

铁路职业教育铁道部规划教材

电力机车制动技术

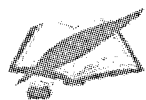
DIANLIJICHEZHIDONGJISHU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

武学工 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中专)

电力机车制动技术

武学工 主编
那利和 主审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书从制动理论基础知识开始,逐步深入浅出地讲述了SS₄改进型电力机车空气管路系统、SS₄改进型电力机车基础制动装置、DK-1型电空制动机主要部件的构造及作用、DK-1型电空制动机的综合作用,还简单介绍了车辆制动机及高速和重载列车制动机。

本书为铁路中专学历教育电力机车驾驶与检修专业教材,也可作为成人中专、技工学校等职业院校的专业教材,还可作为电力机车机务段有关驾驶、检修人员的岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电力机车制动技术/武学工主编. —北京:中国铁道出版社,2008.1
铁路职业教育铁道部规划教材. 中专
ISBN 978-7-113-08525-4

I. 电… II. 武… III. 电力机车-车辆制动-专业学校-教材
IV. U264.91

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第005937号

书 名:电力机车制动技术

作 者:武学工 主编

责任编辑:赵 静 电话:010-51873133 电子信箱:td73133@sina.com

封面设计:陈东山

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:12.25 插页:1 字数:304千

书 号:ISBN 978-7-113-08525-4/U·2156

定 价:25.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前 言

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路中专教育电力机车驾驶与检修专业教学计划“电力机车制动技术”课程教学大纲编写的。

《电力机车制动技术》是电力机车驾驶及检修专业的一门主干课程。主要讲授制动基础理论、电力机车空气管路系统、DK-1型电空制动机各组成部件的构造及工作原理、DK-1型电空制动机的综合作用及试验验收规则和常见故障处理,还简要介绍了车辆制动机和高速列车的制动。

本书以我国货运主型电力机车SS₄改进型电力机车为典型车型,对其上装配的DK-1型电空制动机的气路和电路进行了较为详细的讲解,是一本既适合理论教学又贴近生产实际的教材。

本教材在编写过程中努力体现以下特色:

①注重实践。教材紧紧围绕教学大纲的要求,针对铁路中专教育的具体情况,强化了对所学知识应用能力的提高和培养,同时也结合了一定的现场实践。

②内容得当。在不破坏教材整体性的前提下,略去了晦涩的理论推导过程。按照学习时的认知过程合理地安排了章节,去掉了诸多不利于学习的冗余部分。

③便于自学。教材采取了在每节后给出练习题,每章后给出自测题的形式编写,不仅突出了重点、难点,同时也有利于读者及时掌握所学知识。教材语言规范、通俗易懂、前后衔接紧凑,利于自学。

在使用本教材时,一要坚持理论与实践相结合的原则,应避免“重理论、轻实践”的错误做法;二要突出教学的直观性;三要扩大学生学习的自主性;四要利用好每节后的练习题。

本教材每节有练习题,各章有自测题,这是根据各参编教师的教学经验所出的掌握本门课程所必须会的思考题,题型包括填空、判断、选择、简答和综合题五种。个别题不能在本教材中找到直接答案,须认真分析和灵活掌握教材中的内容后才能得出正确答案。

本教材由太原铁路机械学校武学工主编,那利和主审。武学工编写绪论、第一章、第四章第七节到第九节、附录;华东交通大学李平编写第二章、第三章、第五章第六节与第七章;太原铁路局机务处闫永平编写第六章;宝鸡铁路司机学校张江编写第五章第一至五节;北京电气化学校杜立江编写第四章第一节到第六节。本书在编写过程中得到铁路机车专业教学指导委员会的大力支持,得到太原铁路局机务处、太原北机务段等单位的帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有缺陷和不足之处,恳请广大读者批评指正。

2007年10月

| | |
|-----------------------|------------|
| 自 测 题 | 151 |
| 第六章 车辆制动机简介 | 153 |
| 第一节 104 型空气制动机 | 153 |
| 第二节 120 型空气制动机 | 160 |
| 第三节 F-8 型电空制动机 | 167 |
| 自 测 题 | 171 |
| 第七章 高速和重载列车制动机 | 173 |
| 第一节 高速列车制动 | 173 |
| 第二节 重载列车制动 | 177 |
| 第三节 盘形制动 | 178 |
| 第四节 防滑器 | 180 |
| 自 测 题 | 182 |
| 附录 课程实验 | 184 |
| 实验一 DK-1 型电空制动机认识实验 | 184 |
| 实验二 DK-1 型电空制动机综合作用实验 | 185 |
| 实验三 DK-1 型电空制动机试验验收实验 | 188 |
| 参考文献 | 190 |

绪 论

铁路运输中,为了保证列车行车安全,在每一台机车上、每一辆车轴上均装有制动机。制动机是为了产生制动作用而在列车上加装的机械装置。制动作用是指人为地使列车降低运行速度或停止运行,以及使静止的列车继续保持静止状态的作用。列车的制动作用是由机车和每一辆车轴上的制动机产生的。通常,列车在运行中,从施行制动开始至列车的运行完全停止所行驶的距离称为制动距离。

一、制动机的发展简史

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。当运行中需要制动(刹车)时,由设置在列车上的若干制动员根据司机所给信号操纵每一节车上的手制动机来完成制动。这样,不仅浪费了大量人力,而且由于人为因素,使列车制动的同时性较差,制动效果也较差,从而造成严重的制动冲击,潜伏着严重的行车隐患。

美国宾夕法尼亚铁路工程师乔治·韦斯汀豪斯在目睹了由于制动不及时造成的重大人员伤亡事故后,经过艰辛努力于1869年发明了世界上第一台空气制动机——直通式空气制动机。实现了由人力制动到机械制动的革命。这种制动机属于气动装置,并且由司机单独操纵,所以与人力制动相比,大大提高了列车制动的同时性,减小了制动时的冲击作用,提高了列车的制动效果。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。为了解决这一问题,3年后,也就是1872年,乔治·韦斯汀豪斯又发明了三通阀,实现了空气制动性能的飞跃。我们把这种加装了三通阀和副风缸的制动机称为自动式空气制动机。它克服了直通式空气制动机的致命弱点,在铁路运输中得到了广泛的运用。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,其工作机理仍遵循着早期三通阀的作用规律,即充气缓解,排气制动。

目前我国的铁路事业已有了很大的发展。在制动机方面,不仅能制造过去一直依赖进口的旧式制动机,而且对其进行了技术改造,使之更能适合中国铁路发展的需要。先后研制成功了JZ-7型空气制动机、DK-1型电空制动机及JZ-7型电空制动机,使我国机车制动机的设计制造及应用水平达到了一个新的阶段,基本上能满足我国铁路运输的需要。在铁路运输的实践中,人们还研究、试制着电磁制动机、储能制动机等多种形式的制动机。

二、制动方式

制动方式是指列车制动时制动力获得的方法,按制动力的形成方式可分为摩擦制动和非摩擦制动两大类。

1. 摩擦制动

摩擦制动是通过物体间的相互摩擦,将物体的动能转化为热能,从而产生制动作用。摩擦

制动可分为以下几种:

(1) 闸瓦制动

闸瓦制动是在制动时使闸瓦与车轮踏面接触,利用两者间的摩擦,将列车的动能转化为热能,最终逸散在空气中;其制动力的大小可以通过闸瓦与车轮间的压力进行调节。由于这种制动方式结构比较简单,制动效果较好,因此,这是目前机车、车辆普遍采用的制动方法。但这种制动方法有以下缺点:一是制动力的大小受轮轨间的粘着力限制;二是闸瓦的摩擦系数是非线性的,且随着列车速度的增大而减小,应用中表现为高速时制动力不足,低速时制动力又过大;三是增加了车轮踏面的磨损。

(2) 盘形制动

盘形制动时,使制动钳夹紧固定在车轴或车轮上制动盘,利用制动钳上摩擦片与制动盘的摩擦,将列车的动能转化为热能并散发到空气中,这种制动方式即为盘形制动。盘形制动的摩擦系数比较稳定,且减小了车轮踏面的磨损,是高速旅客列车采用的一种制动方法,但其结构比较复杂。

(3) 磁轨制动

磁轨制动又称轨道电磁制动。制动时,将电磁铁放下与钢轨相吸,通过电磁铁与钢轨的摩擦产生制动力。这种制动方法与闸瓦制动、盘形制动相比,制动力的大小不受轮轨间的摩擦力限制,有利于缩短制动距离,但钢轨的磨损严重。

(4) 液力制动

液力制动是液力传动机车上采用的一种辅助制动方法。制动时利用偶合器中的工作介质与偶合器的相互作用,将工作介质加热产生制动力。

2. 非摩擦制动

非摩擦制动是指制动时通过非接触的方式产生制动力。目前非摩擦制动主要有以下几种:

(1) 电阻制动 电阻制动是利用牵引电机的可逆性原理,将牵引电机由电动机状态转变为发电机状态,从而把列车的动能转换为电能,再把电能消耗在制动电阻上的一种制动方法。制动时,制动力的大小可以由牵引电机中的励磁电流进行控制。

(2) 再生制动 再生制动与电阻制动类似,不同的是发电机发出来的电能被反馈回了电网加以利用,而不消耗在制动电阻上。其制动力的大小也可进行调节。它是现代电力机车和电动车组广泛采用的一种辅助制动方法。

(3) 轨道涡流制动 轨道涡流制动是在制动时,将转向架上的电磁铁放置于钢轨上方数毫米处,利用电磁铁与钢轨间的相对运动,在钢轨表面感应出涡流产生热能,从而产生制动作用。这也是高速列车常采用的制动方法。

(4) 旋转涡流制动 旋转涡流制动与轨道涡流制动的原理基本相同,所不同的是旋转涡流制动是利用固定在牵引电机轴上的金属盘在电磁场中旋转,在金属盘表面产生涡流发热,再用冷却风扇将热量吹散到空气中的一种制动方法。

三、制动机的种类

制动机按用途可分为机车制动机、客车制动机、货车制动机及高速列车制动机,按动力来源可分为空气制动机、电空制动机、真空制动机、空气-真空制动机、手制动机等。

1. 空气制动机

空气制动机是以压力空气为动力源,通过制动管内的压力空气的压力变化来控制全列车的制动、缓解和保压。

2. 电空制动机

电空制动机是以电作为信号指令,压力空气作为动力源来实现列车的制动、缓解和保压作用的制动机。通常是在空气制动机的基础上加装电磁阀等电气控制器件来完成电信号对压力空气的控制。为了取得应用上的可靠性,大多数电空制动机装有电-空转换装置,以备在控制电路发生故障时,能转为空气制动机操纵,我国生产的,加装在韶山系列电力机车上的 DK-1 型电空制动机就能完成以上功能。与空气制动机相比而言,电空制动机的主要优点体现在全列车制动、缓解迅速,列车前后部制动、缓解的一致性较好,纵向动力作用小,缩短了制动距离。列车越长,电空制动机的优点就越突出。

3. 真空制动机

真空制动机以大气压力作为动力来源,通过真空度的变化来控制列车的制动、缓解和保压作用。与空气制动机相比,这种制动机结构简单、维修方便。但由于其受大气压力低、使用中制动缸较大、制动管较粗、占用列车的空间较大等缺点,正逐渐被淘汰。

4. 空气-真空两用制动机

这种制动机以空气制动为基础,机车既能操纵空气制动机的列车,又能操纵真空制动机的列车,主要用于从真空制动机空气制动机过渡的国家或空气制动与真空制动联运的铁路。我国为坦、赞铁路设计制造的内燃机车,装用了我国自行设计制造的 JZ-6 型空气-真空两用制动机。

5. 手制动机

手制动机以人力作为动力来源的一种制动机。它一般作为机车和车辆上的辅助装置,用来防止无动力车辆在停留时自行移动。

四、自动空气制动机的基本作用原理

在我国,机车、车辆采用的制动机基本上有两种——空气制动机和电空制动机,而电空制动机是在空气制动机基础上加装电器控制器件构成的。因此,了解掌握空气制动机的基本作用原理,对今后学习掌握 DK-1 型电空制动机乃至其他电空制动机和空气制动机都具有非常重要的意义。

1. 自动空气制动机的基本构成

列车自动空气制动系统是由机车和车辆空气制动机以及贯通整个列车各制动机的制动管组成,如图 0-1 所示。

(1) 空气压缩机和总风缸 空气压缩机用来产生一定压力的压缩空气。总风缸用来储存和冷却压缩空气,主要供给全列车制动系统使用。

(2) 制动阀 制动阀是列车制动机的操纵装置,安装于司机操纵台上。制动时,由它来控制制动管的压缩空气排入大气;缓解时,由它来控制将总风缸储存的压缩空气充入制动管。司机就是通过制动阀来控制全列车的制动、缓解和保压的。

(3) 调压阀 安装在机车总风缸和制动阀之间,它能将总风缸中储存的压缩空气的较高压力调整为规定压力,供全列车制动系统使用。

(4)制动管 贯穿于全列车。它将制动阀产生的压力变化传递到每一节车辆,通过制动管的压力变化来达到控制全列车的制动、缓解和保压的目的。

(5)三通阀和副风缸 三通阀是车辆制动的控制装置(所谓“三通阀”是指其一通制动管、二通副风缸、三通制动缸的空气控制阀),它直接受制动管压力变化控制。

(6)制动缸 通过制动缸的充风和排风达到制动、缓解的目的。

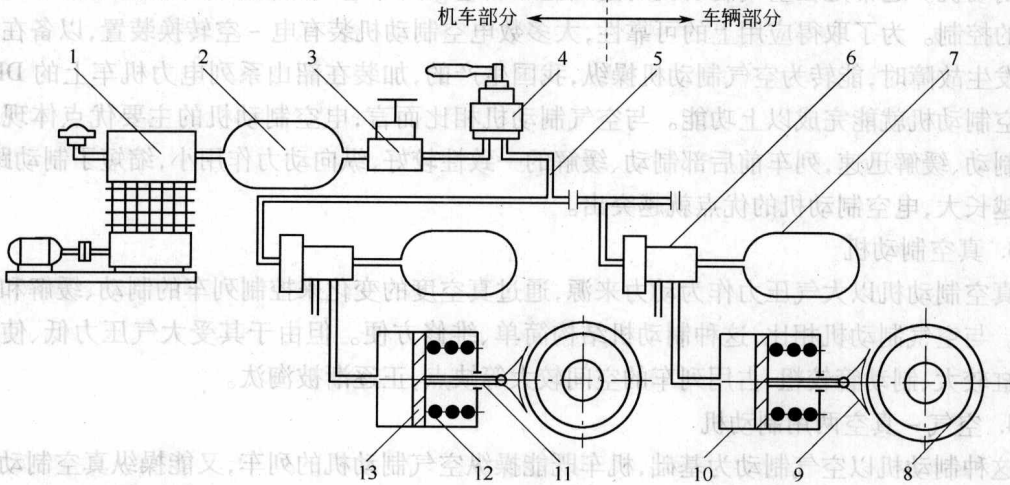


图 0-1 自动空气制动机结构原理图

- 1—空气压缩机;2—总风缸;3—调压阀;4—制动阀;5—制动管;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

2. 自动空气制动机基本作用原理

(1)缓解状态 如图 0-2 所示,司机将制动阀手柄置于“缓解位”,压力空气经调压阀、制动阀向制动管充风,三通阀活塞右侧压力升高,活塞右移,活塞带动滑阀、节制阀也右移。一方面开通了充气沟,制动管压力空气经充气沟进入副风缸储备;另一方面开通制动缸经滑阀的排风气路,使制动缸向大气排风,压力降低,制动缸活塞左移,并带动闸瓦离开车轮实现缓解作用。

(2)制动状态 如图 0-3 所示,司机将制动阀手柄置于“制动位”,制动管内压力空气经制动阀排风,三通阀活塞右侧压力降低,副风缸中的压力空气推动活塞左移,关闭充气沟使副风缸内的压力空气不能向制动管逆流;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,制动缸压力升高,制动缸活塞右移,并带动闸瓦压紧车轮产生制动作用。

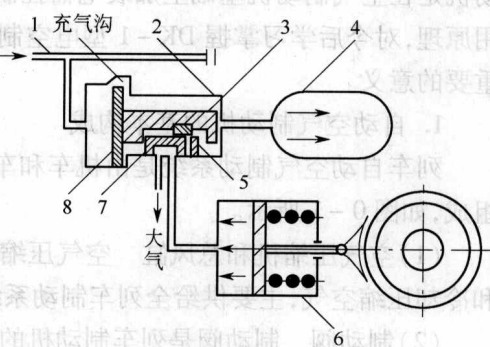


图 0-2 自动空气制动机缓解状态

- 1—制动管;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

(3)保压状态 如图 0-4 所示,司机将制动阀手柄置于“中立位”,切断制动管的充、排风通路,即制动管压力停止变化。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,当降到稍低于制

制动管压力时,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。

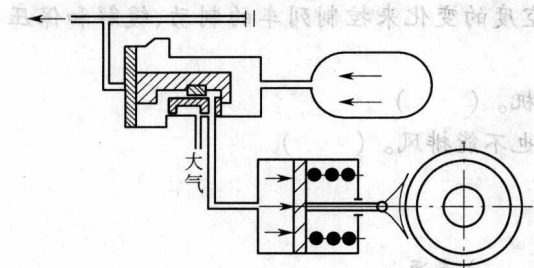


图 0-3 自动空气制动机制动状态

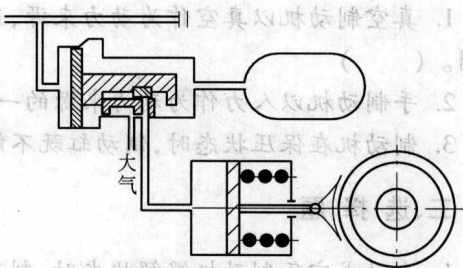


图 0-4 自动空气制动机保压状态

可见,自动空气制动机具有“制动管充风——缓解,制动管排风——制动”的工作机理,它克服了直通式空气制动机“列车分离时,制动系统失去制动作用”的致命弱点,从而得到广泛的应用。自动式空气制动机的工作机理已成为电空制动机遵循的工作机理。

五、本课程的任务

本课程是在学生已经学习掌握了《电子技术》、《电工基础》、《机械制图》、《机车电器》、《机械零件》等课程的基础上,进一步学习应用于韶山系列电力机车上的 DK-1 型电空制动机的结构、作用原理、试验方法及制动理论知识等知识。通过课堂讲授、实验、实习等教学环节,应达到以下要求:

1. 熟悉制动理论知识。
2. 熟练掌握 DK-1 型电空制动机的性能及结构特点。
3. 熟练掌握空气压缩机、电空制动控制器、空气制动阀、中继阀、分配阀、电动放风阀、紧急阀、重联阀、电空阀、转换阀等主要部件的构造、作用原理及安装位置。
4. 熟练掌握 DK-1 型电空制动机的综合作用、操作规程及试验验收规则。
5. 初步掌握 DK-1 型电空制动机常见故障分析处理方法。
6. 了解车辆制动机结构、基本原理及工作特点。
7. 了解重载及高速列车制动装置的使用情况及发展方向。

练 习 题

一、填空题

1. () 发明了空气制动机。
2. 制动方式按制动力的形成方式可分为() 和非摩擦制动两大类。
3. 空气制动机是以() 为动力源。
4. 电空制动机是以() 作为信号指令,压力空气作为动力源来实现列车的制动、缓解和保压作用的制动机。

二、判断题

1. 真空制动机以真空作为动力来源,通过真空度的变化来控制列车的制动、缓解和保压作用。()
2. 手制动机以人力作为动力来源的一种制动机。()
3. 制动机在保压状态时,制动缸既不能充风,也不能排风。()

三、选择题

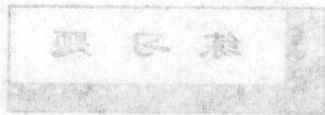
1. 自动式空气制动机缓解状态时,制动缸与()连通。
A. 制动管 B. 副风缸 C. 大气
2. 真空制动机以()作为动力来源。
A. 大气压力 B. 真空压力 C. 压力空气

四、简答题

1. 制动机按用途可分为哪些种类?
2. 摩擦制动有哪几种?

五、综合题

简述自动式空气制动机的作用原理。



一、填空题

1. 制动缸与()连通。
2. 真空制动机以()作为动力来源。
3. 制动机在保压状态时,制动缸既不能充风,也不能排风。
4. 自动式空气制动机缓解状态时,制动缸与()连通。

第一章

制动理论知识

量五新教育大量已量五新教育小量的管成降，四



本章重点

- 制动系统中常用的名词术语。
- 制动波、制动波速及列车制动时的纵向动力作用。

第一节 常用名词术语

一、压力与压强

物理意义上的压力与压强是两个不同的物理量。压力是指物体间的相互作用力，其单位为牛(N)；而压强则是指单位面积上所受力的大小，其单位为帕(Pa, N/m²)。

在空气管路系统中人们习惯将“压强”称为“压力”，但其含义不变，只是名称的更换。例如：制动管“压力”为500 kPa，实际上指制动管“压强”为500 kPa。所以，压缩空气又称为压力空气。这一约定俗成的称法，只局限于空气管路中，在其他范围应用时不可将两者混用。

二、绝对压力及表压力

学过物理学的人都知道，大气对地球表面作用着一定压力，这一压力称为大气压。一个标准大气压换算成国际单位制为101.333 3 kPa，工程应用中为计算方便，一般取100 kPa。

绝对压力是指压力空气的实际压力。若气体未压缩而呈自由状态，其绝对压力即为大气压力；若处于绝对真空状态，则其绝对压力为零。

表压力是指压力表指示的压力值。由于一般压力表只指示高于大气压力数值(真空压力表例外)，所以绝对压力与表压力的差值为大气压力值。

可见，绝对压力等于表压力与大气压力之和，即

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + 100 \text{ kPa}$$

三、二压力机构及三压力机构制动机

二压力机构制动机是根据两种压力之间的变化来控制三通阀或分配阀的主活塞动作发生制动、缓解与保压作用的制动机，如：GK型三通阀主活塞左、右两侧的压力空气分别来自制动管与副风缸；109型分配阀的主阀活塞上、下两侧的压力空气分别来自制动管和工作风缸。这种制动机只具有—次缓解性能，而不具备阶段缓解性能。即当制动管充风至高于副风缸或工作风缸一定压力时，就推动三通阀或分配阀主活塞至充气缓解状态，直至实现制动机的完全缓

解为止。

为适应铁路运输发展的需要,制动机应具备阶段缓解性能与自动补风性能。要具有以上性能就要对分配阀进行改造,即在主活塞上除保留制动管与工作风缸的作用外,另增加制动缸压力的作用。这种根据三种压力之间的变化来控制分配阀的主活塞动作,以实现制动、缓解与保压作用的制动机,称为三压力机构制动机。如国产的 JZ-7 型、美国生产的 26-L 型制动机均为三压力机构制动机。

四、制动管的最小有效减压量与最大有效减压量

通过绪论的学习,读者都知道对于目前普遍采用的自动空气制动机的作用机理是:制动管充风——缓解,制动管排风——制动。由作用机理推算就不可避免地会产生这样的疑问:是否制动管一排风列车就会产生制动作用呢?是否制动管排风越多制动力就越大呢?事实上,由于制动缸中的缓解弹簧及制动缸活塞在移动时所受的摩擦阻力,要使制动缸活塞带动闸瓦装置产生制动作用,就必须使副风缸向制动缸充以压力足够大的压缩空气以克服以上阻力,从而使闸瓦压紧轮对产生制动作用。也就是说,制动管的减压量一定要有一个最小的值,以确保产生制动作用。那么,这个对应于能产生最小有效制动力的制动管减压量就叫做最小有效减压量。当制动时,副风缸向制动缸充风,总有一刻副风缸的压力会和制动缸的压力相平衡,副风缸就不能再向制动缸充风,制动缸的压力也就达到最大,制动力也就达到最大。如此时再给制动管排风就会浪费压缩空气,而制动力不会再增大。我们把这个对应于最大有效制动力的制动管减压量叫做最大有效减压量。

在工程实践中,制动管最小有效减压量及最大有效减压量还要考虑其他因素的影响,如制动管长度、制动管定压等。一般地,单机时,最小有效减压量选取 40 kPa;牵引列车时,最小有效减压量选取 50 kPa;牵引 60 辆以上时,最小有效减压量选取 70 kPa。当制动管定压为 500 kPa 时,最大有效减压量选取 140 kPa;当制动管定压为 600 kPa 时,最大有效减压量选取 170 kPa。

理论上,制动管的最小有效减压量与最大有效减压量的确定是根据热力学中的克拉贝隆理想气状态方程推导出来,并考虑到实际运用中各种因素的影响而修正得来的,在这里不加以讨论。

五、制动机的稳定性、安定性和灵敏度

1. 稳定性

当制动管减压速率低于某一数值范围时,制动机不产生制动作用的性能,称为制动机的稳定性。也就是说,要使制动机可靠地产生制动作用,除了要有一定的制动管减压量外,还需要一定的减压速率,两者缺一不可。其数值范围因各型制动机而不同,我国规定为:制动管减压速率或漏泄小于 40 kPa/min,制动机不应产生制动作用。

2. 安定性

常用制动时不发生紧急制动作用的性能,称为制动机的安定性。即当制动管减压速率在 10~40 kPa/s 范围时,紧急阀不应动作。

3. 灵敏度

当制动管减压速率达到一定数值范围时,制动机必须产生制动作用的性能,称为制动机的灵敏度。一般地,常用制动灵敏度为 10~40 kPa/s,紧急制动灵敏度为 70 kPa/s。

式—上述三者之间相互联系,在同一制动机上必须协调一致,保证三者之间有明显的隔离区间,否则将使制动机无法正常工作。

练习 题

一、填空题

1. 工程应用中为计算方便,一般取大气压力的大小为()。
2. 凡是根据两种压力之间的变化来控制三通阀或分配阀的主活塞动作发生制动、缓解与保压作用的制动机,称为()制动机。
3. 我国规定为制动管减压速率或漏泄小于(),制动机不应产生制动作用。

二、判断题

1. 制动管一吹风列车就会产生制动作用。()
2. 制动管排风越多制动力就越大。()

三、选择题

1. 压力表是以()为零点,压力表所指示的空气压力叫表压力。
A. 大气压力 B. 真空压力 C. 空气压力
2. 当制动管减压速率在()范围时,紧急阀不应动作。
A. 10~40 kPa/s B. 20~40 kPa/s C. 10~40 kPa/min
3. 一般地,紧急制动灵敏度为()。
A. 80 kPa/s B. 70 kPa/s C. 70 kPa/min

四、简答题

1. 什么叫表压力? 什么叫绝对压力? 两者关系如何?
2. 什么是二压力机构、三压力机构制动机? 二者在性能上有何差异?
3. 工程实践中,对制动管最小及最大有效减压量是如何规定的?
4. 什么是制动机的稳定性、安定性与灵敏度?

第二节 空气波和制动波

一、空气波和空气波速

1. 空气波

制动管一方面向列车制动系统供风,另一方面通过充风或排风,引起制动管空气压力的增减,从而控制全列车制动机的动作。在铁路运输中,由于机车车辆是编组成列车运行的,制动管又细又长,空气又是个弹性的物质。所以,当司机在列车前端控制制动管充风或排风时,并不是全列车制动管立即同时、同步地增压或减压。以制动为例,首先是列车前端制动阀附近的

制动管空气压力开始下降,使其原有的压力平衡发生变化。然后,这一压降沿着制动管以一定的速度逐渐向后传播,直到列车尾端制动管封闭处的压力也开始下降。当这一压降由前向后传播时,制动管前端的空气压力继续下降,新的压降也不断向后传播。这种空气的压力波动沿制动管长度方向由前向后传播所形成的波,称为空气波。它的传播如同投石于湖中引起的水面波纹不断向外扩散一样,也是一种机械波。不过,它是沿制动管传播的一种空气波,其性能与声波等其他空气波相似。

在列车前端排风减压并且不断地向后传播的过程中,制动管内的压力空气不断地膨胀,它的压能不断地转化为动能。因此,它不断地由后向前连续流动,经由制动阀排气口排向大气。显然,气体的连续流动与压降的传播不是一回事。压降的传播属于一种振动波,它按振动的规律在介质中进行传播;空气在管内的连续流动则不是一种波,而是介质的一种连续运动,故周围阻力对它的影响很大。另外,在减压时气流方向与压降的传播方向是相反的。充风增压时空气波传播方向与气流方向虽然相同,但也不是一回事。

由于空气波在传播过程中能量有损失,所以空气波动强度实际上是逐渐减弱的,就如投石于湖中激起的水波在向外扩展中,逐渐减弱一样,因此制动管的减压速度也是越往后越低。

2. 空气波速

通常,以物理量——空气波速来衡量空气波传播的快慢,所谓空气波速是指空气波的传播速度。可用下列公式计算:

$$v_{kb} = \frac{L_{kb}}{t_{kb}}$$

式中 v_{kb} ——空气波速, m/s;

L_{kb} ——空气波传播的距离, m;

t_{kb} ——空气波传播的时间, s。

一般地,空气波速为 330 m/s 左右。

目前,要想大幅度提高空气波速,使列车前后部的制动管减压速度达到最大限度的一致性,采用电气控制的电空制动机是一个有效的途径。

二、制动管减压速度

空气波传到列车中任一分配阀后,该阀主活塞外侧(制动管一侧)即开始减压。但是,要使主活塞动作,还必须使主活塞两侧形成一定的压力差,而且压力差要累积到大于主活塞的移动阻力,主活塞才能移到制动位,才能沟通作为风源的副风缸压力空气进入制动缸的通路,从而实现制动作用。此压力差的建立取决于制动管的减压速度。减压速度大,压力差建立就快,反之就慢。如果减压速度过低,由于副风缸压力空气经充气通路逆流入制动管,主活塞两侧的压力差就建立不起来,阀就不能产生动作。

在列车中各车辆的分配阀处的减压速度,受到距排风口的远近、制动管长度、车辆制动支管的长度及主活塞外侧容积、制动阀排气方式和制动管定压等许多因素影响。

三、制动波和制动波速

1. 制动波

如前所述,当司机施行制动时,由于空气波的存在,列车中各制动机的制动作用并不是全

列车立即同时、同步地发生,而是有一个陆续发生的过程。在理想情况下,制动作用沿列车长度方向由前向后逐次发生,这种制动作用沿列车长度方向由前向后逐次传播的现象,人们把它叫做“制动波”。

实际上,由于各制动机的结构、性能和状态的差异,制动作用有时就不是完全由前向后逐次发生的,而是存在某种“跳越”现象。即,列车中某辆车或某几辆车的制动作用可能比其后的车辆发生得还要晚。这说明,制动波并不是一种波,只是习惯上那么叫罢了。

2. 制动波速

衡量制动波传播速度的物理量,称为制动波速。一般以“m/s”为计量单位。

制动波速 w_{zb} 通过试验由下式求得:

$$w_{zb} = \frac{L_{zb}}{t_{zb}} = \frac{L_{zb}}{t_{kb} + t_d}$$

式中 w_{zb} ——制动波速, m/s;

L_{zb} ——制动波传播距离(一般按列车管长度计算), m;

t_{zb} ——制动波传播时间(从开始减压至最后一台制动机开始动作时为止), s;

t_{kb} ——空气波传播时间, s;

t_d ——制动机动作时间, s。

由于制动管长度和制动动作的传播时间取值方法不一,故制动波也有下列两种不同的计算方法。为便于区别起见,两种制动波速分别起三个不同的名称。

(1) 列车制动波速(w_{lb}) 包括机车在内的制动管长度(L_1)除以制动波的传播时间(t_{lb})而得的数值,其传播时间的计算由自动制动阀手柄向制动位移动开始,至最末一辆车制动缸开始充风为止。

(2) 车列制动波速(w_{cb}) 不包括机车的制动管长度(L_c)除以制动波的传播时间(t_{cb})所得的数值,其传播时间由列车的第一辆车制动缸开始充风算起,至最末一辆车制动缸开始充风为止。

严格地说,在列车制动波速 w_{lb} 的计算中,列车长度 L_1 应该是从机车制动阀开始至最末一辆车折角塞门处的全部制动管长度,这是比较合理的。此外,列车制动波速涉及到制动距离计算中的空走时间,即 w_{lb} 与机车制动机性能有关。所以为了专门评定车辆三通阀或分配阀性能,应当把机车制动机的影响排除在外,因此便有车列制动波速和三通阀(分配阀)制动波速的计算方法。其实后两种制动波速也不可能完全排除机车制动机的影响,而只能把影响减小一些罢了。

由于制动波的传播速度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限制,所以,制动波速总比空气波速要小。

多年来,在改造旧制动机和研制新的制动机时,一般都着重于改进二压力阀的局部减压性能。因为它能在不提高机车制动阀排风速度的情况下,有效地提高整个制动管的减压速度,尤其是提高列车后部的减压速度,从而大大提高制动波速,减小列车前后部动作的时间差,这是当前改善列车空气制动机性能的重要途径。但是,其他影响因素也要相应地考虑,否则不能达到最好的效果。

制动波速是综合评定制动机性能的重要指标。制动波速越高,表明列车前、后部制动作用的同时性越好,有利于减轻制动时的纵向动力作用和缩短制动距离;同时制动波速越高,则制