



建筑弱电系统 与工程实践

JIANZHU RUODIAN XITONG YU GONGCHENG SHIJIAN

张少军 夏东培 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

建筑弱电系统与工程实践

JIANZHU RUODIAN XITONG YU GONGCHENG SHIJIAN

张少军 夏东培 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 简 介

本书详细介绍了建筑弱电系统中一些重要的子系统,同时对建筑弱电技术的基本理论以及实际工程应用方面很多实用的技能做了较为深入的讲解,做到理论与工程实践密切结合,实用性较强。全书共分14章,包括建筑弱电系统与工程基础知识、网络通信系统、卫星电视及有线电视系统、无线室内分布系统、视频会议系统、建筑设备监控系统及其控制网络、建筑设备监控系统中PID调节器的使用、安防系统、消防报警及联动控制系统、综合布线系统、系统集成、建筑设备的节能、建筑设备监控系统中的传感器和执行器及接线等。

本书可作为建筑弱电系统设计、施工和管理人员的参考书,也可作为高等院校建筑电气与智能化、电气工程与自动化等相关专业本科生及研究生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑弱电系统与工程实践 / 张少军, 夏东培编著. —北京:

中国电力出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5123-4928-5

I. ①建… II. ①张…②夏… III. ①房屋建筑设备-电气设备-建筑安装工程-工程施工 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 265088 号

中国电力出版社出版发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

策划编辑: 周 娟 责任编辑: 杨淑玲

责任印制: 郭华清 责任校对: 郝军燕

北京丰源印刷厂印刷 · 各地新华书店经售

2014 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 24 印张 · 647 千字

定价: 58.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

通过较长时间的本科生和研究生教学，以及经常在国内不同专题的讲座学习班进行讲学，接触了许多做建筑弱电工程的现场工程师、技术人员、管理人员、大学生和研究生，通过和他们的交流，了解到他们需要一本既要有理论深度又要与工程实践紧密结合的参考书，因此编写本书就成为我和许多读者的一个共同愿望。

本书的特点是：理论与工程实践紧密结合，既要使读者较为系统地学习建筑弱电系统的基本理论，同时又要尽可能多地掌握相关的工程实践操作技能。

由于建筑弱电系统的子系统较多，涉及的专业及领域较广，本书重点讲述建筑弱电系统中的一些重要子系统。

在第2章中，除了对程控数字用户交换机系统、接入网技术、宽带接入网、移动无线网络及通信系统、卫星通信系统进行介绍外，还介绍了短距低功耗无线网络技术和物联网技术。

书中主要介绍卫星电视及有线电视系统、视频会议系统、建筑设备监控系统、安防系统、消防报警及联动控制系统、综合布线系统、系统集成。在建筑设备监控系统这一章中，系统地叙述了中央空调系统的常用末端设备和供给冷源的制冷站及控制系统，力求使读者掌握中央空调系统及其控制理论，尤其是从大系统的角度掌握中央空调系统的末端设备和冷冻站之间的协调运行关系，为设计和调试控制系统以及控制程序的编写打下扎实的基础。

本书对建筑设备监控系统的控制网络及通信网络架构做了深入细致的论述，包括无线室内分布系统，并从较高的层面讲述了建筑设备的节能。由于建筑设备监控系统中大量使用PID调节器，而且这方面内容具有较强的理论性，在工程实践方面又有一定难度，因此用一章的篇幅进行讲解。关于建筑设备监控系统中部分传感器和执行器及接线等技术内容是许多工程技术人员所欠缺的，本书在第14章中进行了专门的讲解。

本书各部分章节内容的编写情况：第1～5章、第6（部分）～9章、第11（部分）～13章由北京建筑大学电信学院张少军教授编写；第6章（部分）由北京建筑大学电信学院工程实验中心尹振勇高工编写；第6章（部分）、第10章、第11章（部分）由北京建筑大学电信学院工程实验中心周渡海高工编写；第14章由北京柏斯顿智能科技有限公司夏东培高工编写。

编 者

目 录

前言

第1章 建筑弱电系统与工程基础

知识 1

- 1.1 建筑弱电系统的概念及组成 1
- 1.2 弱电工程师的工作范畴和培养 3
- 1.3 弱电系统设计注意事项 4
- 1.4 弱电系统施工过程的主要环节
和不同阶段 5
- 1.5 建筑弱电系统工程图与建筑
电气工程图的关系 6
- 1.6 部分识读弱电系统工程图纸的
基础知识 8
- 1.7 建筑弱电系统的设计、施工、调
试及验收 13
- 1.8 建筑弱电系统接地 14
- 1.9 建筑弱电工程施工的部分规范
和标准 15

第2章 网络通信系统 17

- 2.1 程控数字用户交换机系统 17
- 2.2 接入网技术 21
- 2.3 宽带接入网 26
- 2.4 移动无线网络及通信系统 31
- 2.5 短距无线网络技术 36
- 2.6 卫星通信系统 48
- 2.7 物联网 52

第3章 卫星电视及有线电视系统 58

- 3.1 卫星电视及有线电视系统的基
本概念 58
- 3.2 高清数字电视 68
- 3.3 卫星电视及有线电视系统的主
要设备及组件 69
- 3.4 HFC 光纤同轴混合网技术 76
- 3.5 实际系统图示及分析 78

第4章 无线室内分布系统 84

- 4.1 无线网络补充覆盖及常用室
内分布系统的组成和特点 84
- 4.2 建筑物在什么情况下要使用室

分系统 86

- 4.3 基站信源和直放站 87
- 4.4 基带处理单元 (BBU) 和射频拉
远单元 (RRU) 89
- 4.5 直放站和射频拉远单元 (RRU)
及无线接入点 (AP) 89
- 4.6 信源的选择和信号传送器件 91
- 4.7 合路器和电桥 93
- 4.8 功分器和耦合器 94
- 4.9 干放、衰减器和馈线 95
- 4.10 室内无线通信信号覆盖系统的
设计 97

第5章 视频会议系统 98

- 5.1 视频会议系统组成和视频会议
终端设备 98
- 5.2 视频会议系统分类 101
- 5.3 视频会议系统的视音频信号及
通信过程 102
- 5.4 实现视频会议的网络条件和视
频会议系统遵循的国际标准 104
- 5.5 基于 Web 的视频会议系统 107
- 5.6 视频会议系统厂商及产品 107

第6章 建筑设备监控系统 115

- 6.1 空调系统基础知识 115
- 6.2 建筑设备监控系统 122
- 6.3 中央空调系统末端设备和冷源
的协调运行 131
- 6.4 空调机组及控制系统 133
- 6.5 新风机组及控制系统 137
- 6.6 风机盘管系统及其控制 140
- 6.7 变风量空调系统 145
- 6.8 中央空调系统冷源 157
- 6.9 中央空调热源系统 165
- 6.10 通风系统自动控制 166
- 6.11 建筑设备监控系统设计 167
- 6.12 部分典型建筑设备监控系统的
软硬件架构 173

第 7 章 建筑设备监控系统的控制网络 ..	188	安装接线	283
7.1 建筑设备监控系统控制网络技术	188	第 11 章 综合布线系统	286
7.2 建筑设备监控系统控制网络的分类及组态	191	11.1 综合布线系统及其组成	286
7.3 典型建筑设备监控系统的管理网络和控制网络的组态	192	11.2 综合布线、接入网及高速信息公路之间的关系	288
7.4 传统的控制总线 RS-232 和 RS-485 总线	194	11.3 综合布线的传输线缆、配线架和信息插座	290
7.5 现场总线	198	11.4 综合布线的六个子系统	296
7.6 工业以太网与实时以太网	209	11.5 T568B/A 标准与对绞线缆的使用	302
7.7 BACnet 标准支持的控制网络 ..	216	11.6 综合布线系统拓扑结构和交换机配线架的连接	304
7.8 建筑设备监控系统中常用控制网络和底层控制网络的选择	217	11.7 设备间、通信子系统及其设计	306
第 8 章 建筑设备监控系统中 PID 调节器的使用	218	11.8 综合布线工程链路测试模型和测试参数	309
8.1 PID 调节器	218	11.9 综合布线设计与电信网络的配合关系	312
8.2 空调系统中的 PID 控制	223	11.10 电气防护、接地和安装	315
8.3 比例调节器的比例带及三种调节作用的关系	227	11.11 综合布线和建筑设备监控系统的连接关系	317
8.4 闭环控制和位式调节器	228	11.12 综合布线系统的设计和工程验收	318
第 9 章 安防系统	230	第 12 章 系统集成	320
9.1 安防系统的组成、发展和安防工程设计原则	230	12.1 建筑设备监控系统集成概述	320
9.2 防盗入侵报警系统	231	12.2 系统集成的特点和系统集成的基本思想	321
9.3 视频安防监控系统	235	12.3 系统网络结构设计和系统集成的水平层次	323
9.4 数字视频监控系统 and 网络视频监控	248	12.4 建筑设备监控系统集成的技术模式	325
9.5 无线网络视频监控系统	261	12.5 BACnet 体系下的系统集成	328
9.6 出入口控制系统和电子巡更系统	267	12.6 智能楼宇系统集成工程应用实例	330
9.7 停车场管理系统和对讲系统	268	12.7 智能楼宇系统集成的一部分问题探讨	334
第 10 章 消防报警及联动控制系统	270	第 13 章 建筑设备的节能	336
10.1 消防自动化系统	270	13.1 建筑节能	336
10.2 高层建筑的火灾防范	275	13.2 建筑节能的主要方法	337
10.3 火灾自动报警及消防联动控制系统的的设计	276	13.3 暖通空调系统节能	337
10.4 探测器应用场所	278	13.4 分散式空调系统	340
10.5 探测器的安装	279	13.5 系统负荷计算设计	341
10.6 消防系统中的总线制和探测器的地址编码	279		
10.7 火灾探测器的主要技术参数及			

13.6	提高新风和回风比例, 动态控制精度	345	14.2	温、湿度传感器和变送器的分类及测量范围	359
13.7	设备群的优化群控节能	346	14.3	温、湿度传感器和变送器的接线	364
13.8	空调水系统和风系统的节能 ...	349	14.4	压差开关的应用及接线	367
13.9	大空间空调系统及其节能	351	14.5	防冻保护开关、流量开关和液位开关的应用及接线	368
13.10	空调工程中的实用节能技术和注意事项	352	14.6	气体差压变送器	370
13.11	数据中心节能	355	14.7	风阀驱动器、水阀执行器在建筑设备监控系统中的作用	370
第 14 章	建筑设备监控系统中的传感器和执行器及接线	356	参考文献		375
14.1	温、湿度传感器在建筑设备监控系统中的作用	356			

第1章 建筑弱电系统与工程基础知识

1.1 建筑弱电系统的概念及组成

1.1.1 建筑弱电系统概念

什么是建筑弱电系统？将电能引入建筑物，为建筑物提供动力、照明用电，通过用电设备的转换将电能转换为用户需要的机械能、热能、光能、冷量和热量供给，完成这些功能的设备系统称为强电系统，如供配电系统、照明系统都属于强电系统。相对于强电系统而言，完成建筑物内部和外部的数据信息交换、信号传输与处理和对建筑机电设备的控制等，具有这些功能的设备系统称为弱电系统。

人们习惯把弱电方面的技术称为弱电技术，将相应的工程称为弱电工程。

(1) 强、弱电技术的研究对象、特点和主要考虑的问题：

1) 强电技术的处理对象、特点和主要考虑的问题。强电技术的处理对象是以电能形式表现的能源；其特点是电压高，电流大，频率低；主要考虑的是减少损耗，提高效率。

2) 弱电技术的处理对象、特点和主要考虑的问题。弱电技术处理对象是信息的传输与控制；其特点是电压低，电流小，功率小；主要考虑的是弱电设备，大多与数据和信息通信、传感器信号采集、控制系统、软件控制、网络技术密切相关，因此主要考虑测控信息传输的效果，如测控信息传送的速率、可靠性，通信及网络，信号的采集及对执行器的控制，对测控信息进行智能化处理等，而控制又涉及较多的软件编程等。

(2) 建筑弱电系统的总体功能：

1) 保证现代建筑内所有机电设备的正常运行。

2) 为建筑内部用户提供舒适的生活环境及能够高效工作的工作环境，表现在控制和实现建筑物始终保持适宜的空气温度、相对湿度和空气洁净度等环境参数指标。

3) 保障水、电、冷、热等能源供应。

4) 保障用户的生命、财产、建筑物电气设备的运行安全和数据信息系统的安全，装备功能完善的火灾报警消防联动控制系统和安全防范系统。

5) 提供优美的背景音乐和信息显示，满足建筑内部各部门之间和与外部互通信息，实现信息资源共享的需求。

6) 用户及管理部门能够及时了解大楼内部信息，及时得到物业服务；为大楼管理者提供物业管理手段。

7) 延长设备使用寿命，有明显和可观的节能作用，节省人员，提高设备利用率。

8) 为用户提供能够与外界实现高效语音、视频和多媒体数据及信息交互的通信网络环境，能够高效利用有线网络和各种制式无线网络形成的综合性网络环境。外部世界与建筑内部用户的桌面之间敷设了高速信息公路。

9) 建筑设备控制系统的运行也是基于网络化实现的。

(3) 弱电工程的应用领域。弱电系统被广泛应用于各类现代建筑楼宇、小区、社区、校园、平安城市建设等工程当中。任何一幢现代楼宇中都装备了许多弱电子系统，不同功能和用途的楼宇装备的弱电子系统的侧重点可能不尽相同，例如：有些办公楼宇，楼宇内部的通信及计算机网络系统较为齐全，功能较为强大；有些楼宇装备的空气调节系统设备较为齐全，投资很大等。现代建筑的电耗很大，为了降低电耗节能，必须通过弱电系统，比如建筑设备监控系统。

统对空调机组、送排风系统、制冷站、热交换站和热锅炉及给排水系统进行自动化或智能化的控制。

(4) 弱电子系统的系统集成。弱电系统包括的子系统很多,要使这些子系统的硬件设备及相关的操作、监控及平台软件能够协调高效地运行,就要考虑不同子系统之间的协调运行、互通信和互操作及系统集成问题。

弱电技术涉及的学科、领域很多,弱电系统是较为复杂的系统工程,建筑弱电系统的应用要进行周密的规划、设计、施工和管理。

(5) 建筑弱电系统与建筑智能化信息化。建筑弱电工程是建筑电气工程的重要组成部分。现代建筑离不开弱电系统,弱电系统增加了建筑物与外界信息的交换能力;能够大幅度地降低建筑能耗实现节能;装备了弱电系统的楼宇及建筑,其综合功能大幅度增强;装备了弱电系统的楼宇,其智能化程度大幅度提高,所以有时也将建筑弱电系统叫做建筑智能化信息化系统,装备了建筑智能化系统的建筑叫做智能化建筑。

建筑弱电工程与建筑的智能化信息化有着极大的关联关系,只有通过装备和运行先进的建筑弱电系统,才能实现建筑的智能化和信息化。

1.1.2 建筑弱电系统组成

(1) 建筑弱电系统包括:建筑设备监控系统;广播音响系统;闭路电视监控系统、网络视频监控系统和无线网络视频监控系统;防盗报警系统;出入口控制系统;楼宇对讲系统;电子巡更系统;电话通信系统;全球卫星定位系统;火灾自动报警与消防联动控制系统;有线电视和卫星接收系统;视频会议系统;综合布线系统;防雷与接地系统;计算机网络系统(在现代建筑中广为使用的各种无线网络,如无线局域网、蓝牙网络、卫星无线网络、无线传感器网络,包含 2G、2.5G、3G 的移动无线网络等通信网络);一卡通系统;停车场系统;图像信息管理系统;多媒体教学系统;LED 大屏幕显示系统;UPS 系统;机房工程;舞台机械灯光系统;室内无线分布系统。

过去人们没有把室内无线分布系统纳入建筑弱电系统,但室内无线分布系统在实质上是一部分重要的无线网络,如移动无线网络、Wi-Fi 网络等在室内的延伸,并实现与用户终端的连接,没有室内无线分布系统就无法做到,建筑物内所有空间都能接入通信网络或接入 Internet,会出现大块的通信盲区,如地下空间,因此将室内无线分布系统纳入建筑弱电系统中来,对于设计单位、施工单位、系统集成商进行弱电系统的设计、施工和系统集成,将室内无线分布系统的相关内容纳入体系就十分合理了。

(2) 系统集成。由于子系统较多,要通过系统集成技术来实现不同子系统的协调运行及各子系统的互联互通,系统集成技术是建筑弱电系统的重要技术,但系统集成是一种将若干个子系统进行互联并纳入统一监控平台的综合性技术,最后形成一个以平台软件及若干物理接口(主要是通信接口)存在的系统,严格意义上讲,还是一个物理系统,如建筑设备监控系统中使用较为广泛的 IBMS 系统集成软件。所以可以这样理解系统集成,它既是一个综合性的技术,同时又是一个实际的物理子系统。

建筑弱电系统包括的若干个子系统,其内容及技术具有很强的独立性,但在一定程度上也具有关联性,很多子系统之间还有很紧密的关联运行关系,在进行系统集成时,通过标准的通信接口,实现不同子系统之间信息的交互。

建筑弱电系统的系统集成原理如图 1-1 所示。

(3) 由于建筑弱电系统、建筑弱电技术及建筑弱电工程包括的内容非常丰富,这些子系统是:

1) 视频会议系统。既可以归入网络通信系统,也可以归入会议系统,该系统的独立性较

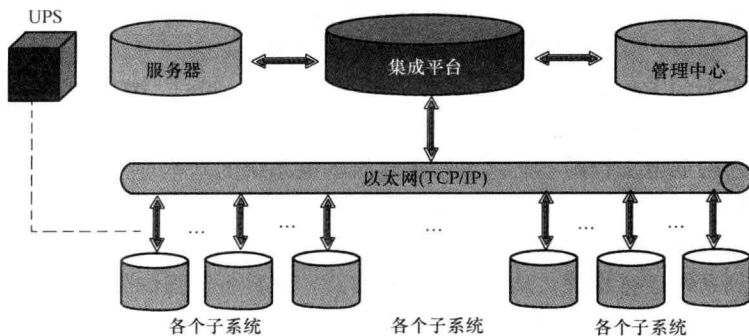


图 1-1 建筑弱电系统的系统集成原理图

强，和无线室内分布系统一样，视频会议系统也被列为建筑弱电系统的一个子系统。

2) 室内无线分布系统。无线室内分布系统属于网络通信系统，但从设计和施工来讲是一个需要多部门协调的系统，所以将其列为建筑弱电系统的一个子系统。

3) 建筑设备监控系统。该系统可以说是建筑弱电系统中权重较大的子系统。

4) 安全防范系统。主要包括闭路电视监控系统、防盗报警系统（包括周界防范报警系统）、出入口控制系统、楼宇对讲系统、电子巡更系统、网络视频监控系统和无线网络视频监控系统及停车场监控系统。

5) 火灾自动报警与消防联动控制系统。

6) 有线电视和卫星接收系统。

7) 综合布线系统。

8) 现代建筑内的网络通信系统。网络通信系统包括的子系统较多，有线网络系统包括局域网、城域网、互联网、接入网、各种制式的无线网络、对建筑物的设备进行监控的测控网络、移动无线网络、卫星通信网络、无线局域网、蓝牙网络、无线传感器网络、无线室内分布系统、视频会议系统等。

其中测控网络的内容较复杂，测控网络包括传统的测控总线，如 RS-232、RS-485，数十种现场总线测控网络，工业以太网和实时以太网，以及新出现的部分测控网络等。

移动无线网络包括 2G 的 GSM，2.5G 的 GPRS 和 CDMA1X，以及 3 种制式的 3G 系统（欧洲的 WCDMA、美国的 CDMA2000 和中国开发的 TD-SCDMA）。

9) 建筑设备监控系统的控制网络。

10) 系统集成。

1.2 弱电工程师的工作范畴和培养

1.2.1 强电工程师的工作范畴

强电工程师一般指从事输变配电、电力拖动等设计、施工及运行维护工作的工程师。他们主要负责协助设计并完善强电系统及组成零件，使其合乎用电的规范，保证工程用电的安全性和可靠性，保证强电设备的正常的运行和维护。设计单位的电气工程设计、供配电系统的设计、照明系统的设计都是典型的强电工程师的工作。强电工程师进行电气设计、施工、调试面对的对象主要都是使用交流 220V 和交流 380V 或更高交流电压等级的电源，较高等级的直流电压及直流电流的电力设备及变配电装置。

1.2.2 弱电工程师的工作范畴

建筑弱电系统以建筑物为平台，兼备信息设施、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公

共安全系统等,集结构、系统、服务、管理及优化组合为一体,向用户提供安全、高效、便捷、节能、环保、健康,并有着舒适生活和工作的现代建筑环境。

建筑弱电工程师的工作就是对若干弱电系统的规划、设计、施工、系统调试、系统集成,也包括对弱电系统的验收和运行管理等。

作为一个优秀的弱电工程师,必须要掌握建筑弱电系统的基本理论和方法,从知识结构和知识广度上做到基本覆盖建筑弱电系统的全部子系统,在知识的掌握深度上,要求至少掌握一个或一个以上的权重较大的子系统,对这些子系统的相关知识和技能要熟练掌握。从设计到施工,从系统调试到系统运行维护,从理论到工程实践,要具备很强的驾驭能力,非常熟悉与这些子系统的设计、施工、运行和维护相关的国家标准、国际标准及政策规范。

优秀的弱电工程师应该对主要的弱电子系统有深厚的专业基础知识和工程实践能力。在建筑智能化工程、通信工程、计算机网络工程、电信、建筑设计、房地产开发、物业管理、综合布线、视频监控、安全防范及设计施工、运行维护、工程监理、机电安装公司以及智能化系统集成商等单位的相关管理、设计、施工、验收等工作中,优秀的弱电工程师所起的作用极大。

1.2.3 弱电工程师的培养

相对于强电工程师来讲,弱电工程师的培养难度大得多,时间也要长得多。弱电工程涉及的专业领域多,各个不同专业领域的交叉性又强,需要长时间的理论知识积淀和工程实践积累,同时还要从事相关的工程来锻炼自己,随着经济的发展,社会对弱电工程师的需求量将越来越大。

1.3 弱电系统设计注意事项

1.3.1 弱电集成综合管线设计与监控点及器件位置的关系

弱电系统中包括大量的信息点及数据信息采集源。信息点包括计算机网络的信息点(RJ-45口)、电话通信网络中的语音信息点(RJ-11口)。数据信息采集源包括各类传感器,如建筑设备监控系统中的温度传感器、湿度传感器、压差开关、风速传感器、二氧化碳传感器、压力传感器、变送器、流量传感器、液位开关,火灾报警及联动控制系统中的感温探测器、感烟探测器、感光探测器(火焰探测器)、气体探测器、具有双鉴功能的复合探测器、各类防盗探测器(如红外主动和被动探测器、玻璃破碎探测器)、广播扬声器、采集视频场景的摄像头。另外还有大量的执行器,如模拟开关及控制装置、数字开关及控制装置,这些信息点和数据信息采集源分布在楼宇的不同位置,完全取决于用户需求、系统功能、大楼平面布置、设备的安装位置。当各个弱电子系统、设备和控制装置的位置确定后,这些信息点和数据信息采集源的位置也随之而定。

要对楼宇内部进行系统布线综合设计,要对弱电系统进行综合管线设计,采取优化的设计方案并实施,有利于施工与管理,节省管线材料。

1.3.2 在弱电系统设计过程中要考虑的部分问题

在弱电系统设计过程中要始终关注和考虑系统整体和各个子系统之间的配合协调关系,具体地要考虑以下一些问题:

1. 采用简捷的监控及管理平台

采用简捷的监控及管理平台,采用统一的操作界面都会为用户带来极大的方便,并提高效能。

2. 安装施工中的问题

弱电工程的安装与施工过程会随着楼宇的用途、功能和规模的不同而不同。工业建筑与商用、办公用建筑内的弱电系统配置差异较大,因此施工中要充分地考虑土建、设备、管道、电

力、照明、采暖及空调等专业之间的密切协同配合,按照设计要求进行施工,进行管线敷设的优化设计及施工,解决好弱电工程综合管线与土建工程的施工配合、弱电工程与装修工程的施工配合问题。

弱电工程的安装与施工应严格按照有关弱电工程安装、施工及验收规范进行。竣工后的系统具有较高的可靠性和优良的工程质量,其中工程质量是安装施工中的核心问题。

1.4 弱电系统施工过程的主要环节和不同阶段

1.4.1 做好弱电系统施工图的会审

做好弱电系统施工图的会审对于早期发现、改正和减少施工图中的差错,保证较高的工程质量关系极大。

弱电系统施工图会审的流程:

(1) 首先由施工单位向建设单位索取施工图,施工单位方的专业人员先行认真阅读施工图,熟悉图纸的内容和施工工程要求,把发现的问题和可能出现的问题整理并记录,在设计交底和图纸会审时讨论解决。

(2) 弱电工程总包方组织和主导弱电系统施工图的会审,组织建设单位(业主单位)、各子系统设备供应商、设计单位、系统安装承包商参加,按照工程的性质、图纸内容等分别组织施工图会审。会审结果形成文字版的弱电系统施工图会审纪要,由设计、建设、施工三方共同签字,作为施工图的补充技术文件。

(3) 制订弱电系统施工工期的时间表,并依据施工工期时间表进行施工进度管理、人员组织及管理,确保工程按时保证质量的完成。在工程合约签订后,建设方接着就组织弱电各子系统设备供应商、机电设备供应商、工程安装承包商进行工程施工内容的协调和确认,形成弱电工程施工工期时间表。时间表要清晰地指明系统设计、设备生产与购买、管线施工、设备验收、系统调试、培训和系统验收等时间段和时间点,同时工程施工界面的协调和确认应形成纪要或界面协调文件。工程施工界面内容主要是总包单位与分包单位的施工界面划分,包括基础工程和安装专业分包的施工界面划分,其中安装专业分包的施工界面划分包括内容较多,如智能化施工界面、与电梯施工界面、与供电施工界面、与有线电视施工界面和与通信施工界面等。

(4) 弱电系统工程施工技术交底的内容。

1) 工程参与单位及担任角色:弱电系统设计单位(多由系统总承包商自行组织设计)与工程安装承包商、各子系统承包商和机电设备供应商、工程安装承包商与机电设备供应商、工程安装承包商内部负责施工专业的工程师与工程项目技术主管(工程项目工程师)。

2) 弱电系统设计单位与工程安装承包商之间的技术交底:第一点是明确所承担施工任务的特点、技术质量要求、系统的划分、施工工艺、施工要点和注意事项等,协调计划、组织工程的实施。第二点是对工程中的具体技术要求、安全措施、施工程序、配制的工具等作详细说明,使责任明确,各负其责。

3) 施工中采用新技术、新工艺、新设备、新材料的性能和操作使用方法,预埋部件等注意事项,技术交底要有完整和准确的文字记录及签字。

1.4.2 弱电系统施工过程的不同阶段

第一阶段:与土建工程配合并预留孔洞和消防及安防系统线管的预埋。在这一阶段,弱电系统承包商配合建筑设计院完成建筑物地下层及建筑物内的孔洞预留和线管预埋的施工图设计。

第二阶段:弱电线缆敷设的线槽架施工与土建工程的配合。优化设计弱电线槽与管道的空

间位置并且和其他管道的整体配合,在土建工程基本结束后,就要进行弱电系统线槽架的安装施工并与风管、给排水管等其他管道安装工作同时进行,也可在其他管道安装工作完成后推迟一段时间(一般为15个工作日)。

第三阶段:弱电系统布线及中控室布置与土建及装修工程的配合。土建工程结束后,进行弱电系统布线和穿线工作,并与装修工程同步进行,中控室的装修是楼宇装修的一部分,中控室中的中控台、电视墙、显示屏在装修工程完成前进行定位。

第四阶段:装修工程完成后,将弱电系统的设备进行定位并安装和接线。设备定位和安装接线的步骤是:①首先安装中控室的设备;②安装控制器及接线;③安装安防系统中的报警探头并接线;安装各类传感器及完成接线;④安装摄像机并完成接线;⑤安装读卡器及完成接线;⑥安装计算机网络设备。

第五阶段:弱电系统的调试在中控室的中控设备安装完毕后就可以开始了。调试的步骤是:①调试中控设备;②调试现场控制器;③完成分布在不同区域的终端设备;④监控程序的调试;⑤先运行部分子系统,也被称为部分开通;⑥在部分开通一切正常后,再开通整个系统。

第六阶段:弱电系统的验收。验收工作由业主进行组织,参与者还有系统承包商、施工单位。弱电系统的验收包括子系统的功能是否达到设计标准;对施工质量进行全面的检查,首先进行各子系统工程验收,各子系统工程验收完成后再进行集成系统的验收。

验收前,应该准备好并向业主提供系统验收文件:①工程验收书;②系统竣工报告书;③系统监控点表;④各楼层监控及信息点分布平面图;⑤摄像头设置位置分布图;⑥综合布线系统中的各楼层配线架描述文件;⑦配线管理与网络连接文件;⑧端接标号说明;⑨系统测试报告。

弱电系统验收完毕后,弱电系统承包商一般要对业主方的工程技术及管理人员提供培训,培训内容主要有系统的操作、系统的参数设定和修改、系统的维修,以及软件系统的使用方法等。培训教材主要有《程序手册》、《操作手册》和《工程安装手册》等。

1.5 建筑弱电系统工程图与建筑电气工程图的关系

1.5.1 建筑弱电系统工程图简介

建筑弱电工程是建筑电气工程中的一个组成部分,在现代建筑(宾馆、商场、写字楼、办公室、科研楼及高层住宅)中较普遍地装备了较为完善的弱电设施,如火灾自动报警及联动控制装置、防盗报警装置、闭路电视监控系统、网络视频监控系统(包括无线网络视频监控系统)、电话、计算机网络、综合布线系统、共用天线有线电视系统及广播音响系统等。

对建筑弱电系统工程的设计、安装与调试,要求相关的专业人员要熟练地通晓弱电平面图、弱电系统图、弱电设备原理框图。

建筑弱电工程图与建筑电气工程图一样,形式多样。常见的有弱电平面图、弱电系统图和框图。

在建筑设备监控系统的系统图和平面图中,还有一类图叫建筑设备监控竣工图。竣工图与平时画的设计图一般情况下看不出差别,但竣工图是经过专业人员的多次修改、最后汇总而成的建筑设备监控系统图和平面图,竣工图中很少有差错,而且设计较为合理。

1.5.2 建筑电气工程图简介

建筑电气工程图用来说明建筑中电气装置、设备和工程的构成和功能、工作原理并提供安装技术数据和使用维护依据的工程图纸。常见的建筑电气工程图主要有以下几类:

1. 图纸目录、设计说明、图例、设备材料明细表

图纸目录内容包括图纸序号、图纸名称、图纸编号、图纸张数等。

设计说明或施工说明主要阐述：电气工程设计的依据、工程的要求和施工原则、建筑特点、电气安装标准、安装方法、工程等级、工艺要求及有关设计的补充说明等。

图例是指图形符号，列出图纸中用到的图形符号。

设备材料明细表列出了以下内容：该项电气工程所需要的设备和材料的名称、型号、规格和数量。设备材料明细表的内容是进行设计概算和施工预算时参考的重要内容。

2. 电气系统图

电气系统图主要表现电气回路中各元件的连接关系，但不描述元件的具体情况、安装位置和接线情况。电气系统图又分为变配电系统图、动力系统图、照明系统图、弱电系统图等。电气系统图可以表示电气工程的供电方式、电能输送、分配以及设备运行情况。注意电气系统图特别侧重描述系统中元件的连接关系。

电气系统图是用单线图表示电能或电信号按回路关系绘制的图样，表示系统中各回路名称、主要电气设备、开关元件及导线电缆的规格型号等。单线图中使用单一线段来表示两条或多条实际物理线缆。

建筑电气工程中系统图用的很多，动力、照明、变配电装置、电缆电视、火灾报警及自动控制联动、安防报警、微机监控等都要用到系统图。楼宇弱电系统也大量地用到系统图。

3. 电气平面图

电气平面图是用来表示电气线路、装置和设备进行平面布置的图纸。电气平面图主要描述的电气线路、装置和设备的位置关系。电气平面图是在建筑总平面图基础上，绘制出电气设备、装置及线路的安装位置、敷设方法等。常用的电气平面图有变配电所平面图、动力平面图、照明平面图、防雷平面图、接地平面图、弱电平面图等。电气平面图是进行电气安装的必不可少的工程图纸文件。

建筑电气工程的图样中有电气总平面图、单元电气平面图。电气总平面图是在建筑总平面图上表示电源及电力负荷分布的图样，主要表示各建筑物的名称或用途、电力负荷情况、电气线路走向及变配电装置的位置、容量和电源进户的方向等。电气总平面图表示电气负荷的分布及电源装置等电气工程等概括性的信息。

4. 设备布置图

采用三视图方式绘制的平面图、立面图、剖面图及各种构件详图就是设备布置图。设备布置图表示电气设备和元件的空间位置关系、安装方式和相互关系。

5. 安装接线图

安装接线图也称为安装配线图，主要用来表示电气设备、电器元件和线路的安装位置、配线方式、接线方法和配线场所特征的图纸。

6. 电气原理图

电气原理图是用来表现电气设备或系统的工作原理的图纸，按照设备或系统各个部分的动作原理、动作顺序进行展开绘制。通过对电气原理图的阅读和分析，可以知晓设备或系统的动作顺序。电气原理图还主要用于指导设备或系统及器件的安装、接线、调试和维修。

1.5.3 建筑弱电系统工程图与建筑电气工程图的关系

由于建筑弱电系统工程图是建筑电气工程图的一个组成部分，因此对于建筑弱电系统工程图的识图读图首先应该掌握建筑电气工程图的识图读图的特点。

建筑电气工程图的识图读图特点：

(1) 建筑电气工程图一般采用统一的图形符号，并加注文字符号进行标识进行绘制。因此

应该熟悉和了解这些统一的图形符号和标识文字的使用规律。

(2) 建筑电气工程图中的设备都是通过接入用电回路来工作的。用电回路包括电源、用电设备、导线和开关控制设备四个组成部分。

(3) 电气设备和组件是通过导线连接起来的，所以对建筑电气工程图的识图读图包括对电源、信号和监测控制线路的识读分析。

(4) 建筑电气工程施工是由主体工程和安装工程施工组成的，在进行建筑电气工程图的识图读图时，应与有关土建工程图、管道工程图等对应起来阅读。

1.6 部分识读弱电系统工程图纸的基础知识

1.6.1 图纸格式与幅面尺寸

1. 图纸格式

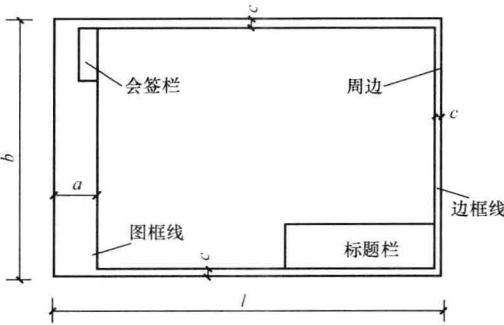


图 1-2 图纸的格式

一张完整的图纸要包括以下要素：边框线、图线框、标题栏和会签栏，正规工程图纸的格式如图 1-2 所示。

2. 幅面尺寸

图纸需要装订时，装订的一边留出装订边，不需要装订，则图纸的四个周边尺寸是一样的。

由边框围成的图面称为图纸的幅面。幅面尺寸系列为 A0~A4，见表 1-1。

A0~A4 图纸中，A0~A2 图纸是不能加长的，A3、A4 图纸可根据绘图需要进行

加长，加长的情况从表 1-2 中看出，加长的方式是沿短边以短边的倍数加长。

表 1-1 幅面尺寸及代号

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽长(b×l)/(mm×mm)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边宽(c)/mm	10	10	10	5	5
装订侧边宽(a)/mm	25	25	25	25	25

表 1-2 加长幅面尺寸

代 号	尺寸/(mm×mm)	代 号	尺寸/(mm×mm)
A3×3	420×891	A4×4	297×841
A3×4	420×1189	A4×5	297×1051
A4×3	297×630		

A0~A4 幅面尺寸的图纸之间有这样的关系：A0 号图的幅面面积为 1m²，A1 号图幅面面积是 A0 号图的 1/2，A2 号图幅面面积是 A1 号图的 1/2，其他图幅面依此类推。

3. 标题栏

用来表述图纸的名称、图号、张次、更改以及设计人、审核人和有关人员签署等内容的栏目就是标题栏。标题栏中的文字方向就是看图的方向，而且图中的说明、标识符号的方向与标

题栏中的文字方向是严格一致的。

目前，我国设计部门的工程设计图纸的标题栏格式没有统一规定，各设计单位的图纸标题栏可以不同，但标题栏中应有以下内容：设计单位名称、工程名称、项目名称、图名、图号等。一个有着这些内容的标题栏见图 1-3。

设计单位名称			工程名称	设计号	
				图号	
总工程师		主要设计人	项目名称		
设计总工程师		技 核			
专业工程师	制 图				
组 长		描 图	图名		
日 期	比 例				

图 1-3 标题栏格式

1.6.2 图幅分区和图线

1. 图幅分区

如果电气图中的包含的内容较多，或图纸幅面大且内容复杂的图，需要分区，通过分区，设计和阅图人员可以很快地找到图纸中的相应部分。

图幅分区采用的方法是：

将图纸相互垂直的两边框分别等分，分区的数量视图的复杂程度而定，分区的数量必须是偶数，每个分区的长度在 25～75mm 之间，分区线用细实线。

竖边方向分区用大写的拉丁字母从上到下按序标号；横边方向分区用阿拉伯数字从左到右编号，分区代号用字母在前和数字在后的组合来表示，如 D3、B5 等，如图 1-4 所示。

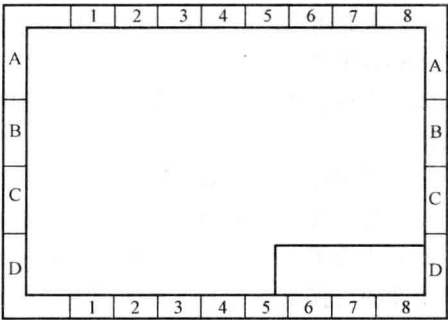


图 1-4 图幅分区法示例

2. 图线

电气图绘制中使用到的各种线条称为图线，常用的图线形式及应用见表 1-3。

表 1-3 图线形式及应用

图线名称	图线形式	图线应用	图线名称	图线形式	图线应用
粗实线		电气线路，一次线路	点划线		控制线，信号线，围框线
细实线		二次线路，一般线路	双点划线		辅助围框线，36V 以下线路
虚线		屏蔽线，机械连线			

1.6.3 字体、比例和方位

1. 字体

工程图纸上的汉字、字母和数字是图纸的一个重要组成部分，要求书写时做到字体端正、笔画清晰、排列整齐和间隔均匀。图中的字体必须符合标准，一般汉字用长仿宋体，字母和数字用直体，并采用国家正式公布非的简化字。进行标识说明的字体大小根据图幅大小而定，国家标准规定了字体的 6 种号数：20，14，10，7，5，3.5。不同号数的字体高度不同。表 1-4 给出了字体的最小高度（mm）对应情况。

表 1-4

字体的最小高度

(单位: mm)

基本图纸幅面	A0	A1	A2	A3	A4
字体最小高度	5	3.5	2.5	2.5	2.5

2. 比例

工程图纸中, 图形与实际物体线性尺寸的比值称为比例。一般情况下, 多数电气工程图没有按照比例绘制, 但一旦涉及位置, 或者强调位置, 如在某些位置图中就按比例绘制或部分按比例绘制。

常用的比例有: $1:10$, $1:20$, $1:50$, $1:100$, $1:200$, $1:500$ 。

举例: 某图纸采用比例为 $1:100$ 绘制, 在图纸上实测某段线路为 20cm , 则该段线路实际长度是 $20\text{cm} \times 100 = 2000\text{cm}$ 。

3. 方位

电气工程图一般按“上北下南, 左西右东”来表示建筑物、设备和装置的位置及朝向。但对于外电总平面图中都用指北针方向来做方位标记来表示朝向。

1.6.4 建筑弱电系统图纸的识读

1. 建筑弱电系统工程图的识读方法

(1) 熟悉建筑弱电系统工程图中的各种图形符号、文字符号、项目代号等, 理解其内容、含义和相互关系。

(2) 掌握各类建筑弱电系统电气工程图的特点, 进行读图时, 应该将相关图纸按照对应关系来阅读。

(3) 了解有关建筑弱电系统电气图的标准和规范。

(4) 善于查阅有关电气装置标准图集和相关的建筑弱电系统工程图的标准图纸。

(5) 建筑弱电系统工程图与强电系统的工程图识图读图有各自的规律, 建筑弱电系统工程图识图读图与强电系统的工程图识图读图有较大的不同。

建筑弱电系统包括建筑设备监控系统、安防系统、消防系统、网络通信系统、综合布线系统、有线电视系统、广播音响系统等, 其工程图也包括这些子系统的系统图、平面图、施工图、安装图等。这些子系统各不相同, 工程图纸的表现内容也各不相同, 并有自己的一些特点。

2. 识建筑弱电系统工程图的识图步骤

(1) 详细阅读图纸说明文字部分。如项目内容、设计日期、工程概况、设计依据、设备材料表等, 首先从整体上把握所识读和分析的系统的基本概况。

(2) 看系统图和框图。了解系统的基本组成、相互关系及主要特征等。

(3) 阅读工作原理图。

识读建筑弱电系统有时也涉及电气原理图, 电气原理图分主电路、控制电路和辅助电路等。一般主电路用粗实线绘制, 辅助电路用细实线绘制, 读图顺序是先主后辅。

主电路一般画在图幅的左侧或上方, 控制电路画在图幅的右侧或下方, 电路中的各电气设备和元件都按动作顺序由上到下、由左至右依次排列。识读主电路时, 应按从上向下的方向看, 也就是从用电设备开始按控制顺序向电源看; 识读辅助电路时, 应按自上而下、从左到右识读; 识读辅助电路时间, 应首先分析各元件的相互关系、控制关系及其动作情况, 认识辅助电路和主电路的相互关系。如果电路较为复杂, 可从多个基本电路逐个进行分析, 最终将各个不同的部分电路及各个环节综合起来进行分析。

在分析工作原理时, 可以暂时不予考虑电路中的保护环节。但涉及保护环节的分析和识读