

СПРАВОЧНИК ПО ЭЛЕКТРОСНАБЛСЕННЮ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

К. Г. МАРКВАРДТ

МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1980

铁路供电手册

[苏]克·格·马尔克瓦尔德

铁道部基建总局编译组译

《铁道工程学报》丛书

铁道部第一工程局印刷厂印刷

开本787×1092 毫米1/16 印张21.4字数547千字

1989年3月第一版 1989年4月第一次印刷

印数1—2000册

北京铁路局图书发行部发行 定价

出版说明

为了促进铁路基建部门的技术进步，广泛交流技术情报，加速新技术的推广应用，以适应改革和当前提高技术管理水平的需要，基建总局拟不定期出版各种技术资料，内容包括有关规范及介绍各种研究成果与经验的译著、重要论著和有重大实用价值的文章和著作，供各设计院、工程局和部属院校及工厂参考使用。部基建总局已成立编译组主管该项工作（编译组名单见封底）。

在当代技术革命挑战的鼓动下，技术信息的交流显得越来越重要，尤其需要在工程建设的设计、施工、组织、计划、管理中参考国内外的最新情况，在各种规章制度、规范、标准及定额的修订和执行方面，也需要吸取国外先进经验和及时采纳最新的科技成果。基建部门各方面的工作，都要依靠技术进步，提高经济效益和工作效率，加强基础工作和加速技术交流，广泛传播、推广和应用新技术，包括制订和执行各种先进的切实可行的规范及规程，是摆在我们面前的一项重要任务。因此，也希望各单位支持和协助有关资料的出版发行工作。

原书是中国电气化铁路赴苏考察团带回的内部交流资料，全面系统地介绍了苏联电气化铁路供电的各种知识、经验和实验做法，还收入了有关各方面的新技术，可供我国电气化铁路的工程技术人员及教学、科研人员参考。

本书由冯金柱、陆大栋翻译，由蒋才兴、刘统畏、李红等审校。

铁道部基本建设总局编译组

一九八八年九月

绪 论

铁路电气化是铁路运输技术进步的重要方面。它能大大提高铁路的通过能力和输送能力，提高运输工作效率和劳动生产率，改善运营工作条件和降低燃料动力资源的消耗。铁路干线电气化，能促进整个国民经济的电气化，因为向配电线路供电的牵引变电所，不仅给电力牵引供电，而且还能给附近地区的工业企业、集体农庄和国营农场供电。

国家电力生产的增长（表1）和输电网的发展，促进了国民经济的电气化，其中也包括铁路运输的电气化。

苏联电力的发展

表 1

指 标	年 度							
	1913	1935	1945	1960	1965	1970	1975	1979
装机容量, 百万千瓦:								
全部发电站	1.1	6.9	11.2	66.7	115.0	166.15	217.5	255.28
水力发电站	—	0.9	1.56	14.8	22.2	31.4	40.5	50
原子能发电站	—	—	—	—	—	0.9	4.9	10.2
发电量, 十亿千瓦小时								
全部发电站	2.0	26.3	48.3	292.3	506.7	740.9	1038.6	1238.2
水力发电站	—	3.7	5.1	50.9	81.4	124.4	126.0	172
原子能发电站	—	—	—	—	—	3.7	20.2	54.8

电气化铁路长度的增长及其所完成的运输工作量如表2资料所示。

电气化铁路长度及其所完成的运输工作量

表 2

指 标	年 度										
	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1979
电气化铁路长度 千公里	0.52	1.03	1.9	2.0	3.1	5.4	13.8	24.9	33.9	38.9	42.4
交流电气化铁路 长度, 千公里	—	—	—	—	—	0.1	1.43	7.95	12.5	14.8	16.8
电气化铁路长度 占铁路总运营长度 的百分比, %	0.2	0.9	1.8	2.0	2.6	4.4	11.0	19.0	25.0	28.2	30.1
电力牵引完成的运 输工作量占铁路总 运输工作量的百分 比, %	0.3	1.0	2.0	2.4	3.2	8.4	21.8	39.5	48.7	51.7	53.6

苏联电气化铁路的主要发展阶段如表 3 所示。而电气化铁路供电系统的制式和主要数据如表 4 所示。

电气化铁路的主要发展阶段

表 3

年度	阶段或区段名称	长度(公里)	说明
1912	彼得堡—奥兰尼巴乌姆	—	电气化工程开工, 由于第一次世界大战爆发而停工
1926	第一个铁路电气化线路的项目表		劳动和国防委员会根据全俄电气化委员会的计划批准了到1930年前需要电气化的第一个线路项目表, 总长372公里
	巴库—萨布奇—苏拉哈内	19.	第一个1.2千伏直流的近郊电气化区段建成
1929	莫斯科—麦蒂希	17.7	1.5千伏直流的近郊电气化区段建成
1932	泽斯塔峰尼—哈舒里	61.5	第一条3千伏直流的客货运电气化区段建成
1926—1941	苏联第一个五年计划期间的铁路电气化	1886	共修建了1,880公里电气化铁路, 其中479公里是近郊区段, 主要电气化区段是: 萨姆特列迪亚—泽斯塔峰尼, 哈舒里—梯比里斯、基泽尔—定索夫斯卡亚—戈罗布拉格达斯卡亚—斯维尔德洛夫斯克, 坎达拉沙—穆尔曼斯克, 查波罗什—多尔吉则沃, 别洛沃—诺沃库兹涅茨克, 莫斯科、列宁格勒近郊区段, 矿泉水—基斯洛沃斯克。
1941—1945	苏联卫国战争期间的铁路电气化	446	主要是在乌拉尔铁路上进行电气化, 并随着德国鬼子占领区的收复, 将被拆毁的629公里电气化铁路修复了339公里。
1946—1955	苏联战后年代的铁路电气化	3331	全部修复了战争期间拆毁的电气化区段, 到1955年末, 电气化铁路长度已达5,400公里, 主要电气化区段是: 兹拉托斯特—贝尔加乌什—克罗帕切沃—吉马, 基齐尔—雅依瓦—索里卡姆斯克, 戈罗布拉戈达斯卡亚—那捷日金斯克—博格斯洛夫斯克, 新西伯利亚—因斯卡亚—荣雷姆斯卡亚, 巴拉宾斯克—鞑靼斯卡亚—莫斯考夫卡, 鄂木斯克—伊西尔库尔, 巴库—巴拉日阿富—胡尔达兰, 莫斯科, 列宁格勒、基辅、里加、巴库的近郊区段。

1956— 1960	苏联第六个五年计划期间的铁路电气化	8437	到1960年末，苏联电气化铁路长度为13,800公里。改为电力牵引的主要区段是：伊尔库茨克—斯柳江卡，齐马—马林斯克，库尔干—马库申诺，鄂木斯克—纳兹瓦耶夫斯卡亚，博洛特纳亚—塔伊加，基涅尔—波赫维斯特涅沃—阿巴杜林诺，古比雪夫—塞兹兰，切利雅宾斯克—舒米哈，克林—加里宁，谢尔普霍夫—图拉—斯库拉托沃，奥勒尔—库尔斯克，伊罗瓦依斯考耶—斯拉维扬斯克—洛佐瓦亚，索奇—维谢洛耶—古达乌塔。
1956	奥日列耶—巴维列茨	137	建成了22千伏交流电气化试验区段。
1959	契尔诺列奇斯卡亚—克拉斯诺雅尔斯克—克柳科温纳亚	241	开始广泛发展25千伏单相工频交流电气化铁路，1960—1961年建成了马林斯克—齐马区段(1,222公里)的交流电气化铁路。
1961— 1965	苏联第七个五年计划期间的铁路电气化	10,812	到1965年末，苏联电气化铁路长度已达24,900公里，实现电气化的主要区段是：沙利亚—昆古尔—彼尔米—魏列沙京诺，依洛瓦伊斯考耶—罗斯托夫—阿尔马维尔—别洛列琴斯卡亚，诺沃库兹涅茨克—契列潘诺沃巴尔瑙尔，皮亚蒂哈特基—米罗诺夫卡—法斯托夫，雅罗斯拉夫尔—丹尼洛夫，拉沃奇涅—斯特雷依，小维谢拉—加里宁，阿巴坎—大舍特，—基洛夫—巴列兹诺，柴林诺格卡拉干达，苏希尼奇—勃良斯克，平扎—帕沃林沃。
1961	莫斯科—贝加尔	5,500	马库申诺—依西尔库尔区段交付了运营，这样世界上最长的一条干线铁路实现了电气化，(1973年延长到卡雷姆斯卡亚，全长6,300公里)。
1962	列宁格勒—列宁纳坎	3,500	小维谢拉—加里宁和高加索斯卡亚—别洛列琴斯卡亚两个区段交付了运营，这样，整个干线实现了电气化(后来延长到埃里温和谢万湖，全长3,611公里)。
1964	莫斯科—高尔基—斯维尔德洛夫斯克	1,748	基洛夫—巴列吉诺区段交付，运营了这样莫斯科—高尔基—斯维尔德洛夫斯克干线实现了电气化。
1966—	苏联第八个五年	8,597	到1970年末，苏联电气化铁路长度为33,900公

1970	计划期间的铁路电气化		里, 改为电力牵引的主要区段是: 斯柳江卡—乌兰乌德—彼得罗夫斯克, 柴林诺格勒—阿什巴沙尔—托波尔, 里沃夫—桑博尔—乔普, 布良斯克—基辅, 格奥尔吉德日—瓦卢依基, 丹尼洛夫—布伊—斯维察, 波格丹诺维奇—斯麦奇卡, 克拉斯诺阿尔麦斯考耶—德聂伯罗捷尔任斯克, 巴库—乌德热雷, 尤尔加—托波吉—列宁斯克库兹涅茨基, 明斯克枢纽。
1967	莫斯科—基辅—里沃夫—乔普	1712	这是一条国际干线电气化铁路, 它与捷克斯洛伐克和波兰的电气化铁路相连。
1971— 1975	苏联第九个五年计划期间的铁路电气化	4797	到1975年末, 苏联电气化铁路长度为38,900公里, 这些年内实现电气化的主要区段是: 库尔干—斯维尔德洛夫斯克, 斯维尔德洛夫斯克, 波格丹诺维奇—坎德雷, 彼得罗夫斯克—赤塔—卡雷姆斯卡亚, 坎达拉克沙—洛乌希, 波罗吉诺—维西马, 谢万湖—舍尔日阿—佐德, 别洛列茨克喀山, 一卡尔拉曼塔什干、维尔纽斯等城市的近郊区段。
1976— 1980	苏联第十个五年计划期间的铁路电气化	4500	到伟大的十月社会主义革命60周年, 卡查亭—文尼察区段提前实现了电力牵引, 苏联电气化铁路长度已达到40,000公里, 实现电气化的主要区段是: 中西伯利亚—额尔齐斯考耶—鄂木斯克, 普罗赫拉德纳亚—马哈奇卡拉—德尔宾特, 维西马—奥尔沙, 哈巴罗夫斯克—比拉, 柴林诺格勒—爱基巴斯图兹, 波格丹诺维奇—秋明, 卡查亭—日麦林卡。到1980年1月1日苏联电气化铁路为42,400公里。

电气化铁路供电系统的制式和主要数据

表 4

电流制式	接线原理图	额定电压 (千伏)	牵引变电所间的距离 (公里)	一条线路的接触网导线截面 (毫米)	双线区段一公里运营长度的铜的消耗量 (吨)
直 流	<p>电能源和输电网</p> <p>牵引整流变电所</p> <p>接触网</p> <p>轨道</p>	3.0	18—20	440—560	11.5
交 流	<p>电能源和输电网</p> <p>牵引变电所</p> <p>接触网</p> <p>轨道</p>	25	45—50	140	7.5
交 流	<p>变电所的变压器</p> <p>接触网</p> <p>8—15 KM</p> <p>25kV</p> <p>25kV</p> <p>正馈线</p> <p>线路自耦变压器</p>	2×25	70—90	260	9.5

线路自耦变压器

在最初年代，苏联铁路电气化采用1.5千伏和3千伏直流制。1974年决定停止采用1.5千伏直流制，并将原先修建的1.5千伏的电气化铁路改为3千伏直流制。这项改造工程已于1975年顺利完成。

从1959年起，除了3千伏直流制（表4）外，25千伏交流制也得到了广泛发展。1979年，采用2×25千伏交流供电制的维西马—奥尔沙（295公里）区段交付了试运营。

在铁路改用电力牵引的同时，铁路动力也得到了迅速发展。在1950年以前，铁路修建了自己的小容量发电厂，后来，这些发电厂由于经济效益不好都被关闭了，而铁路电力用户都连接在国家的电力系统内。有关铁路耗用电量（不包括电力牵引）的资料如表5所示。电能通过交通部的配电路（表6）和牵引变电所供给铁路附近地区的非铁路电力用户。

铁路非牵引用户的电能消耗

表5

指 标	年 度								
	1913	1925	1935	1940	1950	1960	1970	1975	1979
铁路电力用户的电能消耗（百万千瓦小时）	52	71	710	853	1414	3338	6240	7704	10168
由公用发电厂供给的电能百分量，（%）	10	20	40	50	52	59	92	95	99.4
铁路发电厂数量（已运行的），（个）	180	431	484	1277	1529	1244	122	54	38

配电路的发展

表6

指 标	年 度					
	1955	1960	1965	1970	1975	1979
6.10和35千伏高压输电线路长度（千公里）	6.7	14.6	58.7	99.6	125.0	161.8
低压电线路长度（千公里）	20.8	35.4	50.5	57.0	60.9	66.4
变电所数量（千个）	2.3	6.5	10.7	48.2	75.8	111.3

牵引列车用的电能消耗也不断增大，1955年到1979年期间，上述电能消耗如表7所示。

电能的总消耗量（其中包括电力牵引用电）

表7

指 标	年 度					
	1955	1960	1965	1970	1975	1979
铁路用电的电能消耗（十亿千瓦小时）	6.0	13.7	26.7	38.0	48.9	55.85

目 录

绪 言

第一章 供电设计的一般问题	(1)
1.1. 标准规范指导文献和设计文件的组成	(1)
1.2. 设计工作程序	(3)
1.3. 技术经济指标	(4)
1.4. 设计文件的协商、批准和改批程序、设计监督	(4)
1.5. 设计工作中电气计算的任务及其工作量、原始资料	(6)
1.6. 设计计算程序及计算结果的利用	(7)
1.7. 电气系统对电气化铁路的供电	(11)
1.8. 牵引负荷对电压质量的影响及其无功功率	(15)
第二章 电气化铁路供电设备的基本参数	(23)
2.1. 直流牵引网的电阻	(23)
2.2. 交流牵引网的电阻	(24)
2.3. 外部供电系统和牵引变电所的计算电阻和电导	(33)
2.4. 供电设备参数的选择标准和计算状态	(35)
第三章 馈电线和变电所的电流计算	(37)
3.1. 在规定的负荷分布条件下, 直流区段的负荷计算	(37)
3.2. 在规定的负荷分布条件下, 交流区段的负荷计算	(41)
3.3. 2×25 千伏供电系统的计算	(45)
3.4. 用运行图切断法计算平均电流和有效电流(均方根电流)	(50)
3.5. 根据规定的运量计算直流电气化区段的平均电流和有效电流	(52)
3.6. 根据规定的运量计算交流电气化区段供电臂和馈电线的平均电流和有效电流	(56)
第四章 列车近处牵引网的电压计算	(60)
4.1. 直流电气化区段列车近处的电压计算	(60)
4.2. 交流电气化区段列车近处的电压计算	(62)
4.3. 保证规定电压水平的可靠性	(66)
4.4. 电压工制对电力机车的电流骤增和列车在惰性坡度上运行的影响	(67)
第五章 电能损失和功率损失的计算	(69)
5.1. 牵引网和变电所的电能损失计算	(69)
5.2. 按交流牵引变电所供电的输电线路的平均功率损失的计算	(71)

第六章 供电设备各项参数的计算	(75)
6.1. 牵引变电所变压器容量的计算.....	(75)
6.2. 整流机组数和接触网导线截面的选择.....	(84)
6.3. 调压器整定值的选择.....	(85)
6.4. 并联电容补偿装置容量及其布置方案的选择.....	(86)
6.5. 串联电容补偿装置的计算.....	(93)
6.6. 牵引负荷引起的电流和电压不对称的计算.....	(95)
6.7. 增压设备参数的计算.....	(98)
第七章 电力机车车辆再生制动时供电系统的计算	(105)
7.1. 变电所负荷的计算.....	(105)
7.2. 牵引变电所特性的静态线性化.....	(106)
7.3. 再生剩余电能接收装置的数量及其功率的选择.....	(107)
7.4. 再生剩余电能的计算.....	(111)
第八章 计算机技术在电气化铁路供电计算中的应用	(114)
8.1. 供电系统的综合计算.....	(114)
8.2. 变压器绕组绝缘平均热损耗速度的计算程序.....	(116)
第九章 接触网短路电流保护的计算	(123)
9.1. 保护的种类及其整定值的计算.....	(123)
9.2. 直流接触网内稳定短路电流的计算.....	(124)
9.3. 馈电线最大电流和电流增量的计算.....	(126)
9.4. 用带感应分路的断路器对牵引网保护的计算.....	(128)
9.5. 接触网馈电线保护的计算.....	(131)
9.6. 交流接触网短路电流保护的计算.....	(133)
第十章 调压和补偿装置	(140)
10.1. 带有载调压装置的变压器.....	(140)
10.2. 并联电容补偿装置.....	(141)
10.3. 串联电容补偿装置.....	(145)
10.4. 增压设备.....	(148)
第十一章 供电设备的过电压及其保护	(151)
11.1. 过电压.....	(151)
11.2. 绝缘配合原则.....	(156)
11.3. 绝缘子.....	(157)
11.4. 过电压保护.....	(160)
11.5. 避雷器.....	(165)
第十二章 电气化铁路的杂散电流和对电腐蚀的防护	(172)
12.1. 电气化铁路杂散电流的一般规律.....	(172)
12.2. 钢轨的电位和电流.....	(172)
12.3. 杂散电流的电场.....	(176)
12.4. 杂散电流的腐蚀危险和防护标准.....	(182)

12.5. 防护措施的分类及其采用范围	(185)
12.6. 对钢轨牵引电流漏入大地的限制	(186)
12.7. 对钢筋混凝土构件电腐蚀的防护	(189)
12.8. 漏电限制标准的检查测试方法	(192)
12.9. 对易燃液体和可燃液体存储设施的火花防护	(194)
第十三章 电气化铁路对邻近线路的影响	(199)
13.1. 基本概念和定义	(199)
13.2. 标准数据	(200)
13.3. 危险影响的计算	(201)
13.4. 对强制状态下影响电流的计算	(204)
13.5. 对短路状态下影响电流的计算	(207)
13.6. 干扰影响的计算	(208)
13.7. 各种不同谐波影响源的电流和电压频谱结构	(211)
13.8. 计算危险电压和干扰电压用的数据	(216)
第十四章 固定(非牵引)用户的供电	(233)
14.1. 电能的主要用户	(233)
14.2. 受电设备的设备功率构成, 主要用户负荷	(233)
14.3. 运用的动力特性	(235)
14.4. 铁路枢纽和沿线用户的供电	(247)
14.5. 变电所	(256)
14.6. 电能消耗统计	(267)
第十五章 站场照明	(270)
15.1. 照明用途和标准	(270)
15.2. 光源	(271)
15.3. 照明器	(272)
15.4. 照明计算方法和照明指标	(277)
15.5. 站场与旅客站台照明方法	(280)
15.6. 站场外部照明的控制	(283)
第十六章 安全技术	(290)
16.1. 概论	(290)
16.2. 电流对人体的作用	(291)
16.3. 触电的条件、保护措施与保护设备	(294)
16.4. 保护接地与接零	(298)
16.5. 合成的人工接地体的计算与装置	(301)
16.6. 由两线一轨系统供电的变电所接地	(309)
16.7. 装有照明或有交流线通过的桥隧建筑物的接地	(310)
16.8. 移动式电站和变电站的接地	(311)
16.9. 接地体的热稳定性与机械强度	(313)
16.10. 接地线的安装	(331)

16.11. 接地装置电阻的测定..... (314)
16.12. 保护跳闸..... (315)
16.13. 交流接触网的感应影响..... (319)
16.14. 接近危险元件的距离..... (323)
16.15. 技术安全的主要技术组织措施..... (325)
16.16. 接触网支柱电气安全性的评定..... (326)

第一章 供电设计的一般问题

1.1 标准规范指导文献和设计文件的组成

《工业建筑设计和预算的编制细则 CH202-7.6》是设计应遵循的主要文件，它规定了设计的内容，文件的组成和完成全部设计工作的程序。在进行铁路电气化总体工程和单项供电工程的设计时，还应遵照《铁路电气化工程设计规范》(НТПЭ)及《建筑规范和规程(СНП-11-39-76),1520毫米轨距公用铁路设计规范》。

勘测设计的工作计划编制。设计文件的编制日期，应与工期要求相协调。

设计的期限，根据《设计编制时间标准(НПП)》确定。对于线路长度不到200公里的双线区段，技术设计的编制时间为11~12个月，第一年施工用的施工详图的编制时间为5~6个月。由于在干燥气候条件地区，勘测工作只能从4、5月份开始，因此，完成设计的日期也要相应地向后推延。

设计计划的编制要综合进行，也就是说，设计计划要包括外部供电线路图的编制、电力部设计院按本部工程对输电线路和变电所改建工程的设计，以及在必要时按具体的工程项目随电气化同时进行的铁路运输工程（如调度集中、电气集中、双线插入段、站场扩建及其它工程）的设计。

在铁路电气化设计技术任务书中应写明：区段名称及其长度，电流制，计算年度、牵引变电所和接触网的基本方案，对总体设计或分项设计方案的编制要求，与同时进行设计的铁路工程的配合，设计步骤，投资范围，工程日期，总体设计单位名称，施工单位——总承包人名称等。

设计任务书的内容，可根据区段的特征进一步明确。设计任务书应由批准设计的上级单位批准。

设计阶段。在1975年9月15日苏联国家建设委员会公布的决定中，规定了新建、扩建和改建工业建筑（企业、建筑物）的技术经济论证书(ТЭО)的编制程序。通过技术经济论证确认这些工程的设计和修建在经济上的合理性和经营上的必要性。

在编制技术经济论证书时，一般应选定工程场地，制定基本的技术方案（包括工程布置平面图及输电线路和工程管路平面图），确定工程造价（并考虑不可预见的工程的费用），规定编制设计，预算时必须达到的各项主要技术经济指标。

根据批准的技术经济论证书进行设计（通常按一个阶段设计）编制整个工程（建筑物、房屋）或各个分项工程，以及技术经济论证中确定的生产配套设施的技术施工设计。在编制有技术经济论证书的条件下，区段不大（预算价值在1,500万卢布以下）的电气化工程和单项牵引变电所的设计，可按一个阶段进行。

对于选择场地和在技术经济论证中确定主要方案，以及在某些情况下编制技术施工设计

所必需的一些工程勘测工作，可与技术经济论证同时进行。

对于长大而复杂的电气化区段，不能按区段长度划分项目或分期施工的综合工程，应编制技术设计和施工详图。作出详细的技术经济论证，能缩短技术设计的编制期限。

电气化工程设计的总体性。这一点在铁路电气化工程设计规范和交通部的各种规则中都有规定，在区段的电气化工程设计中不包括下列工程：

修建35千伏及35千伏以下的输电线路和连接在现有的110千伏及110千伏以上的输电线路或装有配电设备开关柜的地区变电所及地区变电所的控制盘和保护盘上的各种短的分支线路；

修建新的及加强现有的牵引变电所、接触网和分区亭；

安装牵引变电所和接触网的运动化和自动化装置；

新建供电段和接触网工区的房屋和改建现有的房屋；

在电气化区段内修建新的和改建现有的机务设施，并考虑到能够检修调车作业和管内作业用的内燃机车；

改建桥隧建筑物，保证架设接触网有足够的限界；

加强和最低限度地改建通信和信号设施，其中包括邮电部和其它部门的通信设施，安装电力调度与电力系统的通信设备；

在电气列车运行的近郊区段，修建旅客站台、售货亭，天桥或地道，地区站及在必要时修建电动车组车库，并使电力列车运行线路上的建筑物符合限界C的要求和使线间距离符合规定的标准；

修建纵向供电线路，变电所和引入房屋的低压电力线路；

按规定标准为电气化区段新增职工修建住宅；

选择不同电流制的衔接站方案或采用其他的衔接方法；

改建枢纽站和车站上的高压电力线路，改由牵引变电所纵向输电线路或电力系统的变电所供电；由于安装接触网支柱和使照明度达到规定标准，改建车站和停车点上的高压和低压电力线路和照明线路；

制定限制电力牵引杂散电流，防止产生火花、防止交流接触网的电磁影响和静电影响，防止直流电气化线路杂散电流对交通部和邮电部的地下金属设施腐蚀等的防护措施；

将地区电力用户连接在牵引变电所，在用3条到4条6~10千伏馈电线连接地区用户时，其负荷不得超过牵引变电所容量的25%；

由牵引变电所向35千伏及35千伏以上的地区电力用户供电，安装辅助变压器和其他设备，以及有关的建筑安装工程，安装4个以上的6~10千伏开关柜的工程，这些工程以电力系统的份额列入单独的预算和设计中。

在必要时，根据交通部的任务书，列入单独的预算，在电气化工程的综合设计中，编制延长车站股道、需要与电气化工程同时进行的站场扩建、自动闭塞和调度集中、以及道岔信号电气集中设备新建工程的设计。

设计文件的组成。电气化工程的设计由以下章节组成：

1、主要指标

2、行车组织，线路设备，桥隧建筑物；

3、机务设施；

4、信集闭，交通部的通信，邮电部及其他部门的通信；

5、供电：

a)牵引计算和电力计算；

b)外部供电和牵引变电所，接触网；

c)对非牵引用户的供电；

d)对设施的防腐蚀；

6、房屋和建筑物；

7、施工组织

8、预算

9、规格说明和明细表

在编制技术设计时，要选择建筑物和设备的分布场地，确定其最佳方案和最佳参数，确定车站、机务、通信、信号及其他设施的改建工程量，确定建筑材料、构件器材和设备的目的，施工组织及工程期限和工程造价等。

在编制施工详图时，要根据建筑安装工程的需要进一步明确和详细规定设计中采用的方案。

技术设计应按上述设计章节以卷夹和书册形式出版。

施工详图应根据《房屋和建筑物的工程施工详图编制暂行规则(CH460-74)》，设计文件的统一格式标准(ЕСПД)，以及部门的有关各种工程图纸的编制规和进行编制整理。

1、2 设计工作程序

施工场地的选择。施工场地应选用产量低的土地，并尽可能地靠近居民点、供水、供电和污水排水点。

场地的选择，应由发包人委派的委员会进行。该委员会由发包单位，设计单位，地方劳动者代表苏维埃执行委员会，流行病防治部门，国家防火监督部门、电力系统及电力设计院的代表参加（电力系统和电力设计院的代表在选择牵引变电所的场地时参加）。

设计单位编制建议书要附有必要的房屋和建筑物布置图及高压电路的径路平面图。

发包人要与所选场地和工程管道径路的土地使用者进行协商，提出建筑规划任务书及区段的工程记录卡。设计单位要对协商提出的新的径路和场地方案进行审查和评定。并在必要时对这些方案进行技术经济比较。

设计工作的组织：程序和计划。设计单位对列入设计计划的每项工程都要委派总设计师和各个设计方面的设计人。总设计师负责设计、施工和交付运营期间的整个勘测设计工作的组织和技术领导工作。总设计师还参加发包人编制设计技术任务书的工作。

收集和档案资料、各种记录卡及其他资料，到现场熟悉区段情况，以便确定勘测设计工作量。

拟定区段内工程的分布方案及勘测设计过程中需要制定的各项原则。

根据《工程勘测设计单价汇编》（1967年）确定勘测设计工作费用。

勘测设计工作的预算，应取得批准设计的上级机关的同意。

根据编制的预算与发包人签订合同。在合同内应规定勘测工作的进行步骤，设计预算文

件的完成日期，以及发包人提出原始资料的日期等。编制勘测设计工作进度表。

1.3 技术经济指标

工程造价的计算。预算文件由以下几部分组成：整个工程造价的费用汇总表（该汇总表在同时给住宅建设拨基建投资的情况下编制）；技术设计（技术施工设计）的工程综合预算；单项工程的预算和概算；房屋和建筑物的单项工程和专门工程的预算和概算；每项工程的设备购置预算及其安装工程预算等。

另外，还要编制各项费用的概算，建筑安装工程单价；材料和产品计价。

工程预算应根据建筑安装工程进行的阶段划分成几个部分，这些部分按照《铁路工程施工设计中的施工阶段划分示例图》（1974年）中规定的办法，在房屋和建筑物的工程预算中分开。

在综合预算的总计后面，应列出其他部门在电气化（变电所）工程中的份额数，并将建筑安装工程量，设备购置费及其他费用分开。在这种情况下，在综合预算的最后一行《批准总计》中列有工程预算费用与相应各分项费用总额间的差额。

在其他部门修建的工程中有交通部的份额时，份额数应由主要建设单位的总设计人确定，并以单独的一行列入综合预算内，与工程的基本造价加在一起，作为工程的全部预算费用报上级批准。

对建筑工程的技术经济效益的评价。基建投资的经济效益，应根据《铁路基建投资经济效益计算规则》计算。

在选择设计方案时，应进行经济效益计算对比，具有最低年度换算费用的方案，就是货币指标最佳的方案。

$$\Theta_n = KE_H + C \quad (1.1)$$

式中：

K——各个方案的基建投资，千卢布；

C——年度运营费用，包括折旧费，千卢布/年；

E_H ——额定有效系数（铁路的额定有效系数 $E_H = 0.12 \sim 0.10$ ，1/年）。

经济对比的方案，应完全满足行车安全，现行标准及可靠性要求。

除了按换算费用进行评价外，还应使用在方案的经济对比时没有考虑到的各项实物指标和质量指标，如费用和劳动条件，作业过程的可靠性和不间断程度，自动化和机械化水平，在工程修建和运营中稀有材料的需用量，运营和修理的复杂程度，施工日期，容量的备用量，以及今后发展的可能性等。

1.4 设计文件的协商、批准和改批程序，设计监督

铁路电气化工程的设计文件，应与电力系统、邮电部或邮电管理局，民用航空部地区管理局及其他有关部门和单位进行协商。

采用的建筑材料和构件，应与总承包人协商。

由发包人向总承包人提出综合预算进行鉴定，提出施工组织设计进行协商。

各项工程的施工预算，应与承包单位协商，经协商批准的工程和各个项目的费用即为最后的工程造价。

铁路建设工程的技术设计（技术施工设计）文件，应按照它们的预算费用A由下列人员批准：

对于预算费用A大于或等于300万卢布及其以上的建设工程，由交通部部长或副部长批准；

对于预算费用A在300万卢布以下的建设工程，由交通部总局或局的局长、副局长或总工程师批准；

对于预算费用A小于100万卢布的建设工程，由铁路局局长、副局长或总工程师批准；

为提高工程效益和改善技术经济指标对设计文件进行修改，应按新编设计文件的批准程序进行审批，如果不能按上述条件办理时，则技术（技术施工）设计文件，应由下列人员审批：

对于预算费用A大于或等于300万卢布的建设工程，经苏联国家计委和国家建委同意后由交通部部长和副部长审批；

对于预算费用A由100至300万卢布的建设工程，经基建总局和计划局同意后由交通部总局或局的局长、副局长或总工程师审批；

对于预算费用A由50至100万卢布的建设工程，经交通部有关业务局同意后由铁路局局长、副局长或总工程师审批；

对于预算费用A < 50万卢布的建设工程，由铁路局局长、副局长或总工程师审批。

设计单位应根据批准设计文件的上级机关的决定对铁路建筑物的施工实行设计监督。

设计单位建立有设计监督记事本，在记事本内应记载：不符合设计预算文件的地方，违反标准和规程的地方；有关消除缺陷的指示，这些指示的完成日期等。如果没有完成，要重新记载在记事本内，并同时以书面形式将其报告上级。

实行设计监督的设计单位及其工作人员有权：

禁止在工程中使用不符合标准、技术条件和其他技术文件要求的构件、建筑材料和设备要求暂时停止有违反设计文件、标准和规程、以及使用有缺陷的构件和质量低劣的材料和设备的工程，并将此通知给发包人、总承包人和总设计人；

向有关部门提出要求，对造成建筑安装工程质量低劣的负责人追究责任。

实行设计监督的设计单位，应对设计监督的质量和进行的及时性，对设计监督过程中采取的设计方案的质量，对按照设计监督人员采取的方案及时和高质量地编制设计预算文件负责。

1.5 设计工作中电气计算的任务及其工作量。原始资料

进行牵引供电电气计算的目的是确定牵引变电所的分布位置及其容量，每条线路每个供电区内的接触网导线截面和弄清修建辅助设施（分区亭、线路并联点）的必要性。根据电气计算结果，编制该线电气化所必需的设备和材料详细清单。按照这个清单的资料编制建筑安装工程和设备购置预算。

应对几种牵引变电所的分布方案，进行电气计算。牵引变电所的分布方案，应根据设计