

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育电气化铁道供电技术专业课程改革规划教材



接触网维护与检修

课程
改革

■ 宋奇吼 陈劲草 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内容简介

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育电气化铁道供电技术专业课程改革规划教材

接触网维护与检修

宋奇吼 陈劲草 编著
张宏春 主审

常州大学图书馆
藏书章

中国铁道出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍电气化铁路接触网运行维护人员应掌握的基本技能,紧扣岗位标准,以设备维护任务为中心,以技术应用为重点,通过设备单元的检修任务为载体,编排了六个项目的接触网设备维护任务,分别为:接触网参数测量、支持定位装置、接触悬挂、软横跨与硬横跨、分段绝缘装置与分相绝缘装置以及其他设备的维护与检修。

本书可作为中、高等院校相关专业的教科书和培训教材,也可作为电气化铁道技术专业的技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

接触网维护与检修/宋奇吼,陈劲草编著. —北京:

中国铁道出版社,2014.12

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材 高等
职业教育电气化铁道供电技术专业课程改革规划教材

ISBN 978-7-113-19853-4

I. ①接… II. ①宋…②陈… III. ①电气化铁道—接
触网—检修—高等职业教育—教材 IV. ①U226.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 008170 号

书 名:接触网维护与检修
作 者:宋奇吼 陈劲草 编著

策划编辑:阚济存

责任编辑:阚济存 编辑部电话:010-51873133 电子信箱:td51873133@163.com

封面设计:崔丽芳

责任校对:龚长江

责任印制:李 佳

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.51eds.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2014年12月第1版 2014年12月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:8.75 字数:215 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-19853-4

定 价:22.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

本书依据全国铁路职业教育教学指导委员会供电专业指导委员会太原会议精神编写。本书为全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材,在编写过程中得到“青蓝工程”项目资助。

随着我国铁路建设不断发展,电气化铁道的营运里程突破 4 万 km,居世界前列。接触网作为电气化铁道的重要组成部分,大量采用先进技术与新型设备,对电气化铁路接触网运行维护人员在知识上、技能上提出更高要求。

编者以自己多年来从事高职高专教学与职工培训经验为基础,结合铁路接触网的实际情况,以现场接触网运行维护技术资料为依据,充分汲取了高职高专在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果,并参阅有关技术文献和生产厂家的技术资料,编写了本书。

本书全面系统地介绍电气化铁路接触网运行维护人员应掌握的基本技能,紧扣岗位标准,以设备维护任务为中心,以技术应用为重点,力求做到内容新颖、概念准确、技术先进、联系实际。通过设备单元的检修任务为载体,分别编排了接触网设备的各种维护任务,适应了铁路跨越式发展情况下对高技能应用型人才的需求。教材的内容组织紧密结合接触网运行与维护岗位的工作过程,力争突破原有传统教材的束缚,以岗位“工作过程”为基准,实现“做中学”,具有较强的实用性。

全书由宋奇吼、陈劲草等编著。本书项目一由南京铁道职业技术学院戴丽君编写;项目二由南京铁道职业技术学院宋奇吼编写;绪论和项目三由郑州铁路职业技术学院吉鹏霄编写;项目四由武汉铁路局信阳供电段张宏伟编写;项目五由上海铁路局调度中心陈劲草编写;项目六中的任务一、任务二及附录一、附录二由南京铁道职业技术学院陈莉编写;项目六中任务三、任务四、任务五及附录三由南京铁道职业技术学院杨颢编写。全书由宋奇吼统稿。本书由中铁电气化局上海维管处张宏春担任主审。

在本书编写过程中,得到了上海铁路局、武汉铁路局、中铁电化局、中铁建电

目 录

绪 论	1
项目一 接触网参数测量	13
项目二 支持定位装置的维护检修	18
任务一 支持装置的维护检修	19
任务二 定位装置的维护检修	26
项目三 接触悬挂的维护检修	36
任务一 接触线的维护检修	37
任务二 承力索的维护检修	46
任务三 吊弦的维护检修	52
项目四 软横跨与硬横跨的维护检修	59
任务一 软横跨的维护检修	59
任务二 硬横跨的维护检修	66
项目五 分段绝缘装置与分相绝缘装置的维护检修	71
任务一 分段绝缘装置的维护检修	71
任务二 分相绝缘装置的维护检修	78
项目六 接触网其他设备的维护检修	86
任务一 隔离开关的维护检修	87
任务二 锚段关节的维护检修	94
任务三 中心锚节的检修维护	101
任务四 补偿装置的维护检修	106
任务五 电连接的维护检修	114
参考文献	120
附录一 接触网各部螺栓力矩	121
附录二 接触网图例	123
附录三 接触网常用零件	129

绪 论

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。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。20 世纪 60 年代,世界上第一条高速电气化铁路——东京到大阪的新干线在日本建成,拉开了高速电气化铁道建设的新篇章。到 20 世纪 80 年代法国和德国先后建成了时速超过 300 km 的高速电气化铁道。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,占世界铁路总营业里程的近四分之一,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 日正式交付运营,从此揭开了我国电气化铁路建设的序幕。在第一条电气化铁路运营到现在的 50 多年间,特别是改革开放以来,我国的电气化铁道得到了迅猛的发展。中国电气化铁路用五六十年时间走过了西方发达国家一百多年的发展历程,成功走出了一条从无到有、从低吨位到重载、从常速到高速的探索创新之路。截止到 2014 年我国电气化铁路总里程在年内突破 4.8 万 km,超越了原电气化铁路世界第一的俄罗斯,跃升为世界第一。根据中国铁路“十二五”发展规划,到“十二五”末,中国铁路营业里程将达到 12 万 km 左右,电气化率将达到 60% 以上。

通过原始创新、集成创新和消化吸收再创新,我国电气化铁路不仅总里程跃升第一,在技术水平和建设质量上也达到世界领先水平。目前,我国已经全面掌握了时速 350~380 km 电气化铁路设计、施工、检测技术体系;全面掌握了高速铁路接触网零配件、高强高导接触网导线、GIS 开关、自动过分相等高铁关键产品研发和生产技术,构筑起了具有完全自主知识产权的中国高速铁路牵引供电技术体系平台,跻身世界高铁技术前沿。

电气化铁路牵引功率大、节能环保、能大幅度提高运输能力和速度,具有技术、经济、环保方面的优越性,是各国铁路优先发展的铁路牵引动力方式。

我国的电气化铁路采用了目前国际上普遍使用的先进的 25 kV 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。

二、电气化铁路的组成

由于电力机车本身不携带原动机,靠外部电力系统经过牵引供电装置供给其电能,故电气化铁路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成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 $(68.6+9.8)\text{N}$ 的接触压力紧贴接触线摩擦滑行,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如图 0-1 所示。

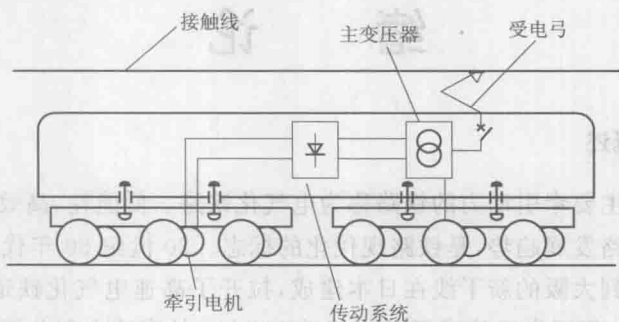


图 0-1 电力机车示意图

电力机车受电弓直接从接触线上滑行取流,其形式一般有单臂式和双臂式两种,目前一般采用单臂式受电弓。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 2 mm 的铝板冷压制成。根据接触线材质的不同选用不同材质的滑板。受电弓的最大工作范围为 1 250 mm,允许工作范围为 950 mm。受电弓及滑板安装如图 0-2 所示。

我国目前使用的电力机车主要是国产韶山系列与和谐系列电力机车,投入运用的有 SS₁、SS₃、SS₄、SS₈、SS₉、HXD₁、HXD₂、HXD₃ 等型号及部分进口电力机车。

2. 牵引变电所

牵引变电所的主要任务是将电力系统输送来的电能降压,然后以单相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。牵引变电所一般设有备用电源,采用双回路电源供电,以提高供电的可靠性。我国目前所用的牵引变压器有三相式、三相—二相式及单相式三种类型。

三相式变压器线圈接成星—三角形连接组,连接标号为 Y,d11,次边为三角形连接。三角形的一角(c 相)与钢轨和接地网连接,另两角(a、b 相)分别接至牵引变电所两边供电分区的接触网上(又称两个供电臂),因此使接触网对地为单相。三相变电所高压侧电压等级为 110 kV,低压侧(又称牵引侧)电压为 27.5 kV。是我国牵引变电所的主要接线形式。在 AT 供电区段,牵引变电所低压侧电压为 55 kV,配合 AT 变压器实现对牵引网的供电。

单相变电所一般采用两台单相变压器联成开口三角形接线,符号为 V/V 接法。单相变电所比较简单,单相变压器利用率较高,但是对电力系统负载对称性影响较大,例如哈(尔滨)一大(连)线牵引变电所采用了这种接线形式,高压侧电压等级为 220 kV,牵引侧为 27.5 kV。

为了减少单相牵引负载对三相电力系统产生的不对称影响,其牵引变电所的变压器采用较特殊的接线方式,主要有斯科特(Scott)接线方式和伍德桥(Wood Bridge)接线方式,这样的变电所称为三相—二相变电所。这种接线方式的特点是变压器次边电压为相相差为 90°的三相交流电,在两相负载平衡时,其在变压器的原边为三相对称负载,可以大大消除牵引系统对



图 0-2 受电弓示意图

电力系统产生的不对称影响。

3. 牵引供电回路

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、地或回流线—牵引变电所构成。如图 0-3 所示,其中接触网在供电回路中起着十分重要的作用,直接影响着电气化铁道的运行可靠性,因此必须使接触网始终处于良好的工作状态,安全可靠的向电力机车供电,对于保证铁路运输畅通无阻有着极为重大的意义。

三、接触网组成

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 0-3 所示。

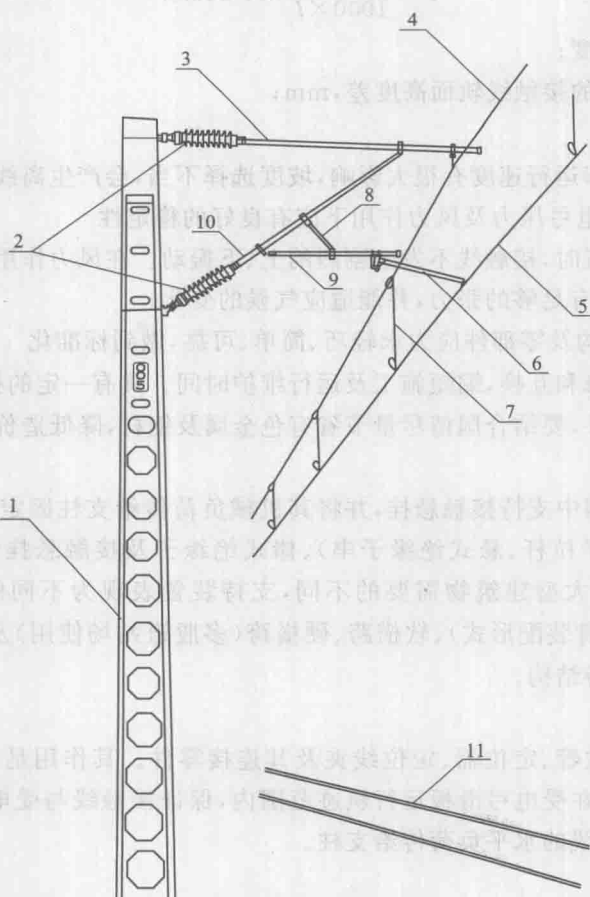


图 0-3 接触网示意图

1—支柱;2—棒式绝缘子;3—平腕臂;4—承力索;5—接触线;6—定位器;
7—吊弦;8—定位管支撑;9—定位管;10—平腕臂;11—钢轨

(一) 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。

1. 接触悬挂的弹性应尽量均匀

接触悬挂弹性是指接触悬挂在受电弓抬升力作用下所具有的抬高性能,用单位垂直力使接触线升高量表示,常用 η 表示,单位为 mm/N。衡量弹性好坏的标准有:(1)弹性的大小,它取决于接触线索张力;(2)弹性均匀程度,它取决于悬挂结构、悬挂类型和某些附在接触线上的集中负载的集中程度等。当接触线本身不平直或者在接触线的某一位置存在着较大的集中负载,接触线将出现硬点,影响接触网受流质量。

2. 接触线对轨面的高度应尽量相等,限制接触线坡度

接触线坡度是指一个跨距两端的支柱悬挂处,接触线距轨面高度差与跨距值的千分比。

$$i = \frac{H_A - H_B}{1000 \times l} \times 1000\% \quad (0-1)$$

式中 i ——接触线坡度;

H_A, H_B ——跨距两端的接触线轨面高度差,mm;

l ——跨距,m。

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. 接触悬挂在受电弓压力及风力作用下应有良好的稳定性

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. 接触悬挂的结构及零部件应力求轻巧、简单、可靠,做到标准化

标准化有助于检修和互换,缩短施工及运行维护时间。具有一定的抗腐蚀能力和耐磨性,以延长使用年限。另外,要结合国情尽量节省有色金属及钢材,降低造价。

(二) 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、站场和大型建筑物需要的不同,支持装置表现为不同的形式,如,腕臂结构(图 0-3 所示为区间腕臂装配形式)、软横跨、硬横跨(多股道站场使用)及隧道、桥梁和其他大型建筑物上的特殊支持结构。

(三) 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。

(四) 支柱与基础

支柱与基础用以承受接触悬挂、支持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。我国接触网中主要采用预应力钢筋混凝土支柱和钢柱。基础用来承载支柱负荷,即将支柱固定在地下用钢筋混凝土制成的基础上,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可不设单独的基础,支柱直接埋入地下,起到基础的作用。

四、接触悬挂的类型

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,接触线和承力索在

延伸一定长度后,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。我们所讲的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。

(一) 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带补偿装置及弹性吊索式简单悬挂。其结构分别如图 0-4 和图 0-5 所示。

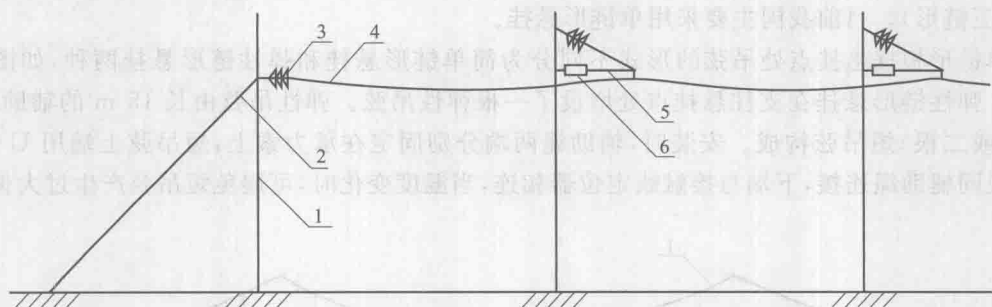


图 0-4 未补偿简单悬挂

1—支柱;2—拉线;3—接触线;4—绝缘子串;5—腕臂;6—棒式绝缘子

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不少研究和改进。我国现采用的带补偿装置及弹性吊索的简单悬挂系在接触线下锚处装设了张力补偿装置,以调节张力和弛度的变化。在悬挂处加装 8~16 m 长的弹性吊索,通过弹性吊索悬挂接触线,增加了悬挂点减小了悬挂点处产生的硬点,改善了取流条件。另外跨距适当缩小,增大接触线张力的同时改善弛度对取流的影响。根据我国的试验,这种弹性简单悬挂在行车速度 90 km/h 时,弓网接触良好,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。

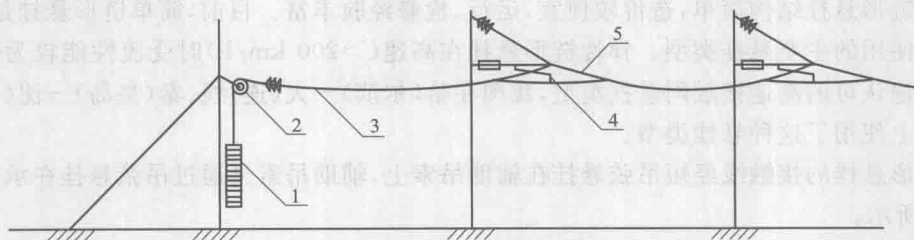


图 0-5 带弹性吊弦的简单悬挂

1—坠砣;2—补偿滑轮;3—接触线;4—定位器;5—弹性吊弦

(二) 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,增加了接触悬挂的重量,提高了稳定性。可满足电力机车高速运行时取流的要求。

链形悬挂分类方法较多,按悬挂链数的多少可分为单链形、双链形(又称复链形)和多链形(又称三链形)。目前我国主要采用单链形悬挂。

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 0-6 所示。弹性链形悬挂在支柱悬挂点处增设了一根弹性吊弦。弹性吊弦由长 15 m 的辅助绳和一根(或二根)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 U 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。

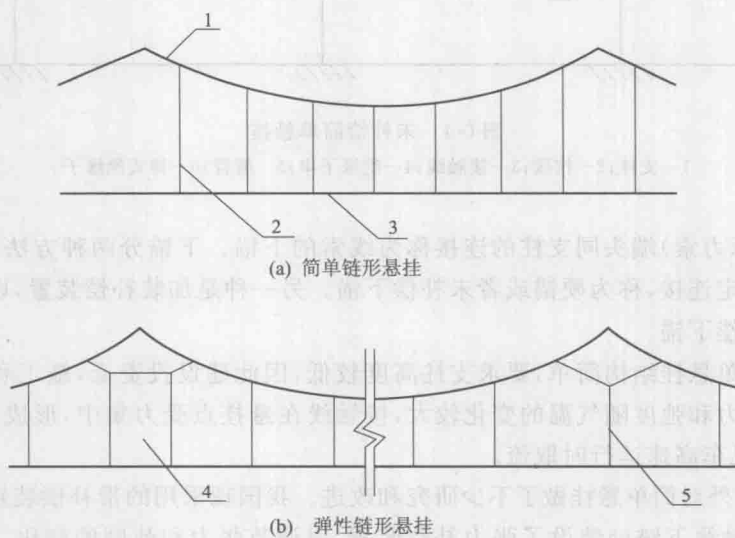


图 0-6 链形悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—接触线;4—Ⅱ形弹性吊弦;5—Y形弹性吊弦

弹性吊弦的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。

简单链形悬挂结构简单,造价较便宜,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。弹性链形悬挂在高速(>200 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了这种悬挂类型。

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 0-7 所示。

双链形悬挂接触线弛度小,受流稳定性和风稳定性都比较优越,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,我国仅在个别地段试用。

多链形悬挂及其他悬挂类型由于结构复杂、不易施工。维修困难、设计繁琐、造价高等原

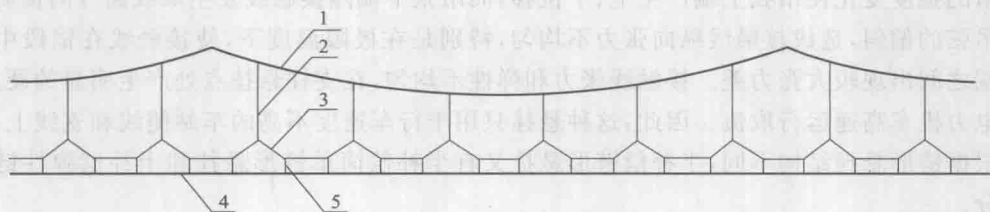


图 0-7 双链形悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—辅助吊弦;4—接触线;5—短吊弦

因,目前没有得到广泛应用。

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 0-8 所示。

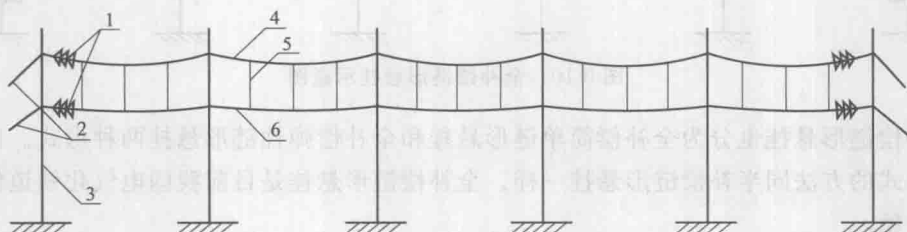


图 0-8 未补偿链形悬挂示意图

1—绝缘子;2—拉线;3—支柱;4—承力索;5—接触线;6—吊弦

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 0-9 所示。

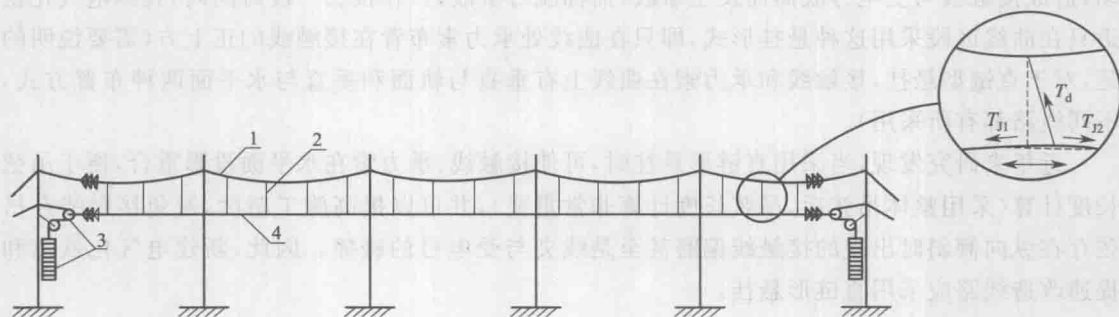


图 0-9 半补偿链形悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—补偿装置;4—接触线

半补偿链形悬挂比未补偿链形悬挂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 0-10 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,得到广泛使用。

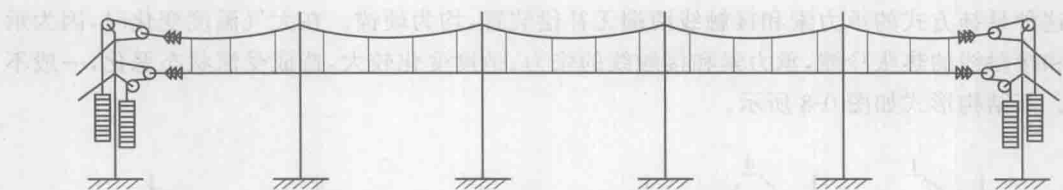


图 0-10 全补偿链形悬挂示意图

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道使用的主要悬挂类型。

链形悬挂按其承力索和接触线的相对位置不同,可分为下列几种形式。

1. 直链形悬挂

直链形悬挂是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。

直链形悬挂的风稳定性较差(和半斜链形悬挂相比),在大风作用下接触线易产生横向摆动,造成接触线与受电弓脱离而发生事故(简称脱弓事故)。在很长一段时间内,我国电气化铁道只在曲线区段采用这种悬挂形式,即只在曲线处承力索布置在接触线的正上方(需要说明的是,对于直链型悬挂,接触线和承力索在曲线上有垂直与轨面和垂直与水平面两种布置方式,不同线路都有所采用)。

近年来研究发现,当采用直链形悬挂时,可使接触线、承力索在水平面投影重合,便于吊弦长度计算(采用整体吊弦后,吊弦长度计算非常重要),并可以提高施工精度,避免接触线在吊弦存在纵向倾斜时出现的接触线偏磨甚至是线夹与受电弓的碰撞。因此,新建电气化铁道和提速改造线路应采用直链形悬挂。

2. 半斜链形悬挂

在半斜链形悬挂中,承力索沿线路中心线布置,接触线在每一支柱定位点处,通过定位装置被布置成“之”字形,承力索与接触线不在同一垂直平面内,它们在水平面上的投影有一个较小的偏移如图 0-11 所示。

半斜链形悬挂风稳定性好,我国在直线区段大量采用这种悬挂方式。

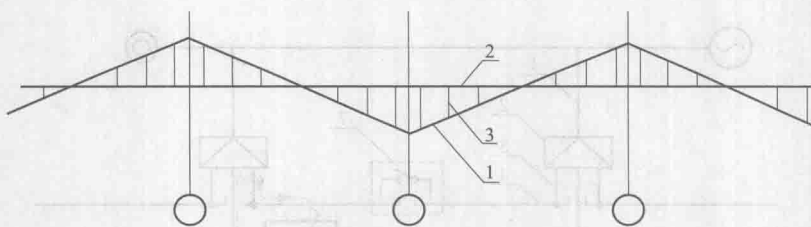


图 0-11 半斜链形悬挂

1—接触线;2—承力索;3—吊弦

3. 斜链形悬挂

斜链形悬挂是指接触线和承力索均布置成方向相反“之”字形,接触线和承力索在水平面上的投影有一个较大的偏移。在直线区段如图 0-12 所示。

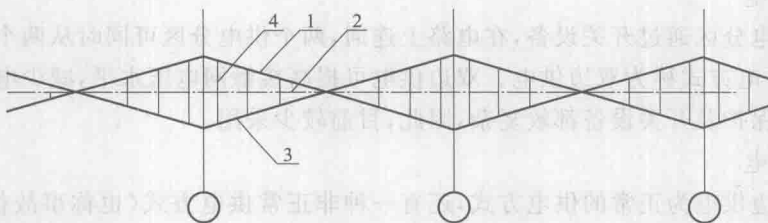


图 0-12 斜链形悬挂

1—承力索;2—线路中心线;3—接触线;4—吊弦

在曲线区段,承力索对线路中心线向外侧有一个较大的偏移,吊弦的倾斜角较大。这种悬挂的优点是风稳定性好,可增大两支柱之间的距离(简称跨距),但其结构复杂,设计计算繁琐,施工和检修困难,造价较高,我国尚未采用。

五、接触网供电方式

铁路牵引变电所从电力系统得到电能后,经变电所主变压器降压至适合于电力机车使用的电压等级后,再经馈电线将电能送到接触网上,因此接触网是向电力机车供电的特殊输电线路。

牵引变电所牵引侧母线上的额定电压为 27.5 kV(自耦变压器供电方式为 2×27.5 kV),接触网的额定电压为 25 kV,最高电压为 29 kV,在供电距离较长时,电能会在输电线路和接触网中产生电能损耗,使接触网末端电压降低。接触网末端电压不应低于电力机车的最低工作电压 20 kV,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 19 kV。所以两牵引变电所之间的距离一般为 40~60 km,具体间距需经供电计算确定。图 0-13 所示为直接供电方式的供电系统图。接触网的供电方式主要有:

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),正常情况两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。单边供电时,相邻供电臂电气上独立,运行灵活;接触网上故障时,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,是我国电气化铁道采用的主要形式。

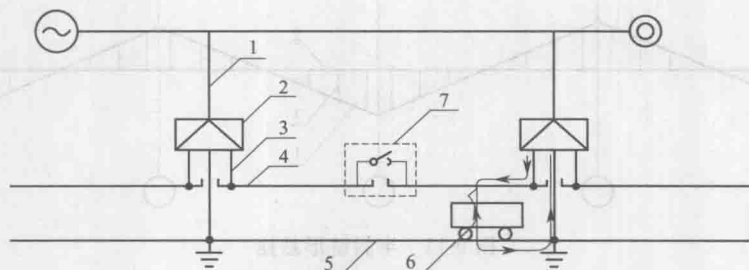


图 0-13 供电系统图

1—输电线；2—牵引变电所；3—馈电线；
4—接触线；5—钢轨；6—电力机车；7—分区所

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。但馈线及分区亭的保护及开关设备都较复杂，因此，目前较少采用。

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 0-14 所示。

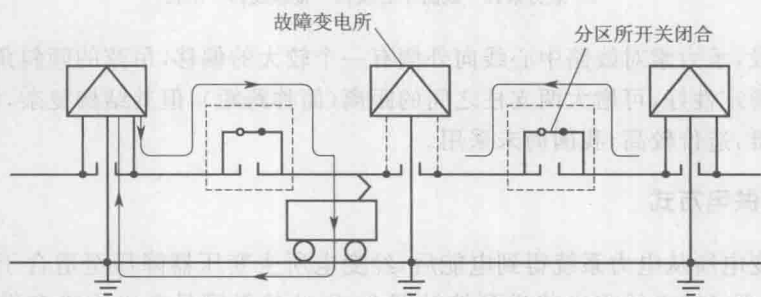


图 0-14 越区供电示意图

越区供电是当某一牵引变电所因故障不能正常供电时，故障变电所担负的供电臂，经分区所开关设备与相邻供电臂接通，由相邻牵引变电所进行临时供电。这种供电方式称越区供电。因越区供电增大了该变电所主变压器的负荷，对电器设备安全和供电质量影响较大，因此，只能在较短时间内实行越区供电，是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四条。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。复线区段供电情况如图 0-15 所示。

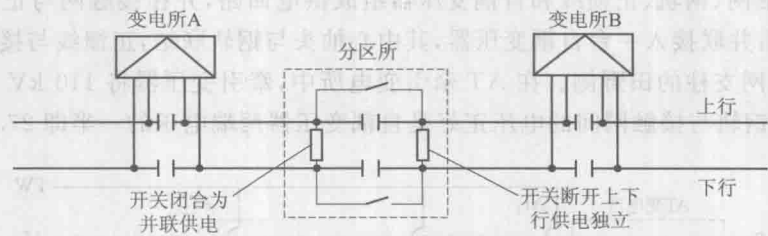


图 0-15 复线区段供电示意图

六、牵引供电系统的供电方式

我国电气化铁道采用单相工频交流制，其牵引网是一种不对称回路，当牵引电流流过接触网时，在线路周围空间产生较强电磁场，对邻近架空通信线路通信、广播设备等产生杂音干扰和感应电压。为减少电气化铁道对沿线通信设备的干扰，保障其设备、人身安全及正常工作，在牵引供电系统中采取了许多防干扰措施，形成了不同的牵引供电方式。目前我国广泛采用的牵引供电方式主要有两种。

1. 直供加回流线供电方式

直供加回流线的供电方式是在接触网支柱田野侧，架设一条与钢轨并联的导线，以使钢轨中的电流尽可能经由回流线流回牵引变电所。这样既保持供电回路结构简单的特点，又能起到一定的防护效果。

在设计回流线时应设法使回流线尽量靠近接触线，以增加二者之间的互感作用，迫使更多的牵引电流沿着回流线流回牵引变电所，以降低对通信线路的感应影响。回流线一般架设在接触网支柱田野侧，每隔一定的距离，通过一定电气设备和钢轨相连。总的来说，这种方式经济性好、可靠性高、故障率低、维修工作量小，且防干扰性能不随负荷电流改变。同时，这种方式馈电回路简单，回路阻抗较小，一次投资及运营费均较低，是可推广的方式之一。其工作原理见图 0-16 所示。

这种供电方式目前在我国普速铁路广泛采用。

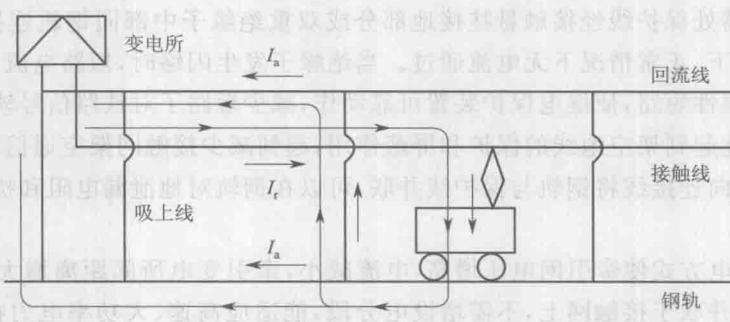


图 0-16 直供加回流线供电方式原理图

2. AT 供电方式

AT 供电方式又称自耦变压器供电方式，自耦变压器 (Auto-Transformer, 简称 AT) 是一种电力变压器，它并接于接触网 (J)、钢轨 (G) 和正馈线 (AF) 之中，其接入方式如图 0-17 所示。