

铁路职业教育铁道部规划教材

电力内外线工程

DIANLINEIWAIXIANGONGCHENG

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

张刚毅 主编

高职

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(高 职)

电力内外线工程

张刚毅 主 编

刘 军 副主编

杨扩武 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

内 容 简 介

本书是铁路职业教育铁道部规划教材,注重电力工程施工的实际需要。此书共三篇:第一篇内线工程,着重叙述室内各种配线的施工、配电设备与配电装置的安装方法、电气照明中灯具和器具的选择与安装等;第二篇外线工程,着重叙述架空线路的概述、施工、防雷与接地、电缆的各种敷设方法、接头和端头的制作等;第三篇电力内外线的运行维护,着重叙述电力内外线的巡视、防护的方法、架空线路的故障查找、电缆故障的测试方法及探测仪的使用等。本书突出实际施工技能技巧的内容,并附有一定数量的思考练习题。

本书通俗易懂,图文并茂,方法多样且实用,可作为电气化铁道供电专业、企业供电专业高职学生教材,也可作为一线从事电力工程人员的培训教材和自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电力内外线工程/张刚毅主编. —北京:中国铁道出版社,2008.8
铁路职业教育铁道部规划教材. 高职
ISBN 978-7 113-09111-8

I. 电… II. 张… III. 输配电线路-高等学校:技术学校-教材 IV. TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 129741 号

书 名:电力内外线工程

作 者:张刚毅 主编

责任编辑:武亚雯

电话:010 51873133

电子信箱:td51873133@163.com

编辑助理:阙济存

封面设计:陈东山

责任校对:张玉华

责任印制:金洪泽 陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.5 字数:364千

书 号:ISBN 978-7 113 09111-8/TM·83

定 价:28.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本书是根据铁路职业教育电气化铁道供电专业高职教学计划“电力内外线工程”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育电气化铁道供电专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育电气化铁道供电专业教材编审组审定。

本书为了适应现代供电技术发展的需要,其内容涉及室内外各种配线,常用低压电气设备、照明设备的安装、电缆线路的敷设与连接和内外线的运行维护等。在编写过程中,注意体现高职教育的特点,删减了大量繁琐复杂的计算,突出了实际施工技能技巧的训练,注重培养学生的实际动手操作能力,一方面加强基本理论的阐述,另一方面用供电系统的新技术与新方法充实与更新本书的内容。例如内线工程施工中,在介绍传统的工程施工方法的基础上,增加了硬塑料管配线、塑料护套线和铅皮线配线工程。在外线施工工程中,介绍了钢筋混凝土电杆的施工,施工测量工具的使用、施工测量的方法、导线的安装、各种电缆的敷设方法、油浸纸绝缘电力电缆的施工等新的内容。电力内外线的运行维护中,尤其是随着电力电缆在供电中的普遍应用,故障也随之增多,如何探测,怎样才能快速准确地查找到故障点的精确位置、缩短故障的修复时间,成为各供电企业越来越关心的问题,为了解决上述问题,本书增加了故障探测与处理等内容。

本书由张刚毅主编,刘军副主编,杨扩武主审。本书编写分为三篇。第1~5章为第一篇,由张刚毅编写;第6~10章为第二篇,其中第6~8章由刘军编写,第9、10章由张刚毅编写;第11、12章为第三篇,由刘军编写。编者在本书的编写过程中得到了西安电子科技大学、陕西西电科大华成电子股份有限公司、西安铁路局西安供电段及西安铁路职业技术学院董奇老师的大力支持和帮助,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者和同行批评指正。

编者
2008年7月

目 录

第一篇 内线工程	1
第一章 概 论	1
第一节 配线施工前应考虑的事项	1
第二节 配线施工的几项原则	1
复习思考题	2
第二章 低压配电系统	3
第一节 低压配电系统的配电方式	3
第二节 配电系统的电压选择及接线方式	6
第三节 高层建筑的内线工程	8
第四节 低压配电系统的导线选择	9
复习思考题	18
第三章 室内配线施工	19
第一节 室内配线的一般要求及工序	19
第二节 室内配线方式的应用	21
第三节 各种室内配线施工方法与要求	24
复习思考题	46
第四章 室内配电装置与设备的安装	47
第一节 配电柜的安装	47
第二节 母线装置的安装	49
第三节 隔离开关及负荷开关的安装	58
第四节 互感器的安装	62
第五节 支持绝缘子、避雷器的安装	64
第六节 穿墙套管的安装	67
第七节 二次接线的安装	68
第八节 配电箱和开关箱的安装与维护	74
复习思考题	80
第五章 电气照明	82
第一节 基本概念	82
第二节 照明光源与灯具的工作原理及结构	83
第三节 照明器具的选择、布置及照明要求	95
第四节 照明器具的安装	106
复习思考题	116

第二篇 外线工程	117
第六章 架空线路概述	117
第一节 架空线路的基本知识	117
第二节 架空线路的结构组成	121
第三节 导线的选择	128
复习思考题	132
第七章 架空线路施工	133
第一节 施工工艺流程及要求	133
第二节 施工测量工具	136
第三节 架空线路基础施工	147
第四节 架空线路的架设	151
第五节 接户线的安装	162
复习思考题	164
第八章 架空线路的防雷与接地	165
第一节 架空线路的防雷	165
第二节 接地装置与接地电阻	168
第三节 接地装置的安装	171
复习思考题	177
第九章 电缆线路的概述	178
第一节 电缆线路的发展及其特点、分类	178
第二节 电缆的结构及型号	182
复习思考题	183
第十章 电缆线路的敷设与连接	184
第一节 电缆的敷设	184
第二节 电缆核相的方法	187
第三节 电缆头的制作与安装	189
第四节 电缆的支持与维护	198
复习思考题	201
第三篇 电力内外线的运行维护	202
第十一章 线路的运行与维护	202
第一节 线路巡视的种类和方法	202
第二节 架空线路的防护	204
复习思考题	207
第十二章 故障探测与处理	208
第一节 架空线路故障与预防	208
第二节 电力电缆故障	211
第三节 电力电缆故障的测试方法	214
第四节 电力电缆故障探测仪器的使用	216
复习思考题	226
参考文献	226

第一篇 内线工程

第一章

概 论

在铁路建设中,电力工程是不可缺少的。铁路工厂、机务段、车辆段等制造和检修部门,有大量的动力设备和照明设备,在大、中型车站甚至较小车站内,这种电力工程也是少不了的,铁路的其他部门以及办公房屋和住宅等的大量照明用电当然更是必要的了。因此,铁路建设工程的发展必然会给电力工程带来新的要求。

本篇主要介绍电力内线工程的施工问题。我们将介绍一些与施工有关的技术资料、施工资料,并着重介绍电力内线工程的各种施工方法和安装工艺。

第一节 配线施工前应考虑的事项

除了很小的局部工程以外,一般内线工程都要有施工图纸。因此,在施工前应详细了解施工图纸,并应注意下列事项:

(1) 弄清设计图的设计内容。对图中选用的电气设备和主要材料等进行统计,并作备料工作;对采用的代用设备和材料,要考虑供电安全和技术经济等条件。

(2) 注意图纸提出的施工要求。

(3) 考虑与主体工程和其他工程的配合问题,确定施工方法。为了工程施工,不要破坏建筑物的强度和损害建筑物的美观;为了安全,在施工前尽量考虑好与给排水管道、热力管道、风管道以及通信线路的布线等工程的关系,不要在施工时发生位置的冲突,要满足有关规定对距离的要求等。

(4) 必须熟悉有关电力工程的技术规范,如铁路工程技术规范、电力部等部门颁布的国家规范以及本部门的有关规定等。

第二节 配线施工的几项原则

内线工程主要在建筑物内进行电气安装和配线工作。施工时要注意以下几项原则:

1. 可靠

在室内配线是为了对各种电器设备供电服务的,除了在设计上要考虑供电的可靠性外,在施工中保证以后运行的可靠性往往更为重要。常常由于施工的不当,造成很多事故隐患,给以后运行的可靠性造成很大影响,因此必须保证使用的可靠。

2. 安全

配线也是建筑物内的一种设施,不安全是不行的。施工前选用的电气设备和材料必须合格。施工中对于导线的连接、地线的施工以及电线敷设等,都不能马虎,必须用正确的施工方法进行施工,以确保运行时的安全。

3. 便利

在配线施工和设备安装中,要考虑以后运行和维修的便利性,并考虑有发展的可能。

4. 经济

在工程设计和施工中,要注意在保证安全运行和发展的可能条件下,考虑经济性,尽量节约资金和材料。

5. 美观

在室内施工中,必须注意不要损坏建筑物的美观,同时配线的布置和电器选择也要根据不同情况注意建筑物的美化问题。

复习思考题

1. 配线施工前应注意哪些事项?
2. 配线施工的原则是什么?

第二章

低压配电系统

第一节 低压配电系统的配电方式

一、配电方式

1. 电压

室内配电用的电压有下列几种:

- (1) 照明用 110 V 和 220 V 的直流电压;
- (2) 直流电动机用的 110 V、220 V 和 440 V 的直流电压;
- (3) 380/220 V 三相四线制交流电压, 380 V 用于动力设备(如电动机等), 220 V 用于电灯或电器设备等;
- (4) 36、24 V 交流电压用于移动式局部照明, 12 V 用于危险场所的手提灯;
- (5) 大容量的高压电动机采用 3 kV 或 6 kV 交流电压;
- (6) 室内高压变配电所的电压为 6 kV 或 10 kV, 室内变电站最高到 35 kV。

在铁路内电力供应, 室内配电用的电压, 高压为 6~10 kV, 低压一律采用 380/220V, 对旧有营业线(指铁路)技术改造时应尽量将 110 V 电压等级改为 380/220 V。

按照中华人民共和国行业标准 DL 408--1991《电业安全工作规程》第 1.4 条的规定, 电气设备分为高压和低压两种: 电气设备的对地电压在 250 V 以上者为高压(根据国家电网公司 2005 年 3 月 1 日试行的《电力安全工作规程》—变电站和发电厂电气部分的规定, 对地电压在 1 kV 及以上者为高压电气设备), 250 V 及以下者为低压, 因此三相四线制中, 中性线不接地的为高压, 中性线接地的为低压。

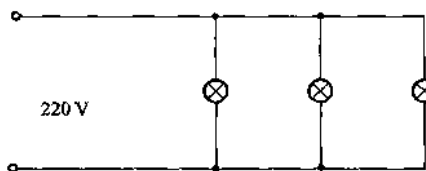


图 2-1 220 V 单相制

2. 配电方式

(1) 220 V 单相制。一般小容量的住宅用电可用 220 V 的单相交流制, 如图 2-1 所示, 这是由外线路上 一根相线和一根中性线组成, 也是由单相 220 V 的降压变压器供给的, 不过发展的趋势是小容量的单相变压器不再制造。

(2) 380/220 V 三相四线制。大容量的电灯用电如机关办公室、学校、宿舍等可采用 380/220 V 三相四线制, 将各组电灯平均地分别接在每一根相线和中性线之间如图 2-2 所示。当三相负载平衡时, 中性线中没有电流, 所以应该在尽可能的范围内, 使得各相负载平衡。

(3) 三相五线制。什么是三相五线制? 在三相四线制供电系统中, 把零线的两个作用分开, 即一根线做工作零线(N), 另一根线专做保护零线(PE), 这样的供电接线方式称为三相五

线制供电方式。三相五线制包括三根相线,一根工作零线,一根保护零线。三相五线制接线方式如图 2-3 所示。

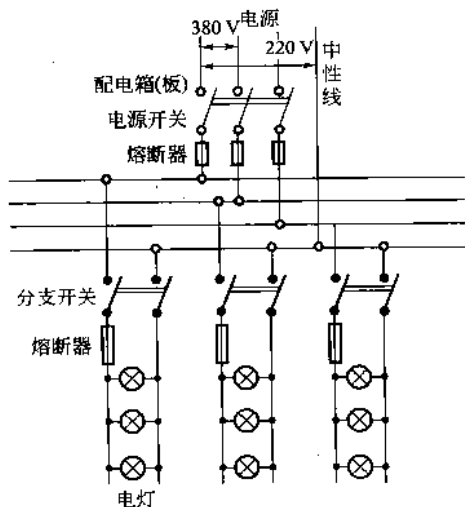


图 2-2 380/220 V 三相四线制接线

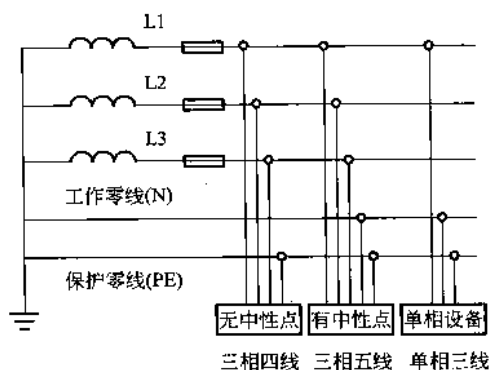


图 2-3 三相五线制接线方式

1) 该接线的特点。工作零线 N 与保护零线 PE 除在变压器中性点共同接地外,两线不再有任何的电气连接。由于该种接线能用于单相负载、没有中性点引出的三相负载和有中性点引出的三相负载,因而得到广泛的应用。在三相负载不完全平衡地运行的情况下,工作零线 N 是有电流通过且是带电的,而保护零线 PE 不带电,因而该供电方式的接地系统完全具备安全和可靠的基准电位。

2) 三相五线制供电的原理。在三相四线制供电中当三相负载不平衡时和低压电网的零线过长且阻抗过大时,零线将有零序电流通过,过长的低压电网,由于环境恶化、导线老化、受潮等因素,导线的漏电电流通过零线形成闭合回路,致使零线也带一定的电位,这对安全运行十分不利。在零线断线的特殊情况下,断线以后的单相设备和所有保护接零的设备产生危险的电压,这是不允许的。如采用三相五线制供电方式,用电设备上所连接的工作零线 N 和保护零线 PE 是分别敷设的,工作零线上的电位不能传递到用电设备的外壳上,这样就能有效隔离三相四线制供电方式所造成的危险电压,使用电设备外壳上电位始终处在“地”电位,从而消除了设备产生危险电压的隐患。

3) 三相五线制在民用建筑电气中的应用。三相五线制供电的应用范围。凡是采用保护接零的低压供电系统,均是三相五线制供电的应用范围。国家有关部门规定:凡是新建、扩建、企事业、商业、居民住宅、智能建筑、基建施工现场及临时线路,一律实行三相五线制供电方式,做到保护零线和工作零线单独敷设,对现有企业应逐步将三相四线制改为三相五线制供电,具体办法应按三相五线制敷设要求的规定实施。

建筑电气设计中采用“单相三相制”和“三相五线制”配电,就是在过去“单相二相制”和“三相四线制”配电基础上,另增加一根专用保护线直接与接地网相连,如图 2-3 所示。

①“单相三线制”是“三相五线制”的一部分,在配电中出现了 N 线和 PN 线:一个是工作接地 N 线,这是构成电气回路的需要,其中有工作电流流过,在单相二线制中,工作接地 N 严禁装设保险等可断开点,但单相三线制中则应同相线一样装设保护元器件;另一个是保护接地

PE 线,要求直接与接地网相连接。保护线 PE 与中性线 N 从某点分开后,就不得再有任何联系,目的有两个:其一是为了使漏电电流动作保护能准确动作;其二是为了使保护线上没有电流流过,以利安全。

②每个建筑物的进户线处应将零线重复接地,接地电阻 $\leq 10\ \Omega$ 。

③从引入处开始,接至建筑物内各个插座,中性线 N 和保护线 PE 完全分开(严禁零地混接)。至于保护线 PE 的导线应采用与工作回路相同等级的绝缘线,且与中性线 N 截面相同,敷设方式和路径也同工作回路。为了便于识别,最好依据规范按颜色区分,见表 4-7。(JG J16—2008《民用建筑电气设计规范》规定“住宅建筑每户的进线开关或插座专用回路宜设置漏电流动作保护,动作电流为 30 mA”)。

④插座的接线应遵循左零(N)右相(W)上接地。

在工厂企业中,动力与照明混合式用电,应经过技术经济的比较,现在都采用动力和照明用电设备分别由总变压器引出的单独线路供电。根据电源的条件可分为三种,如图 2-4、图 2-5 及图 2-6 所示。

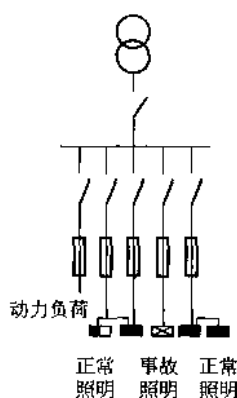


图 2-4 由一台变压器供电的单线图

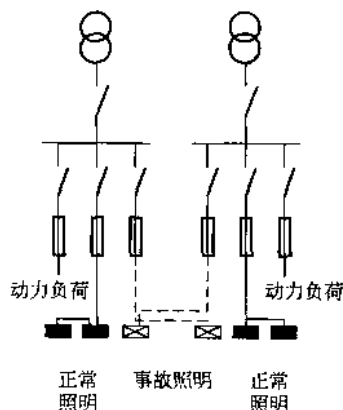


图 2-5 由两台变压器供电的单线图

如果动力用电电压较高时,则工厂中照明用电可以经过中间变压器供电,如图 2-7 所示。

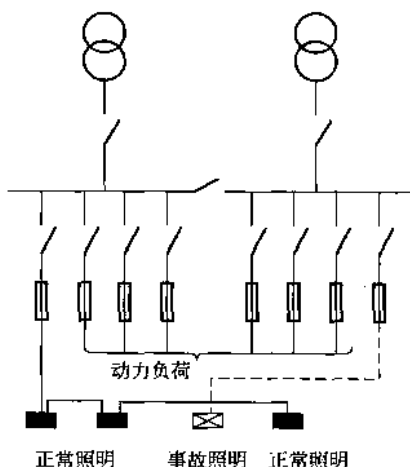


图 2-6 由两台变压器供电的单线图

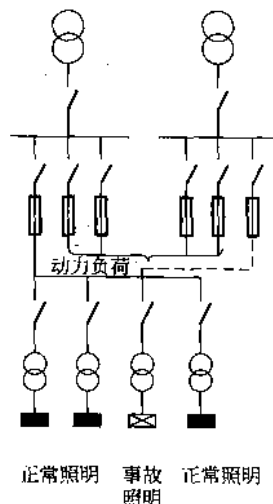


图 2-7 采用中间变压器供电的单线图

第二节 配电系统的电压选择及接线方式

一、配电系统的电压选择

配电系统由 6~10 kV 配电线路和配电变电所组成,供电距离短,其功能是向用户分配电能。

(一) 额定电压标准

为了使电力工业和电工制造业的生产标准化、系列化和统一化,世界各国和有关国际组织都制定额定电压标准。我国也有相应的额定电压标准,配电系统电压标准见表 2-1。

表 2-1 配电系统额定电压等级

kV

用电设备额定电压	变压器线电压	
	一次绕组	二次绕组
0.38		0.4
3	3 及 3.15	3.15 及 3.3
6	6 及 6.3	6.3 及 6.6
10	10 及 10.5	10.5 及 11.0

变压器一次侧接电源,相当于用电设备,二次侧向负荷供电,又相当于发电机。因此变压器一次侧额定电压应等于用电设备额定电压(直接和发电机相连的变压器一次侧额定电压应等于发电机额定电压),二次侧额定电压应较线路额定电压高 5%。但因变压器二次侧额定电压规定为空载时的电压,而额定负荷下变压器内部的电压损耗约为 5%,为使正常运行时变压器二次侧电压较线路额定电压高 5%,变压器二次侧额定电压应较线路额定电压高 10%。只有漏抗较小的变压器,或二次侧直接与用电设备相连的变压器,其二次侧额定电压才较线路额定电压高 5%。

(二) 电压等级及各级电压的供电范围

输配电网络额定电压的选择在规划设计时又称为电压等级的选择,它关系到建设费用的高低、运行是否方便、设备制造是否经济合理等多方面的因素。

在输送距离和输送功率一定的条件下,电力网所用的额定电压越高,则电流越小,在线路和变压器上产生的功率损耗、电能损耗和电压损耗就越小,并且可以采用较小截面的导线,以节约有色金属。但是,电压等级越高,线路的绝缘强度要求就越高,杆塔的几何尺寸也要随线间距离和导线对地距离的增大而增大,从而加大线路投资。同时,线路两端的升、降压变电所的变压器、开关电器等电气设备投资也要增加。因此,电力网的额定电压等级应根据输电距离和输送功率经过全面技术经济比较来选定。

配电线路各级电压的线路其输送能力见表 2-2。

表 2-2 配电线路各级电压合理输送容量及输送距离

额定电压(kV)	输送容量(MW)	输送距离(km)
0.38	0.1 以下	0.6 以下
3	0.1~1.0	1~3
6	0.1~1.2	4~1
10	0.2~2.0	6~20
35	2.0~10	20~50

二、接线方式

(一) 基本要求

为了满足系统运行的基本要求,在选择接线时,应考虑以下几方面的问题。

(1) 必须保证用户供电的可靠性。当电力网中某一部分发生故障时,应由继电保护装置将故障部分迅速切除,以保证系统中其他部分持续运行。对不容许中断供电的重要用户,应备有双电源供电或多电源供电。

(2) 必须能灵活地适应各种可能的运行方式。

(3) 应力求节约设备和材料,减少设备费用和运行费用,使电网的建设和运行比较经济。

(4) 应保证各种运行方式下的人员能够安全操作。

根据上述要求,电力网接线大体上可分为两大类型:一类为无备用接线,就是指用户只能从一个方向取得电源的接线方式。例如树干式接线、放射式接线和混合式接线。另一类为有备用接线,就是指用户可以从两个或两个以上方向取得电源的接线方式。这一类包括环形式接线、两端供电式接线和双回路式接线。

铁路配电系统通常采用树干式配电网络、放射式配电网络、环形式配电网络、两端供电式配电网络。有时也采用树干式和放射式同时使用的混合式配电网络以及双回路式配电网络。下面简单介绍铁路配电系统常用的配电网络。

(二) 接线方式

1. 树干式配电网络

树干式配电网络如图 2-8 所示。由铁路地区变、配电所引出一个或几个配电回路,每个回路可供给几个室内、外变电所或直接对高压设备供电。此类配电系统简单、经济,但发生故障时影响范围广。

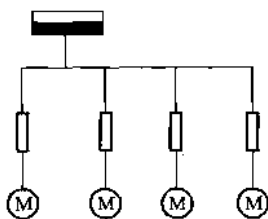


图 2-8 树干式配电网络

2. 放射式配电网络

放射式配电网络如图 2-9 所示。由铁路地区配电所引出单独的回路直接供各室内、外变电所或高压设备。由于各回路是单独控制和单独供电,相互影响较小,因而适宜重要供电或负荷功率较大的设备供电。但是投资将增大,而且线路、占用通道较多,某些场合也不适用。

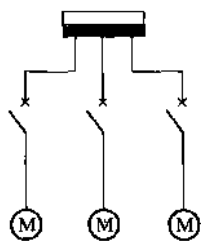


图 2-9 放射式配电网络

3. 混合式配电网络

混合式配电网络即树干式与放射式配电网络同时使用。

在铁路枢纽内对于负荷分散、供电点多、负荷等级或容量不同时用此配电网络最合适。

4. 环形式配电网络

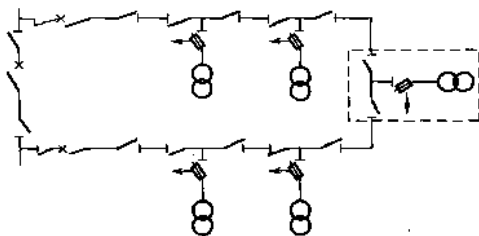


图 2-10 环形式配电网络

环形式配电网络如图 2-10 所示。从图中可以明显看出,它将大大提高供电可靠性。环形式配电网络实际上是由两个树干式配电网络连接起来的。实际运行方式可以采用开口式,也可以采用闭口式,视实际情况可以变更,一般两路电源同时工作时应为开口运行,而当电源为一主一备时,方可闭环运行。

5. 两端供电式配电网络

两端供电式配电网络如图 2-11 所示。铁路自动闭塞信号供电通常采用此种供电方式。由于自动闭塞供电是铁路的主要负荷用户,为了保证供电可靠,应广泛采用双回路式配电网络。

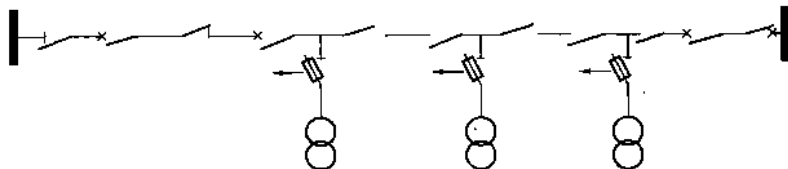


图 2-11 两端供电式配电网络

第三节 高层建筑的内线工程

由于经济的飞速发展,我国许多城市都兴建了高层楼宇。目前通常将高于 7 层的建筑称为高层建筑。高层建筑对供电要求很高,对内线装置也有很多专门的要求。现将高层建筑的内线工程介绍如下。

一、高层建筑的用电特点

(一) 用电负荷大

现代高层建筑单位面积用电量和总用电量都远比目前普通住宅、办公楼高,用电负荷达 $100 \text{ V} \cdot \text{A}/\text{m}^2$ 左右。

(二) 用电设备多、容量大

高层建筑中的用电设备较多,办公室中一般都安装大容量的荧光灯,客房中安装数量较多的小容量壁灯、床头灯、台灯、天顶反光灯等,以及设置空调设备。除制冷机组为最大动力负荷外,其他主要用电设备是电梯。根据建筑层数和面积大小,一般都设有 6~10 部客梯和另设 2~4 部货梯,每部电梯电动机容量为 30~40 kW。

高层建筑的用电设备中还常有专用的自动洗窗机、洗墙机等,这些用电设备也消耗相当的电力。

二、高层建筑的供电方案

由于高层建筑一旦发生供电故障,必然会引起极大的混乱,所以对供电可靠性的要求很高。

高层建筑通常由多路电源供电。如某高层建筑由两路 10 kV 电源供电,如图 2-12 所示,并有一路备用电源进线,使供电十分可靠。10 kV 电源经 4 台 1 600 kW·A 变压器降压为 380/220 V 电源后分区向大楼各部分供电。由于两路电源平时分列运行,两低压电源也同时送到大楼的每一层,分别供电给某一楼层的一半负荷,这样就会使每层楼都有两路电源供电,

十分可靠。

虽然采用了十分可靠的供电方案,但该大楼仍然设置了自备发电机组。当外电源失电后,柴油发电机组启动,对必须可靠供电的事故照明、报警系统、消防水泵及事故情况下必须开动的风扇、电梯等重负荷供电。

三、高层建筑的内线装置施工

高层建筑的内线工程都有完整的施工图纸,必须严格遵照执行。高层建筑的用电负荷很大,但目前国内大部分高层建筑的变压器都设置在底层或地下室,因此低压干线可采用母线槽配电,如图 2-13 所示。将组装的母线或成套的母线槽沿着建筑结构上专门用于装置设备和电缆、母线的水平夹层、垂直竖井安装敷设;负荷较小时则敷设大截面电缆。

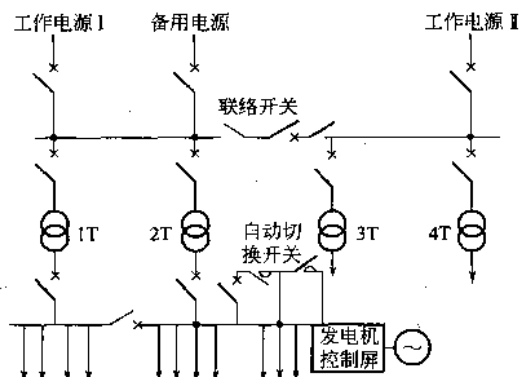


图 2-12 某高层建筑供电系统图

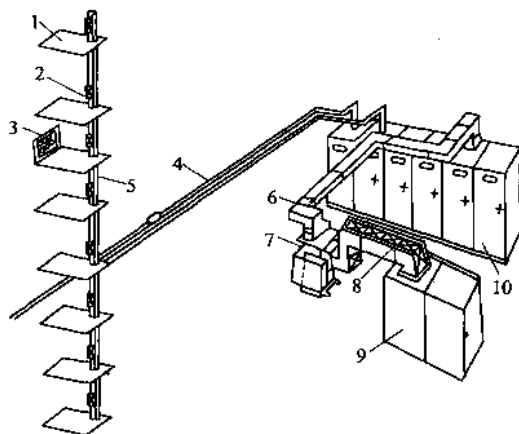


图 2-13 高层建筑馈电式母线槽配电示意图

- 1—各层地坪;2—分支接线箱;3—分层配电箱;
4—水平馈电母线槽;5—垂直馈电母线槽;
6—配电母线槽;7—变压器;8—高压母线;
9—高压柜;10—低压配电盘

高层建筑配线时,每层都有相应的配电盘、配电箱。由每层配电盘、箱向各处配线时,低压电缆一般采用聚氯乙烯或聚乙烯电缆,大多采用铜芯电缆,以满足没有接头腐蚀的要求,而且能承受压力、弯曲,还具有不易燃烧的性能。现在的高层建筑通常不设单独的电缆夹层,电缆都在每层活动天花板上面的电缆沟道中敷设,对于施工和检修都十分方便。

照明线路、小容量设备的支线路则较多采用线管配线,一般都是暗配。为了更加安全可靠,在大型高层建筑中则优先选用镀锌钢管等镀锌电线管,管内大多穿铜芯电线。所有照明装置和动力电气设备的施工安装,尤应注意安全可靠,讲究美观与协调。

第四节 低压配电系统的导线选择

一、导线的材料

导线指动力线路和照明线路中使用的电力线的总称(俗称电线),由于导线的用途是输送和传导电流,加之工作环境复杂,易受气象条件的影响,因此对导线的材料有以下要求:

- (1) 导电性能好,以减小线路的功率损耗、电能损耗及电压损耗;

- (2) 机械性能好,即抗拉强度高,具有一定的弹性和柔软性,不易折断;
- (3) 耐化学腐蚀性能好,以适应不同污秽环境;
- (4) 质量轻,性能稳定,经久耐用,价格低廉。

目前常用的导线材料是铜、铝、铝合金、钢等,它们的物理特性见表 2-3。

表 2-3 导线材料的物理特性

材料	20℃时的电阻率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	密度(g/cm^3)	抗拉强度(MPa)	耐化学腐蚀性能及其他
铜	0.017 2	8.9	3.5~4.5	表面易形成氧化膜抗腐蚀能力强
铝	0.023 2	2.7	1.5~1.8	抗一般化学侵蚀性能好,但是受酸、碱、盐的腐蚀
钢	0.1	7.86	2.5~3.3	在空气中易生锈,镀锌后不易生锈

由表 2-3 可知,铜的导电性能最好,机械强度大,耐化学腐蚀性能最好,是比较理想的导线材料。室内导线材料多采用铜导线。

铝的电导率比铜稍低,因此,输送同样功率且保持同样大小的功率损耗时,铝线的截面为铜线的 1.61~1.65 倍,但铝的密度小,总质量比铜轻,此外,我国铝产量较大,价格较便宜,因而我国电力工业部门总的指导方针是“以铝代铜”,所以,一般电力线路均采用铝线。铝线的主要缺点是表面易氧化,不易焊接,抗腐蚀能力差以及机械强度小等。

铝合金可以克服铝线的缺点。铝合金导线的电导率与铝相近,而机械强度则与铜相近,抗化学腐蚀能力也较强,质量也较轻,但成本较铝线贵。

钢线的电导率是这几种材料中最低的一种,但它的机械强度却是最高,而且价格也最便宜,因此,在小容量线路(如自动闭塞线路及农村电网)或跨越河川、山谷等需要较大拉力的地方常被采用。钢导线的表面应镀锌防锈蚀。

二、导线的分类

由于导线品种多,用途广,分类比较复杂,按所用的金属材料,可分为铜线、铝线、钢芯铝线、镀锌铁线等;按构造,可分为裸线、绝缘导线、电磁线、电缆等。裸线和绝缘导线又可分为单线和绞线两种;按金属性质,可分为硬线和软线两种。硬线是未经退火处理的,抗拉强度大,软线是经过退火处理的,抗拉强度较差。

对于室内传输线路必须采用绝缘导线。绝缘导线是由易导电的芯线和不易导电的绝缘层组成。芯线一般由导电性能良好的铜或铝制作,绝缘层通常用聚氯乙烯或人工合成的橡胶制作,有的传输线在绝缘层外面还有一层用绝缘材料构成的保护层。

导线的型号,按国家标准规定,一般用三部分表示。第一部分是表示导线材料;第二部分表示结构特征;第三部分表示导线截面大小。常用符号意义如下:

T—铜线;L—铝线;G—钢线;J—绞线;J—加强型;Q—轻型;R—柔软型;F—防腐;Y—硬型。

绝缘电线的型号见表 2-4。

三、常用的几种导线

1. 皮线

铜芯皮线和铝芯皮线的统称,是一种硬线。其外层是浸过沥青并涂上蜡的棉纱或玻璃纤维织物保护层,里面有橡胶绝缘层。皮线中的芯线是单根的铜或铝线。皮线主要用于室内

表 2-4 绝缘电线的型号及用途

名 称	型 号	用 途
聚氯乙烯绝缘铜芯线	BV	用于交流 500 V 及以下的电气设备和照明装置的连接,其中 BVR 型软线适用于要求电线比较柔软的情况
聚氯乙烯绝缘铜芯软线	BVR	
聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯线	BVV	
聚氯乙烯绝缘铝芯线	BLV	
聚氯乙烯绝缘铝芯软线	BLVR	
聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铝芯线	BLVV	
橡皮绝缘铜芯线	BX	用于交流 500 V 及以下、直流 1000 V 及以下的户内外架空、明敷、穿管固定敷设的照明及电气设备电路
橡皮绝缘铝芯线	BLX	
橡皮绝缘铝芯线	BLX	
橡皮绝缘铜芯软线	BXR	用于交流 500 V 及以下、直流 1000 V 及以下电气设备照明装置,要求电线比较柔软的室内安装
聚氯乙烯绝缘平型铜芯软线	RVB	用于交流 250 V 及以下的移动式日用电器的连接
聚氯乙烯绝缘绞型铜芯软线	RVS	
聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯软线	RVZ	用于交流 500 V 及以下的移动式日用电器的连接
复合绝缘平型铜芯软线	RFB	用于交流 250 V 或直流 500 V 及以下的各种日用电路、照明灯座等设备的连接
复合绝缘绞型铜芯软线	RFS	

配线。

2. 独股塑料硬线

它的外层是一层塑料绝缘层。芯线是单根的铜或铝线。其用途和皮线基本相同。

3. 花线

它是一种软线,外层有棉纱织物保护层。一般的花线从外观看,其中的一根棉纱织物上有白点,以示区别。棉纱织物内有橡胶绝缘层。芯线由多根细铜丝组成,用棉纱将它们裹在一起。其用途是可作为白炽灯的挂线和移动电热器具的电源引线,现较少使用。

4. 塑料多芯软线

它的外层是塑料绝缘层,芯线由多根细铜丝组成。通常是两根塑料软线绞合在一起,叫绞型塑料软线。也有两根并列粘在一起的叫平型软线。它们的主要用途是:作为连接可移动电器的电源线,多联插座的电源引线,或拉设临时线路用。此线不能做电热器具的电源引线。

5. 护套线

这种线有双芯的和三芯的两种。最外面的保护层有用橡胶的,也有用塑料的,还有铅做的。所以它们分别称为橡胶护套线、塑料护套线和铅包线。芯线有的是用铜制作的,有的是铝制成的。铜制芯线有单股和多股之分。芯线间用橡胶或塑料作绝缘层。护套线防潮、防腐蚀性能好,可用于室内外配线。其中多股铜芯护套线还广泛用于家用电器,如电视机、电冰箱、洗衣机、电风扇等的电源引线。

四、导线的标准与选型

导线型式的选择主要考虑环境条件、运用电压、敷设方法和经济、可靠性方面的要求。经济因素除考虑价格外,还应注意节约较短缺的材料,例如节约用铜,尽量采用塑料绝缘电线,以节省橡胶。通常对传输线型式和敷设方式的选择是一起考虑的。通常,传输线的选型是指传输线敷设方式的选择,主要考虑安全、经济和适当的美观,并取决于环境条件。当敷设方式确