

项目一 制动系统认知

【学习目标】

- (1) 会分析制动系统中的基本概念，会分析制动系统的分类；
- (2) 会分析制动系统发展的历史，能绘制制动系统不同发展时期的组成图；
- (3) 会分析典型自动空气制动机的工作原理；
- (4) 能够独立进行制动系统各管路的识别，并能分别阐述它们在制动机系统中的作用。

【项目任务】

- 任务一 制动系统基本概念认知
- 任务二 制动系统发展认知
- 任务三 制动系统分类认知
- 任务四 早期制动系统工作原理认知

【环境设备】

制动机实训室、制动机仿真驾驶装置、制动机示教板、电空制动屏柜、制动机各部件实物。

【复习思考题】

1. 什么叫制动？什么叫制动方式？
2. 制动机如何分类？
3. 直通式空气制动机的构成和工作原理是什么？
4. 自动空气制动机的构成和工作原理是什么？
5. 制动系统中主要有哪些管路？它们之间的控制关系是什么？

任务一 制动系统基本概念认知

【任务目标】

学习制动系统相关概念，会分析制动过程中必须具备的基本条件，掌握制动系统的组成。

【任务实施】

学生在教师指导下分组阅读教材，通过查阅资料完成任务目标。

【背景知识】

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3个基本工况，而制动工况顺利实施的关键在于制动系统有效、可靠地工作。那么，什么是制动系统？它包括哪些组成部分呢？下面先介绍两个基本概念——制动、制动力。

1. 制 动

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。

简单的制动系统在实现能量转换的同时进行能量转换的控制。比如自行车的刹车，在捏闸的同时通过施加力的大小来完成制动力大小的控制。

机车车辆中实现能量转换的设备为制动系统中的基础制动装置，通过基础制动装置将制动缸的压缩空气的压力转换为相对应的制动力，通过制动机控制基础制动装置的制动缸压力的大小，实现制动过程中能量转换速度与大小的控制。

2. 制动力

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。

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3大部分组成，其控制关系（即工作流程）如图1-1所示。

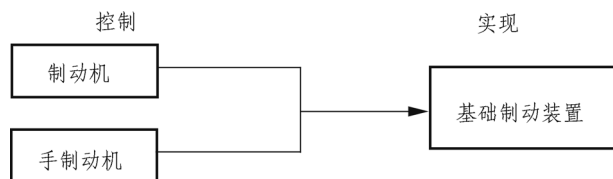


图 1-1 控制关系

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。制动系统则有机车制动系统、车辆制动系统和列车制动系统之分。由于制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：

- (1) 保证行车安全。

(2) 充分发挥牵引力，增大列车牵引重量，提高列车运行速度。

(3) 提高列车的区间通过能力。

【学习指导】

制动过程必然伴随着能量转换的过程中，由于对制动结果的要求不同，比如有发生紧急情况时必须立即停车的紧急制动，也有为了调速而施加的常用制动；就算是常用制动，也需要制动力大使减速效果明显的制动，也有为了舒适而采用的最小制动力制动，所有这些，都需要在制动过程中进行能量转换的控制。这个控制在现在制动系统中实际上就是控制制动缸压力变化。制动机与基础制动装置的结合点就是制动缸，对制动机来说，制动缸压力变化是它的输出结果，对基础制动装置来说，制动缸的压力变化是基础制动装置工作的前提。所以制动机和基础制动装置组合一起形成制动系统，完成制动作用。

【质量评价标准】

评价维度	分值	行为表现描述
问题解决	6	对问题的理解完全正确
	3	对问题部分理解或解释错了
	0	对问题完全理解错了
制订计划	6	只要正确地执行该计划，就能使问题得到解决
	3	基于对问题某部分的正确解释，制订的计划部分正确
	0	没有制订计划，或制订的整个计划不恰当
获得答案	3	正确给出所有的答案
	2	答案不正确（不过错误的答案源于错误的计划），但在计划执行过程中学生的思维具有逻辑性
	1	抄写错误，计算错误，缺少最后答案或只回答出部分答案
	0	没有答案，或者解题计划错误导致答案错误

任务二 制动系统发展认知

【任务目标】

学习制动系统发展过程，会分析制动系统发展过程中的关键因素，清楚制动系统的发展方向。

【任务实施】

学生在教师指导下分组阅读教材，通过查阅资料完成任务目标。

【背景知识】

1825年9月27日，在英国的斯多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。在工作中，需设置若干名制动员，当运行中需要制动（刹车）时，司机发出信号，由制动员们分别操纵每一节车上的手制动机进行制动。可见，人力制动不仅使工作在较恶劣环境中的制动员的劳动强度增大，更主要的是大大降低了列车中各车辆制动的同时性，从而造成严重的制动冲击，影响列车制动效果。

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。直通式空气制动机属于气动装置，并且由司机单独操纵，所以与人力制动机相比，大大提高了列车制动的同时性，减小了制动冲击，改善了列车的制动效果。但是，由于直通式空气制动机自身的工作机理，使其在运用过程中存在着致命的弱点——当列车分离时，列车将失去制动作用。

1872年，乔治·韦斯汀豪斯在直通式空气制动机的基础上，研制出了一种新型的空气制动机——自动空气制动机。自动空气制动机克服了直通式空气制动机的致命弱点，从而在铁路运输中得到了广泛的应用，甚至直到科技高度发展的今天，世界各国铁路运输的列车所使用的空气制动机，其工作原理均源于自动空气制动机。

20世纪60年代，随着科学技术的发展，电空制动技术在铁路运输中广为应用，产生了电空制动机，从而改善了制动机的工作性能，为铁路运输提供了更为可靠的安全保障。

【学习指导】

制动系统发展的核心是提高制动机的工作性能，以压缩空气作为制动原力是制动系统发展的基石。

现代制动系统的发展主要体现在控制上，即制动机（制动缸压力变化）的控制方式的发展。

【质量评价标准】

评价维度	分值	行为表现描述
问题解决	6	对问题的理解完全正确
	3	对问题部分理解或解释错了
	0	对问题完全理解错了
制订计划	6	只要正确地执行该计划，就能使问题得到解决
	3	基于对问题某部分的正确解释，制订的计划部分正确
	0	没有制订计划，或制订的整个计划不恰当
获得答案	3	正确给出所有的答案
	2	答案不正确（不过错误的答案源于错误的计划），但在计划执行过程中学生的思维具有逻辑性

	1	抄写错误，计算错误，缺少最后答案或只回答出部分答案
	0	没有答案，或者解题计划错误导致答案错误

任务三 制动系统分类认知

【任务目标】

学习制动系统的分类，会按照不同的分类标准对制动系统进行分类。

【任务实施】

学生在教师指导下分组阅读教材，通过查阅资料完成任务目标。

【背景知识】

制动过程是人为产生并控制列车减速力的大小，从而控制列车减速运行或阻止它加速的过程。制动过程中所需要的作用动力和控制信号的不同是区别不同制动机的重要标志。例如，空气制动机的作用动力和控制信号均为压缩空气（又称压力空气）；电空制动机的作用动力也是压力空气，但其控制信号则为电信号。因此，了解制动机的作用动力和控制信号，是分析和掌握该制动机工作过程的基本前提。

理论上，常以制动方式区别不同方式的制动。所谓制动方式是指制动过程中列车动能的转移方式或制动力的形成方式。按照列车动能转移方式的不同，制动方式可分为热逸散和将动能转换成有用能两种基本方式，如图 1-2 所示。

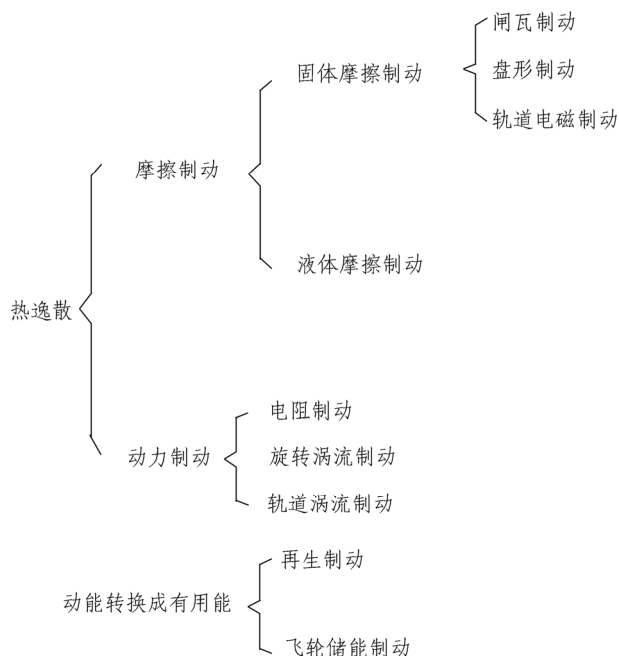


图 1-2 制动方式（按列车动能转移方式分）

按照制动力形成方式的不同，制动方式又可分为黏着制动和非黏着制动。制动力的形成是通过轮轨间的黏着来实现的制动，称为黏着制动；反之，不通过轮轨间的黏着来形成制动力的制动，则称为非黏着制动。黏着制动和非黏着制动分类见表 1-1。

表 1-1 黏着制动与非黏着制动分类表

制动类型	分类		备注
黏着制动	1. 摩擦制动	踏面制动	广泛应用
		盘形制动	
	2. 动力制动	电阻制动	在电力机车上普遍采用
		再生制动	在电力机车上采用
		加馈电阻制动	在电力机车上普遍采用
	3. 惯性制动	飞轮储能制动	
非黏着制动	4. 磁轨摩擦制动	在高速机车、动车组上采用，目前尚未普及	
	5. 磁轨涡流制动		
	6. 风阻制动及喷气制动		

制动机按作用对象可分为机车制动机和车辆制动机；按控制方式和动力来源可分为空气制动机、电空制动机和真空制动机等。

【学习指导】

制动系统有不同的分类方法，主要分类方法有：

- (1) 按照列车动能转换方式分类。
- (2) 按照制动力形成方式分类。
- (3) 按照制动系统作用对象分类。

【质量评价标准】

评价维度	分值	行为表现描述
问题解决	6	对问题的理解完全正确
	3	对问题部分理解或解释错了
	0	对问题完全理解错了
制订计划	6	只要正确地执行该计划，就能使问题得到解决
	3	基于对问题某部分的正确解释，制订的计划部分正确
	0	没有制订计划，或制订的整个计划不恰当
获得答案	3	正确给出所有的答案
	2	答案不正确（不过错误的答案源于错误的计划），但在计划执行过程中学生的思维具有逻辑性
	1	抄写错误，计算错误，缺少最后答案或只回答出部分答案
	0	没有答案，或者解题计划错误导致答案错误

任务四 早期制动系统工作原理认知

【任务目标】

学习早期制动系统组成，会分析早期制动系统工作原理，特别是自动空气制动机的工作原理。

【任务实施】

学生在教师指导下分组阅读教材，通过查阅资料完成任务目标。

【背景知识】

如前所述，早期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，下面将分别讨论其基本作用原理。

一、直通式空气制动机的基本作用原理

1. 基本构成

直通式空气制动机如图 1-3 所示。

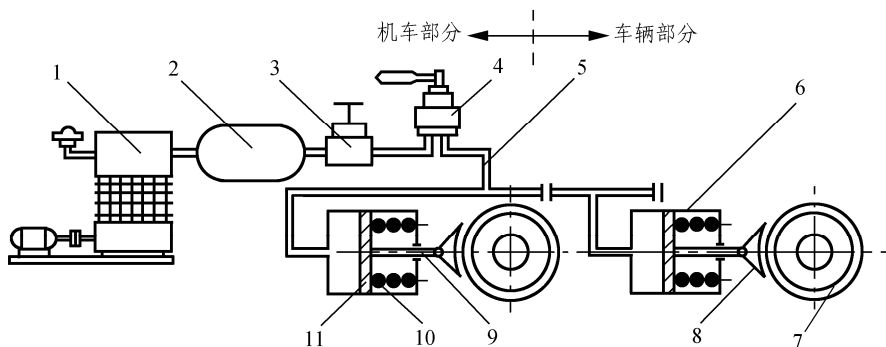


图 1-3 直通式空气制动结构原理图

1—空气压缩机；2—总风缸；3—调压阀；4—制动阀；5—制动管；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

在车辆上，直通式空气制动机主要由制动管和制动缸组成；在机车上，直通式空气制动机除包括制动管和制动缸外，还包括空气压缩机、总风缸及操纵整个制动系统的制动阀等组成部分。当编组成列车运行时，机车与车辆、车辆与车辆间除车钩连接外，各自的制动机也要通过制动管连接软管连接，以构成列车统一的制动系统，并且由司机操纵制动阀来实现相应的控制。