

生产过程自动化仪表管路的安装

【知识目标】

1. 熟悉仪表管路（包括导管及管件）安装的选择及安装方法。
2. 了解仪表管路材质和规格的选用及敷设路线的选择。
3. 熟悉管路安装后严密性测试的准确性。

【技能目标】

1. 会仪表管路取源阀门和仪表阀门的安装。
2. 会导管的弯制操作及各种连接安装。
3. 会仪表电线、电缆敷设，会桥架的选择及安装。

【素质目标】

在以安装为主线的一体化教学过程中，培训学员的团队合作能力；专业技术交流的表达能力；制订工作计划的方法能力；获取新知识、新技能的学习能力；解决实际问题的工作能力。

6.1 管路敷设的要求及安装后的检查

1. 仪表管路的作用

仪表管路安装的数量大、种类多、施工图无安装标高和具体位置，所以仪表管道的安装具有一定的复杂性和特殊性。同时，在整个仪表安装过程中，仪表管路的安装所占比例最大，因此做好这项工作有着重要的意义。

(1) 测量管路。把被测介质自取源部件传递到测量仪表或变送器，用于测量压力、差压（流量和水位）等。

(2) 取样管路。取引蒸汽、水、烟气、氢气等介质的样品，用于成分分析。

(3) 信号管路。用于气动单元组合仪表（包括气动执行机构）之间传递信号（一般压力为0.02~0.1MPa）。

(4) 气源管路。气动设备的气源母管和支管。

(5) 伴热管路。用于仪表管路的防冻加热（详见第9章）。

(6) 排污及冷却管路。用于排放冲洗仪表管路介质的称为排污管路；用于冷却测量设备的称为冷却管路。

测量管路又称导压管，它与管道直接连接，引入管道中的介质，所以对测量管道的安装要



求，在压力等级、管道管件材质、焊接及管道试压、吹扫等方面与管道相同。测量一般无腐蚀性的物料介质时，导管材质可用20#钢或不锈钢；测量腐蚀性介质时，导管的材质应采用与管道、设备相同或高于其防腐性质的材质。

低压测量导管（ $PN \leq 6.3\text{MPa}$ ），其规格常为 $\phi 14 \times 2$ 、 $\phi 18 \times 3$ 。

中压测量导管（ $PN \leq 16\text{MPa}$ ），其规格常为 $\phi 14 \times 3$ 、 $\phi 18 \times 4$ 。

高压测量导管（ $PN \leq 32\text{MPa}$ ），其规格常为 $\phi 14 \times 4$ 、 $\phi 18 \times 5$ 。

分析仪表取样导管，一般采用 $\phi 10 \times 1$ 不锈钢管。

伴热管的管内介质是蒸汽，适用于仪表设备、测量导管和仪表保温箱，是仪表系统正常运行不可缺少的防护措施，通常采用不锈钢管。

电气保护管一般采用镀锌水煤气管，一是用来保护电缆线免受外界机械损失，二是防止电磁干扰。气源系统管内介质是仪表用净化压缩空气，气源网压力一般为 $0.5 \sim 0.7\text{MPa}$ ，仪表用气经减压过滤器后为 0.14MPa 。仪表气信号系统配管一般采用 $\phi 6 \times 1$ 紫铜管，有时也用尼龙管。

2. 管路敷设的要求

管路敷设应符合下列各项要求。

(1) 在安装前应核对导管钢号、尺寸，并进行外观检查和内部清洗。

(2) 管路应按设计规定的位置敷设，若设计未做规定，可按下列原则根据现场具体情况而定。

① 导管应尽量以最短的路径进行敷设，以减少测量的时滞，提高灵敏度；但对于蒸汽测量管路，为了使导管内有足够的凝结水，管路又不应太短。

② 导管避免敷设在易受机械损伤、潮湿、腐蚀或有震动的场所，应敷设在便于维护的地方。

③ 导管应敷设在环境温度为 $5 \sim 50^\circ\text{C}$ 的范围内，否则应有防冻或隔热措施。

④ 油管路敷设时应离开热表面，严禁平行布置在热表面的上部，这是为了避免油管路泄漏时，油落在热表面上引起火灾。油管路与热表面交叉时，也必须保持一定的安全距离，一般不小于 150mm ，并应有隔热措施。

⑤ 差压测量管路（特别是水位测量）不应靠近热表面，其正、负压管的环境温度应一致。因为水位测量差压较小，如果测量管路靠近热表面，或两根差压管受环境温度影响不一致，会引起正、负压管内水柱有温度差，使密度不一样而产生测量误差。特别是其中有一根管离介质流动的热管路过近时，将使正、负测量管内介质密度所引起的差压值大于测量的差压值，而无法进行测量。

⑥ 管路敷设时，应考虑设备的热膨胀，特别是大容量机组的锅炉，如超高压参数锅炉向下膨胀最大达 200mm ；超临界压力参数的锅炉，向下膨胀最大达 380mm 左右，向左、右膨胀最大达 120mm 左右。若不注意这个问题，当设备膨胀后，将使一些敷设好的仪表管路受到一定的拉力，甚至使管子断裂。因此，管路应尽量避免敷设在膨胀体上，若必须在膨胀体上装设取源装置，其引出管需加补偿装置，如“ Ω ”弯头等。

⑦ 管路应尽量集中敷设，其路线一般应与主体结构相平行。管路的水平段可集中敷设在运转层平台下，以便于导管的组合安装，做到整齐、美观。

⑧ 导管敷设路线应选择在不影响主体设备检修的地点。



⑨ 导管不应直接敷设在地面上，若必须敷设时，应设有专门沟道。导管如需穿过地板或砖墙，应提前在土建施工时配合预留孔洞，敷设导管时还应穿用保护管或保护罩。

(3) 管路水平敷设时，应保持一定坡度，一般应大于 1:10，差压管路应大于 1:12。其倾斜方向应能保证测量管内不存有影响测量的气体或凝结水，并在管路的最高或最低点装设排气、排水容器或阀门。

① 测量蒸汽和液体流量时，节流装置的位置最好比差压计高。当节流装置位置低于差压计时，为防止空气侵入测量管路内，测量管路由节流装置引出时应先下垂，再向上接至仪表，其下垂距离一般不小于 500mm，使测量管路内的蒸汽或液体得以充分凝结或冷却，不至于产生对流热交换。

② 测量凝汽器真空的管路，应全部向下朝凝汽器倾斜，不允许有形成水塞的可能性。

③ 气体测量管路从取压装置引出时，应先向上引 600mm，使受降温影响而析出的水分沿这段直管道导回主设备，减小它们流入仪表测量管路的机会，避免管子堵塞。

(4) 管路敷设应整齐、美观、固定牢固，尽量减少弯曲和交叉，不允许有急弯和复杂的弯。成排敷设的管路，其弯头弧度应一致。

(5) 测量黏性或侵蚀性液体（如重油、酸、碱等）的压力或差压时，取源阀门至仪表阀门之间的管路上应装设隔离容器，在隔离容器至测量表计的导管内充入隔离液，以防仪表被腐蚀。若介质凝固点高、黏性大，取压装置至隔离容器应有伴热并保温，以防介质凝固；也可将取压装置引出的导管及隔离容器等紧贴被测热力管线安装，并共同保温。

(6) 供气母管及控制用气支管应采用不锈钢管，至仪表设备的分支管可采用紫铜管、不锈钢管或尼龙管。支管应从母管上半部引出，母管最低处应加装排水装置。

(7) 管路敷设完毕后，应用水或空气进行冲洗，并应无漏焊、堵塞和错焊等现象。

(8) 管路应严密无泄漏。被测介质为液体或蒸汽时，取源阀门及其前面的取源装置应参加主设备的严密性试验；取源阀门后管路视安装进度，最好也能随主设备做严密性试验，若工期跟不上，可参加试运行前的工作压力试验。被测介质为气体的管路，需单独进行严密性试验，因为这些管路压力较低，运行中不易发现问题，如有泄漏，将影响到测量准确性。仪表管路及阀门严密性试验标准应符合表 6.1 所示的规定。

表 6.1 仪表管路及阀门严密性规定

项次	试验项目	试验标准
1	取源阀门及气、水管路的严密性试验	用 1.25 倍工作压力进行水压试验，5min 内无渗漏现象
2	启动管路的严密性试验	用 1.5 倍工作压力进行严密性试验，5min 内压力降低值不应大于 0.5%
3	风压管路及其切换开关的严密性试验	用 0.1~0.15MPa（表压）压缩空气试验无渗漏，然后降至 6000Pa 压力进行试验，5min 内压力降低值不应大于 50Pa
4	油管路及真空管路严密性试验	用 0.1~0.15MPa（表压）压缩空气进行试验，15min 内压力降低值不应大于试验压力的 35%
5	氢管路系统严密性试验	仪表管路及阀门随同发电机氢系统做严密性试验，标准按 DL5011—1992《电力建设施工及验收技术规范 汽轮机组篇》进行

(9) 管路严密性试验合格后，表面应涂防锈漆，高温管路用耐高温的防锈漆。露天敷设的



汽水导管应保温。

(10) 管路敷设完毕后，在所有管路两端应挂上标明编号、名称及用途的标示牌。

3. 测量导管的安装要求

测量导管安装时应注意以下事项。

(1) 测量蒸汽或液体流量时，节流装置一般应高于变送器；测量气体时，节流装置一般应低于变送器。测量蒸汽流量安装的两只冷凝器，必须在同一水平线上，一般安装在整个导管系统的最高点。

(2) 压力测量采用直接取压方式，测量蒸汽或液体时，取压点应高于变送器；测量气体时，取压点应低于变送器。

(3) 测量差压的正导压管和负导压管应敷设在相同的环境温度条件下。

(4) 一次取压阀门应安装在取源部件之后，尽量靠近取源部件；二次阀门安装在仪表设备之前便于操作的地方。安装时应将阀门关闭，并注意阀门的进、出口方向。

(5) 导压管应敷设在环境温度 $5\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的范围内，否则应有防冻或隔离措施。油管路敷设时应与热表面保持一定距离，并应有隔热措施。管路敷设时，应考虑设备的热膨胀，以防损坏导压管。导压管敷设线路应选择在不影响主设备和管道检修的地方。导压管不能直接敷设在地面上，否则应设有专门的沟道。导压管敷设完毕后，应用压缩空气或水进行冲洗，并确保无漏焊、堵塞和错焊等现象。

(6) 管路应严密无泄漏。一次阀门及前面的取源部件应参加主设备和管道的严密性试验，一次阀门后的管道最好也能同时进行严密性试验。测量气体的管路，需单独进行严密性试验。

4. 管路敷设注意事项

由于导压管介质很复杂，有耐碱、耐酸及普通不耐酸、碱的，耐腐蚀还有强、弱之分，压力、温度等也涉及管材与加工件材质的不同，因此要特别注意材质不能误用。同时还要注意，管子及加工件外形十分相似，特别是加工件，如取压短节、连接螺纹、阀门、法兰、三通、弯头等管件，要确保使用场合准确无误。对于特殊材质，需要有专门保管，专门领用记录、使用记录，以备查询。

对于特殊材料的焊接，母材不能错，加工件不能错，焊材也不能错。除法兰外，一般氩弧焊都可焊接，焊丝要使用正确。法兰焊接，除氩弧焊打底外，还要电焊盖面，焊条不能用错。

5. 管路敷设后的试压与查漏

在管子安装完毕而未与仪表连接前，需要用机械方法除去管内的脏物，然后用压缩空气把管子内部吹净。此后应进行管路的强度和气密性试验。

工作压力小于 0.1MPa 的管子，只需利用压缩空气进行两次气密性试验。第一次先在管中充满 0.2MPa 的压缩空气或 N_2 ，然后在所有接头（焊口/活接头）处涂上肥皂水，这样在不严密的地方就会冒泡沫。处理好泄漏地方后，即进行第二次试验，此时在管子中充以压力为 40kPa 的空气或 N_2 ，如果在 10min 之内压力下降不超过 3% ，则该管子的气密性就算合格。若管子用于传送有毒或爆炸性气体时则要求更高，此时在 10min 内空气压力下降不应超过 50Pa 。



在使用空气试验管子时，必须注意到管子的内空气压力可能因温度的变化而改变。例如在压力为 40kPa 时，如管内空气的温度由 10℃ 增加到 20℃，则管内空气压力可能增高到 50kPa，即增加了 25%。因此只有管子温度与周围环境温度相等之后，试验才能开始，同时在试验时也应注意和防止偶然的加热和冷却。

对超过 0.1MPa 的管路，应同时进行强度和气密性试验，即进行水压试验。在试验强度时，管内应灌以高于工作压力的水压（一般 1.5 倍左右），灌水应从最低处进入，管内空气则沿最高处排出。水压应保持 30s，然后将水压降至工作压力，在此工作压力下进行管子的气密性检查。如在 10min 内水压降低不超过 3%，则认为合格。

在用水压试验时，应考虑到管路的最高处和最低处静压力是不相等的，尤其是在试验低压管路时更应注意这一点。因此对小于 0.1MPa 的低压管路来说，通常用空气而不是用水来进行气密性试验。

6.2 导管的弯制

1. 导管的弯制方法

导管的弯制，一般应用冷弯法，通常使用机械弯管机。冷弯时，钢材的化学性能不变，且弯头整齐。在现场，使用氧—乙炔焰进行热煨，一般用来对个别的弯头进行校正。大直径的低压导管可采用标准的热压弯头成品，常用热压弯头的管径有 50mm、65mm、80mm、100mm、125mm、150mm、200mm 等，一般用 90° 弯头。

导管的弯曲半径，对于金属管应不小于其外径的 3 倍，对于塑料管应不小于其外径的 4.5 倍。弯制后，管壁上应无裂缝、过火、凹坑、皱褶等现象，管径的椭圆度不应超过 10%。

仪表管安装用弯管机分为电动和手动两种。电动弯管机一般可利用电动执行机构作为动力，此外，还有电动液压弯管机。由于电动弯管机较重，故适用于集中弯制。手动弯管机又分为固定型和携带型两种，固定型弯管机可在任何地方设法固定使用，较为灵活、方便，如图 6.1 所示；携带型弯管机使用更为方便，只需两手分别握住两手柄即可弯管，如图 6.2 所示。

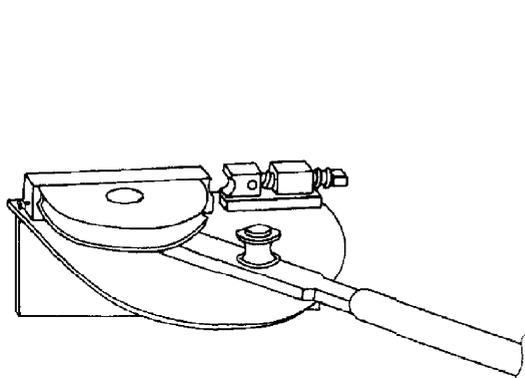
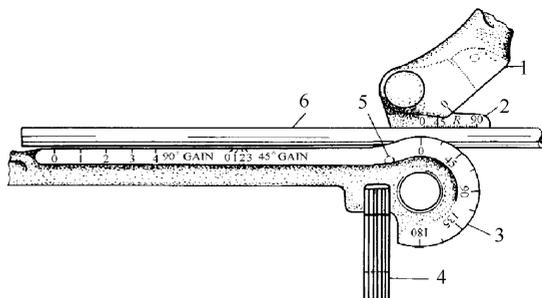


图 6.1 固定型手动弯管机



1—靴状手柄；2—导向连接板；3—形状手柄；
4—锁紧装置；5—止钉；6—被弯导管

图 6.2 携带型手动弯管机

使用弯管机弯管的步骤如下所述。

- (1) 将导管放在平台上进行调直。
- (2) 选用弯管机的合适胎具。
- (3) 根据施工图或实样, 在导管上划出起弧点。

(4) 将已画线的导管放入弯管机, 使导管的起弧点对准弯管机的起弧点(此点可先行计算, 并通过实践取得), 然后拧紧夹具(对于携带型手动弯管机, 将其锁紧装置翻转 180° , 夹住被弯导管)。

(5) 启动电动机或扳动手柄弯制导管, 当弯曲角度大于所需角度 $1^\circ \sim 2^\circ$ 时停止(按经验判断)。采用手动弯管机时, 应用力均匀, 速度缓慢。

- (6) 将弯管机退回至起点, 用样板测量导管弯曲度, 合格后松开夹具, 取出导管。

2. 导压管的弯制要求

(1) 在自动化装置中, 改变管路方向最好的办法是把管子弯成一定的角度。导压管要冷弯, 但 $\phi 14 \times 4$ 高压用的导压管需焊弯且要一次弯成。

(2) 70mm 以下的钢管可以冷弯, 15mm 以下的管子可直接用手弯。直径不超过 30mm 的管子可用最简单的手动弯管器, 但直径在 30~70mm 的钢管要用电动弯管器。

(3) 直径超过 70mm 的管子只能采用热弯。在加热前, 管子应灌满干净的细沙(用 $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 的筛子筛过的), 在灌沙时应敲打管子把沙捣紧, 沙灌满后, 管子两端用木塞或黏土塞住。

- (4) 压力管路的弯曲半径最小应为管子外径的 5 倍。

(5) 仪表信号管线一般为 $\phi 6 \times 1$ 及 $\phi 8 \times 1$ 的紫铜管或铝管, 近年来也用 $\phi 6 \times 1$ 、 $\phi 8 \times 1$ 的尼龙管, 均用手动弯管机弯管。

6.3 管路的固定

(1) 导管的敷设固定, 应用可拆卸的卡子, 用螺丝固定在支架上。成排敷设时, 两导管的净距离应保持均匀, 一般为导管本身的外径。

卡子的形式与尺寸根据导管直径来决定, 一般有单孔双管卡、单孔单管卡、双孔单管卡和 U 形管卡, 其制作图如图 6.3~图 6.6 所示, 其尺寸如表 6.2~表 6.5 所示。

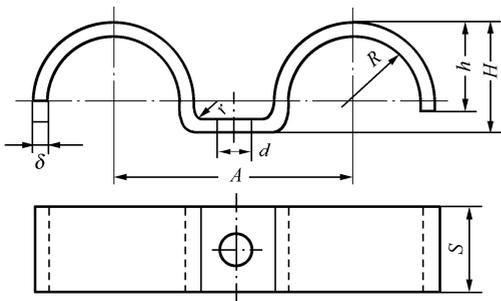


图 6.3 单孔双管卡制作图

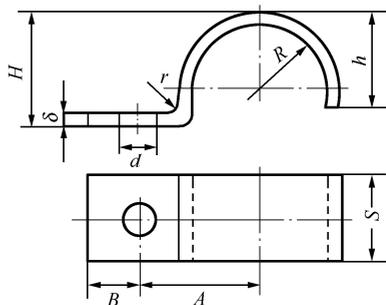


图 6.4 单孔单管卡制作图

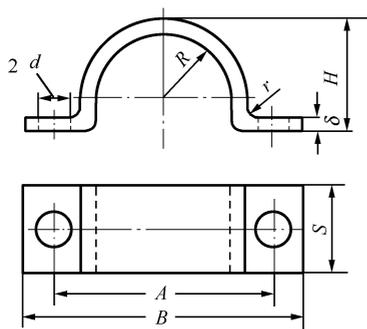


图 6.5 双孔单管卡制作图

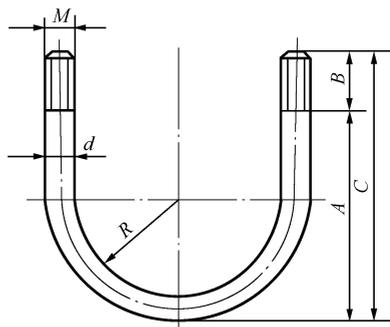


图 6.6 U 形管卡制作图

表 6.2 单孔双管卡尺寸

种 类	主要尺寸/mm							
	单孔双管卡							
	H	h	R	r	d	delta	S	A
phi10 管卡	9	7	5	1	phi7	1.5	14	30
phi14 管卡	13	11	7	1.5	phi7	2	15	35
phi16 管卡	15	13	8	1.5	phi7	2	15	40
phi22 管卡	20	18	11	2	phi7	2.5	18	45
phi28 管卡	25	22	14	2	phi7	3	20	50

表 6.3 单孔单管卡尺寸

种 类	主要尺寸/mm									
	单孔单管卡									
	H	h	R	r	d	delta	S	A	B	
phi10 管卡	9	7	5	1	phi7	1.5	14	15	7	
phi14 管卡	23	11	7	1.5	phi7	2	15	17.5	8	
phi16 管卡	15	13	8	1.5	phi7	2	15	20	9	
phi22 管卡	20	18	11	2	phi7	3	8	22.5	10	
phi28 管卡	25	22	14	2	phi7	3	20	25	11	

表 6.4 双孔单管卡尺寸

种 类	主要尺寸/mm								
	R	H	r	A	B	S	d	delta	
phi10 管卡	5	9	1	24	35	14	phi7	1.5	
phi14 管卡	7	12	1.5	28	40	15	phi7	2	
phi16 管卡	8	14	1.5	30	42	15	phi7	2	
phi22 管卡	11	19	2	38	50	18	phi7	2	
phi28 管卡	14	24	2	45	58	20	phi7	3	
phi34 管卡	227	31		52	65	22	phi7		

表 6.5 U形管卡加工尺寸

种 类	主要尺寸/mm					
	R	d	M	A	B	C
φ40 管卡	20	φ6	M6	45	15	63
φ50 管卡	25	φ6	M6	55	15	69
φ60 管卡	30	φ6	M6	65	15	83

(2) 在不同结构上支架的固定形式如下。

① 固定在混凝土结构上的支架，如图 6.7 所示，埋入混凝土部分的尾部应劈开，埋入长度不小于 70mm，负荷较大时应适当加长。若混凝土内有钢筋，则可将其尾部焊在钢筋上。



图 6.7 固定在混凝土结构上的支架形式

② 固定在砖结构上的支架，如图 6.8 所示，埋入部分的尾部应劈开，埋入长度不小于 100mm，负荷较大时可用穿墙螺丝来固定。

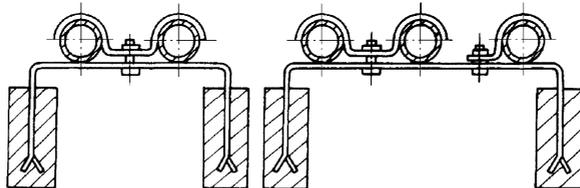


图 6.8 固定在砖结构上的支架形式

③ 导管沿金属结构敷设时，支架可直接焊在金属结构上，如图 6.9 所示。

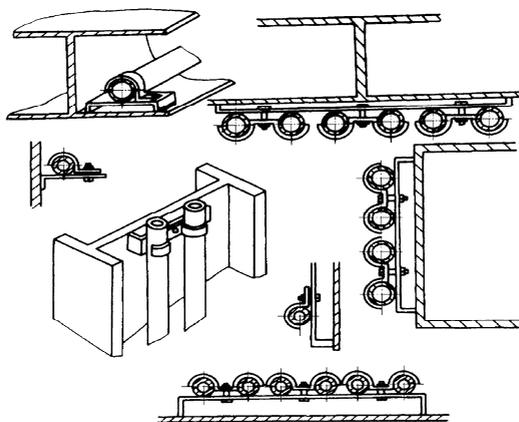


图 6.9 固定在金属结构上的支架形式



④ 导管需要以吊架形式固定时，支吊架应制成简单易拆和便于检修的形式，如图 6.10 所示。

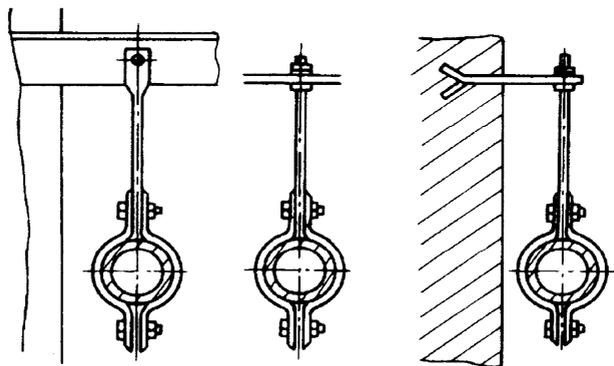
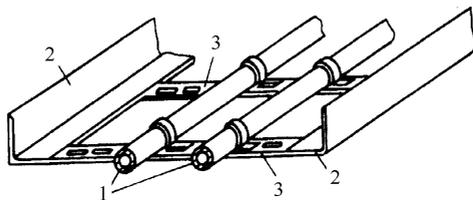


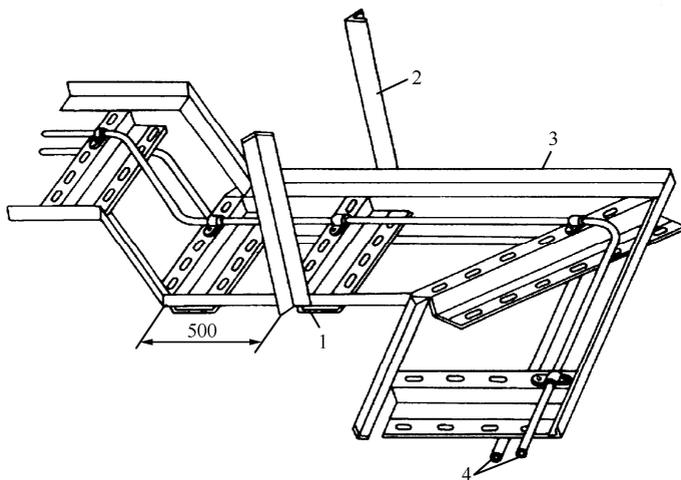
图 6.10 安装导管的吊架形式

⑤ 当管道敷设路径比较宽敞，导管根数较多时，固定导管的支架可制成桥式或吊桥形，如图 6.11 和图 6.12 所示，根据需要还可多层敷设。



1—导管；2—角钢主梁；3—多孔

图 6.11 安装导管的桥式支架形式



1—多孔扁钢（或角钢）横梁；2—吊架；3—角铁主梁；4—导管

图 6.12 安装导管的吊桥形（双层）支架形式

(3) 管路支架间的距离应尽量均匀。根据导管强度，所用支架距离为：

① 无缝钢管。水平敷设时为 1~1.5m，垂直敷设时为 1.5~2m。

② 铜管、尼龙管、硬塑料管。水平敷设时为 0.5~0.7m, 垂直敷设时为 0.7~1m。

(4) 管路支架一般不要直接焊在承压管道、容器, 以及需要拆卸的设备结构上, 严禁焊在合金钢和高温高压的结构上, 以免影响主设备的机械强度。如需在其上敷设导管时, 可用抱箍的办法来固定支架。在有保温层的主设备上敷设导管时, 其支架高度应使导管能在保温层以外。

(5) 导管支架的定位、找正与安装, 可按照下列步骤进行。

① 按照测点及仪表的安装位置、周围环境和导管敷设要求, 选择导管的敷设路径和支架形式。

② 根据敷设导管的根数及管卡形式, 计算出各支架的宽度。

③ 根据导管的坡度要求与倾斜方向, 计算出各支架的高度。

④ 根据计算的尺寸制作支架。当采用埋入式时, 应估计到孔眼的深度及混凝土内有无钢筋等情况, 以确定支架埋入部分的长度。

⑤ 安装支架时, 应按选择的路径和计算好的支架高度, 先安装好始末端与转角处的支架。在两端的支架上拉线, 然后逐个安装中间部分的各个支架。

⑥ 金属结构上的支架可使用电焊焊接。

⑦ 当支架在砖墙或混凝土孔眼内埋设时, 应先放入支架, 找平, 找正(若混凝土孔眼内有钢筋, 支架焊接在钢筋上), 然后用卵石填实孔洞, 充分灌水润湿, 并填入不低于原混凝土标号的水泥砂浆(水泥与沙子的混合比为 1:2)。水泥砂浆应填满塞实, 抹平表面, 支架埋设后, 在填入的水泥砂浆未干时, 支架禁止受力。

目前在砖墙或混凝土壁上固定支架, 多采用膨胀螺栓固定。

(6) 导压管要牢固地固定在支架上, 支架的制作安装要符合 GBJ 93—86 的有关规定。导压管要用管卡固定, 管卡通常是自制的, 用 1~1.2mm 薄铁皮压制而成。导压管支架距离符合《自动化仪表工程施工及验收规范》(GBJ 93—2002) 的具体规定, 即水平敷设 1~1.5m, 垂直敷设 1.5~2m。在同一直线段, 支架间距要大致均匀。

(7) 需要伴热、保温、保冷的管子, 垂直管道支架的间距缩小到 1~1.5m, 水平管道缩小到 0.7~1m。不锈钢管固定时, 不要与碳钢直接接触。

6.4 管路的连接

仪表导管多为金属小管, 一般采用气焊法或钨极氩弧焊连接, 对于检修时常需拆卸的部位可采用下列方式进行连接。

(1) 压垫式管接头连接。适用于无缝钢管和设备(包括仪表、螺纹连接截止阀等)的连接, 根据垫片材质的不同, 用于各种介质参数场合。

(2) 螺纹连接。适用于水煤气管的连接, 分为连管节和外套螺帽式(俗称油任)两种。一般采用缠绕聚四氟乙烯密封带(生料带), 以用于温度在 250℃ 以下的液、汽管道的丝扣密封, 有时也采用亚麻丝涂白铅油做密封。

(3) 卡套式管接头连接。适用于碳钢或不锈钢无缝钢管的连接。它利用卡套的刃口切入被连接的无缝钢管, 起到密封作用, 可用于公称压力为 25~40MPa 的介质。

(4) 胀圈式管接头连接。适用于紫铜管或尼龙管的连接。利用胀圈做密封件, 多用于气动管路的连接。



(5) 扩口式管接头连接。适用于紫铜管或尼龙管的连接。将扩口后的管子置于接头的锥面，利用旋紧螺母使管子喇叭口受压，从而起到密封作用，多用于气分管路的连接。

(6) 法兰连接。适用于大管径的气源管路及带法兰的设备（包括带法兰的截止阀等）的连接，选择不同材质的垫片，以用于各种介质参数的场合。

在导管安装中，不管使用哪种连接方法，都必须保证导管的严密性，不应有泄漏或堵塞现象。各种连接方法可按照下列工艺要求和步骤进行。

1. 气焊、电焊和钨极氩弧焊连接

气焊焊丝可根据有关要求选用，按照焊接及热处理工艺的规定进行。

水煤气管焊接时，其两端螺纹应割掉，因为此处管壁已减薄，机械强度降低，容易产生裂缝。导管对口气焊连接时可使用如图 6.13 所示的对口工具先点焊，防止导管错口和承受机械力。采用套接头与导管连接，可用钨极氩弧焊或电焊，需用插入式连接附件。不同直径的导管对口焊接时，其直径相差不得超过 2mm，否则应采用异径转换接头。

小直径的紫铜管焊接时，为防止焊渣堵塞导管和增加接口处强度，可采用如图 6.14 所示的套管焊接法，将导管和套管焊在一起。套管的长度为 30~50mm，内径比被连接管的外径大 0.2~0.5mm。高压导管上需要分支时，应采用与管路相同材质的三通件进行连接，不得在管路上直接开孔焊接。小直径的不锈钢管焊接时，采用钨极氩弧焊。焊接后的导管应校正平直（可用氧—乙炔焰加热后平直）。

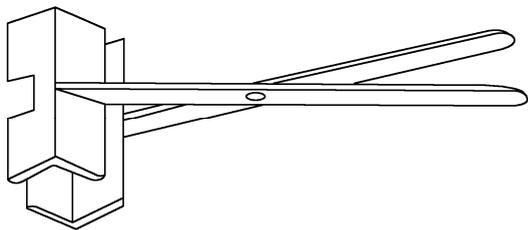


图 6.13 导管对口工具

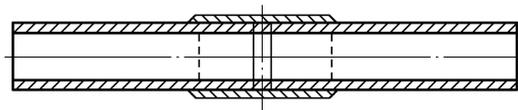


图 6.14 导管套管焊接图

2. 压垫式管接头连接

压垫式管接头连接的形式及零件制作图及其尺寸如图 6.15 和表 6.6 所示。使用压垫式管接头进行导管与导管或导管与仪表、设备连接时，可按下列步骤进行。

表 6.6 压垫式接头尺寸（直径）

J	主要尺寸/mm													
	接 头 座				接 管 嘴					锁 母			密 封 垫	
	d_1	d_2	d_3	D	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_1	d_2	D	d_1	d_2
M22×1.5	9	12	16	六方 33.5	9	12	16	15	19	15	29	六方 33.5	9.5	19.5
M20×1.5	7	10	14	六方 31.2	7	10	14	13	17	13	27	六方 31.2	7.5	17.5

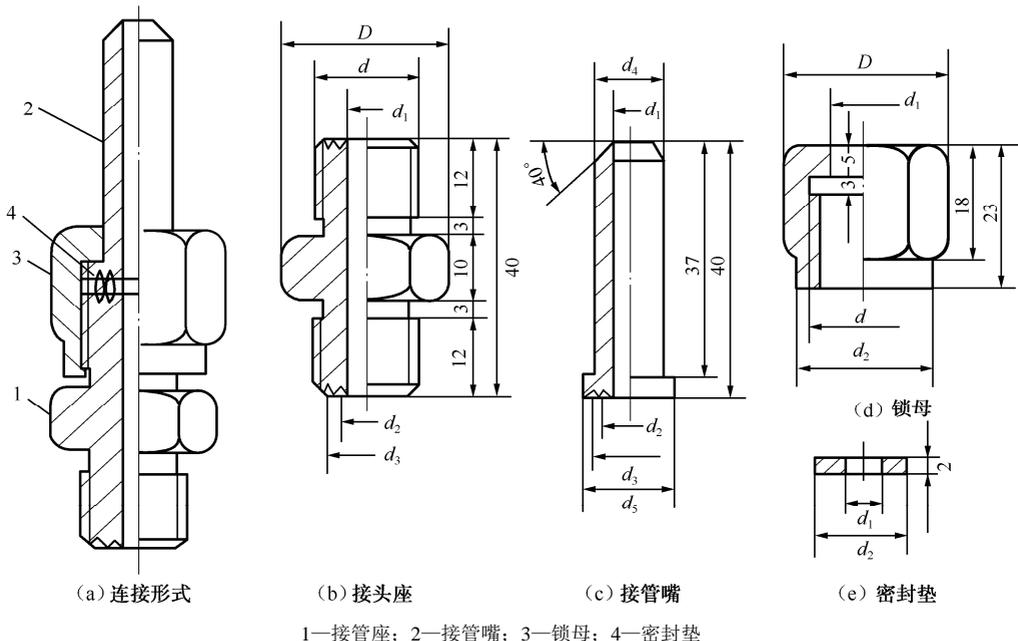


图 6.15 压垫式管接头的连接形式及零件制作图

(1) 把接管嘴穿入锁母孔中, 接管嘴在孔中应呈自由状态。

(2) 将带有接管嘴的锁母拧入接头座中(或仪表、设备上的螺纹部分), 接管嘴与接头座间应留有密封垫的间隙, 然后将接管嘴与导管对口、找正, 用火焊对称点焊数点。

(3) 再次找正后, 卸下接头, 进行焊接。切忌在不卸下接头的情况下在仪表设备上直接施焊, 以避免因焊接高温传导而损坏仪表设备的内部元件。

(4) 正式安装接头时, 接合平面内应加厚度为 2~3mm 的密封垫圈, 其表面应光滑(齿形垫除外), 内径应比接头内径大 0.5mm 左右, 外径则应小于接头外径约 0.5mm。

(5) 在接头的螺纹上涂以机油黑铅粉混合物, 并把密封垫圈自由地放入锁母中, 然后拧入接头, 用扳手拧紧。接至仪表设备时, 接头必须对准, 不应产生机械应力。

3. 连管节螺纹连接

导管使用如图 6.16 所示的连管节连接时, 两个被连导管管端的螺纹长度不应超过所用连管节长度的 1/2, 连接方法可按下列步骤进行。(以亚麻丝做密封为例)

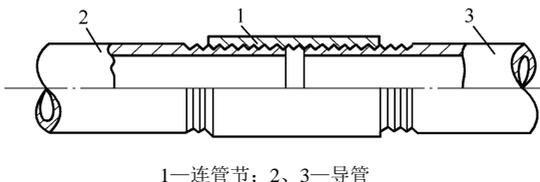


图 6.16 导管使用连管节连接

(1) 用圆锉锉一下管端部螺纹的第一道丝扣, 除去棱角与毛刺。

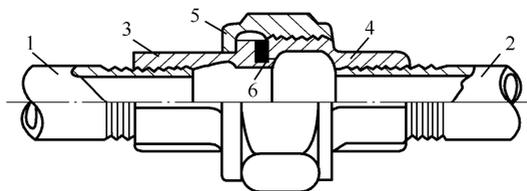
(2) 在管端螺纹上涂上白铅油后, 将劈成细丝的亚麻丝从导管端开始顺螺纹缠在丝扣上(注意缠绕方向不能错), 缠绕时应防止把亚麻丝缠于第一道螺纹上, 以防进入管内。



- (3) 用管钳将连管节拧到一根被连导管管端上，并拧到极点。
- (4) 用相同方法将另一根导管的管端涂油缠麻，并拧入连管中。

4. 外套螺帽连接

导管使用如图 6.17 所示的外套螺帽连接时，其安装步骤如下所述。（以亚麻丝做密封为例）



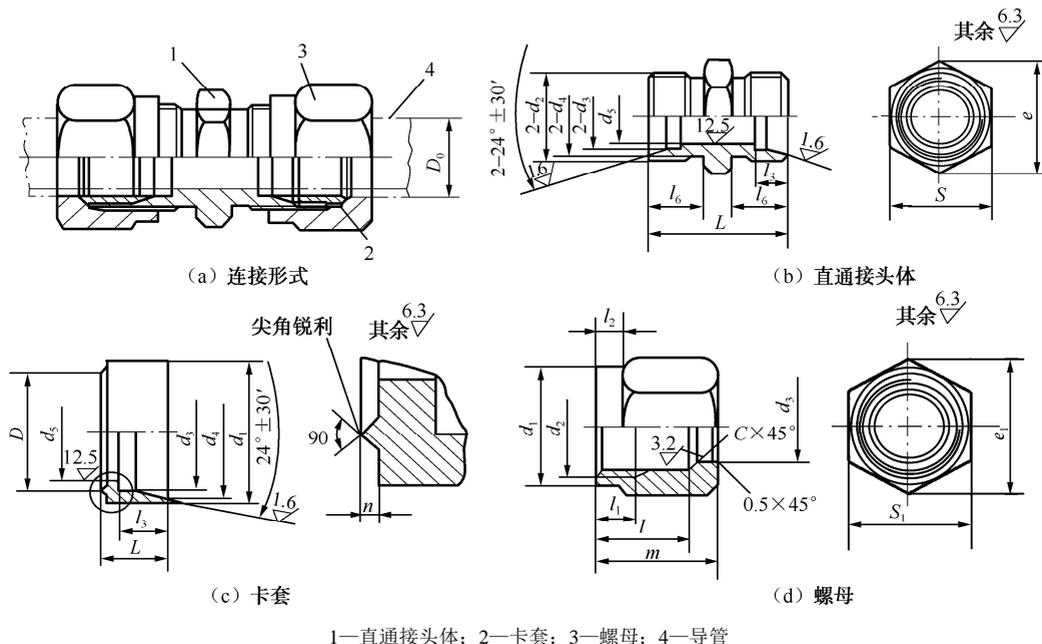
1、2—导管；3、4—对连管节；5—外套螺帽；6—密封垫圈

图 6.17 使用外套螺帽连接导管

- (1) 在两导管的螺纹上涂油缠麻。（方法同连管节连接）
- (2) 将一对连管节分别用管钳拧到导管上。
- (3) 用低压石棉垫制成密封垫圈，在密封垫圈与外套螺帽的丝扣上涂以机油黑铅粉或机油红丹混合物。垫入密封垫圈，密封垫圈与导管的中心线必须吻合，拧上外套螺帽，用扳手拧紧。

5. 卡套式管接头连接

卡套式管接头的结构形式有多种（见国家标准 GB3733.1~3765—83）。如图 6.18 所示为适用于管路直通连接的接头连接形式及零件制作图，此外，还有端直通、直角、端直角、三通、端三通、直角三通、四通、压力表管接头等。



(c) 卡套

(d) 螺母

1—直通接头体；2—卡套；3—螺母；4—导管

图 6.18 卡套式管接头的连接形式及零件制作（管路直通）

卡套式管接头的性能除与零件的材料、制造精确度、热处理等有关外,还与装配的质量有重要关系。卡套式直通接头体的加工尺寸如表 6.7 所示。

表 6.7 卡套式直通接头体的加工尺寸

公称压力 /MPa	管子外径 D_0	d_2	d_5	d_3		d_4		L_6	b_3		L	s	e	质量 kg/100件
				公称尺寸 /mm	极限偏差 /mm	公称尺寸 /mm	极限偏差 /mm		公称尺寸 /mm	极限偏差 /mm				
G30	4	M10×1	3	4	±0.28	6.1	+0.10	8.5	6.5	0.30	22	13	15	0.98
	5		3.5	5		7.1		10.7	7		26.4	1.67		
	6	M12×1.2	4	6		8.1		13						
	8	M14×1.5	6	8	±0.21	10.1		13.5	7.5		32	15	17.3	2.61
	10	M16×1.5	8	10		12.3								
	12	M18×1.5	10	12	±0.40	14.3		18	8.5		34	21	24.2	3.63
	14	M20×1.5	12	14		16.3								
	16	M22×1.5	14	16		18.3								5.17
	18	M24×1.5	15	18		20.3								
	20	M27×1.5	17	20	22.7	8.75								
	22	M30×2	19	22	24.7			11.8						
	25	M33×2	22	25	27.7	15.1								
	28	M36×2	24	28	±0.30			30.7	18		9.5	46	31	39.3
	32	M42×2	27	32		35								
	34	M45×2	30	34	37	28.5								
	40	M48×2	34	40	43			29.1						
	42	M522	36	42	45	30.2								
	J40	6	M14×1.5	3	6			±0.28	8.1		13	7	33	50
8		M16×1.5	5	8	10.1	43.2								
												15	17.3	3.08
											18	20.8	4.08	

续表

公称压力 /MPa	管子外径 D_0	d_2	d_5	d_3		d_4		L_6	b_3		L	s	e	质量 kg/100件
				公称尺寸 /mm	极限偏差 /mm	公称尺寸 /mm	极限偏差 /mm		公称尺寸 /mm	极限偏差 /mm				
J40	10	M18×1.5	7	10		12.3	+0.10	13	7.5		35	21	24.2	4.86
	12	M20×1.5	8	12		14.3								6.06
	14	M22×1.5	10	14		16.3								7.23
	16	M24×1.5	12	16	±0.40	18.3								8.40
	18	M27×1.5	14	18	20.3	11.3								
	20	M30×2	16	20	22.7	14.3								
	22	M33×2	18	22	24.7	18.7								
	25	M36×2	20	25	±0.30	27.7								24.5
	28	M39×2	22	28	30.7	26.5								

注：1. 接头体材料推荐选用 35 号钢，一般腐蚀性介质的管路系统推荐使用 1Cr18Ni9Ti。

2. 零件表面一般进行氧化处理（发黑或发蓝）。

导管使用卡套式管接头连接时，其安装步骤如下。

(1) 按需要长度切断（或锯切）管子，其切面与管子中心线的垂直度误差不得大于其外径的公差一半。

(2) 除去管端的内、外圆毛刺及金属屑、污垢等。除去管接头各零件上的防锈油及污垢。

(3) 在卡套刃口、螺纹及各接触部位涂以少量的润滑油。按顺序将螺母、卡套套在管子上，然后将管子插入接头体内锥孔底部并放正卡套。在旋紧螺母的同时转动管子，直至转不动为止，然后再旋紧螺母 1/2~1 圈。

(4) 螺母旋紧后，可拆下螺母，检查卡套在钢管上的啮合情况（若做剖面检验，其切入情况如图 6.19 所示），卡套的刃口必须全部咬进钢管表层，其尾部沿径向收缩，应抱住被连接的管子，允许卡套在管子上稍转动，但不得松脱或径向移动。

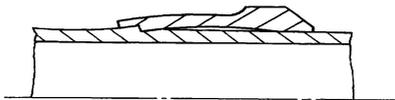


图 6.19 卡套刃口切入被连接钢管的情况

6. 胀圈式管接头连接

连接紫铜管的胀圈式管接头，其连接形式及零件制作要求如图 6.20 所示。

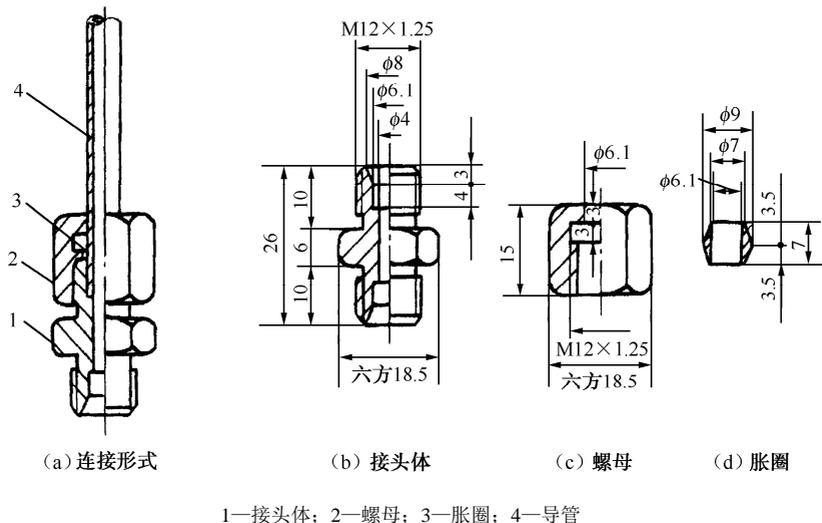


图 6.20 胀圈式管接头的连接形式及零件制作要求

连接尼龙管的管件有多种制品，如图 6.21 所示为适用于管缆（单管外径为 5mm）分线处的连接，以及单管与单管连接的穿板直通接头的连接形式和管件尺寸。此外，还有直通终端、弯通终端、三通、压力表接头等品种。胀圈式管接头的装配方法与卡套式管接头相仿。

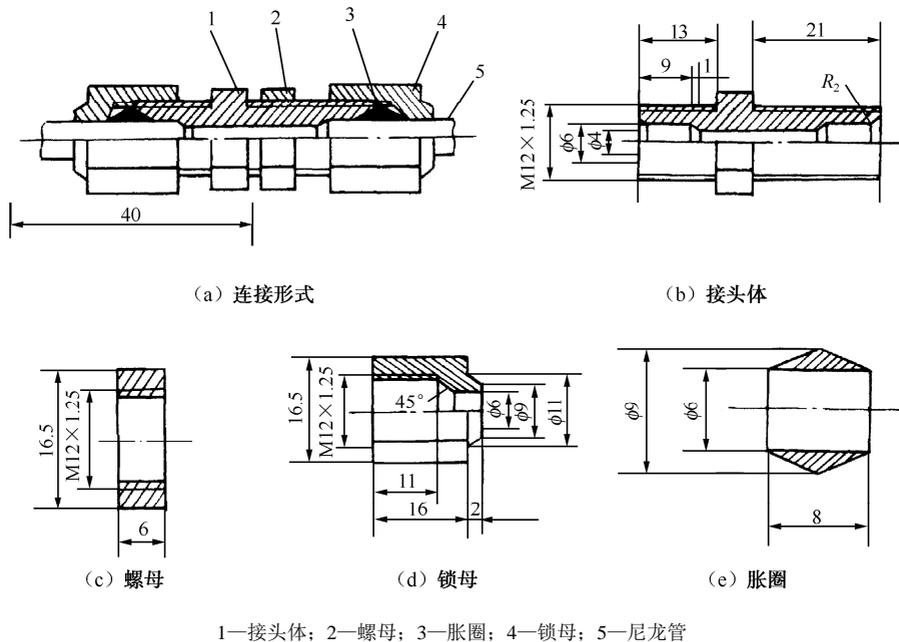


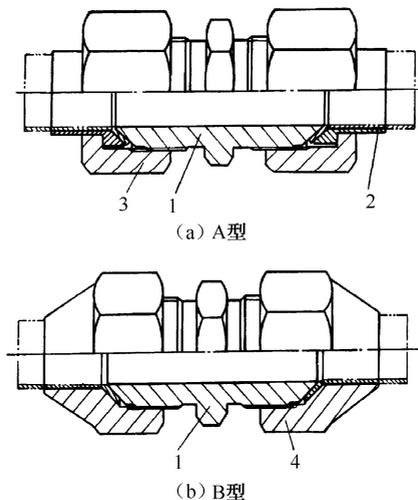
图 6.21 尼龙管穿板直通接头连接形式及管件

7. 扩口式管接头连接

扩口式管接头适用于介质为油、气的紫铜管或碳钢管等管路系统的连接，其结构形式有多



种（见国家标准 GB5625~5653—85），扩口式直通管接头的连接形式如图 6.22 所示。扩口式管接头制品还有端直通、直角、端直角、三通、端三通、直角三通、四通、压力表管接头等。



1—直通管接头体；2—管套；3—A型管接头螺母；4—B型管接头螺母

图 6.22 扩口式直通管接头连接形式

为适用于管路直通连接的接头连接形式，零件制作要求如图 6.23 所示。制作管接头的材质应满足实际使用的压力范围和管路系统中输送的介质要求，可选用铜合金、不锈钢、碳钢等材料。采用碳钢材料时，推荐接头体用 15 号或 20 号钢，管套用 35 号钢，螺母用 Q195F 钢。

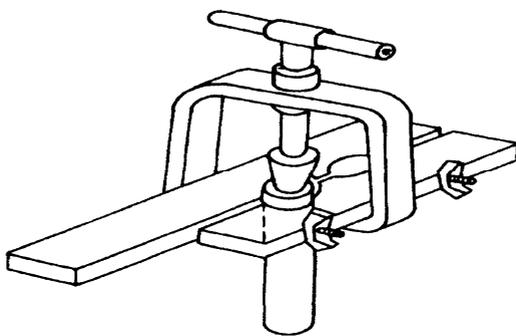


图 6.23 使用扩口式管器的扩管方法

扩口式管接头的安装方法如下所述。

- (1) 先将螺母与管套（对于 A 型接头）按顺序套在导管上。
- (2) 将导管端头放入胀管器内，使管子扩口，管子扩口形式如图 6.24 所示，扩口尺寸查相关资料。
- (3) 将管口对准接头体，用螺母锁紧，扩口形式、尺寸及允许使用压力查相关资料。

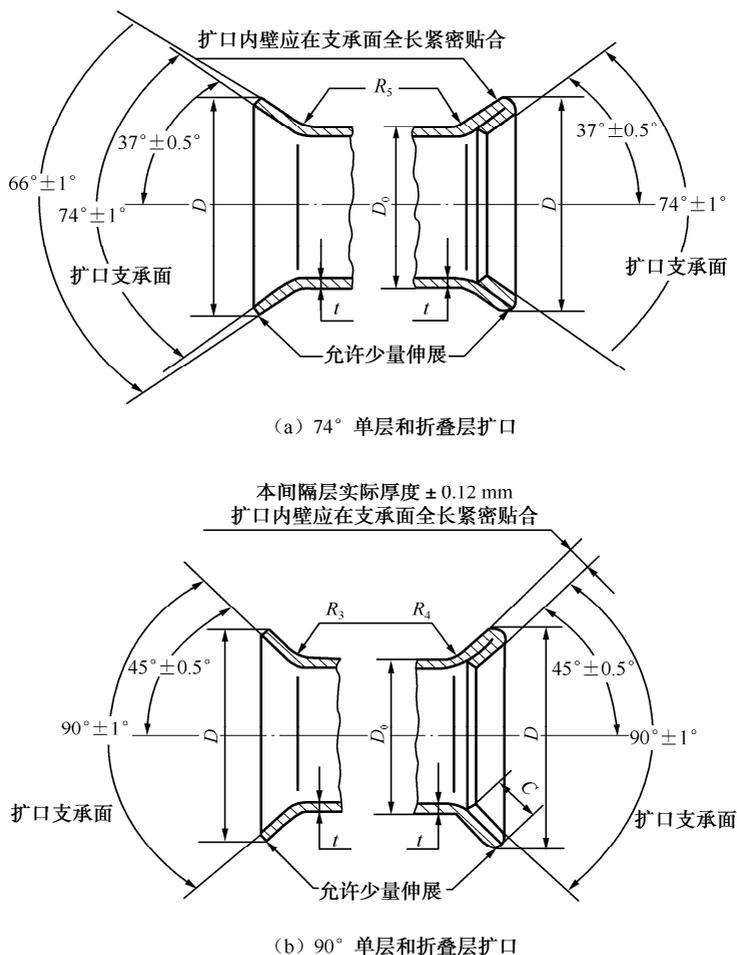


图 6.24 管子扩口形式

6.5 气动信号管线敷设

1. 管径、材质选用

气动信号管线常用的管径、材质及规格如表 6.8 所示。特殊情况下,如大膜头调节阀,直径较大的汽缸阀,切换时间短且传输距离较远的控制装置,其气动信号管线的规格选用 $\phi 8 \times 1\text{mm}$ 或 $\phi 10 \times 1\text{mm}$ 。

表 6.8 气动信号管线常用的管径、材质及规格

使用场合	规格/mm	材质及形式
一般场合	$\phi 6 \times 1$	紫铜单管及管缆、聚乙烯、尼龙单管及管缆
腐蚀场合(如 NH_3 、 H_2S 、乙炔等)	$\phi 6 \times 1$	聚乙烯、尼龙单管及管缆、不锈钢单管及管缆、聚氯乙烯护套的紫铜单管及管缆