工业技术科学

测 绘 学

【测绘学】研究确定地球形状和大小、地球重力场，测定或测设地面点的平面位置和高程，将地球表面的自然形态和人工建造物的分布及其他信息绘制成全球局部地区各种类型的地图的一门学科。它包括测量与制图两项内容。研究的主要内容：（1）研究测定地球形状及地球重力场、地球椭球参数以及地面点的几何位置的理论和方法的分支学科称为大地测量学；（2）测绘地表形态，包括各种自然形态，如地貌、土壤、植被、水系等，也包括人类活动产生的人工形态，如建筑物、交通线、居民地、城市建筑与设施、境界线等，因地表形态的测量工作是在面积不大的测区内进行，可以既不考虑地球曲率，也不顾及地球重力场的微小影响，研究这种理论和技术的分支学科称为普通测量学；（3）测绘地表形态，采用摄影方法或电磁波成像的方法，以获得地表形态的信息，将其以模拟的或解析的方式进行处理，使转变为各种比例尺的地形原图或形成地理信息库，这一分支学科称为摄影测量学；（4）各

项经济建设和国防工程建设的规划设计、施工和部分建筑物建成后的运营管理中，需要一定的测绘资料或利用测绘手段来指导工程的进行、监视建筑物的变形，属工程测量学研究范畴；（5）海洋环境中进行测绘工作主要是在船上进行，并大都采用声学或无线电方法，为研究海面上的定位、海底控制网的建立、海面形态和海底地形测量、海洋重力测量以及海图编制等，形成了海道测量学。测量学与数学、制图学、电子学、计算机科学有密切的关系，随着这些科学的发展，测量学才由古埃及尼罗河洪水泛滥后原始的测量方式发展到今天的航天摄影测量。测量学的发展经历了巨大而漫长的变革。

【测量学】研究地球形状和大小及测量和推算地面点的平面位置和高程，以此将地球表面的地形及其他信息绘制成图的学科。主要内容包括普通测量学、大地测量学、地形测量学、摄影测量学、工程测量学、海道测量学等学科。由于科学技术的发展，人类文化生活和物质生产活动的需求，测量学已由简单的几何测量发展到人造卫星大地测量和遥感技术的应用；测量对象由地球表面发展到月球、火星及其他星球；地图制图由原始的手工方式向自动化方向发展（见制图学史）；测量仪器已广泛趋向电子化。这些新技术的应用必将推动测量学的发展。

【大地测量学】研究在广大地面上建立国家和全球大地控制网，测定地球形状、大小和地球重力场，以及地面点几何位置的科学。主要工作包括：三角测量、导线测量、水准测量、天文测量、重力测量、卫星大地测量、惯性测量、椭球面大地测量、地球形状理论和测量平差计算等内容。随着科学技术的发展，特别是 20 世纪

50年代第一颗人造卫星出现以来,解决大地测量所提出的任务采用三种方法:几何方法、物理方法和卫星方法。现代大地测量学包括几何大地测量学、物理大地测量学和卫星大地测量学三个组成部分。几何方法是用一个同地球外形最接近的几何形体即旋转椭球代表地球形状,用天文大地测量方法测定这个椭球的形状和大小,并以它的表面为基础推算地面点的几何位置。物理方法是从物理学观点出发研究地球形状的理论。取一个同全球平均海水面位能相等的重力等位面,即大地水准面代表地球的实际形状,用地面重力测量数据研究大地水准面相对于地球椭球面的起伏情况。卫星方法是利用卫星在地球引力场中的轨道运动,从尽可能均匀分布在地球表面上的十几个至几十个跟踪站,观测至卫星瞬间位置的方向、距离或距离差。积累对不同高度和不同倾角的卫星的长期观测资料,可以综合解算地球的几何参数和物理参数,以及地面跟踪站相对于地球质心的几何位置。

【几何大地测量学】又称天文大地测量学。研究用几何方法测定地球的形状、大小以及地面点几何位置的科学,大地测量学的一个分支。随着经济的发展和军事上的需要,各国为测制精密地图迫切要求实施大地测量。从应用上大大促进了几何大地测量学的发展。几何大地测量学采用旋转椭球代表地球形状,用几何的方法测定地球的形状和大小,以这个椭球面为参考研究和测定大地水准面,并建立大地坐标系。参见“测绘学”。

【大地天文学】几何大地测量学的分支学科,也是大地测量学和天体测量学边缘学科。研究观测天体以测定地面点的天文经度、纬度和该点至一相邻点的方位角的理论和方法的学科。天文经度和

方位角的观测结果，可以推算拉普拉斯方位角，用来控制地面大地网中由于水平角观测误差所导致的方位角误差积累。天文经、纬度的观测结果用于推算天文大地垂线偏差，以便将地面上的观测值归算到椭球面上，由几何法测定地球椭球参数和确定该椭球在地球体中的定位，以及由天文水准法或天文重力法测定大地水准面对于椭球面的差距。

【椭球面大地测量学】几何大地测量学的一个分支。研究地球椭球面的数学性质及同椭球面有关的大地测量计算问题的学科。椭球面大地测量学研究的主要内容是：（1）椭球面上大地线和法截线的性质；（2）大地测量主题的解算；（3）椭球面三角形的解算；（4）椭球面投影到平面上的问题，将大地坐标换算为平面坐标；（5）一椭球面同另一椭球面的关系，以实现不同大地坐标系的换算。

【卫星大地测量学】大地测量学的分支学科。研究利用人造地球卫星解决地面点定位并测定地球形状、大小和地球重力场的科学。

卫星大地测量方法按其原理分为三种：（1）卫星大地测量几何法。是将卫星作为高空观测目标，按几何原理进行地面联测的方法。在地面观测站用卫星摄影仪、卫星激光测距仪或卫星多普勒定位仪等测定地面至卫星的方向或距离，并构成几何空间网，卫星和地面测站是网的节点，由此可在某种与地球有关坐标系中求定地面测站位置；（2）大地测量动力法。把人造地球卫星当作地球引力场中运动的物体，按天体力学原理进行地面联测的方法。在近地卫星理论和选定的重力场模型中，应用卫星观测数据，结合地面重力测量数据，可求解卫星轨道根数、引力场参数、地面观

测站地心坐标，并可确定地球形状与大小、大地水准面差距、重力异常和垂线偏差，地球引力、大气阻力、日月引力、太阳光压、地球潮汐等对卫星轨道都有影响，研究和测定卫星轨道在这些影响下的变化，是卫星大地测量动力法的基础；（3）卫星大地测量轨道法。已知卫星轨道根数，在已知和未知坐标的地面观测站上，进行同步观测，求定地面点坐标的方法。在若干已知坐标的地面站观测卫星，根据已知的卫星轨道根数，推算观测时刻的轨道根数，并在未知坐标的地面站上，进行同步或似同步观测，以求定该站的坐标。

【物理大地测量学】又称大地重力学。大地测量学的分支学科。研究重力测量理论、技术和方法以及利用重力测量及卫星测量资料研究地球形状和外部重力场的学科。物理大地测量学研究地球形状的主要任务是使用地面和卫星大地测量所求得的数据，推出与整个地球相适应的椭球面，即地球椭球面以及以这个椭球面为参考的地面点位置。为计算人造地球卫星和远程导弹等空间飞行器的运行轨道提供地球外部重力场数据和地球形状数据，为地质学、地球物理学提供了有关地球内部构造和局部特征的信息。

【普通测量学】研究地球表面较小区域测绘工作的基本理论、技术、方法和应用的学科。测量学的基础。“测量”一词源于希腊，是“土地划分”的意思。普通测量学研究的主要内容是局部区域内的控制测量和地形图测绘，以及一般的施工测量。具体工作包括距离测量、角度测量、定向测量、数据处理和地形图测绘。控制测量可为测绘各种大比例尺地形图及施工放样建立一定精度的平面控制网和高程控制网。地形图测绘是将地球表面的地物和地貌按

一定比例尺测绘成图的工作。它在控制测量的基础上进行碎部测量，然后绘制成图。施工测量是将图纸上设计好的建筑物或构筑物的平面位置和高程位置标定在实地上的放样工作；是工程竣工后测绘各种建筑物和构筑及建成后实际情况的竣工测量。

【摄影测量学】研究利用摄影或遥感的方法获得被测物体的影像或辐射能的信息，进行分析、处理判断、确定被测物体的形状、大小、位置和性质的学科。测量学的分支学科。随着科学技术的发展逐步形成地面立体摄影测量学、航空摄影测量学和航天摄影测量学。摄影测量主要特点是通过对被测目标影像或辐射能的测量，而不接触被摄物体的本身。摄影测量有着很多的优越性：把测量工作由室外转变成室内的量测工作；在所获信息中可以任意选择所需的对象；作业可以机械化、自动化；信息资料覆盖面积大，不受地区、国界限制；能及时反映地面的动态变化；全部信息可作为文献储存。最初，摄影测量主要用于测制地形图，但其原理和基本技术也适应于非地形测量。自从出现了影像的数字化技术后，被测对象的范围扩充为可以是固体、液体，也可以是气体；可以是微小的也可以是巨大的；可以是瞬时的也可以是变化缓慢的，这些特性使摄影测量方法得到广泛的应用。

【工程测量学】研究工程建设在勘测设计、施工和管理各阶段所进行测量工作的理论、技术和方法的学科。又称应用测量学或实用测量学。主要工作包括：工程控制网建立，地形测绘，施工放样，设备安装测量，竣工测量，变形观测和维修养护仪器等。工程测量按所服务的工程种类分为城市测量、建筑工程测量、桥梁测量、隧道测量、矿山测量、水利测量、铁路测量、公路测量、输电线

测量和输油管道测量等。按工程建设进行程序,又可分为规划设计阶段的测量、施工阶段的测量和竣工后的运营管理阶段的测量。每个阶段测量工作的重点和要求各不相同:(1)规划设计阶段的测量。主要是提供地形资料和配合地质、水文勘探进行测量。取得地形资料的方法有人工测量和航空摄影测量两种。(2)施工阶段的测量。主要任务是按照设计要求,在实地准确地标定出建筑物各部分的平面和高程位置,作为施工和安装的依据。(3)运营管理阶段的测量。工程竣工后,为监视工程的状况、保证安全,需进行周期性的重复观测,即变形观测。它的基本内容是观测垂直位移和水平位移,并对观测的成果进行整理和分析,这项测量工作的特点是精度要求高,速度要求快。为此除使用精密水准测量、视准线法和引张线法外,还应用各种类型的传感器,将观测点的空间位移转变成电信号输出,自动地进行连续观测,以提高工效。根据观测结果,进行统计分析,可以对设计和施工质量作出鉴定,借以改进设计理论和施工方法,还可以判断建筑物的稳定性,预计将来的变形,为运营管理提出建议。

【海洋测绘学】研究以海洋水体和海底为对象所进行的测量和海图编制的理论、技术和方法。主要内容包括海道测量、海洋大地测量、海底地形测量、海洋专题测量及航海图、海底地形图、海洋专题图的编制。海洋测绘是海洋事业的基础工作,其成果已广泛用于经济建设、国防建设和科学研究的各个领域。海上的交通、地质勘探、资源开发、工程建设、电缆和管道的敷设以及海上边界的勘定、地壳变迁、板块结构理论的研究等都需要海洋测绘。海洋测量主要特点是测量内容综合性强,需多种仪器配合施测,同时完成多种观测项目;测区条件比较复杂,海面受潮汐、气象等

影响起伏不定；大多为动态作业，一般均采用无线电导航系统、电磁波测距仪器、水声定位系统、卫星组合导航系统、惯性导航组合系统以及天文方法等进行控制点的测定和测点的定位；采用水声仪器、激光仪器，以及水下摄影测量方法等进行水深测量和海底地形测量；采用卫星技术、航空测量以及海洋重力测量和磁力测量等进行海洋地球物理测量。

【地图制图学】又称地图学。研究地图及其制作的理论、工艺和应用的学科。研究用地图图形反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互联系及其动态变化。具有区域性学科和技术性学科的两重性。由地图投影、地图编制、地图整饰和地图制印等部分组成。现代地图制图学还包括利用空间遥感技术获取地球、月球、火星等的信息编制各种地图和天体图以及地图自动化技术。地图投影是用数学方法研究将地球椭球面上的经纬线描绘在平面上的问题；地图编制研究制作地图的理论和技术问题；地图整饰研究地图的表现形式；地图制印研究地图复制的理论和技术。制图学与测量学、地理学、数学、印刷技术、电子技术、空间遥感技术及计算机技术有着密切的联系。有的学者把信息论的概念引入地图制图学，将其定义为“空间信息图形传输的学科”。此外，制图学还与物理学、化学、色彩学、美学等学科发生联系。

【裴秀】（224—271）中国古代地图制图学家。字季彦，河东闻喜（今山西闻喜）人。晋武帝时，任司空，总结了前人和自己的制图经验，提出了著名的“制图六体”，第一次阐明了地图上的比例尺、方位和距离三个因素，并指出将地面起伏的道路长度改化为水平直线长度的具体方法，使地图内容建立在较严格的数学基

基础上。组织编制了《禹贡地域图》，并根据编图的记录写了《禹贡地域图·序》一文，是中国现存较早的地图制图学著作。据《晋书·裴秀传》所记载的此图序文说：“今上考《禹贡》山海川流，原隰陂泽，古之九州，及今之十六州，郡国县邑，疆界乡陬，及古国盟会旧名，水陆经路，为地图十八篇。”改编旧《天下丈图》为《地形方丈图》。裴秀参照旧图，考证了地名，以一寸折合一百里的比例尺缩编成晋代疆土及周围地区的地图。

【贾耽】（730—805） 中国唐代地理学家和地图制图学家。字敦诗，河北省沧州南皮人。曾任鸿胪卿、检校司空等职。唐兴元元年至贞元十四年，贾耽根据他调查的关于险要地势、各族风土等地理资料，依据裴秀的制图六体原则编制了《关中陇石山南九州图》，并撰写了《关中承石山南九州别录》6卷和《叶蕃黄河录》4卷，详细记述了地图上不能画出的资料，如人口、里程、河流发源地等。贞元十七年以《禹贡》和班固的《汉书》为资料，并结合调查，编制了《海内华夷图》，图幅宽三丈，高三丈三尺，以一寸折合一百里的比例尺绘制。并撰写了说明这幅图的《古今郡国县道夷述》40卷。贾耽还编制了《贞元十道录》4卷，手抄本曾在敦煌石窟中被发现。

【夏坚白】（1903—1977） 中国现代大地测量学家。中国现代最早从事大地测量教学和科学研究的学者之一。江苏省常熟县（今常熟市）人。1929年毕业于清华大学。1934年赴英国伦敦大学帝国理工学院测量专业学习，1935年转赴德国柏林工科大学大地测量系学习，1939年获工学博士学位。回国后，历任中国地理研究所副研究员、中央陆地测量学校教育处长、陆地测量局教育处长、

同济大学教授、副校长、校长、武汉测绘学院副院长、院长等职。1956年被选为中国科学院学部委员、中国测绘学会第一届副理事长。所著《应用天文学》是中国在大地天文方面最早的著作之一。曾与陈永龄、王之卓合作编写了测量学大学丛书，其中《实用天文学》由他执笔。以后还主编了《大地天文学》、《全能经纬仪 T₄ 的检验与应用》等书。

【王之卓】（1909— ） 中国摄影测量学家，中国摄影测量研究工作的奠基人。河北省丰润县人。1934年赴英国伦敦大学帝国理工学院测量专业学习，1935年转赴德国柏林工科大学大地测量系学习，1939年获工学博士学位。回国后，历任中山大学教授、中国地理研究所副研究员、上海交通大学工学院院长和校长、青岛工学院教授、武汉测绘学院航空摄影测量系主任和副院长、名誉院长等职。1981年被选为中国科学院地学部学部委员。曾当选为中国测绘学会第二届副理事长、第三届理事长。主持和编写有多种航空摄影测量学教材和论文。早年曾与夏坚白、陈永龄合作编写了测量学大学丛书，其中由他执笔的有《航空摄影测量学》，他主持编写的还有《平面测量教程》、《航空摄影测量学》上、下册等教材。

【陈永龄】（1910— ） 中国现代大地测量学家。中国现代最早从事大地测量教学和科学研究的学者之一。北京人。1931年毕业于上海交通大学。1934年赴英国伦敦大学帝国理工学院测量专业学习，1935年转赴德国柏林工科大学大地测量系学习，1939年获工学博士学位。回国后，先后任西南联合大学教授、同济大学教授、交通部铁路测量总处处长兼总工程师、岭南大学理工学院院

长、华南工学院副院长、武汉测绘学院副院长、国家测绘总局总工程师等职。曾先后当选为中国测绘学会第一和第二届副理事长。1981年被选为中国科学院地学部学部委员。主要致力于中国国家大地网的全面布设、整体平差、精度分析和大地水准面特征等问题的研究。1947年首次将航空摄影测量技术应用于闽赣铁路线的勘测，为中国铁路航测技术的发展奠定了基础。1965年，为精确测定珠穆朗玛峰的高度制定了技术方案，较好地解决了影响测定精度的技术问题。70年代后期，他又提出了利用卫星多普勒技术测定地心坐标和加强中国大地网的建议。曾主持和编写过多种大地测量教材，先后同夏坚白、王之卓合作编写了测量学大学丛书，其中他执笔的有《测量平差法》和《大地测量学》。1956年重新编写了《大地测量学》上卷第一、二分册。

【墨卡托】（1512—1594） 德国地理学家、制图学家。1530年毕业于卢万大学。因当时宗教界动荡不安，新教徒处于危险境地，为了安全墨卡托于1552年移居德国。他创立了墨卡托投影即等角圆柱投影，成为16世纪的制图大师。1568年其著名的航海图《世界平面图》问世，用墨卡托投影代替了托勒玫的普通圆锥投影，不仅把新发现的世界完整地描绘在航海图上，而且标记出正确的方位，更主要的是能把等角航线在航海图上表示成直线，使航海者应用方便。墨卡托投影直到现在还应用于航海地图绘制上。他于1537—1540年用三角法测绘佛兰德的详图，是实测地图的开端。后曾用磁子午线作为地图上新的标准经线。墨卡托生平的最后几年，全部精力投入绘制欧洲各部分的一系列详尽图。所著的《地图与记述》，在他逝世后一年出版，封面上印有希腊大力神阿特拉斯肩上扛着地球的画像。墨卡托去世后由其子继续整理出版了

《墨卡托—洪第乌斯地图集》。墨卡托制图投影标志着希腊地理学、制图学影响的结束，以及现代制图学纪元的开端。

【赫尔默特】（1843—1917） 德国大地测量学家。1870年起担任亚琛大学教授，1887年任柏林大学教授，1886年起任波茨坦普鲁士皇家大地测量研究所所长和国际大地测量学协会中央局主席，直至逝世。赫尔默特的博士论文《“合理”测量的概念》，首次论证最佳权分配问题。提出了“欧洲三角网规划”和“大规模三角网平差理论和方法”。他是椭球面大地测量学和物理大地测量学的奠基人。为了研究地球形状和大小，他于1880年提出“面积法”代替经典的弧度测量法，这一方法被成功地用于推算地球椭球。为了推求地球扁率，赫尔默特由月球黄纬、黄经的运动推算出地球扁率值为 $1:297.8 \pm 2.2$ 。1901年又由重力观测成果导出扁率值为 $1:298.3$ ，接近于最新精确值。在地球测量方面，他首先提出在天文水准测量中引入重力测量附加项，以顾及各点垂线不平行的影响。在此基础上，提出了“水准椭球”的新概念。赫尔默特于1901年推导出正常重力公式，根据可倒摆理论测出波茨坦大地测量研究所的绝对重力值。此值被定为国际重力基准，称为“波茨坦重力系统”，世界各国曾采用此系统长达70年之久。他的著述甚多，主要有《最小二乘法平差计算》、《大地测量学的数学和物理学原理》、《垂线偏差》、《可倒摆理论》、《重力与地球质量分布》。

【海福德】（1868—1926） 美国大地测量学家。1889年毕业于美国康奈尔大学，因《1892—1893在墨西哥边界测量中所采取的外业方法的总结》一文而获得康奈尔大学的富尔特斯奖章。1911年

当选为美国全国科学院院士。1918年华盛顿大学授予他荣誉博士学位。1924年由于他在地壳均衡理论方面的贡献，英国皇家地理学会授予他维多利亚奖章。1925年由于他在1924年所发表的一系列优秀地学论文，美国西部工程师学会授予他夏尼特奖章。逝世后，美国地理学联合会阿拉斯加命名了一座“海福德山”。1924年国际大地测量学协会采用他的研究成果做成第一个国际椭球，并称为“海福德椭球”。海福德的论著主要有《大地天文学》、《美国的精密水准测量》、《欧洲与美国重力测量的新联测》、《地球形状和地壳均衡》、《测量地球》和《太平洋上重力观测的重要性》等。

【克拉索夫斯基】（1878—1948） 俄罗斯大地测量学家。1900年毕业于莫斯科土地测量学院，1916年获教授学衔。1919年任土地测量学院院长。1928年在他的倡议下成立了前苏联中央测绘科学研究所，并任副所长兼科学部主任、科学顾问。1939年任前苏联测绘总局委员。同年被选为科学院通讯院士。1943年获得俄罗斯苏维埃联邦共和国功勋科学技术家称号，并获得前苏联列宁勋章和劳动红旗勋章。他在1928年提出的天文大地网的计划和方案，一直作为天文大地测量的原则。1942年提出用投影法代替平展法整理天文大地网资料。1936年推导出地球椭球的参数，1941年在他的指导下，又推出地球椭球的参数，1946年前苏联部长会议批准将它作为参考椭球，称为“克拉索夫斯基椭球”。主要著作已综合在他和丹尼洛夫合编的《大地测量学》中。

【大清一统舆图】中国清代胡林翼在湖北巡抚任内，请邹世治和晏圭斋编制的地图，又称“皇朝中外一统舆图”。邹世治和晏圭斋根据以天文点和三角网为依据的《皇舆全图》和《乾隆西府舆图》，

并参考李兆洛和董佑诚所编的地图改编而成，是清初测绘地图的重要成果。以纬差 2° 为一系列，每列 1 卷，共地图 30 卷，于同治二年（1863）上刻，并公开出版，在中国广泛流传，成为清末民初编制地图的蓝本。

【测量全书】直译应为《测量手册》，因其内容全面系统地论述了测量学的各个方面，故译为《测量全书》。第一版由德国测量学家约旦编写，于 1827 年以《实用测量手册》为书名出版。第二版扩充为 2 卷，改名为《约旦测量手册》，于 1877—1878 年出版。第三版补充修订为 3 卷，于 1888 年出版。1904—1941 年期间，德国埃格特重新修订此书，先后修订 6 次，全书扩大至 5 卷，又名《约旦—埃格特测量手册》。1944 年后，由德国克奈斯尔主编，约请世界各国测量学家分工撰写，对这部著作进行全面修订，于 1956—1972 年间陆续出版，为第十版，书名为《约旦—埃格特—克奈斯尔测量手册》。此版中增添了大量的新内容，全书共 11 卷 15 册。

【大地测量学】作者克拉克（1828—1914），英国大地测量学家。他于 1866 年计算出接近于现代公认数值的地球扁率为 1: 295、长半轴为 6378. 206 公里。于 1880 年测定的数值：扁率为 1: 293. 465、长半轴为 6378. 249 公里，被美国大地测量局引为标准参考，并得到了 1924 年国际大地测量学和地球物理学联合组织会议的承认和使用。这些成果载于《大地测量学》一书中，此书 1880 年出版，是作者关于大地测量的理论及实践成果的论述，至今仍是这一领域最好的教科书之一。

采 矿 学

【采矿学】从国家经济发展需要、矿床分布与储藏量等自然条件及生产技术条件出发，经济、安全、回采率高地自地壳内和地表开采矿产资源的一门采矿技术学科。其具体内容主要有：（1）矿床的开拓系统；（2）采矿方法。为地下开采时从矿块内采出矿石所进行的采准、切割、回采、巷道的布置方式以及相互配合的综合；（3）井巷的掘进与支护，即井巷工程；（4）钻眼爆破。研究凿岩与爆破的工艺和工具与器材等；（5）矿山安全、矿山排水、矿井通风等理论与方法；（6）矿山运输与提升；（7）矿业经济组织与计划等。

【采煤学】研究煤矿床开采工作的学科。煤矿床呈层状储存，一般分布范围大、储量大、煤质脆、易破碎，开采时常伴有水、火、瓦斯等灾害威胁。采煤学研究在开采工作中的破煤技术、煤炭运输、劳动安全与控制等技术；同时涉及管理上包括各种参数的确定，以及工序组合，工作制度、劳动组织和技术管理等方面的内容；还包括综合考虑各种因素，寻求能保高效、高产、而又安全优化采煤系统的内容。

【矿山地质学】阐明在矿山开采时期对矿床进行全面深入研究的任务、方法和工作途径，从而为矿山的生产和建设服务的一门学科。

【油藏工程学】 又称油层物理学。应用石油开发地质、油藏物理、渗流力学、计算科学、工业经济等相关原理研究经济合理地开发油、气田的一门新兴采矿（油）分支学科。其任务是：探求油、气藏开发过程中油、气、水的流动规律和驱油机理，制定相应的工程措施，以求不断提高油、气开采量。油藏工程研究的主要内容有：（1）油气藏开发设计方案设计。这些方案必须适合油藏特点的开采机理，采用最合理的井网、最佳的水油比、气油比的方法，以求得最高的采收率；（2）油井产状与油藏动态分析。油田投产后，地下油、气、水的分布便不断发生变化，这就要对生产记录和测试数据加以分析，搞清油井压力、产量和油藏中剩余油的分布状况，预测未来动态，以补充油藏有关的各项基础资料；（3）油田开发方案调整。油田开发进行到一定阶段，根据新的情况，及时调整油田开发方案，以增加可采储量，提高开发效果；（4）油藏工程方法研究。其方法有经验统计法、物质平衡法、渗流力学法、物理模拟法、数值模拟法；（5）小型现场开发试验。这是检验室内试验和模拟研究结合的一种中试阶段，经过这一环节便可转入油田开发与油田生产。

【岩石破碎学】 研究岩石在不同性质的外载作用下，其应力、应变的变化规律及破碎前的预兆，以及阐述在钻探工程、采掘工程中所采用的主要破岩方法条件下碎岩的基本理论和破碎过程的一门学科。其研究内容从宏观上看包括破碎的形式和效果、破碎的能耗、所破碎岩石中矿物的粒度等；从微观看包括破碎过程的发展、破碎前的应力分布状况、破碎前的各种征兆和数据等。从广义上看，岩石破碎学还研究破碎后的岩石的稳定性质，即岩石在各种

外载和物化作用下的破碎规律、破碎效果、破碎过程，以及在上述作用下保持稳定的极限条件。现代岩石破碎方法包括爆炸破碎、机械破碎、水射流破碎和热力破碎。

冶 金 学

【冶金学】研究经济而有效地从矿物原料中提取金属或金属化合物，用各种加工方法制成性能良好的金属材料的一门综合性技术科学。研究的主要内容有：钢铁冶炼、有色金属冶炼、稀有金属冶炼、重金属冶炼、冶金过程物理化学、传热与传质理论、化学冶金、物理冶金、金属热处理、金属学、金相学、冶金炉理论、轧制工艺、冶金设备设计及运行与维修、冶金过程中间产物和废料的综合利用及安全防护、粉末冶金、金属铸造、金属焊接、金属材料检验、金属腐蚀和控制、炼焦、耐火材料和其他相关内容等。随着金属利用的种类的扩大，冶金学所涉及的领域也在不断扩大。冶金学作为一门技术科学，主要以物理学、化学、物理化学为基础，并同地质学中的矿物学、结晶学及力学、机械学等有密切的联系。随着生产和科学技术的发展，局限在金属框架里的冶金学已不能适应近代工业发展的要求，冶金学为了改变这种不适应情况，正向材料科学发展，以金属材料学的形态出现而成为材料科学中的核心学科。

【化学冶金学】又称提取冶金学。用化学、物理化学的原理与方法

研究从矿石或其他原料中提取金属的冶金化学及应用过程的学科。冶金生产过程所需的工艺与方法、冶金单元操作、流程与设备、传热传质原理、物理化学理论等为其研究内容与领域。其任务是研究各种冶炼及提取方法，以节约原料，降低能耗，提高产品质量，增加品种，扩大产量，提高经济效益。按冶金过程的性质又可分为火法冶金、湿法冶金和电冶金三类冶金方法。由于化学冶金研究的是火法冶炼、湿法提取和电化学沉积等各种过程的原理、工业流程及设备运行等方面内容，故国外又称为过程冶金学。

【金相学】研究金属及合金内部组织结构（金相组织）的科学。冶金学的分支学科。有广义、狭义之分。广义金相学以金属及合金的成分、组织结构、性能及其三者相互关系为研究内容，20世纪以后，广义金相学则演变为金属学的内容之一。狭义金相学以金相分析为基本内容。应用金相显微镜或电子显微镜对金属及合金的组织进行分析，因而成为以实验为主的一门实验冶金学。

【金属学】以金属及合金为对象的科学。主要研究内容是金属和合金的成分、结构、组织和性能以及它们之间的内在联系和变化规律。冶金学最重要的分支学科。英语国家称为物理冶金。其任务在于指导冶金科学研究和冶金生产实践，改善现有金属及合金性能，进而创制新的金属材料。其研究内容可分为实验和理论两方面。金属学的主要内容还有：（1）相图的理论与形式，以及用相图研究金属及合金的组态及其组织的形成和变化规律；（2）研究合金相结构、组织及其形成规律，合金元素及微量元素在合金相中的分布等合金组成规律；（3）金属结晶与凝固的基本规律；

(4) 金属及合金的形变，晶体的滑移机理，范性形变后对金属的结构、组织和性能的影响；(5) 金属及合金中的扩散定律，包括扩散的宏观规律及其应用，扩散的微观原理与机制；(6) 金属及合金的回复和再结晶的规律及其在冶金生产中的应用；(7) 金属及合金中的固态转变的规律，利用此规律控制金属及合金的性能；(8) 金属学的基本概念、基本理论在碳钢、铸铁、合金钢和有色金属及合金等中的应用等。

【欧冶子】 传说中的春秋末年越国铸剑匠师。《越绝书》说他曾为越王铸作铜剑五把。与干将齐名，楚王闻之，邀二人赴楚制铁剑三把。一说他是冶炼业匠师，干将为其工徒。

【干将】 中国春秋末铸剑名匠。相传为吴王阖庐时人，成书于东汉末年的《吴越春秋》记载，干将“采五山之铁精，六合之金英”，以铸铁剑，成雌雄各一，雄曰干将，称“吴干之剑”。一说从吴有溪曰干溪而取名。雌曰莫邪。两剑身均有花纹。有说越有山曰莫邪，并出好铁，所铸名剑定名为莫邪。

【莫邪】 相传为吴王阖庐时人，干将之妻。吴王使干将铸剑，铁汁久久不下，后以女人配炉神，炉乃出铁。莫邪又“断发剪爪，投手炉中，使童男童女三百人鼓囊装炭，金铁乃濡”，遂成雌雄二剑。另说莫邪即墨阳，越人，男性，任吴国大夫，善制剑，与干将齐名。

【蒲元】 中国三国时蜀国人。刀剑、车制造能手，长于淬钢。在成都为刘备造刀 5000 把，后在斜谷（现陕西省眉县西南）为诸葛亮

制刀 3000 把，相传他造的刀能把装满铁珠的竹筒劈成两半，号称“神刀”。蒲元认为，“汉水钝弱不任淬”，他选择了冷却速度大的蜀江水淬刀，才制得此宝刀，说明他握有高超淬火技术。《蒲元别传》还记载他发明过木牛流马。说此木牛“廉仰双辕，人行六尺，牛（指“木牛”）行四步，人载一岁之粮也”。

【綦毋怀文】中国北齐冶炼学家，官至信州刺史。《北史·綦毋怀文传》记载，他用灌钢技术造宿铁刀，“其法，烧生铁精以重柔铤，数宿则成钢。以柔铁为刀脊，浴以五牲之溺，淬以五牲之脂，斩甲过三十札。”这是对中国古代炼钢法和淬火技术的重大发展。

【吴其濬】（1789—1846）字澹斋，号云娄农。河南固始人。嘉庆进士，官任中国清代云南、山西等地巡抚。清代矿冶、植物、药物学家，所编《滇南矿厂图略》，是中国古代采矿的重要文献。另有《植物名实图考》（38 卷）和《植物名实图考长编》（22 卷）和《滇行纪程集》等书。

【王正黼】（1890—1951）中国采矿事业家。浙江宁波人。1910 年毕业于北洋大学矿冶系，1912 年获美国哥伦比亚大学硕士学位。1917—1921 年任辽宁本溪湖煤铁公司总工程师兼制铁部长，1921—1931 年任东北矿务局总办，管理全东北 13 个矿山。1932 年组设冀北金矿公司，开采金矿，还创办北京门头沟平兴煤矿。1934 年任河南六河沟煤矿总办。日本投降后，资助创办燕京大学工学院。根据他办矿的卓著成绩，哥伦比亚大学 200 周年纪念时，授予他荣誉奖章。

【王宠佑】（1879—1958） 中国有色金属冶金学家。1899年毕业于北洋大学，1901年赴美学习采矿和地质，1904年获硕士学位，后又留学英、法、德，获博士学位。回国后，在长沙为华昌公司创建中国第一个近代化炼锑厂，所写《锑》（英文版）一书是世界上第一部关于锑的专著。1952年，该书的第二版，仍为世界权威著作，1955年，和李国钦合著《钨》（英文版）也是一部权威性著作。曾在美国获得锑、钨合金技术的多项专利。他又是世界上最早研究粉末冶金的专家之一，中国地质学会和中国矿冶工程师学会的创始人之一。他研究领域广泛，除冶金学论著外，还有哲学、心理学、美食学的著作，又是一位书画收藏家。

【韩础石】（1895—1974） 原名韩原基。中国煤矿建井专家。辽宁海城人。1921年毕业于北京大学土木系。曾任北京煤炭科学研究所建井研究所副主任等职，他所研究成的竖井井筒无壁座砌壁，在全国推广应用。1958年应用水砂充填砂仓吊挂施工法，1960年研制成压气排砂自重沉井法，1962年研制成注浆法封堵平巷裂隙水，为中国煤矿建井工程立下功劳。

【何杰】（1888—1979） 中国矿业教育家。广东番禺人。早年就读于美国科罗拉多矿业学院。1914年获美国理海大学理科硕士。回国后，先后任北京大学工科教授兼工科主任及地质系主任、北洋大学采矿学教授兼矿冶系主任及教务长、中山大学地质学教授兼地质系主任及理学院院长、交通大学唐山工学院、重庆大学、广西大学等校的采矿学教授兼矿冶系主任、中国矿业学院教务长及副院长。此外还主持过湖广等地的煤矿、地质勘探工作。

【靳树梁】（1899—1964） 中国炼铁专家、冶金教育家。字栋华。河北徐水人。1919年毕业于北洋大学。后在一些炼铁、炼钢厂任工程师，1937年曾赴德学习。1950—1964年任东北工学院院长及教授。1955年被选为中国科学院学部委员，1956年任中国科学院东北分院副院长。因创造新型高炉炉喉于1943年获中国工程师学会奖，《小型炼铁炉布料之特征及炉喉设计之演进》一文获中国工程师学会论文奖（1944年）。1958年主编的《现代炼铁学》一书，概括了中国高炉冶炼理论研究与实践经验的新成果。

【周仁】（1892—1973） 中国冶金学家与陶瓷学家。字子竞。江苏江宁人。1910年毕业于江南高等学校，同年赴美就读康乃尔大学机械系，1913年获硕士学位。1919年受四川省政府委托赴美订购电炉，而后在四川建立中国第一个电炉炼钢厂。1928年在上海创建中央研究院工学研究所，任所长兼研究员。是中国科学社负责人之一，并曾在中国矿冶工程师学会任职。中华人民共和国成立后，周仁历任中国科学院实验馆馆长、冶金陶瓷所所长、冶金所所长、硅酸盐化学与工学研究所所长、中国科学院华东分院院长、技术科学部委员、中国金属学会理事长、上海科学技术大学校长等职。是中国首次制成球墨铸铁者之一。著有《氟在包头铁矿高炉冶炼过程中的行为》等论文5篇，《中国古陶瓷研究论文集》由轻工业出版社于1982年出版。

【叶渚沛】（1902—1971） 中国冶金学家。福建厦门人。生于菲律宾。1925年毕业于美国宾夕法尼亚大学。先后在美国一些有名的研究所和公司工作。1933年回国，担负冶金研究和冶金生产工作。1944年去欧美考察，曾任联合国科教文组织科学组副组长等

职。1950年回国，任重工业部顾问、中国科学院学术秘书、学部委员，筹建中国科学院化工冶金研究所并任所长。从流体力学、传热、传质角度研究“三高”（高压炉顶、高风温、高湿度鼓风强化高炉生产）炼铁和氧气顶吹转炉炼钢最新技术。首次进行竖炉炼磷试验获得巨大成功。他的《论强化高炉冶炼过程的基本问题》一文获中国国家自然科学二等奖。关于氧气顶吹转炉炼钢、高炉钒钛磁铁矿冶炼和竖炉炼磷的实验与研究获全国科学大会奖和中国科学院重大科技成果奖。

【李薰】（1913—1983） 中国冶金学家。湖南邵阳人。1936年毕业于湖南大学冶金学院，1937年入英国设菲尔德大学冶金学院。1940年获哲学博士学位，毕业后留校工作。第二次大战期间，英国一架战斗机在演习中由于引擎主轴断裂而坠落。他证明钢的“发裂”是因钢中含氢所致，由此奠定钢中氢研究的科学基础。为此获白朗敦奖章和奖金，并被设菲尔德大学授予冶金学博士学位。1950年回国。是中国1956、1962、1977年全国科学规划主持人之一。历任中国科学院金属研究所所长及名誉所长、学部委员、技术科学部主任、沈阳分院院长、中科院副院长等职。是中国金属学会创始人之一和历届副理事长，《金属学报》创刊人及主编，《中国大百科全书·矿冶》卷冶金编委会副主任。

【比林古乔】（1480—1538或1539） 意大利矿冶学家。1538年任教皇的铸造厂和兵工厂主管人。去世后，其著《论高热技术》（又译《火法技艺》）于1540年出版。是一部实用的矿冶之书。此书共10篇。介绍了金属矿、半矿产品和非金属产品，金属提炼的化学工艺，巨型、小型铸件制造，火药制造，石灰煅烧、陶器制作、

镜子制作，试金术。还介绍了如钻铣两种机床、炮筒钻机、拉丝机、鼓风机等机器。全书附图 83 幅。他还著有《冶金工艺知识手册》一书。除阿拉里科拉外，比林古乔是欧洲中世纪后期最著名的冶金学家、工程师和建筑家。

【阿格里科拉】（1494—1555） 德国矿物学家、医生、科学著作家。因出版《论金属》（又译《论天然金属》）这部巨著，被称为矿冶学之父。于 1526 年取得医学博士学位后，长期在欧洲主要采矿中心城市任医生。他一生主要精力用在地质、矿物、冶金、采矿、测量等方面研究，花了 20 多年时间写成《论金属》。该书一出版，很快被译成德文、意大利文。1912 年译成英文，1968 年出版日译本。据考证，该书于明代天启元年（1621）传到中国，由汤若望等人于崇祯十三年（1640）全文译出，书名定《坤輿格致》。

【达比一世】（1677—1717） 英国冶金专家。1704 年筹建金属铸造厂，首创用砂型法制造铸铁件，并于 1708 年取得专利权。1709 年发明了焦炭，并于 1713 年试用焦炭炼铁初获成功。达比一世之子——达比二世（1711—1763）继承父产之后继续进行炼焦试验。1735 年，达比二世创建英国第一座炼铁炉，用焦炭熔炼矿石终获成功。

【达比三世】（1750—1791） 英国冶金专家。18 岁接管他父亲达比二世的冶金厂，并将其扩建。扩建后，该厂遂成为当时冶金企业中的佼佼者。他在英国设计建造了世界上第一座铸铁桥，于 1779 年交付使用。

【卡斯腾】（1768—1810） 德国矿物学家。1787年获弗莱贝格矿冶学院博士学位。1789年发表了被称为矿物大全的两卷矿物学文集。之后曾任柏林矿冶学院讲师、矿冶高级工程师。1803年任政府矿务高级顾问，并发表《矿物图册》，曾是柏林科学院和其他专业学会成员。共发表约50多篇有关矿物、采矿工程等论文。

【阿诺索夫】（1799—1851） 俄国冶金学家。1817年毕业于彼得堡矿业武备学校。后在炼铁厂工作近30年。1841年发明浸蚀剂，用放大镜研究了大马士革钢剑上的花纹，揭示了大马士革钢的制作技术。1868年用显微镜观察到钢必须加热到超过某个临界温度才能淬火硬化，推进了对钢和合金组织的金相分析工作。

【魏斯巴赫】（1806—1871） 德国矿山机械学家。早年就读于弗赖贝格矿业学院。后任该院力学、矿区测量学和矿山机械学教授。1835—1836年他的《矿山机械技术手册》出版。后又出版《工程力学与机械力学教科书》。1842—1843年出版《力学和液压技术问题研究》一书（两卷）。

【西门子】（1823—1883） 英国工程师、冶金学家。原籍德国。维尔纳·西门子之弟。1846年毕业于马德堡技术学校。1856年，与其弟共同发明蓄热式炉，并取得专利。起初用此炉用于制造玻璃，1864年将蓄热室用于反射炉炼钢，称为西门子炼钢炉。同年法国工程师马丁发明平炉炼钢法，用生铁和废钢炼出优质钢。1868年西门子用平炉炼钢法把生铁和铁矿石炼成钢。因西门子与马丁均在平炉炼钢上取得重要贡献，故平炉法又称西门子-马丁炼钢法。

1879年西门子设计出世界上第一座炼钢电炉。他同惠斯通、瓦利同时提出发电机原理，1883年在波特拉斯铁路上用电作动力。他还发明测时调速器、回热蒸汽机、冷凝器、水表、水深测量器、温度计、凸版印刷术。1862年被选为英国皇家学会会员，曾任英国电报工程学会会长。是英国土木工程学会、机械工程学会、钢铁学会会员。曾获霍华德奖金、贝塞麦奖章等。1887年任英国钢铁学会主席。

【托马斯】（1850—1885） 英国冶金学家、发明家。1868—1879年任泰晤士城法院书记员。自贝塞麦发明酸性转炉炼钢法后，欧洲炼钢工业得到很大发展，但用此法生铁中的磷不易排除，炼出的钢脆性很大。针对这一缺陷，托马斯与吉尔克里斯特合作，对贝塞麦转炉进行重大改进，把酸性炉衬改为碱性炉衬，称为碱性转炉。1877年在一台小型碱性酸炉进行试验，生铁脱磷成功，炼出含磷低的钢，同年获得专利，1879年，托马斯的碱性转炉炼钢法在生产中推广。于同年出版《贝塞麦转炉中除磷》一书。

【贝塞麦】（1813—1898） 英国工程师和发明家。又译贝色麦或贝西默。从小跟随父亲从事金属手饰制作。1830年在伦敦经商，销售金属艺术品。1840年开始用原始手工方法生产铜粉、金色颜料等。1856年同美国的凯利各自独立发明酸性底吹转炉炼钢法，闻名于世。此法是炼钢法的一次重大变革。贝塞麦发明很多，如热压压型机、铸字机、青铜粉末制取法、甘蔗榨汁机、煤砖压制机等，一生共获得120项专利。1859年他在设菲尔德创建钢铁厂，专门生产造枪用钢材。1879年被选为英国皇家学会会员，同年被授予爵位。是英国钢铁学会创始人之一。1871—1873年任该会会长。贝

塞麦主要著作有：《论不用燃料炼制可锻铁和钢》（1856）、《可锻铁和钢炼制》（1859）、《贝塞麦转炉早期形成》（1886）、《可锻铁板或钢板直接连续铸造》等。

【索比】（1826—1908） 英国金相学家和地质学家。出身于英国餐具师世家。1863年，他把岩相学的方法，包括试样的制备、抛光和腐刻等移植到钢铁研究，在英国协会纽卡斯尔年会上展示钢铁在显微镜下的6种不同的金相组织。1864年拍下钢的显微照片。他还利用高倍显微镜证明：早期称为羽翅状的组织是铁的碳化铁的层状混合物，后因其有珠母光泽而后被称为珠光体。之后他还拍出一批低放大倍数的珠光体和其他组织的金相照片，推进金相分析。他还证明铁的样品中有石墨和氧化铁存在，并揭示了再结晶与相变的现象。为了纪念索比，将钢经淬火后回火的组织称为索氏体。1874年，索比被选为英国皇家学会理事会成员，1876年任英国矿物学会首届主席。

【罗伯茨-奥斯汀】（1843—1902） 英国冶金学家。18岁进入皇家矿业学院，后在造币厂从事金、银和合金成份的研究。1885年他开始研究钢的强化。用显微镜研究金属的金相组织。1899年他指出，钢在临界温度以上的相是固溶体，并绘制出第一张铁碳相图。为纪念他，把 γ -铁及其固溶体的金相组织命名为奥氏体。著有《冶金学研究入门》一书。1875年当选为英国皇家学会会员。

【奥斯蒙】（1849—1912） 法国金相学家。早期从事铸钢淬火和回火，特别是钢在加热和冷却中组织变化的研究。用显微镜研究钢铁的显微组织。是索氏体、奥氏体、屈氏体、马氏体的命名者。

以纪念索比、罗伯茨-奥斯汀、屈斯特、马腾斯四位金相学家。

【马腾斯】（1850—1914） 德国金相学家、材料学家。用自制显微镜对铁的金相组织有深入研究，发表了《铁的显微镜研究》，对金属断口形态及其抛光和酸浸后的组织图象作了论述，证明了铁在冷却和晶体过程中存在有规则的组织排列。马腾斯还是柏林—夏洛腾堡工学院材料检验和材料力学教授，一种用以验证极小变形的微调拉伸测量仪，还有镜形伸长计等多种材料试验机都是由他设计的。1895年国际材料试验学会成立时他被选为副主席。为纪念他，将钢淬火后的硬化组织由奥斯蒙命名为马氏体。

【马丁】（1824—1915） 法国工程师、冶金专家。早年曾在法国矿业学校学习，后与其父在一家法国炼钢厂工作。在西门子发明的带有蓄热室的炼钢炉的基础上，于1864年取得在平炉中采用生铁—废钢炼钢法即马丁法的专利权。他去世前几年获得炼钢工业赠予的一笔“荣誉赠款”，其金额仅能维持生计。

【切尔诺夫】（1839—1921） 俄国冶金学家。1858年毕业于彼得堡工学院。历任工程师、总工程师、冶金学教授等职。1866—1868年，他在研究钢铸中的浇铸和锻造、分析废品的原因中，确定钢铁的组织及性能与其热机械加工及热处理之间的关系，发现钢的临界温度。由他根据钢的灼热颜色确定的临界温度，后来被称为切尔诺夫点。他描述了碳对临界点位置的影响，并绘出第一个铁碳平衡图的一些最重要的临界线。他还研究了钢铸件结晶的发生和生长问题，特别对树枝状晶体（又称切尔诺夫晶体）研究为晶体学建立了严整理论。他全面研究了铸铁的缺陷及其有效的防治

办法。主要著作有《加工钢新观察的综述》和《钢铸锭结构的研究》等。切尔诺夫曾任俄国冶金学会名誉主席，英国钢铁学会名誉主席。

【吉尔克里斯特】（1851—1935） 英国冶金学家。毕业于皇家矿冶学院。1875年他同托马斯发明碱性底吹转炉炼钢法。被称为托马斯—吉尔克里斯特炼钢法。通常简称托马斯法。他是英国皇家学会、英国化学工业学会、皇家工艺学会、英国工程学会、英国土木工程学会、英国钢铁学会（曾任副会长）会员。

【塔曼】（1861—1938） 德国物理化学家、金属学家。生于俄国雅莫堡，毕业于多尔帕特大学。1887年以发现偏磷酸盐的同分异构现象获得博士学位。为塔尔图大学、哥丁根大学教授。是柏林科学院、哥丁根科学院和维也纳科学院院士，德国冶金学会和英国皇家学会会员。塔曼在冶金学、金属学、金相学、物理化学、冶金过程物理化学等领域研究都有重大贡献，一生发表论文500多篇。1897年，他提出了结晶动力学原理，确定出晶核数目与晶核成长速度同过冷度之间关系。对合金多相平衡问题也有深入研究。1889—1890年，与能斯脱一起研究金属作用下溶液所放出氢的压力，还发明了以其姓氏命名的实验室所用电阻加热炉。塔曼是李比希、维勒的学生，同时又是一位杰出教育家。其主要著作有：《金属学教科书》（1914）、《聚集态》（1922）、《多相平衡教科书》（1924）。

【普罗托季亚科诺夫】（1874—1930） 原苏联采矿学家。1899年毕业于彼得堡矿业学院。1908年任第聂伯罗彼得罗夫斯克矿业学

院教授，1925年后在莫斯科矿业学院兼课。著有《矿山压力和矿井支护》（1930—1933）、《矿井通风》（1931）、《矿山定额编制及其应用》等著作。

【哈德菲尔德】（1859—1940）英国冶金学家。曾就读于设菲尔德学院。后在其父创办的铸钢厂工作。1882年研制成的锰钢具有优良的耐磨损性能。1900年前后研制成硅钢片，成为电气工业不可缺少的材料。他用实验手段研究过公元4世纪铸造的印度德里铁柱，开创了古代冶金研究的新方法。1914—1920年任法拉第学会主席，1909年被选为英国皇家学会会员。

【库尔纳科夫】（1860—1941）原苏联冶金学家、化学家。1882年毕业于彼得堡矿业学院。他在络合物化学、热分析方法、固熔体相变、金属熔炼、溶解研究等方面作出新的贡献。参加并领导制订许多大型化学工艺规程（肥料、轻金属、重金属和贵金属的提炼）。是原苏联科学院院士，国家奖金获得者。

【皮尔】（1858—1942）美国采矿学家。1883年毕业于哥伦比亚大学矿业学院。1883—1892年任工程师。1892—1925年任哥伦比亚大学采矿副教授、教授、荣誉教授。为美国矿冶学会、美国矿冶工程师学会和英国矿冶学会会员、荣誉会员。他邀40多位采矿专家，用5年时间，编辑出版了《采矿工程师手册》，1918年初版，1927年第二版，1941年第三版。鉴于他在采矿著作方面的贡献，于1923年获得金质奖章。

【李恰兹】（1844—1945）美国选矿学家。1868年毕业于麻省理

工学院。从 1873 年起任采矿工程教授。1886 年任美国矿冶工程师学会主席。对重力选矿理论、分级及重选设备深有研究。主要著作有《选矿学》和《选矿学教程》，因他在选矿方面的成绩，美国矿冶学会授予他金质奖章。

【捷尔皮戈列夫】（1873—1959） 前苏联采矿学家。1897 年毕业于彼得堡矿业学院。1906 年任教授，1935 年当选前苏联科学院院士，兼任前苏联科学院矿山研究所固体矿物开采工艺部主任。他是原苏联矿业学院矿山机械课程的设置者与组建者。著作很多，主要有《顿巴斯煤田开采》、《有用矿物地下开采》、《矿山机械和自动化》、《矿山机械设计》、《井下运搬和运输》、《水力开采机械化》、《地下煤气化》。曾任《金属矿采矿手册》（3 卷）和《苏联矿业大百科全书》的主编。

【塔格特】（1884—1959） 美国选矿学家。1910 年毕业于斯坦福大学。1919 年被聘为哥伦比亚大学选矿教授。在分析与总结大量选矿现场经验之后提出许多有价值的经验公式和假说，并于 1927 年出版了他编著的《选矿手册》。这部内容丰富的巨著成了各国选矿人员的重要参考书，1944 年又出了第二版。该手册已被译成中文、俄文。

【斯科钦斯基】（1874—1960） 前苏联著名采矿学家和教育家。1906 年毕业于彼得堡矿业学院。先后在彼得堡矿业学院、顿河工学院、莫斯科矿业学院等任教 50 多年。1935 年当选为苏联科学院院士。长期任苏联科学院矿业研究所所长。他提出了煤层空隙率及测定瓦斯含量的方法，创立了矿井空气动力学。主要有《矿井

大气》(1933)、《矿井通风》(1949)、《矿井火灾》(1954)等著作。

【高登】(1900—1974) 美国选矿学家。生于土耳其，就读巴黎大学。美国哥伦比亚大学毕业。1926年入美国籍。1939—1966年任麻省理工学院教授。他的《浮选》和《选矿原理》两部著作，在促使选矿向选矿工程科学发展中起过重要作用。他因于1957年研制出的低品位铀矿的浸取和离子交换提纯工艺，荣获美国矿冶工程师学会的李恰兹奖，被选为美国矿冶工程师学会和英国矿冶学会荣誉会员。1976年出版了高登论文集，以表纪念。

【瓦格纳】(1901—1977) 德国物理化学家。生于德国莱比锡城。1924年获莱比锡大学哲学博士(物理化学)学位，为麻省理工学院冶金系教授。曾任联邦德国马克思·普朗克物理化学研究所所长。他的名著《合金热力学》(1952)提出多组分溶液的活度相互作用系数的概念，建议按麦克劳林级数展开，奠定了冶金溶体中多组分活度系数计算方法，使热力学在冶金生产中的应用前进了一步。他于1956年发表的《炼钢中的动力问题》一文，打开了冶金过程动力学研究的新局面。他一生出版过三种专著，发表过252篇论文，对冶金过程的物理化学发展作出重要贡献。他在固态化学方面开创性研究，被誉为“固态化学之父”。

【奇普曼】(1897—1983) 美国冶金学家、物理化学家。1926年获加利福尼亚大学哲学博士(物理化学)学位，1937年后任麻省理工学院冶金系教授直到1962年退休。曾任美国金属学会主席、美国矿冶工程师学会冶金分会主席，为美国国家科学院院士。他在冶金过程物理化学各领域都有开拓性的贡献。创立了一整套测

定高温溶体活度和研究冶金反应化学平衡的实验方法，解决了与冶金过程有关的热力学计算方法问题，从而把冶金工艺操作发展为冶金一门分支学科。他的《碱性平炉炼钢》一书所写的高温反应的物理化学和钢液的物理化学，是炼钢过程物理化学的权威著作。由于他在冶金物理化学所作的开创性贡献，曾多次获得国内外荣誉奖章。

【阿戈什科夫】（1905— ） 苏联采矿学家。1931年毕业于海参威远东工学院。为苏联科学院通信院士、院士。著有《金属矿床开采》、《矿山生产能力确定》、《有用矿物开采技术经济评价》、《金属矿床地下采开方法和新工艺》等著作。

【梦溪笔谈中的矿冶知识】中国北宋科学家、政治家沈括（1031—1095）在其所著的《梦溪笔谈》中的器用、异事、杂志、药议等门类里有关矿冶的记述。主要的内容有对石油的开采、性能、用途的论述，介绍了烹熬和浸泡这两种胆钢法，灌钢、百炼钢的操作方法，冷锻制造癩子甲技术等金属冶炼知识。

【天工开物中的矿冶知识】中国明末科学家宋应星所著的《天工开物》中的冶铸、锤锻、五金三个门类和作咸、陶埏、燔石、丹青、珠石五十门类中关于矿产资源开采、金属冶炼、加工等多方面的系统的矿冶记述。特别在《天工开物·五金》卷中，对中国明代晚期金、银、铜、镁、锡、铝、锌等7种金属矿的开采、选矿、冶炼、加工作了系统的论述。书中以图文并茂方式合乎科学地介绍了生熟炼铁、灌钢、炒钢的操作方法。在《锤锻》卷中比较系统地记述了锤锻方法制造铁器和钢器的工艺过程，冷加工方法制作

铁锯条、抽线琢针工艺、淬火工艺等。书中还最早、最详细地记述了金属锌的生产过程，在《燔石》卷中升炼倭铅图显示了炼锌的工艺流程。此外对木风箱、焦炭、铸千钧钟、锻千钧锚、铸锅、排除瓦斯采煤、巷道专护等均有具体描述。

【滇南矿厂图略】由清代云南巡抚吴其濬撰，云南东川知府徐金生绘图的关于中国古代采矿技术的一部重要历史文献。道光二十四年（1844）刻本。书分上下卷。上卷题《云南矿厂工器图略》，按层次分 16 篇。下卷为《滇南矿厂舆程图略》，载有 13 篇。除上下卷外，还有卷首、卷末两部分。卷首载矿厂剖面图 20 面，还载全省图 1 幅，府、州、厅图 20 幅。卷末附宋应星的《天工开物·五金》（节录）、王崧的《矿厂采炼篇》、倪慎枢的《采铜炼铜记》、王昶的《铜政全书·咨询各厂矿》等采矿典籍。书中还记述了滇南各金属矿分布情况。本书的意义在于对前人在采铜、采银技术与管理作了系统的总结，有些至今仍有参考价值；有的矿石和矿体产状所定的名称，至今仍在沿用。

【论天然金属】德国矿物学家、医生阿格里科拉著，1556 年出版，共 12 篇。中国一些论著中，有译为《矿山学》或《论冶金》的。是欧洲中世纪一部百科全书式的矿冶著作。主要内容是：对矿业正当性作了一般性辩护，论述了采矿师必具有哪些知识以及采矿在人类社会中的地位；说明称职的矿业主应具有的性格与品质，讨论了矿物勘探、矿业所有权、矿业公司以及股份等问题；论述岩石中不同种类的脉、细脉和缝，以及利用罗盘来测定它们的走向；阐明地下开采的原理、勘探技术、矿石挖掘技术，并绘制了竖井、测垂水准仪和其他测量仪器，描述了在哈尔茨山脉矿井所观察到

的地层顺序，论述了矿床的成因；描述了采矿作业的手工工具和机械，还说明矿工常见的事故、疾病及其预防办法；讲述了对矿石的试金办法，附有试金炉、试金坩埚、坩埚、烤钵、铸模、试金天平、试金针的插图；描述分选、破碎、研磨、筛分、清洗的选矿方法和焙烧方法，附水力驱动的捣矿机和焙烧含硫或沥青的金属矿石的熔炼炉；论述各种熔炼矿岩的方法，描述并绘制了各种熔炉，研讨了金、银、铜、铁、铅、锡、锑、汞、铋等金属的性质及其无水分析方法；解释了“怎样把贵金属从贱金属里分离出来，贱金属如何从贵金属中分离出来”的问题；介绍16世纪出现的从铜中分离出银的方法，并用熔析炉图讲明之；讨论了可溶性盐及其来源和制备方法。描述了盐、苏打、明矾、硫酸盐、沥青、硫、玻璃的制取方法。

【钢铁冶金过程物理化学导论】德国著名冶金学家申克著。全书共二卷，分别于1932年、1934年出版。该书将钢铁冶炼工艺的实践经验上升为系统理论，是一部炼钢过程物理化学名著，曾被译成英、俄和意大利文。

机械工程学

【机械工程学】运用物理学、化学、数学、材料学等基础学科和有关机械方面的专业知识来研究、设计、制造和运用各类机器及机械设备的一门应用科学。研究内容包括：（1）建立和发展与机械

工程学有关的基础理论；(2) 研究、设计和开发新的机械产品，不断改进现有的机械产品并设计和生产新一代的机械产品；(3) 机械产品的生产；(4) 机械制造企业的经营和管理；(5) 机械产品的应用，包括选择、订购、验收、安装、调整、操作、维护、修理和改造各产业所使用的机械和成套机械装备，以保证机械产品在长期使用中的可靠性和经济性；(6) 研究机械产品在生产过程中，尤其是在使用过程中所产生的环境污染和自然资源过度耗费方面的问题及其处理措施。

【机构学】研究机械中机构的结构和运动等问题的学科。机构是由两个以上的构件通过活动联接以实现规定运动的组合体。机构学的研究对象是机器中的各种常用机构，如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等，其研究内容包括机构结构的组成原理和运动的确定性，以及在理论上和方法上进行机构分析和机构综合。

【机械动力学】研究机械在运动过程中的受力、机械中各构件的质量与机械运动之间的相互关系的一门应用学科。研究内容包括：(1) 在已知外力作用下具有确定惯性参量的机械系统的真实运动规律；(2) 分析机械运动过程中各构件之间的相互作用力；(3) 研究回转构件和机构平衡的理论和方法；(4) 研究机械运转过程中能量的平衡和分配关系；(5) 分析研究机械运动过程中出现的机械振动。

【机械制图学】机械工程学的一门分支学科。它研究如何用图样，即用图形、符号、文字和数字等来确切表示机械结构的形状、尺

寸大小、工作原理和技术要求。或者说，它研究用图样来表达设计意图、制造要求及交流经验的方式和规定。其主要内容为：

- (1) 机械制图标准。各国一般都有自己的国家标准，国际上还有国际标准化组织（ISO）制定的国际标准，中国在1959年制定了国家标准，此后在1974年和1984年修订过两次，标准规定的项目有图纸幅面及格式、比例、字体和图线等；
- (2) 图样种类。主要有零件图和装配图，此外还有布置图、示意图、轴测图等，明确各类图的作用和使用场合；
- (3) 图样画法。主要介绍各类图样的画法和表达机械结构形状的图形，常用的有视图、剖视图和剖面图等表达方式；
- (4) 尺寸标注法，尺寸标注是零件加工时的根据，必须按规定加以标注，主要介绍尺寸线的标准、画法、数字标注位置等；
- (5) 技术要求，主要介绍机械制造中必须满足的技术条件；
- (6) 计算机制图，用编制好的绘图程序将信息输入电子计算机，经处理后发出指令，驱动绘图仪自动画出所需的图形，或在显示器上显示出产生图象的过程；
- (7) 图样复制，介绍复制图样的方法。

【金属工艺学】 机械工程学的分支学科之一。是研究在机械制造中金属材料（或坯料、半成品等）的冶炼、铸造、锻压、焊接、金属热处理、切削加工、机械装配等的工艺过程和方法的一门学科。它的研究内容主要包括冷加工与热加工两大部分。前者一般指切削加工，也包括在低于再结晶温度下使金属产生塑性变形的加工工艺。后者主要指在高于再结晶温度条件下使金属材料同时产生塑性变形和再结晶的加工工艺。也包括一些低熔点的金属材料（其再结晶温度低）在室温下进行的塑性加工。金属工艺学也可说是研究金属零件的成形原理、方法、提高其机械性能等的一门学

科。它的重要分支有“热加工工艺及设备”和“冷加工工艺及设备”。按行业的不同，出现了“机械制造工艺学”、“仪器制造工艺学”等分支学科。

【瓦特】（1736—1819） 世界发明家，工人出身的机械师。生于英国苏格兰的格拉诺克，卒于希思菲尔德。1764年开始从事蒸汽机的研究与改进，将纽科门蒸汽机汽缸排出的蒸汽引入与汽缸分离的凝汽器内冷却，使汽缸在不必冷却的情况下继续由新输入的蒸汽做功。并采用汽缸套解决了纽科门蒸汽机的失热问题，从而提高了热效率。1765年他制成了可供实用的单作用式蒸汽机，并于1769年1月5日取得“在火力机中减少蒸汽和燃料消耗的新方法”专利。之后，他又投入了双作用式蒸汽机的研制工作，先后研制了使活塞平动转变为旋转的曲柄连杆机构（后于皮卡德）和行星齿轮机构，于1781年10月取得双作用式蒸汽机的专利权。1784年，他改进了蒸汽机的配气机构，采用了带气泵的凝汽器和使活塞平行运动的四连杆机构等。瓦特的蒸汽机实际上已于1776年投入了运行。由于他在蒸汽机的发明中作出的重大贡献，于1785年被选为英国皇家学会会员。1788年他发明了能控制进气阀的开启程度从而控制蒸汽机速度的离心调速器。1790年又发明了压力表，从而使蒸汽机臻于完善。1794年，瓦特将行星齿轮机构改为曲柄连杆机构，最后完成了双作用式蒸汽机的发明。1814年，被法兰西科学院选为外籍院士。

【蒙日】（1746—1818） 画法几何学的奠基人。生于法国的博讷。1765—1775年期间，历任梅济耶尔的热尼埃学院的绘图员、技术人员和数学教授。任职期间，为修筑防御工事发明了简单而迅速的

制图法，并将他的制图原理系统化，从而创立了画法几何。1799年由他的学生阿歇特将他的讲稿整理成《画法几何》出版。1820年在该书第四版时，补充了他未发表的几篇投视和投影理论讲稿，成为完整的画法几何学，对机械工程学作出了重大贡献。1780年他当选为法国科学院通讯院士。1795年他筹建了巴黎综合工科学学校，并任校长至1809年。生前他还提出机器的功用在于把一种运动形式转变为另一种运动形式的观点，对19世纪机械原理产生了重要影响。病逝于法国巴黎。

【布拉默】（1748—1814）英国工程师、发明家。生于英国约克郡斯坦勃罗。16岁时，因残废弃农改习木工，1770年到伦敦，1778年因改良抽水马桶而出名。1784年研制成防盗锁，长期无人能开，直到67年后的1851年才被一位锁匠花了51小时把它打开。他开办的工场，被誉为英国机床工业的摇篮。曾雇用莫兹利，二人合作设计制造了许多制锁专用机床，对英国机床工业的发展，作出了重要贡献，并促进了19世纪英国制造业的迅速发展。1795年，布拉默制成实用水压机，在莫兹利的帮助下，用布制杯状密封垫圈解决了柱塞和缸体间泄漏问题。

【莫兹利】（1771—1831）人称英国机床工业之父，机械发明家。生于英国肯特郡伍利奇。年青时随布拉默学习技艺，1797年后自己开办工场，一生对机床工业作出了杰出的贡献。1792年他发明了加工螺纹的丝锥和板牙。1797年他发明了带有丝杠、光杠、进给刀架和导轨的螺纹切削车床，可车削不同螺距的螺纹。1800年他对车床进行了改进，用铸铁床身代替了三角铁棒机架；用惰轮配合交换齿轮对代替了更换不同螺距的丝杠，用以加工精密螺丝。

这种车床也就是现代车床原型。此外，他对精密平面的制造也有重要贡献。他用手工铲点子的刮削法制作标准平板，用它检验平面精度。制成精度达 0.0001 英寸的千分尺。采用十字头直接驱动曲柄，对瓦特的蒸汽机作了改进。1815 年他制成了第一台紧凑的台式发动机，成为船用发动机制造业的启端。一生兴趣广泛，对白布印花法、制币法、炮身镗削、青铜铸造设备和水压机等都进行过研究。卒于伦敦。

【惠特沃思】（1803—1887） 英国机械工程师。1803 年 12 月 21 日生于柴郡的斯托克波特，1887 年 1 月 22 日在摩纳哥的蒙特卡洛逝世。他一生从事机械工具制造与改进。14 岁进入他叔父的棉纺厂学机械，后到伦敦师从莫兹利。1833 年到曼彻斯特办厂搞工具制造。1835 年他发明了滚齿机，并设计了箱形车床，第一次由丝杠同时驱动轴向和横向进给。当时，一般机械的加工精度接近 1/16 英寸，而他突破了这一精度。1841 年，他致力于线规的标准化，并设计了英制标准螺纹系统。1849 年，他改进了 15 种机械工具。1856 年赴美考察工业，回国后为政府筹建来复枪工厂，并设计来复枪。之后，他在曼彻斯特的欧文斯学院建立了工程讲座和实验室，从事工程教育。

【内史密斯】（1808—1890） 英国工程师、发明家。生于爱丁堡。17 岁时，制成蒸汽机模型，19 岁制成曾运行数月之久的蒸汽机。1829 年去伦敦作了莫兹利的助手。他设计了磨制螺帽六面的研磨机和驱动轴。1831 年离开伦敦，回到爱丁堡，自己制造机械设备。1836 年，制成一台具有现代牛头刨床基本结构的刨床。并发明了模制机。1842 年发明了蒸汽锤。他设计制造了单作用和双作用的

蒸汽锤,扩大了锻件尺寸,为全世界所采用,并迅速得到改进。1843年他又制成蒸汽打桩机。此后,他又发明了铣槽机、水力冲床、磨床,以及送风机的空气泵等。他还用小而分散的蒸汽机驱动多种机器。

【布朗】(1810—1876) 美国机械制造家。1841年布朗继承父亲的修理业,开始从事钟表和仪器的修理工作。1850年他研制出一种可对规尺进行精密分度的机器,为尔后游标卡尺的成批生产创造了条件。1862年,制成万能铣床,代替手工锉制加工麻花钻。该铣床具有垂直升降的工作台和与进刀机构相连接的螺旋头,既可分度又可铣削螺纹,还可铣出左螺旋和锥形螺旋槽,已具有现代铣床的基本特点。1864年,布朗获得一项加工齿轮用的成形铣刀的发明专利。1867—1873年间,他把砂轮安在改装后的车床刀架上进行加工的试验。1876年万能磨床问世。

【勒洛】(1829—1905) 机构运动学的创始人,德国机械工程学专家。生于亚琛近郊的埃施韦勒。1856—1863年间,担任苏黎世工业学校教授,其后执教于柏林工业大学,自1868年起担任大学的领导。1875—1900年间,发表了《理论运动学》专著,对机械元件的运动过程进行了系统分析。提出了著名的机构变换原理,为机构运动学的发展作出了有价值的贡献。生前十分关心德国工业的发展,对工业产品的质量提出过批评,对提高德国制造品的质量起了积极的作用。

【马钧】中国古代机械发明家。生于三国时期的魏国(今陕西省人)。他一生改进和创制的机械颇多。他把当时的旧丝绫机从机械

结构上加以改进,使生产效率提高4—5倍。创制了在当时十分先进的灌溉工具——翻车,长期在中国农村广泛应用。他利用水力和传动机械制成“水转百戏”装置。公元235年,他用齿轮传动系统创制了第一架指南车,由车上木人指示方向。此外,他还改进了诸葛连弩,制造了轮转式发石机,射程达百米以上。

【刘仙洲】(1890—1975) 中国机械工程学家和工程教育家。河北完县人。生前历任清华大学副校长、中国科学院技术科学部委员、中国机械工程学会副理事长、中国农业机械学会理事长等职。先后为机械工程教育编写了《机械学》、《蒸汽机》、《内燃机》、《机械原理》、《热机学》、《热工学》、《机械动力学》等大、中专教材。1934年编写了《英汉对照中国机械工程名词》。20世纪20年代初,设计并制造了两种新式水车。研究过改良犁和排水机,发表了《中国农器改进问题》的论文。赴美考察农业机械回国后,在中国工程师学会作过《农业机械与中国》的报告。1956年在意大利第八届世界科学史会议上宣读了《中国在计时器方面的发明》的论文;1962年出版了《中国机械工程发明史》(第一编);1963年出版了《中国古代农业机械发明史》等专著。

【刘鼎】(1903—1986) 四川南溪人。生前曾任中国机械工程学会理事长和荣誉理事长职务。并长期担任中国机械工业的行政和技术领导,1928年从莫斯科东方大学毕业回国后历任赣东北兵工厂厂长、八路军总部军工部长、华北企业部副部长、中华人民共和国重工业部副部长、第二机械工业部副部长兼总工程师、第一机械工业部副部长、第三机械工业部副部长等职。作为中国的一位机械工程学家,在机械加工技术方面作出了较大贡献。他还促

进推广了电解加工、电火花加工、可转位刀具、金刚石工具、喷丸强化、液压加工、高能成型、铸锻件拼焊、振动光饰等新工艺。在生产管理方面，1961年他提出发展精密加工、计量技术、新材料、电子技术等的建议，对迅速提高中国机械工业水平起了积极的作用。

【沈鸿】（1906— ） 中国机械工程学家。中国科学院院士，曾任中国机械工程学会理事长。浙江海宁人。年轻时在上海当过店员、司账。1931年开办上海利用五金厂，任经理。1938年赴延安，任陕甘宁机器厂总工程师。1949年后，先后担任电机工业部副部长、第一机械工业部副部长、国家机械委员会副主任等职。1958—1962年间，担任1.2万吨自由锻造水压机总设计师，采用全焊接结构设计取得成功。后又主持设计制造成功中国第一套火车车轮轮箍轧机、3万吨模锻水压机和4200毫米厚钢板轧机等。作品有《沈鸿论机械科技》一书，并主持编写了中国第一部大型《机械工程手册》和《电机工程手册》。担任了中国大百科全书总编辑委员会副主任。

【周惠久】（1909— ） 中国金属材料专家。辽宁沈阳人。1931年毕业于唐山交通大学。1935年赴美留学，先后获伊利诺大学力学硕士和密西根大学冶金工程硕士学位。回国后长期从事机械工程、金属材料的教学与研究工作。历任西南联大、重庆大学、交通大学教授。1957年后任西安交通大学机械系主任、副校长、金属材料强度研究所名誉所长等职。他是中国科学院院士、中国学位委员会委员、中国机械工程学会材料专业学会理事长、国际喷丸科学委员会委员。1981年被聘为英国《国际疲劳杂志》顾问编

委。他先后在国内学术刊物和国际学术会议上发表了数十篇论文。主编了中国第一本《金属机械性能》教科书。对钢铁材料在多次冲击载荷下的断裂规律的系统研究，被列为国家重大科研成果。对普通低碳钢淬火强化获得低碳马氏体组织和优越的强韧性研究，使此类材料的潜力得以充分发挥。

【张作梅】（1918— ） 中国机械工程学家、金属物理学家。广东省兴宁县人。1946年入英国设菲尔德大学工程研究院攻读研究生，1949年获博士学位并留任研究员。中华人民共和国成立后回国，长期从事金属可塑性、高速变形机理和材料机械性能等方面的研究，取得了一系列的成果，先后发表了一系列学术论文和科学技术研究报告。他领导研究了原始奥氏体晶粒度和冷却速度对成品的显微结构和晶粒度的影响，掌握了细化奥氏体晶粒度的加工条件，革新了工艺，并在生产中取得明显效果。这一研究，为中国国产钢的加工工艺的性能提供了科学依据。他是中国科学院学部委员，曾参加创建中国科学院金属研究所工作，任该所金属加工研究室主任。先后担任过中国科学院机械电机研究所、中国科学院机械研究所、中国科学院长春光学精密机械研究所研究员、副所长，中国科学院长春分院副院长等职。

【雷天觉】（1913— ） 中国机械工程学家，中国科学院院士。湖南浏阳人。1935年毕业于北平大学工学院机械系。曾赴美国学习机床与工具制造。早年从事量具研制工作，抗日战争期间，研制成功量块和千分尺等量具工具。1947年任资源委员会中央机器公司工程师。1949年后，历任上海机床厂总工程师、第一机械工业部机械科学研究院副院长、总工程师等职。20世纪50年代初，研

制成功工具磨床、镗床和内圆磨床。发明了调相式变流量油泵（在国外生产过）和离心加油式高速多楔轴承。60年代，开始研究静压轴承和分度，研制成功具有先进水平的1/10秒效的分度机构。主要著作有《高速园弧齿轮》、《静压轴承的灵活运用》、《弹性流体静压轴承》、《弹性齿多齿分度盘的分析》、《摩擦学对设计观点的影响》等。

【考工记】中国古代科技专著。《考工记》成篇于先秦，流传于战国时期，后被西汉《周礼》收入，而保存至今。《考工记》记述了2400多年以前，中国在数学、力学、光学、声学、建筑学等方面的知识和经验。重点总结了当时中国的手工艺，包括木工、金工、皮革工、染色工、玉工、陶工等6大类30个工种。现存25个工种的内容。在《考工记》中，介绍了单辕双轮马车的总体设计。在“轮人”、“舆人”、“车人”条目中详述马车的4种主要部件“轮、盖、舆、辕”，特别是车轮的制造工艺和检验方法。其在“冶氏”、“桃氏”、“矢人”、“庐人”、“弓人”条目中记载了多种兵器的形状、大小和结构特点，特别对弓矢的制造工艺作了详尽的记述。其在“金有六齐”中总结了商、周两朝以来的冶金知识。提出了世界上最早的青铜合金的配制法则，揭示了青铜机械性能随锡含量的变化而变化的规律。作者不详。

【天工开物】中国明末综合性技术著作。成书于1634年，刊出于1637年，即中国明朝崇祯十年。已先后译成日、法、英三国文字出版。全书共18卷，它反映了当时中国的农业和手工业的技术水平。编著者宋应星是明朝万历年间的举人。他参考了诸多技术文献，系统记述了古代工、农、矿、冶、兵器等方面的生产技术和

经验。对输入不久的西洋文化也有所描述。特别对机械制造产品和工艺的介绍尤为详尽，被称为 17 世纪中国的工艺百科全书。涉及机械制造技术方面内容的有“乃粒”、“乃服”、“粹精”、“冶铸”、“舟车”、“锤锻”、“佳兵”等卷。介绍了用木制齿轮、八字齿轮、链条、滑轮、杠杆等制成的传动机构；用人力、畜力、水力、风力为原动力的农业和交通机械；甘蔗榨机的原理、结构（与现代压榨机基本一致）。在锻造和热处理方面，它记述了大至数千斤重的铁锚和小到微细绣花针的制造工艺过程，以及拉丝模制造。介绍了金属材料的淬火和退火工艺，特别介绍了制造锯、刨、锉、凿等的用料和淬火方法。书中还提到锻接、焊接的工艺。在冶铸方面，重点介绍了鼎、钟、釜、像、炮、镜、钱等 7 种器物的铸造方法。此外，书中还介绍了铸件金属材料成分配制，熔炼炉的建造，以及用多熔炉连续浇注铸造大型钟、鼎的方法。

【机械工程手册】 中国第一部机械工程方面的大型综合性工具书。成书于 1976 年，1982 年正式分卷出版。全书共分 15 卷，79 篇，共计 2200 万字。参加全书编写工作的专家、学者有 2000 多人，由第一机械工业部、中国科学院、冶金工业部、水利电力部、化学工业部、教育部等共同组织编写，沈鸿任编辑委员会主任委员。该书曾获 1978 年中国全国科学大会奖、1982 年度全国优秀科技图书一等奖，1984 年被选参加了全国伟大成就展览会。它是一部机械工程方面的优秀著作。其主要内容包括：基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品等。它总结了我国机械工程方面的成就，也吸收了其他国家机械工程方面的成熟经验，汇集的资料详实、丰富，有较高的学术水平和实用价值。它既概括了机械工程学中各学科和

专业的主要技术内容，又注意到各学科、各专业的内在联系，同时还考虑到了发展的需要。

仪 器 学

【仪器学】研究设计、制造和运用仪器仪表或仪器仪表系统的工程学科。一切用来探测、观察、测量、记录各种自然现象或过程的装置通称为仪器仪表。仪器仪表还包括自动控制、数据通讯、数据处理和自动计算的设备和装置。仪器仪表有不同的分类，仪器学也有不同的分类方法。一般地分，仪器学可分为计量学、仪器机构学、仪器制造工艺学和仪器修理学等。仪器的飘移和滞回受环境因素的影响是很显著的，其中温度是一重要且普遍存在的因素。仪器学研究的一个重要内容是这些特性的变化规律。在仪器学中，确立测量或控制误差的上限，并开展减小这种上限的研究是非常重要的问题。

【镜镜詵痴】中国清代郑复光著，1846年刊行。全书共5卷，计283条，约14万字。花费了近20年时间。全书可分为三个部分。第一部分为第一卷，称为《明原》，论述光学基本理论，眼睛和光学仪器的基本性能。第二部分为第二至三卷，称为《释圆》，讲的是球面镜的成像原理，包括凸透镜、凹透镜以及这两样的各种组合，最后还给出若干理论计算数据。第三部分为第四至五卷，称为《述作》，主要论述光学仪器的制作工艺。对望远镜、放大镜等17

种光学仪器的制造工艺、调节、应用及其原理作了详细说明，其中有些仪器，还给出了具体尺寸。对黄履庄发明的“瑞光镜”即探照灯和幻灯进行试验与介绍。可知这是一部集当时已输入的西方光学知识和中国传统光学知识之大成的光学著作。

【黄履庄】(1656—?) 中国明末清初仪器发明家。家境清贫，少年时丧父。在他寄居江苏扬州外祖父家时，就勤奋自学几何、比例、力学、机械等知识。所著《奇器图略》已经散失。他一生发明东西很多，大致可分为 6 大类：(1) 测量仪表。如验冷热器(温度计) 验燥湿器(湿度计)；(2) 光学仪器，如瑞光镜，为世界上最早的探照灯；(3) 玩具，如“自行驱暑扇”；(4) 图画；(5) 水车、喷泉；(6) 工具。他所制作的玩具均属自动机械，如自动木狗、自动木鸟。

【孙云球】中国明末清初光学仪器发明家。生卒年不详。江苏吴江县人。在他短暂生命的 30 多年之中，制造出许多光学仪器，已知有折射式望远镜、存目镜(放大镜)、察微镜(显微镜)以及万花镜、多面镜、放光镜、夜明镜、幻容镜、鸳镜、夕阳镜、半镜等光学仪器。他所制的各种镜子，被称为“巧妙不可思议”。所写《镜史》一书已经失散。他开始是制造眼镜，在苏州创办眼镜制造业，在磨制眼镜的基础上从事光学仪器的创作工作，由于其出身贫寒，文献对他生平记载很少。

【邹伯奇】(1819—1869) 中国清代光学仪器制造家与光学家。字一鹄，又字特夫，广东南海(今广州)人。精于天文历算，制有折射望远镜、显微镜、回光铁镜、观象仪、摄影器等光学仪器。总

总结了我国有关几何、光学方面的经验，发展了沈括《梦溪笔谈》中所阐述“格术光学”，写成《格术补》，用数学方法讨论了反射镜、透镜、透镜组等成像规律，阐述了显微镜、望远镜、眼镜等光学仪器基本原理。所写《摄影之器说》讨论了他自己制造的“摄影器”，这是一种相当于简单照相机的光学仪器。现从其遗稿中发现，他对照相原理、照相机结构，以及照相过程到洗相和药料配方等方面均有记述。邹伯奇独立发现摄影法同法国科学家阿拉戈公布的摄影法相比，只晚了5年，这在中国条件下是很了不起的成就。

【盖里克】（1602—1686）德国实验物理学家，仪器发明家。1650年前后，制成第一台形象木桶的抽气机，不晚于1654年又制成两半球型二台抽气机。1654年，利用这台抽气机，进行了历史上有名的“马格堡半球”实验。他还发明了用于预报气象的一种气压计，创造了一种最简单的起电机。1646—1681年间任过马格堡市长，政绩卓著。

【阿蒙东】（1663—1705）法国仪器发明家。1688年发明一种湿度计，并指出测定空气压力时必须考虑温度。设计、制造了第一支实用的空气温度计。他还进行过光学电报和热空气发动机的设计工作。

【盖斯勒】（1815—1879）德国仪器发明家。曾当过玻璃厂工人。1868年获波恩大学名誉哲学博士学位。1854年在波恩开办科学仪器工厂。以发明低压气体放电管（又称盖斯勒管）而闻名。这是一个密封玻璃管，其内两端镶以白金电极，管内注有稀薄气体，气体压强约在0.1毫米汞柱以下。通电后，管内气体发出辉光，称

为辉光放电。辉光的部位同管内气体压强有关，彩色随气体的种类而异。德国物理学家利用盖斯勒管进行气体放电实验时发现了后来称之为阴极射线的新现象。他还发明与生产了高真空用的水银泵，以及挥发度计、温度计、气体比重计。

【傅科】（1819—1868） 法国光学家、发明家。在仪器方面主要成就有：发明试验色像差和球面像差透镜的精确方法，发明傅科棱镜，改进了反射望远镜。他最著名的发明为傅科摆。在物理实验方面成就主要有：用旋转镜比较了光在空气和水中的传播速度，证明光在空气中的传播速度比在水中快，为光的波动说取胜提供实验支持。1862年利用凹面镜，测得光在空气中的传播速度为每秒298000公里。于1855年获英国皇家学会的科普利奖章。

电机工程学

【电工学】又称电工技术。电磁学和其他相关学科应用在电力工程中的一门技术科学。主要内容包括电路、磁路和电磁场的基本理论及其在工程中的应用。随着电工技术的发展，特别是它与电子技术、计算机技术、自动化技术的交叉、渗透，电工原理所涉及的内容正在不断拓展。电路即由电路元件按一定方式联接成的整体。电路理论中的电路一词和实际电路有区别。电工学应用半导体技术以来，电力电子电路又成为电路的一个大类。电路理论是物理学、数学和工程技术等多方面成果的融合。物理学为研制各

种电路器件提供了原理依据,对各种电路现象作出理论上的说明;数学中的许多理论成为分析元件、设计电路的重要方法;工程技术的进展不断向电路理论提出新课题,以推动电路理论的发展。电路理论是电器件的电路造型、电路分析、电路综合等方面的理论。磁路是由强磁材料构成并在其中产生磁场的闭合回路。磁路分析的主要目的是要确定励磁磁通势和它所产生的磁通的关系。这样才能了解器件的性能,进行相应的设计和选择适用的材料。电磁场理论则是研究电磁场中各物理量之间的关系及其空间分布和时间的变化的理论。

【电机学】研究电机和变压器的原理、特性、结构和试验的学科。电机的主要作用表现在三个方面:(1)电能的生产、传输和分配;(2)驱动各种生产机械和装备;(3)作为各种控制系统和自动化、智能化装置的重要元件。变压器是根据电磁感应定律将交流电变换为同频率不同电压的交流电的非旋转式电机。利用变压器可以实现:(1)高效、经济、方便地升高电压,减小电流,以满足远距离、大功率输电的要求;(2)方便地降低电压,利于近距离供电或保证人身安全;(3)变换电流;(4)变换阻抗;(5)变换相数;(6)变换相角;(7)将其两侧的电路用高强度绝缘予以隔离。现代变压器可分为两大类:电力变压器和特种变压器。旋转电机是机电能量转换装置,主要用作发电机,把机械能转变成电能;或作为电动机,把电能转变成机械能。发电机分为直流发电机和交流发电机两大类。电动机的品种繁多。各种电动机中应用最广的是交流异步电动机,又称感应电动机。有的电机还用作调相机,用于改善电网的功率因数。此外,还有微特电机和特种电机。但是随着新材料、新工艺、新结构的不断发展,电机新品不断涌现。特

别是电机与电子技术和微机相结合形成的机电一体化新产品，对改善电机的性能，有很好的效果，这是今后电机发展的重要方面。在大型电机方面，要开展新的冷却方式的研究，以适应增大发电机单机容量的要求。在中小型电机生产中要采用新材料、新工艺，提高标准化、系列化和通用化的程度，以提高生产效率，降低成本，尤其要利用微型计算机形成智能化的电机，这是今后中小型电机的发展趋势。为适应机器人仿人功能的要求，各种动作更为灵活的，超小型、小惯量、快动作的微型电机得到了迅速的发展。

【电器学】 研究电器的原理、特性、结构和设计计算的一门学科。电器泛指所有用电的器具。主要包括用于对电路进行接通、分断，对电路参数进行变换，以实现电路或用电设备的控制、调节、切换、检测和保护等作用的电工装置、设备和元件。电器可按工作电压分类，也可按其功能进行分类。按工作电压分为高压电器和低压电器两类。中国规定，工作交流电压在 1000 伏及以上、直流电压在 1500 伏及以上属于高压电器；工作交流电压在 1000 伏及以下、直流电压在 1500 伏及以下属于低压电器。按电器的功能可分为五种：（1）用于接通和分断电路的电器，如刀开关、接触器、隔离开关、负荷开关、断路器等；（2）用于控制电路的电器，如电磁起动器、星—三角起动器、频敏起动器、自耦减压起动器、控制继电器等；（3）用于切换电路的电器，如转换开关、主令电器等；（4）用于检测电路系数的电器，如互感器、传感器等；（5）用于保护电路的电器，如熔断器、断路器、限流电抗器、避雷器等。此外，还有特殊用途电器：（1）牵引电器；（2）防爆电器；（3）航空电器；（4）船用电器；（5）高原电器；（6）热带电器；（7）化工防腐蚀电器。高压电器是在额定电压 3000 伏以上的电力系统

中，用于接通和断开电路，限制电路中的电压或电流以及进行电压或电流变换的电器。高压电器应具有以下性能特点：可靠性高；能承受很大的瞬时功率；动作时间快。低压电器是在额定电压的电路中，用于配电、控制和保护电路及调节用电参数的电器。最早的电器是18世纪物理学家研究电与磁现象时使用的刀开关。19世纪后期，各种电器相继问世。20世纪以来，由于电能的广泛应用和迅速普及，适应各种要求的电器不断出现。新电器的出现与电工新材料、电工制造新技术、新工艺相互依赖、相互促进，适应了整个电力工业和社会电气化不断发展的要求。

【电力系统】由发电、输电、变电、配电和用电等环节组成的电能生产与消费系统。即将自然界的一次能源通过发电动力装置转化成电能，再经输电、变电和配电将电能供应到各用户。为了实现这一功能，电力系统在各个环节和不同层次还具有相应的信息与控制系统，对电能的生产过程要进行测量、调节、控制、保护、通信和调度，以保证用户得到经济、安全、优质的电能。电力系统的主体结构有电源（发电厂），变电所，输电、配电线路和负荷中心。输电线路与变电所构成的网络通常称电力网络。电力系统的信息与控制系统由各种检测设备、通信设备、安全保护装置、自动控制装置以及监控自动化、调度自动化系统组成。电源即水电站、火电厂、核电站等发电厂。各类发电站利用发电动力装置将水能、石化燃料（煤、油、天然气）的热能、核能以及太阳能、风能、地热能、海洋能等转换为电能。这种转换即称为发电。输电即电能的传输。是电力系统整体功能的重要组成部分。输电是用变压器将发电机发出的电能升压后，再经断路器等控制设备接入输电线路实现的。按结构形式，输电线路分为架空线路和地下线

路。变电是电力系统中不可缺少的重要环节。通过一定设备将电压由低变高（升压）或由高变低（降压）即是变电。实现变电的场所称为变电所，其主要设备有变压器、开关设备（断路器和隔离开关）、避雷器、互感器等一次设备和继电保护、通信设施等二次设备。变电所的分类方法有多种，可以按布置方式、用途、电压等级和它在电力系统中的地位等分类。配电是指电力系统中直接与用户相连，并向用户分配电能的环节。配电系统由配电变电所、高压配电线路（即1千伏以上电压）、配电变压器、低压配电线路（1千伏以下电压）以及相应的控制保护设备组成。电力系统的基本要求是保证安全可靠地向用户供应质量合格、价格便宜的电能。所谓质量合格，就是指电压、频率、正弦波形这三个主要参量必须处于规定的范围内。电能是二次能源。电力系统的发展既要考虑一次能源的资源条件，又要考虑电能需求的状况和有关的物质技术装备等条件，以及与之相关的经济条件和指标。为满足对电能不断增长的需要，必须在科学规划的基础上发展电力系统。电力系统的发展程度和技术水准已成为各国经济发展水平的标志之一。

【高电压技术】以试验研究为基础的应用技术。研究在高电压作用下各种绝缘介质的性质及不同类型的放电现象。有高电压设备的绝缘结构设计；高电压试验设备、方法和测量技术；电力系统的高电压、过电压或大电流产生的强电场、强磁场或电磁波对环境的影响及防护措施；高电压、大电流的应用等。工程上把1000伏及以上的交流供电电压称为高电压。高电压技术所涉及的高电压类型有直流电压、工频交流电压和持续时间为毫秒级的操作过电压、微秒级的雷电过电压、纳秒级的核致电磁脉冲等。高电压技

术对电力工业、电工制造业和近代物理学的发展都有重大影响。高电压技术的内容很广，大致分为电力系统过电压及其限制，高电压绝缘特性研究，高电压试验设备、方法和测量技术几方面。研究电力系统中各种过电压，以便合理确定其绝缘水平是高电压技术的重要内容。电力系统的过电压包括雷电过电压和内部过电压。无论是什么种类过电压，都需要采取一些限制措施。对特高压电力系统，进一步限制内部过电压具有巨大的经济价值。研究电介质在各种作用电压下的绝缘特性、介电强度和放电机理，以便合理解决电工设备的绝缘结构问题是高电压技术的重要内容。在采取措施限制雷电过电压和内部过电压的情况下，随着电压等级的提高，工作电压对绝缘特性的影响越来越重要。在工作电压作用下超高压输电线路和电工设备局部放电、电晕放电、绝缘老化、静电感应、噪声、无线电干扰等现象都是高电压技术研究的课题。高电压领域的各种实际问题一般都需要经过试验来解决。需有各种类型的高电压发生装置，常见的有：由工频试验变压器及其调压设备等组成的工频试验设备；模拟雷电过电压或操作过电压的冲击电压发生装置；利用高压硅堆等作为整流阀的高压直流发生装置。此外，由于近代科学技术发展的需要，各冲击电流发生装置得到越来越多的应用。在电力部门，冲击电流发生装置主要用于模拟雷电流，检验某些电工设备在雷电过电压和操作过电压作用下的通流能力。60年代以来，光电测试技术引入高压领域，避免了高电压传到低电压的测量系统而引起的危险，以及电磁场对低电压测量系统的干扰。高电压技术在电工以外的领域得到广泛应用；同时，也不断采用新技术以发展自身。如采用电子计算机计算电力系统的暂态过程和变电所的波过程；采用激光技术进行高电压下大电流的测量；采用光纤技术进行高电压的传递和测量，采

用信息技术进行数据处理等，构成了高电压技术近年来发展的一个重要方面。另一方面，高电压技术对于进一步发展超高压、特高压输电继续起着重要的推动作用。

【电力电子技术】应用大功率半导体器件实现对工业电能的变换和控制的技术。有时也称为功率电子技术。一般情况下，它将一种形式的工业电能转换成另一种形式的工业电能。应用电力电子技术也能实现非电能与电能之间的转换。例如，利用太阳能电池将太阳辐射能转换成电能。与电子技术不同，电力电子技术变换的电能是作为能源而不是作为信息传感的载体。电力电子技术是一门与电子、控制和电力紧密相关的边缘学科。利用这种技术制作的各种电源装置具有优越的技术经济指标，因而在各个技术领域逐步取代了传统的旋转式变流器，是一门发展迅速、方兴未艾的技术。随着技术的进步，应用电子学已发展为内容十分丰富的学科。从处理电能功率等级高低的角度出发，可以分为信息电子学和电力电子学两大分支。电力电子技术包含以下几个部分，即电力电子器件、电力电子电路和电力电子装置及系统。电力电子器件通常可分为三大类：（1）功率二极管；（2）功率三极管；（3）晶闸管系列。电力电子电路是利用电力电子器件对工业电能进行变换和控制的大功率电子电路。因为电路中无旋转元、部件，故又称静止式变流电路。电力电子电路有多种分类方法。按实现电能变换时电路功能分类，可分为四种：（1）整流电路；（2）逆变电路；（3）交流变换电路；（4）直流变换电路。按电能转换次数分类，可分为两种：（1）基本变换电路；（2）组合变换电路。按组成电路的器件分类，可分为三种：（1）不控型变换电路；（2）半控型变换电路；（3）全控型变换电路。按控制方式分类，可分为

四种：(1) 相控电路；(2) 频控电路；(3) 斩控电路；(4) 组合控制电路。按开关器件的工作频率分类，可分为两种：(1) 低频电路；(2) 高频电路。利用这些电路，根据应用对象的不同，组成了各种用途的整机，称为电力电子装置。电力电子装置又称变流装置，用于大功率电能的变换和控制。变流装置的种类繁多，可从不同角度分类：(1) 按变换功能可分为整流器、逆变器、直流变流器、交流变流器；(2) 按用途可分为电源和开关；(3) 按应用领域可分为电机调速装置、直流输电装置、感应加热装置、无功补偿装置、电镀电解装置、家用电器变流装置；(4) 按组成器件可分为全控型变流装置和半控型变流装置。

【磁流体发电】利用热离子气体或流态金属等导电流体与磁场相互作用，把热能直接转换成为电能的发电方式。由于磁流体发电可以与常规火力发电组成联合循环的运行方式，使综合热效率提高，为能源利用带来更好的经济效益，因而成为不少国家积极研究的一种发电方式。法拉第电磁感应定律仍是磁流体发电的基本原理，只是在磁场中运动的固体导体为导电流体所代替。磁流体发电装置由以下四个基本部分组成：(1) 燃烧室；(2) 发电通道；(3) 磁场；(4) 工质。通常使用矿物燃料和燃烧气体、碱金属蒸气或隋性气体。按照工质在装置中一次使用还是循环使用，磁流体发电装置分为开环和闭环两种。(1) 开环装置。工质（包括添加剂）在燃烧室中燃烧产生高温等离子体，通过排气喷嘴高速放出，在磁场作用下经过通道感应出电动势，然后排出。(2) 闭环装置。基本工作过程与开环装置类似，只是工质不被排放，而是在系统中反复循环使用。这类装置宜于用原子裂变反应堆作热源，其工质可以是隋性气体或液态金属—蒸气的混合物。磁流体发电要达到

工业应用的阶段，还需解决许多技术问题，以提高可靠性和经济性。

【电磁测量技术及仪表】研究电学量、磁学量以及可转化为电学量的各种非电量的测量原理、方法和所用仪器、仪表的技术科学。电磁测量方法是根据电路理论和电磁场理论，利用电工仪表和磁测量仪器实现各种电学量测量，磁学量测量和一些非电量的电测量方法。电磁测量的对象以电学量和磁学量为主。50年代以后出现数字测量技术，则以时间、频率为基本量。引入数字技术后，电磁测量技术发生了重大的变化。数字仪表具有准确度高、速度快、读数没有视差等优点，并且便于与计算机联接。测量信息系统包括测量变换器、电磁测量仪表及一些辅助设备。此系统通过一系列的变换器自动从外界获取信息。随着新材料、新工艺的出现和数字技术、电子技术和计算机的应用，进一步扩大了测量信息系统的功能。电磁测量将向以下几个方面发展：（1）利用现代物理的最新成果，建立电磁测量的自然基准，如量子霍尔效应电阻基准、约瑟夫森电压基准。（2）利用磁场对光的偏转效应，制成测大电流的电流互感器和利用泡克耳斯效应测高电压。（3）利用微型计算机制成各种智能化仪表，构成自动测试系统。其测量功能将远远超过简单的测量装置。

【多利沃-多布罗沃利斯基】（1861—1919） 俄国电工科学家。三相电流技术的创始人。成功地将电动机的旋转磁场原理用到各种测量上，并发明了直流电流分压法。1888年制成第一台功率为2.2千瓦的旋转磁场式三相交流发电机。提出了转子用铸铁制造，在转子上套有空心铜圆柱体的三相交流异步电动机。这种笼型转子

使异步电机性能得到改善。还设计了多种交流三相电路电器。如三相变压器、起动变阻器等。1891年，在法兰克福举行的世界电工技术博览会上，演示了世界上第一个长达170公里三相输电系统。最早提出了开关电器中目前广为采用的灭弧方法。1909年起，担任爱迪生电器公司（后改为AEG公司）经理。

【德普勒】（1843—1918） 法国电工学家。第一个解决电能输送问题。1880—1881年证明远距离输电可避免大损耗。1882年，制成环形电枢电机。利用这种电机，在德国米沙克到慕尼黑之间长57公里，电压1500—2000伏的直流输电线上输电成功。迈出远距离输电的第一步。在法国建造了数条输电线路，其中最重要一条是克列伊至巴黎的直流输电线路，该线路全长56公里，电压5000—6000伏，效率约45%。

【西门子】（1816—1892） 德国电工学家、实业家。1842年提出金、银的电镀方法，1846年发现杜仲胶具有良好的绝缘性能，并用以制造通信电缆。1850年铺设自多佛至加来的第一条海底电报电缆，以后西门子公司又敷设了6根大西洋海底电缆，为沟通欧洲与美洲的电信联系做出了贡献。1866年，西门子发明自激直流发电机。1877年发明动圈式扬声器。1879年，在柏林贸易展览会表演了由他发明并建造的世界最早的电气铁道。1886年创立国立物理技术研究院。所创立西门子兄弟公司闻名于世。主要著作有：《科学和技术著作》等。

【范德格拉夫】（1901—1976） 美国物理学家。毕业于亚拉巴马州大学工程学系，1924年赴法国深造。在玛丽·居里演讲的影响

下，转学物理，从事原子物理学研究。1928年因发表气体中离子运动的一篇重要论文，获牛津大学哲学博士学位。1929—1931年回国任普林斯顿大学研究员，后转麻省理工学院作副研究员，1946任高压工程公司负责人。美国物理学学会会员。范德格拉夫的最大贡献是1931年发明了高压起电机。范德格拉夫起电机已在全世界的实验室、医院和其他方面，广泛用于极高电压源。

动力工程学

【工程热物理】动力工程，特别是热力发动机的基础理论。热物理是研究自然界热现象的本质、热运动规律及其应用的学科。它有两大理论体系，一是从宏观现象出发，根据实验结果综合整理而成的系统理论，也叫宏观理论；一是从微观的分子运动假设出发，运用统计数学方法建立的系统理论，叫微观理论，也叫统计物理学。工程热物理，则是描写热运动的宏观理论。研究对象是热力系统在热力平衡时的性质和平衡态下的能量关系，以及状态发生变化时，历经各种热力过程时，系统与外界的相互作用，包括能量的传递与转换的规律。工程热物理包括工程热力学、传热学和燃烧学等重要的分支。

【工程热力学】工程热物理最早发展的一个分支学科。主要研究热能与机械能和其他能量的相互转换规律及其应用，是热力机械的重要基础。热力学三大定律，组成了热力学完整的学科体系。对

动力工程的发展具有重要的指导意义。热力学第一定律是包括热能在内的能量守恒与转换定律。热力学第二定律是对第一定律在能量转换过程中方向、条件和限度问题的补充。它的表述多种多样，其一为：热量可自发地从高温热源传向低温热源，但不可能自发地从低温热源传向高温热源（克劳修斯表述）。其二，不可能从单一热源取热做功，而不对周围环境产生任何影响（开尔文表述）。热力学第二定律还可表述为能量贬值原理。指出：当环境的热力学温度一定时，由于孤立系统熵不断增加，其值与做功能量损失成正比。就是说任何系统对外做功，必有能量损失，热不可能全部变成有用功。热力学第三定律通常表述为：无论用什么方法，靠有限步骤不可能使系统达到绝对零度。这一定律告诉人们，获得接近绝对零度的低温是可能的。

工程热力学以热力学基本定律为依据，探讨各种热力过程的特性；研究气体和液体的热物理性质，以及蒸发和凝结等相变规律；为分析某些制冷机而研究溶液特性等。学科的基本任务是通过热力系统、热力平衡、热力状态、热力过程、热力循环和工质的分析研究，改进和完善热力发动机、制冷机和热泵的工作循环，不断提高热能的利用率和热功转换效率。

【传热学】工程热物理的一门分支学科。它研究因温差的存在，热量由一个物体向另一物体，或同一物体的一部分向另一部分传递的方式及其规律。传热是“热量传递”的简称。传热的基本方式有三种：热传导、对流、和热辐射。热传导简称导热，是固体传热的最常见方式。它是热量从物体的高温端向低温端传递或由高温物体向与之接触的低温物体传递的过程。在热量传递过程中，无物质的转移发生。它所遵从的规律叫傅里叶定律。热对流简称对

流，是流体（气体和液体）传热的常见方式。它是不同温度的流体各部分由相对运动引起的热量交换。热量的交换伴随着物质的转移。热辐射是指物体在任何温度的条件下，以电磁波的形式向外界辐射能量的现象。传热方式及其规律构成了传热学的主要学科体系。隔开冷、热两种流体的器壁的传热过程，也是传热学研究的重要内容。传热过程往往是热传导、对流换热和辐射换热三者的综合。研究传热学对动力工程，特别是供热工程、锅炉工程、空调、制冷等工程技术具有非常重要的意义。传热学的研究方法主要有：以相似分析和测试技术相结合的实验方法，这种方法比较适合解决一些复杂的传热课题，比如湍流、沸腾等一类换热模型尚不太清楚的课题；利用与某些运动规律相似的特点，建立的热模拟法。例如热导与电导、热阻与电阻相类比，建立类似电阻串联规律的热阻串联公式。此法适用范围有限；建立在微分方程与积分方程求解基础上的解析法。20世纪以来，传热学作为一门独立学科得到飞速发展，出现了许多新的学科分支。如：多相传热、非牛顿体传热、燃烧传热、等离子体传热、数值计算传热、湍流换热、传热转化等。将对相关学科与工程技术的发展起到一定促进作用。

【燃烧学】工程热物理的一门分支学科。研究对象是燃烧过程，主要研究着火、熄火和燃烧机理。其内容包括：燃烧过程的热力学，燃烧反应的动力学，着火与熄火理论，预混气体的层流与湍流燃烧，液滴和煤粒燃烧，液雾、煤粉和流化床燃烧，推进剂燃烧，爆震燃烧，边界层和射流中的燃烧，湍流和两相燃烧的数学模型，以及燃烧的激光全息技术测量等。燃烧学的研究对于提高热动力机械的热效率，节能、航天、航空、环境工程、火灾防治等均具有

重大意义。

【流体力学】力学的一个分支，又是动力工程的基础理论之一。主要研究在各种力的作用下，流体本身的静止状态和运动状态以及流体和固体界壁间相对运动时的相互作用和流动规律。大气运动、海水运动乃至地球深处熔浆的流动都是流体力学的研究内容，属于地球流体力学范围。20世纪，飞机的出现极大地促进空气动力学的发展。由于喷气推进和火箭技术的应用，飞行器速度超过声速，使气体高速流动的研究进展迅速，形成了气体动力学、物理-化学流体力学等分支学科。研究有关水的运行规律形成水动力学分支学科。流体力学的分支学科有爆炸力学、多相流体力学、计算流体力学、渗透力学、等离子体动力学、电磁流体力学、环境流体力学、生物流变学等。流体力学的发展将进一步根据工程技术的需求进行应用性研究，另外将更深入地开展基础研究，以探求流体的复杂流动规律和机理。

【流变学】力学的一个新分支，也是动力工程的基础学科。研究材料在应力、应变、温度、湿度、辐射等条件下与时间因素有关的变形和流动规律。研究的主要内容为：（1）蠕变和应力松弛；（2）屈服值，又称弹性极限；（3）流变模型和本征方程。实验是研究流变学的主要方法之一。大型电子计算机在流变学领域中已得到广泛应用。随着经济和工业化的发展，流变学将有广阔的发展领域，并已逐步渗透到许多学科而形成相应的分支，例如高分子材料流变学、断裂流变力学、土流变学、岩石流变学以及应用流变学等。在理论研究上，已超出均匀连续介质的概念，开始探索离散介质、非均匀介质以及非相容弹性介质的流变特性。实验

原理和测试技术的研究以及电子计算机的应用，将在流变学的发展中进一步显示其重要地位和发挥巨大的作用。

【空气动力学】力学的一个分支，研究飞行器或其他物体在同空气或其他气体作相对运动情况下的受力特性、气体的流动规律和伴随发生的物理化学变化。是在流体力学的基础上随着航空工业和喷气推进技术的发展而成长起来的一个学科。空气动力学研究的内容：飞机、导弹等飞行器在各种飞行条件下流场中气体的速度、压力和密度等参量的变化规律，飞行器所受的举力和阻力等空气动力及其变化规律，气体介质或气体与飞行器之间所发生的物理化学变化以及传热传质规律等。空气动力学可分为低速空气动力学和高速空气动力学和理想空气动力学和粘性空气动力学。理论研究、实验研究、数值计算三方面的紧密结合是近代空气动力学研究的主要特征。70年代以来，空气动力学发展较为活跃的领域是湍流、边界层过渡、激波与边界层相互干扰、跨声速流动、涡流和分离流动、多相流、数值计算和测试技术等。

【气体动力学】在连续介质假设的前提下研究伴有热效应的气体介质运动规律的学科。它是在经典流体力学的基础上，结合热力学和化学发展起来的。通常所说的气体动力学假定气体是无粘性、不传热的。在气体动力学中，根据运动速度将流动分为亚声速流动、跨声速流动、超声速流动和高超声速流动；根据流动在空间中的变化特点分为一维流动、二维流动和三维流动；根据空间中每一点处的流动是否随时间而改变分为定常流动和非定常流动。按照所处理问题的流场是否为无限大可分为外流问题和内流问题。气体动力学根据自然界的基本规律建立流动过程中气体流速、压强、

密度、温度等物理量所要满足的气体动力学基本方程。利用所建立的基本方程研究一维或多维的连续流动、各种有突跃变化的流动以及有化学反应的流动等。随着科学技术的发展，气体动力学出现了不少新的分支，如高温气体动力学、稀薄气体动力学、电磁气体动力学和宇宙气体动力学等。

【内燃机学】动力工程的一个重要分支学科。它主要研究内燃机的原理、分类、结构、性能特点、设计制造、应用与发展等。学科的内容大体包括：内燃机原理、内燃机动力学、内燃机冷却系统、内燃机配汽机构、内燃机起动装置、内燃机润滑系统、内燃机调速器、内燃机增压以及内燃机的振动、噪声、排污和寿命等。还包括内燃机的设计、制造、应用与发展等的研究。内燃机是一种燃料在机器内部燃烧，放出热能而直接转换成动力的热力发动机。通常指活塞式内燃机。提高内燃机的性能和寿命，扩大应用范围、降低制造成本等是内燃机学科的研究方向，也是内燃机的发展趋势。其具体的研究与发展方向为：改进燃烧过程、提高热效率、节省燃料；提高机械效率；开发非石油制品燃料；减少振动、噪音及排放有害气体量，保护环境；采用高增压技术，进一步提高单机功率；研制复合式发动机、绝热式复合式发动机；采用微机控制使之在最佳工况下运转；加强结构强度研究，以提高工作的可靠度与寿命；研制新型内燃机。

【流体机械学】动力工程的一个分支学科。研究对象为各种将流体的动能、势能或热能转化为输出功，或将输入功转化为流体的动能、势能或压力能以及通过流体传递能量的机械。作为一门学科，它主要研究这类机械的工作原理、结构、性能、用途、设计与制

造, 以及学科的发展方向等问题。流体机械广泛应用于电厂热动力工程, 供热工程、制冷及低温工程及真空工程等工程技术中。进一步提高流体机械的热效率、机械效率、工作的可靠度和寿命, 是该学科研究的方向。

【供热工程学】热能工程的一个分支学科。它主要研究利用热媒(热水、蒸汽或其它介质)将热能从热源通过室外管网及室内管道输送至热用户的工程技术问题。它包括生活供暖、热水供给以及生产工艺用热两大部分。其主要内容包括: 以水和蒸汽作为热媒的建筑物供暖系统和集中(区域)供热系统。具体研究供暖系统及集中供热系统的热负荷(耗热量)的计算与概算; 供暖系统的散热设备(包括类型、选择与计算); 室内供暖系统的型式、管路布置及主要设备、管路的水力计算原理与方法(包括热水与蒸汽两类系统); 室外供暖网路(包括热水与蒸汽)的水力计算、管路布置与敷设, 附件的选择与安装; 热水供暖系统的水压图、水力工况与供热调节与运行管理; 各种集中供热的特征与系统型式; 水加热器及喷射装置等。也就是研究系统的设计与运行调节的基本原理。

供热工程作为一门学科, 其研究方向有: 尽量减少供暖、供热系统的热损失, 提高热能的利用率; 利用计算机对系统实行自动调节和管理, 以实现均衡供热, 杜绝对热能的浪费; 开辟和利用新能源, 如低温核反应堆、太阳能、地热等; 合理配置集中供热锅炉房和热电厂, 尽量作到热电合产, 以节省能源等。

【奥托】(1832—1891) 德国动力机械工程师。汽油机和煤气机理想热力循环——奥托循环的创始人, 第一台四冲程内燃机的制

造者。他 29 岁时开始研究改进勒努瓦的煤气机，并成功地制造了这种内燃机，于 1863 年获得专利，1864 年与德国工业家朗根合作组建一个公司，制造并销售这种煤气机。它虽然结构比较复杂，振动很大，但效率比勒努瓦的煤气机高 3 倍，在 1867 年的巴黎展览会上获得金牌。公司在 10 年间售出这种煤气机共 5000 多台。1876 年，他制造了第一台四冲程往复式单缸卧式煤气机，性能良好，1877 年获得美国专利。1878 年美国开始生产奥托的内燃机。在以后的 10 几年间，奥托共制造和出售了 50000 台这种内燃机，总功率达 200000 马力以上。奥托是世界上第一个用四冲程循环原理制成内燃机的人。故人们习惯称这种循环叫奥托循环。

【拉瓦尔】（1845—1913） 瑞典工程师。单级冲击式汽轮机发明者。青年时曾就读于斯德哥尔摩工业大学和乌普萨拉大学。1882 年发明了单级冲动式汽轮机。1889 年，他因研究了一种喷管的形状，对喷嘴和强度进行了成功的设计，取得了英国专利。这种以他名字命名的膨胀式喷管，首先被拉瓦尔用于高速汽轮机，后来在喷气发动机和火箭发动机上，得到广泛应用。拉瓦尔喷管在其出口处，可获得超声速气流。1879 年他还发明了处理牛奶用的高速奶油离心分离机，1913 年又发明了真空挤奶机。

【帕森斯】（1854—1931） 英国动力机械工程师。汽轮机发明家。剑桥大学毕业，取得数学荣誉学位。曾任英国供电和工程公司的指导。1898 年当选为皇家学会会员，1905—1906 年任航海工程师协会主席。1919—1920 年任英国科学促进会主席。从 1877 年开始，帕森斯根据水轮机原理研制汽轮机。1884 年他取得了轴流式多级反动式汽轮机制造专利权。由于采用了浮动轴承和螺旋泵供

润滑油,他的汽轮机发电机组转速高达 18000 转/分,电压 100 伏,功率达 7.5 千瓦。这是动力工程的一次飞跃。1888 年他为纽卡斯尔发电站制成可用于发电 75 千瓦的汽轮机。1891 年他在汽轮机上安装凝汽器,使热效率大幅度提高,同时降低了燃料消耗率。1894 年,成立了帕森斯航海用蒸汽涡轮机公司,生产的汽轮机发电机组装备了当时最先进的战舰,开创了用汽轮机推进船舶的新时期。1910 年他还研制成齿轮减速器。

【狄塞尔】(1858—1913) 柴油机的发明者。柴油机的一种理想热力循环——狄塞尔循环的创始人。童年时期在巴黎受教育,后入慕尼黑技术大学学习,毕业后曾在瑞士苏尔泽兄弟公司工作,巴黎一家国际冷冻公司作工程师和推销员。1885 年,狄塞尔开始研究动力机械。他用压缩空气的高温直接在气缸中点燃燃料,并于 1892 年造出了第一台样机,即原始柴油机。后经多次实验,1896 年成功地制造了柴油机。通过一年的完善与改进,这项发明于 1898 年获得了商业上的成功。与 1892 年的样机相比,柴油机真正烧上了液体燃料(原来烧煤粉),采用了水冷却,把定温加热改为定压加热。1904 和 1912 年他两次到美国。第一次世界大战时,各国的潜艇都装上了他发明的柴油机,作为主要动力。1913 年 9 月 30 日,在去英国的途中,横渡英吉利海峡时失踪。

【汪克尔】(1902—) 德国发动机专家。旋转活塞式发动机的发明者。他的主要功绩是发明了一种由燃烧室内产生的高温高压燃气推动活塞旋转以产生动力,并由主轴输出的内燃机。1954 年汪克尔在转子密封技术上有了突破,于 1957 年制成了第一台旋转活塞式发动机,人称汪克尔发动机。1958 年美国柯蒂斯—莱特公

司与汪克尔和联邦德国 NSV 公司合作研制改进,使发动机结构变得更简单、合理,体积、重量和零件数量减少一半以上,功率大、运转平稳、振动小,对减少废气对环境的污染效果显著。1959 年经寿命试验后获得成功。1960 年后许多公司采用了这种内燃机。但因其只适用于高转速,低速性能差、排气性能也不太理想,加上加工长短辐园内外旋轮线的专用机床结构复杂,制造困难,影响了这种发动机的广泛使用。

【史绍熙】(1916—) 中国工程热物理学家、燃烧学和内燃机专家。中国科学院院士。生于江苏省宜兴县。1939 年毕业于北洋大学机械系。1945 年留学英国,1949 年 7 月毕业于曼彻斯特大学研究生院,获博士学位。毕业后在英国威尔士大学斯王西学院任研究员。1951 年回国,任天津大学教授,筹建内燃机专业和工程热物理专业,创建天津内燃机研究所和热能研究所。先后担任过系主任、研究所所长、天津大学校长、中国内燃机学会理事长和中国工程热物理学会副理事长。著有《柴油机复合式燃烧系统的研究》,论述了他发明的燃烧系统和燃烧过程;《直接喷射式柴油机燃烧室中空气运动的研究》发展了柴油机热混合理论,确立了周边混合气形成及燃烧过程的原理;《稳定流及脉动流的临界雷诺数》和《周期性粘性流动的理论分析》二文中提供了设计层流流量计的理论根据。

化 工 学

【无机化工】无机化学工程的简称。包括硫酸工业、纯碱工业、氯碱工业、合成氨工业、化肥工业、无机盐工业和陶瓷、玻璃等无机非金属材料以及精细无机化学产品的生产等。无机化学工业是以天然资源如煤、石灰石、海盐等和工业副产物为原料生产硫酸、盐酸、硝酸、磷酸等无机酸，纯碱、烧碱、合成氨、化肥以及无机盐等化工产品的工业。无机化工生产所用的原料主要是含硫、磷、钾、钠、钙等元素的矿物和煤、石油、天然气以及空气、水等物质。此外，许多工业部门的副产物和废物也是无机化工的原料，例如焦炉煤气（钢铁及炼焦工业副产物），冶炼工业中的二氧化硫废气。前者可回收硫酸铵，后者可生产硫酸。无机化工的主要产品大多数为用途广泛的基本化工原料。其中硫酸曾有“化学工业之母”之称，其产量可反映一个国家工业发达程度。当代无机化工生产技术比较先进的国家和地区主要有西欧、北美、东欧、中国、日本等。中国的无机化工 1949 年以来发展很快，1984 年合成氨产量已经居世界第二位，化肥和硫酸居世界第三位，纯碱和烧碱分别居世界第四、五位。改革开放以来，中国的无机化工向现代化迈进，除了引进先进工艺、高效设备、新型检测仪表外，在设计工作中正在利用电子计算机进行全流程的模拟优化，在生产上采用微处理机进行参数的监测和调节。在三废（废气、废液、废渣）治理方面也取得一定的成就。

【煤化工】以煤为原料，经化学加工使煤转化为气体、液体和固体燃料以及化学产品的工业部门。主要包括煤的干馏、焦油加工和电石乙炔化工以及煤的气化、液化等。煤中有机质的化学结构是以芳香族为主的稠环为单元核心，由桥链互相连接，并带有各种官能团的大分子结构。煤的化学加工主要有热加工和催化加工。焦化是最早采用的化学加工方法，至今仍沿用不衰。低温干馏和煤的直接液化及间接液化主要生产液体燃料。煤的其他直接化学加工方法主要生产褐煤蜡、磺化煤、腐植酸及活性炭等。作为资源，煤将是很有潜力的化工原料，冶金用的焦炭，化工原料中的萘、蒽等多环化合物主要来源于煤化工。将煤气制成合成气，然后通过 C_1 化学合成一系列有机化工产品具有广泛开发前景。以煤制取液体燃料，无论采用低温干馏、直接液化或间接液化，都具有一定的应用价值。

【石油化工】以石油为原料生产化学制品的工业，也包括天然气化工。石油化学工业是个新兴工业，从20世纪20年代起随石油炼制工业的发展而形成。第二次世界大战后，大量化工原料和产品由传统的以煤和农副产品为原料转移到以石油及天然气为原料，石油化工已成为化学工业的基础工业，在国民经济中占有极为重要的地位。石油化工原料主要是石油炼制过程产生的各种石油馏分和炼厂气以及油田气、天然气等。石油馏分（主要是轻质油）通过烃类裂解、裂解气分离可制取乙烯、丙烯、丁二烯等烯烃和苯、甲苯、二甲苯等芳香烃，芳烃也可由石油轻馏分的催化重整制取。石油轻馏分和天然气经蒸汽转化、重油经部分氧化可制取合成气（以氢气、一氧化碳为主要组分供化学合成用的原料气），进而生

产合成氨、合成甲醇等。从烯烃出发可生产各种醇、醛、烃、酸类以及环氧化合物等。芳烃经加工可生产合成树脂、合成纤维、合成橡胶等一系列高分子产品。由于石油化工可创造较高的经济效益，已成为发达国家的重要基本工业。20世纪70年代以后，石油化工已经建立起整套技术体系，产品已应用到国防、国民经济和人民生活各个领域。国际上常用乙烯、塑料、合成纤维、合成橡胶等主要产品的产量来衡量石油化工的发展水平。当代石油化工企业为提高经济效益，采取措施主要有：使乙烯生产原料多样化，使烃类裂解装置具有适应多种原料的灵活性；石油化工和炼油的整体化结合更加密切，充分利用各种原料；工艺技术的改进和新催化剂的采用，提高产品收率，降低生产过程原料消耗及能耗；调整产品结构，发展精细化工，开发具有特殊性能、技术密集型新产品、新材料等。石油化工生产环境的污染问题也在逐步解决。

【基本有机化工】以石油、天然气、煤为基础原料，生产各种有机原料的工业，即基本有机化学工业或基本有机合成工业。基本有机化工所用的直接原料主要有：氢气、一氧化碳、脂肪烃类（甲烷、乙烯、乙炔、丙烯、 C_4 以上脂肪烃）、芳香烃类（苯、甲苯、二甲苯、乙苯）等。基本有机化工的产品可按所用原料分类：（1）合成气系产品。（2）甲烷系产品；（3）乙烯系产品；（4）丙烯系产品；（5） C_4 以上脂肪烃系产品；（6）乙炔系产品；（7）芳烃系产品。从每一类原料出发，都可制得一系列产品。基本有机化工的产品用途广泛，可以分为三个方面：第一方面是用于生产高分子化工产品的原料，即聚合反应的单体；第二方面是用于其他有机化学工业，包括精细化工产品的原料。第三方面是用于溶剂、冷冻剂、防冻剂、气体吸收剂等。基本有机化工是发展各种

有机化学产品生产的基础，是现代工业结构中的主要组成部分。

【高分子化工】高分子化学工业的简称。制备高分子化合物及其复合或共混材料以及成品制造的工业。包括塑料工业、合成橡胶工业、化学纤维工业以及涂料工业和胶粘剂工业。高分子化工原料来源丰富、制造方便、品种多而且性能较天然产物优越，因此成为发展速度最快的化学工业部门之一。高分子的成型加工需根据材料的性质和制品的要求，选择适宜的加工方法和助剂或填料。热塑性树脂的加工成型方法有挤出、注射、压延、吸塑和热成型等；热固性树脂加工方法一般采用模压或传递模塑；橡胶制品要经过塑炼、混炼、压延或挤出成型以及硫化等工序。化学纤维的成型加工要经过纺织熔体或溶液的制备、纤维成型和卷绕、后处理、初生纤维的拉伸和热定型等。按照分子聚合反应历程可分为两类，一类是由加成反应聚合而成的高分子称为加聚物。另一类是由缩合反应聚合而成的高分子称为缩聚物。按功能分类，有通用高分子和特种高分子两类，前者产量大且应用面广，主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯和聚苯乙烯，还有涤纶、锦纶、腈纶、维纶以及丁苯橡胶、顺丁橡胶、异戊橡胶和乙丙橡胶。特种高分子包括工程塑料（聚碳酸酯、聚砜、聚酰胺、聚酰亚胺、有机硅树脂和氟树脂等）、功能高分子等。

【精细化工】精细化学工业的简称。生产精细化学产品的化学工业。这类产品的产量较小、纯度较高、价格贵，例如医药、染料、涂料等。是各工业部门广泛应用的辅助材料和人民生活的直接消费品。精细化工产品种类繁多，有无机化合物、有机化合物、聚合物以及它们的复合物。大体上包括：医药、农药、染料、涂料、颜

料、信息技术用化学品（包括感光材料、磁记录材料等）、化学试剂和高纯物质、食品添加剂和饲料添加剂，催化剂、胶粘剂、助剂、表面活性剂、香料等。精细化工生产技术有以下特点：（1）品种多、更新快，研究开发费用大，导致技术垄断性强，销售利润高。（2）产品质量稳定，需配备多种检测手段进行各种使用试验，对精细化工产品管理的法规、标准较多。例如药典等。（3）精细化工生产过程既包括化学合成又包括剂型加工和商品化。（4）大多数以间歇式小批量生产，单元设备投资费用低，需要精密的工程技术。（5）产品的商品性强，用户竞争激烈，研究和生产单位需要具备完备的应用技术，为用户提供技术服务。

【化学工程】研究化学工业和其他工业生产中所进行的化学过程和物理过程共同规律的一门工程科学。研究对象涉及石油炼制工业、冶金工业、建筑材料工业、食品工业、造纸工业等。这些工业借助化学过程或物理过程，改变物质的组成、性质和状态，使之变成价值较高的产品。例如从石油、煤、天然气、石灰石、盐、矿石、粮食、木材、水、空气等原料出发制造化肥、农药、纯碱、烧碱、塑料、合成纤维、合成橡胶、水泥、钢铁等产品。化学过程与物理过程往往是同时发生的，例如催化裂化是一个典型的化学过程，但辅有加热、冷却和分离并且在反应过程中伴随有流动、传热和传质。所有这些过程，都可通过化学工程的研究，认识其规律性，并使之应用于生产过程和装置的开发、设计、操作，以达到优化和提高效率的目的。化学工程的一个重要任务就是研究有效工程因素对过程和装置的效应，特别是从实验室到工业生产放大中的效应，以解决关于过程开发、装置设计和操作的理论和方法等问题。化学工程包括单元操作、化学反应工程、传递过程、化

工热力学、化工系统工程、过程动态学及控制等方面的内容。其中，单元操作是指构成多种化工产品生产的物理过程都可归纳为几种基本过程，例如流体输送、换热、蒸馏、吸收、蒸发、萃取、结晶、干燥等。化学工程是对化学反应过程中，如氧化还原、硝化、磺化等所存在的共性问题的研究以及对反应动力学各种效应的研究中形成的一个新的学科分支。传递过程是单元操作和反应工程的共同基础，包括动量传递、热量传递和质量传递，有些单元操作设备和反应装置中进行的物理过程同时存在两种或两种以上的传递现象。化工热力学也是单元操作和反应工程的理论基础，研究传递过程的方向和极限，提供过程分析和设计所需的有关基础数据。化工系统工程是系统工程这一学科在化学工程中得到迅速发展的产物，是系统工程方法与单元操作和化学反应工程这两个学科分支相结合的产物。为保持操作的合理和优化，过程动态特性和控制方法也是化学工程的重要内容。化学工程的研究方法主要是在实验工作的基础上应用数学模型方法。化学工程正向两个方向发展：一个方面随着学科的成熟，不断向学科的深度发展；另一方面是不断向新的领域渗透，研究和解决新领域中的新问题。

【生物化学工程】化学工程的一个前沿分支。它应用化学工程的原理和方法，研究解决有机生物体或生物活性物质参与的生产过程即生物反应过程中的基础理论和工程技术问题。它是生物化学、微生物学及化学工程学之间的边缘学科，是将近代生物学的成熟理论转变成生产力所必不可少的重要学科。生物化学工程研究的主要内容是有关生物反应过程的特点和规律。生物反应过程是利用生物催化剂，即游离或固定化的活细胞或酶进行生物化工产品的生产过程。当采用活细胞催化剂时，称为发酵过程。此外还把动

植物细胞的大量培养也列入生物反应过程。生物化学工程重点研究的内容包括：新型生物反应器的研究开发；新型分离方法及设备的开发；各种描述生物反应过程的数学模型的建立；生产过程控制手段的改造等。

【诺贝尔】（1833—1896） 瑞典人，炸药发明家。1859年开始从事硝化甘油炸药的生产，并于1867、1868年分别获得英国和美国专利。10年后又获发明爆胶的专利，后来又发明了硝化甘油无烟火药。他一生共获专利355项，并且四处奔走推销其专利。他艰苦创业，到19世纪末，他在近20个国家中拥有90个企业。在他去世前一年立下遗嘱，把遗产作为基金，每年奖励世界上对和平、文学、物理学、化学、生理学或医学贡献最杰出的人，成为当今国际上具有崇高荣誉的诺贝尔奖金。基金会成立于1900年，1968年瑞典国家银行又建立了诺贝尔经济科学奖金并提供资金。

【哈伯】（1868—1934） 德国物理化学家。合成氨的发明者。生于西里西亚的布雷斯劳（现属波兰）。1931年获耶拿大学哲学博士学位。1909年7月2日，哈伯在实验室发明了合成氨技术，1913年在德国奥堡建成世界上第一座合成氨工厂。哈伯因发明氮气与氢气直接合成氨的方法，获1918年诺贝尔化学奖金。

【拜耳】（1835—1917） 德国化学家。生于柏林。1853年在海德堡学习实验化学，1858年在柏林取得博士学位。1870年发明染料靛兰的合成技术。1883年提出了靛兰的顺式结构式。1905年获诺贝尔化学奖金。

【列别捷夫】(1874—1934) 前苏联化学家。生于卢布林(现波兰境内)。1900年毕业于彼得堡大学,1902年开始煤化学加工及合成橡胶的研究。1913年发表《二烯烃聚合的研究》是形成合成橡胶工业的科学基础。1926—1928年他领导的科研集体发明了丁钠橡胶生产新工艺。

【纳塔】(1903—1979) 意大利化学家。生于意大利的图佩里亚,卒于意大利贝加莫。1924年获米兰工学院博士学位。主要成就:研究成功一氧化碳催化加氢制甲醇和甲醛;1938年研究成功丁烯脱氢制备丁二烯;1954年研制成功丙烯低压立体定向聚合新工艺,开创了立体定向聚合新领域;1957年首创以钡卤化物和烷基铝为催化剂使乙烯和丙烯共聚成乙丙橡胶。他和齐格勒开创的配位催化聚合和立体定向聚合开拓了高分子科学和工艺的新领域。由此于1963年获诺贝尔化学奖金。

【珀金】(1838—1907) 英国合成染料发明者。生于英国伦敦,卒于萨德伯里。1856年发明合成染料苯胺紫,并获得专利,苯胺紫为世界上第一种合成染料。1868年合成世界上第一种香料——香豆素。1869年开辟了合成茜素的工艺。他还发现了合成 α 、 β 不饱和酸类的反应,被命名为珀金反应。

【戴维斯】(1850—1907) 英国化学工程开拓者。生于英国伊顿。曾就学于斯劳机械学院和皇家矿业学校。1881年他协助创立英国化学工业协会。1886年创办《化工贸易杂志》。1895年任英国化学工程学会曼彻斯特分会主席。1901年编著了第一部化学工程专著——《化学工程手册》。

【侯德榜】（1890—1974） 中国化工专家。福建人。曾在美国麻省理工学院学习化工，1921年获美国哥伦比亚大学哲学博士学位，同年任中国塘沽永利制碱公司技师长。面临当时索尔维集团对制碱技术的垄断，侯德榜于1926年6月生产出优质纯碱，并在美国费城万国博览会上获金质奖章。1941年开发制碱新工艺获得成功，被命名为“侯氏制碱法”，经不断完善，1964年实现工业化，命名为联合制碱法。1958年侯德榜还创建了碳化法生产碳酸氢铵的工艺。1933年发表《纯碱制造》专著，1942年经修订再版。1959年出版《制碱工学》。

【武迟】（1914— ） 中国化学工程学家、石油炼制专家。中国科学院院士。生于浙江余杭县。1936年毕业于清华大学化工系，1937年留学美国，就读于麻省理工学院研究院，1939年获该校化工实验科学硕士学位。后在美国纽约世界贸易公司兵工部任工程师。1950年回国后在北京石油学院创立石油炼制专业。曾参加和指导铂重整等炼油工艺和炼厂气制聚合丁二烯及顺丁橡胶生产等工艺开发；组织和指导了分子筛催化剂提升管催化裂化新工艺的研究并取得重大经济效益。1983年起，在新型双功能重整催化剂的研制和择形分子筛催化剂在石油化工中的应用等领域作出重要贡献。

【张洪元】（1902—） 中国化学工程教育家。生于四川华阳（今成都市）。先后在美国加利福尼亚州理工学院和麻省理工学院攻读化学工程，1930年夏获博士学位。张洪元是中国化学工程学会创始人之一，长期担任会长。1934年编辑出版了《化学工程》学术

刊物。参加编写了中国自编的第一套全国高等院校化工原理教材。

【贝克兰】(1863—1944) 美国化学家。酚醛树脂发明者。生于比利时根特市。1882年毕业于根特大学。1884年获夏洛滕堡工业大学博士学位。曾发明高光敏性照相纸并从事电解研究。1909年获得酚醛高温热压成型专利权。

【索尔维】(1838—1922) 比利时工业化学家。生于布鲁塞尔。1861年4月取得了由盐卤与碳酸铵混合制碳酸氢钠的发明专利。发明了著名的索尔维制碱法，又称氨碱法。

【吕布兰】(1742—1806) 法国化工专家。吕布兰制碱法的发明人。生于伊瓦勒普雷。毕业于巴黎法兰西学院，1791年获吕布兰制碱法专利权。

【纯碱制造】美国化学学会《科学与技术专论丛书》之一。侯德榜著。1932年11月以英文在美国出版。全书共26章，对索尔维法制碱的历史沿变、原理、工艺、设备、结构及布置、操作、参数、生产控制以及技术经济方面的要求均作了详尽论述。被公认为世界上关于索尔维法的权威科学著作。

【化学工艺手册】世界上第一部以化学工艺命名的专著。书中包括无机、有机和冶金方面的全部化学工艺，内容新颖详实。1847—1848年在德国分两卷出版。

【中国化工文摘】报道和积累中国化学和化工文献的摘录期刊，是

查阅中国化学化工文献的主要检索工具。重点报道化学和化工期刊以及各高等院校和学会学报中发表的文献。此外还报道化学与化工重大科研成果, 学位论文、专利、图书以及其他文献资料, 每期报导量约 700—1000 条。

【化工原理】世界上第一本全面阐述各种单元操作原理和计算方法的著作。美国麻省理工学院华克尔、刘易斯和麦克亚当斯三位教授合著, 1923 年在纽约和伦敦同时出版。主要内容包括: (1) 化工计算原理; (2) 与流体流动、热量传递有关的各种操作; (3) 燃料及其燃烧; (4) 破碎, 磨碎和过滤等操作; (5) 与液体汽化有关的各种操作如蒸发、蒸馏、干燥、增湿等。7082

电 子 学

【信息论】研究控制广义通信系统设计的理论。广义通信包括了电报、电话、广播、电视, 也包括雷达和信息处理、人机通信等。信息论把通信系统概括为统一的模型, 研究系统的有效性即效率和可靠性, 以及二者的关系。通信系统模型由信源、发送机、信道、接收机和信宿等几个基本环节组成。在信道中传送的信息又总会受到干扰形成噪声。研究这一系统中信息的产生、处理、传输和接收等方面的理论问题, 给信息以定量的概念, 并找出最佳传输和最佳接收方案, 就是信息论研究的任务。信息论的主要内容包括: (1) 信息熵。即信息的度量和定量, 对多种形式的消息所含

的信息给出统一的定量方法，以便使信息作为物理量来处理。

(2) 信源编码。即对信源产生的信息符号进行编码，一般采用二进制，要求编码能正确译码，并力求高的编码效率和减小传输时间或缩小存贮空间。

(3) 信息传输和信道容量。信道即传送信息的物理通道，如有线电话的电缆、无线通信的电磁波传播空间等。信息经信道传送通常都存在噪声，使传输可能出现错误。信道能无错误地传送的最大信息率就是信道容量。一般研究中人们用变更编码来获得最佳的通信效果。信道编码的目的为降低码的传输错误，研究逼近理想的编码方法，因而信道编码又称纠错编码。

(4) 信息率——失真理论。信宿的灵敏度总是有限的，故在鉴别信号时，允许用近似值代替精确值，也就是允许有一定的失真度。这样就可以减小信息率而有利于传输和存贮。失真论就是用以计算不同类型的信源在各种失真限度下所需的最小信息率。因此这一理论是现代所有信息处理问题的理论基础。

(5) 信息的检测与估计。研究如何从混有噪声的信号中检测消息，并从而得出最佳接收机设计原则的理论。

(6) 保密学。研究改变消息和信号形式以隐蔽其含义，并且最终复现其含义的规律的科学。它包括密码学——研究信号的变形及其合法复现的规律；密码分析学——处于局外人的地位，从已变形消息中研究其复现规律的科学。信息论是概率论、随机过程理论和通信理论的综合学科，它的研究对现代通信的发展有重要意义。同时由于电信、广播、电视、雷达以至导航、遥控遥测等都是广义通信系统模型的具体实施，因此信息论不仅对电信而且对整个无线电电子学都具有普遍的指导意义，是这些技术共同的理论基础。

【黑白电视系统】由 20 世纪 30 年代末开始 50 年代普及的电视广

播，是由黑白电视开始的。电视系统由摄像和发送、传输、接收三大部分组成。摄像设备的关键是摄像管。摄像管中，由阴极发射出电子束并射向涂有铯、银微粒的涂层的光靶，同时外界景物经光学系统聚焦后形成反映景物影像亮暗关系的光束，亦照射到光靶上。光靶上的涂层对光很敏感，当阴极发射的电子束在外加偏转线圈作用下从左到右，从上到下对涂层扫描时，涂层上的微粒发射出电子，而所发射的电子数目与光的亮度成正比，于是把投射到涂层上的外界景物图像转换成了电脉冲信号，并通过发射装置发射出去。接收设备中的显像管由阴极发射电子束。电子束打到荧光屏上某点时，该点就会发光。光点亮度与电子束强度成正比。电子束在外加电场的控制下，在荧光屏上从上到下依次逐行扫描，而电子束强度随接收到的电视信号强度而变化，这样就在荧光屏上重现了发送的图像。实际上在工作中，每瞬间只有受到扫描的一点在发光，利用人眼的暂留现象，使人感到完整而连续的画面。所以为保证画面的清晰和连续，就需要扫描线多（一块荧光屏上应有 500000 个以上像素），扫描速度快。各国电视的扫描制式不完全相同，中国采用每秒扫描 25 帧画面的制式，每帧画面由 625 行构成。对应的电视及伴音信号频率为 6—8 兆赫。传输电视信号的载波频率应比电视信号频率高出几倍，一般不低于 50 兆赫，所以电视采用超短波（甚高频，30—300 兆赫）和分米波（特高频，300—3000 兆赫）波段传输信号。目前正在研究中的高清晰度电视，其途径主要是增加扫描点到百万个以上，这将使电视尤其是大屏幕电视获得更佳效果。

【彩色电视系统】电视的影像不仅反应原来的景物图形，而且反应景物的色彩。彩色电视的扫描、传输等原理都同于黑白电视，所

不同的是发射和接收端都用对三种基色信号不同的编码、解码方式构成不同的色彩。在彩色电视系统中，电视节目应和黑白电视节目能相互收看，这就需要和黑白电视有相同的扫描信道等。因此必须把彩色电视中的红、绿、蓝三个信号频带压缩到一个相当于黑白电视的频带，使接收的电视信号既有亮度信号，又能还原成彩色信号，形成兼容制式彩色电视。依照压缩彩色电视频带的方法，形成彩色电视的不同制式。如美国等使用的 NTSC 制（正交平衡调幅制）、英国等使用的 PAL 制（相位逐行交变制）、法国和东欧使用的 SWCAM 制（调频制）等。中国和世界上多数国家采用 PAL 制。彩色电视自 50 年代与黑白电视共同发展以来，很快得到普及，尤其 1967 年彩色录像机应用于电视广播后，世界许多国家都已采用了彩色电视广播。中国于 1977 年播送彩色电视节目，至今已获得大面积普及。

【微电子技术】电子元、器件小型化、微型化，尤其是集成化以后，微型元、器件和电路的各项工艺，形成了微电子技术这一学科分支。它以集成电路尤其是大规模集成电路为主要对象，研究它的电路和系统的设计、器件物理、工艺技术、材料制备、测试和封装、组装等技术，也包括对集成磁泡、集成超导器件和集成光电器件的研究。随着电子电路和系统的微型化，产生了集成电路。集成电路由于工艺上的特点，电路的形式相对一般分立元件电路发生了明显的变化。如集成电路中应避免设置电感、大容量电容和高阻值电阻，而增加晶体管数目对工艺和成本却都影响不大。所以常用增加晶体管数目的方法来解决其他元件问题，如利用三极管的电压电流关系代替大阻值电阻，并利用元器件的对称性构成差动电路的方法来降低对元、器件精度的要求。同时集成电路更

适应大批量生产，故电路应更合理并通用性强等。工艺方面主要包括硅片制备，将电路分解并制成光刻的掩模板，用紫外光照射，利用光学—化学反应原理使被照射部分和被掩模板挡住部分的不同化学反应形成光刻而制造出元器件和线路。对集成电路尤其是大规模集成电路进行检测是一项专门的技术。由于电路的高度密集，不可能做到逐级测试，又需要避免芯片在主要功能上合格而某几项特殊功能达不到要求的状况，需要在电路设计时就设计好检测的方式，用一定算法确定检测哪些功能以保证多大的合格比例等。大规模集成电路一般采用计算机辅助测试手段。对电路封装和组装也形成了一项专门的技术，它是把线路和引出管脚相联接，并封装在基座上，还可依据系统要求将不同芯片再组装为一个较大的子系统然后合成整体系统。封装、组装的质量往往是决定电子系统可靠性的主要因素之一。微电子技术是一门发展较快的科学技术，它不断适应电子电路的新要求，研究使用先进的工艺和测试手段使电子器件不断适应线路要求的方法和途径，构成了电子设备和元器件发展的基础。

【电磁波理论】通信、广播、电视、雷达等是电子学系统中的主要分支，它们都是电磁波理论的具体应用。电磁波理论是研究电磁波的产生、性能、传播和应用的理论。电场和磁场是电磁能量的一种形式。电磁场的理论基础——麦克斯韦方程指出，一切变化的磁场总要产生电场；一切变化的电场都产生磁场。这样不断变化的电场会在其周围激起不断变化的磁场，而磁场的变化又会激起新的变化电场。这种交变的电场和磁场相互作用、相互依存形成电场、磁场的波动运动，就形成了电磁波。电磁波是电磁场运动的一种形态。电磁波由波源形成后，以电场、磁场的交变形式

向外传播。电磁波随时间的变化以每秒交变的次数衡量，称为频率 f ，单位为赫兹。传动波中相邻两个波峰的距离称波长 λ ，单位为米，电磁波每秒钟传播的距离称传播速度 v ，单位为米/秒。这三者的关系为 $\lambda = v/f$ 。电磁波在真空或大气中的传播速度即光波的传播速度，即 $v = c = 3 \times 10^8$ 米/秒。不同频率（或波长）范围的电磁波具有不同的物理特性，电磁波的整个频率范围称为电磁波谱。例如在波谱中，频率 300 千赫至 3 兆赫称为中波，它靠地波可传播几十到上百公里，但靠天波可传播上千公里，故适于国内广播使用。而频率为 3—30 兆赫的短波，传播中遇到大气电离层会被反射，利用电离层反射可使短波传送到千里之外，故这一频段适用于国际广播等。所以对电磁波性质和相应的应用的研究，就成了电子学发展中的一个重要学科分支。随着科学技术的发展，人们对电磁波利用的范围不断加大，对已利用的波段，也随着对它们的认识的深入使应用更为广泛。人类对电磁波谱的开发利用是从较低频段开始逐步向高频段扩展的，从一般短距离的长波通信、短波广播到厘米波的雷达，20 世纪 70 年代以后又逐步发展起 30—40 吉赫的卫星通信、91 吉赫的微波遥感以及波长更短的光通信等。电磁波理论和应用的不断发展，包括无线电技术、微波技术和 70 年代发展起来的波导技术等所取得的成就，使电磁波成为人类传递信息和能量的重要形式之一，形成通信、广播、电视、遥控遥感、雷达、导航以及宇宙探索和对微观世界的研究等实现和发展的重要基础。

【微波技术】微波指电磁波谱中波长从 1 米到 1 毫米，即频率在 300 兆赫到 300 吉赫的电磁波，它包括分米波、厘米波和毫米波等波段。相对其他波段的电磁波，微波有一些特殊的性质。第一，由

于微波频率的上限接近光波，故有类似光波的特性，如直线传播，通过透镜或反射镜可以聚焦等。因此它可以形成强的定向辐射，也可以利用几何光学原理构成微波天线来聚集一定范围内的微波能量，以达到高效率的接收等。第二，它有穿越电离层的透射特性。大气的电离层对波长较长的电磁波产生强烈的折射和吸收，而微波则可穿越电离层，尤其是1—10千兆赫、20—30千兆赫和91千兆赫附近的微波，受电离层包括对流层和同温层的综合影响最小，这就为空间通信、卫星导航、卫星遥感以及射电天文学的研究创造了条件。科学上习惯称上述频段为“无线电窗口”。第三是微波的宽频带特性。微波的频率范围比短波或中、长波要宽得多。这就使微波通信容量大大高于其他波段。同时由于它的频率高，也使信息传输速度大大提高。第四是抗低频干扰的特性。在地球周围存在有雷雨和大量工业电器、加工设备产生的干扰电磁波，这对通信、广播等都会产生影响。而微波波段频率和这些干扰电磁波频率差距大，很容易经微波滤波器将其排除，使微波本身不受干扰。另外在物理学方面，分子、原子与核系统所表现的许多共振现象都发生在微波范围，因而微波为探索物质的基本特性提供了有效的研究手段。这些特点使微波的研究和应用需要不同于其他波段的技术和方法，使微波技术发展成一门技术科学的分支。微波的应用首先是在雷达和通信中。由于直线传播的微波受地球曲率和地面状况的影响使通信距离较短，一般用地面的微波接力通信组成通信网络或用卫星作中继站形成卫星通信。在工业生产中可以利用微波测量温度、湿度、厚度、速度、长度等，它在测量时利用微波辐射而不使测量设备直接接触被测物体。如测定炉温、钢板厚度以至石油的微小含水量等。利用微波穿透物体内部时使物体分子相互碰撞和摩擦引起发热可以制成微波加热设备，它加

热均匀、速度快、效率高，容易实现加热的快速自动控制，因而在轻工、食品、化工、农产品加工中形成新型的良好加热设备而发展迅速。微波遥感技术利用遥感雷达的原理，向目标发射微波信号，利用回波的强度、极化、散射等特性取得所需目标的信息。它不仅利用微波的穿透力去感知远距离或被云层、大气层以至人为伪装掩盖的物体状况，还由于它利用微波与目标本身的自然热辐射电磁波的关系，可以去伪存真鉴别目标的实际状况。它还可以配合可见光遥感和红外遥感来测量大地、普查地球资源、测绘地形地物、监视农作物生长以至侦察军事目标等。在医学上，探测人体内的病变、用微波加热治癌以及利用微波的电疗机，治疗某些神经、血管的功能障碍等方面都有所应用，目前微波技术中影响应用的因素有：由于中继传输增加了系统的复杂性和成本；微波频率高、振荡周期极短，与微波电路中两点之间的电效应传播时间处在可以比拟的范围，使微波理论和技术的研究难度较大；由于目前微波器件成本很高，一只微波晶体管的价格要高于普通低频晶体管几百倍或更高，所以当前在许多应用领域微波还是对中、短波的扩展和补充而不是代替。但是随着科技的发展，人类对微波的认识、掌握和应用必将不断获得更大的发展。

【量子电子学】研究利用物质内部量子系统的受激辐射来放大或产生相干电磁波的方法及其相应器件的性质和应用的学科。在这种放大、振荡机制中，量子跃迁过程起关键的作用，所以称量子电子学。20世纪50年代发明了微波激光器，量子电子学科开始建立。60年代初激光器的问世赋予量子电子学以崭新的内容，从而成为光学和电子学相互渗透而形成的边缘学科。量子电子学主要涉及激光的产生与传播；激光的特性如相干性、统计性等以及激

光辐射与物质的相互作用。量子电子学的发展已对物理学、化学、生物学和医学等学科起了重大的促进作用，从而形成众多的分支学科，如激光物理、非线性光学、激光生物学、激光化学、激光光谱学、量子光学、导波光学、集成光学和全息光学等。

【激光物理学】研究激光发生的原理、物理机制及其他物质间相互作用的物理学分支。1916年爱因斯坦提出光的受激辐射概念，是激光理论的渊源。工作物质在外界激励照射下，部分原子或分子被激发到高能态，当处于高能态的粒子数大于低能的粒子数时，工作物质就能在持续激励的作用下对一定波长的光辐射产生放大作用，产生单色相干光，称为激光，具有方向性强、能束密集、相干性好等特点。1958年美国的肖洛和汤斯提出利用受激发射单色光放大器设计原理。1960年首台红宝石激光器和氦管气体激光器相继运转成功，标志着激光物理学的诞生。它同激光技术结合，成为激光科学与物理学的边缘学科。广泛应用于材料加工、医疗、通信、测距、基础科研、全息照相、激光核聚变、军事等领域。是新技术革命最活跃的领域之一。

【激光化学】主要研究物质在激光作用下发生的化学变化。早在19世纪人们总结出只有被物质吸收的光才能有效地引起系统内的化学变化。1912年，爱因斯坦把能量的量子概念引到光化学上。现在，已知很多生命过程如光合作用、动物的视觉、光生态学、光致变化、太阳能利用等都和光化学有关。光化学在合成化学上也有独特作用。20世纪60年代激光出现以后，以激光为光源和监测手段研究化学反应的激光化学逐渐形成。由于激光具有亮度高、方向性好、单色性好、相干性好、脉冲时间短、覆盖波段宽、可以

调谐等特殊性质，使激光诱导的化学反应和经典光化学在原理上有很多不同之处。如在强红外激光照射下，一个分子可以吸收几个到几十个光子进行选择性的光化学反应。

【非线性光学】又称强光光学。研究介质在强相干光作用下出现的介质的非线性极化相联系的各种光学效应，以及如何利用这些效应的学科。随着 20 世纪 60 年代以后激光的发现和应 用开辟的新领域，标志光学发展的新阶段。过去光学理论认为，介质的极化强度与入射光光波的场强成正比。于是表征物质光学性质的许多参数，如折射率、吸收系数等都是与光强无关的常量。普通的光学实验证实，单一频率的光通过透明介质后频率不会发生任何变化，不同频率的光之间不会发生相互耦合作用。激光出现短短几年内，人们观察到许多用过去的光理论无法解释的新效应。为了解释这些新效应，产生了非线性光学理论。激光是极强的相干光，亮度比普通光高几十亿倍。介质在功率密度大的激光照射下，其光学特性出现一些新的变化，如强光束在均匀介质中传播时会出现光束自动聚焦的现象；强光的频率发生倍增，改变和混频现象以及某些介质的透明性发生改变的现象等。关于这一类非线性光学现象的理论形成非线性光学，主要部分为非线性光谱学。广泛应用于原子物理、分子物理、固体物理、表面物理、等离子体物理、材料科学、天体物理等领域。此外，它在激光光谱学、同位素分离、光控化学反应、核聚变、集成光学、信息光学、光学计算机等方面都有重要的作用。

【集成光学】研究光波在集成光路中传播的规律和集成光路制备技术的科学。集成光路采用类似半导体集成电路的技术，把各种微

型光学元件组合成一块薄膜组件。其中包括光波导、反射镜、发光元件、光放大、光逻辑、光传输、光调剂、光耦合以及光接收等器件，这些元器件以薄膜形式集成在同一衬底上，构成一个具有独立功能的微型光学系统。可用激光束与集成光路的输入端耦合，光束在光路中经历各种光学元件的作用后以光信号的形式在输出端输出。这种系统与常规光学系统相比，具有体积微小、性能稳定可靠、功率高、功耗低、使用方便等优点。集成光学是1969年由于光通信、光学计算机及光信息处理等新兴技术的需要应运而生的。以薄膜光波导为基础的集成光路和以纤维光波导为基础的纤维光路相结合，将促进光通信的长足进展。1984年光计算机的关键元件——光晶体管问世，把基础光学元件集成化以构成真正光计算机的工作，成为迫切课题。集成光学的发展关系着信息处理的重大革命。科学家们预言，21世纪初将是光信息处理的全盛时期，那时集成光路将起今天集成电路的作用。

【光电子学】又称光频电子学。电光学和电子学相结合而形成的新技术学科。从微观角度研究光与固体中电子的相互作用以及光能与电能相互转换。20世纪60年代以后逐步发展成现代光学的一个系统分支，激光的出现是电能向光能转换的划时代飞跃。随着半导体激光器和光纤技术的出现，薄膜光学与集成光学的发展以及探讨光计算机和光信息处理等前沿领域研究的推动，从理论上研究这些高技术领域的共同基础是光电子学的任务。光电子所涉及的内容除电子学和电子工程问题以外还包括：（1）研究能产生激光的工作物质，即等离子体、气体、液体、固体、半导体等，研究其中的原子、分子能级和能级间的跃迁几率、驰豫规律、能量转移过程以及与电磁波的各种相互作用，探索产生激光的内在可

能性和效果；(2) 研究产生激光的机理，包括腔膜分析，实现粒子数反转的途径，泵浦方式和运转方式等，并探讨产生强相干光的新机理；(3) 研究强相干光与物质的相互作用；(4) 研究激光光场和相干性、统计性；(5) 激光及其他光电器件在各个领域内的应用等。光电子学的发展，依赖于光—电与电—光转换、光学传输、加工处理和存储等技术发展。这些技术所依据的物理现象和原理，主要是光与物质的相互作用。

【核电子学】在核辐射探测技术和电子技术基础上发展起来的电子学与核科学间的一门交叉学科。核电子学形成于 20 世纪 50 年代。其内容包括：核科学、高能物理和核技术中有关核辐射探测的电子技术，核爆炸和外层空间的辐射对电子系统的效应和抗辐射的加固技术；核技术应用中所需的核电子技术。核电子学是在不断满足迅速发展的核科学技术的需要而发展起来的，它不断吸收其他科学技术的成就，特别是各电子学分支学科的成就。同时它也不断地向其他领域扩散自己的知识。核电子学中对脉冲幅度和时间间隔的精密测量和甄别等技术，对 40 年代雷达和电子计算机的迅速发展提供了有用的经验。纳秒脉冲技术也是在核电子学中领先得到发展的。现代的高速模-数转换技术起源于核电子学中多道脉冲幅度分析技术。核电子学与其他学科相互渗透而出现了一些边缘学科。核电子学的研究对象包括：(1) 各种辐射探测器及与之相应的电子电路或系统；(2) 针对核信息的随机性、统计性或单次性等特点的各种精密的电子学测量技术：时间间隔（微秒到皮秒）、空间分辨（毫米到微米）；(3) 配在有线电子计算机的核电子系统，用于在核科学技术和高能物理实验中实时获取并处理巨量核信息，在实验全过程中不间断地对整个系统工作的监测和

控制；(4) 电子原材料、电子元件、器件和电子设备或系统在核辐射、核电磁场下的辐射效应和相应的抗辐射加固技术；(5) 核技术在工业、农业、军事、医学、生物研究等方面应用时所需的各种辐射探测技术和电子技术。核技术逐渐更多地从军事转向民用领域，因而对核电子学也提出了更广泛而深入的要求。对电子器件和电路都有某些特殊要求，如高可靠性、高稳定性、辐射环境下的生存和应用等。这些特殊要求是许多电子系统必需考虑的，因而也促进了电子工业的发展。70 年代以后，核医学诊断吸收了核电子学方法，使同位素扫描技术发展成了照相机技术，又进而发展成断层照相技术。

【爱迪生】(1847—1931) 美国发明家、企业家。生于俄亥俄州的迈兰镇。少年家贫，边工作边自学。潜心于发明试验，对电报发生兴趣，设计自己的试验和练习发报，曾当过报务员和技师。21 岁时，买了一本法拉第所著的《电学实验研究》，该书鼓舞着他去从事重大的、有系统的实验工作。1869 年，他被召去抢修黄金交易所的一台新的金价电报指示器。他做得很成功，于是擢升为总工程师。不久他又改装了这一设备，获得 4 万美元，他用这笔钱建立了 50 人的私人发明工厂。1876 年在新泽西州的门洛公园建立世界上第一座工业研究实验室。爱迪生一生完成 1300 多项发明，例如，他改进了电话机，1877 年发明了留声机，1878 年参观了一个刺眼的电弧光灯展览后，他宣称他将发明一种柔和的、价廉的、可供选择的灯，这种灯能取代煤气灯。由于他过去在事业上的成功，他得以在管理上增加这项投资，同时也建立了爱迪生电灯公司。他为寻找一种灯丝材料足足花费了 14 个月的时间，终于在 1879 年 10 月演示了 30 盏相互并联各有开关的白炽电灯。其

后,在致力于延长炭丝白炽灯寿命的研究工作中于1883年发现了热电子发射现象(爱迪生效应)。这一重大的发现导致了后来电子管的发明。爱迪生效应的发现是电子学诞生的标志。

【弗莱明】(1849—1945) 英国物理学家和工程师。生于英国的兰开斯特。毕业于伦敦大学和皇家化学院,1870年获理学士学位。1877年入剑桥大学卡文迪许实验室,在麦克斯韦指导下研究电学和高等数学。1881年任诺丁汉大学学院物理学和数学教授。1882—1898年先后任伦敦电灯等工业企业的工程师和顾问。1885—1926年任大学学院电气工程教授。1899—1926年任马可尼无线电报公司科学顾问。1930年后任电视学会会长。弗莱明在变压器设计、白炽灯、光度学、电气测量、低温下材料性能的研究方面均有贡献,一生共发表论文100多篇。1904年根据爱迪生效应制成检波二极管,取代了原来用无线电报机中的金属粉末检波器。这是最早出现的真空电子管。弗莱明曾多次获得荣誉奖金。1929年因科学成就获爵士称号。

【汤姆逊】(1856—1940) 英国物理学家,电子的发现者。生于曼彻斯特。14岁就读于欧文学院(现维多利亚大学),1876年进入剑桥三一学院。1884年任该院物理学教授并领导卡文迪许实验室。1884年任伦敦皇家学会会员,1915—1920年任主席。1909年任英国科学促进会主席。1897年在研究气体放电现象时,他首次测量了阴极射线的电荷与质量的比值,发现了电子。他通过实验证实,阴极射线是由微粒(后来人们把这种微粒称为电子)组成的,并且与容器内气体的性质和阴极的材料无关。以后又发现电子也可以用其他方式获得,如热金属发射,从而进一步加强了他

关于一切物质中都含有电子的论断。汤姆逊是世界上第一个提出原子结构模型的人。1912年通过对某种元素的极隧射线的研究，指出了同位素的存在。1906年获诺贝尔物理学奖。

【波波夫】（1859—1906） 俄国物理学家，无线电通信的创始人之一。生于俄罗斯博戈斯洛夫斯基。1883年毕业于彼得堡大学物理数学系，并留校任教，不久任喀琅施塔得水雷学校和水雷军官讲习班教员。致力于电磁波实际应用研究。1888年赫兹的实验、法国布冉利和英国洛奇关于金属粉末检波器的研究报告，启发波波夫建立电磁波可以传输信号的信念，于1894年制成了一台无线电接收机。接收机使用了经他改进的金属粉末检波器，并首次使用天线，提高了机器的灵敏度，这台机器主要用于检测雷电，故称雷电记录仪。1895年5月7日波波夫发表论文《金属粉末与电振荡的关系》。不久波波夫用电极机代替电铃作接收机的终端，形成比较完整的无线电收发报系统。1896年3月24日，波波夫及其助手在相隔250米的建筑物之间传送了一份简短电报。1897年在喀琅施塔得建立无线电台，同年夏在相隔5公里的两艘军舰非洲号和欧洲号之间实现了通信。1900年初，波波夫使电台的通信距离增加到45公里。为了纪念波波夫在无线电方面的卓越贡献，1945年苏联政府将5月7日规定为苏联无线电节。此外波波夫还研究了大气放电和无线电测量技术等。1901年应聘到彼得堡电工学院物理教研组工作，后任院长。是俄国物理化学协会会员、主席。

【马可尼】（1874—1937） 意大利电气工程师和发明家，无线电通信的奠基人。生于意大利的博洛尼亚。马可尼曾在来航（里窝那）和博洛尼亚学习。他在几位有名望的教师指导下学习物理学，

并有机会知道有关赫兹、奥利弗·洛奇奥古斯托·里纪等人在电磁辐射方面进行的工作情况。马可尼对利用赫兹的“看不见的射线”传输莫尔斯电码很感兴趣，并于1894年在他父亲的庄园里开始这项实验。马可尼广为搜集资料，反复实验，1894年第一次在家里用无线电波打响了10米以外的电铃。1895年夏，马可尼对已有的火花式发射机和金属粉末检波器进行了改进，在接收机和发射机上都加装了天线，成功地进行了无线电波传输信号的实验。同年秋天，他使通信距离增大到2.8公里，不但能打响电铃，而且还能在纸带上记录拍发来的莫尔斯电码。当时的意大利政府对无线电通信持冷淡态度，马可尼于1896年到了英国，并在同年6月取得英国的专利，结识英国邮政总局的工程师普利斯，在他赞助下在英国进行公开表演。1897年，马可尼利用风筝作为收发天线，使无线电信号越过了布里斯托尔海湾，距离14公里，创造了当时最远的通信记录。同年7月马可尼组建无线电报公司，后更名马可尼公司。1899年3月，马可尼成功地实现了横贯英吉利海峡的通信，使通信距离增加到45公里。同年，在英国海军演习中有三艘军舰装备了无线电通信装置，在两条看不见的军舰之间实现了通信，证明无线电信号可以曲面传输。1900年10月，马可尼在英国康沃尔的普尔杜建立当时世界最大的10千瓦火花式电报发射机，架起巨大的天线。1901年马可尼率领一个小组在加拿大纽芬兰的圣约翰斯进行越洋通信实验，使用风筝天线，在当年12月12日中午收听到从相隔3000公里以外的英国普尔杜横渡大西洋发来的“S”字母信号，开辟了无线电远距离通信的新时代。1909年11月马可尼与德国物理学家布劳恩同获当年的诺贝尔奖金物理奖。1918年起任意大利终身参议员，后得侯爵称号。又发明无线电报技术上的操纵间歇波系统。1930年担任意大利皇家学院院

长。

【电学和磁学】英国物理学家麦克斯韦所著。第一版由英国牛津大学出版社于 1873 年出版，后经修订，先后于 1881—1891 年出版第二版和第三版。全书分为二卷，共四个部分。第一部分包括 13 章，系统论述静电学的理论及其实验验证。第二部分 12 章论述稳恒电流的基本规律和物质导电的理论。第三部分 8 章论述静态磁场的基本理论和物质的磁化特性。第四部分 23 章是全书最重要的部分，揭示电现象和磁现象之间的内在联系，将全部电磁现象所服从的规律概括为一组基本方程。这就是后来著名的麦克斯韦方程组。从这组方程出发，麦克斯韦推导出电磁扰动会以有限的速度在媒质中传播这一重要结论，从而预言电磁波的存在。他在书中断定光波也是一种电磁波，建立了光的电磁理论。他的这些推断后来陆续为科学实验所证实。在这本书中，麦克斯韦全面地归纳并发展了 19 世纪中叶以前科学家们如法拉第和高斯等人对电磁现象的研究成果，运用严格的数学方法使之系统化、理论化，从而建立了严密的经典电磁理论体系。麦克斯韦在本书中所建立的电磁场基本方程至今仍是经典电磁理论的基础。

【电磁理论】关于电磁理论的权威著作。斯特莱顿著，1941 年美国纽约麦克格劳—希尔公司出版。全书共分 9 章。第一章为场的方程，详细介绍麦克斯韦方程组、材料宏观电磁特性等。第二章介绍应力、应变的张量表示、电磁动量、汤姆逊定理等。第三章静电场，介绍格林定理、多极展开、极化矢量、单层和偶层源、边值问题、解的唯一性、圆球及椭球问题等。第四章为磁场，介绍矢量位及其展开、磁化和等效电流、分界面上的不连续性、矢量

位方程的积分、边值问题的唯一性、椭球及圆柱问题等。第五章为各向同性无界媒质中的平面波，介绍傅里叶分析和拉普拉斯变换理论，介质、导体和电离层中的散射、群速、波前及信号速度等。第六章为柱面波，用赫兹矢量表示的动态位描述柱面波，柱谐函数、波阻抗、傅里叶—贝塞尔积分、麦比函数、椭柱问题等。第七章为球面波，用圆球坐标系和勒让德多项式分析球面波的解及其展开。第八章为辐射。第九章为边值问题。主要介绍物理光学的一些重要定律、表面波和导行波、以及色散、衍射等理论。作者在本书中着重介绍了平面波、柱面波、球面波及辐射，并加深对电磁理论的阐述以利于工程的应用。

【通信的数学理论】关于信息论的著名论文。1948年发表在《贝尔实验室技术杂志》第二十七卷上。仙农著。全文共5章。作者在这篇经典论文中指出，通信的基本问题是通信双方中之一方能够精确地或近似地再生另一方发出的消息。并针对这一基本问题作出信息的定量描述。论文还对信源、信道、编码、译码和信缩的概念作了精确的描述，进而建立了有关通信系统的完整的数学模型。这篇论文导致了一门崭新学科——信息论的建立。该文强调概率论思想在通信中的地位，并据此得出诸如信道编码定理和信源编码定理等重要结果。这篇论文的发表在科学界和工程界引起极大的反响，国际权威性杂志《数学评论》立即给予评述。不到5年的时间，美国电气与电子工程师学会就正式成立了信息论学科组，并于1954年出版了信息论汇刊。仙农在这篇论文中提出的许多观念正在被人们发展和完善。本文已被译成多种语言。

【通信电子学中的场与波】关于电子学中场与波的著名专著。1944

年在美国纽约首次出版，书名《现代无线电中的场与波》，雷莫和惠纳瑞著。1965年第三版改为现名。著者除雷莫和惠纳瑞外，还有范杜泽。全书共分12章，分别论述振荡和波的基础理论、恒定电场和磁场方程、静止场解、麦克斯韦方程、电路原理和阻抗、平面波在各向同性介质中的传播和反射、定向电磁波、普通波导和传输线的特性、波在各向异性介质中的传播、谐振腔、微波网络和辐射等。本书对50年代以来电子学方面的新进展和变化也有所反映。例如：采用磁场中的各向异性媒质（铁氧体或等离子体非互易器件）；使用计算机求解场的问题；不依赖频率的天线、相控阵天线以及透镜辐射器的使用，材料与波的相互作用；电子技术同光学原理的相互交叉等。

【保密系统的通信理论】关于信息论的著名论文。1949年发表在《贝尔实验室技术杂志》第二十八卷第四期（656—715页）。仙农著。在这篇论文中，对他在1948年发表的经典论文《通信的数学理论》中所创立的信息论的概念和方法作了进一步发挥，并精辟地阐明了关于密码系统的分析、评价和设计的科学思想。本文提出了保密系统的数学模型、随机密码、纯密码、完善保密性、理想保密系统、唯一解距离、理论保密性和实际保密性等重要概念，并提出评价保密系统的5条标准，即保密度、密钥量、加密操作的复杂性、误差传播和消息扩展。这篇论文开创了用信息理论研究密码的新途径，一直为密码研究者所重视。它不仅是分析古典密码（如单表代换和多表代换密码）的重要工具，而且也是探索现代密码理论的有力武器。文中提出的破译密码的计算量理论已和计算机理论中的计算复杂性理论结合起来，成为评价密码安全性的一个重要准则。

【光电子学导论】光电子学方面的教科书，雅里夫著。第一版于1971年在纽约出版；1976年出第二版，增加了新内容。本书共有14章，主要论述光辐射场与各种原子介质的相干作用。全书从电磁理论开始，通过简单的 2×2 矩阵描述射线传播、球面波传播和高斯束传播；用法布里—珀罗标准具理论推导出维持激光振荡所必需的粒子数反转分布条件，获得激光振荡的参量表达式。对于晶体的非线性响应，讨论它的两个重要应用，即二次谐波产生的参量振荡。在光检测方面，讨论了光电倍增管、光电导探测器、光电二极管和雪崩光电二极管，以及热噪声和散弹噪声问题。最后，该书还描述了电光效应、声光效应及其对光束的控制特性。除受激跃迁和自发跃迁概念外，均采用经典方法来解释各种概念，包括某些过去认为只有量子力学才能证明的问题。本书采用复函数体系，具有较深的数学深度。1981年上海交通大学出版了本书的中译本，著者并为此写序。1983年科学出版社也出版了中译本。

交通工程学

【综合运输学】研究综合发展和利用铁路、公路、水路、管道和航空等各种运输方式，以逐步形成和不断完善一个技术先进、网络布局和运输结构合理的交通运输体系的学科。综合运输学的研究对象是：运输业与国民经济的关系，各种运输方式的技术经济特点及其组织运用，多种运输方式的联运以及运输技术发展方向

等。具体研究内容是：（1）运输体系的综合发展，包括运输业在国民经济中的地位、作用及其比例关系，运输网发展规划，合理运输及改善工农业生产布局，各种运输方式的合理使用范围及其协调发展；（2）各种运输方式的综合利用，即根据每种运输方式的技术装备，科学地组织管理，充分发挥每种运输方式的优点，组织各种运输方式的联运，用较少的劳动消耗完成运输任务，其中涉及运输设备能力、运输组织工作、管理体制、运输质量、运价和规章制度等问题；（3）运输技术发展方向和先进技术的应用。

【交通工程学】 运输工程学中的一个分支。综合探讨人、车辆、道路、环境四者在交通系统中的各自和相互间的内在规律性及其最佳配合，以达到道路交通通畅，通行能力大，交通事故少，运输效率高，公害程度低，燃料和运输费用省及环境协调、舒适的目的。交通工程学的基本理论是交通流理论、交通统计学、交通心理学、汽车力学、交通经济学。研究内容有以下几个方面：（1）道路交通中人、车、路的特性；（2）交通调查，最基本的交通调查有交通量调查、车速调查、行人和车辆的起讫点调查，通称为交通三大调查；（3）交通流理论研究，其基本内容为研究连续车流及间断车流的运行状态和规律；（4）交通规划，研究交通发展与国民经济发展和土地利用与人口发展之间的关系，提出道路交通与国民经济发展相适应，或促进国民经济发展方面的统筹布署；（5）交通管理与控制；（6）交通事故；（7）交通环境保护；（8）交通设计，研究道路与交叉口的交通设计，如高速干道的交通检测、交通管理设施和交通安全构筑物设计，停车场、停车站等交通设施的设计等。正在不断地深入中。

【交通运输布局学】研究运输生产在空间的分布与组合的一门科学。主要任务是根据经济发展的规律,通过对交通运输布局发展的历史和现状的分析与总结,探讨运输布局发展的规律,以寻求运输生产合理布局的途径和方案,以最少的运输建设投资、最低的社会运输费用,最高的社会劳动生产率和良好的运输服务质量满足社会对交通运输的需求。主要研究内容包括:(1)运输布局原理,包括运输布局研究的对象、内容和方法,运输布局的基本原则,运输布局与地理环境的关系,运输布局与其他科学的关系;(2)客、货运量的分布,主要研究客、货运量和工农业生产与人口分布的关系、客、货运量的地理分布,客货运输的流量与流向,主要运输方向上客、货运量等;(3)运输线路与其他主要运输技术装备的布局。交通运输布局学的研究,对实现运输布局的合理化,提高国民经济的综合经济效益,有着重要的意义。

【航海学】研究引导船舶在海上安全而迅速地由一地驶抵另一地的一门技术科学。航海学涉及数学、地理学、天文学、气象学、海洋学、电子学、制图学、无线电技术等多门学科。航海学的研究内容有:(1)航位确定。确定方法包括航迹推算和观测定位两类。航迹推算是根据罗经和计程仪所指示的航向和航程,并计算风和流的影响,从已知起算点推算出航迹和航位。观测定位是使用各种航海仪器观测外界已知位置的物标确定船位,有陆标定位,天文定位和无线电定位等;(2)航线设计,即根据航行任务和航行地区的地理、气象、海洋情况,以及船舶状态、技术设备状态和船员的经验和水平等拟定航海路线,制定航行的具体实施计划,其内容主要包括航向、航程、避险措施、到达中途港和目的港的时间、转向目标和时间及措施等;(3)航行方法,主要研究在复杂

的地理条件、气象条件和海洋条件下的航行方法。除此之外，航海学还研究海图、航海图书、航海仪器、航标和航海气象等。

【交通运输地理学】经济地理学的分支学科。研究交通运输在生产力地域组合中的作用，客、货运输及其产生的客货流形成的经济地理基础，以及交通线网和枢纽的地域结构和类型。主要内容可分为理论交通运输地理学、部门交通运输地理学、区域交通运输地理学和城市交通运输地理学四部分。理论交通运输地理主要研究交通运输在生产力布局中的作用，交通运输网的组成和各种交通类型在其中的地位，客货流的地域动态分析，合理运输与货流规划的理论和方法，交通运输与产销区划的关系，交通线网和站场布局的类型和模式等。交通运输地理学是地域性科学，其学科特点表现在三个方面：（1）把交通运输现象，作为生产过程、特别是生产力地域组合中的一个环节，特别注意地理环境（包括自然环境，经济环境和社会文化环境）的影响，以及其反馈作用；（2）按照国家和区域对一定地域内的交通运输状况进行描述和预测；（3）大量采用空间地域的分析、方法进行研究。

【交通运输经济学】以交通运输过程中发生的经济关系、经济现象及其规律为对象，研究一个地区或一个国家在国民经济中，如何发展交通运输事业，怎样有效地使用各种运输设备和工具来满足日益增长的社会生产和人民生活的需要的部门经济学。1844年，法国工程师兼经济学家达彼特发表了《论公共工程效用和衡量》一书，这是一部最早讨论运输经济问题的专论。1879年，奥地利经济学家扎克斯出版了《国民经济各部门之间的交通工具》一书，把价值的边际效用学说应用于交通运输领域，这是最早的一部交通

运输经济学著作。是一门应用性很强的综合学科，其研究内容包括：（1）运输业的发展方向和发展速度，运输业与国民经济各部门之间的发展比例，各种可供选择的投资方案的分析，运输网络的合理配置和布局，以及各种运输方式的综合发展和有效利用；（2）各种运输方式间的协调配合与互为补充，运输业务的现代化和科学管理方法，电子计算机技术 信息技术在交通运输部门的推广应用；（3）如何合理地节约运输过程中消耗的活劳动和物化劳动，正确核算和降低运输成本，以最小的社会劳动消耗完成国民经济的各项运输任务，以及各种运输方式的运费率，客货运价的计算原则和方法，运输业内部的劳动工资等；（4）应用现代科学技术的最新成果，建立综合性的交通运输体系。交通运输经济学的研究对于国民经济的建设和发展具有重大的意义。

【李春】中国古代桥梁建筑专家。隋代人，生卒年不详，由于史料缺乏，生平已无法得知，仅能据唐代中书令张嘉贞为赵州桥写的“铭文”所说：“赵郡洺河石桥，隋匠李春之迹也，制造奇特，人不知其所以为。”知道李春是位技术高超的石匠，造有赵州安济桥。安济桥俗称赵州桥，又称大石桥，位于今河北省赵县城城南 5 里，横跨洺河南北两岸，长 50 多米，宽 9 米多。以古桥梁而论，它是世界上现存最古、跨度最长的敞肩圆弧拱桥。

【詹天佑】（1861—1919）中国铁路工程专家。安徽婺源（今属江西）人，生于广东省南海。12 岁考入留美幼童预备班。1881 年毕业于美国耶鲁大学土木工程系铁路专修科。回国后任福州船政局驾驶官。1888 年，被聘为中国铁路公司工程师。一生参加修建的铁路工程有：津沽路、滦河大桥、萍醴路、新易路、浦津路、洛

潼路、粤汉路等。1905—1909年主持修建中国自建的第一条铁路——京张铁路（今京包线北京至张家口段）。他多方收集资料，亲自勘测地形，为克服地形和展线困难，因地制宜，运用人字形线路，减少了工程数量。在开凿隧道工程中，利用“竖井施工法”，缩短工期，使长达1091米、闻名世界的八达岭隧道，用8个月时间就胜利打通。1909年，全长200多公里，原计划6年完成的京张铁路，仅用4年就修建成功，并结余了大量工程费用。通过京张铁路的修建，培养了中国第一批铁路工程师，为以后修筑铁路打下了基础。

【凌鸿勋】（1894—1981）中国铁路工程专家、教育家。生于广州市。1910年考取上海高等实业学堂（上海交通大学前身）的粤省官费生，1915年从土木工程科毕业，后被送到美国桥梁公司实习，同时在哥伦比亚大学选读。1918年回国，在京奉铁路和交通部考工科任职。1920年于上海高等实业学堂会教及代理校长。1921—1922年，参加了京汉铁路黄河新桥设计和国有铁路建筑规范的制订。1924年11月正式接任上海高等实习学堂校长之职。在任职期内，建立了工业研究所，首创国内大学附设研究所的范例。1929年担任陇海铁路工程局长，主持灵宝至西安段的工程；1932年底兼任粤汉铁路株韶段工程局长；1936年8月任粤汉铁路工程局长；1939年和1941年先后任天成铁路工程局局长和兼任西北公路管理局局长，主持天成铁路勘测和西北公路的工务管理。1942年2月任宝天铁路工程局长，主持修建了宝天铁路。宝天铁路长虽155公里，但隧道却有116座，工程艰巨，直到1945年才通车。1945年2月至1949年3月任交通部常务次长；1950年10月应邀在台湾大学任教，并受聘为一家石油公司董事长长达20年。

【汪菊潜】(1906—1975) 中国铁路桥梁工程专家。上海市人。1926年在中国唐山交通大学毕业后，到美国康奈尔大学继续学习，获土木工程硕士学士。1930年回国后任铁道部工务司设计科技士；1934年任粤汉铁路株韶段帮工程司和副工程司，1936年任铁道部技正。1945年曾被派往美国考察桥梁工程一年，回国后任中国桥梁公司协理，中国桥梁公司上海分公司经理。他曾参加南京长江铁路轮渡工程并主持北岸工程施工，参与并主持了很多线路和桥梁工程。中华人民共和国成立后，在主持沪杭、浙赣两条铁路的桥梁、线路抢修工程中，特别在钱塘江大桥的修复工程中，作出很大贡献。1955年他主持武汉长江大桥修建工程的全面技术工作。首次采用管柱基础形式和施工方法。1959年参加修建人民大会堂，担任结构组联系人。1960年主持全国铁路新线建设。曾担任过铁道部科学技术委员会副主任，铁道部副部长等职。中国科学院技术科学部学部委员和中国土木工程学会副理事长。

【何乃民】(1902—1966) 中国汽车运输工程专家。生于浙江省义乌县。1921年旅法勤工俭学，学习汽车专业，1925年从法国里昂中央工业学院毕业。1928年回国从事汽车专业的研究和教学工作。他一生曾经担任过南京市政府车船管理处主任，全国经济委员会所属全国公路交通委员会专门委员，西北公路运输局兰州汽车厂厂长，金陵大学、上海高级机械学校教授等职。著过很多著作。他著的《汽车学纲要》(1930)是中国最早的汽车工程著作之一。是中国汽车运用科学研究工作的启蒙者和开拓者之一。抗日战争前曾赴法、英、德、苏、美等国考察汽车工业和汽车运输。中华人民共和国成立后，历任华东军区军事科学研究室研究员，哈

尔滨军事工程学院教授，交通科学研究院工程师和学术委员会副主任；还担任中国机械工程学会汽车学会常务理事。他主持筹建了中国第一座汽车运用研究实验室。

【马克当】（1756—1836） 英国路面专家。苏格兰人。1770 年去美国纽约，在叔父开设的商营公司工作。1783 年回到苏格兰，在索赫里和埃尔郡购置了房地产，并在此地担任公路的受托管理人，自己出资开始在索赫里进行道路修建试验。1789 年他迁到法尔默思继续进行道路修建试验。他提出道路必须用碎石修筑的论点，发明了用碎石铺路的形式，其要点是：基础或路基必须提高，要能排水并加大路拱；用于修筑道路的碎石尺寸不可大于 1.5 英寸，应靠棱角插结，避免用泥土、粘土或白垩作结合料；路拱拱度应为 4—6 英寸比 16—18 英尺，厚度为 10 英寸，借行车使石子刮平和固结。这类道路形式被命名为“马克当化”，并将碎石路面称为“马克当路面”。这种结构多年来被世界各国所采用，中国也已采用多年。

【泰尔福】（1757—1834） 英国苏格兰人，建筑师和土木工程师。1782 年前在埃斯科达尔和爱丁堡作石匠，1782 年后在伦敦建造教堂。1786 年在希罗普郡任工程监修员，建造监狱，铲除尤里科尼姆废墟，修建了多座桥梁。1793 年被雇为埃尔斯未尔运河公司的工程师和代理人。从此他放弃建筑业而从事土木工程技术工作。他改善了切斯特和代普斯伯里至霍里赫德的道路，建造了通过两大山谷的两座大渡槽。1803 年负责喀里多尼亚运河的港口工作，修建了 1440 多公里道路和多座桥梁。他建造了康韦河及梅奈海峡两座著名的悬索桥，新建了哈雷卡斯尔隧道；新建了默西运河；改善

伯明翰运河；新建伍尔弗汉普顿至楠特威治运河；新建戈萨运河。他首创大块石路面基层和碎石磨耗层，曾广泛用于道路建设上。

【乔治·斯蒂芬森】（1781—1848）英国蒸汽机车发明家。生于矿工家庭，未受过小学教育。14岁到父亲所在煤矿做工，维护、保管机器。利用工余时间拆开机器，了解内部构造，用泥土作机器模型进行研究。18岁在夜校学习，刻苦钻研，很快掌握蒸汽机原理。1813年间，他在矿井下作了以蒸汽机代替马拉煤炭等物的试验。1813年制成第一台机车（1814年夏顺利地牵引30吨重的负载）。1821年成为斯托克顿—达林顿铁路的工程师。1823年他创办了世界上第一家机车制造厂。1825年设计出一台蒸汽机车“旅行号”，首次试车成功，开辟了世界陆上运输新纪元。1829年在利物浦举行世界第一次火车功率比赛，斯蒂芬森新造的机车“火箭号”，获得优胜。这以后，火车开始正式被各国用于交通运输事业。

【罗伯特·斯蒂芬森】（1803—1859）英国工程师。乔治·斯蒂芬森之子。和其父相反，他受过高等教育。中学毕业（1818）后到矿山企业部门工作。后来又在爱丁堡大学读书，并协助其父修建斯托克顿—达林顿铁路。1824年去南美安装蒸汽汽车，1827年回国。主持修建了不少铁路桥和公路桥。

【戴姆勒】（1834—1900）德国动力机械工程师，汽油机的发明人之一。生于符腾堡州的肖伦德罗夫。他后半生致力于汽车发动机的研究与生产，对汽车工业的发展作出了较大贡献，因此德国人在坎斯特为他建造了戴姆勒纪念碑。1853—1856年他在埃森一家机床厂工作。1857—1859年就读于斯图加特工业学校。1861—

1863年到英国实习进修，回国后先后在盖斯林根、罗伊特林根和卡尔斯鲁厄的机械制造厂工作。1872—1882年他在科隆的兰根汽车公司的德国汽车发动机工厂担任高速器件冲程发动机的技术指导，于1883年制造成功立式汽油机。1884年获小型高速发动机专利，1885年又获得密闭式曲轴箱和立式单缸汽油机专利和表面汽化器专利，1889年获V型气缸发动机专利。他还是摩托车的创始人之一，1885年他与迈巴赫一起把汽油机装在自行车上，获得了摩托车的专利。1886年，他制成了第一辆四轮汽车，1890年在坎斯特建立了戴姆勒汽车公司后与本茨（1844—1926）联合成立戴姆勒-本茨公司，生产了“梅塞德斯-本茨”牌汽车。

【本茨】（1844—1926）德国发明家、工程师。生于卡尔斯鲁厄。1860—1864年在卡尔斯鲁厄技术大学学习机械工程学，曾在几家机械厂工作，1871年在曼海姆创办铸铁厂和机械加工厂，并在1877年开始试验双冲程引擎。1833年创办本茨煤气发动机厂，后与戴姆勒（1834—1900）发动机厂合并，成立联合公司。1908年从该公司退出，成立本茨公司，在莱登堡成立本茨子公司，本茨被称为汽车之父。1885年他制成第一部三轮机动车，时速20公里。这也是第一辆以内燃机作动力的汽车，至今还保存在慕尼黑，以后他又设计出专用于汽车的4冲程汽油内燃机，1886年制成装有压缩空气箱、活塞、汽化器和水冷却系统的汽车，获得专利。1893年本茨制成第一辆带轴颈的4轮汽车。后不断改进汽车电点火装置、汽化器和冷却系统，用充气轮胎作车轮，并于1899年首次推出系列赛车，使汽车日臻完善。

【迪皮伊德洛默】（1816—1885）法国工程师。在英国学习铁船

设计，归国后在法国开展造船工作，设计过不少铁制汽船。1859年第一艘装甲船在法国土伦下水，该船后来成了法国国内外无数类似船舶的“样船”。在巴黎被困期间（1870），他发起了“制造气球”运动，为被困城市运送旅客和邮件。此事促使他产生了设计可控式飞船的愿望。两年后终于设计出一艘手控式飞船，在无风情况下其速度可达每秒 2.8 米。

【特尔福德】（1757—1834）英国建筑师和工程师。他在苏格兰邓弗里斯郡的贫穷农村中长大。15岁当了石匠学徒工。1780年迁到爱丁堡，1782年又迁到伦敦，并在1786年被任命为什罗普郡的勘测员，在那里他的工作包括建造桥梁和大楼。他建造的跨越塞文河的3座桥梁引人注目。1793年他受命规划与建造埃尔期米尔运河（1793—1805）。为引导运河水他建造了两条大渠，得到国家的赏识。1803年他呈递了一份关于贯穿苏格兰高地的通道的报告。这项计划除了一条连绵不断的从北海到大西洋可通行战船和商船的水路——喀里多尼亚运河之外，还包括扩宽道路和建造桥梁。为了妥善处理喀里多尼亚运河的90英尺的水位落差，他设计了一系列的船闸。特尔福德经手的其他工程项目还包括在瑞典的约塔运河，为此他获得了瑞典的爵士封号。他最大的成就是连接威尔士和安格尔西岛之间的梅奈桥。

建 筑 学

【建筑学】研究建筑物及其环境的科学。其内容包括技术和艺术两个方面。建筑学广义的研究对象包括建筑物，建筑群以及室内环境的设计，风景园林和城市村镇的规划设计。随着建筑事业的发展，园林学和城市规划逐步从该学科体系中分化出来成为相对独立的学科。“建筑”一词是从日语引入汉语的，汉语“建筑”一词既表示营造活动，又表示这种活动的成果。中国古代，人们把建造房屋以及从事其他土木工程活动统称为“营建”、“营造”。建筑设计是建筑学的核心，因为指导建筑设计创作实践是建筑学的最终目的。有关建筑设计的学科内容大致可分为两类。(1)总结各种建筑的设计经验，按照各种建筑的内容、特性、使用功能等，通过范例阐述设计时应注意的问题以及解决这些问题的方法。(2)探讨建筑设计的一般规律，包括平面布局、空间组合、交通安排以及有关建筑艺术效果的美学规律等。在建筑设计发展的过程中。室内设计逐渐地从建筑设计中分化出来，其内容主要是研究室内的艺术处理、空间利用、装修技术及家具设计等问题。随着建筑学的发展，越来越多的其他学科领域的科研成果被应用到建筑学领域，或被建筑学家所重视。除此之外，建筑学还包括建筑构造、建筑历史、城市设计和建筑物理等分支学科。

【园林学】研究如何合理运用自然因素、社会因素来创建适于人类生活的人造生态环境的科学。园林学的研究内容及范围是随着社会生活和科学技术的发展而不断扩大的，其内容主要包括传统园林学、城市绿化和大地景物规划等三部分。(1)传统园林学主要包括园林历史、园林艺术、园林植物、园林工程、园林建筑等分支学科。(2)城市绿化是研究绿化在城市建设中的作用，规划设计城市

园林的绿地系统,其中包括公园、街道等城区的绿化设计。(3)大地景物规划是发展中的课题,其主要任务是把大自然景观和人文景观当作资源来看待,从生态、社会经济价值和审美价值三方面来进行评价,在开发利用的同时最大限度地保护或保存自然景观,最合理地使用土地。大地景物的单体规划内容有风景名胜区规划、国家公园规划、休养胜地的规划、自然保护区游览部分的规划等。

【城市规划学】集生态学、社会学、建筑学、环境科学及卫生科学等诸多学科的有关城市发展、建设总体设计的一门新兴交叉学科。研究的主要内容有城市规划理论、城市规划实践、城市建设立法三部分组成。(1)城市规划理论;(2)城市规划实践,即研究和借鉴前人所完成的城市规划设计。(3)城市建设立法,既有关城市建设和城市发展的法律的建立。

【建筑构造学】研究建筑物的构成、组合原理和构造方法的建筑学分支学科之一。建筑构造学是为建筑设计提供可靠的技术保证,并自始至终贯穿于建筑设计的全过程。即方案设计、初步设计、技术设计和施工详图设计等每个步骤。建筑构造学的研究内容主要包括:(1)建筑结构体系。建筑结构是构成建筑物主体的支承体,承担着建筑物的各种外应力,同时又是影响建筑构造、建筑经济和建筑整体造型的基本因素。建筑结构体系的类型可分为传统结构建筑、现代工业化施工的结构体系建筑和特种结构体系建筑。(2)建筑部件。主要包括屋顶、墙和楼板层等,它们既是建筑物的承重构件,又是建筑物的围护构件。其功能是用来抵御和防止风、雨、雪、太阳辐射、噪声等,为提供良好的空间环境创造条件。(3)建筑配件。按照建筑功能需要而设置的构件和设施,主

要包括楼梯、台阶、阳台、栏杆、门、窗和房屋管道等。单纯为了满足视觉要求而进行艺术加工则归入建筑装饰。建筑装饰和装饰同建筑的艺术表现和使用功能有密切关系。(4) 建筑防护。为了防止建筑物在使用过程中受到各种人为因素和自然因素的影响或破坏，在建筑施工中所研究的问题。主要问题有建筑防火、建筑防震、建筑防爆、建筑防尘、地下室防水、建筑防腐蚀等。

【建筑物理学】研究建筑中的物理现象和运动规律的一门科学，是建筑学的分支学科之一。在建筑环境中的声、光、热等物理现象是通过人的听觉、视觉、触觉和平衡觉所产生的。建筑物理学就是通过研究这些物理因素、采取措施、调整建筑的物理环境，使人在建筑环境中感到舒适，使建筑物达到特定的使用效果。建筑物理特别重视从建筑观点研究物理功能和建筑艺术的统一，例如室内灯具，它不仅是照明设备，还起着装饰作用。建筑物理的内容主要有建筑声学、建筑光学和建筑热工学等。

【阎立德】(? —656) 中国唐代建筑工程家和工艺美术家。雍州万年人(今陕西西安)。字让。曾主持营建唐高祖山陵、唐太宗昭陵以及督造翠微、玉华两宫，晚年主持修筑唐长安城外郭和城楼，在工艺和绘画方面造诣很深，尤以人物、树石和禽兽见长。

【喻浩】(? —989) 中国五代末、北宋初著名建筑工匠。五代吴越国西府(杭州)人。又称预浩、俞皓、喻皓等。擅长造塔。例如修筑杭州梵天寺木塔，考虑到塔身刚度与稳定，设计汴京城(开封)的开宝寺塔，善用模型来研究建筑设计与结构问题，注重木框架工程力学与结构技术的结合。喻浩著有《木经》三卷，提

出“凡作皆有定法”之见，是古代重要的建筑学专著，现已失传。

【蒯祥】中国明代著名建筑工匠。明代吴县（今江苏吴县）人。其营造设计施工精确，多次参加或主持重大的皇室工程，今日所见“故宫”最初是由他们来营建的。据“吴县志”云：“凡殿阁楼榭，以至回廊曲宇，随手图之无不中上意者。每修缮，持尺準度，若不经意，既成不失毫厘，有蒯鲁班之称”。除宫室外，明十三陵中的“长、献、景、裕四陵”也是他的作品。

【梁九】中国清代建筑匠师。清代顺天府（北京）人。清代初年宫廷内的重要建筑工程都由他负责营造。康熙三十四年（1695）紫禁城内主要殿堂——太和殿焚毁，由梁九主持重建，其建筑一直保存至今。动工之前，他按十分之一的比例制作了太和殿模型，其形制、构造、装修一如实物，据之以施工，当时被誉为绝技。

【刘敦桢】（1897—1968）中国现代建筑学家，历史学家和建筑教育家。湖南新宁人。字士能，解放前任职中国营造学社，从事中国古建筑的科学研究工作，并调查、测绘、研究，整理过许多具有重要历史价值的古建筑，曾任中央大学、南京大学、南京工学院建筑系教授，1953年创办中国建筑研究室，对整理和研究中国建筑历史遗产作出了贡献。主要著作有《中国住宅概说》、《苏州古典园林》，主编《中国古代建筑史》，古建筑调查及论文数十篇已收入《刘敦桢文集》。

【童寯】（1900—1983）中国现代建筑学家、建筑师、建筑教育家。字伯潜，满族。1932—1952年在上海与建筑师赵深、陈植共

同组成华盖建筑师事务所，其中三人合作设计的有南京外交部大楼、大上海电影院、上海浙江兴业银行大楼等。曾任中央大学、南京大学、南京工学院建筑系教授。主要著作有《江南园林志》、《中国园林》、《中国建筑的外来影响》等。阐述中国传统造园技艺、江南名园沿革及其特点。晚年主要从事建筑理论和历史研究，出版有《新建筑与流派》、《造园史纲》、《建筑科技沿革》、《近百年西方建筑史》、《东南园墅》，以及《童寓画选》、《童寓素描选》等。

【梁思成】（1901—1972） 中国现代建筑学家、建筑史学家、建筑教育家。广东新会人。1949年以前任职中国营造学社，从事中国古建筑的科学研究工作，并调查、测绘、研究、整理过许多具有重要历史价值的古建筑和整理过一些建筑古籍，曾创办东北大学和清华大学的建筑系，他是中国建筑教育的开拓者之一。主要著作有《清式营造则例》、《中国建筑史》、《宋〈营造法式〉注释》等以及数十篇古建调查及宣传祖国建筑遗产、吸取古建筑精华以创造具有民族特征的新建筑的文章等，并出版了《梁思成文集》。他参加中华人民共和国国徽的设计和“人民英雄纪念碑”的建筑设计，1963年为纪念唐代高僧鉴真东渡日本1200周年，他作了扬州鉴真纪念堂方案设计。

【杨廷宝】（1901—1982） 中国现代建筑学家、建筑师和建筑教育家。河南南阳人。字仁辉。1927—1949年加入基泰建筑公司，是建筑事务所建筑设计方面的负责人之一。他从事建筑设计50多年，主持和参加设计过为数众多的建筑物，他融贯中西、通古达今、重视国情、注重整体环境，提倡中国的现代建筑必须走中国自己的道路。他曾在中央大学、南京大学、南京工学院等的建筑

系任教，在建筑教育上特别重视学生的基本训练，提倡向实际学习，他的一句名言是“处处留心皆学问”。主要作品有金陵大学图书馆、南京中山陵音乐台、南京中央医院、中央体育场、大华大戏院、北京和平宾馆等以及参与北京人民大会堂、人民英雄纪念碑、北京火车站、北京图书馆、毛主席纪念堂等建筑工程方案与建议，他还主持大百科全书建筑卷的工作。现已出版《杨廷宝素描选集》、《杨廷宝水彩画选》、《杨廷宝建筑设计作品集》等。

【维特鲁威】公元前1世纪古罗马建筑师。曾为罗马帝国第一个皇帝奥古斯都监造过军械以及罗马城的供水工程和法诺城的一所长方形会堂。他写的《建筑十书》是欧洲中世纪以前遗留下来的唯一的建筑学专著。书中论述了古希腊与古罗马时期的城市建设和建筑布局、造型、建造方法与材料等，主张一切建筑物都应当恰如其分地考虑“坚固、方便、美观”，认为建筑构图原理主要是柱式及其组合法则，建筑物“匀称”的关键在于它的局部、整体都以一个必要的构件作为度量单位。该书成为文艺复兴时期建筑学的金科玉律。

【阿尔伯蒂】（1404—1472）意大利文艺复兴时期的建筑师和建筑理论家。他所作《论建筑》是文艺复兴时期第一部完整的建筑理论著作，也是对当时流行的古典建筑的比例、柱式以及城市规划理论和经验的总结。他的代表作品是佛罗伦萨的鲁奇兰府邸，其特点是将建筑立面分三层，每层都有壁柱和水平线脚，第二、三层窗用半园券，顶部以一个大檐口把整座建筑统一起来。这种手法为意大利文艺复兴时期其他建筑所仿效。

【帕拉第奥】（1508—1580） 意大利文艺复兴后期的建筑师和建筑理论家。曾对古罗马建筑遗迹进行测绘与研究，著有《建筑四论》，系统总结了古典建筑的经验，对欧洲建筑界影响很大。他的代表作品有改建的意大利维琴察巴西利卡，这是在一座原有大厅的四周增加一圈两层的券柱外廊，其构成与尺度良好，被称为帕拉第奥券柱式母题，对后来许多大型建筑设计很有影响。他的另一作品是维琴察园厅别墅（或称卡普拉别墅），平面正方，四面有门廊、柱子、大台阶，正中是一上有穹窿的圆形大厅，在建筑形象上有主宰四方之意，也成为后来许多同类建筑的范本。

【格罗皮乌斯】（1883—1969） 现代建筑师和建筑教育家。原籍德国，后到美国定居。现代主义建筑学派的倡导人之一，包豪斯的创办人。他积极提倡建筑设计与工艺的统一、艺术与技术的结合，讲究功能、技术和经济效益。主张建筑设计要充分利用新材料、新结构、新技术，以及使建筑工业化。尤其是运用建筑本身的各种部件的组合和建筑材料本身的色彩及质感来取得显著的装饰效果；主张按人的生理要求、人体尺度来确定空间的最小极限，采用玻璃幕墙，把大量光线引进室内。主要作品有包豪斯校舍、纽约泛美航空公司办公大楼、波士顿肯尼迪联邦大楼等。

【赖特】（1867—1959） 美国现代建筑大师。一生共设计出 800 余座建筑物，其中建成的约 400 座，出版几十种著作和论文集。例如《为了建筑》、《建筑与机器》、《有机建筑语言》等强调了与环境统一的有机建筑理论，表现了崇尚自然的建筑观。体现在赖特的作品大部分是住宅建筑，他的“草原住宅”是美国中西部草原应有与之情调一致的真正的美国人的住宅，其外形舒展，空间丰

富，个性强烈，而且低矮水平的轮廓、缓坡的屋顶和大出檐与中西部宽广的草原十分协调，其代表作有罗比住宅、威利茨住宅、考夫曼别墅（流水别墅）等。在平面设计中对于不同几何形体的运用与构成、表现富于连续运动的空间等方面颇具匠心。其他著名建筑还有约翰逊公司行政楼、日本东京帝国饭店、纽约古根汉姆美术馆等。

【维斯宁兄弟】（1880—1959） 兄弟三人都是前苏联建筑师和建筑教育家。在府邸和银行等民用建筑中采用俄罗斯古典主义风格，而在工业建筑中则采用钢筋混凝土框架结构和轻质墙的简洁风格。20世纪20—30年代，他们是构成主义建筑派的代表，主张用现代的物质和技术手段解决现代生活对建筑提出来的功能要求和经济要求，主张用工业化的方法进行大规模的建造。提倡建筑设计的“功能方法”，如莫斯科劳动宫是按照功能安排内部空间，外部形体则是它的直接表现，完全摆脱了传统的建筑构图。他们设计了不少的文化宫和剧场、城市和工人村的规划，以及大量工人住宅建设等。

【密斯·范·德·罗】（1886—1969） 美国现代建筑大师（原籍德国）。作品大多是由钢框架支撑巨大而匀称的玻璃立方体。他热衷于“钢铁加玻璃”的建筑，注重发挥这两种材料在建筑艺术造型中的特性和表现力，把建筑技术和艺术统一起来。如纽约西格拉姆大厦，芝加哥联邦中心大楼，法兹瓦斯博士玻璃别墅等，都体现他的设计创作原则“少就是多”，以少胜多，以简洁精细取胜，没有虚假的装饰，大片玻璃幕墙映照出周围建筑和天空，其效果改变了人们对建筑的传统审美观念。他设计的西班牙巴塞罗那博

览会德国馆，创造了既分隔又连通的半封闭半开敞的空间，室内各部分之间，室内和室外之间相互穿插，没有明确的界限，是现代建筑中常用的流通空间的一个典型。

【勒·柯布西耶】（1887—1965） 法国现代建筑大师。发表一系列倡导新建筑的文章如《走向新建筑》等，提出了住宅是“居住的机器”。他主张创造表现新时代的建筑，并从现代建筑采用框架结构提出了“新建筑的五个特点”即房屋底层挑空（主要层离开地面，留出独立的支柱）、自由平面（承重柱与墙分离）、自由立面、横向长窗、屋顶花园等，使建筑设计平面布置灵活自由、空间丰富生动、造型活泼新颖，对现代建筑影响很大。代表作有萨伏依别墅、库克住宅等，同时不断探索表现不同设计思想与风格的建筑，如马赛公寓大楼、朗香教堂、印度昌迪加尔法庭、波士顿哈佛大学木工中心等。

【奈尔维】（1891—1979） 意大利钢筋混凝土工程师和建筑师。他发展了独特的钢筋混凝土结构设计体系，以创新空间形象完成了许多造型优美的大跨度厅堂建筑，其中有都灵展览馆、佛罗伦萨市体育场、罗马奥运会体育馆等，他发明钢丝网水泥壳体，并建造预制拱顶和穹顶、折板结构、桁架、悬索结构等屋顶，他的结构设计把结构、效能、美观创造性的结合在一起。以结构本身来显示其建筑造型的美。

【沙龙】（1893—1972） 德国建筑师。主要从事住宅、公寓设计和居住区规划。他提倡现代功能和现代技术，讲究轮廓的起伏变化、墙面的互相穿插，喜用曲线和曲面。在住宅区的布局上，主

张充分利用土地，重视景观，宁愿把大窗开向好的景观面而不顾平、立面形状和朝向。代表作有为斯图加特住宅展览会设计的独立式住宅，罗密欧与朱丽叶公寓等。1963年完成的柏林爱乐音乐厅，采用观众席包围着乐队席的做法，使观众与演奏者产生亲密感与参与感，他对其外形构思的解释是音乐厅的形态要能象征它是一个音乐的容器，认为复杂多变的空间可以避免使人一览无余。

【阿尔托】（1898—1976） 芬兰现代建筑师，人情化建筑理论的倡导者。他设计的建筑总是尽量利用自然地形、融合优美景色，风格纯朴，善于灵活运用曲线墙面，巧妙运用天然光线，精心设计细部，使作品亲切、生动。认为从机能出发，创作有更多灵巧的感性结构，认为建筑物应该被赋予生命等。代表作有芬兰帕伊米奥结核病疗养院、芬兰珊纳特赛罗市政中心、美国麻省理工学院贝克大楼、赫尔辛基芬兰地亚会议厅等。

【卡恩】（1901—1974） 美国现代建筑师。其著作有《建筑是富于空间想像的创造》、《建筑：寂静和光线》、《人与建筑的和谐》等，主张每个建筑有它特殊的约束性，处理空间应主次分明、表现秩序感、区分服务与被服务的空间，使机能与造型分离但又能很好地处理形式与功能的关系，把建筑当作一个个房间的集合来处理，巧妙利用各种形状洞口及光影效果等反映在他的代表作里，如宾夕法尼亚大学理查德医学研究中心，达卡国民议会厅、沃思堡金博尔艺术博物馆等。

【尼迈耶】（1907— ） 巴西现代建筑师，拉丁美洲现代主义建筑的倡导者。建筑设计重视形的表现，认为当一种形式变为美、它

即成为功能。他在设计中追求曲线美，著作有《我在巴西利亚的经验》、《论建筑形式》等，作品有巴西教育部大厦、巴西利亚新都三权广场政府建筑群等。

【贝聿铭】（1917— ） 华裔美国建筑师（生于中国广东）。以构思严密、设计精心、手法完美著称于世，认为应该从整个城市的规划结构出发而不能孤立地对待个体建筑。他善于在建筑设计中运用抽象几何形体，巧妙运用石、混凝土、钢和玻璃等建筑材料。主张寻求恰当的途径来表达中国建筑传统的本质而不是因袭过去的形式或生硬地附加在现代建筑上。1982年建成的北京香山饭店就是他精心探求的代表作。著名作品有华盛顿国家艺术展览馆东馆，波士顿肯尼迪图书馆、达拉斯市政厅、纽约肯尼迪国际机场候机楼、科罗拉多州美国大气研究中心、美国波士顿约翰·汉考克大厦及1988年法国巴黎卢浮宫改建等。

土木工程学

【土木工程学】运用物理学、化学、数学、力学和材料学等基础学科及各种有关的工程技术知识来研究、设计、修建土木工程的一门学科。其研究目的是利用土地、建筑材料、建筑设备和施工机具，通过勘测、设计、施工、保养维修等工序，经济而便捷地建成既能满足人们使用要求和审美要求，又能安全承受各种荷载的工程设施。按工程性质可分为房屋工程、铁路工程、道路工程、飞

机场工程、桥梁工程、隧道和地下工程、特种结构工程、给水和排水工程、城市供热供燃气工程、港口工程、水利工程等。土木工程学是一门实践性很强的学科，其本身就产生于早期的工程实践，工程事故常显示出人们未能预见的新因素，促进了新理论的研究和发展。至今不少工程问题的处理，在很大程度上仍然依靠实践经验。

【结构力学】根据力学的原理研究在静力、动力等各种荷载和温度变化、支座位移等因素作用下结构的强度、刚度和稳定性，以及结构的组成规律的学科。在土木工程中主要应用于房屋、桥梁、坝等结构的设计。广义的结构力学包括材料力学、杆系结构力学、应用弹性力学及塑性力学，但一般常把结构力学专指为杆系结构力学，而其他结构形式如板和壳等，则在习惯上归于弹性力学研究范畴。现代结构力学的研究对象应该包括杆系、板、壳和连续体。过去结构力学的任务偏重于结构分析，现在则应以结构优化设计为主，研究如何选择合理的截面，以达到结构重量轻、造价低的目的。结构力学在进行结构分析时，常采用简化的图形代替实际结构，称为计算简图。其分析的方法包括图解法、解析法和能量法，以及各种数值分析方法。

【水力学】用实验与分析方法研究以水为代表的液体的平衡和运动规律，并探讨应用这些规律去解决工程技术实际问题的学科。该学科主要分为水静力学和水动力学两部分：（1）水静力学。研究液体在静止或相对静止状态时的压强分布规律，液体与物体接触面上的压力，以及物体在液体中的浮沉及其稳定性问题；（2）水动力学。主要研究液体通过孔口、管嘴、堰、管道、渠道、河道、

透水性介质，以及通过水工建筑物和水力机械等的流动问题。

【流变学】研究物质的变形和流动的科学，即研究介于弹性固体和普通粘性液体之间的物质状态及其性质，如固体的塑性流动、弹性滞后、胶状液体的硬化等。流变体与简单的粘性流体不同，除粘滞性以外，还要从微观的角度来进行研究。对可塑性物体、岩土、生物细胞等类物质的粘性、弹性、塑性、摇溶性等性质，要用超出物理学、高分子化学等的边缘学科加以综合研究。在研究蠕变、滞后、阻尼等现象时，除材料的固体性质外，还要考虑粘性性质，即在应力—应变关系中引入时间的因素。流变学在分子物质和胶体物质的研究以及建筑材料的研究等方面，具有重大的理论意义和实用价值。

【土力学】研究土在建筑物荷重作用下应力与变形、强度和稳定性等问题的学科。土是由许多单独的固体颗粒所组成的物体，固体颗粒之间的孔隙充满水或气体，固体颗粒之间或是不粘结的，或是虽然粘结但其强度较其本身的强度小许多倍。在外力作用下，土的孔隙度和含水性会随之改变，其工程力学性质也将发生变化，而且不同颗粒度的土，其工程力学性质也不相同。因此土力学研究的理论、方法和测试手段，与连续介质的明显不同，这是土力学创立的主要原因。土力学的研究内容包括土的物理力学性质、地基土内的应力、地基土的变形、地基土的承载力及稳定性、土坡的稳定性及挡土结构上的土压力、土的室内及现场测试方法、土体加固方法及理论等。

【岩体力学】研究岩石和岩体在应力场作用下的变形和破坏规律，

从而对岩体稳定性进行分析和计算评价的学科。岩体力学的研究对象是岩体,由于岩体在其形成和存在的整个地质历史时期中,经受过各种复杂而不均衡的地质作用,使其工程性质变得十分复杂。如不连续性,岩体中存在着各种结构面,因此从总体上看岩体是不连续的介质,这些结构面和由其分割开的结构体排列组合的方式对岩体力学性质的影响,甚至大于岩石性质的影响;非均质性,即岩体的物理—力学性质随空间位置的不同而出现差异,岩体的这一特性,使岩体性质的测试结果常具有较大的离散性;各向异性,由于岩体中结构面的分布往往有一定的方向性,从而使岩体的力学性质在不同的方向产生差异;岩体赋存于一定的地质环境中,岩体中的水、温度和应力场,对岩体性质有较大的影响。岩体的上述特性,使岩体力学的理论、方法和研究手段与其他连续介质力学有所不同。岩体力学的研究内容包括岩石和岩体的物理及静(动)力学性质、岩体应力状态、岩体变形破坏机制及稳定计算评价、工程岩体的模型及模拟试验、天然及人工边坡的稳定性、地下硐室围岩的稳定性、工程岩基的稳定性,此外还包括数值法在岩体力学中的应用,以及各种新技术和新方法在岩体力学中的应用。岩体力学是一门应用性很强的新兴学科,现有的理论和方法还远不能满足解决工程实际问题的要求,有待于今后的进一步完善。

【建筑经济学】研究建筑业的经济关系和经济活动规律的科学。建筑经济学以建筑业的经济活动为对象,研究建筑生产、分配、交换、消费的经济关系,以及建筑生产力与生产关系相互作用的运动规律,帮助人们认识和运用经济规律,为制定建筑业的发展战略、规划、政策、法规和探索建筑业现代化道路提供理论依据,同

时也为充分利用现代科学技术，合理分配资源、减少劳动力消耗，取得最佳经济效益提供理论依据。

【李冰】中国战国时水利家。生卒年不详。秦昭襄王时被任命为蜀郡守。李冰在今四川省岷江流域兴修了许多水利工程，其中以都江堰最为著名。该工程于公元前 256—前 251 年兴建，至今历两千余年仍在发挥效益，成为世界著名的古老水利工程。

【李诫】（？—1110）中国古代土木建筑家，字明仲，北宋郑州管城人。自元祐七年（1092）起从事宫廷营造工作。历任匠作监主簿、丞、少监、作监等。监掌宫室、城郭、桥梁、舟车营缮。曾先后主持五王邸、辟雍、尚书省、龙德宫、棣华宅、朱雀门、景龙门、九城殿、开封府廨、太庙、钦慈太后佛寺等十余项重大工程。李诫一生有很多著作，仅《营造法式》一书留存，其余均散佚失传。《营造法式》是中国古代最完善的土木建筑工程著作之一，成书于 1100 年，全书 34 卷，分释名、制度、功限、料例和图样 5 个部分。它的内容来源于古代工匠的实践，反映了当时中国土木建筑工程所达到的技术水平，对研究中国古代土木工程和科学技术发展，有重要意义。

【潘季训】（1521—1595）中国明代水利家。浙江乌程（今吴兴）人，字时良，号印川。明代后期四次出任总理河道，主持黄河、运河治理。《河防一览》是他治河理论代表著。他提出了束水攻沙的治河理论，在对后代治黄中有重要影响。在理论上他定性阐明了水流挟沙力的概念，与近代河流动力学原理是一致的。

【李仪祉】(1882—1938) 中国近代水利家。原名协，字宜之，陕西蒲城人。1909年毕业于京师大学堂，随后两次赴德国留学。在柏林皇家工程大学学土木工程，但泽工业大学攻读水利工程。1915年回国，历任教授、校长，省水利局局长、总工程师及华北水利委员会委员长兼总工程师和扬子江水利委员会顾问等职。1931—1938年任中国水利工程学会第一任会长。李仪祉在《黄河之根本治法商榷》和《黄河治本计划概要叙目》等文中提出了上、中、下游并重，防洪、灌溉、航运、水电兼顾的治河思想，改变了中国几千年来仅着眼于下游治理的局面。他的主要著作还有《中国水利事业之前途》、《治理黄河工作纲要》、《黄河之水文》、《黄河流域之水库问题》等，对中国江河治理、水文、勘测、水资源开发利用等方面，均有建树。

【蔡方荫】(1901—1963) 中国结构力学专家、教育家。江西南昌人。1925年毕业于北京清华学堂，1929年获麻省理工学院土木工程硕士。曾任东北大学、清华大学教授、系主任和工学院院长等职。执教结构力学长达20年。1956—1963年任建筑工程部建筑科学研究院副院长兼总工程师，当选为中国科学院学部委员。他的主要贡献在结构力学方面，特别是变截面刚构分析和桁架刚构分析。提出了“力矩一次分配法”。他的主要著作有：《普通结构力学》、《变截面刚构分析》、《变截面刚构分析续编》、《钣梁之理论与分析》、《装配式楔形杆铰接框架》等。

【周文德】(1919—1981) 美籍华裔现代水文学家、水力学家。杭州人。1940年毕业于上海交通大学，1948年获美国宾夕法尼亚州立大学硕士学位，1950年获伊利诺伊州立大学水利工程博士学位。

位，1958年任该校教授。自1948年起从事水文学、水力学、水资源利用的研究。他组织了国际水资源协会，并担任第一任主席。周文德主要贡献是在水资源分析、随机水文学、流域水动力学和都市排水方面。他发展了实验室流域水文模型，研制了可以任意改变降雨时空变化过程的人工降雨模拟装置，为分散型的水动力模型研究创造了条件。他研究了许多水文随机模型和水资源系统模型。发表论文200多篇。主要著作有：《明渠水力学》和《应用水文手册》。

【林同炎】（1911— ） 美籍华裔结构工程专家。原名同棧，福建省福州人。1931年毕业于交通大学唐山工学院土木系，1933年获美国加利福尼亚大学硕士。1951年入美国籍。1946—1976年任美国加利福尼亚大学伯克利分校副教授、教授、结构工程部门主席、结构实验室主任。1967年当选美国工程科学院院士。林同炎是美国预应力混凝土学会的创始人之一，在预应力理论上首次系统而完整地提出了荷载平衡法，用以求解预应力超静定结构。他的主要著作有与他人合编的《预应力混凝土结构设计》、《钢结构设计》、《结构观念与系统》等书，并被译成多种文字。在美国出版的《结构工程手册》、《抗震工程手册》、《混凝土工程手册》三书中，均有他论述预应力混凝土的专章。他所设计的代表性结构物有：旧金山莫斯科尼地下会议大厅、金门大学礼堂、跨度396米的拉克埃查基斜张曲线桥。

【刘恢先】（1912— ） 中国结构工程和地震工程学专家。江西省莲花县人。1933年毕业于交通大学唐山工程学院，1937年获美国康奈尔大学博士学位。他长期从事桥梁工程设计和地震工程学

研究。他的主要贡献在地震工程学方面，主要论文有《论地震力》、《地震工程学的发展趋势》（合写）等，主持编写了中国第一个和第二个抗震规范草案，提出了地震位数、动力学数、结构系数等概念，为工业和民用建筑抗震设计提供了抗震验算原则。他提出了地震烈度新定义，为新的《中国地震烈度表（1980）》提供了基础。他还提出了重力坝和拱坝抗震计算的新方法。

【佩罗】（1608 或 1611—1680） 法国水文学家，定量水文学创始人。生于巴黎。佩罗在塞纳河河流至艾涅勒迪克的流域上进行了三年降水观测，他估算了流域年降水量，并与估算的年径流量比较，提出后者是前者的 $1/6$ ，首次用实验方法证明了河水来源于降水，降水补给河水有余的看法。他的著作有《泉水之源》。他对降水、径流的观测分析工作在水文学史上有里程碑的意义，被称为实验水文学奠基人之一。

【布律内尔】（1769—1849） 法国工程师、隧道盾构发明者。生于法国鲁昂市附近的合克维尔。1818 年获发明盾构的专利权。1825 年在修建伦敦泰晤士河第一条水底隧道时，布律内尔用盾构掘进，1834 年又用改良盾构施工，1843 年建成泰晤士河水底隧道。盾构掘进是隧道施工的重大技术突破，布律内尔为现代盾构设计奠定了理论基础。

【达西】（1803—1858） 法国水力学工程师。生于法国第戎市。在巴黎完成学业后回第戎市从事城市供水系统设计和城市建设，曾任桥梁和公路检察长。他的主要学术贡献是建立了水在均质孔隙介质中渗透时，渗透流速与水头降的关系式，即达西定律。这个

定律为地下水的定量计算奠定了基础。他的上述研究成果于 1856 年发表在《流经砂层水流规律的确定》论文中。

【谢尔曼】(1869—1954) 美国水文学家和水力学家。毕业后任过助理工程师、责任工程师等。1934—1943 年历任美国大湖区流域顾问、美国地球物理学会水文部主席、美国水土保持局防洪处顾问、美国土木工程师学会水利政策委员会主席等职。他在水文学上主要贡献是于 1932 年发表的《用单位线方法从雨量推算径流》一文提出了流域单位线的概念和方法，可从净雨推算径流过程线。这一方法为现代水文学的径流预报和水文分析计算奠定了基础。谢尔曼的其他著作有《农业经营对减少径流和洪水的作用》(手册) 和迈因策尔主编《水文学》一书。

【霍顿】(1875—1945) 美国水文学家、水利工程师。1897 年毕业于阿尔比恩学院，1932 年获博士学位。霍顿的主要贡献是创立了径流形成的下渗理论，下渗曲线的经验公式(霍顿公式)和坡面流及坡面侵蚀模型。霍顿还发明了水位计，提出河流分级的基本概念、霍顿定律等。他的主要论著有：《入渗在水文循环中的作用》、《地表径流现象》、《水与土壤的水文作用》和《河流及流域侵蚀：定量地貌学的水文物理途径》等。

【韦利卡诺夫】(1879—1964) 苏联水文学家、河流动力学家。前苏联科学院通讯院士。生于喀山。1903 年毕业于彼得堡交通学院，其后从事水资源调查及开发研究工作，曾任大学教授。韦利卡诺夫阐明了水流结构与河床形成机理的规律性；导出了等流时线和汇流基本方程，被授予列宁勋章。他的著作有：《冲刷速度的研

究》、《陆地水量平衡》、《泥沙运动》、《陆地水文学》、《河床水流动力学》（第一、二部分）和《河床演变》等。

【泰尔扎吉】（1883—1963） 近代土力学及基础工程学的创始人。生于布拉格（当时属奥地利）。早年从事钢筋混凝土工作，后来从事土力学的研究与教学。1921—1923年，他发表了饱和粘性土的一体固结理论，以及土中孔隙水压力和有效应力概念，以后在美国麻省理工学院任教期间，又发表了关于土力学原理的系列论述，一生著作有200多篇，代表性著作有：《理论土力学》、《土力学的工程实践》。他被公认为现代土力学的创始人。他参加过解决世界许多重要工程中的地基难题，是世界闻名的基础工程顾问。1936年他发起成立国际土力学及基础工程协会，担任该会主席至1957年。

【斯特雷勒茨基】（1885—1967） 前苏联钢桥、钢结构专家。1911年毕业于彼得堡交通工程学院。他是前苏联科学院通讯院士、技术科学博士、教授。他创立了按极限状态计算建筑结构的理论，用数理统计法分析结构受力，是前苏联钢结构学派的创始人。他曾主持、参与设计、建造大型钢桥多座，如1930年的第聂伯河公路、铁路两用桥，是当时欧洲第一大钢桁架拱桥，主跨224米。

【格沃兹杰夫】（1897—1986） 前苏联钢筋混凝土结构理论家、结构力学家。生于图拉省博古恰罗沃。1922年毕业于莫斯科交通工程学院。格沃兹杰夫在塑性力学徐变理论、杆件系统结构力学、板壳理论、钢筋混凝土结构计算理论，预制混凝土结构方面均有重要贡献。著作有《超静定结构塑性阶段破坏荷载的计算》、《用极

限平衡法计算结构的承载能力》等专著及论文 100 多篇。从 30 年代起,长期主持前苏联钢筋混凝土技术规范的编制和修订工作,善于把理论研究成果用于实际。

【武藤清】(1903—) 日本抗震结构学家。生于日本茨城县手取市。1925 年毕业于东京帝国大学(现东京大学)。毕业后历任该校讲师、教授、工学院院长。他发起成立强震反应分析委员会,任会长。主要学术成就,以传统方法为基础,提出了抗震结构算法,为世界工程界所广泛采用。主要著作是主编了一套抗震设计丛书:《抗震设计法》、《钢筋混凝土结构的塑性设计》、《钢筋混凝土的强度和变形》、《动态分析》、《结构力学的应用》、《结构动态设计》等共 6 卷。他还主持设计了日本第一座超高层建筑——霞关大厦(36 层,高 147 米)。

材 料 科 学

【材料力学】研究结构构件和机械零件承载能力的基础学科,是固体力学的一个分支。其主要内容是:将工程结构和机械中的简单构件简化为一维杆件,计算杆中的应力、变形,并研究杆的稳定性,以保证结构能承受预定的载荷;选择适当的材料、截面形状和尺寸,设计出既安全又经济的结构构件和机械零件。材料力学的研究内容分为两大部分,一是材料的力学性能,材料力学性能参量不仅可用于材料力学的计算,而且是固体力学其他分支的计

算中必不可少的依据；二是对杆件进行力学分析。材料力学视其研究对象为在外力作用下可发生形变的可变形固体。为使研究工作得以简化，提出理想的研究模型，把变形固体的某些性质抽象化。

【材料物理学】研究材料物理性质（力学、热学、电磁学、光学等性质）的一门学科。材料物理学不仅是客观描述这些性质，而是通过对材料微观结构和组成材料的微观粒子之间相互作用及运动机制的研究去阐明，揭示材料的宏观性质及用途。材料大致可以分为晶体和非晶体材料。晶体的微观结构是长程有序的，即微观粒子排列成规则的阵列；非晶体则不具备长程有序。晶体又可分为单晶体（如金刚石、水晶，单晶硅等）和多晶体（由许多细小晶粒无规则组成的固体，如常见的各种金属）。材料物理学主要研究晶体材料。

【材料化学】研究材料的制备、组成、结构和性质的科学。着重研究实际材料的化学反应、合成方法、晶体生长、化学组成和晶体结构，研究材料中的缺陷及其对物质的物理及化学性质的影响，探索固体物质作为材料实际应用的可能性。材料化学创立不久，其含义和内容只初具概念，尚有待不断探索，以臻于完整。

【材料热力学】材料科学中的一门基础理论学科，是应用热力学的基本原理和方法来研究材料中的热力学现象和过程的学科。研究内容主要可概括为以下几个部分：（1）热力学基础部分，主要是热力学第一定律和热力学第二定律、热力学函数间关系以及热力学第三定律等基础知识；（2）多相材料平衡图，包括相的定性关

系和相律、热力学分析及相图、相的化学成分、固态完全溶解的二元系、二元共晶系、中间相多元体系、工业合金和陶瓷、铁—碳平衡图、奥氏体分解、普通碳钢及低合金钢等；(3) 相变热力学，包括相变的障碍、新相的形成、凝固热力学、物相的脱溶分解、先共析固溶体的沉淀、共析相变等，主要探讨材料不同的组成相之间转化的可能性及其规律；(4) 化学平衡热力学，包括平衡和自由能、自由能和平衡常数、范特荷甫等温与等压方程，金属的氧化、金属的渗碳、渗氮、气体在金属中的溶解度等；(5) 腐蚀和氧化，包括化学腐蚀和电化学腐蚀的类型、反应机理、钢铁的腐蚀、钝化和防锈。

【晶体物理学】研究晶体宏观物理性质及其与晶体的对称性关系的学科。晶体物理学包括下列六项内容；晶体的结构与对称性；晶体的物理性质和矢量；晶体的力学性质、光学性质和二阶极性矢量；晶体的压电性质、非线性晶体光学和三阶极性矢量；晶体中传播的声波与四阶极性矢量；晶体和轴矢量。晶体可以用来制成各种器件，如晶体管、集成电路及电光、电声、热释电、声光等器件，这些器件不仅为现代科学技术（电子技术、激光技术、红外探测技术、超声技术、信息存储与显示技术）所不可缺少，而且也将成为新一代计算机和新功能器件的基本元件。

【晶体化学】又名结晶化学。是研究晶体在原子水平上的结构理论，并研究晶体的化学组成、结构和性质三者之间的内在联系以及有关原理的物理化学的重要分支学科。晶体化学的研究对象是晶体。它的任务是探讨原子、离子或原子团和离子团在晶体内的分布规律，进行晶体结构的测定，著重于研究晶体化学组成与晶体空间

结构和物理化学性质的联系。在组成、结构和性能三者中，关键是结构这个环节，它上承组成、下启性能。组成通过结构这个中介而联系性能，可由普遍存在的同分异构现象为例来说明。晶体化学原理首先涉及键型、构型以及它们随组成而变异的规律，并通过组成晶体结构的原子、离子的数量关系、大小关系和作用力的本质及其变异等要素来表达。在性能中首要的是决定某一物质或化合物能否存在的稳定性，而晶体及其所包含的分子的其他物理或化学性质也无不由其结构来决定。现代晶体化学是在大量实测系列晶体结构信息的基础上总结出规律的。因此，它一方面有其坚实的实践基础，另一方面能对材料科学、合成化学、生物化学、地球化学和矿物学等相邻学科起着重要的指导作用。

【半导体材料学】研究半导体材料的物理化学现象及其内部结构和功能的一门科学。半导体是一种固态晶体材料，其电导率介于导体和绝缘体之间，通常为 10^3 — 10^{-9} ($1/\Omega \cdot \text{cm}$)。锗、硅、砷化镓等一类材料是常用的半导体材料，按一定规则排列的晶体结构构成其微观组织，故半导体管又称作晶体管。半导体材料学的研究范围非常广泛，主要有：(1) 半导体能带理论。建立在量子力学基础上，主要研究电子在晶体中的运动规律，是考虑半导体各种物理化学现象的基本模型。能带理论第一次说明了固体导电性能差异的原因，认为围绕每个原子的电子都具有确定的能量，即所谓的能级。(2) 半导体性质。主要包括 P 型半导体和 N 型半导体的导电机理、PN 结整流原理、半导体温度效应、半导体化学性质及制备方法、半导体的发光、光生伏打效应、半导体在电场、磁场及其他外界条件下的运动规律等。(3) 非晶态半导体。非晶态半导体中原子不再是按周期点阵排列，但是仍具有与晶体中类似

的键角和键长。对于这种原子排列混乱的非晶半导体，经实验研究却发现了与晶体半导体十分相似的性能，例如同样存在着能量位置相近的能隙，能通过掺入杂质改变非晶态半导体的导电类型和电导率，从而用来制造非晶体半导体的元件。此外，在超薄型大屏幕显示器研制方面，非晶半导体器件有很大潜力。对于物理学家，无序系统的电子理论、非晶半导体中电子的奇异行为等均为今后重要的研究方向。随着世界新技术革命的发展，半导体材料学与材料科学和电子技术的联系日趋密切，已经成为一门重要的支柱学科推动着其他学科的发展。

【表面晶体学】用低能电子衍射等表面分析方法研究晶体表面的原子组成和原子排列的晶体学的一个分支学科。晶体表面涉及晶体最外部几个原子层，一般为3—5层，也可以包括外来原子或分子所组成的吸附层。这些原子层在几何结构和电子结构方面可以与晶体内部有很大差异，要做表面晶体学的研究，首先要制备清洁的晶体表面，并在实验过程中保持表面清洁。这样的清洁表面必须在 10^{-10} — 10^{-11} 托超高真空条件下才能实现。

【材料断裂力学】研究有裂纹（缺陷）构件中断裂强度的学科。主要研究含裂纹构件的裂纹平衡、稳定扩展和失稳扩展的规律，研究带裂纹构件的强度、估计其寿命以及延长其寿命的方法等。断裂力学的研究对象是带裂纹的材料，材料的断裂往往可以分为以下几个阶段：（1）裂纹的生成；（2）裂纹的亚临界扩展，由于环境的影响，在工作过程中宏观微小裂纹逐步缓慢地扩展；（3）断裂开始，在工作应力下，裂纹逐渐扩展，达到临界长度，构件突然失稳破坏；（4）断裂传播，失稳的裂纹以高速传播，速度可达

在材料中声速的 $1/4$ ；(5) 断裂停止，裂纹失稳后，可以通过整个结构，使构件破坏，或在一定条件下，断裂停止。运用断裂力学的观点、判据，能把构件内部裂纹的大小和构件的工作应力，以及材料抵抗断裂的能力（即断裂韧性）定量地联系起来，从而可对含裂纹构件的安全性和寿命给出定量或半定量的估计，这就为工程构件的安全设计，制定合理的验收标准和选材原则提供了新的理论基础。对有危险的构件必须严禁使用，以免造成灾难性事故；同时又不能把无危险裂纹的构件报废，造成经济损失，断裂力学对此提供了判据。由于断裂力学的深入研究和探讨，长期以来在人们印象中的那种“有裂必断”的概念得到了澄清，从而为认识 and 解决断裂失效提供了有力的依据。

【金属材料学】研究金属及其合金材料的组成、组织结构与性能之间的内在联系，以及在各种条件下的变化规律的一门应用学科，是材料科学的一个分支学科。金属材料学在欧美大多称为物理冶金，是由早期的金相学与物理化学以及材料力学等学科相结合而发展起来的，是 20 世纪的科学产物。它以金属学、晶体学及合金热力学为理论基础，依靠物理、化学的微观和宏观检测技术，扩展了金相学的内容，保持了应用科学的传统，其研究内容主要有两个方面：(1) 联系成分，处理过程对金属组织结构和性能的影响，研究合金相结构和组织的形成规律。(2) 联系金属材料的使用，研究材料结构强度和断裂行为，研究金属材料在各种不同使用条件下的特殊变化，研究金属的强化原理等。

【高分子材料学】高分子科学的一门分支学科，主要研究高分子化合物（简称高分子）的物理化学性能、加工成型工艺及应用等方

面的内容,是一门新兴的综合性学科。高分子是一种巨大的分子,在它的分子内包含着非常多的原子,具有很高的分子量。高分子的分子结构,必须是以结合方式相同的原子集团作为基本链节(或称作重复单元),再由这些基本链节以化学键联接成为高分子。高分子化合物也称作聚合物或高聚物。高分子材料是由高分子化合物所组成的一大类材料,分为天然和人工合成的两类。高分子材料大都为有机化合物,但也有少量无机化合物。合成纤维、合成橡胶、合成树脂和塑料都是合成高分子材料,称为三大合成材料。大多数涂料和粘合剂也是高分子材料。它们和金属材料、无机非金属材料一同构成了整个材料王国。高分子材料学虽已有了很大的发展,但由于高分子材料具有易燃烧、易老化不耐久、不易处理造成环境污染等缺点,必须努力加以克服。

【生物材料学】研究天然或人工合成的用以代替人类或动物某些部位以实现其生理功能的一类特殊材料结构及功能的一门新兴学科。生物材料是 20 世纪 70 年代以来随着生物医学工程学科的发展而出现的一大类新型材料。其中既有无机物,如生物陶瓷、碳素、硅胶、金属及其合金等,也有有机物,如天然的胶原体和人工合成的高分子材料等。生物材料学所研究的主要内容就是把这些材料制成生物体外的辅助装置或植入生物体内的人工器官,从而达到控制、补偿或代替活体组织的功能。由于生物体所固有的免疫功能,当生物材料与生物的活体组织相接触时,界面间的作用,即活体组织对材料的相容性,就决定着这类材料对生物体的使用价值和应用范围。其中活体组织对材料的相容性主要指的是活体组织与材料接触后其本身不致因与生物材料接触而发生炎症或其他病变,材料也不会因为与活体组织接触而受到体液的侵蚀

和降解（生物降解材料除外）。生物材料大多数为固体，但也有液体或粘稠状物质。生物材料的分类可按其用于生物体所起到的作用或它们与组织的反应活性来分。

【材料工程学】研究如何将固体物质制成可以实际使用的结构和功能材料器件，使之具有指定的形态（如纤维、薄膜、陶瓷体、构件等等）和规定的性能与结构（如具有热、力、光、电、声、磁、化学活性等）的一门应用学科。主要包括以下4个方面：（1）材料制造工艺学。在研究材料内部的成分、结构和组织的基础上，研究材料的生产和制备方法，经济地满足产品要求的一门学科。（2）物理测试法。观测材料的微观组织与结构，测定材料的力学与机械性能和物理化学性质的方法。（3）电子显微学。用电子显微镜研究物质的显微组织、成分和晶体结构的一门科学技术。（4）硅酸盐工程。利用硅酸盐生产制备无机非金属材料的工艺过程。

【材料经济学】材料科学与经济学的交叉学科。是对材料的生产、消费（即应用）、交换、分配、科研、发展、规划等活动进行经济效益分析和评价的学科，是技术经济学在材料工业中的应用。因此，材料经济学是扩大再生产的一个重要领域，它涉及的范围极广，如设计时确定目标、生产中材料的处理、革新建议的采纳或新技术的引进等，以高于商品生产的速度提高劳动生产率。材料经济学是降低材料消耗的坚实基础。材料科学的研究分基础研究和应用研究两大类。材料的基础研究是一门以材料为研究对象的一门综合性的固体或凝聚态科学，涉及到固体物理、固体力学和固体化学。应用研究的应用前景明确，是针对特定的产品或工艺

所进行的研究。它探索新的材料或生产材料的新工艺，可以导致技术上的重大突破，甚至开创新的工业领域。

【严东生】（1918— ） 中国材料科学家和无机化学家。生于浙江杭县（今杭州市）。1939年毕业于燕京大学化学系，1941年获化学硕士学位。1946年赴美国留学。1949年获伊利诺伊大学陶瓷学博士。1950年回国，任开滦化工研究所副所长、唐山交通大学教授。1954年后，任中国科学院冶金陶瓷研究所、硅酸盐研究所研究员兼主任、副所长。1978年任中国科学院上海分院副院长兼硅酸盐化学与工程学研究所所长。1981年当选为中国科学院化学部学部委员，中国科学院副院长，主席团成员兼化学部主任。历任中国硅酸盐学会理事长，中国宇航学会副理事长和中国化学学会理事长，以及亚洲各国科学院联合会副主席，还是美国陶瓷学会高级会员，《国际固体化学杂志》等国际学术刊物的编委。专于无机材料科学。长期从事高温陶瓷、高温涂层、高温系统的物理化学和无机复合材料的研究，发展了若干性能优异的新材料，并在一些重要的领域中获得应用。对稀土氧化物及其他高温氧化物体系的相平衡和结晶化学规律，进行了基础性研究。其重大研究成果“陶瓷金属化及金属的封接”获1962年国家科学发明二等奖，“特种无机复合材料的研究与制备”获1981年国家发明一等奖。

【肖纪美】（1920— ） 中国材料科学家。1943年毕业于唐山交通大学矿冶系，后留学美国，于1950年获密苏里大学冶金学博士学位，在铬锰氮系奥氏体不锈钢耐热钢的系统科研方面，作出了重要的贡献。1957年回国后，一直在北京钢铁学院担任教授。在物理化学、物理冶金、合金热力学、断裂力学、材料科学等方面进

行了大量科研工作，先后发表 130 篇学术论文，并出版了 6 本专著。1981 年当选为中国科学院学部委员，现任中国金属腐蚀与防护学会副理事长。从 1977 年开始，多次报告或讲学，有着广泛的学术影响。长期从事材料的应力及氢脆开裂机理的研究，并获得 1987 年国家自然科学二等奖。在国际材料科学界享有较高的声誉。

【师昌绪】（1920— ） 中国金属材料学家。1945 年毕业于西北工业学院矿冶系，1948 年在美国密苏里大学矿冶学院获硕士学位，1952 年于欧特丹大学获冶金学博士学位。现为中国科学院院士，中国科学院金属研究所研究员。他长期从事合金钢及高温合金的研制和推广使用工作，先后研制出多种合金钢，如不含镍、铬的铁—锰—铝系合金钢，不含镍的铁—锰—氧系不锈钢，高温合金等。研制成功了我国第一代铸造多孔气冷涡轮叶片。曾撰写学术论文 20 余篇。

【胡克】（1635—1703） 英国物理学家。在威斯敏斯特中学毕业后，1653 年作为工读生进入牛津大学学习，1663 年获硕士学位。1665 年担任伦敦格雷舍姆学院几何教授。胡克在牛津大学学习期间就积极参加了牛津和伦敦的科学小组的活动。当小组发展为伦敦的皇家学会后，1662 年起任学会的实验主持人。1663 年成为正式会员，1777—1683 年任学会秘书，并负责出版会刊。在这 20 多年的学会活动中，胡克担负不少实验和事务性工作。1665 年，他出版了生动优美的《星微图集》，第一次把植物、动物和矿物的显微结构显示在人们面前，并引入了细胞这一名词。胡克早就注意到弹性体所受的力与其变形之间的比例关系。1678 年，他在讲演

集《态势的恢复》中首次公布了他的固体弹性定律：“有多大的伸长量，就有多大的力。”这个定律经过柯西于 1822 年引入应力和应变这一对概念，以及格林 1837 年的改进，成为胡克定律的现代形式，从而打下了弹性理论和材料力学的基础。

【吉布斯】（1822—1908） 美国化学家，生于纽约。1845 年于内外科医学院获医学博士学位。曾在法国学习。1849—1863 年任教于现纽约市立大学。1863—1887 年任教于哈佛大学。专长于分析化学和无机化学。1861—1864 年间专攻铂系金属，并研究出一种测定铜的电解方法。1908 年卒于罗德艾兰州纽波特。

【布里涅耳】（1829—1925） 瑞典冶金学家。发明用非破坏性方法迅速测定金属的硬度（布里涅耳硬度试验法）。1882 年任法耶尔斯塔钢铁厂总工程师，研究钢铁在冷却和加热状态下的内部成分，发明了硬度试验法，并在 1900 年的巴黎博览会上演示。其方法是：用一定的力将钢珠压入金属表面，然后测量留下的压痕，这种试验方法经稍加改进后现在仍广泛使用。

【纪尧姆】（1861—1938） 瑞士物理学家。对铁元素合金作了详尽的研究，最后发现因钢（一种铁镍合金），并因此获得 1920 年诺贝尔物理学奖。他于 1883 年在普夫勒国际度量局任职，1915 年起任局长。他在该局时的研究工作包括对水银温度计和容量单位升的体积的详细校核，发现升的体积是 1000.028cm^3 而不是过去公认的 1000.00cm^3 。1890 年，他集中精力研究合金，研制出因钢和艾林瓦合金，因钢的膨胀系数低，艾林瓦合金弹性系数小，二者又价廉，因此广泛应用于科学仪器。

【亨利·布拉格】(1862—1942) 英国物理学家。1881年毕业于剑桥大学三一学院。1886—1908年任澳大利亚南部阿德莱德大学教授。1908—1915年任利兹大学教授。1915—1923年任伦敦大学教授。1923年后任戴维-法拉第研究实验室主任、伦敦国王学院院长。1907年被选为英国皇家学会会员,1935—1940年任该会会长,是法国科学院院士,1920年被封为爵士。是最早用X线衍射方法测定晶体结构的科学家。在研究由X射线所产生的二次电子中,形成关于X射线性质的概念。布拉格与其子劳伦斯·布拉格一道,用X射线衍射方法测定了许多物质,如金刚石、铜、氯化钾等晶体结构,并确定这些物质的原子和离子在晶体中的准确位置。在国王学院期间,又开展关于有机分子、脂肪族和芳香族分子基础研究。主要著作有:《放射性研究》(1912,与其子合著)、《X射线与晶体结构》(1915,与其子合著)、《声世界》(1920)、《关于事物本质》(1925)、《光宇宙》(1933)等。

【路易斯】(1875—1946) 美国物理化学家。生于马萨诸塞州韦茅斯。13岁入内布拉斯加大学预备学校,2年后转入哈佛大学学习,1896年获学士学位,1898年和1899年分别获得硕士和博士学位。1900年他到德国莱比锡和格丁根等大学进修,在奥斯特瓦尔德等人的指导下从事研究工作一年,回国后在哈佛大学任教。1905年到麻省理工学院任教,1911年升任教授。1912年起,任加利福尼亚大学伯克利分校化学学院院长兼化学系主任,直到1940年退休。于1901年和1907年,先后提出了逸度和活度的概念,对于真实体系用逸度代替压力,用活度代替浓度。这样,根据原来理想条件推导的热力学关系式便可推广应用于真实体系。1921年

他又把离子强度的概念引入热力学，发现了稀溶液中盐的活度系数取决于离子强度的经验定律。1923年他与兰德尔合著《化学物质的热力学和自由能》一书，对化学平衡进行深入讨论，并提出了自由能和活度概念的新解释。该书曾译成多种文本。他提出了共价键的电子理论，并在他的《原子和分子》（1916）一文中和《价键与原子和分子结构》（1923）一书中作了充分的阐述，对了解化学键的本质起了重大作用。1923年他从电子对的给予和接受角度提出了广义酸碱概念，即所谓路易斯酸碱理论。

【劳厄】（1879—1960）德国物理学家。1898—1903年先后在斯特拉斯堡大学、桥廷根大学和慕尼黑大学学习。1903年获柏林大学博士学位以及曼彻斯特大学和芝加哥大学名誉学位。1905—1909年任柏林理论物理研究所普朗克教授助手。1909年后在慕尼黑大学、苏黎世大学、法兰克福大学和柏林大学任教授。1921年任凯撒·威廉物理研究所所长。1943年任普朗克物理研究所所长。1949年被选为英国皇家学会会员。还是柏林、纽约、维也纳科学院院士。对晶体中X射线衍射理论有较深研究，1911年首先提出：如果晶体内部的原子有规则地排列成三维点阵，则X射线在其上将产生衍射现象。这一理论由劳厄学生于1912年用实验证明：以一束含有不同波长的X射线通过晶体，把衍射后的X射线用照相干片记录，就得到有一定图案的许多斑点，称为劳厄斑或劳厄衍射花样。晶格引起X射线衍射的理论具有重大意义。它为晶体结构分析提供基础。布拉格父子根据这一理论，建立了测定晶体结构的科学方法，而晶体结构研究，对物理学、化学、金属学、矿物学和生物学等都产生深刻影响。劳厄由于提出X射线衍射理论，于1914年获诺贝尔物理学奖。主要著作有：《相对论》

(1911—1912, 2 卷)、《物质波及其干扰》(1943)、《超导原理》(1947) 等。

【施陶丁格】(1881—1965) 德国化学家，主要从事高分子化学的研究，对开发塑料作出了贡献，获 1953 年诺贝尔化学奖。1903 年在哈雷大学获化学博士学位，1922 年在瑞士的苏黎士联邦高等工业学校任教授，1926 年任弗赖堡大学教授，1940—1951 年间任研究室主任，是高分子科学的奠基人。于 20 年代将橡胶氢化，得到与天然橡胶差别不大的氢化橡胶，从而证明了天然橡胶不是小分子次价键的缔合体，而是以主价键连接成长链状高分子量化合物。他还正式提出了“高分子化合物”这个名称，预言了高分子化合物在生物体中的重要作用。他提出了关于高分子粘度性质与分子量关系的施陶丁格定律。至今，用粘度测量高分子的分子量，仍是常用的一种方法。他在高分子科学理论上的创新，已成为纤维、塑料、橡胶等高分子工业生产的理论基础。他还创办了《高分子化学》杂志，共发表过 600 多篇论文和专著。

【泰勒】(1886—1975) 英国物理学家。生于伦敦。曾在剑桥大学受教育，除两次世界大战期间在军中服役外，在剑桥度过了整个一生。1911 年担任动力气象学讲师，1923 年起担任物理学研究教授，直到 1952 年退休。泰勒是个有独创性的研究者和富有创造力的作家，他发表的论文主题广泛、多样。1934 年，他第一次对他的最重要的理论之一——晶体错位理论作了系统的阐述，提出了原子层微小位移与邻近原子层有关的边缘位错理论，据此理论能解释很多关于金属的特性。

【科塞尔】（1888—1956） 德国物理学家，科塞尔之子。1911年在海德堡大学毕业。先后任基尔大学（自1921）和但泽高等技术专科学校（自1932）教授。从1947年起开始任蒂宾根物理学研究所所长。1916年提出一种假说，该假说成为离子化学键和异价理论的基础。1928年与德国物理学家斯特兰斯基同时提出晶体生长的分子动力学理论。发现伦琴射线在晶体中衍射时衍射线发生的效应。

【劳伦斯·布拉格】（1890—1971） 英国晶体学家。生于澳大利亚阿德莱德市。亨利·布拉格的长子。1908年获得阿德莱德大学数学学士学位。同年进入剑桥大学继续学习数学，一年后转学物理，毕业后在卡文迪什实验室继续做研究工作。1919—1938年在曼彻斯特维多利亚大学任教授。1938年在剑桥大学任教授。1954年到皇家研究院工作，直至1965年退休，他从1912年开始在剑桥大学用X射线分析晶体，拍摄了NaCl和KCl等晶体的劳埃衍射图并进行分析，提出了布拉格方程： $2d\sin\theta=nr$ ，定出NaCl和KCl的晶体结构，并开创了晶体结构测量方法。他还和他父亲一起测定了金钢石、硫化锌等一系列物质的晶体结构。他们父子因用X线分析晶体结构而共同获得1915年的诺贝尔物理学奖。主要著作有《矿物的晶体结构》和《X射线分析的发展》等。

【波拉尼】（1891—1976） 英国物理化学家和哲学家，生于匈牙利布达佩斯。波拉尼是一个市政工程师的儿子，在布达佩斯大学受教育，1913年获医学学位，后又在卡尔斯鲁厄的技术学院学习。他留在了德国，1920—1923年在纤维化学研究所工作，也在柏林弗里茨·哈伯的研究所工作过。1921年他作为X射线结晶学家在

天然纤维结构方面的工作获得了成功，这是他最早的成果。1923年他第一个应用旋晶仪来测定晶体结构。他与哈伯一道在化学反应动力学方面作了广泛的工作，并在这方面开始了和亨利·艾林的重要合作，1931年研究出第一个势能面。

【贝思】（1891— ） 美国冶金学家。1912年毕业于俄亥俄州立大学。1947年获理学博士学位。1928—1935年任美国钢铁公司冶金师，1935—1943年任该公司经理助理。1943—1950年任卡内基钢铁公司负责研究与技术工作副经理。1950—1955年任匹兹堡钢铁公司副经理。1957年后任宾夕法尼亚西威克利钢铁公司冶金顾问。是美国国家科学院院士，美国物理学会、美国金属学会、美国钢铁学会、美国试验与材料学会、英国钢铁学会、日本钢铁学会会员。贝思主要研究钢铁组织及其热处理。研究钢显微组织时发现，在珠光体温度范围下，马氏体转变开始温度上的温度范围内，奥氏体分解成铁素体和渗碳体混合物，被称为贝氏体。贝思阐明金属中原子排列与历程，研究过合金钢组织及合金元素在钢中基本作用，发明一些新的钢热处理工艺方法。贝思主要著作有：《高速钢》（1931，与他人合著）、《钢中的合金元素》（1939）、《热处理原理》（1964）等。

【卡罗瑟斯】（1896—1937） 美国化学家。生于艾奥瓦州伯灵顿。1920年在密苏里的塔基欧学院毕业。1921年在伊利诺斯大学获化学硕士学位，1924年获有机化学博士学位。在该校任教两年后到哈佛大学任教。1928年起，在美国杜邦公司任职9年，领导基础化学的研究工作。1936年当选为美国科学院院士，他是第一个从产业部门当选为该院院士的有机化学家。卡罗瑟斯在杜邦公司时，

研究了缩合聚合反应，用当时有机化学家熟知的方法（酯化、酰胺化等），合成了多种高分子，又一次有力地证明了过去所谓的“由小分子经次价键缔合成的胶体”，确实是由共价键连接成的真正分子。他在深入研究这些反应过程及其产物时发现，当聚合度大于一定数值后，产物可纺成丝，再经冷拉后，可以得到高抗拉强度的柔韧纤维。这些研究成果是高分子科学发展过程中的一个关键性突破。还研究了加成聚合（见烯类加成聚合）。其中最重要的是由己烯基己炔加氯化氢生成 2-氯丁二烯，从而合成氯丁橡胶，并于 1937 年开始工业生产。共发表过 60 多篇论文和取得近 70 项专利。

【库尔久莫夫】(1902—) 苏联物理学家。生于雷耳斯克市。1926 年毕业于列宁格勒工学院。从 1925 年起在列宁格勒物理技术研究所工作。1932 年转入茅聂伯罗彼得罗夫斯克物理技术研究所。从 1944 年起任中央黑色冶金科学研究所金属学和金属物理学分所所长。1953 年当选为苏联科学院院士。从 1962 年起，担任苏联科学院固体物理学研究所组织所长。在晶体材料中马氏体转变的研究方面完成了奠基性工作。这些工作对于钢和合金的相变与热处理理论有重要意义。他和同事们共同研究了奥氏体转变为马氏体的机制和动力学。发现了所谓无扩散相变。对物理金属学、塑性变形、硬化和软化及炼制合金的物理学，对新实验方法的发现，均有很大贡献。被选为德国科学院和世界其他一些科学院的院士。著有《钢的淬火和回火的现象》、《结构钢的回火脆性》（与思季内合著）。

【肖克莱】(1910—) 美国物理学家，生于英国伦敦。1932 年

毕业于加利福尼亚理工学院，获理学士学位。1936年获马萨诸塞理工学院哲学博士学位，还获宾夕法尼亚大学名誉博士学位。1932—1936年在马萨诸塞理工学院任教。1936—1942年在贝尔电话实验室工作。1942—1944年任联合国反潜艇福利行动计划研究小组成员。1946年任普林斯顿大学特邀讲师。1947—1949年任联邦研究与发展局政策委员会顾问。1953年任贝尔电话实验室晶体管物理研究部主任。1958年任肖克莱半导体实验室主任、肖克莱晶体管公司董事长。对固体的能带理论、铁磁畴、金属塑性、晶粒边界理论，以及合金中的规则与不规则组织等方面都有研究，并获近50项美国专利。但最重要的成就，是在半导体器件的研制方面，和巴丁、布拉顿共同发明了面结型晶体管。用它代替真空管，引起了电子技术革命。由于这一贡献，他们于1956年同获诺贝尔物理学奖。肖克莱还获梅里特勋章及其他奖金和奖章。主要著作有《半导体中的电子和空穴》。

【伍德沃德】(1917—1979) 美国有机化学家。生于波士顿，1933年进入麻省理工学院学习，1936年获理学学士学位，1937年获哲学博士学位。1950—1960年任哈佛大学教授。1963年瑞士汽巴公司为他在瑞士的巴塞尔建造了伍德沃德研究室，此后他在哈佛大学和巴塞尔两处指导研究工作。伍德活德主要从事天然有机化合物的合成及有机化学理论工作。曾推断了许多复杂的天然有机化合物的结构，并取得了巨大的成功，包括青霉素(1945)、番木鳖碱(1947)、土霉素(1952)和河豚毒素等12种以上的物质，被公认为现代有机合成之父。在测定碳霉素的结构中他发现了前所未知的一类天然产物——大环内酯抗生素，并提出在自然界的可能形成途径。他也是第一个提出甾体激素的正确生物合成理论的

人。他最早推测出二茂铁的结构，为金属有机化学开辟了新的道路。他的合成工作突出地表现在巧妙地利用有机反应进行现在所知最复杂的天然有机化合物的合成。例如在 1944 年合成奎宁，1954 年合成番木鳖碱，1956 年合成利血平，其他还有胆甾醇、叶绿素、维生素 B₆、红霉素等。在维生素 B₁₂ 合成（1973）的长期过程中，他认识到有机反应的一个基本规律，从而在 1956 年提出了分子轨道对称守恒原理，又称伍德沃德—霍夫曼规则。1959 年获英国皇家学会的戴维奖章，因合成甾醇和叶绿素等有机化合物而获 1965 年诺贝尔化学奖。

海洋工程学

【海洋工程学】应用海洋科学及相关的科学知识，通过各种科学手段、工程设施和技术措施对海洋进行考察和开发利用的一门新兴综合性技术科学。与军事工程、土木建筑工程、水利工程、机械工程、电机电子工程、化学工程、造船工程、航海工程、航空航天工程、农业工程、采矿工程、材料工程、电子计算机工程、系统工程等工程技术学科都有着密切的关系。海洋工程的内容主要包括四个方面：（1）海岸防护；（2）海洋资源（生物资源、矿产资源、海水资源等）的开发；（3）海洋空间利用，如海洋运输、海上工厂、海上机场、海底隧道、海上及海底军事基地、各种海上试验场，以及利用沿海滩涂进行工、农、渔业的生产等；（4）海洋能的利用，如潮汐发电、波浪发电、温差发电、盐度差发电等。

根据工程所在海域的位置不同,又可把海洋工程分为海岸工程、近海工程、深海工程。海洋工程建筑物的种类随用途及地点的不同而各式各样,常用的主要有三种型式:第一种是重力式建筑物,主要运用于海岸及近岸的浅海区域,例如一些码头建筑物、海堤、人工岛等;第二种是透空式建筑物,主要适用于地基松软的近岸浅海,如高桩码头、浅海海上平台等;第三种是浮式建筑物,可适用于较深的海域,如钻探船、浮式海上平台和半潜式平台等。随着海洋探查和开发向纵深的发展,各类深水潜水器(载人或无人的)也成为深海工程的研究重点之一。由于海洋环境复杂多变,作用力强,所以在规划和设置海工建筑时必须综合考察各方面的影响。另外,随着海洋工程的发展壮大,对环境本身造成的影响越来越明显,这已成为人类在开发利用海洋时不可忽视的问题之一。

【海洋结构动力学】运用基本物理概念和数学方法对海洋结构的动力特征进行定量分析的学科。海洋结构指为了不断勘探开发各种新的海洋资源(食物、能源、矿物等)而设计、制造的相应结构物。到20世纪80年代,世界各国已在海上建造了上万座近海结构物,并正在向深海发展。这些结构除各种海洋平台外,还包括许多其他方面,如能精确控制位置的锚泊船舶或动力定位船舶;平台和水下采油系统所必须的辅助性缆索和管线;用来开采海底矿物资源的移动式挖掘管线;以及从海水中提取海洋热能用的垂直管线等。研究海洋结构动力学的目的,在于对任何一种结构的力学性质及其经常承受恶劣海洋环境(风、浪、海流等)作用的动态力从物理学与数学的角度进行探讨,并借助统计分析的方法,对海洋环境载荷、海洋结构的运动状况、结构上各种部件可能的疲劳程度及可能发生的问题和可能导致的危险从理论上进行分析,

从而预测海洋结构物的整体性能，设计制造出既坚固耐用，又经济实惠，并适应各种恶劣的海上环境的各种海洋工程结构设施。

【海洋工程环境学】利用物理、化学、数学等方法研究与海洋工程有关的环境现象的学科。本学科所涉及到的环境现象的内容相当广泛，如气象学中的气温、气压、风等因素，海洋水文中的海浪、潮汐、海流、海啸、风暴潮、海冰等现象，海底泥沙的运移、海岸的变迁、海岸地理地貌及海底地基的特征等。这些都属于海洋工程的物理环境，研究这些环境现象的物理特征，形成机制、出现的概率及所诱导的荷载等，对于海洋工程结构物的安全度影响十分重要。除此之外，还有属于海洋化学的环境现象（如海洋结构物的腐蚀现象）和属于海洋生物学的环境现象（如结构物水下部分的海洋生物附着现象）等，这些现象的发展趋势及对结构物的危害程度都是海洋工程结构设计制造过程中所必须考虑的因素。随着海洋工程的发展，各种海洋结构物迅速增加，海洋工程环境学所研究的内容在很多情况下已扩展到研究由于海洋工程建筑物的建造对周围环境所造成的各种影响这类问题。

【深海工程学】利用各种基础科学知识和工程技术手段对超出海岸带及浅海范围的深海水域的海洋资源和空间进行研究、开发、利用的学科。深海工程从 20 世纪中后期开始发展，迅速成长为海洋工程的重要组成部分。深海工程主要包括深海钻探、海底石油、天然气开采、海底采矿、各种潜水技术的发展。主要工程设施是各种海上平台。到 20 世纪 80 年代中期，已经可以在水深超过 1000 米的海域钻井采油，能够对远离陆地的水深超过 6000 米的大洋洋底进行钻探，并且已能够在超过 4000 米水深的洋底采集锰结核等

矿产。随着人类开发利用海洋的发展，深海工程的成长速度将越来越快。

能源科学

【能源经济学】研究能源开发利用中的综合经济以及能源与社会经济发展之间关系的科学。它的研究涉及技术、经济、政治、社会等各种学科，具有多学科交叉的特点。能源经济学既属能源科学范畴，又是经济科学分支。能源的替代和转换是人类社会不断发展进步的重要标志。能源经济学的研究对象，理论基础和研究方法都在探索、研究和形成之中。一般讲，它以能源经济活动及其与社会经济发展的相互关系为主要研究对象，研究能源勘探、开发、生产建设、加工转换、分配、流通、消费和节约等再生产过程中特有的经济性质、经济意义和经济规律，以及能源再生产过程与社会再生产过程之间本质的内在联系和相互关系，即在社会再生产的总体联系和相互作用中考察能源再生产的运动规律。能源经济学把能源再生产与社会再生产之间本质的内在联系和相互关系作为研究的中心内容，而研究和探索能源在社会再生产中，乃至在国民经济中的作用方式和运动规律的特殊性，则成为能源经济学的主体内容。能源经济学的基本内容包括：（1）探讨并阐明学科自身的研究对象、内容、目的、任务、方法、结构体系与理论框架，以及当前能源经济学所应解决的迫切问题等；（2）能源与经济增长之间的关系，探讨不同时期经济发展对能源的依赖程

度和能源在经济发展中的地位与作用；(3) 研究一个国家和地区能源消费的历史和现状，并分析各种影响能源消费的因素，如国民经济发展速度及其结构、生产技术参数、能源生产和消费结构等，结合未来的发展变化，对能源需求进行预测；(4) 能源开发的经济理论研究，兼顾当前与长远发展需要，从已探明的能源资源优势出发，建立适合国情的能源构成，并注重考察能源开发的经济效果，顾及能源开发后的输送、加工、转换、贮存分配等各环节，为国家制定正确的能源发展规划提供合理的指导思想；(5) 能源合理、有效利用的经济理论研究，阐明能源合理、有效利用的概念，提出能源合理利用和有效利用的措施与衡量指标；(6) 能源节约的理论研究；(7) 能源价格理论研究，包括能源价格制定的理论原则和方法，以及能源内部比价、外部比价的制定原则和方法；(8) 国际能源市场与能源国际贸易研究；(9) 能源投资研究；(10) 能源发展战略和能源政策研究等。能源经济学是一门综合性很强的应用学科。其理论基础是马克思主义商品经济理论和社会再生产理论。还广泛兼容其他学科理论的有用内核作为能源经济学的理论支柱，例如经济增长理论、福利经济理论、市场理论、成本与价格理论和生产力布局与规划理论、统计理论、数量经济理论以及系统工程和控制论等。在研究方法上，主要采用抽象的方法、系统的方法、定性分析与定量分析相结合的方法，以及规范研究和实证研究相结合的方法等。能源经济学作为一门独立的学科，目前仍处于形成和发展阶段。在其自身发展过程中也形成了一些分支学科，例如煤炭经济、石油经济、水能经济和电力经济，以及世界能源经济等，使能源经济学研究更加深入、细致，从整体理论框架到分支学科体系不断丰富并日趋完善。

【能源技术经济学】研究能源技术的经济规律，即能源技术和经济两者之间由于各种错综复杂的因素而引起的相互依赖、相互促进、相互对立、相互制约的辩证统一关系和活动规律的科学。能源技术包括各种能源设备，在能源开发与利用中的劳动者的技能。人们为了满足生产和生活的需要都得采用能源技术，而任何能源技术的社会实践又都必须消耗人力、财力和物力。从总的方面看，能源技术是一个综合能源系统，既包括能源的勘探、开发、生产、转换、加工、储存、输送、分配和利用等各个环节，又包括常规能源和新能源、一次能源和二次能源等各种能源。因此能源技术经济学也就是研究综合能源系统的一门经济科学，是能源工程技术和经济科学相互交叉形成的新学科，既是能源科学的一个分支，又是技术经济学的一个分支。能源技术经济学的任务有三个方面：一是研究各种具体的能源技术方案的经济评价理论和方法；二是解决复杂而重大的能源技术经济问题，并提出具体的结论和科学依据；三是从总的技术经济分析论证出发，探索国内外能源事业发展的客观规律。能源技术经济问题存在于能源生产、消费和流通各个领域。既包括微观的能源技术经济问题，又包括宏观的能源技术经济问题。能源技术经济学的研究内容大致包括以下四个方面：（1）学科自身建设问题，进一步探讨并阐明能源技术经济学的研究对象、内容、性质、任务和方法以及与其他学科的关系等基本理论；（2）研究能源技术方案的衡量标准问题；（3）能源技术经济比较原理；（4）能源技术经济比较计算方法。能源技术经济学的研究方法主要是调查研究和理论研究相结合，数学计算和论证分析相结合。能源技术经济学在自身发展过程中，形成了许多小的分支学科，如水能技术经济、电力技术经济、煤炭技术经济、石油技术经济、新能源技术经济等。能源技术经济学同政治

经济学、工业经济学、经济地理学、国土经济学、资源经济学等学科有很密切的关系。煤炭工程学、石油工程学、天然气工程学、水能工程学、热能工程学等学科为其基础学科。数学和电子计算机是能源技术经济学的重要研究手段和工具。能源技术经济学作为一门综合性较强的交叉新学科，随着能源技术的进步和其他有关学科的发展，以及研究手段和工具水平的不断提高，无论是在内容体系上，还是在理论基础方面都处于不断丰富、更新与完善之中。

【能源环境学】研究能源与环境相互关系及作用规律的新兴学科。其主要任务是通过对能源开发利用过程中对环境的影响作用的分析研究，制定技术上先进有效、经济上可行的政策、措施，以控制、减少能源开发利用过程中的环境污染，改善人类环境。能源环境学的研究内容包括四个方面：（1）能源环境学自身学科建设问题，包括研究对象、目的、任务、内容、方法、结构体系与理论框架，以及当前能源环境学所应解决的迫切问题等；（2）能源与环境相互关系及作用规律研究，通过分析研究能源污染的途径、种类、性质，为控制、减少污染提供技术、经济依据和基础参数指标（污染物可分为一次污染物，即由污染源排出的原始物质；二次污染物，即有些一次污染物排入大气环境后，经过化学或光学反应会形成另一种新的污染物），能源造成大气污染主要来自三个方面，即火力发电厂、民用炉灶、工业锅炉和各种工业加热炉窑的燃料燃烧，工业生产过程以及交通运输（能源污染类型主要有四种：煤炭类型污染、石油类型污染、混合类型污染、特殊类型污染，此外还包括核燃料放射污染等）；（3）以保护环境、控制能源污染为目的，研究分析能源利用的有效技术措施，包括能源环

保技术方案比较研究、能源环保技术的开发和技术先进性与经济可行性分析、利于环保的能源利用方式研究（包括煤的气化、液化，城市燃料的改革等）以及新型洁净替代能源的研究等；（4）能源环境政策法规研究，根据环保要求，制定能源开发利用政策和技术政策、法规，以及政策评估等。

【能源工程学】研究运用工程技术和有关学科的原理与方法，开发和利用能源，提高能源总体利用效益的科学。它的研究对象是各种能源的开发、生产、转换、传输、分配、储存以及综合利用所涉及的基本理论和工程技术问题。其分支学科有能源资源工程学、能源利用工程学、能源生产工程学、能源转换工程学和能源系统工程学。能源工程学是能源科学的核心。其研究内容有以下几个方面：（1）能源资源勘探与评价；（2）能源生产，研究能源生产中涉及的理论及技术问题；（3）能源的转化技术；（4）合理而有效地利用能源；（5）能源的输送，即在优质、洁净的前提下如何解决由分布不均而引起的能源输送问题；（6）节能技术，节能已被看作是继煤炭、石油、天然气、水力之后的“第五能源”，已成为各国能源政策的基石。能源工程学是一门工程应用学科，地质学、采矿学、机械工程学、动力工程学、化学、物理学、环境学等许多学科都是它的基础学科。

【能源管理学】研究能源管理规律性的科学，是能源科学与管理学的交叉学科。能源管理是指在系统考察和定量分析的基础上，提出论据，阐明客观规律，运用科学原理和方法，对能源系统（包括能源从生产到使用的全部流程）中的各个环节，进行计划、组织、指挥、监督和控制等活动。其目的是为了经济、合理、有效

地开发和利用能源资源，以满足发展国民经济和提高人民生活水平的需要。能源管理学的研究对象包括所有的能源，有煤炭、石油、天然气、水力等常规能源，还有核能、太阳能、地热能等新能源；既包括原煤、原油、核燃料、植物燃料等一次能源，又包括电力、煤气、蒸汽、各种石油产品、各种余热余能等二次能源；还包括氧气、自来水、压缩空气等载能工质。能源管理学研究的主要内容有：（1）改革能源管理观念，正确的能源管理观念应是资源观念、全局观念、系统观念、效益观念、质量观念的统一；（2）加强能源管理的基础工作，（3）建立能源管理体系，能源管理体系是指由有关能源管理的机构、人员、职能、制度、办法、指标等要素所组成的有机体；（4）建立健全能源管理制度；（5）加强能源标准化和能源立法工作。

【增长的极限】作者为美国的梅多斯。该书是梅多斯等人接受罗马俱乐部的委托为它提供的第一个研究报告。第二次世界大战之后的西方国家的经济学界热衷于经济增长理论的研究，特别是“增长热”、甚至“增长狂”。但是，人们发现经济增长的代价是巨大的“环境污染、居民健康恶化、不可再生资源迅速消耗、野生生物大量死亡……”。此一书就是在这种背景下问世的。梅多斯等人的增长极限理论是以整个世界为研究对象。该书研究世界人口、工业、污染、粮食生产和资源消耗五种因素的变动与联系。通过对五种增长因素的相互影响的因果关系综合在一起，并且给予每种因果关系以量的测定，从而建立起他们的世界模型。他们的研究结论是：如果维持现有的人口增长率和资源消耗速度不变，“早在2100年到来之前，增长就会停止”，唯一可行的是1975年停止人口增长，1990年停止工业投资增长，以达到“增长为零”的“全

球性的均衡”。该书出版以后，立即引起了学术界的激烈争论。

【能源经济学】中国较全面、系统论述能源经济学研究对象、任务、内容和理论基础的著作。作者吴德春、董继斌等。该书共分5篇、24章，对能源经济学的理论体系作了系统总结和论述。

【能源技术经济学】中国第一本关于能源技术经济理论的专著。作者徐寿波。全书共有12章，主要内容有：能源技术经济的基本理论和方法；能源系统的技术经济理论；能源开发、加工和转换的技术经济理论；能源输送、分配和储存的技术经济理论；能源合理利用的技术经济理论；能源有效利用的技术经济理论；广义节能的技术经济理论；能源平衡的技术经济理论；能源价格理论；数学方法和电子计算机在能源技术经济研究中的应用等。

【能源未来】哈佛商学院所作关于能源计划的报告。作者为美国的斯托鲍和耶金等。该书从技术和经济两方面，描述了美国能源现状，分析美国能源问题，提出解决能源问题的措施。

【工业节能手册】1982年由美国艾尼斯·节夫脱帕罗斯主编的系列理论与实践相结合，应用性较强的大型节能技术手册。该手册包括17本分册，是麻省理工学院所开发的“继续工程教育计划”中关于工业节能方面的全部资料的部分内容。

【赵宗燠】（1904—1989） 化工学家。中国科学院学部委员。四川荣昌人。1929年毕业于南京中央大学理学院化学系，并任该校研究生及助教和重庆大学讲师。1935年赴德国柏林工大化工学院

留学，1939年获该院化学工程博士学位。1939年底回国。曾任重庆北碚合成汽油厂厂长兼同济大学教授，资源委员会沈阳化工厂厂长兼总工程师等职。1949年后曾任石油工业部生产技术司总工程师，石油工业部石油化工科学研究院总工程师等职。长期从事人造石油及可燃矿物方面的科学研究。在石油和天然气代用品工程及能源转换的科学技术方面，做出了突出贡献。60年代末起，他对全国20多个省、市的环境情况做了详细考查，对城市燃料结构的改革、消灭主要大气污染源提出了多篇报告和建议，并收到良好效果。70年代末，他致力于工业及民用能源的结构改革和提高效率的工作，在中国首次提出“开发第五能源”的倡议，对有效利用能源，节约能源有较大的推动作用。80年代，提出“垃圾占地与土地开发”和“无害化与资源化相结合”的治理建议。他在国内外发表的主要论文、科技报告、建议达百余篇。

【王淦昌】（1907— ） 中国科学院院士，物理学家。江苏常熟人。1929年毕业于清华大学，1930—1934年在德国柏林大学学习并获博士学位。曾任浙江大学物理系教授和系主任，原子能研究所所长和研究员，科学技术委员会副主任，中国科学技术协会副主席，中国物理学会副理事长，中国核学会理事长等职。主要贡献是在实验物理学方面，但在理论物理学方面也有很深造诣。1941的他提出通过轻原子核（如 ${}^7_4\text{Be}$ ）俘获K壳层电子释放中微子时所产生的反冲探测中微子。在这类过程中，所产生的电子核（如 ${}^7_3\text{Li}$ ）的反冲能量和动量仅仅同发射的中微子有关。这被认为是1942年世界物理学的重要成就之一。1959年底发现反西格马负超子，超子的反粒子的重大发现，进一步证实了任何粒子都存在反粒子的理论预言。1982年获得国家自然科学一等奖，是中国物理

学家第一个在国内所获得的最高奖。1960年,王淦昌离苏回国后,参加了原子弹设计和领导工作,为第一颗原子弹、第一颗氢弹的成功爆炸作出了重大贡献。

【朱亚杰】(1914—) 中国科学院化学部院士。化学工程学家。华东石油学院副院长,中国能源研究会理事长,中国能源学会副理事长,中国化工学会常务理事,国家能源委员会顾问。朱亚杰1938年毕业于清华大学化学系,1947年赴英国留学,1949年获硕士学位,1949年任英国西蒙卡夫斯基化工设计公司副工程师,1950年回国后,先后任清华大学副教授、教授,1953年起任北京石油学院炼制系教授,人造石油教研室主任。1963年任该院副院长。许多余年来,一直从事煤、页岩、石油等可燃物化工综合利用的科学研究与教学工作,对中国煤炭化工综合利用与人造石油科学技术的发展作出了贡献。1960年前后,组织力量进行了褐煤氧化取腐植酸的研究,氨化腐植酸在农田小面积试验取得效果后,进行加压氧化法,缩短了氧化时间,为延续化生产创造了条件。70年代为配合引进技术,对金山石油化工总厂三菱裂解炉的设计计算方法,北京石油化工总厂乙烷裂解炉设计数学模型进行模拟计算研究,取得预期效果,并为设计单位所采用。1984年著有《中国能源现状及展望》。

【姜圣阶】(1915—)中国化工、核能专家。黑龙江林甸县人。1936年毕业于天津工学院机电系。1948—1950年在美国哥伦比亚大学研究生院学习,获科学硕士学位。曾任南京化学工业公司副经理、总工程师,华东化工研究设计院院长、总工程师,二机部核燃料局主要负责人,二机部副部长。现任核工业部科技委员会主任、中

国核安全局局长、中国核安全专家委员会主任、中国核学会理事长等职。领导并参加了氨合成塔内部的结构改造，领导、设计和制造出大型背景腾焙烧炉，国内首次用于硫酸生产。研制成功多层式高压容器。著作有《合成氨工业》4卷，并主编《决策科学基础》2卷及《核燃料后处理工艺学》。

【吴仲华】（1917—1992） 工程热物理学家，力学家，航空动力学家，机械工程学家。中国科学院学部委员。江苏苏州人。1940年毕业于西南联合大学机械系，留校任助教。1944年赴美国麻省理工大学研究院做研究生，获机械工程科学博士学位。1947年起先后任美国国家航空顾问委员会路易斯喷气推进中心研究科学家、布罗克林理工大学机械工程系教授。1954年回国，历任清华大学动力机械系副主任、燃气轮机教研室主任，中国科学院力学研究所副所长、研究员。为中国机械工程学会副理事长，中国航空学会副理事长，中国工程热物理学会理事长，全国人大常委。主要从事机械工程、外轮机械、气动热力学方面的研究工作，是国际著名的工程热物理学家。创立了燃气轮机、叶轮机械三元流动通用理论，在国际上被称为“吴氏通用理论”，其主要方程被称为“吴氏方程”。1956年获中国科学院自然科学奖，1978年获全国科学大会优秀成果奖，1982年获国家自然科学基金。主要著作有：《燃气热力性质表》（1959）等数论文数十篇。

【伯吉尤斯】（1884—1949） 德国化学家。他成功地把炼屑和氢直接转化为汽油和润滑油，而不须分离中间产物。由于他对上述方法中的氢化技术的研究，与本国的施博获1931年诺贝尔化学奖。伯吉尤斯于1884年生于德国布雷斯劳。1911年任汉诺威大学

副教授。讲授物理化学和工业化学。1914年他参加了埃森的戈尔德施米物股份公司，并任该公司实验室主任，从此开始其研究生涯。伯吉尤斯在研究化石煤的形成中，产生了用煤制造石油的想法。他将煤与石油混合成糊状物，在200个大气压下，借助催化剂进行了氢化处理。一吨烟煤约能产生180加仑的汽油。用高压法来进行煤的氢化，这是伯吉尤斯最大的贡献。后来，施博进一步完善了他从煤中制取汽油的方法，被称为伯吉尤斯方法。这一方法为制油工业打下了技术基础。在第二次世界大战期间，伯吉尤斯曾为解决德国缺少石油的困难起过重要作用。其主要著作有《高压方法在化学反应中的应用》（1913年）。

【舍维亚科夫】（1889—1963）前苏联采矿学家和教育学家。1889年1月2日生于高尔基省，1963年7月3日卒于莫斯科。1912年毕业于第聂伯罗彼得罗夫斯克矿业学院，1920年任该院教授。1929—1950年先后在西伯利亚工业学院、斯维尔德洛夫斯克矿业学院和莫斯科矿业学院任教。1939年当选为前苏联科学院院士，他是矿井设计原理的奠基人，也是在矿业中应用数学分析法学派的代表，并提出了支撑矿柱计算方法。主要著作有《矿井设计原理》（1958）、《矿井排水》（1960）、《有用矿物开采》（1963）等。

计算机科学

【计算机科学与技术】计算机科学是以计算机及与计算机有关的内

容作为研究对象的一门学科。它从计算机硬件、软件到系统及应用；从理论、实验到使用等多个阶段，并包括广泛的研究内容。它是在数学、电子学、磁学及自动控制理论等学科基础上高度综合的学科体系。随着计算机及其应用的发展，计算机科学技术获得了全面的发展，形成了一系列分支，构成了计算机科学体系。它的主要分支包括理论计算机科学；计算机硬件及结构体系，包括对构成计算机的元器件和存贮介质的研究；计算机软件，包括语言和程序设计、操作系统、数据库管理和语言加工程序等的开发研究；计算机的组织与系统，包括计算机各组成部件的联接和相互作用及计算机网络等，以及计算机应用科学。

【计算机科学理论】主要研究与算法或数据结构有关的理论，并对各种计算模型进行理论探讨。它的内容包括自动机论、形式语言理论、程序设计理论、算法分析和计算复杂性研究等分支。通过这些分支从理论上研究计算机结构和程序的数学模型，分析各种算法及特性。对它的研究将找到一条通向新一代计算机的道路。

【自动机论】研究自动进行数学运算的装置的抽象模型，对自动机进行综合和分析。综合即给定自动机的功能，综合出完成这种功能的自动机结构；分析就是在已知自动机结构的基础上分析它的功能。50年代以后自动机理论逐渐发展、完善，逐渐形成独立的学科。其内容主要有以下几个方面：有限自动机论、无限自动机论、抽象自动机论、细胞自动机论、概率自动机论。

【形式语言理论】用数学方法研究人的自然语言和程序设计语言即人工语言语法的理论。形式语言就是模拟这些语言的数学工具。它

研究自然语言的结构，例如在英语中一个个独立的单词怎样才能构成符合语法规定的英文句子，一个句子又怎样分析它的语法组成，并且将这些规律用数学的变量、集合等方式表达，并将这些描述自然语言的模型使用于程序设计语言的开发。形式语言理论在自然语言的理解和翻译、计算机语言的描述和编译、社会和自然现象的模拟、语法制导的模式识别方面有广泛的应用，因而被运用于程序设计语言当中，使它发展为理论计算机科学的一个重要分支。

【程序设计理论】计算机的工作就是执行程序。每个具体任务、算法都要通过执行按此任务、算法解决步骤编制的程序来实现。程序设计理论就是研究程序设计语言和编制程序中的理论问题。它的内容包括：（1）分析不同类型的问题的特点，将其概括成抽象模型，并研究适用问题解决的程序设计方法。（2）程序正确性理论：如何使用程序设计语言编制程序以实现预定的目标。（3）程序设计语言的语法和语义的研究。通过研究将达到正确实施、使用这些语言、同时正确评价语言的优劣。程序设计理论为软件开发提供理论原则，构成程序设计方法学的理论基础。

【算法分析】算法就是总结出来的解决问题的步骤，也就是求解问题的统一方法。对于每个具体问题，顺序执行这些步骤就可以得到解答。用计算机解决问题要经过分析问题、设计算法和用计算机实现算法。计算机的许多程序都是利用程序语言实现特定的算法，所以好的算法是程序的基础。算法分析包括可计算性理论和计算的复杂度分析等方面的内容。可计算性理论是研究计算的一般性质的数学理论，也称算法理论，它通过建立计算的数学模型

来区别哪些问题是可计算的，哪些是不可计算的，并分析理论上可计算的各种具体问题能否在有限的时间和有限的存贮区域内求解，即它的有限性问题。需要解决的问题的大小即它的规模，一般以输入数据的多少来表示。一定规模的问题解决可耗费的时间和存贮空间分别称为时间和空间复杂度。讨论一定计算模型中各种算法的复杂度，作为评价算法的标准之一，就是算法的复杂度分析。

【计算复杂性理论】研究判断数学问题的内在难度方面的问题，即分析问题本身的解决方面在时间、空间上的难度，在已有的计算方法当中寻找最适合的方法。它也包括用数学方法对计算中所需各种时间、空间等资源耗费作定量的分析，研究各类问题之间在计算复杂程度上的相互关系和基本性质，通过它确认若干问题是固有的，若干问题已经引入了优于已知算法的新的算法。在多种学科中出现的问题正在或即将经受复杂性分析。计算复杂性理论构成了算法分析的理论基础。

【计算机硬件及结构体系】硬件就是组成计算机的结构实体，组成硬件的各部分以及它的外围设备之间按一定方式组合联接，构成计算机的结构体系。为保证计算机按人规定的步骤自动工作，对数据、信息进行运算和处理，需要具有一定功能的部件组合起来，并协调动作。这样一台计算机就需要由输入设备、存贮器、运算器、输出设备和控制器五大部分组成。这就是1946年冯·诺依曼提出的计算机结构方案，即冯·诺依曼结构。计算机各大部分之间的信息传送常用公用的信息导线——总线来实现。即大部分计算机各部件之间由总线连接，形成计算机结构的整体。计算机和

电源、打印机、显示器、外存贮器等外围设备，通过接口电路联系，组合成整体的结构体系。对于硬件和结构体系的研究和发展迄今为止基本上是在上述结构模式下，向提高元、器件的集成度和提高工作速度等方面发展。由于元器件的发展也使计算机结构体系发生相应的变化，如运算器和控制器组合在一起形成中央处理单元（简称 CPU）等。当前各国的研究方向则是突破由五大部分组成的冯·诺依曼结构，在超大规模集成电路的支持下实现能将自然语言和录像、文字直接输入，由知识库系统存贮相应领域的专门知识，并具有逻辑推理求解问题的人工智能等功能的新一代计算机。

【计算机软件】计算机按一定格式形成的指挥工作的程序和有关的文件的总称。计算机本身即包括硬件和软件两大部分，即使是一台硬件功能十分齐全的计算机，如果没有软件支持，也是无法工作的，因为计算机的工作就是执行程序，因此硬件和软件是不可分割的两部分。计算机工作时，软件是计算机工作的指挥者，它规定了计算机完成某项任务的全部操作及其顺序。同时软件又是计算机系统结构设计的重要依据。软件的开发和研究已成为计算机科学和技术发展的重要组成部分。软件的研究包括程序设计和语言、基础软件和软件工程等方面的内容。

【程序设计和语言】程序设计即编制、调试程序的过程，也就是用一定的语言结构把解决某特定问题的步骤顺序排列，形成计算机工作程序的过程。程序设计的基本工具即程序设计语言。研究、开发既能使人易于掌握，又能方便地在各种机器上运行得好的语言，是软件研究的重要工作之一。目前应用的程序设计语言分为汇编

语言和高级语言两大类。汇编语言和机器操作对应，因此汇编语言程序占用内存少、执行速度快，并可直接指挥接口电路联系外部设备，因此它适用于简单机器或直接控制外部设备运行的计算机控制系统。但是汇编语言没有通用性，一种机型用汇编语言编的程序不能直接移植到其他机型，这也限制了它的应用。高级语言是“面向过程”的语言，它采用近似人们习惯的表示运算过程的格式，因此便于人们掌握。用高级语言编程序不必了解机器的内部工作过程和指令系统，其源程序有通用性，可以在不同机型上运行。高级语言的语句功能强，一条语句往往相当于许多条指令的功能，从而使编程序更快、更容易。但计算机执行高级语言必须有将源程序翻译成机器语言的编译程序，经翻译后机器仍是按机器语言程序工作。随着计算机硬件的发展，高级语言也在相应的发展，开发、研制了适用不同行业需要的高级语言。目前应用较普遍的有：适用于科技计算的 FORTRAN 语言和 ALGOL60 语言，适用于商业和经济管理的 COBOL 语言，适用于初学者使用的小型会话式语言 BASIC，适用于结构程序设计的 PASCAL 语言以及表达能力较充分、效率高的通用程序设计语言 C 语言等。当前计算机语言已有几百种，形成了语言系统。如何利用程序设计语言设计出好的工作程序，是计算机发展的又一学科。他研究针对具体问题分析出省时间、高效率并正确解决问题的算法，概括出清晰、严谨的数据结构，然后正确使用算法语言设计出紧凑、灵活而又通用性强的工作程序的步骤和方法。对程序设计方法的研究构成了设计工作程序的指导和基础。

【基础软件的研究】基础软件包括系统软件和应用软件两大类。系统软件是沟通一般软件和计算机硬件之间的桥梁，它主要指编译

程序和操作系统。编译程序的任务是将高级语言源程序翻译成完成同样功能又可被计算机识别并执行的机器语言程序即目标程序。编译程序的工作需首先分析源程序的语法、词法、分配原始参数的存贮空间,然后生成相应的目标程序并逐条顺序存入内存,并转去执行目标程序。计算机操作系统是对计算机系统(包括硬件和软件等)进行管理和控制的程序,用户通过操作系统达到使用计算机的目的。通过操作系统命令就可以使整个机器在操作系统的指挥下,自动、高效、协调地工作。操作系统的研究主要是使其结构更合理,功能更强,使用更方便。操作系统的发展是随着硬件的发展和应用发展起来的,反过来计算机硬件也从操作系统发展提出的要求中给自己的发展找到了方向。

应用软件是处理数据或信息的程序的总称,因此他包含广泛的内容。其主要包括通用软件、专用软件、程序库和数据库管理系统等。专用软件是为某特定领域的工作服务的程序,如办公自动化软件、人口统计软件、医学资料软件等。通用软件则为适用于多种场合使用的程序,他包括解决计算机的运算或计算机控制、计算机辅助设计等工作中的基本环节的程序。通用程序编制后可供其他用户使用,因此使用部门或专门的研究开发机构编制成软件后收入系统的软件库,供需要者使用。程序库是将一些常见的数学算法程序,如求解行列式值、一些常见函数的计算等,编制出来后存在计算机中形成标准的程序库。随着计算机信息量和存贮能力的加大以及工作过程中需处理的数据量增大,将大量具有某些特定性质或用途的数据集中起来,固定存贮于计算机系统中供他们能够再利用,就形成了数据库。把各种数据进行分类、整理以形成易于管理和利用的形式存贮,依据利用数据库的形式如检索、分类和统计等进行管理,以及能方便地不断补充和利用新

的数据等方面的要求，形成数据库管理系统。系统提供数据描述语言、数据操纵语言和一组例行程序来完成对数据库的建立、操纵和维护等功能。由于数据库系统的作用不断增大，数据库技术已经成为当代计算机系统方面的一个新兴的、重要的也是最活跃的学科分支之一。

【软件工程】科学地研究解决软件开发中的问题，以便更有效地编制出正确的软件的一门工程学。他的重要研究对象是大型软件的编制。随着计算机技术的发展，对各种软件的需求量增大，但大型软件的编制常出现功能不全面、开发费用大、容易出错以及不易移植等方面的问题。为解决这些问题，就必须采用工程化的方法科学地研究如何更好地编制和维护软件，这就产生了软件工程学。开发软件一般需经过需求分析、设计、实现及检查测试四个阶段。首先要明确编制软件的目的、要解决的问题，并分析问题的现状和用计算机解决的可行性，以及研制软件可能化费的时间、经费等。这就是需求分析。需求分析应达到分析、理解课题，得出对软件功能的要求也就是程序的任务的作用，并用正确、完整、简明的语言叙述，即作出需求规格说明。设计阶段即研究怎样编制满足规格要求的步骤，即研究课题的解法，对大型软件的分解、细化，以及从规格向程序转化的方法等。实现就是编制在计算机上能有效地运行的程序代码。他首先要选好适合的程序语言，然后将设计出的步骤在高效率并满足存贮容量和计算速度的要求下，用规定的语言实现程序代码。最后要检验程序的正确性，检查执行结果，即对照规格完成测试。软件工程即需研究提高软件质量的方法，包括提高软件的可靠性、效率、易维护和易移植性等，以及得出对软件质量进行评价的方法。软件的维护指使用过

程中对已有的软件的修改和完善。软件在使用中常需要修正在分析需求、设计及编码阶段产生的错误或不完善的环节，增删一些数据，并希望不断缩短计算时间，增加新的功能以及不断适应变化的系统运行环境等。这就是软件维护研究的课题。在研制系统时就必须考虑到软件系统的易维护性，并有合理的维护方法，以尽量减少维护的工作量。此外软件工程还包括对软件说明书、算法说明、维护计划等资料进行标准化、规格化以形成文件，并使文件能自动管理等方面的研究，对程序设计过程和形成的软件进行管理和对程序的复杂性及故障等进行定量化研究等方面。

【计算机组织与系统结构】指按人的要求接收和存贮信息、自动进行数据计算和处理，并输出结果的机器系统的构成方式、分类和功能分配等。计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件是组成计算机本身并赖以工作的实体，软件是指挥计算机按要求工作的各种程序和文件。从层次结构上讲，计算机系统的核心是进行信息存贮和处理的实际物理装置即硬件，它通过软件作中间桥梁与使用计算机的人联系起来。作为学科，计算机组织与系统主要研究计算机硬件各大部分之间的组合方式，以使计算机结构更合理、更经济；研究在计算机功能方面哪些适合由硬件完成，哪些由软件完成更合理，即硬、软件界面的确定和它们的功能分配，以及由以上方面形成的计算机系统的分类和发展方向等。

【计算机系统分类与配置】计算机的型号、系列多种多样，就其功能大致可分为微型机、小型机、大型机和巨型机等几个大类。“微型机”一般指运算器、控制器集成为 CPU 芯片的机型。它的系列一般以 CPU 型号为核心。当前在 8 位机中以 Intel8080、Mc6800

和 Z80 为代表, 16 位机以 Intel8086、Z8000 和 Mc68000 为代表, 32 位机有 HP32, Mc68020 等型号。微型机结构简单、运行可靠、体积小、成本低, 适用于各个领域以至家庭、个人的计算应用, 也可使用于自动控制系统和一些自动化仪表、仪器设备当中, 是当前发展快、应用广泛的机型。它的软件规格从只能使用指令编程序即只能应用汇编语言的单板机, 到配备一定高级语言的通用机以及专门为某一用途设置、使用规定语言的专用机等。它的缺点是字长短、存贮容量小、运算速度慢。提高速度、扩大容量以便扩大高级语言的使用种类和应用范围是它研究的主要课题。“小型机”是相对大型机来讲硬件、软件规模和存贮容量都较小, 运算速度慢, 但运行可靠、维护使用方便、价格低的机型。常见为 16 位或 32 位机, 内存容量最大到 1M—2M 字节。20 世纪 80 年代以来, 微型机已扩展到 16 位, 32 位机也研制了出来, 内存已扩大到 1M 字节以上, 所以小型机已处于逐渐被微型机取代的地位。“大型机”则指计算量大、信息流量大因而运算速度快、存贮容量大的计算机。一般大型机运算速度可达每秒百万次以上, 它的内存容量可达 10M 字节以上, 同时为适应信息量大的用户需要, 可配置大容量磁盘而使外存贮器系统容量达到几千兆字节。速度快、容量大保证了大型机可以配置功能强大的软件系统, 多种编译程序可以使常用语种编制的程序均可运行。操作系统功能强, 分时系统可以带几十到上百个终端, 并具有与其他计算机联网的能力, 数据库管理系统功能强使它可以建立大型数据库。总之大型机功能强, 可作各种运算。建立大型机系统需在场址、设备、维护管理和价格等方面满足其较高的要求, 所以大型机一般都在计算中心或大型的计算系统中使用。对于信息量大并要求有更快速度的一些专门领域则配置了专用的“巨型机”。如气象资料的综合和预报、

航天技术、卫星气象处理、核物理研究等部门一般都配备专用的巨型机。巨型机一般速度可达每秒五千万次以上。从总的趋势看，当前计算机的研制基本上是向两极发展，即微型机的提高和推广与大型机、巨型机的发展应用。如果要求计算机有更高的运算速度如每秒亿次以上，则目前的电子器件速度和传统的结构模式无法实现。所以新一代计算机的研究又成了重要的发展课题。它要求用新型器件材料和线路结构形成超高速、超大规模集成电路，组织结构上可能突破冯·诺依曼结构，形成由问题求解和推理、知识库管理和智能化人机接口三个子系统组成的新的结构模式。功能上它将具有推理、联想、学习和解释的能力，人机可能通过自然语言或文字、图形交换信息。它将能帮助人们进行判断、决策、开拓新知识领域和获取新的知识。它的研究将是包括从算法研究、器件开发、电路结构设计到辅助系统的光学器件、光纤通讯等，形成多种学科的综合。

【计算机网络】多台独立的计算机通过通信线路相互连接构成的网络系统。计算机网络可以使硬件、软件和数据等资源共享，这也就相应地提高了计算机系统的整体功能。网络可分为局部网络和广域网络。计算机网络的形成标志着计算机组织系统发展的新阶段。网络的建立和发展使计算机技术成为现代通讯的重要手段并对经济、军事、科学等的发展提供了新的工具。目前局部网络在银行系统、大型企业内部等已广泛应用。广域网络也在世界各地相继建立。在计算机网中的各台计算机是独立工作的，并可随时参与网络活动。这就使网络可以形成资源共享或实现电子邮政等功能。

【计算机应用】目前电子计算机已成为各领域不可缺少的现代化工具。计算机区别于其他仪器、设备的一个重要标志就是它的功能和用途是变化的、不断发展的。计算机实体即硬件生产出来以后，靠执行软件来工作，多编制出一个软件，它的功能、用途就得到一次扩大。因此可以说计算机的应用范围是不断扩大和发展的，是无限的。作为一个学科计算机应用主要研究计算机应用于各个领域的理论、方法、技术和系统等，是计算机学科与其他学科相结合的边缘学科。计算机应用分为数值计算和非数值应用两大领域。数值计算主要是应用于科学计算、数据处理等，非数值应用包括生产的过程控制、管理和办公自动化、辅助设计和人工智能等领域。计算机的应用改善了人的工作条件、提高了工作效率，促进了生产和科学技术的发展，同时也促进了新的科学技术的产生和发展。计算机的广泛应用是社会现代化的重要标志，随着计算机应用的不断扩大，也必将促进整个社会的发展。

【科学计算】在科学领域中的许多问题，反映它们客观规律的数学模型归纳、推导出来以后，运算可能相当复杂，工作量非常大。例如设计一个普通的光学镜头，为保证不同频率光线通过镜头后的焦点必须限定在一定范围内，其设计工作中的计算量就大得惊人。而现代科学中的航天技术、原子物理、遗传工程等计算量则是靠人工难以实现的。而计算机作为计算工具就使这些问题的解决成为可能。计算机不仅节省了人力、物力，而且计算精确、速度快，从而大大缩短了计算周期。科学计算的过程是首先分析问题，建立数学模型，然后建立求解的计算方法，最后靠编制程序由计算机实现。目前各科学领域都开发出了许多用于本领域科学计算的软件产品，使一些典型的计算可以直接应用于这些软件，给计算

带来了更大的方便。当然计算机的计算能力无论是功能上还是速度上都是有限的，现代科学仍有许多领域的数值计算，包括一些已建立了数学模型的问题的计算，必须有更高功能和速度的计算机才能实现，如精确的地质勘探、长期天气预报和航天领域中的大量问题等。许多基础科学和工程技术部门都已提出了超出现有计算机计算能力的大型科学计算问题，要解决这些问题除创造更高效的计算方法外，另一途径即研制具有更强功能和更高速度的计算机，这又反过来促进了计算机向更高的层次发展。

【数据处理】在生产、管理、气象、医疗和情报等部门中，收集大量信息并以数据形式记录、分析、整理从而产生新的信息，是日常必须完成的经常性的工作任务之一。这一工作的整体过程称为信息处理。用计算机以数据形式作信息处理，可以达到准确、高效的目的，尤其对信息量大、要求处理速度快的部门就更加突出。例如每天的气象资料，用人力来整理、分析并得出天气预报，大约需要两周的时间，这就完全失去了意义。用计算机做这一工作则几分钟就可以得出结果。计算机信息处理系统的工作包括信息采集，将信息转换成机器能接收的数据形式，然后进行分组、编码，经过按一定要求进行的处理，进行必要的算术、逻辑运算并得出新的信息，同时将原始数据和获得的新的信息进行存贮，并随时对存贮的信息数据进行检索，即按用户的要求找出有用信息或进行整理、排序等。计算机数据处理系统目前已广泛应用于气象、医疗分析、产品计划和成本核算、票据和库存管理等多种领域。

【过程控制】在工业生产等领域中，利用计算机实现生产过程自动

化的控制系统，在微型机产生后获得迅速的推广。控制系统由检测元件对工艺过程中需控制、调节的参数如温度、压力、流量、成分、电压和几何尺寸等物理量或化学量进行检测，检测结果一般为模拟量，放大后经模拟—数字转换装置变成计算机可以接收的数字量，输入计算机。计算机对这些信息按事先安排的要求进行运算、分析与标准信息对比等处理，形成调节信息，由输出通道输出。再经过数字—模拟转换后由调节仪表或执行机构进行调节，使生产过程及参数得到控制。用计算机进行控制可以对过程的信息及时测试和收集，并迅速、准确地发出调节信号，以实现实时控制，使控制速度和精确性都比一般仪器控制大大提高。而且计算机可以对多种信息进行综合、分析并及时作出判断，选择最优方案等，显示出它的特殊的优点。所以计算机控制系统的应用经济效益明显，对生产过程自动化产生了巨大的推动作用。

【计算机辅助设计和辅助工程】利用计算机的计算和逻辑判断能力，帮助设计人员进行设计工作，称为计算机辅助设计（CAD）。在工业设计中确定了设计任务和性能指标后，需要依据不同方案进行大量的计算、画图、比较，选择最优方案，修改后再经计算、定型、作图等才能得出设计结果。将繁重的计算、画图、数据的存贮或处理以及分析、判断、选择等工作由计算机来完成，人们只需要将任务和参数输入计算机，由计算机处理后得出最佳方案，并完成计算、作图等设计任务。这就大大缩短了设计周期，节省了人力、物力，并保证了设计质量。例如在飞机设计中，从制订方案到完成全套设计图纸，往往需两三年时间。采用CAD后只需要3个月左右即可完成。由于现代工业产品的迅速更新换代，计算机辅助设计对改进设计、促进技术进步方面所起的作用就更加

明显。所以 CAD 越来越广泛地使用于航空工业、电子工业、大规模集成电路设计、建筑和水利工程设计、机械工业以及计算机工业本身等领域中。CAD 系统本身也是由硬件和 CAD 软件两大系统构成。硬件除计算机本身和常用外围设备外，需配置图形输入设备、图形输出显示设备和绘图仪等。软件则主要是各不同领域的计算、比较、逻辑分析等处理程序和大型数据库等。现代工业中计算机的辅助应用已扩展到测试和制造的过程，形成计算机辅助测试（CAT）和计算机辅助制造（CAM），并且把设计、制造和测试等计算机辅助过程有机地组成一体，形成一个自动化系统，称为计算机辅助工程（CAE）。这就使整个生产体系包括管理在内，统一纳入计算机辅助系统，使体系产生了新的面貌。另外还可以用计算机对教学进行管理，模拟一些实验过程，依照教学需要提供教学内容、例题和习题，还可以提供因材施教的内容、解答问题和统一考试评卷等并形成计算机辅助教育。计算机辅助的应用范围正在快速的深入和扩大。

【经营管理和办公自动化】对企业的管理主要是收集反映生产、经营、人事状况的资料进行集中、分类、分析，并决策出最优活动方案，它要求对不断变化的情况综合、分析，及时有效地进行控制、调节。计算机在这一活动的各个环节均可发挥作用。它可以用于计划统计、财物管理、生产和购销管理、情报检索和分析以及市场预测等方面。由于计算机高效、准确的工作，给迅速、正确地决策提供了条件，保证了企业的合理、高效地运行。办公室自动化是把计算机技术应用于办公室的工作，它主要是将办公室需处理的信息和资料通过计算机和文字处理软件进行增删、修改、打印、存档处理及高效率地检索等文字处理，还可以通过计算机

网络实现对数字和文字、图形的传递和交换，形成电子邮件。办公室自动化一般以微型机为中心构成系统。它的引入将使办公室系统节省人力、精简机构并高效率、准确地完成办公任务。办公系统还可以成为领导者决策的顾问和日常工作的秘书。所以办公室自动化的研究、推广成为机关和行政单位的必然发展方向。

【人工智能】指用计算机来模拟人类的某些智力活动。包括让机器智能化地工作。如对自然语言、文字、图像的识别，应用逻辑判断、推理以实现问题求解和学习、理解和自动编程等，也包括用计算机来研究人类的智能。目前人工智能除应用在自动程序设计、机器翻译、定理证明等方面外，研究、发展的重点主要在专家系统和机器人两大领域。专家系统即将某个领域专家的知识和经验总结、归纳后以计算机信息的形式存贮于机器中，建立知识库。当这一领域有需要处理的问题时，只要将原始信息输入，计算机系统则依据知识库的专门知识，对原始信息进行处理，作出推理、判断并得出解决问题的最优方案。同时它又可以根据现有经验不断地扩充知识库的内容。机器人从由程序控制的机械手，到工业机器人目前都已大量使用。它们可以被用于一些环境恶劣或作重复、繁重劳动的场合，在一定程度上代替了人的劳动。机器人能够准确、迅速并不知疲倦地执行交给他的任务。近年来人们又致力于使机器具有一定的感知、推理能力的智能机器人研究，使机器人能分析环境，自动作出相应的决策和行动，这样机器人就可以按照任务要求自动工作，并能越过障碍、排除干扰，不断地自行决定下一步的动作方向，直到完成任务。它除在生产、装配等自动化方面使用外还可工作于人类难以到达的环境，如海底机器人，宇宙空间机器人等。目前人们加紧研制的第五代计算机即是

一个大型人工智能综合系统。人工智能把计算机的应用提高到了更高的阶段，使计算机在生产和科学技术的发展中起到更大的作用。

【巴贝奇】(1791—1871) 英国数学家。1810年入剑桥大学学习，后为该校数学教授，1816年被选为英国皇家学会会员。一生研究了数学、经济学、政治学、铁路和灯塔等多方面的问题，但最感兴趣的是计算机。1812年巴贝奇开始研究差分机，1822年制成一台小型样机，这台样机已构成计算过程不用人干预而自动进行的专用加法机。1832年提出了分析机的设想，并为它的实现付出了毕生的主要精力。他的分析机是机械式的，以轮子的10个位置表示十进制数字，算术运算由齿轮、齿条系统构成的处理器进行，并且把程序控制引入分析机，形成了类似计算机的原理结构设想。由于当时技术和经费等原因，巴贝奇的设想没能研制成功。

【布尔·乔治】(1815—1864) 英国数学家。出身贫寒，只受过初小教育，是靠自学成材的科学家。布尔一生深入钻研了一一些当时尚无人接触的领域，并发表了大约50篇科学论文和两本教科书，在数、理等方面作出了突出的贡献。布尔用两态变量的数学形式和方法研究逻辑关系的规律，并先后于1847年和1854年发表了“逻辑的数学分析，是演绎推理计算的一种探讨”和“思想规律的研究，是逻辑与概率的数学基础”的论文，并由此形成了符号逻辑学派。虽然他的工作意义是在他死后于19世纪末才真正被人重视，但他的观点和方法经后人继承和发展形成了专门研究两态变量数学规律的“布尔代数”（又称逻辑代数）。以布尔代数作为理论基础形成了以开关状态工作的数字电子电路的组合，这

也就形成了电子计算机设计的基础。因此布尔·乔治就成了电子计算机结构的理论奠基人之一。

【诺依曼】(1903—1957) 美籍匈牙利数学家、计算物理学家和计算机科学家。1903年生于匈牙利布达佩斯,并在1921年前在匈牙利接受了早期教育。1921—1925年先后在柏林和苏黎世的高校学习化学。1930年移居美国,在普林斯顿大学任职,1945年任该校计算机研究所所长,1954年任原子能委员会委员。诺依曼一生对数学、物理学以及统计学、弹道学、气象学等都有一定研究成果,而40年代后对计算机科学的贡献尤为突出。他在普林斯顿研究所研制的计算机,即诺依曼机的原型的开发起了主导作用,并依此发表了“电子计算机逻辑设计初探”的著名论文。以后人们将依照他提出的方案形成的计算机称为诺依曼型计算机。诺依曼机的特点是将程序以数码形式存贮,计算机依照程序自动工作;计算机结构由运算器、控制器、存贮器、输入和输出设备五大部分组成,并且一律采用二进制数码。到目前为止,现代计算机仍然属于诺依曼机的范畴。因此诺依曼的贡献对计算机的发展起到了关键的作用,使他成为本世纪的大科学家之一。

【图灵】(1912—1954) 英国数学家、计算机科学家。图灵于1931年进入剑桥大学学习,毕业后留校任教。1938入美国普林斯顿大学,并获得博士学位。从1935年开始研究数理逻辑,并于1937年发表“论应用于决定问题的可计算数字”的著名论文。论文提出了图灵机的概念。图灵机是为了在形式上处理计算的过程,提出的虚拟的抽象的计算装置,即一种思考实验原理计算机。图灵机在与计算有关的理论领域里,把人和机器的计算过程都单纯化,使

图灵机的简单结构达到和所有计算机一样的计算能力。图灵机的提出对推进计算机理论的发展起了重要作用。1945年图灵到英国国家物理研究所工作，并开始设计自动计算机。1950年他完成了一台体现图灵想法的试验计算机，同年他发表了“计算机能思考吗？”的论文，文中设计了著名的图灵测验，通过问答来测试计算机是否具有与人相等的智力。1951他被选为英国皇家学会会员。

【计算机程序设计技术】一部论述算法分析的重要专著。克努斯著，1968年由安迪森-威斯利出版公司出版。该书通过对不同应用领域中的各种具体算法的分析，研究算法的复杂性即算法的时间和空间效率，探讨具体算法适用的问题和各种问题求解适用的具体算法。书中附有大量练习题。这本书成为分析算法、指导进行计算机程序设计方面的重要论著。

【程序设计规范】代克斯特拉著。著者是结构程序设计的创始人。在本书中论述的结构程序学说，是程序设计方法学的基础。全书的第一部分阐述了获得一个结构清晰和正确的程序的思路和方法。第二部分用大量实例阐明他的思想和使用的各种具体技术。本书为结构程序设计方面的权威著作。

控制科学

【控制论】研究各种不同系统（如机器系统、生命系统、社会系

统)内部的控制和通信的一般规律的科学。1948年美国数学家维纳出版《控制论》一书,为这门新学科的创立奠定了基石。维纳由此而成为控制论的创始人。控制论研究不同的物质基质系统所具有的信息变换、反馈调节、自组织、自适应等方面的共性,建立一整套适合各种科学的共同语言、概念、模型和方法。控制论的发展主要经历了经典控制理论阶段、现代控制论阶段、大系统理论阶段。并因其强大的生命力,形成了包括工程控制论、生物控制论、经济控制论、社会控制论以及人工智能等众多分支在内的庞大学科体系。

【工程控制论】运用控制论的原理和方法研究工程技术系统的控制过程的科学。1954年中国科学家钱学森在美国出版英文版《工程控制论》,标志着工程控制论的创立。它是在控制论的基本概念和方法及波德的反馈放大器理论、奈奎斯特的伺服机器理论相结合的基础上产生的。它以自动调节为基础,主要处理单输入单输出的线性自动调节系统,采用建立在传递函数或频率特性上的动态系统分析的综合方法。工程控制论的主要研究内容包括:控制系统分析的基本方法,线性系统参数设计,协调控制,最优控制理论,离散控制系统,分布参数控制系统,随机输入作用下的控制系统,自寻最优点的控制系统,逻辑控制与有限自动机等。工程控制已广泛应用于航空、航天等领域。

【生物控制论】运用控制论的原理和方法研究生物系统的调节和控制过程的科学。1956年,英国生物学家艾什比发表《控制论导论》,标志着生物控制论的创立。它是应用控制论对生物系统的新陈代谢作用进行研究,在类比的基础上建立数学模型来解释生物

特有的机能和行为，揭示生命活动内在活动机制的一门科学。20世纪50年代，生物控制论只能研究简化了的生物系统，粗浅地探讨动物和人体的内稳定机制和自我调节控制问题。60年代后，生物控制论开始研究复杂的生命系统，如人脑系统、生物大分子系统、生态系统等。生物控制论的研究对象是具有控制功能的生物系统。生物控制论的研究内容很广泛，包括生物各个水平的控制和信息过程；遗传、分化和生长过程的调节控制及衰老、进化等动态过程。生物控制论为生物学开辟了一条与传统方法迥然不同的研究途径，现已派生出医学控制论、神经控制论等分支。

【经济控制论】又称控制论经济学。运用控制论的原理和方法研究经济活动的调节和控制过程的科学。1953年，英国学者图斯丁发表专著《经济系统的机制》，首先用电网络理论来研究调控经济系统问题。60年代，波兰经济学家兰格写了《经济控制论导论》，把控制论的基本原理运用于经济系统，对耦合、反馈、控制等概念在经济系统中的应用做了详细论述，是较早以经济控制论命名的著作。经济控制论的研究方向：建立经济系统的数学模型；建立一套定量分析的方法，对各种经济系统进行分析比较，研究其可观性、稳定性、可控性等问题，采用计算机模拟经济运动；有关经济计划、预测、决策的理论和应用问题；经济控制和经济管理的一般理论与专门理论研究。经济控制论的研究方法有：系统分析法、模型分析法、静态分析法和动态分析法。经济控制论促进了数学理论和计算机科学的发展。

【社会控制论】运用控制论的原理和方法研究社会各方面的调节和控制过程的科学。20世纪60年代末期，人们开始用控制论的思想

方法去解决社会问题，出现了社会控制论文献。1969年沃和特的《控制论对人类过去和将来的作用》、乔治的《控制和工业》等，探讨了应用控制论解决社会问题的可能性。社会控制论研究内容很广泛，意见分歧多。在企业、城市、能源等管理活动中，在电力、通信、交通、计算机等网络配置上，在环境保护系统工程方面，都是社会控制论的研究问题。

【人口控制论】运用控制理论、系统工程和计算机技术研究人口发展过程与控制问题的科学。20世纪70年代初，美国一些科学家开始应用控制论方法研究人口问题。1985年中国控制论科学家宋健、于景元合著的《人口控制论》，是该学科的第一部专著。人口控制论的主要研究内容：人口系统的各种数学模型、各项人口参数的定义与计算方法、人口系统的动力学特性、人口系统的稳定性、人口系统的最优控制、人口目标与人口发展过程等。人口控制论的研究目的在于通过计划生育控制人口出生率，从而控制社会人口的迅速增长，使人口达到某种理想状态。人口控制论已应用于中国人口控制的实践中。

【自动机理论】研究离散数字系统的功能、结构及两者关系的数学理论。20世纪50年代，在开关网络理论和数理逻辑中图灵机理论的基础上，形成了自动机理论，所以数学家把它看成是数学的一个分支。因为自动机可作为计算机和计算过程的数学模型，所以计算机专家又把它看作是理论计算机科学的一个分支。自动机理论由抽象理论、结构理论和自组织理论三个部分组成。它的研究领域主要有：有限自动机（含开关网络），无限自动机（与数理逻辑中的可计算性理论交叉重叠），复自动机（如细胞自动机、L系

统、图自动机), 概率自动机、自动机的代数理论及抽象自动机 6 个部分。

【自动控制理论】关于自动控制系统的构成、分析和设计的理论。它产生于人们对自动控制技术的探索和大量实践, 以及数学、力学、物理学, 特别是电子计算机科学和技术的促进。它的发展分为两个阶段: 经典控制理论和现代控制理论。经典控制理论是 20 世纪 30 年代形成和发展的, 它的研究对象是只有一个输入变量和一个输出变量且参数不随时间变化的单变量定常系统。现代控制理论是 60 年代形成和发展的。它是建立在状态空间法基础上的, 它的研究对象很广泛, 包括单变量系统和多变量系统, 定常系统和时变系统。现代控制理论的分支主要有线性系统理论, 最优控制理论, 随机控制理论等。自控理论应用很广泛, 早期主要应用在工程技术领域中的各类控制问题。70 年代中期以来, 应用于交通管理、生态环境、生物和生命现象研究、经济科学、社会系统等领域。

【自动调节原理】研究采用自动化工具, 对生产过程自动地进行调节的原理和方法。20 世纪 50 年代, 随着生产过程的复杂化, 人工调节愈来愈不可靠, 人们逐渐用仪器仪表代替人的操作, 实现自动调节。自动调节是建立在人工调节的基础上的模拟人工调节, 又是人工调节的发展。自动调节系统由起调节作用的全套自动化仪表装置和被调节器控制的生产设备所构成。自动调节的装置包括测量变送、定值、比较、放大、反馈、执行等几部分, 自动调节设备包括单元组合仪表和组件组装式仪表等。自动调节原理广泛应用于石油、化工、电力、冶金等工业部门, 用来调节和控制生

产过程中的某些工艺参数。

【伺服系统理论】一种配有功率放大器和反馈元件的自动控制系统，反馈系统比较输出变量和输入变量，并根据它们的差值产生误差信号，经过放大后，用来不断地校正输出信号。伺服系统是自动控制系统的一个分支，在伺服系统中，被控参数为被控对象的机械位置（角位移或线位移）、速度或加速度。因此，伺服系统也可称为位置（或速度，或加速度）自动控制系统。任何伺服系统基本上都是基于反馈控制原理来工作的，即不管被控变量是什么形式，通过反馈作用，将它与期望值进行比较，以形成一个偏差信号，伺服系统的控制作用就取决于这个偏差信号。伺服系统的运转倾向是使偏差减小至零，以使系统的输出量等于输入量，达到控制被控对象的目的。输出量能够跟随输入量的变化而变化，这也就是伺服系统，或称随动系统。实际运用的伺服系统大都是机电式的，伺服系统的分析和设计与电气性能指标和机械结构参数有着密切关系。

【系统辨识理论】在研究控制系统时，应辨识清楚系统的情况，要对控制对象和外部环境进行调划研究之后才能提出切实可行的方案。系统辨识理论是为了弄清楚系统的内在联系和有关参数的一种有效的方法。系统辨识以一个包含各种元素的系统为研究对象，用实验方法，通过对系统输入信号的测量及数据处理，将系统与各种因素，及各因素之间的相互依赖关系，用数学模型的形式确定下来。系统辨识的研究内容有：控制系统的模型结构；设计或选取输入信号，使它对系统正常运行影响最小；对测试结果进行计算分析的在线辨识。系统辨识主要应用于对一个具体的系统进

行测量，确定其在正常运转情况下各部分的参数，判断一个系统是否有损坏，以便对系统进行修理；优化工程设计；在非工程学科的范围，利用系统辨识方法可建立超定量的模型等方面。

【最优控制理论】研究使控制系统的性能指标实现最优化的基本条件和综合方法。它所研究的问题是：对一个受控的动力学系统或运动过程，从一类允许的控制方案中找出一个最优的控制方案，使系统的运动在某个初始状态转移到指定的目标状态的同时，其性能指标值为最优。最优控制理论是 20 世纪 50 年代中期在空间技术的推动下形成和发展的。前苏联学者庞特里亚金 1958 年提出的极大值原理和美国学者贝尔曼 1956 年提出的动态规划，为最优控制理论的形成和发展奠定了基础。解决最优控制问题的主要方法有古典变分法、极大值原理和动态规划。最优控制理论已被广泛应用于综合设计最速控制系统、最省燃料控制系统、最小能耗控制系统、线性调节器等方面。

【卡尔曼滤波理论】根据状态空间的描述对混有噪声的信号进行滤波的方法。1960 年由美国学者卡尔曼提出。他将状态空间方法引入到滤波理论中，并运用了一种递推滤波算法。50 年代中期，空间技术日益发展，原有的维纳滤波器的理论和方法越来越不适应实际需要。卡尔曼引入状态空间法，使之能处理多变量系统的滤波问题，引入递推算法大大减少了计算机的存贮量与计算量，便于计算机使用。它可用于航天技术、通信工程、工业控制等领域。

【自适应理论】研究在系统和环境的特性或变化规律不确定的情况下能改变自身特性来保持良好工作品质的控制系统的理论。它以

非线性系统理论、稳定性理论、系统辨识、递推参数估计、最优控制理论和随机控制理论为主要研究工具。自适应控制系统形成于 20 世纪 70 年代，由于它是一种非线性系统，且实际上是时变系统，使得对它的分析和理论研究相当困难，在考虑随机扰动情况时更为困难。因此自适应理论的发展速度缓慢，至今还没有形成完整的理论。自适应理论研究的主要问题是：如何保证闭环自适应系统的全局稳定性、证明自适应算法的收敛性和进一步保证自适应系统具有优良的性能品质特性。自适应控制系统的进一步发展将走向所谓“自学习”系统和“智能控制”系统。

【自动学】研究自动化的方法和技术工具（自动化元件、自动装置等）的学科，即研究在没有人的直接参加下依靠自动装置对各种生产过程、武器、人造卫星等进行检测、调节和控制的理论和方法。1930 年在柏林举行的第二届世界动力会议上承认自动学为一个独立的技术领域，并成立了自动学与远动学学科组。自动学是在自动调节理论的基础上形成的。在形成阶段，自动学主要研究自动调节系统的原理和应用。20 世纪 60 年代以后，电子计算机技术迅猛发展，自动学作为一种控制工具已应用于生产系统中，扩展到工业自动控制的各个领域。

【远动学】研究远距离测量（遥测）和远距离控制（遥控）的原理和方法的学科。20 世纪 50 年代中期，在自动化技术和通信技术结合的基础上形成。在远动系统中，为了克服远距离传送信号的困难和充分利用通信线路（有线或无线），需要把信号经过变换，以免在传送过程中发生差错，并使大量信号能在一组或几组线路上传送。经过通信道传送控制指令的自动控制系统是远距离控制

(遥控)系统,经过通信道传送数据的自动测量系统是远距离测量(遥测)系统。远动学现已广泛应用于电力系统、工农业、交通运输和科学研究等领域。

【控制工程】处理自动控制系统中各种工程实现问题的综合性工程技术,它是在电气工程和机械的基础上发展起来的。它包括对自动控制系统提出要求(即规定指标)、进行设计、构造、运行、分析、检验等过程。控制工程普遍使用频率法(见线性控制理论)和状态空间法。其理论和设计方法涉及许多方面,从线性控制到非线性控制,从单变量控制到多变量控制,从连续控制到采样控制,从定常控制到随机控制,从一般的反馈系统到自适应控制(见经典控制理论、现代控制理论)等。电子计算机是实现大型控制工程的核心。控制工程的应用范围,早期主要是工业生产过程和武器系统,后已扩展到企业管理、城市规划、交通管制、社会经济的计划和控制、生物控制等方面。控制工程是自动化技术的理论基础,控制工程方法的特点是对受控部分的定量模型按控制要求及算法,在数据空间内进行解算,并在此基础上实现控制。

【工业自动化】人脱离直接生产过程的操纵,由计算机和控制机械操作工业生产活动,是生产机械化的高级阶段。工业自动化按其任务、规模及采用的手段可分为:局部自动化,组合自动化,企业管理现代化。按照工业生产类型与特点,工业自动化又可分为:断续生产过程自动化和连续工艺生产过程自动化。工业自动化的目标是保证整个生产过程的安全可靠和获得最高的经济效益,这就要求将生产过程的信息集中处理,并配置监视报警和安全保护装置、专用在线过程分析仪表、程序操作控制装置、分级计算机

控制系统和管理系统等,实现生产计划管理与过程控制的整体化。

【自动化技术工具】在自动化系统中完成信息的获取、转换、显示、传送处理和执行等功能的工具。自动化技术工具可分为自动化元件(传感器、继电器等)、自动化仪表(模拟调节仪表、电动单元组合仪表等)和自动化设备三类。自动化技术工具是实现自动化的关键。在工业生产自动化系统中,通过自动化仪表可以了解生产过程中物质的变化状态,并将生产过程控制在预定的条件下,以确保生产的优质、高效和安全。

【模式识别】利用计算机或其他装置对物体、图像、语言、字符等信息模式进行的自动识别,是20世纪60年代后期形成和发展起来的人工智能领域的分支。模式识别早期研究文字识别和语音识别,现已涉及指纹识别、遥感技术、地震探测、天气预报、军事科学技术等领域。模式识别具有明确的实用目的,即借助仪器和计算机实现识别。它可对各种平面上、时间轴上的图形进行分类和解析,再和特定的模型比较,进行识别。目前研究较多的是声音、字符、图像等。

【遥测学】研究目的信息在空间中的感觉、传递、分析、处理的科学,用概率的观点研究非孤立系统中事件的关系。现代物理学为电子技术奠定了基础,电子器件和设备为遥测准备了物质条件,信息与控制论是遥测学的理论基础。遥测学除了研究信息源在时间上的变化,还强调了信息在空间中传播时与噪声的关系。遥测学不关心动作的执行问题,只研究目的信息的取得和由它导致的结果。这里能量的研究退居次要位置,这是与遥控区别的地方。在

遥测学中只研究系统的信息特征。遥测学是空间科学的认识科学，是人们在研究空间问题时的眼睛、耳朵、皮肤、神经和大脑。同时，遥测系统就成为空间科学的实验工具。因此，遥测学又可称为研究认识过程的科学。

【遥感学】自 20 世纪 60 年代迅速发展起来的一门综合性学科。主要指从远距离、高空，以至外层空间的平台上，利用可见光、红外、微波等探测仪器，通过摄影或扫描、信息感应、传输和处理，从而认识、区分地面物质的性质和运动状态的现代化技术。遥感学是建立在现代物理学（如光学技术、红外技术、微波技术、激光技术、全息技术等）、电子计算机技术、数学方法和地学规律基础上的。现代遥感技术组成了一个从地面到空间，从资料数据的收集处理到判读应用的体系。它主要研究：地场电磁波辐射的特性以及信息的传输；遥感信息探测手段，主要是研究传感器；遥感信息的处理系统；遥感信息的应用。遥感学是多学科组成的边缘学科，是现代科学技术的重要组成部分。

【古代自动机械】公元前 14—前 11 世纪，中国、埃及和巴比伦出现了自动计时装置——漏壶，为人类研制和使用自动机械之始。漏壶的最早记载见于《周礼》。这种漏壶最初只有两个壶，由上壶滴水到下面的受水壶，液面使浮箭升起以示刻度（即时间，这里浮箭被看作是一种自动检测装置），保持上壶水位恒定，测定自动调节问题。后来采用受水型漏壶，并经过不断改进，发展成三级漏壶。中国的燕肃在一种名叫莲华漏的三级漏壶中采用了自动装置调节液位，计时精度比传说中阿拉伯人用的浮子式阀门调节水位的系统高。这种计时装置采用的是相当于有非线性限制器的多极阻

容滤波装置的原理。在中国的三国时期，魏国的马钧、南齐的祖冲之都曾制造过指南车。指南车是一种马拉的双轮独辕车，车箱上立一伸臂的木人，车箱内装有能自动离合的齿轮系统。无论车转向何方，木人指向不变。指南车是利用扰动补偿原理的开环定向自动调节系统。公元1世纪，古埃及和古希腊人发明了一些机器人或机器动物来适应当时宗教活动的需要，如教堂和庙门自动开启，铜祭司自动洒圣水，投币式圣水箱和教堂门口自动鸣叫的青铜小鸟等自动装置。中国东汉天文学家张衡（78—139）创制了漏水转浑天仪。它是一种水运浑象，和现代的天球仪相似，可以用来实现天体运行自动仿真。浑象是在一个直径4尺多的铜球上刻有28个宿，如中外星官、黄赤道、南北极等。漏水转浑天仪把浑象和漏壶结合起来，以漏壶滴水控制浑象，使它与天球同步转动，用来表演星空的周日视运动。公元132年张衡还发明了一种观察地震的自动检测仪器，即候风地动仪，它的工作原理不仅涉及反映信号的方向，而且还包含着“小偏差内稳定，大偏差内不稳定”等自动控制原理。1086—1902年中国苏颂等人把浑仪（天文观测器）、浑象（天文表演仪）和自动计时装置结合在一起建成了水运仪象台。它既能演示或观测天象，又能计时报时。

【自动调节器发明】自动调节器指能自动代替操作工人将生产过程参数的测量值与给定值进行比较，得出偏差后根据一定的调节规律产生输出信号推动执行器消除偏差，使该参数保持在给定值附近或按预定规律变化的工业自动化仪表。它必须具备以下三个功能：能检测生产过程中被调节参数和变化；具有分析判断能力；以一定的方式发出信号，使执行机构动作。1788年英国机械师瓦特发明了离心式调速器（又称飞球调速器），并把它与蒸汽机的阀门

连接起来，构成蒸汽机转速的闭环自动控制系统。对第一次工业革命及后来控制理论的发展有重要影响。在这一时期（18世纪末至20世纪30年代），由于第一次工业革命的需要，人们开始采用自动调节装置，来解决工业生产中的控制问题。这些调节器都是一些跟踪给定值的装置，使一些物理量保持在给定值附近。1854年俄国机械学家和电工学家康斯坦丁诺夫发明了电磁调速器。1868年法国工程师法尔科发明反馈调节器，并把它与蒸汽阀连接起来，操作蒸汽船的舵。他把这种自动控制的气动船舵称为伺服机构。到了20世纪20—30年代，美国开始采用PID调节器。PID调节器是一种模拟式调节器，至今还有许多工厂采用这种调节器。50年代初，生产规模较小，工艺过程较简单，往往采用自力式或是地式调节仪表。60年代初，随着现代化大型连续生产企业的不断出现产生了多元组合仪表。70—80年代自动调节器又从分散单元化向组合化发展。目前，自动调节器的发展趋势是：部件单元化、组合化，尽量提高零部件的通用性；扩大使用范围；采用新工艺、新元件和新原理，向小型化方向发展；提高仪表对各种环境条件的适应性。

【调节器稳定性研究】由于瓦特发明的离心式调速器有时会造成系统的不稳定，使蒸汽机产生剧烈的振荡，到了19世纪又发现船舶上自动操舵机的稳定性问题，这就促使一些数学家用微分方程来描述和分析系统的稳定性问题。1868年英国物理学家麦克斯韦发表文章《论调速器》，总结了无静差调速器的理论。1876年俄国机械学家维什涅格拉茨基在法国科学院院报上发表文章《论调节器的一般理论》，进一步总结了调节器的理论。维什涅格拉茨基用摄动理论使调节问题大为简化。他用线性微分方程来描述整个系统

(调节器与被调对象组成的系统), 把问题变成只要研究齐次方程的通解所决定的运动情况, 使调节器的动态特性仅决定于两个参量, 由此推得系统的稳定条件, 把参量平面划分成稳定域和不稳定域(后称维什涅格拉茨基图)。1877年英国数学家劳思提出代数稳定判据, 即著名的劳思稳定判据。1895年德国数学家胡尔维茨提出代数稳定判据的另一种形式, 即著名的胡尔维茨稳定判据。劳思-胡尔维茨稳定判据是当时能事先判定调节器稳定性的重要判据。1892年俄国数学家李雅普诺夫发表的专著《论运动稳定性的一般问题》, 从数学方面给运动稳定性的概念下了严格的定义, 并研究出解决稳定性问题的两种方法: 李雅普诺夫第一法, 又称一次近似法; 李雅普诺夫第二法, 又称直接法。李雅普诺夫稳定性理论至今仍是分析系统稳定性的重要方法。

【经典控制理论创立】经典控制理论是40年代中期形成的。是在反馈理论和伺服机构理论相结合的基础上产生的。1945年美国的波德《网络分析和反馈放大器设计》一书成为经典控制理论的奠基性著作。1932年美国物理学家奈奎斯特运用复变函数理论的方法建立了根据频率响应判断反馈系统稳定性的准则, 奠定了频率响应法的基础。随后波德等将频率响应法加以发展使之更为成熟, 经典控制理论开始形成。1948年美国埃文斯提出根轨迹的分析方法, 用于研究系统参数对反馈控制系统的稳定性和运用特性的影响, 并进一步应用于反馈控制系统的设计, 构成了经典控制论的另一核心方法——根轨迹法。40年代末50年代初, 频率响应法和根轨迹法被广泛用于研究采样控制系统和简单的非线性控制系统, 标志着经典控制理论已经成熟。1954年, 钱学森发表《工程控制论》一书, 成为控制论后的经典控制理论的奠基性著作。经

典控制理论的研究对象是单输入、单输出的自动控制系统。主要研究系统运动的稳定性、时间域和频率域中系统的运动特性，控制系统的设计原理和校正方法。经典控制理论的内容包括线性控制理论、采样控制理论和非线性控制理论三个部分。

【现代控制理论形成】50年代末60年代初，在大量工程实践的基础上逐渐形成了现代控制理论。美国学者卡尔曼在控制论创始人维纳工作的基础上，引进了数学计算中的“校正”概念，吸取了“最优化”的研究成果，发表了《控制系统的一般理论》、《线性估计和辨识问题的新结果》，奠定了现代控制理论的理论基础。50年代中期出现了工程控制论，开始了经典控制理论。60年代前后，由于空间技术的进展，如导弹、人造卫星的研制，对自动控制提出了高性能、高精密度的要求，使工程控制论的研究对象发生了变化。它必须从理论和方法上研究解决多输入、多输出的控制系统，参量随时间变化的时变系统及非线性系统，最优化及如何适应环境变化的问题。科学家们发现传递函数法对于多变量系统只能反映系统的输入—输出间的外部关系，而具有相同传递函数矩阵的若干系统可以有完全不同的内在结构，对此，要有不同的设计原则，从而提出了“结构不确定原理”。卡尔曼等人在此基础上进行了更深入的研究，并建立了“可控性”和“可观测性”的理论。同时，“状态空间”的概念和方法得到发展，获得了许多重要的数学结果，并以不同形式给出了最佳控制所必须满足的必要或充分条件，推出了最佳控制的定性性质，在实际工程中得以应用。到60年代中期，现代控制理论初步形成。现代控制理论的基本内容是：以状态空间方法为主的线性系统分析、最优控制、自适应、自学习和自组织系统，状态滤波器理论、系统辨识等。现代控制理论

现已广泛应用于航空、航天、航海、冶金、石油、化工、交通运输等部门。

【大系统理论形成】大系统是控制论发展到 20 世纪 70 年代,适应现代科学技术的发展需求而产生的理论。对于什么是大系统,至今没有一致公认的定义。主要是指规模巨大、多样性的综合系统,如大型联合企业自动化、计算机控制、空间技术等控制系统。70 年代,随着科学研究的进一步发展,迫切需要研究变量数目更大的多变量系统;自动化的发展也要求将大量的控制系统组织起来,形成一定的,内部结构复杂的大系统,以便达到综合自动化的水平。与此同时,系统工程与运筹学也有了很大进展。这些技术科学所研究的对象也是一些规模巨大而复杂的系统。在此情况下,现代控制理论进一步发展为大系统理论。1972 年,在奥地利维也纳成立了国际应用系统分析研究所,研究与整个世界有关的大系统问题,如地球资源、能源、人口、生态系统和世界经济模型等。1976 年国际自动化控制联合会召开了“大系统理论及应用”专题讨论会。这表明控制论已发展到又一个新阶段——大系统理论研究阶段。

【智能控制研究】智能控制是驱动智能机器自主地实现其目标,或者说,智能控制是一种无需人的干预就能够独立地驱动智能机器实现其目标的自动控制。智能控制是一门年轻的交叉学科,它与人工智能、控制论、系统论、信息论、认知心理、神经网络理论、模式识别、机器人学、仿生学、语言学和计算机科学等学科有十分密切的关系,是在这些学科发展的基础上并与之结合而形成的。1967 年莱昂德斯等人首次提出“智能控制”一词。近 10 年来,随

着人工智能、机器人技术的快速发展，对智能控制的研究出现了一股热潮。它的主要结构思想有三种：二元交集结构，即1971年，傅京孙提出把人工智能与自动控制结合起来的的思想；三元交集结构，即1977年，美国萨里迪斯进而提出把人工智能、控制论和运筹学结合起来的的思想；四元交集结构，即1986年，蔡自兴又提出把人工智能、控制论、信息论和运筹学结合起来的的思想。根据这些思想已经研究出一些智能控制的理论和技术，用以构造适用于不同领域的智能控制系统，如分级控制理论、分级控制器设计的熵方法以及智能逐级增高而精度逐级降低等原理。此外，智能控制的核心在高层控制，即组织控制。智能控制的研究领域非常广泛，主要有智能机器人控制、智能过程控制、智能调度与规划、专家控制系统、语音控制、康复智能控制器和智能仪等。

【张钟俊】（1913— ） 中国自动控制学家。浙江嘉善人。1934年毕业于交通大学电机系，1935年获美国麻省理工学院电工硕士学位，1938年获麻省理工学院科学博士学位，并留任该校博士后副研究员。回国后，任上海交通大学无线电系、电工与计算机科学系教授、系主任。中国自动化学会副理事长，中国系统工程学会副理事长。从事网络综合、电力系统、自动控制、系统工程和工业大系统等学科的研究。1948年最早在中国开设自动控制课程：“伺服机构”。著作有《矩阵方法与现代控制理论》、《经济控制论文集》等。

【张嗣瀛】（1925— ） 中国自动控制专家。生于山东。1948年毕业于武汉大学机械系。1957—1959年在苏联莫斯科大学数学力学系进修。任东北工学院工程力学系系主任，自动化研究所所长。

中国自动化学会常务理事。在反坦克武器控制系统研制工作中有突出贡献。著作有《微分对策》等。

【宋健】（1931— ） 山东荣成人。1960年毕业于莫斯科包曼高等工业学院，获副博士学位，历任第七机械工业部副部长、航天工业部副部长，国家科委主任。是国际自动化控制联合会理事。70年代末，他从理论和应用两方面对人口控制进行了系统的定量研究，在数学模型、人口指数、人口系统动态分析、稳定性理论、人口预报、人口结构和人口发展过程的最优控制等方面取得了重要成果，奠定了人口控制论的理论基础。著作有《人口控制论》、《工程控制论》等。

【路甬祥】（1942— ） 中国流体传动及控制技术专家。生于浙江。1964年毕业于浙江大学机械制造专业，并留校任教。1979年赴联邦德国从事研究工作，获博士学位。1981年回国，任浙江大学流体传动及控制研究室主任、副校长，从事流体传动及控制的研究和教学工作。他领导的研究室被列为中国第一批开放实验室和博士后流动站之一。他提出的插装阀内含位移和流量压力反馈电液比例流量控制原理和系统压力直接检测电液比例先导压力控制原理等，使传统的流量和压力控制器件的稳态和动态控制特性获得了显著提高。

【李雅普诺夫】（1857—1918） 俄国力学家、数学家，稳定性理论的创始人。俄国科学院院士。1876年入彼得堡大学物理数学系，1880年毕业留校，从事力学系统稳定性的研究工作。1892年发表博士论文《运动稳定性一般问题》，奠定了稳定性理论的基础。

【奈奎斯特】（1889—1976） 美国通信工程师。生于瑞典，1914年在美国北达科他大学获电气工程系学士学位，1915年获理学硕士学位，1917年在耶鲁大学获哲学博士学位。1934至1954年任贝尔电话实验研究所通信系统开发部咨询工程师。他在20年代以研究电话传输问题闻名，1928年发现信带带宽和传输速率间的关系，提出著名的奈奎斯特定理，在现代通信工程中得到广泛应用。1932年发现负反馈放大器的稳定性条件，可用于各种线性反馈系统，涉及电话、电报、图像传输系统等方面。

【维纳】（1894—1964） 应用数学家，控制论的创始人。美国全国科学院院士。14岁入哈佛大学研究生院，18岁获哲学博士学位，1919年在麻省理工学院任职。早期研究概率论和函数论，建立了著名的维纳滤波理论，用统计方法来处理控制工程和通信工程问题。1948年，他与一些医学、生物、数学和工程技术人员合作，提出了控制论，成为控制论的创始人。著作有《控制论，或关于在动物和机器中控制与通信的科学》、《控制论与社会》等。

【卡尔曼】（1930— ） 美国数学家和电气工程师。生于匈牙利。1953年在美国麻省理工学院毕业获学士学位，1954年获理学硕士学位，1957年在哥伦比亚大学获科学博士学位。任佛罗里达大学数学和统计论研究中心主任，兼苏黎世的瑞士联邦高等工业学校教授。1960年提出著名的卡尔曼滤波器，在随机序列估计、空间技术、工程系统辨识和经济系统建模等方面有重要应用。1960年，卡尔曼还提出能控性的概念，并利用对偶原理导出能观测性的概念，在数学上证明了卡尔曼滤波理论与最优控制理论对偶。著

有《数学系统概论》等。

【何毓琦】(1934—) 美籍华裔自动控制专家。生于上海,1953年获美国麻省理工学院学士学位,1955年获该院硕士学位,其后在哈佛大学任教,他在最优控制和滤波、微分对策、信息结构等方面的研究具有领先地位。著有《应用最优控制》、《大规模系统的方向》等书。

【控制论】美国科学家维纳著。1948年出版。全称《控制论,或关于在动物和机器中控制与通信的科学》。作者详细介绍了控制论的诞生过程和发展边缘科学的基本方法,从信息的观点分析了现代自动机的主要特点,阐明了现代自动机进行信息处理的本质特征,抓住通信和控制系统的共同特点,将它们与生物的控制机构进行类比,建立了控制论;提出了预测和滤波理论,证明了最优预测公式。书中阐明的有关控制论的基本科学思想,对控制论的发展起着重要作用。此书是控制论的奠基性著作。1963年科学出版社出版中文版。

【工程控制论】钱学森著。1954年在美国出版英文版。作者从技术科学的观点,对各种工程技术系统的自动调节的控制理论进行了全面的研究,把控制工程系统的技术总结提炼为一般性的理论,从而建立起一门新的技术科学。本书奠定了工程控制论的基础,提出了进一步研究的方向,对自动控制科学技术的进展具有开拓和指导作用。1958年科学出版社出版中文版,1982年北京出版社出版中文版修订本。

【最优过程的数学理论】原苏联数学家庞特里亚金著。1961年俄文第一版。作者用极大值原理给出了最优控制所满足的最一般的统一的必要条件。从而成为最优控制理论的基础。1965年上海科学技术出版社出版中文版。

航空航天科学

【空气动力学】研究空气和其他气体的运动以及它们与物体相互作用的科学。空气动力学重点研究飞行器的飞行原理，是航空航天技术最重要的理论基础之一，在任何一种飞行器的设计中，必须解决两方面的气动问题：一是在确定新飞行器所要求的性能后，寻找满足要求的外形和气动措施；一是在确定飞行器的外形和其他条件后，预测飞行器的气动特性，为飞行器性能计算和结构、控制系统的设计提供依据。20世纪以来，飞机和航天器的外形不断改进，性能不断提高都是与空气动力学的发展分不开的。亚音速飞机为获得高升阻比采用大展弦比机翼；跨音速飞机为了减小波阻采用后掠机翼，机翼和机身的布置满足面积律；超音速飞机为了利用旋涡升力采用细长机翼；高超音速飞机为减少气动加热采用钝的前缘形状，这些都是在航空航天技术中成功地应用空气动力学研究成果的典型例子。除此以外，空气动力学在气象、交通、建筑、能源、化工和环境保护、自动控制等领域都得到广泛应用。空气动力学是流体力学的一个分支，它的发展经历了低速、高速和新变革三个时期。60年代后期进入新变革阶段。一方面，空气

动力学为适应飞机与发动机一体化的需要，将其与控制技术结合起来；另一方面，计算机的发展改变了理论空气动力学的面貌，计算空气动力学的出现，使飞行器的空气动力设计产生了重大变革。迄今为止，为航空航天技术服务的空气动力学已发展成为包括飞行器空气动力学，非定常空气动力学、内流空气动力学和气动热力学等内容的综合性学科。空气动力学的主要试验设备是风洞和由各类用途不同、模拟范围不同的风洞所组成的风洞群。

【计算空气动力学】空气动力学的一个分支。用数值方法借助于电子计算机求满足初、边值条件的空气动力学基本方程组的数值解，即对空气流动的流场进行数值模拟。计算空气动力学从 20 世纪 60 年代后期得到迅速发展，主要原因是：利用计算空气动力学的方法，不但可以对外形给定的飞行器进行空气动力学分析，还可以按预定的气动特性要求设计飞行器的外形，得出流场中物理量的细节分布，不存在风洞实验中洞壁和支架干扰等一系列麻烦问题；另一个原因是计算机的运算能力迅速提高，计算费用下降。计算空气动力学在飞行器的空气动力学分析和设计中发挥着越来越大的作用，使设计过程发生了根本性的变革。计算空气动力学的主要内容有：（1）数学模型。在实验观察的基础上，对流场的物理本质进行深入的理解和分析，建立起描述流场的合理的数学模型，为计算空气动力学提供基本方程组和初、边值条件；（2）数值计算方法，为了求解上面几种数学模型的方程组，必须采取有效的数值方法。（3）计算机技术。利用计算机可以完成数值计算、公式推导、网格生成、计算结果分析和计算流场的图像显示。

【航空航天材料科学】材料科学中富有开拓性的一个分支，飞行器

及其动力装置、附件、仪表所用的各类材料，是航空航天工程技术发展的决定性因素之一。航空航天材料的进展取决于下列 3 个因素：（1）材料科学理论新发展；（2）材料加工工艺的进展；（3）材料性能测试与无损检测技术的进步。一种新型航空航天材料只有在这三个方面都已发展到成熟阶段，才有可能应用于飞行器上，因此世界各国都把航空航天材料放在优先发展的地位。航空航天材料具有如下特性：（1）高的比强度和比刚度，即材质轻、强度高、刚度好；（2）优良的耐高低温性能、高温持久强度、蠕变强度、热疲劳强度，在空气和腐蚀介质中要有高的抗氧化性能和抗热腐蚀性能，并有在高温下长期工作的组织结构稳定性。当飞行器在同温层以亚音速飞行时，表面温度 -50°C 左右，这种情况下要求金属结构件或橡皮轮胎不产生脆化现象；（3）耐老化和耐腐蚀；（4）适应空间环境，避免高真空和宇宙射线照射所造成的“冷焊”现象；（5）高的寿命和安全性，要求材料具有高的比强度和高的断裂韧性。

【飞行器制造工艺学】研究飞行器制造的一切有关工艺过程的本质、相互联系和发展的科学，是从机器制造工艺基础上发展起来的一门独立学科。飞行器制造工艺的发展与飞行器的发展密切相关。锻压、板材压制、机械加工、铆接装配、焊接装配、非金属零件加工、表面保护以及协调技术、数控加工、化学铣切、成形加工、表面完整性、熔模锻造、精密锻压等。飞行器制造工艺和飞行器设计是相辅相成，相互制约而又相互促进的因素。设计推动制造工艺，而工艺的返回又推动构造设计。

【飞行器结构力学】研究飞行器结构在载荷和环境作用下的应力、

变形、稳定性及其合理性的学科。又称飞行器结构理论，有时也称飞行器强度学。飞行器结构力学是固体力学理论应用于飞行器结构的一个分支学科，是飞行结构设计的重要理论基础。它的基础学科是静力学、桥梁力学、结构稳定性理论、板壳力学、计算力学等。经典的飞行器结构力学主要指飞机结构力学，可按结构型式分为杆系结构力学和薄壁结构力学。(1) 杆系结构力学：在杆系结构中，飞机结构力学与一般结构（如桥梁、建筑等）力学基本一致，讨论静定和静不定两种结构，解决问题的主要手段是满足静力平衡条件和满足变形协调条件。(2) 薄壁结构力学：在薄壁结构中，杆主要受轴向力，板主要受剪力，基本的问题有扭转、剪滞、屈曲、有效宽度、张力场和压力场等。初期的结构力学以静力学为主，飞机事故分析对结构力学提出过一系列课题，如气动弹性、疲劳与断裂、热强度等问题。这些原来属于飞行器结构力学范围的课题，逐步发展形成了独立的分支学科。此外，还出现了最优化方法、复合材料力学、统计结构力学等一些新的分支。

【活塞式航空发动机技术】研究为航空器提供飞行动力的往复式内燃机的技术学科。发动机带动空气螺旋桨等推进器旋转产生推进力。从1903年第一架飞机升空到第二次世界大战末期，所有飞机都用活塞式航空发动机作为动力装置。20世纪40年代中期在军用飞机和大型民用机上燃气涡轮发动机逐步取代了活塞式航空发动机，但小功率活塞式发动机比燃气涡轮发动机经济，在轻型低速飞机上仍得到应用。活塞式航空发动机的性能通常用转速特性、螺旋桨特性和高度特性表示。油门全开或进气压力维持不变式，发动机的功率和耗油率随转速的变化关系称为转速特性，在发动机

上安装定距螺旋桨时，发动机功率和耗油率随转速的变化关系称为螺旋桨特性，发动机转速不变时，功率和耗油率随飞行高度的变化关系称为高度特性。

【涡轮式航空发动机技术】研究由压气机、燃烧室和燃气涡轮组成的发动机的技术学科。它的优点是重量轻、体积小和运行平稳，广泛用作飞机和直升机的动力装置。第二次世界大战以后，燃气涡轮发动机逐步取代了活塞式发动机，飞机的飞行速度很快超过了音速。20世纪50年代后期又发展了涡轮风扇发动机，它有良好的经济性能作高亚音速甚至超音速飞行，用于各种高亚音速运输机和军用飞机。60年代中期，带加力燃烧室的涡轮风扇发动机已成为超音速军用飞机常用的动力装置。

【火箭发动机技术】研究和设计运载火箭和航天器动力系统的学科。火箭发动机技术起源于中国。至20世纪初，火箭发动机都采用火药作为推进剂，性能不高。20世纪20年代，液体火箭诞生。第二次世界大战时期，德国的液体火箭和火箭发动机达到了实用水平。50年代以后，导弹技术的发展促进火箭发动机的迅速进展。到60年代初，火箭发动机的发展以臻成熟，但发展工作仍在继续。从技术原理上讲，火箭发动机属于满足牛顿第三定律原理的发动机。根据推进剂或工质能量利用方式的不同，火箭发动机可分为化学火箭发动机、核火箭发动机和电火箭发动机。化学火箭发动机又可分为固体火箭发动机、液体火箭发动机和混合推进剂火箭发动机。在化学火箭发动机中，推进剂既是能源也是工质，它在燃烧室内进行放热反应，将化学能转化为热能，生成高温燃气，经喷管膨胀加速，将热能转化为气流功动能，以高速从喷管排出产

生推力。核火箭发动机以核燃料作能源，用氢作工质，由核反应放出热能加热工质经喷管膨胀加速后以高速排出，产生推力。电火箭发动机利用电能将工质加速，形成高速射流从机内排出，产生推力。这三种类型的火箭发动机性能差异较大。

火箭发动机在航天领域中应用十分广泛，其中尤其以各种化学火箭发动机为主，从性能上看，化学火箭发动机推力大可以达到数百吨，小可以只有 10^{-5} 达因，比冲可在 200—460 之间，工作时间长的可累计达到小时级，启动次数有的可达几万次。火箭发动机可用于运载火箭的主发动机、助推发动机和游动发动机；可用作航天器的远地点发动机、轨道及姿态控制推力器；可用于各种导弹的主、辅推进系统、多弹道分导、机动弹头以及末制导的辅助推进系统；还可应用于航空器、战术导弹、鱼雷以及探空火箭等。

【航天动力学】研究航天器和运载器在飞行中所受的力及其在力作用下的运动的学科。又称星际航行动力学。航天动力学研究的运动包括航天器的质心运动，即轨道运动；航天器相对于自身质心的运动和各部分的相对运动，即姿态运动；与航天器发射、航天器轨道机动飞行有关的火箭运动等。航天动力学产生于经典天体力学。19 世纪末，根据太阳系中大行星运动和月球运动规模的研究，总结出轨道摄动理论。航天器轨道运动理论是在这些理论的基础上发展起来的。随着火箭技术的发展，人造卫星和各种空间探测器相继发射成功，轨道运动理论的研究发展成为与工程实践密切联系的应用学科。航天器姿态运动理论也起源于天体力学。20 世纪，利用地球自转运动和章动理论，研究了早期航天器的姿态运动，到 70 年代末，以刚体为主体的航天器姿态运动问题已经基

本解决。随着航天器任务多样化,出现了多种姿态控制方式。

航天器的飞行过程三阶段即发射段、运行轨道段、降落轨道段都可以分解为上述三种运动。研究航天器的运动是以牛顿力学和火箭力学为基础的,一般不考虑相对论效应。航天动力学以数学、力学、控制理论为基础。轨道运动理论是以天体力学中的轨道摄动理论为基础,用于在已知航天器所受的力的情况下确定航天器轨道运动的问题。它是轨道设计和轨道测定的基础。轨道摄动理论中将航天器实际运动的轨道分成两个部分。其中一部分是已经完全解出的简化理论轨道,一般取符合二体问题运动规律的开普勒轨道。另一部分是精确理论轨道与简化理论轨道的差,称为轨道摄动。轨道摄动是一个小量,只要解算出轨道摄动,就能精确求出航天器的轨道运动。姿态运动理论是姿态控制方式设计的基础。它的任务是求出任意时刻航天器的姿态情况。具体任务是:确定力学模型、分析作用力矩、建立和求解运动方程。航天器的力学模型与航天器部件的结构形式有关,其受到的力矩有自然界的外力矩、航天器的内力矩和控制力矩。描述姿态运动的微分方程是常微分方程和偏微分方程。火箭运动的研究是以变质量力学和经典力学为基础的,其任务是求出任意时刻火箭的运动状态和分析火箭姿态运动的稳定性。研究内容包括:建立火箭运动方程并加以求解;火箭轨道优化;火箭轨道摄动和建立火箭运动和火箭设计中有关参数的关系。

【航空电子学】研究电子技术在航空工程中应用的学科,它是在航空技术和电子技术发展过程中逐渐形成的。1899年在两个气球之间进行了无线电通信试验;1910年由飞机上的火花发射机和地面的电磁检测器实现了空对地无线电通信。这是航空电子学发端的

前兆。第一次世界大战中飞机开始装备中波电台和手动环形天线监听式测向器。到 20 世纪 40 年代末,航空电子学获得较大发展,航空通信从中波扩展到短波和超短波;自动定向无线电罗盘得到了广泛采用;仪表着陆、甚高频全向信标和罗兰等导航系统问世;雷达作为侦察、搜索和火控的探测装置在飞机上出现。50 年代,各种新型无线电导航系统陆续使用。60 年代,第一代机载数字计算机出现,促进了航空电子技术的新发展。此后,电子技术的主要成果都很快被应用到航空方面。航空电子学的内容通常包括:通信技术、导航、空中交通管制技术与系统、雷达和识别技术、电子对抗技术、计算机技术、自动飞行控制和飞机仪表系统、载荷管理、电气系统、火力控制技术、飞行数据记录以及飞行模拟训练技术与系统等。某些与机上电子系统配合使用的地面电子设备亦属航空电子学范畴。航空电子系统可以分成两大类:一类是为常规飞行任务服务的通用系统,如通信系统、导航与导引系统、自动飞行控制系统和空中交通管制系统;另一类是为特定飞行任务服务的专用系统,这种系统根据不同的任务选用。

【空间电子学】为航天工程、空间探测和各种应用卫星系统服务的电子技术和理论。空间电子学研究的主要内容包括:(1) 航天器内部的信息处理、存贮和控制技术;(2) 航天器的电源和稳定技术;(3) 航天器跟踪、测量、定位、遥测和遥控技术;(4) 卫星通信和广播技术;(5) 空间探测和遥感技术、远距离大数据量的信号传输技术、遥感图像的处理和识别技术;(6) 利用卫星对运动物体的无线电定位技术。此外,还有与这些电子技术相联系的理论和技术,如数字通信理论、自动控制理论、电波天线理论、抗干扰理论和技术、遥感处理技术和理论微电子技术等。空间电子

学涉及面广，作用面广，空间电子系统由地面到空间，复杂而庞大，并且多是具有信息反馈的实时控制系统，必须应用控制论和系统工程的原理和方法进行论证和设计。

【飞机飞行控制】研究人工操作和自动控制飞机飞行的科学。飞机的飞行控制分为人工操纵和自动控制两种。人工操纵是指飞行员通过机上的控制系统操纵舵面，发动机操纵机构实现飞机的稳定飞行或特定姿态与任务飞行。自动控制是指通过飞行自动控制系统操纵舵面和发动机工作状态机构实现不同飞行方式的自动控制。飞机的飞行控制主要是稳定和控制飞机的角运动以及飞机的重心运动。飞机飞行控制采取的是反馈控制原理。飞机构成由被控对象、飞行控制系统组成的闭环回路，实现对飞机的稳定与控制。飞行控制系统的组成包括各种飞行参数敏感元件，生成控制信号或指令的计算机、变换和放大信号的电子线路以及执行机构。飞行控制系统的功用包括：（1）保持姿态和航向；（2）增稳或控制增稳；（3）控制空速；（4）控制航迹；（5）自动导航；（6）自动着陆；（7）地形跟随、地形回避；（8）自动瞄准；（9）编队飞行；（10）配合自动空中交通管制等。飞行控制系统的发展方向是数字化、综合化、智能化，逐步减轻空勤人员的负担，提高系统的可靠性和多功能。

【航天器控制】研究航天器控制理论、内容以及工程实现方法的科学。航天器控制包括轨道控制和姿态控制。早期的人造地球卫星大多采用自旋稳定和重力梯度稳定的被动姿态控制方法。后来逐步演变到采用既有姿态控制能力又有轨道控制能力的控制系统。姿态控制已由被动控制发展为半主动控制和主动控制。三轴姿态

控制已经在对地观测卫星、通信卫星等应用卫星和载人飞船、航天飞机上成功地得到了应用。航天器在轨道的交会和对接成功以及阿波罗飞船登月，标志着航天器控制技术进入了新阶段。航天器控制系统通常由敏感机构、电子线路、程序系统和执行机构等组成一个闭环控制系统。敏感机构包括惯性器件、无线电测量与雷达系统、太阳敏感器、地球敏感器、恒星敏感器等；电子线路则主要进行对敏感信号的变换和传输；程序系统主要是计算机；执行机构包括各种长期工作的低推力推进器和角动量存贮装置等。航天器是一个有交叉耦合的多自由度系统，各种测量值和系统状态又是间接相关的，在系统和测量中存在各种干扰因素。为了解决这些复杂的控制问题，从 20 世纪 50 年代开始，逐渐建立起一套比较完整的现代控制理论，包括多变量控制、统计滤波、最优控制和随机控制等，从而使航天器控制科学与现代控制理论紧密结合在一起。

【飞机导航学】确定飞机的位置并从技术上实现引导飞机按预定航线飞行的技术学科。飞机导航系统按工作原理不同可分为以下几种：（1）仪表导航系统；（2）无线电导航系统；（3）惯性导航系统；（4）天文导航系统；（5）组合导航系统。各种导航系统有利有蔽。无线电导航（包括卫星导航）作用距离远、精度高，但地面设备复杂，成本高，易受干扰。惯性导航自主性强，作用距离远，保密性好，但积累误差严重，天文导航作用距离远，精度适宜，但敏感系统复杂，且受气象条件影响严重。因此，现代飞机往往采用组合导航系统，发挥各种导航技术的长处，对于军用飞机来说，为了保密常采用军用保密性好的无线电导航系统和惯性导航系统。导航技术的关键及核心问题在于确定飞机的瞬时地理

位置（航向、经度、纬度）。确定飞机位置有目视定位、航位推算和几何定位三种方法。目视定位指由驾驶员观察地面标志来判断飞机的位置，这在起飞和着陆过程中特别重要。航位推算指根据已知的前一时刻飞机位置和测得的导航参数推算当前飞机的位置。几何定位指以某一个或几个已知导航点为基准确定飞机相对于导航点的位置，从而定出飞机的位置线，两条位置线的交点即为飞机当时位置。无线电导航包括卫星导航、天文导航实质上利用了几何定位的原理。

【星际航行导航与控制】确定航天器在空间的位置和速度，控制其飞行使之达到目的地的技术学科。人造卫星和飞船等航天器导航与控制相对比较简单，各种星际探测器的导航与控制难度较大，星际航行导航与控制首先要研究探测器在各种力作用下的运动。它一般按在地球、太阳和其他行星的引力作用下的限制性多体运动来处理。在距目标星较近的引力作用范围，这种多体运动可以简化为几个受到摄动作用的二体问题，因此行星际航行分为三个主要阶段，发射和入轨阶段、中途自由飞行阶段、接近目标星或着陆阶段。每一个阶段可按其特点来分析计算探测器的运动、当确定探测器的位置和运动状态后，即可根据预定参数对探测器的运动进行调整，直到达到目标星。星际航行有三种导航方法：天文导航、无线电导航和惯性导航。这三种方法常常结合起来运用。根据星际航行的三个不同阶段，可把制导相应地分为初制导、中制导和末制导。初制导和末制导一般只有一次，中制导根据任务和距离的不同要进行多次。星际航行导航与控制的特点是：精度高、技术复杂、自主性大、要求系统功耗和重量更小、可靠性更高。

【航空航天遥感技术】研究不直接与目标物接触而感知其性质和状态的技术学科。通常指从人造卫星、飞机或其他飞行物上收集地物目标的电磁波辐射信息，判认地球环境和资源的技术。航空航天遥感技术是 20 世纪 60 年代在航空摄影和判读的基础上，随航天技术和计算机技术的发展而逐渐形成的综合性感测技术学科。遥感所依据的原理是：任何物体都有不同的电磁波反射和辐射特征，航空航天遥感就是利用安装在飞行器上的遥感器感测地物目标的电磁辐射特征，并将特征记录下来进行分析和识别，利用航空器上的遥感器进行遥感称航空遥感，利用航天器上的遥感器进行遥感称航天遥感。航空航天遥感往往按电磁波谱段的不同分为可见光遥感、红外遥感、多谱段遥感、紫外遥感和微波遥感：（1）可见光遥感，是应用比较广泛的一种遥感方式，遥感元件一般是感光胶片和光电探测器，它往往能获得形像的图片信息，判读容易；（2）红外遥感，又可分为近红外遥感和中红外遥感、远红外遥感、中、远红外遥感通常用于遥感物体的辐射。常用的红外遥感器是光学机械扫描仪；（3）多谱段遥感，利用几个不同的谱段同时对同一地物进行遥感，有利于分析和识别，常用的遥感器是多谱段相机和多光谱扫描仪；（4）紫外遥感，对波长 0.3—0.4 微米的紫外光的主要遥感方法是紫外摄影；（5）微波遥感，对波长 1—1000 毫米的电磁波的遥感。它的主要应用包括：照相侦察、电子侦察、导弹预警、地图测绘、资源普查、大气研究、环境监测、气象观测、水文普查、地质勘察等。航空航天遥感技术可广泛用于军事、国民经济和各个科学技术领域，具有极高的应用价值。

【飞行器设计】研究飞行器设计理论、方法和设计的一门综合性技

术学科。飞行器设计综合利用现代科学技术的成果，以系统工程的方法，用工程语言的形式指导飞行器的制造、试验和使用，它是飞行器研制过程的重要组成部分和第一环节。19世纪初，人类模仿飞行动物设计和制造出飞行器的雏形。在理论探索、经验总结和自然模仿的基础上，20世纪20年代形成了飞行器设计的统计法，又称原准法。随后，在进一步分析飞行器各种参数对飞行性能影响之后，又产生了分析法。60年代，随着航空航天活动的发展，飞行器日益复杂，出现了以计算机为工具的，包括优化设计在内的系统设计方法。所有设计方法都力求在当时条件下，以最小的代价（人力、物力、财力和时间）设计出符合要求的飞行器。在设计内容上，飞行器设计是按照从总体到部分、从预测到验证的顺序进行的：（1）首先根据飞行器的任务和用途，把需要与可能结合起来，确定飞行器的技术指标或战术指标，借以作为设计的依据；（2）在指标确定的基础上，进行必要的工程分析、估算和试验，选择技术途径，对众多可行的总体方案进行比较，从中选出或综合出最合理的方案进行总体设计；（3）选定飞行器推进系统、飞行器的外形和主要参数并确定部位安排，设计时要进行理论分析和计算，通过风洞实验来验证；（4）在总体设计中提出飞行器的各种载荷，选定主要结构的材料。既要使飞行器安全可靠，又要千方百计减轻重量；（5）复杂系统的综合设计，对各分系统进行总体协调。要将所有分析和组件综合成一个有机的整体，使它能满足性能要求，彼此在结构、电气和工作方面又很协调一致。

【航空航天系统工程】 航空工程和航天工程的组织管理技术学科。按照系统科学的思想，应用运筹学、信息论和控制论的理论并以

信息技术为工具组织和管理航空航天系统的规划、研究、设计、制造、试验和应用。航空航天系统工程的根本出发点在于：以最小的代价（人力、物力、财力和时间），最有效地利用最新科学技术成就，获得最高的经济效益并达到航空航天预期的目的。系统工程的主要特点是系统思想方法量化，也就是用数学方法定量地处理系统各组成部分的相互关系，同时以电子计算机作为运算手段。航空航天系统工程的方法包括：（1）用指挥信息系统对航空航天工程实行科学的计划管理；（2）建立总设计师制度，由总体设计机构对航空航天工程这种大规模社会劳动进行科学的技术管理；（3）采用仿真模拟技术，包括数字仿真和实物模拟。

【空间科学技术】空间科学技术有狭义和广义两种含义。广义的空间科学技术泛指与航天技术有关的一切方面。这里系用狭义的含义，即利用航天技术成果，在空间进行科学技术和应用活动。它实际上属于航天技术的应用学科范畴。空间科学技术包括这样一些应用学科：（1）空间物理探测，探测和研究地球大气层外的空间物理现象和过程；（2）空间天文观测，利用地球大气层外无空气干扰的环境对天体及天文现象进行观测和研究；（3）空间医学，研究人类和生物在太空无重力环境下的医学行为，研究宇宙线、微流星等对生命体影响；（4）空间物理化学研究，研究在太空环境中的物理和化学现象，如化学反应、结晶、液滴现象等；（5）空间制药，在太空微重力、超净环境下进行贵重药物生产；（6）空间加工，利用失重及超净环境进行机械加工，如太空焊接；（7）太空材料生产，利用太空独特的环境进行高纯度材料如单晶体、半导体材料的生产；（8）空间军事应用，利用太空不受限制、视野大的特点，进行军事侦察、空间防御、军事通信和导航等。除此

之外，利用在航天器进行环境监测、气象预报、地理测量、资源普查、广播通信、海洋观测等，也属于空间科学技术之列。

【航天器热控制】控制航天器内外热交换的过程，使其热平衡温度处于所需范围内的技术学科。一般分为空间运行段热控制和过渡段热控制。在空间运行段，航天器在轨道上受到太阳和行星加热，并向温度相当于 4K 的宇宙空间散热。空间运行段热控制可分为被动式和主动式：被动式热控制依靠选取不同的热控制材料和合理的总装布局来处理航天器内外的热交换，使各部分温度在各种工作条件下都不超过允许的范围。常用的技术有：外表覆盖温控涂层；在各部位或仪器间布置热管，减少部件间的温度差；敷设隔热材料以及放置交替吸放热的相变材料。这种热控制方法简单可靠，是热控制的主要手段，但这种方法自身无自动调温能力。主动式热控制是当外热流或内热源发生变化时，自动调节内部设备温度，并保持在规定的范围内，过渡段热控制是指航天器在发射前的地面段，上升段和再入大气段所采用的热控制技术。地面段可以充分利用各种地面设备，温控比较容易。上升段热控制的任务是防止航天器结构和仪器设备过热，主要措施有：减少高温外壳传给仪器设备的热量；增加仪器设备的热容量；降低航天器在发射时的初始温度。再入段热控制是最为关键的技术之一。由于航天器再入时速度极高，环境极其恶劣，因此为了保护航天器内的有效载荷，必须具有有效的防热措施。

【航天器姿态控制】研究获取并保持航天器在太空中定向的技术学科。姿态控制包括姿态稳定和姿态动机两方面。前者是保持已有姿态，后者是把航天器从一种姿态转变到另一种姿态的再定向过

程。航天器在轨道运行时，为了完成它所承担的任务，必须具有一定的姿态，如对地观测卫星的照相机或其他遥感器要对准地面，通信卫星的天线要对准地球上的服务区；天文观测台的镜头要对准观测的天区等。不同的航天器对姿态控制精度要求是不同的。有些科学探测和技术实验卫星对姿态控制要求不高，只要在几度至十分之几度范围内即可；通信卫星要求天线指向精度为波束宽度的 $1/10$ ，对地观测卫星要求有较高的姿态准确度（十分之几度）和姿态稳定度（每秒几角秒）；天文卫星要求极高的姿态稳定度（几角秒）和姿态稳定度（ 10^{-3} 角秒/秒）。早期的航天器限于技术手段，多采用被动姿态稳定，特别是自旋稳定。20 世纪 60 年代初期，由被动式逐步发展成为半主动控制，即在被动稳定基础上，辅以主动控制的若干功能。60 年代中期以后，为高精度、长寿命的需求，主动姿态控制方法逐步成熟。主动姿态控制是根据姿态误差形成控制指令，产生控制力矩来实现姿态控制的方法。要求对三个轴进行姿态控制的航天器通常采用主动姿态控制。主动姿态控制系统由姿态敏感器、控制器和执行机构组成。常用的姿态敏感器有陀螺仪、红外地球敏感器、太阳敏感器、恒星敏感器、磁强针和射频敏感器等。执行机构通常有飞轮、磁力矩器和小发动机（或高压喷气管），控制器主要是放大、调谐一类的电路。主动姿态控制精度高，灵活性大，快速性好，航天器发展趋势是越来越大，挠性问题更加突出，因此不但要控制其姿态，还要控制形状。今后，高精度、长寿命、能应变和调整控制系统结构，能识别故障并实现综合控制是航天器姿态控制系统进一步发展的重要课题。

【航天器轨道控制】研究对航天器质心施加外力，以改变其运动轨迹的科学技术学科。在主动飞行段，航天器轨道控制的功用是导

航、导引和控制。导航的作用是确定轨道，即确定航天器位置向量和速度向量（共 6 个参数）；导引的作用是根据航天器参数、飞行目标在受控运动条件，确定航天器在推力作用下继续飞行的规律；控制的作用是把航天器的本体坐标系稳定在所要求的基准坐标系附近。在自由飞行段，轨道控制主要用于导航，同时准备为下一个主动飞行段调整姿态。轨道控制按应用方式分为 4 类：变轨控制和轨道机动，其作用是在某一点或某一区间改变航天器的速度向量，使航天器从一个自由飞行段的轨道转移到另一个自由飞行段的轨道。现代航天器轨道控制强度自主性强、抗干扰力强、反应时间短、可靠性高。对于不同目的航天器，轨道控制精度要求也是不同的。象同步卫星、气象卫星、对地观测卫星，它们的轨道精度要求很高。而遥远的星际探测器要达到更高的轨道保持和控制精度。

【航天器能源科学】研究航天器内用于产生、贮存和分配电能的各种装置的技术学科。多数航天器工作时间较长，要求电源的容量大，电源系统重量约占整个航天器重量的 15—20%，各电源输出的电能经过变换器、稳压器实现电压/电源变换、变频、稳压，实现对地电绝缘和电源母线保护，同时消除来自电源母线的瞬态变化和电噪声对用电设备的影响。配电器完成供电的分配。电源按能源来源不同分为化学电源、太阳电池电源和核电源。正在研制的电源还有百千瓦级电源、高效太阳能电池、聚变太阳能电池和反应堆核电源。

【航天器测控技术】研究对航天器进行跟踪测量、监视控制和信息交换的技术学科。测控技术的雏形源于 20 世纪 40 年代初期开始

建立和使用的靶场测量系统和技术。随着航天技术和电子技术的发展，测控技术逐渐超出了跟踪测量靶标的范围，发展成为多功能、大信息量和高度自动化的航天器测控技术和专门系统，航天器测控技术广泛地应用于航天器测轨、卫星导航和测地以及空间探测等方面。

航天测控系统由航天测控中心和分布在各地的航天测控站组成。它包括跟踪测量系统、计算机系统、遥测系统和通信系统。跟踪测量系统有光学跟踪测量系统、无线电跟踪测量系统、遥测系统，用以获取航天器的实时运动参数、航天器内部参数并进而推算航天器的姿态参数和轨道参数，接收航天器探测参数、实况记录参数。计算机系统包括大型计算机和程序系统，具有处理加工和控制等各种功能。遥控系统用于实时控制航天器，任务主要有：发送控制指令、核准航天器的程序控制装置、将指令信息注入航天器计算机内。通信系统包括通信中心、通信台站、各种线路等，它通过电缆光缆、明线载波和无线电线路把航天测控中心与各测控站以及发射场，回收区联系起来，完成测控中心、测控站与航天器之间的信息传输。

【航天器再入与回收技术】研究使航天器脱离原来的运行轨道进入地球大气层，并在地面安全着陆的技术学科。其目的是把返回式航天器，如返回式卫星、宇宙飞船、航天飞机等在空间完成预定任务后，安全地将宇航员、生物试样、其他星球样，遥感数据舱或实验物品等送回地面。航天器返回技术是以再入防热技术、火箭回收技术和某些航空器回收技术为基础逐步发展起来的。第二次世界大战后，美国和苏联曾利用 V-2 导弹改装成探空火箭进行科学试验并通过降落伞回收实验物品。由于它发射高度低，速度

慢，回收并不困难，随着导弹射程的增加，弹头速度越来越快，气动加热问题越来越严重，为解决再入防热问题，美国在20世纪50年代专门研制了用于再入防热研究的三级火箭如丘庇特-C。50年代末，苏美相继突破了弹道导弹弹头再入防热关。1959年美国成功地用降落伞回收了洲际导弹试验弹头。1960—1961年，美国的发现者卫星和原苏联卫星式飞船成功地再入和回收，标志着再入与回收技术初步发展成熟。航天器再入和回收技术也经历了一个从低到高的发展过程。早期返回式航天器大都采用烧蚀防热再入方法。这类航天器大都设计成空气阻力大的钝头体，再入对着气流的表面涂有极易升华的烧蚀材料。航天器内还带有降落伞和控制机构。当准备再入时，航天器首先变轨进入再入轨道并将钝头面调整到与气流方向平行。再入过程，动能转化的大量热能将烧蚀材料融化或气化，带走大量气动热，从而保护了有效载荷。当航天器下降到离地面5—10公里高、速度减为音速以下时，可打开降落伞，使回收舱安全着陆或在海上溅落。烧蚀防热方法简单，技术成熟，因此广泛地应用于宇宙飞船、返回式卫星和弹道导弹上。

【航天生命保障与救生】在航空航天飞行中保证人和其他生物安全，提供生活环境和人的工作环境，在应急情况下能迅速从飞机或航天器中逃离并安全着陆的综合性科学技术。它一般包括载人航天器生命保障、飞机环境控制、生物卫星生命保障、生物火箭生命保障，个体防护、航空救生和航天救生等。载人航天器设有生命保障系统，用于维持载人密封舱内的大气环境，保障宇航员生活、工作的安全。它能满足宇航员对食物和用水的需要，排除人体活动的废物。现代载人航天器生命保障系统要求能满足多乘

员、长时间飞行的要求。为使宇航员身体不受大的不利影响，飞船环境尽量与地面一致，食物尽可能多样化，各种活动自由度较大，同时还要有增强体能的体育活动器械。飞机环境控制系统用于保证飞机座舱和设备能具有乘员和设备所需要的环境条件，包括座舱供气、空气分配、座舱压力控制、制冷和温度控制、湿度控制等。飞机上的乘员特别是高速飞机驾驶员还备有个体防护设备，用于保证飞行员在不利飞行和紧急离机条件下生存或保持飞行的能力，包括高空、碰撞、高速气流、入水和热防护等设备。常见的防护设备有：供氧系统、高空代偿服、抗荷服、高过载座舱、保护头盔、液冷服、抗浸服等。航空航天救生是保障飞行人员安全的重要手段。航空救生的主要设备有弹射座椅、降落伞、密闭救生装置和牵引救生装置等。

【航空航天医学】研究航空航天活动对人体的影响，寻找有效的防护措施，保证飞行员和宇航员的健康与安全，提高完成各种飞行任务的效率以及为航空航天工程技术发展提供医学数据的一门综合性的医学分支。它涉及航空航天生理学、航空航天心理学、航空航天医学工程和一些新的学科。航空航天医学研究的主要内容有：（1）从医学角度选拔和训练飞行员和航天员；（2）研究飞行器的环境控制和生命保障系统，个体防护和救生设备以及卫生、营养和食品等医学问题；（3）研究航空航天中超重、失重、振动、冲击、噪声、辐射、温度、湿度和压力等环境因素对人的生理和心理影响，人体的耐受限度以及有效的防护措施；（4）研究航空航天条件下提高飞行员工作能力和效率的问题；（5）研究和实施航空航天医务监督、医务保证和医学鉴定，发展有关的技术、方法和评定标准；（6）研究地面模拟设备的医学问题；（7）研究生理

学、医学和环境参数的测试、显示、记录和处理；(8) 从医学观点向航空航天工程提出要求。现代航空航天医学的发展主要是研究新机和高性能飞机中人—机—环境系统工程学的应用，以及长期航天活动对人体生理、心理功能的影响及其机理。

【航空航天生理学】研究航空航天中的噪声、振动、超重、失重、温度、低气压、真空、缺氧、无氧和空间辐射等环境对人体组织器官功能的影响，人体对这些因素的适应和耐受能力，人体在这些环境因素作用下的工作能力，以及对这些因素的防护措施的综合性学科。随着航天技术的飞速发展，对生理学不断提出新问题，如长时间的超重、失重、空间辐射等对人体的作用和长时间飞行中的生理反应等，促使航空生理学发展成航空航天生理学。

【航空航天心理学】研究航空航天环境、人员飞行能力与心理品质之间关系的心理学分支学科。其任务不仅要研究航空航天有关的心理学问题，从心理学角度去选拔和训练飞行员和航天员，还要从心理学观点对航空航天工程提出要求，飞行人员的心理品质包括感知觉判断，注意力分配与转移、反应速度、手足动作协调性、记忆力、模仿力和情绪等方面的因素。在航空航天方面，感知觉判断包括飞行人员对高度、距离和速度等飞行状态的判断。无论是飞机的机动飞行和着陆，或是航天器的空间对接和在其他星球上降落，都要求驾驶人员具有良好的感知觉判断能力。

【航空航天人机工程学】研究航空航天环境条件下人与飞行器关系的新兴的综合性学科，又称航空航天工效学，它是载人飞行器设计和操纵员训练的理论基础之一。航空航天人机工程学运用人体

测量学、生理学和生物力学等研究手段和方法,综合研究人体结构、功能、心理工程学和生物力学等问题,借以设计能使操纵员发挥最大效能的飞行器,特别是飞机驾驶舱和飞船指挥舱的设计。随着计算机在航空航天活动中的应用,航空航天人机工程学的研究重点是充分利用机载计算机的功能,使飞行人员和宇航员与计算机更好地配合起来,并具有充分的灵活性。

【飞行器环境工程学】研究地面和飞行环境对飞行器可靠性的影响,是航空工程和航天工程的重要组成部分。飞行器环境工程是在飞机、火箭、导弹和航天器的发展过程中逐渐形成的一门技术学科。在第二次世界大战后的飞机研究过程中,人们逐渐加深了对飞行和地面环境影响的认识,曾制订了一系列规范和严格的考验方法,奠定了环境工程的基础。它的内容主要包括:(1)环境预示,在设计新的飞行器时,需要在研究环境条件的基础上预示其未来的工作环境以决定设计参数,预示的结果要用原型飞行器的遥测数据进行修正;(2)制定环境试验规范,试验规范或标准是环境试验的依据,规范可以分指导性和法规性两类,规范中具体规定环境试验的要求、内容和方法并指出规范的任务、适用范围和主要参考文献,规范通常是在成功型号经验积累的基础上,由设计单位和使用单位共同协商制订;(3)环境模拟试验,分为研究性试验、鉴定性试验、验收性试验(研究性试验是在产品研制阶段为探索某些研究项目而进行的试验,鉴定性试验主要验证产品的设计容量;验收性试验是为了检验批生产工艺质量或产品出厂前的质量);(4)环境控制,为了改善环境,需要采取一定的控制措施,环境控制一般分主动控制和被动控制两种,前者没有自动调节能力,后者能自动控制环境,环境控制技术普遍用于飞行

器的结构、温度控制、姿态控制、能源等分系统中。

【航空气象学】为航空服务的一门应用气象学科，针对航空中所提出的关于气象方面的要求进行研究。它的主要任务是研究气象要素和天气现象对航空技术装备和飞行活动的影响，组织以预报为主的有效的天气保障，保证飞行安全和顺利完成飞行任务。航空气象还包括航空气候统计和区划，航空气象资料的整理编制、存贮和检索等内容。20世纪20年代为了满足飞行器设计的需要美国首次编制了“标准大气”。30年代，同温层飞行成功，促进了航空气象学的发展，许多气象探测站和探空火箭站建立起来。高速飞机的出现及远程乃至全球飞行的成功，对航空天气预报的时效要求更高，提出获取全球范围气象情报的要求，航空气象开始采用先进技术，建立地面气象雷达站，并通过气象卫星开展全球数值天气预报业务。60年代以来，航空运输量急剧增加，航空气象保障又进一步向自动化和系统化方向发展。但恶劣的气候及变化复杂的气象现象仍然严重威胁着飞行的安全，成为现代航空气象学亟待解决的课题。

【航空航天法学】包括航空法和空间法两部分内容。航空法是国际法从本世纪初迅速发展起来的一门新学科，是调整空气空间的利用并使航空、公众和世界各国从中受益的一套规则。可细分为国家航空法和国际航空法。国家航空法是由各国为维护其领空主权和航空权益，合理和有效地使用空域，维持空中交通秩序，保障飞行安全，促进民航事业发展而制定的有关航空的法律；国际航空法是由缔约国共同制订并共同遵守的与民用航空有关的法律。国际航空法的基本原则是空中主权原则，根据这一原则，国家对

其领空具有完全的和排他的主权并享有 3 项权利：（1）有权对一切飞行器开放和关闭领空；（2）有权对准许通过领空的飞行器进行管制和登机检查；（3）对私有飞行器享有司法管辖权，而对享有治外权的外国国有飞行器则无管辖权。1919 年产生了第一个生效的航空法法律文件——巴黎公约，有 32 个国家认可。1926 年在马德里缔结了利比利亚—美洲公约。1927 年由美国发起，为美洲国家起草了第一个航空公约即泛美公约。1944 年国际民用航空组织通过了《国际民用航空公约》即《芝加哥公约》，有 147 个国家参加。1974 年 2 月 15 日中国承认《芝加哥公约》。这个公约是迄今为止有关国际航空最重要的公约。空间法是关于外层空间活动的法律，主要表现为国际条约的形式，截至 1979 年，联合国大会先后通过了 5 个这类的条约，这些国际条约对外层空间活动所作的规定有利于人类进一步探索和利用外层空间，但尚存一些有争议的问题，是今后空间法研究的主要内容。主要问题是：外层空间的定义和定界及其主权范围；地球静止卫星轨道的性质和利用，包括制定关于合理和公平使用地球静止卫星轨道这一有限自然资源的一般性原则；卫星广播对别国的影响；航天遥感与被感国家主权的的关系；外层空间使用核电源对人类及其环境的影响。

【飞艇技术】飞艇是一种有推进装置、可控制飞行的轻于空气的航空器。飞艇由巨大的流线型艇体、位于艇体下面的吊舱、起稳定控制作用的翼面和推进装置组成。艇体的气囊内充以密度比空气小的浮升气体（氢气或氦气），借以产生浮力使飞艇升空。吊舱供人员乘坐和装载货物。翼面用来控制和保持航向、俯仰的稳定。飞艇的升降调整有多种方法，如改变浮升气体量（放气或充气），抛掉压舱物（水或沙袋）、利用艇体或翼面的气动升力，改变推力方

向等。飞艇作为最早的有动力载人飞行器，至今已有 100 多年的历史。1852 年法国人吉法尔制成一艘装有蒸气机的飞艇，以后在飞艇上换装重量较轻的内燃机，并改进了艇体和操纵装置，使软式飞艇成为具有实用价值的飞行器。1900 年德国人齐伯林制造的第一艘硬式飞艇问世。并广泛用于军事，还开创了飞艇商业飞行的历史。1929 年德国制成的大型商业飞艇“齐伯林伯爵”号，曾载客 16 人首次完成环球飞行。1936 年制成的客运飞艇“兴登堡”号，曾 10 次往返飞行于美国和德国之间，总共运送旅客 1000 多人。英国和美国也先后参照齐伯林飞艇制造了各自的大型飞艇 R-100 号和“阿克隆”号。但是这些大型飞艇都相继失事，从此硬式飞艇的发展处于停滞状态。70 年代以来。由于科学技术的进步，如高分子化学材料的出现，自动控制技术的完善，飞艇的发展又获得了新的活力。飞艇本身所固有的体积过分庞大、抗风能力差、地面设施复杂、使用维护不方便等缺点至今还未能完全克服。飞艇按结构型式分为软式、半硬式和硬式三种。软式和半硬式飞艇和艇体形状靠气囊内的气体压力维持，要求充气压力始终略大于外界大气压力，故又称压力飞艇。

【喷气飞机的诞生和突破音障】20 世纪 30 年代后期，活塞发动机螺旋桨飞机的最大水平飞行速度已达 700 多公里/小时，俯冲时接近音速。在这种条件下，飞机发生剧烈抖振，不稳定，甚至失去控制而被破坏。当时人们把这种现象称为音障。涡轮喷气发动机和喷气飞机的诞生，为突破音障开辟了道路。1930 年 1 月英国的惠特尔，1935 年德国的欧海恩分别取得了涡轮发动机专利。欧海恩在 1937 年 3 月研制成功推力为 500 公斤的 HeS-3B 轴流式喷气发动机，并成功地制造了世界上第一架成功飞行的喷气飞机，最

大时速为 700 公里/小时。在随后的近 10 年时间里，英、美、德等国先后研制了一批新的发动机和喷气式飞机，但平均时速都在 900 公里/小时以下，要进一步提高飞行速度，必须突破音障。1947 年 10 月 14 日，美国贝尔 X-1 火箭试验研究机在 12800 米高空达到 1078 公里/小时，首次突破音障，1953 年美国的“超佩刀” F-100 战斗机，在高空平飞速度达到 1220 公里/小时，也突破了音障。喷气飞机的诞生和突破音障，是航空发展史上的第三次重大突破，从此飞机进入了超音速飞行时代。

【喷气军用飞机的发展】20 世纪 50 年代喷气战斗机的速度提高到音速的两倍。美国“星”式 F-104、“鬼怪”式 F-4 和原苏联米格 21 等战斗机都达到这样的速度。60 年代美国和原苏联发展了超音速的军用飞机，如美国的 SR-71 战略侦察机，苏联的米格 25 截击/战略侦察机。50—60 年代，为了研究超音速、高超音速飞行和解决热障问题，美国在 X-1 的基础上研制了一系列试验研究机，如 D-558，X-2，X-15，其中 X-15 为高超音速研究机，装有一台液体推进剂火箭发动机，1963 年和 1967 年分别达到 107860 米高度和 7297 公里/每小时的速度。60 年代出现了两项航空新技术——变后掠机翼和垂直起落技术，它们在飞机上应用成功，为提高飞机综合性能开辟了新的途径。变后掠机翼是英国和美国分别于 1964 年和 1951 年开始研究发展的。第一架实用的变后掠机翼飞机是美国的 F-111 战斗机，于 1964 年 12 月 21 日试飞成功。变后掠机翼在 70 年代和 80 年代获得日益广泛的应用。如美国的 B-1，F-14，原苏联的米格 23，米格 27，苏 17/20/22，苏 24 和英国、德国和意大利合作研制的“狂风”等飞机都采用了变后掠机翼。垂直起落技术的研究始于 50 年代。1962 年起英国试飞了垂直起落研究

机 P-1127 和“茶隼”，在此基础上发展了“鹞”式垂直和短距离起落战斗机，美国引进了“鹞”式，经过改进后命名为 AV-8A。60 年代末，原苏联研制了舰载垂直起落歼击机雅克 36。70—80 年代又发展了一系列机动性好、马赫数为 2—2.5，机械电子设备先进、火力强大的新型军用飞机，如美国的 F-15，F-16，F-18，苏联的米格 29、米格 27，法国的幻影 2000 和幻影 4000 等。

第二次世界大战后，轰炸机经历了继续发展活塞发动机轰炸机的短暂过程，然后转向喷气式。1951 年 12 月 17 日，美国最早的喷气轰炸机 B-47 首次飞行，1952 年又发展了重型战略喷气轰炸机 B-52。60—70 年代又出现了几种超音速轰炸机，如美国的 B-58、XB-70、B-1、FB-111、苏联的图 22，图 26。

【喷气民航飞机的发展】第二次世界大战时大型机场遍布世界各地，为战后民航运输的迅速发展创造了良好条件。最初使用的喷气式民航机是英国的“子爵”号，第一架纯涡轮喷气民航机是英国的 4 发动机“彗星”号，1952 年 5 月 2 日开始在航线上使用。在这以后，航线上飞行的喷气民航机还有原苏联的图 104 (1956)、波音 707 (1958)、DC-8，康维尔 880/990，这些可以称为第一代喷气民航机。20 世纪 60 年代，由于喷气发动机技术的改进，第二代喷气民航机安装了高涵道比的涡轮风扇发动机，使喷气民航机变得更加经济和舒适。这一类飞机包括波音 727、DC-9、法国的“快帆”，英国的“三叉戟”和原苏联的伊尔 60。70 年代出现的喷气民航机以宽机身为主要特征，提高了飞机的载客量和舒适性。主要机型有波音 747，客舱可并排乘坐 10 人，最大载客量超过 500 人。70—80 年代又有几种宽机身民航机问世。其中有法国、英国、联邦德国、荷兰和西班牙五国合作研制的“空中客车” A-300，美

国的 DC-10、“三星” L-1011 和原苏联的伊尔 86。80 年代的喷气民航机有美国的波音 757、波音 767 和欧洲的 A-310，可用于中短程和中远程的航线，其主要特点是耗油率低，经济性好。正在设计中的新型喷气式客机有波音 777，MD-12 等。

【飞机飞行成功和初步进展】莱特兄弟在李林达尔滑翔飞行活动的鼓舞下，对航空产生了浓厚的兴趣，开始制造滑翔机，成功以后决定进行动力飞行。1903 年，莱特兄弟设计和制造了“飞行者”1 号飞机，采用 8.8 千瓦的水冷 4 缸活塞发动机和高效率的螺旋桨。该机在 1903 年 12 月 17 日创下了人类最早持续动力飞行的纪录。1904—1905 年莱特兄弟又制造了“飞行者”2 号和 3 号，后者是第一架实用的飞机，1906 年莱特飞机获得了专利，受到世界各国的瞩目。同时，欧洲也有人从事飞机的研究。1906 年桑托斯·杜蒙设计的飞机在法国飞行成功。1909 年 7 月 25 日法国布莱里奥驾驶自己设计的“布莱里奥”Ⅵ号单翼机，首次飞越了英吉利海峡，这是最早的飞机国际飞行。1910 年 3 月法国法布尔设计的浮艇式水上飞机，把飞机的使用范围从陆地扩大到水面。1909 年 8 月在法国兰斯举行了第一次航空博览会，会上展现了 38 种不同型式的飞机，其中的 23 架还作了飞行表演和竞赛。1910 年 11 月 14 日在美国进行了飞机从航空母舰上起飞的试验。1914 年俄国飞行员聂斯切洛夫完成了第一个飞机特技飞行——筋斗。飞机发展到这个时期，已初步显示了它的军事潜力。

【达·芬奇】（1452—1519）意大利画家、学者、工程师、航空先驱。1452 年 4 月 15 日生于意大利的芬奇，1519 年 5 月 2 日卒于法国克劳克斯。达·芬奇在绘画上造诣精深，而且在医学、解

剖、数学、建筑、力学、机械等方面也作出过非凡成就，被美国科学史家乔治·萨顿誉为16世纪的百科全书。达·芬奇运用解剖学和数理知识长期观察解剖鸟类的运动，得出了许多重要的航空学原理，他明确区分了鸟的各个部位在飞行中的功能，提出鸟的重心和升力中心的概念，分析了鸟在飞行中的稳定性问题，他对空气的性质如各种气流对飞行的作用进行了大量探讨。此外，他设计了降落伞、直升机和扑翼飞行器，1505年，他写成《论鸟的飞行》文，总结了观察鸟的飞行取得的成果。他的研究成果直到19世纪后期才被航空界所发现，对航空发展未能产生应有的影响。

【蒙哥尔费兄弟】法国航空先驱、热空气气球发明人。兄J. M. 蒙哥尔费（1740—1810）。弟J. E. 蒙哥尔费（1745—1799），他们从事造纸业，曾制造出新式仿羊皮纸和水锤扬水器而成为法国知名的发明家。两人最大的功绩在于研制出世界上第一个热空气气球。1782年，J. M. 蒙哥尔费研制出第一个热空气气球，仅升到天花板的高度即坠落。后来兄弟二人用麻布和纸制成一个直径达10米的热空气气球，以燃烧湿稻草和碎羊毛产生的热空气充满气球，经过反复试验和改进，终于在1783年6月4日在昂纳内首次升空闻名于法国。同年9月19日，蒙哥尔费兄弟应法兰西学院的邀请前往巴黎凡尔赛作表演，他们在气球下面系吊一个笼子，放入羊、鸡、鸭各一只，气球在空中飘行8分钟，被公认为世界上第一个热空气气球。同年11月21日，两名法国人罗齐埃和达尔朗德乘坐此种气球，在巴黎上空飘行25分钟，平安降落在距起飞地约8,9公里的地方，这是人类第一次升空航行。

【康格里夫】（1772—1826） 英国火箭专家。欧洲第一个确立火箭武器的地位并把火药火箭技术推向前所未有的高峰的人。康格里夫家住皇家兵工厂，对焰火玩具极为熟悉，并且有机会接触到在印度使用的火箭武器资料。在拿破仑军队试图侵入英国之际，他开始潜心研究改进火箭武器。他研究的火箭武器在许多方面有重大创新：改进火药配方使之燃烧速度更快，改进喷口形状提高推进力，增加装药量提高射程，改善稳定杆提高精度。经过这些改进，使他的火箭武器射程达到 3 公里。康格里夫战争火箭大规模用于反法战场、英美战争中，取得了辉煌的战绩。因此在 19 世纪前半叶，康格里夫的名字和火箭武器在欧洲几乎家喻户晓。19 世纪后半叶，康格里夫火箭传播到欧洲、美洲、俄国乃至中国，对火箭发展产生了巨大影响。康格里夫对火箭的贡献还包括他第一个用牛顿原理解释火箭的动力学机制，研制并发射过两级军用火箭。

【凯利】（1773—1837） 英国航空先驱者。在机械方面作了大量研究设计工作。他设计过机械手、铁路信号装置、研究过铁路机车，他在农业和水利方面也有许多成就，对治水有不少成功的经验。凯利从小热爱航空，1796 年，他制作了一个直升机模型，1799 年他设计了第一架具有现代特征的飞机，从 1804 年开始，他利用自制的旋臂机开始潜心研究空气动力学问题，获得了许多重要发现，包括升力与平板面积、迎角、速度之间的数学关系。他对滑翔机深感兴趣，设计并试飞了载人滑翔机，根据实验和理论分析，他得出了飞行器固有稳定性、尾翼组件的作用、流线性机身、弯曲翼面的意义以及大展弦比机翼方面许多重要的结论。1809—1810 年，他发表了《论空中航行》，系统阐述了他的航空研究成果。

凯利还花费了大量精力研究飞机用轻型发动机。从19世纪20年代开始,凯利转向飞艇研究,在分析了软式气球存在的不安全,易于振荡失控等问题后,他设计了具有分离气囊的硬式飞艇并指出硬式飞艇的优点,包括体积的增大。凯利一生发表了10余篇有关飞机和飞艇的论文,对航空学学科的建立起了重要作用并影响到英国和法国的一些航空先驱者。

【莱特兄弟】世界航空先驱、美国飞机发明家。W. 莱特(1867—1912) O. 莱特(1871—1948) 莱特兄弟仅读完中学课程,自幼对飞行有浓厚兴趣,钻研李林达尔的著作和当时能找到的有关飞行的书籍,充分利用前人的成就,着手飞行器的制造。他们接受李林达尔的经验,首先进行滑翔飞行以掌握稳定操纵的技术,进而走上动力飞行的道路。1901年,他们制作了200多个不同形状的机翼模型,在不同角度下进行上千次风洞实验;又用展弦比不同的机翼测量升力,发现机翼的展弦比越大,产生的升力也越大。莱特兄弟重视从理论和实践两个方面解决飞机的稳定操纵问题。他们认为,飞机的平衡、上升和转弯可通过偏转舵面来实现;又发明卷角翼尖来保证横侧稳定与操作,从而实现飞机围绕三轴的运动。他们还研究了鸟和风筝的飞行。1900—1903年间他们共制造3架滑翔机,在北卡罗莱那州基蒂霍克附近的斩魔山进行了近千次滑翔飞行。在第三架滑翔机基础上制成了“飞行者”1号。1903年12月17日,该机在基蒂霍克试飞成功,飞行距离达260米,留空时间59秒,这是受到公认的最早的空中持续动力飞行。1904—1905年,莱特兄弟又制造了“飞行者”2号和“飞行者”3号,后者是世界上第一架实用的飞机。1906年,莱特飞机专利在美国得到承认。1908—1909年组建了莱特飞机公司。莱特兄弟的航空先

驱作用受到人们的崇敬，曾获得多种荣誉和奖励，如1909年美国国会的荣誉奖。1924年O. 莱特被授予于卓越飞行十字勋章。人们在基蒂霍克莱特，飞机试飞成功的地方树立起莱特兄弟的纪念碑。

【普朗特】（1875—1953） 德国力学家，近代航空流体力学的奠基人。1901—1904年先后任汉诺威大学和哥廷根大学教授。1925年开始担任马克斯·普朗克流体力学研究所所长。他初学机械工程，1899年获弹性力学博士学位，后去工厂工作。他在改进排气管道中，发现测量得到的管壁压力与理论值不同。他的主要学术贡献是：（1）提出边界层理论，研究层流稳定性和湍流边界层，为计算飞行器阻力，控制气流分离和计算热交换等奠定了基础；（2）建立哥廷根式风洞等，开创风洞模型实验技术，推动了空气动力学研究；（3）提出升力线、升力面理论等，充实了机翼理论。

【冯·卡门】（1881—1963） 美国空气动力学家。1908年在德国格丁根大学获博士学位，曾是普朗特的助手，后任亚琛航空学院院长。1930年去美国定居，在加利福尼亚理工学院领导空气动力学研究，成为美国航空事业创建人之一。1963年入美国籍。冯·卡门在学术上成果累累。1911年因发现水流过圆柱体产生两列交错旋涡的规律而闻名于世，该理论使当时难以解释的机翼张线的“线鸣”、水下螺旋桨的“嗡鸣”等现象得到解决。1930年提出简化的附面层积分动量关系式，提出与实验结果相符的紊流附面层对数定律。1932年后发表了多篇有关超音速飞行的论文和研究成果，以及高速飞行中机翼压力分布计算公式。1946年提出跨音速相似律。1947年10月14日，根据冯·卡门的构思而设计的X-1火箭飞机首次突破了音障。冯·卡门与同事创立喷气推进实验室，

组建了美国第一个制造液体和固体火箭发动机的航空喷气公司。1942年他集资创建了火箭工厂。1945年美国发射世界上第一枚探空火箭。以卡门为首的美国空军科学顾问对于美国远程导弹、人造地球卫星和星际航行的发展发挥了重要作用。

【埃斯诺-贝尔特利】（1881—1945） 法国航天先驱者。他从小热爱机械，喜好发明，21岁获得第一项专利。在20世纪初，他的主要经历用在航空事业上，对飞机发展作出了杰出贡献。他的飞机设计成就有：发明了飞机副翼、飞机单柄操纵杆和密封座舱，采用复式操纵系统、合理的单翼结构，起落架和制动器采用液压助力。埃斯诺-贝尔特利从1907年开始研究火箭飞行和航天学理论。他广泛发表演讲，宣传航天学思想。他于1912年发表第一篇太空飞行论文，1927年发表《星际航行的可能性》，1930年出版《航天学》等专著。他不仅论证了火箭是星际航行的工具，还导出了第二宇宙速度，分析了飞往月球、金星、火星的各个阶段。他对火箭推进剂作过大量研究，早在1912年就提出用核能进行星际航行的设想。1929年，他同一位银行家共同创设了第一个航天学大奖。奖励那些对航天学理论有重大贡献的人。由于这些活动，埃斯诺-贝尔特利使航天学逐渐深入人心，也使他成为杰出的航天先驱者。埃斯诺-贝尔特利进行过一些火箭发动机，推进剂的设计和实验。1932年他设计的发动机获得了300公斤的推力。

【戈达德】（1882—1945） 美国火箭专家、航天学奠基人。1908年毕业于伍斯特理工学院，1911年获克拉克大学博士学位，后在该校物理系任教。戈达德毕生献给了液体火箭事业。这期间，他提出了包括液体火箭在内的许多新思想。在克拉克大学和史密森

研究院的支持下，他对火药火箭作了细致研究，试图找到获得高喷气速度的方法。1919年他的论文《到达极大高度的方法》出版，运用简化的火箭运动理论推导出发射一枚一磅载荷到任一高度需要的火箭初始质量。最后讨论了向月球发射火箭的问题。戈达德从1920年开始研究设计液体火箭。1926年3月16日，他设计的世界第一枚液体火箭试飞成功，飞行了2.5秒，达到12米高，56米远。而后，他研制的火箭不断取得新成就：1931年使用程序系统发射火箭；1932年首次用陀螺控制火箭的飞行；1929年首次在火箭上装探测仪器；1935年试飞了第一枚超音速火箭。第二次世界大战后，戈达德的液体火箭研究时断时续，未取得很大的进展。但他在开创液体火箭方面的研究使他成为伟大的航天先驱者。他一生共取得212项专利，他的主要著作收入《火箭》、《戈达德论文集》，他的一些工作记录由妻子和彭德利整理出版，题名《液体推进剂火箭的发展》。

【奥伯特】（1894—？） 德国火箭专家，航天学奠基人。第一次世界大战期间，他应招入伍，开始专注于太空飞行的基础理论以及太空飞行医学问题的研究。战后，他进入慕尼黑大学任教，后又转入汉堡大学。1923年他自费出版了《飞往星际空间的火箭》，这部著作比较完整地建立了火箭和太空飞行理论。20年代后期到30年代初，奥伯特致力于火箭研制。1930年7月30日，他设计的小火箭产生了7公斤推力。此后由于生活所迫，他只好中断火箭研制。1938年，应召在德国空军从事火箭研究，1941年转入佩内明德火箭基地。但这期间，他没有参与A系列和V-2导弹的研制工作。二次大战结束后，奥伯特在瑞士任火箭技术顾问，1950年为意大利海军研究防空火箭。1955年应过去的助手冯·布劳恩之

邀，他来到美国，担任陆军红石兵工厂顾问。1958年退休返回联邦德国。他曾被选为联邦德国空间研究会名誉会长。

【科罗廖夫】（1906—1966） 原苏联火箭专家、航天系统总设计师。1930年在莫斯科飞行员学校毕业。早年他跟随图波列夫学习飞行设计，制作并试飞多种滑翔机。20世纪20年代末他结识了齐奥尔科夫斯基，立志研究火箭。1930年，他和其他人创立莫斯科反作用研究小组。1932年，他领导小组成员研制火箭、火箭飞机，1933年8月发射成功苏联第一枚液体火箭。1940年他主持设计的火箭飞机进行了首次飞行。在他的主持下，1949—1954年，原苏联自行设计的短程导弹，中程导弹相继成功。而后再全力投入洲际导弹和航天运载火箭的研制。科罗廖夫在运载火箭设计方面，采用许多研制周期短、技术要求低的新方案，如发动机并联、捆绑式、避免高空点火以及由游动发动机控制飞行等措施。在这方面为原苏联领先于美国赢得了宝贵时间。1957年8月，原苏联全程试射成功第一枚洲际导弹。1957年10月4日发射成功第一颗人造卫星。科罗廖夫在这些工程中作出了卓越贡献。科罗廖夫还领导过“东方”号运载火箭、“联盟”号运载火箭以及“闪电”号运载火箭的研制，他是人类进入航天时代之初一位伟大的开拓者。他曾获得列宁奖金和3枚列宁勋章。为纪念他的贡献，月球背面最大的环形山以他的名字命名。

【冯·布劳恩】（1912—1977） 美籍德国火箭专家。早年就读于苏黎世技术学校，1932年毕业于柏林工学院，1934年获柏林大学博士学位。大学期间，冯·布劳恩加入了德国星际航行协会，曾担任奥伯特的助手，是该学会十分活跃的骨干分子之一。1932年

受聘于德国陆军部，担任库谟斯道夫试验场技术负责人。1934年他主持设计的 A-2 火箭试射成功。1937年他转入佩内明德基地，担任技术部主任。他领导设计的 A-4 (V-2) 火箭于 1942 年 10 月发射，取得了极大成功。这是战前世界液体火箭技术的最高水平。1945 年冯·布劳恩来到美国，加入陆军红石兵工厂。他领导研制了红石近程导弹、丘庇特中程导弹和丘庇特-C 试验 3 级火箭。他主持设计的朱诺 7 号四级火箭于 1958 年 1 月 31 日发射成功美国第一颗人造卫星。美国宇航局成立后，冯·布劳恩担任马歇尔航天中心主任。在执行阿波罗计划期间，他领导马歇尔中心研制了土星系系列运载火箭，其中土星 V 号长 110 米，重 2930 吨，推力 3400 吨，是一项伟大的技术成就，它至今仍是世界上运载能力最大的运载火箭。他爱好写作，尤其喜欢科幻小说。他的主要著作有：《火星计划》、《越过宇宙前沿》、《征服月球》、《高层大气物理学和医学》以及《太空飞行史》等。

【惠特尔】（1907— ） 英国航空工程师、发明家、喷气推进技术先驱。1923 年加入英国皇家空军，入克兰威尔空军学院学习。1928 年首次发表关于燃气涡轮和喷气反作用飞机的论文，提出喷气热力学的基本公式。1930 年取得涡轮喷气发动机设计的专利。1937—1944 年担任英国喷气动力有限公司的总工程师。惠特尔研制的单转子涡轮喷气发动机于 1935 年 4 月 12 日首次运转成功。1941 年 5 月安装惠特尔设计的 W-1 发动机的格罗斯特公司 E-28/39 飞机试飞成功。英国第二次世界大战后期和战后使用的“流星”式和“吸血鬼”式等喷气战斗机，都是在这种飞机的基础上研制的。20 世纪 50 年代初又先后研制成世界上第一种涡轮螺旋桨旅客机“子爵”号和第一架涡轮喷气客机“彗星”号，使英国

的航空喷气推进技术一度居世界领先地位。1948年惠特尔被授予空军准将军衔和爵士勋位。

【格鲁什科】（1908—）原苏联火箭发动机专家。13岁时即对星际航行发生兴趣。在接触到齐奥尔科夫斯基的著作后，他于1923年给这位前辈写信，表达立志献身航天事业的愿望，得到热情鼓励的回信，两人保持了多年通信联系。格鲁什科于1925—1929年在列宁格勒大学学习，毕业后在列宁格勒气体动力学实验室从事研究工作。在他的倡议下，这个实验室于1929年成立电火箭和液体火箭发动机研究小组。格鲁什科设计了世界上第一个电火箭发动机。20世纪40年代以前，他设计了10余种火箭发动机。二次大战后，作为总设计师领导大型液体火箭发动机的研制工作。原苏联发射人造卫星的“卫星”号运载火箭，发射载人飞船的“东方”号、“联盟”号、“闪电”号运载火箭都采用了他主持设计的液体火箭发动机。他在多机并联发动机、发动机结构和冷却等方面提出了许多新思想。60年代以后，格鲁什科主要负责新型运载火箭包括“质子”号、“宇宙”号等第一级大体火箭发动机的研制。格鲁什科是原苏联液体火箭发动机和航天事业的奠基人，他一生成果卓著，共发表了200多篇著作和论文。他曾两次获得苏联英雄称号，并获得多枚国家奖章和列宁勋章。

【欧海恩】（1911—）德国发动机设计师、涡轮喷气发动机创始人。30年代在哥廷根大学学习应用物理和空气动力学。1935年在大学读书时取得离心式涡轮喷气发动机专利，同年获得物理学博士学位。1936年进入亨克尔飞机工厂，着手制造第一台以氢气为燃料的涡轮喷气发动机HeS-1。1937年3月，HeS-2型涡轮喷

气发动机试验成功。同年开始研制以汽油为燃料的燃烧室，1938年初取得成功。1939年春制成实用型涡轮喷气发动机 HeS-3B，推力为 4.45 千牛（454 公斤）。他又与亨克尔合作研制成功世界上第一架涡轮喷气发动机推进的喷气飞机 He-178。1947 年，欧海恩与美国空军签订合同，赴美进行空气喷气发动机的研究工作，后任俄亥俄洲莱特-帕特森空军基地航空航天研究实验室的首席科学家。

【钱学森】（1911— ） 中国现代科学家、火箭专家。浙江省杭州市人，1934年毕业于上海交通大学，1935年赴美国麻省理工学院留学，翌年获硕士学位，又转入加利福尼亚理工学院，在老师冯·卡门的指导下深造。1938年获博士学位后留校任教并从事火箭导弹研究。1947—1955年间任麻省理工学院和加利福尼亚理工学院教授。1955年回国后，历任航空委员会委员，国防部第五研究院副院长、院长，中国空间技术研究院院长，第七机械工业部副部长，国防科学技术委员会副主任，国防科学技术工业委员会科学技术委员会副主任。1943年他和马林纳合作完成《远程火箭的评论与初步分析》研究报告，为 20 世纪 40 年代喷气推进实验室研制成功地地导弹和探空火箭奠定了理论基础。钱学森与导师卡门一起提出的高超音速流动理论为飞行器克服音障和热障提供了依据，为空气动力学的发展奠定了基础，以他和卡门命名的卡门-钱学森公式被用于高、亚音速飞机的气动设计，另外他在薄壳稳定理论及超音速和跨音速空气动力学方面对航空工程理论有许多开创性的贡献。回国后，最先为中国火箭和导弹技术的发展提出了极为重要的实施方案，长期担负火箭导弹和航天器研制的技术领导职务，并以他在总体、动力、制导、气动力、结构、材料、

计算机、质量控制等领域的丰富知识，为组织领导中国运载火箭和航天器的研制工作发挥了巨大作用，他对中国火箭导弹和航天事业的迅速发展作出了重大贡献。在 50 年代初将控制论发展成一门新的普遍性的技术学科——工程控制论，把中国导弹武器和航天器的研制经验，提炼成系统工程理论，应用于军事运筹和社会经济问题。专著有《工程控制论》、《物理力学讲义》、《星际航行概论》、《论系统工程》等，发表重要学术论文 50 多篇，现为中国科学院院士，中国宇航学会名誉理事长。

【任新民】（1915— ） 中国火箭专家。1934 年入南京中央大学读书。1937 年后在重庆兵工学校大学部学习，任兵工署工厂技术员、兵工学校大学部教师。1945 年后在美国密歇根大学研究院学习，获工程力学博士学位。1949 年回国后任华东军事科学研究室研究员，从事固体火箭发动机研究工作。1952 年以后任中国人民解放军军事工程学院教授、火箭武器教研室主任、炮兵工程系副主任。1956 年以来先后在国防部第五研究院和第七机械工业部从事液体火箭发动机和液体火箭的研究工作，历任液体火箭发动机设计部主任、研究所所长和研究院副院长。他主持制定了液体火箭发动机的研制规划和实现规划的技术途径。领导研制了中、远程运载火箭使用的大型液体火箭发动机。1970 年 4 月作为运载火箭的总负责人参加发射中国第一颗人造地球卫星的指挥领导，以后又作为研制部门的总负责人参加各种卫星的发射和回收工作。是中国试验通信卫星工程的总设计师，直接参与运载火箭和液氧—液氢发动机的研制工作。1975 年以来，他历任第七机械工业部副部长、航天工业部总工程师，航天工业部科学技术委员会主任、中国宇航学会第一、二届理事会理事长、中国科学院院士。

【陆孝彭】（1920— ） 中国飞机设计师。1941年毕业于重庆中央大学，1945年赴美国圣路易麦克唐纳飞机公司，翌年转入英国格罗斯特飞机公司实习飞机设计。1949年回国后，先后在首都机械厂、沈阳飞机制造厂、南昌飞机制造厂工作，历任主管设计师、设计所副所长、所长、副厂长、厂科学技术委员会主任、飞机总设计师。1981年担任强5改型飞机的总设计师。他长期主持飞机设计工作，完成了国产超音速喷气式飞机和几种改型机种的设计。他还领导变后掠翼飞机的预先研究工作。主要学术论著有：《涵道风扇式陆空两用飞行器设计》、《垂尾整体壁板的合理设计》、《用速度坐标法描述三度空间位流微分方程》、《二元翼剖面超临界马赫数以及激波发生位置的估算方法》。他是航空工业部科学技术委员会委员、中国航空学会第二和第三届常务理事。

【论鸟的飞行】航空史上第一篇科学地研究飞行问题的著作。达·芬奇作。1505年以笔记的形式写于意大利佛罗伦萨。具有重要的历史价值。本文是基于大量的观察作出的科学发现，它涉及的问题有：鸟身体各部位在飞行时的功能：翅膀产生升力、尾翅保持平衡、头起舵的作用；鸟的重心和升力中心的前后移动对稳定的影响；鸟在转弯、下滑、垂直降落时翅膀与尾翅姿态；翅膀的形态与鸟失速的关系；各种气流与鸟的飞行间的关系。可贵的是，几乎每一段文字都附上一幅精美的图字，形象而生动。由于这篇文章一直未拿出发表，所以长期不为外人所知。18世纪末，包括这篇文章的达·芬奇手稿被拿破仑军队运往法国，而后来研究这批手稿的仅限于艺术家等，因此，这篇论文几乎没有对航空发展产生什么影响。

【论空中航行】一部航空学的开创性文献。英国航空先驱者凯利作。1809—1810年分二次发表于《数学、工艺与哲学》杂志，凯利在论文中首先谈到写这篇文章的原因，介绍了他本人早年的航空研究活动和制作玩具直升机的情况。尔后，他全面介绍了他的航空学发现，包括飞机的设计、结构和研制滑翔机的情况；介绍了机翼的形状、尺寸与升力的关系，分析了固有稳定性原理，介绍了他进行旋臂机实验的情况，以及由此得出的升力与阻力的关系；分析了降落伞的减速救生原理；研究了各种可能用于飞机的动力装置。凯利在论文的第三部分中，还对某些批评意见进行了答复，但在这里他也犯了一个错误，即他认为飞机用扑翼飞行最为有利。凯利认识到研制重于空气的飞行器单靠个人的努力是不能胜任的，因此他在论文中多次谈到应当把有志于飞机研究的人组织起来，成立一个学会，多方面筹集资金，共同研制飞行机器。凯利在《论空中航行》中还预言了飞机在未来将会发挥巨大作用，认为飞机无论在速度上还是安全上都比火车优越的多。《论空中航行》直接影响到英国的汉森和斯特林费罗，也间接促使英国航空学会的建立。由于凯利及其论文的影响，19世纪上半叶，英国飞机研究水平是全世界领先的。但在英国以外，凯利的论文和成就影响不大。

【利用喷气工具研究宇宙空间】俄国航天先驱者齐奥尔科夫斯基作。1898年完成，1903年和1911年分两次发表于《科学评论》与《航空通报》上。齐奥尔科夫斯基在这部著作中首先介绍了自己热衷于航天学研究的原因，然后指出为了研究高层大气只有通过火箭才能实现。接着，他全面介绍了太空飞行的各个方面：火箭飞

行动力学、火箭的质量比、第二宇宙速度，液体火箭和液体推进剂、火箭发动机的比冲；宇宙飞船结构、设计、座舱环境，提供食品；飞船内水、空气的循环使用，在太空中架设太阳能电站为地球供电等问题。《利用喷气工具研究宇宙空间》一文发表后，引起许多火箭和航天爱好者的兴趣。20年代到30年代，前苏联成立的许多火箭和太空飞行协会就是这些论文直接影响的结果。但前苏联政府没有认识到齐奥尔科夫斯基论文的真正价值。直到1932年，德国星际航行协会的活动在促使前苏联重视并重新组织研究齐奥尔科夫斯基的航天学论文。

【星际航行的可能性】法国航天先驱者埃斯诺-贝尔特利作，这是他在1927年为法国航空俱乐部作的演讲，第二年发表。这篇论文首先评析研究了火箭飞行动力学，火箭发动机推进剂，发动机和喷管的冷却问题、星际航行的条件、火箭的逃逸速度，文章的后半部分研究了飞船飞往月球、金星和火星的过程。首先加速到第二宇宙速度，然后关闭发动机靠惯性继续飞行。当接近目标星时，飞船调头180度并重新启动发动机，起减速作用，当在目标星降落时速度恰好为零。他计算了每个阶段所用的时间，最后，文章还提出利用镭作为飞船推进能源的设想。在这篇文章的基础上，埃斯诺-贝尔特利于1930年出版了《航天学》一书。这部著作被誉为航天学的百科全书，产生了重大影响。

【到达极大高度的方法】美国火箭专家、航天学奠基人戈达德作。1919年发表于史密森研究院院刊第七十一卷上。这篇文章共分四部分：火箭运动关系式的建立；简化运动方程至最简单形式；把一磅载荷送到无限高度火箭的初始质量。戈达德在建立火箭运动

的微分方程后，通过忽略阻力的方法简化方程，并假设火箭两种初始加速度下，求出了每种情况下火箭的初始质量，在计算了达到无限高度（达到第二宇宙速度）火箭的初始质量后，戈达德得出结论：向月球发射载荷完全是可能的。最后，戈达德讨论了向月球发射载荷以及载荷撞击月球面的检验问题。戈达德的论文处于谨慎没有谈到液体火箭、太空飞行等问题，但仍然招来了许多批评和讽刺，为此，他保持了相当长时间的沉默，埋头研究液体火箭。

【通向宇宙之路】德国航天学奠基人奥伯特作，这是他在1923年出版的《飞往星际空间的火箭》的基础上修改补充而成，1929年在德国出版。奥伯特在著作中首先阐述了四个论点：按照目前的科学水平，可以制造出能够飞出地球大气层的机器；进一步发展之后，这种机器能够摆脱地球引力，进入宇宙空间而永不返回；这种机器能够制成载人形式，而且不会危及他们的安全；在一定条件下，制造这种机器是有益的，这些条件在几十年间即可发展成熟。这部书的第二部分利用严密的数学推导，建立了飞船飞行、加速、降落各阶段的理论；第三部分阐述了火箭和飞船的结构、材料、飞船内的工作环境等问题；第四部分介绍了飞船具体设计、介绍了模型E的具体参数和性能，这部分还分析计算了飞船飞往月球、小行星、火星、金星以及飞出太阳系的实例。奥伯特的《通向宇宙之路》内容完备、结构严整、计算推导严密，是一部关于太空飞行的杰出著作，在航天爱好者中间产生了重大影响。正是由于本书的重要价值，埃斯诺-贝尔特利创设的航天学 REP-Hersch 奖第一届奖金授给了奥伯特。

军事技术科学

【军事技术科学】直接运用于军事领域的技术科学。是军事科学的重要组成部分。其研究对象主要包括各种武器装备研制、生产、使用所涉及的技术基础理论和应用技术，以及军事工程和军事系统工程等。军事技术基础理论涉及的学科和交叉学科很多，如射击学、弹道学、爆炸学、军用电子学、军事天文学、军事仿生学等。军事应用技术可以按武器装备的种类来分，如常规武器技术、导弹技术、核武器技术、军事电子技术等；也可以按武器装备在各军兵种日益专门化和综合化的趋势来划分，如海军技术、空军技术、炮兵技术和装甲技术等。军事技术科学是随着战争的出现而产生的，战争和国家的需要，始终是推动军事技术科学发展的动力。科学技术的最新成果往往总是首先运用于军事，现代化武器装备成为先进科学技术的集中体现。一项新的科学技术成就出现，往往同时具有提高社会生产力、为人类造福和增加新的战争手段、强化破坏力的双重可能性，如核技术、航天技术、激光技术等均是如此。军事技术科学领域往往集中了当代最先进的科学技术，成为民用科学技术发展的先导。民用科学技术的高度发展，又为军事技术科学的发展提供雄厚的科学技术基础。武器装备和作战系统中应用新技术、高技术的程度，已成为衡量军队作战实力的重要标志。现代战争在某种程度上已表现为高科技的较量。20世纪80年代以来，军备竞赛逐渐转向综合国力竞赛。综合

国力是以经济实力为基础，以科学技术特别是高技术为先导，以军事实力为后盾，以政治和外交能力为保障的。提高综合国力将为军事技术科学的发展奠定更为坚实的基础。军事技术科学的发展也对增强综合国力起促进作用。军事技术科学与军事理论科学是军事科学体系的两大组成部分。军事技术科学的发展和运用受军事理论科学的指导，反过来又对军事理论科学的变革和发展产生巨大影响。核武器的出现和发展，曾使“核武器制胜论”和“核威慑战略”在相当长一段时间内成为美苏两国军事战略的基础。后来美国的“灵活反应战略”、“空地一体作战”理论和苏联的“合理足够实力战略”、“高速度大纵深立体作战”理论等等，都是根据政治形势和军事技术能力提出并不断演变的。

【常规武器技术】在常规武器系统分析、发展论证、研究设计、生产制造、教育训练、操作使用、管理维修、侦察指挥以及其他有关领域中直接应用的技术。常规武器是各种非大规模杀伤武器和非尖端武器的统称。这个术语大约出现于第二次世界大战之后，特别是在50年代导弹、核武器发展起来以后。常规武器通常包括各种冷兵器、枪械、火炮、火箭、手榴弹、炸弹、地雷、鱼雷和水雷等。按军兵种来说，以常规武器装备的军用飞机、战斗舰艇、坦克及装甲战车也属常规武器范畴；还可以认为普通的带常规弹头的战术导弹（如反坦克导弹、防空导弹等）等也是常规武器。常规武器是历次战争的主要武器装备。在导弹、核武器、化学武器、生物武器、粒子束武器以及其他高技术武器发展起来以后，它仍然是不可缺少的武器装备，因此它仍在不断地改进和发展之中。现代常规武器技术中的火力控制、通信、指挥和情报系统（C³I）受到了广泛的重视。常规武器技术是军队装备的主体，使用范围广，

受限制少。这不仅仅是因为大规模杀伤武器和尖端武器的发展只是 20 世纪中叶以来的事情,还因为它们不适于作为军队的基本装备。从整体上来看,常规枪械、火炮、坦克、军舰、飞机等仍然是现代军队装备的主体。这些常规武器技术装备,应用于诸军兵种、特别是轻武器装备几乎渗透到军队编成的每一个角落。此外常规武器杀伤范围小,环境污染少,在军事使用上受国际条约限制较小,它的发展装备和使用范围比较广泛。常规武器的任务适应性强。相对地讲它的重量轻、体积小、配套设备少、后勤保障简单;使用方便,展开迅速,火力密度大;许多常规武器都可以在恶劣的自然环境中作战,环境适应性强,人能到的地方常规武器就能到,特别适用于巷战、近战和在敌后斗争中使用;它的任务适应性强,杀伤人员、毁伤装甲、保卫空域、引火焚烧、施放烟幕、镇压暴乱等均可使用常规武器。

【导弹技术】 研制导弹所涉及的各种技术的统称。主要包括: (1) 总体技术: 强调和保证导弹作为整体来研制的技术。根据研制目标,运用系统工程理论与现代设计方法,综合权衡导弹效能、研制周期和费用等因素,总体协调分系统与总系统在研制各阶段的要求和矛盾,分析、评价和决策总体方案,以保证导弹的总体性能和研制质量; (2) 推进技术: 研制导弹动力装置的技术。寻求新的推进剂和增大其比冲,研究发动机的新型结构和材料,提高工作可靠性,研究推力控制技术,设计和制造大型推力火箭发动机和发展组合式发动机等; (3) 战斗部技术: 研究有效毁伤目标的技术。主要以提高对目标的毁伤威力为宗旨,研究引信与战斗部的配合效果,发展复合作用战斗部,寻求新的毁伤目标的途径和方法。对核战斗部主要研究分导和控制技术、防热、突防、核

加固和小型化等技术；(4) 制导技术：研制导弹制导系统的技术。主要是研究、设计和制造制导系统，其内容除了改进现有制导系统外，还重点发展中段、末段和复合制导技术；应用多种测量手段（红外、激光、微波、毫米波和惯性）、误差分离技术和运用现代控制理论寻求最优和自适应制导规律，提高制导系统的精度和抗干扰能力。采用小型、微型化电子元器件，减小系统的质量和尺寸；(5) 结构技术：研究导弹弹体结构与强度的技术。主要是从现代计算力学、优质材料、先进工艺和新型结构等多方面研制有良好外形、工作环境和质量轻而可靠的弹体结构；(6) 试验技术：研制导弹过程中应作的各种试验技术的统称。包括地面试验和飞行试验。地面试验是从零组件、部件、分系统到全系统等各项试验；飞行试验是在专门的靶场对导弹的飞行弹道和工作状态进行测量的试验；(7) 管理技术：运用管理系统的理论和方法对导弹的研制工作进行组织与管理的工作。主要保证在预定的经费、进度范围内完成研制任务。建立设计师系统及行政指挥系统，按指标论证、方案设计、工程研制、设计定型和生产定型等程序安排计划工作，以落实责任制和加速研制工作。

【核武器技术】研制核武器所必需解决的核燃料生产、核装置设计与试验等科学技术。核燃料有裂变燃料与聚变燃料。裂变燃料主要指易裂变核素，如铀-235、钚-239 和铀-233 等。聚变燃料有氘、氚、锂-6 和化合物氘化锂等。常用的铀-235 核燃料是将天然铀经同位素分离后获得，是最基本的裂变燃料。易裂变核素钚-239 是利用铀-238 在核反应堆内经中子照射转换而成。裂变燃料大都制成柱状、板状或球状的固体核燃料元件。聚变燃料中氘是用电解、蒸馏或化学交换等方法从水中获取。氚主要利用金属锂-6 或它的

合金在核反应堆内经中子照射产生。锂-6 可采用同位素分离法从天然锂中分离，再与氘直接化合而成固态氘化锂。同位素分离的主要工业生产法有气体扩散法、离心法、激光法、化学交换法等。核装置的研制必须与整个核武器的研制程序协调一致。研制过程大致如下：从概念研究阶段开始，经过关键技术课题和部件的预先研究或可行性研究形成几种设想方案；再经过论证比较和评价，确定战术技术指标，选定研制方案；然后进行型号研究设计、各种模拟试验和环境适应性研究试验，工艺试验与试制，通过核试验和各种环境模拟试验（包括飞行试验）检验设计的合理性，最后达到设计定型、工艺定型与批准生产。进行这些工作，要配备必要的试验场所，包括核试验场。武器交付部队后，研制和生产部门还要提供维护、维修、更换部件等服务工作，按反馈的信息进行必要的改进，并负责其退役处理或更新。要做好核装置的物理设计，必须深入了解其反应过程，弄清其必须具备的条件与各种物理参数，掌握其中多种因素的内在联系与变化规律。为此，要进行原子核物理、中子物理、辐射物理、等离子体物理、高温高压凝聚态物理、超音速流体力学、爆轰学、计算数学和材料科学等多学科的一系列科学技术问题的研究，而核装置的研制实践又会反过来带动和促进这些学科的发展。

【军用电子学】研究电子学在军事领域应用的学科。是电子学的重要组成部分。现代军用电子学的研究，以实现军事信息的采集、变换、传输、处理、存储与再现的技术手段为核心，向多功能综合电子系统和直接用于作战的软、硬杀伤武器系统等方面的应用研究发展。它的研究范围可分为 3 类。（1）军用电子系统的基础理论与基础技术。包括电子线路与网络分析、微波、天线、电波传

播、测量、信息论、信息处理、自动控制原理、可靠性理论等；(2) 军用电子设备和系统。主要有通信、雷达、侦察、制导、电子对抗、军用电子计算机、定向能武器以及综合多种功能的指挥、控制、通信和情报系统等；(3) 军用电子材料、元件、器件的设计制造与工艺。如真空电子器件、光电子器件、固体电子器件与集成电路等，为构成军用电子设备和系统提供物质基础。

【射击学】各种射击武器射击科学的总称。研究合理利用射击武器系统，将弹丸或战斗部射向目标并获得最佳射击效果的学科。现代已经形成的独立的射击学分支学科主要有地面炮兵射击学、高射炮兵射击学、舰炮射击学、坦克射击学、枪械射击学等。枪械射击学又经常称为枪械射击学理。现代战争中火力是制胜的重要因素，而火力的实现总是依靠射击来完成的。现代射击学的研究和发展在军事科学领域中受到了普遍的重视。射击学的内容主要包括射击理论和射击方法两个方面。射击理论以概率论和外弹道学为基础，研究各种影响射击精度的因素对射击效果的综合作用，并探求如何获得最佳射击效果。

【弹道学】研究发射过程中各种抛射体的运动规律及伴随发生的有关现象的学科。军用抛射体按照发射原理不同可分为两大类，即枪炮弹丸与火箭弹。弹道学相应地也有两个大的分支，即枪炮弹道学和火箭弹道学。枪炮弹道学按着弹丸的运动过程，又有起始弹道学、内弹道学、中间弹道学、外弹道学和终点弹道学之分；火箭弹道学也有内弹道学和外弹道学之分。由于任何抛射体在终点对目标的作用主要取决于它本身的性能，而与发射原理关系不大，通常火箭与枪炮的终点弹道学并不分开，随着军事技术的进步，和

科学研究的发展，一些特殊问题的弹道学科也发展了起来，如导弹弹道学、太空弹道学、水中弹道学、创伤弹道学、计算弹道学以及实验弹道学等。弹道学研究的目的是为武器的设计、使用和改进服务。

【内弹道学】弹道学的一个分支，研究发射时枪炮膛内及固体火箭发动机内火药燃烧、物质流动、能量转换、弹体运动及其他有关现象和规律的学科。包括枪炮内弹道学和火箭内弹道学。其主要内容和基本任务是研究和找出上述现象的基本规律及有关影响因素。其作用主要有：（1）掌握内弹道解法，对现有武器进行弹道计算，找出其膛内（或火箭发动机内）温度、压力、弹体运动速度等的变化规律，并进行评价，为改进现有武器指出方向，为设计新武器提供对比参考；（2）进行内弹道设计，利用内弹道学的研究成果，根据战术技术要求给定的指标，对改进现代武器和设计新武器，提出最优化的内弹道设计方案，提高武器设计水平；（3）进行能源利用的研究，控制能量释放过程，提高能量利用率，改善武器弹道性能，此外还要寻求和探索新的发射能源。

【外弹道学】弹道学的一个分支。研究抛射体在空中运动规律及有关现象的学科。包括枪炮外弹道学和火箭外弹道学。主要研究抛射体（枪炮弹丸或火箭弹）在空中飞行时的受力状况、质心运动和绕心运动的规律及其影响因素，以便（1）通过外弹道计算，明了弹体在任一位置的飞行时间、距离、高度、速度和姿态等情况及其控制办法，为合理使用武器，增大武器射程，减小射弹散布，提高射击精度，改善武器性能和新的武器设计服务。（2）进行外弹道设计，在具体的战术技术指标的要求下，寻求最优化的外弹

道设计方案，为武器弹药设计提供依据，提高武器设计水平。

(3) 编制射表，根据理论和射击试验，制定出给定武器系统的射角、射程、散布量、修正量以及其他诸元之间关系的表格，为准确地使用武器进行射击。为制做瞄准具、指挥仪和武器火控系统提供基础。

【导弹弹道学】导弹飞行力学的一个分支。研究导弹飞行中质心运动规律的学科。它以外弹道学为基础，主要研究各种与导弹质心运动有关的实际问题。研究导弹运动微分方程组的建立和解法，进行弹道计算；合理选择导弹设计参数的理论和方法；选择合理运用导弹能量的最佳飞行路线；研究各种干扰因素对导弹飞行的影响；编制导弹射程表等。

【爆炸学】研究爆炸发生、爆炸效应、爆炸应用与防护的学科。爆炸是物质发生急剧变化，并在极短的时间里释放出巨大能量的现象。爆炸通常可按性质分为三类：(1) 物理爆炸，爆炸物质在爆炸过程中只是物理状态（压力、体积、温度等）发生了改变，化学性质没有变化，也没有新的物质生成，如锅炉或轮胎超压时发生的爆炸；(2) 化学爆炸，爆炸过程中物质发生了急剧的化学变化，例如炸药爆炸后，就生成了新物质，转变成了与原来性质完全不同的多相混合气体。形成高温、高压并释放出大量的气体是化学爆炸的三个普遍特点；(3) 核爆炸，在爆炸过程中，物质的原子结构发生了变化（核反应），在极短时间之内，放出了巨大能量。一般化学爆炸对外界作功的能力，要比物理爆炸大得多；而核爆炸对外界的作功能力又往往比化学爆炸大几百万乃至几千万倍以上，所以核爆炸的威力十分巨大，原子弹和氢弹就是根据这

种原理制造的。物质发生爆炸的基本条件是变化速度极快，并释放出了巨大的能量。两个条件缺一不可，变化很慢，释放少量能量或不释放能量，都不能发生爆炸。1 千克梯恩梯炸药完全反应仅需用十三万分之一秒，并且能释放出 1090 千卡热量，此外还有 700 升气体，因此能发生爆炸。爆炸释放的能量，会使炸点周围的介质受到瞬时剧烈的冲击，压力增高，发生运动、变形或破坏，并且经常伴有巨大的声响。由于爆炸过程十分短促，并且释放能量巨大，对外界作功的功率很大，可应用于制造武器、采矿探矿、工程爆破、医学实践、金属加工和科学研究等许多领域。爆炸学除了研究爆炸发生机理和爆炸应用之外，爆炸过程测量、模拟和数值计算技术、爆炸安全及防护工程也是它研究的重要内容。

【爆炸力学】以爆炸现象的发生、发展规律，及其效应的利用、控制和防护等为研究对象的一门科学。它是近代力学的一个分支，是新兴的学科，在军事上有重要价值。发展尖端武器，进行核试验，衡量核威力，研究核防护措施都与爆炸力学的研究紧密相连。各种常规武器和弹药的研制及其防御措施，各种工程爆破及障碍物的排除，流光试显和粒子束武器的运用等，都离不开爆炸力学的探索。爆炸力学是流体力学、固体力学、物理、化学之间的一门边缘学科，它运用这些学科的原理和方法，解决高能量密度瞬间的转换条件下物质运动的特殊矛盾，使自己发展成为具有独特内容与方法的学科。

【飞行力学】研究飞行器在大气层内飞行运动规律的学科。广义地说，飞行力学还包括航天器在大气层外的运动规律。但通常飞行力学指大气层飞行动力学，研究在气动力、控制力、重力和力矩

的作用下，飞行器的飞行性能和动态特性。它的研究内容主要包括两个部分：（1）研究飞行器的运动轨迹问题，将飞行器看作一个可以控制的质点，研究它在力的作用下，飞行速度、高度、航程、起飞及着陆距离等飞行性能和飞行轨迹的变化规律；（2）研究飞行器的动态特性，即飞行器的稳定性和操纵性。它的研究方法有理论研究和实验研究两个方面：理论上常采用数学模型来描述飞行器的运动规律，数学模型是变系数、非线性微分方程组，需采用电子计算机和数值解法；实验上常用风洞吹风试验、模型自由飞、飞行模拟器和飞行器的实际试飞等。飞行力学对于各种飞机、直升机和火箭导弹的总体设计和飞行性能的改善都具有重要的作用。

【军事化学】从军事角度研究物质的组成、结构、性质、变化及其应用的化学分支学科。化学在军事上的应用可以追溯到远古时代。中国在两晋时期就已发现硝石、硫磺和木炭的混合物具有可燃性，10世纪开始把火药应用到军事上。火药武器的出现标志着军事技术发展到了利用化学能的时代。化学在军事上的应用涉及到军用材料、火炸药、核炸药、毒剂和许多特殊化工产品。军用材料包括各种新型结构材料和功能材料，诸如合金钢、高温合金、复合材料、超导材料、磁性材料和光电材料等，是发展武器装备的物质基础。火炸药包括发射弹丸的发射药、发射火箭与导弹的推进剂以及可使弹药爆炸的炸药等，是常规兵器和战略武器的能源。核炸药又称核装料、核燃料，主要有铀²³⁵、钚²³⁹、氘和氚等，是制造核武器和发展核动力必不可少的材料。毒剂有沙林、梭曼、芥子气和氢氰酸等，是化学武器的关键组成部分。化工产品种类繁多，有各种酸、碱、燃料、油料、涂料、催化剂、氧化剂、特种

橡胶、特种塑料和特种纤维等，都是发展武器装备和国防科技工业所必须的。有些化工产品用量虽然很少，却能大大改善武器装备的战术技术性能。

【军事通信学】研究军事通信规律的科学。军队指挥学的组成部分。它的研究对象是军事通信的理论和实践。包括：军事通信学的基本理论；军事通信的方式；军事通信系统、军事通信网络的建立和管理；军事通信装备的作战运用和管理；军事通信的质量；军事通信的部署、组织与指挥；军事通信机构、队伍的建设；军事通信的发展展望和军事通信学的发展趋势等。军事通信有着很长的历史，但它成为一门独立的学科，则是电线、电极发明并运用于军事斗争以后。在两次世界大战中，军事通信发挥了巨大作用，专门的军事通信机构在部队建立和发展起来。战后，现代科学技术运用于军事通信，军事通信得到很快发展，逐步形成了具有独特的研究领域，别的学科所不能替代的军事通信学学科。随着现代科学技术的高度发展，为了适应现代战争的要求，先进的通信技术将被使用，部队将装备多手段、大容量、直观直谈和抗干扰能力强的自动化通信手段，军事通信将发展到新的阶段。军事通信学也将得到进一步的完善和发展。

【军事工程学】研究国防工程建设、工程保障、军事工程技术等理论及其应用的学科。研究的主要内容有：国防工程建设的指导思想、方针和原则，各种国防工程的战术技术要求；永久性阵地工程、指挥所、军用机场、军港、导弹基地、通信工程、国防公路的工程设计、构筑和维护；筑城、障碍物、爆破、军用道路、军用桥梁、渡河、工程伪装、野战给水工程、军用水中工程的理论

与实践问题；工程装备的设计与发展；以及工程兵的组织体制和编制问题，军用营房、仓库等设施的设计与构筑等内容。针对保障战时军队机动、反机动和提高生存能力等问题，在军事工程学术和军事工程技术两个方面开展研究工作。军事工程学术方面，运用军事系统工程的理论和方法，计划与组织国防工程建设、工程保障和进行工程兵战斗行动的模拟研究，重点研究的问题有：不同地形条件下坚固阵地防御和野战防御的阵地体系；对付集团坦克大规模进攻的抗登陆、防空降的障碍物配系；现代的地雷战与反地雷战；保障军队高速度机动、克服各种障碍物和连续通过江河障碍的工程措施；保障军队在使用核武器条件下作战的工程措施；在现代侦察技术条件下军队行动的综合伪装措施等。

【军事海洋学】又称海军海洋学。研究海洋环境对军事活动的影响及其在海军建设上应用的学科。主要研究范围包括海洋调查研究、海洋自然规律的利用和海洋环境保障等三个方面。具体研究海洋上空、海面、水体和海底的整个海洋环境，分析海洋水文、气象、物理、化学、生物、地质和地球物理等要素特性及其在海洋各种界面层上发生的现象和分布变化规律，为海军建设和海上军事活动提供科学数据和理论依据；研究海洋环境与军事活动的关系及其在军事活动中的应用等。海军基地、港口和水上、水中工程设施的建设，舰艇、水中武器、水声探测设备的研制与改进，海上作战和登陆作战活动，以及巡逻、护航、救援、打捞等战勤活动，都离不开海洋环境保障。使用先进的海洋观测设备和手段，获取海洋环境资料，编制各种海图，评价舰艇在各海洋区域的作战效能，发布综合或专项的海洋环境预报，对保障海洋军事活动和发展经济都有重要作用。加强军事海洋学的研究，认识海洋自然规

律，发展海洋开发技术，将为控制作战海域，掌握制海权，保证海上战争的隐蔽、机动和突然性，取得海战主动权打下基础。

【军事天文学】研究天体位置、分布、运动规律及其在军事上应用的学科。天象观测历来是军事行动的组成部分。测时、编历、辨向、定位都是根据观测日月星辰的周日运动和周年运动规律得到的。时间服务和时间统一工作是天文学的一项重要任务，对军事活动有重大意义。天文导航通过观测天体的高度和方位角来定位，广泛应用于舰艇、飞机的导航，具有自主性和隐蔽性好的优点。利用天文学方法测定地球的精确形状，采用天体力学中发展起来的轨道理论和摄动理论，已广泛用于计算火箭、导弹的弹道和航天器的轨道。用天文方法确定地球自转参数，可将地面点坐标归算到统一的坐标系中，这是军事大地测量统一归算的基础。用天文方法测定的大地网点坐标系，是布置军用无线电和光学探测设备、布设导弹发射装置以及建筑军事设施的基础。军队的战斗行动要考虑自然照明条件，日月升落时刻、曙暮时刻、昼夜长短、月相等因素，都可用天文方法事先算出。潮汐的时间与水位，对舰艇在濒陆海区的作战与登陆有重大影响，采用天文方法可事先算出。观测太阳、月亮、北极星等天体，可不借助任何仪器而粗略定向与定时，适用于战时的紧急情况。精确测定北极星等天体的位置，还可用以确定磁偏角，求出经纬仪等大地测量仪器的读数修正量。天体物理学领域的观测研究，对军事活动所处的物理环境有深刻影响，如太阳活动剧烈时，其紫外辐射和粒子流的增强，会引起地磁和电离层的扰动，造成短波通信中断，影响人造卫星和其他航天器的寿命等。天文观测仪器具有大型、精密、自动化程度高等特点，所采用的技术手段常被再开发而在军事领域得到实际应

用,如对遥远天体的微光探测技术已用于军用微光夜视仪器中,射电天文技术已用于无线电导航系统中,高度稳定的姿态控制系统、高精度的指向和跟踪系统等技术已用于军用侦察测量系统中。

【军事地理学】研究地理环境同国防和战争关系的一门科学。它既属于军事科学的组成部分,又是人文地理学的一个分支,带有边缘学科的性质。它的研究内容有:(1)地理位置及其战略价值。包括领土组成、边界线、行政区划、面积大小及其形状、海陆关系位置等。军事地理学研究以上问题,从国防地理位置、数理地理位置及自然地理位置等方面去考察评价其战略价值;(2)人口资源及其动员能力。人力资源包括人口的数量、地理分布、男女比例、年龄状况、职业及阶级的构成;人口质量,即指文化科学教育水平,体质状况,人民群众的组织纪律性,吃苦耐劳程度;民族特性、宗教信仰、语言文字、风俗民情;爱国主义精神、尚武精神和民族感情;以及国家的兵役制度,历史上的战争时期的兵员动员比例等。通过军事地理学的研究,制定一个国家的劳动力保障制度,服兵役人数,战时兵员的地理分布,以及战时兵员的最大动员能力;(3)经济条件与国防、军事行动的关系。主要包括:国家的社会经济制度、国民经济体系,经济比例和结构,战略资源的开发,工业、国防工业和农业的布局,主要工农业产品的产量,主要工业中心和经济区等;(4)交通运输对军队机动作战的意义。包括:铁路、公路、水路、空运和管道运输网的长度,地理分布,各种交通运输方式的运输量;交通枢纽、桥梁、渡口、港湾码头、机场等设施及其分布;邮电通信及其分布等。着重研究国家或地区各种交通运输的保障程度,运输能力、交通运输网在经济和军事方面的战略作用;(5)自然地理因素对军事行动的

影响。侧重于研究军事地形中的山地、平原、丘陵、沙漠等的分布特点，江河湖泊的分布、长宽、水深流速和水位的季节变化等水文特征以及海洋沿海潮汐规律；军事气象方面的气温、降水、风云、气压及特殊天气状况的分布规律和季节变化；军事工程地质状况以及森林植被等项目；（6）军事行政区划及战场准备。包括国家行政区划的组成及战区的划分，武装力量的分布，火箭导弹基地、空军基地、海军基地、陆军基地和后勤基地的布局，国境及濒海地区国防工程构筑与布局。也包括历史上这个区域的战例及攻防方向，行军作战路线等资料。

【海洋军事地理学】研究海洋战区地理环境及其对海上武装力量发展和行动的影响的科学。其主要任务是：研究海洋战区自然地理条件的特点及其对海军建设的影响；研究海洋战区自然地理条件及其对海上军事行动的影响，以便发挥各兵种和兵器的最大效能；研究海洋战区有关国家的经济因素和军事能力，以便于判定这些国家海上军事威力及在海上进行战争的能力。

【空军地理学】研究空军军事活动与地理环境之间关系的科学。目的是揭示三维空间地理环境对空军军事活动影响的规律，分析认识地理要素与空中斗争、空对地斗争和地对空斗争的关系，为制定空军作战方针，规划空军战场建设，准备与实施空军作战行动提供依据。其研究内容包括空军预想作战区域的方向、位置、空间范围所处的战略地位，陆地或海洋上空的云层、气温、风力、能见度等天候诸要素的变化规律，不同类型的作战飞机的航速、航程以及机场或航空母舰的位置，空中航线、航路和空中走廊的划定，空军基地的分布、性质、设施及其特点等。

【军事地质学】研究各种地质状况对军事行动的影响的科学。它从保障军队作战的角度出发,研究地面地质结构和水文地质条件,从地质上论证筑城工事、水下建筑物和其他军事工程设施,以及机场、军用道路和桥梁的配置;分析各军、兵种部队的地面通行能力,普查和侦察地下水和天然建筑材料的蕴藏量和蕴藏地质构造。这是一项综合性学科。把地质学中的工程地质学、水文地质学、动力地质学等学科的知识溶为一体,运用于国防施工、战场建设之中。

【军事地形学】研究不同地形特点及其对诸军、兵种作战、机动的影响的科学。地形是军队战斗行动的基础。正确运用地形,是运用灵活机动的战略战术,达到保存自己、消灭敌人、夺取战斗胜利的重要条件之一。地形是地貌和地物的总称。地貌,是指地面高低起伏的状态,如高山、丘陵、平原、盆地等。地物,是指地面固定性的物体,包括自然物与人工建造物,如居民地、道路、江河、森林等。军事地形学就是研究各类地形——平原、丘陵、山地、山林地、石林地、高原、黄土高原、岛屿和海岸、居民地、水网地、草原、沼泽、江河与湖泊、沙漠与戈壁等的特点及其对战斗的影响。它以研究影响战斗的组织实施和技术兵器运用的地形战术性能为主要任务。

【军事测绘学】为军事需要研究测量与描绘地球及其表面形态,确定目标的空间位置,绘制各种军用地图的理论和技术的学科。研究内容有:(1)军事大地测量,主要研究测定地球形状、大小和重力场,以及测定地面点的几何位置的理论和技术的。为军用地形

图的测制和军事工程测量提供控制基础，为武器射击的弹道计算和空间技术提供地心坐标、重力异常和地球椭球的各项参数。同时还研究运动中的部队或兵器在任何地区进行实时定位等问题；

(2) 军事摄影测量，主要研究利用摄影机或其他传感器，获取航空像片或其他遥感图像，以及像片判读与成图的理论和技术。包括摄影方式的选择，军事目标图像特性的判释，以及数字化测图等问题；

(3) 军事地图制图，主要研究制作军用地图的理论和技術，包括军用地图投影变形及其规律，地图编绘、复制的工艺技术，研究地图缩微、存储、传输与显示等技术，以及如何提高平时和战时地图保障效能等问题；

(4) 军事海洋测绘，主要研究对海洋和江河湖泊等水域及其沿岸地带的测量制图的理论和技术。包括海道测量、海洋大地测量、海底地形测量和海图制图等问题；

(5) 军事工程测量，主要研究在勘测设计、施工兴建和管理使用中进行控制测量、地形测量、施工放样、竣工测量和变形观测的理论和技術，为军事工程建设提供精确测量数据和大比例尺地图，保障合理选址，按设计施工和进行有效的管理使用等问题。

军事测绘学是一门技术性很强的应用学科。它与数学、物理学等基础学科有密切的关系。椭球面坐标的计算、观测误差理论、摄影测量理论、地图投影等，都是在数学的基础上发展起来的。物理学中的光学、声学、电学为测量、定向和地形信息的获取、传输、存储、显示等技术，以及测绘仪器的制造提供了理论基础。测图自动化、地形数字化、测绘数据库的建立等依赖于电子计算机技术的应用。军事测绘学还与天文学、地球物理学、空间科学等互相渗透、互相促进，这些学科需要地球表面的有关信息，又为军事测绘学提供新的观测理论、方法和手段。军事测绘学的研究与应用，将向精确、实时和不间断地获取与提供地形资料和定位、定

向数据的方向发展。

【军事气象学】研究气象条件对军队的影响，以及军队利用气象条件而取胜的科学。它主要研究气象条件对军队活动、武器装备和技术器材使用的影响，对军事活动和武器装备使用有重要影响的气象条件的发生发展规律，组织实施气象保障的原则和方法，以及把气象条件和人工影响局部天气应用于战争和军事行动等。军事活动总是在一定的气象条件下进行的。气象条件对军事活动的影响，既有有利的一面，也有不利的一面；在同样气象条件下也有不同结果。不利的气象条件，因人们的处置得当，可减少其不利，或化不利为有利；有利的气象条件，也可由人们处置不当而不能充分发挥其优势，甚至变有利为不利。故自古以来，中外许多军事家都十分重视气象条件对军事行动的影响及在如何运用气象的影响，并积累了丰富的战争经验，使军事气象学得到了不断的发展。

【军事环境学】研究军事与环境系统相互关系及其发展规律的一门新兴学科。它以军事科学与环境科学为理论基础，研究的主要内容有：环境系统对军事的影响；利用人为手段影响和改变环境以达成军事目的；人为改变战区环境，增强防御实力，提高机动能力；常规战争对环境系统的影响；核武器、生物武器、化学武器的使用对环境系统的影响；攻击时如何扩大对敌方环境系统的影响，防御时如何消除对己方的环境系统的影响；环境战的研究等。

【军事计量学】研究计量的统一性、准确性及其在军事上应用的学科。其主要研究内容包括军事测量基准、标准建立与使用，军事

计量方法和计量器具的计量特性，军事测量准确度估算，计量误差分析，以及制订军事计量法规和管理办法等。它主要解决武器和技术装备在研制、试验、生产和使用过程中的计量保障问题。由于现代化武器和技术装备系统庞大、技术复杂、协作单位多、专业面广、精度要求高、配套与互换性强，在质量上要求万无一失。要把各部门研制生产的成千上万个零部件装配在一起，实现既定的军事效能，必须保证从研制开始一直到使用的全过程在量值上准确一致，统一准确的计量已成为必不可少的技术基础。

【军事仿生学】模仿生物系统结构或功能原理以建造相应的技术系统或使人造技术系统具有生物系统特征或类似特征用于军事的一门新兴边缘学科。仿生学的研究涉及到自然科学的许多学科和工程技术的许多领域。基于对所模拟的生物系统基本性能特性的不同，可把仿生学划分为信息仿生学、控制仿生学、力学仿生学、化学仿生学和医学仿生学 5 个分支学科，前两项为研究重点，并逐渐被模式识别、人工智能、神经计算机的研究取代。仿生学研究的基本方法是提出模型，进行模拟。模型是生物科学与技术科学间的桥梁，它连接并指导着这两个学科领域的研究工作。数学模型和技术模型来源于生物原型，反过来又指导对生物系统的研究，更深刻地揭示其内在规律，并最终使数学模型和技术模型所表示或具有的机能更接近于生物系统。动物界为适应生存、攻击与防御的需要，具备有定向、导航、飞行、航海、探测及通信等奇异本领，这就使军事课题在仿生学研究中占有重要位置。

【军事医学】研究军队平时和战时卫生医疗保障的科学。是医学科学在军事领域的具体运用。主要为军队人员和国防事业服务。军

事医学研究的主要内容是：研究军事医学产生和发展的一般规律；军人的活动特点、心理适应能力、健康状况、发病率及发病特点；部队驻地的卫生与流行病状况；战场救护和各种枪伤、弹伤的治疗原理和知识；平时和战时的医疗预防、卫生保健和防疫等。目的在于维护军人的身心健康，增强部队战斗力。

【军事技术的发展】军事技术的发展经历了古代、近代和现代三个历史时期。古代军事技术的发展大约始于公元前 3000 年，结束时间在世界各地有所不同，欧洲约为 17 世纪中叶，中国约为 19 世纪中叶。以 10 世纪火药开始用于制造兵器为标志，前一阶段为冷兵器时期。后一阶段则为冷兵器与火器并用时期。冷兵器时期是指使用石、铜和铁兵器直至出现火器以前的历史时期。冷兵器是一种能量传递器械，是对人手臂的直接延长和增强，靠人的体力操作。这就决定了当时的作战方式只能是短兵相接。火药的发明并应用于军事，使军事技术产生重大变革。中国在公元 808 年发明火药，10 世纪首先将火药用于军事。宋代（960—1279）是早期火器的创制阶段，先后出现了火箭、火弹等燃烧性火器，铁壳爆炸弹等爆炸性火器，飞火枪、突火枪等竹杆射击火器。元代（1279—1368）发明的火铳是最早的金属管形射击火器。明代（1368—1644）初期，除大量制造手铳和较大的碗口铳外，还制造了一些较大的火炮。从 13 世纪开始，中国发明的火药和火器先后传入阿拉伯地区和欧洲。14 世纪中叶，欧洲制成金属管形射击火器——火门枪，它的基本构造同中国元代和明初的手铳相似。从 15 世纪中叶开始，欧洲的枪炮制造技术超过了中国。随着枪炮的发展，以步枪为主要武器的步兵逐渐成为欧洲各国军队的基本力量，同时出现了独立的炮兵，作战方式也从冷兵器时代的白刃格

斗逐步过渡到火力杀伤。16 世纪末，火炮开始成为舰船的主要武器。17 世纪，舰炮战开始成为海战的主要方式。

近代的军事技术是指从产业革命至第二次世界大战末应用于军事领域的技术。资本主义生产方式的迅速发展，促进了近代自然科学的兴起。冶金、化学、机械制造和电力工业的发展，为近代军事技术的发展奠定了物质基础。19 世纪，枪炮的结构出现了一系列重大改进，装弹方式由前装改为后装，身管由滑膛改为线膛，采用无烟火药作为发射药，提高了枪炮的战术技术性能。20 世纪初，梯恩梯炸药开始用作爆破装药，大大提高了炮弹和其他爆破装置的杀伤破坏威力。第一次世界大战期间，英、法等国研制出将火力、装甲防护能力和机动能力结合为一体的坦克。第二次世界大战期间，坦克成为地面作战的主要突击兵器。第一次世界大战期间，出现了侦察机、轰炸机、歼击机和强击机等军用飞机。第二次世界大战期间，军用飞机协同地面部队和舰队作战，发挥了重要的作用。19 世纪初，军舰采用了蒸汽机，船体材料逐渐用钢材取代了木材。20 世纪初，出现了潜艇。第二次世界大战期间，航空母舰和潜艇发挥了重要作用，成为海军的重要突击兵力。19 世纪后期发明了有线电报、电话和无线电报，实现了信息的远距离快速传递，改变了军队的指挥方式。20 世纪 30 年代，英国发明了雷达，广泛用于侦察、警戒和导航等方面，大大提高了军队的作战效能。随着近代化学工业的发展，出现了化学武器。第一次世界大战中，德军首先大量使用毒气，使英、法联军遭受重大伤亡。抗日战争期间，日军对中国军民使用毒气 2000 余次。20 世纪初以来，微生物学的发展，为研制生物武器提供了条件。第一次世界大战中，德国首先使用细菌武器。第二次世界大战中，日军在中国哈尔滨成立细菌研究部队，多次在中国投掷细菌弹。总

之，这一时期军事技术的发展较快，主要武器装备逐步实现了机械化和系列化，作战范围从地面和水上扩展到空中和水中，作战方式发展成为诸军种、兵种合同作战。

现代的军事技术是指第二次世界大战结束以来应用于军事领域的技术。现代科学技术的迅速发展和广泛应用于军事，使军事技术的面貌发生了深刻变化。自第二次世界大战结束前夕美国研制成功并使用原子弹以来，苏联、英国、法国、中国也相继研制成功原子弹，以后又相继研制成功氢弹，并在继续研究中子弹、冲击波弹、电磁脉冲弹等。美、苏两国在德国 V-1、V-2 导弹的基础上，50 年代后期研制成功洲际弹道导弹。导弹与核武器相结合，具有射程远、速度快、命中精度高、杀伤破坏威力大等特点，使战争的突然性和破坏性空前增大。自 1957 年苏联发射成功第一颗人造地球卫星以来，太空成为军事争夺的一个新领域。世界各国已发射 4000 多个航天器，其中 70% 用于军事目的或与军事有关。各种军用卫星的发展，使军事侦察、通信、导航、预警、测绘和气象预报等水平空前提高，大大增强了军事指挥和作战能力。60 年代以来，随着电子、光电子和计算机技术的发展，红外、微光等夜视器材广泛装备部队，战斗行动受夜间限制越来越小；红外、激光、电视等精确制导武器得到广泛应用，在局部战争中发挥了巨大威力；自动化指挥系统得到迅速发展，信息收集，传输和处理能力大大提高；电子对抗在战争中得到广泛应用，已成为决定战争胜负的重要因素。枪械、火炮、坦克、飞机、舰艇等常规武器的战术技术性能不断改进，作战效能大大提高。激光武器、粒子束武器、动能武器等新原理武器也在积极发展之中。由于现代军事技术的发展，一方面使战争的规模和样式发生了深刻变化，战争范围从地面、海洋、空中向外层空间发展，使现代战争呈现立

体战、合同战和电子战的特点；另一方面，对武器装备的规划、研制和生产管理，对军队成员的科学文化水平和组织指挥才能，提出了更高的要求。

【冷兵器】冷兵器泛指不带有火炸药或其他燃烧物的兵器。如戈、矛、戟、剑、刀、锤、铜、棍、弓、箭及刺刀、匕首等。在古代，冷兵器常还包括甲、冑、盾等防护装具。大约在 10 世纪之前，人类主要使用冷兵器进行作战，因此军事史上称之为冷兵器时代；从 10 世纪（中国宋代初期）开始，随着早期火器的发明和应用，进入了火器和冷兵器并用时代，这个阶段在欧洲延续到 17 世纪中叶，在中国则延续到清代后期，约为 19 世纪中叶；在此之后，冷兵器在战争中基本上被淘汰。从冷兵器自身的演变来看，它的发展大致经历了三个阶段，即石器时代、青铜时代和铁器时代。石器时代是冷兵器的萌发阶段，当时的兵器主要是石器，也有很多器物用木、骨、蚌、角等材料制成。在相当长的时期里，兵器处于与生产工具不分的状态，如棍棒、石斧、弓箭等，既是狩猎、生产的工具，也被用于人和人之间的战斗。只是到了新石器时代晚期，随着生产力发展和私有制萌发，战争加剧，开始形成早期的国家，出现专职的士兵、军事首领和军队，兵器才从生产工具中分化、独立出来，发展形成为专门的一类器具。在新石器时代晚期，由生产工具转化而来的兵器，其主要类型已经基本具备：远射兵器主要是弓箭，也使用飞石索；格斗兵器有棍棒、矛、斧、匕首等；防护装具有用藤、木、皮革制造的盾和原始甲冑。公元前 4000 年初，西亚的一些地区率先进入青铜时代，欧洲爱琴海沿海的岛屿于公元前 3500 年左右，印度约在公元前 3000 年中，中国稍迟约在公元前 21 世纪进入青铜时代。在这个阶段，人们用青铜

来铸造兵器，青铜兵器逐渐淘汰了原始的石、骨兵器。中国古籍中说，夏代“以铜为兵”。考古发现也证明，中国大约在夏代开始使用铜兵器。商、周时期，铜兵盛行，当时许多新兵器品种发展成熟，如用于格斗的戈、戟、殳、钺、剑，用于远射的弩等；兵器制作技术有了很大发展，兵器性能大大提高，如甲冑虽然仍主要用皮革制作，但形制趋于完善，防护部位扩大，更为坚牢。公元前13世纪前后，西亚、北非和欧洲地中海沿岸的古代文明进入了早期铁器时代。中国大约在东周晚期（约前5—前3世纪）进入铁器时代。铁器时代是古代冷兵器的成熟阶段，最先进的工艺是钢铁的冶炼，于是钢铁兵器逐渐取代了青铜兵器，连防护装具甲冑也主要改用钢铁制造。这个更替过程，中国在东汉时期最终完成。东汉以后，钢铁兵器稳步发展，随着钢铁冶炼技术的进步，兵器性能日益提高，即使在宋元明清诸代火器不断发展之时，冷兵器的制作技术仍续有进步，只是在军队中的使用比重不断下降。

【枪炮研制与发展】枪炮是以火药为能源发射弹丸的身管射击武器。世界上最早出现的发射弹丸的身管射击武器是中国13世纪中期制造的突火枪。在元代，中国已造出了最古老的火炮——火铳。中国的火药和火器西传以后，枪炮在欧洲开始发展。14世纪欧洲出现了火门枪，手持火种从枪管尾部的火孔（火门）点燃由枪口装入膛内的黑火药发射。这种枪的口径25—45毫米，最大射程180米，有效射程仅约45米。当时火炮也极为简单，一般是固定在木架上的长度小而口径大的死底金属管，从口部装药，发射石弹或铁块。早期的枪炮也有从尾部装填的，但多数由于闭气性差且不便操作，没有得到推广。15世纪欧洲出现的火绳枪，克服了火门枪发射时，一手持枪，一手点火。眼观火门不便瞄准的缺点。

这种枪重约 5—7 千克，口径 20—30 毫米，最大射程 300 米，有效射程 100 米，3 分钟可打 2 发。15 世纪的枪炮中出现了直线形膛线，以便容纳火药残渣并便于从膛口装弹。当时火炮炮身已制有耳轴，采用了颗粒黑火药，并以铸铁弹代替石弹和铅弹，开始采用瞄准装置和轮式炮架，提高了机动性，从而能够用于野战。16 世纪出现的燧石枪，克服了火绳枪的火绳容易熄灭或夜间暴露射手的缺点。16 世纪中叶开始采用将火药用纸包封和弹丸分装入膛的办法，能较准确地控制装药量。同时开始试验螺旋形膛线，以提高射击精度并增大射程。燧石枪在军队中使用了近 300 年。16 世纪在欧洲出现了长管火炮，采用了前车，开始发射霰弹。在射击理论上掌握了 45° 射角炮弹射程最大的规律。有了根据弹丸重量来确定武器口径的方法，使火炮制造分类向规范化前进了一大步。17 世纪的燧石枪发展更加完善。口径减到 17 毫米，枪长 1.0—1.2 米，每分钟可打 1 发。1640 年发明了刺刀，到 17 世纪末欧洲军队中的燧石枪已普遍装上了刺刀，冷兵器在军队装备中从此退居到了次要地位。17 世纪的火炮也开始采用药包式发射药。枪械中出现了将弹丸与火药包装在一起的纸包弹。伽利略的弹道抛物线理论和牛顿对空气阻力的研究，推动了枪炮射击学的发展。17 世纪末采用了药筒装填，大多数欧洲国家使用了榴弹炮。18 世纪以后为了提高枪械射速，出现了许多比较成功的多膛枪。火炮发展致力于提高机动性和标准化，统一火炮口径，还出现了测定炮弹初速的弹道摆。19 世纪初击发枪出现，开始使用定装式枪弹，研制成功了后装击针枪，性能优良的线膛枪得到了推广。50—60 年代开始采用黄铜金属弹壳，此后出现了机械化连发枪和弹仓枪。1884 年马克辛机枪发明，开始了自动枪炮的新时代。当时的步枪口径 6.5—8 毫米，枪重 4.5 千克左右，枪长 1.0—1.2 米，弹丸

初速 700—800 米/秒，有效射程 800 米。19 世纪的火炮已发射榴霰弹，使用了空炸引信；制成了螺旋线膛炮，实现了后装；开始采用弹性炮架，制成了火炮反后坐装置。特别在 19 世纪下半叶无烟火药和高爆炸药（猛炸药），筒紧身管和高强度炮钢，周视瞄准镜、测角器、流线形弹丸、复合引信和引信装定机的采用，使枪炮在射速、射程、射击精度和威力等各个方面都得到了迅速提高。可以说 19 世纪是枪炮技术的一个大发展时期。20 世纪初，第一次世界大战前后，枪械发展迅速。出现了轻机枪，半自动步枪、冲锋枪、反坦克枪和大口径机枪，舰艇机枪、车载机枪和高射机枪也得到迅速发展。同时发展了多种专用火炮，迫击炮、高射炮、小口径平射炮、航空机关炮、牵引火炮、自行火炮和铁道炮相继投入使用。第二次世界大战前后，枪械开始向减少弹械品种的通用化方向发展，出现了冲锋手枪、通用机枪和突击步枪。与此同时，冲锋枪发展到了全盛时期，步枪实现了全自动化。40 年代末苏联首先实现了班用枪械弹药通用化。这一时期火炮通过加长身管等措施普遍增加了射程，有的可达 20000—25000 米；通过改善炮门和装填机构提高了发射速度；采用开式大架、机械牵引、减轻重量提高了机动性。出现了大口径高射炮、大威力反坦克炮和无坐力炮。高射炮射指挥仪等初级火控系统开始采用。20 世纪 50—60 年代以来，枪械的通用化枪族化发展更为迅速。突击步枪一般口径 5.56—7.62 毫米，枪重小于 4 千克，枪长小于 1 米，有效射程 300—400 米。1953 年 12 月北约选定了步机枪通用标准弹。自 50 年代开始班用枪族开始出现。50 年代末 60 年代初，美国开始了班用枪械小口径化，5.56 毫米口径的班用枪械随之发展成为世界潮流。60 年代末，开始在步枪下方加装榴弹发射器，使步枪发展成了一种点面杀伤一体化的武器。50—60 年代以后，火炮通过加大

装药量、增加身管长度、采用自紧炮管、发展低阻力炮弹，增大射程，有的达到了 30000 米以上。通过增大弹体强度、增加装药量、改进炸药装药、采用预制破片，增加了毁伤威力。减轻火炮重量，发展自行火炮，简化和改进火炮结构，优化制作材料（如采用铝合金），进一步提高了火炮的运动机动性和火力机动性。700 多年的枪炮历史发展，大致经过了由前装到后装，由滑膛到线膛，由非自动到自动的多次重大变革；与此同时，枪炮的品种由少到多，重量逐渐减轻，口径由大到小，射程由近及远，射速逐渐加快，威力逐渐增大的历程。现代枪炮的发展主要是探索新的工作原理和新型结构的枪炮，充分利用现代电子计算机的成果，发展高效先进火力控制系统。此外枪炮在新材料、新能源和其他高新技术的采用方面也将大有前途。

【坦克的研制与发展】战车的使用可以追溯到古代。履带式装甲战斗车辆的使用，则出现于 20 世纪初的第一次世界大战中。为了克服由机枪火力、堑壕和铁丝网构成的防御阵地，1915 年英国试制了一种新型履带式装甲战车。为了保密，这种战车对外称为坦克（水柜）。中文音译，一直延续使用至今。1916 年 9 月 15 日，英军在索姆河战役中，首次将 49 辆 I 型坦克投入战场，震动了世界。许多国家纷纷开始研制坦克，到 1918 年大战结束，两年多一点的时间里，英、法和德国共制造了近万辆坦克。英国 IV 型、法国“圣沙蒙”、德国 A7V 等坦克战斗全重 7—28 吨，单位功率 2.6—4.8 千瓦/吨，最大行程 35—64 千米，装甲厚度 5—30 毫米。当时的坦克性能较低，只能用于引导步兵完成战术突破，不能向纵深扩大战果，但坦克的问世，却开始了陆军机械化的新时期。第一次世界大战以后，开始了坦克战术与技术发展思想的探索与实验

时期，各国研制和装备了多种类型和结构的坦克。轻型和超轻型坦克盛行，试验了履带车轮换行坦克、水陆坦克、多武器坦克、多炮塔坦克等。苏联 T-26、英国“马蒂达尔”、法国“雷诺”R-35 等坦克的性能明显提高，战斗全重 9—28 吨，单位功率 5.1—13.2 千瓦/吨，最大速度 20—43 千米/小时，装甲厚度 25—90 毫米，火炮口径 37—47 毫米，加强了火力，改进了结构性能，开始按中弹概率配置车体装甲厚度。第二次世界大战期间，坦克已成为地面作战的主要突击兵器。交战双方将约 30 万辆坦克和自行火炮投入了战场。坦克与坦克、坦克与反坦克火器的对抗，促进了中、重型坦克迅速发展，火力、机动、防护三大性能全面提高。例如苏联 T-34、NC-2，德国“黑豹”和“虎”式等。火炮口径增大到 57—122 毫米，炮弹初速 781—935 米/秒，出现了次口径穿甲弹和空心装药破甲弹，500 米射距可击穿 150 毫米厚装甲，发动机功率 257—515 千瓦，改善了外形，增大了装甲倾角，加厚了装甲，炮塔部位可达 185 毫米。战斗全重 27—55 吨，单位功率 6.4—15 千瓦/吨，最大速度 25—64 千米/时，最大行程 100—300 千米。第二次世界大战以后，坦克继续改进。出现了半球形炮塔、火炮双向稳定器、红外夜视仪、弹道计算机、自动灭火装置、潜渡装置、摇摆式炮塔、坦克炮自动装弹机和反坦克导弹发射架。苏联 T-55、T-10，美国 M48、M103，英国“百人队长”式，法国 AMX-13 等中、重型坦克战斗全重 36—65 吨，火炮口径 90—122 毫米，车首装甲厚 76—127 毫米，前装甲厚 110—200 毫米，发动机功率 382—596 千瓦，单位功率 9—13 千瓦/吨，最大速度 34—50 千米/时，最大行程 100—500 千米。60 年代出现的主战坦克，火力和综合防护能力超过了以往的重型坦克，同时克服了重型坦克机动性差的弱点。普遍采用了脱壳穿甲弹、火炮双向稳定器、红外夜

视瞄准仪、大功率发动机，降低了车高，改进了外形，安装了激光测距仪和弹道计算机。这一时期有代表性的主战坦克有美国 M60A1、苏联 T-62、英国“酋长”式、法国 AMX-30 以及联邦德国“豹”Ⅱ式等。它们战斗全重一般为 36—54 吨，火炮口径 105—120 毫米，发动机功率 427—610 千瓦，单位功率 9—15.4 千瓦/吨，最大速度 48—65 千米/时，最大行程 300—600 千米。70 年代以来坦克的总体性能有了显著的提高。苏联 T-72、联邦德国“豹”Ⅱ、美国 M1、英国“挑战者”、日本 74 式和以色列“梅卡瓦”型等都优先增强了火力，均衡地提高了机动性和防护能力。它们大多采用 120—125 毫米口径高压滑膛炮，脱壳穿甲弹初速有的高达 1450—1800 米/秒，以常用射距可击穿 300—550 毫米厚的装甲。普遍装备了电子计算机火控系统和夜视测瞄装置。发动机功率增大到 551—1103 千瓦，单位功率 12—20 千瓦/吨，最大速度 72 千米/时，最大行程 300—650 千米。采用了复合装甲、屏蔽装甲和反应式装甲，有效地提高了防弹能力。由于许多新技术和高技术的采用，利用系统工程方法优化设计已成为必然趋势。可以预料，许多国家依据各自的战略思想，积极地利用现代科学技术最新成就，发展研制的未来主战坦克的摧毁力、生存力和适应性将有较大幅度的提高。

【军用飞机的研制与发展】1903 年 12 月 17 日，美国莱特兄弟制造成功世界公认的第一架飞机。1909 年，美国陆军装备了世界上第一架军用飞机，机上装有 1 台 22065 瓦的发动机，最大速度 68 公里/小时。飞机在军事上最初是用于侦察。第一次世界大战中，侦察机用于执行战术侦察任务，机上装有航空照相机和烟火发光器材。同时也出现了专门为执行某种任务而研制的军用飞机，例如

主要用于空战的歼击机，用于轰炸地面目标的轰炸机，用于支援地面部队作战的强击机等。这期间的歼击机，多是双翼木质结构，活塞式发动机，装有与螺旋桨协调同步的机枪，飞行速度 200 公里/小时左右，实用升限 6000 米左右。这期间的轰炸机多数是双翼机或三翼机，装 2—4 台活塞式发动机，飞行速度约 200 公里/小时，载弹量达 2000 公斤。第二次世界大战前夕，单座单发动机歼击机和多座多发动机轰炸机，已发展成为单翼全金属结构。第二次世界大战中，较著名的歼击机有美国的 P-51“野马”，英国的“飓风”、“喷火”，苏联的拉-7、雅克-9，德国的“梅塞施米特”、“福克武尔夫”，日本的“零”式等。机上最多的装有机枪 8 挺或航炮 4 门，机内装有无线电通信设备，供空空或空地之间进行通信联络和作战指挥使用。有的活塞式歼击机的速度达 750 公里/小时左右，升限达 12000 米左右，接近活塞式飞机的性能极限。第二次世界大战中，较著名的轰炸机有美国的 B-17“飞行堡垒”、B-29“超级飞行堡垒”，英国的“哈里法克斯”、“兰开斯特”，苏联的伊尔-4、佩-8，德国的“容克”、“海因克尔”等。轰炸机有重型、中型、轻型和俯冲轰炸机，飞行速度约 500 公里/小时，载弹量最多达 8000 公斤。强击机中较著名的是苏联的伊尔-2，装有航炮、机枪、火箭弹和炸弹，能有效地打击坦克和地面部队。第二次世界大战临近结束时，德国和英国研制成喷气式飞机。战后几年，喷气式飞机发展很快，到 1949 年，美国、英国和苏联等国已拥有相当数量的喷气式作战飞机。当时著名的喷气式歼击机有苏联的米格-15，美国的 F-80 和英国的“吸血鬼”；喷气式轰炸机有苏联的伊尔-28 和英国的“坎培拉”等。50 年代中期，出现了歼击轰炸机，如苏联的苏-7、美国的 F-105，逐渐取代了轻型轰炸机。60 年代以来，歼击机、轰炸机、强击机、歼击轰炸机、侦察机和运输机等

都有很大发展。80年代开始,军用飞机电子设备性能、操纵性和机载武器性能都有很大提高。较著名的歼击机有美国的F-111、F-16,苏联的米格-23、米格-29,法国的“幻影”2000等。较著名的轰炸机有美国的B-52,苏联的图-95等。能垂直起降的战斗机如英国的“鹞”式已装备部队使用。90年代的作战飞机最大特点是采用隐身技术,如美国的F-117战斗机和B-2轰炸机。中国在1911年,由孙中山领导的政府从国外购进2架军用飞机。1930年,广州航空修理厂制造的“羊城号”飞机,装有1挺机枪,可挂4枚100磅炸弹。后来还陆续试制过歼击机、轻轰炸机和教练机。中华人民共和国成立以后,开始试制生产军用飞机。1956年7月歼-5型喷气式飞机试飞成功。1958年试制出歼-6型飞机。1965年试制出强-5型飞机。1966年开始生产歼-7型超音速飞机。1968年试制出轰-6型飞机。1969年试制出歼-8型飞机。到80年代,还研制成歼-7型教练机、歼-7Ⅲ型和歼-8Ⅱ型歼击机。中国已具有自行研制生产各种军用飞机的能力。

【舰艇的研制与发展】舰艇的发展历史可分为古代战船、近代舰艇和现代舰艇三个时期。随着水上战争的出现,舟船开始发展成为各种专用战船。古代战船一般是木质船体,按动力和推进方式可大致分为3类,一类是人力手划桨推进的桨船,一类是风力推进的帆船,一类是人力脚踏轮形桨推进的车船。也有不少战船兼用人力和风力,或手划桨和风帆并用,或轮形桨与风帆并用。中国在春秋时期(前770—前476),战船已有了适应战斗需要的型制,当时比较大的战船,长约24米,宽约3.2米,可容战士20余人,桨手50余人。汉代出现了有4—5层舱室的巨型楼船。东汉建安十三年(208),在著名的赤壁之战中,双方使用的战船数以千计。

11 世纪，中国四大发明之一的指南针被装上战船。明朝初期，郑和（1371—1435）七次下西洋，所用“宝船”长约 137 米，宽约 56 米，张 12 帆。在地中海地区，公元前 700 年左右出现有撞角的“盖利”战船，有 50 支桨；公元前 500 年左右，出现 3 层桨战船，用桨 150—170 支，备有辅助风帆。在早期水战中，主要采用接舷战的方式，以撞角和投掷、抛射武器进攻。14 世纪中叶以后，舰艇已逐渐使用火炮。16—17 世纪，有了排水量为一千数百吨、2—3 层甲板、装有几十门到上百门火炮的大型战船——战列舰。作战双方在相距几百米处用火炮互相轰击。19 世纪 40 年代，出现了用蒸汽机、螺旋桨推进的战舰。随着舰炮的射程、命中率和破坏力的提高，迫使军舰采用装甲防护，出现了装甲舰。19 世纪下半叶开始，船体材料逐步由钢材取代木材。军舰都装备大功率蒸汽动力装置，具有良好的机动性能，装备更多的武器，携带更多的燃料和军需品，使舰艇的战斗能力大为提高。鱼雷和近代水雷问世后，出现了鱼雷艇、驱逐舰、布雷舰等中小型舰艇，迫使大型军舰采取水下防护措施，如设置多层防雷隔舱等。20 世纪初期，各主要海军国家大力发展装甲舰，大型战列舰的排水量增到 4 万吨左右。同时出现了潜艇、护卫舰、扫雷舰艇、水上飞机母舰等新舰种。第一次世界大战期间，主要战斗舰艇有战列舰、战列巡洋舰、巡洋舰、驱逐舰和潜艇共 1200 余艘，勤务舰艇发展到约 3000 万吨。第二次世界大战期间，舰艇的数量大量增加，航空母舰和潜艇得到迅速发展，成为海军的重要突击兵力。为适应登陆作战和反潜战的需要，一些国家建造了大批登陆舰艇和猎潜舰艇。舰用蒸汽轮机和柴油机的不断改进，造船材料和工艺的不断发展，舰载武器的不断革新，雷达、声纳等探测设备的广泛应用，使舰艇的战术技术性能大为提高。第二次世界大战后，随着现代科学技术的迅

速发展，舰艇的发展进入了一个新时期。50年代中期，第一艘核动力潜艇建成服役。50年代末，导弹开始装备在舰艇上。60年代，出现了导弹巡洋舰、导弹驱逐舰、战略导弹核动力潜艇、核动力航空母舰和直升机母舰等。70年代以来，导弹已成为战斗舰艇的主要武器，装备了自动化的舰艇作战指挥系统和火控系统。水翼技术应用于快艇，气垫技术成功地应用于登陆艇和快艇。为满足导弹、卫星飞行试验的需要，出现了导弹、卫星跟踪测量船。80年代以来，更多的航空母舰和潜艇采用核动力装置，中小型舰艇普遍采用柴油机、燃气轮机、柴油—燃气轮机联合动力装置，舰艇的操纵、指挥、通信、导航和武器控制更加自动化。科学技术最新成果的广泛应用，大大提高了现代舰艇的战术技术性能。

【火箭导弹的研制】导弹是一种依靠自身动力装置推进，载有战斗部的无人驾驶的可控飞行器。火箭是依靠火箭发动机推进的飞行器。有效载荷是战斗部并装有制导系统的火箭就是导弹。因此，导弹与火箭是密切相关的。从导弹的发展史看，导弹是在火箭的基础上发展起来的。火箭起源于中国，是中国古代重大发明之一。南宋时期，出现了军用火箭。中国的火箭传到欧洲以后，曾被列为军队的装备。但早期的火箭射程近、精度差，被后来兴起的火炮所代替。20世纪初，俄国科学家齐奥尔科夫斯基提出建造大型液体火箭、多级火箭的设想，创立了火箭最大速度公式，为现代火箭技术的发展奠定了基础。1926年，美国的戈达德首次成功地发射了一枚液体火箭。第二次世界大战后期，德国研制出V1巡航导弹、V2弹道导弹，并投入了实战使用。此外，还研制了几种地空、空空、反坦克导弹等。这些导弹，后来都成为其他国家发展导弹的雏形。战后，美、苏等国在德国导弹技术的基础上开始研制各

自的导弹，其他一些工业发达的国家也陆续加入到导弹研制行列中，导弹得到了大规模的发展。到50年代末期，多种型号的导弹相继出现。但这一时期的导弹精度低，可靠性差。弹道导弹普遍使用液体推进剂，射前加注，地面发射，发射准备时间长，生存能力低。从60年代初开始，导弹进入改进和提高的时期。战略弹道导弹采用了可贮存液体推进剂，提高了惯性器件的精度，发展了多弹头技术，发射方式改为地下井或采用潜艇发射，缩短了发射准备时间，提高了命中精度、进攻能力和生存能力。战术导弹经过不断改进、改型，性能有了明显提高。70年代以后，导弹进了全面更新时期。洲际弹道导弹的重点是发展机动发射方式，进一步提高进攻和生存能力。巡航导弹发展了高精度惯性器件，地形匹配制导和末制导技术，小型节油的涡轮风扇喷气发动机，提高了作战能力。战术导弹也出现了大范围更新换代的局面。在现代的导弹中多数是70—80年代重新装备的。90年代及其以后，具有空间化、信息化、电子化和智能化的战场环境对导弹提出了更新的要求。导弹类型虽然很多，作战任务也不同，但其共同的趋势是向着精确制导化、固体化、机动化、微电子化、隐形化和智能化的更高层次发展。导弹经过40多年的发展，战略导弹成为实现威慑的有力工具；战术导弹成为战场武器中射程远、精度高、威力大的一种武器。军队装备导弹的水平成为一个国家国防现代化的重要标志。同时，导弹技术又成为发展航天技术的基础。美、苏等国家发射的第一颗人造地球卫星的运载火箭，都是由液体弹道导弹改装制成的，并在此基础上发展了一系列运载火箭。中国于20世纪50年代开始研制导弹和新型火箭。经过不断发展，形成了射程配套，有多种发射方式的战略导弹体系，研制了多种型号的战术导弹，以及“长征”系列运载火箭。

【核武器的产生与发展】20世纪30年代，一些国家开始研制原子弹。1938年12月，德国发现了一项划时代意义的科学成就，柏林威廉大学化学研究所的著名科学家哈恩和斯特拉斯曼发现了铀原子核裂变，掌握了分裂原子核的基本方法。1939年9月初，丹麦物理学家玻尔和他的合作者惠勒从理论上阐述了核裂变反应过程，并指出能引起这一反应的最好元素是铀的同位素铀-235。正当这一有指导意义的研究成果发表时，英、法两国向德国宣战。英国曾制订过这一领域的研究计划，但由于战争影响，人力物力短缺，后来也只能与美国、加拿大合作，派出以查德威克为首的科学小组，赴美国参加由奥本海默领导的原子弹研制工作。在美国，从欧洲迁来的匈牙利物理学家西拉德首先指出，一旦法西斯德国掌握原子弹技术，可能带来严重后果。经他和另几位从欧洲移居美国的科学家推动，1939年8月，爱因斯坦写信给美国总统罗斯福，建议研制原子弹，从而引起美国政府的注意。但美国政府开始只拨给少量美元作研制经费，直到1941年12月日本袭击珍珠港后，才扩大研制规模。1942年罗斯福采取更加有力的措施研制原子弹，在纽约成立秘密研制机构，制定了代号为“曼哈顿工程区”的庞大计划。负责人是格罗夫斯少将，并选择奥本海默作为总设计师，研究人员达1500人。德国的核科学技术，1942年以前与美、英两国大致相当，1945年初，建成一座生产钚-239的小型重水反应堆。为生产高浓铀，德国曾着重于高速离心机的研制。但由于同盟国空轰炸毁了德国的重水工厂，希特勒又未集中更多的精力研制原子弹，1945年5月德国投降，研制工作亦告终。美国抢得时间完成其原子弹研制计划。美国的第一座试验性石墨反应堆，在美籍意大利物理学家费米领导下，1942年12月建成并达到

临界。曼哈顿工程区直接动用的人力约 50—60 万人，投资 20 多亿美元。到第二次世界大战即将结束时，美国制成 3 颗原子弹，成为世界上第一个拥有原子弹的国家。并于 1945 年 7 月 16 日进行了原子弹试验，8 月 6 日、9 日先后在日本的广岛和长崎，投下了仅有的 2 颗原子弹。1950 年 1 月，杜鲁门总统下令加速研制氢弹。1952 年 11 月 1 日，美国进行了以液态氘为热核燃料的氢弹原理地面试验，但该实验装置非常笨重，不能用作武器。1954 年 2 月，继苏联之后在太平洋的比基尼环礁上空进行了氢弹空中爆炸试验。前苏联在 1941 年 6 月遭受德军入侵前，为研制原子弹也进行过一定的工作。战争爆发后，被迫暂时中断，到 1943 年初才在库尔恰托夫的领导下逐渐恢复，并在战后加速进行。找到铀矿后，在新西伯利亚建立起 8 个加工铀矿石的工厂。后又用钚作原子弹的主要原料，1944 年苏联生产出第一批钚，1945 年建立了用铀作燃料的核反应堆，1949 年 8 月，苏联进行了原子弹试验。1953 年 8 月，苏联宣布进行了以固态氘化锂-6 为热核燃料的氢弹试验，使氢弹的实用成为可能。英国 1952 年 10 月 3 日在澳大利亚蒙特贝洛岛进行了首次原子弹试验，1956 年进行了飞机空投核弹试验。1957 年 5 月 15 日在太平洋的圣诞岛实施了首次热核爆炸。法国 1960 年 2 月 13 日爆炸第一颗原子弹后，立即发展了实战用的核航空炸弹。1968 年 8 月 24 日爆炸第一颗氢弹，随后进行了一系列改进核武器实战能力的研究工作。中国于 50 年代初创建核工业。1950 年 5 月成立了从事核科学研究的近代物理研究所。1954 年，通过铀矿普查，发现有丰富的铀矿资源，可为核工业提供基本原料。1958 年开始进行研制核武器的准备工作。1960 年初，调集上百名科学研究和工程技术人员参加核武器研制工作。第一颗原子弹确定采用“内爆法”。1964 年 10 月 16 日，中国第一颗原子弹装

置爆炸成功,威力为 2.2 万吨梯恩梯当量。1965 年 5 月 14 日成功地进行了第一颗核航空炸弹空投爆炸试验,威力为 3.5 万吨梯恩梯当量。从 1963 年 8 月起,着手安排为弹道核导弹配置核弹头的各项研制工作,并于 1966 年 10 月 27 日,在本国境内进行了中近程地地核导弹实弹飞行爆炸试验。1966 年 5 月 9 日成功地进行了含热核燃料的原子弹空爆试验。同年 12 月 28 日用塔爆方式成功地进行了中国首次氢弹原理试验,爆炸威力约为 12.2 万吨梯恩梯当量。随后,以较短的时间完成了空爆氢弹的设计、加工、装配及试验准备工作,1967 年 6 月 17 日成功地进行了爆炸威力约 330 万吨梯恩梯当量的氢弹空爆试验。

【军事航天技术的研究】第二次世界大战结束后,美国和前苏联都通过仿制德国 V2 火箭建立了火箭和导弹工业,1954 年,美国和前苏联都开始着手人造地球卫星及其运载火箭的探索工作。1957 年 10 月 4 日,前苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星。人造地球卫星技术的发展有相当部分是首先在军事应用中取得突破(如侦察、监视、导航等),然后推广到民用。早在 1959 年 2 月,美国就开始试验回收型照相侦察卫星。1960 年 8 月 11 日,美国首次回收成功照相侦察卫星发现者 13,它是世界上第一颗军事应用卫星,而航天照相侦察技术则成为军事航天技术的开端。美国 1960 年 4 月 13 日发射成功第一颗实验型导航卫星子午仪 1B,1960 年 10 月 4 日发射了第一颗军用通信卫星信使 1B,1961 年 7 月 12 日发射成功第一颗米达斯导弹预警卫星,1962 年 10 月 31 日发射了第一颗测地卫星安娜 1B,1963 年 10 月 16 日发射了第一颗核爆炸探测卫星维拉号。到 60 年代中期,美国各类军用卫星相继进入实用阶段。前苏联军用卫星的发展开始于 60 年代初,大多混编在宇

宙号卫星系列中。前苏联 1962 年 4 月 26 日发射第一颗照相侦察卫星,1963 年 12 月 13 日发射第一颗气象卫星,1965 年 4 月 23 日发射第一颗闪电 I 通信卫星,1967 年 11 月 23 日发射第一颗导航卫星。随后陆续发射了军事通信、电子侦察、测地、导航、导弹预警、海洋监视等军用和军民合用卫星,并试验了部分轨道轰炸系统和截击卫星等航天作战武器。70 年代开始发射军民两用的地球静止通信卫星和气象卫星。继前苏联和美国之后,世界上越来越多的国家发展航天技术。法国在 1965 年 11 月 26 日、日本在 1970 年 2 月 11 日、中国在 1970 年 4 月 24 日、英国在 1971 年 10 月 28 日、欧洲空间局在 1979 年 12 月 24 日、印度在 1980 年 7 月 18 日、以色列在 1988 年 9 月 19 日相继用自行研制的运载火箭成功地发射了自己的第一颗人造地球卫星。随着航天技术的不断发展,军事航天技术在七八十年代有了进一步的发展。到 90 年代初,军事航天技术已在航天监视(包括遥感侦察、电子侦察、导弹预警、海洋监视和核爆炸探测等)、航天支援(包括军事卫星通信、军事卫星气象观测、卫星导航和卫星测地等)两个主要方面得到广泛应用。在航天攻击与防御方面,美国 1963 年发射“奈克宙斯”导弹拦截在轨道上运行的“阿金纳 D”火箭,开始了反卫星武器试验。从 70 年代后期开始研制和试验反卫星激光武器和粒子束武器。前苏联 1977 年也开始试验反卫星卫星系统。美国和前苏联都研究了轨道轰炸武器和部分轨道轰炸武器。从 80 年代起,航天攻击与防御技术转向非核杀伤的反卫星武器和从航天器上发射的天基反导武器的研究。1983 年 3 月,美国提出“战略防御倡议”计划,旨在建立一个以太空为基地、以空间武器为主要手段、包括空中和地面在内的多层次反弹道导弹防御体系。美国在执行“战略防御倡议”计划方面取得了一定的进展。1993 年 5 月 13 日,美

国宣布调整“战略防御”计划的发展方向，并改名为弹道导弹防御计划。前苏联 1987 年 11 月宣称，他们也在从事类似于美国的“战略防御倡议”的研究工作。载人航天是航天技术的重要分支，有很高的军事价值。1961 年 4 月 12 日，前苏联发射了世界上第一艘载人飞船东方 1 号。之后，陆续发射了上升号、联盟号、联盟-T 号和联盟-TM 号一系列载人飞船。1971 年 4 月 19 日，前苏联发射了世界上第一个空间站（也称轨道站）礼炮 1 号。到 1990 年底，前苏联已先后发射了 7 个礼炮号、1 个和平号空间站，建立了以空间站为核心、用载人飞船和运货飞船为运输器的载人航天体系。1987 年 12 月 21 日，前苏联 2 名航天员在和平号空间站上连续生活了 366 天后返回地面，创造了人在太空飞行的新纪录。美国在 60 年代先后实现了水星、双子星和阿波罗 3 项载人航天计划。1969 年 7 月 20 日 2 名美国航天员首次登上月球，到 1972 年 12 月止，先后有 6 艘阿波罗飞船完成登月飞行，12 名航天员登上月球。1973 年 5 月，美国发射了“天空实验室”空间站，1981 年 4 月 12 日第一架航天飞机首航成功。到 1991 年底，美国航天飞机共飞行 44 次，已将 10 余颗军用卫星送入轨道，还进行了包括“战略防御倡议”计划激光反射试验在内的军用有效载荷飞行试验，在轨道上对卫星进行了维修、加注、更换部件和装配等军事勤务试验活动。到 1991 年底，美国、前苏联、中国、法国、日本、英国、印度、以色列等国家以及欧洲空间局先后研制出 80 余种运载火箭，修建了 10 多个大型航天器发射场，发射了 4000 余颗人造地球卫星、100 多个载人航天器及 100 多个空间探测器。先后有 200 余名各国航天员进入太空，现在正使用的卫星通信、气象、导航和军用系统大约有 40 多个。

【赵士桢】（1522—1611） 中国明代火器研制家。字常吉，号后湖，浙江温州乐清人。他在研究旧有火器的基础上，曾发明了许多新火器。如参酌佛郎机铳和三眼铳，分别创制“掣电铳”和“迅雷铳”，提高了射速；改进鲁迷铳的枪机，提高了枪机可靠性；发明“火箭溜”，提高了火箭飞行的稳定性和命中率。一生著述甚丰，大部与火器有关。主要有《用兵八害》（1597年成书），陈述火器优点，建议制造西式铳；《神器谱》和《续神器谱》（1598年成书），以图文并茂方式系统介绍中外各种枪型的性能、优缺点、制造工艺、使用方法及火药生产等，是他最重要的著作；《神器谱或问》（1598年成书），以问答方式陈述火器的利害、制造、使用诸方面的问题；《备边屯田车铳议》（1602年成书），论述火器与战车相结合的重要性。

【戴梓】（1649—1726） 中国清代火器研制家。字文开，号耕烟，浙江杭州人。康熙十三年（1674），从康亲王杰书征耿精忠，曾向康亲王献“连珠火铳法”。所制连珠火铳，是一种可以连续装填和发射的燧发枪。在中国枪械发展史上，具有一定意义。后有西洋人向康熙贡献“蟠肠鸟枪”，命戴梓仿制，很快造成，并以10支返赠外国来使。康熙二十六年，康熙帝命戴梓监造子母炮（即冲天炮），仅8天就造成。炮长二尺一寸（约67.2厘米），重300斤（约179千克）。铸造炮弹外形如瓜状，每枚重20—30斤，发射时，“子在母腹，母送子出，从天而降，锐不可当”。康熙帝观看试验，十分高兴，封此炮为“威远将军”。

【马克辛】（1840—1916） 世界上第一种自动机枪的发明人。早年曾在几家铁工厂学徒，热衷于发明，1881年他的电动压力调节

器曾在巴黎获奖。1882年他移居英国。1883年首创了利用火药燃气能量完成机枪各机构的自动动作，1884年取得了一种枪管短后坐自动方式的机枪专利，这就是开创了自动武器新纪元的马克辛机枪。为此他被英、美等国称为“自动武器之父”。马克辛机枪的密集火力使自拿破仑时代起已经使用过的战术发生了重大变革。直到第一次世界大战坦克问世之前，将军们只能眼睁睁地看着自己的士兵成千上万地倒在敌人的机枪火力之前。于1900年加入英国籍，1901年被封为爵士。终生致力于科学发明，申报了数以百计的专利，取得了诸如航海计时仪、自动捕鼠器、自动灭火机、碳丝电灯泡、去磁器和短后坐自动步枪等许多成果，晚年曾致力于无烟火药生产工艺和航空问题研究。

【诺贝尔】（1833—1896） 瑞典化学家和工程师。1842年随父母迁居俄国圣彼得堡，1850年到美国学习4年。曾幻想将炸药用于和平目的，在开山筑路、挖河建房中代替千万人笨重的体力劳动，进行工程爆破。1859年回到瑞典开始研制极易爆炸的硝化甘油。为了这项事业，他不顾危险，多次因爆炸负伤，并使自己的兄弟丧失了生命。1866年他终于以25%硅藻土吸收75%硝化甘油制成了代那买特安全炸药，使这种万分危险的炸药具有了真正的适用价值，1867年取得了英国、美国专利，这是炸药科学史上的一次重大进展。1865年诺贝尔还发明了雷管，用于引爆炸药。1875年诺贝尔在代那买特炸药中加入硝化棉制成了爆胶炸药，1888年他又用60%硝化甘油加入40%低氮硝化棉制成了巴利斯太双基药，后来被广泛地应用于炮弹、火箭弹和火药装药。他一生总共获得了350多项发明专利，身后留下了一笔920多万美元的财产，根据他的遗嘱设立了至今仍被视为国际科学界最高荣誉的诺贝尔

奖金。1958年瑞典诺贝尔研究所离析出第102号元素，命名为“锔”，以纪念这位世界科学伟人。

【齐奥尔科夫斯基】（1857—1935）前苏联科学家，现代航天学和火箭理论奠基人。14岁起开始自学。1880年在卡卢加省博罗夫斯克县立学校担任教师，同时开始了早期研究工作。1884年后，主要研究全金属气球、流线型飞机、气垫火车和行星火箭的基本原理。1903年发表了《利用喷气工具研究宇宙空间》著名论文，奠定了火箭和液体火箭发动机的理论基础。十月革命后，他在喷气式飞机飞行原理方面进行了卓有成效的工作，提出了燃气涡轮发动机的方案，从理论上解决了航天器在没有大气层的行星表面着陆问题，提出了多级火箭理论，研究大气层对火箭飞行的影响，并首次研究了从火箭到人造地球卫星的问题。1932年荣获劳动红旗勋章。

【图波列夫】（1888—1972）前苏联著名飞机设计师。1888年10月29日生于特维尔省的普斯托马佐夫。1972年12月23日卒于莫斯科。1918年毕业于莫斯科高等技术学校。与茹科夫斯基共同创建苏联中央流体动力研究院，1918—1935年任副院长。1931—1936年任苏联航空工业管理局总工程师。1922年开始领导中央流体动力研究院的飞机设计局。他最先研制出苏联的全金属结构飞机，设计出张臂式单翼机以取代双翼机。在他的领导下，设计出100多种飞机，其中70多种投入了批量生产，重要的有安特20、安特25旅客机，特勃1、特勃3、斯勃、图2等轰炸机。第二次世界大战后，研制出图16、图20、图22、图26等轰炸机和图104、图134、图144、图154等旅客机。他设计的飞机创造了78项世

界记录。他是苏联科学院院士，被授予工程上将军衔和国家特级设计师称号，三次获得社会主义劳动英雄称号。

【伊留申】（1894—1977） 前苏联著名飞机设计师。1894年3月30日生于俄罗斯沃洛格达省的季利亚列沃。1977年2月9日卒于莫斯科。1926年毕业于茹科夫斯基空军工程学院，1931年开始领导中央设计局，1933任总设计师。他成功地设计了多种强击机、轰炸机和旅客机。著名的伊尔2、伊尔10等强击机，把强度、速度、机动性、火力和装甲等巧妙地结合起来，成为第二次世界大战中优秀的强击机。他设计的轰炸机有伊尔4、伊尔28等，运输机有伊尔12、伊尔14、伊尔18和伊尔62等。伊尔型飞机具有结构简单、有效载荷大、生存力强等优点。他是苏联科学院院士，被授予工程上将军衔，三次获得社会主义劳动英雄称号。

【泰勒】（1908— ） 美国物理学家。1930年在德国莱比锡大学获化学博士学位。1935年移居美国并加入美国国籍。1941年，在芝加哥大学从事核反应堆研究，后转到“曼哈顿工程区”研究原子弹。该工程区后改名为洛斯·阿拉莫斯研究所，他在该所一直工作到1946年，战后回到大学任教。1949年任洛斯·阿拉莫斯研究所副所长，从事氢弹研制工作。1952年，在国防部的支持下，筹建了劳伦斯利弗莫尔研究所，任该所第二任所长。被称为美国“氢弹之父”。1974年退休，任斯坦福大学高级研究员和里根总统的科学顾问委员会成员。曾获得美国国家科学奖，最高科学奖等。

【郭永怀】（1909—1968） 中国空气动力学家、近代力学的奠基人之一。1935年毕业于北京大学物理系。1940年赴加拿大多伦多

大学学习并获硕士学位。1945年获美国加利福尼亚州理工学院博士学位，后任研究员、教授等职。1956年任中国科学院力学研究所副所长，1957年任中国力学学会副理事长，中国科学院数学物理学化学部学部委员。1960年5月任第二机械工业部北京第九研究所（后改为第九研究院）副所长。在中国原子弹、氢弹研制中解决了一系列空气动力学、飞行力学、结构力学等技术问题。1968年12月5日因飞机失事遇难。

【慈云桂】（1917—1990） 中国计算机专家。祖籍安徽省湖东县。1943年毕业于湖南大学电机系，1946年清华大学研究生毕业。1946年1月至7月在英国访问学习，后任清华大学物理系助教、讲师。中华人民共和国成立后，历任大连海军学校副教授、系副主任，军事工程学院教授、系副主任，国防科技大学副校长、科学技术委员会主任。1985年任国防科工委科学技术委员会常任委员、顾问。他是中国计算机学会三任副理事长，中国科学院技术科学部学部委员。长期从事计算机研究及教学工作。为中国计算机事业的发展作出了重要贡献。1984年获国防科技成果特等奖。著有《概率论、信息论基础》、《计算机设计》等书。

【邓稼先】（1924—1986） 中国核物理学家。1945年毕业于西南联合大学物理系。1948年10月赴美国普渡大学学习，1950年获该校物理学博士学位。同年回国，在中国科学院近代物理研究所工作。先后任第二机械工业部北京第九研究院（1964年前为第九研究所）副院长、院长。领导核武器研制工作。1980年受聘为中国科学院数学物理学学部委员。后任国防科学技术工业委员会科技委副主任，核工业部科学技术委员会副主任。1986年获“全国

劳动模范”称号。在爆轰物理、流体力学、状态方程、中子输运等研究项目中作出了贡献，曾4次获国家科学技术奖及自然科学奖。1986年7月29日在北京病逝。

【《墨子》城守诸篇】指《墨子》书中自《备城门》以下的11篇，篇题依次为：《备城门》、《备高临》、《备梯》、《备水》、《备突》、《备穴》、《备蛾傅》、《迎敌祠》、《旗帜》、《号令》、《杂守》。是战国军事著作，主要论述守城之法，为战国晚期的墨家后学所著。墨家提倡兼爱，反对攻伐，主张小国弱国加强防守，以抗御大国强国，因此重视对守城方法和技术的研究，城守诸篇是其成果的集成，对于如何防御当时所采用的多种攻城手段，如积土山登城、以云梯登城、引河水灌城、挖地道攻城、以辘轳车攻城等，分别都做了论述，涉及了城池的修筑、守城器械的制作等多方面的技术问题。是我国第一部系统总结守城方法和守城技术的专著，对古代攻守城作战的技术战术影响巨大而深远。

【太白阴经】唐代兵书。全名《神机制敌太白阴经》。唐代宗时李筌撰，全书10卷。该书内容丰富，除较多论述兵法战术外，对军仪典礼、各类战具、驻防行军、战阵队形、公文程式和人马医护、物象观测等，也分别作了具体论述。特别是有关军器战具的论述，既有进攻性兵器，也有防护装具；既有步战兵器，也有骑战兵器；既有攻城战具，也有守城器械；既有战车，也有战船；并较详细地记述了唐代军队的兵器配备情况。这些内容，基本是综合前代兵书典籍及有关著作写成，有所阐发，存录了不少有价值的资料。因此，唐杜佑撰《通典·兵典》取该书内容颇多，也为后世兵家所重。但书中有关风角杂占、奇门遁甲的内容，则有不科学的迷

信因素。

【武经总要】宋代官方编修的百科式军事著作，40卷。为北宋仁宗时天章阁待制曾公亮、尚书工部侍郎、参知政事丁度奉旨编纂，费时5年而成，据称“凡军旅之政、讨伐之事，经籍所载，史册所记，……咸用概举。”本书前集20卷，分制度15卷，边防5卷。前者重在论述选将料兵、教育训练、部队编成、行军宿营、古今阵法、通信侦察、军事地形、步骑应用、城邑攻防、水战火攻、武器装备等用兵作战的基本理论、制度和常识。后者介绍了边防各路州方位四至、地理沿革、山川河流、道路关隘、军事要点等。后集20卷中，故事15卷，“依仿兵法”，分类介绍历代战例，比较用兵得失；后5卷为阴阳占候等，其中有迷信之谈。《武经总要》广辑军事资料，较全面地论述了北宋前期的军事制度；注重战术和技术的结合，详细介绍兵器、攻守城器械、战车、战船等军用器具，并且在营阵、器械等部分大量附图；书中所载三个火药配方，是世界历史上最早冠以火药名称，并直接应用于实战武器的火药，弥足珍贵。这些对于中国军事学术史和兵器技术史的研究，有很高的价值。

【武备志】明代大型军事类书。茅元仪辑，240卷，文200余万字，图738幅。全书由兵诀评、战略考、阵练制、军资乘、占度载五部分组成。兵诀评18卷，选录前代兵书，加以评点。战略考33卷，选录前代战例，也予评点。阵练制41卷，载前代阵法，记练兵方法。军资乘55卷，分营、战、攻、守、水、火、铜、马八类，下设65项细目，内容十分广泛，涉及到行军设营、作战布阵、旌旗号令、审时料敌、攻守城池、配制火药、选用火器、河海运输、

战船军马、屯田开矿、粮饷供应、人马医护等事项，颇为详备。如所收录的攻守器具、战车战船、各种兵器就达 600 种，其中火器 180 多种，品种多，应用广，前所未见。占度载 93 卷，占即占验，多不经之谈；度为兵要地志。此书设类详备，收辑甚全，是一部百科式的兵书，因辑成较晚，资料的丰富更超过了《武经总要》，对研究明代军事学术和军事技术，尤为重要。

【练兵实纪】以军事训练为主要内容的明代兵书。戚继光著，9 卷，附杂集六卷，隆庆五年（1571）成书。正集一至四卷为练伍法、胆气、耳目和手足，侧重单兵训练；5—8 卷的场操、行营、野营、战约和杂集中的军器解、车步骑营阵解则为营阵训练。该书反映了当时军队装备的改进，一方面仍大量沿用传统的冷兵器，另一方面火器被大量使用，车、步、骑、辎各营均配备有较多火器，如车营有战车 128 辆，火炮 256 门，并有相当数量的鸟铳和火箭；也反映了装备改进所导致的战术思想和练兵方法的革新，主张训练步兵、骑兵、车兵及铳手、炮手等配合作战，强调火器与冷兵器相互配置，协同使用，以充分发挥各种武器的威力。体现了火器和冷兵器并用时代的典型特点，是研究这个阶段军队装备情况和战术变化的重要资料。书中有关练兵、练将的经验之谈，也为后世兵家所重。

【火龙神器阵法】明代关于火药、火器技术的专著。1 卷，约 1.2 万字，图 47 幅，作者题平苗大将军爵东宁伯焦玉，书中序言题明永乐十年（1412）成书，但现存版本中杂有其后的内容。书中较详细记述了火药配制、火器种类、性能及其使用方法，基本反映了明代火器发展的概况。所载 40 余种新式火器的文图，根据性能

可分为燃烧性、爆炸性和管形射击三类，形式多样，品种繁多，多数在当时世界上处于领先地位。该书还论述了使用火器的一般原则和阵法，注重火器和冷兵器配置使用的协调问题，认为只有火器、兵力、阵法三者紧密结合，才能克敌制胜。该书在古代军事技术史上占有重要地位。

环 境 科 学

【环境科学】环境是人类赖以生存和发展的物质条件的综合体，包括自然环境和社会环境。人类在与自然界的斗争中，运用自己的智慧，通过劳动不断地改造自然环境，创造新的生存和发展条件。然而由于人类认识能力和科学技术水平的限制，在改造自然环境的过程中，往往产生意料不到的后果。特别是第一次产业革命以后的200年以来，环境污染和生态破坏已构成世界三大问题之一。如：资源大量消耗、人口剧增、各种物质在循环过程中出现了局部积累，使自然环境生态系统发生了变化，甚至造成生态系统的崩溃，危害着人类的生存。60年代，“防治污染，保护环境”成为世界人民的强烈呼声。与此同时，不同学科的科学工作者投入这个领域，运用了地学、生物学、化学、物理学、医学、工程学、数学、经济学和法学等多门学科的有关理论、技术和方法，从事环境问题的探索与研究，于是环境科学作为一门多学科交叉、直接为人类谋利益的综合性新兴学科，在科学史上正式出现。1972年5月在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议是这门科学产生的

重要标志。环境科学在宏观上研究人类与环境之间的对立统一关系，揭示社会经济发展和环境保护协调发展的基本规律，调控人类与环境间物质、能量交换过程，防止人类与环境关系的失调，维护生态平衡，规划人类生产和生活方式，以维持环境系统良性循环；微观上研究环境中的物质，尤其是人类活动排放的污染物的分子、原子等微小粒子在有机体内迁移、转化和积蓄过程及其运动规律，探索它们对生命的影响及作用机理等。环境科学的出现，促进了各门自然科学的发展，同时也推动了学科之间交叉整体化的研究。因为环境科学就是以生态学为基础理论，以临界浓度，有限扩散为其主要基本概念，运用各种学科知识对环境的变化及其影响，对污染控制途径和预防措施进行综合研究的一门科学。

【环境地学】环境科学的分支学科。以人—地系统为对象，研究其发展、组成和结构、调节和控制、改造和利用的科学。人—地系统即由人类和地球环境构成的系统。由于人类的各种活动使这一共生关系发生着变化。环境地学主要研究这一变化的产生、发展和归宿的规律。环境地学的分支学科有：环境地质学、环境地球化学、污染气象学、环境海洋学和环境土壤学等。

【环境地质学】研究人类活动和地质环境相互作用的一门学科。环境地质学是以地质学作为学科基础，是环境科学和地质学的边缘学科。它从地质学的角度研究人类生存的地质环境问题。研究范围包括地质灾害，如火山爆发、地震、山崩、泥石流的预测和防治，自然资源管理及土地利用规划等。也涉及到人类活动对环境造成的破坏，如化学污染引起的环境地质问题；大型工程和资源开发引起的环境地质问题；城市化引起的环境地质问题等。作为

多学科的研究领域，环境地质学不仅需要掌握地球科学的专门知识，还要熟悉土木工程、化学及社会学的知识。

【环境地球化学】环境科学与地球化学相互渗透和影响产生的新兴边缘分支学科。它主要利用元素追踪等方法，在了解环境地质背景的基础上，深入研究各种元素在环境各圈层循环过程中的分布、赋存状态和迁移转化、分散和富集规律及其与环境质量，人体健康的关系。研究内容：组成人类环境的各个系统的地球化学性质；环境中各种化学物质的来源、数量及其在各种环境地球化学条件影响下的迁移、转化途径；环境的化学组成、化学性质对生物体、人体健康的影响，以及生命过程的地球化学演化等。环境地球化学的研究，对于评定环境质量、预测环境的发展趋势和强度，制定环境标准和污染防治措施，进行环境区划和规划具有重要意义。

【环境海洋学】研究海洋污染规律及其防治措施的科学。环境海洋学和环境科学相互渗透，是 20 世纪 50 年代以后逐步形成的新兴学科，环境地学的分支学科。研究的范围：全球海洋，重点沿岸的海域、港湾、河口等。环境海洋学研究内容：（1）海洋环境中的物质通量，即研究某种污染物在一定时间内通过各种途径排入海洋的数量；（2）污染物进入海洋后在海面的分布、扩散、沉积和迁移转化的规律及在各界面处发生的物理和化学过程；（3）海洋污染的生物学效应；（4）防治海洋污染和保护改造海洋环境的措施。海洋污染生物学效应是环境海洋学研究的核心，从生态系统的观点研究污染物对海洋生物的毒性毒理作用，重点研究低浓度的污染物长时间对海洋生态系统的影响。

【环境土壤学】从土壤学中派生出来的一门新兴学科，环境地学中的一个分支。主要研究人类活动引起土壤、环境条件变化及其对人体健康与植物生长之间相互关系的科学。环境土壤学的研究内容：研究被污染土壤中化学元素的含量、组成特点，贮存状态与人体健康的关系问题；研究和预测一些大规模工程活动与其他环境要素改变后对土壤的破坏以及对人类生存环境和健康造成的危害，探讨及防治途径等问题。

【污染气象学】气象学与环境科学的交叉学科，是现代气象学又是环境科学的一个分支。研究各种气象条件下大气污染物的传输和扩散规律的学科。污染气象学主要研究水文学和气象学等学科。环境生物学的主要研究内容：（1）污染物、毒物在生态系统中和生物体内循环、迁移、转化、积累和降解规律；（2）污染环境对生物、生态系统的危害及其机理；（3）生物体及生态系统对有害物质的净化功能；（4）消除环境污染因素、恢复生态平衡的生物措施（如生物监测、评价及自然保护等）；（5）建立数学模型模拟生态系统的行为和特点，预测人类活动对生态系统可能造成的影响或危害。环境生物学的研究对于保障人体健康、合理利用自然资源、促进生态环境向有利于人类方向发展起着重要作用。其分支学科包括：生态系统、污染生态学、自然保护和生物防治等。

【生态系统】由生物群落及其生存环境共同组成的动态平衡系统。生物群落同其生存环境之间以及生物群落内不同种群生物之间不断进行着物质交换和能量流动，并且互相作用和互相影响，由此构成的动态平衡系统就是生态系统。生态系统包含四个基本组成成分：无机环境、生物的“生产者”——绿色植物、“消费者”——

草食动物和肉食动物，“分解者”——腐生微生物。生物之间由食物链相互联系。太阳能通过绿色植物光合作用转化为生物能，并借食物链流向动物和微生物；水和营养物质（碳、氧、氢、磷等）也通过食物链不断合成和分解，在环境与生物之间反复地进行着生物—地球—化学的循环作用。以生物为核心的能量流动和物质循环是生态系统最基本的功能和特征。生态系统内的生物种类组成，种群数量，种群分布与具体的地理环境的联系，构成各自的结构特征。对生态系统的研究对于合理开发利用生物资源以及对自然环境的维持与保护有着重要意义。

【污染生态学】研究生物系统与环境污染之间相互作用及其调控机理的科学。属应用生态学范畴，也是环境生物学的一个分支学科。环境的污染不仅对人群健康产生极大危害，而且对生物种群、群落以至整个生态系统的结构和功能都会有很大影响。大气污染造成大片树林枯萎，农作物收成减产；水体污染造成大量鱼类死亡，渔业产量下降；土壤污染造成农作物发育障碍和植物内积累残毒。随着环境污染状态的日益严重，生态污染的研究受到广泛的重视，特别是近 30 年来，各国科学家调查了鸟、鱼、兽类的大量死亡事件，研究了污染物在食物链中的生物积累、生物浓缩和生物放大，开展了实验室的生态模拟和野外的受控生态系统的实验，探索了污染物在生态系统中的迁移和变化规律，逐渐形成了以研究污染情况下生态系统的效应为中心内容的污染生态学。其主要研究内容：环境污染的生态效应；环境污染的生物净化和环境质量的生物监测和生物评价等。为生态污染的防治提供了科学的依据。

【自然保护】通过采取一系列合理的管理措施，保护人类生活的自

然环境和自然资源，使之免遭破坏。自然保护的对象范围：确保可更新的自然资源的连续存在；在自然灾害发生时保护国家资源不受危害；保护水源的涵养；保护野外休养和娱乐的场所；维护环境净化能力；确保自然生态系统的平衡；确保物种的多样性和基因库的发展；保护稀有动物和植物。自然保护的基本内容有土地、水、生物（包括森林、草原、野生生物）、矿藏、典型景观等资源保护。目的是保护人类赖以生存和发展的生态过程及生命支持系统，为当代和后代人建立最适宜的生活、工作和生产条件。

【生物防治】利用生态系统中各种生物之间相互依存、相互制约的生态学现象和某些生物学特性，以防治危害农业、仓储、建筑物和人群健康的生物的措施。生物防治的主要方法有：利用天敌防治，利用作物对病虫害的抗性防治，利用耕作方法防治，利用不育昆虫和遗传方法防治等。生物防治不仅治虫效果好，而且具有资源广、成本低、操作简便、使用安全、不污染环境、不危害人畜，用法得当也不伤害有益生物等优点。

【环境化学】环境科学的重要分支，也是化学的分支。研究环境污染物在自然环境中的化学运动规律及其防治技术的科学。研究对象主要是岩石圈、水圈、生物圈、外层大气圈的化学组成以及在其中发生的化学过程。研究内容主要有：（1）环境污染化学。研究化学污染物在环境中的变化，包括迁移、转化过程的化学行为、反应机理、积累和归宿等方面的规律；（2）环境分析化学和环境监测。应用化学分析技术对化学物质在环境中的本底水平和污染现状进行定性定量检测，并应用专门精密仪器对其毒性作出快速分析的鉴定；（3）环境污染化学防治技术及其基础研究。环境化

学的研究以化学为基础，研究污染控制中的化学、化工原理和化学过程，又要利用地质学和地理学的基本理论和调查方法，还要从生态学的角度予以观察和分析。环境化学是一门介乎化学、地质学和生物学之间的边缘科学。

【环境污染化学】环境化学的重要分支之一。从化学角度研究环境污染问题。主要研究化学污染物的组成、状态结构、性质以及在环境中的发生、分布、迁移、转化、累积和归宿等化学行为及其变化规律。化学污染物是环境污染物的重要组成部分，它们在地球、大气、水体、土壤和生物环境中的迁移、转化等，往往伴随着一系列化学和物理变化。解释各种化学污染物在环境中的动态变化过程，研究其中的化学反应机制，掌握污染的状态、结构及其物理和化学性质变化的规律，是当前环境污染化学中的重要课题。将为消除、改善和控制污染提供切实的科学依据。环境污染化学一般可分为大气污染化学、水污染化学、土壤污染化学、生态污染化学等部分。

【环境分析化学】环境化学的分支学科。研究环境及其污染物的分析鉴定、表征特性的方法和技术的—门学科。人们为了认识、评价、改造和控制环境，必须了解引起环境质量变化的原因，这就需要对环境的各组成部分，特别是对某些危害大的污染物的性质、来源、含量及其分布状态，进行细致的监测和分析。环境分析化学就是运用现代科学理论和先进的实验技术对环境中的化学污染物的种类、成份进行定性和定量的分析。其研究的领域非常广泛，对象相当复杂，包括大气、水体、土壤、底泥、矿物、废渣、以及植物、动物、食品、人体组织等。现在常用的分析方法有色法、逆

向伏安法、气相色谱法、离子选择电极法，以及荧光、红外、紫外和原子吸收分光光度法等。

【环境监测】运用化学、生物学和公共、卫生学等方法对环境中的有害因素的量、质、影响范围及其后果进行调查和测定。环境监测是认识环境变化，评价环境质量的基本手段，通常被称为环境保护工作的耳目。环境监测包含的内容主要有 3 个方面：（1）物理指标的测定，包括噪声、振动、电磁波、热能、放射性等水平的监测；（2）化学指标的测定，包括各种化学物质在空气、水体、土壤和生物体内水平的监测；（3）生态系统的监测，主要监测人类的生产和生活所引起生态系统的变化，如滥伐森林或草原放牧引起的水土流失和土地沙漠化，污染物在食物链中的作用引起的生物品质变化和生物群落的改变，二氧化碳和氟氯烃的过量排放引起的温室效应和臭氧层破坏等。环境监测包括：科研性监测、常规监测、事矿监测、仲裁监测等多科目的监测，是环境规划、环境科研、环境法规、环境管理的基础，是环境科学的重要组成部分。

【环境物理学】环境科学与物理学相交叉的学科。研究物理环境与人类之间相互作用的科学。20 世纪初期，人们开始研究声、光、热等对人类生活和工作的影响，并逐渐形成了建筑物内部为人类制造适宜的物理环境学科——建筑物理学。50 年代以后，物理性污染日益严重，不仅在建筑物内部，而且在建筑物外部，对人类造成越来越严重的危害，促使物理学的各分支学科，如声学、热学、光学、电磁学、力学等开展对物理环境的研究，在此基础上逐渐汇集形成一个新兴的边缘学科——环境物理学。主要研究声、光、

热、加速度、振动、电磁场和射线对人类影响及其评价，以及消除这些影响的技术途径和控制措施。物理性污染和化学性污染和生物性污染是不同的。特点：（1）引起物理性污染的声、光、热、电磁场等在环境中是永远存在的，它们本身对人无害，只是在环境中的量过高或过低时才造成污染或异常。如，声音对人是必要的，但是声音太强，又会妨碍或危害人的正常活动，反之环境中长久没有任何声音，人就会感到恐怖，甚至会疯狂；（2）物理性污染是局部性的，区域性或全球性污染现象比较少见；（3）物理性污染在环境中不会有残存物存在，在污染源消失后，污染也就立即消失。物理环境的声、光、热、电磁场等要素都是人类所必需的，这决定了环境物理学不仅研究消除污染，而且研究适宜于人类生活和工作的声、光、热、电等物理条件。物理性污染程度是用声、光、热、电等在环境中的量决定的，环境物理学注重物理现象的定量研究。环境物理学的分支学科：环境声学、环境光学、环境热学、环境电磁学和环境空气动力学等。环境物理学是正在形成中的学科，在各个学科中只有环境声学比较成熟。

【环境声学】环境物理学的一个分支学科。研究声环境与人类相互影响的科学。环境科学与声学交叉形成的学科。人类生活的环境中有各种声波，有的用来传递信息和社会活动，造福人类。有的会影响甚至危害人体的健康称为噪声。随着工业生产、交通运输的迅猛发展，城市人口急剧增长，噪音源逐渐增多，噪声也越来越强，造成人类生活环境的噪声污染日益严重。因此必须采取措施，控制噪声、防止噪声危害，经过长期研究，逐渐形成了一门综合性的科学——环境声学。环境声学的研究涉及物理学、生理学、心理学、医学、建筑学、音乐、通信、法学、管理科学等多

种学科。环境声学的主要内容有：（1）声音的产生、传播和接收及其对人体产生的生理、心理的效应；（2）研究改善和控制声环境质量的技术以及有效的管理措施，包括音质设计、噪音控制、噪音影响和噪音标准等。

【环境光学】环境物理学的一个分支学科。研究人与光环境相互作用的科学。环境光学是在光度学、色度学、生理光学、心理物理学、物理光学、建筑光学等学科的基础上发展起来的交叉学科。主要任务是研究适宜于人的光线及变动范围。控制和改善人类需要的光环境，消除光污染的危害和影响，以获得良好的视觉功效，并保护眼睛、皮肤等人体器官免受光辐射的伤害。环境光学研究的主要内容有（1）天然光环境的特性与控制方法，即日光与天然光的变化规律，控制天然光的材料、光学系统与设备等；（2）人工光环境的构成与合理利用。开发人工光源，研究控制灯光强度和分布的理论及光学器件，探索合理有效的照明方法；（3）光对人的生理和心理的影响。研究照明与视觉功效之间的定量关系，光环境的评价方法与评价指标；（4）光污染及其防治。包括人类活动对光环境造成的危害，紫外和红外辐射对人体产生的生理效应及其防护措施等。

【环境热学】环境科学与热学相交叉而形成的科学。研究热环境与人类相互影响的科学。环境物理学的分支学科。环境热学涉及气象学、气候学、建筑学、心理学等有关学科。主要研究内容：（1）研究适合于人类生存的热环境。即自然环境、城市环境与建筑环境的热特性；（2）揭示热环境和人类活动的相互适应；（3）控制热污染的措施；（4）为人类创造舒适的热环境。

【环境电磁学】环境科学与电磁学相交叉的学科。研究电磁辐射对环境的污染及防护措施。环境物理学的分支学科。环境电磁学是以电磁学、电动力学、生物工程、医学和安全系统工程学、微机技术等多学科为基础理论建立和发展起来的。研究环境电磁辐射相关理论、工程应用、污染危害与控制技术，实现电磁兼容与防护的目的。环境电磁学主要研究内容：（1）电磁能利用范围的不断扩大与发展对环境质量的潜在影响；（2）电磁辐射在环境中的分布特点、变化规律以及近场场态理论；（3）研究和提高电子仪器和电子设备在强烈电磁波干扰的环境中工作的稳定性和可靠性。（4）高强度电磁辐射的物理、化学和生物效应、特别是它对人体的作用和危害。

【环境空气动力学】环境物理学的分支学科。环境科学与空气动力学交叉形成的科学。自然界中的空气，由于受到地球旋转作用、地心引力作用和太阳辐射作用等，进行着十分复杂的运动。环境空气动力学就是运用流体力学的基本原理与方法，研究自然界中大气的运动规律，以及它与周围物体之间的相互作用如受力、受压、受热、相变和扩散机理、变形特性的一门新学科。环境空气动力学这一概念是美国理论力学教授斯科勒在1957年提出的。随着工业、航空和航天技术以及计算机技术的迅速发展，环境空气动力学的理论与方法的研究又有了新的进展。主要研究内容：（1）在地球的自转作用，重力作用和太阳辐射作用下引起的大气相变和对流，以及由此而产生的风、云、雨、雾等自然现象的机理和规律；（2）分层气体的运动规律以及波和波涛的产生机理和规律；（3）在大气湍流作用下的传输、飘浮、扩散、沉降等的规律；

(4) 与生命活动有关的空气动力环境状况，如大气运动对人类以及鸟类和昆虫的影响等。环境空气动力学常用的研究方法有理论分析、现场观测和实验模拟等。

【环境医学】研究环境与人群健康的关系，特别是研究环境污染对人群健康的有害影响及其预防的一门科学，是环境科学也是预防医学的一个重要组成部分。研究的主要任务是：探索环境污染物在人体内的动态和作用机理，查明环境致病因素和致病条件，阐明与环境有关的疾病的发生、发展和控制规律；研究环境污染物的致癌、致畸、致突变作用及其对健康损害的早期反映和潜在的远期效应，以便为制定环境卫生标准，进行环境质量的医学监测、评价和预测提供科学依据。主要内容有：环境流行病学、环境毒理学、环境医学监测、公害病及其防治、环境卫生标准等。目前，重要研究课题有以下几个方面：环境污染疾病前期效应的研究；环境污染远期效应的研究；环境污染物引起的亚临床变化和检出高危险人群的研究；环境卫生质量标准和环境医学监测方法的研究等。

【环境流行病学】环境医学的一门分支学科。应用流行病学基本理论和方法研究环境因素对人群健康的影响及规律、探索环境病因及预防对策的科学。研究的内容主要是：研究自然环境因素和污染物质在人群中发生、发展、分布和控制的规律，特别是它们之间的相关性和因果性，以阐明健康效应关系，探索病因，评价环境，制订环境卫生标准，对环境危害所引起的健康效应进行环境卫生监察和质量控制，为环境保护措施提供科学依据。目前，环境流行病学正不断扩大范围，从简单的研究与环境因素、环境污

染有关疾病在人群中的分布规律转向研究与其有关的人群健康效应的规律,开展患病率和疾病前期效应及临床变化规律的研究。不断引进新技术和新方法,进行定量分析,应用各种多变量的分析方法研究各种环境因素对人体健康效应,建立各种因素与疾病之间动态定量关系的数学模型,并进行环境物质危害人体健康的监测工作,以便对防治对策和措施加以评价和不断修改完善。

【环境污染与癌】肿瘤包括良性瘤和恶性瘤(癌)。能诱发肿瘤的因素,统称为致癌因素。由于长期接触环境中致癌因素而引起的肿瘤,称为环境(性)癌。研究如何发现、消除和控制环境致癌因素,是环境医学的重要内容之一。环境致癌物可分为化学的、物理的和生物三类,其中以化学致癌物的种类最多。化学致癌物按致癌作用的机理可分成三类:(1)不经过体内代谢活化就具有致癌作用的直接致癌物;(2)必须经过体内代谢活化才具有致癌作用的间接致癌物;(3)本身并不致癌,但对致癌物有促进作用的助致癌物。环境致癌物的发现方法有三种:(1)流行病学调查;(2)动物实验;(3)生物学筛检。随着致癌机理研究的深入,已证明癌症的发生,不仅与外界环境有关,而且和人体的内环境有密切的关系。致癌机理尚不完全清楚。有关癌症的地理分布、人群分布及其与移民的关系等宏观方面的研究,正在日益深入,而微观方面的研究则在向分子水平和量子水平发展。

【环境毒理学】利用毒理学方法研究环境中有毒物质对人体健康的危害及其代谢等机理的学科。是毒理学的一个分支,也是环境医学的重要组成部分。主要是通过动物实验来研究环境中的化学物质(或毒物)的毒作用。着重研究污染物及其在环境中的降解和

转化产物在体内的吸收分布、生物转化和排泄等过程；阐明环境中有毒物质对人体毒作用的发生、发展和消除的各种条件和机理；探索环境中各种化学物质对人体健康损害的早期观察指标，以便及早发现并设法排除，定量评定有毒的环境污染物对机体的影响，并确定其剂量与效应，以及剂量—反映关系，为制定环境卫生标准提供科学依据。今后研究的主要课题有：（1）探讨多种环境污染物同时对机体产生的相加、协同或抵抗等联合作用；（2）深入研究环境污染物在环境中的降解和转化产物以及各种环境污染物在环境因素影响下，相互反映形成的各种转化产物所引起的生物化学变化；（3）进一步研究致畸作用的机理，完善致突变作用的试验方法，找出致癌作用与致突变作用的确切关系；（4）环境污染物对动物神经功能、行为表现以及免疫机能的影响，往往出现在一般毒性表现之前，对这些影响作为一种早期观察的敏感指标，需要进行深入研究；（5）引入分子生物学的最新研究成果，使环境毒理学研究由细胞水平提高到分子水平。

【环境卫生标准】国家为保护居民生活条件和健康而规定的环境中有毒有害因素的限量（最高容许浓度或剂量），以及为实现这些限量而规定的相应措施和要求的技术法规。按照对环境介质大气、水、土壤等的要求和用途，环境卫生标准主要可分为：大气质量标准、水质标准、土壤卫生标准和放射防护标准。它是进行卫生监督、评价和管理的法定依据，是保护环境和保障人群健康的重要手段。

【环境医学监测】用医学方法监测环境污染对人类健康的影响。观察人群健康水平和人体对环境污染物的生物学效应。它通过对人体生物材料（血、尿、粪、头发和唾液等）中环境污染物及其代

谢产物浓度的测定，利用物理学、生物化学、免疫学等手段，研究人群体内污染物负荷及其对健康的影响，对环境质量进行环境医学评价。常用的监测方法有：建立各种疾病报告登记制度，以及疾病和死亡资料；临床体格检查、环境流行病学调查和毒理学实验，以及环境有害因素的监测。其目标不仅是疾病，而且包括疾病前机体生理生物功能的变化，不仅包括近期影响，而且包括远期、慢性的影响。在监测中特别重视高危险人群的健康状况的研究。

【环境工程学】运用工程技术和有关学科的原理和方法来控制环境污染、保护和改善环境质量、合理利用自然资源的科学。环境科学的分支。环境工程学是在环境问题日益严重的情况下逐步形成的。20世纪以来，根据化学、物理学、生物学、地学等基础理论，运用卫生工程、给水工程、化学工程、机械工程等技术原理和手段，解决废气、废水、固体废物、噪声污染等问题，使单项治理技术有了较大发展，逐步形成了治理技术的单元操作，单元过程以及某些水体和大气污染治理工艺系统。50年代末，中国提出了资源综合治理的观点。60年代中期，美国开始了技术评价活动，并在1969年的《国家环境政策法》(NEPA)中，规定了环境影响评价的制度。至此，人们认识到控制环境污染不仅要采用单项治理技术，而且还要采取综合防治措施和对控制环境污染的措施进行综合的技术经济分析，以防止在采取局部措施时与整体发生矛盾而影响消除污染的效果。在这种情况下，环境工程学的研究工作迅速发展起来，形成了一门新的学科。环境工程学的主要研究内容包括：(1) 大气污染防治工程。主要研究治理人类生产活动排放的有害气体和去除工业废气中颗粒物的原理和方法；(2) 水污

染防治工程。主要研究如何采用各种废水处理法，并充分利用环境的自净能力，防止、减轻直至消除水体污染，改善和保持水环境质量，以及制定废水排放标准，加强水资源管理，合理地利用水资源的行政手段和技术措施；（3）固体废物的处理和利用。主要研究对暂时不能利用的固体废弃物进行无害化处理的措施和方法，以及实现固体废物资源化的途径和方法；（4）环境污染综合治理。主要研究在特定自然条件下污染物产生、迁移和转化的规律，通过对环境问题进行系统分析，采取经济手段、管理手段和工程技术手段相结合的综合防治措施，并充分利用自然净化能力，开发无污染能源，设计无污染生产工艺和设备，以取得污染防治的最佳效果；（5）环境系统工程。主要是运用系统工程原理和方法，对区域性环境问题和防治措施进行整体的系统分析，以求得到最优化环境保护方案。环境工程学是一个庞大而复杂的技术体系，资源、生态、经济三者发展的动态平衡，决定着环境工程学未来的发展趋势。

【污染源】 环境污染物的发生源。通常把能产生物理的（声、光、热、振动、辐射、噪声等）、化学的（有机物、无机物）、生物的（霉菌、病菌、病毒、寄生虫等）有害物质或因素的设备、装置、场所等统称为污染源。可分为天然污染源和人为污染源。前者指自然界自身排出的有害物质或造成有害影响的场所，如正在喷发的火山；后者指人类活动所形成的污染源。人为污染源有多种分类方法。按污染物的排放种类，可分为有机污染源、无机污染源、热污染源、噪声污染源、放射性污染源、病原体污染源和同时排入多种污染物的混合污染源等。按污染对象，可分为大气污染源、水体污染源和土壤污染源、生物污染源等。按污染排放的空间分

布方式,可分为点污染源、面污染源等。按人类社会活动功能,可分为工业污染源、生活污染源、农业污染源及交通污染源等。按排放时间间隔,可分为连续排放污染源、间断排放污染源及瞬间排放污染源。

【大气污染防治工程】环境工程学的—个技术领域。它的任务是采取工程技术措施,防止人类生产的消费活动引起的大气污染,以改善大气环境质量。主要研究人类生活排放的有害气体治理和工业废气中颗粒物的去除原理和方法。自20世纪50年代起,许多国家相继开展大气污染防治的研究,对烟尘、硫氧化物、氮氧化物等主要大气污染物进行了单项治理和综合防治,初步形成了大气污染防治工程的体系。该体系包括大气环境质量和大气污染防治技术两大部分。前者主要进行大气质量评价和制定大气环境质量标准及大气污染物排放标准,它为大气污染防治工程提供科学依据。后者是指对各种大气污染源和污染物采取的防治技术措施,主要包括减少或防治大气污染物的产生、治理已产生的主要污染物、充分利用环境的自净能力等。

【水污染防治工程】环境工程学的技术领域。其主要任务是采取工程技术措施以防治、减轻直至消除水环境的污染,改善和保持水环境质量、合理利用水资源。它同当地自然条件、社会条件有密切关系。因此,要综合考虑各种污水的产生、水量和水质的控制、污水输送集中方式、污水处理方法及排放和回用要求、水体、土壤等自然净化能力,进行全面规划、综合防治。具体内容有水体自净规律的利用、城市污水处理、工业废水处理、排水系统、水系和水域污染综合防治工程、饮用水去除污染等。为了充分利用

水资源，一些新的分离技术、循环用水技术、土地处理系统和污水节能生物处理技术，将是今后水污染防治工程技术的重要发展趋势。

【固体废物的处理和利用】控制固体废物对环境的污染和从固体废物中回收资源的工程技术和措施，是环境工程学的重要组成部分。固体废物处理一般有三种办法：填坑、焚化、海洋投弃（填海）。主要利用途径有：（1）利用矿物废料作建筑材料、道路工程材料、填垫材料，以及冶金、化工、轻工等工业原料。（2）利用含碳、油或其它有机物的废物从中回收能源。（3）利用含有土壤、植物所需要的元素或化合物的废物作土壤改良剂和肥料。防治固体废物污染和利用固体废物资源的主要措施是：（1）改革生产工艺、少排废物。（2）发展物质循环利用工艺。（3）把固体废物纳入资源管理范围。（4）制定固体废物的管理法规。

【噪声控制】采用工程技术措施控制噪声源的声输出，控制噪声的传播和接收，以得到人们所要求的声学环境的环境工程技术。减少噪声的方法可以从声源、传输路径和个人防护三个方面解决。运转的机械设备和运输工具等是主要的噪声源，可利用提高加工精度、调节动平衡或采取隔振和吸振等措施来降低。传输路径的控制措施主要有使噪声源远离需要安静的地方，控制噪声的传播方向，建立隔声屏障等。为了防止噪声对人的危害可采取下列防护措施：（1）佩带护听器；（2）减少在噪声环境中的暴露时间；（3）根据听力检测结果，适当调整在噪声环境中的工作人员。

【环境污染的综合防治】为合理利用资源，防止环境污染，而采取

的综合措施。从整体出发对环境和环境问题进行综合分析，作出环境质量评价，制定环境标准，拟定环境规划，采取防治结合、人工处理和自然净化相结合等措施，以技术、经济和法制等手段，实施防治污染的最佳方案，以达到保护和改善环境质量的目的。其指导思想是将环境及其污染控制系统看作是一个整体。从对象上，着眼于大气、水体、土壤等各种环境要素；从组成上，考虑污染物的产生、治理、输送、排放以及在环境中的迁移转化等各个过程；从目标上，综合考虑环境、资源、经济和社会等方面的要求；从防治上，综合考虑技术与经济、防与治、人工治理与自然净化、发展与保护环境等相结合的各种措施。目前发展的环境系统工程、应用电子计算机进行环境数学模拟和优化决策分析，为环境污染综合防治提供了技术手段。

【环境系统工程】运用系统工程的理论和方法，研究环境系统规划、设计、管理方法和手段的科学。它既是系统工程的一个应用分支，也是环境工程的一个重要分支。它在掌握环境质量变化规律及污染物对人体和生态的影响状况的基础上，以环境工程技术原理和环境经济学、环境法学为依据，对环境问题作整体考察和系统分析，以寻求最有效、最经济、最优化的解决方案和措施，为污染控制技术和三废处理工艺的最优设计提供科学的依据和方法。主要内容包括：环境系统模式化和环境系统最优化两个方面。前者研究描述环境系统主要功能的逻辑模式和数学模式；后者是研究利用数学模式进行最优化分析。

【环境管理学】环境科学与管理科学相结合的新兴边缘学科。是一门研究经济发展与环境的关系及其发展规律的科学。研究如何运

用行政、法律、经济、教育和科学技术手段，协调环境保护与社会经济发展的关系，处理国民经济各部门、各社会团体和个人关于环境问题的相互关系，全面协调人口、资源、环境和发展四者的关系，使社会经济发展在满足人们的物质文化生活需求的同时，防治环境污染和维护生态平衡。主要内容包括：环境计划管理、环境质量管理和环境技术管理。它的产生，进一步促进生态系统和环境系统的发展，进一步促进生态系统、环境容量、环境质量评价、污染物在环境中迁移变化的规律以及合理利用自然资源理论的研究。

【环境经济学】介于环境科学和经济科学之间的新兴边缘学科。研究环境问题和经济发展间的相互关系，使社会经济再生产过程适应自然生态规律的科学。其任务是：协调人类的生产消费活动同生态环境之间的关系；协调环境保护与国民经济其他部门的发展关系；研究人类在开发、利用自然资源过程中，因客观环境结构发生变化所带来的经济得失，从而选择出最佳开发方案；研究生产力布局与环境保护的关系，研究环境保护的经济效益；研究运用经济方法管理环境；研究防治污染的技术经济政策、环境标准和环境管理的经济措施。主要内容有：（1）研究社会制度、经济发展、科学技术、人口等与环境保护的关系，以及环境计量的理论和方法等。（2）研究社会生产力的合理组织。（3）研究环境保护经济效益计算的理论和方法。（4）研究运用经济手段进行环境管理。

【环境法学】又称环境保护法学。研究环境法及其发展规律的科学。它的任务是研究国家环境保护法的立法原则，适用范围以及同其

他法律之间的联系和区别。作为环境科学和法律科学的边缘交叉学科，既以法学理论为指导，又以生态学理论为指导，从法学角度研究如何合理利用、保护和改善人类赖以生存的环境，如何运用法律手段，通过调整人与人之间的社会关系，协调人类社会与自然界的联系，使其和谐发展。它以环境法律规范为研究对象，包括各种专门的环境保护法规，又包括其他基本法律部门有关的法律规定。此外，还要研究环境保护法的理论、政策、原则以及国际环境保护法的立法现状和发展动向。作为独立的法律部门，与其他法律部门相比，它具有以下特点：（1）综合性。不仅包括大量的专门环境保护法规，而且包括宪法、行政法、刑法、劳动法、经济法等法律中有关环境保护的规定。（2）技术性。保持环境要采取自然科学、工程技术、经济等各种手段，环境法与上述手段密切相关，所以在环境法里包含有较多的技术规范。（3）广泛的社会性。环境法既是社会经济制度的制约，又受自然生态规律的制约。环境法在不同程度上要符合整个社会和民族利益。（4）共同性。环境问题是全人类面临的共同问题，各国的环境法中有较多可以共同相互借鉴的地方。

【环境问题的由来】环境问题并不是新出现的，而是一个古老的问题，甚至可追溯到原始人的阶段。由于用火不慎，大片草原、森林被烧毁，生物资源遭到破坏。原始捕猎时期，人口的自然增长，乱采乱捕，利用自然的能力低而引起的饥荒等，都是原始的“环境问题”。随社会发展，人口增加，对农业产品需要迅猛增加，在农业技术手段未产生革命性突破之前，这种对农业的高产出要求，必然是自然资源的高投入，例如，过量的水资源开发，在发展生产的同时，也引起了土壤的盐渍化。工业革命阶段：18世纪后半

叶至 20 世纪初, 由于蒸汽机的出现, 引起了生产方式能源结构和巨大变革, 出现了恩格斯所说的: “蒸汽机的第一需要和大工业中差不多一切生产部门的主要需要都是比较纯洁的水, 但是工厂城市把一切水都变成臭气冲天的污水”。工业革命带来矿山的开发和耗煤量激增, 空气污染随之加重。如英国伦敦 1873 年 12 月、1880 年 1 月、1882 年 2 月、1891 年 12 月、1892 年 2 月多次发生可怕的有毒烟雾污染事件, 每次造成数百人死亡。工业革命造成了大气、水、土壤等环境污染。工业发展阶段: 20 世纪初到 60 年代, 特别是第二次世界大战之后, 科学、工业、交通都得到了迅猛的发展。工业过分的集中和城市人口过密, 许多工业发达国家普遍出现范围更大、情况更加严重的环境污染问题, 威胁着人类的生存。1930 年 12 月, 比利时的马斯河谷烟雾事件, 几千人受害发病、60 人死亡。1948 年美国的多诺拉烟雾事件, 4 天内就有 5900 人因空气污染而患病 20 人死亡。1953 年日本熊本县水俣事件、1955 年日本富山事件、1955 年日本四日市事件, 使气喘病患者高达 6376 人、1968 年日本九州的米糠油事件等都源于工业污染。环境问题成为全球性的问题。1962 年美国出版了生物学家卡逊写的科普作品《寂静的春天》, 详细描述了滥用化学农药造成的生态破坏和悲惨后果: 一个狰狞的幽灵使百鸟合唱的春天变成没声息的死寂世界。这本书的发表震惊了西方各国, 唤醒了公众对环境污染和生态破坏的警觉。60 年代一些工业发达国家的人民兴起了“反公害运动”、“环境运动”和“生态运动”, 要求政府采取有效措施, 解决环境污染问题。到了 70 年代, 人们又进一步认识到, 除了环境污染外, 地球上人类生态所必需的其他生态条件也正在日益恶化。人口大幅度增长对环境的压力、森林的过度采伐, 沙漠化面积的扩大和水土流失的加剧, 加上许多不可更新资源的过量消耗, 都

向当代社会和世界经济提出了严峻的挑战，保护环境已成为一个重大的社会、经济和技术问题。1969年美国国会通过《国家环境政策法》并建立了“改善环境质量委员会”。1970年1月，尼克松总统在他的第一次国情咨文中强调了保护自然环境、制止污染的必要性。他说：“这是美国人民在70年代必须关注的一个主要问题，恢复大自然的原状不是一党一派能完成的事业，这已成为全国人民共同的事业，与美国青年尤其休戚相关。如果现在不及时地在环境问题上采取必要措施，以避免灾难的降临，年轻的一代人就要比我们承担更多的严重后果。享受新鲜空气、清洁的水、开阔的空间，应该重新成为每一个公民与生俱有的权利……由于过去的疏忽，我们已经欠下了大自然的债，现在大自然在向我们讨债了。”1972年联合国召开人类环境会议，通过了《联合国人类环境会议宣言》，呼吁世界各国政府和人民共同努力来维护和改善人类的环境，为子孙后代造福。1972年第二十七届联合国大会接受并通过联合国人类环境会议的建议，规定每年6月5日为“世界环境日”。提醒全世界注意全球环境状况和人类活动对环境的危害，强调保护和改善人类环境的重要性。

【环境科学早期探索】早在公元前5000年，中国在烧制陶瓷的柴窑中已按照热烟上升原理，用烟囱排烟。公元前2300年，中国的荀子在《王制》一文中阐述了保护自然的思想：“草木荣华滋硕之时，则斧斤不入山林，不灭其生，不绝其长也。鼃、鱼、鳖、鱓、^⑤孕别之时，网罟毒药不入泽，不灭其生，不绝其长也。”19世纪下半叶，环境问题开始受到社会重视，地学、生物学、医学、工程技术等学科的一些学者分别从本学科的角度，开始对环境问题进行探索和研究。德国植物学家弗腊斯在1847年出版的《各个时

代的气候与植物界》一书中论述了人类活动对植物界和气候变化的影响。美国学者马什在 1864 年出版的《人与自然》一书中从全球观点出发论述了人类活动对地理环境，特别是对森林、水、土壤和野生植物的影响，呼吁开展保护运动。德国地理学家李特尔和拉采尔探讨了地理环境对民族及其分布、人口分布、密度和迁移，以及人类聚落形式和分布等方面的影响。但是，他们过分强调地理环境的约束作用，陷入地理环境决定论的错误观点之中。马克思和恩格斯批判了这种错误理论，并且根据许多科学家（包括弗腊斯）的调查材料，指出地球表面、气候、植物界、动物界以及人类本身都在不断地变化着，大部分都是人类活动的后果。地球上生命的历史，是生物同它的周围环境相互作用的历史。1857 年英国生物学家达尔文在《物种起源》一书中，以无可辩驳的材料论证了生物是进化而来的，从而明确生物与环境之间的密切联系。1869 年德国生物学家海克尔提出了物种变异是适应和遗传两种因素相互作用的结果，创立了生态学的基本概念。1935 年英国植物生态学家坦斯利提出了生态系统的概念，把生物与其生存环境统一起来考虑，并强调指出非生物的无机因素和生物因素同样是生态系统的组成部分。德国水生生物学家蒂纳曼把生态系统（他称为“生物系统”）看作是生产者、消费者和分解者三部分生物与环境所组成的统一体，他已注意到系统中的物质循环。40 年代初美国生态学家林德曼强调能量流动的意义，他以确切的数据证明，生物量随食物链的顺序，从绿色植物向草食动物、肉食动物等不同营养级转移，并具有稳定的数量比例关系，为进一步揭示生态系统能量流动和物质循环开拓了新的途径。俄罗斯森林地理植物学的创始人莫洛佐夫在 1912 年所著的《森林学说》中贯穿着达尔文的思想，他认为，只有在研究无数相互相关的因素的基

基础上，才有可能正确地认识森林，植物生态、地理环境、生物共生、地质构造及人类活动的干扰都属于这类相互相关因素的范围，这是生物地理群落概念的生长点。后来苏卡乔夫院士在莫洛佐夫这一概念的基础上把它发展为生物地理群落学。他强调生物与环境的统一关系，生物受外界环境的制约，同时在生物体内部也进行协调。他把生物与自然地理的环境因素当作相互关联、相互影响的整体来研究，这实际上与英国学者坦斯利提出的生态系统概念相一致。生态学研究大多是围绕着生态系统进行的。物理学于20世纪初开始研究声、光、热等对人类生活和工作的影响，并逐渐形成了在建筑物内部为人类创造适宜的物理环境的学科——建筑物理学。公共卫生学从20世纪20年代以来，逐渐由注意传染病进而重视环境污染对健康的危害。早在1775年英国著名外科医生波特发现扫烟囱工人患阴囊癌的较多，就认为这种疾病同接触煤烟有关。1915年日本学者山极胜三郎用试验证明，煤焦油可诱发皮肤癌。从此，环境因素的致癌作用成了引人注目的研究课题。在工程技术方面，给排水工程是一个历史悠久的技术项目，1897年英国建立了污水处理厂。1850年人们开始用化学消毒法，杀灭饮水中的病菌，防止以水为媒介的流行病蔓延。消烟除尘技术在19世纪后期已有所发展，20世纪初开始采用布袋除尘器和旋风除尘器。这些基础学科和应用技术的进展，为解决环境问题提供了原理和方法。

【寂静的春天】世界上第一部宣扬维持生态平衡，推动环境保护的有影响的环境科学著作。美国海洋生物学家卡逊著，1962年在美国波士顿出版，中译本于1980年出版。作者在50年代末用4年时间，研究美国官方和民间关于使用杀虫剂造成污染危害的情况

报告，进行了大量的调查研究，在此基础上完成这部著作。书中特别描述了有机氯农药污染带来的严重危害，使本来生机勃勃的春天“寂静”了，不仅危及了许多生物的生存，而且正在危害人类自己。作者通过对农药污染物迁移、转化过程的揭示，阐明人类同大气、海洋、河流、土壤、动物和植物之间的密切关系，初步揭示了环境污染对生态系统的影响，提出了现代生态学研究所面临的污染生态问题。这本书的出版唤醒了世界公众对环境污染和生态破坏的警觉，推动了世界环境科学的发展。

【只有一个地球】讨论人类环境问题的著作。副标题是“对一个小小行星的关怀和维护”。本书是受联合国人类环境会议秘书长斯特朗的委托，于1972年在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议提供的一份非正式报告。在58个国家152位成员和专家组成的通讯顾问委员会的协助下编写而成。由英国经济学家巴巴拉·沃德和美国微生物学家雷内·杜博斯主编。1976年我国出版了中译本。全书包括5个部分：（1）地球是一个整体；（2）科学的一致性；（3）发达国家的问题；（4）发展中国家的问题；（5）地球的秩序。本书不仅从整个地球前途出发，而且也从社会，经济和政治的角度来探讨人类的环境问题。即不仅从最明显的污染问题，而且还把人口问题、资源的滥用、工艺技术的影响、发展不平衡性以及世界范围城市化的困境等作为总体，来探讨环境问题。这部书被认为是对人类环境最完整的报告，对推动世界各国环境保护工作和环境科学研究有广泛的影响。