

第一章 制动系统概述

第一节 制动系统的重要意义

人为地使运动物体减速或阻止其加速称为制动。为了使运动中的列车能迅速地减速或停车，必须对它实施制动；为了防止列车在下坡道时由于列车的重力作用导致列车速度增加，也需要对它实施制动；即使列车已经停车，为避免停放的列车因重力作用或风力吹动而溜车，还需要对它实施制动（又称为停放制动）。反之，对已经施行了制动的列车，为了重新启动或再次加速，必须解除或减弱其制动作用，这种做法称为制动的缓解。

一、概 述

为了能施行制动或缓解制动，需要在列车上安装由一整套零部件组成的一个完整的制动装置，称为“列车制动装置”。在铁路上，它可以分为动力集中型列车制动装置和动力分散型列车制动装置。对于动力分散型列车而言，列车制动装置分为动车制动装置和拖车制动装置；对于动力集中型列车而言，列车制动装置分为机车制动装置和车辆（客车、货车）制动装置。无论机车、客车、货车还是动车、拖车，各种车都有它自己的制动装置，起着制动和缓解的作用。除此之外，机车还具有操纵全列车的制动功能。动车组列车和城市轨道车辆也有操纵全列车制动功能的设备，它一般安装在列车两端的带司机室的头车上，而头车既可以是拖车也可以是动车。

由制动装置产生的与列车运行方向相反的外力，称为“制动力”。这是人为的阻力，它比列车在运行中由于各种自然原因产生的阻力要大得多。因此，尽管在列车制动减速的过程中，列车运行阻力（自然阻力）也在起作用，但起主要作用的还是列车制动力（人为阻力）。

一套列车制动装置至少包括两个部分，即制动控制部分和制动执行部分。制动控制部分由制动信号发生与传输装置以及制动控制装置组成；制动执行部分通常称为基础制动装置，包括闸瓦制动与盘形制动等不同方式。

过去由于列车上安装的制动装置比较简单、直观，而且用压缩空气传递制动信号，因此我们称其为是一套列车制动装置。但是随着轨道交通技术的发展，制动装置中越来越多地采用了电气信号和电气驱动设备。微机和电子设备的出现使制动装置变得无触点化和集成化，并且使制动控制功能融入了其他电路而不能独立划分。因此，我们只能按现代方法将具有制动功能的电子线路、电气线路和气动控制部分归结为一个系统，统称为列车制动系统。

有效的制动装置，又称制动系统（简称制动机），是铁道机车车辆的重要组成部分。随着

社会的发展和科学技术的进步，制动机由原始的手制动机、直通式空气制动机，发展到近代性能较完善的自动空气制动机、电空制动机等。与此同时，伴随着铁道牵引动力的革命，制动技术也得到飞跃发展，再生制动、电阻制动、加馈电阻制动和液力制动以其较强大制动功率、极好的高速性能以及很高的经济性得到较为广泛的应用。

二、制动作用的种类

(一) 动力分散型列车

动力分散型列车包含动车组和城市轨道交通车辆，其制动在操纵上按用途可分为五种，即常用制动、紧急制动、快速制动、停放制动和保持制动。

常用制动是指在正常情况下为调节或控制列车速度，包括进站停车所施行的制动。它的特点是：作用比较缓和，制动力可以调节，通常只用列车制动能力的 20%~80%，多数情况下只用 50%左右。

紧急制动是一种“非常制动”，是在紧急情况下为使列车尽可能快的停车而实行的一种制动。它的特点是：作用比较迅猛，而且要把列车全部制动能力都用上，且只有空气制动作用。

快速制动，也称非常制动，它平均减速度基本上与紧急制动相当（其他功能与常用制动功能基本相同），但是紧急制动是不可自动恢复的，必须停车后人工恢复，而快速制动是可以恢复的，且一般为电空联合制动，也可以是空气制动作用。

停放制动，也称驻车制动，采用弹簧制动、充气缓解的方式，因此能使列车存放在一定坡度上不溜车而施行的制动作用，实现长时间停车。停放制动具有手动缓解的功能，以备在无风情况相对停放制动实施缓解。也可将铁鞋放入车轮踏面下面阻止列车运动。

保持制动的主要作用是防止列车停在坡道上时发生溜车。保持制动在常用制动模式下且列车速度低于 1 km/h 时触发，是常用制动的一种辅助制动。保持制动力的大小要保证列车停在线路的最大坡道上不会发生溜车。保持制动在列车牵引力大于保持制动力时缓解。

从司机实行制动（将司机控制手柄推至制动位）的瞬间起，到列车速度降为零的瞬间止，列车在这段时间内所驶过的距离，称为列车“制动距离”。这是综合反映列车制动装置性能和实际制动效果的主要技术指标。有的国家不用制动距离而用（平均）减速度作为其主要技术指标，其实两者的实质是一样的，只是制动距离较为具体，而减速度较为抽象而已。

(二) 动力集中型列车

前已述及对于动力集中型列车而言，列车制动装置分为机车制动装置和车辆（客车、货车）制动装置。目前，在我国电力机车上使用的机车制动装置包括 DK-1 型电空制动机、DK-2 型电空制动机和 CCB-II 型电空制动系统（微机控制制动系统）。对于 DK-1 型和 DK-2 型电空制动机而言，机车制动装置（或系统）在操纵上按用途可分为四种，即自动制动、单独制动、后备空气制动和停放制动等制动。对于 CCB-II 型电空制动系统而言，机车制动装置在操纵上

按用途可分为五种，即自动制动、单独制动、紧急制动、后备空气制动和停放制动等制动。下面以 CCB-II 型电空制动系统为例简要说明。

CCB-II 型电空制动系统自动制动功能靠大闸手柄在不同位置实现，大闸手柄在不同位置决定列车制动管不同的减压量。

单独制动功能靠小闸手柄在不同位置实现，大闸手柄在不同位置决定机车制动缸的压力。单独制动手柄还具有快速缓解功能。

紧急制动作用可以通过大闸手柄置紧急位实现，也可以通过按压紧急制动阀按钮实现，同时列车断钩及惩罚制动（非司机主动操作引起的机车制动，如监控发出的制动命令及故障引起的制动等）也可以引起紧急制动作用。

后备空气制动功能是靠空气制动阀（后备的制动阀）在不同位置上的停留时间实现，空气制动阀在位置上的停留时间决定了列车制动管不同的减压量，后备制动作用仅在电子制动失效后启用，在正常状态下，空气制动阀手柄被拆除并存放在指定的地方。

停放制动保护机车防止意外溜放。停放制动通过弹簧蓄能制动来实现。

三、制动能力

在设计和制造过程中，列车的最高运行速度和牵引功率需要得到充分考虑和计算，而制动能力更是需要认真计算和校核。列车的最大速度与牵引功率有关，但它更应该受到制动能力的限制，这是更重要的大事。列车的制动能力是指该列车的制动系统能使其在规定的安全范围内或规定的安全制动距离内可靠地把车停下来的能力。一般来说，城市轨道交通系统都有明确的车辆运行规程，特别对列车制动能力有严格的要求和规定。例如，要求列车在紧急情况下的制动距离（紧急制动距离）不得超过某一规定值。从能量的角度看，制动的实质就是将列车上的动能转移出去。制动系统转移动能的能力就是制动功率。在一定的制动距离条件下，列车的制动功率是其速度的三次函数。

四、制动系统在列车运行中的重要意义

日常生活中，任何运输工具都离不开制动系统。小到自行车，大到航天飞机，制动系统都起着保证运输安全的重要作用。对于铁路运输来讲，列车的运行过程包括牵引、惰行和制动三个基本工况，而制动工况的顺利实施关键在于制动系统有效、可靠地工作。

所谓制动是指能够人为地产生列车减速力并控制这个力的大小，从而控制列车减速或阻止它加速运行的过程。制动过程必须具备两个基本条件：

- (1) 实现能量转换；
- (2) 控制能量转换。

制动力是指制动过程中所形成的可以人为控制的列车减速力。而制动系统是指能够产生可控制的列车减速力，以实现和控制能量转换的装置或系统。制动系统由制动机、手制动机

和基础制动装置三大部分组成。其控制关系（即工作流程）如图 1-1 所示。

无论是机车还是车辆，都具有各自的制动系统，即各自的制动机、手制动机和基础制动装置。当机车、车辆编组成列车后，其各自的制动系统相互联系而构成一个统一的制动系统——列车制动系统。因此，制动系统则有了机车制动系统、车辆制动系统和列车制动系统之分。由于制

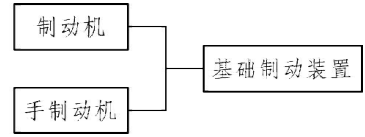


图 1-1 制动系统控制关系

动系统的设置目的是实现列车能够按照人的意志减速或准确停车，所以，制动系统性能的好坏，不仅影响着列车制动效果，而且影响着铁路运输生产。衡量制动系统性能的优劣，主要是衡量制动机性能的好坏。性能良好的制动机对铁路运输有以下几方面的促进作用：保证行车安全；充分发挥牵引力，增大列车牵引重量，提高列车运行速度；提高列车的区间通过能力。

