

• 华东交通大学教材基金资助项目

J I E C H U W A N G

# 接触网

主 编 ○ 刘仕兵  
副主编 ○ 王 健



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



华东交通大学教材基金资助项目

# 接 触 网

主 编 刘仕兵

副主编 王 健

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 / 刘仕兵主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2013.12

ISBN 978-7-5643-2731-6

I. ①接… II. ①刘… III. ①接触网 IV. ①U225

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 252256 号  
-----

接 触 网

主 编 刘 仕 兵

|       |   |
|-------|---|
| 责任编辑  | 李芳芳   |
| 助理编辑  | 宋彦博   |
| 封面设计  | 何东琳设计工作室  |
| 出版发行  | 西南交通大学出版社<br>(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   | <a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a> |
| 印 刷   | 四川森林印务有限责任公司  |
| 成品尺寸  | 185 mm × 260 mm   |
| 印 张   | 20  |
| 插 页   | 2   |
| 字 数   | 499 千字  |
| 版 次   | 2013 年 12 月第 1 版  |
| 印 次   | 2013 年 12 月第 1 次  |
| 书 号   | ISBN 978-7-5643-2731-6  |
| 定 价   | 42.00 元   |

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

自 1961 年 8 月 15 日宝凤段电气化铁路建成以来,我国电气化铁路完成了从无到有、从常速到高速、从低吨位到重载的逾越,牵引供电专业在全路运输生产中的重要性显著提升。

随着电气化铁路运营速度的提高,适应高速列车受流需要的接触网技术成为高速铁路的关键技术之一。在高速接触网中,随着大量新材料、新装备、新工艺投入使用,设计、施工、运营也提出了新要求。针对这些要求,我们编写了此书。全书围绕接触网运营、维护、施工等专业技术人员应具备的核心知识技能,重点介绍了接触网的基本结构和典型设备。

本书共六章:第一章简要介绍了接触网的定义与分类、基本要求、供电方式等基本问题,第二章详细介绍了接触网设备与结构,第三章介绍了接触网机械计算的主要内容和计算方法,第四章介绍了接触网受流理论,第五章介绍了接触网的设计内容与方法、接触网施工与管理,第六章介绍了接触网的运营与管理等相关知识。

本书由华东交通大学刘仕兵担任主编,王健担任副主编。具体编写分工如下:第三章由王健编写,第一章、第二章第五~十四节由邸荣光编写,其余章节由刘仕兵编写。全书由刘仕兵统稿。

本书的出版得到了华东交通大学教材基金资助,在此表示衷心感谢。该书可作为高等院校铁路特色专业教学用书,也可供从事电气化轨道交通相关专业技术人员使用。

由于编者水平有限,书中难免存在欠妥之处,望广大读者特别是从事接触网设计、施工和维修工作的一线技术人员提出意见和建议。

电子邮箱:liucyier@163.com

编 者

2013年7月于华东交通大学



# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第一章 接触网概述</b> .....    | 1   |
| 第一节 接触网的定义与分类.....        | 1   |
| 第二节 架空式柔性接触网的组成.....      | 3   |
| 第三节 架空式刚性接触网.....         | 4   |
| 第四节 供电方式.....             | 8   |
| 第五节 受电弓.....              | 13  |
| 复习思考题.....                | 14  |
| <b>第二章 接触网设备与结构</b> ..... | 15  |
| 第一节 支柱与基础.....            | 15  |
| 第二节 腕臂支持装置.....           | 21  |
| 第三节 定位装置与定位方式.....        | 25  |
| 第四节 腕臂支柱装配.....           | 34  |
| 第五节 接触网线索.....            | 36  |
| 第六节 接触悬挂的类型.....          | 46  |
| 第七节 锚段与锚段关节.....          | 50  |
| 第八节 吊弦与补偿装置.....          | 55  |
| 第九节 线 岔.....              | 68  |
| 第十节 中心锚结.....             | 77  |
| 第十一节 软横跨与硬横跨.....         | 81  |
| 第十二节 隔离开关与电连接.....        | 90  |
| 第十三节 接触网的电分段和电分相.....     | 96  |
| 第十四节 接触网的绝缘、接地与防雷.....    | 103 |
| 第十五节 桥、隧接触网设备.....        | 118 |
| 复习思考题.....                | 125 |
| <b>第三章 接触网机械计算</b> .....  | 126 |
| 第一节 计算气象参数的选择.....        | 126 |
| 第二节 接触网单位负载的计算.....       | 131 |
| 第三节 简单悬挂的机械计算.....        | 136 |
| 第四节 链形悬挂的机械计算.....        | 149 |
| 第五节 张力差计算与锚段长度的选取.....    | 165 |



|                     |            |
|---------------------|------------|
| 第六节 接触线风偏移与最大允许跨距   | 179        |
| 第七节 支柱负载分析和容量校验     | 188        |
| 第八节 软横跨计算           | 197        |
| 复习思考题               | 214        |
| <b>第四章 接触网受流理论</b>  | <b>216</b> |
| 第一节 弓网系统的受流特性       | 216        |
| 第二节 受电弓的结构与特性       | 220        |
| 第三节 受电弓与接触网的几何作用    | 227        |
| 第四节 弓网电接触           | 228        |
| 第五节 弓网动态相互作用        | 241        |
| 第六节 高速接触网弓网关系仿真     | 244        |
| 复习思考题               | 246        |
| <b>第五章 接触网设计与施工</b> | <b>247</b> |
| 第一节 接触网设计           | 247        |
| 第二节 接触网施工准备         | 256        |
| 第三节 接触网下部工程         | 259        |
| 第四节 接触网上部工程         | 261        |
| 第五节 冷滑与送电开通         | 270        |
| 第六节 竣工验收与文件交接       | 276        |
| 复习思考题               | 279        |
| <b>第六章 接触网运营管理</b>  | <b>280</b> |
| 第一节 接触网的运营维护        | 280        |
| 第二节 接触网检修规程与规章      | 282        |
| 第三节 接触网检修方式         | 284        |
| 第四节 接触网工作制度         | 291        |
| 第五节 接触网检测技术         | 294        |
| 第六节 接触网信息化管理        | 298        |
| 复习思考题               | 306        |
| <b>附录 接触网平面图图例</b>  | <b>307</b> |
| <b>参考文献</b>         | <b>314</b> |
| <b>附 图</b>          |            |



# 第一章

## 接触网概述

### 第一节 接触网的定义与分类

接触网是电气化轨道交通所特有的沿路轨架设的为电气列车提供电能的特殊供电线路，是电气化轨道交通牵引供电系统的重要组成部分。

接触网的特殊性表现在环境（空间、气候、电磁）、负荷、机电、备用等几方面。

狭义而言，接触网仅指架空接触网；广义而言，接触网还包括接触轨。

接触轨具有占用净空少、维修工作量小的优点，在城市轨道交通中得到广泛应用。接触轨有“第三轨供电、走行轨回流”和“第三轨供电、第四轨回流”（如图 1.1.1 所示）两种形式。接触轨与安装在电气列车上的取流靴组成“靴-轨”集电系统，其接触方式有上接触、下接触和侧接触三类。

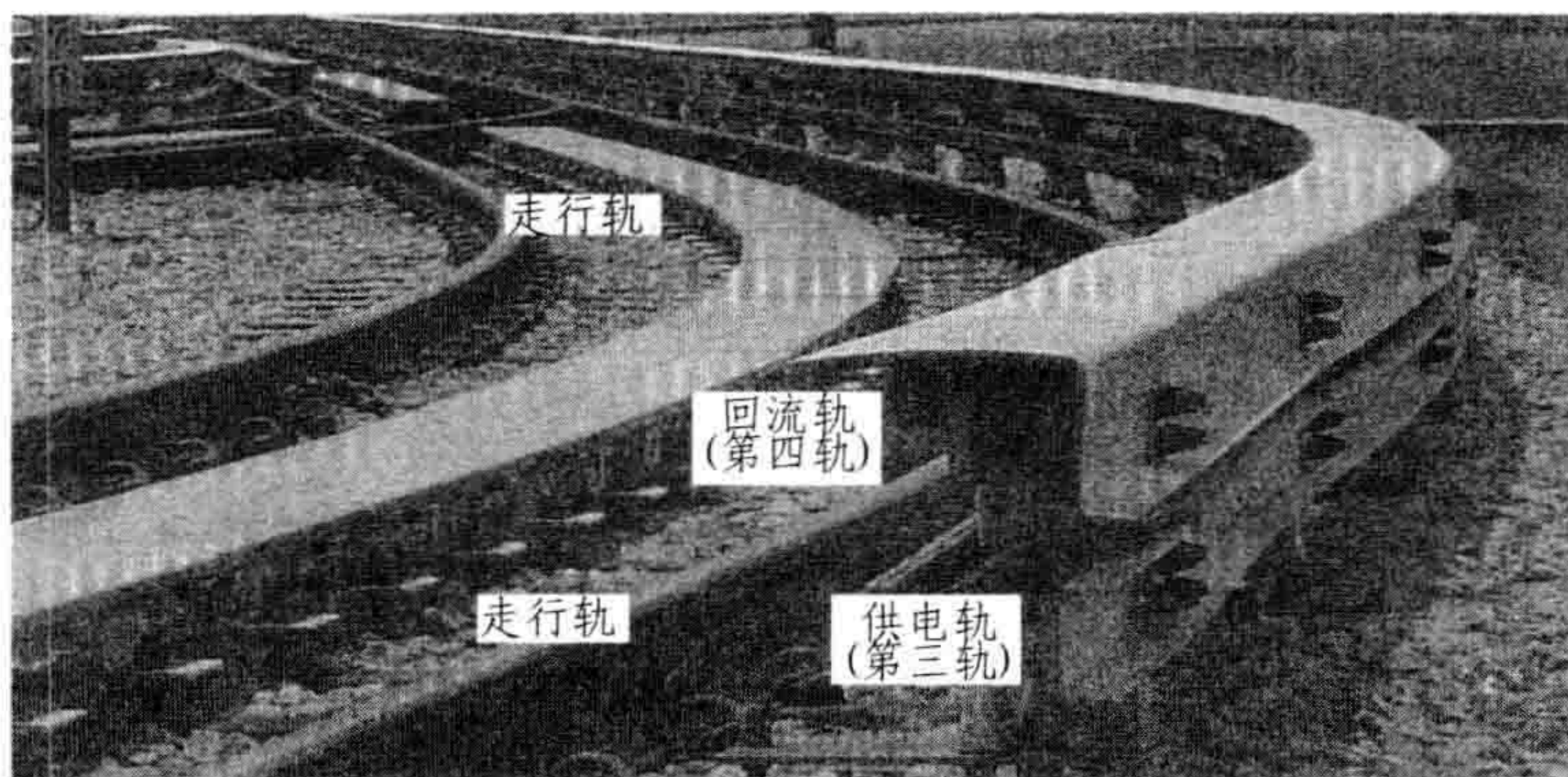


图 1.1.1 接触轨式接触网

架空式接触网有架空式柔性接触网（如图 1.1.2 所示）和架空式刚性接触网两类。架空式刚性接触网有“ $\Pi$ 形汇流排+接触线”（如图 1.1.3 所示）和“T形汇流排+接触线”（如图 1.1.4 所示）两种形式。 $\Pi$ 形汇流排通过自身弹性夹持接触线，零件较少，结构紧凑，应用较广；T形汇流排需要汇流排线夹夹持接触线，零件多，结构复杂。



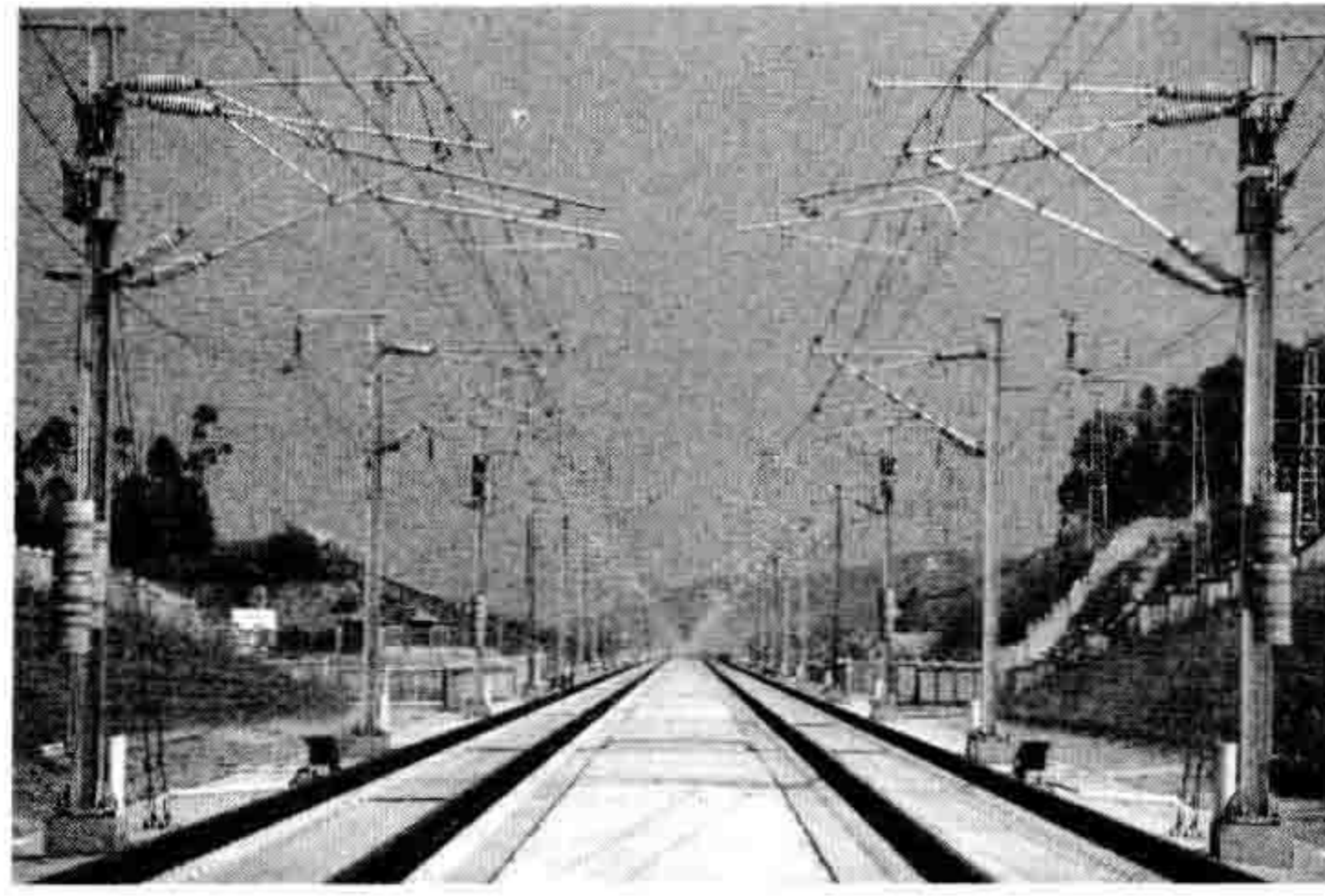
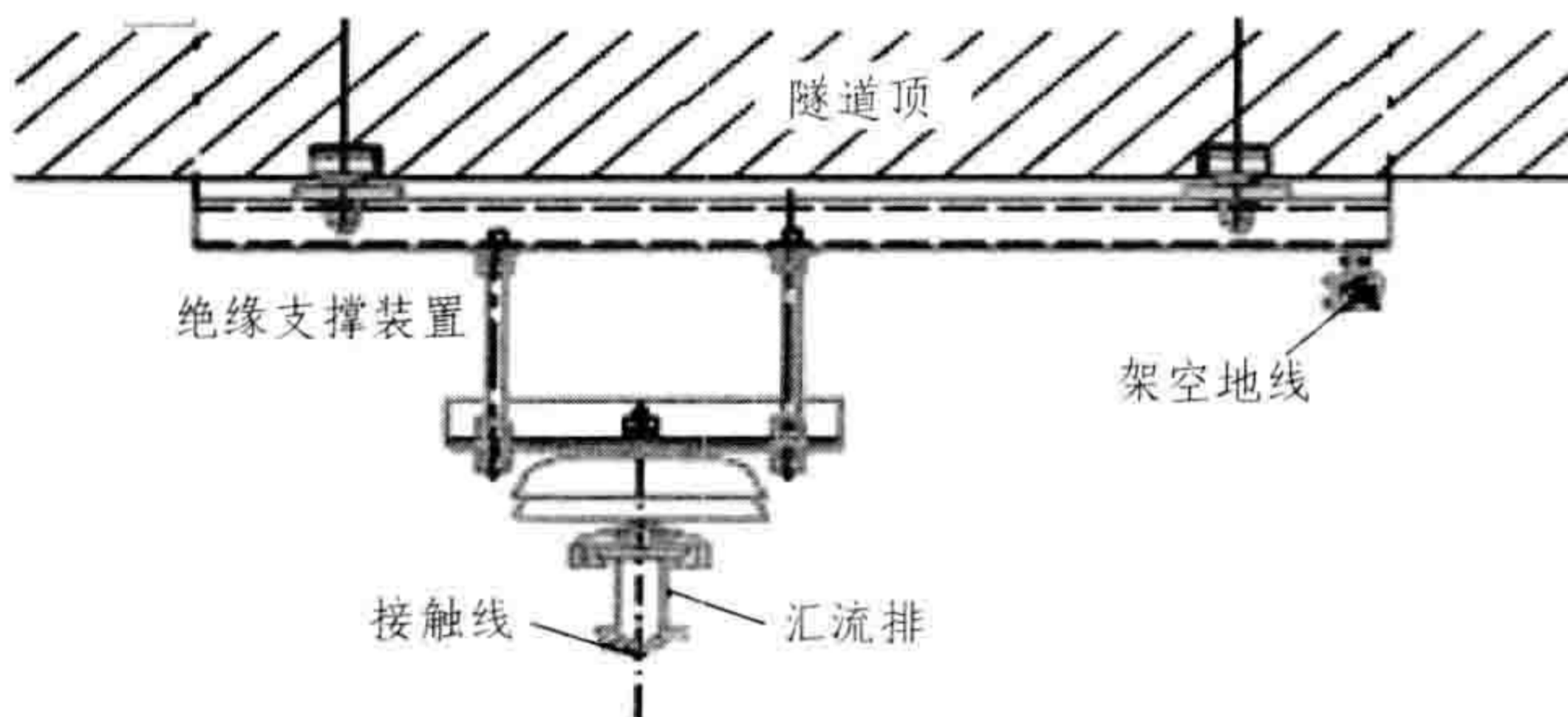
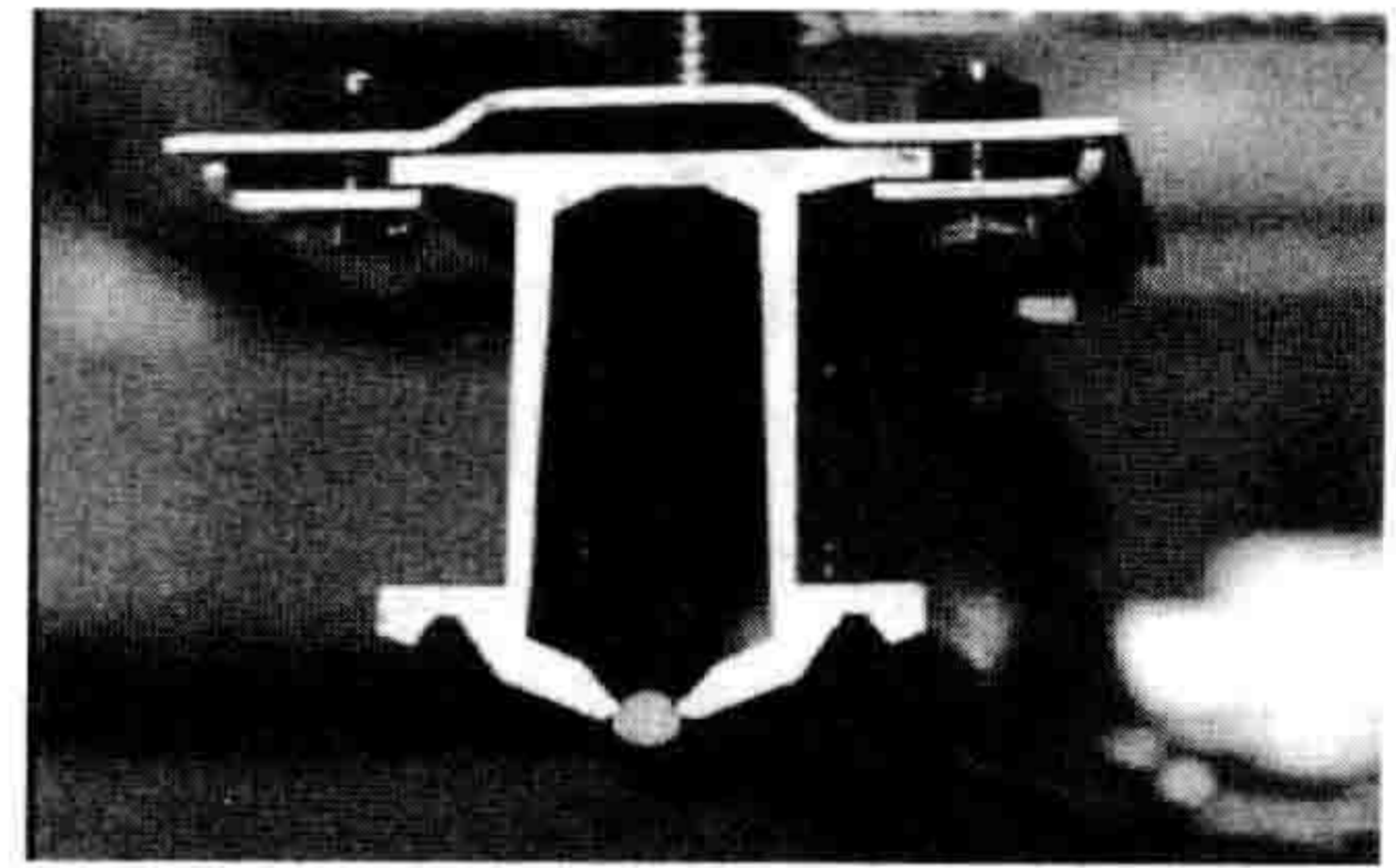


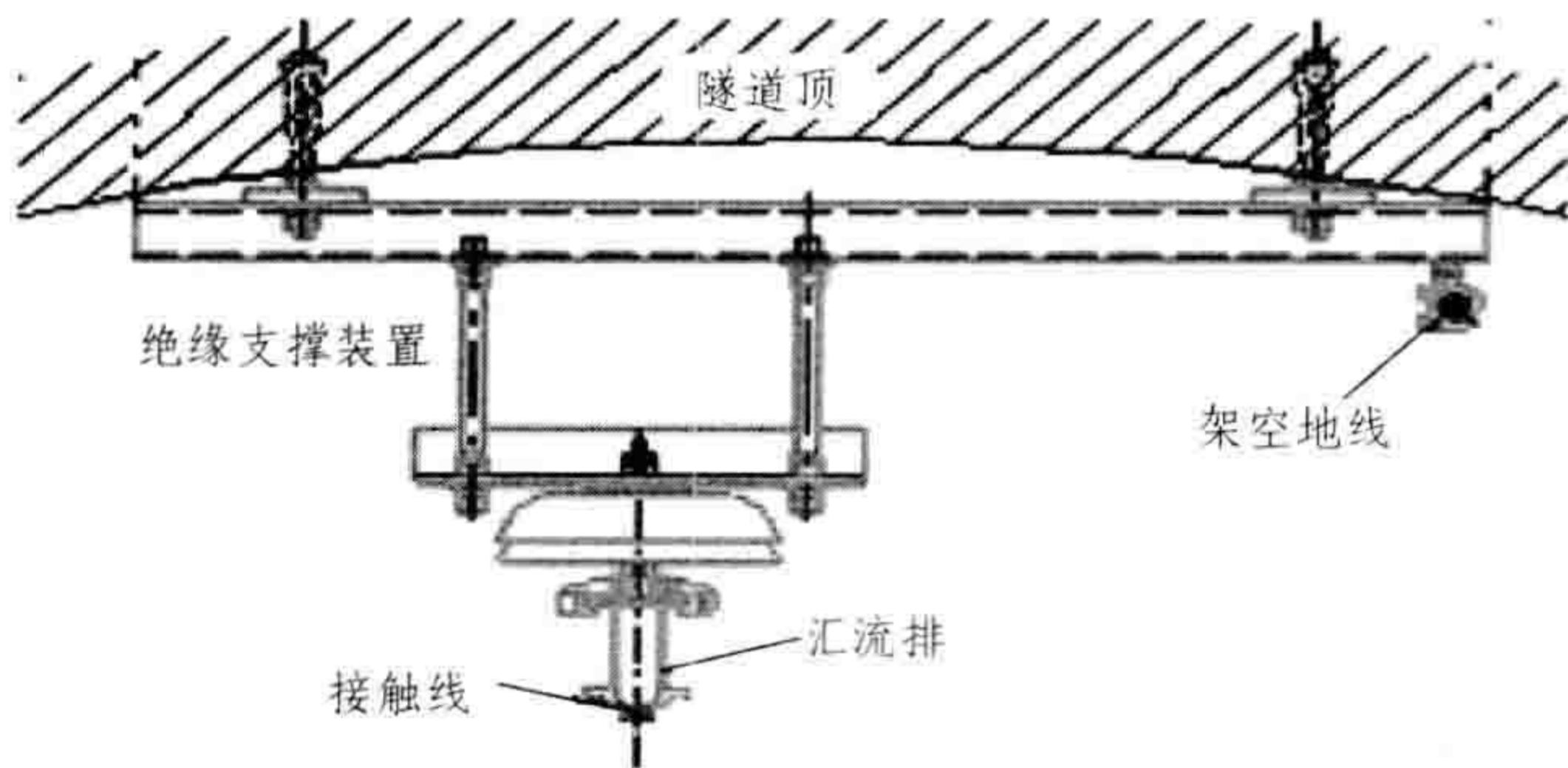
图 1.1.2 架空式柔性接触网



(a) 矩形隧道或车站悬挂



(c) II形汇流排



(b) 圆形隧道或马蹄隧道悬挂

图 1.1.3 架空式刚性接触网 (II形汇流排 + 接触线)

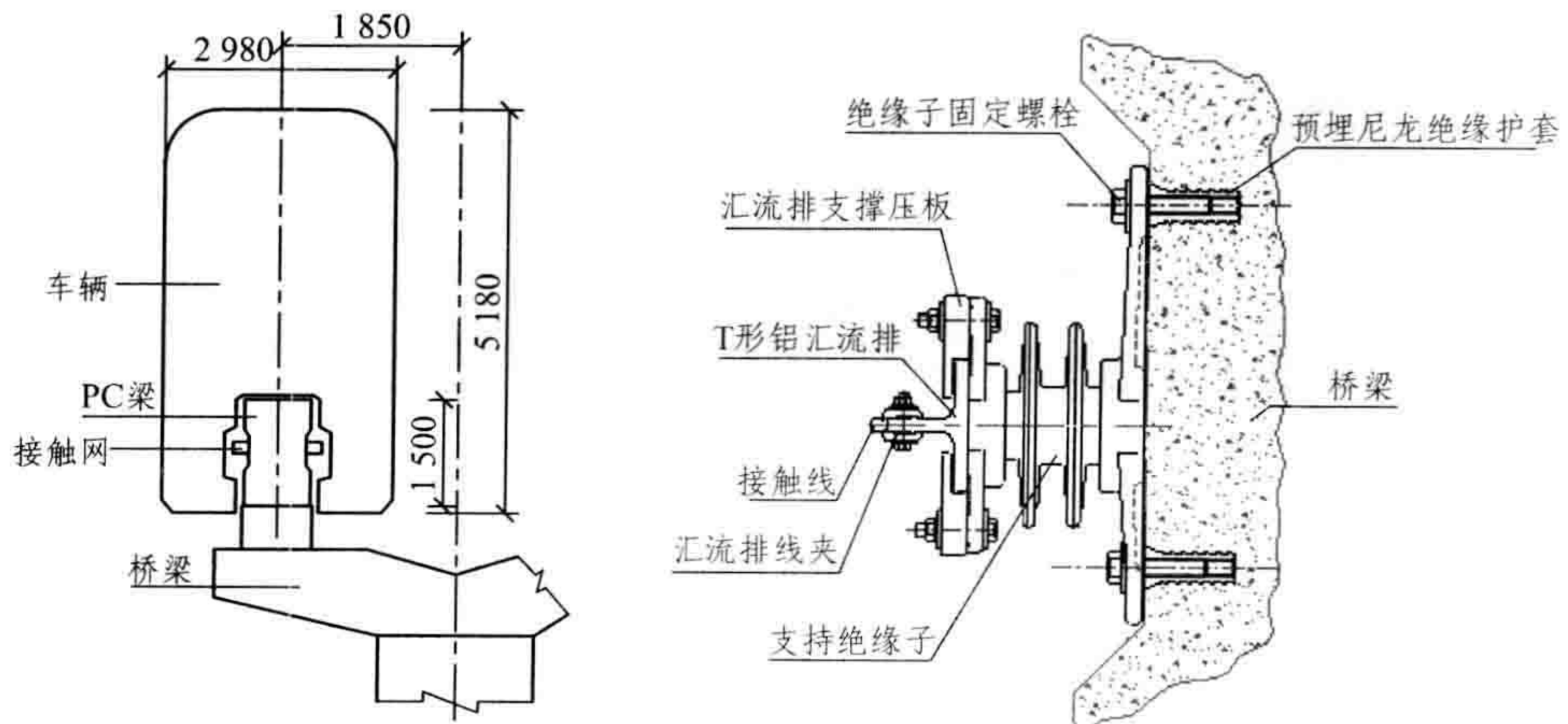


图 1.1.4 架空式刚性接触网 (T形汇流排 + 接触线)



与架空式柔性接触网相比，架空式刚性接触网具有结构紧凑、占用净空小、接触线无须施加补偿张力、维修方便等优点，在城市轨道交通中应用较广泛。但架空式刚性接触网的弹性较差，跨距小（10 m 左右），适用于隧道内和安装净空狭小的结构物下的接触悬挂。

架空式柔性接触网具有较好的弹性，跨距大（60 m 左右），在电气化铁路和城市轨道交通中均有广泛应用。

电气化铁路和城市轨道交通的供电制式（指供电电源的频率和电压等级）不同，二者的接触网在结构和要求上也有所差异。城市轨道交通采用直流供电，接触网电压低，牵引电流大，接触网所需载流面积一般都大于电气化铁路接触网的载流面积。

## 第二节 架空式柔性接触网的组成

接触网是沿铁路架设的一条形式特殊的输电线路，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 1.2.1 所示。

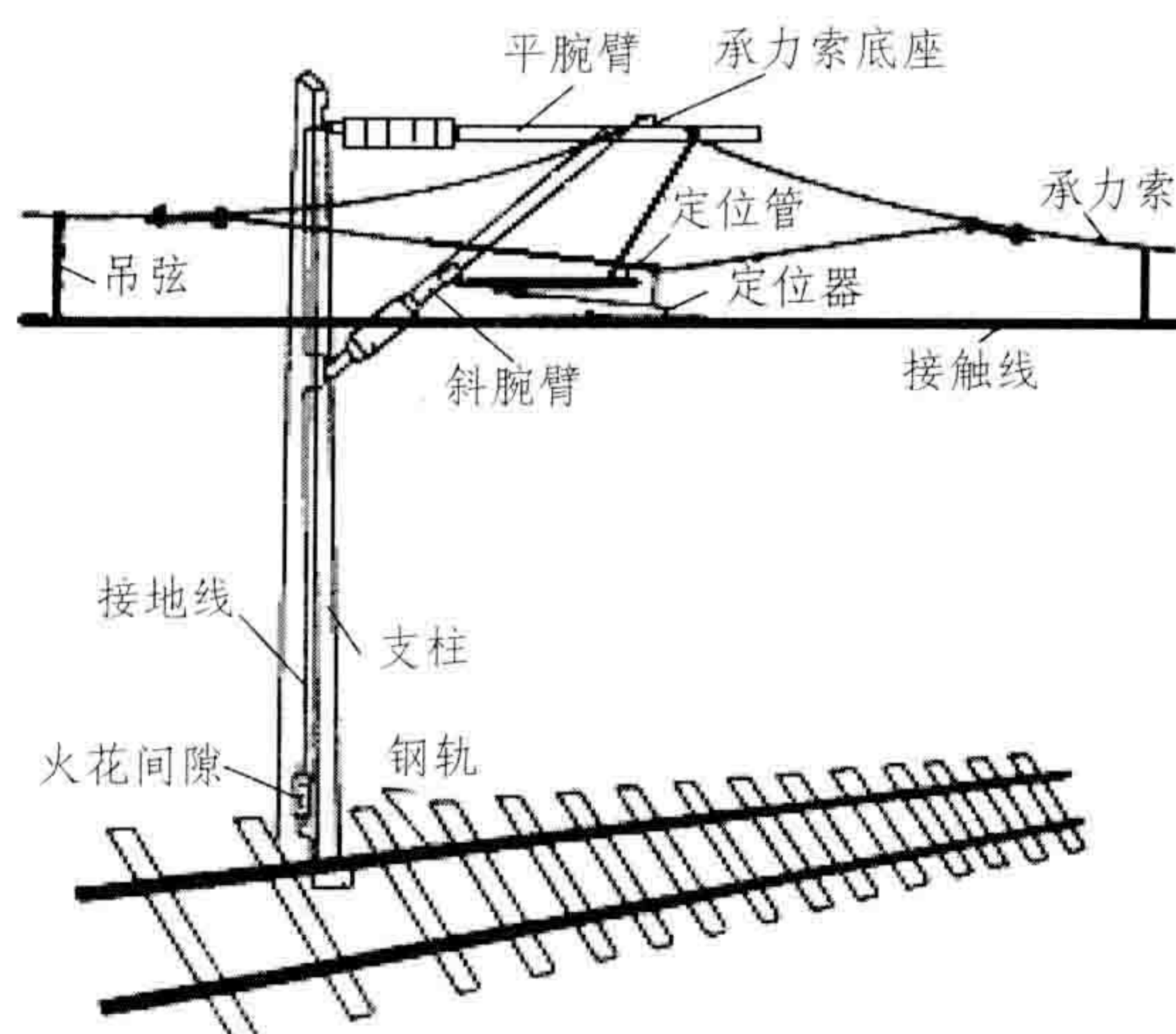


图 1.2.1 架空式柔性接触网的组成

### 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，当受悬挂条件限制时，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，即接触线在电力机车运行取流时不发生剧烈的上、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，且具有一定的抗腐蚀能力和耐磨性，以延长使用年限。

另外，接触悬挂要结合国情尽量节省有色金属及钢材，降低造价。

## 二、支持装置

支持装置包括腕臂、水平拉杆（或压管）、悬式绝缘子串、棒式绝缘子及吊挂接触悬挂的全部设备。其作用是支持接触悬挂，并将其负荷传给支柱或其他建筑物。支持装置根据接触网所在区间、站场和大型建筑物的不同而有所不同。

支持装置的结构应能适应各种场所，尽量做到轻巧、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

支柱与基础用于承受接触悬挂、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。基础是相对钢柱而言的，即钢支柱固定在地下用钢筋混凝土制成的基础上，由基础承受支柱传来的全部负荷，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。

# 第三节 架空式刚性接触网

架空式刚性接触网是将传统的接触线夹装在汇流排中，用汇流排取代了承力索，并靠它自身的刚性保持接触线的固定位置，使接触线不因重力而产生较大弛度。架空式刚性接触网的优点如下：

(1) 刚性汇流排和接触线无轴向张力，不存在断汇流排或断线的可能，从而避免了柔性悬挂钻弓、烧融、不均匀磨耗、高温软化、线材缺陷以及受电弓故障造成的断线故障。所以刚性悬挂的故障是点故障，而柔性悬挂的故障范围是一个锚段，因此，刚性悬挂事故范围小。



(2) 刚性悬挂的锚段关节简单，锚段长度是柔性悬挂的  $1/7 \sim 1/6$ ，因此，固定夹具窜动回转范围小，相应地提高了运行中的安全性和适应性。

(3) 刚性接触网对隧道净空要求相对较小并且无须下锚装置，可避免不必要的局部开挖，也可节省土建费用。

(4) 在日常运行中，刚性接触网也有维护工作量小、周期长、费用低的优点。

但是，刚性接触网在施工中对安装精度要求高，运行、使用经验较少，且刚性悬挂的跨距较小，定位点较多，只能应用于隧道内。目前，这种悬挂方式主要应用于城市轨道交通（地铁）。在干线铁路中，主要应用于个别长大隧道内。例如 2006 年 8 月通车的兰新铁路兰武段乌鞘岭隧道，第一次在我国干线电气化铁路中采用了刚性悬挂。对于长大隧道，若采用柔性接触悬挂，则检修作业压力非常大，而采用刚性悬挂能比较好地解决这个问题。

### 一、刚性悬挂的悬挂形式

刚性悬挂的基本结构如图 1.3.1 所示。铰座固定在隧道壁上，其作用主要是承受整个刚性悬挂及其支持装置的重量。吊柱是直径为 120 mm 的圆柱，其长度根据隧道面形状不同而不同。铰座通过抱箍和吊柱固定。刚性悬挂的绝缘子和变电所使用的柱式绝缘子类似，两端采用螺栓连接的平面铸铁件，爬距可达 1 500 mm。旋转头连接板上开 400 mm 长孔，以使旋转头能左右移动，获得不同的接触线拉出值。旋转头的作用是夹持汇流排，并在汇流排随温度变化而伸缩时满足腕臂偏转的旋转要求。

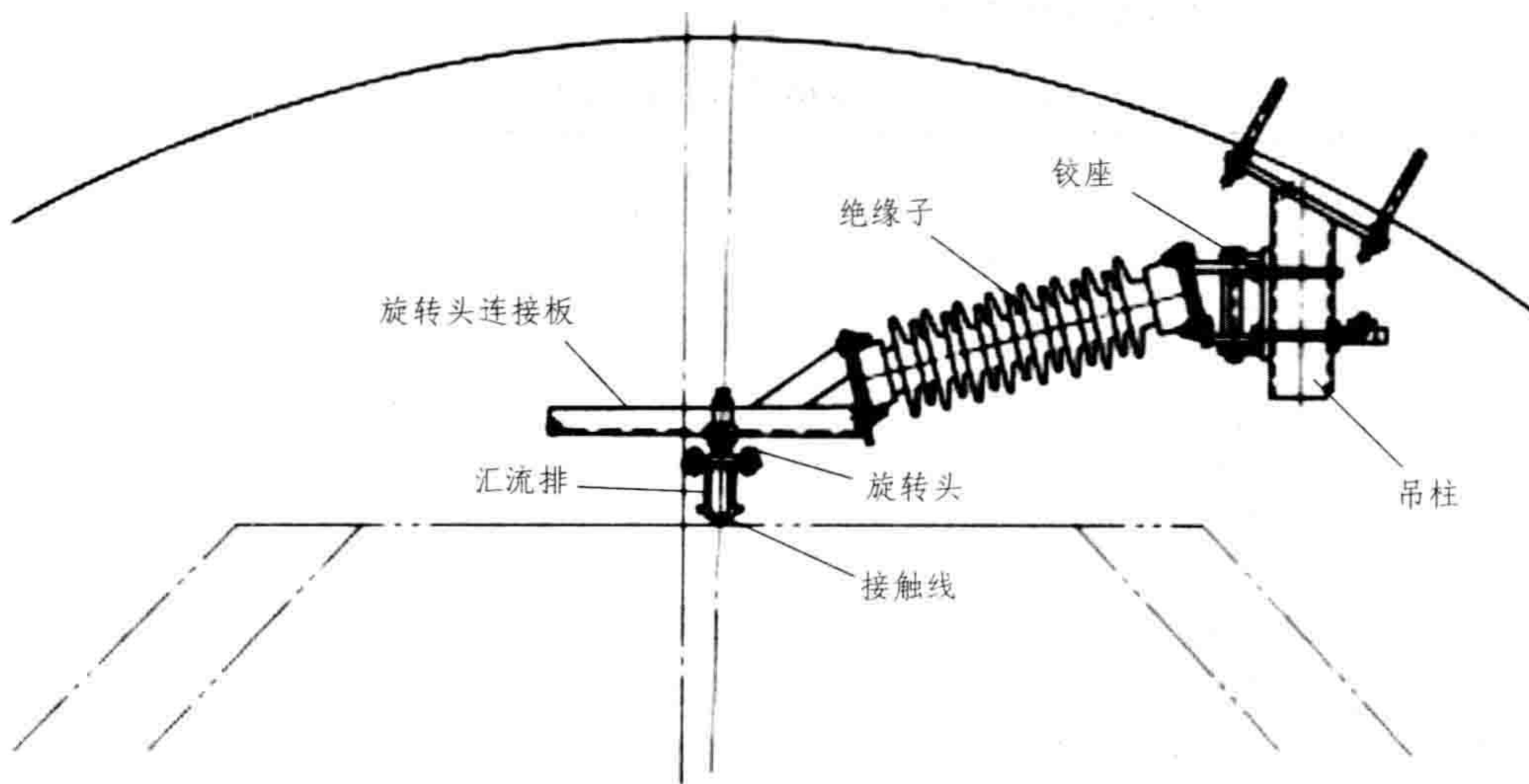


图 1.3.1 刚性悬挂的基本结构

架空式刚性接触网汇流排有 T 形和  $\Pi$  形两种，如图 1.3.2 所示。T 形架空式刚性接触网汇流排于 1961 年在日本投入运营， $\Pi$  形刚性接触网汇流排于 1983 年在法国投入运营。两者相比，T 形汇流排自重较大，跨距较  $\Pi$  形小，线夹零件多，造价较高。我国目前采用的架空式刚性接触网均为  $\Pi$  形。

汇流排以铝合金材料制成，承担主要的负荷电流，每根的长度为 12 m，通过中间接头连



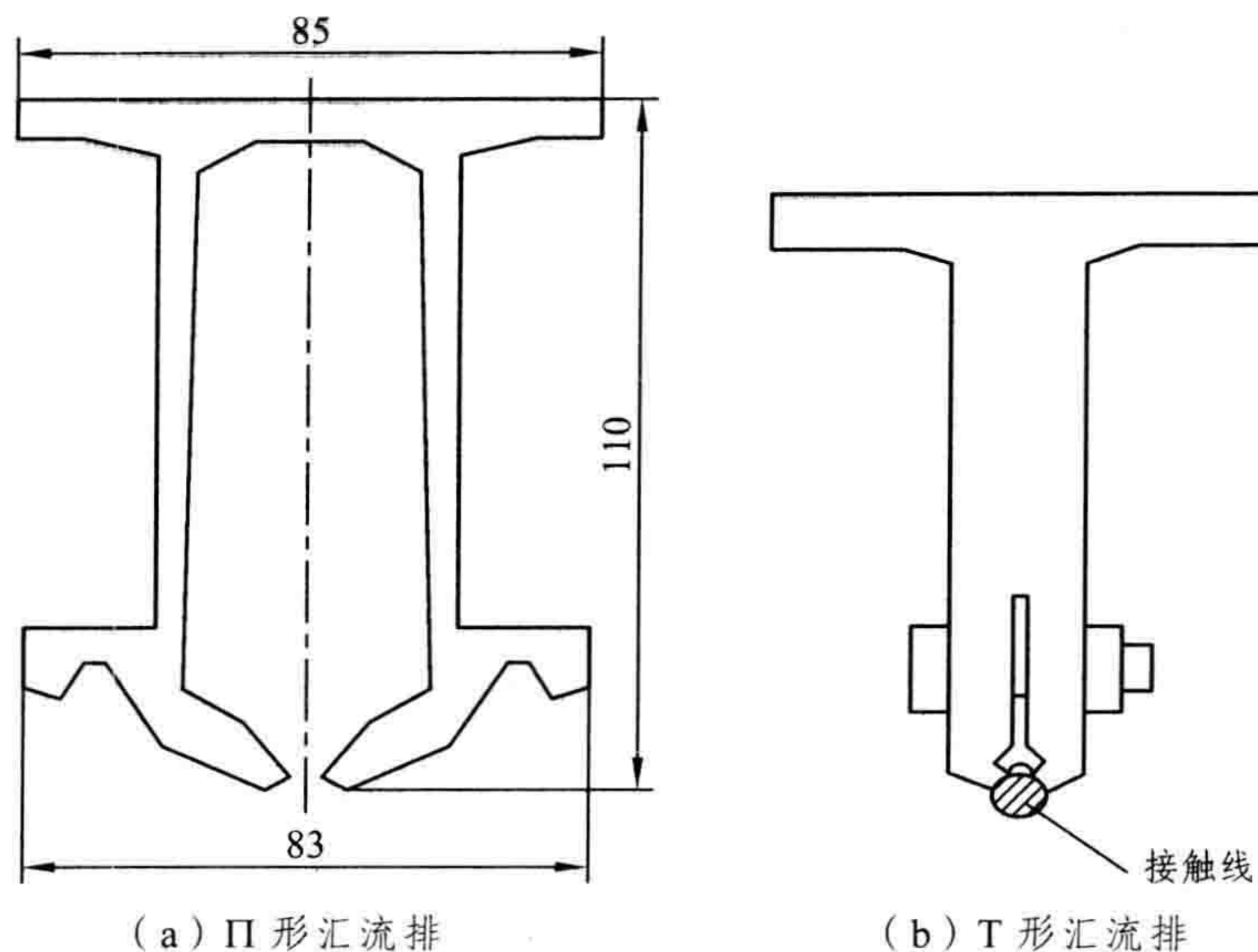


图 1.3.2 汇流排

接起来，满足机械连接和导电性要求。其特殊的形状使得接触线可以被汇流排自身的弹性箍夹夹持住，不需要线夹零件。在它的底部嵌入一根接触线，一般为 CTAH120（或 150），用于和受电弓滑板接触受流。汇流排底部两侧的工作导槽是专门设计用于架放放线小车的，使放线小车能够便捷并迅速地安装和更换接触线。

PAC110 汇流排的规格参数如表 1.3.1 所示。

表 1.3.1 汇流排电气和机械性能表

| 序号 | 项目                      | 技术数据  |
|----|-------------------------|---|
| 1  | 标称横截面面积 (PAC110)        | 2 213 mm <sup>2</sup>                                   |
| 2  | 计算重量                    | 5.91 kg/m   |
| 3  | 20 °C 时电阻               | $3.29 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ |
| 4  | 线膨胀系数                   | $2.4 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$                     |
| 5  | 弹性模量                    | 69 000 N/mm   |
| 6  | 汇流排燕尾槽处单边张开 2.2 mm 最多次数 | 10 次  |
| 7  | 汇流排芯尾槽夹口处表面粗糙度          | 6.3   |
| 8  | 汇流排型材水平方向人工弯曲最小半径       | 80 m  |
| 9  | 汇流排型材水平方向机械预弯最小半径       | 45 m  |
| 10 | 汇流排型材水平方向弯曲最多次数         | 8 次   |
| 11 | 单位制造长度                  | 12 m  |
| 12 | 铜当量截面面积                 | 1 233 mm <sup>2</sup>                                   |



## 二、刚性悬挂的平面布置和各类结构

刚性悬挂在水平方向上有一定的刚度，不能像柔性悬挂一样呈“之”字形排列。在隧道中是将刚性梁布置为沿线路中心线连续、均匀分布的正弦波形式，如图 1.3.3 所示。其锚段长度一般为 200 ~ 250 m，最大不超过 300 m，主要受到支持结构偏斜和膨胀接头的补偿量限制。这种布置形式能使受电弓滑板与刚性梁的磨耗更均匀、受流更平稳。但必须指出，正弦波布置的刚性悬挂相对于线路中心线的偏移量不是线性的，在一个完整的正弦波周期内，受电弓滑板和波峰附近接触线接触的时间要大于过零点附近，不可避免地造成受电弓滑板的磨耗不均匀。

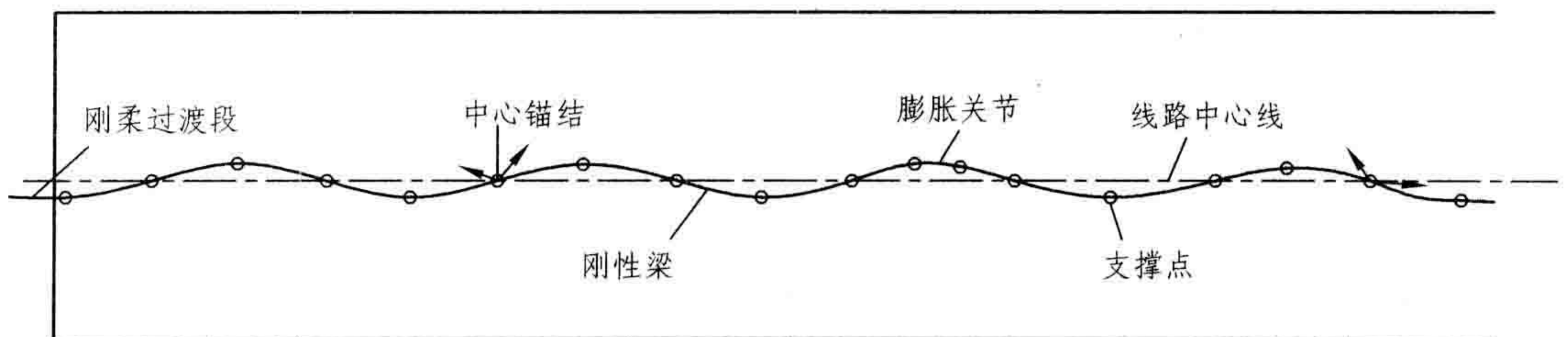


图 1.3.3 刚性悬挂的平面布置

刚性悬挂平面布置的重要结构有：刚柔过渡、中心锚结、膨胀关节、锚段关节、线岔等。

### 1. 刚柔过渡

刚性悬挂主要应用于隧道内，在隧道外为柔性悬挂，因此，必须设置一定结构实现刚性悬挂到柔性悬挂的过渡，简称为刚柔过渡。典型的刚柔过渡方式有两种，即关节式刚柔过渡和贯通式刚柔过渡。在国内的应用中，多采用带切槽式渐变汇流排的贯通式刚柔过渡形式，如图 1.3.4 所示。该方式主要采用了长 12.0 m 的切槽式渐变汇流排，汇流排的具体形式与接触线的额定张力有关。该单元的主要特点是连续性好，区间柔性悬挂的承力索直接锚固在隧道洞口，接触线也未改变方向而直接锚固在过渡单元内，从而大大缓解了较高行车速度（160 km/h）时此处的硬点冲击。

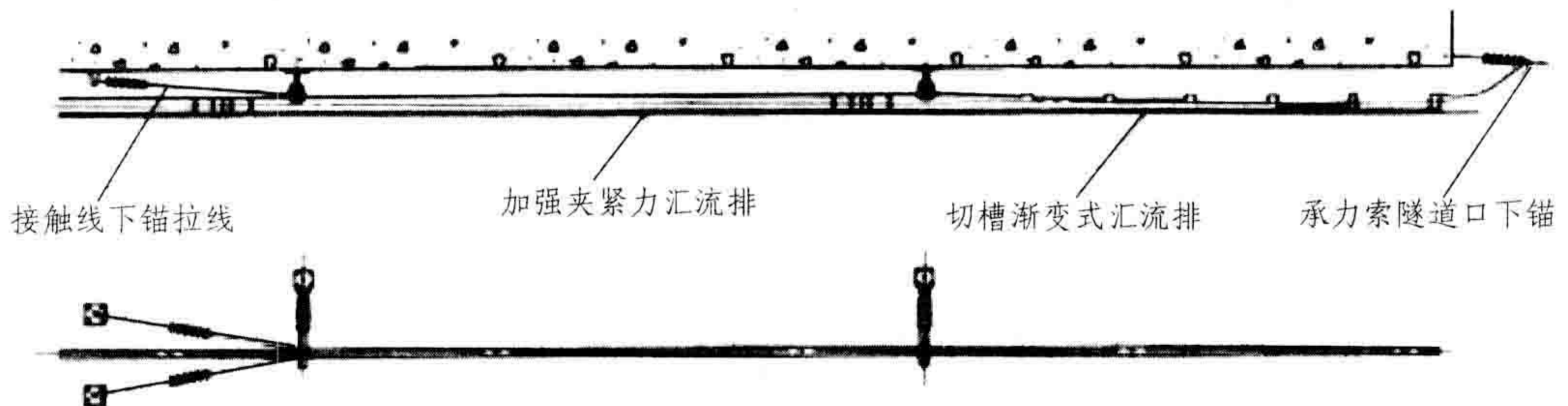


图 1.3.4 带切槽渐变式汇流排的贯通式刚柔过渡

### 2. 中心锚结

刚性悬挂中心锚结的作用是在锚段中部对汇流排进行固定，防止汇流排向一侧窜动。在汇流排随环境温度变化而热胀冷缩时，中心锚结将一个锚段的汇流排分成左右两个独立的膨



胀段。中心锚结的结构如图 1.3.5 所示。因为刚性悬挂本身线索没有轴向力，所以中心锚结的主要作用是防窜动，其强度要求比柔性悬挂中心锚结小得多。

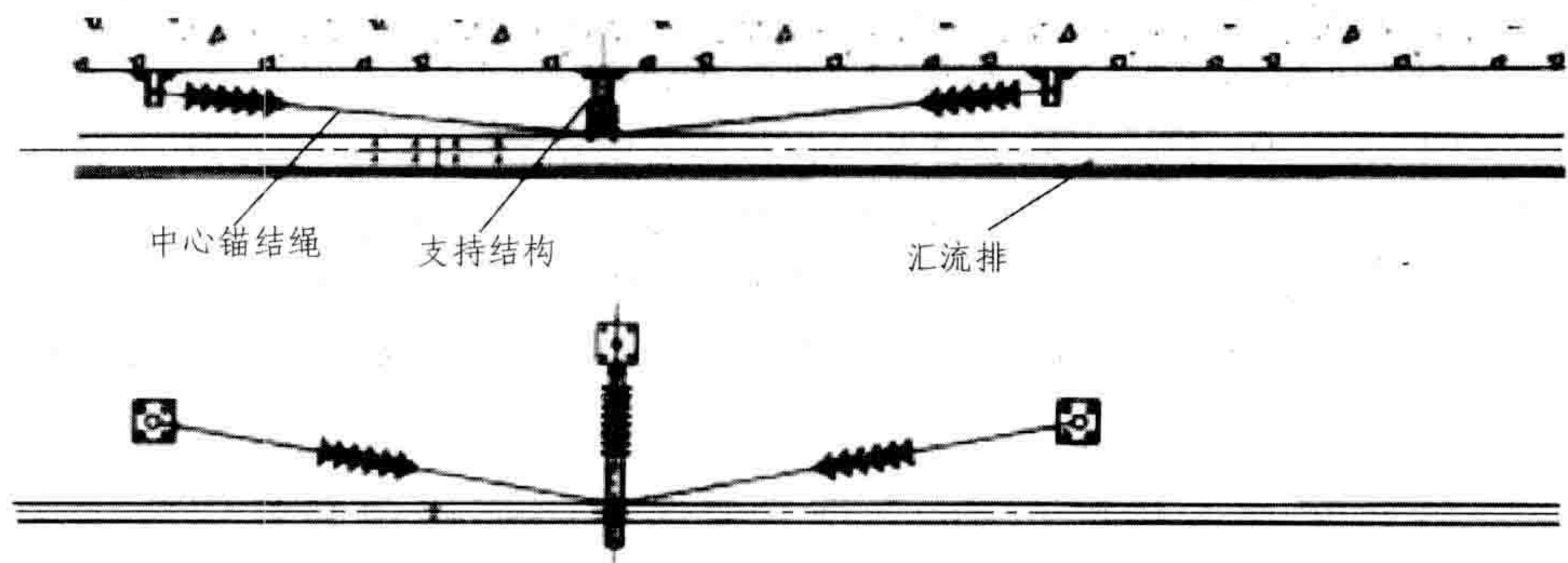


图 1.3.5 刚性悬挂的中心锚结

### 3. 膨胀关节

在两刚性锚段连接处，设置膨胀关节，如图 1.3.6 所示。这种膨胀关节的显著特点是连续性好，相邻两膨胀段衔接平滑。其检修工作量也相对较小，相应检修规程规定：例行检查的时间间隔开始为 5 年。膨胀关节也可用刚性锚段关节代替。

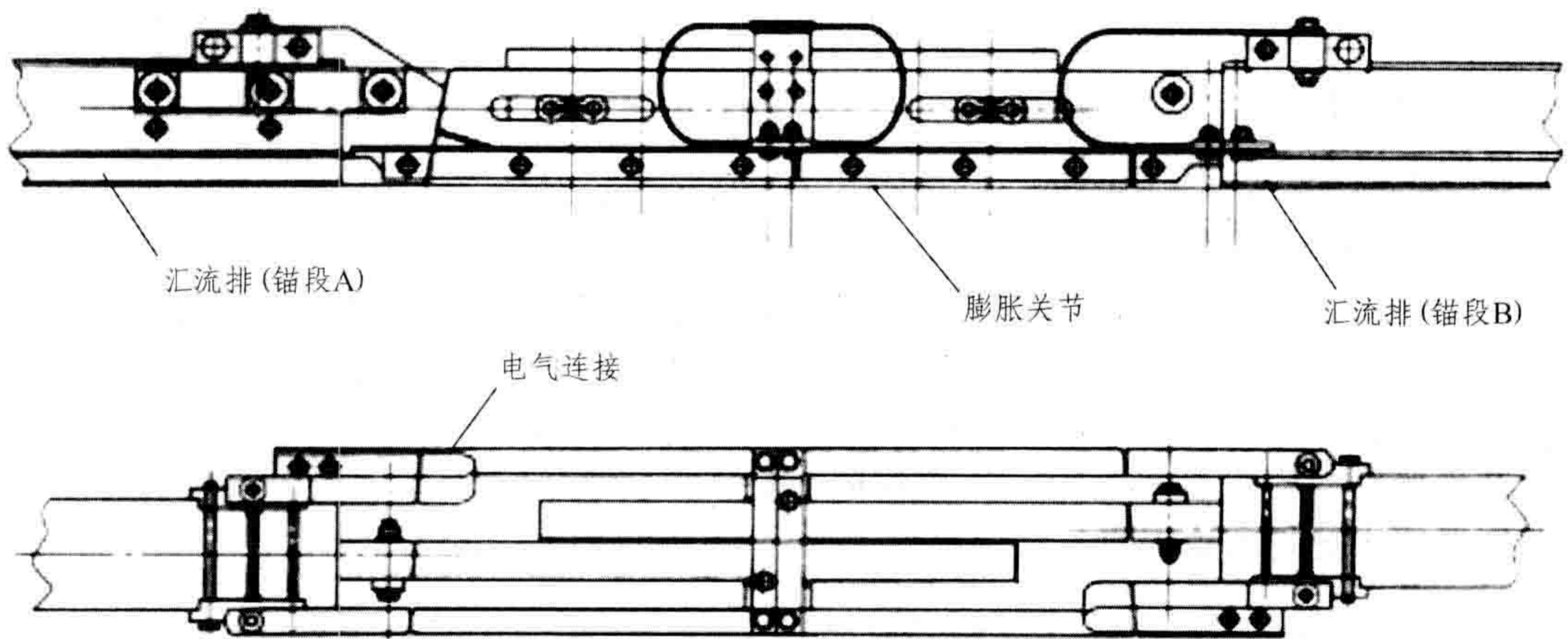


图 1.3.6 刚性悬挂膨胀关节

## 第四节 供电方式

### 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，牵引变电所馈出母线上的额定电压为 27.5 kV，具体位置需经供电计算确定。图 1.4.1 所示为直接供电方式的供电系统图。

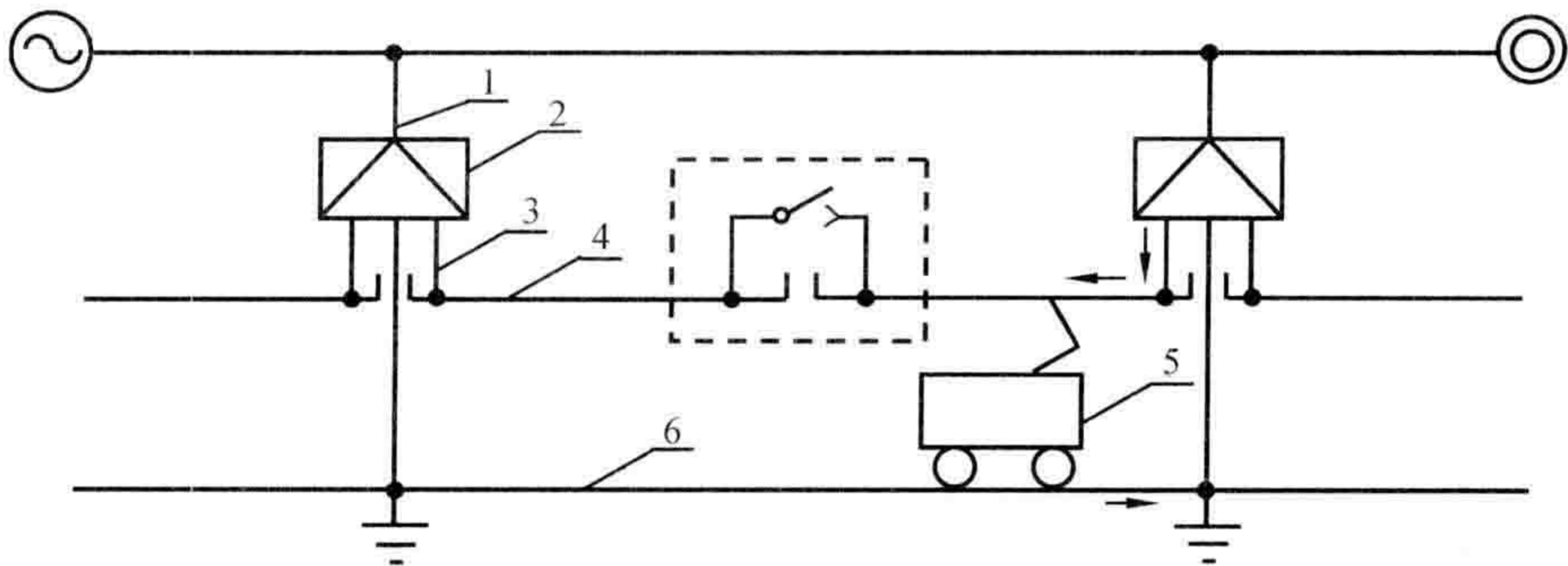


图 1.4.1 供电系统图

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

在两个牵引变电所之间，接触网分为两个供电分区（又称供电臂）。正常情况下，两相邻供电臂在接触网上是绝缘的，每个供电臂只从一端牵引变电所获得电能，这种供电方式称为单边供电。若两个供电臂通过开关设备在电路上连通，可同时从两个牵引变电所获得电能，则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。但其馈线和分区亭的保护及开关设备都较复杂，因此目前采用较少。

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），叫作越区供电，如图 1.4.2 所示。

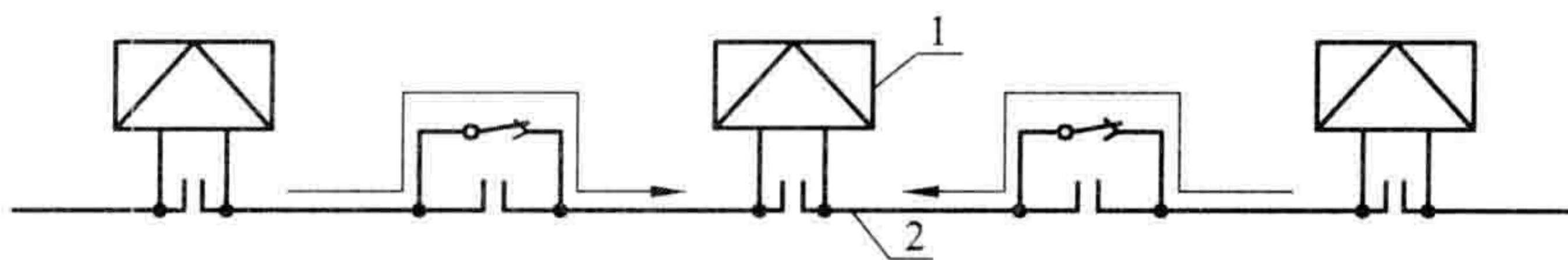


图 1.4.2 越区供电示意图

1—故障牵引变电所；2—越区供电分区

越区供电是当某一牵引变电所因故障不能正常供电时，故障变电所担负的供电臂，经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。因越区供电增大了该变电所主变压器的负荷，对电气设备安全和供电质量影响较大，因此，只能在较短时间内实行越区供电。它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，通过分区亭开关设备来实现。复线区段供电情况如图 1.4.3 所示。



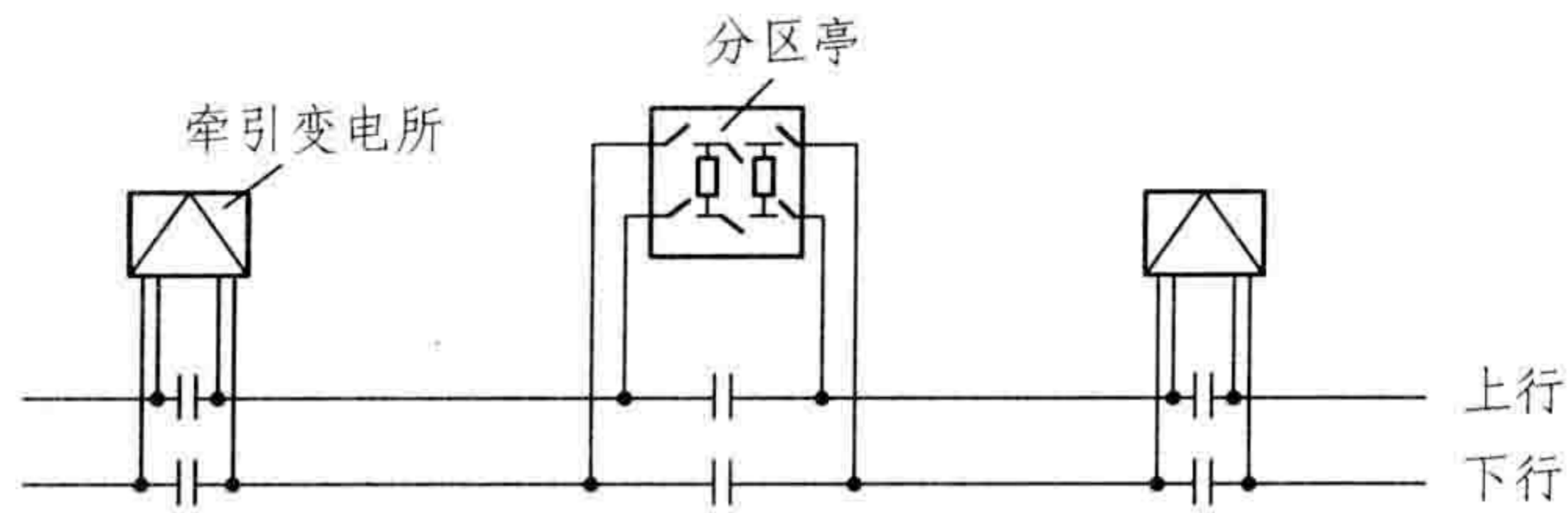


图 1.4.3 复线区段供电示意图

## 二、牵引供电系统的供电方式

我国电气化铁路采用单相工频 25 kV 交流制。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压。为减少电气化铁路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以下几种：

### 1. 直接供电方式

直接供电方式是指牵引变电所与接触网间不设置任何防干扰设备。这种供电方式的馈电回路结构简单、造价低，但对通信线路干扰较大。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 1.4.1 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为 BT 供电方式。这种供电方式适用于电气化铁路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。但是，其吸流变压器原、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、馈电回线结构复杂、造价较高等弊病。其工作原理如图 1.4.4 所示。

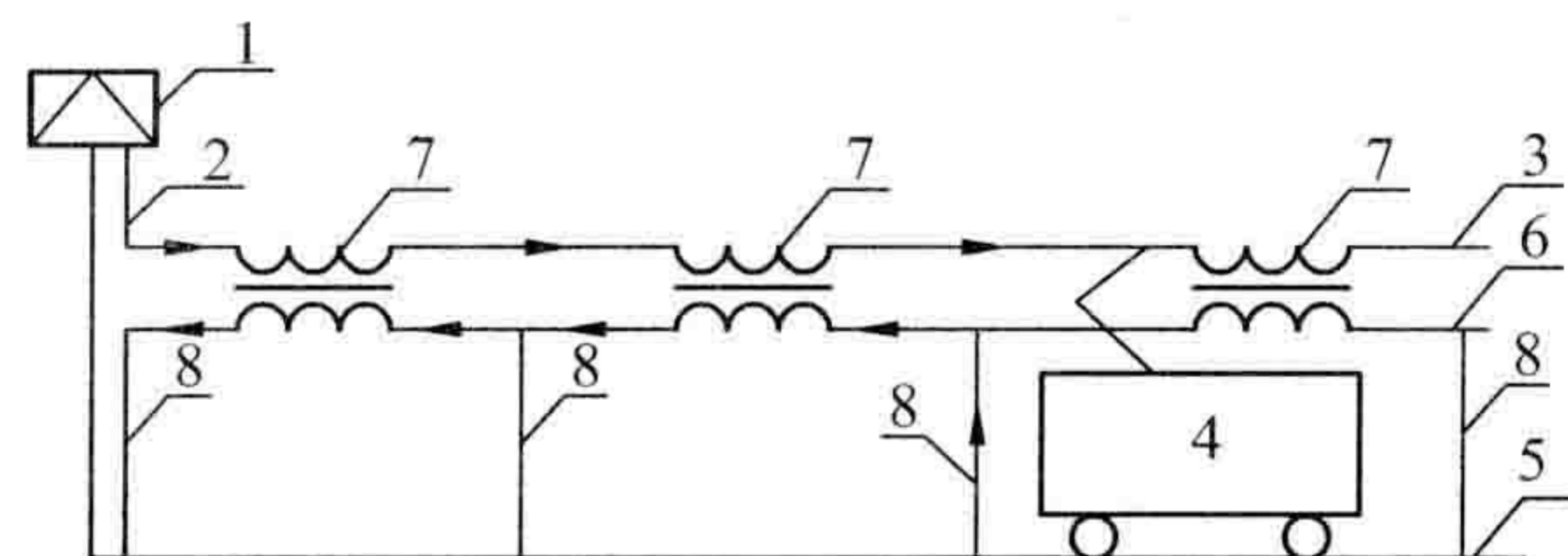


图 1.4.4 BT 供电方式示意图

1—牵引变电所；2—馈电线；3—接触网；4—电力机车；  
5—钢轨；6—回流线；7—吸流变压器；8—吸上线

吸流变压器采用变比 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，通过吸流变压器电磁工作原理，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，我国已逐渐在新建电气化铁路上采用。AT 供电方式工作原理如图 1.4.5 所示。

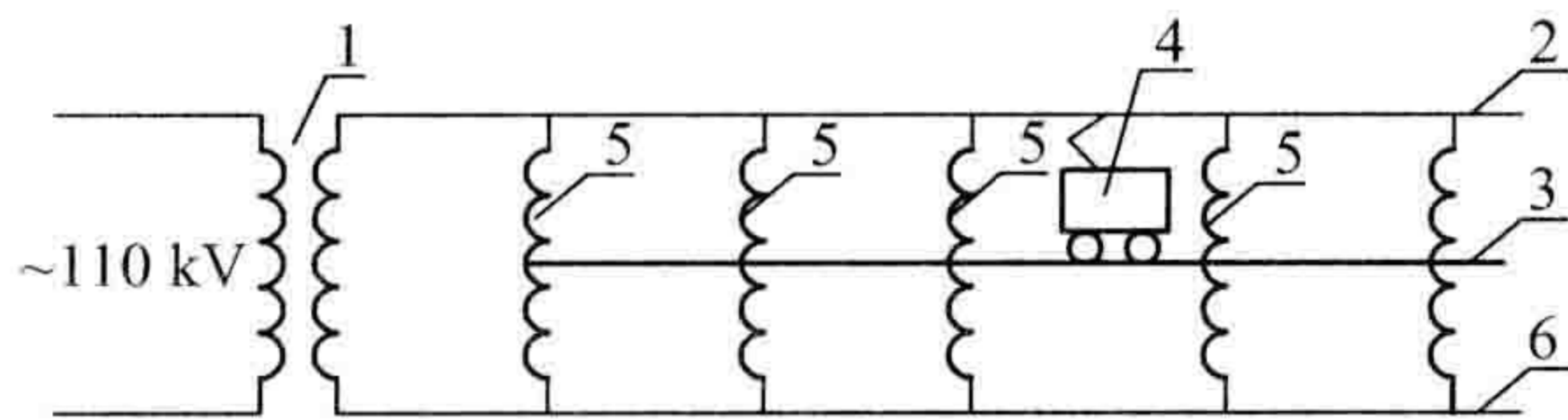


图 1.4.5 AT 供电方式示意图

1—主变压器；2—接触网；3—钢轨；4—电力机车；5—自耦变压器；6—正馈线

在 AT 牵引变电所中，牵引变压器将 110 kV 三相电降压至单相 55 kV，然后经自耦变压器两端分别接到接触网和正馈线上，而自耦变压器中心抽头与钢轨相连。这种连接方式下，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 27.5 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二分之一的牵引电流，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。当绝缘子闪络时，短路电流可通过保护线作为回路，减少对铁路信号轨道电路的干扰。同时，保护线对接触网起屏蔽作用，也减少对架空通信线路的干扰。另外，保护线起避雷线的作用，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 设置。

采用 AT 供电方式使牵引网电压增高、电流减小，牵引变电所间距增大，提高了供电质量。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 供电方式也有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。