新时代新理念职业教育教材 铁道运输类
产教融合、校企合作教材
行业紧缺人才、关键岗位从业人员培训教材

铁道机车总体及整备作业

主　编　潘京涛　谭　啸　王鹏轩
副主编　孙　波　樊庆华　王魁英
刘红艳

北京交通大学出版社
http://www.bjtup.com.cn

任务 5.7　机车基础制动装置的认知 …… 173
模块 6　牵引装置及牵引缓冲装置 …… 183
任务 6.1　牵引装置 …… 183
任务 6.2　牵引缓冲装置 …… 193
模块 7　机车整备作业 …… 206
任务 7.1　整备作业工作内容与流程 …… 206
任务 7.2　整备作业基本技能 …… 210
任务 7.3　机车给油检查前的准备工作 …… 228
任务 7.4　SS_4 改型电力机车给油检查作业 …… 231
任务 7.5　HXD_{3C} 型电力机车给油检查作业 …… 250
参考文献 …… 274

模块 6

牵引装置及牵引缓冲装置

牵引装置是连接机车车体与转向架构架的重要组成部分，其主要作用是传递机车的牵引力和制动力。机车运行时要求其不应该存在着对运动的约束，且能适应机车车体与转向架之间的各种相对运动。

车钩缓冲装置，包括车钩及缓冲器，电力机车上还设有车钩复原装置，它们都安装在车体底架两端的牵引梁内，共同完成列车连挂，传递牵引力、制动力，以及吸收连挂和运行时产生的纵向冲击振动的任务。

任务 6.1　牵 引 装 置

布置任务

1. 了解牵引装置的作用；
2. 掌握牵引装置的类型、构成和特点；
3. 对比分析不同牵引装置的优缺点。

相关资料

6.1.1　牵引装置的作用

1. 传递重力

传递车体及其内部设备的重量，并按设计要求进行重量分配，保证各转向架载荷均等，各轴重符合规定要求。

2. 传递纵向力和横向力

传递转向架所产生的牵引力、制动力及机车在运行中转向架与车体受到的各种横向作用力。

3. 改善机车的动力学性能

改善机车在振动、曲线通过时的动力学性能，特别是横向动力学性能。

4. 保证机车的灵活性和稳定性

保证机车在曲线通过时的灵活性和稳定性，并使车体相对转向架经常处于平衡位置。

5. 缓和钢轨对机车的冲击和振动，改善部件的工作可靠性和乘务员的舒适度

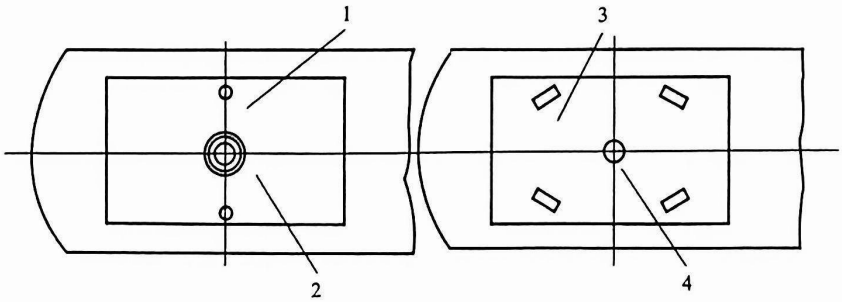
由于机车在线路上运行时，受到来自钢轨的冲击，同时机车本身又产生各种形式的振动，所以现代电力机车大多采用弹性的支承装置，这样，既可缓和传到车体上的冲击，又可增加机车总的静挠度；还因为隔离了机车的振动质量，因而降低了车体的自振频率，提高了机车运行的平稳性。

6.1.2 牵引装置的类型

车体与转向架的连接装置的类型很多，主要包括有心盘（或中心销）的连接装置和无心盘的连接装置两大类。

1. 有心盘（或中心销）的连接装置

在转向架的转动中心，设置心盘。它既是传递重力及水平力的装置，又是转向架绕车体回转时的转轴。机车曲线运行时，转向架绕心盘回转。为了承担机车部分垂直重量，防止车体侧倾，使车体保持稳定，一般除心盘外，在转向架两侧还安设旁承，即为心盘—旁承共同承载的支承装置［见图 6-1-1（a)]。有的机车的垂直重量全部由旁承承担，把心盘简化为中心销。中心销作为转向架相对车体的回转中心，同时传递水平载荷，如牵引力、制动力和横向力，但不承担垂直重量。中心销—旁承的支承装置如图 6-1-1（b）所示，在中心销周围的转向架构架上，安设了 4 个旁承。旁承可以是刚性旁承，也可以是弹性旁承。



(a) 心盘—旁承共同承载的支承装置　　(b) 中心销—旁承的支承装置

1—旁承；2—心盘；3—旁承；4—中心销

图 6-1-1　有心盘（或中心销）的连接装置

无论哪种旁承，都必须能适应转向架相对车体的偏转。旁承在机车转向架构架上的位置，取决于重量分配的需要，一般要求左右对称，前后则不一定对称分布。

当车体发生侧倾时，一侧旁承增载，另一侧旁承减载，这样，旁承和悬挂弹簧会发生反力矩，促使车体恢复正常状态。

有心盘或中心销的连接装置，转向架有明确的回转中心；水平载荷由心盘或中心销传递；垂直载荷可由心盘集中承载，也可由心盘和旁承共同承载。

有心盘（或中心销）的连接装置实物如图 6-1-2 所示。

（a）心盘—旁承支承装置

（b）中心销—旁承支承装置

图 6-1-2　有心盘（或中心销）的连接装置实物

这类连接装置，只能允许转向架相对车体绕定点回转，不允许转向架相对车体横向位移，所以机车运行时的横向刚度大，转向架中部被心盘装置占去了一定空间，有时会妨碍其他部件的布置。

2. 无心盘的连接装置

无心盘的连接装置，不设心盘，也没有中心销。转向架没有明确的回转中心，只能绕一个假想的回转中心回转，还可以相对车体进行适当的横移。转向架假想的回转中心在一定的范围内变动，而不是一个确定的点。现有的铁道机车车体与转向架连接装置的结构都不尽相同，但其主要结构大都使用牵引杆连接部件。

6.1.3　SS_4 改型牵引杆装置的组成与布置

SS_4 改型电力机车车体与转向架的连接装置由橡胶弹簧（橡胶堆）、摩擦减振器、横向油压减振器和牵引装置组成，如图 6-1-3 所示。

1. 橡胶弹簧

橡胶弹簧（见图 6-1-4），又称为橡胶堆，由两块端板、7 块隔板和橡胶硫化成整体。橡胶弹簧的弹性变形，既有压缩变形，也有剪切变形，因而橡胶弹簧具有较大的垂向刚度和一定的横向剪切刚度，当其变形时，内部产生摩擦吸收机械能。

橡胶元件变形时，产生内摩擦，形成阻尼，起到缓冲和衰减振动的作用。这种内摩擦阻力和板弹簧的片摩擦阻力不同，板弹簧片间摩擦阻力基本上是个恒量，而橡胶元件的内摩擦阻力随变形的增大而增大，所以振动弱时阻力小，振动强时阻力大，这种减振性能是很理想的。

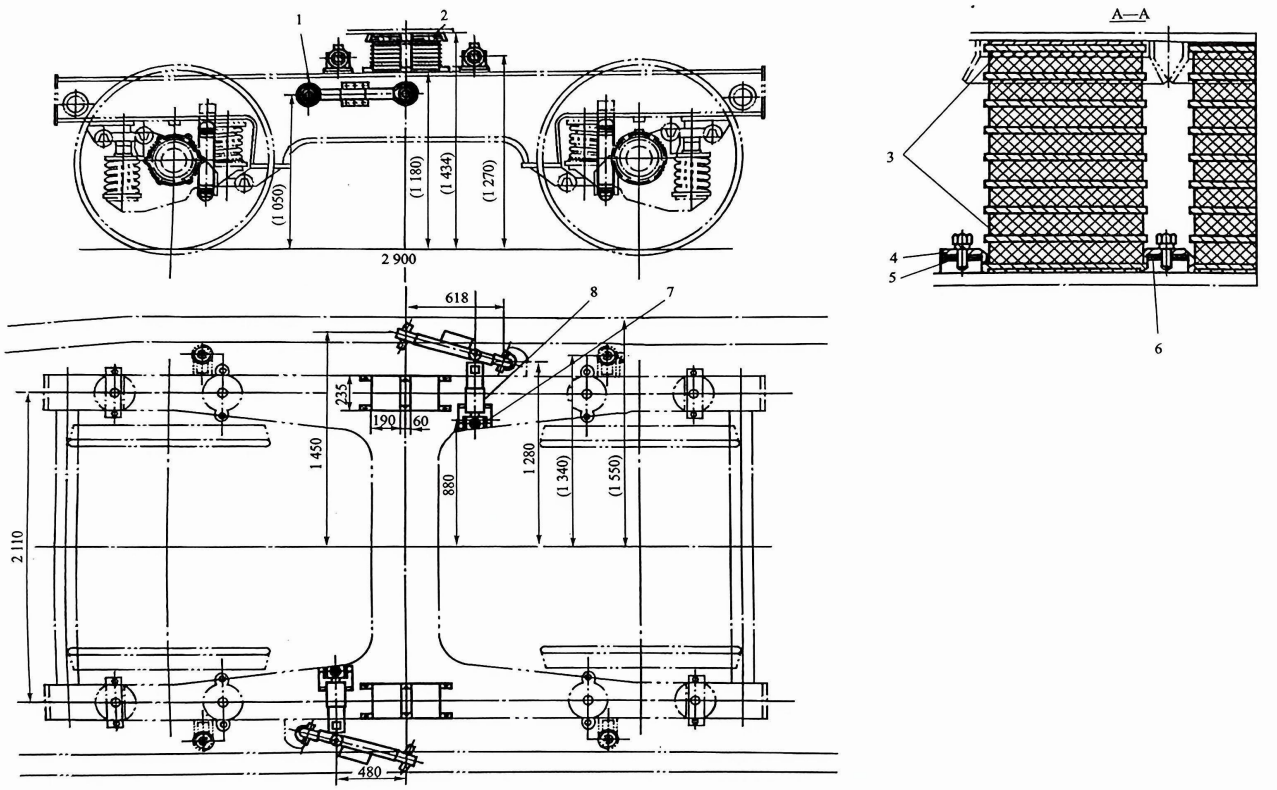
橡胶弹簧的优点是：有良好的减振性能，吸收高频振动的能力强，灵敏性好，重量轻，形体小，不会突然折损，运行中无需经常检查。其缺点是：橡胶的强度较小，制造工艺复杂，性能误差大，性能受温度的影响大，橡胶弹簧的刚度随温度变化，高温时易老化，低温时易变脆。

2. 摩擦减振器

1）纵向摩擦减振器的作用

纵向摩擦减振器一端连接车体，另一端连接转向架构架，如图 6-1-5 所示。当转向架蛇行振动时，构架与车体产生相对位移，使组装在这两者之间的摩擦减振器也相对滑动产生阻尼力，消耗振动能量，达到阻止蛇行振动的目的。

单位：mm



1—摩擦减振器；2—橡胶弹簧；3—垫板；4—单卡板；5—垫板；6—双卡板；7—安装座；8—横向油压减振器

图 6-1-3　SS_4 改型电力机车车体与转向架的连接装置

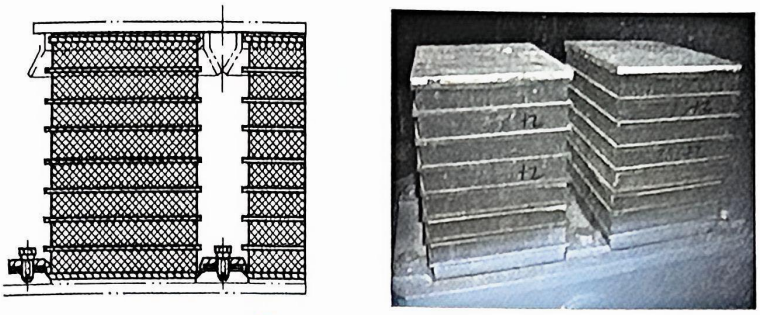


图 6-1-4　橡胶弹簧

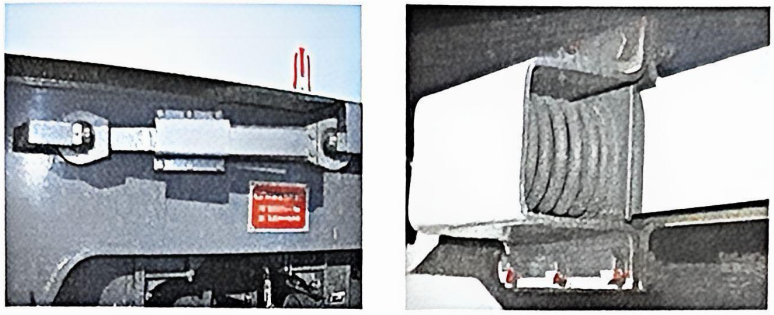
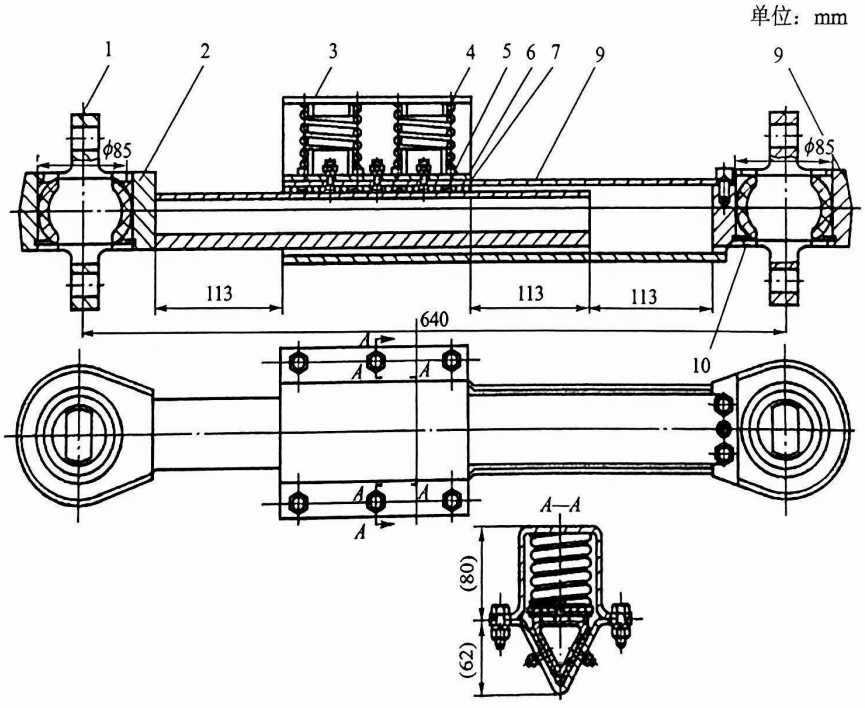


图 6-1-5　纵向摩擦减振器

2）纵向摩擦减振器组成结构

纵向摩擦减振器主要由两个弹性球铰、三角形杆、弹簧外罩、两个弹簧、3 块摩擦片和定位板等组成，如图 6-1-6 所示。



1—弹性球铰；2—三角形杆；3—弹簧外罩；4—弹簧；5—弹簧压力调整片；6—弹簧支座；7—摩擦片；8—定位板；9—导槽杆；10—挡圈

图 6-1-6　摩擦减振器

（1）弹性球铰。

弹性球铰是连接车体或构架的弹性元件，它是由外套、心轴和橡胶硫化成一体的弹性体。心轴中间为球形体，两端成扁平，并有两个孔，以便组装摩擦减振器用。外套分两半，内为球形，外为圆柱形，橡胶填在外套内孔和心轴球形体之间。

（2）三角形杆。

杆分三角形杆和导槽杆，三角形杆为摩擦工作表面，导槽杆上组装两块摩擦片，它与三角形杆形成摩擦副。

（3）弹簧外罩。

弹簧外罩与定位板用于固定弹簧和摩擦片，使弹簧的压力通过定位板传给摩擦片，摩擦片与三角杆产生压力，当摩擦时产生阻尼力。

（4）弹簧。

弹簧是产生摩擦力的来源，只要调整弹簧调整片即可调整摩擦力。

（5）摩擦片。

采用 3 块 180 mm×50 mm×5 mm 的 HZ-91 石棉橡胶刹车带。它具有以下特点：耐磨、耐热、强度高、与钢摩擦系数大，与三角杆的 3 个摩擦面相接触。

3）纵向摩擦减振器的运用保养

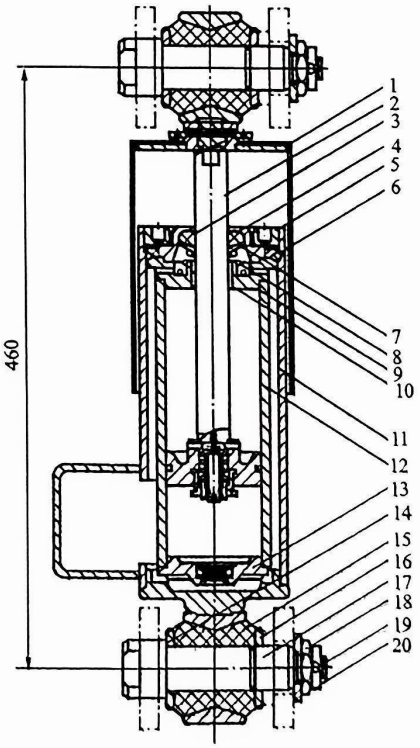
纵向摩擦减振器阻力的大小，可用弹簧调整片调整弹簧压力来调节。

在机车运行过程中，由于摩擦片和三角形杆不断磨耗，三角形杆表面越来越光滑，弹簧压力也相应减少，摩擦系数也相应变小。所以要定期维修，测定摩擦阻尼力，当下降 10%以下时应进行调整。

3. 横向油压减振器

SS_4 改型电力机车转向架与车体之间在水平方向还布置了型号为 SFK 的横向油压减振器，如图 6-1-7 所示。每台转向架斜对称布置了两个减振器，横向油压减振器结构如图 6-1-8 所示。横向油压减振器的储油筒上有一个储油包，安装时储油包应向上，其他结构与垂向油压减振器相同，其原理也相同。

图 6-1-7　横向油压减振器



1—防尘罩；2—活塞；3—密封圈；4—密封盖；5—螺盖；6—油封圈；7—密封托垫；8—密封弹簧；9—缸盖；10—导向套；11—储油筒；12—缸筒；13—进油阀；14—垫板；15—橡胶套；16—垫板；17—连接销；18—螺母；19—开口销；20—垫圈

图 6-1-8　横向油压减振器结构

4. 牵引装置

SS_4 改型电力机车的牵引装置结构形式为中央斜单杆推挽式牵引杆，如图 6-1-9 所示。牵引杆一端通过牵引座与车体底架牵引梁相连，另一端通过销与三角撑杆相连，三角撑杆通过销与三角架相连，三角架通过销与构架牵引梁相连。

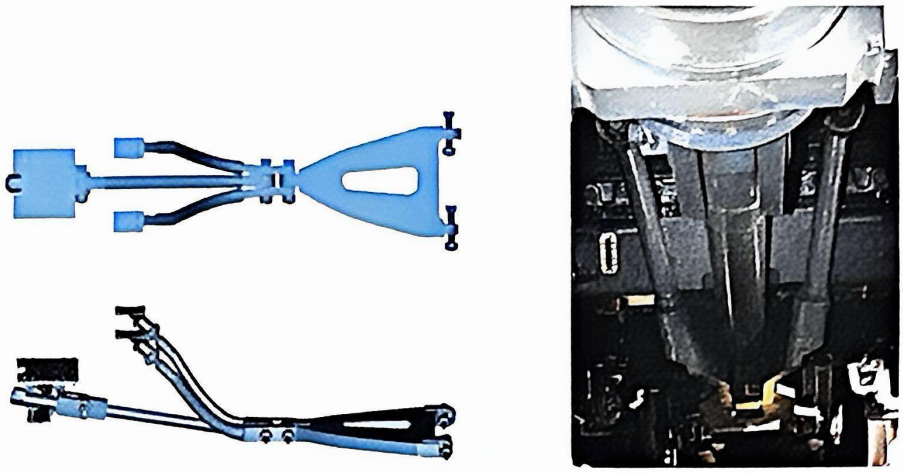
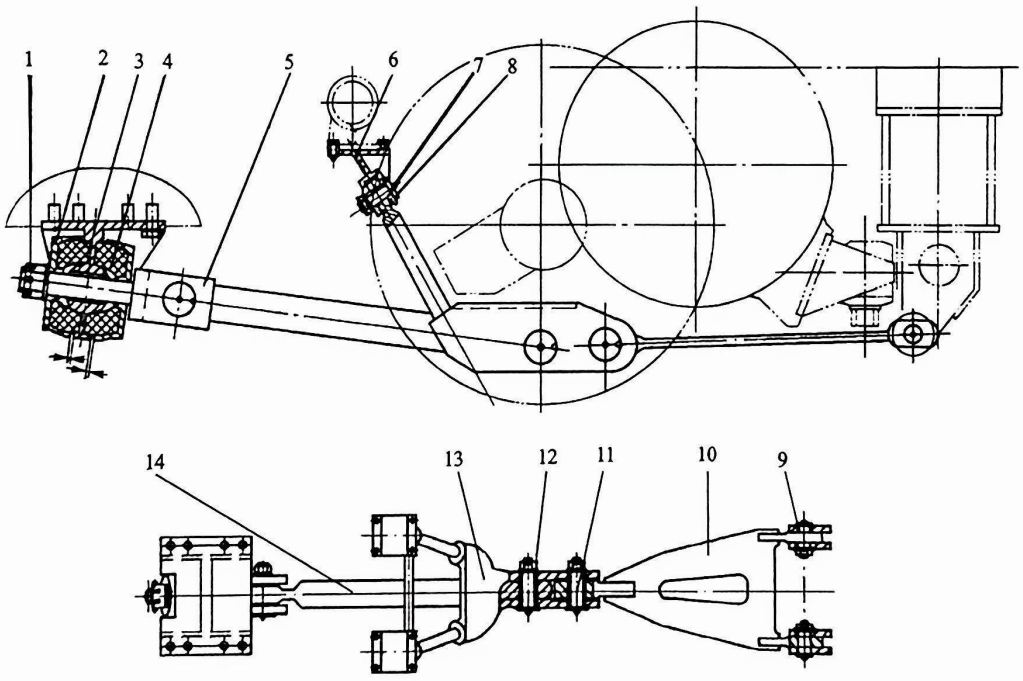


图 6-1-9　中央斜单杆推挽式牵引杆

牵引装置主要作用是将转向架上的牵引力和制动力传递到车体上，并在机车通过曲线或上下振动时，使转向架与车体之间能自由回转和摆动。其牵引点距轨面的高度为 12 mm，降低了机车牵引点的高度，从而可减小转向架的轴重转移，提高机车的黏着牵引力。中央斜单杆推挽式牵引装置的主要部件有：牵引座、牵引橡胶垫、压盖、牵引叉头、牵引杆、三角撑杆、三角架等，中央斜单杆推挽式牵引杆结构如图 6-1-10 所示。



1—六角开槽螺母；2—压盖；3—牵引座；4—牵引橡胶垫；5—牵引叉头；6—三角撑杆座；7—关节轴承；8—销Ⅰ；9—销Ⅱ；10—三角架；11—销Ⅲ；12—关节轴承；13—三角撑杆；14—牵引杆

图 6-1-10　中央斜单杆推挽式牵引杆结构

1）主要组成部件

（1）牵引座。

牵引座是一个焊接件，它用 8 个 M36 的螺栓安装在车体牵引梁下方。由底板、立板和球形体焊接而成，焊装后必须进行电磁探伤检查，不允许有裂纹等缺陷存在，探伤后进行去应力退火。

（2）牵引橡胶垫。

牵引橡胶垫用来缓和牵引和制动过程中力的冲击，保证各部件之间的良好作用。

（3）压盖。

压盖为一个碗形的容器，底部开有孔，以便牵引叉头穿过。该件为铸件，材料为ZG230–450。

（4）牵引叉头。

牵引叉头为锻钢件，材料为45钢，是连接牵引杆和牵引座的重要部件，其受力大，要求进行调质处理并经探伤检查。

以上四部件用六角槽形螺母连接成一个整体后，安装在车体牵引梁下方。

（5）牵引杆。

牵引杆由牵引杆体和端头焊接而成，牵引杆体的材料为无缝钢管，端头材料为45钢。牵引杆是传递机车牵引力和制动力的关键部件，要求用不低于母材性能的焊条焊接，焊后焊缝进行电磁探伤，不允许存在任何裂纹等缺陷，并进行去应力退火。

（6）三角撑杆。

三角撑杆为铸、锻焊接件且受力状态相当复杂，为保证其内在质量，在其加工处内部用超声波探伤。

（7）三角架。

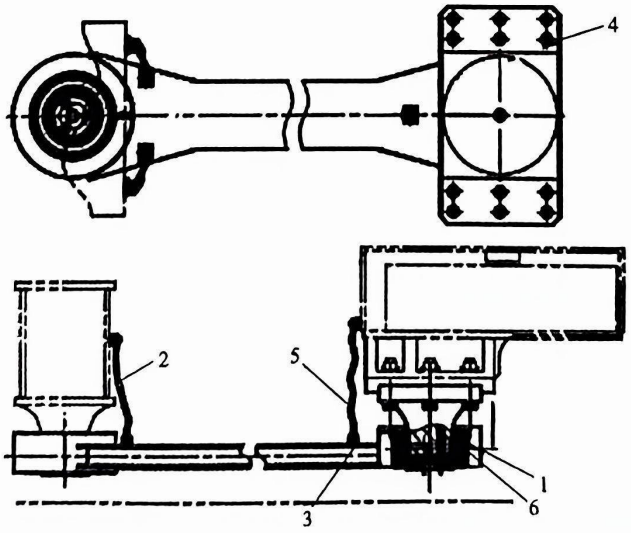
三角架分别与构架牵引梁和三角撑杆相连构成一个稳定的三角形结构，传递机车的牵引力和制动力。

2）牵引力和制动力的传递

来自轮轨黏着产生的牵引力或制动力的传递过程为：构架牵引梁→三角架、三角撑杆座和三角撑杆→牵引杆→牵引叉头→压盖、牵引橡胶垫→牵引座→车体。

6.1.4 HXD_{3C}型电力机车的牵引装置

HXD_{3C}型电力机车牵引装置结构形式为推挽式中央平拉杆，主要部件包括：牵引销装配、橡胶关节、托板、牵引杆体等，牵引装置外形结构如图6–1–11所示。牵引装置与车体连接部分如图6–1–12所示。



1—橡胶关节；2、5—钢丝绳；3—安全索座；4—牵引杆体；6—牵引销装配

图6–1–11　牵引装置外形结构

保养要求如下。

（1）检查各紧固件螺栓等，应无松动现象。

（2）确认牵引销、橡胶关节及托板等状态良好。

（3）检查橡胶垫、O 形圈等，不得磨损，磨耗不得超限。

（4）检查牵引装置离轨面的最小距离，不得超限。

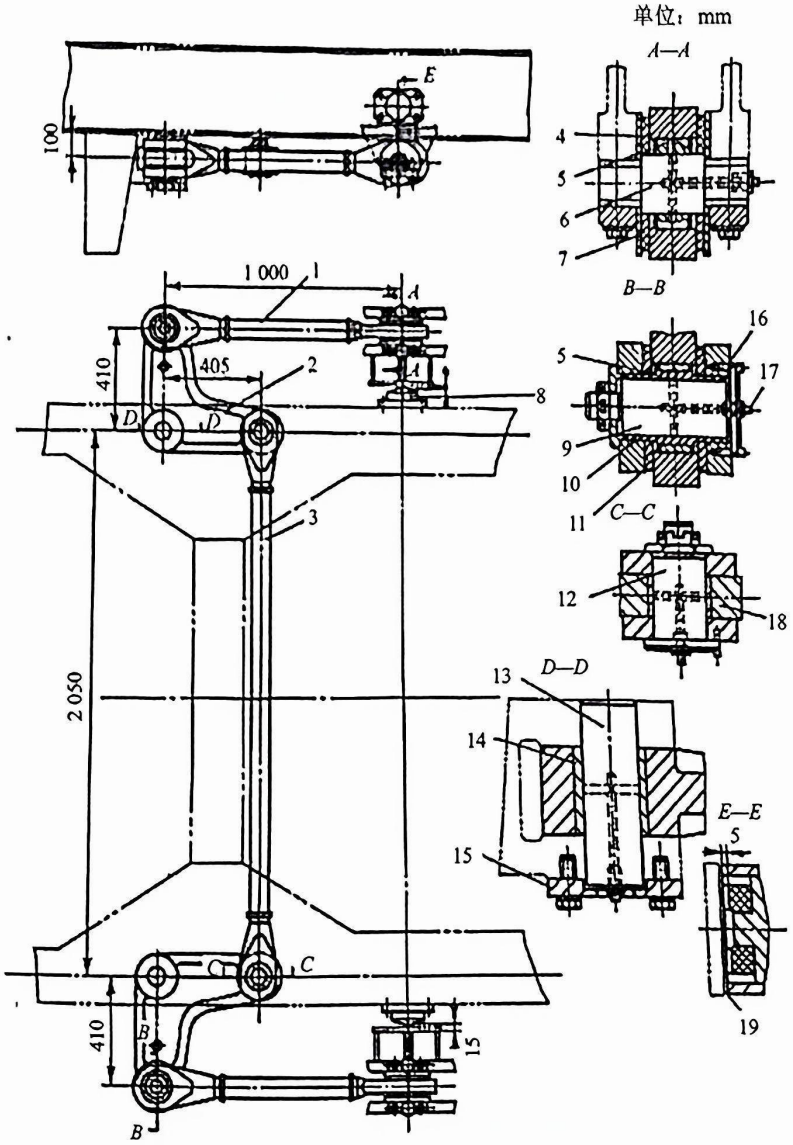
图 6-1-12　牵引装置与车体连接部分

牵引力和制动力的传递，即来自轮轨黏着产生的牵引力或制动力的传递过程为：

转向架牵引座→橡胶关节→牵引杆→牵引杆销装配→车体牵引底座→车体

6.1.5　DF_{4B} 型内燃机车的牵引装置

DF_{4B} 型内燃机车采用牵引杆装置传递水平载荷。牵引杆装置由与转向架纵中心线呈对称的 2 根牵引杆、2 个拐臂、1 根连接杆、球面关节轴承及牵引销等组成，如图 6-1-13 所示。



1—牵引杆；2—拐臂；3—连接杆；4—球面关节轴承外套；5—球面关节轴承；6—牵引销；7—卡环；8—侧挡；9—牵引杆销；10、14、18—套；11—橡胶垫；12—连接杆销；13—拐臂销；15—盖板；16—销钉；17—注油嘴；19—调整垫片

图 6-1-13　平行牵引杆结构图

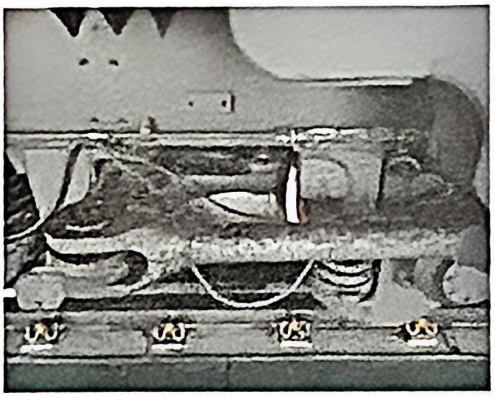


图 6-1-14　DF_{4B} 型内燃机车平行牵引杆

牵引杆的一端通过牵引销与车体牵引座连接，另一端通过牵引杆销与拐臂连接。2 个拐臂分别用 2 个拐臂销和止板安装在构架侧梁下方的拐臂座上。中间的连接杆两端通过连接杆销与 2 个拐臂连接，使左右牵引杆受力均匀。牵引杆中心线离轨面高度为 725 m，采用这种低位牵引杆装置可以减小牵引力作用下的轴重转移，减少空转，DF_{4B} 型内燃机车平行牵引杆如图 6-1-14 所示。

在转向架上设有球形侧挡，其作用是限制转向架对于车体的横动量和传递横向力。转向架侧挡的安装和调整在落车时进行。侧挡每侧自由横动量为 15 mm，调整时，左右自由横动量相加为 30 mm 即可。由于横动量的存在和二系弹簧的设置，车体与转向架之间在水平方向和垂直方向都有相对移动，因此牵引杆两端必须采用球面关节轴承连接，才能满足上述运动的要求。球面关节轴承和它的外套都采用轴承钢制成，并经表面淬火提高硬度。关节轴承及其销、套均需润滑，为此在各销子端部设有注油嘴，润滑脂从此注入，经销子内孔通到润滑表面。

由于牵引杆装置直接传递牵引力和制动力，其主要部件的强度、焊接质量的优劣对机车的安全运行影响极大，虽然设计上考虑了足够的安全系数，但出厂时仍需对焊缝进行探伤检查，机车运用中乘务人员应经常进行外观检查。

学习工作单与考核表

任　务	牵引装置		
学习小组		姓名	
学习工作任务		学习工作完成评价	
学习工作 1：了解牵引装置的作用		自我评价	小组评价	教师评价
学习工作 2：掌握牵引装置的类型、构成和特点		自我评价	小组评价	教师评价
学习工作 3：对比分析不同牵引装置的优缺点		自我评价	小组评价	教师评价

自测题

一、填空题

1. HXD_{3C} 型电力机车牵引装置结构形式为（　　）中央平拉杆。

2. 牵引装置是连接机车车体与转向架构架的重要组成部分，其主要作用是传递机车的（　　）和（　　）。

3. SS_4 改型电力机车的牵引装置结构形式为（　　）推挽式牵引杆。

4. DF_{4B} 型内燃机车采用的牵引杆装置传递水平载荷。牵引杆装置由与转向架纵中心线呈对称的 2 根（　　）、2 个（　　）、1 根连接杆、球面关节轴承及牵引销等组成。

二、选择题

1. SS_4 改型电力机车的牵引装置结构形式为（　　）式牵引杆。

A. 中央斜单杆推挽　　B. 平行　　C. 中间推挽　　D. 低位

2.（　　）用来缓和牵引和制动过程中力的冲击，保证各部件之间的良好作用。

A. 牵引橡胶垫　　B. 牵引座　　C. 压盖　　D. 牵引叉头

3. 牵引力和制动力的传递，即来自轮轨黏着产生的牵引力或制动力的传递过程为：转向架（　　）→橡胶关节→牵引杆→牵引杆销装配→车体牵引底座→车体。

A. 牵引橡胶垫　　B. 牵引座　　C. 压盖　　D. 牵引叉头

三、简答题

1. 简述 SS_4 改型电力机车牵引装置的主要组成部件。

2. 写出 SS_4 改型、HXD_{3C} 型和 DF_{4B} 型电力机车牵引装置的结构形式。

任务 6.2　牵引缓冲装置

布置任务

1. 了解牵引缓冲装置的作用；
2. 掌握车钩的类型、构成和特点，以及车钩的三态作用；
3. 分析不同缓冲装置的优缺点。

相关资料

牵引缓冲装置，包括车钩及缓冲器，电力机车上还设有车钩复原装置，它们都安装在车体底架两端的牵引梁内，共同完成列车连挂，牵引力、制动力的传递，以及吸收连挂和运行时产生的纵向冲击振动。

牵引缓冲装置的构造和性能在很大程度上影响着列车运行的平稳性，严重的缺陷还可能引起重大的行车事故。

6.2.1　车钩的种类

车钩是机车牵引缓冲装置的主要部件之一，是用来实现机车和车辆或车辆和车辆之间的连挂，传递牵引力，制动力及冲击力，并使它们之间保持一定距离的部件。

火车的车钩类型多样，每种车钩都有其独特的设计和功能。在铁路的发展历程中，车钩的角色不可忽视，它们连接着车厢与车头以及车厢与车厢，确保火车的安全与顺畅运行。接下来，让我们一起了解几种主要的车钩类型。

1. 按结构类型分类

1）非刚性车钩

非刚性车钩指传统车钩，它允许两个相连接的车钩钩体在垂直方向上有相对位移。当两个车钩的纵轴线存在高度差时，两个车钩呈阶梯形状，并且各自保持水平位置。非刚性车钩较普遍地应用于一般铁路机车车辆。