



高职高专“十一五”规划教材

环保设备选择、运行与维护

▶ 王继斌 宋来洲 孙颖 主编



化学工业出版社

学习指南

本章主要介绍了常用管件、阀门的基本原理、结构、分类以及选型、操作与维护知识。通过学习，了解管件与阀门按照不同标准进行的分类，了解其参数意义，了解常用管件及阀门的原理、结构及用途；熟悉管件及阀门的概念、分类及用途；掌握常用管件及阀门的选择、运行与维护的基础知识并进行技能操作。

第一节 管道的选择、运行与维护

管道是化工、石油、环保等许多行业生产中所涉及的各种管道形式的总称，是这些生产装置不可缺少的部分。只有管路通畅，阀门调节得当，才能保证各车间及整个工厂生产的正常进行。因此，了解管道的构成与作用，合理布置和安装管路，是非常重要的。

一、管道的分类

工程上使用的管道，可以按是否分出支管来分类。凡无分支的管路称为简单管道，有分支的管道称为复杂管道。复杂管道实际上是由若干简单管道按一定方式连接而成的，根据其连接方式不同，又可分为树状网和环状网两种。

二、管道的基本构成

管道是由管子、管件和阀门等按一定的排列方式构成，也包括一些属于管道的管架、管卡、管撑等附件。由于生产中输送的流体是各种各样的，输送条件与输送量也各不相同，因此管道也必然是各不相同的。工程上，为了避免混乱、方便制造与使用，实现了管道的标准化。

1. 管子

管子是管道的主体，根据输送物料的性质（如温度、压力、腐蚀性等）的不同，采用了许多不同的材质，在化工生产中经常使用的有如下几种。

(1) 黑色金属管 钢管的优点是耐高压，韧性好，管段长而接口少；

缺点是价格高，易腐蚀，因而使用寿命短。常用钢管有无缝钢管和有缝钢管。管材用钢的性能见表 9-1。

表 9-1 管材用钢的性能

钢种	钢号	焊接性能		适用温度/°C	加工性能	用途
		预热	焊后处理			
普通碳钢	Q215A	好		≤350	好	用于制作管子、螺栓、螺母、法兰、阀门及容器、支吊架等
	Q235A	好		≤350	好	
优质碳钢	08,10	极好		≤450	好	用于制作管子、容器
	15	好		≤450	好	用于制作管子、螺母、容器
	20	好		≤450	可锻，可表面硬化	用于制作管子、螺母、法兰、容器
普通合金钢	16Mn	好				用于制作管子、容器
	16MnCu	好				用于制作管子、容器
	08Mn2Si	良好		300~475		用于制作管子及高压容器
	08MnCuPTi	良好				用于制作管子、容器
	14MnV	好		-40~450		用于制作管子及高压容器
合金结构钢	16Mo	250~300°C	700°C	-40~450		用于制作管子、法兰及容器
	12CrMo	150~300°C	670~710°C回火	-48~450		用于制作管子、螺母、法兰及容器
	15CrMo	250~350°C	680~720°C回火	-40~450		用于制作管子、法兰及容器
	12CrMoV	同 12CrMo		-40~450		用于制作耐热管子
	12Cr1MoV	预热	正火、回火	>580		用于制作耐热 540°C、压力 10MPa 的管子
	18Cr3MoWVA	预热	670~700°C回火	>580		用于制作合成氨、高压加氢用管材
	30CrMnSiA	板厚 $\delta < 3$ mm, 150°C	尽可能进行			用于制作管子、螺栓及螺母
	20MnV	良好		450~475		用于制作高压管子、阀门、容器
	20CrMo	预热	视情况而定	<520		用于制作管子和锻件
	20CrMn					用于制作管子和螺母
30CrMo	170°C	板厚 $\delta > 8$ mm, 需处理	-70~550		用于制作管子、高压螺栓、高压螺母及法兰	

① 无缝钢管 有普通无缝钢管和不锈钢无缝钢管之分。普通无缝钢管是用普通碳素钢、优质碳素钢、低合金钢或合金结构钢轧制而成，品种规格多，强度高，广泛用于压力较高的管道。如热力管道、制冷管道、压缩空气管道、氧气管道、乙炔管道，以及腐蚀性介质以外的各种工程管道。无缝钢管用外径乘壁厚表示，如 $D108 \times 4$ 表示无缝钢管外径为 108mm，壁厚 4mm。

不锈钢无缝钢管价格昂贵，主要用于有特殊要求的化工管道。有热轧和冷轧（冷拔）管两种。按添加的金属元素的不同，分为铬不锈钢、铬镍不锈钢和铬锰氮系不锈钢；按耐腐蚀

性能，分为耐大气腐蚀、耐酸碱腐蚀和耐高温等不锈钢；按不锈钢的金属成分，分为马氏体、铁素体、奥氏体和铁素体等。

② 有缝钢管 又称焊接钢管，分为低压流体输送钢管与卷焊接钢管。低压流体输送钢管分镀锌钢管（黑铁管）和镀锌钢管（白铁管），应用于小直径的低压管道上，如给水管、煤气管道、热水管道、蒸汽管道、碱液及废气管道、压缩空气管道。卷焊接钢管由钢板卷制，采用直缝或螺旋缝焊制而成，主要用于大直径低压管道，一般用于热力管网或煤气管网。有缝钢管用公称直径表示。如 DN80 表示有缝钢管内径为 80mm。

(2) 有色金属管

① 铝及铝合金管材的性能及应用 铝及铝合金管材一般用拉制和挤压方法生产。铝管多用 L2、L3、L4、L5 牌号的工业铝制造；铝合金管根据不同的需要可以用 LF2、LF3、LF5、LF6、LF21、LY11 及 LY12 等牌号铝合金制造。

铝具有良好的导电性和导热性，无磁性，可焊性基本良好。在冷态和热态时均有良好的塑性，因此铝可以在冷态中轧制，也可在热态中挤压、轧制。但铝的强度和硬度较低，铸造性和切削性较差。在铝中加入其他元素，如镁、锰、锌等，就可大大提高铝的强度和硬度。

铝虽然是活泼金属，但由于在许多介质中会使其表面生成一层致密的氧化膜，因此有较高的化学稳定性，是良好的耐腐蚀材料，且纯度越高耐腐蚀性越强。但铝合金一般不耐碱液腐蚀，能被氨破坏。铝合金在硝酸铵、硫酸铵、硫酸钠、氯化钙等盐溶液中会引起局部腐蚀。

在工程中常用铝及铝合金管来输送腐蚀性介质（如浓硝酸、尿素、磷酸等）和不允许有铁离子污染的介质。由于铝及铝合金管不易污染产品，所以在食品工业中得到广泛应用。铝及铝合金管有良好的导热性，常用来制造换热设备；其反射辐射性能好，可用来输送易挥发的介质。

② 铜及铜合金管材的性能及应用 铜管分紫铜管和黄铜管。紫铜管和黄铜管按制造方法分为拉制管、轧制管和挤制管。一般中、低压管道采用拉制管。紫铜管的常用材料牌号为 T2、T3、T4、TUP，其材料状态分软、硬两种；黄铜管常用材料牌号为 H68、H62、HPb59，其材料状态有硬、半硬、软三种。

铜具有良好的导电性、导热性、低温力学性能，但铜的线膨胀系数较大，可焊性较差，熔化状态易溶解，氧化性酸（硝酸和铬酸）对铜有强烈腐蚀作用，不能用于输送氧化性酸。苛性碱、盐类的中性溶液对铜无腐蚀作用，只有在溶液中溶解有氧或其他氧化剂时，铜才会被强烈腐蚀。在潮湿环境中，酸性气体对铜有腐蚀作用。

紫铜管和黄铜管常用来制造热交换设备，用于深冷管路和化工管路，也常用于仪表测压管线和液压传输管线。钢和锌的合金叫黄铜，添加锡、锰、铅等合金，可改善黄铜的氧化性能、力学性能、加工性能和防腐性能。挤制铝青铜管用 QAL10-3-10 及 QAL-4-4 牌号的青铜制成，用于机械和航空工业，制造耐磨、耐蚀和高强度的管件。锡青铜管系由 QSn4-3 等牌号的锡青铜制成，适用于制造压力表的弹簧管及耐磨管件。

③ 铅及铅合金管 常用的铅管分软铅管和硬铅管两种。

268 铅管在 10% 以下的盐酸、亚硫酸、砷酸、磷酸、氢氟酸、铬酸以及海水中都是稳定的。但铅管在常温的干燥氟、氯、溴等气体中会有轻微的腐蚀。铅管主要在化工中用来输送 150℃、浓度 70%~80% 的硫酸以及浓度 10% 以下的盐酸等腐蚀介质。

铅管的硬度小，密度大，熔点低，可塑性好，电阻率高，线性膨胀系数大。铅管有良好的可焊性和耐蚀性，且阻止各种射线透射的能力强大。

由于铅管的强度和熔点较低，因此铅管的使用温度一般不能超过 140℃。又因为铅管的

硬度较低、不耐磨，因此铅管不宜输送有固体颗粒悬浮液的介质。由于铅有毒，因此铅管不能输送食品和生活用水。

④ 钛的性能及其应用 钛是一种轻金属，也是难熔金属。钛的耐腐蚀性能很高，因为它的表面生成一层致密的氧化膜，钛在海水及大气中具有良好的耐腐蚀性。

钛的化学活动性随温度的升高而显著增加。300℃时钛吸收氢的速度极高，而600℃以上开始同氧发生作用，700℃则与氮发生作用。氢可以经真空退火除去，但氧和氮则除不去，这些气体杂质可使钛的力学性能变坏。

⑤ 铸铁管 按制造材质不同，分为铸铁浇铸的铸铁管和球墨铸铁管；按制造方法，又可分为沙型离心铸铁直管和连续铸铁直管。由于出厂时管壁内、外均涂有沥青，因此铸铁管比钢管耐腐蚀，故常用于埋地的给水和煤气等压力流体的输送管道。

(3) 非金属管材

① 塑料管 塑料管道具有许多独特的优异性能，特别是具有总量轻、耐腐蚀性能好的特点。塑料管道广泛应用于民用给排水、化工管道、电线保护管等。工程上常用硬聚氯乙烯管道(UPVC)、聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物工程塑料管(ABS)三种类型的管道。

塑料管道均由合成树脂并附加一些辅助性、稳定性原料，经过一定的工艺过程，如注塑、挤压、焊接等制造，因而具有一般塑料的共同特性。塑料管道密度较小，在 $1.0\sim 1.6\text{g/cm}^3$ 之间，比金属管材轻得多，安装方便。具有一定的机械强度，能承受一定的拉力和压力，但耐热性差，随着温度升高易软化，机械强度也随之下降。塑料管道是电的不良导体，具有绝缘性，常用作电线、电缆保护套管。由于塑料具有热塑性，可多次反复加热仍具有可塑性，因而特别适用于焊接，熔点低，焊接手段简单。塑料管道具有较大的线膨胀性。在管道工程中，需要对直线管道的热膨胀进行补偿。塑料管道耐腐蚀性能良好，不易被氧化，常温下很稳定。除某些强氧化剂如硝酸等外，几乎不与任何酸、碱、盐溶液发生反应，对大多数有机溶剂也不溶解。

② 硬聚氯乙烯管道(UPVC) 给水管 硬聚氯乙烯管化学稳定性高，重量轻，耐腐蚀，安全方便；但强度低，线膨胀系数大，耐久性差，当温度高于 $80\sim 85^\circ\text{C}$ 时开始软化， 130°C 时呈柔软状态，到 180°C 后开始呈现流动状态。另外此种管材的稳定剂中含有氧化铅，不宜作为输送生活饮用水的管道。

目前硬聚氯乙烯管在化工、石油、制药、冶金等工业部门管道中得到广泛应用，以此代替不锈钢、铅、铜、铝、橡胶等重要工业管材。硬聚氯乙烯管的化学稳定性很好，除100%的丙酮、苯、溴水、氟化氢，96%以上的硫酸等不适用外，其余输送介质在一定温度下均可适用。一般用于输送 $0.6\sim 1.0\text{MPa}$ 和 $-15\sim 60^\circ\text{C}$ 的酸、碱、纸浆等介质，民用建筑排水、煤气和非饮用的工业用水及锅炉水处理管也大量采用。

③ 聚丙烯(PP)管 聚丙烯管性能优越，它的熔点为 $170\sim 176^\circ\text{C}$ ，软化温度由其熔点决定。在没有外力作用下，PP管在 150°C 左右仍能保持形状不变，因此可输送低负荷、温度达 $110\sim 120^\circ\text{C}$ 的介质。聚丙烯的低温性能较差， 0°C 以下时呈现低温脆性，抗冲击性能也显著降低。PP管的耐腐蚀性能强于PVC管。PP管使用场合较广，用量不断增加，已成为仅次于硬聚氯乙烯管的第二大品种。

聚丙烯管主要是用挤压法生产的无缝管，根据需要也可以自行卷制加工。聚丙烯管的颜色一般为本色。管子长度为6m，也有4m的。按聚丙烯管标准规定：常温下标准管材使用压力不超过 0.6MPa ，重型管材使用压力不超过 1.0MPa ；规格为轻型管材公称直径为 $15\sim$

200mm, 重型管材公称直径为 8~65m。为克服聚丙烯管的低温脆性和线膨胀系数大的缺点, 目前生产的 2601 型橡胶改性聚丙烯管材, 轻型管常温下工作压力为 0.4MPa, 重型管常温下工作压力为 0.6MPa, 主要用于输送化工腐蚀介质、农用灌溉等, 其规格外径为 16~200mm。

此外, 聚丙烯管也可用聚酯玻璃钢为外增强层制造复合管, 这种管材使用温度范围较普通聚丙烯管材使用温度范围大, 无负荷时为 $-20\sim 140^{\circ}\text{C}$, 强度和刚度都有所增加。

④ PP-PE 复合管 由聚丙烯和聚乙烯树脂粒料混合挤压成型的 PP-PE 复合管, 其规格为 DN15~DN50, 主要用于输送化学介质、建筑给排水管道和农田喷水管等。

⑤ ABS 工程塑料管 ABS 工程塑料管是由丙烯腈-丁二烯-苯乙烯组成的三元共聚物, 因而具有三种特性: 耐化学腐蚀性, 良好的机械强度, 较高的冲击韧性。它的密度为 $1.03\sim 1.07\text{g}/\text{m}^3$, 抗拉强度为 $40\sim 50\text{MPa}$, 冲击强度高达 $3900\text{N}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$ 。

ABS 工程塑料管的线膨胀系数较大, 一般为 $10.0\times 10^{-5}\text{K}^{-1}$, 管道安装中同样要处理好管子热伸长的补偿问题。ABS 工程塑料的热变形温度为 $65\sim 124^{\circ}\text{C}$ (不同品种变形温度也不同), 其热成形温度为 149°C 或再高一些。ABS 工程塑料还有良好的耐磨性。ABS 工程塑料的抗老化性较差, 当暴露在阳光下使用时应采取防护措施。

ABS 工程塑料能耐弱酸、弱碱和中等浓度的强酸、强碱的腐蚀, 在酮、醛、脂类以及氯化烃中会溶解或形成乳浊液, 而不溶于大部分醇类和烃类溶剂, 但与烃类长期接触后, 会软化 and 溶胀, 不耐硫酸、氢氟酸、冰醋酸的腐蚀。

ABS 工程塑料管除了用于化工、制革、医药等行业输送腐蚀介质外, 还用来输送摩擦性大的黏稠性液体, 在食品工业中用于输送各种饮料。

⑥ 玻璃钢管 环氧玻璃钢管耐压 1.5MPa, 使用温度不超过 110°C , 适用于腐蚀性废水输送管、深井水管、锅炉输水管等强度高的管道系统。

环氧聚酯玻璃钢管耐压 1.5MPa, 使用温度不超过 90°C , 适用于强腐蚀性废水输送管道系统, 并且有防蛀性能。

酚醛玻璃钢管耐压 1.0MPa, 使用温度不超过 120°C , 适用于石油、化工、染料、制药、化肥、电器等工业生产系统管道。

呋喃玻璃钢管耐压 1.0MPa, 使用温度不超过 180°C , 适用于输送石油、化工等严重腐蚀介质的管道系统, 尤其是高温下酸、碱交替的介质输送。

⑦ 玻璃钢-塑料复合管 玻璃钢-塑料耐腐蚀复合管材系以环氧玻璃钢为外套、聚氯乙烯为内衬制成。

它既具有硬聚氯乙烯管的耐腐蚀、阻力小、重量轻等优点, 又具有玻璃钢管的耐老化、耐高压、耐热、耐冲击性能好等优点, 可以部分代替不锈钢, 用于温度在 85°C 以下, 工作压力 $0.6\sim 1.0\text{MPa}$, 耐腐蚀的酸、碱、盐、有机药剂溶液及腐蚀性较强的工业废水的输送管道。

玻璃钢-塑料耐腐蚀复合管常用规格有 15~250mm, 每根管长度一般为 4m。

2. 常用管件

270

管件是用来连接管子、改变管路方向或直径、接出支路和封闭管道的管道附件的总称。一种管件可以起到一个或多个作用。如弯头既是连接管路的管件, 又是改变管道方向的管件。普通铸铁管件, 主要有弯头、三通、四通和异径管等, 使用时主要采用承插式连接、法兰连接和混合连接等。工业生产中的管件类型很多, 还有塑料管件、耐酸陶瓷管件和电焊钢管管件等, 已经标准化, 可以从有关手册中查取。

三、管道的布置与安装

在管道布置和安装时，主要考虑安装、检修、操作的方便和操作安全，同时必须尽可能减少基建费和操作费，并根据生产的特点、设备布置、物料特性及建筑结构等方面进行综合考虑。管道布置和安装的一般原则如下。

① 布置管道时，应对车间所有管道（生产系统管路，辅助系统管道，电缆、照明、仪表管路）全面规划，各就其位。

② 为了节约基建费用，便于安装和检修，并考虑操作上的安全，管路铺设尽可能采用明线（除上、下水和煤气总管外）。

③ 各种管线应成列平行铺设，以便于共用管架；要尽量走直线，少拐弯，少交叉，以节约管材，减少阻力，同时力求整齐美观。

④ 为了便于操作、安装和检修，并列管道上的管件和阀件位置应错开安装。

⑤ 在车间内，管道应尽可能沿厂房墙壁安装，管架可以固定在墙上，或沿天花板及平台安装。在露天的生产装置，管路可沿柱架或吊架安装。管与管、管与墙壁之间的距离，以容纳活接管或法兰以及进行检修为宜，具体尺寸见表 9-2。

表 9-2 管与墙间的安装距离

管径/mm	25	37.5	50	75	100	125	150	200
管中心离墙距离/mm	120	150	150	170	190	210	230	270

⑥ 为了防止滴漏，对于不需要拆修的管道连接，通常都采用焊接；在需要拆修的管道中，适当配置一些法兰和活接管。

⑦ 管道应集中铺设。当穿过墙壁时，墙壁上应开预留孔，过墙时，管外最好加套管，套管与管子间的环隙应充满填料；管路穿过楼板时也是这样。

⑧ 管道离地的高度，以便于检修为准。但通过人行通道时，最低离地点不得小于 2m；通过公路时，不得小于 4.5m；与铁路面净距离不得小于 6m；通过工厂主要交通干线，一般高度为 5m。

⑨ 长管道要有支撑，以免弯曲存液及振动，距离应按设计规范或设计决定。管道的倾斜度，对于气体和易流动的液体为 $3/1000 \sim 5/1000$ ，对含固体结晶或颗粒较大的物料为 1% 或大于 1%。

⑩ 一般上下水管及废水管适宜埋地铺设，在冬季结冰地区，埋地管道应安装在冰冻线以下。

⑪ 输送腐蚀性流体管道的法兰，不得位于通道的上空，以免滴漏时发生危险。

⑫ 输送易燃、易爆物料（如醇类、醚类、液态烃类）时，为了防止静电积聚，必须将管路可靠接地。

⑬ 蒸汽管道上，每隔一定距离，应装置冷凝水排出装置。

⑭ 平行管道的排列应考虑管路互相影响。垂直排列时，热介质管道在上，冷介质管道在下，以减少热管对冷管的影响；高压管道在上，低压管道在下；无腐蚀流体在上，有腐蚀流体在下，以免腐蚀性介质滴漏时影响其他管路。水平排列时，低压管道在外，高压管道靠近墙柱；检修频繁的在外，不常检修的靠墙柱；重量大的要靠管架支柱或墙。

⑮ 管道安装完毕后，应按规定进行强度和严密性试验，未经检验合格，焊缝及连接处不能涂漆及保温。管道在开工前须用压缩空气或惰性气体置换。

⑯ 对于各种非金属管道及特殊介质的管道的布置和安装, 还应考虑一些特殊问题, 如聚氯乙烯管应避免热的管道, 氧气管道在安装前应脱油等。

四、管道常见故障及处理

表 9-3 列出了管道常见的故障及处理方法。

表 9-3 管路常见故障及处理方法

序号	常见故障	原因	处理方法
1	管泄漏	裂纹、孔洞(管内外腐蚀、磨损)、焊接不良	①装旋塞 ②缠带 ③打补丁 ④箱式堵漏 ⑤更换
2	管堵塞	①不能关闭 ②杂质堵塞	①阀或管段 ②连接旁通, 设法清除杂质
3	管振动	①流体脉动 ②机械振动	用管支撑固定或撤掉管支撑件, 但必须保证强度
4	管弯曲	管支撑不良	用管支撑固定或撤掉管支撑件, 但必须保证强度
5	法兰泄漏	①螺栓松动 ②密封垫片损坏	①箱式堵漏, 紧固螺栓 ②更换螺栓 ③更换密封垫、法兰
6	阀泄漏	压盖填料不良, 杂质附着在其表面	①紧固填料函 ②更换压盖填料 ③更换阀部件或阀 ④阀部件磨合

第二节 阀门的选择、运行与维护

阀门是流体输送系统中的控制部件, 具有截断、调节、导流、防止逆流、稳压、分流或溢流泄压等功能。阀门的用途极为广泛, 环保行业的设备及工艺流程需要大量的、各种类型的阀门。随着阀门类型和品种规格的不断增多, 如何选用和使用阀门就成为环保行业从事设备设计、运行、维护和管理工作的技术人员急需解决的问题。

使用阀门, 首先要了解它的结构、原理与材质; 同时要熟悉工作介质, 正确选择阀门; 还要妥善安装、操作与运行维护。

一、阀门的分类

阀门是管道系统中的重要部件, 它用于接通或截断管路中的流通介质, 或者用于控制介质的流量和压力, 或用于保证设备以及管路的安全。阀门可以从不同角度进行分类。

1. 按动力分

(1) 自动阀门 依靠介质自身的力量进行动作的阀门。如止回阀、减压阀、疏水阀、安全阀等。

272 (2) 驱动阀门 依靠人力、电力、液力、气力等外力进行操纵的阀门。如截止阀、节流阀、闸阀、蝶阀、球阀、旋塞阀等。

2. 按结构特性分

(1) 截门型 关闭件沿着阀座中心线移动。如图 9-1 所示。

(2) 闸门型 关闭件沿着垂直于阀座的中心线移动。如图 9-2 所示。