



2021年一级造价工程师《安装计量》考前重点（一）熟记&背诵

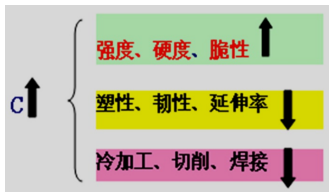
第一章 安装工程材料

第一节 建设工程材料

1. 钢的分类和用途

钢中主要化学元素为铁，另外还含有少量的碳、硅、锰、硫、磷、氧和氮等。**钢中碳的含量对钢的性质有决定性影响，含碳量低的钢材强度较低，但塑性大，延伸率和冲击韧性高，质地较软，易于冷加工、切削和焊接；含碳量高的钢材强度高（当含碳量超过1.00%时，钢材强度开始下降）、塑性小、硬度大、脆性大且不易加工。**

硫、磷为钢材中有害元素，含量较多就会严重影响钢材的塑性和韧性，磷使钢材显著产生冷脆性，硫则使钢材产生热脆性。硅、锰等为有益元素，它们能使钢材强度、硬度提高，而塑性、韧性不显著降低。



(3) 工程中常用钢及其合金的性能和特点

1) 碳素结构钢

①**普通碳素结构钢**按照国家标准《碳素结构钢》GB/T 700-2006，以碳素结构钢屈服强度下限分为四个级别：Q195、Q215、Q235和Q275。普通碳素结构钢的碳、磷、硫及其他残余元素的含量控制较宽，某些性能如低温韧性和时效敏感性较差。

Q195钢**强度不高**，塑性、韧性、加工性能与焊接性能较好，主要用于轧制薄板和盘条等；

Q215钢主要用于制作管坯、螺栓等；

Q235钢强度适中，有良好的承载性，又具有较好的塑性和韧性，可焊性和可加工性也好，是钢结构常用的牌号，大量制作成钢筋、型钢和钢板，用于建造房屋和桥梁；

Q275钢**强度和硬度较高**，耐磨性较好，但塑性、冲击韧性和可焊性差，主要用于制造轴类、耐磨零件和垫板。

② 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢是**含碳小于0.8%的碳素钢**，这种钢中所含的**硫、磷**及非金属夹杂物比碳素结构钢**少**。与普通碳素结构钢相比，优质碳素结构钢**塑性和韧性较高**，可通过**热处理**强化，多用于较重要的零件，是广泛应用的机械制造用钢。

3) 不锈钢耐酸钢

不锈钢耐酸钢按使用状态的金相组织，可分为**铁素体、马氏体、奥氏体、铁素体加奥氏体和沉淀硬化型不锈钢**五类。现将各类不锈钢的特点简述如下：

② 马氏体型不锈钢

具有较高的强度、硬度和耐磨性。但由于此钢焊接性能不好，故一般不用作焊接件。

通常用于弱腐蚀性介质环境中，如海水、淡水和水蒸气中；以及使用温度≤580℃的环境中，通常也可作为受较大的零件和工具的制作材料。

③ 奥氏体型不锈钢

具有较高的韧性、良好的耐蚀性、高温强度和较好的抗氧化性，以及良好的压力加工和焊接性能。**但是这类钢的屈服强度低，且不能采用热处理方法强化，而只能进行冷变形强化。**

④**铁素体-奥氏体型不锈钢**。**其屈服强度约为奥氏体型不锈钢的两倍，可焊性良好，韧性较高，应力腐蚀、晶间腐蚀及焊接时的热裂倾向均小于奥氏体型不锈钢。**

⑤**沉淀硬化型不锈钢**。突出优点是**具有高的强度，耐腐蚀性优于铁素体型不锈钢**。主要用于**制造高强度**和耐蚀



的容器、结构和零件，也可用作**高温零件**。

2) **球墨铸铁**。**综合机械性能接近于钢，因铸造性能很好，成本低廉**，生产方便，在工业中得到了广泛的应用。球墨铸铁的**成分要求比较严格**，与灰铸铁相比，它的含碳量较高，通常在4.5%~4.7%范围内变动，以利于石墨球化。

球墨铸铁的抗拉强度远远超过灰铸铁，而与钢相当。因此对于承受静载的零件，使用球墨铸铁比铸钢还节省材料，重量更轻，并具有较好的耐疲劳强度。球墨铸铁的扭转疲劳强度甚至超过45#钢。在实际工程中常用球墨铸铁来代替钢制造某些重要零件，如**曲轴、连杆和凸轮轴**等。也可用于**高层建筑室外进入室内给水的总管或室内总管**。

3) **蠕墨铸铁**。强度接近于球墨铸铁，并具有一定的韧性和较高的耐磨性；同时又有灰铸铁良好的铸造性能和导热性。蠕墨铸铁在生产中主要用于**生产汽缸盖、汽缸套**、钢锭模和液压阀等铸件。

4) **可锻铸铁**。具有较高的强度、塑性和冲击韧性，可以**部分代替碳钢**。这种铸铁有黑心可锻铸铁、白心可锻铸铁、珠光体可锻铸铁三种类型。可锻铸铁常用来**制造形状复杂、承受冲击和振动荷载的零件**，如管接头和低压阀门等。与球墨铸铁相比，可锻铸铁具有**成本低、质量稳定、处理工艺简单等优点**。

(二) 有色金属材料

(3) 镍及镍合金

镍及镍合金是用于化学、石油、有色金属冶炼、高温、高压、高浓度或**混有不纯物等各种苛刻腐蚀环境**的比较理想的金属材料。

由于镍的标准电势大于铁，可获得**耐腐蚀性**优异的镍基耐蚀合金。**镍力学性能良好**，尤其塑性、韧性优良，能**适应多种腐蚀**环境。广泛应用于化工、制碱、冶金、石油等行业中的压力容器、换热器、塔器、蒸发器、搅拌机、冷凝器、反应器和储运容器等。

(4) 钛及钛合金

钛在高温下化学活性极高，在540℃以下使用；钛具有**良好的低温性能，可做低温材料**；常温下钛具有**极好的抗蚀性能**，在大气、海水、硝酸和碱溶液等介质中十分稳定。但在任何浓度的氢氟酸中将迅速溶解。

(5) 铅及铅合金

在铅中加入锑、铜、锡和砷等元素可提高铅的再结晶温度、细化晶粒、提高硬度和强度等，**并保持合金的良好耐蚀性**。铅在大气、淡水、海水中很稳定，铅对硫酸、磷酸、亚硫酸、铬酸和**氢氟酸**等则有良好的耐蚀性。但铅不耐硝酸的腐蚀，在盐酸中也不稳定。

二、非金属材料

非金属材料也是重要的工程材料。它包括无机非金属材料和高分子材料。无机非金属材料，种类很多，主要介绍**耐火材料、耐火隔热材料、耐蚀（酸）非金属材料**和**陶瓷材料**等；**高分子材料包括橡胶、塑料和合成纤维等**。

(一) 无机非金属材料

1. 耐火材料

常用的耐火材料有耐火砌体材料、耐火水泥及耐火混凝土。

二、非金属材料

(1) **耐火砌体材料**。按材质高低分为普通耐火材料和特种耐火材料；按材料密度大小，分为重质耐火材料和轻质耐火材料；**按耐火材料的主要化学特性分为酸性、中性和碱性耐火材料**。

1) **酸性耐火材料**。以**硅砖和黏土砖**为代表。

2) **中性耐火材料**。以**高铝质制品**为代表，**碳质制品**是另一类中性耐火材料。

3) **碱性耐火材料**。以**镁质制品**为代表

2. 耐热保温和绝热材料

(1) **耐热保温材料**。又称耐火隔热材料。常用的隔热材料有硅藻土、蛭石、玻璃纤维（又称矿渣棉）、石棉，以及它们的制品如板、管、砖等。

1) 硅藻土制成的耐火保温砖、板、管，**具有气孔率高，耐高温及保温性能好，密度小等特点**。采用这种材料，可以减少热损失，降低燃料消耗，减薄炉墙厚度，**降低工程造价**，缩短窑炉周转时间，提高生产效率。



硅藻土砖、板广泛用于电力、冶金、机械、化工、石油、金属冶炼电炉和硅酸盐等工业的各种热体表面及各种高温窑炉、锅炉、炉墙中层的保温绝热部位。硅藻土管广泛用于各种气体、液体高温管道及其他高温设备的保温绝热部位。

3. 耐蚀（酸）非金属材料

常用的非金属耐蚀材料有**铸石**、**石墨**、耐酸水泥、天然耐酸石材和**玻璃**等。

(1) **铸石具有极优良的耐磨性、耐化学腐蚀性、绝缘性及较高的抗压性能**。其耐磨性能比钢铁高十几倍至几十倍。耐化学腐蚀性高于不锈钢、橡胶、塑性材料及其他有色金属十倍到几十倍；**但脆性大、承受冲击荷载的能力低**。在要求耐蚀、耐磨或高温条件下，当不受冲击震动时，铸石是钢铁（包括不锈钢）的理想代用材料。

(2) 石墨按照来源不同可分为天然石墨和人造石墨。防腐材料中应用的主要是人造石墨。人造石墨经过不透性处理，即通过浸渍、压型浇注等方法制得的新型结构材料称为不透性石墨。**它不仅具有高度的化学稳定性，还具有极高的导热性能。**

石墨材料具有高熔点（3700℃），在高温下有高的机械强度。当温度增加时，石墨的强度随之提高。石墨在3000℃以下具有还原性，在中性介质中有很好的**热稳定性**，在急剧改变温度的条件下，石墨比其他结构材料都稳定，不会炸裂破坏。石墨的导热系数是碳钢的两倍多，所以石墨材料常用来制造传热设备。

石墨具有良好的**化学稳定性**。人造石墨材料的耐腐蚀性能良好，除了强氧化性的酸（如硝酸、铬酸、发烟硫酸和卤素）之外，在所有的化学介质中都很稳定，甚至**在熔融的碱中也很稳定**。

2) 工程中常用塑料制品

①热塑性塑料

c. 聚丙烯（PP）

具有质轻、不吸水，介电性、化学稳定性和**耐热性良好（可在100℃以上使用。若无外力作用，温度达到150℃时不会发生变形）**，力学性能优良，**但是耐光性能差，易老化，低温韧性和染色性能不好。**

d. 聚氯乙烯（PVC）

硬聚氯乙烯比软聚氯乙烯的密度小，抗拉强度高，有良好的耐水性、耐油性和耐化学药品侵蚀的性能。硬聚氯乙烯塑料板在常温下容易加工，又有良好的热成型性能，工业用途很广。

硬聚氯乙烯塑料常被用来制作化工、纺织等工业的废气排污排毒塔，以及常用于气体、液体输送管。

软聚氯乙烯塑料常制成薄膜，用于工业包装等，但不能用来包装食品。

e. 聚四氟乙烯（PTFE，F-4）

聚四氟乙烯俗称**塑料王**，具有非常优良的耐高、低温性能，可在-180~260℃的范围内长期使用。几乎耐所有的化学药品，在侵蚀性极强的王水中煮沸也不起变化，摩擦系数极低。聚四氟乙烯不吸水、电性能优异，是目前介电常数和介电损耗最小的固体绝缘材料。**缺点是强度低、冷流性强。**

②热固性塑料类型

b. 环氧树脂

双酚A型是环氧树脂中最常用的一种。

环氧树脂**强度较高、韧性较好、尺寸稳定性高和耐久性好并具有优良的绝缘性能；耐热、耐寒**。可在-80~155℃温度范围内长期工作；化学稳定性很高，成型工艺性能好。环氧树脂是**很好的胶黏剂**。

c. 呋喃树脂

能耐强酸、强碱和有机溶剂腐蚀，并能适用于其中两种介质的结合或交替使用的场合。其耐热可达180~200℃，是现有耐热树脂中耐热性能最好的树脂之一。呋喃树脂具有良好的阻燃性，燃烧时发烟少。其缺点是固化工艺不如环氧树脂和饱和树脂那样方便，为使其固化完全，一般需加热后处理。呋喃树脂不耐强氧化性介质。

(6) **塑料-钢复合材料**。主要是由聚氯乙烯塑料膜与低碳钢板复合而成，其性能如下：

- 1) 化学稳定性好，耐酸、碱、油及醇类侵蚀，耐水性好；
- 2) 塑料与钢材间的剥离强度 $\geq 20\text{MPa}$ ；
- 3) 深冲加工时不剥离，冷弯120°不分离开裂（ $d=0$ ）；
- 4) 绝缘性能和耐磨性能良好；



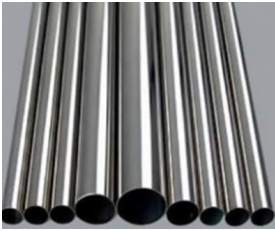
- 5) 具有低碳钢的冷加工性能;
- 6) 在-10~60°C之间可长期使用，短时间使用可耐120°C。

第二节 安装工程常用材料

(三) 管材

1. 金属钢管

(1) 无缝钢管。无缝钢管可以用普通碳素钢、普通低合金钢、优质碳素结构钢、优质合金钢和不锈钢制成。无缝钢管是用一定尺寸的钢坯经过穿孔机、热轧或冷拔等工序制成的中空而横截面封闭的无焊接缝的钢管。所以**无缝钢管比焊缝钢管有较高的强度**，一般能承受3.2-7.0MPa 的压力。



1) 一般无缝钢管。主要适用于**高压供热系统和高层建筑的冷、热水管和蒸汽管道**以及各种机械零件的坯料，通常压力在**0.6MPa**以上的管路**都应采用无缝钢管**。由于用途的不同，管道所承受的压力也不同，要求管壁的厚度差别也很大，无缝钢管的规格是用外径×壁厚表示。

2) 锅炉及过热器用无缝钢管。**锅炉用高压无缝钢管**是用**优质碳素钢和合金钢制造**，可以耐高压和超高压。用于制造锅炉设备与高压超高压管道，也可用来输送高温、高压汽、水等介质或高温高压含氢介质。

3) 不锈钢无缝钢管。它们主要用于化工、石油和机械用管道的**防腐蚀部位**，以及**输送强腐蚀性介质、低温或高温介质**以及**纯度要求很高**的其他介质。

(2) 焊接钢管

按焊缝的形状可分为**直缝钢管、螺旋缝钢管和双层卷焊钢管**。

1) **直缝**电焊钢管主要用于输送水、暖气和煤气等**低压流体**和制作结构零件等。



2) 螺旋缝钢管。单面螺旋缝焊管用于输送水等一般用途，**双面螺旋焊管用于输送石油和天然气等特殊用途**。

3) **双层卷焊钢管**适于**冷冻设备、电热电器工业中的刹车管、燃料管、润滑油管、加热或冷却器**等。



(4) 铸铁管

铸铁管分给水铸铁管和排水铸铁管两种。其特点是**经久耐用，抗腐蚀性强、质较脆，多用于耐腐蚀介质及给排水工程**。铸铁管的连接常用**承插式**和**法兰式**。

给水承插铸铁管分为高压管（P<1.0MPa）、普压管（P<0.75MPa）和低压管（P<0.45MPa）。



排水承插铸铁管，适用于污水的排放，一般都是自流式，不承受压力。

双盘法兰铸铁管的特点是装拆方便，工业上常用于**输送硫酸和碱类**等介质。



(8) 塑料管

2) 氯化聚氯乙烯管。新型的输水管道。该管与其它塑料管材相比具有刚性高、耐腐蚀、**阻燃性能好**、导热性能低、热膨胀系数低及安装方便等特点。

3) **聚乙烯管 (PE管)**。PE管材无毒、质量轻、韧性好、可盘绕，耐腐蚀，在常温下不溶于任何溶剂，低温性能、抗冲击性和耐久性均比聚氯乙烯好。目前PE管主要应用于饮用水管、雨水管、气体管道、工业耐腐蚀管道等领域。PE管**强度较低**，**适宜于压力较低的工作环境**，且耐热性能不好，**不能作为热水管使用**。

4) **超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)** **耐磨性为塑料之冠**，断裂伸长率可达410%~470%，管材柔性、抗冲击性能优良，低温下能保持优异的冲击强度，抗冻性及抗震性好，摩擦系数小，具有自润滑性，耐化学腐蚀，热性能优异，**可在-169~110℃下长期使用**，**最适合于寒冷地区**。

5) 交联聚乙烯管 (PEX管)。

耐温范围广 (-70~110℃)，**耐压**、化学性能稳定、重量轻、流体阻力小、安装简便、使用寿命长，且无味、无毒。PEX管适用于**建筑冷热水管道、供暖管道、雨水管道、燃气管道以及工业用的管道**等。

6) 聚丙烯管 (PP管)。无毒，价廉，抗冲击强度差。

无规共聚聚丙烯管 (PP-R管)。PP-R管是**最轻的热塑性塑料管**，具有较高的强度，**较好的耐热性**，最高工作温度可达95℃，在1.0MPa下长期 (50年) 使用温度可达70℃，另外PP-R管无毒、耐化学腐蚀，在常温下无任何溶剂能溶解，目前它被广泛地用在冷热水供应系统中。但其低温脆化温度仅为-15~0℃，在北方地区不能用于室外。每段长度有限，且不能弯曲施工。

二、焊接材料

(一) 手工电弧焊焊接材料

1. 焊条的组成。焊条由**药皮**和**焊芯**两部分组成。



(1) 焊芯。焊条中被药皮包裹的金属芯称为焊芯。

焊接时，焊芯有**两个作用**：一是传导焊接电流，产生电弧把电能转换成热能；二是焊芯本身熔化为填充金属与母材金属熔合形成焊缝。



(2) 药皮。药皮在焊接过程中起着极为重要的作用。若采用无药皮的光焊条焊接，则在焊接过程中，空气中的氧和氮会大量侵入熔化金属，将金属铁和有益元素碳、硅、锰等氧化和氮化，并形成各种氧化物和氮化物残留在焊缝中，造成焊缝夹渣或裂纹。而熔入熔池中的气体可能使焊缝产生大量气孔，这些因素都能使焊缝的力学性能（强度、冲击值等）大大降低，同时使焊缝变脆。此外，采用光焊条焊接，电弧很不稳定，飞溅严重，焊缝成形很差。在光焊条外面涂一层由各种矿物等组成的药皮，**能使电弧燃烧稳定，焊缝质量得到提高。**

药皮虽然具有机械保护作用，但液态金属仍不可避免地受到少量空气侵入并氧化，此外，药皮中某些物质受电弧高温作用而分解放出氧，使液态金属中的合金元素烧毁，导致焊缝质量降低。因此在药皮中要加入一些还原剂，使氧化物还原，以保证焊缝质量。

由于电弧的高温作用，焊缝金属中所含的某些合金元素被烧损（氧化或氮化），会使焊缝的力学性能降低。在焊条药皮中加入铁合金或其他合金元素，使之随着药皮的熔化而过渡到焊缝金属中去，以弥补合金元素烧损和提高焊缝金属的力学性能。此外，药皮还可改善焊接工艺性能使电弧稳定燃烧、飞溅少、焊缝成形好、易脱渣和熔敷效率高。

2. 焊条的分类

(2) 焊条按药皮熔化后的熔渣特性分为**酸性焊条**和**碱性焊条**。

1) 酸性焊条。其**熔渣的成分主要是酸性氧化物 (SiO_2 、 TiO_2 、 Fe_2O_3)**。酸性焊条药皮中含有多种氧化物，具有较强的**氧化性**，促使合金元素氧化；同时电弧气中的氧电离后与氢离子亲和力很强形成生成氢氧根离子，从而防止氢离子溶入液态金属里，所以这类焊条**对铁锈、水分不敏感，焊缝很少产生由氢引起的气孔**。但酸性熔渣脱氧不完全，也不能有效地清除焊缝的硫、磷等杂质，故**焊缝的金属的力学性能较低，一般用于焊接低碳钢和不太重要的碳钢结构**。

2) 碱性焊条。其熔渣的主要成分是碱性氧化物（如大理石、萤石等）。**焊条的脱氧性能好**，合金元素烧损少，**焊缝金属合金化效果较好**。遇焊件或焊条**存在铁锈和水分时，容易出现氢气孔**。在药皮中加入萤石，具有去氢作用，但不利于电弧的稳定，必须**采用直流反极性进行焊接**。若在药皮中加入碳酸钾等，便可使用**交流电源**。

碱性焊条的熔渣脱氧较完全，又能有效地消除焊缝金属中的硫，合金元素烧损少，所以**焊缝金属的力学性能和抗裂性均较好**，可用于**合金钢和重要碳钢结构的焊接**。

类别	酸性焊条	碱性焊条
药皮成分	酸性氧化物： SiO_2、TiO_2、Fe_2O_3	碱性氧化物： 大理石、萤石
脱氧性	较强的氧化性 ，促使合金元素氧化。	脱氧性能好 ，合金元素烧损少,合金化效果较好。
氢气孔	对铁锈、水分 不敏感 ，焊缝 很少产生由氢引起的气孔 。	焊件或焊条存在铁锈和水分时， 容易出现氢气孔 。加入 萤石 (不利于电弧稳定，直流反极性接法)，具有 去氢作用 。
力学性能	酸性熔渣脱氧不完全，不能有效地清除焊缝的硫、磷等杂质，故焊缝金属力学性能较低 。	熔渣 脱氧较完全 ，能 有效地消除焊缝金属中的硫 ，合金元素烧损少，故 焊缝金属的力学性能、抗裂性好 。



用途	焊接 低碳钢、不太重要 的碳钢结构。	焊接 合金钢、重要 碳钢结构。
----	---------------------------	------------------------

3) 酚醛树脂漆。具有良好的电绝缘性和耐油性，能耐60%硫酸、盐酸、一定浓度的醋酸、磷酸、大多数盐类和有机溶剂等介质的腐蚀，但不耐强氧化剂和碱。其漆膜较脆，温差变化大时易开裂，与金属**附着力较差**。使用温度一般为120℃。

5) 环氧树脂涂料具有**良好的耐腐蚀性能，特别是耐碱性**，并有较好的**耐磨性**。与金属和非金属（除聚氯乙烯、聚乙烯等外）有**极好的附着力**，漆膜有良好的弹性与硬度，**收缩率较低**，使用温度一般为90~100℃左右。

6) 过氯乙烯漆。具有良好的耐酸性气体、耐海水、耐酸、耐油、耐盐雾、防霉、防燃烧等性能。但不耐耐类、酮类、脂类和苯类等有机溶剂介质的腐蚀。其最高使用温度约70℃。该清漆不耐光，容易老化，而且不耐磨和不耐强烈的机械冲击。**与金属表面附着力不强，特别是光滑表面和有色金属表面更为突出。有漆膜揭皮**现象。

8) 呋喃树脂漆。具有优良的耐酸性、耐碱性及耐温性，原料来源广泛，价格较低。不宜直接涂覆在金属或混凝土表面上，必须用其他涂料作为底漆。呋喃树脂漆能耐大部分有机酸、无机酸、盐类等介质的腐蚀，并有良好的耐碱性、耐有机溶剂性、耐水性、耐油性，但不耐强氧化性介质（硝酸、铬酸、浓硫酸等）的腐蚀。**性脆，与金属附着力差，干后会收缩**等缺点。

11) 聚氨酯漆。**广泛**用于管道、容器、设备以及混凝土构筑物表面等防腐领域。具有耐盐、耐酸、耐各种稀释剂等优点，同时又具有施工方便、无毒、造价低等特点。

12) 环氧煤沥青。综合了环氧树脂**机械强度高、粘结力大**、耐化学介质侵蚀和煤沥青**耐腐蚀**等优点。防腐寿命可达到**50年**以上。环氧煤沥青广泛用于城市给水管道、煤气管道以及炼油厂、化工厂、污水处理厂等设备、管道防腐处理。

13) 三聚乙烯防腐涂料。该涂料广泛用于天然气和石油输配管线、市政管网、油罐、桥梁等防腐工程。它主要由聚乙烯、炭黑、改性剂和助剂组成，经熔融混炼**造粒而成（固体粉末涂料）**，具有良好的机械强度、电性能、抗紫外线、抗老化和**抗阳极剥离**等性能，防腐寿命可达到20年以上。

14) 氟-46涂料。具有**优良的耐腐蚀性能**，对**强酸、强碱及强氧化剂**，即使在高温下也不发生任何作用。它的耐热性仅次于聚四氟乙烯涂料，耐寒性很好，**具有杰出的防污和耐候性**，因此可维持15-20年不用重涂。故特别适用于对耐候性要求很高的桥梁或化工厂设施。

第三节 安装工程常用管件和附件

三、法兰

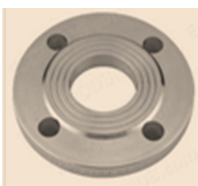
（一）法兰种类

1. 按连接方式分类：整体法兰、平焊法兰、对焊法兰、松套法兰和螺纹法兰。

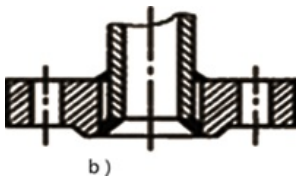
（1）**整体法兰**指机械设备与管道连接的进出口法兰，通常和这些管道设备制成一体，作为设备的一部分。



（2）平焊法兰。又称搭焊法兰。其优点在于焊接装配时较易对中，且成本较低，因而得到了广泛的应用。平焊法兰只适用于**压力等级比较低，压力波动、振动及震荡均不严重**的管道系统中。



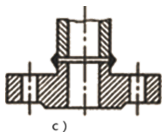
平焊法兰



三、法兰

(一) 法兰种类

(3) **对焊法兰**。又称为**高颈法兰**。它与其他法兰不同之处在于从法兰与管道焊接处到法兰盘有一段长而倾斜的高颈，此段高颈的壁厚沿高度方向逐渐过渡到管壁厚度，改善了应力的不连续性，因而增加了法兰强度。对焊法兰主要用于**工况比较苛刻**的场合或**应力变化反复**的场合；**压力、温度大幅度波动**的管道和高温、高压及零下低温的管道。

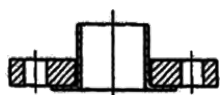


对焊法兰

(4) 松套法兰。俗称活套法兰，分为焊环活套法兰，翻边活套法兰和对焊活套法兰，**多用于铜、铝等有色金属及不锈钢管道上**。

松套法兰连接的优点是法兰可以旋转，**易于对中**螺栓孔，在**大口径管道**上易于安装，也**适用于管道需要频繁拆卸**以供清洗和检查的地方。

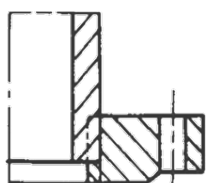
松套法兰**附属元件材料与管子材料一致**，而**法兰材料可与管子材料不同**，比较适合于输送腐蚀性介质的管道。但松套法兰耐压不高，一般仅**适用于低压管道**的连接。



松套法兰示意图



(5) 螺纹法兰。是一种非焊接法兰。与焊接法兰相比，它具有**安装、维修方便**的特点，可在一些现场不允许焊接的场合使用。但在温度**高于260°C和低于-45°C**的条件下，建议**不使用螺纹法兰**，以免发生泄漏。



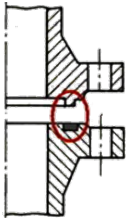
螺纹法兰示意图



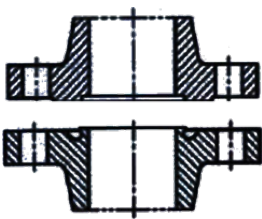
螺纹法兰

2. 按密封面形式分类

4) 榫槽面型：是具有相配合的榫面和槽面的密封面，**垫片放在槽内**，不会被挤出。**垫片比较窄，压紧垫片所需的螺栓力相应较小**。即使应用于压力较高之处，螺栓尺寸也不致过大。安装时易对中。垫片受力均匀，故密封可靠。**垫片很少受介质的冲刷和腐蚀。适用于易燃、易爆、有毒介质及压力较高的重要密封。但更换垫片困难，法兰造价较高。此外，榫面部分容易损坏，在拆装或运输过程中应加以注意。**

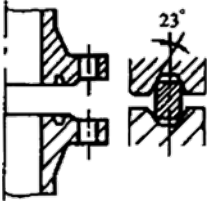


5) O形圈面型：这是一种较新的法兰连接形式，它是随着各种橡胶O形圈的出现而发展起来的。**具有相配合的凸面和槽面的密封面，O形圈嵌在槽内。O形密封圈是一种挤压型密封**，其基本工作原理是依靠密封件发生弹性变形，在密封接触面上造成接触压力，当接触压力大于被密封介质的内压，不发生泄漏，反之则发生泄漏。像这种借介质本身来改变O形圈接触状态使之实现密封的过程，称为“自封作用”



O形圈面型密封效果比一般平垫圈可靠。O形圈的截面尺寸都很小、**质量轻，消耗材料少**，且使用简单，安装、拆卸方便，**O形圈具有良好的密封能力，压力使用范围很宽，静密封工作压力可达100MPa以上**，适用温度为-60~200℃，可满足多种介质的使用要求。

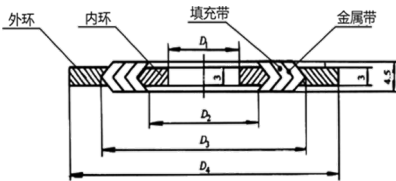
6) 环连接面型：在法兰的突面上开出一**环状梯形槽**作为法兰密封面，和榫槽面法兰一样，这种法兰在安装和拆卸时必须在轴向将法兰分开。这种密封面专门与用金属材料加工成形状为**八角形或椭圆形的实体金属垫片配合**，实现密封连接。这种密封面的**密封性能好，对安装要求也不太严格，适合于高温、高压工况，但密封面的加工精度较高。**



(二) 垫片

2. 半金属垫片。又称金属复合垫片。

(2) 金属缠绕式垫片。**压缩、回弹性能好**；具有多道密封和一定的自紧功能；**对于法兰压紧面的表面缺陷不太敏感**，不粘接法兰密封面，容易对中，拆卸便捷；**能在高温、低压、高真空、冲击振动等循环交变的各种苛刻条件下，保持其优良的密封性能。在石油化工工艺管道上被广泛采用。**



金属缠绕式垫片

3. 金属垫片。

(4) **金属环形垫片**是用金属材料加工成**截面为八角形或椭圆形**的实体金属垫片，具有径向自紧密封作用。金属环形垫片**主要应用于环连接面型法兰连接，金属环形垫片是靠与法兰梯槽的内外侧面（主要是外侧面）接触，并通过压紧而形成密封的。**



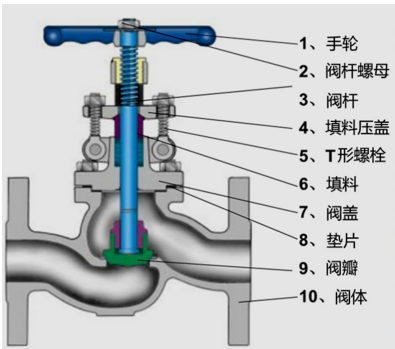
r型金属环形垫片

四、阀门

1. 截止阀主要用于热水供应及高压蒸汽管路中，它结构简单，严密性较高，制造和维修方便，**阻力比较大。**

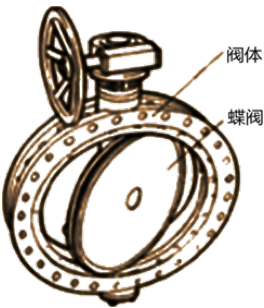
流体经过截止阀时要改变流向，**因此水流阻力较大，安装时要注意流体“低进高出”，方向不能装反。**

选用特点：结构比闸阀简单，制造、维修方便，可以调节流量，应用广泛。但流动阻力大，为防止堵塞和磨损，**不适用于带颗粒和黏性较大的介质。**



4. 蝶阀。蝶阀结构简单、体积小、重量轻，只由少数几个零件组成，只需旋转90度。即可快速启闭，操作简单，同时具有良好的流体控制特性。蝶阀处于完全开启位置时，蝶板厚度是介质流经阀体时唯一的阻力，通过该阀门所产生的压力降很小，**具有较好的流量控制特性。**

蝶阀适合安装在大口径管道上。蝶阀不仅在石油、煤气、化工、水处理等一般工业上得到广泛应用，而且还应用于发电站的冷却水系统。



6. 球阀。启闭件作为一个球体，利用球体绕阀杆的轴线旋转90°实现开启和关闭的目的。球阀在管道上主要用于切断、分配和改变介质流动方向，设计成V形开口的球阀还具有良好的流量调节功能。

球阀具有结构紧凑、密封性能好、结构简单、体积较小、质量轻、材料耗用少、安装尺寸小、驱动力矩小、操作简便、易实现快速启闭和维修方便等特点。

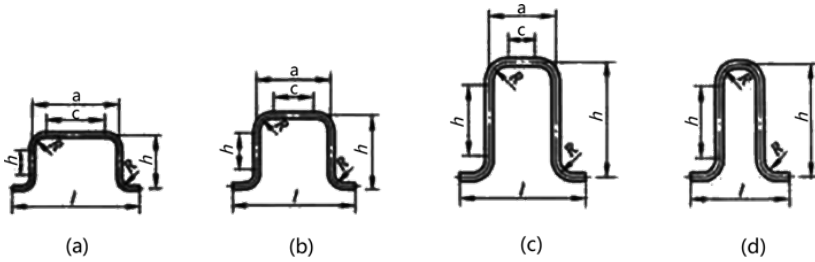


选用特点：适用于水、溶剂、酸和天然气等一般工作介质，而且还适用于工作条件恶劣的介质，**如氧气、过氧化氢、甲烷和乙烯等，且特别适用于含纤维、微小固体颗粒等介质。**

2. 人工补偿。常用的有**方形补偿器、填料式补偿器、波形补偿器、球形补偿器**等。

(1) 方形补偿器。**优点是制造方便，补偿能力大，轴向推力小，维修方便，运行可靠，缺点是占地面积较大。**

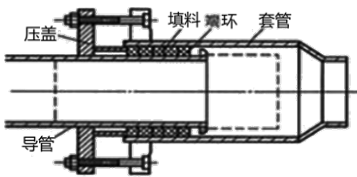




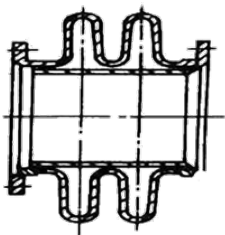
(a) I型 : $c=2h$; (b) II型 : $c=h$; (c) III型 : $c=0.5h$; (d) IV型 : $c=0$

图1.3.14 方形补偿器

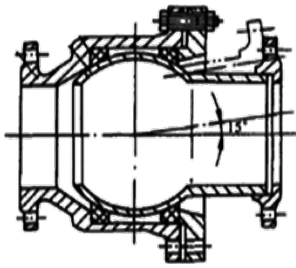
(2) 填料式补偿器，又称套筒式补偿器。填料式补偿器**安装方便，占地面积小，流体阻力较小，补偿能力较大。缺点是轴向推力大，易漏水漏气，需经常检修和更换填料。**如管道变形有横向位移时，易造成填料圈卡住。这种补偿器主要用在安装方形补偿器时空间不够的场合。



(3) 波形补偿器，只用于管径较大、压力较低场合。**它的优点是结构紧凑，只发生轴向变形，与方形补偿器相比占据空间位置小。缺点是制造比较困难、耐压低、补偿能力小、轴向推力大。**它的补偿能力与波形管的外形尺寸、壁厚、管径大小有关。



(4) 球形补偿器。球形补偿器主要依靠球体的角位移来吸收或补偿管道一个或多个方向上横向位移，**该补偿器应对使用，单台使用没有补偿能力，但可作管道万向接头使用。**



第四节 常用电气和通信材料

按光在光纤中的传输模式可分为多模光纤和单模光纤。

①多模光纤：中心玻璃芯较粗，可传多种模式的光。多模光纤耦合光能量大，发散角度大，对光源的要求低，能用光谱较宽的发光二极管（LED）作光源，有较高的性能价格比。缺点是传输频带较单模光纤窄，多模光纤传输的距离比较近，一般只有几km。

②单模光纤：只能传一种模式的光。优点是其模间色散很小，传输频带宽，适用于远程通讯，每km带宽可达10GHz。缺点是芯线细，耦合光能量较小，光纤与光源以及光纤与光纤之间的接口比多模光纤难；单模光纤只能与激光二极管（LD）光源配合使用，而不能与发光二极管（LED）配合使用。单模光纤的传输设备较贵。

第二章 安装工程施工技术

第一节 切割和焊接

（二）火焰切割

2. 氧-乙炔火焰切割

氧-乙炔火焰的最高温度可达3300℃，对金属表面的加热速度较快。采用不同规格的割炬和割嘴，可以切割不同厚度的低碳钢、中碳钢和低合金钢。如果钢材中含有铬、镍、钼等抗氧化的合金元素含量过高时，如不锈钢、工具钢等就必须采用氧熔剂切割或等离子弧切割。

3. 氧-丙烷火焰切割

氧-丙烷火焰切割与氧-乙炔相比具有以下优点：

（1）丙烷的点火温度为580℃，大大高于乙炔气的点火温度，且丙烷的爆炸范围比乙炔窄得多，故氧-丙烷切割的安全性大大高于氧-乙炔火焰切割。

（2）丙烷气制取容易，成本低廉，且易于液化和灌装，对环境污染小。

（3）氧-丙烷火焰温度适中，选用合理的切割参数切割时，切割面上缘无明显的烧塌现象，下缘不挂渣，切割面的粗糙度优于氧-乙炔火焰切割。

氧-丙烷切割的缺点是火焰温度比较低，切割预热时间略长于氧-乙炔火焰切割。氧气的消耗量高于氧-乙炔火焰切割。

但氧-丙烷总的切割成本远低于氧-乙炔火焰切割。

2) 埋弧焊。电弧在一层颗粒状的可熔化焊剂覆盖下燃烧进行焊接。

埋弧焊的主要优点是：

①热效率较高，熔深大，工件的坡口可较小，减少了填充金属量。



- ②焊接**速度高**。
- ③焊接**质量好**。
- ④在**有风的环境中**焊接时，埋弧焊的**保护效果胜过其它**焊接方法。

埋弧焊的缺点有：

- ①一般只适用于**水平位置**焊缝焊接。
- ②难以用来**焊接铝、钛**等氧化性强的金属及其合金。
- ③不能直接观察电弧与坡口的相对位置，**容易焊偏**。
- ④只适于**长焊缝**的焊接。
- ⑤不适合焊接厚度**小于1mm的薄板**。



1) 钨极惰性气体保护焊（TIG焊接法）。

TIG焊接法具有下列优点：

①**钨极不熔化，只起导电和产生电弧作用**，比较容易维持电弧的长度，焊接过程稳定，易实现机械化；保护效果好，焊缝质量高。

②可焊接**化学活泼性强的有色金属、不锈钢、耐热钢**等和各种合金；**对于某些黑色和有色金属的厚壁重要构件**（如压力容器及管道），也采用钨极惰性气体保护焊。

钨极惰性气体保护焊的缺点有：

- ①**熔深浅，熔敷速度小，生产率较低**。
- ②只适用于**薄板（6mm以下）及超薄板**材料焊接。
- ③气体保护幕易受周围气流干扰，**不适宜野外作业**。
- ④惰性气体较贵，生产**成本较高**。



2) 熔化极气体保护焊（MIG焊）。

MIG焊的特点：

- ①和TIG焊一样，它几乎可焊接**所有**金属，尤其适合焊有色金属、不锈钢、耐热钢、碳钢、合金钢等。
- ②**焊接速度较快，熔敷效率较高，劳动生产率高**。
- ③MIG焊**可直流反接，焊接铝、镁等金属时有良好的阴极雾化作用**，可有效去除氧化膜，**提高接头焊接质量**。
- ④不采用钨极，**成本比TIG焊低**。

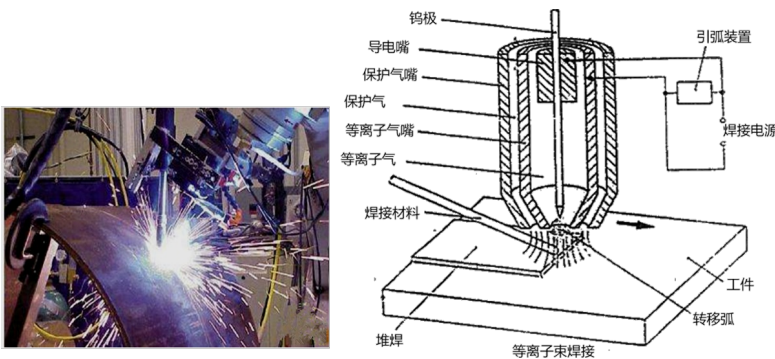


(4) 等离子弧焊。是一种**不熔化极电弧焊**，等离子弧是自由电弧压缩而成的，离子气为氩气、氮气、氦气或其中二者之混合气。广泛应用于焊接、喷涂和堆焊。

等离子弧焊与TIG焊相比有以下特点：

1) 等离子弧能量集中、温度高，**焊接速度快，生产率高。**

2) **穿透能力强**，对于大多数金属在一定厚度范围内都能获得锁孔效应，可一次行程完成**8mm以下直边对接接头单面焊双面成型**的焊缝。焊缝致密，成形美观。



3) **电弧挺直度和方向性好**，可焊接**薄壁结构**（如**1mm以下金属箔**的焊接）。

4) 设备比较复杂、气体耗量大，费用较高，只宜于室内焊接。

(二) 常用焊接材料的选择及焊接设备

1. 焊接材料的选用

(2) 焊条选用的原则

钢材特性	焊条类别
普通结构钢	选熔敷金属抗拉强度 \geq 母材的焊条
合金结构钢	合金成分与母材相近或相同的焊条
母材中碳、硫、磷含量偏高	低氢型焊条（碱性焊条）
焊接结构刚性大、接头应力高、焊缝易产生裂纹	选用比母材强度低一级的焊条
承受动载荷和冲击载荷的焊件	低氢型焊条
受力不大、焊接部位难以清理的焊件	酸性焊条
保障焊工的身体健康	尽量采用酸性焊条

2. 熔焊接头的坡口形状。可分为基本型、混合型和特殊型三类。

1) **基本型坡口**。主要有：**I型**坡口；**V型**坡口；**单边V型**坡口；**U型**坡口；**J型**坡口等。

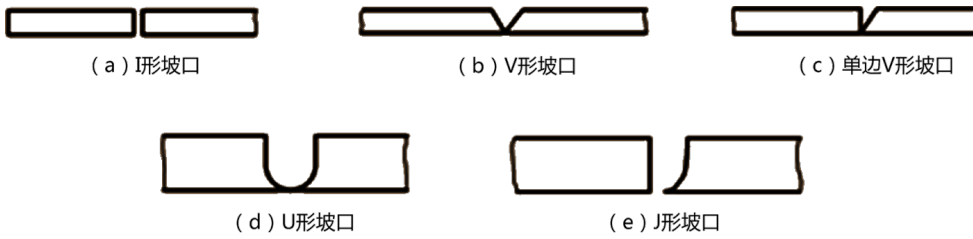


图2.1.3 基本型坡口

2) 组合型坡口。

组合型坡口。由两种或两种以上的基本型坡口组合而成。主要有Y形坡口、VY形坡口、带钝边U形坡口、双Y形坡口、双V形坡口、2/3双V形坡口、带钝边双U形坡口、UY形坡口、带钝边J形坡口、带钝边双J形坡口、双单边V形坡口、带钝边单边V形坡口、带钝边双单边V形坡口和带钝边J形单边V形坡口等，如图 2. 1. 4所示。

3) **特殊形坡口**。主要有：卷边坡口；带垫板坡口；锁边坡口；塞、槽焊坡口等。

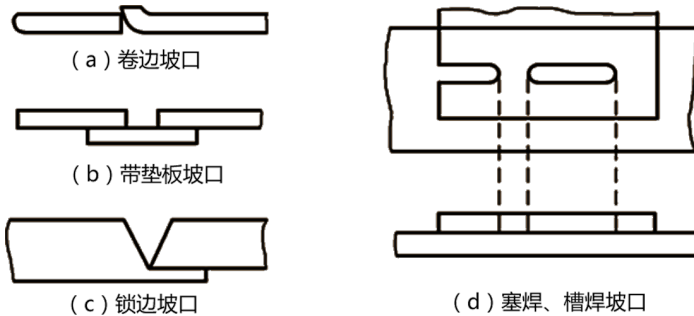
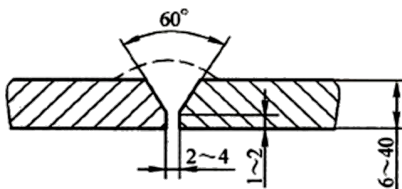


图2.1.5 特殊形坡口

4. 管材的坡口、组对与焊接

(1) 管材的坡口。主要有3种：I型坡口、V型坡口和U型坡口。

- 1) **I型坡口**。适用于管壁厚度在3.5mm以下的管口焊接。
- 2) **V型坡口**。适用于中低压钢管焊接，坡口的角度为60~70°，坡口根部有钝边，厚度为2mm左右。
- 3) **U型坡口**。适用于高压钢管焊接，管壁厚度在20~60mm之间。坡口根部有钝边，其厚度为2mm左右。



(2) 坡口的加工方法,坡口的加工方法一般有以下几种:

- 1) 低压碳素钢管，公称直径等于或小于 50mm 的，采用**手提砂轮磨坡口**；直径大于50mm的，用**氧乙炔切割坡口**，然后用手提砂轮机打掉氧化层并打磨平整。
- 2) 中压碳素钢管、中低压不锈钢管和低合金钢管以及各种高压钢管，用**坡口机**或**车床加工坡口**。
- 3) 有色金属管，用手工锉坡口。

2. 焊后热处理

焊后热处理应在外观检查和规定的**无损检测合格后**进行，对容易产生焊接延迟裂纹的钢材，焊后应及时进行焊后热处理。焊后热处理主要有**退火、回火、正火及淬火工艺**。

根据钢材的加热温度、保持时间及冷却状况可分为**完全退火、不完全退火、去应力退火**三种。

(1) 钢的退火工艺

1) 完全退火。完全退火是将钢件加热到临界点**Ac3**（对亚共析钢而言，是指珠光体全部转变为奥氏体、过剩相铁素体也完全消失的温度）**以上适当温度**，在**炉内**保温缓慢冷却的工艺方法。其目的是细化组织、降低硬度、改善加工性能、去除内应力。完全退火适用于中碳钢和中碳合金钢的铸、焊、轧制件等。



2) 不完全退火。不完全退火是将钢件加热到临界点 **Ac1 ~ Ac3 或 Ac_m** 之间适当温度，保温后缓慢冷却的工艺方法。其目的是降低硬度、改善切削加工性能、消除内应力。常用于工具钢工件的退火。

3) 去应力退火。去应力退火是将钢件加热到临界点 **Ac1 以下** 适当温度，保持一定时间后缓慢冷却的方法。其目的是为了去除由于形变加工、机械加工、铸造、锻造、热处理及焊接等过程中的残余应力。对于焊接钢件，一般其加热温度为 500~550℃。保温时间为 2~4h。

(2) 钢的正火工艺

正火是将钢件加热到临界点 **Ac3 或 Ac_m 以上** 适当温度，保持一定时间后在 **空气** 中冷却，得到珠光体基体组织的热处理工艺。其目的是消除应力、细化组织、改善切削加工性能及淬火前的预热处理，也是某些结构件的最终热处理。

正火较退火的冷却速度快，过冷度较大。经正火处理的工件其强度、硬度、韧性比退火高，而且生产周期短，能量耗费少，故在可能情况下，应优先考虑正火处理。

(3) 钢的淬火工艺

淬火是将钢奥氏体化后以适当的冷却速度快速冷却，发生 **马氏体转变**。其目的是为了 **提高钢件的硬度、强度和耐磨性**，多用于各种工模具、轴承、零件等。

(4) 钢的回火工艺

回火的目的是 **调整** 工件的强度、硬度、韧性等力学性能，降低或消除应力，避免变形、开裂，并保持使用过程中的尺寸稳定。

回火按不同的加热温度可分为：

1) **低温回火**。主要用于各种 **高碳钢** 的切削工具、模具、滚动轴承等的回火处理。

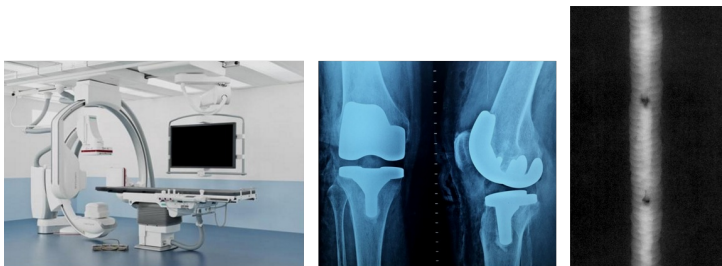
2) **中温回火**。使工件得到好的弹性、韧性及相应的硬度，一般适用于 **中等硬度零件、弹簧** 等。

3) **高温回火。即调质处理**，主要用于 **重要结构零件**。钢经调质处理后不仅强度较高，而且塑性、韧性更显著超过正火处理的情况。

1. 射线探伤 (RT)

(1) X射线、γ射线探伤。

1) **X射线探伤** 的优点是显示缺陷的 **灵敏度高**，**特别是当焊缝厚度小于 30mm 时**，较 γ 射线灵敏度高，其次是 **照射时间短、速度快**。缺点是 **设备复杂、笨重，成本高，操作麻烦，穿透力较 γ 射线小**。



2) **γ射线** 是由放射性同位素或放射性元素蜕变产生的。其探伤厚度分别为 **200mm、120mm 和 100mm**。γ 射线的特点是 **设备轻便灵活，特别是施工现场更为方便**，而且 **投资少，成本低**。但其 **曝光时间长，灵敏度较低**。在 **石油化工业现场施工时经常采用**。



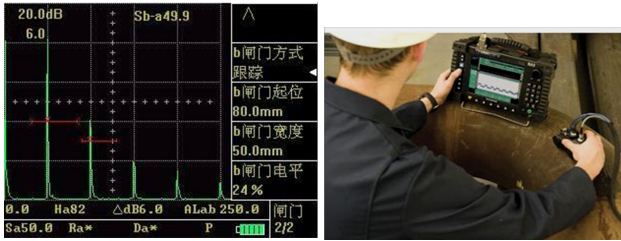
2. 超声波探伤 (UT)



超声波探伤与X射线探伤相比，具有较高的探伤灵敏度、周期短、成本低、灵活方便、效率高，对人体无害等优点。

缺点是对工作表面要求平滑、要求富有经验的检验人员才能辨别缺陷种类、对缺陷没有直观性。

超声波探伤适合于厚度较大的零件检验。

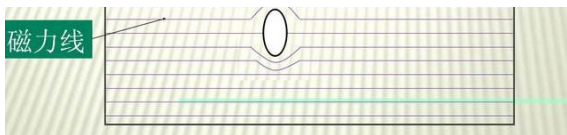


3. 涡流探伤

涡流探伤只能检查金属材料 and 试件的表面和近表面缺陷。在检测时并不要求探头与试件接触，为实现高速自动化检测提供了条件。涡流法可以一次测量多种参数，如对管材的涡流检测，除了可以检查缺陷的特征，还可以测量管材的内径、外径、壁厚和偏心率等。

4. 磁粉探伤

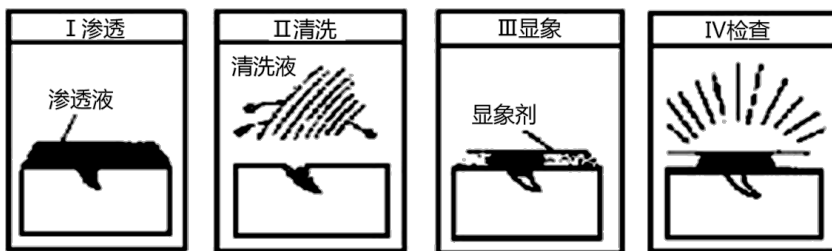
磁粉探伤可以检测材料和构件的表面和近表面缺陷，可检出的缺陷最小宽度可为约为1μm；几乎不受试件大小和形状的限制；宽而浅的缺陷也难以检测；检测后常需退磁和清洗；试件表面不得有油脂或其他能粘附磁粉的物质。



5. 渗透探伤

渗透探伤是检验表面上开口缺陷的一种无损检测方法。渗透探伤的优点是不受被检试件几何形状、尺寸大小、化学成分和内部组织结构限制，也不受缺陷方位的限制，一次操作可同时检验开口于表面上的所有缺陷；检验的速度快，操作比较简便，大批量的零件可实现100%的检验；缺陷显示直观，检验灵敏度高。

最主要的限制是只能检出试件开口于表面的缺陷，不能显示缺陷的深度及缺陷内部的形状和大小。



第二节 除锈、防腐蚀和绝热工程

一、除锈和刷油

(1) 手工工具方法。适用于一些较小的工件表面及没有条件采用机械方法进行表面处理的设备表面处理。

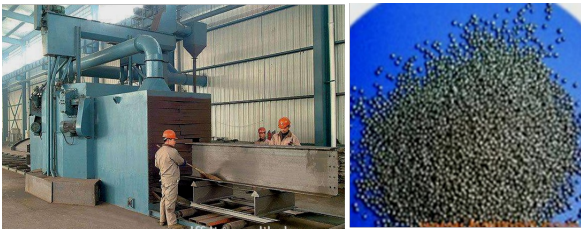
(2) 机械方法。

1) 喷射除锈法。喷射除锈是指用压缩空气将磨料高速喷射到金属表面，依靠磨料的冲击和研磨作用，将金属表面的铁锈和其他污物清除。喷射除锈常以石英砂作为喷射除锈用磨料，也称为喷砂除锈。喷射除锈法是目前最广泛采用的除锈方法，多用于施工现场设备及管道涂覆前的表面处理。喷射除锈的主要优点是除锈效率高、质量好、设备简单。但操作时灰尘弥漫，劳动条件差，且会影响到喷砂区附近机械设备的生产和保养。



2) 抛射除锈法。抛射除锈法又称抛丸法，是利用抛丸器中高速旋转的叶轮抛出的钢丸，以一定角度冲撞被处理的工件表面，将金属表面的铁锈和其他污物清除干净。抛射除锈主要用于涂覆车间工件的金属表面处理。

抛射除锈法特点是除锈质量好，但只适用于较厚的、不怕碰撞的工件。



(3) 化学除锈方法。又称酸洗法。化学除锈就是把金属制件在酸液中进行浸蚀加工，以除掉金属表面的氧化物及油垢等。**主要适用于对表面处理要求不高、形状复杂的零部件以及在无喷砂设备条件的除锈场合。**



(4) 火焰除锈。火焰除锈的主要工艺是先将基体表面锈层铲掉，再用火焰烘烤或加热，并配合使用动力钢丝刷清理加热表面。此种方法适用于除掉旧的防腐层（漆膜）或带有油浸过的金属表面工程，不适用于薄壁的金属设备、管道，也不能用于退火钢和可淬硬钢的除锈。



(二) 涂料涂层施工方法

(3) 空气喷涂法。空气喷涂法利用专门的喷枪工具以压缩空气把涂料吸入，由喷枪的喷嘴喷出并使气流将涂料冲散成微粒射向被涂物体表面，使之附着于工件表面。空气喷涂法是应用最广泛的一种涂装方法，几乎可适用于一切涂料品种，**该法的最大特点是可获得厚薄均匀、光滑平整的涂层。但空气喷涂法涂料利用率低，且由于溶剂挥发，对空气的污染也较严重，施工中必须采取良好的通风和安全预防措施。**



(4) 高压无气喷涂法。高压无气喷涂是使涂料通过加压泵加压后经喷嘴小孔喷出。涂料离开喷嘴后会立即剧烈膨胀，撕裂成极细的颗粒而涂敷于工件表面，**它的主要特点是没有一般空气喷涂时发生的涂料回弹和大量漆雾飞**



扬的现象，因而不仅节省了漆料，而且减少了污染，改善了劳动条件。同时它还具有工效高的特点，比一般空气喷涂要提高数倍至十几倍，而且涂膜的附着力也较强，涂膜质量较好，适宜于大面积的物体涂装。

(5) 电泳涂装法。

电泳涂装法的主要特点有：

- 1) 采用**水溶性涂料**，节省了大量有机溶剂，大大降低大气污染和环境危害，安全卫生，同时避免了火灾隐患；
- 2) 涂装效率高，涂料损失小；
- 3) 涂膜厚度均匀，附着力强，涂装质量好，解决了其他涂装方法对**复杂**形状工件的涂装难题；
- 4) 生产效率高；
- 5) **设备复杂，投资费用高，耗电量大，施工条件严格，并需进行废水处理。**



3. 衬铅和搪铅衬里

衬铅和搪铅是两种覆盖铅的方法。

(1) 衬铅。分别称为搪钉固定法、螺栓固定法和压板条固定法。

衬铅的施工方法比搪铅简单，生产周期短，相对成本也低，适用于立面、静荷载和正压下工作。



(2) 搪铅。采用氢—氧焰将铅条熔融后贴覆在被衬的工件或设备表面上形成具有一定厚度密实的铅层，称为搪铅。

搪铅与设备器壁之间结合均匀且牢固，没有间隙，传热性好，适用于负压、回转运动和震动下工作。



2. 防潮层施工

(1) **阻燃性沥青玛蒂脂贴玻璃布作防潮隔气层时**，是在绝热层外面涂抹一层2~3mm厚的**阻燃性沥青玛蒂脂**，接着缠绕一层玻璃布或涂塑窗纱布，然后再涂抹一层2~3mm厚**阻燃性沥青玛蒂脂**形成。此法**适用于在硬质预制块做的绝热层或涂抹的绝热层**上面使用。





(2) **塑料薄膜作防潮隔气层**，是在保冷层外表面缠绕聚乙烯或聚氯乙烯薄膜1~2层，注意搭接缝宽度应在100mm左右，一边缠一边用热沥青玛蹄脂或专用粘结剂粘接。这种防潮层**适用于纤维质绝热层**面上。



(3) 金属薄板保护层。它是用**镀锌薄钢板、铝合金薄板、铝箔玻璃钢薄板**等按防潮层的的外径加工成型，然后固定连接在管道或设备上而成。

1) 金属保护层的接缝形式可根据具体情况选用**搭接、插接或咬接**形式。



2) **硬质**绝热制品金属**保护层纵缝**，在不损坏里面制品及防潮层前提下可**咬接**。**半硬质或软质**绝热制品的金属保护层纵缝可**插接或搭接**。插接缝可用**自攻螺钉或抽芯铆钉连接**，而搭接缝只能用**抽芯铆钉**连接，钉的间距200mm。

4) 保冷结构的金属保护层接缝宜用咬合或钢带捆扎结构。



第三节 吊装工程

(2) 塔式起重机。

1) 特点：吊装速度快，**台班费低**。但**起重重量一般不大**，并需要安装和拆卸。

2) 适用范围：适用于**在某一范围内数量多，而每一单件重量较小的设备、构件吊装**，作业**周期长**。



(2) 吊装计算载荷

1) 动载荷系数。吊装重物运动的过程中所产生的对吊机具负载的影响而计入的系数。一般取动荷载系数 **K_1 为1.1**。

2) 不均衡载荷。在多分支（多台起重机、多套滑轮组等）共同抬吊一个重物时，由于工作不同步这种现象称为不均衡。在起重工程中，以不均衡载荷系数计入其影响，一般取不均衡荷载系数 **K_2 为1.1~1.2**。

3) 吊装计算载荷。在起重工程中，需计入动载荷、不均衡载荷的影响，常以吊装计算载荷作为计算依据。计算载荷的一般公式为：

$$Q_j = K_1 \cdot K_2 \cdot Q$$

式中： **Q_j ——计算载荷；**



Q——分配到一台起重机的吊装载荷，包括**设备及索吊具重量**。

(五) 流动式起重机的选用

(1) 流动式起重机的种类和性能。

1) 汽车起重机。它具有汽车的**行驶通过性能，机动性强，行驶速度高，可以快速转移**，是一种用途广泛、适用性强的通用型起重机，**特别适应于流动性大、不固定的作业场所**。

吊装时靠支腿将起重机支撑在地面上，不可在360°范围内进行吊装作业，**对基础要求也较高**。



2) 轮胎起重机。行驶速度低于汽车式，高于履带式，可吊重慢速行驶；转弯半径小，可以全回转作业，**适宜于作业地点相对固定而作业量较大的场合**。

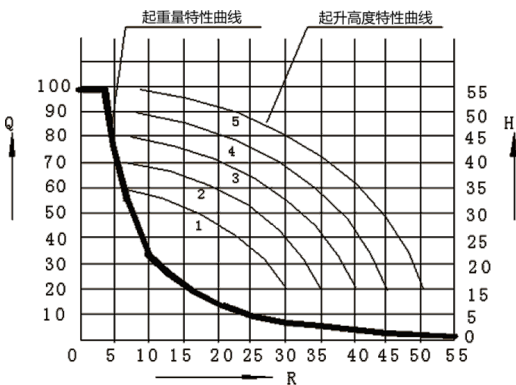


3) 履带起重机。是**自行式、全回转**的一种起重机械。一般**大吨位**起重机多采用履带起重机。对基础要求相对较低，**在一般平整坚实的场地上可以载荷行驶作业**，行走速度较慢。**适用于没有道路的工地、野外等场所。除起重作业外，在臂架上还可装打桩、抓斗、拉铲等工作装置，一机多用**。



(2) 流动式起重机的特性曲线。

反映流动式起重机的**起重能力**随臂长、幅度的变化而变化的规律和反映流动式起重机的**最大起升高度**随臂长、幅度变化而变化的规律的曲线称为起重机的特性曲线。

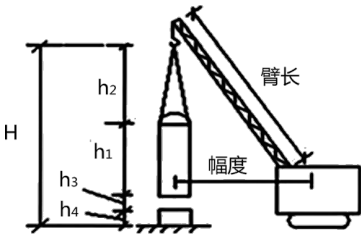


(3) 流动式起重机的选用步骤：

1) **根据**被吊装设备或构件的**就位位置**、现场具体情况等确定起重机的**站车位置**，站车位置一旦确定，其**工作幅度就确定了**。



2) 根据被吊装设备或构件的**就位高度、设备尺寸、吊索高度和站车位置，由特性曲线来确定起重机的臂长。**



3) 根据上述已确定的**工作幅度、臂长**，由特性曲线**确定起重机的额定起重量。**

4) 如果起重机的**额定起重量大于计算载荷**，则起重机**选择合适**，否则重新选择。

5) **校核通过性能**。计算吊臂与设备之间、吊钩与设备及吊臂之间的**安全距离**，若符合规范要求，选择合格，否则重选。

第四节 辅助项目

2. 空气吹扫

(1) 空气吹扫的吹扫压力**不得大于**系统容器和管道的设计压力，吹扫**流速不宜小于20m/s**。

(2) **吹扫忌油管道时，气体中不得含油。**

(3) 空气吹扫时，应在排气口设置贴有白布或涂白漆的木质或金属靶板进行检验，**吹扫5min后靶板上无铁锈、泥土、水分及其他杂物即为合格。**

(4) **当吹扫的系统容积大、管线长、口径大，并不宜用水冲洗时，可采取“空气爆破法”进行吹扫。**爆破吹扫时，向系统充注的气体压力**不得超过0.5MPa**，并应采取相应的安全措施。

3. 蒸汽吹扫

(1) 蒸汽**吹扫前**，管道系统的**绝热工程应已完成**。

(2) 蒸汽吹扫应以大流量蒸汽进行吹扫，**流速不应小于30m/s**。

(3) 蒸汽**吹扫前**，应先进行**暖管**，并及时**排水**。

(4) 蒸汽吹扫应按**加热、冷却、再加热的顺序循环进行**。吹扫时宜采取**每次吹扫一根**和**轮流吹扫**的方法。

4. 水清洗

(1) 管道冲洗应使用**洁净水**，冲洗不锈钢、镍及镍合金管道时，水中**氯离子含量不得超过25ppm**。

(2) 管道水冲洗的流速**不应小于1.5m/s**，冲洗压力不得超过管道的设计压力。

(3) 冲洗**排放管的截面积不应小于被冲洗管截面积的60%**。排水时，不得形成负压。

(4) 管道**水冲洗应连续进行**。

(5) 对**有严重锈蚀和污染管道**，当使用一般清洗方法未能达到要求时，可采取将管道**分段进行高压水冲洗**。

6. 油清洗

油清洗方法适用于大型机械设备的**润滑油、密封油、控制油管道系统**的清洗。油清洗应在设备和管道**吹洗、酸洗合格后**、系统试运行前进行。不锈钢管道，宜采用**蒸汽**吹净后进行油清洗。

(三) 钝化和预膜

1. 钝化

钝化系指在经酸洗后的设备和管道内壁金属表面上用化学的方法进行**流动清洗或浸泡清洗**以形成一层**致密的氧化铁保护膜**的过程。

酸洗后的管道和设备，**必须**迅速进行**钝化**。钝化结束后，要用**偏碱的水冲洗**，保护钝化膜，以防管道和设备在空气中再次锈蚀。**通常钝化液采用亚硝酸钠溶液**。

2. 试验压力的确定

(1) 承受内压的**地上**钢管道及有色金属管道的**试验压力应为设计压力的1.5倍**，**埋地**钢管道的试验压力应为设计压力的**1.5倍，并不得低于0.4MPa**。

(3) 承受内压的埋地铸铁管道的试验压力，当设计压力小于或等于0.5MPa时，应为设计压力的2倍；当设计压力大于0.5MPa时，应为设计压力加0.5MPa。



(二) 气压试验

1. 气压试验压力

气压试验是根据管道输送介质的要求，常用的气体为干燥洁净的空气、氮气或其他不易燃和无毒的气体。

承受内压钢管及有色金属管的试验压力应为设计压力的1.15倍，真空管道的试验压力应为0.2MPa。

2. 气压试验的方法和要求：

(1) 试验时应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力的1.1倍。

(2) 试验前，应用空气进行预试验，试验压力宜为0.2MPa。

(3) 试验时，应缓慢升压，当压力升到规定试验压力的50%时，对管道进行一次全面检查，如无泄漏或其他异常现象，可继续按规定试验压力的10%逐级升压，每级稳压3min，直至试验压力。并在试验压力下稳压10min，再将压力降至设计压力。

3. 泄漏性试验

泄漏性试验是以气体为试验介质，在设计压力下，采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他手段检查管道系统中泄漏点的试验。

(1) 输送极度和高度危害介质以及可燃介质的管道，必须进行泄漏性试验。

(2) 泄漏性试验应在压力试验合格后进行。

(3) 泄漏性试验压力为设计压力。

(4) 泄漏性试验应逐级缓慢升压，当达到试验压力，并且停压在10min后，采用涂刷中性发泡剂等方法巡回检查，阀门填料函、法兰或者螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等，所有密封点有无泄漏为合格。

设备耐压试验应采用液压试验，若采用气压试验代替液压试验时，必须符合下列规定：

(1) 压力容器的焊接接头进行100%射线或超声检测并合格。

(2) 非压力容器的焊接接头进行25%射线或超声检测，射线检测为III级合格、超声检测为II级合格。

(3) 有本单位技术总负责人批准的安全措施。

(2) 对在基础上作液压试验且容积大于100m³的设备，液压试验的同时，在充液前、充液1/3时、充液2/3时、充满液后24h时、放液后，应做基础沉降观测。

(三) 气密性试验

气密性试验的主要目的是检查连接部位的密封性能。用于密封性要求高的容器。气密性试验可在气压试验压力降到气密性试验压力后一并进行。

设备气密性试验方法及要求：

(1) 设备经液压试验合格后方可进行气密性试验。

(2) 气密性试验压力见表2.4.2。

(3) 气密性试验时，压力应缓慢上升，达到试验压力后，保压时间不少于30min，同时对焊缝和连接部位等用检漏液检查，无泄漏为合格。

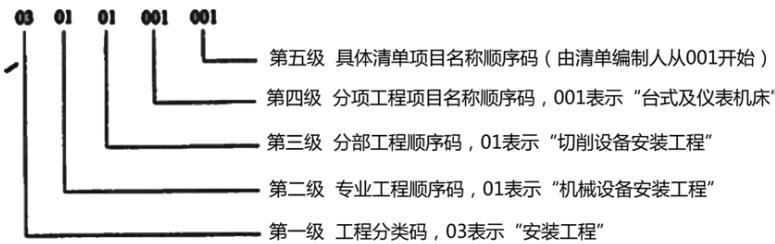
第三章 安装工程计量

第一节 安装工程计量规范的内容

(一) 项目编码

《安装工程计量规范》的项目编码主要是指分部分项工程项目清单名称的阿拉伯数字标识。分部分项工程量清单、措施项目清单的项目编码均采用12位阿拉伯数字表示，以“安装工程—安装专业工程—安装分部工程—安装分项工程—具体安装分项工程”的顺序进行五级项目编码设置。一、二、三、四级编码应按《安装工程计量规范》附录的规定设置，第五级编码由清单编制人根据工程的清单项目特征分别编制。

例如030101001001编码含义如下：



（三）项目特征

项目特征是用来表述项目名称的实质内容，用于区分同一清单条目下各个具体的清单项目。**由于项目特征直接影响工程实体的自身价值，是合理编制综合单价的前提**，因此，项目特征应描述构成清单项目自身价值的**本质特征**。项目特征的描述要根据《安装工程计量规范》中项目特征的内容，结合技术规范、标准图集、施工图纸，按照工程结构、使用材质及规格或安装位置等拟建工程项目的实际，予以详细表述和说明。虽然，对同一项目特征，不同人可能有不同的描述方式，但体现项目特征的区别和对报价有实质的内容必须描述。

清单项目030801001低压碳钢管，**项目特征包括材质、规格、连接形式、焊接方法、压力试验、吹扫与清洗设计要求，脱脂设计等要求**，其中材质可区分为不同钢号；规格可区分为不同公称直径；连接方式可区分为螺纹、焊接、法兰连接等方式。经过上述区分，即可编列出030801001低压碳钢管的各个子项，并做出相应的特征描述。

二、安装工程专业分类和计量规定

（一）安装工程专业分类

- 附录A 机械设备安装工程（编码：0301）；
- 附录B 热力设备安装工程（编码：0302）；
- 附录C 静置设备与工艺金属结构制作安装工程（编码：0303）；
- 附录D 电气设备安装工程（编码：0304）；
- 附录E 建筑智能化工程（编码：0305）；
- 附录F 自动化控制仪表安装工程（编码：0306）；
- 附录G 通风空调工程（编码：0307）；
- 附录H 工业管道工程（编码：0308）；
- 附录J 消防工程（编码：0309）；
- 附录K 给排水、采暖、燃气工程（编码：0310）；
- 附录L 通信设备及线路工程（编码：0311）；
- 附录M 刷油、防腐蚀、绝热工程（编码：0312）；
- 附录N 措施项目（编码：0313）。

在编制分部分项工程量清单时，应根据《安装工程计算规范》规定的**项目编码、项目名称、项目特征、计量单位和工程量计算规则**进行编制，各个分部分项工程量清单必须包括五部分**项目编码、项目名称、项目特征、计量单位和工程量**，缺一不可。

3.基本安装高度

安装工程中的清单项目若安装高度超过《安装工程计量规范》规定的基本高度时，应在其清单项目的“项目特征”中描述。

《安装工程计量规范》中各专业工程基本安装高度分别为：附录A机械设备安装工程10m，附录D电气设备安装工程5m，附录E建筑智能化工程5m，附录G通风空调工程6m，附录J消防工程5m，附录K给排水、采暖、燃气工程3.6m，附录M刷油、防腐蚀、绝热工程6m。

（三）与其他工程量计算规范界线划分规定

（1）安装工程中的电气设备安装工程与市政工程中的路灯工程界定：厂区内住宅小区的**道路路灯安装工程、庭院艺术喷泉**等电气设备安装工程**按通用安装工程“电气设备安装工程”相应项目执行**；涉及市政道路、市政庭院等电气安装的项目，按**市政工程**中“路灯工程”的相应项目执行。



(2) 安装工业管道与市政工程管网工程的界定：给水管道以厂区**入口水表井为界**；排水管道以厂区**围墙外第一个污水井为界**；热力和燃气以厂区**入口第一个计量表（阀门）为界**。

(3) 安装给排水、采暖、燃气工程与市政工程管网工程的界定：**室外给排水、采暖、燃气管道以市政管道碰头井为界**；

第三节 安装工程措施项目清单编制

二、措施项目清单内容

《安装计算规范》根据措施项目的通用性和安装的专业性，将措施项目分为**专业措施项目**和**安全文明施工及其他措施项目**。

注：

1、由国家或地方检测部门进行的各类检测，指安装工程不包括的属经营服务性项目，如**通电测试、防雷装置检测、安全、消防工程检测、室内空气质量检测**等。

2、脚手架按各附录分别列项。

3、其他措施项目必须根据实际措施项目名称确定项目名称，明确描述工作内容及包含范围。

(二) 通用措施项目（安全文明施工及其他措施项目）

表3.3.2中所列内容是各专业工程均可列项的。该表中的措施项目一般不能计算工程量，以“项”为计量单位计量。

表3.3.2 通用措施项目一览表

序号	项目名称
1	安全文明施工（含环境保护、文明施工、安全施工、临时设施）
2	夜间施工
3	非夜间施工
4	二次搬运
5	冬雨季施工增加
6	已完工程及设备保护
7	高层施工增加

安全文明施工工作内容及包含范围如下：

(1) 环境保护：现场施工机械设备降低噪声、防扰民措施，水泥和其他易飞扬细颗粒建筑材料密闭存放或采取覆盖措施等，工程防扬尘洒水，土石方、建渣外运防护措施等，现场污染源的控制、生活垃圾清理外运、场地排水排污措施，其他环境保护措施。

(2) **文明施工**：针对施工场地内进行的美化，提升生活、工作舒适度的措施。**治安综合治理；现场配备医药保健器材、物品费用和急救人员培训。**

(3) **安全施工**包含范围：“三宝”（安全帽、安全带、安全网）；“五临边”包括卸料平台两侧；**建筑工地起重机械的检验检测；消防设施与消防器材的配置。**

(4) 临时设施包含范围：施工现场采用彩色、定型钢板，砖、混凝土砌块等**围挡**的安砌、维修、拆除；施工现场**临时建筑物、构筑物的搭设**、维修、拆除，如临时宿舍、临时仓库、加工场等。施工现场**临时设施**的搭设、维修、拆除，如临时**供水管道、临时供电管线**、小型临时设施等，施工现场规定范围内临时简易道路铺设，临时排水沟、排水设施安砌、维修、拆除；其他临时设施的搭设、维修、拆除。

(5) 夜间施工增加包括内容：夜间固定照明灯具和临时可移动照明灯具的设置、拆除；夜间施工时，施工现场交通标志、安全标牌、警示灯等的设置、移动、拆除；夜间照明设备及照明用电、施工人员夜班补助、夜间施工劳



动效率降低等。

(6) 非夜间施工增加：为保证工程施工正常进行，在地下（暗）室、设备及大口径管道内等特殊施工部位施工时所采用的照明设备的安拆、维护及照明用电、通风等；在地下（暗）室等施工引起的人工工效降低以及由于人工工效降低引起的机械降效。

(10) 高层施工增加：高层施工引起的人工工效降低以及由于人工工效降低引起的机械降效。通信联络设备的使用。

1) 单层建筑物檐口高度超过20m，多层建筑物超过6层时，应分别列项。

2) 突出主体建筑物顶的电梯机房、楼梯出口间、水箱间、瞭望塔、排烟机房等不计入檐口高度。计算层数时，地下室不计入层数。

(1) 当拟建工程中有工艺钢结构预制安装和工业管道预制安装时，措施项目清单可列项“平台铺设、拆除”。

(2) 当拟建工程中有设备、管道冬雨季施工，有易燃易爆、有害环境施工，或设备、管道焊接质量要求较高时，措施项目清单可列项“设备、管道施工的安全防冻和焊接保护”。

(3) 当拟建工程中有三类容器制作安装，有超过10MPa的高压管道敷设时，措施项目清单可列项“工程系统检测、检验”。

(5) 当拟建工程中有洁净度、防腐要求较高的管道安装，措施项目清单可列项“”。

(7) 当拟建工程有大于40t设备安装时，措施项目清单可列项“金属抱杆安装、拆除、移位”。

第四章 通用设备工程

第一节 机械设备工程

(二) 机械设备安装

1. 安装准备工作

3) 设备拆卸、清洗和润滑。

装配件表面除锈及污垢清除，宜采用碱性清洗液和乳化除油液进行清洗。

清洗设备及装配件表面的防锈油脂，宜采用下列方法：

a. 对设备及大、中型部件的局部清洗，宜采用溶剂油、航空洗涤汽油、轻柴油、乙醇和金属清洗剂进行擦洗和涮洗。

b. 对中小型形状复杂的装配件，可采用相应的清洗液浸洗，且宜采用多步清洗法或浸、涮结合清洗；采用加热浸洗时，应控制清洗液温度，被清洗件不得接触容器壁。

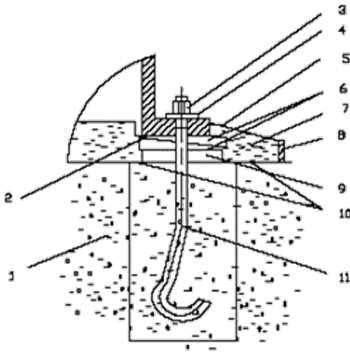
c. 对形状复杂、污垢粘附严重的装配件，宜采用溶剂油、蒸汽、热空气、金属清洗剂和三氯乙烯等清洗液进行喷洗；对精密零件、滚动轴承等不得用喷洗法。

3. 地脚螺栓和垫铁

(1) 地脚螺栓的分类和适用范围

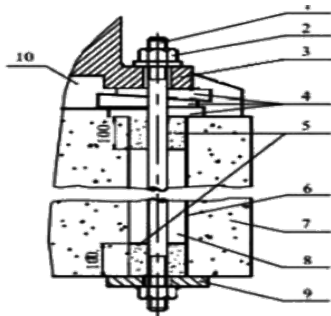
地脚螺栓主要包括固定地脚螺栓、活地脚螺栓、锚固式地脚螺栓、粘接地脚螺栓四类。

1) 固定地脚螺栓：又称短地脚螺栓，它与基础浇灌在一起，底部做成开叉形、环形、钩形等形状，以防止地脚螺栓旋转和拔出。适用于没有强烈震动和冲击的设备。



地脚螺栓垫铁和灌浆部分示意图

2) **活动地脚螺栓**：又称**长地脚螺栓**，是一种可拆卸的地脚螺栓。适用于有强烈震动和冲击的重型设备。

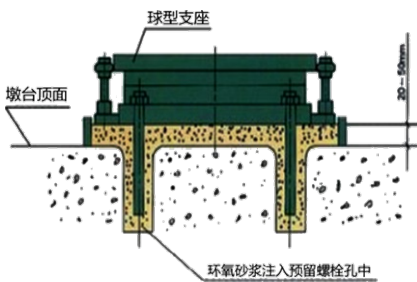


- 1 地脚螺栓
- 2 螺母垫片
- 3 设备底座
- 4 垫铁组
- 5 砂浆层
- 6 预留孔
- 7 基础
- 8 砂填充层
- 9 锚板
- 10 二次灌浆层

3) **胀锚地脚螺栓**：胀锚地脚螺栓**中心到基础边沿**的距离**不小于7倍的胀锚直径**，安装胀锚的基础强度**不得小于10MPa**。常用于**固定静置的简单设备或辅助设备**。

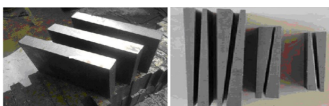


4) **粘接地脚螺栓**：为近年常用的一种地脚螺栓，其方法和要求同胀锚。**在粘接时应把孔内的杂物吹净**，使用环氧树脂砂浆锚固地脚螺栓。



1) 分类。

按垫铁的形状，可分为平垫铁、斜垫铁和螺栓调整垫铁。**平垫铁**（又名**矩形垫铁**）用于**承受主要负荷和较强连续振动的设备**，**斜垫铁**（又名**斜插式垫铁**）多用于**不承受主要负荷**（主要负荷基本由灌浆层承受）的部位。**承受负荷的垫铁组**应使用**成对斜垫铁**。螺栓调整垫铁，只须拧动调整螺栓即可灵敏调节设备高低。

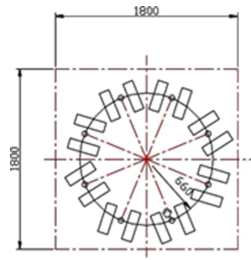
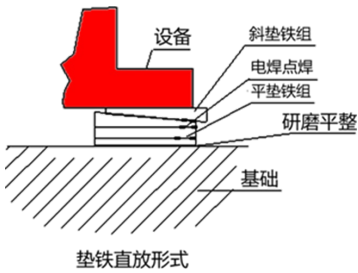


平垫铁 斜垫铁

垫铁放置应符合以下要求：每个地脚螺栓旁边至少应放置**一组**垫铁，应放在靠近地脚螺栓和底座主要受力部位



下方。相邻两组垫铁距离一般应保持500-1000mm。每一组垫铁内，斜垫铁放在**最上面**，单块斜垫铁下面应有平垫铁。不承受主要负荷的垫铁组，只使用**平垫铁**和**一块斜垫铁**即可；



不承受主要负荷的垫铁组，只使用**平垫铁**和**一块斜垫铁**即可；

承受主要负荷的垫铁组，应使用**成对斜垫铁**，找平后用点焊焊牢；

承受主要负荷且在设备运行时产生**较强连续振动**时，垫铁组不能采用斜垫铁，只能采用平垫铁。

每组垫铁总数一般不得超过5块。**厚垫铁放在下面，薄垫铁放在上面，最薄的安放在中间，且不宜小于2mm**，以免发生翘曲变形。同一组垫铁几何尺寸要相同。



垫铁（厚、最薄、薄）组

(1) 带式输送机类型及特点。

带式输送机可以做**水平**方向的运输，也可以按**一定倾斜角**向上或向下运输。带式输送机结构**简单**、运行、安装、维修方便，节省能量，操作安全可靠，使用寿命长。带式输送机**经济性好**，在规定的距离内，每吨物料运输费用较其他类型的运输设备低。

皮带输送机是常用的平型带式输送机。

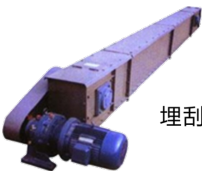
拉链式带式输送机适用于运送粉末状的、块状的或片状的颗粒物料。



(2) 斗式提升输送机类型及特点。

对于提升**倾角大于20°**的散装固体物料，通常采用提升输送机，包括**斗式提升机、斗式输送机、吊斗提升机**等几种类型。

3) 埋刮板输送机的主要优点是**全封闭式**的机壳，被输送的物料在机壳内移动，不污染环境，能防止灰尘逸出，或者采用惰性气体保护被输送物料。埋刮板输送机可以输送**粉状的、小块状的、片状和粒状的物料**，还能输送**需要吹洗的有毒或有爆炸性的物料及除尘器收集的滤灰**等。



埋刮板输送机

(5) 振动输送机类型及特点。

振动输送机可以输送**具有磨琢性、化学腐蚀性或有毒的散状固体物料，甚至输送高温物料**。振动输送机可以在防尘、有气密要求或在有压力情况下输送物料。振动输送机结构简单，操作方便，安全可靠。振动输送机与其他连续输送机相比，初始价格较高，维护费用较低。振动输送机输送物料时能耗较低，因此运行费用较低，但输送能力有限，且不能输送黏性强的物料、易破损的物料、含气的物料，同时不能大角度向上倾斜输送物料。

3. 电梯机械部分的安装

(1) 安装导轨架和导轨



导轨架之间的距离一般为1.5~2m，但上端最后一个导轨架与机房楼板的距离不得大于500mm。导轨架的位置必须让开导轨接头，让开的距离必须在200mm以上。每根导轨应有2个以上导轨架。

一般**砖混结构**的电梯井道采用**埋入式**稳固导轨架。**钢筋混凝土结构**的电梯井道，则常用**焊接式、预埋螺栓固定式、对穿螺栓固定式**稳固导轨架更合适。

三、泵、风机和压缩机

(一) 泵

1. 泵的种类及型号表示法

(1) 泵的种类。按照作用原理分（见图4.1.3）。

1) 动力式泵（又称叶片式泵）

依靠旋转的叶轮对液体的动力作用，将能量连续地传递给液体，使液体的速度能（为主）和压力能增加。

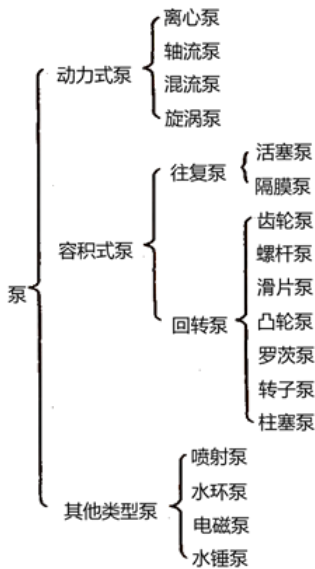
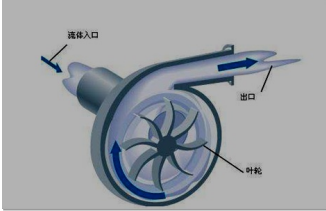
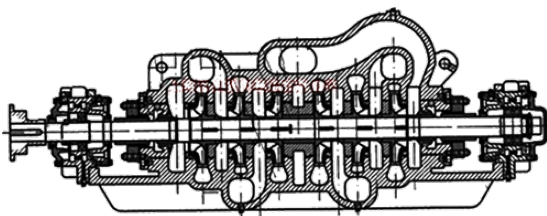


图4.1.3 泵的种类

②**中开式多级离心泵**。用于**流量较大、扬程较高**的城市给水、矿山排水和输油管线，排出压力高达18MPa。此泵相当于将**几个单级蜗壳式泵装在同一根轴上串联工作**，所以又叫**蜗壳式多级离心泵**。

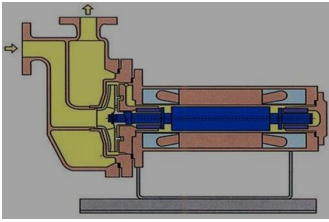


7) 离心式油泵。

按结构形式和使用场合可分为普通离心油泵、筒式离心油泵和离心式管道油泵等。

②筒式离心油泵。主要用于炼油厂管线冷热油的输送和油井增压等场合，**特别适用于小流量、高扬程的需要**。筒式离心泵是**典型的高温高压离心泵**。

10) **屏蔽泵**。又称为**无填料泵**，它是将**叶轮与电动机的转子直联成一体，浸没在被输送液体中**工作的泵。屏蔽泵既是**离心式泵的一种**，但又不同于一般离心式泵。其主要区别是：为了防止输送的液体与电气部分接触，用特制的**屏蔽套将电动机转子和定子与输送液体隔离开来**，以满足输送液体绝对不泄漏的需要。

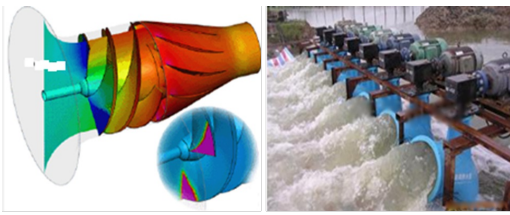


屏蔽泵可以**保证绝对不泄漏，特别适用于输送腐蚀性、易燃易爆、剧毒、有放射性及极为贵重的液体；也适用于输送高压、高温、低温及高熔点的液体。**

(2) 轴流泵、混流泵和旋涡泵的种类、特点和用途。

1) **轴流泵。是叶片式泵的一种，它输送的液体沿泵轴方向流动。**主要用于农业大面积灌溉排涝、城市排水、输送需要冷却水量很大的热电站循环水以及船坞升降水位。

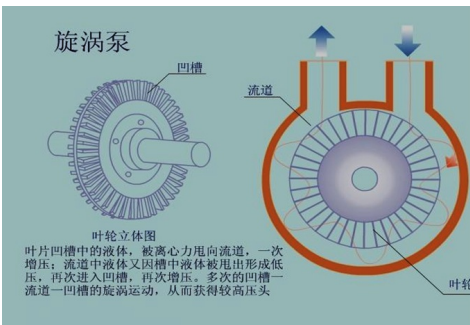
轴流泵**适用于低扬程大流量送水**。卧式轴流泵的流量为**1000m³/h**，扬程在8mH₂O以下。



轴流泵

2) **混流泵。介于离心泵和轴流泵之间的一种泵。**混流泵的**比转数高于离心泵、低于轴流泵；流量比轴流泵小、比离心泵大；扬程比轴流泵高、比离心泵低。**

3) **旋涡泵。又称涡流泵或再生泵。**旋涡泵是一种**小流量、高扬程的泵**。单级扬程可高达250mH₂O。



③ **计量泵。又称为定量泵、比例泵、可控制流量泵等。**是一种流量可以调节的容积式泵，**大多为往复式**。泵的流量可以按生产工艺流程的需要，在停车或运转中进行无级调节和控制，准确实现计算，计量精度可达±(0.5%~2%)。

隔膜计量泵。**隔膜计量泵具有绝对不泄漏的优点，最适合输送和计量易燃易爆、强腐蚀、剧毒、有放射性和贵重液体。**

2. 风机安装

(2) 风机试运转。

2) 风机运转时，应符合以下要求：

① 风机运转时，以电动机带动的风机均应该**一次起动立即停止运转**的试验，并检查转子与机壳等确无摩擦和异常声响后，方得继续运转；

② 风机起动后，不得在**临界转速附近停留**（临界转速由设计规定）；

③ 风机起动时，润滑油的温度一般不应低于25℃，运转中轴承的进油温度一般不应高于40℃；

④ 风机停止转动后，应待轴承回油温度降到小于**45℃**后，**再停止**油泵工作；

⑤ 有起动油泵的机组，应在风机起动前开动起动油泵，待主油泵供油正常后才能停止起动油泵；风机停止运转前，应先开动起动油泵，风机停止转动后应待轴承回油温度降到**45℃**后再停止起动油泵；

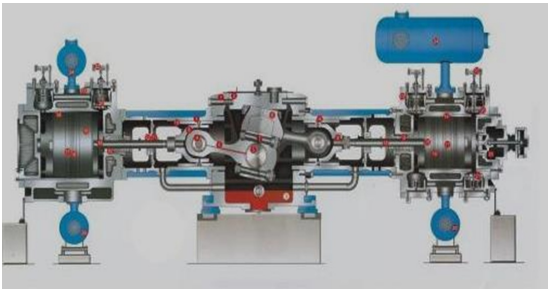


- ⑥风机运转达额定转速后，应将风机调理到**最小负荷**（罗茨、叶氏式鼓风机除外）进行机械运转至规定的时间，然后逐步调整到设计负荷下检查原动机是否超过额定负荷，如无异常现象则继续运转至所规定的时间为止；
- ⑦高位油箱的安装高度，以轴承中分面为基准面，距此向上不应低于**5m**；
- ⑧风机的润滑油冷却系统中的冷却水压力必须**低于**油压。

(2) **活塞式与透平式压缩机性能比较**。见表4.1.2。

表4.1.2 活塞式与透平式压缩机性能比较

活塞式	透平式
1.气流速度低、损失小、效率高； 2.压力范围广，从低到超高压范围均适用； 3.适用性强，排气压力在较大范围内变动时，排气量不变。同一台压缩机还可用于压缩不同的气体； 4.除超高压压缩机，机组零部件多用普通金属材料； 5.外形尺寸及重量较大，结构复杂，易损件多，排气脉动性大，气体中常混有润滑油	1.气流速度高，损失大； 2.小流量，超高压范围不适用； 3.流量和出口压力变化由性能曲线决定，若出口压力过高，机组则进入喘振工况而无法运行； 4.旋转零部件常用高强度合金钢； 5.外形尺寸及重量较小，结构简单，易损件少，排气均匀无脉动，气体中不含油



第二节 热力设备安装

(三) 锅炉的主要性能指标

1. 蒸发量

蒸汽锅炉每小时生产的额定蒸汽量称为蒸发量，单位是t/h。**蒸汽锅炉用额定蒸发量表明其容量的大小，也称锅炉的额定出力或铭牌蒸发量。**

对于**热水锅炉则用额定热功率来表明其容量的大小，单位是MW。**

4. 受热面蒸发率

每平方米受热面每小时所产生的蒸汽量，称为锅炉受热面蒸发率，单位是kg/(m²·h)。

5. 受热面发热率

热水锅炉每平方米受热面每小时所产生的热量称为受热面的发热率，单位是kJ/(m²·h)。

锅炉受热面发热率是反映**锅炉工作强度**的指标，其**数值越大，表示传热效果越好。**

6. 锅炉热效率

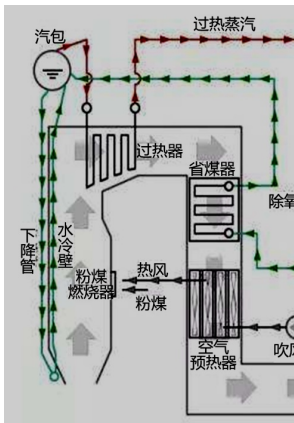
锅炉热效率是指锅炉有效利用热量与单位时间内锅炉的输入热量的百分比，也称为锅炉效率，用符号η表示，它是表明**锅炉热经济性的指标**。

有时为了概略地衡量**蒸汽锅炉的热经济性**，还常用**煤汽比**来表示，即锅炉在单位时间内的耗煤量和该段时间内产汽量之比。

(六) 过热器安装

过热器是将锅筒内产生的饱和水蒸气，**再一次进行加热**，使之成为过热蒸汽的设备，饱和蒸汽又称湿蒸汽，经过热器加热后变成干蒸汽。

按照传热方式的不同，过热器可分为低温对流过热器、屏式过热器和高温辐射过热器。**对流过热器大都垂直悬挂于锅炉尾部；辐射过热器多半装于锅炉的炉顶部或包覆于炉墙内壁上。**



(八) 锅炉安全附件的安装

锅炉安全附件主要指的是压力表，水位计和安全阀。

1. 压力表安装

工业锅炉上常用的压力表有液柱式、弹簧式和波纹管式压力表，以及压力变送器。

(1) 压力测点应选在管道的**直线段介质流速稳定**的地方，**取压装置端部不应伸入管道内壁**。

(2) **测量低压**的压力表或变送器的**安装高度宜与取压点的高度一致**；测量高压的压力表安装在操作岗位附近时，宜距地面1.8m以上，或在仪表正面加护罩。

2. 液位检测仪表的安装

常用的水位计有玻璃管式、平板式、双色、磁翻柱液位计以及远程水位显示装置等。

水位计安装时应注意以下几点：

(1) **蒸发量大于0.2t/h**的锅炉，每台锅炉应**安装两个彼此独立的水位计**，以便能校核锅炉内的水位。

(2) 水位计应装在便于观察的地方。水位计**距操作地面高于6m时**，应**加装远程水位显示装置**。

(3) 水位计和锅筒（锅壳）之间的汽-水**连接管内径不得小于18mm**，连接管的**长度要小于500mm**，以保证水位计灵敏准确。

(4) 水位计应有放水阀门和接到安全地点的放水管。

(5) 水位计与汽包之间的汽-水连接管上不能安装阀门，更不得装设球阀。如装有阀门，在运行时应将阀门全开，并予以铅封。

3. 安全阀安装

中、低压锅炉常用的安全阀主要有**弹簧式和杠杆式**两种。

(1) 蒸汽锅炉安全阀的安装和试验，应符合下列要求：

1) 安装前安全阀应**逐个进行严密性试验**；

2) 蒸发量**大于0.5t/h**的锅炉，**至少应装设两个安全阀（不包括省煤器上的安全阀）**。

安全阀整定压力应符合表4.2.4的规定。

表4.2.4 蒸汽锅炉安全阀的整定压力（MPa）

额定工作压力	安全阀的整定压力
<0.8	工作压力加0.03
	工作压力加0.05
0.8~3.82	工作压力的1.04倍
	工作压力的1.06倍

注：1. 省煤器安全阀的整定压力应为装设地点工作压力的1.1倍。



锅炉上必须有一个安全阀按表4.2.4中较低的整定压力进行调整；**对装有过热器的锅炉，按较低压力进行整定的安全阀必须是过热器上的安全阀**，过热器上的安全阀应先开启。

3) 蒸汽锅炉安全阀应铅垂安装。排汽管底部应装有疏水管。**省煤器的安全阀应装排水管。在排水管、排汽管和疏水管上，不得装设阀门。**

4) 省煤器安全阀整定压力调整，应在蒸汽严密性试验前用水压的方法进行。

5) 蒸汽锅炉**安全阀经调整检验合格后，应加锁或铅封。**

(三) 烟气净化设备

1. 锅炉的除尘设备

工业锅炉中常用的除尘方式有干法和湿法两种。

(1) 干法除尘。

工业锅炉最常用干法除尘的是旋风除尘器。旋风除尘器结构简单、处理烟气量大，没有运动部件、造价低、维护管理方便，除尘效率一般可达**85%**左右，**是工业锅炉烟气净化中应用最广泛的除尘设备。**

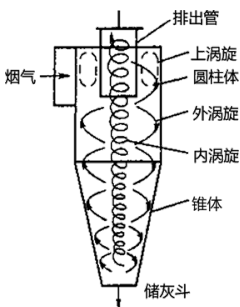


图4.2.3 旋风除尘器原理

(2) 湿法除尘。

常用的有麻石水膜除尘器和旋风水膜除尘器。

1) **麻石水膜除尘器。**耐酸、防腐、耐磨，使用寿命长。除尘效率可以达到**98%以上**。

2) **旋风水膜除尘器。****适合处理烟气量大和含尘浓度高的场合。**它可以单独采用，也可以安装在文丘里洗涤器之后作为脱水器。

第三节 消防工程

一、火灾的分类

根据不同的需要，火灾可以按照燃烧对象的性质进行分类。

按照《火灾分类》GB/T 4968 - 2008的规定，火灾分为A、B、C、D、E、F六类。

A类火灾：固体物质火灾。这种物质通常具有有机物性质，一般在燃烧时能产生灼热的余烬。如木材、棉、毛、麻、纸张等火灾。

B类火灾：液体或可熔化固体物质火灾。如汽油、煤油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等火灾。

C类火灾：气体火灾。如煤气、天然气、甲烷、乙烷、氢气、乙炔等火灾。

D类火灾：金属火灾。如钾、钠、镁、钛、锆、锂等火灾。

E类火灾：带电火灾。物体带电燃烧的火灾。如变压器等设备的电气火灾。

F类火灾：烹饪器具内的烹饪物（如动物油脂或植物油脂）火灾。

室外消火栓布置及安装：

(1) 按其安装场合可分为**地上式**和**地下式**。地上式又分为**湿式**和**干式**，地上湿式室外消火栓适用于气温较高地区，地上干式室外消火栓和地下式室外消火栓适用于气温较寒冷地区。



2.室内消火栓灭火系统

室内消火栓是扑救建筑物内火灾的主要设施。

其设置应符合下列要求：

1) 应采用DN65的室内消火栓，并可与消防软管卷盘或轻便水龙设置在同一箱体内；配置DN65有内衬里的消防水带，长度不宜超过25m。



2) 设置室内消火栓的建筑，包括设备层在内的各层均应设置消火栓。

3) 屋顶设有直升机停机坪的建筑，应在停机坪**出入口处**或非电气设备机房处设置消火栓，且距停机坪机位边缘的距离**不应小于0.5m**。

4) 消防电梯前室**应设置**室内消火栓，并应计入消火栓使用数量。

5) 室内消火栓的布置应满足同一平面有2支消防水枪的2股充实水柱同时到达任何部位的要求，**但建筑高度小于或等于24m且体积小于或等于5000m³的多层仓库、建筑高度小于或等于54m且每单元设置一部疏散楼梯的住宅**，以及《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014第3.5.2条中规定可采用1支消防水枪计算消防量的场所，可采用1支消防水枪的1股充实水柱到达室内任何部位。

6) 室内消火栓宜按直线距离计算其布置间距，对于消火栓按2支消防水枪的2股充实水柱布置的建筑物，消火栓的布置间距**不应大于30m**，对于消火栓按1支消防水枪的1股充实水柱布置的建筑物，消火栓的布置间距**不应大于50m**。

4.消防水泵结合器

消防水泵结合器是供消防车向消防给水管网输送消防用水的预留接口。它既可用于补充消防水量，也可用于提高消防给水管网的水压。



下列场所的室内消火栓给水系统应设置消防水泵结合器：

- 1) **高层民用建筑**；
- 2) 设有消防给水的住宅、**超过五层**的其他多层民用建筑；
- 3) **超过2层或建筑面积大于10000m²的地下或半地下建筑、室内消火栓设计流量大于10L/s平战结合的人防工程**；
- 4) **高层工业建筑**和**超过四层的多层工业建筑**；
- 5) **城市交通隧道**。

2) 消防水箱 **采用临时高压给水的建筑物应设消防水箱：**

一类高层公共建筑不应小于36m³；

多层公共建筑、二类高层公共建筑和一类高层住宅，不应小于18m³；

二类高层住宅，不应小于12m³；

建筑高度大于21m的多层住宅，不应小于6m³；

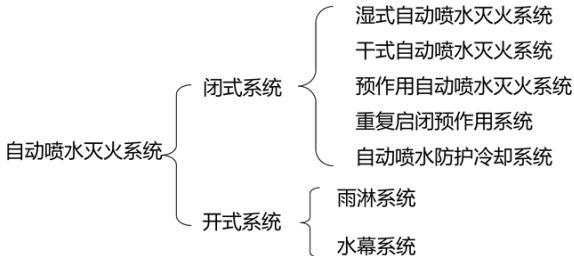


总建筑面积大于10 000m²且小于30000m²商店建筑，不应小于36m³；总建筑面积大于30000m²的商店建筑，不应小于50m³。

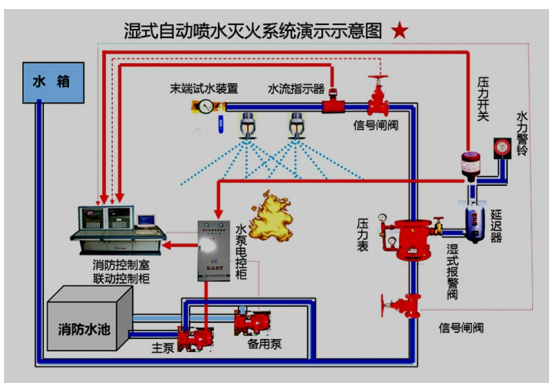
(二) 喷水灭火系统

1. 自动喷水灭火系统

(1) 自动喷水灭火系统分类。自动喷水灭火系统的分类如图4.3.1所示。

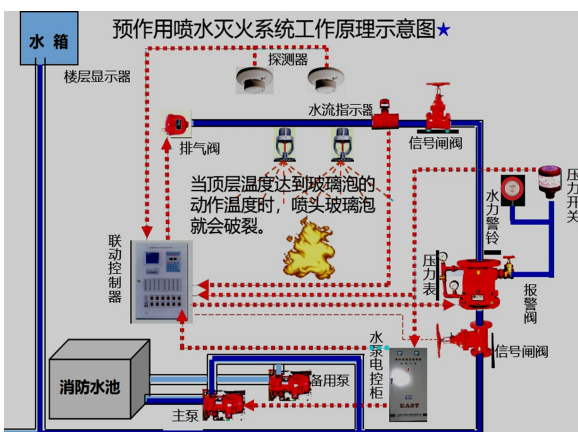


1) 湿式自动喷水灭火系统。湿式系统是指在准工作状态时管道内**充满有压水的闭式系统**。该系统由闭式喷头、水流指示器、湿式自动报警阀组、控制阀及管路系统组成。**具有控制火势或灭火迅速的特点。主要缺点是不适应于寒冷地区，其使用环境温度为4~70℃。**



2) 干式自动喷水灭火系统。它的供水系统、喷头布置等与湿式系统完全相同，所不同的是平时在报警阀（此阀设在采暖房间内）前充满水而在**阀后管道内充以压缩空气**。该系统适用于环境温度**低于4℃和高于70℃**并不宜采用湿式喷头灭火系统的地方。主要**缺点**是作用时间比湿式系统迟缓一些，灭火效率一般低于湿式灭火系统，还要另外设置压缩机及附属设备，投资较大。

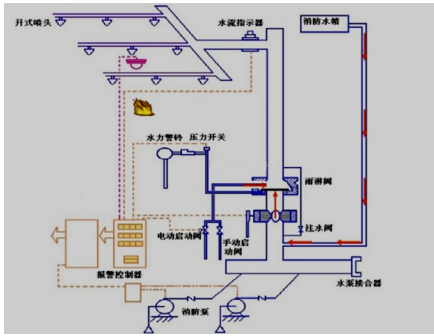
3) 预作用自动喷水灭火系统。该系统具有**湿式系统**和**干式系统**的特点，预作用阀后的管道系统内平时无水，呈干式，充满有压或无压的气体。该系统既克服了干式系统延迟的缺陷，又可避免湿式系统易渗水的弊病，故适用于建筑装饰要求高、不允许有水渍损失的建筑物、构筑物。



4) 雨淋系统。与前几种系统不同，雨淋系统采用**开式喷头**。系统包括开式喷头、管道系统、雨淋阀、火灾探测器和辅助设施等。**系统工作时所有喷头同时喷水**，好似倾盆大雨，故称雨淋系统。雨淋系统一旦动作，系统保



护区域内将**全面喷水**，可以**有效控制火势发展迅猛、蔓延迅速的火灾**。



5) 水幕系统。水幕系统的工作原理与雨淋系统基本相同，所不同的是水幕系统喷出的水为水幕状。它是能喷出幕帘状水流的管网设备，主要由水幕头支管、自动喷淋头控制阀、手动控制阀、干支管等组成。水幕系统**不具备直接灭火的能力**，一般情况下与防火卷帘或防火幕配合使用，**起到防止火灾蔓延的作用**。

2.水喷雾灭火系统

常用的水雾喷头分为**高速水雾喷头**和**中速水雾喷头**。

水喷雾灭火系统由水源、供水设备、管道、雨淋报警阀、过滤器和水雾喷头等组成。水喷雾灭火系统通过改变水的物理状态，利用水雾喷头使水从连续的洒水状态转变成不连续的细小水雾滴喷射出来。它具有较高的**电绝缘性和良好的灭火性能**。水喷雾的灭火机理主要是**表面冷却、窒息、乳化和稀释作用**，不仅可用于灭火，还可用于控制火势及防护冷却等方面。

水喷雾灭火系统主要用于保护火灾危险性大、火灾扑救难度大的专用设备或设施。由于水喷雾灭火系统要求的水压比自动喷水系统高，水量也较大，因此在使用中受到一定的限制。

三、气体灭火系统

目前常用的气体灭火系统主要有**二氧化碳灭火系统、IG541混合气体灭火系统、七氟丙烷灭火系统和热气溶胶预制灭火系统**。

气体灭火系统比传统的水喷淋灭火系统、消火栓灭火系统优点就是灭火后不留任何痕迹，无二次污染，但由于气体灭火系统大都采用高压贮存、高压输送，相比水喷淋系统危险系数要大。

1.二氧化碳灭火系统

二氧化碳灭火主要在于**窒息**，其次是**冷却**。在常温常压条件下，二氧化碳的物相为气相，当储存于密闭高压气瓶中，低于临界温度31.4℃，是以气、液两相共存的。二氧化碳本身具有不燃烧、不助燃、不导电、不含水分、灭火后能很快散逸，对保护物**不会造成污损等**优点，因此是一种采用较早、应用较广的气体灭火剂。但二氧化碳含量达到15%以上时能使人窒息死亡。

二氧化碳灭火主要用于**扑救甲、乙、丙类的液体火灾，某些气体火灾、固体表面和电器设备火灾**。

二氧化碳为化学性质不活泼的气体，但在高温条件下能与锂、钠等金属发生燃烧反应，因此二氧化碳**不适用于**扑救活泼金属及其氢化物的火灾（如锂、钠、镁、铝、氢化钠等）、自己能供氧的化学物品火灾（如硝化纤维和火药等）、能自行分解和供氧的化学物品火灾（如过氧化氢等）。

2.IG541混合气体灭火系统

IG541混合气体灭火剂是由**氮气、氧气和二氧化碳气体**按一定比例混合而成的气体。混合气体无毒、无色、无味、无腐蚀性及不导电，既不支持燃烧，又不与大部分物质产生反应。以**环保**的角度来看，是一种较为理想的灭火剂。

IG541混合气体灭火系统由火灾自动探测器、自动报警控制器、自动控制装置、固定灭火装置及管网、喷嘴等组成。具有自动启动、手动启动和机械应急启动三种启动方式。主要适用于电子计算机房、通信机房、配电房、油浸变压器、自备发电机房、图书馆、档案室、博物馆及票据、文物资料库等**经常有人工作的场所**，可用于扑救电气火灾、液体火灾或可溶化的固体火灾，固体表面火灾及灭火前能切断气源的气体火灾，但不可用于扑救D类活泼金属火灾。

3.七氟丙烷灭火系统



七氟丙烷灭火剂是一种无色、无味、不导电的气体，其密度大约是空气密度的6倍，可在一定压力下呈液态储存。该灭火剂为洁净药剂，释放后无残余物，不会污染环境和保护对象。

七氟丙烷灭火剂具有清洁、低毒、电绝缘性好，灭火效率高的特点；特别是它不含溴和氯，对臭氧层无破坏，在大气中的残留时间比较短，其环保性能明显优于卤代烷，是一种洁净气体灭火剂，被认为是替代卤代烷1301、1211的最理想的产品之一。

七氟丙烷灭火系统具有效能高、速度快、环境效应好、不污染被保护对象、安全性强等特点，适用于**有人工作的场所**，对人体基本无害；但不可用于下列物质的火灾：

- (1) 氧化剂的化学制品及混合物，如硝化纤维、硝酸钠等。
- (2) 活泼金属，如钾、钠、镁、铝、铀等。
- (3) 金属氧化物，如氧化钾、氧化钠等。
- (4) 能自行分解的化学物质，如过氧化氢、联胺等。

4. 热气溶胶预制灭火系统

S型气溶胶几乎无微粒，沉降物极低。从生产到使用过程中无毒、无公害、无污染、无腐蚀、无残留。不破坏臭氧层，无温室效应，**符合绿色环保要求**。其灭火剂是以固态常温常压储存，不存在泄漏问题，维护方便；**属于无管网灭火系统**，安装相对灵活，工程造价相对较低。

S型气溶胶灭火装置主要适用于扑救电气火灾、可燃液体火灾和固体表面火灾。如计算机房、通信机房、变配电室、发电机房、图书室、档案室、丙类可燃液体等场所。

(二) 系统的主要设备

1. 泡沫比例混合器

泡沫比例混合器是泡沫灭火系统的主要设备之一，它的作用是将水与泡沫液按一定比例自动混合，形成泡沫混合液。目前我国生产的泡沫比例混合器按混合方式不同分为负压比例混合器和正压比例混合器。**负压类的有**环泵式比例混合器和管线式泡沫比例混合器；**正压类的有**压力式泡沫比例混合器和平衡压力式泡沫比例混合器。

2. 空气泡沫产生器

3. 泡沫喷头

泡沫喷头用于泡沫喷淋系统，按照喷头是否能吸入空气分为吸气型和非吸气型。

吸气型可采用**蛋白、氟蛋白或水成膜泡沫液**，通过泡沫喷头上的吸气孔吸入空气，形成空气泡沫灭火。非吸气型只能采用**水成膜泡沫液**，不能用蛋白和氟蛋白泡沫液。并且这种喷头没有吸气孔，不能吸入空气。通过泡沫喷头喷出的是雾状的泡沫混合液滴。

五、干粉灭火系统

干粉灭火系统在组成上与气体灭火系统相类似。干粉灭火系统由**干粉灭火设备**和**自动控制**两大部分组成。前者由干粉储存容器、驱动气体瓶组、启动气体瓶组、减压阀、管道及喷嘴组成；后者由火灾探测器、信号反馈装置、报警控制器等组成。



干粉灭火系统**造价低，占地小，不冻结，对于无水及寒冷的我国北方尤为适宜**。

干粉灭火系统**适用于灭火前可切断气源的气体火灾**，易燃、可燃液体和可熔化固体火灾，可燃固体表面火灾。不适用于火灾中产生含有氧的化学物质，如硝酸纤维，可燃金属及其氢化物，如钠、钾、镁等，可燃固体深位火灾，带电设备火灾。

六、固定消防炮灭火系统

(3) 系统灭火剂的**选用及适用范围**：



- 1) 泡沫炮系统适用于甲、乙、丙类液体、固体可燃物火灾现场；
- 2) 干粉炮系统适用于液化石油气、天然气等可燃气体火灾现场；
- 3) 水炮系统适用于一般固体可燃物火灾现场；
- 4) 水炮系统和泡沫炮系统不得用于扑救遇水发生化学反应而引起燃烧、爆炸等物质的火灾。

(4) 固定消防炮灭火系统的设置：

- 1) 在下列场所宜选用远控炮系统：有爆炸危险性的场所；有大量有毒气体产生的场所；燃烧猛烈、产生强烈辐射热的场所；火灾蔓延面积较大且损失严重的场所；高度超过 8m且火灾危险性较大的室内场所；发生火灾时灭火人员难以及时接近或撤离固定消防炮位的场所；
- 2) 室内消防炮的布置数量不应少于两门；设置消防炮平台时，其结构强度应能满足消防炮喷射反力的要求；
- 3) 室外消防炮的布置应能使消防炮的射流完全覆盖被保护场所及被保护物，消防炮应设置在被保护场所常年主导风向的上风方向；当灭火对象高度较高、面积较大时，或在消防炮的射流受到较高障碍物的阻挡时，应设置消防炮塔。

1. 火灾自动报警系统分类

- (1) 区域报警系统由火灾探测器、区域控制器、火灾报警装置等构成。适用于小型建筑等单独使用。
- (2) 集中报警系统由火灾探测器和集中控制器等组成，适用于高层的宾馆、商务楼、综合楼等建筑使用。
- (3) 控制中心报警系统由设置在消防控制室的集中报警控制器、消防控制设备等组成，适用于大型建筑群、超高层建筑，可对建筑中的消防设备实现联动控制和手动控制。

1) 火灾探测器。

①感烟式探测器。火灾发生早期会产生大量烟雾，它是将探测部位烟雾浓度的变化转换为电信号实现报警目的的一种器件。该产品适用于安装在发生火灾后产生烟雾较大或容易产生阴燃的场所，如住宅楼、商店、歌舞厅、仓库等室内场所的火灾报警，不宜安装在平时烟雾较大或通风速度较快的场所。

②感温式探测器。火灾时物质的燃烧产生大量的热量，使周围温度发生变化。该探测器是对警戒范围中某一点或某一线路周围温度变化时进行响应的火灾探测器，它将温度的变化转换为电信号以达到报警目的。适合于相对湿度经常大于95%、易发生无烟火灾、有大量粉尘的场所；在正常情况下有烟和蒸气滞留的场所，如厨房、锅炉房、发电机房、烘干车间、吸烟室等；其他不宜安装感烟探测器的厅堂和公共场所。

③感光式火灾探测器。又称为火焰探测器，它是用于响应火灾的光特性，即探测火焰燃烧的光照强度和火焰的闪烁频率的一种火灾探测器。它利用火灾时火焰产生的红外光、紫外光作用在光敏元件上，从而发出电信号，实现火灾报警。该探测器能够在高/低温、高湿、震动等苛刻的环境下工作。

3) 火灾现场报警装置。手动报警按钮是人工确认火灾后，手动输入报警信号的装置。操作方式有手动按碎、手动击打和手动按下等。

①手动报警按钮。它是现场人工确认火灾后，手动输入报警信号的装置。



②声光报警器。火警时可发出声和光报警信号。其工作电压由外控电源提供，由联动控制器的配套执行器件（继电器盒、远程控制器或输出控制模块）来控制。

③警笛、警铃。火警时可发出声报警信号（变调音）。同样由联动控制器输出控制信号驱动现场的配套执行器件完成对警笛、警铃的控制。



4) 火灾自动报警控制器。火灾自动报警控制器在火灾自动报警系统中为火灾探测器供电，接收探测点火警电信号，以点、光信号发出火灾报警，同时显示及记录火灾发生的部位和时间；向联动控制器发出联动信号，是整个火



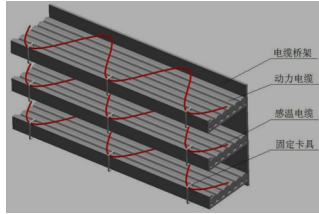
灾自动报警系统的**指挥中心**。

(二) 火灾自动报警设备安装

(1) 探测器。

1) 探测器是火灾自动报警系统中应用量最大、应用面最广的设备。按其探测范围可分为**点型火灾探测器**、**线型火灾探测器**。

2) 点型探测器安装的主要要求。



①主要由接线盒、底座、装饰圈、探测器组合而成。接线盒在配管时埋入，底座在穿管布线时预先安装完毕，装饰圈可安在底座上起美观的作用。

②探测区域内的每个房间至少应设置一只火灾探测器。

③在宽度小于3m的走道顶棚上设置探测器时，宜居中布置。感温探测器的安装间距不应超过10m,感烟探测器的安装间距不应超过15m。

④探测器周围0.5m内不应有遮挡物。



第四节 电气照明及动力设备工程

一、常用电光源和安装

(一) 常用电光源及特性

常用的电光源有：**热致发光电光源（如白炽灯、卤钨灯等）**；**气体放电发光电光源（如荧光灯、汞灯、钠灯、金属卤化物灯、氙灯等）**；**固体发光电光源（如LED和场致发光器件等）**。

4. 高压钠灯

高压钠灯使用时发出金白色光，具有**发光效率高、耗电少、寿命长、透雾能力强和不锈虫**等优点。广泛应用于道路、高速公路、机场、码头、车站、广场、工矿企业、公园、庭院照明及植物栽培。高显色高压钠灯主要应用于体育馆、展览厅、娱乐场、百货商店和宾馆等场所照明。



6. 氙灯

氙灯显色性很好，发光效率高，功率大，有**“小太阳”**的美称，它适于广场、公园、体育场、大型建筑工地、露天煤矿、机场等地方的**大面积照明**。



7. 低压钠灯

低压钠灯是**电光源中光效最高的一种光源，寿命也最长**，还具有**不眩目**的特点。

低压钠灯是**太阳能路灯照明系统的最佳光源**，特别适合于高速公路、交通道路、市政道路、公园、庭院照



明。

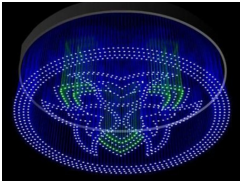
8.发光二极管（LED）

LED是电致发光的固体半导体高亮度点光源，**具有寿命长、耐冲击和防震动、无紫外和红外辐射、低电压下工作安全等特点**。但LED**缺点有：单个LED功率低**，为了获得大功率，需要多个并联使用，并且单个大功率LED价格很贵。**显色指数低**，在LED照射下显示的颜色没有白炽灯真实。

主要用于：交流电源、开关、插座、保险管座指示灯，LED广告招牌灯，LED路灯、汽车信号灯等。

9.光纤照明

光纤照明是近年来发展起来的照明技术。光纤照明是采用光导纤维（简称光纤，又称光波导），利用全反射原理，通过光导纤维把光传送到需要的部位进行照明的一种照明方式。



光纤照明具有其他方式不可替代的优势。一是**装饰性强**。通过光纤输出的光不仅明暗可调，而且颜色可变，是动态夜景照明的理想方法。二是**安全**。光纤本身只导光不导电，不怕水，不易破损，而且体积小，柔软可弯曲，是一种十分安全的变色发光塑料条，可以安全地用在高温、低温、高湿度、水下、露天等场所。在博物馆照明中，可以免除红外线、紫外线对展品的损伤，在具有火险、爆炸性气体和蒸汽的场所，它是一种安全的照明方式。

3.光源选择

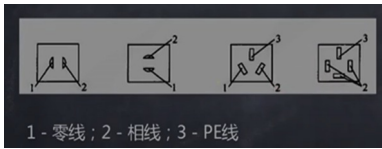
按照节能要求，光源的选择应符合下列规定：

- (1) 民用建筑不应选用**白炽灯**和**自镇流荧光高压汞灯**，一般照明的场所**不应选用高压汞灯**。
- (2) 一般照明在满足照度均匀的前提下，宜选择单灯功率较大、光效较高的光源。在满足识别颜色要求的前提下，宜选择适宜色度参数的光源。
- (3) 当公共建筑或工业建筑选用单灯功率小于或等于25W的气体放电灯时，除自镇流荧光灯外，其镇流器宜选用**谐波含量低**的产品。
- (4) 一般场所**不应选用卤钨灯**，对商城、博物馆显色要求高的重点照明可采用**卤钨灯**。
- (5) 有频繁开关灯要求和需要调光的室内场所，宜优先选用LED作为主要照明光源。
- (6) 走道、楼梯间、卫生间、车库等无人长期逗留的场所，宜选用三基色直管荧光灯、单端荧光灯或LED灯。
- (7) 疏散指示标志灯应采用LED灯，其他应急照明、重点照明、夜景照明、商业及娱乐等场所的装饰照明等，宜选用LED灯。
- (8) 对体形高大且具有较大平整立面的建筑，可在立面上设置由多组彩色荧光灯或彩色LED灯构成的大型灯组。
- (9) 室外景观、道路照明应选择安全、高效、寿命长、稳定的光源，避免光污染。

(四) 插座和开关安装

1.插座

- (1) 当**交流、直流或不同电压等级的插座**安装在同一场所时，应有明显的区别，**插座不能互换**。
- (2) **插座的接线**应符合下列规定：
 - 1) 单相两孔插座，面对插座，右孔或上孔应与相线连接，左孔或下孔应与中性线连接；**单相三孔插座，面对插座，右孔应与相线连接，左孔应与中性线连接**。
 - 2) 单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的**保护接地线（PE）必须接在上孔**。插座的**保护接地端子不应与中性线端子连接**。
 - 3) 保护接地线（PE）**在插座间不得串联**连接。
 - 4) 相线与中性线不得利用插座本体的接线端子转接供电。



(2) 功率的选择。**负载转矩的大小**是选择电动机功率的主要依据。电动机铭牌标出的额定功率是指**电动机轴输出的机械功率**。为了提高设备自然功率因数，应尽量使电动机满载运行，电动机的效率一般为80%以上。

3. 电动机的起动方法

(1) 直接启动。直接启动也称**全压启动**，仅用一个控制设备即可。其特点为：

- ①启动电流大。
- ②启动方法简单，但一般仅**适用于7.5kW以下的三相异步电动机**。

(2) **减压启动**。当**电动机容量较大**时，为了降低启动电流，常采用减压启动。

①**星-三角启动法 (Y-Δ)**。先用**星形连接启动**。由于定子电压降低了 $\sqrt{3}$ 倍，从而降低了启动电流，启动后立刻改为**三角形连接运行**。

②**自耦减压启动控制柜 (箱) 减压启动**。这种启动方法不管电动机是星接或三角接都可使用。它可以对三相笼型异步电动机作不频繁自耦减压启动，**以减少电动机启动电流对输电网络的影响**，并可加速电动机转速至额定转速和人为停止电动机运转。对电动机具有**过载、断相、短路**等保护。

③**绕线转子异步电动机启动方法**。采用在**转子电路中串入电阻**的方法启动。

④**软启动器**。**软启动器可实现电动机平稳启动**，平稳停机。改善电动机的保护，简化故障查找。软启动器还具有很多优点，比如**可靠性高、维护量小、电动机保护良好以及参数设置简单**等。

⑤**变频启动**。变频器是把工频电源 (50Hz) 变换成各种频率的交流电源，以实现电机变速运行的设备，**变频调速是通过改变电机定子绕组供电的频率来达到调速的目的**。

干燥方法：

- 1) **外部干燥法** (热风干燥法、**电阻器加盐干燥法**、灯泡照射干燥法)；
- 2) 通电干燥法 (磁铁感应干燥法、直流电干燥法、外壳铁损干燥法、交流电干燥法)。

三、常用低压电气设备

低压电器指**电压在1000V以下**的各种控制设备、继电器及保护设备等。

低压配电器有熔断器、转换开关和自动开关等。

(一) 开关

1. 转换开关。

双电源 (自动) 转换开关也叫**备自投**。作用就是在其中一路电源失电时自动转换到另一路电源供电，使设备能够不停电继续运转。可以**自动完成电源间切换**而无须人工操作，以保证重要用户供电的可靠性。

2. 自动开关。

又称**自动空气开关**。当电路发生**严重过载、短路以及失压**等故障时，**能自动切断**故障电路。自动开关也可以不频繁地接通和断开电路及控制电动机直接启动。是具有保护环节的断合电器。常用作**配电箱中的总开关或分路开关**，广泛用于**建筑照明和动力配电线路中**。



(6) 接近开关的选用。在一般的工业生产场所，通常都选用**涡流式**接近开关和**电容式**接近开关。因为这两种接近开关对环境的要求条件较低。

1) 当被测对象是导电物体或可以固定在一块**金属物**上的物体时，一般都选用**涡流式**接近开关，因为它的响应频率高、抗环干扰性能好、应用范围广、价格较低。



- 2) 若所测对象是非金属（或金属）、液位高度、粉状物商度、塑料、烟草等。则应选用电容式接近开关。这种开关的响应频率低，但稳定性好。
- 3) 若被测物为导磁材料或者为了区别和它在一同运动的物体而把磁钢埋在被测物体内时，应选用霍尔接近开关，它的价格最低。
- 4) 在环境条件比较好、无粉尘污染的场所，可采用光电接近开关。光电接近开关工作时对被测对象几乎无任何影响。因此，在要求较高的传真机上，在烟草机械上都被广泛地使用。
- 5) 在防盗系统中，自动门通常使用热释电接近开关、超声波接近开关、微波接近开关。有时为了提高识别的可靠性，上述几种接近开关往往被复合使用。

（二）熔断器

(1) 瓷插式熔断器。构造简单。

(2) 螺旋式熔断器。常用于配电柜中。

(3) 封闭式熔断器。当熔丝熔化时，保护管内气压很高，能起到灭弧的作用，还能避免相间短路。这种熔断器常用在容量较大的负载上作短路保护，大容量的能达到1kA。

（五）继电器

1. 热继电器

热继电器主要用于电动机和电气设备的过负荷保护。它主要组成部分有热元件、双金属片构成的动触头、静触头及调节元件。

2. 时间继电器

时间继电器是用于在电路中控制动作时间的继电器，它利用电磁原理或机械动作原理来延时触点的闭合或断开。时间继电器有电磁式、电动式、空气阻尼式、晶体管式等。其中电动式时间继电器的延时精确度较高，且延时时间调整范围较大，但价格较高；电磁式时间继电器的结构简单，价格较低，但延时较短，体积和重量较大。

3. 中间继电器

中间继电器是将一个输入信号变成一个或多个输出信号的继电器，它的输入信号是通电和断电，它的输出信号是接点的接通或断开，用以控制各个电路。

4. 电流继电器

电流继电器是反映电路中电流状况的继电器。当电路中电流达到或超过整定的动作电流时，电流继电器便动作。电流继电器接点数量少、容量小，一般电流继电器动作后，其接点再去启动中间继电器，由中间继电器接点去完成设计要求。在电力系统中电流继电器的启动电流整定值一般由电网调度提供。

10. 电压继电器

其结构与电流继电器基本相同，只是电磁铁线圈的匝数很多，而且使用时要与电源并联。它广泛应用于失压（电压为零）和欠压（电压小）保护中。

（六）导线的连接

导线连接有铰接、焊接、压接和螺栓连接等。

导线与设备或器具的连接应符合下列规定：

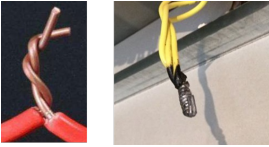
- (1) 截面积在 10mm^2 及以下的单股铜导线和单股铝/铝合金芯线可直接与设备或器具的端子连接。
- (2) 截面积在 2.5mm^2 及以下的多芯铜芯线应接续端子或拧紧搪锡后再与设备或器具的端子连接。
- (3) 截面积大于 2.5mm^2 的多芯铜芯线，除设备自带插接式端子外，应接续端子后与设备或器具的端子连接；多芯铜芯线与插接式端子连接前，端部应拧紧搪锡。



(4) 多芯铝芯线应接续端子后与设备、器具的端子连接，多芯铝芯线接续端子前应去除氧化层并涂抗氧化剂，连接完成后应清洁干净。



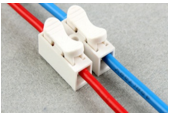
(5) 每个设备或器具的端子接线不多于**2根导线**或2个导线端子。



(6) 截面积 6mm^2 及以下铜芯导线间的连接应采用**导线连接器或缠绕搪锡连接**，并应符合下列规定：

1) 导线连接器应符合现行国家标准相关规定，并应符合下列规定：

- ① 导线连接器应与导线截面相匹配；
- ② 单芯导线与多芯软导线连接时，多芯软导线宜搪锡处理；
- ③ 导线连接后不应明露线芯；采用机械压紧方式制作导线接头时，应使用确保压接力的专用工具；



⑤ 多尘场所的导线连接应选用**IP5X**及以上的防护等级连接器；潮湿场所的导线连接应选用**IPX5**及以上的防护等级连接器。

2) 导线采用缠绕搪锡连接时，接头缠绕搪锡后应采取可靠绝缘措施。

(7) 绝缘导线、电缆的线芯连接金具（连接管和端子），其规格应与线芯的规格适配，且**不得采用开口端子**，其性能应符合国家现行有关产品标准的规定。

(8) 当接线端子规格与电气器具规格不配套时，**不应采取降容的转接措施**。

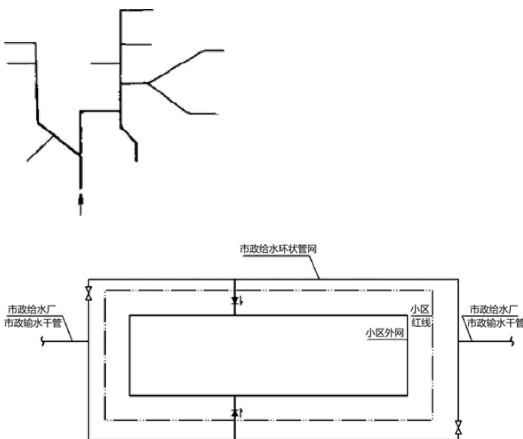
第五章 管道和设备工程

第一节 给排水、采暖、燃气工程

(2) 室外给水管网安装。

1) 给水管网布置形式。

给水管网有**树状网**和**环状网**两种形式。树状管网是从水厂泵站或水塔到用户的管线布置成树枝状，只是一个方向供水。**供水可靠性较差，投资省**。环状网中的干管前后贯通，**连接成环状，供水可靠性好**，适用于供水不允许中断的地区。



2) 给水管网管材选用和敷设方式。

给水管道一般采用埋地铺设，应在当地的**冰冻线以下**，如必须在冰冻线以上铺设时，应做可靠的保温防潮措施。在无冰冻地区，埋地敷设时管顶的覆土厚度**不得小于500mm**，穿越道路部位的埋深**不得小于700mm**。通常沿道路或平行于建筑物铺设，给水管网上设置**阀门和阀门井**。

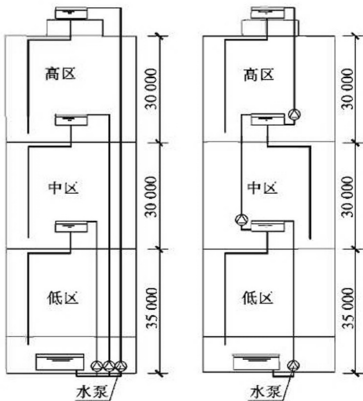


续表5.1.1

给水方式	特点	优点	缺点	适用范围
高层建筑 低区直供， 高区设 贮水池、 水泵、 水箱供水	低区由外网直接供水，高区由水泵、水箱供水；高低区管道连通，设阀门隔断；外网水压不足时，打开阀门由水箱供低区用水	可利用部分外网水压，能量消耗较少。供水可靠，外网水压不足时不影响低区用水；停电、停水、停电时高区可以延时供水	安装维护较麻烦，投资较大，有水泵振动、噪声干扰	适用于外网水压经常不足且不允许直接抽水，允许设置高位水箱的建筑
高位水箱 并联供水	分区设置水箱、水泵，水泵集中设置在底层或地下室，分别向各区供水	各区独立运行互不干扰，供水可靠；水泵集中管理，维护方便，运行费用经济	管线长，水泵较多，设备投资较高；水箱占用建筑物使用面积	适用于允许分区设置水箱的建筑

续表5.1.1

给水方式	特点	优点	缺点	适用范围
高层建筑 高位水箱 串联供水	分区设置水箱、水泵，水泵分散布置，自下区水箱抽水供上区使用	管线较短，无须高压水泵，投资较省，运行费用经济	供水独立性较差，上区受下区限制；水泵分散设置不易管理维护；水泵设在楼层，振动隔音要求高；水泵、水箱均设在楼层，占用建筑面积大	适用于允许分区设置水箱、水泵的建筑，尤其是高层工业建筑



(3) 给水管网的布置方式。

给水系统按给水管网的敷设方式不同，可以布置成下行上给式、上行下给式和环状供水式三种管网方式。其主要优缺点见表5.1.2。

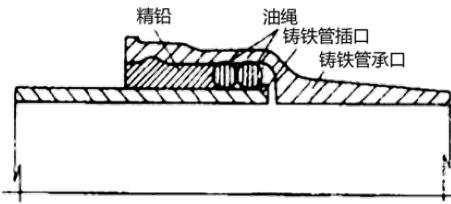
表5.1.2 管网布置方式使用范围及优缺点

名称	特征及使用范围	优缺点
下行上给式	水平配水干管敷设在底层（明装、埋设或沟敷）或地下室天花板下。居住建筑、公共建筑和工业建筑，在利用外网水压直接供水时多采用这种方式	图式简单，明装时便于安装维修，最高层配水的流出水头较低，埋地管道检修不便
上行下给式	水平配水干管敷设在顶层天花板下或吊顶内，对于非冰冻地区，也有敷设在屋顶上的，对于高层建筑也可以设在技术夹层内。设有高位水箱的居住、公共建筑，机械设备或地下管线较多的工业厂房多采用这种方式	最高层配水点流出水头较高，安装在吊顶内的配水干管可能因漏水、结露损坏吊顶和墙面，要求外网水压稍高一些
环状式	水平配水干管或配水立管互相连接成环，组成水平干管环状或立管环状。在有两个引入管时，也可将两个引入管通过配水立管和水平配水干管相连通，组成贯穿环状。高层建筑，大型公共建筑和工艺要求不间断供水的工业建筑常采用这种方式，消防管网有时也要求环状式	任何管段发生事故时，可用阀门关断事故管段而不中断供水，水流畅通，水头损失小，水质不易因滞流变质。管网造价较高



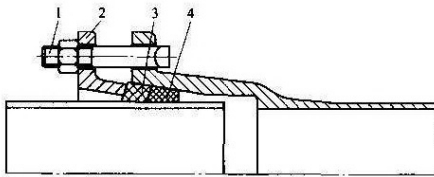
2) 给水铸铁管

①给水铸铁管。给水铸铁管具有耐腐蚀、寿命长的优点，但是管壁厚、质脆、强度较钢管差，多用于DN≥75mm的给水管道中，尤其适用于埋地铺设。给水铸铁管采用承插连接，在交通要道等振动较大的地段采用青铅接口。



②球墨铸铁管。近年来在大型的高层建筑中，将球墨铸铁管设计为总立管，应用于室内给水系统。球墨铸铁管较普通铸铁管壁厚、强度高。球墨铸铁管采用橡胶圈机械式接口或承插接口，也可以采用螺纹法兰连接的方式。

球墨铸铁管也常用于室外给水系统。如北京城区内规定生活区室外埋地给水管道若用铸铁管材质，必须采用球墨铸铁管。



3) 给水塑料管。

①硬聚氯乙烯给水管（UPVC）：适用于给水温度不大于45℃、给水系统工作压力不大于0.6MPa的生活给水系统。

高层建筑的加压泵房内不宜采用UPVC给水管；

水箱进水管、排污管、自水箱至阀门间的管道不得采用塑料管；

公共建筑、车间内塑料管长度大于20m时应设伸缩节。

UPVC给水管宜采用承插式粘接、承插式弹性橡胶密封圈柔性连接和过渡性连接。

管外径 $D_e < 63\text{mm}$ 时，宜采用承插式粘接；

管外径 $D_e \geq 63\text{mm}$ 时，宜采用承插式弹性橡胶密封圈柔性连接；

与其他金属管材、阀门、器具配件等连接时，采用过渡性连接，包括螺纹或法兰连接。

②聚丙烯给水管（PP）：适用于工作温度不大于70℃、系统工作压力不大于0.6MPa的给水系统。

PP管材及配件之间采用热熔连接。PP管与金属管件连接时，采用带金属嵌件的聚丙烯管件作为过渡，该管件与PP管采用热熔连接，与金属管采用丝扣连接。

2) 干管安装。给水管与其它管道共架或同沟敷设时，给水管应敷设在排水管、冷冻水管上面或热水管、蒸汽管下面。

如果给水管必须铺在排水管的下面时，应加设套管，其长度不小于排水管径的3倍。

给水管道穿地下室外墙或构筑物墙壁时，应采用防水套管。

3) 立管、支管安装。冷、热给水管上下并行安装时，热水管在冷水管的上面；垂直并行安装时，热水管在冷水管的左侧。

(3) 管道防护及水压试验。

1) 管道防腐。埋地的钢管、铸铁管一般采用涂刷热沥青绝缘防腐，在安装过程中某些未经防腐的接头处也应在安装后进行以上防腐处理。

2) 管道防冻、防结露。常用绝热层材料有聚氨酯、岩棉、毛毡等。保护层可用玻璃丝布包扎，薄金属板铆接等方法进行保护。管道防冻防结露应在水压试验合格后进行。

3) 水压试验。

室内给水管道试验压力为工作压力的1.5倍，但不得小于0.6MPa。



4) 管道冲洗、消毒。

生活给水系统管道在交付使用之前必须进行冲洗和消毒。冲洗顺序应先室外，后室内；先地下，后地上；室内部分的冲洗应按配水干管、配水管、配水支管的顺序进行。

冲洗前，节流阀、止回阀阀芯和报警阀等应拆除，已安装的孔板、喷嘴、滤网等装置也应拆下保管好，待冲洗后及时复位。

饮用水管道在使用前用每升水中含20~30mg游离氯的水灌满管道进行消毒，水在管道中停留24h以上。

2) 阀门。

管径小于等于50mm时，宜采用闸阀或球阀；管径大于50mm时，宜采用闸阀或蝶阀；在双向流动和经常启闭管段上，宜采用闸阀或蝶阀，不经常启闭而又需快速启闭的阀门，应采用快开阀。

用于给水分区的减压阀和用于消防系统的减压阀应采用同时减静压和动压的品种，如比例式减压阀。比例式减压阀的设置应符合以下要求：

减压阀宜设置两组，其中一组备用；

减压阀前、后装设阀门和压力表；阀前应装设过滤器；消防给水减压阀后应装设泄水龙头；不得绕过减压阀设旁通管；阀前、后宜装设可曲挠橡胶接头。

3.室内排水系统组成

(2) 通气管道系统，使室内排水管与大气相通，减少排水管内空气的压力波动，保护存水弯的水封不被破坏。

(4) 存水弯，是连接在卫生器具与排水支管之间的管件，防止排水管内腐臭、有害气体、虫类等进入室内。

(5) 清通设备，是疏通排水管道的设备。包括检查口、清扫口和室内检查井。



4.室内排水管道管材选用与连接形式

(2) 塑料排水管（UPVC）。

敷设在高层建筑室内的塑料排水管道管径大于或等于110mm时，应在下列位置设置阻火圈：

- ①明敷立管穿越楼层的贯穿部位；
- ②横管穿越防火分区的隔墙和防火墙的两侧；
- ③横管穿越管道井井壁或管窿围护墙体的贯穿部位外侧。



(三) 热水供应系统

3. 热水供应管道及附件

(1) 热水管网一般可以采用热浸镀锌钢管或塑钢管、铝塑管、聚丁烯管、聚丙烯管、交联聚乙烯管等。**宾馆、高级公寓和办公楼等宜采用铜管和铜管件。**

(二) 热网的组成和分类

(1) 按布置形式可分为枝状管网、环状管网和辐射管网。

1) 枝状管网。呈树枝状布置的管网，是**热水管网最普遍采用的形式。布置简单，基建投资少，运行管理方便。**

2) 环状管网。当输配干线某处出现事故时，可以断开故障段后，**通过环状管网由另一方向保证供热。环状管网投资大，**运行管理复杂，管网要有较高的自动控制措施。

3) 辐射管网。是从热源源头的集配器上引出多根管道将介质送往各管网。**管网控制方便，可实现分片供热，**但投资和材料耗量大，**比较适用于面积较小、厂房密集的小型工厂。**

(3) 按供暖范围分类：局部采暖系统、集中采暖系统、区域采暖系统。

1) **局部采暖系统**：热源、热网及散热设备三个主要组成部分在一起的供暖系统，称为局部供暖系统。以煤火炉、户用燃气炉、电加热器等作为热源，作用于分散平房或独立别墅（独立小楼）的采暖系统。

2) **集中采暖系统**：热源和散热设备分开设置，由管网将它们之间连接。以锅炉房为热源，作用于一栋或几栋建筑物的采暖系统。

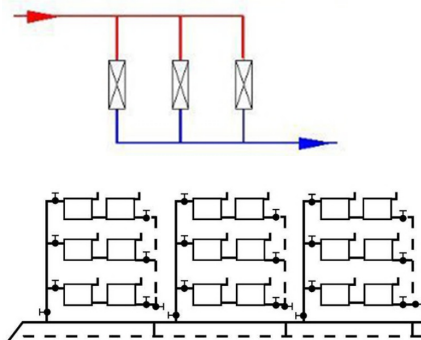
3) **区域供暖系统**：以热电厂、热力站或大型锅炉房为热源，作用于群楼、住宅小区等大面积供暖的采暖系统。

(4) 按管道连接方式分类：

1) 按并联环路水的流程分类：同程式系统、异程式系统。

同程式系统：各环路总长度基本相等的系统为同程式系统。

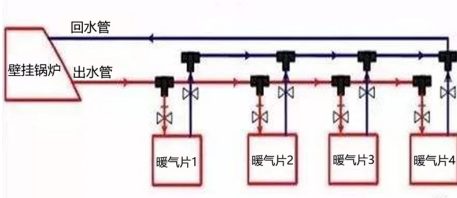
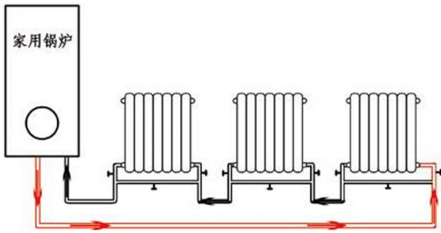
异程式系统：各环路总长度不相等的系统为异程式系统。



2) 按连接散热器的立管数量分类：单管系统、双管系统。

单管系统：用一根立管将多组散热器依次**串联**起来的系统，热水顺序流过多组散热器并在其中冷却，然后流回热网或锅炉。

双管系统：用两根立管将多组散热器相互**并联**起来的系统，热水平行地分配给全部散热器，并从每组散热器冷却后直接流回热网或锅炉。



3) 按与散热器连接方式分类：热水采暖系统可分为垂直式、水平式系统。

垂直式采暖系统：不同楼层的各组散热器用垂直立管连接的系统，一根立管可以在一侧或两侧连接散热器。

水平式采暖系统：同一楼层的散热器用水平管线连接的系统，便于分层控制和调节。

分户水平单双管系统：兼有上述分户水平单管和双管系统的优缺点，可用于**面积较大的户型以及跃层式建筑**

分户水平放射式系统（又称章鱼式）：**每户入口设置小型分集水器，各组散热器并联**；从分水器引出的散热器支管呈辐射状埋地敷设至各组散热器

2.散热器

(1) 散热器的分类及特点

1) 按材质分类。散热器常用材质为铸铁、钢及铝。

铸铁散热器的特点：

①结构简单，**耐腐蚀，具有使用寿命长以及热稳定性好和价格便宜**等优点。

②其金属耗量大、传热系数低于**钢制散热器、承压能力低**；在使用过程中内腔掉砂易造成热量表、温控阀堵塞，**外形欠美观**。

钢制散热器的特点（与铸铁相比）：

金属耗量少，传热系数高；耐压强度高，**适用于高层建筑供暖和高温水供暖系统**；外形美观整洁，占地小，便于布置。

钢制散热器的主要缺点是**耐腐蚀性差，使用寿命比铸铁散热器短**。钢制散热器适用于高层建筑、**别墅或大型住宅**使用，也适用于高温水供暖系统。**适合大型别墅或大型住宅使用，蒸汽供暖系统、具有腐蚀性气体的**生产厂房或相对**湿度较大**的房间不宜采用钢制散热器。

(六) 采暖管道和散热设备的安装

1. 管材选用及安装要求

(1) 管材选用与连接。**室外**采暖管道宜采用**无缝钢管和钢板卷焊管**，**室内**采暖管道常采用**焊接钢管或镀锌钢管**，**常用的地板采暖管**主要有交联聚乙烯（PE-X）管、交联铝塑复合（XPAP）管、聚丁烯（PB）管、无规共聚聚丙烯（PP-R）管。

钢管的连接可采用焊接、法兰连接和丝扣连接。

(三) 用户燃气系统

1. 室外燃气管道

(1) 管材和管件的选用。燃气**高压、中压**管道通常采用钢管，中压和低压采用**钢管或铸铁管**，**塑料管**多用于工作压力**小于或等于0.4MPa的室外地下管道**。

1) 天然气输送钢管为**无缝钢管和螺旋缝埋弧焊接钢管**。

3) 适用于燃气管道的塑料管主要是**聚乙烯（PE）管**。

(2) 室外燃气管道安装。

2) 球墨铸铁管：机械接口比承插连接接口具有接口严密、柔性好、抵抗外界振动及挠动的能力强、施工方便。



3) 燃气聚乙烯 (PE) 管：采用电熔连接或热熔连接，不得采用螺纹连接和粘接。聚乙烯管与金属管道连接，采用钢塑过渡接头连接。当 $D_e < 90\text{mm}$ 时，宜采用电熔连接，当 D_e 大于等于110时，宜采用热熔连接。

2. 室内燃气管道

(1) 管材的选用。

低压管道当管径 $DN \leq 50\text{mm}$ 时，一般选用镀锌钢管，螺纹连接；当管径 $DN > 50\text{mm}$ 时，选用无缝钢管，焊接或法兰连接。

中压管道选用无缝钢管，焊接或法兰连接。

按安装位置选材：明装采用镀锌钢管，螺纹连接；埋地敷设采用无缝钢管，焊接。

(2) 室内燃气管道安装。燃气管道严禁敷设在易燃、易爆品的仓库、有腐蚀性介质的房间、配电间、变电室、电缆沟、暖气沟、烟道和进风道等部位。

1) 燃气管道由室外进入室内。引入管不得敷设在卧室、浴室、密闭地下室；居民用户的引入管应尽量直接引入厨房内，也可以由楼梯间引入，公共设施的引入管，应尽量直接引至安装燃气设备或燃气表的房间内。

2) 燃气管道敷设高度（从地面到管道底部或管道保温层部）应符合下列要求：

① 在有人行走的地方，敷设高度不应小于2.2m。

② 在有车通行的地方，敷设高度不应小于4.5m。

3. 管道的吹扫、试压、探伤、刷油及保温

(1) 燃气管在安装完毕，压力试验前应进行吹扫，吹扫介质为压缩空气。

(2) 室内燃气管道安装完毕后必须按规定进行强度和严密性试验，试验介质宜采用空气，严禁用水。

第二节 通风空调工程

2. 机械通风

风口宜设在污染物浓度较大的地方。

当排风是潮湿空气时，宜采用玻璃钢或聚氯乙烯板制作，一般排风系统可用钢板制作。

在采暖地区为防止风机停止时倒风，或洁净车间防止风机停止时含尘空气进入房间，常在风机出口管上装电动密闭阀，与风机联动。

3. 局部通风

局部通风分为局部送风和局部排风。

(2) 局部排风

当污染物集中于某处发生时，局部排风是最有效的治理污染物对环境危害的通风方式。

4. 全面通风（也称为稀释通风）。

全面通风可分为稀释通风、单向流通风、均匀流通风和置换通风等。

(1) 稀释通风。对整个房间进行通风换气。该方式所需要的全面通风量大，控制效果差。

(2) 单向流通风。通过有组织的气流流动，控制有害物的扩散和转移。这种方法具有通风量小、控制效果好等优点。

(3) 均匀流通风。速度和方向完全一致的宽大气流称为均匀流，利用送风气流构成的均匀流把室内污染空气全部压出和置换。这种通风方法能有效排除室内污染气体，目前主要应用于汽车喷涂室等对气流、温度控制要求高的场所。

(4) 置换通风。置换通风的送风分布器通常都是靠近地板，送风口面积大，出风速度低（一般低于 0.5m/s ）。低速、低温送风与室内分区流态是置换通风的重要特点。置换通风对送风的空气分布器要求较高，它要求分布器能将低温的新风以较小的风速均匀送出，并能散布开来。

5. 事故排风

事故排风的室内排风口应设在有害气体或爆炸危险物质散发量可能最大的地点。事故排风不设置进风系统补偿，一般不进行净化。事故排风的室外排风口不应布置在人员经常停留或经常通行的地点，而且高出20m范围内最高建筑物的屋面3m以上。当其与机械送风系统进风口的水平距离小于 20m 时，应高于进风口6m以上。

6. 建筑防火防排烟



(2) 防排烟方式

1) 自然排烟。**除建筑高度超过50m的一类公共建筑和建筑高度超过100m的居住建筑外**，靠外墙的防烟楼梯间及其前室、消防电梯间前室和合用前室，宜采用**自然排烟方式**。不靠外墙的防烟楼梯间前室、消防电梯前室和合用前室或虽靠外墙但**不能开窗者**，可采用**排烟竖井自然排烟**。

2) 机械排烟。优点是不受外界条件的影 响，能保证有稳定的排烟量。机械排烟的设施费用高，需经常保养维修。

3) 加压防烟系统

造价高，只在一些重要建筑和重要的部位才用这种加压防烟措施，**目前主要用于高层建筑的垂直疏散通道和避难层（间）。垂直通道主要指防烟楼梯间和消防电梯，以及与之相连的前室和合用前室**。上述这些通道只要不具备自然排烟，或即具备自然排烟条件但它们在**建筑高度过高或重要的建筑中**，都**必须采用加压送风防烟**。

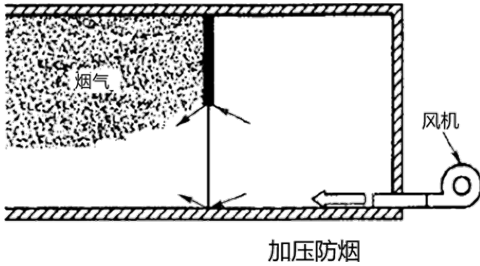


图5.2.14 加压防烟

(2) 吸附法。吸附法是利用某种松散、多孔的固体物质（吸附剂）对气体的吸附能力除去其中某些有害成分（吸附剂）的净化方法。这种方法广泛应用于低浓度有害气体的净化，特别是各种有机溶剂蒸气。**吸附法的净化效率能达到100%**。常用的吸附剂有活性炭、硅胶、活性氧化铝等。吸附法分为物理吸附和化学吸附。

(3) 吸收法。吸收法是指用适当的液体（吸收剂）与有害气体（吸收质）接触，利用气体在液体中溶解能力的不同，除去其中一种或几种组分的有害气体净化方法。吸收法广泛应用于无机气体如硫氧化物、氮氢化物、硫化氢、氯化氢等有害气体的净化。它能同时进行除尘，适用于处理气体量大的场合。与其他净化方法相比，**吸收法费用较低。吸收法的缺点是还要对排水进行处理，净化效率难以达到100%**。

(6) 燃烧法。燃烧法广泛应用于有机溶剂蒸气和碳氢化合物的净化处理，也可用于除臭。

(7) 冷凝法。有些液体受热后产生的有害气体可通过冷凝方法将其从空气中分离出来，这种方法称为冷凝法。冷凝法的净化效率低，只适用于浓度高、冷凝温度高的有害蒸气。

低浓度气体的净化常采用**吸收法和吸附法**，是通风中有害气体的主要净化方法。

(四) 空气幕系统。按照空气分布器的安装位置可以分为上送式、侧送式和下送式三种。

(1) 上送式空气幕。空气幕**安装在门洞上部。适用于一般的公共建筑**。是最有发展前途的一种形式。

(2) 侧送式空气幕。空气幕安装在门洞侧部。工业建筑，当外门宽度**小于3m时，宜采用单侧送风**，当外门宽度为**3~18m时，宜采用单侧或双侧送风，或由上向下送风**。为了不阻挡气流，**装有侧送式空气幕的大门严禁向内开启**。

(3) 下送式空气幕。空气幕安装在地面下。挡风效率最好，而且不受大门开启方向的影响。但是下送式空气幕的送风口在地面下，容易被脏物堵塞，气流容易将衣裙扬起。**目前下送式空气幕已很少使用**。

3) **贯流式通风机。又叫横流风机**。气流横穿叶片两次后排出，能到达很远的距离，贯流式通风机的全压系数较大，效率较低，其进、出口均是矩形的，**易与建筑配合，目前大量应用于空调挂机、空调扇、风幕机等设备产品中**。

通风机按其用途可分为：

(4) 防爆通风机。对于**防爆等级低**的通风机，**叶轮用铝板制作**，机壳用钢板制作，对于**防爆等级高**的通风机，**叶轮、机壳则均用铝板制作**，并在机壳和轴之间增设密封装置。

(6) 防排烟通风机。可采用普通钢制离心通风机，也可采用消防排烟专用轴流风机。具有**耐高温**的显著特点。一般在温度高于300摄氏度的情况下可连续运行**40min以上**。排烟风机一般装于室外，如装在室内应将冷却风管接到室外。



(8) 射流通风机。与普通轴流通风机相比，能提供较大的通风量和较高的风压。风机具有可逆转特性。可用于铁路、公路隧道的通风换气。

2. 风阀

(1) 同时具有控制、调节两种功能的风阀有：

- 1) 蝶式调节阀；
- 2) 菱形单叶调节阀；
- 3) 插板阀；
- 4) 平行式多叶调节阀；
- 5) 对开式多叶调节阀；
- 6) 菱形多叶调节阀；
- 7) 复式多叶调节阀；
- 8) 三通调节阀等。

蝶式调节阀、菱形单叶调节阀和插板阀主要用于小断面风管；

平行式多叶调节阀、对开式多叶调节阀和菱形多叶调节阀主要用于大断面风管。

(2) 只具有控制功能的风阀有止回阀，防火阀，排烟阀等。止回阀控制气流的流动方向，阻止气流逆向流动；防火阀平常全开，火灾时关闭并切断气流，防止火灾通过风管蔓延；排烟阀平常关闭，排烟时全开。

6. 消声器

(1) 阻性消声器。阻性消声器是利用敷设在气流通道内的多孔吸声材料来吸收声能。其具有良好的中、高频消声性能。

(2) 抗性消声器。利用声波通道截面的突变（扩张或收缩）消声。抗性消声器具有良好的低频或低中频消声性能，宜于在高温、高湿、高速及脉动气流环境下工作。

(3) 扩散消声器。在其器壁上设许多小孔，气流经小孔喷射后，通过降压减速，达到消声目的。如微穿孔板消声器等。

(4) 缓冲式消声器。利用多孔管及腔室阻抗作用，将脉冲流转换为平滑流的消声设备。

(5) 干涉型消声器。利用波的干涉原理，在气流通道上设一旁通管，使主、旁通道中的声波在汇合处波长相同，相位相反，在传播过程中，相波相互削弱或完全抵消，达到消声目的。

(6) 阻抗复合消声器。阻性消声器对中、高频消声效果较好。抗性消声器对低、中频消声效果较好，利用上述特性，将二者结合起来组成的阻抗复合消声器，则对低、中、高整个频段内的噪声均可获得较好的消声效果。

(二) 空调系统的分类

1. 按空气处理设备的设置情况分类

(1) 集中式系统。空气处理设备（过滤器、加热器、冷却器、加湿器等）及通风机集中设置在空调机房内，空气经处理后，由风道送入各房间。按送入每个房间的送风管的数目可分为单风管系统和双风管系统。

(2) 半集中式系统。集中处理部分或全部风量，然后送往各房间（或各区），在各房间（或各区）再进行处理的系统。如风机盘管加新风系统为典型的半集中式系统。

(3) 分散式系统（也称局部系统）。将整体组装的空调机组（包括空气处理设备、通风机和制冷设备）直接放在空调房间内的系统。

3. 按承担室内负荷的输送介质分类

(1) 全空气系统。如定风量或变风量的单风管集中式系统、双风管系统、全空气诱导系统等。

(2) 空气-水系统。如带盘管的诱导系统、风机盘管机组加新风系统等。

(3) 全水系统。如风机盘管系统、辐射板系统等。

(4) 制冷剂系统。

5. 局部空调机组

(1) 按机组的结构形式。

分体式空调机组。



把**压缩机、冷凝器和冷凝器风机**一起组成一机组，置于室外，称**室外机**；

蒸发器（热泵运行时冷凝器）、送风机、空气过滤器、加热器、加湿器等组成另一机组，置于室内，称室内机。

5.空气过滤器

按过滤器性能划分可分为粗效过滤器、中效过滤器、高中效过滤器、亚高效过滤器和高效过滤器。

(1) 粗效过滤器。主要作用是去除**5.0μm以上**的大颗粒灰尘，在净化空调系统中**做预过滤器**。滤料一般为**无纺布**。

(2) 中效过滤器。作用主要是去除**1.0μm以上**的灰尘粒子，在净化空调系统和局部净化设备中**做为中间过滤器**。滤料一般是**无纺布**。

(3) 高中效过滤器。能较好地去除**1.0μm以上**的灰尘粒子，可做**净化空调系统的中间过滤器和一般送风系统的末端过滤器**。其滤料为**无纺布或丙纶滤布**。

(4) 亚高效过滤器。亚高效过滤器能较好地去除**0.5μm以上**的灰尘粒子，可做**净化空调系统的中间过滤器和低级别净化空调系统的末端过滤器**。其滤料为**超细玻璃纤维滤纸和丙纶纤维滤纸**。

(5) 高效过滤器（HEPA）和超低透过率过滤器（ULPA）。高效过滤器是**净化空调系统的终端过滤设备和净化设备的核心**。而超低透过率过滤器是**0.1μm，10级或更高级别净化空调系统的末端过滤器**。滤材都是**超细玻璃纤维滤纸**。

(六) 空调制冷(热)装置

1.电制冷装置

(1) 冷水机组

常见的水冷压缩式冷水机组有活塞离心式冷水机组、螺杆式冷水机组和离心式冷水机组三类。

①活塞式冷水机组。**活塞式冷水机组是民用建筑空调制冷中采用时间最长，使用数量最多的一种机组**。

②离心式冷水机组。离心式冷水机组是目前**大中型商业建筑**空调系统中使用最广泛的一种机组（喘振）。

③螺杆式冷水机组。主要优点是结构简单、体积小、重量轻，对制冷量进行**无级调节**，且在低负荷时的能效比较高。运行比较平稳，易损件少，单级压缩比大，管理方便。

在一般情况下通风风管（特别是除尘风管）都采用**圆形**管道，有时为了便于和建筑配合才采用矩形断面，空调风管**多采用矩形风管**，高速风管宜采用**圆形螺旋风管**。

第三节 工业管道工程

二、热力管道系统

(一) 热力管道敷设形式

1.布置形式。热力管道的平面布置主要有枝状和环状。

枝状管网简单，造价低，运行管理方便，其管径随着距热源距离的增加而减小。但是没有供热的后备性能。

环状管网（主干线呈环状）具有供热的后备性能，但它的投资和钢材耗量比枝状管网大得多。

对于不允许中断供汽的企业，也可采用复线的枝状管网，即用两根蒸汽管道作为主干线。

(2) 地沟敷设。

地沟敷设分为通行地沟、半通行地沟和不通行地沟三种敷设形式。

1) 通行地沟敷设。当热力管道通过不允许开挖的路段时；热力管道数量多或管径较大；地沟内任一侧管道垂直排列宽度超过1.5m时，采用通行地沟敷设。通行地沟净高不应低于1.8m，通道宽度不应小于0.7m。

2) 半通行地沟敷设。当热力管道通过的地面不允许开挖；或管道数量较多、采用通行地沟难于实现或经济不合理时，可采用半通行地沟敷设。半通行地沟一般净高为1.2~1.4m，通道净宽0.5~0.6m，长度超过60m应设检修出入口。

3) 不通行地沟敷设。**管道数量少、管径较小、距离较短，以及维修工作量不大时，宜采用不通行地沟敷设**。不通行地沟内管道一般采用单排水平敷设。

(二) 热力管道的安装

1.管道安装



(1) 热力管道应设有坡度，汽、水同向流动的蒸汽管道坡度一般为3‰，汽、水逆向流动时坡度不得小于5‰。热水管道应有不小于2‰的坡度，坡向放水装置。

(2) 蒸汽支管应从主管上方或侧面接出，热水管应从主管下部或侧面接出。

(3) 水平管道变径时应采用偏心异径管连接，当输送介质为蒸汽时，取管底平以利排水；输送介质为热水时，取管顶平，以利排气。

(4) 蒸汽管道一般敷设在其前进方向的右侧，凝结水管道敷设在左侧。热水管道敷设在右侧，而回水管道敷设在左侧。

(5) 管道穿墙或楼板应设置套管。

三、压缩空气管道系统

(一) 压缩空气站的组成

2. 压缩空气站设备

(1) 空气压缩机。在一般的压缩空气站中，最广泛采用的是活塞式空气压缩机。在大型压缩空气站中，较多采用离心式或轴流式空气压缩机。

(2) 空气过滤器。空气过滤器种类很多，应用较广的有金属网空气过滤器、填充纤维空气过滤器、自动浸油空气过滤器和袋式过滤器等。

(3) 后冷却器。安装于压缩机后的后冷却器可降低压缩空气的温度，利于压缩空气中所含的机油和水分离并被排除。常用的后冷却器有列管式、散热片式、套管式。

(4) 贮气罐。目的是减弱压缩机排气的周期性脉动，稳定管网压力，同时可进一步分离空气中的油和水分。

(5) 油水分离器。油水分离器常用的有环形回转式、撞击折回式和离心旋转式三种结构形式。

(6) 空气干燥器。目前常用的压缩空气干燥方法有吸附法和冷冻法。

(5) 压缩空气管道安装完毕后，应进行强度和严密性试验，试验介质一般为水。

当工作压力 $P < 0.50\text{MPa}$ 时，试验压力 $P_T = 1.5P$ ，但 $P_T \geq 0.20\text{MPa}$ ；

当工作压力 $P \geq 0.50\text{MPa}$ 时，试验压力 $P_T = 1.25P$ ，但 $P_T \geq P + 0.30\text{MPa}$ 。

(6) 强度及严密性试验合格后进行气密性试验，试验介质为压缩空气或无油压缩空气。

五、合金钢及有色金属管道

(一) 合金钢管道安装

2. 合金钢管安装

(2) 合金管道宜采用机械方法切断。

(3) 合金钢管道的焊接，底层应采用手工氩弧焊，其上各层可用手工电弧焊接成型。

(4) 不锈钢管焊接一般可采用手工电弧焊及氩弧焊。薄壁管可采用钨极惰性气体保护焊，壁厚大于3mm时，应采用氩电联焊。

(7) 法兰连接可采用焊接法兰、焊环活套法兰、翻边活套法兰。不锈钢法兰应使用不锈钢螺栓；不锈钢法兰使用的非金属垫片，其氯离子含量不得超过 25×10^{-6} 。

2. 钛及钛合金管道安装

(3) 钛及钛合金管焊接应采用惰性气体保护焊或真空焊，不能采用氧-乙炔焊或二氧化碳气体保护焊，也不得采用普通手工电弧焊。

(5) 钛及钛合金管不宜与其他金属管道直接焊接连接。当需要进行连接时，可采用活套法兰连接。使用的非金属垫片一般为橡胶垫或塑料垫，并应控制氯离子含量不得超过25ppm。

(3) 铝及铝合金管连接一般采用焊接和法兰连接，焊接可采用手工钨极氩弧焊、氧-乙炔焊及熔化极半自动氩弧焊。

(5) 管道与支架之间须垫毛毡、橡胶板、软塑料等进行隔离。

(6) 管道保温时，不得使用石棉绳、石棉板、玻璃棉等带有碱性的材料，应选用中性的保温材料。

(八) 衬胶管道安装

1. 衬胶管



衬里用橡胶一般不单独采用软橡胶，通常采用硬橡胶或半硬橡胶，或采用硬橡胶（半硬橡胶）与软橡胶复合衬里。

第四节 静置设备与工艺金属结构工程

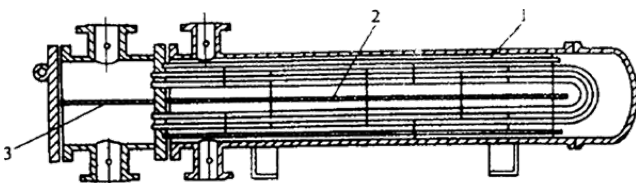
(4) 列管式换热器。

列管式换热器是目前生产中应用最广泛的换热设备。与前述的各种换热管相比，主要优点是单位体积所具有的传热面积大以及传热效果好，且结构简单、制造的材料范围广、操作弹性较大。因此在高温、高压的大型装置上多采用列管式换热器。

根据热补偿方法不同，列管式换热器有下面几种形式：

2) U型管换热器。如图所示。

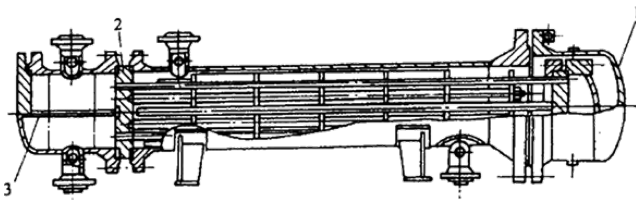
管道弯成U型，管道的两端固定在同一块管板上，因此每根管道都可以自由伸缩，而与其他管道和壳体均无关。这种形式换热器的结构也较简单，重量轻，适用于高温和高压场合。其主要缺点是管内清洗比较困难，因此管内流体必须洁净；且因管道需一定的弯曲半径，故管板的利用率差。



U形管换热器

1-U形管；2-壳程隔板；3-管程隔板

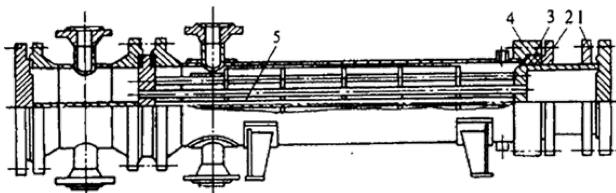
3) 浮头式换热器。如图所示。当管道受热（或受冷）时，管束连同浮头可自由伸缩，而与外壳的膨胀无关，浮头式换热器不但可以补偿热膨胀，而且由于固定端的管板是以法兰与壳体相连接的，因此管束可从壳体中抽出，便于清洗和检修，故浮头式换热器应用较为普遍，但结构较复杂，金属耗量较多，造价较高。



浮头式换热器

1-管程隔板；2-壳程隔板；3-浮头

4) 填料函式列管换热器。该换热器的活动管板和壳体之间以填料函的形式加以密封。在一些温差较大、腐蚀严重且需经常更换管束的冷却器中应用较多，其结构较浮头简单，制造方便，易于检修清洗，参见下图。



填料函式列管换热器

1-活动管板；2-填料压盖；3-填料；4-填料函；5-纵向隔板

2) 内浮顶储罐。

一是与浮顶罐比较，因为有固定顶，能有效地防止风、砂、雨雪或灰尘的侵入，绝对保证储液的质量。同时，内浮盘漂浮在液面上，使液体无蒸汽空间，可减少蒸发损失85%~96%；减少空气污染，降低着火爆炸危险，特别适合于储存高级汽油和喷气燃料及有毒的石油化工产品；由于液面上没有气体空间，还可减少罐壁罐顶的腐蚀，延长储罐的使用寿命。二是在密封相同情况下，与浮顶相比可以进一步降低蒸发损耗。

内浮顶储罐的缺点：与拱顶罐相比，钢板耗量比较多，施工要求高；与浮顶罐相比，维修不便（密封结构），储罐不易大型化，目前一般不超过10000m³。



四、球形罐制作和安装

(二) 球罐的安装施工

1. 球罐的拼装方法。

(1) **分片组合法**。采用分片组合法的优点是：施工准备工作量少，组装速度快，组装应力小，而且组装精度易于掌握，不需要很大的吊装机械，也不需要太大的施工场地，缺点是高空作业量大，需要相当数量的夹具，全位置焊接技术要求高，而且焊工施焊条件差，劳动强度大。分片组合法适用于任意大小球罐的安装。



第六章 电气和自动化控制工程

第一节 电气工程

一、变配电工程

高压配电室的作用是接受电力；**变压器室**的作用是把高压电转换成低压电；**低压配电室**的作用是分配电力；**电容器室**的作用是提高功率因数；**控制室**的作用是预告信号。

3. 高压隔离开关

高压隔离开关的主要功能是隔离高压电源，以保证其他设备和线路的安全检修。其结构特点是断开后有明显可见的断开间隙，而且断开间隙的绝缘及相间绝缘是足够可靠的。高压隔离开关没有专门的灭弧装置，不允许带负荷操作。它用来通断一定的小电流，如励磁电流不超过2A的空载变压器、电容电流不超过5A的空载线路以及电压互感器和避雷器等。

4. 高压负荷开关

高压负荷开关与隔离开关一样，具有明显可见的断开间隙。不同的是，高压负荷开关具有简单的灭弧装置，能通断一定的负荷电流和过负荷电流，但不能断开故障电流。

高压负荷开关适用于无油化、不检修、要求频繁操作的场所。

7. 避雷器

避雷器类型有：保护间隙避雷器、管型避雷器、阀型避雷器、氧化锌避雷器。

氧化锌避雷器具有良好的非线性、动作迅速、残压低、通流量大、无续流、结构简单、可靠性高、耐污能力强等优点，是传统碳化硅阀型避雷器的更新换代产品，在电站及变电所中得到了广泛的应用。

2. 低压断路器

低压断路器能带负荷通断电路，又能在短路、过负荷、欠压或失压的情况下自动跳闸的一种开关设备。它由触头、灭弧装置、转动机构和脱扣器等部分组成。

万能式低压断路器，又称框架式自动开关。它是敞开装在金属框架上的，其保护和操作方案较多，装设地点很灵活。它主要用作**低压配电装置的主控制开关**。DW40、CB11系列为采用智能脱扣器，能实现微机保护。

(七) 母线安装

1. 裸母线

母线安装，其支持点的距离要求如下：低压母线不得大于900mm，高压母线不得大于700mm。低压母线垂直安装，且支持点间距无法满足要求时，应加装母线绝缘夹板。母线的连接有**焊接**和**螺栓**连接两种。



母线的安装不包括支持绝缘子安装和母线伸缩接头的制作安装。**焊接采用氩弧焊。**

母线排列次序及涂漆的颜色，应符合表6.1.2要求。

(2) 电缆安装方法

1) 电缆在室外**直接埋地敷设**。**埋设深度不应小于0.7m，经过农田的电缆埋设深度不应小于1m**，埋地敷设的电缆必须是**铠装,并且有防腐保护层，裸钢带铠装电缆不允许埋地敷设。**

四、防雷接地系统

(一) 建筑物的防雷分类

1. 第一类防雷建筑物。**制造、使用或贮存炸药、火药、起爆药、军工用品等大量爆炸物质的建筑物。**
2. 第二类防雷建筑物。**国家级**重点文物保护的建筑物、国家级办公建筑物、**大型展览和博览建筑物、大型火车站**、国宾馆、国家级档案馆、**大型城市的重要给水水泵房**等特别重要的建筑物及对国民经济有重要意义且装有大量电子设备的建筑物等。
3. 第三类防雷建筑物。**省级**重点文物保护的建筑物及省级档案馆、**预计雷击次数较大**的工业建筑物、住宅、办公楼等一般性民用建筑物。

(二) 防雷系统安装方法及要求

2. 避雷针安装

(1) 在烟囱上安装。根据烟囱的不同高度，一般安装1~3根避雷针，要求在**引下线离地面1.8m处加断接卡**，并用角钢加以保护，**避雷针应热镀锌。**

(4) **避雷针（带）与引下线**之间的连接应采用**焊接或热剂焊**（放热焊接）。

(5) 避雷针（带）的引下线及接地装置使用的紧固件均应使用**镀锌**制品。当采用没有镀锌的地脚螺栓时应采取**防腐**措施。

5. 均压环安装

均压环是高层建筑为防侧击雷而设计的环境建筑物周边的水平避雷带。

(1) 当建筑物高度**超过30m时**，30m以上**设置均压环**。建筑物**层高小于或等于3m的每两层设置一圈均压环**，**层高大于3m的每层设置一圈均压环**。

表6.1.9 盘、箱、柜的外部进出线预留长度（m/根）

序号	项目	预留长度（m）	说明
1	各种箱、柜、盘、板、盒	高+宽	盘面尺寸
2	单独安装的铁壳开关、自动开关、刀开关、启动器、箱式电阻器、变阻器	0.5	从安装对象中心算起
3	继电器、控制开关、信号灯、按钮、熔断器等小电器	0.3	从安装对象中心算起
4	分支接头	0.2	分支线预留

表6.1.11 电缆敷设预留长度及附加长度

序号	项目	预留（附加）长度	说明
1	电缆敷设弛度、波形弯度、交叉	2.5%	按电缆全长计算
2	电缆进入建筑物	2.0m	规范规定最小值



3	电缆进入沟内或吊架时引上（下）预留	1.5m	规范规定最小值
4	变电所进线、出线	1.5m	规范规定最小值
5	电力电缆终端头	1.5m	检修余量最小值
6	电缆中接头盒	两端各留2.0m	检修余量最小值

(2) 说明:

1) **利用桩基础作接地极**，应描述桩台下桩的根数，每桩台下需焊接柱筋根数，**其工程量按柱引下线计算**；**利用基础钢筋作接地极按均压环**项目编码列项。

5) 接地母线、引下线、避雷网附加长度见表6.1.12。

表6.1.12 接地母线、引下线、避雷网附加长度 (m)

项目	附加长度	说明
接地母线、引下线、避雷网附加长度	3.9%	按接地母线、引下线、避雷网全长计算

第二节 自动控制系统

一、自动控制系统

(二) 自动控制系统的常用术语

(1) **输入信号**。既包括**控制信号**又包括**扰动信号**，其中控制信号又称控制量、参考输入或给定值。

(2) 输出信号（输出量）。是指反馈控制系统中被控制的物理量，它与输入信号之间有一定的函数关系。

(3) 反馈信号。若此信号是**从系统输出端取出送入系统输入端**，这种反馈信号称**主反馈信号**，而其他称为局部反馈信号。

(4) 偏差信号。控制输入信号与主反馈信号之差。

(5) 误差信号。是指系统输出量的实际值与希望值之差。在单位反馈情况下，希望值就是系统的输入信号，**误差信号等于偏差信号**。

(6) 扰动信号。除控制信号之外，对系统的输出有影响的信号。

四、检测仪表

1. 温度检测仪表

常用的温度检测仪表有：压力式温度计、双金属温度计、玻璃液位温度计、热电偶温度计、热电阻温度计、辐射温度计等。

(4) 热电偶温度计。

热电偶温度计用于测量各种温度物体，测量范围极大，远远大于酒精、水银温度计。**它适用于炼钢炉、炼焦炉等高温地区，也可测量液态氢、液态氮等低温物体。**

(5) **热电阻温度计**。

热电阻是中低温区最常用的一种温度检测器。它的主要特点是**测量精度高，性能稳定**。其中**铂热电阻**的测量**精确度是最高**的，它不仅广泛应用于工业测温，而且被制成标准的基准仪。

(6) 辐射温度计

辐射温度计的**测量不干扰被测温场**，不影响温场分布，从而具有**较高的测量准确度**。**理论上无测量上限**，可以测到相当高的温度。此外，其探测器的响应时间短，易于快速与动态测量。在一些特定的条件下，例如**核子辐射场，辐射测温场可以进行准确而可靠的测量。**

2. 压力检测仪表

(1) 一般压力表

1) 液柱式压力计。用于测量低压、负压的压力表。被广泛用于**实验室压力测量或现场锅炉烟、风通道各段**



压力及通风空调系统各段压力的测量。液柱式压力计结构简单，使用、维修方便，但信号不能远传。

2) 活塞式压力计。**例如压力校验台**等。活塞式压力计**测量精度很高**，用来**检测低一级**的活塞式压力计或检验精密压力表是一种**主要的压力标准计量仪器**。

3) 弹性式压力计。这种仪表构造简单、牢固可靠、测压范围广、使用方便、造价低廉、**有**足够的精度，可与电测信号配套制成**遥测遥控**的自动记录仪表与控制仪表。

4) **电气式压力计**。可将被测压力转换成电量进行测量，如电容式压力、压差变送器，霍尔压力变送器以及应变式压力变送器等。多用于压力信号的远传、发信或集中控制，和显示、调节、记录仪表联用，则可组成自动控制系统，**广泛用于工业自动化和化工过程中**。

(4) 隔膜 / 膜片式压力表。专门供石油、化工、食品等生产过程中**测量具有腐蚀性、高黏度、易结晶、含有固体状颗粒、温度较高的液体介质的压力**。

3. 流量仪表

(1) 电磁流量计。

一种**只能测量导电性流体流量**的仪表。它是一种**无阻流**元件，阻力损失极小，流场影响小，**精确度高，直管段要求低**，而且可以**测量含有固体颗粒或纤维的液体，腐蚀性及非腐蚀性液体**。

电磁流量计广泛应用于污水，氟化工，生产用水，自来水行业以及医药，钢铁等诸多方面。**只能测导电液体**。

(2) 涡轮流量计。

涡轮流量计具有精度高，重复性好，结构简单，运动部件少，耐高压，测量范围宽，体积小，重量轻，压力损失小，维修方便等优点，**用于封闭管道中测量低黏度气体的体积流量**。在石油，化工，冶金，城市**燃气管网**等行业中具有广泛的使用价值。

(3) 椭圆齿轮流量计。

用于精密的连续或间断的测量管道中液体的流量或瞬时流量，它**特别适合于重油、聚乙烯醇、树脂等黏度较高介质的流量测量**。

第三节 通信设备及线路工程

(三) 网络传输介质和网络设备

1. 网络传输介质及选型

常见的网络传输介质有：**双绞线、同轴电缆、光纤**等。

(1) 双绞线：**双绞线是现在最普通**的传输介质。**非屏蔽双绞线**适用于**网络流量不大**的场合中。**屏蔽式双绞线**适用于**网络流量较大**的高速网络协议应用。

双绞线一般用于**星型网**的布线连接，两端安装有**RJ-45头（水晶头）**，连接网卡与集线器，**最大网线长度为100米**，如果要加大网络的范围，在两段双绞线之间可安装中继器，**最多可安装4个中继器**，如安装4个中继器连5个网段，**最大传输范围可达500米**。

(3) 光纤：与其它传输介质比较，光纤的**电磁绝缘性能好、信号衰小、频带宽、传输速度快**、传输距离大。主要用于要求**传输距离较长**、布线条件特殊的**主干网连接**。

2. 网卡及选型

网卡是主机和网络的接口，用于提供与网络之间的物理连接。

有线网卡的选择：工作站的网卡基本上统一采用10 / 100Mbps的RJ-45接口快速以太网网卡。服务器要根据具体的网络规模和网络应用而定：如果只是一般的中小型企业局域网，可以采用相对廉价的RJ-45双绞线接口千兆位网卡；如果网络规模较大，或者网络应用较复杂，则可采用光纤接口的千兆位网卡。服务器集成的网卡通常都是兼容性的10 / 100 / 1000Mbps双绞线以太网网卡。

3. 集线器及选型

集线器（HUB）是对网络进行集中管理的重要工具，**是各分支的汇集点**。HUB是一个共享设备，**其实质是一个中继器**，主要功能是**对接收到的信号进行再生放大**，以扩大网络的传输距离。

4. 交换机及选型

交换机是网络节点上话务承载装置、交换级、控制和信令设备以及其他功能单元的集合体。交换机能把用户线路、电信电路和（或）其他要互连的功能单元根据单个用户的请求连接起来。根据工作位置的不同，可以分为



广域网交换机和局域网交换机。

5. 路由器及选型

路由器（Router）是连接因特网中各局域网、广域网的设备。**路由器具有判断网络地址和选择IP路径的功能**，能在多网络互联环境中建立灵活的连接，可用完全不同的数据分组和介质访问方法**连接各种子网**。路由器只接受源站或其他路由器的信息，**属网络层**的一种互联设备。

（二）卫星电视接收系统

卫星电视接收系统由**接收天线、高频头和卫星接收机**三大部分组成。

高频头将天线接收到的射频信号经低噪声放大、变频后，由同轴电缆送到接收机，经接收机处理后将图像和伴音信号送到电视机。

3. 高频头、功分器和调制器

（1）**高频头**。作用是将卫星天线收到的微弱信号进行放大，并且变频到950~1450MHz频段后放大输出。

（2）功分器。作用是把经过线性放大器放大后的第一中频信号均等地分成若干路，以供多台卫星接收机接收多套电视节目，实现一个卫星天线能够同时接收几个电视节目或供多个用户使用。

三、音频和视频通信系统

（一）电话通信系统

2. 电话通信系统安装

目前，用户交换机与市电信局连接的中继线一般均用**光缆**，建筑内的传输线用性能优良的**双绞线**电缆。

第四节 建筑智能化工程

一、智能建筑系统

1. 智能建筑体系构成

智能建筑系统由**上层的智能建筑系统集成中心（SIC）**和下层的3个智能化子系统构成。智能化子系统包括**楼宇自动化系统（BAS）、通信自动化系统（CAS）和办公自动化系统（OAS）**。BAS、CAS和OAS三个子系统**通过综合布线系统（PDS）连接成一个完整的智能化系统**，由SIC统一监管，其组成与功能如图6.4.1。

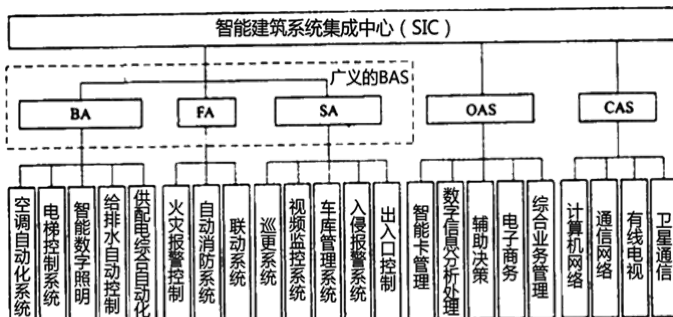


图6.4.1 智能楼宇系统组成和功能示意图

三、安全防范自动化系统

（一）防盗报警系统

2. 常用入侵探测器

入侵探测器按防范的范围可分为**点型、线型、面型和空间型**。

（1）**点型入侵探测器**。警戒范围仅是一个点的报警器。**如门、窗、柜台、保险柜**等这些警戒的范围仅是某一特定部位。

- 1) 开关入侵探测器。干簧继电器是门、窗等用得最多的控制元件。
- 2) 震动入侵探测器。包括**压电式震动入侵探测器**和**电动式震动入侵探测器**。

（2）直线型入侵探测器

1) 红外入侵探测器

①**被动红外探测器**。**一般用在背景不动或防范区域内无活动物体的场合。**

②**主动红外探测器**。体积小、重量轻、便于隐蔽，采用双光路的主动红外探测器可大大提高其抗噪访误报的能力。主动红外探测器寿命长、价格低、易调整，被**广泛使用在安全技术防范工程中**。



2) **激光入侵探测器**。适合于**远距离线控报警**装置。

(3) 面型入侵探测器

面型报警探测器警戒范围为一个面。常用的有平行线电场畸变探测器，带孔同轴电缆电场畸变探测器。

(4) 空间入侵探测器

1) 声入侵探测器

2) 次声探测器。通常只用来作为室内的空间防范。

(2) 传输部分

控制信号传输方式有二种：基带传输和频带传输。**基带传输不需要调制，解调，设备花费少，传输距离一般不超过2公里。**频带传输需调制、解调。这种频带传输克服了许多长途电话线路不能直接传输基带信号的缺点，能够实现多路复用的目的，提高了通信线路的利用率。

传输馈线有同轴电缆（以及多芯电缆）、平衡式电缆、光缆。

(五) 办公自动化的层次结构

办公自动化系统按处理信息的功能划分为三个层次：事务型办公系统；管理型办公系统；决策型办公系统（即综合型办公系统）。

(1) 事务型办公系统。这些常用的办公事务处理的应用可作成应用软件包，包内的不同应用程序之间可以互相调用或共享数据，以提高办公事务处理的效率。

(2) 信息管理型办公系统。是**第二个层次**。该层次要求必须有供本单位各部门共享的综合数据库。

(3) 决策支持型办公系统是**第三个层次**。它建立在信息管理级办公系统的基础上。

事务型和管理型办公系统是以**数据库**为基础的。**决策型**办公系统除需要**数据库**外，还要**有其领域的专家系统**。该系统可以模拟人类专家的决策过程来解决复杂的问题。

3.信息插座。信息插座类型有：

(1) 3类信息插座模块。支持16Mbps信息传输。

(2) **5类**信息插座模块。支持**155Mbps**信息传输。

(3) **超5类信息插座模块**。支持**622Mbps**信息传输。

(4) 千兆位信息插座模块。支持1000Mbps信息传输。

(5) **光纤**插座（FJ）模块。支持**1000Mbps**信息传输。

(6) 多媒体信息插座。支持100Mbps信息传输。

8针模块化信息插座是为所有的综合布线推荐的**标准信息插座**。