

电气化铁路安全

培训考试指南

《电气化铁路安全培训考试指南》编委会



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

电气化铁路安全培训考试指南

《电气化铁路安全培训考试指南》编委会

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书内容主要包括电气化铁路劳动安全的通用知识和供电、机辆、车务、工务、电务等系统电气化铁路劳动安全的专业知识,选编了电气化铁路典型事故案例的分析与防范措施,书后附有题库,并配有光盘,形象生动,具有较好的针对性和实用性,能够对现场工作提供较好的参考和指导作用。

本书可作为电气化铁路劳动安全培训的专门教材和从业人员学习的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电气化铁路安全培训考试指南/《电气化铁路安全培训考试指南》编委会编. —北京:中国铁道出版社,2013.5 (2013.7重印)

ISBN 978-7-113-16503-1

I. ①电… II. ①电… III. ①电气化铁路—交通运输安全—安全培训—自学参考资料 IV. ①U229

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 091443 号

书 名:电气化铁路安全培训考试指南

作 者:《电气化铁路安全培训考试指南》编委会

策 划:洪学英

责任编辑:洪学英 时 博

电话:010-51873141

电子邮箱:crph@163.com

编辑助理:刘 霞

封面设计:崔 欣

责任校对:胡明锋

责任印制:陆 宁

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.tdpress.com>

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2013年5月第1版 2013年7月第3次印刷

开 本:880 mm×1 230 mm 1/32 印张:8.875 字数:203 千

书 号:ISBN 978-7-113-16503-1

定 价:29.5 元(配光盘)

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,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前言

我国电气化铁路运营里程的迅速增加,特别是高速铁路的快速发展,给铁路运输安全生产带来了严峻的考验,对铁路从业人员的安全培训考试提出了更高的要求。为进一步规范电气化铁路安全培训考试,确保电气化铁路的运营安全和人身安全,在对原《电气化铁路安全普及读本》修改的基础上,编写了《电气化铁路安全培训考试指南》,作为电气化铁路从业人员安全培训考试的重要依据。

本书依据新颁《电气化铁路有关人员电气安全规则》,遵循“实际、实用、实效”的原则,对教材编写方式进行了创新。在内容上,增加了高速铁路涉及电气化的相关知识,将电气化安全通用知识与供电、机辆、车务、工务、电务等系统专业知识相结合,与典型事故案例分析相结合,更加注重内容的针对性和实用性;在考试上,依据教材内容附有相配套的考试题库,方便自测和考试;在形式上,拍摄了以电气化铁路设施设备为重点内容的教学片,作为教学的辅助资料,增强培训的直观性和有效性。

本书由上海铁路局职工教育处组织编写,策划朱永明,主编陶黎平,主审张永健;参加编审人员有:吕进、祁建山、施劲榕、华柳峰、宋锋明、董新元、朱加春、蒋亮亮、汪豪华、张壬辰、路长俊、田旭东、张健、陈新钢、彭海翔、陈蓉娥。教学片剧本撰写:祁建山、陆一。

在本书编写和教学片拍摄过程中,得到了中国铁道出版社和有关单位的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,不足之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编委会
2013年5月

目 录

第一章 电气化铁路简介	1
第一节 电气化铁路组成	1
第二节 动车运用所、动车组和电力机车	11
第二章 电气化铁路通用安全知识	19
第一节 人身安全常识	19
第二节 人身安全的基本要求	21
第三节 作业安全的基本要求	25
第四节 触电后的应急处置	28
第五节 发生火灾时的处置办法	33
第三章 供电系统安全知识	35
第一节 接触网作业安全	35
第二节 牵引变电作业安全	69
第四章 车务系统安全知识	94
第一节 行车作业有关规定	94
第二节 客运、货运(装卸)作业有关规定	121
第五章 机辆系统安全知识	125
第一节 电力机车乘务员	125
第二节 动车组司机	143

第三节	动车组机械师	152
第四节	车辆检车员	155
第六章	工务系统安全知识	157
第一节	线路作业安全	157
第二节	桥隧作业安全	163
第三节	大型养路机械及轨道车作业	166
第七章	电务系统安全知识	169
第一节	信号专业作业安全	169
第二节	通信专业作业安全	173
第八章	典型事故案例及分析	176
	电气化铁路安全培训考试题库	191

第一章 电气化铁路简介

电气化铁路是以电能作为牵引动力的一种现代化交通运输工具,其牵引动力是电能,所以又称电力牵引。电力牵引与蒸汽牵引和内燃牵引不同之处在于电力机车(或动车组)本身不带能源,必须由外部供给电能。专门给电力机车(或动车组)供给电能的装置称作牵引供电系统。

第一节 电气化铁路组成

一、电气化铁路系统原理

外部供电系统的电能通过接触网与电力机车顶部受电弓的滑动接触,质量良好、不间断地向电力机车供应电能,然后通过电力机车,再经由轨道回路和回流线流回到牵引变电所。

二、电气化铁路基本组成

电气化铁路由电力机车(或动车组)和牵引供电系统两大部分组成。

(一)牵引供电系统简介

将电能从电力系统传送给电力机车的电力装置总称为电气化铁路的供电系统,又称牵引供电系统,主要由牵引变电所和接触网两大部分组成。牵引变电所将电力系统输电线路电压从 110 kV(或 220 kV)降到 27.5 kV,经馈电线将电能送至接触网。接触网沿铁路上空架设,电力机车升弓后便可从其取得电

能,用以牵引列车。牵引变电所所在地的接触网设有分相装置,两相邻牵引变电所之间设有分区所,接触网在此也相应设有分相装置。牵引变电所至分区所之间的接触网(含馈电线)称作供电臂。

牵引供电回路是由牵引变电所—馈电线—接触网—电力机车—钢轨—回流连接—(牵引变电所)接地网组成的闭合回路,其中流通的电流称作牵引电流。通常将接触网、钢轨回路(包括大地)、馈电线和回流线统称为牵引网。

图 1-1 为牵引供电系统示意。

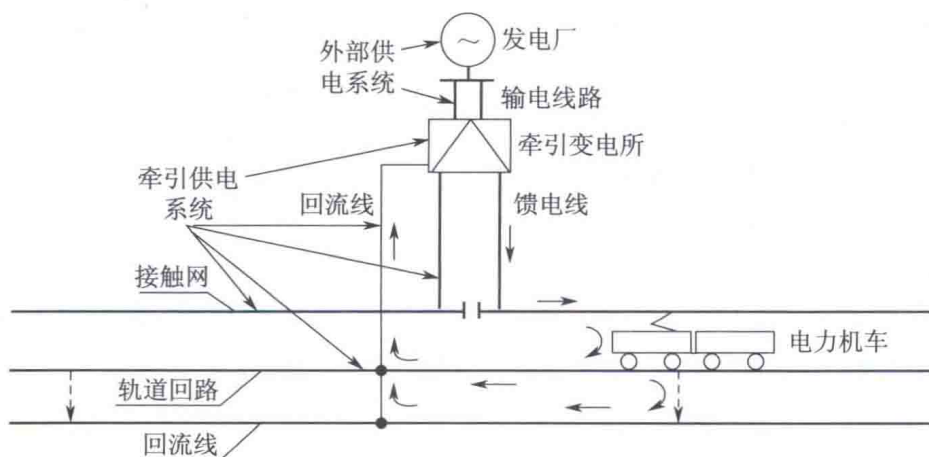


图 1-1 牵引供电系统示意

(二)牵引变电所

牵引变电所是电气化铁路的心脏,它的功能是将电力系统输送来的 110 kV 或 220 kV 等级的工频交流高压电,通过一定接线形式的牵引变压器变成适合电力机车使用的 27.5 kV 等级的单相工频交流电,通过不同的馈线将电能送到相应方向的电气化铁路(接触网)上,以满足来自不同电力机车的供电需要。

随着技术水平的提高,我国干线电气化铁路已推广使用集

中监视及控制的远动系统,牵引变电所将逐步实现无人值守,直接由供电调度实行遥控运行。

牵引变电所一般设在车站的一端,在车站和区间分界处与另一端不同相位的供电臂通过分相绝缘器或锚段关节式分相相连,如图 1-2 所示。同一方向馈出回路的高压开关具备一旁路备用开关,可满足不间断可靠供电要求和检修的需要。



图 1-2 牵引变电所

(三)分 区 所

分区所的作用是将电气化铁路上下行接触网通过分区所并联起来,以提高供电臂末端接触网上的电压水平,均衡上下行供电臂的电流,降低电能损失,在较重车方向和线路有较大坡道情况下效果更为明显。在一个牵引变电所故障的情况下,通过分区所可以由相邻牵引变电所实行越区供电。

(四)开 闭 所

开闭所的主要作用是在大的编组站和客运站实行分束、分段供电,提高供电的可靠性,缩小停电范围,减少事故对铁路运行的影响。如果开闭所在供电臂末端,通常将其与分区所合建。同样,不同馈出回路的高压开关具备共用旁路备用开关,可满足

不间断可靠供电要求和检修的需要。

图 1-3 为牵引变电所、分区所、开闭所示意。

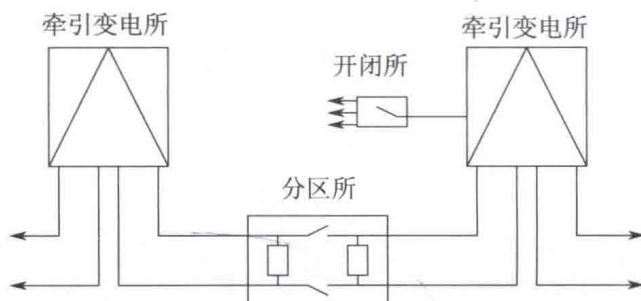


图 1-3 牵引变电所、分区所、开闭所示意

(五) 接 触 网

接触网是电气化铁路上的主要供电装置，它通过支柱及软横跨、硬横跨，以一定的悬挂形式将接触线直接架设在铁路的上方。接触网的功能是通过与电力机车车顶部分受电弓的滑动接触将电能供给电力机车(或动车组)。

架空式接触网主要由接触悬挂部分、支持装置、定位装置、支柱和基础四大部分组成。前三部分带电，与支柱(或其他建筑物)接地体之间用绝缘子隔开。

图 1-4 为接触网结构示意图。

1. 接触悬挂

接触悬挂主要由承力索、吊弦、接触线和补偿装置组成，即链形悬挂。补偿装置的作用是在环境温度变化时，使接触线、承力索的张力保持恒定。承力索和接触线下锚方式均采用补偿装置的叫全补偿，仅接触线采用补偿的称半补偿。支柱处吊弦采用简单吊弦或弹性吊弦的分别为简单链形悬挂或弹性链形悬挂。

目前我国干线电气化铁路正线大都采用全补偿简单链形悬挂，站线则多为半补偿简单链形悬挂。



图 1-4 接触网结构示意图

只设接触线的悬挂称简单悬挂，一般都采用补偿方式，只在机务段库线、厂矿专用线等少数场合采用。

接触悬挂沿线路架设，为了满足机械受力方面的要求而分成一个一个单独的锚段，锚段与锚段的相互过渡结构称为锚段关节，通常有绝缘（四跨、五跨）锚段关节和非绝缘（四跨、三跨）锚段关节之分，前者亦称为电分段锚段关节，后者则称为机械分段锚段关节。锚段与锚段之间的电气连接用电连接线或隔离开关完成。

2. 支持装置

支持装置用以支持接触悬挂并将其负荷传给支柱或其他建筑物，其结构随线路情况而变化。区间主要为腕臂结构；站场则视股道数量、线路情况、支柱所在位置等因素而选用软横跨、硬横跨或腕臂结构，以软横跨为主，高速铁路则采用硬横梁；隧道和桥梁（下承桥）等大型建筑物处视具体情况而设计，必要时采用特殊结构。

3. 定位装置

定位装置包括定位器和定位管,其作用是保证接触线与受电弓的相对位置在规定范围内,并将接触线的水平张力传给支柱。

4. 支柱基础

支柱用来承受接触悬挂和支持装置的负荷,并将接触悬挂固定在规定高度。支柱有钢柱和钢筋混凝土柱两种。前者立在用钢筋混凝土浇成的基础上,基础埋在路基内;后者则直接埋在路基中。桥梁(上承桥)通常采用钢柱,其基础在桥墩上预留。

支柱上还装有接地装置,与钢轨回路接通,起到保护作用。下锚支柱上还装有补偿装置,并设拉线装置。

(六)弓网系统简介

接触网是牵引供电系统的主动脉,其功能是通过与受电弓在运行中的良好接触将电能传给电力机车。受电弓是安装在电力机车上从接触网上获取电能的装置。由受电弓和接触网组成的电力系统就叫弓网系统。弓网系统通过不间断的机械、电气接触向电力机车供电。

图 1-5 为弓网关系示意。



图 1-5 弓网关系示意

弓网系统的受流过程是受电弓在接触网下,以机车速度运动中完成的,是一个动态过程。这一动态过程包括多种机械运动形式和电气状态变化,即受电弓相对于接触线的滑动摩擦;受电弓上下振动;接触网上下振动,并形成行波沿导线向前传播;受电弓由于机车横向摆动而形成横向振动;弓网离线发生电弧,受电弓受流中,电流发生剧烈变化等。所以,弓网受流过程是一个复杂的机械电气过程。

为了使列车连续不断地获取电能,要求接触线与受电弓在运行中接触良好。“接触良好”的概念包括的内容有弓网振动小、相互冲击小、离线次数和时间少、导线和滑板磨耗小等。

为使接触线和受电弓滑板磨损降到最低程度,应对接触线和受电弓滑板提出要求。

1. 接触网的要求

接触网设备必须安全可靠地将电能传输给电力机车。接触线是接触网的重要组成部分,起着接触滑道的作用,它保证将电能不间断地传输到车辆受电弓上。为了使受电弓滑板的磨损均匀,接触线与受电弓中心线形成交角,接触线直接与电力机车受电弓接触且发生摩擦。为保证受电弓和接触线可靠接触、不脱线及受电弓磨损均匀,接触线在定位点处与电力机车受电弓滑板中心有一定距离,这个距离在直线区段叫作接触线的之字值,在曲线区段称作拉出值,一般用符号“ a ”表示。接触网导线高度(导高)是指悬挂定位点处接触线距轨面的垂直高度,如图 1-6 所示。

之字值或拉出值可以使在运行中的电力机车受电弓滑板工作面与接触线摩擦均匀,否则会使滑板工作面某些部分磨出沟槽,降低受电弓使用寿命。

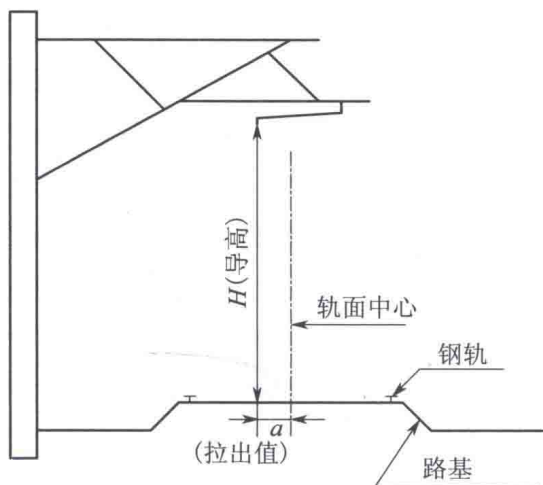


图 1-6 导高和拉出值示意

接触网的高度(导高)是接触网的一个主要技术参数,导高偏大会导致受电弓的接触压力不足,导高偏小会导致受电弓接触压力过大,影响电力机车的运行。

2. 受电弓的要求

受电弓应适用于:两个运行方向的平均接触压力应该相等且只随速度变化略有增加;平均接触压力应能防止燃弧,但同时应使接触线抬升量保持最小,避免对接触网设备不必要的动态冲击。受电弓一般应具有如下特点:小的静态抬升力;较小的当量归算质量;良好的跟随特性;大的横向刚度;良好的气动力模型和气流调整装置,以改善受电弓的气动力稳定性,保证弓头位置稳定;与接触线摩擦性能相匹配的滑板材料;具有紧急降弓控制系统,当接触网损坏受电弓滑板时,受电弓自动快速降弓。

图 1-7 为弓网产生电弧示意。



图 1-7 弓网产生电弧示意

三、供电方式

目前牵引供电系统的主要供电方式有直接供电方式、AT 供电方式、直供加回流线供电方式三种。

(一) 直接供电方式

直接供电方式(T-R 供电)是指牵引变电所通过接触网直接向电力机车供电,牵引回流经钢轨及大地直接返回牵引变电所的供电方式,如图 1-8 所示。

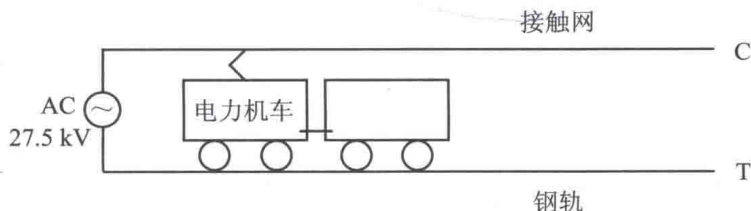


图 1-8 直接供电方式示意

直接供电方式的电路构成及结构简单,设备少,施工、运营维修都较方便,因此工程造价也低。但由于接触网在空中产生的强大磁

场得不到平衡,对邻近的广播、通信干扰较大,所以一般不采用。

(二)AT 供电方式

随着铁路电气化技术的发展以及高速、大功率电力机车的投入运行,各国开始采用 AT 供电方式。所谓 AT 供电方式就是在牵引供电系统中并联自耦变压器的供电方式。实践证明,这种供电方式是一种既能有效减弱接触网对邻近通信线的感应影响,又能适应高速、大功率电力机车运行的一种比较先进的供电方式。

AT 供电方式的电路包括牵引变电所、接触悬挂、轨道、自耦变压器、正馈线、电力机车等,如图 1-9 所示。牵引变电所作为电源向牵引网输送的额定电压为 55 kV,而接触悬挂与轨道之间的电压为 27.5 kV,正馈线与轨道之间的电压为 27.5 kV。自耦变压器是并联在接触悬挂和正馈线之间的,其中性点与钢轨(保护线)相连接。彼此相隔一定距离(一般间距为 10~16 km)的自耦变压器将整个供电区段分成若干个小的区段,叫做 AT 区段,从而形成了一个多网孔的复杂供电网络。接触悬挂是去路,正馈线是回路。接触悬挂上的电流在理论上与正馈线上的电流大小相等,方向相反,因此其电磁感应影响可相互抵消,故对邻近的通信线有很好的防护作用。同时,因其供电电压为电力牵引负荷所需电压的 2 倍,提高了对电力机车和动车组的供电能力,可满足重载铁路货物运输和高速铁路(客运专线)旅客运输大幅增长的需求。

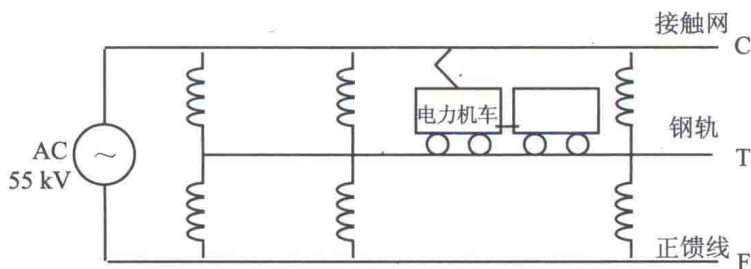


图 1-9 AT 供电方式示意