



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

UTO MOBILE

汽车制动系统维修 (第2版)

QICHE ZHIDONG XITONG WEIXIU

主 编 屠卫星



“项目导向任务驱动教材”教学资源库
<http://www.ndip.cn>



国防工业出版社

National Defense Industry Press

“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

汽车制动系统维修

(第2版)



主 审 文爱民

国防工业出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书主要包括：观察汽车制动系统，检查制动踏板位置与制动液、添加或更换制动液，检查与调整车轮（盘式和鼓式）制动器，检查或更换制动摩擦片，检查或更换制动盘（鼓）、制动总泵及分泵，检查或更换制动助力器，检查或更换 ABS 轮速传感器，诊断与排除汽车制动系统的常见故障以及诊断与排除 ABS 故障等九个项目。本教材项目来源于汽车维修行业第一线，紧跟汽车维修的实际情况，从常规汽车的制动系统到 ABS 系统，从基本组成、结构到检测与维修，从基本操作到基本原理。与传统同类教材相比，本教材在格局上做了调整与突破，通过项目描述、项目实施、相关知识和自我测试以及相关工单来完成相关维修项目。

本书主要供高等职业院校汽车相关专业教学使用，也可作为汽车维修工等级考核、维修工等岗位职业培训机构的培训教材或自学用书。

图书在版编目（CIP）数据

汽车制动系统维修 / 屠卫星主编. —2 版. —北京：
国防工业出版社，2015.3

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-118-09995-9

I. ①汽… II. ①屠… III. ①汽车—制动装置—车辆
修理—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 019842 号

※

国防工业出版社 出版发行

（北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048）

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12³/₄ 字数 289 千字

2015 年 3 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 总定价 33.00 元 教材 28.00 元
工作单 5.00 元

（本书如有印装错误，我社负责调换）

国防书店：(010)88540777

发行邮购：(010)88540776

发行传真：(010)88540755

发行业务：(010)88540717

前 言

为了适应我国汽车维修行业技能型紧缺人才培养的需要,满足高等职业院校以行动为导向、以就业为办学目标的要求,近几年,南京交通职业技术学院汽车工程系积极探索,勇于实践,大力改革教学模式,加大与企业合作办学的力度,推进工学结合的办学模式,取得了丰硕的成果。为了提高学生的综合素质,切实增强学生的实践动手能力,我们引入了以工作任务为驱动的项目化教学模式。为适应新的教学模式,必须打破传统教材的内容体系,为此我们特意编写了本系列教材。

本教材以“任务驱动”为编写思路,采用与企业工作一线相接近的具体工作项目或任务引出相应的专业知识和操作项目。教材学习目标明确,理念新颖,没有传统的“理论”与“实践”的界限,体现了现代职业技术教育“一体化”的特色。

本书以汽车制动系统作为学习对象,根据汽车维修企业工作一线的实际情况,设置了九个学习项目。从简单到复杂,从整体到具体,首先对汽车制动系统作了一个总体介绍,然后分别对制动器、制动主缸、真空助力器、ABS 和 ASR 等主要制动部件和系统的结构、原理、检测、维修作了详细介绍,介绍了制动系统常规故障和 ABS 故障的诊断与维修。每个学习任务结束后还设置了相应的自我测试,能及时地让学生测试自己的学习效果。每个训练项目有独立成册的学习工作单,以便更好地引导学生完成训练项目。

本书图文并茂,深入浅出。每个学习项目均强调了学生综合素质的培养,既有对学生实践动手能力的训练,也有对学生自我学习能力、团队合作、资料收集、5S 等方面的训练,可促使每一个学生积极参与、主动学习,达到更好的学习效果。每个训练项目的设置,均充分考虑了现有的教学设施和教学资源,可操作性强,效率高。

本书由南京交通职业技术学院屠卫星担任主编,文爱民担任主审。参与编写工作的还有南京交通职业技术学院陈俊武、黄秋平,江苏上海汽车工业销售有限公司曾庆业等。此外,还得到南京交通职业技术学院汽车工程系各位老师的大力支持和帮助,特别是实训中心各位老师更是提供了很多有用的一手资料,同时,还得到了南京市相关汽车 4S 店维修技术人员的特别帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有疏漏之处。在此,恳请广大读者对本书提出宝贵的意见和建议。

编 者

目 录

项目一 观察汽车制动系统	1
一、项目描述	1
二、项目实施	2
任务一 观察汽车制动系统	2
三、相关知识	3
四、自我测试题	6
项目二 检查制动踏板位置与制动液、添加或更换制动液	8
一、项目描述	8
二、项目实施	9
任务一 液压制动系统的检查与调整	9
任务二 液压制动系统的放气	12
三、相关知识	13
四、自我测试题	16
项目三 检查与调整车轮（盘式和鼓式）制动器	19
一、项目描述	19
二、项目实施	20
任务一 盘式制动器的检查与调整	20
任务二 气压制动系统的检查与调整	22
三、相关知识	25
四、自我测试题	43
项目四 检查或更换制动摩擦片	45
一、项目描述	45
二、项目实施	46
任务一 检查更换制动摩擦片	46
三、相关知识	47

项目五 检查或更换制动盘（鼓）、制动总泵及分泵	54
一、项目描述	54
二、项目实施	55
任务一 鼓式制动器的检修	55
任务二 前盘式制动器的检修	57
任务三 制动主缸（总泵）的检修	60
三、相关知识	61
四、集中训练	64
项目六 检查或更换制动助力器	82
一、项目描述	82
二、项目实施	83
任务一 真空助力器的检查与调整	83
任务二 真空增压器试验	84
三、相关知识	87
四、自我测试题	100
项目七 检查或更换 ABS 轮速传感器	103
一、项目描述	103
二、项目实施	104
任务一 轮速传感器的检查与更换	104
三、相关知识	109
项目八 诊断与排除汽车制动系统的常见故障	134
一、项目描述	134
二、项目实施	135
任务一 液压制动故障诊断与排除方法	135
三、相关知识	141
四、自我测试题	145
项目九 诊断与排除 ABS 故障	149
一、项目描述	149
二、项目实施	150
任务一 ABS 故障诊断	150
任务二 防滑控制系统的维护与检修	163
三、相关知识	169
四、自我测试题	191
参考文献	196



观察汽车制动系统



一、项目描述

观察汽车制动系统是汽车维护与检测等的常规项目，应该了解制动系统的构成与主要部件和作用，对制动系统进行概貌性的了解，便于对制动系统进行维护作业。

1. 知识要求

- (1) 观察汽车制动系统；
- (2) 了解汽车制动系统的作用和分类；
- (3) 了解对汽车制动系统的要求；
- (4) 熟悉汽车制动系统的结构和工作原理。

2. 技能要求

- (1) 会进行汽车液压制动系统组成部件与总成的位置与形状的识别；
- (2) 认识汽车上常见制动系统类型；
- (3) 会分析制动装置的结构与工作原理；
- (4) 会理解制动系统的要求与实现。

3. 素质要求

- (1) 选择和使用工具合理；
- (2) 拆装工艺合理，操作规范；
- (3) 安全文明生产，保证工具、设备和自身安全；
- (4) 注意 5S。



二、项目实施

任务一 观察汽车制动系统

1. 训练目标与要求

- (1) 汽车制动系统的组成与相关零部件；
- (2) 液压制动系统与气压制动系统的区别；
- (3) ABS 系统有什么特别之处。

2. 训练设备

- (1) 三类轿车底盘四台；
- (2) 汽车四辆（有 ABS 装置）；
- (3) ABS 台架数台；
- (4) 相关维修工具和举升设备。

3. 训练步骤

- (1) 观察驾驶室，了解制动操纵装置位置与操作方法；
- (2) 观察驾驶仪表盘上制动相关指示灯的图标与显示，见图 1-1。
- (3) 观察制动系统（行车制动、驻车制动电子手刹）的部件与连接关系，见图 1-2；
- (4) 观察 ABS 的部件与连接以及安装部位。

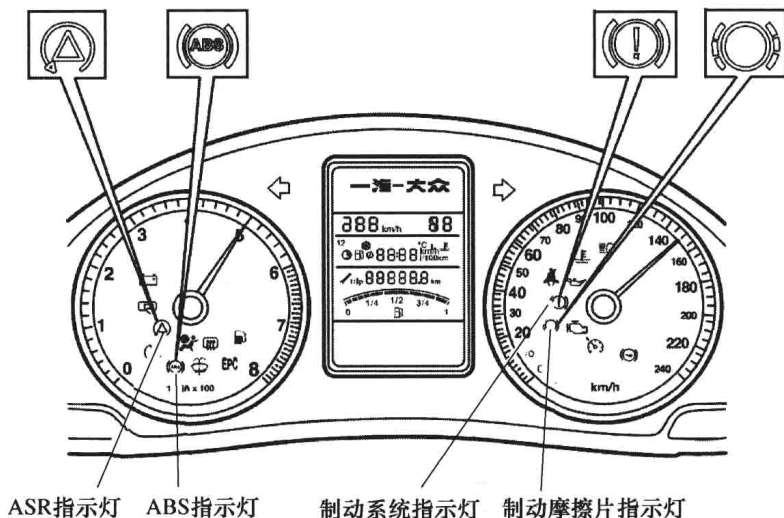


图 1-1 仪表盘上制动相关指示灯

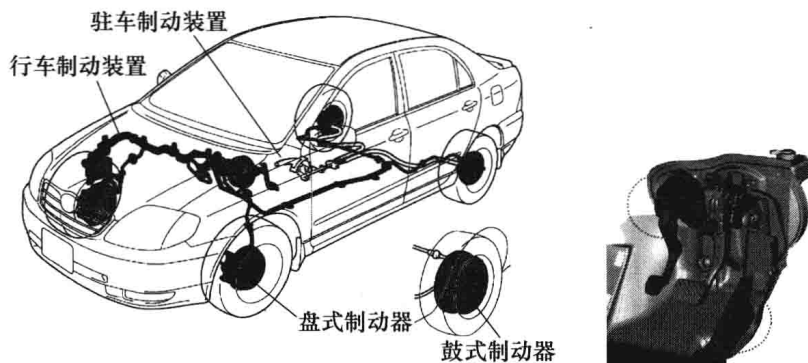


图 1-2 制动系统的组成与操纵关系



三、相关知识

（一）制动系统的功用和组成

1. 制动系统的功用

固定在与车轮或传动轴共同旋转的制动鼓或制动盘上的摩擦材料承受外压力，产生摩擦作用使汽车减速停车或驻车，产生这样作用的一系列专门装置称为制动系统。其作用是使行驶中的汽车按照驾驶员的要求进行强制减速甚至停车，使已停驶的汽车在各种道路条件下（包括在坡道上）稳定驻车，使下坡行驶的汽车速度保持稳定。

对汽车起制动作用的只能是作用在汽车上且方向与汽车行驶方向相反的外力，而作用在行驶汽车上的滚动阻力、上坡阻力、空气阻力虽然都能对汽车起一定的制动作用，但这些外力的大小都是随机的、不可控制的。因此，汽车上必须装设一系列专门装置以实现上述功能。这样的一系列装置总称为制动装置。

2. 制动系统的组成

汽车制动系统一般包括两套独立的制动装置。一套是行车制动装置，用于使行驶中的汽车减速甚至停车，其制动器装在车轮上，通常由驾驶员用脚操纵，称为车轮制动装置或行车制动装置。另一套是驻车制动装置，用于停驶的汽车驻留原地不动，通常由驾驶员用手操纵，称为驻车制动装置。以上两套装置是各种汽车的基本制动装置。每套制动装置都由产生制动作用的制动器和操纵制动器的传动结构组成。

此外，许多汽车还装有第二制动装置，其作用是在行车制动装置失效的情况下保证汽车仍能实现减速或停车。经常在山区行驶的汽车，若单靠行车制动装置来限制汽车下长坡的车速，则可能导致制动器过热而降低制动效能，甚至完全失效，故还应增装辅助制动装置。较完善的制动系统还具有制动力调节装置、报警装置、压力保护装置等附加装置。

（二）制动装置的基本结构和工作原理

以一定速度行驶的汽车，具有一定的动能。要使它按需减速停车，路面必须强制地对



汽车车轮产生一个阻止汽车行驶的力——制动力。这个力的方向与汽车行驶的方向相反。实质上，制动就是将汽车的动能强制地转化成其他形式的能量，即转化为热能，扩散于大气中。

1. 基本结构

现代汽车的制动装置基本都是利用机械摩擦来产生制动作用的，其中用来直接产生摩擦力矩迫使车轮减速或停转的部分，称为制动器；通过驾驶员的操纵或将其他能源的作用传给制动器，迫使制动器产生摩擦作用的部分，称为制动传动机构。图 1-3 所示的行车制动装置即由车轮制动器和液压式传动机构两部分组成。

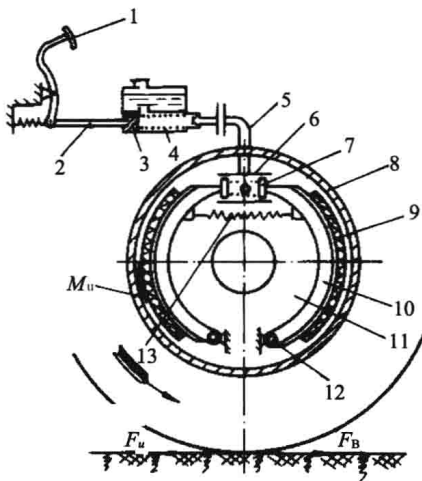


图 1-3 制动装置工作原理图

1—制动踏板；2—推杆；3—主缸活塞；4—制动主缸；5—油管；6—制动轮缸；7—轮缸活塞；8—制动鼓；9—摩擦片；10—制动蹄；11—制动底板；12—支承销；13—制动蹄回位弹簧。

它的车轮制动器由旋转部分、固定部分和张开机构所组成。旋转部分是制动鼓 8，它固定在轮毂上并随车轮一起旋转。固定部分主要包括制动蹄 10 和制动底板 11 等。制动蹄上铆有摩擦片 9，制动蹄下端套在支承销 12 上，上端用回位弹簧 13 拉紧压靠在制动轮缸 6 内的活塞 7 上。支承销 12 和制动轮缸 6 都固定在制动底板 11 上。制动底板用螺钉与转向节凸缘（前桥）或桥壳凸缘（后桥）固定在一起。制动蹄靠液压轮缸使其张开。不制动时，制动鼓 8 的内圆柱面与摩擦片 9 之间保留一定的间隙，使制动鼓可以随车轮一起旋转。

液压式传动机构主要由制动主缸 4，制动轮缸 6，制动踏板 1、推杆 2 和油管 5 等组成。

2. 制动作用的产生

制动时，驾驶员踩下制动踏板 1，推杆 2 便推动制动主缸活塞 3，迫使制动油液经油管 5 进入制动轮缸 6，推动轮缸活塞 7 克服制动蹄回位弹簧 13 的拉力，使制动蹄 10 绕支承销 12 转动而张开，消除制动蹄与制动鼓之间的间隙后压紧在制动鼓上。这样，不旋转的制动蹄摩擦片 9 对旋转着的制动鼓 8 就产生一个摩擦力矩 M_0 ，其方向与车轮旋转方向相反，其大小取决于轮缸的张开力、摩擦系数及制动鼓和制动蹄的尺寸。制动鼓将力矩 M_0 传动车轮后，由于车轮与路面的附着作用，车轮即对路面作用一个向前的周缘力 F_A 。

同时,路面也会给车轮一个向后的反作用力,这个力就是车轮受到的制动力 F_B 。各车轮制动力之和就是汽车受到的总制动力。在制动力作用下使汽车减速,直至停车。

放松制动踏板,在制动蹄回位弹簧13的作用下,制动蹄与制动鼓的间隙又得以恢复,从而解除制动。

3. 最好的制动条件

制动时车轮上的制动力 F_B 随踏板力及其产生的制动力矩 M_u 的增加而增加。但受到轮胎与附着情况的限制,制动力不可能超过附着力 F_ϕ (它等于轮胎上的垂直载荷 G 与轮胎和路面间的附着系数 ϕ 的乘积,即 $F_\phi=G\phi$)。当制动力等于附着力时,车轮将被抱死而在路面上滑拖。滑拖会使胎面局部严重磨损,在路面上留下一条黑色的拖印。同时滑拖使胎面产生局部高温,使胎面局部稀化,就好像轮胎与路面间被一层润滑剂隔开,使附着系数反而减小。最大制动力和最短制动距离并不是在车轮抱死时出现,而是在车轮将要抱死又未完全抱死时出现(制动力接近附着力),即在所谓“临界状态”时,达到最大值。

可见,制动到抱死状态所能达到的制动力与车轮上的垂直载荷成正比。即车轮上的载荷越大,可能获得的制动力也应越大。为此,应根据各类汽车前后桥车轮所分配的的质量的不同(包括附着质量和转移质量),从制动器的结构型式上(如张开机构、制动鼓、制动蹄的型式和尺寸大小等方面),合理地分配制动力的大小,来获得较理想的制动工作状态。

实际上,一般结构的制动器,在制动过程中,因车轮的载荷及其与地面附着系数不是常数,所以很难完全避免车轮抱死拖滑。

不少汽车在制动系统中增设了前后桥车轮制动力分配调节装置,能减少车轮的抱死现象。但最理想的还是电子控制的自动防抱死装置,即ABS装置。

(三) 对制动系统的要求

为了保证汽车能在安全的条件下发挥出高速行驶的能力,制动系统必须满足下列要求:

(1) 具有良好的制动效能——其评价指标有:制动距离、制动减速度、制动力和制动时间。制动效能可以用制动试验台来检验,常用制动力来衡量制动效能。而在实际使用过程中,往往用制动距离来衡量整车的制动效能。制动距离是以某一速度开始紧急制动(例如40km/h或60km/h),从驾驶员踩上制动踏板起直至停车为止汽车所走过的距离。

(2) 操纵轻便——即操纵制动系统所需的力不应过大。对于人力液压制动系统最大踏板力不大于500N(轿车)和700N(货车)。踏板行程货车不大于150mm,轿车不大于120mm。

(3) 制动稳定性好——即制动时,前后车轮制动力分配合理,左右车轮上的制动力矩基本相等,汽车不跑偏、不甩尾。磨损后间隙应能调整。汽车行驶中的稳定性见图1-4。

(4) 制动平顺性好——制动力矩能迅速而平稳的增加,也能迅速而彻底的解除。

(5) 散热性好——即连续制动时,制动鼓的温度高达400℃,摩擦片的抗“热衰退”能力要高(指摩擦片抵抗因高温分解变质引起的摩擦系数降低);水湿后恢复能力快。

(6) 对挂车的制动系统,还要求挂车的制动作用略早于主车;挂车自行脱钩时能自动进行应急制动。

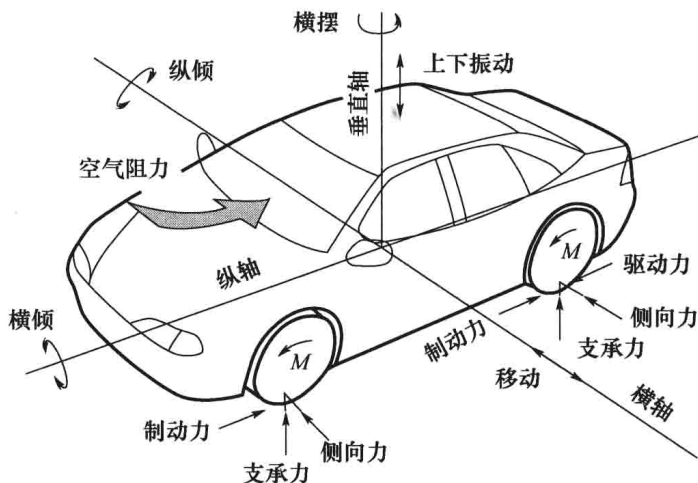


图 1-4 作用在汽车上的各种力



四、自我测试题

（一）概念题

1. 制动距离。
2. 制动平顺性。
3. 制动力。

（二）填空题

1. 汽车制动系统一般至少装用_____套各自独立的系统，即主要用于_____时制动的_____装置和主要用于_____时制动的_____装置。
2. 行车制动装置按制动力源可分为_____和_____两类。
3. 制动力不可能超过_____。
4. 制动效能评价指标：_____、_____、_____、_____。
5. 制动稳定性包括：_____、_____。

（三）判断题

1. () 驻车制动装置，用于使行驶中的汽车减速甚至停车，其制动器装在车轮上，通常由驾驶员用脚操纵。
2. () 制动是指固定在与车轮或传动轴共同旋转的制动鼓或制动盘上的摩擦材料承受外压力，产生摩擦作用使汽车减速停车或驻车，产生这样作用的一系列专门装置称为制动系统。
3. () 作用在行驶汽车上的滚动阻力、上坡阻力、空气阻力同样都能对汽车起一定的制动作用。



(四) 单项选择题

1. 盘式制动器, 制动盘固定在 ()。
A. 轮毂上
B. 转向节上
C. 制动鼓上
D. 活塞上
2. () 制动器可在行车制动装置失效后用于应急制动。
A. 盘式
B. 鼓式
C. 驻车
D. 行车
3. 桑塔纳汽车采用的是 () 驻车制动器。
A. 盘式
B. 鼓式
C. 盘鼓式
D. 中央
4. 鼓式车轮制动器的旋转元件是 ()。
A. 制动蹄
B. 制动鼓
C. 摩擦片
D. 制动底板
5. 汽车驻车制动器又称 ()。
A. 行车制动器
B. 手制动器
C. 脚制动器
D. 以上答案都不对

(五) 简答题

1. 车制动系统作用与组成是什么?
2. 制动系统的要求是什么?
3. 汽车上常见制动系统的类型?
4. 简述制动系统的工作原理?



检查制动踏板位置与制动液、添加或更换制动液



一、项目描述

检查制动踏板位置与制动液，添加或更换制动液是汽车制动系统维修与保养中最常见的项目，按照不同车型的维护规范进行相关作业，保证制动系统的工作正常。

1. 知识要求

- (1) 了解检查、调整制动踏板位置的重要性；
- (2) 掌握检查、调整制动踏板位置的操作技能；
- (3) 了解检查、添加或更换制动液的重要性；
- (4) 掌握检查、添加或更换制动液的操作技能。

2. 技能要求

- (1) 会进行制动踏板位置的检查与测量；
- (2) 知道制动液的种类，会检查制动液存储情况；
- (3) 会进行制动系统泄漏检查与管路中空气的存留情况；
- (4) 会进行制动系统的空气排除与性能试验。

3. 素质要求

- (1) 选择和使用工具合理；
- (2) 拆装工艺合理，操作规范；
- (3) 技术要求符合维修手册；
- (4) 安全文明生产，保证工具、设备和自身安全；
- (5) 注意 5S。



二、项目实施

任务一 液压制动系统的检查与调整

1. 训练目标与要求

- (1) 汽车制动系统检查的部位与要求;
- (2) 液压制动系统如何进行调整;
- (3) 制动系统检查与调整的步骤。

2. 训练设备

- (1) 三类轿车底盘四台;
- (2) 汽车四辆 (有 ABS 装置);
- (3) 各种品牌制动液;
- (4) 相关维修工具和举升设备。

3. 训练步骤

1) 制动踏板自由行程的检查与调整

(1) 制动踏板自由行程的检查。

踏板自由行程是主缸与推杆之间的间隙的反应。检查时,可用手轻轻压下踏板,当手感变重时,用钢板尺测出踏板下移的量,该量即为踏板自由行程,应该符合有关技术规定。

踏板的踏下余量,也应该进行检测。将踏板踩到底后,踏板与地板之间的距离,即为踏板余量。踏板余量减小的原因主要是制动间隙过大、盘式制动器自动补偿调整不良、制动管路内进气、缺制动液等。踏板余量过小或者为零,会使制动作用滞后、减弱,甚至失去制动作用。

(2) 制动踏板自由行程的调整。

踏板自由行程的调整,大多通过调节推杆长度的方法来实现,如图 2-1 所示。将推杆长度缩短,可以增大自由行程;加长则可以减小自由行程。

还有一些汽车推杆与踏板通过偏心销铰接。调整自由行程时,可转动偏心销,使推杆的轴向位置改变,从而使自由行程改变。推杆向踏板方向移动,可使自由行程增大;向主缸方向移动,可使自由行程减小。



图 2-1 踏板自由行程的调整



不论何种调整方法，调整完毕后，应将锁紧螺母锁止。

2) 车轮制动器调整

蹄鼓式制动器分成非平衡式、平衡式和自动增力式三种，每种制动器制动间隙的调整方法及部位如下：

(1) 非平衡式和单向平衡式制动器的调整。如图 2-2 和图 2-3 所示。

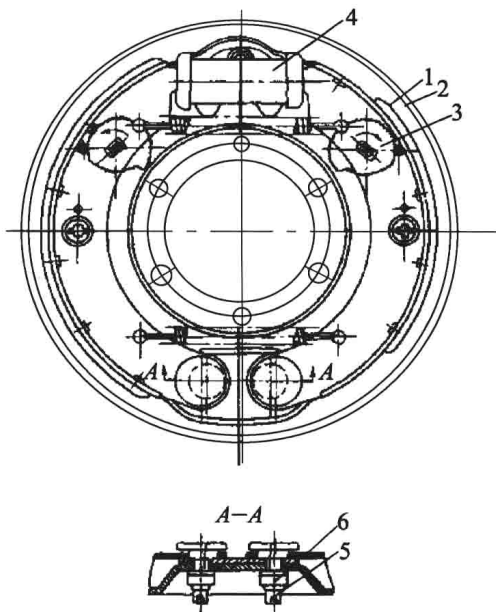


图 2-2 简单非平衡式制动器

1—制动蹄片；2—制动鼓；3—偏心调整轮；4—制动轮缸；5—支承销；6—支承销螺母。

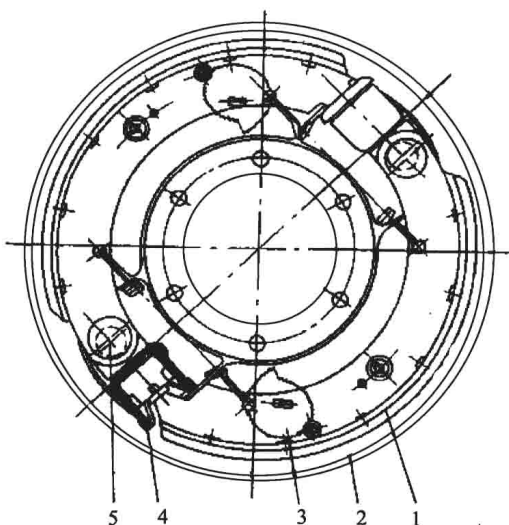


图 2-3 单向平衡式制动器

1—制动蹄片；2—制动鼓；3—偏心调整轮；4—制动轮缸；5—支承销。

调整制动间隙时，应将制动踏板踩下。松开两个支承销螺母，转动支承销，使制动蹄

片与制动鼓贴紧为止，然后将支承销螺母紧固。

放松制动踏板，转动制动鼓。如不能自由转动应朝反方向转动支承销，直至车轮制动鼓能转动为止，然后将螺母紧固。

若放松踏板后，能自由转动，则应锁紧支承销螺母，用手扳动偏心调整轮，使制动蹄片与制动鼓紧贴。然后，向反方向转动偏心调整轮至制动鼓刚能转动为止。

(2) 双向平衡式制动器调整。

调整时，将车桥支起，车轮能自由转动。从制动底板孔拨转调整螺母（图 2-4）直至车轮不能转动为止，然后反方向拨转调整螺母，使车轮刚好能自由转动为止。

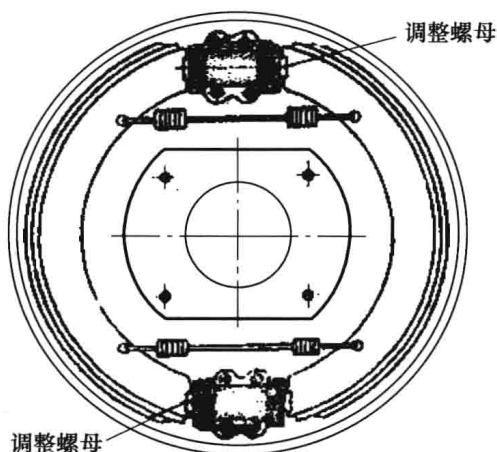


图 2-4 双向平衡式制动器

(3) 自动增力式制动器调整。

将车桥支起，车轮能自由转动。取下制动底板下部的调整孔橡胶盖，用螺丝刀伸入调整孔内拨动两蹄下端之间的推杆上的调整螺母，至制动鼓不能转动为止。然后再反方向拨动螺母 2~3 个齿，直至车轮能自由转动，如图 2-5 所示。

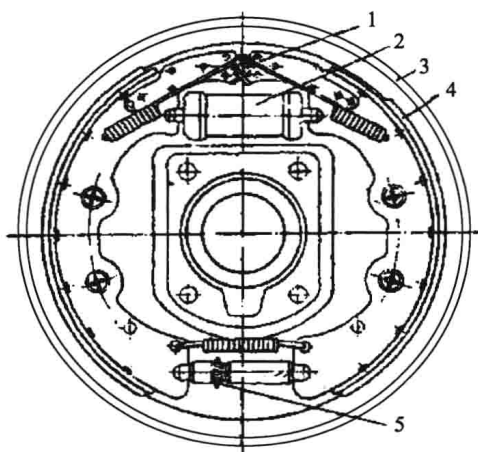


图 2-5 自动增力式制动器

1—支承销；2—制动轮缸；3—制动鼓；4—制动蹄片；5—调整螺母。