

(京)新登字063号

内 容 简 介

本手册详细地介绍了35kV及以下的供、配电系统的设计内容和设计方法。共分十五章，主要内容包括铁路供电及负荷计算、无功功率补偿、短路电流计算、高压电气设备选择、牵引发电所和变配电所、继电保护和安全自动装置及二次接线、架空电力线路、电缆线路、低压配电、铁路常用设施、电气照明、防雷、接地、多层及高层住宅电气设计等。

本手册是从事铁路供电专业技术人员必备的工具书，也可供其他工业企业从事电气专业设计、管理、施工、安装、运行、检修等技术人员及大专院校有关专业师生参考。

铁路工程设计技术手册

电 力

铁道部专业设计院 主编

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 孙燕庭 朱长顺 关尧 封面设计 刘景山

各 埠 新 华 书 局 经 售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1095毫米☆ 印张：41 字数：1544千

1991年10月 第1版 第1次印刷

印数：0001—5,000册

ISBN7-113-00861-5/TM·38 定价：22.80元

前 言

本手册为35kV及以下工业企业电气设计的常用资料，与我国现行的电力专业的设计规程、规范、技术规定相符，不少章节涉及到80年代新技术、新产品、新工艺的内容。在编写过程中力求做到简洁、实用。在所介绍的计算方法中，尽量多用图表，并给出结合铁路特点的算例。

手册中强调了铁路供电的重要性及特点，给出了负荷计算的方法和各种系数的取值，各种高压电器设备的动稳定和热稳定校验表，35kV及以下变、配电所及柴油发电所的主接线、二次接线及平面布置的示例，架空线路和电缆线路的设计方法，低压电器的选择和保护整定计算，室内、外照明的设计方法和新的照度标准，煤塔、灯塔、灯桥的防雷接地做法等。

手册中介绍了铁路变、配电所保护装置和自动装置的配置及高、低压保护设备的选择和整定计算方法，铁路变、配电所用的晶体管保护和集控台的情况，短路电流的两种计算方法（公式法和曲线法），应急自启动柴油发电机组的分级和技术条件，按平均照度做照度计算的方法及计算结果，交流220/380V电网各类接地系统型式的安全技术要求，几种接地系统及漏电开关的接线，铁路水电段及电力试验所的设置原则、规模、定员、设备配置等。

本手册编入了多层和高层住宅电气设计一章，为民用建筑设计提供了必要的设计资料 and 计算方法，供设计时参考。

本手册由铁道部专业设计院主编。

主编：田瑞环

主审：周敏峰、温德智

参加审阅工作的有：王立治、朱乐贤、杨天顺、陈秉章、彭家理、邵绿丽、刘贵良、关大慧、徐任钦等同志。此外，铁道部专业设计院电力工程设计所黄云、魏文华、张军、马俊杰、戴继刚、门维彬、刘天进、魏广志，铁道部第三勘测设计院罗学玲、王春荣，铁道部第二勘测设计院冯朝阳、周金贤、王为群、刘小平、李庆元等同志也参加了手册的有关工作。

本手册编写过程中得到铁道部基建总局、机务局及铁道部第一、二、三、四勘测设计院，铁道部建厂局设计院，铁道部通号总公司设计院，铁道部专业设计院等单位领导的大力支持和有关工程技术人员的大力协助，上海铁路局、沈阳铁路局电力试验所为手册编写提供了宝贵的资料，在此一并致谢。

由于编写水平有限，其中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编写单位及参加人员如下：

第一章 铁道部专业设计院 吕永兆、刘贵良

第二章 铁道部建厂局设计院 赵希曾

第三章 铁道部第四勘测设计院 彭竹樵

目 录

第一章 铁路供电 1	第三章 短路电流计算 34
第一节 概 述..... 1	第一节 短路分析..... 34
一、电力在铁路运输中的作用..... 1	一、短路故障发生的原因、种类和危害..... 34
二、铁路电力负荷的特点..... 1	二、计算短路电流的目的..... 34
第二节 供电原则..... 1	三、短路暂态过程的简要分析..... 34
一、设计总则..... 1	四、无限容量与有限容量电源系统..... 34
二、供电范围..... 1	五、需要计算的短路参数符号及其作用..... 34
三、负荷分级..... 1	第二节 电路元件参数的换算及网络变换..... 35
第三节 供电电源与供电方式..... 2	一、短路电流的计算步骤..... 35
一、供电电源..... 2	二、短路电流计算方法及应用范围..... 35
二、供电方式..... 2	三、网络变换..... 36
第四节 配电系统..... 3	第三节 高压网络电路元件阻抗及短路功率..... 40
一、树干式配电网络..... 3	一、发电机与电动机..... 40
二、放射式配电网络..... 3	二、电力变压器..... 40
三、混合式配电网络..... 3	三、高压线路..... 40
四、环行式配电网络..... 3	第四节 高压系统短路电流计算..... 46
五、两端供电式配电网络..... 3	一、计算资料..... 46
六、双回路式配电网络..... 5	二、计算条件..... 46
第五节 设计资料..... 5	三、无限容量电源系统三相短路电流周期分量的计算..... 46
一、向供电部门收集的资料..... 5	四、有限容量电源系统三相短路电流周期分量的计算..... 55
二、向有关部门收集的资料..... 5	五、三相短路冲击电流和全电流最大有效值的计算..... 59
三、铁路局运行管理部门提供的资料..... 5	六、两相短路电流的计算..... 59
四、各专业应提供的资料..... 5	七、变压器低压侧短路时折算到高压侧穿越电流的换算关系..... 60
第六节 方案比选..... 6	八、单相接地电容电流的计算..... 60
一、一般要求..... 6	九、自动闭塞10kV架空电线路三相短路电流计算..... 62
二、方案比选方法..... 6	十、高压系统短路电流计算示例..... 62
三、费用和折回年限的计算..... 6	第五节 低压系统短路电流计算..... 73
四、方案选定..... 7	一、低压系统短路电流计算特点..... 73
第二章 负荷计算及无功功率补偿 10	二、低压元件的阻抗..... 73
第一节 负荷计算..... 10	三、等效网络..... 78
一、设备容量的确定..... 10	四、低压系统短路电流计算..... 79
二、负荷的计算..... 11	五、低压柴油发电机短路电流的计算..... 80
三、负荷计算示例..... 17	六、低压系统短路电流计算示例..... 81
四、单相负荷计算..... 24	第四章 高压电器设备选择 86
第二节 平均负荷及尖峰电流的计算..... 25	第一节 高压电器设备的选择..... 86
一、平均负荷的计算..... 25	一、高压电器设备的选择..... 86
二、尖峰电流的计算..... 25	二、高压电器设备选择应注意的一
第三节 电能消耗量的计算..... 25	
一、供电系统中的功率损耗..... 25	
二、供电系统中年有功电能损耗的计算..... 26	
三、年电能消耗量的计算..... 26	
第四节 无功功率补偿..... 26	
一、移相电容器的补偿方式..... 26	
二、移相电容器补偿容量的确定..... 27	
三、无功功率补偿计算示例..... 27	

些问题.....	87	三、油浸变压器.....	184
三、环境条件对高压电器设备的影响.....	87	四、电容器装置.....	187
第二节 高压电器设备的短路稳定校验.....	89	五、控制室.....	190
一、电器及导体的校验.....	89	六、典型布置.....	191
二、短路电流的动稳定计算.....	89	第五节 所用交流电源及操作电源.....	192
三、短路电流的热稳定计算.....	90	一、所用交流电源.....	192
四、校验计算及数据.....	92	二、操作电源.....	192
第三节 常用高压电器设备短路电流		第六节 变、配电所对土建、采暖通	
校验表.....	93	风、通信、照明的要求.....	195
第五章 柴油机发电所.....	113	一、对土建的要求.....	195
第一节 所址选择与所区布置.....	113	二、对采暖通风的要求.....	198
一、所址选择.....	113	三、对通信的要求.....	198
二、所区布置.....	113	四、对照明的要求.....	199
三、机房布置.....	114	第七章 继电保护和自动装置及二	
四、机组选择.....	117	次接线.....	200
第二节 热力系统设计.....	127	第一节 一般要求.....	200
一、燃油系统.....	127	第二节 保护的整定计算.....	202
二、润滑油系统.....	130	一、电力变压器保护.....	202
三、冷却水系统.....	133	二、线路保护.....	207
四、起动系统.....	137	三、母线分段断路器的保护.....	208
五、排烟系统.....	138	四、电力电容器保护.....	208
六、管道系统.....	140	五、交流操作的继电保护.....	209
七、检修和起重设备选择.....	141	六、交流系统绝缘监察装置.....	211
第三节 电气系统设计.....	145	七、保护整定计算实例.....	211
一、发电机额定电压的选择.....	145	第三节 保护装置的动作配合.....	214
二、电气主接线.....	145	一、对保护装置动作配合的基本要求.....	214
三、励磁系统.....	146	二、继电保护装置之间的配合.....	214
四、同期系统.....	151	三、继电保护与断路器间的配合.....	215
五、发电机继电保护.....	155	第四节 安全自动装置.....	215
第四节 机组控制与自启动装置.....	159	一、自动重合闸装置(ZCH).....	215
一、机组控制.....	159	二、备用电源自动投入装置(BZT).....	218
二、自启动机组.....	160	三、同期检查装置.....	218
第五节 对有关专业设计的要求.....	162	第五节 变电所二次接线.....	220
一、对土建要求.....	162	一、交流电流回路及电流互感器的选择.....	220
二、对暖通要求.....	163	二、交流电压回路及电压互感器的选择.....	222
三、对其他设计要求.....	163	三、测量表计.....	222
第六章 变、配电所.....	164	四、断路器的控制、信号回路.....	222
第一节 变、配电所分类和所址选择.....	164	五、中央信号装置.....	225
一、变、配电所分类.....	164	六、典型回路二次接线全图举例.....	228
二、所址选择.....	164	第六节 二次回路设备选择及配置.....	232
第二节 变压器容量与台数的选择.....	164	一、控制、信号回路的设备选择.....	232
一、变压器台数的选择.....	164	二、二次回路保护设备的配置和选择.....	233
二、变压器容量的选择.....	164	三、控制、信号、继电器屏屏面布置.....	235
第三节 变、配电所主接线.....	166	四、端子排.....	235
一、一般要求.....	166	五、小母线的配置.....	236
二、35kV变电所主接线.....	166	第七节 控制电缆选择及电缆清册.....	239
三、10(6)kV配电所主接线.....	167	一、控制电缆选择.....	239
四、10kV变电所的分类与主接线.....	168	二、电缆清册.....	240
五、其他.....	169	第八章 架空线路.....	242
六、典型接线示例.....	174	第一节 导线选择.....	242
第四节 变、配电所布置.....	175	一、常用导线.....	242
一、总布置的一般要求.....	175	二、导线截面选择.....	242
二、配电装置.....	176	第二节 气象条件.....	247

一、典型气象区.....	247	二、电缆截面的选择.....	310
二、气象条件的一般规定.....	247	第三节 电缆敷设.....	315
第三节 导线、避雷线的力学计算.....	248	一、一般要求.....	315
一、导线、避雷线的安全系数.....	248	二、厂房内及隧道、沟道内的电缆 敷设.....	316
二、导线、避雷线的平均运行应力 与防振.....	251	三、管道内电缆的敷设.....	317
三、导线、避雷线的比载计算.....	251	四、直埋电缆的敷设.....	317
四、导线、避雷线的应力和弧垂的计算.....	257	五、桥梁上电缆的敷设.....	320
第四节 绝缘子选择.....	262	六、铁路隧道内电缆的敷设.....	320
一、常用绝缘子.....	262	七、水底电缆的敷设.....	320
二、绝缘子的选用原则.....	263	第四节 电缆线路电容电流的补偿.....	322
三、绝缘子最大使用荷载的计算.....	264	一、电缆电容电流的计算.....	322
第五节 线间距离及横担计算.....	275	二、电抗器补偿电流的计算.....	322
一、线间距离.....	275	三、补偿度的确定.....	322
二、横担类型.....	276	第十章 低压配电.....	325
三、结构计算的一般规定及做法.....	276	第一节 低压配电网络接线.....	325
四、横担计算.....	277	一、常用变电所低压侧接线.....	325
第六节 电杆计算.....	279	二、车间配电网络接线.....	326
一、常用钢筋混凝土电力电杆.....	279	三、照明供电网络接线.....	326
二、电杆所受风力的计算.....	280	第二节 电压偏移与波动.....	329
三、杆塔结构计算.....	281	一、用电设备电压偏移及计算.....	329
第七节 拉线与撑杆的使用.....	284	二、用电设备端电压波动及计算.....	329
一、拉线的使用.....	284	第三节 低压配电网络保护.....	333
二、拉线的选择.....	284	一、低压保护装设原则及要求.....	333
三、拉线棒、拉线螺栓、拉线抱箍 的选择.....	284	二、保护装置选型和装设要求.....	334
四、撑杆的使用.....	284	三、保护装置整定值计算.....	335
第八节 基础.....	295	四、保护装置整定值与线路截面的配合.....	338
一、一般规定.....	295	五、配电线路长度与短路保护间的配合.....	340
二、不带卡盘单杆的埋深计算.....	295	六、低压配电网络各级保护的配合.....	342
三、带卡盘单杆埋深的计算.....	296	第四节 低压电线、电缆选择.....	342
四、电杆底盘计算.....	297	一、导线材质选用原则.....	342
五、拉线盘埋深.....	299	二、长期工作制电线、电缆截面选择.....	342
第九节 架空电线路的勘测.....	299	三、反复断续、短时工作制负载导 线截面选择.....	364
一、架空电线路的勘测方法和设计 图形式.....	299	第五节 低压电器设备选择.....	373
二、架空电线路勘测导则.....	299	一、根据使用环境选用电器设备型式.....	373
第十节 路径选择.....	300	二、按使用技术要求选择电器.....	374
第十一节 对地距离及交叉跨越.....	301	三、低压电器设备选择及保护整定 计算实例.....	379
第十二节 杆塔定位.....	304	第六节 车间导线敷设.....	383
一、杆塔高度的确定.....	304	一、导线敷设方式分类及选择条件.....	383
二、杆塔的标准档距.....	304	二、导线敷设的具体要求和有关规定.....	383
三、杆塔的设计档距.....	304	三、爆炸和火灾危险场所导线敷设要求.....	388
四、模板定位.....	304	四、车间供电干线敷设.....	388
五、耐张绝缘子串的倒挂校验.....	305	第七节 常用动力设备配电.....	389
六、电杆上拔校验.....	306	一、电动机.....	389
第十三节 接户线.....	306	二、起重机械.....	395
第九章 电缆线路.....	307	三、电焊机.....	404
第一节 常用电缆.....	307	四、整流器.....	413
一、电力电缆.....	307	五、探伤机.....	420
二、控制电缆.....	310	六、电阻炉.....	420
第二节 电缆选择.....	310	第十一章 铁路常用设施.....	421
一、电缆选择的一般原则.....	310	第一节 水电段.....	421

一、设置原则及管辖范围	421
二、组织形式及规模	421
三、电力检修车间	422
第二节 电力试验所	428
一、设置原则和职责范围	428
二、设备、建筑设施及组织形式	428
第三节 充电室	432
一、概 述	432
二、充电电源设备选择	432
三、放电电阻的选择	434
四、直流系统熔断器及载流导体的选择	437
五、蓄电池间设备布置及要求	438
第四节 电镀车间	439
一、概 述	439
二、电刷镀的特点	439
三、电刷镀电源	440
四、电刷镀设备布置及要求	441
第五节 养路、装卸机械的供电	442
一、养路与装卸机械用电的特点及供电方式	442
二、主要机具及其电气设备容量	448
第十二章 电气照明	449
第一节 光 源	449
一、光源选择	449
二、各类光源的特点、适用场所及光通量	449
第二节 灯 具	451
一、灯具选择	451
二、常用灯具的名称、型号及适用场所	453
第三节 照度标准	459
第四节 照明方式和照明种类	463
一、照明方式	463
二、照明种类	464
第五节 照明质量	464
一、眩 光	464
二、照度均匀度	465
三、阴 影	465
四、亮度分布	466
五、光源的显色性和色温	466
六、照度的稳定性	467
七、频闪效应	468
第六节 灯具布置	469
一、灯具布置的方式	469
二、灯具布置的要求	469
三、检查照度均匀度	469
第七节 照度计算	470
一、单位容量法	470
二、逐点计算法	470
三、利用系数法	480
四、投光灯照度的计算	483
第八节 照明供电	489
一、供电方式	489
二、配电网络	490

三、照明附属装置	490
第九节 照明线路	491
一、导线型号和敷设方式的选择	491
二、导线截面的选择	491
第十节 室内照明	492
一、生产车间照明	492
二、旅客站房照明	493
三、住宅照明	494
第十一节 室外照明	494
一、道路照明	494
二、旅客站台照明	501
三、天桥照明	502
四、地道照明	502
五、站场照明	503
第十二节 大桥照明	505
一、大桥照明的分类及设置原则	505
二、大桥照明灯具的选择与布置	506
三、警卫照明灯具的选择与布置	506
四、航标灯的布置	506
五、桥梁维修供电	506
六、大桥照明供电	506
第十三节 隧道照明	507
一、隧道照明的分类及设置原则	507
二、灯具的选择与布置	507
三、供电电源与供电方式	508
四、导线的选择	508
五、配线方式与导线固定	508
六、保护装置	508
七、控制方式	509
八、设备安装高度	509
九、施工注意事项	509
第十四节 各种灯具光度数据	510
第十三章 防 雷	541
第一节 雷击选择性	541
一、地理条件	541
二、地质条件	541
三、地形条件	541
四、地物条件	541
五、易于落雷的建筑物	541
六、建筑物易受雷击的部位	542
第二节 建筑物的防雷分类	542
第三节 建筑物的防雷措施	543
第四节 特殊建筑物的防雷	546
一、露天油罐的防雷	546
二、烟囱的防雷	546
三、水塔的防雷	546
四、灯塔、灯桥和高架煤塔的防雷	546
五、建筑物屋顶彩灯的防雷	547
六、山区建筑物的防雷	547
第五节 架空电力线路的防雷	547
一、一般保护	547
二、线路交叉部分的保护	548
第六节 发、变、配电所的防雷	549

一、小型发电机的过电压保护	549
二、变、配电所防雷	549
第七节 过电压保护装置	551
一、避雷针(线)保护范围计算	551
二、防雷装置	555
三、阀型避雷器	556
四、金属氧化物压敏电阻浪涌吸收器	557
第八节 算 例	557
第十四章 接 地	559
第一节 接地系统的分类及选用原则	559
一、接地系统的分类	559
二、接地系统的安全技术要求	560
三、接地系统的选择	562
第二节 漏电电流动作保护器	562
一、保护方式及适用场所	562
二、选择漏电保护器的原则	562
三、漏电保护器接线注意事项	563
第三节 接地电阻及接地范围	564
一、接地电阻	564
二、保护接地的范围	564
第四节 接地装置	564
一、接 地 体	564
二、接 地 线	565
三、接地线的连接	565
第五节 电气设备的接地	566
一、变、配电所接地	566
二、架空线路电杆的接地	566
三、携带式电气设备的接地	566
四、移动式电气设备的接地	566
五、电子设备的接地	567
六、电子计算机的接地	568
七、医疗电气设备的接地	570
八、高土壤电阻率地区电气设备接地	570
九、防静电接地	570
第六节 接地电阻计算	573
一、工频接地电阻计算	573
二、冲击接地电阻计算	576
三、土壤电阻率的确定	576
第十五章 多层及高层住宅电气设计	578
第一节 负荷分级	578
一、高层建筑的分类	578
二、负荷分级	578
第二节 负荷计算和变压器容量及台数的选择	579

一、负荷计算的方法	579
二、住宅的负荷计算	581
三、变压器容量及台数的选择	581
第三节 供电电源及变、配电所	581
一、高压配电系统	581
二、变、配电所	582
第四节 低压配电及线路敷设	585
一、高层住宅低压配电	585
二、多层住宅低压配电	588
三、线路敷设	589
第五节 消防设施	589
一、高层住宅常用的消防元件和设备	589
二、消防设备配线	591
三、消防泵常用二次接线示例	591
第六节 共用天线电视系统	593
一、系统的性能评价	593
二、共用天线电视系统的设计	595
第七节 防雷接地及其他	601
一、防雷装置	601
二、保护接地	601
三、共用天线的防雷及接地	601
四、电 话	602
附 表	603
附表1 国标图形符号(一)	603
附表2 国标图形符号(二)	615
附表3 电气二次线制图文字代号	623
附表4 电气一次线制图文字代号	624
附表5 辅助文字符号	625
附表6 继电保护和自动装置视图文字代号	626
附表7 输配电线路的工程制图文字代号	627
附表8 双线圈变压器线圈连接图、向量图及连接组标号(GB1094—71)	628
附表9 热轧扁钢规格表(GB704—83)	629
附表10 热轧等边角钢技术数据表(YB166—65)	630
附表11 低压流体输送焊接管规格表(GB3091—82、GB3092—82)	630
附表12 热轧普通槽钢技术数据表(GB707—65)	631
附表13 常用母线重量表	632
附表14 常用导电材料主要特性表	632
附表15 全国主要城市气象资料数据表	632

第一章 铁路供电

第一节 概 述

一、电力在铁路运输中的作用

铁路是国民经济的大动脉。电力是铁路运输生产的主要动力之一。《铁路电力设计规范》中规定：所有车站、厂、段及装设机械通风的隧道都应有电力供应。编组站、养路机械亦应有电力供应。

铁路电力部门担负着对铁路指挥系统、自动化系统、牵引系统及铁路各行各业的供电任务。随着铁路运输事业的发展和自动化、电气化程度的不断提高，要求供电的部门越来越多，对供电可靠性的要求也越来越高。如果供电不可靠，铁路运输就要瘫痪，人民生活就无法得到保障。可见，供电的可靠性与铁路运输的安全、正点有密切关系。

二、铁路电力负荷的特点

1. 负荷沿铁路分布，且容量较小。
2. 要求不间断供电的多为一级负荷。

由于上述二个特点，对于10kV和35kV电力线路的供电半径，铁路系统较电力系统长。例如：铁路10kV自动闭塞线路一个供电臂长为40~60km，跨所供电时为100km以上，而输送的功率只有几千伏安。目前铁路最长的35kV电力贯通线路，长度约186km，计划检修时可达250km。在设计这些供电距离长且输送功率小的线路时，要特别注意线路末端电压升高问题。

第二节 供电原则

一、设计总则

1. 铁路电力供电应根据负荷性质、用电容量和工程特点，正确选用可靠电源，统筹供电，以满足铁路运输用电的需要。供电电源应优先采用地方可靠电源，进而形成铁路的供电系统，利于集中调度和指挥。同时考虑发展的可能。

2. 铁路电力设计应做到安全适用、供电可靠、经济合理、技术先进，还应考虑维修、施工方便及降损节能。

3. 供电方案应根据供电电源、负荷等级、负荷容量、负荷分布等情况，进行综合性方案比选来确定。经济比较时采用的折回年限为5年。

4. 要注重调查研究。有关电源资料、负荷资料、气象资料、地质资料、既有设备资料和运营、施工部门的意见等基础资料，必须齐全准确。

5. 变、配电所的机电设备房屋规模，高压架空电力线路和高压电缆线路的导线截面，应按远期运量和运输性质确定。所址的选择和厂区分布均应当适当预留发展的可能。

6. 由地方高压电源集中受电，需馈出多个回路的车站、厂、段应设变、配电所。一般一个车站只设一个变、配电所。

7. 水电检修设备的配置，应满足10kV及以下电力设备检修的需要；35kV及以上电力设备的大中修一般按外委考虑。

8. 积极而慎重地采用新技术、新工艺和新材料。

9. 为加快设计进度，应多采用标准设计图纸，多选用现有成套设备。

10. 建设铁路时应重视农田水利的需要，尽量少占农田，不占良田。

二、供电范围

铁路所有车站、厂、段及装设机械通风的隧道都应有电力供应。

编组站、养路、装卸机械也应供电。

直线上全长1000m及以上，曲线全长500m及以上并允许行人通过的隧道，如附近3~5km范围内有可利用的电源时，应设置电力照明。对于隧道内养护作业照明用电，通常根据需要设置插座或移动式发电机组。

对于特大桥和明桥面的大桥及其它重要桥梁，应根据工务部门的要求并结合当地电源情况综合考虑是否供电。

三、负荷分级

根据用电设备的重要程度，铁路电力负荷分为下列三级：

1. 一级负荷

中断供电将引起人身伤亡、主要设备损坏、大量减产、造成铁路运输秩序混乱。

属于此类负荷有：调度集中、大站电气集中联锁、自动闭塞、驼峰电气集中联锁、存储式驼峰电气集中、机械化驼峰的空压机及驼峰区照明、通信局枢纽及以下的电源室、中心医院的外科和妇产科的手术室、特大型站和国境站的旅客站房、站台、天桥、地道及设有国际联运换装设备的用电设备、内燃机车电动上油机械（无其它上油设备时）、局电子计算中心站。

2. 二级负荷

中断供电将引起产品报废，生产过程被打乱，影响铁路运输。

属于此类负荷有：机车、车辆检修和整备设备、给水所、非自动闭塞区段中小站电气集中联锁和色灯电锁器联锁、通信分枢纽以下电源室、通信调度机械室、编组站、区段站、洗灌站、大、中型客（货）运站、隧道通风设备、加冰所、医院、红外线轴温探测设备、道口信号。

3. 三级负荷

不属于一、二级负荷者。

对于未列出的用电负荷，如其用电性质相当于一、二级负荷时，由设计部门会同用电部门比照上述原则进行分类。

第三节 供电电源与供电方式

一、供电电源

（一）一般规定

铁路用电应优先采用地方可靠电源，选好电源是搞好供电的关键。

在电气化区段，虽有地方可靠电源，但经技术、经济比较采用电力牵引电源合理时，可采用牵引电源做备用。在有牵引变电所的车站，可从牵引变电所引线；沿线中间站可从接触网接引单相电源。

当无地方电源或地方电源不能满足要求时，应自建发电所或发电机组。在运营后5年内确有可利用的地方电源时，可设临时性发电所。

铁路发电所，应优先考虑选用柴油发电机组。根据当地资源和发展条件，经过经济技术比选也可设水力、风力发电机或太阳能电源。

（二）对电源的要求

1. 具有一级负荷的变、配电所，应有两路独立电源受电，并应使一路为专盘专线；另一路亦应可靠。

自动闭塞相邻两变、配电所，应各有一路相互独立电源受电，并应为专盘专线。

2. 无一级负荷的变、配电所，应有一路可靠电源受电，有条件时，宜有两路电源受电。

3. 具有两路电源的变、配电所，每路电源一般应保证全部负荷的供电。当一路电源停电时，另一路电源应保证一级和二级负荷的供电。

（三）独立电源应具备的条件

1. 两路电源之间无联系，如取自两个发电厂或不同电源的两个变电所，其中一个厂或所发生故障时，另一个厂或所应继续供电。

2. 两路电源之间有联系，但发生任何一种故障时，两路电源的任何部分应不致同时受到损坏。

（四）电压选择

1. 电压等级选择

受电电压根据用电容量、可靠性和输电距离，可采用35（63）kV、10（6）kV和380/220V。

自备发电所的发电机电压，可采用400V和6.3kV。

2. 供电电压质量

（1）35kV及其以上高压供电，用户受电端电压偏移不应超过额定电压的±5%；

（2）10（6）kV线路，从供电变压器二次侧出口到线路末端变压器一次侧入口的允许电压损失为线路额定电压的5%；

（3）220V及380V线路，自供电变压器二次侧出口至用电设备受电端的允许电压损失为线路额定电压的5%；

（4）自动闭塞信号变压器二次端子电压偏移允许值为其额定电压的±10%。

（五）频率和功率因数允许值

1. 频率：地方电力系统供电频率的允许偏差为±0.5Hz；自备发电所供电频率的允许偏差为±2Hz。

2. 功率因数应符合下列标准：

（1）地区变、配电所高压供电0.9以上；低压供电0.85以上；

（2）非地区变、配电所高压供电0.9；

（3）沿线中间站供电不作规定。

二、供电方式

（一）一级负荷的供电

铁路的一级负荷，除要求两路电源供电外，有的一级负荷如大站电气集中联锁、驼峰电气集中联锁、自动闭塞、调度集中等低压电源切换时间不得超过0.15s，因此常用的供电方式为：

1. 两路电源同时受电，母线分段运行，从不同母线段引出两路供电。

2. 从两个具有相互独立电源的变、配电所各引一路供电。

对倒闸作业切换时间没有严格要求的一级负荷，供电方式可以为：两路受电电源为一主一备，母线分段，平时闭合运行，从不同母线段引出两路供电。当主用电源停电跳闸后，备用电源自动投入运行。

信号楼低压电源由两台变压器（其中一台专用的）低压侧各引出一路专用回路供电。

（二）二级负荷的供电

通常二级负荷允许有计划地停电数小时，故一

般以一回路电源供电。

由于铁路运输生产的特点是一处阻塞将影响全线的畅通,因此尽管是二级负荷,当地区变、配电所有两路电源时,宜采用环形供电。当设置小站电气集中联锁和色灯电锁器联锁等设备时,如附近无

可靠电源,宜采用全线或局部贯通线路供电。当通信枢纽电源室和编组站通信机械室附近有第二电源时,应采用二路电源供电。

(三) 三级负荷的供电

三级负荷由一路电源供电。

第四节 配电系统

铁路的配电系统是指从铁路地区变、配电所到铁路用电设备之间的配电网络。配电系统中的变电设备,应尽可能深入负荷中心,同级电压的配电级数应尽量减少。铁路高压配电系统多采用照明、动力混合网络。

铁路的配电系统除一般的树干式、放射式等基本形式外,使用较多的还有混合式和环行式,两端供电式的配电网络。近年又出现了双回路式配电网络。

一、树干式配电网络

树干式配电网络如图 1-1 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。此种供电方式适合二、三级负荷的供电,而且系统简单、经济,但故障时影响范围较大。

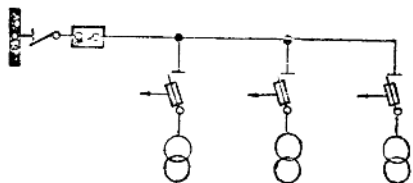


图 1-1 树干式配电网络

二、放射式配电网络

放射式配电网络如图 1-2 所示。由铁路地区变、配电所引出单独的回路,直接送至各室内、外变电所或直接对高压设备供电。放射式配电网络适用于向一级负荷或负荷功率较大的设备供电。配电网络故障时,互相影响不大,控制也方便,但基建投资较高,线路通道占地多,较大的站场采用架空配电线路过多时往往有困难。

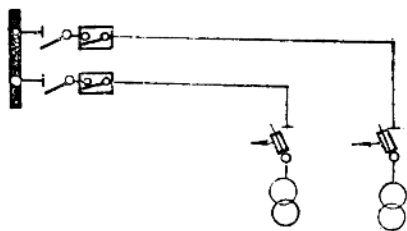


图 1-2 放射式配电网络

三、混合式配电网络

混合式配电网络即树干式与放射式同时使用的配电网络。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比较合适。既可保证一级负荷的供电,又能兼顾一般负荷的供电。例如,一级负荷以放射式网络供电,而备用电源以及其它二、三级负荷可分别从树干式配电网络上接引。故铁路编组站广泛采用这种配电网络。

四、环行式配电网络

环行式配电网络如图 1-3 所示。此种配电网络是根据铁路编组站线长点多的特点,在树干式配电网络的基础上发展起来的。它是从地区变、配电所引出两个以上的树干式网络,每两个树干式网络终端相连接起来组成一个环状网络。有开口运行方式,也有闭合运行方式,主要根据负荷情况及电源确定之。一般两路电源同时工作时应为开口运行,当电源为一主一备时,方可闭环运行。

环行式配电网络由于从两端供电,电力线路检修时可以切换电源,故障时可切断故障点缩短停电时间,提高了供电可靠性。

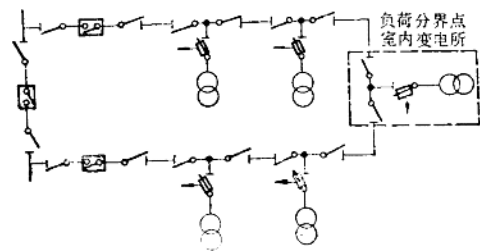


图 1-3 环行式配电网络

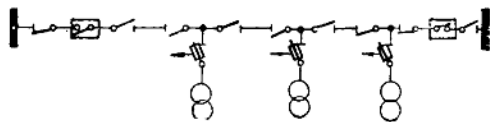


图 1-4 两端供电式配电网络

五、两端供电式配电网络

两端供电式配电网络如图 1-4 所示。铁路自动闭塞信号供电均采用此种配电方式,即铁路沿线两相邻自动闭塞配电所(相距约 40~60km)向自

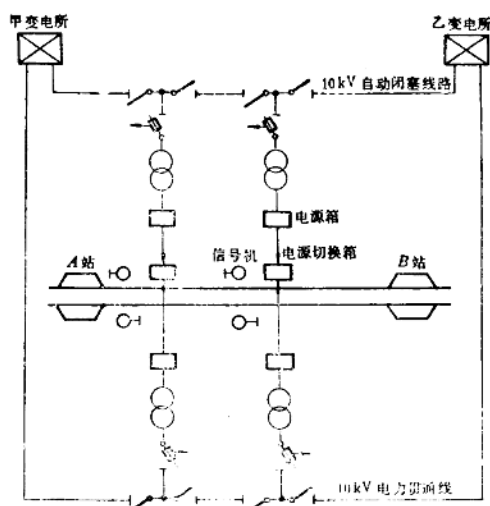


图 1-5 自动闭塞双回路低压切换方式
(分散供电)

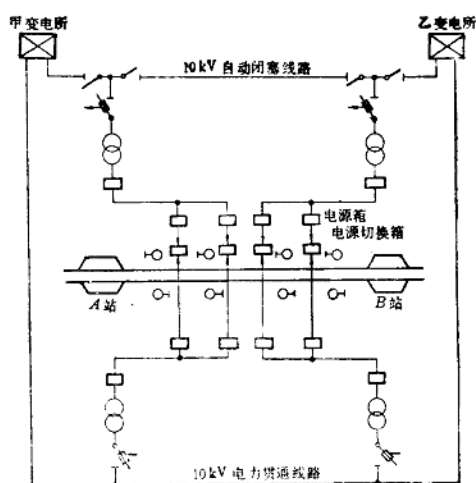


图 1-6 自动闭塞双回路低压切换方式
(集中供电)

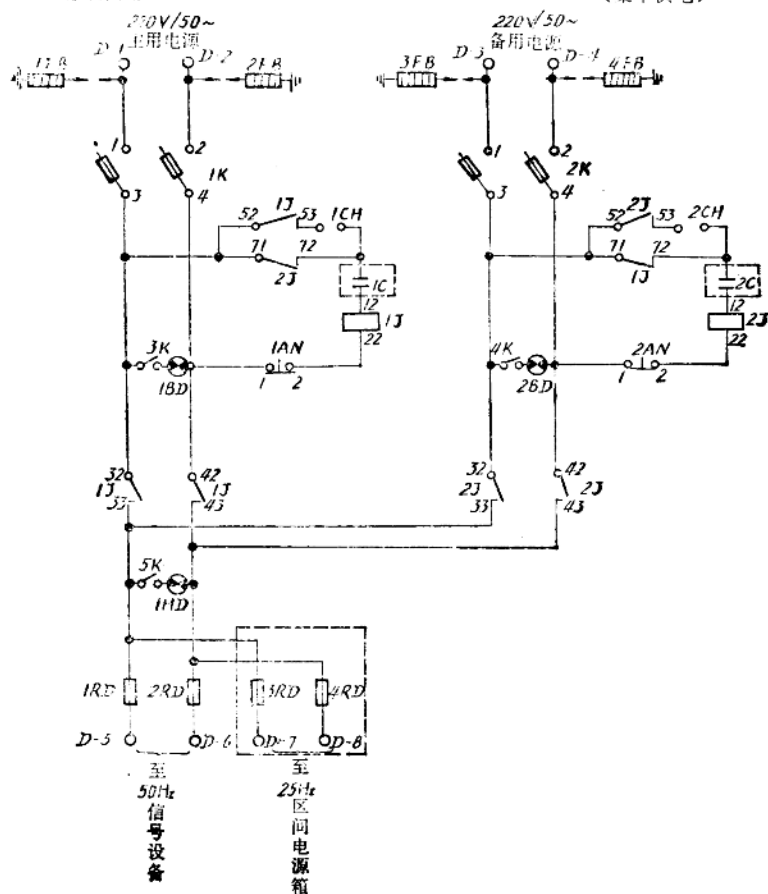


图 1-7 XDZ-I型电源切换箱原理图

动闭塞信号变压器供电。两个相邻自动闭塞配电所
的电源可互为备用，并装设自动重合闸及备用电源

自动投入装置。同时信号变压器二次侧还采用了低
压联络线，保证了对自动闭塞一级负荷的供电。

专为自动闭塞用的高压电力线路,在保证所供信号用电安全的前提下,可供给通信设备及无电源地区的中间站与行车有关房屋照明用电。

六、双回路式配电网络

双回路式配电网络是近年来出现的,主要解决在双线铁路区段自动闭塞信号可靠供电问题。

自动闭塞双回路低压切换供电方式,见图1—5和图1—6。

图1—5表示区间信号一路由10kV自动闭塞线路经区间变压器降压供电,另一路由10kV电力贯通线经区间变压器降压供电,电源经电源切换箱供给区间信号。

图1—6表示区间信号一路由10kV自动闭塞

线路经站内变压器降压,再经220V线路供给电源箱及电源切换箱;另一路由10kV电力贯通线路经站内变压器降压,再经220V线路供到电源箱及电源切换箱再供给区间信号。

电源切换箱原理图见图1—7。

电源切换箱XDZ分两种类型,Ⅰ型箱只供50Hz信号设备用电,虚线框内的1C,2C,3RD,4RD均取消。Ⅱ型箱供区间25Hz电源箱及50Hz信号设备用电。

插塞孔1CH,2CH,只在维修继电器时用,当撤换继电器1J时,将塞孔2CH短接,继电器1J安装后,必需将2CH拔掉。维修2J时将塞孔1CH短接,维修后将1CH插件拔掉,正常时两孔均处于断开位置。

第五节 设计资料

一、向供电部门收集的资料

(一) 现有电源与其发展规划以及对铁路供电的情况

1. 发、变、配电所的规模、设备能力、电压等级、主接线以及运行方式。

2. 电压和频率的变动幅度。

3. 5年内发生的一般事故及10年来的特殊事故情况。

4. 对铁路供电的电压、容量、供电日期和供电可靠程度。

5. 发电厂和变电站的接线方式(是专盘专线或共盘专线以及其它),铁路馈出回路所在母线短路容量(包括系统最大运行方式及最小运行方式)或系统总的计算电抗值。

6. 对铁路供电的要求(包括主接线继电保护方式和整定时限、功率因数、计费方式、通信联络方式以及铁路专用线路的径路等)。

确定供用电关系时,应有书面记载并互盖公章。对于产权划分及设计、施工、备料均应明确。

对于产权的划分,在一般情况下,铁路电力专用线路应归铁路部门所有,如自身管理有困难,铁路局同意由供电部门管理者除外。

(二) 其他资料

1. 该地区土壤电阻率和雷活动情况。

2. 架空电线路导线覆冰厚度、土壤性质及冰冻情况。

3. 供电部门有关运行的特殊规定。

二、向有关部门收集的资料

1. 铁路建设的发、变、配电所及电线路所占用的土地,应按国家现行的土地管理有关规定办理,预先向管理部门办理申请审批手续,并收集有关地形图。

2. 向气象台(站)收集气象资料(包括最大风速、最高和最低气温、覆冰、雷电日等)。

3. 向邮电部门收集资料(包括有关邮电线路的性质、等级、土壤性质、土壤电阻率、导线覆冰厚度等)。

气象地质资料内容包括:最高年平均温度;最热月平均最高温度;最热月平均温度;一年中连续三次的最热的昼夜平均温度;土壤中0.7~1.0m深处一年中最热月平均温度;最高月平均水温;年雷电小时数和雷电日数;土壤结冻深度;土壤电阻率;50年一遇的最高洪水位;地震烈度。

三、铁路局运行管理部门提供的资料

1. 既有铁路发、变、配电所设备、运行情况(包括所区布置、设备平面布置、容量和规格、数量、接线图等)。

2. 既有高、低压电力线路设备、运行情况(包括电线路平面布置图、系统图、杆塔高度和数量、导线材质和截面、电杆及导线的折旧率、站场照明的分布和控制方式等)。

3. 既有设备事故情况及原因分析等。

4. 运行管理中行之有效的规章制度。

5. 目前的组织、定员情况。

6. 该地区气象、地质、土壤电阻率、导线覆冰等资料。

7. 运行管理单位对电力工程设计的要求及意见。

四、各专业应提供的资料

1. 站场、机务、车辆、通信、信号、给水、房建、桥梁、隧道、医务及电算等专业应提供用电负荷资料、用电负荷名称及地点、用电容量、用电电压、用电时间以及其它要求。

2. 站场平面布置图及枢纽总平面布置图(在营业线改造工程中,图纸上应注有电力线路、通信线路径路)。

3. 机车和车辆工厂、机务段、车辆段、给水所、洗罐站等总平面布置图及车间动力设备布置图。

4. 通信所(站)总平面布置及通信机械室、电源室和其他通信设备需要供电点的图纸。

5. 信号电源室、机械化驼峰压缩机室及试验、动力车间的位置及室内、外动力设备平面布置图以及站场内信号设备需要供电处所的图纸。

自动闭塞和调度集中、信号供电点的位置及区间条件线的位置(起点至终点)及根数,以及室内

电源平面布置图。

6. 桥梁、隧道、大桥和客站内天桥、地道等需要供电时,应提供该处的平面布置图和相应的断面图。

7. 医院、电子计算站的总平面布置图和用电设备的布置图及内部电源室的平面布置图。

8. 其他需要供电设备的布置图。

第六节 方案比选

一、一般要求

做供电设计时,通常须对几种不同的供电方案进行技术、经济比较,并选择其中最优者。对于牵涉面较大的重要方案还应报请上级机关审批。

所有参加比选的方案,都应以安全适用、供电可靠为前提,并考虑到施工、运行时的方便。

通常在决定电源时,可能遇到下面几种情况:

1. 自建发电所与路外远距离供电的比较(技术、经济效果相差不多时,应选用路外供电方案)。

2. 不同供电电压与受电位置的比较。

3. 集中备用电源与分散备用电源的比较(在较大车站,当两种方案投资相同时,尽量采用集中备用电源方案)。

4. 自建发电所与其他企业合建发电所的比较。

二、方案比选方法

方案比选时,应对以下几个方面全面权衡,统筹考虑。

1. 技术性能:供电的可靠性,电能的质量,自动化的程度以及运行时的安全、维护方便、使用灵活和便于施工等。

2. 基建投资:设备材料费,土建及公用设施费等。

3. 运营费用:电能消耗费、设备折旧费、设备维修费和人员工资等。

4. 有色金属消耗量:铜、铝等金属消耗量。

在进行各方案的比较时,供电的安全、可靠性是居于首要地位,但安全、可靠性本身也是相对比较而言的。有时,还要受到投资、设备供应、施工期限等因素的限制和某些具体要求。故方案比选一定要充分作好调查研究,深入现场,广泛地征求意见,防止主观和片面性。

三、费用和折回年限的计算

在进行各方案的费用计算时,为了简化计算,一般只计算方案的不同部分,而不计算各方案相同部分的投资。

1. 基建总投资

基建总投资的估算,一般采用本部门积累的工程概算综合扩大指标(参见表1—3~表1—10投

资综合指标)。

2. 年运营费的计算

年运营费按下式计算

$$F = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 \quad (1-1)$$

式中 F ——年运营费(万元/年);

f_1 ——折旧维修费(万元/年);

$$f_1 = A \times b$$

其中 A ——基建总投资(万元);

b ——年折旧维修费率(%),电力工程的年折旧维修费率见表1—1。

f_2 ——年电能消耗费(万元/年)

$$f_2 = P \cdot t \times 10^{-4}$$

其中 P ——年电能消耗量(kWh/年);

t ——电度电价(元/kWh)。

f_3 ——工作人员的工资(万元/年)

$$f_3 = \text{人数} \times \text{平均工资} \times 12 \times 1.1$$

f_4 ——基本电价费(万元/年)

$$f_4 = 12 \times \text{基本电价} \times \text{用电设备装机容量}$$

或降压变电所变压器容量或最大需要量

f_5 ——自建发电所燃料等消耗费(万元/年),

f_5 与 f_4 两项不同时存在。

3. 有色金属消耗量的计算

电力工程中对有色金属消耗量较大,必须十分注意节约,尤其是铜的节约。在进行有色金属消耗量比较时,可按铝重:铜重=1:0.5,铅重:铜重=1:0.4折算成铜重进行比较。

电力工程的年折旧维修费率表 表1—1

序号	项 目	折旧费率 (%)	维修费率 (%)	总数 (%)
1	钢筋混凝土电杆架 空电力线路	3.5	1.0	4.5
2	电缆线路	4.5	2.5	7.0
3	变、配电设备	6.0	6.0	12.0
4	发电设备	6.0	5.0	11.0
5	高压电容器	12.0	4.0	16.0
6	低压电容器	10.0	4.0	14.0
7	房屋(钢筋混凝土 结构)	3.0	—	—
8	房屋(砖木结构)	3.5	—	—

4. 折回年限的计算

基建总投资和年运营费是方案比选中的两项经济指标。这两项指标往往是一对矛盾中两个对立面：基建投资高而运营费低；基建投资低而运营费高。

目前，衡量这两项经济指标间的关系，多采用“折回年限”的方法。当方案2的投资 Z_2 大于方案1的投资 Z_1 ，而方案2的年运营费 F_2 却小于方案1的年运营费 F_1 时，其“折回年限” N 按下式确定

$$N = \frac{Z_2 - Z_1}{F_1 - F_2} \quad (1-2)$$

折回年限的标准值，一般取5年。当 $N \leq 5$ 时，应采用投资较多的方案。反之，当 $N > 5$ 时，应采用投资较少的方案。

当各方案的投资和年运营费（或计算费用）相差不大时，应优先采用具有下列情况的方案：

1. 具有分期投资的可能性，尽量使国家的资金能得到最充分合理的使用；
2. 技术条件比较优越，自动化程度较高，运行和维护均较方便；
3. 施工方便，建设时间显著缩短；
4. 能适应远景发展的需要和方案的过渡；
5. 既有设备和材料能充分利用。

四、方案的选定

当各个方案已就技术、经济等几方面进行分析研究，并就费用和有色金属消耗量等进行具体数字计算后，就可进行总的衡量选出最佳方案。

方案比较结果可列成如表1—2的形式，并简要说明方案选定理由。

××供电方案比较表 表1—2

序号	比较项目	方案1	方案2	方案3
1	供电安全、可靠性	最好	好	差
2	电能质量	最好	好	一般
3	运行和发展的灵活性	最好	好	一般
4	维护管理和施工的方便程度	最好	好	一般
5	设备自动化程度	—	有ZCH	—
6	有色金属消耗量(t)	TZ_1	TZ_2	TZ_3
7	基建总投资(不同部分)(万元)	Z_1	Z_2	Z_3
8	年运营费(万元/年)	F_1	F_2	F_3
9	折回年限(年)	N_1	N_2	N_3
10	结论	好	次之	差

柴油机发电所投资综合指标(万元)

表1—3

综合指标 容量(kW)		10	20	40	60	75	90	120	160	200
类型										
单机		1.03	2.08	2.75	3.24	3.40	4.93	6.0	17.0	27.9
双机		2.06	4.16	5.50	6.48	6.80	9.82	11.98	30.63	48.33

注：表中数据只计直接费，不含间接费。

10kV配电所投资综合指标(万元)

表1—4

类 型		控 制 型 式				
		手 动	就 地	集 中	集 中 (含保护)	集控台， 晶体管保护
一进二出	架空引入(出)，固定式开关柜	2.83				
一进三出	架空引入(出)，固定式开关柜		11.64	13.88	16.28	
一进三出	电缆引入(出)，手车式开关柜			16.55	17.33	
一进四出	架空引入(出)，固定式开关柜			14.82	18.0	20.66
一进四出	电缆引入(出)，手车式开关柜			17.56	20.75	24.03
二进三出	架空引入(出)，固定式开关柜			16.25	19.42	
二进三出	电缆引入(出)，手车式开关柜			20.35	23.52	

续上表

类 型		控 制 型 式				
		手 动	就 地	集 中	集 中 (含保护)	集控台, 晶体管保护
二进 四出	架空引入(出), 固定式开关柜			20.48	24.47	
	电缆引入(出), 手车式开关柜			24.87	28.86	
二进 六出	架空引入(出), 固定式开关柜			23.14	27.16	
	电缆引入(出), 手车式开关柜			27.66	31.68	
一进 四出 (含自闭)	架空引入(出), 固定式开关柜		15.15	18.70	21.83	
	电缆引入(出), 手车式开关柜			21.70	24.83	
二进 四出 (含自闭)	架空引入(出), 固定式开关柜			21.50	24.67	
	电缆引入(出), 手车式开关柜			26.76	29.93	
二进 六出 (含自闭)	架空引入(出), 固定式开关柜			26.46	30.60	
	架空引入(出), 手车式开关柜			31.43		34.40
	电缆引入(出), 手车式开关柜				35.42	39.36
二进 九出 (含自闭)	电缆引入(出), 固定式开关柜, 一台调压器			32.80		
	电缆引入(出), 固定式开关柜, 二台调压器				38.33	44.25
	电缆引入(出), 手车式开关柜, 二台调压器			39.54	45.10	51.00
二进 十二出 (含自闭)	电缆引入(出), 固定式开关柜, 二台调压器			35.86	42.18	
	电缆引入(出), 手车式开关柜, 二台调压器			45.42	52.59	

注: 表中数据只计直接费, 不含间接费、土建费。

10kV变电所投资综合指标 (万元)

表 1—5

类 型		变 压 器 容 量 (kVA)			
		1×315	1×630	2×500	2×630
终端式	负荷开关组装式	3.77			
	高压开关柜式		5.96		10.38
通过式	负荷开关组装式			8.30	
	高压开关柜式				11.0(单电源)
					12.1(双电源)

注: 表中数据只计直接费, 不含间接费、土建费。

杆架式变电台综合指标

表 1—6

类 型		综合指标 (元)	类 型		综合指标 (元)
单 杆	通过型 (10kVA)	2700			
	终端型 (10kVA)	2850			

续上表

类	型	综合指标 (元)	类	型	综合指标 (元)
双杆 不带开关	顺线路通过型		双杆 带开关	顺线路通过型	
	20~50kVA	5060		20~50kVA	6100
	63~100kVA	6600		63~100kVA	7700
	125~200kVA	8600		125~200kVA	9700
	顺线路、横线路终端型			顺线路、横线路终端型	
	20~50kVA	5290		20~50kVA	6400
	63~100kVA	6800		63~100kVA	7900
	125~200kVA	8820		125~200kVA	9900

注：表中数据只计直接费，不含间接费。

落地式变电台综合指标

表 1—7

类	型	综合指标 (元)	类	型	综合指标 (元)
单杆	不带开关		双杆	通过式(不带开关)	
	200~250kVA	8890		200~250kVA	9140
	315~500kVA	12900		315~500kVA	13100
	带开关			终端式(不带开关)	
	200~250kVA	10000		200~250kVA	9240
	315~500kVA	14000		315~500kVA	13200

注：表中数据只计直接费，不含间接费。

电缆线路直接埋设投资综合指标

(万元/km) 表 1—8

电缆截面 (mm ²)	10kV				1kV		
	油浸纸绝缘		交联聚乙烯	联烯	油浸纸绝缘		全塑铝芯
	铜芯	铝芯			铜芯	铝芯	
4	—	—	—	—	1.5	1.4	1.45
6	—	—	—	—	1.7	1.5	1.50
10	3.1	2.7	3.1	—	1.9	1.6	1.7
16	3.4	2.9	3.3	—	2.2	1.7	1.8
25	3.7	3.1	3.5	5.1	2.7	1.9	2.2
35	4.1	3.2	3.7	5.8	3.1	2.2	2.4
50	5.0	3.6	4.2	6.1	4.0	2.5	2.8
70	5.7	3.9	4.5	7.0	5.1	2.9	3.1
95	6.7	4.4	5.2	7.8	6.1	3.4	3.6
120	7.8	4.7	5.6	8.5	6.9	3.7	4.0
150	9.2	5.3	6.2	9.2	8.4	4.1	4.5
185	10.5	5.8	7.0	10.1	9.8	4.8	5.1
240	13.0	6.5	7.8	11.2	—	—	—

注：表中数据只计直接费，不含间接费。

10、35kV钢筋混凝土杆架空电力线路

投资综合指标(万元/km) 表 1—9

导线型号及条数	电 压 (kV)	
	10	35
3×LGJ-35	1.32	1.90
3×LGJ-50	1.43	2.05
3×LGJ-70	1.59	2.20
3×LGJ-95	1.72	2.50
3×LGJ-120	1.86	3.00
3×LGJ-150	2.14	3.45
3×LGJ-185	2.46	3.90

注：1. 本表系按一般平原地形制定，地形不同时应按下列系数调整人工工天：丘陵、水田、沙漠1.3；山地、沼泽1.6；大山区2.4。
2. 本综合指标含直接费和间接费。

0.38kV钢筋混凝土杆架空电力线路

路投资综合指标(万元/km) 表 1—10

导线型号	综合指标
3×LJ-15+LJ-16	1.63
3×LJ-25+LJ-16	1.69
3×LJ-35+LJ-16	1.74
3×LJ-50+LJ-25	1.83
3×LJ-70+LJ-35	1.94
3×LJ-95+LJ-50	2.03
3×LJ-120+LJ-70	2.24
3×LJ-150+LJ-95	2.42
3×LJ-185+LJ-120	2.63

注：表中数据只计直接费，不含间接费。

第二章 负荷计算及无功功率补偿

一、负荷计算的目的

1. 计算负荷,也称最大负荷,作为按发热条件选择变压器、开关设备、导体和电器元件等的依据。
2. 计算尖峰电流,作为检验电压水平和选择保护设备的依据。
3. 计算平均负荷,作为计算电能消耗量和选用无功功率补偿装置的依据。

二、负荷的计算方法

1. 需要系数法,计算时只需将用电设备按工作类别分组乘以相对应的需要系数,即可直接得出计算结果。这种方法使用简便,是铁路部门确定室内外变电所和段、站、工厂负荷的主要计算方法。
2. 二项式系数法,是考虑用电设备的数量和大量用电设备对计算负荷影响的经验公式。公式由二项组成,第二项为用电设备的平均负荷,第一项为几台容量较大的用电设备造成的附加负荷。计

算结果往往较实际偏大,多用于车间低压配电干线、分支干线和引至配电箱支路的负荷计算。

3. 利用系数法,以概率论为基础,以分析用电设备在工作时功率迭加曲线得到的参数为依据,通过利用系数、有效台数、最大系数等来确定计算负荷,其计算结果比较接近实际,适用于各种范围的负荷计算。但计算过程繁琐,利用系数积累得也不多,实际应用还不够广泛。近年来电子计算机在辅助设计中得到应用,为解决这一矛盾提供了良好的条件。

由于引起用电负荷变化的因素很多,负荷计算不可能十分准确,随着铁路机械化、自动化程度的提高,电力负荷也会有所增长,设计时应根据发展情况留有适当的余地。

负荷计算的步骤,应从用电设备的负荷开始,逐级进行车间电力干线、变电所、配电所、总降压变电所、发电所等推算。

第一节 负荷计算

一、设备容量的确定

在负荷计算时,应将用电设备按其工作性质分为不同的用电设备组,然后确定设备容量。对于不同负载持续率下的额定功率,应换算到统一负载持续率下的功率,即设备容量。

1. 连续工作制电动机的设备容量 P_e ,等于其铭牌上的额定功率 P_N 。
2. 断续或短时工作制电动机(如起重机用的电动机),其设备容量是指换算到统一负载持续率下的额定功率。

当采用需要系数法或二项式系数法时,应统一换算到负载持续率 $\varepsilon = 25\%$ 时的额定功率

$$P_e = P_N \sqrt{\frac{\varepsilon_N}{\varepsilon_{25}}} = 2P_N \sqrt{\varepsilon_N} \quad (2-1)$$

当采用利用系数法时,应统一换算到负载持续率 $\varepsilon = 100\%$ 时的额定功率

$$P_e = P_N \sqrt{\varepsilon_N} \quad (2-2)$$

- 式中 P_e ——换算后的设备容量(kW);
 P_N ——铭牌上标明的额定功率(kW);
 ε_N ——铭牌上标明的负载持续率;
 ε_{25} ——负载持续率为25%。

3. 电焊机的设备容量,是指换算到负载持续率 $\varepsilon = 100\%$ 时的额定功率;

$$P_e = S_e \sqrt{\varepsilon_N} \cos \varphi_e \quad (2-3)$$

- 式中 P_e ——换算后的设备容量(kW);
 S_e ——铭牌上标明的视在功率(kVA);
 ε_N ——铭牌上标明的负载持续率;
 $\cos \varphi_e$ ——铭牌上标明的功率因数。

4. 电炉变压器的设备容量,是指额定功率因数时的有功功率

$$P_e = S_e \cos \varphi_e \quad (2-4)$$

- 式中 P_e ——额定功率因数时的有功功率(kW);
 S_e ——铭牌上标明的视在功率(kVA);
 $\cos \varphi_e$ ——铭牌上标明的功率因数。

5. 整流器的设备容量,是指额定直流功率。
6. 成组用电设备的设备容量,是指不包括备用设备在内的所有单个用电设备容量之和。
7. 照明设备容量,是指灯泡上标出的额定功率。荧光灯及高压汞灯等由于镇流器消耗功率,在计算时其相应灯管的额定功率应分别增加20%及8%。
8. 家用电器的设备容量,等于其铭牌上的额定功率。