

## 内 容 提 要

本书为《智能建筑工程技术丛书》之一。该丛书系统、完整地介绍了智能建筑工程的设计、施工与验收技术，并以工程实用、兼顾适量的基本理论知识为根本出发点，以指导工程的设计、施工与验收，从而确保工程质量。

本书对智能建筑的智能化供配电系统进行了详细介绍，主要内容包括：智能化供配电系统的供电方案、节电措施、设计和制造、安装施工、电力电缆敷设、通信网络系统安装、供配电监控系统安装、施工质量的控制及验收以及如何处理好强弱电间的关系。

本书适用于智能化供配电系统工程设计、安装施工、系统检测、系统验收、系统集成、运行管理以及物业管理等工程技术人员和管理人员阅读，也可用作建筑工程类相关专业的教材和教学参考书及智能建筑技术培训教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

智能化供配电工程/建设部科技委智能建筑技术开发推广中心，中国建筑业协会智能建筑专业委员会组编；郑清明编著. —北京：中国电力出版社，2007

(智能建筑工程技术丛书)

ISBN 978-7-5083-5803-1

I. 智… II. ①建…②中…③郑… III. ①智能建筑②供电③智能建筑④配电系统 IV. TU852

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 083036 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>)

印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2007 年 月第一版 2007 年 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 347 千字

印数 00001—00000 册 定价 0.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

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

《智能建筑工程技术丛书》

## 编 委 会

主 任 徐正忠

副主任 黄久松 张公忠 郭维钧 毛剑瑛

委 员 (按姓氏笔划排序)

张成泉 张 宜 陈 龙 郑清明

赵哲身 查树衡 祝敬国 濮容生



多少世纪以来，建筑师、工程师们在继承人类建筑历史文化的同时，不断运用新的科技成果，建造了具有时代气息的，体现当代社会生产力水平丰富多彩的建筑，为人们安居乐业提供了最重要的物质保障，同时构成了地球上一道璀璨的风景区。这一切不仅是人类艺术创作的硕果，也是人类科学创造的结晶。回顾历代建筑实践，使我们越来越深刻地认识到建筑是艺术和科技的结合。这一结合的日趋完美，反映了人们对良好人居环境的不懈追求。

人们对建筑物的基本要求是防寒避暑，防止外来侵害，保护隐私，提供饮食起居空间和工作环境。在我国经济不发达的时期，增加建筑的空间尺度几乎成了人们的第一追求，这种状况一直延续了很长时间。进入 20 世纪晚期，我国社会政治经济和科学技术飞速发展，与此同时，自然而然地，人们对居住、工作环境的需求发生了质的飞跃。人们热切希望通过拓展建筑物的功能，满足不断增长的对安全性、宽裕度、舒适度、使用效率等的需要，这样“智能建筑”便应运而生。我们清醒地看到，这一追求必然和我国自然资源紧缺、人口压力巨大构成突出的矛盾。因此，树立科学发展观，最大限度地采用先进适用的科学技术开发、提高建筑功能和质量，来实现上述目标，就成为一种必然的选择。可喜的是，近 20 年来，随着各类不同用途建筑的大量建设，控制技术、计算机技术、通信技术和现代建筑技术紧密结合，建筑智能化技术逐步发展，建筑物的智能化管理也提上日程，各类建筑和居住小区智能化工程发展迅速。我们欣喜地看到，建筑智能化技术使传统的建筑发生了新的飞跃，赋予了现代建筑新的内涵，大大提升了建筑品质，不断改善甚至更新了人们的工作、生活环境，智能建筑展现了广阔的发展前景。

如前所述，我国智能建筑的发展虽然起步较晚，但已经取得了长足的进步，智能化系统在体现以人为本的精神、改善人们的工作和生活环境等方面已发挥了重要作用，在建设资源节约型、环境友好型社会的实践中做出了重要的贡献。

为认真总结我国智能建筑发展十年来的理论与实践，推广智能建筑的经验，由我国一批智能建筑专家共同编写了《智能建筑工程技术丛书》。我认为这是一项十分有益的工作，相信《丛书》的出版对促进智能建筑的快速、健康发展必将起到积极的作用。

郑一军

（建设部原副部长、中国建筑业协会会长）



20 世纪 80 年代以来，我国经济建设与科学技术高速发展，大大推进了建筑技术水平的提高。伴随着计算机的普及和信息产业的发展，在建筑业出现了智能建筑，而随着人们生活水平的不断提高，智能建筑得到了迅猛发展，并已成为 21 世纪建筑业的发展主流。它给传统建筑加上了“灵敏”的神经系统和“聪明”的头脑，提高了人们的居住质量，给住户带来了多元化信息和安全、舒适、便利的生活环境。智能建筑作为综合国力与科技水平的具体体现，其特点与优势明显，市场前景十分广阔。

智能建筑的发展，引起了我国政府主管部门的高度重视，1996 年 5 月，建设部科学技术委员会为引导建筑智能化技术的正确发展，及时成立了“建设部科技委智能建筑技术开发推广中心”，组织相关行业的专家深入工程实际共同研究、交流、协调并加以推动。多年来，在政府主管部门的指导和同行的共同努力下，智能化系统已成为建筑物的必配系统，建筑智能化技术的发展已有相当高的水平，大大提升了建筑和居住区的功能和管理水平。在降低建筑能耗、改善人们工作和生活环境等方面发挥了重要作用。在工程实践中，也锻炼出了一批经验丰富、工程能力强的专业技术队伍，智能建筑产品的国产化水平逐步提高。

为此，“建设部科技委智能建筑技术开发推广中心”与“中国建筑业协会智能建筑专业委员会”共同组织国内知名建筑智能化技术专家编写了本套《智能建筑工程技术丛书》。各分册主要编写人员为：

- |             |     |
|-------------|-----|
| 《楼宇自动化工程》   | 祝敬国 |
| 《安全防范工程》    | 陈 龙 |
| 《消防工程》      | 濮容生 |
| 《综合布线工程》    | 张 宜 |
| 《信息网络工程》    | 查树衡 |
| 《智能化供配电工程》  | 郑清明 |
| 《机房工程》      | 张成泉 |
| 《智能建筑控制与节能》 | 赵哲身 |
| 《社区数字化工程》   | 毛剑瑛 |

本丛书较系统、完整的介绍了智能建筑工程的设计、施工与验收技术，并以工程实用型，兼顾适量的基本理论知识为根本出发点，以指导工程的设计、施工与验收，从而确保工程质量。希望各单位在使用过程中对本书提出宝贵意见，以使本丛书不断改进，日臻完善。

在此谨向为编审本丛书做出贡献的各位专家和支持这项工作的领导们深表谢意。

建设部科技委智能建筑技术开发推广中心 主任  
中国建筑业协会智能建筑专业委员会

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes. The signature is positioned to the right of the text above it.



智能建筑工程技术丛书

智能化供配电工程

## 编者的话

电力是建筑物最主要的能源来源，可靠和连续地供电是智能建筑得以正常运转的前提。与常规的供配电系统相比，智能化的供配电系统能自动、连续、实时地监控所有变、配电设备的运行/故障状态和运行参数，还具有故障的自动应急处理能力，因此它的可靠性更高，供电连续性更好。可以做到变电站无人或少人值守，并能提高电能的利用率，实现最大限度的节能。智能化供配电系统是智能建筑不可缺少的重要组成部分。

常规供配电系统的设计已有很多的标准、文章、资料可循。近年来随着智能化供配电系统越来越多地得到应用，相关的论文和介绍也越来越多。但是，详细、具体地对智能化供配电系统的设计、施工、验收和调试进行系统阐述的专著还很少。本分册的出版可以为从事智能化供配电系统的设计、施工和质量控制的工程技术人员以及相关专业的学生弥补这方面的不足。

在本分册中，首先对智能化供配电系统的方案制定、设计、制造、安装施工和质量控制进行了具体的分析和叙述。除常规的变、配电设备外，对智能化供配电系统与常规的供配电系统的区别给予了特别的关注。其次，还具体阐述了如何处理好强弱电间的关系，确保系统的安全可靠应采取的措施。然后，就智能化供配电系统如何接入建筑设备管理系统（BMS）与其他智能化系统融为一体以及它如何为建筑节能服务进行了分析。最后介绍了几种不同类型智能化供配电系统的工程实例。

在本分册的编著过程中，参考和引用了许多国家标准，详见附录。本书的第三章由杨震宁工程师撰写，其余各章均由郑清明撰写，全书由郭维钧教授审阅。此外，还有许多专家学者，特别是建设部科技委智能建筑技术开发推广中心和中国建筑业协会智能建筑专业委员会的领导和专家给予了许多的指导和帮助。在此对他们表示衷心的感谢。

编者

2007年1月



智能建筑工程技术丛书

智能化供配电工程

# 目 录

序	
前言	
编者的话	
第一章 智能建筑的供配电系统	1
第一节 智能化供配电系统概述	1
第二节 智能建筑对供电系统的要求	2
第三节 智能建筑的总体供电方案	3
第四节 智能建筑的节电措施	6
第二章 智能化供配电系统的设计	7
第一节 智能化供配电系统的功能和特点	7
第二节 智能化供配电系统的分类	12
第三节 智能型变电站的设计	17
第四节 自备电源及不间断电源系统的设计	26
第五节 智能型低压配电系统的设计	34
第六节 供配电系统的保护与电气测量	42
第七节 供配电监控管理系统的设计	52
第八节 智能建筑与智能化供配电系统防雷与接地的设计	80
第三章 智能化供配电系统的安装施工	104
第一节 智能型变电站变压器和箱式变电站的安装施工	104
第二节 智能型变电站配电设备的安装施工	108
第三节 母线的安装施工	113
第四节 电力电缆的敷设	117
第五节 二次回路接线的敷设	122
第六节 通信电缆的敷设	124
第七节 自备电源及不间断电源系统的安装施工	127
第八节 供配电监控系统的安装施工	130
第九节 智能化供配电系统防雷设施和接地装置的安装施工	136
第四章 智能化供配电系统施工质量的控制与验收	143

第一节	智能型变电站变压器和箱式变电站施工质量的控制与验收	143
第二节	智能型变电站配电设备施工质量的控制与验收	147
第三节	低压电器设备安装施工质量的控制与验收	152
第四节	母线安装施工质量的控制与验收	154
第五节	电力电缆敷设连接施工质量的控制与验收	160
第六节	电缆头制作、连接施工质量的控制与验收	164
第七节	电缆桥架安装和桥架内电力电缆敷设施工质量的控制与验收	167
第八节	备用和不间断电源安装施工质量的控制与验收	169
第九节	供配电监控系统设备安装施工质量的控制与验收	173
第十节	通信网络系统安装施工质量的控制与验收	182
第十一节	防雷及接地装置安装施工质量的控制与验收	191
第五章	智能化供配电系统的工程实例	202
第一节	集中式监测型智能化供配电系统	202
第二节	集中式半控型智能化供配电系统	205
第三节	分布式全控型智能化供配电系统	207
第四节	分布式全控型智能化供配电系统	210
第五节	集中式能源管理系统	211
附录	常用相关标准	217



# 智能建筑的供配电系统

电能是智能建筑使用的主要能源。与常规的建筑相比智能建筑往往是比较重要的建筑物。除常规的建筑设备外，智能建筑还配置有众多的智能化系统，因此智能建筑对供配电系统的要求较一般建筑物高许多。它不仅对供电的可靠性要求很高，而且对电能质量的要求也大大提高。此外，如何做到最大限度地节电以及充分利用可再生能源，使智能建筑成为节能环保的绿色建筑等也是当今智能建筑的供配电系统应该完成的重要任务。而构建符合上述要求的智能化供配电系统是最好的解决办法。为此，正确地选择并确定智能建筑的总体供电方案对于保证日后智能建筑的正常运转和节省建设投资与运行费用是非常重要的。

## 第一节 智能化供配电系统概述

从 20 世纪 80 年代中期开始经过 20 年的发展，在工业发达国家已逐步形成了一批定型的智能化供配电系统产品，它们各具特色，但也有许多共同点。这种智能化的供配电系统除了具备常规的供配电系统应有的所有功能外，还具有以下这些功能：

- (1) 远程自动监测变、配电设备的运行状态和运行参数。
- (2) 远程控制、自动控制变、配电设备的运行。
- (3) 自动存储并管理变、配电设备的运行状态、运行参数。
- (4) 供配电系统出现各种故障和参数超限等告警事件时立即报警并实时存储和打印。
- (5) 与楼宇自控系统或建筑设备监控系统通信联网等。这些智能化供配电系统在一些高档办公楼、机场、医院、体育场馆、剧场、大型商业中心等许多场合得到了广泛的应用。

我国智能建筑用的智能化供配电系统的开发和应用较晚。尽管我国发电厂和电网的自动化早已进行并取得了长足的发展，但作为电力终端用户的楼宇供配电系统则一直沿用人工操作和管理的模式，根本谈不上自动化、智能化。直到 20 世纪 90 年代初，一些由国外设计的大型建筑才开始要求采用具有自动监控功能的智能化供配电系统。随后，一些国内的设计院开始在一些重要项目中采用智能化的供配电系统设计。

2000 年 10 月 GB/T 50314—2000《智能建筑设计标准》正式颁布实施，这是我国的第一部有关智能建筑的国家标准。标准规定应对供配电系统、变配电设备、应急（备用）电源设备、直流电源设备、大容量不停电电源设备进行监视、测量和记录；对动力设备和照明设

备进行监视和控制。该标准从总体上对智能建筑的供配电系统提出了要求，为开发相应的系统和产品明确了方向。

20世纪80年代末，国内有一些单位根据用户的需要开发了基于工业PC的供配电监测系统。这种系统通过工业PC上的I/O扩展卡采集配电柜断路器的运行状态，通过模拟量扩展卡采集经变送器转换的电压、电流等运行参数。通常一台工业PC负责一组配电柜的监测。当有多组配电柜时，则将多台工业PC通过局域网连接成系统。由于工业PC本身和局域网在可靠性和运行的稳定性方面的局限性，这样的系统仅仅能用于监测供配电系统的运行。与此类似的还有用STD总线的工控机等构成的系统。随着网络电力仪表、远程RTU等新一代可以连接工业现场总线的监控元件的推出，基于工业PC的供配电监测系统的性能有了大幅度的提高，但仍然主要用于只监不控的场合。

20世纪90年代中，由于工业现场总线控制系统在我国的工业自动化领域中得到越来越多的应用，另一种基于可编程控制器（PLC）的新一代智能化供配电系统及其相关产品开发成功并得到应用。这种基于PLC的智能化供配电系统由于采用PLC作为核心控制部件，通过工业现场总线构成控制系统，因此抗干扰能力很强，可靠性非常高。对这样的智能化供配电系统既可进行监测，又可对其进行远程控制和自动控制，功能比较完善。在此基础上，智能化供配电系统的监控范围也从只监控低压配电系统逐步扩展到监控中、高压配电系统、变压器、应急（备用柴油发电机组）电源、直流电源、大容量不停电电源（UPS）、互投电源（ATS）和应急照明（EPS）等众多的变、配电设备；从监控单一配电室发展到监控多个变电站；从自成独立系统发展到与建筑设备管理系统（BMS）连网，直到与供电局的调度所连网。

2006年12月修订后的GB/T 50314—2006《智能建筑设计标准》正式颁布。在新标准的设计要素中，作为对建筑设备管理系统的基本要求规定：“供配电系统的监视包括中压开关与主要低压开关的状态监视及故障报警；中压与低压主母排的电压、电流及功率因数测量；电能计量；干式变压器温度监测及超温报警；备用及应急电源的手动/自动状态、电压、电流及频率监测；主回路及重要回路的谐波监测与记录。”同时，对于各种不同类型智能建筑的建筑设备管理系统本标准给出了相应的要求。在该标准的条文说明中还明确指出：“在实际工程设计中宜根据工程项目的建筑设备的实际情况选择配置相关管理功能。”新标准是今后发展智能化供配电系统的指针和依据。

尽管与国外相比我国的智能化供配电系统产品的水平还不够高，品种也不够齐全，但发展的势头很猛，速度很快，性价比高，非常适合我国智能建筑发展的需要。

## 第二节 智能建筑对供电系统的要求

对智能建筑的供电需求进行详细而尽可能具体的调查是正确进行智能建筑总体供电方案设计的前提和基础。

### 一、智能建筑中各种负荷对供电可靠性的要求

GB 50052—1995《供配电系统设计规范》和JGJ/T 16—1992《民用建筑电气设计规范》中根据中断供电可能在政治、经济上所造成的损失或影响程度将电力负荷按可靠性要求分为三级：

当中断供电可能造成人员伤亡；或中断供电可能将造成重大经济损失（如：重大设备损坏、重大产品报废、需要很长时间才能恢复正常运行等）；或中断供电可能将造成重大的政治、经济影响；或中断供电可能将造成公共场所秩序严重混乱时，应将这类负荷确定为一级负荷。如：重要办公楼的主要办公室、会议室、总值班室、档案室及主要通道照明；科研院所、高等院校的重要实验室；重要宾馆的计算中心、宴会厅等公共娱乐场所、供水设备和电梯及主要通道照明；大型博物馆、展览馆的防盗设备电源、重要展室照明电源；县级以上医院的病房、手术室等；银行计算机系统电源、防盗设备电源、金库照明电源等。

当中断供电可能发生中毒、爆炸和火灾等情况，以及特别重要不允许中断供电的场所，应视为特别重要的负荷。这是一级负荷中应保证连续供电的特殊负荷。如：重要交通枢纽、重要通信枢纽、国宾馆、国家级及承担重大国事活动的会堂、国家级大型体育馆和经常用于重要国际活动的大量人员集中的重要公共场所等特等建筑。

当中断供电可能造成较大经济损失（如：主要设备损坏、大量产品报废、需要较长时间才能恢复正常运行、大量减产等）；或中断供电可能影响重要用电单位的正常工作（如：影响交通枢纽、通信枢纽的重要设备的正常运行，造成大型影剧院、大型商场等人员集中的公共场所秩序混乱）；或中断供电可能将造成公共场所秩序混乱时，应将这类负荷定为二级负荷。

不属于以上者则是三级负荷。

二、建筑物内各个部门、各个系统和各个用户所需的负荷容量及其对电能质量的要求

按照尽可能准确的需求量确定各部分负荷的容量和负荷的分布情况是合理地设计智能建筑的供电系统的前提和依据。同时，智能建筑的各种智能化系统和不同用户对电能质量有各自的要求。为了保证日后它们能正常、可靠地运行，在设计智能建筑的供电系统前还必须明确它们对电能质量的要求。

考虑到智能化系统的技术和设备更新发展很快，在计算负荷容量和考虑对电能质量的要求时，应适当留有余量并具有前瞻性。

三、对智能化供配电系统在节电以及利用可再生能源等方面的要求

应该根据国家的相关政策规定和智能建筑的总体方案确定智能化供配电系统在节能、节电方面应该具备的功能和应该达到的指标；确定利用风力、太阳能等可再生能源和地热、余热发电的要求及应达到的指标。

四、智能化供配电系统的集成方式

应根据弱电系统的总体设计方案确定智能化供配电系统与建筑设备管理系统（BMS）的通信方式、通信接口及通信协议，将智能化供配电系统集成到智能建筑的智能化系统中去。

### → 第三节 智能建筑的总体供电方案

一、确定智能建筑供电方案的原则

在对智能建筑的供电需求进行了详细而具体调查的基础上进而确定供电方案时，应进行全面综合的研究分析。在满足智能建筑的各种负荷对供电可靠性、负荷容量及电能质量要求的前提下，应进一步考虑如何才能做到从设计、建设直至运行使用的建筑物整个生命周期的

综合效益最好。因此，不仅要考虑设计、建设的一次性投入，还要计算今后几十年运行中所需的运行、维修费用的多少；不仅要有利于节能、节电和利用可再生能源，又要计算增加的投资和维修费用是否过多。对于供配电系统智能化程度的选择也应全面地进行衡量。一方面提高智能化程度必然会增加资金的投入；另一方面智能化程度的提高可以提高供电的可靠性和供电的质量，可以大大提高供电系统的管理水平并节约人力，降低物耗。

## 二、确定智能建筑的整体负荷级别和容量

根据智能建筑中各级别负荷所占的比例来确定智能建筑的整体负荷级别。通常智能建筑往往是负荷较大的高层建筑或比较重要的公共建筑，多属二级和一级负荷。

一级负荷应由两个电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。即两个电源不能同时损坏，必须有一个能继续供电，这是必须满足的基本要求。对于一级负荷中特别重要的负荷除两个电源外，还应增设与电网不并列的、独立的应急电源供电。同时，严禁将其他负荷接入应急供电系统。

二级负荷也应由两个电源供电，且互为热备用。

因此，对于绝大部分智能建筑来说，都需要有两回相互独立的且可互为热备用的市电进线，即两个电源供电。通常，这两个电源应该是同一电压等级的，其中任何一个电源的容量都应能满足全部一级负荷及二级负荷的需要。

三级负荷对供电无特殊要求。

## 三、确定应急电源的容量和类型

为一级负荷中特别重要的负荷配备的应急电源可以有：独立于正常电源的发电机组、供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路、蓄电池和干电池等。

由于蓄电池供电稳定、可靠、无切换时间、投资较少，凡允许停电时间为毫秒级，且容量不大的特别重要的负荷，可采用直流电源者，应由蓄电池装置作为应急电源。若特别重要的负荷要求交流电源供电，允许停电时间为毫秒级，且容量不大的，可采用静止型不停电电源（UPS）。若特别重要的负荷中有需要驱动的电动机负荷，启动电流冲击负荷较大，而允许停电时间为15s以上，应采用快速自启动的发电机组。

在智能建筑中常常根据不同设备的需要同时使用几种应急电源，如供计算机系统用的UPS电源、电话交换机用的蓄电池和消防系统等用的柴油发电机组等。

## 四、确定供电系统的构成方式

对于以大型建筑和高层建筑为主的智能建筑，根据建筑物内负荷分布的具体情况，按照变电站、配电站应靠近负荷中心的原则确定供电系统的总变电站与分散配置的变电站、配电站的布置方案，以节省线材、降低电能损耗，提高电压质量。

供电系统的结构应尽可能简单，同一电压等级的变配电级数不宜多于两级。如果供电系统的接线复杂，配电层次过多，不仅管理不便，操作繁复，而且由于串联元件过多，因元件故障和操作错误而产生事故的可能性也随之增加。

供电系统的结构可以有放射式、树干式和环式。放射式的供电可靠性高，便于管理，但线路和所需的高压开关柜数量较多，多用于一、二级负荷。三级负荷对供电的可靠性要求较低，可采用树干式或环式。有些高层建筑的一、二级负荷也可采用树干式或环式。这样的结构，线路数量较少，投资也少。在确定供电系统的具体结构时，应根据实际情况综合考虑各种因素进行优化配置。

## 五、选择电压等级

通常在选择供电系统的进线电压等级时应考虑总的负荷容量、电能输送距离和供电线路的回路数等因素。负荷容量大，供电电压应提高；为降低线路电压损失，输送距离长宜提高供电电压等级；供电的回路数多，则每个回路的送电容量相应减小，可以降低供电电压等级。当然，还要考虑到智能建筑所在地点的公共电网的现状，提供什么电压方便和经济，以及今后的发展规划。总之，要综合上述各种因素来选择电压等级。

对于一般的智能建筑经常采用 10kV 作为供电系统的进线电压。而用电量很大的智能建筑可以采用 35kV 或 110kV 的电压等级。

## 六、确定对电能质量的要求

由于智能建筑中运行的智能化系统较多，它们对电能质量的要求也较高。作为对电网的要求，国家标准 GB 12325—2003《电能质量供电电压允许偏差》中规定：35kV 及以上供电电压正、负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%。10kV 以下三相供电电压允许偏差为额定电压的  $\pm 7\%$ 。220V 单相供电电压允许偏差为额定电压的  $+7\%$ 、 $-10\%$ 。对于常规用电设备允许的电压偏差，GB 50052—1995《供配电系统设计规范》中要求符合下列要求：电动机为  $\pm 5\%$ ；一般工作场所照明  $\pm 5\%$ ；应急照明、道路照明和警卫照明等为  $+5\%$ 、 $-10\%$ ；其他用电设备无特殊规定时为  $\pm 5\%$ 。而在 GB/T 50314—2000《智能建筑设计标准》中对智能化系统设备的供电要求规定：稳态电压偏移甲级智能建筑不大于  $\pm 2\%$ ，乙级不大于  $\pm 5\%$ ；稳态频率偏移甲级智能建筑不大于  $\pm 0.2\text{Hz}$ ，乙级不大于  $\pm 0.5\text{Hz}$ ；电压波形畸变率甲级智能建筑不大于 5%，乙级不大于 8%；允许断电持续时间甲级智能建筑为 0~4ms，乙级 4~200ms。而新发布的 GB/T 50314—2006《智能建筑设计标准》中未对供电质量作出具体规定，但已要求监测并记录主回路及重要回路的谐波，强调应根据工程项目的实际情况选择配置相关功能。

除上述已提及的一些电能质量要求外，还应考虑以下一些电能质量指标，如电压波动、电压闪变、电压下凹、三相不平衡度等。

不仅各种不同类型的智能化系统对电能质量的要求不同，即使是同一种智能化系统当品牌或型号不同时要求也不一样。因此，在确定给这些系统的供电方案时，必须具体问题具体分析，采取相应的手段满足它们的要求。

## 七、确定智能建筑变电站和配电系统的结构方案

在确定了智能建筑的总体供电方案后，应进一步确定变电站的结构方案。包括：确定高、低压变、配电系统的主接线配置方式；选择变压器的类型、容量；选择所用电源和操作电源的类型；确定配变电装置的类型与布置方式；确定低压配电系统的结构与布置方式等。具体分析将在第二章中叙述。

## 八、确定对智能化供配电系统监控管理功能的要求

与传统的供配电系统不同，智能化供配电系统具有很强的远程、自动监控和管理功能。当然，不同类型的智能建筑对智能化供配电系统的监控功能的要求是很不相同的。有的只需要常规运行状态和运行参数的监测功能；有的还要监测谐波、各种突变和波动等电能质量参数；除监测功能外，有的智能建筑还需要具备自动控制和故障自动应急处理的能力；有的只监控单个变电站；有的则需要联网监控若干个变电站、动力站，直至要求监控配电小间和配电箱；有的要求监控配电柜、变压器等关键变、配电设备；有的还要监控备用发电机组、直

流屏、UPS、ATS 和 EPS 等各种设备。这些都要根据具体需求确定。智能化供配电系统可以具备的监控功能在第二章中将作详细介绍。

## → 第四节 智能建筑的节电措施

节电的目的就是降低能源消耗，减少电费支出。正确地进行供电系统的方案设计，采取多种有效的节电措施往往可以起到事半功倍的作用。这些节电措施主要有：

(1) 合理选择电压等级。在负荷容量较大或输电线路较长时，适当选用较高的电压等级可以有效地降低线损。如大型机场用电负荷容量大且场内输电距离较远，宜选用 110kV 的进线电压。经总变电站降压后时，通过 10kV 输电线路送到设在各负荷中心的分变电站或开闭站。再经过降压，就近向用电设备提供 380V/220V 的低压电力。

(2) 合理配置负荷降低三相不平衡度。低压配电系统应力求三相负荷的平衡。对于照明等 380V 或 220V 的单相负荷，在进行供电系统设计时就要注意这一点。这样一来不仅可以降低损耗，还可以改善电能质量。此外，根据变压器制造标准的要求，变压器负荷的不均衡率不得超过其额定容量的 25%。

(3) 就地补偿无功功率。异步电动机等感性负荷的存在会造成电网的功率因数过低，不仅占用电网容量还使线损增加。在智能建筑中应采用电力电容器作为无功补偿装置就地进行补偿。低压部分的无功功率通常在低压配电柜中设电容柜进行集中补偿。若高压部分存在无功功率，则应在高压配电柜中增设高压电容柜来进行补偿。

为了节能应按照无功功率参数来进行调节。由于功率因数只反映相位，不直接反映无功功率，只有当三相负荷平衡时它才能准确地反映无功功率。负荷不平衡度越大，误差也越大。所以，目前许多无功补偿装置按一相的功率因数进行调节，就节能而言是不妥当的，而智能化供配电系统应能较好地解决这个问题。

(4) 全面监测用电量。对所有用户的用电量进行全面、实时的监测和记录，掌握负荷的变化情况，并将这些信息反馈给相应的用户，向他们提出节电的建议，是调动用户的积极性，实现管理节电的重要措施和有效途径。智能化供配电系统应该具备这种功能。

(5) 合理调度负荷。智能化供配电系统在对用电量进行全面监测的基础上，还应具备负荷趋势预测和合理调度负荷的功能。对于同时启动的大容量电动机负荷，系统会自动将其启动时间错开，削减峰值负荷。夜间轻载时，根据监测到的负荷情况及对负荷趋势的预测，系统将自动改变或提示值班人员改变变、配电所的运行方式，切断部分负载的变压器，通过联络线为它们供电。这样既可降低变压器的空载损耗，又可起到调整电压改善供电质量的作用。

(6) 充分利用余热和可再生能源。建筑物耗能在全社会的能源消耗中占有相当大的比重。除了采取各种措施减少能源和电力的消耗外，充分利用余热和可再生能源也是建筑物节能的一个重要方面。对于常年有稳定的余热、压差和废气可以利用的大型企业的智能建筑，利用它们进行发电不仅可以提高经济效益，还可以有利于环境保护。对于有地热、太阳能、风能以及水力可供利用的智能建筑，利用这些可再生能源发电也是一种减少耗电和温室气体排放的好办法。如前所述，在决定如何利用余热和可再生能源时应该进行全面的分析和评估。



## 智能化供配电系统的设计

除与常规供配电系统的设计有许多相同之处外，智能化供配电系的设计还有其特殊之处，这就是它还需要设计监测、控制和管理供配电设备运行的供配电监控管理系统。在本章中将比较详细、具体地对智能化供配电系统包括常规变、配电系统及与之配套的供配电监控管理系统的设计原则、方法等进行阐述。

### 第一节 智能化供配电系统的功能和特点

与常规配电系统最大的区别是智能化供配电系具有供配电监控管理系统。根据 2006 年建设部修订后颁布的 GB/T 50314—2006《智能建筑设计标准》规定：“供配电系统的监视包括中压开关与主要低压开关的状态监视及故障报警；中压与低压主母排的电压、电流及功率因数测量；电能计量；干式变压器温度监测及超温报警；备用及应急电源的手动/自动状态、电压、电流及频率监测；主回路及重要回路的谐波监测与记录。”

但在许多工程中，实际的需求往往已经超过了上述规定。现以配备了功能最齐全、用可编程控制器（PLC）及远程 I/O 构成的监控管理系统的智能化供配电系统为例，对其所具备的监控管理能进行介绍、分析和比较。

#### 一、监测功能

##### （一）运行状态监测

每一台断路器或接触器的运行/故障状态在监控计算机的大屏幕监视器上用不同的图标和颜色表示。如接通时，断路器的图标为接通状态，且显示红色。分断时，断路器的图标为分断状态，且显示绿色。出现短路或过载脱扣等故障时，图标为分断状态，且显示黄色，同时有声音报警和文字提示，很方便值班工作人员及时处理故障。

对于中压配电柜中的断路器还可在屏幕上显示接地故障信号、断路器位置信号、弹簧储能状态信号、自动/手动状态信号和控制回路断线信号等信号。

对于其他需要监测的设备如柴油发电机、EPS 应急照明系统电源等也有相应的状态显示。

##### （二）运行参数的监测

配电系统对主要运行参数如电压、电流、频率、变压器温度、有功功率、无功功率、功

率因数、有功电能和无功电能等参数，以及直流屏、柴油发电机等其他设备的运行参数均进行自动测量和记录。在监控计算机的大屏幕监视器上的相应位置显示出这些参数的实时值，并按要求定时记录存盘。当这些参数的值超出允许范围时，屏幕上会自动出现文字提示及声报警，提示工作人员及时处理。

### （三）用电量远程自动计量

对每个用户和负荷的用电量进行连续的自动测量和记录，自动进行分时计费 and 形成电费报表。为了实现节能，这是十分必要的。用户和负荷的用电量计量结果可以用表格、负荷曲线或棒形图的形式供工作人员和用户查阅和分析。如发现某个用户的用电量异常增多，可立即进行查询，探明原因，防止电能的损失和浪费。

### （四）电能质量的监测

对于一些对电能质量要求较高的用户还应监测相关的电能质量参数。如：

- （1）监测电网或回路的电压、电流的谐波总含量和各次谐波的含量；
- （2）监测和记录极其短暂的瞬变故障和瞬态过程：电压凹陷、电压不平衡度、频率变化、电压骤升、电压中断、电压波动、雷电波、放电、浪涌电流或启动电流等扰动；
- （3）波形捕捉：根据预设的条件或监控计算机发出的指令，捕捉预先设定的周期数或时间长度的电压/电流的稳态或瞬态过程波形。

### （五）故障报警事件的监测

配电系统运行过程中一旦发生故障，如断路器出现短路或过载脱扣、进线掉电、变压器超温或运行参数超限等，智能化供配电系统应立即发出声、光报警并打印输出。这时，按照故障报警处理优先的原则不管监控计算机原来显示的是什么图形界面，都应能立即自动切换到出现故障的那幅图形界面上。根据显示的故障状态图标、故障原因的文字提示以及应急处理预案，值班工作人员可以很方便、及时、准确地处理故障。按下复位按钮，可以停止声报警，但只有在故障消除后，显示的故障状态图标才会恢复为正常的运行状态图标。告警类型包括：越限告警、变位告警、事件告警、通信状态告警、运行日志；告警信息包括告警类型、发生告警的对象、告警内容、发生告警具体时间、确认状态等；告警信息查询方式：按类型、按时间段、按发生源、按等级等几种方式或按它们的组合。

### （六）对变、配电设备的一些特殊参数的监测

（1）蓄电池内阻：对于直流屏、交换机、EPS 或 UPS 使用的蓄电池，目前往往只监测其充、放电电压和电流，不能有效地检查电池是否失效。为了防止出现因电池失效配电系统无法正常操作和运行，特别是无法及时处理故障造成严重后果，应在线监测每个单体电池的内阻，一旦发现某个电池内阻过高寿命终结时须及时更换。

（2）带电母线的温度：各种电压等级的母线，包括相线和 N 线的温度是一个相当重要的参数。母线一旦超温发生故障，造成的后果常常是非常严重的。因此，实时监测带电母线的温度对于一些重要智能建筑的供配电系统来说是必不可少的。

### （七）漏电火灾的探测报警

按照 GB 50045—1995《高层民用建筑设计防火规范》（2005 年版）第 9.5 节的要求，在高层建筑内火灾危险性大，人员密集等场所宜设置漏电火灾报警系统。该系统应具备以下功能：

（1）探测漏电电流、过电流等信号，发出声光信号报警，准确报出故障线路地址，监视故障点的变化。