

高层建筑电气设计手册

陈一才 编著

中国建筑工业出版社

参 考 文 献

- [1] 全国建筑电气设计技术协作及情报交流网,《建筑电气论文资料集》,1987年。
- [2] 全国建筑电气设计技术协作及情报交流网,《高层建筑电气设计调研成果及资料选编》,1987年。
- [3] 铁道部建筑工程公司科研所,《高层建筑技术发展概况》,1985年。
- [4] 全国建筑电气设计技术协作及情报交流网,《多层和高层住宅建筑电气设计要点》,1984年。
- [5] 四川省建筑电气情报网,《建筑电气技术资料》高层建筑专辑,1984年。
- [6] 机械工业部第一设计研究院,《高层建筑电气设计资料汇集》,1985年。
- [7] 中国建筑东北设计院编,《建筑电气设计技术规程》(JGJ16—83),1984年。
- [8] 武汉市无线电研究所编,《共用天线电视系统技术讲座》,1982年。
- [9] 中国建筑学会电气学术委员会弱电专业组、国营涪江机器厂合编,《全频道共用天线电视系统讲义》,1985年。
- [10] 《建筑电气设备手册》编写组编,《建筑电气设备手册》,中国建筑工业出版社,1986年。
- [11] 林俊茂译,《超高层大楼设备设计》,台北徐氏基金会,1979年。
- [12] 全国建筑电气设计技术协作及情报交流网,《建筑电气设计节电要点》,1984年。
- [13] 长沙有色冶金设计研究院,《高层建筑电气设计参考资料》,1985年。
- [14] 长沙有色冶金设计研究院,《高层建筑电气译文集》,1986年。
- [15] 长沙有色冶金设计研究院,《电气设计的节电技术》,1986年。
- [16] 长沙有色冶金设计研究院,《有色冶金企业电气设计手册》,1973年。
- [17] 航空工业部第四规划设计研究院等编,《工厂配电设计手册》,水利电力出版社,1983年。
- [18] 长沙黑色金属矿山设计院等编,《黑色金属矿山企业电力设计参考资料》,冶金工业出版社,1979年。
- [19] 西北电力设计等编,《电力工程设计手册》,上海人民出版社,1972年。
- [20] 北京钢铁设计院等编,《钢铁企业电力设计参考资料》,冶金工业出版社,1976年。
- [21] 韦课常编,《电气照明技术基础手册》,水利电力出版社,1980年。
- [22] 章长东等合译,《商业建筑供电系统》(IEEE标准),机械工业出版社,1986年。
- [23] 丁明往、汤继东编,《高层建筑电气工程》,水利电力出版社,1988年。
- [24] 文治阗译,“航空障碍灯设备”,《建筑电气》,1986年第2期。
- [25] 薛世勇译,“建筑物和场地的泛光照明”,《建筑电气》,1986年第3期。
- [26] 邴树奎编译,“高层建筑电气设备”,《建筑电气》,1986年第4期。
- [27] 汤继东、丁明往,“高层建筑电气负荷分析”,《电气工程应用》,1986年第2期。
- [28] 谭松、黄富才,“深圳国际贸易中心自控系统概况”,《广州自动化》,1985年第2期。
- [29] 陈翹荣,“广州花园酒店柴油发电机组自备电站设计简介”,《电气工程应用》,1986年第2期。
- [30] 尚镭、贺智修、智书恒,“微型机在高层建筑空调系统中的应用”,《土建电气设计通讯》,1986年第3期。

本手册介绍有关高层建筑电气装置的设计和计算方法。内容包括供电系统、配电网络、控制和保护设备、电气照明、电话通信和广播音响系统、共用天线电视接收系统、电脑管理和监控、自动防火、建筑物防雷、接地与漏电保护、节能等；并附有必要的计算公式、图表和常用的参考资料，是建筑电气专业的一本常用工具书。

本手册可供从事高层建筑电气设计、施工和管理及维修人员使用，也可作为大专院校有关专业的教学参考书。

高层建筑电气设计手册

陈一才 编著

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷（北京阜外南礼士路）

开本：787×1092毫米 1/16 印张：24¹/₄ 插页：1 字数：584千字

1990年7月第一版 1990年7月第一次印刷

印数：1—11,260册 定价：13.65元

ISBN7—112—01071—3/TU·776

(6145)

前 言

近几年来,随着我国社会主义建设事业的蓬勃发展,各大中城市和旅游胜地先后兴建了一批高层旅馆、住宅、贸易中心和综合大楼等。这种趋势仍在继续发展。在国外,高层建筑热更是有增无减。一些经济发达国家和地区,由于人口继续向城市集中,城市建设用地紧张,地价暴涨,促使建筑物向高层发展。

现代高层建筑的特点是高度高,功能多,人员密集,设备复杂,装饰豪华,灭火困难,经营管理的自动化水平要求也很高。这给高层建筑电气设计带来许多新的内容,增加了难度。

为了适应新的形势要求,编者近年作了大量的调查研究工作,广泛收集资料,在此基础上编写了这本《高层建筑电气设计手册》,供从事高层建筑电气设计的工程技术人员使用,以期对提高设计速度、保证设计质量有所帮助,使设计工作更好地为社会主义现代化建设事业服务,为发展我国国民经济、提高人民生活水平作出更大的贡献。

在编写过程中,得到不少设计研究单位和建设、施工部门的支持。许多同志和朋友们也给予热情鼓励和帮助,在此谨致深切的谢意。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,敬请批评指正。

目 录

前言	
第一章 概论	1
第一节 高层建筑的发展	1
第二节 高层建筑的分类	1
第三节 高层建筑的特点	2
第四节 电气设计应注意的问题	4
第五节 电气设计的主要内容	4
第六节 国外高层建筑的电气设备	8
第七节 今后的发展趋势	11
第二章 供电系统	13
第一节 供电方式	13
第二节 负荷计算	16
第三节 电压调整	26
第四节 自备应急电源装置	31
第五节 设备选择	34
第六节 变电所设计	42
第三章 低压网络	48
第一节 低压配电系统	48
第二节 低压网络的负荷计算	53
第三节 低压网络的短路电流计算	57
第四节 导线和电缆的选择	68
第五节 导线和电缆的敷设	104
第四章 控制和保护设备	116
第一节 选择控制和保护设备的条件	116
第二节 熔断器和自动开关的选择	118
第三节 电动机的起动设备	132
第四节 电动机的调速	139
第五节 典型控制线路	143
第六节 可编程序控制器	151
第七节 电梯设备	160
第五章 电气照明	164
第一节 照明方式和照明种类	164
第二节 光源和灯具	164
第三节 照明质量和照度标准	167
第四节 照度计算	169
第五节 旅馆照明设计	179
第六节 住宅照明	182
第七节 建筑物的泛光照明	185
第八节 航空障碍照明灯的安装	186
第六章 电话通信及广播音响系统	188
第一节 概述	188
第二节 电话设施	188
第三节 电传和电话传真	204
第四节 无线呼叫系统	205
第五节 广播音响系统	206
第七章 共用天线电视接收系统	212
第一节 概述	212
第二节 主要部件及其性能	218
第三节 系统设计和计算	227
第四节 系统的安装和调试	236
第五节 闭路电视系统	242
第八章 电脑管理和监控系统	249
第一节 概述	249
第二节 旅馆经营管理电脑系统	250
第三节 旅馆管理电脑的软件	253
第四节 电脑数据传输系统	256
第五节 旅馆设备监控电脑系统	259
第六节 商业大楼的电脑监控系统	264
第九章 自动防火	280
第一节 概述	280
第二节 火灾报警系统	281
第三节 火灾探测器	282
第四节 自动报警装置	287
第五节 自动灭火系统	288
第六节 电脑监控的自动消防系统	289
第七节 消防中心	292
第八节 消防设备的控制	294
第九节 大楼自动报警和灭火系统	298
第十章 建筑物的防雷	301
第一节 雷电特性与建筑物的避雷	301
第二节 雷电活动的规律	303
第三节 建筑物的防雷分类	305
第四节 主要防雷措施	305
第五节 避雷装置	308

第六节 避雷装置的检验.....	311	第三节 改善电网的功率因数.....	341
第十一章 接地与漏电保护.....	313	附录 常用参考资料	349
第一节 概述.....	313	一、常用数学常数和三角函数.....	349
第二节 接地保护.....	314	二、电工学的基本定律及关系式.....	350
第三节 接地装置.....	315	三、电工常用名词和计量单位.....	354
第四节 接地电阻的计算.....	317	四、常用导电材料的主要特性.....	356
第五节 接零的计算.....	323	五、常用绝缘材料的主要特性.....	357
第六节 三相五线制配电问题.....	327	六、全国主要城市气象资料数据.....	358
第七节 漏电保护装置.....	329	七、超高层大楼电气设备调查 一览表(日本).....	369
第十二章 节能	335	参考文献.....	379
第一节 概述.....	335		
第二节 主要节电措施.....	336		

第一章 概 论

第一节 高层建筑的发展

建筑是社会文明的重要标志之一。在人类历史上它随着物质文明的发展和科学技术的进步，从一两层结构开始逐步向高层发展。根据对现存的部分早期高层建筑的考察，高耸的建筑物在公元前两千多年就已经出现，最著名的数埃及的金字塔了。现存的最大的一座名叫库富金字塔，塔高146.6米，相当于现代50层楼的高度。到了三世纪末四世纪初，在古罗马帝国出现了当时的“摩天楼”，采用砖石承重墙结构建了一些10层左右的公寓。在我国的古代建筑中也有不少塔楼。公元523年在河南登封县建造的嵩岳寺塔，10层，高40米。公元704年改建的西安市大雁塔，7层，高60米。到了公元十一世纪前后，又有更高的建筑出现，如我国宋辽时期即公元1055年在河北省定县建造的开元寺料敌塔，11层，高82米，可谓罕见。这些早期的高层塔楼建筑，由于受到当时经济和技术条件的限制，都是砖木和石料建造的，显示了古代劳动人民的高度智慧和卓越才能。

国外近代高层建筑是在十九世纪中叶产业革命后逐步发展起来的。当时由于资本主义工业发展迅速，城市人口剧增，城市建设用地紧张，地价暴涨，迫使建筑向高层发展。由于1851年发明了电梯系统，1857年出现了第一台具有自动控制装置的载客电梯，这就为解决高层建筑的垂直运输创造了条件。同时由于钢铁工业的发展，又为近代高层建筑提供了物质基础。

近代高层建筑的类型，主要有住宅、旅馆、办公楼等。此外，还有医院、学校、商店、邮电、广播电视中心、展览馆、工厂、仓库等，和兼有多种功能的综合大楼。

高层建筑是节约用地、美化市容、改善城市居住条件的重要途径。随着各国政治、经济、文化事业的发展，高层建筑几乎遍布世界各大中城市和游览胜地。目前，高层综合大楼已摆脱了过去那种不同功能的建筑分别建设的模式，而是把多种功能合并为一体。这种建筑物通常在形式上是统一的。大楼内具备了各种功能必需的设施，包括住宅、办公室、旅馆和超级市场、医院、餐厅、文化和体育设施等。国外把这种高层建筑称之为“楼中城市”或叫“垂直村庄”。这种建筑物在国外已经有所推广，很可能是高层建筑中最有意义的趋向。

最近几年，随着我国社会主义建设事业的发展，各大中城市兴建的高层建筑也日益增多，而且有继续发展的趋势。这是节约城市建设用地、发展商品经济的必然结果。

第二节 高层建筑的分类

什么是高层建筑？多少层才算高层建筑？这个概念在不同地区、不同国家、不同时期有不同的含义，人们对它往往有着不同的理解。以拥有高层建筑最多的国家之一的美国而言，也未明确划分高层建筑的界限，只是因地区而异。许多工程师认为，高层建筑的确切

定义不在高度或层数，而是“高”的本身对规划、设计、施工以及对环境的影响程度。如运输工程师认为，当建筑物超过某一高度时，必须采用电梯、自动扶梯等专门解决垂直运输的建筑才算是高层建筑；结构工程师则认为高层建筑的突出特点是水平荷载作用比建筑物结构的自重更有意义。它的结构体系必须在现行规范的强度、层间位移和使用舒适的范围内，做到十分经济地抵抗风力和地震力；而对于消防专家来说，当建筑物的高度超过消防队的救火设备所能达到的高度才算高层建筑；……。众说纷纭。为了便于讨论问题，1972年8月在美国宾夕法尼亚州的伯利恒市召开的国际高层建筑会议上，专门讨论并提出高层建筑的分类和定义。

第一类高层建筑：9～16层（最高到50米）；第二类高层建筑：17～25层（最高到75米）；第三类高层建筑：26～40层（最高到100米）；超高层建筑：40层以上（高度100米以上）。

在我国，按照《高层民用建筑设计防火规范》的规定，建筑总高度超过24米的非单层民用建筑和10层及10层以上的住宅建筑（包括底层设置商业服务网点的住宅楼）称为高层建筑。根据高层建筑使用性质、火灾危险性、疏散和扑救难度进行分类，见表1-1。

建 筑 物 分 类 表 1-1

名 称	一 类	二 类
居住建筑	高级住宅 19层及以上的普通住宅	10至18层的普通住宅
公共建筑	医 院 百 货 楼 展 览 楼 财贸金融楼 电 信 楼 广 播 楼 省级邮政楼 高级旅馆 重要的办公楼、科研楼、图书楼、档案楼 建筑高度超过50米的教学楼和普通的旅馆、办公楼、 科研楼、图书楼、档案楼等	建筑高度不超过50米的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、图书楼、档案楼 省级以下的邮政楼等

注：1.高级旅馆系指建筑标准高、功能复杂、可燃装修多、设有空气调节系统的旅馆。
2.高级住宅系指建筑标准高、可燃装修多、设有空气调节系统或空气调节设备的住宅。
3.重要的办公楼、科研楼、图书楼、档案楼系指性质重要，建筑标准高，设备、图书、资料贵重、火灾危险性大、发生火灾后损失大、影响大的办公楼、科研楼、图书楼、档案楼。

近年来我国已经建成的高层建筑中，约有一半是高层住宅，高层旅馆约占15%，其余为高层办公楼、高层综合大楼，此外还建造了教学、科研、医疗、广播、电视中心，以及某些轻工业厂房、仓库等。

第三节 高层建筑的特点

一、建筑上的特点

1. 建筑面积大

从国外已建成的高层建筑来看，一座大楼的建筑面积由几万至几十万平方米。如北京饭店、深圳国际贸易中心均为8万平方米，广州白天鹅宾馆为8.2万平方米，纽约世界贸易中心由5幢楼组成一个建筑群体，共84万平方米。

2. 高度高

由于建筑面积大，为了减少占地面积，大型建筑物必须向空中发展。广州白天鹅宾馆共37层，高129米；深圳国际贸易中心50层，高168米；日本新宿中心大楼60层，高约210米；纽约世界贸易中心110层，高441米。

3. 有地下层

高层建筑除地上层外，由于基础和结构上的原因还有若干地下层。地下层一般作为水泵房、冷冻机房、变电所和汽车库等用房。

二、设备上的特点

1. 与一般建筑相比，空调设备多，而且分散，一般在各层设有空调机。
2. 各种泵和电梯的数量多。
3. 需要消防用洒水设备、事故电源插座、事故用电梯等防灾用动力。
4. 因水压的关系，多数在中间层设有水泵站和水箱。
5. 为提高效率及投资效率，电梯分若干运行区，在中间层设有中转站及电梯间。
6. 需要设置航空障碍灯和避雷装置，尽量避免对广播及电视的影响。

三、电气上的特点

1. 用电设备种类多

按其功能可分为以下十一类：

(1) 电气照明设备：包括客房、办公室、餐厅、厨房、商店、楼梯走道、庭园、节日、安全和疏散诱导照明等。

(2) 电梯设备：包括客梯、货梯、消防电梯、观景电梯、自动扶梯等。

(3) 给排水设备：生活水泵、排水泵、排污泵、冷却水泵和消防泵等。

(4) 制冷设备：包括冷冻机、冷却塔风机、冷却水泵、冷水泵等。

(5) 锅炉房用电设备：包括鼓风机、引风机、给水泵、上煤机、供油泵、补水泵等。

(6) 洗衣房用电设备：包括洗衣机、甩干机、熨平机、电熨斗等。

(7) 厨房用电设备：包括小冷库、冰箱、抽风机、排风机和各种炊事机械等。

(8) 客房用电设备：包括电冰箱、电视机、电动美容工具等。

(9) 空调系统用电设备：包括送、回风机、风机盘管等。

(10) 消防设备：排烟风机、正压风机等。

(11) 弱电设备：电话站、广播站、消防中心，电视监控室、电脑监控室等用电设备。

2. 耗电量多

高层建筑的用途不同，其用电量也有差别，但总的来说，耗电量大。目前，我国内地高层住宅为10~35瓦/平方米，香港地区为10~60瓦/平方米。内地一些主要旅游饭店或宾馆大约为60~120瓦/平方米，其中有空调的为70~120瓦/平方米，无空调的为30~60瓦/平方米。国外旅游宾馆，一般为60~70伏安/平方米，高级宾馆为120~140伏安/平方米。国

外办公用大楼的负荷水平大约为100瓦/平方米。

3. 供电可靠性大

根据高层建筑的特点, 为了保障大楼内人员、设备的安全, 对供电的可靠性提出了特殊要求。

一般20层以下的公寓性住宅建筑的一般动力和照明负荷可按三级负荷处理, 但消防水平、消防电梯和楼道照明应为二级负荷。20层以上的公寓性住宅的负荷等级应相应提高一级。

对于高层旅游饭店和办公用房, 因其突然中断供电后影响大, 所以大楼内的一般动力和照明负荷按一级负荷处理, 由两个独立电源供电。

第四节 电气设计应注意的问题

1. 与一般建筑相比, 高层建筑是消耗能量多的建筑, 由于空调负荷多, 电梯等运输设备多, 给排水设备多, 用电量特别大。

2. 与一般建筑相比, 用电设备多数分散, 一般采用三相四线制400伏配电, 照明与动力共用干线。由于干线系统故障影响范围大, 引起故障的可能性也大, 采用互投联络系统是很重要的。

3. 由于在结构上多数采用大柱距, 形成大空间, 使墙面安装的设备增多, 例如插座, 电话出口等, 必然使地面管道增多。

4. 由于建筑构件的预制装配化及干法施工, 缩短了施工周期, 而且顶棚一般采用标准化、系列化的吊顶。

5. 电气设备的管线应采取防火措施。

6. 空调等主要用电设备分散, 多数要求集中管理, 具体地说, 要求采用电脑管理和监控系统。另外, 其它各种设备(航空障碍灯、擦窗吊兰, 避雷装置等)的设置和对电波传播的障碍等, 也应认真加以研究。

7. 采取防震措施。如配电屏、灯具等电气设备的防震; 管线的层间贯通和建筑伸缩缝与沉降缝的耐震处理等。

第五节 电气设计的主要内容

高层建筑高度高、面积大, 功能多, 使用性质重要, 灭火困难, 使电气设计内容复杂, 项目繁多, 形成一门综合性应用技术。其中包括下列内容:

1. 电力负荷的计算

电力负荷是供电设计的依据参数。计算准确与否, 对合理选择设备、安全可靠与经济运行, 均起决定性作用。现代高层建筑的电力负荷计算, 基本上采用负荷密度法和需要系数法。其特点是方法简便, 精度能满足工程要求。

2. 供电电源及电压的选择

为了保证供电可靠性, 现代高层建筑至少应有两个独立电源, 具体数量应视负荷大小及当地电网条件而定。两路独立电源运行方式, 原则上是两路同时供电, 互为备用。此

外,还必须装设应急备用柴油发电机组。要求在15秒钟内自动恢复供电,保证事故照明,消防设备电梯、电脑电源设备的事故用电。

国内高层建筑的供电电压,都是采用10千伏标准电压等级。对用电量特别大而又具备条件的,可采用35千伏深入负荷中心供电,这对节能具有重要意义。

3. 高低压配电系统的设计

现代高层建筑都是采用两路独立电源同时供电方式,高压采用单母线分段、自动切换,互为备用。母线分段数目,应与电源进线回路数相适应。只有供电电源为一主一备时,才考虑采用单母线不分段的供线。但出线回路较多时,仍然要考虑单母线分段。电源进线都是采用电缆方式。

为减少变压器台数,单台变压器的容量选择一般都大于1000千伏安。为限制低压侧的短路电流,正常时变压器解列运行,中间设联络开关。照明和动力分开设变压器,当动力用电容量太小时,动力变压器可不开装设,而在低压侧应对动力负荷分类计费。

高压系统及低压干线的配电方式基本上都采用放射式系统。楼层配电则为混合式系统。配电设备中的主要部分是干线。现代高层建筑的竖井多采用插接式母线槽。水平干线因走线困难,多采用全塑电缆与竖井母干线联接。每层楼竖井设层间配电小间。层间配电箱经插接自动空气开关从竖井母干线取得电源。当层数较多负荷数较大时,一般按层数分区供电,或将变压器分散设在地下层、中间层或最顶层。

低压配电系统各级开关,多采用自动空气开关。各级自动空气开关的保护整定,应注意选择性配合。

所有电梯均要求采用两路不同变压器引出的专用电缆进线。在电梯机房的末端配电箱,设两路电源的自动切换装置,互为备用。

旅游旅馆的自然功率因数一般为0.7~0.8,按规定应补偿到0.9~0.95。无功补偿通常采用集中补偿方式。为降低变压器容量,多集中装设在低压侧,与配电屏放在一起,但必须采用干式移相电容器。

4. 电气设备的选择

现代高层建筑的电气设备,对防火、防爆防潮、防污染、节能及小型化等,都提出了很高的要求。随着科学技术的发展,新技术、新设备不断出现,但有些设备仍需从国外引进。设备引进是一项技术性和政策性很强的工作,对国际市场的产品动态及发展趋势都应有一定的了解,还应具备必要的国际贸易常识。

主要设备的选型:

(1) 高压开关柜

现代高层建筑的变配电室设在主楼地下层,按规定不宜采用油开关。国外用于高层建筑的开关有三种类型可供选用:高压空气断路器, SF₆开关和真空断路器。其中高压空气断路器因技术陈旧, SF₆开关尺寸数大,气体具有毒性,故目前10千伏真空断路器应用的较为普遍。

(2) 电力变压器

根据防火要求,主楼内是不允许装设大容量的油浸电力变压器的。国外有干式变压器、SF₆变压器和硅油变压器等三种产品可供选用。沈阳变压器厂生产的干式变压器,主要技术指标已达到国际先进水平。

(3) 低压配电屏

国外低压配电屏的结构,几乎都做成抽屉式,特别是大容量的出线,则做成手车式。国产低压配电屏也有抽屉式结构的,但体积较大。

低压配电屏多采用自动空气开关出线。当配电变压器的容量为1600千伏安时,低压母线上的短路容量已超过40千安,目前国内尚未能提供这样大容量的产品。

(4) 应急备用发电机组

过去大多数是采用柴油发电机做应急备用电源的。近年国外高层建筑已开始采用燃气轮机发电机。这种发电机具有体积小、重量轻,反应速度快,故障率低等优点。

应急备用发电机组必须是快速自起动的。按国外规定,应能在15秒内恢复供电。从可靠性出发最好选用两台,自动并车。容量较小时也可选用一台。

(5) 母线槽和电缆

插接式绝缘母线槽,具有容量大、结构紧凑、可靠性高、使用维护方便等优点。国外的现代高层建筑,插接式绝缘母线槽已完全取代了电缆竖井。遵义长征电气控制设备厂研制的密集型插接式绝缘母线槽,主要技术性能指标已达到国际先进水平,并在广州中国大酒店、花园酒店及上海华亭宾馆、雁荡公寓等得到实际应用。绝缘母线槽有铜的和铝的两种。

5. 变电所位置的确定

现代高层建筑的用电量相当大,在确定变电所位置时,应尽可能使高压深入负荷中心。这对节约电能,提高供电质量都有重要意义。

国外高层建筑的变电所都设在主楼内。建筑高度在30层左右的,大都集中在底层;60层左右的,则分散在地下层、中间层和顶层。也有仅在中间层或仅在地下层、顶层设变电所的。变电所的数量及其位置的分布,应通过技术经济比较决定。

6. 照明装置

电气照明设计,包括光源选择、照度计算、灯具造型、灯具布置,眩光控制和调光控制和照明配电线路敷设等。照明设计与建筑装饰有着非常密切的关系,应该相互配合,在使用功能及艺术意境方面求得统一。选用高光效电光源,可以取得节能的明显效果。

7. 防雷与接地

现代高层建筑的防雷设计,除采用避雷针和避雷带的传统做法外,近年还出现有消雷器和放射性避雷针。这两种防雷技术虽然在工程上得到不少实际应用,但在理论上一直是有争议的。广州花园酒店、南京金陵饭店装设了放射性避雷针。但是也有人认为,从国外引进这种放射性避雷针,维护复杂,价格又不便宜,还是采用传统的避雷方法简单可靠,更加经济合算。但必须保证各层楼面钢筋、金属管道与该层用作引下线的柱筋有可靠的连接,形成等电位层。现代高层建筑都是采用钢筋混凝土剪力墙,与楼板的连接是十分可靠的。关键是做好金属管线的接地。

现代高层建筑的防雷接地、电气设备的保护接地和工作接地,都是分在一起的,组成混合接地系统的。接地电阻按最小的要求而定,通常是在4欧以下。利用建筑物的钢筋混凝土基础作接地板。尽管基础钢筋等自然接地体已能满足接地电阻的要求,仍需要装设水平的人工接地体,将主要的建筑物基础连接成接地网,这对均衡电位,提高安全性都有好处。

8. 电梯

电梯按使用功能分,有高级客梯、普通客梯、观景梯、服务梯、消防梯、货梯、自动扶梯等许多种;按速度又分为低速梯、快速梯、高速梯和超高速梯等,按电流分则有交流和直流两大类,设计人员的任务是要确定电梯台数,和决定电梯功能。电梯的配置和造型,不是电气设计人员单方面所能决定的,必须与总建筑师或总体交通设计人员共同研究才能确定。

现代高层建筑的电梯,为了提高输送能力和缩短候梯时间,一般都采用高速或超高速电梯,分组实行电脑群控。为提高运行的稳定性和舒适感,客梯都是选用直流电动机驱动。

9. 经营管理电脑系统

现代高层旅游建筑的业务管理电脑,主要是数据处理和文字处理的应用。旅馆经营管理系统一般划分为前台管理和后台管理两大部分。前台管理主要是负责接待、登记、订房、预约、查询、定票及房间状态的显示;后台管理主要负责晚间经济核算,编制各种统计报表,进行成本分析,使经济核算和财务会计工作自动化。而经营管理电脑系统的设计,主要是解决电脑的选型,以及终端机的配置和管线布置问题。

10. 设备自动化监控电脑系统

设备自动化监控电脑系统,能使所有设备在最佳状况下运行,迅速发现故障,达到减少人力,节约能源,提高经济效益的目的。现代化旅游旅馆的设备管理电脑,可以对整座大楼的空调、供热、供排水、变配电、照明、电梯、消防、闭路电视、通信、防盗、巡更等进行全面监控。

11. 通信

国外现代高层建筑的通信设施,包括普通电话连络、业务对话、国内外长途自动拨号,和附加的服务功能,电传等,可以进行国际通信联络。

目前,大型高层建筑的电话通信都采用程控交换机。这种交换机的优点是其抗干扰能力强,节省空间,呼叫建立时间短,功能多,灵活性大,工作稳定,维护方便,程控交换机是靠软件进行工作的,预先将交换动作顺序编成软件程序,存入交换机的存贮器,中央处理机将按照预先编定的程序指令控制交换机的接续工作,完成用户之间的通话。

12. 消防自动报警和自动灭火系统

现代高层建筑的火灾自动报警灭火系统包括火灾探测器,分区消防报警控制器,消防中心和气体自动喷射灭火及自动洒水灭火系统等四个部分,实现报警灭火自动化。

探测器探测到火灾信号后转换成电信号,进入分区报警器和消防中心,发出声光报警信号。消防中心负责整座大楼火灾的监控和消防指挥。一些高级旅馆的消防系统设计,是与设备监控电脑系统相连接的,借助于设备监控电脑,实现消防监控自动化。

13. 共用天线电视接收系统

为了使用户收看好电视节目,高层建筑一般都装有共用天线电视接收系统,简称CATV系统。共用天线电视接收系统是一个有线分配网络,除收看电视台的电视节目以外,还可以在它的前端配合一定的设备,如:摄象机、录象机、调制器及其它附属设备等,根据用户的需要自己可以随意制作电视节目。向大楼用户播放内部节目,所以又称之为“闭路电视系统”。现代旅游饭店都装设有闭路电视系统。每个客房都设有彩色电视

机,电视机的电源开关装在床头控制柜的集控板上。

在进行分配系统设计时,应合理地确定电视机输入端的电平范围。射频同轴电缆、高频插接件、线路放大器、分配器、分支器等选择,应注意系统的匹配及产品的质量。

天线的选点问题也是很重要的。应选择在无遮挡、干扰、场强高、安装方便的地方。

14. 音响广播系统

高层旅游建筑的音响广播设计包括公众广播、客房音响、高级宴会厅的独立音响、舞厅音响等。

公众音响平时播放背景音乐,发生火灾时,则兼作事故广播之用。客房音响的设置目的,是为客人提供高级的音乐享受,建立舒适的休息环境。

高级宴会厅一般都是多功能的,必须设置专用的音响室,配备一套高级组合音响设备,以适应各种宴会、记者招待会、演唱会、国际会议、时装表演等不同的使用要求。

餐厅、多功能厅、酒吧间等,为满足有可能举办各种晚会的要求,可配备移动式音响设备。舞厅的音响是独立的系统。

有的豪华饭店还设置有音乐喷泉。

15. 节电

节省能源是我国经济建设中的一项重大政策,节约用电又是节省能源工作中的一个重要方面,它直接关系到企业的经济效益和人们的日常生活。在高层建筑的电气设计中,要把电能消耗指标作为全面技术经济分析的重要组成部分。节电的设计方案,应根据技术先进、安全适用、经济合理、节约能源和保护环境的原则确定。采用合理的配电方式,采用高效率变压器、电动机和照明光源、无功功率补偿装置和设备监控电脑系统等措施,减少电能损耗,节约用电。

第六节 国外高层建筑的电气设备

一、供配电系统

因为现代高层建筑都是采用全封闭集中式空调系统,水平和垂直运输都采用电梯,照明及其它生活耗电量都比一般要高,耗电指标估计达 $50 \sim 100$ 瓦/平方米。如纽约的世界贸易中心最高耗电量达 $70 \sim 80$ 兆瓦,变压器容量达 13.2 万千伏安。日本新宿中心大楼变压器容量为 1.6 万千伏安。这样大的用电量采用一般方法是不可能供给各用电设备的,而且对电源的可靠性要求特别高,其特点是:

1. 为保证供电的可靠性: (1) 必须从电力系统取得两个以上的电源。如纽约世界贸易中心从电网取得 5 个电源,日本新宿中心大楼从电网取得 4 个电源; (2) 为了保证电力系统在故障断电时能使特别重要的用电设备(如电梯和照明等)不致中断,必须设置紧急起动的柴油发电机; (3) 为了保证在火灾、地震等特殊情况下,电力系统和柴油发电机都不能供电时,楼内人员能安全疏散,还必须设置蓄电池电源,以保证人员疏散安全。

2. 为了减少变配电系统的电能损失,采用变压器深入负荷中心的方式,变压器进入楼内而上楼。如纽约世界贸易中心,电力系统以 138 千伏电压供电,在大楼附近建立 $138/13.8$ 千伏, 5 台 25 兆伏安的总降压变电所,然后用 13.8 千伏分别向设在 7 层、41 层、75 层、108 层的每层的两座 $13.8/0.48$ 千伏的 4 台 1500 千伏安变压器供电。再由这些变电所分别向变

电所的上、下各层用480/277伏的电压进行供电。如日本新宿中心大楼用22千伏电压分别向设在地下4层和40层的变电所供电。

3. 由于深入负荷中心, 变压器进入楼内, 为了防火的要求, 不采用一般的油浸式变压器和油断路器等在事故情况下能引起火灾的电气设备。而采用干式变压器和空气开关。近年生产的环氧树脂浇注式变压器, 它的性能比干式变压器更优越。

4. 为提高低压配电系统的可靠性, 目前采用一种将两台变压器并列起来的网格式低压配电系统。由于两台以上的变压器并列, 低压网络的短路电流成倍增大, 因而对所有的低压电气设备的要求比一般配电系统要高得多, 给低压电器制造上带来很大困难。因此, 在过电流保护系统中, 采用一种成本低、构造简单和分断能力大的熔断器与自动空气开关等配合使用, 低压配电系统短路故障内熔断器保护, 而正常情况下的控制和保护, 则由自动空气开关完成。结果不但提高了供电可靠性, 而且可以节约基建投资。

二、自动防火和报警系统

由于高层建筑面积大, 人员复杂, 引起火灾的可能性很大, 加之竖向孔洞多(如电梯井、电缆井、空调及通风等竖管), 现代化的塑料贴面材料, 全部窗户密封, 设备庞杂, 人员和物质等都很集中, 于是发生火灾时火势容易蔓延, 疏散人员和扑灭火灾也很困难。所以, 现代化高层建筑除了在建筑设计方面采取很多措施(如合理布局、采用耐火材料、划分若干防火区等)外, 还设置完善的自动消防系统和防火警报系统——设立消防中心。

自动消防和防火警报系统一般由检测、报警、确认判断和初期灭火设备、疏散诱导系统、排烟灭火系统等组成。

检测: 报警系统的作用是在防火范围内发生火灾时, 设在防火区的烟感和温感火灾自动探测器自动向中央火灾控制室发出火警信号。在有人值班的情况下, 利用人工紧急报警设备向中央控制室发出火灾信号。

确认判断和初期灭火设备: 当中央控制室得到自动的或人工的火警信号后, 同时通报消防队, 值班人员分析判断确认发生火灾时, 就发布疏散指令同时开启诱导系统。与此同时, 自动灭火探测器的信号起动喷洒灭火物质进行初级灭火, 起动电梯截获系统, 将电梯全部返回一楼, 准备消防队员使用。

疏散诱导系统: 主要作用是在确认发生火灾时, 由于高层建筑内的人员不能撤离大楼, 这时由消防中心的值班人员通知火灾区域的人员向安全区域疏散。在发布火灾指令时特别注意用语, 这个疏散用语告诉居住者发生了什么火警, 要他们做什么, 而且为什么不能用电梯等等。

当火灾区域的人员疏散完毕后, 应关闭火区域的门和空气处理系统, 并供给其他层以新鲜空气。

美国西雅国联邦大楼的防火通信系统具有下列功能:

1. 火灾信号经过控制中心证实后, 立即送到消防部门。
2. 照亮控制台上的大楼模型, 确定火灾地点。
3. 起动录音机, 向着火区域发出疏散指令, 指导居住者离开着火区域到安全区去。
4. 截获大楼内的全部电梯, 并放录音磁带, 告诉乘客电梯正在返回底层, 准备消防队使用。
5. 关闭着火区域, 自动控制空气处理系统, 供给其他层以新鲜空气。

6. 在控制室内发出音响报警信号, 并打印出报警信号。
7. 录下全部紧急谈话, 以便以后查考。
8. 由打印机打印出报警记录(所有消防信息用红色打印, 以便同常规维修信息相区别)。
9. 显示出全部风机系统的状态。
10. 提供重复报警点和状况的数字显示。

该防火通信系统用一个专门房间作为消防中心, 共有 7 块信号屏, 两部电传打字机, 一台用电键控制的显示终端和 12 块灯显示屏组成。

三、共用天线电视系统

共用天线电视系统一般由接收天线、前置放大器、直流稳压电源、自动关机装置、混合器、中间放大器、分配器、分支器、用户插板、12.3~75 欧阻抗可变控制器和高频同轴电缆等部分组成。

由于人们视听要求的提高, 只收看电视台的电视节目不能满足要求, 利用共用天线电视系统可以发展到一个大楼、一个单位、一个城市的闭路电视系统——这就是所谓有线电视系统。在这种系统中设立控制中心, 它能根据收看者需要同时播送多套电视节目, 黑白、彩色电视兼容。这样就大大丰富了人们的文化生活。

四、电脑管理系统

在高层建筑中由于能量消耗大, 电梯台数多, 室内环境质量要求高, 防火通信系统复杂等原因, 仅仅用人员来完成上述管理工作是困难的。为了减少管理人员, 提高管理水平, 目前世界上已有不少高层建筑采用微电脑参与大楼管理工作, 主要应用于如下几个方面:

1. 能源管理: (1) 最佳起动时间控制, 它是根据室温的变化和人员的变化情况确定空调机起动、停止时间和台数。(2) 避免高峰负荷同时出现: 锅炉、冷气机和电力系统都希望负荷均衡, 但实际上是不可能的, 用微电脑进行负荷调度, 避免次要负荷在高峰负荷时使用。特别是电力用户超过了合同最高需要量, 供电局收费较多。(3) 根据室外气温的变化, 控制空调系统新鲜空气吸入量而减少电能消耗。(4) 根据空调、照明等用电量的变化, 控制变压器的运行容量和台数, 以减少变压器的空载损耗。(5) 根据停车场的单位时间出入车数, 控制停车场通风机的起动和停止台数。

2. 各种用电设备工作台数的控制: (1) 冷冻机控制。主要根据室温变化实行最佳化控制。(2) 根据用水量的变化自动控制水泵的工作台数。(3) 电梯运行控制, 根据上下班情况使电梯工作最佳化。(4) 发电机满负荷试验控制。发电机是在外部电源断电时保证自动紧急起动, 给重要负荷供电。为了保证发电机随时能起动, 必须保持发电机随时处于准备状态, 因此, 必须经常作起动实验。另外, 还要试验发电机能否满负荷运行, 主要的负荷开关能否自动投入, 次要负荷能否自动脱扣, 保证发电机可靠地工作, 且当外部电网恢复供电时, 发电机能自动停止工作。

3. 环境管理: 为了保持室内环境舒适, 其温度和湿度应根据季节变化, 保持室内温度和湿度在不同季节下处于最佳状态。温度和湿度的电脑控制, 一方面维持室内环境舒适, 另一方面也能节电。

4. 防灾管理: (1) 火灾处理。当发生火灾时, 为了能及时扑灭火灾, 减少损失, 就

必须迅速发现火灾,判断火灾信息的可靠性,并迅速对火灾情况进行处理。如判断火灾信息准确后,应停止空调换气,强行起动消防水泵,打开人员疏散方向路线指示照明灯,限制紧急用电干线的负荷,转换各种阀门,打开排烟风机、排烟口、避难口,关闭防火门、防火闸门、防火窗,开始紧急广播等。

当发生强烈地震时,电源管理也由电脑控制。

五、避雷

一般大气中的雷云距离地面高度大约100~300米时,地面感应异性电荷易于在建筑物的突出部位集中,大多数高层建筑已接近雷云或在雷云之中,受雷击的可能性很大。采用一般建筑物的避雷措施难于起到保护作用。国外采取的保护措施有:

1. 屋顶及其突出部位应装设和一般建筑物一样的避雷装置外,还要在屋顶的突出部位装设保护装置。

2. 当高层建筑的侧壁是金属制品或钢筋混凝土时,将全部金属体或钢筋连接成电气通路,以保护建筑物侧壁不受雷击。

当建筑物的侧壁是混凝土或其它电气绝缘材料时,便将侧壁的钢骨架或钢筋在电气上连接成通路,作为受雷体。若侧壁无金属体时,则在建筑物的突出部位及侧壁的外廊每隔20米安装垂直导体,将其和建筑物的钢架或钢筋连成电气通路,作为受雷体。

3. 高层建筑的屋顶及侧壁的航空障碍灯,其照明灯具的全部金属体和建筑物的钢骨架在电气上连接,保持通路。

4. 高层建筑的水管进口部位与钢骨架或主要钢筋连接;水管竖到屋顶时,也将其和屋顶避雷装置连接。

5. 落雷次数记录。高层建筑,装设有落雷次数记录计,若一年内确认有落雷时,便对电气线路的干线绝缘进行测试。

第七节 今后的发展趋势

近代电气设计是以电能、电气设备、电气自动化技术为主体的综合性应用技术,它涉及物理学、电磁学、电子学、应用数学等基础理论,是高层建筑设计工作中最活跃的因素。一方面,它保证安全可靠供电,利用自动化检测、监控手段,对空调系统、变配电系统、给排水系统、运输系统、煤气系统、防灾保安系统、照明系统和经营管理系统,实行最佳化控制,同时,它又利用电灯、电话、电梯、电视、电声、电钟、电脑等设施,参与空间环境的改善,这种服务性和参与性的统一,供建筑电气设计的重要性日益显著。

由于现代高层建筑的多功能化,技术方面的复杂性,对搞好电气设计带来一定的难度。随着科学技术的进步和人民生活水平的提高,高层建筑的建设向自动化、信息化和节能化方向发展。这些方面必然地对电气设计有许多新的要求,使建筑电气的设计业务范围不断扩大,技术要求越来越高,以微电子应用技术为代表的新技术已渗透到高层建筑的各个应用领域。电气设备投资比例目前已经超过20%,并且,有增大的趋势。因此,高层建筑电气设计开始形成自己独特的专业理论体系,朝着以微电子技术为主体的更高级阶段发展。

我国实行对外开放政策以后,随着现代化大型旅游宾馆合资项目的兴建,引进一批新