

第 8 章 制氧站附属设备的修理

第 1 节 分子筛纯化器

(一) 小型制氧设备配套分子筛纯化器的技术规范

小型制氧设备配套分子筛纯化器的技术规范见表 8-1-1。

(二) 分子筛纯化器维修的技术要求

分子筛纯化器是由吸附筒（两只），丝网及绒布过滤器（或陶瓷过滤器）、油水分离器、冷却器、阀门、管道以及电加热器等组成。

筒体材料一般选用 16Mn、15MnV 等普通低合金结构钢板卷焊而成。

分子筛纯化器维修的技术要求如下：

- 1) 粉末过滤器视阻力情况，一般使用半年～1 年拆洗一次。
- 2) 每使用 1 年应检查一次分子筛粉碎和污染情况，并过筛和补充新分子筛。
- 3) 每三年应对冷却器盘管进行清理，去除其表面附着的水垢，并做 1.5 倍工作压力的水压强度试验，保持 10min，不得有渗漏，再对盘管和筒体内表面除锈后，涂防腐漆。

4) 每五年应对纯化器筒体、油水分离器进行一次 1.5 倍工作压力的水压强度试验，保持 10min，不得有渗漏。对进行水冷却的吸附筒必须清除外表面的水垢，作壁厚测定和强度校核，并对纯化器筒体外表面及水套筒内表面涂防腐漆。

5) 每三年对电加热器表面涂耐热银粉漆一次。

6) 管道的阀门若采用中压（或高压）中温直角式截止阀，应经常检查气密情况，渗漏时，应填加油浸石棉编织填料，或更换高压橡胶石棉板的垫片。检修后对系统作最高工作压力气密试验，保持 30min，不得有渗漏。

7) 吸附筒或油水分离器在原焊缝需要补焊时，应由考试合格，且有压力容器焊工许可证的焊工来焊接，并采用 T 507 焊条，焊缝的热影响区表面，不得有裂纹、气孔、弧坑和夹渣等缺陷。焊缝咬边深度不得大于 0.5mm，焊后需进行热处理，以消除应力。焊缝同一部位的返修次数不宜超过两次。

8) 分子筛第一次装入时，需进行活化处理，即在常压下，加热 550℃，时间不少于 2h，或在减压下，加热 350℃±10℃，时间不少于 5h，脱除水分，再在干燥的条件下，冷却至室温才能使用。

表 8-1-1 小型制氧设备配套的分子筛纯化器技术规范

空分设备系列	型 号	加工空气量 (m ³ /h)	最高工作压力 (MPa)	进气温度 (°C)	切换周期 (h)	每只吸附筒 分子筛装入量 (kg)	再生介质气量 (m ³ /h)	加热器功率 (kW)
20	HXK-120/200	120	19.61	30	8	70	50	5.5
50	HXK-300/40	300	3.92	30	8	200	130	15
150	HXK-960/45	960	4.41	30~35	8	~550	~350	36
300	HX-1800/15	1800	1.47	30	8	1500	800	96

第2节 储气装置

(一) 低压湿式储氧罐的防腐

由于纯氧对所有有机涂料起化合作用，影响其防腐性能，因此，对储氧罐内壁的防腐，应选用无机富锌涂料（又称硅酸锌涂料）。这种涂料在纯氧气氛下具有优良的耐腐蚀性能，在日光曝晒下，不但不易老化和粉化，而且硬度、韧性、附着力都有所提高，耐干湿交替的腐蚀亦有明显效果，因此，防腐寿命较长。

1. 无机富锌涂料的配制

无机富锌涂料配制的原料见表8-2-1。

表8-2-1 无机富锌涂料配制的原料

名称	在涂料中的作用	备注
锌粉（粒度120目）	成膜物	储存在密闭容器内，以防止其吸潮面结块，配偶时，不易搅拌
水玻璃（碱性， $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2=1:2.4$ ）	粘结剂	应放置在铁桶内，不易储存在铝、锡、锌桶内，以防腐蚀
海藻酸钠溶液（中性，浓度1%）	增厚剂、防止锌粉沉淀及改进涂刷性能，避免流淌	
氯化镁溶液（工业品）	固化剂	
水杨酸	防止海藻酸钠溶液分解	
乙醇	防止海藻酸钠溶液分解	

表8-2-2 溶液的配制方法

名称	配制方法	备注
海藻酸钠溶液	取海藻酸钠1g，加入水99g	为避免海藻酸钠溶液储存期间分解，可在溶液每100g中加入水杨酸0.1g，乙醇1g（如现配现用可不加）
氯化镁溶液	取28g氯化镁加入72g水	

表8-2-3 涂料配制的方法

名称	数量（重量比）	备注
锌粉	100	1. 锌粉比重较大，易沉淀，使用时需用木棒经常搅拌均匀
水玻璃 海藻酸钠溶液	10	2. 随用随配，不易多配，避免放置时间较长，以防防腐性能下降

溶液的配制方法见表8-2-2。

涂料配制的方法见表8-2-3。

2. 涂刷工艺方法

首先对储氧罐内壁彻底除净旧漆和锈蚀，使表面露出光泽，便于附着涂料。消除方法可采用喷砂处理，或其他机械方法和酸洗方法。涂刷富锌涂料时不应太厚，厚度一般在0.06~0.1mm为宜，并涂刷均匀，过厚时，易产生鼓泡或破裂。涂刷经数小时后，待涂膜初步干燥（用小刀轻刮呈现金属光泽时），即可在表面上均匀地涂刷一层氯化镁溶液，进行固化。隔1~2天（以涂料固化为准）涂料固化后，用清水冲洗表面残存的盐份。

3. 涂刷注意事项

1) 涂刷前，必须将储氧罐上人孔打开，便于

通风。

2) 涂刷无机富锌涂料和氯化镁溶液时, 在有条件情况下, 可采用通风措施, 否则, 应在天气晴朗时涂刷, 便于涂料和氯化镁溶液中水分较快的蒸发和干燥, 避免剥离和脱落, 影响防腐性能。

3) 涂层尚未干燥(以小刀轻刮无金属光泽), 切勿涂刷氯化镁溶液固化剂, 否则抗水性能大大降低。

4) 固化前, 用手抚摸涂料, 如有粉末脱落, 锌粉过多集浮于表面, 一般是由于通风不良所致。固化后, 用手抚摸, 仍有锌粒脱落, 甚至有锈蚀斑点, 一般是由于干燥不彻底所致。

(二) 储气囊维护和粘补

小型制氧站多采用储气囊作为压氧充瓶中间缓冲装置。储气囊一般是由合成橡胶和406工业尼龙布胶接而成。最大充气压力为0.05Pa(约500cm H₂O)。

1. 储气囊的维护

储气囊不得经雨淋和日晒, 应用亚麻绳、尼龙绳或良质棉线绳悬挂在室内, 且拉力均匀, 周围与物体应有不小于0.5m的间隙, 以避免充气时与其他物体摩擦。储气囊表面应无油脂、清洁, 并经常用软干布擦拭。室内采暖温度为5°C, 以防止橡胶老化。特别要注意避免被金属锐器划破。

2. 储气囊的粘补

在制氧工艺流程中, 将水封器连接在分馏塔进储气囊的管道上, 对储气囊加以保护。但由于一些制氧站将充氧台回气管连接在储气囊与氧压机入口管路之间, 当储气囊中气压较高, 而充氧台回气阀开的过快或过大(或个别气瓶瓶阀未关)时, 回收的压力氧气先进入储气囊中, 因此, 水封器不能及时排泄, 引起储气囊超压而爆破。

储气囊裂口可采用粘补方法进行修理。

(1) 搭接 将裂口边缘粘接面清理干净, 对边缘一侧内表面, 另一侧外表面宽15~20mm范围内, 用木锉(或粗砂布)打磨粗化处理, 均匀涂XY403胶液(简称3#浆子)两遍, 每遍晾置5~10min, 当稍粘手时, 对准合拢, 加压下在室温24h以上固化。再采用宽30~40mm的夹有工业尼龙的橡胶条, 在搭接处30~40mm的范围内分别打磨, 进行粗化处理。按上述方法将外沿条粘牢。

(2) 对接 将裂口两侧边缘内表面宽15~

20mm的范围内, 采用夹有工业尼龙的橡胶条, 分别打磨, 进行粗化处理, 按搭接工艺方法, 将内衬条平整粘牢。再在裂口外表面宽30~40mm范围内, 采用上述同样粘接工艺方法, 将外沿条压合粘牢。

粘固化后, 必须在最大工作压力下充装氧气, 用肥皂水检查气密性, 不得有泄漏, 然后擦拭干净。

一般在储气囊筒筒的一幅布上, 或同一半球梯形表面上, 允许粘补面积不大于0.03m²。

第3节 气瓶的检验

气瓶在长期使用过程中, 受环境腐蚀和反复充装压力的作用, 引起金属的机械性能的改变, 使其使用寿命逐渐缩短。为保证使用安全, 在每隔一定年限, 必须对气瓶进行一次全面技术检验, 测定其性能状况, 判断是继续使用或报废处理。

空气分离气体充装用气瓶包括: 氧气、氮气、氩气、氙气、氪气、氦气及氖气等气瓶。制造气瓶材质选用优质碳钢、锰钢、铬钼钢或其他合金钢。盛装空气、氧气、氮气等一般气体的气瓶, 每隔三年检验一次; 盛装氢气、氩气、氪气、氦气及氖气等气体的气瓶每隔五年检验一次。

(一) 气瓶识别及检验准备

气瓶检验前, 应逐瓶检查其原始标志和检验标志, 认证检验项目。填写气瓶耐压试验登记表。确认气瓶中残留气体性质, 并以安全方式排放。

(二) 瓶口螺纹和颈圈螺纹检查

逐瓶检查气瓶瓶口螺纹。螺纹应完整、清洁、无毛刺及无其他缺陷。其有效螺纹数, 自瓶口基面起, 不应少于8个螺纹。颈圈螺纹应完整, 但允许有不超螺纹总数的1/3的局部小裂纹, 长度不应大于圆周的1/3, 深度不应大于螺纹高度的1/3缺陷。

检查颈圈的牢固性, 发现有因更换或用焊接、钎接等加固的原配颈圈, 而导致瓶颈或瓶口烧伤的气瓶, 应报废。

(三) 气瓶外表面的检查

气瓶外表面检查目的是, 查明瓶壁腐蚀情况, 一般包括: 划痕、裂纹、弧疤、烧伤、孔洞、夹

层、凸起、凹陷、圆度、直线度及垂直度等缺陷，以判定气瓶的技术状况。

除净瓶身外表面粘着的锈蚀、污垢后，应按表8-3-1进行评定。

表8-3-1 气瓶外表面检查评定

序号	外表 面 缺 陷	评 定
1	瓶身呈波浪状凸凹缺陷	报废
2	瓶身弯曲大于3/1000，且超过4 mm	报废
3	瓶身表面呈明显凸起	报废
4	瓶身表面凹陷深度超过2 mm，或凹陷直径小于其深度30倍	报废
5	裂纹	报废
6	夹层（折痕或皱纹）	报废
7	划伤或擦伤，伤痕长度超过气瓶长度20%，或其深度超过气瓶壁厚5%	报废
8	电弧或焊割工具火焰烧伤补焊，以及瓶身局部或全部烧伤或烧结	报废
9	均匀腐蚀深度大于原壁厚20%，或原始表面无法辨认的	报废
10	均匀腐蚀深度接近于原壁厚20%	磨平测其壁厚校核强度
11	局部腐蚀深度大于原壁厚25%	报废
12	局部腐蚀深度接近于原壁厚25%，腐蚀面积接近表面20%	磨平测其壁厚校核强度
13	线状或链状腐蚀、任何方向的腐蚀长度，对于气瓶圆周或腐蚀深度大于25%	报废
14	点腐蚀，直径大于5 mm，深度超过壁厚的40%	报废
15	点腐蚀直径小于5 mm的	磨平测定壁厚校核强度
16	瓶座松动、倾斜、严重变形，或破裂，影响气瓶立稳	报废
17	气瓶肩部原始标志不全、不清、不能辨认	报废

（四）气瓶内表面的检查

采用内窥镜或小于24 V的安全小灯泡，放入瓶内观察。检查时，若发现瓶内有锈层、污垢等影响检查的进行，应根据实际情况，可采用喷水（或热水）冲刷、蒸汽喷刷或喷丸、滚磨或酸洗法等措施清除锈蚀或污垢。干净后，再进行借灯光目测检查和音响（250 g铜锤）检查，如音响清脆有力，余音轻而长，且有旋律感，则认为合格。必要时，可进行测厚和强度校核。

气瓶内表面有长条或网状裂纹、鼓包、夹层（折痕或皱纹）明显变形者应报废。瓶内局部或全部有密集腐蚀点，或怀疑有严重缺陷时，应进行测厚并校核强度，或无损探伤。

（五）气瓶重量测定

气瓶重量的检查目的是鉴别气瓶腐蚀程度是否影响其强度，当重量损失率超过原始重量5%时，必须测定其壁厚并校验其强度。

气瓶重量检查是检查重量损失率。必须彻底消除气瓶内外的锈蚀和卸掉气瓶附加物（如防震胶圈、瓶阀、瓶帽和另自装底座等）。

称重的衡器，其最大称量不小于常用称量的1.5~3倍。误差不得大于0.2 kg。衡器至少每三个月校验一次。

重量损失率计算公式如下：

$$\Delta G = \frac{G_{原} - G_{实}}{G_{原}} \times 100\% \quad (8-3-1)$$

式中 ΔG ——重量损失率（%）；

$G_{原}$ ——原始重量（kg）；

$G_{实}$ ——测定实际重量（kg）。

（六）气瓶容积的测定

气瓶容积测定目的是计算气瓶在试验压力下，容积的全变形值时所需气瓶的实际容积值，并对气瓶的原始容积的校核。

在容积测定之前，应清除气瓶内锈蚀和污物，并冲洗干净。

瓶内注满清水。为排除气瓶内壁之气泡，应静置数小时，每隔1 h左右，用木锤敲击瓶壁一次，直至瓶口水面不降为止，并补满清水。

容积测定方法是首先称量空瓶的实际重量，然后称量注满清水气瓶的总重量，则总重量减去空瓶

重量, 然后根据测定时瓶内的水温, 按表8-3-2换算出水的容积。

表8-3-2 每千克水的容积

水温 (°C)	容积 (L)	水温 (°C)	容积 (L)
5	1.00000	23	1.00224
6	1.00003	24	1.00269
7	1.00007	25	1.00294
8	1.00012	26	1.00320
9	1.00019	27	1.00347
10	1.00027	28	1.00375
11	1.00037	29	1.00405
12	1.00048	30	1.00435
13	1.00060	31	1.00466
14	1.00073	32	1.00497
15	1.00087	33	1.00530
16	1.00103	34	1.00563
17	1.00120	35	1.00598
18	1.00138	36	1.00633
19	1.00157	37	1.00669
20	1.00177	38	1.00706
21	1.00199	39	1.00743
22	1.00221	40	1.00782

(七) 气瓶水压试验

气瓶水压试验, 应遵照GB9251—88《气瓶水压试验方法》进行。

气瓶水压试验的容积变形值的测定, 可采用外测法和内测法两种。外测法, 试验结果精确, 并易判断, 无需计算全变形量, 能直观对气瓶进行鉴别, 但设备复杂, 操作麻烦, 工效较低。内测法, 对试压系统密封性要求较高, 试验结果不够精确, 对全变形值要进行计算。但设备简单, 操作方便, 工效较高, 渗漏容易发现, 目前国内除小型气瓶采用外测法外, 一般都采用内测法。采用内测法进行气瓶水压试验见图8-3-1。

1. 采用内测法进行水压试验的操作过程

参见图8-3-1, 试验步骤如下:

1) 卸下气瓶6的瓶阀与胶圈, 灌满清水, 静置一定时间(不应少于6h), 可用木槌敲击瓶体, 以排除瓶内残留气体, 临试验前测量并记录气瓶内水的温度。

2) 将气瓶6夹在试压翻车上, 上好试压专用接头。

3) 打开高位水箱1的阀门, 向刻度管2内注满清水, 启动试压泵5(回水阀3关闭), 当导管与气瓶6的连接夹具有水流出时, 关闭试压泵5,

将夹具与气瓶试压专用接头旋紧连接。

4) 启动试压泵5, 使压力表4压力升至最高工作压力的1/3或1/2时, 关闭试压泵5, 检查试压系统不得有泄漏, 然后打开回水阀3卸压, 以排尽试压系统中以及水中的气体。

5) 打开高位水箱1的阀门, 将刻度管2注满清水(注意使用单缸试压泵时, 柱塞位置停在死点上)。开动试压泵5(此时高位水箱1的阀门及回水阀3应关闭), 缓慢升压, 并在压力升至试验压力的90%时, 关闭试压泵5, 检查试压系统无泄漏, 再继续开动试压泵5, 升至试验压力, 保压时间不得少于30s。观察压力表4指针无下降时, 则记录刻度管2内的水位, 即总压入水量A(mL)。

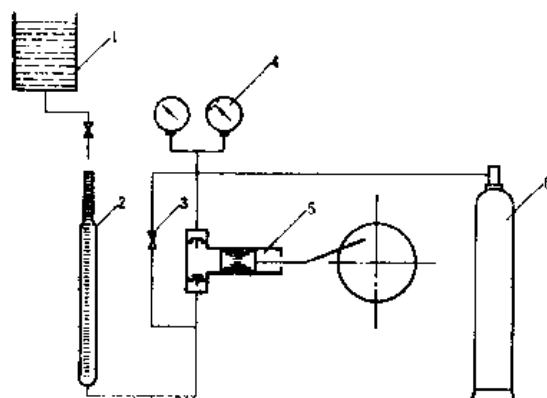


图8-3-1 采用内测法进行气瓶水压试验装置示意图

1—高位水箱 2—刻度管 3—回水阀
4—压力表 5—试压泵 6—气瓶

6) 打开回水阀3, 使气瓶6缓慢卸压, 当降至工作压力时, 关闭回水阀3, 对气瓶6进行细致检查, 如瓶壁无显著变形、泄漏或其他异常现象时, 把回水阀3再次打开, 使压入气瓶6内的水返回刻度管2内, 当压力表4指针降至零位时, 记录刻度管2的水位回水不足量(mL), 即容积残余变形值 $\Delta V'$ (mL)。总压入水量减去水的压缩量(可用公式或查图表), 即为容积全变形值 ΔV (mL), 再进行容积残余变形率 η (%)的计算。

7) 将气瓶接头卸下, 并将瓶内水放净, 打检验钢印标记, 上瓶阀和胶圈。

2. 气瓶水压试验的一般技术要求

1) 气瓶水压试验, 是在对气瓶作内、外部检查及容积、重量测定的基础上进行。

2) 气瓶水压试验压力, 取气瓶公称工作压力

的1.5倍(或用气瓶上标记的水压试验压力)。

3) 试压泵应装有两只不低于1.0级的精度级别的压力表。压力表的检验周期为1个月(或1000瓶次,但不得大于3个月)。当两只压力表的显示值异常时,应及时检验。

4) 试验装置中承受试验压力的管路及其附件(被试验气瓶除外),必须以等于试验装置最高工作压力2倍的压力进行耐压试验。耐压试验的保压时间为1min。管路耐压试验周期为1年。管路经检修后,必须进行耐压试验。

5) 用于测定水温的温度测量仪表的最小刻度值不得大于1℃,温度测量仪表的检验周期为2年。

6) 对气瓶采用内测法进行水压试验,供测量总压入水量的量管,其示值的相对误差不得大于±1%,量管的最小刻度值应与这一误差要求相适应。

7) 试压泵应具备良好的密封能力。

8) 从常压连续升压到试验压力的时间不得少于15s,试压泵应能满足这一要求。

9) 对于承受试验压力的管路应采用钢管。在试验压力下管路的压入水量每三个月测定一次。

10) 试验介质应采用洁净的淡水。试验含铝合金钢气瓶时,试验用的水的氯离子含量不得大于25ppm。

11) 试验环境温度和试验水的温度不得低于5℃。

12) 不得连续对同一气瓶做重复超压试验。

13) 容积大于12L的高压气瓶,在做水压试验的同时,应进行容积残余变形测定。

14) 气瓶水压试验,容积残余变形率大于6%时,应测定瓶体的最小壁厚,并校核其强度;容积残余变形率大于10%时,应予以报废。

15) 从事气瓶水压试验的操作人员,必须受过专门训练,并能正确熟练操作。

16) 试验装置应具有安全防护设施。

3. 水压试验结果计算

气瓶水压试验容积残余变形率为:

$$\eta = \frac{\Delta V'}{\Delta V} \times 100\% \quad (8-3-2)$$

式中 $\Delta V'$ ——气瓶水压试验容积残余变形值(mL);

ΔV ——气瓶水压试验容积全变形值(mL);

ΔV 值按下式计算:

$$\Delta V = A - B(V + A - B)p_k\beta_t \quad (8-3-3)$$

式中 A ——气瓶水压试验总压入水量(mL);

B ——试验压力下管路的压入水量(mL);

V ——气瓶的实际容积(mL);

p_k ——试验压力(MPa);

β_t ——试验温度和试验压力下水的平均压缩系数(MPa⁻¹)

水的平均压缩系数 β_t 之值及其与试验压力 p_k 之乘积可由水的平均压缩系数 β_t 及其试验压力 p_k 的乘积表8-3-3查得。

表8-3-3 水的平均压缩系数 β_t (MPa⁻¹) 及其与试验压力 p_k 乘积表

温度 t(°C)	试验压力 p_k (MPa)					
	18.6(190kgf/cm ²)		22.1(225kgf/cm ²)		29.4(300kgf/cm ²)	
	$\beta_t \cdot 10^7$	$p_k \cdot \beta_t$	$\beta_t \cdot 10^7$	$p_k \cdot \beta_t$	$\beta_t \cdot 10^7$	$p_k \cdot \beta_t$
5	4707	0.00877	4890	0.01035	4650	0.01368
6	4667	870	4650	1026	4612	1357
7	4630	863	4613	1018	4578	1347
8	4595	856	4580	1010	4546	1337
9	4563	850	4549	1004	4516	1329
10	4534	845	4521	0.00998	4489	1321
11	4507	840	4497	992	4464	1313
12	4484	835	4475	987	4443	1307
13	4464	832	4455	983	4425	1302
14	4448	829	4439	979	4409	1297
15	4435	826	4425	976	4395	1293
16	4423	824	4411	973	4383	1290

(续)

温度 t (°C)	试 验 压 力 p_A (MPa)					
	18.6 (190kgf/cm ²)		22.1 (225kgf/cm ²)		29.4 (300kgf/cm ²)	
	$\beta_t \cdot 10^7$	$p_A \cdot \beta_t$	$\beta_t \cdot 10^7$	$p_A \cdot \beta_t$	$\beta_t \cdot 10^7$	$p_A \cdot \beta_t$
17	4412	822	4400	971	4372	1286
18	4403	820	4390	969	4361	1283
19	4395	819	4382	967	4352	1280
20	4388	818	4375	965	4344	1278
21	4382	816	4368	964	4337	1276
22	4377	815	4363	963	4332	1274
23	4373	0.00815	4359	0.00962	4328	0.01273
24	4369	814	4356	962	4325	1272
25	4367	814	4353	961	4322	1271
26	4364	813	4351	960	4320	1271
27	4362	813	4349	960	4317	1270
28	4360	812	4347	959	4315	1270
29	4358	812	4345	959	4313	1269
30	4355	811	4343	958	4311	1268
31	4352	811	4341	958	4308	1268
32	4350	811	4338	957	4305	1267
33	4348	810	4336	956	4302	1266
34	4346	810	4332	956	4300	1265
35	4343	809	4329	955	4298	1265
36	4340	809	4326	954	4296	1264
37	4337	808	4324	954	4294	1263
38	4334	808	4322	954	4291	1262
39	4332	807	4320	953	4288	1262
40	4331	807	4316	952	4285	1261

(八) 气瓶的壁厚测定及强度校核

1. 壁厚测定

在一般情况下, 先将瓶身分为三段, 即在距瓶肩及瓶底距离各150~200mm处划两线, 在两线中的中段作三条环线, 在其中一条环线上作四个等分点, 再在这四个等分点上作四条母线, 母线与环线的交点, 即为测定点, 并进行编号。用锉刀或砂布将测定点打光, 用测厚仪测定气瓶的最小厚度。

若气瓶锈蚀面比较大, 应根据实际情况把瓶身分为更多的段, 在环线上也可分为更多的等分点。

2. 强度校核

不同时期生产的国产气瓶, 其筒体最小壁厚计算公式的不同, 所以, 对国产气瓶应按生产时期分别进行强度校核。

1979年12月31日前生产的国产气瓶, 应按下式进行校核:

$$p = \frac{230 s [\sigma] \varphi}{D_0 - s} \quad (8-3-4)$$

式中 p —— 瓶壁减薄后气瓶的工作压力 (MPa);

s —— 测定最小壁厚 (mm);

D_0 —— 内径 (mm);

φ —— 焊接气瓶的焊缝减弱系数 (见表8-3-4);

$[\sigma]$ —— 材料许用应力 (MPa), $[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n_s}$

式中 σ_s —— 温度为20°C时材料的抗拉强度 (MPa);

n_s —— 对抗拉强度的安全系数, 无缝气瓶 n_s 不得小于3.0, 焊接气瓶 n_s 不得小于3.5。

表8-3-4 焊缝减弱系数

焊接型式	焊 缝 减 弱 系 数 (φ)	
	全部射线透视检查	局部射线透视检查
对接焊缝	0.95	0.85

1980年1月1日至1986年1月31日生产的国产气瓶, 应按下式进行强度校核:

$$P = \frac{200 s [\sigma] \varphi}{D_0 - s} \quad (8-3-5)$$

式中 $[\sigma]$ ——材料许用应力 (MPa), 按下列二式计算, 取其中较小值;

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{n_s} \quad \text{或} \quad [\sigma] = \frac{\sigma_s}{n_y}$$

σ_b ——常温下材料的抗拉强度 (MPa);

σ_s ——常温下材料的屈服强度 (MPa);

n_s ——抗拉强度的安全系数, 无缝气瓶不得小于2.5, 焊接气瓶不得小于3.0;

n_y ——屈服强度的安全系数, 无缝气瓶不得小于1.67, 焊接气瓶不得小于1.9;

φ ——焊接气瓶的焊缝减弱系数 (见表8-3-5);

D_0 ——外径 (mm);

其他符号与公式 (8-3-4) 相同。

1986年2月1日以后生产的国产气瓶, 应按公式 (8-3-6) 及 (8-3-7) 进行强度校核:

$$P_n = \frac{2 s \frac{\sigma_s}{1.3}}{D_0 - s} \quad (8-3-6)$$

式中 P_n ——水压试验压力 (MPa);

D_0 ——钢瓶筒体外径 (mm);

s ——测定最小壁厚 (mm);

σ_s ——瓶体材料热处理后的屈服应力保证值 (MPa)

$$\therefore P_n = 1.5 P$$

$$\therefore P = \frac{P_n}{1.5} \quad (8-3-7)$$

式中 P ——气瓶工作压力 (MPa)。

(九) 气瓶打钢印和漆色

气瓶经水压试验后要打钢印标记和漆色, 分别见图8-3-2和图8-3-3及表8-3-6。

钢印必须明显, 清晰, 钢印字体高度为7~10mm, 深度为0.3~0.5mm。

降压或报废的气瓶, 除在检验单位的后面打上降压或报废标志外, 还必须在气瓶制造厂打的设计压力标记前面打上降压或报废标志。

气瓶漆色字样一律采用仿宋体, 字体高度一般为80mm, 色环宽度一般为40mm。

表8-3-5 焊接气瓶的焊缝减弱系数

焊接型式	焊缝减弱系数 φ	
	全部无损探伤检查	局部无损探伤检查
双面对接焊缝	1.0	0.9
有垫板的单面对接焊缝	0.9	0.8

表8-3-6 气瓶漆色

序号	介质名称	化学式	瓶色	字样	字色	色环
1	氧	O ₂	淡靛蓝	氧	黑	$P = 14.7(150)$ 不加色环
2	空气		黑	空气	白	$P = 14.7(150)$ 不加色环
3	氮	N ₂	黑	氮	淡黄	$P = 14.7(150)$ 不加色环
4	氩	Ar	银灰	氩	深绿	$P = 14.7(150)$ 不加色环
5	氦	He	银灰	氦	深绿	$P = 14.7(150)$ 不加色环
6	氟	Ne	银灰	氟	深绿	$P = 14.7(150)$ 不加色环
7	氖	Kr	银灰	氖	深绿	$P = 14.7(150)$ 不加色环
8	氙	Xe	银灰	氙	深绿	$P = 14.7(150)$ 不加色环
9	氢	H ₂	淡绿	氢	大红	$P = 14.7(150)$ 不加色环
10	二氧化碳	CO ₂	铝白	液化二氧化碳	黑	$P = 14.7(150)$ 不加色环

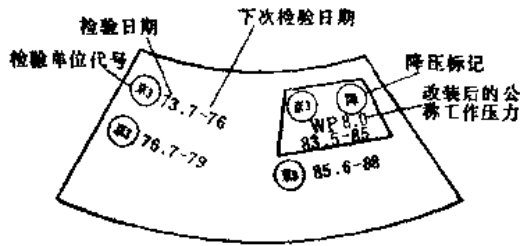
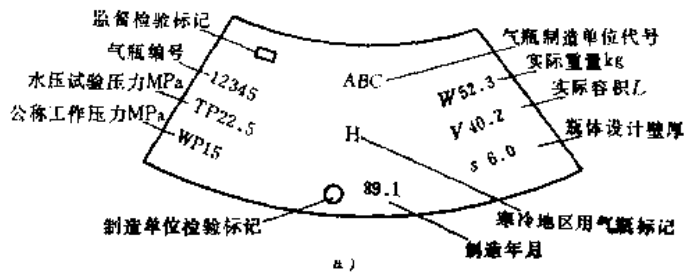


图8-3-2 气瓶钢印标记的顺序和位置

a) 气瓶制造厂打的钢印标记 b) 气瓶检验单位打的钢印标记

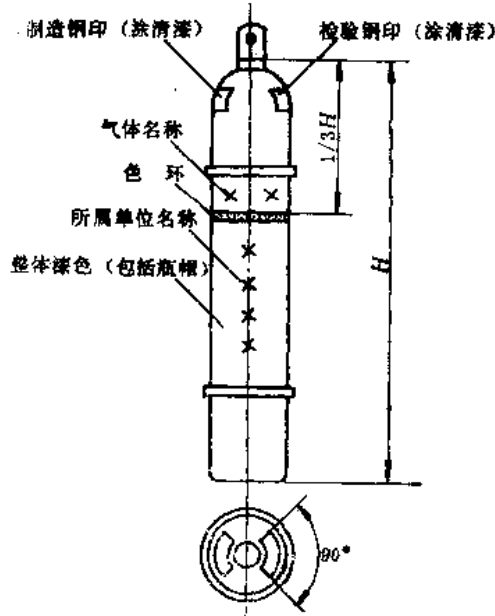


图8-3-3 气瓶漆色、标志示意图

(十) 气瓶内部的干燥

除去气瓶内部的残留水分，目的是避免气瓶内壁腐蚀和影响气体质量。水湿滑氧压机充装氧气的

气瓶，可不进行干燥；医用氧气、稀有气体等气瓶应彻底进行干燥。干燥方法是，在气瓶水压试验放水后，让气瓶嘴朝下倒立一定时间，使瓶内残留水流净，然后将金属细管插入气瓶内，且距瓶底150~200mm处，通入经电炉加热的70~80℃氮气，一般干燥时间为30min左右。

(十一) 瓶阀的检查和安装

对充装氧气的气瓶，一般安装销片式带膜片防爆装置瓶阀，其结构见图8-3-4；对充装氩气及高纯氮气等气体的气瓶，一般安装钩轴式瓶阀，其结构见图8-3-5。

1. 瓶阀的检查

瓶阀有变形或裂纹等缺陷时，应更换新瓶阀。

容积大于12L的气瓶阀锥形尾部，连续完好的螺纹不少于5个螺

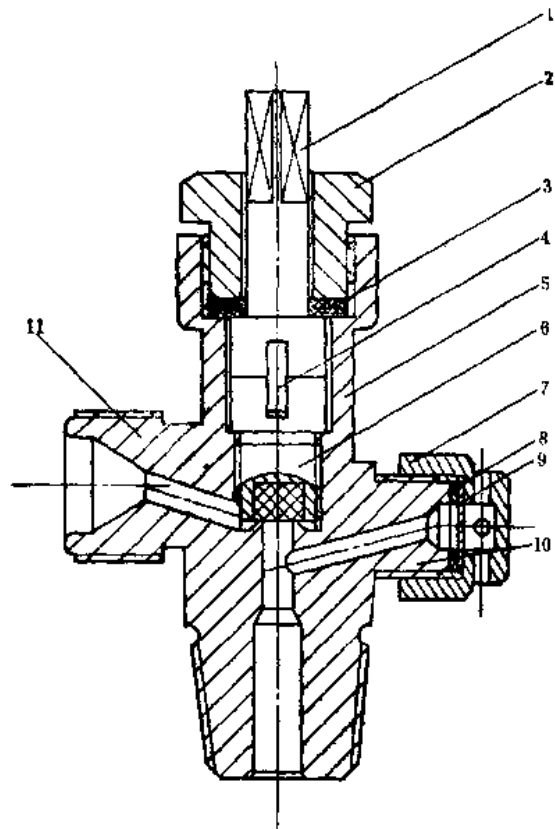


图8-3-4 销片式带膜片防爆装置瓶阀

1—阀杆 2—六角螺 3、8—垫片 4—销片
5—阀体 6—螺旋阀芯 7—泄压帽 9—膜片 10—泄压嘴 11—出口嘴

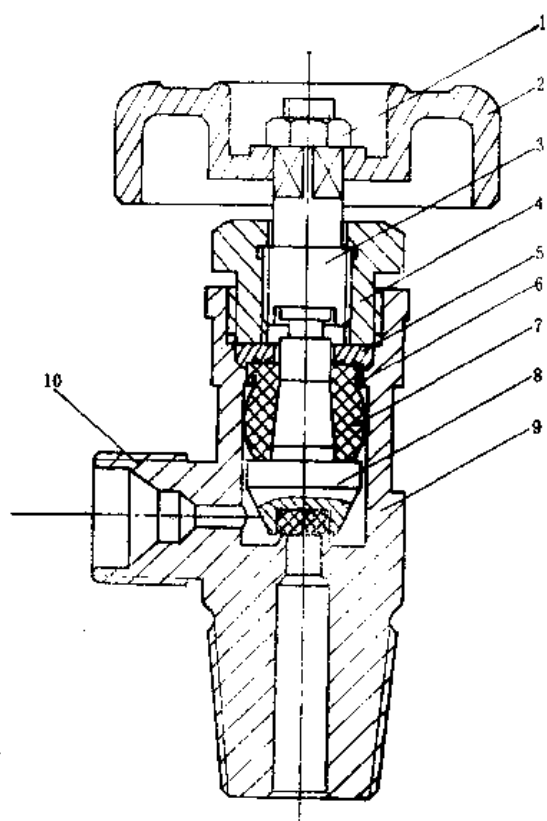


图8-3-5 钩轴式瓶阀

- 1—螺母 2—手轮 3—螺纹阀杆 4—六角帽
5—压圈 6—压圈 7—密封胶圈 8—阀芯
9—阀体 10—出口嘴

距,最少有效螺纹数不少于10螺距,螺纹不得有贯通裂纹,但允许有不大于螺纹高度 $1/3$ 、长度不大于螺纹圆周 $1/5$ 的局部小缺口。

瓶阀的泄压嘴、泄压帽,出口嘴,螺纹阀杆,六角帽,螺纹阀芯以及阀体的所有螺纹,不得有大于总螺纹数 $1/3$ 的局部小裂纹或缺口,而这种缺陷在长度上应不大于圆周的 $1/3$,深度上应不大于螺纹高度的 $1/3$ 。

瓶阀各零件如有变形、磨损、断裂或材质不当时应更换。

带膜片防爆装置的瓶阀,更换膜片时,应按设计厚度和材质来选用。对新膜片可以作爆破试验。爆破压力一般为气瓶公称工作压力的 $1.2\sim 1.25$ 倍,或水压试验的 0.8 倍。

2. 瓶阀的清洗

对于充装氧气的气瓶的瓶阀,在更换新阀件时,必须用四氯化碳清洗脱脂。

若清洗较多零件,可用5%的氢氧化钠溶液煮沸 $5\sim 10$ min,然后用 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 热水冲洗干净,再进行彻底干燥。

对铜阀件的锈蚀物,可用硝酸60%~70%、硫酸40%~30%、盐酸少许的配比进行酸洗,然后用水冲洗干净,再进行彻底干燥。

3. 瓶阀的安装

瓶阀安装前,应在试验台上用清洁气体并按气瓶公称工作压力进行气密试验,然后用肥皂液进行检查,在开启和关闭时,均不得有泄漏。

瓶阀安装时,首先对瓶阀锥尾螺纹涂一层不含油脂的一氧化铅,用蒸馏水加10%化学纯甘油调合成的腻子,或60%的水玻璃加40%石墨粉配成的腻子进行密封。

瓶阀安装后,应留有剩余螺纹 $2\sim 5$ 个螺距。

另外,安装瓶阀时,应注意出口嘴的螺纹旋向,氧气和非燃烧气体均为右旋螺纹;可燃性气体为左旋螺纹。

第4节 氧气站管道

(一) 氧气站管道技术条件

1. 氧气管道材料的选用

氧气管道材料根据输送压力和敷设方式,应按表8-4-1选用。

表8-4-1 氧气管道材料的选用

敷设方式	氧气工作压力(MPa)		
	≤ 1.57	$> 1.57\sim 2.94$	> 2.94
	管 材		
架空或地沟敷设	无缝钢管 (GB8163—87) 电焊钢管 (YB242—63) 水煤气输送管 (GB3091—82 GB3092—82)	无缝钢管 (GB8163—87)	黄铜管 (GB1529—79) 铜管 (GB1527—79)
直接埋地敷设	无缝钢管(GB8163—87)		黄铜管 (GB1529—79) 无缝钢管 (GB8163—87)

2. 氧气管道法兰和垫片的选用

氧气管道上用的法兰应根据氧气的压力选用。氧气管道上法兰用的垫片，应按表 8-4-2 选用。

表 8-4-2 氧气管道上
法兰用垫片的选用①

氧气工作压力 (MPa)	垫 片	备 注
≤0.59	橡胶石棉板垫片 (光滑面管道法 兰)	
>0.59~2.45	橡胶石棉板垫片 (凹凸面管道法 兰) 橡胶石棉板垫片 (槽槽面管道法 兰)	或采用石棉缠绕 式垫片(光滑面管 道法兰)
>2.45~9.8	铝片(退火软 化)	石棉缠绕式垫片 (凹凸面管道法兰)
>9.8	铜片(退火软 化)	金属齿形垫片 (光滑面管道法 兰) 金属透镜式垫片 (透镜式密封面法 兰)

① 对橡胶石棉板垫片，可用 XB350 橡胶石棉板 (GB 3985—83) 或二号硬钢纸 (QB364—81) 材料加工。

3. 氧气管道阀门材料的选用

氧气管道阀门材料根据氧气的压力，应按表 8-4-3 选用。

表 8-4-3 氧气管道阀门的选用

氧气工作压力 (MPa)	阀门材料			备注
	阀体	阀瓣及阀座	阀杆	
≤2.94	可锻铸 铁，球墨 铸铁或碳 钢	黄铜或 不锈钢	碳钢	1. 与氧气 接触零件， 严禁有油或 可燃材料 2. 密封应 为石墨处理 过的石棉填 料
>2.94	黄铜或 不锈钢		不锈钢	

(二) 钢管氧气管道内径和壁厚的计算

1. 管道内径的计算

氧气管道内径的选择，应不使管道内氧气流速过高，增大损失；也不能使氧气流速过低，消耗过多材料。氧气管道内径应按式计算：

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{\omega}} \quad (8-4-1)$$

式中 d —— 管道内径 (mm)；
 Q —— 氧气流速 (m^3/h)；
 ω —— 平均流速 (m/s) (选用平均流速参数值，可按碳素钢管内氧气最大允许流速值适当减小)。

碳素钢管内氧气最大允许流速见表 8-4-4。

表 8-4-4 碳素钢管内氧气最大允许流速

氧气工作压力 (MPa)	≤0.098	0.59~ 1.57	1.57~ 2.94	≥9.8
氧气流速 (m/s)	20	10	8	4

注：压力范围以外者，其流速可按比例推算。

2. 钢管壁厚的计算

钢管壁厚的计算公式为：

$$s = \frac{p_n d}{2 \frac{[\sigma_s] \varphi}{1.3} - p_n} + C \quad (8-4-2)$$

式中 s —— 钢管壁厚 (mm)；
 p_n —— 水压试验压力 (MPa) (水压试验压力 p_n 等于 1.5 倍公称工作压力)；
 d —— 钢管内径 (mm)；
 σ_s —— 常温下材料的屈服强度 (MPa) (σ_s 应选标准规定的最小值，或热处理保证值)；
 φ —— 焊缝减弱系数 (无缝钢管 $\varphi = 1$ ，直焊缝钢管 $\varphi = 0.8$)；
 C —— 管壁附加量 (mm) (管壁附加量包括管壁厚负偏差，工艺减薄量和腐蚀裕度。对单面腐蚀管道 $C > 2$ ，对双面腐蚀 $C > 3$)。

(三) 高压铜管道荐用规格

氧压机至充填台高压输送管道应采用铜管，荐用规格见表8-4-5。

表8-4-5 高压铜管道荐用规格

氧气工作压力 (MPa)	流 量 (m ³ /h)	铜 管 尺 寸	
		内 径 (mm)	壁 厚 (mm)
14.7	20	8~10	3.5~4
	50	12~14	4
	100	17~18	4~5
	200	24~25	4~5
	300	30~32	5
	400	34~36	5
	500	38~40	5~6

(四) 氧气管道的安装

1. 氧气管道安装的一般技术要求

1) 氧气管道、阀门及其附件在安装前，必须进行清除锈污并脱油处理。

2) 氧气管道的连接，应采用焊接法，管道与设备、阀门、附件等连接可采用法兰或螺纹连接。

3) 氧气管道应尽量减少拐弯，弯头应有较大的弯曲半径，内部应光滑，并尽量减少接头，以减少摩擦阻力。

4) 氧气管道应设有导除静电的接地装置，管道的两端及出入口处接地电阻应小于10Ω，每隔50m接地一处。

5) 含湿的氧气管道敷设应有一定坡度，且坡度不得小于0.002，在管道最低处接排水装置。

6) 氧气管道不得与导电线路（不包括氧气管道专用的导电线路）敷设在同一支架上。

7) 含湿氧气管道，在寒冷地区应采取保温措施，以防冻结。

2. 架空敷设氧气管道的技术要求

1) 架空敷设的氧气管道，不得穿过生活区、办公室，并尽量避免穿过不使用氧气的建筑物和房间。

2) 架空氧气管道穿过墙壁或楼板时，应敷设在套管内。管道和套管之间的管段不得有焊缝，并采用石棉绳和防水材料堵塞。

3) 架空氧气管道不宜与燃油管道共架敷设，

如必须共架敷设时，氧气管道宜布置在燃油管道的上面，且净距离不得小于0.5m。架空氧气管道与其他气体管道和不燃液体管道共架敷设时，氧气管道宜布置在外侧，氧气管道与其它架空管线之间最小净距见表8-4-6。

表8-4-6 厂区、氧气管站及车间架空氧气管道与其它架空管线之间最小净距

序号	管 线 名 称	水平净距 (m)	交叉净距 (m)
1	给水管、排水管	0.25	0.1
2	热力管	0.25	0.1
3	不燃气体管	0.25	0.1
4	煤气管、燃油管	0.5	0.25
5	滑触线	1.5	0.5
6	裸导线	1.0	0.5
7	绝缘导线和电缆	0.5	0.3
8	穿有导线的电线管	0.5	0.1
9	插接式母线、悬挂式干线	1.5	0.5
10	非防爆型开关、插座、配电箱等	1.5	1.5

注：1. 氧气管道与同一使用目的的燃气管道平行敷设时，其最小水平净距，可减少到0.25m。

2. 电气设备与氧气管道的引出口，不能满足上述距离时，允许二者安装在同一柱子的相对侧面，如为空腹柱子时，应在柱子上装设非燃烧体隔板、局部隔开。

4) 架空氧气管道应沿墙或柱子敷设，其高度应不妨碍交通并便于检修。

5) 厂区架空氧气管道与建筑物、构筑物的最小水平净距见表8-4-7。与铁路、道路和架空导线之间的最小交叉净距见表8-4-8。

6) 架空敷设的气体管道，应设有阻力小的伸缩器，以进行热补偿。

3. 地沟敷设氧气管道的技术要求

1) 氧气管道可敷设在非燃烧体盖板的不通行地沟内。

2) 氧气管道严禁与燃油管道共沟敷设；氧气管道可与同一使用目的的燃气管道同沟敷设时，地沟内必须填满砂子，严禁与其它地沟连通。

3) 氧气管道与不燃气体管道同沟敷设时，氧气管道应放在最上面。

表8-4-7 厂区、架空氧气管道与建筑物、构筑物的最小水平净距

序号	建筑物、构筑物名称	水平净距 (m)
1	一、二级耐火等级建筑物 (不包括爆炸危险的厂房)	允许沿外墙
2	三、四级耐火等级建筑物	3.0
3	有爆炸危险的厂房	4.0
4	铁路钢轨外侧边缘	3.0
5	道路路面边缘、排水沟边缘或路堤坡脚	1.0
6	架空导线外侧边缘: 1kV以下	1.5
	1~10kV	2.0
	35~110kV	4.0
7	熔化金属地点和明火地点	10.0

注: 表中第6项在开放地区时, 最小水平净距均不得小于最高电杆的高度。

表8-4-8 厂区架空氧气管道与铁路、道路和架空导线之间的最小交叉净距

序号	铁路、道路和导线名称	交叉净距 (m)
1	非电气化铁路钢轨面	5.5
2	电气化铁路钢轨面	6.55
3	道路路面	4.5
4	人行道路面	2.2
5	架空导线 (导线在氧气管道上面通过时)	
	1kV以下, 管道上有人通过	2.5
	管道上无人通过	1.5
	1~10kV	3.0
	35~110kV	4.0

4. 埋地敷设氧气管道的技术要求

1) 氧气管道可埋地敷设, 埋地深度不得小于0.7m, 含湿氧气管道应埋冰冻层以下, 否则应采取防冻措施。

2) 氧气管道穿过铁路或道路时, 其交叉角不宜小于45°, 管顶距铁路轨面不得小于1.2m, 距道路路面不宜小于0.7m, 并应加设套管, 套管两端伸出铁路路基或道路路边距离不得小于1m。如铁路路基或道路路边有排水沟时, 应延伸出水沟边1m。套管内的管段应尽量减少焊缝。

3) 氧气管道与同一使用目的的燃气管道一同埋地敷设时, 应在管道顶部高300mm范围外, 用砂子 (或松散土) 填平捣实后再填土。

4) 氧气管道、阀门和附件在埋地前应采取防腐措施, 如需要可单独设检查井。

5) 埋地敷设氧气管道与建筑物、构筑物等的最小水平净距见表8-4-9, 与其它埋地管线之间最小净距见表8-4-10。

表8-4-9 厂区埋地氧气管道与建筑物、构筑物等的最小水平净距

序号	建筑物、构筑物等名称	水平净距 (m)
1	有地下室的建筑物基础边和通行沟道的边缘: 氧气压力 $\leq 1.57\text{MPa}$ 氧气压力 $> 1.57\text{MPa}$	3.0
		5.0
2	无地下室的建筑物基础边缘: 氧气压力 $\leq 1.57\text{MPa}$ 氧气压力 $> 1.57\text{MPa}$	1.5
		2.5
3	铁路钢轨外侧边缘	3.0
4	铁路、道路的边沟或单独的雨水明渠边缘	1.0
5	道路路面边缘	1.0
6	照明、通讯电杆中心	1.0
7	架空管架基础边缘	1.5
8	围墙篱笆基础边缘	1.0
9	乔木中心	1.5
10	灌木中心	1.0

注: 第1、2项水平净距是指埋地管道与同标高或其以上的基础最外侧的最小水平净距。

表8-4-10 厂区埋地氧气管道与其它埋地管线之间的最小净距

序号	管线名称	水平净距 (m)	交叉净距 (m)
1	给水管、排水管	1.5	0.25
2	热力管或不通行地沟边缘	1.5	0.25
3	乙炔管	1.5	0.25
4	煤气管: 煤气压力 $\leq 0.147\text{MPa}$ 煤气压力 $0.147\sim 0.29\text{MPa}$ 煤气压力 $0.29\sim 0.78\text{MPa}$	1.0	0.25
		1.5	0.25
		2.0	0.25

(续)

序号	管 线 名 称	水平净距 (m)	交叉净距 (m)
5	不燃气体管	1.5	0.25
6	电力或电讯电缆	1.0	0.5
7	排水暗渠	1.0	0.5

注：1. 氧气管道与同一使用目的的燃气管道或不燃气体管道，同一水平平行敷设（施工开挖在同一沟槽内）时，管道之间水平净距，可减少到0.25m，但与燃气管道在一起时，应符合第3条第（2）项的要求。

2. 氧气管道与穿管的电缆交叉敷设时，其最小交叉净距，可减少到0.25m。

（五）氧气管道的检修和试验

氧气管道应定期检修和试验，其强度及气密试验技术要求见表8-4-11。

焊接的氧气管道泄漏时，首先必须将管道内的氧气用氮气进行置换，使管道中含氧量不大于21%。

氧气管道安装或检修后，应采用不大于其工作压力的无油压缩空气或氮气进行正反气流多次吹刷，吹至无明显机械杂质为合格。

管道进行强度试验，可根据管道布置情况，用盲板隔开（不宜采用阀门当作盲板使用），分段进行。若采用水压试验，水温不应低于5℃，可参照GB1048—70管道试验压力标准进行，稳压不应少于10min，压力无明显下降为合格。然后将水放尽吹干，拆除盲板。

管道进行气密试验时，采用洁净的空气或氮气，且气温不应低于15℃，首先缓慢升至规定试验压力的10%，并保持10min，检查所有焊缝及连接部位，合格后升压至试验压力的50%，再其后逐级升压，升压量为规定试验压力10%，每次停压不应少于10min，直至规定试验压力，停压12h，残留率>95为合格。

残留率可按式进行计算：

$$\Delta = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} \times 100 \quad (8-4-3)$$

式中 Δ —— 残留率（%）；

p_1 —— 起点绝对压力（kPa）；

p_2 —— 终点绝对压力（kPa）；

T_1 —— 起点温度（K）；

T_2 —— 终点温度（K）。

含湿氧气管道使用年限经验数据见表8-4-12。

表8-4-11 氧气管道强度及气密试验技术要求

敷设方式	试验压力 (MPa)		碳 钢 管	铜 管
	强度	气密		
架空	1.5倍最高工作压力	最高工作压力	每隔五年进行强度及气密试验一次，经三次试验后，每隔三年进行试验一次	每隔五年进行强度及气密试验一次，经四次试验后，每隔三年进行试验一次
埋地			每隔三年进行强度及气密试验一次，经二次试验后，每隔一年进行试验一次	每隔五年进行强度及气密试验一次，经二次试验后，每隔三年进行试验一次
地沟			每隔三年进行强度及气密试验一次，经三次试验后，每隔二年进行试验一次	每隔五年进行强度及气密试验一次，经三次试验后，每隔三年进行试验一次

注：1. 强度试验介质用水。

2. 气密试验介质用洁净空气或氮气。

表8-4-12 含湿氧气管道使用年限经验数据

敷设方式	管材	壁厚 (mm)	使用年限	管材	壁厚 (mm)	使用年限
架空	碳钢管	3~5	20~25	铜管	4~5	35~40
埋地			10~12			25~30
地沟			15~18			30~35

注：1. 架空敷设管道外表面每三年应进行涂漆一次。

2. 使用年限不包括阀门和附件。

3. 地沟敷设管道使用年限指不埋在砂子里。

附 录

(一) 制氧设备常用金属材料及其用途

材料牌号	材 料 状 态	一 般 用 途
T2	管材	热交换器盘管、列管、塔内管道
T4	管材、板材	热交换器盘管、列管、塔内管道、塔筒壳
TU2	管材	蓄冷器盘管
H62	管材、板材、棒材	容器筒体、冷凝蒸发器锥体及外筒、管板、塔板、阀杆套管、法兰、中心管、螺栓、螺母
HPb59-1	板材、棒材	管板、集热器、管接头、螺栓、阀体、阀盖
HPe59-1-1	铸、锻件	管板、法兰、阀座、集热器
HS180-3	铸件	阀体、阀盖、泵壳
L	带材	蓄冷器
LF2	板材、管材	塔筒、封头、塔板、塔内管道、法兰
LF21	板材、管材	板式换热器翅片、导流片、封条(LF21-R)
LF3	板材(复合铝板)	板式换热器隔板、侧板
LD5	热加工锻铝	膨胀机风机轮、工作轮
2Cr13	棒材、板材、铸件	阀杆、法兰、液氧泵中间体
3Cr13	板材、棒材	阀杆、键、销
1Cr18Ni9	板材、棒材、铸件	法兰、螺栓、螺母、膨胀机中间体
2Cr18Ni9	棒材	螺栓、螺母、阀杆
1Cr18Ni9Ti	板材、管材	容器、换热管
16MnRe	板材	蓄冷器上部壳体、封头法兰
10号或20号钢	管材	热交换器中心管、卡箍

(二) 低温钢的化学成分与性能

材料牌号	热处理 状态	使用温度 (°C) ≥	化 学 成 分 (%)								板厚 (mm)	机 械 性 能							
			碳	锰	硅 (加入量)	磷	硫	铜	镍	钒		屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断面收缩率 (%)	冲击值				
															温度 (°C)	(N·m/cm ²)			
16MnR	热轧	-40	0.12 ~2.0	1.2~1.6	0.2~0.5	—	—	—	—	—	—	0.045	0.04	6~16 17~26	509.9 490.3	343.2 323.0	21 20	-40	≥58.8
09Mn2VR	正火	-70	≤0.12	1.4~1.8	0.2~0.5	—	—	—	—	—	—	0.04	0.04	5~20	490.3	323.6	21	-70	≥58.8
09MnTiCuRE	正火	-70	≤0.12	1.3~1.8	≤0.4	0.15	—	≤0.4	—	—	—	0.04	0.04	≤20	490.3	323.6	21	-70	≥58.8
06MnNb	正火	-90	≤0.07	1.2~1.6	^{0.17} ~0.37	—	—	—	—	—	—	0.03	0.03	≤20	392.3	294.2	21	-70	≥58.8
06AlNbCuN	正火	-110	≤0.08	0.8~1.2	≤0.35	氮0.01 ~0.015	0.14 ~0.15	0.3~0.4	—	—	—	0.035	0.02	≤20	392.3	294.2	21	-110	≥58.8
20Mn23Al	固溶	-196	0.15 ~0.25	21~26	≤0.5	0.3	0.7~1.2	0.1~1.2	—	—	—	0.03	0.03	16	470.7	255	18	—	—
15Mn26Al4	固溶	-253	0.15 ~0.19	24.5~27	≤0.5	—	4~4.7	—	—	—	—	0.035	0.035	—	—	—	—	—	—

(三) 常用吸附剂的技术性能

吸附剂指标	硅胶			活性氧化铝		活性炭	分子筛		
	细孔	粗孔	变色胶	细孔	粗孔		4A	5A	13X
松密度(kg/m ³)	670	450	670	750~900	400~550	400~540	500~800		
孔径(nm)	*2~4	8~10		7.2	12~13	1.2~3.2	约0.48	约0.55	约1
吸水量(%) (在20°C P=100%时)	32~40	70~88	20~38 (P=50%)	20~35	80		>21		
粒度(mm)	2.8~7	4~8	1.5~4	3~7	3~7	1~7	3~5		
空隙率(%)	43	50		44~50	45	44~52			
孔隙率(%)	24	30		40~50	30	50~60	45		
比热容[J/(kg·K)]	1004.8	1004.8		1046.7 (25°C)	1046.7 (35°C)	837.4	628.0(t = -50°C) 753.0(t = 20°C) 1004.8(t = 250°C)		
热导率[W/(m·K)]	0.198 (在30°C)	0.198		0.13	0.109	0.14	0.588		
吸附热[J/(kgH ₂ O)]	2930.8	2930.8					3630.9		
比表面积(m ² /g)	400~700	100~500		≥300	300~350	500~600	800	750~800	
机械强度(%)	92~98	80~98	85	95	94~98		>90		
再生温度(°C)	<250	<400	<120	170~300	300	105~120	200~320		
pH值		7~9					8~9		

(四) 常用绝热材料的技术性能

材料名称		密度 (kg/m ³)	热导率 [W/(m·K)]	比热容 [J/(kg·K)]	含水量 (%)	备注
珠光砂	特级	40~80	0.0186~0.029	669.9	0.5	1.密度≤80kg/m ³ 的可 作筒壳保温 2.含水量为相对含水量
	一级	81~120	0.029~0.034			
	二级	121~160	0.034~0.038	837.4		
	三级	161~300	0.038~0.062			
碳酸镁		130~190	0.04~0.07	1004.8	≤2.5	氧化镁含量不少于40%~50%
矿渣棉	150号	≤150	0.047	837.4	≤2	纤维平均直径为7μm
	200号	≤200	0.052	837.4		
	250号	≤250				
玻璃棉		130	0.047	837.4	—	直径3~30μm用于膨胀 机保冷

(五) 四氯化碳的技术性能 (GB688—79)

名称	分子式	分子量	含量不少于 (%)	杂质含量 (%)	用途
四氯化碳	CCl ₄	153.82	99.5(分析纯), 99.0(化学纯)	水分: 0.02(分析纯), 0.05(化学 纯); 三氯甲烷(CHCl ₃): 0.05(分析 纯), 0.2(化学纯); 其余: 余量	清洗分馏 塔及零件