

交流电气化 铁道接触网

武汉铁路局襄樊供电段编



人民铁道出版社

交流电气化铁道接触网

武汉铁路局襄樊供电段编

人 民 铁 道 出 版 社

1976年·北京

内 容 简 介

本书讲述了电气化铁道接触网的组成、结构以及设备、零部件；最后介绍了接触网的运行管理和维修等。本书文字通俗易懂，适于新参加接触网运用、维修的工人学习参考。

交流电气化铁道接触网

武汉铁路局襄樊供电段编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{4}$ 印张：5.75 字数：127千

1976年8月 第1版

1976年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—5,500册 定价(科二)：0.40元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面的专政。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

序

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国的社会主义革命和建设事业欣欣向荣，形势一片大好。随着国民经济的不断发展，对铁路运输提出了更高的要求。遵照毛主席关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”的教导，改造牵引动力、向内燃化和电气化发展，是加速实现铁路现代化的重要内容。

无产阶级文化大革命和批林批孔运动是强劲的东风，批判了刘少奇、林彪修正主义的反革命路线，促进了电气化铁路的发展。接触网是电气化铁路供电系统中的重要组成部分，为满足运营单位对培养接触网工人的需要，我们经过一些调查研究，着手编写了这本《交流电气化铁道接触网》，仅供学习时参考。

本书编写过程中得到西安铁路局略阳供电段、勉西供电段、西安铁路运校，电化工程局电气化勘测设计处等单位的大力支持和帮助，在此表示感谢。由于我们的理论水平很差，实践经验缺乏，所编内容不足和谬误之处难免，希望读者批评指正。

武汉铁路局襄樊供电段

一九七五年九月

目 录

第一章 电气化铁道概述.....	1
第一节 电气化铁道的组成.....	1
第二节 电力牵引的优越性.....	1
第三节 电流制和额定电压.....	3
第四节 电力机车.....	4
第五节 电气化铁道的供电系统.....	5
第六节 牵引变电所.....	7
第七节 接触网的供电方式.....	11
第八节 接触网的供电分段.....	13
第二章 接触网的组成和结构.....	15
第一节 接触网的组成部分.....	15
第二节 接触网的工作状态和悬挂要求.....	16
第三节 接触网的悬挂方式.....	17
第四节 接触网的机械分段.....	25
第五节 中心锚结.....	31
第六节 张力自动补偿器的结构.....	34
第七节 支持装置的结构形式.....	39
第八节 定位方式及其装置.....	49
第九节 支柱和基础.....	55
第十节 腕臂支柱的装配.....	64
第十一节 隧道内的接触悬挂.....	77
第十二节 桥上接触悬挂.....	87
第十三节 供电线和并联线.....	90
第三章 接触网的设备、部件和零件.....	93

第一节	接触线和供电线·····	93
第二节	承力索及其它钢索·····	97
第三节	吊弦·····	101
第四节	电连接·····	106
第五节	绝缘子·····	107
第六节	线岔及其定位·····	110
第七节	分段绝缘器和分相绝缘器·····	116
第八节	隔离开关·····	120
第九节	地线·····	122
第十节	避雷器·····	125
第十一节	吸流变压器和回流线·····	127
第十二节	接触网零件·····	129
第十三节	接触网的防护措施·····	133
第四章	接触网的运行管理和维修·····	135
第一节	接触网的运行管理·····	135
第二节	接触网的平面图和图例·····	141
第三节	接触网工作的气象条件·····	145
第四节	接触线的调整和检修·····	146
第五节	承力索的调整和检修·····	160
第六节	补偿器的调整和检修·····	164
第七节	接触网各种设备的检调·····	168
第八节	接触网的检修工具·····	170
第九节	安全作业·····	172

第一章 电气化铁道概述

第一节 电气化铁道的组成

机车是铁路的牵引动力设备。目前我国铁路上采用的有蒸汽机车、内燃机车和电力机车三种，因之铁路牵引方式也有蒸汽牵引、内燃牵引和电力牵引三种。采用电力牵引的铁路称电气化铁道。

电气化铁道以电力机车作牵引动力。电力机车是本身不带能源的动力设备，必须由外部供给电能。专门给电力机车供电的供电装置称牵引供电装置。因此，电气化铁道是由电力机车和牵引供电装置两大部分组成。牵引供电装置主要包括接触网和牵引变电所两部分。本书主要讲述接触网，但在本章首先介绍与接触网工作性质有密切关系的电力机车、牵引变电所和供电方式的一般知识，以便对电气化铁道有一个较为全面的认识。

第二节 电力牵引的优越性

蒸汽牵引是铁路上最早采用的牵引方式，随着新的牵引方式的出现，显得其技术和经济效能较低，影响铁路运输能力的提高，越来越不适应国民经济发展对铁路运输提出的要求。内燃牵引和电力牵引技术上较先进，便于更好地实现多拉快跑，可以大大提高铁路运输能力，是多快好省地发展铁路运输的重要途径，所以是铁路技术改造的发展方向。

电力牵引的优越性主要表现在以下几个方面：

一、能多拉快跑，提高运输能力。电力机车不带能源设备，容易做到功率大，牵引吨数和运行速度可有较大的增

加。实现电力牵引，可用较少的投资，大大提高线路通过能力。宝成铁路全线实现电气化后，货物通过能力比电气化以前提高一倍以上，投资仅为修建一条新线的十分之一。在大坡、长隧道山区和运量大、运输繁忙的平直干线上，电力牵引的效果尤为显著。

二、降低燃料消耗，综合利用资源。蒸汽牵引的燃料利用率一般为6%左右，且要燃烧优质煤。内燃牵引的总效率较高，约为25%，但要以价格较高的柴油为燃料。电力牵引从现代化的发电厂取得电能，发电厂是综合利用热能，因此使电力牵引的总效率也可达到25%。若由水电站供电时，其效率则高达60%，是其它牵引方式所不及的。

现代化的发电厂可以使用劣质煤，重油以及用原子能发电。所以，广泛采用电力牵引作为铁路运输的牵引方式，不单大为降低燃料的消耗，而且便于合理地综合利用资源，在政治和经济上有着巨大的意义。我国的水力资源非常丰富，水力发电的前景也使电力牵引有着广阔的前途。

三、机车运用效率高，大大降低运输成本。电力机车由于节省燃料消耗，从而降低了运输成本。又因电力机车不需添加燃料和速度快，宜跑长交路，从而减少了检修基地、机器设备和人员；电力机车功率大，跑得快、拉得多、周转时间短，减少了机车运用台数和车辆数；并且电力机车上的电机和电器运行可靠、检修次数少、检修周期长等等，促使运输成本大大降低。

四、机车性能好，改善工作条件。电力机车起动稳、加速快、既舒适旅客又缩短旅行时间。特别是采用先进的可控硅，使调速更加平滑。电力机车可实现电气制动，功率大，在长大下坡道上，可减少机车和车辆的闸瓦磨耗，节省大量金属，又可提高列车下坡速度，使制动平稳，改善运行状

态。电力机车的采用不仅减少乘务员人数而且使工作条件大为改善。特别值得指出的是电力机车对大气不产生污染，具有独特的优点。

五、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，尚可解决在沒有地方电源地区的铁路其它用电，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。

第三节 电流制和额定电压

电力牵引根据接触网上的电压、电流性质，可以分为各种不同的电流制和额定电压，主要有三种：

直流制 直流制是电力牵引早期采用的电流制。直流电力机车结构比较简单，但它要求牵引变电所内设置整流装置，将交流电变成直流电向电力机车供电。由于直流接触网电压难以提高，一般为750~3000伏，在长距离的干线铁路上采用直流制显得不经济，目前只在厂矿企业内部，城市电车和地下铁道中采用。

低频单相交流制 因为牵引变电所内要设置变频机组或另建低频发电厂，没有得到广泛采用。

工频单相交流制 工频单相交流制使牵引供电装置大为简化，因而减少了投资。采用工频交流制便于直接从具有巨大容量的电力系统取得电能，又能以较高的电压向电力机车供电。由于供电电压的提高，增大了变电所间的距离，缩小了接触导线的截面，减少了电能损耗，降低了投资和运营费用。通过技术经济的比较，采用25千伏作为接触网的额定电压是比较适宜的。我国电气化铁道就是采用工频单相25千伏交流制。

第四节 电力机车

韶山1型电力机车，是大功率半导体整流的客货两用干线电力机车。电力机车由机械部分和电气设备部分组成。机械部分主要包括机车车体与走行部分。电气设备由牵引电动机、辅助电动机、变压器、硅半导体整流器组和开关电器等组成。

整流式电力机车的工作原理示意图如图1—1所示。

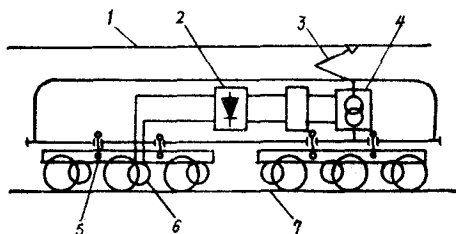


图1—1 整流式电力机车工作原理示意图

- 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

受电弓为电力机车的受流装置，可以由司机控制升降。受电弓升起时，与接触网接触，经主断路器将电压加到变压器原边线圈，把高电压降低后，再经硅半导体整流器组，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，使机车前进或后退。

受电弓顶部的滑板是与接触网工作相接触的部分。滑板是用2毫米厚的铝板冷压而成，在滑板上夹装有接触板条，接触板条直接与接触网接触和摩擦，因此在受电弓跟随机车的运动过程中代替滑板的磨损，便于更换。根据接触导线的不同材质，滑板上夹装的接触板条有铜质、钢质和碳质几种。受电弓滑板的构造如图1—2所示。

韶山1型电力机车的主要技术规格如下：
 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瓩；
 小时牵引力 33.7吨；
 小时速度 46公里/小时。

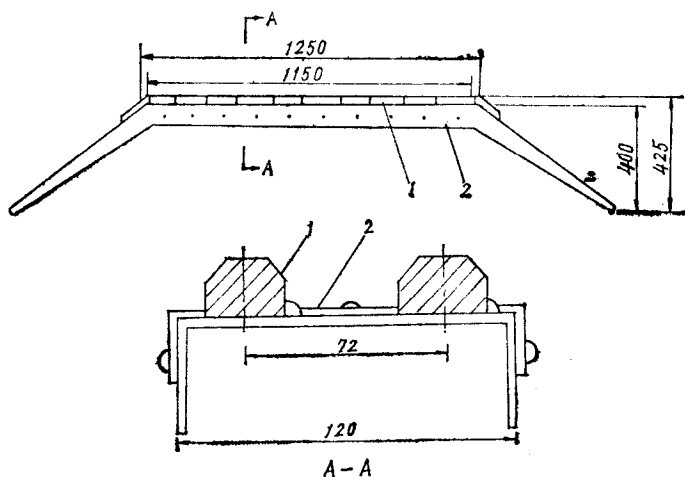


图1—2 受电弓滑板的构造图
 1——接触板条； 2——滑板

第五节 电气化铁道的供电系统

将电能从电力系统传送给电力机车的电力装置的总称叫电气化铁道的供电系统，又称牵引供电系统。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。图1—3为从电力系统到牵引供电系统全部过程的示意图。

电力系统由发电厂、高压输电线和升、降压变电所等组成。

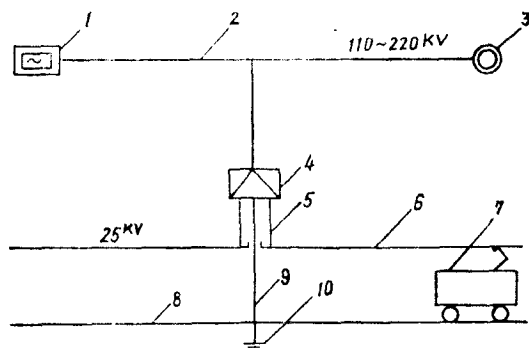


图 1—3 供电系统示意图

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1——发电厂； | 2——高压输电线； | 3——区域变电所； |
| 4——牵引变电所； | 5——馈电线； | 6——接触网； |
| 7——电力机车； | 8——钢轨； | 9——回流联接； |
| 10——接地网 | | |

牵引变电所用高压输电线与靠近的电力系统中的电力网联系起来。按一级负荷的要求，牵引变电所应有一个主用电源和一个备用电源供电。一般用双回高压输电线送至牵引变电所，每一回线都足够输送牵引变电所需要全部电能，以便当一回输电线检修或故障时，另一回线完全担当全部输电任务。牵引负荷容量大，牵引变电所进线电压一般用 110 千伏（或 220 千伏）。包括电力系统和送至牵引变电所的高压输电线在内，相对于牵引供电系统而言，称为一次供电系统。一次供电系统为电力部门的管辖范围。

牵引变电所将电压从 110 千伏降到 27.5 千伏，经馈电线送至接触网。接触网是沿铁路线上空架设的输电设备，电力机车升弓后便可从接触网上取得电能。参阅图 1—1 及第四

节的说明，电力机车从接触网取电后，还要经机车上的变压器降压整流后，供给牵引电动机。可见25千伏的电流回路是从接触网经机车变压器的一次侧线圈，再经车体和轮对进入钢轨的。回到图1—3来看，牵引供电回路是由牵引变电所——馈电线——接触网——电力机车——钢轨回路——回流联接——接地网等组成的闭合回路，其中流通的电流称牵引电流。接触网的25千伏电压，经电力机车后，到钢轨时，基本上已变成与大地等电位了，因此牵引电流在钢轨中产生的电位，一般对人体并无触电感觉，但注意不能将钢轨回路随意断开。实际上由于大地也是一种导体，故牵引电流中的一部分流经大地，从埋在牵引变电所下面的接地网回到牵引变电所的。通常将接触网、钢轨回路（包括大地）、馈电线和回流线称为牵引网。但对牵引供电设备来说，主要是指牵引变电所和接触网两大部分。牵引供电系统，由铁路部门管辖。牵引供电系统的运行，由电气化铁道电力调度所调度。

从牵引供电系统的组成可看出，接触网是实现向电力机车供电的重要环节，直接影响着铁路运输的可靠程度。因此，应该使接触网经常处于良好的工作状态，安全可靠地向电力机车供电，保证铁路运输畅通无阻。

第六节 牵引变电所

工频单相交流牵引变电所的任务，是将电压降低，同时以单相方式馈出。降低电压是由牵引变压器来实现的，将三相方式改变成单相方式是通过变电所的电气接线来达到的。

牵引变压器是一种特殊的电力变压器，应满足牵引负荷剧烈变化和特殊电压等级的要求，在牵引变电所内也称为主变压器，以区别于自用电变压器等其他变压器。我国牵引变压器类型，有三相式和单相式两种，随之牵引变电所接线也

有三相接线和单相接线之分。下面简单介绍它们的原理接线和主接线。

一、三相接线

三相接线原理图如图 1—4 所示。三相变压器高压线圈接成星形，供给接触网的低压线圈接成三角形，称为星——三角连接组，连接组标号为 Y/△-11。三角接的一角与钢轨和接地网连接，另两角分别接至牵引变电所两边供电分区的接触网，因此使接触网对钢轨（地）带单相电。牵引变电所两侧供电分区，又称为这个牵引变电所的两个供电臂。应注意牵引变电所两供电臂的接触网对钢轨（地）的电压是不同相的。如图 1—4 中左边接触网对地电压为 U_{ba} ，右边接触网对地电压则为 U_{ca} 。

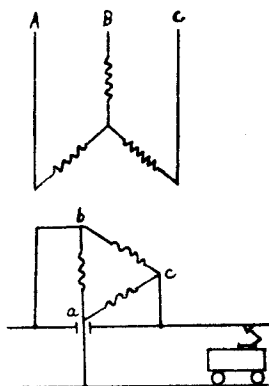


图 1—4 三相变压器
Y/△-11接线原理图

在牵引变电所内按原理接线的要求将牵引变压器、断路器、隔离开关、母线等大型设备连接起来的接线称主接线。三相牵引变电所的主接线图如图 1—5 所示（实际图上还应有自用电变压器、高压互感器、避雷器等，在此省略）。

进入牵引变电所的 110 千伏高压输电线称为进线，通过变电所内进线隔离开关接至 110 千伏母线上，母线分段，以隔离开关联络。

牵引变压器出厂时已在内部将其高低压线圈接成 Y/△-11，高压侧额定电压为 110 千伏，低压侧额定电压为 27.5 千伏。牵引变电所通常设置两台牵引变压器，分别通过三相油

断路器接到两段110千伏母线上,通过进线隔离开关和母线联络隔离开关的不同接线方式,便可实现两回进线的灵活供电。

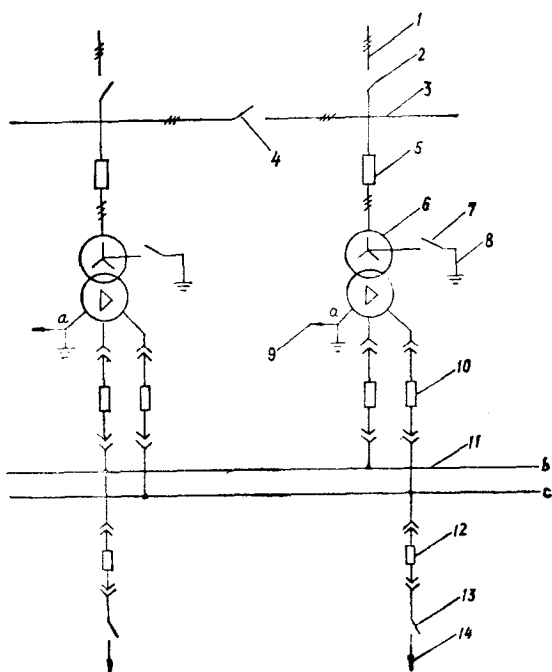


图 1—5 三相牵引变电所主接线图

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1——110千伏三相进线; | 2——110千伏进线隔离开关; |
| 3——110千伏母线; | 4——母线联络隔离开关; |
| 5——110千伏油断路器; | 6——三相牵引变压器; |
| 7——中性点接地隔离开关; | 8——中性点接地; |
| 9——接钢轨; | 10——27.5千伏断路器; |
| | 11——27.5千伏母线; |
| 12——馈线断路器; | 13——馈线隔离开关; |
| | 14——馈电线 |

牵引变压器27.5千伏侧线圈的接地端分成两路,一路与变电所接地网相连,一路经回流线接到钢轨上。另外两个端子分别通过单相断路器接到27.5千伏母线上,然后分别从不同相的27.5千伏母线上通过单相断路器和隔离开关,以架空

馈电线的方式向两供电臂接触网供电。因此，27.5千伏侧又称为牵引侧。

接触网上的额定电压为25千伏。实际上并不是接触网的每一点对地电压都能保持这个值。由于电力机车的取流将会在接触网上产生电压损失，使电力机车受电弓位置的接触网电压低于变电所馈电线的电压，特别在供电臂的末端尤为显著。为使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，则要适当提高馈电线电压使之高于25千伏，故将变电所牵引侧母线的额定电压定为27.5千伏，最高电压定为29千伏。

二、单相接线

单相接线采用单相牵引变压器，目前，一般用两台单相变压器联成开口三角接线，符号表示为V/V接，其原理接线如图1—6所示。

图1—7所示为V/V接线牵引变电所主接线图。两台牵引变压器高压端子的连接是通过110千伏母线实现的，即共同接于一相上，另两个端子分别接于另外两相上。其牵引侧与三相式基本相同，两台变压器分别接在牵引母线的两相上，在正常

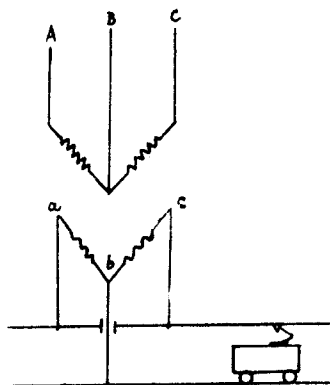


图1—6 V/V接线的原理接线图

情况下母线间联络开关不得闭合，以免造成相间短路。当某一台变压器故障撤出运行，在备用变压器未投入之前，需由另一台变压器同时向两供电臂接触网临时供电时，可通过牵引母线联络隔离开关来实现。