

实用工业技术与设备

制冷技术与设备

【制冷机】吸取被冷却物体热量转移给环境介质，以产生低温的成套设备。用制冷机制冷属人工制冷，其分为普通制冷和深度制冷，制取温度在 120 开尔文以上的为普通制冷，120 开尔文以下的为深度制冷属深低温技术（见深低温设备）范围。在制冷技术领域内，根据制冷工作原理不同，有如下类型制冷机：（1）压缩式制冷机，依靠压缩机的作用提高制冷剂压力以实现制冷循环（其中又分以液体汽化为制冷基础的蒸汽压缩式制冷机，如活塞式、离心式、螺杆式、滑片式和滚动转子式等；以高压气体膨胀为制冷基础的气体压缩式制冷机，如空气制冷机、气体回热式等）；（2）吸收式制冷机，以液体汽化为制冷基础，利用吸收器、蒸发器组实现制冷循环，常用的有氨水吸收式制冷机和溴化锂吸收式制冷机；（3）蒸汽喷射式制冷机，也以液体蒸发制冷为基础，利用蒸汽喷射器的作用完成制冷循环；（4）半导体制冷器，利用半导体材料的热电效应制冷。

【蒸汽压缩式制冷机】液体汽化制冷，并利用压缩机压缩和输送制

冷剂蒸汽的制冷机。此类制冷机应用最广泛。由压缩机和冷凝器、膨胀阀、蒸发器等附属设备组成。工作时，制冷剂在蒸发器内吸收被冷却对象的热量汽化成蒸汽，压缩机不断地将产生的蒸汽抽走，经压缩后在高压下排出。高温、高压蒸汽于冷凝器内经常温冷却介质（水或空气）冷却，凝结成高压液体。通过膨胀阀节流后呈低压、低温湿蒸汽进入蒸发器，再次汽化，如此周而复始，实现制冷。制冷系统中核心设备是压缩机，其类型很多，例如按结构型式有活塞式、离心式、螺杆式，活塞式应用最广；按压缩级数有单级和双级之分；按采用的制冷剂又分为氨压缩机和氟利昂压缩机等。

【蒸汽吸收式制冷机】利用制冷剂的汽化潜热制冷并由吸收剂吸收制冷剂蒸汽的制冷机。机组主要由蒸发器、吸收器、溶液热交换器和泵、发生器、冷凝器等组成。制冷剂在蒸发器内汽化，产生的蒸汽进入吸收器，被吸收剂吸收，形成的溶液由溶液泵送至发生器加热，形成的制冷剂蒸汽再经冷凝器冷凝成液体，然后进入蒸发器，如此循环，实现制冷。常用的吸收式制冷机由制冷剂和吸收剂组成的二元溶液工质完成循环。有两种类型：（1）氨水吸收式，氨为制冷剂，水为吸收剂，能制取 0°C 以下的低温；（2）溴化锂吸收式，水为制冷剂，溴化锂水溶液为吸收剂，制取 0°C 以上的空调用水。吸收式制冷机的优点：（1）机组除泵外无运动部件，制造简单，运行平稳，噪声低，管理维修方便；（2）能量调节范围广，且能无级调节；（3）可用低势热能为动力源，非常适用有废气、废热的石油、化工、冶金、轻工等部门。缺点是热效率低，冷却水耗量大。

【蒸汽喷射式制冷机】由制冷剂水汽化潜热制冷并利用高压蒸汽通过喷嘴时形成的低压真空抽取制冷剂蒸汽的制冷机。主要由喷射器、冷凝器、蒸发器、节流阀、泵等组成。高温、高压的工作蒸汽进入喷射器在喷嘴处造成低压真空,使蒸发器中冷剂水汽化,汽化时吸收汽化潜热使未汽化水温度降低(制冷)。冷剂蒸汽和工作蒸汽于喷嘴处混合进入扩压器,压力升高后通过冷凝器冷凝成液体。出冷凝器的凝结水一路进入蒸发器,补充冷剂水,另一路重新加热产生工作蒸汽。喷射式制冷机具有结构简单、热能为动力源、运行安全可靠等优点。多用于石油、化工、冶金、纺织、轻工等部门,制取 2—20℃ 的低温水供空调或工艺使用。现正发展用氟利昂的代用品或烃族为制冷剂的喷射式制冷机,以利用低势热能并扩大应用于 0℃ 以下的制冷系统。

【半导体式制冷器】又称半导体制冷器或温差电制冷器或热电制冷器,是利用半导体材料热电效应制冷的电器。两种半导体材料组成的电偶对接通直流电源时,在接点处产生温差和热量转移,变冷的接点(冷端)便吸收周围空间热量,使之温度降低。作为制冷器是将若干组“电偶对”根据所需的温度和冷量,进行并联、串联,组合成热电堆,将“冷端”放入工作空间,实现制冷。通常一级热电堆所能达到的最大温差约 60 开尔文,为达到深度低温要求,常把制冷器做成多级结构。半导体制冷器效率低,且需直流电源,不宜大规模使用。但因不用制冷剂,又没有运动部件,灵活性很强,使用方便可靠,所以在冷量需求量小的场合应用较广,如探测空间用飞机上的科学仪器、电子仪器和医疗器械中的制冷装置、核潜艇中驾驶舱的空调设备等。

【制冷剂】制冷系统中完成热力循环的工质。依靠制冷剂状态变化，实现能量转换和热量转移。在蒸发器内，制冷剂吸收冷却对象的热量而蒸发，在压缩机内，吸收补偿功而升温到超过冷却介质的温度；在冷凝器内，将热量放给冷却介质（水或空气）而被冷凝成液体。常用制冷剂有：（1）无机化合物，如水、氨、二氧化碳等；（2）氟利昂，如 R11、R12、R13、R14、R22、R142 等，由于此类物质破坏大气臭氧层和温室效应，故将逐步淘汰，而以 HFC-134a 和碳氢化合物替代此类制冷剂；（3）碳氢化合物，如甲烷、乙烷、丙烷、乙烯、丙烯等；（4）共沸混合物，如 R500、R501、R502、R503、R504 等。

【载冷剂】循环于制冷系统与被冷却对象间的流体。在冷却器吸收被冷却对象的热量，在蒸发器将热量传递给正在蒸发的制冷剂，温度降低后，又返回冷却器。如此循环，使被冷却对象的热量不断被制冷系统取走，实现制冷。载冷剂应具备如下特点：（1）凝固点低于制冷剂蒸发温度；（2）导热系数、热容量大；（3）粘度小；（4）性质稳定，耐腐蚀；（5）无毒，价廉。常用载冷剂：（1）无机盐水溶液（又称冷冻盐水），所用盐有氯化钠、氯化钙、氯化镁等；（2）醇类及其水溶液，如甲醇、乙醇、乙二醇和丙二醇及其水溶液等；（3）氯代或氟代烃类，如二氯甲烷、二氯乙烯、三氯一氟甲烷及其他各种氟利昂等；（4）液态氨。

【冷凝器】蒸汽冷凝为液体的换热器。按冷却介质不同分为三大类：（1）水冷式，以水为冷却剂，有管式冷凝器、套管式冷凝器、螺旋板式冷凝器；（2）空冷式，以空气为冷却剂，即空气冷却器；（3）水冷、空冷混合式，同时以水和空气为冷却剂，有喷淋式冷

凝器（空气为自然对流）、蒸发式冷凝器（空气为强制对流）。

【热泵】从较低温度的热源吸热，通过输入能量使之转变成成为较高温度的热能，并将其排出的机械装置。按工作原理分为四类：压缩式热泵，利用冷介质的饱和温度随压力变化的特性工作；吸收式热泵，将某种冷介质与易吸收该冷介质的吸收液相结合，利用在同一蒸汽压力下吸收液比冷介质平衡温度高的特性工作；化学热泵，利用工质化学状态变化或以相变开始的化学变化吸热和放热；电子（半导体）式热泵，利用直流电通过两根不同材料的半导体组成的电路时，产生的吸热、放热特性工作。

【电冰箱】利用机械制冷方法获得低温的小型冷藏装置。主要由箱体、制冷系统和控制系统等部分组成。利用电能或其他能源推动制冷剂在制冷系统内不断进行相态变化反复循环，大量吸收箱体内部的热量并在箱体外部散发，造成箱体内部的低温环境。电机压缩机式电冰箱是电冰箱的主要品种。制冷系统由压缩机、冷凝器、蒸发器、过滤器、毛细管（或膨胀阀）等组成，以氟利昂-12作制冷剂。具有降温快、耗电少的优点。按制冷方式、有效容积、制冷性能、箱体外形、箱门型式等分为很多类型。

【冷藏柜】利用机械制冷的方法获得柜内低温的小型冷藏设备。可用来冷藏食品或药品。由制冷系统和柜体等组成。柜体包括内、外壁板和骨架，壁板之间充填隔热材料，以减少柜内冷量向外传递。柜内有隔板或悬挂装置。制冷系统包括压缩机、冷凝器、贮液器、干燥过滤器、电磁阀、热力膨胀阀、压力和温度控制器等。以氟利昂-12作制冷剂。

【深低温设备】又称深度冷冻设备。产生和维持深低温，使原料气液化或分离并提纯其组分的设备。深低温范围一般为 120 开尔文到接近绝对零度。深低温设备的工作原理主要为气体液化和气体分离两方面。按原料气组分、工作过程和所得产品状态不同可分为三类：（1）气体分离设备，是从多组分原料气中分离出单组分气态或液态产品的深低温设备，其中以气态产品为主，以空气分离设备为多；（2）气体液化设备，将天然气或气体通过制冷循环冷凝成液体的深低温设备；（3）回热式气体制冷机，以氦气或氢气为工质，将回热原理应用于气体制冷机循环系统中获得低温和冷量的深低温设备。各种深低温设备均为成套设备，一般由原料气的过滤器、清洗塔、压缩机、冷却器、换热器、净化设备、膨胀机、液化器、精馏塔和产品的输送贮存设备，及控制和加温系统等组成。

【空气调节设备】于指定空间对空气进行处理，以保持规定的温度、湿度、控制灰尘和有害气体含量的设备。按其规模和型式不同，常称为空调机或空调器。根据对空气处理的要求，一般将空调机分三种类型：冷热风机，用于调节室内温度，又有热泵型和电热型之分；去湿机，用于吸收室内空气中的水蒸汽，降低空气的相对湿度；恒温恒湿机，用于加热或冷却室内空气，又可对空气加湿或去湿，并能自动调节。某些场合还应用有特殊要求的空调机，如空气净化的空调机和特高湿型的冷风机等。根据空调机规格及型式不同，又可分为窗式、柜式、分体式和集中式四种。窗式空调器也称房间空调器，属小型空调设备。分散空调设备又称空调机组，每个（或几个）房间单独用一台机组。集中式空调设备适用

于大型车间、商店、剧院、一座楼房或一个建筑楼群。

【气体分离设备】从多组分原料气（空气、天然气、焦炉气、水煤气、合成氨弛放气、裂解气等）中分离出单组分气态和液态产品的深低温设备。常见的有空气分离设备、天然气分离设备（从天然气中分离出乙烷以上的轻烃气体）、合成氨弛放气分离设备（从氨合成塔的弛放气中分离回收氢氮混合气）、焦炉气、水煤气分离设备（从焦炉气、水煤气中获得氮氢混合气）、稀有气体提取设备、气体液化设备。气体分离的基本原理：将经过净化带压或加压的原料气逐级冷却至各分离组分的冷凝温度进行分凝；或使原料气加压、冷却、液化、再精馏分离。气体分离设备是从1903年德国制成的第一台商品制氧机开始发展的。1921年美国建立了第一家商业性回收氨并液化天然气的工厂。30年代出现了焦炉气和水煤气的分离设备。60年代美国制成了天然气分离回收轻烃的设备。以后由于能耗低、设备少、投资低、效益高等优点，使气体分离技术得到迅速发展。

【空气分离设备】简称空分设备，俗称制氧机。将空气液化、精馏分离成为氧、氮并提取氩、氖、氦、氪、氙有用气体的气体分离设备。原料空气于分离设备中分离成产品并输送到用户，须经过空气压缩、净化、液化、液空精馏及产品输送等基本过程。为实现上述过程，成套空分设备可概括为空气净化、空气压缩、换热、制冷、分离、产品输送、控制、加温等八个系统。空分设备按流程所需压力分为三种类型：高压（6—20兆帕），适用小型气体或液体设备；中压（1.2—4兆帕），适用中小型气体设备；低压（小于1兆帕），适用大中型气体设备。根据用途，按产品种类分，有

气体设备（气氧、气氮设备）及液体设备（液氧、液氮设备）等。按产品（氧气）产量大小分，有大型（ ≥ 10000 牛顿·米³/小时）、中型（ ≥ 1000 牛顿·米³/小时）、小型（ < 1000 牛顿·米³/小时）三种类型。

【稀有气体提取设备】从原料气中提取氩、氖、氦、氪和氙气的气体分离设备。提取不同的气体有相应的气体提取方法和设备：（1）氩提取设备，由空分设备精馏塔的氩馏分通过粗氩塔分离，得到含氩 98% 左右的粗氩，再经催化器加氢除氧和精馏除氮，或利用分子筛吸附器吸附粗氩中的氧和氮，获得含氩 99.99% 以上精氩气；（2）氖、氦提取设备，由空分设备精馏塔抽取原料气（氖、氦、氮和少量氢），通过粗氖、氦塔预分离，得粗氖、氦混合气（含氖和氦 50—60%，其余为氮和氢），经催化器加氧除氢和用冷凝器和吸附器除去氮和少量氧，得到纯氖、氦混合气，混合气通入预冷器和液化器，得到液氖和粗氦气。液氖经精馏塔分离得高纯氖（含氖 99.99%），粗氦气用活性炭吸附器去掉氖，得高纯氦（含氦 99.99%），需要大量氦气时主要从天然气中提取；（3）氪、氙提取设备，由空分设备精馏塔抽取液氧原料，于第一氮塔中排出贫氪，经第二氮塔预分离，得到粗氪、氙混合液体，再经第三氮塔预分离，得到工艺氪和工艺氙，工艺氪通入除氧器后得到高纯度氪（含氪 99.99%），工艺氙经清除杂质，通过活性炭吸附器吸附氙，最终经解吸获得高纯氙（含氙 99.99%）。

【气体液化设备】将天然气或纯气体（氧、氮、氢、氖、氦等）冷凝成液体的深低温设备。根据液化的气体有氦液化设备、氢液化设备、天然气液化设备等。气体的液化是根据气体的特性、冷凝

温度和对产品的使用要求通过相应的液化循环实现的。典型的循环有节流液化循环、带膨胀机的液化循环、气体制冷机循环、复叠式制冷循环（多工质、多次逐级预冷循环）、混合剂制冷循环等。气体液化设备一般包括压缩机、纯化器、贮槽、输液系统和自动控制系统等。气体通过压缩机压缩和膨胀机膨胀制冷，通过纯化器排掉水蒸汽和高凝温度其他杂质气体。好的液化设备应具有如下特点：（1）绝热措施完善，冷量损失少；（2）高度的密封性，无泄漏；（3）成套设备紧凑，效率高；（4）采用自动控制。

【回热式气体制冷机】以氦气或氢气为工质，并将回热原理应用于气体制冷机循环系统中获得低温和冷量的深低温设备。制冷循环系统中的主换热器均采用高效率回热器（又称蓄冷器或再生器），利用回热原理降低了膨胀前的工质温度，机器内膨胀后的工质中部分冷量回收于回热器中，于下次循环中再加以利用。回热式气体制冷机具有效率高、结构紧凑、运行可靠、操作方便、温度范围宽广等优点。适用于制冷量小的场合。也可配置空气精馏塔从空气中分离出氧和氮，或作为低温冷源。广泛用于小型空气分离设备、深低温水箱，以及航天、超导、红外线探测和低温电子学等领域。气体回热式制冷机按其热力过程分为三种类型：（1）充气—放气型，有吉福特-麦克马洪制冷机（简称 G-M 制冷机）、苏尔威制冷机（简称 SV 制冷机）及它们的变型制冷机等；（2）压缩—膨胀（回收膨胀功）型，有斯特林制冷机、维勒米尔制冷机（简称 VM 制冷机）等；（3）层流充气—放气型，有脉管等。

【深低温液化气体贮槽】用于贮运液化天然气、液氧、液氮、液氢、液氦等的容器。通常为双层结构，由内筒（亦称内胆）、外筒（亦

称外胆)构成。为长期贮存液化气体,于内、外筒之间形成绝热夹层,以减少由传导、对流、辐射而导入内筒的热量。常有普通绝热、高真空绝热、真空粉末绝热及真空多层绝热等形式。普通绝热:在绝热夹层中填充或在内筒上包扎低导热率的绝热材料。高真空绝热:将绝热夹层抽以 1.33×10^{-2} — 1.33×10^{-4} 帕的真空。真空粉末绝热:将绝热夹层抽以1.33帕下的低真空,并填充一定密度和粒度的粉末材料,绝热效果较普通绝热和高真空绝热为好。真空多层绝热:在内筒上缠绕多层具有低辐射系数的金属箔,并以低导热系数的材料,如玻璃纤维布或纸作间隔物,在夹层内保持 1.33×10^{-2} — 1.33×10^{-4} 帕的高真空。此种绝热形式可达高效绝热的目的。根据深低温液化气体的性质、用途、容量及安装形式,贮槽通常分为小型容器、固定式和移动式三类。

【膨胀机】利用压缩气体膨胀降压时输出外功产生冷量的机械。常用于深低温设备中,作为产生冷量的来源。按运动形式和结构分为两大类:(1)活塞式膨胀机,利用气体在可变容积中膨胀,输出外功制冷,有立式和卧式两种结构,按进口气体压力可分为高压(6—20兆帕)、中压(1.2—4兆帕)及低压(<1兆帕)三种,主要适用于高压力比和小流量的中小型高、中压深低温设备;(2)透平膨胀机,利用高速旋转叶轮的作用,以气体膨胀时速度能的变化来传递能量制冷,按结构形式分为立式和卧式两类,按气体在叶轮中的流向分为轴流式、向心流式和向心径轴流式三类,按气体在叶轮中是否继续膨胀又分反击式(气体在叶轮中继续膨胀的)和冲击式两类。空分设备中多采用单级向心径轴流反击式。与活塞式膨胀机相比,透平式膨胀机具有流量大,结构简单、体积小、效率高及运转周期长等特点。主要用于大中型低压深低温

设备。

【深低温精馏塔】利用液化原料气各组分沸点不同，通过多次部分冷凝和部分蒸发分离气体组分的设备。广泛用于冶金、化工、石油、机械采矿、食品、军事等部门。按结构形式有筛板塔、泡罩塔、浮阀塔和填料塔等。液化原料气通过深度冷冻循环装置获得。气体分离的精馏操作参见化工机械中的“精馏塔”。

真空技术与设备

【真空技术】在指定空间内建立低于标准大气压的气体状态（真空）所需的技术。表示真空状态下气体稀薄程度的量称真空度，用压力值表示。根据真空度不同，真空区间被划分为：低（粗）真空（ 10^5 — 10^2 帕）、中真空（ 10^2 — 10^{-1} 帕）、高真空（ 10^{-1} — 10^{-5} 帕）、超高真空（小于 10^{-5} 帕）。真空技术作为一门独立科学，其基本内容包括真空物理、真空获得、真空测量、真空检漏和真空系统设计与计算等。真空技术已得到广泛应用，于原子能、空间科学及微电子学等用以形成高真空环境，对一系列物理现象研究；在食品、化工行业中用以实现真空过滤、真空干燥、真空精馏、真空蒸发、冷冻干燥、真空浸渍等；在机械工业中用以真空渗铬、真空热处理、真空离子氮化、真空烧结、真空镀膜等；在冶金工业中有真空冶炼等。

【真空镀膜】又称真空蒸发镀膜。在高度真空条件下，加热金属使其蒸发（或升华）、扩散而凝结于镀件的表面上，形成薄膜的工艺。如真空镀铝、镀铬等。真空蒸发设备主要由真空镀膜室（对蒸发源加热进行蒸镀）和真空抽气系统（实现镀膜室的真空条件）两大部分组成。在高真空环境中镀膜，可防止膜的污染和氧化，能得到洁净、致密、质量高的薄膜，因此真空镀膜在电子元器件、集成光学、电子技术、红外技术、激光技术、以及航天技术和光学仪器等各领域得到了广泛应用。

【真空热处理】将金属零件于一个大气压以下（负压）进行金属热处理的工艺。可用于退火、脱气、固溶热处理、淬火、回火和沉淀硬化等工艺，通入适当介质后，也可用于化学热处理。金属零件在真空中热处理能防止氧化、脱碳，并具有脱气效应（金属中的有害气体在高温下逸出现象），所以经真空热处理后的零件畸变小，能保持原来金属光泽和良好的表面性能，提高了金属机械性能，增加了零件使用寿命。而工艺本身操作灵活，无公害。因此真空热处理不仅用于特殊合金的热处理，也用于一般钢材，特别是工具、模具和精密耦件等的热处理。但热处理过程中金属元素可能蒸发，所以应根据钢中所含合金元素的蒸气压来选择加热时的真空度或温度，以避免合金元素蒸发。

【真空泵】获得和维持真空的装置。它是真空系统的核心部分。按抽气机理分为三大类：（1）变容真空泵，利用泵腔工作容积变化进行抽气，如往复真空泵、旋片真空泵、滑阀真空泵、余摆线真空泵、罗茨真空泵和液环真空泵等；（2）动量传输真空泵，利用高速蒸汽（气）射流或高速旋转的转子进行抽气，如油扩散泵、扩

散喷射泵、水蒸汽喷射泵、涡轮分子泵等；(3) 气体捕集真空泵，利用吸附和冷凝作用使气体贮存在泵内实现抽气，如分子筛吸附泵，钛升华泵、吸气剂离子泵和低温泵等。还可按其他方法分类，如按工作介质分有油蒸气、水蒸汽和水环真空泵；按在真空系统中的作用分为主抽、增压、前置、粗抽和维持真空泵；按工作压力范围分为低（粗）、中、高和超高真空泵。各种变容真空泵和涡轮分子泵，因有机械运动又称机械真空泵；旋片、滑阀和余摆线三种真空泵用油密封，故称油封式机械真空泵，其中在压缩室安装气镇阀的称气镇机械真空泵。真空泵的基本性能参数为：(1) 极限真空度（极限压力），真空泵可达到的最高真空度（最低压力）；(2) 抽气速率，真空泵在一定进口压力下，单位时间内抽走的气体体积；(3) 最大排气压力，真空泵排气口所允许的最大压力；(4) 工作压力范围，指泵具有相当抽气能力时的压力范围；(5) 抽气量，流经泵入口的流量。

【往复真空泵】属变容真空泵。通过容积变化获得真空的泵。其结构和工作原理基本与活塞式压缩机相同。曲柄连杆机构带动泵室（气缸）内活塞连续往复运动，改变着工作室容积，容积扩大时，吸入气体，反之，气体被压缩并通过与活塞联动的气阀排出泵外。如此循环达到抽气目的。往复真空泵适宜抽送不含固体颗粒或含有少量灰尘、无腐蚀性气体。泵的抽气速率大，每小时 45—20000 立方米，真空度较高，单级泵极限压力约为 10^3 帕，双级泵可达 1 帕。多用于真空蒸馏、真空浓缩、真空结晶、真空过滤、真空干燥等作业。

【旋片真空泵】变容式旋转真空泵的一种。主要由泵体、转子、旋

片、排气阀等组成。泵体呈圆柱形腔内装有沿直径方向上布置着两个可滑动旋片的偏心转子。工作时，旋片在弹簧和离心力的作用下与泵腔内壁紧贴，将泵腔的环形空间分为吸气、排气二工作室。二室分别与吸气管和排气管相接。随转子的旋转，工作室容积发生变化，完成吸气、压缩、排气的循环过程。连续抽气，获得真空。用润滑油密封各部件间隙，并减少磨损。为防止排气时泵口喷油，在排气口上方装有挡油器。为排出容器内含有的少量可凝性气体，装设气镇阀。旋片真空泵适用于抽除干燥或含有少量可凝性蒸汽的气体。不适用抽除含氧过高、有爆炸性、对金属有腐蚀、对泵油起化学反应及含有颗粒尘埃的气体。于真空系统中，可单独使用，或作为增压泵、扩散泵等的前级泵。抽速范围为 0.5—150 升/秒，极限压力：单级泵为 1 帕，双级泵为 6.5×10^{-2} 帕。

【滑阀真空泵】变容式旋转真空泵的一种。主要由泵体、滑阀、阀杆、滑阀导轨、排气阀、偏心轮等组成。环形的滑阀与空心阀杆相连（轴线垂直）并套装在固定于泵腔心轴的偏心轮上。偏心轮转动时，滑阀沿泵腔内壁滚动，滑阀和阀杆将月牙形泵腔分成吸气、排气二工作室，吸气室通过阀杆与吸气口相接，排气室与排气阀相连。随工作室容积的改变，完成吸气、压缩、排气的循环过程。连续抽气，获得真空。泵腔内运动件表面有油膜密封，故属于油封式机械真空泵。极限压力：单级泵为 0.4 帕，双级泵为 0.065 帕；工作压力范围为 1×10^5 —13 帕；抽速范围为 8—600 升/秒。可单独或作为真空机组的前级泵使用。多用于真空冶炼、真空干燥、真空浸渍和真空蒸馏等方面。

【余摆线真空泵】简称余摆线泵，转子和泵腔型线均为余摆线，属变容式旋转真空泵的一种。主要由泵体、转子、排气阀等组成。工作时，偏心置于泵腔内的转子沿泵腔内壁转动，并将泵腔分为两个可变容积，连续实现气体的吸入、压缩和排气，以获得真空。泵腔内运动件的表面用油膜密封，故也属油封式机械泵。泵的极限压力可达1帕，工作压力范围为 10^5 —1帕。可单独使用，也可作为扩散泵和增压泵等的前级泵。具有运动平稳、尺寸小、抽速大和对被抽气体含一定量灰尘不太敏感等优点，所以在真空冶炼、真空热处理、真空干燥和真空浸渍及食品和化工工业中得到应用。但由于结构复杂、制造困难使推广使用受到一定限制。

【罗茨真空泵】简称罗茨泵，属变容式旋转真空泵。泵内装有两个相反方向同步旋转的双叶或多叶形的转子，转子间、转子同泵腔壁间均保持一定间隙。泵的工作原理与罗茨鼓风机相似，随转子的旋转产生吸气、排气循环。与其他变容式真空泵的区别在于泵内气体无压缩和膨胀过程，气体的排出是通过排气侧较高压强的气体冲入泵中使泵中气体压强突然增高实现的。根据工作范围分为低真空、中真空（又称机械增压的）和高真空多级罗茨泵。极限压力：单级为 6.5×10^{-2} 帕，双级为 1×10^{-3} 帕；抽气速率为30—10000升/秒。具有在较宽压强范围内抽速大，启动快，振动小，耗功少，对被抽气体含有的灰尘和水蒸汽不敏感，不需排气阀等特点。广泛用于冶金、化工、食品等工业中的真空系统。

【液环真空泵】属变容式回转真空泵。主要由圆筒形泵体和偏置于其中并带有径向叶片的转子组成。泵体内充入一定的液体。转子旋转时，由于离心力作用，液体沿泵体内壁形成液环，并与叶片

构成若干小室空间。因转子偏置，液环与转子轴心不重合，小室容积便发生变化，扩大时吸入气体，缩小时气体被压缩，压力升高后被排出。连续循环，抽出气体，得到真空。为保证液环厚度恒定，需不断地向泵内补注随气体排走的液体。工作液体必须是不溶解被输送气体也不会与其发生化学反应的液体，常用的有水、硫酸、油等。液环真空泵结构简单、紧凑，工作平稳可靠和流量均匀，化工生产中多用来输送或抽吸易燃、易爆和有腐蚀性气体。但不允许输送或抽吸带有固体颗粒的气体。极限压力：单级泵为 $8 \times 10^3 - 2 \times 10^3$ 帕，双级泵为 $2 \times 10^3 - 1 \times 10^2$ 帕；抽速范围为 $0.25 - 500$ 米³/小时。

【水蒸汽喷射泵】简称喷射泵，以水蒸汽为工作介质的射流真空泵。主要由喷嘴、吸气室、扩散器等组成。高压工作蒸汽流经喷嘴时，因截面变小，便以超声速流向扩散器。同时由于压力的下降，便将被抽气体吸入，两股气流混合流入扩散器，受到压缩，压力升高后，经排出管排出。工作蒸汽连续射入，被抽气体便连续输出，直达真空。为获得较高真空度可将喷射泵串联使用。串联级数可达 7 级。与其他喷射泵一样蒸汽喷射泵有许多优点：（1）没有运动部件，不需原动机；（2）结构简单，工作可靠，便于操作；（3）启动快，抽气量大，能抽除含有灰尘、腐蚀性和易燃易爆气体。缺点是抽气效率较低，蒸汽和水耗量较大。适用于有廉价的副产蒸汽或可利用的余汽、废汽的场合。水蒸汽喷射泵已广泛用于真空冶炼、真空脱气、真空浓缩、真空干燥、真空蒸馏、真空制冷和真空运输等方面。

【油扩散泵】属动量传输真空泵。利用低压、高速和定向流动的油

蒸气射流抽气。由泵体、喷嘴、蒸气导管、加热系统、冷却系统等组成。泵的底部为贮存油工作液的蒸发器，经加热产生油蒸气。油蒸气沿导管上升至喷嘴便以定向超声速或声速向下喷出，同时将扩散到油蒸气中的被抽气体运载到泵下部的排气口。油蒸气遇气到泵壁冷凝（流向蒸发器），释出的气体由前级泵抽走以达抽气目的。油扩散泵的极限真空为 10^{-4} — 10^{-5} 帕，工作压力范围为 10^{-1} — 10^{-4} 帕，抽速范围为几十至十几万升/秒。为获得高真空的主要设备，广泛用于真空冶炼，真空镀膜等对油污染不敏感的真空系统。

【油扩散喷射泵】属动量传输真空泵。利用高压、高速和定向流动的油蒸气射流抽气。又称油增压泵（可应用于大型油扩散泵的出口处，来增压其出口压强）。与油扩散泵相比，二泵的抽气原理无多大区别（参见“油扩散泵”），但在结构和性能上却有不同之处，油扩散喷射泵不需装分馏和净化装置，但要采用较大的加热功率加热和采用沸点低、饱和蒸气压高的泵油，使油蒸气压比扩散泵大数倍或数十倍。油扩散喷射泵还须装设大扩张率（喷嘴的出口面积与其喉部面积之比）的喷射喷嘴和长的扩散器来提高泵的前级反压力，所以泵能稳定的工作在 10^{-1} —1 帕或更高的压力范围（扩散泵为 10^{-1} — 10^{-4} ），其极限压力为 10^{-2} 帕（扩散泵为 10^{-4} — 10^{-5} 帕），抽气速率为几百到几万升每秒，最大反压力为几百帕。作为中真空获得的主要设备，油扩散喷射泵广泛用于真空冶炼，真空镀膜等对油污染不敏感的真空系统中。

【涡轮分子泵】利用动量传输作用获得真空的真空泵。主要由泵壳（包括动、静轮叶的涡轮排）、驱动装置、冷却水管等组成。高速

旋转的涡轮叶片,不断对被抽气体分子施以定向动量和压缩作用,将气体驱向排气口,以获得真空。涡轮分子泵起动快,不用油作工作介质,还可采用空气轴承和磁力轴承代替滚动轴承,因而可获得无油蒸汽污染的清洁真空。泵的极限真空与被抽气体种类、几何尺寸、密封性能、清洁处理及前级泵等有关,一般为 10^{-6} — 10^{-9} 帕,且在 10^{-1} — 10^{-8} 帕压力范围内有较大抽速。广泛用于高能加速器、可控热核反应装置、重粒子加速器和高级电子器件制造等方面。

【分子筛吸附泵】利用分子筛吸气剂于液氮温度下吸附气体而获得真空的真空泵。主要由泵体、分子筛、液氮筒、散热片、加热器、安全阀等组成。分子筛由硅铝酸的碱金属(钠、钾、钙)盐晶体经一定处理加工而成。于液氮温度下具有吸附气体作用。工作时将液氮灌入泵中液氮筒后,分子筛即能吸气。液氮耗尽,吸附量饱和后,将棒状电热器由液氮注入口插入,分子筛释放气体,得到再生。当泵内气体压力升高后顶开安全阀,将气体排出。如此吸气、排气不断循环,获得真空。分子筛吸附泵结构简单、无噪声,是获得无油真空、超高真空的主要设备。但对吸附的气体有很强的选择性,只能吸附分子直径小于筛孔直径的气体 and 液体。

【钛升华泵】一种吸气剂泵。利用加热钛金属,使其升华并沉积于冷的表面上,对气体进行薄膜吸附的抽气装置。它主要由泵体和升华器两部分组成。工作时,由控制器通电给热丝,钛被加热到一定温度(110°C)直接升华。升华出来的钛沉积于用水或液氮冷却的泵体表面上,形成钛膜层。钛在升华和沉积过程中,与活性气体结合成稳定化合物,实现了抽气。升华器基本分三种形式:

(1) 钛组合金丝升华器；(2) 钛球升华器；(3) 电子束轰击加热式升华器。与其他真空泵相比钛升华泵有如下优点：(1) 抽速大；(2) 极限真空度高；(3) 超高真空状态下，泵的抽速随着压强降低而增大；(4) 可获“清洁”真空；(5) 结构简单，运转费用低。主要缺点是对惰性气体的抽速小，故需与其他类型泵搭配使用。钛升华泵在电子器件、高能加速器、可控热核反应装置和空间模拟装置以及表面物理试验等方面得到广泛应用。工作压力范围为 10^{-2} — 10^{-8} 帕。

【吸气剂离子泵】将电离吸气和化学吸附相结合进行抽气的真空泵。可获得无污染的超高真空，极限压力达 10^{-7} — 10^{-9} 帕。在可控热核反应装置、加速器、空间模拟装置和电子器件等方面得到广泛应用。有蒸发离子泵和溅射离子泵两种。两种真空泵的抽气原理基本相同，而产生吸气作用的活性薄膜获得方式不同。蒸发离子泵是通过被加热钛丝的蒸发（或升华）形成活性钛膜；溅射离子泵则是利用气体分子电离后产生的离子冲击钛阳极，引起强烈溅射，由溅射出的钛原子形成活性钛膜。蒸发离子泵对活性气体抽速较大，对惰性气体抽速较小；溅射离子泵由于溅射出的钛较少，所以对活性气体抽速低，却是抽惰性气体较好的真空泵，若与抽活性气体较好的钛升华泵联合使用可有效地获得无油超高真空。

【低温泵】利用低温表面捕集气体的真空泵。按吸气原理分为三类：(1) 低温冷凝泵，利用低温表面使气体凝结；(2) 低温吸附泵，利用低温表面上的吸附剂吸附气体，根据吸附剂不同又可分为非金属吸附泵（活性炭、分子筛等为吸附剂）、金属吸附泵（蒸发或升

华在冷面上的钛、钽、钼等金属或其合金为吸气剂)、气体霜吸附泵(二氧化碳、水蒸汽等气体在低温表面上凝结的同时,将不易冷凝气体吸附抽除);(3)低温冷凝和吸附联合抽气的低温泵,按供给低温介质的方式又可分为贮槽式、连续流动式和闭循环小型制冷机低温泵。低温泵具有能抽出水或油蒸气(汽)、获得清洁真空、极限真空度高(10^{-11} — 10^{-13} 帕)、抽速大(10^3 — 10^6 升/秒)能抽出各种气体、占地面积少、安装灵活性大等优点。主要缺点是需要冷剂。主要用于航天技术、低压风洞、超高真空规管校准和镀膜机的超高真空机组中。

【真空检漏】对真空系统或其零部件漏孔的检测。真空系统的漏气是由各种微小隙缝的漏孔造成的。为得到低的极限压力,若抽速一定时,便应降低漏气量,检漏并消除漏孔就成为关键措施。常用漏孔检测方法:(1)气压检漏,向被检容器内腔充气,发出声响处或将其置于水中形成气泡处便是漏孔;(2)氨敏纸检漏,在被检容器可疑表面处贴上溴酚蓝试纸或试布,抽空后充入氨气,试纸或试布上出现蓝斑点处便是漏孔;(3)荧光检漏,将被检容器浸入荧光粉的有色溶液,经一定时间取出烘干,用紫外线照射,发光处即为漏孔;(4)高频火花检漏,仅适用于玻璃真空系统,将高频火花检漏仪的火花端沿着玻璃真空容器表面移动,火花集中成束形成亮点处即是漏孔;(5)放电管检漏,在容器可疑表面涂上丙酮、汽油、酒精或其他易挥发的碳氢化合物,并抽成中真空,接上放电管后,蓝色放电颜色出现处便是漏孔;(6)真空计检漏,根据相对真空计的读数检漏,检漏时在可疑处喷吹示漏气体氢、氧、二氧化碳、乙烷或用棉花涂以乙醚、丙酮、甲醇等,示漏气体进入系统后会引起真空计读数的突然变化;(7)卤素检漏仪检

漏，核心部分是由铂阳极筒和不锈钢阴极筒构成的二级规管，铂被加热丝加热到 850—950℃时，产生正离子发射，遇到卤素气体时发射急剧增加，检漏时将卤素气体喷向真空系统表面或压入系统中，当卤素气体喷向其表面时，离子发射急剧增加处即是漏孔，另一种是将卤素气体压入系统中，检漏仪的探测枪在被检件的外表移动，卤素气体逸出引起离子发射急剧增加处即是漏孔；(8) 氦质谱检漏仪检漏，检漏时，将仪器与抽成真空（一般为 10^{-2} — 10^{-3} 帕）的被检系统连接，用氦气喷吹被检件外表，仪表有氦的指示值处即为漏孔。通常低、中、高真空系统用气压检漏，超真真空系统在采用一般检漏法检漏后，还要用灵敏度较高的卤素检漏仪和质谱检漏仪检漏。

声学技术

【声】在固体、液体和气体等弹性媒质中的机械扰动。是一种波动的形式。可由仪器检测出或被人听到的波，称为声波。频率高于 20 千赫（1 赫 = 每秒一周）的声波称为超声波。频率低于 16 赫左右的声波称为次声波。超声波和次声波都属于不产生听觉感，即不可听声波。

【声强】通过某点与指定方向垂直的单位面积上所传过声能的平均速率。是表明声能的流动率。声强的单位是瓦/米²。声强与声波的有效声压，传播速度和通过的媒质密度有关。

【声压】 声波通过媒质时静压力的增量变化。又称超压。声压的单位是帕，1 帕等于 1 牛顿/米²。近似为正常大气压力的 10^{-5} 倍。某一点的瞬时声压是某瞬时由于声波出现引起的媒质中静压力增量变化。某一点的有效声压则是该点一段时间瞬时声压的均方根值。有效声压同声波传递的声功率即声强有关。声压级是以分贝表示声压大小，等于声压和参考压力比值的、以 10 为底的对数的 20 倍。在说声压级时必须指明参考压力。听力测量和在空气或液体中测量声级及噪声，一般参考压力取 20 微帕。在传声器、扬声器校准和水声学中，参考压力常采用 1 微帕。

【声阻抗】 媒质或材料某一表面上的平均有效声压与通过该表面的有效通量的复数比值。单位是达因·秒/厘米⁵。有效通量是体积速度或质点速度和面积的乘积。复数是有实数部和虚数部的数量，类同电阻抗。这使许多声学问题的求解能用电学理论的方法。声阻抗率则是媒质或材料里某一点的有效声压与有效质点速度的复数比值。单位是达因·秒/厘米³。声阻抗率与声阻抗的区别是声阻抗率表明一点的阻抗，而声阻抗表明一个表面的平均阻抗。声阻抗可由声阻抗率计算。声阻抗常用于计算一种材料的吸收系数，是一个比吸收系数更为基本、表明材料声学特性的量。常用于解决房间音质问题的建筑设计中。

【声频】 在声音强度合适的条件下，人可听到的频率范围。声频范围为 20—20000 赫。超出此范围更高或更低的声音频率，强度足够，也可能被人的听觉听到，但通常不称这些声音为可听声频的声音。声频用来表征可听声范围内录声和放声电子设备，以及同

产生声音有关的设备和活动。

【声反射】 声波由入射面上折回的现象。声反射遵循反射定律。声波入射至光滑的、较声波波长大的表面，产生的声反射其反射角等于入射角，且反射线与入射线共面（设声波传播路径为行进波阵面的一条垂直线，则入射角是入射线与入射表面法线成的角，反射角是反射线与同一法线成的角）。凹表面使反射声波聚拢。凸形反射面则使反射波散开。利用反射定律研究房屋的各种形状对声场分布的影响，有助于室内表面设计成获得有用反射的形状。例如，无线电播音室一部分墙壁采用圆柱凸形板，利于室内声场扩散。

【声吸收】 声波传播通过介质或折回使入射声波转变为其他形式的能量，使声能减少的过程。

【吸声材料】 具有较高吸声能力的材料。其设计原理是基于材料的多孔性，声波经材料空隙传过时声能变为热能，同时材料细纤维振动也使部分声能转变为热能。另一类原理是薄板振动，声波引起的弯曲振动使部分入射声能转变为热能。声波入射至材料表面，被吸收声能和入射声能的比值称为该材料的吸收系数。吸收系数是声波频率及入射角的函数。是建筑设计中室内音质及降低噪音的重要参数。具有吸收系数为 1 的 1 米^2 材料的吸声量称塞宾。

【声光效应】 声能与光能在透明媒质中的相互作用使材料光学折射率发生变化的现象。声光效应在 1935 年前已被证实，但实际应用是激光技术出现之后，发生声光效应的透明媒质称声光材料。对

声光材料的有效性即品质因数影响最大的是材料的折射率和声波在材料中的传播速度。液体是较好的声光材料，因液体中声速较小，但只适用于约 50 兆赫的声频范围。高声波频率采用固体声光材料，折射率高的蓝宝石和钽酸锂等一些晶体是用于微波区域的优质声光材料。利用声光效应控制光束（尤指频率和方向确定的激光束）的振幅、方向和频率制成的器件称声光器件，广泛地用于象扫描器、记录器、投影器、信号处理装置和激光控制中。利用声光效应还可以产生相反的光控制声的效应，如利用超大功率的单色激光器，发射两光束在声光材料中相互作用来产生声波。

【声全息术】用声波使物体成立体影像的技术。两束互成一定角度的声波，在相交平面上相互作用，即相互相长或相消叠加成波节波腹构成的干涉图。两束平面声波相互作用的干涉图是等间隔直线组成的光栅（线性光栅）。若物体位于一束声波中，得到的干涉图案称全息图，它由变弯曲的一些线条构成，这些线条的变形表明声波携带的物体信息。为重现或记录物像，必须使光束与干涉图相互作用，即用光束照射干涉图，变形线条光栅使光产生衍射。这种相互作用，使声波携带的信息叠加在衍射光束上。具有声波特点的衍射光束再聚焦就重现能为人眼看到或能使乳胶片感光记录的物像。各种实用声全息技术的不同主要在于形成全息图的方法不一样，如有使用固体或液体表面的全息术之别。全息图也有录在磁带上，然后用电子计算机成像。

【液面声全息术】用液体表面记录全息图的声全息术。是声全息实际应用中很重要的一种。称为参考声束与物体声束的两束声波相互作用在液面建立声干涉图，波腹区域液面的微小隆起构成全息

图。液面隆起的幅度为光波波长的十分之几。经准直的平行激光束照射液面，被液面全息图反射的光就会发生衍射。用空间滤波器阻挡非衍射光。可由衍射光直接观察物体的像，或采用摄像机使衍射光聚焦在荧屏上再现物像。液面全息在工业上能检测粘接或焊接缺陷和固体金属结构中的气泡、杂质及疵瑕。在医学上对乳房癌的早期诊断已经做了大量声全息术的临床试验。声全息能实时成像和对软组织的分辨本领，使它可能被广泛应用于血液循环疾病的诊断以及肌肉、血管和骨骼动力学的观察。声全息不使受检病人受有害的辐射，所以允许长时间和反复对受检病人内部组织进行观察研究。液面全息术在医学上有巨大潜力。

【水声】在海洋中产生、传输和接收的声波。是声学技术的一个重要部分，因为海洋对声波的吸收弱于光和其他电磁辐射波，声学在海洋探测方面因而有许多应用。海洋中声速与压力、温度和盐度有关，大致在每秒 1450—1550 米之间变化（比淡水中约高 3%）。在 1 大气压、摄氏零度和含盐量按重量计为千分之三十五的“标准”条件下，声速约为每秒 1444 米。声波在海洋中传输也伴随着声吸收、声折射、声反射、声散射及传输损失。水声的吸收是由于声波在水中传输交替出现压缩和稀疏时，产生不可逆的发热过程而形成的，海水中吸收率比淡水中大。水声的折射是由于声速随海洋深度而变化，声线随之而弯曲造成的。水平传播距离大于百米时这一效应很重要。例如，逃避探测的潜艇可利用声强很低的影区；确定火箭命中位置可利用声速达到极小值的深海声道。水声的反射是声波碰到海面、海底或水中大障碍物发生的反射。水声的散射是声波从尺寸比波长小得多的目标（海洋生物、自由气泡、悬浮粒子等等）变更方向的一种过程。

【水声换能器】用于发生或接收水声的装置。换能器是将一种形式的能量转换为另一种形式能量的装置。水声换能器能量转换通常基于一些材料的压电效应、磁致伸缩或电致伸缩等性质。声发生器是对这类材料施加给定频率的交变电场或磁场引起该材料在相同频率下的机械振动，并使之同水接触或放入水中就把机械振动传送给水，即发射水声波。水听器则是相反的能量形式转换，水声波的振动声压引起压电效应材料的机械运动，使材料产生电压，电压被放大输出，可由电表读出并记录下来；或者通过扬声器播放出来，用作水下传声器。用作压电换能器的常用材料是石英和罗谢耳盐，用作磁致伸缩换能器的材料是镍和坡莫合金，用作电致伸缩换能器的材料是钛酸钡。水声发生器常用于海洋学、海洋生物学，以获得海洋的有关研究信息。水听器主要用于声纳设备、声纳浮标和其他水声武器。

【水声电话】用水声作传输手段的音频通信方法。功能与常规电话相同，所不同的是信号能量是由水中声波传输的。音频信号由发送点处的水声发生器产生而由水听器来接收。由于水声传播过程中的传输损耗较大，水声电话的距离相当短（大约只几英里）。它的特点是在无线电波不可能传播的洋面下，不用导线连接就能进行通信。因此，它最重要的用途是用于在水下潜水艇之间进行通信。

【回声探测器】用回声测定水深的水声仪器。原理为发射的水声波从海底反射回来，发射和接收声波之间的时间差与水深成正比。为测定深度还必须假设一个声音的平均速度。通常回声探测器所用的频率在 20000—30000 赫的低超声频范围。回声探测器组成包括

用作水声发射器和水声接收器的换能器、振荡器、放大器以及记录显示器。扫描式深度显示记录仪，能提供长久连续的记录。度盘式显示仪则只给出海洋瞬时深度。回声探测器又名水深计，广泛用于船舰导航、测绘海底、探测鱼群、研究海洋生物等。

【室内音质设计】使室内不受外界噪声干扰，而利于保持语言的清晰度和音乐的音质的设计。主要设计内容包括选择位置、布置建筑物内部的房间、设计每个房间的形状和大小、选择和布置吸收和反射材料、进行噪声控制等。房间最佳长宽比不是一个固定的数值，与座位区的大小形状及用不用扬声系统有关。对于大多数房间可采用 2 : 1 至 1.2 : 1 范围内的长宽比。用声反射定律设计天花板和侧墙反射面的合适角度，要谨慎控制反射声，把反射声导向声级不足的区域。在非常大的厅堂中，可能引起回声的侧墙部分应选用高效率吸声材料，或采用扩散声音的“粗糙”表面。在墙上用扩散体、倾斜墙或八字墙也可避免回声。具有每米偏 5 厘米倾斜度的墙就能防止颤动回声。在各种房间的音质设计中还应避免凹面墙和凹面地板，剧场、厅堂的大型凹面后墙会形成回声和延迟的反射声，为使这种反射声转变为有益的反射声，可使后墙上天花板倾斜设计。圆形和椭圆形凹面地板则会产生聚焦效应、声音不均匀分布和回声，可用凸起的扩散面设计来改善这种房间的音质条件。厅堂和剧院内的楼厅设计，为使声能流顺利进入楼厅空间，获得良好的音质效果，应使楼厅设计成凹进部分浅而开口高，一般深度不应超过开口高度的两倍。

【混响】封闭室产生声音或传入声音后，波在室内四壁来回反射，当声源停止辐射后，声音仍保持一段时间声响的现象。适宜的混

响能改善室内音质效果,过量的混响则会破坏室内的音质效果。混响最佳时间跟音频、个人听觉感有关。用于演讲的房间比音乐厅最佳混响时间就短得多,因为混响时间会影响语言的易懂度。音乐的种类不同,最佳混响时间也随之改变。通常混响时间计量标准定为声音衰减至起始声压的 $1/1000$,即声压级下降 60 分贝所需要的时间。按衰减率计算混响时间的公式,则混响时间为房间面积、体积及建筑材料吸收系数等的函数。

【回声】一种反射声波或由于其他原因返回的声波。特点是声强和时差都大至能用某种方法从直达声波中识别出来。多重回声是同一声源引起的一连串各自不能区分的回声。颤动回声则是反射声波依次快速到达时产生的现象。在室内设计时应防止回声和颤动回声对室内音质效果的不利影响。回声广泛用于测距等声学测量问题中。超声回声技术在工业无损检测及医学肿瘤定位应用成效显著。

【消声室】有自由声场的房间。又称自由场室或沉寂室。这种房间墙壁反射必须不太强,把墙壁的反射声降低到最小,需用吸收墙壁材料系数很高的而且墙壁表面应该很大。当墙壁吸收率接近百分之百,就近似达到自由场条件。这种房间通常使用的吸声材料是捆扎在一起的玻璃纤维或矿棉。用几层平行的吸声材料构成相当厚的墙,并获得大的表面。另一类型的墙结构是很长的吸声尖劈,尖劈类似石笋或钟乳石,在大部分声频范围内吸收入射声能达 99%,在地板的正上方水平放置细钢丝绳网以便在房间内可以行走。

【噪声】 见“环境科学”中的“噪声”。

【噪声测量】 定量测定噪声特性的过程。只在噪声场的某些点上作噪声测量。噪声场某时间或频率的各种声特性值的测定，大多采用电子仪器。它的核心部件使用电声换能器，换能器将测点上的声压转换成对应的电信号，电信号经放大处理后，用电表或示波器显示某种噪声特性值。噪声瞬态过程的峰值与持续时间的测定或者计算相关函数，需使用峰值电表、示波器、延时装置和相匹配的滤波器。噪声测量中常用的仪器有声级计、声分析仪。计算平均值和相关性理想的电子数字计算机，愈来愈广泛地应用在噪声测量中。

【噪声控制】 见“环境科学”中的“噪声控制”。

【噪声污染】 见“环境科学”中的“噪声污染”。

【响度】 又称音量或声量，表示听觉所感觉到的声音强弱的程度。响度随物理量声强、声波频率而变化。响度测量单位是方和宋。一个 1000 赫、40 分贝的纯音等于 40 方的响度。相同响度的其他频率，即使强度级高于 40 分贝也为 40 方的响度级。在整个频率范围内，强度越高，响度级越相当于强度级。1 宋为一个 1000 赫、40 分贝的纯音的响度。响度和强度都用对数表示，即在低强度时响度增加很快，较高强度时，响度增加愈来愈慢。响度测量在技术和理论上对噪声研究和控制、通讯设备的分析以及听度量系统的研究都是很重要的。在环境中有一定量的噪声，有利于维持良好的感觉情况。听觉系统利用背景声能保持视觉系统的最大敏感度，

因噪声的察觉与维持警觉和神经活动密切相关。

【消声器】声音经流体（一般为气流）传播而衰减的器件。消声器分为两类：（1）抗性消声器，又名非耗散的消声器，衰减声音的途径是将它反射回到声源，通常利用滤波器、共鸣器及弯管改变气流方向，使声音反射；（2）阻性消声器，又名耗散的消声器，衰减声音的办法是利用吸声材料，声波随气体流经它，声能被它吸收。阻性消声器应用广泛，要求很高的衰减和较低压力降的中频高频情况均可使用。消声器要求有最大吸声效率并且有气流通过的较大截面常用平行板结构设计。

【音乐声】可作为音乐来欣赏的声音。音乐声的物理特性包括：（1）拍，两个音叉以稍许不同频率同时发出纯音，合成为一个声波，其振幅时大时小，频率等于两音叉纯音的频率差，声音强弱周期性变化叫拍；（2）谐和，对应频率比是 1, 2, 3, 4 的两个音之间的音程是谐和音，不同大小音程谐和程度不同，一个和弦是两个以上纯音的组合，其组成纯音的频率比决定它是否和谐；（3）音色（也称音质），音色的特征是分音的多少和强度，乐器音色另一重要特征是辐射的声音中较大振幅分音的频率范围；（4）颤音，使一个音的振幅或频率，或者振幅及频率同时产生平滑周期的变化，其速率为每秒六次左右，这种变化叫颤音；（5）调音律音 A，保证交响乐的乐器能互相调到同音而统一的国际标准调音频率，根据 1955 年国际协议，交响乐调音的律音 A 的频率为 400 赫；（6）调音和调律，整个音阶以一个完全五度（以频率比 $3/2$ 来代表）的上升序列和以若干下降的倍频程（每个倍频程的频率比为 $2/1$ ）来调准，称毕达哥拉斯调音，由每个频率比为 4 : 5 : 6 的

三个连续三和弦的八度重排产生的音程的调谐称自然调谐，自然音调对键盘或有挡子的乐器上调音，因产生拍或其他困难，必须改变音程（调率），用某些折衷的调音称调律。

【音叉】能产生固定音频的叉形器件。受到敲击就发出一个固定音调的纯音。原理是受击而横向振动。柄端纵向振动的振幅较两臂端横向振动的振幅小得多。将叉柄紧压在共鸣板或共振箱上，小振幅的振动以低比率能量传递给共鸣板，振动时间将持续相当长。音叉结构简单、发音纯正、频率恒定。其频率近似正比于臂厚，反比于臂长平方。音叉基频的声输出，是将叉柄连于相同基频的空气柱型的共振箱上。音叉作为频率基准广泛用于音乐声学及驱动电路控制。

【分音】复音中的一个正弦成分。在听觉中分音是不能被人耳进一步分解的单音成分，是决定复音的音色的成分。在物理复合振荡中分音是单一振荡部分。琴弦的物理声通常由许多分音组成。琴弦作为一个整体振动时，许多相等线段将会产生振动，导致空气声的每一个分音。这种分段的特征振动方式能单独发生，不必是复合运动的成分。复音的分音频率是基频（最低频率）的整数倍时称为谐音。分音频率及对应的振动方式的频率不是整数比时，分音和振动方式就不和谐。

【音阶】以一定音程按音乐要求从低到高排列的一串音符。是作曲用的音程排列。当音阶中某个音符重复出现时，可以由乐章的艺术要求改变其频率。音阶的种类和它们具有的音程无限多，但大多数音程为八度。因为男性和女性嗓音自然差别约八度。并且八

度音程是作为乐音第一和第二分音之间自然地出现的音程。差八度的两个音符在音乐中常同等重要，所以用同一字母表示。一个全音阶是在八度中分成两种长短不同的音程，五个是长音程，二个是短音程，常称半音。若以半音大小作单位，在主全音阶中音程的顺序是 2, 2, 1, 2, 2, 2, 1；小音阶（旋律升高）中的音程序列是 2, 1, 2, 2, 2, 2, 1。这些数目表示的相对大小，仅在平均律中是确切的。

【心理声学技术】研究心理与声音世界之间关系的科学。包括：（1）语言的研究，研究的途径为不同语言的识别、分类和组合的意义，借助频率、声压和其随时间的变化等物理量来分析及度量语音，研究发出不同语音中声带、舌、唇的运用；（2）听觉的研究，听觉感觉与声音压力和频率有关，最基本的研究是能够听到的最小声压，称听力阈限，在广阔频率范围测量听力阈限，在这个范围内的声压可用高出阈限的分贝数表示，听力阈限测量对收音机、收放录音机的设计，个人助听器的订做等有实际用途；（3）清晰度试验，在给定条件下测量言语可懂度的方法，包括言语和听觉的直接测量方法，试验时朗读音节或词表，听音人记下听到的语音，听到的正确语音的百分数为言语可懂度，其影响条件为收听位置言语的强度、干扰噪声的强度以及被试系统存在的声或电的失真，清晰度试验用于评价电话装置和电路设计、测定发音人及听音人的效率和缺陷并评价他们使用的辅助设备等方面。

【生理声学技术】研究语音和听觉涉及的生理学问题的技术。内容包括：（1）喉、声门、咽、嘴、舌、齿在发音过程中的作用；

(2) 鼓膜、中耳、小骨、形成内耳的卵、圆窗、耳蜗、基底膜和圆形窗的作用；(3) 听觉过程中声刺激传至大脑的神经作用；(4) 各种声音对人体全部生理的影响。

【超声波发射器】能发射超声波的装置。高于大约 20000 赫的声波称超声波。产生超声波最早的仪器是葛尔登哨和哈特曼发生器。它是将从狭缝喷出的高压空气射流，吹到锐利的金属刀口上产生的高频声波，而使射流速度提高到超声速。现代通常用于空气、液体、固体的超声波发射是用压电或磁致伸缩发射器。功率较高时，采用钛酸钡、钛锆酸铅等铁电陶瓷，或用镍、铁氧体等磁致伸缩材料。一般用于超声焊接、切割、磨损或疲劳试验等。切变超声波发射器大多采用石英的扭变或切变。用于测量液体的切变粘性和切变劲度。

【超声波探伤】利用超声波探测金属、玻璃和陶瓷等内部缺陷的一种方法。是使超声波穿透固体零件，产生反射或中断现象来确定裂纹、气泡等缺陷的存在。使用频率范围为 500 千赫至 15 兆赫。

【超声波测厚】利用超声波测定物件厚度的方法。是一束超声波穿透试件遇边界反射回来，由发出超声脉冲至接收到反回脉冲的时间，或用测位相技术就能在已知声速条件下，准确测量试件厚度。用于被测试件一侧无法接触的情况，如一侧加热。

【超声清洗】利用超声波振动清洗物体表面的方法。超声波振动使液体产生巨大的力量，有效地剥落金属或非金属表面上的颗粒、污染物及油污等。广泛用于清洗手表零件之类的小型零件。

【超声波冶炼】利用超声波振动使某些金属混合而形成合金的方法。不能用常规冶炼术生产的合金，如铅—铝和铅—锡—锌等，需加超声波产生抖动，使铅、锡和锌混合冶炼成合金。

【超声除尘】工业上利用超声波进行除尘的方法。原理是空气中轻粒子能跟随声波快速运动（而重粒子则不能），快速运动的轻粒子撞到并粘附到重粒子上，使空气中小粒子数减少。最终重粒子因自重落至收集板或由电场曳引到板上。用于工业上除尘、收集烟雾、硫酸雾、炭黑等其他物质。

【超声空化】高强度超声波在液体中产生气泡空腔（称空穴），空穴破裂产生极高压力的过程。空化效应在超微粒照像乳胶生产中，使金属和硫黄弥散在溶液中；在冶金中使熔化的金属晶粒更小、结构更细，使合金混合更均匀；在化学中，空化用来将长链聚合物截成较短的链，使聚合物较其他解聚法得到的链长更均匀；空化力还可用于牛奶消毒。

【超声成像】超声束透射过人体组织形成的可见图像。用于超声全息术复现图像。最先使用的方法是德拜—席尔斯超声盒，超声波阵面起光栅作用，使光发生衍射，衍射光聚焦到盒中心，就能获得超声透射过人体组织或物体的细节图像。借助压电晶体把超声波转换为电压差，用电子束扫描晶体上的电压起伏。电压差就调制了电子束的强度，并输出视频信号。信号被放大后控制显像管的电子束强度并与扫描晶体的电子束同步扫描显像管的荧屏，显示出受检样品或人体组织的超声波图像。超声成像广泛用于诊断医

学，特别是对癌或其他赘瘤诊断。

【特超声技术】研究特超声波的技术。频率在 500 兆赫以上的声波称特超声波。其频率接近热骚动的频率，可直接与声子、电子、空穴及铁磁材料中的自旋波发生相互作用。应用硫化镉和氧化锌薄膜换能器、激光声波及热脉冲，使声波频率高达 100 千兆赫。这使声波与媒质中其他热波和电波相互作用得到证实。

计 量 技 术

【计量】“计量”一词使用 40 年来，至今没有确切的统一解释，目前较一致的意见是：计量是利用技术和法制手段实现单位统一和量值准确可靠的测量。所谓技术手段，就是从技术的角度，确定单位制；建立计量基准、标准，制定计量器具检定规程；制定估算测量不确定度规范；研究新的测量原理和方法；研制新的测量器具和培训计量技术人员等等。所谓法制手段，就是在计量工作上实施国家的管理，使计量工作纳入国家的法制工作范围，对计量单位、复现单位量值的计量标准器具、以及进行量值传递的手段和方法都运用法律做出规定，作为各行各业遵循的原则。在这一领域中，通常碰到计量、测量、测试三个词。三者的共性都是解决“量”的问题，但三者的区别是：测量是指为确定被测对象的量值而进行的全部操作过程；测试是指具有试验性质的测量，测量是固定化和成熟了的测试；把为了保持量值统一和量值传递为

目的专门测量称为计量，计量为测量、测试提供单位统一、量值准确可靠的保障。按照涉及专业可分为几何计量、热学计量、力学计量、无线电计量、电磁计量、时间频率计量、光学计量、声学计量、电离辐射计量、化学计量等十大类。根据任务和性质可分为法制计量、普通计量、应用计量、技术计量、质量计量、理论计量、经济计量等。

【几何量计量】又称长度计量。测量几何形体参数的技术。内容包括刻线尺寸（线纹尺寸）、端面尺寸、刻线角度、端面角度、形状和位置误差、表面粗糙度。几何量计量在计量基准器、计量器具和测量方法等方面都有很大发展，19世纪初制出分度值0.1毫米游标卡尺，1867年制出分度值0.01毫米千分尺，1895年制出量块，20世纪初制出百分表、千分表及测微表，30年代制出0.2微米扭簧比较仪，随后制出工具显微镜、光学计、投影仪等光学机械仪器，50年代光学机械仪器进行更新换代，进入70年代以来，由于光栅、激光、电子学、计算机、光电等先进技术的发展 and 不断引入计量技术，各种机、电、光和计算机相结合的仪器不断出现，实现了一个新的飞跃，例如五种激光辐射复现米基准，电子游标尺、千分尺、千分表、水平仪、测微仪的商品化，带计算机圆度仪、电动轮廓仪、激光干涉仪等，最有代表性是三坐标测量机。几何量计量主要用于机械加工中零件及整机的质量保证，使设计和工艺水平提高，并降低生产成本等。

【热学计量】测量热学参量的技术。包括温度计量和热物性计量两大项目。温度计量中，由于不同温度范围需由不同测量装置测出，因而需要分别建立不同温度范围的测温基准和标准，通常根据国

际实用温标将温度分为超高温（6000℃以上）、高温（6000°—630℃）、中温（630°—0℃）、低温（0°至—272℃）、超低温（—272℃至近于绝对零度）。热物性计量包括膨胀系数、热导率和比热等。工业生产中钢铁冶炼、玻璃、陶瓷、硅酸盐等的温度控制，医疗卫生及日常生活都离不开温度测量。热物性计量在探索和研制新的金属和非金属材料中有其重要的作用。

【力学计量】测量力学参量的技术。包括质量、压力、真空、测力、硬度、容量、密度、粘度、力矩、转速、流量、振动和重力加速度等。质量计量分为20公斤以上大质量、20公斤至1克中质量和1克以下小质量三个范围。压力计量分为超高压、高压、低压、微压四个范围。真空计量分为粗真空、低真空、高真空、超高真空四个范围。测力计量主要用于材料的强度及机动车辆的牵引力等力值的测量、测力机有50、100、500、1000、3000、4500、5000吨等。力学计量与工农业生产、交通运输、建筑、国防及人民生活息息相关，例如各种材料的应力、硬度，交通工具的牵引力、火箭发动机的推力，轧钢轧辊的压力等等。

【电磁计量】测量电磁参量的技术。它包括电学计量和磁学计量。电学计量是指从直流到音频电量的计量，包括电流、电压、电阻、电容、电感五个基本项目及电场强度、电功率等其他一些电学量。磁学计量主要是磁场、磁通和磁矩，以及各种磁性材料样品的检定。电磁计量具有较高的准确度和灵敏度、能连续测量、便于记录及远距离测量等特点，在长度、光学、热学、力学等计量中，越来越多地采用电磁计量手段，在工农业生产中也得到广泛应用。

【无线电计量】又称电子计量。是测量电子参量的技术。无线电计量起源于电磁计量并与之紧密相关，它们的共同特点是其计量参数都是电磁量。但二者有重要的区别，一是无线电计量通常指 30 兆赫至 110 吉赫频段内的计量，但这一界限并不是明确的规定，实际上有些频率很低（ 10^{-9} 赫），甚至直流的电子器件及设备也包括在其计量范围之内；二是依据的理论基础和计量手段不同，无线电计量以电子技术为理论基础，多以电子测量仪器为计量手段，电磁计量以电工技术为基础，多以电工仪器为计量手段。计量项目包括电压、电流、功率、阻抗、电感、电容、介质损耗、衰减、驻波、相位、调制度、失真、脉冲、频谱、场强、干扰、噪声和频率等。无线电计量在科学技术、军事、工农业生产、生活等领域应用很广，例如飞机、船舶导航，卫星的遥控遥测，导弹制导、通讯、诊断医疗设备、视听设备等。

【时间和频率计量】研究时间参量统一和准确测量的技术。时间和频率两个物理量是描述同期现象的不同侧面，两者在数学关系上互为倒数，用公式表示为 $f=1/T$ ，两者共用一个标准源。时间的单位秒是七个基本单位之一，而频率的单位赫兹是导出单位。先建立有稳定周期的频率标准源，再利用其输出频率的周期和周期的积累，并确定时刻起点而得到时间标准。时间和频率的标准是原子频标，其准确度可达到 10^{-13} 量级，常用的有铯原子钟、氢原子钟和铷原子钟等。近年来正在研究和探索利用激光稳定频率建立频率标准。

【光学计量】测量光学参量的技术。计量范围为波长 50 微米到 10 纳米的波段，即从远红外到真空紫外的波段。计量内容包括光度

(光通量、光强度、光照度、光亮度等)、色度、辐射、感光度、材料光学特性、几何光学和光学纤维参数、激光参数等。广泛应用于科学研究、交通通讯、彩色摄影、遥感技术、纺织、颜料、涂料等部门。

【放射性计量】 又称电离辐射计量，是测量微观粒子参量的技术。它起源于 X 射线的发展和应用。1895 年 X 射线发现后并迅速应用于医学，就提出了 X 射线计量问题，1952 年成立国际辐射单位与测量委员会 (ICRU)，专门从事这方面的研究工作。计量工作包括放射计量标准、死时间的测量、 α 粒子能谱测量、X 和 γ 射线的测量、照射量标准的建立、吸收剂量的计量、中子测量等。它们的应用很广，例如工业上的射线探伤、测量，农业上的育种，医学上的治疗及人类健康环境监测等。

【声学计量】 测量声学基本参量的技术。主要内容有电声、超声、听力和水声计量四个方面，以电声计量内容最多。在声学领域内计量参量是频率、周期、波长、声压、声功率、声阻抗、声导纳、声抗、声扭、声顺、响度、噪度等。应用于监测人的声学环境、材料的超声探伤、医学的超声波检查及治疗、渔业生产中探测鱼群、广播及影视事业、军事等。

【化学计量】 用物理测量方法对化学参量进行计量的技术。即借助高准确度的计量装置及各种标准物质，通过标定工作的仪器仪表，对化学成份、特性等内在参数进行计量，并保证化学参量准确一致的一门计量学。化学计量的特点是以建立标准物质作为量值传递的重要依据。应用广泛，例如钢铁、环境污染和临床化验中的

成份测定，化肥生产及土壤的酸度测定，采暖通风及食品工业的温度计量及核领域的计量等。

【量】又称可测量，用于描述物理现象和物体特性的量称为可测量，简称量。如距离的长短形成长度的概念，冷热形成温度概念等，在计量领域中涉及的问题都是量的范畴，例如长度、质量、时间、波长、速度、温度等。量是计量科学研究的基本对象。

【量值】用数值和计量单位的乘积来表示量的大小。由于采用计量单位不同，同一量可以得到不同的量值，但是量本身的大小并没有变化，例如 3 千米与 3000 米。

【量值传递】通过计量检定，将国家计量标准器所复现的计量单位的量值，通过一定法制形式，逐级传递到基层直接使用的计量器具，以保证对被测对象所测得量值的准确和一致的过程。为了保证量值传递的准确可靠，通常采用法律形式制定出计量器具等级系统图，以明确表示某种计量单位从最高准确度的计量器具开始，如何将量值逐级传递到基层工作用的计量器具的传递路线，以及传递过程所需的计量器具的准确度等级和工作范围。每个使用单位根据实际情况，按规定确定自己的最高基准及配齐传递所用的计量器具。

【计量单位】标志可测量大小的单位（或测量单位）。它的特点是有明确的定义和名称，并令其数值为 1 的固定值。例如 1 米的定义是 1983 年第 17 届国际计量大会确定的，“米是光在真空中 $1/299792458$ 秒时间间隔内所经过的距离”。

【单位制】由一组选定的基本单位和由定义方程式与比例因素确定的导出单位组成的一个完整的单位体制。基本单位选择不同，组成的单位制也就不同。例如米制、国际单位制、英制等。1959年中国明确规定米制为基本计量制度。

【米制】单位制的一种。米制名称的来源是因为这种单位制最初只选择米作为基本单位，其他单位由米导出。例如千克是一立方分米的水在密度最大时的质量。米制创立于1795年，1875年由20个国家承认为国际上通用单位制，经过不断完善和发展，在米制基础上，1956年国际计量委员会（CIPM）将21个国家同意的计量单位制草案命名为国际单位制（SI），1960年第十一届国际计量大会正式通过国际单位制。

【国际单位制（SI）】在米制基础上发展起来的国际通用单位制。经过几届国际计量大会修改，到1971年第十四届国际计量大会后，发展成为由七个基本单位、两个辅助单位和十九个具有专门名称的导出单位组成。所有单位都有一个主单位，利用十进制倍数和分数的十六个词头，可组成十进倍数单位和分数单位。国际单位制并不能解决一切领域的问题，所以在给定单位制之外，又建立一些单位，称之为国际单位制的制外单位，例如小时、度、升、吨等。国际单位制概括了各门科学技术领域的计量单位，形成有机联系，命名方法简单、科学性强，使用方便，易于推广。

国际单位制

	量的名称	单位名称	单位符号
基本单位	长度	米	m
	质量	千克(公斤)	kg
	时间	秒	s
	电流	安〔培〕	A
	热力学温度	开〔尔文〕	K
	物质的量	摩〔尔〕	mol
	发光强度	坎〔德拉〕	cd
辅助单位	平面角	弧度	rad
	立体角	球面度	sr
具有专门名称	频率	赫〔芝〕	Hz
	力;重力	牛〔顿〕	N
	压力;压强;应力	帕〔斯卡〕	Pa
	能量;功;热	焦〔耳〕	J
	功率;辐射通量	瓦〔特〕	W
	电荷量	库〔仑〕	C
导出单位	电位;电压; 电动势	伏〔特〕	V
	电容	法〔拉〕	F
	电阻	欧〔姆〕	Ω
	电导	西〔门子〕	S
	磁通量	韦〔伯〕	Wb

	量的名称	单位名称	单位符号
	磁通量密度; 磁感应强度	特〔斯拉〕	T
	电感	亨〔特〕	H
	摄氏温度	摄氏度	℃
	光通量	流〔明〕	lm
	光照度	勒〔克斯〕	lx
	放射性活度	贝可〔勒尔〕	Bq
	吸收剂量	戈〔瑞〕	Gy
	剂量当量	希〔沃特〕	Sv

构成十进倍数和分数单位词头

因数	原文(法)	中文	符号
10^{18}	exa	艾〔可萨〕	E
10^{15}	peta	拍〔它〕	P
10^{12}	téra	太〔拉〕	T
10^9	giga	吉〔咖〕	G
10^6	méga	兆	M
10^3	kilo	千	K
10^2	necto	百	h
10^1	déca	十	da
10^{-1}	déci	分	d
10^{-2}	centi	厘	c

因数	原文(法)	中文	符号
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	纳〔诺〕	n
10^{-12}	pico	皮〔可〕	p
10^{-15}	femto	飞〔母托〕	f
10^{-18}	atto	阿〔托〕	a

【中国法定计量单位】 中国法律规定的计量单位。1984年2月27日，国务院发布《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，对中国法定单位的名称、符号和非法定单位的废除办法等都作了明确的规定。中国法定计量单位包括：国际单位制的基本单位、辅助单位、导出单位；国家选定的非国际单位制单位；由以上单位构成的组合形式单位；由词头和以上单位所构成的十进制倍数和分数单位。下表表示国家选定的非国际单位制单位。

国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号
时间	分	min
	〔小〕时	h
	天〔日〕	d
	〔角〕秒	($''$)

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	〔角〕分	(′)
	度	(°)
旋转速度	转每分	r/min
长度	海里	nmile
速度	节	kn
质量	吨	t
	原子质量单位	u
体积	升	L, (l)
能	电子伏	ev
级差	分贝	dB
线密度	特〔克斯〕	tex

【计量法】有关计量方面的法规。中华人民共和国计量法由全国六届人大常委会第十二次会议于1985年9月6日通过,自1986年7月1日起施行。其目的是加强计量监督管理,保证国家计量单位制的统一和量值的准确可靠,有利于生产、贸易和科学技术的发展,适应社会主义建设的需要,维护国家、人民的利益;国家有计划地发展计量事业,不断加强计量工作,为工农业生产、国防、人民生活提供计量保证;在中华人民共和国管辖范围内,建立计量基准器具,计量标准器具,进行计量检定,制造、修理、销售、

使用计量器具，必须遵守计量法；必须采用法定计量单位；计量法是进行计量管理和计量监督的依据，违反计量法的行为即是违法行为，必须分别情况分别给以行政处罚、行政处分以至追究刑事责任。

【计量管理】对计量单位、量值传递、计量器具及计量机构等，通过法律、行政和技术手段，进行科学管理的活动。内容包括：（1）计量单位的管理，确定国家采用的计量制度和颁布国家法定计量单位；（2）量值传递管理，国家按就地就近、经济合理原则组织全国量值传递网，进行法定计量基准和各等级法定计量标准的管理，计量检定系统的管理和计量器具检定规程的管理；（3）计量器具的管理，包括新产品的定型、投产、使用、修理和销售等；（4）计量机构的管理，中国计量行政管理部门是国务院主管全国计量工作职能机关，其所属计量技术机构，为统一国家计量制度、统一全国量值、执行计量监督管理提供技术保证和测试服务。县级以上地方各级人民政府计量行政管理部门是同级人民政府的职能机关，主管本行政区域内的计量工作，其所属各级计量技术机构，为在本行政区内对社会执行计量监督管理提供技术保证和测试服务。

【国际计量组织】世界范围的国际性计量组织。主要有三个：（1）国际计量局（BIPM），米制公约组织的办事机构，最高权力机关是每六年召开一次的国际计量大会（CGPM），国际计量委员会（CIPM）由成员国推举的委员组成，具体领导国际计量局工作，1875年成立，1977年5月20日中国成为正式会员（它的基本任务是发展国际单位制；确定计量基本单位的定义；建立和保存国

际计量基准；建立新的计量基准和提高现有基准的精度；进行检定和比对工作)；(2) 国际法制计量组织 (OIML)，最高决策机关是国际法制计量大会，咨询机构是国际法制计量委员会，国际法制计量局是该委员会领导下的常设办事处，1955 年 10 月 12 日由 24 个国家发起成立，总部在巴黎，1985 年 4 月 25 日中国成为正式会员（它的宗旨是确定法制计量的一般国际原则；制定国际性的有关计量技术法规；交流新的检定方法；协调各国因制造、使用、检定计量器具而出现的问题）；(3) 国际计量技术联合会 (IMEKO)，从事计量技术与仪器制造技术的交流组织。

【计量器具】能用于直接或间接测出被测对象的仪器仪表、量具、装置和用于统一量值的标准物质。它是国家法定计量单位和国家计量基准单位量值的物化体现，是进行量值传递，保证全国量值统一的物质基础，是完成测量工作的重要手段，国家依法管理计量器具。按规定计量标准和计量器具共 12 类，其中长度计量器具 96 种，热学计量器具 22 种，力学计量器具 89 种，电磁学计量器具 48 种，无线电计量器具 81 种，时间频率计量器具 23 种，声学计量器具 14 种，光学计量器具 28 种，电离辐射计量器具 27 种，物理化学计量器具 40 种，标准物质 13 种。专用计量器具不包括在内。

【计量器具合格率】衡量计量器具管理好坏的指标。可分为：(1) 工作计量器具周检合格率，即 $Z_{\text{合}} = Z_{\text{检}} / Z_{\text{总}} \times 100\%$ ， $Z_{\text{总}}$ 为使用及流转中应按周期检定计量器具总数， $Z_{\text{检}}$ 为 $Z_{\text{总}}$ 中一次检定合格的计量器具数；(2) 工作计量器具抽检合格率，即 $Q_{\text{合}} = Q_{\text{检}} / Q_{\text{总}} \times 100\%$ ， $Q_{\text{总}}$ 为使用及流转中计量器具按比例随机抽检总数； $Q_{\text{检}}$ 为

$Q_{\text{总}}$ 中合格数, $Q_{\text{合}}$ 能真实地反映生产现场计量器具合格水平与管理水平, 抽检比例一般为 10—30%, 如数量过多, 可根据具体情况确定, 但要求不少于 5 个品种, 每种不少于 50 台件; (3) 计量标准器具周检合格率, 即 $S_{\text{合}} = S_{\text{检}} / S_{\text{总}} \times 100\%$, $S_{\text{总}}$ 为按规定应送上一级检定部门检定的企业已建立的计量标准器具总数; $S_{\text{检}}$ 为检定合格数。

【互换性】指同一规格的一批零件或部件中, 任取一件, 不需经过任何选择、修配或调整, 就能装配在整机上, 并满足使用性能要求的特性。它是许多工业部门产品设计和制造的重要原则。在机械制造中, 按决定参数及使用要求可分为几何参数互换性与功能互换性。前者指规定几何尺寸、形状等参数公差, 保证零件的几何参数具有互换性, 此为狭义互换性; 但是要满足产品的使用性能要求, 还要对零件的物理性能、化学性能、机械性能等参数提出适当要求, 以达到功能参数的互换性, 称为功能互换性, 此为广义互换性。互换性是重要的生产原则和有效技术措施, 在日用工业品、机床、汽车、电子产品、军工产品等各部门中都广泛采用。

【基本尺寸】指设计时给定的尺寸。它是根据零件的强度、刚度、结构和工艺性等要求确定的。在设计时确定基本尺寸, 特别是在确定配合关系的基本尺寸时, 必须尽量按各部门规定的标准尺寸系列选用 (标准尺寸见 GB2822-81), 以减少定值刀具、量具的种类。它是计算极限尺寸和极限偏差、实际偏差的基数。

【公差】尺寸公差的简称。是指允许尺寸的变动量。公差等于最大

极限尺寸与最小极限尺寸之差值,也等于上偏差与下偏差之差值。标准公差是指标准公差表格中列出的任一公差,除尺寸公差外,还有表面形状公差、相互位置公差等。公差数值的大小表明零件加工易难的程度,即表明零件制造精度的要求。

【配合】指零件公称尺寸相同时,相互结合的孔和轴公差带之间的关系。在孔和轴的配合中,孔的尺寸减去轴的尺寸所得的代数差,当差值为正时是间隙;为负时是过盈。配合分为三大类:(1)间隙配合,任取一对孔、轴相配,具有间隙的配合,此时孔的公差带在轴的公差带之上,间隙的大小决定两配合件相对运动的活动程度;(2)过盈配合,任取一对孔、轴相配,具有过盈的配合,此时孔的公差带在轴的公差带之下,过盈的大小决定两配合件连接的牢固程度;(3)过渡配合,任取一对孔、轴相配,可能具有间隙或过盈的配合,此时孔的公差带与轴的公差带相互交叠。

【形状和位置误差】加工后零件的实际形状和位置对理想形状和位置的偏离。对于精密零件,它的存在直接影响其配合性质和工作性能,因此对这些零件,除给定尺寸公差外,还应给定形状和位置公差值。形状公差包括直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度。位置公差包括平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度、位置度、跳动和全跳动。

【表面粗糙度】指表面微小峰谷的高低程度和间距状况,即微观几何形状误差。是由切削加工过程中的振动、刀痕、摩擦、撕裂及表面塑性变形等原因造成的。《表面粗糙度》中国国家标准是1983年修订的(GB3505-83, GB1031-83 及 GB131-83)。评定参数有:

(1) 与高度特性有关参数, 即轮廓算术平均偏差、微观不平度十点高度及轮廓最大高度; (2) 与间距特性有关参数, 即轮廓微观不平度的平均间距、轮廓单峰平均间距; (3) 与形状特性有关参数, 即轮廓支承长度率。表面粗糙度对零件使用有重要的作用, 它将影响到摩擦力的大小、磨损的快慢、接触刚度的好坏、抗疲劳强度的能力、抗腐蚀的能力、配合性质稳定性及密封性能。

【阿贝 (Abbe) 原则】在长度测量中, 将仪器的标准刻尺安放在被测尺寸的延长线上而保证测量误差最小的原则。即仪器的标准刻尺和被测尺寸应按串联形式排列。如千分尺、比长仪、测长仪都符合阿贝原则。1890 年由阿贝提出。合乎阿贝原则的仪器, 由于导轨运动直线度的角误差 φ 产生的误差 $\Delta=L\varphi^2/2L$ 为被测长度, 通常称为二次误差, 一般可忽略不计。后来, 布莱恩 (J·B·Bryan) 发展了阿贝原则, 他建议将传统阿贝原则叙述更改为更普遍的含义, 即: (1) 一条直线传统含义; (2) 若导轨运动直线度没有角误差; (3) 计算出导轨运动中角误差的影响然后加以补偿。遵守了上述三条中的一条, 就遵守了阿贝原则。

【泰勒原则】又称极限尺寸判断原则。一种工件验收的原则。1905 年由泰勒提出。当圆柱体表面有尺寸偏差又有圆度、直线度等形状误差时, 为了保证工件的配合要求和可装配性, 工件尺寸应按下述泰勒原则进行检测: 孔和轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸; 在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。即对于对孔来说, 其作用尺寸 \geq 最小极限尺寸, 实际尺寸 \leq 最大极限尺寸; 对轴来说, 其作用尺寸 \leq 最大极限尺寸, 实际尺寸 \geq 最小极限尺寸。对极限量规检验而言, 通规用于控制工件的作用尺寸,

其作用面的长度应等于工件配合长度，形状是理想圆柱面；止规用于控制工件的实际尺寸，其作用面应是点状的不全形圆柱面。当然，在实际应用中，在能保证不影响工件使用性能的前提下为了使用方便，并不完全遵守泰勒原则。

【正确度】在规定条件下，测量结果对其真值的偏离程度。反映系统误差的大小。

【精密度】简称精度。指在一定条件下进行多次重复测量时，各测得值之间的接近程度。反映随机误差的大小。

【准确度】又称精确度。指在一定条件下进行多次重复测量时，测量结果对真值的接近程度。即所有测得值对其真值的接近程度和各测得值之间的接近程度，表示了系统误差与随机误差的综合。

【计量光栅】在玻璃或金属基体上刻划很密的标尺或度盘。在长方形基体上刻有均匀而平行线纹的称为长光栅，一般线条宽和缝宽是相等的，每一线条宽和缝宽称为一线对，或称一个栅距，常用的是每毫米刻 25、50 和 100 线对，即每个栅距分别代表长度 0.04、0.02 和 0.01 毫米。在圆形基体上沿一定刻划半径的圆周刻线的光栅称为圆光栅，当所有刻线通过中心时称径向圆光栅，当所有刻线相切于中心一小圆时称切向圆光栅，常用的圆光栅在一周刻 10800 到 64800 线对，即每个栅距代表 $2'$ 到 $20''$ 。普通光栅以增量码反映位移量，没有确定的零位，应用不便，因此出现了零位光栅，即在光栅刻线区之外的某一对应位置上，再刻制一组零位栅线，作为光栅的固定零位。利用光栅不是根据个别刻线的

位置，而是利用它所形成的莫尔条纹来实现。这是一种新发展起来的长度标准器，广泛用于代替旧式仪器中的标尺和度盘，以实现数值显示、测量自动化和自动控制等，中国在万能工具显微镜、齿轮单面啮合检查仪、光学分度头等仪器中采用。

【莫尔条纹】两块栅距相同、线条宽和缝宽相等的长光栅，当它们的刻线面彼此平行相靠近，其刻线方向相交成一个很小的夹角时，在与光栅刻线大致垂直的方向所产生的亮暗交替的条纹。它的几何光学原理是：当一块光栅的黑刻线挡住另一块光栅的透光线缝部分时形成一条暗带，而两块光栅的黑刻线相叠合，两块光栅的透光线缝互不遮挡，形成一条亮带，得到亮暗交替的条纹。圆光栅的莫尔条纹形状，用二块径向光栅叠合并保持一个不大偏心量，在与光栅偏心量相垂直方向上看到亮暗相替圆弧曲线；用二块切向光栅，且切向相反而切线圆半径不同时，莫尔条纹是一个圆环，称环形莫尔条纹。光栅用于测量就是利用每移动一个栅距，对应移动一条莫尔条纹的原理，通过接收到莫尔条纹数多少，就可计算出光栅移动距离。

【感应同步器】利用定尺和滑尺的感应绕组和激磁绕组之间相对位置的变化所产生的电磁耦合的变化，发出相应的位移信号进行测量的仪器。它是一种测量标准器。直线式感应同步器可用作长度标准尺，圆感应同步器用作角度标准度盘。其特点是对环境条件要求低，信号易数字化，结构简单，接长方便，测量精度为 ± 2.5 微米/250毫米，或 ± 1 角秒。适用于移动距离大的机床、三坐标测量机等作测量元件。

【磁栅】一种录有间距准确的磁化信号的磁性标尺式磁盘。利用磁尺与磁头移动一个栅距，漏磁通变化一个周期，从而得到电压信号变化进行测量。磁尺用于作长度标尺，磁盘用于作度盘标准。具有信号易数字化、结构简单、录磁制作方便、成本低等特点，但易受外界磁场影响，需进行屏蔽。精度为 0.01 毫米/米，最高工作速度为 12 米/分，使用温度 0—40 摄氏度。应用在大型机床作测长标尺。同轴型磁尺适用于小测量范围的量仪使用。

【圆柱形工件的检测】对圆柱形工件进行测量的方法和测量器具等的选择及实践的过程。常用的两种基本检测方式为：（1）专用极限量规检验，只能判断合格与否，适用于大批量生产；（2）通用量具进行测量，可用直接测量法或间接测量法测出工件的实际尺寸。常用测量圆柱体轴的仪器有游标卡尺、千分尺、杠杆千分尺、电感测微仪、机械测微仪、扭簧比较仪、千分表、立式及卧式测长仪、立式及卧式光学计、工具显微镜、接触式干涉仪、0.2 微米光学计、0.2 微米光栅测长仪及三坐标测量机等；测量圆柱体孔的仪器有游标卡尺、内径千分尺、内径千分表、卧式光学计、卧式测长仪、工具显微镜、小孔径干涉测量仪、NPL 自准式测孔仪、表面反射测量仪及三坐标测量机等。

【直线度测量】指直线度测量方法和测量器具等的研究、选择和实践过程。是常见基本测量项目，应用于工件及整机装调中的直线度误差测定。常用测量方法及仪器有以下几种：（1）光隙法测量，以刀口尺、三棱尺作为理想直线，与工件表面紧密接触，在一面照明，在另一面观察间隙透光情况以判断间隙大小，照明条件良好时可判断 1 微米间隙；（2）自准直仪测量，应用自准直仪光轴

作为理想直线,把被测直线分为若干等距离节距进行逐段测量,从首点测至终点再按原测点返回共测二次,取其平均值进行数据处理或用作图法求出误差值,水平仪与准直仪一样用节距法测量;(3)激光准直仪测量,以激光光轴作为基准线,克服传统准直仪由于照明条件限制其工作距离短的缺点,应用光电接收进行直接测量。在高层建筑电梯安装、飞机、造船等行业中采用,中国生产激光准直仪,JZ-D型精度为 5×10^{-6} 米,双光束准直仪在0—30米内精度为 1×10^{-6} 米。

【平面度测量】平面度测量方法、器具的选择和实践的过程。是几何量中常见测量项目。采用的测量器具与方法大都与直线度测量相同,常用测量方法有:(1)涂色法检验,用平面度误差值低于被测平面误差值3—5倍的平板作为理想平面,涂上红丹粉后与被测平面对研,观察被测表面附着颜色的点数作出判断;(2)指示表测平面度,被测工件与指示表架都安装在基准平板上,然后按要求布置点位测出各点误差值(以上二种方法广泛用于车间生产现场);(3)干涉法测量,用光学平晶作为理想平面,使之与被测表面紧密接触,观察光波干涉条纹判断平面度误差,适用于高精度小平面,例如量块、透镜等;(4)自准直仪、水平仪测量,按一定的布点与方向逐点测量,测量方法与直线度一样,然后通过数据处理或作图法得到误差值。由于平面度数据处理复杂,目前不少单位用计算机进行计算。以测25点为例,人工计算需几小时,用IBM微机计算只需50秒。

【表面粗糙度测量】表面粗糙度测量方法、测量器具选择和实践的过程。测量方法分为定性检验和定量测量。定性检验一般是与样

板作比较；定量测量是用仪器直接测出某一评定参数值，常用的仪器有双管显微镜、干涉显微镜及电动轮廓仪。双管显微镜是根据光切原理进行测量，可方便测量微观不平度的十点高度值（其测量范围为 0.8—80 微米）及轮廓最大高度值，干涉显微镜是利用光波干涉原理形成干涉条纹进行测量，同样是测这两个数值，但其测量范围在 0.8 微米以下。电动轮廓仪是针描法进行接触式测量，通过触针在工件表面匀速滑动，当表面微观不平时使触针上下运动，其大小由传感器（电感式、电压式等）转换成电讯号检出处理，其测量范围为轮廓算术平均偏差 0.02—5 微米，还可测出轮廓不平度平均间距值、轮廓单峰平均间距及轮廓支承长度等，最先进轮廓仪由计算机控制。上述仪器中国均能生产。

【角度和锥度测量】角度和锥度测量方法、测量器具的选择和实践的过程。几何量计量重要组成部分，常用的有：比较测量法，用角度量块、角度样板、90°角尺、圆锥量规以及平台、圆柱、圆球、正弦规等工具进行间接测量，这些简单测量方法有时可达较高精度及解决某些特殊工件的测量问题；用角度规（游标角度规、光学角度规、正弦角度规）进行直接测量，其特点是使用方便，但精度不高；应用测角仪及自准直式测角比较仪测量，测角仪按其仪器总精度可分为高精度（ $\leq \pm 1''$ ）、中等精度（ $\leq \pm 5''$ ）、低精度（ $\leq \pm 10''$ ）三类；应用光学分度头测量中心角及角度块也是常用方法；用普通型仪器测量，例如在万能工具显微镜上，用分度头、分度台等附件测量锥度、角度、中心角等，在投影仪上用标准样板进行比较测量。高精度的小角度测量可用光波干涉法。用棱镜、透镜干涉仪可测量光学棱镜角度，示值范围不大于 3'，测量误差 $\pm 0.1''$ 。用三坐标测量机测角度尤其方便。

【螺纹测量】指螺纹测量方法、测量器具的选择和实践的过程。常用的方法有：工具显微镜测量，即用影像法和轴切法测量外螺纹的中径、螺距、牙形半角、大径、小径等五个参数；带有特殊光源附件的还可用干涉法测量，此法瞄准方便，精度高；带有内测附件的还可测量内螺纹的中径和螺距。对低精度螺纹可用螺纹千分尺测中径。对高精度螺纹可用三针法测中径，还可在万能测长仪或卧式光学计上用双球法对内螺纹中径进行比较测量。用丝杆动态比长仪及激光丝杆动态检查仪可测量丝杆螺旋线误差等。至于高精度圆锥内、外螺纹的测量要采用专用仪器或三坐标测量机。

【圆柱齿轮测量】指齿轮参数测量方法、测量器具的选择和实践过程。中国生产主要仪器及其测量项目见下表。此外，用其他测量仪器也能检测齿轮的某些项目，如在万能工具显微镜上用极坐标法测量齿轮渐开线，部分三坐标测量机也可测量齿轮，对小齿轮可用投影仪放大后用标准样板进行检验。

国产主要仪器及其测量项目

仪器名称	测量项目	被测齿轮精度等级
单面啮合综合检查仪	切向综合误差和一齿切向综合误差	3 或 4—7
双面啮合综合检查仪	径向综合误差和一齿径向综合误差	7—11

仪器名称	测量项目	被测齿轮精度等级
万能测齿仪	齿距累积误差、齿距偏差、基节偏差、齿圈径向跳动、齿厚偏差、公法线长度变动量、公法线平均长度偏差	4—6
周节(齿距)仪	齿距累积误差和齿距偏差	7—11
基节仪	基节偏差	7—11
跳动检查仪	齿圈径向跳动和齿向误差	8—11
公法线千分尺	公法线长度变动量和公法线平均长度偏差	8—11
万能渐开线检查仪	齿形误差	4—6
单基圆盘渐开线检查仪	齿形误差	6—8
齿厚游标尺	齿厚偏差	9—11
光学测齿卡尺	齿厚偏差	8—11

【在线测量】 加工过程中的测量。在加工机器上装上检测装置,对加工中的工件进行检测,通过传感器把信号取出并处理后反馈执行机构操纵机器按预定规范运动,组成从机器到检测的封闭

式自动加工系统。它是提高效率、在线控制、掌握加工尺寸和减少废品的有效途径。目前多应用于内圆、外圆、平面、轴承等精加工工序中,其精度可达 ± 0.5 微米/8小时。此外,在棒材、线材热加工,包芯电线,橡胶辊软体材料加工精度要求不高的特殊场合,用光学测长装置进行非接触式在线测量也已用于生产现场。

办公自动化设备

【办公自动化设备】实现办公自动化所需设备的总称。分为硬设备与软设备两类。硬设备中又分三类:(1)计算机设备,各类办公用大、中、小型机、微型机网络控制器、数字和文字处理机、口授机、图文处理设备、电子会议设备、多功能工作站;(2)通讯设备,多功能电话、电报机、传真机、局部网络、程控自动交换机、微波站及地面卫星站;(3)办公机械类,电子打字机、光学字符阅读器、绘图仪、复印机、激光打印机、缩微设备、光盘、电子照拍机、轻印刷设备、碎纸机、装订机、分页机。软设备包括:数据库、公用应用软件和专用应用软件等。

【电子打字机】带有微处理器和配有能显示两行字的液晶显示器的文字输入设备。具有键盘,可存储少量原文,能提供一些常用的编辑和格式设计功能,能将编好的文件打印输出,有些还配有与计算机终端连结的通讯接口。

【文字处理机】具有微处理器（带较多主存和外存）和大型液晶显示屏幕的文字处理设备。通过键盘可在显示屏上对大量中外原文进行输入、编辑并有监控功能。编好的文件可打印输出或存储在软磁盘上。有些文字处理机还有专门接口，可与计算机通讯，可为计算机印字输出，还可接扫描器直接输入，印字印图形。

【光学字符阅读器】通过扫描把打印或印刷的字符转换成数字信息并存储起来的装置。通过接口可直接输入计算机或其他文字数据处理系统，直接进行编辑或制表。是最快的信息输入装置之一。

【办公用计算机】办公自动化系统中使用的计算机。在系统中必须有一台（或多台）小型机以上的主计算机，对整个系统进行统一管理，同时为各种以微处理机为核心配有相应输入输出设备和通讯设备的工作站提供集中的数据库。当采用一般通用计算机时，应配备系统管理软件（办公室基本软件）和办公室应用软件包，也应配有与通讯网络连结的软、硬件接口。通过通讯线路将分散在不同地点的多个具有独立功能的计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通讯则构成计算机网络，从而实现办公室自动化系统的数据、文字、图像等信息的流动，完成打印服务、电子文件服务、图形图像服务、电子邮政服务、电子会议服务、电话更换服务等功能。

【光盘】利用受调制的细束激光照射到圆形盘面不同位置介质上使之产生物理、化学变化从而改变光学性质以进行记录；用细束激光照射扫描介质表面靠各信息点光学性质不同进行信息提取的信息存储器件。在记录状态时，载有音频、视频或文件信息的调制

激光束被聚焦成直径为 1 微米左右、高能量密度的光点，照射到介质表面使之产生永久变形（如烧蚀成孔）或使磁性膜磁化或再使介质表面结晶状发生改变，从而在盘面上形成螺旋线（或同心圆）状的一系列长短不同凹坑或其他形式的信息记录点。在读出状态时，用激光束聚焦在盘面永久变形类和结晶相变类的介质信息记录点上，则由于反射率的不同，反射光被调制，经光电检测元件接收变为电信号；当聚焦在光磁材料信息记录点上，则作为信息载体的磁化方向通过反射光的偏振状态被检测出。光盘存储的特点是：（1）存储密度高，每毫米可达 5×10^5 位；（2）容量大，直径 300 毫米的数字光盘上，存储总容量为 8×10^{10} 位；（3）写入读出率高；（4）每信息位价格低易复制；（5）非接触写入与读出，不易受损；（6）可和计算机联机使用，有随机寻址能力；（7）存储寿命约 10 年左右，比磁盘高但比缩微胶片低。光盘按其特点分为两种：（1）写后直读型，具有写入和读出两种功能，据记录介质和记录方式的不同，又分为一次写入类和可擦重写类，前者的信息点是介质永久变形造成的，主要用于文件档案、图书资料、图纸图像的存储，后者的信息点是由介质结晶相变或磁化方向变化形成的，适用于计算机外部存储设备；（2）只读型，只能再现事先复制的光盘信息，用户不能自行追加记录，多用于激光唱盘和视盘，以存储声音和图像。

【缩微胶片】对原稿进行高倍率缩小而得到具有微粒子高解像力图像的胶片。特点是：（1）高密度存储，体积小，代替普通纸存储可节约 90—98% 的库存面积，便于发行、传递和交流；（2）模拟信息存储，记录准确，精确度高，与原件有同等法律作用；（3）保存时间长（可达 500 年），有利于重要珍贵文献的保护；（4）规格

统一，便于管理；(5) 制作容易、复制简便，成本低；(6) 检索查找较慢，与计算机联机困难。按胶片形式分为：(1) 卷式缩微胶片(展开长度 30.5 米)，宽 16 毫米的胶卷主要用于图书、文档、文献、资料、票证等，宽 35 毫米的胶卷用于报纸、地图及工程图纸等；(2) 缩微平片，规格为 105×148 毫米，可含 60、98、112……等不同数量的缩微画幅，多用于杂志、论文、目录、报告等；(3) 开窗卡，将卷式缩微胶片裁切成一帧或若干帧画面，装在预先开有矩形窗口的长卡片上而形成，主要用于工程图纸、技术文件和档案文件等。缩微胶片加工过程为：原件的缩微拍摄、胶片的冲洗和复制拷贝等。为保存原底片和便于分发，使用的缩微片都是拷贝片，它分为主要用于缩微出版和长期保存的银盐拷贝片和缩微平片、开窗卡片拷贝用的干式处理重氮片及微泡片三种。通过阅读器的放大可以看到缩微胶片上的图像以供阅读，阅读器可采用某种检索方法迅速查到所需资料。还有一种将电子计算机信息数据直接记录在缩微胶片上的计算机输出缩微胶片(COM)，广泛应用于计算机表格、报告及某些图表资料的输出存储。

【缩微设备】制作、拷贝、保管和使用缩微胶片的各种设备总称。分为五类：(1) 拍摄设备，包括平台式摄影机(拍摄时原件及胶片均处于静止状态，用来拍卷式缩微胶片)、轮转式摄影机(原件与胶片在同步运动条件下进行高速连续拍摄，用来拍卷式缩微胶片)、步进重复式摄影机(用来拍缩微平片)、电子计算机输出缩微胶片装置(COM)；(2) 冲洗设备，各种高速自动冲洗机；(3) 拷贝设备，银盐片、重氮片和微泡片拷贝机；(4) 保管设备，各种胶片存储柜(某些带检索装置)；(5) 输出设备；各种阅读器、阅读复印机、阅读检索机。

【静电复印机】利用光对充电的光电导材料的作用直接或间接将字符或图像复制在纸上的设备。原理为：（1）充电，使静电复印的光电导感光材料表面均匀地带上一层静电荷；（2）曝光，通过光学系统使原稿成像在感光材料表面上从而形成由静电荷组成的静电潜像；（3）显影，用带电的墨粉使潜像变成可见图像；（4）转印，将感光材料表面上已显影的墨粉图像转印到复印纸上；（5）定影，用加热或其他方法使墨粉图像固定在纸上；（6）清洁，对感光材料表面的残余墨粉进行清除，以备继续使用。按其用途可分为办公用、工程图纸用、彩色应用及特殊应用四大类。办公用复印机又分为：（1）普通纸复印机（PPC），将原稿复制到普通纸上而得到最终复印品的复印机，属于间接复印，感光材料循环使用；（2）涂层纸复印机（CPC），原稿的潜像、显影、定影等都直接发生在光电导涂层纸上的复印机。按静电潜像的形成方式、光电导材料、显影方法、机器体积、复印速度等，复印机还有其他多种分类方法。静电复印的优点是：（1）复印速度快，效率高；（2）复印质量高，复印品可长期保存；（3）操作方便，使用性能可靠；（4）复印品成本低；（5）感光体可重复使用。缺点是：（1）设备复杂价格高；（2）分辨率不高，图像层次不丰富。静电复印机的发展趋势是高速化、多功能化、超小型化、彩色化和数字化（可与其他办公设备联机使用）等。

【激光打印机】以数字信号调制的激光光源，用电摄影法（同于复印机原理）输出的高速、非冲击式打印机。其打印速度快、字体美观。

【电子轻印刷系统】由计算机控制的电子印刷系统。由四部分组成：(1) 输入部分，能输入中西文字、专用符号、图像信息及有关排版编辑信息，主要设备有各种键盘、微型计算机软（硬）磁盘驱动器、图文扫描机和传真机等；(2) 排版编辑部分，能进行文件编辑、图文编辑和排版处理等，主要设备有微型计算机和大容量信息存储器（磁带机、光盘存储器和缩微胶片等）；(3) 输出部分，将排版编辑好的图文信息以视觉可接收的方式输出，主要设备有各种打印机（包括激光打印机）、激光照排机（可将信息感光在照相纸或透明胶片上，经冲洗后直接制版）等；(4) 印刷部分，各种速印机（高速胶印机和高速油印机等）。在整个系统中大量使用着各种应用软件。

【碎纸机】将印有文字或图形的纸质文件剪碎成微小碎片的设备。小碎片的尺寸不得大于 2×4 毫米，以达到保密作用。

摄影技术与设备

摄影术语

【摄影】用照相机或电影摄影机等摄取景物影像的过程。首先使外界景物通过镜头光组在感光片上感光成像，形成潜影。然后经显影、定影等化学处理，使感光片得到明暗程度与景物相反或彩色

与景物互成补色的负像，即底片。最后使感光纸或感光片通过底片曝光，再经显影、定影等化学处理而得到明暗程度或色彩与被摄景物一致的正像，即照片或透明正片。如果用反转片拍摄，通过冲洗加工后可直接获得正像。摄影已广泛应用于社会生活的各个领域，已成为宣传报导、科学研究、新技术应用和艺术创作的重要手段。

【照像】用照像机摄取景物影像，经过洗印等化学处理而获得正像的过程。一般指获取单幅照片的过程，不包括获取连续画面的电影摄影。照像术产生于19世纪20年代，从产生至90年代经历了多次技术变革，发展到精密和多功能的程度，并进入到电子自动化的新时期。照像术已在科学技术、宣传报导、艺术创作等方面得到广泛应用。

【取景】利用照像机上取景器选取被摄景物范围的过程。含有构图之意。由于照像机镜头的焦距不同，拍摄的景物范围也不同。因此照像机上都装有取景器，以便于摄影者选择景物的拍摄范围。

【调焦】调整焦距的简称。又称对焦、对光等。改变镜头焦距或镜头后主面至底片平面之间的距离，使感光底片上能形成被摄景物清晰影像的过程。常用的调焦方式有：镜头整组前后移动；底片前后移动；镜头中前组镜片移动（改变镜头焦距）等。照像机的调焦方法有：距离标尺调焦、分段调焦、连动测距器调焦、对调板调焦及自动调焦等。

【曝光】又称感光和露光。感光材料受光线照射产生光化学作用而

形成潜影的过程。潜影经过显影、定影等化学处理，即变为可见影像。摄影是通过镜头完成的，其核心就是控制曝光量的大小，使感光片上产生的光化学作用适中，保证影像具有适宜的明暗对比和彩色还原。曝光量的大小取决于感光片上的光照度和曝光时间。照相机上通常由光圈大小、快门速度共同配合来调节。在印相和放大时，通常由定时控制器控制曝光时间。

【影像】简称像。通过光学仪器镜头所形成的物体的影像。有实像与虚像、正像与倒像之分。实像是在承影屏或感光片上形成的与原景物上下左右相反的清晰图像。这种影像只有将感光片感光经过冲洗后才能固定下来。虚像是由发射光形成的图像。从放大镜或望远镜中所看到的均为虚像。摄影中所说影像，通常是指感光片上形成的正像和负像以及照片上的正像。

【布光】利用人工照明创造摄影艺术效果的过程。可分为照像布光和电影布光两种。照像布光是以主光形成格调，以辅助光完成构图，以轮廓光帮助造型，以装饰光修饰画面、创造气氛。电影布光必须根据剧情要求、布景场面的格局以及要求的艺术效果来进行，要做到突出人物形象、烘托环境气氛、使画面富于造型表现力。布光时，应做到其他光线与主光线方向统一，光比适当、光影干净和明暗过渡自然。布光可分为正面光、侧面光、逆光、侧逆光、顶光、背景光、轮廓光、气氛光等。

【影调】摄影中外界景物的各种色彩和不同亮度在照片或底片上形成的明暗反差、深浅层次以及色彩的画面效果。是摄影造型、构图和创造气氛的主要手段，是形成摄影风格的因素之一。合理的

影调应使底片画面和外界景物的明暗反差和色彩完全一致。但从摄影艺术角度也有其他影调形式,如彩色影调常有亮调、暗调、暖调、冷调、蓝调、绿调、红调等,黑白影调常有硬调、软调、中间调、高调、低调等。

【空间感】又称远近感和纵深感。人们对客观景物所处的空间位置、距离、大小的视觉感受。根据影调透视和线条透视原理,运用光线明暗、色彩变化以及影调变化,表现出物体之间的远近层次关系,使人从平面的照片上获得立体的、深度的空间感觉。

【立体感】在平面图上表现出的物体的立体形状给人们造成的视觉感受。常根据线条透视和影调透视原理,运用光线明暗、色彩变化及影调变化,在照片上表现出物体各表面在空间的位置关系,使人对平面照片的影像获得具有三维空间的立体感觉。

【影调透视】摄影中表现空间深度的一种方法。人们对空间深度的感受和空间透视密切相关。光线透过大气层时,由于空气介质对光线的扩散作用,观看近处景物的明暗反差、轮廓清晰度、色彩饱和度均比远处强。因此这种现象反映在照片上,就形成影调透视效果,用来表现空间深度和物体所处的空间位置。摄影中常利用逆光、侧逆光、烟、雾、尘土、专门的滤光镜、控制景深及人工照明等方法,以加强影调透视效果。

【摄影用光】拍摄景物时,对光线的运用。是摄影造型的主要手段之一。光源有自然光和人造光两种。在摄影运用上可分为以下几种:(1)正面光,即顺光,与照相机方向相同,照明被摄体的光

线，物体受光平衡，常能表达极其细微清淡的影调层次；（2）侧面光，即侧光，从被摄体侧面 45° 左右射来的光线，照明具有强烈反差，有利于表现物体的立体形状和质感；（3）背光，又称逆光、轮廓光，从被摄体后面射来的光线，可使物体轮廓非常清晰；（4）顶光，从被摄体上方射下的光线，使物体产生浓重的投影；（5）脚光，又称下反光，光线由下而上，使投影倒转。以上五种不同用光，可单用一种，也可数种合用。用光时须以一种为主光，其余只起辅助作用。

【摄影造型】作者获得摄影艺术作品表现力和艺术作品完整性的方法和手段。用以揭示作品表面现象的实质，创作某种艺术现象。内容包括：线条构图、光线和亮度处理、色调处理等。线条构图是将画面的全部线条因素按作者意图以艺术的角度协调在一起而构成。光线和亮度处理包括：画面上光亮物体的分布；拍摄对像明暗层次及反差的运用；拍摄对像的平面表现手法及景深的运用；对空间媒质感觉的运用等。色调处理是根据形成画面亮度的主光亮度，在不同位置和角度上对拍摄对像配以强光或弱光，以形成画面和表现主体的明暗色调对比和反差。彩色摄影时，还要考虑颜色的色调及色度的配合。现实主义摄影艺术中，摄影造型不仅可以达到照片的外在表现力，还可以揭示其内在的本质。

【摄影构图】简称构图，俗称取景，也有画面布局之称。摄影画面的整体布局和结构的安排。根据主题的需要，把照像机镜头前面的景物，经过选择和必要的安排，使之构成一个比较完美的画面。其全过程包括立意、构思、取景、剪裁及后期加工等创作活动。是摄影创作中造型的主要手段之一。要求有全局观念，突出主体，画

面简洁，形象生动，影调与主题结合。

【摄影角度】摄影时照像机与被摄体之间的相对位置。一般由距离、高度和方向三个因素组成。距离远近决定景物范围大小和主体在画面上的影像大小；拍摄方向不同，表现主体的不同侧面而形成不同的外形轮廓；高度不同，可产生俯视、平视、仰视等不同的视觉效果。总之，摄影角度的变换，能使同一物体产生各种不同的造型效果。

【人造光源】人工制作的光源。比运用自然光灵活、方便，便于摄影造型并可满足各种复杂的艺术要求。常用的有钨丝灯、碘钨灯、闪光灯、低强度弧光灯、高强度弧光灯等。在彩色摄影中运用彩色光照明，更可获得意想不到的艺术效果。

【色调】照片及画面上，不同颜色所排列的彩色结构和相互联系而形成的色彩格调。使画面上主要颜色协调、和谐或形成一定对比关系，达到不同色调效果，以充分表达主题思想。决定照片色调的因素是被摄体的颜色特征、拍照的光线情况、镜头上所用校正色调的滤色镜的类型、底片的感色性及冲洗技术。

【质感】摄影造型术语。人们对物体表面结构及其质地的视觉感受。日常生活中，人们对各种物质是通过视觉和触觉的配合来认识的，如丝绸的柔软和光滑。而在摄影画面上主要是通过形像来创造物质的视觉感受，用以表现物体的质感。是摄影造型创造美的一种手段。具有强烈质感的艺术形象，能给人以真实、生动和亲切的感觉。它同选片、采光、曝光、冲洗等均有密切关系。

【虚光】又称白化。使印相或放大的照片影像，除主体外，其余背景均由主体向四周逐渐虚化而变为全白的方法。为暗房加工技法的一种。印相虚光一般用黑纸遮挡背景，并在主体与背景接近处加贴半透明纸而形成。放大虚光多采用中空遮挡器具放在投影光路中间遮挡而成。虚光照片可突出摄影主体，消除多余的背景，富于装饰性。多用于人像摄影。

【反差】外界景物或影像画面中，不同部分影调明暗的差别。外界景物中两点的反差值以景物中两点亮度的对数差表示。底片影像中两点的反差值则以该两点的密度差表示。在摄影中，以底片反差应用最多。影响底片反差的因素很多，主要有：（1）与底片影像相对应的外界景物的反差；（2）摄影时，曝光条件的选择；（3）感光材料类型的选择；（4）底片的冲洗条件等。所以一般情况下可用改变外界景物反差、调整曝光参数、控制显影时间、温度来调整底片的反差变化。

【灰雾】又称雾翳。感光材料乳剂层显影后，在整个画面上均匀分布的不是由曝光后潜影形成的雾状银粒或染料。使整个画面产生一层灰雾密度。能降低画面反差，损害影像清晰度，影响照片质量，甚至使照片作废。产生灰雾的主要原因有：（1）感光乳剂质量差；（2）感光材料保存时间过久，存放温度过高；（3）显影时间过长或显影液温度过高；（4）照相机暗箱漏光或底片意外曝光等。

【超焦距】又称超焦距离。对准无限远物体进行摄影时，景深的近

景平面至镜头前主面间的距离。其数值可由下式表示： $H = \frac{f'^2}{F\delta'}$

式中 H 为超焦距； f' 为镜头焦距； F 为光圈数； δ' 为弥散圆的直径。由公式可以看出：镜头的焦距愈长，其超焦距愈大；缩小光圈可以使超焦距减少；弥散圆直径愈小，超焦距愈大，一般弥散圆均定为允许弥散圆的数值。利用超焦距可以计算景深的大小，即景深 $= \frac{2Hl^2}{H^2 - l^2}$ ，前景深 $= \frac{l^2}{H + l}$ ，后景深 $= \frac{l^2}{H - l}$ 式中 l 为物体至镜头前主面的距离。由景深公式可以看出：对远景摄影时，对准超焦距离调焦，可使景深达到最大，即后景深为无限远，前景深为 $\frac{H}{2}$ 距离。

【景深】摄影镜头光学系统能在像平面上形成清晰影像的物空间深度范围。当观察摄影的照片或底片时，可以发现，除对准的景物影像清晰外，其前后一定距离内的景物影像也是清晰的，这个清晰的影像空间即是景深。对准景物与距镜头最近清晰物间的距离叫前景深，与距镜头最远清晰物间的距离叫后景深。后景深大于前景深。前、后景深之和称全景深。景深大小可近似由下式计算：

$\Delta = \frac{2p^2 F \delta'}{f'^2}$ 式中 Δ 为景深大小； p 为物体距镜头前主面距离； F

为光圈数； δ 为允许弥散圆大小； f' 为镜头焦距。由上式可以看出：其他参数不变时，摄影物距愈远，景深愈大；缩小光圈可以加大景深；镜头焦距愈短，景深愈大。利用景深在不同条件下的变化，使照片画面产生虚实对比，是摄影造型的重要手法之一。

【焦距】照像机对无限远处物体拍照时，镜头后主面至像面间的距离，一般以 f' 表示。焦距大小决定镜头在像面上所成影像的大小，

可用下式表示：当物体在无限远时 $y' = -f' \cdot \operatorname{tg}\theta$ (y' 为像高， f' 为焦距， θ 为物体对镜头主点的张角，负号表示所成像为倒像)。

当物体在有限距离时 $y' = -\frac{f}{l-f} \cdot y$ (l 为物体至镜头主面的距离， f 同 f' 为焦距， y 为物高，负号表示倒像)。照像镜头根据焦距大小，可分为短焦距镜头（一般称广角镜头）、标准镜头、长焦距镜头和望远镜头几种。

【相对孔径】 又称相对口径。镜头入射光瞳与焦距的比值，以 $\frac{D}{f'}$ 表示。为摄影镜头的主要特性之一。用来评价镜头实际通光能力的高低。相对孔径愈大，镜头通光能力愈强。相对孔径在照像机镜头上一般以比值的形式表示，即 $\frac{D}{f'} = 1 : F$ ($F = \frac{f'}{D}$ 称为光圈数或 F 数)，F 数以 $\sqrt{2}$ 的等比级数排列，如 1 : 1、1 : 1.4、1 : 2、1 : 2.8、1 : 4、1 : 5.6、1 : 8、1 : 11、1 : 16、1 : 22 等。镜头的最大孔径称为最大相对孔径。相对孔径增大，将会造成镜头光学结构复杂化，使像差消除具有一定困难。近代强光镜头相对孔径可达 1 : 0.85，常见的大孔径镜头为 1 : 1.1—1 : 1.9 之间较多。

【光圈】 又称光阑。控制照像机镜头有效通光孔径的装置。光圈大小决定照相镜头通光能力的大小，常以光圈数 F（又称 F 数）表示。光圈数愈大，表示镜头相对孔径愈小，通光能力愈小。国际上，光圈数是以 $\sqrt{2}$ 的等比级数分挡排列的，即：1、1.4、2、2.8、4、5.6、8、11、16、22、32。低级照像机一般只有一挡光圈，高级照相机可达 10 挡以上。光圈一般分固定式和可变式两种，现代照像机均装有可变式光圈。在摄影中，光圈具有控制底片曝光量、

调节景深和调校像差的功能。一般讲，当缩小光圈（即光圈数加大）时，即可加大景深和改善成像质量；加大光圈时，结果正好相反。

【视场】照像镜头像场所对应的物方空间范围。视场大小取决于镜头的焦距和像框（画面）的大小，以视场角表示，即 $\text{tg}\omega = \frac{d}{2f'}$ （式中 ω 表示半视场角； d 为画面对角线长度； f' 为镜头焦距）。由式中可以看见：镜头焦距愈大，视场角愈小。根据视场角大小，镜头可以分为长焦距镜头（视场角小于 40° ）、标准镜头（视场角在 $40—60^\circ$ 之间）、广角镜头（视场角大于 60° ）和鱼眼镜头（视场角大于 180° ）几种。

【鉴别率】又称分辨率、解像力、分辨力、鉴别本领。摄影系统再现物体细节的能力。其数值以每毫米范围内所能分辨开的黑白相间的线对数衡量，单位为线对/毫米或线/毫米。测定时，采用标准规定的鉴别率标板，被测照像机对其在规定的距离上拍照、冲洗后，用规定倍率的显微镜观测所成影像的鉴别率，即为影像的鉴别率。影像鉴别率主要与镜头鉴别率和感光材料鉴别率有关。

【宽容度】又称曝光宽容度。感光材料按正比关系记录外界景物反差时，允许曝光量变化的范围。其数值由感光材料特性曲线直线部分两端所对应的曝光量的对数差表示。外界景物的亮度比越大，则要求感光材料的宽容度越大。由于感光材料的宽容度只能正确记录一般亮度比的景物影像。故摄影时，必须将曝光量大小选在感光特性曲线直线部分的中点，才能使影像反差合理地分布。

【感光度】又称感光速度。表示感光材料对光线作用的敏感程度。在规定的显影条件下，测得感光材料达到某一指定密度值所需曝光量的倒数，乘以某个常数即为感光度的数值。计算式为 $\text{感光度} = \frac{1}{\text{曝光量}} \times \text{常数}$ ，感光度的计量，国际上通用 ISO 标准作为全世界通用的软片感光度表示方式。除 ISO 制外，国际上还通用美国的 ASA 制和德国的 DIN 制。中国采用 GB 制，同德国 DIN 制是相同的。

【感色性】又称光谱感光性。表示黑白感光材料对各种不同波长光线的敏感程度。测定方法是：在相同的摄影和冲洗条件下，感光材料分别在不同波长区段内感光、冲洗，测出其密度值，即可进行比较。根据感色性不同，感光片可分为：(1)色盲片，对光谱中330—480毫微米区域的蓝紫光感受敏感，对黄绿色光感受迟钝，对红、橙色光完全不感受；(2)分色片（正色片），对光谱中330—600毫微米区域的紫、蓝色光感受灵敏，对黄、绿光感受略迟钝，对红、橙色不感光；(3)全色片，对光谱中330—700毫微米的一切可见光均能感受，但对绿色略为迟钝；(4)红外线片，主要感受750—990毫微米光谱区的红外光。

【洗印】感光材料曝光后，进行冲洗和复印工作的总称。将曝光后的感光材料进行显影、定影、水洗等处理后，黑白片上即显出与被摄体明暗相反的黑白负像或明暗相同的黑白正像，彩色片上则显出与被摄体互为补色的彩色负像或彩色相同的彩色正像。然后将它复印或放大在胶片或照像纸上，经冲洗后即可得到影片拷贝、幻灯片或照片。

【冲洗】 将已曝光的感光材料进行加工过程的总称。黑白片的冲洗包括显影、定影及水洗等工序。彩色片冲洗除上述工序外，还包括漂白、坚膜等工序。

【显影】 使曝光后感光材料上产生的潜影显出可见影像的过程。一般有两种方式：（1）化学显影，用显影剂、促进剂、保护剂、防灰雾剂等多种药品配成的显影液，使潜影中的卤化银还原成银粒子，从而显出金属银粒子构成的可见影像，而未曝光的卤化银则不受影响；（2）物理显影，用含有银离子的显影液，在潜影催化下，将银离子还原并附着在潜影核上，而形成可见影像。彩色显影除将卤化银还原外，显影剂的氧化产物还与感光材料乳剂层中的成色剂偶合成染料，而构成彩色影像。显影后，还要经过定影、水洗等过程才能获得稳定的影像。

【定影】 感光材料显影后用卤化银溶剂除出未曝光的卤化银，从而使显出的影像达到稳定的过程。定影液一般由定影剂（卤化银溶剂）、坚膜剂、停显剂、保护剂等多种药品组成。进行过程中，利用酸性停显剂使附着在感光材料上的显影液失效，利用保护剂保护定影液的性能稳定，利用坚膜剂防止乳剂层在溶液中膨胀变形，从而保证定影剂将卤银溶解掉，使影像达到稳定。定影后还必须经过水洗过程才能保证照片影像质量的稳定。

【放大】 摄影中利用放大机上的光学系统将负片影像投射到照像纸上制取较大画面的照片的过程。可突出表现画面的全景或局部场景，表达细微层次和细节，加强照片的感染力。还可对画面进行不

同形式的技术加工，如用滤色片校正影调、反差，用校色片校正彩色以及进行遮挡加工等。通常在专用的黑白放大机、彩色放大机或扩印机上进行。工作过程中，调焦、曝光、放大纸选择、显影加工条件等均可对照片的影调层次、清晰度、颗粒性、保存性等产生影响。

【翻拍】利用摄影进行原件复制的一种方法。一般在图表、书画、照片、文件及某些小型工业样品、古代文物等需要复制时使用。分原样翻拍、突出性翻拍和校正翻拍三种方法，则可分别获得与原样相同，比原件黑白反差大及校正原件污斑、变色的照片。翻拍时，一般采用专用翻拍机，可翻拍出与原件大小接近或放大的照片。对变色的原件，应用滤色片校正，则可使复制照片比原件清晰、逼真。

【正像】与外界景物的明暗、色彩均为一致的影像。一般通过镜头在像面上结成的影像均为正像。在感光材料上获得正像的方法有两种：（1）负—正法，先用感光负片产生负像，再用印制或放大方法产生正像；（2）反转法，采用特殊的反转片进行拍照，经反转冲洗后，可直接获得正像。

【负像】明暗色调与实物相反或色彩与实物互补的影像。摄影中取得负像的方法有：（1）用负性感光材料经摄影仪器曝光，用一般的方法冲洗后即可得到带有负像的底片；（2）采用冲洗后所得的正片，经印相或放大于负性感光材料上也可得到负像。后一种方法应用较少。

【正片】 冲洗后获得正像的感光材料的统称。如照片、幻灯片及电影拷贝片等。使用这种感光材料时,可将底片负像画面在另一感光材料上复印成正像画面,其明暗色彩与被摄体相同。也可直接用反转片进行拍照,冲洗后即可得到与被摄体相同的正像。电影拷贝片用反差较大、感光度较低的电影拷贝胶片复印而成。这种低感光度、反差大的感光胶片,不宜拍摄人像或风景。

【负片】照像、电影等各种摄影所使用的进行负性记录的感光材料。经曝光和冲洗后,可得到记录被摄体负像的底片,用以复印成正像的照片或电影拷贝。黑白负片上的影像,明暗色调与被摄体相反。彩色负片上的影像,色彩与被摄体则互为补色。

摄影技术

【人像摄影】又叫肖像摄影。描绘人物形像的作品,包括头像、半身像、全身像、群像等,是摄影艺术的一个品种。优秀的人像摄影作品,除描绘人物外貌外,还要反映出人物的思想感情和精神状态,达到“形神兼备”的效果,在一定的程度上要反映出社会面貌的某些侧面。人像摄影不受任何时间、地点和条件的限制,可在不同光线的情况下进行摄影。

【风景摄影】又称风光摄影。以大自然的景物为主要内容的摄影。为摄影艺术中的一个品种。分为自然风光、城市街景、农村景色和工业风景等。风景摄影不应是原来景物的刻板再现,而应通过摄影者

对季节、天气、光线条件及光线入射角度的适当选择，运用影调的空间透视、线条透视及色彩配置，突出画面的主体，表达景物的立体感、空间感和环境气氛，从而揭示出大自然的美，表达作者的思想感情。一幅优秀的风景摄影作品不仅使观众得到美的享受，也受到爱国主义的教育。

【新闻摄影】用于进行新闻报导和宣传的摄影。为摄影艺术的一个品种。是运用摄影技术、技巧，摄制图片进行新闻报导和宣传的一种形式。要求迅速、准确、及时地以高度的真实性和强烈地现场气氛反映生活的主流和本质，表现人物的精神面貌和社会面貌。创作手法上，应依靠事前的深入采访、现场观察，迅速分析判断，摄取客观最有代表性的景物。

【立体摄影】表现景物三度空间的一种摄影方法。普通照片的影像只表现出两度空间，和一只眼睛看见的景物相似。而立体摄影看见的影像，能再现双眼所见景物的立体效果。立体照像机有两个焦距相同的镜头，其距离与两眼间隔相似，约65毫米。对同一景物拍照，可同时得到两张稍有不同底片，然后冲印或放大成两张透明正片或照片，装在立体观影器中，即可再现出与实物相似的立体影像。

【体育摄影】以各种体育活动为题材，以运动员为主要对象的摄影。为摄影艺术的一个品种。主要表现各种体育运动项目的特征，运动员的运动技巧，优秀成绩获得时精采场面、精神面貌和健美的姿态。体育活动关键在于“动”字，摄影者要善于以较高的快门速度抓住运动员的各种动态；善于以不高的快门速度，采用追随法摄

影技巧，创作动作清晰、背景模糊而具有强烈动感的照片。

【彩色摄影】能获得与被摄景物色彩相同正像的摄影方法。采用彩色感光片，上面涂有三层感光乳剂。由于每层加入的增感剂不同，可分别感受外界射来的红、蓝、绿三种色光。彩色负片经曝光和显影、漂白、定影后，可得到与景物色彩互为补色的负像，再将负像在彩色感光材料上晒印或放大，即可得到与原景物色彩相同的正片或照片。彩色反转片在曝光后，经反转冲洗可直接获得与原景物色彩相同的正像。

【水下摄影】摄影机装在密封的防水罩内，镜头通过玻璃窗对水下景物进行的摄影。摄影机的控制部分装在防水罩外，便于操作。为保证摄影装置在水下运转平稳，还应装有平衡器。摄影时，摄影者或穿有带防水面罩的潜水衣，或安置在潜水设备中通过密封窗或舷窗进行拍摄。在深水中摄影是将摄影机置于潜水箱中，摄影者在岸上或船上通过遥控装置进行。由于水对光线的反射和折射作用，水下摄影应相应增加曝光量，将成像焦点调节在实际距离的四分之三处，并尽量在近距离拍摄。

【紫外线摄影】以紫外线为光源的摄影。其记录的光谱区域为120—380毫微米范围内。对于波长在200—380毫微米的中紫外区摄影，采用普通的感光胶片或干板即可，而对于波长短于200毫微米的区段摄影，需用明胶含量小于0.1%的特制感光材料才行。摄影时，采用特制的石英玻璃镜头，并在镜头前附加紫外滤色镜，防止可见光对紫外线影像的干扰。或直接用紫外线光源照射被摄体，使感光片曝光。经过冲洗加工后，即可获得正片。这种摄影方法常用于医

学、考古学、细菌学的研究和司法鉴定等方面。

【航空摄影】又称空中摄影。从飞机、卫星或其他飞行器上对地面、海上或空中的目标所进行的摄影。多采用航空照像机,也可用普通照像机或其他专用设备进行摄影。由于摄影时处于相对运动的状态,快门速度需根据航速、高度及拍摄角度确定。拍摄角度可分为垂直、倾斜、横平、对空等几种。这种摄影应用极为广泛,如航空测绘、军事侦察、地质勘探、气象分析、林业及农业的大面积监测、渔业资源侦测、电影及新闻报导等。

【天文摄影】以天体中的星体或卫星为对像的摄影。是研究和记录天体的重要手段,属超望远摄影。摄影装置可装在地面上、卫星上或飞行器上,有的装有定向、定位或追踪装置。多用于记录各种星体或卫星的形态、位置、运动轨迹、分布、辉度及变化规律。摄影装置一般由特殊镜头与天文望远镜组合而成,并装有特殊的遮光器和长时间曝光控制系统。这种摄影方法对发现遥远的或亮度较小的星体,对研究天体中的瞬间变化及星座的运动规律均作出了很大的贡献。

【红外线摄影】又称红外照像。利用红外线作为光源的一种摄影方法。采用对红外线敏感的感光片,能感受700—1300毫微米范围内的红外光谱段。摄影时,在镜头前附加暗红色至浅黑色滤色镜,滤掉日光中的紫外光与可见光,或采用红外线光源照射被摄体,使感光片只在红外线或少量红光下曝光,经显影加工后而得到正片。由于红外线对烟尘或薄雾具有很强的穿透力,在远景或空中摄影时,可获得清晰的影像。这种摄影方法在军事、医学、考古、司法

鉴定及电影等领域均得到广泛地应用。

【缩微摄影】将各种图像、图表、文字资料的画面缩小并记录到小型感光材料上的摄影方法。根据感光材料不同,可分为平片缩微和卷片缩微。平片缩微一般可在 105×150 毫米的胶片内记录72—98个画面;卷片缩微一般将大尺寸画面记录到35毫米或16毫米的感光胶卷内。采用专用的缩微照相机拍摄。广泛用于图纸、文献资料及档案的保存和国际技术文献的交流。

【全息摄影】又称全息照相。利用波的干涉记录被摄物体反射(或透射)光波中信息振幅、相位的摄影方法。通过一束参考光和被摄体上反射的光叠加在感光片上产生干涉条纹,经冲洗后即可获得全息图(即全息照片)。由于光的干涉,全息图同时记录了被摄体反射光波的振幅变化和相对相位。用含参考光束同样的光照射全息图即可再现被摄体的全部光学信息,即一种用眼睛直接观察的具有三维立体感的景像,与观察实物一样。全息图摄制时,由于感光片上每一点都接收到整个被摄体的反射光,因此只要全息图的一小部分即可再现整个物体的像。拍摄时通常采用相干性好的激光作光源,如摄制彩色全息图时,则用三原色激光作为参考光和物体反射光。摄影用的感光材料主要是全息干板,此外还有铬胶、重氮材料、热敏材料、光聚合材料等非银盐材料。根据波源性质的不同,全息摄影可分为光学全息摄影、微波全息摄影、X射线全息摄影、声波全息摄影等。广泛应用于全息干涉计量、全息显微摄影、全息缩微存贮、高速动体记录以及工业、地质、医学、军事等研究方面。

【静电摄影】利用光导体材料曝光后生成静电潜影而获得照片的一种电摄影方法。原理是光导层曝光后,受光照射处的电阻率迅速下降,而构成静电潜像。将带有异性电荷的色粉涂撒在光导层上,由于静电吸力,色粉被吸附于静电潜像上,构成可见影像。再用静电反吸法,将可见影像粉末转印到纸上,通过加热或加压进行固定,即可得到静电照片。光导层经清理后,可重复使用。光导层通常由硒及硒合金、氧化锌、硫化镉或有机光导体等组成。静电摄影广泛应用于复印、印刷、医疗及电子计算机、传真通讯的信息记录等领域。

【显微摄影】使通过显微镜观察到的物像,记录到感光胶片上的摄影方法。通常是显微镜的目镜部分与专用摄影装置联结进行拍摄。是研究微观世界的技术手段。广泛应用于医学、生物学、机械、冶金、化工、电子等技术领域。显微电影和显微电视更能将生物的生长和繁殖活动生动地记录下来。

【近距离摄影】又称近接摄影、宏观摄影或微距摄影。获取影像与实物相等或放大数倍的摄影。根据光学成像原理,必须使摄影距离缩短,像距加长,使镜头尽量靠近实物,才能得到与实物相等或放大的照片。普通照像机镜头的最近物距通常在一米左右,此时影像还不到实物的十分之一。因此要拍出细小物体的细节,必须在镜头与机身之间加上镜头接圈或能伸缩的皮腔来加长像距。摄影时多采用单镜头反光照像机或专用翻拍机拍照。

【照像制版】利用照像方法制作凸版、平版、凹版、孔版等印版过程的总称。首先将原稿通过照像制成底片,然后将底片覆在涂布

感光胶或感光聚合物的版材上,进行曝光晒版。由于版面各点所受光强不同,感光胶膜溶解程度也不同,经过冲洗或腐蚀处理后即成印版。如果是彩色原稿,要首先通过滤色片制成分色底片;如果是具有浓淡色调的原稿,除无网平板外,一般还要加上网屏摄制成网目底片。照像凹版通常在照像时不加网屏,而在制版时分别将底片及网线晒在涂有感光胶的素纸上,然后过渡到版材上经腐蚀后即成印版。

【立体电影】在银幕上呈现有立体感的电影。根据人眼体视原理,用两台并列的摄影机分别代表人的左、右眼,同时摄取同一景物的影像。将冲洗后获得的两个视点不同的影像拷贝,同时放映到银幕上,使观众左、右眼分别只能看到其中一个对应影像,由视神经传至大脑,叠合在一起,即产生立体感。立体电影有两类:一类需用特制的眼镜(红绿眼镜或偏光眼镜)观看;一类则不用戴眼镜,而是由特制的光栅银幕产生立体感。

【全景电影】在银幕上呈现的视角达 $128—146^{\circ}$ 的宽银幕电影。用三台联接在一起的摄影机,在三条35毫米的电影胶片上分别摄取宽幅画面的三分之一,并精密地使之形成一幅完整的大视角的宽幅画面。冲洗成拷贝后,用三台同步运转的放映机,与摄影机一样地联接在一起,将三条影片同时放映,合成为完整的宽幅画面,使观众可以观察到如同身临其境的 $128—146^{\circ}$ 视角的全景电影。配上多路立体声还音装置,效果更佳。

【宽银幕电影】银幕高宽比例比普通银幕更大的电影。普通银幕高宽比为 $1:1.33$,而宽银幕高宽比则为 $1:1.66—1:3$,这样会使观众

看到更具真实感、更为广阔的影像。宽银幕是个总称，除具有变形附加镜和与之类似的技术系统外，还包括全景电影和七十毫米电影，以及将多块银幕排列成环状，使观众如同身临其中的环幕电影。配以多路立体声还音系统效果更佳。

摄影与放映仪器

【照像机】用于摄影的光学机械。一般由机身、镜头、快门、取景、测距、卷片、计数、自拍、测光等机构组成。随着科学技术的发展，某些照像机还包括有自动测光、自动调焦、自动卷片、电子快门、自动曝光等机构，是光学、精密机械、电子技术和感光化学结合的产物。摄影时，外界被摄景物反射的光线通过镜头（聚焦）和快门（控制曝光量）后，在暗箱后部的感光片上结成潜像。经过显影、定影处理后，即形成清晰的影像。照像机种类繁多，根据画面尺寸可分为超小型、小型、中型、大型等；根据结构可分为箱式、折叠式、反光式等几种；根据自动化程度可分为自动、半自动、手动等几种；根据胶片型号可分为135型、120型、110型、126型、127型、16毫米、8毫米型等几种。其中在国际上应用较多的型式有：135型平视取景照像机、135型单镜头反光照像机、135型平视取景全自动照像机、120型双镜头反光照像机、120型单镜头反光照像机、大型座机等。在各个科学技术领域中，根据用途，又生产出多种专用照像机，如航空摄影机、缩微照像机、立体照像机、全景照像机、红外线照像机、医用照像机、制版照像机、全息照像机、一次成像照像机、水中照像机等，不胜枚举。

【摄影镜头】又称照像镜头。照像机、电影摄影机和电视摄像机用以成像的光学部件。主要作用是将外界景物通过镜头光学系统投影成像于像面上，从而获得清晰的影像。基本结构由镜片、镜框、镜筒、光阑（即光圈）、调焦、机身等部分组成，有的镜头中间还装有快门。现代镜头光组多数由3—7片镜片组成，根据镜片数目不同，结构形式也不相同。按镜头与机身连接形式不同，可分为固定式镜头和交换式镜头；按镜头焦距和视场角大小不同，可分为广角镜头、鱼眼镜头、标准镜头、长焦距镜头和变焦距镜头等。为适应各种特殊摄影的需要，还有特殊摄影镜头，如红外、紫外、水下等摄影镜头。为增加镜头光组透光能力和特殊摄影需要，常在镜头表面镀有不同颜色的增透膜。由于镜头结构精密、镜片质地较软、膜层易受损，使用及保存时，必须注意防潮、防震、防擦伤。

【快门】照像机中用于控制曝光时间长短的部件。一般由主动部分、调速器、B门、自拍机、联闪机构等几部分组成。根据成像原理，分为镜头快门和焦平面快门两大类。镜头快门位于镜头孔径光阑附近，利用叶片的开启和关闭控制曝光时间，叶片开启后，底片画面各点同时曝光。根据安放位置不同，镜头快门又分为镜前、镜间、镜后三种。快门速度约为 $1—1/750$ 秒。焦平面快门位于底片前面，视场光阑附近，由胶质绸或金属帘片制成的前、后帘形成缝隙，在底片前面扫描曝光。根据幕帘材料和结构特点，分为幕帘式和钢片式两种。快门速度约为 $1—1/8000$ 秒。快门的作用除保证底片的曝光量外，同时保证动态摄影时的画面清晰度和防止底片漏光。

【取景器】照像机上用来选取景物画面，并保证取景画面与底片成

像范围相一致的装置。根据结构不同,分为框式取景器、牛顿式取景器、逆伽利略式取景器、单镜头反光式取景器和双镜头反光式取景器等几种。除单镜头反光式取景器外,均易产生视差,而影响取景画面与摄影画面的一致性。所以新式取景器都附有消除视差的机构。现代的高级照像机常同时备有几种取景器,以适应各种拍摄条件的需要。

【微型照像机】 体积特别微小的特制照像机。1858年英国首先制成 $1\frac{1}{2}$ 平方英寸(约 6×6 毫米)湿版的微型照像机后,世界各国制造出各种造型的微型照像机,在谍报、军事、医学等领域被广泛应用。现代微型照像机由于应用领域的特殊性,均具有体积小、重量轻,使用微型胶卷,镜头具备高反差、高分辨力、大口径,可在各种不良的光线和环境下拍摄物体细节的功能。

【超小型照像机】 又称袖珍照像机。体积较小、便于携带、胶片小于135型胶卷的通用照像机。使用的胶卷有16毫米电影胶片、9.5毫米胶片、 13×17 毫米专用胶卷等。这类照像机具有结构简单,体积小巧、制作精密、外型美观等特点。常用的有16毫米照像机、9.5毫米照像机及110型照像机等。

【小型照像机】 又称135照像机。各种能够随身携带、以拍摄135型胶卷为主的照像机。是应用最为广泛的照像机。品种繁多,如按取景器形式不同分为具有逆伽利略取景器的平视取景式和具有反光式取景器的单镜头反光式;按箱体结构分为箱式和折叠式;按底片画面大小分为整幅式和半幅式;按控制方式分为手控式和自动

式等。现代小型照像机多配有自动曝光、自动对焦、自动卷片、自动显示曝光、闪光信息、自动记录日期等系统，具有结构精密、机身小巧、外型美观、操作与携带方便等特点。已成为现代摄影创作、新闻摄影及日常各种摄影活动中不可缺少的照像机。

【中型照像机】拍摄底片画幅尺寸大于135胶卷的可提式照像机。结构与小型照像机基本相同，只是更坚固耐用、体积稍大。其种类比小型照像机更加繁多，如按取景器类型可分为平视取景式、单镜头反光式、双镜头反光式；按胶卷类型可分为120式和一次成像式；按机身形式可分为箱式、折叠式；按快门形式可分为镜头快门式和焦平面快门式；按控制方式可分为手控式和自动式等。20世纪40—60年代曾广泛用于新闻摄影，现已部分为小型照像机取代。高级中型照像机比小型照像机具有更多的新式功能，除具有自动曝光、自动调焦、自动卷片、自动显示、自动记录日期等功能外，还配有交换后背、交换取景器、各种交换镜头、滤色镜等附件，集现代科学技术之大成。老式中型照像机多用于静物摄影、风光摄影、艺术人像摄影、翻摄等方面，而新式中型照像机除用于新闻摄影外，更广泛用于各种专业摄影中。

【大型照像机】又称专业照像机。体积较大、搬运不便、多固定于室内使用的照像机。多使用大幅单页感光片，有的装有大型折叠皮腔、有的装有万向旋转装置。一般用于照像馆、印刷制版、复印等行业。常见的大型照像机有坐机、转机、外拍机、制版照像机、大型翻拍机等。

【单镜头反光式照像机】带有反光式取景器，取景与摄影采用同一

镜头的照像机。取景器由摄影镜头、摆动反光镜、对焦板、屋脊棱镜和目镜组成。光线通过取景系统后，可以看到与外界景物上下、左右均为一致的影像。由于取景与摄影均为同一镜头，此种取景器没有视差。把光圈调到摄影的大小时，还可以看到与摄影画面景深相同的取景画面。摄影系统由摄影镜头、焦平面快门和感光胶片组成。快门分为幕帘式和钢片式两种。根据采用感光胶片型号的不同，分为135式和120式两种类型，其镜头焦距分别为50毫米左右和80毫米左右。相对孔径多在 $F1.0—F2$ 之间。快门速度在 $1—1/2000$ 秒之间，新式照像机快门速度最高可达 $1/8000$ 秒。高档照像机均配有广角、标准、长距焦或变焦镜头，有的还配有可换式取景器和带有胶片的后背，是目前各种照像机中，功能最全，机构最完善的照像机。

【双镜头反光照像机】带有反光式取景器，取景与摄影分别由两个镜头进行的照像机。取景器由取景镜头、反光镜、对焦板和目镜组成。取景时，光线通过取景镜头经反光镜反射到对焦板上，形成上下一致而左右相反的影像。对焦板由磨砂玻璃或环带透镜构成。摄影系统由摄影镜头、快门、卷片机构与感光胶片组成。此种照像机均采用120型感光胶片，镜头为固定式，焦距多在75—85毫米之间，相对孔径为 $F2—F3.5$ 之间。采用勃朗特或康泼等类型的镜间快门，根据快门结构不同，快门速度分为 $1—1/300$ 秒和 $1—1/500$ 秒两种。通常还设有B门、闪光同步装置，有的类型还带有自拍和多次曝光装置。

【自动照像机】装有电子控制系统，具有自动曝光、自动调焦、自动卷片、自动显示曝光、闪光等信息、自动记录日期等功能的照

像机。照像机内部多装有集成电路或大规模集成电路、各种电子、电动系统及相关的连动机构，可以对测光、曝光参数、调焦、卷片、资料显示等进行控制，使其达到摄影要求。某些小型照像机还有内置闪光灯，具有自动闪光的功能。这种照像机操作极为简便，不仅初学者易于掌握，也可使专业爱好者把精力完全集中于取景、构图、光线运用、主题表达等艺术创作方面，而不用花费精力于技术操作方面。这种照像机的缺点是环境适应性差，怕水、怕潮湿，需经常更换电池，当温度过低还会因电池供电不足而无法工作。

【立体照像机】拍摄立体照片的专用照像机。为英国人坦萨所发明，19世纪60年代初曾流行于欧洲和美国。其结构为装有两个相同镜头的照像机，镜头间距为64—65毫米，可同时拍摄两幅近似的照片或正片。在专用的双目立体观视器上观看两幅照片或正片，即可出现完整的立体影像。现代的立体照像机可分为双镜标准型、双镜可调间距型、四镜型等类型，机构已日臻完善，效果甚佳。

【全天候照像机】能适应各种光线和天气条件的专用照像机。镜头前面装有镀膜玻璃保护罩，机身装有严密的防尘、防沙、防水、防锈和防震系统，可耐低温，并装有水下电子闪光灯和各种电子控制及显示装置。适用于复杂气候和天气下进行野外作业、科学考察、水面水下及高山极地摄影活动。如有影像增强装置，还可在微光下摄影。

【一步成像照像机】又称一分钟照像机或即显照像机。一步成像摄影用的专用照像机。美国波拉罗伊德公司于1947年发明，于1972年制成一步成像彩色照像机。其镜头、取景与普通照像机相同，采用

EE 测光和超声波自动调焦，机身内部装有独特的输片、挤压滚轴、供药凸轮、药囊、喷嘴等装置，感光片与普通胶片不同。使用此种照像机摄影曝光后，抽动感光片，带动供药装置，使药囊处于合适位置，挤压滚轴挤破药囊，药液均匀涂布于感光片表面，进行显影和定影，经裁切后，即可得到一张色彩鲜艳的照片。现代一步成像照像机分为波拉系统和柯达系统两类，前者使用底片从正面曝光，而后者则无底片并从背面曝光。照像机内部多带有输片电机，使照片自动输出。

【110型照像机】使用110盒装胶卷的袖珍照像机。画幅尺寸为13×17毫米。机身多为扁盒形，镜头及各种装置均缩装盒内，体积很小。由于重量轻、成本低、体积小、便于携带，从1972年问世以来发展很快，已有多种型号，并配有自动曝光、自动卷片、内置闪光灯及各种LED显示。由于底片画幅很小，照片像质尚不够理想，多为业余使用。

【120型照像机】使用120胶卷的中型照像机。种类很多，分为平视取景连动测距式、反光式、折叠式等。多采用镜头快门，机身带有适应120胶卷纸背牵引胶片的传动系统，并配有自动停片、自动计数、可换镜头、可换机背、闪光同步等装置。根据照像机类型不同，装卷一次拍摄的画幅和幅数也不同，一般可拍6×6厘米底片12幅，6×4.5厘米底片16幅，6×9厘米底片8幅。由于画幅较大，放大后效果尤佳，适于风光、人像、静物及新闻摄影。现代120照像机多配有自动曝光、自动调焦、自动卷片等系统，其中单镜头反光式照像机是现代电子照像机较为发达的一种，很受专业摄影工作者的喜爱。

【135型照像机】使用35毫米电影胶片的小型照像机。机身多为扁方型箱体，分为平视取景式和单镜头反光式两种。均具有自动计数、卷片与快门连动、取景与调焦等机构。快门采用镜头快门和焦平面快门。现代135照像机多装有自动曝光、自动调焦、自动卷片等装置，以及可换镜头系列。已成为新闻摄影、艺术摄影、业余摄影等方面应用最为广泛的一种照像机。具有机身小巧轻便、便于携带、使用灵活，操作方便，自动化程度高等优点。是现代照像机中，镜头相对孔径最大（可达1:0.9）、快门速度最高（可达1/8000秒）、自动化程度最高、应用最为普遍的一种。

【电影摄影机】以连续电影画面的形式摄取被摄体活动影像的光学机械。主要部件包括：摄影镜头、取景器、输片机构、曝光装置、暗盒等。输片齿轮在动力带动下，将电影胶片由供片暗盒内拉出，经片窗后送入收片暗盒。拍摄时，胶片在片窗前受间歇机构的控制，有刹那时间的停留（通常每秒钟停留24次）。这时走时停的运行与曝光装置遮光器的时开时闭的动作相配合，使胶片按格曝光，从而摄取了被摄体的活动的影像，而每格胶片则构成了连贯动作的呆照。遮光器切口的形状可以根据摄影需要作一定的变化，从而得到不同的摄影效果。摄影镜头除标准镜头外，还配有各种焦距的交换镜头。现代摄影机还附有测光装置，以自动调节光圈，保证曝光的准确。根据电影胶片的规格，电影摄影机分为宽银幕摄影机、35毫米摄影机、16毫米摄影机、超8毫米摄影机和8毫米摄影机等。根据安放形式分为手提式和固定式。根据用途分为低噪音音像同录的摄影机，胶片在片窗前准确移动的特技摄影机，全景或立体摄影的专用摄影机，快速摄影机及业余爱好者用的16毫米或8毫米

小型摄影机等。

【电影放映机】影片放映用的光学机械。由镜头、灯箱、输片机构、片盒等部件构成。影片放映时，在输片机构控制下，每格画面经过片窗时，均作瞬间（每秒钟24次）停留，在灯箱光线投射下，通过放映镜头在银幕上形成放大的影像。由于人眼的视觉暂留作用，画面的连续而迅速的变换，使观众获得了活动的影像效果。通常影片一侧还有同步录音的声道，通过放映机的声音转化装置和扩音器发出。根据影片宽度不同，放映机分为35毫米、16毫米、超8毫米、8毫米等几种，根据放置情况分为移动式 and 固定式两种。现代放映机还配有各种光学镜头和附件，以备放映宽银幕、大银幕等不同电影品种时应用。

【电视摄像机】将景物的活动影像通过光电器件转换成电信号的光电设备。主要由摄影镜头、摄像管或其他光电转换器、放大器和扫描电路等组成。镜头将景物的影像投射在摄像管或其他光电转换器上，经摄像管内电子束扫描或通过扫描电路对光电转换器件按一定次序的转换，逐点、逐行、逐帧地把影像上明暗不同或色彩不同的光点，转换为强弱不同的电信号。再通过录像设备或发送设备将电信号记录或发送出去。能传送景物明暗影像的为黑白电视摄像机；能传送景物彩色影像的为彩色电视摄像机。根据摄像机体积大小和采用的光电转换器件的不同，可分为大型电视摄像机、小型电视摄影机等不同品种。

【电视录像机】记录电视影像及伴音的装置。是将电视摄像机拍摄景物影像后输出的视频电信号，记录到磁带记录装置上。当需要影

像再现时，将磁带记录的视频电信号输入电视机的输入端，即可在电视屏幕上再现所记录的影像。通常采用的电视录像机均为磁性录像机，除此之外还有电视屏幕录像机、电子束录像机、激光录像机等类型。

摄影附属器材

【UV 镜】 又称紫外吸收滤光镜。为无色或略带微黄色的摄影通用的一种滤光镜。由于镜片具有强烈的吸收紫外线的能力，可减少透射光中的紫外线及蓝紫光。紫外线波长很短，与可见光成像共轭焦距相差较大，对黑白摄影的远景清晰度有影响。加用 UV 镜，可提高远景清晰度。彩色摄影用 UV 镜可滤除紫外线和过量的蓝紫光，可避免过量蓝紫色曝光量大而引起的偏色。在普通摄影、电影摄影、航空摄影及紫外线丰富的高山、海洋中摄影中均得到广泛的应用。

【偏振镜】 又称偏光镜。能将普通光改变为偏振光的滤光镜。由镜框和带有偏振膜的镜片组成，呈浅灰色。偏振膜为一层极薄的硝化纤维，形成平行排列的晶丝，象一层密布的栅网，含有无数平行的狭缝，只允许一定方向振动的光波通过。对其他方向振动的光波起阻断作用，从而对偏振光可以控制调节。单片使用时，可调节控制非金属表面强烈的反射光、镜面影像和天空的亮度。双片叠合使用时，可作为可变密度的中性灰滤光镜，用来消除水面反光和使天空变暗。

【滤光片】对光有选择性吸收（或反射）的光学元件。摄影用的滤光片要求具有一定的光谱透射特性和光学质量。彩色滤光片用于彩色和全色性黑白感光材料，控制景物中的颜色再现。黑白正色片一般用黄色滤光片。根据用途可分为彩色摄影、黑白摄影、彩色印像、暗室及特殊用途等几种。根据本身材质可分为精胶、醋酸纤维、聚酯、玻璃和干涉滤光片等。

【滤色镜】能改变入射光成分的一种滤光器。由镜圈和滤光片组成。主要用于摄影成像系统中，用来保证具有较高的光学质量。根据用途分为彩色摄影用和黑白摄影用两类。彩色摄影用滤光镜用于校正光源色温，对色彩进行补偿等；黑白摄影用滤光镜则用于校正其感色性、调整反差、消除干扰光等。两种滤色镜的结构与性能均不相同，不能换用。滤色镜均有一定厚度，可使像面产生位移，调焦时应校正；另外由于其光吸收较大，摄影时应根据滤色镜框所刻之滤光系数（补偿倍数）增加曝光量。

【三脚架】由三根支柱组成的用以安放和固定照像机的支架。是照像机附件之一。有金属制和木制的两种。控制其高低方法有手控、机械控制和压缩空气控制等几种。金属架一般每根支柱由3—7节组成，可任意拉长或缩短，使用时可根据需要调节高度和跨度，有的装有云台，可水平、上下转动，调节角度，使用和携带均很轻便。木制架一般只有2—3节，较为笨重，但使用时坚固稳定。利用三脚架，可在较暗光线下进行长时间曝光或多次曝光。使摄影者摆脱紧张状态，有利于抓取生动的景物和人物画面。

【测光表】 又称曝光表。摄影时用来测定被摄体光强度并确定合理地曝光参数的仪器。分单独使用和固定于照像机上两种。测光表结构通常包括测光器件、限光窗、微电流计、电池、计算与控制回路以及参数转换机构等部分。使用时，首先使测光窗对准被摄体，在读数盘读出被摄体的亮度（或照度），再通过曝光推旋盘选出合适的曝光参数（即快门速度与光圈值）。测光表又分亮度测光表和照度测光表，使用上有所区别。

【照像纸】 用于普通摄影印像和放大的感光纸。由卤化银乳剂和钡地纸基构成，有的敷有塑料罩膜。按用途分为印像纸和放大纸，感光度均低于感光片。按乳剂层结构分为黑白和彩色两种，彩色纸具有感色性，冲洗后形成底片颜色的补色，构成与外界景物色彩相同的影像；黑白照像纸没有感色性，根据其反差不同分成软性、中性、硬性和超硬性四种型号；纸面形态可分为光面、绸面、绒面、半光面和无光面；按色调可分为冷调和热调；按纸基可分为厚和薄两种。照像纸均有一定的有效期，过期的照像纸性能就会降低或失效，一般不能再用。

【定时器】 自动控制印放曝光和冲洗时间的仪器。为暗房附属设备之一。使用时，接在放大机和稳压电源之间，调好预定时间，即可自动控制曝光时间。分机械式和电子式两种。具有时间精度高，重复性好等优点，电子式还可配加音响、录音、自动开关等装置。

【显影罐】 冲洗胶卷用的专用器具。为不锈钢或塑胶制的圆筒形密封盒。内部结构有两种形式：一种为卷轴部分附有透明波纹状胶带，胶卷放在胶带外面，膜层与胶带相对，盘好放入盒中；一种

是卷轴两端设有沟槽盘，将胶片沿螺旋形槽插入，放入盒中。使用时，在暗室装片并盖好上盖，在白光下进行定时、定温冲洗。

包装技术与设备

【包装】为了产品的识别、销售和使用方便，并在运输、贮存和销售过程中起保护作用，而用特定的容器、材料、辅助物等进行防止外来因素损坏内容物的技术。包装种类繁多，常有下面几种：（1）以形态分类，有内包装、外包装之分；（2）以商业类型分类，有国内包装、外销包装、特殊包装三种，又可分为商业包装、工业包装等；（3）以运输手段分类，有公路运输包装、铁路运输包装、海上运输包装及空中运输包装等；（4）以包装材料分类，有木制包装、纸制品包装、塑料制品包装、玻璃容器包装、棉麻织品包装、金属包装等；（5）以包装技术要求分类，有防水包装、防湿包装、防潮包装、防锈包装、防震包装、防尘包装、防盗包装、真空包装、充气包装、无菌包装、速冻包装、保鲜包装等；（6）以产品类型分类，有食品包装、机械包装、杂货品包装、液体包装、粉体包装、粒体包装、危险品包装等。

【内包装】又称单个包装、销售包装或小包装。直接与产品接触的包装。起直接保护商品的作用。常用的内包装有铝管、玻璃瓶、塑料瓶、塑料袋、包装纸、复合材料制品等。在生产中与商品配装成一个整体，随着商品一起销售给顾客。在包装外表面上多数印有商

品名称、商标、商品性能和保管使用方法等说明，用以宣传商品、指导消费和赢得市场。

【外包装】又称大包装。在商品内包装外面又重复进行的包装。一般将内包装商品装入中型或大型的箱、袋、盒、罐中，包装后，在外表面标有记号、戳记、商品名称、商标等并使其具有一定形态的技术。其作用主要用来保障商品在流通中的安全，便于装卸、运输、储存和保管。

【国内包装】产品主要在国内销售的包装。可分两种：（1）商业包装，以一个商品为一个销售单位的包装方式，目的在于提高商品价值，引起消费者的购买欲望，因而要注意包装的构造、形态、图案以及包装技艺，使商品既能得到保护又可提高商品的商业宣传效果；（2）工业包装，除商业包装外的各种包装均属于这种，如工厂生产中原料、半成品及成品搬运时的包装，商品运输、装卸及贮存时的包装均属此种，目的是保护内装物品在贮存、装卸及运输过程中的安全，避免遭到损坏。为此，除包装时采用各种容器外，输送及搬运的各种器械也属此范围。

【外销包装】向国外出口物品的包装。除具有国内包装的特点和要求外，还要考虑以下特点：（1）由于时间、地点不同，经常多次搬运；（2）客户国情不同，对方口岸的运输、搬运和装卸方法不同；（3）气候、自然条件不同，包装要求（如防水、防湿等）不同；（4）风俗、习惯不同，包装方法和设计不同。因此在包装的构造、保护机能、包装的设计、包装方法等方面，均应根据客户的国情要求、运输路线和时间的具体情况进行仔细研究，并采取有

效的措施以获得对方的欢迎和好评。

【运输包装】以运输、储存为主要目的的包装。具有保障产品储运安全，方便装卸搬运，提高产品的堆码承载能力，加速交接、点验等作用。根据运输形式又分为：（1）公路运输包装，利用卡车作为运输手段的包装，特点是货物将送至公路遍达之处，搬运中货物会有振动，因而包装应便于装卸、堆码并具有防震措施；（2）铁路运输包装，利用铁路运输的包装，特点是包装形式繁杂，有小包裹、行李袋、混装货物及大型集装箱等，包装设计时，除零散货物外，均应保证大型化、集装箱化，以保证铁路运输的时间性；（3）水运包装，利用船舶运输的包装，特点是运费低廉，货物批量大且多系搬运不便的物品，包装应保证具有耐压强度、防震和便于装卸；（4）空中运输包装，利用飞机运输的包装，特点是运送保存期间短和急需的商品，包装重量有限制，运输途中有振动，因此包装应体积适当、重量合适、便于搬运和具有防震措施。由于路途和商品种类不同，经常需用两种以上的运输工具，包装形式也必须适应不同运输的需要。

【真空包装】将产品装入气密性包装容器内、在密封之前抽成真空，使密封后的容器内达到预定真空度的一种包装方法。具有防潮、防尘、防腐、防锈、防化学变化、防变质、保持商品清洁美观等优点，并且任何形状商品均可包装。根据储存的条件不同，可分为：（1）真空密封包装，室温贮藏的防湿包装；（2）真空加热杀菌包装，室温贮藏而贮藏条件较差的食品包装，包装后进行加热杀菌处理；（3）真空冷藏包装，以低温贮藏为目的的包装。常用于文具用品、日用杂货、机械零件、糖果食品及日常用品类的包装。

【热缩包装】将货物放入具有热塑性的塑胶膜内，在热缩机内经受热收缩而紧贴于货物上的包装方法。具有防尘、防水、便于分类、整齐美观、节省包装和运输成本等优点，并且可以增强捆扎效果和减少搬运中的损坏。常用于窑业制品、纸制品、化工产品、金属制品、家用电器及机械、纺织品、出版物、食品、农作物、水产品及其他各种货物的包装。常用的热塑膜材料有聚乙烯、氯乙烯、聚苯乙烯、聚酸脂等。其中以聚乙烯应用最为广泛。

【防震包装】可减缓内装商品受到的冲击和振动，使其免受损坏的包装。包装采用发泡聚苯乙烯、海棉、木丝、棉线、纸屑等缓冲材料包衬内装物。对于贵重的精密产品，还可采用弹簧悬吊在容器内的保护措施。凡是玻璃陶瓷制品、精密仪器、家用电器、乐器等怕震易碎商品以及需经多次搬运而易损坏的商品均采用此种包装。

【防霉腐包装】为防止商品在运输或流通过程中产生霉腐而进行防霉防腐措施的包装。防霉腐的措施主要有以下几种：（1）化学药剂防霉腐，将防霉腐剂通过喷洒、涂覆或浸泡方式施于商品表面再予包装，常使商品质量或外观受到一定影响，常用药剂有多菌灵、百菌清、灭菌丹、苯甲酸及其钠盐、脱氢醋酸、托布津等；（2）气相防霉腐，利用挥发防霉腐剂的挥发气体充入商品包装中，既能保持商品外观及质量不受影响，又可达到防霉腐的效果，但要求包装容器的透气率和密封性要好，常用药剂有多聚甲醛和环氧乙烷等；（3）气调防霉腐，在包装内充以对人体无害，但能抑制霉腐微生物的气体（常用二氧化碳和氮），同时降低氧气浓度达到防霉腐的目的；（4）低温冷藏防霉腐，通过低温冷藏抑制酶的活性

和霉腐微生物的繁殖，达到防霉腐效果，分冷藏和冻藏两种，冷藏 0°C 左右，适藏水果、蔬菜、蛋品等，冻藏在零下 $16\text{—}18^{\circ}\text{C}$ ，适藏鱼、肉及易腐商品；(5) 干燥防霉腐，在包装内加入干燥剂，断绝霉菌水分而防霉腐；(6) 射线、电场防霉腐，利用电离辐射、紫外线、微波、远红外线和高频电场的作用，达到杀菌的效果。

【防虫害包装】通过物理因素（光、热、电、冷冻等）或化学药剂促使害虫死亡或抑制害虫繁殖而防止虫害的包装。防虫害技术主要有以下几种：(1) 高温处理，当环境温度在 48°C 以上时，多数害虫均可死亡，常用高温烘干或蒸气杀虫法；(2) 低温处理，在零下 4°C 时，害虫均会死亡；(3) 电离辐射、微波、远红外线处理，电离辐射可杀死害虫或使其不育，微波可使害虫体温升高致死，远红外线高温（达 150°C ）可烘干储藏物和杀死害虫；(4) 化学药剂处理，在包装内加入杀虫剂，达到杀虫目的，常用药剂有除虫菊酯、除虫菊和丁氧基葵花香精混合物等。

【无菌包装】被包装物、包装容器及材料、包装辅助器材等在无菌的情况下及无菌的环境中进行充填和封合的包装。在常温下储存，可保持色、香、味而不变质，使营养损失最小。包装过程如下：首先将被包装物通过短时超高温（ 135°C 、1分钟左右）或巴氏灭菌处理，将包装容器通过紫外线或药物灭菌处理。然后，通过无菌包装机械系统进行包装。各种奶制品、果汁、饮料等均可采用此种包装。

【泡罩包装】又称泡或泡式包装。将产品放入模塑的塑料薄片的泡罩或空穴中，覆以印制的卡片或衬底后，在衬底和泡罩周围进行

封合的包装。薄片成型后的泡罩、空穴等均呈透明状，可清楚地看到产品外观。卡片衬底印有精美图案和产品说明，便于陈列和使用。具有美观、透明、方便等特色，适合包装形状复杂、怕压易碎的商品。可以保护商品，防止潮湿、尘埃、污染、偷窃和破坏，延长商品保存期。广泛应用于医药、食品、化妆品、文具、小工具、机械零件、玩具、礼品的销售包装。塑料薄片材料有纤维素、苯乙烯和乙烯树脂等三类。衬片材料多为白纸板或复合材料。

【贴体包装】在衬底上放入商品，上覆加热软化的塑料薄膜，送至抽真空平台抽真空，使薄膜贴紧商品后，热封衬底所形成的牢固包装。与泡罩包装相比，除具有美观、透明、坚挺等特点外，其保护性能更佳。常包装形状复杂或易碎、怕挤压的商品，如磁带、灯具、机械配件、玩具、礼品和成套瓷器等。缺点是密封性差、成本高、包装效率低。

【包装封缄技术】用容器包装的商品，为保护其在搬运、储存和销售过程中不受污染、流失和损坏而进行的各种封闭技术。常用以下几种方法：（1）粘合法，使用粘合剂封合，具有工艺简单、生产率高、结合力强、密封性好、增加绝缘和绝热性能等特点，广泛用于纸、布、木材、塑料、金属等包装材料的粘合（粘合法粘合时又分为冷胶粘合、热熔胶粘合、胶带粘合、加热粘合等几种）；（2）封闭法，利用盖、塞等封闭容器，适用于瓶、罐、桶类包装物的封合（常用的盖、塞有螺旋盖、快旋盖、王冠盖、易开盖、滚压盖、儿童安全盖等）；（3）袋类包装封闭法，利用夹子、环套、按钮带、扭结带、扣紧条等封闭法，作为袋子封口用；（4）卡钉封闭法，利用带型或 U 型卡钉对纸盒或纸箱类进行封闭的方法。

【拉伸包装技术】用可拉伸塑料薄膜在常温和一定张力下对产品或包装件进行裹包的包装方法。根据销售包装和运输包装类型的不同，包装方法也不同。用于销售包装时，有手工操作法和半自动操作法。手工操作法是将包装物放在浅盘内，从卷筒拉出薄膜将产品包裹好，用电热丝将薄膜切断，用手抓住两端进行拉伸后折向底部压在热封板上封合。半自动操作是将包装的一部分工序机械化或自动化。全自动操作是使包装呈流水形式由机械自动完成，有利于提高生产率，节约劳动力和成本。有上推式操作法和连续直线式操作法。用于运输包装时，多用托盘集合包装。常采用整幅薄膜包装法和窄幅薄膜缠绕式包装法。本包装具有不用加热收缩、包裹力易于控制、薄膜透明、防火、防窃、防震等特点，对鲜肉、冷冻食品、蔬菜等很适用。不足之处是薄膜有自粘性，堆放时易因粘结而损伤。

【收缩包装技术】用热收缩塑料薄膜裹包产品或包装件，然后加热使薄膜收缩并包紧产品或包装件的方法。具有以下特点：（1）能包装异形商品，如水果、蔬菜、鱼肉类、玩具、小工具等；（2）包装透明，易于观察商品外观；（3）密封性好，可延长食品的保鲜期；（4）包装牢固、可靠、轻便，既能防潮、防污染，又可保护商品免受损害；（5）包装工艺、设备简单，便于机械化，还能将多件产品方便地包装成大件。常用塑料薄膜材料有：聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚偏二氯乙烯、聚脂、聚苯乙烯、乙烯-醋酸乙烯共聚物和氯化橡胶等。包装方法有两端开放式、四面密封式和一端开放式等几种。

【包装设计】将美术与技术结合，运用到工业中产品的保护和美化的设计。包括造型设计、结构设计和装潢设计等。设计时首先根据产品的内容进行情报收集，包括社会需求、市场预测、同类产品的包装、国际贸易等；其次进行包装方法、包装材料的选择；最后进行造型、结构和装潢设计。设计必须要考虑成本、加工工艺、包装机械以及运输等问题、力求包装达到制作简便、成本低、外形美观、寿命长、使用安全方便、鲜明反映商品特性、竞争力强及运输方便。

【包装造型设计】又称形体设计。是包装设计的一个环节。经过构思，运用美学法则，用有形的材料制作，创造具有包装功能及外观美的容器造型。是一种实用性的立体设计和艺术创作。内容主要包括容器的造型和尺寸及外包装的形式和尺寸等。设计时应考虑以下几点：（1）包装容器应具有保护商品、方便实用的实用性；（2）具有造型美、色彩美、符合消费者心理特点的审美性，使人赏心悦目、心情舒畅而促进销售；（3）以最低消耗而取得最佳效果的经济性；（4）不因循守旧、盲目模仿，应能体现出设计者创作才能的独创性。

【包装结构设计】确定包装材料和加工方法，制成牢固的包装，使产品在制造及运输过程中能够得到容纳和保护的设计。是包装设计的一个环节。设计时应考虑以下因素：（1）保护要求，如强度、绝缘性、防潮、封装技术、搬运中可能损坏的因素等；（2）包装设备，设备情况、包装方法、大小形态等；（3）搬运与堆放方法；（4）消费者使用方便，如包装的大小形态、开封、取用方法及搬运、清理方法等；（5）经济性，材料、制造及搬运成本等；（6）竞

争力，产品品质、材料、大小形态、特色及消费心态等。

【包装装潢设计】运用艺术手段对包装进行的外观平面设计。目的是美化商品、传递信息、促进销售。内容包括图案、文字、色彩、商标等设计。其本身是一种艺术，可采用照像、浮雕、临摹等艺术形式来表现商品。设计要做到保护商品、显现商品、说明商品和赋予商品以外观美；要考虑经济成本；要符合不同民族、不同国家的风俗习惯和有关法律以及自己服务对象的要求；在包装装潢形式和内容上具有完美的统一性。

【图样设计】又称包装画面设计。指包装设计中印刷品的设计。包括海报、报纸、杂志、广告、目录样本、日历等方面的图样设计。与美术设计和广告画不同，其必须具有广告与美术的双重价值。设计者必须熟练掌握印刷方面的各种知识。

【质感设计】通过包装设计中的造型设计和装潢设计，给人们造成强烈而柔和的视觉差异，从而感觉到商品特质的设计。质感是通过人们的视觉和触摸所得到的一种感觉，如软硬、轻重、粗细、糙滑等，这种质感有的是自然本身具备的，有的是人工形成的。质感设计的目的就是使消费者看到广告等图案就如同看到实物一样。

【包装机械】全部或部分完成包装过程的机械。按其功用可分为：充填机、封口机、裹包机、标签机、多功能包装机、集装与拆卸机、清洗机、干燥机、杀菌机及各种辅助包装装置与设备。随着包装技术与包装设备的现代化，自动包装机械和流水线的应用不断扩大，已逐步形成跨行业的综合技术设备。

【充填机】 将产品按预定数量充填到包装容器中的机器。一般由计量装置、充填装置和封口装置等几部分组成。根据计量方式不同，可分为：（1）计数式充填机，常用多孔转盘对粒状或块状的产品进行定量计数，有单件计数与多件计数之分；（2）容积式充填机，对粉状、颗粒状、液体、膏体等形式的物料以一定容积的装置进行计量和充填，又分为量杯式、插管式、柱塞式、螺杆式、料位式、定时式等几种；（3）称重式充填机，利用称重方法进行计量，常用于计量精度要求较高的粉料状物料，又有动态称量、静态称量、间歇称量和连续称量之分。

【封口机】 利用机械方法对包装容器进行封口的机械。分为以下三种：（1）无封口材料封口机，直接将包装容器封口，对各种塑料袋的封口方法有热板热封、脉冲热封、高频热封、超声波热封等几种（热封温度、压力和时间是热封工艺的关键要素；对纸袋类采用折叠法；对金属罐类采用冷压、插合或熔焊等方法）；（2）有封口材料封口机，利用专用材料进行封口，应用于金属、玻璃和塑料的瓶和罐，封口形式有卷边封口、压盖封口、压塞封口、滚纹封口、滚边封口、旋盖封口等；（3）有辅助封口材料封口机，利用辅助材料将包装封口，如用胶水、胶带、针、线、卡钉、绳类等，封口方式有粘结式、胶带式、缝合式、钉合式、结扎式等。

【裹包装机】 采用挠性包装材料，通过不同形式的裹包操作，全部或局部包覆被包装物品的机械。按裹包方式可分为覆盖式、折叠式、接缝式、扭结式、底部折叠式、枕式、半裹式、托盘套筒式和缠绕式等类型。多应用于非机械产品的运输包装中。

【多功能包装机】在一台机器上可以完成两种或两种以上包装工序的机器。为现代包装机械的发展趋势之一。常见的有：筒袋成型—充填—封口机、四边封合袋成型—充填—封口机、真空或充气包装机、热成型—充填—封口机、箱（盒）或箱（盒）坯料竖起定型—充填—封口机和开袋—充填—封口机。

【干燥机】用不同的干燥方法消除包装件、包装容器及包装辅助物品上的水分，使其达到规定干燥度的机器。在包装的各过程中均可应用。一般有三种类型，即通过加热和冷却，以除去水分的热式干燥机；通过离心分离、振动压榨、擦净等机械办法进行干燥的机械干燥机；通过化学物理作用进行干燥的化学干燥机。

【堆码机】将规定数量的产品或包装件按一定规则进行堆码的机械。各种纸箱、塑料箱、袋等多数码在木盘上，便于运输、存放，与收缩包装或拉伸包装结合可形成一种方便的包装形式。

【清洗机】用不同方法对包装材料、包装容器、包装件及包装辅助材料进行清洗，使其达到规定清洁度的机器。清洗方法可分为干式、湿式、机械式、电解式、电离式和超声波式等多种。主要用于包装前期的工作过程。

【杀菌机】清除产品、包装容器、包装辅助物、包装件上微生物，使其降低到允许范围内的机器。常用的有热杀菌机、超声波杀菌机、电离杀菌机、化学杀菌机等。无菌包装由于不必冷冻贮存、冷

藏运输,可以大量节省包装费用和能源。杀菌机常作为多功能包装机的一个组成部分,完成消毒杀菌的任务。