

朱林根 主编

注册电气工程师

(建筑电气部分)

设计手册



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

注册电气工程师 设计手册 (建筑电气部分)

朱林根 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书旨在促进注册电气工程师考试培训工作的开展,为准备参加“注册电气工程师执业资格考试”而进行考前学习的考生提供一份学习参考资料,以帮助备考者取得成功。因此本书是依据最后定稿的《注册电气工程师供配电专业考试大纲》编写而成。本书按建筑电气设计内容分为11章,内容主要包括:概论;建筑供电及用电报装;10kV变配电所设计;短路电流计算;自备应急柴油发电站及其他应急电源设计;民用建筑照明工程设计;民用建筑动力配电设计;弱电系统设计;建筑物防雷设计;火灾自动报警系统设计;楼宇自动化系统设计;附录。

本书不仅是一本备考用书,对于工作在建筑电气设计、施工第一线的工程师们,更是一本难得的工具书,本书是多位有着丰富工作经验资深建筑电气专家的经验总结,对于已经取得注册电气工程师执业资格的人员不断检验、更新自己的知识结构,不断提高自身的素质和理论水平,以便提高工程的设计、施工质量,有着非常重要的意义。

图书在版编目(CIP)数据

注册电气工程师设计手册. 建筑电气部分/朱林根主编. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7-5083-2548-6

I. 注... II. 朱... III. ①电气工程-工程师-资格考核-自学参考资料②房屋建筑设备:电气设备-工程师-资格考核-自学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 078110 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005年1月第一版 2005年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 45.25印张 1117千字 1插图

印数 0001—4000册 定价 75.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

进入 21 世纪,我国经过 20 多年的改革开放,引进了大量国外先进的电工科学技术,电工的技术规范和标准制订大多已与 IEC 国际标准等同。建筑电气工程的设计、施工、安装已不像 20 世纪 50、60 年代那样简单,建筑电气正逐渐形成一个综合性很强的专业,建筑电气工程的技术含量也要求提高。本书内容涉及电量动态参数远程检测及控制技术引入用户变配电所和 220/380V 照明、动力配电系统;楼宇自动化监控管理系统;用户自备应急柴油发电机系统;弱电及信息工程各系统的自动化管理;高、低压短路电流计算及二次回路与继电保护;过电压、过电流保护、建筑物防雷等电气工程的设计和安装。

作为注册电气工程师,必须及时了解和掌握世界先进技术的发展和信息。建筑电气工程设计已进入电气化、自动化及电子时代,我们要迅速掌握模拟电路、数字电路、信息工程网络知识及其变换技术,才能适应 21 世纪的建筑电气工程设计和安装需要。同时,我国应有自己发明的具有知识产权的电工、电子设备产品,对电工领域作出我们应有的贡献。

本手册作为全国首届注册电气工程师考试前学习的参考用书,更偏重于作为注册电气工程师日常工作中对工程设计、施工安装的重要工具书,供查考之用。本手册是以注册建筑电气工程师必须具备的基本条件,即能组织和主持本手册中所编写的现代建筑电气工程项目的全部设计工作为目的而编写的,重点是设计实践。无论注册建筑电气工程师应考与否,本手册都是一部重要的工具书,至少 10 年内具有生命力。

然而,对于智能建筑,仅具有楼宇自动化检测控制管理、现场总线制及信息网络系统工程等,也不能认作就是智能建筑。因而,即使将舶来品 B.A.S. (Building Automation System) 楼宇自动化控制系统; O.A.S. (Office Automation System) 办公自动化系统; C.A.S. (Communication Automation System) 通信自动化系统;再加上一个 F.A.S (Fire Automation System) 火灾自动报警及联动系统,似乎还不足以直译智能建筑的内涵。《智能建筑工程质量验收规范》GB-50339-2003 (2003 年 10 月 1 日实施),也未曾给智能建筑作一个规范的定义。

《注册电气工程师设计手册(建筑电气部分)》的写作编审人员都是在京各甲级设计研究院的部分资深专家教授和中年研究员、高级电气设计工程师。本书编写时,以章节分工独立写作,各章之间又互相协调联系,组成一部具有时代特征的综合建筑电气设计手册,限于设定篇幅和写作时间短促,不能做到全面地阐述建筑电气工程内涵,仅只编写建筑电气当前的主要工程项目。本手册谨献给各位读者学习、工作实践中参考。不足误谬之处,诚望批评指正。

编者

2004 年 8 月

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 引言	1
第二节 建筑电气溯源及其法规建设	7
第三节 建筑电气工程的图形符号、文字符号及图纸系统内在的质量问题自检和联检	12
第四节 建筑电气工程设计概要	20
第五节 注册建筑电气工程师应有的素质和技能	23
第二章 建筑供电及用电报装	24
第一节 供电电源	24
第二节 配电网	35
第三节 供电业务扩充用电申请	39
第四节 两路 10kV 市电源有母线联络电气闭锁和环网供电分界室及自备应急发电机组的报装设计	58
第三章 10kV 变配电所设计	65
第一节 负荷分级及供电要求	65
第二节 负荷计算	71
第三节 电源及供配电系统	93
第四节 电压选择的原则及电能质量要求	99
第五节 无功补偿设计要求	108
第六节 谐波产生的原因及对电力系统的危害	110
第七节 变配电所所址选择	112
第八节 变配电所的布置	113
第九节 变配电所主要设备的选择及配置	116
第十节 油浸变压器的安装及通风	128
第十一节 干式变压器的应用与安装	130
第十二节 户外箱式变电站的应用与安装	134
第十三节 变配电所的设备布置	135
第十四节 变电所控制、测量仪表、继电保护及自动装置	135
第十五节 继电保护、自动装置、控制、信号的二次回路器件设置原则	149
第十六节 变电所操作电源	153
第十七节 专业配合要求	181
第十八节 设计简例	184

■	第四章	短路电流计算	196
	第一节	电路元件参数的换算及网络变换	198
	第二节	高压网络电路元件的阻抗	202
	第三节	高压网络的短路电流计算	206
	第四节	低压网络电路元件阻抗的计算	221
	第五节	低压网络短路电流的计算	231
	第六节	GB/T 15544—1995 三相交流系统短路电流计算特点	242
	第七节	计算例题	248
■	第五章	自备应急柴油发电站及其他应急电源设计	258
	第一节	概述	258
	第二节	应急柴油发电站的总体设计	267
	第三节	电站机房设计	274
	第四节	电站辅助系统设计	282
	第五节	电站电气系统设计	293
	第六节	其他应急电源设计	299
■	第六章	民用建筑照明工程设计概要	305
	第一节	设计前期与建筑工程主持人协调确定光源配置	305
	第二节	结合建筑装饰布灯布线	317
	第三节	平均照度计算法	320
	第四节	点照度计算法	322
	第五节	景观、泛光照明应用及设计	325
	第六节	照明线路负荷计算	331
	第七节	照明配电保护装置	333
	第八节	照明系统的接地保护	336
	第九节	超高层护航灯的设计	336
	第十节	庭院照明设计	338
■	第七章	民用建筑动力配电	339
	第一节	电动机分类	339
	第二节	交流异步电动机基础知识	343
	第三节	电动机的几种典型控制方式	350
	第四节	锅炉房动力配电	360
	第五节	高层、超高层建筑水泵站动力配电	375
	第六节	空调系统动力配电	381
	第七节	高层建筑消防动力配电	389
	第八节	高层住宅电梯动力设备配电及计算	396
■	第八章	弱电系统设计	407
	第一节	概述	407

第二节	电话通信系统	407
第三节	有线电视系统	418
第四节	公共广播系统	427
第五节	综合布线系统	436
第六节	安全防范系统	452
第七节	智能化建筑弱电系统集成	466
第九章	建筑物防雷设计	475
第一节	设计基础	475
第二节	雷电流	478
第三节	雷电的危害	487
第四节	建筑物的防雷分类及预防措施	488
第五节	建筑物易受雷击的部位和接地电阻的换算	492
第六节	住宅高层建筑物的防雷	494
第七节	建筑构件内钢筋的绑扎连接	497
第八节	分流系数	499
第九节	接闪器的选择和布置	500
第十节	避雷针的保护范围	501
第十一节	避雷线的保护范围	505
第十二节	外部防雷装置	508
第十三节	防雷击电磁脉冲	514
第十章	火灾自动报警系统设计	520
第一节	火灾自动报警系统的一般规定	520
第二节	火灾自动报警系统设计	523
第三节	消防联动控制系统设计	537
第四节	系统供电及接地	551
第五节	线路敷设	552
第六节	火灾自动报警系统的现状	553
第十一章	楼宇自动化系统设计	555
第一节	概述	555
第二节	楼宇自动化系统的构成	559
第三节	楼宇自控系统的网络结构及典型系统的控制	568
第四节	中央管理机房	585
第五节	楼宇自控系统的电源及保护	586
第六节	楼宇自控系统的设计应用	587
第七节	楼宇自控系统的现状及发展	591
附录 1	供电营业规则	593
附录 2	GB 4728/T 电气简图用图形符号 (摘编)	610
附录 3	关于印发《注册电气工程师执业资格制度暂行规定》、《注册电气工程师	

《执业资格考试实施办法》和《注册电气工程师执业资格考核认定办法》 的通知	705
附录 4 关于印发“1980 年代普通高等院校电气类专业及其相近专业目录”的 通知	713
参考文献	715

第一章 概 论

第一节 引 言

一、我国的电力增长概况

改革开放 20 多年以来,我国的电力(网络)建设,从火电、水电、核电、风力到抽水蓄能发电,已发展到一个崭新阶段。用户由过去的限制用电到计划供电,峰谷合理调度用电,发展到现在有些地区鼓励用电。发电量巨增、电压升高、西电东送、远距离输电、直流输电技术迅速发展。

据媒体报道,新中国成立的半个多世纪中,我国的电力工业平均每年以 10% 以上的速度增长。全社会用电量从 2000 年的 13466 亿 kWh 增长到 2001 年的 14682 亿 kWh、2002 年的 16386 亿 kWh,各年分别增长 10.9%、8.4%、11.6%;发电机装机容量由 2000 年的 3.19 亿 kW,增加到 2001 年的 3.38 亿 kW 和 2002 年的 3.56 亿 kW,各年分别增长 6.8%、6%、5.3%。2003 年上半年,虽受非典影响,但发电量仍以 15.4% 速度增长,达到 8521 亿 kWh。统调最高发电负荷达到 2.2 亿 kW,同比增长 2800 万 kW。到 2010 年我国水电装机容量达到 1.25 亿 kW,占电力总装机容量的 28%,水电装机容量位居世界第一,到 2015 年水电装机容量达到 1.5 亿 kW,我国将成为名副其实的世界水电大国。因而对于从事电工科技工作是大有作为的。

二、现代建筑电气工程的主要项目

现代建筑电气工程的主要项目包括:中低压用户独立式或建筑物内变配电所;220/380V 三相四线制照明、动力配电系统;用户自备应急发电机组;楼宇电气设备自动化检测控制管理及弱电各系统等分项(部)工程设计。自动化系统工程一般采用引进的先进设备,遵循本国规范、标准作优化组合综合集成,设计好各设备之间的外部接线(缆)和操作电源,确保各个系统安全、合理、经济运行。

中压变电所的电量动态参数(电压、电流、频率、功率、电能计量、功率因数、断路器通断状态等)采用模拟量变换数字量(A/D 模数转换)检测,实现计算机、模拟盘、配电柜柜面三地同步检测控制,包括高、低压断路器、隔离开关通断状态及操动机构储能等其他信号显示,配电变压器的超温、瓦斯、接地、过电流、零序、过欠压等继电保护运行工况信号远方传输显示和操作报警。以及永磁操动机构,真空断路器、SF₆ 断路器等中低压电工设备选型、计算、配套。

中压变配电所的进户电源和环网供电分界室、分界点的报装设计,设备安装平面布置图。用户第一断路器的过电流保护必须注意与上一级供电局变电所的过电流保护协调,使过电流脱扣具有选择性,过电流脱扣装置的动作电流必须由供电局来整定。计算和确定进户电缆的型号规格。高压、低压一次系统图上应标注清楚国标调度编号,并按配电系统图设计出模拟盘,以及按《供电营业规则》的规定提交供电部门审批所必须的全部图纸和资料。

当前建筑电气设备自动化检测控制系统,一般采用现场总线 Bus,利用计算机网络和通信接口技术,将分散在各个子系统中不同区域不同用途的现场直接数字控制器 DDC (data datatron computer) 连接起来,通过联网实现各个子系统中央监控级计算机(上位机)之间与子系统之间相互的信息通信,达到分散控制集中管理的功能模式。系统组成主要包括:中央操作站、分布式现场直接数字控制器 DDC,通信网络和现场就地仪表。其中通信网络包括网络控制器、连接器、调制解调器、通信双绞屏蔽线、光纤和同轴电缆,现场就地仪表包括传感器、操作模块、变送器、执行机构、调节阀、接触器等。

三、某现代建筑弱电工程及远程检测控制系统一览

- (1) 变配电所及用户自备应急发电机组各种电量动态参数及运行工况状态自动检测监控系统;
- (2) 照明自动控制系统;
- (3) 停车场自动管理系统;
- (4) 空调机组水泵排烟通风等机械设备自动控制系统;
- (5) 扩大机械设备自动控制各层平面布置图;
- (6) PABX/IVR 系统结构图(电话、收费等);
- (7) HIS System 结构图;
- (8) CATV System 电视系统;
- (9) SCS 综合配线网络;
- (10) 地下无线电再转发系统;
- (11) LAN System 局域网络系统;
- (12) WEB 服务系统;
- (13) BIS 大厦指南系统;
- (14) 出入控制及安全监视系统;
- (15) FIRE 火灾自动报警及消防联动系统;
- (16) 大厦广播系统。

注:该工程是 2500 点以上的大型 BA 系统。

四、对现代化建筑设置用户自备应急发电机组的思考

GB 50045—1995《高层民用建筑设计防火规范》,第 9.1.1 条规定:高层建筑的消防控制室、消防水泵、消防电梯、防烟排烟设施、火灾自动报警、自动灭火系统、应急照明、疏散指示标志和电动防火门、窗、卷帘、阀门等消防用电,应按现行的国家标准 GBJ 52—1983《工业与民用供电系统设计规范》的规定进行设计,一类高层建筑应按一级负荷供电。

在以往的建筑电气工程设计中,都只对上述消防用电负荷设置用户自备应急发电机组等应急电源装置。“9·11”恐怖袭击之后,2003 年 2 月 18 日 9 点 55 分,韩国大邱市地下铁道发生的纵火火灾事件,车厢内起火后,车站的电力系统立刻自动断电,地铁车站和车厢内陷于一片漆黑之中,通风机停机,两列车厢 12 节同时进站,全部被烈火浓烟包围,由于无电,车门无法打开,人们乱作一团,致使 130 多人窒息死亡,140 多人受伤,312 人失踪,这是由于火灾发生时停电造成的生命财产重大损失。2003 年 8 月 14 日美国东部和加拿大大面积长时间停电造成重大经济损失。8 月 28 日傍晚英国伦敦英格兰南部地区又发生重大停电事故,致使国家电网一个 275kV 的供电系统停电持续了 34min。而后又有意大利、法国相继发

生大面积长时间停电，以及我国上海浦东遭受雷击停电事故。2003年12月20日晚美国旧金山又发生大面积停电，致使12万户居民无电可用。2003年相继发生的世界范围大面积停电造成的生命财产损失，给人们提出了警告：现代化社会、现代化城市、现代化建筑对于电源的依赖性，一旦城市、大厦停止电源供应，高楼大厦立刻成为病楼、死楼，城市瘫痪、交通堵塞。因此，现代化社会建设的决策者、设计者要认真思考，从思想上提高认识，转变观念，提高防范意识，建立保障措施，保证在特殊情况下的应急用电。改变过去对用户自备应急发电机组“备而不用”的思想为24小时全天候热备着等用的理念，一旦接到应急发电的指令后，在15s以内发出工频电压，立刻能承载工程设计负荷。

笔者认为对于现代化社会中地处国际政治经济文化中心的高楼大厦、公共场所、交通枢纽中的火车站、地下铁道、航空港、航运码头、港口、医院、急救中心；政府办公地、公安部门、大会堂、国家信息中心、数据库；奥运会比赛馆、展览馆、影剧院、图书馆；高层密集住宅区等凡是有众人出入的地方都应考虑设置用户自备应急发电机组或其他应急电源。

2003年上半年我国仍有19个省份拉闸限电，为此能否考虑将用户自备应急发电机组做到平备结合，合理调度补充社会电力不足，也将机组处于热备用状态。况且用户自备应急发电机组的电功率呈上升趋势。例如近期建成和在建的北京嘉里中心装机1750kW，2台；中国工商银行1400kW，2台；通泰大厦1250kW，2台；LG大厦1500kW，3台；深圳国际会展中心1400kW，4台。而且单机2000kW机组已进入北京。

将用户自备应急发电机组作为基础设施来建设，就要做好自备应急柴油发电机组的机房选址、消音、通风、冷却、抗震、防火、排烟、防止污染和保护环境处理的综合设计，这也是目前自备应急发电机组设计的薄弱环节，规范、标准的制订跟不上发展速度。其中最重要的是排烟防污染保护环境和自备应急发电机组发电后防止反送电与市供电网的闭锁装置两项。目前北京新建的一些高层建筑已经将自备应急发电机组的排烟烟囱设计到大厦屋顶排出，机组冷却系统也分体设置在屋顶，以减少噪声。笔者还建议用户自备应急发电机房应远离市供电电源变电所，当发生意外爆炸事故时，保证有足够的安全距离，并要选择防火型电缆配电。应急发电机组应落地安装，设在地下最深一层为宜，排烟烟囱应直通大楼屋顶排出，加大机械通风量，发电机组的排风机电源应接在自身应急发电机上。

康明斯 Cummins 公司样本提出警告：

“美国加利福尼亚州政府第65号警告：柴油发电机排放的废气和废机油，其中某些成分可以导致癌症、生育缺陷以及再生性障碍等疾病”。“或出现毒性，谨防吞入、吸入或接触发动机的废气和废机油，尾气会中毒”。

“严禁将发电机组直接连接到建筑物的电气系统上。否则，具有危害性的电压会从发电机直接流入电力系统内部，造成电击或财产损失。电力导线只可以从得到许可的隔离开关或并列设备上引出”。意即要做好电气和机械闭锁装置。

回顾20世纪60年代，北京只有少数驻华大使馆设置自备应急发电机组，单机容量为100~200kW之间。1959年十年国庆工程也不设自备应急发电机，之后在星级宾馆、饭店开始设置自备应急发电机组，单机容量也不过是200、400、500kW之间。我国改革开放后在现代化建筑工程中用户自备应急发电机单机容量和装机容量逐年上升，单机容量已有2000kW以上。表1-1为国内外部分工程的自备应急发电机装机简况。

表 1-1

国内外部分工程的自备应急电源装机简况

工程名称	市电简介	应急柴油发电机容量 (kW)	生产厂家及型号	发电机与变压器容量比 (%)
北京新万寿宾馆	10kV 两路进线, 2500kVA	400		20.0
北京赛特大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 6400kVA	500		9.8
北京王府饭店	10kV 两路进线, 主变压器容量 8000kVA	2 × 1000		31.3
北京国际饭店	10kV 两路进线, 主变压器容量 8000kVA	630	天津发电设备厂	9.8
北京京广中心	10kV 三路进线, 主变压器容量 13600kVA	2 × 1000		18.4
深圳海丰苑大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 3000kVA	500	广州柴油机厂	20.8
深圳金融中心	10kV 两路进线	504 + 280	英国 Crusader	
深圳市发展中心	10kV 两路进线, 主变压器容量 6000kVA	1000		20.8
深圳市体育馆	10kV 两路进线, 主变压器容量 3000kVA	200	上海	8.3
深圳友谊大厦	主变压器容量 5000kVA	506	英国 Perbow	12.7
深圳罗湖大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 2520kVA	320	广州柴油机厂	15.9
深圳国际贸易中心	10kV 两路进线, 主变压器容量 10600kVA	900	美国 Caterpillar	10.6
深圳国际商业大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 4410kVA	360	英国 Perbow	10.2
深圳兴业大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 3000kVA	315	英国 Puma	13.1
深圳金城大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 5000kVA	410	美国 Caterpillar	10.3
深圳南洋大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 4500kVA	564	英国 Puma	15.7
深圳湖心大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 1260kVA	180	美国 Caterpillar	17.9
深圳德兴大厦	10kV 两路进线, 主变压器容量 4000kVA	495	美国 Caterpillar	15.5
中国科技馆	10kV 两路进线, 主变压器容量 4000kVA	400	德京工程有限公司	12.5
北京亮马河大厦	10kV 两路进线	800		
北京工商银行总行	10kV 两路进线	2 × 1400		
北京国际大厦	10kV 两路进线	415		
外交部大楼	10kV 两路进线, 主变压器容量 9000kVA	2 × 800		22.2
南京金陵饭店	10kV 两路进线, 主变压器容量 9000kVA	415		5.8
香港汇丰银行	6.6kV 两路进线, 主变压器容量 9000kVA	900		12.5
北京丽晶苑	10kV 两路进线, 主变压器容量 2500kVA	400		20.0
日本霞关大厦	22kV 两路进线, 主变压器容量为 17500kVA	2 × 1200		7.1
日本世界贸易中心	主变压器容量 15000kVA	1480		12.3
日本京王广场饭店	主变压器容量 6000kVA	500		10.4
香港华润大厦	主变压器容量 18500kVA	2 × 480		6.5
美国纽约世界贸易中心	13.8kV 四路进线, 主变压器容量 132000kVA	5 × 1000		(9.11 事件前) 4.7
美国国家银行中心	主变压器容量 19733kVA	1100 + 75		7.4
广州白天鹅宾馆	10kV 两路进线, 主变压器容量 6200kVA	2 × 500	英国 Puma(彪马)	20.2
广州华侨酒家	10kV 两路进线, 主变压器容量 1680kVA	420		31.2
广州花园酒店	10kV 两路进线, 主变压器容量 16000kVA	2 × 630	兰州电机厂	9.8

续表

工程名称	市电简介	应急柴油发电机容量(kW)	生产厂家及型号	发电机与变压器容量比(%)
北京西苑饭店	10kV 两路进线,主变压器容量 8000kVA	620		9.7
北京长城饭店	10kV 两路进线,4100kVA	750	美国 Cummins	22.9
北京昆仑饭店	10kV 两路进线,7000kVA	750		13.4
北京新世纪饭店	10kV 两路进线,8000kVA	750		11.7
北京华侨大厦	10kV 两路进线,3200kVA	320		12.5
北京华润饭店	10kV 两路进线,5000kVA	500		12.5
北京华威大厦	10kV 两路进线,6400kVA	500		9.8
北京天平利园饭店	10kV 两路进线,3000kVA	400	福州发电设备厂	16.7
北京发展大厦	10kV 两路进线,5000kVA	600		15.0
北京长富宫	10kV 两路进线,6400kVA	1000		19.5
上海国际贸易中心	10kV 两路进线,12000kVA	1200		12.5
北京嘉里中心	10kV 两路进线,15300kVA	1750(大酒店另设一台)	美国 Caterpillar	14.3
北京 LG 大厦	10kV 两路进线,22500kVA	1500 × 3	美国 Cummins	25
北京通泰大厦	10kV 两路进线	1250 × 2	美国 Cummins	
深圳国际会展中心	10kV 八路进线,44600kVA	1400 × 4		15.7

五、A.T.S.E. (Automatic Transfer Switching Equipment) 自动转换开关应用问题

(1) 20 世纪 80 年代后期国外生产的 A.T.S.E. 纷纷进入中国市场, 20 世纪 90 年代初合资、民营工厂也开始生产 A.T.S.E. 产品, 但国内还未制订对该产品的制造标准, 都以仿制为主, 产品无法认证, 设计人员在不熟悉产品技术性能的情况下盲目选用。在高层建筑、公共建筑中的一级或二级用电负荷的消防电梯; 消防水泵; 生活水泵; 排烟、送风机械; 楼宇自动控制中心; 火灾自动报警及联动系统; 走道、消防楼梯等需要应急照明的场所作为一般功率的末端负荷双路 220/380V 市电源的投切, 但设备额定电流一般较小。

作为一般功率的末端负荷, 又是两路市供 220/380V 电源作自动投切比较简单, 20 世纪 50、60 年代我们采用两台交流接触器利用其自身的辅助触头及中间继电器组合而成, 使用了几十年。

现在现代建筑工程中, 用于两路 10kV 市电源设置 10 几台配电变压器和用户自备应急发电机组 (3 台 1500kW) 发出的 220/380V 电源三路之间的大功率 A.T.S.E 自动转换应急投切, 就要专业设计人员严格认真地研究该种产品的技术特性了。对于防止用户自备应急发电机组发电后反送电于市供电网络的闭锁装置, 现在没有现成的设计图纸可借鉴, 然而国家电力部门却有严格要求, 必须提交供电部门审核, 用户自备应急发电机组的应急发电和停机指令从何处发出, 又没有明确规定。对于 A.T.S.E. 的分断能力、额定电流、过电流保护、短路保护、转换过程中过零延时等技术特性和确保安全运行, 都应是电气设计人员考虑的重要技术问题。

A.T.S.E. 能否作为用户自备应急发电机组发出的 220/380V 电源与市供 10kV 两路高压电源之间的三点自动转换投切, 电气专业设计人员应结合闭锁装置、发电和停机指令综合研究、科学分析, 经过设计实践才能作出正确结论。

(2) 中国市场上推销的 A.T.S.E. 产品不是舶来品便是仿制品, 国家质检总局已于 2002 年 12 月份颁布了 GB/T 14048.11—2002《低压开关设备和控制设备, 第 6 部分: 多功能电器 第 1 篇: 自动转换开关电器》, 2003 年 4 月 1 日实施(该标准等同于 IEC 60947.6.1—1998 IDT)。该标准开关本体分为两类, 设计人员选型时必须特别注意:

1) 第一类为 CB 级。它是由两台断路器加机械连锁组成, 具有短路保护功能。该类产品备有过电流脱扣器, 它的主触头能够分断短路电流, 但一般额定电流较小。该级产品的 A.T.S.E. 具有预定的断开时间和/或断开位置。

2) 第二类为 PC 级。该类产品为一体式结构(三点式), 它是双电源切换专用开关。具有结构简单、体积小、自身连锁、转换速度快(0.2s 以内)、安全可靠等优点, 但须另加短路保护电器, 因而该级产品只能分断/接通承载, 不能分断短路电流, 实际上是台双投开关, 因此不方便、不经济、不能带负荷操作, 没有多大用处, 它以美国产品为代表。

2003 年 4 月以前, 国内对于 A.T.S.E. 没有生产制造的技术指标, 设计选型则无可适从, 安装、维护、管理和质量验收无标准可依。2004 年 4 月 1 日以后, 颁布了 GB/T 14048.11—2002/IEC 60947-6.1: 1998 标准, 表 1-2 为该标准规定的验证短路操作能力的试验电流值和还需符合该标准 4.6.3.2 规定的试验电流。

表 1-2 验证短路操作能力的试验电流值

额定工作电流 I_N (有效值) (A)	试验电流 (有效值) (A)	额定工作电流 I_N (有效值) (A)	试验电流 (有效值) (A)
$I_N \leq 100$	5000	$500 < I_N \leq 1000$	$20I_N$
$100 < I_N \leq 500$	10000	$I_N > 1000$	$20I_N$ 或 50kA (选较小值)

注 功率因数和时间常数应按 GB/T 14048.1—2000 中表 16 规定。

(3) 结论。

1) A.T.S.E. 自动转换开关的应用, 适用于两路市网供 220/380V 电源之间的互为备用自动转换, 而且各级断路器额定电流的级差、动作时间、分断能力(要符合表 1-2 规定)、时间/电流脱扣特性曲线要匹配协调具有选择性, 相序、频率、电压等级必须作到一致才可使用, 但此项工作应由电气专业设计人员根据该产品技术参数作设计选型优化组合;

2) A.T.S.E. 作为用户自备应急发电机组的 220/380V 电源与市供 10kV 两路电源之间的应急自动切换是带特级负荷的切换, 两者容量功率相差又大, A.T.S.E. 不能直接发出应急发电和停机指令, 若采用 PC 级产品因转换过程中不带零位, 自动切换过程中应有延时要求, 是不能采用的;

3) A.T.S.E. 作为用户自备应急发电机组 220/380V 电源与市供 10kV 电源的自动应急切换, 必须提交防止自备应急发电机组电源反送电于市电网络的电气闭锁装置的接线原理图, 经市供电局主管部门的审定批准, 才能参与配电系统设备应用;

4) A.T.S.E. 在现代建筑电气工程中使用量不是很大, 因此不宜大批量生产, 也是制造商值得注意的问题。

六、数字量现场总线制楼宇自动化检测控制管理系统 (D.D.C. Building Automation System BUS)

此系统适用于上述 16 个弱电系统分项工程的设计, 对通用电工、电子产品设备作好优化组合集成及外部连接线。

建筑物内变配电所的电量动态参数; 用户自备应急发电机组的电量和物理量工况动态参数; 楼宇制冷采暖空气调节系统工况动态参数; 火灾消防报警及联动系统工况动态参数; 室内空间照明和室外景观泛光照明; 安全防范及灾害疏散广播; 停车场收费管理等系统均可采用集散型检测遥控工况动态信息参数传输, 这是注册建筑电气工程师设计手册所涉及的工程设计内容。

七、火灾自动报警及消防联动系统

该系统应有相对独立性, 又有与楼宇自动化控制的联动性, 建设各自的控制中心。采用现场总线制数字量有地址码模块的操作机构, 根据不同场合和用途设置感烟、感温、可燃气体泄漏、远红外线等探测器组成集散型检测监控系统。

本书以当前世界先进的时尚电工、电子技术产品和设备, 作好优化组合集成, 以重点工具书推出。

第二节 建筑电气溯源及其法规建设

一、建筑电气的形成

笔者从事建筑电气工程设计、施工安装 50 多年, 建筑电气在 50 多年前是没有规范定义的, 也说不清楚它的内涵, 院校不设这个专业, 自然也就没有正规的教科书了。甚至建筑一词也是由现代科技引伸出来的, 我国历来对建筑业称作营造业, 营造土木工程包括房屋、水库、桥梁、道路、水坝、铁路等建筑物和构筑物。1949 年后广大电气设计、施工安装从业人员经过 50 年的艰苦实践逐渐形成了今天综合性的建筑电气工程专业。

自从 1882 年 4 月英国人立德尔 (R.W.Little) 和狄斯 (C.M.Dyce)、罗 (G.E.Low)、魏特迈 (W.S.Wetmore) 等招股集银 5 万两, 成立上海电气公司, 并从美国购得发电设备, 在上海南京路创办上海第一家 (也是中国第一家) 发电厂, 容量为 12kW, 1893 年为上海工部局收购。从那时候起中国人第一次知道电的存在和应用, 算起来也不过 120 多年的历史。20 世纪初叶到辛亥革命成功, 全国各地官办、商办发电厂有数百家, 但大多数称谓电灯公司和电灯厂, 设备靠进口, 容量小而只作照明用电。然而, 100 多年以来电工的经典理论和电工设备、器材都是在欧美国家发现和发展的, 我们对于电工理论、电工产品只是在那里学习、认识、仿制、应用, 迄今很难找到一件具有中国人发明的有知识产权的电工产品, 没有一家权威的具有国际水平的国家级电工产品科研机构。

1949 年以后, 以现代化建设初期为例, 北京电力供应十分薄弱, 从石景山发电厂以架空线输电进入前门变电站和西城复兴门内成方街变电站, 电压是 33kV, 而城内都以架空线配电, 电压是 5.2kV, 没有地下电缆配电。

20 世纪 50 年代开始兴建的建筑物, 室内电气工程——即早期的建筑电气工程, 以 220/380V 低压照明用电为主, 每室只设置电灯一盏和一只 220V 两孔插座, 没有接地、漏电、等电位联结等安全用电的保护措施, 只强调插座距地 1.8m 高位安装, 也不可能供给像今天人

们普遍用的众多的家用电器用电,更没有都市夜景照明可说了。而50年后的今天,经过几代人的努力建设,北京高楼大厦林立,用电需求量骤增。北京电网进行了两次大规模改造,110、220kV大功率、高电压的电源,以地下输电电缆输送到了王府井大街等繁华的市中心,220kV的开闭所建设在闹市口大街。京、津、唐和大同四市500kV超高压输电线路联网,还有内蒙古500kV的电力支持,北京电力供应充足了,现代化建设得到了保障。我国的电力建设,从火电、水电、核电已发展到一个崭新阶段,用户由过去限制用电到计划供电、峰谷合理调度用电,发展到某些地区鼓励用电,而且我国的电力建设,还在大规模地进行,南水北调、西电东送,电力事业的繁荣,意味着建筑电气事业大有可为。

诚然,城市的现代化建设必须首先是电气化,而电气化必须依靠强大的不间断电力供应作支持和保证,现代化城市对强大的电力供应存在依赖性。特别是北京申办2008年奥运会成功,北京的比赛场馆建设,给建筑电气事业带来了史无前例的发展机遇。

电力供应的安全、可靠、合理运行,又必须有品质兼优的电工设备和器材,即开关电器,保护电器,输、变、配电设备和器材作后盾。高层、超高层建筑物必须要有安全、舒适、平稳的垂直运输电梯正常运行;保证日常生活用水、消防用水的水泵不断地转动,保证冬季取暖夏季空调和人人不可缺少的照明用电和其他家用电器用电;高标准的大楼还要保证智能建筑设备的供电。所以不能设想现代化的高楼大厦停止供电,停电将会使大楼变成没有生气的病楼、死楼,大楼内会出现一片混乱现象,造成不堪设想的后果。这便是建筑电气工程当今的主要功能和内涵。建筑电气是一个新兴行业,是经过我们50年的辛勤实践干出来的,它需要综合各门类的电工科技知识和建筑知识,才能运作建筑电气工程,这也是21世纪对电气工作者提出的新使命。而且建筑电气还在不断发展扩充之中,新技术的引进和应用速度越来越快。

1978年以后,我国发生了翻天覆地的变化。单说上海一地,短短20多年中兴建了象征改革开放成果的东方明珠塔,数座黄浦江大桥,世界第三高度的金茂大厦,国际会议中心,浦东国际机场,市内申字形的南北高架桥交通干线等世界一流建筑工程,国际上最先进的磁悬浮列车2003年在浦东建成投入运营,从而给建筑电气工程带来前所未有的技术要求,建筑电气工程在20世纪下半叶和21世纪的建筑工程中起着举足轻重的作用。

此外,建筑电气工程还分为强电、弱电两类:即强电是电工技术的一种基本类别,其特征是功率大、电压高、电流大。另一类为弱电,其特征是功率小、电压低、电流小。但在实际的工程和装备中两者往往又密切相关,例如,计算机弱电信号控制大功率电机传动的工业机器人和产品自动生产线。

建筑电气工程应包括:市供电源、用户自备柴油发电机等自备电源;变配电所;室内外照明;电梯、水泵、空调机组、锅炉电工设备和各种工业车间的动力系统配电及其布线;楼宇自动监控系统(总线系统)配管布线;信息系统网络布线;建筑物防雷;火灾自动报警系统及灭火设施;电视接收系统;门禁保安系统;建筑物立面照明、城市夜景照明等民用或工业建筑物和构筑物内外所有电气工程的设计、安装项目。

二、建筑电气的法规建设

(1) 1949年10月新中国刚成立时,建筑电气工程的法令、规范、标准一片空白。第一部《建筑安装工程施工及验收暂行技术规范》第十三篇《电气安装工程》是由中华人民共和国国家建设委员会于一九五六年十月一日起开始实行的,在其编制说明中写上了这样一段醒

目而有趣的话：《建筑安装工程施工及验收暂行技术规范》第十三篇《电气安装工程》是国家建设委员会委托电力工业部主编，并由重工业部、建筑工程部、第一机械工业部、煤炭工业部及轻工业部调来工程技术人员参加，在苏联专家指导下，共同编制的。

由于苏联重工业企业建造部 1955 年批准的《建筑安装工程施工及验收技术规范》第十三篇《电气安装工程》尚未出版。为适应全国基本建设的需要，决定先依据下列蓝本编出使用：

1) 苏联重工业企业建造部 1946 年批准的《一般建筑及特殊工程施工验收技术规范》第三卷《电气安装工程》；

2) 苏联电站部 1950 年批准的《电气设备安装工程》及一九五三年所发关于该规程修正补充的通报。……

笔者至今还保存着上述“古本”，并且认为要想追溯我国建筑电气发展的历史应从这时候开始，但书中却没有“建筑电气”一词，不知还有何别的出处。同时也记录着我国建国初期是全面仿苏、学习苏联先进经验的。

(2) 中华人民共和国城乡建设环境保护部于 1984 年 3 月 1 日起批准试行（内部发行）的 JGJ 16—1983《建筑电气设计技术规程》，这是在国家部委批准的技术规程上第一次正式采用“建筑电气”这一名称。以后在该规程的基础上改名为 JGJ/T 16—1992《民用建筑电气设计规范》，中华人民共和国建设部批准为推荐性行业标准，于 1993 年 8 月 1 日起施行至今整整 10 年，目前正在修订之中。

(3) 2004 年正值首届注册电气工程师考试，笔者罗列以下现行的国家法令、规范、标准，无论是作建筑电气工程设计或施工安装，还是参加注册电气工程师应试，都必须不折不扣地遵循和执行，也是注册建筑电气工程师必须具备的执业基本条件。

三、1996 年颁布的中华人民共和国电力法等法规

建筑电气设计必须严格执行 1996 年 4 月 1 日颁布的中华人民共和国电力法等七部国家级、部级法规。电力法是我国建国 47 年后第一部完整的法规，用来规范社会主义市场经济条件下的宏观调控和行业、部门之间电力建设及供需配电的有序经营管理。这些法规对电力建设的规划设计、施工图设计、施工安装、质量监督、维护管理等运行操作作出了详细具体的规定。因此建筑电气设计必须遵循电力法等法规和与电气工程相关的设计规范和标准，增强法制观念，维护社会主义市场经济条件下建设、设计、施工安装、维护管理四个方面的正常协作关系，保障社会主义现代化电力建设高质量、高速度进行。以《供电营业规则》为例，它是电力建设，申请用电，输、变、配电工程设计的主要依据和具体工作的指导方针。对于供配电的维护管理，上岗执业，法律诉讼、公证都有明确规定，也是建筑电气设计工作必须遵循的法律文件。

国家颁布的现行主要电气法规的名称和施行日期开列如下：

- (1) 《中华人民共和国电力法》1996 年 4 月 1 日起施行；
- (2) 《电力供应与使用条例》1996 年 9 月 1 日起施行；
- (3) 《供用电监督管理办法》1996 年 9 月 1 日起施行；
- (4) 《供电营业区划分及管理办法》1996 年 9 月 1 日起施行；
- (5) 《用电检查管理办法》1996 年 9 月 1 日起施行；
- (6) 《居民用户家用电器损坏处理办法》1996 年 9 月 1 日施行；