

1 风管制作施工工艺标准

1.1 总则

1.1.1 适用范围

本施工工艺标准适用于建筑工程通风与空调工程中,使用的金属、非金属风管与复合材料风管或风道的加工、制作。

1.1.2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)

1.2 术语

(1) 检验批: 按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的, 由一定数量样本组成的检验体。

(2) 检验: 对检验项目中的性能进行量测、检查、试验等, 并将结果与标准规定要求进行比较, 以确定每项性能是否合格所进行的活动。

(3) 交接检验: 由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(4) 主控项目: 建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(5) 一般项目: 除主控项目以外的检验项目。

(6) 抽样检验: 按照规定的抽样方案, 随机地从进场的材料、构配件、设备或建筑工程检验项目中, 按检验批抽取一定数量的样本所进行的检验。

(7) 风管: 采用金属、非金属薄板或其他材料制作而成, 用于空气流通的管道。

(8) 风道: 采用混凝土、砖等建筑材料砌筑而成, 用于空气流通的通道。

(9) 通风工程: 送风、排风、除尘、气力输送以及防、排烟系统工程的统称。

(10) 空调工程: 空气调节、空气净化与洁净空调系统的总称。

(11) 咬口: 金属薄板边缘弯曲成一定形状, 用于相互固定连接的构造。

(12) 漏风量: 风管系统中, 在某一静压下通过风管本体结构及其接口, 单位时间内泄出或渗入的空气体积量。

(13) 系统风管允许漏风量: 按风管系统类别所规定平均单位面积、单位时间内的最大允许漏风量。

(14) 漏风率: 空调设备、除尘器等, 在工作压力下空气渗入或泄漏量与其额定风量的比值。

(15) 净化空调系统: 用于洁净空间的空气调节、空气净化系统。

(16) 漏光检测: 用强光源对风管的咬口、接缝、法兰及其他连接处进行透光检查, 确定孔洞、缝隙等渗漏部位及数量的方法。

(17) 风管系统的工作压力: 指系统风管总风管处设计的最

大的工作压力。

(18) 空气洁净等级：洁净空间单位体积空气中，以大于或等于被考虑粒径的粒子最大浓度限值进行划分的等级标准。

(19) 角件：用于金属薄钢板法兰风管四角连接的直角型专用构件。

(20) 非金属材料风管：采用硬聚氯乙烯、有机玻璃钢、无机玻璃钢等非金属无机材料制成的风管。

(21) 复合材料风管：采用不燃材料面层复合绝热材料板制成的风管。

(22) 防火风管：采用不燃、耐火材料制成，能满足一定耐火极限的风管。

1.3 基本规定

(1) 对风管制作质量的验收，应按其材料、系统类别和使用场所的不同分别进行，主要包括风管的材质、规格、强度、严密性与成品外观质量等内容。

(2) 风管制作质量的验收，按设计图纸与本标准的规定执行。工程中所选用的外购风管，还必须提供相应的产品合格证明文件或进行强度和严密性的验证，符合要求的方可使用。

(3) 通风管道规格的验收，风管以外径或外边长为准，风道以内径或内边长为准。通风管道的规格宜按照表 1.3-1、表 1.3-2 的规定。圆形风管应优先采用基本系列。非规则椭圆形风管参照矩形风管，并以长径平面边长及短径尺寸为准。

圆形风管规格 (mm) 表 1.3-1

风管直径 D					
基本系列	辅助系列	基本系列	辅助系列	基本系列	辅助系列
100	80	180	170	320	300
	90	200	190	360	340
120	110	220	210	400	380
140	130	250	240	450	420
160	150	280	260	500	480

续表

风管直径 D					
基本系列	辅助系列	基本系列	辅助系列	基本系列	辅助系列
560	530	900	850	1400	1320
630	600	1000	950	1600	1500
700	670	1120	1060	1800	1700
800	750	1250	1180	2000	1900

矩形风管规格 (mm) 表 1.3-2

风管边长				
120	3020	800	2000	4000
160	400	1000	2500	
200	500	1250	3000	
250	630	1600	3500	

(4) 风管系统按其系统的工作压力划分为三个类别，其类别划分应符合表 1.3-3 的规定。

风管系统类别划分 表 1.3-3

系统类别	系统工作压力 P (Pa)	密封要求
低压系统	$P \leq 500$	接缝和接管连接处严密
中压系统	$500 < P \leq 1500$	接缝和接管连接处增加密封措施
高压系统	$P > 1500$	所有的拼接缝和接管连接处, 均应采取密封措施

(5) 镀锌钢板及各类含有复合保护层的钢板,应采用咬口连接或铆接,不得采用影响其保护层防腐性能的焊接连接方法。

(6) 风管的密封,应以板材连接的密封为主,可采用密封胶嵌缝和其他方法密封。密封胶性能应符合使用环境的要求,密封面宜设在风管的正压侧。

1.4 施工准备

1.4.1 技术准备

(1) 对建筑、结构和电气、暖卫及管路走向、坐标、标高与通风管道之间跨越交叉等出现的问题已有解决方案。

(2) 技术人员已向施工人员进行技术交底,对风管的制作尺寸,采用的技术标准、接口及法兰连接方法已经明确。并做好“施工技术交底记录”。

(3) 编制了集中加工或现场加工的施工方案,并且施工条件已经按方案准备就绪。

(4) 绘制轴测系统图,应体现整个系统水平和垂直的风管走向和设备、部件连接顺序及相对位置、方向等。

(5) 应具备设计中使用规范、院标和其他技术资料文件。对设备及配件生产厂家的“产品说明书”中的型号、尺寸进行核对。

(6) 绘制详细的加工草图,对形状较复杂的弯头、三通、四通等配件应有具体的下料尺寸和制作步骤。

(7) 制成品的主要技术参数必须符合国家及相关行业标准。

1.4.2 材料要求

(1) 所使用的板材、型材等主要材料应符合现行国家有关产品标准的规定,并具有合格证明书或质量鉴定文件。

(2) 钢板或镀锌钢板的厚度按设计执行,当设计无规定时,钢板厚度不得小于表 1.7.1-1 的规定。

普通薄钢板要求表面平整光滑,厚度均匀,允许有紧密的氧化铁薄膜,不得有裂纹、结疤等缺陷;镀锌薄钢板要求表面洁净,有镀锌层结晶花纹。

(3) 不锈钢板面不应有划痕、刮伤、锈斑和凹穴等缺陷,加工和堆放避免与锈蚀的碳素钢材料接触。

(4) 当设计无规定时,铝板的厚度不得小于表 1.7.1-3 的规定。铝板表面应避免刻划,不应有划伤等缺陷。

(5) 塑料复合钢板的表面喷涂层应色泽均匀,厚度一致,且表面无起皮、分层或部分塑料涂层脱落等现象。

(6) 硬聚氯乙烯板材表面平整,厚度均匀,不得有含气泡、裂缝、分层等现象。板材的四角应成 90° 并不得有扭曲翘角现象。

(7) 复合风管的覆面材料必须为不燃材料,内部的绝热材料应为不燃或难燃 B₁ 级,且对人体无害。

(8) 净化空调工程的风管应选用优质镀锌钢板。钢板厚度较大时,应选用冷轧薄板,不得采用热轧薄板。风管工作环境有腐蚀性时,宜采用不锈钢板。

镀锌板表面应无明显锈斑、氧化层、针孔麻点、起皮、起泡、锌层脱落等弊病。有缺陷的均不得使用。当设计无规定时,钢板厚度可按表 1.7.1-1 选取。

1.4.3 主要机具

(1) 机械设备：剪板机、振动剪板机、电剪、手动折方机、三辊卷圆机、联合冲剪机、法兰卷圆机、厢式联合单平咬口机、手剪、圆弯头咬口机、压筋合缝两用机、插条成型机、电动拉铆枪、电焊机、电动角向磨光机、台钻、砂轮切割机、手电钻、冲孔机、空压机及油漆喷枪等。双面铝箔绝热板风管还需下列工具：雌雄刀、圆孔凿孔刀、月亮刀、电烫斗、手工开槽工具、装订枪等。

(2) 测量检验工具：游标卡尺、钢直尺、钢卷尺、游标万能角度尺、内卡钳、漏风量测试装置等。

注：随着科学技术的发展，施工机具的种类、型号越来越多，施工机具的配备应以工程性质、施工条件及设计图纸要求合理配置。

(3) 进入施工现场的设备必须进行检验验收，定期维护保养。

1.4.4 作业条件

(1) 风管预制，应有独立的工作场地，场地应平整、清洁，加工平台应找平。双面铝箔绝热板风管等其他复合材料风管的场地应干燥，应有足够的成品堆放场地。

(2) 作业地点应有安放施工机具和材料堆放场地，设施和电源应有可靠的安全防护装置。

(3) 作业场地道路应畅通。必须设置能满足消防要求的各种器械及设施。

(4) 加工设备布置在建筑物内时，应考虑建筑物楼板、梁的承载能力，必要时应采取相应措施。

(5) 大样图、系统图经审查符合要求，并进行了技术安全交底。

(6) 对于洁净系统的风管制作应有干净封闭库房储存成品或半成品。

(7) 加工场地应预留现场材料、成品及半成品的运输通道，加工场地的选择不得阻碍消防通道。

1.5 材料和质量要点

1.5.1 材料关键要求

(1) 镀锌钢板的厚度应符合设计要求，表面应平整光滑、有镀锌层的结晶花纹；普通薄钢板应厚度均匀，无严重的锈蚀、裂纹、结疤等缺陷。

(2) 不锈钢板应厚度均匀，表面光洁，板面不得有划痕、刮伤、锈蚀和凹穴等缺陷。

(3) 铝板应光泽度良好，无明显的磨损及划伤。

(4) 塑料复合钢板的表面喷涂层应色泽均匀，无起皮、分层或部分塑料涂层脱落等现象。

(5) 硬聚氯乙烯板材表面平整，厚度均匀，不得有含气泡、裂缝、分层等现象。

(6) 复合风管的覆面材料必须为不燃材料，内部的绝热材料应为不燃或难燃 B1 级，且对人体无害。

(7) 其他辅助材料应符合相关成品技术标准及有关消防要求。

1. 5. 2 技术关键要求

(1) 风管加工草图应根据施工现场实际测量、数据整理后绘制,应特别注意风口、风阀及其他可拆卸的接口不得设置在预留孔洞及套管内。加工草图应详细标明各管段的长度、尺寸,部件、设备的位置和所占的具体尺寸等。

(2) 根据工程实际情况,选择合适的加工场地,合理安排人员及机具的进退场,有效地组织施工,以节约人力、物力和财力。

(3) 根据设计和使用功能的不同制定合理的制作工艺,小口径的风管尽量采用无法兰连接工艺,以节约成本,提高工效。

1. 5. 3 质量关键要求

(1) 风管法兰制作应表面平整,制作尺寸允许偏差为 1~3mm,平面度允许偏差为 2mm,矩形法兰两角线的允许偏差为 3mm。以保证风管的制作质量。

(2) 制作的成品风管,应咬口缝宽度均匀,纵向接缝应相互错开。法兰翻边宽度应一致,翻边宽度不得小于 6mm。

(3) 制作完的不锈钢或铝板成品风管应分类别进行堆放,不得与碳钢材质的材料混放在一起,防止发生电化学腐蚀。

1. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1) 现场用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46—88)的有关要求。

(2) 参加施工人员应坚守岗位,严禁酒后操作。

(3) 机械操作人员应身体健康,并经专业培训合格,持证上岗。实习人员不得单独进行机械操作。

(4) 镀锌钢板、不锈钢及铝板等材料的卸车,应佩戴手套,防止划伤手指。

(5) 应配备必要的防护用品,防止噪声伤害。

1. 5. 5 环境关键要求

(1) 作业场地的选择不应阻碍现场的运输道路及消防通道,并配备相应数量的灭火器材。

(2) 施工时需要照明亮度大和产生噪声大的工作尽量安排在白天进行,减少夜间施工对周围居民的影响。

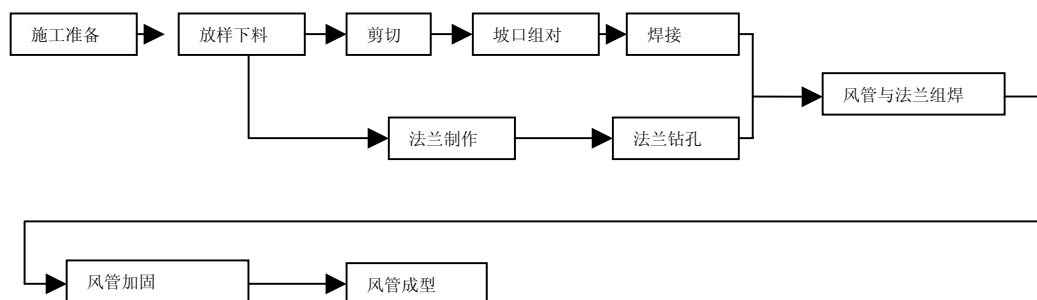
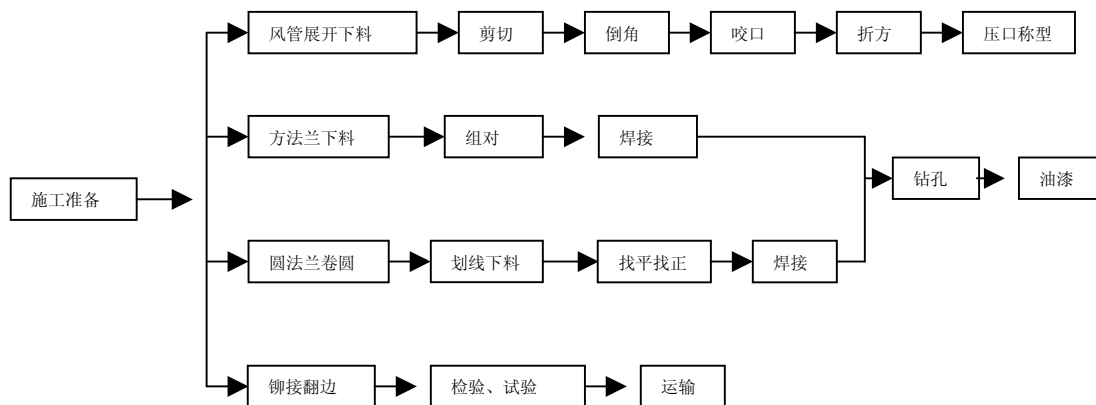
(3) 施工时产生的边角余料和垃圾应集中到指定地点堆放,并定期和不定期进行清理。

1. 6 施工工艺

1. 6. 1 金属风管制作

1. 6. 1. 1 工艺流程

(1) 咬口连接工艺流程:



1.6.1.2 操作工艺要点

(1) 风管尺寸的核定。根据设计要求、图纸会审纪要，结合现场实测数据绘制风管加工草图，并标明系统风量、风压测定孔的位置。

(2) 风管展开。依照风管施工图（或放样图）把风管的表面形状按实际的大小铺在板料上；展开方法有三种即平行线展开法、放射线展开法和三角线展开法。

(3) 板材剪切前必须进行下料复核，复核无误后按划线形状进行剪切。

(4) 板材下料后在压口之前，必须用倒角机或剪刀进行倒角。倒角形状如图 1. 6. 1. 2—1。

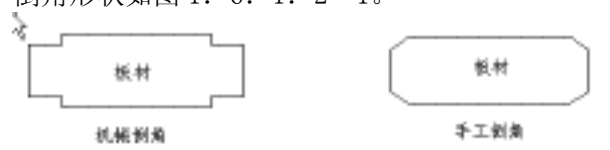


图 1. 6. 1. 2—1 倒角形状示意图

(5) 板材的拼接和圆形风管的闭合咬口可采用单咬口；矩形风管或配件的四角组合可采用转角咬口、联合角咬口、按扣式咬角；圆形弯管的组合可采用立咬口（图 1. 6. 1. 2—2）。

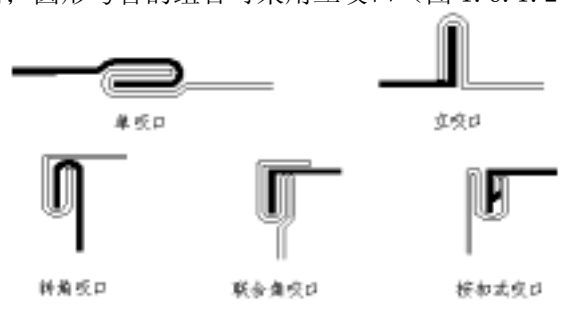


图 1. 6. 1. 2—2 咬口形式示意图

咬口宽度和留量根据板材厚度而定，应符合表 1. 6. 1. 2—1

的要求。咬口留量的大小、咬口宽度和重叠层数同使用机械有关。对单平咬口、单立咬口、转角咬口在第一块板上等于咬口宽，而在第二块板上是两倍宽，即咬口留量就等于三倍咬口宽；联合角咬口在第一块板上为咬口宽，在第二块板上是三倍咬口宽，咬口留量就是等于四倍咬口宽度。

咬口宽度 (mm) 表 1. 6. 1. 2-1

咬口形式	板 厚		
	0.5~0.7	0.7~0.9	1.0~1.2
单咬口	6~8	8~10	10~12
立咬口	5~6	6~7	7~8
转角咬口	6~7	7~8	8~9
联合角咬口	3~9	9~10	10~11
按扣式咬口	12	12	12

- (6) 画好折方线，在折方机上折方。
- (7) 制作圆风管时，将咬口两端拍成圆弧状放在卷圆机上圈圆，操作时，手不得直接推送钢板。
- (8) 折方或卷圆后的钢板用合缝机或手工进行合缝。操作时，用力均匀，不宜过重。咬口缝结合应紧密，不得有胀裂和半咬口现象。
- (9) 风管的加固：

1) 风管加固应符合 1. 7. 1. 10 之规定。

2) 金属风管加固方法。风管一般可采用楞筋、立筋、角钢、扁钢、加固筋和管内支撑等形式（图 1. 6. 1. 2-3）。

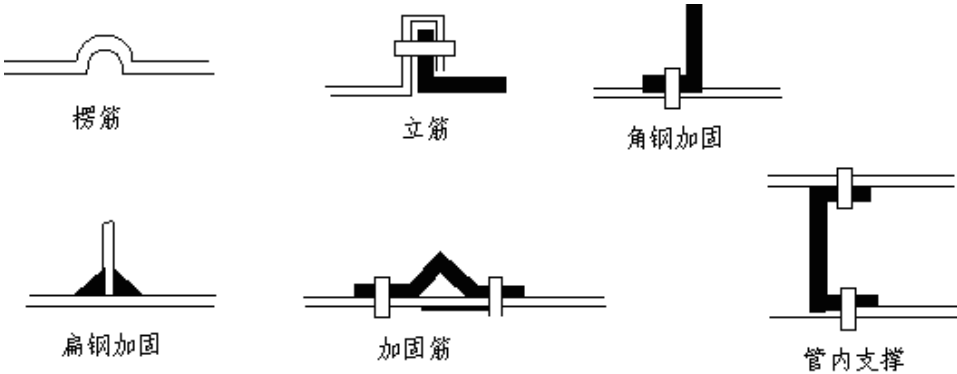


图 1. 6. 1. 2-3 风管加固形式

- (10) 矩形风管弯管制作，一般应采用曲率半径为一个平面边长的内外同心弧形弯管。当采用其他形式的弯管，平面边长大于 500mm 时，必须设置弯管导流片。
- (11) 法兰加工

1) 法兰用料选择，应满足表 1. 6. 1. 2-2 要求。

法兰用料规格 (mm) 表 1. 6. 1. 2-2

钢制法兰				不锈钢和铝制圆形、矩形法兰			
圆法兰 (D)	规格	方法兰 (长边 b)	规格	法兰	规格		
					不锈钢	铝	
≤ 140	-20×4	$b \leq 630$	$L25 \times 3$	D 或 $L_{max} \leq 280$	-25×4	-30×6	$L30 \times 4$
$140 < D \leq 280$	-25×4	$630 < b \leq 1500$	$L30 \times 3$	D 或 $L_{max} 320 \sim 560$	-30×4	-35×8	$L35 \times 4$
$280 < D \leq 630$	$L25 \times 3$	$1500 < b \leq 2500$	$L40 \times 4$	D 或 $L_{max} 630 \sim 1000$	-35×6	-40×10	
$630 < D \leq 1250$	$L30 \times 4$	$2500 < b \leq 4000$	$L50 \times 5$	D 或 $L_{max} 1120 \sim 2000$	-40×8	-40×12	
$1250 < D \leq 2000$	$L40 \times 4$						

2) 矩形风管法兰由四根角钢或扁钢组焊而成, 划线下料时应注意使焊成后的法兰内径不能小于风管外径。用切割机切断角钢或扁钢, 下料调直后用台钻加工。中、低压系统的风管法兰的铆钉孔及螺栓孔孔距不应大于 150mm; 高压系统风管的法兰的铆钉孔及螺栓孔孔距不应大于 100mm。净化空调系统, 当洁净度的等级为 1~5 级时, 不应大于 65mm; 为 6~9 级时, 铆钉的孔距不应大于 100mm。矩形法兰的四角部位必须设有螺孔。钻孔后的型钢放在焊接平台上进行焊接, 焊接时用模具卡紧。

3) 加工圆形法兰时, 先将整根角钢或扁钢在型钢卷圆机上卷成螺旋形状。将卷好后的型钢划线割开, 逐个放在平台上找平找正, 调整后进行焊接、钻孔。孔位应沿圆周均布, 使各法兰可互换使用。

(12) 风管与法兰连接:

1) 风管与法兰铆接前先进行技术质量复核。将法兰套在风管上, 管端留出 6~9mm 左右的翻边量, 管中心线与法兰平面应垂直, 然后使用铆钉钳将风管与法兰铆固, 并留出四周翻边。

2) 铆钉: 用钢铆钉, 铆钉平头朝内, 圆头在外。铆钉规格及铆钉孔尺寸见表 1. 6. 1. 2-3。

风管法兰铆钉规格及铆钉孔尺寸表 1. 6. 1. 2-3

类型	风管规格	铆钉尺寸	铆钉规格
方法兰	120~630	$\phi 4.5$	$\phi 4 \times 8$
	800~2000	$\phi 5.5$	$\phi 5 \times 10$
圆法兰	200~500	$\phi 4.5$	$\phi 4 \times 8$
	530~2000	$\phi 5.5$	$\phi 5 \times 10$

风管法兰内侧的铆钉处应涂密封胶, 涂胶前应清除铆钉处表面油污。

3) 风管翻边应平整并紧贴法兰, 应剪去风管咬口部位多余的咬口层, 并保留一层余量; 翻边四角不得撕裂, 翻拐角边时, 应拍打为圆弧形; 涂胶时, 应适量、均匀, 不得有堆积现象。

(13) 风管无法兰连接:

无法兰连接风管的接口应采用机械加工, 尺寸应正确、形状应规则, 接口处应严密。无法兰矩形风管接口处的四角应有固定措施。金属风管无法兰连接可分为圆形风管和矩形风管两大类, 其形式有十几种, 但按结构原理可分为承插、插条、咬合、铁皮法兰和混合式连接 5 种。风管无法兰连接与法兰连接一样, 应满足严密、牢固的要求。不得发生自行脱落、胀裂等缺陷。

1) 承插连接:

①直接承插连接: (如图 1. 6. 1. 2-4 所示)

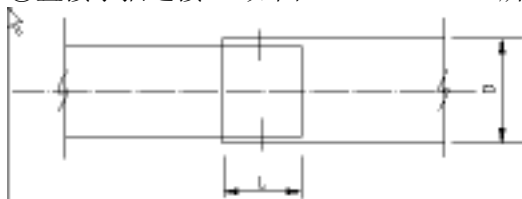


图 1. 6. 1. 2-4 直接承插连接示意图

L 一插入深度; D 一风管直径

制作风管时,使风管的一端比另一端的尺寸略大,然后插入连接,插入深度 $>30\text{mm}$,用拉铆钉或自攻螺钉固定两节风管连接位置,在接口缝内或外沿涂抹密封胶,完成风管段的连接。这种连接形式结构最为简单,用料也最省,但接头刚度较差,所以仅用在断面较小的圆形风管上(低压风管,直径 $<700\text{mm}$)。

②芯管承插连接: (如图 1. 6. 1. 2-5 所示)

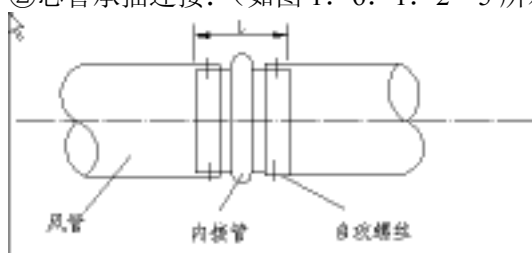


图 1. 6. 1. 2-5 芯管承插连接示意图

L 一芯管长度

利用芯管作为中间连接件,芯管两端分别插入两根风管实现连接,插入深度 $\geq 20\text{mm}$,然后用拉铆钉或自攻螺钉将风管和芯管连接段固定,并用密封胶将接缝封堵严密。这种连接方式一般都用在圆形风管和椭圆形风管上。

圆形风管芯管连接应符合表 1. 6. 1. 2-4 的规定。

圆形风管连接芯管规格表 1.6.1.2-4

风管直径 D (mm)	芯管长度 L (mm)	自攻螺栓或抽 芯铆钉数量 (个)	外径允许偏差 (mm)	
			圆管	芯管
120	120	3×2	-1~0	-4~-3
300	160	4×2		
400	200	4×2	-2~0	-4~0
700	200	6×2		
900	200	8×2		
1000	200	8×2		

2) 插条连接:

①C 形插条连接: (如图 1. 6. 1. 2-6 所示)

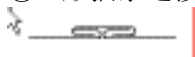


图 1. 6. 1. 2-6 风管 C 形插条连接示意图

利用 C 形插条插入端头翻边 180°的两风管连接部位,将风管扣咬达到连接的目的,其中插条插入风管两对边和风管接口相等,另两对边各长 50mm 左右,使这两长边每头翻压 90°,盖压在另一插条端头上,完成矩形风管的四个角定位,并用密封胶将接缝处堵严。这种连接方式多用于矩形风管。

②S 形插条连接: (图 1. 6. 1. 2 所示)



图 1. 6. 1. 2—7 风管 S 形插条连接示意图

利用中间连接件 S 形插条,将要连接的两根风管的管端分别插入插条的两面槽内,四角处理方法同 C 形插条。因 S 形插条风管是轴向插入槽内,故必须采取预防风管与插条轴向分离措施,一般可采用拉铆钉、自攻螺钉固定,或两对边分别采用 C、S 形插条混用的方法。S 形插条均用于矩形风管连接。(备注:采用 S、C 形插条连接时,风管最长边尺寸不得大于 630mm。立咬口小于等于 1000mm)

③直角形插条连接:(图 1. 6. 1. 2—8 所示)

利用 C 形插条从中间外弯 90° 作连接件插入矩形风管主管平面与支管管端的连接。主管平面开洞,洞边四周翻边 180°,翻边后净留孔尺寸刚好等于所连接支管断面尺寸,支管管端翻边 180°,将需连接口对合后,四边分别插入已折 90° 的 C 形插条,四角处理同 C 形插条。



图 1. 6. 1. 2—8 风管直角形插条连接示意图

3) 咬合连接:

①立咬口连接:(图 1. 6. 1. 2—9 所示)



图 1. 6. 1. 2—9 风管立咬口连接示意图

利用风管两头四个面分别折成一个 90° 和两个 90° 形成两个折边或一公一母。连接时,将一端插顶到母端,然后将模端外折边翻压到公端翻边背后,压紧后再用铆钉每间隔 200mm 左右铆上一颗。为了堵严并固定四角,在合口时四角各加上一个 90° 贴角。全部咬合完后,在咬口接缝处涂抹密封胶。一般都用于矩形风管连接。

②包边立咬口连接:(图 1. 6.1. 2—10 所示)

利用风风管头四边均翻一个垂直立边,然后利用一个公用包边将连接管头的两翻边合在一起并用铆钉完成紧固。风管连接四角和立咬口连接一样,需做贴角以保证风管四角刚度和密封。全部连接后,接缝处涂抹密封胶。一般都用于矩形风管连接。

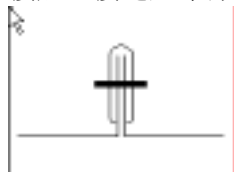


图 1.6. 1. 2-10 风管包边立咬口连接示意图

4) 铁皮弹簧夹连接:(图 1. 6. 1. 2—11 所示)



图 1. 6. 1. 2-11 风管铁皮弹簧夹连接示意图

矩形风管管端四面连接的铁皮法兰和风管不是一体，而是专门压制出来的空心法兰条，连接风管管端四个面，分别插到预制好的法兰插条内，插条和风管本体板的固定有做成铆钉连接，也有做成倒刺止退形式的。风管四角插入 90° 贴角，以加强矩形风管的四角成型及密封。弹簧夹须用专用机械加工，连接接口密封除插入空心法兰和风管管端平面有密封胶条密封外，两法兰平面也需由密封胶条在连接时加以密封。

5) 混合连接：

①立联合角插条连接：（图 1. 6. 1. 2 三所示）

利用一立咬平插条，将矩形风管连接两个头，分别采用立咬口和平插的方式连在一起。不管是平插和立咬口连接处，均需用铆钉紧死。风管四角立咬口处加 90° 贴角，在平插处靠一对插条两头长出另两个风管面 20mm 左右压倒齐平风管面的插条上，这种连接方式主要是改变平插条接头刚度较低的缺陷。咬口后的连接接缝处均需涂抹密封胶。



图 1.6.1.2-12 风管立联合角插条连接示意图

②铁皮法兰 C 形平插条连接：（图 1. 6. 1. 2-13 所示）



图 1.6.1.2-13 风管铁皮法兰 C 形平插条连接示意图

这种连接方式是在矩形风管连接管端，利用 C 形插条连接时，在风管端部多翻出一个立面，相当于连接法兰，以增大风管连接处的刚度。在接头连接时，四角须加工成对贴角，以便插条延伸出角及加固风管四角定形。插条最终仍需在四角一头压另一头上去，并在接缝处涂抹密封胶。

（14）金属风管的焊接连接：

1) 当普通钢板的厚度大于 1.2 mm ，不锈钢板的厚度大于 1.0 mm ，铝板厚度大于 1.5 mm 时，可采用焊接连接。

2) 制作风管和配件焊接接头的形式如图 1. 6. 1. 2-14 所示。

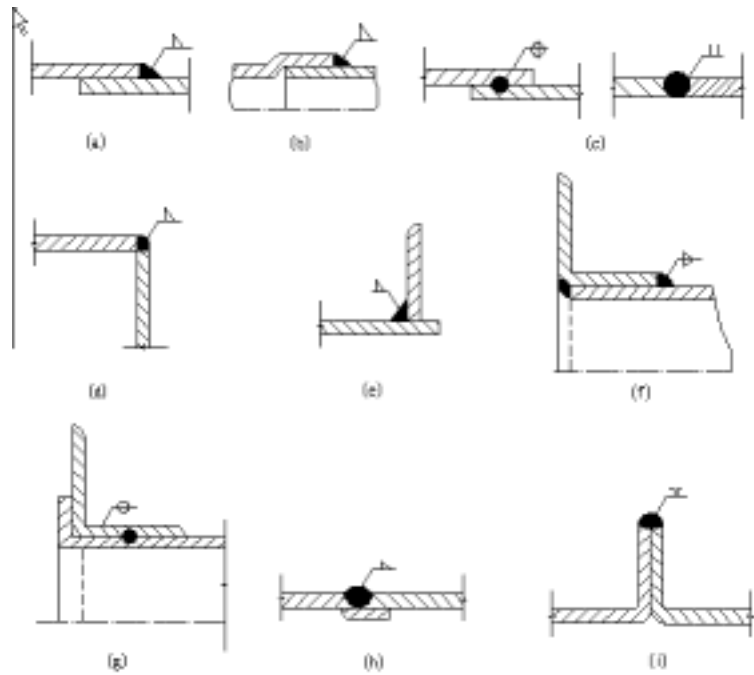


图 1. 6. 1. 2-14 属风管焊接接头形式

(a) 圆形与矩形风管的纵缝；(b) 圆形风管及配件的环缝；(c) 圆形风管法兰及配件的焊缝；(d) 矩形风管配件及直缝的焊接；(e) 矩形风管法兰及配件的焊缝；(f) 矩形与圆形风管法兰的定位焊；(g) 矩形风管法兰的焊接；(h) 螺旋风管的焊接；(i) 风箱的焊接

3) 碳钢风管焊接：

① 碳钢板风管宜采用直流焊机焊接或气焊焊接。

② 焊接前，必须清除焊接端口处的污物、油迹、锈蚀；采用点焊或连续焊缝时，还需清除氧化物。对口应保持最小的缝隙，手工点焊定位处的焊瘤应及时清除。采用机械焊接方法时，电网电压的波动不能超过 $\pm 10\%$ 。焊接后，应将焊缝及其附近区域的电极熔渣及残留的焊丝清除。

③ 风管焊缝形式：对接焊缝适用于板材拼接或横向缝及纵向闭合缝。搭接焊缝适用于矩形或管件的纵向闭合缝或矩形弯头、三通的转向缝，圆形、矩形风管封头闭合缝。

4) 不锈钢板风管的焊接：

① 不锈钢板风管的焊接，可用非熔化极氩弧焊；当板材的厚度大于 1.2 mm 时，可采用直流电焊机反极法进行焊接，但不得采用氧乙炔气焊焊接。焊条或焊丝材质应与母材相同，机械强度不应低于母材。

② 焊接前，应将焊缝区域的油脂、污物清理干净，以防止焊缝出现气孔、砂眼。清洗可用汽油、丙酮等进行。

③ 用电弧焊焊接不锈钢时，应在焊缝的两侧表面涂上白垩粉，防止飞溅金属粘附在板材的表面，损伤板材。

④ 焊接后，应注意清除焊缝处的熔渣，并用不锈钢丝刷或铜丝刷刷出金属光泽，再用酸洗膏进行酸洗钝化，最后用热水清洗干净。

⑤ 风管应避免在风管焊缝及其边缘处开孔。

5) 铝板风管焊接：

① 铝板风管的焊接宜采用氧乙炔气焊或氩弧焊，焊缝应牢固，不得有虚焊、穿孔等缺陷。

②在焊接前,必须对铝制风管焊口处和焊丝上的氧化物及污物进行清理,并应在清除氧化膜后的 2~3h 内焊接结束,防止处理后的表面再度氧化。

③在对口的过程中,要使焊口达到最小间隙,以避免焊穿。对于易焊穿的薄板,焊接须在铜垫板上进行。

④当采用点焊或连续焊工艺焊接铝制风管时,必须首先进行试验,形成成熟的焊接工艺后,方可正式施焊。

⑤焊接后应用热水清洗焊缝表面的焊渣、焊药等杂物。

(15) 制作不锈钢及铝板风管的特殊要求:

1) 风管制作场地应铺设木板,工作之前必须把工作场地上的铁屑、杂物打扫干净。

2) 不锈钢板在放样划线时,不得用锋利的金属划针在板材表面划辅助线和冲眼,以免造成划痕。制作较复杂的管件时,应先做好样板,经复核无误后,再在不锈钢板表面套裁下料。

3) 不锈钢风管采用手工咬口制作时,应使用木方尺(木槌)、铜锤或不锈钢锤,不得使用碳素钢锤。由于不锈钢经过加工时,其强度增加,韧性降低,材料发生硬化,因此手工拍制咬口时,注意不要拍反,尽量减少加工次数,以免使材料硬度增加,造成加工困难。

4) 剪切不锈钢板时,为了使切断的边缘保持光洁,应仔细调整好上下刀刃的间隙,刀刃间隙一般为板材厚度的 0.04 倍。

5) 在不锈钢板上钻孔时,应采用高速钢钻头,钻孔的切削速度约为普通钢的一半,最多不要超过 20m / s。

6) 不锈钢热煨法兰时应采用专用的加热设备加热,其温度应控制在 1100~1200℃之间。煨弯温度不得低于 820℃。煨好后的法兰必须重新加热到 1100~1200℃,再在冷水中迅速冷却。

7) 铝制风管和配件板材应注意保护表面,制作时应用铅笔或记号笔划线,避免表面刻伤。

8) 铝制圆形法兰冷煨前,应将冷煨机辊轮擦拭干净,角铝采用贴牛皮纸保护。铝材上不得存有黄锈及其他污物。

(16) 风管制作完成后,进行强度和严密性试验,对其工艺性能进行检测或验证。

1) 风管的强度应能满足在 1.5 倍工作压力下接缝处无开裂;

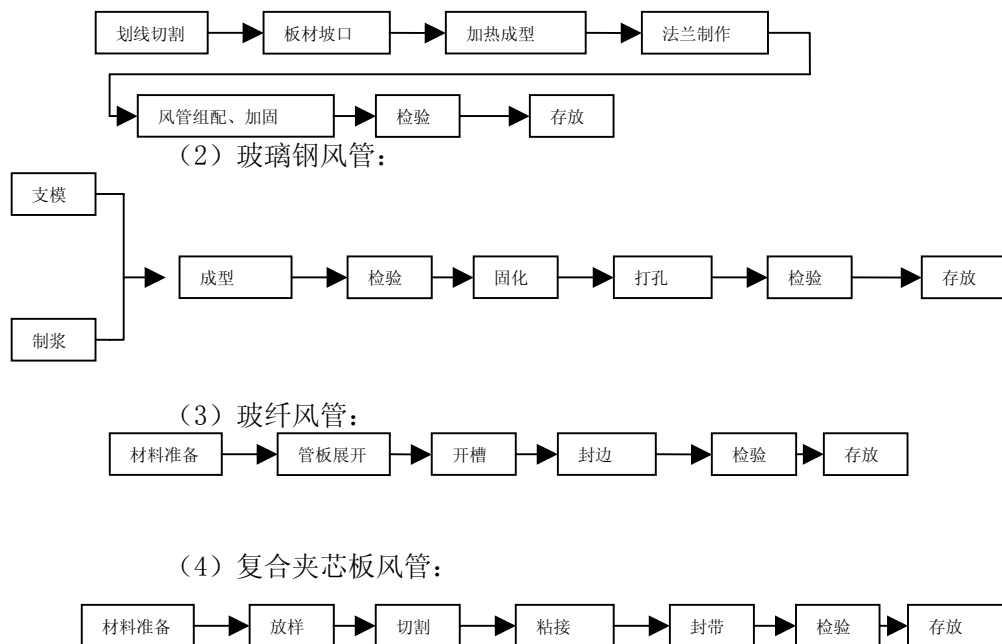
2) 用漏光法检测系统风管严密程度;采用一定强度的安全光源沿着被检测接口部位与接缝作缓慢移动,在另一侧进行观察,作好记录,对发现的条缝形漏光应作密封处理;当采用漏光法检测系统的严密性时,低压系统风管以每 10m 接缝,漏光点不大于 2 处,且 100m 接缝平均不大于 16 处为合格;中压系统风管每 10m 接缝,漏光点不大于 1 处,且 100m 接缝平均不大于 8 处为合格;

3) 系统漏风量测试可以整体或分段进行。测试时,被测系统的所有开口均应封闭,不应漏风。当漏风量超过设计和验收规范要求时,可用听、摸、观察、水或烟检漏,查出漏风部位,作好标记;修补完后,重新测试,直至合格。

1. 6. 2 非金属风管制作

1.6.2.1 工艺流程

(1) 硬聚氯乙烯风管:



1.6.2.2 施工操作要点

(1) 硬聚氯乙烯板风管：

1) 板材放样划线前，应留出收缩裕量。每批板材加工前均应进行试验，确定焊缝收缩率。

2) 放样划线时，应根据设计图纸尺寸和板材规格，以及加热烘箱、加热机具等的具体情况，合理安排放样图形及焊接部位，应尽量减少切割和焊接工作量。

3) 展开划线时应使用红铅笔或不伤板材表面软体笔进行。严禁用锋利金属针或锯条进行划线，不应使板材表面形成伤痕或折裂。

4) 严禁在圆形风管的管底设置纵焊缝。矩形风管底宽度小于板材宽度不应设置纵焊缝，管底宽度大于板材宽度，只能设置一条纵缝，并应尽量避免纵焊缝存在，焊缝应牢固、平整、光滑。

5) 用龙门剪床下料时宜在常温下进行剪切，并应调整刀间隙，板材在冬天气温较低时或板材杂质与再生材料渗合过重时，应将板材加热到 30℃ 左右，才能进行剪切，防止材料碎裂。

6) 锯割时，应将板材紧贴在锯床表面上，均匀地沿割线移动，锯割的速度应控制在每分钟 3m 的范围内，防止材料过热，发生烧焦和粘住现象。切割时，宜用压缩空气进行冷却。

7) 板材厚度大于 3mm 时应开 V 形坡口；板材厚度大于 5mm 时应开双面 V 形坡口。坡口角度为 50° ~ 60°，留钝边 1~1.5mm，坡口间隙 0.5~1mm。坡口的角度和尺寸应均匀一致。

如图 1.6.2.2-1 所示。

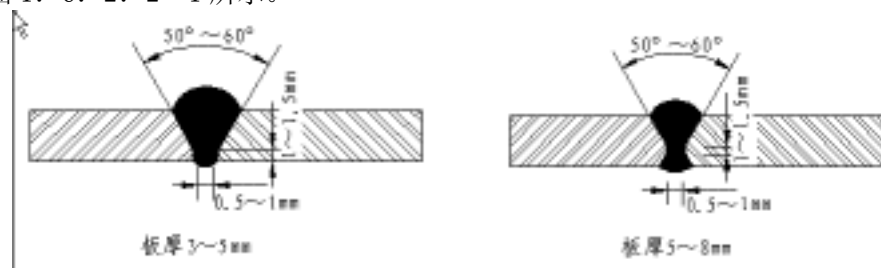


图 1.6.2.2-1 坡口及焊缝形式

8) 采用坡口机或砂轮机进行坡口时应将坡口机或砂轮机底板和挡板调整到需要角度,先对样板进行坡口后,检查角度是否符合要求,确认准确无误后再进行大批量坡口加工。

9) 矩形风管加热成型时,不得用四周角焊成型,应四边加热折方成型。加热表面温度应控制在 130~150℃加热折方部位不得有焦黄、发白裂口。成型后不得有明显扭曲和翘角。

10) 矩形法兰制作:在硬聚氯乙烯板上按规格划好样板,尺寸应准确,对角线长度应一致,四角的外边应整齐。焊接成型时应用钢块等重物适当压住,防止塑料焊接变形,使法兰的表面保持平整。

11) 圆形法兰制作:应将聚氯乙烯按直径要求计算板条长度并放足热胀冷缩余料长度,用剪床或圆盘锯裁切成条形状。圆形法兰宜采用两次热成型,第一次将加热成柔软状态的聚氯乙烯板煨成圈带,接头焊牢后,第二次再加热成柔软状态板体在胎具上压平校型。 $\phi 150$ 以下法兰不宜热煨,可用车床加工。

12) 焊缝应填满,首根底焊条宜用 $\phi 2$,表面多根焊条焊接应排列整齐,焊缝不得有焦黄断裂现象。焊缝强度不得低于母材强度的 60%,焊条材质与板材相同。

13) 圆形风管一般不进行现场制作,购买成品风管即可。

(2) 玻璃钢风管:

1) 风管制作,应在环境温度不低于 15℃的条件下进行;

2) 模具尺寸必须准确,结构坚固,制作风管时不变形,模具表面必须光洁;

3) 制作浆料宜采用拌合机拌合,人工拌合时必须保证拌合均匀,不得夹杂生料,浆料必须边拌边用,有结浆的浆料不得使用;

4) 敷设玻璃纤维布时,搭接宽度不应小于 50mm,接缝应错开。敷设时,每层必须铺平、拉紧,保证风管各部位厚度均匀,法兰处的玻璃纤维布应与风管连成一体;

5) 风管养护时不得有日光直接照射或雨淋,固化成型达到一定强度后方可脱模。脱模后应除去风管表面毛刺和尘渣;

6) 风管法兰钻眼应先划线、定位,再用电钻钻眼。钻眼后,除去表面毛刺和尘渣;

7) 风管存放地点应通风,不得日光直接照射、雨淋及潮湿。

(3) 玻璃纤维风管:

1) 制作风管的板材实际展开长度应包括风管内尺寸和余量,展开长度超过 3m 的风管可用两片法或多片法制作。为减少板材的损耗,应根据需要选择展开方法;

2) 板材开槽可使用机器开槽或手工开槽,手工开槽时应根据槽的形状正确使用刀具,开槽应平直、无缺损;

3) 风管封边采用的密封材料应符合相应的产品标准;

4) 使用密封胶带和胶黏剂前,使用“外八字”型装订针固定所有的接头,装订针的间距为 50mm;

5) 使用热敏胶带时,烫斗的表面温度要达到 287~343℃,热量和压力要能使胶带表面 ABI 圆点变黑色;使用压敏胶带前,必须清洁风管表面需粘接的部位并保持干燥;使用玻璃纤维织物和胶黏剂时注意在胶黏剂干透前,不要触碰胶黏剂,也不要压紧玻璃纤维织物和胶黏剂。

6) 风管加固根据材料生产厂家提供的产品技术说明进行确定,并由厂家提供专用的加固材料;

7) 风管存放宜架空存放,并要考虑防风措施。

(4) 复合夹芯板风管：

1) 风管的板材下料展开可采用 U 形、L 形或单板、条板法，为减少板材的损耗，根据需要选择展开方法；

2) 整板或部分连接可使用胶粘后凝固的方式连接，不破坏表层以便后续工序的进行。拼接时先用专用工具切割，在两切割面涂胶黏剂，沿长度方向正确压合后，再在两面贴上铝箔胶带，供后续工序使用；

3) 板材粘接前，所有需粘接的表面必须除尘去污，切割的坡口涂满胶黏剂，并覆盖所有切口表面；

4) 风管在粘合成型后，风管所有接缝必须用铝箔带封闭并粘接完好；

5) 风管加固根据材料生产厂家提供的产品技术说明进行确定，并由厂家提供专用的加固材料。

1.7 质量标准

1.7.1 主控项目

(1) 金属风管的材料品种、规格、性能与厚度等应符合设计和现行国家产品标准的规定。当设计无规定时，应符合以下要求。钢板或镀锌钢板的厚度不得小于表 1.7.1-1 的规定；不锈钢板的厚度不得小于表 1.7.1-2 上的规定；铝板的厚度不得小于表 1.7.1-3 的规定。

钢板风管板材的厚度 (mm) 表 1.7.1-1

类别 风管直径 D 或边长尺寸 b	圆形风管	矩形风管		除尘系统风管
		中低压系统	高压系统	
$D(b) \leq 320$	0.5	0.5	0.45	1.5
$320 < D(b) \leq 450$	0.6	0.6	0.75	1.5
$450 < D(b) \leq 630$	0.75	0.6	0.75	2.0
$630 < D(b) \leq 1000$	0.75	0.75	1.0	2.0
$1000 < D(b) \leq 1250$	1.0	1.0	1.0	2.0
$1250 < D(b) \leq 2000$	1.2	1.0	1.2	按设计
$2000 < D(b) \leq 4000$	按设计	1.2	按设计	

注：1. 螺旋风管的钢板厚度可适当减小 10%~15%。

2. 排烟风管钢板厚度可按高压系统。

3. 特殊除尘系统风管钢板厚度应符合设计要求。

4. 不适用于地下人防与防火隔墙的预埋管。

高、中、低压系统不锈钢板风管板材厚度 (mm) 表 1.7.1-2

风管直径或长边尺寸 b	不锈钢板厚度
$b \leq 500$	0.5
$500 < b \leq 1120$	0.75
$1120 < b \leq 2000$	1.0
$2000 < b \leq 4000$	1.2

中、低压系统铝板风管板材厚度 (mm) 表 1.7.1-3

风管直径或长边尺寸 b	铝板厚度
$b \leq 320$	1.0
$320 < b \leq 630$	1.5
$630 < b \leq 2000$	2.0
$2000 < b \leq 4000$	按设计

检查数量：按材料与风管加工批数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，尺量和观察检查。

(2) 非金属风管的材料品种、规格、性能与厚度等应符合设计和现行国家产品标准的规定。当设计无规定时，应符合以下要求：硬聚氯乙烯板的厚度不得小于表 1.7.1-4 或表 1.7.1-5 的规定；有机玻璃钢风管板材的厚度不得小于表 1.7.1-6 的规定；无机玻璃钢风管板材的厚度不得小于表 1.7.1-7 的规定，相应的玻璃布层数不得少于表 1.7.1-8 的规定，其表面不得出现返卤或严重泛霜。

用于高压风管系统的非金属风管厚度应按设计规定。

检查数量：按材料与风管加工批量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，尺量、观察检查。

中、低压系统硬聚氯乙烯圆形
风管板材厚度 (mm) 表 1.7.1-4

风管直径 D	板材厚度
$D \leq 320$	3.0
$320 < D \leq 630$	4.0
$630 < D \leq 1000$	5.0
$1000 < D \leq 2000$	6.0

中、低压系统硬聚氯乙烯矩形
风管板材厚度 (mm) 表 1.7.1-5

风管长边尺寸 b	板材厚度
$D \leq 320$	3.0
$320 < b \leq 500$	4.0
$500 < b \leq 800$	5.0
$800 < b \leq 1250$	6.0
$1250 < b \leq 2000$	8.0

中、低压系统有机玻璃钢风管板材厚度 (mm) 表 1.7.1-6

圆形风管板直径 D 或矩形风管长边尺寸 b	板材厚度
$b \leq 320$	2.5
$200 < (D) b \leq 400$	3.2
$400 < (D) b \leq 630$	4.0
$630 < (D) b \leq 1000$	4.8
$1000 < (D) b \leq 2000$	6.2

中、低压系统无机玻璃钢风管板材厚度 (mm) 表 1.7.1-7

风管直径 D 或长边尺寸 b	板材厚度
$D(b) \leq 300$	2.5~3.5
$300 < D(b) \leq 500$	3.5~4.5
$500 < D(b) \leq 1000$	4.5~5.5
$1000 < D(b) \leq 1500$	5.5~6.5
$1500 < D(b) \leq 2000$	6.5~7.5
$D(b) \leq 2000$	7.5~8.5

中、低压系统无机玻璃钢风管玻璃

纤维布厚度与层数 (mm) 表 1. 7. 1—8

风管直径 D 或 长边尺寸 b	风管道体玻璃纤维布厚度		风管法兰玻璃纤维布厚度	
	0.3	0.4	0.3	0.4
	玻璃布层数			
$D(b) \leq 300$	5	4	8	7
$300 < D(b) \leq 500$	7	5	10	8
$500 < D(b) \leq 1000$	8	6	13	9
$1000 < D(b) \leq 1500$	9	7	14	10
$1500 < D(b) \leq 2000$	12	8	16	14
$D(b) > 2000$	14	9	20	16

(3) 防火风管的本体、框架与固定材料、密封垫料必须为不燃材料，其耐火等级应符合设计的规定。

检查数量：按材料与风管加工批量抽查 10%，不应少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，观察检查与点燃试验。

(4) 复合材料风管的覆面材料必须为不燃材料，内部的绝热材料应为不燃或难燃 B₁ 级，且对人体无害的材料。

检查数量：按材料与风管加工批量抽查 10%，不应少于 5 件。

检查方法：查验材料质量合格证明文件、性能检测报告，观察检查与点燃试验。

(5) 风管必须通过工艺性的检测或验证，其强度和严密性要求应符合设计或下列规定：

1) 风管的强度应能满足在 1.5 倍工作压力下接缝处无开裂；

2) 矩形风管的允许漏风量应符合以下规定：

低压系统风管 $Q_L \leq 0.1056P^{0.65}$

中压系统风管 $Q_M \leq 0.0352P^{0.65}$

高压系统风管 $Q_H \leq 0.0117P^{0.65}$

式中 Q_L 、 Q_M 、 Q_H ——系统风管在相应工作压力下，单位面积风管单位时间内的允许漏风量， $m^3 / (h \cdot m^2)$ ；

P——风管系统的工作压力，Pa。

3) 低压、中压圆形金属风管、复合材料风管以及采用法兰形式的非金属风管的允许漏风量，应为矩形风管规定值的 50%；

4) 砖、混凝土风道的允许漏风量不应大于矩形低压系统风管规定值的 1.5 倍；

5) 排烟、除尘、低温送风系统按中压系统风管的规定，1~5 级净化空调系统按高压系统风管的规定。

检查数量：按风管系统的类别和材质分别抽查，不得少于 3 件及 15m²。

检查方法：检查产品合格证明文件和测试报告，或进行风管强度和漏风量测试（见本标准附录 A）。

（6）金属风管的连接应符合下列规定：

1) 风管板材拼接的咬口缝应错开，不得有十字形拼接缝。

2) 金属风管法兰材料规格不应小于表 1.7.1—9 或表 1.7.1—10 的规定。中、低压风管的螺栓及铆钉孔的孔距不得大于 150mm；高压系统风管不得大于 100mm。矩形风管法兰的四角部位应设有螺孔。

金属圆形风管法兰及螺栓规格（mm）表 1. 7. 1—9

风管直径 D	法兰材料规格		螺栓规格
	扁钢	角钢	
D≤140	-20×4	—	M6
140<D≤280	-25×4	—	
280<D≤630	—	L25×3	
630<D≤1250	—	L30×4	M8
1250<D≤2000	—	L40×4	

金属矩形风管法兰及螺栓规格（mm）表 1.7.1—10

风管长边尺寸 b	法兰材料规格（角钢）	螺栓规格
b≤630	25×3	M6
630<b≤1500	30×3	M8
1500<b≤2500	40×4	
2500<b≤4000	50×5	M10

当采用加固方法提高了风管法兰部位的强度时，其法兰材料规格相应的使用条件可适当放宽。

无法兰连接风管的薄钢板法兰高度应参照金属法兰风管的规定执行。

检查数量：按加工批数量抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

（7）非金属（硬聚氯乙烯、有机、无机玻璃钢）风管的连接还应符合下列规定：

1) 法兰的规格应分别符合表 1. 7. 1-11、表 1. 7. 1-12、表 1. 7. 1-13 的规定，其螺栓孔的间距不得大于 120 mm；矩形风管法兰的四角处，应设有螺孔。

硬聚氯乙烯圆形风管法兰规格（mm）表 1.7.1-11

风管直径 D	法兰规格 (宽×厚)	连接螺栓	风管直径 D	法兰规格 (宽×厚)	连接螺栓
D≤180	35×6	M6	800<D≤ 1400	45×12	M10
180<D≤ 400	35×88	M8	1400<D≤ 1600	50×15	
400<D≤ 500	35×10		1600<D≤ 2000	60×15	
500<D≤ 800	40×10		D>2000	按设计	

硬聚氯乙烯矩形风管法兰规格（mm）表 1.7.1-12

风管边长 b	法兰规格（宽×厚）	连接螺栓	风管边长 b	法兰规格（宽×厚）	连接螺栓
--------	-----------	------	--------	-----------	------

b≤180	35×6	M6	800<D≤1250	45×12	M10
160<b≤400	35×8	M8	1250<D≤1600	50×15	
400<b≤500	35×10		1600<D≤2000	60×18	
500<b≤800	40×10	M10	b>2000	按设计	

有机、无机玻璃钢风管法兰规格 (mm) 表 1.7.11-13

风管直径 D 或风管边长 b	法兰规格 (宽×厚)	连接螺栓
$D (b) \leq 400$	30×4	M8
$400 < D (b) \leq 1000$	40×6	
$1000 < D (b) \leq 2000$	50×8	M10

2) 采用套管连接时, 套管厚度不得小于风管道材厚度。

检查数量: 按加工批数量抽查 5%, 不得少于 5 件。

检查方法: 尺量、观察检查。

(8) 复合材料风管采用法兰连接时, 法兰与风管板材的连接应可靠, 其绝热层不得外露, 不得采用降低板材强度和绝热性能的连接方法。

检查数量: 按加工批数量抽查 5%, 不得少于 5 件。

检查方法: 尺量、观察检查。

(9) 砖、混凝土风道的变形缝, 应符合设计要求, 不应渗水和漏风。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察检查。

(10) 金属风管的加固应符合下列规定:

1) 圆形风管 (不包括螺旋风管) 直径大于或等于 800 mm, 且其管段长度大于 1250 mm 或总表面积大于 4m^2 均应采取加固措施。

2) 矩形风管边长大于 630 mm、保温平风管边长大于 800 mm, 管段长度大于 1250 mm 或低压风管单边平面积大于 1.2m^2 , 中、高压风管大于 1.0m^2 , 均应采取加固措施。

3) 非规则椭圆风管的加固, 应参照矩形风管执行。

检查数量: 按加工批抽查 5%, 不得少于 5 件。

检查方法: 尺量、观察检查。

(11) 非金属风管的加固, 除应符合本节第 (10) 条的规定外, 还应符合下列规定:

1) 硬聚氯乙烯风管的直径或边长大于 500 mm 时, 其风管与法兰的连接处应设加强板, 且间距不得大于 450 mm;

2) 有机及无机玻璃钢风管的加固, 应为本体材料或防腐性能相同的材料, 并与风管成一体。

检查数量: 按加工批抽查 5%, 不得少于 5 件。

检查方法: 尺量、观察检查。

(12) 矩形风管弯管制作, 一般应采用曲率半径为一个平面边长的内外同心弧形弯管。当采用其他形式的弯管, 平面边长大于 500mm 时, 必须设置弯管导流片。

检查数量: 其他形式的弯管抽查 20%, 不得少于 2 件。

检查方法：观察检查。

(13) 净化空调系统风管还应符合下列规定：

1) 矩形风管边长小于或等于 900 mm 时，底面板不应有拼接缝；大于 900 mm 时不应有横向拼接缝。

2) 风管所用的螺栓、螺母、垫圈和铆钉均应采用与管材性能相匹配、不会产生电化学腐蚀的材料，或采取镀锌或其他防腐措施，并不得采用抽芯铆钉。

3) 不应在风管内设加固框及加固筋，风管无法兰连接不得使用 S 形插条、直角形插条及立联合角形插条等形式。

4) 空气洁净度等级为 1~5 级的净化空调系统风管不得采用按扣式咬口。

5) 风管的清洗不得用对人体和材质有危害的清洁剂。

6) 镀锌钢板风管不得有镀锌损坏的现象，如表面大面积白花、镀层粉化等。

检查数量：按风管数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：查阅材料质量合格证明文件 and 观察检查，白绸布擦拭。

1. 7. 2 一般项目

(1) 金属风管的制作应符合下列规定：

1) 圆形弯管的曲率半径（以中心线计）和最少分节数量应符合表 1. 7. 2-1 的规定。圆形弯管的弯曲角度及圆形三通、四通支管与总管夹角的制作偏差不应大于 3°。

圆形弯管曲率半径和最少节数表 1. 7. 2-1

弯曲直径 D (mm)	曲率半径 R	弯管角度和最少节数							
		90°		60°		45°		30°	
		中节	端节	中节	端节	中节	端节	中节	端节
80~220	≥1.5D	2	2	1	2	1	2	—	2
220~450	D~1.5D	3	2	2	2	1	2	—	2
450~800	D~1.5D	4	2	2	2	1	2	1	2
800~1400	D	5	2	3	2	2	2	1	2
1400~2000	D	8	2	5	2	3	2	2	2

2) 风管与配件的咬口缝应紧密、宽度应一致；折角应平直，圆弧应均匀；两端面平行。风管无明显扭曲与翘角；表面应平整，凹凸不大于 10 mm。

3) 风管外径或外边长的允许偏差：当小于或等于 300 mm 时，为 2 mm；当大于 300 mm 时，为 3 mm。管口平面度的允许偏差为 2mm，矩形风管两条对角线长度之差不应大于 3mm；圆形法兰任意正交两直径之差不应大于 2mm。

4) 焊接风管的焊缝应平整，不应有裂缝、凸瘤、穿透的夹渣、气孔及其他缺陷等，焊接后板材的变形应矫正，并将焊渣及飞溅物清除干净。

检查数量：按制作数量抽查 10%，不得少于 5 件；净化空调工程按制作数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，尺量、观察检查。

(2) 金属法兰连接风管的制作应符合下列规定：

1) 风管法兰的焊缝应熔合良好、饱满，无假焊和孔洞；法兰平面度的允许偏差为 2 mm，同一批量加工的相同规格法兰的螺孔排列应一致，并具有互换性。

2) 风管与法兰铆接应牢固、不应有脱铆和漏铆现象；翻边应平整、紧贴法兰，其宽度应一致，且不应小于 6mm；咬缝与四角处不应有开裂与孔洞。

3) 风管与法兰采用焊接连接时，风管端面不得高于法兰接

口平面。除尘系统的风管，宜采用内侧满焊、外侧间断焊形式，风管端面距法兰接口平面不应小于 5 mm。

当风管法兰采用点焊固定连接时，焊点应融合良好，间距不应大于 100mm；法兰与风管应紧贴，不应有穿透的缝隙和洞。

4) 不锈钢板或铝板风管的法兰采用碳素钢时，其规格应符合本节第(6)条有关规定，并应根据设计要求作防腐处理；铆钉应采用与风管材质相同或不产生电化学腐蚀的材料。

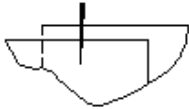
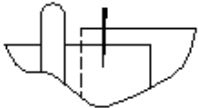
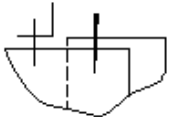
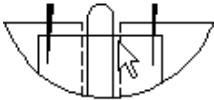
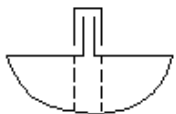
检查数量：按制作数量抽查 10%，不得少于 5 件；净化空调工程按制作数量抽查 20%，不得少于 5 件。

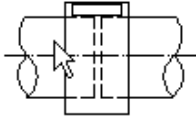
检查方法：查验测试记录，进行装配试验，尺量、观察检查。

(3) 无法兰连接风管的制作还应符合下列规定：

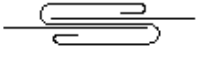
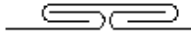

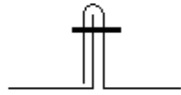
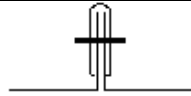
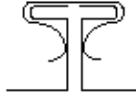


1) 无法兰连接风管的接口及连接件，应符合表 1. 7. 2—2、表 17. 2—3 的要求。圆形风管的芯管连接应符合表 1. 7. 2—4 的要求。


圆形风管无法兰连接形式 表 1.7.2-2

无法兰连接形式		附件板厚 (mm)	接口要求	使用范围
承插连接		—	插入深度≥30mm 有密封要求	低压风管 直径<700mm
带加强筋承插		—	插入深度≥20mm 有密封要求	中、低压风管
角钢加固承插			插入深度≥20mm 有密封要求	中、低压风管
芯管连接		≥管板厚	插入深度≥20mm 有密封要求	中、低压风管
立筋抱箍连接		≥管板厚	翻边与楞筋匹配一致，紧固严密	中、低压风管

抱箍连接		\geq 管板厚	对口尽量靠近不重叠, 抱箍应居中	中、低压风管宽度 $\geq 100\text{mm}$

矩形风管无法兰连接形式 表 1.7.2-3

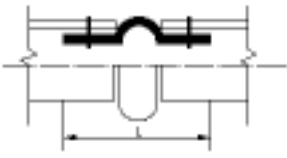
无法兰连接形式		附件板厚 (mm)	使用范围
S 形插条		≥ 0.7	低压风管 单独使用 连接必须有固定措施
C 形插条		≥ 0.7	中、低压风管
立插条		≥ 0.7	中、低压风管
立咬口		≥ 0.7	中、低压风管
包边立咬口		≥ 0.7	中、低压风管
薄钢板法兰插条		≥ 1.0	中、低压风管
薄钢板法兰弹簧夹		≥ 1.0	中、低压风管
直角形平插条		≥ 0.7	低压风管

插条			
立联合角形插条		≥ 0.8	低压风管

注：薄钢板法兰风管也可采用铆接法兰条连接的方法。

圆形风管的芯管连接 表 1.7.2-4

风管直径 D (mm)	芯管长度 L (mm)	自攻螺栓或抽芯 铆钉数量 (个)	外径允许偏差 (mm)	
			圆管	芯管
120	120	3×2	-1~0	-3~-4
300	160	4×2		
400	200	4×2	-2~0	-4~0
700	200	6×2		
900	200	8×2		
1000	200	8×2		



2) 薄钢板法兰矩形风管的接口及附件，其尺寸应正确，形状应规则，接口处应严密；

薄钢板法兰的折边（或法兰条）应平直，弯曲度不应大于 5/1000；弹性插条或弹簧夹应与薄钢板法兰相匹配；角件与风管薄钢板法兰四周接口的固定位置应稳固，端面应平整，相连处不应有缝隙大于 2mm 的连续穿透缝。

3) 采用 C、S 形插条连接的矩形风管，其边长不应大于 630mm，插条与风管加工插口的宽度应匹配一致，其允许偏差为 2mm，连接应平整、严密，插条两端压倒长度不应小于 20mm。

4) 采用立咬口、包边立咬口的矩形风管，其立筋的高度应大于或等于同规格风管的角钢法兰宽度。同一规格风管的立咬口、包边立咬口的高度应一致，折角应倾角、直线度允许偏差为 5 / 1000；咬口连接铆钉的间距不应大于 150mm，间距应均匀；立咬口四周连接处的铆固，应紧密、无孔洞。

检查数量：按制作数量抽查 10%，不得少于 5 件；净化空调工程按制作数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，尺量、观察检查。

(4) 风管的加固应符合下列规定：

1) 风管的加固可采用楞筋、立筋、角钢（内、外加固）、扁钢、加固筋和管内支撑等形式，如图 1.7.2-1；

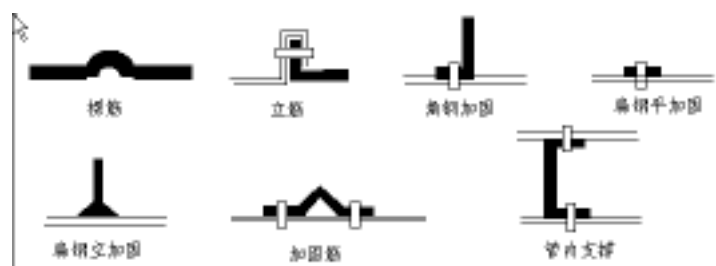


图 1. 7. 2—1 风管加固形式

2) 楞筋和楞线的加固，排列应规则，间隔应均匀，板面不应有明显的变形；

3) 角钢、加固筋的加固，应排列整齐、均匀对称，其高度应小于或等于风管的法兰宽度。角钢、加固筋与风管的铆接应牢固、间距应均匀，不应大于 220 mm；两相交处应连接为一体；

4) 管内支撑与风管的固定应牢固，各支撑点之间或与风管的边沿或法兰的间距应均匀，不应大于 950 mm；

5) 中压和高压系统风管的管段，其长度大于 1250 mm 时，还应有加固框补强。高压系统金属风管的单咬口缝，还应有防止咬口胀裂的加固或补强措施。

检查数量：按制作数量抽查 10%，净化空调工程按制作数量抽查 20%，均不得少于 5 件。

检查方法：查验测试记录，进行装配试验，观察、尺量检查。

(5) 硬聚氯乙烯风管除应执行本节标准 1. 7. 2 中第 (1) 条第 1)、3) 款和 1. 7. 2 中第 (2) 条第 1) 款外，还应符合下列规定：

(1) 风管的两端面平行，无明显扭曲，外径或外边长的允许偏差为 2 mm；表面平整，圆弧均匀，凹凸不应大于 5 mm；

2) 焊缝的坡口形式和角度应符合表 1. 7. 2—5 的规定；

3) 焊缝应饱满，焊条排列应整齐，无焦黄、断裂现象；

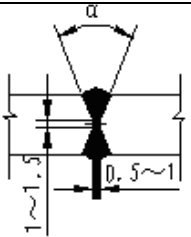
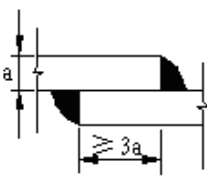
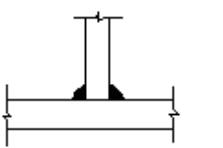
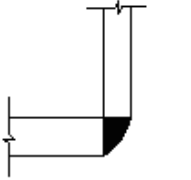
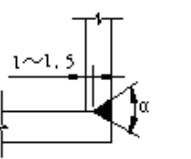
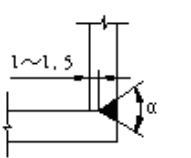
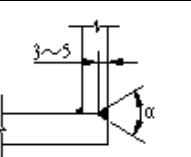
4) 用于洁净室时，还应按本节标准 1. 7. 2 中第 (11) 条的有关规定执行。

焊接形式及坡口 1.7.2-5

焊接形式	焊缝名称	图形	焊缝高度 (mm)	材料厚度 (mm)	焊缝张角 α (°)
对接焊缝	V 形单面焊		2~3	3~5	70~90

续表

焊接形式	焊缝名称	图形	焊缝高度 (mm)	材料厚度 (mm)	焊缝张角 α (°)
	V 形双面焊		2~3	5~8	70~90

对接焊接	X形双面焊		2~3	≥ 8	70~90
搭接焊缝	搭接焊		\geq 最小板厚	3~5	—
填角焊缝	填角焊无坡角		\geq 最小板厚	6~18	—
	填角焊无坡角		\geq 最小板厚	≥ 3	—
对角焊缝	V形对角焊		\geq 最小板厚	3~5	70~90
	V形对角焊		\geq 最小板厚	5~8	70~90
	V形对角焊		\geq 最小板厚	6~15	70~90

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(6) 有机玻璃钢风管除执行本节标准 1. 7. 2 中第(1)条第 1) ~3) 款和 1. 7. 2 中第 (2) 条第 1) 款外，还应符合下列规定：

1) 风管不应有明显扭曲，内表面应平整光滑，外表面应整齐美观，厚度应均匀，且边缘无毛刺，并无气泡及分层现象；

2) 风管的外径或外边长尺寸的允许偏差为 3mm，圆形风管的任意正交两直径之差不应大于 5 mm，矩形风管的兩对角线之差不应大于 5 mm；

3) 法兰应与风管成一整体，并应有过渡圆弧，并与风管轴

线成直角，管口平面度的允许偏差为 3mm，螺孔的排列应均匀，至管壁的距离应一致，允许偏差为 2mm；

4) 矩形风管的边长大于 900 mm，且管段长度大于 1250 mm 时，应加固。加固筋的分布应均匀、整齐。

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(7) 无机玻璃钢风管除执行本节标准 1. 7. 2 中第 (1) 条第 1) ~3) 款和 1. 7. 2 中第 (2) 条第 1) 款外，还应符合下列规定；

1) 风管的表面应光洁、无裂纹、无明显泛霜和分层现象；

2) 风管的外形尺寸的允许偏差应符合表 1. 7. 2—6 的规定；

直径或大边长	矩形风管外表平面度	矩形风风管口对角线之差	法兰平面度	圆形风管两直径之差
≤300	≤3	≤3	≤2	≤3
301~500	≤3	≤4	≤2	≤3
501~1000	≤4	≤5	≤2	≤4
1001~2000	≤4	≤6	≤3	≤5
1501~2000	≤5	≤7	≤3	≤5
>2000	≤6	≤8	≤3	≤5

3) 风管法兰的规定与有机玻璃钢法兰相同。

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(8) 砖、混凝土风道内表面水泥砂浆应抹平整、无裂缝，不渗水。

检查数量：按风道总数抽查 10%，不得少于 1 段。

检查方法：观察检查。

(9) 双面铝箔绝热板风管除应执行本节标准 1. 7. 2 中第 (1) 条第 2)、3) 款和 1. 7. 2 中第 (2) 条第 2) 款外，还应符合下列规定：

1) 板材拼接宜采用专用的连接构件，连接后板面平面度的允许偏差为 5 mm；

2) 风管的折角应平直，拼缝粘接应牢固、平整，风管的粘结材料宜为难燃材料；

3) 风管采用法兰连接时，其连接应牢固，法兰平面度的允许偏差为 2mm；

4) 风管的加固，应根据系统工作压力及产品技术标准的规定执行。

检查数量：按风管总数抽查 10%，法兰数抽查 5%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(10) 铝箔玻璃纤维板风管除应执行本节标准 1. 7. 2 中第 (1) 条第 2)、3) 款和 1. 7. 2 中第 (2) 条第 2) 款外，还应符合下列规定：

1) 玻璃纤维板材应干燥、平整；板外表面的铝箔隔气保护层应与内层玻璃纤维材料粘合牢固；内表面应有防纤维脱落的保护层，并应对人体无危害。

2) 当风管连接采用插入接口形式时，接缝处的粘接应严密、牢固，外表面铝箔胶带密封的每一边粘贴宽度不应小于 25 mm，并应有辅助的连接固定措施。当风管的连接采用法兰形式时，法兰与风管的连接应牢固，并能防止板材纤维逸出和冷桥。

3) 风管表面应平整、两端面平行，无明显凹穴、变形、起

泡，铝箔无破损等。

4) 风管的加固，应根据系统工作压力及产品技术标准的规定执行。

检查数量：按风管总数抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(11) 净化空调系统风管还应符合以下规定：

1) 现场应保持清洁，存放时应避免积尘和受潮。风管的咬口缝、折边和铆接等处有损坏时，应作防腐处理；

2) 风管法兰铆钉孔的间距，当系统洁净度的等级为 1~5 级时，不应大于 65mm；为 6~9 级时，不应大于 100mm；

3) 静压箱本体、箱内固定高效过滤器的框架及固定件应做镀锌、镀镍等防腐处理；

4) 制作完成的风管，应进行第二次清洗，经检查达到清洁要求后应及时封口。

检查方法：观察检查，查阅风管清洗记录，用白绸布擦拭。

检查数量：按风管总数抽查 20%，法兰数抽查 10%，不得少于 5 件。

1.8 成品保护

(1) 成品、半成品加工成型后，按照系统、规格和编号存放宽敞、避雨、避雪的仓库或棚中，码放在干燥隔潮的木头垫上，避免相互碰撞造成表面相仿。要保持所有产品率而的水滑洁净。

(2) 不锈钢板风管、铝板风管的表面不得有划伤、刻痕等缺陷。严禁不锈钢板风管与其他金属接触。

(3) 运输装卸时，应轻拿轻放，风管较多或高出车身的部分要绑扎牢固，避免来回碰撞，损伤风管。

(4) 玻璃钢风管在运输时不得碰撞摔损。成品存放地要平整并有遮阳防雨措施。码放时总高度不得超过 3m，上面不得堆放重物。

(5) 玻璃纤维风管应尽量减少和其他物品的接触，尽量减少额外搬运。

(6) 玻璃纤维风管直管半成品可折叠打包后进行搬运，在送达现场后应立即打开。折叠 7 天后的风管需用对角支撑钢丝来恢复其原有的矩形形状。

(7) 玻璃纤维风管堆放在可能有大风的地方时，应采取防风措施。

(8) 洁净系统风管成品保护应符合以下要求：

1) 风管应在门窗齐全的密闭干净的环境中贮存。

2) 用清洗液将风管内表面的油膜、污物清洗干净干燥后，经检查合格，立即用塑料布及胶带封口。

1.9 安全环保措施

(1) 使用剪板机时，手严禁伸入机械压板空隙中。上刀架不准放置工具等物品，调整板料时，脚不能放在踏板上。使用固定振动剪两手要扶稳钢板，手离刀口不得小于 5cm，用力均匀适当。

(2) 咬口时，手指距滚轮护壳不小于 5cm，手柄不得放在咬口机轨道上，扶稳板料。

(3) 折方时应互相配合并与折方机保持距离，以免被翻转的钢板和配重击伤。

(4) 操作卷圆机、压缝机，手不得直接推送工件。

(5) 操作前检查所有工具，特别是使用木、板金、大锤之前，应检查锤柄是否牢靠。打大锤时，严禁带手套，并注意四周人员和锤头起落范围有无障碍物。

(6) 电动机具应布置安装在室内或搭设的工棚内，防止雨雪的侵袭，使用剪板机床时，应检查机件是否灵活可靠，严禁用手摸刀片及压脚底面。如两人配合下料时更要互相协调；在取得一的情况下，才能按下开关。

(7) 使用型材切割机时，要先检查防护罩是否可靠，锯片运转是否正常。切割时，型材要量准、固定后再将锯片下压切割，用力要均匀，适度。使用钻床时，不准带手套操作。

(8) 风管搬运，需根据管段的体积、重量，组织适当的劳动加工现场条件允许也可以用平板车运输。多人搬运风管用力要一致，轻拿轻放，堆放整齐。

(9) 玻璃钢风管制作场地比较潮湿，照明电线及动力电缆必须架空敷设或采取其他防潮措施。现场用电需专业电工接线，其他人员不得私自接线。

(10) 风管应在门窗齐全的密闭干净的环境中制作，在加工过程中应经常打扫，保持环境干净。

(11) 使用四氯化碳等有毒溶剂对铝板除油时，应注意在露天进行；若在室内，应开启门窗或采用机械通风。

(12) 玻璃钢风管、玻璃纤维风管制作过程均会产生粉尘或纤维飞扬，现场制作人员必须带口罩操作。

(13) 作业地点必须配备灭火器或其他灭火器材。

(14) 严格按项目施工组织设计用水、用电，避免超计划和浪费现象的发生，现场管线布置要合理，不得随意乱接乱用，设专人对现场的用水、用电进行管理。

(15) 当天施工结束后的剩余材料及工具应及时入库，不许随意放置。

(16) 施工时需要照明亮度大和噪声大的工作尽量安排在白天进行，减少夜间施工照明电能的消耗和对周围居民的影响。

(17) 制作工序中使用的胶黏剂应妥善存放，注意防火且不得直接在阳光下曝晒。失效的胶黏剂及空的胶黏剂容器不得随意抛弃或燃烧，应集中堆放处理。

(18) 玻璃钢风管的制作现场安排在建筑物内时，地面应铺设塑料布，避免浆料及原料污染地面，每天工作完成后，应打扫干净。

(19) 废料堆放地点应设置醒目标志，表明可回收废料及不可回收废料堆放区。

(20) 其他严格按照《建筑施工安全检查标准》(JGJ 59-99)执行。

1. 10 质量记录

1. 10. 1 质量记录

(1) 材料的产品合格证书、性能检测报告，进场检验记录和复验报告。

(2) 风管与配件制作检验批质量验收记录（金属风管）。

(3) 风管与配件制作检验批质量验收记录（非金属、复合材料风管）。

(4) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（送、排风系

统)。

(5) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(防、排烟系统)。

(6) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(除尘系统)。

(7) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(空调风系统)。

(8) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(净化系统)。

(9) 通风与空调分项工程的质量验收记录。

(10) 图纸会审记录。

(11) 设计变更明细表(附设计变更通知单)。

(12) 合格焊工登记表。

(13) 施工日记。

1.10.2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验收分离,强化验收,完善手段,过程控制”的原则,在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检,并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目,验收必须合格。

(3) 检验批的划分,应符合《建筑工程施工质量验收统一标准(GB 50300—2001)》的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大的措施,因此施工过程中应建立质量保证体系,加强过程控制管理。

2 风管部件与消声器制作工艺标准

2.1 总则

2.1.1 适用范围

本施工工艺标准适用于通风与空调工程中风口、风阀、排气罩等其他部件及消声器的加工制作或产成品质量的验收。

2.1.2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)。

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)。

2.2 术语

(1) 风管配件:风管系统中的弯管、三通、四通、各类变径及异形管、导流叶片和法兰等。

(2) 风管部件:通风、空调风管系统中的各类风口、阀门、排气罩、风帽、检查门和测定孔等。

(3) 检验批:按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的,由一定数量样本组成的检验体。

(4) 检验:对检验项目中的性能进行量测、检查、试验等,并将结果与标准规定要求进行比较,以确定每项性能是否合格所进行的活动。

(5) 交接检验:由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(6) 主控项目:建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(7) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(8) 抽样检验：按照规定的抽样方案，随机地从进场的材料、构配件、设备或建筑工程检验项目中，按检验批抽取一定数量的样本所进行的检验。

(9) 咬口：金属薄板边缘弯曲成一定形状，用于相互固定连接的构造。

2.3 基本规定

一般风量调节间按设计文件和风阀制作的要求进行验收，其他风阀按外购产品质量进行验收。

2.4 施工准备

2.4.1 技术准备

(1) 风管部件与消声器应按照设计要求进行制作。

(2) 专业技术人员对施工人员应进行质量、职业健康安全、环境交底，并形成交底记录。

(3) 施工人员应按照经审查的大样图、系统图进行制作。

(4) 所制成品的土要技术参数应符合国家及相关行业标准

2.4.2 材料要求

(1) 风管部件与消声器的材质、厚度、规格、型号、应严格按照设计要求及相关标准选用,并应具有出厂合格证明书或质量鉴定文件。

(2) 风管部件与消声器制作材料，应进行外观检查，各种板材表面应平整，厚度均匀，无明显伤痕，并不得有裂纹、锈蚀等质量缺陷，型材应等型、均匀、无裂纹及严重锈蚀等情况。

(3) 其他材料不能因其本身缺陷而影响或降低产品的质量或使用效果。

(4) 防爆系统的部件必须严格按照设计要求制作，所用的材料严禁代用。

(5) 消声器所选用的材料应符合设计规定及相关的防火、防腐、防潮和卫生标准的要求。

(6) 柔性短管应选用防腐、防潮、不透气、不易霉变的材料。防排烟系统的柔性短管的制作材料必须为不燃材料，空气洁净系统的柔性短管应是内壁光滑、不产生尘的材料。

(7) 防火阀所选用的零（配）件必须符合有关消防产品标准的规定。

2.4.3 主要机具

施工机具：电焊机、氩弧焊机、砂轮切割机、焊条烘干箱、卷板机、单平咬口机、台钻、折方机、法兰冲剪机、联合冲剪机、车床、角向磨光机、压筋机、电气焊工具、焊条保温桶、台虎钳、钢锯等。

测量检验工具：游标卡尺、钢直尺、钢卷尺、游标万能角度尺、内卡钳等。

2.4.4 作业条件

(1) 作业场地应满足加工工艺的要求，具备相应的电源、水源、安全防护设施及防雨雪措施，并配备相应的消防器材。

(2) 作业地点不宜远离安装现场，避免造成多次倒运。

(3) 制作地点至安装现场之间的道路应畅通，能保证机械

设备、材料及半成品部件运输方便。

(4) 焊接、油漆喷涂作业场所应有良好的通排风措施。

2.5 材料和质量要点

2.5.1 材料关键要求

(1) 制作风口、风阀、消声器及其他部件所选用钢板或铝材的弧度\规格应符合设计和有关规范的要求。

(2) 消声器的吸声材料应按照设计要求和有关产品标准进行选用,吸声材料的材质、密度、吸湿率及防火性能应达到设计使用要求。

(3) 消声器微穿孔板的穿孔孔径和穿孔率必须符合设计图纸的要求。穿孔孔径的大小一致,分布要均匀。

2.5.2 技术关键要求

风管部件及消声器制作前应编制详细的加工清单,标明制作风口、风阀、消声器及其他部件的规格、加工数量、质量要求以及其他的特殊工艺要求等。

(2) 施工时所需要的标准图集、设计院院标及相关的参考资料应准备齐全。

(3) 对于加工数量较大的部件或消声器应事先制作模具,进行集中加工,以提高工作效率和产品质量。

2.5.3 质量关键要求

(1) 加强原材料的进场检验工作,杜绝因原材料的质量问题而影响风管部件及消声器的成品制作质量。

(2) 制作完的消声器外壳应牢固、严密不添风,消声材料铺设均匀、固定牢固无下沉、穿孔板安装应平整。

(3) 成品风口外形尺寸应准确、叶片分布均匀、无松动;风向自带的调节机构应活络、无卡涩。

(4) 风管部件及消声器的油漆外观色泽应均匀,无漏涂、起皮或脱落等现象。

2.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 参加施工人员应坚守岗位,严禁酒后操作。

(2) 机械操作人员应身体健康,并经专业培训合格,持证上岗。初学人员不得单独进行机械操作。

(3) 使用电动工机具时,应按照机具的使用说明进行操作,防止因操作不当造成人员或机具的损害。

2.5.5 环境关键要求

(1) 不得在施工现场焚烧施工和生活垃圾,避免产生人为的空气污染。

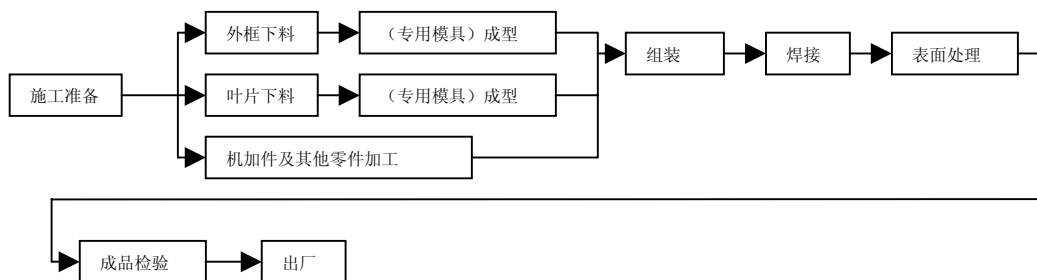
(2) 施工时需要照明亮度大和产生噪声大的工作尽量安排在白天进行,减少夜间施工对周围居民的影响。

(3) 施工时产生的边角余料和垃圾应集中到指定地点堆放,并定期和不定期进行清理。

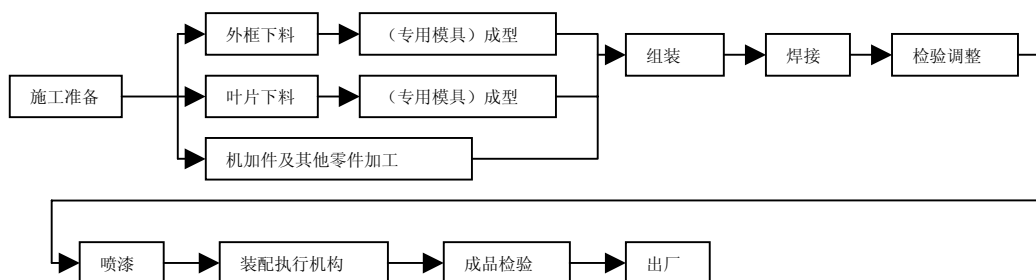
2.6 施工工艺

2.6.1 工艺流程

(1) 风口工艺流程:



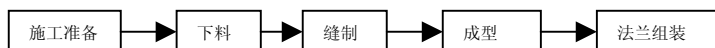
(2) 风阀制作工艺流程:



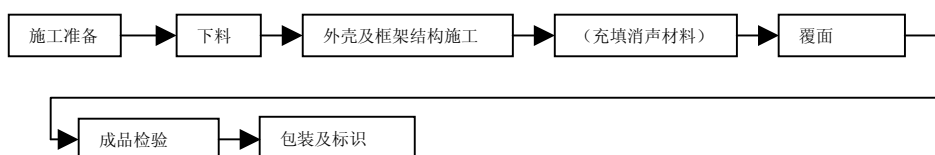
(3) 罩类及风帽制作工艺流程:



(4) 柔性短管制作工艺流程



(5) 消声器制作工艺流程:



2.6.2 操作工艺

2.6.2.1 风口制作

(1) 下料、成型:

- 1) 风口的部件下料及成型应使用专用模具完成。
- 2) 铝制风口所需材料应为型材，其下料成型除应使用专用模具外，还应配备有专用的铝材切割机具。

(2) 组装:

- 1) 风口的部件成型后组装，应有专用的工艺装备，以保证产品质量。产品组装后，应进行检验。
- 2) 风口外表装饰面应平整光滑，采用板材制作的风口外表装饰面拼接的缝隙，应小于或等于 0.2mm，采用铝型材制作应小于或等于 0.15 mm。
- 3) 风口边长、对角线的允许偏差应符合表 2.7.2 之规定。
- 4) 风口的转动、调节部分应灵活、可靠，定位后应无松动现象。手动式风口叶片与边框铆接应松紧适当。

5) 插板式及活动蓖板式风口, 其插板、蓖板应平整, 边缘应光滑, 启闭应灵活。组装后应能达到完全开启和闭合的要求。

6) 百叶风口的叶片间距应均匀, 其叶片间距允许偏差为 $\pm 1.0 \text{ mm}$, 两端轴应同心。叶片中心线直线度允许偏差为 $3/1000$; 叶片平行度允许偏差为 $4/1000$ 。叶片应平直, 与边框无碰擦。

7) 散流器的扩散环和调节环应同轴, 轴向间距分布应匀称。

8) 孔板式风口的孔口不得有毛刺, 孔径和孔距应符合设计要求。

9) 旋转式风口, 转动应轻便灵活, 接口处不应有明显漏风, 叶片角度调节范围应符合设计要求。

10) 球形风口内外球面间的配合应转动自如、定位后无松动。风量调节片应能有效地调节风量。

11) 风口活动部分, 如轴、轴套的配合等, 应松紧适宜, 并应在装配完成后加注润滑油。

12) 如风口尺寸较大, 应在适当部位对叶片及外框采取加固补强措施。

(3) 焊接:

1) 钢制风口组装后的焊接可根据不同材料, 选择气焊或电焊的焊接方式。铝制风口应采用氩弧焊接。

2) 焊接均应在非装饰面处进行, 不得对装饰面外观产生不良影响。

3) 焊接完成后, 应对风口进行二次调整。

(4) 表面处理:

1) 风口的表面处理, 应满足设计及使用要求, 可根据不同材料选择如喷漆、喷塑、烤漆、氧化等方式。

2) 油漆的品种及喷涂道数应符合设计文件和相关规范的规定。

2.6.2.2 风阀制作

(1) 下料、成型:

外框及叶片下料应使用机械完成, 成型应尽量采用专用模具。

(2) 零部件加工:

风阀内的转动部件应采用耐磨耐腐蚀材料制作, 以防锈蚀。

(3) 焊接组装:

1) 外框焊接可 adopt 电焊或气焊方式, 并应控制焊接变形。

2) 风阀组装应按照规定的程序进行, 阀门的结构应牢固, 调节应灵活、定位应准确、可靠, 并应标明风阀的启闭方向及调节角度。

3) 多叶风阀的叶片间距应均匀, 关闭时应相互贴合, 搭接应一致, 大截面的多叶调节风阀应提高叶片与轴的刚度; 并宜实施分组调节。

4) 止回阀阀轴必须灵活, 阀板关闭严密, 转动轴采用不易腐蚀的材料制作。

5) 防火阀制作所用钢材厚度不应小于 2 mm , 转动部件应转动灵活。易熔件应为批准的并检验合格的正规产品, 其熔点温度 $+0$ 的允许偏差为 -2°C 。

(4) 风阀组装完成后应进行调整和检验, 并根据要求进行防的处理

(5) 若风阀尺寸过大, 可将其分格成若干个小规格的阀门

(6) 防火阀在阀体制作完成后要加装执行机构, 并逐台进行检验阀板的关闭是否灵活和严密。

2.6.2.3 罩类制作

(1) 下料:

根据不同的罩类形式放样后下料, 并尽量采用机械加工。

(2) 成型、组装:

1) 罩类部件的组装根据所用材料及使用要求, 可采用咬接、焊接等方式, 其方法及要求详见风管制作部分 (见具体条目)。

2) 用于排出蒸汽或其他潮湿气体的伞形罩, 应在罩口内边采取排除凝结液体的措施。

3) 如有要求, 在罩类中还应加调节阀、自动报警、自动灭火、过滤、集油装置及设备。

2.6.2.4 柔性短管制作

(1) 柔性短管制作可选用人造革、帆布、树脂玻璃布、软橡胶板、增强石棉布等材料。

(2) 柔性短管的长度一般为 150~300 mm, 不宜作为变径管; 设于结构变形缝的柔性短管, 其长度直为变形缝的宽度加 100mm 及以上。

(3) 下料后缝制可采用机械或手工方式, 但必须保证严密牢固。

(4) 如需防潮, 帆布柔性短管可刷帆布漆。

(5) 柔性短管与法兰组装可采用钢板压条的方式, 通过铆接使二者联合起来。

(6) 柔性短管不得出现扭曲现象, 两侧法兰应平行。

2.6.2.5 风帽制作

(1) 风帽主要可分为: 伞形风帽、锥形风帽和筒形风帽三种。伞形风帽可按圆锥形展开下料, 咬口或焊接制成。

(2) 筒形风帽的圆筒, 当风帽规格较小时, 帽的两端可翻边卷钢丝加固, 风帽规格较大时, 可用扁钢或角钢做箍进行加固。

(3) 扩散管可按圆形大小头加工, 一端用翻边卷钢丝加固, 一端铆上法兰, 以便与风管连接。

(4) 风帽的支撑一般应用扁钢制成, 用以连接扩散管、外筒和伞形帽。

2.6.2.6 消声器制作

(1) 下料:

根据不同的消声器形式放样后下料, 并尽量采用机械加工。

(2) 外壳及框架结构施工:

1) 消声器外壳根据所用材料及使用要求, 应采用咬接、焊接等方式, 其方法及要求详见本标准第 4 章有关内容。

2) 消声器框架无论用何种材料, 必须固定牢固。有方向性的消声器还需装上导流板。

3) 对于金属穿孔板, 穿孔的孔径和穿孔率应符合设计及相关技术件的要求。穿孔板孔口的毛刺应挫平, 避免将覆面积布划破。

4) 消声片单体安装时, 应有规则的排列, 应保持片距的正确, 上下两端应装有固定消声片的框架, 框架应固定牢固, 不得松动。

(3) 充填材料:

消声材料的填充应按设计及相关技术文件规定的单位密度均匀进行敷设, 需粘贴的应按规定的厚度粘贴牢固, 拼缝密实, 表平整。

(4) 覆面:

消声材料的填充后应按设计及相关技术文件要求采用透气的覆面材料覆盖,覆面材料拼接应顺气流方向、拼缝密实、表面平整、拉紧、不应有凹凸不平。

(5) 成品检验:

1) 消声器制作尺寸应准确,连接应牢固,其外壳不应有锐边。

2) 消声器制作完成后,应通过专业检测,其性能应能满足以及相关技术文件规定的要求。

(6) 包装及标识:

1) 检验合格后,应出具检验合格证明文件。

2) 有规格、型号、尺寸、方向的标识。

3) 包装应符合成品保护的要求。

2.7 质量标准

2.7.1 主控项目

(1) 手动单叶片或多叶片调节风阀的手轮或手柄,应以顺时针方向转动为关闭,其调节范围及开启角度指示应与叶片开启角度相一致。用于除尘系统间歇工作点的风阀,关闭时应能密封。

检查数量:按批抽查 10%,不得少于 1 个。

检查方法:手动操作、观察检查。

(2) 电动、气动调节风阀的驱动装置,动作应可靠,在最大工作压力下工作正常。

检查数量:按批抽查 10%,不得少于 1 个。

检查方法:核对产品的合格证明文件、性能检测报告、观察或测试。

(3) 防火阀和排烟阀(排烟口)必须符合有关消防产品标准的规定,并且有相应的产品合格证明文件。

检查数量:按批抽查 10%,不得少于 2 个。

检查方法:核对产品的合格证明文件、性能检测报告。

(4) 防爆风阀的制作材料必须符合设计规定,不得自行替换。

检查数量:全数检查。

检查方法:核对材料品种、规格,观察检查。

(5) 净化空调系统的风阀,其活动件、固定件以及紧固件均应采取镀锌或作其他防腐处理(如喷塑或烤漆);阀体与外界相通的缝隙处,应有可靠的密封措施。

检查数量:按批抽查 10%,不得少于 1 个。

检查方法:核对产品的材料,手动操作、观察。

(6) 工作压力大于 1000Pa 的调节风阀,生产厂应提供(在 1.5 倍工作压力下能自由开关)强度测试合格证书(或试验报告)。

检查数量:按批抽查 10%,不得少于 1 个。

检查方法:核对产品的合格证明文件、性能检测报告。

(7) 防排烟系统柔性短管的制作材料必须为不燃材料。

检查数量:全数检查。

检查方法:核对材料品种的合格证明文件。

(8) 消声弯管的平面边长大于 800 mm 时,应加设吸声导流片,消声器的直接迎风面的布质覆面层应有保护措施,净化空调系统消声器内的覆面应为不易产尘的材料。

检查数量:全数检查。

检查方法：观察检查、核对产品的合格证明文件。

2. 7. 2 一般项目

(1) 手动单叶片或多叶片调节间应符合下列规定：

1) 结构应牢固，启闭应灵活，法兰应与相应材质风管相一致。

2) 叶片的搭接应贴合一致，与间体缝隙应小于 2mm。

3) 截面积大于 1.2m^2 的风阀应实施分组调节。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：手动操作，尺量、观察检查。

(2) 止回风阀应符合下列规定：

1) 启闭灵活、关闭时应严密。

2) 阀叶的转轴、铰链应采用不易锈蚀的材料制作，保证转动灵活、耐用。

3) 阀片的强度应保证在最大负荷压力下不弯曲变形。

4) 水平安装的止回风阀应有可靠的平衡调节机构。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：观察、尺量、手动操作试验与核对产品的合格证明文件。

(3) 插板风阀应符合下列规定：

1) 壳体应严密，内壁应作防腐处理。

2) 插板应平整，启闭灵活，并有可靠的定位固定装置。

3) 斜插板风阀的上下接管应成一直线。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：手动操作、尺量、观察检查。

(4) 三通调节风阀应符合下列规定：

1) 拉杆或手柄的转轴与风管的结合处应严密。

2) 拉杆可在任意位置固定，手柄开关应标明调节的角度。

3) 阀板调节方便，并不与风管相碰擦。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：观察、尺量，手动操作试验。

(5) 风量平衡阀应符合产品技术文件的规定。

检查数量：按类别、批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：观察、尺量、核对产品的合格证明文件。

(6) 风罩的制作应符合下列规定：

1) 尺寸正确，连接牢固，形状规则，表面平整光滑，其外壳不应有尖锐边角。

2) 槽边侧吸罩、条缝抽风罩尺寸应正确，转角处弧度均匀，形状规则，吸入口平整，罩口加强板分隔间距应一致。

3) 厨房锅灶排烟罩应采用不易锈蚀材料制作，其下部集水槽应严密不漏水，并坡向排放口，罩内油烟过滤器应便于拆卸和清洗。

检查数量：按批抽查 10%，不得少于 1 个。

检查方法：尺量、观察检查。

(7) 风帽的制作应符合下列规定：

1) 尺寸应正确，结构牢靠，风帽接管尺寸的允许偏差同风管的规定一致。

2) 伞形风帽伞盖的边缘应有加固措施，支撑高度尺寸应一致。

3) 锥形风帽内外锥体的中心应同心，锥体组合的连接缝应顺水、下部排水应畅通。

4) 筒形风帽的形状应规则, 外筒体的上下沿口应加固, 其不圆度不应大于直径的 2%, 伞盖边缘与外筒体的距离应一致, 挡风圈的位置应正确。

5) 三叉形风帽三个支管的夹角应一致, 与主管的连接应严密。主管与支管的锥度应为 3°~4°。

检查数量: 按批抽查 10%, 不得少于 1 个。

检查方法: 尺量、观察检查。

(8) 矩形弯管导流叶片的迎风侧边缘应圆滑, 固定应牢固。导流片的弧度应与弯管的角度相一致。导流片的分布应符合设计规定。当导流叶片的长度超过 1250mm 时, 应有加强措施。

检查数量: 按批抽查 10%, 不得少于 1 个。

检查方法: 核对材料、尺量、观察检查。

(9) 柔性短管应符合下列规定:

1) 应选用防腐、防潮、不透气、不易霉变的柔性材料。用于空调系统的应采取防止结露的措施。用于净化空调系统的还应是内壁光滑、不易产生尘埃的材料。

2) 柔性短管的长度, 一般宜为 150~300mm, 其连接处应严密, 牢固、可靠。

3) 柔性短管不宜作为找正找平的异径连接管。

4) 设于结构变形缝的柔性短管, 其长度宜为变形缝的宽度加 100mm 及以上。

检查数量: 按批抽查 10%, 不得少于 1 个。

检查方法: 尺量、观察检查。

(10) 消声器的制作应符合下列规定:

1) 所选用的材料应符合设计的规定, 如防火、防腐、防潮和卫生性能等要求。

2) 外壳应牢固、严密, 其漏风量应符合 1. 7. 1 中第 (5) 条的规定。

3) 充填的消声材料, 应按规定的密度均匀铺设, 并应有防止下沉的措施。消声材料的覆面层不得破损, 搭接应顺气流, 且应拉紧, 界面无毛边。

4) 隔板与壁板结合处应紧贴, 严密, 穿孔板应平整, 无毛刺, 其孔径和穿孔率应符合设计要求。

检查数量: 按批抽查 10%, 不得少于 1 个。

检查方法: 尺量、观察检查、核对材料合格的证明文件。

(11) 检查门应平整、启闭灵活、关闭严密, 与风管或空气处理室的连接处应采取密封措施, 无明显渗漏。

净化空调系统风管检查门的密封垫料, 宜采用成型密封胶带或软橡胶条制作。

检查数量: 按批抽查 20%, 不得少于 1 个。

检查方法: 观察检查。

(12) 风口的验收, 规格以颈部外径与外边长为准, 其尺寸的允许偏差应符合表 2. 7. 2 的规定。风口的外表装饰面应平整, 叶片或扩散环的分布应匀称, 颜色应一致, 无明显的划伤和压痕, 调节装置转动应灵活、可靠, 定位后无明显自由松动。

风口尺寸允许偏差 (mm) 表 2. 7. 2

圆 形 风 口			
直径	≤250		>250
允许偏差	-2~0		-3~0
矩 形 风 口			
边长	<300	300~800	>800

允许偏差	-1~0	-2~0	-3~0
对角线长度	<300	300~500	>500
对角线长度之差	≤1	≤2	≤3

检查数量：按类别、批分别抽查 5%，不得少于 1 个，

检查方法：尺量、观察检查、核对材料合格的证明文件与手动操作检查。

2.8 成品保护

(1) 部件成品应存放在有防潮及防雨、雪措施的平整的场地上，并分类码放整齐。

(2) 风口成品应采取防护措施，保护装饰面不受损伤。

(3) 防火阀执行机构应加装保护罩，防止执行机构受损或丢失。

(4) 要注意对风阀执行机构的保护，保持螺母在拧紧状态。

(5) 在装卸、运输、安装、调试过程中，应注意成品的保护。

2.9 安全环保措施

(1) 使用电动工机具时，应按照机具的使用说明进行操作，防止因操作不当造成人员或机具的损害。

(2) 使用手锤、大锤，不准戴手套，锤柄、锤头上不得有油污，打大锤时甩转方向不得有人。

(3) 熔锡时，锡液不许着水，防止飞溅，盐酸要妥善保管。

(4) 使用剪板机，上刀架不准放置工具等物品。调整工件时，脚不得站在踏板上。剪切时，手禁止伸入压板空隙中。

(5) 使用剪板机剪切时，工件要压实。剪切窄小钢板，要用工具卡牢。调换校正刀具时，必须停机。

(6) 乙炔表、氧气表前必须有安全减压表，且乙炔气管上必须装设合格的阻火器，方可使用。

(7) 各类油漆和其他易燃、有毒材料，应存放在专用库房内，不得与其他材料混淆，挥发性材料应装入密闭容器内，妥善保管，并采取相应的消防措施。

(8) 使用煤油、汽油、松香水、丙酮等对人体有害的材料时，应配备相应的防护用品。

(9) 在室内或容器内喷涂，要保持通风良好，喷涂作业周围不准有火种，并采取相应的消防措施。

(10) 应制定与风管部件制作场地相关的环境管理规定。

(11) 根据制作场地的废弃物的管理要求，做好制作场地的日常清洁工作。

(12) 有毒有害废弃物应收集存放在指定的容器内，按规定进行处理。

2.10 质量记录

2.10.1 质量记录

(1) 材料的产品合格证书、性能检测报告，进场检验记录和复验报告。

(2) 风管部件与消声器制作检验批质量验收记录。

(3) 通风与空调分项工程的质量验收记录。

(4) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（送、排风系统）。

(5) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（防、排烟系统）。

(6) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（除尘系统）。

(7) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（空调系统）。

(8) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（净化系统）。

(9) 施工日记。

2. 10. 2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验收分离，强化验收，完善手段，过程控制”的原则，在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”，并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目，验收必须合格。

(3) 检验批的划分，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2001）的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施，因此施工过程应建立质量保证体系，加强过程控制管理。

3 风管系统安装施工工艺标准

3. 1 总则

3. 1. 1 适用范围

本施工工艺标准适用于通风与空调工程中的金属和非金属风管系统的安装。

3. 1. 2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB 50243—2002）

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2001）

3. 2 术语

1) 进场验收：对进入施工现场的材料、构配件、设备等按相关标准规定要求进行检验，对产品达到合格与否做出确认。

(2) 检验批：按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

(3) 交接检验：由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(4) 主控项目：建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(5) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(6) 观感质量：通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量。

(7) 系统风管允许漏风量：按风管系统类别所规定平均单位面积、单位时间内的最大允许漏风量。

(8) 漏光检测：用强光源对风管的咬口、接缝、法兰及其他连接处进行透光检查，确定孔洞、缝隙等渗漏部位及数量的方法。

3.3 基本规定

(1) 风管系统安装后, 必须进行严密性检验, 合格后方可交付下道工序。风管严密性检验以主、干管为主。在加工工艺得到保证的前提下, 低压风管系统可采用漏光法检测。

(2) 风管系统吊、支架采用膨胀螺栓等胀锚方法固定时, 必须符合其相应技术文件的规定。

(3) 风管及部件穿墙、过楼板或屋面时, 应设预留孔洞, 尺寸和位置应符合设计要求。

(4) 风管和空气处理室内, 不得敷设电线、电缆以及输送有毒、易燃、易爆气体或液体的管道。

(5) 风管与配件可拆卸的接口及调节机构, 不得装设在墙或楼板内。

(6) 风管及部件安装前, 应清理内外杂物及污物, 并保持清洁。

(7) 现场风管接口的配置, 不得缩小其有效截面。

(8) 风管安装时应及时进行支、吊架的固定和调整, 其位置应正确、受力应均匀。可调隔振支、吊架的拉伸或压缩量应按设计要求调整。

3.4 施工准备

3.4.1 技术准备

(1) 安装风管前, 应将图纸与施工现场进行核对, 检查能否按设计的标高和位置进行安装。检查支、吊架的敷设、设备基础和预留孔洞是否符合要求。

(2) 检查已制作好的风管和部件: 风管不应有变形、扭曲、开裂、孔洞, 法兰脱落; 法兰开焊、漏焊、漏打螺栓孔等缺陷。

(3) 有完善的风管安装施工方案, 并进行了技术交底。

(4) 安装用工机具、计量器具准备齐全, 并检查使用性能完好。

3.4.2 材料要求

(1) 各种安装材料产品应具有出厂合格证书或质量鉴定文件。

(2) 型钢(包括扁钢、角钢、槽钢、圆钢)应按照国家现行有关标准进行验收。

(3) 螺栓、螺母、垫圈、膨胀螺栓、铆钉、拉铆钉、石棉绳、橡胶板、密封胶条、电焊焊条等应符合产品质量要求, 不得存在影响安装质量的缺陷。

3.4.3 主要机具

(1) 常用工具:

扳手(活动扳手、双头扳手、套筒扳手、梅花扳手), 改锥(一字改锥、十字改锥), 手电钻, 冲击电钻, 台钻, 射钉枪, 磨光机, 交、直流电焊机(移动式), 倒链(包括加长链倒链), 木锤, 拍板, 麻绳等。

(2) 测量工具: 水平尺、钢直尺、钢卷尺、水准仪、线坠(磁力线坠)、角尺。

3.4.4 作业条件

(1) 通风管道的安装, 宜在建筑围护结构施工完毕, 安装

部位的障碍物已清理,地面无杂物的条件下进行;净化系统安装,宜在建筑物内部安装部位的地面做好,墙面抹灰完毕,室内无灰尘飞扬或有防尘措施的条件下进行。

(2) 工艺设备安装完毕或设备基础已确定,设备的连接管等方位已明确。

(3) 结构预埋铁件、预留孔洞的位置、尺寸符合设计要求。

(4) 作业地点应有相应的辅助设施,如梯子、架子、移动平台、电源、消防器材等。

3.5 材料和质量要点

3.5.1 材料关键要求

(1) 风管法兰垫料的材质、规格、厚度符合设计要求,弹性良好、厚度均匀。

(2) 风口的尺寸、规格、形式符合设计要求,表面平整、无变形,自带调节部分应灵活、无卡涩和松动。表面喷涂的风口应颜色均匀、无色差,表面无划痕。

(3) 风管无法兰连接时,采用法兰插条和弹簧夹的规格、厚度、强度应能满足设计和使用要求。

(4) 风阀、柔性短管、风帽和消声器采用法兰连接时,其法兰规格应与风管法兰规格相匹配。

3.5.2 技术关键要求

(1) 风管支、吊架的设置应根据现场情况和标准图集进行选用,尽量设置在混凝土墙、楼板和柱等部位。支、吊架的间距不得大于本标准的有关要求。

(2) 支吊架安装前,根据风管设计的安装位置,弹出风管中心线,并依线确定各个支吊架的具体安装位置。

3.5.3 质量关键要求

(1) 防火阀、排烟阀(口)的安装应符合设计要求,其安装方向、位置应正确。

(2) 同一区域安装多个风口时,在不影响使用功能的条件下,尽量布置均匀、合理、美观。

(3) 风管的固定支架和防晃支架的设置应按图纸设计要求进行,其位置正确、安装应牢固。

(4) 对于有坡度要求的风管,其安装坡度应符合设计要求。

3.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 现场用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46—88)的有关要求。

(2) 凡患有高血压、心脏病、贫血症、癫痫病及有恐高症的人员不得从事高空作业。

(3) 从事电、气焊或气割作业前,应清理作业周围的可燃物体或采取可靠的隔离措施。对需要办理动火证的场所,在取得相应手续后方可动工,并设专人进行监护。

(4) 氧气瓶、乙炔气瓶的存放要距明火 10m 以上,挪动时不能碰撞,氧气瓶不得和可燃气瓶同放一处。

(5) 风管及部件的吊装前,应确认吊锚点的强度和绳索的绑扎是否符合吊装要求,确认无误后应先进行试吊,然后正式起吊。

3. 5. 5 环境关键要求

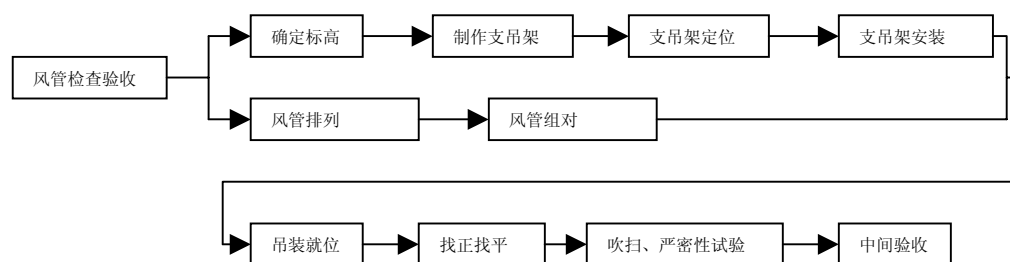
(1) 支、吊架涂漆时不得对周围的墙面、地面、工艺设备造成二次污染，必要时采取保护措施。

(2) 施工时需要照明亮度大和产生噪声大的工作尽量安排在白天进行，减少夜间施工对周围居民的影响。

(3) 施工时产生的边角余料和垃圾应集中到指定地点堆放，并定期和不定期进行清理。

3. 6 施工工艺

3. 6. 1 工艺流程



3. 6. 2 操作工艺要点

(1) 支、吊架制作：

1) 按照设计图纸，根据土建基准线确定风管标高；并按照风管系统所在的空间位置，确定风管支、吊架形式，设置支、吊点。支、吊架制作按照国标图集 **T616** 选用强度和刚度相适应的形式和规格。对于直径或边长大于 2500mm 的超宽、超重等特殊风管的支、吊架应按设计规定；支、吊点形式有预埋件法、膨胀螺栓法、射钉枪法等。

2) 风管支、吊架制作前，首先要对型钢进行矫正，矫正的方法有冷矫和热矫两种；小型钢材一般采用冷矫正，较大的型钢须加热到 900℃ 左右后进行矫正。矫正的顺序为先矫正扭曲后矫正弯曲。

3) 风管支、吊架的形式、材质、加工尺寸、安装间距、制作精度、焊接等应符合设计要求，不得随意更改，开孔必须采用台钻或手电钻，不得用氧乙炔焰开孔。

4) 支、吊架的焊接应外观整洁漂亮，要保证焊透、焊牢，不得有漏焊、欠焊、裂纹、咬肉等缺陷。

5) 吊杆圆钢应根据风管安装标高适当截取。套丝不宜过长，丝扣末端不宜超出托架最低点，不得妨碍装饰吊顶的施工。

6) 风管支、吊架制作完成后，应进行除锈刷漆。埋入墙、混凝土的部位不得油漆。

7) 用于不锈钢、铝板风管的支架、抱箍应按设计要求做好防腐绝缘处理，防止电化学腐蚀。

(2) 支、吊架安装：

1) 按风管的中心线找出吊杆安装位置，单吊杆在风管的中心线上；双吊杆可按托架的螺孔间距或风管的中心线对称安装。吊杆与吊件应进行安全可靠的固定，对焊接后的部位应补刷油漆。

2) 立管管卡安装时，应先把最上面的一个管件固定好，再用线坠在中心处吊线，下面的风管即可进行固定。

3) 当风管较长要安装成排支架时，先把两端安好，然后以

两端的支架为基准，用拉线法找出中间各支架的标高进行安装。

4) 风管水平安装，直径或长边 $\leq 400\text{mm}$ 时，支、吊架间距不大于 4m；直径或长边 $> 400\text{mm}$ 时，不大于 3m。螺旋风管的支、吊架可分别延长至 5m 和 3.75m；对于薄钢板法兰的风管，其支、吊架间距不大于 3m。当水平悬吊的主、干风管长度超过 20m 时，应设置防止摆动的固定点，每个系统不应少于 1 个。风管垂直安装时，支、吊架间距不大于 4m；单根直管至少应有 2 个固定点。

5) 支、吊架不得设置在风口、阀门、检查门及自控机构处，离风口或插接管的距离不宜小于 200mm。

6) 抱箍支架，折角应平直，抱箍应紧贴并抱紧风管。安装在支架上的圆形风管应设托座和抱箍，其圆弧应均匀，且与风管外径相一致。

7) 保温风管的支、吊架装置宜放在保温层外部，保温风管不得与支、吊托架直接接触，应垫上坚固的隔热防腐材料，其保温厚度与保温层相同，防止产生“冷桥”。

(3) 风管法兰连接：

1) 法兰密封垫料。选用不透气、不产尘、弹性好的材料，法兰垫料应尽量减少接头，接头形式采用阶梯形或企口形，接头处应涂密封胶。

法兰之间的垫料应符合设计要求，设计无要求时按表 3.6.2 选用。

法兰垫料选用表 表 3.6.2

应用系统	输送介质	垫料材质及厚度 (mm)		
一般空调系统及送排风系统	温度低于 70℃ 的洁净空气或含尘含湿气体	密封胶带	软橡胶板	闭孔海绵橡胶板
		3	2.5~3	4~5
高温系统	温度高于 70℃ 的空气或烟气	石棉绳	耐热橡胶板	
		Ø8	3	
化工系统	含有腐蚀性介质的气体	耐酸橡胶板		
		2.5~3	闭孔海绵橡胶板	
洁净系统	有净化等级要求的洁净空气	橡胶板	5	
		5		
塑料风管	含腐蚀性气体	软聚氯乙烯板		
		3~6		

2) 法兰连接时，首先按要求垫好垫料，然后把两个法兰先对正，穿上几颗螺栓并戴上螺母，不要上紧。再用尖冲塞进未上螺栓的螺孔中，把两个螺孔撬正，直到所有螺栓都穿上后，拧紧螺栓。紧螺栓时应按十字交叉逐步均匀的拧紧。风管连接好后，以两端法兰为准，拉线检查风管连接是否平直。

3) 不锈钢风管法兰连接的螺栓，宜用同材质的不锈钢制成，如用普通碳素钢，应按设计要求喷涂涂料。

4) 铝板风管法兰连接应采用镀锌螺栓，并在法兰两侧垫镀锌垫圈。

5) 非金属风管连接两法兰端面应平行、严密，法兰螺栓两侧应加镀锌垫圈；复合材料风管采用法兰连接时，应有防冷桥措施。

6) 连接法兰的螺栓应均匀拧紧，其螺母宜在同一侧。

(4) 风管无法兰连接：

1) 承插式风管连接：适用于矩形或圆形风管连接。先制作连接管，然后插入两侧风管，再用自攻螺栓或拉铆钉将其紧密固定，如图 3. 6. 2。风管连接处的四周应一致，无明显的弯曲或褶皱；内涂的密封胶应完整，外粘的密封胶带应粘贴牢固、完整无缺陷。

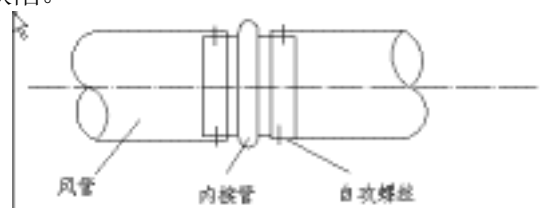


图.3.6.2 承插式风管连接

2) 薄钢板法兰形式风管连接：施工方法参见 1. 6. 1. 2 第 (13) 条第 4) 项“铁皮弹簧夹连接”；要求弹性插条、弹簧夹或紧固螺栓的间距不应大于 150mm，且分布均匀，无松动现象。

3) 插条式风管连接：适用于矩形风管，施工方法参见 1. 6. 1. —2 第 (13) 条第 2) 项“插条连接”；要求连接后的板面应平整、无明显弯曲。

(5) 柔性短管安装：根据施工图纸确定正确的安装位置。

1) 柔性短管安装应松紧适当，不得扭曲。安装在风机吸入口的柔性短管可安装得绷紧一些，防止风机启动后被吸入而减少截面尺寸。

2) 安装时，不得把柔性短管当成找平找正的连接管或异径管。

(6) 风管安装：

1) 安装技术要求：

明装风管：水平度每米 $<3\text{mm}$ 总偏差 $<20\text{mm}$ ；

垂直度每米 $<2\text{mm}$ 总偏差 $<20\text{mm}$ 。

暗装风管：位置应正确，无明显偏差。

2) 安装顺序为先干管后支管；安装方法应根据施工现场的实际情况确定、可以在地面上连成一定的长度然后采用整体吊装的方法就位；也可以把风管一节一节地放在支架上逐节连接。整体吊装是将风管在地面上连接好，一般可接长至 10~12m 左右，用倒链或升降机将风管吊到吊架上。

3) 风管穿越需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时，应设预埋管或防护套管，其钢板厚度不应小于 1.6mm。风管与防护套管之间，应用不燃且对人体无危害的柔性材料封堵。

4) 复合材料风管接缝应牢固，无孔洞和开裂。当采用插接连接时，接口应匹配、无松动，端口缝隙不应大于 5mm。

5) 硬聚氯乙烯风管的直管段连续长度大于 20m，应按设计要求设置伸缩节；支管的重量不得由干管承受，必须自行设置支、吊架。

6) 风管系统安装完毕后，应按系统类别进行严密性检验。

(7) 风帽安装：

1) 风帽安装高度超过屋面 1.5mm，应设拉索固定，拉索的数量不应少于 3 根，且设置均匀、牢固。

2) 不连接风管的筒形风帽，可用法兰直接固定在混凝土或木板底座上。当排送湿度较大的气体时，应在底座设置滴水盘并有排水措施。

(8) 风口安装:

- 1) 风口安装应横平、竖直、严密、牢固, 表面平整。
- 2) 带风量调节阀的风口安装时, 应先安装调节阀框, 后安装风口的叶片框。同一方向的风口, 其调节装置应设在同一侧。
- 3) 散流器风。安装时, 应注意风口预留孔洞要比喉口尺寸大, 留出扩散板的安装位置。
- 4) 洁净系统的风口安装前, 应将风口擦拭干净, 其风口边框与洁净室的顶棚或墙面之间应采用密封胶或密封垫料封堵严密, 不能漏风。
- 5) 球形旋转风口连接应牢固, 球型旋转头要灵活, 不得空阔晃动。
- 6) 排烟口与进风口的安装部位应符合设计要求, 与风管或混凝土风道的连接应牢固、严密。

(9) 风阀安装:

- 1) 风阀安装前应检查框架结构是否牢固, 调节、制动、定位等装置是否准确灵活。
- 2) 风阀的安装同风管的安装, 将其法兰与风管或设备的法兰对正, 加上密封垫片, 上紧螺栓, 使其与风管或设备连接牢固、严密。
- 3) 风阀安装时, 应使阀件的操纵装置便于人工操作。其安装方向应与阀体外壳标注的方向一致。
- 4) 安装完的风阀, 应在阀体外壳上有明显和准确的开启方向、开启程度的标志。
- 5) 防火阀的易熔片应安装在风管的迎风侧, 其熔点温度应符合设计要求。

3.7 质量标准

3.7.1 主控项目

(1) 在风管穿越需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时, 应设预埋管或防护套管, 其钢板厚度不应小于 1.6mm。风管与防护套管之间, 应用不燃且对人体无危害的柔性材料封堵。

检查数量: 按数量抽查 20%, 不得少于 1 个系统。

检查方法: 尺量、观察检查。

(2) 风管内严禁其他管线穿越; 输送含有易燃、易爆气体或安装在易燃、易爆环境的风管系统应有良好的接地, 通过生活区或其他辅助生产房间时必须严密, 并不得设置接口; 室外立管的固定拉索严禁拉在避雷针或避雷网上。

检查数量: 按数量抽查 20%, 不得少于 1 个系统。

检查方法: 手扳、尺量、观察检查。

(3) 输送空气温度高于 80℃ 的风管, 应按设计规定采取防护措施。

检查数量: 按数量抽查 20%, 不得少于 1 个系统。

检查方法: 观察检查。

(4) 风管部件安装必须符合下列规定:

1) 各类风管部件及操作机构的安装, 应能保证其正常的使用功能, 并便于操作;

2) 斜插板风阀的安装, 阀板必须为向上拉启; 水平安装时, 阀板还应为顺气流方向插入;

3) 止回风阀、自动排气阀门的安装方向应正确。

检查数量: 按数量抽查 20%, 不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查，动作试验。

(5) 防火阀、排烟阀（口）的安装方向、位置应正确。防火

分区隔墙两侧的防火阀，距墙表面不应大于 200mm。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查，动作试验。

(6) 净化空调系统风管、静压箱及其他部件，必须擦拭干净，做到无油污和浮尘，当施工停顿或完毕时，端口应封好；法兰垫料应为不产尘、不易老化和具有一定强度和弹性的材料，厚度为 5~8mm，不得采用乳胶海绵，法兰垫片应尽量减少拼接，不允许直缝对接连接，严禁在垫料表面涂涂料；风管与洁净室吊顶、隔墙等围护结构的接缝处应严密。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 1 个系统。

检查方法：观察、用白绸布擦拭。

(7) 集中式真空吸尘系统弯管的曲率半径不应小于 4 倍管径，弯管的内壁面应光滑，不得采用褶皱弯管；三通的夹角不得大于 45°；四通制作应采用两个斜三通的做法。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 2 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(8) 风管系统安装完毕后，应按系统类别进行严密性检验。漏风量应符合设计及本标准 1. 7. 1 中第 (5) 条的规定，风管系统的严密性检验，应符合下列规定：

1) 低压系统风管的严密性检验应采用抽检，抽检率为 5%，且不得少于 1 个系统。在加工工艺得到保证的前提下，采用漏光法检测。检测不合格时，应按规定的抽检率做漏风量测试。

中压系统风管的严密性检验，应在漏光法检测合格后，对系统漏风量测试进行抽检，抽检率为 20%，且不得少于 1 个系统。高压系统风管严密性检验，为全数进行漏风量测试。

系统风管严密性检验的被抽检，应全数合格，则视为通过；如有不合格时，则应再加倍抽检，直至全数合格。

2) 净化空调系统风管的严密性检验，1~5 级的系统按高压系统风管的规定执行；6~9 级的系统按本标准 1. 7. 1 中第 (5) 条的规定执行。

检查数量：按条文中的规定。

检查方法：按本标准的规定进行严密性测试。

(9) 手动密闭阀安装，阀门上标志的箭头方向必须与受冲击波方向一致。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、核对检查。

3. 7. 2 一般项目

(1) 风管安装应符合下列规定：

1) 风管安装前，应清除内、外杂物，并做好清洁和保护工作；

2) 风管安装的位置、标高、走向，应符合设计要求。现场风管接口的配置，不得缩小其有效截面；

3) 连接法兰的螺栓应均匀拧紧，其螺母宜在同一侧；

4) 风管接口的连接应严密、牢固。风管法兰的垫片材质应符合系统功能的要求，厚度不应小于 3mm。垫片不应凸入管

内，亦不宜突出法兰外；

5) 柔性短管的安装，应松紧适度，无明显扭曲；

6) 可伸缩性金属或非金属软风管的长度不宜超过 2m，并不应有死弯或塌凹；

7) 风管与砖、混凝土风管的连接接口，应顺着气流方向插入，并应采取密封措施。风管穿出屋面处应设有防雨装置；

8) 不锈钢板、铝板风管与碳素钢支架的接触处，应有隔绝或防腐绝缘措施。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(2) 无法兰连接风管的安装还应符合下列规定：

1) 风管连接处，应完整无缺损、表面应平整，无明显扭曲。

2) 承插式风管的四周缝隙应一致，无明显的弯曲或褶皱；内涂的密封胶应完整，外粘的密封胶带，应粘贴牢固、完整无缺损。

3) 薄钢板法兰形式风管连接，弹性插条、弹簧夹或紧固螺栓的间距不应大于 150mm，且分布均匀，无松动现象。

4) 插条连接的矩形风管，连接后的板面应平整、无明显弯曲。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(3) 风管的连接应平直、不扭曲。明装风管水平安装，水平度的允许偏差为 $3/1000$ ，总偏差不应大于 20mm。明装风管垂直安装，垂直度的允许偏差为 $2/1000$ ，总偏差不应大于 20mm。装风管的位置，应正确、无明显偏差。除尘系统的风管，宜垂直或倾斜敷设，与水平夹角宜大于或等于 45° ，小坡度和水平管应尽量短。对含有凝结水或其他液体的风管，坡度应符合设计要求，并在最低处设积液装置。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于一个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(4) 风管支、吊架安装应符合下列规定。

1) 风管水平安装，直径或长边尺寸小于等于 400mm，间距不应大于 4m；大于 400mm，不应大于 3m。螺旋风管的支、吊架间距可分别延长至 5m 和 3.75m；对于薄钢板法兰的风管，其支、吊架间距不应大于 3m。

2) 风管垂直安装，间距不应大于 4m；单根直管至少应有 2 个固定点。

3) 风管支、吊架宜按国标图集与规范选用强度和刚度相适应的形式和规格。对于直径或边长大于 2500mm 的超宽、超重等特殊风管的支、吊架应按设计规定。

4) 支、吊架不宜设置在风口、阀门、检查门及自控机构处，离风口或插接管距离不宜小于 200mm。

5) 当水平悬吊的主、干风管长度超过 20m 时，应设置防止摆动的固定点，每个系统不应少于 1 个。

6) 吊架的螺孔应采用机械加工。吊杆应平直，螺纹完整、光洁。安装后各副支、吊架的受力应均匀，无明显变形。

风管或空调设备使用的可调隔振支、吊架的拉伸或压缩量应按设计的要求进行调整。

7) 抱箍支架，折角应平直，抱箍应紧贴并箍紧风管。安装在支架上的圆形风管应设托座和抱箍，其圆弧应均匀，且与风管

外径相一致。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(5) 非金属风管安装应符合下列规定：

1) 风管连接两法兰端面应平行、严密，法兰螺栓两侧应加镀锌垫圈；

2) 应适当增加支、吊架与水平风管的接触面积；

3) 硬聚氯乙烯风管的直管段连续长度大于 20m，应按设计要求设置伸缩节；支管的重量不得由干管承受，必须自行设置支、吊架；

4) 风管垂直安装，支架间距不应大于 3m。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(6) 复合材料风管的连接处，接缝应牢固，无孔洞和开裂。当采用插接连接时，接口应匹配、无松动，端口缝隙不应大于 5mm。采用法兰连接时，应有防冷桥的措施；支、吊架的安装宜按产品标准的规定执行。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统。

检查方法：尺量、观察检查。

(7) 集中式真空吸尘系统安装应符合下列规定：

1) 吸尘管道的坡度宜为 5‰，并坡向立管或吸尘点；

2) 吸尘嘴与管道的连接，应牢固、严密。

检查数量：按数量抽查 20%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(8) 各类风阀应安装在便于操作及检修的部位，安装后的手动或电动操作装置应灵活、可靠，阀板关闭应保持严密。

防火阀直径或长边尺寸大于等于 630mm 时，宜设独立支、吊架。

排烟阀（排烟口）及手动装置（包括预埋套管）的位置应符合设计要求。预埋套管不得有死弯及瘪陷。

除尘系统吸入管段的调节间，宜安装在垂直管段上。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(9) 风帽安装必须牢固，连接风管与屋面或墙面的交接处不应渗水。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(10) 排、吸风罩的安装位置应正确，排列整齐，牢固可靠。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(11) 风口与风管的连接应严密、牢固，与装饰面相紧贴；表面平整、不变形，调节灵活、可靠。条形风口的安装，接缝处应衔接自然，无明显缝隙。同一厅室、房间内的相同风口的安装高度应一致，排列应整齐。

明装无吊顶的风口，安装位置和标高偏差不应大于 10mm。

风口水平安装，水平度的偏差不应大于 3 / 1000。

风口垂直安装，垂直度的偏差不应大于 2 / 1000。

检查数量：按数量抽查 10%，不得少于 1 个系统或不少于 5 件和 2 个房间的风口。

检查方法：尺量、观察检查。

(12) 净化空调系统风口安装还应符合下列规定：

1) 风口安装前应清扫干净, 其边框与建筑顶棚或墙面间的接缝处应加设密封垫料或密封胶, 不应漏风;

2) 带高效过滤器的送风口, 应采用可分别调节高度的吊杆。

检查数量: 按数量抽查 20%, 不得少于 1 个系统或不少于 5 件和 2 个房间的风口。

检查方法: 尺量、观察检查。

3.8 成品保护

(1) 安装完的风管要保证表面光滑清洁, 保温风管外表面整洁无杂物。室外风管应有防雨、雪措施。特别要防止二次污染现象, 必要时应采取保护措施。

(2) 暂时停止施工的风管系统, 应将风管敞口封闭, 防止杂物进入。

(3) 严禁把已安装完的风管作为支吊架或当作跳板, 不允许将其他支、吊架焊或挂在风管法兰和风管支、吊架上。

(4) 运输和安装不锈钢、铝板风管时, 应避免划伤风管表面, 安装时尽量减少与其他金属接触。必要时用厚纸板、塑料布等保护风管。

3.9 安全环保措施

(1) 施工前要认真检查施工机械, 特别是电动工具应运转正常, 保护接零安全可靠。

(2) 高空作业必须系好安全带, 上下传递物品不得抛投, 小件工具要放在随身戴的工具包内, 不得任意放置, 防止坠落伤人或丢失。

(3) 吊装风管时, 严禁人员站在被吊装风管下方, 风管上严禁站人。

(4) 风管正式起吊前应先进行试吊, 试吊距离一般离地 200~300mm, 仔细检查倒链或滑轮受力点和捆绑风管的绳索、绳扣是否牢固, 风管的重心是否正确、无倾斜, 确认无误后方可继续起吊。

(5) 作业地点要配备必要的安全防护装置和消防器材。

(6) 作业地点必须配备灭火器或其他灭火器材。

(7) 风管安装流动性较大, 对电源线路不得随意乱接乱用, 设专人对现场用电进行管理。

(8) 当天施工结束后的剩余材料及工具应及时入库, 不许随意放置, 做到工完场清。

(9) 氧气瓶、乙炔气瓶的存放要距明火 10m 以上, 挪动时不能碰撞, 氧气瓶不得和可燃气瓶同放一处。

(10) 风管吊装工作尽量安排在白天进行, 减少夜间施工照明电能的消耗和对周围居民的影响。

(11) 支、吊架涂漆时不得对周围的墙面、地面、工艺设备造成二次污染, 必要时采取保护措施。

3.10 质量记录

3.10.1 质量记录

(1) 风管系统安装检验批质量验收记录 (送、排风, 排烟系统)。

(2) 风管系统安装检验批质量验收记录 (空调系统)。

(3) 风管系统安装检验批质量验收记录 (净化空调系统)。

- (4) 通风与空调分项工程的质量验收记录。
- (5) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（送、排风系统）。
- (6) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（防、排烟系统）。
- (7) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（除尘系统）。
- (8) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（空调系统）。
- (9) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（净化系统）。
- (10) 隐蔽工程记录。
- (11) 施工日记。

3. 10. 2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验收分离，强化验收，完善手段，过程控制”的原则，在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”，并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目，验收必须合格。

(3) 检验批的划分，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001) 的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施，因此施工过程应建立质量保证体系，加强过程控制管理。

4 通风与空调设备安装施工工艺标准

4. 1 总则

4. 1. 1 适用范围

本施工工艺标准适用于通风与空调工程中，工作压力不大于5kPa 的通风机与空调设备的安装。

4. 1. 2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)

4. 2 术语

(1) 检验批：按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

(2) 交接检验：由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(3) 主控项目：建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(4) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(5) 观感质量：通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量。

(6) 风管系统的工作压力：指系统风管总风管处设计的最大的工作压力。

4.3 基本规定

4.3.1 呈通风与空调设备应有装箱清单、设备说明书、产品质量合格证书和产品性能检测报告等随机文件,进口设备还应具有商检合格的证明文件。

4.3.2 设备安装前,应进行开箱检查,并形成验收文字记录。

参加人员为建设、监理、施工和厂商等方单位的代表。

4.3.3 设备就位前应对其基础进行验收,合格后方可安装。

4.3.4 设备的搬运和吊装必须符合产品说明书的有关规定,并应做好设备的保护工作,防止因搬运或吊装而造成设备损伤。

4.3.5 大型设备搬运前,应制定安全措施,并预留运输道路。

4.4 施工准备

4.4.1 技术准备

(1) 技术人员必须认真熟悉施工图纸及有关技术资料,进行图纸会审。通风与空调设备规格型号、设备基础尺寸及位置应符合设计要求。

(2) 技术人员已向施工人员进行技术、质量、安全交底,对通风与空调设备安装施工工艺的操作方法已明确。并做好相应的交底记录。

(3) 与建设单位、监理单位、设备厂商共同进行设备的开箱检验。设备所带备件、配件应齐备完好。随设备所带资料和产品合格证应完备,已做好开箱检查记录。

4.4.2 材料要求

设备安装所使用的主料和辅料的规格、型号应符合设计规定,并具有出厂合格证明书或质量鉴定文件。

(1) 地脚螺栓通常随设备配套带来,其规格和质量应符合施工图纸或说明书要求。

(2) 垫铁的规格、型号及安装数量应符合设计及设备安装有关规范的规定。

1) 垫铁材料和规格

铸铁垫铁,厚度在 20mm 以上。

钢垫铁,厚度为 0.3~20mm。

2) 垫铁的形式

① 平垫铁:平垫铁形状见图 4.4.2-1。其厚度 h 可按实际情况和材料材质决定; $l \times b$ (mm) 为: 90×60 一平 1, 110×70 一平 2, 125×85 一平 3。

② 斜垫铁:斜垫铁形状见图 4.4.2-2。其厚度按材料材质与实际需要而定。斜垫铁的斜度宜为 $1/10 \sim 1/20$ 。其尺寸见表 4.4.2。

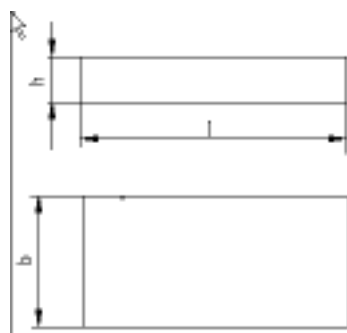


图 4. 4. 2—1 平垫铁示意图

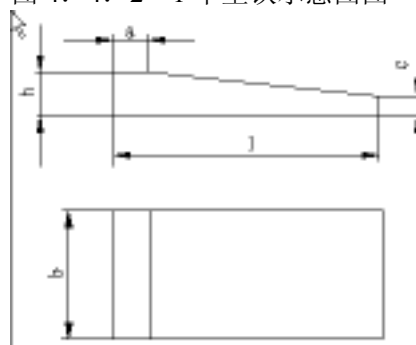


图 4. 4. 2—2 斜垫铁示意图

(3) 橡胶减振垫材质、规格，单位面积承载力，安装的数量和位置应符合设计及设备安装有关规范的规定。

项次	代号	l	b	c	a
1	斜 1	100	50	3	4
2	斜 2	120	60	4	6
3	斜 3	140	70	4	8

(4) 阻燃密封胶条的性能参数、规格、厚度应满足设计和设备安装说明要求。

(5) 密封胶的粘接强度、固化时间、性能参数（耐酸、耐碱、耐热）应能满足设备安装说明书要求。

(6) 其他辅助材料，如耐热垫片、密封液、硅橡胶、滤料、型钢、垫圈等应符合相应的产品质量标准。

4. 4. 3 主要机具

(1) 施工机具：卷扬机、倒链、冲击电钻、汽车吊、手电钻、扳手、风铲、麻绳、滑车、钢丝绳、卡环、钢丝绳夹、套丝板、手压泵、钢丝钳、撬棍、拨杆、皮老虎等。

(2) 测量检验工具：角尺、钢直尺、钢卷尺、水平尺、水平仪、百分表、千分表、塞尺、线坠、水准仪、经纬仪等。

注：施工机具的配备以工程性质、施工条件及设计图纸要求合理配置。

4. 4. 4 作业条件

(1) 土建主体施工完毕、设备基础及预埋件的强度达到安装条件。

(2) 安装前检查现场，应具备足够的运输空间及场地。应清理干净设备安装地点，要求无影响设备安装的障碍物及其他管道、设备、设施等。

(3) 设备和主、辅材料已运抵现场，安装所需机具已准备齐全，且有安装前检测用的场地、水源、电源。

4.5 材料和质量要点

4.5.1 材料关键要求

(1) 设备的地脚螺栓的规格、长度以及平、斜垫铁的厚度、材质和加工精度应满足设备安装要求。

(2) 设备安装所采用的减振器或减振垫的规格、材质和单位面积的承载率应符合设计和设备安装要求。

4.5.2 技术关键要求

(1) 设备安装前应对设备基础进行复验，其预埋铁件、地脚螺栓孔的位置和尺寸应正确。根据土建的轴线，在基础上弹出设备安装的纵横向中心线。

(2) 根据现场的实际情况，制定合理的设备运输方案和设备安装方案。

4.5.3 质量关键要求

(1) 地脚螺栓孔的二次灌浆，所用的细石混凝土或水泥砂浆的强度等级，应比基础强度等级高 1~2 级。灌浆前应将螺栓孔内清理干净，每个孔洞灌浆必须一次完成，分层捣实。灌浆料的强度达到 70% 以上，方可拧紧地脚螺栓。

(2) 设备找平找正后，应将设备垫铁及时点焊牢固，防止垫铁滑动、脱落。

4.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 室外进行设备吊装作业时，应选择光线充足、无风的天气进行，吊装应有专人指挥；高空吊装，应在设备的对称部位挂两根棕绳进行牵引，防止设备晃动和打转。

(2) 分段装配式空调机组拼装时，应步调一致，防止板缝拼装夹伤手指。

(3) 凡患有高血压、心脏病、贫血症、癫痫病及有恐高症的人员不得从事高空作业。

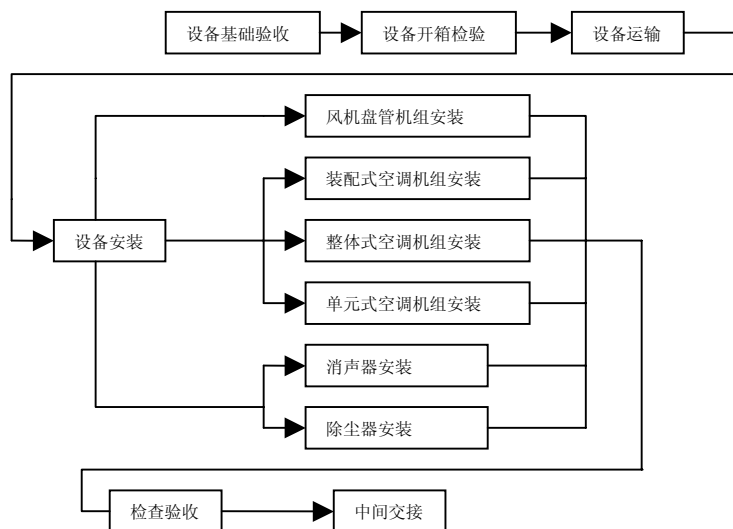
4.5.5 环境关键要求

(1) 设备安装后，废弃的外包装应及时的进行清理出施工现场或定点堆放，防止污染环境和包装板上的钉子扎伤人。

(2) 设备地脚螺栓孔的二次灌浆时，应注意对设备表面、成品地面或墙面的保护，防止污染。

4.6 施工工艺

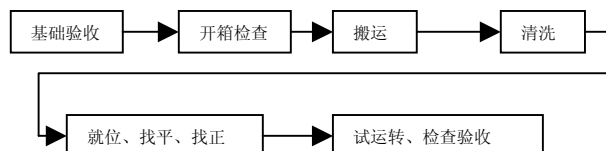
4.6.1 工艺流程



4. 6. 2 施工操作要点

(1) 通风机的安装:

1) 工艺流程:



2) 基础验收:

① 风机安装前应根据设计图纸对设备基础进行全面检查, 坐标、标高及尺寸应符合设备安装要求。

② 风机安装前、应在基础表面铲出麻面, 以使二次浇灌的混凝土或水泥能与基础紧密结合。

3) 通风机检查及运输:

① 按设备装箱清单, 核对叶轮、机壳和其他部位的主要尺寸, 进、出风口的位置方向是否符合设计要求, 做好检查记录。

② 叶轮旋转方向应符合设备技术文件的规定。

③ 进、出风口应有盖板严密遮盖。检查各切削加工面, 机壳的防锈情况和转子有无变形或锈蚀、碰损的现象。

④ 搬运设备应有专人指挥, 使用的工具及绳索必须符合安全要求。

4) 设备清洗

① 风机安装前, 应将轴承、传动部位及调节机构进行拆卸、清洗, 使其转动灵活。

② 用煤油或汽油清洗轴承时严禁吸烟或用火, 以防发生火灾。

5) 风机安装:

① 风机就位前, 按设计图纸并依据建筑物的轴线、边缘线及标高线放出安装基准线。将设备基础表面的油污、泥土杂物清除和地脚螺栓预留孔内的杂物清除干净。

② 整体安装的风机, 搬运和吊装的绳索不得捆绑在转子和机壳或轴承盖的吊环上。风机吊至基础上后, 用垫铁找平, 垫铁一般应放在地脚螺栓两侧, 斜垫铁必须成对使用。风机安装好后, 同一组垫铁应点焊在一起, 以免受力时松动。

③ 风机安装在无减振器的支架上, 应垫上 4~5mm 厚的橡胶

板，找平找正后固定牢。

④风机安装在有减振器的机座上时，地面要平整，各组减振器承受的荷载压缩量应均匀，不偏心，安装后采取保护措施，防止损坏。

⑤通风机的机轴应保持水平，水平度允许偏差为 $0.2 / 1000$ ；风机与电动机用联轴器连接时，两轴中心线应在同一直线上，两轴芯径向位移允许偏差为 0.05 mm ，两轴线倾斜允许偏差为 $0.2 / 1000$ 。

⑥通风机与电动机用三角皮带传动时，应对设备进行找正，以保证电动机与通风机的轴线平行，并使两个皮带轮的中心线相重合。三角皮带拉紧程度控制在可用手敲打已装好的皮带中间，以稍有弹跳为准。

⑦安装通风机与电动机的传动皮带轮时，操作者应紧密配合，防止将手碰伤。挂皮带轮时不得把手指插入皮带轮内，防止事故发生。

⑧风机的传动装置外露部分应安装防护罩，风机的吸入口或吸入管直通大气时，应加装保护网或其他安全装置。

⑨通风机出口的接出风管应顺叶轮旋转方向接出弯管。在现场条件允许的情况下，应保证出口至弯管的距离 A 大于或等于风口出口长边尺寸 $1.5 \sim 2.5$ 倍（图 4.6.2-1）。如果受现场条件限制达不到要求，应在弯管内设导流叶片弥补。

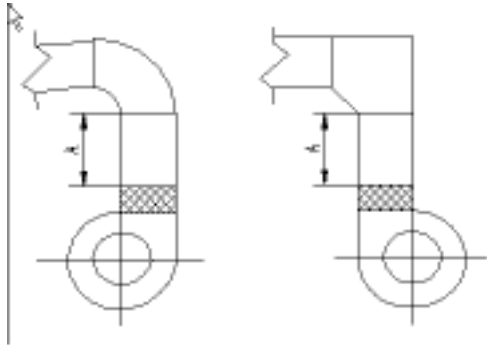


图 4.6.2-1 通风机接出风管弯管示意图

⑩现场组装风机，绳索的捆绑不得损伤机件表面，转子、轴径和轴封等处均不应作为捆绑部位。

⑪输送特殊介质的通风机转子和机壳内如涂有保护层应严加保护。

⑫大型组装轴流风机，叶轮与机壳的间隙应均匀分布，并符合设备技术文件要求。叶轮与进风外壳的间隙见表 4.6.2。

叶轮与主体风筒对应两侧间隙允许偏差（mm）表 4.6.2

叶轮直径	≤600	600～1200	1200～2000	2000～3000	3000～5000	5000～8000	>8000
对应两侧半径间隙之差不应大于	0.5	1	1.5	2	3.5	5	6.5

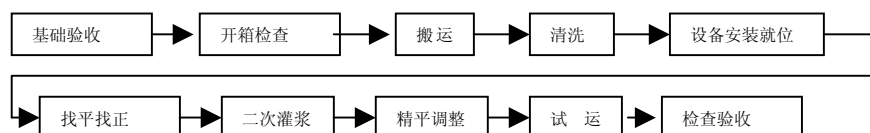
⑬通风机附属的自控设备和观测仪器、仪表安装，应按设备技术文件规定执行。

⑭风机试运转：经过全面检查，手动盘车，确认供应电源相序正确后方可送电试运转，运转前轴承箱必须加上适度的润滑

油，并检查各项安全措施；叶轮旋转方向必须正确；在额定转速下试运转时间不得少于 2h。运转后，再检查风机减振基础有无位移和损坏现象，做好记录。

(2) 空调机组的安装：

1) 工艺流程：



2) 设备基础的验收：

根据安装图对设备基础的强度、外形尺寸、坐标、标高及减振装置进行认真检查。

3) 设备开箱检验：

①开箱前检查外包装有无损坏和受潮。开箱后认真核对设备及各段的名称、规格、型号、技术条件是否符合设计要求。产品说明书、合格证、随机清单和设备技术文件应齐全。逐一检查主机附件、专用工具、备用配件等是否齐全，设备表面应无缺陷、缺损、损坏、锈蚀、受潮的现象。

②取下风机段活动板或通过检查门进入，用手盘动风机叶轮，检查有无与机壳相碰、风机减振部分是否符合要求。

③检查表冷器的凝结水部分是否畅通、有无渗漏，加热器及旁通阀是否严密、可靠，过滤器零部件是否齐全、滤料及过滤形式是否符合设计要求。

4) 设备运输：

空调设备在水平运输和垂直运输之前尽可能不要开箱并保留好底座。现场水平运输时，应尽量采用车辆运输或钢管、跳板组合运输。室外垂直运输一般采用门式提升架或吊车，在机房内采用滑轮、倒链进行吊装和运输。整体设备允许的倾斜角度参照说明书。

5) 一般装配式空调安装：

①阀门启闭应灵活，阀叶须平直。表面式换热器应有合格证，在规定期间内外表面又无损伤时，安装前可不做水压试验，否则应做水压实验。试验压力等于系统最高工作压力的 1.5 倍，且不低于 0.4MPa，试验时间为 2~3min；压力不得下降。空调器内挡水板，可阻挡喷淋处理后的空气夹带水滴进入风管内，使空调房间湿度稳定。挡水板安装时前后不得装反。要求机组清理干净，箱体无杂物。

②现场有多套空调机组安装前，将段体进行编号，切不可将段位互换调错，按厂家说明书，分清左式、右式，段体排列顺序应与图纸吻合。

③从空调机组的一端开始，逐一将段体抬上底座就位找正，加衬垫，将相邻两个段体用螺栓连接牢固严密，每连接一个段体前，将内部清扫干净。组合式空调机组各功能段间连接后，整体应平直，检查门开启要灵活，水路畅通。

④加热段与相邻段体间应采用耐热材料作为垫片。

⑤喷淋段连接处要严密、牢固可靠，喷淋段不得渗水，喷淋段的检视门不得漏水。积水槽应清理干净，保证冷凝水畅通不溢水。凝结水管应设置水封，水封高度根据机外余压确定，防止空气调节器内空气外漏或室外空气进来。

⑥安装空气过滤器时方向应符合要求。

(A) 框式及袋式粗、中效空气过滤器的安装要便于拆卸及更换滤料。过滤器与框架间、框架与空气处理室的维护结构间应严密。

(B) 自动浸油过滤器的网子要清扫干净，传动应灵活，过滤器间接缝要严密。

(C) 卷绕式过滤器安装时，框架要平整，滤料应松紧适当，上下筒平行。

(D) 静电过滤器的安装应特别注意平稳，与风管或风机相连的部位设柔性短管，接地电阻要小于 4Ω 。

(E) 亚高效、高效过滤器的安装应符合以下规定：按出厂标志方向搬运、存放，安置于防潮洁净的室内。其框架端面或刀口端面应平直，其平整度允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ ，其外框不得改动。洁净室全部安装完毕，并全面清扫擦净。系统连续试车 12h 后，方可开箱检查，不得有变形、破损和漏胶等现象，合格后立即安装。安装时，外框上的箭头与气流方向应一致。用波纹板组合的过滤器在竖向安装时，波纹板垂直地面，不得反向。过滤器与框架间必须加密封垫料或涂抹密封胶，厚度为 $6\sim 8\text{mm}$ 。定位胶贴在过滤器边框上，用梯形或棒形拼接，安装后的垫料的压缩率应大于 50%。采用硅橡胶密封时，先清除边框上的杂物和油污，在常温下挤抹硅橡胶，应饱满、均匀、平整。采用液槽密封时，槽架安装应水平，槽内保持清洁无水迹。密封液宜为槽深的 $2/3$ 。现场组装的空调机组，应做漏风量测试。

⑦安装完的空调机组静压为 700Pa 时，漏风率不大于 3%；空气净化系统机组，静压为 1000Pa ，在室内洁净度低于 1000 级时，漏风率不应大于 2%；洁净度高于或等于 1000 级时，漏风率不应大于 1%。

6) 整体式空调机组的安装：

①安装前认真熟悉图纸、设备说明书以及有关的技术资料。检查设备零部件、附属材料及随机专用工具是否齐全。制冷设备充有保护气体时，应检查有无泄漏情况。

②空调机组安装时，坐标、位置应正确。基础达到安装强度。基础表面应平整，一般应高出地面 $100\sim 150\text{mm}$ 。

③空调机组加减振装置时，应严格按设计要求的减振器型号、数量和位置进行安装并找平找正。

④水冷式空调机组的冷却水系统、蒸汽、热水管道及电气、动力与控制线路的安装工应持证上岗。充注氟利昂和调试应由制冷专业人员按产品说明书的要求进行。

7) 单元式空调机组安装：

①分体式室外机组和风冷整体式机组的安装。安装位置应正确，目测呈水平，凝结水的排放应畅通。周边间隙应满足冷却风的循环。制冷剂管道连接应严密无渗漏。穿过的墙孔必须密封，雨水不得渗入。

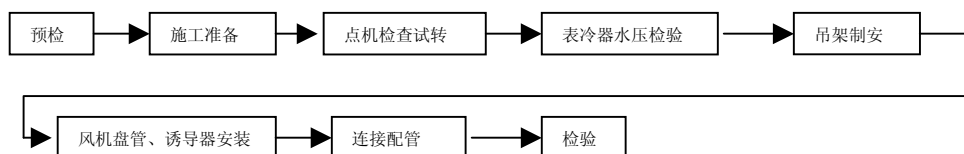
②水冷柜式空调机组的安装。安装时其四周要留有足够空间，方能满足冷却水管道连接和维修保养的要求。机组安装应平稳。冷却水管连接应严密，不得有渗漏现象，应按设计要求设有排水坡度。

③窗式空调器的安装。其支架的固定必须牢靠。应设有遮阳、防雨措施，但注意不得妨碍冷凝器的排风。安装时其凝结水盘应有坡度，出水口设在水盘最低处，应将凝结水从出口用软塑料管引至排放地。安装后，其面板应平整，不得倾斜，用密封条将四

周封闭严密。运转时应无明显的窗框振动和噪声。

(3) 风机盘管及诱导器的安装:

1) 工艺流程:



2) 安装前应检查每台电机壳体及表面交换器有无损伤、锈蚀等缺陷。

3) 风机盘管和诱导器应逐台进行通电试验检查，机械部分不得摩擦，电器部分不得漏电。

4) 风机盘管和诱导器应逐台进行水压试验，试验强度应为工作压力的 1.5 倍，定压后观察 2~3min，不渗不漏为合格。

5) 卧式吊装风机盘管和诱导器，吊架安装平整牢固，位置正确。吊杆不应自由摆动，吊杆与托盘相连应用双螺母紧固。

6) 诱导器安装前必须逐台进行质量检查，检查项目如下：

①各连接部分不得有松动、变形和产生破裂等情况；喷嘴不能脱落、堵塞。

②静压箱封头处缝隙密封材料不能有裂痕和脱落；一次风调节阀必须灵活可靠，并调到全开位置。

7) 诱导器经检查合格后按设计要求就位安装，并检查喷嘴型号是否正确。

①暗装卧式诱导器应用支、吊架固定，并便于拆卸和维修。

②诱导器与一次风管连接处应严密，防止漏风。

③诱导器水管接头方向和回风面朝向应符合设计要求。立式双面回风诱导器为利于回风，靠墙一面应留 50mm 以上空间。卧式双回风诱导器，要保证靠楼板一面留有足够空间。

8) 冷热媒水管与风机盘管、诱导器连接可采用钢管或紫铜管，接管应平直。紧固时应用扳手卡住六方接头，以防损坏铜管。凝结水管应柔性连接，软管长度不大于 300mm，材质宜用透明胶管，并用喉箍紧固严密，不渗漏，坡度应正确。凝结水应畅通地排放到指定位置，水盘应无积水现象。

9) 风机盘管、诱导器同冷热媒管道连接，应在管道系统冲洗排污合格后进行，以防堵塞热交换器。

10) 暗装卧式风机盘管，吊顶应留有活动检查门，便于机组能整体拆卸和维修。

(4) 消声器的安装:

1) 阻性消声器的消声片和消声壁、抗性消声器的膨胀腔、共振性消声器中的穿孔板孔径和穿孔率、共振腔、阻抗复合消声器中的消声片、消声壁和膨胀腔等有特殊要求的部位均应按照设计和标准图进行制作加工、组装，如图 4. 6. 2—2、图 4. 6. 2-3、图 4. 6. 2—4 所示。

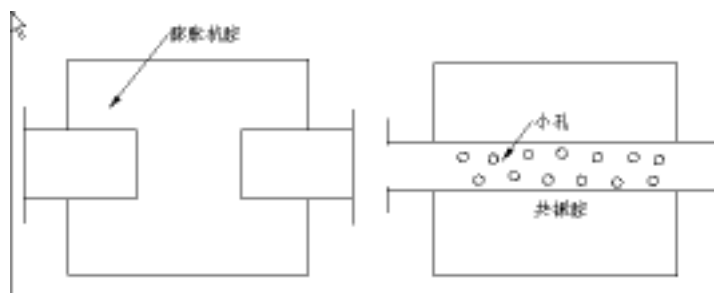


图 4. 6. 2—2 抗性消声器示意图

图 4. 6. 2—3 共振性消声器示意图

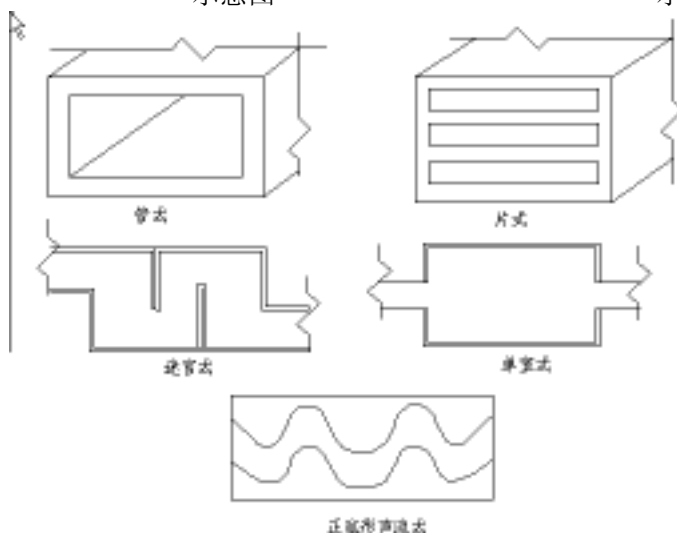


图 4.6.2-4 阻性消声器

大量使用的消声器、消声弯头、消声风管和消声静压箱应选用专业设备生产厂的产品，产品应具有检测报告和质量证明文件。

2) 消声器等消声设备运输时，不得有变形现象和过大振动，避免外界冲击破坏消声性能。

3) 消声器、消声弯管应单独设支、吊架，不得由风管来支撑，其支、吊架的设置应位置正确、牢固可靠。

4) 消声器支、吊架的横托板穿吊杆的螺孔距离，应比消声器宽 40~50mm。为了便于调节标高，可在吊杆端部套 50~80mm 的丝扣，以便找平、找正。加双螺母固定。

5) 消声器的安装方向必须正确，与风管或管件的法兰连接应保证严密、牢固。

6) 当通风、空调系统有恒温、恒湿要求时，消声设备外壳应做保温处理。

7) 消声器等安装就位后，可用拉线或吊线尺量的方法进行检查，对位置不正、扭曲、接口不齐等不符合要求部位进行修整，达到设计和使用的要求。

(5) 除尘器的安装：

1) 除尘器基础验收。除尘器安装前，对设备基础进行全面的检查，外形尺寸、标高、坐标应符合设计，基础螺栓预留孔位置、尺寸应正确。基础表面应铲出麻面，以便二次灌浆。应提交耐压试验单，验收合格后方可进行设备安装。大型除尘器安装前，对基础尚须进行水平度测定，允许偏差值 $\pm 3\text{mm}$ 。

2) 水平运输和垂直运输除尘器时，应保持外包装完好。

3) 设备开箱检查验收。按除尘器设备装箱清单, 核对主机、辅机、附件、支架、传动机构和其他零部件和备件的数量、主要尺寸、进、出口的位置、方向是否符合设计要求。安装前必须按图检查各零件的完好情况, 若发现变形和尺寸变动, 应整形或校正后方可安装。

4) 除尘器设备安装就位前, 按照设计图纸, 并根据建筑物的轴线、边缘线及标高线测放出安装基准线。将设备基础表面的油污、泥土杂物清除掉, 地脚螺栓预留孔内的杂物冲洗干净。

①除尘器设备整体安装吊装时, 应直接放置在基础上, 用垫铁找平、找正, 垫铁一般应放在地脚螺栓两侧, 斜垫铁必须成对使用。

②除尘器现场组装。当除尘器设备散件组装或分段组装时, 应先组装基础、支架部分, 待找平、找正固定后再向上或多机组对安装。箱体及灰斗应进行密封性焊接, 外观应平整、折角平直, 加固要牢靠。焊接框架、检修平台时, 要求焊缝保持平整、牢固。

③除尘器设备的进口和出口方向应符合设计要求; 安装连接各部法兰时, 密封填料应加在螺栓内侧, 以保证密封。入孔盖及检查门应压紧不得漏气。

④除尘器的排尘装置、卸料装置、排泥装置的安装必须严密, 并便于以后操作和维修。各种阀门必须开启灵活、关闭严密。传动机构必须转动自如, 动作稳定可靠。

5) 袋式除尘器安装:

①布袋接口应牢固, 各部件连接处要严密。分室反吹袋式除尘器的滤袋安装必须平直, 每条滤袋的拉紧力保持在 $25 \sim 35\text{N/m}$ 。与滤袋接触的短管、袋帽应光滑无毛刺。

②机械回转扁袋除尘器的旋臂转动应灵活可靠, 净气室上部顶盖应密封不漏气、旋转灵活。

③脉冲除尘器喷吹孔的孔眼对准文氏管的中心, 同心度允许偏差 $\pm 2\text{mm}$ 。

6) 电除尘器安装:

①电除尘器壳体及辅助设备均匀接地, 在各种气候条件下接地电阻应小于 4Ω 。

②清灰装置动作应灵活、可靠, 不可与周围其他物件相碰。

③电除尘器外壳应作保温层。

(6) 空气风幕机的安装:

1) 空气风幕机安装位置方向应正确、牢固可靠, 与门框之间应采用弹性垫片隔离, 防止空气风幕机的振动传递到门框上产生共振。

2) 风幕机的安装不得影响其回风口过滤网的拆卸和清洗。

3) 风幕机的安装高度应符合设计要求, 风幕机吹出的空气应能有效的隔断室内外空气的对流。

4) 风幕机的安装纵向垂直度和横向水平度的偏差均不大于 $2/1000$ 。

(7) 洁净层流罩的安装:

1) 层流罩安装高度和位置应符合设计要求, 应设立单独的吊杆, 并有防晃动的固定措施, 以保持层流罩的稳固。

2) 安装在洁净室的层流罩与顶板相连的四周必须设有密封及隔振措施, 以保证洁净室的严密性。

3) 层流罩安装的水平度允许偏差应为 $1/1000$, 高度的允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

(8) 装配式洁净室的安装:

1) 地面铺设: 垂直单向流洁净室的地面, 采用格栅铝合金活动地板; 而水平单向流和乱流洁净室, 采用塑料贴面活动地板或现场铺设的塑料地板。塑料地面一般选用抗静电聚氯乙烯卷材。

2) 板壁安装: 板壁一般采用 1mm 的喷塑薄钢板, 将两边冲压成企口形, 两层板材间填充不燃的保温材料。板壁安装前应在地面弹线并校准尺寸。开始按划出的底马槽线, 将贴密封条的底马槽装好。应注意使马槽接缝与板壁接缝错开。板壁应先从转角处开始安装, 板壁两边企口处各贴一层厚为 2mm 的闭孔海绵橡胶板。当相邻两块板壁的高度一致、垂直平行时, 便可用顶卡子将相邻两块板壁锁牢。板壁装好后, 将顶马槽和屋角进行预装, 注意平直, 不使接缝与板壁的接缝错开。壁板组装结束后, 应对其垂直度进行检查, 垂直度允许偏差为 $2 / 1000$ 。

3) 顶板的安装: 在部件 L 形板与骨架、L 形板与顶马槽、十字形板与骨架等连接处, 均需加密封条, 以保证顶板的密封性。

4.7 质量标准

4.7.1 主控项目

(1) 通风机的安装应符合下列规定:

- 1) 型号、规格应符合设计规定, 其出口方向应正确;
- 2) 叶轮旋转应平稳, 停转后不应每次停留在同一位置上;
- 3) 固定通风机的地脚螺栓应拧紧, 并有防松动措施。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 依据设计图核对、观察检查。

(2) 通风机传动装置的外露部位以及直通大气的进、出口, 必须装设防护罩(网)或采取其他安全措施。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 依据设计图核对、观察检查。

(3) 空调机组的安装应符合下列规定:

- 1) 型号、规格、方向和技术参数应符合设计要求;
- 2) 现场组装的组合式空气调节机组应做漏风量的检测, 其漏风量必须符合现行国家标准《组合式空调机组》(GB / T14294) 的规定。

检查数量: 按总数抽检 20%, 不得少于 1 台。净化空调系统的机组, 1~5 级全数检查, 6~9 级抽查 50%。

检查方法: 依据设计图核对, 检查测试记录。

(4) 除尘器的安装应符合下列规定:

- 1) 型号、规格、进出口方向必须符合设计要求;
- 2) 现场组装的除尘器应做漏风量的检测, 在设计工作压力下允许漏风率为 5%, 其中离心式除尘器为 3%。

3) 布袋除尘器、电除尘器的壳体及辅助设备接地应可靠。

检查数量: 按总数抽查 20%, 不得少于 1 台; 接地全数检查。

检查方法: 按图核对、检查测试记录和观察检查。

(5) 高效过滤器应在洁净室及净化空调系统进行全面清扫和系统连续试车 12h 以上后, 在现场拆开包装并进行安装。

安装前需进行外观检查和仪器检漏。目测不得有变形、脱落、断裂等破损现象; 仪器抽查检漏应符合产品质量文件的规定。

合格后立即安装, 其方向必须正确, 安装后的高效过滤器四周及接口应严密不漏; 在调试前应进行扫描检漏。

检查数量：高效过滤器的仪器抽检检漏按批抽 5%，不得少于 1 台。

检查方法：观察检查、按规定扫描检测或查看检测记录。

（6）净化空调设备的安装还应符合下列规定：

1) 净化空调设备与洁净室围护结构相连的接缝必须密封；

2) 风机过滤器单元（FFU 与 FMU 空气净化装置）应在清洁的现场进行外观检查，目测不得有变形、锈蚀、漆膜脱落、拼接板破损等现象；在系统试运转时，必须在进风口处加装临时中效过滤器作为保护。

检查数量：全数检查。

检查方法：依据设计图核对、观察检查。

（7）静电空气过滤器金属外壳接地必须良好。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：核对材料、观察检查或电阻测定。

（8）电加热器的安装必须符合下列规定：

1) 电加热器与钢构架间的绝热层必须为不燃材料；接线柱外露的应加设安全防护罩；

2) 电加热器的金属外壳接地必须良好；

3) 连接电加热器的风管的法兰垫片，应采用耐热不燃材料。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 1 台。

检查方法：核对材料、观察检查或电阻测定。

（9）干蒸汽加湿器的安装，蒸汽喷管不应朝下。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

（10）过滤吸收器的安装方向必须正确，并应设独立支架，与室外的连接管段不得泄漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察或检测。

4. 7. 2 一般项目

（1）通风机的安装应符合下列规定：

1) 通风机的安装，应符合表 4. 7. 21 的规定，叶轮转子与机壳的组装位置应正确；叶轮进风口插入风机机壳进风口或密封圈的深度，应符合设备技术文件的规定，或为叶轮外径值的 1 / 100；

通风机安装的允许偏差 表 4.7.2-1

项次	项目		允许偏差	检验方法
1	中心线的平面位移		10mm	经纬仪或拉线和尺量检查
2	标高		±10mm	水准仪或水平仪、直尺、拉线或尺量检查
3	皮带轮轮宽中心平面偏移		1mm	在主、从动皮带轮端面拉线和尺量检查
4	传动轴水平度		纵向 0.2/1000 横向 0.3/1000	在轴或皮带轮 0°和 180°的两个位置上，用水平仪检查
5	联轴器	两轴芯径向位移	0.05mm	在联轴器互相垂直的四个位置上，用百分表检查
		两轴线倾斜	0.2/1000	

2) 现场组装的轴流风机叶片安装角度应一致，达到在同一平面内运转，叶轮与筒体之间的间隙应均匀，水平允许偏差为 1

/ 1000;

3) 安装隔振器的地面应平整, 各组隔振器承受荷载的压缩量应均匀, 高度误差应小于 2mm;

4) 安装风机的隔振钢支、吊架, 其结构形式和外形尺寸应符合设计或设备技术文件的规定; 焊接应牢固, 焊缝应饱满、均匀。

检查数量: 按总数抽查 20%, 不得少于 1 台。

检查方法: 尺量、观察或检查施工记录。

(2) 组合式空调机组及柜式空调机组的安装应符合下列规定:

1) 组合式空调机组各功能段的组装, 应符合设计规定的顺序和要求; 各功能段之间的连接应严密, 整体应平直;

2) 机组与供回水管的连接应正确, 机组下部冷凝水排放管的水封高度应符合设计要求;

3) 机组应清扫干净, 箱体内应无杂物、垃圾和积尘;

4) 机组内空气过滤器(网)和空气热交换器翅片应清洁、完好。

检查数量: 按总数抽查 20%, 不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查。

(3) 空气处理室的安装应符合下列规定:

1) 金属空气处理室壁板及各段的组装位置应正确, 表面平整, 连接严密、牢固。

2) 喷水段的本体及其检查门不得漏水, 喷水管和喷嘴的排列、规格应符合设计的规定。

3) 表面式换热器的散热面应保持清洁、完好。当用于冷却空气时, 在下部应设有排水装置, 冷凝水的引流管或槽应畅通, 冷凝水不外溢。

4) 表面式换热器与围护结构间的缝隙, 以及表面式热交换器之间的缝隙, 应封堵严密。

5) 换热器与系统供回水管的连接应正确, 且严密不漏。

检查数量: 按总数抽查 20%, 不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查。

(4) 单元式空调机组的安装应符合下列规定:

1) 分体式空调机组的室外机和风冷整体式空调机组的安装, 固定应牢固、可靠; 除应满足冷却风循环空间的要求外, 还应符合环境卫生保护有关法规的规定;

2) 分体式空调机组的室内机的位置应正确、并保持水平, 冷凝水排放应通畅。管道穿墙处必须密封, 不得有雨水渗入;

3) 整体式空调机组管道的连接应严密、无渗漏, 四周应留有相应的维修空间。

检查数量: 按总数抽查 20%, 不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查。

(5) 除尘设备的安装应符合下列规定:

1) 除尘器的安装位置应正确、牢固平稳, 允许误差应符合表 4.7.2-2 的规定;

除尘器安装允许偏差和检验方法 表 4.7.2-2

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	平面位移	≤10	用经纬仪或拉线、尺量检查
2	标高	±10	用水准仪、直尺、拉线和尺量检查
3	垂直度	每米	吊线和尺量检查
		总偏差	

2)除尘器的活动或转动部件应灵活、可靠,并应符合设计要求;

3)除尘器的排灰阀、卸料阀、排泥阀的安装应严密,并便于操作与维护修理。

检查数量:按总数抽查 20%,不得少于 1 台。

检查方法:尺量、观察检查及检查施工记录。

(6)现场组装的静电除尘器的安装,还应符合设备技术文件及下列规定:

1)阳极板组合后的阳极排平面度允许偏差为 5mm,其对角线允许偏差为 10mm:

2)阴极小框架组合后主平面的平面度允许偏差为 5mm,其对角线允许偏差为 10mm:

3)阴极大框架的整体平面度允许偏差为 15mm,整体对角线允许偏差为 10mm:

4)阳极板高度小于或等于 7m 的电除尘器,阴、阳极间距允许偏差为 5mm。阳极板高度大于 7m 的电除尘器,阴、阳极间距允许偏差为 10mm:

5)振打锤装置的固定,应可靠;振打锤的转动,应灵活。锤头方向应正确;振打锤头与振打砧之间应保持良好的线接触状态,接触长度应大于锤头厚度的 0.7 倍。

检查数量:按总数抽查 20%,不得少于 1 组。

检查方法:尺量、观察检查及检查施工记录。

(7)现场组装布袋除尘器的安装,还应符合下列规定:

1)外壳应严密、不漏,布袋接口应牢固;

2)分室反吹袋式除尘器的滤袋安装,必须平直。每条滤袋的拉紧力应保持在 25~35N/m;与滤袋连接接触的短管和袋帽应无毛刺;

3)机械回转扁袋袋式除尘器的旋臂,转动应灵活可靠,净气室上部的顶盖,应密封不漏气,旋转应灵活,无卡阻现象;

4)脉冲袋式除尘器的喷吹孔,应对准文氏管的中心,同心度允许偏差为 2mm。

检查数量:按总数抽查 20%,不得少于 1 台。

检查方法:尺量、观察检查及检查施工记录。

(8)洁净室空气净化设备的安装,应符合下列规定:

1)带有通风机的气闸室,吹淋室与地面间应有隔振垫;

2)机械式余压阀的安装,阀体、阀板的转轴均应水平,允许偏差为 2 / 1000。余压阀的安装位置应在室内气流的下风侧,并不应在工作面高度范围内;

3)传递窗的安装,应牢固、垂直,与墙体的连接处应密封。

检查数量:按总数抽查 20%,不得少于 1 件。

检查方法:尺量、观察检查。

(9)装配式洁净室的安装应符合下列规定:

1)洁净室的顶板和壁板(包括夹芯材料)应为不燃材料;

2)洁净室的地面应干燥、平整,平整度允许偏差为 1 / 1000;

3)壁板的构配件和辅助材料的开箱,应在清洁的室内进行,安装前应严格检查其规格和质量。壁板应垂直安装,底部宜采用圆弧或钝角交接;安装后的壁板之间、壁板与顶板间的拼缝,应平整严密,墙板的垂直允许偏差为 2 / 1000,顶板水平度的允许偏差与每个单间的几何尺寸的允许偏差均为 2 / 1000;

4)洁净室吊顶在受荷载后应保持平直,压条全部紧贴。洁净室壁板若为上、下槽形板时,其接头应平整、严密;组装完毕

的洁净室所有拼接缝，包括与建筑的接缝，均应采取密封措施，做到不脱落，密封良好。

检查数量：按总数抽查 20%，不得少于 5 处。

检查方法：尺量、观察检查及检查施工记录。

(10) 洁净层流罩的安装应符合下列规定：

1) 应设独立的吊杆，并有防晃动的固定措施；

2) 层流罩安装的水平度允许偏差为 $1/1000$ ，高度的允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ ；

3) 层流罩安装在吊顶上，其四周与顶板之间应设有密封及隔振措施。

检查数量：按总数抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查及检查施工记录。

(11) 风机过滤器单元 (FFU、FMU) 的安装应符合下列规定：

1) 风机过滤器单元的高效过滤器安装前应按规定检漏，合格后进行安装，方向必须正确；安装后的 FFU 或 FMU 机组应便于检修；

2) 安装后的 FFU 风机过滤器单元，应保持整体平整，与吊顶衔接良好。风机箱与过滤器之间的连接，过滤器单元与吊顶框架间应有可靠的密封措施。

检查数量：按总数抽查 20%，且不得少于 2 个。

检查方法：尺量、观察检查及检查施工记录。

(12) 高效过滤器的安装应符合下列规定：

1) 高效过滤器采用机械密封时，须采用密封垫料，其厚度为 $6\sim 8\text{mm}$ ，并定位贴在过滤器边框上，安装后垫料的压缩应均匀，压缩率为 $25\%\sim 50\%$ ；

2) 采用液槽密封时，槽架安装应水平，不得有渗漏现象，槽内无污物和水分，槽内密封液高度宜为 $2/3$ 槽深。密封液的熔点宜高于 50°C 。

检查数量：按总数抽查 20%，且不得少于 5 个。

检查方法：尺量、观察检查。

(13) 消声器的安装应符合下列规定：

1) 消声器安装前应保持干净，做到无油污和浮尘；

2) 消声器安装前的位置、方向应正确，与风管的连接应紧密，不得有损坏与受潮。两组同类消声器不宜直接串联；

3) 现场安装的组合式消声器，消声组件的排列、方向和位置应符合设计要求。单个消声器组件的固定应牢固；

4) 消声器、消声弯头均应设独立支、吊架。

检查数量：整体安装的消声器，按总数抽查 10%，且不得少于 5 台。现场组装的消声器全数检查。

检查方法：手扳和观察检查，核对安装记录。

(14) 空气过滤器的安装应符合下列规定：

1) 安装平整、牢固，方向正确。过滤器与框架、框架与围护结构之间应严密，无穿透缝；

2) 框架式或粗效、中效袋式空气过滤器的安装，过滤器四周与框架应均匀压紧，无可见缝隙，并应便于拆卸和更换滤料；

3) 卷绕式过滤器的安装，框架应平整、展开的滤料，应松紧适度、上下筒体应平行。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 1 台。

检查方法：观察检查。

(15) 风机盘管机组的安装应符合下列规定：

1) 机组安装前宜进行单机三速试运转及水压检漏试验。试验压力为系统工作压力的 1.5 倍, 试验观察时间为 2min, 不渗漏为合格;

2) 机组应设独立支、吊架, 安装的位置、高度及坡度应正确、固定牢固;

3) 机组与风管、回风箱或风口的连接, 应严密、可靠。

检查数量: 按总数抽查 10%, 且不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查、查阅检查试验记录。

(16) 转轮式换热器安装的位置、转轮旋转方向及接管应正确, 运转应平稳。

检查数量: 按总数抽查 20%, 且不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查。

(17) 转轮去湿机安装应牢固, 转轮及传动部件应灵活、可靠, 方向正确; 处理空气与再生空气接管应正确; 排风水平管须保持一定的坡度, 并坡向排出方向。

检查数量: 按总数抽查 20%, 且不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查。

(18) 蒸汽加湿器的安装应设置独立支架, 并固定牢固; 接管尺寸正确、无渗漏。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察检查。

(19) 空气风幕机的安装, 位置方向应正确、牢固可靠, 纵向垂直度与横向水平度的偏差均不应大于 $2 / 1000$ 。

检查数量: 按总数 10% 的比例抽查, 且不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查。

(20) 变风量末端装置的安装, 应设单独支、吊架, 与风管连接前宜做动作试验。

检查数量: 按总数抽查 10%, 且不得少于 1 台。

检查方法: 观察检查、查阅检查试验记录。

4.8 成品保护

4.8.1 设备开箱后安装现场应封闭, 禁止闲人进入现场。安装现场应宽敞、明亮、可防风、雨、雪并干燥。堆放设备、配件的应隔潮, 设备、配件场地应分类保存, 要避免相互碰撞造成表面划伤和损坏, 要保持设备配件的洁净。

4.8.2 设备、配件安装时, 要轻拿轻放, 重物吊装要合理选择吊点。绳索在设备、配件上的绑扎处应加软垫, 并按顺序安装, 避免返工。

4.8.3 安装现场应清理干净, 照明、给排水均应通畅, 设备外表面易损部应加临时防护罩, 设备上面不得存放任何物品及承重, 做好封闭。

4.9 安全环保措施

4.9.1 搬动和安装大型通风空调设备, 应有起重工配合进行, 并设专人指挥, 统一行动, 所用工具、绳索必须符合安全要求。

4.9.2 整装设备在起吊和下落时, 要缓慢行动。并注意周围环境, 不要破坏其他建筑物、设备和砸压伤手脚。

4.9.3 分段装配式空调机组拼装时, 要注意防止板缝夹伤手指。紧固螺栓用力要适度。安装盖板时作业人员要相互配合, 防止物件坠落伤人。

4.9.4 禁止危害环境的废水未经处理直接排入城市排水设施和

河流。

4.9.5 不得在施工现场焚烧油漆等会产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。

4.9.6 使用密封式的圈筒或者采取其他措施处理施工中的废弃物。

4.9.7 采取洒水等有效措施控制施工过程中产生的扬尘。

4.9.8 对产生噪声的施工机械应采取有效的控制措施，减轻噪声扰民。

4.10 质量记录

4.10.1 质量记录

- (1) 通风与空调设备安装检验批质量验收记录（通风系统）。
- (2) 通风与空调设备安装检验批质量验收记录（空调系统）。
- (3) 通风与空调设备安装检验批质量验收记录（净化空调系统）。
- (4) 通风与空调分项工程的质量验收记录。
- (5) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（送、排风系统）。
- (6) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（防、排烟系统）。
- (7) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（除尘系统）。
- (8) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（空调系统）。
- (9) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（净化系统）。
- (10) 通风机安装检验批质量验收记录。
- (11) 隐蔽工程记录。
- (12) 施工日记。

4.10.2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验评分离，强化验收，完善手段，过程控制”的原则，在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”，并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目，验收必须合格。

(3) 检验批的划分，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2001）的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施，因此施工过程应建立质量保证体系，加强过程控制管理。

5 空调制冷系统安装施工工艺标准

5.1 总则

5.1.1 适用范围

本工艺标准适用于空调工程中压力不高于 2.5MPa，工作温度在-20~150℃的整体式、组装式及单元式制冷设备（包括热泵）、制冷附属设备、其他配套设备和管路系统安装工程施工质量的检验和验收。

5.1.2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB 50243—2002）

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)

(3) 中华人民共和国国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》(GB 50274)

(4) 中华人民共和国国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GB 50236)

5.2 术语

(1) 制冷剂：制冷系统中，完成制冷循环的工作物质。

(2) 检验批：按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

(3) 交接检验：由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(4) 主控项目：建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(5) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(6) 抽样检验：按照规定的抽样方案，随机地从进场的材料、构配件、设备或建筑工程检验项目中，按检验批抽取一定数量的样本所进行的检验。

(7) 整体式制冷设备：制冷机、冷凝器、蒸发器及辅助设备部件组装在同一机座上，而构成整体形式的制冷设备。

(8) 组装式制冷设备：制冷机、冷凝器、蒸发器及辅助设备采用部分集中、部分分开安装形式的制冷设备。

5.3 基本规定

5.3.1 制冷设备、制冷附属设备、管道、管件及阀门的型号、规格、性能及技术参数等必须符合设计要求。设备机组的外表应无损伤、密封良好，随机文件和配件应齐全。

5.3.2 与制冷机组配套的蒸汽、燃油、燃气供应系统和蓄冷系统的安装，还应符合设计文件、有关消防规范与产品技术文件的规定。

5.3.3 空调用制冷设备的运输和吊装，应符合产品说明书有关规定，并做好设备的保护工作，防止因运输或吊装而造成设备损伤。

5.4 施工准备

5.4.1 技术准备

(1) 专业技术人员应熟悉施工图纸和设备随机附带的配管系统图，现场设备的管口尺寸、方位、高度应符合图纸设计要求；设计图纸、技术文件齐全，熟悉制冷工艺及施工程序。

(2) 管道专业施工方案已进行会审和批准，并已进行技术质量安全交底，形成交底记录。

(3) 按施工图所示管道位置、标高测量放线，查找出支、吊架预埋铁件。

(4) 安装完的管路系统应有完整的检验、检测手段和措施。

5.4.2 材料要求

(1) 所采用的管子和焊接材料应符合设计规定，并具有出厂合格证明或质量鉴定文件。

(2) 制冷系统的各类阀件必须采用国标产品，并有出厂合格证。

(3) 无缝管内外表面无明显腐蚀、无裂纹、重皮及凹凸不平等缺陷。

(4) 铜管内外壁均应光洁、无疵孔、裂缝、结疤、层裂或气泡等缺陷。

5. 4. 3 主要机具

(1) 施工机具：卷扬机、空气压缩机、真空泵、砂轮切割机、磨光机、压力工作台、倒链、台钻、电锤、坡口机、铜管扳边器、手锯、套丝板、管钳、套筒扳手、活扳手、平尺、铁锤、电气焊设备等。

(2) 测量工具：钢直尺、钢卷尺、角尺、水平仪、塞尺、线坠、水准仪、经纬仪、半导体测温计、U 形压力计等。

5. 4. 4 作业条件

(1) 建筑结构工程施工完毕，室内装修基本完成，与管道连接的设备已安装找正完毕，管道穿过结构的孔洞已配合预留，尺寸正确，预埋件设置恰当，符合制冷管道施工要求。

(2) 施工准备工作完成，材料送至现场。

5. 5 材料和质量要点

5. 5. 1 材料关键要求

(1) 制冷管道及管件、阀门应选用正规厂家的产品，其规格、型号、性能及技术参数等必须符合图纸设计要求。

(2) 设备的地脚螺栓以及平、斜垫铁材质、规格和加工精度应满足设备安装要求。

(3) 设备安装所采用的减振器或减振垫的规格、材质和单位面积的承载率应符合设计和设备安装要求。

5. 5. 2 技术关键要求

(1) 制冷设备安装前，应会同土建、监理、建设单位共同对设备基础进行验收，做好基础验收记录，对不符合设备安装要求的基础，应及时整改。

(2) 制定安全合理的大型制冷设备运输方案和吊装方案，相关的安全措施应落实到位。

(3) 气体或液体管道的安装应符合本标准 5. 7. 1 中第(5)条的有关规定。

5. 5. 3 质量关键要求

(1) 地脚螺栓孔的一次灌浆，所用的细石混凝土或水泥砂浆的强度等级，应比基础强度等级高 1~2 级。灌浆前应将螺栓孔内清理干净，每个孔洞灌浆必须一次完成，分层捣实。灌浆料的强度达到 70% 以上，方可拧紧地脚螺栓。

(2) 设备找平找正后，应将设备垫铁及时点焊牢固，防止垫铁滑动、脱落。

(3) 燃气、氨制冷系统管道采用超声波或射线照相检测时，其抽检数量和合格等级应符合本标准 5. 7. 1 中第(7)条和 5.7. 1 中第(8)条的规定。

5. 5. 4 职业健康安全关键要求

(1) 设备吊装应设专人指挥，统一行动，注意吊装作业周围有无高、低压电线和通讯电缆等，以免发生安全事故。

(2) 作业场地道路应畅通，不得阻碍消防通道，现场应配备相应数量的消防器材。

(3) 现场临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46—88)的有关要求。

(4) 管道吹扫、冲洗排放口附近应设置警戒线，并有专人看护。吹扫、冲洗时人员不得进入境界区域。

5.5.5 环境关键要求

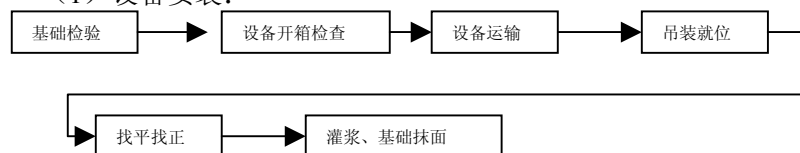
(1) 管道吹扫、冲洗应实行定点排放到下水道或管沟内，不得随意排放，污染施工环境。

(2) 制冷剂充装作业场所应有良好的通风措施，并尽量避免制冷剂的泄漏，减少对大气的污染。

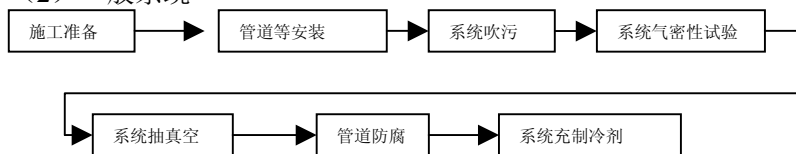
15.6 施工工艺

5.6.1 工艺流程

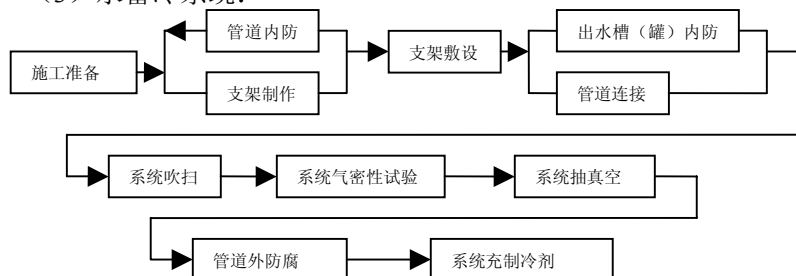
(1) 设备安装：



(2) 一般系统



(3) 水蓄冷系统：



5.6.2 操作工艺

5.6.2.1 制冷机组的安装

(1) 活塞式制冷机组：

1) 基础检查验收：会同土建、监理和建设单位共同对基础质量进行检查，确认合格后进行中间交接，检查内容主要包括：外形尺寸、平面的水平度、中心线、标高、地脚螺栓孔的深度和间距、埋设件等。

2) 就位找正和初平：

① 根据施工图纸按照建筑物的定位轴线弹出设备基础的纵横向中心线，利用铲车、人字拔杆将设备吊至设备基础上进行就位。应注意设备管口方向应符合设计要求，将设备的水平度调整到接近要求的程度。

② 利用平垫铁或斜垫铁对设备进行初平，垫铁的放置位置和数量应符合设备安装要求。

3) 精平和基础抹面：

①设备初平合格后，应对地脚螺栓孔进行二次灌浆，所用的细石混凝土或水泥砂浆的强度等级，应比基础强度等级高 1~2 级。灌浆前应清理孔内的污物、泥土等杂物。每个孔洞灌浆必须一次完成，分层捣实，并保持螺栓处于垂直状态。待其强度达到 70% 以上时，方能拧紧地脚螺栓。

②设备精平后应及时点焊垫铁，设备底座与基础表面间的空隙应用混凝土填满，并将垫铁埋在混凝土内，灌浆层上表面应略有坡度，以防油、水流入设备底座，抹面砂浆应密实、表面光滑美观。

③利用水平仪法或铅垂线法在气缸加工面、底座或与底座平行的加工面上测量，对设备进行精平，使机身纵、横向水平度的允许偏差为 $1/1000$ ，并应符合设备技术文件的规定。

4) 拆卸和清洗:

①用油封的制冷压缩机，如在设备技术文件规定的期限内，且外观良好、无损坏和锈蚀时，仅拆洗缸盖、活塞、气缸内壁、吸排气阀及曲轴箱等，并检查所有紧固件、油路是否通畅，更换曲轴箱内的润滑油。用充有保护性气体或制冷工质的机组，如在设备技术文件规定的期限内，充气压力无变化，且外观完好，可不作压缩机的内部清洗。

②设备拆卸清洗的场地应清洁，并具有防火设备。设备拆卸时，应按照顺序进行，在每个零件上做好记号，防止组装时颠倒。

③采用汽油进行清洗时，清洗后必须涂上一层机油，防止锈蚀。

(2) 螺杆式制冷机组:

1) 螺杆式制冷机组的基础检查、就位找正初平的方法同活塞式制冷机组，机组安装的纵向和横向水平偏差均不应大于 $1/1000$ ，并应在底座或底座平行的加工面上测量。

2) 脱开电动机与压缩机间的联轴器，点动电动机，检查电动机的转向是否符合压缩机要求。

3) 设备地脚螺栓孔的灌浆强度达到要求后，对设备进行精平，利用百分表在联轴器的端面和圆周上进行测量、找正，其允许偏差应符合设备技术文件的规定。

(3) 离心式制冷机组:

1) 离心式制冷机组的安装方法与活塞式制冷机组基本相同，机组安装的纵向和横向水平偏差均不应大于 $1/1000$ ，并应在底座或底座平行的加工面上测量。

2) 机组吊装时，钢丝绳要设在蒸发器和冷凝器的筒体外侧，不要使钢丝绳在仪表盘、管路上受力，钢丝绳与设备的接触点应垫木板。

3) 机组在连接压缩机进气管前，应从吸气口观察导向叶片和执行机构、叶片开度与指示位置，按设备技术文件的要求调整一致并定位，最后连接电动执行机构。

4) 安装时设备基础底板应平整，底座安装应设置隔振器，隔振器的压缩量应一致。

(4) 溴化锂吸收式制冷机组:

1) 安装前，设备的内压应符合设备技术文件规定的出厂压力。

2) 机组在房间内布置时，应在机组周围留出可进行保养作业的空间。多台机组布置时，两机组间的距离应保持在 1.5~2m。

3) 溴化锂制冷机组的就位后的初平及精平方法与活塞式制冷机组基本相同。

4) 机组安装的纵向和横向水平偏差均不应大于 $1/1000$ ，并按设备技术文件规定的基准面上测量。水平偏差的测量可采用 U 形管法或其他方法。

5) 燃油或燃气直燃型溴化锂制冷机组及附属设备的安装还应符合《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95) 的相关要求。

(5) 模块式冷水机组：

1) 设备基础平面的水平度、外形尺寸应满足设备安装技术文件的要求。设备安装时，在基础上垫以橡胶减振块，并对设备进行找平校正，使模块式冷水机组的纵横向水平度偏差不得超过 $1/1000$ 。

2) 多台模块式冷水机组并联组合时，应在基础上增加型钢底座，并将机组牢固地固定在底座上。连接后的模块机组外壳应保持完好无损、表面平整，并连接成统一整体。

3) 模块式冷水机组的进、出水管连接位置应正确，严密不漏。

4) 风冷模块式冷水机组的周围，应按设备技术文件要求留有一定的通风空间。

(6) 大、中型热泵机组：

1) 空气热源热泵机组周围应按设备不同留有一定的通风空间。

2) 机组应设置隔振垫，并有定位措施，防止设备运行发生位移，损害设备接口及连接的管道。

3) 机组供、回水管侧应留有 $1\sim 1.5\text{m}$ 的检修距离。

5. 6. 2. 2 附属设备

(1) 制冷系统的附属设备如冷凝器、贮液器、油分离器、中间冷却器、集油器、空气分离器、蒸发器和制冷剂泵等就位前，应检查管口的方向与位置、地脚螺栓孔与基础的位置，并应符合设计要求。

(2) 附属设备的安装除应符合设计和设备技术文件规定外，尚应符合下列要求：

1) 附属设备的安装，应进行气密性试验及单体吹扫；气密性试验压力应符合设计和设备技术文件的规定；

2) 卧式设备的安装水平偏差和立式设备的铅垂度偏差均不宜大于 $1/1000$ ；

3) 当安装带有集油器的设备时，集油器的一端应稍低；

4) 洗涤式油分离器的进液口的标高宜比冷凝器的出液口标高低；

5) 当安装低温设备时，设备的支撑和与其他设备接触处应增设垫木，垫木应预先进行防腐处理，垫木的厚度不应小于绝热层的厚度；

6) 与设备连接的管道，其进、出口方向及位置应符合工艺流程和设计的要求。

(3) 制冷剂泵的安装，应符合下列要求：

1) 泵的轴线标高应低于循环贮液桶的最低液面标高，其间距应符合设备技术文件的规定；

2) 泵的进、出口连接管管径不得小于泵的进、出口直径；两台及两台以上泵的进液管应单独敷设，不得并联安装；

3) 泵不得空运转或在有气蚀的情况下运转。

5. 6. 2. 3 管道安装

(1) 制冷系统管道安装：

1) 管道预制:

①制冷系统的阀门,安装前应按设计要求对型号、规格进行核对检查,并按照国家规范要求做好清洗和强度、严密性试验。

②制冷剂和润滑油系统的管子、管件应将内外壁铁锈及污物清除干净,除完锈的管子应将管口封闭,并保持内外壁干燥。

③从液体干管引出支管,应从干管底部或侧面接出,从气体干管引出支管,应从干管上部或侧面接出。

④管道成三通连接时,应将支管按制冷剂流向弯成弧形再进行焊接,当支管与干管直径相同且管道内径小于 50mm 时,需在干管的连接部位换上大一号管径的管段,再按以上规定进行焊接。

⑤不同管径管子对接焊接时,应采用同心异径管。

⑥紫铜管连接宜采用承插焊接,或套管式焊接,承口的扩口深度不应小于直径,扩口方向应迎介质流向。

⑦紫铜管切口表面应平齐,不得有毛刺、凹凸等缺陷。

⑧乙二醇系统管道连接时严禁焊接,应采用丝接或卡箍连接。

2) 阀门安装:

①阀门安装的位置、方向、高度应符合设计要求,不得反装。

②安装带手柄的手动截止阀,手柄不得向下。电磁阀、调节阀、热力膨胀阀、升降式止回阀等,阀头均应向上竖直安装。

③热力膨胀阀的感温包,应装于蒸发器末端的回气管上,应接触良好,绑扎紧密,并用隔热材料密封包扎,其厚度与管道保温层相同。

④安全阀安装前,应检查铅封情况、出厂合格证书和定压测试报告,不得随意拆启。

3) 仪表安装:

①所有测量仪表按设计要求均采用专用产品,并应有合格证书和有效的检测报告。

②所有仪表应安装在光线良好、便于观察、不妨碍操作和检修的地方。

③压力继电器和温度继电器应装在不受振动的地方。

4) 系统吹扫、气密性试验及抽真空。

①系统吹扫:

(A) 整个制冷系统是一个密封而又清洁的系统,不得有任何杂物存在,必须采用洁净干燥的空气对整个系统进行吹扫,将残存在系统内部的铁屑、焊渣、泥砂等杂物吹净。

(B) 应选择在系统的最低点设排污口。用压力 0.5~0.6MPa 的干燥空气进行吹扫;如系统较长,可采用几个排污口分段进行。此项工作按次序连续反复地进行多次,当用白布检查吹出的气体无污垢时为合格。

②系统气密性试验:

(A) 系统内污物吹净后,应对整个系统进行气密性试验。

(B) 制冷剂为氨的系统,采用压缩空气进行试验;制冷剂为氟利昂的系统,采用瓶装压缩氮气进行试验。对于较大的制冷系统也可采用压缩空气,但须干燥处理后再充入系统。

(C) 检漏方法:用肥皂水对系统所有焊口、阀门、法兰等连接部位进行仔细涂抹检漏。

(D) 在试验压力下,经稳压 24h 后观察压力值,不出现压力降为合格。

(E) 试验过程中如发现泄漏要做好标记,必须在泄压后进

行检修，不得带压修补。

(F) 系统气密性试验压力：（见表 5. 6. 2. 3）

系统气密性试验压力 (Mpa)

系统压力	活塞式制冷机				离心式制冷机	
	R717	R502	R22	R12 134a	R11	R123
低压系统	1.8		1.8	1.2	0.3	
高压系统	2.0		2.5	1.6	0.3	

③系统抽真空试验：

在气密性试验后，采用真空泵将系统抽至剩余压力小于 5.3kPa（40mm 汞柱），保持 24h，氨系统压力以不发生变化为合格，氟利昂系统压力回升不应大于 0.53kPa（4mm 汞柱）。

5) 管道防腐：

①管道防锈：

(A) 制冷管道、型钢、支吊架等金属制品必须做好除锈防腐处理，安装前可在现场集中进行，如采用手工除锈时，用钢丝刷或砂布反复清刷，直至露出金属光泽，再用棉纱擦净锈尘。

(B) 刷漆时，必须保持金属面干燥、洁净、漆膜附着良好，油漆厚度均匀，无遗漏。

(C) 制冷管道刷漆的种类、颜色，应按设计或验收规范规定执行。

②乙二醇系统管道内壁需作环氧树脂防腐处理。

③管道保温应符合制冷管道保温要求。

6) 系统充制冷剂：

①制冷系统充灌制冷剂时，应将装有质量合格的制冷剂的钢瓶在磅秤上做好记录，用连接管与机组注液间接通，利用系统内真空度将制冷剂注入系统。

②当系统内的压力至 0.196~0.294MPa 时，应对系统再次进行检验。查明泄漏后应予以修复，再充灌制冷剂。

③当系统压力与钢瓶压力相同时，即可启动压缩机，加快充入速度，直至符合有关设备技术文件规定的制冷剂重量。

(2) 燃油系统管路安装：

1) 机房内油箱的容量不得大于 1m³，油位应高于燃烧器 0.10~0.15m，油箱顶部应安装呼吸阀，油箱还应设置泊位指示器。

2) 为防止油中的杂质进入燃烧器、油泵及电磁阀等部件，应在管路系统中安装过滤器，一般可设在油箱的出口处和燃烧器的入口处。油箱的出口处可采用 60 目的过滤器，而燃烧器的入口处则应采用 140 目较细的过滤器。

3) 燃油管路应采用无缝钢管，焊接前应清除管内的铁锈和污物，焊接后应做强度和严密性试验。

4) 燃油管道的最低点应设置排污阀，最高点应设置排气阀。

5) 装有喷油泵回油管路时，回油管路系统中应装有旋塞、阀门等部件，保证管路畅通无阻。

6) 在无日用油箱的供油系统，应在储油罐与燃烧器之间安装空气分离器，并应靠近机组。

7) 管道采用无损检测时，其抽检比例和合格等级应符合设计文件要求。

8) 当管道系统采用水冲洗时，合格后还应用干燥的压缩空气将管路中的水分吹干。

(3) 燃气系统管路安装：

1) 管路应采用无缝钢管，并采用明装敷设。特殊情况下采

用暗装敷设时，必须便于安装和检查。

2) 燃气管路的敷设，不得穿越卧室、易燃易爆品仓库、配电间、变电室等部位。

3) 当燃气管路的设计压力大于机组使用压力范围时，应在进机组之前增加减压装置。

4) 燃气管路进入机房后，应按设计要求配置球阀、压力表、过滤器及流量计等。

5) 燃气管路宜采用焊接连接，应做强度、严密性试验和气体泄漏量试验。

6) 燃气管路与设备连接前，应对系统进行吹扫，其清洁度应符合设计和有关规范的规定。

5.7 质量标准

5.7.1 主控项目

(1) 制冷设备与制冷附属设备的安装应符合下列规定：

1) 制冷设备、制冷附属设备的型号、规格和技术参数必须符合设计要求，并具有产品合格证书、产品性能检验报告；

2) 设备的混凝土基础必须进行质量交接验收，合格后方可安装；

3) 设备安装的位置、标高和管口方向必须符合设计要求。用地脚螺栓固定的制冷设备和制冷附属设备，其垫铁的放置位置应正确、接触紧密；螺栓必须拧紧，并有防松动措施。

检查数量：全数检查。

检查方法：查阅图纸核对设备型号、规格；产品质量合格证书和性能检验报告。

(2) 直接膨胀表面式冷却器的外表应保持清洁、完整，空气与制冷剂应呈逆向流动；表面式冷却器与外壳四周的缝隙应堵严，冷凝水排放应畅通。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

(3) 燃油系统的设备与管道，以及储油罐及日用油箱的安装，位置和连接方法应符合设计与消防要求。

燃气系统设备的安装应符合设计和消防要求。调压装置、过滤器的安装和调节应符合设备技术文件的规定，且应可靠接地。

检查数量：全数检查。

检查方法：按图纸核对、观察、查阅接地测试记录。

(4) 制冷设备的各项严密性试验和试运行的技术数据，均应符合设备技术文件的规定。对组装式的制冷机组和现场充注制冷剂的机组，必须进行吹污、气密性试验、真空试验和充注制冷剂检漏试验，其相应的技术数据必须符合产品技术文件和有关现行国家标准、规范的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：旁站观察、检查和查阅试运行记录。

(5) 制冷系统管道、管件和阀门的安装应符合下列规定：

1) 制冷系统的管道、管件和阀门的型号、材质及工作压力等必须符合设计要求，并应具有出厂合格证、质量证明书；

2) 法兰、螺纹等处的密封材料应与管内的介质性能相适应；

3) 制冷剂液体管不得向上装成“Ω”形。气体管道不得向下装成“U”形（特殊回油管除外）；液体支管引出时，必须从干管底部或侧面接出；气体支管引出时，必须从干管顶部或侧面

接出；有两根以上的支管从干管引出时，连接部位应错开，间距不应小于 2 倍支管直径，且不小于 200mm；

4) 制冷机与附属设备之间制冷剂管道的连接，其坡度与坡向应符合设计及设备技术文件要求。当设计无规定时，应符合表 5. 7. 1 的规定；

制冷剂管道坡度、坡向 表 5. 7. 1

管道名称	坡向	坡度
压缩机吸气水平管（氟）	压缩机	≥10/1000
压缩机吸气水平管（氨）	蒸发器	≥3/1000
压缩机排气水平管	油分离器	≥10/1000
冷凝器水平供液管	贮液器	(1~3)/100
油分离器至冷凝器水平管	油分离器	(3~5)/1000

5) 制冷系统投入运行前，应对安全阀进行调试校核，其开启和回座压力应符合设备技术文件的要求。

检查数量：按总数抽检 20%，且不得少于 5 件。第 5) 款全数检查。

检查方法：核查合格证明文件、观察、水平仪测量、查阅调校记录。

(6) 燃油管道系统必须设置可靠的防静电接地装置，其管道法兰应采取镀锌螺栓连接或在法兰处用铜线进行跨接，且接合良好。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：观察检查、查阅试验记录。

(7) 燃气系统管道与机组的连接不得使用非金属软管。燃气管道的吹扫和压力试验应为压缩空气或氮气，严禁用水。当燃气供气管道压力大于 0.005MPa 时，焊缝的无损检测的执行标准应按设计规定。当设计无规定时，且采用超声波探伤时，应全数检测，以质量不低于Ⅱ级为合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：观察检查、查阅探伤报告和试验记录。

(8) 氨制冷剂系统管道、附件、阀门及填料不得采用钢或铜合金材料（磷青铜除外），管内不得镀锌。氨系统的管道焊缝应进行射线照相检验，抽检率为 10%，以质量不低于Ⅲ级为合格。在不易进行射线照相检验操作的场合，可用超声波检验代替，以不低于Ⅱ级为合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：观察检查、查阅探伤报告和试验记录。

(9) 输送乙二醇溶液的管道系统，不得使用内镀锌管道及配件。

检查数量：按系统的管段抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：观察检查、查阅安装记录。

(10) 制冷管道系统应进行强度、气密性试验及真空试验，且必须合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：旁站、观察检查和查阅试验记录。

5. 7. 2 一般项目

(1) 制冷机组与制冷附属设备的安装应符合下列规定：

1) 制冷设备及制冷附属设备安装位置、标高的允许偏差，应符合表 5. 7. 2-1 的规定；

制冷设备与制冷附属设备安装允许偏差和检验方法 表 5. 7. 2-1

项次	项目	允许偏差	检验方法
1	平面位移	10	经纬仪或拉线和尺量检查
2	标高	±10	水准仪或经纬仪、拉线和尺量检查

2) 整体安装的制冷机组，其机身纵、横向水平度的允许偏差为 1 / 1000，并应符合设备技术文件的规定；

3) 制冷附属设备安装的水平度或垂直度允许偏差为 1 / 1000，并应符合设备技术文件的规定；

4) 采用隔振措施的制冷设备或制冷附属设备，其隔振器安装位置应正确；各个隔振器的压缩量，应均匀一致，偏差不应大于 2mm；

5) 置弹簧隔振的制冷机组，应设有防止机组运行时水平位移的定位装置。

检查数量：全数检查。

检查方法：在机座或指定的基准面上用水平仪、水准仪等检测、尺量与观察检查。

(2) 模块式冷水机组单元多台并联组合时，接口应牢固，且严密不漏。连接后机组的外表应平整、完好，无明显的扭曲。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量、观察检查。

(3) 燃油系统油泵和蓄冷系统载冷剂泵的安装，纵、横向水平度允许偏差为 1 / 1000，联轴器两轴芯轴向倾斜允许偏差为 0.2 / 1000，径向位移为 0.05mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：在机座或指定的基准面上，用水平仪、水准仪等检测，尺量、观察检查。

(4) 制冷系统管道、管件的安装应符合下列规定：

1) 管道、管件的内外壁应清洁、干燥；铜管管道支吊架的形式、位置、间距及管道安装标高应符合设计要求，连接制冷机的吸、排气管道应设单独支架；管径小于等于 20mm 的铜管道，在阀门处应设置支架；管道上下平行敷设时，吸气管应在下方；

2) 制冷剂管道弯管的弯曲半径不应小于 3. 5D (管道直径)，其最大外径与最小外径之差不应大于 0.08D，且不应使用焊接弯管及皱褶弯管；

3) 制冷剂管道分支管应按介质流向弯成 90° 弧度与主管连接，不宜使用弯曲半径小于 1.5D 的压制弯管；

4) 铜管切口应平整，不得有毛刺、凹凸等缺陷，切口允许倾斜偏差为管径的 1%，管口翻边后应保持同心，不得有开裂及皱褶，并应有良好的密封面；

5) 采用承插钎焊焊接连接的铜管，其插接深度应符合下表的规定，承插的扩口方向应迎介质流向。当采用套接钎焊焊接连接时，其插接深度应不小于承插连接的规定。采用对接焊缝组对管道的内壁应齐平，错边量不大于 0.1 倍壁厚，且不大于 1mm；

承插式焊接的铜管承口的扩口深度表(mm) 表 5. 7. 2-2

铜管规格	≤DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65
承插口的扩口深度	9~12	12~15	15~18	17~20	21~24	24~26	26~30

6) 管道穿越墙体或楼板时，管道的支吊架和钢管的焊接应按本标准的有关规定执行。

检查数量：按系统抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查。

(5) 制冷系统阀门的安装应符合下列规定：

1) 制冷剂阀门安装前应进行强度和严密性试验。强度试验压力为阀门公称压力的 1.5 倍，时间不得少于 5min；严密性试验压力为阀门公称压力的 1.1 倍，持续时间 30s 不漏为合格。应保持阀体内干燥。如阀门进、出口封闭破损或阀体锈蚀的还应进行解体清洗；

2) 位置、方向和高度应符合设计要求；

3) 水平管道上的阀门的手柄不应朝下；垂直管道上的阀门手柄应朝向便于操作的地方；

4) 自控阀门安装的位置应符合设计要求。电磁阀、调节阀、热力膨胀阀、升降式止回阀等的阀头均应向上；热力膨胀阀的安装位置应高于感温包，感温包应装在蒸发器末端的回气管上，与管道接触良好，绑扎紧密；

5) 安全阀应垂直安装在便于检修的位置，其排气管的出口应朝向安全地带，排液管应装在泄水管上。

检查数量：按系统抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查、旁站或查阅试验记录。

(6) 制冷系统的吹扫排污应采用压力为 0.6MPa 的干燥压缩空气或氮气，以浅色布检查 5min，无污物为合格。系统吹扫干净后，应将系统中阀门的阀芯拆下清洗干净。

检查数量：全体检查。

检查方法：观察、旁站或查阅试验记录。

5.8 成品保护

5.8.1 管道预制加工、防腐、安装、试压等工序应紧密衔接，如施工有间断，应及时将敞开的管口封闭，以免进入杂物堵塞管子。

5.8.2 吊装重物不得利用已安装好的管道作为吊点，也不得在管道上搭设脚手板踩蹬。

5.8.3 安装用管洞修补工作，必须在面层粉饰之前全部完成。

5.8.4 粉饰工程期间，必要时应设专人监护已安装完的管道、阀部件、仪表等，防止碰坏成品。

5.9 安全环保措施

5.9.1 安装操作时应带手套；焊接施工时须戴好防护眼镜、面罩及手套。

5.9.2 在密闭空间或设备内焊接作业时，应有良好的通排风措施，并设专人监护。

5.9.3 管道吹扫时，排放口应接至安全地点，不得对人和设备，防止造成人员伤亡及设备损伤。

5.9.4 管道采用蒸汽吹扫时，应先进行暖管，吹扫现场设置警戒线，无关人员不得进入现场，防止蒸汽烫伤人。

5.9.5 采用电动套丝机进行套丝作业时，操作人员不得佩戴手套。

5.9.6 避免制冷剂的泄漏，减少对大气的污染。

5.9.7 管道吹扫的排放口应定点排放，不得污染已安装的设备及周边环境。

5.9.8 管道和支吊架油漆时，应做好隔离工作，不得污染已完的地面、墙壁、吊顶及其他安装成品。

5.10 质量记录

5.10.1 质量记录

- (1) 空调制冷系统安装检验批质量验收记录。
- (2) 防腐与绝热施工检验批质量验收记录（管道系统）。
- (3) 通风与空调分部工程的质量验收记录（制冷系统）。
- (4) 通风与空调分部工程的质量验收记录。
- (5) 隐蔽工程记录。
- (6) 施工日记。

5.10.2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验评分离，强化验收，完善手段，过程控制”的原则，在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”，并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目，验收必须合格。

(3) 检验批的划分，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2001）的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施，因此施工过程中应建立质量保证体系，加强过程控制管理。

6 空调水系统管道与设备安装 施工工艺标准

6.1 总则

6.1.1 适用范围

本工艺标准适用于空调工程水系统安装，包括冷（热）水、冷却水、凝结水系统的设备（不包括末端设备）、管道及附件施工。

6.1.2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB 50243—2002）

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2001）

(3) 中华人民共和国国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》（GB 50236—98）

6.2 术语

(1) 试验压力：管道、容器或设备进行耐压强度和气密性试验规定所要达到的压力。

(2) 管道配件：使用的各种零、配件的统称。

(3) 检验批：按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

(4) 主控项目：建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(5) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(6) 抽样检验：按照规定的抽样方案，随机地从进场的材料、构配件、设备或建筑工程检验项目中，按检验批抽取一定数量的样本所进行的检验。

6.3 基本规定

(1) 镀锌钢管应采用螺纹连接。当管径大于 DN100 时，可采用卡箍式、法兰或焊接连接，但应对焊缝及热影响区的表面进行防腐处理。

(2) 从事金属管道焊接的企业，应具有相应项目的焊接工艺评定，焊工应持有相应类别焊接的焊工合格证书。

(3) 空调用蒸汽管道的安装，应按现行国家标准《建筑给水、排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB 50242—2002) 的规定执行。

(4) 施工过程中严禁随意修改设计，如确有必要，必须经原设计单位或委托单位签字认可。

6.4 施工准备

6.4.1 技术准备

(1) 熟悉技术资料。安装前，必须事先熟悉有关施工图纸、规范、规程、标准图集及其他技术资料，以便全面掌握工程概况、特点和技术要求。

(2) 图纸会审。安装前，必须会同设计单位和监理单位（建设单位），进行图纸会审。

(3) 技术交底。安装前，应由专业技术负责人或工长向施工人员进行技术交底。

6.4.2 材料要求

(1) 管材：碳素钢管、无缝钢管。管材不得弯曲、锈蚀，无飞刺、重皮及凹凸不平现象；

硬聚氯乙烯 (PVC—U)、聚丙烯 (PP—R)、聚丁烯 (PB) 与交联聚乙烯 (PEX) 等有机材料管道：表面无明显压瘪、无划伤等现象。

(2) 阀门：铸造规矩、无毛刺、无裂纹，开关灵活严密，丝扣无损伤，直度和角度正确，强度符合要求，手轮无损伤。

(3) 管件：无偏扣、方扣、乱扣、断丝和角度不准确现象。

6.4.3 主要机具

(1) 施工工机具。套丝机、试压泵、台钻、冲击电钻、砂轮切割机、砂轮机、坡口机、钢管专用滚槽机、钢管专用开孔机、交流电焊机、PP—R 等复合管专用焊机、倒链、管钳等。

(2) 测量工具：钢直尺、钢卷尺、角尺、压力表、焊缝检验尺、水平尺、线坠等。

6.4.4 作业条件

(1) 与空调水系统管道和设备安装有关的土建工程已施工完毕并经检验合格，且能保证空调水系统管道与设备安装的全面开展。

(2) 设备配管时，该设备应安装结束并检验检查合格，达到配管施工要求。

(3) 所需图纸资料和技术文件齐备。

(4) 管子、阀门、管道附件等经检验合格且已完成除锈、

清洗等工作。

(5) 施工方案或技术措施中规定的施工机具已准备就绪。

6.5 材料和质量要点

6.5.1 材料关键要求

(1) 工程中所选用的对焊管件的外径和壁厚应与被连接管道的外径和壁厚相一致。

(2) 丝接或粘接管道的管材与管件应匹配,丝接管件无偏丝、断丝等缺陷。

(3) 设备安装所采用的减振器或减振垫的规格、材质和单位面积的承载率应符合设计和设备安装要求。

(4) 支吊架固定所采用的膨胀螺栓、射钉等,应选用符合国标的正规产品,其强度应能满足管道及设备的安装要求。

6.5.2 技术关键要求

(1) 管道安装前,应配合土建单位做好预留预埋工作,并及时对预留孔洞和预埋件进行复验,确保其位置、标高准确无误。

(2) 制定先进合理的管道施工方案,明确管道的连接方法和质量要求,及时做好对施工班组的安全和技术交底工作,并形成文字记录。

(3) 会同有关单位对设备基础进行检验,办理中间交接手续。

6.5.3 质量关键要求

(1) 管道支吊架的形式、位置、间距、标高应符合设计及规范要求,其中固定支架的设置应位置正确、牢固可靠。

(2) 有保冷要求的管道在支架与管道之间应垫以防腐木瓦托,防止管道使用时产生“冷桥”现象。

(3) 冷凝水管道的安装,其坡度应符合设计要求,不得出现倒坡、逆坡的现象,安装完后应做通水试验。

6.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 焊接或气割作业时,应清理作业环境周围的可燃物品或采取可靠的隔离措施。

(2) 高空作业应系好安全带,对患有高血压、贫血病、癫痫症等人员不得从事高空作业。

(3) 现场临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46—88)的有关要求。

(4) 管道吹扫、冲洗排放口附近应设置警戒线,并有专人看护。吹扫、冲洗时无关人员不得进入警戒区域。

6.5.5 环境关键要求

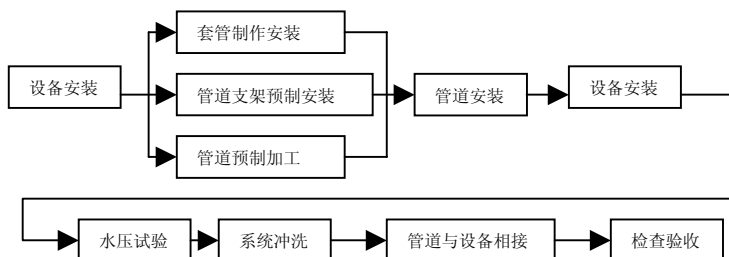
(1) 管道吹扫、冲洗应实行定点排放到下水道或管沟内,不得随意排放,污染施工环境。

(2) 对于产生噪声较大的作业应尽量安排在白天进行,减少夜间施工对周围居民的影响。

(3) 施工产生的边角余料和废弃物应集中进行处理,不得随意丢弃。

6.6 施工工艺

6.6.1 工艺流程



6.6.2 操作工艺

6.6.2.1 设备安装

(1) 水泵安装：

1) 施工前，应对土建施工的基础进行复查验收，特别是基础尺寸、标高、轴线、预留孔洞等应符合设计要求。基础表面平整、混凝土强度达到设备安装要求。

2) 水泵安装前，检查水泵的名称、规格型号，核对水泵铭牌的技术参数是否符合设计要求；水泵外观应完好，无锈蚀和损坏；根据设备装箱清单，核对随机所带的零部件是否齐全，有无缺损和锈蚀。

3) 对水泵进行手动盘车，盘车应灵活，没有卡涩和异常声音等现象。

4) 水泵吊装时，吊钩、索具、钢丝绳应挂在底座或泵体和电机的吊环上；不允许挂在水泵或电机的轴、轴承座或泵的进出口法兰上。

5) 水泵就位在基础上，装上地脚螺栓，用平垫铁和斜垫铁对水泵进行找平找正，并拧上地脚螺栓的螺母。

6) 地脚螺栓的二次灌浆时，应保持螺栓处于垂直状态，混凝土的强度应比基础高 1~2 级，且不低于 C25，并做好对地脚螺栓的保护工作。

7) 用水平仪和线坠在水泵进出口法兰和底座加工面上测量，对水泵进行精平工作，使整体安装的水泵纵向水平度偏差不应大于 $0.1 / 1000$ ，横向水平度偏差不应大于 $0.2 / 1000$ ；解体安装的水泵纵、横向水平度偏差均不应大于 $0.05 / 1000$ 。

8) 水泵与电机采用联轴器连接时，用百分表在联轴器的轴向和径向进行测量和调整，使两轴心的允许偏差：轴向倾斜不应大于 $0.2 / 1000$ ，径向位移不应大于 0.05mm 。

9) 有隔振要求的水泵安装，其橡胶减振垫或减振器的规格型号和安装位置应符合设计要求。

(2) 冷却塔安装：

1) 安装前应对支腿基础进行检查，冷却塔的支腿基础标高应位于同一水平面上，高度允许误差为 $\pm 20\text{mm}$ ，分角中心距误差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

2) 塔体立柱腿与基础预埋钢板和地脚螺栓连接时，应找平找正，连接稳定牢固。冷却塔的各部位的连接件应采用热镀锌或不锈钢螺栓。

3) 收水器安装后片体不得有变形，集水盘的拼接缝处应严密不渗漏。

4) 冷却塔的出水口及喷嘴的方向和位置应正确。

5) 风筒组装时应保证风筒的圆度, 尤其是喉部尺寸。

6) 风机安装应严格按照风机安装的标准进行, 安装后风机的叶片角度应一致, 叶片端部与风筒壁的间隙应均匀。

7) 冷却塔的填料安装应疏密适中、间距均匀, 四周要与冷却塔内壁紧贴, 块体之间无空隙。

8) 单台冷却塔安装水平度和垂直度允许偏差均为 $2/1000$ 。同一冷却水系统的多台冷却塔安装时, 各台冷却塔的水面高度应一致, 高度差不应大于 30mm。

(3) 水处理设备安装:

1) 水处理设备的基础尺寸、地脚螺栓或预埋钢板的埋设应满足设备安装的要求, 基础表面应平整。

2) 水处理设备的吊装应注意保护设备的仪表和玻璃观察孔的部位。设备就位找平后拧紧地脚螺栓进行固定。

3) 与水处理设备连接的管道, 应在试压、冲洗完毕后再连接。

4) 冬季安装, 应将设备内的水放空, 防止冻坏设备。

6、6. 2. 2 管道安装

(1) 套管制作安装:

1) 套管管径应比穿墙板的干管、立管管径大 1~2 号。保温管道的套管应留出保温层间隙。

2) 套管的长度:

过墙套管的长度 = 墙厚 + 墙两面抹灰厚度

过楼板套管的长度 = 楼板厚度 + 板底抹灰厚度 + 地面抹灰厚度 + 20mm (卫生间 30mm)

3) 镀锌铁皮套管适用于过墙支管, 要求卷制规整, 咬口接缝, 套管两端平齐, 打掉毛刺, 管内外要防腐。

4) 套管安装: 位于混凝土墙、板内的套管应在钢筋绑扎时放入, 可点焊或绑扎在钢筋上。套管内应填以松散材料, 防止混凝土浇筑时堵塞套管。对有防水要求的套管应增加止水环, 具体做法参照图集 S312。穿砖砌体的套管应配合土建及时放入。套管应安装牢固、位置正确、无歪斜。

5) 穿楼板的套管应把套管与管子之间的空隙用油麻和防水油膏填实封闭, 穿墙套管可用石棉绳填实。

(2) 管道预制:

1) 下料:

要用与测绘相同的钢盘尺量尺, 并注意减去管段中管件所占的长度, 注意加上拧进管件内螺纹尺寸, 让出切断刀口值。

2) 套丝:

用机械套扣之前, 先用所属管件试扣。

3) 调直:

调直前, 先将有关的管件上好, 再进行调直。

4) 清除麻 (石棉绳) 丝:

将丝扣接头处的麻丝头用断锯条切断, 再用布条等将其除净。

5) 编号、捆扎:

将预制件逐一与加工草图进行核对、编号, 并妥善保管。

(3) 管道支架制作安装:

1) 下料:

支架下料一般宜用砂轮切割机进行切割, 较大型钢可采用氧乙炔切割, 切割后应将氧化皮及毛刺等清除干净。

2) 开孔:

开孔应采用电钻加工，不得采用氧乙炔割孔。钻出的孔径应比所穿管卡直径大 2mm 左右。

3) 螺纹加工：吊杆、管卡等部件的螺纹可用车床加工，也可用圆板牙进行手工扳丝。

4) 组对、点焊：

组对应按加工详图进行，且应边组对边矫形、边点焊边连接，直至成型。

5) 校核、焊接：

经点焊成型的支、吊架应用标准样板进行校核，确认无误方可进行正式焊接。

6) 矫形：

宜采用大锤、手锤等在平台或钢圈上进行，然后以标准样板检验是否合格。

7) 防腐处理：

制作好的支、吊架应按照设计要求，及时作好除锈防腐处理。

8) 安装支、吊架：

用水冲洗孔洞，灌入 2 / 3 的 1 : 3 的水泥砂浆，将托架插入洞内，插入深度必须符合设计要求。找正托架使其对准挂好的小线，然后用石块或碎砖挤紧塞牢。再用水泥砂浆灌缝抹平，待达到强度后方可安装管道。固定在空心砖墙上时，严禁采用膨胀螺栓。

(4) 管道安装：

1) 干管安装：

①干管若为吊卡固定时，在安装管子前，必须先把地沟或顶棚内吊卡按坡向顺序依次穿在型钢上，安装管路时先把吊卡按卡距套在管子上，把吊卡子抬起将吊卡长度按坡度调整好，再穿上螺栓螺母，将管安装好。

②托架上安管时，把管先架在托架上，上管前先把第一节管带上 U 形卡，然后安装第二节管，各节管段照此进行。

③管道安装应从进户处或分支点开始，安装前要检查管内有无杂物。在丝头处抹上铅油缠好麻丝，一人在末端找平管子，一人在接口处把第一节管相对固定，对准丝口，依丝扣自然锥度，慢慢转动入口，到用手转不动时，再用管钳咬住管件，用另一管钳子上管，松紧度适宜，外露 2~3 扣为好。最后清除麻头。

④焊接连接管道的安装程序与丝接管道相同，从第一节管开始，把管扶正找平，使甩口方向一致，对准管口，调直后即可用点焊，然后正式施焊。

⑤遇有方形补偿器，应在安装前按规定做好预拉伸，用钢管支撑，点焊固定，按位置把补偿器摆好，中心加支吊托架，按管道坡向用水平尺逐点找好坡度，再把两边接口对正、找直、点焊、焊死。待管道调整完，固定卡焊牢后，方可把补偿器的支撑管拆掉。

⑥按设计图纸或标准图中的规定位置、标高，安装阀门、集气罐等。

⑦管道安装完，首先检查坐标、标高、坡度，变径、三通的位置等是否正确。用水平尺核对、复核调整坡度，合格后将管道固定牢固。

⑧要装好楼板上钢套管，摆正后使套管上端高出地面面层 20mm (卫生间 30mm)，下端与顶棚抹灰面相平。水平穿墙套管与墙的抹灰面相平。

2) 立管安装：

①首先检查和复核各层预留孔洞、套管是否在同一垂直线上。

②安装前，按编号从第一节管开始安装，由上向下，一般两人操作为宜，先进行预安装，确认支管三通的标高、位置无误后，卸下管道抹油缠麻，将立管对准接口的丝扣扶正角度慢慢转动入扣，直至手拧不动为止，用管钳咬住管件，用另一把管钳上管，松紧适宜，外露 2~3 扣为宜。

③检查立管的每个预留口的标高、角度是否准确、平正。确认后管子放入立管管卡内紧固，然后填塞套管缝隙或预留孔洞。预留管口暂不施工时，应做好保护措施。

3) 支管安装:

①核对各设备的安装位置及立管预留口的标高、位置是否准确，作好记录。

风机盘管、诱导器应采用柔性连接，柔性短管自带活套连接时，可不采用活接头，否则应增加活接头。

②安装活接头时，子口一头安装在来水方向，母口一头安装在去水方向。

③丝头抹油缠麻，用手托平管子，随丝扣自然锥度入扣，手拧不动时，用管钳子将管子拧到松紧适度，丝扣外露 2~3 扣为宜。然后对准活接头，把麻垫抹上铅油套在活接口上，对正子母口，带上锁母，用管钳拧到松紧适度，清净麻头。

④用钢尺、水平尺、线坠校核支管的坡度和距墙尺寸，复查立管及设备有无移动。合格后固定管道和堵抹墙洞缝隙。

4) 管道卡箍连接:

①镀锌钢管预制:用滚槽机滚槽，在需要开孔的部位用开孔机开孔。

②安装密封圈:把密封圈套入管道口一端，然后将另一管道口与该管口对齐，把密封圈移到两管道口密封面处，密封因两侧不应伸入两管道的凹槽。

③安装接头:把接头两处螺栓松开，分成两块，先后在密封圈上套上两块外壳，插入螺栓，对称上紧螺帽，确保外壳两端进入凹槽直至上紧。

④机械三通、机械四通:先从外壳上去掉一个螺栓，松开另一螺母直到与螺栓端头平，将下壳旋离上壳约 90°，把上壳出口部分放在管口开口处对中并与孔成一直线，再沿管端旋转下壳使上下两块合拢。

⑤法兰片:松开两侧螺母，将法兰两块分开，分别将两块法兰片的环形键部分装入开槽管端凹槽里，再把两侧螺栓插入拧紧，调节两侧间隙相近，安装密封垫要将“C”形开口处背对法兰。

(5) 阀门安装:

1) 安装前，应仔细核对型号与规格是否符合设计要求，检查阀杆和圆盘是否灵活，有无卡住和歪斜现象。并按有关规定对阀门进行强度试验和严密性试验，不合格者不得进行安装。

2) 水平管道上的阀门，阀杆宜垂直向上或向左右偏 45°，也可水平安装，但不宜向下；垂直管道上的阀门阀杆，必须顺着操作巡回线方向安装。

3) 搬运阀门时，不允许随手抛掷；吊装时，绳索应拴在阀体与阀盖的法兰连接处，不得拴在手轮或间杆上。

4) 阀门安装时应保持关闭状态，并注意阀门的特性及介质流动方向。

5) 阀门与管道连接时,不得强行拧紧其法兰上的连接螺栓;对螺纹连接的阀门,其螺纹应完整无缺,拧紧时宜用扳手卡住阀门一端的六角体。

6) 安装螺纹连接阀门时,一般应在阀门的出口端加设一个活接头。

7) 对带操作机构和传动装置的阀门,应在阀门安装好后,再安装操作机构和传动装置。且在安装前先对它们进行清洗,安装完后还应进行调整,使其动作灵活、指示准确。

(6) 水压试验:

1) 连接安装水压试验管路

根据水源的位置和管路系统情况,制定出试压方案和技术措施。根据试压方案连接试压管路。

2) 灌水前的检查

①检查试压系统中的管道、设备、阀件、固定支架等是否按照施工图纸和设计变更内容全部施工完毕,并符合有关规范要求。

②对于不能参与试验的系统、设备、仪表及管道附件是否已采取安全可靠的隔离措施。

③试压用的压力表是否已经校验,其精度等级不得低于 1.5 级,表盘的最大刻度值应符合试验要求。

④水压试验前的安全措施是否已经全部落实到位。

3) 水压试验:

①打开水压试验管路中的阀门,开始向系统注水。

②开启系统上各高处的排气阀,使管道内的空气排尽。待灌满水后,关闭排气阀和进水阀,停止向系统注水。

③打开连接加压泵的阀门,用电动或手动试压泵通过管路向系统加压,同时拧开压力表上的旋塞阀,观察压力表升高情况,一般分 2~3 次升至试验压力。在此过程中,每加压至一定数值时,应停下来对管道进行全面检查,无异常现象方可再继续加压。

④系统试压达到合格验收标准后,放掉管道内的全部存水,填写试验记录。

(7) 系统冲洗:

1) 冲洗前应将系统内的仪表加以保护,并将孔板、喷嘴、滤网、节流阀及止回阀的阀芯等拆除,妥善保管,待冲洗合格后复位。对不允许冲洗的设备及管道应进行隔离。

2) 水冲洗的排放管应接入可靠的排水井或沟中,并保证排水畅通和安全,排放管的截面积不应小于被冲洗管道截面积的 60%。

3) 水冲洗应以管内可能达到的最大流量或不小于 1.5m/s 的流速进行。

4) 水冲洗以出口水色和透明度与入口处目测一致为合格。

5) 蒸汽系统的宜采用蒸汽吹扫,也可以采用压缩空气进行。采用蒸汽吹扫时,应先进行暖管,恒温 1h 后方可进行吹扫,然后自然降温至环境温度,再升温暖管,恒温进行吹扫,如此反复一般不少于 3 次。

6) 一般蒸汽管道,可用刨光木板置于排汽口处检查,板上应无铁锈、脏物为合格。

6.7 质量标准

6.7.1 主控项目

(1) 空调工程水系统的设备与附属设备、管道、管配件及阀门的型号、规格、材质及连接形式应符合设计规定。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 5 件。

检查方法：观察检查外观质量并检查产品质量证明文件、材料进场验收记录。

(2) 管道安装应符合下列规定：

1) 隐蔽管道在隐蔽前必须经监理人员（或建设单位项目专业技术人员）验收及认可签字；

2) 焊接钢管、镀锌钢管不得采用热煨弯；

3) 管道与设备的连接，应在设备安装完毕后进行，与水泵、制冷机组的接管必须为柔性接口。柔性短管不得强行对口连接，与其连接的管道应设置独立的支架；

4) 冷热水及冷却水系统应在系统冲洗、排污合格（目测：以排出口的水色和透明度与入水口对比相近，无可见杂物），再循环试运行 2h 以上，且水质正常后才能与制冷机组、空调设备相贯通；

5) 固定在建筑结构上的管道支、吊架，不得影响结构的安。管道穿越墙体或楼板处应设钢制套管，管道接口不得置于套管内，钢制套管应与墙体饰面或楼板底部平齐，上部应高出楼层地面 20~50mm，并不得将套管作为管道支撑。

保温管道与套管四周间隙应使用不燃绝热材料堵塞紧密。

检查数量：系统全数检查。每个系统管道、部件数量抽查 10%，且不得少于 5 件。

检查方法：尺量、观察检查，旁站或查阅试验记录、隐蔽工程记录。

(3) 管道系统安装完毕，外观检查合格后，应按设计要求进行水压试验。当设计无规定时，应符合下列规定：

1) 冷热水、冷却水系统的试验压力，当工作压力小于等于 1.0MPa 时，为 1.5 倍工作压力，但最低不小于 0.6MPa；当工作压力大于 1.0MPa 时，为工作压力加 0.5MPa。

2) 对于大型或高层建筑垂直位差较大的冷（热）媒水、冷却水管道系统宜采用分区、分层试压和系统试压相结合的方法。一般建筑可采用系统试压方法。

分区、分层试压：对相对独立的局部区域的管道进行试压。在试验压力下，稳压 10min，压力不得下降，再将系统压力降至工作压力，在 60min 内压力不得下降、外观检查无渗漏为合格。

系统试压：在各分区管道与系统主、干管全部连通后，对整个系统和管道进行系统的试压。试验压力以最低点的压力为准，但最低点的压力不得超过管道与组成件的承受压力。压力试验升至试验压力后，稳压 10min，压力下降不得大于 0.02MPa，再将系统压力降至工作压力，外观检查无渗漏为合格。

3) 各类耐压塑料管的强度试验压力为 1.5 倍工作压力，严密性工作压力为 1.15 倍设计工作压力。

4) 凝结水系统采用充水试验，应以不渗漏为合格。

检查数量：系统全数检查。

检查方法：旁站、观察或查阅试验记录。

(4) 阀门的安装应符合下列规定：

- 1) 阀门的安装位置、高度、进出口方向必须符合设计要求，连接应牢固紧密；
- 2) 装在保温管道上的各类手动阀门，手柄均不得向下；
- 3) 阀门安装前必须进行外观检查，阀门的铭牌应符合现行国家标准《通用阀门标志》（GB 12220）的规定。对于工作压力大于 1.0MPa 及在主管上起到切断作用的阀门，应进行强度和严密性试验，合格后方准使用。其他阀门可不单独进行试验，待在系统试压中检验。

强度试验时，试验压力为公称压力的 1.5 倍，持续时间不少于 5min，阀门的壳体、填料应无渗漏。

严密性试验时，试验压力为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续的时间内应保持不变，时间应符合表 6.7.1 工的规定，以阀瓣密封面无渗漏为合格。

阀门压力持续时间（s）表 6. 7. 1

公称直径 DN (mm)	最短试验持续时间	
	严密性试验	
	金属密封	非金属密封
≤50	15	15
65～200	30	15
250～450	60	30
≥500	120	60

检查数量：1)、2) 款抽查 5%，且不得少于 1 个。水压试验以每批（同牌号、同规格、同型号）数量中抽查 20%，且不得少于 1 个。对于安装在主管上起切断作用的闭路阀门，全数检查。

检查方法：按设计图核对、观察检查；旁站或查阅试验记录。

（5）补偿器的补偿量和安装位置必须符合设计及产品技术文件的要求，并应根据设计计算的补偿量进行预拉伸或预压缩。

设有补偿器（膨胀节）的管道应设置固定支架，其结构形式和固定位置应符合设计要求，并应在补偿器的预拉伸（或预压缩）前固定；导向支架的位置应符合所安装产品技术文件的要求。检查数量：抽查 20%，且不得少于 1 个。

检查方法：观察检查，旁站或查阅补偿器的预拉伸或预压缩记录。

（6）冷却塔的型号、规格、技术参数必须符合设计要求。对含有易燃材料冷却塔的安装，必须严格执行施工防火安全的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：按图纸核对，监督执行防火规定。

（7）水泵的规格、型号、技术参数应符合设计要求和产品性能指标。水泵正常连续试运行的时间，不少于 2h。

检查数量：全数检查。

检查方法：按图纸核对，实测或查阅水泵试运行记录。

（8）水箱、集水缸、分水缸、储水罐的满水试验或水压试验必须符合设计要求。储冷罐内壁防腐涂层的材质、涂抹质量、厚度必须符合设计要求或产品技术文件要求，储冷罐与底座必须进行绝热处理。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量、观察检查，查阅试验记录。

6. 7. 2 一般项目

(1) 当空调水系统的管道, 采用建筑用硬聚氯乙烯 (PVC—U)、聚丙烯 (PP—R)、聚丁烯 (PB) 与交联聚乙烯 (PEX) 等有机材料管道时, 其连接方法应符合设计和产品技术要求的規定。

检查数量: 按总数抽查 20%, 且不得少于 2 处。

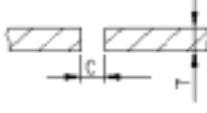
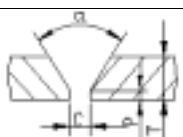
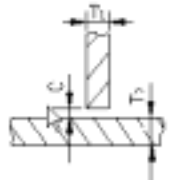
检查方法: 尺量、观察检查, 验证产品合格证书和试验记录。

(2) 金属管道的焊接应符合下列規定:

1) 管道焊接材料的品种、规格、性能应符合设计要求。管道对接焊口的组对和坡口形式等应符合表 6. 7. 2—1 的規定; 对口的平直度为 $1/100$, 全长不大于 10mm。管道的固定焊口应远离设备, 且不宜与设备接口中心线相重合。管道对接焊缝与支、吊架的距离应大于 50mm;

管道焊接坡口形式和尺寸

表 6. 7. 2—1

项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 C (mm)	钝边 P (mm)	坡口角 α (°)	
1	1~3	I 形坡口		0~1.5	—	—	内壁 边错 边量 ≤ 0.1T, 且≤ 2mm 外壁 ≤ 3mm
	3~6			1~2.5	—	—	
2	6~9	V 形坡口		0~2.0	0~2	65~75	
	9~26			0~3.0	0~3	55~65	
3	2~30	T 形坡口		0~2.0	—	—	

2) 管道焊缝表面应清理干净, 并进行外观质量的检查。焊缝外观质量不得低于现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GB 50236) 中第 11. 3. 3 条的 IV 级規定 (氨管为 III 级)。

检查数量: 按总数 2) 抽查 20%, 且不得少于 1 处。

检查方法: 尺量、观察检查。

(3) 螺纹连接的管道, 螺纹应清洁、规整, 断丝或缺丝不大于螺纹全扣数的 10%; 连接牢固; 接口处根部外露螺纹为 2~3 扣, 无外露填料; 镀锌管道的镀锌层应注意保护, 对局部的破损处, 应做防腐处理。

检查数量: 按总数抽查 5%, 且不得少于 5 处。

检查方法: 尺量、观察检查。

(4) 法兰连接的管道, 法兰面应与管道中心线垂直, 并同心。法兰对接应平行, 其偏差不应大于其外径的 $1.5/1000$, 且

不得大于 2mm；连接螺栓长度应一致、螺母在同侧、均匀拧紧。螺栓紧固后不应低于螺母平面。法兰的衬垫规格、品种与厚度应符合设计的要求。

检查数量：按总数抽查 5%，且不得少于 5 处。

检查方法：尺量、观察检查。

(5) 钢制管道的安装应符合下列规定：

1) 管道和管件在安装前，应将其内、外壁的污物和锈蚀清除干净。当管道安装间断时，应及时封闭敞开的管口；

2) 管道弯制弯管的弯曲半径，热弯不应小于管道外径的 3.5 倍、冷弯不应小于 4 倍；焊接弯管不应小于 1.5 倍；冲压弯管不应小于 1 倍。弯管的最大外径与最小外径的差不应大于管道外径的 8/100，管壁减薄率不应大于 15%；

3) 冷凝水排水管坡度，应符合设计文件的规定。当设计无规定时，其坡度宜大于或等于 8‰；软管连接的长度，不宜大于 150mm；

4) 冷热水管道与支、吊架之间，应有绝热衬垫（承压强度能满足管道重量的不燃、难燃硬质绝热材料或经防腐处理的木衬垫），其厚度不应小于绝热层厚度，宽度应大于支、吊架支承面的宽度。衬垫的表面应平整、衬垫接合面的空隙应填实；

5) 管道安装的坐标、标高和纵、横向的弯曲度应符合表 6.7.2-2 的规定。在吊顶内等暗装管道的位置应正确，无明显偏差。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 5 处。

检查方法：尺量、观察检查。

(6) 钢塑复合管道的安装，当系统工作压力不大于 1.0MPa 时，可采用涂（衬）塑焊接钢管螺纹连接，与管道配件的连接深度和扭矩应符合表 6.7.2-3 的规定；当系统工作压力为 1.0~2.5MPa 时，可采用涂（衬）塑无缝钢管法兰连接或沟槽式连接，管道配件均为无缝钢管涂（衬）塑件。

管道安装的允许偏差和检验方法 表 6.7.2-2

项目			允许偏差 (mm)	检查方法
坐标	架空及地沟	室外	25	按系统检查 管道的起 点、终点、 分支点和变 向点及各点 之间的直管 用经纬仪、 水准仪、液 体连通器、 水平仪、拉 线和尺量检 查
		室内	60	
	埋地			
标高	架空及地沟	室外	±20	
		室内	±15	
	埋地		±25	
水平管道平直度		DN≤100mm	2‰最大 40	用直尺、拉 线和尺量检 查
		DN>100mm	3‰, 最大 60	
立管垂直度			5‰最大 25	用直尺、线 锤、拉线和 尺量检查
成排管段间距			15	用直尺尺量 检查
成排管段或成排阀门在同一平面上			3	用直尺、拉

		线和尺寸检查
--	--	--------

注：L—管道的有效长度（mm）。

钢塑复合管螺纹连接深度及紧固扭矩 表 6.7.2-3

公称直径（mm）		15	20	25	32	40	50	65	80	100
螺 纹 连接	深 度 （mm）	11	13	15	17	18	20	23	27	33
	牙数	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	10.0	11.5	13.5
扭矩（Nm）		40	60	100	120	150	200	250	300	400

沟槽式连接的管道，其沟槽与橡胶密封圈和卡箍套必须为配套合格产品；支、吊架的间距应符合表 6.7.2-4 的规定。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 5 处。

检查方法：尺量、观察检查、查阅产品合格证明文件。

（7）风机盘管机组及其他空调设备与管道的连接，宜采用弹性接管或软接管（金属或非金属软管），其耐压值应大于等于 1.5 倍的工作压力。软管的连接应牢固、不应有强扭和瘪管。

沟槽式连接管道的沟槽及支、吊架的间距 表 6.7.2-4

公称直径 （mm）	沟槽深度 （mm）	允许偏差 （mm）	支、吊架的间距 （mm）	端面垂直 允许偏差 （mm）
65~100	2.20	0~+0.3	3.5	1.0
125~150	2.20	0~+0.3	4.2	1.5
200	2.50	0~+0.3	4.2	
225~250	2.50	0~+0.3	5.0	
300	3.0	0~+0.5	5.0	

注：1. 连接管端面应平整光滑、无毛刺；沟槽过深，应作为废品，不得使用。

2. 支、吊架不得支承在连接头上，水平管的任意两个连接头之间必须有支、吊架。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 5 处。

检查方法：观察、查阅产品合格证明文件。

（8）金属管道的支、吊架的形式、位置、间距、标高应符合设计或有关技术标准的要求。设计无规定时，应符合下列规定：

1) 支、吊架的安装应平整牢固，与管道接触紧密。管道与设备连接处，应设独立支、吊架；

2) 冷（热）媒水、冷却水系统管道机房内总干管的支、吊架，应采用承重防晃管架；与设备连接的管道管架宜有减振措施。当水平支管的管架采用单杆吊架时，应在管道起始点、阀门、三通、弯头及长度每隔 15m 设置承重防晃支、吊架；

3) 无热位移的管道吊架，其吊杆应垂直安装；有热位移的，其吊杆应向热膨胀（或冷收缩）的反方向偏移安装，偏移量按计算确定；

4) 滑动支架的滑动面应清洁、平整，其安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移 1/2 位移值或符合设计文件规定；

5) 竖井内的立管，每隔 2~3 层应设导向支架。在建筑结构负重允许的情况下，水平安装管道支、吊架的间距应符合表

6.7.2-5 的规定;

钢管道支、吊架的最大间距 表 6. 7. 2—5

公称直径 (mm)		15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
支架 的最 大间 距(m)	L ₁	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	5.0	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
	L ₂	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.5	6.5	7.5	7.5	9.0	9.5	10.5
	对大于 300mm 的管道可参考 300mm 管道														

注: 1. 适用于工作压力不大于 2.0MPa, 不保温或保温材料密度不大于 200Kg / m³ 的管道系统。

2. L₁ 用于保温管道, L₂ 用于不保温管道。

6) 管道支、吊架的焊接应由合格持证焊工施焊, 并不得有漏焊、欠焊或焊接裂纹等缺陷。支架与管道焊接时, 管道侧的咬边量, 应小于 0.1 管壁厚。

检查数量: 按系统支架数量抽查 5%, 且不得少于 5 个。

检查方法: 尺量、观察检查。

(9) 采用建筑用硬聚氯乙烯 (PVC—U)、聚丙烯 (PP—R) 与交联聚乙烯 (PEX) 等管道时, 管道与金属支、吊架之间应有隔绝措施, 不可直接接触。当为热水管道时, 还应加宽其接触的面积。支、吊架的间距符合设计及产品技术要求的規定。

(10) 阀门、集气罐、自动排气装置、除污器 (水过滤器) 等管道部件的安装应符合设计要求, 并应符合下列规定:

1) 阀门安装的位置、进出口方向应正确, 并便于操作; 连接应牢固紧密, 启闭灵活; 成排阀门的排列应整齐美观, 在同一平面上的允许偏差为 3mm;

2) 电动、气动等自控阀门在安装前应进行单体的调试, 包括开启、关闭等动作试验;

3) 冷冻水和冷却水的除污器 (水过滤器) 应安装在进机组的管道上, 方向正确且便于清污; 与管道连接牢固、严密, 其安装位置应便于滤网的拆装和清洗。过滤器滤网的材质、规格和包扎方法应符合设计要求;

4) 闭式系统管路应在系统最高处及所有可能积聚空气的高点设置排气阀, 在管路最低点应设置排水管及排水阀。

检查数量: 按规格、型号抽查 10%, 且不得少于 2 个。

检查方法: 对照设计文件尺量、观察和操作检查。

(11) 冷却塔安装应符合下列规定:

1) 基础标高应符合设计的规定, 允许误差为 ±20mm。冷却塔地脚螺栓与预埋件的连接或固定应牢固, 各连接部件应采用热镀锌或不锈钢螺栓, 其紧固力应一致、均匀;

2) 冷却塔安装应水平, 单台冷却塔安装水平度和垂直度允许偏差均为 2 / 1000。同一冷却水系统的多台冷却塔安装时, 各台冷却塔的水面高度应一致, 高差不应大于 30mm;

3) 冷却塔的出水口及喷嘴的方向和位置应正确, 积水盘应严密无渗漏; 分水器布水均匀。带转动布水器的冷却塔, 其转动部分应灵活, 喷水出口按设计或产品要求, 方向一致;

4) 冷却塔风机叶片端部与塔体四周的径向间隙应均匀。对于可调整角度的叶片, 角度应一致。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 尺量、观察检查, 积水盘做充水试验或者查阅试验记录。

(12) 水泵及附属设备的安装应符合下列规定:

1) 水泵的平面位置和标高允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$, 安装的地脚螺栓应垂直、拧紧, 且与设备底座接触紧密。

2) 垫铁组放置位置正确、平稳, 接触紧密, 每组不超过 3 块。

3) 整体安装的泵, 纵向水平偏差不应大于 $0.1 / 1000$, 横向水平偏差不应大于 $0.2 / 1000$; 解体安装的泵纵、横向安装水平偏差均不应大于 $0.05 / 1000$;

水泵与电机采用联轴器连接时, 联轴器两轴芯允许偏差, 轴向倾斜不应大于 $0.2 / 1000$, 径向位移不应大于 0.05 mm ;

小型整体安装的管道水泵不应有明显偏斜。

4) 减振器与水泵及水泵基础连接牢固、平稳、接触紧密。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 扳手试拧、观察检查, 用水平仪和塞尺测量或查阅设备安装记录。

(13) 水箱、集水器、分水器、储冷罐等设备的安装, 支架或底座的尺寸、位置符合设计要求。设备与支架或底座接触紧密, 安装平正、牢固。平面位置允许偏差为 15mm , 标高允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$, 垂直度允许偏差为 $1 / 1000$ 。

膨胀水箱安装的位置及接管连接, 应符合设计文件的要求。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 尺量、观察检查, 旁站或查阅试验记录。

6.8 成品保护

(1) 测量定位的墨线应在安装前进行检查、校核, 并防止被涂抹。

(2) 对经测绘制成的加工草图应该详细核对, 防止有误。并注意保管好, 安装时对照就位。

(3) 水平干管的拉线在支架安装完以前要注意保护和监视, 防止交叉作业中弄坏了拉线。

(4) 加工过程中, 对标注的记号、尺寸、编号均注意保护, 以免弄错。

(5) 调直时, 注意不得损伤丝扣接头。

(6) 加工的半成品要编上号并捆扎好, 存放在专用的场地, 安装时运至安装地点, 按编号就位。

(7) 暂不安装的丝头, 要用机油涂抹后包上塑料布, 防止锈蚀、碰坏。

(8) 安装好的管道不得用来支撑、系安全绳、搁脚手板, 也禁止蹬踩。

(9) 未安装好的管道管口应及时盖好, 以免进入灰浆等其他污物。

(10) 管道和设备搬运、安装、施焊时, 要注意保护好已做好的墙面和地面。

(11) 保温后的水箱不得上人踩或堆放承重物品, 防止保温层脱落。

(12) 水箱于现场组装时, 应认真清理水箱内的污物, 防止运行时连接管被堵。

(13) 管道在冲洗过程中, 要严防中途停止时污物进入管内。下班应设专人负责看管, 或采取保护措施。

(14) 系统调试完, 应在阀门上作好定位记号, 运行中不可随便拧动。

(15) 冲洗过程中, 严禁水或蒸汽冲坏土建装修面, 应设专人看护。

(16) 堆放设备、配件的仓库应防潮, 分类存放, 要避免相互碰撞造成表面划伤和损坏, 要保持设备配件的洁净、卫生。

(17) 设备、配件安装时, 要轻拿轻放, 重物吊装要找好绑扎吊点。绳索靠在设备、配件上应加隔垫。

(18) 在堵洞浇捣混凝土时应控制套管环隙不要挤向一侧, 应使位置正确。

6.9 安全环保措施

(1) 使用套丝机进刀退刀时, 用力要均衡, 不得用力过猛。

(2) 使用电气设备前, 先检查有无漏电, 如有故障, 必须经电工修理好方可使用。

(3) 操作转动设备时, 严禁戴手套, 并应将袖口扎紧。

(4) 使用手锤, 先检查锤头是否牢固。

(5) 支托架上安装管子时, 先把管子固定好再接口, 防止管子滑脱砸伤人。

(6) 顶棚内焊接要严加注意防火。焊接地点周围严禁堆放易燃物。

(7) 高空作业时要带好安全带, 严防登滑或踩探头板。

(8) 搬运设备时, 要防止摔坏设备, 砸伤人。

(9) 管道试压时, 严禁使用失灵或不准确的压力表。

(10) 试压中, 对管道加压时, 应集中注意力观察压力表, 防止超压。

(11) 用蒸汽吹洗时, 排出口的管口应朝上, 防止伤人。排气管管径不得小于被吹洗管的管径。防止污染环境。

(12) 冲洗水的排放管, 应接至可靠的排水井或排水沟里, 保证排泄畅通和安全。

6.10 质量记录

6.10.1 质量记录

(1) 空调水系统安装检验批质量验收记录 (金属管道)。

(2) 空调水系统安装检验批质量验收记录 (非金属管道)。

(3) 空调水系统安装检验批质量验收记录 (设备)。

(4) 防腐与绝热施工检验批质量验收记录 (管道系统)。

(5) 通风与空调分部工程的质量验收记录 (空调水系统)。

(6) 通风与空调分部工程的质量验收记录。

(7) 隐蔽工程记录。

(8) 施工日记。

6.10.2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验收分离, 强化验收, 完善手段, 过程控制”的原则, 在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”, 并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目, 验收必须合格。

(3) 检验批的划分, 应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001) 的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施, 因此施工过程应建立质量保证体系, 加强过程控制管理。

7 防腐与绝热施工工艺标准

7.1 总则

7.1.1 适用范围

本工艺标准适用于建筑工程通风与空调工程中金属风管、制冷系统与空调水系统的管道及支吊架表面处理和防腐、绝热施工质量的检验与验收。

7.1.2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)

(3) 中华人民共和国国家标准《工业设备及管道绝热工程施工及验收规范》(GBJ 126—89)

7.2 术语

(1) 绝热：为了减少保温对象的内部热源向外部传递热量或减少保冷对象的外部热源向对象内部传递热量的措施。

(2) 检验批：按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

(3) 主控项目：建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(4) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(5) 抽样检验：按照规定的抽样方案，随机地从进场的材料、构配件、设备或建筑工程检验项目中，按检验批抽取一定数量的样本所进行的检验。

7.3 基本规定

(1) 风管与部件及空调设备绝热工程施工应在风管系统严密性检验合格后进行。

(2) 空调工程的制冷系统管道，包括制冷剂和空调水系统绝热工程的施工，应在管路系统强度与严密性检验合格和防腐处理结束后进行。

(3) 普通薄钢板在制作风管前，宜预涂防锈漆一遍。

(4) 支、吊架的防腐处理应与风管或管道相一致，其明装部分必须涂面漆。

(5) 油漆施工前，应检查风管表面处理工作是否符合要求。涂刷前，风管表面必须干燥、清洁。

(6) 油漆施工时，应采取防火、防冻、防雨等措施，并不应在低温或潮湿环境下作业。明装部分的最后一遍面漆，宜在安装完毕后进行。

7.4 施工准备

7.4.1 技术准备

(1) 防腐施工的方法、层次和防腐油漆的品种、规格必须符合设计要求。

(2) 油漆施工前，应熟悉油漆的性能参数，包括油漆的表干时间、实干时间、理论用量以及按说明书施工情况下的漆膜厚

度等。

(3) 熟悉厂家说明书的内容,了解各油漆的组分和配合比。

(4) 熟悉图纸设计内容,了解绝热层、防潮层及保护层的材质、厚度等技术要求。

(5) 了解各绝热材料生产厂家配套胶黏剂的使用方法、适用温度等相关性能参数。

(6) 编制合理的施工方案,制定科学的安全保护措施。

7.4.2 材料要求

(1) 油漆必须在有效期内使用,如过期,应送技检部门鉴定合格后,方可使用。

(2) 当底漆与面漆采用不同厂家的产品时,涂刷面漆前应做粘接力检验,合格后方可施工。

(3) 所用绝热材料要具备出厂合格证或质量鉴定文件,必须是有效保质期内的合格产品。

(4) 使用的绝热材料的材质、密度、规格及厚度应符合设计要求和消防防火规范要求。

(5) 保温材料在贮存、运输、现场保管过程中应不受潮湿及机械损伤。

(6) 绝热材料一般有:

1) 板材:岩棉板、铝箔岩棉板,超细玻璃棉毡、铝箔超细玻璃吊板,自熄性聚苯乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料,橡塑板,铝镁质隔热板等。

2) 管壳制品:岩棉、矿渣棉、玻璃棉、硬聚氨脂泡沫塑料管壳、铝箔超细玻璃棉管壳、橡塑管壳、聚苯乙烯泡沫塑料管壳、预制瓦块(泡沫混凝土、珍珠岩、蛭石、石棉瓦)等。

3) 卷材:聚苯乙烯泡沫塑料、岩棉、橡塑等。

4) 防潮层:玻璃丝布、聚乙烯薄膜、夹筋铝箔(兼保护层)等。

5) 保护层:钢丝网、玻璃丝布、铝皮、镀锌钢板、铝箔纸等。

6) 其他材料:铝箔胶带、石棉灰、胶黏剂、防火涂料、保温钉等。

7.4.3 主要机具

(1) 施工机具:钢丝刷、粗纱布、压缩机、磨光机、喷壶、直排毛刷子、滚筒毛刷、圆盘锯、手锯、裁纸刀、钢板尺、毛刷子、打包钳、手电钻、剪刀、腰子刀、油刷子、抹子、小桶、弯钩、平抹子、圆弧抹子等。

(2) 测量工具:压力表、漆膜测厚仪、钢卷尺、钢针、靠尺、楔形塞尺等。

7.4.4 作业条件

(1) 油漆按照产品说明书要求配制完毕,熟化时间达到油漆使用要求。

(2) 油漆施工前,待防腐处理的构件表面应无灰尘、铁锈、油污等污物,并保持干燥。

(3) 管材、型材及板材按照使用要求已进行矫正调整处理。

(4) 待涂刷的焊缝应检验(或检查)合格,焊渣、药皮、飞溅等已清理干净。

(5) 管道及设备的绝热应在防腐及水压试验合格后进行,

如果先做绝热层，应将管道的接口及焊接处留出，待水压试验合格后再做接口处的绝热施工。

(6) 建筑物的吊顶及管井内需要做保温的管道，必须在防腐试压合格后进行，隐蔽验收检查合格后，土建才能最后封闭，严禁颠倒工序施工。

(7) 保温前必须将地沟管井内的杂物清理干净。

(8) 湿作业的灰泥保护壳在冬季施工时，要有防冻措施。

(9) 管道保温层施工必须在系统压力试验检漏合格、防腐结束后进行。

(10) 场地应清洁干净，有良好的照明设施，冬、雨期施工应有防冻防雨雪措施。

7.5 材料和质量要点

7.5.1 材料关键要求

(1) 油漆、涂料应在有效期内，不得使用过期、不合格的伪劣产品。油漆、涂料应具备产品合格证及性能检测报告或厂家的质量证明书。

(2) 涂刷在同一部位的底漆和面漆的化学性能要相同，否则涂刷前应做溶性试验。

(3) 绝热层材料的材质、厚度、密度、含水率、导热系数等性能参数应符合设计要求。

(4) 玻璃丝布的径向和纬向密度应满足设计要求，玻璃丝布的宽度应符合实际施工的需要。

(5) 保温钉、胶粘剂等附属材料均应符合防火及环保的相关要求。

7.5.2 技术关键要求

(1) 为达到设计漆膜的厚度，根据油漆厂家说明书的内容，确定底漆和面漆所需要涂刷的遍数。

(2) 多层管道或施工地点狭窄时，应制定绝热施工的先后程序，加强对已完成品的保护。

7.5.3 质量关键要求

(1) 油漆施工前，应清除被油漆表面的铁锈、油污、灰尘、水分等杂物，并保持其表面清洁、干燥，不得因上述缺陷而影响油漆的附着力。

(2) 涂刷下道油漆时，应在上道油漆表干后进行。

(3) 绝热施工前，应清除风管、水管及设备表面的杂物，对有破损的防腐层应及时进行修补工作。

(4) 绝热层结构中有防潮层时，在金属保护层施工过程中，不得刺破和损坏防潮层。

7.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 油漆施工时不准吸烟，附近不得有电、气焊或气割作业。

(2) 绝热层材料为玻璃纤维制品或矿棉制品施工时，操作人员须穿戴好保护用品，并将袖口和裤管扎紧，防止碎屑掉入体表，引起红肿、过敏和瘙痒。

(3) 熬制热沥青时，应配备灭火器材，并有防雨措施。

(4) 高空作业应执行相应安全标准要求。

7. 5. 5 环境关键要求

(1) 油漆施工不宜在环境温度低于 5℃，相对湿度大于 85 %的环境下施工。

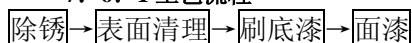
(2) 室外进行绝热层施工时，应有防雨、雪措施。

(3) 每天施工完后，应及时对作业场所的废弃材料进行清理，避免污染环境。

7. 6 施工工艺

7. 6. 1 防腐

7. 6. 1 工艺流程



7. 6. 1. 2 操作工艺

(1) 除锈、去污：

1) 人工除锈时可用钢丝刷或粗纱布擦拭，直到露出金属光泽，再用棉纱或破布擦净。

2) 喷砂除锈时，所用的压缩空气不得含有油脂和水分，空气压缩机出口处，应装设油水分离器；喷砂所用砂粒，应坚硬且有棱角，筛除其中的泥土杂质，并经过干燥处理。

3) 清除油污，一般可采用碱性溶剂进行清洗。

(2) 涂漆施工要点：

1) 油漆作业的方法应根据施工要求、涂料的性能、施工条件、设备情况进行选择；

2) 涂漆施工的环境温度宜在 5℃ 以上，相对湿度在 85 % 以下；

3) 涂漆施工时空气中必须无煤烟、灰尘和水汽；室外涂漆遇雨、雾时应停止施工。

(3) 涂漆的方式主要有：

1) 手工涂刷：手工涂刷应分层涂刷，每层应往复进行，并保持涂层均匀，不得漏涂；快干漆不宜采用手工涂刷。

2) 机械喷涂：采用的工具为喷枪，以压缩空气为动力。喷射的漆流应和喷漆面垂直，喷漆面为平面时，喷嘴与喷漆面应相距 250~350mm；喷漆面如为曲面时，喷嘴与喷漆面的距离应为 400mm 左右。喷涂施工时，喷嘴的移动应均匀，速度宜保持在 10~18m / min。喷漆使用的压缩空气压力为 0.3~0.4MPa。

(4) 涂漆施工程序：

涂漆施工程序是否合理，对漆膜的质量影响很大。

1) 第一层底漆或防锈漆，直接涂在工件表面上，与工件表面紧密结合，起防锈、防腐、防水、层间结合的作用；第二层面漆（调和漆和磁漆等），涂刷应精细，使工件获得要求的色彩；

2) 一般底漆或防锈漆应涂刷一道到两道；第二层的颜色最好与第一层颜色略有区别，以检查第二层是否有漏涂现象。每层涂刷不宜过厚，以免起皱和影响干燥。如发现不干、皱皮、流挂、露底时，须进行修补或重新涂刷。

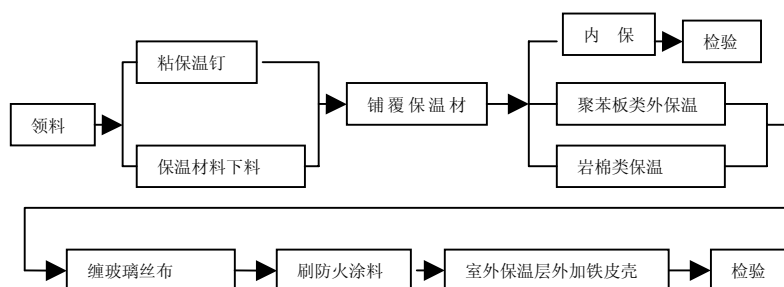
3) 表面涂调和漆或磁漆时，要尽量涂得薄而均匀。如果涂料的覆盖力较差，也不允许任意增加厚度，而应逐次分层涂刷覆盖。每涂一层漆后，应有一个充分干燥的时间，待前一层表干后才能涂下一层。

4) 每层漆膜的厚度应符合设计要求。

7. 6. 2 风管及部件绝热

7. 6. 2. 1 操作流程

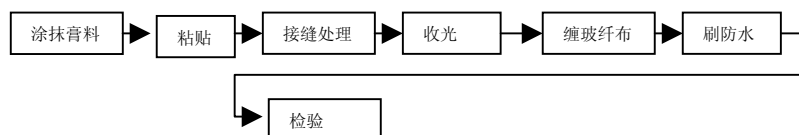
(1) 一般材料保温：



(2) 橡胶保温



(3) 铝镁质保温



7. 6. 2. 2 操作工艺

(1) 绝热材料下料要准确，切割端面要平直。

(2) 粘贴保温钉前要将风管壁上的尘土、油污擦净，将胶黏剂分别涂抹在管壁和保温钉粘接面上，稍后再将其粘上。矩形风管或设备保温钉的分布应均匀，其数量为底面每平方米不应少于 16 个，侧面不应少于 10 个，顶面不应少于 8 个。首行保温钉至风管或保温材料边沿的距离应小于 120mm。

(3) 绝热材料铺覆应使纵、横缝错开。小块绝热材料应尽量铺覆在风管上表面。

(4) 各类绝热材料做法：

1) 内绝热。绝热材料如采用岩棉类，铺覆后应在法兰处绝热材料断面上涂抹固定胶，防止纤维被吹起来，岩棉内表面应涂有固化涂层。

2) 聚苯板类外绝热。聚苯板铺好后，在四角放上短包角，然后薄钢带作箍，用打包钳卡紧，钢带箍每隔 500mm 打一道。

3) 岩棉类外绝热。对明管绝热后在四角加长条铁皮包角，用玻璃丝布缠紧。

(5) 缠玻璃丝布。缠绕时应使其互相搭接，使绝热材料外表形成三层玻璃丝布缠绕。

(6) 玻璃丝布外表要刷两道防火涂料，涂层应严密均匀。

(7) 室外明露风管在绝热层外宜加上一层镀锌钢板或铝皮保护层。

(8) 全用铝镁质膏体材料时：将膏体一层一层地直接涂抹于需要保温保冷的设备或管道上。第一层的厚度应在 5mm 以下，第一层完全干燥后，再做第二层（第二层的厚度可以 10mm 左右），依次类推，直到达到设计要求的厚度，然后再表面收光即可。表面收光层干燥后，就可进行特殊要求的处理如涂刷防水涂料。

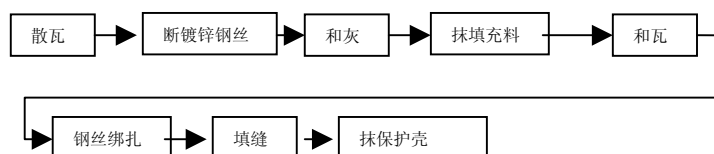
料、油漆或包裹玻纤布、复合铝箔等。

(9) 有铝镁质标准型卷毡材时：先将铝镁质膏体直接涂抹于卷毡材上，厚度为 2~5mm，将涂有膏体的卷毡材直接粘贴于设备或管道上。如需要做两层以上的卷毡材时，将涂有膏体的卷毡材分层粘贴上去，直到达到设计要求的保温厚度，表面再用 2mm 左右的青体材料收光即可。表面收光层干燥后，就可进行特殊要求的处理如涂刷防水涂料、油漆或包裹玻纤布、复合铝箔等。

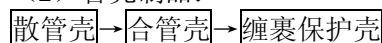
7. 6. 3 管道及设备绝热

7. 6. 3. 1 施工程序

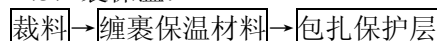
(I) 预制瓦块：



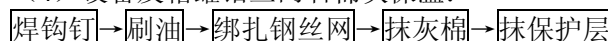
(2) 管壳制品：



(3) 裹保温：



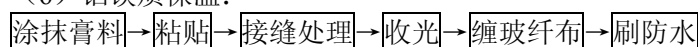
(4) 设备及箱罐铅丝网石棉灰保温：



(5) 橡胶保温：



(6) 铝镁质保温：



7. 6. 3. 2 操作工艺

(1) 各项预制瓦块运至施工地点，在沿管线散瓦时必须确保瓦块的规格尺寸与管道的管径相配套。

(2) 安装保温瓦块时，应将瓦块内侧抹 5~10mm 的石棉灰泥，作为填充料。瓦块的横缝搭接应错开，纵缝应朝下。

(3) 预制瓦块根据直径大小选用 18 号、20 号镀锌钢丝进行绑扎、固定。绑扎接头不宜过长，并将接头插入瓦块内。

(4) 预制瓦块绑扎完后，应用石棉灰将缝隙处填充，勾缝抹平。

(5) 外抹石棉水泥保护壳（其配比石棉灰：水泥=3：7）按设计规定厚度抹平压光，设计无规定时，其厚度为 10~15mm。

(6) 立管保温时，其层高小于或等于 5m，每层应设一个支撑托盘；层高大于 5m，每层应不少于 2 个。支撑托盘应焊在管壁上，其位置应在立管卡子上部 200mm 处，托盘直径不大于保温层的厚度。

(7) 管道附近的保温除寒冷地区室外架空管道及室内防结露保温的法兰、阀门等附件按设计要求保温外，一般法兰、阀门、套管伸缩器等不应保温，并在其两侧应留 70~80mm 的间隙，在保温端部抹 60°~70°的斜坡，设备容器上的入孔、手孔及可拆卸部件保温层端部应做成 45°斜坡。

(8) 保温管道的支架处应留膨胀伸缩缝，并用石棉绳或玻璃棉填满。

(9) 用预制瓦块做管道保温层，在直线管段上每隔 5~7m 应留一条间隙为 5mm 的膨胀缝，在弯管处管径小于或等于

300mm 时应留一条间隙为 20~30mm 的膨胀缝用石棉绳或玻璃棉填塞。

(10)用管壳制品作保温层,其操作方法一般又两个人配合,一人将壳缝剖开对包在管上,两手用力挤住,另外一人缠裹保护壳,缠裹时用力要均匀,压茬要平整、粗细要一致。

(11)若采用不封边的玻璃丝布作保护壳时,要将毛边折叠,不得外露。块状保温材料采用缠裹式保温(如聚乙烯泡沫塑料),按照管径留出搭茬量,将料做好,为确保其平整美观,一般应将搭茬留在管子内侧。

(12)管道绝热用薄钢板做保护层,其纵缝搭口应朝下,薄钢板的搭接长度一般为 30mm。

(13)设备及箱罐保温一般表面比较大,目前,采用较多的有砌筑泡沫混凝土块或珍珠岩块,外麻订刀、白灰、水泥保护壳。

(14)用 CAS 标准型卷毡材时:先将 CAS 膏体直接涂抹于卷毡材上,厚度为 2~5mm,将涂有膏体的卷毡材直接粘贴于设备或管道上。如果要做两层以上的卷毡材时,在第二层卷毡材的表面涂抹厚度为 2~5mm 的膏体材料,将涂有膏体的 CAS 卷毡材粘贴上去,依次类推,直到达到设计要求的保温厚度,表面再用 2mm 左右的膏体材料收光即可。表面收光层干燥后,就可进行特殊要求的处理如涂刷防水涂料、油漆或包裹玻纤布、复合铝箔等。

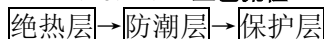
(15)按照实际工程经验,用 CAS 标准卷毡材进行保温处理时,CAS 标准型卷毡材与 CAS 膏体材料的用量比为(70~80):

(20~30)。用 CAS 防水型卷毡材和 CAS 专用保冷材料进行保温冷处理时,安装方法同上,只需将 CAS 膏体材料换为 CAS 低温胶黏剂即可。

(16)全用 CAS 膏体材料时:将膏体一层一层地直接涂抹于需要保温保冷的设备或设备管道上,第一层的厚度应在 5mm 以下,第一层完全干燥后,再做第二层(第二层的厚度可以在 10mm 左右),依次类推,直到达到设计要求的厚度,然后再表面收光即可。表面收光层干燥后,就可进行特殊要求的处理如涂刷防水涂料、油漆或包裹玻纤布、复合铝箔等。

7. 6. 4 制冷管道保温

7. 6. 4. 1 工艺流程



7. 6. 4. 2 操作工艺

(1)绝热层施工方法:

1)直管段立管应自下而上顺序进行,水平管应从一侧或弯头直管段处顺序进行。

2)硬质绝热层管壳,可采用 16~18 号镀锌钢丝双股捆扎,捆扎的间距不应大于 400mm,并用粘结材料紧贴在管道上,管壳之间的缝隙不应大于 2mm,并用粘结材料勾缝添满,环缝应错开,错开距离不小于 75mm,管壳缝隙设在管道轴线的左右侧,当绝热层大于 80mm 时,绝热层应分层铺设,层间应压缝。

3)半硬质及软质绝热制品的绝热层可采用包装钢带或 14~16 号镀锌钢丝进行捆扎,其捆扎间距,对半硬质绝热制品不应大于 300mm,对软质不大于 200mm。

4)每块绝热制品上捆扎件不得少于两道。

5)不得采用螺旋式缠绕捆扎。

6)弯头处应采用定型的弯头管壳或用直管壳加工成虾米腰

块，每个应不少于 3 块，确保管壳与管壁紧密结合，美观平滑。

7) 设备管道上的阀门、法兰及其他可拆卸部件保温两侧应留出螺栓长度加 25mm 的空隙。阀门、法兰部位则应单独进行保温。

8) 遇到三通处应先做主管，后做分支管。凡穿过建筑物保温管道的套管，与管子四周间隙应用保温材料堵塞紧密。

9) 管道上的温度插座宜高出所设计的保温厚度。不保温的管道不要同保温管道敷设在一起，保温管道应与建筑物保持足够的距离。

(2) 防潮层施工方法：

1) 垂直管应自下而上，水平管应从低向高点顺序进行，环向搭缝口应朝向低端。

2) 防潮层应紧紧粘贴在隔热层上，封闭良好，厚度均匀松紧适度，无气泡、折皱、裂缝等缺陷。

3) 用卷材做防潮层，可用螺旋形缠绕的方式牢固粘贴在隔热层上，开头处应缠两圈后再呈螺旋形缠绕，搭接宽度为 30～50mm。

4) 用油毡纸做防潮层，可用包卷的方式包扎，搭接宽度为 50～60mm。油毡接口朝下，并用沥青玛蹄脂密封，每 300mm 扎镀锌钢丝或铁箍一道。

(3) 保护层施工方法：保温结构的外表必须设置保护层（护壳），一般采用玻璃丝布、塑料布、油毡包缠或采用金属护壳。

1) 用玻璃丝布缠裹，垂直管应自下而上，水平管则应从最低点向最高点顺序进行，开始应缠裹两圈后再呈螺旋状缠裹，搭接宽度应为 1/2 布宽，起点和终点应用胶黏剂接或镀锌钢丝捆扎。应缠裹严密，搭接宽度均匀一致，无松脱、翻边、皱折和鼓包，表面应平整。

2) 玻璃丝布刷涂料或油漆，刷涂前应清除管道表面上的尘土、油污。油刷上蘸的涂料不宜太多，以防滴落在地上或其他设备上。

3) 金属保护层材料，宜采用镀锌钢板或薄铝合金板。当采用普通钢板时，其里外表必须涂敷防锈涂料。立管应自上而下，水平管应从管道低处向高处顺序进行，使横向搭接缝口朝顺坡方向。纵向搭缝应放在管子两侧，缝口朝下。如采用平搭缝，其搭缝宜为 30～40mm。有防潮层的保温不得使用自攻螺栓，以免刺破防潮层，保护层端头应封闭。

7.7 质量标准

7.7.1 主控项目

(1) 风管和管道的绝热，应采用不燃或难燃材料，其材质、密度、规格与厚度应符合设计要求。如采用难燃材料时，应对其难燃性进行检查，合格后方可使用。

检查数量：按批随机抽查 1 件。

检查方法：观察检查、检查材料合格证，并做点燃试验。

(2) 防腐涂料和油漆，必须是在有效保质期内的合格产品。

检查数量：按批检查。

检查方法：观察、检查材料合格证。

(3) 在下列场合必须使用不燃绝热材料：

1) 加热器及其前后 800mm 的风管和绝热层；

2) 穿越防火墙两侧 2m 范围内风管、管道和绝热层。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、检查材料合格证与做点燃试验。

(4) 输送介质温度低于周围空气露点温度的管道，当采用非闭孔性绝热材料时，隔汽层（防潮层）必须完整，且封闭良好。

检查数量：按数量抽查 10%，且不得少于 5 段。

检查方法：观察检查。

(5) 位于洁净室内的风管及管道的绝热，不应采用易吸尘的材料（如玻璃纤维、短纤维矿棉等）。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

7. 7. 2 一般项目

(1) 涂喷油漆的漆膜，应均匀、无堆积、波纹、气泡、掺杂、混色与漏涂等缺陷。

检查数量：按面积抽查 10%。

检查方法：观察检查。

(2) 各类空调设备、部件的油漆喷、涂，不得遮盖铭牌标志和影响部件的功能使用。

检查数量：按数量抽查 10%，且不得少于 2 个。

检查方法：观察检查。

(3) 风管系统部件的绝热，不得影响其操作功能。

检查数量：按数量抽查 10%，且不得少于 2 个。

检查方法：观察检查。

(4) 绝热材料层应密实，无裂缝、空隙等缺陷。表面应平整，当采用卷材或板材时，允许偏差为 5mm，采用涂抹其他方式时，允许偏差为 10mm。防潮层（包括绝热层的端部）应完整，且封闭良好；其搭接缝应顺水。

检查数量：管线按轴线长度抽查 10%，部件、阀门抽查 10%，且不得少于 2 个。

检查方法：观察检查、用钢针刺入保温层、尺量。

(5) 风管绝热层采用粘结方法固定时，施工应符合下列规定：

1) 胶黏剂的性能应符合使用温度和环境卫生的要求，并与绝热材料相匹配；

2) 粘结材料宜均匀地涂在风管、部件或设备的外表面上，绝热材料与风管、部件及设备表面应紧密贴合，无间隙；

3) 绝热层纵、横向的接缝，应错开；

4) 绝热层粘贴后，如进行包扎或捆扎，包扎的搭接处应均匀、贴紧；捆扎的应松紧适度不得损坏绝热层。

检查数量：按数量抽查 10%。

检查方法：观察检查和检查材料合格证。

(6) 风管绝热层采用保温钉连接固定时，应符合下列规定：

1) 保温钉与风管、部件及设备表面的连接，可采用粘接或焊接，结合应牢固，不得脱落；焊接后应保持风管的平整度，并不应影响镀锌钢板的防腐性能；

2) 矩形风管或设备保温钉的分布应均匀，其数量底面每平方米不应少于 16 个，侧面不应少于 10 个，顶面不应少于 8 个。首行保温钉至风管或保温材料边沿的距离应小于 120mm；

3) 风管法兰部位的绝热层的厚度，不应低于风管绝热层的 0.8 倍；

4) 带有防潮隔汽层绝热材料的拼接处,应用粘胶带封严。粘胶带的宽度不应小于 50mm,粘胶带应牢固地粘贴在防潮面层上,不得有胀裂和脱落。

检查数量:按数量抽查 10%。且不得少于 5 处。

检查方法:观察检查。

(7) 绝热涂料作绝热层时,应分层涂抹,厚度均匀,不得有气泡和漏涂等缺陷,表面固化层应光滑,牢固无间隙。

检查数量:按数量抽查 10%。

检查方法:观察检查。

(8) 当采用玻璃纤维布作绝热保护层时。搭接的宽度应均匀,宜为 30~50mm,且松紧适度。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 10m²。

检查方法:尺量、观察检查。

(9) 管道阀门、过滤器及法兰部位的绝热结构应能单独拆卸。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 5 个。

检查方法:观察检查。

(10) 管道绝热层的施工,应符合下列规定:

1) 绝热产品的材质和规格,应符合设计要求,管壳的粘贴应牢固、铺设应平整;绑扎应紧密,无滑动、松弛与断裂现象;

2) 硬质或半硬质绝热管壳的拼接缝隙,保温时不应大于 5mm、保冷时不应大于 2mm,并用粘结材料勾缝填满;纵缝应错开,外层的水平接缝应设在侧下方。当绝热层的厚度大于 100mm 时,应分层铺设,层间应压缝;

3) 硬质或半硬质绝热管壳应用金属丝或难腐织带捆扎,其间距为 300~350mm,且每节至少捆扎两道;

4) 松散或软质绝热材料应按规定的密度压缩其体积,疏密应均匀。毡类材料在管道上包扎时,搭接处不应有空隙。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 10 段。

检查方法:尺量、观察检查及查阅施工记录。

(11) 管道防潮层的施工应符合下列规定:

1) 防潮层应紧贴在绝热层上,封闭良好,不得有虚粘、气泡、褶皱、裂缝等缺陷;

2) 立管的防潮层,应有管道的低端向高端敷设,环向搭接的缝口应朝向低端;纵向的搭接缝应位于管的侧面,并顺水;

3) 卷材防潮层采用螺旋形的方式施工时,卷材的搭接宽度宜为 30~50mm。

检查数量:按数量抽查 10%,且不得少于 10m。

检查方法:尺量、观察检查。

(12) 金属保护壳的施工,应符合下列规定:

1) 应紧贴绝热层,不得有脱壳、褶皱、强行接口等现象。接口的搭接应顺水,并有凸筋加强,搭接尺寸为 20~25mm。采用自攻螺栓固定时,螺钉间距应匀称,并不得刺破防潮层。

2) 户外金属保护壳的纵、横向接缝,应顺水;其纵向接缝应位于管道的侧面。金属保护与外墙或屋顶的交接处应加设泛水。

检查数量:按数量抽查 10%。

检查方法:观察检查。

(13) 冷热源机房内制冷系顶管道的外表面,应做色标。

检查数量:按数量抽查 10%。

检查方法:观察检查。

7.8 成品保护

(1) 在漆膜干燥之前,应防止灰尘、杂物污染漆膜。应采取对涂漆后的构件进行保护,防止漆膜破坏。

(2) 保温材料应放在干燥处妥善保管,露天堆放应有防潮、防雨、防雪措施,防止挤压损伤变形,并与地面架空。

(3) 施工时要严格遵循先上后下、先里后外的施工原则,以确保施工完的保温层不被损坏。

(4) 操作人员在施工中不得脚踏挤压或将工具放在已施工好的绝热层上。

(5) 拆移脚手架时不得损坏保温层,由于脚手架或其他因素影响,当其他工种交叉作业时注意共同保护好成品,已装好门窗的场所下班后应关窗锁门。

(6) 地沟及管井内管道及设备的绝热必须在其清理后,不再有下道工序损坏绝热层的前提下,方可进行绝热施工。

(7) 明装管道的绝热,土建若喷浆在后,应有防止污染绝热层的措施。

(8) 如有特殊情况拆下绝热层进行管道处理或其他工种在施工过程中损坏保温层时,应及时按原则要求进行修复。

7.9 安全环保措施

(1) 熬制热沥青时要准备好干粉灭火器等消防用具,并有防雨措施。

(2) 二甲苯、汽油、松香水等稀释剂应缓慢倒入胶黏剂内并及时搅拌。

(3) 高空防腐时,须将油漆桶缚在牢固的物体上,沥青筒不要装得太满,应检查装沥青的桶和勺子放置是否安全;涂刷时,下面要用木板遮护,不得污染其他管道、设备或地面。

(4) 高空作业,须遵守架设脚手架、脚手台和单扇或双扇爬梯的安全技术要求,防止坠落伤人。

(5) 绝热施工人员须戴风镜、薄膜手套,施工时如人耳沾染各类材料纤维时,可采取洗热水澡等措施。

(6) 地下设备、管道绝热管前,应先进行检查,确认无瓦斯、毒气、易燃易爆物或酸毒等危险品,方可操作。

(7) 油漆时,滚筒或毛刷上蘸油漆不宜太多,以防洒在地上或设备上。

(8) 熬制沥青时,应把握好加热时间,以减少对空气的污染。

7.10 质量记录

7.10.1 质量记录

(1) 防腐与绝热施工检验批质量验收记录(管道系统)。

(2) 防腐与绝热施工检验批质量验收记录(风管系统)。

(3) 隐蔽工程记录。

(4) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(送、排风系统)。

(5) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(防、排烟系统)。

(6) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(除尘系统)。

(7) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(空调系统)。

- (8) 通风与空调子分部工程的质量验收记录（净化系统）。
- (9) 施工日记。

7. 10. 2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验收分离，强化验收，完善手段，过程控制”的原则，在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”，并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目，验收必须合格。

(3) 检验批的划分，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001) 的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施，因此施工过程应建立质量保证体系，加强过程控制管理。

8 系统调试施工工艺标准

8. 1 总则

8. 1. 1 适用范围

本工艺标准适用于建筑工程通风与空调工程中，使用的金属、非金属风管与复合材料风管或风道的加工、制作质量的检验与验收。

8. 1. 2 编制参考标准及规范

(1) 中华人民共和国国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)

(2) 中华人民共和国国家标准《建筑安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)

8. 2 术语

(1) 检验批：按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

(2) 主控项目：建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(3) 一般项目：除主控项目以外的检验项目。

(4) 计数检验：在抽样的样本中，记录每一个体有某种属性或计算每一个体中的缺陷数目的检查方法。

(5) 计量检验：在抽样检验的样本中，对每一个体测量其某个定量特性的检查方法。

(6) 漏风量：风管系统中，在某一静压下通过风管本体结构及其接口，单位时间内泄出或渗入的空气体积量。

(7) 系统风管允许漏风量：按风管系统类别所规定平均单位面积、单位时间内的最大允许漏风量。

(8) 漏风率：空调设备、除尘器等，在工作压力下空气渗入或泄漏量与其额定风量的比值。

(9) 漏光检测：用强光源对风管的咬口、接缝、法兰及其他连接处进行透光检查，确定孔洞、缝隙等渗漏部位及数量的方法。

(10) 风管系统的工作压力：指系统风管总风管处设计的最大的工作压力。

(11) 空气洁净度等级：洁净空间单位体积空气中，以大于

或等于被考虑粒径的粒子最大浓度限值进行划分的等级标准。

(12) 洁净室：对空气中的悬浮粒状物质按规定标准进行控制，同时对温度、湿度、压力等环境条件也进行相应控制的密闭空间。

(13) 空态：洁净室的设施已经建成，所有动力接通并运行，但无生产设备、材料及人员在场。

(14) 静态：洁净室的设施已经建成，生产设备已经安装，并按业主及供应商同意的方式运行，但无生产人员。

(15) 动态：洁净室的设施以规定的方式运行及规定的人员数量在场，生产设备按业主及供应商双方商定的状态下进行工作。

8.3 基本规定

(1) 系统调试前要准备好试验调整所需的仪器、仪表和必要的工具，所使用的仪器、仪表性能应稳定可靠，其精度等级及最小分度值应能满足测定的要求，并应符合国家有关计量法规及检定规程的规定。

(2) 通风与空调工程的系统调试，应由施工单位负责，系统单位监督，设计单位与建设单位参与和配合，系统调试的实施可以是施工企业本身或委托给具有调试能力的其他单位。

(3) 系统调试前，承包单位应编制调试方案，报送专业监理工程师审核批准；调试结束后，必须提供完整的调试资料和报告。

8.4 施工准备

8.4.1 工技术准备

(1) 调试人员必须认真熟悉施工图纸，充分了解空调系统的设计使用工况。

(2) 调试前，应制定相应的成品保护措施、职业健康安全、环境措施，并形成交底记录。

(3) 调试人员应经过培训，并具有上岗资格。

8.4.2 材料要求

通风与空调调试过程中所用材料，使用前一定要严格检查，确保合格。

8.4.3 主要机具

(1) 通风与空调工程系统调试应配置下列工具：

钳形电流表、温度计、流量计、毕托管、微压计、声级计、热球风速仪、微压计、发烟剂、采样管、粒子计数器、压力表、大气压力计、漏风量检测装置（LF4000 型）等。

(2) 所使用的机具设备应处与受控状态，进入施工现场的设备进行维护保养，定期进行检查验收，并建帐管理，对达不到使用要求的设备严禁使用。

(3) 严禁使用非法定计量器具和计量单位，现场所使用的计量器具必须在有效的检定周期内。

8.4.4 作业条件

(1) 通风与空调工程系统无生产负荷的联合试运转及调试，应在制冷设备和通风与空调设备单机试运转合格后进行，空调系统带冷（热）源的正常联合试运转不应少于 8h，当竣工季节与

设计条件相差较大时，仅做不带冷（热）源试运转。通风、除尘系统的连续试运转不应少于 2h。

（2）净化空调系统运行前应在回风、新风的吸入口处和粗、中效过滤器前设置临时用过滤器，实行对系统的保护，测定之前必须对系统进行全面清扫，再连续运行 24h 以上达到稳定后进行。

（3）洁净室洁净度的检测，应在空态或静态下进行或按合同约定规定。在进行室内洁净度检测时，人员不宜多于 3 人，均必须穿与洁净室洁净度等级相适应的洁净工作服。

8.5 材料和质量要点

8.5.1 材料关键要求

调试中所需要的材料应保证质量合格。

8.5.2 技术关键要求

调试前应熟悉设计图纸和施工现场，了解通风与空调工程中的使用工况，编制详细的调试方案。

8.5.3 质量关键要求

调试的最终结果应符合设计要求。

8.5.4 职业健康安全关键要求

（1）高处作业人员应按规定轻便着装，严禁穿硬底、铁掌等易滑的鞋。

（2）所使用的梯子不得缺档，不得垫高使用，下端要采取防滑措施。

（3）现场用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46—88）的有关要求。

8.5.5 环境关键要求

（1）在调试过程中所用完的电池要按固体废弃物的管理规定处理，不能胡乱丢弃。

（2）在使用水银温度计时，一定要严格遵守操作规程，轻拿轻放，以免破碎后水银污染环境。

8.6 施工工艺

8.6.1 工艺流程

（1）调试前的准备工作：

1) 熟悉资料：

系统调试前，调试人员应熟悉空调系统的全部设计资料，包括图纸和设计说明书，充分领会设计意图，了解各种设计参数、系统的全貌以及空调设备的性能及使用方法等。熟悉送（回）风系统、供冷和供热系统、自动调节系统的特点，特别要注意调节装置和检验仪表所在位置。

2) 现场会检：

调试人员要会同设计、施工和建设单位，对已安装好的系统进行现场验收。

3) 编制调试方案：

调试方案内容包括调试的目的要求、进度、程序、方法、安全措施、仪器仪表的配套及人员安排等，调试方案要报送专业监

理工程师审核批准；调试结束后，必须提供完整的调试资料和报告。

(2) 调试的主要项目和程序：

系统调试可以按以下项目和程序进行试验和调整：

- 1) 空调设备单机试运转及调试；
- 2) 系统风量的测定和调整；
- 3) 空调水系统的测定和调整；
- 4) 自动调节和监测系统的检验、调整与联动运行；
- 5) 室内参数的测定和调整；
- 6) 防排烟系统的测定和调整。

8.6.2 操作工艺和调试要点

(1) 设备单机试运转及调试的内容和规定

1) 通风机、空调机组中的风机：

①风机外观检查：

核对风机、电动机型号、规格及皮带轮直径是否与设计相符；

检查风机、电动机的皮带轮的中心轴线是否平行，地脚螺栓是否已拧紧；

检查风机进、出口处柔性短管是否严密，传动皮带松紧程度是否适合；

检查轴承处是否有足够润滑油；

用手盘动皮带时，叶轮是否有卡阻现象；

检查风机调节阀门的灵活性，定位装置的可靠性；

检查电机、风机、风管接地线连接的可靠性。

②风机的启动与运转：

点动风机，检查叶轮运转方向是否正确，运转是否平稳，叶轮与机壳有无摩擦和不正常声响。

风机启动后，应用钳形电流表测量电机的启动电流，待风机运转正常后再测量电动机运转电流，检查电机的运行功率是否符合设备技术文件的规定。

风机在额定转速下连续运行 2h 后，应用数字温度计测量其轴承的温度，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃，滚动轴承不得超过 80℃。

2) 水泵：

①水泵的外观检查：

检查水泵和其附属系统的部件应齐全，各紧固连接部位不得松动；

用手盘动叶轮时应轻便、灵活、正常，不得有卡、碰现象和异常的振动及声响。

②水泵的启动和运转：

水泵与附属管路系统上的阀门启闭状态要符合调试要求，水泵运转前，应将入口阀全开，出口阀全闭，待水泵启动后再将出口阀打开。

点动水泵，检查水泵的叶轮旋转方向是否正确。

启动水泵，用钳形电流表测量电动机的启动电流，待水泵正常运转后，再测量电动机的运转电流，检查其电机运行功率值，应符合设备技术文件的规定。

水泵在连续运行 2h 后，应用数字温度计测量其轴承的温度，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃，滚动轴承不得超过 75℃。

3) 冷却塔：

①冷却塔运转前准备工作：

清扫冷却塔内的杂物和尘垢，防止冷却水管或冷凝器等堵塞；

冷却塔和冷却水管路系统用水冲洗，管路系统应无漏水现象；

检查自动补水阀的动作状态是否灵活准确。

②冷却塔运转：

冷却塔风机与冷却水系统循环试运行不少于 2h，运行时冷却塔本体应稳固、无异常振动，用声级计测量其噪声应符合设备技术文件的规定。

冷却塔风机的运行可参考本条第 1) 款的规定。

冷却塔试运转工作结束后，应清洗集水池。

冷却塔试运转后，如长期不使用，应将循环管路及集水池中的水全部放出，防止设备冻坏。

4) 制冷机组、单元式空调机组的试运转，应符合设备技术文件和现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》(GB 50274) 的有关规定，正常运转不应少于 8h。

5) 电控防火、防排烟风阀(口)：

电动防火阀、防排烟风阀(口)的手动、电动操作应灵活、可靠，信号输出要正确。在调试前要检查所有的阀门均应全部开启。

(2) 通风与空调系统风量的测试

空调系统风量的测定内容包括：测定总送风量、新风量、回风量、排风量，以及各干、支风管内风量和送(回)风口的风量等。

1) 风管内风量的测定方法：

①测定截面位置和测定截面内测点位置的确定：

在用毕托管和倾斜式微压计测系统总风量时，测定截面应选在气流比较均匀稳定的地方。一般都选在局部阻力之后大于或等于 4 倍管径(或矩形风管大边尺寸)和局部阻力之前大于或等于 1.5 倍管径(或矩形风管大边尺寸)的直管段上，当条件受到限制时，距离可适当缩短，且应适当增加测点数量。

测定截面内测点的位置和数目，主要根据风管形状而定，对于矩形风管，应将截面划分为若干个小截面，并使各小截面尽可能接近于正方形，测点位于小截面的中心处，小截面的面积不得大于 0.05m^2 。在圆形风管内测量平均速度时，应根据管径的大小，将截面分成若干个面积相等的同心圆环，每个圆环上测量四个点，且这四个点必须位于互相垂直的两个直径上，所划分的圆环数目，可按表 8. 6. 2—1 选用：

圆形风管划分圆环数表表 8. 6. 2—1

圆形风管直径 (mm)	200 以下	200~400	400~700	700 以上
圆环数(个)	3	4	5	5~6

②绘制系统草图：

根据系统的实际安装情况，参考设计图纸，绘制出系统单线草图供测试时使用；在草图上，应标明风管尺寸、测定截面位置、风阀的位置、送(回)风口的位置等。在测定截面处，应说明该截面的设计风量、面积。

③测量方法：

将毕托管插入测试孔，全压孔迎向气流方向，使倾斜式微压计处于水平状态，连接毕托管和倾斜式微压计，在测量动压时，不论处于吸入管段还是压出管段，都是将较大压力(全压)接“+”

处，较小压力（静压）接“—”处，将多向阀手柄扳向“测量”位置，在测量管标尺上即可读出酒精柱长度，再乘以倾斜测量管所固定位置上的仪器常数 K 值，即得所测量的压力值。

④风管内风量的计算：

通过风管截面的风量可以按下式确定

$$L=3600FV$$

式中 F——风管截面积， m^2 ；

V——测量截面内平均风速， m/s 。

所测得的动压值通过计算求出平均风速

$$V=\sqrt{2gP_{db}/\rho}$$

式中 g——重力加速度，一般取 $9.8m/s^2$ ；

ρ ——空气的密度， kg/m^3 ；

P_{db} ——测得的平均动压，kPa。

⑤系统总风量的调整：

系统总风量的调整可以通过调节风管上的风阀的开度的大小来实现。

2) 送回风口风量的测定：

①各送（回）风口或吸风罩风量的测定有两种方法：

(A) 用热球风速仪在风口截面处用定点测量法进行测量，测量时可按风口截面的大小，划分为若干个面积相等的小块，在其中心处测量。对于尺寸较大的矩形风口（图 8.6.2c）可分为同样大小的 8~12 个小方格进行测量；对于尺寸较小的矩形风口（图 8.6.2d），一般测 5 个点即可，对于条缝形风口（图 8.6.2b），在其高度方向至少应有两个测点，沿条缝方向根据其长度分别取为 4、5、6 对测点；对于圆形风口（图 8.6.2a），按其直径大小可分别测 4 个点或 5 个点。

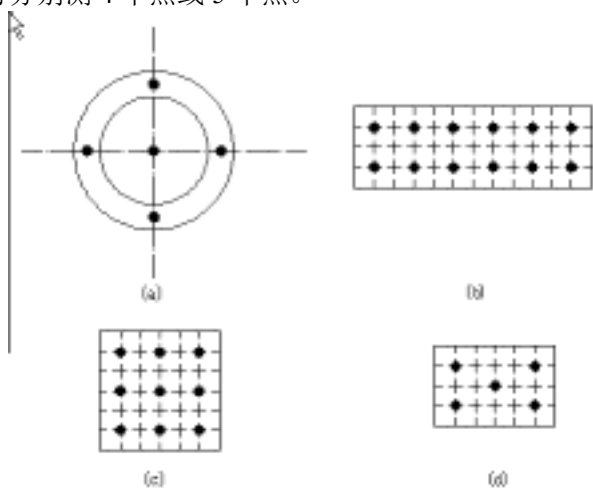


图 8.6.2 测定截面测点的位置和数目示意图

(B) 可用叶轮风速仪采用匀速移动测量法测量：

对于截面积不大的风口，可将风速仪沿整个截面按一定的路线慢慢地匀速移动，移动时风速仪不得离开测定平面，此时测得的结果可认为是截面平均风速，此法须进行三次，取其平均值。

(C) 送（回）风口和吸风罩风量的计算：

$$L=3600F \cdot V \cdot K$$

式中 F——送风口的外框面积， m^2 ；

K——考虑送风口的结构和装饰形式的修正系数，一般取 0.7~1.0；

V——风口处测得的平均风速 m/s 。

②风量调整:

目前使用的风量调整方法有流量等比分配法、基准风口调整法和逐段分支调整法,调试时可根据空调系统的具体情况采用相应的方法进行调整。

(3) 空调水系统的调试

空调工程水系统应冲洗干净,不含杂物,并排除管道系统中的空气,系统连续运行应达到正常、平稳。系统调整后,各空调机组的水流量应符合设计要求,允许偏差为 20%。

1) 冷却水系统的调试:

启动冷却水泵和冷却塔,进行整个系统的循环清洗,反复多次,直至系统内的水不带任何杂质,水质清洁为止,在系统工作正常的情况下,用流量计测量冷却水的流量,并进行调节使之符合要求。

2) 冷冻水系统的调试:

冷冻水系统的管路长且复杂,系统内清洁度要求高,因此,在清洗时要求严格、认真,冷冻水系统的清洗工作属封闭式的循环清洗,反复多次,直至水质洁净为止。最后开启制冷机蒸发器、空调机组、风机盘管的进水阀,关闭旁通阀,进行冷水系统管路的充水工作。在充水时要在系统的各个最高点安装自动排气阀,进行排气。

(4) 自动调节和监测系统的检验、调整与联动运行

通风与空调工程的控制和监测设备应能与系统的检测元件和执行机构正常沟通,系统的状态参数应能正确显示,设备连锁、自动调节器、自动保护应能正确动作。

1) 系统投运前的准备工作:

①室内校验:严格按照使用说明或其他规范对仪表逐台进行全面性能校验;

②现场校验:仪表装到现场后,还需进行诸如零点、工作点、满刻度等一般性能校验。

2) 自动调节系统的线路检查:

①按控制系统设计图纸与有关的施工规程,仔细检查系统各组成部分的安装与连接情况。

②检查敏感元件安装是否符合要求,所测信号是否正确反应工艺要求,对敏感元件的引出线,尤其是弱电信号线,要特别注意强电磁场干扰情况。

③对调节器着重于手动输出、正反向调节作用、手动——自动的无扰切换。

④对执行器着重于检查其开关方向和动作方向,阀门开度与调节器输出的线性关系、位置反馈、能否在规定数值起动、全行程是否正常、有无变差和呆滞现象。

⑤对仪表连接线路的检查:着重查错、查绝缘情况和接触情况。

⑥对继电信号检查:人为地施加信号,检查被调量超过预定上、下限时自动报警及自动解除警报的情况等,此外,还要检查自动连锁线路和紧急停车按钮等安全措施。

(5) 空调房间室内参数的测定和调整

1) 室内温度和相对湿度的测定:

室内温度、相对湿度波动范围应符合设计的要求;

室内温度、相对湿度的测定,应根据设计要求来确定工作区,并在工作区内布置测点。

一般舒适性空调房间应选择在人经常活动的范围或工作面

为工作区。

恒温恒湿房间离围护结构 0.5M，离地高度 0.5～1.5m 处为工作区。

①测点的布置：

(A) 送、回风口处。

(B) 恒温工作区内具有代表性的地点（如沿着工艺设备周围布置或等距布置）。

(C) 室中心（没有恒温要求的系统，温、湿度只测此一点）。

(D) 敏感元件处。

测点数按表 8. 6. 2—2 确定。

湿、温度测点数 表 8. 6. 2-2

波动范围	室面积 $\leq 50\text{m}^2$	每增加 $20\sim 50\text{m}^2$
$\Delta t = \pm 0.5 \sim \pm 2^\circ\text{C}$ $\Delta \text{RH} = \pm 5\% \sim \pm 10\% \text{RH}$	5	增加 3～5
$\Delta t \leq \pm 0.5^\circ\text{C}$ $\Delta \text{RH} = \pm 5\% \text{RH}$	点间距不应大于 2m，点数不应少于 5 个	

②有恒温恒湿要求的房间，室温波动范围按各测点的各次温度中偏离控制点温度的最大值，占测点总数的百分比整理成累积统计曲线，90%以上测点达到的偏差值为室温波动范围，应符合设计要求。区域温差以各测点中最低的一次温度为基准，各测点平均温度与其偏差的点数，占测点总数的百分比整理成累积统计曲线，如 90%以上测点的偏差值在室温波动范围内为符合设计要求。

相对湿度波动范围可按室温波动范围的原则确定。

2) 室内静压差的测定：

静压差的测定应在所有门窗关闭的条件下，由高压向低压、由里向外进行，检测时所使用的微压计，其灵敏度不应低于 2.0Pa。

为了保持房间的正压，通常靠调节房间回风量和排风量的大小来实现。

3) 空调室内噪声的测定：

空调房间噪声测定，一般以房间中心离地面 1.2m 高度处为测点，噪声测定时要排除本底噪声的影响。

4) 净化空调系统应进行下列项目的测试：

①风量或风速的测试：

(A) 单向流洁净室采用室截面平均风速和截面积乘积的方法确定送风量，离高效过滤器 0.3m，垂直于气流的截面作为采样测试截面，截面上测点间距不宜大于 0.6m，测点数不应少于 5 个，用热球风速仪测得各测点的风速读数的算术平均值作为平均风速。

(B) 室内各风口风量的测定可采用风口法或风管法确定送风量

(a) 风口法是在安装有高效过滤器的风口处，根据风口形状连接辅助风管进行测量，即用镀锌钢板或其他不产尘材料做成与风口形状及内截面相同，长度等于 2 倍风口长边尺寸的直管段，连接于风口外部。在辅助风管出口平面上，按最少测点数不少于 6 点均匀布置，使用热球风速仪测定各测点之风速，然后，以求取的风口截面平均风速乘以风口净截面积求取测定风量。

(b) 对于风口上风侧有较大的直管段，且已经或可以打孔时，可以用风管法确定风量。测定断面应位于大于或等于局部阻

力部件前 3 倍管径或长边长,局部阻力部件后 5 倍管径或长边长的部位。

对于矩形风管,是将测定截面分割成若干个小截面,每个小截面尽可能接近正方形,边长不应大于 200mm,测点应位于小截面中心,但整个截面上的测点数不宜少于 3 个。

对于圆形风管,应根据管径的大小,将截面划分为若干个面积相等的同心圆环,每个圆环测 4 点。根据管径确定圆环数量,不宜少于 3 个。

②室内空气洁净度等级的测试:

室内空气洁净度等级必须符合设计规定的等级或在商定验收状态下的等级要求,高于等于 5 级的单向流洁净室,在门开启的状态下,测定距离门 0.6m 室内侧工作高度处空气的含尘浓度,亦不应超过室内洁净度等级上限的规定。

(A) 检测仪器的选用,应使用采样速率大于 1L / min 的光学粒子计数器,在仪器选用时应考虑粒径鉴别能力,粒子浓度适用范围和计数效率,仪表应有有效的标定合格证书。

(B) 采样点的规定可见表 8.6.2-3。

最低限度的采样点数 N_L 表 表 8.6.2-3

测点数 N_L	2	3	4	5	6	7	8	9	10
洁净区 面积 $A(m^2)$	2.1~ 6.0	6.1~ 12.0	12.1~ 20.0	20.1~ 30.0	30.1~ 42.0	42.1~ 56.0	56.1~ 72.0	72.1~ 90.0	90.1~ 110.0

注: 1.在水平单向流时,面积 A 为与气流方向呈垂直的流动空气截面的面积;

2.最低限度的采样点数 N_L 按公式 $N_L=A^{0.5}$ 计算(四舍五入取整数)。

采样点应均匀分布于整个面积内,并位于工作区的高度(距地 0.8m 的水平面),或设计单位、业主特指位置。

(C) 采样量的确定:

(a) 每次采样的最少采样量见表 8.6.2-4;

每次采样的最少样量 V_s (L) 表 8.6.2-4

洁净度等级	粒径 (μm)					
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	5.0
1	2000	8400	—	—	—	—
2	200	840	1960	5680	—	—
3	20	84	196	568	2400	—
4	2	8	20	57	240	—
5	2	2	2	6	24	680
6	2	2	2	2	2	68
7	—	—	—	2	2	7
8	—	—	—	2	2	2
9	—	—	—	2	2	2

(b) 每个采用点的最少采样时间为 1min, 采样量至少为 2L;

(c) 每个洁净室(区)最少采样次数为 3 次。当洁净区仅有一个采样点时,则在该点至少采样 3 次;

(d) 对预期空气洁净等级达到 4 级或更洁净的环境,采样量很大,可采用 ISO 14644-1 附录 F 规定的顺序采样法。

(D) 检测采用的规定:

(a) 采样时采样口处的气流速度,应尽可能接近室内的设计气流速度;

(b) 对单向流洁净室,其粒子计数器的采样管口应迎接着气流方向;对与非单向流洁净室,采样管口宜向上;

(c) 采样管必须干净,连接处不得渗漏。采样管的长度应根据允许长度确定,如果无规定时,不宜大于 1.5m;

(d) 室内的测定人员必须穿洁净工作服，且不宜超过 3 名，并应远离或位于采样点的下风侧静止不动或微动。

(E) 记录数据评价。空气洁净度测试中，当全室（区）测点为 2~9 点时，必须计算每个采样点的平均粒子浓度 C_i 值、全部采样点的平均粒子浓度 N 及其标准差，导出 95%置信上限值；采样点超过 9 点时，可采用算术平均值 N 作为置信上限值。

(a) 每个采样点的平均粒子浓度 C_i 应小于或等于洁净度等级规定的限值，见表 8.6.2-5

洁净度等级及悬浮粒子浓度限值 表 8.6.2-5

洁 净 等 级	大于或等于表中粒径 D 的最大浓度 C_n (pc/m^3)					
	0.1 μm	0.1 μm	0.3 μm	0.5 μm	1.0 μm	15.0 μm
1	10	2	—	—	—	—
2	100	24	10	4	—	—
3	1000	237	102	35	8	—
4	10000	2370	1020	352	83	—
5	100000	23700	10200	3520	832	29
6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7	—	—	—	352000	83200	2930
8	—	—	—	3520000	832000	29300
9	—	—	—	35200000	8320000	293000

注：1. 本表仅表示了整数值的洁净度等级（N）悬浮粒子最大浓度的限值。

2. 对于分整数洁净度等级，其对应于粒子粒径 D (μm) 的最大浓度值 (C_n)，按下列公式计算求取。 $C_n=10^N \times (0.1/D)^{2.08}$

3. 洁净度等级定级的粒径范围为 0.1~5.0 μm ，用于定级的粒径数不应大于 3 个，且其粒径有顺序级差不应小于 1.5 倍。

(b) 全部采样点的平均粒子浓度 N 的 95%置信上限值，应小于或等于洁净等级规定的限值。即：

$$(N+t \times S/\sqrt{n}) \leq \text{级别规定的限值}$$

式中 N ——室内各测点平均含尘浓度， $N=\Sigma C_i/n$;

n ——测点数;

S ——室内各测点平均含尘浓度 N 的标准差，

$$s=\sqrt{(C_i-N)^2/(n-1)};$$

t ——置信度上限为 95%时，单侧 T 分布的系数，见表 8.6.2-6。

t 系数

表 8.6.2-5

点数	2	3	4	5	6	7~9
T	6.3	2.9	2.4	2.1	2.0	1.9

③单向流洁净室截面平均速度，速度不均匀度的检测：

(A) 洁净室垂直单向和非单向流应选择距墙或维护结构内表面大于 0.5m，离地面高度 0.5~1.5m 作为工作区，水平单向流以距送风墙或围护结构内表面 0.5m 处的纵断面为第一工作面，测定截面的测点数应符合表 8.6.2-3 的规定。

(B) 测定风速应用测定架固定风速仪，以避免人体干扰，不得不用手持风速仪测定时，手臂应伸至最长位置，尽量使人体远离侧头。

(C) 室内气流流型的测定，宜采用发烟或悬挂丝线的方法，进行观察测量与记录。然后，标在记录的送风平面的气流流型图上，一般每台过滤器至少对应 1 个观察点。

风速不均匀度 β_0 按下列公式计算：

$$\beta_0 = S/V$$

式中 V ——各测点风速的平均值；

S ——标准差。

④静压差的检测：

静压差的测定应在所有的门关闭的条件下，由高压向低压，由平面布置上与外界最远的里间房间开始，依次向外测定，检测时所使用的补偿微压计，其灵敏度不应低于 2.0Pa。

有孔洞相通的不同等级相邻的洁净室，其洞口处应有合理的气流流向，洞口的平均风速大于等于 0.2m/s 时，可用热球风速仪检测。

为了保持房间的正压，通常靠调节房间回风量和排风量的大小来实现。

(6) 防排烟系统的测定

防排烟系统联合试运行与调试的结果（风量及正压），必须符合设计与消防的规定。

防排烟系统的风量测定可按照 8.6.2 第（2）款系统风量测定的方法进行。

在风量满足设计要求的情况下，按每次开启三个楼层的加压风口，风口风量及相关区域的正压，应符合设计与消防的规定。

8.7 质量标准

8.7.1 主控项目

(1) 通风与空调工程安装完毕，必须进行系统的测定和调整（简称调试）。系统调试应包括下列项目：

- 1) 设备单机试运转及调试；
- 2) 系统无生产负荷下的联合试运转及调试。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

(2) 设备单机试运转及调试应符合下列规定：

1) 通风机、空调机组中的风机，叶轮旋转方向正确、运转平稳、无异常振动和声响，其电机运行功率应符合设备技术文件的规定，在额定转速下连续运转 2h 后，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃；滚动轴承不得超过 80℃；

2) 水泵叶轮旋转方向正确，无异常振动和声响，紧固连接部位无松动，其电机运行功率值符合设备技术文件的规定。水泵连续运转 2h 后，滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃；滚动轴承不得超过 75℃；

3) 冷却塔本体应稳固、无异常振动，其噪声应符合设备技术文件的规定。风机试运转按本条第 1) 款的规定；

冷却塔风机与冷却水系统循环试运行不少于 2h，运行应无异常情况；

4) 制冷机组、单元式空调机组的试运转，应符合设备技术文件和现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》（GB 50274）的有关规定，正常运转不应少于 8h；

5) 电控防火、防排烟风阀（口）的手动、电动操作应灵活、可靠，信号输出正确。

检查数量：第 1) 款按风机数量抽查 10%，且不得少于 1 台；第 2)、3)、4) 款全数抽查；第 5) 款按系统中风阀的数量抽查 20%，且不得少于 5 件。

检查方法：观察、旁站、用声级计测定，查阅试运转记录及

有关文件。

(3) 系统无生产负荷的联合试运转及调试应符合下列规定：

1) 系统总风量调试结果与设计风量的偏差不应大于 10%；

2) 空调冷热水、冷却水总流量测试结果与设计流量的偏差不应大于 10%；

3) 舒适空调的温度、相对湿度应符合设计的要求。恒温、恒湿房间室内空气温度、相对湿度及波动范围应符合设计规定。

检查数量：按风管系统数量抽查 10%，且不得少于 1 个系统。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

(4) 防排烟系统联合试运行与调试的结果（风量及正压），必须符合设计与消防的规定。

检查数量：按总数抽查 10%，且不得少于 2 个楼层；

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

(5) 净化空调系统还应符合下列规定：

1) 单向流洁净室系统的系统总风量调试结果与设计风量的允许偏差为 0~20%，室内各风口风量与设计风量的允许偏差为 15%。

新风量和设计新风量的允许偏差为 10%。

2) 单向流洁净室系统的室内截面平均风速的允许偏差为 0~20%，且截面风速不均匀度不应大于 0.25。

新风量和设计新风量的允许偏差为 10%。

3) 相邻不同级别洁净室之间和洁净室与非洁净室之间的静压差不应小于 5Pa，洁净室与室外的静压差不应小于 10Pa。

4) 室内空气洁净度等级必须符合设计规定的等级或在商定验收状态下的等级要求。

高于等于 5 级的单向流洁净室，在门开启的状态下，测定距离门 0.6m 室内侧工作高度处空气的含尘浓度，亦不应超过室内洁净度等级上限的规定。

检查数量。调试记录全数检查，测点抽查 5%，且不得少于 1 点。

检查方法：检查、验证调试记录，按本章的操作工艺进行校核。

8. 7. 2 一般项目

(1) 设备单机试运转及调试应符合下列规定：

1) 水泵运行时不应有异常振动和声响，壳体密封处不得渗漏，紧固连接部位不应松动、轴封的温升应正常；在无特殊要求的情况下，普通填料泄漏量不应大于 60mL / h，机械密封的应不大于 5mL / h；

2) 风机、空调机组、风冷热泵等设备运行时，产生的噪声不宜超过产品性能说明书的规定值；

3) 风机盘管机组的三速、温控开关的动作应正确，并与机组运行状态一一对应。

检查数量：第 1)、2) 款抽查 20%，且不得少于 1 台，第 3) 款抽查 10%，且不得少于 5 台。

检查方法：观察、旁站、查阅试运转记录。

(2) 通风工程系统无生产负荷联动试运转及调试应符合下列规定：

1) 系统联动运转中，设备及主要部件的联动必须符合设计要求，动作协调、正确，无异常现象；

2) 系统经过平衡调整, 各风口或吸风罩的风量与设计风量的允许偏差不应大于 15%;

3) 湿式除尘器的供水与排水系统运行应正常。

(3) 空调工程系统无生产负荷联动试运转及调试还应符合下列规定:

1) 空调工程水系统应冲洗干净、不含杂物, 并排除管道系统中的空气; 系统连续运行应达到正常、平稳; 水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅度波动。系统平衡调整后, 各空调机组的水流量应符合设计要求, 允许偏差为 20%;

2) 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常, 满足建筑设备自动化(BA、FA 等)系统对被测定参数进行检测和控制的要求;

3) 多台冷却塔并联运行时, 各冷却塔的进、出水量应达到均衡一致;

4) 空调室内噪声应符合设计规定要求

5) 有压差要求的房间、厅堂与其他相邻房间之间的压差, 舒适性空调正压为 0~25Pa; 工艺性的空调应符合设计的规定;

6) 有环境噪声要求的场所, 制冷、空调机组应按现行国家标准《采暖通风与空气调节设备噪声声功率级的测定—工程法》(GB 9068)的规定进行测定, 洁净室内的噪声应符合设计的规定。

检查数量: 按系统数量抽查 10%, 且不得少于 1 个系统或 1 间。

检查方法: 观察、用仪表测量检查及查阅调试记录。

(4) 通风与空调工程的控制和监测设备, 应能与系统的检测元件和执行机构正常沟通, 系统的状态参数应能正确显示, 设备联锁、自动调节、自动保护应能正确动作。

检查数量: 按系统或监测系统总数抽查 30%, 且不得少于 1 个系统。

检查方法: 旁站观察, 查阅调试记录。

8.8 成品保护

(1) 空调系统调试时, 不得踩、踢、攀、爬管线、设备等, 不得破坏管线、设备的外保护(保温)层。

(2) 空调系统调试完毕后, 应在各调节阀的阀位处做好标记, 避免有人随便乱调。

8.9 安全环保措施

(1) 凡参与空调调试的有关人员, 在调试前应由专业技术人员进行安全技术交底, 让施工人员了解本项目的安全管理方针和目标, 了解施工作业过程中的危险源及应采取的应急响应措施。

(2) 进入施工现场或进行施工作业时必须穿戴劳动防护用品, 在高处、吊顶内作业时要带安全帽,

(3) 高处作业人员应按规定轻便着装, 严禁穿硬底、铁掌等易滑的鞋。

(4) 所使用的梯子不得缺档, 不得垫高使用, 下端要采取防滑措施

(5) 在吊顶内作业时一定要穿戴利索, 切勿踏在非承重的地方。

(6) 在开启空调机组前, 一定要仔细检查, 以防杂物损坏机组, 调试人员不应立于风机的进风方向。

(7) 使用仪器、设备时要遵守该仪器的安全操作规程，确保其处于良好的运转状态，合理使用。

(8) 在调试过程中要了解本项目的环境管理方针，遵守项目部的各项环境措施。

(9) 在调试过程中所用完的电池要按固体废弃物的管理规定处理，不能胡乱丢弃。

(10) 在使用水银温度计时，一定要严格遵守操作规程，轻拿轻放，以免破碎后水银污染环境。

8.10 质量记录

8.10.1 质量记录

- (1) 工程系统调试检验批质量验收记录。
- (2) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(送、排风系)
- (3) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(防、排烟系)
- (4) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(除尘系统)。
- (5) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(空调系统)。
- (6) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(净化系统)。
- (7) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(制冷系统)。
- (8) 通风与空调子分部工程的质量验收记录(空调水系统)。
- (9) 通风与空调分项工程的质量验收记录。

8.10.2 附加说明

(1) 按照国家新颁布标准“验收分离，强化验收，完善手段，过程控制”的原则，在施工中应实行“自检互检”、“工序交接检”，并做好记录。

(2) “主控项目”是对检验批质量起关键作用的项目，验收必须合格。

(3) 检验批的划分，应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)的规定。

(4) 施工过程控制是保证工程质量的重大措施，因此施工过程应建立质量保证体系，加强过程控制管理。

附录 漏光法检测与漏风量测试

1 漏光法检测

1.1 漏光法检测是利用光线对小孔的强穿透力，对系统风管严密程度进行检测的方法。

1.2 检测应采用具有一定强度的安全光源。手持移动光源可采用不低于 100W 带保护罩的低压照明灯，或其他低压光源。

1.3 系统风管漏光检测时，光源可置于风管内侧或外侧，但其相对侧应为暗黑环境。检测光源应沿着被检测接口部位与接缝作缓慢移动，在另一侧进行观察，当发现有光线射出，则说明查到明显漏风处，并应做好记录。

1.4 对系统风管的检测，宜采用分段检测、汇总分析的方法。在严格安装质量管理的基础上，系统风管的检测以总管和干管为主。当采用漏光法检测系统的严密性时，低压系统风管以每 10m 缝，漏光点不大于 2 处，且 100m 接缝平均不大于 16 处为合格；中压系统风管每 10m 接缝，漏光点不大于 1 处，且 100m 接缝平均不大于 8 处为合格。

1. 5 漏光检测中对发现的条缝形漏光，应作密封处理。

2 测试装置

2. 1 漏风量测试应采用经检验合格的专用测量仪器，或采用符合现行国家标准《流量测量节流装置》规定的计量元件搭设的测量装置。；

2. 2 漏风量测试装置可采用风管式或风室式。风管式测试装置采用孔板做计量元件；风室式测试装置采用喷嘴做计量元件。

2. 3 漏风量测试装置的风机，其风压和风量应选择分别大于被测定系统或设备的规定试验压力及最大允许漏风量的 1.2 倍。

2. 4 漏风量测试装置试验压力的调节，可采用调整风机转速的方法，也可采用控制节流装置开度的方法。漏风量值必须在系统经调整后，保持稳压的条件下测得。

2. 5 漏风量测试装置的压差测定应采用微压计，其最小读数分格不应大于 2.0Pa。

2. 6 风管式漏风量测试装置：

(1) 风管式漏风量测试装置由风机、连接风管、测压仪器、整流栅、节流器和标准孔板等组成(图 2. 6—1)。

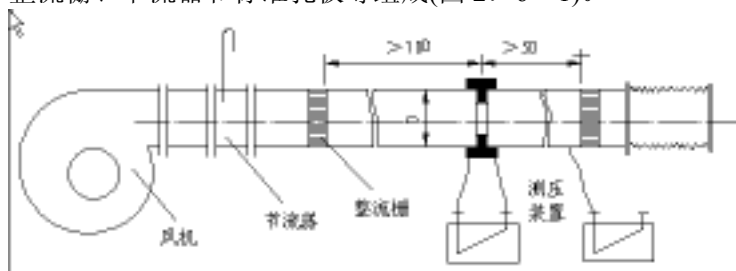


图 2. 6—1 正压风管式漏风量测试装置

(2) 本装置采用角接取压的标准孔板。孔板 β 值范围为 0.22~0.7 ($\beta = d / D$)；孔板至前、后整流栅及整流栅外直管段距离，应分别符合大于 10 倍和 5 倍圆管直径 D 的规定。

(3) 本装置的连接风管均为光滑圆管。孔板至上游 2D 范围内其圆度允许偏差为 0.3%；下游为 2%。

(4) 孔板与风管连接，其前端与管道轴线垂直度允许偏差为 1° ；孔板与风管同心度允许偏差为 0.015D。

(5) 在第一整流栅后，所有连接部分应该严密不漏

(6) 用下列公式计算漏风量：

$$Q = 3600 \varepsilon \cdot \alpha \cdot A_n \sqrt{2 / \rho \Delta P} \quad (2.6)$$

式中 Q ——漏风量， M^3 / h ；

ε ——空气流束膨胀系数；

α ——孔板的流量系数；

A_n ——孔板开口面积， m^2 ；

ρ ——空气密度， kg / m^3 ；

ΔP ——孔板差压，Pa。

(7) 孔板的流量系数与 β 值的关系根据图 2. 6—2 确定，其适用范围应满足下列条件，在此范围内，不计管道粗糙度对流量系数的影响。

$$10^5 < Re < 2.0 \times 10^6$$

$$0.05 < \beta^2 \leq 0.49$$

$$50mm < D \leq 1000mm$$

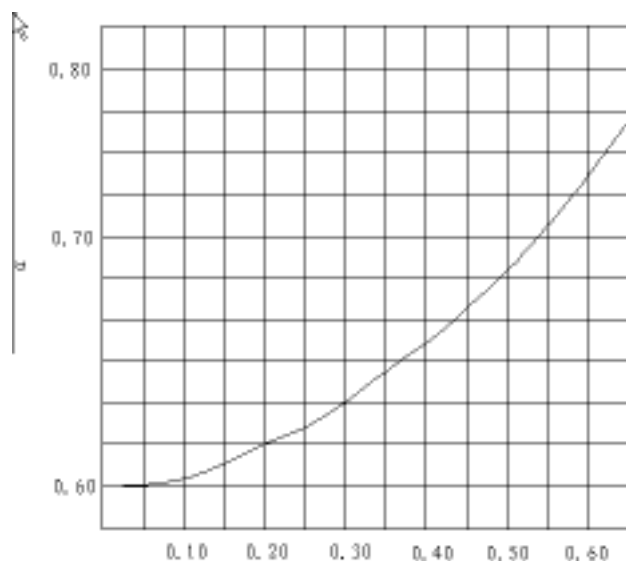


图 2. 6-2 孔板流量系数图

雷诺数小于 10^5 时，则应按现行国家标准《流量测量节流装置》求得流量系数 α 。

(8)孔板的空气流束膨胀系数 ϵ 值可根据表 2. 6 查得。

采用角接取压标准孔板流束膨胀系数 ϵ 值 ($K=1.4$) 表 2. 6

β^4	P_2/P_1	1.0	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.85	0.80	0.75
0.08		1.0000	0.9930	0.9866	0.9803	0.9742	0.9681	0.9531	0.9381	0.9232
0.1		1.0000	0.9924	0.9854	0.9787	0.9720	0.9654	0.9491	0.9328	0.9166
0.2		1.0000	0.9918	0.9843	0.9770	0.9698	0.9627	0.9450	0.9275	0.9100
0.3		1.0000	0.9912	0.9831	0.9753	0.9676	0.9599	0.9410	0.9222	0.9034

注：1.本表允许内插，不允许外延。

2. P_2/P_1 为孔板后与孔板前的全压值之比。

(9) 当测试系统或设备负压条件下的漏风量时，装置连接应符合图 2.6-3 的规定。

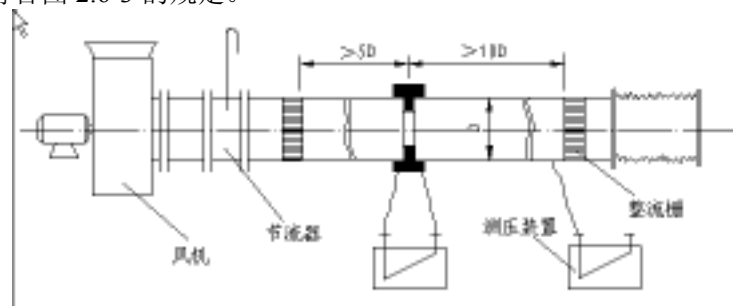


图 2. 6-3 负压风管式漏风量测试装置

2. 7 风室式漏风量测试装置：

(1) 风室式漏风量测试装置由风机、连接风管、测压仪器、均流板、节流器、风室、隔板和喷嘴等组成，如图 2. 7-1 所示。

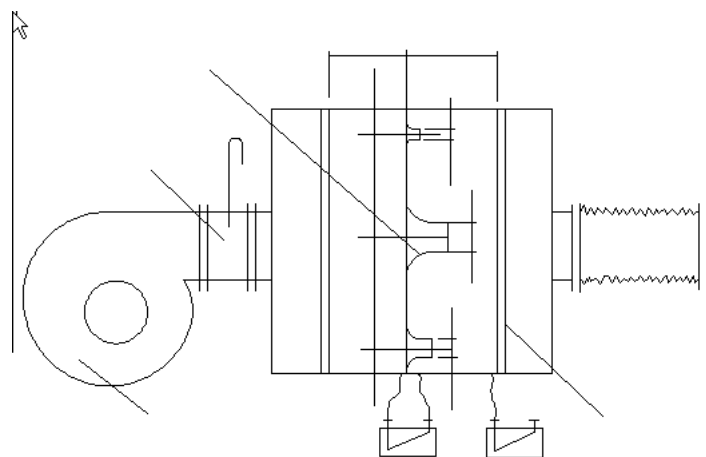


图 2.7-1 正压风室式漏风量测试装置

D_s —小号喷嘴直径； D_m —中号喷嘴直径； D_L —大号喷嘴直径

(2) 测试装置采用标准长颈喷嘴（图 2.7-2）。喷嘴必须按图 2.7-1 的要求安装在隔板上，数量可为单个或多个。两个喷嘴之间的中心距离不得小于较大喷嘴喉部直径的 3 倍；任一喷嘴中心到风室最近侧壁的距离不得小于其喷嘴喉部直径的 1.5 倍。

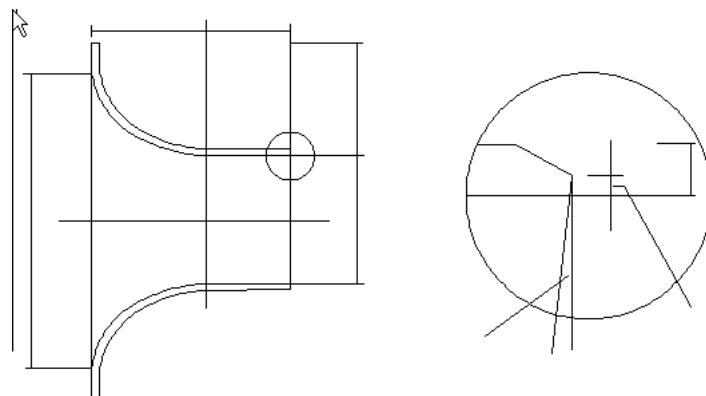


图 2.7-2 标准长颈喷嘴

(3) 风室的断面面积不应小于被测定风量按断面平均速度小于 0.75m/s 时的断面积。风室内均流板（多孔板）安装位置应符合图 2.7-1 的规定。

(4) 风室中喷嘴两端的静压取压接口，应为多个且均布于四壁。静压取压接口至喷嘴隔板的距离不得大于最小喷嘴喉部直径的 1.5 倍。然后并联成静压环，再与测压仪器相接。

(5) 采用本装置测定漏风量时，通过喷嘴喉部的流速应控制在 15~35m/s 范围内。

(6) 本装置要求风室中喷嘴隔板后的所有连接部分应严密不漏。

(7) 用下列公式计算单个喷嘴风量：

$$Q_n = 3600 C_d \cdot A_d \sqrt{2 \Delta P / \rho} \quad (2.7-1)$$

$$\text{多个喷嘴风量：} Q = \sum Q_n \quad (2.7-2)$$

式中 Q_n ——单个喷嘴漏风量， m^3/h ；

C_d ——喷嘴的流量系数，直径 127mm 以上取 0.99，小于 127mm 可按表 2.7 或图 2.7-3 查取；

A_d ——喷嘴的喉部面积， m^2 ；

ΔP ——喷嘴前后的静压差，Pa。

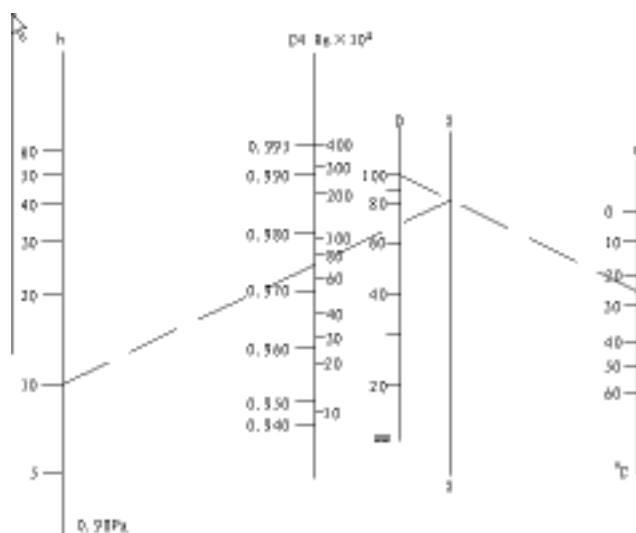


图 2.7-3 喷嘴流量系数推算图

注：先用直径和温度标尺在指数标尺（X）上求点，再将指数与压力标尺点相连，可求取流量系数值。

喷嘴流量系数表 表 2.7

Re	流量系数 C_d	Re	流量系数 C_d	Re	流量系数 C_d	Re	流量系数 C_d
12000	0.950	40000	0.973	80000	0.983	200000	0.991
16000	0.956	50000	0.977	90000	0.984	250000	0.993
20000	0.961	60000	0.979	100000	0.985	300000	0.994
30000	0.969	70000	0.981	150000	0.989	350000	0.994

注：不计温度系数

（8）当测试系统或设备负压条件下的漏风量时，装置连接应符合图 2.7-4 的规定。

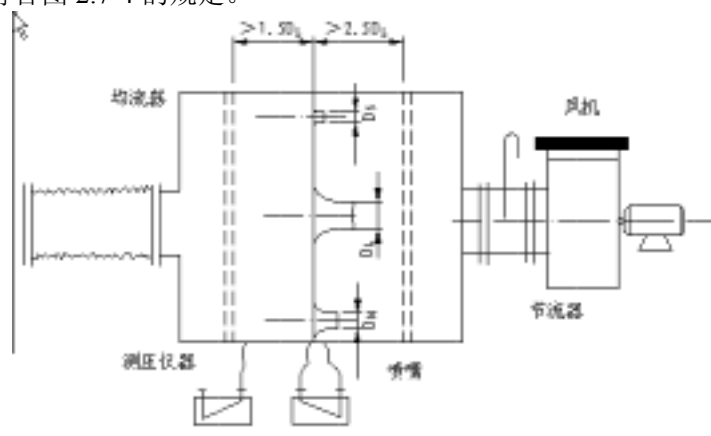


图 2.7-4 负压风室式漏风量测试装置

3 漏风量测试

3.1 正压或负压系统分管与设备的漏风量测试，分正压试验和负压试验两类。一般可采用正压条件下的测试来检验。

3.2 系统漏风量测试可以整体或分段进行。测试时，被测系统的所有开口均应封闭，不应漏风。

3.3 被测系统的漏风量超过设计和本标准的规定时，应查出漏风部位（可用听、摸、观察、水或烟检漏），做好标记；修补完工后，重新测试，直至合格。

3.4 漏风量测定值一般应为规定测定压力下的实测数值。特殊条件下，也可用相近或大于规定压力下的测试代替，其漏风量

可按下式换算：

$$Q_0 = Q (P_0 / P)^{0.65} \quad (3.4)$$

式中 P_0 ——规定试验压力，500Pa；

Q_0 ——规定试验压力下的漏风量， $\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ；

P ——风管工作压力，Pa；

Q ——工作压力下的漏风量， $\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。