第一篇　接触网基础技能

学习情境一　接触网的认知

【导读】

本学习情境重点介绍接触网的不同类型和对接触网结构的认知，包括介绍接触网的定义（狭义和广义）、作用、供电方式、基本结构和类型、接触网典型结构和作用，并通过对支柱认知和停电作业实施，完成对本学习情境的综合应用。

【学习目标】

本节主要通过完成两个任务，学习接触网类型和结构，掌握接触网的广义和狭义的定义；掌握接触网的供电方式的不同分类和各自特点；掌握接触悬挂的分类，重点掌握链形悬挂各自的优缺点；掌握接触网典型结构，各组成部分应包括的主要设备及作用，以及接触网常见的纵向结构和横向结构的作用。

任务一　接触网类型的认知

【任务描述】

本任务是对接触网作用的整体介绍，通过本任务的完成，学生应能实现对接触网整体作用的认知，为后续任务的执行奠定基础。

微信扫二维码，
看本章教案

【资讯】

一、理论学习部分

接触网是牵引供电系统的一部分，是一种沿钢轨架设的特殊供电线路，将从变电所获得的电能传输给电力机车。

（一）接触网的定义

接触网本质上就是一种传输电能的线路，与传统的电力线路一样，将从变电所获得的电能进行远距离传输，送给指定的用电设备。但由于接触网的用电设备是指定的电气化铁路或城市轨道交通用的电力机车，因此接触网的电压等级和供电方式与传统电力线路不同。

电力机车的特点是必须随时变换运行位置，为保障运行安全，不能将电线直接与电力机车固定连接，只能将提供电能的线路进行固定架设，通过与电力机车上的受电弓或取流靴直接接触传输电能，因此叫做“接触网”。

接触网有广义和狭义的定义。广义上的接触网包括电气化铁路和城市轨道交通中向电力机车提供电能的多种类型的特殊供电线路，目前包括架空柔性接触网、架空刚性接触网（又叫刚性悬挂）、接触轨。

狭义的接触网特指架空柔性接触网，在电气化铁道中，它是沿钢轨上空“之”字形架设的供受电弓取流的高压输电线。其由接触悬挂、支持装置、定位装置、支柱与基础几部分组成，如图 1-1-1 所示。它的特点是采用承力索、接触线、吊弦等柔性线索组成链形悬挂。其优点是第一次投资少；缺点是结构稳定性差，维护成本较高，需占用较大空间。

图 1-1-1　柔性接触网（高速铁路接触网）

刚性悬挂是一种将接触导线夹装在汇流排上的悬挂方式，依靠汇流排自身的刚性使得接触导线保持在同一安装高度，从而取消链形悬挂承力索而使接触悬挂系统具备最小的结构高度，最大程度上利用有限的悬挂空间。刚性悬挂系统中接触导线及汇流排不受张力作用，与柔性接触悬挂系统相比，其无断线的可能。Π 形和 T 形刚性悬挂汇流排分别如图 1-1-2、图 1-1-3 所示。

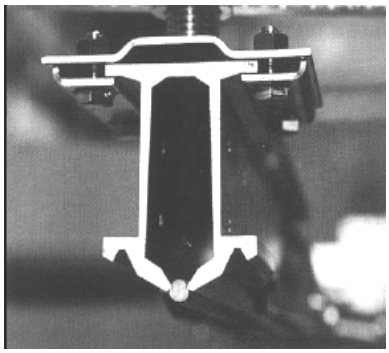

图 1-1-2　Π 型刚性悬挂汇流排

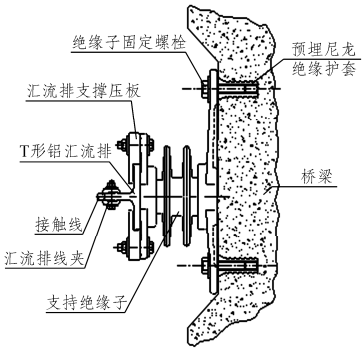

图 1-1-3　T 型刚性悬挂汇流排

接触轨是采用钢轨或者铺设第三根钢轨将电能传输到地铁和城市轨道交通系统中的电力牵引车辆上的装置，如图 1-1-4 所示。接触轨通过集电靴将电能传输给车辆。根据集电靴从接触轨的取流方式不同，接触轨的安装方式可分为上接触、下接触、侧接触三种方式（见图 1-1-5～

图 1-1-7）。接触轨系统主要由钢铝复合轨（包括铝轨本体和不锈钢带）、膨胀接头、端部弯头等相关部件及绝缘支撑装置组成，为电力机车组提供电能。电力的输送是通过电力机车集电靴与复合轨的接触来实现的。车底接触器与接触轨如图 1-1-8、图 1-1-9 所示。

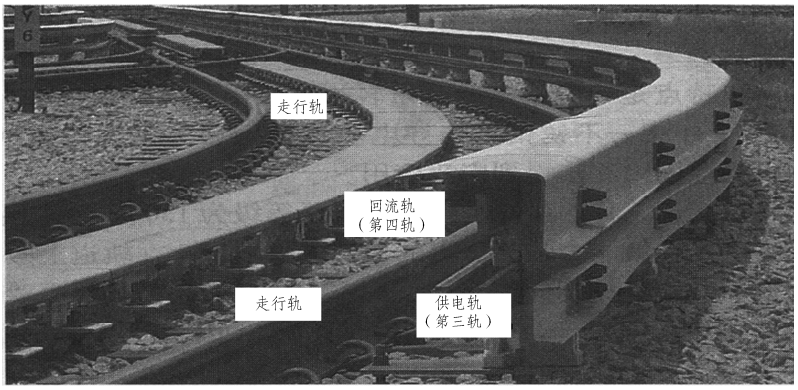

图 1-1-4　接触轨（侧式）

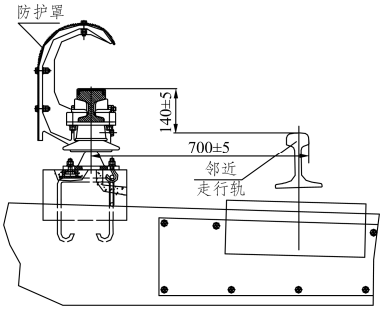

图 1-1-5　上部受流接触轨

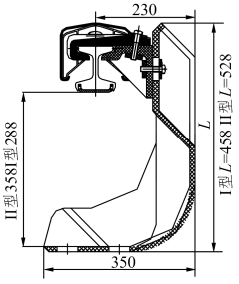

图 1-1-6　下部受流接触轨

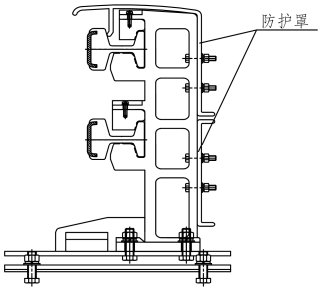

图 1-1-7　侧部受流接触轨

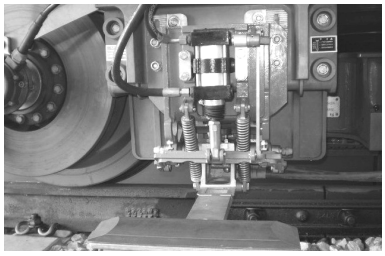

图 1-1-8　车底接触器与接触轨（侧式）正面

图 1-1-9　车底接触器与接触轨（侧式）侧面

（二）接触网的供电方式

微信扫二维码，看本章教案

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，是牵引供变电系统的重要组成部分。牵引供变电系统示意图如图 1-1-10 所示。

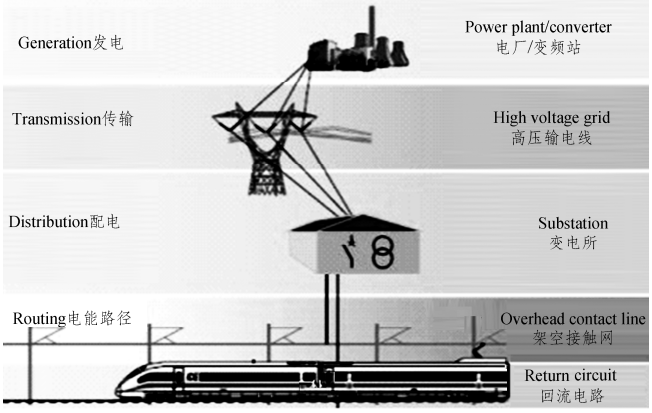

图 1-1-10　牵引供变电系统示意图

根据牵引变电所向接触网供电时的供电区段长短及分区所工作情况，可以分为直接供电、单边和双边供电、越区供电、并联供电等供电方式。

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，实际值需经供电计算确定。如图 1-1-11 所示为直接供电方式的供电系统图。

两个牵引变电所将接触网分成两个供电分区（又称供电臂），正常情况两相邻供电臂在接触网上是绝缘的，每个供电分区只从一端牵引变电所获得电能的供电方式称为单边供电。若两个供电分区通过开关设备在电路上连通，两个供电分区可同时从两个牵引变电所获得电能，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；但其馈线和分区所的保护及开关设备都较复杂，因此，目前采用较少。

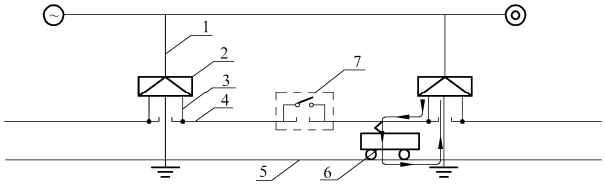

图 1-1-11　直接供电系统图

1—输电线；2—牵引变电所；3—馈电线；4—接触网；5—钢轨；6—电力机车；7—分区所

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），叫越区供电，如图 1-1-12 所示。

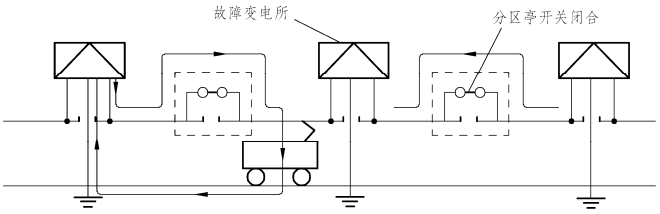

图 1-1-12　越区供电示意图

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，经分区所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。这种供电方式称为越区供电。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，这是避免中断运输的临时性措施。

并联供电方式与上述越区供电基本相同，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，通过分区所开关设备来实现。并联供电情况如图 1-1-13 所示。

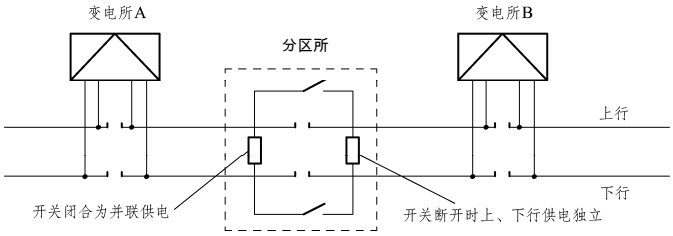

图 1-1-13　并联供电示意图

我国电气化铁道采用单相工频 25 kV 交流制，由于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。为减少电气化铁道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，根据所使用的不同设备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直接供电、BT 供电、AT 供电、直供加回流线供电四种方式。

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 1-1-14 所示。

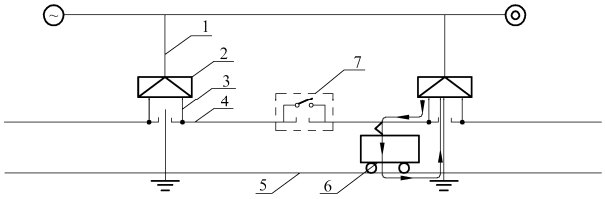

图 1-1-14　直接供电方式示意图

1—国家电力供电线路；2—牵引变电所；3—馈电线；4—接触网；5—钢轨；6—机车；7—分区所

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 BT 供电方式，这种供电方式适用于电气化铁道穿越大、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，但由于吸流变压器原、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、馈电回路结构复杂、造价较高等弊病，其工作原理如图 1-1-15 所示。

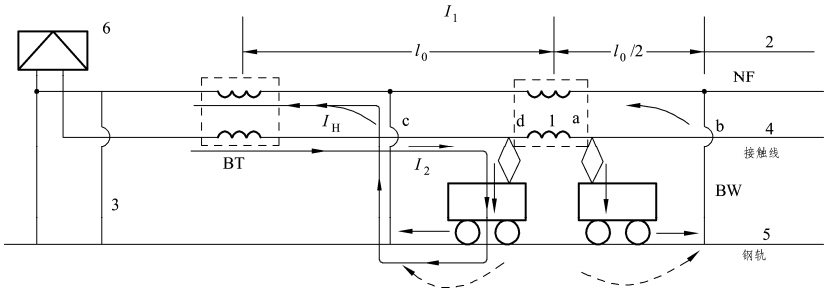

图 1-1-15　（吸流变压器）BT 供电方式示意图

1—吸流变压器；2—回流线；3—吸上线；4—接触线；5—钢轨；6—变电所

吸流变压器采用变比为 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，仍有小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”，上述情况下对通信线路仍有一定的干扰。因此该种供电方式已经逐步被淘汰。

3. AT 供电方式

AT 供电方式又称自耦变压器供电方式。随着对外开放和国外先进技术的引进，我国在新建电气化铁道上已有采用该供电方式，AT 供电方式工作原理如图 1-1-16 所示。目前我国高速铁路主要采用这种供电方式。

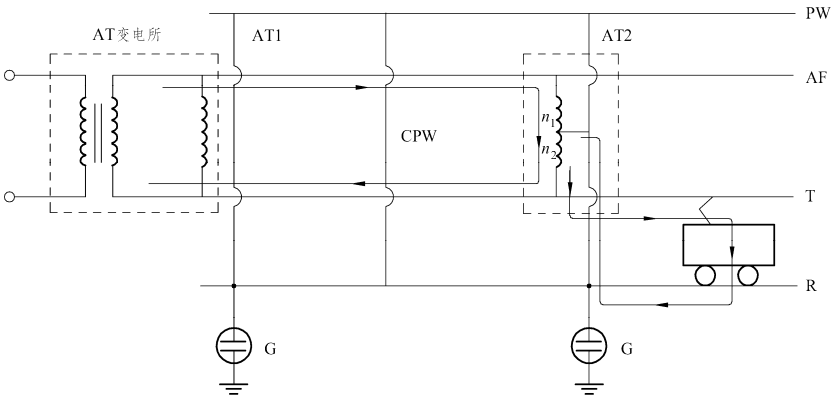

图 1-1-16 （自耦变压器）AT 供电方式示意图

在 AT 牵引变电所中，牵引变压器将 110 kV 三相电降压至单相 5 kV，然后经自耦变压器两端分别接到接触网和正馈线上，自耦变压器中心抽头与钢轨相连，则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。当绝缘子发生闪络时，短路电流可通过保护线形成回路，减少了对铁路信号轨道电路的干扰。同时其对接触网起屏蔽作用，也可减少对架空通信线的干扰，另外起避雷线的作用，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