

机 械 工 程

机械工程原理

【机械】将已有的机械能或非机械能转换成便于应用的机械能，以及将机械能变换为某种非机械能或用机械能来做一定工作的装备或器具。根据上述三种用途分为动力机械、能量变换机械和工作机械。机械是机器和机构的统称。其共同特征是：人类制造的实体组合；组件之间有确定的相对运动和力的传递；转换机械能或利用机械能。除此还有一些通过机械加工而制成的产品，其组件间没有相对运动，也不进行机械能的转换和利用，也属于机械的范畴，例如蒸汽发生器、反应塔、压力容器等。复杂的机械由许多零件和部件组成，成为一台机器，如车床、汽车等。简单的机械只有少数几个零件组成，如滑轮、夹钳等。还有由许多机器组成的成套机械，用来完成某项生产任务，如造纸机械、纺织机械等。

【机器】根据预期的工作要求完成一定的动作，用来转换或利用机械能的机械。由零件、部件组成一个整体，或由几个独立的机器组成联合体。一台机器从总体上可分为完成机器主要功能的工作部分、带动工作部分的传动系统和提供能量的动力部分。

【机构】由两个以上的构件用运动副连接,实现确定运动的组合件,是机构学的研究对象。机构由主动件、从动件和机架组成。需要由外界输入的独立运动的参数数目应等于机构的主动件数目,这样机构才能有确定的运动。常见的机构有:连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、棘轮机构、槽轮机构和螺旋机构等。未确定机架和主动件的机构称为运动链。由于摩擦力的影响,在某些情况下机构会出现自锁现象,此时无论驱动力多大都不能使机构运动。机构分析的目的在于掌握其组成原理、运动性能和动力性能,以便合理地使用现有机构并充分发挥其效能,或用来验证和改进设计提供依据。

【标准化】对在科学技术和经济领域中重复出现的产物,加以统一规定并获得公认而予以实施的一项技术措施。比如对工业产品或零件、部件,就其类型、性能、外型尺寸、所用材料、工艺装备、技术文件的符号与代号等加以统一规定,这叫制定产品、零件、部件的标准,而制定标准和加以实施的过程,即为标准化。在一个工厂、企业制定并实施的标准,叫厂标,这种小范围的标准化,有时叫规格化。一个国家或在世界范围内实行的标准,叫国家标准或国际标准。一般说,标准必须具有科学性和权威性,应由特定的组织根据科技成果和实践经验制定并颁布实行,成为共同遵守的准则。实施国际标准化,是一个国家的产品与国际市场接轨的重要步骤。国家标准常简称国标

【仪器仪表】用来检测、观察、计算各种物质成分、物理量等的器具和设备。也可具有自动控制、报警、传递信号和数据处理等功

能。按使用目的和用途来分，主要有计量仪器仪表、计时仪器仪表、摄影仪器、分析仪器、大地测量仪器等。仪器仪表发展的一个重要趋势是利用微型计算机来提高仪器仪表的性能，提高仪器仪表本身自动化、智能化程度和处理数据能力，或与电子计算机通过标准接口结合起来，组成各种测试控制管理综合系统，满足更高的要求。

【零件】组成机构或机器的最基本的得立制件，也可以说是用来装配机构或机器的单个制件。一般可分为普通零件和专用零件两类。如螺栓、齿轮、轴等在各种类型的机构或机器中，起着相同或似的作用，为通用零件；如内燃机的气阀、汽轮机的叶片等，因其只适用于某种类型的机构或机器，为专用零件。

【部件】组成机器的独立单元。它是为设计、制造和装配的需要，由若干零件装配而成的机器的一部分。如车床的床头箱、走刀箱、油箱等。在汽车和某些机械行业中，在进行机器的总装之前，往往还将一些部件和零件先行装配成具有独立功能的更大部件，称为总成。如发电机或电动机的转子总成，定子总成等。

【标准件】标准化的机械零件。在机械行业中多指紧固连接用的机械零件。主要有螺栓、螺柱、螺钉、紧定螺钉、螺母、垫圈和铆钉等。螺栓、螺母等多用普通碳钢制造，也有用合金钢、铜及铜合金或其他有色金属制造的。中国的标准规定螺纹联接件按力学性能分级、级别代号标记在紧固件上。

【机械制图】研究绘制机械图样的学科。主要内容包括两个部分，

投影几何与制图方法。图样是用来表示机械结构形状、尺寸、工作原理和技术要求的技术文件，它可以清晰地表达出设计意图和制造要求。用平面图形来表达三维立体实物，或用一个投影图来表达三维立体实物，必须符合画法几何的投影理论要求。为此，一个实体的平面表达通常应用三个视图：正视图、俯视图与侧视图；立体表达用轴测图。制图方法则涉及一系列的图形画法和制图标准。中国在 1959 年制定了机械制图国家标准，并于 1974 年和 1984 年经过两次修改完善。标准中规定了图纸幅面、格式、比例、字体及图线等内容。比如标准中规定的图线就有 8 种规格，即粗实线、细实线、虚线、点划线等。分别用来表示可见轮廓线、不可见轮廓线、轴线和对称中心线、尺寸线和剖面线等。

【视图】按照画法几何的投影理论，将机件向投影面投影所得的图形。它是表达机件外形、尺寸的基本方法。视图可分为基本视图、斜视图、局部视图、旋转视图等。当把一个平行六面体的六个面作为基本投影面时，一个放在六面体中央的三维机件实体在六个投影面上得到六个视图，主视图、后视图、俯视图、仰视图、左视图、右视图，叫基本视图。若机件表面不与基本投影面平行时，将机件向不平行于任何基本投影面投影得到的视图叫斜视图。若将机件的某一部分向基本投影面投影所得视图叫局部视图。若将机件的倾斜部分旋转到与某一基本投影面平行后再向该投影面投影时，所得到的视图叫旋转视图。在画局部视图和斜视图时，应在视图上方标出视图名称（如 A 向），并用箭头指明投影方向，注上相同字母。

【剖视图】表达物体内部结构的一种视图。假想将机件的一部分切

去, 剩余部分向投影面投影所得到的视图叫剖视图, 或叫剖视。也有叫剖面图或断面图的。在机件假想的切口部分, 应用剖面线标明。由对机件剖切范围的大小, 可分为全剖视图, 即机件全部被剖切开而得的视图; 半剖视图, 即将机件的一半剖切开而另一半不剖切所得的视图, 具有对称形状的机件多用半剖视图表示; 局部剖视图, 即只剖切机件的一部分所得的视图, 在视图上剖切部分与未切部分要用波浪线分开。为了表达机件内部不同部位、不同层次的结构, 剖面可采取不同组合, 从而可将剖视图分为旋转剖, 即机件被相互垂直的两个剖切面切开所得视图; 阶梯剖, 是用几个平行的剖切面切开机件所得视图; 复合剖, 即机件被几个既有相交又有平行的剖切面剖切所得视图; 斜剖, 则是用不平行于基本投影面的剖面切开机件而得的视图。机件的剖切位置及其表示应完全符合机械制图的标准。

【零件图】在机械制图中表达零件的结构形状、尺寸和技术要求的图样。是制造和检验零件的依据。零件图应包括的内容有: 表达零件结构形状的图形(一个或几个视图)。主视图的选择应参考该零件在机器中的安装位置和结构特征; 确定零件各部分形状大小和相对位置和尺寸。标注尺寸时应遵守国家标准的规定并符合设计和工艺提出的要求; 说明零件制造和检验时应达到的全部技术要求。其中包括尺寸公差、形状位置公差、表面粗糙度、材料的热处理等项目; 填注标题栏。

【装配图】在机械制图中表达机器、部件各组成部分的装配关系和工作原理的图样。是装配、检验、安装和维修机器的依据。装配图中应包括下列内容: (1) 表达机器或部件中零件之间装配关系

和工作原理的一组图形，其中主视图应表达主要装配关系或工作原理，再以其他视图、剖视图等表达其余装配关系；（2）标注表示机器规格大小的尺寸、装配尺寸、安装尺寸等。装配尺寸是指两零件间具有配合要求的尺寸，安装尺寸是指该机器与其他机器或基础间连接时应保证的尺寸；（3）说明装配、检验和调整时必须的技术要求；（4）填注明细表、标题栏。装配图分总装配图和部件装配图。总装配图一般只表达部件之间的装配关系，而零件之间的装配关系由部件装配图表示。若机器设备不复杂，总装配图和部件装配图可合并为一张图。

【轴测图】用平行投影的方法绘制而成的机件的立体图形。它是将机件的三个坐标面放在与投射射线都不平行的位置，使物体的三个坐标面能在一个投影面上反映出来的具有很强立体感的图形。一般可分为正轴测投影图和斜轴测投影图。物体上与任一坐标轴平行的长度，可按一定比率来量度，各轴向比率选取的差异，可将轴测图分为“等轴测投影图”、“二等轴测投影图”、“三测投影图”。三轴向的比率都相同时，叫等轴测投影图；其中两轴向比率相同时，叫二等轴测投影图；三轴向比率均不同时，叫三测投影图。轴测投影中投射射线与投影面垂直的叫“正轴测投影图”，不垂直的叫斜轴测投影图”。中国机械制图国家标准推荐有：正等轴测图、正二等轴测图、斜二等轴测图等。轴测图在工程技术和其他学科中有较广泛的应用，是画法几何学研究的一个基本内容。

【画法几何】研究在平面上用图形表示形体和解决空间几何问题的理论和方法的学科。多面正投影图是主要研究内容，除此还包含投影变换、截交线、相贯线和展开图等。用多面正投影图表达空

间形体，为画法几何奠定了理论基础。

【正投影】所有投影线互相平行且与投影面垂直时，在投影面上得到的形体的投影。由于空间形体具有长、宽、高三个方向的形状大小，但它的投影只能反映两个方向的形状大小，为确切和全面地表达空间形体，必须采用多面正投影图。

【斜投影】所有投影线互相平行且不垂直投影面时，在投影面上得到的形体投影。

【中心投影】所有投影线从同一点发出，在投影面上得到的形体投影。可得到透视图，在建筑工程中常用。

【截交线】平面与空间形体表面的交线。是画法几何研究的内容之一。可以是平面曲线、多边形等。利用多面正投影能表示出空间形体的形状，但它们之间的截交线却不能直接画出，必须借助于辅助面法或其他作图方法画出。

【相贯线】两空间形体表面的交线，是画法几何研究的内容之一。其形状取决于两空间形体的形状、大小和相对位置。可以是空间曲线、空间折线等。利用多面正投影只能表示出空间形体的形状，但它们之间的相贯线却不能直接画出，需借助于辅助面法或其他作图方法画出。

【展开图】空间形体的表面在平面上摊平后得到的图形，是画法几何研究的一项内容。用板料制造的零件，要用展开图表示零件制

作前板料的形状。展开图的画法有平行线法、放射线法和三角线法。根据零件的多面正投影图绘制展开图、实质上就是求取表面的真实形状。构成形体的表面有可以摊平的表面是可展曲面，如柱面、锥面等；有的形体表面不能摊成平面的是不可展曲面，如球面、圆环面等。对于可展曲面，柱面用平行线法绘制展开图，锥面用放射线法绘制展开图；对不可展曲面，常用三角形法展开，如直纹曲面。如不是直纹曲面，则常将它们分割成若干部分，把每个部分看作是柱面或锥面将其近似展开。展开图也可以用算法绘制，就是用数学计算求得展开图上轮廓线的一系列坐标或轮廓线的方程，可用数控自动切割机直接进行板料切割或画出展开图。

【计算机绘图】用编制好的程序将信息输入计算机，由计算机发出指令，使绘图仪自动画出所需图形，或在图形显示仪上显示图像的过程。对于显示出的图形，可用光笔修改。实现计算机绘图除应具备自动绘图仪等硬件外，还应有一套应用软件，即可供调用的绘图子程序。计算机自动绘图主要取决于绘图软件的功能。

【载荷】机械设计中指施加机械或结构上的外力；动力机械中指完成工作所需的功率；电机工程中指各类用电设备从电源所接受的功率。在机械设计中有集中载荷、分布载荷。也可根据载荷大小、方向和作用点是否随时间变化分为动载荷和静载荷。或看其变化规律性分为周期载荷和非周期的随机载荷。

【应力】作用在物体内部任一截面单位面积上的内力。内力是指物体的一部分对另一部分作用所引起的力。应力的单位为帕斯卡(Pa)， $1\text{Pa}=1\text{ 牛顿/米}^2$ 。产生应力的原因往往是由于物体受外力

作用、受热、内部存在缺陷而变形。应力分为正应力（法向应力）和剪应力（切向应力），前都与截面垂直，后者与截面相切。由于物体受力、受热不均匀，材料内部存在缺陷，会产生应力集中，造成物体的破坏。因此，分析物体危险点的应力状态，是进行物体强度计算的重要一环。

【强度】材料、机械零件和构件抵抗外力而不失效的能力。狭义的强度指断裂和塑性变形，广义的强度指强度、刚度和稳定性，有时还包括机械振动问题。按载荷性质，材料强度有静强度、冲击强度和疲劳强度。静强度的计算标准用材料的屈服极限（塑性材料）或强度极限（脆性材料）。冲击强度的计算，由于冲击时间极短，加上物体的接触变形等因素的影响，冲击强度计算不易准确，在设计承受冲击载荷的零件时，引入动载系数后按静强度设计。当材料受循环应力作用时的强度，以材料的疲劳极限为计算疲劳强度的标准。除此还有接触强度。对于机械零件的强度则涉及到力学模型简化、应力分析方法、材料强度、计算准则和安全系数等。某些零件往往需要考虑几种强度准则，加以比较，才能确定最可能出现的失效形式，以进行强度计算。总之强度的要求是机械设计中的一项基本要求。

【硬度】固体材料表面抗弹性变形、塑性变形或破断的能力。是衡量材料软硬程度的指标。硬度值随硬度试验方法的不同，其物理意义也不同。压入法测得的硬度值表示材料表面抗塑性变形的能力。有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。除此还有划痕法和动力法。硬度和强度之间有近似的对应关系。金属硬度愈高，强度也越高。而延展性和韧性越差，耐磨性越好。

【表面强化】为改善材料表面机械性能，主要是硬度、耐磨性及疲劳强度等的一种表面处理工艺。常用的表面强化方法，有表面热处理，如火焰淬火、感应炉加热和激光加热处理等；表面化学处理，如渗碳、渗氮、渗硼、渗铬等；表面机械处理，如喷丸与滚压。喷丸可使材料表面生成冷硬层和产生残余应力，以提高表面疲劳强度。滚压也可提高材料表面的疲劳强度。近年来由于大功率激光器的研制成功，激光加热处理，成为表面强化一种很有前途的处理方法。如在内燃机汽缸表面强化上，激光处理就收到了巨大的经济效益和社会效益，极大地提高了内燃机的寿命。

【加工硬化】金属材料在再结晶温度以下塑性变形时强度和硬度升高，而塑性和韧性降低的现象，又称冷作硬化。标志金属抗塑性变形能力增强。在机械工程中可以提高零件的表面强度、改善切削性能等。但也会使金属件的进一步加工带来困难。如冷拔钢丝，由于加工硬化使进一步拉拔耗能大，甚至被拉断，因此需进行中间退火。

【疲劳】材料、零件和构件在循环应力或循环应变作用下，逐渐产生局部的、永久的结构变化，并在一定的循环次数后形成裂纹或继续发展直到断裂的现象。大多数机械零件是由于疲劳产生断裂破坏的。在机械工程中最常见的是高周疲劳，指的是低于材料屈服极限或弹性极限的应力作用，循环周次为 10^7 次的高寿命下的疲劳。这种疲劳的特点是突然性、高度局部性和对材料内部外部缺陷的敏感性。其宏观断口是脆性的，无明显的塑性变形。其次比较常见的是接触疲劳，齿轮、滚动轴承和凸轮等高副接触的零

件的主要失效形式就是接触疲劳。零件在高接触压应力反复作用下,工作表面局部区域产生小片或小块金属剥落,形成麻点或凹坑。除此之外还有低周疲劳、高温疲劳、热疲劳和腐蚀疲劳等。

【机械原理】机械工程学的一个分支学科。它是机构学机械动力学合成的一门学科。它主要研究机构的结构和运动,机器的结构、运动学与动力学特性。它为实现生产的机械化和自动化提供理论根据与方法。其中机构学主要研究组成机器的常用机构,如连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、齿轮机构等的组成原理、运动性能、动力性能,以及按给定要求设计机构的理论和方法。即所谓进行机构分析和机构综合,以便合理使用并充分发挥机构的效能,同时创造出大量新的优质的机械设备。机械动力学则主要研究机器或机器的组合,在已知力作用下的真实运动规律、机械效率、惯性力的平衡等问题。机械原理是机械工程学的一门基础学科。

【运动链】用运动副联起来的若干个构件的组合体,该组合体不具有确定的运动。分为开链和闭链。若组成运动链的构件中,只要有1个构件只含1个运动副元素的就是开链,否则就是闭链。闭链又分为单闭环链和多闭环链。当运动链中有1个构件被指定为机架,若干个构件为主动件,从而整个组合体具有确定运动时,运动链即成为机构。

【运动副】两构件间组成的具有一定相对运动的活动联接。按构件间的接触情况分为高副和低副。高副是两构件以点、线接触,如凸轮副、齿轮副等;而低副是两构件以面接触,如轴和轴承组成的转动副,螺杆和螺母组成的螺旋副等。在平面机构中,高副只

约束构件的一个自由度，低副约束构件的两个自由度。空间机构中根据运动副对构件的相对约束数 1、2、3、4、5 分为 I、II、III、IV、V 级。例如球面副有 3 个相对约束即限制了 x, y, z 三个方向的移动称为 III 类运动副。转动副有 5 个相对约束，即限制了三个移动和两个转动自由度，称为 V 类运动副，其余类推。

【机构自由度】又叫机械活动度。使机构产生确定运动所需独立运动数。大多数机器均由主动件和从动件组成，一般主动件能独立运动（平动或转动），而从动件只受迫运动。因此机构自由度应由机构中主动件数决定。二者相等，才能使机构具有确定的运动，否则，其运动有能确定或者产生被卡住不动的情况。一个铰链四杆机构，因只有一个主动件，故机构自由度为 1；而一个机械手，则具有 3—6 个主动件，每个主动件的每个独立运动均需一个驱动力源（外界输入动力的动力源如电动机）来驱动，因而其机构自由度可达 3—6 个。一般机构自由度可凭经验决定，其中平面机构自由度可按公式计算： $F = 3n - 2P_L - P_H$ ，式中 n —该机构活动构件数； P_L —该机构的低副数； P_H —该机构的高副数。 F 机构的自由度。机构具有确定运动的条件是 $F > 0$ 和 $F = I$ ， I 是该机构的主动件数。

【平面连杆机构】由若干个刚性构件通过低副联接，且各构件上各点的运动平面均相互平行的机构。其中四杆机构最常用，在四杆机构中有曲柄摇杆机构、双曲柄机构、双摇杆机构和曲柄滑块机构等几种类型。由于平面连杆机构各构件间是面接触，故具有压强小、磨损轻等优点，但难以实现预期运动、设计计算复杂。平面连杆机构的曲柄条件是：最短杆和最长杆长度之和小于或等于其他两杆长度之和，若将最短杆或其相邻杆固定其一，则另一杆

即为曲柄。设计平面连杆机构时应限制其最大压力角或最小传动角（压力角的余角），除此还应注意机构的死点位置，在机构启动时应避开死点位置。

【凸轮机构】常用机构的一种，由凸轮、从动件和机架组成的机构。凸轮通常安装在轴上作等角速转动（移动凸轮装在导路上作往复运动），推动从动件作规定的往复运动或摆动。凸轮具有曲线轮廓，其轮廓线由所选择的从动件运动规律来进行设计。从动件的运动规律一般有匀速运动、匀加速运动、谐振动等。由凸轮推动从动件的行程称为推程；从动件回到原位的行程为回程。回程中依靠重力、弹簧或其他措施保持凸轮与从动件的接触。无论从动件作何种规律的运动，在推程或回程中会产生速度或加速度的突变而引起刚性或柔性冲击，所以凸轮机构只适用于低速或中低速的运动。凸轮机构结构紧凑，最适用于从动件作间歇运动的机械，在自动机床、内燃机、印刷机、纺织机等机器中有广泛的应用。

【差动机构】用于运动合成或分介的机构。差动机构有各种型式，通常用齿轮、螺旋、链条等组成。常用于汽车、拖拉机、微动装置和天文仪器中，起到运动合成或分解以及增力、微动、误差补偿等作用。例如汽车后桥差速器就是将发动机的一个运动分解为两个独立的运动，以使汽车转弯时，两轮转速不同，从而保证两轮都在地上滚动，避免擦伤轮胎。再如仪器的微动机构多采用差动机构来实现。

【棘轮机构】由棘轮和棘爪组成的一种单向间歇运动机构。其作用是将连续转动或往复运动转换成单向的步进运动。它主要由棘爪、

棘轮和机架三部分组成。当棘爪插入棘轮齿间,推动棘轮运动。当棘爪反向运动时,则棘爪在棘轮齿背上滑动,此时棘轮不动,从而实现了单向间歇运动。棘轮机构常用于主动件速度不大,从动件行程需改变的场合,如机床和自动机械的进给机构和送料机构,千斤顶和自动计数器等。

【间歇运动机构】主动件作连续运动(转动、往复摆动和移动)时,从动体周期性地出现停歇状态的机构。包括间歇转动机构,如凸轮控制离合器实现间歇运动的机构、十进位计数器分度定位机构、偏心轮分度定位机构、间歇喂料机构等;间歇摆动机构,如单侧停歇的摆动机构、双侧停歇的摆动机构等;间歇移动机构,如波形金属丝间歇送进机构、单侧停歇的曲线槽导杆机构、弹力急回间歇送进机构等;有瞬时停歇的间歇转动机构,如链轮—连杆组合机构;齿轮—连杆组合机构等;有瞬时停歇的间歇摆动机构,如曲柄摇杆—摆动导杆机构。一共五类间歇运动机构,也可分为单向间歇运动机构和往复间歇运动机构,前者包括棘轮机构、槽轮机构、擒纵轮机构等;后者主要为凸轮机构。在设计间歇运动机构时,一般应注意从动件的运动时间和停歇时间的比例是否合适,停歇位置是否可靠,机构的动力性能是否良好等方面的问题。

【机械零件】具有两种含义,一是指组成机械的最小单元。如螺栓、齿轮、轴等。一是指机械学科的一个分支学科,它从机械设计的整体出发,综合应用相关学科的成果,研究各种机械零件的结构、原理、特点、应用、失效形式、承载能力和设计程序;研究零件的设计理论、方法和准则,从而建立了本学科的理论体系,是研究和设计机械的重要基础。它的主要内容有:零件的失效形式与

计算准则；零件的联结与传动；轴系；弹簧及润滑与密封等。近年来在零件设计方法上有了新的突破和发展，相继出现了限单元法、断裂力学分析法、优化设计、可靠性设计、计算机辅助设计（CAD）等，成为该学科的重要发展趋向。

【轴】支承齿轮、蜗轮等带毂零件并与之一起旋转，以传递运动和扭矩或弯矩的机械零件。轴多为圆柱形金属杆，各段有不同的直径，支承在轴承上。根据受力情况分为转轴（同时承受扭矩和弯矩）、心轴（只承受弯矩）和传动轴（只承受扭矩）。除此之外还有刚度很小的轴叫挠性轴。

【活塞】在机器的缸体内沿气缸内表面作往复运动的圆盘形或圆柱形或圆筒形的机械零件。广泛应用于内燃机、压气机和各类泵等机械中。它主要作用是传力和密封。在内燃机中，活塞在燃气压力推动下对外做功；在压缩机和水泵中，活塞对气缸内的液体施加压力。并使之流动和提高压力。活塞上装有活塞环和密封圈，可防止液体泄漏。制造活塞的材料一般有铸铁、铸钢和锻钢等，在内燃机中，为了减小活塞的质量和惯性力而多采用铝合金。

【杠杆】能够省力的简单机械。该机械上有动力点、阻力点和支点。当动力作用于动力点时，杠杆即绕支点转动，而由阻力点实现某种机械效能，如省力、放大等。由杠杆支点到动力作用线的垂直距离称动力臂，由杠杆支点到阻力作用线的垂直距离称阻力臂。根据杠杆在力矩作用下的平衡条件可得到：动力和动力臂的乘积等于阻力和阻力臂的乘积。当动力臂大于阻力臂时，动力小于阻力，达到省力的目的。

【滑轮】一种简单的机械零件。它能绕中心轴自由转动，且周边有槽，可通过绳索或链条。这样，利用绳索或链条依次绕过若干滑轮边沿的槽，将这些滑轮组成一个起重牵引装置，即滑轮组，俗称“葫芦”。其上部的滑轮不随重物移动，只改变作用力的方向，叫定滑轮；其下部滑轮则随起重物一同移动，叫动滑轮。它相当于阻力居中的杠杆，可省力一半，整个滑轮组相当于多个杠杆的组合，由组合方式的不同，其省力程度各异。这种简单起重机械。可手动也可电力驱动，在搬动与建筑行业，多用于临时性吊装作业。

【紧固件】用于紧固联接的机械零件，多为标准件，主要包括螺栓、螺钉、螺母、垫圈和铆钉等。这些零件一般分为粗制和精制。六角头螺栓和螺母最常用，螺栓的结构形式很多，以适用于各种受力情况和结构要求。

【联接】将有关的机械零件结合在一起的方式。对于管件则可采用螺纹联接、法兰联接和焊接等方式。其他机械零件常采用螺栓联接、键联接、铆接或联轴器联接。联接可分为可拆联接，如螺纹、螺栓、法兰、键联接等；不可拆联接，如焊接、铆接等。也可分为钢性联接，联接件为螺栓等；弹性联接，联接件用弹性销子或弹簧。后者常用于高速及有振动或冲击的场合。

【铆接】金属松件的一种不可拆联接方式。一般用铆钉将被联接件联在一起成一整体。铆钉呈圆柱形，预先在一端制作钉头。铆接时，将铆钉插入构件上冲成或钻成的钉孔内，用气压铆钉枪或压

铆机将铆钉的另一端压制成另一个钉头，而将构件紧密地联成一体。铆接时，铆钉不加热叫冷铆；需加热的叫热铆。前者适用于铝合金、铜合金或直径小于 10mm 的钢铆钉所进行的铆接；后者适用于直径大于 10mm 的钢铆钉进行的铆接。

【焊接】不可拆的联接方式之一。在两个金属构件的联接处，加热或加压，或两者并用以造成金属原子、分子间的结合而达到永久性联接的一种加工工艺或联接方式。联接处用加热熔化的方式进行焊接的叫熔焊。由所用热源的不同可分为电弧焊、气焊、等离子体焊接、电子束焊接和激光焊接等。用加压的方法进行焊接的叫压焊，进行压焊时，可加热亦可不加热。此法具代表性的有摩擦焊、冷焊、接触焊和锻焊等。由于焊接具有省材料、重量轻、工艺简单、生产率高，能保持水密和气密等优点，在许多场合已取代铆接工艺。在船舶、车辆、飞机、锅炉、压力容器等的制造中，得到广泛应用。而且还在非金属材料，如玻璃、塑料等的联接中广泛采用。不断地研制和开发新的焊接方法、设备、材料并提高焊接的机械化、自动化水平。将是提高焊接工艺水平的方向和发展趋势。

【联轴器】又叫联轴节。用来联接两根轴（主动轴与从动轴）使其一同转动并传递动力的一种装置。是一种标准化程度很高的元件。大都具有分别固定在两根轴末端的两半片，根据联结方式的不同分为钢性联轴器和弹性联轴器。前者又分为钢性固定式联轴器，如套筒联轴器、夹壳联轴器等；钢性可移式联轴器，如齿轮联轴器、万向联轴器、十字滑块联轴器、链条联轴器等。后者有簧片联轴器、盘簧联轴器、卷簧联轴器、柱销联轴器、尼龙柱销联轴器和

轮胎联轴器等。在有振动和冲击的场合，多采用弹性联轴器。

【离合器】用来使主动轴和从动轴分开和平稳联合的机械装置。一般安装在主动轴与从动轴之间，其作用是使机器起动、停止、换向和变速等。离合器的类型较多，主要有啮合式、摩擦式、液力式、电磁式等。啮合式离合器适用于传递大扭矩的场合；摩擦式离合器则迁用于传递扭矩迅速和与从动轴相联的机构需要在主动轴高速旋转时，通过离合器打滑而起保护作用的场合。比如汽车起动机就需使用摩擦式离合器。一般在汽车、拖拉机上使用摩擦式离合器时，多装于发动机与变速器间，以便顺利换档和平稳起动，并防止传动机构超负荷。也可安装在变速器内，起换档作用。

【制动】俗称“刹车”。使运行中的机车、车辆及其它运输工具或机械中的运动件停止或减低速度的手段。其原理是将运动件的动能转变为热能或其他形式的能量。比如摩擦制动就直接把运动上的动能转变为热能。其他的制动方式还有电气制动、电磁制动、空气制动、液压制动和再生制动等。如果运动件是一个旋转的轴，制动时，就需要在该轴上施加一个与旋转方向相反的力矩，它可以是电磁矩，也可以是制动闸产生的摩擦力矩。前者叫电磁制动，后者叫机械制动。

【制动器】能使运动中的机械，如起重机、机车、车辆等实现减速运动或停止的机械装置。或者说是调节机构运动速度的机械装置。按制动原理它分为摩擦式制动器和非摩擦式制动器两类。前者又分为带式、块式和盘式三种，且按制动件所处状态的不同，还分为常开式制动器和常闭式制动器两种；后者有电磁式制动器和水

涡流制动器。制动器一般应安装在运输机械的快速轴上，安装在卷扬机械的卷筒轴上。制动器的选用，主要依据是制动力矩，其大小由机械类型和工作要求确定。

【轴承】机械零件之一。其作用是支持和约束轴的旋转与摆动，保持轴的准确位置并承受由轴传来的力。按摩擦性质不同可分为滑动轴承与滚动轴承两类。按受力方向又可分为向心轴承（径向轴承）、推力轴承（止推轴承）和向心推力轴承（径向止推轴承）等三种。轴承的性能主要看在满足使用要求的前提下，其摩擦的大小和磨损的情况来决定。一般说应达到摩擦小、升温低、耗能少。磨损小则使用寿命长，其性能就好。轴承的选用，必须以使用条件为依据，比如高速转轴，应选运转稳定性好的轴承；精密机床的主轴，应选旋转精度高的轴承；仪器仪表则应选摩擦力矩小、灵敏度高的轴承。

【滑动轴承】轴承的一种。其特点是在滑动摩擦的条件下工作，即轴颈与轴瓦（轴套）间存在滑动摩擦。轴瓦由减摩合金或青铜等制成。常用的有承受径向力的径向滑动轴承和承受轴向力的推力滑动轴承。在轴颈与轴瓦（轴套）间加润滑剂以减小减摩擦。按润滑剂种类不同，可分为油润滑轴承、脂润滑轴承、气体润滑轴承和固体润滑轴承等。按润滑剂厚度又可分为薄膜润滑轴承和厚膜润滑轴承两种。前者还有边界润滑和半液体润滑之分。

【滚动轴承】轴承的一种。在滚动摩擦的条件下工作的轴承。有内、外圈各一个，分别与轴、轴承座相配合。内、外圈用保持架隔开，架内夹持有滚动体。当内、外圈相对转动时，滚动体沿圈内滚道

滚动，二者之间主要为滚动摩擦。内、外圈和滚动体用滚珠轴承钢制造，淬火后硬度可达 HRC60—65。保持架用低碳钢或铜合金冲压而成。按滚动体的形状不同，可分为球轴承（滚珠轴承）和滚子轴承（滚柱轴承）。滚子有柱形、圆锥形、鼓形、针形之分。为针形的又叫滚针轴承，可省去内圈或外圈。滚动轴承的精度等级共分为 B、C、D、E、G 五级，B 级精度高，G 为普能精度级。是一种标准件，其结构、尺寸、技术参数和计算方法等，均有统一的规定。

【密封】 避免工作介质（气体、液体或粉状固体）从机器中泄漏，或外界杂质侵入机器内部所采取的一种措施。工作介质的泄漏会污染环境并造成工作介质的浪费，若工作介质为易燃、易爆或有毒物体，其泄漏会危及人身和设备的安全。外界杂质侵入机器会污染工作介质，影响产品质量，增加零件的磨损，降低机器的寿命。分为静密封和动密封两类。

【静密封】 机器（或设备）中相对静止件间的密封。常用的方法是在两静止件间放置密封垫片，压紧后堵塞结合件之间的缝隙。常用垫片的材料有橡胶、聚四氟乙稀、石棉橡胶和金属。其截面形状有矩形、圆形等。

【动密封】 密封的一种形式。是对机器或设备中相对运动件之间所作的密封。由相对运动形式的不同，可分为旋转运动密封与往复运动密封两类。密封件即可安装在相对运动的零件上，也可安装于相对静止的部件上。设计时应充分考虑到介质的性质、温度、压力和运动件间的相对运动速度等条件，以及对密封性能的具要求

来选择动密封的结构型式。

【弹簧】一种利用自身的弹性来工作的机械零件。它既可通过自身的形变产生弹性力，又可作贮能元件，实现动能与弹性势能的相互转换。因此，它既可以产生振动，又可以减震。它被广泛用于机器和仪表中，用以控制机件的运动、减缓冲击或震动，贮蓄能量、测量力的大小等。按形状的不同，可分为螺旋弹簧，如控制内燃机气阀的运动和弹簧秤上测重所用的弹簧；涡卷弹簧，如钟表中贮蓄能量用的发条；板弹簧，又叫叶片弹簧，如汽车车架上减震用的板簧；其他还有杆形、碟形等多种形状的弹簧。按受力情况又可分为拉伸弹簧、压缩弹簧、扭转弹簧、弯曲弹簧等。一般用弹簧钢制成。弹簧刚度越大，弹簧越硬。用弹簧钢丝绕制的柱状螺旋弹簧，是一种定刚度弹簧，因其结构简单、制造方便，故应用十分广泛，既可作拉簧、又可作压簧、扭簧使用。

【游丝】一种弹性元件，也是弹簧的一种。用特殊的镍基、钴基、铁锰以及铌基合金细丝经特殊工艺制成卷涡状（或阿基米德螺旋状）弹簧。按用途的不同可分为两类：测量游丝，用于钟表构成等时运动系统；用于各种测量仪表，以平衡电磁力矩而测量电磁参数。接触游丝，用于各种仪表中，以消除轮系的空程。按形状分为平游丝、挑筐游丝、宝塔游丝等。在使用中一般要求游丝具有给定的弹性特性的较小的弹性迟滞现象。在某些场合，还要求防磁、防腐蚀等。

【调速器】一种能自动控制原动机转速并使之非周期性波动在许可范围内的装置。或者说，在某些机械中，当负荷变化时用以自动

控制转速的设备，它可以使机械的转速保持或接近定值，以维护机械的稳定。一般发动机均装有调速器，应用最广的是离心调速器，是机械式调速器的一种。还有液压式调速器，具有较大的操纵力和较好的调速性能。此外，还有应用微电子技术制成的电子调速器，已在许多技术部门推广应用。

【传动比】两转动构件之间角速度的比值。若角速度用 ω （弧度/秒）表示，则构件 a 和构件 b 的传动比为 $c_{ab} = \omega_a / \omega_b$ 。若式中的角速度为瞬时值，则求得是瞬时传动比（瞬时速比）。对于齿廓正确的齿轮传动，瞬时传动比是不变的。

【机械传动】用机械方式传递运动和动力的传动。分为啮合传动和摩擦传动。啮合传动有齿轮传动、链传动、螺旋传动和谐波传动等。这类传动特点是传动比准确。摩擦传动有带传动、绳传动和摩擦轮传动等。其特点是容易实现无级变速，并能适应轴间距较大的场合，过载打滑还能缓冲和保护传动装置。

【带传动】机械传动方式的一种。将带张紧在带轮上，利用带与带轮接触面间的摩擦力，实现带轮之间运动和动力传递的机械传动。其特点是传动平稳、传动中心距大，不易损坏，但传动比不准确。按带的截面形状，可分为平型带传动、三角带传动、圆形带传动、多楔带传动、齿形带传动等。其中三角带传动应用较广。而齿形带传动是靠带和带轮上的齿相啮合来传动的。不同类型的带应配置相应的带轮。因带属挠性构件，故带传动是一种挠性运动。传动的失效形式是打滑和在工作中带受交变应力而损坏。

【链传动】两个或多于两个链轮之间用链作为挠性拉曳元件的一种啮合传动。其特点是没有滑动、传动尺寸紧凑、效率高、能在温度较高湿度较大的环境中使用等。按照工作性质分为传动链、起重链和曳引链三种。就其结构类型有套筒链、套筒滚子链、齿形链和成型链。其中套筒滚子链已标准化，这种链是由内链板、外链板、套筒、销轴、滚子组成。外链板固定在销轴上，内链板固定在套筒上，滚子与套筒间和套筒与销轴间均可相对转动，因而链条与链轮的啮合主要为滚动摩擦。可单列使用和多列并用。一般情况下使用链传动的链速不大于 15 米/秒，传动比不大于 8。

【摩擦轮传动】机械传动方式的一种，是利用两个直接接触且相互压紧的轮子间产生的摩擦力来传递运动和动力的机械传动。其特点是传动结构简单，运动平稳、噪音小、由于两摩擦轮间只存在较小的相对滑动，故接触处的线速度基本相同，传动比近似为常数。缺点是传动系统受力较大，轮缘易磨损，传动效率低，不适宜大功率传动。按摩擦轮形状的不同，可分为圆柱平摩擦轮传动、圆柱槽摩擦轮传动、圆锥摩擦轮传动三种。此外，还有变传动比摩擦轮传动，易实现无级变速。机械无级变速器多采用此种传动形式。摩擦轮的材料可用金属，也可用非金属。

【齿轮】能互相啮合的有齿的机械零件。在机械传动及整个机械领域应用极其广泛。目前广泛采用的是以渐开线为齿廓曲线的齿轮。渐开线齿廓能满足齿廓啮合基本定律。直齿轮的基本参数有横数、齿数、分度圆压力角、齿顶高系数和径向间隙系数。中国标准规定：分度圆压力角 $\alpha = 20^\circ$ ，正常齿的齿顶高系数 $h_a^* = 1$ ，径向间隙系数 $C^* = 0.25$ 。制造齿轮的钢有调质钢、淬火钢、渗碳淬火钢

和渗氮钢。齿轮的啮合原理、制造工艺、测量各方面都有一整套的经验，但由于齿轮正向重载、高速、高精度和高效率等方向发展，并力求尺寸小、重量轻、寿命长和经济可靠，故仍需在齿轮理论和制造工艺方面不断发展。

【轮系】由一系列轮子组成的传动系统。这些轮子通常是齿轮，也可以是摩擦轮等。按轮系中各齿轮的几何轴线是否固定分为定轴轮系和周转轮系，周转轮系又有行星轮系和差动轮系。定轴轮系可以实现大的传动比、大的轴间距、变速或变向、故应用广泛。周转轮系的传动比计算基本方法是反转法，即给整个机构加一个 $(-\omega_H)$ 角速度， $(+\omega_H)$ 是周转轮系中系杆的角速度。然后按定轴轮系的传动比计算方法去计算。周转轮系可以得到极大的传动比，但效率也低。

【变速器】又叫变速箱。按机器的不同工作条件用来改变从主动轴传到从动轴上的扭矩、转速和运动方向的齿轮传动装置。一般由箱壳和若干齿轮对组成，包括传动机构和变速机构。其中传动机构可采用普通齿轮传动或行星齿轮传动；变速机构多采用滑移齿轮和离合器等。变速器的传动比可以固定，也可分成若干档位，包括倒档。常用于汽车、拖拉机、船舶、机床和其他需要改变速度的机器上。

【减速器】又叫减速箱。一种封闭在箱体内形成独立部件的齿轮传动或蜗杆传动装置。它可以固定的传动比减低速度，增加扭矩。一般安装在原动机与工作机之间，所传递的功率可大可小，大至数万千瓦，圆周速率可达 140 米/秒。普能减速器也作成标准件供各

行业选用，其种类很多，主要有圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器、行星齿轮减速器、谐波传动减速器和蜗杆传动减速器等。减速器的箱体与外界隔离，不易污损，且润滑良好、便于维修，因此应用十分广泛。

【圆柱齿轮传动】单对齿轮传动的一种方式。是平行轴间传递运动和动力的一种机械传动。包括渐开线齿轮传动、圆弧齿轮传动和摆线齿轮传动等。按齿形可分为直齿圆柱齿轮传动、斜齿圆柱齿轮传动和人字齿圆柱齿轮传动。按啮合方式不同，可分为外啮合圆柱齿轮传动、内啮合圆柱齿轮传动和齿轮齿条啮合传动。其中渐开线圆柱齿轮传动应用范围广，它具有传动速度和功率范围大（传动功率达 25000kw、速度达 150m/s，最大达 300m/s）；传动效率高，一对齿轮可达 98—99.5%；装配和维修方便；传动比单级最大到 10；可进行变位切削及各种修形、修缘，以适应提高传动质量的要求；易于进行精确加工等优点。其标准在齿轮正确啮合的条件为：两齿轮分度圆压力角相等、模数相等；对于斜齿轮，正确啮合除要满足上述两个条件外，还应满足：外啮合时两齿轮分度圆柱上的螺旋角大小相等，方向相反；内啮合时，螺旋角大小相等，而方向相同。其中圆弧齿轮传动可用于制氧机、汽轮机、轧钢机械、矿山机械等。

【螺旋传动】利用螺旋推进原理工作的一种传动方式。当螺杆与套在其上的螺母啮合作相对旋转时，螺母同时沿螺杆作直线的移动。这样就实现了把旋转运动转变成直线运动；把转矩转变为推力的转换。螺旋传动的作用主要有三个，一是传递运动，叫传导螺旋，如机床上丝杠转动时，刀架螺母就在其上移动；二是传递力，叫

传力螺旋，如千斤顶中的起重螺杆在底座的螺母内转动时，就可使之上升或下降；三是调整零件之间的相对位置并起固定作用，叫调整螺旋。螺旋传动的特点是结构简单、紧凑、传递动力大而平稳。为了减少螺杆与螺母间的摩擦，便在内外螺纹间封入一串滚珠，这样就把滑动螺旋传动变成滚动螺旋传动。一般滑动螺旋的传动效率只有 30—40%，而滚动螺旋传动效率可达 90% 以上，但因其结构复杂，制造精度要求高，抗冲击性能差，只有在要求高精度、高效率的传动场合才大量采用。例如在精密机床，飞机制造中得到推广。

【谐波齿轮传动】机械传动的一种。又叫谐波传动。一种带有柔性构件和波发生器的轮传动方式。由刚轮（切有轮齿的刚性零件）、柔轮（切有轮齿的弹性零件，加载后可变形）和波发生器三个基本元件组成谐波传动装置。在波发生器的作用下，柔轮将产生弹性形变与刚轮相互作用以实现运动和力的传递。其传动比其他机械传动方式要大的多。加之体积小，又能实现全封闭传动，因而应用较广。可应用于雷达的随动系统、仪器的微调机构、以及机械手、飞行器的假肢上。

【蜗杆传动】机械传动的一种。又称蜗轮传动。利用蜗轮和蜗杆啮合的一种传动方式。有圆柱面蜗杆传动与圆弧面蜗杆传动之分。在机器中一般以蜗杆为主动件，蜗轮为从动件，用来使高速变低速；在仪表中有时以蜗轮为主动件，蜗杆为从动件，用来使低速变高速。蜗杆传动结构紧凑、平稳、可实现大的传动比，但其摩擦损失较大，效率较低，常用于机械和仪表中。为了减小摩擦损失，常以经淬火的高硬度钢制成蜗杆和以青铜制成的蜗轮相匹配。

【液压传动】由液压泵、液压控制阀、液压执行元件（液压缸和液压马达等）和液压辅件（管道和蓄能器等）组成的液压系统。液压泵把机械能转换成液体的压力能，控制阀和辅件可控制液压介质的压力，流量及流动方向，从而将压力能传给执行元件，执行元件又将压力能转换成机械能，以完成要求的动作。以简单磨床为例：电动机带动液压泵从油箱吸油，液压泵把电动机的机械能转换成液体的压力能；液压介质通过管道经节流阀和换向阀进入液压缸的左腔，推动活塞带动工作台右移，液压缸右腔排出的液压介质经换向阀流回油箱；换向阀换向之后，液压介质进入右腔，使活塞右移推动工作台反向移动。流量、流速、压力均可以调节。

【液力传动】以液体为工质，进行变换或传递能量的传动方式或传动装置。有静压传动和动液传动之分。前者是用管道联结液压泵和液压马达组成的系统。后者是由泵轮和涡轮为主要元件组成的传动系统，靠叶轮与流体之间的流体动力作用来传递能量，泵轮与涡轮之间无管路相连。典型的传动装置有液力变扭器和液力偶合器。它们的主要区别是前者多一个导向轮。一般泵轮与主动轴相连，能把动力机输入的机械能依靠离心力的作用变成液体的动能和压头，供涡轮作功。涡轮和从动轴相连，把液体动能的压头变为机械能由从动轴输出。主动轴与从动轴无直接接触，只靠液体联系，所以为非刚性传动。能吸收冲击与振动，过载保护好，主动轴与从动轴之间的转速比能自动无级变化，能实现自动变速和无级调速。

【气压传动】简称气动。以压缩空气工作介质，利用其压力和流量

来传递能量和信息的传动方式或传动装置。一个气压传动系统通常由能源（空气压缩机）、执行元件（气缸或气马达）、控制元件（控制阀、逻辑阀、射流元件等）和辅件等用管道联接而成。传递动力的系统，控制元件采用控制阀；传递信息（控制信号）的系统，控制元件则采用逻辑阀和射流元件以实现逻辑运算等功能。气动控制阀的功能主要是调节气流的压力、流量与流动方向。气压传动的优点是：气源获取方便、无污染、易于实现自动控制。缺点是：传动效率低、功率较小、噪声较大。气动传动特别适用于易燃、易爆、强磁、强辐射的场合。在机床、运输、包装、石油、化工、食品工业、医药卫生、航空、航天等行业有较广阔的应用。

【射流】由管嘴、喷口、管道等喷射出的束状流体。分为自由射流和液下射流（或淹没射流）两类，前者在空气中，后者在液体内部。工质可以是压缩空气或高压液体，利用射流的高速运动原理制成的射流元件可组成控制回路，用来实现自动控制，这种技术叫射流技术。射流元件具有放大、逻辑运算、传感等功能，型式有涡流式、对冲式、附型式和动量交换式等。射流装置的工作方式可以是模拟式的，也可以是数字式的。因为它具有耐高温、低温、抗电磁辐射等特点，虽然它能量损失大，元件响应速度也远低于电子元件，但仍然在一些高技术领域，如火箭、导弹、潜艇、原子能动力装置中得到应用，成其实现自动化和一种重要手段。

【机械振动】物体或质点在其平衡位置附近所作的往复运动。按产生振动的原因分为自由振动、受迫振动和自激振动；按振动的规律分为简谐振动、非简谐周期振动和随机振动；按振动的位移特征分为扭转振动和直线振动。振动的强弱用振动的位移、速度或

加速度衡量。机械设备应对上述量加以限制，否则将产生过大的动载荷和噪音，从而影响工作性能和使用寿命，以至导致零、部件失效。由于自动控制理论和电子计算机的发展，对于多自由度系统的振动问题计算，已成为容易解决的问题。振动理论和实验技术的发展，振动分析成为机械设计的一种重要工具。

【响应】在某一个系统中，其输出信号随输入信号的变化而变化的现象或过程。机械系统或机械装置受到外界作用时，将产生机械振动，这就是机械系统对外界作用（激励）的一种响应。它可以表示成系统中某点的位移、速度、加速度或别的物理量随时间变化的函数关系。比如当位移表示成时间的正弦或余弦函数时，可以肯定外界作用是一种弹力或简谐力，产生的是简谐振动。假若系统为一线性系统，当外界作用（激励）为已知时，系统的响应可用有限元法或模态综合法进行分析计算。也可用傅里叶分析仪器进行测试。

【自由振动】又叫固有原振动或本征振动。机械系统在不受外界作用（无激励）的状态下，当阻尼忽略不计时产生振动。即系统只在弹性恢复力作用下产生振动。比如弹簧拉长释放后的振动；电容、电感线圈所组成的电路中电流的振荡等。自由振动的振幅由振动开始时系统具有的能量大小决定，而自由振动的频率（又叫固有效率）则完全决定于系统本身的性质，如系统的质量，弹性系数；电容量和电感量等。研究自由振动，了解其振动频率（固有效率）是非常重要的，因为当外界作用（强迫力作用）的频率等于系统的固有频率时，可引起共振而导致系统的损毁，这是必须防止的。

【防振措施】机械设备如产生自身振动或者被振动时，均会影响其加工精度或影响性能的正常发挥，也可能对环境产生不利影响。所以为了减小振动危害而采用的各种方法统称防振措施。一般应尽量减少振源或调整系统固有频率以避免共振，此外，还应采用减振装置和隔振措施。其中减振装置主要有：利用阻尼消耗能量来减振的叫阻振器，如固体摩擦减振器、液体摩擦减振器、电磁阻尼器；利用质量块反复冲击振动体消耗振动能量来减振的冲击减振器；利用弹性元件联结在振动系统上的辅助质量的动力作用来减振的无阻尼动力减振器、有阻尼动力减振器、非线性动力减振器、摆动减振器等。隔振措施则分积极隔振与消极隔振两类。前者是为了减小机械设备的影响而采取的隔离；后者是为减小环境振动对机械设备的影响而采取的隔离。两类隔离可用地基隔离法，此外均可加橡胶、弹簧等弹性隔振垫。

【滑动摩擦】两相互接触的物体有相对滑动或有相对滑动趋势时的摩擦。若摩擦副表面直接接触，没有润滑剂存在时为干摩擦。除此还有边界摩擦和流体摩擦。干摩擦常用库仑摩擦定律表达摩擦表面间的滑动摩擦力 F 、法向压力 N 和摩擦系数 f 间的关系： $f = F/N$ 。利用倾斜法，可测得物体开始滑动时的倾角 θ ，并由此求得摩擦系数 $f = \tan \theta$ 。此 θ 角也称摩擦角。除此利用牵引法可测得物体开始滑动时的牵引力 P ，此时 $P = F$ ， F 就是最大静摩擦力，由此求得摩擦系数 $f = F/N$ 。边界摩擦系数低于干摩擦系数，其值取决于摩擦界面的性质和边界膜的结构形式，而与润滑剂的粘度无关。流体润滑状态下的摩擦是流体粘性引起的，其摩擦系数较干摩擦和边界摩擦为低。

【滚动摩擦】两相互接触的物体有相对滚动或相对滚动趋势时的摩擦。由于滚动体在接触区域产生弹—塑性变形，从而在以接触点（接触线）为中心的接触区域内，接触压力分布不对称，故支承面的反力不再指向滚动体中心，而偏移一段距离，并产生摩擦力。若支承面对滚动体的反力为 N 、滚动摩擦力为 F_r ，滚动体半径为 r ，滚动摩擦系数为 f_r ，则上述四个参数的关系式为： $f_r = F_r / N \times r$ 。 f_r 的量纲是长度，其值与接触面的材料、粗糙度、温度和湿度等因素有关。 f_r 的几何意义就是支承面对滚动体的反力 N 的作用线与滚动体中心的垂直距离。

机械制造工艺及设备

【切削加工】一种加工方法，俗称冷加工。在切削机床上（或用手工作）用切削工具（刀具、磨具、磨料）将工件多余的料（切削余量）切去，使工件获得设计要求的形状、尺寸和表面质量的加工方法。切削加工不仅适用于金属加工，也适用于非金属，如木材、塑料、玻璃等的加工。一般切削加工的工种可分为机工或车工（使用切削机床的工种）、钳工（使用手工切削的工种）。切削加工的方法，按使用切削工具的不同，分成车、铣、刨、磨、镗、拉、钻、锯、研磨、珩磨、抛光等。按加工精度，可分为粗加工（将毛坯的大部分切削余量切去）、半精加工（进行精加工前的中间工序）、精加工（使零件达到尺寸精度、形状与位置精度及表面

粗糙度的要求)、精整加工(使零件获得比精加工更低的表面粗糙度和稍高的精度)、修饰加工(进一步降低零件表面粗糙度和改善零件的外观)。切削加工是机械制造中的主要加工方法。如车外圆、铣平面、钻孔、磨孔、镗孔、攻螺纹等。

【金属切削原理】研究金属切削加工过程中刀具与工件间相互作用和变化规律的一门学科。切削加工时,金属材料受到刀具的挤切,最开始产生弹性变形,随着刀具继续切入,金属内部的应力,应变随之加大,当应力达到材料的屈服点时,材料产生塑性变形。刀具再继续切进,应力达到材料的断裂强度,材料被挤裂,此时,应力迅速下降,又重新开始弹性、塑性变形以至挤裂的过程。被挤裂的金属脱离工件本体,形成切屑。加工条件不同,可形成不同类型的切屑。在低速和中速切削时,刀尖附近会堆积成一块经过剧烈变形很硬的叫做积屑瘤的楔状切屑材料,它影响加工表面的质量和加工稳定性。刀具在切削时,必须克服材料的变形抗力、刀具与工件和刀具与切屑之间的摩擦力,这些力构成了切削力。切削力可分解为三个互相垂直的分力。它们消耗功率的总和叫切削功率,其大小取决于切削时的切削速度(工件被切削表面与刀刃之间的相对运动速度)、切削深度(待加工表面与已加工表面间的垂直距离)和进给量(单位时间内刀具与工件间沿进给运动方向的相对位移量)的用量。绝大部分的切削功都转变成切削热,它引起刀具、切屑和工件的升温。在切削区其平均温度称为切削温度。为了降低温度和起润滑作用以提高刀具寿命、加工质量和生产效率,常使用切削液,它分水类和油类两种。切削过程中,刀具不断被磨损,这是切削热和机械磨擦产生的物理、化学综合作用结果。刀具由开始切削达到磨损量的某个预定值的时间或达到

加工表面粗糙度恶化、崩刃等现象出现的时间叫刀具寿命。零件被切削加工成合格品的难易程度叫切削加工性。零件表面粗糙度、加工硬化、残余应力、表面裂纹和金相显微组织变化等叫加工表面质量。为保证加工质量，要控制切削过程的机械振动，必须尽量减小或消除。金属切削过程的研究，对保证加工质量、降低成本、提高生产率和促进切削加工技术的发展，有着重要作用。

【加工余量】能满足零件要求的毛坯或工件为切削加工留出的尺寸。分为总余量和工序余量。工序余量为该工序必需切去的金属或非金属层尺寸。总余量为毛坯到成品整个加工过程中需切去的金属或非金属层尺寸。加工余量可由有关理论计算出，一般受下列因素影响：（1）上工序的尺寸公差；（2）零件各表面相互位置的空间偏差；（3）被加工表面质量的要求；（4）加工时的安装误差。

【切削液】又称冷却润滑液。一种在金属切削过程中注入工件与切削工具间的液体。它有：（1）吸收带走切削过程产生大量热的冷却作用；（2）减小切屑与刀具、工件与刀具间的磨擦，从而提高表面加工质量的润滑作用；（3）把切屑冲走的清洗作用和使工件、刀具、机床不受周围介质腐蚀的防锈作用。其种类分为水溶液（化学切削液）、乳化液、切削油和固体润滑剂等。

【车削】在车床上用车刀从工件表面切除多余的材料，以改变工件的尺寸、几何形状及表面质量，从而达到设计图纸要求的一种加工方法。切削时，工件随主轴旋转，刀具沿主轴方向移动的同时对工件前后移动进给进行加工。是机械加工中的一种重要加工方

法。常用于加工轴类零件的外圆面、端面及内孔等。

【铣削】铣刀旋转为主运动，工件做直线进给运动的切削加工。一般在铣床或镗床上进行。加工特点是铣刀每一刀齿切削厚度变化的不连续切削。用刀体圆周上的刀齿铣削叫周铣，用刀体端面上的刀齿铣削叫端铣。铣削可铣出平面、斜面、成形成、沟槽等，还可切断和刻度。

【刨削】使用刨刀在水平方向上与工件作相对往复直线运动的断续切削加工。一般在牛头刨床或龙门刨床上进行。可刨削出平面、V形槽、T形槽、燕尾槽等。一般来讲，刨削生产率和加工精度都较低。

【磨削】利用高速旋转砂轮上的磨料从工件表面层切除细微切屑的切削加工。一般在磨床上进行。可以磨削各种材料尤其是高硬材料，可加工出各种外圆面、内孔、平面和成形面（齿轮、螺纹等）。磨削是零件精加工的主要方式之一，可得到很高的表面加工质量。

【钻削】用钻头在工件上钻出圆孔的加工方法。钻孔时，钻头和工件作相对的回转和进给运动。钻孔主要采用钻床，也可以在镗床、车床等机床上进行。也可用电钻、气钻或手摇钻进行。

【插削】利用插刀在铅垂方向上与工件作相对往复直线运动而进行的断续切削加工。一般在插床上进行。可加工键槽、花键槽等，也可加工方孔和多边形孔。插削效率和精度都不高，多用于单件和

小批生产。

【拉削】在拉床上用各种拉刀对工件进行切削的加工方法。工作时，工件安装在工作台上，拉刀由机床驱动从工件的加工面上拉过，刀刃按直线排列、尺寸自初切端至精切端逐步增大、形状也逐渐变化的拉刀刀齿依次从加工面上切除一薄层金属，最后达到所要求的尺寸和形状。拉刀或工件只向一个方向作相对运动。拉削分水平拉削、垂直拉削、外拉削、内拉削等。它可以加工平面、内外圆面、成型面、键槽和齿轮等。是一种高效率的精密加工方法，适用于大批量生产。

【镗削】在镗床、车床等机床上用镗刀将工件上已有的孔扩大的加工方法。用以加工直径较大的孔、提高孔径精度、降低表面粗糙度，并保证孔相对于其他表面的正确位置。镗削的适应性较广。

【铰削】利用铰刀旋转并轴向送进或铰刀轴向送进工件旋转，由此从工件的已有孔上切除薄层金属的切削加工。在车床、镗床或钻床上进行的铰削称为机铰；人工用手铰刀的铰削称为手工铰削。铰削加工的尺寸和几何精度取决于铰刀自身精度。铰削用于加工精密圆柱孔和锥孔，它生产率高、精度高，是普遍使用的孔精加工方法之一。

【锯削】切削加工方法的一种。以锯（锯条、圆锯片、锯带、薄片砂轮等）作为刀具来割断材料或割出沟槽的加工方法。工作时，既可将锯条安装在锯弓上进行手工锯切，也可将锯条、圆锯片等安装在锯床上锯切。锯条或圆锯片将作往复或旋转的切削运动。由

于加工精度低，多用于备料时切断各种型材。砂轮薄片则可切断难加工金属。

【研磨】研具与工件在一定压力下相对运动，利用涂敷在二者之间的研磨剂对工件被加工表面进行的精整加工。磨料常用刚玉和碳化硅，研具用比工件材质软的材料（如铸铁、青铜等）制成。研磨过程中，嵌入研具表面的部分磨料对工件表面进行复杂运动轨迹的擦削，均匀切除很薄的一层金属。研磨可手动，也可在研磨机上进行。平面、圆柱面、圆锥面和螺纹等都可通过研磨得到很高精度很低粗糙度的表面质量。相互配合的工件也可互为研具进行配研。

【珩磨】一种精整加工的方法。用油石的珩磨头相对工件同时作旋转和直线往复的综合运动，并伴作径向进给，适量加入润滑油，以磨去极薄的金属层，提高工件的精度和降低其表面粗糙度。珩磨既可加工出高精度和低粗糙度的孔，还可在一定条件下加工外圆、球面和齿面等。

【抛光】利用涂有抛光剂的高速旋转软轮对工件表面进行的修饰加工。不能提高工件的几何尺寸精度或几何形状精度，只能降低表面粗糙度，使表面光滑光泽。抛光轮通常用毛毡、皮革、布等材料制成。除此之外还有滚桶抛光（如将钢球放在加入了不同磨料和某些介质连续滚动的滚桶中进行的抛光）、液体抛光、电解抛光和化学抛光等。

【超精加工】利用装在往复振动缓慢进给磨头上的细粒油石对精磨

后的表面进行的精整加工。一般不改变工件尺寸。当加工圆形截面工件时,工件还要旋转。油石的粒度要细且对工件的压力要小。超精加工可加工各种精密零件(如曲轴、轧辊、轴承环等)的外圆、内圆、平面、沟道表面和球面等,加工后的表面可达到很低的粗糙度,个别的甚至呈镜面状。

【齿轮加工】对齿轮的齿形部分的加工。可分切削加工和无切屑加工两大类型。圆柱齿轮的齿形切削加工按加工原理又分为:(1)成形法(即仿形法),利用与被切齿轮齿间槽廓完全相同的成形刀具或成形砂轮逐齿加工出齿形的方法,可在铣床上用成形齿轮铣刀(或指形齿轮铣刀)由分度头将工件分齿逐齿铣出,适用于小批单件生产;也可在拉床上用成形齿轮拉刀拉出齿形或在成形法磨齿机上用成形砂轮磨出齿形,适用于大批生产;(2)展成法(又称包络法或范成法),利用齿轮刀具与被切齿轮的啮合运动而切出齿轮齿形的方法,可在滚齿机上用滚齿刀、插齿机上用插齿刀和磨齿机上用其表面为假想齿条齿面的砂轮加工出直齿或斜齿齿轮齿形,对不淬火的齿轮可采用剃齿方法提高精度,对硬度高的齿轮除磨齿外还可用珩齿方法提高精度。锥齿轮的齿形切削加工多采用展成法。即在刨齿机上用成对刨刀分别刨削被加工轮齿的两个侧面而形成齿形,同时可采用研齿和磨齿的方法提高锥齿齿面质量和齿形精度。齿形采用无屑加工的方法有冷轧、冷锻、冲裁、热轧、精密模锻和粉末冶金等方法,都适用于大量生产。

【螺纹加工】采用切削或滚压在工件上加工出外螺纹或内螺纹的方法。使用成形刀或磨具的切削加工方法主要有车、铣、攻丝、套丝、磨、研磨和旋风铣等。车削、铣削和磨削螺纹时,工件转一

转,车刀、铣刀或砂轮沿工件轴向准确均匀地移动一个螺距。用丝锥攻丝和板牙套丝时,工件与丝锥或板牙作相对旋转运动和相对轴向移动。除磨削方法适合加工精密丝杠、螺纹量规、蜗杆等精密螺纹工件外,上述其他切削加工方法只能加工出一般精度的螺纹。为提高已成形螺纹的精度,可用较软材料制成的螺母型或螺杆型的螺纹研具进行正反向旋转研磨。滚压加工是采用成形滚压模具使工件在冷态下产生塑性变形从而得到螺纹的方法。一般在搓丝机、滚丝机或自动机床上进行。搓丝是利用一静一动的两搓板作相对平行移动,其间的工件在搓板搓压下自由滚动,表面塑性变形而形成螺纹。滚丝是用滚轮滚压,使工件表面塑性变形而形成螺纹。按滚轮数目不同有单滚轮法、双滚轮法和三滚轮法;按进给方向有径向滚丝、切向滚丝和滚丝头滚丝(轴向进给)。滚压法加工螺纹的生产率高,材料利用率高,适用于大量生产。

【花键加工】在轴上或轮毂孔上加工出沿圆周均匀分布的纵向齿的方法。花键轴的基本加工方法有:(1)切削加工,在花键轴铣床或滚齿机上按展成法加工,精度与生产率都高,适合成批生产,也可在万能铣床上用成形铣刀和分度头逐齿铣削,精度低适合单件小批生产,还可在花键磨床上用成形砂轮磨削,适用于精度要求高或材质特别硬的花键轴加工;(2)冷塑性变形加工,在专用设备上采用高速高能的成形打轮的冷打花键法和在轧机上利用旋转的轧辊使工件坯料逐步变形的成形轧制花键法,生产率高,节省原材料,适于大量生产。花键孔的加工方法有在插齿机上用成形插刀逐齿插削法,生产率和精度都低,适于单件小批生产;或在拉床上用花键拉刀拉削法,生产率及精度都高,适于成批生产;还可在磨床上用成形砂轮对大直径、材质硬或精度要求高的花键孔

进行磨削加工。

【钳工】金属切削加工和一个工种。同时也指用手工进行切削加工、机械装配和修理的作业。如划线、锯、锉、凿、刮、研磨、铰、攻丝和装配等。钳工的作业，至今为止不少仍很难实现机械化，如划线、研磨、刮削等；有些是工艺要求很高，机械加工无法实现的，如高精密度量具、模具、样板表面的最后加工。钳工工种按专业划分，可分为普运钳工、装配钳工、机修钳工、管子钳工等。钳工对制造单件或小批量生产的零件仍是一种经济实用的方法。随着工业技术的发展，钳工的一些作业已日趋机械化。

【计算机辅助制造】借助电子计算机，部分代替人的体力和脑力，完成机械工业中的加工、管理、操作和控制等生产活动的过程。其中包括计算机数控或微处理机控制自动进行的对零件的加工；自动检测和对检测数据的处理；计算机对工艺方案、工艺文件和工艺装备图纸的辅助设计等。计算机辅助制造适用于复杂结构产品的小批量生产，它显著地提高了产品质量和经济效益。

【机械装配】按照设计要求，对机器、仪器等的零件、部件进行必要的配合和联接，使之成为部件或机械产品的过程。若干零件的配合和联接过程叫部件装配；若干零件和部件的配合和联接过程叫总装配。一般在装配完成后还需进行必要的调整，以达到机器、仪器的性能指标。对重要部件在其装配完成后应进行测试，产品总装配完成后，应进行检验和试验，以保证产品质量。对一些精密机械与仪器的装配车间或现场，往往要求恒温、恒湿和采取防尘措施以保证装配质量。对标准化程度很高，批量很大的产品，应

有专门的装配线，进行移动式装配；一般产品可进行固定式装配。装配时零件的配合方法一般有选配法、修配法、调整法和互换法等。按公差的要求还有过盈配合。连接的方式一般有可拆卸连接和不可拆卸连接。具体的有螺纹连接、铆接、焊接、熔接、浇注连接等。机械装配是产品生产的最后一道工序，是保证产品质量好坏的关键环节。

【机床】又叫工作母机或工具机。机器的一类。包括金属切削机床、木材切削机床、锻压机床和特种加工机床等。共同的特点是：其上必须安装有所需工具，如切削刀具、冲模等，经传动机构获得所需的运动以进行需要其完成的工作，如切削、锻压或特种加工。一般由动力部分、传动部分、支承部分和操纵部分等组成。机床中最重要的一种是金属切削机床，是一种用切削方法加工金属工件的机床，可以说大部分机械零件都是由它制造出来的。其种类繁多，有车床、钻床、刨床、铣床、磨床、拉床、镗床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、花键加工机床、特种加工机床、刻线机等。

【车床】金属切削机床的一种。通常是以车刀作为刀具，加工工件的旋转体表面，如外圆柱面、内圆柱面、端面以及内、外螺纹的机床。一般由主轴箱、进给箱、油板箱、刀架、尾架和床身等部件组成。车削时，工件作旋转运动、车刀作径向进给运动同时作轴向移动，将工件的切削余量切去，使之获得规定的形状、尺寸和精度。主要用来加工轴、盘、套类零件，换用其他刀具后还可在车床上进行钻孔、扩孔、绞孔、套丝、攻丝等各种工作。是使用最广的一类机床。常见的类型有普通车床、六角车床、立式车

床、自动车床、仿形车床、数控车床等。此外，还有加工木材、塑料等非金属材料的专用车床，如木工车床，其结构比较简单。

【铣床】铣刀旋转，工件纵向或横向直线进给，从而对工件进行切削的机床。类型有升降台铣床、工作台不升降铣床、龙门铣床、工具铣床、单柱或单臂铣床、专用铣床（铣凸轮、键槽、曲轴等）、仿形铣床、数控铣床等。主要加工平面、斜面、成形面、沟槽、轮齿、螺旋槽、花键轴槽等。

【刨床】利用刨刀与工件在水平方向上的相对直线往复运动，对工件进行切削加工的机床。分为牛头刨、龙门刨和单臂刨等类型。主要用来加工平面、各种沟槽和成形表面。当刨削窄长表面时，刨床才具有较高的效率。一般适用于中小批生产。

【磨床】利用砂轮、研磨工具和抛光工具对工件表面进行磨削加工的机床。大多数磨床以高速旋转砂轮为磨具并与工件作相对进给运动。类型有：外圆磨床、内圆磨床、无心磨床、导轨磨床、刀具磨床、平面磨床、工具磨床、珩磨及研磨机、砂带磨床和专门化磨床等。可加工高硬度材料的外圆面、内孔、平面和成形面（齿轮及螺纹）等。此外还可用于各种切削刀具的刃磨。

【钻床】使用钻头对工件进行钻削的机床。工作时钻头旋转并垂直进给，工件固定不动。类别有台式钻床、立式钻床、摇臂钻床、深孔钻床和中心钻床等。除钻孔外还可扩孔、铰孔、攻丝、铰孔及刮平面等。为满足孔间距的尺寸精度，可采用钻模等夹具来保证。机械工业中，钻床被大量使用。

【镗床】采用镗刀对工件上已有孔进行扩孔的机床。主切削运动为镗轴或平旋盘的旋转，进给运动有：镗轴的轴向进给、平旋盘刀具溜板的径向进给、主轴箱的垂直进给和工作台的横向及纵向进给。可分为卧式镗床、立式镗床、落地镗铣床、金钢镗床、座标镗床、深孔镗床和专用镗床等类型。除了镗孔外，在镗床上采用不同刀具和附件时还可进行钻、铣、切螺纹、加工外圆及端面等。为满足孔间距的尺寸精度，广泛采用镗模来保证。

【插床】使用垂直方向往复运动的插刀插削键槽类型垂直槽的机床。分为普通插床、键槽插床、龙门插床和移动式插床等。安装工件的工作台可纵向、横向或回转进给，因此可加工花键槽、方形孔、六方孔等。适用于单件小批量生产。

【拉床】金属切削机床的一种。是用拉刀作为刀具来加工工件上的通孔、键槽、花键孔等的内表面及各种成形面的机床。加工时，工件一般不动，而由拉刀作直线运动以拉削工件表面。有使用圆孔拉刀、键槽拉刀等内拉刀加工内表面的内拉床和使用平面拉刀、成形拉刀等外拉刀加工外表面的外拉床之分。一般采用液压传动，拉床生产效率高，能获得较高的加工精度和较低的表面粗糙度，适合于大批量机件的加工生产。

【齿轮加工机床】加工圆柱齿轮、斜齿轮和各种带齿零件齿形的机床。分为圆柱齿轮加工机床和圆锥齿轮加工机床两大类。圆柱齿轮加工机床中采用成形刀具（或磨具）分度加工齿形的有铣齿机和成形磨齿机，采用展成法加工齿形的机床有：（1）滚齿机，旋

转的滚刀与旋转的工件进行啮合运动将齿形切出的机床；(2) 插齿机，上下移动并旋转的插齿刀与旋转的工件进行啮合运动将齿形切出的机床；(3) 磨齿机，运动中的砂轮表面作为假想齿条的齿面与旋转工件进行啮合运动，在已淬硬工件上磨削出齿形的机床；(4) 剃齿机，用带槽形刃口的主动旋转剃刀轮带动被动工件旋转进行啮合运动而将工件上已有的齿形剃削为更高精度和更低粗糙度齿形的机床；(5) 珩齿机，用主动旋转的珩磨轮带动已淬硬的被加工齿轮旋转形成啮合运动而降低齿面粗糙度的机床；(6) 其他种类如研齿机、挤齿机、齿轮热轧机、齿轮冷轧机等。圆锥齿轮加工机床有：(1) 刨齿机，用成对刨齿刀按展成法粗、精加工直齿锥齿轮的机床；(2) 铣齿机，用铣刀盘按展成法粗、精加工弧齿锥齿轮的机床；(3) 其他种类如直齿锥齿轮拉齿机、弧齿锥齿轮铣齿机、弧齿锥齿轮磨齿机等。

【螺纹加工机床】专门加工螺纹的机床。分切削加工和滚压两种类型。采用切削加工方法的机床有：(1) 螺纹车床，提供车刀与工件形成螺纹的运动从而车削出螺纹的机床；(2) 螺纹铣床，提供旋转铣刀与工件形成螺纹的运动从而铣削出螺纹的机床；(3) 螺纹磨床，提供旋转砂轮与工件形成螺纹的运动从而磨削出高精度螺纹的机床；(4) 攻丝机，采用丝锥加工大批螺母的机床；(5) 套丝机，采用板牙加工大批螺钉的机床。采用滚压法加工的机床有：(1) 搓丝机，采用上下两块搓丝板往复运动从而在工件上搓压出螺纹的机床；(2) 滚丝机，采用滚压轮滚压出螺纹的机床。滚压法生产率高，适合大批大量生产。

【花键加工机床】专门加工花键轴、花键孔的机床。分切削加工和

无切削加工两种。切削加工方法的机床有：（1）花键轴铣床，工件安装在头架与尾架之间，铣刀轴位于其后并与主轴有严格的运动关系，用展成法铣削出花键，工件或铣头移动以实现轴向进给；（2）花键轴磨床，采用高速旋转的成形砂轮分齿逐齿磨出花键槽的卧式磨床；（3）花键孔磨床，原理如花键轴磨床，分卧式、立式两种型式。无切削加工法的机床主要为卧式或立式的花键轴冷打机。工作时工件分度旋转并轴向移动，对称的两个高速冷打头连续锤击工件使其塑性变形形成花键轮廓。生产率高，适合大量生产。

【刻线机】刻制精密分度刻线的机床。分长刻机与圆刻机两种，每种又分普通型和精密型。长刻机刻划直线方向上有精密距离要求的平行刻线。工件安装在可移动的工作台上，当专用刀架移至所需刻线长度位置时，刀具向下刻入工件并向后拉，刻出线纹，然后刀架抬起，重新回到原位，工作台分度移动，再刻下一条刻线。如此循环往复直至刻完全部刻线。工作台的分度由精密丝杠加校正机构来完成。长刻机可刻划线纹尺、光栅、卡尺、感应同步器等。圆刻机刻划在圆周上具有一定圆分度精度要求的刻线。刻划原理同长刻机，圆周分度由精密蜗轮蜗杆副控制。圆刻机可刻划各种度盘、圆光栅、圆感应同步器和码盘等。

【仿形机床】按样板的轮廓尺寸在工件表面上自动加工出相似轮廓的机床。其仿形装置有直接作用式（如机械仿形）和随动作用式（如液压仿形、电气仿形）两种。按机床类型分为仿形车床（加工各种成形旋转面的轴、套、盘、环类工件）、仿形铣床（加工复杂成形表面如样板、冲模、螺旋桨和叶片等工件）和专用仿形机床

等。

【组合机床】基本由通用部件再加上为加工对象的具体形状和工艺而设计的专用部件共同组装的专用机床。通用部件包括有：动力部件（如动力头、切削头、动力滑台等）、支承部件（如底座、支架、立柱等）、输送部件（如回转工作台、往复工作台等）、控制部件（如液压站、电气柜、控制台等）和辅助部件（如夹紧、冷却、润滑、排屑等装置）等。由于机床主要由通用部件组成，当更换工件时，只需对专用部件进行修改组装就可变成一台新的组合机床。按配置型式可分为单工位与多工位两种。加工时一般工件不旋转，刀具旋转和工件与刀具的相对运动实现进给。组合机床主要用于加工箱体类零件或特殊形状零件，它可钻孔、扩孔、铰孔、攻丝、镗孔、车端面 and 铣削等，适于大批大量生产。

【数字控制机床】按程序通过数字控制系统进行自动加工的机床。由数控装置、伺服机构和机床主体组成。工作时数控装置对预先编制的程序进行处理和运算，输出各种控制指令，控制机床上的伺服机构及各种执行机构完成预定的动作。控制方式有点位控制、直线控制、连续轨迹控制等。伺服机构按其反馈情况分为开环、半开环和闭环三种。机床的机械结构具有高刚度、高精度和高稳定性的特点，从而具备广泛的工艺适应性。数控机床品种繁多，有数控车床、铣床、镗床、钻床、磨床、齿轮加工机床、电火花加工机床和加工中心等。主要用来加工改型频繁、高精度和形状复杂的工件，适于在中小批量生产中使用。

【仪表机床】专门用来加工尺寸较小的仪器零件的机床。特点是精

度高、体积小、重量轻、结构简单。从动力源到执行机构之间传动件数目少，不少仪表机床属于台式，可安装在桌面上。类型有：仪表车床、仪表铣床、仪表磨床、仪表齿轮机床等。仪表机床在仪器仪表行业中大量被采用。

【自动加工中心】具有可存放不同类型刀具的刀库，并能自动换刀的数字控制加工机床。工作时机床数控装置按照预先编制的程序控制工件和刀具的运动，自动选择和更换刀具，依次对工件完成多工序、多工位的加工。按主轴布置方式可分为立式及卧式两种，刀库分链式和盘式两类。可进行车、铣、镗、铰、钻、攻丝等多种工序。由于加工时工序集中和自动换刀，节省时间经济效益高。一般用来加工形状复杂、精度要求高、批量小、产品更换频繁的零件。

【自动生产线】由工件传送系统和控制系统将完成某种或某几种产品加工任务所必需的生产设备（自动机床）联结起来，连续自动进行加工、检验、装配、运输等工序的生产系统。工人不直接参与操作而仅监控和调整。工件传输方式分刚性和柔性联结两种，柔性联结各工序间有调节平衡生产节拍的储料装置。按用途不同分切削加工、铸造、冲压、焊接、热处理、表面处理、装配和产品包装等类型。自动生产线可以提高生产率、降低成本和保证产品质量，适用于大批大量生产如汽车、轴承、电机等工业。

【柔性制造系统】由计算机控制、运输装卸设备联结的多台自动机床组成的可适应加工对象变换的自动化机械制造系统。由数字控制加工系统、物料储运系统和信息控制及监测系统三部分组成。加

工系统多采用加工中心和数控车床等高级精密设备；物流系统包括自动化仓库、自动小车、工业机器人和机械手等，用来储存和搬运毛坯、工件、刀具、夹具、工具、检具和切屑等；信息控制系统包括各设备的数控装置、群控计算机、控制计算机、管理计算机和用来保证加工质量的在线自动监视和检测装置。柔性加工系统能自动加工成组的多品种中小批量的复杂零件，具有高效率、高质量、高柔性的特点，在此系统基础上就可向无人化车间和全盘自动化工厂方向发展。

【工业机器人】具有人类上肢动作功能、感觉功能和记忆功能，在三维空间内能自律行动的自动化机械装置。它能按程序控制要求输送物件或握持工具进行工艺操作或机械加工。其组成如下图。

按驱动方式分为：液压传动机器人，气压传动机器人、电气驱动机器人；按臂部运动形式分为：直角坐标型机器人、圆柱坐标型机器人、极坐标型机器人、多关节式机器人；按适用范围分为：专用机器人、通用机器人、万能组合机器人；按控制性能分为：重复型机器人、智能型机器人、操作型机器人；按编程方式分为：可编程序机器人、示教再现式机器人、数字控制式机器人；按控制方式分为：点位控制式机器人、连续轨迹控制式机器人；按用途分为：焊接、冲压、热处理、喷漆、装配、潜水、等各种机器人。它能在单调、重覆、频繁的作业中或恶劣危险的环境中代替人的劳动。工业机器人运动自由度越多，越灵活，但结构也越复杂，大多有 4—5 个自由度。其发展趋势主要在两个方面：一是标准化，生产出标准件，如标准的手部、腕部、臂部、行走机构等，以便组合所需要的机器人。二是智能化，使机器人有感觉、知觉，具有检测功能，识别功能和判断功能，以及适应工作环境

的能力。

【机床附件】扩大机床工艺性能的附属装置。包括机床上下料装置、机械手、工业机器人等机床附加装置以及中心架、跟刀架、顶尖套筒、卡盘、吸盘、弹簧夹头、虎钳、回转工作台、分度头、钻、磨、攻丝夹具等。

【卡盘】利用活动卡爪径向位移把工件夹紧和定位的一种通用机床夹具。分三爪卡盘和四爪卡盘两种。三爪卡盘通过旋拧小锥齿轮上的方板手孔，带动背部刻有阿基米德螺旋槽并与三个卡爪啮合的大锥齿轮回转，使三卡爪同时径向位移，从而夹紧圆形工件。四爪卡盘每个卡爪可以单独径向移动，因此可夹持不对称形的工件。按驱动卡爪动力不同分为手动卡盘与动力卡盘（气动、液压和电动）两种。卡盘广泛用在车床、内外圆磨床以及铣床和钻床上。

【吸盘】利用电磁或真空等产生的吸力固定工件的一种机床附件或搬运物件的起重装卸装置。作为机床附件它起到卡盘的作用，但主要用于平面磨床，有时也在车床和铣床上使用。常用的吸盘有永磁式、电磁式、真空和静电吸盘等。作为起重装卸装置，也分电磁式和真空式两类。在起重装卸作业中，电磁式吸盘多用于搬运磁性物件，通电时吸盘产生磁力将磁性物体吸起，断电时释放以达到装卸、搬运的目的。真空吸盘则主要用于非磁性物件如玻璃、塑料等，靠真空吸力工作，要求被搬运装卸的物件有平滑的表面。金属板材也可用真空吸盘装卸和搬运。

【弹簧夹头】利用薄壁筒上夹爪的弹性变形来定位夹紧圆形工件的

夹具。工作原理为：头部带有外锥面的薄壁筒上开了三条或四条纵向长缝，形成了对称的三个或四个夹爪；当带有内锥孔的外套筒与薄壁筒向着内外锥面紧配方向相对轴向移动时，薄壁筒外锥面受向内压力，对称的夹爪就均匀地向内收缩，从而定心夹紧工件；当外锥面与内锥面轴向分离移动时，薄壁套筒的弹性就使夹爪均匀地向外张开恢复原状，从而放松工件。弹簧夹头大多用在自动车床上。

【回转工作台】一种可回转的夹具。主要结构是以精密主轴为中心回转的圆工作台，台面上有工件定位用的中心孔、夹紧工件用的T型槽和圆周分度用的 360° 等分刻线。按功能不同分为通用转台和精密转台两类。通用转台的圆工作台又分水平放置、垂直放置和任意倾斜角度放置三种。回转工作台是铣床、镗床、钻床和插床的重要附件，用来定位、夹紧、加工零件上带有分度要求的孔、槽、斜面、圆弧面和圆弧槽等。

【分度头】用顶尖和拨盘（或卡盘）夹持工件并能回转分度的一种机床附件。分通用分度头和光学分度头两大类。通用分度头上的顶尖或卡盘主轴可在空间倾斜任意角度。旋转装有定位销的手柄并将定位销插入钻有多圈等分孔的分度盘的定位孔内，则可实现对装卡在主轴上的工件进行圆周分度。光学分度头的圆周分度基准是玻璃度盘或圆光栅，因此精度高。分度头广泛用于铣床、平面磨床、花键磨床、齿轮加工机床和钻床上，也可供钳工划线使用。通用分度头中的万能分度头的交换齿轮还可与铣床工作台上的进给丝杠相连，因之可铣削出螺旋沟槽。

【刀具】又称切削工具。一般理解为金属切削工具。一种对工件进行切削改变其形状和尺寸使之达到预定要求的工具（包括磨具）。由工作部分和夹持部分组成。工作部分主要为切削刀刃，包括切除金属的刃口、排屑和容屑槽及切削液通道等，有些刀具工作部分还有起修光和导向作用的校准部分。但不论刀具多么复杂，都是由相互之间存在一定夹角的刀面组成，而各刀面的交线就形成了不同功能的刃口。夹持部分有柄状和孔状两种，是与机床联结和刃磨时的夹持基准面。刀刃的材料要求硬度高、强度高、耐高温及耐磨性好。

【车刀】车床上用来切削工件表面的刀具。仅有一个切削部，由前面、主后面、副后面包围而成。前面与另外两面的交线形成了主切削刃、副切削刃，两刃交点为刀尖。各刀面与切削刃在空间的位置通常都用它们各自与三个相互垂直的基准平面所夹的角度来描述，这些角度值对车刀的使用性能起很大作用。按功能车刀可分为外圆、台阶、端面、切槽、切断、弯头、螺纹、成形车刀等。按刀具材料分为高速钢、硬质合金、金刚石、陶瓷车刀等。按结构型式分为整体式、焊接式、机械加固式等。

【铣刀】铣床上用于切削的多刃旋转刀具。铣削时旋转的铣刀逐齿依次断续切去工件表层金属。按用途分为：（1）圆柱形平面铣刀，刀齿在圆柱面上，铣平面用；（2）端铣刀（面铣刀），端面及圆周有刀齿，加工平面用；（3）立铣刀，棍形，端面及圆周有刀齿，加工沟槽及台阶面；（4）三面刃铣刀，圆周及两端面均有刀齿，加工沟槽及台阶面；（5）角度铣刀，用于铣削角度沟槽；（6）锯片铣刀，用于铣削深槽及切断用。

【铰刀】切除微薄金属对已加工孔进行修光的多刃旋转刀具。按结构由工作部分、颈部和尾部组成。工作部分又分切削、修光和倒锥三部分，切削部分为锥形起切削作用，修光部分的切削刃上留有很窄的棱边起修光孔及导向作用，倒锥起减少刀具与孔壁的摩擦作用。按使用方法分手铰刀和机铰刀两种；按被铰孔形状分为圆柱铰刀、圆锥铰刀和阶梯铰刀；按齿槽形状分直槽铰刀和螺旋槽铰刀两种。

【拉刀】拉床上用于拉削的成型专用刀具。主要由夹持部分、切削部分和校准部分组成。切削部分刀齿的尺寸及形状从切入端逐渐递增和变化，用以切除全部加工余量；校准部分的刀齿尺寸都相同起修光和校准作用。工作时刀具直线移动，工件固定不动，一次拉削结束即可得到所要求的尺寸和形状。按加工表面不同拉刀可分为内拉刀（加工圆孔、花键孔、键槽等内表面）和外拉刀（加工平面和成形面等外表面）两种。按刀具结构可分为高速钢整体式和硬质合金组合式两种。

【刨刀】刨床上用于刨削且仅有一个切削部分的刀具。结构特点基本相同于车刀，但是断续加工受冲击载荷。为提高抗冲击能力，刀杆做成弯头形状，刀杆断面尺寸比车刀的大。刨刀可用来加工平面、直槽、成形面和切断等。

【钻头】在实体材料上加工出孔的刀具。使用最多的是麻花钻，由工作部分（包括切削部分和导向部分）、颈部和柄部等构成。工作部分有两条对称的供排屑和通切削液用的螺旋槽，其在钻头前端经刃磨形成顶角为 118° 起切削作用的两切削刃；导向部分为具有

两窄棱边直径逐渐减小的倒锥，起导向和修光孔壁作用。除麻花钻外，钻头还包括扁钻、中心钻、深孔钻和套料钻，有时也把扩孔用的扩孔钻和加工沉头孔用的铰钻归于钻头类别之内。

【砂轮】磨床上磨削工件的工具。用磨粒加粘结剂经烧结而成。一般为圆盘形或圆锥形。磨料有普通磨料（刚玉和碳化硅等）和超硬磨料（金刚石和立方氮化硼）两种。粘结剂有陶瓷粘合剂、树脂粘合剂、橡胶粘合剂、金属粘合剂等种类。工作时砂轮高速旋转，其上磨料将工件表面薄层切除成为细微的切屑。砂轮的主要参数为磨料、粒度、硬度、粘结剂、形状、外形尺寸等。

【镗刀】具有一个或两个切削部对已有孔进行镗削的刀具。单刃镗刀的结构类似于车刀，但刚度差。其中一种微调镗刀的镗刀头位置可细微调整，从而能得到精确的镗削尺寸。双刃镗刀有两个相对成 180° 同时切削的刀刃，可使径向切削力平衡。其中一种刀片浮动安装的浮动镗刀，能自动定心，镗削尺寸精度高，粗糙度低，但不能校正镗削前预制孔的轴线不直度。镗刀一般在镗床、车床、铣床上使用，既可粗加工又可精加工，适合较小批量的生产。

【齿轮加工刀具】加工齿轮齿形的刀具。按加工原理可分为成形齿轮刀具和展成齿轮刀具。成形齿轮刀具的齿形与被切齿轮端面上的槽形相同，加工时工件分齿分度逐齿被切出。此类刀具有盘形齿轮铣刀、指形齿轮铣刀和齿轮拉刀等类型。展成法齿轮刀具与被切齿轮进行啮合运动从而切出齿轮齿形。种类有齿轮滚刀、插齿刀、剃齿刀等。展成法齿轮刀具是生产中应用最普遍的齿轮加工刀具。

【螺纹加工刀具】利用切削方法加工螺纹的刀具。类型有车削螺纹的单齿成形螺纹车刀、多齿的螺纹梳刀、高速旋转用铣削加工螺纹的螺纹铣刀、丝锥和板牙等。丝锥为主要参数同于被加工螺孔的内螺纹切削加工工具，其工作部分由起切削作用的切削部和起校准螺纹尺寸和形状的校准部构成。板牙相当于很高硬度的螺母，用来加工外螺纹。丝锥、板牙适用于单件、小批生产及修配作业中。

【钳工工具】在钳工作业中使用的工具。其中划线用的有：平台、划针和划针盘、量高尺、高度游标尺、圆规、方箱、单脚卡、样冲、V型块、直角铁、千斤顶、斜楔垫铁等；凿削用的扁凿、窄凿、油槽凿等；锯割用的手锯；锉削用的平锉、方锉、尖头扁锉、三角锉、半圆锉、圆锉等；攻丝与套丝用的活络铰手、固定铰手；刮削用的平面和曲面刮刀、研点平板、校准直尺和角度直尺；研磨用的研磨环、研磨棒；其它还有活搬手、单头板手、双头板手、内六角搬手、台虎钳、手虎钳、C型夹头、钳工锤、手摇钻、手电钻、手工剪、各种螺丝刀、各种手工钳子以及钢板尺、塞尺等。

【铸造】又称翻砂。机械成形工艺之一，是将满足一定条件（比如温度、成分）的熔融金属浇注、压射或吸入铸型型腔中，冷凝后成为具有一定形状、尺寸和性能的铸件的生产工艺。它几乎能生产各种成分、形状、重量和数量的铸件，因而生产适应性广，各种加件机械、型材能一次成形，生产成本低廉，在机械制造业中，广泛采用。分砂型铸造和特种铸造两类。二者的主要区别在铸型准备工艺不同，特别是制做铸型口的材料上差别很大。砂型铸造，

铸型材料为型砂、芯砂和净料等；特种铸造的铸型材料分两类，一类是以天然石英砂为主，按造型方法之不同，可分为壳型铸造、熔模铸造等，一类是以金属为主，按造型方法之不同，又分为金属型铸造、离心铸造等。

【铸型】铸造时接收液态金属并使其在内冷凝变为固态铸件的容器。空腔轮廓相当于所铸铸件的外形，铸件空心部分由型芯形成。为使液态金属流入铸型，设有浇口通道；为补充金属冷凝收缩，设有冒口空腔。铸型型腔表面涂有特别配制的耐火涂料，以提高耐火能力和铸件表面光洁度。按制造材料不同分为砂型、金属型、泥型、石墨型等。普通砂型铸造为承受金属液注入时的冲击压力，多采用金属砂箱套在铸型外面，为了便于起模，通常把铸型做成两个“半型”，合拢紧固后便形成一完整的铸型。

【砂型铸造】将金属熔化浇入用型砂制成的铸型内，靠重力填充铸型型腔，冷凝后得到铸件的工艺过程。分三类：（1）用混合好且含有一定水分的型砂造型的粘土湿砂型铸造；（2）用混合好的湿沙造型再经烘炉烘干的粘土干砂型铸造；（3）采用化学硬化砂使铸型硬化的化学硬化砂型铸造。砂型铸造造价便宜，适合各种类型的铸件生产。

【壳型铸造】采用薄壳铸型进行铸件生产的一种精密铸造方法。具体制造工艺是：在加热的金属模板上撒一层由石英砂和树脂混合的型砂，其遇热硬化后形成一层薄壳，再经烘烤使其坚硬并从金属膜上取下，用两块或多块这样的薄壳机械卡紧或粘结后就制成了壳型的整体铸型，将熔融金属浇入即形成铸件。壳型铸造铸件

尺寸精确、表面光洁，但成本较高，适于中小型铸件的大批大量生产。

【熔模铸造】用造型材料将易熔物制成的模型包覆，经硬化后，加热把易熔模型材料熔出，最终形成铸型，从而生产铸件的方法。熔模材料一般为石蜡或硬脂酸，制壳材料一般为石英粉和硅酸乙脂或水玻璃。熔模铸造的铸件尺寸精度高、表面光洁，适于生产形状复杂、硬度高、难于加工的诸如叶片类型的小型零件，但成本较高。

【金属型铸造】将熔融金属注入由金属制成的铸型，从而获得铸件的工艺过程。铸型材料通常为铸铁或铸钢。浇注前金属型要预热，型腔要涂耐火涂料，液体金属靠重力充满铸型。使用次数在不同条件下可由几百次达几万次。金属型铸造的铸件组织致密、机械性能高、尺寸精确、表面光洁，但成本较高，适合大量生产中使用。

【离心铸造】熔融金属被注入旋转铸型中，在离心力作用下紧附在铸型壁上，凝固后成为铸件的生产工艺过程。铸型可为金属型也可是砂型，其旋转轴可呈水平（卧式）、竖直（立式）或倾斜状（倾斜式）。离心铸造的铸件组织紧密、机械性能好、外表面无缩孔、气孔、夹渣等缺陷。由于不需设置冒口，故节省金属材料。离心铸造适合生产筒状类零件，在不同批量生产中都可采用。

【冲天炉】一种立式圆筒状熔炼铸铁的炉子。结构由上到下为：敞开炉顶和侧面加料口、废气排放口、预热带、熔化带和风箱、风

口、炉缸、出铁口、开启式炉底。熔铁时先在炉底加一定厚度的铸造焦炭（底焦），然后分层装入石灰石（熔剂）、焦炭（燃料）、铁料（生铁、废铁、废钢）直排至上部加料口，底焦与经风口鼓入的空气燃烧后，将整炉炉料加热，离底焦顶最近的一层铁料开始熔化并下滴至炉缸内，随着底焦的燃烧和铁料的熔化，料层逐渐下降，在进料口就要不断分层填加炉料进行补充以使整个熔化连续进行，石灰石高温分解后与各种杂质结合成浮在铁水上的炉渣，由出渣口排出，熔化的铁水由出铁口流出。为了积蓄铁水，有的还在冲天炉炉口外设置了前炉。冲天炉广泛应用于铸铁件的生产中。

【混砂机】混制型砂和芯砂的机械设备。使用时将新砂、旧砂、粘结剂、辅料等按一定比例放入其内进行搅拌，以获得一定性能的类型砂和芯砂。最常见的是辗轮式混砂机，当在带着围板的圆底盘上的两个辗轮和两块刮板绕底盘中心旋转时（每个辗轮同时还绕自身轴线旋转），对砂子等各种材料不断进行辗压、刮动和搓研，从而将各种材料混合均匀。其它种类的混砂机还有叶片式混砂机和逆流式混砂机等。

【造型机】制造铸型的机械设备。它是一种能全部或部分完成填砂、坚实、起模、合箱等主要工序的制造砂型的机器。按型砂坚实方式、起模方式和动力来源不同，可分为多种类型。比如由坚实方式的不同，就有压实型造型机、紧实式造型机、震压式造型机、射压式造型机等之分。

【造芯机】用于制造型芯的机械设备。其中适用于大批量铸件生产，

在汽车、拖拉机制造业得到广泛应用的是热芯盒射芯机。是利用压缩空气将芯砂以高速度射入芯盒，靠芯砂的动能和造成的压力差作用，使芯砂在芯盒内紧实，并迅速硬化制得砂芯的造芯机。按工位划分为单工位、两工位及多工位射芯机；按分盒方式分为垂直分盒、水平分盒及多开盒射芯机。主要由砂头、射砂筒等组成。除此之外，还有靠震击作用紧实芯砂的震击式造芯机和将芯砂挤实的挤芯机。

【锻压】利用锻压机械施加的外力使金属坯料产生塑性变形从而获得所需形状和尺寸的制品的成形加工方法。按成形方式分为锻造和冲压两类。在锻造过程中，被加工件的材料有很大塑性变形，即很大的塑性流动。在冲压过程中，被加工件材料没有较大距离的塑性流动，而是各部位面积的空间位置发生变化。随着生产技术的发展，主要生产板料、管材、带材、线材、型材的轧制和拔制方法也扩充到锻压加工范围中来。

【塑性变形】材料受到外力作用产生变形，外力去除后不能恢复的那部分变形。其机理为：在外力作用下，材料晶体中的原子产生相对位移且达到新的平衡位置状态。影响塑性变形的因素有：材料的化学成分、内部组织结构、变形温度和速度、变形方式、应力状态等。塑性变形会引起金属组织和性能的变化。锻压加工工艺就是根据金属能进行塑性变形的原理得到所需工件的。

【锻造】一种机械加工工艺。利用金属材料的塑性变形，使坯料在工具的冲击力或静压力作用下，成形为具有一定形状、尺寸、性能与组织符合一定技术要求的锻件的加工工艺或压力加工方法。

它能改善金属材料的组织结构，提高机械性能，适合于制造大载荷的机械零件。按机件成形方法的不同，可分为手工锻造、胎模锻造、自由锻造、模型锻造特种锻造等；按锻造温度的不同，又可分为热锻、温锻和冷锻三种。

【自由锻】锻造方法之一。是用铁钻、手锤或自由锻造设备对坯料进行锤锻的成形方法。其基本工序有：镦粗、拔长、冲孔、弯曲、切断、错移和扭转等。由所用设备不同，可分为手工自由锻；锤上自由锻，如空气锤、蒸汽锤等；水压机自由锻。其特点是工具简单、灵活性大、通用性强、生产周期短。但也存在加工余量大、锻件精度低、生产效率低、劳动强度大等缺点，所以以它只适用于单件小批量生产。

【模锻】又叫模型锻造。锻造方法之一。在锤的打击或压力机的作用下，使金属在具一定形状和尺寸的金属模（锻模）型腔内产生塑性变形从而充满型腔形成锻件的方法。其特点是加工余量小、节约金属材料、锻件精度高，可减轻劳动强度、提高生产效率、且易于实现机械化和自动化。按进行模锻设备的不同，可分为锤上模锻、模锻压力机上模锻、摩擦压力机上模锻、平锻机上模锻等。其中锤上模锻的锻模由上下两部分组成。上下模做有制坯模膛（粗锻型腔）和模锻模膛（预锻和终锻型腔）。模锻往往使用工具，只适宜于大批量生产。

【冷镦】在带模具的冷镦机上常温条件将金属棒料顶部镦粗的加工方法。主要用来制造螺栓、螺帽、螺钉、铆钉、钢球等标准件，也可制造短阶梯轴和齿轮轴等零件。生产率高，材料利用率高，便

于实现机械化和自动化，适合大批大量生产。

【挤压】金属成形工艺之一。把坯料放于凹模内，用凸模对其加力压缩，迫使金属从凹模孔或凹、凸模间的缝隙中挤出，以获得各种截面的实心或空心工件的金属压力成形方法。挤压时，坯料受三向压缩应力作用，有利于低塑性金属成形。它比模锻更节省金属材料、成形工件精度更高、生产效率也很高。适用于大批量工件的生产。按坯料温度的不同，可分为冷挤压、温挤压和热挤压。按金属材料塑性流动方向，可分为正挤压和反挤压等。挤压必须借助于安装于压力机上的模具来进行。

【成形轧制】简称轧制。金属压力成形工艺之一。在轧机上，使金属材料经旋转的轧辊，在其压力作用下，产生连续的塑性形变，从而获得新要求的形状、尺寸且同时改变性能的一种压力成形方法。通常轧制温度在材料再结晶温度以上时叫热轧；在再结晶温度以下时叫冷轧。按轧辊方向的差异，可分为纵轧、横轧和斜轧。材料在两个平行排列而反向旋转的轧辊间变形叫纵轧，用于轧制板材、型材等；材料（轧件）在两个平行排列而同向旋转的轧辊间变形叫横轧，用于轧制圆形截面的产品；材料在两个轴线相互垂直而同向旋转的轧辊间成形叫斜轧，工件作螺旋运动，可轧制成管材和钢球等。成形轧制生产率高。产品质量好。适合成批生产。

【辊锻】模锻的一种。在辊锻机的上下轧辊上安装一对或数对具有型槽的辊锻模，将冷态或热态的金属毛坯依次送入辊锻模内进行辗压，使产生塑性形变，从而获得所需锻件或锻坯的成形方法。在成批生产中，它既可作为模锻前的制坯工序，也可直接辗成工件。

生产率高，且便于实现自动化，常用于生产直长轴线的工件，如各类扳手、麻花钻、连杆、叶片等。

【冲压】金属板材的压力成形工艺。在压力机或水压机（厚板）上，借助模具对板料施加外力，迫使其按模具形状、尺寸发生分离（如剪切、薄料、冲孔、修整等）或塑形形变（如成型、弯曲、拉伸等）以获得要求的尺寸、形状工件的加工方法。根据加工材料的温度不同，可分为冷冲压（室温下进行）和热冲压。它具有省工、省料、生产率高、应用范围广等优点。且易实现机械化和自动化。在仪器仪表、电机、锅炉、汽车、轻工等各种工业部门，广泛使用冲压工艺生产所需的各式各样的机械零件的产品。

【冲裁】又叫落料。冲压成形工艺的一种。凡分离工序都可称冲裁。借助于压力机的压力，使处于凸凹模间的材料分离出来，从而得到所需形状、尺寸工件的压力成形方法。它既是一种冲压成形工艺，可以直接生产出各种成品零件，如仪表齿轮、仪表面板、变压器用硅钢片、垫圈、按插件等。又是冲压成形工艺的一个重要工序，它可以为后续变形工序准备毛坯。

【弯曲】将板料、型材或管材弯曲成具有一定曲率和角度的工件的成形冲压方法。弯曲过程中，材料横断面中间部位（中性层）长度不变，两侧一边受拉，一边受压，当弯曲外力去除后，工件会向弯曲反方向少量回弹。按工艺特点分为压弯、滚弯和拉弯三种：

- （1）压弯，在冲床上使用模具对纵向长度不大的工件进行弯曲；
- （2）滚弯，在多轴冷弯机型辊中对纵向长度不限的工件进行逐步弯曲成型；
- （3）拉弯，在专用拉弯机上对横向小尺寸工件进行弯

曲，此种工艺回弹量最小。弯曲是锻压的主要工序之一，广泛用于锅炉、船体、仪器仪表等部门的零件制造。

【拉伸】又叫拉延或引伸。一种迫使板料的一部分径向受拉而伸长，切向受压而缩短，从而变成开口空心制件或将空心制件进一步产加深度、减小径向尺寸的冲压加工工艺。在拉深变形中，板料厚度拉伸前后基本不变的叫不变薄拉延；有新变化的叫变薄拉延。拉深可用来制造圆柱、圆锥、球体等空心制件。所用工艺设备为普通冲床、双动冲床、液压机等。

【胀形】又叫凸肚。在平面拉应力作用下，将空心件的局部作径向扩张，增大其直径，形成局部变薄外凸成为某种曲面的加工方法。胀形程度受材料塑性和塑性变形能力的限制，不能太大。其变形程度以胀形后最大直径 $d_{\max}$ 与原空心件（毛坯）直径 d_0 之比，即胀形系数： $K_2 = d_{\max}/d_0$ 表示。胀形方法也可用来使平板的局部突起，可用它加工皮带轮、波纹管等零件。

【锻压机械】适合于各种锻压方法的一切机械设备的统称。它们共同的特点是对金属材料施加冲击与压力从而使之成形。锻压加工与生产依靠锻压机械实现机械化与自动化。常用的锻压机械有适合于自由锻和胎模锻的自由锻锤及 1250—12000 吨自由锻水压机；有适于模锻的有砧座模锻锤、无砧座模锻锤、热模锻压力机、平锻机、螺旋压力机、高速锤、模锻水压机等；有适合于挤压的冷挤压力机、机械压力机、螺旋压力机、液压机等；有适合于墩锻的多工位冷墩机、多工位热墩机、电热墩机等；有适合于轧锻辗压的轧机、辊锻机、扩孔机、齿轮轧机、摆动机等。按机械的

作用可分为两大类：成形设备和辅助设备。前者主要有液压机、水压机、锻锤、机械压力机、螺旋压力机等；后者有开卷机、矫正机、剪切机、锻造操作机等。

【锻锤】常用的一种锻压设备。由锤头与砧铁等部件组成。工作时，动力机通过传动机构使锤头高举，之后自由下落或强迫下落，把势能和作用能转变为动能，打击金属坯料，使之产生塑性变形从而成形为具有一定形状、尺寸的工件。其规格以锤头重量或打击能量大小来表示。按用途可分为：自由锻锤、模锻锤、板料冲压锤等；按驱动机构的特征可分为：空气锤、蒸汽—空气锤、液压锤、螺旋锤和落锤等。其结构简单、操作灵活、易于控制，因而应用比较广泛。

【机械压力机】利用曲柄滑块机构将电动机的旋转运动转换为滑块的直线运动从而对金属坯料进行成形加工的锻压设备。其主要规格以公称工作力（千牛）表示。据机身结构分为机身呈C状，前、左、右敞开的开式压力机（又称冲床）和机身呈封闭框架形的闭式压力机。按应用特点不同分为双动拉伸压力机、多工位自动压力机、回转头压力机、热模锻压力机、冷挤压机。机械压力机广泛用于冲压、挤压、模锻和粉末冶金等工艺中。

【液压机】用液体做为工作介质传递能量的锻压机械。其工作原理为帕斯卡定律（加在密封容器内液体上的压强，能够大小不变地由液体向各个方向传播）。结构上由主机、操纵系统和液压装置三大部分组成。从高压泵打出的高压液体通过操纵系统进入液压缸，使缸内柱塞（或活塞）上升或下降，带动滑块（或锤头）上的模

具（或其他工具）进行锻造和冲压等工作。工作压力从几吨到几万吨。工作介质有油和水两种，由此分为油压机和水压机两类；按液体驱动型式分为泵直接驱动和带有蓄能器的泵——蓄能器驱动两种；按作用力方向不同分为立式与卧式。液压机行程大，压力大，可保压，工作平稳，因而用途广泛。

【水压机】用水基乳化液做为工作介质的液压机。有四种类型：（1）自由锻水压机，用于单件、小批生产中，使用简单工具在上下锻砧之间进行自由锻造，工作压力吨位大，中国在 20 世纪 60 年代初制成了 2 台万吨自由锻水压机；（2）模锻水压机，用来锻造飞机、航天器等的大型合金模锻件，中国在 1971 年建造了 3 万吨压力的大型模锻水压机；（3）冲压水压机，用于锅炉和容器制造业中的各种冲压工序，工作压力较小（一般在 5 千吨以下）；（4）挤压水压机，多为卧式结构，用于型材和其他零件的挤压，工作压力为 5 千吨至 2 万吨。

【焊接】通过加热或加压，或两者并用，使两个分离的固体材料之间产生原子或分子间的接合而成为一体的工艺方法。金属材料、非金属材料以及金属材料与非金属材料之间都可用焊接法联接。其方法主要分为三类。（1）熔焊，使工件连结处熔化，相互融合、凝固的焊接方法，其中又包括气焊、手工电弧焊、埋弧焊、气体保护电弧焊、电渣焊、铝热焊、电子束焊、等离子弧焊、激光焊等；（2）压焊，对工件连结处施加压力的焊接方法，其中又包括电阻焊、高频焊、爆炸焊、扩散焊、摩擦焊、冷压焊、超声波焊、旋转电弧焊等；（3）钎焊，利用熔点比工件低的钎料渗入填满工件连结处间隙而达到连结的焊接方法。焊接比铆接、螺纹连结方法

更节省金属材料，生产率高，并有良好的水密性和气密性，广泛应用于船舶、锅炉、车辆、飞机、航天器、起重机、建筑构件、机器零件等制造业中。

【焊接材料】焊接时所消耗的材料，如焊条、焊丝、焊剂、焊接用气体、钎料、钎剂等。主要起填充金属、产生电弧、稳定电弧保护熔池、形成焊缝、改善焊缝质量等作用。(1) 焊条，电弧焊中表层为药皮，中心为金属芯的条状焊接材料，金属芯用来导电，产生电弧并本身熔化形成填充金属，药皮用来稳定电弧、放出气体保护熔池并向焊缝渗入合金元素以提高焊缝质量；(2) 焊丝，被热源所熔化作为填充材料的金属或非金属丝；(3) 焊剂，埋弧焊或电渣焊中使用的一种颗粒状物质，加热后放出气体，保护熔池和渗入合金元素，以提高焊缝机械性能；(4) 焊接用气体，气体保护焊中使用的氩等惰性气体和二氧化碳气；(5) 钎料，焊接时所用的填充金属片，可为单一金属也可为合金；(6) 钎剂，钎焊时所用的粉状、糊状或液态物质，以去除焊接处表面的氧化物及保护钎焊处免于氧化。

【焊接设备】焊接过程中使用的焊机、工艺装备以及辅助器具的总称。(1) 焊机，包括能源设备、机头及控制系统三大部分，能源设备中，气焊使用乙炔发生器等气源；电弧焊采用电焊机（包括弧焊变压器和弧焊整流器）；电阻焊利用电阻焊变压器；高频焊用高频发生器；摩擦焊使用电动机；电子束焊应用高压变压器和高压整流器等。焊机机头的作用是一边前进将能源转变为焊接热，一边输送焊接材料实现连续焊接：手工电弧焊采用夹持焊条的电焊钳，焊接时人手自动跟进并人工更换焊条；自动焊机配有自动送

进焊丝机构和机头行走机构（小车式和悬挂式两种）；电阻焊的机头由电极、加压机构、工件传动机构和一些装夹具组成。焊接控制系统用来控制焊接工作程序和规范参数；（2）焊接工艺装备包括焊接夹具、焊接工作台、各种控制工件方位的台架和焊工升降台等，用来完成焊接过程的辅助动作；（3）焊接辅助器具包括防护眼镜、面罩、工作服、手套及护脚等。

【焊接方法】各种焊接办法的通称。主要分为熔焊、压焊、钎焊三大类。参见“焊接”。

【气焊】利用气体燃烧火焰加热所进行的熔化焊接方法。常用的可燃气体是乙炔，还有氢气、煤气、天然气等。它们与氧气在焊炬中按一定比例混合，由喷嘴喷出燃烧，形成气体火焰。不同比例的混合气体适用于不同的金属或合金的焊接。气焊火焰温度较低，热量分散、金属变形大、生产率较低，但其设备简单、成本低、操作灵活，所以主要用在小批生产中焊接薄板和低熔点金属以及修补焊接等。

【手工电弧焊】用手工操作的电弧焊接法。焊工手拿夹持焊条并接电源一极的手把，另一极为工件，电弧引燃于二者之间。工件被电弧加热熔化并和熔化的焊条芯一起形成焊缝，焊条药皮起稳定电弧、保护熔池和渗入某些合金元素的作用。采用不同焊条，手工电弧焊可焊接各种碳钢、合金钢、铸铁、铜及其合金、铝及其合金。由于电弧焊设备简单、使用灵活，所以多应用于小批生产，尤其可进入各种狭窄部位进行操作，但对焊工技术水平要求高，生产效率低。

【钎焊】用比母材熔点低的液态金属（钎料）填充在加了热的被焊工件窄小间隙中，其与母体相互扩散而达到连结的方法。焊接时要使用钎剂以清除氧化膜和改善润湿性。钎料熔点低于 450°C 的叫软钎焊：钎料主要是锡铅合金，钎剂在电子工业中为无腐蚀的松香酒精溶液；在焊铁、铜时为氯化物和凡士林混合物；在焊铝时为氟化物和氟硼酸盐等，后二者均有腐蚀作用，焊后需清洗。钎料熔点高于 450°C 的叫硬钎焊：钎料主要以铝、银、铜、锰、镍为基，钎剂通常由碱金属和重金属的氯化物及氟化物等组成，焊接后需清洗。按照加热方法不同，钎焊分为炉钎焊、气体火焰钎焊、烙铁钎焊、接触钎焊、高频钎焊和超声波钎焊等。钎焊接头光滑平整、变形小、生产率高，多用于精密、复杂工件和异性材料的永久连结。

【电子束焊】采用高速电子束轰击工件的熔化焊方法。原理为由电子枪阴极发射的电子被高压静电场加速，经电磁透镜聚焦为一高功率密度电子束，受偏转线圈控制，对准并打在待焊接处，电子束动能立刻变为热能，产生高温，使材料熔化，从而进行焊接。分为高真空、低真空和非真空电子束焊接三种。电子束焊可焊接所有金属材料，其优点为一次可焊透很厚工件、受热区小、变形小、速度快、控制灵活，但其设备复杂、成本高。主要用于航空、汽车、航天、核能等工业中，在电工、电子器件、化工等行业中也有应用。

【铝热焊】熔焊法的一种。是以铝热化学反应产生的能量作为能源的熔焊法。焊接时，将两个待焊工件的端部放入铸型（常用砂

型)内,保持一定间隙,并加以预热。然后将铝热剂(铝粉与氧化铁粉混合物)放入钳锅中加热,即发生强烈的氧化还原反应,称为铝热反应。反应生成的过热铁水又叫铝热钢,将其注入铸型后,便能使两工件端部溶化而焊合。铝热焊过程简单,不需要复杂设备,在铝热剂中加入适量添加剂和合金,可以改变焊接处的化学成分,并可调整溶液温度。主要用于钢轨、钢筋及其他大截面工件的焊接。近年来,发展了无预热或短时预热的铝热焊新工艺。

【高频焊】压焊法的一种。当金属导体内部磁通量发生变化时,在导体内部将产生环状感应电流叫涡电流。磁通量随时间变化率越大,电流强度越大,电流产生的热效应亦大。把高频电流引入待焊金属工件附近时,待焊工件表面将感应强大的涡电流(集肤效应),产生的焦耳热将把金属熔化,这时外界对待焊金属施压,将氧化层和熔化层挤出使高温塑性状金属接触产生塑性形变而实现焊接。这种方法就叫高频焊。它使金属熔化的原理与高频炉相似。高频电流频率越高,能量越大,金属越易熔化,焊接就越容易。用高频感应线圈加热的叫高频感应焊,其他还有高频接触焊。高频焊具有节省能源和工件变形小的优点。

【电阻焊】又称接触焊。利用电流通过金属接触面及邻近区产生电阻热进行焊接的方法。由于凹凸不平,金属接触时实际只是许多点接触,因而有很大的接触电阻,同时接触点邻近区的金属还有内电阻,故电流通过时便会产生巨大的热量,迅速将金属加热至塑性或熔化状,当加上一定压力就形成了永久连结。据接头不同分为点焊、凸焊、缝焊(滚焊)和对焊等。电阻焊生产率高、容易实现机械化自动化,但焊机结构复杂且耗能大(低电压、大电

流), 适合于大批量生产。

【摩擦焊】两工件焊接面相互压紧并相对运动, 由摩擦迅速产生高热使焊接面达到塑性状态(摩擦生热阶段), 继而施加压力将两工件焊在一起(顶锻焊接阶段)的热压焊方法。分为连续驱动摩擦焊和惯性摩擦焊两种。前者的特点是电机为动力, 两工件相对旋转接触加压后, 转速维持不变直至摩擦生热塑性变形后才停止旋转。后者的特点是飞轮为动力, 两工件相对旋转接触加压后, 转速随着摩擦加热而下降至停止。摩擦焊焊接的金属范围广、焊缝质量好、易于控制, 因此广泛用于汽车、拖拉机和石油工业部门中的杆件连结。

【冷压焊】常温下对金属连结处施加压力造成强烈塑性变形挤出接头间氧化膜等杂质导致原子或分子结合的一种固态焊接方法。分搭接点焊和对接焊两种。冷压焊特点是工件不用加热、焊接性能好、设备简单、易于操作, 但需施加较大压力, 在大截面工件焊接时, 设备庞大。一般用在塑性金属如铝、铜、银、镍、镉等的焊接中。

【堆焊】用熔化焊(电弧焊、气焊、电渣焊、等离子焊等)的方法在金属件表面焊上一层金属的工艺过程。堆焊层都是耐磨、耐腐蚀或其他特殊性能的金属层, 如是各种钢、合金铸铁、镍基合金、钴基合金、铜合金以及碳化钨等与适当基体材料组成的复合材料。堆焊层可以改善工件的工作性能、提高使用寿命、恢复零件上被磨损的尺寸, 因此对改善产品设计、节约贵重金属、降低生产成本、修旧利废起很大作用, 广泛应用于钢制件上熔敷各种金属或合金,

如柴油机气阀门上堆焊耐热耐磨合金层，锻模或冲模易磨损面上堆焊一层耐磨金属，钻探机钻头上堆焊硬质合金等。

【水下焊】在水下施焊的方法。具体的有水下手工电弧焊、水下气体保护焊、水下等离子弧焊等。按施焊条件的不同，分为三类：湿式水下焊是不采取任何防水措施，直接在水下施焊，广泛采用的是一种用防潮焊条的手工电弧焊法；干式水下焊是采用密封的工作室（压力仓）将水排出后，在干燥的条件下施焊；局部排水水下焊是采用气罩罩住施焊部位再进行焊按的方法。

【热切割】控制局部加热使金属材料局部熔化从而被切断、切开、分离的一种切割方法。按局部加热方法的不同，热切割分为气割（用气体燃烧的火炬加热）、电弧切割（利用带电体放电产生的高温加热）、等离子体切割（用等离子体产生的高温加热）、激光切割（用高能量密度的激光束加热进行切割）等。采用电子计算机控制技术，热切割可以自动地按预定轨迹切出各种复杂状的坯料，形状和尺寸均可保证十分精确，切口质量也好，可不必进行机械加工。它还可以切割许多机械法难以切断的高硬度材料，且工件尺寸、重量、工作场地均不受任何限制，所以它广泛地应用于工业下料、废料解体和某些废旧工程拆除之中。

【气割】氧气切割的简称。用乙炔或其他可燃性气体（煤气、天然气等）与氧气混合燃烧而从割炬喷出的火焰与氧气流进行金属材料切割的一种方法。割炬有两个喷口，一个是混合气体喷口；一个是纯氧喷口。气割时，先点燃混合气体，喷出预热火焰将金属被切割处加热到燃烧点，再打开纯氧喷口，氧气流使金属表面氧

化燃烧，成熔融的金属氧化物，同时被气流吹走，从而割开金属。主要用于切割钢板、型钢及钢锭等。在纯氧气流中渗入铁粉、石英砂等粒状熔剂的气割法叫“氧溶剂切割”，可以割开某些难于气割的金属材料如不锈钢等。气割的生产率比机械切割高。且易实现自动控制。按割炬移动方式，可分为手动、半自动和自动气割三类。自动切割也分为仿形切割，割炬沿样板移动，主要用来切割成批中小型金属件；光电切割，割炬的运动受到光电法控制；数控切割，割炬的运动由数字程序控制。后两种方法主要用于面积大，线形复杂的板材。

【电弧切割】利用高温电弧作为割炬将工件局部熔化，并用压缩空气将熔化金属吹掉形成刨槽或切开工件的一种加工方法，主要指碳弧气刨和切割。适用于清理焊缝缺陷、开坡口；清理铸件飞边、毛刺及铸造缺陷；切割合金钢、不锈钢、铸铁，铝、铜及其合金等。碳弧气刨时，碳棒及其夹持一般接电源正极，工件接电源负极（工件为铸铁或铜、铝及其合金时接电源正极），主要用于在工件上开槽。用碳弧空气切割时，压缩空气与气刨时一样可采用侧吹（侧送）方式，将碳弧熔化的金属吹掉，形成切口。除上述碳弧切割外，还可用空心焊条电弧切割，这时空心焊条及其夹持与电源的一极相连，工件与另一极相连，焊条的药皮可稳定电弧和增大熔化金属的流动性，压缩空气从焊条空心中喷出，吹走熔化金属形成切口。

【等离子弧切割】利用高温等离子体作为热源切割材料的方法。原理是一个连续通气放电的电弧通过一个缩小的周围有冷却水的喷嘴，在机械压缩效应、热收缩效应和磁收缩效应共同作用下，形

成了具有很高温度的由电子、离子、部分原子和分子组成的等离子弧，这个高速热离子气体流熔化材料并将其吹除，从而将材料切割开。使用的工作气体为氩、氮或其混合体。位于切割机上部的等离子弧的棒状负极材质为铈钨。按导电方式分为正极接喷嘴的非转移型、正极接工件的转移型和正极同时接喷嘴与工件的混合型三种。按电流大小不同又分为三类：（1）小电流型，采用非转移弧，用以切割薄板；（2）大电流型，采用转移弧，用以切割厚板；（3）喷水型，用以改善切割时对周围的污染。等离子弧切割法可切割普通氧气切割难切的金属，如不锈钢、镍基合金、铝、铜等，也可切割非金属材料，如矿石、水泥板、陶瓷等。

【电火花加工】亦称放电加工。在液体介质中采用脉冲放电产生的电火花，使金属机件表面发生局部电蚀，并形居同工具电极形状相对应的表面加工方法。加工时，使用脉冲电源，其两极分别连接工件与工具，工具电极与工件相距很近时，在脉冲电压作用下使液体介质被击穿而产生脉冲放电，火花的高温足以使工件表面金属局部熔化、气化而被蚀除。不断送进工具电极，以保持与工件间能产生脉冲放电的距离，加工便可持续进行，直到满足加工要求为止。按功能的不同，可分为成形电火花加工、电火花磨削加工、电火花切割加工等。常用的有片电极切割、侧面成形和反拷贝加工等。可用来加工等截面孔和变截面孔、各种型面型腔和进行雕刻。如加工圆孔、方孔、异形孔、多边孔、弯孔、螺旋孔和内斜齿型孔等。特别适合于高硬度金属、合金材料工件的加工。由于加工时放电产生的高温可对工件表面起强化作用，所以它广泛应用于各种模具、工具、量具的加工生产中。

【电解加工】电化学加工方法的一种。在电解液中，金属阳极将产生电化学溶蚀，利用这种电解作用原理对工件进行成形加工的单纯电解加工法。加工时，以工件作阳极、按工作的对应形状、尺寸制成的工具作阴极，两者始终保持一定间隙（0.1—1 毫米），在直流低电压的大电流作用下进行电解，产生的电化学腐蚀层，由高速流过两电极间的电解液冲除，以保证加工持续进行，直至达到加工要求为止，工件将按工具阴极的形状被加工成型。其特点是：加工速度快，表面光洁度高，工具几无磨损，工件无热变形和裂纹等。适用于制造形状复杂的型面型腔，广泛用于模具制造，燃气轮机的叶片加工，炮管膛线，异型深小孔的加工制造等。

【电解磨削】电化学加工方法之一。利用电解的阳极电蚀作用和机械磨削相结合的一种复合加工方法。加工时，工件接电源阳极，导电磨轮作阴极，由于电解作用，阳极工件表面会形成较疏松的氧化薄膜，并随即被磨轮（由在导电材料的基质中掺入磨料后制成）刮除。氧化膜不断的生成，又不断被刮除，直到达到加工要求为止。电解磨削效率高，质量好，表面粗糙度低、可达镜面水平，加工表面不会产生应力变形和烧伤等缺陷。适合于磨削强度高、硬度大及热效性和磁性材料。如不锈钢、硬质合金、钛合金、镍基合金等的制品。广泛用于硬质合金刀具的磨削加工。

【超声加工】利用超声频振动的工具通过磨料对工件加工的一种工艺方法。加工时，在对工件施加一定静压力的工具和工件之间送入磨料液，超声频微振幅振动的工具端面通过悬浮的磨料不断地捶击工件，使加工区工件材料粉碎成细小微粒并被循环流动的磨料液带走，工具就逐步深入到材料内，工件被加工出与工具相同截面的孔或凹槽。超声加工在超声波加工机床上进行，机床由超

声发生器、振动系统（超声换能器和变幅杆）、机床本体三部分组成。超声加工的特点是：（1）最适合加工各种不导电硬脆材料，也能加工导电硬质金属材料；（2）可以加工复杂形状的内表面和成型面；（3）加工过程宏观作用力小，热影响小；（4）工具材料硬度可以低于工件硬度。超声加工主要用于各种硬脆材料如玻璃、宝石、陶瓷、硅等的打孔、套料、切断、开槽、雕刻以及金刚石拉丝模的制造。

【激光加工】利用激光的高密度能量光束照射工件而进行的打孔、切割、焊接、热处理等的特种加工。激光是一种方向性好、单色性好、亮度高的相干光，其光束发散角很小，当聚焦为很小直径的激光束光斑照射到工件上时，由于能量高度集中，产生高热，致使材料迅速熔化、气化，从而可进行各种微加工。激光加工的特点是能加工各种高硬度、高熔点、高脆性的材料，加工速度快，热变形小，非接触加工，故工件无机械变形。激光经过聚焦可在金刚石、宝石、陶瓷、玻璃、硬质合金、不锈钢等材料上打出直径0.01—1毫米甚至0.0001毫米的小孔，以制作金刚石拉丝模、钟表宝石轴承孔、发动机喷嘴小孔等零件。激光也可用于切割，为了使切口平整和提高切削速度，往往同时向切口喷射惰性气体或氧气，它能切割金属材料如不锈钢、钛、钛合金、难熔金属、贵重金属等，也能切割胶木板、刨花板以及裁剪衣料。激光还可对同种金属、不同种金属及金属和非金属间进行焊接，如各种精密、微型的电子元件或仪器部件的焊接。此外，激光还可进行热处理等工作。

【电子束加工】在真空条件下，利用高能量密度的电子来轰击工件，

使之局部材料被熔沦、气化、蒸发，从而形成所需的形状和尺寸的一种特种加工方法。电子束是由真空室中热阴极发射，经电磁场加速、电磁透镜聚焦成微米（千分之一毫米）直径，高速、高能量密度的电子流，轰击工件可产生极高的温度，可在极硬、极脆、耐高温的材料（如金刚石等）上制成微孔、复杂截面的小孔、窄槽，也可进行切割、焊接、蒸镀等工作。其特点是加工速度快，工具无损耗，加工材料无限制。但其设备昂贵，宜在技术含量高的工业部门使用。如用于半导体工业中加工精密微孔，用于制造化学纤维生产中的喷丝模等。

【喷射加工】特种加工工艺的一种。利用高速喷射的水流或固体微粒流进行金属材料或非金属材料加工的一种特种工艺。分液体喷射加工和磨料喷射加工两类。前者利用高压水从金刚石或蓝宝石小孔径喷嘴中以每秒几百米，甚至上千米的速度喷出，轰击材料进行非金属材料（大理石、塑料、胶合板、石膏、皮革等）的切割加工和金属材料表面的清理、去毛刺等加工工作，具有效率高、无污染等优点；后者利用高压气体将磨料（刚玉、碳化硅等）从蓝宝石、硬质合金的小孔喷嘴中高速喷出，进行材料加工。主要用于玻璃、石英、硅、锗、云母、钨钛合金等材料薄片的切割、打孔、开槽等加工，并可生产毛玻璃，对金属制品进行表面处理，如清洁、打毛刺等。

【化学加工】利用酸、碱、盐等化学水溶液对工件材料腐蚀溶解以获得预定形状、尺寸或表面状态的制品的方法。主要分三类：（1）化学铣削，工件表面涂保护胶，用小刀将欲加工表面的胶层剥去，然后浸入适当成分的化学溶液中，工件外露表面与化学溶

液发生反应，被腐蚀溶解，经过一段时间达到预定深度尺寸，便获得所需零件，此种方法设备和工艺操作简单，成本低，但加工尺寸精度不高，一般用于薄壁、薄板表面加工，如飞机上的加强筋板、蒙皮等零件；（2）光化学加工，薄片型工件表面涂上光致抗蚀胶，再将需加工图形的底片覆盖其上，并曝光显影，被光照的感光胶变成耐腐蚀层，未光照的感光胶被显影液溶解掉，然后浸入化学溶液中，工件未光照的感光层部位即被腐蚀，因而形成所需形状和图形的零件，其中对薄片材料腐蚀后留下部分是所需零件的方法叫化学冲切，它可制造诸如电视机显象管障板、钟表小齿轮、精密滤网、射流元件等零件，此外还有光刻法，主要用来制造大规模集成电路和光栅、线纹尺、度盘等元件，其他还有生产各种印刷线路板的照相制版法和制作标牌及面板的化学雕刻法；（3）化学表面处理，将工件浸入化学溶液中以改变工件表面状态的方法，包括去除表面氧化层和锈斑的酸洗、提高表面光洁度的化学抛光和去除细毛刺的化学去毛刺法。

【电铸】利用金属电解沉积获得金属复制品的一种方法。加工过程是利用可导电的原模作为阴极，用于电铸材料的作为阳极，将二者一同放入金属盐电解液中，通以直流电，在电解作用下，溶液中金属离子在阴极上被还原为金属，沉积于阴极原模表面，因为阳极材料与溶液中的金属离子种类相同，所以它不断地变为离子溶解于溶液之中以保持离子浓度不变，当原模表面的金属层沉积到预定厚度时，将其取下，便可得到与原模型面完全相反的电铸复制件。电铸材料通常为铜、镍和铁，电铸溶液就为相应金属的盐溶液。电铸主要用来制造唱片模、铅字模、塑料模等。

【金属热处理】一种改善金属材料及其制品（如工具、零件等）的整体或表面性能的工艺方法。金属材料或其制品在一定介质中，经加热、保温、冷却的主要工序，其内部或表面的组织、成分就会改变，控制不同的加热温度、保温时间和冷却方式就能获得所要求的性能。由改善金属材料范围的不同，改善组织、成分的不同，一般分为整体热处理、表面热处理（只改善组织）、化学热处理（不仅改变表面组织，还改变表面化学成分）。由具体工艺过程的不同，又分为退火、正火、淬火、回火、时效等。热处理对改善工件的性能、提高其使用效能和寿命，甚至用廉价金属材料代替贵重材料等均起到重大作用。日益成为冶金和机械制造业中一个重要的工艺环节。近年还发展了“真空热处理”工艺，使技术日臻完善。此外，热处理还用来改善玻璃材料的性能，用以制造大口径天文望远镜等。

【整体热处理】金属热处理方法的一种。对金属材料或制品整体进行穿透加热、保温、冷却，使内部组织发生变化，以改善其机械性能的热处理工艺。主要主法有退火、正火、淬火和回火。

【退火】将金属工件加热到临界点（内部组织转变的温度）以上的一定温度，保持一段时间，然后慢慢冷却，从而使金属内部偏离平衡状态组织变为接近平衡状态组织的金属热处理工艺。退火的目的是改善内部组织缺陷和消除内应力、软化金属便于切削加工、细化晶粒为最终热处理做好内部组织上的准备等。常用的退火工艺有：使组织变细的完全退火；使不同材料软化降低硬度的球化退火、等温退火、再结晶退火和石墨化退火；使化学成分扩散均匀的扩散退火；去除内应力的去应力退火等。

【正火】将金属加热到临界点（内部组织转变的温度）以上的一定温度，保温，然后在空气中以较退火稍大的速度冷却以达到预期性能的金属热处理工艺。对低碳钢和中碳钢，正火的目的是便于切削加工，某些轻载荷中碳钢零件其正火即作为最终热处理。对于高碳工具钢和轴承钢，正火是为了消除组织中网状碳化物，为球化退火做组织准备。

【淬火】将金属工件加热到临界点（内部组织发生转变的温度）以上适当温度，保温，然后在水、油或空气中快速冷却以获得所需组织的热处理工艺。淬火后一般要回火。淬火能够提高工件的硬度、强度和耐磨性以及改变电、磁和抗蚀性等物理和化学性能。淬火工艺主要用于钢制零件，是热处理强化中最重要的工序。

【回火】将淬火后的工件加热到临界点（内部组织转变的温度）以下适当温度，保温，然后在水或油中快速冷却或者在空气中缓慢冷却的热处理工艺。回火的目的是：（1）使淬火后工件内部多种不稳定组织变为平衡的不再转变的组织，以保证尺寸和性能的稳定；（2）消除内应力；（3）降低硬度、强度，提高韧性、塑性。根据回火温度的不同，分为低温回火（250℃以下）、中温回火（350°—500℃）和高温回火（500°—600℃）三种。回火一般是决定工件最终性能的热处理工艺。

【时效处理】将淬火后的金属低温加热或在室温条件下保持一定时间从而提高其强度或改善物理、化学性能的热处理工艺。低温加热的称为人工时效，室温条件的称为自然时效。时效强化是一种

沉淀硬化现象，不同于一般钢铁的淬火强化。某些材料（如铝合金）的时效条件要求严格，其人工时效加热温度的偏差只允许几度。时效多用于处理各种合金钢及有色金属合金。在机械生产中，为了消除内应力和稳定尺寸，往往把铸件在室温条件下长期存放，然后再切削加工，这种方法也被称为时效，但严格讲这不属于金属热处理工艺的范畴。

【调质】中碳钢或合金钢淬火后再高温回火的热处理工艺。目的是得到强度与韧性最佳配合的高综合机械性能。中碳钢调质后称为碳素调质钢，主要用来制造尺寸较小、应力较低的调质零件。在碳素调质钢中加入一定含量的合金元素后称为合金调质钢，它比碳素调质钢有更好的强度与韧性的配合，主要用来制造尺寸较大、承受应力较高的重要结构零件，如机床主轴、重型机械轴类零件、强力齿轮等。调制后的钢制件还可进行表面热处理或渗氮，以提高耐磨性和疲劳抗力。铸铁制件也可进行调质处理。

【表面热处理】改变工件表层组织，不改变其化学成分，使表面获得高硬度和有利的应力分布而心部仍保持较好塑性和韧性的一种热处理方法。零件经过表面热处理之后，提高了表面耐磨性和抗疲劳能力，同时零件整体还具有较好的抗冲击性。最常用的工艺方法是火焰淬火和感应加热热处理，此外还有激光热处理、电子束热处理、电解加热淬火和接触电阻加热淬火等。

【火焰淬火】一种表面热处理工艺。用气体燃料，如氧—乙炔气、煤气、天然气、石油液化气等燃烧的烈焰喷射到工件表面，使之迅速加热到淬火温度，随即用水、油或其他冷却剂进行急剧冷却

的热处理工艺。淬火后为消除材料的内应力，一般均需要低温回火。此法可提高工件表面的硬度，增加其耐磨性和疲劳强度。它设备简单、使用灵活、机动性强，特别适合于不便拆卸的零件、部件现场淬火。冷却方式可采用喷冷却剂的方法进行。

【感应加热热处理】表面热处理工艺的一种。将被处理的工件放入高频电场中，电场的高频率变化使通过工件内部的磁通量随时间的变化率达到很大的数值，从而在工件内部感应出强大的涡电流，由高频的集肤效应使涡电流向工件表面集中。利用表面涡电流的热效应将工件表面加热到淬火温度后，迅速冷却的热处理方法就叫感应加热热处理。通过控制高频电流的频率可以得到不同的表面加热深度。这种感应加热的方法还可用来对工件进行局部的退火或回火。经处理后的工件表面硬度更高，既耐磨又增加了抗疲劳的特性。广泛应用于齿轮、凸轮、轴、轧辊等零件的表面淬火。

【化学热处理】一种局部（表面）热处理工艺。是一种不但可以改变金属及其制件的表面的组织结构，而且还可改变其化学成分从而改善其机械性能的热处理方法。将金属制件放在含有一种或几种化学元素，如氮、碳、铝、铬、硅、硼等或其化合物的固态、液态或气态的介质中，加热到适当的温度后，进行较长时间的保温，使已变成活性的化学元素原子或离子逐渐被制件表面所吸收，并向内部扩散。其表面层的化学成分和组织结构因此而发生改变，但内部则基本上无变化。表面性能得到加强，主要是硬度增加，同时更加耐磨和提高了疲劳强度与耐腐蚀性。常用的化学热处理方法有：渗碳、渗氮、渗铝、渗铬、渗硅、渗硼、碳氮共渗、硫氮共渗等。近年来，在该项处理工艺中还引入了真空热处理、感应

加热、真空溅射、等离子态气相沉积等新的技术，使处理效果更加理想。

【渗氮】又叫氮化。化学热处理方法之一。将含铬、钼、铝、钒等元素的合金钢、不锈钢或合金铸铁制件置于通有氨气的环境中，加热保温，氨气分解出活性氮原子逐渐渗入制件表面，形成由氮化物组成的表层，从而使制件表面硬度得以提高，增加了耐磨性、耐腐蚀性和疲劳强度。硬度可在 1000—1200HV，但由于其硬化层较薄（0.1—0.3 毫米），故承载能力不如渗碳钢好，不宜承受冲击载荷。个别有色金属制件亦可渗氮。为了缩短氮化时间，降低氮化层脆性，扩大氮化钢制件的应用范围，已发展了离子氮化、软氮化（包括液体软氮化和气体软氮化）、镀钛氮化、氮碳共渗等新工艺。

【渗碳】使碳渗入低碳钢或低碳合金钢表层的一种化学热处理方法。工艺过程是将工件放入含碳介质中，高温加热，含碳介质分解出的活性碳原子被工件吸附并向工件内部扩散，从而在工件表面获得了有浓度梯度的高碳渗层组织。按含碳介质不同分为固体渗碳（木炭及某些催渗剂为介质）、液体渗碳（某些熔盐为介质）和气体渗碳（煤油、丙酮等为介质）三种。通常渗碳后都要进行淬火和低温回火，这样便可获得表面为高的硬度、强度、耐磨性和疲劳强度而心部仍保持高韧性的工件。在飞机、汽车等工业中的机械零件（如轴、齿轮等）广泛采用渗碳工艺处理。

【材料保护】既是一项综合性的制造工艺，又是防止金属材料被腐蚀和表面磨损的综合性的技术。其主要任务是：防止机械产品在

生产、储运和使用过程中的空气腐蚀,改善其表面的摩擦性能;提高某些金属材料的抗强介质(酸、碱等)腐蚀性、抗空气腐蚀性、抗热腐蚀性、抗冲刷性等。材料保护的主要方法有:金属覆层保护法;非金属覆层保护法;有机覆层保护法;利用缓蚀剂、催化剂及干燥剂保护法;电化学保护法等。材料保护方法着重强化金属表面性能,既有利于机械产品的质量提高,又能发挥材料潜能,以普通材料代替价格高昂的合金材料使用。它虽是针对腐蚀和磨损问题的,但还须与设计、材料、热处理及其他制造工艺、装配、润滑及维修保养等环节密切配合,互为补充,才能收到预期的效果。

【金属覆层】在金属或塑料基底上采取物理的、化学的方法涂覆一层金属保护膜层的统称。制作金属覆层常用的方法有:化学镀、利用化学反应在工件表面上镀出镍、锡、铜、银、金、铂等覆盖层,对金属工件表面起保护作用;真空蒸镀,在 10^{-4} — 10^{-7} mmHg的低气压下,使金属蒸汽溶于冷工件的表面上;离子镀,又叫阴极溅射,在 10^{-2} — 10^{-6} mmHg的低气压下,使金属或合金蒸汽部分离子化,高速轰击工件表面,沉积为结合力很高膜层;热浸,在钢铁基底上浸铝、锌、铅、锡及铅锡合金覆层;衬覆,在钢反应器内衬钛、衬银等保护层;表面合金化,又称化学热处理,把一种或几种元素渗入基底金属内部,以改变其表面层的成分与结构,提高其全使用性能,常用的有渗碳、碳氮共渗、氮化、渗硼、渗硫、渗钒、渗铬、渗铝、渗锌等。应用最广的方法有:电镀和金属喷涂。

【电镀】利用电解作用在金属表面沉积一层与基体金属性能不同的

金属或合金覆层的方法。原理为：将去油去锈的待镀工件放入含有镀层金属离子的镀液槽内作为阴极，用准备镀覆的可溶于镀液的金属或不溶于镀液的金属（或其他导体）作为阳极，当两极间通有直流电之后，镀液中的金属离子在电位差作用下向阴极移动，并在工件表面沉积出金属镀层，如果阳极可溶，其表层原子就离子化进入镀液之中，以保持镀液中被镀覆的金属离子的浓度，如果阳极是不溶的，则只有镀液中的金属离子在工件上镀出，这样就需定期地向镀液中加入金属盐类或其他添加剂，以补充镀液中金属离子的消耗。电镀层可防腐蚀，修复被磨损部，增大耐用性、反光性、导电性和钎焊性。在金属制品上镀锌、镀金、镀铜、镀镉、镀铬、镀镍等工艺已广泛应用，对非金属制品如塑料、半导体、陶瓷等材料也可进行适当预处理形成导电层后进行电镀。

【金属喷涂】用压缩空气将熔融的金属或合金雾化并高速喷射在工件表面上形成一层金属覆盖层的方法。常用的喷涂方法有电弧喷涂、火焰喷涂、等离子弧喷涂等。被喷涂的金属有铝、锌、青铜及其合金和镍基、钴基、铁基等合金粉末。金属喷涂的特点是喷涂堆集速度快、堆积层厚度不受限制、耐磨性好、零件温升低不易引起变形和内部组织改变和能把各种金属材料喷涂到各种材料上去，但喷涂层与基体材料结合力较差、金属消耗量大。主要用于机械零件的修复（如曲轴）、使在强烈化学介质中工作的零件（如耐酸泵的壳体内表面和柱塞）防腐蚀、提高如大型飞机发动机中的零件和输煤机的中部槽板等的耐磨性。

【有机覆层】在工件基体表面覆着一层有机物质而形成的装饰或保护层。在机械制造业中绝大部分有机覆层是油漆层，它起着防水、

防腐、防锈、增加美观等作用。对某些需抗酸碱和抗腐蚀性气体和液体的钢铁件可覆着橡胶（如氯丁橡胶）或特种塑料进行保护。对地下管道可用聚乙烯带包裹保护以防锈蚀。在食品、精密包装和纺织机械行业中的低载荷高清洁滑动轴承面上，可涂覆聚四氟乙烯以降低摩擦系数减少磨损。此外在输水、污水处理、海洋平台等设备上可采用静电喷涂法将环氧树脂等塑料涂覆在金属表面以得到极好的抗化学腐蚀能力。

【无机覆层】又叫非金属覆层。在金属或金属制件表面涂覆一层无机材料保护层的统称。无机覆层材料，常用的有搪瓷、水泥、辉绿岩、珐琅、氮化物、碳化物、硅化物等。它们有的具有抗土壤、海水、矿井水腐蚀能力；有的可在高温下抗蚀、抗腐、抗磨；有的则抗酸、碱的腐蚀。因而广泛用于石油、化工、医药、食品、水汽热工程等使用的管道、反应釜、搅拌器、阀门等设备中，起到很好的保护作用。无机覆层的制做方法有：热喷涂陶瓷材料；化学搪瓷衬覆瓷硅或辉绿岩等；化学转化膜层；化学气相沉积；真空蒸镀等。

【表面氧化】金属表面经化学或电化学反应产生氧化物膜保护的工艺过程。包括钢铁制件的磁性氧化铁发蓝膜、铝的阳极氧化膜、镁的阳极氧化膜和铜与铜合金的氧化膜等。氧化物膜是化学转化膜主要类型之一。

【发蓝】亦称发黑。钢铁材料表面处理的一种工艺。对钢铁制表面进行氧化处理的工艺过程。处理后其表面将生成黑色、蓝黑色、褐色或黑褐色的一层氧化薄膜，故此得名。氧化层美观、致密，对

工件表面起防锈的保护作用。进行表面处理时，常将工件浸入强氧化性化学溶液，比如温度为 147—152℃ 的沸腾氢氧化钠（600 克/升）及亚硝酸钠（100 克/升）的混合溶液中，直至工件表面被氧化发蓝（发黑）为止。有时也可在高温空气或 500℃ 以上过热蒸汽中进行处理。由于所生成的氧化薄膜仅 0.5—1.5 微米厚，抗腐蚀性较差，工件表面需经常涂油、打腊、上清漆。此项工艺广泛用于钟表指针、游丝、螺钉、仪表外壳以及枪械零件等的表面处理。

【铝的阳极氧化】用电解的原理在铝制工件上制做一层铝的氧化膜的材料保护技术。因为铝制件在电解液中为阳极，故又名铝极氧化。铝的阳极氧化膜，由极薄的约 0.01—0.1mm 的无孔层和一定厚度（几微米至几百微米）的多孔层组成。由制做氧化膜厚度的不同，可分为普通阳极氧化（膜厚小于 30 微米）和硬膜阳极氧化（膜厚大于 30 微米）两类。前者生成的氧化膜不耐磨损，后者生成的氧化膜具有抗磨能力。生成的氧化膜可用有机染料或无机物对其着色，有红、黑、蓝、绿、金黄等颜色。普通阳极氧化膜具有防护、装饰、电绝缘、防接触腐蚀等性能，该种铝材广泛用于建筑业、日用五金产品、飞机、汽车和船舶工业，也大量用于仪表和电器零件的精饰与防护。硬阳极氧化膜铝材可代替镀铬的钢件，但重量则轻很多。广泛用于飞机液压系统附件、高速泵和鼓风叶片防腐蚀，防热气、液腐蚀等。

【铜的氨液氧化】将黄铜制工件浸入铜氨溶液中氧化得到一定厚度氧化膜的材料保护技术。膜的厚度取决于氧化时间，其颜色为黑色或蓝黑色。在湿度不大的大气中具有良好的稳定性，广泛应用

于光学仪器和各种仪表零件的防护与装饰，也是有机物涂膜的良好底层。

【工业炉】在工业生产中对物料或工件加热的设备（习惯上不包括锅炉）。主要由炉体、加热装置、排烟系统和预热器等组成。炉子单位时间单位炉底面积的加热能力称为炉子生产率；工件或物料吸收的热量与供入炉内热量之比称为炉子热效率。按供热方式不同分为：（1）火焰炉，用固态、液态或气态燃料的燃烧热对工件或物料加热，其燃料来源广、价格低、适应性强，但炉温不易控制、热效率低、对环境有污染；（2）电炉，将电能转化为热量进行加热，炉温易控制，但耗电量大。工业炉在机械工业、冶金工业、石油工业、煤气工业、食品工业等部门中被广泛采用，如机械工业中的铸造、锻压、热处理、焊接、粉末冶金等行业里都大量使用着各种专门用途的工业炉。

【室式炉】以称箱式炉。工业炉的一种。因炉膛（燃烧室）形状如室如箱而得名。炉膛内不分温度区段，炉温随时间变化，进出料用同一炉门，燃烧装置设在炉膛底部或侧面，炉后有排烟道（烟囱）。燃料可用煤、燃油或煤气，也有用电的。它结构简单、容易建造、修复方便，便生产率才热效率都比较低。按用途可分为：锻造和钎焊室式炉；整体热处理室式炉；熔模铸造的室式焙烧炉等。常见的室式炉多为锻造用室式炉，主要用于中小型锻件的单件或小批量生产。

【电阻炉】利用电流的热效应，通过电热元件（电阻材料）将电能转变为热能从而加热工件的一种工业炉。分直接加热电阻炉和间

接加热电阻炉两类。前者电流直接通过被加热材料（电阻材料）使自身变热，从而达到热处理或热加工的目的，如使碳质电极石墨化、难熔金属的致密烧结等；后者用电热元件（如镍—铬—铁丝、铁—铬—铝丝、碳化硅棒、石墨棒、二硅化钼棒等）将电能转变为热能，通过传导、对流、辐射等传热方式加热工件或材料。一般由电源、炉体、炉门、电热元件的电气控制系统等组成。结构简单、操作方便、易于控制、加热均匀。按用场不同，对炉温的要求不一样，又有低温炉（650℃以下）、中温炉（650—1000℃）和高温炉（1000℃以上）之分。电阻炉在冶金、化工及其他工业部门中广泛用于熔炼、烧结、烘焙、干燥以及热处理等方面，也是实验室中常用的设备。

【盐浴炉】工件浸入熔融盐液中而被加热的工业炉。加热介质一般为某些氯化盐、氰化盐或硝酸盐。其分类为内热式（包括电极式和电热元件式）与外热式两种。电极式盐浴炉是利用两主电极间电流通过盐液发热而加热工件的，主电极可由炉口插入也可埋于盐中，开炉前因固态盐不导电，故要对起动电极通电，以使部分盐熔化，然后再接通主电极进入正常工作状。用通电的电热元件发热将盐熔化来加热工件的叫电热元件式盐浴炉。用电或火焰对装有盐的钳锅加热使盐熔化从而加热工件的叫外热式盐浴炉。盐浴炉加热均匀、加热速度快、能防止工件表面氧化或脱碳，但会释放有害气体必须通风。在各种碳钢、合金钢的热处理加热和锻造予加热工序中广泛使用盐浴炉。

【真空炉】工业炉中属于电炉的一种。由外壳、炉膛、电热装置、真空系统、控温系统、电源等组成。也可以说真空炉是工业炉中

各种电炉加真空系统而成。比如有真空电阻炉、真空感应炉、真空电弧炉等。其特点是：工作时炉膛处于真空状态，由电热器或电加热工件。在真空状态下，可以有效地防止工件脱碳，有利于除去溶解在金属中的气体，有利于控制杂质和污染。它既可以用于高纯度、高质量及难熔金属，如钨、钼、钛、耐热合金等的冶炼，又可用于不锈钢、模具钢、工具钢、电工材料、磁性材料，各种活泼金属和难溶金属等的热处理，如光亮淬火、退火、钎焊和烧结等。还可以用于真空化学热处理，如真空渗碳、真空渗氮等。

【感应炉】一种属于工业炉的电炉，又叫感应电炉。利用电磁感应导体内部产生涡电流的原理以及电流的热效应来熔炼金属的一种工业炉。一般由交流电源、炉体、感应圈、控制系统等组成。由电源频率的不同，可分为工频炉，频率 50 赫兹，冶炼容量 10 公斤—10 吨；中频炉，频率 $60—10^4$ 赫兹，容量 100—1000 公斤；高频炉，频率 10^4 赫兹以上，容量仅 10—100 公斤。由感应圈结构不同，分为有芯和无芯两类。无芯感应炉的感应圈内部无铁芯，是一个环绕在钳锅外部的螺旋形铜管；有芯感应电炉的感应圈中放置有铁芯，圈外环绕着耐火熔沟。当感应圈内通交流电时，在钳锅或熔沟内的炉料中即产生涡电流，强大涡电流的焦耳热将熔化炉料且维持高温。通常用于熔炼特殊钢、合金和有色金属。它加热均匀，熔炼金属成分易控制，质量好、热放率高。加真空系统做成真空感应炉，还可使熔炼在某些保护气氛进行。

仪 器 仪 表

【量块】一对相互平行测量面间具有精确尺寸，且其截面为矩形的长度测量工具。它是从光波的自然长度计量基准传递到被测长度的实物计量基准，是机械工业中保证量值统一的计量基准器具（根据中国的 GB6093—85 标准，量块可分为 00、0、1、2、3、K 六个精度级）。量块广泛应用于测量器具的检定和校准，机床和工夹具的调整，也用于精密工件的测量和划线。

【线纹尺】精度不同、长短不一的各种刻度尺的统称。线纹量值传递系统与量块传递系统构成几何量值两大平行传递系统。常用的有：（1）标准金属线纹尺，分 1、2、3 等，长度为 1000 毫米〔1、2 等的截面为 H 型，准确度分别为 $\pm (0.1 + 0.4L)$ 微米及 $\pm (0.2 + 0.8L)$ 微米；用于线纹尺传递及大型精密量仪、精密机床检定，3 等的准确度为 $\pm (5 + 10L)$ 微米，L 为被检测线纹的距离（米）。主要用于检定钢直尺、卷尺〕；（2）标准玻璃线纹尺，分 1、2 等，用 F₆ 玻璃制造，截面为矩形，为了保护刻线，用同样大小保护玻璃胶合，同时固定在金属框架内，长度有 100 及 200 毫米两种，其准确度分别为 $\pm (0.1 + 0.5L)$ 及 $\pm (0.2 + 1.5L)$ 微米，用于高精度测量仪器及精密机床的检定。

【游标量具】应用游标读数原理制成的量具。根据其用途不同分为

游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺等；按技术水平分为普通游标卡尺、表式卡尺、电子卡尺等。游标量具读数由主尺和游标组成，其原理是利用主尺刻度间距 a 与游标刻度间距 b 之差值读出 1 毫米以下小数部分，例如：主尺 $a=1$ 毫米，游标 $b=1.9$ 毫米，游标模数 $r=2$ ，即主尺每两小格与游标一小格差值为 0.1 毫米，当游标向右移动 0.1 毫米，则主尺 2 毫米处刻线与游标第一格处刻线对齐，当游标向右移动 0.2 毫米，主尺 4 毫米处刻线与游标第二格处刻线对齐，依此类推。应用新技术的电子卡尺，不用游标原理，而是用光栅等传感器，信号经转换处理后用数字显示，其使用性能与精度也大大提高。游标量具是车间现场广泛使用的量具之一。

【千分尺】用精密螺旋副传动原理进行读数的量具。螺旋副螺距为 0.5 毫米，与测微螺杆相连的微分筒圆周上，均匀刻有 50 个刻度间距，当微分筒转一周，测微螺杆轴向移动 0.5 毫米，因此，微分筒一个刻度间距为 0.01 毫米，即普通千分尺的分度值为 0.01 毫米。千分尺用绝对测量法测工件，其读数方法：由固定套筒读出毫米整数及 0.5 毫米部分，由微分筒读出 0.5 毫米以下部分，两者之和就是工件尺寸。根据用途不同有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、螺纹千分尺、公法线千分尺等。它是车间现场广泛使用的量具之一。在 0—50 毫米以内，普通外径千分尺的不确定度为 0.004 毫米，0 级和 1 级千分尺测量极限误差分别为 5.5 微米和 8 微米以下。电子千分尺采用光栅等作测长元件，其价格昂贵，但其精度可达 1 微米。

【钟表式百分表】用齿条齿轮传动机构，将测杆的线位移变为指针

的回转运动的一种机械式指示量仪。它是车间常用的计量器具之一，主要用于测量工件尺寸、几何形状和位置误差，也用于某些计量器具及专用检验夹具的读数装置。钟表式百分表由于齿轮的精度难以提高，因此，分度值 0.01 毫米百分表，在 0—5 毫米行程范围内，不确定度 0 级为 12 微米，1 级为 18 微米。国际市场上，数显电子千分表已商品化。

【杠杆齿轮式测微仪】利用杠杆、齿轮传动复合成放大机构原理的量仪。常用的有奥氏比较仪 (orthotest)，其分度值为 0.001 毫米，示值范围 ± 0.1 毫米，测量力为 2 牛顿，测力变化为 0.8 牛顿。示值误差在 ± 30 格内为 ± 1 微米。适用于车间用相对测量法测量各种外尺寸。

【扭簧测微仪】又称扭簧比较仪。是采用弹性元件（磷青铜）簧片作为尺寸转换和放大的传动机构，把测杆的微小直线位移转换成指针的回转实现测量的量仪。其放大比大、精度高、结构简单、工作可靠性好。是机械式测微仪中一种较好的测量器具。常用的分度值为 0.1、0.2 和 0.5 微米，示值范围为 ± 30 格分度值，示值误差为示值范围的 $\pm 1—2.5\%$ 。

【光学计】又称光学比较仪。利用光学杠杆原理制成光学机械式的计量仪器，分为立式光学计与卧式光学计两种，测量时用相对测量法。前者用于测量外尺寸，后者可测量外尺寸、内尺寸及用三针法测螺纹中径等。分度值均为 0.001 毫米。立式光学计测量范围为 180 毫米，测量极限误差为 $\pm (0.5 + L/100)$ 微米，卧式光学计的测量范围为 350 毫米，测内尺寸时测量极限误差为 $\pm (1 +$

$L/100$) 微米, L 为被测尺寸 (毫米)。

【测长仪与测长机】利用标准尺与被测工件长度进行比较,通过显微镜读数得到测量结果的量仪。先进的测长仪是利用光栅作测长标尺,通过光电转换进行数字显示。分立式和卧式两种,多用于绝对测量,其主要参数及用途见下表。通常把测量范围 1 米以上的称为测长机,用于测精密大尺寸,可进行内、外尺寸绝对测量与相对测量。结构都是卧式的,按最大测量长度可分为 1、2、3、4、6 及 12 米等型号。

表一 测长仪参数及用途

仪器名称	立式测长仪	卧式测长仪	卧式测长仪
分度值 (微米)	1	0.2 及 0.5	1
测量范围 (毫米)	绝对: 100 相对: 200	绝对: 100 相对: 200	外尺寸绝对: 100 相对: 180 以上 内尺寸绝对: 单钩 1—20 双钩 10—200
测量极限误差 (微米)	$\pm \left(1.5 + \frac{L}{200} \right)$	$\pm \left(0.25 + \frac{L}{400} \right)$	外尺寸: $\pm \left(1.5 + \frac{L}{100} \right)$ 内尺寸: $\pm \left(2 + \frac{L}{100} \right)$
用途	外尺寸测量	外尺寸测量	外尺寸、内尺寸小孔直径、螺纹中径等测量

【万能工具显微镜】以显微镜实现对工件的瞄准定位和纵、横向坐标测量为基础的一种万能型仪器。主要由瞄准显微镜、纵向和横向读数系统、工作台、导轨运动系统、底座、立臂、照明系统等组成。并具有多种可更换附件,例如光学分度台、光学分度头、双

象目镜、轮廓目镜、光学测孔器、高顶针架、测量刀等。读数系统种类较多，分别有玻璃标尺及目镜式显微镜系统，玻璃标尺及投影式光学系统，光栅及光电转换数显系统等，这也标志着不同的技术水平。测量时可根据实际情况分别采用影象法、油切法及接触法，影象法是一种基本测量方法。万能工具显微镜是一般机械加工厂必备量仪，主要用于测量长度、角度等几何量，例如直径、螺纹、凸轮、滚刀、锥体、样板、孔间距等。中国国产计算机控制及处理测量结果的万能工具显微镜已商品化。

【投影仪】根据光学原理，将物体影像放大投影至屏幕上，从而进行测量的仪器。其物镜放大倍数一般有 10、20、50、100 倍四种，放大倍数误差不大于 0.1%。投影仪是非接触测量，测量时可将工件轮廓与事先绘制好的标准轮廓进行比较，直接用标准尺测量影屏上工件影像的尺寸，或通过具有 X、Y 二个坐标运动及绕垂直于工作台面转动的工作台进行测量。投影仪按物镜光轴是垂直方向或水平方向分为立式和卧式，按投影屏大小分为大型投影仪（800 毫米以上）、中型投影仪（500—800 毫米）及小型投影仪（500 毫米以下）。此外还有一些特殊专用投影仪，例如截面投影仪，专门用于检验汽轮机叶片等截面形状。投影仪适用于测量小型及形状复杂的轮廓，例如样板，钟表零件、凸轮、冲模等。

【电感测微仪】利用电学原理将被测长度的微小变化转换成电信号的长度测量仪器。主要由传感器、电器箱、显示器三部分组成。测量时，传感器的电感量随被测尺寸引起测杆位移而变化，通过测量电桥输出正弦交变电信号，经处理后由指示表或数字电压表显示。中国产 DGS-6 数显电感测微仪，分度值分 0.01、0.1 及 1 微

米三档，测量范围分别为 ± 10 、 ± 100 、 ± 1000 。

【干涉仪】利用光波干涉原理设计的测量仪器。其最大特点是精度高，由于激光技术的发展，干涉仪发展很快，出现了多种激光干涉仪。用一般光源制成的干涉仪有：接触式干涉仪，用于检定 3—4 等量块；柯氏绝对光波干涉仪，用于检定 1 等量块；小孔径干涉仪，测量 50 毫米以下孔径，测量误差为 ± 0.5 微米；干涉显微镜，测量表面粗糙度，其 R_a 值在 0.08 微米以下。以激光作光源的干涉仪有：光电光波比长仪，用于检定线纹尺，测量 1 米线纹尺时间约 11 分钟，检定精度 0.2 微米；激光量块干涉仪，用于检定量块；双频激光干涉仪，抗干扰能力强，测量速度和测量距离都大大超过单频干涉仪，可用于车间现场，可测长度达 60 米，测量精度为 $5 \times 10^{-7}L$ [L 为被测长度（米）]，用于飞机制造、大型精密机床、三坐标测量机的检测等。激光测长仪，常用的是迈克逊干涉仪。中国研制的激光二坐标测量仪的测量范围为 1000×400 毫米，分辨率为 0.01 微米，单向测量精度 ± 0.3 微米，坐标测量总精度 ± 2 微米。

【光学分度头】利用度盘和光学系统测量工件圆周角度的测角仪器。有目镜式和影屏式两种。先进的是利用圆光栅作基准，通过光电转换后成数显式读数。主要由主轴系统、基准器、读数系统、尾架、底座等构成。分度值有 1、2、5、10 角秒等几种。用于测量凸轮、花键、滚刀、铣刀、拉刀、齿轮等中心夹角，也可用做精密精修的中心分度装置使用。

【测角仪】用度盘或圆光栅作基准器，采用比较法测量（即把被测

角度与仪器基准度盘进行比较)的测角仪器。按精度分为三种:(1)精密测角仪,分度值为1角秒,仪器精度小于1角秒;(2)中精度测角仪,分度值1~5角秒,仪器精度小于5角秒;(3)低精度测角仪,分度值10角秒以上,仪器精度不大于10角秒。测角仪主要用于测量具有反射面的工件角度,例如棱镜、角度量块、多面棱体、光楔的楔角等。

【光栅式单啮仪】应用光栅读数测量齿轮切向综合误差的测量仪器。被测齿轮与高精度测量蜗杆作单面啮合,在它们的轴上都装有圆光栅,由电机带动蜗杆转动,通过蜗杆带动被测齿轮转动,此时通过光栅读数头将二个转动轴的转角以电信号输出,经电路处理后判读其误差。单啮仪主要测出齿轮的二个误差参数:切向综合误差及一齿切向综合误差等。测量特点是效率高,精度较高,但这种啮合方式和齿轮传动一样,其啮合系数大于1,因此只能测出上述综合误差指标,而不能从误差曲线上分解出单项误差。

【自准直仪】利用光学自准直成像原理制成的测量仪器。主要由自准仪主体(包括光源、分划板、物镜、读数鼓轮和目镜)和反射镜组成。主要用于测量物体的微小角度,例如直线度、平面度、平行度、垂直度、小角度偏差等。日常使用较多的是普通光源目镜式读数自准直仪,也有采用光电瞄准的光电准直仪,但其有效工作距离一般在10米以内。激光准直仪可克服普通准直仪照度低和有效工作距离短的缺点。用于高层建筑电梯安装等。

【水平仪】利用管状水准器内的气泡总是处于玻璃管圆弧面的最高位置的原理,测量水平面微小倾角的一种计量器具。可分为:

(1) 框式水平仪, 框架尺寸有 150×150 、 200×200 、 300×300 毫米等, 以 200×200 毫米最常用, 分度值为 0.02 — 0.01 毫米/米; (2) 条形水平仪, 工作面长度有 100 、 300 毫米两种, 分度值为 0.12 — 0.5 毫米/米; (3) 合象水平仪, 分度值 0.01 毫米/米。此外, 新型的电感水平仪及电子水平仪也已商品化, 其分度值为 0.005 毫米/米。在机械工业中常用来检验工件表面或设备安装的水平位置, 例如机床导轨、平板、工作台面的直线度、平行度及垂直度等。

【圆度仪】测定工件圆度误差的测量仪器。利用具有 0.2 — 0.025 微米高回转精度的主轴或转台, 由闭环伺服系统控制, 能自动调整工件轴线与主轴或转台轴线同轴, 当零件转动一周, 传感器测得零件横截面上的径向变动量, 以评定圆度误差。分转轴式与转台式两种: 转轴式是测头装在回转主轴上, 与主轴一起回转, 而工件保持不动; 转台式是工件与回转工作台一起转动而测头不动。中国上海机床厂及中原量仪厂均有生产, 带有计算机处理测量结果。现代圆度仪功能较多, 除圆度外, 还可测量直线度、同轴度、平面度、垂直度和圆柱度等。

【三坐标测量机】精确测定工件各点空间位置的测量仪器。具有三个或更多的测量坐标, 其中 X 、 Y 、 Z 三个移动轴互成直角配置, 由三个坐标轴的测量值确定工件被测点的空间位置, 采用电子等测头进行接触测量。三坐标测量机按精度可分为: (1) 万能型测量机 (UMM), 安放在有恒温条件的计量室内使用; (2) 生产型测量机 (CMM), 可置于有保护室的车间现场, 用于生产过程检测, 有的可作最后修整精加工。三坐标测量机的测量范围可大至

10 米多,最新的机型是实现程序控制的自动测量,作为柔性生产线中不可缺少一环。中国、美国、日本、德国、意大利、英国、法国、瑞士、俄罗斯等都有生产,是 20 世纪末以来各国发展最迅速的测量仪器。广泛用于机械、仪器、汽车、飞机、电子、国防等工业部门,能解决许多过去未能解决的测量问题,例如立体形状的测量。测量对象多样性、测量功能万能性及技术先进性,显示出广泛的发展前途。

【温度计】测定温度数值的测量仪器。种类很多,测量范围差别很大,工业中常用温度计有以下几类:(1)玻璃液体温度计,其结构主要由贮液泡、与贮液泡相连的毛细管、刻度标尺和测温介质组成,测温介质有水银、酒精、甲苯等有机液体,当被测物体使贮液泡温度变化时,毛细管中液柱弯月面就升高或降低,升或降的数值与温度变化有关,这样就可以读出温度高低,其测温范围一般为 $-30—+300$ 摄氏度;(2)压力式温度计,它是利用装在温包内的感温介质——氮气、二甲苯、甲醇、氯甲烷等物质,当受到温度作用时,密封测温系统内压力发生变化,引起弹簧管的变化使自由端产生位移,并通过指示仪表系统显示温度,这类温度计测温范围为 $-100—+600$ 摄氏度;(3)电阻式温度计,它是利用热电阻值与温度变化有一定函数关系的原理进行测温,常用热电阻有铂₁₀和铂₁₀₀等铂热电阻,以及铜热电阻,近来采用铟电阻,可测低温,这类温度计的测温范围为 $-200—+500$ 摄氏度;(4)热电偶温度计,它是利用热电偶产生热电势与温度有函数关系的原理测温,常用热电偶有铂铑₁₀-铂、铂铑₃₀-铂铑₆、镍铬-镍硅、镍铬-铜镍、铜-铜镍等,不同的热电偶其测温范围相差很大,有的可测 $1000—1600$ 摄氏度,有的可用以测量 -200 摄氏度以下低温;

(5) 辐射温度计, 通过观察物体在全波长或某一波段的辐射能量以确定物体的温度, 属于非接触测量, 是使用较广的测温仪, 主要有目视光学高温计 (测量范围为 800—3200 摄氏度)、红外光电光学高温计 (它是在目视光学高温计的基础上采用光电接收元件进行测温, 其测温范围与使用的光电元件有关)、全辐射温度计 (测温范围 400—2000 摄氏度)、红外测温仪 (其核心部件是红外探测器, 工农业、军事、医疗等部门日益广泛地采用); (6) 热像仪, 近 20 年发展的先进技术, 利用物体红外辐射测温的仪器, 其功能多, 可远距离测量, 可测瞬时温度及温度分布, 并把测量结果转换成可见的热图像。

【电子计数测速表】测定旋转物体转速的电测仪表。由转速传感器和电子计数器组成。利用传感器将转轴的转速变换为电脉冲讯号, 经放大、整形后送入电子计数器显示出转速的仪表。主要由传感器和电子计数器组成。根据传感器的不同, 分频率法和周期法两种。频率法是利用电子计数器在采样的时间内对传感器输出的脉冲讯号进行计数, 利用石英振荡器输出的稳定频率经整形后形成矩形时钟脉冲, 获得采样时间标准, 控制计数器闸门, 从而获得转速。周期法是用计数器测量相当于某一旋转角的时间间隔, 适用于低速。电子计数测速表是一种精密测量方法, 其准确度等级有 0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5 及 1.0 共 7 级。广泛应用于传动中转速的测量。

【离心式转速表】利用离心机旋转时产生的惯性离心力进行转速测量的仪表。主要由离心机 (重锤形或圆环形)、拉簧、转动轴、活塞杠杆装置, 扇形齿轮与小齿轮、指针与度盘组成。工作时, 转

速表的转动轴旋转,离心器在离心力作用下与转轴形成一角度,通过活塞杠杆装置,带动扇形齿轮摆动,扇形齿轮带动小齿轮转动,与小齿轮同轴的指针偏转而测出转速。离心转速表是机械式,精度较低,其基本误差为 $\pm 0.5\sim 2\%$,但价低,使用方便,在精度要求不高场合仍广泛使用。

【流量计】测量流量的仪表。品种繁多,常用的有下列几种:(1)节流流量计,其工作原理是在测量处管道上,安装一个比管道截面小的节流件,在节流体前后产生压力差,通过测量压力差,确定流量大小,特点是结构简单,适用管径范围宽,使用寿命长,其使用量约占全部流量仪表70%,准确度可达 $\pm 1\%$;(2)椭圆齿轮流量计与腰轮(罗茨)流量计,工作原理基本相同,流量计转子(椭圆齿轮或腰轮)在入口处流体压力作用下转动,随着转子转动,由转子把流体送向流出口,它可用以测量容积流量,腰轮式还可测大流量的气体;(3)伺服流量计,是近期发展起来的,其工作原理是取出流量计前后的压差,通过微差压变送器和伺服放大器,控制伺服电机驱动转子转动,使压差接近于零,可用于高压气体的准确测量及液体微小流量、高粘度液体、低压差流体测量。此外,还有刮板流量计、涡轮流量计、湿式流量计等。

【振动片粘度计】测量粘度的仪器。利用在流体中振动片的振幅随粘度不同而改变的原理制成。主要结构由振动片、压电元件、驱动线圈及放大器组成。振动片在线圈驱动力作用下振动,由于驱动力与液体作用在振动片上的粘性力和仪器本身固有内部阻力之和相等,振动片通常按驱动线圈频率共振,由压电元件输出与振幅成比例信号,经放大后测出液体粘度。粘度在研究液体运动中

有重要意义。

【衡器】用于测量质量和利用质量计量原理控制或检测生产过程、确定物体密度的测量器具的统称。它包括天平和秤两大类。按习惯把相对精度小于或等于万分之一的衡器称为天平，而将低于这一精度的衡器称为秤。天平按结构可分为单盘天平和双盘天平。秤可分为木杆秤、案秤（最大称量 20 公斤以下，精度为 $1/300$ — $1/2000$ ）、台秤（最大称量 100—5000 公斤，精度 $1/300$ — $1/3000$ ）、地秤、象限字盘秤，此外还有称量大宗货物，广泛用于大企业和交通运输部门的轨道衡。

【天平】利用作用在物体上的重力以平衡原理测定物体质量的仪器。其种类很多，普遍使用的是等臂双盘天平，它的主要结构由支架、横梁，对称吊挂系统、称盘、制动系统、平衡指示系统、砝码等组成。横梁中间装有一个刀口向下的刀子，架在支架的刀承上，横梁两端等臂处装着两个楔形承重刀子，刀口向上，通过另外两个刀承，把对称吊挂系统、负荷和挂砝码的重量，通过制动系统作用于两个承重刀子上。带微分标牌的指针和横梁是刚性联结，借助光学系统，把微分标牌的图像放大投影到读数装置的投影屏上。按中国国标 GB4168—84 标准，天平精度用相对精度表示，天平按名义分度值与最大称量之比分为 1 到 10 共 10 个精度级别，1 级精度最高，10 级最低。新一代的天平——电子天平，它是通过传感器（电阻应变式、电容、电感、电磁）将质量转换成电量，经电路处理输入计算机，可实现自动显示、自动数据处理及输出、自动故障寻迹、自动校准等，精度也大大提高，利用电磁平衡原理的电子天平，精度可达二百万分之一以上。天平广泛

用于石油、化工、地质矿产、医院、学校作为精密计量、化学分析等。

【砝码】一种以固定形式复现一给定质量量值的一种“从属量具”，与天平配套使用。是单值量具，一定块数的砝码组成砝码组。当需要衡量某一质量时，应以最少的砝码数组成所需的质量。其精度按检定的不确定度大小分为一、二、三、四、五等，一等精度最高，实验室用砝码按其应用领域分为：（1）工作砝码，质量从 1 毫克到 20 公斤，其精度属于二至五等，是化工类学校、化工厂、医疗单位、地质、农业化学等部门与天平配套的必须设备；（2）标准砝码，质量从 0.05 毫克到 50 公斤，还有 50 公斤以上至 5000 公斤的大质量，精度有一至四等用于检定实验室天平、秤和砝码。

【弹簧式案秤】应用弹簧变形原理制成的测定物体质量的量具。利用弹簧在弹性极限范围内，物体重量与弹簧伸长量成比例的原理制成，为指针式。它主要由弹簧、秤盘及秤盘杆、秤壳、辅助杆、放大杠杆、齿轮齿条、指针及度盘，温度补偿装置等组成。当被称量的重物使螺旋弹簧产生一定伸长量，经杠杆放大后传给齿条，由齿条带动齿轮转动，这时指针指出相应的刻度，即物体的质量。温度补偿装置由双金属片制成，由于温度升高或降低使金属片变形，从而引起杠杆臂伸长或缩短进行补偿。这种案秤结构简单、体积小、便宜，但精度只有 $1/300$ ，是商业常用衡器之一。

【单标尺游砵增砵案秤】利用杠杆原理制成的测定物体质量的量具。利用一根第一杠杆原理构成的秤，中间是支点，右边秤盘放置被测重物，左边是游砵及增砵，当杠杆处于平衡位置时，由增

砵与游砵之和确定被测物体的质量。最大称量有 5、10、20 公斤三种，精度可达 $1/1000$ — $1/2000$ ，广泛用于商业活动中。

【材料试验机】用于进行材料机械性能测试的仪器。品种很多，静负荷试验机有拉力、压力和万能材料试验机，扭转试验机，复合应力试验机，蠕变试验机，持久强度试验机，松弛试验机；动负荷试验机有冲击试验机、疲劳试验机，常见的万能材料试验机，主要由主体部件、测力机构、液压和电器系统组成。其规格有 100、300、600 千牛顿和 100 万牛顿等，用于金属材料的拉伸、压缩、弯曲和剪切等试验，也可用于木材、水泥试样等非金属材料的压缩和弯曲试验。扭转试验机主要由机座、加荷机构、测力机构、记录装置和电控箱等组成。用于各种金属和非金属的扭转试验，以测定材料受扭力时的机械性能。冲击试验机利用摆锤处于初始位置的能量和摆锤破断试样后的位置能量之差确定冲击消耗能量，被试样缺口截面积除得的商称即为材料的冲击韧性，其结构简单，操作方便，试件成本低，用于材料的冲击韧性试验。

【电阻应变仪】测量各种材料及构件在载荷作用下形变的应力分析仪器。主要由测量电桥、放大器、相敏检波器、滤波器、振荡器、指示器和电源组成。由电阻应变计组成的测量电桥粘贴于被测位置上，受力后，测点应变引起应变计电阻变化，由振荡器发出的正弦波对应变信号进行调制，输出调幅波信号，经放大器后得到一定幅值电压，由相敏检波器检取和分辨信号大小和方向，通过滤波器放大后，还原为应变信号，由指示器测取应变值。种类较多，有：（1）静态电阻应变仪，用于测量静载荷或缓慢变化载荷作用下的静态应变，能进行多点测量；（2）静态动态电阻应变仪，

用于静态应变为主的测量，并可作为频率在 200 赫兹以下的单点动态测量；(3) 动态电阻应变仪，用于变化频率在 5000 赫兹以下的单线或多线动态测量；(4) 超动态电阻应变仪，用于频率在 10 千赫兹以上的动态测量；(5) 多变应变巡回检测系统，可对 100 个测点以上的大型构件作静态测量。电阻应变仪如配用相应的传感器，还可测量压力、力、扭矩、位移等物理量。

【硬度计】测量物体硬度的仪器。常用的硬度计有下面几种：(1) 布氏硬度计，此试验方法是瑞典工程师 J. A. 布里涅尔于 1900 年提出，将选好的钢球压头 ($\Phi 2.5$ 、 $\Phi 5$ 、 $\Phi 10$) 安装在主轴上，通过负荷施加机构把负荷作用在钢球上并将其压入试样表面，保持一定时间，负荷卸除后，测定压痕直径计算出硬度值，其符号用 HB 表示；(2) 洛氏硬度计，其试验方法由美国人 S. P. 罗克韦尔于 1919 年提出，用金刚石圆锥体压头或钢球压头，加预负荷压入试样表面深 h_0 ，再加主负荷 F_1 并保持一定时间后卸除 F_1 得到压入深 h_1 ，由差值 $h_1 - h_0$ 计算出硬度值，其符号用 HRC 表示；(3) 维氏硬度计，此法由英国的 R. L. 史密斯和 G. E. 桑德兰特于 1925 年提出，其试验原理与布氏硬度计基本相同，采用两棱面夹角为 136° 的金刚石正四棱角锥体压头，加一定负荷压入试样表面，保持一定时间，卸除负荷后测量压痕对角线长度算出维氏硬度值，其符号用 HV 表示(习惯上把加负荷 ≤ 9.8 牛顿的试验称为显微维氏硬度，用于测定小零件及物体表层硬度)；(4) 肖氏硬度计，此试验方法由美国的 A. F. 肖尔于 1906 年提出。其基本原理是将具有一定形状和质量的金钢石标准冲头，从固定高度自由落到试样表面，然后回跳到高度，以 h 与 h_0 之比确定肖氏硬度，其符号以 HS 表示；(5) 里氏硬度计，由瑞士人 D. 利伯于 1978

年提出，以冲击头在一定弹簧力作用下对表面进行冲击并反弹回来，测定冲击速度 V_A 和反弹速度 V_R 的比例数得到，其符号用 HL 表示，其特点是体积小，操作方便，测量范围大，适用于现场和已装配成的零件测试，可与布氏、洛氏、维氏、肖氏硬度值换算，具有广阔的发展前途。

【球形光度计】 又称积分光度计。进行光度测量的仪器。主要由积分球和光电光度计组成。半径为 r 的积分球内涂反射率为 ρ 的白色漫反射层，球上开一窗口，灯泡在积分球内，经漫反射形成各处相同的漫射照度，通过安放在窗口的光电光度计接收，测出光照度 E ，然后求出光通量 φ ，即 $E = \varphi / 4\pi r^2 \cdot \rho / 1 - \rho$ 其特点是操作简单，精度高。广泛用于光源生产、照明工程及科学研究领域。

【色度测量仪】 测量光源色和表面色的仪器。有下列种类：（1）目视色度计，它是将试验色与一种可调节的色进行匹配的方法，通过眼睛观察比较，如赖特色度计、唐纳森六原色色度计等；（2）光谱光电测色仪，可对物体色进行精确测量，测出其光谱反射率因数或光谱透过率，从而得出物体色的三刺激值和色度坐标；（3）光电色度计，利用特定光谱灵敏度的光电积分元件作探测器，附有模拟 CIE 标准色度观察者色匹配函数的修正滤光片，能够直接测量光源色或表面色的色度和亮度，可做成便携式，可测量远距离物体、对野外测量十分方便。颜色测量在染料、涂料、纺织、造纸、印刷、陶瓷、军事伪装、建筑、照明、影视等得到广泛应用。

【色温计】 测定色温的仪器。光源的色温是指：发出和某光源具有相同光色的黑辐射源的绝对温度称为该光源的色温。例如一个光

源的颜色是和黑体加热到绝对温度 3000 开尔文时所发出光色相同,就称这个光源色温是 3000 开尔文。它由光电探测器,红、蓝滤光片及显示器组成。光电探测器由两块特性尽可能一致的硒光电池组成,并在其前面分别放置红、蓝滤光片,用量程 15—0—15 的微安表做显示器,并用已知色温对微安表指针位置进行定标。测量时,光电池同时对准光源,若光源色温高,光色偏蓝,放置蓝色滤光片光电池电流大,微安表指针向某一方向偏转;若光源色温低,光色偏红,放置红色滤光片光电池电流大,微安表指针向反向偏转,微安表不同指针位置表示不同的色温。色温计测量范围为 1800—10000 开尔文。应用于灯泡工业、影视行业等。

【听力计】用于测量人的听觉能力的仪器。由振荡器、衰减器、放大器和耳机组成。测试时,戴上耳机,记录刚刚能听的声压级 dB 值,然后以不同频率测得的 dB 值为纵坐标,以频率为横坐标画出听力曲线,再与标准零级曲线对比,即可知道受试者的听力损失及在某一频率下损失情况。

【声级计】按一定的频率计数和时间计数测量声压级或声级的最常用声学测量仪器,它主要由传声器、衰减器、放大器、计权网络和指示装置组成。声级计按精度可分为 0、1、2、3 共四种类型,其固有误差分别为 ± 0.4 、 ± 0.7 、 ± 1.0 及 ± 1.5 dB。“0”型为标准声级计;“1”型为精密声级计,实验室用;“2”型为一般用途声级计;“3”型为普查用声级计。声级计用于测量环境、机器、车辆的噪声,也可测量音响设备和建筑物的声学性能。

【超声诊断仪】是用于诊断人体内部疾病的仪器。从人体外部入射

声波，根据透射，反射和散射等效应产生的声波特性判断人体内部组织情况。常用的有 A 型、M 型脉冲反射式超声诊断仪，B 型机械或电子扇扫超声诊断仪、超声多普勒胎心仪。诊断具有无损伤、非侵入性、灵敏度高、重复性好，适于鉴别软组织等优点。受到医学界重视。

【照射量计】又称伦琴计或 γ 量计。用于测量 X 射线或 γ 射线剂量的仪器。主要由主机、电离室、电缆和检验源及其他附件构成。其工作原理是当 X 射线或 γ 射线通过电离室时，光子和室壁材料相互作用产生具有一定能量的次级电子，使腔内气体电离，形成正负离子，在极化电场作用下形成电离电流，从收集极输出，通过电缆引入主机，由测量系统对电流进行定量测量，并转换为照射量单位的读数显示。照射量计广泛用于放射治疗的测量及科学研究中。

【浓度计】测定水溶液中某物质含量的仪器。常见的有：（1）旋光计，根据平面偏振光通过溶液时，偏振角会旋转一定角度，其大小与浓度有关原理设计而成；（2）比色计，利用可见光透过着色溶液时，对光线的吸收度测定溶液浓度的原理；（3）比色分析仪，根据被测组分或它所形成的化合物对光选择性吸收后，溶液颜色深浅与标准溶液进行比较确定其浓度。其特点是灵敏，有较高准确度，相对误差达 2—0.5%，操作简单。浓度计应用于化学工业、食品工业等。

【湿度计】用以测定空气中水蒸汽含量的仪器。分电阻湿度计与电容湿度计、干湿球湿度计、露点湿度计及毛发湿度计等。电阻与

电容湿度计的原理基本相似，前者的吸湿介质如氯化锂电阻，后者的吸湿介质一般用氧化铝，都是利用吸湿介质吸湿量与周围气体中湿度有关，介质吸湿后电阻值或电容的介电常数发生变化的原理进行湿度测量。湿度的多少是气象、采暖通风，空气调节、食品贮存的重要参数。

【酸度计】用于测定水溶液中酸度的仪器。由电极和电计两个主要部分组成。通常采用玻璃电极与甘汞电极组成测量电池，这一对电极用来测量酸度值，电计的作用是将被测电信号转换成酸度并指示出来。测量时，当两个电极之间的电势为零时，溶液的 pH 值称为零电位时 pH 值，仪器在测量前，先用标准缓冲溶液进行校准，将仪器读数调节在该温度下标准缓冲溶液的 pH_s 值上，测量时就可直接读出被测溶液的 pH_x 值。酸度测量在工农业生产和科研中有重要意义。例如化肥生产、土壤分析、生物、医学和环境分析等。

【望远镜】用于观察远距离物体的光学仪器。利用望远镜能更清楚地看到远处物体的细节。由于远处物体经望远镜所成的像对眼睛的张角，大于远处物体对眼睛的直观张角，使人感觉“物体被拉近了”，扩大了人眼观测远距离物体的能力。望远镜使远处物体成像的系统称望远光学系统或称望远系统，它的基本组成是物镜和目镜。1608 年荷兰人汉斯·李波尔赛用两片眼镜片构成第一台望远镜的雏型。1609 年意大利天文学家伽利略按光学成像理论，用平凸透镜做物镜，双凹透镜做目镜，制成物镜孔径为 14.2 厘米，放大率 3.5 倍，全长约 1.2 米的纸镜筒望远镜。这是世界上第一台用于星象观察的天文望远镜，用它观察发现了木星的卫星。这

种望远系统的望远镜至今使用，称为伽利略望远镜。望远镜成像质量、成像亮度以及分辨远处物体细微部分的能力，取决于望远镜的光学性能参数，即物镜孔镜、焦距、相对孔径、放大倍率及视场角。

【天文望远镜】见第一卷中的“天文望远镜”。

【水准仪】用于水准测量的光学仪器。测量任意点与水平面之差称为水准测量。所以要求水准仪必须能确定水平方向，将视准线即望远镜的轴线安置水平。水准仪按确定水平面方向的原理分为两大类：（1）依赖静止的液体表面确定水平面方向，如定镜水准仪、微倾水准仪及某些自动安平水准仪；（2）由自由悬挂装置的重力效应确定水平面方向，如自动安平水准仪。水准仪的基本组成部件是望远镜、登抽系、水平度盘、水准管和运动控制机构。

【经纬仪】野外勘测进行角度精密测量的大地测量光学仪器。测量角称水平角和垂直角。测量原理是不同高度的目标点，按两点连成一直线称目标方向线。沿直线作垂直面，两垂直面与水平面交线成的夹角称水平角。水平角由置于水平面内的水平度盘测量。垂直角则是垂直面内目标方向线与水平线成的角，由置于垂直面内的垂直度盘测量。经纬仪按测角精度分为三等，一等测角精度指标达 $\pm 0.8''$ ，二等要求 $\pm 1''$ ，三等为 $\pm 2''$ 。经纬仪基本组成部件是：望远镜、度盘、水准器、旋转轴、读数系统及时点器。经纬仪在经济建设和国防建设中具有重要的作用。激光技术的引用，使之发展为大型精密机械、造船及航空工业等方面进行精密定位与安装的有力工具。

【光学测距仪】用于测定两点间直线距离的测绘光学仪器。测量原理是光学成像及三角测量法。光学测距仪有三种基本类型：(1) 内基线双像测距仪；(2) 外基线测距仪（这两类光学测距仪基线长由仪器设计确定，视差角在现场按类似照相机双像重合的原理确定）；(3) 自动归算测距仪（其基线长及视差角都不由仪器设计定，而是在现场测定后通过归算装置自动计算出测量距离）。光学测距仪基本组成包括：望远镜、测距双楔或曲线归算度盘以及目视系统。其最远测量距离范围 170—1000 米，对应测距相对误差为 $1/3000$ — $1/1000$ 。广泛应用在地形测量、导线控制测量及工程测量等方面。

【电磁波测距仪】用于测定两点间直线距离的测绘光电仪器。原理是利用电磁波在空气中传播的速度为已知这一特性，测定电磁波在被测距离内往返传播的时间来求得两点间的距离。具有精度高、测距远、受地形干扰小、轻便而又测绘效率高等特点。电磁波测距仪的基本组成是：照准头、反光镜、控制箱及电源等。照准头是主机部件，主要作用是发射和接收信号，并能安装在经纬仪横轴之上。电磁波测距仪分两大类：光电测距仪及微波测距仪。按测程分为三种：(1) 短程光电测距仪，测程小于 3km，误差为 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm})$ ，用于普通工程测量和城市测量；(2) 中程电磁波测距仪，测程 3—15km，误差为 $\pm(5\text{mm}+2\text{ppm})$ — $\pm(3\text{mm}+2\text{ppm})$ ，用于一般等级控制测量；(3) 长程电磁波测距仪，测程大于 15km，误差为 $\pm(5\text{mm}+1\text{ppm})$ ，用于国家三角网及特级导线。此外，精密电磁波测距仪，误差仅 $\pm(0.2\text{mm}+0.2\text{ppm})$ ，一般为中、短测程，用于精密工程测量和地壳形变观测。

【差热分析仪】用于定性定量分析的热分析仪器。物质在加热或冷却过程中，由于化学或物理变化，产生吸热或放热的热效应，引起与物质内在因素有关的温度变化，用差示法测定这种变化，就是差热分析仪的基本原理。差示法则是在程序温度控制下，测量物质与参比物之间温度差随温度的变化。差热分析仪由温度程序控制系统、差热测量和放大系统以及炉体、样品架组成。差热分析仪按温控范围分为中温及高温两种类型。广泛应用于各种行业。

【色谱仪】用于混合物定性定量分析的仪器。原理是气体或液体的流动相，带着混合物试样流经玻管（玻管称为色谱柱，柱内的填充物称固定相）；由于固定相对试样吸附性、渗透性、溶解度及分子过滤作用的不同，使混合物分离进入检测器；不同分离物产生不同的信号，在记录纸或荧光屏上显示为一系列谱峰，称为色谱图，色谱图就是定性定量分析的依据。色谱仪分为气相色谱仪和液相色谱仪两大类。基本组成部件是：载气源或高压泵、进样系统、色谱柱、检测显示和记录系统。色谱仪微量分析速度快，易于自动化，适用面广，是分析技术的重要手段之一。普遍应用于工农业生产、科学研究及医疗卫生等部门。

【质谱仪】用于复杂混合物进行定性定量分析的仪器。原理是用电子束轰击试样，使之碎裂成离子。在高真空中离子被加速、偏转进入圆形轨道，因离心力而按质荷比（ m/e ）分离成不同分子量的离子束。由狭缝控制进入检测系统，显示不同离子束的离子数。记录不同类离子数的谱称质谱，它是定性定量分析的依据。质谱仪的基本组成部分是：进样系统、离子源、静电加速系统、离子收

集系统、真空系统和检测显示记录系统。质谱仪灵敏度高、分析速度快。数据存储和库检索稳定性高，并能与色谱仪结合构成色谱法—质谱仪，分析某些更复杂的混合物。试样可以是气体、液体和固体，应用范围很广。

【光谱仪】用于元素定性定量分析的光学仪器。原理是利用物质的分子、原子或离子，受到热能、电能或化学能激发，而直接发射的光谱判断物质组成元素及含量，称光谱分析技术。分为原子光谱分析和分子光谱分析。光谱分析的波长范围是 2000—9000 埃。光谱仪由照明、分光及接收记录三部分组成。相对灵敏度达 0.1—10ppm，选择性好，特别适用于痕量元素分析。是一种相对分析法，需标准样品对照，故较昂贵。在国民经济及教学科研中广泛应用。

【分光光度计】用于物质定性定量分析的光学仪器。原理是物质都具有特定的吸收光谱，根据吸收光谱的差异可鉴别物质的成份、结构及其相互间的作用。根据吸收光谱曲线上特征波长的透过率可测定物质含量。由紫外至远红外光谱形成了分光光度计完整系列。分光光度计主要组件是：单色器、光路系统及检测显示系统。按检测法分为单光束或双光束分光光度计和单波长或双波长分光光度计。应用广泛，特别是生物高分子结构分析，使用分光光度计广泛。

【荧光分析仪】又称荧光分光光度计。用于微量元素及其结构分析的光学仪器。用单波长的光照射某种物质，这种物质在极短时间内，发射出较照射光波长为长的光，这种光称为荧光。荧光特性和分子化学结构密切相关。利用荧光特性或称物质二次发光特性，

进行元素定性定量及结构分析，是荧光分析仪的原理。结构特点是有两个单色器，各用于选择激发光和分析发射荧光。性能特点：（1）较分光光度计灵敏度高 2—3 个数量级，但对环境因素敏感；（2）鉴定物质较分光光度计选择性强。荧光分析仪在待测物质特征吸收光谱相同时，可由发射荧光光谱的差异来鉴定。荧光分析仪在生物、医学临床、农业、食品化学及环境污染监测等方面广泛应用。

【X 射线衍射仪】用于物质结构分析及定性、定量分析的大型仪器。用 X 射线照射晶体试样，X 射线与晶体的条件满足布拉格公式 $2d\sin\alpha = n\lambda$ （ d 是同组晶面距， α 是 X 射线与同组晶面夹角称衍射角， λ 是 X 射线的波长）。射出 X 射线将产生不同强度分布的花样，称衍射现象。根据衍射强度和花样，可确定试样微观结构，鉴定物相。这就是 X 射线衍射仪结构分析的原理。不同物质具有不同的衍射谱，即使是混合物中各种物质也会产生各自独立、互不干扰的衍射谱，故易于鉴别。X 射线衍射仪分 3 种类型：单晶衍射仪、粉末衍射仪及小角衍射仪。广泛应用在生命科学、材料科学、考古学、化学、物理学、冶金和矿物学等研究领域。

【电子能谱仪】研究物质表面特性的光电仪器。一定能量的紫外光、X 射线或电子，作用于试样，使其表面原子的不同能级电子激发成自由电子，这些电子带有试样表面成分、结构等信息，收集这类电子，研究其能量分布，就是称为能谱分析的基本原理。电子能谱仪的基本组成部分是：激发源、氢离子枪、试样室、真空系统、电子能谱分析器及探测器。分为 X 光、紫外、俄歇三类电子能谱仪。是快速、高灵敏度表面分析的重要仪器。在材料科学、摩擦

学、物理学及量子化学等基础理论研究领域中，发挥着特有的作用。

【电子探针显微分析仪】用于微小区域定性定量分析的电子仪器。原理是用聚焦很细的电子束在真空中照射试样，产生特征 X 线。不同元素的特征 X 线具有不同波长和能量，检测分析特征 X 线的波长或能量强度，从而得出被照射微小区域所含的元素种类及重量浓度。电子探针显微分析仪由四部分组成：电子光学系统、X 线分光光谱仪、光学观察和显示记录系统。特点是：分析区域小，为几个立方微米；灵敏度和精度高，定量分析准确度达 2% 左右；定性分析元素范围广；操作简便，可直接观察试样表面微细结构，准确选定分析区域；分析过程中不损伤、污染试样。广泛应用于冶金、地质、考古、天文、生物医学及电子材料等领域。

【核磁共振波谱仪】用于物质定性定量分析、确定分子结构的精密仪器。静磁场中的物质原子核吸收交变磁场电磁波能，而发生能级跃迁的现象称为核磁共振现象。利用核磁共振谱线的特性确定各种各样的分子结构，实现物质的分析测量是核磁共振波谱仪的原理。核磁共振波谱仪由磁铁、谱仪、探头三部分组成。特点是测定速度快、灵敏度高。测定不损伤活体，可方便地进行活体研究。测定技术不需要晶体，只要溶液状态，更接近于生物分子的生理条件。核磁共振波谱仪是有机化合物结构研究的有力工具，从大分子到细胞、组织器官及部分人体。广泛应用在物理学、化学、生物医学等领域，特别对于基础理论、应用科学研究以及产品开发是必不可少的精密分析仪器。

【复式显微镜】 又名生物显微镜。见第二卷中的“光学显微镜”。

【暗视场显微镜】 见第二卷中的“暗视野显微镜”。

【红外与紫外显微镜】 采用红外或紫外光源的复式显微镜。功能和成像原理见复式显微镜。光学系统的特点：（1）照明采用红外或紫外光源，光学元件应选用红外或紫外透射或反射率高的材料；（2）采用反射式或折反射式物镜；（3）图像由荧屏显示。红外和紫外光波长超出可见光谱范围，人眼不能直接接收到。物镜成的图像由探测器接收，经光电转换在阴极射线管的荧屏上再现。应用于对红外或紫外光反应灵敏的生化物质的分析、观察。

【偏光显微镜】 见第一卷中的“偏光显微镜”。

【荧光显微镜】 激发物质产生荧光，从而进行观察的复式显微镜。功能和成像原理见复式显微镜。荧光见荧光分析仪。光学系统特点：（1）单色光源，发射特定波长的单色照明光（称激发光）；（2）确保荧光成像，像面前设置截止滤波片及照明光路设计，应严格阻止激发光参与成像，确保试样荧光到达像面。照明光路有两种型式：（1）透射式，用特种聚光镜及环形光阑，使透射照明试样的激发光不能进入物镜；（2）落射式或反射式，单色激发光由镜身后射入，经二色向镜（反射短波长激发光，透射长波长荧光）反射入物镜，物镜起聚光镜作用，将激发光聚焦至试样，二色镜及截止滤波片共同阻止激发光通过，荧光像质好，照明光路简单。荧光显微镜用于荧光物质或能作荧光色素标记的物质的定性定量分析与观察，灵敏度高。在生物医学中应用广泛。

【干涉显微镜】利用光的干涉现象进行精密计量的复式显微镜。功能见复式显微镜。成像原理利用了光的波动性产生的干涉现象。同一光波分离出来的两支振动方向、频率相同的光波，光程（光在介质中经过的几何路程和该介质折射率的乘积。）差固定，迭加后的光强有稳定的明暗变化现象，称为光的干涉现象。干涉显微镜光学系统特点：（1）单色光源；（2）单色光经分束镜分为二束光线，一束光经试样，另一束光不经试样，形成两支光的光程差，这两支光经物镜后在像面迭加，像经目镜再次放大观察；（3）像为明暗干涉条纹。用于定量测定，主要用在精密计量室。

【相差显微镜】见第二卷中的“相差显微镜”。

【手术显微镜】见第二卷中的“解剖镜”。

【金相显微镜】见第一卷中的“金相显微镜”。

【视频显微镜】可将影像经光电转换至荧光屏幕上显示的复式显微镜。同复式显微镜的区别，只是目镜用摄像镜头替代，使物镜成的放大像呈至摄像机的靶面，经光电转换后，由阴极射线管的荧光屏显示。使人眼观察方便舒适。

【透射电子显微镜】简称电子显微镜。用于扩大人眼的科学视野，探索物质微观结构的电子光学仪器。在电子显微镜下可观察分子甚至原子像。其放大倍数达 100 万倍以上，点分辨率优于 3 埃，较光学显微镜提高 3 个数量级。电子显微镜利用高速电子束放大成

像。高速电子束也具有光的波动性，而且经电场或磁场也如同光经介质有可折射性。高速电子束的这两大特性就是电子显微镜的基本原理。通常称轴对称的电场或磁场为电子透镜，能使电子束聚焦成像。透射电子显微镜成像光路，是电子束透射过样品，经称为物镜的三级电子透镜放大成像，电子像由荧光屏显示。透射电子显微镜主要由镜体系统、真空及电子系统组成。性能稳定。不但能观察物体的二维平面结构，而且可得到三维空间信息。是物质形态或动态变化观察工具，也是物质化学组成的分析工具。广泛应用在生物医学、材料科学、物理学、化学及矿物、地质等部门中。

【扫描电子显微镜】简称扫描电镜。用于观察大块试样表面微观形貌和综合分析的电子光学仪器。表面观察分辨本领为 60 埃左右，放大倍数达几十万倍（在此放大倍数定义为荧屏边长与电子束在试样上扫描宽度之比）。扫描电镜成像原理类似电视。经电子透镜聚焦的微细电子束照射在试样上，并在其表面逐行扫描，试样表面反射回来的电子由探测器收集，并转变为电信号，输送至显像管转变成荧光像。应控制扫描荧光屏电子束与扫描试样电子束同步。一幅扫描图像由近百万个像元构成。所以微小区域试样形貌、化学元素及物理质差异都可显示。扫描电镜主要由电子光学、信号检测、图像显示、记录定标及数据处理等系统组成。特点是景深大，能观察到试样表层下的内部结构。放大倍数可变范围大由十至数十万倍。样品制备容易，微区综合分析能力强。广泛应用于许多领域，是科学研究和工农业生产中的强有力工具，应用范围在不断扩大。

【光学电子显微镜】简称光学电镜。将光学显微镜与电子显微镜融为一体的光学电子仪器。利用光学显微镜放大倍数低观察范围大的特点，解决电子显微镜放大倍数高观察范围小寻找研究部位困难的问题。两种显微镜的对照观察是由计算机控制实现。具有两种显微镜光路系统。两个试样台密封在同一体内。观察时应备制两种显微镜的试样。光学电镜性能特点是观察研究快速、方便和准确，在病理诊断¹及生物科学研究中特别有用。

【液体膨胀式体温计】利用液体热胀冷缩原理制成的直接式临床测温仪器。原理是根据液体的热膨胀效应，即液体在受热时体积膨胀，冷却时体积缩小。医用液体温度计前沿呈椭圆形，起毛细管芯放大的凸透镜作用。毛细管心内充有热胀冷缩反应灵敏的水银。医用液体膨胀式体温计分为口腔计和肛门计两种。测温范围为35—42℃，测温精度为0.05摄氏度。为使银白色的水银易判读清楚，在体温计内放置彩色玻璃，入射光照射至彩色玻璃再反射到水银柱上，使水银柱着上色彩便于判读，称为彩色体温计。液体膨胀式体温计简便、准确、直观、价廉，在临床应用广泛。缺点是不能自动记录和显示，不宜长时间连续测温。

【液晶体温计】利用液晶随温度改变颜色的特性而制成的。直接式临床测温仪器。原理是某些液晶材料和液晶胆甾醇混合物有一个精确临界温度。当液晶温度达到或超过临界温度，它呈现为无色透明体。当液晶温度降低，这类液晶混合物将由液相转化成胆甾相，其色泽由无色透明转变为某一特征色，其色变过程需一定时间，称滞后时间。改变液晶混合物的组分就可获得不同的临界温度和滞后时间。根据它能测定体温并有充分的判读和研究时间。液

晶体温计的结构是托板及其上排列的十个温度敏感元件。温度敏感元件分别由十种不同组分的液晶胆甾醇混合物制成。其临界温度分布在 $36.7—39.2^{\circ}\text{C}$ 。为便于判读,温度敏感元件上壁为透明凸圆形状,底部为黑背景色。组分适当,分辨率可达 0.1 华氏。测温反应时间一般为几秒钟,较液体膨胀式体温计优越。单一温度敏感元件的体温计,用于医务监督作为越线报警,它使用和判读十分简便,在临床护理工作中很适用。液晶体温计具有简便、安全、直观、反应快等优点,正逐渐得到广泛应用。

【袖带式血压计】体外间接测量血压的医学临床仪器。原理是用外加压力使某些暴露于体表的较粗动脉压扁至刚好阻断血液流动,称为动脉阻断。这个阻断血流的压力应高于心脏收缩时的最大压力,称为收缩压。当阻断压力逐渐减小至心脏充分舒张时的压力称为舒张压。用充气袖带阻断肱动脉,在阻断压力下降过程中产生一系列不同音调的声音,称为柯氏音(俄国医生柯罗特柯夫 1905 年发现)。用听诊器监听柯氏音的音调变化判断测定收缩压(高压)和舒张压(低压)。袖带式血压计由血压带(袖带)、听诊器、压力表组成。它普遍应用于医学临床诊断、病人监护及生理研究中。

【自动血压测量仪】自动间接无损地监测人体血压的临床医学仪器。其基本原理同袖带式血压计,根据柯氏音的音调变化监测血压。不同点是用柯氏音传感器代替听诊器,由控制线路和电磁阀门使气源自动按固定压力增长率向袖带内充气,超过收缩压几十毫米汞柱则自动停止充气,随后缓慢而均匀地放气。同时传感器监听柯氏音变化,鉴别收缩压、舒张压对应柯氏音,在其出现时

发出取样信号指令，收缩压、舒张压信号就被贮存或显示。自动血压测量仪基本组成为：气体压力源、袖带、压力和柯氏音传感器、电子放大与程序控制器、安全控制器及记录显式器。自动血压测量仪在临床使用中有连续监测，减少人为误差的优点。但应有良好鉴别真假柯氏音的特殊线路及可靠保险安全器。

【钟罩式肺活量计】直接测量式医用肺活量测量仪器。肺活量是在最大深吸气后作深呼气所能呼出的最大气量。计量单位为毫升。是检查肺功能的重要生理指标。测量原理是属容积式气量计。具有标准容积的钟罩倒扣在注满水的槽中，使钟罩内气体全部排出。人在深吸气后呼出气体进入钟罩气室，使钟罩上升。通过容积标尺直读肺活量。钟罩式肺活量计结构组成为：钟罩、水槽、中心气管、容积标尺、三通阀门与进、排气管。它结构简单、使用方便、读值直观，但不能自动记录。广泛应用于医学临床检查、体格普查、运动医学、军事医学及医学科学研究中。

【钟罩式呼吸代谢率测定仪】直接测量式医用呼吸测量仪器。基本原理类似钟罩式肺活量计。结构组成增加了二氧化碳吸收器和记录系统。使其功能扩展为测定肺活量、呼吸率、潮气量、呼吸代谢率及能自动描记呼吸曲线。其应用同钟罩式肺活量计。

【超声多普勒血流测试仪】用超声波测定血流量和诊断某些血管变异疾病的临床医用仪器。其原理是基于多普勒效应；即入射到血管内血液颗粒上的超声波，因血液颗粒的运动超声波的频率不同于波源发出的入射超声波频率。血液颗粒散射反回的超声波，到达接收器时也会因血液颗粒的运动而再次发生频率的改变。此频

率的差值与血液颗粒运动速度大小有关。超声多普勒血流测试仪即检测频率差信号，放大运算处理后显示血流速度值。它由超声多普勒探头（包括超声波发射和接收器）和测试主机（包括高频振荡器、放大器、信号检出及显示系统）两大部分组成。超声多普勒血流测试仪分为两大类：（1）连续式超声多普勒血流测试仪。超声波束的发射和接收都是连续进行。这类仪器又分为定量测量、定量非定向测量和定量定向测量三种。（2）脉冲波式超声多普勒血流测试仪。超声波束的发射和接收是脉冲式地进行。除能测出血管内血液平均流速、鉴别血流方向外，还能测出血流速度沿血管直径方向的分布图，测量血管的内径，从而能较精确地得出血管的血流量。特别是它能检测深部血管如心脏和大血管。在临床上血流测定用于检查心血管功能，诊断血管疾病等。在一些外科手术中，血流测量也很重要。超声多普勒血流测试仪是一种无损伤测量方法，在应用上更受重视。

【核磁共振血流量仪】连续地、无损伤地测量和监视血流量的临床医用仪器。其原理是核磁共振物理现象（见核磁共振计算机体层摄影仪）。血液中氢原子核的核磁共振将在接收线圈中感生感应电压，由接收线圈测得的感应电压变化值可精确推算血流量。核磁共振血流量仪组成部件有：永久磁铁、发射线圈、接收线圈、接收电路与调制线圈等。它的类型主要有两种：（1）圆柱形正交线圈式核磁共振血流量仪，只测定肢体动静脉血管的血流量，不便使用于其他部位；（2）扁平线圈式核磁共振血流量仪，除能测量四肢血流量，还能测量脑动脉、升主动脉、降主动脉或静脉的血流。在临床上亦为重要血流量测定及血管疾病诊断仪器。

【眼压计】间接式临床医用眼压测量仪器。按原理分为压陷式和压平式两类。压陷式是用给定重量，在角膜上压陷恒定面积，经换算求出对应压陷深度的眼压值。典型结构是肖氏眼压计。主要由压针、锤弓和指针构成杠杆式机械放大机构组成。肖氏眼压计体积小、重量轻、坚固耐用、便于携带。临床应用广泛。主要缺点是测量的眼压值受眼壁硬度和操作的技术影响较大。压平式是采用一个平面对角膜加压力，角膜压平至预定面积，由作用力和面积换算出眼压值。哥德曼眼压计为典型压平式眼压计。采用一组光学系统监测眼球压平到预定面积（直径 3.06 毫米），并测出对眼角膜施加的力。这种仪器眼压测量值较真实，受眼壁硬度影响小。但测量速度较慢，操作较麻烦。这两类眼压计都使角膜接触刚体，易引起交叉感染，使用时应严格消毒。眼压值测定是防治青光眼及某些眼科疾病的重要手段。眼压计在临床检查、诊断及生理研究工作中都是重要应用仪器。

【非接触式眼压计】间接式无损伤临床医用眼压测量仪器。测量原理同压平式眼压计（见“眼压计”）。其结构由三个基本系统组成：（1）气流系统。输出作用于角膜上的气流压力，压力值随时间而增加的关系曲线由传感器测得。（2）压平监视系统。由瞄准角膜中心的发光器和与之对应方位上的光接收器组成。角膜被压平到最大程度时光接收器收集到最强反射光，达信号峰值点。由它对应的时间经换算数显眼压值。（3）校正系统。由视觉校正部件、屈光度校正部件、发光二极管及计算机等部分组成。校正系统是使仪器瞄准线与角膜对准，达要求时，计算机发出测量指令并显示眼压数据。非接触式眼压计测量时不直接接触角膜，测量过程仅需几毫秒。不需作麻醉处理，不引起眼病的交叉感染。多次连续

测量同一眼球，没有明显眼压降低。但结构复杂，价格昂贵。非接触式眼压计测量准确、迅速方便，适应于眼病普查。

【检眼镜】检查眼球内部病变的眼科医用光学仪器。原理是用经光学系统聚焦的冷光照明人眼各部位，医生经补偿镜片（或称屈光镜片）或直接对人眼各部位进行放大观察。检眼镜主要由灯泡、聚光镜、光孔盘、屈光补偿盘、手柄外壳等构成。检眼镜是一种最简单、最常用的眼科疾病观察诊断的仪器。

【裂隙灯显微镜】检查眼球内部病变的眼科医用光学仪器。原理是利用光学透镜使强光聚焦并经狭缝（称裂隙），形成窄长条（或小圆）形截面光束照射眼各部。由于眼组织对可见光透明，在光束照射下形成照亮的切面称光学切面。医生经双目立体显微镜对光学切面的眼部位进行放大观察、检查、诊断和治疗。裂隙灯显微镜结构组成包括：裂隙（光学照明）系统，显微镜（光学成象）系统，底盘和座架（机械运动）系统。有些还具有光学照相系统。裂隙灯显微镜按光源分为两大类：普通光源裂隙灯显微镜。用于眼科疾病诊断。激光光源裂隙灯显微镜。除能检查诊断外，还可用于激光治疗某些眼科疾病。如激光凝固脱离视网膜。治疗青光眼，虹膜膨隆，虹膜不完全切除等。激光小梁成形术。激光切割晶体囊膜或纤维膜等。裂隙灯显微镜是眼科应用极为普遍的一种仪器。

【眼底照像机】利用摄影方法记录眼底影像的眼科光学仪器。原理是用光学透镜使强光或单色荧光激发光聚焦照明眼底（视网膜），眼底反射光或发射荧光经摄影物镜，在摄影底片或光电靶上成眼底血管的放大像或荧光像。此记录图像是多种疾病诊断的依据。眼

底照像机结构由四部分组成：（1）照像系统，由接目物镜、摄影物镜、屈光度补偿镜片及带中心孔反光镜组成；（2）观察系统；（3）照明系统；（4）计时卷片系统。具有手动系统和连续自动拍摄系统，用以实现荧光快速、连续摄影要求。眼底照像机分为手持式、台式和电视式三种类型。眼底照像机应用是观察眼底及动静脉微循环，同时能拍摄眼底动静脉微血管图谱，以黑白或彩色照片形式保存。作为眼病和全身多种疾病诊断、人体微循环研究及患者病史分析的重要资料。所以，眼底照像机是临床眼科重要仪器之一。

【验光仪】检测人眼屈光度（近视、远视或散光的屈光度数）的眼科光学仪器，又称视力仪。原理是基于单片透镜成像的物像关系与透镜屈光度（焦距）有关。人眼晶体类似单片透镜，使观察物成像于视网膜（眼底）而为大脑感知。验光仪用透镜形成的平行光投射至眼底，眼底反射光经眼晶体及光学透镜成眼底的光斑像于镜前某点，称远点。轴向移动光阑靶或光电靶测定角膜至光斑像的距离（远点距），即像距，经换算确定人眼屈光不正值。验光仪按结构分为两大类：（1）光学验光仪，结构由成像系统、观察系统、照明系统及检测读数系统组成，检测是手动操作。要求被检者放大瞳孔（散瞳）；（2）电子（或自动）验光仪，结构由固视（照明）系统、自动测量记录系统和对准系统组成。采用红外光源照明不要求被检者散瞳。检测是由光电方法自动测定屈光不正值，并能自动瞄准、记录及输出测定数值。验光仪是临床眼科视力检查或普查普遍使用的仪器。

【内窥镜】用光学方法直接观察人体内部器官的装置。原理是用聚

光镜使冷光源的强光会聚，经一束导光纤维丝（称光纤）导入人体观察部位。另一束导像光纤前置物镜将体内照明部位组织成像于光纤前端面，并经光纤传至后端面。医生经目镜观察后端面上的体内组织的放大像。光纤导光是基于光入射至两种不同折射率介质的界面，当入射角大于一定角度（称临界角），光线就全部反射（称全反射）。光线在光纤中就是按这种全反射原理由一端传向另一端。内窥镜又称光纤内窥镜。其结构一般包括：头部、弯曲部、软管部、控制部、导光束及光源。类型按观察人体的部位分为各种内窥镜，如脑镜、食道镜、胃镜、肠镜、膀胱镜、胆管镜、支气管镜、胸腔镜、肾盂镜、关节镜、子宫镜、喉镜、心脏镜、胰镜、尿道镜、脊髓镜、耳鼻镜等。按观察方式分为目镜式和电视式。在临床应用上，上述各种普通冷光源内窥镜广泛用人体各部位的观察或取样活检断诊。内窥镜激光则还能将激光导入人体，进行胆管碎石、急性消化道出血、胃肠道良性和恶性肿瘤、心血管阻塞、尿道内疾病、膀胱肿瘤、气管及支气管狭窄或肿瘤等的治疗。

【红外热像仪】将人体辐射热构成的不可见红外图像变为可见图像，用于人体表面温度分布状态研究的仪器。基本原理是不用人工照明光源，由人体自身辐射红外能量，其光谱范围多处于3微米以上不可见光区（中间远红外区）。人体各部位的红外辐射随温度差异而有不同强度分布，光学系统将红外辐射能会聚至红外探测器，探测器将不同温度的辐射能转换成相应的电信号。经处理后，显示人体表面分布的图像。红外热象仪由光学和显示两系统组成。光学系统包括扫描、聚焦系统，参考黑体和红外探测器。显示系统有多种显示方式，以满足临床诊断的各种不同要求：显示

病变部位温度分布，显示病变区周围血管热图，显示病变与正常部位温差关系，显示温度梯度及随时间变化的分布情况等。红外热像仪的特点是检查费用小，操作简便迅速，无损害允许重复检查。医学临床主要用于诊断浅表肿瘤、血管及皮肤疾病，并有助于断肢再植及针刺穴位的研究。但使用中应注意环境条件对皮温的影响。

【超声断层显像仪】用超声波显示人体断层像的临床诊断仪器。原理是超声波如同光波有良好的指向性。它能在人体软组中传播（速度为 1500 米/秒）。当它穿过不同密度的组织，会因两组织声阻抗不同而在其界面处发生反射，反射波强度随声阻抗差大小而变化。反射波强信号经放大和图像处理显示人体断层图像。为观察脏器动态情况，采用超声波束的快速扫描。仪器常用快速扫描方式有：机械扇形扫描、电子直线扫描、电子扇形扫描等。超声断层显像仪由探头（超声换能器）和主机构成。主机包括模拟信号处理、图像处理、控制电路和显示。超声断层显像仪特点是无损伤、无电离辐射，患者无痛苦，可反复检查。适于软组织显像诊断。灵敏度、分辨率较高。在医学临床主要用于心血管、腹部脏器的检查。由于超声波对患者无损伤使之成为围产期医学的重要技术手段，如反复监测胎儿发育早、中期情况，作胎盘定位，诊断无脑儿、脑积水等胎儿畸形。

【超声多普勒检测仪】用超声波无损伤诊断体内脏器的临床医学仪器。原理是超声波束射入人体如遇到静止脏器，反射波频率不变。如脏器运动，则反射波频率改变，称多普勒频移。频移大小与脏器运动速度有关。接收器将反射波多普勒频移信号转换为随脏器

运动速度而变化的输出电信号。仪器由超声多普勒探头（包括超声波发射和接收器）及测试主机（包括高频振荡器、放大器、信号检出及显示监听器）两大部分组成。超声多普勒检测仪安全方便、灵敏度高、定向性好、可以记录也可供监听。在胎儿心脏诊断和监护中应用较多。不足点是提取瞬时心率和平均心率的电路复杂，实施困难。

【微波治疗仪】用微波治疗疾病的临床医疗仪器。微波是一种高频率的电磁波，波长 1 毫米至 1 米，频率 300 兆赫至 300 千兆赫。微波射入人体组织其能量转变为热能，使人体组织产生温升（称致热效应），引起许多获得治疗效果的生理反应。微波治癌机理是癌细胞对温度敏感性高于正常细胞，一定温度下，可作到只杀伤癌细胞。微波理疗机理是微波致热效应使人体增强血液循环，加强代谢，降低感觉神经的兴奋性，降低肌肉和纤维结缔组织的张力，增强免疫能力等。从而达到止痛、消炎、降低肌肉张力、改善血液循环等疗效。微波治疗仪结构主要有磁控管、电源、磁铁、微波输出系统、定时开关、辐射器活动架、功率计及自动保护电路等。微波治疗仪分两大类：微波理疗机。用于理疗。微波热疗仪。功率较前者大，用于治癌。微波治疗仪是较为广泛应用的一类医用微波设备。由于微波辐射对人体具有利、弊二重性，使用中应充分发挥其有利面，同时严格采用科学防护措施。使微波治疗扬利避害。

【透视摄影 X 射线仪】又称诊断 X 射线仪。应用 X 光摄影方法，对人体透视成像而诊断检查疾病的医疗仪器。X 射线又名伦琴射线，是德国物理学家伦琴 1895 年发现的一种波长短（波长范围约

10^2 — 10^{-2} 埃)、穿透力强、可使摄影乳胶感光 and 许多物质发生荧光的电磁辐射波。X 射线俗名 X 光。诊断 X 光仪的原理是由于人体各种组织的密度和厚度不同,对 X 光吸收不同,同一强度的 X 光透射过人体不同组织其出射光强就不同,在荧光屏或 X 光片(摄影乳胶片)上出现明暗不同的影像。根据影像的形态和明暗可识别各种组织和分析诊断疾病。X 光投射到荧光屏呈现荧光影像称 X 光透视术。X 光投射到 X 光片上留下的影像称 X 光摄影术。透视较摄影方便、经济、可变动体位作多方面直接观察,了解动态功能并可当即得出病情结果,但不能留下客观记录,供观察研究或复查比较。实际中二者互为辅助补充使诊断更全面正确。诊断 X 射线仪结构为: X 射线管、电气装置、操纵台、辅助和直接临床诊断设备。诊断 X 射线仪按 X 射线管电流的大小分为大、中、小三种类型。按结构分为携带式、移动式和固定式等。大型诊断 X 射线仪设备完整,能作透视、胃肠摄影、断层摄影、快速及立体摄影,并附有影象增强装置、X 射线电视、电影、录像、计算机存贮等装置。诊断 X 射线仪是医学研究,特别是临床诊断或观察疗效的不可缺少的设备。

【治疗 X 射线仪】利用 X 射线放射治疗疾病的医疗仪器。原理是 X 射线具有生物效应,即对生物及人体组织细胞有破坏作用,尤其是对于分裂活动旺盛的细胞破坏能力更强。恰当地利用 X 射线的这种效应,就可治疗某些疾病。治疗 X 射线仪主要结构为: X 射线管、操纵台、电气装置及临床治疗的机械装置。治疗 X 射线仪按治疗的范围分为接触治疗仪和深部治疗仪。接触治疗仪 X 射线管电流最大为 10—20 毫安,管电压最高为 60—70 千伏。X 射线穿透力低、照射距离近且有效照射面积小,能在几十分钟内连续工

作，放射率很高。机械装置为移动式。用于治疗皮肤表面及体腔浅层的疾病。深部治疗仪 X 射线管电流最大为 10—30 毫安，管电压最高为 125—250 千伏。照射面积能改变，照射强度及穿透力均较大。管电压高，应有冷却装置、自动调压及各种安全装置。用于治疗体腔深部疾病及恶性肿瘤。

【电子计算机 X 线体层摄影仪】国际通称 CT。利用 X 光分层摄影的医学影像诊断仪器。其基本原理是用 X 线管发射的微细 X 射线束照射人体被检部位，经各层组织吸收衰减后，用高灵敏度的检测器接收穿过人体出射的 X 线强度。按此环绕人体某部位照射一周，将从各个角度测得的出射 X 线的强度信号输入计算机处理运算出人体某一断面每一像素（微小体积）的线性衰减系数，然后显示出此断面 X 线衰减系数表征的灰阶图像。衰减系数反应人体组织密度及元素成份。CT 成像从原理上消除了透视摄影 X 射线仪影像重叠的缺点，显示人体横断面解剖学的分布图像。有助于立体图像分析，提高了诊断的准确性和速度。CT 的局限性是不能测定组织灌注量、代谢及血管内血流情况。X 线 CT 主要结构为：X 线发生部件、扫描机和诊视床、检测系统、计算机和数据存储装置、控制台及显示摄影系统。X 线 CT 对颅脑、腹部、胸部、心脏大血管等疾患，尤其肿瘤的诊断是医学临床的重要工具。为医学影像学形成奠定了基础。

【数字式 X 线减影血管造影仪】医学临床动脉造影和病变诊断的医疗仪器。基本原理是先将未注射对比剂的 X 线动脉血管图像变成数字存储起来，此像称为“原像。”随后将注射对比剂并到达受检区的 X 线动脉血管图像也转换成数字输入到另一存储器内。用

图像处理器将代表前后两图像的数字相减，即从有对比剂的造影图像中减掉原像，从而消去图像背景，突出显示有对比剂的动脉血管部位。数字式 X 线减影血管造影仪分为静脉和动脉两大类。结构主要由高光子通量的 X 线发生器、摄像机、高性能高分辨率的影像增强器、电视系统、计算机、图像处理器及控制监视系统组成。数字式 X 线减影血管造影仪主要优点是使动脉和心腔造影变成不需要插管、少创以至无创性技术，而且方法简便，实时显示，费用低，患者不需住院检查。扩大了动脉和心腔造影的临床应用范围和工作效率。其不足点是不适于观察细血管分支和病变，血管、心腔图像重叠，病人生理活动明显影响图像质量和诊断效果。它在临床对劲动脉及颅内动脉的主要分支，胸腹主动脉及主要分支，肾动脉、股、④等外围动脉、肺动脉及主要分支，心脏的诊断均具有较优的效果。

【发射型计算机断层摄影仪】核医学研究及临床诊断用的医用仪器。用放射性核素示踪法显示人体内部的组织。基本原理原理同 X 线 CT，简称 ECT。不同点是探测器接受的信号是体内放射性核素发射出的射线，经计算机处理和运算后，重显的是人体断层面的放射性核素密度分布图像。这种断面图的集合，也能经计算机重建人体某器官的立体影像。ECT 分为两大类：单光子发射型计算机断层摄影仪（简称 SPECT）和正电子发射型计算机断层摄影仪（简称 PET）。两种类型相比较 PET 断层影像真实、清晰，但必须有昂贵的小型回转加速器及核素标记物快速备制的设备。结构特点是 SPECT 采用扫描机或闪烁照像机探测光子，PET 用二个位置相对的探测器进行符合光子计数。ECT 临床应用于测量病变大小、范围、脏器的体积，定量分析放射性在体内的分布。

特别是 PECT 能无创研究脏器在健康及疾病时的血流、代谢及功能的变化，被誉为生理断层图像摄影仪。

【核磁共振计算机体层摄影仪】通过磁场和射频场使人体组织成像的医学影象诊断仪器。简称 NMR-CT，或核磁共振 CT。其图像形成的原理同 X 射线 CT，但探测信息的物理基本原理完全不同。它是利用人体内氢原子核置于一个稳定、均匀的静磁场中，在短暂发射的射频脉冲激励下，便会吸收射频脉冲的能量产生核磁共振现象。射频脉冲停止，氢原子核将回复到受激前的状态并释放吸收的能量。回复过程称“弛豫过程”，回复时间称“弛豫时间”。释放能量发出的无线电信号称自由感应信号，信号的强度反应所测部位氢原子核密度大小。计算机重现体层图像为氢原子核（质子）密度分布图。是通过原子核对外界磁力的反应来获得人体化学信息的方法，形成的体层像称为“化学性图像”。核磁共振 CT 主要结构为磁体、核磁共振波谱仪及计算机重建图像和显示系统。核磁共振 CT 在临床用于脑、脊髓、心脏、血流、肺、肺、肾、盆腔、骨、骨髓及肿瘤等的诊断。不用造影剂就可显示清晰的软组织图，其图像达原子—分子水平，能发现人体生理和生化学上早期的变化，有助于人体生理生化功能研究。在生物效应上，核磁共振是一种非损伤性的诊断。

【激光流式细胞计】用激光分析细胞的医学仪器。其主要原理是使染色细胞在稳定的液体流动中排列成行，用激光依次照射每个细胞，使细胞产生荧光和散射光，检测荧光和散射光，能获取细胞大小、含量等许多参数。激光流式细胞计主要组成部件有：细胞流动室、激光照射系统、荧光和散射光检测装置、多道分析器、监

视装置、细胞分选装置及计算机接口、数据运算、处理和显示输出系统。激光流式细胞计是一种高精度单细胞定量分析仪器，能高速自动检测细胞或亚细胞结构的各种生化成分。临床应用主要集中在对人体肿瘤细胞脱氧核糖核酸倍体水平及细胞周期分布的研究。检测细胞脱氧核糖核酸含量的异常，对多种类型的肿瘤疾病有诊断价值。而肿瘤细胞脱氧核糖核酸的分布则与治疗反应、疾病缓解、复发及患者存活时间长短有关。从而激光流式细胞计在临床将可用于肿瘤疾病的早期诊断、鉴别诊断、合理有效联合用药及预后估计等。

【温度测量仪表】工业生产中测量和控制温度的仪表。测温原理按温度测量仪表的种类有所不同。其分类根据感温元件和被测介质接触与否，分为接触式与非接触式两大类。接触式有三种测温原理：（1）体积变化，如玻璃液体温度计，是利用液体热膨胀原理。分度值为 0.1°C — 10°C ，精度等级 0.5—2.5 级，是一种结构简单、精度可靠、稳定性好、使用方便、直接显示被测参数的温度计，广泛用于测量 -100°C — $+60^{\circ}\text{C}$ 的温度；（2）电阻变化，如热电阻，是利用金属热电阻原理，分度值为 1°C — 10°C ，精度等级 0.5—3 级，铜、铂热电阻结构简单、制造容易、价格低廉、使用方便，可就地或远传信号测量，适于集中控制，测温范围为 -200°C — $+650^{\circ}\text{C}$ ；（3）热电效应，如热电偶，是两种不同材料的导体组成回路，回路中热电势将随接合点温度而变，故能由热电势确定温度，分度值为 5°C — 20°C ，精度等级 0.5—1 级，具有铜热电阻的特点，而且可测量气体、液体、固体的温度，测温范围为 -200°C — $+1600^{\circ}\text{C}$ 。非接触式是利用辐射测温的原理，如光电高温计，是利用被测物体的辐射能和仪表内光电管的电流强度成正比的原理测温的，分

度值为 $1^{\circ}\text{—}20^{\circ}\text{C}$ ，精度等级为 1—1.5 级。这类仪表反应速度快、精度高、稳定性较好、能自动显示、能测微小目标及静止或运动灼热体表面温度，但结构较复杂、使用维护要求高。一般测温范围为 $700^{\circ}\text{—}2000^{\circ}\text{C}$ 。温度参数的测量占生产流程中全部参数的一半左右，故该仪表在工业生产中应用极广泛。

【压力测量仪表】工业生产中测量和控制压力的仪表。按工作原理分类：（1）液柱式压力计，在玻璃管中充填工作液体，按液面的高度确定被测压力值，是一种结构简单、制造容易、使用可靠、精度较高的压力仪表，用于几毫米水柱至几公斤力/厘米² 的压力及真空度测量；（2）弹性式压力计，用弹性元件受压后产生弹性变形的原理测定压力值，这种压力计除具有液柱式压力计的特点，而且能实现压力的记录、远传、信号报警、自动控制等，测压范围为 10 几毫米水柱至数万公斤力/厘米²；（3）活塞式压力表，工作原理基于静力平衡，压力系统由压力泵与活塞部件组成，是一种精度很高用于校验标准压力表的压力标准计量仪器；（4）电测式压力表，测压原理是用压力传感器检测压力信号并转换成电信号输出，经测量电路测量后显示，由压力传感器、测量电路及信号处理装置组成，可实现生产过程压力自动控制、报警及与工业控制机联用，测压范围为 7×10^{-10} 公斤力/厘米²，精度达 0.2%。压力测量仪表工业生产中应用广泛。

【流量测量仪表】工业生产中测量和控制流量的仪表。按测量原理分为（1）节流装置，原理是使流速产生局部收缩，形成压差测出流量值，它结构简单、便于制造、工作可靠、使用寿命长、适应性强，应用很普遍的流量仪；（2）转子流量计，是定压降式流量

计，由锥形管与浮子组成，流体向上流动，使浮子不断旋转成为转子，按浮子停留高度，读流量值；（3）叶轮式流量计，用流体流动速度与叶轮转速成正比的原理测定流量，用于一般民用水表，也可用于水厂、大型厂矿及工艺流程上水总量自动计量；（4）涡轮流量计，按转速与流量成正比原理测定流量，精度高、量程宽、耐高温高压，广泛用于飞机、火箭等的燃料，低温液态气体，食品工业中牛奶、酒、油等的流量测量；（5）容积式流量计，工作原理是靠流速推动传动机构带动积算器测出总流量，用于不含固体杂质液体测量；（6）电磁流量计，用电磁感应原理测量流量，可用于腐蚀性溶液，特殊卫生要求流量测量；（7）靶式流量计，基于流体中运动物体受阻原理，测量高粘度、高温熔浆及非导电介质的流量，广泛用于流量指示、记录和调节控制；（8）旋涡流量计，用旋进频率与流速成正比原理测定流量，具有精度高、量程比宽、无可动部件等特点，适于纯氧顶吹炼钢氧化流量、天然气及大口径等流量测量。

【物位测量仪表】工业生产中测量和控制容器中液面高低（液位）、固体粉或粒状物堆积高度（料面）及两种液体分界面的仪表。按原理分类为：（1）玻璃液位计，利用连通器原理，直接由玻璃管中液位指示密封容器中的液位，一般测高不超过一米半；（2）浮力液位计，利用浮力随液位变化，将变化转换成显示、报警、控制或调节等液位的信号，应用于许多工业部门；（3）差压式物位仪表，利用均匀物质静压力与物位高度成正比原理，使用非常广泛；（4）电学式物位仪表，把物位变化转换为电信号输出，进行传递、指示、报警、控制和调节的仪表，适宜于集中控制；（5）超声波物位仪表，根据声波从发射至接收到反射回波的时间间隔与

物位高度成比例的原理，可实现不接触式测量；（6）核辐射式物位仪表，利用物质对放射性同位素射线的吸收强度变化显示连续测量物位值，可实现完全不接触式测量。但应注意防护；（7）激光式物位仪表，用激光测量物位，能测量高温液位，有较高精度的控制物位的精度。

【机械量测量仪表】生产过程中测量和控制机械量的仪表。机械量是指速度、厚度、位移、力、重量等参量。机械量检测原理有：电阻式、电容式、电感式、磁电式、压电式、压磁式、光电式、霍尔式、振弦式、射线式、微波式、气动式。它一般由传感器、测量电路、显示或记录仪、辅助电源组成。机械量测量仪按测量参量及检测原理分类：（1）转速测量仪表，有离心式、磁性式、光电式、磁阻式转速表等；（2）厚度测量仪表，有电感式、涡流式、微波式、核辐射式、X射线式、气动式测厚仪等；（3）测力、称重仪表，有压磁式、电阻应变式测力仪及电子称等；（4）扭矩测量仪表，有振弦式、磁致伸缩式、光电式、相位式扭矩仪等；（5）振动测量仪表，振动包括振幅、速度、加速度、位移、频率等参数，有压力式加速度测量仪，磁电式速度测量仪，涡流式位移测量仪，电位器式位移测量仪。机械量测量仪表在冶金、机械加工等工业生产中应用日益广泛。

【流程分析仪器】连续自动监视与测量工业生产中物料成分或性质的分析仪器。按检测原理及检测参数分为：（1）热学式，有热导式气体分析仪；（2）磁力式，有热磁式氧分析仪；（3）光学式，有红外线及紫外线分析仪，工业光电比色计；（4）电化学式，有电导式硫酸浓度计，工业电导仪，电磁式浓度计；（5）气相色谱仪；

(6) 湿度测量仪器, 有光电露点、电解式、电阻式、干湿球湿度计; (6) 粘度测量仪, 有旋转式、毛细管式、活塞式粘度计。流程分析仪器由传感器、放大器、取样与预处理装置、恒温控制器、显示或记录仪、稳压电源等组成。流程分析仪器广泛应用于多种生产工业流程在线分析, 对产品质量、生产安全、经济核算等都有重要意义。

【显示仪表】接收检测仪表输出信号, 将被测量显示出来的仪表。按工作原理分为: (1) 动圈式显示仪表, 具有结构简单、使用方便、价格低廉、外形小巧等特点, 广泛用于中小型企业; (2) 自动平衡式显示仪表, 除显示、记录还可实现调节、报警、积算等多种功能, 在工业生产中应用较广泛; (3) 数字式显示仪表, 具有测量速度快、精度高、显数直观清晰等优点, 在工业自动化控制系统中起模一数或数一模转换作用, 较普遍应用于各工业部门, 对被测信号进行在线测量、监视; (4) 图形显示仪, 能把人的意图快而方便地告知计算机, 计算机处理结果也能快而直观地告知操作者, 分为数字式与视频式两种, 在工业自动化中是一种理想的人—机对话装置。

【调节仪表】按被测参数与给定值的比较偏差发出调节信号, 供执行机构控制被调参数的仪表。调节仪表按结构原理分为: (1) 基地式调节仪表, 组成自动调节系统的功能部件装在一个表壳内, 对生产过程进行简单参数调节; (2) 单元组合式调节仪表, 仪表分成能独立实现一定功能的通用单元, 经不同组合, 构成多种自动检测与调节系统, 适应生产过程综合自动化控制要求; (3) 组件组装式调节仪表, 仪表分成具有单一功能的印刷板组件, 只要把

所需功能组件插入机柜，就构成满足不同生产自动化过程需要的各种自动控制系统。调节仪表按工作能源分为自力式、电动式、气动式、液动式四类。它是自动控制系统的重要组成部分。

【执行器】接收调节器的信号，执行调节温度、压力、流量或液位等参数的装置。它按能源分为气动执行器、电动执行器和液动执行器。一般在工业自动控制系统中起调节作用采用气动执行器，起切断作用采用电动执行器。在生产自动化过程中为适应不同需要，采用互相转换的电—气动执行器。执行器在工业生产过程自动控制系统中，是不可缺少的重要组成部分。

【工业控制计算机】工业控制用的计算机。是生产过程最佳化和综合自动化控制、产品和工艺方案优化设计及企业管理的有力工具。它按控制规律分类：（1）程序控制专用机，具有简单适用，针对性强的特点，广泛应用于各工业领域专用设备的控制系统；（2）直接数字控制机，一种多回路数控装置，控制信号是数字量，可取代调节仪表直接控制生产过程，控制性能平稳、反应迅速、各控制规律互不牵制，是计算机控制的主要形式之一；（3）过程最佳控制机，实现生产过程闭环控制，使整个工业生产过程达最佳状态；（4）分级控制系统，用一台中央控制计算机分级指挥及控制若干台工业控制计算机，一种大型工业控制系统行之有效、合理可靠的控制结构。工业控制计算机一般由运算器、存储器、控制器、输入和输出设备组成。应用工业控制计算机可减少生产人员、提高劳动效率、改进产品质量、节约原材料、降低成本等。广泛应用在冶金、电力、化工、石油、机械、轻纺等工业部门。

起重运输机械

【钢丝绳】由钢丝捻成的绳子。为起重运输重要零件之一。由钢丝捻成的股及绳芯构成。股的形状有圆股、异形股。股的构造有点接触、线接触及面接触三种型式。绳芯起润滑和增加挠性与弹性的作用。按材料绳芯分为有机芯、石棉芯及金属芯三种。钢丝绳根据股的数目有 6 股绳、8 股绳、18 股绳等。根据股围绕绳芯捻绕次数分为单绕绳、双绕绳、三绕绳三种。钢丝绳具有强度高、自重轻、弹性较好、运行平稳适于高速等优点，广泛用于工程建设的各个方面。

【吊具】将物品吊起，从而进行装卸、吊运、安装的器械。将起吊物品与升降机构联系起来，进行物品的装卸、吊运及安装等作业。吊具种类繁多结构各异，如吊钩、吊环、扎具、夹钳、托爪、承梁、起重电磁铁、真空吸盘、抓斗、料斗、盛桶、集装箱吊具等。应根据物品几何形状、物理性质及装卸效率要求选用。

【链条】安装在链轮上，用来传递运动、牵引力的链环式构件。挠性牵引构件之一。有焊接链和片式链两种。焊接链由圆钢条弯成链环互相套合而成，接缝处焊接。结构简单但自重大。片式链由中碳钢或中碳合金钢的链片及销轴组成。没有焊缝，自重轻，工作较可靠，运动较平稳，工作速度可达 1 米/秒以上。在链平面内

挠性极好，可使机构更为紧凑。缺点是横向不允许弯折。与钢丝绳相比，链条的优点是挠性特别好，能绕过小直径的链轮和滑轮；通过啮合驱动，传递牵引力可靠；对腐蚀与高温较不敏感。缺点是对冲击载荷敏感，安全性不如钢丝绳；销轴处容易玷污和磨损；运动不均匀不宜高速。

【轨道】起重机最常用的运行支承装置。用含碳、锰较高的钢材制成，又称钢轨。轨道的顶面承受车轮的挤压应力，有平顶与凸顶两种。凸顶轨道可以适应车轮的倾斜，使车轮寿命较长，轨道大多采用凸顶。轨道靠底面铺设在金属结构或混凝土上固定，底面应有足够的宽度以减轻对基础的挤压应力。轨道的截面应有良好的抗弯强度。起重机的钢轮在钢轨上运行，承载能力大，运行阻力小，制造与维护费用小。

【输送带】将物料进行连续运输的机械。挠性牵引构件之一，由多层衬垫涂以橡胶构成。上、下两边涂的橡胶称覆面。上覆面接触被运物料称承载面，橡胶厚 2—6 毫米。下覆面接触支承托辊称运转面，厚 1.5—2 毫米。输送带按衬垫层材料和形状分为三种：（1）棉织物及塑料平衬垫的普通输送带；（2）合成材料为核心外包橡胶的绳芯衬垫输送带；（3）细钢绳芯输送带。输送带的张力由衬垫或钢绳承受，输送带强度取决于宽度和衬垫层数。橡胶覆面输送带广泛用于带式输送机及一部分斗式提升机。塑料覆面输送带具有耐油、酸、碱等特点，大多应用于化学工业部门及煤矿井下等处。

【起重机安全装置】确保起重机工作安全可靠的装置。主要安全指

示装置有缓冲器、防风装置、限制器及偏斜指示器。缓冲器的作用是减缓起重机运行到终点挡止器时的冲击及两台起重机碰撞的冲击，有木材缓冲器、橡胶缓冲器、弹簧缓冲器及液压缓冲器等。防风装置又名防滑装置，为防止露天工作的起重机，迎风面积很大，被大风吹走，分为自动作用与非自动作用两大类。限制器有起重量限制器和载重力矩限制器。起重量限制器的作用是当吊运货物超过规定值时，限制器会立即发出信号并关断起升机构，主要有机械式和电气式两种类型。机械式起重量限制器有杠杆、偏心及弹簧三种。电气式起重量限制器由荷重传感器、电子仪表及显示装置等组成。载重力矩限制器是防止起重机超载而翻倒。载重力矩由载荷和幅度两个因素决定，所以载重力矩限制器是起重量限制器和幅度指示器的组合体。有机械与电动两种形式。偏斜指示器是防止大跨度起重机和装卸桥偏斜运行，产生较大的应力、应变或烧坏电机，破坏金属结构。有机械和电动两种形式。

【千斤顶】一种简单的起重机械。按起重原理和结构不同分六种类型：（1）螺旋式千斤顶，由单头自锁的螺杆、螺母机构实现载荷顶举；（2）齿条式千斤顶，由齿条、齿轮及棘轮机构实现重物顶举；（3）水压千斤顶或油压千斤顶，使用小型水泵或油泵产生压力推动重物上升；（4）空气式千斤顶，用压缩空气顶起重物；（5）提升式千斤顶，由四台电机驱动的螺旋式千斤顶共同实现承载框架上下移动；（6）横梁式千斤顶，由两台螺旋式千斤顶抬着横梁上下运动。千斤顶广泛用于重物顶举、机械组装及各种修理作业中。

【起重滑车】俗称起重葫芦。一种便携式轻小型起重设备。是用绳

索或钢丝绳依次绕过若干滑轮所组成的滑轮组。其中与挂钩相连，且随重物的提升而一起运动的滑轮组叫动滑轮，用以省力，即使用较小的拉力而吊起较重的物品。不随重物运动而只改变施力方向的叫定滑轮。作业时，向下拉动绳索，重物即被吊起。既可手动（手动葫芦），亦可电动（电动葫芦）；既可单独使用，亦可与绞车配合使用。广泛用于起重搬运与安装作业中。

【手动葫芦】用较小的人力起吊重物的轻小型起重设备。有手拉式和手扳式两种。手拉葫芦提升下降重物用手拉动牵引链，驱动链星轮，经载重制动器、传动机构，牵引吊钩实现。传动机构有蜗轮蜗杆、直齿轮及行星齿轮三种方式。手扳葫芦用手扳动手柄带动杠杆传动机构牵动吊钩起吊下降重物。按牵引件不同分为链式及钢丝绳式两种。手动葫芦起重量为 0.5—30 吨，起升高度为 2.5—3 米。可单独使用或用于梁式等架空单轨系统作起升设备。广泛用在建筑、矿业、电力、机械等行业。

【电葫芦】利用电机驱动的小型吊装机械。采用电动机经二级行星机构减速驱动卷筒旋转，带动吊钩提升下降重物。装有起重量限制器确保作业安全可靠。电葫芦一般同小车装配在一起，悬挂在建筑物的顶棚结构或起重机的梁上使用。双轨电葫芦装有 4 个行走车轮及驱动装置，在两根钢轨上行走，用于小起重量的桥式或龙门起重机。电葫芦装有行走和起升控制器可实现遥控，且省人力，起升速度较快，应用广泛特别是作业量多的地方。

【绞车】又名卷扬机。架设在地上或台架上用卷筒卷取钢丝绳把重物拉近或吊起的机械。装有手动或电动限制器。手动绞车用手摇

柄经减速齿轮使卷筒旋转卷取钢绳，装有防反转的棘轮装置。动力绞车用电动机驱动，在电源不足地方有用内燃机及蒸汽机等驱动。绞盘又名立轴绞车，动力装置放在地下铁盒内，地上只竖着卷筒。动力旋转卷筒，靠钢丝绳和卷筒间的摩擦力牵引重物。不需地坑的绞盘电动机、减速机构装在卷筒内。绞车操作简易，移动方便，绕绳量大，即可单独使用，又可作为起重等机械中的组成部件，因而应用广泛。

【电动架空单轨起重机】沿一定轨道能在二维空间范围内进行装卸作业的起重机械。带司机室的，司机和电葫芦一起行走。司机室室内使用开放式，室外使用封闭式。较电葫芦起升、行走速度快。能在司机正下方作业，操作方便。远距离操纵的电动架空单轨起重机，使用在能看清全部行走路线，起升下降货物地点之间有障碍物的地方。用可逆开关器远距离操纵起重机。

【吊运小车】用来悬挂滑车、电葫芦，沿工字钢下翼缘行走扩大作业范围的装置。按小车的移动方式分三种：（1）手动小车，有四个车轮，每侧两个，面对面骑在工字梁下翼缘上，行走靠人力牵引，主要用于起升小重量重物；（2）链动小车，行走靠人力拉动链条驱动。行走速度慢，能在规定位置准确停车，用于移动距离不大的场地；（3）电动小车，与电葫芦配套使用，行走由电机经齿轮减速装置驱动。

【桥式起重机】具有大型桥架的起重机。有两大组成部件：桥架和起重小车。桥架俗称大车，由主梁、端梁及运行车轮构成。桥架横跨厂房或露天货场。车轮在沿厂房承载墙纵长方向铺设的两条

轨道上运行,称大车运行。轨道中心距离称跨度,一般约 6—30 米,大跨度达 50—60 米。装在跨中主梁上的电动机经减速装置和长传动轴驱动车轮。长传动轴上装有制动器,司机可在司机室用脚操纵。起重小车沿桥架主梁上小车轨道横向运行,称小车运行。起重小车装有电动机、减速装置、钢丝绳和吊具等,用于起吊重物。起吊重物运动称起升。桥式起重机起吊和搬运货物的作业面积为小车运行距离乘以大车运行距离。起重量达 500 吨,起升高度约 10—15 米。广泛用于厂房内一般作业、笨重作业及安装作业,是机械制造和冶金工业中使用最多的起重机械。

【龙门起重机】具有龙门式大型桥架的起重机。有两大组成部件:龙门架和起重小车。龙门架是在桥式起重机的主梁上装高架支腿的桥架结构。跨度不受建筑物限制,能自由地选定,最大(用于造船)达 130—200 米。支腿一侧与主梁为刚性连接,称刚性腿,承受水平力。另一侧为柔性连接,称柔性腿,承受垂直载荷。支腿上装有运行机构,使起重机沿轨道纵向运行,称大车运行。运行车轮因龙门起重机自重大而较桥式起重机多。为平衡刚性腿与柔性腿引起的运行速度差,多采用两个电机分别驱动两支腿。轨道为双轨式。特大型龙门起重机。自重大,采用一侧支腿移动,支腿与主梁连接用轴枢和滑板,对主梁歪斜角可至 15° 。起重小车在主梁上横向运行和起吊重物。有三种型式:普通小车、带司机室的小车及绳索牵引小车。按起重量、起重运行速度及跨度要求选用。龙门起重机起重量一般为 50 吨,最大用于造船达 1500 吨。广泛用于散料、杂货、笨重货物装卸、搬运及堆放;用于水电站、造船等大型机械安装。

【锤式臂架起重机】具有锤式臂架的起重机。由两大部分组成：旋转部分和固定部分。旋转部分由互成 T 字型的水平臂架和垂直柱构成。水平臂供小车运行。垂直柱下端装在固定部分轴承上，支承旋转部分重量。垂直柱还靠支住颈部的圆环型框架承受水平载荷。起重小车为绳索牵引式结构，装有吊钩。锤式臂架起重机有固定式和移动式两种类型。起升高度为 10—35 米，工作幅度 18—42 米，起重量一般为 2—50 吨。用于军舰吊装的大型锤式臂架起重机起重量达 50—400 吨。用于车站港口等地进行货物装卸和造船厂部件搬运和安装。

【门座起重机】由门形结构和旋转动臂组成的起重机。有两大组成部分：门形结构和旋转动臂。旋转动臂装于门形结构上。门形结构俗称门座能运行，运行机构同龙门起重机。旋转动臂起升重物用钢绳牵引式，经动臂头部、导向滑轮、卷筒及电机等。作业范围等于 360° 全回转臂架幅度面积乘以运行距离。起重量一般为 3—15 吨，幅度 10—15 米。造船用大型门座起重机起重量达 300 吨，幅度达 95 米，起升高度达 110 米。门座起重机门座下能通过铁路货车或卡车，能有效利用狭窄场地。用于港口装卸和电站、船厂机械安装。

【塔式起重机】垂直输送效率极高的起重设备。构造上分为金属结构部分、工作机构部分、驱动控制及安全保护装置部分。金属结构部分有很高的竖直塔身，装在塔身上部的起升臂架，使臂架回转 360° 的回转支承架，平衡臂架、底架及台车架等部件。工作机构包括起升机构、变幅机构、回转机构、大车运行和顶升机构。驱动控制系统组成有提供动力的驱动装置，对工作机构的驱动和制

动实行控制及对机构工作的安全性实现监控系统。塔式起重机按有无运行机构分为两类：行走式塔式起重机有刚性车轮，在临时铺设的轨道上运行；自升式塔式起重机又分为内爬式与附着式两种型式。内爬式塔机安装在建筑物外壁或井孔内，随建筑物升高而逐级爬升。附着式塔机安装在地面上，塔架随建筑物升高而逐级增加。塔式起重机工作效率高、回转臂架长、提升高度高、适用面广、操作及安装拆卸简便。在建筑安装工程广泛使用，在电站施工、水利建设及造船厂也常应用。

【自行式起重机】一种臂架式起重机。俗称吊车。由起升、变幅、回转、行走、动力等机构组成。是起升并搬移重物的机械设备。大多由内燃机驱动；行走机构分无轨道和有轨道移动两类；起吊重物采用抓斗、吊钩或起重吸盘。有轨自行式起重机为铁路起重机。为由机车牵引或内燃机驱动的臂架式起重机。无轨道自行式起重机有多种形式：随车起重机，为安装在货运汽车上的臂架式起重机，液压传动，起重灵活。起重重量达 9500 公斤，最大幅度达 18.3 米；汽车起重机，分上下车，上车为起重装置，下车为汽车底盘，支承上车，用汽车发动机为动力，多数有两个司机室分别操纵上、下车，桁架式臂架起重重量达 10 吨，不吊重行驶；履带式臂架起重机，可在松软、泥泞、崎岖不平的工地上行驶，进行起重作业。其他还有轮胎起重机等。

【升降台】亦称升降机。载物和乘人的升降设备的总称。由承载件（包括轿箱、平台、料斗等）、底座及导轨或台架组成。常见的有承载件沿竖直或倾斜轨道升降的、由电力驱动的升降台，广泛用于矿井、高炉、码头、仓库、建筑、机场、工厂、建筑工地和高

层建筑等处。还有广泛用于车站、码头、机场、工厂、建筑工地等进行安装维修工程抢险、高空作业等的升降台。约有三种类型：剪刀式升降台、立柱式升降台和叠臂式升降台。三者之间的显著区别在台架不同，剪刀式升降台其台架由单节或多节活动剪形撑杆构成；立柱式升降台，其台架由多节可伸缩立柱构成；叠臂式升降台的台架则由折叠臂架构成。剪刀式升降台最大升程为 16 米，载重达 5 吨；叠臂式升降台升程可达 50 余米，载重则只有 200 公斤，多用于高空作业，抢险救援。三种升降台均由液压驱动，但叠臂式升降台还有用电力和气力驱动的。

【电梯】载人或载货物的轿厢沿固定导轨升降的升降机。主要组成部分为曳引部分，信号操纵部分，安全装置、轿箱、厅门等。曳引部分安装在升降井道上部机房中，有驱动电机、电磁控制器、减速装置及槽型驱绳轮。沿各自异轨上下的轿箱、平衡重由钢丝绳悬吊在驱绳轮上。信号操纵部分较简单的电梯由司机用手柄按钮操纵。自动电梯由计算机电信号操纵，轿箱装有选层指令按钮，各层站装有上下方向呼梯按钮。大型高层建筑中采用计算机自动群控方式操纵多台电梯。电梯要求特别安全可靠，必须装置缓冲器、安全钳、限速器等安全装置。电梯按用途分为：乘客、载货、医院、杂物、特殊用电梯等。按动力分为：电动电梯简称电梯、液压电梯。液压电梯速度一般低于 0.5 米/秒，运行平稳，停站准确可靠，承载能力大。提升高度低于 20 米，适用于楼层不高，顶部不宜安置机房的建筑物。电梯广泛应用于各种建筑物中。

【带式输送机】将物料进行不同距离连续运输的机械。输送带既是牵引构件又是承重构件，并支承在托辊上，绕过驱动滚筒和张紧

滚筒，靠输送带和驱动滚筒间的摩擦传动。带式输送机能水平或倾斜运输。主要组成部件有金属结构架、驱动滚筒、张紧装置、输送带、上下托辊、驱动装置、装卸载装置及清扫器。带式输送机有三种：（1）普通带式输送机，输送带有橡胶带和塑料带两种，驱动装置由几个驱动滚筒、减速器、联轴器组成，托辊有钢托辊和塑料托辊，槽形托辊组输送散粒物料，平形托辊输送成件物，张紧装置使输送带具有足够的张力产生必需的传动摩擦力，有螺杆式和坠重式两种，由制动装置防止倾斜输送停车时倒转；（2）钢丝绳芯带式输送机，输送带用钢丝绳做芯体，强度很高，能单机长距离运输；（3）钢绳牵引带式输送机，承载和牵引构件分开，承载构件采用有耳槽、织物芯、横钢条、上下覆盖胶的特种输送带，牵引构件采用钢绳。带式输送机能连续装载和运输，生产率较高，结构简单，噪音较小，广泛用于企业中。

【悬挂输送机】将物料悬挂并连续运输的机械。用来连续地运输各种成件物品、装在容器或包内的散装物料。也可在工业部门流水生产线工序之间输送工件，还可对工件实施工艺处理。装载物件的吊具联接在同牵引构件固接的滑架上，牵引构件沿架空轨道运动。架空轨道沿生产工艺线布置，安装在厂房屋架或单独支承结构上，组成空间线路。装卸载工作在输送行走中由人工或自动在一地或若干地方进行。按货物运移方法分为两种类型：（1）提式悬挂输送机，采用单线架空轨道，结构组成简单，链条牵引构件带动吊具和滑架运动，尺寸较小，但不能适用于完全自动化生产系统；（2）推式悬挂输送机，采用双线或单线架空轨道，装物件的载重滑架不固接在链条牵引构件上，而是靠链条上固接的推头推动，采用复线线路能实现运输和工艺作业的综合机械化和自动

化,适用于完全自动化生产系统,但是外形尺寸较大、自重大、耗能大、造价高。悬挂输送机能按生产要求布置空间很长的线路,实现连续而有节奏的生产,应用将愈来愈广泛。

【振动输送机】用激振器使槽体沿某一倾斜方向产生振动来实现物料输送的机械。物料在槽体中有滑移和抛掷两种运动形式。振动输送机分两大类型:(1)水平振动输送机,槽体成水平或倾斜安置;(2)垂直振动输送机,有螺旋输送槽,激振器使螺旋槽体实现垂直方向的振动和绕垂直轴线作扭摆振动,使物料沿螺旋槽连续地向上输送。振动输送机结构简单、便于安装、功率消耗较小,在冶金、煤炭、化工、水电、机械制造、建材、轻工及国防等部门应用较广泛。

【螺旋输送机】通过螺旋的旋转而连续运输物料的机械。原理是转动轴带动螺旋片在封闭料槽内旋转,料槽内物料因自重和槽壁摩擦力作用,不随螺旋旋转而沿料槽向前移动。输送则靠离心力和对槽壁产生的摩擦力而向上移动。可在水平、倾斜及垂直向上的方向输送物料。螺旋输送机按输送物料特性,分为散粒物料和成件物品两类。按空间布置位置,分为水平或微斜(倾角小于 20°)、垂直及空间可弯曲三类结构型式。螺旋输送机结构较简单、工作可靠、成本低廉、对环境污染少、输送可逆并可在线路任一点装卸料物,在输送过程中进行混合、搅拌及冷却作业。但是,功率消耗很大、使物料研碎及磨损、超载敏感和易发生堵塞现象。用于输送距离不大,生产率不高的情况。在粮食、建筑材料、化学、机械制造工业及交通运输业等经济部门中使用广泛。

【自动扶梯】运送客人上下的连续升降机械。是结构型式特殊的链式输送机。两根牵引链条连结一系列的梯级，梯级是结构独特的四轮小车，供客人站立，应保持严格水平。牵引链条绕过上、下牵引链轮构成闭合环路。电动机通过减速器驱动上牵引链轮。梯级与牵引链条一同在按一定线路布置的导轨上运行，就构成自动扶梯的梯路。扶梯两旁装有与梯级运行同步的扶手。扶手是由电动机驱动的特种结构型式的胶带输送机。自动扶梯装有多种安全装置，确保运送乘客过程中绝对安全可靠。自动扶梯输送能力大，能连续均匀运送乘客，可以逆转，停电或故障停车时，可作普通扶梯使用。但是，自动扶梯的水平区段有附加能损，提升高度大时，乘客在扶梯上站立时间长，造价较高。用于较短时间运送大量人流的公共场所、百货商店、车站、机场、码头及地下铁道站等在。

【自动人行道】用于输送和通过人流的连续运输机械。防止城市交通要道人流不断增加引起的人流间相互干扰。自动人行道可应用结构在 20 世纪 50 年代在美国研制成。至今已有三种结构型式：踏步式结构、带式结构及双线式结构。倾角一般为 $0—12^{\circ}$ 。安全装置要求高。

【气力输送机】利用空气流在承载介质中输送散粒物料的运输机械。原理是借助一定能量的气流（通常用空气流），沿管道使散粒物从一地输送到另一地。按工作方式分为三种：（1）吸送式气力输送机，借助低于 1 个大气压的空气流进行工作，先使整个系统内抽真空，靠压力落差，透过物料堆间隙的大气空气流把物料携带入吸嘴，经输料管到分离器，物料由分离器底部卸出，空气除

尘后排入大气；(2) 压送式气力输送机，在高于 1 个大气压的条件下进行工作，物料经供料装置入输料管，与鼓风机压入的一定压力的空气混合沿输料管运动，物料经分离器卸出，空气净化后排入大气；(3) 混合式气力输送机，由吸送式部分和压送式部分组成，气力输送机能输送各种粉状、粒状、纤维状和块状物料，结构简单，易于实现自动化。整个系统具有密封性，能使输送过程和工艺过程结合，节省费用等。主要缺点是动力消耗较大，构件易磨损，不宜输送易团粘结和怕碎物料。作为一种较先进的输送技术适用范围越来越广泛。

【装载机】 自行式装卸机械的总称。主要用于散装物料的装、运、卸顺序作业。由工作装置与能否连续作业将装载机分为间歇式与连续式两类。间歇式装载机的代表为单斗装载机。连续式装载机多与运输机配套使用。其工作装置的结构形式多种多样，如圆盘式、蟹耙式、螺旋式、转筒式、料耙式、悬臂刮板式等。它们共同的特点是能连续取料，并连续地将物料推至输送装置上或直接送至后方的装料车上。装卸作业能力为 30—300 吨/小时。广泛用于港口、码头、车站、矿山、仓库及建筑工地等处。

【单斗装载机】 装载机的一种，属间歇式散装物料的自行式装卸机械。亦称铲斗车。多用柴油机作动力。传动方式有三种，机械传动、液压传动和液力传动。采用轮胎或履带为行走装置，由此分为轮胎式铲斗车和履带式铲斗车。前者行驶速度快，短距离作业能实现自装、自运、自卸的顺序作业；后者行驶较慢，多与自卸汽车配套使用。工作装置为用连杆机构操纵的铲斗。工作时，铲斗随装载机前进装入物料，由油泵式钢绳将装满物料的铲斗提起，

再驶向卸料地点卸料。多用于码头、料场、矿山和建筑工程中。

【牵引车】具有牵引动力的运输车。由一台牵引车和多台拖车组成小型搬列车队运行。灵活性较大，驱动部分周转快。具有动力、传动、制动装置。按动力分为内燃牵引车和电瓶牵引车。内燃牵引车动力为小型摩托车式汽油机。电瓶牵引车以蓄电池为动力驱动电动机行驶。动力装置装在前轮上方，转动方向盘前轮与发动机一起转向。牵引车动力性能好，行驶速度不高，本身不承载，外形尺寸小，自重 2—3 吨，牵引力一般 1000—4000 牛顿，最大达 8000 牛顿。可在狭窄地方通行，作业效率高，可用于牵引拖车、飞机、气垫搬运等设备。拖车靠连接器连挂在牵引车上的载货车辆。四个实心橡胶轮装在两根车轴上。拖车有良好的尾随性和转向灵活性。牵引车和拖车广泛用在搬运量大，搬运距离不长，要求时间短的各类停车场、铁路大站等地。

【叉车】亦称铲车。一种自行驱动并装有叉子、门架的起重运输机械。门架可前倾后仰，叉子可沿门架上下运动。一般有电瓶叉车和内燃机叉车两类。前者以蓄电池作能源由电机驱动，无废气、无噪声，但功率不大，后者以燃油为能源由内燃机驱动，需废气净化装置和消声设备，功率较大，对作业环境的适应性强。叉车一般由动力装置、传动装置、制动装置、转向装置、工作装置等五大部分组成。为了搬运重物时自身稳定，在车后还装有配重。当配备各种专用附属装置；如串杆、吊具、夹钳等后，叉车的作业范围可大大拓展，广泛用于车站、货站、港口、码头、工厂等部门，从而货物搬运、堆码、拆垛等作业。

【跨车】用车体下两车轮间的宽大空间夹抢、搬运长大货物的搬运车辆。夹抱货物的臂杆能适应货物形状调整宽窄。车体上部装有动力装置和司机室。车体两侧装有运行车轮，车轮由动力装置经垂直链驱动，车轮转向由转向机构控制。全部车轮均能转向，转向性能好。跨车起重量约 5—50 吨，搬运距离 300—1000 米，行驶速度 20—60 公里/时。备有多种属具以广大作业范围的通用跨车，除搬运长形货物外还能搬运托盘上的单元货物、高温钢坯及铸件等。集装箱跨车专用于集装箱的搬运、装卸和堆垛。跨车用于港口、车站、冶金、建筑等国民经济部门。

【矿车】矿用车辆的简称。是用于矿山的轨道运输设备之一。由机车或绞车牵引，在窄轨铁道上行驶。按运输对象不同，可分为货车、人车和料车等。其中货车主要用于搬运矿石、煤和土石等散装物料。按卸货方式的不同，又分为固定车厢式矿车、翻转式矿车、侧卸式矿车、底卸式矿车和 V 形矿车等。一般由车厢、车架、缓冲器、行走机构组成。车厢固定在车架上的叫固定车厢式矿车；车厢支承在车架翻转轨道上能翻转卸货的叫翻转式矿车；车厢侧面可用拉杆打开卸货的叫侧卸式矿车；车厢底面能打开靠重力卸货的叫底卸式矿车等。

【推土机】一种土方机械。它由动力装置、传动装置、行走装置和推土装置等部分组成。一般以柴油机作动力；传动装置有机械传动，液力传动的油压传动等三种；行走装置分轮胎与履带两种，前者机动灵活快速，但牵引力小，后者行驶速度慢，但功率大，适应不同的作业条件，应用面广；推土装置包括推土刀、顶推架、斜撑和升降机构，为使推土机适应铲土、填土、推土、清除障碍物

等工作，推土刀的位置和角度均可调整。使用时，一般将推土刀放下，调整好角度，向前铲削并将土壤推送至预定地点。除了用于一般土方作业的通用推土机外，还有用于特殊作业的专用推土机，如沼泽推土机、湿地推土机、水下推土机等。为方便有时在拖拉机上安装推土刀便成了推土机。推土机广泛用于水利、道路、土建、矿山等建设土地。

【铲运机】一种装有铲斗的土方机械。能依次完成铲土、运土、卸土等工作。分自行式铲运机与拖式铲运机两种类型。前者的动力装置，传动装置、行走装置、工作装置自成系统，为一个整体。其主体为一轮胎式行走装置的牵引车，在前后轮轴中间安装有能左右上下运动的铲斗，铲斗下缘安装刀片，工作时切入土中，随牵引车边前进边铲土入斗，斗门能按工作顺序适时启闭，装满后铲斗被提升，把土卸至预定地点。后者则由履带式拖拉机牵引，机身较长，运转不灵活，但其功率大，适合于环境高低不平、土质坚硬的工地。前者运行速度可达 50—60 公里/小时，后者则较慢。铲运机在水利、矿山、筑路和土建等各种工程施工中被大量使用，是一种重要的施工设备。

【平地机】亦叫平路机。一种筑路机械。它既可用作平土板（长刮刀）平整路面、场地、堆铺物料，又可挖筑路基、边沟、修整路基边坡，拌合路面材料、碎石等。一般平地机采用柴油发动机；动力的传递采用液压传动装置；工作部分由牵引架、平土板（长刮刀）、转盘等组成；发动机、传动装置、驾驶室、工作装置及六轮行走装置均安装在机架上。为了适应土方工程中各种作业的要求，平土板（长刮刀）可随转盘作 $\pm 360^\circ$ 旋转，并可作升降、倾斜、

伸缩等运动。在筑路工程中广泛应用。

木 工 机 械

【手动进料木工圆锯机】纵向圆锯机的一种。主要用于建筑工地和木材加工厂进行纵向锯割板材、边皮、方材及拼板等粗制材加工工艺。也可代替平台带锯的工作。由机身、工作台、锯盘轴、锯比子、锯路分离刀和传动装置等组成。圆锯片装在锯盘轴上，由电动机驱动进行旋转的锯割工作。锯比子可控制锯割不同规格成材。装于锯片后侧的锯路分离刀可防止木料夹锯和木料射回。工作时需两人操作，上手推料入锯，下手接拉锯完。

【吊截锯】横向圆锯机的一种。用于制材工艺中进行横截原木、方木、板材、边皮等，主要由机座、机架、锯轴、重锤等组成。整个机身通过机座固定在横梁上，机架可绕机座摆动。圆锯片安装在机架下端锯轴上，由电动机驱动做旋转运动。工作时，一手按料，一手拉着锯架手把截料。吊截锯结构和操作简单，维修容易。但锯路宽，出材率低。

【细木工带锯机】配料（细木加工前道工序）工艺用带锯机。广泛用于门窗、家具及模型等部门的细木加工车间，锯割小木料的直线，不规则曲线和斜线等。由机身、上下锯轮、工作台、锯比和传动系统等组成。环状带锯条张紧在上、下两个锯轮上，由电动

机驱动通过锯轮带动作连续锯割。工作台装在锯身上，并能倾斜一定角度，中间开有锯条通路，左侧设置控制锯割尺寸的锯比。为防止锯割时锯条的摆动，于工作台的上下各装有锯卡子，一般为手工操作。带锯机锯条较薄、锯路窄，出材率高。

【排锯机】属于往复锯，又称框锯机。多根锯条并排张紧在锯框上，由曲柄链杆机构带动作往复运动，进行锯割。原木由送料推车和压辊连续或间歇送进。相邻锯条的间距即为被加工板材的厚度。按锯机结构形式分为立式单层、立式多层和卧式三种。排锯机加工精度和生产效率较高，但因不能针对原木缺陷合理下锯，故适于加工优质原木，由于锯条较厚，出材率不如带锯机。

【万能木工圆锯机】具有多工能的木工切削机床。除利用圆锯片纵、横割各种角度的方材、板材、胶合板等外，还可利用铣刀、钻头铣削槽孔及榫头等。适于小型工厂作细木加工用机床。切削刀具装在固定于电动机轴上的卡具上，通过机构运动，切削刀具能做三种空间转动和两种空间移动，根据转动、移动范围和卡具上可安装多种刀具的特点，便能实现多功能的加工。机床的适应性较大，以 MJ224 型万能木工圆锯为例，利用圆锯片可完成 12 种不同形式作业，若配合上铣刀、钻头等其他刀具可做更多形式作业。

【木工平面刨床】又称手压刨。用来刨削工件的一个基准面或两个直交的平面，也可利用调整导板和模具刨削斜面或曲面。平刨床型号很多，其结构原理和操作方法基本相同。主要由机座、前后台面、刀轴、靠山和传动部分等组成。电动机经皮带驱动刨刀轴高速旋转，手按工件沿靠山紧贴前工作台向刨刀轴送进，进行刨

削。前工作台低于后工作台，相差高度即为刨削层厚度。调整靠山位置，可改变工件加工宽度和角度。可刨削工件的最大宽度决定于刀轴的有效长度。平刨用手推送工件，必须装有安全保护装置。

【单面压刨床】将木料刨成一定宽度和厚度的板材或方材，且一次只能刨光一个平面的压刨床。所用木料已经平刨刨削有相邻正交的基准面。压刨床有可升降的工作台，以适应不同木料厚度要求。水平刀轴位于工作台中部上方，位置不变。刨削时，刨刀于刀轴上高速旋转，木料于工作台上，由位于台面上下，刀轴两侧的滚筒压紧，并通过上下滚筒相向旋转实现进给。一般单面压刨床和平刨床配合使用。若在单面压刨床的后侧（沿进给方向）加两个立刀头，就成了三面压刨床，可一次刨光三面。

【双面压刨床】将木料刨削成一定宽度和厚度的板材或方材，且次次同时刨相对或相邻两面的压刨床。其结构如同单面压刨床和平面刨床的组合机床，按刀轴的布置不同，有呈平行和正交布置的两种结构。与单面压刨床相比生产效率高，但结构复杂，调整、维修不方便。

【四面刨床】利用装有刨刀和铣刀的主轴，从四个面按平面或成型面刨削木材的机床。多用于地板，企口板的加工。根据用途不同，有4—8根不同数目的工作轴，采用机械进料，生产率高，适用于成批生产，但结构复杂，调整麻烦。

【刨光机】又称净光机。使木构件表面形成光滑平直切削面的机床。

采用木工手推刨的原理，使刨刀相对木构件作直线运动，以达刨光的目的。按木构件和刨刀的运动方式，刨光机大致可分为四种形式：（1）刨刀不动，构件沿直线通过刀刃，如链条刨光机，其中，根据一次刨削平面的数量和形状，可分为单面、双面、三面、裁口等几种形式，根据传动链形式又有单链、双链两种；（2）刨刀作纵向往复直线运动，木构件横向进给的拉杆刨光机，适用于刨削门心板、装板等板材；（3）刨刀作直线运动，木构件作横向进给，如链条或皮带循环刨光机；（4）以旋转的端铣刀刨光构件的裁口净光机。

【木工车床】又称旋床。切削车床的一类。主要用于木材的车削加工。通常以车刀作刀具。加工木材的旋转体表面，如圆柱面、圆锥面、端面等，也可用于切槽、镗孔等作业。基本结构与金属切削车床相似，但要简单些，主要由床身、主轴、尾架、刀架等组成。由用途的不同分为普通木工车床和仿形木工车床两种。还有一种专用于切削圆棒的圆棒机。仿形木工车床工作时需要靠模，它应与工件平行安装，固定不动或与工件同向等速度旋转。车刀的横向进给变化以靠模形状控制，且随刀架作纵向运动。用以加工形状复杂、工艺性强的高级家具如香炉腿等。木工车床和金属切削车床一样也有立式、卧式和单轴多轴之分。

【木工铣床】用于裁口、起线、开榫、铣削平面及各种复杂曲面的木工机床。是细木加工的主要设备。为适应工件多种加工要求，铣床备有各种刀具、导板、靠模及其他辅助构件。铣削时，铣刀作高速旋转运动，工件紧贴工作台面沿导板或借助靠模进行推移。送接料可用人工也可采用自动进料装置。木工铣床种类繁多，常用

的有立式单轴木工铣床，木模铣床（用于模型加工），附有开榫架的铣床、万能铣床、镂铣机（用于板料雕刻和成形表面铣削）等。20 世纪 70 年代以后，数控镂铣机发展很快，主要有转塔式和龙门式两种。

【木工钻床】切削机床的一类。主要用于木材的钻削加工。以钻头作刀具，可在木制工件上进行通孔、盲孔等加工作业。由床身、机头、主轴、电机、工作台、溜板、搬手等机件组成。工作时，将钻头夹紧在机头上。工件固定于工作台面上（可压紧或用虎钳夹紧），通电后，电机驱动主轴使钻头旋转，由搬手通过溜板进行手工或自动进给，实现钻削加工的目的。木工钻床也分为台式，立台和卧式三种。根据使用钻头数目的不同，又分为单轴木工钻和多轴木工钻床。后者多用于加工板式家具的圆榫孔，并有单排与多排之分。多排钻床，每排钻头由单独的一台电机驱动，按板式家具的国际标准，钻孔的中心距离应为 32 毫米或其倍数。相邻的钻头要保持不同的旋向，即转动方向要相反。其溜板可在床身上调整位置，各排钻轴还可在溜板上调整角度。

【榫槽机】加工木制件上矩形、腰圆形等榫槽的木工机床。有链式榫槽机、方凿榫槽机、腰圆榫槽机等。链式榫槽机切削刀具是带刀齿的链条，切削链条由电动机通过传动装置驱动在刀架上回转，工件夹紧在工作台上，加工时刀架带着切削链下降即铣出矩形榫槽。加工长槽时，可移动工作台，并使切削链多次下降。链式榫槽机生产效率高，但精度不高，多用于建筑业加工门窗榫槽。方凿榫槽机切削刀具由方凿（钻套）和可在其中转动的钻头组成。钻头刃口略伸出方凿刃口，加工时，方凿和钻头一起下降，钻头钻

出圆孔，方凿切出孔四周的方角。加工长槽时，可移动工作台反复切削。刀具进给方式有手动、气动或液动等。方凿榫机可加工通孔和不通孔的榫槽，加工精度高，多用于家具制造业。

【单头直榫开榫机】开榫机的一种。铣削木制品直榫头（阳榫）的木工机床。由机座、机身、工作台（推车）、刀头、电机及调整手轮等组成。有4—6根主轴，分别由单独的电机控制。6轴开榫机有4个工位，各轴的配置为：1个圆锯轴、2个水平铣刀轴、2个垂直铣刀轴和一个中槽铣刀轴，分别用于截齐端头和铣削榫颊、榫肩、中槽。各刀轴都能精确调整，可单独也可联合加工。铣削时，刀头做旋转的切削运动，工件装在工作台上，用夹具夹紧，手工推送至各刀轴处加工。

【双头直榫开榫机】开榫机的一种。同时铣削木制品两端直榫头的木工机床。实际上是两台位于制件两侧单头直榫开榫机的组合，用于两端同时开榫。制件压紧在两条同步动转的履带送料装置上向刀轴进给。调整活动立柱控制榫槽宽度。双头直榫开榫机生产效率高，适用大批量生产。

【燕尾榫开榫机】开榫机的一种。用于加工贯通燕尾榫或半隐燕尾榫，也可加工槽和方形榫槽。一般燕尾形铣刀装在垂直主轴上，两块相配板料工件互相垂直地夹紧在工作台上。工作台沿靠模作“U”字形轨迹运动，同时加工出阴阳燕尾榫。也有工作台固定，刀轴作“U”字形轨迹运动的。

【梳齿榫开榫机】用于将短的小方材、板材沿纵向平面拼接成长料，

在木料的接头处开以梳齿榫的开榫机。拼接木料强度可达整体材的 80—90%，减少了木材的翘曲变形，且使小材大用，短材长用，达到充分利用木材的目的。铣榫刀具多为多片型双刃铣刀，工作时铣榫刀具作旋转运动，木料作直线进给运动。国际上有定型产品，中国国内多由木材加工厂自行设计制造。

【裁口机】用于细木加工裁口工艺的机床，又称拉口机。加工门窗等框料的主要设备。切削刀头由两组相互垂直的横、立刀轴（两根横刀轴，一根立刀轴）组成。横刀轴上可各装一圆锯片，立刀轴上可各装一或二个圆锯片。根据裁口尺寸要求，三根轴都可作上下左右移动，立轴上二锯片间距离也可调整。裁口时刀头旋转，工件直线进给。可裁一个口也可裁两个口，但只能裁通口不能裁不通口。比用铣床裁口，裁口机裁口被裁下木条还可利用，节省了木材，且提高了效率。

【磨光机】利用砂带或砂纸磨削木制件表面的木工机床。用于细木加工的最后一道工序。分为滚筒式、带式 and 盘式三类。滚筒式磨光机，利用缠绕砂布（纸）的滚筒磨削制件表面，常用有立式单筒磨光机和卧式三筒磨光机。磨削时滚筒作逆进给方向转动，同时沿轴向往复窜动（约 10 毫米）。单滚式多用手工送料，多滚式由压滚和上下进料滚或输送带送料。滚筒式磨光机适于磨削表面平整的板材、方材、胶合板、及拼合件（如门、窗扇等）等。带式磨光机 环形砂带张紧在 2 个或 3 个带轮上，驱动带轮使砂带连续运动，并通过一个张紧轮的少量翘动使砂带横向窜动。控制砂带与被磨削表面的接触进行磨削。用于平面磨削的磨光机有固定的或移动的工作台；用于曲面加工的磨光机没有工作台，而是

利用游动的砂带进行工作。带式磨光机有立式和卧式之分。宽带式磨光机具在效率高、能保证加工精度、砂带更换简单等优点,适用于大块人造板、家具用板和装饰板的磨光。盘式磨光机 利用紧贴在旋转圆盘端面上的砂布(纸)磨削制件表面,有立式和卧式、单盘和双盘之分。制件由手动和机动进给。用于平面磨光。

【木工装配机】用于拼装和胶合各种木框架结构工件(门、窗、柜、箱等)的木工机械。有机动螺杆式、机动偏心式、气动式、液压式等类型。机身有水平式和倾斜式的。一般由木材加工厂根据生产要求自行设计制造,国国际上有定型产品。

矿 山 机 械

【凿岩机】将高压流体的动能、电能或内燃机的热能转换成机械冲击能,通过钻具对岩石冲击破碎以形成炮孔或炮眼的钻孔机械。按动力分气动、液压、电动和内燃四类。气动凿岩机应用最广。按钻具工作方式分冲击式、旋转式和旋转冲击式。每类根据结构和操作方式又分若干种。凿岩机直接工作部分是钻具,它由钎头、钎杆和杆尾组成。工作时直接承受和传递凿岩机的冲击能及扭矩,因此需具有足够强度、硬度、良好韧性、疲劳强度和耐腐蚀。钻具类型很多,合理选用钻具,对提高凿岩效率有直接影响。

【潜孔钻机】冲击器随钻头潜入孔底钻凿炮孔的钻孔设备。钻机的

工作机构包括钻头、冲击器、钻杆等。钻头直接装在冲击器上，钻杆将冲击器送入孔内，并由孔外的回转机构带动旋转。冲击器产生的冲击能经钻头直接作用于岩石上，加之回转机构作用，对岩石冲击破碎完成钻孔。从钻杆射出的压气或高压水将岩粉排出孔外。随炮孔加深可将钻杆接长。按作业环境不同，钻机分为两大类：（1）井下潜孔钻机，钻孔直径较小，一般孔径 $\leq 165\text{mm}$ ，孔深为 100m 左右，结构简单，多为非自行式、湿式凿岩，用于井下钻凿中、深炮孔及导向、通风、探水、探矿孔等；（2）露天潜孔钻机，钻孔直径较大，一般孔径 $\geq 150\text{—}300\text{mm}$ ，孔深为 18m 左右，自行式，干式或湿式凿岩，用于露天矿山或其他工程钻凿中、硬矿岩的炮孔，按钻孔直径和重量大小又分为轻型、中型、重型三种。

【平巷掘进机】掘进各种断面形状平巷道的机械。可同时完成破落煤岩、装载运输、喷雾灰尘和调动行走等多种作业，并连续掘进。比凿岩爆破，掘进机加速了矿山井巷的掘进工作，所以被广泛用于煤炭、化工、采矿等工业及国防工程中掘进各种断面形状的巷道和隧道。各种平巷掘进机的基本结构和破岩方法大同小异，以 EJ 型 30 型平巷掘进机为例，主要由以下几部分组成：（1）滚刀，随刀盘旋转和轴向推力作用滚压破碎岩石；（2）水平支撑推进机构，使掘进机沿巷道行走，供应刀盘工作机构所需轴推力；（3）皮带装载机构，装载、排出破落岩煤屑；（4）通风除尘装置；（5）指向装置，控制掘进机按预定方向 and 规定坡度向前掘进。按工作方式平巷掘进机分为两大类：（1）全断面掘进机，掘出的巷道断面为圆形，主要用于掘进岩石巷道；（2）部分断面掘进机，可掘出各种断面形状巷道，工作方式灵活，适应性强，主要用于掘进煤

或半煤岩巷道。按适应范围又可分为适于在煤层和软岩中掘进巷道和适于在中硬以上岩石中掘进巷道和隧道的两大类平巷掘进机。

【天井钻机】进行天井掘进的钻机。用于溜矿、行人、运料、通风、充填、探矿等工程的天井掘进。由完成钻进的主机，用于钻机搬运和在作业峒室中平行移位的行走机构及控制系统等组成。钻进方式有三种：（1）下钻上扩法（钻机安放在天井上部）；（2）上钻下扩法（钻机安放在天井下部）；（3）下钻上扩和上钻下扩联合钻进法（钻机安放在天井中间水平）。天井钻机掘进法的特点是用大直径旋转钻机于天井的全深进行全断面钻进，作业安全、掘进速度快、效率高、井壁平滑稳定，可谓先进的天井掘进法。

【装岩机】直接卸载的装载机。主要由四大部分组成：（1）工作机构，包括铲斗、斗架、提升链条及稳定钢绳等，完成装卸工作；（2）回转机构，其上安装着铲斗提升机构、工作机构、操纵装置等，借助回转机构的旋转可铲装巷道两侧岩石；（3）行走机构，包括动力装置、传动装置、轨轮（或履带或轮胎）等，使机器靠近工作场地，并借助其动量使铲斗插入岩堆；（4）操纵装置。工作时，机器从距岩堆 1—1.5 米处冲向料堆，铲斗插入料堆，提升铲斗，完成装载，然后铲斗向后（或侧）翻转将岩石卸到矿车中。卸载后铲斗返回起始位置。装岩机虽效率低、机动性差，但由于结构简单、紧凑、工作可靠，操作维修容易和能在弯曲道内工作，所以在矿山中仍被广泛采用。

【装运机】完成装卸并兼作短程运输联合作业的装载机。多用于采

场工作面的矿石搬运，将矿石卸入溜井。主要由行走、装卸、料仓和操作四大部分组成。分为两大类：（1）带储仓装运机，动力多用风动、轮胎行走，结构简单，但效率和机动性较差，早期采用的无轨装运机，工作时，铲斗插入料堆，装满后提升铲斗，向后卸料到储仓，储仓装满后运至卸载点，倾翻储仓卸下物料，机器返回装载点进行下一次工作循环；（2）无储仓装运机，内燃机驱动，轮胎行走，效率高，机动性好，但结构复杂、操纵和维修技术水平较高，在井下装载机械中占的比重日趋增大，工作时，铲斗插入料堆，转动并举起铲斗使之装满，满载的铲斗处于运输位置，将物料运至卸载点，物料卸出后，机器返回装载点进行下一次工作循环。

【矿井提升机】联系矿井井下与地面的运输机械。与钢丝绳、提升容器、装、卸载装置等组成提升设备。按工作原理分为两大类：（1）缠绕式提升机，利用卷筒转动时，固定其上的钢丝绳向卷筒筒上缠绕或放出，带动提升容器升降，应用范围受缠绕表面积限制，适宜浅井的提升，根据卷筒数目有单筒和双筒两种；（2）摩擦式提升机，借主导轮的摩擦衬垫与钢丝绳间摩擦力，带动钢丝绳完成容器提升，最小提升深度受防滑条件限制，最大提升深度受钢丝绳强度限制，与缠绕式比较，具有钢丝绳直径较细、主导轮直径小、机器重量轻及安全性高等优点，适宜中深井，应用范围较缠绕式大，依钢丝绳数目分单绳和多绳两种。

【采煤机】煤矿开采设备之一。将煤从煤壁上落下、破碎、装入至刮板输送机。按工作原理分为锯削式、刨削式、钻削式、铣削式四种。（1）锯削式采煤机，又称截煤机。靠安装在循环运动截链

上的截齿深入煤壁截煤，20 世纪初最早应用的采煤机，因不能直接落煤，需在工作面上增加爆破落煤工序，已被铣削采煤机代替；（2）刨削式采煤机，即刨煤机，靠刨刀往复运动刨削破煤，宜用于顶底板稳定、煤质软、地质构造简单的薄煤层和中厚煤层；（3）钻削式采煤机，靠钻头边缘的刀齿钻入煤体，钻头中部的刀齿将煤体破碎。

【牙轮钻机】以牙轮钻头为钻具、连续破岩、压气排渣的自行式钻孔设备。可用于各种地层的大中型露天矿穿凿炮孔。矿用牙轮钻头由三个牙爪及三个安装在牙爪轴颈上的牙轮组成。钻孔时，依靠加压及回转机构给钻头施加的轴压力和回转力矩，通过牙轮上的齿以压碎、冲击、剪切等形式破碎岩石，岩渣由风压吹出孔口。牙轮钻机有多种类型，常用的是电力传动、履带行走、链条—齿条加压、三牙轮钻头、滑架式牙轮钻机。

【单斗挖掘机】土石方挖掘和装载的设备。露天矿开采用主要设备之一，可进行表土的剥离、堆弃（或转载）以及矿物的采掘和装运等工作。也还广泛用于建筑、铁路、公路、水利和国防工程的有关作业中。各种类型单斗挖掘机均由三大部分组成：（1）工作装置，铲装岩石；（2）回转机构，将装满岩石的铲斗转到卸载地点（或矿车），卸载后空斗转回；（3）行走机构，使挖掘机靠近作业场所。按用途和结构特征分为建筑型单斗挖掘机、采矿型单斗挖掘机、剥离型单斗挖掘机，塔索型单斗挖掘机、隧道挖掘机。按传动方式挖掘机分为机械式、液压式和机械液压混合式三大类。其中液压式比机械式有着结构紧凑、重量轻、传动平稳、操作简单、易于实现标准化、系列化和通用化等优点，是较先进的挖掘

机，将会得到迅速发展。

【筛分机】将物料分成不同粒度级别的机械。通常用于 500mm 以下物料分级。广泛用于矿山、建筑、冶金、化工等工业部门。除用于物料分级外，还用于脱水、脱泥和脱介（用于重介质选矿流程中）等工作。筛分机基本工作部分是筛面，其上有尺寸、形状一定的筛孔，物料通过筛面按粒度分层和分离。筛分机按用途和结构特点可分为：（1）固定筛，筛面呈条或格状，筛孔一般不小于 50mm，常用于矿石和煤碳粗碎和中碎前的预先筛分；（2）弧形筛，筛面在纵向呈圆弧形的固定筛，适用于细粒级（0.15—1.0mm）的湿式分级，常用于选煤作业中的预先脱水和脱介等；（3）旋流筛，属细粒级物料分级固定筛，工作原理同弧形筛，但处理量比弧形筛大，分级、脱水效果好；（4）圆筒筛，筛面为圆柱形或圆锥形，多用于选矿厂的选矿脱泥；（5）振动筛，利用不平衡重激振筛箱筛分，结构简单、工作可靠、生产能力大、效率高，广泛用于分级、脱水、脱介和脱泥作业。

【跳汰机】使矿粒在垂直升降的变速水流中按密度分层与选别的机械。基本工作部分是跳汰室，室内置有筛板。水与矿粒混合物给入跳汰室筛板上，矿粒在垂直升降变速水流作用下交替发生松散和紧密，最后按自身密度差分层。密度小的颗粒聚积上层随矿浆流出；密度大的颗粒由下层排出。跳汰机分为活塞式、无活塞式和隔膜式三大类：（1）活塞式跳汰机，主要用于选煤，不利于选矿，多为小型跳汰机；（2）无活塞式跳汰机，广泛用于选煤，按用途又可作为不分级入选跳汰机（选不级原煤，粒度为 0—100mm）、块煤跳汰机（分选粒度为 13—100mm）和末煤跳汰机

(入选粒度为 0.5—13mm); (3) 隔膜式跳汰机, 多用于选矿, 分选 16mm 以下粗粒矿石, 入料下限为 0.1mm。

【分选机】利用比重介于两种矿石比重之间的重介质选别物料的机械。矿石颗粒在介质中受到重力和浮力作用, 合力为正, 下沉; 为负则上浮。介质采用固体颗粒(加重剂)与水配制成指定密度的悬浮液。加重剂常用磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿、硅铁矿、方铁矿、粘土、石英、高炉灰和重晶石等细粒固体。选制过程中需保证介质比重的稳定, 并能顺利排放物料。分选机有: (1) 圆筒形分选机; (2) 锥形分选机; (3) 鼓形分选机; (4) 重介质振动槽; (5) 重介质旋流器。前四种分选粗粒物料; 后者分选细粒物料。根据物料排出的输送装置不同, 又可构成多种形式分选机。

【浮选机】利用矿物表面润湿性的差异, 选别细粒物料的机械。为调整和控制浮选过程, 矿粒先经浮选药剂处理, 改变其天然润湿性, 然后送入浮选机的浮选槽。通过搅拌和充气, 表面疏水性的不易润湿的矿粒附着在气泡上, 上浮至液面形成矿化泡沫层, 泡沫刮除便得到精矿。表面亲水性的易被润湿的脉石不吸附于气泡随矿浆流出。上述为正浮选, 将脉石浮入泡沫的称反浮选。按搅拌和充气方式不同浮选机有如下类型: (1) 机械搅拌式, 搅拌和充气都由搅拌器完成, 搅拌器高速旋转, 驱动矿浆流动, 叶轮腔内产生负压吸入空气; (2) 充气机械搅拌式, 除机械搅拌外, 还向浮选槽中充入低压空气; (3) 充气式, 靠压入空气进行搅拌并产生气泡; (4) 气体析出式, 用降低压力或先加压后降至常压的方法, 使矿浆中溶解的空气析出, 形成微泡; (5) 压力溶气式, 利用高压将充入的空气预溶干水, 然后在常压下析出, 形成微泡。

【脱水机械】使选矿产品与水分离以降低湿矿水分含量的机械。精矿经脱水可满足冶炼和后续选别作业要求；便于运输、贮存；脱出的水再用，节省能耗。脱水机械依脱水方法和工作原理有：浓缩机、过滤机、离心脱水机、干燥器等。

【浓缩机】矿降中矿粒依靠重力或离心力作用沉降脱水以提高矿降浓度的设备。主要由浓缩池和机械刮泥机组成。依靠重力、极细物料矿浆用离心力，使给入池里矿浆颗粒下沉，然后通过缓慢转动的刮泥机将沉积于池底的浓缩矿泥刮集到池中心排矿口，澄清水由池边溢出。为提高浓缩效率，可在矿浆中添加凝聚剂和浓缩池中安装倾斜板或倾斜管等装置。浓缩机以机械刮泥机传动结构形分为中心传动式和周边传动式两大类。周边传动式又可分为周边齿条传动和周边辊轮或胶轮传动。较小直径中心传动式又可设计成多层结构。

【过滤机】利用两侧有压力差的过滤介质实现固液分离的机械。按压力差的形成方法分为两大类：（1）真空过滤机，以真空抽吸造成压力差，由带有过滤室的机体、分配头、传动机构、卸料机构等组成，工作时浸在矿浆中的过滤室由真空泵抽成负压，料浆中的液体透过过滤布吸入过滤室，经分配头排出机外，固体颗粒附着在滤布表面成为滤饼，分配头控制各过滤室在机体旋转过程中依次完成过滤、吸干、卸饼和清洗滤布等工序（真空过滤机按机体形状分为圆盘式、圆筒式和平面式三大类）；（2）压滤机，以加压造成压力差，因过滤压力差大于真空过滤机，可提高过滤能力，适宜难滤矿浆和稀矿浆。

【多斗挖掘机】用于挖掘土石或进行矿床露天开采的机械。其特点是具有若干铲斗能连续进行土方作业，包括挖掘、运送、卸载等工作，生产能力大、生产效率高，最适合于采掘松散而无夹石的水平的矿体岩层。作业时，随着挖掘机不断向前行走，铲斗则不断开辟新的作业面。并将满斗的土石或矿石自动卸在输送带上连续送至料场。多斗挖掘机一般由五部分组成：动力装置、传动装置、行走装置、工作装置和输送装置。多用柴油机和发电机作力；采用机械式和液压传动；用轮胎、履带、轨道等方式行走，常用的有二种。轮式多斗挖掘机的挖掘工具（工作装置）是固定在斗轮上的铲斗，它随斗轮的旋转而完成挖掘和卸载任务；一端装有斗轮的悬臂架内装有带式输送机，悬臂架可以伸缩、升降和左右回转。链式多斗挖掘机的工作装置象龙骨水车，工作时，链轮传动装有若干铲斗的无极链，使其沿斗架运行，铲斗挖掘后转到斗架上端，即自行倾卸。多斗挖掘机也常在运河与沟槽开挖、修整边坡、装卸散装散装物等作业中发挥巨大作用。

化工机械与设备

【搅拌设备】实现以液体为主体与其他液体、固体或气体物料混合的设备。常用于石油、化工、建筑、食品等部门。由三个基本部分组成：（1）搅拌槽，盛装混合物料，常用搅拌槽为圆形容器的，有的槽外装有蒸汽夹套，或槽内设置蛇管传热装置，用以加热或冷

却槽内物料，槽壁内侧装有若干条挡板，以强化搅拌效果；(2) 搅拌器，有叶片构成的叶轮等多种结构，设备的核心部分，依靠其转动搅拌混合物料，一般装在垂直轴的端部，从搅拌槽顶部插入，也有由搅拌槽底部向上伸入式的（对于高径比大的搅拌槽，为得到全槽均匀搅拌，可在同一转轴上安装几组搅拌器），主要类型有浆式、涡轮式、螺旋浆式、螺带式等；(3) 传动及变速机构，实现搅拌器转动，一般是间歇操作，物料由上部加入，于底部排出或由压料管由设备上部排出。

【桨式搅拌器】叶片似桨式的搅拌器。有平桨和斜桨两种。平桨式由两片平直桨叶构成，斜桨式两桨叶相反折成 45° 或 60° 。两种形式都能采用在一根轴上同时安装多个桨叶或在槽壁上设置垂直挡板的结构。平桨式的缺点是不能产生轴向液流，搅拌效果不如斜桨式。桨式搅拌器结构简单，常用于低粘度液体混合、固体颗粒的溶解和悬浮以及气体分散等。

【锚式搅拌器】叶轮似锚状的搅拌器。叶轮外缘能与槽壁很好吻合，其间仅有很小间隙，可清除附在槽壁上的粘性反应物或沉积在槽底的固体物，从而促进夹套传热效果。粘度为 $0.1—1$ 帕秒的液体用简单锚式叶轮，粘度更高的液体则用复杂形状锚形轮。锚式搅拌器不适于搅拌粘度大于 100 帕秒的场合，搅拌高粘度液体时，液层中有较大停滞区。

【推进式搅拌器】又称旋桨式搅拌器。由 $2—3$ 片螺旋桨叶组成。按在搅拌槽上安装位置不同有直入式和侧入式。属于小叶片高转速搅拌器。且能形成轴向液流，造成强烈湍动。搅拌效果好。适于

搅拌低粘度 (<10 帕秒)、液量大的液体,用于强化传质、制备乳浊液和搅拌固体颗粒含量小于 10% 的悬浮液。

【涡轮式搅拌器】由水平圆盘和安装在其上的叶片组成的搅拌器。叶片的形式有平片、弯片、扇形片等,叶轮上叶片数一般为 4—16 片。平片与弯片可推动液体作径向、周向流动,扇形片或槽内设置挡板的可产生明显的轴向液流。若将叶片倾斜设置,便可产生较强径向、周向、轴向的流动。涡轮式搅拌器适于粘度范围 (10^{-3} — 10^2 帕秒) 较宽的液体快速混合,制备气体或不互溶液体的分散体,以及固体颗粒含量小于 60% 的悬浮体。由于涡轮搅拌可促进传热、传质和化学反应,所以也常用于液液相反应过程。

【反应器】实现化学反应过程的设备。化工、炼油、冶金等工业生产的关键设备。按结构特点,反应器类型有:(1) 管式反应器,用于气相或液相反应的单相反应器;(2) 釜式反应器,用于液相单相反应和液液相、气液相、气液固相等多相反应过程;(3) 有固体颗粒床层的反应器,用于气固相、液固相、气液固相等多相反应过程,包括固定床反应器、流化床反应器、移动床反应器、湍流床反应器等;(4) 塔式反应器,用于气液相、液液相等多相反应过程,有填充塔、板式塔、鼓泡塔等塔设备;(5) 喷射反应器,用于气相或液相单向反应和气液相、液液相等多相反应过程;(6) 其他非典型反应器,反应器还可按其他化学反应过程特点和要求分类。良好的反应器应满足以下要求:(1) 设备小而生产能力大;(2) 运转稳定可靠,调节方便且有较大的操作弹性;(3) 结构简单,受力合理;(4) 催化剂层温度分布合理,充分发挥催化剂效能;(5) 流体在床层内均匀分布,设备阻力小;(6) 投资少,日

常操作费用低。

【搅拌式反应釜】利用搅拌作用促使釜内物料均匀混合,强化传质、传热进行化学反应过程的设备。多用于液相单向和液液相、气液相、气液固相等多向反应过程。例如苯的硝化、氯乙烯聚合、丁苯橡胶聚合等。用于气液相反应过程的称为鼓泡搅拌釜;用于气液固相反应过程的称为鼓泡搅拌釜;用于气液固相反应过程称为搅拌釜式浆态反应器。搅拌式反应釜基本结构由釜体、换热装置、搅拌器等组成。釜体一般为圆柱形容器,封头和釜底有球形、蝶形和椭圆形等。壳体上有加、出料等接管。换热装置有:(1) 外夹套式;(2) 釜体内设各种类型传热装置;(3) 火、电直接加热等类型。搅拌器可根据物料粘度、流型、转速、搅拌直径、功率等因素配置相应类型。

【固定床反应器】又称填充床反应器。流体通过静止状态的固体颗粒,发生多相化学反应的设备。主要用于气固相催化反应(固体颗粒为催化剂),如氨合成塔、二硫化硫接触氧化器、烃类蒸汽转化炉等。有三种基本形式:(1) 轴向绝热式,流体沿轴向自上而下流经床层,与外界无热交换;(2) 径向绝热式,流体沿径向流过床层,可采用离心或向心流动,与外界无热交换(以上两种适宜反应热效应不大的场合);(3) 列管式,多管并列构成,管内或管间置催化剂,载热体流经管间或管内进行加热或冷却,适应热效应较大的场合。此外还有由以上基本形式串联而成的多级固定床反应器。

【流化床反应器】利用固体颗粒被流体吹呈悬浮状态(固体颗粒流

态化), 并进行气固相或液固性反应过程的反应器。按反应器的应用分为两类: (1) 固相加工, 如矿石的焙烧; (2) 液相加工, 如石油催化裂化、酶反应过程。按流化床的结构, 基本类型有: (1) 单层床和多层床, 在反应速率、产品质量、热利用率等方面, 多层床有明显优越性, 但多层床较单层床结构复杂、操作困难; (2) 单器和双器, 双器流化床是将反应器和再生器(颗粒升温器) 联成一循环系统, 以适应某些催化反应过程的催化剂失活较快, 需要及时连续再生的要求。与固定床相比流化床具有传热和反应速度快、粒子的连续加入和输出方便、生产强度大等优点; 但设备易磨损, 严重返混影响了反应器效率。

【沸腾床反应器】用于气固相反应过程的流化床反应器。参见“流化床反应器”。

【管式反应器】长径比很大呈管状连续操作反应器。按管的多少有单管和多管并联之分; 按管内是否有填充物有空管(如管式裂解炉) 和填充管(管内填充固体颗粒催化剂, 如列管式固定床反应器) 之分。管式反应器具有返混小, 容积效率高, 且可实现分段温度控制等优点, 缺点是当反应速度低时所需管道过长, 生产上不易实现。

【高压釜】高压下操作的反应器。通常附有搅拌装置和传热装置, 似搅拌设备。操作方式有间歇式或连续式。当处理的反应物对钢材有腐蚀作用时, 釜内壁必须用耐蚀材料如搪瓷、搪玻璃或不锈钢等衬里保护, 甚至用不锈钢制作釜体。为承受高压, 高压釜釜体较其他反应器器壁较厚, 轴封结构复杂。

【搅拌式聚合釜】用于聚合反应过程的设备。是应用最广的一类聚合反应器。由釜体、釜盖、搅拌器、换热装置、传动装置等组成。搅拌器为其关键部件，可以促进物料均匀混合，强化釜内的传热、传质和化学反应过程。搅拌器由浆叶（叶轮）和轴组成（详见“搅拌器”）。其型式、尺寸、转速以及安装位置直接影响搅拌效果。釜体常以带有不锈钢衬里的碳钢制成，也有衬搪瓷的。釜上装有温度、压力、安全阀等仪表，以及进出料口等。

【合成塔】又称合成炉或合成筒。进行高温、高压化学合成反应的设备。用于氨、甲醇、高级醇等的合成以及重油加氢等过程。其结构、材料和形式随反应物和反应条件而不同。一般由外壳（承受介质的高压）和内部催化剂（触媒）支承装置、热交换装置、气体分配装置等组成。温度较高。有固定床反应和沸腾床反应两大形式。

【焙烧炉】用于焙烧过程的设备。按固体物料运动特点，可分为固定床、移动床、流化床三类；按所用加热炉形式有反射炉、多膛炉、竖窑、回转窑、沸腾炉、旋风炉等。广泛用于化学、冶金等工业中进行分解矿石或制取工业用气体。

【炼焦炉】又称焦炉，用煤炼焦的设备。现代炼焦炉由炭化室、燃烧室、蓄热室、斜道区、炉顶、烟道等组成。煤在炭化室中隔绝空气受热成焦。燃烧室由许多立火道组成，来自位于焦炉下部蓄热室经预热的煤气（高热值煤气不预热）和空气在立火道底部相遇燃烧，向炭化室提供热量。一座焦炉有数十个由硅砖隔开的炭

化室和燃烧室相间配置。炉顶区有装煤孔和上升管孔通向炭化室，由装煤车将煤通过装煤孔送入炭化室，煤干馏时产生的荒煤气由上升管孔导出，炼成的焦炭用推车推出，经导焦车落入熄焦车内，水熄或干熄后，再经筛选得到产品。按加热系统结构不同，炼焦炉有多种类型，大致分为：（1）双联火道式，上升气流火道与下降气流火道成对组合；（2）两分火道式，整个燃烧室的半侧火道走上升气流，另半侧火道走下降气流；（3）上跨焰道式，整个燃烧室的火道分若干组，通过上跨焰道与相邻燃烧室的火道组相联。

【煤气发生炉】又称煤气化炉，制造发生炉煤气（空气煤气）、水煤气、半水煤气的炉子。根据气化原料（各种煤或焦炭）的性质和生成煤气的要求不同有多种气化方法，相应的煤气化炉有固定床煤气化炉，可用作普通煤气发生炉，如 UGI 煤气化炉、鲁奇煤气化炉等；流化床（沸腾床）煤气化炉，如温克勒煤气化炉；气流床煤气化炉，如 K—T 煤气化炉、德士古煤气化炉等。固定床用块煤或块焦，流化床和气流床用煤粉。鼓入的气化剂（空气或空气和蒸气或氧和蒸气等）与固体燃料作用，产生含可燃性气体的煤气。

【裂解炉】用于烃类裂解制取乙烯及其联产品的设备。根据工艺和炉结构特征主要有三种类型：（1）管式裂解炉，通过炉内的裂解炉管裂解。按炉形特点又可分为箱式、立式、圆筒式、台式等；（2）蓄热式裂解炉，用填有固体载热体的炉子裂解；（3）流化床裂解炉，以砂子等小颗粒固体为载热体，喷入烃原料和水蒸汽，使之流态化并裂解。

【换热器】又叫热交换器。冷热两种热媒间进行热量交换的设备。由两种热媒类别的不同,可分为水—水式换热器和汽—水式换热器。由工作原理的不同,可分为表面式、混合式和蓄热式三种。工程上应用最广的是表面式换热器,它是利用冷热两种热媒的金属来交换热量的。由间壁的表面形状不同,分为管壳式和板式两类。其中管壳式又分为列管式、套管式、翅片管式等多种;板式又分为板壳式、螺旋板式、波纹平板式、板翅式等多种。另外由工作任务的不同,表面式换热器还分为加热器、冷却器和冷凝器等几种,在空调与致冷工程中应用较多。换热器应用范围极广,在动力、化工、轻工、冶金等部门,为保证其工艺流程与条件的实现而广泛采用。特别是在供热工程中应用更加广泛,是一种不可缺少的设备。用它可以实现余热回收,利用工业的二次能源作为供热热源。也可用于供热工程中用户与热网的连接等。

【间壁式换热器】又称表面换热器。在石油、化工生产中实现其工艺条件和要求而应用最广的一种换热装置。冷、热两种介质在交换热量的过程中不直接接触混合,而是通过它们中间的一层间壁(如金属壁)进行热交换,因此而得名。在化工生产中广泛应用的有两类;一类以管子表面为换热面的叫管式换热器,常用的有管壳式、蛇形管式、套管式及空气冷却器等;另一类则以板面为换热面叫板式换热器,常用的有平板换热器、板壳式换热器、板翅式换热器、螺旋板式换热器、伞板换热器等。此外,还有为满足特殊要求而设计的间壁式换热器有转盘式换热器,刮面式换热器等。

【蓄热式换热器】冷热流体借助于蓄热体(一般为耐火砖、波纹铝带等)进行热交换的设备。又称蓄热器。其中一类,冷热流体交

替通过蓄热体，进行间歇式热交换（如炼钢、炼焦和熔炼玻璃的窑炉燃烧用空气预热室），采用切换阀门实现交替过程的转换。另一类，蓄热体装填于慢速转动的多室设备中，冷热流体连续通过设备的不同部位进行热交换，如回转式蓄热器。蓄热器作为空气预热器广泛应用于冶金、制氧、动力、石油、化工等部门。

【混合式换热器】冷热流体通过直接接触与混合进行热交换的设备。又称直接式或接触式换热器。通常做成塔状，如凉水塔、用于气体冷却的填充塔和气、液混合式冷凝器等。为促进热交换，于设备中放置搁栅或填料，有时将液体喷成细滴，以增大两种流体接触面积。混合式换热器传热效果好，但只限于冷热流体不互溶又允许相互混合的场合。

【蒸发器】进行蒸发操作的设备。由加热室和蒸发室组成。加热室提供溶液蒸发所需热量，蒸发室完成气、液两相分离。蒸汽常由真空泵抽至冷凝器中进行冷凝，完成液由器底排出。工业生产中通过溶液浓缩或从溶液中析出结晶制取烧碱、食盐等都是由蒸发器进行的。蒸发器分多种类型，最早的蒸发器是用直接加热的锅，至今仍有使用。采用蒸汽作为加热介质后，先是出现了各种结构类型的管式加热面的蒸发器；20 世纪末又出现了板式加热面的蒸发器。蒸发器的热源主要是饱和蒸汽、烟道气、火和太阳能等。

【冷凝器】将蒸汽冷凝为液体的换热器。按冷却方式分为直接冷凝和间接冷凝两类：（1）直接冷凝式，将冷却水与蒸汽直接接触混合，实现蒸汽冷凝，所用设备称混合冷凝器或称接触式冷凝器（按操作方式又分干式和湿式两种，即将冷却水与冷凝液一起由泵

排出，不凝性气体由另一泵抽出的冷凝器为干式，三者均由同一泵排出的冷凝器为湿式；按蒸汽与水相互流动的方向又分为逆流与并流冷凝器两种；按设置地位的高低又分高位、低位冷凝器两种），常用混合冷凝器有干式并流低位冷凝器、干式逆流高位冷凝器、湿式并流低位冷凝器，混合冷凝器的优点是传热效率高，生产能力大，广泛用于化学工业，缺点是所得冷凝液全部与冷却水混合而流出，故只能用于水蒸汽或其他无回收价值蒸汽的冷凝；（2）间接冷凝式，在间壁式换热器中进行冷凝，常以水作冷却剂，其设备称表面冷凝器，如管式冷凝器、套管式冷凝器、螺旋板式冷凝器等。

【结晶器】用于结晶操作的设备。结晶器类型很多，按溶液获得过饱和状态的方法可分为蒸发结晶器、冷却结晶器和真空结晶器；盐析结晶器和附有反应的结晶器等；按溶液流动方式可分为母液循环结晶器和晶浆（母液和晶体的混合物）循环结晶器；按操作方式可分连续操作结晶器和间歇操作结晶器，以及搅拌式和不搅拌式结晶器。结晶操作广泛用于化学工业中。

【蒸发式结晶器】加热至沸点的溶液进入器内蒸发，使之浓缩、结晶的设备。其结构、原理与蒸发器类同。常用的蒸发结晶器有结晶槽（利用器壁夹套或器内蛇管加热溶液）、强制循环蒸发结晶器（晶浆循环式连续结晶器）、DTB 型蒸发结晶器（晶浆循环式连续结晶器）、奥斯陆型蒸发结晶器（母液循环式连续结晶器）等。

【真空结晶器】蒸发结晶器的一种。绝热、真空条件下，进行结晶操作的设备。结晶器的主体不包括蒸发加热器，加热靠外部设备

进行。进入绝热、真空容器中的热液因沸点低于进料温度而闪急蒸发，使溶液浓缩、结晶。结晶过程中，溶剂蒸发所消耗的汽化潜热由溶液冷却释放的显热及溶质的结晶热所平衡。结晶器中无需设置冷却面和传热面，避免器内产生晶垢。因此，真空结晶器主体设备较简单，操作稳定，维修防腐容易，为工业上应用最广的结晶器。有间歇操作和连续操作两种形式。

【冷却式结晶器】通过冷却方式使溶液获得过饱和状态，实现结晶的结晶器。按结构特征有结晶敞槽、搅拌式结晶器、摇篮式结晶器、长槽搅拌式连续结晶器等类型：（1）结晶敞槽，溶液在槽中自然冷却，结晶中通常不加品种，不搅拌，也不控制冷却速率及晶核的形成和晶体的生长；（2）搅拌式结晶器，敞槽中安装搅拌器，使槽内温度均匀，缩短了冷却周期，提高了生产能力，敞槽中也可安装冷却夹套，提高冷却效率；（3）摇篮式结晶器，结晶敞槽安装在若干对托辊上，可来回摇晃，生产的结晶粒度大且均匀；（4）长槽搅拌式连续结晶器，有敞式或闭式长槽，槽外有水夹套，槽中有螺带搅拌器，为应用广泛的连续结晶器，生产能力大。

【回转结晶器】又称转筒式结晶器。以空气为冷却剂，连续操作，直接接触冷却的结晶器。主体为略呈倾斜的回转圆筒。待结晶的溶液与冷空气在筒内逆向流过，使溶液冷却为过饱和溶液，而形成结晶。筒内装有挡板，将溶液升举并淋洒于冷空气中，以扩展冷却表面。筒外包有绝热层，或将筒装入另一圆筒的外壳中。为防止晶体粘结在器壁面上，在结晶器下部装有蒸汽管，用以加热与溶液接触部分的转筒壁面。回转结晶器结构简单、操作连续可

靠、生产能力大。

【塔式结晶器】又称造粒塔。外形呈塔状的结晶器。操作时，将溶液导入结晶器顶部，再通过喷雾器使溶液喷出。待喷出溶液至塔底时，因溶液的微粒在与其逆流的空气流中已汽化一部分溶剂而被冷却，故生成结晶，所得晶体与母液自动流出，或以泵送出，再作进一步精制。如以高浓度溶液由喷雾器喷出，则可在塔底得到固体晶粒，如氮肥厂硝酸铵晶体的制备。

【塔设备】又称塔器。外形像塔、容积较大并于内外装置一定附件的容器。石油、化工等工业中广泛使用的重要生产设备。用以使气体与液体、气体与固体、液体与液体或液体与固体密切接触，并促进其相互作用。按塔内设置和结构分为板式塔、填充塔和喷淋塔三类。应用于蒸馏、吸收、萃取和吸附等操作。也可作为气体、液体物料进行化学反应、气体净化、除尘和冷却等设备。

【精馏塔】进行精馏操作的塔设备。与加热釜、冷凝器、冷却器及贮槽组成精馏设备。精馏在石油、化工等部门主要用于液体混合物的分离或提纯，如从石油中分离汽油、轻油、重油等有机产品；在有机合成工业中，用于提纯单体、中间产物；从液态空气中分离氧气、氮气和氩、氦、氙稀有惰性气体等。精馏操作时，将待分离（或提纯）的混合液体送入加热釜加热、汽化。产生的蒸汽由精馏塔下部依次通过各层塔板上升，并与由塔上部流下的液体（又称回流液）接触传质，使蒸汽中易挥发组分含量增多；相反，液体中不易挥发组分含量增大。下流液体由釜底排出；上升的蒸汽由塔顶引入冷凝器和冷却器，冷凝成的液体一部分作为成品送

至贮槽，另一部分作为回流液送回塔中，回流液保证了气、液两相接触传质条件。也可在塔身的任意部位引出不同馏分的产品。精馏塔根据操作压力大小可分为常压精馏塔（低于大气压）及高压精馏塔（高于大气压）。精馏塔的结构形式有泡罩式、填充式和浮阀式等。

【吸收塔】进行吸收操作的塔设备。最常用的是填料吸收塔（详填充塔）。与冷却器、收集槽和泵等组成吸收设备。吸收操作在化学工业上，广泛用于分离气体混合物（例如从裂化气分离出乙烷、乙烯、丙烯等）；从混合物中提取有用组分（例如从焦炉气回收氨、苯等）；去除气体中的有害杂质（例如合成氨生产中原料气脱除硫化氢、二氧化碳等）；制取成品（例如用硫酸吸收三氧化硫制取硫酸）。吸收操作中，吸收剂和待分离的气体混合物分别从塔顶和塔底送入塔中，气液在填料层中接触，发生吸收过程。未被吸收的气体由塔顶排出；吸收后的液体从底部排出，经冷却器引入收集槽。若过程不放出热量，则不需设置冷却器。若一次吸收不能达到所需浓度（液体为产品），使用泵进行循环操作，直至产品合格。吸收塔按结构有膜式吸收塔、鼓泡式吸收塔、喷洒式吸收塔等。

【解吸塔】进行解吸操作的塔设备。解吸是吸收的逆过程。其作用是回收溶质（释放液体吸收剂吸收的气体），再生吸收剂（恢复其吸收溶质的能力），所以解吸是吸收操作的后续过程。解吸操作中，采用减压、升温或吹气（空气或水蒸气）作为液气两相的传质条件，作为解吸剂的水蒸气自下而上的通入解吸塔，待解吸的液体自上而下流入，两相逆流接触传质，完成解吸过程。从塔底得到

再生吸收剂，水蒸汽和溶质由塔顶引出，水蒸汽冷凝后便得到溶质。

【萃取塔】进行萃取操作的塔设备。有填充式、筛板式、转盘式、脉动式、振动板式等多种类型萃取塔。萃取操作原理与吸收操作类似，利用液体混合物中各组分在萃取剂中溶解度的不同，实现各组分的分离。重液从塔顶进入，轻液从塔底进入，两种液体于塔内逆流接触传质，轻液由顶部排出，重液由塔底排出。萃取剂和混合液体何为重液或轻液，视具体情况决定。

【填充塔】又称填料塔。用于气液和液液两相的传质设备。主要由塔体、喷淋装置、填料、再分布器等组成。气液两相传质时，气体由塔底进入塔内经填料上升，液体自塔顶由喷淋装置喷出沿填料表面下流，使气液两相得到接触传质。当液体沿任意堆放的填料层下流时，为克服壁流（沿塔壁流动的液体增多）现象影响气液的均匀接触，应使液体下流时，连续通过相距一定距离的再分布器，以使液体重新均匀分布。填料呈规整排列时，不必进行这一操作。液液两相传质时，需将一相分散成液滴，以液滴表面作为相间传质表面，填料则促进液滴的多次凝聚和分散，以利传质。填料是填充塔的基本构件，用以增加两相的接触面积，提高传质能力。性能优良的填料，比表面积（单位体积填料层的表面积）、空隙率（填料层内空隙所占体积分率）应尽可能大，易于制造，价格低廉，耐腐蚀并具有一定的机械强度。填料类型很多，大致可分两类：（1）实体填料，包括拉西环及其衍生型，鲍尔环、鞍形填料、波纹填料等，多用陶瓷、塑料、金属等制成；（2）网体填料，包括鞍形网、 Θ 网环等。用金属丝网制造。

【板式塔】用于气液或液液两相的传质设备。由塔体和按一定间距水平装置在塔内的若干塔板组成。操作时（以气液两相为例），液体自上而下依次流过各层塔板，至塔底排出；气体自下而上依次穿过塔板，至塔顶排出。每块塔板上保持一定深度液层，气体通过时，相互接触传质。塔板（又称塔盘）是板式塔的主要构件，其结构形式直接关系传质的进行。通常由三部分组成：（1）气体通道，塔板上均匀开有一定数量的通道供气体穿过板上的液层，以保证气液两相充分接触；（2）溢流堰，以便在塔板上保持一定的液层高度，保证两相形成足够的传质表面；（3）溢流管，又称降液管，液体由上层塔板流至下层塔板的通道。还有一类不设溢流管的无溢流塔板，板上只均匀开设筛孔，气体和液体分别通过一定的筛孔上升和流下。按塔板的结构类型板式塔有泡罩塔、浮阀塔、筛板塔、穿流多孔塔、舌形塔、浮动舌形塔和浮动喷射塔等，广泛使用的是泡罩塔、浮阀塔和筛板塔。

【气体净制】又称气体净化。从气体中除去固体颗粒（尘）、液体颗粒（雾）及杂质气体的过程。在化学、冶金、炼油等工业生产中，通过净化除去或回收含尘气体中尘或雾，以利加工过程正常进行或避免有价值固体颗粒（或液雾）损失；为保护人类生活环境也必须除去气体中的有害物质。净化的基本机制有重力沉降、离心分离、惯性碰撞、直接截留、布朗扩散、涡流扩散、热泳、扩散泳、静电沉降、声波凝集、磁力沉降等。各种气体净化设备（除尘器）就是利用机制中的一种或几种起净化作用的。

【百叶窗式除尘器】利用气流突然改变方向，使尘粒与气体分离的

除尘装置。有圆锥形百叶窗式和矩形百叶窗式两种基本形式。圆锥形百叶窗式除尘器主体结构为一截头圆锥，圆锥表面由大量百叶窗式的栅条构成。工作时，含尘气体从锥体大头进入，并以基本恒定速度向小头流动。少部分（大约为总量的5—20%）气体从小头流出，其余部分从栅条之间缝隙流出。当气体绕过栅条时，突然改变方向，而尘粒因本身惯性，继续向前运动，随着流向圆锥小头的气体一起进入第二级除尘器，将灰尘除掉。栅条也阻留一些灰尘，需定时清除。百叶窗式除尘器主要起浓缩器作用，常和第二级除尘器配合使用，提高除尘效率。其结构简单，但磨损较严重。

【离心洗涤器】利用离心力的湿式除尘装置。分为两类：（1）借离心力加强液滴与尘粒碰撞作用的洗涤器，如中心喷水旋风洗涤器、周边喷水旋风洗涤器等，含尘气体以一定速度从洗涤器底部切向进入，旋转上升与喷水相遇，粉尘颗粒被液滴捕集降落至底部排出，净化的气体由顶部排走；（2）利用离心力使尘粒到达被水润湿的壁面而被捕获的离心式洗涤器，如水膜旋风洗涤器、卧式旋风水膜除尘器。除尘器的内壁有一层水膜从上向下流动，含尘气体从下部切向进入，螺旋上升过程中，灰尘被离心力抛向壁面，由水膜带至底部排出，净化气体由顶部排走。设备直径大时除尘效率不高。

【机械洗涤器】利用旋转的机械部件（如旋转的轮子）产生雾幕进行除尘的洗涤器。有多种结构形式。除尘原理基本相同，含尘气体沿切向方向进入洗涤器下部，旋转上升，经受水雾洗涤。尘粒和水滴受离心力作用被掷向器壁，形成水膜，流至底部排出。机

械洗涤器生产能力大，主要用于高炉气除尘及发生炉煤气除焦油和除尘。但设备结构较复杂，动力消耗较高。

【电除尘器】利用高压直流电场作用加速沉降分离，用以除去气或液体物料中所含尘粒或雾沫的设备。相应地称为电除尘器或除雾器。器内有正、负两种电极，正极（又称集尘极或沉淀极）一般制成管状或板状，负极为导线或平行导线组。根据集尘极的形状，电除尘（雾）器分为两种类型（1）管式电除尘（雾）器，以金属管和导线为电极，常用于除去酸雾或其他雾沫；（2）板式电除尘（雾）器，以平板（或金属丝网）和平行导线组为电极，与管式电除尘器相比，具有结构紧凑、处理能力大等优点，为目前应用最广的形式。沉附在集尘极上的尘粒可定期通过机械振动等方法除去，或用水冲走。电除尘（雾）器虽有设备复杂、金属耗量和占地面积大，投资高，且不宜处理易爆炸气体的缺点；但其除尘效率高，处理能力大、消耗电能不大、易于操作自动化，故在化工、冶金、电力、水泥等部门广泛应用。

【沉降器】用于沉降操作的设备。按沉降原理分为两大类：（1）重力沉降器，利用固体颗粒本身重力进行分离沉降操作，主要设备类型有用于气体除尘的降尘室和用于得到澄清液及沉淀的增稠器，重力沉降器可连续生产，并进行机械化操作，沉淀物浓度均匀，脱水较好，但沉降速度小，机器笨重、占地面积大、投资大；（2）离心沉降器，利用离心力的作用进行分离沉降操作，主要设备有旋风分离器、旋液分离器、螺旋卸料离心机、碟式分离机、管式高速离心机等，离心沉降器比重力沉降器具有沉降速度快、分离效率高、设备体积小、可分离更细小颗粒等优点，所以得到广

泛应用。

【废热锅炉】利用高温工艺气体或烟道气体的余热，生产蒸汽或热水的传热设备。石油、化工等工业中，余热利用有很大潜力，在大型工厂，废热锅炉也是动力锅炉，为生产中的关键性设备。由于生产工艺条件和要求不同，废热锅炉有多种类型。按炉管内流动介质分水管、火管两大类；按管束放置位置分立式和卧式两大类；按锅炉的操作压力分高压、中压、低压三大类；按气水系统的循环方式分自然循环式和强制循环式两大类；按传热表面的结构形式分列管式、U 型管式、刺刀管式、螺旋盘管式及双套管式等。

【固定平管板式废热锅炉】火管式废热锅炉的一种。管束由炉管及中心旁通管组成，两端分别固定在管板上，并成水平布置，管板直接焊于壳体上。结构简单，制造方便，管内清洗方便。中心旁通管有调节高温气出口温度作用。开启中心管出口端的调节阀，使部分高温气体走短路，锅炉的排气温度随之提高。多用作中、小型氨厂转化气的废热锅炉，也用于乙烯、制氢、硫酸、焦化等厂的废热回收。

【U 型管式废热锅炉】水管式废热锅炉的一种。多为立式。管束为一组 U 型管，管的两端固定在同一管板上，管束可自由膨胀，高温下不会产生热应力。结构简单，适用于高温、高压的废热锅炉。待加热的水由炉的上部经上管箱通入 U 型管，受热沸腾后，汽水混合物从 U 型管的另一端排出汇聚到下管箱中，后经上升管进入炉顶上的高位汽包。

【插入管式废热锅炉】水管废热锅炉的一种。炉管采用内、外管插入的结构，内、外管的一端分别固定于两块管板上，另一端自由，外管的自由端用管帽封住。待加热的水由锅炉上部经内管固定端流入，通过自由端管口进入内、外管的环形空间，受热沸腾后，汽水混合物从外管固定端管口排出。由于上述结构，插入管式废热锅炉有明显的优点：（1）管束和壳体间能自由膨胀，避免了管、壳间的温差应力；（2）高温工艺气直接与炉管接触，热效率高，避免了承受高压的管板受到高温气体的冲击；（3）水系统循环回路明确，比 U 型管有更高的循环倍率；（4）内、外管束均可单独吊出壳体，拆装、清洗方便。可用于温差大，压力较高的场合。

【水管式废热锅炉】水在管内，高温气体在管外流动的废热锅炉。管束成立式布置。与火管式相比蒸发量大、水循环速度快、传热效率高，容易保证水循环的安全流通和管子不超温，适宜大型化工厂作高温高压的废热锅炉。按结构特点有立式固定管板废热锅炉、插入管式废热锅炉、U 型管式废热锅炉等。

【火管式废热锅炉】高温气体在管内流动，水在管外流动的废热锅炉。管束成卧式布置。由于高温气体入口侧的管板及管口处受高温气体的冲刷，使操作条件恶劣，选材困难。其优点是结构简单，在管程中可以得到较高的气体流速以及承受较高气体压力，对水质要求低，管内清洗方便。适宜作气体温度较低，腐蚀性较强的或气体中含有较多尘粒的废热锅炉。

【烟道式废热锅炉】水管式废热锅炉的一种。管束设在用耐火材料

砌成的炉膛（或称烟道）内。结构与一般燃烧锅炉类似。高温气体通过烟道，与管束内的水间接换热产生蒸汽，汽水混合物沿管束上升进入上汽包，蒸汽分离出后，水又重新沿不受热的下降管进入下汽包，形成自然循环。适用于气体压力不高，但温度很高的场合，如作为硫酸生产中矿料焙烧后的炉气冷却废热锅炉，合成氨生产中一段转化炉废热锅炉，一氧化碳燃烧废热锅炉。

【离心机】利用离心力分离液相非均一系（液—液、液—固、液—液—固）的通用机械。主要部件为一快速旋转的转鼓（1000 转/分以上），转鼓带动物料旋转，实现分离。具有结构紧凑、体积小、分离效率高、生产能力大、附属设备少等优点，广泛应用于化工、食品、纺织、污水处理等工业部门。分离过程有三种类型：（1）离心过滤，见“过滤式离心机”；（2）离心沉降，见“沉降式离心机”；（3）离心分离，见“分离式离心机”。离心机类型很多，按转鼓速度分为常速、高速、超高速三类；按分离过程特征分为沉降式、过滤式、分离式三类；按过程的控制分为间歇式和连续自动式二类；每类按结构特征又可分为若干种。

【间歇式离心机】加料、分离、洗涤、排渣等操作过程均系间歇进行的离心机。根据排渣方式分三种类型：（1）人工排渣间歇式离心机，如人工排渣碟式分离机、管式分离机、室式分离机等；（2）自动排渣间歇式离心机，如上悬式过滤离心机、刮刀卸渣过滤离心机、刮刀卸渣沉降离心机、活门排渣碟式分离机等；（3）人工或自动排渣间歇式离心机，如三足式过滤离心机、三足式沉降离心机等。间歇式比连续式离心机生产能力低，人工排渣时劳动强度大，适于小批量、小规模生产。

【连续式离心机】操作过程在全速运转下连续自动进行的离心机，如活塞推渣离心机、螺旋卸渣过滤离心机、离心力渣离心机、振动卸渣离心机、进动卸渣离心机、螺旋卸渣沉降离心机等。劳动强度小、生产能力大，适于大规模生产。

【高速离心机】分离因数（离心加速度和重力加速度之比）大于 3500 小于 50000 的离心机。通常分离因数越大，分离越迅速，分离效果越好。故高速离心机更适用于固体颗粒细小稀薄及粘度较大悬浮液的分离。如管式分离机、室式分离机及各类碟式分离机等。

【过滤式离心机】用离心过滤法分离固相含量较多（高于 8%）颗粒较大（大于 100 微米）悬浮液的离心机。鼓壁上开有许多小孔，鼓壁内衬金属丝编织网和滤布。转鼓迅速回转，液体在离心力作用下被甩到滤布上，其中固体颗粒被截留，滤液被甩出。从而实现固体和液体的分离。过滤式离心机有：间歇操作的三足式离心机、上悬式离心机、刮刀卸渣过滤离心机；连续操作的活塞推渣离心机、螺旋卸渣过滤离心机、离心力卸渣离心机、振动卸渣离心机、进动卸渣离心机等。

【沉降式离心机】用离心沉降法分离含固体颗粒较少（低于 3%）颗粒较细（小于 10 微米）悬浮液的离心机，与过滤式离心机的区别是转鼓上不开孔，也不用滤布。当悬浮液随转鼓旋转时，因固体粒子质量较液相大而向鼓壁沉降。若产品为固相称为离心脱水，产品为液相则称离心澄清。沉降离心机适用于离心过滤中固体颗粒

易堵塞过滤介质或细粒漏失过多时的悬浮液分离，但沉渣的含湿量偏高。常用于结晶、化学沉淀物、煤粉等悬浮液的分离、各种污水污泥的脱水以及动植物油除渣澄清等。沉降离心机有：间歇操作的三足式沉降离心机、刮刀卸渣沉降离心机；连续操作的螺旋卸渣沉降离心机等。

【分离式离心机】用于两种质量不同液体形成的乳浊液或含有微量（1%以下）固体颗粒乳浊液（液液固相）分离的离心机。分离过程也是一种离心沉降，在离心力作用下，乳浊液按重度分层，重相靠近鼓壁，轻相在里层，分别导出，实现分离，如管式分离机、室式分离机及各类碟式分离机等。分离式离心机分离因数高，分离效果好，适于处理固体颗粒直径 0.01—100 微米的乳浊液，如果汁、油类净化，酵母沉粉浓缩，油水、细菌、蛋白质的分离，啤酒、电解液的澄清等。

【过滤设备】利用过滤介质截留液体与固体颗粒混合物中的固体颗粒而实现固—液分离的机器和设备。为适应生产的要求，有多种类型。根据过滤推动力的不同，可分为过滤机和离心过滤机，后者又称过滤式离心机。广泛用于化工、石油、制药、轻工、食品、选矿、煤炭和水处理等部门。

【过滤机】利用滤浆重力、外加压力或真空进行过滤的设备。相应的有重力过滤机、加压过滤机和真空过滤机。根据结构又有多种类型，常用的有：（1）板框式压滤机，属间歇操作加压过滤机，由多块滤板和滤框交替排列组成，滤板的两面均覆有滤布（过滤时滤浆送入压滤机滤框中，由于压力作用，滤液穿过滤布经滤板导

出，滤饼留在框内），板框压滤机结构简单，过滤面积大，允许较高压差，适应各种物料和处理量要求，但板框拆装、滤饼清除劳动强度大（后来出现的自动板框压滤机克服了这一缺点）；（2）转鼓真空过滤机，连续操作真空吸滤的过滤机，工作部件是一能转动水平空心转鼓，外表面或内表面覆以滤布（相应称作外滤面转鼓真空过滤机和内滤面转鼓真空过滤机），鼓内分成若干扇格，鼓下部浸于滤浆槽中，转鼓旋转时，各扇格依次进行过滤、洗涤、脱水、卸饼等操作，操作自动连续，适应性强，适于处理量大、浓度高、性质不同的多种悬浮液；（3）水平带式真空过滤机，主要工作部件有滤布带、真空室、加料装置、洗涤装置、滤布再生装置、刮刀装置等（工作状况如链带运输机，滤浆加到运转的滤布带上，依次进行过滤、洗涤、脱水和卸饼），此类过滤机结构简单、连续操作、处理物料适应性强，特别适于颗粒分布较宽物料，其缺点是过滤面积小，占地面积大，滤布易磨损，不能过滤腐蚀性强、有毒、易挥发的悬浮液。

【粉碎机械】矿山和化工机械的一类。把固体块料粉碎为颗粒或细粉的机械设备的总称。利用机械的撞击、碾压、研磨等作用使物料破碎或成粉。由成品粒度的不同，可分为破碎机和粉磨机两大类。破碎机多用于采矿、冶金等部门，所用物料块和成品粒度均较大。粉磨机多用于化工、医药、食品加工等部门，所用物料块度和成品粒均很小。粉碎机械种类很多，常用粉碎机有球磨机、盘磨机、管磨机、轮碾机、胶体磨、振动磨等。其共同的特点是：能量消耗大，耐磨材料和研磨介质用量大、噪声大、粉尘污染严重。

【破碎机】矿山机械的一种。利用机械力将原矿或大块固体物料

(如岩石、煤炭等)加工成小块或碎块的机械。常作选矿用。由物料块度和产品粒度的不同,可选用不同的破碎机。一般颚式破碎机和旋回式破碎机用于粗碎作业,即物料块度在 300mm—1200mm,成品粒度 100mm—300mm;圆锥式破碎机用于中碎作业,即物料块度在 100mm—300mm,成品粒度为 30—100mm;辊式破碎机、锤式破碎机和反击式破碎机用于软物料及煤的细碎作业,即物料块度为 30—100mm,成品粒度为 3—25mm。

【颚式破碎机】工作部件主要由动、定两块颚板及传动机构组成的破碎机。活动颚板在传动机构的带动下,向着固定颚板作周期性的往复运动。破碎机工作时,物料由上部进入两颚板的空间,活动颚板前进时,物料块被挤压破碎;后退时卸出已破碎的物料。颚板的压碎面有光面和齿形面,后者对物料还有弯曲作用,破碎能力强。颚式破碎机处理物料块度的范围较大;生产能力可在较大的范围变化;结构简单、牢固可靠;检修方便,是坚硬物料粗碎和中碎机械的主要类型。其缺点是:机器摆动惯性大,零件负荷重,对设备基础要求高;粉碎比(物料分碎前后的粒径比)不大,适宜的粉碎比是 3—4。

【锤式破碎机】有单转子和双转子两种主要类型。由机壳、转子、篦条、破碎衬板等组成。转子装有锤头和飞轮。工作时,物料从料斗加入,锤头由高速旋转的转子带动冲击物料,物料获得能量,飞向衬板,再受冲击、挤压而被破碎。达到粒度要求的细粒由机壳下部的篦条排出。不符合粒度要求的物料再经上述过程,直至破碎。锤式破碎机结构紧凑,能耗低,粉碎比高(中碎为 10—15,细碎为 30—40),适用于中硬物的中碎或细碎。

【圆锥破碎机】形似圆锥体，又称锥式破碎机。主要由呈圆锥形的壳体（外圆锥）、轧头（内圆锥）及传动机构等组成。物料由上部装入由壳体和轧头组成的锥环形轧压空间（上部大下部小）。由于轧头在壳体內的偏心旋转，便连续地挤压和弯曲物料使其破碎。破碎产品经轧压空间下部卸出。圆锥破碎机生产能力大，耗能低，运转平稳，设备基础较小。缺点是构造较复杂，出料口宽度调节不方便，不适于韧性物料。适用于坚硬脆性物料的粗碎和中碎。

【辊式破碎机】有双辊式和单辊式两种类型。双辊式破碎机，有一对平行安装的辊筒。工作时，辊筒相向回转，加入物料受摩擦作用被带入辊间，受挤压而破碎。破碎产品随辊筒的旋转被带出。辊面有光滑和齿形或槽形，后者对物料还有劈裂，弯折作用。单辊式破碎机（又称颚辊式破碎机），由单个辊筒和弧形颚板构成破碎空间，依靠辊筒的回转破碎物料。辊式破碎机结构简单，紧凑，运转可靠，易于调节粉碎度。缺点是颗粒不均匀，易压成扁块，生产能力低。主要用于中等硬度脆性物料的中碎和细碎。

【反击式破碎机】又称转子型反击式破碎机。基本破碎部件是其上装有锤头且高速旋转的转子和机壳上的许多反击板。物料连续承受锤头的打击和反击板的冲击而破碎。转子有单、双两种类型。反击式破碎机结构简单、操作方便；对硬化、脆性和潮湿物料均能破碎；粉碎比大（一般为 10—20，甚至 50—60 或 150）；动力消耗低；设备自重轻，无明显振动，不需笨重的地基。缺点是锤头和反击板磨损较快，运转噪音大。用于中等硬度脆性块料作粗碎、中碎和细碎。

【轮碾机】由碾轮、碾盘、刮板、机架、传动装置等组成的破碎机。按驱动方式分为盘动式和轮动式两种类型。物料在碾盘中经碾轮和碾盘的挤压、研磨而粉碎。破碎的产品由刮板送之筛板，由筛孔漏下。主要用于中等硬度物料的细碎或粗磨以及多种不同物料的揉拌混合。轮碾机有碾揉混合功能，便于控制产品精度，易实现操作连续化等优点，但生产效率低、单位功耗大。为避免污染宜采用湿法作业。

【球磨机】属粉磨机械。由筒体、机架及传动装置等组成。多采用间歇式干法或湿法作业。工作时，将物料和一定的研磨体（如钢球、钢棒、瓷球、卵石等）装入筒体。湿法作业需加适量的水。筒体以适宜的转速旋转时，研磨体于提升过程中，由于研磨体之间、研磨体与筒壁之间的滚动和滑动而将物料研碎，研磨体上升到一定高度抛落时，将物料击碎。物料受到持续的撞击、研磨而被粉碎成料粉或料浆。打开出料口即可卸出。球磨机粉碎程度高（粒度可达 0.1 毫米以下）、产品粒度范围广；筒内粉碎，操作条件好；结构简单，维修、操作方便，适于大规模工业生产。缺点是效率低，耗能大，运转时有强烈震动和噪音。

【胶体磨】利用研磨面的相对高速运动，使固体颗粒相互冲击和摩擦以达到粉碎目的的超微粉碎机械。由转子和定子组成，其结构可以是单层圆盘或多层圆盘，也可以是同心套装的圆柱和壳体。研磨面可制成光滑的或沟槽的，研磨面的间隙（0.02—1 毫米间微调）构成研磨腔。由粒度小于 200 微米的物料配制成浆料，从底部送入研磨腔内，进行粉碎。产品粒度随转子的圆周速度变化，速

度越高，粒度越小，可达 0.01 微米以下。适于制备各种悬浮液和乳化液。

【压缩机】将气体压缩和输送的机械。气体进入压缩机接受外功受到压缩提高了压力，达到所需压力时，便被送到工作单位。压缩机类型很多。按工作原理分为容积式（变容式）和透平式（动力式）两大类：（1）容积式压缩机，在活塞或转子作用下，使吸入气缸的气体体积减小，压力升高，然后将气体输送出去，又分回转式（如滑片式压缩机、螺杆式压缩机等）和往复式（如活塞式压缩机等）两类；（2）透平式压缩机，通过叶轮或转子对气体施加作用力使其获得动能，并在气体由入口流向出口的过程中不断的转化为势能，以提高气体的压力，有离心式压缩机、轴流式压缩机、混流式压缩机等，按所达压力又可分低压、中压、高压和超高压压缩机。压缩机广泛用于机械制造、地质勘探和采矿、交通运输、化学工业等领域，在制冷技术上压缩机是蒸汽压缩致冷装置的心脏，在低温技术上，更常用多级压缩机产生高压使气体液化。

【活塞式压缩机】又称往复式压缩机。由气缸、活塞、进、排气阀、曲柄连杆传动机构等组成。曲柄连杆机构将主轴的旋转运动变为活塞的往复运动，吸入缸内气体受到压缩提高了压力。经一次压缩达到所需压力的压缩称单级压缩。要求压力较高时，单级压缩将使气体温度升高到超过允许的范围，则需采用多级压缩。多级压缩时，经一次压缩的气体通过冷却器降至原来的气温，再进入下一段压缩，如此持续，直达规定的压力。每一级压缩称为段。所需压力增高，压缩段数增多。活塞式压缩机按气缸布置形式分立

式、卧式、角度式、对置式及对称平衡式五种；按压缩循环方式分为单作用式、双作用式及级差式三类；按压缩级数分为单级、两级和多级三类。除此还可按排气压力、排气量大小、密封方式等分类。活塞式压缩机有许多优点：（1）排气量稳定；（2）排气量范围广，易于制造各种生产量的机种；（3）压缩效率高；（4）可制成低压中中压、高压或超高压等各种用途压缩机。故活塞式压缩机是应用最广的机种。

【螺杆式压缩机】属容积式回转压缩机。主要由螺旋形转子、机体、传动机构等组成。于气缸中平行配置的两个转子，按一定速比相向高速回转，随着转子的旋转，齿间基元容积产生了吸气、压缩、排气的循环过程，从而实现了气体的压缩和输送。一般分两种类型：（1）无油螺杆压缩机，又称干式螺杆压缩机，主动转子靠同步齿轮带动从动转子，旋转过程中转子互不接触；（2）喷油螺杆压缩机，主动转子直接驱动从动转子，需向缸内喷入大量油（或液体）冷却气体。螺杆式压缩机结构简单、紧凑，运行平稳，维修管理方便，寿命长，但转子型线复杂，加工精度要求高，噪声较大。适用于中低压及中小排气量的场合。多用于矿山、化工、动力、冶金、建筑、机械和制冷等部门。

【滑片式压缩机】主要由气缸、转子及滑片等组成。装有活动滑片的转子偏心配置在气缸内。转子旋转时，滑片由于离心力作用，紧贴气缸内壁上，形成若干由气缸内壁、转子外壁、滑片组成的基元容积。随着基元容积由小到大和由大到小的反复连续变化，便完成了吸气、压缩、排气的循环过程。滑片式压缩机结构简单，制造容易，操作维修方便，但滑片与转子及气缸的机械摩擦损失较

大。若向基元容积中注入润滑油可减少磨损，并有密封作用。多用于移动式及小型固定式动力用压缩空气装置和小型制冷装置。

【离心式压缩机】又叫涡轮压缩机。压缩机的一种。它是利用惯性离心力原理作成的一种输送气体并增加其压力的一种机械。主要部件是叶轮转子，整个压缩机则由机壳、隔板、进气室和蜗室等加叶轮转子组成。转子上只有一个叶轮的叫单级离心式压缩机。有两个以上叶轮的叫多级离心式压缩机。级数越多增压的效果越明显。其工作原理是；当叶轮高速旋转时，由惯性离心力的作用，气体将沿叶轮径向被甩出去，速度和压力均将增加。轮心处造成真空状态，气体被垂直叶轮平面从中心吸入，随之被沿径向甩出，以较高压力和高速状态进入扩压室。由于扩压室的截面积突然增大，气体流速降低，压力将进一步提高。提高了压力的气体，若压力已达到要求便可从蜗室输出。也可输至下一级叶轮继续增压直至达到要求的压力，从蜗室输出为止。离心式压缩机在石油、化工、冶金、采矿、航空、纺织等工业部门得到广泛的应用。是一种输气、配气、加压的用处很广的设备。

【轴流式压缩机】气体沿接近轴向流动的透平压缩机。通常压缩机机组由若干单级构成，每一单级则由动叶片安置在轮盘或转轴上构成的转子和机壳与固定其上的导流器构成的定子组成。工作时，气体由进气管通过进口导流器，以一定速度进入第一级，受到转子的动力作用，获得能量而提高了压力，连续进入各级依次压缩，压力逐步提高后，经出口导流器由排气管送出。轴流式压缩机广泛用于燃气轮机，除此还用于高炉鼓风、空气分离、天然气液化和重油催化等装置中压送空气和其他气体。

【膜式压缩机】又称隔膜压缩机。属容积式往复压缩机的一种。主要由缸体、缸盖、支承板膜片、活塞及曲柄连杆等传动机构组成。膜片被压紧在气缸盖和支承板之间，并将缸体内腔分为压缩室（膜片与缸盖之间的空间）和油压室（膜片的另一侧空间）。油压室与油缸相连，油缸活塞作往复运动，周期性地改变油压，推动膜片，膜片在油压与气体压力差及本身弹性变形力的作用下往复折动，每折动一次，气缸中就完成吸气、压缩、排气和膨胀循环过程。气缸不需润滑，密封性好，气体不与油液接触，压缩气体的纯洁度高，特别适用于压缩稀有气体和腐蚀性强、有毒、易爆的气体。但膜片的折动受材料强度限制，压缩容积不能很大，一般最大排气量在 $100 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 以下，故膜式压缩机适于小排气量高压力的场合。用于食品、石油、化学工业、核工业、空气分离及试验研究部门。

【低压压缩机】排气压力为 $1.961—9.807 \times 10^5 \text{ 牛顿/米}^2$ ($2—10 \text{ 公斤力/厘米}^2$) 的压缩机。在活塞式、回转式和透平压缩机中均有。常见有动力用空气压缩机及煤气、油田气、氮气及甲烷气等工艺用压缩机。

【中压压缩机】排气压力为 $9.807—98.07 \times 10^5 \text{ 牛顿/米}^2$ ($10—100 \text{ 公斤力/厘米}^2$) 的压缩机。在活塞式、膜式、螺杆式和离心式压缩机中均有。常用于石油化学工业中的石油气、天然气、油田气压缩机，用于油加氢精制中的氢气压缩机，空气分离中的空气、氧气压缩机，用于管道输送气体的缸气压缩机，装瓶用的乙炔、氯气、二氧化碳、液化器气等压缩机及乙烯、丙烯、丙烷、焦炉气、

氮气、氨气等工艺用压缩机。

【高压压缩机】排气压力为 $98.07—980.7 \times 10^5$ 牛顿/米² (100—1000 公斤力/厘米²) 的压缩机。在多级压缩的活塞式、离心式和膜式压缩机中均有。活塞式、离心式高压压缩机主要用于压缩合成氨工艺中的氮氢气, 尿素工艺中的二氧化碳、油加氢精制中的氢气, 空气分离中的氧气和空气, 合成甲醇的原料气及油井压裂和高压爆破采煤中的空气等。膜式高压压缩机的用途参考膜化压缩机。

【超高压压缩机】排气压力大于 980.7×10^5 牛顿/米² (1000 公斤力/厘米²) 的压缩机。在活塞式、膜式和离心式压缩机中均有。工业生产上使用的主要是活塞式超高压压缩机, 在高压法合成聚乙烯生产中, 常作为增压压缩机, 有对置式、立式等类型。膜式超高压压缩机主要用于科学实验中, 用来压缩微量的高纯度、稀有、易燃、易爆、强腐蚀性、放射性的气体, 因结构限制, 只用作增压压缩机。离心式超高压压缩机仅在试验室内制造成功。

建 筑 机 械

【压实机械】使松散土壤、碎石等填层密实的土方工程机械。广泛用于建筑物、道路、飞机场、堤坝、港口、码头等基础铺层施工中。按工作原理分为辗压式压实机、冲击式压实机、振动式压实

机和复合作用式压实机等。

【辗压式压实机械】利用辗轮的重力使被压层变形而密实。压实深度不大，多用分层压实。由于结构简单、滚压面积大，适用于平整场地、修筑堤坝及道路工程。辗压式压实机械按动力装置的布置及结构可分为拖式和自行式两类。拖式压路滚：由拖拉机或牵引车牵引。按重量，有轻型（小于 5 吨）、中型（5—10 吨）和重型（大于 10 吨）。按滚轮形状，有平滚、带槽滚、羊足滚和轮胎压路滚等四种。自行式压路机：以后轮为主动轮。按重量分特轻型（0.5—2.0 吨）、轻型（3—5 吨）、中型（6—9 吨）、重型（10—14 吨）、特重型（15—20 吨）。按滚筒数目可分单滚、双滚和三滚式三种。根据动力型式又分为蒸汽式与内燃机式。

【冲击式压实机械】利用机械冲击力压实土壤的机械。又称夯土机。分火力夯、电动蛙式夯和快速冲击夯等。火力夯：根据二冲程内燃机原理制成，在可燃混合气燃爆力作用下，火力夯土机朝前上方跃离地面，并在自重作用下，坠落地面夯击土壤，夯锤一跃一坠使夯机步步前移。电动蛙式夯：利用旋转惯性力原理制成，由夯锤、夯架、偏心快、皮带轮和电动机等组成，在偏心块离心力作用下，夯架绕传动轴上下摆动，夯架向下摆动时夯击土壤，向上摆动时夯机前移。快速冲击夯：利用曲柄连杆机构带动夯锤作快速冲击运动的夯土机，夯锤冲击地层时夯击土壤，跳离地面时操作者推动夯机前移。夯土机夯实厚度大，夯实粘性土壤效果较佳，因夯锤面积小，通常适用于狭小面积及基坑的夯实。

【振动式压实机械】利用机械激振力使土壤颗粒在共振中重新排列

而密实的压实机械。适于粘结性低的松散土石地层的压实。有板式振动压实机及多种形式压路机。板式振动压实机：工作装置为一块金属振动板，板上设弹簧减振器，其上装发动机。与蛙式夯相比，压实不留死角、表面平整、压实范围广、压实沟槽与管道的效率高。滚轮式振动压路机：由振动装置、行走装置及操纵装置等组成，柴油机的动力传给压路滚轴，再通过振动子产生较高频率振动，并将振动传给土壤。串联式振动压路机：将振动滚轮串联使用的压路机，适于沥青铺装层的压实，断开振动机构后可作为串联压路机用于平整作业。铰接式轮胎振动压路机：由液压驱动的轮胎牵引部分与后部振动滚轮所组成，由于振动滚轮振动参数的选择余地较大，故适应多种土壤的压实。组合式压路机：将轮胎压路机和振动压路机的特点组合在一起的压路机，具有振动压路机可提高土壤深层密实度，轮胎压路机能使表层密实度增大的双重优越性。

【平地机】利用刮刀平整土地的土方机械。用于修筑路基和路面、边波和沟槽，也可清除杂草和积雪、修整和养土路与砾石路、拌合路面混合材料等。按其动力装置与结构分拖式（由拖拉机牵引）和自行式（有机械操纵和液压操纵两种）两类。按轮胎数目分为4轮、6轮两种。按车轮驱动情况，又有后轮驱动和全轮驱动之分。根据转向方式的不同又可分为前轮转向和全轮转向两种。

【桩工机械】将桩打入地层以加强地基承载能力或将桩拔出的施工机械。按其工作原理分打桩机、压桩机、振动沉桩机、灌注桩钻孔机及利用振动、静力或锤击作用的各种拔桩机等。桩工机械在海底石油开采及大型港口与码头工程、大型铁路及公路桥梁的基

础工程、工业与民用建筑的基础工程、冻土与高原地带的基础工程等施工中有广泛应用。

【打桩机】又称冲击式打桩机。利用冲击力将桩打入地层的桩工机械。由桩锤、桩架、产生冲击力的动力源、及附属设备等组成。桩锤由动力源带动进行打桩，桩架为一钢结构塔架，其上配有导向架，用以控制桩锤的打桩方向，使桩按着设计方位稳定、准确地贯入地层。塔架和导向架可一起偏斜，用以打斜桩。导向架沿塔架向下引伸，用以沿堤岸或码头打水下桩。桩架还能转动和移行，用以适应各种基础工程的施工。打桩机的基本技术参数是冲击部分重量、冲击动能和冲击频率。按桩锤运动的动力来源分为落锤、汽锤、柴油锤、液压锤等机种。落锤打桩机：桩锤为一钢块，由卷场机用吊钩提升，脱钩后沿导向架自由下落打桩，其锤击力较小，用以打木桩。汽锤打桩机：动力源为蒸汽或压缩空气，有单作用、双作用、差动等三种形式（单作用汽锤以柱塞或汽缸作为锤头，锤头由蒸汽驱动上升，而后沿锤座导杆下降打桩，双作用汽锤由加重柱塞作锤头，汽缸为锤座，蒸汽驱动锤头上升，再驱动其下降打桩，比单作用锤提高了锤头的运动速度，减少了冲击行程而不影响冲击能，打桩效果好，但设备笨重，差动式汽锤锤座重量轻，有效冲击重量增大，性能更好。柴油锤打桩机：主体也由汽缸和柱塞组成，利用喷入汽缸燃烧室内的雾化柴油受高压高温后燃爆所产生的强大压力驱动锤头工作，结构形式有分导杆式和筒式。液压锤打桩机：以油液压力为动力，是一种新型打桩机。

【压桩机】利用静压力将桩压入地层的桩工机械。分机械式和液压

式两种。机械式压桩机：由桩架、压梁、吊桩和压桩滑轮组、卷扬机等构成。作业时，通过压梁将整台压桩机的重量和配重施加于桩顶上，将桩逐步压入地层。机械压桩机适合在粘土、淤泥土和砂土中压设混凝土桩和钢桩。液压式压桩机：由桩架、吊桩起重机、液压夹桩器、压桩液压缸和电气设备等部分组成。作业时，液压夹桩器夹紧桩头，液压缸推压夹桩器，使桩下沉。适于在回填土、淤泥、粘土等场地压设型钢或工字钢桩，适宜城市施工。压桩机作业时，不损坏桩头，不破坏土地结构，无噪声，无振动冲击，工作平稳，能压能拔，但设备笨重，不能压斜桩。

【振动沉桩机】利用振动方法使桩高频振动而沉入地层的桩工机械。由振动器、夹桩器、传动装置、电动机等组成。作业时。将沉桩机置于桩顶，通过夹桩器使之连成一体，振动器使桩和周围土壤振动，减少了土壤和桩表面的摩擦阻力，使桩在自重作用下下沉。简单的振动沉桩机适合于较小横截面积的钢板桩，特大横截面积的构件须使用特殊结构的振动沉桩机。沉桩时选用的频率和振幅随桩而异，通常，低频大振幅适用于直径大的钢管桩和重量大的钢筋混凝土预制柱，宜于砂石类地层施工。中高频、中幅适用于钢板桩。频率高则能和桩的自振频率产生共振，可加强沉桩效果，且噪声小，宜于城市施工。

【灌注桩钻孔机】利用取土或挤土装置在地层桩位上成孔，然后灌注混凝土成桩的桩工机械。多以履带式挖掘机或起重机底盘为底架，其上设置龙门导杆，作为钻凿工具的支承，引导钻孔方向。挖掘机的发动机常作为钻孔机的动力装置。按成孔方法钻孔机分为螺旋式；冲抓式、潜水式和振动式四种。螺旋式钻孔机：利用带

有硬质合金刀刃钻头的螺旋钻杆钻孔，作业时钻渣沿螺杆导槽自动排出，钻孔至设计深度时提出钻杆，即可灌注混凝土，多用于民用和小型工业建筑。冲抓式钻孔机：由机架、卷扬机、钻抓工具等组成，钻抓工具有螺旋钻、抓锥和冲锥三种，利用钻具冲击岩石，使之破碎后，抓石出渣，形成桩孔，多用于大型工业建筑和桥梁施工，可在土石混合地层、卵石或岩石地层上成孔。潜水式钻孔机：由潜水电机、行星齿轮减速器和笼式钻头等组成，钻头切削土壤的同时将压力水沿水管从钻头尖部射出，使钻渣成泥浆排出，设备简单、效率高可用于沿海软土地区各种土质的桩基础施工。振动式钻孔：用振动沉拔桩机将桩管沉入土中，达规定深度后，借振动力将桩管逐渐拔出，同时通过桩管底部的单向活门灌注混凝土，也可利用落锤或汽锤将桩管打入土中成孔，再利用拔桩机将桩管拔出，灌注混凝土成桩，振动钻孔机适于在砂土和软土地层成孔。

【拔桩机】利用振动，静力或锤击作用将桩拔出地层的桩工机械。施工中常采用各种沉桩（或压桩或打桩等）机，再配以桩架和索具进行拔桩，故也称振动沉拔桩机、静力压拔桩机等。以振动拔桩较普遍，通过振动破坏土体结构，减少桩与土体间摩擦力，同时收紧索具，将桩拔出。振动拔桩机结构简单、效率高。液压拔桩机利用夹桩器夹住桩头，再通过液压缸强制顶压夹桩器，将桩逐段拔出。适于粘土、砂土或含少量砾石土层中拔型钢桩。双动气锤拔桩，将锤体倒置固定于桩头，并悬挂于索具下，汽锤向上锤击振动，收紧索具将桩逐渐拔出，可在各种土层中拔混凝土桩及其它桩。除此也采用机械法拔桩，即利用卷扬机钢丝绳滑轮组的拉力拔桩，使用方便，但拔桩力小、效率低，只适于软土地层

施工。

【钢筋加工机械】用于钢筋除锈、冷拉、冷拔等原料加工，调直、切断等备料加工和弯曲、焊接等成型加工的机械。用于钢筋骨架加工准备工序。除锈机：有采用电动钢丝轮刷除锈垢和使钢筋通过砂箱，利用砂和钢筋间的摩擦除锈等方式。冷拉机：利用超过屈服点应力拉伸钢筋达到拉直并提高钢筋强度的目的。有卷扬冷拉机和阻力冷拉机两种。冷拔机：将直径 6—10 毫米的钢筋强制拉过直径小于 0.5—1 毫米的拔丝模以减小钢筋直径并提高其抗拉强度。调直机：由调直筒、牵行机构、驱动装置等组成，使钢筋通过高速施转的调直筒被调直，当设备配有切断装置时可同时完成钢筋的调直和切断工序。弯曲机：将钢筋弯制成各种曲线形状的成型机械。焊接机：除一般弧焊机和点焊机外，常用对焊机和多头点焊机来对接钢筋和制作钢筋网片。

【混凝土搅拌机】将水泥、砂石骨料和水混合制成混凝土混合料的搅拌机械。由拌筒、加料和缸料机构、供水系统、原动机、传动机构、机架和支承装置等组成。类型很多。按加料是否连续分为连续式和分批式（间歇式或周期式）；按搅拌原理分自落式和强制式；按整机是否可动分固定式和移动式；按出料方式分倾斜式和非倾斜式；按拌筒结构形式分梨式、鼓筒式；双锥、圆盘主轴式和圆槽卧轴式等。

【混凝土输送泵】将混凝土沿管道输送至浇灌地点并进行浇灌的设备。主要由泵和输送管道组成。按结构形式分为活塞式、挤压式、水压隔膜式等。活塞式混凝土泵：有曲柄连杆机构传动的机械式

和液压传动式。液压式又分油压和水压两种。前者具有动转平稳、压力高、容量大等优点，适宜大型土木工程、高层建筑和远距离输送。后者输送压力小，限制了输送高度和距离。挤压式混凝土泵：泵体内装有挤拔胶管和装有滚轮的转子，滚轮压在挤压胶管上，转子回转时压送混凝土。泵的结构简单、输送均匀，但对混凝土粒径要求较严。输送压力低。按结构形式有转子式双滚轮型、直管式三滚轮型和带式双槽型三种。水压隔膜式混凝土泵：由料斗、装有隔膜的泵体、控制阀、水泵、水箱等组成。作业时，由水泵产生的水压使隔膜产生的凸、凹动作进行混凝土的吸入和压出，以达混凝土的输送目的。泵的结构简单、紧凑；混凝土的输送平稳；但输送压力小；对混凝土配合比、粗细骨料的粒径和级配、水泥用量、混凝土坍落度有一定要求。气力混凝土泵：利用压缩空气使混凝土沿导管输送的多用于成批输送混凝土。但能量消耗大、管理与维修费高。

【混凝土喷射机】利用压缩空气将混凝土沿管道输送，并喷射到施工面上的机械。分干式和湿式两类。干式喷射机：由压缩空气干拌合料，在喷嘴处与压力水混合后喷出。按结构形式有双罐式混凝土干式喷射机、螺旋式混凝土喷射机、转子混凝土喷射机、鼓轮式混凝土喷射机等。湿式喷射机：由压缩空气或混凝土泵输送混凝土混合物并经喷嘴喷出。按结构形式有双罐式混凝土喷射机、立式双罐式混凝土喷射机。混凝土喷射机多用于地下工程、井巷、隧道、涵洞等的衬砌施工。

【混凝土运输车】对混凝土不断进行搅拌的运输车。主要用于预拌混凝土工厂和施工现场之间输送混凝土。由汽车底盘、搅抖筒、动

力系统、供水装置等组成。搅拌输送方式主要有三种：（1）湿料搅拌输送；（2）干料搅拌输送，用于施工现场离搅拌设备较远的情况，在行驶途中进行干料搅拌，驶近施工现场时，由输送车的水箱向搅拌筒加水，完成混凝土的最终搅拌；（3）半干料搅拌输送，输送车从预拌工厂加装配比后的砂、石、水泥和水，在行驶途中或施工现场完成搅拌，以供施工。

【混凝土振实机械】利用激振装置产生的振动将浇灌在模板中的混凝土填满并捣实的机械。又称混凝土振捣器。按工作方式主要有插入式、附着式和平板式三种。插入式振捣器：用以振捣垂直方向较深的混凝土体（如梁、柱、墙、桩、基础等），作业时将振捣器直接沉入混凝土中振捣。根据振动器的结构形式又有振动棒式、振动锤式及片式振动器等。附着式振捣器：将振捣器夹于模板上对混凝土进行捣实。表面振捣器：将振捣器直接放在混凝土表面，通过其底部平板将振动传给混凝土进行捣实。附着式和表面振捣器适于面积较大或钢筋密集、料层较薄的混凝土构件的捣实。混凝土振实机械还有用于在模板中制造混凝土制品的振动台、制造混凝土空心或实心构件（屋面板或墙面板）的混凝土浇捣机、专门用于混凝土空心构件的挤压机和用于制造混凝土或煤矸石砌块的砌块成型机。

【装修机械】对建筑物表面进行修饰和加工处理的机械。主要用于建筑物内、外墙面和顶棚的装饰、地面的铺设和修整等。有抹灰机、喷涂机、裱糊机、地面修整机、屋面机、装修平台和吊篮、手持装修机具等。随着建筑功能的提高和新型装饰材料的品种增多，装修机械将不断开发新机种，扩大机械配套，并朝轻型、组合和

多能化方面发展。

【抹灰机械】用于建筑物墙面或顶棚等粉饰抹光的机械。包括灰浆搅拌机、灰浆输送泵、石灰消化机、抹灰机等。通常将上述机械配装或机组，可整体拖运，使用方便。灰浆搅拌机：将砂、水泥（或石膏、石灰）和水均匀搅拌成灰浆的机械，由料斗、鼓筒、搅拌叶片、动力装置等组成，分周期作用式和连续作用式两种，前者进、出料为相间进行，后者为边进料、边出料连续作业，根据容量大小又分移动式和固定式两种。灰浆输送泵：沿管道输送灰浆的机械，用于建筑施工中的灰浆输送、墙面或顶棚的喷涂抹灰，以及压力灌浆等作业、按结构形式分柱塞式、隔膜式、气动式、挤压式和爆杆式等（参见“混凝土输送泵”）。石灰消化机：将块状生石灰消化成熟石灰的机械，有鼓筒式、碾干式、铣刀式等。抹灰机：沿墙面或顶棚抹灰的机械，由底盘、门架、伸缩壁和抹头等组成。

【喷射机械】用于修补建筑物表面的机械。有水泥喷射机和混凝土喷射机两种。水泥喷射机：将水泥、砂、小砾石等湿拌合料在压缩空气的作用下，喷射到施工表面的机械，主要用于修补混凝土结构件中的缺陷和损坏的表层，以及形成坚硬的建筑物表层，但不能用于修补承受压力的部位，由圆筒搅拌器、输料管、输气管、输水管、喷嘴，空气压缩机及水箱等组成。混凝土喷射机：工作原理与水泥喷射机相似（参见“混凝土喷射机”，主要用于在不用模板情况下，喷筑各种建筑物和承重结构、喷注有裂缝的岩石和混凝土构筑物。

【砂浆喷涂机】利用压缩空气将拌合好的砂浆喷涂在墙面上的机械。由喷嘴、空气压缩机、灰浆泵、砂浆拌合机等组成。喷嘴有喷涂石灰砂浆的普通喷嘴和喷涂水泥混合砂浆的万能喷嘴两类。

【喷浆机】将水白垩或石灰浆喷涂到建筑物墙面的机械。由喷浆泵、储料箱、带喷嘴的雾化机构、管道等组成。喷浆泵按结构形式分为柱塞式、离心式、叶片式和气压式等。作业时完成浆料的输送。雾化机构完成料浆的雾化和喷涂。喷浆机只可用于喷射水质及粘性不大石灰质和胶质涂料。

【涂料喷涂机】将涂料雾化并喷涂到建筑物表面的机械。又称喷枪。按工作原理分有气喷涂和无气喷涂两种。有气喷涂机：利用压缩空气使涂料雾化并喷涂的喷涂机，按供料方式有抽吸式和自落式两种，前者适于喷涂油漆等涂料，后者适于喷涂含有固体颗粒的涂料。无气喷涂机：利用机械方法对涂料加压雾化并喷涂的喷涂机，对涂料加压的动力有气动和机动两种，只能喷射油漆类的涂料。

【地面装修机】建筑物地面的加工，整修机械。根据地面材质的不同有木质地板刨平机与磨光机、水泥地面抹光机和水磨石机等。木地板的刨平机与磨光机：刨平机主要工作零件是刀片，其固定于装在机体内的鼓轮上，作业时，轻压手柄刨平机沿被加工表面前移进行刨削。磨光机的工作零件是表面张紧砂布的鼓轮，作业时鼓轮旋转，砂布磨削。水泥地面抹光机：用于抹平水泥地面，工作机构为一电动机驱动的抹刀转子，抹刀转子旋转，即可对水泥地面抹光。水磨石机：用于磨光水磨石、大理石、花岗石及其它

人造水泥地面的装修机，由电动机、减速器、转盘、磨头和移动装置等组成，按其结构有单头和双头两种，双头水磨石机效率高，应用广。

【沥青喷洒机】将沥青均匀地喷洒在碎石铺层上，以修筑沥青路面的机械。由沥青罐、沥青泵、加热系统和喷洒系统组成。沥青罐用以盛储液态沥青、沥青泵将沥青从沥青罐内抽出并输送至喷洒管，以供喷洒。加热系统用以加热沥青。喷洒系统进行沥青的分摊，系统上还备有手提式喷洒枪，用以修补凹坑和遗漏地段。喷洒机多为自行式和拖式两种。自行式全部装置装在一辆汽车底盘上，故又称沥青喷洒车。拖式的全部置装在一辆挂车上，多为小型喷洒机。沥青喷洒机的主要技术参数是沥青罐容量、喷洒量和喷洒宽度。

【沥青混凝土摊铺机】将沥青混合料均匀摊铺在道路基层上，并初步振实和平整的机械。主要由牵引，摊铺和振实、熨平两大部分组成。作业时，随着摊铺机的前移，前者进行摊铺，后者则按一定宽度、厚度和拱度对铺层进行初步振实和熨平。熨平板内还装有加热装置，在寒冷季节或作业开始前对板底加热，以防沥青混合料的粘附。沥青混凝土摊铺机按行走装置特征分为轮胎式和履带式两种；按操作的自动化程度分手动、半自动和全自动三类。其主要技术参数是料斗容量、摊铺宽度、最大摊铺厚度和摊铺速度。

【水泥混凝土路面铺筑机械】铺筑水泥混凝土路面的联合作业机械与设备。包括摊铺水泥混凝土的摊铺机，对铺层进行振实，平整和抹光的路面整型机，以及进行路面切缝、填缝、拉毛等的辅助

机械。全部机械联成机组，依次通过路基便完成铺筑路面的全部作业。

【碎石摊铺机】将碎石均匀摊铺在路基上的路面机械。主要由料斗、V形刮板、加宽侧板等组成。料斗由自卸汽车供料和牵引，进行摊铺作业。V形刮板将碎石分向两侧。通过加宽侧板的调节控制碎石的摊铺宽度。碎石摊铺机的主要技术参数是料斗容量、摊铺的宽度和厚度。

农林牧渔机械

【农林牧渔机械】在农业、林业、牧业、渔业等种植业和养殖业的生产中，供产前、产中或产后使用的各种机器、农具和设备的总称。

【农业机械】农业生产中使用的各种机器和农具的总称。从广义上说，它包括农、林、牧、副、渔等方面使用的各种动力机械和作业机械。在动力机械中，常用的有汽油机、柴油机、农用拖拉机和电动机等。作业机械的种类很多，一般可分为耕耘和整地机械、种植和施肥机械、田间管理和植物保护机械、收获机械、谷物脱粒清选和烘干机械、农副产品加工机械、排灌机械、畜禽和畜牧业机械以及其它机械等类型。农业机械应实行标准化、通用化和系列化：（1）标准化，对农业机械产品和零件的式样、尺寸、规格

和技术要求等定出统一的标准，在中国分为国家标准、部标准和企业标准；（2）通用化，将作用相同、规格尺寸相近的农业机械零部件、技术文件等，在一定范围内通用；（3）系列化，对同类农业机械产品，包括整机和零部件，按型式规格等主要参数加以归类，排列成一个系统，尽可能用较少的品种、规格满足多方面的需要，在一个系列中，一般有一种基本型号和多种变型。同系列的产品中，大多数的零部件做到通用化，能够互换。

【农业机械化】在农业生产中，一切能够使用机器操作的部门和地方统统使用机器操作的过程。农业机械化就是用各种机器来装备农业。中国的农业机械包括耕作机械、农田基本建设机械、排灌机械、植物保护机械、运输机械、收获机械、各物脱粒清选和烘干机械、农副产品加工机械、化肥农业施撒机械、地膜覆盖机械、林业机械、畜禽及牧业机械、渔业机械、农用飞机、农村小型电话、半机械化农具以及与其相配套的各种动力机械等。农业机械化是农业现代化的重要标志。农业机械化水平的高低是以农业生产中使用机器作业的数量占总作业量的百分数来衡量的，一般按作业项目分别计算。如某乡有耕地二万亩，其中用机器耕地一万六千亩，则耕地机械化水平就是 80%。实现农业机械化，能够增产增收，提高劳动生产率。

【农业动力】使农业机械做功的各种作用力，如水力、风力、电力、热力、畜力等都可作为农业动力。通常是将这些力由动力机转变为机械能，再来驱动作业机具进行生产。作为农业动力的动力机，主要有柴油机、汽油机、电动机、水轮机、风车及农用飞机等。动力机为作业机械提供动力的方式，一般有以下三种：（1）动力机

和作业机械制成一体，如机动喷雾器、机动插秧机、自走式联合收割机等；（2）动力机通过传动带来驱动作业机械，如驱动水泵、脱粒机等；（3）动力机以拖拉机或自动底盘的形式来为田间作业机械提供动力。

【柴油机】又称迪塞尔机，用不易挥发的柴油作燃料的压燃式内燃机。由曲柄连杆机构、气缸体及气缸盖、配气机构及进气系、燃料供给系、润滑系、冷却系、起动装置等机构和系统组成。压缩比较高，为12—22。先将新鲜空气吸入气缸，并压缩到很高温度（750—950K），利用压缩后的高温空气使柴油着火燃烧。高温（1800—2000K）高压（60—90bar）的气体推动活塞做功，使柴油机运转。同汽油机相比，柴油机的经济性好，工作可靠，使用安全。但结构复杂，重量较大，起动较困难。作为农业动力应用较广。

【汽油机】又称汽化器式发动机。用易挥发的汽油作燃料的点燃式内燃机。由曲柄连杆机构、气缸体及气缸盖、配气机构及进排气系、燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系、起动装置等机构和系统组成。压缩比一般为6—9。吸气过程中，由于汽化器的作用，汽油和空气先在气缸外形成可燃混合气，然后将混合气吸入气缸，经压缩后用电火花点火，使混合气燃烧。燃烧着的高温（2200—2700K）高压（30—50bar）气体推动活塞作功，使汽油机运输。多用于汽车及小型农业动力装置。

【电动机】把电能变为机械能的动力机械。根据电源不同，分为直流电动机和交流电动机两大类。直流电动机按励磁方式不同，可

分为并励电动机和串励电动机。直流电动机构造较复杂，成本高，但调速性能好，用在经常改变转速的机器上。在交流电动机中，农业上用得最广泛的是三相感应电动机，又叫三相异步电动机。它的定子和转子均由铁芯和绕组组成，当定子绕组通入交流电时，便产生旋转磁场，转子绕组产生感应电动势。由于转子绕组是闭合回路，因而产生感应电流和转子磁场，它与定子旋转磁场相互作用，使转子受力而转动。根据转子绕组的型式，可分为鼠笼式电动机和绕线式电动机。

【农业机械分类】一般按农业机械在农业中所起的作用进行分类。大的类别可分为动力机械和作业机两大类。动力机主要指在耕作、农田水利、排灌、农产品加工、收获、装运等作业中所使用的原动机。如电动机、柴油机、汽油机、拖拉机等。作业机械主要指农田水利及从播种、田间管理、收获、运输、农产品加工直到农业养殖的全部机械。另一种分类法是将作业机械按分类号排列，依次为：1 耕耘和整地机械；2 种植和施肥机械；3 田间管理植物保护机械；4 收获机械；5 谷物脱粒和烘干机械；6 农副产品加工机械；7 装卸运输机械；8 排灌机械；9 畜牧机械；〔0〕其他机械。为了识别农机具简单起见，往往一个国家或其农业主管部门，常制定出农业机械型号类别的分类标准。比如中国用 L 代表犁；用 B 代表播种机；用 G 代表收割机等。

【耕地机械】一种能翻转土层和松碎土壤的农机具。耕地机械主要有铧式犁和圆盘犁两种，常用的为铧式犁。铧式犁又分为牵引犁、悬挂犁和半悬挂犁。牵引犁由拖拉机牵引作业，由牵引架、犁架、行走轮、犁体和起落机构组成。优点是纵向稳定性和耕涂稳定性

好, 生产效率高, 适于大田块作业。悬挂犁挂结在拖拉机的悬挂机构上, 由拖拉机的液压系统来控制犁的升降。运输状态时, 犁的重量全由拖拉机支承。由悬挂架、机架和犁体等组成。结构简单、机动性好, 但机组纵向稳定性和耕涂稳定较差。半悬挂犁在运输时, 其重量由拖挂机和犁的尾轮共同支承, 它的结构情况、重量和性能介于前两种犁之间。铧式犁的主要部体为主犁体, 由犁铧、犁壁、犁柱和犁侧板等组成。在耕地过程中, 先由犁体的脰刃从垂直方向、犁铧从水平方向将土壤切成垡片, 然后由犁铧和犁壁工作面的前部将垡片抬起, 并向已耕地方向移动, 最后由犁壁工作面的尾部将垡片完全翻转。

【整地机械】能使耕后的土壤达到碎平松软, 满足播前要求的农机具。整地机械主要是耙和旋耕机。耙的种类很多, 如钉齿耙、圆盘耙、缺口耙、水田耙等。用得最多的是圆盘耙, 它适用于耕后碎土和播前整地, 亦可进行浅耕和灭茬。圆盘耙按照耙组的排列、结构、用途和挂接方式的不同, 又有多种型式之分。它由耙组、耙架、角度调节装置、悬挂(牵引)装置等组成。耙地时, 圆盘切口平面与前进方向之间有一定的偏角 α , 其大小可由调节机构来控制。作业中, 耙片一方面沿前进方向作直线运动, 另一方面还绕方轴作旋转运动, 两种运动所组成的复合运动, 能使耙片入土、铲草、碎土和翻土。偏角 α 调得越大, 耙片的入土效果、翻土碎土作用也越明显。旋耕机是利用拖拉机的动力输出轴直接带动旋耕刀片进行作业的整地机具。由传动箱、万向节、刀轴及刀片、悬挂架等组成。旋耕刀片在作业过程中将土壤切碎且向后抛掷, 能一次完成相当于耕、耙、平的作业量、并能使地表的基肥与土壤均匀混合, 适用于较小地块的熟地旱耕或水耕, 也多用于园艺作

业。缺点是耕层较浅，覆盖质量不佳，在石砾较多的地块作业时，容易磨损刀片。

【播种机械】播种谷物、棉花、豆类等作物的机具。按插后种子的分布情况，分为撒播机、条播机和点播机三种。撒播机将种子撒播在土壤表面，不成行也不覆土，因此出苗率低，种子易被害鸟啄食，只用于抢农时播种和农业落后地区。条播机可按一定的行距和播种深度先开出种沟，随即将种子播在沟内，最后覆土压实，成为株距较密的条行。广泛用于不进行中耕的麦类作物。如果用于条播玉米、棉花等中耕作物，须留出 50—70 厘米宽的中耕行距，在出苗后再间苗。点播机又叫穴播机，将 1—3 粒种子播在一个穴内，专门用来播种中耕作物，所以又叫中耕作物播种机。由 2—6 组播种单组组成，它又分为普通点播机和精量点播机。播种机的主要工作部件为排种器、开沟器、覆土器和镇压轮，它们各有多种形式，以适应不同的要求。

【插秧机械】能按照农业技术所要求的穴距与行距将秧苗栽插到水田里的农机具，常见的是水稻插秧机。水稻插秧机有人力水稻插秧机和自走式水稻插秧机两种。人力水稻插秧机又分钳夹式和梳齿式，一般由机架、分插机构、秧箱、移秧机构、操作部分和船底等组成。插秧时，用手提起和推下操作杆（架），使秧爪完成分秧、取秧和插秧等工序、自走式机动水稻插秧机，一般装有 3—4 马力内燃机作动力，作业时由机手驾驶行走。它的插秧工作部分由分插机构、供秧机构、传动机构、机架和秧船等组成；行走部分由发动机、传动减连机构、地轮、牵引架和操纵装置等组成。其插秧的工艺过程是：取秧器按一定的轨迹运动，在它深入秧箱并

达到一定取秧深度时便开始分秧。分秧有梳式纵分和夹式核分两种方法。分出的秧苗被取秧器攫取着向下运动，将秧苗直立地插入泥土中，然后取秧器退离秧苗，继续运动到取秧位置，至此一次插秧过程结束。以上这些插秧机，主要是栽插经拔秧后的洗根秧苗。目前有一种新型乘坐式插秧机，可栽插规格化带土秧苗，省去了拔秧、洗秧工序。它在行走部分保留了独轮驱动和船板仿形结构，采用了先进的分置式插秧机构，提高了栽插零件的可靠性。

【中耕机械】在作物生长过程中，为了保持土壤中的水分、养分和消灭杂草，以利于作物生长而对土壤表层进行松土、除草、培土等作业的机具，如三齿轻便耘锄、通用中耕机、水田中耕机和间苗机等。我国生产的中耕机，多为悬挂式播种、中耕通用型。换上中耕用的零部件，便可进行中耕作业。由机架、地轮、仿形机构、除草部件、松土部件和培土部件组成。除草部件一般有两种：（1）行间除草部件，又分锄铲式和回转式，广泛应用的是锄铲式，分单翼铲、双翼铲、通用铲和垄作非对称双翼铲四种；（2）苗间除草部件主要有螺旋梳齿式和圆盘梳齿式两种，松土部件主要有凿形铲、矛形铲和耢地铧子三种。培土部件有三角铧培土器和锄铲式培土器两种。

【植保机械】为了保护农作物的正常生长，用来喷施药剂以防治植物病虫害的农机具。植保机械的种类很多，按驱动动力不同可分为人力手动的、小内燃机带动的、拖拉机牵引或悬挂的、飞机配带的。按不同用途和施药方法可分为喷雾器、喷粉机、弥雾机、超低容量喷雾机、烟雾机和拌药机等。按所喷雾滴大小不同和喷药量不同，又分为常量喷雾机，其雾滴直径为 150—300 微米，每亩

喷药量在 25 升以上；弥雾喷雾机，其雾滴直径在 100 微米左右，可喷低容量半浓缩药液，每亩喷药量 2—4 升；超低容量喷雾机，其雾滴直径为 15—75 微米，每亩喷药量只需 0.33 升。压力泵和喷头是喷雾器的主要工作部件，压力泵分气泵和液泵两种，手动喷雾器多采用气泵，气泵将空气压入药箱的液面上，使药液产生一定的压力经喷头（多采用切向离心式）喷出。机动喷雾器多采用往复式液泵，它工作时所产生的压力是脉动的，靠安装在泵后的空气室来稳定压力。液泵将药液泵入空气室，使空气室的空气被压缩，从而对药液产生一定的压力再经喷头（多为涡流芯式、涡流片式和切向离心式）喷出。还有一种风透式机动喷雾器，它利用风机产生的高流气流使药液雾化和喷洒雾滴，也可利用其他雾化装置将药液雾化，再由风机产生的气流来喷洒雾滴。喷雾器不仅用于防治植物病虫害，还广泛用于喷施除莠剂，以消灭田间杂草。

【排灌机械】农业上用来灌溉和排水的机械，其中主要是农用水泵和水泵附件。水泵的作用是将水从低处提送到高处，可用电动机、柴油机、汽油机或水力、风力等动力机驱动。农用水泵多为叶片泵，主要有离心泵、轴流泵、混流泵三种。还有利用这三种水泵中的任意一种与潜入水中工作的立式电动机或水轮机组成的潜水电泵和水轮泵。离心泵在农业上应用较广，由泵轴、叶轮、泵壳等组成，当泵内的水随叶轮旋转时，产生离心力，流速逐渐减低而水压增高并压向出水管。此时，叶轮的中心部分形成真空，水源的水在大气压力作用下经进水管进入叶轮中心。叶轮不断转动，水就连续泵出。优点是构造简单，装制方便，易于起动。起动前，泵内必须先充水排气。轴流泵由圆筒形泵壳，叶轮（有的可调

节)和轴等组成。叶轮旋转时,水被推升沿轴向从出水管流出,它的流量大,扬程低(一般不超过10米),机组效率高,单位流量工程造价低,工作安全可靠。混流泵又叫斜流泵,泵内水流方向是径向和轴向合成的方向。叶轮在旋转时既产生离心力、又产生轴向推力,靠这两种力的作用而抽水,出水方向与泵轴倾斜一个角度。由叶轮、泵体、泵轴等组成,分立式和卧式两种。它流量大,扬程适中,效率高,结构简单,适用范围较广。近年来,喷灌和滴灌技术发展很快。喷灌设备分固定式、半固定式和移动式三种。由动力机、水泵、管(渠)道和喷头等组成。当动力机带动水泵转动时,水泵从吸水管吸水,产生一定的水压,通过管道将水送至喷头喷出,形成雨阵降落在被喷灌的作物上。滴灌是利用水泵或有压供水,通过埋在地下或布置在地表的小直径管道系统(一般用塑料管)直接对作物根部附近的土壤持续小量地滴水。常用于温室、果园和菜园灌溉。

【收割机械】收割稻、麦等谷物的机器,主要为动力式。动力式中又分为悬挂式、牵引式和自走式收割机等。在谷物收获工艺过程中,仅完成收割和铺放两道工艺的机具称为收割机。一般由分禾器、拨禾轮、切割器、输送装置、传动系统、机架及悬挂升降机构等组成。机器行进收割时,分禾器先将暂时不割的谷物分开;待割作物在拨禾轮压板的扶持下,被切割器割断,并在拨禾轮推送下放倒在输送装置上被输出,铺放在田间。在收割谷物时,凡一次能完成收割、脱粒、分离和清根等作业的机械称为谷物联合收割机。由收割台、脱粒清选装置,动力机、行走系统、粮箱、秸秆粉碎装置或集草车、操纵台、电气系统和液压系统等组成。联合收割机收割谷物时,一般完成四项作业:切割或捡拾谷物条铺,

并把谷物输送到脱粒装置；把谷物从谷穗上脱下并分开；把谷物和颖壳从茎秆中分离出来；从颖壳和杂物中清选出谷粒。用联合收割机收获谷物，效率高，损失小，不误农时。

【脱粒机械】将籽粒从收割后的禾秆上脱下，或脱粒后还能作分离、清选的机具。按工作原理可分为全喂入式和半喂入式两种。前者在作业时，割下的作物全部喂入脱粒装置中脱粒，脱粒后茎秆较碎乱，能源消耗较多，主要用于小麦，亦可用于水稻和杂粮。半喂入式脱粒机在工作时，作物茎秆的尾部被夹持机构夹持（或人工握住），不进入脱粒装置内部，仅穗头进入脱粒。功率消耗少，茎秆整齐，但效率低，主要用于脱水稻。按照脱粒机的结构和工能，还可分为简易式（如打稻机）、半复式（可完成脱粒及初步分离和清选工作）和复式三种。复式脱粒机由喂入装置、脱粒装置、键式逐移器、清粮室和除芒器等组成。工作时，禾秆由喂入装置送到脱粒装置进行脱粒，大部分谷粒、颖壳和碎茎秆从凹板的筛孔漏下，经滑板落到清粮筛上，在清粮筛的抖动和风扇气流的作用下进行筛选和风选。少量的谷粒和长茎秆由逐移轮拨送到逐移器上。逐移器键面上的筛孔将谷粒与茎秆分开，长茎秆被抛出机外，谷粒与杂余则经滑板落在清选筛上进行筛选和风选，然后短茎秆、颖壳和杂余等被排出机外，谷粒则经出粮口流出。

【牧草收割及饲料加工机械】用于牧草从收割到贮藏以及其他粗、精饲料加工的机具。主要有割草机、牧草压扁机（牧草折曲机）、搂草机、摊草机、集草器、捡拾集草车、干草压捆机、草捆滚卷机、牧草堆垛机等。割草机有多种形式，其作用是割倒牧草并铺放成行。主要工作部件为切割器、传动机构和起落机构等，切割

器主要有往复式和水平旋转式两种。牧草压扁机是将割下的牧草压扁压破，以缩短牧草的晾晒时间，防止花叶及其营养物质的损失。搂草机用来把割后晾晒干的牧草搂集成草条。摊草机用来摊散或翻转潮湿的牧草及草条。集草器和捡拾集草车的作用是把草场上晒干的草条集成堆。干草压捆机和草捆滚卷机用来捡拾已晾干的草条并压成捆用绳索捆好，或卷成不用捆绳捆扎的草卷。堆垛机用来将晒干的牧草堆成草垛，以减少其养分的损失，亦便于贮存管理。饲料加工机械种类很多，主要有：（1）滚刀式铡草机，又叫滚筒式铡草机，靠滚刀和固定底刀的剪切作用，能将草料切成 15—30 毫米的草段；（2）轮刀式切碎机，是铡草和切碎青饲料的机具，型号较多，小型的以铡草为主，大型的适于切制青贮饲料；（3）粉碎机，锤式粉碎机是利用高速旋转的锤片把精饲料和粗饲料加工成细粉的机械，劲锤式粉碎机是靠高速旋转的劲锤来粉碎精饲料、矿物质饲料和谷壳的机械，齿爪式粉碎机是利用齿爪的打击和搓擦作用来粉碎各种精饲料的机械，万能粉碎机用途较广，能粉碎或压扁精饲料，切碎青饲料和块根饲料，还能把多汁饲料打成浆；（4）多刀回转式切碎机，是新型多汁加工机械，可将各种新鲜饲草、野菜、块根、块茎等切成 3—5 毫米的碎块；（5）绞刀式菜泥机，是能把白菜、胡萝卜等多汁饲料绞碎成糊状的机具；（6）打浆机，是利用旋转刀或甩刀将水草、蔬菜、藤蔓等搅成糊状的机具；（7）混料机，有旋桨式、水平搅杆式和垂直螺旋式等，用来把按一定比例配好的饲料混合均匀的连续作业或间歇作业机械。

【农田基本建设机械】为了建成园田化、水利化、机械化、旱涝保收、稳产高产的农田而进行的削平山头土丘，填平沟壑洼地、修

筑梯田、台田，修建水库堤坝，开挖水池水渠以及平整田地等作业所用的拖拉机和它的配套农机具。主要包括推土机、平地机、铲运机、开沟机、清沟机、铲抛机等。(1) 推土机，一般在履带拖拉机前面配装推土铲而成，主要有液压式和绞盘式两种，可用于推平土丘、清除地表植被、集土、平地、填沟洼、修筑梯田和堤坝等，适于短距离推土运土和粗平地面；(2) 平地机，是一种起高垫低、细平田地和路面的机械，作业时由拖拉机牵引，靠铲刀的升降和作水平回转，来达到平地的目的；(3) 铲运机，以拖拉机的动力，由带铲刀的铲斗连续完成铲、装、运和卸土作业的机械，它的运输距离为 50—300 米，适于大面积农田初平作业和远距离运土及修建农村道路、堤坝等；(4) 开沟机，分单圆盘和双圆盘两种，带铣刀的圆盘由拖拉机的动力输出轴驱动，旋转着的圆盘将铣下的土向一侧或两侧抛出而形成沟渠，用于改洼治涝、改土治碱、开挖灌渠和排水沟、修建条田、台田等作业，改装后还可清沟；(5) 清沟机，又叫清淤机，清除排灌沟渠沟底和沟坡的淤泥、杂草的机械，其清沟部件有挖斗式、链斗式、刮板式和圆盘式等，多连接在履带拖拉机上作业，用来恢复原来沟渠的断面，使水流畅通；(6) 铲抛机，是一种一面铲土、一面将土抛向一侧的机械，用于修筑梯田、粗平农田和开挖大型沟渠等，有抛土轮式和运输带式两种。

【林业机械】专门或主要为林业制造的机械。它分单用途机械（用于单一工序如剥皮机用于剥树皮）和多用途机械，（能在不同要求时完成不同作业，如联合作业机械能连续交替进行多项工序作业）。林业机械包括营林机械，采伐机械起重运输机械和加工机械等几个方面约 300 余种。

【营林机械】用于造林、育林、护林的机械。如树木种子采集和调制机械、育苗机械、清理林地和整地机械、造林机械、抚育机械、森林保护机械等。营林生产机械化是提高森林覆盖率，保护和扩大森林资源的重要途径。营林机械主要有采种机、脱粒机、净种机、种子清选机、筑床机、插条机、起苗机、割灌机、挖坑机、筑梯田机、植树机、除草松土机、修枝机、施肥机、喷雾机、喷粉机、烟雾机、开沟机、灭火机以及喷灌设备、飞机播种装置等。

【采伐机械】用于伐木的机械。主要有油锯、电锯、割灌机、链锯式修枝机等。电锯具有振动小，噪音低的优点，它只适合在供电方便的地方应用，油锯则噪音大，振动也大，但不需要电。

【运输机械】用于集材、装车和运材的机械。它包括起重机械，有千斤顶、滑车、葫芦、绞盘机、升降机、桥式起重机、旋转型起重机、颚爪式木材装载机、侧式叉车等；输送机械有带式输送机、链式输送机、绳式输送机（钢索输送机）、滚柱输送机和抛木机等。

【加工机械】对原木切削的机械。主要有打枝机、剥皮机、原木初加工机、造材机、削片机、薪材劈制机等。

【畜牧业机械】用机械装备畜牧业，并以机械动力代替人力操作的机械设备。是农业机械的重要组成部分。在畜牧业机械化生产过程中，饲料作物的生产一般使用同作物种植业相同的农业机械。专用于畜牧业的机械主要有：草原建设机械、牧草收获机械、青饲料收获机械、饲料加工机械、畜禽饲喂和饮水机械、畜禽疫病防

治机械、畜禽产品采集和初加工机械、畜牧业运输机械等。其中畜禽饲喂和饮水机械及畜禽舍除粪及粪便处理机械，随养畜禽种类的不同而采用不同的类型，如养猪场设备，养鸡场设备、奶牛场设备等。

【牧草补播机】在天然草场上播种牧草种子的专用播种机。在不破坏原有植被的条件下，用以补播优良的牧草种子，恢复天然草场的生产能力，提高牧草质量。牧草补播机一般应满足下列作业要求：松土质量好，开沟整齐；能适应复杂的地面状态和不同形状、尺寸及表面性质的牧草种子；尽量避免破坏原生牧草植被；补播后草地表面平整，没有明显的起垄、翻垄、壅土现象，以减少水土流失；排种顺利、均匀，能实现小播量播种和混播。牧草补播机是一种免耕播种机。通常按其开沟部件的类型分为松土铲式和施转刀盘式两种。松土铲式牧草补播机一般由机架、松土铲、圆犁刀、排种装置、覆土镇压装置、传动装置、深浅调节装置等组成。施转刀盘式牧草补播机由拖拉机动力输出轴通过传动装置驱动锯齿形刀盘，切开土层，开沟器开沟，种子播入沟内后由镇压轮镇压，适用于土层板结的草地。有些机型还设有施肥和喷药装置，播种同时施肥或施用除草剂。

【牧草收获机械】又称干草收获机械。将草场上的鲜牧草切割下来并制成饲喂用干草的畜牧业机械。不同的国家和地区采用与其条件相适应的收获方法和机具。常用的牧草收获机械有畜力割草机和机力割草机、割草压扁机、旋转割草机。畜力割草机是最早的干草收获机具，包括割草、搂草、集草、垛草。适用于一般草场。畜力来源方便，但生产效率低。中国部分牧区仍在应用。机力割

草机、搂草机、集草器、垛草机系列是最早的机力干草收获机具系统,技术指标落后,但仍是中国天然草场上重要的收获机具。割草压扁机是一些发达国家广泛采用的小方草捆收获机具,在中国的主要牧区,这种机具也有所发展。旋转割草机是在欧洲使用较多的机具。适用于高产草场,工作速度较高。此外,近年在一些国家还发展了牧草袋装青贮的新工艺,将收获的鲜牧草装入袋中密封青贮,以保持牧草养分,减少收获损失,提高饲料的适口性。

【牧草压捆机】将散乱牧草压缩紧密,并用绳索打成草捆的牧草收获机械。有固定式压捆机和捡拾压捆机两种,后者应用最广。捡拾压捆机按草捆形状及大小分为小方草捆、大方草捆、小圆草捆、大圆草捆等类型;按草捆密度分为低密度、中密度和高密度3种。中国自1978年开始生产各种类型的捡拾压捆机和大圆草捆机。小方草捆捡拾压捆机由捡拾器、输送喂入装置、压缩装置、压缩室、打捆装置、草捆密度调节装置和传动装置等组成。是应用最广泛的一种捡拾压捆机。大方草捆捡拾压捆机和小方草捆捡拾压捆机的主要区别是拾起的干草先由装填爪送入积草室,积存一定数量后,再由叉式装草器整批送入压捆室。草捆断面尺寸在 1×1 米以上,长度在2米以上,重量在500千克以上。圆草捆机可装拾起的干草卷绕成圆柱形草捆。其中大圆草捆机使用较普遍。一般由捡拾器、输送器、卷捆装置、绕绳切绳装置和传动装置等组成。

【家畜家禽饲养设备】畜禽饲养场在饲养过程中所使用的专用设备。所需设备的品种和类型因所饲养的畜禽类型、经营方向,规模大小、生产水平和机械化水平的高低而不同。按所饲养的主要畜禽可分为:(1)养猪场设备,主要包括猪栏(分隔离排粪式猪

栏、明沟除粪式猪栏、部分缝隙地板式猪栏、全缝地板猪栏和分娩猪栏等五类)、喂饲设备(有螺旋输送式、往复刮板式、环形刮板式、环形链板式和稀饲料管道输送式等类型,还有自动饲槽和各种饲料车)、自动饮水器(有鸭嘴式、杯式和乳头式 3 个类型)、除粪设备(有除粪铲车、往复刮板式除粪设备和水冲除粪设备等);(2) 养牛场设备,主要有拴系、饲喂、饮水、除粪、挤奶、牛奶冷却、牛奶输送等设备;(3) 养羊设备,主要是草场围栏、羊圈及剪毛机;(4) 养鸡场设备,包括鸡笼、喂饲设备、饮水设备、除粪设备、孵化和育雏设备、集蛋装置和鸡粪热干燥设备等;(5) 养鸭场设备,主要是自动填鸭器。

【家畜家禽屠宰机械】现代化的屠宰过程采用流水作业,用空中吊轨移动屠畜或肉尸。这不但减轻了劳动强度、提高工作效率,而且减少污染机会,保证肉质新鲜卫生。主要工序机械设备是:(1) 击晕麻电器,因畜禽种类、品种不同而异;(2) 刺杀放血刀,因畜禽种类不同,刀的大小也不同,为保证医用和食用血液的清洁,可采用空心刀;(3) 剥皮或烫毛退毛机械设备,大中型屠宰厂用机器剥去猪、牛、羊的皮,小厂和个体屠户则用手工刀具剥皮,烫毛用 60—68℃ 热水浸烫 3—8 分钟,便于退毛,畜禽均可用不同的退毛机器退毛;(4) 开膛、剖除内脏、割头蹄和修整等工序多用不同的刀具完成,劈半有手工和电锯两种方法,手工劈半用砍刀,电锯劈半后应将骨屑冲洗干净。羊、兔家禽一般不进行劈半。

【饲料加工机械】根据畜禽饲养要求,采用机械、化学、加热等方法将饲用原料加工成成品饲料的机械。经加工调制后的成品饲料

有粉状、颗粒状、碎段状、片状、糊浆状等的单一饲料，混合稀饲料，以及粉状、颗粒状配合饲料等。根据加工对象和加工工艺的不同，饲料加工机械可分为：饼渣、饼粕饲料加工机械，粗饲料加工机械，多汁饲料加工机械，混合稀饲料调制机械，配合饲料加工机组和成套设备等五类，其中每一套饲料加工机械中均有多种不同性能的机器。常用的配合饲料加工工艺有两种，一是先配合后粉碎，二是先粉碎后配合。前者工艺流程所需机械设备较少，多用于中、小型饲料加工成套设备或机组。后者工艺流程比较复杂，需要较多的配料仓和机械设备，多在大型饲料加工成套设备上应用。

【牛奶冷却设备】用于把刚挤集的牛奶由 36°C 左右在 2—3 小时内冷却到 $4—5^{\circ}\text{C}$ ，并在此温度下保存到加工或运出，抑制细菌繁殖，保持牛奶鲜度。有直接冷却式和间接冷却式两类。前者用制冷剂通过蒸发器直接与牛奶进行热交换，后者用制冷剂通过蒸发器冷却载冷剂（水或盐水）冷却牛奶。直接冷却式又分浸入式冷却器和直接冷却式冷藏罐两个类型。间接冷却式的类型有：表面式冷却器、套管式冷却器、片式冷却器和间接冷却式冷藏罐。浸入式冷却器适用于中、小型奶牛场。直接冷却式冷藏罐和片式冷却器多用于管道式挤奶系统。表面式和套管式冷却器多用于人工挤奶或提桶式挤奶配套。

【奶油分离机】又称乳脂分离器。将牛奶分离成乳脂和脱脂乳的机械。中国于 20 世纪 50 年代开始生产旋转滚筒奶油分离机。该机借助离心力将乳脂从牛奶中分离出来，脱脂率达 99% 左右。常用的有手摇和电动两种。其主要工作部件是分离钵。由一组分离片

构成，每个分离片的盘面上有几个 0.4—0.45 毫米的凸起，分离片之间保持均匀的间距。作业时，分离钵以 6000—12000 转/分的速度旋转，牛奶从中央管道进入，在离心力作用下，胶脂乳被甩向分离钵四周，沿钵盖内壁向上运动，从脱脂乳排出孔排出。乳脂或稀奶油则沿分离片表面逐渐上浮至中央管道外壁，从乳脂排出孔排出。乳脂排出孔上设有调节螺钉，用以调节稀奶油的含脂率。由于转速很高，分离钵必须精确平衡，在立轴中部需采用弹性支承。在手摇奶油分离机的摇把上，一般安装转速指出铃，当转速低于规定值时，每摇一周响铃一次，转速达规定值时，停止打铃，表示已达规定转速。手摇、电动两用奶油分离机的生产率一般为 100—200 升/小时，电动机的功率一般为 180—250 瓦。

【剪毛机】剪取或修剪畜毛的机械。常用的剪毛机主要用于剪取绵羊毛，也有少数专用于剪取兔毛，修剪牛毛、马毛和狗毛的。用剪毛机剪毛可以减轻劳动强度、提高工作效率、毛被完整、毛茬低平、提高剪毛量和羊毛等级。按使用方式可分为移动式 and 固定式两类剪毛机。移动式剪毛机适用于广大牧区流动剪毛，固定式适用于羊群比较集中的大型牧场。按驱动方式又可分为机械式、电动式和气动式 3 种。机械式适用于无电源牧区。剪毛机组一般由动力机、传动部分、剪头和磨刀装置组成。为解决剪毛刀片磨损快、剪头噪音大和振动大等问题，并为提高剪毛效率，正从提高剪毛机的转速、材质和加工精度，采用新材料、新工艺，改进磨刀装置提高磨刀质量，采用剪毛新方法等方面采取措施。

【水力挖塘机组】养殖机械的一种。机组由四部分组成；高压水泵和水枪、泥浆泵、泥浆处理及隔膜井点设备。用于池塘的疏浚和

改造，用它清除淤泥，也可修堤筑塘；还能用于修筑海堤、人防等小型土方工程，亦能完成土方的搬移和堆放。

【增氧机】养殖机械的一种。以机械增氧有多种形式。常用的有叶轮式，是使用最普通的型式；水车式。主要用于浅水养鳊池；射流式。用于活鱼运输车增氧；充气式。用空压机、鼓风机或氧气瓶作气源，通过气管和气头向水中充气增氧；喷水式。通过泵叶旋转将水提起喷出，形成水膜，扩大水与空气接触面从而增氧；混合式。在容器内通过充气、喷水和搅拌结合，造成高氧水增氧。

【颗粒饲料机】养殖机械的一种。能将粉状饲料加工成颗粒饲料，从而提高饲料的适口性和营养价值，有利于鱼类消化、吸收；有助于配制成各种营养成分较完全的混合饲料，在投喂时减少浪费，从而降低饲料系数。按其制成的颗粒类型分为软颗粒机、硬颗粒机、膨化颗粒机。软颗粒机可把加入一定水分的粉状饲料加工成软性颗粒。硬颗粒饲料机能把粉状饲料直接挤成坚硬颗粒。膨化颗粒饲料机则把含有一定淀粉比例的粉末饲料，膨化成浮性颗粒，可浮于水面数小时不沉。

【活鱼运输车】用于短距离运输活鱼的车辆。由盛鱼箱、动力系统、增氧系统和降温系统组成。盛鱼箱用金属、帆布、塑料制成，为长扁圆形，重心低；动力系统由汽车减速箱传递动力；增氧系统的形式分喷水、充气、射流等；为提高成活率，常放冰块，或用制冷机制冷，通过盘管吸热降温。

【织网机】渔网加工机械的一种。用于生产有结节网片的比较复杂

的机械。按结构可分为双钩型织网机、单钩型织网机和针钩型织网机。双钩型织网机在各类织网机中是技术性能和经济指标较高的一种，它不仅可生产单死结网片，还可生产双死结网片。必要时还可组装成生产单活结织网机。

【垂直探鱼仪】助渔仪器的一种。利用回声方法探测渔船下方鱼群的仪器。它由换能器、发射机、接收机和指示器等组成。发射机产生的强功率电脉冲，经装在船底的换能器转换为超声脉冲向船下发射，遇到鱼群、海底等目标便产生回波、换能器又把回波转换为电讯号、经接收机放大处理后，由指示器把它记录在纸上或显示在荧光屏上。

【水平探鱼仪】又称渔用声纳。利用回声定位原理探测渔船四周各个不同方向鱼群目标的仪器。根据整机性能和结构的不同，分成单波束机械扫瞄声纳（又名探照灯声纳）和多波束电子扫瞄声纳。

【定位仪】又称罗兰。是“远程导航”的缩写音译。包括罗兰发射台组、罗兰接收机、罗兰海图、罗兰数表等，形成一个完整系统。罗兰接收机是一对安装在舰船上专门用来接收测定主、副罗兰发射台的讯号，根据时差值可以确定一条罗兰位置线，测定二对罗兰台后。根据二条位置线的交点，即可确定舰船在海上的位置。罗兰系统又分罗兰 A 系统和罗兰 C 系统。罗兰 A 系统是一种高频脉冲时差导航系统。罗兰 C 系统是一种低频脉冲——相位时差导航系统。

【网位仪】渔具测试仪器之一。在拖网过程中，监测网具在海中所

处深度及网口情况的仪器。有两种讯号传递方式：一种是有线式，直接用电缆把装在拖网上纲的收讯器所获得的深度信息传递到船上，通过接收、放大并记录显示；另一种是无线式，把传感器获得的深度信息，先转换成超声波发向渔船方向，再由固定在船尾的接收换能器接收，经电缆传给船上的接收放大器记录示。

【鱼糜制品机械】水产加工机械的一种。以经去头、内脏等的鱼胴体为原料，用绞碎机绞碎，加入盐、糖、味精等配料，用擂溃机擂打成粘稠胶浆状鱼肉糜。再以此半成品为原料，做成一定形状，进行烘干、水煮、油炸、焙烤等不同加热或干燥处理制成的食品。鱼糜制品加工机械包括：采肉机、绞肉机、滤肉机、漂洗机、擂溃机（混合斩拌机）、成型机、加热设备等。采肉机的作用是将鱼胴体的肉与骨刺分开。擂溃机是将碎鱼肉与各种配料一起研磨、搅拌均匀。滤肉机是将采肉机采下的碎肉里的小骨刺、鳞片等剔除。混合斩拌机可同时对肉进行切细、搅拌、擂溃三种操作。

【渔船】从事捕捞、渔获物运输、水产加工、冷冻、渔业救助与补给、渔业调查、渔政，以及其他各种职能的生产、辅助船的统称。按作业方式，分为拖网渔船，围网渔船、流刺网渔船、延绳钓渔船，以及捕鲸船、猎捕船等。按其职能分为：捕捞船、加工船、运输船、冷藏船、渔业指导船、网船、灯船、补给船，以及其他生产方式和辅助船。按动力配置分为：机动渔船（内燃机船、蒸汽机船）、非机动渔船（风帆船、手摇船）和机帆渔船等。按航行水域分为：近海渔船（有限航区渔船）、远洋渔船（无限航区渔船）、河湖渔船（内陆水域渔船）等。按主尺度分为：小型渔船、中型渔船、大型渔船。按造船用材质分为：钢质渔船、木质渔船、玻

玻璃钢船、水泥渔船、塑料船、混合结构渔船等。