

TIELU GONGREN DUANQI TUOCHAN PEIXUN JIAOCAI

DIANLI XIANLU GONG



铁路工人短期脱产培训教材

电力线路工

哈尔滨铁路局 教育处
机务处

中国铁道出版社

铁路工人短期脱产培训教材

电力线路工

哈尔滨铁路局 教育处
机务处

中国铁道出版社

2006年·北京

内 容 简 介

本书针对短期脱产培训的要求,介绍了电力线路工应掌握的基本规章、基本知识及作业技能,以及一些新技术、新设备的使用等。

可作为电力线路工短期培训的教材也可供技术及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力线路工/哈尔滨铁路局教育处,哈尔滨铁路局机务处编.
—北京:中国铁道出版社,2003.7(2006.3重印)
铁路工人短期脱产培训教材
ISBN 7-113-05200-2

I. 电… II. ①哈…②哈… III. 电气化铁道—输配电线路—检修—技术培训—教材 IV. U226.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第029496号

书 名:电力线路工(铁路工人短期脱产培训教材)
著作责任者:哈尔滨铁路局 教育处 机务处
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)
责任编辑:王风雨 编辑部电话:路电 021-73139
封面设计:冯龙彬 市电 010-51873139
印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司
开 本:787×1092 1/32 印张:9.375 字数:212千
版 本:2003年8月第1版 2006年3月第2次印刷
印 数:3 001~5 000册
书 号:ISBN 7-113-05200-2/U·1495
定 价:17.50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,请与本社发行部调换。

联系电话:路电(021)73169 市电(010)63545969

编委会名单

主任:吴荣琦

副主任:谢树起 张玉成 陈铁麟

委员:张玉田 谢英玄 钮心瑜

吕庆华 樊景义 张晓宇

董与斌 郑桂荣

主编:齐柏山 孙俊峰 张世宏

王春 王晓东 薛丽滨

刘连奎

主审:佟岗

前 言

短期脱产培训,是铁路职工培训的主要形式。为了提高培训质量,必须具备相应的培训教材。铁路行车主要工种短期脱产培训主要是解决职工岗位作业知识和技能的掌握和提高,特别是非正常应急处理能力。铁路四次大提速后,对新技术、新设备的掌握和使用已成为当前铁路职工培训的重点内容。为此,我们从各行车主要工种基本规章、基本作业、非正常情况下作业及新技术、新设备等几个方面着手编写了这套铁路行车主要工种短期脱产培训系列教材。

为了充分把握内容的适用性、针对性和准确性,系列教材由哈尔滨铁路局、分局的职教专业人员,具有丰富实践经验的站段技术人员、工人技师和职业学校的专业教师共同研究、编写,并经铁路局业务处严格把关定稿完成。这套系列教材既可用于铁路行车主要工种短期脱产培训,又可作为“10个工作日培训”用书。

本教材是在哈尔滨铁路局前期编写的行车主要工种“10个工作日培训教材”基础上,进一步修订形成的。在修订中根据全路各局设备及技术作业状况进行了补充和完善,使之符合全路需要。

在此,对支持、帮助本教材出版的所有同志致以深深的感谢。并恳请使用此教材的同行提出指正意见。

哈尔滨铁路局教育处

二〇〇三年一月

目 录

第一部分 电力线路工规章

管理规则

一、铁路供用电设备分管原则	1
二、电力负荷分类	2
三、供电要求	3
四、两相邻所并列运行	5
五、变压器运行要求与并列运行	5
六、隔离开关允许操作项目	8
七、架空电线路和电缆线路新建大修运行前的 检查试验项目	9
八、电力设备检修等级	9
九、设备鉴定标准	10
十、电线路巡视检查项目	15

铁路电力安全工作规程

总则	18
第一章 基本要求	19
第二章 保证安全工作的组织措施	21
第一节 工作票制度	21
第二节 工作许可制度	25
第三节 工作监护制度	26
第四节 工作间断及转移工地制度	26
第五节 工作结束和送电制度	27

第三章 保证安全的技术措施	29
第一节 停电	29
第二节 检电	31
第三节 接地封线	31
第四节 设置标示牌及防护物	33
第四章 运行和维护	34
第一节 变配电所的值班工作	34
第二节 巡视工作	34
第三节 倒闸作业	35
第四节 继电器、仪表和二次回路	37
第五节 高压试验	38
第六节 测量工作	38
第五章 架空和电缆线路	40
第一节 登杆作业	40
第二节 邻近带电作业	40
第三节 砍伐树木	42
第四节 低压带电作业	43
第五节 线路施工	43
第六节 电缆作业	46
电气化铁路有关人员电气安全规则	48

紧急救护法

第一章 通则	52
第二章 触电急救	53
第三章 创伤急救	62

第二部分 专业知识

第一章 电力系统	68
第一节 电力系统的概念	68

第二节	电力系统中性点的运行方式	71
第二章	架空线路	74
第一节	电杆	74
第二节	横担	82
第三节	拉线与撑杆	87
第四节	绝缘子	95
第五节	导线	100
第三章	电力电缆	112
第一节	电缆的基本结构	112
第二节	电缆的绝缘	118
第三节	电缆路径的选择	122
第四节	电缆型式选择	123
第五节	电缆头制作的基本要求和准备工作	133
第六节	35 kV 及以下油浸纸绝缘电缆终端头和 中间接头的制作	134
第七节	电缆线路故障点寻测及故障性质判断	179
第四章	电力变压器	187
第一节	变压器的基本工作原理及构造	187
第二节	变压器铭牌意义与技术参数	191
第三节	变压器极性判断与接线组别	194
第四节	变压器的调压装置	197
第五节	变压器油	200
第六节	变压器一、二次额定电流心算法及变台 一般要求	203
第五章	电流互感器与电压互感器	207
第一节	电流互感器	207
第二节	电压互感器	218
第六章	高压开关和避雷设备	224

第一节	电弧的产生特点及灭弧	224
第二节	高压开关	226
第三节	避雷设备	235
第七章	过电压保护	244
第一节	过电压	244
第二节	雷电的形成	246
第三节	雷电日和雷电小时	248
第四节	防雷保护	248
第八章	仪表的使用	260
第一节	绝缘电阻和吸收比	260
第二节	兆欧表的使用	261
第三节	接地电阻测量仪的使用	264
第四节	钳形电流表的使用	267
第五节	万用表的使用	268
第六节	电力电缆绝缘测试方法	269
第九章	电度表和漏电保护器	272
第一节	电度表接线	272
第二节	漏电保护器	274
第三节	两路电源互投接线	282
第十章	故障处理	285
第一节	熔丝及变压器常见故障	285
第二节	零线故障	288
第三节	高压线路故障	289

第一部分 电力线路工规章

管 理 规 则

铁路电力工作是铁路运输的主组成部分,其主要任务是:不断提高供电质量和可靠性,满足铁路运输生产的需要。

铁路电力运行管理工作要抓好基础,建立健全质量保证体系,提高设备质量和供电质量。

一、铁路供用电设备分管原则

供用电设备分管原则是:凡为运营铁路设置的供电设备,如发、变、配电所,电力线路,发电车等,均由水电段负责管理(用户专用低压配电装置及低压线路除外),用电设备及装设于建筑物和构筑物上的电气设备,由用电单位或该主体结构的产权单位自行管理。分界点应便于双方人员对设备的检查和维修。分管范围划定如下:

1. 对室内用电设备的供电:

(1)采用架空引入方式,以建设物上第一横担分界。横担以外由水电段负责管理,横担至屋内侧(包括建筑物上的横担、绝缘子导线),由用电单位或建筑物产权单位管理。

(2)采用电缆引入方式,以电缆终端头分界。信号机械室为进线口附近室内开关箱中的电源端子。端子至引入电缆由水电段管理,开关(包括开关箱)至负荷侧,由用电单位管理。

2. 对区间用电设备的供电:

(1)单回路供电区段,以电杆上电缆盒分界。电缆盒以上

的引线和电线路由水电段负责管理；电缆盒及以下由用电单位管理。

(2)双回路供电区段,两路电源应分别引至用户电源箱。原则上以电杆上电缆盒分界(无电缆盒处以电源箱进线端子分界)。电缆盒(或电源箱)以上的引线由水电段负责管理；电缆盒(或电源箱)及以下由用电单位管理。两路电源转换由用电单位负责。

3.对臂板信号、路签授受机、道岔标志和其他信号标志的供电,以电缆终端熔断器分界。熔断器、电缆桩由水电段管理；熔断器以下至信号标志侧,由用电单位或使用部门管理,熔丝可由使用部门更换。

4.沿线中间站的室内外照明合用的配电箱及引入装置,由水电段负责管理。有室内分开关者,在开关下部端子分界,开关下部端子至室内配线侧,由产权单位管理。

5.车间变电所一般由水电段管理。由车间变电所专用回路供电者,在低压开关柜或配电箱引出端子处分界。用户专用车间变电所,其低压设备由用户自行管理,在低压开关柜或配电箱电源端子分界。

6.所有房屋、地下道、风雨棚、仓库等建筑物,桥梁、隧道、天桥、装卸机械、养路机械专用动力、照明设备及配线,由主体结构产权单位负责管理。

7.自动闭塞电力线路原则上只负责行车信号供电。红外线、TMIS等其他一级负荷用电设备需要由自动闭塞提供电源时,必须由铁路局批准。

8.两路电源供电设备,其转换装置由使用部门负责,并应保证安全可靠,供电部门应定期会同使用单位对转换装置进行检查。

二、电力负荷分类

根据用电设备的重要程度,电力负荷分为三级:

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,驼峰道岔自动集中,机械化驼峰的空压机及驼峰区照明,局通信枢纽及以下的电源室,中心医院外科和妇科的手术室,特等站和国境站的旅客站房,站台、天桥、地道及设有国际换装设备的用电设备,内燃机室电动上油机械(无其他上油设备时),局电子计算中心站。

一级负荷的供电原则:两路可靠电源供电,确保在故障情况下也能够不间断供电,对两路电源的转换时间有要求。

一级负荷的认定原则:首先确定用电设备在铁路运输生产中不允许间断工作,并提供相应的依据;所有用电设备均具备不间断工作的条件;经上级有关领导确定后审批。

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、非自动闭塞区段的小站电气集中联锁和色灯电联锁器联锁,分局通信枢纽及以下电源室,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,红外线轴温测试装置,道口信号。

二级负荷的供电原则:两路电源或一路可靠电源,确保除故障情况外的不间断供电。

二级负荷的认定原则:由各铁路局自行审批。

3.三级负荷:其余不属于一、二级负荷者。

三、供电要求

1.自闭、贯通线供电范围:

(1)自动闭塞电力线路必须保证行车信号用电,原则上不

准供给其他负荷用电,若接其他负荷,需经铁路局批准。

(2) 电力贯通线供电范围

自动闭塞信号备用电源;中间站信号、小站电气集中、无线列调、车站电台、通信机械室等与行车直接相关的小容量设备;红外线轴温探测设备;车站信号室、通信机械室等处的重要照明设备;道口报警设备。供电能力允许时,可对其他重要的小容量二级负荷供电。

2. 对大站电气集中和两路电源用户要求:

对大站电气集中、驼峰等一级负荷设备的两路独立电源,正常情况下,应保持两路经常供电。当一路停电时,另一路应保证供电。

两路电源的用户,严禁两路电源并列运行。电源互投转换装置由用户自行负责运行维护,除信号、医院等对转换时间有要求的部门可装设自动转换装置外,其他用户只允许装设手动转换装置。特殊要求需经铁路局批准。

3. 电压等级和电压质量:

(1) 受电电压根据用电容量、可靠性和输电距离,可采用 110 kV、35(63) kV、10 kV 或 380 V/220 V。

(2) 用户受电端电压波动幅度应不超过额定电压的百分数规定:

① 35 kV 及其以上高压供电的,电压正、负偏差的绝对值之和不超过额定值的 10%;

② 10 kV 及以下三相供电的,为额定值的 $\pm 7\%$;

③ 220 V 单相供电的,为额定值的 $+7\% \sim -10\%$;

④ 自动闭塞信号变压器二次端子,为额定值的 $\pm 10\%$ 。

在电力系统非正常情况下,用户受电端的电压最大允许偏差不应超过额定值的 $\pm 10\%$ 。

供电单位应经常对用户受电电压进行测定和调查。当供

电电压达不到上述要求,且对运输生产有影响时,应采取改善措施。

四、两相邻所并列运行

为保证对自动闭塞等一级负荷不间断供电,在转换主供所和备用所的供电方式,区间开口、合口,跨所送电的操作中,允许相邻配电所短时并列运行。并列运行应符合下列条件:

1. 两所母线电压接近相等;
2. 两所的频率相等(同一电网);
3. 两所的电压相位相同;
4. 并网时的电流不超过继电保护的整定值。

当操作目的一经达到,应立即解列运行。一般要求不宜超过3 min。

五、变压器运行要求与并列运行

1. 变压器运行要求

变压器运行前,应进行外部检查,并根据规定进行电气试验,确认良好后方准运行。

变压器经过长途运输后,应测试检查有无损坏或零件松动,必要时进行吊心检查。

变压器运行电压的变动范围在额定电压的 $\pm 5\%$ 以内时其容量不变。转换分接头在任何位置,其所加电压不得超过其相应电压的105%。在个别情况下,经过试验,加在变压器一次侧的电压允许增高至分接头额定电压的110%。

油浸式电力变压器运行中的允许温度应按上层油温来检查。上层油温的允许值应遵守制造厂的规定。为了防止变压器油劣化过速,上层油温不宜经常超过85℃。干式变压器运

行温度,应遵守制造厂的规定。

允许变压器正常或事故情况下过载运行,其过载能力如表 1、表 2。干式变压器宜控制在不超过额定电流的状态下运行。

表 1 正常情况下的允许过载能力表

允许过载倍数	负荷率				
		0.75	0.70	0.65	0.60
过载时间					
2 h		1.15	1.175	1.22	1.25
4 h		1.13	1.165	1.20	1.225

表 2 事故情况下的允许过载能力表

允许过载倍数	1.3	1.45	1.6	1.75	2.00
过载持续时间(min)	120	80	45	20	10

线圈按 Y, y12 连接的变压器的中线电流不得超过低压线圈额定电流的 25%。100 kV·A 及以上变压器二次侧必须装有带消弧装置的总开关。

运行变压器的负荷记录,负荷测定,外部检查,电压变动测量,应按表 3 规定执行,并将异常情况作好记录。

变压器无载调压分接开关分接位置应正确,回路导通应良好,不准带电转换分接位置。

2. 变压器并列运行时,必须具备下列条件:

- (1) 极性或接线组别相同;
- (2) 电压比相等;
- (3) 阻抗电压百分数相等;
- (4) 电阻与漏泄电抗的比值相等。

表 3 运行变压器的检查项目和测试周期表

顺号	项目	有人值班的变电所	无人值班变电所或变电台	
			315 kV·A 及以上	315 kV·A 以下
1	负荷测定	每小时记录一次指示仪表,处于过载时15 min记录一次	每年记录一次连续24 h的负荷,并绘制负荷曲线	每半年不少于一次(最大负荷时)
2	电压变动测量	每小时记录一次指示仪表	每年记录一次(连续24 h)	每半年不少于一次(最大负荷时)
3	绝缘电阻测定	投运前、长期停用后、每半年一次	投运前、长期停用后、每半年一次	投运前、长期停用后、每半年一次
4	外部检查	每班巡视检查一次,每周夜间熄灯巡视检查一次	每月检查一次(和巡视同时进行)	每月检查一次(和巡视同时进行)
		检 查 项 目		
		1.油面、油色是否正常,并记录油温; 2.套管有无油垢、裂纹、破损、放电痕迹; 3.有无异常音响; 4.外壳有无漏油、渗油; 5.连接母线、电缆线有无变形过热; 6.变压器的通风、照明是否完善		
5	熔断器检查和熔丝更换	检查瓷绝缘是否完整,熔丝是否松动变质,容量是否符合规定(每月不少于一次)。熔丝容量的选择一般为:高压熔丝按一次额定电流的1.5~2倍,低压熔丝按二次额定电流。特殊情况时按计算确定。熔丝更换时间一般为:高压半年;低压1年		

3.运行变压器有下列情况之一时,应立即停止运行:

- (1)变压器内部音响很大,很不均匀,有爆裂声;
- (2)在正常冷却条件下,温度不断上升;
- (3)油枕或防爆管喷油;
- (4)油面低于油位指示器下限;
- (5)油色有明显变化,油内出现碳质等;
- (6)套管有严重的破损和放电。

有瓦斯保护装置的变压器由运行改为备用时,瓦斯保护装置应照常与信号连接,发现油面降低应及时添油。

变压器在空载情况下的拉合闸,一般应使用断路器,使用隔离开关时仅限于表4范围。

表4 用隔离开关拉、合空载变压器容量表

顺 号	电压等级(kV)	容量(kW)
1	3	200 以下
2	6、10	400 以下
3	22、35	630 以下

使用隔离开关操作 35 kV 以上的空载变压器时,必须使用三相联动操作机构。

六、隔离开关允许操作项目

隔离开关一般不允许带负荷操作。如回路中无断路器时,允许使用隔离开关进行下列操作:

- 1.开、合电压互感器和避雷器;
- 2.开、合仅有电容电流的母线设备;
- 3.电容电流不超过 5 A 的无负荷线路。当电压在 20 kV 及以上时,应使用户外三相联动隔离开关;
- 4.用户外型三相联动隔离开关,允许开、合电压为 10 kV