

智能建筑弱电综合布线穿管敷设施工技术应用研究

□ 余钦泉

[摘 要] 福建省福州市国资大厦（EPC）建设项目建筑智能化系统共分为计算机网络系统、综合布线系统、有线电视系统、安全防范系统等11个子系统，本文以该项目为例，介绍电气线路穿管敷设技术要求，分析智能建筑弱电系统综合布线问题，结合布线系统环境要求，通过正确的综合布线，实现各信号间的有效传输。

[关键词] 智能建筑；弱电系统；综合布线；穿管敷设

1 电气线路穿管敷设技术要求

线路穿管敷设是建筑工程电气施工中的常见内容，有穿金属导管、可弯曲金属导管等几种布线方式，依据建筑工程弱电系统综合布线规范要求，将常见的3种电气线路穿管敷设技术做详细整理，如表1所示。

表1 电气线路穿管敷设要求

敷设方式	依据标准	适用的环境及条件	不适用的环境及条件
金属导管布线	《电气安装用导管系统第一部分：通用要求》（GB/T 2004.1—2005）	1.消防配电线路的管限敷设； 2.大中型商场所需的穿管敷设中的明敷； 3.建筑封顶，且建筑内有易燃物时	场内金属导管存在严重腐蚀
可弯曲金属导管布线	—	适用于所有可正常作业的环境场所及潮湿环境下的场所	—
塑料导管布线	《电气安装用电线导管系统第一部分：通用要求》（GB/T 2004.1—2005）	所有室内场所及有酸碱物质腐蚀的场所	在高温环境下不采用明敷

综上3种敷设方式均适用于大多数环境条件的电气线路敷设，具体采用哪一种敷设方式可根据具体工程施工现场条件要求选择更优的敷设方式，以福建省福州市国资大厦（EPC）建设项目建筑智能化工程为例，详细阐述电气线路穿管敷设的施工要求。

2 工程概况

国资大厦（EPC）建设项目建筑智能化工程是一栋综合智能化办公大楼，工程靠近福州市台江区海峡金融核心商务区E地块，工程南侧为江滨中大道，道路宽

敞，来往车辆较多，属于繁华路段。工程大楼分主楼和裙楼两部分，主楼为20层，属于高层建筑；裙楼层层较低，设置为4层。楼梯内架构垂直水平主干采用金属桥架，结构较为稳固，室内采用可弯曲金属导管，室外钢管敷设采用金属导管，弱电孤岛敷设方式均采用暗敷方式，使用超5类线路及器件构成链路，线缆长82m。在最后系统测试阶段，需对含链路衰减、近端串扰、回波损耗、光缆系统衰减等进行测试，下面将对工程布线环境、布线施工及布线施工结果检验进行分析。

3 暗敷施工

工程全部采用暗敷的方式施工，依据工程施工图纸确定箱、盒的轴线位置，以土建弹出的水平线为基准线，找平、找正管线方向及位置，并用记号笔标注出箱、盒的位置。暗配电路敷设采取就近原则，沿着最近的线路敷设，减少线路弯曲。

3.1 稳注箱、盒

依据工程箱、盒所处部位的不同，浇筑时采取不同的稳注方式，对砖墙、砌体墙及预制楼板的箱、盒，则使用强度稍高的水泥砂浆，砂浆强度控制在M10以上即可，稳注时注意灰浆饱满、无缝隙，确保坐标正确。由于现制混凝土墙及楼板部位的箱、盒可适当降低水泥砂浆强度，因此先安装好预制楼板上灯头盒的卡铁和轿杆，并在楼板地下安装好托槽后再进行稳注。

3.2 管路连接

管路连接采用支管接头连接，依据工程配管线路要求，直管接头长度约为管外径的2倍。由于工程线路较多，敷设难度较大，因此要求将管的接口插入90°直角弯管接头处，再使用压接器压接，并涂抹铅油，形成完整的接地线路。

[作者简介] 余钦泉，福建省海洋丝路置业有限公司，副总经理，工程师，硕士。

管路连接过程中，根据管路两个接线点的距离选择是否加装接线盒，具体如下。

- (1) 管路无转弯时，不超过30m；
- (2) 管路有1个转弯时，不超过20m；
- (3) 管路有2个转弯时，不超过15m；
- (4) 管路有3个转弯时，不超过8m。

暗敷结束后进入布线施工环境，根据工程布线环境要求及施工设计方案，合理设计线缆路由，选择恰当的缆线。

4 施工工艺分析

4.1 环境要求

工程楼层弱电间应在地面抹光平整、粉刷完毕并且清洁干净方可进行楼层布线机柜、配线设备的安装^[1]。设备间应在机房抗静电地板铺设完毕、吊顶墙面等装修均已结束，并在彻底清洁干净后，才可进行主布线机柜、配线设备的安装。楼层弱电间、设备间的门，净宽应大于0.80m，净高应大于2.10m。楼层弱电间机柜（架）前应有0.80m的操作空间，机柜（架）后应有0.60m的检修空间，并且机柜一侧至少留有0.80m的检修通道。楼层弱电间、设备间应预留好管槽通道孔洞，孔洞四周应用角钢支架护边，钢管穿梁应预留穿梁套管。楼层弱电间应设有专用弱电接地干线，在楼层弱电间设有弱电接地铜母排，带3个及以上接地端口，接地铜母排一般安装0.30m，机柜接地线为BV-16mm²。接地线应采用黄绿相间的双色线，大截面导线无双色线时可采用黄线或绿线，再用相对应的绿色和黄色防水胶带缠成黄绿双色线^[2]。接地铜母排在楼层弱电间内应与楼层均压网等做电位连接，而楼层均压网在楼层弱电间里应留有连接端子。建筑功能房的土建工程、吊顶、顶棚、墙面、地面工程均已竣工，清洁干净后方可进行工作区信息插座安装。

综合布线系统应具有良好的接地系统，每个楼层弱电间的接地都应通过接地干线与接地装置连接。综合布线系统单独设置接地体时，接地电阻值应≤4Ω；设置联合接地体时，接地电阻值应≤1Ω。

4.2 线缆路由设计及线缆的选择

工程配线系统主要包括信息插座、配线设备电缆等，整个线缆的杆线线缆需延伸至用户工作区，在工程室内走廊处，如上文所述，楼梯内架构垂直水平主干采用金属桥架，进入房间时，从线槽内引入金属管，并将金属管以埋入的方式填入墙体（注意不可裸露在墙外），再连接墙体内的各个信息点，如图1所示。

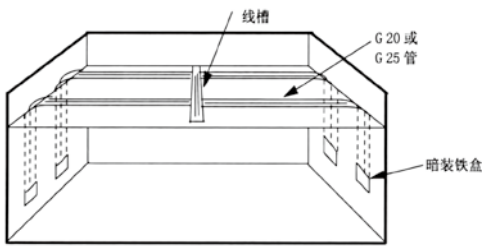


图1 线缆敷设结构图

线缆的选择可根据工程线路敷设要求，在数据传输选用的材料方面，选取6类非屏蔽双绞线作为布线系统的传输介质；且缆线长度最长不超过90m，若在材料检查中发现缆线长度超过90m，需立即采取应对措施，增加二级交换间。

4.3 线缆敷设

缆线不得布放在电梯或供水、供汽、供暖管道竖井中，亦不应布放在强电竖井中，若由于工程限制，强弱电共用竖井时，强弱电线槽应分别设于对面墙上，以拉开强弱电间距。主干线槽中线缆敷设：线槽中的线缆应按不同类别依次排列、分类绑扎。在综合布线中可按光纤主干、光纤水平线缆、电话主干电缆、楼内语音主干、数据主干和楼层水平线缆分楼层依次排列。垂直主干如有不同系统线缆共用线槽时，中间应加金属隔板隔开。

电缆桥架（如图2所示）内缆线垂直敷设时应尽量避免交叉，并在缆线的上端和每间隔1m处应固定在桥架的支架上在缆线进出线槽部位、转弯处应绑扎固定；水平敷设时，注意将楼层的水平线缆分类绑扎于同一线槽，并在缆线的首、尾、转弯及每间隔5m处理顺固定。楼内光缆宜在金属线槽（钢管）中敷设，在桥架敷设时应在绑扎固定段加装垫套^[3]。

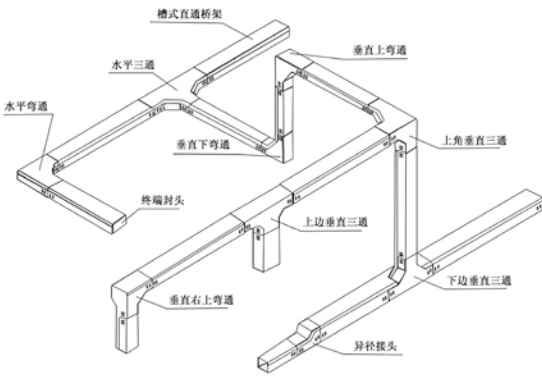


图2 电缆桥架示意图

如遇不同信号线缆共用水平线槽时，则应按不同信号线的类型进行分类绑扎敷设，中间加隔板分开；如楼层水平视频线只有少量时，则可分类绑扎，与UTP共槽。各线缆弯曲半径应满足下列要求。

- (1) 非屏蔽4对双绞线弯曲半径不小于其外径的4倍；
- (2) 屏蔽4对双绞线弯曲半径不小于其外径的6倍；
- (3) 大对数干缆的弯曲半径不小于其外径的10倍；
- (4) 光纤的弯曲半径不小于其外径的15倍；
- (5) 拉线不宜用力过大，距离较长时，线缆中间段应加入接力；
- (6) 线缆敷设时两端用专用记号笔标明编号，编号应严格按照安装施工图进行；
- (7) 线缆在设备端接前应擦拭干净，套上醒目的塑料管号码管套后才能端接；
- (8) 线缆敷设完毕后，应用万用表或导通仪对线缆进行导通测试。

线缆敷设结束后，线缆两端应做好线号标志，水平线缆在机柜侧应套号码管，在工作区端线缆应有记号，光纤和干缆两端均要有套号码管或标记。

4.4 配线机柜安装

当机柜、机架安装完毕后，其垂直偏差度应不大于3mm。墙柜底距离地面一般为0.60m，机柜、机架安装时应注意保护，防止因碰撞造成油漆脱落，保证各种零件不脱落或碰坏，漆面如有脱落应予补漆，各种标志应完整、清晰。标准机柜、机架应采用框型40mm×40mm角钢支架螺栓固定安装，支架一般抬高25cm，角钢支架四周应采用喷塑钢板密封，以防鼠咬，并留有线槽和电源线缆进入的孔洞，见图3。线缆敷设在楼层弱电间到达楼层机柜位置后应留有3m余度，光纤预留5m余度，并按图做好标记，线缆在配线架端接后在楼层弱电间机柜下应留有1.5m余度，顺势盘旋。线缆敷设在设备间（主机房）到达机柜位置后应留有5m余度，光纤预留6m余度，并用记号笔按图做标记，线缆在配线架端接后应留有2m余度，顺势盘旋。配线架应将主干、水平分开，主干配线架应将语音、数据线分开，不得混接，并按编号顺序排列。机柜配线架从下到上分区为：电信干缆进线配线架、楼内语音主干配线架、数据主干配线架、水平配线架光纤配线架，机柜最下方、机柜顶端除安装配电插座外一般还应留有2U空间。安装机柜、机架、配线设备屏蔽层使用的接地体应符合设计要求，采用就近接地的原则，并应保持良好的电气连接，每个

机柜应单独引一根双色BV-16mm²缆线与接地体联接^[4]。所有接地线必须使用专用工具压接铜鼻子并搪锡，与机柜连接时应安装防松装置。

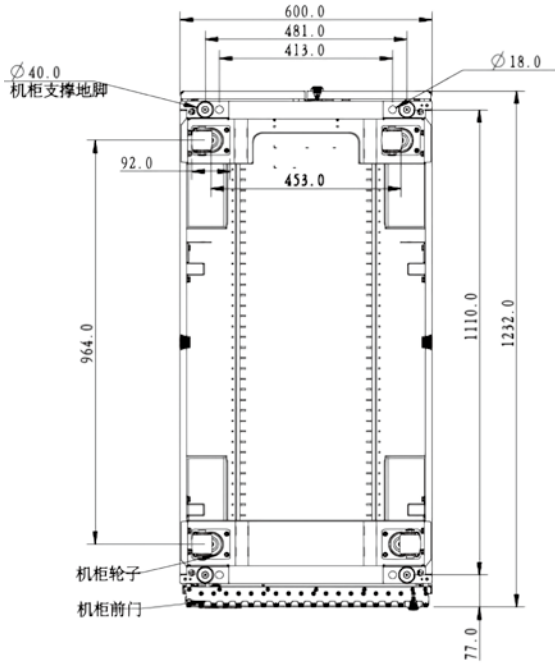


图3 配线机柜底座尺寸示意图（单位：mm）

5 系统检验

工程采用超五类线缆及器件构成链路，依据链路衰减公式，测试链路衰减、近端串扰、回波损耗等技术参数。

链路衰减公式为：

$$A_{link} = A_{cable}, 82 \times (L + 0.8) \div 82 + 2 \times A_{connect} \quad (1)$$

式（1）中： A_{cable} ，——82m长线缆的衰减值； L ——链路长度；

近端串扰公式为：

$$NEXT (db) - A (db) \quad (2)$$

$$b (f) = P1 (f) - P2 (f) \quad (3)$$

式（3）中： $P1$ ——链路负载开路基础上的返回功率；

$P2$ ——接入100Ω标称阻抗的返回功率。

光纤系统的衰减公式：

$$AK = LAF + nASP \quad (4)$$

式（4）中： AK ——光缆系数衰减（dB）；

L——光缆长度 (km) ;
 AF——光线衰减系数 (dB/km) ;
 n——接头光纤数量;
 ASP——光纤接头损耗 (dB) 。

通过以上公式可以看出, 光缆长度、衰减系数、接头损耗直接影响光缆系统衰减。依据综合布线系统检测要求及上述光缆系统衰减影响因素, 对布线情况做全部检测, 抽取部分布线位置进行检测, 工程管道均采用暗敷方式, 给布线效果检测带来难度。本次抽样点选择最远的布线点, 使用准用的测试仪系统检测各项线路敷设情况。再使用FLUKE DTX1800/1200测试仪表进行测试, 将测试得出的结果用电子表格或文档记录, 并做好存档。

工程综合布线敷设结束后, 需对线路安全情况进行有效测试, 含线路接头、端子板等, 均需依次检验。在有效性测试的过程中, 还需采用5V~25V的空载电压和4A的测试电流, 检测局部线路放电击情况, 并将相关数据带入以下公式进行计算。

$$R \leq U_1 / I_a \quad (5)$$

式 (5) 中: R ——等线路外露可导电部分及装置外可导电部分之间的电阻 (Ω) ;

U_1 ——可以接触的电压限值 (在一般场所内可接触的交流电压为50V, 可接触的直流电压为120V, 在潮湿场所内可接触的交流电压为25V, 直流电压为60V) ;

I_a ——切断回路时间在5s内的漏电保护器动作电流 (A) 。

本次测验假设采用15A定制断路器, 根据工程线路情况, 设定断路器瞬动电流脱扣器150A的整定电流, 将这些数据带入上述公式, 计算结果:

$$I = 1.3 \times 150 = 195A \quad (6)$$

假设, U_1 为一般场所内50V的交流电压, 则:

$$R \leq U_1 / I_a = 50 / 195 = 0.26\Omega \quad (7)$$

上述计算表明, $R \leq 0.26\Omega$, 符合《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303—2015) 第三章与第二十七章中对建筑物线路敷设的具体要求, 说明此次综合布线结果是安全的、完整的, 能够满足人们日常生活需求^[6]。

6 结语

合理布线可以减少甚至避免发生接地故障时, 使人们的生命及财产安全得到保障, 同时也保证大楼的供电效率及供电质量, 在智能化建筑弱电系统中, 综合布线至关重要。综上所述, 在国资大厦 (EPC) 建设项目建筑智能化系统综合布线过程中, 还需根据工程环境特点, 从线缆敷设、配电机柜安装等环节严格把控施工质量, 做好竣工检测, 以此提高综合布线施工的质量, 保证其有效发挥。

[参考文献]

- [1]李义民.智能建筑中弱电工程综合布线技术研究[J].中国勘察设计,2020(7):106-108.
- [2]徐瑜.互联网+在智能建筑弱电系统及综合布线中的应用[J].信息通信,2020(7):211-212.
- [3]叶倩彤.建筑工程弱电智能化的应用以及管理分析[J].建材与装饰,2020(17):123-124.
- [4]王月红.智能建筑的弱电综合布线施工分析[J].智能建筑与智慧城市,2020(5):43-44.
- [5]梁征.智能建筑弱电设计方案与综合布线应用研究[J].通信电源技术,2019,36(9):145-146.
- [6]廖钦,廖怡.浅论医院弱电系统设计要点——以某民营综合医院为例[J].四川建筑,2021,41(3):30-31+34.