

建筑弱电实用技术

JIANZHU RUODIAN SHIYONG JISHU

罗 岩 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

建筑弱电实用技术

JIANZHU RUODIAN SHIYONG JISHU

罗 岩 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书采用理论阐述与实际案例相结合的编写方式,突出智能建筑弱电系统的特点,按照国际惯例,对各个子系统分别进行阐述和分析。内容主要包括:供配电系统、照明系统、空调系统、电梯系统、给排水系统、消防系统、门禁与防盗控制系统、电子巡更与闭路电视监控系统、计算机网络与电话通信系统、有线电视与音频广播系统、三表自动抄送系统、停车场管理系统以及综合布线系统。

本书最大的特点是不但介绍了建筑弱电系统的原理和工作过程,而且还详尽介绍了建筑弱电工程所涉及的设计、施工、测试、验收和维修等各个环节,使读者在建筑弱电工程的施工、安装、调试以及工程管理等方而得到充实和提高。

本书适用于建筑施工单位、机电安装公司、安防与智能化系统集成等从事智能建筑相关设计、施工、监理、验收、管理的工程技术人员以及房地产物业管理的工程技术人员,还可供大专院校建筑电气等相关专业的师生阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑弱电实用技术/罗岩编著. —北京:中国电力出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5123-4832-5

I. ①建… II. ①罗… III. ①房屋建筑设备-电气设备-建筑安装工程-建筑设计 IV. ①TU85

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第193401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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年1月第一版 2014年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 13.5印张 315千字

印数0001—3000册 定价32.00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

智能建筑的概念最早是 20 世纪 80 年代中期在美国提出的,近年来经过不断地完善后,已经成熟并在世界范围内广泛应用。我国是建筑大国,已经在现代建筑中全面实施了智能控制,显现出明显的优势。所以说,智能建筑必定是建筑领域发展的趋势。

本书是为从事或准备从事建筑弱电专业岗位的人员编写的,本书特点是以岗位需求为导向,以岗位能力为核心,以岗位技能为主线。

在现实工作中,对于每一个人来说,不管学历高低,正在从事或准备从事什么工作,最终所从事的只能是一个岗位或一个岗位中的一项或几项工作,岗位才是最终的落脚点。本书就是要使读者在阅读和学习此书之后,充分了解本专业技能主要包括什么,要做什么,应该怎么做以及要掌握哪些本岗位的特定技能。经过有针对性的理论学习和实训,在职者可以提高能力。求职者可以贴近企业要求,直接走上岗位,真正实现技能与岗位需求零距离。

本书在编写过程中,得到了有关领导和部门的大力支持,特别是得到了辽宁建筑工程研究院、北京斯玛科技有限公司以及北京工建集团建筑工程监理公司的大力支持,在建筑智能化及其弱电管理系统方面得到了北京兴业建筑设计院的鼎力配合。同时在本书编写过程中也参照了许多文章的观点和资料,在此一并致谢。

由于编写时间仓促,作者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

罗 岩

2013 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 建筑设施弱电控制技术	1
1.1 建筑供配电系统的弱电控制技术	1
1.1.1 建筑供配电系统的特点	1
1.1.2 建筑供配电系统	2
1.1.3 供配电设备监视和控制系统的组成	5
1.1.4 建筑供配电系统的自动控制与自动调节功能	6
1.2 建筑照明系统的弱电控制技术	9
1.2.1 建筑照明的设计	10
1.2.2 建筑照明的设备	13
1.2.3 照明控制	15
1.2.4 智能照明控制	18
1.3 建筑空调系统的弱电控制技术	23
1.3.1 空调设备对空气的处理技术	23
1.3.2 冷源和热源技术	24
1.3.3 空气调节技术	26
1.3.4 空调设备的监控技术	28
1.3.5 冷、热源监控技术	30
1.4 建筑电梯系统的弱电控制技术	35
1.4.1 电梯的工作过程	35
1.4.2 电梯的控制系统	36
1.4.3 电梯控制技术应用	38
1.4.4 电梯的拖动技术	39
1.5 建筑给排水系统的弱电控制技术	41
1.5.1 给水系统	41
1.5.2 排水系统	44
第 2 章 建筑消防设施的弱电控制技术	48
2.1 建筑消防系统与火灾探测器	48

2.1.1	建筑消防系统的组成	48
2.1.2	火灾探测器	50
2.1.3	火灾报警控制器	53
2.2	建筑消防灭火系统的弱电控制技术	58
2.2.1	水灭火系统	58
2.2.2	气体自动灭火系统	62
2.2.3	联动控制系统	64
第3章	建筑安全防范系统的弱电控制技术	69
3.1	门禁与防盗控制系统的弱电控制技术	69
3.1.1	建筑安全防范弱电系统的设置	69
3.1.2	门禁系统	72
3.1.3	防盗报警系统	75
3.2	电子巡更与闭路电视监控系统的弱电控制技术	81
3.2.1	电子巡更系统	81
3.2.2	闭路电视监视系统	82
第4章	建筑网络系统控制技术	90
4.1	计算机网络与电话通信系统控制技术	90
4.1.1	建筑计算机网络系统	90
4.1.2	建筑电话通信系统	96
4.2	有线电视与音频广播系统控制技术	103
4.2.1	建筑有线电视系统 (CATV)	103
4.2.2	建筑音频系统	108
第5章	建筑三表自动抄送与停车场弱电控制技术	118
5.1	三表自动抄送系统弱电控制技术	118
5.1.1	三表自动控制系统	118
5.1.2	三表自动抄送的原理与系统组成	118
5.1.3	读表方式	118
5.2	停车场管理系统弱电控制技术	120
5.2.1	对固定用户的控制管理	121
5.2.2	对临时用户的控制管理	121
第6章	建筑弱电综合布线	123
6.1	建筑弱电综合布线系统	123
6.1.1	建筑弱电布线系统的作用	123
6.1.2	建筑弱电布线系统的特点	123
6.1.3	建筑弱电布线系统的术语及标示	125
6.2	建筑弱电布线系统的结构配置与组成体系	127
6.2.1	建筑弱电布线系统的组成部分	127
6.2.2	建筑弱电布线系统的配置构成	129

第7章 建筑弱电布线技术实施	132
7.1 建筑弱电布线系统类型的选择	132
7.1.1 系统类型与布线方式	132
7.1.2 布线系统中的电缆和光缆	136
7.1.3 布线系统的设计	141
7.2 建筑弱电布线系统缆线的选用	150
7.2.1 双绞线	150
7.2.2 同轴电缆	151
7.2.3 光纤缆	152
7.3 布线系统的部件和材料	156
7.3.1 标准模块插座与插头	156
7.3.2 配线架与线槽	157
7.4 布线系统的施工	161
7.4.1 缆线选用与防护	161
7.4.2 布线系统的管路敷设与电缆桥架和金属线槽的安装	164
7.4.3 布线施工工艺	166
第8章 布线系统的检测与验收	176
8.1 对布线施工的检查与要求	176
8.1.1 对布线系统的检查	176
8.1.2 对其他设备安装的要求	178
8.1.3 缆线敷设的工艺要求	180
8.1.4 缆线敷设的保护与终接	180
8.2 布线系统的检测与验收	183
8.2.1 布线系统工程检测项目	184
8.2.2 光缆链路的测试	200
参考文献	206

第 1 章

建筑设施弱电控制技术

1.1 建筑供配电系统的弱电控制技术

在综合建筑设施中,建筑设备系统一般包括供配电系统、照明系统、空调系统、电梯系统、给排水系统,这些系统为建筑提供了必要的设施和功能,使建筑的功能更加完善和合理。为了使建筑设施中的设备能够可靠运行,必须对其实施控制监视和管理。

在高层建筑中,都设置了变电和配电系统,或称之为变电站。其中设置了高压、低压配电柜、变压器、各种开关、断路器以及备用发电机组。为了确保这些设备的正常运行,要对其进行监视和控制。要实现对这些设备的监视和控制,就必须对这些设备的电流、电压、功率、电量进行检测,还要对各类开关进行控制操作,并能够将实时数据进行传递和处理。

1.1.1 建筑供配电系统的特点

建筑供配电系统通常具有一些特殊的性质,其弱电控制技术也是根据其特点来实施的。

1. 供电范围的区域性

由于建筑供配电系统是为一定区域内的建筑提供电力的,所以其能够提供的范围是有限的,建筑供电站(所)一般是位于建筑的地下室、楼顶,或是户外的箱式变电站。供电半径小,负荷性质单一,负荷的变化率比较大。

2. 电压等级低

建筑设施内的负载一般是照明以及附属设备的用电,进线电压的等级为 10kV,出线是三相四线制,400V,高压和低压的进线与出线多采用电缆。

3. 结构、功能以及控制的规范性

一般来说,变压器的数量与类型、高压和低压的形式、选用的开关和断路器形式等都是有规律的。

4. 对供电的可靠性要求高

建筑内部的使用者对提供的电力情况要求比较高,尤其是电压波动、不间断供电等都有要求。

5. 供电设备一般无人值守

建筑内的变电所属于配电网络的末端,其容量大、设备类型单一,由于没有人员值守,

所以必须具有自动检测报警功能。

1.1.2 建筑供电系统

根据电气设计的规范,对建筑供电系统的要求很高,一般情况下均采用两路供电。城市电网的供电状态虽然基本是稳定的,但是在实际运行中,当一路电源出现故障时,为了确保建筑供电的可靠、安全,设置自备发电机系统仍是很有必要的。

1. 变压器的配置

对于高层建筑来说,下部的用电负荷一般大于上部,所以一般都是将变压器设置在建筑的底部。处于防火方面的考虑,变压器采用干式结构的,并选用真空断路器作为分断开关。

根据建筑规模一般有两种供电方式。一种是不设置变压器,由城市供电线路的三相四线制引入到建筑楼宇的低压配电箱,再由低压配电箱接入到各个楼层配电箱,然后再送入每个房间的开关箱;另一种是设置变压器,由变压器将高压变换成低压后,再接入低压配电箱,再由低压配电箱接入到各个楼层配电箱,然后再送入每个房间的开关箱。

(1) 不设置供电变压器的供电形式。

当建筑面积小,用电负荷轻的时候采用不设置变压器的供电形式。电源是由城市低压供电系统引入,电压是 $380\text{V}/220\text{V}$,即线电压是 380V ,相电压是 220V 。

(2) 设置供电变压器的供电系统。

当建筑面积较大、用电负荷也较大时,就要单独设置变压器。电源是由城市 10kV 供电系统引入,经变压器将电压降为 $380\text{V}/220\text{V}$ 。

2. 供电系统的主要接线

采用两路电源进线的供电系统是两个独立的电源。正常情况下是一路使用,一路备用,即当正常工作的电源由于事故造成停电时,另一路备用电源应该自动投入。这种方式可以减少一个中间母线联络柜和一个电压互感器柜,能节省投资和减小高压配电室建筑面积。对这种接线方式的要求是,两路都要能保证 100% 的负荷用电。这种供电方式如图 1-1 所示。

另一种供电方式是两路电源同时工作,当其中一路出现故障时,由联络开关向故障回路供电。这种方式由于增加了母线联络柜和电压互感器柜,建筑面积增大,但是其可靠性提高了。这种供电方式如图 1-2 所示。

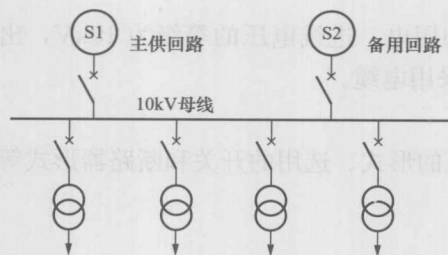


图 1-1 采用两路电源进线的供电系统图

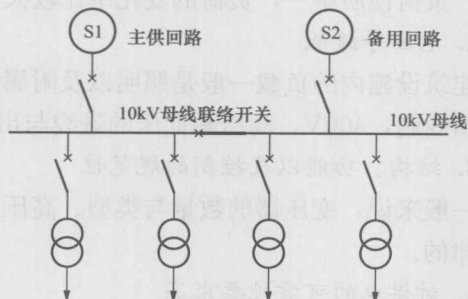


图 1-2 采用两路电源同时供电的系统图

还有一种最常见的形式是采用两路独立的 10kV 电源,再增加自备发电机供电,在变压器的低压侧采用单母线分段的方式,如图 1-3 所示。

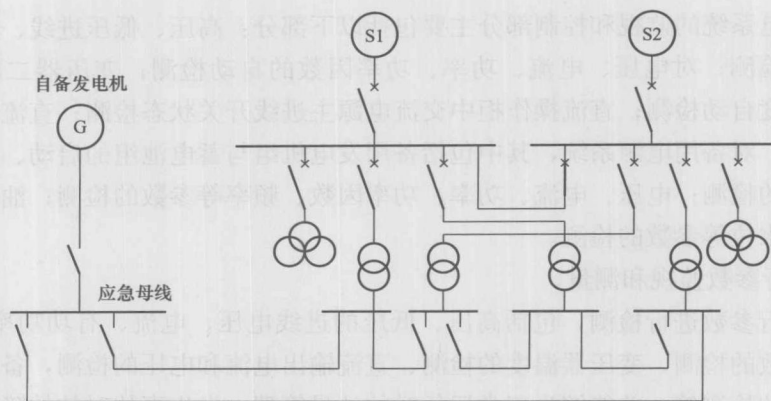


图 1-3 采用两路独立电源的供电系统图

3. 低压配电的方式

在建筑设施中，低压配电就是由变压器的配电屏经过分路断路器用干线将电源送到建筑中的大型设备和各个楼层的配电盘中的线路。

现在的低压配电方式基本有树干式、放射式和混合式。树干式考虑的是负荷分布密度，放射式考虑的是供电距离，混合式考虑的是以上两个条件。

4. 建筑设施应急自备发电系统

为了保证建筑设施供电的可靠性，一般都采用两路以上市电进线，特殊的建筑设施比如医院、化工厂等还要具有自备发电机组或者逆变电源，以确保建筑设施在主供电电源停电时能瞬间自动切换到备用电源。同时还要考虑在事故情况下仍能保证照明系统供电。例如，采用一路主供，一路市电备用，一路自备发电的供电方式，当主供出现停止供电的情况时，由自动控制装置迅速切换到备用电源，而在备用电源也不能正常供电时，再启动自备发电机组来供电。该系统如图 1-4 所示。

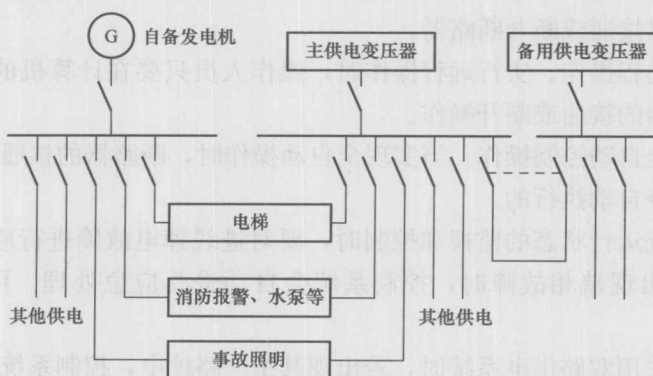


图 1-4 建筑设施应急自备发电系统图

5. 对建筑供配电系统的监视和控制以及所要达到的控制功能

建筑设施供电的重要性，决定了对整个供配电系统监视与控制功能的特殊性。供配电系统必须进行可靠的监视和控制。

建筑供电系统的监视和控制部分主要包括以下部分：高压、低压进线、出线与中间联络断路器状态检测；对电压、电流、功率、功率因数的自动检测；变压器二次侧电压、电流、功率、温度自动检测；直流操作柜中交流电源主进线开关状态检测；直流输出电压、电流参数的测量；对备用电源系统，其中包括备用发电机组与蓄电池组的启动、停止和供电断路器工作状态的检测；电压、电流、功率、功率因数、频率等参数的检测；油箱油位、冷却水温度、水箱水位等参数的检测。

(1) 对运行参数监视和测量。

对电气运行参数进行检测，包括高压、低压的进线电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数等参数的检测，变压器温度的检测、直流输出电流和电压的检测，备用发电机组与蓄电池组参数的检测等，并能够为正常运行时的计量管理、发生事故时的故障原因分析提供相关的数据。

(2) 对设备运行状态的监视和测量。

要对包括高压和低压进线断路器、母线联络断路器等各种开关机构当前的分合状态、运行状态、变压器的断路器状态进行检测和故障报警。还要对直流操作柜断路器状态检测和事故报警，对发电机运行状态的检测和事故报警。同时还能够提供电气主接线图开关状态画面，在发现故障的情况下，能够自动报警，并将显示出故障位置、相关的电流、电压的数值等。

对断路器的通断控制，我国目前的实际情况是，10kV 电压配电系统的设备通常是采用人工操作，但在一些自动化程度比较高的系统中，是采用远程控制配电设备的方式。

400V 低压配电系统对断路器的通断控制有以下四种方式。

第一种方法是手动操作。手动操作时，操作人员可以通过断路器上的操作手柄或按钮，手动接通或断开断路器（无电动操作的断路器只能手动操作）。具有电动操作机构的断路器当控制电路失电时，也只能采用手动操作。

第二种方法是电动操作。电动操作时，操作人员在相应的配电柜上直接通过按钮控制电动操作机构，就可以接通或断开断路器。

第三种方法是远程操作。实行远程操作时，操作人员只要在计算机的屏幕上点击指令，便可以实现对断路器的接通或断开操作。

第四种方法是全自动控制操作。当实现全自动操作时，断路器的接通与断开是由编程控制器按照程序的指令自动执行的。

在进行供电系统运行状态的监视和控制时，要对进线掉电故障进行应急处理，在 400V 低压配电系统中，出现缺相故障时，控制系统会自动进行应急处理。可以分为以下几种情况。

第一种情况：采用双路供电系统时，若出现其中一路掉电，控制系统自动断开此路的进线断路器，接通联络断路器，自动转换成一路供电，然后自动检测进线电流，如果电流超出变压器的额定电流，则系统按照事先设定的各个负荷的优先权限顺序，依次断开负荷，直至变压器不超负荷，这样就可以保证对重要用户和负荷的供电连续性。

第二种情况：采用单路供电时，如果出现掉电事故，则系统将自动断开进线断路器，然后将另一路的进线断路器自动接通，从而保证了供电的连续性。

第三种情况：外部（两路）供电全部掉电时，则两路进线断路器全部自动断开，而将自备电源自动投入。

（3）对消防的联动。

在火灾事故发生时，能将信号传递到相关的火灾控制系统，实现与火灾消防系统的联动，切断相关区域的非消防电源。

（4）对消耗的电能电量的统计以及费用计算与管理。

主要是对建筑内部所有的用电设备（空调设备、电梯设备、给排水设备、消防设备、安全防范设备、公共照明等）的用电量进行统计和费用的计算，并且在抄表过程中实现自动化，还要将上述结果打印出费用单据，同时绘制出用电负荷曲线等。

（5）对建筑设备的文档管理。

要对建筑内的各种设备进行检修管理、维护管理，建立设备档案（包括设备配置、设备参数、设备运行、设备检修、设备事故）自动生成维修周期和检修时限，从而提高设备的可靠性与设备的使用寿命。

（6）对备用发电机组与蓄电池组进行检测和控制。

为了保证消防联动系统（消防水泵、消防电梯、紧急疏散照明、防排烟设施、电动卷帘门等）的用电，要配备应急发电机组。在出现事故时，自备发电机组应该在 10~15s 内接入系统。

1.1.3 供配电设备监视和控制系统的组成

在现代供配电系统中，对设备的监视和控制一般采用集散型控制结构。集散型控制结构可以分为三层，即现场 I/O 层、控制层、管理层。其中，控制层是系统的核心，检测和控制供电系统的运行。管理层用于人机对话的界面、数据处理和存储管理以及与计算机系统的通信。现场 I/O 层则是用于现场设备状态信号和运行参数的采集，以实施对现场设备的操作控制。

1. 现场 I/O 层

现场 I/O 层的设备有综合电力测量控制仪、远程数据采集模块和智能型断路器等。

（1）综合电力测量控制仪。

综合电力测量控制仪也称为网络电力仪表，用于电力系统的监测与控制。它可以高精度地测量所有常用的电力参数，如测量三相电压、电流、有功功率、无功功率、频率、功率因数、四象限电度等，可以利用大屏幕 LCD 显示多个测量参数和电网系统的运行信息。

综合电力测量控制仪可以提供 RS-485 通信接口，以实现仪表组网通信功能，通常采用 Modbus-RTU 协议。在一条线路上可以同时连接 32 个综合电力测量控制仪，每个综合电力测量控制仪均可以设定其通信地址。Modbus-RTU 通信协议是 Modbus 协议在一条通信线上采用主从应答方式的通信连接方式。首先，主计算机的信号寻址到一台唯一地址的终端设备，然后，终端设备发出的应答信号以相反的方向传输给主机，即在一根单独的通信线路上信号沿着两个相反的方向传输所有的通信数据流。Modbus 协议只允许在主机和终端设备之间进行通信，而不允许独立的终端设备之间的数据交换。这样各个终端设备不会在它们初始化时占据通信线路，而只是限于响应到达本机的查询信号。此外，综合电力测试仪还可以提供不等的开关量输入/输出接口、模拟量输出接口、脉冲输出接口等。

综合电力测试仪能安装在智能型配电盘、开关柜和测量控制柜中,在现场可以进行编程,设定设备运行的参数,还能与 PLC、工业控制计算机等上位机组网。

(2) 远程数据采集模块。

远程数据采集模块是一种智能型的仪表,主要用于对各类电力参数和开关状态的实时检测,并能通过 RS-485 通信接口将数据上传给上位机。与综合电力测控仪相比较,它没有显示功能,也不能在现场进行参数的设置。

远程数据采集模块的种类比较多,有可以对某一个参数进行测量的采集模块,如电压测量模块、电流测量模块等,也有专门采集交流电量的交流电量综合采集模块。

(3) 智能型断路器。

智能型断路器主要用于低压配电网络中,用来分配电能和保护线路,还能防止由于电路过载、欠电压、短路、单相接地等故障造成的危害。

智能型断路器具有智能化保护功能,选择性保护精确,能提高供电的可靠性,避免错误性的停电。智能型断路器还带有开放性的通信接口,可以实现遥控通信、遥控测量、遥控控制、遥控调试,从而满足控制中心和自动化系统的要求。

现场 I/O 层的配置方式一般可以分为集中式配置和分散式配置。

集中式配置方式是将现场 I/O 设备集中配置在测控柜内部,其优点是:第一,监控系统 and 配电柜分别制造和安装,相互之间通过二次信号线相连,使协调和配合简单化。第二,监控系统的硬件和软件可以实现标准化、产品化,进一步提高了系统的可靠性。

集中式配置方式的缺点是:将分散配置时的柜内部接线变成了柜与柜之间的接线,从而增加了安装布线的工作量以及加大了维护和检修时的难度。

分散式配置方式是将现场 I/O 设备分散配置到各个配电柜中,其优点是配电柜之间的连接线少,通常只有通信电缆。缺点是监控元件要安装在配电柜内部,增加了配电柜制造和调试的工作量。

2. 控制层和管理层

控制层是现场总线系统中的主机,负责检测和控制现场 I/O 的运行,是整个系统的控制核心。控制层一般使用可编程序控制器(PLC)和工业 PC。

PLC 按照工作现场的要求来设计和制造,其抗干扰能力强、可靠性高。用 PLC 来作为控制层的主机,并进行必要的冗余设计后,所构成的供电和配电设备监视和控制系统具有极高的可靠性。

监控计算机是供电设备监控系统的管理层,其与控制层通过工业以太网交换数据和信息。它是智能变配电系统的管理中心,但不是现场总线系统的主机。这种配置的好处是可以降低对监控计算机的可靠性要求,即使监控计算机在出现故障和死机的情况下,整个供电系统仍然能够正常运行。

1.1.4 建筑供配电系统的自动控制与自动调节功能

供配电系统的自动控制与自动调节功能是根据建筑对电力系统的需要而决定的。

1. 供配电系统的自动控制功能

供配电系统的自动控制功能一般有几项。

(1) 对照明设备的自动控制。对照明设备的自动控制,通常是依据照度需要和照明时间

情况实施照明设施的自动控制,也就是自动控制照明现场的照明功率投入和开启与关闭的时间。

(2) 与消防系统的联动控制。在出现火灾报警时,应自动切断非必要负荷的供电,这是可以通过系统的软件设定控制程序来完成的。

(3) 自动错开用电高峰的自动控制。将供电系统中的多个较大功率设备的启动时间,按照事先设定的时间依次启动,达到削减高峰值的目的。

(4) 配电系统中断路器操作次数的自动累计,以及达到规定次数之后自动报警。

(5) 用电设备运行时间的累计以及达到规定时间之后自动报警。

(6) 用电设备的开机程序以及开启与停机的自动控制。

2. 供配电系统的自动调节功能

供配电系统的自动调节功能一般有几项。

(1) 补偿电容器的投入和切除控制。

供配电设备监控系统根据检测到的功率因数,自动进行补偿电容器的投入和切除控制操作。进行无功功率的补偿,以保证系统的功率因数始终保持在设定的参数范围内。

(2) 有载调压变压器的分接开关的转接控制。

当供电系统的电压出现升高和降低变化时,能自动地进行变压器分接开关的转换控制,从而保持电力系统的电压值处于相对稳定的电压范围内。

(3) 滤波电感和电容器的投入和切除控制。

自动控制滤波电感器和电容器的投入和切除,对供电系统的谐波进行有效的限制,使母线中的谐波分量在设定的参数范围内,从而消除谐波对供电系统的干扰。

【案例 1-1】 医院外科综合楼供电方案

1. 工程方案

工程用地面积 3920m²,总建筑面积 34422m²,地下 2 层,地上 11 层。

2. 供电系统设计

(1) 医院现有一个 10kV 总配电所,电源为两路 10kV 进线,10kV 接线为单母线分段。平时两段母线同时工作互为备用。本设计在外科综合楼设置一分变电所,经过负荷计算,选用两台 1600kVA 干式变压器,并设置一台 400kW 柴油发电机做应急备用供电。

(2) 本工程外科综合楼内的手术部、重症监护病房、血液透析、应急照明、消防动力设备以及消防控制中心均为一级负荷。

(3) 为保证一级负荷供电,本设计从医院总配电所两段 10kV 母线各引出一路专线为本楼两台变压器供电。

(4) 本设计变电所、发电机室位于地下一层,建筑面积为 240m²,地面高程为-4.5m,10kV 电缆为下进下出,220V/380V 电缆为上出线。变电所、发电机共设置一个值班室。

(5) 本设计在两台变压器 10kV 侧设置两台真空断路器柜,从医院总配电所引来的两路 10kV 电缆经过断路器接至变压器,此断路器只作为检修隔离用,变压器保护由总配电所断路器实现。

(6) 变电所内两台变压器，一台为 1 段 220V/380V 母线供电，两段母线之间设置联络断路器，其中一段母线失电后联络断路器投入。在 220V/380V 母线末端设置一应急母线段，为一级负荷供电，此应急段平时由 2 段供电，当 2 段失电后，母线联络开关自动投入，由 1 段供电。当 2 路都失电时，由应急发电机供电。市电与发电机之间的切换自动连锁控制，由自动转换开关完成。

3. 配电系统设计

(1) 地下室内冷冻机房、水泵房、热交换站等容量比较大、负荷比较集中的一般设备由低压配电屏放射式直接供电。

(2) 消防水泵、防排烟风机、消防控制室、应急照明等一级负荷均采用双电源供电，并在末端配电箱自动切换。

(3) 一般医疗用电采用树干式供电方式，而血库、血液透析、重症监护病房均采用双路供电，并在末端配电箱自动切换。

(4) 手术部集中在 2、3 层，设置专用配电箱，双路电源直接从低压配电屏直接引入，并自动切换。

供电系统图如图 1-5 所示。

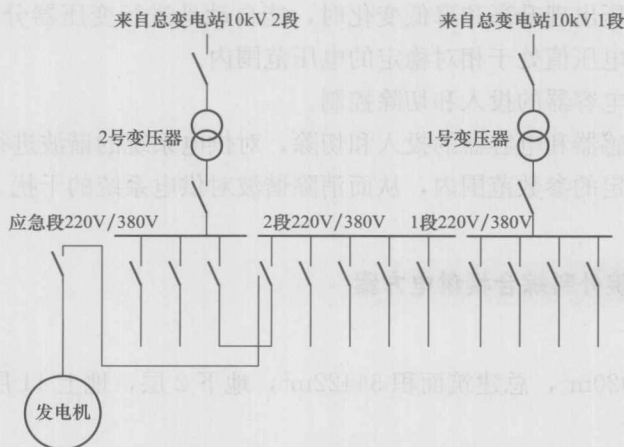


图 1-5 两台变压器组成的供电系统图

【分析点评】

此设计过程中，从医院的实际与相关的保障性要求出发，充分考虑到各类负荷的情况，采用分级供电，可以提高相应设备的不同需求，为确保医疗用电提供了充分的保证。

从技术层面上看，采用母线之间的联络开关作为实现正常供电与应急情况供电状态之间的转换。

真空断路器的选用可以实现切换的自动控制。真空断路器的分断能力与特性较好，在带负荷合闸的情况下，其重合能力很强。

变电所内两台变压器，一台为一段 220V/380V 母线供电，两段母线之间设置联络断路器，其中一段母线失电后联络断路器投入。在 220V/380V 母线末端设置一应急母线段，为一级负荷供电，此应急段平时由 2 段供电，当 2 段失电后，母线联络开关自动投入，由 1 段

供电。当2路都失电时,由应急发电机供电。市电与发电机之间的切换自动连锁控制。由自动转换开关完成,使得供电的可靠性得到保证。

【案例 1-2】 居民楼供电方案

1. 供电系统方案

(1) 利用原来的 10kV 总配电所,电源为 10kV 进线,经过负荷计算,选用一台 1600kVA 干式变压器。

(2) 本设计变电所、发电机室位于小区中心,建筑面积为 240m²,电缆为下进上出,220V/380V 电缆为上出线。变电所设置一个值班室。

(3) 设置一台真空断路器柜,10kV 电缆经过断路器接至变压器,此断路器只作为检修隔离用,变压器保护由总配电所断路器实现。

2. 配电系统设计

(1) 地下室内冷冻机房、水泵房、热交换站等容量比较大、负荷比较集中的一般设备由低压配电屏放射式直接供电。

(2) 消防水泵、防排烟风机、消防控制室、应急照明等一级负荷均采用双电源供电,并在末端配电箱自动切换。

供电系统图如图 1-6 所示。

【分析点评】

此设计过程中,从技术层面上看,真空断路器的选用可以实现切换的自动控制。真空断路器的分断能力与特性较好,在带负荷合闸的情况下,其重合能力很强。

但是,变电所内变压器是没有考虑到事故与紧急情况下的供电的。即一旦由于某种原因造成系统停电时,建筑内的电梯、应急指示、紧急广播等将无法工作。

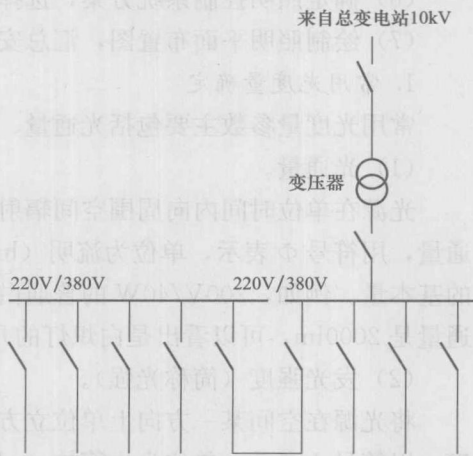


图 1-6 真空断路器切换的供电系统图

1.2 建筑照明系统的弱电控制技术

电气照明是建筑的重要组成部分,照明系统的优劣将直接影响建筑功能的发挥,还有损建筑的艺术效果。现代建筑中的照明,不仅能为人们的学习、生活、娱乐提供良好的视觉条件,而且还会利用灯具的造型和光色的调节营造出充满美感的室内和室外环境。可以说,一个真正设计合理的现代照明系统,除了能满足上述条件之外,还必须做到充分利用和节约能源。

随着现代建筑的大型化、工作时间的弹性化、人类物质生活的多样化,需要营造快乐、便捷、安全、高效的照明环境和气氛,促进照明系统高效节能和智能化的方向发展。

我国自 1997 年启动绿色照明工程以来,通过技术创新,光源年总产量达到 60 亿只,位

居世界第一,采用了很多新兴的技术和材料,为我国的照明设备以及相关的技术推进奠定了良好的基础。

1.2.1 建筑照明的设计

照明设计就是要在满足照明质量要求的基础上,科学合理地选择光源和灯具,最大程度地节约电能,使照明设备安全可靠。进行照明设计时,要考虑以下几方面。

- (1) 确定照明方式、照明种类、照度设计标准。
- (2) 确定光源以及灯具类型,布置形式。
- (3) 进行照度计算,并确定光源的功率。
- (4) 确定照明的配电系统。
- (5) 计算照明线路,包括负荷、电压损失、机械强度、功率因数补偿等。确定导线的型号、规格以及导线的敷设方式。
- (6) 确定照明控制系统方案,选择控制设备以及安装位置。
- (7) 绘制照明平面布置图,汇总安装容量,列出照明系统主要设备与材料的清单。

1. 常用光度量确定

常用光度量参数主要包括光通量、发光强度、照度、光视效能。

(1) 光通量。

光源在单位时间内向周围空间辐射出去的、并能够使人的眼睛产生光感的能量,称为光通量,用符号 Φ 表示,单位为流明(lm)。光通量是光源的一个基本参数,是表示发光能力的基本量。例如,200V/40W的普通白炽灯的光通量为350lm,而200V/40W的荧光灯的光通量是2000lm,可以看出是白炽灯的几倍,光源的光通量越大,人们对环境的感觉就越亮。

(2) 发光强度(简称光强)。

将光源在空间某一方向上单位立方体角内发射的光通量称为光源在这一方向上的发光强度。以符号 I 表示,单位为坎德拉(cd)。

发光强度 I 常用于说明光源和灯具发出的光通量在空间各个方向或在选定方向上的分布密度。若以某一光源为原点,以各个角度上的发光强度为长度的各点连成一条曲线,就称这条曲线为该光源的光强曲线,也称为配光曲线。

在日常生活中,人们为了改变光源光通量在空间的分布情况,采用了各种不同形式的灯罩进行配光。例如,同为40W的白炽灯在没有加装灯罩前,其正下方的光强为30cd,加上一个不透光的灯罩之后,向上的光除了少量被吸收以外,大部分都被灯罩向下反射,使下方的光强由30cd增加到73cd。

(3) 照度。

照度是表示被照面上被光源照射的强弱程度。以被照面上单位面积所接受的光通量来表示。照度用 E 表示,单位是勒克斯(lx)。1lm光通量均匀分布在 1m^2 面积上所产生的照度为1lx。照度与光源在这个方向上的光强成正比,与它到光源距离的平方成反比。因此,在照明设计中,为了提高局部照度或改善照度的均匀性,在光源和灯具不变的情况下,可以通过改变灯具的安装高度来解决这一问题。

照度的概念举例:40W白炽灯下1m处的照度约为30lx,加装一个灯罩增加到73lx,阴天时,中午室外的照度是80 000~20 000lx,晴天中午室外的照度是80 000~120 000lx,一