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。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【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℃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℃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、氯化美等；(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，大量吸收箱体内的热量并在箱体外散发，造成箱体内的低温环境。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。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【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氦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，于第一氪塔中排出贫氪，经第二氪塔预分离，得到粗氪、氙混合液体，再经第三氪塔预分离，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冷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）充气一放气型，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。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【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，并减少摩损。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 8×10^{3}—2×10^{3} 帕，双级泵为 2×10^{3}—1×10^{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) 起动块，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。油蒸气流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流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

需要全本请访问 www.ertongbook.com