

中等专业学校试用教材

接触网

阎跃宣 编

中国铁道出版社

U225
07

中等专业学校试用教材

接 触 网

阎跃宣 编

中 国 铁 道 出 版 社

1990年·北京

内 容 简 介

本书比较详细地介绍了电气化铁道接触网的组成、分类、设备结构以及接触网施工、检修的基本方法和运行管理的基本知识。比较系统地阐述了接触网上部结构负载的力学分析和计算,对各种类型的接触悬挂锚段长度、线索的张力和弛度以及安装曲线也作了详细的讨论。结合现场还着重介绍了站场软横跨的计算与预制。本书还介绍了接触网的设计程序、内容和方法。

本书可作为中等专业学校电力铁道供电专业的教材,也可作职工培训的教学参考书,以及有关工程技术人员和工人自学参考。

接 触 网

阎跃宣 编

中国铁道出版社出版、发行

北京燕华营印刷厂印

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 字数: 3 15千

1981年 11 月第 1 版 1990 年 5 月第 5 次印刷

印数: 17001—25000 册 定价: 2.35 元

ISBN 7-113-00757-0/U·232

前 言

根据铁道部教育局1978年关于电力铁道供电专业“接触网”课程教学大纲的要求，编者受委托后，进行了一些调查研究，走访了有关单位及现场，编写了这本教材。

本教材对交流电气化铁道的接触网进行了比较全面的讨论，内容浅显实用，既有实践的叙述，又有理论的分析，并对接触网新技术的应用进行了简单介绍，有助于读者加深对接触网专业知识的了解和掌握。

作为中等专业学校的教材，本书着重于接触网设备结构的分析，运营管理和检修，以及各类负载的计算，对接触网施工和接触网设计知识也作了介绍。

本教材的成稿由北京铁路机械学校、太原铁路机械学校、内江铁路技术学校、郑州铁路技术学校、西安铁路运输学校等集体审阅修订。

本书在编写过程中得到了电气化铁道工程局电气化铁道勘测设计处、西南交通大学及西安铁路局宝鸡电气化铁道工程段等有关单位的大力支持和热情帮助，在此表示感谢。对指导编写本教材的张余昌工程师和汪松滋工程师表示衷心感谢。

由于编者理论水平有限，实践经验不足，书中谬误之处在所难免，希望读者提出批评指正。

编 者
一九八〇、十一

目 录

| | |
|-------------------------|-----|
| 第一章 电气化铁道概述..... | 1 |
| 第一节 电气化铁道发展简况..... | 1 |
| 第二节 电气化铁道的优越性..... | 1 |
| 第三节 电气化铁道的组成..... | 3 |
| 第二章 接触网的组成..... | 7 |
| 第一节 接触网的特点及要求..... | 7 |
| 第二节 接触网的组成..... | 8 |
| 第三节 接触悬挂的类型..... | 9 |
| 第三章 接触网设备与结构..... | 15 |
| 第一节 支柱..... | 15 |
| 第二节 腕臂..... | 20 |
| 第三节 接触网线索..... | 22 |
| 第四节 绝缘子..... | 26 |
| 第五节 补偿装置..... | 29 |
| 第六节 中心锚结..... | 36 |
| 第七节 吊弦..... | 40 |
| 第八节 定位装置..... | 45 |
| 第九节 接触网线岔..... | 51 |
| 第十节 锚段及锚段关节..... | 55 |
| 第十一节 分区绝缘器和分相绝缘器..... | 59 |
| 第十二节 隔离开关及电连接..... | 62 |
| 第十三节 腕臂支柱的装配..... | 65 |
| 第十四节 软横跨..... | 72 |
| 第十五节 桥、隧接触网设备..... | 88 |
| 第十六节 接触网其他设备..... | 94 |
| 第四章 接触网负载计算及设计概述..... | 100 |
| 第一节 气象条件及计算负载的确定..... | 100 |
| 第二节 简单悬挂的负载计算及安装曲线..... | 105 |
| 第三节 链形悬挂的负载计算及安装曲线..... | 113 |
| 第四节 跨距及锚段长度的确定..... | 128 |
| 第五节 腕臂支柱负载计算..... | 136 |
| 第六节 软横跨负载的计算..... | 146 |
| 第七节 取流与接触网弹性..... | 150 |
| 第八节 接触网平面布置..... | 157 |

| | | |
|-----|-------------------------|-----|
| 第九节 | 接触网设计概述 | 162 |
| 第五章 | 接触网施工 | 168 |
| 第一节 | 测量与定位 | 168 |
| 第二节 | 土壤承压力及混凝土知识 | 170 |
| 第三节 | 基础及隧道混凝土工程 | 173 |
| 第四节 | 开挖基坑及横卧板、底板、锚板的安装 | 177 |
| 第五节 | 立杆与整正 | 180 |
| 第六节 | 接触网架设 | 184 |
| 第六章 | 接触网运行管理及检修 | 190 |
| 第一节 | 接触网的运行管理 | 190 |
| 第二节 | 接触网的检修 | 192 |
| 第三节 | 接触网带电作业 | 194 |
| 第四节 | 接触网事故与抢修 | 199 |

第一章 电气化铁道概述

第一节 电气化铁道发展简况

铁路上采用电力机车牵引是19世纪70年代末在欧洲最先出现的。早期的电气化铁道多采用直流制供电方式，电压为600伏至3000伏，在沿铁路线建立的牵引变电所中设立整流装置，变交流为直流牵引用电。这在长距离的干线铁路上是不经济的，仅适用于小功率机车在矿山、城郊电车和地下铁道中使用。后来在某些国家采用了低频单相交流制的供电方式，但牵引变电所内要设置变频机组或是建立专门的低频发电厂（或变频站），这显然也是不经济的。随着工频单相交流制供电方式的出现，经过大约半个世纪以后，它已成为电力牵引供电方式的主要发展方向。工频单相交流制使牵引供电装置大大简化，因而减少了投资。采用工频单相交流制便于直接从具有巨大容量的电力系统中取得电能，又能以较高的电压向电力机车供电，这样就可以增大牵引变电所之间的距离，缩小接触导线的截面积，减少电能的损耗，从而降低建设投资和运营费用。

从世界范围来看，当前电气化铁道发展较快的原因主要是它更能适应于铁路干线的繁忙运输和高速运行。适合在高原、沙漠地区，长大隧道多的群山地区，海底隧道（如英吉利海峡、日本诸岛之间），或者是坡道长、坡度较陡等困难地段运营的要求。此外，在能源的综合利用及环境保护等方面的优越性也受到普遍重视。

我国电气化铁道发展较晚，但一开始就采用了较先进的工频单相交流制的供电方式，使用了我国自制的干线大功率韶山型电力机车。我国自己设计修建的第一条电气化铁道干线宝鸡—成都已于1976年7月1日全线通车，第二条电气化铁道于1977年正式通车，第三条、第四条电气化铁道也于1980年通车，其他几条铁路的电气化正在加紧进行建设。随着社会主义工农业生产的迅速发展，大型水电站的陆续投建，充分利用我国丰富的水力资源，电气化铁道的发展将有着广阔的前景。

第二节 电气化铁道的优越性

电力牵引出现以来，经过不断地技术改进，实践证明，无论在运输能力，运输效率，机车的使用、检修，燃料的消耗以及劳动条件的改善等方面，蒸汽机车和内燃机车牵引都是比不上的。随着国民经济的迅速发展，电力牵引则是一种比较理想的牵引动力。

归纳起来，电气化铁道的优越性有以下几个方面：

1. 电力机车牵引功率大，能多拉快跑，大大提高运输能力

电力机车不带能源装置，容易做到功率大；牵引吨数和运行速度可有较大的增加，从而提高了线路的通过能力。以宝成铁路为例，实现电力牵引后货物通过能力比电气化前提高了一倍以上。以通过广元车站交接口实际完成的货物净重看，一条电气化铁道相当于完成了三条蒸汽机车牵引线路的运输任务。

在地形复杂、坡道长、坡度陡的困难区段，电力牵引的优越性更为突出。以宝成铁路的宝鸡至凤州段为例，过去蒸汽机车牵引往返需要4.7小时，电力牵引后只需要3个小时多一点。这样就大大加速了车辆的周转和客货列车运行的速度，提高了线路运输能力。

2. 电力牵引效率高，能大量节约燃料，便于综合利用资源

以蒸汽机车、内燃机车、电力机车三种牵引方式比较，蒸汽牵引的燃料利用率一般只有6%左右，且需烧优质煤。内燃牵引虽然总效率较高，约为25%左右，但需要以价格较贵的柴油为燃料。电力牵引从现代化的发电厂取得电能，而发电厂则可综合利用热能，故总效率也可达25%以上；若由水力发电站供电时，其效率可达60%，这是其他牵引方式所不及的。现代化的发电厂可以使用劣质煤、重油、原子能、天然气、太阳能及地下热等多种自然能源发电。广泛采用电力牵引不仅大大降低了燃料的消耗，而且便于综合利用资源。况且我国水力资源非常丰富，必然为电气化铁道的发展带来美好的前景。

3. 运输成本大幅度降低

由于电力牵引能节省大量燃料，又因电力机车不需添加燃料并且运行速度快，所以宜跑长交路，从而提高了机车使用效率，减少了检修基地、机械设备和人员。电力牵引的电能由发电厂集中供电，电力机车的过载能力比内燃机车（受柴油机的限制）和蒸汽机车（受锅炉限制）要大的多，有利于机车的起动加速和多拉快跑，加速了车辆的周转，减少了机车运用台数。还由于电力机车整备作业少，不需要上煤、上油、上水、清炉等，能够长距离运行，所以有利于机车的统一调配，集中使用。以宝成线为例，电力牵引前全线有四个蒸汽机务段，电化后只需要两个电力机务段。同时，在机车整备、修理费用上均比蒸汽和内燃机车低，这样就大大降低了运输成本，而且还减少了区段作业，去掉了近一半的列检所。当线路货运密度越大，线路断面条件越差时，电力牵引的经济效果就愈加显著。

4. 改善了工作条件，免除环境污染

电力机车在行驶中，司机视野良好，清洁舒适，操纵简单，大大减轻了乘务人员的劳动强度。蒸汽机车和内燃机车在运行中都要排出大量煤烟和有毒气体污染空气，特别是在大枢纽站场及长大隧道中更为突出，实行电力牵引后，根除了这种现象。同时，使线路经常保持清洁，延长了线路设备的使用寿命，改善了线路养护人员的工作条件。特别是对于环境保护，提高人民的健康水平具有深远的意义。

5. 有利于铁路沿线实现电气化，促进工农业的发展

铁路电气化后尚可解决铁路沿线没有电源的其他铁路用电及附近农村城镇的工农业部分用电。有利于实现铁路的养路机械化，对于铁路沿线的城乡早日实现电气化起到了积极的促进作用。

电力牵引虽然有上述许多优点，但仍存在着一定的问题。如电气化铁道投资比较大，尤其是在新建电气化铁路时一次投资较大，需要有较大的发电厂及高压输电线路进行供电。另外，由于牵引变电所各供电臂上运行的电力机车对数不等，运行中供电臂上的负荷不一定相等，这样就造成了电力系统中三相负荷的不平衡而影响供电质量，并可能降低发电厂发电机组的输出功率。还有，采用交流制供电方式对铁路沿线通信线路的干扰问题还没有得到彻底解决。但随着科学技术的不断发展，电气化铁道运营管理经验的积累，这些问题是可以逐步解决的。

第三节 电气化铁道的组成

采用电力牵引的铁路称为电气化铁道。电力机车是牵引动力，但电力机车本身并不带有能源装置而是需要由外部供给电能。专门供给电力机车电能的装置称为牵引供电装置。因此，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”。本书主要讨论和介绍接触网，对电力机车和牵引变电所的内容不予讨论。为便于全面了解电气化铁道，本节对电力机车和牵引变电所的有关概况作一简单介绍。

一、电力机车

电力机车是从接触网上取得电能并转换为机械能牵引列车。目前，我国采用的干线电力机车的主要类型有我国自制的韶山1型（SS₁型）和少量进口的6G型电力机车，这里只介绍国产韶山型电力机车的简单知识。

韶山型电力机车是大功率半导体整流的客货两用于线电力机车。它由机械部分和电气设备部分组成的，机械部分主要包括机车车体与走行部分。电气设备包括牵引电动机、辅助电机、变压器、硅半导体整流器组和开关电器等，其工作原理如图1-1所示。

机车顶上的受电弓为电力机车的取流装置，每台电力机车前后各有一台受电弓，由司机控制其升降。受电弓升起工作时，以 7 ± 1 公斤的压力紧贴接触线滑动将电能引入，经主断路器将电压加至变压器原边绕组，经变压器把电压降低后，再经过硅半导体整流器组整流为直流电供给牵引电动机，牵引电动机受电转动通过传动齿轮驱动轮对产生牵引力使列车运行。

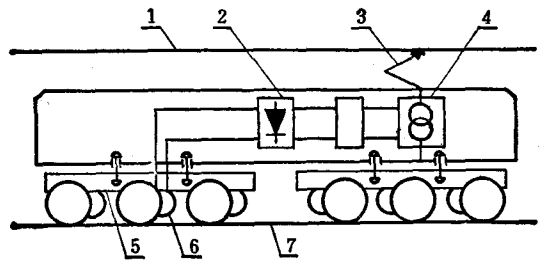


图1-1 整流式电力机车工作原理示意图
1—接触网；2—硅半导体整流器组；3—受电弓；
4—变压器；5—转向架；6—牵引电动机；
7—钢轨。

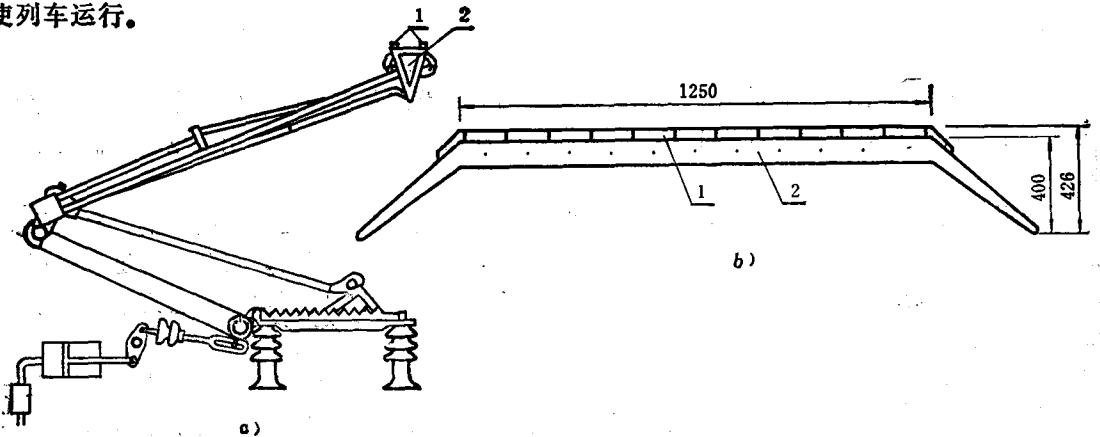


图1-2 受电弓滑板构造图
a) 安装图 b) 滑板图
1—接触板条； 2—滑板。

电力机车的受电弓直接接触供给电能的接触线，与接触网关系密切。受电弓的型式一般分成单臂式和双臂式两种，目前多采用单臂式受电弓。受电弓顶部的滑板是与接触线密贴接触取流的部分，多采用2毫米厚的铝板冷压制成。滑板上嵌有两排宽25毫米，牌号为66—1的炭接触板条或粉末冶金板条与接触线直接摩擦取得电能。受电弓滑板的最大工作范围为1250毫米，允许工作范围为950毫米。受电弓滑板两端的弯角可防止在接触线转换处钻弓而造成刮坏受电弓的事故。受电弓滑板的结构见图1—2所示。

韶山1型电力机车的主要技术规格如下：

- 电流制 工频单相交流制；
- 工作电压 额定值25千伏，最高27.5千伏，最低19千伏；
- 机车重量 138吨；
- 小时功率 4200千瓦。

二、牵引变电所

将电能从电力系统传送给电力机车使用的供电装置称为牵引供电系统，包括牵引变电所和接触网。牵引供电系统一般本身不带发电设备，而是把电力系统的电压转变为电力机车适用的电压等级后传送给机车的。图1—3表示电能从电力系统经牵引供电系统然后送至电力机车的全部供电过程。

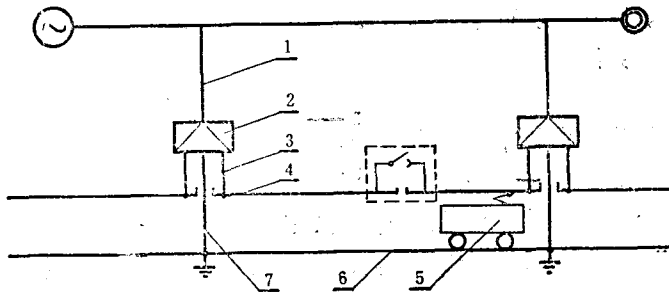


图1—3 供电系统示意图

- 1——高压输电线；2——牵引变电所；3——馈电线；4——接触网；
- 5——电力机车；6——钢轨；7——回流线。

电力系统的发电厂一般采用110千伏及以上的双回路三相高压输电线将电能输送到牵引变电所中，为确保对接触网可靠正常的供电，每一回路都应保证输送牵引变电所所需的全部电能。

牵引变电所的任务是将高电压降低，同时以单相方式经馈电线送至接触网上。电压的变换是由牵引变压器来进行的。牵引变压器是一种较特殊的电力变压器，它既要满足牵引负荷的剧烈变化，又要在牵引网侧一相接地的状态下工作，在牵引变电所内也称它为主变压器，以区别于自用电变压器、动力电变压器等其他变电所内用的变压器。

将电力系统的三相电改变成单相方式输出是通过牵引变压器的电气接线而达到的。我国电气化铁道牵引变电所牵引变压器类型有三相式和单相式两种。三相式接线原理图如图1—4所示。三相变压器的原边接成星形，供电给接触网的次边接成三角形，称为星-三角形连接组。连接组的标号为Y/Δ-11，次边三角形的一角与钢轨和大地相连接，另外两个角分别

接至两个接触网分区上（又称为牵引变电所的两个供电臂），从而使接触网对钢轨（地）带单相电。应该注意牵引变电所两个供电臂的接触网对钢轨（地）的电压相位是不同的，如图 1—4 中，左边接触网对地电压为 U_{\dots} ，右边接触网对地电压为 U_{\dots} 。

目前，我国新建电气化铁道上牵引变压器多采用单相式接线。单相式接线是采用单相牵引变压器，目前采用两台单相变压器联成开口三角形接线，符号表示为 V/V 接线，其原理接线如图 1—5 所示。

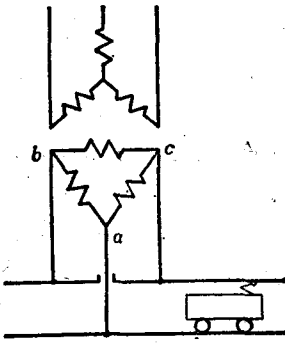


图 1—4 Y/Δ-11 接线原理图

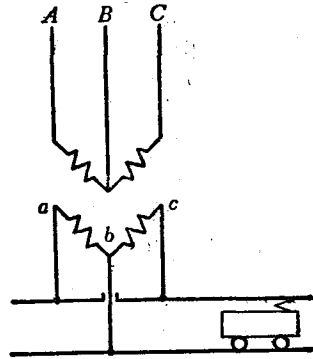


图 1—5 V/V 接线原理图

单相式接线使牵引变电所结构较为简单，并提高了单相变压器容量的利用率。

牵引变电所是沿电气化铁道线路布置的，每一条干线都有若干座牵引变电所给接触网供电。每一个牵引变电所都有一定的供电范围，供电距离不可过长，过长会使末端电压过低，同时电能损耗增大而影响供电质量；供电距离也不能过短，那样会造成增加牵引变电所的数目，不经济。一般在单线电气化铁道区段，牵引变电所间距为 50~60 公里。

为使牵引变电所内各种电气设备正常运行，确保安全可靠地供电，各牵引变电所内还装有各种控制、测量、监视等仪表和各类继电保护装置。

三、接触网的供电

接触网是架设在铁路上空向电力机车供给电能的特殊形式的输电线路。牵引变电所通过馈电线向接触网供电。目前我国电气化铁道干线接触网上的额定电压值为 25 千伏，但实际上并不是接触网上每一点的对地电压都能保持这个值。由于各种因素接触网上会产生电压损耗，尤其是距离较长的供电臂末端更为显著。为保证供电质量则应适当提高馈电线之电压，这样变电所牵引侧母线额定电压定为 27.5 千伏，从而保证了供电臂末端接触网电压不低于电力机车允许的最低工作电压值。

牵引变电所向接触网供电有两种方式：单边供电和双边供电，图 1—6 为接触网供电原理示意图。

接触网通常在相邻两个牵引变电所的中央是断开的，将两个牵引变电所之间的接触网分成两个供电分区。每一个供电分区只从一端的牵引变电所获得电能的方式称为单边供电。这个供电分区称为牵引变电所的一个供电臂。若两个供电臂通过开关设备互相联接，两个供电臂同时从两个变电所中获得电能的方式称为双边供电。双边供电可以提高网压水平，但发生故障时影响范围较大，故目前较少采用此种供电方式。

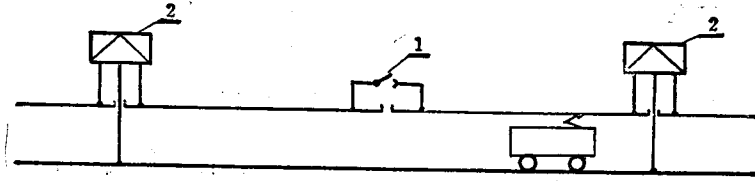


图 1—6 接触网供电原理图
1——隔离开关； 2——牵引变电所。

单边供电和双边供电都是正常的供电状态，还有一种非正常供电状态，即当某牵引变电所由于某种原因不能对供电臂正常供电时，该牵引变电所负担的供电臂通过接触网上的联接开关由两侧相邻的牵引变电所（任意一侧的一个牵引变电所）供电的临时措施称为“越区供电”。这种供电方式对供电质量是有影响的，一般是不允许的。因此，越区供电只是保证客运和重要列车的通过，作为避免中断运输的一个临时措施。

牵引变电所两个供电臂上接触网的电压是不同相位的。为了减少单相牵引负荷对三相电力系统负荷不平衡的影响，相邻两牵引变电所间供电臂上的电压相位也可能是不同相位的。在这些不同相位的接触网分区的互相连接处都应安设电分相装置，以保证安全供电。为了达到灵活供电和缩小事故范围及停电检修接触网设备的目的，接触网上还设置了许多电分段装置。接触网电分相和电分段设备将在本书后面的章节中讲述。

第二章 接触网的组成

第一节 接触网的特点及要求

接触网担负着把从牵引变电所获得的电能直接输送给电力机车使用的重要任务。因此，接触网的质量和在工作状态将直接影响着电气化铁道的运输能力。

由于接触网是露天设置，没有备用，线路上的负荷又是随着电力机车的运行而沿接触线移动和变化的，这样就对接触网提出了以下几个方面的要求：

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稳定性和足够的弹性；
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并尽量延长设备的使用年限；
3. 要求接触网对地绝缘好，安全可靠，设备应考虑便于带电作业的开展；
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，便于抢修和迅速恢复送电；
5. 尽可能地降低成本，特别要注意节约有色金属及钢材。

总的说来，要求接触网无论在任何气象条件下，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。

目前，世界各国对电气化铁道的发展都很重视。随着科学技术的不断发展，接触网技术也得到了不断的改进与发展，网压不断提高，列车运行速度越来越高，这样就对接触网提出了更高、更严格的要求。各国都在根据本国的特点发展电气化铁道，采取了各种措施以改善接触网的质量。归纳起来，可以从下面几点采取措施改善接触网的质量。

1. 改善接触线和其他线索的张力及张力调整装置，以保证接触线的张力不致随温度变化而产生太大的变化；
2. 接触网在支柱悬挂点处，采用弹性固定方式，以改善接触网的弹性；
3. 尽可能地减轻直接与接触线有关的集中负载，如减轻安装于接触线上的定位器及各种线夹的重量等；
4. 简化接触网的结构，向灵活、轻型、简便、利于高速运行的方向发展。既有足够的机械稳定性又有良好的弹性，使接触线磨耗小且均匀，延长其使用期限。

在不断改善接触网质量的基础上，应尽量降低接触网造价，尽可能地节约有色金属，使接触网的建造更加经济合理。

接触网看起来比较简单，但实际上却是结构复杂，问题很多。接触网的工作状态良好与否，会给铁路运输带来直接的或间接的影响。而且由于接触网的修建费用约占电气化铁道总费用的40%，因此提高接触网结构质量，减少故障率，应用新技术等问题应该引起我们的重视。

第二节 接触网的组成

在交流电气化铁道的干线上，是采用架空式接触网。它是由接触悬挂、支持装置、支柱与基础等几部分组成的。见图 2—1。

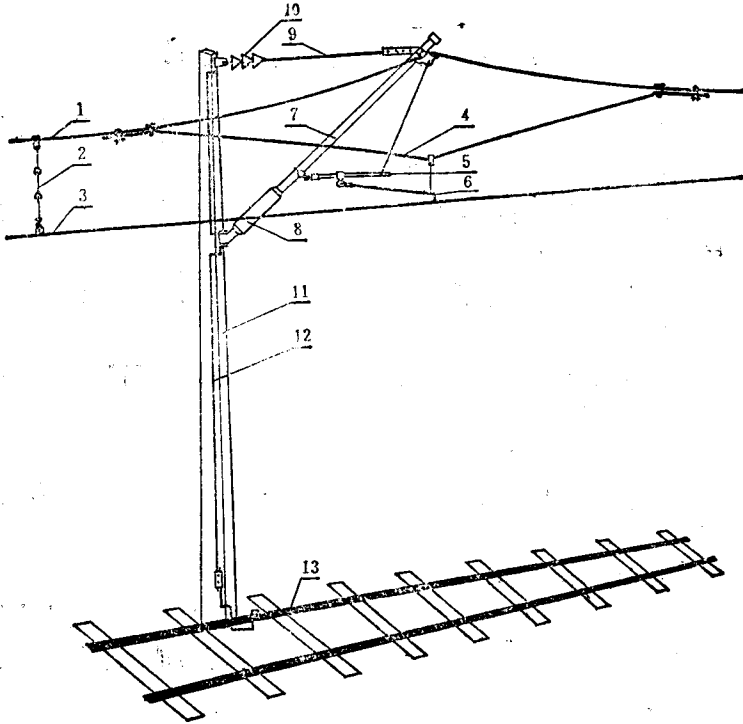


图 2—1 接触网组成示意图

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——悬式绝缘子串；11——支柱；12——接地线；13——钢轨。

一、接触悬挂

接触悬挂包括接触线、吊弦、承力索以及连接它们的设备和零件。接触悬挂是通过支持装置架设在支柱上的。

电力机车在运行时，受电弓的滑板直接紧贴在接触线下滑行并取得电能，理想的情况是应使受电弓沿接触线滑行的整个过程中，接触线的高度和受电弓对接触线的压力保持不变。这就要求接触悬挂本身具有均匀的弹性，在悬挂内不应有硬点。为了使受电弓对接触线的压力不变，这就要求接触线距钢轨面的高度尽量相等，即使是接触线高度发生变化时，也不应出现陡坡。

接触悬挂应有良好的稳定性，避免在受电弓沿接触线滑行时出现上下的振动及受风吹时产生过大的横向摆动，因而要求接触悬挂的结构能适应气候变化的要求。

二、支持装置

支持装置是用来悬吊和支持接触悬挂的，并将其负荷传递给支柱或其他建筑物，它应能保证接触悬挂处于正常位置。支持装置的结构根据接触网所在区间、站场、桥梁、隧道等地点的不同而异。支持装置包括腕臂、拉杆、定位装置、软横跨、硬横梁及桥隧大型建筑物中的特殊支持设备。

支持装置的结构要能适应各种场合，尽量轻巧耐用，具有足够的机械强度，便于安装和维修。

三、支柱及基础

支柱及基础用以承受接触悬挂和支持设备的全部负荷，并将接触悬挂固定在规定的位置和高度上。我国电气化铁道接触网中大多采用预应力钢筋混凝土支柱，既节省了大量钢材，又减少了平时对支柱的维修工作。使用金属支柱时一般另有基础，金属支柱的基础大多为钢筋混凝土浇制而成，承受由支柱传递给的全部荷载，并保持支柱的稳定。

第三节 接触悬挂的类型

接触网的分类大多以接触悬挂的类型而区分。接触悬挂的种类较多，通常根据行车速度、当地的气象条件及地理条件来决定，可以分成简单接触悬挂及链形接触悬挂两大类。

一、简单接触悬挂

简单接触悬挂系由一根或几根平行的接触线直接固定和支持装置上的接触悬挂形式。它的主要优点是结构简单，便于施工，减少了运营维修任务，造价较低。

简单接触悬挂按其结构的不同，可分为以下几种。

1. 未补偿简单接触悬挂

未补偿简单接触悬挂的接触线，其两端下锚的方式是各通过一组绝缘元件而死固定在支柱上的。因此，当温度发生变化时，由于接触线热胀冷缩的物理特性，其张力和弛度的变化很大。电力机车受电弓在这种状态的接触线下接触滑行，工作状况不够理想，跨距内悬挂的弹性也很不均匀，特别是受电弓通过定位点处时，由于车速较高，因而受电弓往往会脱离接触线而产生电弧，并使该定位点处接触线磨损严重。有时，还因张力过大会使接触线被拉断而造成严重事故，所以这种接触悬挂方式在电气化铁道干线上很少被采用。

2. 季节调整式简单悬挂

为了减小接触线张力和弛度的变化，在接触线两端下锚处装设了松紧调节螺丝，可以根据计算的张力在春秋两季进行调节。

在春季，当温度不断升高时，将调节螺丝拧紧，防止接触线在夏季高温下产生过大的弛度。在秋季，气温逐渐变冷时，利用调节螺丝将接触线放松，使接触线的张力在冬季最寒冷的气温下也不会超过允许值，防止接触线被拉断。这种悬挂方式虽能进行调整，但调节程度

毕竟有限，接触线的张力和弛度变化仍然很大，况且每年都要调整两次，不利于维修，也满足不了高速行驶的要求，所以电气化铁道干线上也不采用这种接触悬挂。

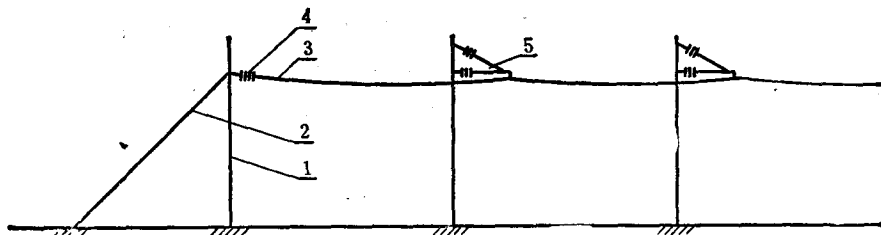


图 2-2 未补偿简单悬挂示意图

1 — 支柱； 2 — 下锚拉线； 3 — 接触线； 4 — 绝缘元件； 5 — 支持装置。

3. 带补偿的简单悬挂

补偿式简单悬挂的接触网，是在每个锚段接触线的两端装有张力补偿装置，其定位装置采用铰接式，因而接触线能随温度的变化沿线路方向自由伸缩。但是，由于支柱间的跨距不能太小，接触线的弛度还是较大，并且这种悬挂的接触线在支柱定位点处仍然是个硬点，跨距中的弹性也不均匀，故也不能适应于高速行驶，一般很少采用。

由于简单悬挂结构简单，能节省大量原材料，施工和维修简便，特别是造价较低，近年来国内外都在积极研究和试验改进此种悬挂方式，以使简单悬挂适用于高速干线，从而推进电气化铁道的发展。法国、英国、日本等国家进行的研究和试验证明，对简单悬挂形式略加改进，试验速度可达每小时 140 公里。目前，我国也在进行简单悬挂运行速度的探索试验，在宝成线上曾多次实验，对简单悬挂的结构也做了改进。1976 年冬在北京成功地进行了时速为 90 公里（最高达 112 公里/小时）的改进式简单悬挂运行试验，受流情况良好，机车工作正常。这是一项重大的接触悬挂的技术革新，为我国电气化铁道的发展开辟了新途径。特别是在隧道多的地段，悬挂点可适当增加则更有利于发展简单悬挂。改进式简单悬挂结构见图 2-3 所示。

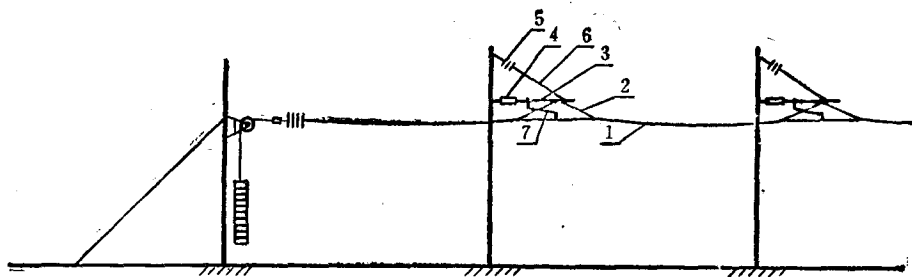


图 2-3 改进式简单悬挂示意图

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

为了使简单悬挂适用于高速行驶，一般从下面几个方面去考虑。利用缩小跨距长度来减小接触线的弛度。但跨距缩小就必定要增加支柱数量，提高了成本，不经济，所以不能单从跨距的大小上打主意。再根据接触线的弛度与接触线张力的关系，加大接触线的额定张力（即增加补偿坠砣的块数或重量），也可改善接触线的弛度。另外，改善悬挂定位点处接触

线的弹性，尽量消除硬点，如在定位点处加设弹性装置。同时还可从改进电力机车受电弓等方面去考虑，就能使简单悬挂适用于高速行车。

二、链形接触悬挂

电力机车在高速运行时，受电弓沿接触线滑行时的惯性很大，受电弓对接触线的压力变化也很大，有时大得能将接触线抬高很多，有时接触压力为零，以至发生离线而产生电弧，这对接触线和受电弓都不利，影响取流效果。接触线升高的程度除了和受电弓的压力有关外，还取决于接触悬挂结构的形式、导线数目及张力、跨距的大小以及受电弓在跨距内的位置等许多因素。因此，在高速电气化铁道干线上几乎全都采用链形接触悬挂，以保证电力机车受电弓有较好的取流条件。

链形悬挂的接触线是通过吊弦挂在承力索上的。承力索在接触线的上方，利用腕臂上的钩头鞍子或悬吊滑轮来固定的。

链形悬挂中，在不增加支柱的情况下，接触线增加了悬挂点，利用调节吊弦的长度能使接触线在整个跨距内对轨面的距离尽量保持一致，使得接触线高度一定，改善了接触悬挂的弹性。且由于链形悬挂增加了承力索和吊弦，悬挂的重量增大了，从而增加了悬挂的稳定性，所以能够满足电力机车高速运行时良好取流的要求。

虽然链形悬挂的性能要好得多，但也带来了结构复杂、投资大、施工和维修任务量增加等许多问题，这些都需要认真地探讨解决。

链形悬挂的形式较多，有单链形、双链形和多链形等，我国目前主要采用的为单链形接触悬挂方式。

链形接触悬挂根据其线索的锚定方式可分成以下几种形式：

1. 未补偿简单链形悬挂

这种悬挂方式其承力索和接触线在锚段两端均为硬锚，如图 2—4 中所示，线索没有张力自动调整装置。因此承力索和接触线在温度变化时，张力和弛度变化很大，一般不采用。

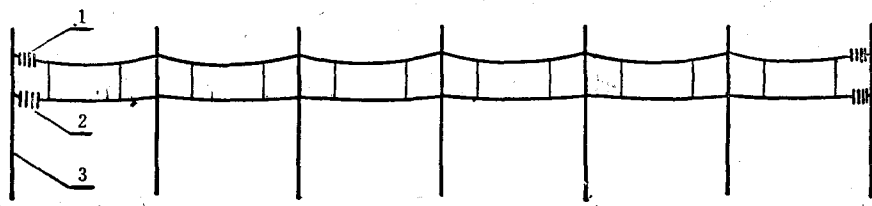


图 2—4 未补偿简单链形悬挂

1——承力索下锚终端绝缘子串；2——接触线下锚终端绝缘子串；3——下锚支柱。

2. 半补偿简单链形悬挂

在半补偿简单链形悬挂中，仅接触线设有张力自动调整装置，而承力索仍为硬锚，如图 2—5 所示。

这种悬挂由于承力索未补偿，当温度变化时，承力索的张力和弛度均随之发生变化。而接触线由于两端安装有补偿器，所以当温度变化时，接触线的长度便会顺线路方向位移，距离锚定处越近的地方，位移越大。但是承力索系硬锚，只有弛度的变化，因此吊弦也会发生顺线路方向的偏斜。在极限温度下，会使接触线的张力在锚段中部和末端的数值相差较大，