

### 第三节 安装工程主要施工程序、工艺流程及施工方法

本节主要介绍以下四类安装工程：

电气照明及动力设备工程

通风空调工程

消防工程

给排水、采暖及燃气工程

#### 1.3.1 电气照明及动力设备工程

##### 1. 电气照明及动力设备工程施工程序

###### (1) 变配电工程施工程序

###### 1) 成套配电柜（开关柜）的安装顺序：

开箱检查——>二次搬运——>安装固定——>母线安装接线——>二次小线连接——>试验调整——>送电运行验收。

###### 2) 变压器的施工顺序：

开箱检查——>变压器二次搬运——>变压器本体安装——>附件安装——>检查及变压器交接试验——>送电前检查——>送电运行验收。

###### (2) 供电干线及室内配线施工程序

###### 1) 插接式母线槽的施工程序：

开箱检查——>支架安装——>单节母线槽绝缘测试——>插接式母线槽安装——>通电前绝缘测试——>送电验收。

###### 2) 电缆敷设施工程序：

电缆验收——>电缆搬运——>电缆绝缘测定——>电缆盘架设电缆敷设——>挂标志——>质量验收。

###### 3) 明管敷设施工程序：

测量定位——>支架制作、安装——>导管预制——>导管连接——>接地线跨接——>刷漆。

###### 4) 暗管敷设施工程序：

测量定位——>导管预埋——>导管连接固定——>接地线跨接——>刷漆。

###### 5) 管内穿线施工程序：

选择导线——>清管——>穿引线——>放线及断线——>导线与引线的绑扎——>放护圈——>穿导线——>导线并头——>压接压接帽——>线路检查——>绝缘测试。

###### 6) 线槽配线施工程序：

测量定位——>支架制作——>支架安装——>线槽安装——>接地线连接——>槽内配线——>线路测试。

###### 7) 钢索配线施工程序：

测量定位——>支架制作——>支架安装——>钢索制作——>钢索安装——>钢索接地——>导线敷设——>导线连接——>线路测试——>线路送电。

###### 8) 瓷瓶配线施工程序：

测量定位——>支架制作——>支架安装——>瓷瓶安装——>导线敷设——>导线绑扎——>导线连接——>线路测试——>线路送电。

###### (3) 电气动力工程的施工程序

###### 1) 明装动力配电箱的施工程序：

支架制作安装——>配电箱安装固定——>导线连接——>送电前检查——>送电运行。

###### 2) 动力设备的施工程序：

设备开箱检查——>安装前的检查——>电动机安装、接线——>电机干燥——>控制、保护和起动设备安装——>送电前的检查——>送电运行。

###### (4) 电气照明工程的施工程序

###### 1) 暗装照明配电箱的施工程序：

配电箱固定——>导线连接——>送电前检查——>送电运行。

###### 2) 照明灯具的施工程序：

灯具开箱检查——>灯具组装——>灯具安装接线——>送电前的检查——>送电运行。

### (5) 防雷、接地装置的施工程序

接地体安装——>接地干线安装——>引下线敷设——>均压环安装——>避雷带（避雷针、避雷网）安装。

### (6) 动力设备工程的施工程序

电机基础验收——>电机设备开箱检查及安装前检查——>电机抽芯检查——>基础处理（放线、铲麻面）、配制垫铁、地脚螺栓及电机底板——>电机整体安装——>电机干燥——>电机控制和保护设备安装——>电动机启动接线——>电机试运行——>电机验收。

## 2. 电气照明及动力设备工程主要施工的工艺流程及施工方法

### (1) 母线施工工艺流程及施工方法

- 1) 裸母线材质和规格必须符合施工图纸要求。表面应光洁平整，无裂纹、折皱、夹杂物和严重的变形等缺陷。
- 2) 母线槽参数规格是否和现场实测相一致，型号、规格应符合设计要求。合格证和技术文件应齐全，防火型母线槽应有防火等级和燃烧报告。
- 3) 根据裸母线走向放线测量，确定支架在不同结构部位的不同安装方式，核对和设计图纸是否相符。
- 4) 裸母线与设备连接或与分支线连接时，应用螺栓搭接，以便检修和拆换。螺栓搭接的接触面应保持清洁，并涂以电力复合脂。当裸母线额定电流大于 2000A 时应用铜质螺栓连接。
- 5) 三相交流裸母线的涂色为：

- A 相——黄色；
- B 相——绿色；
- C 相——红色。

### (2) 母线槽施工工艺流程及施工方法

- 1) 不同型号、不同厂家母线槽相互之间的净距离需考虑安装和维修方便，并列安装分线箱应高低一致。安装分线箱应注意相位，分线箱外壳应与母线槽外壳连通，接地良好。
- 2) 水平安装时每节母线槽应不少于 2 个支架，转弯处应增设支架加强，垂直过楼板时要选用弹簧支架。
- 3) 每节母线槽的绝缘电阻不得小于 20MΩ。测试不合格者不得安装。必要时作耐压试验。
- 4) 母线槽安装中必须随时做好防水渗漏措施，安装完毕后要认真检查，确保完好正确。穿过楼板、墙板的母线槽要做防火处理。

### (3) 线槽配线施工工艺流程及施工方法

- 1) 线槽直线段连接应采用连接板，用垫圈、弹簧垫圈、螺母紧固，每节直线线槽不少于 2 个支架；在转角、分支处和端部均应有固定点。
- 2) 金属线槽应可靠接地或接零，但不应作为设备的接地导体。
- 3) 线槽内导线敷设的规格和数量应符合设计规定，当设计无规定时，包括绝缘层在内的导线总截面积不应大于线槽内截面积的 60%。

### (1) 导管配线施工工艺流程及施工方法

- 1) 埋入建筑物、构筑物的电线保护管，与建筑物、构筑物表面的距离不应小于 15mm。
- 2) 电线保护管不宜穿过设备或建筑物、构筑物的基础。当必须穿过时，应采取保护措施。
- 3) 电线保护管的弯曲半径应符合下列规定：
  - ①当线路明配时，弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍；当两个接线盒间只有一个弯曲时，其弯曲半径不宜小于管外径的 4 倍。
  - ②当线路暗配时，弯曲半径不应小于管外径的 6 倍；当线路埋设于地下或混凝土内时，其弯曲半径不应小于管外径的 10 倍。
- 4) 管内导线应采用绝缘导线，相线颜色分别为黄、绿、红，保护接地线为黄绿双色，零线为淡蓝色。
- 5) 导线敷设后，应用 500V 兆欧表测试绝缘电阻，线路绝缘电阻应大于 0.5MΩ。
- 6) 不同回路、不同电压等级、交流与直流的导线不得穿在同一管内。但电压为 50V 及以下的回路，同一台设备的电动机的回路和无干扰要求的控制回路，照明灯的所有回路，同类照明的几个回路可穿入同一根管内，但管内导线总数不应多于 8 根。
- 7) 同一交流回路的导线应穿入同一根钢管内。导线在管内不应有接头，接头应设在接线盒（箱）内。

8) 管内导线包括绝缘层在内的总截面积, 不应大于管内空截面积的 40%。

(5) 电力电缆施工工艺流程及施工方法

- 1) 桥架水平敷设时距地高度一般不宜低于 2.5m, 垂直敷设时距地面 1.8m 以下部分应加金属盖板保护, 但敷设在电气专用房间(如配电室、电气竖井等)内时除外。
- 2) 电缆桥架多层敷设时, 其层间距离一般为: 控制电缆间不应小于 200mm, 电力电缆间不应小于 300mm。
- 3) 电力电缆在桥架内敷设时, 电力电缆的总截面积不应大于桥架横断面的 60%, 控制电缆不应大于 75%。
- 4) 电缆桥架不宜敷设在腐蚀性气体管道和热力管道的上方及腐蚀性液体管道的下方, 否则应采用防腐、隔热措施。
- 5) 电缆桥架在穿过防火墙及防火楼板时, 应采取防火隔离措施。
- 6) 电力电缆和控制电缆不应配置在同一层支架上。高低压电力电缆、强电与弱电控制电缆应按顺序分层配置。
- 7) 交流单芯电力电缆, 应布置在同侧支架上, 当正三角形排列时, 应每隔 1.0m 用绑带扎牢。

(6) 照明配电箱施工工艺流程及施工方法

- 1) 照明配电箱应安装牢固, 照明配电箱底边距地面高度不宜小于 1.8m。
- 2) 照明配电箱内的交流、直流或不同等级的电源, 应有明显的标志, 且应有编号。照明配电箱内应标明用电回路名称。
- 3) 照明配电箱内应分别设置零线和保护接地(PE 线)汇流排, 零线和保护线应在汇流排上连接, 不得铰接。
- 4) 照明配电箱内装设的螺旋熔断器, 其电源线应接在中间触点端子上, 负荷线应接在螺纹端子上。
- 5) 照明配电箱内每一单相分支回路的电流不宜超过 16A, 灯具数量不宜超过 25 个。大型建筑组合灯具每一单相回路电流不宜超过 25A, 光源数量不宜超过 60 个。
- 6) 插座为单独回路时, 数量不宜超过 10 个。灯具和插座混为一个回路时, 其中插座数不宜超过 5 个。

(7) 灯具安装施工工艺流程及施工方法

- 1) 灯具安装应牢固, 采用预埋吊钩、膨胀螺栓等安装固定, 严禁使用木榫。固定件的承载能力应与电气照明灯具的重量相匹配。
- 2) 灯具的接线应牢固, 电气接触应良好。螺口灯头的接线, 相线应接在中心触点端子上, 零线应接在螺纹的端子上。需要接地或接零的灯具, 应有明显标志的专用接地螺栓。
- 3) I 类灯具的金属外壳需要接地或接零, 应采用单独的接地线(黄绿双色)接到保护接地(接零)线上。
- 4) 当吊灯灯具重量超过 3kg 时, 应采取预埋吊钩或螺栓固定。
- 5) 安装在重要场所的大型灯具的玻璃罩, 应按设计要求采取防止碎裂后向下溅落的措施。
- 6) 在变电所内, 高低压配电设备及母线的正上方, 不应安装灯具。

(8) 开关安装施工工艺流程及施工方法

- 1) 安装在同一建筑物、构筑物内的开关, 应采用同一系列的产品, 开关的通断位置应一致。
- 2) 开关安装的位置应便于操作, 开关边缘距门框的距离宜为 0.15~0.2m, 开关距地面高度宜为 1.3m。
- 3) 在易燃、易爆和特别潮湿的场所, 开关应分别采用防爆型、密闭型或采取其他保护措施。

(9) 插座安装施工工艺流程及施工方法

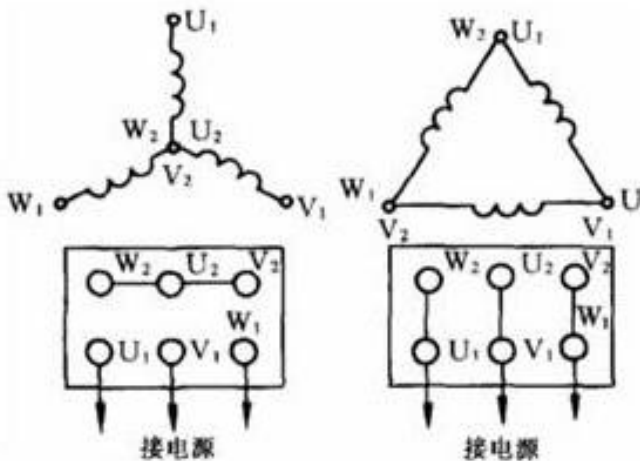
- 1) 插座宜由单独的回路配电, 而一个房间内的插座宜由同一回路配电。在潮湿房间应装设防水插座。
- 2) 插座距地面高度一般为 0.3m, 托儿所、幼儿园及小学校的插座距地面高度不宜小于 1.8m, 同一场所安装的插座高度应一致。
- 3) 单相两孔插座, 面对插座板, 右孔或上孔与相线连接, 左孔或下孔与零线连接。
- 4) 单相三孔插座, 面对插座板, 右孔与相线连接, 左孔与零线连接, 上孔与接地线或零线连接。
- 5) 三相四孔插座的接地线或接零线都应接在上孔, 下面三个孔与三相线连接, 同一场所的三相插座, 其接线的相位必须一致。

口诀: 左零右火上接地, 逆时旋转 90 度。

- 6) 当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时, 应有明显的区别, 必须选择不同结构、不同规格和不能互换的插座。
- 7) 在潮湿场所, 应采用密封良好的防水、防溅插座, 安装高度不应低于 1.5m。

(10) 电气动力设备施工工艺流程及施工方法

- 1) 动力配电柜、控制柜(箱、台)应有一定的机械强度,外壳平整无损伤,箱内各种器具应安装牢固,导线排列整齐,压接牢固,并有产品合格证。
- 2) 配电(控制)设备及至电动机线路的绝缘电阻应大于  $0.5\text{M}\Omega$ , 二次回路的绝缘电阻应大于  $1\text{M}\Omega$ 。
- 3) 电动机检查应完好,无损伤、无卡阻、无异常声响。电动机接线盒内引出端子的压接或焊接应良好,编号齐全、清晰。
- 4) 用  $500\text{V}$  兆欧表测量电动机绝缘电阻。额定电压  $500\text{V}$  及以下的电动机绝缘电阻应大于  $0.5\text{M}\Omega$ 。
- 5) 检查时发现电动机受潮、绝缘电阻达不到要求时,应做干燥处理。干燥处理的方法有灯泡干燥法、电流干燥法。
  - ①灯泡干燥法:可采用红外线灯泡或一般灯泡光直接照射在绕组上,温度高低的调节可用改变灯泡瓦数来实现。
  - ②电流干燥法:采用低电压,用变压器调节电流,其电流大小宜控制在电机额定电流的  $60\%$  以内,并虚配备测量计,随时监视干燥温度。
- 6) 电机接线应牢固可靠,接线方式应与供电电压相符。三相交流电动机有 Y 接和  $\Delta$  接二种方式。例如:线路电压为  $380\text{V}$ ,当电动机额定电压为  $380\text{V}$  时应  $\Delta$  接,当电动机额定电压为  $220\text{V}$  时应 Y 接。
  - ①三角形接法:电机的三角形接法是将各相绕组依次首尾相连,并将每个相连的点引出,作为三相电的三个相线。三角形接法时电机相电压等于线电压;线电流等于根号 3 倍的相电流。
  - ②星形接法:电机的星形接法是将各相绕组的一端都接在一点上,而它们的另一端作为引出线,分别为三个相线。星形接时,线电压是相电压的根号 3 倍,而线电流等于相电流。



星形接法由于其输出功率小,常用于小功率,大扭矩电机,或功率较大的电机起步时候用,这样对机器损耗较小,正常工作后再换用三角形接法。这就是常常说到的星—三角启动。电机外壳保护接地(或接零)必须良好。电动机必须接低压配电系统的接地制式可接地或接零。接地连接端子应接在专用的接地螺栓上,不能接在机座的固定螺栓上。

#### 8) 电动机通电前检查

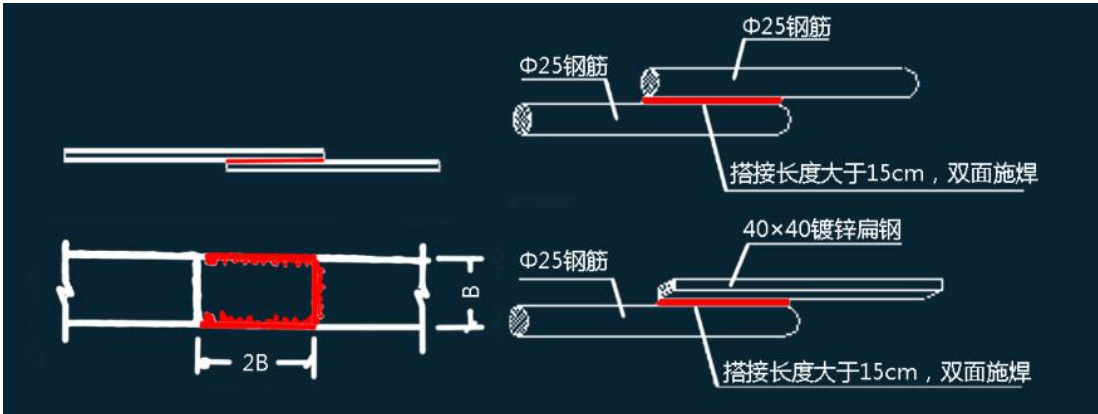
- ①对照电动机铭牌标明的数据,检查电动机定子绕组的连接方法是否正确,电源电压、频率是否合适。
- ②转动电动机转轴,看转动是否灵活,有无摩擦声或其他异响。
- ③检查电动机接地装置是否良好。
- ④检查电动机的启动设备是否良好,操作是否正常,电动机所带的负载是否良好。

#### 9) 电动机送电试运行

- ①电动机在通电试运行时,在场人员不应站在电动机及被拖动设备的两侧,以免旋转物切向飞出造成伤害事故。
- ②接通电源之前就应作好切断电源的准备,以防万一接通电源后,电动机出现不正常的情况时能立即切断电源。
- ③电动机采用全压启动时,启动次数不宜过于频繁,尤其是电动机功率较大时要随时注意电动机的温升情况。
- ④通电时,电动机转向应与设备上运转指示箭头一致。

(11) 建筑防雷工程施工工艺流程及施工方法

- 1) 避雷针一般用镀锌（或不锈钢）圆钢和管壁厚度不小于 3mm 镀锌钢管（或不锈钢管）制成，热镀锌镀层的厚度应不小于  $65\ \mu\text{m}$ 。屋面上常用的是 5m 及以下避雷针。在有热镀锌条件时，5m 及以下的避雷针应在制作后整体热镀锌。
- 2) 避雷针与引下线之间的连接应采用焊接。避雷针的引下线及接地装置使用的紧固件，都应使用镀锌制品。
- 3) 建筑物上的避雷针应和建筑物的防雷金属网连接成一个整体。
- 4) 避雷带之间的连接应采用搭接焊接。焊接处焊缝应饱满并有足够的机械强度，不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷，焊接处应做防腐处理。
- 5) 避雷带的搭接长度应符合规定。扁钢之间搭接为扁钢宽度 2 倍，三面施焊；圆钢之间搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊。



- 6) 建筑屋顶避雷网格的间距应按设计规定。如果设计无要求时，应按如下要求施工：
  - ①一类防雷建筑的屋顶避雷网格间距应不大于  $5\text{m} \times 5\text{m}$ （或  $4\text{m} \times 6\text{m}$ ）；
  - ②二类防雷建筑的应不大于  $10\text{m} \times 10\text{m}$ （或  $8\text{m} \times 12\text{m}$ ）；
  - ③三类防雷建筑的应不大于  $20\text{m} \times 20\text{m}$ （或  $18\text{m} \times 24\text{m}$ ）。
- 7) 建筑物屋顶上的金属导体都必须与避雷带连接成一体。如铁栏杆、钢爬梯、金属旗杆、透气管、金属柱灯、冷却塔等。
- 8) 建筑物的均压环从哪一层开始设置、间隔距离、是否利用建筑物圈梁主钢筋等应由设计确定。如果设计不明确，当建筑物高度超过 30m 时，应在建筑物 30m 以上设置均压环。建筑物层高小于等于 3m 的每两层设置一圈均压环；层高大于 3m 的每层设置一圈均压环。
- 9) 均压环可利用建筑物圈梁的两条水平主钢筋（直径大于或等于 12mm），圈梁的主钢筋小于 12mm 的，可用其四根水平主钢筋。用作均压环的圈梁钢筋应用同规格的圆钢接地焊接，没有圈梁的可敷设  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$  扁钢作为均压环。
- 10) 用作均压环的圈梁钢筋或扁钢应与避雷引下线（钢筋或扁钢）连接，与避雷引下线连接形成闭合通路。
- 11) 在建筑物 30m 以上的金属门窗、栏杆等应用  $\phi 10\text{mm}$  圆钢或  $25\text{mm} \times 4\text{mm}$  扁钢与均压环连接。
- 12) 建筑物外立面防雷引下线明敷时要求。一般使用  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$  镀锌扁钢沿外墙引下，在距地 1.8m 处做断接卡子。
- 13) 建筑物外立面防雷引下线暗敷时要求。是利用建筑物外立面混凝土柱内的两根主钢筋（直径大于等于 16mm）作防雷引下线，并在离地 0.5m 处做接地测试点。
- 14) 引下线的间距应由设计确定。如果设计不明确时，可按规范要求确定：
  - 第一类防雷建筑的引下线间距不应大于 12m；
  - 第二类防雷建筑的引下线间距不应大于 18m；
  - 第三类防雷建筑的引下线间不应大于 25m。

(12) 人工接地体（极）的施工工艺流程及施工方法

- 1) 垂直埋设的金属接地体一般采用镀锌角钢、镀锌钢管等；镀锌钢管的壁厚为 3.5mm，镀锌角钢的厚度为 4mm，镀锌圆钢的直径为 12mm，垂直接地体的长度一般为 2.5m。人工接地体埋设后接地体的顶部距地面不小于 0.6m，接地体的水平间距应不小于 5m。
- 2) 水平埋设的接地体通常采用镀锌扁钢、镀锌圆钢等。镀锌扁钢的厚度应不小于 4mm；截面积不小于  $100\text{mm}^2$ ；镀

镀锌圆钢的直径应不小于 12mm。水平接地体敷设于地下，距地面至少为 0.6m。

3) 接地体的连接应牢固可靠，应用搭接焊接，接地体采用扁钢时，其搭接长度为扁钢宽度的两倍，并应有三个邻边施焊；若采用圆钢，其搭接长度为圆钢直径的 6 倍，并在两面施焊。接地体连接完毕后，应测试接地电阻，接地电阻应符合规范要求。

4) 接地干线通常采用扁钢、圆钢、铜杆等，室内的接地干线多为明敷，一般敷设在电气井或电缆沟内。接地干线也可利用建筑中现有的钢管、金属框架、金属构架，但要在钢管、金属框架、金属构架连接处做接地跨接。

5) 接地干线的连接采用搭接焊接，搭接焊接的要求：扁钢（铜排）之间搭接为扁钢（铜排）宽度的 2 倍，不少于三面施焊；圆钢（铜杆）之间的搭接为圆钢（铜杆）直径的 6 倍，双面施焊；圆钢（铜杆）与扁钢（铜排）搭接为圆钢（铜杆）直径的 6 倍，双面施焊；扁钢（铜排）与钢管（铜管）之间，紧贴 3/4 管外径表面，上下两侧施焊；扁钢与角钢焊接，紧贴角钢外侧两面，上下两侧施焊。焊接处焊缝应饱满并有足够的机械强度，不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷，焊接处的药皮清除后，做防腐处理。

6) 利用钢结构作为接地干线时，接地极与接地干线的连接应采用电焊连接。当不允许在钢结构电焊时，可采用钻孔、攻丝然后用螺栓和接地线跨接。钢结构的跨接线一般采用扁钢或编织铜线，跨接线应有 150mm 的伸缩量。

### 1.3.2 通风空调工程

#### 1. 通风与空调工程施工程序

施工准备——>风管、部件、法兰的预制和组装——>风管、部件、法兰的预制和组装的中间质量验收——>支吊架制作与安装——>风管系统安装——>通风空调设备安装——>空调水系统管道安装——>管道的检验与试验——>风管、水管、部件及空调设备绝热施工——>通风空调设备试运转、单机调试——>通风与空调工程的系统联合试运转调试——>通风与空调工程竣工验收——>通风与空调工程综合效能测定与调整。

#### 2、通风与空调工程工艺流程及施工方法

##### (1) 施工前的准备工作

1) 制定工程施工的工艺文件和技术措施，按规范要求规定所需验证的工序交接点和相应的质量记录，以保证施工过程质量的可追溯性。

2) 根据施工现场的实际条件，进行管线空间管理、支架综合设置和系统优化路径的深化设计，以免施工中造成不必要的材料浪费和返工损失。深化设计如有重大设计变更，应征得原设计人员的确认。

4) 对进入施工现场的主要原材料、成品、半成品和设备进行验收，一般应由供货商、监理、施工单位的代表共同参加，验收必须得到监理工程师的认可，并形成文件。

5) 认真复核预留孔、洞的形状尺寸及位置，预埋支、吊件的位置和尺寸，以及梁柱的结构形式等，确定风管支、吊架的固定形式，配合土建工程进行留槽留洞，避免施工中过多的剔凿。

##### (2) 通风空调工程深化设计

1) 确定管线排布。

2) 优化方案。

2) BIM 技术的应用。

##### (3) 通风与空调系统的调试

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）。系统调试包括：设备单机试运转及调试，系统无生产负荷的联合试运转及调试。

1) 通风与空调系统联合试运转及调试由施工单位负责组织实施，设计单位、监理和建设单位参与。

2) 系统调试前由施工单位编制系统调试方案报送监理工程师审核批准。仪器仪表满足要求，性能稳定且在检定期内，相关部件复合质量要求，其他专业满足施工和设计质量验收规范要求。

3) 系统调试主要考核室内的空气温度、相对湿度、气流速度、噪声、空气的洁净度能否达到设计要求，是否满足生产工艺或建筑环境要求，防排烟系统的风量与正压是否符合设计和消防的规定。

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，仅作不带冷（热）源试运转。例如：夏季可仅作带冷源的试运转，冬期可仅作带热源的试运转。

4) 系统调试应进行单机试运转，单机试运转有书面的安全技术交底。

5) 通风与空调系统无生产负荷的联合试运行及调试，应在设备单机试运转合格后进行。应包括下列内容：

- ①监测与控制系统的检验、调整与联动运行。
- ②系统风量的测定和调整（通风机、风口、系统平衡）。系统风量平衡后应达到规定。
- ③空调水系统的测定和调整。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%，各空调机组盘管水流量经调整后与设计流量的偏差不应大于 20%。
- ④室内空气参数的测定和调整。
- ⑤防排烟系统测定和调整。

#### (4) 通风与空调工程竣工验收

- 1) 施工单位通过无生产负荷的系统运转与调试以及观感质量检查合格，将工程移交建设单位，由建设单位负责组织，施工、设计、监理等单位共同参与验收，合格后办理竣工验收手续。
- 2) 竣工验收资料包括：图纸会审记录、设计变更通知书、出厂合格证明及试验报告、安装试验及检验记录、设备单机试运转、系统无生产负荷联合试运转与调试、分部（子分部）工程质量验收、观感质量综合检查、安全和功能检验资料核查等记录。
- 3) 观感质量检查包括：风管及风口表面及位置；各类调节装置制作和安装；设备安装；制冷及水管系统的管道、阀门及仪表安装；支、吊架形式、位置及间距；油漆层和绝热层的材质、厚度、附着力等。

#### (5) 通风与空调工程综合效能的测定与调整

- 1) 通风与空调工程交工前，在已具备生产试运行的条件下，由建设单位负责，设计、施工单位配合，进行系统生产负荷的综合效能试验的测定与调整，使其达到室内环境的要求。
- 2) 综合效能试验测定与调整的项目，综合衡量确定，一般以适用为准则，不宜提出过高要求。
- 3) 调整综合效能测试参数。
- 4) 防排烟系统与火灾自动报警系统联合试运行及调试后，控制功能应正常，信号应正确，风量、风压必须符合设计与消防规范的规定。

### 1.3.3 消防工程

#### 1. 消防工程施工程序

##### (1) 火灾自动报警及联动控制系统施工程序

施工准备——>线管敷设——>线缆敷设——>线缆连接——>绝缘测试——>设备安装——>单机调试——>系统调试——>验收。

##### (2) 水灭火系统施工程序

###### 1) 消防水泵（或稳压泵）施工程序

施工准备——>基础施工——>泵体安装——>吸水管路安装——>压水管路安装——>单机调试。

###### 2) 消火栓系统施工程序

施工准备——>干管安装——>支管安装——>箱体稳固——>附件安装——>管道调试压——>冲洗——>系统调试。

###### 3) 自动喷水灭火系统施工程序

施工准备——>干管安装——>报警阀安装——>立管安装——>分层干、支管安装——>喷洒头支管安装——>管道试压——>管道冲洗——>减压装置安装——>报警阀配件及其他组件安装——>喷洒头安装——>系统通水调试。

###### 4) 消防水炮灭火系统施工程序

施工准备——>干管安装——>立管安装——>分层干、支管安装——>管道试压——>管道冲洗——>消防水炮安装——>动力源和控制装置安装——>系统调试。

##### (3) 干粉灭火系统施工程序

施工准备——>设备和组件安装——>管道安装——>管道试压——>吹扫——>系统调试。

##### (4) 泡沫灭火系统施工程序

施工准备——>设备和组件安装——>管道安装——>管道试压——>吹扫——>系统调试。

##### (5) 气体灭火系统施工程序

施工准备——>设备和组件安装——>管道安装——>管道试压——>吹扫——>系统调试。

#### 2. 消防工程工艺流程及施工方法

##### (1) 火灾自动报警及消防联动设备的工艺流程及施工方法

- 1) 火灾自动报警线应穿入金属管内或金属线槽中，严禁与动力、照明、交流线、视频线或广播线等穿入同一线管内。
- 2) 消防广播线应单独穿管敷设，不能与其他弱电线共管，线路不宜过长，导线不能过细。
- 3) 从接线盒等处引到探测器底座、控制设备、扬声器的线路，当采用金属软管保护时，其长度不应大于 2m。
- 4) 火灾探测器至墙壁、梁边的水平距离不应小于 0.5m；探测器周围 0.5m 内不应有遮挡物；探测器至空调送风口边的水平距离不应小于 1.5m；至多孔送风口的水平距离不应小于 0.5m。
- 5) 在宽度小于 3m 的内走道顶棚上设置探测器时，宜居中布置。感温探测器的安装间距不应超过 10m；感烟探测器的安装间距不应超过 15m。
- 6) 探测器宜水平安装，当必须倾斜安装时，倾斜角不应大于 45°。探测器的确认灯，应面向便于人员观察的主要入口方向。
- 7) 探测器的底座应固定牢靠，其导线连接必须可靠压接或焊接。当采用焊接时，不得使用带腐蚀性的助焊剂。探测器的“+”线应为红色线，“-”线应为蓝色线，其余的线应根据不同用途采用其他颜色区分。但同一工程中相同用途的导线颜色应一致。
- 8) 缆式线型感温火灾探测器在电缆桥架、变压器等设备上安装时，宜采用接触式布置：在各种皮带输送装置上敷设时，宜敷设在装置的过热点附近。
- 9) 可燃气体探测器安装时，安装位置应根据探测气体密度确定。在探测器周围应适当留出更换和标定的空间。
- 10) 手动火灾报警按钮应安装在明显和便于操作的部位。当安装在墙上时，其底边距地（楼）面高度宜为 1.3~1.5m。
- 11) 同一报警区域内的模块宜集中安装在金属箱内。模块（或金属箱）应独立支撑或固定，安装牢固，并采取防潮、防腐蚀等措施。
- 12) 火灾报警控制器、消防联动控制器等设备在墙上安装时，其底边距地（楼）面高度宜为 1.3~1.5m，其靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m；落地安装时，其底边宜高出地（楼）面 0.1~0.2m。控制器的主电源应直接与消防电源连接，严禁使用电源插头。控制器与其外接备用电源之间应直接连接。控制器的接地应牢固，并有明显的永久性标志。
- 13) 消防广播扬声器和警报装置宜在报警区域内均匀安装。警报装置应安装在安全出口附近明显处，距地面 1.8m 以上。警报装置与消防应急疏散指示标志不宜在同一面墙上，安装在同一面墙上时，距离应大于 1.0m。
- 14) 火灾自动报警系统的调试应在建筑内部装修和系统施工结束后进行。调试前应按设计要求查验设备的规格、型号、数量、备品备件等。对属于施工中出现的問題，应会同有关单位协商解决，并有文字记录。应按规范要求检查系统线路，对于错线、开路、虚焊和短路等应进行处理。
- 15) 火灾自动报警系统调试，应先分别对探测器、区域报警控制器、集中报警控制器、火灾报警装置和消防控制设备等逐个进行单机检测，正常后方可进行系统调试。

#### (2) 消火栓系统工艺流程及施工方法

- 1) 管径小于或等于 100mm 的镀锌钢管应采用螺纹连接，套丝扣时破坏的镀锌层表面及外露螺纹部分应做防腐处理；管径大于 100mm 的镀锌钢管应采用法兰或卡套式专用管件连接，镀锌钢管与法兰的焊接处应二次镀锌。
- 2) 消火栓安装时栓口朝外，并不应安装在门轴侧。
- 3) 室内消火栓安装完成后，应取屋顶层（或水箱间内）试验消火栓和首层取两处消火栓做试射试验，达到设计要求为合格。
- 4) 消防水泵接合器和消火栓的位置标志应明显，栓口的位置应便于操作。消防水泵接合器和室外消火栓当采用墙壁式时，如设计未要求，进、出水栓口的中心安装高度距地面应为 1.10m，其上方应设有防坠落物打击的措施。
- 5) 系统安装完毕后必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。试验时在试验压力下 10min 内压力降不大于 0.05MPa，然后降至工作压力进行检查，压力保持不变，不渗不漏，水压试验合格。

#### (3) 自动喷水灭火系统工艺流程及施工方法

- 1) 消防水泵的出口管上应安装压力表、止回阀和控制阀，或安装压力表、多功能水泵控制阀和控制阀；系统的总出水管上还应安装压力表和泄压阀。
- 2) 消防气压罐的容积、气压、水位及工作压力应满足设计要求；给水设备安装位置、进水管方向应符合设计要求；出水管上应设止回阀，安装时其四周应设检修通道。



3) 喷头安装应在系统试压、冲洗合格后进行。安装时不得对喷头进行拆装、改动，并严禁给喷头附加任何装饰性涂层。喷头安装应使用专用扳手，严禁利用喷头的框架施拧；喷头的框架、溅水盘产生变形或释放原件损伤时，应采用规格、型号相同的喷头更换。

4) 报警阀的安装应在供水管网试压、冲洗合格后进行。安装时先安装水源控制阀、报警阀，然后进行报警阀辅助管道的连接。水源控制阀、报警阀与配水干管的连接应使水流方向一致。安装报警阀组的室内地面应有排水设施。

#### (4) 气体灭火系统工艺流程及施工方法

1) 灭火剂储存装置上压力计、液位计、称重显示装置的安装位置应便于观察和操作。灭火剂储存装置安装后，泄压装置的泄压方向不应朝向操作面。低压二氧化碳灭火系统的安全阀应通过专用的泄压管接到室外。

2) 选择阀的安装高度超过 1.7m 时应采取便于操作的措施。选择阀的流向指示箭头应指向介质流动方向。

3) 灭火剂输送管道安装完成后，应进行强度试验和气压严密性试验，并达到合格。

4) 安装在吊顶下的不带装饰罩的喷嘴，其连接管道管端螺纹不应露出吊顶；安装在吊顶下的带装饰罩的喷嘴，其装饰罩应紧贴吊顶。

#### (5) 防烟排烟系统工艺流程及施工方法

1) 排烟风管采用镀锌钢板时，板材最小厚度可按照国家标准 GB 50738 高压风管系统的要求选定。采用非金属与复合材料时，板材厚度应符合 GB 50738 的要求。

2) 防火风管的本体、框架与固定材料必须为不燃材料，其耐火等级应符合设计要求。

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，并具有相应的产品合格证明文件，执行机构应进行动作试验，结果符合产品说明书的要求。

4) 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，距墙表面应不大于 200mm。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（口）及手控装置（包括预埋套管）的位置应符合设计要求，预埋套管不得有瘪陷。

5) 防排烟系统的柔性短管、密封垫料的制作材料必须为不燃材料。

6) 风管系统安装完成后，应进行严密性检验。

### 1.3.4 给排水、采暖及燃气工程

#### 1. 给排水、采暖及燃气管道工程一般施工程序

##### (1) 建筑管道工程一般施工程序

施工准备——>预留、预埋——>管道测绘放线——>管道元件检验——>管道支架制作安装——>管道加工预制——>管道安装——>系统试验——>防腐绝热——>系统清洗——>试运行——>竣工验收。

##### (2) 给排水、采暖及燃气管道工程工艺流程及施工方法

1) 施工准备包括技术准备、材料准备、机具准备、场地准备、施工组织及人员准备。

2) 配合土建工程预留、预埋。

3) 管道测绘放线。

4) 管道元件的检验。

①管道所用流量计及压力表应进行校验检定，设备及管道上的安全阀应由具备资质的单位进行整定。

②阀门应按规范要求强度和严密性试验，试验应在每批（同牌号、同型号、同规格）数量中抽查 10%，且不少于一个。阀门的强度和严密性试验，应符合以下规定：阀门的强度试验压力为公称压力的 1.5 倍；严密性试验压力为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续时间内应保持不变，且壳体填料及阀瓣密封面无渗漏。安装在主干管上起切断作用的闭路阀门，应逐个做强度试验和严密性试验。

5) 管道支架制作安装。管道支架、支座、吊架的制作安装，应严格控制焊接质量及支吊架的结构形式。高层建筑因管道较多，一般采用管线综合布置技术进行管线布置后运用综合支吊架；绿色施工中较广泛地采用成品支架或支架工厂化预制。

6) 管道加工预制。管道预制应根据测绘放线的实际尺寸，本着先预制先安装的原则来进行，预制加工的管段应进行分组编号，非安装现场预制的管道应考虑运输的方便，预制阶段应同时进行管道的检验和底漆的涂刷工作。

7) 管道安装

- ①管道安装一般应本着先主管后支管、先上部后下部、先里后外的原则进行安装。
- ②冷热水管道上下平行安装时，热水管道应在冷水管道上部，垂直安装时，热水管道在冷水管左侧。
- ③给水引入管与排水排出管的水平净距不得小于 1.0m。室内给水与排水管道平行敷设时，两管间的最小水平净距不得小于 0.5m；交叉铺设时，垂直净距不得小于 0.15m。给水管应铺在排水管上面，若给水管必须铺在排水管的下面时，给水管应加套管，其长度不得小于排水管管径的 3 倍。
- ④埋地管道、吊顶内的管道等在安装结束、隐蔽之前应进行隐蔽工程的验收，并做好记录。

#### 8) 系统试验。

##### ①压力试验

管道压力试验应在管道系统安装结束，经外观检查合格、管道固定牢固、无损检测和热处理合格、确保管道不再进行开孔、焊接作业的基础上进行。

- a. 试验压力应按设计要求进行，当设计未注明试验压力时，应按规范要求进行。各种材质的给水管道系统试验压力均为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa，金属及复合管给水管道系统在试验压力下观测 10min，压力降不应大于 0.02MPa，然后降到工作压力进行检查，应不渗不漏；塑料给水系统应在试验压力下稳压 1h，压力降不得超过 0.05MPa，然后在工作压力的 1.15 倍状态下稳压 2h，压力降不得超过 0.03MPa，同时检查各连接处不得渗漏。
- b. 压力试验宜采用液压试验并应编制专项方案，当需要进行气压试验时应有设计人员的批准。
- c. 高层、超高层建筑管道应先按分区、分段进行试验，合格后再按系统进行整体试验。

##### ②灌水试验

- a. 室内隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前必须做灌水试验，灌水高度应不低于底层卫生器具的上边缘或底层地面高度。灌水到满水 15min，水面下降后再灌满观察 5min，液面不降，管道及接口无渗漏为合格。
- b. 室外排水管网按排水检查井分段试验，试验水头应以试验段上游管顶加 1m，时间不少于 30min，逐段观察，管接口无渗漏为合格。
- c. 室内雨水管应根据管材和建筑物高度选择整段方式或分段方式进行灌水试验。整段试验的灌水高度应达到立管上部的雨水斗，当灌水达到稳定水面后观察 1h，管道无渗漏为合格。

##### ③通球试验

排水管道立主管及水平干管安装结束后均应做通球试验，通球球径不小于排水管径的 2/3，通球率必须达到 100%。

##### ④通水试验

排水系统安装完毕，排水管道、雨水管道应分系统进行通水试验，以流水通畅、不渗不漏为合格。

##### ⑤消火栓试射试验

- a. 室内消火栓系统在安装完成后应作试射试验。试射试验一般取有代表性的三处：即屋顶（或水箱间内）取一处和首层取两处。
- b. 屋顶试验用消火栓试射可测得消火栓的出水流量和压力（充实水柱）；首层取两处消火栓试射，可检验两股充实水柱同时喷射到达最远点的能力。

#### 9) 系统清洗

管道系统试验合格后，应进行管道系统清洗。

进行热水管道系统冲洗时，应先冲洗热水管道底部干管，后冲洗各环路支管。由临时供水入口向系统供水，关闭其他支管的控制阀门，只开启干管末端支管最底层的阀门，由底层放水并引至排水系统内。观察出水口处水质变化是否清洁。底层干管冲洗后再依次冲洗各分支环路，直至全系统管段冲洗完毕为止。生活给水系统管道在交付使用前必须冲洗和消毒。

#### 10) 防腐绝热

①管道的防腐方法主要有涂漆、衬里、静电保护和阴极保护等。例如：进行手工油漆涂刷时，漆层要厚薄均匀一致。多遍涂刷时，必须在上一遍涂膜干燥后才可涂刷第二遍。

②管道绝热按其用途可分为保温、保冷、加热保护三种类型。若采用橡塑保温材料进行保温时，应先把保温管用小刀划开，在划口处涂上专用胶水，然后套在管子上，将两边的划口对接，若保温材料为板材则直接在接口处涂胶、对接。

#### 11) 试运行

供暖管道冲洗完毕后应通水、加热，进行试运行和调试。

#### 12) 竣工验收

单位工程施工全部完成以后，各施工责任方内部应进行安装工程的预验收，提交工程验收报告，总承包单位经检查确认后，向建设单位提交工程验收报告。建设单位组织有关的施工方、设计方、 监理方进行单位工程验收，经检查合格后，办理交竣工验收手续及有关事宜。