

# 项目 1 电力机车基础制动装置故障判断及检修

## 任务 1-1 基础制动装置认知

### 【任务描述】

假如你是一名机车乘务（或检修）人员或制动钳工，要求对制动机相关理论有一定的知识储备量，对机车基础制动装置有深入的认知，以保障机车的行车（或检修）工作。本任务归纳总结出机车基础制动装置的组成、作用原理及各部件的基本作用。

### 【任务目标】

- 能掌握制动的相关理论知识；
- 能说明制动机的种类及不同车型使用制动机的类型特点；
- 能熟悉制动机的发展历程，掌握直通式与自动式空气制动的区别；
- 能说明列车管减压量与制动缸压力的关系；
- 能说明机车基础制动装置的作用；
- 能说明基础制动装置的组成。

### 【任务学习】

制动机技术的发展对铁路的行车工作具有重要意义。在铁路运输中，为了保证列车行车安全，每台机车和每辆车辆上均装有制动机。装在机车上的制动机称为机车制动机，装在车辆上的制动机称为车辆制动机。列车的制动作用就是由每一辆车上的制动机产生的。

## 一、制动基本理论

人为地使列车减速、停车或防溜所采取的措施即为制动。使运行中的车辆停止运动或减速，人为施加的与运行相反的力称为制动力。闸瓦压紧车轮踏面或闸片压紧制动盘，阻止车辆或列车运行的作用称为制动作用，解除制动作用的过程称为缓解作用。

由实施制动开始到列车完全停车为止，这段时间列车所行驶的距离称为制动距离。制动装置指机车或车辆上能产生制动作用的零部件所组成的一整套机构。列车制动装置由机车制动装置与所牵引的所有车辆的制动装置组合而成。制动装置一般包括三个部分，即制动机、基础制动装置和手制动机。

传递制动机所产生的力，并将该力扩大后传递给闸瓦的部分，称为基础制动装置。用人

力转动手轮或手把，以代替制动机产生制动力的动力来源部分称为手制动机。

列车制动作用的产生一般是将机车上的制动阀手柄置制动位，制动作用由机车制动机产生，沿列车纵向由前及后的车辆制动机逐一产生制动作用。

### (一) 制动的种类

产生制动力的方法有很多种，铁路运输现场广泛使用的有动力制动和摩擦制动两种。

#### 1. 动力制动

动力制动是把机车车辆运动的巨大能量，通过转换装置转换成热能或电能，达到制动目的。根据运动能量转换结果的不同，可将制动分为电阻制动、液力制动、再生制动、磁轨制动、轨道涡流制动和旋转涡流制动等。

(1) 电阻制动：其广泛用于电力机车、电动车组和电传动内燃机车。在制动时将原来驱动轮对的串励牵引电动机改变为他励的发电机发电，并将电流通往专门设置的电阻器，采用强迫通风，使电阻器产生的热量消散于大气，从而产生制动作用。

(2) 液力制动：其应用于液力传动内燃机车上，在液力传动装置内装液力制动器（液力耦合器），制动时向它充入液体，车轮带动它旋转时液体与液体之间、液体与耦合器之间摩擦生热，这部分热量再经由散热器消散于大气，从而产生制动作用。

(3) 再生制动：其也是将牵引电动机变为发电机，不同的是，它将电能反馈回电网使用，在经济上是合算的，但技术上比较复杂，而且它只能用于电网供电的电力机车和电动车组。

(4) 磁轨制动：在转向架侧架下面同侧的两个车轮之间，各安置一个制动用的电磁铁（又称电磁靴），制动时将它放下并利用电磁吸力紧压钢轨，通过电磁铁上磨耗板与钢轨间的滑动摩擦产生制动力，把列车动能转化为热能，消散于大气。

(5) 轨道涡流制动：把电磁铁悬挂在转向架侧架下面同侧的两个车轮之间，制动时电磁铁不放在钢轨上。利用电磁铁与钢轨相对运动使钢轨感应出涡流，产生电磁吸力作为制动力，把列车动能转化为热能，消散于大气。轨道涡流制动既不受黏着限制，也没有磨耗问题，但消耗电能太多，约为磁轨制动的10倍，电磁铁发热也很厉害。所以，它也只能作为高速列车紧急制动时的一种辅助制动方式。

(6) 旋转涡流制动：在牵引电动机轴上装设金属盘，制动时金属盘在电磁铁形成的磁场中旋转，盘的表面被感应出涡流，产生电磁吸力并发热消散于大气，从而起制动作用。圆盘虽然没有装在轮对上，但同样要通过轮轨黏着才能产生动力，也要受黏着限制，且消耗的电能也很多。

#### 2. 摩擦制动

(1) 闸瓦制动。闸瓦制动是利用制动装置的闸瓦抱紧车轮踏面产生摩擦力，将列车动能转化为热能而散发于空气中，从而达到制动目的。闸瓦制动是自有铁路以来使用最广泛的制动方式，用铸铁或其他摩擦材料制成的瓦状制动块紧压滚动着的车轮踏面，通过闸瓦与车轮踏面的机械摩擦，将列车动能转化为热能消散于大气，从而产生制动力。

机车、车辆或列车具有的闸瓦压力总和与其所受重力之比，称为“制动率”。它表示该车或该列车单位重力所具有的制动能力。制动率太大可能发生滑行擦伤，太小则制动力不足，制动距离要增长。

(2) 盘形制动。盘形制动是利于摩擦的作用将列车动能转变为热能而消散于大气，从而产生制动力。制动盘和闸片的材质及结构可根据制动的要求进行多种方案的自由选择，使其具有最佳的制动参数。盘形制动是在车轴上或在车轮辐板侧面安装制动盘，用制动夹钳使以合成材料制成的两个闸片紧压制动盘侧面，通过摩擦产生制动力，把列车动能转化为热能，消散于大气，如图 1-1-1 所示。

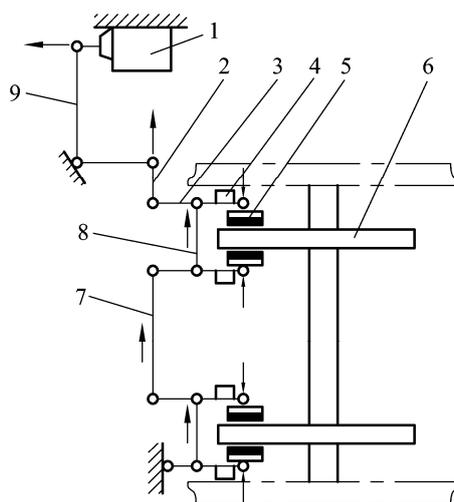


图 1-1-1 盘形制动原理图

1—制动缸；2—拉环；3—水平杠杆；4—缓解块；5—制动块；  
6—制动盘；7—中间拉杆；8—水平杠杆拉杆；9—转臂

## (二) 空气压力和容积的关系

气体是一种具有弹性的物质。一定质量的气体，其体积缩小，密度就会增高，压强与温度也会随之上升；若使气体的体积扩大到原状态，那么它的压强与温度又会恢复到原状态。铁路上的机车、车辆制动机就是利用空气容积与压强的变化关系来实现制动的。现将空气压强与容积变化的有关基本知识简述如下。

### 1. 标准大气压力

从物理学可知，大气对地球表面有一种压力，这一压力称为大气压。相当于 760 mm 高水银柱的压力，称为一个标准大气压，其数值等于 103.36 kPa。在工业上为了计算方便起见，一般取大气压为 100 kPa。

### 2. 绝对压力与表压力

机车或车辆空气压力表所指示的压力，即表示超过大气压力的压力叫作表压力。由于空气压力表指针位于零时，其表管内就有 100 kPa 的大气压力，因此，只有空气压力大于大气

压时，指针才能上升。以真空为零，由此为起点将大气压力计算在内的压力叫作绝对压力。绝对压力等于表压力与大气压力之和。制动机内的均衡风缸、制动缸、列车管等处的规定压力均为表压力，而在运算过程中，必须将表压力换算为绝对压力：

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + 100 \text{ kPa 的大气压强}$$

### 3. 等温变化与绝热变化

气体被压缩时，密度增大，压力与温度上升；反之，被压缩的气体膨胀时，密度减小，压力与温度下降。当气体的容积变化时，在同外界没有热交换的情况下，气体的温度随之变化，这种变化称为绝热变化。如果在气体膨胀或压缩时，设法调节它的温度，使它始终保持原来温度，这种变化称为等温变化。

绝热变化与等温变化的变化状态有显著差别。绝热变化时，容积与压力的乘积的值不定；而等温变化时，容积与压力的乘积为一常数。空气压力与容积之间保持了一定的关系，即温度不变的情况下，定量气体的容积与压力成反比关系。

机车和车辆制动机的空气膨胀，应该是接近绝热变化的，但绝热膨胀的计算比较复杂。同时，实际上压力空气从总风缸向制动缸或副风缸向制动缸膨胀时，其温度变化甚微，近似于等温变化。因此，在实际应用时都按等温膨胀计算。

### 4. 列车管减压量与制动缸压力的关系

从分配阀的作用可知，制动位减压时，工作风缸通往容积室和均衡活塞下方的压力与列车管的减压量相等。工作风缸与容积室及均衡活塞下方的容积比为 2.5 : 1，所以根据容积和压力的关系可知，机车制动缸的压力  $P$  与减压量  $r$  的关系为： $P = 2.5 r$ 。

客货车辆副风缸的容积是车辆制动缸的 3.25 倍，由容积与压力的关系知，客货车辆制动缸压力  $P = 3.25 r$ 。由于车辆制动缸在缓解状态时活塞与缸盖是密贴的，制动时活塞外移形成真空，进入制动缸的压力空气要先弥补真空部分所需的空气，相当于大气压约 100 kPa。

所以客货车制动缸实际得到的压力  $P$  应为  $P = 3.25 r - 100 \text{ kPa}$ 。

## (三) 空气波与制动波

全列车的制动是由司机操纵机车制动阀，通过控制列车管的压力空气的增减来实现的。列车的编组由十几辆到几十辆车组成，其列车管又细又长，当司机在机车上排列车管的压力空气，使它开始降低时，并不是立即地、同时同步地降低，因此列车前后列车管压力是有差别的。这种不同时性使得列车在制动时发生冲动并延长制动距离。制动时，列车管的压力空气经机车制动阀或有关部件排出，靠近机车的列车管空气压力突然开始下降，原列车管内空气压力平衡状态被破坏而由密变疏。

这种压降沿着列车管以一定的速度由前向后逐渐传播时，机车处列车管的压力继续下降，新的压降又不断地向后传播。

空气波是空气压力由前向后逐层下降的波动性传播。列车管中空气压力降是以一定的速度传播的，这种传播速度就叫作空气波速。

制动波是制动作用沿列车的纵向方向由前向后逐次发生的。这种制动作用沿列车长度方向由前向后逐次传播。制动波产生在空气波之后。它在形式上和空气波相似，但在本质上又不相同，因它无波动的实质。在同一列车中，制动波的速度小于空气波的速度。它与列车管的排气方法、列车管的清洁程度、列车的长度、折角塞门的开通情况以及三通阀或分配阀的性能等都有关系。制动波的传播速度叫作制动波速。制动波速是综合评定各种类型的制动机性能的主要指标之一。其数值越大，表明列车前后制动作用的同步性越好，全列车的闸瓦能较一致地压紧车轮，可缩短制动距离并减小列车纵向动力作用。制动波的传播速度越快，越能适应长大列车的要求。

与制动波和制动波速相似，当司机操纵制动机进行缓解时，缓解作用沿列车管长度方向由前向后逐次传播的现象，称为缓解波。其传播的速度称为缓解波速。缓解波速受到空气波传播快慢、三通阀（分配阀）动作灵敏性及制动机性能好坏等因素的影响。

## 二、制动机的发展概况

制动系统是指能够产生可控的列车减速力，以实现和控制能量转换的装置或系统，其由制动机、手制动机和基础制动装置三大部分组成。制动机是产生制动原动力并进行操纵控制的部分。基础制动装置是传递制动原动力并产生制动力的部分。

使运动着的物体停止或减低速度，或是对停止着的物体施以适当措施防止其移动，为达到上述目的而装设的机械装置，叫作制动机。按制动原动力和操纵控制方式的不同，铁路机车车辆制动机可分为手制动机、空气制动机、电空制动机等。

### （一）手制动机

1825年9月27日，英国的斯托克顿至达林顿之间建成了世界上第一条铁路，于是世界上第一列由蒸汽机车牵引的列车开始运营。当时所使用的制动机是人力制动机，即手制动机。手制动机以人力为制动原动力，以手轮的转动方向和手力大小来操纵控制。其构造简单，费用低廉，是铁路历史上使用最久远、生命力最顽强的制动机。铁路发展初期，机车车辆上只有这种制动机，每车或几个车配备一名制动员，按司机笛声号令协同操纵。由于手制动机制动力弱，动作缓慢，不便于司机直接操纵，所以很快就被非人力制动机取而代之，手制动机成为辅助的备用制动机。

### （二）空气制动机

空气制动机是以压力空气作为制动原动力，以改变压力空气的压强来操纵控制。空气制动机制动力大，操纵控制灵敏。中国铁路上习惯把压力空气简称为“风”，把空气制动简称为“风闸”。空气制动机的发展经历了直通式空气制动机和自动空气制动机两大阶段。

#### 1. 直通式空气制动机

1869年，美国工程师乔治·韦斯汀豪斯发明了世界上第一台空气制动机——直通式空气

制动机。在车辆上，直通式空气制动机主要由列车管和制动缸等组成；在机车上，直通式空气制动机还包括空气压缩机、总风缸及操纵整个列车制动系统的制动阀等组成部分，如图 1-1-2 所示。直通式空气制动机在列车分离时，制动系统会失去制动作用。因而，随着科学技术的不断发展进步，目前在铁路现场上，直通式空气制动机已不再采用。

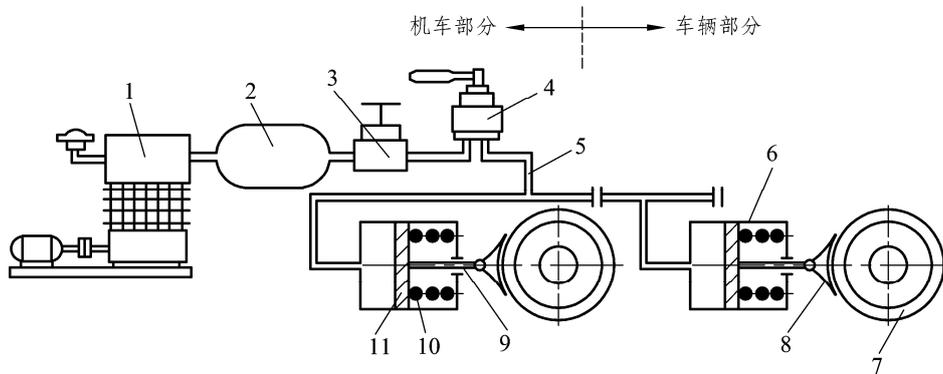


图 1-1-2 直通式空气制动机结构原理图

1—空气压缩机；2—总风缸；3—调压阀；4—制动阀；5—列车管；6—制动缸；  
7—车轮；8—闸瓦；9—制动缸活塞杆；10—制动缸弹簧；11—制动缸活塞

## 2. 自动空气制动机

1872 年，乔治·韦斯汀豪斯研制出一种新型的空气制动机——自动空气制动机。自动空气制动机的特点是：当向列车管内充气时，制动机呈缓解状态；反之，当列车管内减压时，则呈制动状态。当列车发生分离事故，制动软管被拉断时，列车管空气压力将急剧下降，三通阀（主）活塞将自动而迅速地左移到制动位，由于各车都由副风缸向制动缸供风，制动缸动作较快，故而列车前后部开始制动作用的时间差较小，即制动和缓解的一致性较好，因此适用于编组较长的列车，并在世界各国铁路上得到了广泛、持久的应用。

自动空气制动机如图 1-1-3 所示。与直通式空气制动机相比，其在每辆车上多一个三通阀、一个副风缸。“三通”即一通列车管，二通副风缸，三通制动缸。

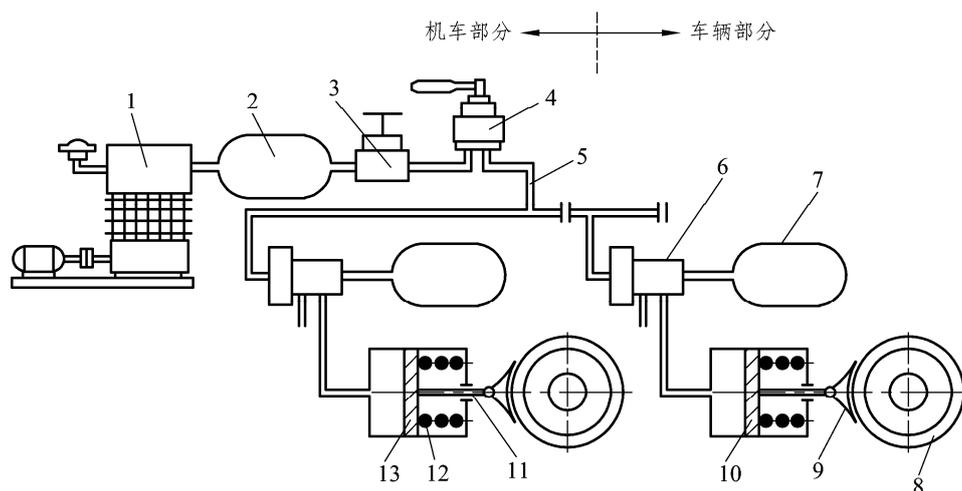


图 1-1-3 自动空气制动机结构原理图

- 1—空气压缩机；2—总风缸；3—调压阀；4—制动阀；5—列车管；6—三通阀（分配阀）；  
7—副风缸；8—车轮；9—闸瓦；10—制动缸；11—制动缸活塞杆；  
12—制动缸弹簧；13—制动缸活塞

副风缸用来储存由列车管充入的压力空气，并在制动时向制动缸供给压力空气。三通阀或分配阀的用途是：在列车管充气时，向副风缸充入相同压力的压力空气，并使制动缸排风；在列车管排风时，停止向副风缸充气，同时使副风缸向制动缸充气。

### 3. 自动空气制动机的基本作用原理

(1) 缓解状态：如图 1-1-4 所示，司机将制动阀手柄置于“缓解位”，压力空气经制动阀向列车管充气，三通阀活塞两侧压力失去平衡而形成向右的压力差，推动活塞带动滑阀、节制阀右移，一方面开通充气沟，使列车管压力空气经充气沟进入副风缸贮备；另一方面开通制动缸经滑阀的排风气路，使制动缸排风，最终使闸瓦离开车轮实现缓解作用。

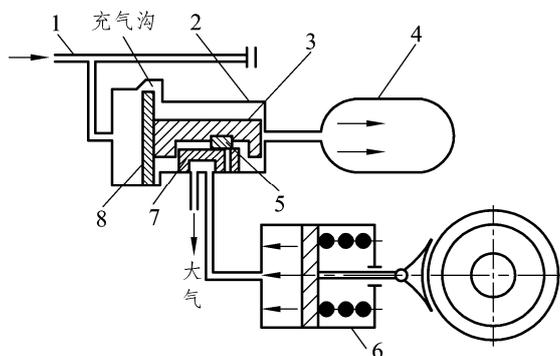


图 1-1-4 自动空气制动机缓解状态

- 1—列车管；2—三通阀；3—三通阀活塞杆；4—副风缸；5—节制阀；  
6—制动缸；7—滑阀；8—三通阀活塞；9—充气沟

(2) 制动状态：如图 1-1-5 所示，司机将制动阀手柄置于“制动位”，列车管内压力空气经制动阀排风，三通阀活塞两侧压力失去平衡而形成向左的压力差，推动活塞左移，关闭充气沟使副风缸内的压力空气不能向列车管逆流；同时，活塞带动滑阀、节制阀左移，使滑阀遮盖排气口以关断制动缸的排风气路，并使节制阀开通副风缸向制动缸充风的气路，随着压力空气充入制动缸，推动制动缸活塞右移，最终使闸瓦压紧车轮产生制动作用。

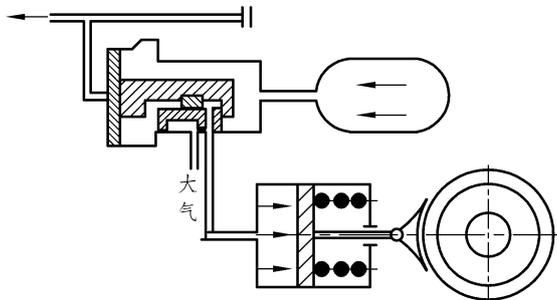


图 1-1-5 自动空气制动机制动状态

(3) 保压状态：如图 1-1-6 所示，司机将制动阀手柄置于“中立位”，切断列车管的充、排风通路，即列车管压力停止变化。随着制动状态时副风缸向制动缸充风的进行，副风缸压力降低，当降到稍低于列车管压力时，三通阀活塞带动节制阀微微右移，从而切断副风缸向制动缸充风的气路，使制动缸既不充风也不排风，即制动机呈保压状态。

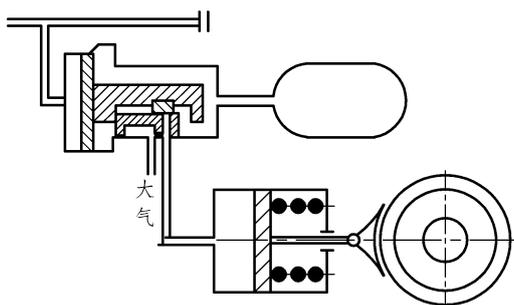


图 1-1-6 自动空气制动机保压状态

### (三) 电空制动机

20 世纪 60 年代，电空制动技术在铁路中广为应用，随之产生了电空制动机，为铁路运输提供了更为可靠的安全措施。电空制动机用电来操纵制动机的制动、保压和缓解等作用，而闸瓦压力的来源仍是压力空气。随着我国铁路运输事业的不断发展，铁路制动机技术也得到迅速提高。目前在铁路运输上广泛应用的电力机车制动机为我国自行研制的 DK-1 型电空制动机系统。

DK-1 型电空制动机的特点是：减压量准确，充、排风快，手柄操作轻快，司机室噪声小，结构简单，以及具有多重性的安全措施。

DK-1 型电空制动机的辅助性能有：

紧急制动时，自动切断动力源；  
断钩保护性能；  
制动主管畅通检查；  
电阻制动与空气制动相互配合。

DK-1 型电空制动机由电空制动控制器、空气制动阀、电空阀、中继阀、分配阀、电动放风阀、紧急阀、压力开关、转换阀、重联阀、调压阀、分水滤气器、空气压缩机、总风缸及制动缸等组成。

在列车速度很高或编组长，空气制动机难以满足要求时，采用电空制动机可以大大提高列车前后部制动和缓解作用的一致性，从而显著减轻列车的纵向冲击，并缩短制动距离。随着机车新技术的发展和新型电力机车的出现，越来越多的高新技术应用在制动机系统上，这大大增强了电力机车制动机的性能，更进一步提高了铁路运输的安全性。

### 三、基础制动装置的组成

#### (一) 制动器的构造

为满足机车及列车制动的需要，SS<sub>4</sub> 改型电力机车设有基础制动装置，每个动轮有一组制动器安装在两轮之间，每个制动器都带有独立的制动缸、闸瓦间隙调整器、传动杠杆、闸瓦等，形成一个独立作用单元——单元制动器。该车制动器尺寸为 2.85 × 7 英寸(1 英寸 = 2.54 厘米)，制动器内径为 178 mm。

#### (二) 闸瓦间隙自动调整

制动器在制动与缓解的过程中，杠杆沿上螺销旋转摆动，固定在杠杆上端侧面的支杆末端，有球轴承相连的棘钩随杠杆的摆动做上下移动和左右微摆，杠杆摆动角度越大，棘钩上下移动的距离也越大。正常情况下，闸瓦间隙为 6 mm，随着闸瓦的不断磨耗，闸瓦间隙增大，杠杆摆动角度也随之增大，此时棘钩向下移动的距离要超过 1 个齿距。当制动缓解时，杠杆恢复原位，棘钩随杠杆摆动上移，驱动固定在传动螺母上的棘轮，转动相应齿数的角度，使转动螺杆推向车轮箍踏面相应的距离，也就使闸瓦间隙经常保持规定的数值。

#### (三) 基础制动装置的日常保养

(1) 经常检查制动器是否安装牢固，各部件无裂纹、开焊，螺栓齐全紧固；箱体、制动缸无破损、变形、漏泄，通气孔畅通。

(2) 脱钩装置、调整手轮作用良好。

(3) 闸瓦间隙为 4~8 mm，上下闸瓦磨耗均匀，不均匀时通过调整螺栓加以调整。闸瓦无裂纹、偏磨，不反装，厚度不少于 10 mm。

(4) 检查孔盖、传动螺杆密封良好，各轴销油润良好。

#### (四) 基础制动装置的布置形式

基础制动装置按照闸瓦的分布情况，可分为单侧制动式和双侧制动式。

单侧制动式也称单侧闸瓦式，即只在车轮的一侧设有闸瓦。单侧闸瓦式基础制动装置的构造较为简单，适用于速度不高、吨位不大的车辆和有其他制动形式的机车。但这种制动装置在制动时使轴箱单侧受力，轴瓦易偏磨；而且闸瓦单位面积上的压力较大，闸瓦磨耗量大，制动效果较差。

双侧制动式也称双侧闸瓦式，即在车轮的两侧都设有闸瓦，双侧闸瓦式基础制动装置结构比较复杂，但由于制动时闸瓦单位面积上所受的压力较小，因而摩擦系数较高，制动效果较好，闸瓦磨耗量也小，因此对缩短制动距离、提高运行速度都是有利的。

目前，我国货车、DF<sub>4</sub>型内燃机车和部分电力机车采用单侧制动，客车和部分内燃机车、电力机车采用双侧制动。随着列车运行速度的提高，大吨位货车也有采用双侧式基础制动装置的必要。SS系列电力机车除SS<sub>1</sub>、SS<sub>3</sub>、SS<sub>7</sub>型电力机车采用双侧制动外，其他车型均采用单侧制动。

#### (五) 基础制动装置的检修

##### 1. 工装、量具、材料

天车、压缩空气装置、试验装置、吊具、专用扳手、风动扳手、油枪、手锤、撬棍、清洗油盘、刻丝钳、螺丝刀、游标卡尺、内外卡钳、钢板尺、塞尺、测力计、汽油、砂布、棉丝、开口销、皮碗、橡胶密封套、橡胶密封罩、毛毡、润滑脂、清洗剂、机油。

##### 2. 基础制动装置限度 (见表 1-1-1)

表 1-1-1 基础制动装置限度表

序号	名称	原形	限度	
			中修	禁用
1	制动机构各销磨耗量/mm		≤0.5	≥1.5
2	制动机构各销与套间/mm		≤1.5	≥2.5
3	制动缸圆锥弹簧自由/mm×mm (178×3.5)(178×2.85)	135 <sup>+5</sup>	≥127	
4	单缸制动闸瓦间隙/mm	6~9	6~9	

##### 3. 基础制动装置检修工艺过程

###### (1) 解体。

构架翻转后，用扳手松开管路接头，用风动扳手松动制动器的固定螺栓，用天车吊起制动器，取下螺栓，并将制动器吊放至指定地点。

先卸下闸瓦钎圆销并取下闸瓦钎，再取下闸瓦；用手锤和撬棍打下螺销上的开口销，

用专用扳手拆卸螺销螺母并打下螺销，取下闸瓦托；用手锤和扁铲打开止退垫片，用扳手下螺栓，取下闸瓦定位弹簧。

用手锤和撬棍打下开口销并用专用扳手拧卸螺销螺母，打开螺销后取下闸瓦托杆和螺旋扭转弹簧。

用扳手拆卸压盖及护罩螺钉，取下压盖护罩、滤尘网。打下手轮开口销，取下手轮，再用风动扳手下卸压盖螺钉，取下压环及密封套。

拆卸传动螺杆。用螺丝刀拨开橡胶密封罩与箱体的合口，再旋下传动螺杆，取下密封罩并放在专用工作台上。拆卸螺销。将管接头接通 0.3 MPa 压缩空气（或用撬棍）使之压缩圆锥弹簧，再用专用扳手下卸上、下螺销螺母；打下螺销，撤除压力；拆卸条簧，用手扳紧条簧从卡口处取出。

从箱体内顺着传动螺杆方向取出滑套、传动螺母及螺盖整体，并与相应传动螺杆摆放在一起；随后取出箱内杠杆。

分解滑套整体。用虎钳夹住传动螺母，再用手锤和撬棍打下开口销，用螺丝刀拆下紧固螺钉，用扳手拆卸螺盖，旋下棘轮。传动螺杆、传动螺母、滑套、棘轮应成套摆放，不得与其他部件混放。

解体制动缸。用 24 mm 套筒扳手下卸制动缸连接螺栓，卸开制动缸，取下活塞及圆锥弹簧；卸上皮碗压板螺母，取下压板、皮碗，取下单毛毡防尘环。

## （2）清扫、检查与修理。

用清洗剂清洗箱体，闸瓦托、外杠杆。用汽油清洗箱内各件，清洁度符合有关标准。

外观检查螺销、螺母螺纹应完好，否则应修整；闸瓦托不得有裂损，否则须铲 60~70°V 形坡口焊修，闸瓦钎穿销孔磨损过大时应焊补；外观检查闸瓦定位弹簧及螺旋扭转弹簧不得有裂损，弹性应良好。

检查制动缸内壁不得有锈蚀和磨痕，否则应用 0#砂纸沿周向打磨光滑，若有拉伤者应更新；制动缸不得有裂损变形；螺纹应完好。

检查圆锥弹簧不得有裂损、锈蚀；用钢板尺测量其自由高不小于 127 mm。

检查滑套各件，更新不良注油杯，疏通油路；传动螺母内外、棘轮、螺盖螺纹应完好，滑套与传动螺母配合应灵活。

检查条簧性能。条簧一端固定，另一端用弹簧测力计加压 45~50 N，产生位移 20~22 mm，去掉载荷后条簧应能恢复原位。

清洗棘钩并检查棘钩不得有裂损，弯角处及钩尖应良好，脱钩销等应完好，关节轴承不良时应更新。

外观检查箱内外全部螺杆、销杆，清除表面锈蚀，有裂纹时更新；用游标卡尺测量各销直径磨损大于 0.5 mm 时及各销套间隙大于 1.5 mm 时，均须更新销或套。

清扫箱外部污物，目视检查箱体不得有裂纹、损伤及变形；焊修开裂或箱体局部开裂时焊修，变形较大或裂损严重时更新。

## （3）组装。

制动缸的组装。

用压板及螺钉将皮碗装在活塞上并对称拧紧螺钉,在制动缸内壁及皮碗上均涂以润滑脂。毛毡条更新时应将新品预先放在 13#机油中浸泡,然后将毛毡条塞入活塞上相应的凹槽内。用螺丝刀卡住皮碗并逐步转动,将皮碗装在缸体内,再将圆锥弹簧套在活塞杆上,组装时注意不要碰伤皮碗。压缩圆锥弹簧装上制动缸,用套筒扳手紧固连接螺栓。

滑套整体组装。

将传动螺母夹在虎钳上,并涂以润滑脂,套上滑套,旋紧棘轮后装螺盖,三者彼此旋紧后再装沉头紧定螺钉;用油枪向滑套油杯中加注润滑脂。

杠杆的组装。

分别将两杠杆放入箱体内,注意左、右方向;将组装好的滑套摩擦面涂以润滑脂放入箱体内。接通 0.3 MPa 压缩空气压缩圆锥弹簧(或用撬棍),再先后穿上上、下螺销(涂润滑脂),注意下部螺销中间应有两个隔套,上部螺销螺母应在非棘钩侧。装上垫片、螺母,用专用扳手紧固。

装好脱钩杆及棘钩、条簧。注意棘钩应紧贴棘轮并位于棘轮宽度方向的中间位置。

将橡胶密封罩套进传动螺杆上并涂油脂,再旋进传动螺母,二者配合转动应良好,用螺丝刀将密封罩与箱体卡合。

装上闸瓦定位弹簧,紧固螺栓,打开止退垫片锁紧螺栓。

将橡胶密封套及压环装上并紧固螺钉,然后套上手轮并穿好开口销。

将扭簧卡组装在闸瓦托杆上,然后将闸瓦托杆、扭簧用螺销连接在固定支座上,组装扭簧卡时应使螺旋扭转弹簧插入部分相对转动灵活,使闸瓦托杆在尺寸  $f=90\text{ mm}$ (传动螺杆螺销中心与箱体外端面的距离)内处于自由状态。

装上闸瓦托,穿上螺销、螺母(涂润滑脂),适当紧固后加装开口销。

依次装上闸瓦、闸瓦钎、穿销等,闸瓦与闸瓦托圆弧接触不良时修磨闸瓦。

#### (4) 检查与试验。

外观检查,箱内外各部件紧固,防缓件完好,手动调节灵活,棘钩作用良好。

将检修完毕的单个制动器分别吊装到构架的相应位置上,接好风管及接通 0.6 MPa 的压缩空气,用肥皂水逐个检查制动器及风管路的泄漏。落车调平构架以后,调整闸瓦定位弹簧螺钉使闸瓦上、下端与在轮踏面间隙均匀,间隙正常值为 6~9 mm,同时复查闸瓦方向是否正确。

接通试验管路装置进行制动器制动和缓解的充风试验,检查其工作性能;当风压不超过 600 kPa,闸瓦与在轮踏面间隙不超过 12 mm,在尺寸  $f=60\sim 140\text{ mm}$ (闸瓦托螺销中心距箱体距离)范围内应满足下列要求:制动、缓解平稳,不得卡滞,缓解应到位;棘轮、棘钩调整闸瓦间隙的作用须可靠,即闸瓦平均间隙大于 6 mm 时开始动作;制动缸在 450 kPa 风压时,保压 3 min,降压不得超过 0.2 kPa;制动、缓解试验后手动调节应进退灵活,不得

卡滞。

(5) 技术安全及注意事项。

用汽油清洗时禁止烟火，工作场地保持清洁。

制动缸组装须保证缸内清洁，无污物。

制动器检修、试验合格后，应进行涂漆。

涂漆后的制动器应更换产品验收合格标牌。

【任务检查】

表 1-1-2 基础制动装置——任务检查单

任务编号	1-1	任务名称	基础制动装置认知	
序号	检查内容		是	否
基础制动装置的作用检查				
1	说明机车基础制动装置的安装位置在机车走行部上			
2	叙述机车基础制动装置及机车制动机与列车管路相配合实现机车的制动作用的原理			
3	叙述基础制动装置传递制动原力(也叫制动缸活塞杆的推力)至各闸瓦的过程			
4	叙述基础制动装置将制动原力放大一定倍数的原理			

续表

任务编号	1-1	任务名称	基础制动装置认知	
序号	检查内容		是	否
5	叙述基础制动装置保证各闸瓦有较一致的制动力的原理			
6	叙述基础制动装置与手动制动或停车制动装置配合产生停车制动作用的过程			
基础制动装置的组成检查				
7	说明基础制动装置由制动缸、制动传动装置、闸瓦装置及闸瓦间隙调整装置组成			
基础制动部件识别检查				
8	根据实物(图片),对单元制动器进行指认			
9	根据实物(图片),对闸瓦进行指认			
10	根据实物(图片),对闸瓦间隙调整装置进行指认			
基础制动部件作用及工作原理检查				
11	说明闸瓦的作用是通过与轮对踏面的摩擦来消耗机车的动能			
12	说明单元制动器的作用是,把制动缸等部件整合,实现基础制动装置的功能			
13	说明闸瓦间隙调整器的作用是自动调整闸瓦与车轮踏面之间的间隙,使闸瓦间隙保持在规定的范围内,以确保制动作用的可靠性			

【任务训练】

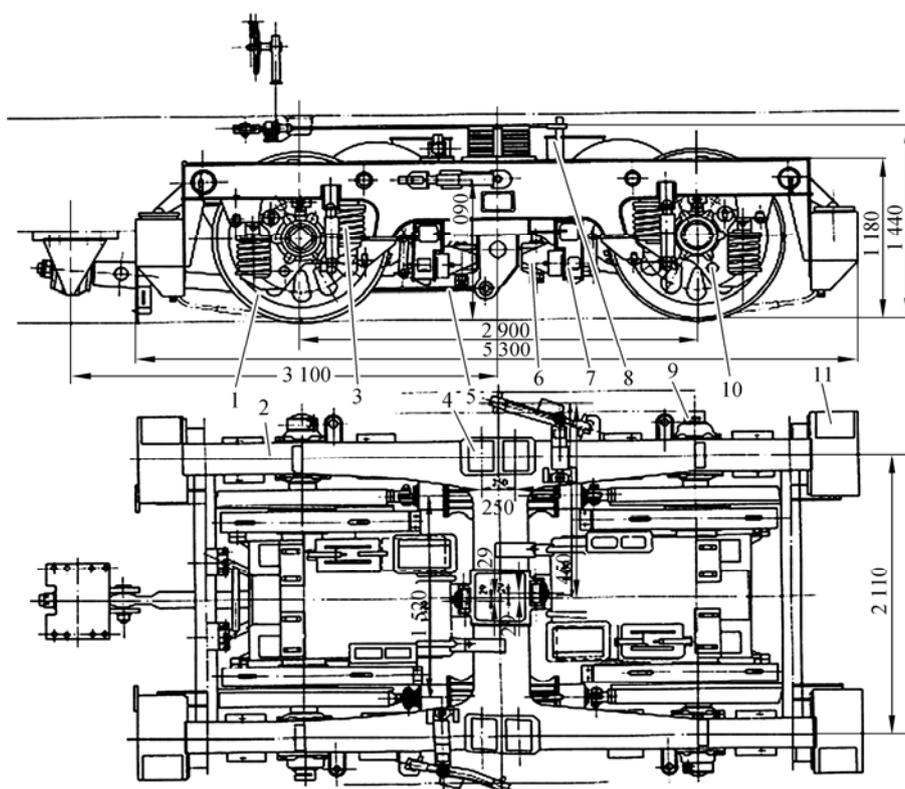
1. 自动空气制动机是乔治·韦斯汀豪斯于( )年研制出来的。  
A. 1825                      B. 1869                      C. 1872                      D. 1880
2. 下列制动种类中,不属于热逸散制动方式的是( )。  
A. 闸瓦制动                      B. 轨道电磁制动  
C. 再生制动                      D. 电阻制动
3. 下列制动种类中,属于摩擦制动方式的是( )。  
A. 轨道电磁制动                      B. 电阻制动  
C. 再生制动                      D. 轨道涡流制动
4. 由自动空气制动机的基本作用原理可知,当制动机呈缓解状态时,三通阀连通的两条气路是( )。  
A. 列车管与副风缸、列车管与制动缸  
B. 列车管与副风缸、列车管与大气  
C. 列车管与副风缸、制动缸与大气  
D. 列车管与制动缸、副风缸与大气
5. 由自动空气制动机的基本作用原理可知,当制动机呈制动状态时,三通阀连通的一条气路是( )。  
A. 列车管与副风缸                      B. 列车管与制动缸  
C. 副风缸与制动缸                      D. 制动缸与大气
6. 叙述制动、制动装置、制动距离的概念。
7. 叙述直通式空气制动机的构成及工作原理。
8. 叙述自动式空气制动机的构成及工作原理。
9. 说明列车管减压量与制动缸压力的关系。
10. 请你说出机车基础制动装置的作用?
11. 基础制动装置的结构部件有哪些?
12. 基础制动装置是如何进行分类的?

### 【任务拓展】

## SS<sub>4</sub>改型电力机车转向架

### 一、SS<sub>4</sub>改型电力机车转向架的特点

SS<sub>4</sub>改型电力机车有四台相同的 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 转向架,如图 1-1-7 所示。

图 1-1-7 SS<sub>4</sub> 改型电力机车转向架

- 1—轮对电机驱动装置；2—构架；3—一系悬挂装置；4—二系悬挂装置；5—牵引装置；  
6—电机悬挂装置；7—基础制动装置；8—手制动装置；9—防空转传感器；  
10—整体起吊连接装置；11—砂箱装置

(1) 机车转向架一系悬挂采用轴箱螺旋钢弹簧与弹性拉杆定位的独立悬挂结构，并配置垂向油压减振器；转向架二系悬挂采用全旁承橡胶堆加横向油压减振器和摩擦减振器的简单悬挂结构。

(2) 机车采用低位斜拉牵引杆方式传递牵引力和制动力。

(3) 机车采用能承受轴向力和径向力的圆柱滚子轴承作为轴箱轴承。

(4) 机车采用刚性半悬挂的电机悬挂方式。

(5) 机车转向架构架受力状态和结构合理，工艺性好。

(6) 机车基础制动采用单侧制动方式，闸瓦为高摩合成闸瓦。

## 二、SS<sub>4</sub> 改型电力机车转向架力的传递

机车转向架的受力十分复杂，在运行中主要承受垂向、纵向和横向作用力，还受到许多其他冲击振动等动作用力的作用，如图 1-1-8 所示。

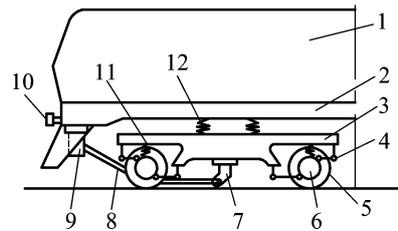


图 1-1-8 机车转向架力的传递示意图

1—车体；2—车体底架；3—转向架构架；4—轴箱拉杆；5—车轮；6—轴箱；7—构架牵引梁；  
8—牵引拉杆；9—底架牵引座；10—车钩；11—轴箱悬挂装置；12—车体支承装置

(1) 垂向力的传递（以车体及上部重力为例，钢轨对机车的垂向冲击作用力传递顺序与重力相反）：

机车上部重量 车体支承装置 转向架构架 轴箱弹簧悬挂装置 轴箱 轮对 钢轨。

(2) 纵向力的传递（以牵引力、制动力为例）：

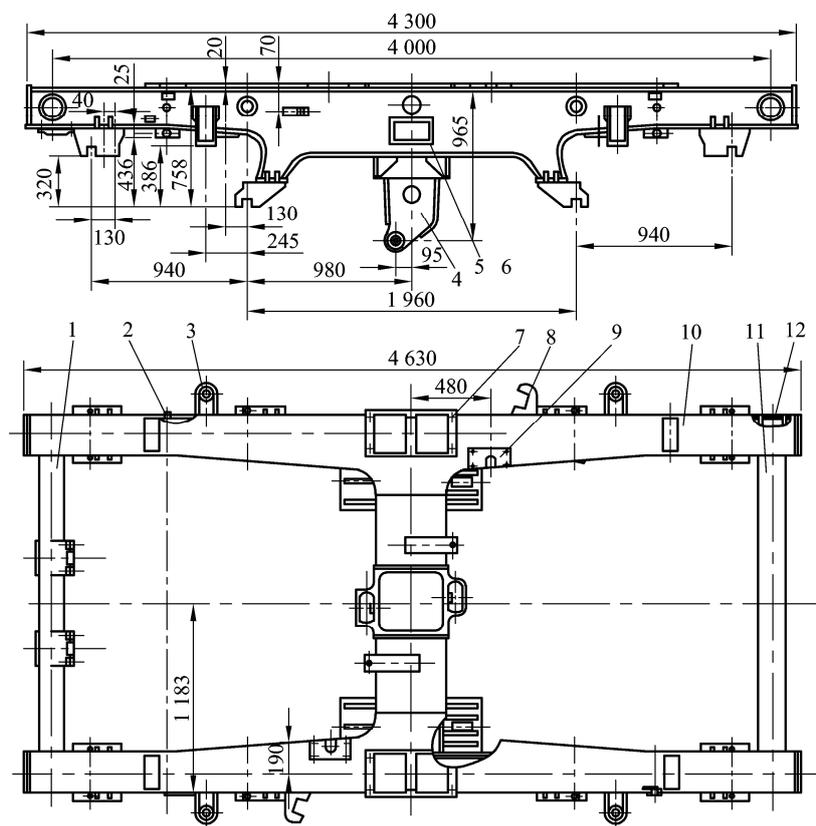
轮轨接触点产生牵引力或制动力 轮对 轴箱 轴箱拉杆 转向架构架 牵引杆装置 车体底架 牵引缓冲装置 车体。

(3) 横向力的传递（以轮轨侧压力为例，车体所受的离心力、风力等横向力将按与上述相反的传力顺序由机车上部传到钢轨）：

钢轨（内侧面） 轮对（轮缘） 轴箱 轴箱拉杆 转向架构架 车体支承装置 车体底架 机车上部。

### 三、SS<sub>4</sub>改型电力机车转向架的组成

SS<sub>4</sub>改型电力机车转向架由构架、轮对、轴箱装置、弹簧装置、电机悬挂及传动装置等部分组成。如图 1-1-9 所示。

图 1-1-9 SS<sub>4</sub> 改型电力机车转向架

- 1—前端梁；2—接地台；3—减振器上座；4—牵引梁装配；5—铭牌；  
 6—螺钉；7—旁承座；8—减振器座；9—横向油压减振器座；  
 10—侧梁装配；11—后端梁；12—端盖