



高等职业教育“十二五”规划教材

接触网

检修与维护

赵永君 主 编

林毓梁 栾义洲 副主编

于洪永 主 审



免费下载
配课件
www.ccpres.com.cn



人民交通出版社
China Communications Press

高等职业教育“十二五”规划教材

Jiechuwang Jianxiu yu Weihu 接触网检修与维护

赵永君 主编
林毓梁 副主编
栾义洲 主审
于洪永 主审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书为高等职业教育“十二五”规划教材,依据职业岗位需求及接触网工等职业资格认证标准编写。主要包括:接触网专业知识、接触网基本技能、接触网检修调整、接触网故障及处理。

本书为高职、中职院校电气化铁道技术专业、铁道供电专业、供用电技术专业教材,也可作为铁路局供电段接触网检施工、检修、维护人员培训教材,还可作为电气化局接触网施工检修维护人员培训教材。

本书配有教学课件,读者可在人民交通出版社网站下载。

图书在版编目(CIP)数据

接触网检修与维护/赵永君主编. —北京:人民交通出版社,2013.8

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-114-10792-4

I. ①接… II. ①赵… III. ①接触网—检修—高等职业教育—教材 IV. ①U225

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 117086 号

高等职业教育“十二五”规划教材

书 名:接触网检修与维护

著 作 者:赵永君

责任编辑:袁 方 周 凯

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:12.75

字 数:300 千

版 次:2013 年 8 月 第 1 版

印 次:2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10792-4

印 数:0001—2000 册

定 价:36.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言 PREFACE

近年来,铁路电气化水平逐年提高,到2020年全国铁路营运里程将超过12万km,电气化率将达到60%,行业对电气化铁道技术专业人才的需求也随之扩大。在铁路系统中,电气化专业技术人才可以从事的岗位或工种主要是电气化铁道牵引供电系统的检修和维护。据统计,轨道交通类企业对电气化铁道技术人才的需求,主要分布在接触网工和电力线路工两大工种,约占所有比例的80%,其中又以接触网工的需求更为迫切。

接触网是电气化轨道交通所特有的、沿路轨架设的、为电力机车或电动车组提供电能的特殊供电线路,是电气化轨道交通牵引供电系统的重要组成部分。其特点是电压高、电流大、露天架设、点多线长、没有备用、维修保养复杂、难度大、要求高,其状态好坏直接影响轨道交通能否正常运行。为保证轨道交通的安全可靠运营,需要大量具备扎实基础知识、设备维护技能,并且精通安全作业流程、具有灵活的故障应变能力和良好的职业道德、敬业精神的高素质接触网技能人才。本书是为培养具有以上知识和能力的接触网技能人才而编写的。

本书的编写是以满足轨道交通类企业接触网的设计、安装、检修和维护等职业岗位的实际工作需要和轨道交通行业企业发展需要为目的,通过分析相关工作岗位知识、能力、素质要求,依据职业岗位需求及接触网工等职业资格认证内容,以接触网安装、接触网检修、接触网运行维护作为课程的三个核心技能,并围绕核心知识点和技能点,参照轨道交通行业企业技术标准确定教材内容,遵循“工作任务由单一到综合、工作过程由简单到复杂”的规律,使教材内容更加有序化。

本书由接触网专业知识、接触网基本技能、接触网检修调整、接触网故障及处理四个项目组成。项目一、项目三由山东职业学院赵永君编写;项目二中任务一、任务二,项目四中任务一、任务二由山东职业学院林毓梁编写;项目二中任务三、任务四由济南铁路局济南供电段栾义洲编写;项目二中任务五、项目四任务三由山东职业学院代金华编写;项目四中任务五、任务六由山东职业学院崔景萍编写。

本书由山东职业学院赵永君担任主编并负责全书的统稿工作,山东职业学院林毓梁、济南铁路局济南供电段栾义洲担任副主编并负责稿件收集整理工作;山东职业学院于洪永担任教材的主审工作,对教材编写提出了宝贵意见;在编写过程中还得到了济南铁路局供电段的大力支持,在此一并表示感谢。

本书配有教学课件,读者可在人民交通出版社网站下载。

限于编者经历和水平,书中难免有疏漏与不足之处,恳请读者批评指正,以便修订时完善。

编者

2013年5月

目录 CONTENTS

项目一 接触网专业知识

任务一 接触网组成及供电方式	2
任务二 接触网悬挂装置	9
任务三 接触网定位装置	24
任务四 接触网支持装置	32
任务五 接触网支柱	40
任务六 锚段关节、中心锚结及线岔	45
任务七 分段、分相绝缘装置	54
任务八 隔离开关和电连接	62
复习思考题	67

项目二 接触网基本技能

任务一 接触网简单测量计算	70
任务二 接触网示意图识别	71
任务三 高速铁路接触网零部件的认知	80
任务四 接触网常用工具及仪器	89
任务五 接触网维护	102
复习思考题	109

项目三 接触网检修调整

任务一 接触悬挂的检调	111
任务二 定位装置检调	114
任务三 棘轮补偿装置检调	118
任务四 弹性补偿装置检调	122
任务五 整体吊弦的检调	124
任务六 承力索接头制作	126

任务七 弹性吊索检修、更换	128
任务八 无交叉线岔检调	130
任务九 隔离开关检调	132
任务十 电连接检修、更换	134
任务十一 分段绝缘器安装调整	142
任务十二 避雷器及接地线装置检调	145
复习思考题	147

项目四 接触网故障及处理

任务一 接触网故障及故障调查分析	149
任务二 接触网故障抢修要求	153
任务三 接触网应急预案及抢修工机具管理	159
任务四 故障预防及抢修演练	164
任务五 接触网常见故障判断及查找	164
任务六 接触网常见故障处理方法及案例	168
复习思考题	180

附表 接触网常用零件型号及参数表	182
------------------------	-----

参考文献	198
------------	-----

05	接触网零件图	一卷
15	接触网零件图	二卷
08	接触网零件图	三卷
08	接触网零件图	四卷
001	接触网零件图	五卷
001	接触网零件图	六卷

111	接触网零件图	一卷
411	接触网零件图	二卷
811	接触网零件图	三卷
111	接触网零件图	四卷
411	接触网零件图	五卷
811	接触网零件图	六卷

项目一 接触网专业知识

教学目标:

熟悉电气化铁道“三大元件”:牵引变电所、接触网、电力机车;掌握接触网组成及供电方式;掌握接触网悬挂装置、定位装置、支持装置、横跨结构及作用,支柱分类及作用;掌握接触网锚段关节、中心锚结、线岔、分段、分相绝缘装置、隔离开关与电连接的结构及作用。

教学要求:

知识与能力目标	1. 能够认识接触网组成及供电方式; 2. 能够对各种腕臂支柱的装配及影响腕臂装配的参数进行调整; 3. 能够对接触线、承力索、绝缘子、吊弦进行安装,对拉出值进行检测; 4. 能够对补偿装置及线岔的 b 值进行调整; 5. 能够对分相绝缘装置、隔离开关和电连接进行装调
教学材料	1. 接触网专用工具、仪器、仪表; 2. 计算机、投影仪、接触网零部件实物、视频、演示文档、指导作业文件、图纸、任务书、工作记录单、评价表
训练内容	1. 各种腕臂支柱的装配及影响腕臂装配的各种参数的调整; 2. 定位管、定位器、定位线夹安装;正定位、反定位、软定位、组合定位的结构调整; 3. 接触线、承力索、绝缘子、吊弦安装,拉出值的检测; 4. 补偿装置及线岔的 b 值的调整; 5. 分相绝缘装置、隔离开关和电连接的装调
教学场所	1. 接触网技能训练一体化室; 2. 接触网演练场
建议学时	30 学时

任务一

接触网组成及供电方式

一、电气化铁道概述

采用电力机车为主要牵引动力的铁路称为电气化铁路。1879年5月31日,在德国柏林举办的世界贸易博览会上,由西门子和哈尔斯克公司展出了世界上第一条电气化铁路,迄今已有130多年的历史。低能耗、高效率、高速度的电力牵引已成为世界各国铁路发展趋势,是铁路现代化的标志。目前,电气化铁道在全球60多个国家的营运里程已经突破25万km,占世界铁路总营运里程的近四分之一,承担了一半以上的铁路运量,显示了电气化铁道的巨大生命力。

我国第一条电气化铁路是宝(鸡)成(都)线宝鸡—凤州段,于1961年8月15日正式通车,从此揭开了我国电气化铁路建设的序幕。从第一条电气化铁路运营到现在的50多年间,特别是改革开放30多年以来,我国的电气化铁道得到了迅猛的发展。我国成为继俄罗斯、德国之后的世界第三个电气化铁路总里程超过20000km的国家。同时,我国电气化铁道技术水平也有了较大提高。1998年5月28日,广深铁路全线完成电气化改造,成为我国第一条准高速电气化铁路,时速为200km。近年来,我国大范围、大幅度提高现有电气化铁道的运行速度,主要电气化干线运行速度逐步达到160~200km/h。京沪高速电气化铁路设计时速350km,于2010年建成通车,成为我国第一条高速铁路。到2020年,全国铁路营运里程规划目标将达12万km以上,其中客运专线为1.6万km,电化率为60%。届时,我国将由电气化铁路大国迈入电气化铁路强国。

我国的电气化铁路采用了目前国际上普遍使用的先进的25kV单相工频交流制。其优点为:牵引供电系统的结构简单,牵引变电所损耗小、间距大、数目少,机车黏着性能和牵引性能良好,大大降低了建设投资和运营费用。

电气化铁路的优越性主要表现在以下几个方面:

(1)能多拉快跑,提高运输能力。由于电力机车功率大、速度快,因而能多拉快跑,提高牵引吨数,缩短在区间的运行时间,从而可以大幅度地提高运输能力。

(2)能综合利用资源,降低燃料消耗。由于电力机车的能源可以来自多方面,因而可以综合利用资源,即使在纯火力发电的情况下,电力机车总效率也可达25%左右。

(3)能降低运输成本,提高劳动生产率。由于电力机车构造简单,牵引电动机和电气设备工作稳定可靠,因而机车检修周期长、维修量少,可以减少维修费用和维修人员。电力机车不需要添煤、加水和加油,整备作业少,宜长交路行驶,因而可以少设机务段,乘务人员和运用机车台数也可相应减少。这样就降低了运输成本,提高了劳动生产率。

(4)能改善劳动条件,不污染环境。由于电力机车没有煤烟,因此机车乘务员不会受到有害气体侵害,同时也不会污染沿线的环境。

(5)有利于铁路沿线实现电气化,促进工农业发展。牵引供电装置除主要向电力机车供电外,尚可解决在没有地方电源地区的铁路其他用电,也利于实现养路机械化。同时,便于铁路沿线的城镇乡村早日实现电气化,促进这些地区工农业生产的发展。

二、电气化铁道的组成

由于电力机车本身不携带原动机,而是靠外部电力系统经过牵引供电装置供给其电能,故电气化铁道是由电力机车和牵引供电装置组成的。

牵引供电装置一般分牵引变电所和接触网两部分,所以人们又称电力机车、牵引变电所和接触网为电气化铁道的“三大元件”。

1. 电力机车

电力机车由机械、电气和空气管路系统组成。机械部分主要包括车体和走行部分。电气部分主要包括受电弓、主断路器、牵引变压器、转换硅机组、调压开关、整流硅机组、平波电抗器、牵引电动机和制动电阻柜等。空气管路系统主要包括空气制动、控制及辅助气路系统。

电力机车靠其顶部升起的受电弓,直接接触导线获取电能。每台电力机车前后各有一受电弓,由司机控制其升降。受电弓升起工作时,以 $(68.6+9.8)N$ 的接触压力紧贴接触网线摩擦滑行,将电能引入机车,经机车主断路器到机车主变压器,主变降压后,经传动装置供给牵引电动机,牵引电动机通过齿轮传动使电力机车运行。其原理如图 1-1 所示。

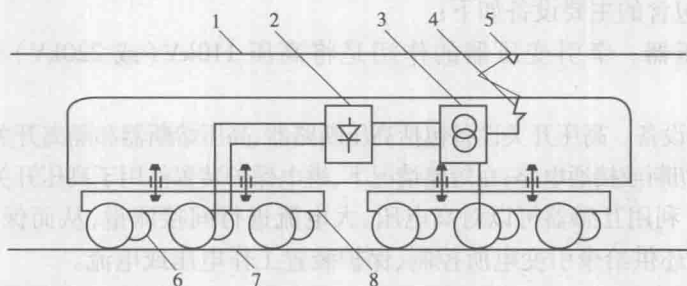


图 1-1 电力机车的工作原理

1-接触网;2-传动系统;3-主变压器;4-主断路器;5-受电弓;6-牵引电动机;7-钢轨;8-转向架

电力机车受电弓直接从接触线上滑行取流,受电弓形式有单臂式和双臂式两种,目前一般采用单臂式。受电弓顶部的滑板紧贴接触线。滑板固定在托架上,托架一般采用 2mm 的铝板冷压制成。根据接触线材质的不同,选用不同材料的滑板。受电弓的最大工作范围为 1250mm,允许工作范围为 950mm。受电弓及滑板结构如图 1-2 所示。

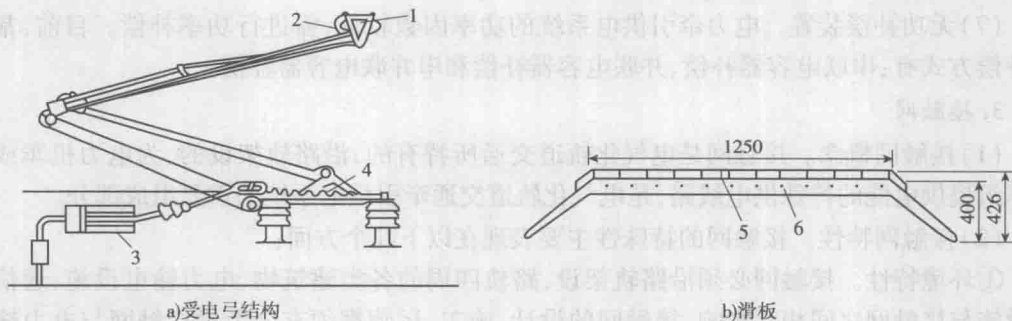


图 1-2 受电弓及滑板结构图(尺寸单位:mm)

1-滑板;2-弓头支架;3-活塞;4-升弓弹簧;5-滑条;6-滑板

我国目前使用的电力机车主要是国产韶山系列电力机车,投入运营的有 SS_1 、 SS_3 、 SS_4 、 SS_8 、 SS_9 等型号及部分进口电力机车。

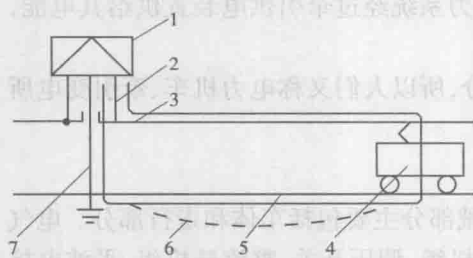


图 1-3 牵引回路组成

1-牵引变电所;2-馈电线;3-接触网;4-电力机车;
5-钢轨;6-地中回流;7-回流线

2. 牵引变电所

将电能从电力系统传给电力机车的电装置的总称叫电气化铁道的供电系统,又称牵引供电系统。它由发电厂、牵引变电所、接触网、电力机车和钢轨等构成。这种供电系统本身不产生电能,而是将电力系统的电能传送给电力机车。牵引回路如图 1-3 所示。

牵引变电所(包括开闭所、分区所、AT 所)的主要任务是将电力系统输送来的电能降压,然后以供电方式经馈电线送至接触网上,电压变换由

牵引变压器进行。电力系统的三相交流电改变为单相是通过牵引变压器的电气接线来实现的。我国目前所用的牵引变压器有三相式、三相一二相式及单相式三种类型。

牵引变电所包含的主要设备如下:

(1)牵引变压器。牵引变压器的作用是将高压 110kV(或 220kV)变成 27.5kV(或 55kV)的电能。

(2)高压开关设备。高压开关设备包括高压断路器、高压熔断器和隔离开关等。在正常情况下,操作高压开关切断或接通电路;在短路情况下,继电保护装置作用于高压开关自动切除故障。

(3)互感器。利用互感器可以对高电压、大电流进行间接测量,从而保证测量仪表及人员的安全;互感器还供给牵引变电所控制、保护装置工作电压或电流。

(4)控制、监视与信号系统,包括测量仪表、监视装置、信号装置、控制装置、继电保护、自动装置和远动装置等。其作用是正确反映一次系统的工作状态,控制一次系统的运行操作。

(5)自用电系统。向牵引变电所内照明供电的系统称为自用电系统。由专门的自用变压器承担。

(6)回流接地和防雷装置。牵引变电所的保护接地和工作接地采用同一个环状接地网。主变压器牵引侧接地端与接地网相连,也与钢轨、回流线相连,从而形成牵引电流的回流通路。为预防雷害,安装避雷针、避雷器等。

(7)无功补偿装置。电力牵引供电系统的功率因数较低,需进行功率补偿。目前,常用的补偿方式有:串联电容器补偿、并联电容器补偿和串并联电容器补偿。

3. 接触网

(1)接触网概念。接触网是电气化轨道交通所特有的、沿路轨架设的、为电力机车或电动车组提供电能的特殊供电线路,是电气化轨道交通牵引供电系统的重要组成部分。

(2)接触网特性。接触网的特殊性主要表现在以下几个方面:

①环境特性。接触网必须沿路轨架设,路轨四周的各类建筑物、电力输电设施、通信信号设施与接触网之间相互影响,接触网的设计、施工、运营都须充分考虑接触网与电力输电线之间的距离、接触网与轨道信号电路和附近通信线路之间的干扰、接触网与受电弓及其他建筑物的限界等问题,将接触网与其四周设备的相互影响减少至最低限度,确保接触网与这

些设施或设备之间的绝缘安全和电磁安全。

②气候特性。接触网是露天设备,大气温度、湿度、冰雪、大风、大雾、污染、雷电等各类气候因素对接触网的作用十分明显。接触网的机电参数,如线索弛度、线索张力、悬挂弹性、零部件的机械松紧度及空间位置、设备的绝缘强度、线索的载流能力、弓线间的磨耗关系等,都会随气候条件的变化而变化,突然的气候变化还可能造成重大行车事故。在接触网的运营维护工作和接触网设计计算工作中,绝大多数内容是与气象条件相关的。

③无备用特性。接触网是一个综合供电系统,设备是无备用的。无备用性决定了接触网的脆弱性和重要性,一旦出现事故,必将影响列车运行,造成一定的经济损失。

④机电特性。接触网是电力输电线,它具有电力输电线所具有的一切特性,必须遵循电力输电的一切规律和要求,但接触网又具有一般电力输电线所不具有的特殊性,这种特殊性是由弓网系统特殊性所决定的,弓网关系要求接触网必须具有稳定的空间结构、稳定的动静态特性、足够高的波动速度,因此,接触网除了应有良好的电气性能之外,还必须具有良好的力学性能。

⑤负荷特性。接触网所承担的电力牵引负荷是高速移动的,正因为其不确定性和随机性,使得弓网关系成为高速电气化铁路的核心问题。负荷变化使接触网经常承受较大冲击,为保证弓网正常运行,接触网必须具备较强的过负荷能力。负荷不确定性将对接触网的寿命和安全造成较大的负面影响。

⑥多学科交叉特性。接触网工程涉及电气、机械、力学(弹性力学、振动学、材料力学、空气动力学等)、地质、材料、环保等多学科领域。因此,看起来十分简单的接触网,其本质确是多学科交叉形成的能用型学科。

(3)对接触网的要求。由于接触网是露天设置的,没有备用,而且线路上的负荷又是随着电力机车的运行而接触移动和变化的,因此对接触网的要求如下:

①在高速运行和恶劣的气候条件下,能保证电力机车正常取流,要求接触网在机械结构上具有足够的稳定性和弹性。

②接触网设备及零件要有互换性,应具有足够的耐磨性和抗腐蚀能力。

③要求接触网对地绝缘好,安全可靠。

④设备结构尽量简单,便于施工,有利于运营及维修。在事故情况下,便于抢修和恢复。

⑤尽可能地降低成本,特别要注意节约有色金属及钢材。

⑥在日常维护时,应按标准化作业程序,坚持标准化作业,严格按照设备的技术标准检修,严禁凭经验、臆测行事。

总的来说,要求接触网无论在任何条件下,都能保证良好地供给电力机车电能,保证电力机车在线路上安全、高速运行,并在符合上述要求的情况下,尽可能地节省投资、结构合理、维修简便、便于新技术的应用。

三、接触网供电方式

接触网是架设在铁路线上空向电力机车提供电能的特殊形式的输电线路。电能由地方电力网输送到铁路牵引变电所后,经主变压器降压达到电力机车正常使用所需电压等级,再由馈电线将电能送至接触网。电力机车从接触网上获取电能以提供牵引动力,保证列车运行。电气化铁道供电系统如图1-4所示。

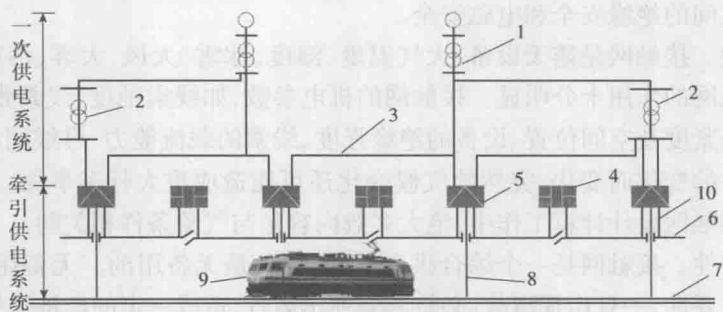


图 1-4 电气化铁道供电系统

1-发电厂;2-区域变电所;3-传输线;4-分区亭;5-牵引变电所;6-接触线;7-轨道回路;8-回流线;9-电力机车;10-馈电线

目前,我国电气化铁道干线上牵引变电所牵引侧母线上的额定电压为 27.5kV(自耦变压器供电方式为 $2 \times 27.5\text{kV}$),接触网的额定电压为 25kV,最高电压为 29kV。在供电距离较长时,电能 在输电线路和接触网中将产生电能损耗,使接触网末端电压降低。但接触网末端电压不应低于电力机车的最低工作电压 20kV,系统在非正常运行情况(检修或事故)下,机车受电弓上的电压不得低于 19kV,所以两个牵引变电所之间的距离一般为 40 ~ 60km,具体间距需经供电计算确定。

电压从牵引变电所经馈电线送至接触网,流过电力机车,再经轨道回路和回流线,流回牵引变电所。应该指出:由于轨道和大地间是不绝缘的,在电力机车的电流流到轨道以后,并非全部电流都沿着轨道流回牵引变电所。实际上有部分电流进入大地,并在地中流回牵引变电所。这种由大地中流经的电流称为地中电流(又称泄漏电流或杂散电流)。

牵引变电所向接触网正常供电的方式有两种:单边供电和双边供电。

1. 单边供电

两个牵引变电所之间将接触网分成两个供电分区(又称供电臂),正常情况下,两个相邻供电臂之间的接触网在电气上是绝缘的,每个供电分区只从一端牵引变电所获得电能的供电方式称为单边供电,如图 1-5 所示。单边供电时,相邻供电臂电气上独立,运行灵活;接触网发生故障时,只影响到本供电分区,故障范围小;牵引变电所馈线保护装置较简单。这是我国电气化铁道采用的主要形式。

2. 双边供电

若两个供电分区通过开关设备在电路上连通,两个供电分区可同时从两个牵引变电所获得电能,这种供电方式称为双边供电。双边供电可提高接触网电压水平,减少电能损耗,如图 1-6 所示。但馈线及分区亭的保护及开关设备都较复杂,因此,目前采用较少。

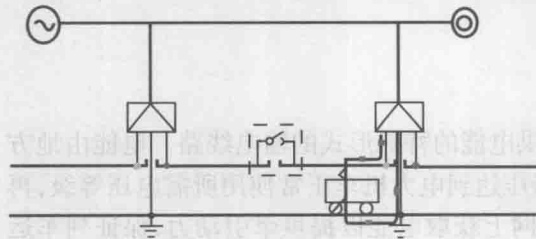


图 1-5 单边供电示意图

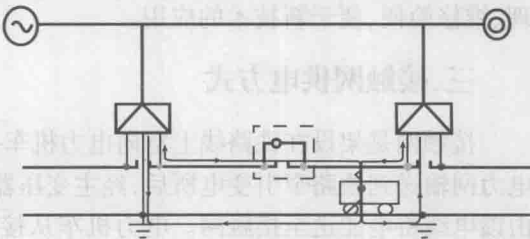


图 1-6 双边供电示意图

3. 越区供电

单边和双边供电为正常的供电方式,还有一种非正常供电方式(也称事故供电方式)叫越区供电,如图 1-7 所示。

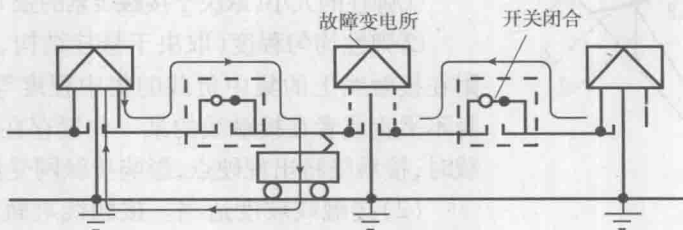


图 1-7 越区供电示意图

由于越区供电的供电距离大大伸长,如果在列车运行数量相同的情况下,则延伸供电臂的末端电压就会大大降低,倘若低于电力机车允许的最低工作电压时,将造成机车不能运行,这是不允许的。因此,越区供电只能保证客车或重要货车通过,是作为避免中断运输的临时性措施。

4. 并联供电

复线区段供电方式与上述基本相同,但每一供电臂分别向上、下行接触网供电,因此牵引变电所馈出线有 4 条。同一侧供电臂上、下行线通过开关设备(或者电连接线)实行并联供电。并联供电可提高供电臂末端电压,但是接触网发生事故时,影响范围大,运行检修不够灵活。越区供电时,通过分区亭开关设备来实现。复线区段的单边供电和并联供电目前我国都有使用。复线区段供电示意如图 1-8 所示。

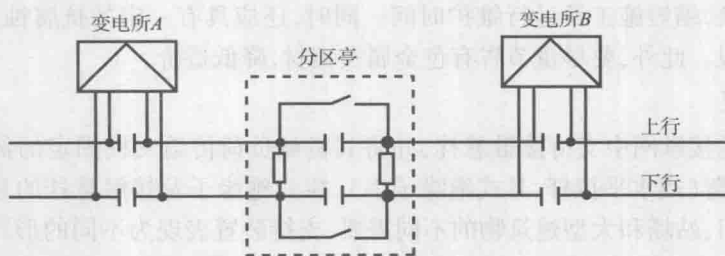


图 1-8 复线区段供电示意图

四、接触网的组成

接触网是沿铁路上空架设的一条特殊形式的输电线路,它由接触悬挂、支持装置、定位装置、支柱与基础等几部分组成,如图 1-9 所示。

1. 接触悬挂

接触悬挂包括接触线、吊弦、承力索和补偿器及连接零件。接触悬挂通过支持装置架设在支柱上,其作用是将从牵引变电所获得的电能输送给电力机车。电力机车运行时,受电弓顶部的滑板紧贴接触线摩擦滑行得到电能(简称“取流”)。为了保证滑板的良好取流,接触悬挂应达到下列要求。

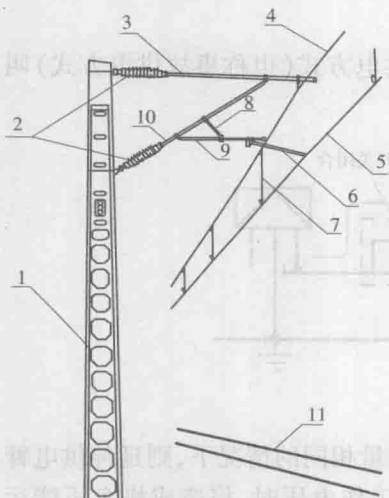


图 1-9 接触网组成

1-支柱;2-棒式绝缘子;3-平腕臂;4-承力索; 式中: i ——接触线坡度,%;

5-接触线;6-定位器;7-吊弦;8-定位管支撑; H_A 、 H_B ——跨距两端的接触线轨面高度,mm;

9-定位管;10-单耳腕臂;11-钢轨

L ——跨距,m。

$$i = \frac{H_A - H_B}{1000 \times L} \times 1000\% \quad (1-1)$$

接触线坡度对机车运行速度有很大影响,坡度选择不当,会产生离线、起弧等不正常情况。

(3) 良好的稳定性。接触悬挂在受电弓压力及风力作用下应有良好的稳定性,即电力机车运行取流时,接触线不发生剧烈的上下振动。在风力作用下,不发生过大的横向摆动,这就要求接触线有足够的张力,并能适应气候的变化。

(4) 结构的标准化。接触悬挂的结构及零部件应力求轻巧、简单、可靠,并做到标准化,以便检修和互换,缩短施工及运行维护时间。同时,还应具有一定的抗腐蚀能力和耐磨性,以延长使用年限。此外,要尽量节省有色金属及钢材,降低造价。

2. 支持装置

支持装置是接触网中支持接触悬挂,并将其机械负荷传给支柱固定的部分。支持装置包括腕臂、平腕臂(或水平拉杆、悬式绝缘子串)、棒式绝缘子及接触悬挂的悬吊零件。根据接触网所在区间、站场和大型建筑物的不同需要,支持装置表现为不同的形式。支持装置结构应能适应各种场所,尽量轻巧耐用,并保证有足够的机械强度,以方便施工和检修。

3. 定位装置

定位装置包括定位管、定位器、定位线夹及其连接零件。其作用是固定接触线的横向位置,使接触线水平定位在受电弓滑板运行轨迹范围内,保证接触线与受电弓不脱离,使受电弓磨损均匀,同时将接触线的水平负荷传给支柱。

4. 支柱与基础

支柱与基础用以承受接触悬挂、支持装置和定位装置的全部负荷,并将接触悬挂固定在规定的位置和高度上。在我国,接触网主要采用预应力钢筋混凝土支柱和钢柱,其基础用来承载支柱负荷,即将支柱固定在用钢筋混凝土制成的地下基础上,由基础承受支柱传给的全部负荷,并保证支柱的稳定性。预应力钢筋混凝土支柱也可不设单独的基础,支柱直接埋入地下,起到基础的作用。

任务二 接触网悬挂装置

一、接触网悬挂类型

接触网的分类大多以接触悬挂的类型来区分。在一条接触网线路上,为了满足供电和机械方面的要求,总是将接触网分成若干一定长度且相互独立的分段,这就是接触网的锚段。而接触悬挂分类是针对架空式接触网中的每个锚段而言,根据其结构的不同,分成简单接触悬挂和链形接触悬挂两大类。

1. 简单接触悬挂

简单接触悬挂(以下简称简单悬挂)系由一根接触线直接固定在支柱支持装置上的悬挂形式。它在发展中经历了未补偿简单悬挂、季节调整式简单悬挂和目前采用的带补偿装置及弹性吊索式简单悬挂。其结构分别如图 1-10、图 1-11 所示。

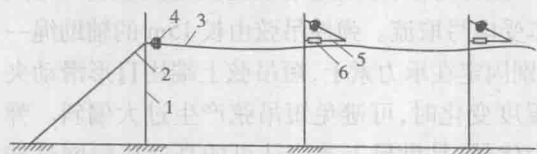


图 1-10 未补偿简单悬挂结构示意图

1-支柱;2-拉线;3-接触线;4-绝缘子串;5-腕臂;6-棒式绝缘子

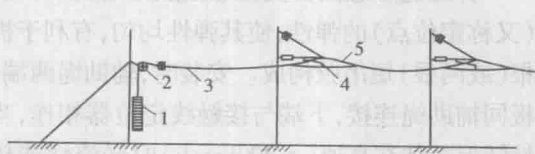


图 1-11 带补偿简单悬挂结构示意图

1-坠砣;2-补偿滑轮;3-接触线;4-定位器;5-弹性吊弦

接触线(或承力索)端头同支柱的连接称为线索的下锚。下锚分两种方法:一种是将线索端头同支柱直接固定连接,称为硬锚或者未补偿下锚;另一种是加装补偿装置,以调整线索的弛度和张力,称为补偿下锚。

未补偿的简单悬挂结构简单,要求支柱高度较低,因此建设投资低,施工和检修方便。其缺点是导线的张力和弛度随气温的变化较大,接触线在悬挂点受力集中,形成硬点,弹性不均匀,不利于电力机车高速运行时取流。

近年来,国内外对简单悬挂做了大量的研究和改进。例如,在简单悬挂的接触线下锚处装设张力补偿装置。具体做法是,在悬挂处加装 8~16m 长的弹性吊索,通过弹性吊索悬挂接触线,这样增加了悬挂点,适当缩小了跨距,减小了悬挂点处产生的硬点,以调节张力和弛度的变化,改善取流条件。根据使用试验,这种弹性简单悬挂在行车速度 90km/h 时,弓线接触良好,取流正常,所以在多隧道的山区和行车速度不高的线路上可采用。我国在部分线路上采用了这种悬挂形式。

2. 链形悬挂

链形悬挂是一种运行性能较好的悬挂形式。它的结构特点是接触线通过吊弦悬挂在承力索上,承力索通过钩头鞍子、承力索座或悬吊滑轮悬挂在支持装置的腕臂上,使接触线在不增加支柱的情况下增加了悬挂点,通过调节吊弦长度使接触线在整个跨距中对轨面的高度基本保持一致,减小了接触线在跨中的弛度,改善了接触线弹性,增加了接触悬挂的质量,提高了稳定性,以达到满足电力机车高速运行时取流的要求。链形悬挂有以下多种分类。

(1)按悬挂链数的数量分类。

按悬挂链数的数量可分为单链形、双链形(又称复链形)。

①单链形:根据悬挂点处吊弦的形式不同分为简单链形悬挂和弹性链形悬挂两种,如图 1-12 所示。

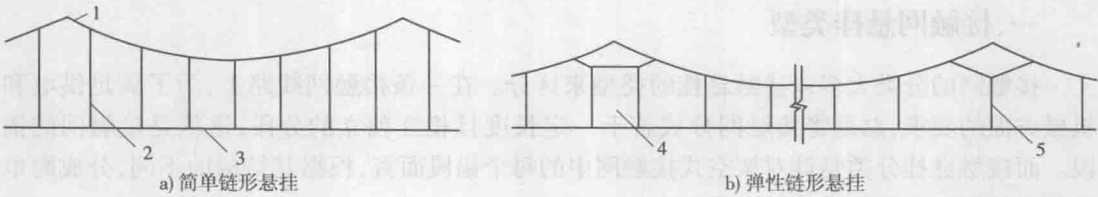


图 1-12 链形悬挂示意图

1-承力索;2-吊弦;3-接触线;4-Π形弹性吊弦;5-Y形弹性吊弦

简单链形悬挂结构简单,造价较低,运行、检修经验丰富。目前,简单链形悬挂是我国电气化铁道使用的主要悬挂类型。

弹性链形悬挂在支柱悬挂点处增设了一根弹性吊弦。其作用是增加支柱处接触线固定点(又称定位点)的弹性,使其弹性均匀,有利于机车受电弓取流。弹性吊弦由长 15m 的辅助绳一根(或两根)短吊弦构成。安装时,辅助绳两端分别固定在承力索上,短吊弦上端用Π形滑动夹板同辅助绳连接,下端与接触线定位器相连,当温度变化时,可避免短吊弦产生过大偏斜。弹性链形悬挂在高速($>200\text{km/h}$)时受流性能较为优越,是世界上普遍认可的高速接触网悬挂类型,我国在哈(尔滨)大(连)线、秦(皇岛)沈(阳)高速客运专线上使用这种悬挂类型。

②双链形:双链形悬挂的接触线经短吊弦悬挂在辅助吊索上,辅助吊索又通过吊弦悬挂在承力索上,如图 1-13 所示。

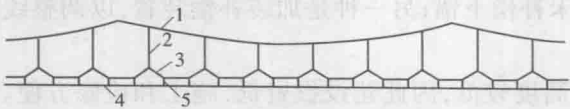


图 1-13 双链形悬挂示意图

1-承力索;2-吊弦;3-辅助吊弦;4-接触线;5-短吊弦

双链形悬挂接触线弛度小,受流稳定性和风稳定性都较好,弹性均匀度好,有利于电力机车高速运行取流;但结构较复杂,投资及维修费用高,仅在我国个别地段试用。

(2)按线索的锚定方式分类。

链形悬挂根据线索的锚定方式(即线索两端下锚的方式),可分为下列几种形式。

①未补偿链形悬挂。这种悬挂方式的承力索和接触线两端无补偿装置,均为硬锚。在大气温度变化时,因为承力索和接触线的热胀冷缩,承力索和接触线的张力、弛度变化较大,造成受流状态恶化,一般不采用。其结构形式如图 1-14 所示。

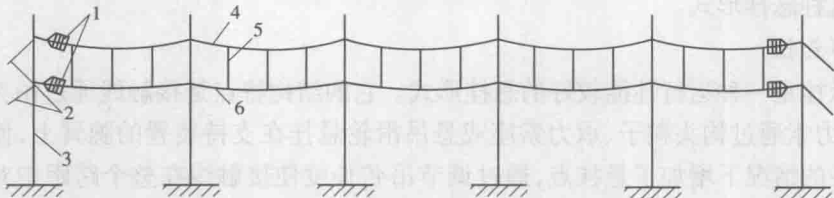


图 1-14 未补偿链形悬挂示意图

1-绝缘子;2-拉线;3-支柱;4-承力索;5-吊弦;6-接触线

②半补偿链形悬挂。在半补偿简单链形悬挂中,接触线两端设张力补偿装置,承力索两端为硬锚,如图 1-15 所示。

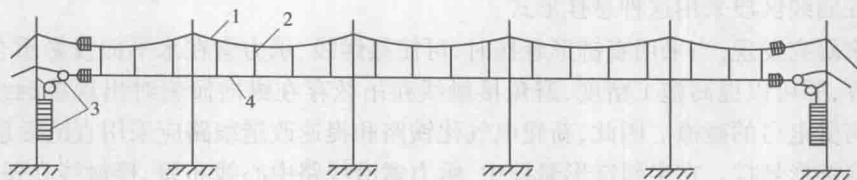


图 1-15 半补偿链形悬挂示意图

1-承力索;2-吊弦;3-补偿装置;4-接触线

半补偿链形悬挂与未补偿链形悬挂相比,在性能上得到了很大改善。但由于承力索为硬锚,当温度变化时,承力索的张力和弛度随之发生变化,对接触线产生一定影响。同时,在温度变化时,承力索的弛度变化使吊弦上端产生上下位移,而吊弦下端随接触线发生顺线路方向偏斜。由于各吊弦的偏斜,造成接触线纵向张力不均匀,特别是在极限温度下,使接触线在锚段中部和下锚端之间出现了较大张力差。接触线张力和弹性不均匀,在支柱悬挂点处产生明显的硬点,不利于电力机车高速运行取流。因此,这种悬挂只用于行车速度不高的车站侧线和支线上。

根据链形悬挂结构不同,半补偿链形悬挂又有半补偿简单链形悬挂和半补偿弹性链形悬挂之分。

③全补偿链形悬挂。全补偿链形悬挂,即承力索和接触线两端下锚处均装设补偿装置,如图 1-16 所示。全补偿链形悬挂在温度变化时由于补偿装置的作用,承力索和接触线的张力基本不发生变化,弹性比较均匀,承力索和接触线均产生同方向纵向位移,因而吊弦偏斜大大减小(接触线和承力索为相同材质时,偏斜更小,几乎可以忽略),有利于机车高速取流。因此,全补偿链形悬挂得到了广泛应用。

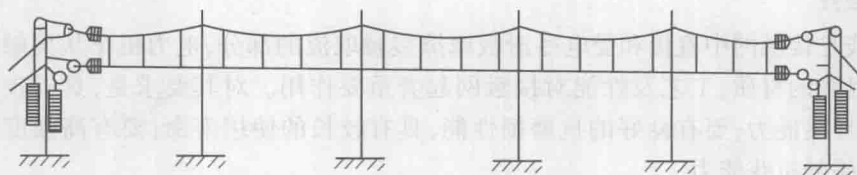


图 1-16 全补偿链形悬挂示意图

全补偿链形悬挂也分为全补偿简单链形悬挂和全补偿弹性链形悬挂两种形式。区别这两种悬挂形式的方法同半补偿链形悬挂一样。全补偿链形悬挂是目前我国电气化铁路使用的主要悬挂类型。

(3)按其承力索和接触线的相对位置分类。

①直链形悬挂。承力索和接触线布置在同一垂直平面内,它们在水平面上的投影是一条直线。图 1-17 为直链形悬挂示意图。

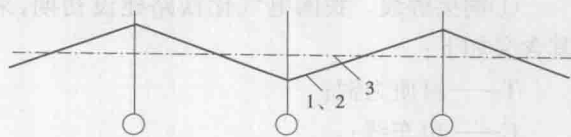


图 1-17 直链形悬挂示意图

1-接触线;2-承力索;3-线路中心线