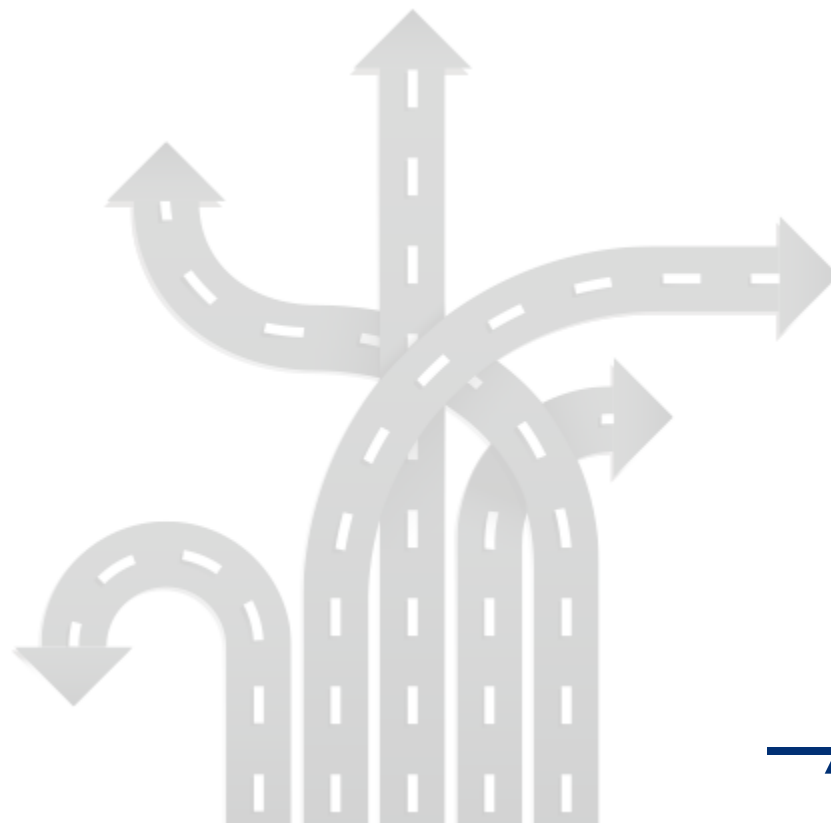


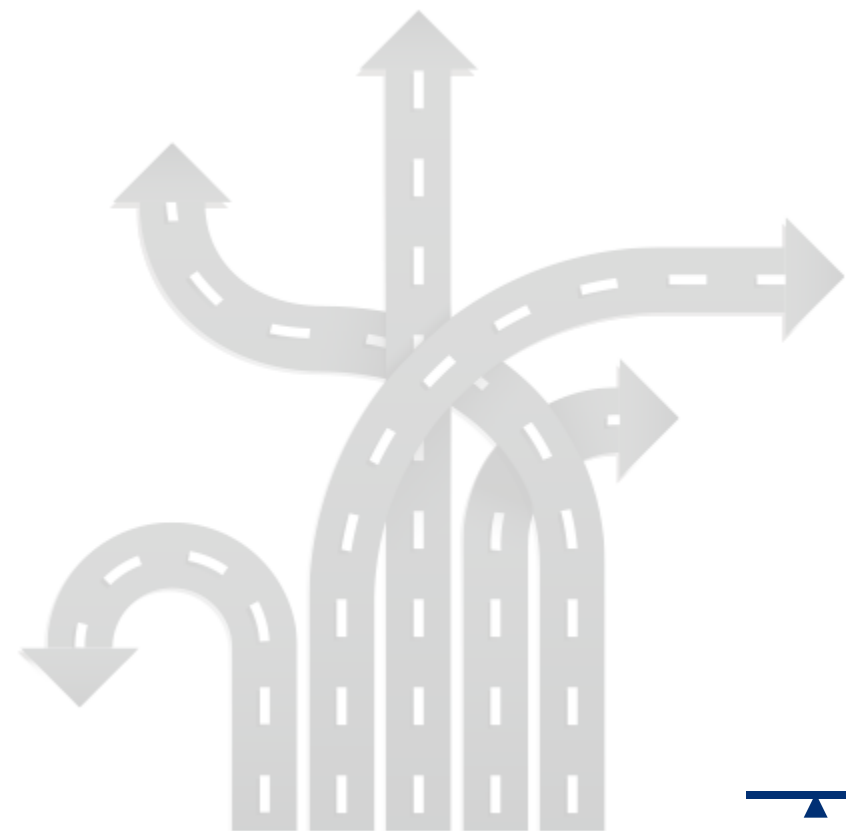
1

受流器

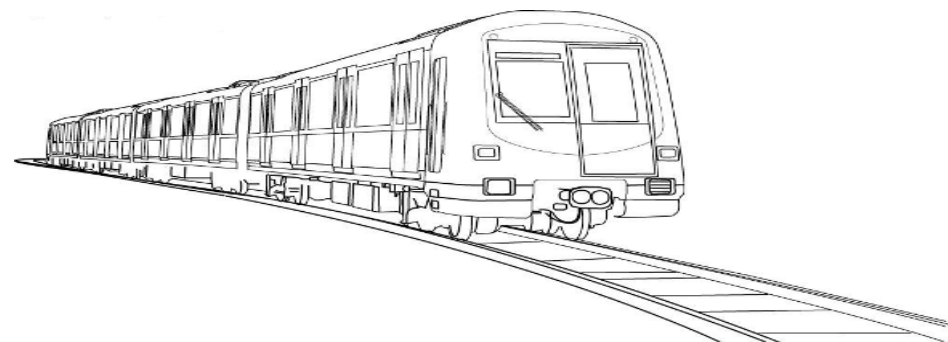


1-1

受流器总体认知



受流器概述



受流器是以电能为能源的轨道车辆(简称电动轨道车辆)从接触网或第三轨获取电能的一种受流装置。

电动轨道车辆包括城市范围内公共交通运输用的城轨车辆、铁路干线用的电力机车以及高速铁路用的电动车组等。

根据受流器的形状与作用原理的不同,受流器可分为以下几种类型:

- (1)集电杆:常用于城市无轨电车;
- (2)弓形受流器:常用于城市有轨电车;
- (3)旁弓:常用于矿区内轨道车辆;
- (4)第三轨受流器:又称集电靴,常用于第三轨供电方式的城轨车辆;
- (5)受电弓:用于铁路干线的电力机车、高速铁路的电动车组以及采用接触网供电的城轨车辆等。



受电弓安装于车顶,靠与接触网滑动接触进行受流;
第三轨受流器安装于转向架构架,靠与第三轨接触进行受流。

两者优缺点对比如下:

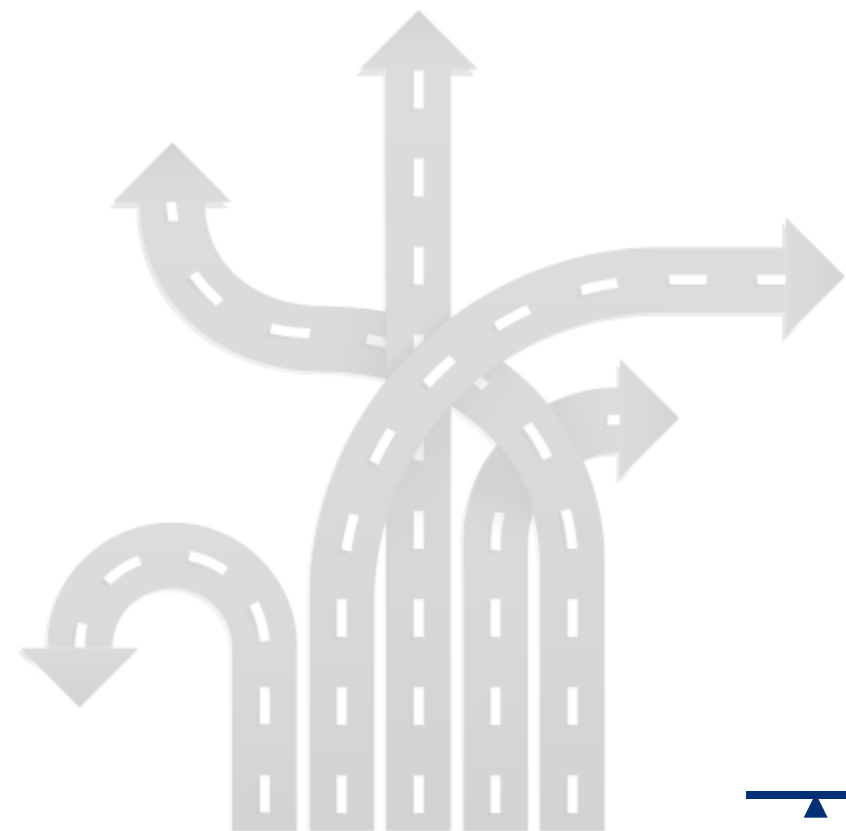
- (1)第三轨安装在钢轨一侧,与高空接触网相比,触电风险更大。由于安装位置低,第三轨受到异物影响可能性更大,更容易发生触电事故。目前,一般采取的措施是在第三轨上设置防护罩进行防护。
- (2)与受电弓受流相比,第三轨受流器的接触阻力更大,噪声更大。
- (3)采用第三轨受流的车辆过道岔时必须断电,接触网无此问题。
- (4)第三轨供电的维护成本比较低,易于实施,设备成本和人工成本都较低,而接触网部件多,且要高空作业,需要专门的工程维护车,设备和人工成本都很高,维护工作相对复杂。
- (5)第三轨供电抗极端天气能力强,除了水淹以外,基本不受其他恶劣天气影响,而柔性接触网需要考虑强风、挂冰等一系列问题。



受电弓

二

受电弓概述





受电弓
总体介绍

1. 受电弓的作用

一般我们将安装于城轨车辆、电力机车、电动车组等车辆的顶部,与接触网接触从而获取电能的装置称为受电弓,如下图所示。



受电弓是一种铰接式的机械构件。当受电弓升起时,其滑板与接触网导线直接接触,从接触网导线上获取电流,并通过车顶母线将其传送至车辆内部,供车辆使用。

2. 受电弓的特点

受电弓靠滑动接触而受流,是车辆与固定供电装置之间的连接环节,其性能的优劣直接影响车辆的受流质量和工作的可靠性,因此要求受电弓具备以下特点:

(1) 稳定的静态接触压力

受电弓滑板与接触网导线的接触需要有一个适当的接触压力,且这个接触压力在受电弓的工作高度范围内应该基本保持不变,这样才能保证滑板与接触导线接触良好、磨耗小、可靠受流。

(2) 升、降弓时要“先快后慢”

为保证升、降弓时不产生过分冲击,要求受电弓在升、降弓过程中要先快后慢。

(3) 运行中动态稳定性好

受电弓要克服车辆高速运行时产生的空气阻力的作用,保证在允许的运行速度下,滑板与接触网的接触压力基本稳定在额定静态接触压力值范围内,以保证可靠受流。

3. 受电弓的类型和型号

受电弓可按结构、速度、驱动方式和降弓方式等进行如下分类：

(1) 按结构形式分

分为双臂受电弓和单臂受电弓。

双臂受电弓[如图a)],结构对称,侧向稳定性好,但结构复杂,调整困难。

单臂受电弓[如图b)],结构简单,尺寸小,重量轻,具有良好的动态特性。

因单臂受电弓的动态跟随性及受流特性较好,所以在现代轨道车辆中被广泛采用。

(2) 按速度等级分

分为高速受电弓和常速受电弓。这里的速度是指受电弓所在的轨道车辆的设计速度。用于设计速度在200km/h以下车辆上的受电弓为常速受电弓,用于200km/h以上车辆上的受电弓为高速受电弓。电力机车和城轨车辆一般使用的是常速受电弓,高速动车组一般使用的是高速受电弓。



a)双臂受电弓



b)单臂受电弓

(3) 按驱动方式分

分为弹簧弓和气囊弓。早期的受电弓基本为弹簧弓,由刚弹簧提供升弓和降弓的动力。气囊弓是由升弓气囊提供受电弓的升弓动力。因气囊中的压缩空气的压力可由精密调压阀进行精确控制,进而可较好地控制受电弓与接触网的静态接触压力,因此目前气囊弓在轨道车辆中得到广泛应用。

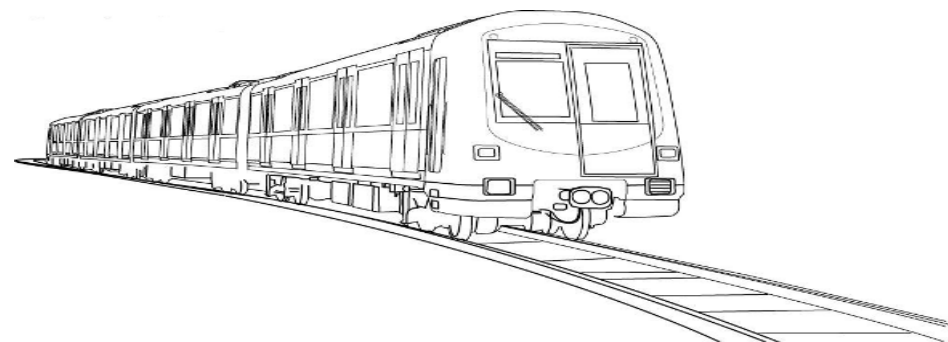
(4) 按降弓方式分

分为气动式、电动式、自重降弓式等。目前,以自身重力作为降弓动力的受电弓应用较广泛。

国内受电弓的研发和设计经历了消化、吸收、创新的过程。早期,引进的是雄克公司的SBF系列、西门子公司的8WLO系列和东洋重工的KP系列受电弓技术,在此基础上,我国进行了大量的研究,最后设计和生产出具有自主知识产权的国产受电弓,如TSG系列、DSA系列和SQG系列,这些受电弓广泛用于国内和出口的城轨车辆、电力机车和高速动车组上。

程

国产受电弓的发展历



我国从1958年修建电气化铁路开始,到2010年实现高速化,铁路受电弓经历50多年的发展,走过了一段不平凡的研发之路,其发展大致可分为三个阶段:

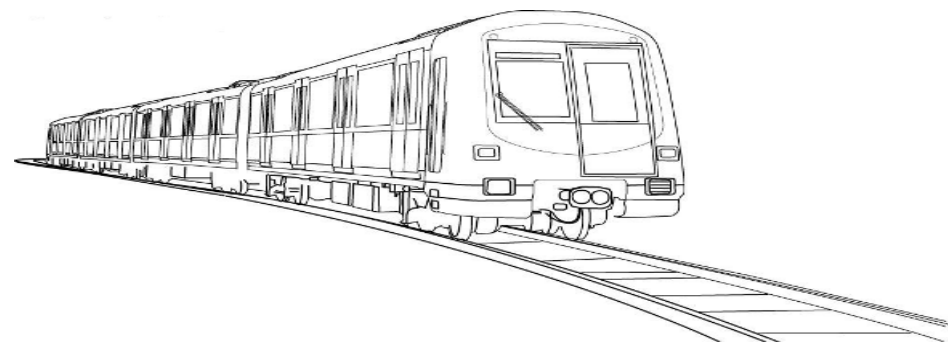
第一阶段:1960年株洲电力机车厂在苏制双臂受电弓的基础上,研制出TSG1型单臂受电弓。TSG1型单臂受电弓较苏制双臂受电弓结构简单,质量轻,运行性能良好。TSG1型受电弓的研制开启了国产受电弓研制的历程。

第二阶段:以中外合作生产为主,部分部件实现了国产化。这一阶段受电弓的研制已与国际标准接轨,遵循国际铁路联盟UIC608标准,先后研制出DSA200、DSA250、TSG15等多种型号受电弓。

第三阶段:我国铁路步入世界高速铁路行列,列车运营速度达到350km/h。为满足动车组高速受流要求,我国先后研制了DSA380、TSG19型高速受电弓。

国产受电弓的研制稳步走过三个发展阶段,已积累了大量研究成果,搭建了成熟的研发平台,我国受电弓的研制将向更高的领域迈进。

本节要点总结



受电弓是最常用的一种受流装置,它安装在车辆顶部,靠与接触网滑动接触获取电流,传至车辆内部,供车辆使用。

受电弓性能的优劣直接影响车辆的受流质量和工作的可靠性,性能不良的受电弓可能会造成拉弧、冲网等严重后果,因此受电弓要满足以下三个基本性能要求:

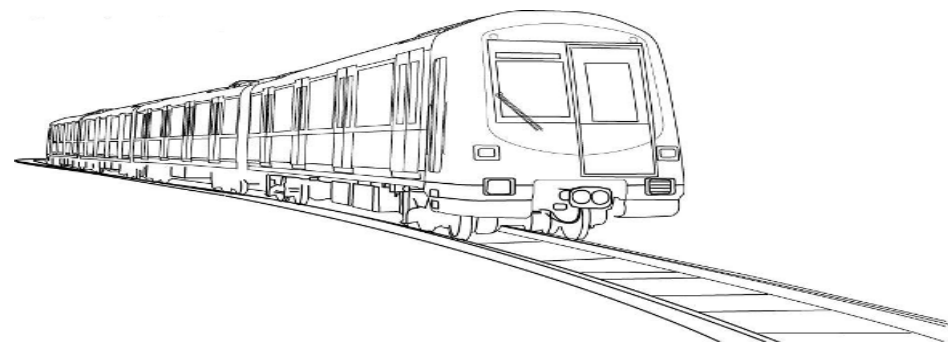
(1)受电弓与接触网接触应保持稳定的静态接触压力,以保证可靠受流,并避免过度磨损。

(2)受电弓升弓应“先快后慢”,降弓也应“先快后慢”,避免拉弧和过度冲击。

(3)受电弓应具有良好的动态稳定性,即能够克服空气阻力,确保额定的静态接触压力。

第三轨供电的城轨车辆采用第三轨受流器进行受流。第三轨受流器将在后面章节进行介绍。

能力拓展训练



请根据本节内容,利用智慧职教城市轨道交通、铁道机车等专业教学资源库、MOOC学院《机车车辆电气设备的检查与调试》在线课程等数字化资源及公共网站等途径,完成下面的任务。

任务1:请收集弓形受流器、集电杆、旁弓、第三轨受流器的图片,制作PPT,课上分享。

PPT要求:不少于10页,图片清晰,配备必要的文字说明。

其他要求:能理解制作的PPT内容,能进行流利的讲解。

任务2:请收集无轨电车、有轨电车、电力机车、电动车组的有关视频。

要求:每组收集1~2个,了解它们的应用场合和供电制式,进行课上分享。

二、TSG18D型单臂受电弓的结构组成及主要部件

TSG18D型单臂受电弓的基本结构如图1-2-2所示。它由底架(序1等部分)、铰链系统(包括序4、序6、序7等部分)、弓头(序8等部分)、传动机构(序12等部分)、控制机构(序10等部分)等组成。下面对各部分进行详述。

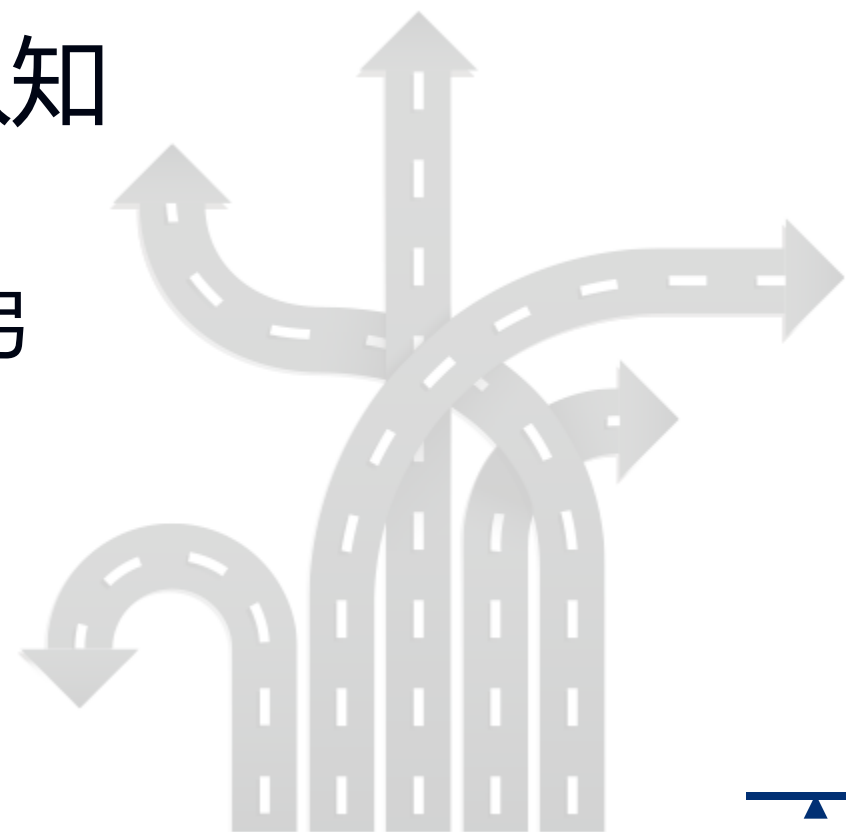
(4)第三轨供电的维护成本比较低,易于实施,设备成本和人工成本都比较低,而接触网部件多,且要高空作业,需要专门的工程维护车,设备和人工成本都很高,维护工作相对复杂。

(5)第三轨供电抗极端天气能力强,除了水淹以外,基本不受其他恶劣天气影响,而柔性接触网需要考虑强风、挂冰等一系列问题。

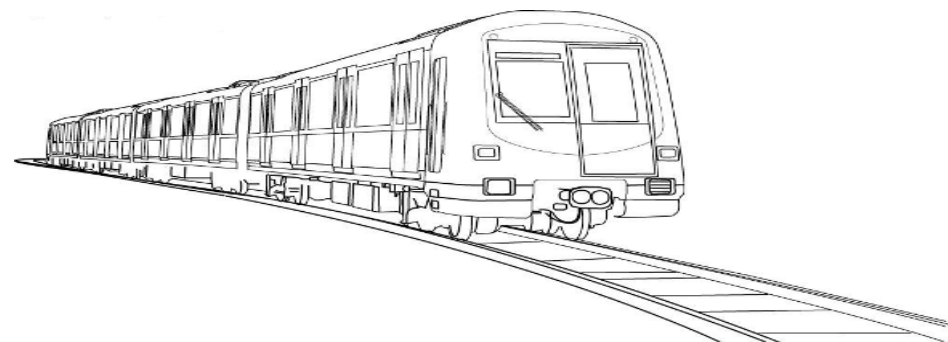
1-2

受电弓结构原理认知

——TSG18D型单臂受电弓



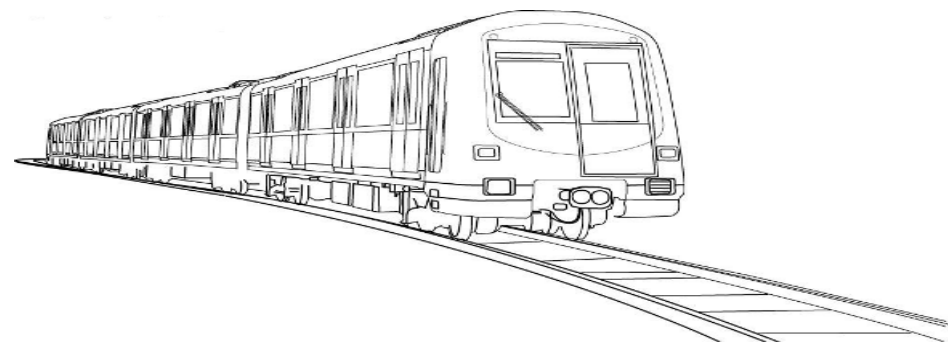
主要技术参数



项 目	技术参数	项 目	技术参数
额定电压(V)	DC1500	绝缘子高度(mm)	80
电压范围(V)	DC1000~DC1800	弓头长度(mm)	1550±10
额定工作电流(A)	1050	弓头宽度(mm)	328±3
最大起动电流(30s)(A)	1600	弓头高度(mm)	225±10
工作环境温度(°C)	-25~+40	滑板长度(mm)	800±1
运行速度(km/h)	90	滑板宽度(mm)	35
折叠高度 (包括绝缘子)(mm)	310(0~+10)	滑板材质	浸金属碳
最低工作高度 (从落弓位置滑板面起)(mm)	165	标称静态力(N)	120±10
最高工作高度 (从落弓位置滑板面起)(mm)	1950	静态力的可调节范围(N)	70~140
最大升弓高度 (从落弓位置滑板面起)(mm)	≥2550	额定工作气压(kPa)	560
气源的工作压力(kPa)	500~1000	质量 (包括支持绝缘子)(kg)	≤140
升弓时间(s)	≤8	安装尺寸(四点)(mm)	(1100±1)×(900±1)
降弓时间(s)	≤8	电气间隙(mm)	≥30

二

基本结构及主要部件





受电弓的结构

TSG18D型受电弓的基本结构如下图所示。

它由底架部分、铰链系统、弓头部分、传动机构和控制机构等组成。

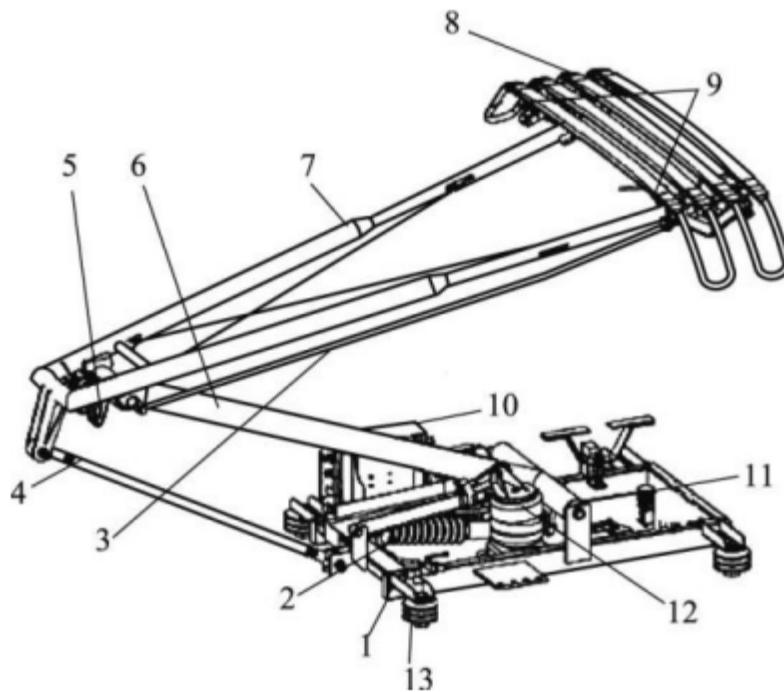


图8-4 TSG18D型单臂受电弓结构图

- 1-底架组装；2-阻尼器；3-平衡杆；4-拉杆；5-肘接电流连接组装；6-下臂杆组装；
7-上框架组装；8-弓头组装；9-弓头电流连接；10-气阀箱；11-降弓位置指示器；
12-升弓装置组装；13-支持绝缘子

1. 底架

受电弓底架是一个由矩形钢管焊接而成的口字形钢结构。

底架不仅是整个受电弓体的底部支撑,还提供机械、电气和气路接口。

(1)机械接口

由型钢焊接而成的矩形骨架提供了下臂杆、拉杆、升弓装置等部件的安装座。另外,底架伸出的4个支撑架上 $\phi 18\text{mm}$ 的通孔用于安装支持绝缘子,通过这4个绝缘子,将受电弓安装在车辆顶盖上,并与之保持足够的绝缘间距。

(2)电气接口

底架上的电流接线板是受电弓对外的电气接口,它采用不锈钢材料制成。

(3)气路接口

安装在底架上的气阀箱是受电弓气路上所用阀件集中安装的地方,因此这里提供了对外、对内的气路接口。

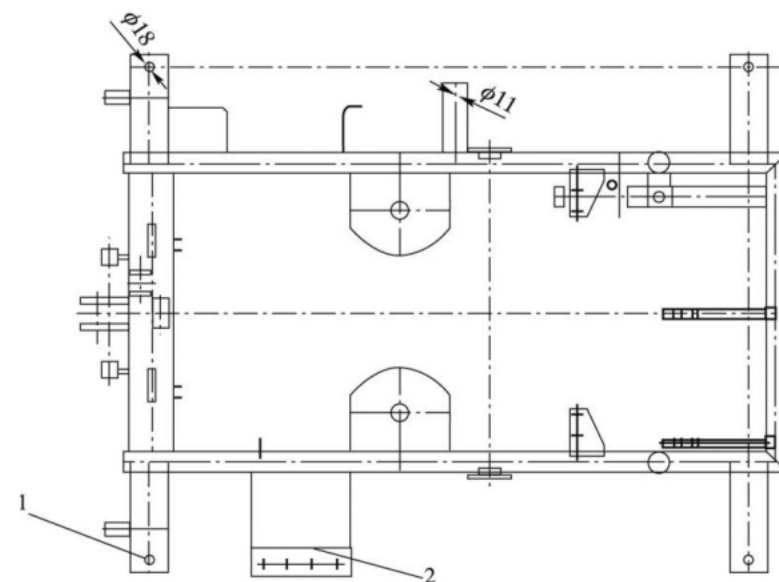


图1-2-3 底架结构

1-支撑架;2-电流接线板

2. 铰链系统

铰链系统包括下臂杆、上框架和拉杆。铰链系统与底架一起构成了受电弓的四杆机构,该四杆机构保证了上框架中顶管的运动轨迹呈一条近似铅垂的直线。

(1) 下臂杆

下臂杆的结构如图1-2-4所示。下臂杆的两端分别与底架和上框架采用轴承连接,与底架连接的轴承安装在下臂杆的底架轴承管内,与上框架连接的轴承安装在下臂杆的肘接轴承管内。轴承具有良好的密封性能,在其使用期内无需维护。受电弓升、降弓运动时,下臂杆绕着其固定在底架上的底架轴承管做圆周运动。

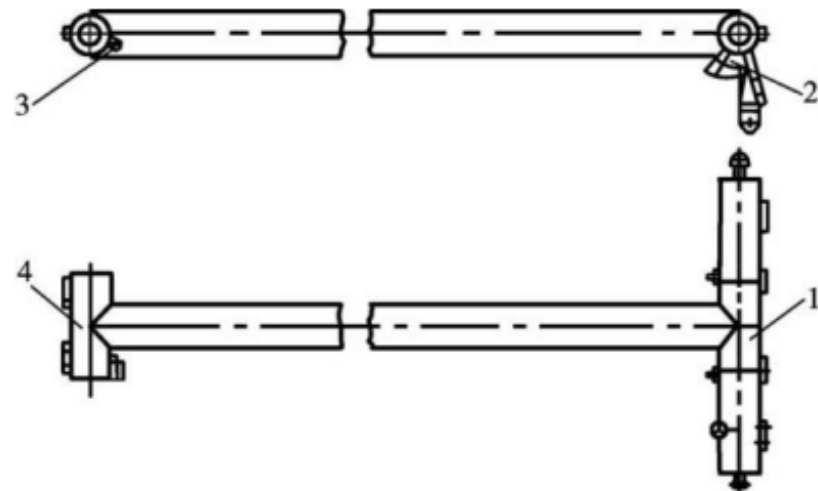


图1-2-4 下臂杆结构

- 1-底架轴承管;
- 2-扇形调整板;
- 3-平衡杆连接块;
- 4-肘接轴承管

2. 铰链系统

(2) 上框架

如图1-2-5所示,上框架是由顶管(4)、阶梯铝管(2)和肘接处的连接管(1)组焊而成的类似梯形的铝合金框架结构;对角线杆(3)用于增加上框架的刚度。上框架通过轴承分别与拉杆、下臂杆及弓头连接。上框架的这种设计减轻了受电弓的上部质量,提高了受电弓的弓网跟随性。

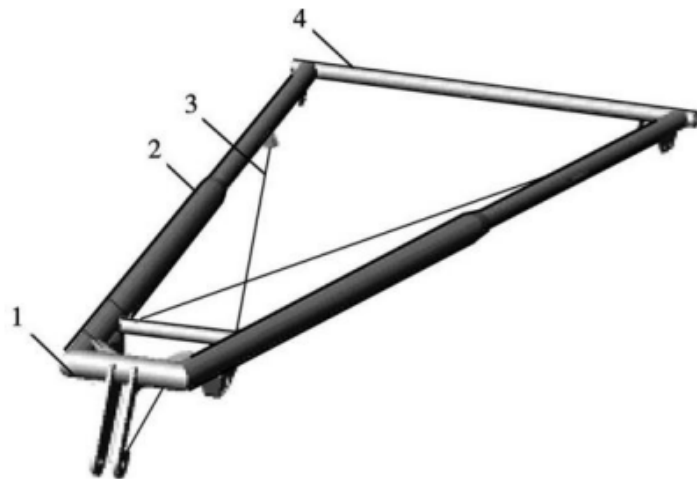


图1-2-5 上框架

1-肘接处的连接管;

2-阶梯铝管;

3-对角线杆;

4-顶管

2. 铰链系统

(3) 拉杆

拉杆结构如图1-2-6所示,它与下臂杆、上框架、底架构成一个四杆机构。可以通过调节拉杆上螺母和螺杆的相对位置来改变拉杆长度,从而对四杆机构的几何尺寸进行调整,以确保弓头的运动轨迹为一条铅垂线。

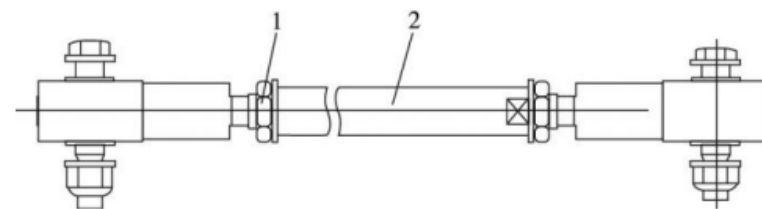


图1-2-6 拉杆
1-螺母;2-螺杆

2. 铰链系统

(4)平衡杆

弓头具有一定的自由度,可以绕弓头转轴自由摆动。为了确保受流质量,一般只允许弓头在水平面小范围内有一定的自由度,为此,需设置平衡杆。其一端连接在下臂杆和上框架铰接的肘接处,另一端支撑在弓头转轴的一端,为弓头提供与其偏转方向相反的力,使弓头基本维持在水平状态。

平衡杆主要由平衡杆导杆(1)和止挡杆组焊(2)组成,如图1-2-7所示。

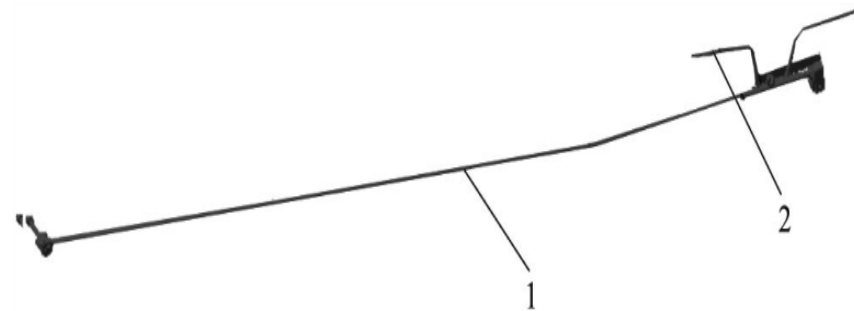


图1-2-7 平衡杆

1-平衡杆导杆;

2-止挡杆组焊

3. 弓头

弓头是与接触网直接接触的部件,其结构如图1-2-8所示。

为了确保弓头与接触网能够稳定、良好地接触,弓头应尽可能减小惯性质量。

弓头分两部分,即与网线接触的部分及与上框架连接的部分。前者主要包括滑板和弓角,后者主要包括弓头悬挂装置。

弓角位于弓头端部,用以保证接触网与弓头的平滑过渡。

弓头悬挂装置的应用使得弓头具有一定的自由度,同时车辆运行时,弓头与网线之间的高频振动可以通过弓头悬挂装置吸收缓冲。

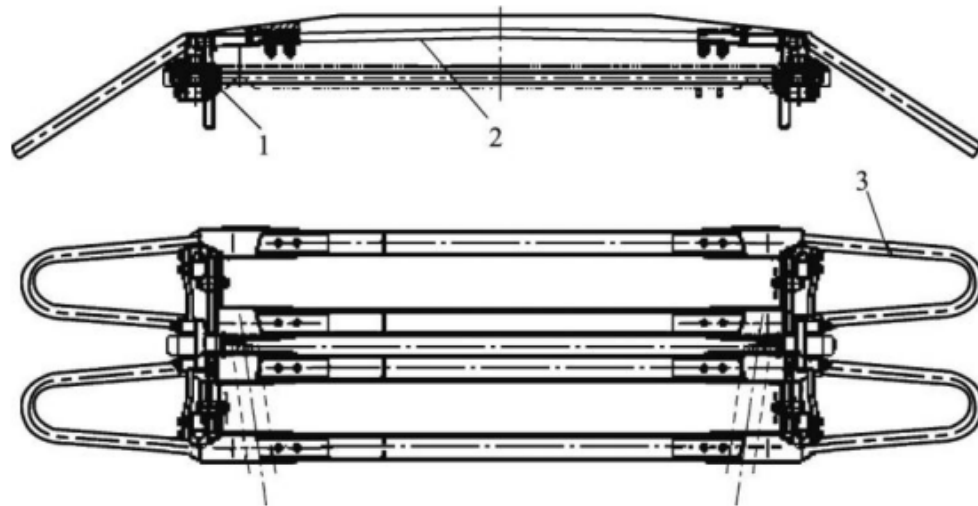
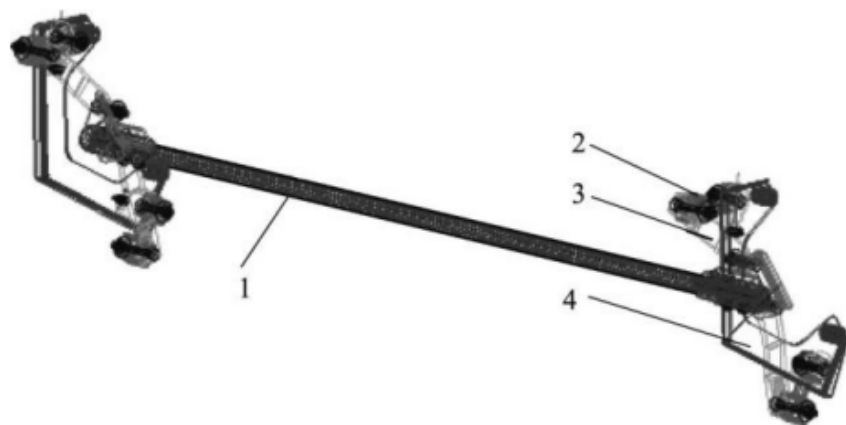


图1-2-8 弓头
1-弓头悬挂装置
2-滑板
3-弓角

3. 弓头

如图1-2-9所示,弓头悬挂装置由两组呈V形排列的橡胶弹簧元件和导杆组焊组成。橡胶弹簧元件安装在弓角的连接板上;导杆组焊安装在弓头转轴的末端,两组之间通过弓头转轴连接。

弓头转轴由压入上框架顶管内的免维护粉末冶金衬套支撑。橡胶弹簧元件是免维护的,它的各向弹性可以对弓头的运动进行误差补偿,并且吸收弓头的侧向振动。



1-2-9 弓头悬挂装置

1-弓头转轴

2-橡胶弹簧元件

3-导杆组焊

4-连接板

4. 传动机构

升弓装置构成了受电弓的传动机构,如图1-2-10 所示,包括钢丝绳(2)、气囊(3)、扇形调整板(4)等部件。

升弓装置提供了受电弓升弓时所需的升弓转矩及升起后与网线间的接触压力。气囊主要安装在底架上,通过钢丝绳与受电弓下臂杆的底架轴承管连接在一起,给受电弓升、降弓提供动力。升弓时气囊充气膨胀抬升,通过钢丝绳带动下臂杆转动,从而实现受电弓升弓运动。降弓时,气囊排气,体积压缩,下臂杆失去钢丝绳的拉力作用,在上框架及弓头自重的作用下降弓。

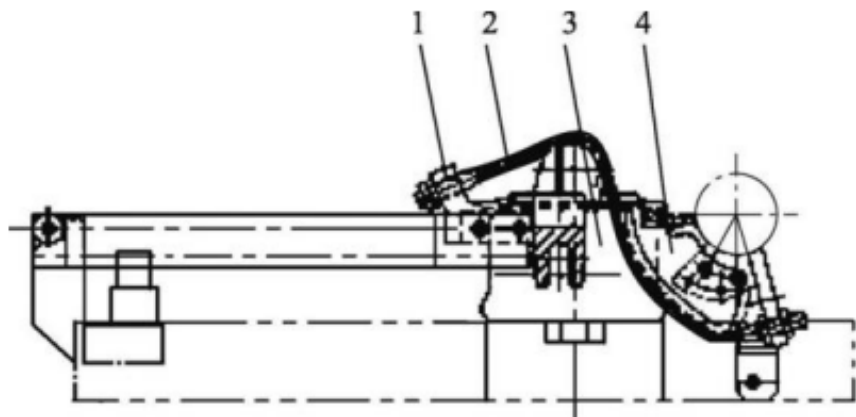


图1-2-10 升弓装置

1-钢丝绳紧固螺钉

2-钢丝绳

3-气囊

4-扇形调整板

5. 控制机构

气阀箱(图1-2-11)是受电弓的控制机构,由空气过滤器、单向节流阀、精密调压阀、安全阀等部件组成。

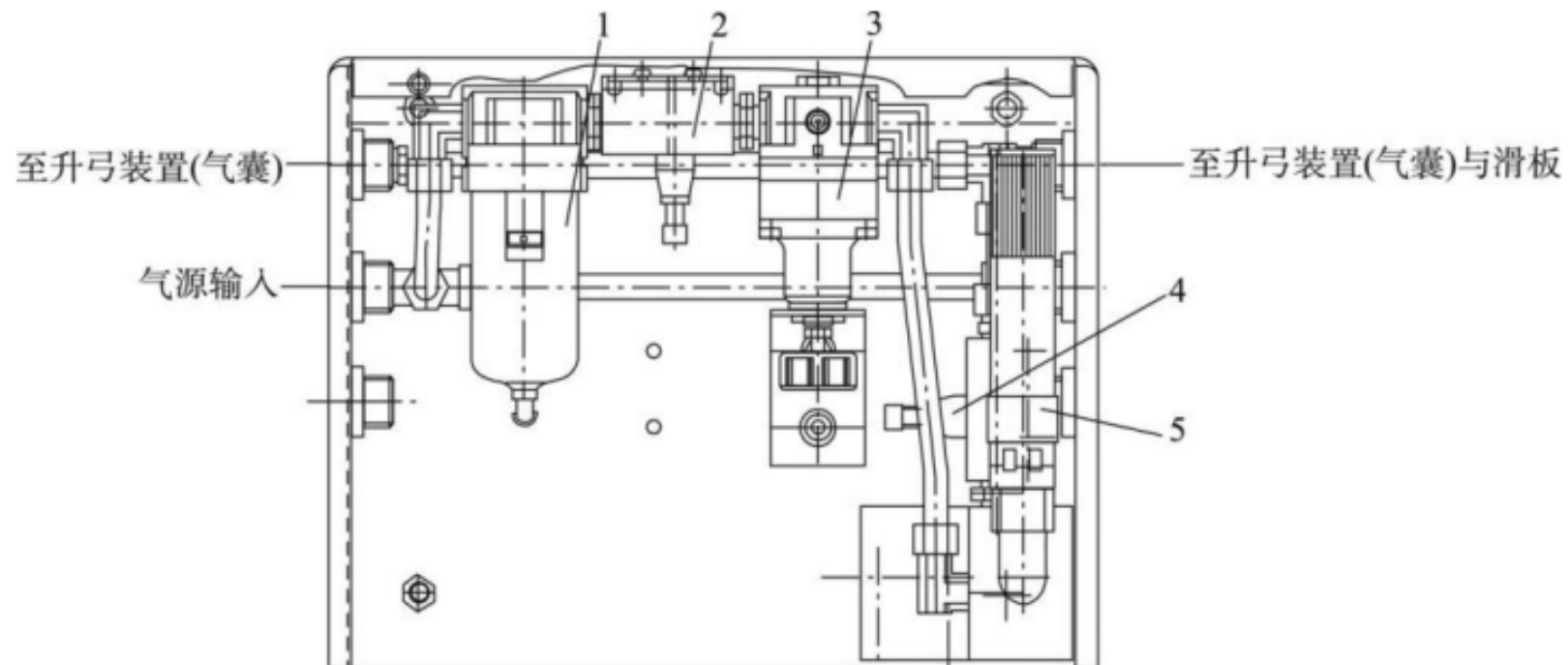


图1-2-11 气阀箱

1-空气过滤器;2-升弓节流阀;3-精密调压阀;4-降弓节流阀;5-安全阀

(1)空气过滤器

空气过滤器将机车压缩空气中的水雾及杂质分离出来,保证提供的压缩空气是干燥而纯净的。

(2)单向节流阀

单向节流阀包括升弓节流阀(2)和降弓节流阀(4)。升弓节流阀可以控制流入气囊的压缩空气的过流量,进而调整受电弓的升弓时间。降弓节流阀控制气囊排放气体的过流量,来调整受电弓降弓时间。

(3)精密调压阀

精密调压阀为气囊提供恒定压力的压缩空气,它的精度偏差为 $\pm 0.002\text{MPa}$;精密调压阀用于调节弓网接触的接触压力,其输出气压每变化 0.01MPa ,就会使接触压力变化 10N 。

(4)安全阀

安全阀起保护气路的作用,当气路内的压力超过其压力上限值时,安全阀就会开启,释放掉过量的压缩空气。

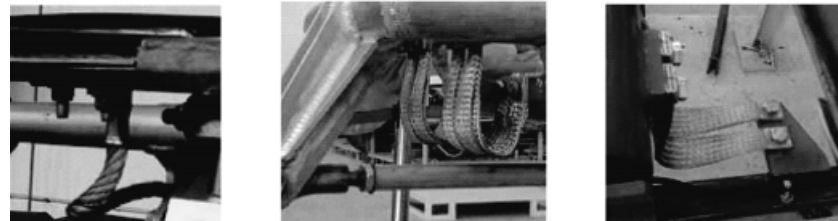
6. 电流连接

电流连接分为弓头电流连接、肘接电流连接和底架电流连接。

(1)弓头电流连接[图1-2-12a)],是将接触网上的电流由弓头导流至上框架上,从而使电流绕过顶管内的轴承和弓头悬挂装置上的橡胶弹簧元件,以避免轴承和橡胶弹簧元件出现大的温升而导致损坏。

(2)肘接电流连接[图1-2-12b)],是为保护安装于肘接轴承管内的轴承,防止电流对轴承的电腐蚀。

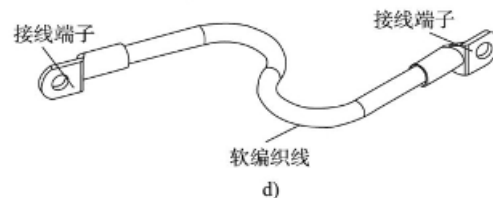
(3)底架电流连接[图1-2-12c)],是为保护安装于底架轴承管内的轴承,防止电流对轴承的电腐蚀。



a)弓头电流连接

b)肘接电流连接

c)底架电流连接



d)

7. 降弓位置指示器

电感式降弓位置指示器(图1-2-13)安装在受电弓底架上,在上框架顶管的下方。受电弓降弓时,电感器自动闭合,给出降弓到位信号;升弓时,电感器断开,给出升弓信号。

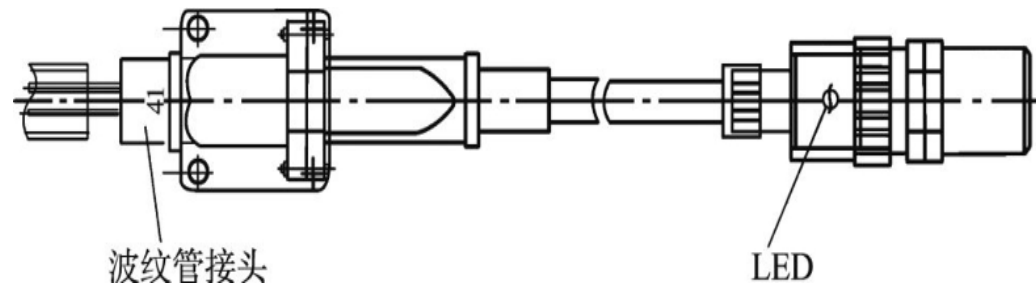


图1-2-13 降弓位置指示器

8.支持绝缘子

TSG18D型单臂受电弓安装有4个支持绝缘子,其细节结构如图1-2-14所示。

支持绝缘子采用环氧树脂材料,具有很高的绝缘等级及机械强度。支持绝缘子具有以下两个功能:

- (1)对带电的受电弓与相连接的车顶进行电隔离。
- (2)是受电弓的机械安装部件。

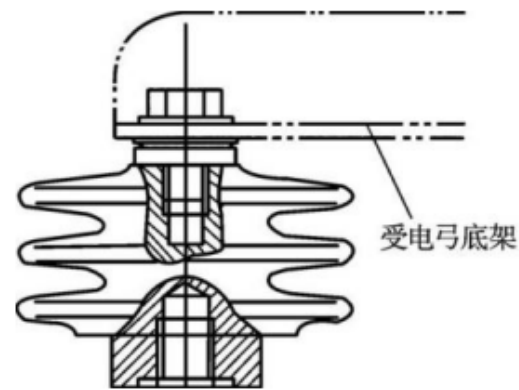
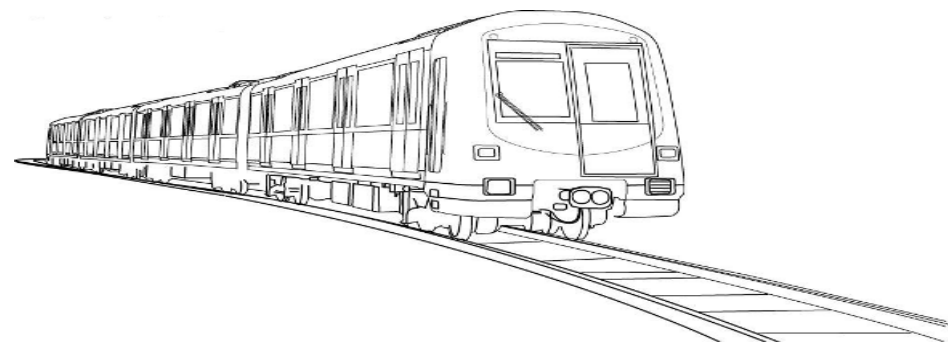


图1-2-14 绝缘子



工作原理

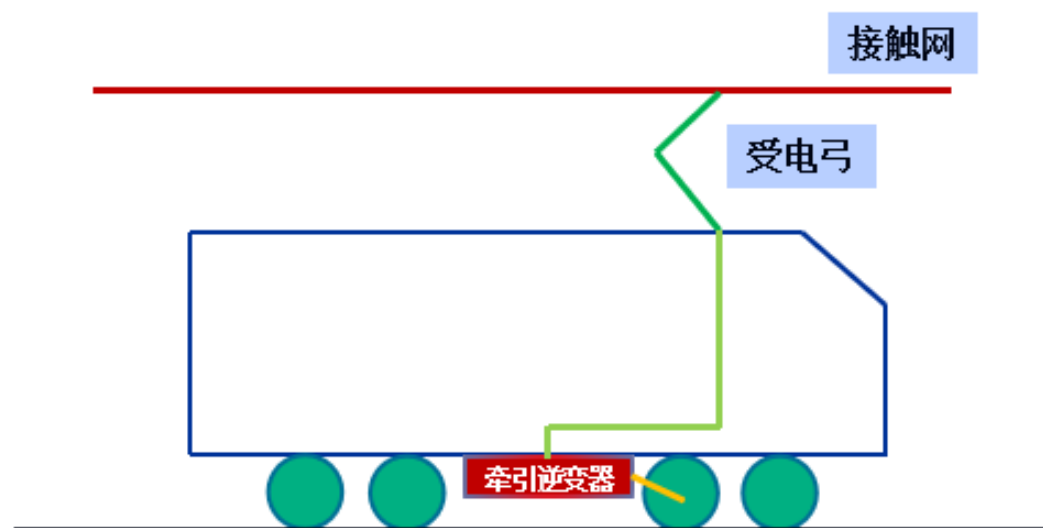


1. 电气系统

受电弓的电气系统包括高压电流电路和低压控制电路两部分。

1) 高压电流电路

受电弓是车辆的受流装置。受电弓升起后与接触网接触,从接触网获取电流,并将电流传送到车辆电气系统。接触网的电流首先由滑板流入受电弓弓头,然后依次经过上框架、下臂杆后流入底架,最后经连接在受电弓底架上的车顶母线导入车辆电气系统,这是受电弓的高压电流电路。





1. 电气系统

2) 低压控制电路

受电弓控制电路的主令电器是驾驶室的升弓和降弓按钮,控制电路电源经过升/降弓按钮及一系列控制环节,最终使受电弓电磁阀线圈得电或失电,从而控制受电弓气路的充气或排气,实现对受电弓的控制。

司机按下升弓按钮时,如果所有控制条件均满足,受电弓电磁阀线圈得电,从而使电磁阀阀口打开,使压缩空气进入气囊,实现升弓。降弓时,按下降弓按钮,将使受电弓电磁阀失电,从而关闭向受电弓气囊的供气通路,同时打开气囊的排气通路,使得受电弓降弓。

2. 气路系统

1) 气路动作

电磁阀得电,压缩空气经电磁阀进入气阀箱后,依次经过空气过滤阀 → 升弓节流阀 → 精密调压阀 → 降弓节流阀后,分为两条支路分别向受电弓的两个气囊供气。

2) 升弓装置动作

压缩空气进入气囊后,气囊膨胀抬升,抬升的气囊带动钢丝绳拉拽下臂杆,使下臂杆转动,从而实现受电弓逐渐升起,直到受电弓弓头与接触网接触并保持规定的静态接触压力。

此时,气囊中的气压值稳定在气阀箱内精密调压阀的设定值。受电弓工作时,气囊被持续供以压缩空气,弓头与接触网之间的接触压力基本保持恒定。

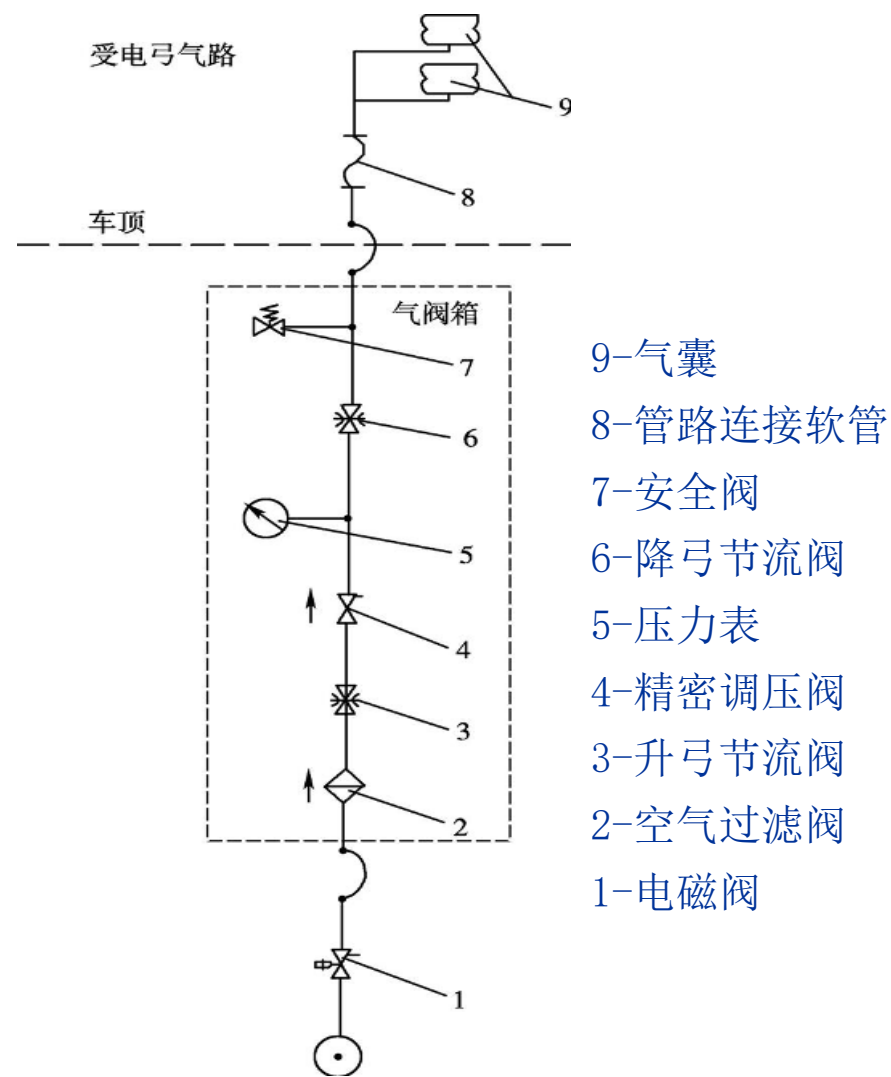


图1-2-15 受电弓气路工作原理

2. 降弓

司机在司机室按下降弓按钮后，升弓电磁阀失电，向受电弓供应的压缩空气被切断，同时，升弓电磁阀将受电弓气路与大气连通，气囊升弓装置中的压缩空气经原路返回，经电磁阀排向大气，受电弓靠自重下降，直到顶管降下并保持在底架的两个橡胶止挡上。



橡胶止挡

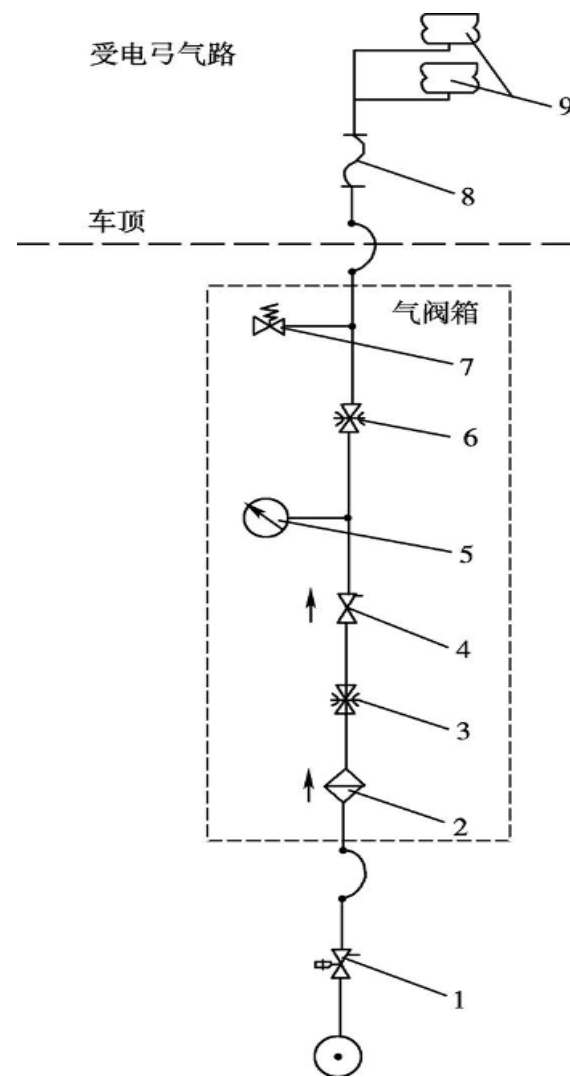
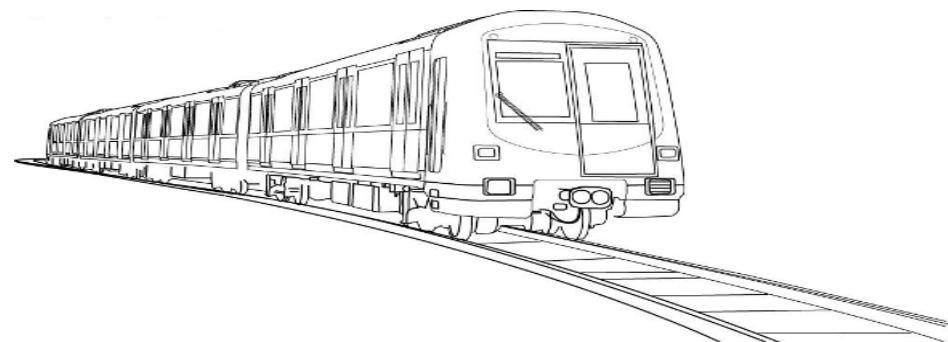


图1-2-15 受电弓气路工作原理

本节要点总结



1. 受电弓的结构组成

受电弓的结构分为底架、铰链机构、弓头、传动结构和控制机构五大部分。

底架、铰链机构和弓头构成了受电弓的主体结构,包括底架、下臂杆、上框架、拉杆、平衡杆、弓头及其悬挂装置等部件。弓头是受电弓与接触网直接接触受流的部件。

升弓装置是受电弓的传动机构,提供了受电弓升弓时所需的升弓转矩及升起后与网线间的接触压力,包括气囊、钢丝绳、扇形调整板等部件。

气阀箱是受电弓的控制机构,由空气过滤器、单向节流阀、精密调压阀、安全阀等部件组成。气阀箱内的阀件与受电弓电磁阀配合,完成对受电弓气路的控制,控制向受电弓气囊充气还是排气,及充入气囊的压缩空气的压力值。

2. 受电弓与城轨车辆电气系统的关系

(1)受电弓是城轨车辆获取外部电源的端口。受电弓升起后,与接触网接触,将接触网电流引入车辆高压电流电路。

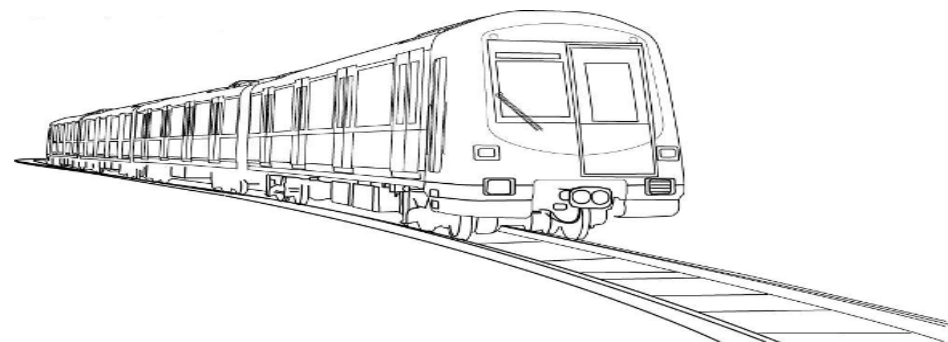
(2)受电弓与城轨车辆控制电路有如下联系:①它由控制电路中的升弓和降弓按钮控制;②受电弓电磁阀线圈受受电弓控制电路的控制,使其得电或失电,从而控制受电弓气路的充气或排气,实现对受电弓升弓、降弓的控制。

3. 受电弓的工作原理

首先由受电弓升弓或降弓按钮发出控制指令,受电弓控制电路工作,控制受电弓电磁阀线圈得电或失电。

然后由受电弓电磁阀控制受电弓气路向气囊的充气或排气,实现升弓或降弓。

能力拓展训练



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/435134131333011141>