

电 311-20

铁路工程设计技术手册

电 力

人民铁道出版社

铁路工程设计技术手册

# 电 力

铁道部第三设计院标准处主编

人民铁道出版社

1978年·北京

## 内 容 提 要

本手册是铁路供电勘测设计的技术参考资料，其中包括设计中常用的计算方法、公式、图表、曲线和参考图纸等。

手册共分十五章，内容包括：铁路供电及负荷计算、电气设备计算及选择、发电所、变电所及配电所、继电保护装置、电线路、动力照明、铁路专用设备、充电及电车的电气设备及防雷接地等。

本手册可供从事铁路电力设计、施工、运行、教学和生产的工作人员参考。

铁路工程设计技术手册

电 力

铁道部第三设计院标准处主编

人民铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

张家口地区印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$  印张：38.75 字数：1290 千

1978年8月 第1版

1978年8月 第1版 第1次印刷

统一书号：15043·5075 定价：4.30 元

限国内发行

# 编者说明

在毛主席革命路线指引下，在无产阶级文化大革命的胜利鼓舞下，我国的铁路建设事业发展很快。广大铁路职工坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，认真学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，抓革命，促生产掀起了新的高潮。为了适应我国铁路建设事业的发展，根据广大铁路基层单位的要求，我处组织了铁道部第一、二、四设计院站场处，第三设计院设备总队，电化工程局通号处及北京、沈阳、锦州铁路局机辆处组成了《铁路工程设计技术手册》电力篇的编写组，编写了这本书，供铁路有关部门职工学习参考。

本书主要是根据铁路各基层单位在设计、施工、维修方面的经验编写的。在编写过程中得到铁路有关单位和路外兄弟单位的大力支持和热情帮助，提供了许多资料及宝贵建议，在此一并致谢。

由于我们学习毛主席著作不够，政治思想和业务水平不高，调查研究不够细致，书中一定还存在许多缺点、错误和不足之处，热情希望广大读者批评指正。

编者

一九七六年

# 目 录

<b>第一章 铁路供电</b> ..... 1	二、年电能消耗量的计算.....19
<b>第一节 供电原则</b> ..... 1	三、供电系统中电能消耗的计算.....19
一、设计总则..... 1	<b>第八节 无功功率补偿</b> .....19
二、供电范围..... 1	一、补偿容量的计算.....19
三、负荷分级..... 1	二、高、低压移相电容器的分配.....21
<b>第二节 供电电源</b> ..... 1	<b>第三章 短路电流计算</b> .....23
一、一般规定..... 1	<b>第一节 概述</b> .....23
二、电压选择..... 2	<b>第二节 电路元件参数的计算</b> .....23
<b>第三节 供电方式</b> ..... 2	<b>第三节 网路的化简</b> .....25
一、一级负荷的供电..... 2	<b>第四节 高压短路电流计算</b> .....25
二、二级负荷的供电..... 3	一、计算时一些假设.....25
三、两路电源的工作方式..... 3	二、计算前应收集的资料.....26
<b>第四节 配电系统</b> ..... 3	三、计算步骤.....26
一、树干式配电系统..... 3	四、三相短路电流计算.....26
二、放射式配电系统..... 3	五、二相短路电流计算.....28
三、混合式供电系统..... 3	<b>第五节 常用计算资料和图表</b> .....30
四、环行式配电系统..... 3	<b>第六节 1千伏以下低压短路电流计算</b> .....51
五、两端供电式配电系统..... 4	一、计算特点.....51
<b>第五节 设计阶段及工作内容</b> ..... 4	二、各元件阻抗有名值的计算.....51
一、初步设计阶段..... 4	三、低压配电网路短路电流的计算.....56
二、施工设计阶段..... 5	四、常用配电变压器低压侧母线三相 短路电流计算表.....57
<b>第六节 设计资料</b> ..... 5	<b>第七节 计算示例</b> .....59
一、向供电部门收集电源资料..... 5	附录3-1 三相短路电流计算公式的推导.....64
二、向有关部门收集的资料..... 5	<b>第四章 高压电气设备选择</b> .....65
三、铁路局运行管理部门提供的资料..... 5	<b>第一节 概述</b> .....65
四、各专业应提供的资料..... 5	<b>第二节 高压设备的选择与校验</b> .....65
<b>第七节 方案比选</b> ..... 6	<b>第三节 短路电流校验简化计算表</b> .....67
一、一般要求..... 6	附录 4-1 短路电流效应计算.....72
二、方案比选方法..... 6	附录 4-2 高海拔地区与电气设备的 关系.....74
三、费用和折回年限的计算..... 6	<b>第五章 柴油机发电所</b> .....76
四、方案的选定..... 7	<b>第一节 总体设计</b> .....76
附录 1-1 电力建设投资综合指标..... 7	一、所址选择.....76
<b>第二章 电力负荷计算</b> .....13	二、所区布置.....76
<b>第一节 概述</b> .....13	三、机房布置.....77
<b>第二节 用电设备的需要系数和同时系数</b> .....13	四、机组选择.....84
<b>第三节 设备容量的确定</b> .....14	<b>第二节 热力系统设计</b> .....90
<b>第四节 用需要系数法计算最大负荷</b> .....14	一、燃油系统.....90
一、计算方法.....14	二、润滑油系统.....95
二、计算步骤和示例.....14	三、冷却水系统.....97
<b>第五节 单相负荷的计算</b> .....17	四、起动系统..... 102
<b>第六节 平均负荷及尖峰电流的计算</b> .....18	五、排烟系统..... 105
一、平均负荷的计算.....18	六、管道系统..... 105
二、尖峰电流的计算.....18	七、检修和起重设备选择..... 111
<b>第七节 电能消耗量的计算</b> .....18	
一、功率损耗的计算.....18	

第三节 电气系统设计.....	112	三、检修及测试.....	181
一、发电机额定电压的选择.....	112	四、生活设施.....	181
二、电气主接线.....	112	第八节 变、配电所对土建要求.....	181
三、励磁系统.....	113	一、一般要求.....	181
四、同期系统.....	122	二、设备支架与基础.....	182
五、发电机继电保护.....	131	三、电缆沟.....	182
第四节 机组控制与自起动装置.....	134	四、建筑物.....	182
一、机组控制.....	134	五、土建要求示例.....	182
二、自起动装置.....	134	第七章 继电保护及操作电源.....	187
第五节 土建要求.....	138	第一节 概述.....	187
一、土建要求.....	138	第二节 一次侧电压为 10(6)~35 千伏	
二、采暖通风.....	138	降压变压器的保护.....	188
附录 5-1 柴油机功率修正及增压.....	138	一、保护的装设原则.....	188
一、柴油机功率修正.....	138	二、保护装置.....	188
二、四冲程柴油机的增压.....	144	三、保护的整定计算.....	189
附录 5-2 高原和湿热地区机组运行		第三节 一次侧电压为 10(6)~35 千伏	
特性.....	145	降压变压器用熔断器的保护.....	191
一、高原地区机组运行特性.....	145	第四节 10(6)千伏电力电容器的保护.....	193
二、湿热地区机组运行特性.....	147	一、保护的装设原则.....	193
附录 5-3 小型柴油机发电所生产人		二、保护的整定计算.....	193
员的编制.....	147	第五节 10(6)~35 千伏线路的保护.....	193
附录 5-4 单位换算.....	148	一、保护的装设原则.....	193
第六章 变、配电所.....	150	二、保护的整定计算.....	194
第一节 概述.....	150	第六节 自动装置.....	196
第二节 变、配电所所址选择与总布置.....	150	一、自动重合闸 (ZCH).....	196
一、所址选择.....	150	二、备用电源自动投入 (BZT).....	202
二、总布置.....	150	三、自动闭塞线路的自动重合闸及备	
三、变、配电所总布置示例.....	151	用电源自动投入.....	202
第三节 主变压器类型及台数选择.....	151	第七节 绝缘监察装置.....	203
一、主变压器类型.....	151	第八节 操作电源.....	203
二、主变压器台数.....	152	一、概述.....	203
三、变压器并列运行条件.....	152	二、硅整流配合电容电压补偿.....	203
四、高海拔地区运用问题.....	152	三、直流系统接线.....	207
五、自动闭塞变、配电所变压器选择.....	153	四、直流回路熔断器的选择.....	216
第四节 电气主接线.....	153	五、直流回路限流电阻、逆止元件的	
一、一般要求.....	153	选择.....	216
二、35 千伏电压侧接线.....	153	六、电容补偿装置的保护和检查.....	217
三、10(6)千伏电压侧接线.....	154	七、电容器盒布置及接线图.....	217
四、0.4 千伏电压侧接线.....	155	八、直流屏屏面布置.....	217
五、自动闭塞变、配电所的接线.....	155	第九节 二次回路.....	217
六、所用电源线.....	156	一、交流电流回路及电流互感器的	
七、典型接线示例.....	156	选择.....	217
第五节 屋内配电装置.....	161	二、交流电压回路及电压互感器的	
一、一般要求.....	161	选择.....	219
二、配电装置的布置.....	161	三、二次回路元件的选择.....	220
三、屋内配电装置布置示例.....	164	四、控制、信号及测量回路.....	225
第六节 屋外配电装置.....	169	五、中央信号装置.....	230
一、一般要求.....	169	六、直流系统绝缘监察装置.....	232
二、配电装置的布置.....	169	七、测量表计.....	232
三、屋外配电装置布置示例.....	174	八、控制、信号、继电器屏屏面布置及	
第七节 所内其它设施.....	181	端子排设计.....	232
一、通信.....	181	第八章 架空线路.....	237
二、消防.....	181	第一节 导线选择.....	237

一、常用导线	237	五、电杆上拔校验	294
二、导线截面选择	238	第十四节 接户线	294
第二节 气象条件	244	<b>第九章 电缆选择与敷设</b>	295
一、气象条件的一般规定	244	第一节 概述	295
二、典型气象区	245	第二节 常用电缆的选择	295
三、风速换算	245	一、常用电缆型号及使用范围	297
第三节 导线、避雷线的力学计算	247	二、电缆选择的一般原则	297
一、导线、避雷线的机械物理特性	248	三、电力电缆截面的选择	297
二、导线、避雷线的安全系数	248	第三节 电缆的敷设	300
三、导线、避雷线的平均运行应力与防震	249	一、一般要求	300
四、导线、避雷线比载的计算	259	二、敷设方式	300
五、导线、避雷线应力和弧垂的计算	259	第四节 电缆中间接头盒及终端盒	306
第四节 绝缘子选择	260	一、户内电缆终端盒	306
一、常用绝缘子	260	二、户外电缆终端盒	307
二、绝缘子的选用原则	263	三、中间接头盒	309
三、绝缘子最大设计荷重的计算	264	附录 9-1 电力电缆允许载流量表	310
第五节 导线排列和间隔	266	<b>第十章 车间动力设备</b>	313
第六节 横担计算	267	第一节 低压配电系统	313
一、横担类型	267	一、低压配电系统分类	313
二、结构计算的一般规定及做法	267	二、低压配电系统的选择	313
三、横担计算	269	第二节 电动机的选择	313
第七节 电杆计算	272	一、电动机的分类	313
一、常用钢筋混凝土电杆	272	二、电动机的选择	314
二、电杆各部分直径	273	三、常用机械电动机功率的计算	316
三、相邻电杆允许高差计算	273	四、三相异步电动机常用计算公式	316
四、电杆所受风力计算	273	第三节 电动机的起动和供电回路	316
五、杆塔结构计算	273	一、电动机直接起动的条件	316
六、电杆接尖	280	二、电动机起动电压降的计算	317
第八节 拉线与撑杆的使用	280	三、电动机起动方式的选择	317
一、拉线的使用	280	四、电动机的供电回路	318
二、拉线的选择	280	第四节 鼠笼式电动机降压起动设备的选择	318
三、拉线棒、拉线螺栓、拉线抱箍计算	281	一、概述	318
四、撑杆的使用	282	二、电阻降压起动	318
第九节 基础	282	三、延边三角形起动器	320
一、一般规定	282	四、自耦减压起动器	321
二、不带卡盘单杆的埋深计算	282	第五节 绕线式异步电动机起动设备的选择	322
三、带卡盘单杆的埋深计算	284	一、概述	322
四、底盘计算	284	二、BP 4 系列频敏变阻器的选择	322
五、拉线盘埋深计算	284	三、BP 1 系列频敏变阻器的选择	323
第十节 架空电线路的勘测	285	四、频敏变阻器接线方式及控制方式	327
一、架空电线路勘测方法及设计图形式	286	五、GTT 型控制柜	327
二、架空电线路勘测导则	286	第六节 电焊机开关、熔断器及导线选择	328
第十一节 路径选择	287	一、概述	328
第十二节 导线限界、交叉跨越和接近	288	二、常用电焊机开关、熔断器及导线选择	329
第十三节 杆塔定位	292	第七节 车间导线敷设	332
一、基本档距的确定	292	一、车间导线敷设的有关规定	332
二、定位模板曲线的制作	292	二、有爆炸和火灾危险的车间内导线的敷设	332
三、模板定位方法	293	三、确定车间导线敷设方式的一般	
四、耐张绝缘子串倒挂的校验	293		

条件.....	333	平面布置.....	405
四、车间导线敷设方式.....	333	二、检修、试验设备的配置.....	407
第八节 导线截面及管径的选择.....	337	第五节 25吨电动架车机电气设备.....	410
一、按发热条件选择导线截面.....	337	一、设备情况.....	410
二、按允许电压损失选择导线截面.....	339	二、架车机主回路及控制线路.....	410
三、按机械强度选择导线的最小允许截面.....	339	三、架车机动力配线.....	411
四、几种情况下导线截面的选择.....	341	四、设计注意事项.....	411
五、导线穿钢管的选择.....	342	第六节 电动落轮机电气设备.....	411
六、电焊机二次线的选择和布置.....	342	一、设备情况.....	413
第九节 控制和保护设备的选择.....	345	二、落轮电动机技术数据.....	413
一、控制和保护设备选择的条件.....	345	三、电动落轮机控制线路图.....	413
二、根据电器保护条件选择电动机的控制和保护设备.....	345	四、落轮机动力配线.....	413
三、交流接触器、磁力起动器的选择.....	347	五、设计注意事项.....	413
四、热继电器的选择.....	347	第七节 $\phi 1050$ 感应式车轮加热炉电气设备.....	413
五、熔断器的选择.....	347	一、设备情况.....	413
六、自动开关的选择.....	352	二、感应加热炉的主回路及控制回路.....	413
七、常用电动机起动、保护设备及导线选择.....	363	第八节 电动货票传送装置.....	414
第十节 起重运输设备供电线路的设计.....	364	一、概述.....	414
一、概述.....	364	二、主要设备.....	414
二、滑触线的计算.....	365	三、供电系统.....	415
三、滑触线的安装.....	368	第十二章 充电及电镀车间的电气设备.....	417
四、常用起重运输设备供电导线选择.....	369	第一节 充电的电气设备.....	417
第十一节 电动机调速.....	369	一、概述.....	417
一、可控硅控制电磁转差离合器调速.....	369	二、充电电源设备选择.....	417
二、可控硅控制直流电动机调速.....	373	三、放电电阻的选择.....	426
三、变极调速.....	377	四、蓄电池组充放电装置.....	426
四、绕线式异步电动机调速电阻的选择及计算.....	380	五、直流系统电气设备的选择.....	428
附录 10-1 常用机床电源引入口简图表.....	387	六、充电车间设备装置的要求.....	430
附录 10-2 导线——钢轨回路电抗计算.....	390	七、蓄电池搬运车充电容量的计算.....	430
附录 10-3 爆炸和火灾危险场所的等级划分.....	391	八、铁路常用蓄电池规格性能.....	432
第十一章 铁路专用电气设备装置.....	392	第二节 电镀车间的电气设备.....	432
第一节 洗罐站的供电.....	392	一、电镀之特性.....	432
一、概述.....	392	二、电镀对电源的要求.....	434
二、洗罐站主要建、构筑物及用电设备.....	392	三、铁路上电镀常用的整流设备.....	434
三、洗罐站的供电.....	392	四、母线与导线的选择及敷设方法.....	435
第二节 自动闭塞低压联络装置.....	396	五、整流设备交流侧开关、熔体额定电流及导体截面的选择.....	437
一、概述.....	396	六、镀槽工作电压和电流的调节.....	439
二、三线式自动闭塞低压联络.....	398	七、镀槽上的电气设备.....	440
三、第三台变压器的低压联络.....	399	八、镀槽极性周期换向自动控制.....	442
四、低压联络线.....	400	第十三章 电气照明.....	445
第三节 养路机械化供电.....	400	第一节 概述.....	445
一、养路机械化的机具.....	400	一、各类电光源的特点及适用范围.....	445
二、养路机械化供电方式.....	402	二、常用灯具名称、型号及适用场所.....	445
三、固定电源与内燃发电的比较.....	403	三、照度标准.....	448
四、养路机械化供电的几个特殊问题.....	404	四、照明方式和照明种类.....	450
第四节 水电段电力检修、试验设备.....	405	五、灯具布置的一般要求.....	450
一、检修、试验设备配置原则及其车间的		第二节 室内照明.....	451
		一、生产车间照明.....	451
		二、旅客站屋照明.....	451
		第三节 照度计算.....	451
		一、单位容量法.....	455



二、逐点计算法.....	455	第三节 建筑物、构筑物的防雷分类.....	531
三、利用系数法.....	460	第四节 建筑物、构筑物的防雷措施.....	531
四、灯具概算图的应用.....	463	第五节 防雷装置的一般要求.....	533
五、投光灯等照度曲线的计算.....	463	第六节 山区建筑物的防雷.....	534
第四节 照明配电网路.....	468	一、一般规律.....	534
一、供电方式的确定.....	468	二、防雷措施.....	534
二、供电电压及电压偏移.....	468	三、山坡上避雷针保护范围的确定.....	535
三、导线截面选择.....	468	第七节 变、配电所的防雷保护.....	535
四、照明设计一些规定.....	473	一、防止直击雷.....	535
五、导线的敷设和附属装置.....	475	二、防止侵入雷电波.....	535
第五节 室外照明.....	475	第八节 架空电力线路的防雷保护.....	537
一、室外照明按地点的分类.....	475	一、一般保护.....	537
二、室外照明灯具的选择和布置.....	475	二、线路交叉部分的保护.....	537
三、编组场照明的控制方式.....	479	第九节 避雷器和保护间隙.....	538
四、电动控制照明装置.....	480	<b>第十五章 接地和接零</b> .....	541
第六节 大桥照明.....	481	第一节 概述.....	541
一、概述.....	481	第二节 一般规定.....	541
二、大桥照明灯具的选择与布置.....	481	第三节 工频接地电阻计算.....	542
三、警卫照明灯具的选择与布置.....	481	一、接地网的布置.....	542
四、桥梁维修供电.....	481	二、接地电阻值的要求.....	542
五、航标灯的布置.....	481	三、土壤电阻率的确定.....	542
六、大桥照明供电.....	481	四、自然接地体接地电阻的计算.....	543
第七节 隧道照明.....	482	五、人工接地体接地电阻的计算.....	544
一、概述.....	482	第四节 防雷接地的计算.....	549
二、灯具的选择与布置.....	482	一、土壤电阻率的确定.....	549
三、供电电压与供电方式.....	483	二、冲击接地电阻的计算.....	550
四、配线方式与导线固定.....	483	第五节 高土壤电阻率地区的接地装置.....	552
五、导线的选择.....	484	第六节 接零.....	553
六、保护装置.....	484	一、接零的特殊要求.....	553
七、控制方式.....	485	二、零线的选择.....	553
八、设备安装高度.....	485	三、接零计算.....	554
九、施工注意事项.....	487	附录一 常用文字及计量符号.....	560
附录 13-1 灯具利用系数、空间等照度 曲线和灯具概算图.....	487	附录二 电工系统图图形符号.....	564
附录 13-2 灯桥设计技术条件 .....	527	附录三 电力及照明平面图图形符号.....	580
<b>第十四章 过电压保护</b> .....	529	附录四 常用半导体电路图符号.....	589
第一节 雷击的选择性.....	529	附录五 电力系统图上的回路标号.....	590
第二节 避雷针和避雷线保护范围的 决定.....	529	附录六 全国主要城市气象数据表.....	595
		附录七 常用金属材料.....	609

# 第一章 铁路供电

## 第一节 供电原则

### 一、设计总则

铁路是国民经济的大动脉。为保证铁路运输的畅通,提高运输效率,更好地为工农兵服务,铁路电力供应起着一定重要的作用。

铁路电力工程的设计,必须以阶级斗争为纲在党的一元化领导下,依靠广大革命群众,认真贯彻“鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义”的总路线和“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针以及“备战、备荒、为人民”的战略方针,坚持“独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国”,高举“鞍钢宪法”的旗帜,以大庆为榜样,走自己工业发展的道路,为社会主义革命和社会主义建设服务。

铁路电力工程的建设,必须作到“精心设计,精心施工”。在保证可靠供电,安全供电的前提下,尽量节约投资,节约有色金属,并做到临时工程与永久工程相结合,少花钱多办事,最大限度地发挥投资效益。

设计时,必须深入现场,坚持实行“三结合”的现场设计,方案要认真比选。设计中应积极而慎重地采用新技术、新工艺、新材料。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。

### 二、供电范围

铁路各站、厂、段一般均应有电力供应。其中:

1. 编组站、区段站、工业站、港湾站、国境站、客货运量较多的车站和各厂、段以及装设机械通风的隧道必须供电。
2. 沿线中间站尽可能供电(在附近2~3公里范围内获得地方电源暂时有困难时可暂缓设计)。
3. 编组站内机械化养路设备应供电。
4. 直线上全长1000米及以上,曲线全长500

米及以上并允许行人通过的隧道,如附近3~5公里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,通常根据需要设置移动式发电机组;但长度在1000米及以上的隧道而附近3~5公里有可利用的电源,应予供电并在隧道内装设照明插座。

5. 对于技术复杂、修复困难的特大桥和明桥面的大桥及其它重要的桥梁,应根据工务部门意见结合当地电源情况综合考虑是否做永久性的电力工程设计。

### 三、负荷分级

根据用电设备的重要程度,铁路电力负荷分为三级:

一级负荷——事故停电,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。属于此类负荷者有:调度集中、大站电气集中联锁、自动闭塞、驼峰电气集中联锁、驼峰道岔自动集中、机械化驼峰的压缩机及峰顶照明、局通信枢纽及以上的电源室、中心医院的外科和妇产科的手术室、特等站、国境站、电动上煤和上油机械(无其它上煤、上油设备时);

二级负荷——事故停电,将引起产品报废,生产过程被打乱,影响铁路运输。属于此类负荷者有:机车、车辆检修和整备设备、给水所、非自动闭塞区间小站电气集中联锁和色灯电锁器联锁、分通信枢纽及以下的电源室、调度通信机械室、编组站、区段站、洗罐站、大中型客(货)运站、隧道通风设备、加冰所、医院;

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级或二级负荷时,由设计部门会同用电部门比照上述原则进行分类。

## 第二节 供电电源

### 一、一般规定

铁路用电应优先采用地方电源。在电气化牵引区段,虽有地方电源,但经技术、经济比较采用电力牵引电源合理时,则应采用牵引电源。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,或虽有地方电源,但其供电容量和供电时间不能满足铁路用电要求,经方案比选,铁路投资扩建或改造电源系统而技术、经济有明显不合理时,应自设铁路发电所。

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,经过比选亦可设水力或蒸汽发电机。

对于容量较小的一级负荷，取得第二回路电源有困难时，亦可考虑在用户处设置小型柴油发电机。

### 二、电压选择

1. 铁路供电电压，一般取决于当地供电系统的供电电压。铁路配电电压：高压一般为 10 千伏；低压为 380/220 伏。

当地方电源电压为 6 千伏时，经技术、经济比较，铁路配电电压亦可采用 6 千伏，但应为过渡到 10 千伏电压创造有利条件。

2. 自备发电所的发电机电压，当单机容量在 450 千瓦及以下且对邻近负荷以 400/230 伏低压直配供电时，发电机电压一般采用 400 伏；当负荷中有较大容量的 6.3 千伏高压负荷而低压输送功率超过 1000 千瓦，或低压供电距离超过 1 公里以上，可采用 6.3 千伏高压发电机。亦可采用 400 伏升压为 10 (6) 千伏供电。

3. 供电电压、周波和功率因数允许变动幅度见表 1-1。

4. 为便于选择配电电压，表 1-2 列出 10 (6)、35 千伏按负荷力矩计算电压损失表。

电压、周波、功率因数允许变动值

表 1-1

序号	项 目	允许偏差	
1	35 kV 供电电压	负荷额定电压的 ±5%	
2	10 kV 及以下高压供电和低压电力设备	负荷额定电压的 ±7%	
3	室内、外照明供电电压	负荷额定电压的 ±5%	
4	要求较高的室内照明(气体放电灯除外)电压	负荷额定电压的 +5% -2.5%	
5	事故、道路、警卫照明电压	负荷额定电压的 +5% -10%	
6	自动闭塞信号变压器二次端子电压	负荷额定电压的 ±10%	
7	供电周波	标准周波的 ±0.5周/秒	
8	自备发电机周波	标准周波的 ±2周/秒	
9	功率因数	高压	不低于 0.9
		低压	不低于 0.85

6、10、35 千伏按负荷力矩计算电压损失表 (kW·km)

表 1-2

电压(kV) 导线截面(mm <sup>2</sup> ) 电压损失 ΔV(%)	6					10					35			
	LJ -35	LJ -50	LJ -70	LJ -95	LJ -120	LGJ -35	LGJ -50	LGJ -70	LGJ -95	LGJ -120	LGJ -35	LGJ -50	LGJ -70	LGJ -95
1	331	438	562	680	781	910	1210	1567	1930	2183	10990	14680	18700	22930
2	662	876	1124	1360	1562	1820	2420	3134	3860	4366	21980	29360	37400	45860
3	993	1314	1686	2040	2343	2730	3630	4701	5790	6549	32970	44040	55100	68790
4	1324	1752	2248	2720	3124	3640	4840	6268	7720	8772	43950	58720	78800	91720
5	1655	2190	2810	3400	3925	4550	6050	7835	9650	10915	54950	73400	93500	114650
6	1986	2628	3372	4080	4686	5460	7260	9402	11580	13120	65140	88080	112200	137800
7	2317	3066	3924	4760	5467	6370	8470	10969	13500	15320	76930	102760	131000	160510
8	2648	3504	4496	5440	6248	7280	9680	12536	15430	17500	87920	117446	149680	183440
9	2979	3942	5058	6120	7029	8190	10890	14103	17370	19647	98910	132120	168200	206370
10	3310	4380	5620	6800	7810	9100	12100	15670	19300	21830	109700	146800	187000	229300

## 第三节 供电方式

### 一、一级负荷的供电

一级负荷应有两个独立电源保证不间断供电，并尽量使其中一路为专盘专线。如确因条件限制不能保证不间断供电时，应设置发电机组，并考虑自启动装置。

同时具备下述条件的发电厂、变电所均可视为独立电源：

1. 每段母线的电源，来源于不同的发电机组；
2. 母线之间无联系或虽有联系但其中一段发生故障时，能自动将其联系断开，不影响另一段母线继续供电。

铁路的一级负荷，除要求两路电源不间断供电外，有的一级负荷如大站电气集中联锁、驼峰电气集中联锁、驼峰道岔自动集中等生产连续性要求很高的场所，停电时间不得超过 0.15 秒，电源选择

时应充分注意到这一点。

自动闭塞虽属一级负荷，因相邻两自闭变电所可互为备用，故每一自闭变电所并不要求同时引入两路独立电源(但相邻两自闭变电所应要求各自独立的电源)。

### 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，故一般以一回电源线路供电。某种原因造成连续数天不能供电时，应有使用局管内发电车的可能。

### 三、两路电源的工作方式

具有两个电源的铁路地区变、配电所，其电源工作方式有以下两种：

1. 两路电源同时引入变、配电所的分段母线两侧，母线间设母联断路器。正常情况下，母联断开，两路电源同时供电互为备用。当任一电源停电时，母联断路器自动投入。此种方式可保证两段母线不致同时停电。

站场内所有配电线路分别由地区变、配电所两

段母线引出。对要求电源中断时间不大于0.15秒的信号负荷，设两台电力变压器，并分别接到由两段母线组成的配电回路上。一旦发生故障，可在信号楼内电源屏上进行低压自动切换。

2. 两路电源分别引入变、配电所分段母线的两侧，一路工作，一路备用。分段母线之间设隔离开关，平时闭合运行。当工作电源停电跳闸后，备用电源自动投入运行。此种工作方式易于与供电单位达成协议，但因高压断路器切换电源时间较长，使两段母线有同时断电约0.5秒以上的时间。此种供电方式对一般非电气集中的站场均可采用。

对有电气集中的站场，采用此种供电方式时，为补救其不足之处，可作如下考虑：

- (1) 单独给电气集中负荷接引一路备用电源；
- (2) 由地区变、配电所内的所用电变压器(指由备用电源供电者)供给电气集中一路备用电源；
- (3) 由地区变、配电所内备用电源供电的变压器(须由供电部门允许)供给电气集中一路低压备用电源。

## 第四节 配 电 系 统

铁路的配电系统是指从铁路地区变、配电所引到铁路用电设备前的连接部分。

铁路配电系统中的变电设备，应尽可能深入负荷中心，做到配电级数为一级。

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以及结合铁路特点的环行式、两端供电式的配电网络。现将各种配电系统适用范围及特点分述如下：

### 一、树干式配电系统

树干式配电系统如图 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。此种供电方式适合于二、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。

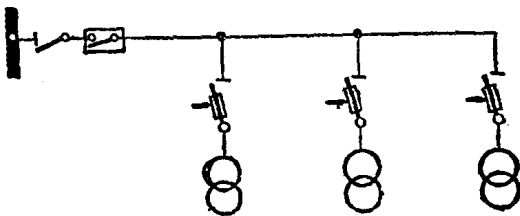


图 1-1 树干式配电系统

### 二、放射式配电系统

放射式配电系统如图 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。放射式供电系统适用于

一级负荷或负荷功率较大的设备供电。配电系统故障时，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。

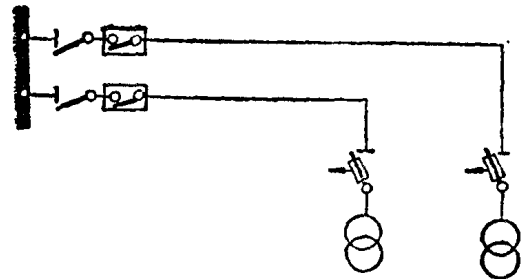


图 1-2 放射式配电系统

### 三、混合式供电系统

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

### 四、环行式配电系统

环行式配电系统如图 1-3 所示。此种配电系统是根据铁路编组站线长点多的特点，在树干式配电系统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

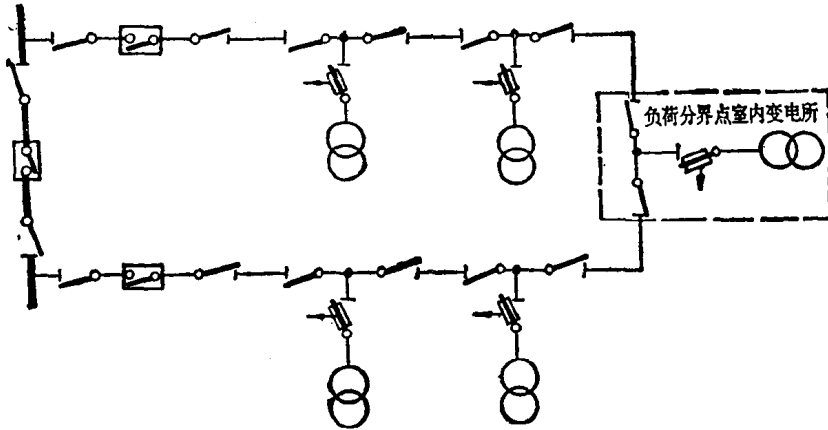


图 1-3 环行开口式配电系统

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，一主用一备用则可闭环运行。

环行配电系统由于从两端供电，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，对系统上所有供电负荷都提高了供电可靠性。

### 五、两端供电式配电系统

两端供电式配电系统如图 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 40~70 公里）向自动闭塞电路上信号变压器供电。两个相邻自动闭塞配电所可互为备用电源，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。

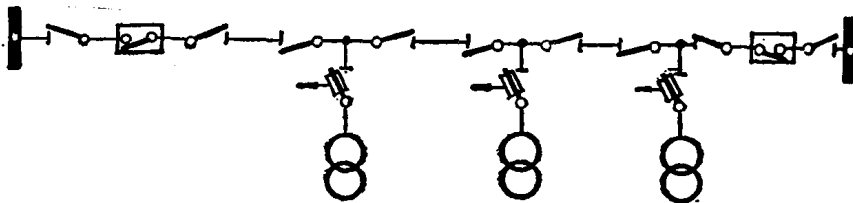


图 1-4 两端供电式配电系统

## 第五节 设计阶段及工作内容

铁路电力工程的设计，一般分为初步设计与施工图设计两个阶段。

### 一、初步设计阶段

1. 电源调查；
2. 确定供电原则(确定供电点、供电容量、供电方式，发、变、配电所位置和容量的确定以及总体布置)；
3. 投资概算及主要工程数量(设备、材料及劳力数量和占用土地面积)；
4. 行政区划及组织定员；
5. 文件说明书及主要公文附件和图表，包括：
  - (1) 设计依据(以上级正式批准的文件为准)和设计内容；

(2) 沿线电源情况及负荷情况。根据设计任务书的要求和设计内容，说明沿铁路线既有电源分布情况(供电能力和质量)，结合铁路各专业(站场、机

务、车辆、通信、信号、给水、房建、桥隧等专业)要求供给的负荷容量，按照《铁路工程技术规范》电力篇的规定确定其负荷等级；

(3) 贯彻党的方针政策的说明；

(4) 供电原则的确定。说明供电范围、供电方式、供电系统，发、变、配电所及电力线路的主要设备类型，并对一级负荷保证不间断供电的有效措施；

(5) 采用新技术及利用旧有设备的说明；

(6) 行政区划及组织定员。主要应根据铁道部有关规定和总体确定的方案与铁路局协商解决。一般在铁路分局设水电段。段下设供电所、发电所(车)、水电检修车间和试验工区。供电所管辖 1~2 个自动闭塞变、配电所或 3~4 个电力工区。工区管辖电力线路长以 30~40 公里为宜。对于业务量较大的枢纽站，可视具体情况单独设置电力工区；

(7) 待进一步解决的问题。存在问题的性质, 目前情况和设计者意见;

(8) 主要公文附件。主要是上级有关指示和供电单位来往信函和达成的协议(正式公文或谈话记录);

(9) 图表;

- ① 全线供电示意图;
- ② 发、变、配电所主接线和平面布置图;
- ③ 主要工程数量、设备、材料表。

## 二、施工设计阶段

施工设计文件的编制, 应符合已批准的初步设计文件的原则和要求, 并根据施工计划的安排, 提供建筑、工艺安装的施工图纸以及必要的说明。

1. 文件说明书及附件;

- (1) 初步设计文件审查意见及执行情况;
- (2) 必要的电气计算及设备选择校验数据;
- (3) 供、配电线路采用杆塔结构及导线的说明;
- (4) 必要的施工、运营注意事项;
- (5) 附件。例如初步设计审批后发生变更的协议以及电力线路通过城市时, 经路审批文件或与其它建筑物交叉接近时的协议书等。

2. 图表;

- (1) 发、变、配电所施工图;
- (2) 电力线路施工图(自动闭塞电力线路可用线路测量台帐);
- (3) 动力、照明施工图;
- (4) 非标准设备结构图及杆塔结构图;
- (5) 采用标准图和通用图目录汇总表;
- (6) 工程数量、主要材料及机具汇总表。

## 第六节 设计资料

### 一、向供电部门收集电源资料

1. 现有电源与其发展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) 电压和周波的变动幅度;

(3) 五年内发生的一般事故及十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) 铁路在发、变、配电所内接线方式(是专盘专线或共盘专线以及其它), 对铁路馈出线上的短路容量(包括系统最大运行方式及最小运行方式时)或系统总的计算电抗值;

(6) 对铁路供电时的要求(包括继电保护方式、功率因数、计费方式、通信联络方式以及铁路专用电路的经路等)。

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、备料均应一一明确。

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, 路局同意由供电部门管理者除外。

2. 其它资料;

(1) 该地区土壤电阻率和雷电活动情况;

(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、配电所及电线路占用城市土地时, 应预先取得市政当局的批准, 并收集有关地形图纸。

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、雷电日等)。

3. 向邮电部门收集资料(包括土壤性质、土壤电阻率、导线覆冰厚度等)。

### 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双革成果。

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、桥梁及隧道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、通信线路经路)。

3. 机务段、车辆段、给水所、洗罐站等总平面布置图及各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、电源室和其它通信设备需要供电的图纸。

5. 信号电源室、机械驼峰压缩机车及试验、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, 应供给信号点的位置及

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、大桥和站场内天桥、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纸。

7. 其它需要供电的图纸。

## 第七节 方案比选

### 一、一般要求

作供电设计时, 通常可遇到几种不同的供电方案, 对这些方案应进行技术、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、经济效果差不多时, 尽量由路外供电);
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);
4. 自建发电所与其它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——电能损耗, 设备折旧费和设备维修费、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, 供电可靠性是居于首要地位, 但可靠性本身也是相对比较而言。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, 发动群众广泛讨论, 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(参见附表 1-1~9 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),  $f_1 = A \times b$ ;

$f_2$ ——年电能损失费(万元/年),  $f_2 = P \times t \times 10^{-4}$ ;

$f_3$ ——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);

其中  $A$ ——基建总投资(万元);

$b$ ——年折旧维修费率(%/年), 电力工程的年折旧维修费率见表 1-3;

$P$ ——年电能损失(kWh/年);

$t$ ——电度电价(元/kWh)。全国各地供电电价参见附表 1-10。

#### 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的比较时, 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 1-3

序号	项 目	折旧费 (%)	维修费 (%)	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，一般可取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

当各个方案已就政治、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 1-4 的形式，并简要说明方案选定理由。

× × 电源方案比较表 表 1-4

序号	比较项目	单位	方案1	方案2	方案3
1	供电可靠性		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	吨	$TZ_1$	$TZ_2$	$TZ_3$
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	—	$N_2$	$N_3$
10	结论		好	次之	差

### 附录 1-1 电力建设投资综合指标

柴油机发电所投资综合指标

附表 1-1

序号	发电机容量 (kW)	柴油机功率 (HP)	电 压 (kV)	投 资 (万元)				主厂房面积 (m <sup>2</sup> )	厂房高度 (m)	单位投资 (元/kW)
				设 备	安 装	土 建	合 计			
1	2×75	2×120	0.4	3.25	0.15	0.2	3.6	11×5=55	3	240
2	4×75	4×120	0.4	6.5	0.3	0.38	7.18	15×6=90	3.5	240
3	2×84	2×135	0.4	5.05	0.26	0.25	5.56	12×5=60	3.5	331
4	4×84	4×135	0.4	10.1	0.52	0.58	11.2	15×8=120	4	333
5	2×120	2×185	0.4	6.46	0.26	0.32	7.04	15×5=75	3.5	293
6	4×120	4×185	0.4	13.1	0.52	0.65	14.27	15×9=135	4	297
7	2×135	2×200	0.4	9.8	0.25	0.46	10.51	16×6=96	4	390
8	4×135	4×200	0.4	19.9	0.5	1.04	21.44	21×9=189	4.5	397
9	2×160	2×250	0.4	6.76	0.26	0.32	7.34	15×5=75	3.5	230
10	4×160	4×250	0.4	13.8	0.52	0.65	14.97	15×9=135	4	234
11	2×200	2×300	0.4	17.66	0.26	0.6	18.52	18×6=108	4	463
12	4×200	4×300	0.4	35.6	0.52	1.22	37.34	18×12=216	4.5	468
13	2×320	2×450	0.4	19.1	0.36	0.6	20.06	18×6=108	4	312
14	4×320	4×450	0.4	38.7	0.72	1.22	40.64	18×12=216	4.5	317
15	2×450	2×675	6.3	49	0.4	1.6	51	24×8=192	5.5	567
16	4×450	4×675	6.3	98	0.8	2.7	101.5	20×15=300	6	564



汽轮机发电所投资综合指标

附表 1-2

项 目	容量 1×750 kW 低压凝汽式	1×1500 kW 低压凝汽式	2×1500 kW 低压凝汽式
锅 炉	蒸发量 6.5 t/小时 225-6.5/13-350	蒸发量 10 t/小时 224-10/13-350	蒸发量 10 t/小时 2×224-10/13-350
汽轮机	容 量 750 kW 21-0.75	容 量 1500 kW TK-1.5	容 量 2×1500 kW 2×TK-1.5
发电机	容 量 750 kW TQT 1514/4	容 量 1500 kW TQT 1614/4	容 量 2×1500 kW 1×5264/4+1×TQT 1616/4
主变压器	容 量 1000 kVA SJ-1000/6	容 量 3200 kVA SJ-3200, 6.3/0.4	容 量 5600 kVA SJ-5600/6 或 2×SJ-3200
总投资 (万元)	98.62	12.0904	180.5479
单位投资 (元/kW)	1315	840.6	601.8
备 注	输煤系统: 手推车, 电动葫 芦吊桶 供水系统: 循环式供水, 喷 水池冷却 电气主接线: 单母线分段, 三回出线	输煤系统: 电动葫芦吊桶 供水系统: 喷水池二次循 环 电气主接线: 单母线, 6千 伏, 六回路出线	输煤系统: 蓄电池搬运车, 电 动葫芦吊桶 供水系统: 水泵船, 循环水管 电气主接线: 单母线分段

小型水力发电站技术经济综合指标

附表 1-3

名 称	装机容量 (kW)	出 力 (kW)	总投资 (万元)	单位投资 (元/kW)	年平均发电量 (MWH)	年运营费 (万元)	每度电成本 (元/kWh)	还本年限 (年)
云浮县大台水电站	800	—	61.83	773	302	—	0.022	3.6
龙门县七星墩一级水电站	2×200	200	18.31	458	140	4.88	0.0348	2.0
龙门县七星墩二级水电站	3×1000	2000	232.99	777	1750	30.00	0.017	1.6

注: 6000 千瓦以下的小型水电站基建投资一般不超过 1000 元/千瓦。

35 千伏变电所投资综合指标

附表 1-4

容 量 (kVA)	电 压 (kV)	各 电 压 侧 馈 出 回 路 数	单位投资 (元/kVA)	附 注
1×560	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 二回	60	采用熔丝保护
1×750	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 二回	50	采用熔丝保护
1×1000	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 二回	43	采用熔丝保护
1×1800	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 二回	30	采用熔丝保护
1×560	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 四回	150	10(6) kV 采用户外开关柜
1×750	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 四回	117	10(6) kV 采用户外开关柜
1×1000	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 四回	93	10(6) kV 采用户外开关柜
1×1800	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 四回	58	10(6) kV 采用户外开关柜
1×560	35/10(6)	35 kV 一回, 10(6) kV 四回	169	10(6) kV 采用油断路器