

建筑电气新技术丛书

建筑电气工程基础 与IT技术应用

中国建筑学会建筑电气分会 主编

中国建筑工业出版社

建筑电气新技术丛书

建筑电气工程基础与 IT 技术应用

中国建筑学会建筑电气分会 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑电气工程基础与 IT 技术应用/中国建筑学会建筑电气分会主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
(建筑电气新技术丛书)
ISBN 978-7-112-11210-4

I. 建… II. 中… III. 房屋建筑设备: 电气设备
IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 152501 号

建筑电气新技术丛书

建筑电气工程基础与 IT 技术应用

中国建筑学会建筑电气分会 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 12 $\frac{1}{4}$ 字数: 350 千字

2009 年 11 月第一版 2009 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-11210-4
(18421)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书是建筑电气新技术丛书的第一分册。本书共分四篇，第一篇主要是建筑电气的概论和最新发展动向，第二篇介绍了建筑电气中必须用到的规范和标准，第三篇详细讲解了建筑物电气装置标准（包括电气装置的安全保护、选择和安装以及特殊装置或场所的要求等），第四篇讲解了 IPv6 技术和它的应用。

本书主要供建筑电气工程领域技术人员和管理人员使用，也可供高等学校相关专业师生参考。

* * *

责任编辑：刘 江 张 磊

责任设计：赵明霞

责任校对：兰曼利 陈晶晶

编委会名单

主编：洪元颐

编委（按姓氏笔画排序）：

丁杰	马莎	王兆宏	王金元	王素英
王厚余	王燕峰	王勇	方磊	史永军
石萍萍	叶明	付胜权	牟晓生	孙成群
刘希清	刘屏周	刘侃	刘叶语	刘薇
刘寅颖	刘倩	刘伟	刘式良	孙牧海
戎一农	孙兰	孙金元	朱峰	朱立彤
朱江	孙先利	任红雷	杜毅威	杜金城
杨维迅	杨国胜	杨自佑	杨德才	杨守权
杨春龙	李道本	李祥发	李秀林	李加洪
李天奎	李义	李元贵	李允俊	李宏毅
陈汉民	陈建飏	陈众励	陈慈萱	陈杰甫
张文才	张艺滨	张环	张涓笑	张良洪
张野	张青虎	张跃	张浩	张振昭
张元芳	张昕	沈伟斌	吴献	金巍
周群	林卫东	郑朝晖	范君龙	武全力
姜国良	皇甫炳炎	贺湘琨	姚家祎	赵汝成
姚梦明	姚赤飏	施巨岭	段宏博	高小平
郭庭友	袁樵	黄春京	黄吉文	黄引达
黄妙庆	崔大志	逢京	谢哲明	葛大麟
程春晖	韩金兰	韩丽	鲍世隆	熊凡
喻剑辉	龚增	雷宁秋	詹庆旋	魏志刚

前 言

建筑电气新技术丛书即将向全国读者印出版了，对于建筑电气界来说这是一件大好事。

“建筑电气”广义的解释是：建筑电气是以建筑为平台，以电气技术为手段，在有限的空间内，创造人性化生活环境的一门应用学科。

建筑电气狭义的解释是：在建筑物中，利用现代先进的科学理论及电气技术（含电力技术、信息技术及智能化技术等），创造一个人性化生活环境的电气系统，统称为建筑电气。

我们在编著建筑电气新技术丛书时，考虑到在“建筑电气”的范围广阔，项目繁多，特别是新技术层出不穷，尽可能不遗漏全面一些。丛书共分六册，即：《建筑电气工程基础与 IT 技术应用》、《建筑供配电新技术》、《建筑照明》、《智能建筑新技术》、《电磁兼容技术与防雷接地》、《电气节能与太阳能应用技术》。

本卷是以中国建筑学会建筑电气分会的第七届理事会部分领导成员洪元颐、张文才、王金元、杨维迅、陈建飏、陈众励、杨德才、陈汉民，并邀请了我国电气领域的老专家：王厚余、贺湘琨、刘希清、詹庆旋、刘屏周、王素英、李道本、姚家玮、黄妙庆、杨守权、张艺滨等，以及诸多方面的专家领衔编纂而成的，他们有孙成群、王勇、张野、孙牧海、张涓笑、高小平、龚增、黄春、刘侃、戒一农、施巨岭、张跃、方磊、陈慈萱、孙兰、张昕、叶明、姚梦明等；此外许多同仁帮助做了很多校阅工作，他们有杜毅威、葛大麟、石萍萍、李宏毅等等；这项巨大的工程是大家辛劳地一砖一瓦堆砌起来的，在此我向七十余名作者及方方面面给予我们支持的同仁致以深深的感谢。

洪元颐

尊敬的读者：

感谢您选购我社图书！建工版图书按图书销售分类在卖场上架，共设22个一级分类及43个二级分类，根据图书销售分类选购建筑类图书会节省您的大量时间。现将建工版图书销售分类及与我社联系方式介绍给您，欢迎随时与我们联系。

★建工版图书销售分类表（见下表）。

★欢迎登陆中国建筑工业出版社网站www.cabp.com.cn，本网站为您提供建工版图书信息查询，网上留言、购书服务，并邀请您加入网上读者俱乐部。

★中国建筑工业出版社总编室

电 话：010—58934845

传 真：010—68321361

★中国建筑工业出版社发行部

电 话：010—58933865

传 真：010—68325420

E-mail: hbw@cabp.com.cn

目 录

第一篇 概 论

第一章 建筑电气概论.....	1
第一节 建筑电气的概念.....	2
第二节 建筑电气最新动态综述.....	5
第二章 综述	27

第二篇 建筑电气的规范及标准

第三篇 建筑物电气装置标准

第一章 概述	44
第一节 国际电工委员会 (IEC) 介绍	44
第二节 IEC TC64 的组成和制定的标准	48
第三节 中国的标准化管理	56
第四节 低压电气装置常用术语和定义	63
第二章 电流通过人体的效应	73
第一节 人体的阻抗	73
第二节 15~100Hz 范围内正弦交流电流的效应	80
第三章 低压电气装置基本原则	87
第一节 范围	87
第二节 基本原则	89
第三节 设计	91
第四节 电气设备的选择	95
第五节 低压电气装置的安装和校验	96

第四章 建筑物电气装置的安全保护	98
第一节 电击防护	98
第二节 热效应防护	140
第三节 过电流防护	144
第四节 过电压防护	167
第五节 信息技术 (IT) 设备的抗电磁干扰	181
第五章 电气设备的选择和安装	194
第一节 通用规则	194
第二节 电气线路	202
第三节 保护、隔离、通断、控制和检测电器	218
第四节 接地装置、保护导体和等电位联结导体	239
第五节 低压发电设备	256
第六节 安全设施	261
第六章 特殊装置或场所的要求	270
第一节 浴室	270
第二节 桑拿浴室	276
第三节 游泳池和喷水池	278
第四节 施工场所	287
第五节 狭窄的可导电场所	289
第六节 医疗场所	291
第七节 展览场所	303
第八节 游乐场所	306

第四篇 建筑电气工程中的 IT 技术

第一章 IP 技术	311
第一节 IP 技术概要	311
第二节 IPv4 的特点	312
第三节 IPv6 的特点	312
第四节 IPv4 和 IPv6 的比较	313
第二章 BA 系统的特征分析	316

第一节	BA 系统概要	316
第二节	BA 系统的分类	317
第三节	BA 系统的特征	322
第四节	BA 系统的综合信息管理	327
第三章	BA 系统网络的 IP 化	330
第一节	BA 系统网络化概述	330
第二节	LonWorks 现场总线	331
第三节	BACnet 现场总线	335
第四节	控制系统的网络化综合管理	341
第五节	IPv6 技术在楼宇系统中的应用	342
第六节	小结	344
第四章	BA 系统的网络结构	345
第一节	概要	345
第二节	非开放式 BA 系统网络	347
第三节	开放式 BA 系统网络	348
第四节	综合型开放式 BA 系统网络	349
第五章	综合型开放式 BA 系统网络协议	351
第一节	概要	351
第二节	综合型开放式 BA 系统网络的必要功能	353
第三节	综合型开放式 BA 系统网络通信协议技术	358
第六章	IP 技术应用实例	362
第一节	IPv6 技术在北京奥林匹克项目中的应用	362
第二节	IPv6 技术模型的实现	365

第一篇 概 论

第一章 建筑电气概论

建筑电气技术的发展,是与电气科技发展同步的。自从改革开放以来,我国与国际上有着广泛的技术交流,国际上许多先进的新产品、新技术不断涌入中国建筑市场,使建筑电气行业迈出了新的一步。尤其是信息技术的发展,如计算机技术、控制技术、数字技术、显示技术、网络技术以及现代通信技术的发展,使建筑电气技术实现了飞跃。从 20 世纪 70 年代末期的南京金陵饭店开创高层建筑国内外合作设计先例开始,相继在广东、深圳、上海、北京等地陆续建设了一批高层建筑。广大设计单位都感觉到建筑电气技术的发展速度之快,是闭关自守多年的设计者所始料不及的。通过与国外同行的交流,引进新产品、新技术并应用到建筑领域中来,促进和加快了我国的建筑电气技术的进步。

伴随建筑技术的迅速发展和现代化建筑的出现,建筑电气设计的范围已由原来单一的供配电、照明、防雷和接地,发展成为近代物理学、电磁学、电子学、光学、声学等理论为基础的应用于建筑工程领域内的一门新兴学科,并逐步应用新的数学和物理的新理论,结合电子计算机技术及信息技术向综合应用的方向迈进。这不仅使建筑物的供配电系统实现了自动化,而且对建筑物内的给排水系统、空调制冷系统、自动消防系统、保安监控系统、通信及闭路电视系统、经营管理系统等实现了最佳控制和管理。因此,建筑电气已经成为现代电气科学领域中的一个重要部分,同时建筑电气也成为现代电气科学发展的一个重要标志。

第一节 建筑电气的概念

建筑电气多年来没有规范的定义,更说不清楚它的内涵。广大电气设计及施工安装从业人员经过了多年的艰苦实践和科学的探索形成了今天综合性的建筑电气工程学科。

“建筑电气”广义的解释是:建筑电气是以建筑为平台,以电气技术为手段,在有限空间内,为创造人性化生活环境的一门应用学科。

“建筑电气”狭义的解释是:在建筑物中,利用现代先进的科学理论及电气技术(含电力技术、信息技术及智能化技术等),创造一个人性化生活环境的电气系统,统称为建筑电气。

一、电气技术组成

(一) 电力技术

电力系统是指以提供电能和使用传输电能为目的的电路及其相关线路。一般来说其处理对象是电力能源,其特点是电压高、电流大、功率大、频率低。它把发电厂的电力供给用户,把各类型发电厂、变电所和用户连接起来组成发电、输电、变电、配电和用户的整体。因此,电力系统又通常称为供电系统或输配电系统。输、配电线路和变电所是连接发电厂和用户的中间环节,是电力系统的一部分,称为电力网。在电力系统中,直接供电给用户的线路称为配电线路。如果是 380/220V,则称为低压配电线路。把电压降为 380/220V 的用户变压器称为用户配电变压器。如果用户是高压电气设备,这时的供电线路应采用高压配电;连接用户配电变压器及其前级变电所的线路也称为高压配电线路。以上所指的低压,是指 1kV 以下的电压。1kV 及以上的电压统称为高压。一般还把 3kV、6kV、10kV 等级的电压称为配电电压,把高压变为这些等级电压的降压变压器称为配电变压器;接

在 35kV 及其以上电压等级的变压器称为主变压器。因此，配电网是 10kV 及以下的配电线路和配电变压器所组成的。它的作用是将电力分配到各类用户。“建筑电气”中的电力系统指 10kV 及以下的配电网，而发电、高压供电网则不属于“建筑电气”范畴。

（二）信息网及各类楼宇智能系统

信息网及各类楼宇智能系统通常指计算中心、电话、广播、电视、机电设备自控、计算机网络、火灾自动报警等系统，它们是体现建筑现代化的重要组成部分，相当于人体中的大脑及神经系统。但是“建筑电气”范畴不包括电话局、电视台、网站等中心机房。“建筑电气”所包含的是这些系统的终端用户层。

二、建筑电气的重要特征

由于建筑电气是人们在建筑中接触最为密切的电气系统。“人性化”是建筑电气的最重要特征。建筑电气是直接为人的生活服务的，人的需要就是建筑电气存在的根本。特别表现在如下几个方面：

（一）保证使用者的安全可靠

这是对建筑电气的首要技术要求。在民用建筑中操纵电气设备的一般不是专业电气技术人员，所以对触电的防范就显得非常重要。触电是指电流通过人体或动物体而引起的病理、生理效应。触电分为电伤和电击两种伤害形式。电伤是指电流对人体表面的伤害。它往往不致危及生命安全；而电击是指电流通过人体或动物体内部直接造成对内部组织的伤害，它是具有危险性的触电伤害，往往会导致严重的后果。

触电对人体的电击可分为直接接触电击和间接接触电击。直接接触电击是指人体直接接触电气设备或电气线路的带电部分所遭受的电击。直接接触电击的特征是人体接触电压所形成的触电电流。直接接触电击带来的危害程度是最为严重的。其所形成的人体的触电电流总是远大于可能引起心室颤动的极限电流。而间

接接触电击是指电气设备或电气线路绝缘损坏发生单相接地故障时,其外露部分对地带故障电压,人体接触此带故障电压电气设备或电气线路外露部分而遭受的电击。间接接触电击主要由于接触电压或跨步电压导致人身伤亡的。

直接接触保护是指阻止接触在正常工作条件下带电的部件。直接接触保护可分为:完全直接接触保护;局部的直接接触保护;通过故障电流(剩余电流)保护装置的补充保护。防止间接接触电击通常有以下的技术措施:合理选自动切断电源保护(包括采用剩余电流保护装置)并辅助等电位连接;使工作人员不致同时触及两个不同的电位点;使用双重绝缘或加强绝缘;采用局部等电位连接;采用电气隔离等。

(二) 高灵活性

频繁而随意的操作是人性化的一个突出表现,但这给电气及电气技术提出了极高的要求。合理设计建筑电气的各个系统和运用先进的电气设备对满足建筑功能要求及节约基建投资是极为重要的。即:要根据电气系统的要求,保证在各种运行方式下提高供电的连续性;要使电气系统力求简单、明显、没有多余的电气设备;投入或切除某些设备或线路的操作方便;避免误操作,处理事故也能简单迅速。灵活性还表现在具有适应发展的可能性,特别是末端的电气设备必须满足操作的随意性。

(三) 可持续发展性

由于各种新技术的迅速发展,特别是智能化技术在建筑电气技术的应用;以及家用电器技术的日新月异,各种新功能演变使人们目不暇接;尤其是网络化通信技术的发展,人类开始步入信息化时代;可持续发展的远瞻性是万万不可忽视的。这样才能使建筑的功能适应时代发展的脚步,而时代的发展无时不以人的意志为指向,可持续发展也充分显示了“人性化”这个主题。

(四) 安全私密性

通信技术的发展是以“人为”的主题进行的,人类的信息传达是指挥整体运动的基础。诸多因素都会影响“信息”的“正

确”性，当然这里的因素既包括有“人为”的也包括“外界非人为”的。但无论哪种形式都必须排除，安全的保障是时时刻刻、方方面面的。只有这种安全性，技术才能具有发展的优势。

总之，随着科技的发展，尤其是计算机技术的广泛应用，建筑的功能日益丰富，建筑电气也日益体现出以电能、电气设备、计算机技术和通信技术为手段，创造、维持和改善室内空间的电、光、热、声以及通信和管理环境的一门科学，使建筑物更充分地发挥其特点，实现其功能的作用。

第二节 建筑电气最新动态综述

经过多年的发展，建筑电气已经建立了自己完整的理论和技术体系，发展成为一门独立的学科。主要包括：建筑供配电技术，建筑设备电气控制技术，电气照明技术，防雷、接地与电气安全技术，现代建筑电气的智能化，自动化技术，现代建筑信息及传输技术等。本书就以上技术内容作了全面的介绍，这里就不仔细叙述了。

近几年建筑电气技术的发展特别快，这里把一些重要的内容概括地回忆如下：

一、建筑工程中压配电系统

建筑工程中其电源一般是来自城市电网，往往中压配电系统是建筑工程中的中心。

中压配电系统是指向民用建筑供电的用户终端配变电所、用户中压开关站及配电系统，直接作为电力系统的用户单位，为该工程的中压变电设备、电动机等中压用电设备供电。

建筑工程中采用中压供电的用户面很宽，用电设备的设备容量从 100kW、变压器容量从 50kVA 以上至设备容量数万 kW 及变压器容量数万 kVA。

建筑工程的用户终端配变电所的电源进线系根据用户用电负

荷对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成损失或影响的程度来分级；电力系统的供电环境及自备发电设备确定。

建筑工程的中压配电系统多采用树干式配电、放射式配电、环式配电。

建筑工程的用户终端配变电所的电能计量可采用“高供高计”及“高供低计”。

民用建筑工程中，合理用地使配变电所有相当大比例设在地下层、避难楼层及设备楼层。

民用建筑工程中，适应防火需要大量采用干式变压器、真空断路器、难燃性电容器、环氧树脂全密封浇铸的电压互感器、环氧树脂浇铸的电流互感器等不带可燃性油的中压配变电设备。

建筑工程的中压配电装置大量采用开关及操作机构、继电保护、测量、信号、网络通信装置等组成的户内型中压成套开关设备（高压开关柜）。

在短短二十多年中，这些系统的技术和产品发生了巨大的变化，许多设计的理念也随之发生了巨大的变化。例如高压系统中的高压开关柜，其最早采用的断路器为油断路器，后逐渐发展到少油断路器，不仅体积大，而且不防火。所配置的高压开关柜体积大，还必须独立设置在自己的隔间内，占用了很大的建筑面积。现在所采用的真空断路器和 SF₆ 断路器，不仅体积小，而且短路容量也高，柜体尺寸也比原来的柜子小了许多，由于断路器无任何油，防火性能大大提高，并且可以与其他低压设备共置一个房间内，既节省了空间，又方便了管理。

二、建筑低压配电系统

低压配电是指电压小于 1000V 的配电系统。低压配电系统有如下基本要求：变电所的位置应尽可能接近负荷中心；满足用电负荷对电能质量的要求；达到电力部门所要求的功率因数等，特别是满足用电负荷对电能可靠性的要求。

电力配电系统，概括地讲，可分为五个层次。第一层次是传

输层次,即实现电力配电系统用电设备的有线传输;第二层次是保护层次,即实现电力配电系统的各级保护;第三层次是控制层次,即实现电力配电系统的各级控制;第四层次是计量层次,即实现电力配电系统的计量;第五层次是安全防护层次,即电力配电系统在实际过程中,实现保证电力配电系统和人身隔离。在建筑电力系统中的五个层面在低压配电及控制系统要和中压配电系统构成统一的整体。

建筑电气是电气技术、自动化控制技术、计算机技术以及信息处理技术与建筑艺术有机结合的产物。又要确保其安全性,还必须具备足够方便舒适的多功能空间,因此,建筑设备、尤其是建筑电气设备也随之趋于多样化、复杂化和现代化,从供配电到传动控制、照明到安全防范、建筑智能化等以及它们的设计、安装施工、维护管理等诸多方面,内容广泛而越来越复杂,特别表现在低压配电系统中。为了解决这些技术难点,中国建筑学会建筑电气分会在近几年来召开了一系列全国性的技术研讨会。这里举个别例子来介绍。

(一) ATSE 技术的研究

2006年4月中国建筑学会建筑电气分会在北京友谊宾馆召开了针对ATSE的专项技术研讨会,随着建筑电气技术科技水平的发展,近几年来在低压配电系统中,一种新型的电器产品——自动转换开关电器(ATSE)得到了广泛的应用,主要是用于监测电源电路,从而完成双电源系统的切换。

使用ATSE的负荷都是重要负荷,至少是二级负荷。因为ATSE用在配电系统的核心部位,所以分析ATSE的可靠性是十分必要的。目前,ATSE产品还没有纳入CCC强制性安全认证中来,但由于建筑电气技术的快速发展又产生了贮备电源间切换的产品需求,而且市场ATSE产品的需求缺口又很大,矛盾就由此产生,这点也是我们需要非常重视的问题。

1. 操作程序

监测电源电路,并将一个或几个负载电路从一个电源自动转