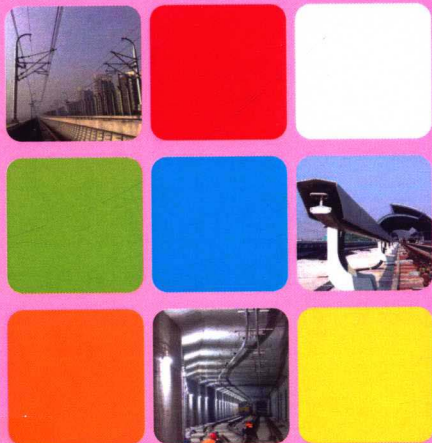


城市轨道交通职业技能鉴定培训系列教材



CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
JIECHUWANG JIANXIUGONG

城市轨道交通 接触网检修工



宋奇吼 周玉华 主编
杨 凯 主审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通职业技能鉴定培训系列教材

城市轨道交通接触网检修工

宋奇吼 周玉华 主 编
杨 凯 主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 1 5 年 · 北 京

内 容 简 介

本书为城市轨道交通职业技能鉴定培训系列教材之一。全书共分九章,内容包括:电力系统、电气安全技术、力学基础、城市轨道交通接触网相关知识、柔性接触网运行维护、刚性接触网运行维护、事故处理、接触网检测及验收、接触网设计基础以及附录等。

本书可作为城市轨道交通接触网检修工工种岗位培训、技能鉴定的培训教材,也可作职业院校相关专业学生用书以及相关技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通接触网检修工/宋奇吼,周玉华主编

—北京:中国铁道出版社,2015.12

城市轨道交通职业技能鉴定培训系列教材

ISBN 978-7-113-20507-2

I. ①城… II. ①宋… ②周… III. ①城市铁路—接
触网—检修—职业技能—鉴定—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 289683 号

书 名:城市轨道交通接触网检修工

作 者:宋奇吼 周玉华 主编

策 划:金 锋

责任编辑:阚济存

编辑部电话:010-51873133

电子信箱:td51873133@163.com

封面设计:时代澄宇

责任校对:马 丽

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

版 次:2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:16.5 字数:450 千

书 号:ISBN 978-7-113-20507-2

定 价:48.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

城市轨道交通职业技能鉴定 培训系列教材

审定委员会

主任:余才高

副主任:王虹 朱斌

委员:钱吉奎 张建平 刘盛焱 刘颖 张元春
刘乐毅 周平 吕健 张永慨

编辑委员会

主任:朱斌 钱吉奎

副主任:张建平 刘盛焱

委员:(按姓氏笔画排序)

王华	王金山	刘颖	刘乐毅	刘虎
刘海英	华彤天	吕健	江斌	何忠韬
吴海超	宋奇吼	宋维华	张元春	张永慨
李玉斌	李宇辉	李作奇	沈艳丽	陈立江
陈国强	周平	苗因山	俞辉	娄树蓉
赵丽花	郝文璐	倪硕	夏世鸣	徐彩霞
郭满鸿	童岩峰	蒋伟	蒋芳芳	韩小平
韩春梅	魏连峰			



序

随着我国城市轨道交通行业的蓬勃发展,培养一支技能型、实操型、有一技之长的高级蓝领队伍,打造企业的脊梁型人才,已成为行业内的当务之急。同时,建立一套完善的职业技能鉴定体系,打通企业技能员工晋升通道,引导和激励员工爱岗学技,岗位成才,保持员工队伍的稳定,对企业具有至关重要的意义。

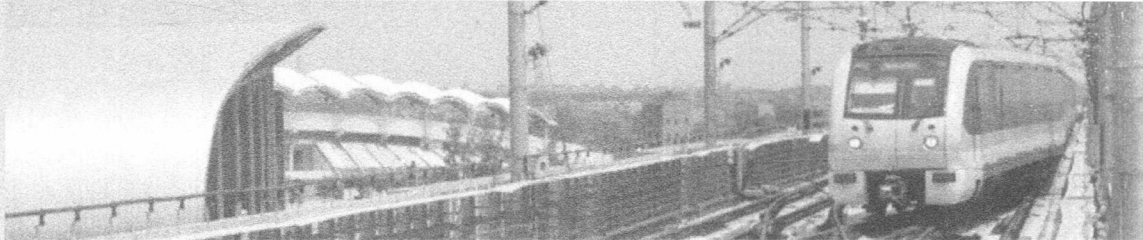
南京地铁集团有限公司和南京铁道职业技术学院依托联合成立的“地铁学院”一体化办学平台,整合双方优质资源,共同开展了城市轨道交通企业职业技能鉴定体系开发工作。在编制完成南京地铁各岗位职业标准、鉴定要素细目表、题库的基础上,以南京地铁运营实践和南京铁道职业技术学院城市轨道交通专业建设为基础,结合国内上海、广州等地铁公司培训教材开发的情况,推出了城市轨道交通职业技能鉴定培训系列教材。

这套教材的推出,是在城市轨道交通行业职业资格证书建设方面进行的一个尝试,旨在为我国城市轨道交通行业的职业教育发展探索一条可持续发展之路。

本系列教材力求在以下方面有所突破:

一是力求教材内容具有较强的针对性。根据岗位职业标准中的基础知识及技能要求,结合鉴定要素细目表,教材内容覆盖了各工种需掌握的完整知识点和技能,将理论知识和实际操作有机结合,力求符合实际工作要求,具有较强的实操性。

二是力求教材系统完整,系统之间有机衔接。教材力避职业标准中不连续、比较原则和简略等弊端,按照连接性和扩展性的知识和技能要求进行必要的细化和展开,使相关的技能和知识连成线、织成片;并注重各专业的有机衔接,补充必需的基础性、辅助性知识和技能,形成一个相对独立、有利于学员、学生学习的培训教材体系。



三是力求教材编排融合度高。根据对应职业标准中五个等级的内容及考核比重表的要求,按培训规范中对应培训科目的培训目标、培训内容、培训学时等要求,将五个等级的内容要求融合为一体进行编写。

四是力求教材通用性好。教材对各岗位通用的基础知识、专业基础知识编写形成统一的通用教材,供各岗位使用,确保通用知识内容的准确性,使员工在转岗时能适应多个岗位的学习需要。

五是力求教材适用性广。教材内容以南京地铁运营公司的技术装备和运营实践为主,同时,结合各地铁公司使用的设备和运营管理情况,保证教材除满足南京地铁培训需要外,还可供其他地铁公司作为培训教材参考使用,相互交流。同时,教材可满足高级、中级、初级不同级别员工的培训、学习需要,既可作为普及型教材,亦可作为高技能人才培养教学用书。

由于编写时间仓促,且城市轨道交通行业尚未形成国家统一的标准和体系,教材中一定有许多不妥之处,恳请读者和广大同行批评指正、补充完善。另外,在教材的编写过程中参阅了大量书籍、报刊、学术论文、网站等有关资料,虽已尽可能在参考文献中加以注明,但仍有可能存在遗漏,在此特别说明并致谢!

2014年8月8日



前

言



城市轨道交通是一个庞大复杂的技术系统,包括了线路、车站、车辆、供电、通信、信号、自动售检票、屏蔽门等众多专业,涵盖了土建、机械、电器设备、电子信息、环境控制、运输组织等各个门类。为了保证城市轨道交通列车安全、正点运行,在集中调度、统一指挥的原则下,要求与运营有关的各部门、各专业、各工种之间按照统一的工作计划——列车运行图,协调一致地进行生产活动。因此对从业人员开展岗位培训及技能训练已成为城市轨道交通行业职业教育的重要任务。

城市轨道交通接触网检修工是从事城市轨道交通接触网设备安装、调试、检修和保养的人员,应能够熟练操作接触网的各种设备,并具有一定的分析、判断、推理能力和语言表达能力,较强的事物反应能力和应急处理能力。

本书根据城市轨道交通接触网检修工岗位标准、鉴定要素细目表及培训规范编写,内容涵盖了接触网检修工五个等级知识和技能要求。主要内容包括测试与检修设备、故障处理、施工作业等,城市轨道交通概论、电工电子的基本知识已在通用教材中介绍,本教材不再重复。本书不仅是城市轨道交通接触网检修工岗位培训、技能鉴定的培训教材,也可以作为城市轨道交通大专院校、职业学校学生的教学参考用书。

本教材主要特色是紧密结合城市轨道交通接触网设备维护岗位实际需要,将接触网检修工岗位中需要掌握的设备维护相关知识进行详细介绍,通过学习知识与能力的转化时间短。通过培训,使员工较快适应岗位技能的需要。

本书编写具体分工如下:第一、二章由南京铁道职业技术学院冯洪高编写,第三章由南京地铁运营有限责任公司刘祖洪编写,第四章由南京地铁运营有限责任公司肖化、苏兴国编写,第五章第一节至十一节由南京铁道职业技术学



院宋奇吼编写,第五章第十二节至十四节由南京铁道职业技术学院戴丽君、童岩峰编写,第五章第十五节至十六节由南京地铁运营有限责任公司丁家强、周小进编写,第六、七章由南京地铁运营有限责任公司周玉华编写,第八章由南京铁道职业技术学院徐百钊、陈莉编写,第九章由南京铁道职业技术学院杨颢、王雪钰编写。宋奇吼、周玉华担任主编,冯洪高、刘祖洪、肖化担任副主编,南京地铁运营有限责任公司杨凯担任主审,全书由宋奇吼统稿。

本书在编写过程中,得到了南京地铁建设有限责任公司和南京地铁运营有限责任公司的大力帮助,也得到了上海申通地铁集团公司、广州地下铁道总公司有关专家的指导,在此谨表感谢!

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年10月



目

录

第一章 电力系统	1
第一节 电力系统概述	1
第二节 用电负荷	5
第三节 电能质量	8
第四节 电力系统短路概述	11
第五节 电力系统接地概述	14
复习题	17
第二章 电气安全技术	18
第一节 人身触电预防	18
第二节 电气安全用具	23
第三节 电气安全工作制度	26
第四节 电气装置防火	32
复习题	35
第三章 力学基础	36
第一节 物体的受力分析与受力图	36
第二节 平面汇交力系	39
第三节 平面任意力系	43
第四节 空间力系及物体的重心	46
第五节 轴向拉伸和压缩	48
第六节 剪切与挤压	51
第七节 圆轴扭转	53
第八节 弯 曲	55
复习题	60
第四章 城市轨道交通接触网相关知识	61
第一节 城市轨道交通供电系统概述	61
第二节 受电弓概述	64
第三节 接触网的组成和类型	67



第四节 接触网技术发展趋势	70
复习题	72
第五章 柔性接触网运行维护	73
第一节 支柱与基础运行维护	73
第二节 支持装置运行维护	86
第三节 定位装置运行维护	90
第四节 接触悬挂运行维护	99
第五节 补偿装置运行维护	109
第六节 中心锚结维护	117
第七节 线岔的维护	121
第八节 锚段关节的维护	123
第九节 电连接的维护	125
第十节 门型软横跨维护	129
第十一节 隔离开关的维护	130
第十二节 分段绝缘器的维护	132
第十三节 避雷装置的维护	135
第十四节 架空地线的维护	137
第十五节 单向导通装置	139
第十六节 绝缘子	142
复习题	147
第六章 刚性接触网运行维护	149
第一节 架空刚性接触网设备维护	149
第二节 接触轨式接触网运行维护	168
复习题	189
第七章 事故处理	190
第一节 事故处理的基本要求	190
第二节 接触网应急预案	191



目

录

第三节 典型事故的抢修	200
复习题	206
第八章 接触网检测及验收	207
第一节 接触网检测	207
第二节 竣工验收	218
复习题	223
第九章 接触网设计基础	224
第一节 气象条件及计算负载的确定	224
第二节 跨距及锚段长度的确定	228
第三节 接触线受风偏移及最大跨距计算	230
第四节 接触网设计概述	235
复习题	243
附录 接触网安全工作规程	244
参考文献	252

第一章 电力系统



培训目标

通过本章的学习,了解电力系统的组成;掌握用电负荷分级原则;掌握电力系统短路类型及限制方法;掌握电力系统接地类型。

第一节 电力系统概述

一、电力系统及其组成

工厂需要的电力能源以及我们日常生活用电的电能都是由发电厂生产的。发电厂将自然界蕴藏的一次能源,如水力、煤炭、石油、天然气、风力、热能、太阳能和核能等转换为电能。

以煤、石油、天然气等作为燃料,燃料燃烧时的化学能转换为热能,然后借助汽轮机等热力机械将热能变为机械能,并由汽轮机带动发电机将机械能变为电能,这种发电厂称火力发电厂,图 1-1 是火力发电厂生产过程示意图。火力发电厂假如既发电又供热则称热电厂。利用江河所蕴藏的水力资源来发电,这种发电厂称水力发电厂。水力发电厂往往需要修建拦河大坝等水工建筑物以形成集中的水位落差,并依靠大坝形成具有一定容积的水库以调节河水流量,由大坝维持在高水位的水经压力水管进入螺旋形蜗壳推动水轮机转子旋转,将水能变为机械能,水轮机转子再带动发电机转子旋转发电,将机械能变成电能,图 1-2 是水力发电厂生产过程示意图。

核能发电厂的基本原理是:核燃料在反应堆内产生核裂变,释放出大量热能,由冷却剂(水或气体)带出,在蒸发器中将水加热为蒸汽,然后像一般火力发电厂一样,用高温高压蒸汽推动汽轮机,再带动发电机发电。

除火电厂、水电厂、核电厂外还有地热电站、风力电站、潮汐电站等等。发电厂大多建在能源产地及交通运输方便、冷却水源充足、火电厂出灰方便、环境保护符合要求、电气出线方便、地质地理条件符合要求的地区,而这些地区往往离用电负荷中心距离较远,如煤炭、石油、天然气往往在盛产的矿区,水力资源集中在河流落差较大的山区。而用电负荷中心往往集中在城市和工业中心,它们之间相距较远,为了减少网络损耗,所以必须建设升压变电所、高压、超高压输电线路,将电能从发电厂远距离输送到负荷中心。很高电压的电能不能直接使用,又必须建设降压变电所,配电线路,将降低到用电设备使用电压的电能送到用电设备。图 1-3 是从发电厂到用户的供电过程示意图。



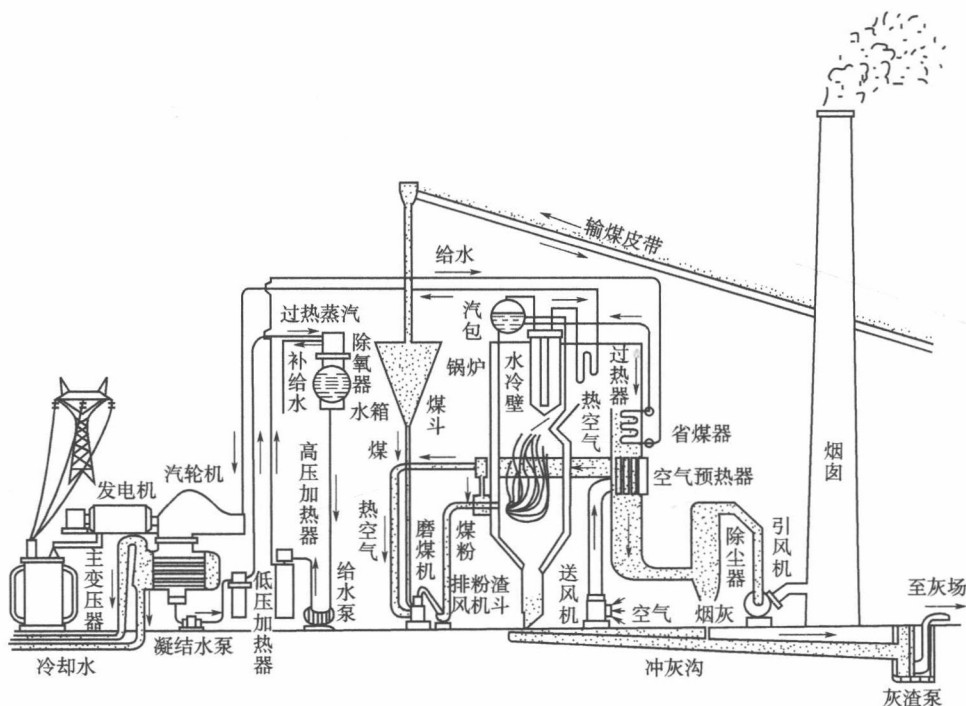


图 1-1 火力发电厂生产过程示意图

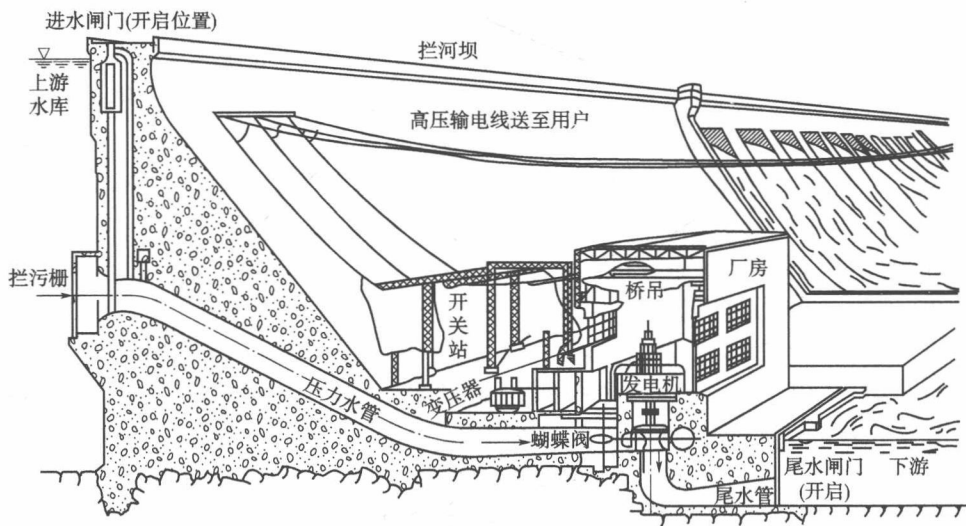


图 1-2 水力发电厂生产过程示意图

为了提高供电可靠性、经济性,合理利用动力资源,充分发挥水力发电厂作用,以及减少总装机容量和备用容量。现在都是将各种类型的发电厂、变电所通过输电线路连接成一个系统。这种由各级电压的电力线路,将各种发电厂、变电所和电力用户联系起来的集发电、输电、配电和用电于一体,称电力系统,即从发电厂发电机开始一直到用电设备为止,这一整体称为电力系统。图 1-4 是电力系统的示意图。

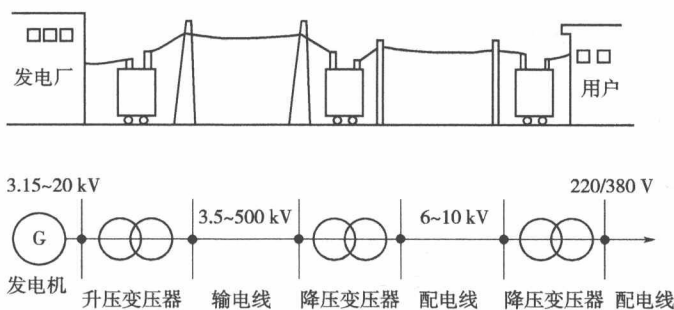


图 1-3 从发电厂到用户的供电过程示意图

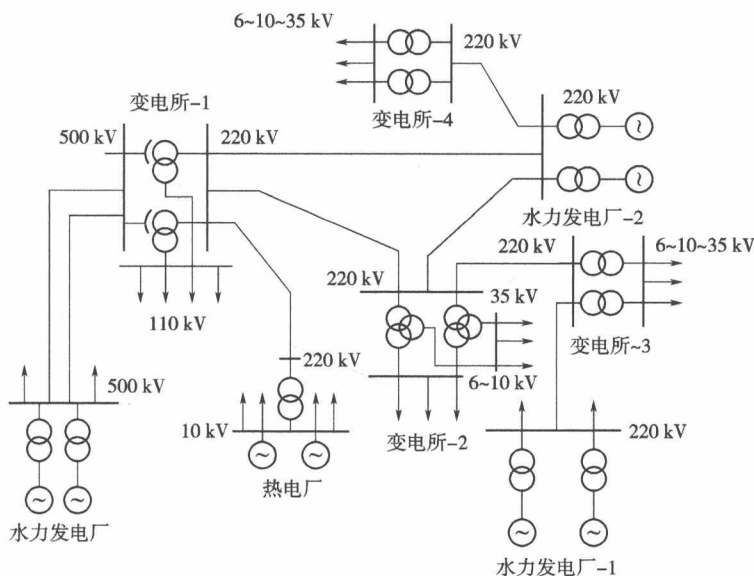


图 1-4 电力系统意图

大型电力系统主要有下列技术经济优点：

1. 提高供电可靠性

大型电力系统提高了电力系统的稳定性。同时，由于采取了环网、双环网等结构，当系统中某局部设备故障或者某部分线路需要检修时，可以通过变更电力网的运行方式，实现对用户的连续供电，因此，对用户供电的可靠程度也相应提高了。

2. 减少系统的备用容量

地区电网互联形成电力系统后，各地区电网可以实现备用容量的相互支持，使得为保证电力系统安全运行所必需的备用机组可以减少。

3. 减少系统的峰谷差

大型电力系统通过合理地分配负荷，降低系统的高峰负荷，调整峰谷曲线，提高运行经济性。

4. 提高供电质量

大型电力系统具有强大的调频和调压能力以及较大的抵御谐波的能力，从而可以有效提高电能质量。

5. 有效利用水力等一次动力资源的作用

大型电力系统能够更好地利用大型动力资源,特别是能充分发挥水力发电厂的作用。

电力系统中的各级电压线路及其联系的各级变、配电所组成的部分叫做电力网,或称电网。

电网按其在电力系统中的作用不同,分为输电网和配电网。输电网是以高压甚至超高电压将发电厂、变电所或变电所之间连接起来的送电网络,所以又称为电力网中的主网架。输电网中又分为交流高压输电网(一般指 220 kV 电网)、交流超高压输电网(一般指 330 kV、500 kV、750 kV 电网)、交流特高压输电网(一般指 1 000 kV 及以上电压电网)。另外还有直流输电,一般直流 ± 500 kV 及以下称为高压直流输电;直流 ± 800 kV 称为特高压直流输电。直接将电能送到用户的网络称为配电网。配电网的电压根据用户负荷情况和供电要求而定,配电网中又分为高压配电网(一般指 35 kV、110 kV 及以上电压)、中压配电网(一般指 20 kV、10 kV、6 kV、3 kV 电压)及低压配电网(220 V、400 V)。

近年来 20 kV 中压配电系统在我国开始采用,20 kV 中压配电有以下优越性:

(1) 提高了中压配电系统的容量

当 20 kV 取代 10 kV 中压配电电压,原来线路导线线径不变,则升压后的配电容量可以提高一倍。

(2) 降低了线路上的电压损失

在负荷不变的情况下,20 kV 的电压损失只有 10 kV 的 25%;在负荷升高 1 倍时,电压损失只有 10 kV 的 50%。

(3) 增大了中压配电网的供电半径

当电压由 10 kV 升压至 20 kV,在一定的情况下,供电半径可增加 1 倍。

(4) 降低线损

在负荷不变的情况下,配电系统电压等级由 10 kV 升至 20 kV,功率损耗降低至原来的 25%,即降低了 75%。

然而,20 kV 中压配电系统需采用 20 kV 输配电设备,建设投资增加。

二、电力生产的特点

1. 同时性

电能的生产、输送、分配以及转换为其他形态能量的过程,是同时进行的。电能不能大量储存。电力系统中瞬间生产的电力,必须等于同一瞬间使用的电力。

电力生产具有发电、供电、用电在同一时间内完成的特点,决定了发电、供电、用电必须时刻保持平衡,发供电随用电的瞬时增减而增减。由于具有这个特点,电力系统必须时刻考虑到用户的需要,不仅要搞好发电工作,而且要搞好供电和用电工作。这不仅是国民经济的需要,用户的需要,而且是搞好发电工作的需要。

2. 集中性

电力生产是高度集中的、统一的。在一个电网里不论有多少个发电厂、供电公司,都必须接受电网的统一调度,并依据统一质量标准、统一管理办法,在电力技术业务上



受电网的统一指挥和领导,电能由电网统一分配和销售,电网设备的启动、检修、停运、发电量和电力的增减,都由电网来决定。

3. 适用性

电能使用最方便,适用性最广泛。发电厂、电网经一次投资建成之后,就随时可以运行,电能不受或很少受时间、地点、空间、气温、风雨、场地的限制,与其他能源相比是最清洁、无污染、对人类环境无害的能源。

4. 先行性

(1)工农业生产的提高,需要依靠不断提高机械化和电气化水平来实现,使电能的需要量大大增加。

(2)出现许多规模大、耗电多的工业部门,如电气冶炼、电化学等,电能的需要量大大增加。

(3)农业、交通运输业等,随着新技术推广、将广泛应用电能,使电能的需要量大大增加。

(4)人民生活、文化水平不断提高,使居民用电量日益增加。

为此,装机容量、电网容量、发电量增长速度应快于工业总产值的增长。

三、负荷曲线

负荷曲线是反映负荷随时间变化规律的曲线。它以横坐标表示时间,以纵坐标表示负荷。电力负荷曲线表示出在某一时间内该地区电力、电量的使用情况。是安排发电计划、检修计划、基建计划和做好电力规划工作的重要参考依据。曲线所包含的面积代表这一段时间内的用电量。

图 1-5 是电力系统的典型日有功负荷曲线。图中, $P_{\max}$ 最大负荷,俗称“峰”; $P_{\min}$ 为日最小负荷,俗称“谷”。很显然峰谷差越大,用电就越不合理,造成用电高峰时缺电,用电低谷时要关停发电机。所以要“削峰填谷”,在用电量不变的情况下,调整负荷,做到合理用电。

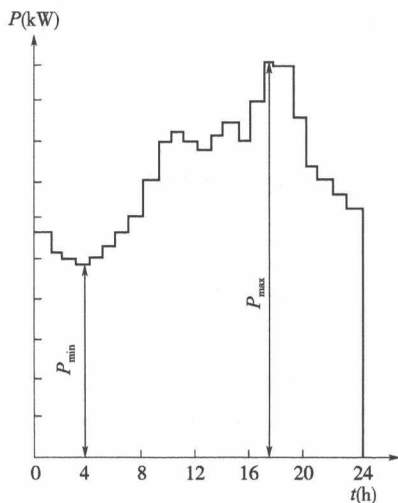


图 1-5 电力系统的典型日有功负荷曲线

第二节 用电负荷

用电负荷是用户在某一时刻对电力系统所需求的功率。

一、用电负荷分类

为了更好地保证用户供电,通常根据用户的重要程度和对供电可靠性的要求,将电力负荷分为三类。



1. 一类负荷

凡属于下列情况之一的用电负荷称为一类用电负荷。

(1)中断供电时将造成人身伤亡。

(2)中断供电时将在经济上造成重大损失,例如重大设备损坏、重大产品报废、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复等。

(3)中断供电时将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作,例如重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、大型体育场馆、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷。

在一类用电负荷中,当中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷时,以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷,称为特别重要的负荷。

2. 二类负荷

凡属于下列情况之一的用电负荷称为二类负荷。

(1)中断供电时将在经济上造成较大损失,例如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等。

(2)中断供电将影响重要用电单位的正常工作,例如交通枢纽等用电单位中的重要电力负荷,以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要公共场所秩序混乱等。

3. 三类负荷

凡不属于一类和二类负荷的用电负荷统称为三类负荷。

二、各类负荷的供电要求

1. 一类负荷的供电要求

(1)一类负荷由两个独立电源供电,当一个电源发生故障时,另一个电源不应同时受到损坏。

(2)一类负荷中的特别重要负荷,除由两个独立电源供电外,还应增设应急电源,并不准将其他负荷接入应急供电系统。应急电源有下列几种:

①独立于正常电源的发电机组,即与电网在电气上独立的电源,例如柴油发电机组等。

②供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。

③蓄电池组。

变、配电所是电力网中的线路连接点,是用以变换电压、交换功率和汇集、分配电能的设施。它主要由主变压器、配电装置及测量、控制系统等构成,是电网的重要组成部分和电能传输的重要环节,对保证电网安全、经济运行具有举足轻重的作用。

按变电所在电力系统中的位置、作用及其特点划分,变电所的主要类型有枢纽变电所、区域变电所、地区变电所、用户变电所、地下变电所和无人值班变电所等。通常也按其最高一级电压来分类,如 500 kV 变电所、220 kV 变电所等。

变、配电所中用来承担输送和分配电能任务的电路,称为一次电路或电气主接线。一次电路中所用的电气设备,称为一次设备。