

铁路职业教育铁道部规划教材

接触网基础知识

JIECHUWANGJICHUZHISHI

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

李 伟 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中专)

接触网基础知识

李 伟 主 编

中国铁道出版社

· 2008年 · 北 京

内 容 简 介

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,全书共四章,内容包括接触网设备与结构、接触网负载计算、接触网施工基础知识、接触网施工基础知识等。

本书适用电气化铁道供电专业中专教育教材,也可供相关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

接触网基础知识/李伟主编. —北京:中国铁道出版社,
2008. 2

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专

ISBN 978-7-113-08568-1

I. 接… II. 李… III. 接触网—高等专科学校—教材
IV. U225

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005945 号

书 名: 接触网基础知识

作 者: 李 伟 主编

责任编辑: 阚济存 武亚雯

电话: 010-51873133

电子信箱: td51873133@163.com

封面设计: 陈东山

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号, 100054)

印 刷: 河北新华印刷二厂

版 次: 2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.75 字数: 495千

书 号: ISBN 978-7-113-08568-1/U·2170

定 价: 37.00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,请与本社读者服务部调换。

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

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路中专电气化铁道供电专业教学计划“接触网基础知识”课程教学大纲的要求编写的。本书在原有《接触网》中专教材基础上,结合高速铁路的发展和铁道部 2007 年颁发的《接触网安全工作规程》和《接触网运行检修规程》进行编写,从内容的深度、广度和新技术应用等方面作了较大改动,使本教材更加贴近现场从事接触网维修与施工人员的需要。

在编写内容上坚持以突出重点,掌握接触网基本结构,尽量满足接触网技能鉴定要求为原则,用通俗易懂的语言对接触网设备进行了比较详细的描述,并在接触网设备与结构内容中,对接触网常见故障进行分析,适当引入事故案例帮助读者理解接触网结构及相关技术标准,提高安全生产意识。

本教材引入一部分最近在高速电气化铁路上已普遍采用的新技术和新设备,如硬横跨、38 号道岔接触网结构、锚段关节电分相等。对高速客运专线运营维修管理进行了介绍。结合接触网施工介绍了铁路建设管理的相关规定。教材内所有接触网技术标准均与现行规程、规章接轨,努力提高本教材的实用性。为接触网运行检修和施工人员提供可靠的技术支持。

本教材由北京铁路电气化学校李伟主编,参加编写的人员有李伟编写第一章第一节至第四节、第六节至第十节,第四章第一节至第三节,附录 1、2;北京铁路电气化学校陈江波编写第一章第十七节,第三章;郑州铁路局郑州供电段陈玉兰编写第四章第四节;洛阳铁路信息工程学校吴利凤编写第一章第五节、第十一节至第十六节,第二章。

在编写期间得到了北京铁路电气化学校、郑州铁路局供电段、洛阳铁路信息工程学校等有关领导和教师的大力支持,在此表示衷心感谢。

书中难免存在错误和缺憾,望广大读者特别是从事接触网技术、维修和施工工作的人员提出宝贵意见和建议,使本教材能够更好地适应现场的需要。

编 者
2007 年 12 月

目 录

第一章 接触网设备与结构	1
第一节 电气化铁道概述	1
第二节 支 柱	13
第三节 腕臂支柱装配	19
第四节 接触网线索	31
第五节 定位装置	48
第六节 绝 缘 子	65
第七节 锚段及锚段关节	74
第八节 接触网补偿装置	80
第九节 中心锚结	88
第十节 吊 弦	94
第十一节 接触网线岔	103
第十二节 软 横 跨	111
第十三节 硬 横 跨	137
第十四节 分段、分相绝缘装置	139
第十五节 隔离开关与电连接	149
第十六节 桥、隧接触网设备	157
第十七节 接触网其他设备	162
第十八节 高速铁路接触网结构	174
第二章 接触网负载计算	181
第一节 气象条件及计算负载的确定	181
第二节 腕臂支柱容量计算	186
第三节 软横跨负载计算	196
第四节 接触悬挂的弹性	204
第五节 接触网平面布置原则	208
第六节 接触网平面图绘制	216
第三章 接触网施工基础知识	226
第一节 接触网基础工程	226
第二节 立杆与整正	248
第三节 接触网架设	262

第四节 接触网竣工验收.....	273
第四章 接触网运营管理与维修.....	285
第一节 接触网运营管理.....	285
第二节 接触网规程与规章.....	288
第三节 接触网的检修方式.....	291
附录一 接触网常用检修机具.....	298
附录二 接触网常用零件.....	304
参考文献.....	309

第一章

接触网设备与结构

第一节 电气化铁道概述

项目一 电气化铁道组成及受电弓基本参数

一、学习目标

1. 了解电力机车基本结构;
2. 掌握 DSA250 型受电弓基本参数;
3. 掌握电气化铁道组成。

二、知识要点

(一) 绪 论

1879 年 5 月在德国柏林举办的世界博览会上,由德国人维尔纳·冯·西门子和哈尔斯克公司展出了世界上第一台电力机车和第一条电气化铁路,成为电气化铁路的先驱。最初的电气化铁路大都是采用低压直流和三相交流供电,而且都是修建在工矿线路和一些大城市的近郊线路上。后来,随着工业的发展,逐渐发展到城市之间和运输繁忙的铁路干线上来了。

20 世纪 70 年代初,在工业发达的西欧、日本等国家,运输繁忙的主要铁路干线基本实现了电气化。1973~1974 年爆发石油危机之后,各国对铁路电力和内燃牵引重新进行了经济评价,电力牵引更加受到青睐。截止到 2001 年年底,世界电气化铁路总里程已达 25 万 km,约占世界铁路总营业里程(约 120 万 km)的 22.5%,承担世界铁路总运量的 50%以上。

也就是说仅占世界铁路总营业里程不到 $\frac{1}{4}$ 的电气化铁路承担着世界铁路总运量一半以上的运输任务。

1958 年,我国开始修建电气化铁路,从一开始便直接采用了最先进的电压等级为 25 kV 的单相工频交流电,为我国大规模发展电气化铁路奠定了良好的基础。1961 年 8 月 15 日我国第一条干线电气化铁路试验区段宝鸡至凤州段建成通车,揭开了我国电气化铁路发展的序幕。1975 年 7 月 1 日宝成电气化铁路全线建成通车,在我国铁路建设史上产生了重大影响。

20 世纪 80 年代,我国的电气化铁路飞速发展,电气化改造和建设除了在运煤通道上进行外,又开始在客货运输繁忙的陇海和京广两大干线及通往沿海经济特区的鹰厦线上进行并按技贸结合的原则引进了一些国家的先进设备和技术,使我国的电气化铁路技术装备达到或接近国际先进水平。

20 世纪 90 年代,是我国铁路发展的重要时期,共有鹰厦线鹰潭至来舟段、漳平至厦门段等 10 条电气化铁路建成。20 世纪最后 5 年,我国建设电气化铁路的步伐加快,建成开通了干武线、京郑线等 10 条电气化铁路。

2001~2005 年,是我国电气化铁路建设史上电气化线路建成开通最多的 5 年,建成了哈大、秦沈客运专线、渝怀等 5 000 多 km 电气化铁路。截止到 2005 年底,我国共建成开通 43 条电气化铁路,总里程达到 20 132 km,成为继俄罗斯、德国之后的世界第三大电气化铁路国家。

2004 年 1 月 7 日国务院通过的《中长期铁路网规划》确立了我国铁路今后发展的目标:到 2020 年,全国铁路营业里程达到 10 万 km,主要繁忙干线实现客货分线,双线率和电气化率均达到 50%,运输能力满足国民经济和社会发展需要,主要技术装备达到或接近国际先进水平。

(二) 电气化铁路的组成

电气化铁路是由电力机车、牵引接触网和牵引变电所组成的,所以人们又称它们为电气化铁道的“三大元件”。为便于全面了解电气化铁路基本状况,我们对电力机车和牵引变电所作简要介绍。

1. 电力机车

电力机车是由机械部分、电气控制和空气管路系统组成的,如图 1-1-1 所示。

机械部分主要包括机车转向架和车体。电气控制部分包括受电弓、主断路器、牵引变压器、半导体整流器组、牵引电动机。空气管路系统包括

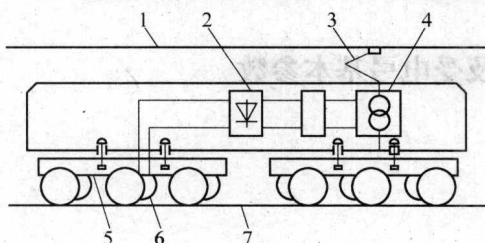


图 1-1-1 电力机车的工作原理

- 1—接触网;2—硅半导体整流器组;3—受电弓;
4—变压器;5—转向架;6—牵引电动机;7—钢轨

空气制动、控制及辅助气路系统。

电力机车根据动力分配情况(即牵引电动机配置位置)分为动力集中和动力分散两种类型,牵引电动机主要配置在车头或车尾时称为动力集中型,将牵引电机配置在大部分车辆上,甚至全部车辆均配有牵引电动机的方式称为动力分散型。目前我国高速铁路均采用动力分散型动车组类型。

电力机车靠其顶部升起的受电弓与接触网接触线接触取得电能,受电弓结构如图 1-1-2 所示。

DSA250 型受电弓,设计速度 250 km/h,适用于相应速度等级的各种电力机车及动车组。它的结构和具体参数如图 1-1-3 和表 1-1-1 所示。

用电极碳或用黏合剂、石墨制成的碳滑板已被证明特别适用于铜接触线。DSA250 型受电弓允许通过的上限工作电流为每块滑板 500 A,带双滑板的受电弓允许通过的上限工作电流为 1 000 A,当牵引电流较大时,必须增加每辆车的受电弓数量。要求电力机车在运行中,接触网上的接触线应始终与受电弓滑板接触滑行,不得出现瞬间离线或脱离



图 1-1-2 DSA250 型受电弓示意图

- 1—阻尼器;2—底架;3—下导杆;4—下臂;
5—上臂;6—上导杆;7—碳滑板;8—弓头

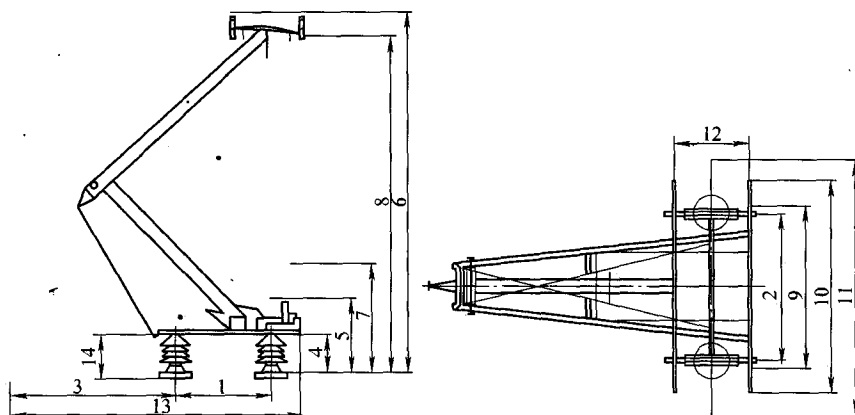


图 1-1-3 DSA250 型受电弓结构图

受电弓(又称脱弓事故)的现象。

表 1-1-1 DSA250 型受电弓参数表

序号	参数名称	尺寸
1	绝缘子纵向安装尺寸	$(800 \pm 1) \text{ mm}$
2	绝缘子横向安装尺寸	$(1100 \pm 1) \text{ mm}$
3	最低处折叠长度	约 1 432 mm
4	绝缘子高度	约 400 mm
5	落弓位高度(包括绝缘子)	$682^{+5}_{-10} \text{ mm}$
6	升弓高度(包括绝缘子)	$3090^{+100}_{-25} \text{ mm}$
7	最低工作高度(车顶)	约 982 mm
8	最大工作高度(车顶)	约 2 890 mm
9	碳滑板长度	约 1 250 mm
10	滑板总长度	约 1 576 mm
11	弓头长度	约 1 950 mm
12	两碳滑板间宽度	$(580 \pm 2) \text{ mm}$
13	折叠长度	约 2 561 mm
14	绝缘距离	约 310 mm
15	接触压力	70~120 N(可调)
16	升弓时间	$\leq 5.4 \text{ s}$ (可调)
17	降弓时间	$\leq 4 \text{ s}$ (可调)
18	受电弓质量	约 115 kg
19	驱动类型	气囊驱动机构

2. 牵引变电所

我国电气化铁道牵引网采用单相工频 25 kV 交流制,牵引变电所的主要功能是降压、分相、为牵引负荷供电,主要设备是牵引变压器。电气化铁路属于一级负荷,为了保证正常供电,要求牵引变电所有两路高压输电线供电。牵引变压器原边电压为 110 kV 或 220 kV,次边电压按比接触网额定电压高 10% 考虑,一般为 27.5 kV。

按高压输电线的引入方式分类,主要有“T”接线和“桥”接线,如图 1-1-4 所示。

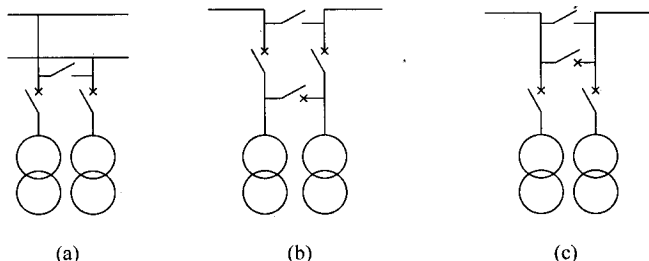


图 1-1-4 按高压输电线引入方式分类的牵引变电所的几种接线方式

“T”接线的特点是,外部电力系统负荷电流不进入牵引变电所,即没有功率穿越现象。“桥”接线又分为“内桥”接线如图 1-1-4(b)和“外桥”接线如图 1-1-4(c),其共同特点是外部电力系统负荷电流可以穿越牵引变电所一次侧母线,即有功率穿越现象。一般来说“内桥”接线多用于故障较多的长输电线路以及主变压器不需要经常切换的场合,“外桥”接线是用于故障较少的较短输电线路以及主变压器按固定备用方式需要经常切换的场合。

按牵引变电所接线形式分类,有单相 V, v 接线、三相 V, v 接线、三相 $Y_N, d11$ 接线和三相不等容量 $Y_N, d11$ 接线、斯科特接线、阻抗匹配平衡和非阻抗匹配平衡接线等多种形式。

按承担供电臂的供电任务分类,有集中供电方式和分散供电方式。集中供电方式是指每个牵引变电所只承担所辖供电分区的供电任务,分散供电方式是指除正常承担所辖供电分区的供电任务外还承担相邻牵引变电所所辖供电分区的供电任务(即越区供电)。目前牵引变电所一般采用集中供电方式。

三、学习任务

1. 电气化铁道是由哪几部分组成的?
2. 受电弓碳滑板长度是多少?
3. 受电弓最大工作高度和最低工作高度是多少?

四、教学反馈信息

1. 是否了解受电弓的工作宽度?
2. 是否有不清楚的内容?
3. 希望如何改进本项目教学内容?

项目二 供电方式

一、学习目标

1. 掌握接触网的供电方式;
2. 掌握牵引供电系统的供电方式。

二、知识要点

(一) 接触网的供电方式

地方电力网将电能输送到铁路牵引变电所,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。

接触网上的额定电压为 25 kV,由于供电距离较长,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。为了让接触网末端电压不低于电力机车的最低工作电压,要求两牵引变电所之间的距离一般为 40~60 km,具体位置需经供电计算确定。图 1-1-5 所示为直接供电方式的供电系统图。

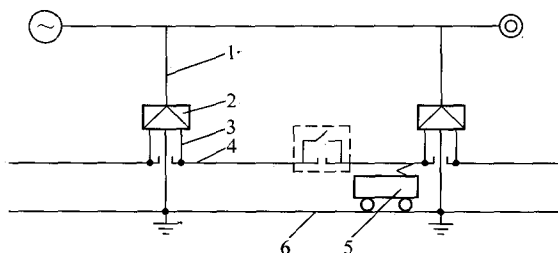


图 1-1-5 直接供电系统图

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

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在接触网上是绝缘的,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。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。但馈线及分区所的保护及开关设备都较复杂。因此目前很少采用,我国主要采用单边接触网供电方式。

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 1-1-6 所示。

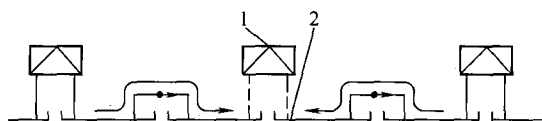


图 1-1-6 越区供电示意图

1—牵引变电所;2—馈电线

越区供电是当某一牵引变电所或某一供电分区接触网局部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(一般不超过 48 h)实行越区供电,是避免中断运输的临时性措施。

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、下行线实行并联供电,可提高供电臂末端电压。越区供电时,通过分区所开关设备来实现。

复线区段供电情况如图 1-1-7 所示。

(二) 牵引供电系统的供电方式

我国电气化铁道采用单相工频 25 kV 交流制,由于单相大电流在线路周围空间产生较强电磁场,使邻近通信、广播设备等产生杂音干扰和感应电

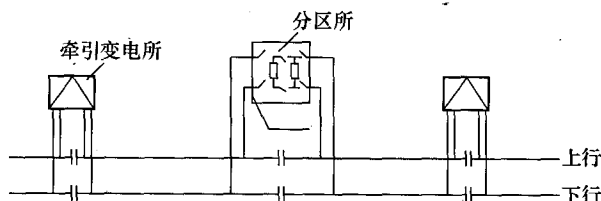


图 1-1-7 复线区段供电示意图

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。目前我国的牵引供电方式主要有下列3种。

1. 直接供电方式

直接供电方式是指,牵引变电所输出的电能直接通过接触网输送给电力机车,牵引电流通过钢轨或大地返回牵引变电所。这种供电方式的馈电回路结构简单,造价低,但对邻近通信线路干扰较大。因此,根据我国目前通信设备状况,此种供电方式仅适用于通信线路较少的电气化铁路区段,或将通信线路改迁至远离电气化铁路的地区。其工作原理如图1-1-5所示。

2. BT 供电方式

在牵引供电系统中加装吸流变压器—回流线装置的供电方式称BT供电方式,这种供电方式适用于电气化铁道穿越大、中城市及铁路两侧分布通信线路较多的地区,能有效地减轻电磁场对附近通信设备的干扰影响,但由于吸流变压器原、次边线圈串入接触网和回流线内,使牵引网阻抗增大,降低了供电臂末端电压,造成牵引变电所间距减小、馈电回路结构复杂、造价较高等弊病,其工作原理如图1-1-8所示。

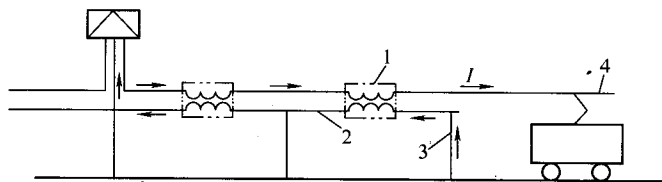


图 1-1-8 吸流变压器和回流线工作原理图

1—吸流变压器;2—回流线;3—吸上线;4—接触线

吸流变压器采用变比为1:1的特殊变压器,其特点是要求励磁电流小,不超过额定电流值的2%。每隔2~4 km装设一台吸流变压器,并与接触网同杆架设回流线。每两台吸流变压器之间,经吸上线与轨道相连。

接触网上的牵引电流流经吸流变压器原边绕组,经电力机车流入钢轨。吸流变压器次边绕组串入回流线内,通过吸流变压器,将钢轨回路中的牵引电流经吸上线吸引至回流线并返回牵引变电所。在理想的情况下,接触网与回流线上的电流大小相等方向相反,它们在周围空间产生的电磁场互相抵消,从而消除了对附近通信线路的电磁干扰。但实际上,回流线的电流总是小于接触网上的电流,仍有少部分牵引电流经钢轨和大地返回牵引变电所。另外,当电力机车位置在吸流变压器附近时,从机车到吸上线之间的半段距离中,牵引电流基本上流经钢轨,这种情况称为“半段效应”,上述情况下对通信线路仍有一定的干扰。

3. AT 供电方式

AT供电方式又称自耦变压器供电方式,随着对外开放和引进国外先进技术,我国在新建

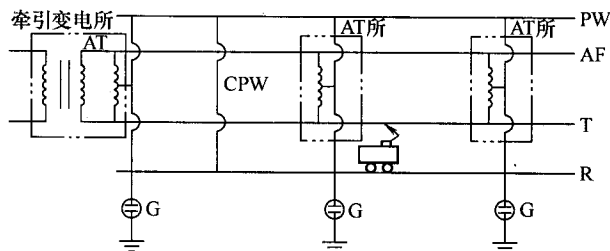


图 1-1-9 AT 供电方式工作原理图

电气化铁道上已有采用。AT供电方式工作原理如图1-1-9所示。

在AT牵引变电所中,牵引变压器将110 kV三相电降压至单相50 kV(变电所出口电压55 kV),然后经自耦变压器两端分别接到接触网和正馈线上,自耦变压器中心抽头与钢轨相连。

则钢轨与接触网间的电压正好是自耦变压器两端电压的一半即 25 kV,与正常接触网工作电压相同。

机车在正常运行时,由于接触网与钢轨及正馈线与钢轨间的自耦变压器线圈上的电压相等,因此接触网和正馈线上各通过 $1/2$ 的牵引电流,且大小相等方向相反,消除了对附近通信线路上的干扰,同时减少了电能损耗。正馈线与接触网同杆架设在支柱田野侧。

在 AT 供电方式区段,与接触网同杆架设在田野侧的还有一条保护线,它相当于架空地线,在自耦变压器处保护线经接触悬挂接地部分或双重绝缘子中部同钢轨连接。保护线电位一般在 500 V 以下,正常情况下无电流通过。当绝缘子发生闪络时,短路电流可通过保护线作为回路,减少了对铁路信号轨道电路的干扰。同时对接触网起屏蔽作用也减少对架空通信线的干扰,另外起避雷线的作用,雷电可通过接在保护线上的放电器入地。

横向连接线将钢轨与保护线并联,其目的是在钢轨对地泄漏电阻和机车取流较大时,降低钢轨电位。

除了牵引变电所馈出线处设置自耦变压器外,在供电臂中还要单独设置自耦变压器即 AT 所。AT 所的间隔除考虑防止干扰外,还应考虑供电回路阻抗及钢轨电位的影响,一般按 10~15 km 间隔设置。

采用 AT 供电方式使牵引网电压增高,电流减小,牵引变电所间距离增大,提高了供电质量,减少了投资。自耦变压器并联于接触网上,不需增设电分段,能适应高速、大功率电力机车运行。但 AT 供电方式也使牵引变电所主接线和接触网结构复杂,增设了 AT 所等不利因素。

4. 直供加回流线供电方式

在近几年新建的电气化铁道区段,我国普遍采用一种称为直供加回流线的供电方式(简称 DN 供电方式),它与直供、BT 供电方式不同的是在接触网支柱田野侧,架设一条回流线,不设吸流变压器。每隔一定距离,通过吸上线将回流线与轨道扼流变压器中性点相连,扼流变压器起到平衡两条钢轨间电压,降低对信号轨道电路的影响。

直供加回流线供电方式,其回流线不仅仅提供牵引电流通道,而且也起到了防干扰的作用,即回流线中的电流与接触网中的牵引电流大小相等方向相反,空间电磁场互相抵消。去掉了吸流变压器减小了牵引网阻抗,也减少投资和维修工作量,是目前经济技术指标比较好的一种供电方式。

三、学习任务

1. 根据图 1-1-5 说明接触网供电方式。
2. 说明牵引供电系统供电方式。

四、教学信息反馈

1. 能否正确区分接触网和牵引供电系统供电方式?
2. 是否知道为什么要采用防电磁干扰措施?
3. 本项目最难学的内容是什么?

项目三 接触网组成

一、学习目标

1. 掌握接触网是由哪几部分组成;

2. 掌握每一组成部分的作用和包括的主要设备。

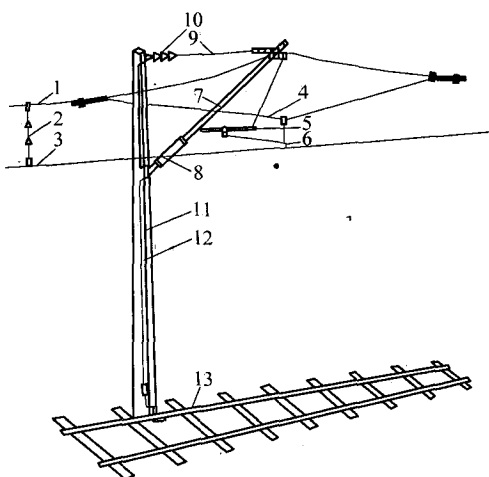


图 1-1-10 接触网组成

- 1—承力索;2—吊弦;3—接触线;4—弹性吊弦;5—定位管;
6—定位器;7—腕臂;8—棒式绝缘子;9—水平拉杆;
10—悬式绝缘子;11—支柱;12—地线;13—钢轨

二、知识要点

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 1-1-10 所示。

(一)接触悬挂

接触悬挂包括接触线、吊弦、承力索、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,即悬挂点间的导线,在受电弓抬升力作用下,接触线的升高应尽量相等,且接触线在悬挂点间应无硬点存在。

2. 接触线对轨面的高度应尽量相等,若受悬挂条件限制时,接触线高度变化应避免出现陡坡。

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,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. 接触悬挂的结构及零部件应力求轻巧简单,做到标准化,以便检修和互换,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。

(二)支持装置

支持装置包括腕臂、水平拉杆、悬式绝缘子串、棒式绝缘子及吊挂接触悬挂的全部设备。支持装置用以支持接触悬挂,并将其负荷传给支柱或其他悬挂的全部设备。根据接触网所在区间、站场和大型建筑物而有所不同,图 1-1-10 所示为区间安装形式。支持装置包括腕臂、水平拉杆、悬式绝缘子串、棒式绝缘子及其他建筑物上的特殊支持设备。

支持装置结构应能适应各种场所,尽量轻巧耐用,有足够的机械强度,方便施工和检修。

(三)定位装置

定位装置包括定位管、定位器、支持器及其连接零件。其作用是固定接触线的位置,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,使接触线磨耗均匀,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。我国接触网中采用预应力钢筋混凝土支柱和钢柱,基础是对钢支柱而言的,即钢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与基础制成一个整体,下端直接埋入地下。

三、学习任务

1. 接触网是由哪几部分组成的?
2. 每一组成部分的作用是什么? 包括什么主要设备?
3. 对接触悬挂的要求是什么?

四、教学信息反馈

1. 能否掌握接触网各组成部分?
2. 对教学效果有何评价?

项目四 接触悬挂的类型

一、学习目标

1. 掌握半补偿和全补偿链形悬挂基本结构;
2. 掌握线索在平面投影上相对位置的分类方法。

二、知识要点

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,无论是在区间还是站场,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。接触悬挂的种类较多,一般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 1-1-11 和图 1-1-12 所示。

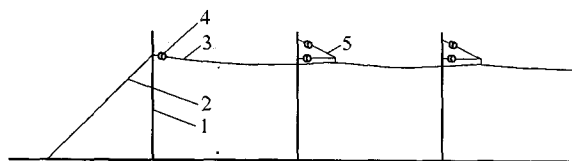


图 1-1-11 未补偿简单悬挂示意图

1—支柱;2—拉线;3—接触线;4—绝缘子串;5—腕臂

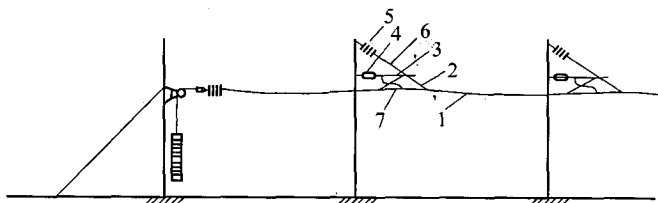


图 1-1-12 带补偿及弹性吊索简单悬挂示意图

1—接触线;2—弹性吊索;3—腕臂;4—棒式绝缘子;5—悬式绝缘子;
6—拉杆;7—定位器

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,称为硬锚或死锚。另一种是加装补偿装置,以调整线索的弛度和张力。

未加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,导线的弹性不均匀,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广泛采用。我国在部分线路上采用了这种悬挂。

(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,通过调整吊弦长度使接触线在整个跨距内对轨面的高度基本保持一致。减小了接触线在跨距中的弛度,改善了弹性,增加了悬挂重量,提高了稳定性,可以满足电力机车高速运行取流的要求。

链形悬挂分类方法较多,按悬挂链数的多少可分为单链形、双链形和多链形(又称三链形)。目前我国采用单链形悬挂,如图 1-1-13 所示。

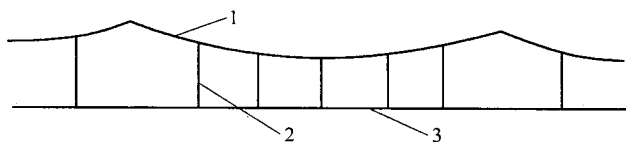


图 1-1-13 单链形接触悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—接触线

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 1-1-14 所示。

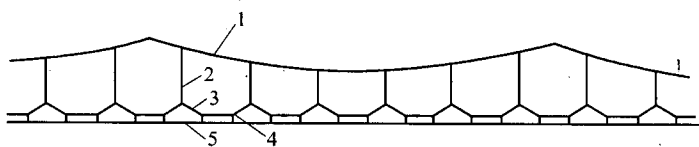


图 1-1-14 双链形接触悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—辅助吊索;4—短吊弦;5—接触线

双链形悬挂接触线弛度小,稳定性好,弹性均匀,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。

双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. 未补偿简单链形悬挂

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。因此,在温度变化时,承力索和接触线的张力、弛度变化较大,一般不采用,其结构形式如图 1-1-15 所示。

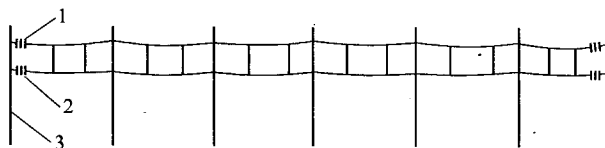


图 1-1-15 未补偿简单链形悬挂示意图

1、2—绝缘子串;3—支柱

2. 半补偿简单链形悬挂

在半补偿简单链形悬挂中,接触线两端设补偿装置,承力索两端为硬锚,如图 1-1-16 所示。

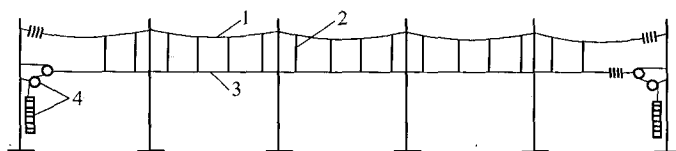


图 1-1-16 半补偿简单链形悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—接触线;4—补偿器

半补偿简单链形悬挂比未补偿简单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,造成接触线各断面受力不均匀,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。

3. 半补偿弹性链形悬挂

半补偿弹性链形悬挂和半补偿简单链形悬挂的区别在于支柱定位点处吊弦形式的不同,如图 1-1-17 所示。

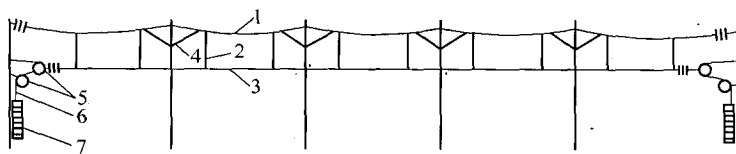


图 1-1-17 半补偿弹性链形悬挂示意图

1—承力索;2—吊弦;3—接触线;4—弹性吊弦;5—补偿滑轮;
6—补偿绳;7—补偿坠砣

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 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。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。这种悬挂方式多用于行车速度不超过 100 km/h 的线路上。

4. 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 1-1-18 所示。

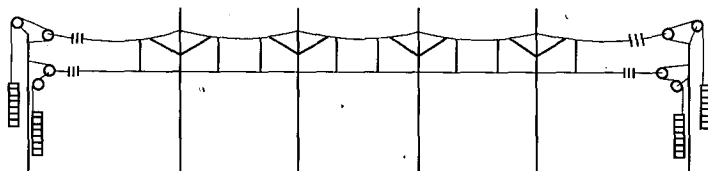


图 1-1-18 全补偿弹性链形悬挂示意图