

交流电气化铁道 接触网带电检修

西安铁路局略阳供电段 编

人 民 铁 道 出 版 社

交流电气化铁道接触网 带电检修

西安铁路局略阳供电段编

人 民 铁 道 出 版 社

1975年·北京

**交流电气化铁道接触网
带电检修**

西安铁路局略阳供电段编

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 $\frac{1}{32}$ 印张: 4.125 字数: 90千

1975年10月 第1版

1975年10月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—3,000册 定价(科二): 0.30 元

(只限国内发行)

内 容 简 介

本书讲述了我国干线铁路交流电气化铁道接触网带电检修作业的实践情况。包括有：带电检修作业的发展、经济效果、基本原理、方式；绝缘工具的要求、制作及其使用；检修作业项目以及有关防护、气象、管理制度等。

读者对象主要是从事该项工作的新工人。有一定经验的老工人及技术人员、干部也可作参考。

毛主席语录

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。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

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。

目 录

第一章 概 述	1
1—1 接触网带电检修的必要性和技术 经济效果.....	1
1—2 接触网带电检修的发展.....	3
第二章 接触网带电检修的基本原理及方式	5
2—1 接触网的结构和检修特点.....	5
2—2 接触网的电特性.....	7
2—3 接触网带电检修方式.....	9
2—4 过电压和带电检修的安全距离.....	12
2—5 电位转移和均压服.....	16
2—6 人体电阻分析和电流对人体的影响.....	21
第三章 绝缘工具及其使用	24
3—1 对绝缘工具的要求.....	24
3—2 制作绝缘工具所用的材料.....	24
3—3 等电位作业绝缘工具及其使用.....	29
3—4 间接带电作业绝缘工具及其使用.....	40
3—5 配套使用的绝缘工具.....	46
3—6 绝缘工具的试验.....	49
3—7 绝缘工具的制作和维护.....	56
第四章 接触网带电检修项目介绍	59
4—1 调整“拉出值”和更换定位器.....	59
4—2 更换绝缘子.....	65
4—3 隔离开关检调.....	75

4—4	区分绝缘器、分相绝缘器的检调和更换·····	80
4—5	更换腕臂·····	83
4—6	带电更换软横跨横向承力索及上、 下部定位绳·····	89
4—7	带电更换全锚段承力索及接触导线·····	99
4—8	隧道内带电检修问题·····	108
4—9	雨天带电检修问题·····	111
第五章	接触网带电检修的行车防护和气象条件·····	114
5—1	行车防护对接触网带电检修的重要意义··	114
5—2	目前采用的行车防护方式·····	115
5—3	接触网带电检修的气象条件·····	117
第六章	接触网带电检修的管理制度·····	118
6—1	带电检修规程的制定·····	118
6—2	工作票·····	119
6—3	岗位负责制·····	120
6—4	带电检修作业组的组成·····	121
6—5	带电检修人员的培训·····	122
6—6	新项目的试验·····	123

第一章 概 述

1—1 接触网带电检修的必要性和 技术经济效果

干线电气化铁道是我国社会主义建设事业不断发展中出现的
新事物。我国从电力牵引区段投入运营以来，电力机车出色地完成了蒸汽机车不能胜任的运输任务，充分地显示了电力牵引多拉快跑的特点和优越性。随着祖国社会主义建设事业的不断发展，电力牵引也将日益增加，它将和內燃牵引一道逐步取代蒸汽牵引，完成铁路牵引动力的改造。

作为电气化铁道供电系统组成部分的接触网，是向电力机车直接输送电能的不可缺少的环节。和供电系统中的牵引变电所相比较，它的特点是无备用。

由于电力机车运行时，受电弓沿接触网高速滑行取流，接触网经常处于振动、摩擦、电、热等因素的影响之中，再加上气候变化时接触网本身的热胀冷缩，其技术状态极易变化。为了确保电力机车车辆的安全运行，要严格保持接触网的高度、水平位置（之字值及拉出值）、弹性等技术状态符合要求。为此，必须对接触网进行经常的检查、调整和维修。过去，接触网的检修工作是停电进行的。在列车运行图中专门留有接触网设备维修的“天窗”，这样就不能充分发挥线路通过能力，根据某电化区段的统计，天窗时间约为6.7%，减少线路通过能力10~15%。同时，由于天窗时间不可能很长，直接检修作业时间更短，接触网设备很难得到

适当的维修，要加强维修势必要增加天窗时间，这是运输生产所不能允许的。

随着社会主义建设事业的不断发展，铁路运量大幅度增加，接触网停电检修和运输生产之间的矛盾日益尖锐化，成为电气化铁道供电部门生产中的主要矛盾，必须迅速解决。否则，由于接触网维修不够，一旦发生事故就会给国家在政治上和经济上造成不可弥补的损失。

其次，由于停电作业时间很短，作业时劳力十分紧张，不停电的时间里，劳力又很难安排，形成了忙闲不均，劳动生产率很低，影响了供电企业的运营管理水平。

为了解决上述矛盾，在保证运输生产不断增长的同时，要提高运营管理水平，必须在接触网检修方法上进行重大的改革。即实行接触网带电检修。

几年来，在干线电气化铁道上采用带电检修的结果表明：

1. 大量减少了接触网维修的“天窗”，提高了线路通过能力；

2. 取得了检修主动权，可以对设备进行有计划地细检细修，不断提高设备质量。及时处理设备缺陷，保证列车安全运行；

3. 改善了接触网检修工作忙闲不均的状况，提高了劳动生产率，改善了劳动组织，节约了人力，为提高电气化铁道供电系统的运营管理水平打下了技术基础；

4. 便于各工区有计划的安排检修工作时间，保证了作业的安全和职工的生活和休息。

从上述效果可以看出，实行接触网带电检修是符合“多快好省”的总路线精神的。随着电气化铁道的发展和带电作业的逐步完善，它必将成为接触网的主要检修方法。

1—2 接触网带电检修的发展

接触网带电检修是在我国第一条电气化区段线路上首先采用的。担负着这一区段供电任务的某供电段在“鞍钢宪法”的指引下，于一九六五年组织了三结合的班子，并请有关科研单位协助，开始了带电作业的研究工作。为了摸清人体带电的规律，首先进行了动物带电试验，继而又在实验室内模拟接触网电压进行了人体带电试验，掌握规律后开始现场实地操作试验。在改造的软横跨上用等电位法清扫了一串瓷瓶。这一试验的成功鼓舞了大家的信心。

在学习电业系统带电作业经验的基础上，结合接触网的具体情况。制作了一些绝缘工具，经过不断地选择、改进，确立了以绝缘梯车为基本工具的接触网等电位检修方法。利用绝缘梯车配合绝缘绳索及其它配套工具解决了大部分接触网检修项目。

隧道内的接触网带电作业是用绝缘人字梯车进行的。绝缘人字梯车设计成可折叠的形式，能方便地避让列车。一九六六年研究成功了带电更换隧道内绝缘子的专用绝缘工具，克服了净空低、带电体距接地部分近的困难，成功地进行了隧道内悬挂绝缘子的带电更换试验。由于电化区段隧道比较多，隧道带电作业占有很重要的位置。今后还要进一步研究改进，使之逐步完善。

文化大革命焕发了广大工人群众的革命积极性。一九七一年四月，又成功地进行了整锚段承力索的带电更换。这是一种大型的综合性的带电作业，为接触网换线大修的带电进行创造了条件。一九七三年，某站场八个锚段承力索和31组软横跨的换线大修全部带电进行，它为接触网的带电检修创出了一条新路。

雨天带电作业虽然必要性不大，但对于事故抢修和冒雨进行缺陷的紧急处理却是很必要的。第一台雨天用的带电作业绝缘梯车在一九七一年进行了操作试验，实践证明其效果良好，可以投入使用。

到目前为止，接触网的带电检修已在干线电气化铁道普遍采用，由于具体条件不同，程度也有差别，最高的可以完成日常检修量的90%以上。

接触网的带电检修是在实践中逐步发展的。在发展过程中每一步都有一定的困难。而其主要是要解决思想上“敢”和“怕”的矛盾。要不断地用“敢”战胜“怕”，首先要有一个为社会主义祖国争光，树雄心立壮志敢于攀登科学技术高峰的信心和决心，同时也要把敢想敢干的精神和科学态度结合起来，坚持进行科学试验，不断掌握客观规律，坚持执行规章制度和操作规程。只有这样才能使“敢”字立足于科学的基础上，推动接触网的带电检修不断地向前发展。

第二章 接触网带电检修的 基本原理及方式

2—1 接触网的结构和检修特点

接触网是沿电气化铁路上空架设的特殊输电线。由于电力机车在电气化铁路上从接触网上取得动力来源牵引列车高速运行，不允许机车受电弓对接触导线产生过大的离线。因此，在机械上对于接触网就有比一般供电线路更加严格的要求。这些要求是：

接触导线的高度在规定的范围内按规律变化，不允许超过范围。

接触导线的水平方向相对于机车受电弓中心保持一定位置（不超过475毫米），称为拉出值。

接触网不应有阻碍列车高速运行的障碍。

为了满足这些要求，接触网的悬挂目前一般采取链形悬挂的方式（图 2—1）

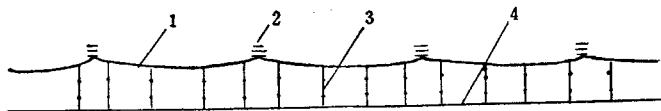


图 2—1

1——承力索； 2——绝缘子； 3——吊弦； 4——接触导线。

其支持装置在区间支柱上一般采用腕臂和定位器。如图（2—2）所示，分为绝缘腕臂和非绝缘腕臂两种方式。

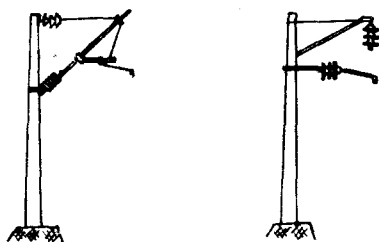


图 2—2

a ——绝缘腕臂式；

b ——非绝缘腕臂式。

在站场一般采用软横跨（图 2—3）

采用链形悬挂方式有助于缩小接触导线的高度差别，再加上张力补偿装置，就能使接触导线在温度变化时，时刻符合电力机车取流的要求。支持装置是保证接触网高度和水平位置所必需的。其中，定位器用来保证接触导线相对于电力机车受电弓的水平位置，使得电力机车受电弓在接触导线上滑行取流时，导线既不会越出受电弓的范围，同时又使得受电弓磨损均匀。

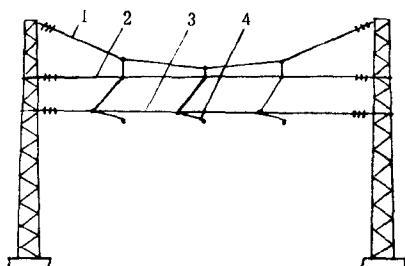


图 2—3

1 ——横向承力索； 2 ——上部定位绳； 3 ——下部定位绳；

4 ——定位器。

在接触网中，由于各种技术条件的限制和供电要求，还设有一些开关；线叉；分相、区分绝缘器；锚段关节；电联

接线等设备，这些设备都有不同的技术要求。

由此可见，和一般输电线路相比，接触网的结构比较复杂，技术要求也比较高，除了接触网本身随着温度变化而变化外，铁路上的曲线超高等条件的变化也相对地改变了接触导线在受电弓上的位置。由此而带来的检修工作量也就相对地比较大。运行规程规定和检修单位的经验表明：实行周期性检修是行之有效的方法。其主要项目为：

接触导线高度，之字值检调；

线叉（架空转辙器）的检调；

隔离开关的检调；

导线磨损的测量；

分相、区分绝缘器的检调；

锚段关节的检调；

绝缘子电压分布的测量；

各零部件的检查和更换等等。

这些项目的检修各按不同的周期进行，根据技术要求和设备具体情况，检修工作除在支柱附近设备集中的地方有较大的工作量外，跨距中间的线路上也有相当大的工作量。如导线高度的调整，主要在跨距中间反复进行，另外导线接头、区分绝缘、分相绝缘、线叉以及吊弦等设备的检查，维修都要在跨距中间进行。这就给接触网检修带来了复杂而较高的技术要求，同时也给等电位带电检修创造了条件。

2—2 接触网的电特性

目前，我国的电气化铁道采取的是单相工频交流制。接触网电压额定值为 25 千伏有效值（以下通指有效值）。由于电压的波动，在接触网上可能长时间存在的最高电压为 29~30 千伏。由牵引变电所牵引变压器次边引出一单相电源

对接触网送电，而绕组的另一端接地，所以在接触网对地间存在着上述高压。图 2—4 简单表明接触网向电力机车供电时电流电压的关系。

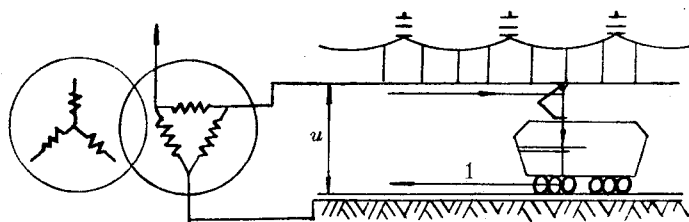


图 2—4

在接触网对所有接地部分之间有两种绝缘：空气绝缘和瓷绝缘（其它固体介质绝缘）。这些绝缘保证着在上述电压长期存在情况下，接触网可靠地工作。

在电力机车运行时，接触网通过的电流安培数很大，三机牵引接触网电流最高可达800安培，一般单机牵引也有300安培左右，它流经接触网送到电力机车，再由钢轨流回变电所，构成了牵引电流的回路。所以，有工作电压的接触网各导线均应看成是有电流的，除了在预先跨接好分流线的条件下，绝对禁止使其断路。否则，在断开的两侧会有很大的电弧或很高的电位差，它会导致严重的人身或设备事故。例如三跨、四跨的电联接线，开关的电联接引线，站场或区间的横向电联接线等等。

接触网绝缘子串上各片都分布着电压，当片数很少、绝缘子干净干燥时，其电压基本按绝缘子的电容分布。但实际上即使只有三片绝缘子时它们的分布电压也是不均匀的，靠近高压导线的一片电压最高，比平均分布电压高出10~20%。污秽和潮湿的绝缘子串各片上的分布电压也是不均匀的，主

要由表面的泄漏电阻所决定。已击穿的绝缘子上的电压等于零，全部外加电压由其余的好绝缘子承担。在带电作业时禁止用手触摸绝缘子串的背面。

接触网对地间是一个极不均匀的电场。由于导线的截面很小而地面很大，因此在导线表面附近的电场强度很大。在额定电压时，达到 4 ~ 5 千伏/厘米，而地面或接近地面的电场强度则接近于零。这样可能会被误解为导线“带电”而地面“不带电”，实际上，对于和导线等电位的人来讲，地面同样是“带电体”，只是电场强度微弱，我们在地面上没有什么异样感觉罢了。

2—3 接触网带电检修方式

接触网带电检修目前主要采用两种方式。即：等电位作业方式和间接带电作业方式。

1. 等电位作业方式：

等电位作业即由作业人员直接接触带电体进行操作，作业人员由绝缘工具送至作业地点，并借助绝缘工具对地进行绝缘。其顺序为：

带电体——人——绝缘工具——地。

我们平时在地面上接触任何接地的导体都不会有什么感觉，因为我们和一切接地体都处在同一个电位上。

图 2—5 表示由两块很大的极板组成的一个平板电容器。在极板 1 和 2 之间加上高电压，人站在极板 2 上，人体与极板 1 的最小距离为 d ，只要 d 足够大，人体与极板 1 之间就不会放电，这时人体与极板 2 以及与极板 2 接触的导体 3 都处于等电位状态，因此人可以触摸极板 2 和导体 3 而没有任何不良感觉。这种情况与哪一块极板接地是无关的。当极板 2 接地时，人和极板 2 处于地电位，等于人在地上，这时

人对于极板 1 可以认为是处于低电位，有相当大的电位差。而当极板 1 接地时，人和极板 2 等电位，对极板 1 处于高电位，这时人仍然可以任意触摸极板 2 上的导体 3。通过这个试验我们可以发现，等电位作业实际上是“不带电”作业。它不过是我们平常在地面上进行各种作业的一个推广而已。

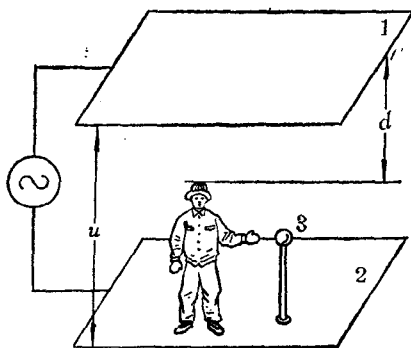


图 2—5

图 2—5 中两块极板都足够大，二极板间的电场是均匀的，这是一个理想情况。实际上从 2—2 可知接触网对地间是一个不均匀的电场，导线周围的电场强度很大。当人体接触到强电场时，就会在高电场强度作用下在人体的某一部分产生异样的感觉，有碍作业的正常进行，必须采取适当的措施来避免它，这将在下面详述。

在车站和区间的露天处所，除支柱处靠瓷瓶绝缘，带电体和接地部分距离较近外，其它部分都离接地部分很远；接触网为单相供电，不受其它相线的干扰，这些给接触网等电位检修创造了有利条件。由于接触网的结构特点，架空转辙器、电联接器、吊弦、导线和承力索接头等都处在远离支柱处的悬挂上，要求经常进行检修。绝缘梯车的制成为这些检修作业提供了方便的工具。所有这些都决定了接触网的带电