

高等职业教育轨道交通类校企合作系列教材

接触网

J I E C H U W A N G

主 编◎徐富春



西南交通大学出版社

高等职业教育轨道交通类校企合作系列教材

接 触 网

主 编 徐富春

副主编 鲁宝安 李 鹏 于 红

主 审 杨志刚

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

接触网 / 徐富春主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2015.9

高等职业教育轨道交通类校企合作系列教材

ISBN 978-7-5643-4267-8

I. ①接… II. ①徐… III. ①接触网—高等职业教育—教材 IV. ①U225

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 209304 号

高等职业教育轨道交通类校企合作系列教材

接触网

主编 徐富春

责任编辑 李芳芳
助理编辑 张少华
封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川森林印务有限责任公司
成品尺寸 185 mm × 260 mm
印 张 21.5
字 数 535 千
版 次 2015 年 9 月第 1 版
印 次 2015 年 9 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5643-4267-8
定 价 43.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是根据高等职业教育电气化铁道技术专业教学计划“接触网”课程大纲编写的。

对于高职院校的“接触网”课程，传统的教材不是理论知识和复杂计算过多，就是只有操作技能而无理论知识。学生在学习过程中不能很好地将理论知识和操作技能进行有机的结合。通过近几年的教学实践思考和教学改革的需要，我们感到有必要从工学结合的角度出发，编写这样一本教材，既有助于教学，又便于学生理解与掌握相关的知识，为专业课的教学改革探索出一条符合时代发展的新路。

本教材的主要特色：

(1) 从生产中需要解决的问题入手，阐述任务分析及与之对应的理论知识，淡化理论产生的过程及演变，强调理论知识的结论，重视任务实施及解决实际生产中问题的能力，最后通过课堂训练与测评，直接检验学生的动手能力。

(2) 打破原有学科的传统体系，在基础理论知识上，以“必须够用”为原则，摒弃了传统的教学课程方案，根据实际工作任务，将各个知识点分解到有关的项目中。

(3) 项目训练内容与职业技能鉴定紧密结合，其中项目 8 专门针对接触网工中级工职业技能鉴定编写，并附有题例和参考答案。

本书适用于电气化铁道技术专业 and 铁道供电专业，建议学时为 90 ~ 120。

本书由辽宁铁道职业技术学院徐富春任主编，鲁宝安、李鹏、于红任副主编，沈阳铁路局长连供电段工程师杨志刚主审。具体编写分工为：项目 2、项目 3、附录 1、附录 2 由徐富春编写，项目 6、项目 7、附录 3 由鲁宝安编写，项目 4、项目 5 由李鹏编写，项目 1、项目 8 由于红编写。沈阳铁路局长连供电段刘翰翔工程师，辽宁铁道职业技术学院邓硕老师对本书的编写给予了大力帮助，在此表示衷心感谢！

高职院校的教学改革正随着时代的发展大踏步地前进，我们正在不断地学习中，对“工学结合、理实一体”教学模式的理理解还有待进一步提高，由于我们的学识水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请同志们批评指正。

在本书编写工程中我们参阅了大量的教材、手册等资料，在此向有关作者表示衷心感谢。

作 者
2015年6月

目 录

项目 1 接触网的基本知识	1
任务 1.1 电气化铁道的概念及组成元件	1
任务 1.2 接触网的组成及作用	5
任务 1.3 接触悬挂的类型	8
任务 1.4 供电方式	13
项目 2 接触网零件及工具	19
任务 2.1 接触网零件	19
任务 2.2 常用工具	27
项目 3 接触网下部工程	37
任务 3.1 平面图	37
任务 3.2 基坑定位测量及开挖	45
任务 3.3 基础浇注	53
任务 3.4 支柱安装整正	56
任务 3.5 拉线安装	62
项目 4 接触网上部装配	67
任务 4.1 腕臂地面组装	67
任务 4.2 腕臂支柱安装	71
任务 4.3 软横跨装配	75
任务 4.4 硬横梁装配	85
项目 5 接触网架设	93
任务 5.1 补偿装置安装	93
任务 5.2 线索终端头制作	102
任务 5.3 承力索架设	108
任务 5.4 接触线架设	113
任务 5.5 中心锚结安装	117
任务 5.6 附加导线架设	122
任务 5.7 吊弦安装	128
任务 5.8 定位装置安装	136
任务 5.9 拉出值调整	144

项目 6 接触网其他设备安装及调整	152
任务 6.1 锚段关节的调整	152
任务 6.2 线岔安装	159
任务 6.3 分段绝缘器安装	165
任务 6.4 分相绝缘器的检调与更换	170
任务 6.5 电连接安装	174
任务 6.6 隔离开关安装	178
任务 6.7 吸流变压器安装	184
任务 6.8 地线安装	187
任务 6.9 限界门安装	190
任务 6.10 接触网标志安设	194
任务 6.11 线索接头的制作	197
项目 7 接触网运营管理	202
任务 7.1 接触网巡视	202
任务 7.2 检修作业程序	205
任务 7.3 倒闸作业	208
任务 7.4 事故抢修	210
任务 7.5 运营管理	217
项目 8 接触网工职业技能鉴定	222
附录 1 安全知识	291
附录 1.1 接触网检修作业安全	291
附录 1.2 车梯使用的安全措施	292
附录 1.3 验电接地	292
附录 2 接触网主要测量仪器的使用	294
附录 2.1 接触网检测仪使用	294
附录 2.2 水准仪和水准尺使用	301
附录 2.3 经纬仪使用	308
附录 2.4 全站仪使用	318
附录 3 电力机车自动过分相装置	324
参考文献	337

项目 1 接触网的基本知识

任务 1.1 电气化铁道的概念及组成元件

教学目标

- (1) 掌握电气化铁路的概念；
- (2) 掌握电气化铁路的组成“元件”及其作用；
- (3) 培养学生对电气化铁路专业知识的认知能力。

任务实例

如图 1.1.1 所示为电气化铁路电力机车运行图。

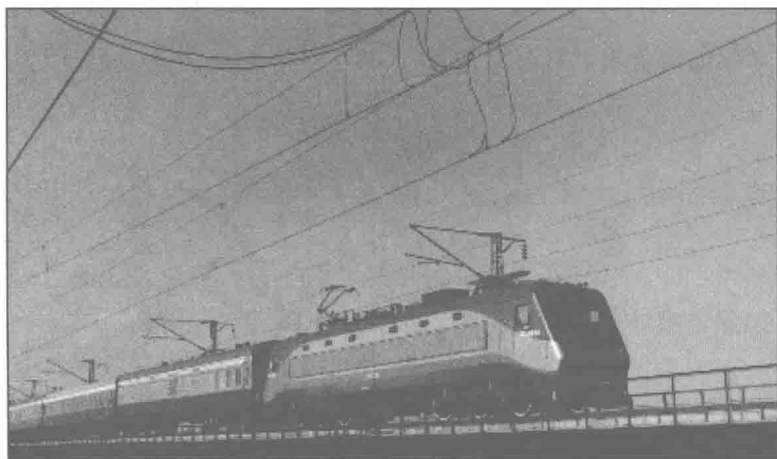


图 1.1.1

【任务分析】

从电气化铁路的出现入手，讲述电气化铁路在国际、国内的发展，最后讲述电气化铁路的“三大组成元件”及其作用。

【相关知识】

电气化铁路概述

采用电力牵引为主要牵引动力的铁路称为电气化铁路。1879 年 5 月 31 日，在德国柏

林举行的世界贸易博览会上，西门子（SIEMENS）和哈尔斯公司建造并展出了世界上第一条电气化铁路，这条铁路只有不足 600 米长，采用两轨道间设置第三轨的供电方式，电压为 DC 100 V，牵引功率为 3 马力（1 马力≈735 瓦特），时速只有 4 英里/时（1 英里/时≈1.6 千米/时），牵引三节车厢，虽然其最多仅可以搭乘 30 名旅客，但它标志着电气化铁道的诞生。

我国铁路电气化事业起始于 1956 年。1958 年开始动工，1961 年 8 月宝成铁路宝鸡至凤州段电气化通车（见图 1.1.2），1975 年 6 月宝成铁路全线电气化通车，成为我国第一条电气化铁路，从此揭开了我国电气化铁路建设的序幕。



图 1.1.2

随着高新技术的发展，特别是计算机技术的应用，电力机车和牵引供电装置的工作性能不断提高。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。如图 1.1.3 所示为 2002 年 11 月 27 日“中华之星”在秦沈客运专线综合试验中，成功创造了中国铁路的最高速度 321.5 km/h。日本、法国、德国等发达国家已将车速提高到 380 km/h，2007 年 4 月 3 日，法国高速电力机车在行驶试验中时速达到 574.8 km。法国准备建设全国高速铁路网，以增加铁路与公路、航空等交通工具的竞争，同时铁路也面临着其他交通工具的挑战。

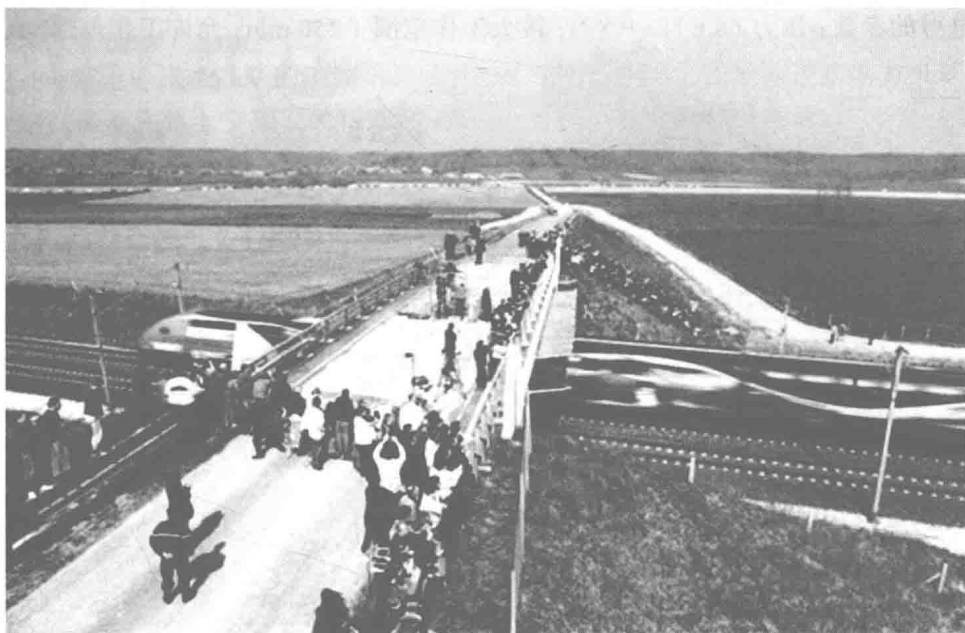


图 1.1.3

根据规划,我国到 2020 年将建成四纵四横的高速客运专线网络和三个城际客运系统:环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区城际客运系统。

“四纵”指:

北京—上海客运专线(贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区);

北京—武汉—广州—深圳客运专线(连接华北和华南地区);

北京—沈阳—哈尔滨客运专线(连接东北和关内地区);

上海—杭州—宁波—福州—深圳客运专线(连接长江、珠江三角洲和东南沿海地区)。

“四横”指:

徐州—郑州—兰州客运专线(连接西北和华东地区);

杭州—南昌—长沙—贵阳—昆明客运专线(连接西南、华中和华东地区);

青岛—石家庄—太原客运专线(连接华北和华东地区);

南京—武汉—重庆—成都客运专线(连接西南和华东地区)。

2010 年 12 月 7 日第七届世界高速铁路大会在北京举行,原铁道部发布中国高速铁路的营运里程已经达到 7 531 km,居世界第一。中国已成为世界上高速铁路系统技术最全、集成能力最强、营运里程最长、在建规模最大的国家。2010 年 12 月 3 日,中国制造的“和谐号”CRH380 高速动车组在京沪高铁枣庄至蚌埠段试验运行最高时速达 486.1 km。

【任务实施】

电气化铁路是由电力机车和牵引供电装置组成的,而牵引供电装置一般分为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路的“三大元件”。

1. 电力机车

作用:将电能转变成机械能输出(见图 1.3.4)。

受电弓的参数：压力 $68.6\text{ N} \pm 9.8\text{ N}$ ；最大工作范围 $1\,250\text{ mm}$ ；允许工作范围 950 mm （见图 1.3.5）。

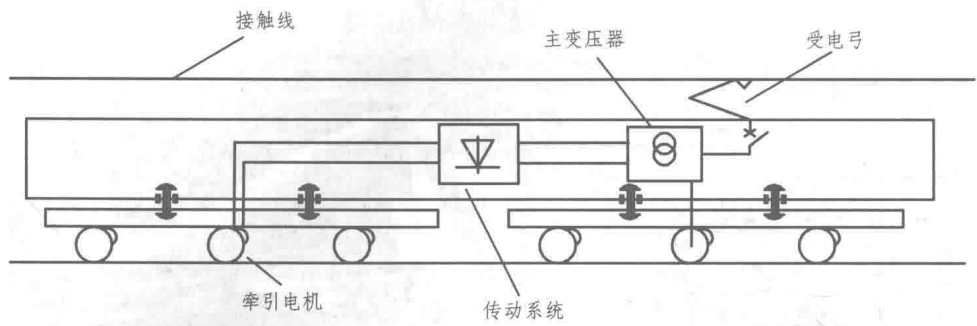


图 1.1.4

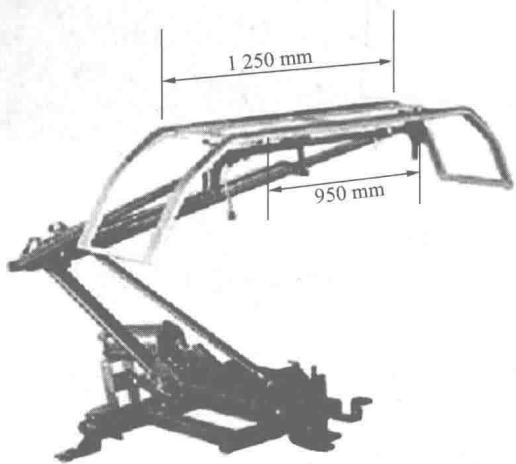


图 1.1.5

2. 牵引变电所

作用：将 220 V （或 110 kV ）的三（或二）相电能变成 27.5 kV 的单相工频交流电能输出。

我国目前的牵引变电所有三相牵引变电所、三相-二相牵引变电所及单相牵引变电所三种类型，如图 1.1.6 所示。

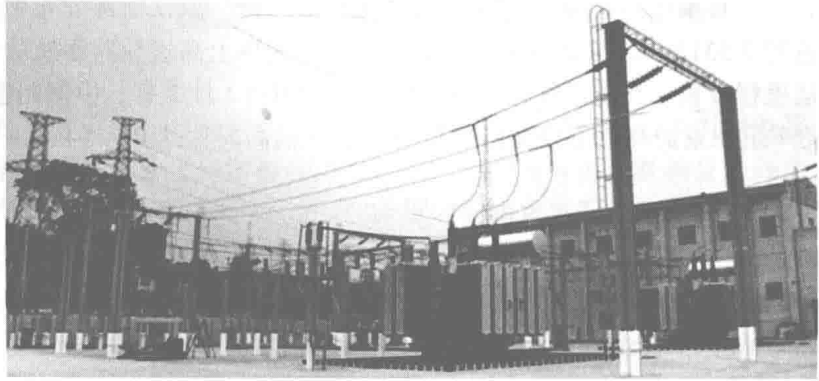


图 1.1.6

3. 接触网

作用：将额定电压 25 kV 的工频单相交流电安全、可靠、不间断地送给电力机车受电弓。接触网就是沿铁轨上空架设的特殊形式的输电线路，如图 1.1.7 所示。



图 1.1.7

中国接触网采用 25 kV 工频单相交流电，牵引变电所牵引侧母线上的额定电压为 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。

【课堂训练与测评】

- (1) 何谓电气化铁路？
- (2) 电气化铁路是由哪“三大元件”组成的？每个“元件”的作用是什么？

知识拓展

电气化铁路的发展，从国际到国内的相关知识，请同学们自己查阅有关资料，进行学习。

任务 1.2 接触网的组成及作用

教学目标

- (1) 掌握接触网的四大组成部分；
- (2) 掌握接触网各个组成部分的作用；
- (3) 培养学生对电气化铁路专业知识的认知能力。

任务实例

如图 1.2.1 所示为接触网组成示意图。

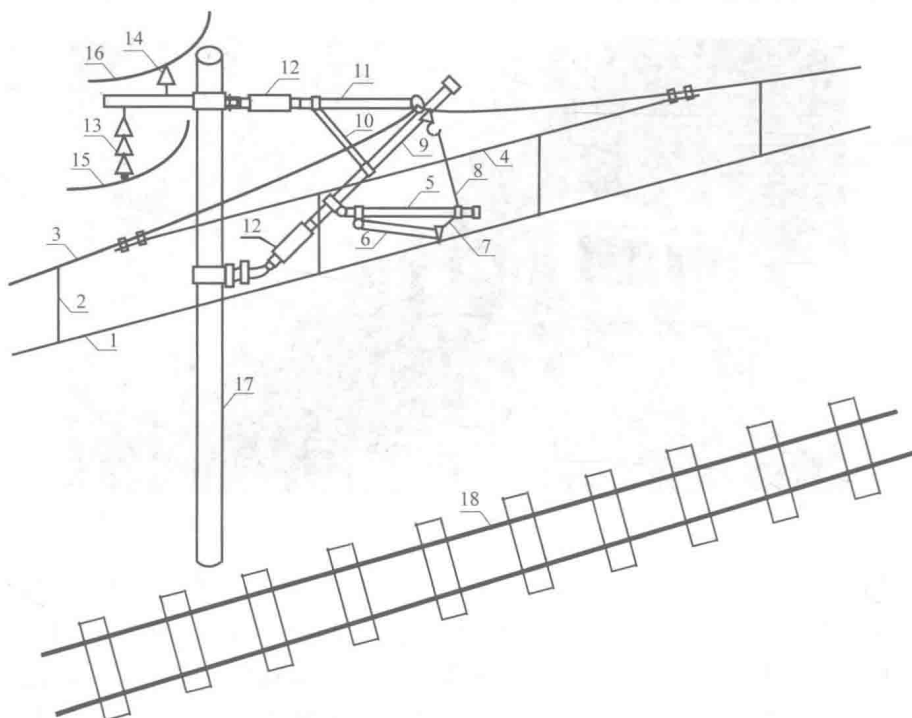


图 1.2.1

- 1—接触线；2—载流吊弦；3—承力索；4—弹性吊弦；5—定位管；6—定位器；7—防风拉线；
8—定位管拉线；9—腕臂（斜腕臂）；10—斜撑；11—压管（平腕臂）；
12—棒式绝缘子；13—悬式绝缘子串；14—针式绝缘子；
15—加强线（或正馈线）；16—回流线（或保护线）；
17—支柱；18—钢轨

【任务分析】

从接触网的四大组成部分入手，说明各部分的组成零件，最后说明各个组成部分的作用。

【相关知识】

接触网由接触悬挂、支持装置、定位装置、支柱与基础 4 部分组成。

任务实施

1. 接触悬挂

接触悬挂包括接触线、吊弦、承力索和补偿装置以及连接零件。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送给电力机车。

接触悬挂应达到下列要求：

- (1) 接触悬挂的弹性应均匀；

- (2) 接触线对轨面的高度应相等，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；
- (4) 接触悬挂的结构及零部件应轻巧简单，做到标准化，并具有一定的抗腐蚀能力和耐磨性。

2. 支持装置

支持装置包括腕臂（又称斜腕臂）、水平压管（又称平腕臂）、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建筑物。

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

3. 定位装置

定位装置包括定位管、定位器、支持器、定位线夹及连接零件如图 1.2.2 所示。定位装置的作用是固定接触线的位置，使接触线处于受电弓滑板运行轨迹范围内，保证接触线与受电弓不脱离，并将接触线的水平负荷传给支柱。

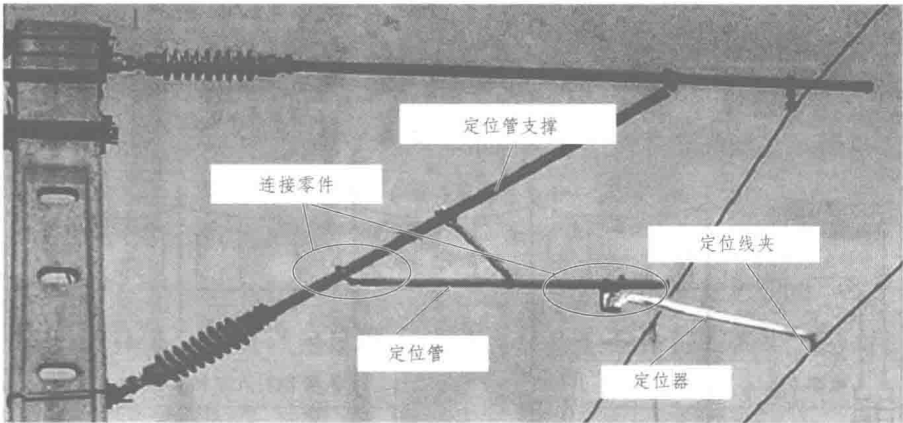


图 1.2.2

4. 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，如图 1.2.3 所示。基础是对钢支柱而言的。

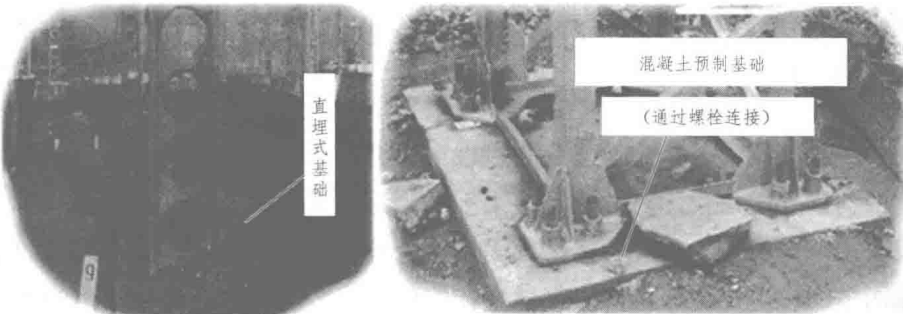


图 1.2.3

【课堂训练与测评】

接触网是由哪几部分组成的？每个部分起什么作用？包括哪些主要元件？

知识拓展

接触网的组成有多种形式，相关的结构知识，请同学们自己查阅有关资料，进行学习。

任务 1.3 接触悬挂的类型

教学目标

- (1) 掌握接触悬挂的分类；
- (2) 培养学生对接触悬挂类型的认知能力。

任务实例

如图 1.3.1 所示为全补偿弹性链型悬挂示意图。

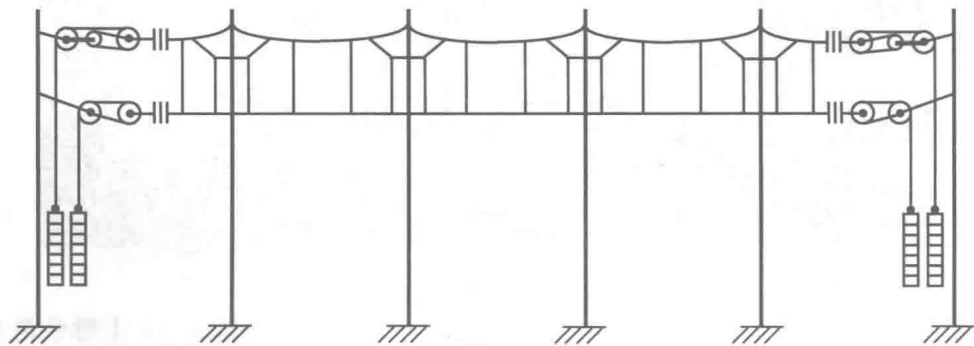


图 1.3.1

【任务分析】

首先讲述简单接触悬挂，再讲述链型接触悬挂。在链型接触悬挂中，先后讲述简单链型接触悬挂、半补偿链型接触悬挂、全补偿链型接触悬挂，最后讲述按接触线与承力索的相对位置分类的链型悬挂。

【相关知识】

接触网的类别大多以接触悬挂的类型来区分。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。接触悬挂的分类是针对架空式接触网中的每个锚段而言的。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。

接触网线索的端头与支柱的连接称为下锚。下锚有两种方法，一种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，以调整线索的张力和弛度。

任务实施

1. 简单接触悬挂

简单接触悬挂（以下简称简单悬挂）是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（见图 1.3.2）、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（见图 1.3.3）。

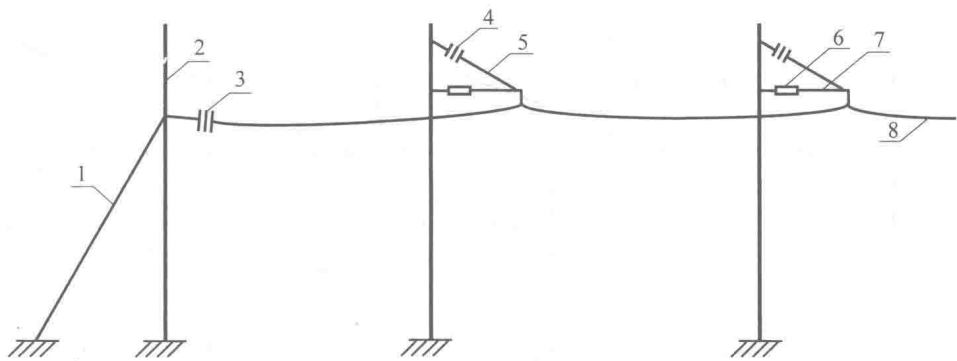


图 1.3.2

1—拉线；2—支柱；3、4—悬式绝缘子串；5—拉杆；6—棒式绝缘子；7—腕臂；8—接触线

未补偿简单悬挂的优点是结构简单、支柱高度要求低、建设投资低、施工和维修方便；缺点是导线的张力和弛度随温度的变化较大、弹性不均匀、不利于电力机车高速运行时取流。

根据我国的经验，这种弹性简单悬挂在行车速度不超过 90 km/h 时，弓线接触良好，取流正常，所以在多隧道的山区等行车速度不高的线路上可广泛采用。我国在部分线路上已采用了这种悬挂。

2. 链形悬挂

链形悬挂是指接触线通过吊弦悬挂在承力索上，承力索悬挂在支持装置的腕臂上。

1) 链形悬挂根据线索的锚定方式（即线索两端下锚的方式）分类

(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，如图 1.3.4 所示。因为在温度变化时，此种悬挂方式的承力索和接触线的张力、弛度变化较大，一般不采用。

(2) 半补偿链形悬挂。

在半补偿链形悬挂中，接触线的两端装设有补偿装置，承力索两端为硬锚。半补偿链形悬挂分为半补偿简单链形悬挂（见图 1.3.5）和半补偿弹性链形悬挂（见图 1.3.6）两种形式，区别在于支柱定位点处吊弦形式的不同。

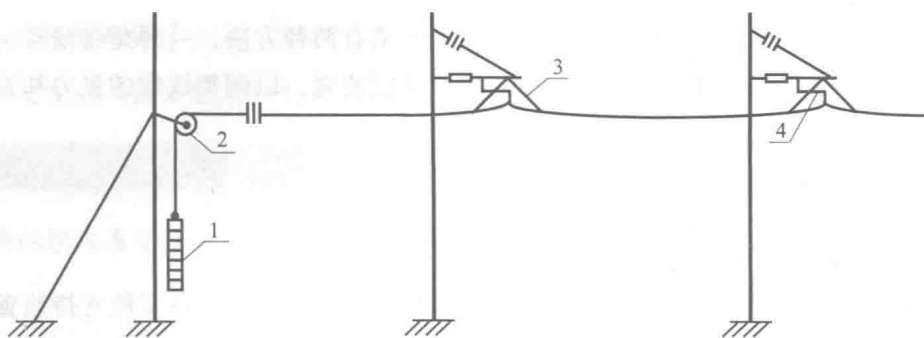


图 1.3.3

1—补偿坠砣；2—补偿滑轮；3—弹性吊弦；4—定位器

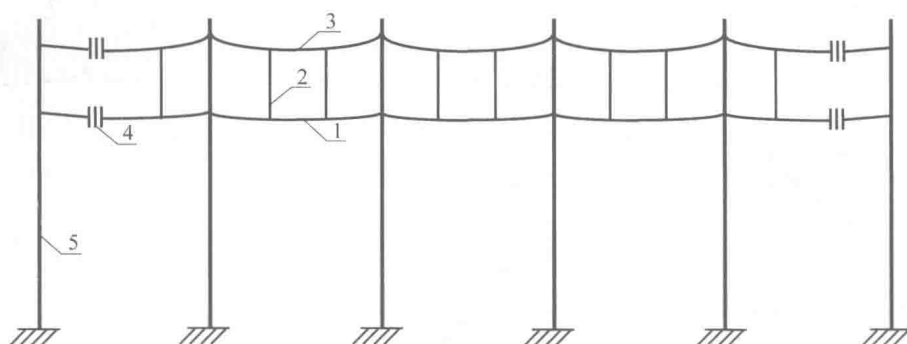


图 1.3.4

1—接触线；2—吊弦；3—承力索；4—悬式绝缘子串；5—支柱

这种悬挂方式多用于行车速度不超过 100 km/h 的线路上。

(3) 全补偿链形悬挂。

全补偿链形悬挂，即在承力索和接触线两端下锚处均装设有补偿装置。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上不发生变化，弹性比较均匀，有利于高速行车取流，因此得到了广泛应用。

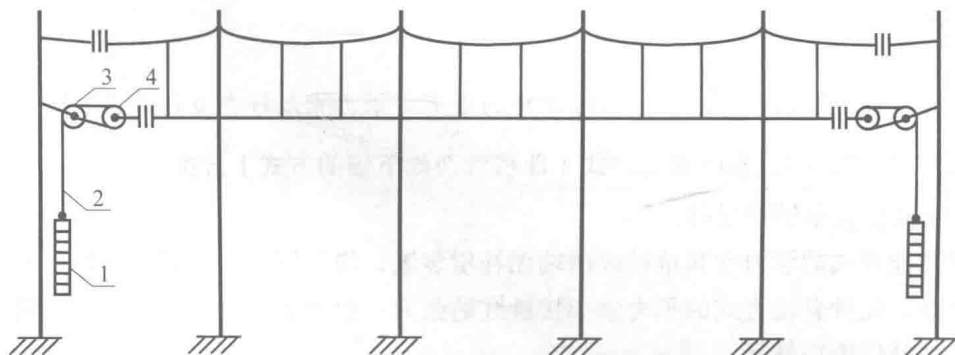


图 1.3.5

1—补偿坠砣；2—补偿绳；3—补偿定滑轮；4—补偿动滑轮

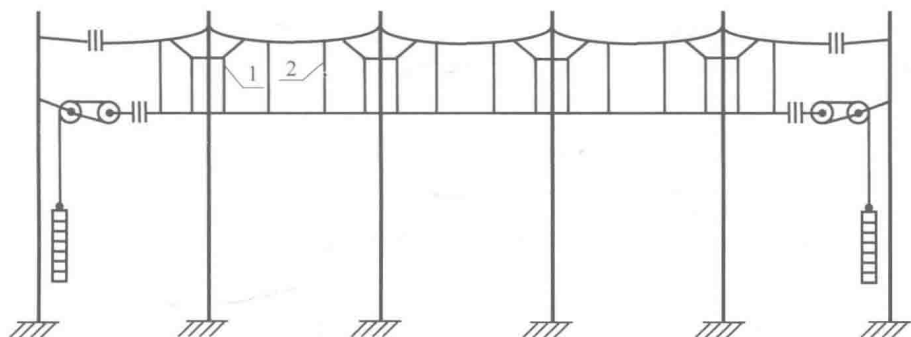


图 1.3.6

1—弹性吊弦；2—普通吊弦

全补偿链形悬挂也分为全补偿简单链形悬挂（见图 1.3.7）和全补偿弹性链形悬挂（见图 1.3.1）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。全补偿简单链形悬挂因支柱定位点处无弹性吊弦，仍会出现硬点，产生弹性不均匀的现象，随着支持装置、定位装置材质的更新，此种现象已明显得到改善，秦（皇岛）—沈（阳）客运专线电气化铁路绝大部分区段采用此种悬挂方式。行车速度较高的线路上，多采用全补偿弹性链形悬挂，哈（尔滨）—大（连）电气化铁路全线采用了此种悬挂方式。

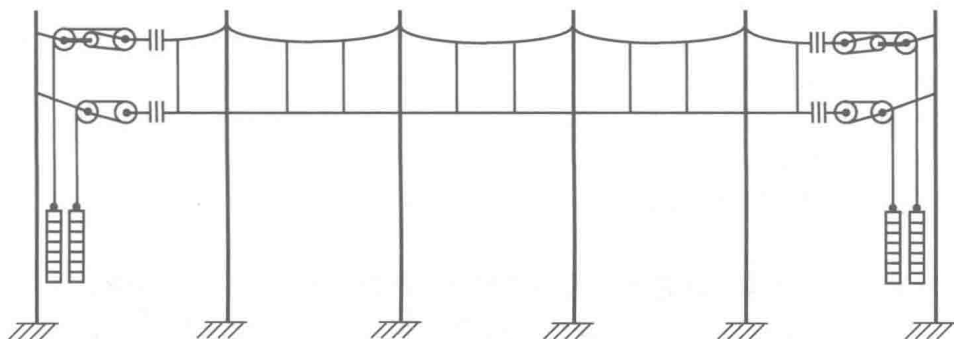


图 1.3.7

2) 链形悬挂按其承力索和接触线在平面上布置的位置分类

(1) 直链形悬挂。

直链形悬挂即是承力索和接触线布置在同一垂直平面内的悬挂形式。为使受电弓滑板磨损均匀，接触线布置成“之”字形。承力索在接触线的正上方，也成“之”字形，它们在水平面上的投影是重合的，如图 1.3.8 所示。

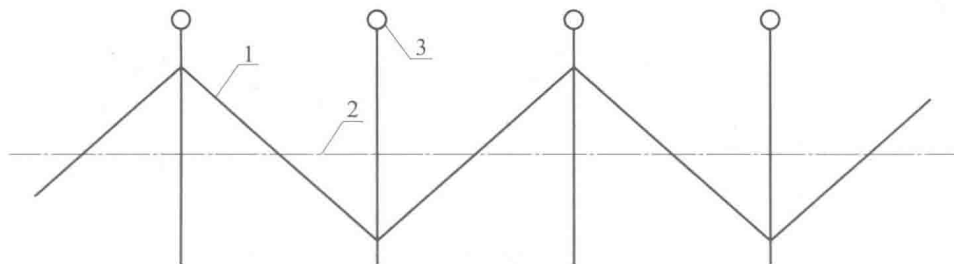


图 1.3.8

1—接触线和承力索；2—线路中心线；3—支柱