

汽车行驶转向制动系统的 故障诊断与修复

◎ 主编 褚红宽 主审 孙志春



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车行驶转向制动系统的 故障诊断与修复

主 编 褚红宽
副主编 蔡 军 郝宏伟 蒋卫东
参 编 石反修 刘猛洪 李 波
张玉华 文仁波
主 审 孙志春

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车行驶转向制动系统的故障诊断与修复 / 褚红宽主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5682 - 1048 - 5

I. ①汽… II. ①褚… III. ①汽车 - 行驶系 - 车辆检修 - 高等学校 - 教材②汽车 - 转向装置 - 车辆检修 - 高等学校 - 教材③汽车 - 制动装置 - 车辆检修 - 高等学校 - 教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 190544 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12.5

字 数 / 290 千字

版 次 / 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

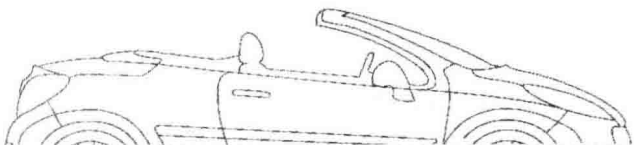
定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武



前言

P R E F A C E

本教材是根据省级精品课程“汽车行驶转向制动系统的工作诊断与修复”进行编写的；全书图文并茂，直观易懂，言简意赅，可以激发学生兴趣，非常有利于使用者的学习和掌握；在内容上突出基础理论的理解掌握和实践能力的培养，突出针对性和实用性。

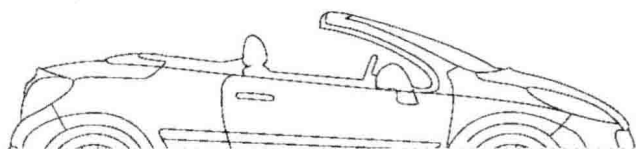
作者为满足高等院校汽车专业的教学需要，使广大师生基于工作过程进行教学，编写了本教材。

本书共分十个学习情境，主要包括汽车底盘行驶系、转向系、制动系等的结构、原理、检测及维修等内容，适合高等院校汽车检测与维修技术专业使用。

本书由褚红宽任主编，蔡军、郗宏伟、蒋卫东任副主编，李波、文仁波、张玉华、石反修、刘猛洪参与了编写。全书由孙志春进行统稿。本书在编写过程中得到了润华汽车集团、山东东岳专用汽车有限公司、山推工程机械股份有限公司、东风本田济宁分公司、济宁振宁汽车修理厂等汽车企业的大力支持，在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，欠妥或错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



目 录

C O N T E N T S

学习情境一	制动跑偏故障的诊断与修复·····	001
学习情境二	停车制动失效故障的诊断与修复·····	016
学习情境三	ABS 失效故障的诊断与修复 ·····	022
学习情境四	ESP 失效故障的诊断与修复 ·····	039
学习情境五	汽车前轮摆振故障的诊断与修复·····	048
学习情境六	汽车行驶跑偏故障的诊断与修复·····	086
学习情境七	车身高度失去控制故障的诊断与修复·····	115
学习情境八	乘坐舒适性差故障的诊断与修复·····	132
学习情境九	转向不灵敏故障的诊断与修复·····	144
学习情境十	转向沉重故障的诊断与修复·····	168
参考文献	·····	192

学习情境一

制动跑偏故障的诊断与修复

当汽车行驶在宽阔平坦且车流和人流较少的路况下时，可以通过高速行驶来提高运输生产效率。但汽车行驶过程中也会遇到复杂多变的路面状况，如进入弯道、遇到不平的道路、两车交会、突遇障碍物等，为了保证行驶安全，就要求汽车在尽可能短的距离内将车速降低，甚至停车。为了提高汽车安全行驶的性能，汽车设置了制动系统。

一、制动系统功用

汽车制动系统的功用是根据需要，使汽车减速或在最短的距离内停车，以保证行车安全。

二、制动系统分类

1. 汽车制动系统按功能不同分

- (1) 驻车制动装置：主要用于停车后防止车辆滑溜。
- (2) 行车制动装置：使行驶中的汽车按照驾驶员的要求进行适时减速和停车。
- (3) 应急制动装置：主要用独立的管路控制车轮制动器，一般作为备用系统。

2. 制动传动机构按制动力源分

(1) 人力式制动传动机构：单靠驾驶员施加于制动踏板或手柄上的力作为制动力源的传动机构。其又分液压式和机械式两种，机械式仅用于驻车制动。

(2) 伺服制动传动机构：利用发动机的动力作为制动力源，并由驾驶员通过踏板或手柄加以控制的传动机构。其又分为气压式、真空液压式和空气液压式。

三、制动系统组成

任何汽车制动系统都具有以下四个基本组成部分，如图 1.1 所示。

- (1) 供能装置：包括供给、调节制动所需能量以及改善传能介质状态的各种部件。
- (2) 控制装置：包括产生制动动作和控制制动效能的各种部件，如制动踏板。
- (3) 传动装置：包括将制动能量传输到制动器的各个部件，如制动主缸和制动轮缸。
- (4) 制动器：产生阻碍车辆的运动或运动趋势的力（制动力）的部件，其中也包括辅

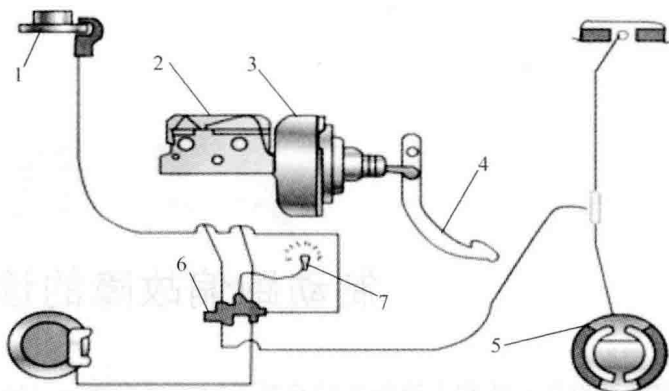


图 1.1 轿车典型制动系统组成示意图

1—前轮盘式制动器；2—制动主缸；3—真空助力器；4—制动踏板机构；
5—后轮鼓式制动器；6—制动组合阀；7—制动警示灯

助制动系统中的缓速装置。

较为完善的制动系统还有制动力调节装置。如用来调节前后车轮制动力的分配元件、制动防抱死（ABS）系统、EBD 电子制动力分配系统、ESP 电子稳定系统和 TRC（ASR）驱动防滑系统（或称牵引力控制系统）。

此外，许多汽车还装有第二制动装置，其作用是一旦行车制动装置失效，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下长坡的汽车车速，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。另外，较完善的制动系还具有报警装置、压力保护装置等附加装置。

四、制动系统的工作原理

制动系统的工作原理是，利用与车身或车架相连的非旋转元件及与车轮或传动轴相连的旋转元件之间的相互摩擦，来阻止车轮的转动或转动的趋势，并将运动着的汽车的动能转化为摩擦副的热能散到大气中。

图 1.2 所示为一种简单的液压制动系统工作原理示意图。以内圆面为工作表面的金属制动鼓 8 固定在车轮轮毂上，随车轮一同旋转。在固定不动的轮缸底板 11 上有两个支撑销 12，支撑着两个弧形制动蹄 10 的下端，制动蹄的外圆面上装有摩擦片 9。轮缸底板上还装有液压制动轮缸 6，用油管 5 与装在车架上的液压制动主缸 4 相连通。驾驶员踩踏制动踏板 1，经过推杆 2 来操纵主缸活塞 3。

工作过程：制动系统不工作时，制动鼓的内圆面与制动蹄摩擦片的外圆面之间保持一定的间隙，简称制动间隙。它使车轮和制动鼓可以自由旋转。若使行驶中的汽车减速或停车，驾驶员应踩下制动踏板 1，通过推杆 2 推动主缸活塞 3，使主缸内的油液在一定压力下流入轮缸，并通过两个轮缸活塞 7 推动两制动蹄绕支撑销旋转，上端向两边分开并以其摩擦片压紧于制动鼓的内端面上。这样，不旋转的制动蹄就对旋转着的制动鼓作用一个摩擦力矩 M_{μ} ，其方向与车轮旋转方向相反。制动鼓将该力矩 M_{μ} 传到车轮后，由于车轮与路面间有附着作

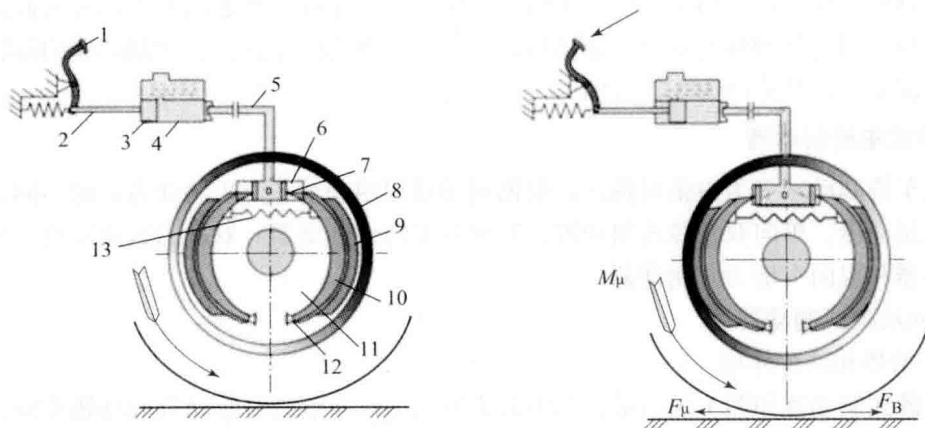


图 1.2 液压制动系统工作原理示意图

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—轮缸底板；12—支撑销；13—制动蹄复位弹簧

用，车轮对路面作用一个向前的周缘力 F_{μ} ，同时路面也对车轮作用着一个向后的反作用力，即制动力 F_b 。制动力 F_b 由车轮经车桥和悬架传给车架及车身，迫使整个汽车产生一定的减速度。制动力越大，则汽车减速度越大。当放开制动踏板时，制动蹄复位弹簧 13 将制动蹄拉回原位，摩擦力矩 M_{μ} 和制动力 F_b 消失，制动作用即终止。

当然，阻碍汽车运动的制动力 F_b 不仅取决于制动力矩 M_{μ} ，还取决于轮胎与路面间的附着条件。在讨论制动系的结构问题时，一般假定路面都具备良好的附着条件。

五、对制动系统的要求

为了保证汽车能在安全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) 具有良好的制动性能，其评价指标有：制动距离、制动减速度、制动力和制动时间。
- (2) 操纵轻便，即操纵制动系统所需的力不应过大。
- (3) 制动稳定性好，即制动时，前后车轮制动力分配合理。
- (4) 制动平顺性好，制动力矩能迅速而平稳地增加，亦能迅速而彻底地解除。
- (5) 散热性好，摩擦片的散热能力要高，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应略早于主车；挂车自行脱挂时能自动进行应急制动。

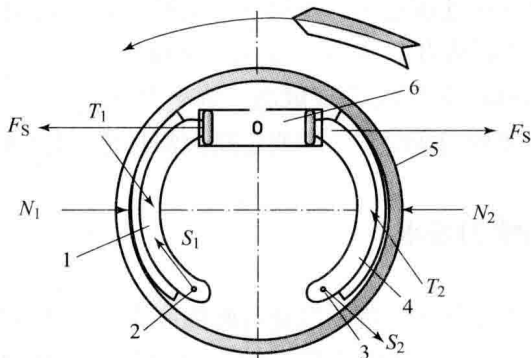
六、制动器

凡利用固定元件与旋转元件的工作表面摩擦而产生制动作用的制动器均称为摩擦制动器。摩擦制动器按照制动力矩产生的位置不同分为车轮制动器和中央制动器。车轮制动器的旋转元件固装在车轮或半轴上，制动力矩作用于两侧车轮；中央制动器的旋转元件固装在传

1. 鼓式车轮制动器

1) 领从蹄式制动器

领从蹄式制动器如图 1.3 所示, 图中箭头所示为汽车前进时制动鼓的旋转方向, 即制动鼓的正向旋转方向。制动轮缸 6 所施加给制动蹄 1 的促动力 F_s 使得该制动蹄绕支撑点 2 张开时的旋转方向与制动鼓的旋转方向相同, 具有这种属性的制动蹄称为领蹄。与此相反, 制动轮缸 6 所施加给制动蹄 4 的促动力 F_s 使得该制动蹄绕支撑点 3 张开时的旋转方向与制动鼓的旋转方向相反, 具有这种属性的制动蹄称为从蹄。当汽车倒驶, 即制动鼓反向旋转时, 蹄 1 变成从蹄, 而蹄 4 则变成领蹄, 这种在制动鼓正向旋转和反向旋转时都有一个领蹄和一个从蹄的制动器称为领从蹄式制动器。



1—领蹄；2，3—支撑点；4—从蹄；5—制动鼓；6—制动轮缸

由上述可见, 虽然领蹄和从蹄所受促动力相等, 但其所受制动鼓法向反力 N_1 和 N_2 却不

相等, 且 $N_1 > N_2$, 相应的 $T_1 > T_2$, 故两制动鼓所施加的制动力矩不相等。一般说来, 领蹄产生的制动力矩为从蹄制动力矩的 2~2.5 倍。倒车制动时, 虽然蹄 4 变成领蹄、蹄 1 变成从蹄, 但整个制动器的制动效能还是同前进制动时一样。显然, 由于领蹄与从蹄所受法向反力不等, 故在两蹄摩擦片工作面积相等的情况下, 领蹄摩擦片上的单位压力较大, 因而磨损较为严重。为了使领蹄和从蹄的摩擦片寿命相近, 有些领从蹄式制动器, 其领蹄摩擦片的周向尺寸设计得较大。但这样将使两蹄的摩擦片不能互换, 从而增加了零件品种数和制造成本。

此外, 领从蹄式制动器的制动鼓所受到的来自两蹄的法向力 N_1 和 N_2 不能相互平衡, 则两蹄法向力之和只能由车轮轮毂轴承的反力来平衡, 这就对轮毂轴承造成了附加径向载荷, 使其寿命缩短。凡制动鼓所受来自两蹄的法向力不能互相平衡的制动器均称为非平衡式制动器。

(2) 制动蹄的支撑方式。

制动蹄的支撑方式可分为固定式和浮动式两种。浮动式支撑蹄的支撑端呈弧形, 支靠在制动底板上的支撑块 2 上, 需用两个回位弹簧来拉紧定位。它可使整个制动蹄向鼓的方向张开, 又可沿支撑块的支撑平面 (图 1.4 (c) 中垂直方向) 移动。

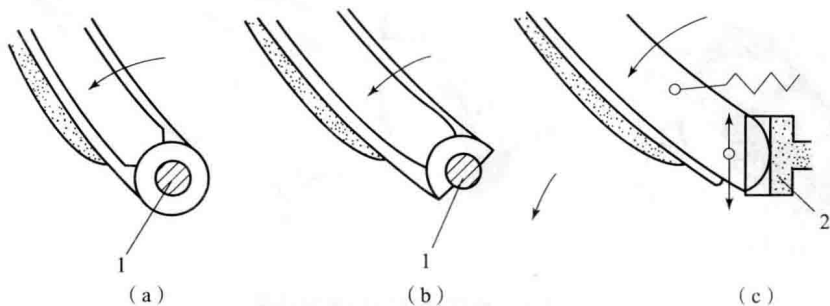


图 1.4 制动蹄的支撑方式

(a) 固定式支撑; (b) 半浮式支撑; (c) 全浮式支撑

1—支撑销; 2—支撑块

(3) 领从蹄式制动器的结构及工作原理。

桑塔纳轿车的后轮制动器为领从蹄式制动器, 如图 1.5 所示, 作为旋转元件的制动鼓 8

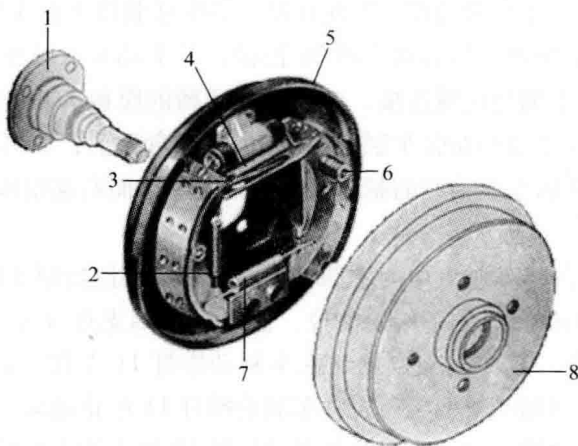


图 1.5 桑塔纳轿车后轮制动器示意图

1—后轮轴; 2—制动间隙调节弹簧; 3—驻车制动推杆弹簧; 4—上回位弹簧;

5—制动底板; 6—限位杆; 7—下回位弹簧; 8—制动鼓

固定在车轮轮毂上，作为固定零件装配基体的制动底板 5 用螺栓与后轮轴 1 上的凸缘连接。

图 1.6 所示为上海桑塔纳轿车后轮制动器结构，制动蹄采用了浮动式支撑，上、下支撑面均加工成弧面，下端支靠在固定于制动底板上的支撑板 14 上。轮缸活塞通过两端支撑块对制动蹄的上端施加促动力。此种支撑结构可使整个制动蹄沿支撑平面有一定的浮动量。其优点是制动蹄可以自动定心，保证其可与制动鼓全面接触。

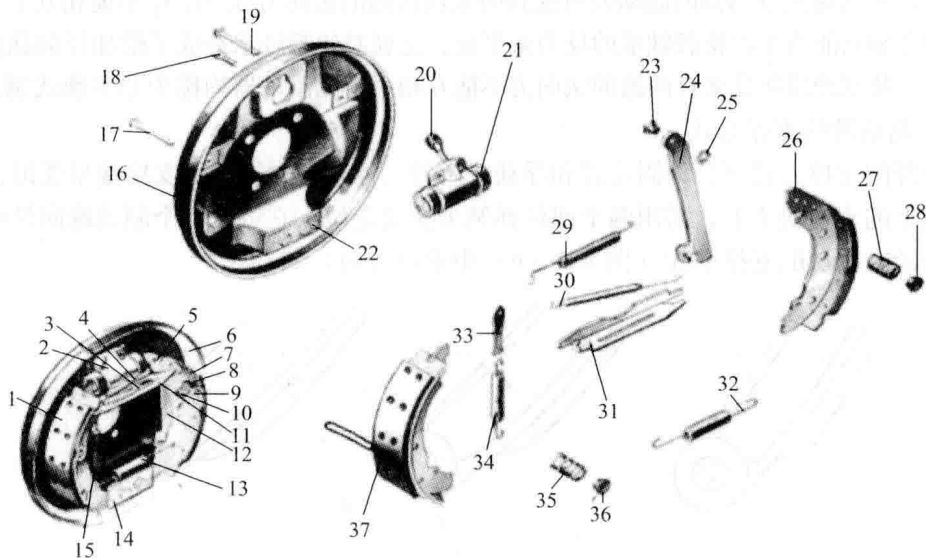


图 1.6 桑塔纳轿车后轮制动器

- 1, 37—前制动蹄；2, 21—制动轮缸；3, 30—外弹簧；4, 29—内弹簧；5, 23—平头销；
6, 16—制动底板；7—密封堵塞；8—铆钉；9—制动蹄腹板；10—调节齿板；11, 31—驻车制动推杆；
12, 24—驻车制动杠杆；13, 32—回位弹簧；14, 22—支撑板；15—拉力弹簧；17, 19—稳定销；
18—内六角螺钉；20—排气螺钉及防尘罩；25—弹性垫片；26—后制动蹄；27, 35—稳定弹簧；
28, 36—稳定弹簧座；33—楔形调节块；34—楔形调节块拉力弹簧

该行车制动器可兼作驻车制动器，因此在制动器中还装设了驻车制动机械促动装置。驻车制动杠杆 12 上端用平头销 5 与后制动蹄 26 连接，其上部卡入驻车制动推杆 11 右端的切槽中，作为中间支点，下端与拉绳连接。前、后制动蹄的腹板卡入驻车制动推杆 11 两端的切槽中。推杆外弹簧 30 左端钩在驻车制动杠杆 12 的左弯舌上，而右端钩在后制动蹄 26 的腹板上，推杆内弹簧 29 的左端钩在前制动蹄 1 的腹板上，而右端则钩在驻车制动杠杆 12 的右弯舌上。

进行驻车制动时，须将驾驶室中的手动驻车制动操纵杆拉到制动位置，经一系列杠杆和拉绳传动，将驻车制动杠杆 12 的下端向前拉，使之绕上端支点（平头销 5）转动。驻车制动杠杆 12 在转动过程中，其中间支点推动驻车制动推杆 11 左移，将前制动蹄 1 推向制动鼓，直到前制动蹄压靠到制动鼓上之后，驻车制动推杆 11 停止运动，则驻车制动杠杆 12 的中间支点成为其继续转动的新支点。当驻车制动杠杆 12 的上端右移时，后制动蹄 26 被压靠到制动鼓上，施以驻车制动。

解除制动时，应将驻车制动操纵杆推回到不制动位置，驻车制动杠杆 12 在复位弹簧作

用下复位,同时制动蹄回位弹簧 32 将两蹄拉拢。推杆内、外弹簧 29 和 30 除可将两蹄拉回到原始位置之外,还用以防止制动推杆在不工作时窜动,以避免其碰撞制动蹄而发出噪声。同时,这种以车轮制动器为驻车制动的系统也可用于应急制动。

目前国内一些轿车,如红旗 CA7220 系列型、奥迪 100 型和捷达等轿车的后轮制动器与上述基本相同。

2) 单向双领蹄式制动器

在制动鼓正向旋转时,两制动蹄均为领蹄的制动器称为双领蹄式制动器,如图 1.7 所示。双领蹄式制动器与领从蹄式制动器在结构上主要有两点不同,一是双领蹄式制动器的两制动蹄各有一个单活塞轮缸,而领从蹄式制动器的两制动蹄共用一个活塞式轮缸;二是双领蹄式制动器的两套制动蹄、制动轮缸和支撑销在制动底板上的布置是中心对称的,而领从蹄式制动器中的制动蹄、制动轮缸和支撑销在制动底板上的布置是轴对称的。

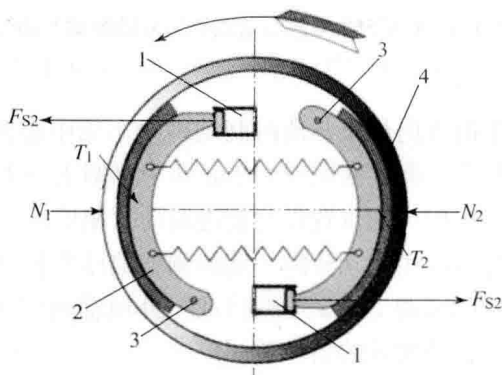


图 1.7 单向双领蹄式制动器示意图

1—制动轮缸; 2—制动蹄; 3—支撑销; 4—制动鼓

双领蹄式制动器的两个轮缸可借助连接油管连通,以保证其油压相等,这样在前进制动时,两蹄都是领蹄,制动器的效能因而得到提高。但在倒车制动时,两制动蹄将均变成从蹄。

3) 双向双领蹄式制动器

无论是前进制动还是倒车制动,两制动蹄都是领蹄的制动器称为双向双领蹄式制动器,图 1.8 所示为其结构示意图。与领从蹄式制动器相比,双向双领蹄式制动器在结构上有三个特点:一是采用两个双活塞式制动轮缸;二是两制动蹄的两端采用浮式支撑,且支点的周向位置也是浮动的;三是制动底板上的所有固定元件,如制动蹄、制动轮缸、回位弹簧等都是成对的,而且既按轴对称,又按中心对称布置。

图 1.9 所示为红旗 CA7560 型汽车前轮双向双领蹄式制动器。在前进制动时,所有的轮缸活塞 8 都在液压作用下向外移,将两制动蹄 1 和 5 压靠到制动鼓 3 上。在制动鼓的摩擦力矩作用下,

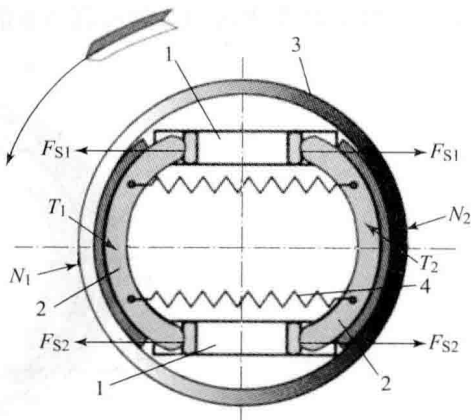


图 1.8 双向双领蹄式制动器示意图

1—制动轮缸; 2—制动蹄;
3—制动鼓; 4—回位弹簧

两制动蹄都绕车轮中心朝箭头所示的方向转动。将两轮缸活塞外端的可调支座 2 作为制动蹄的支点，制动器的工作情况与单领蹄制动器一样。

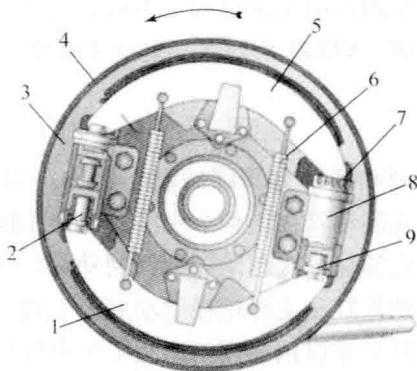


图 1.9 CA7560 型汽车前轮双向双领蹄式制动器

1、5—制动蹄；2、9—可调支座；3—制动鼓；4—制动底板；6—回位弹簧；7—调整螺母；8—轮缸活塞

倒车制动时，摩擦力矩的方向相反，使两制动蹄绕车轮中心逆箭头方向转过一个角度，将可调支座 2 连同调整螺母 7 一起推回原位，于是两个可调支座 2 便成为蹄的新支撑点，即每个制动蹄的支点和促动力作用点的位置都与前进制动时相反，而其制动效能同前进制动时完全一样。该制动器的间隙可以用制动轮缸一端的调整螺母 7 来调整（拨动调整螺母头部的齿槽，使螺母转动，带螺杆的可调支座 2 便向内或向外做轴向移动）。间隙调整好以后，将锁片插入调整螺母的齿槽中，使螺母的角位置固定。

制动器工作时，摩擦所产生的热绝大部分传给了制动鼓，使其温度升高，而制动鼓升温后将膨胀而使制动器间隙增大。为了减少升温，应当使制动鼓有较大的热容量，故制动鼓一般都具有较大的质量。

4) 双从蹄式制动器

前进制动时两制动蹄均为从蹄的制动器称为双从蹄式制动器，如图 1.10 所示。这种制动器与双领蹄式制动器结构很相似，两者的差异只在于固定元件与旋转元件的相对运动方向不同。虽然双从蹄式制动器前进制动效能低于双领蹄式和领从蹄式制动器，但其效能对摩擦

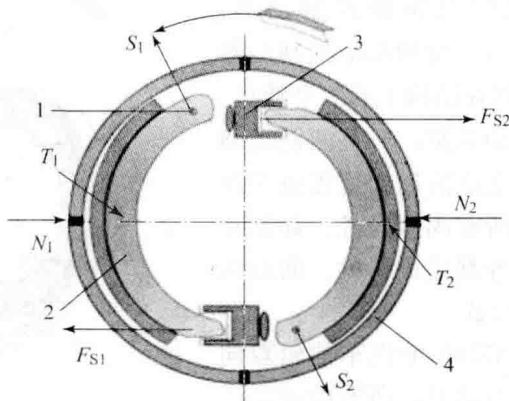


图 1.10 双从蹄式制动器示意图

1—支撑销；2—制动蹄；3—制动轮缸；4—制动鼓

系数变化的敏感程度较小,即具有良好的制动效能稳定性。

单向双领蹄、双向双领蹄、双从蹄式制动器的固定元件布置都是中心对称的,如果间隙调整正确,则其制动鼓所受两制动蹄施加的两个法向合力能互相平衡,不会对轮毂轴承造成附加径向载荷。因此,这三种制动器都属于平衡式制动器。

5) 单向自增力式制动器

图 1.11 所示为单向自增力制动器的示意图。第一制动蹄 1 和第二制动蹄 2 的下端分别支在浮动的顶杆 6 的两端。制动器只在上方有一个支撑销 4,不制动时,两蹄上端借各自的回位弹簧拉靠在支撑销上。

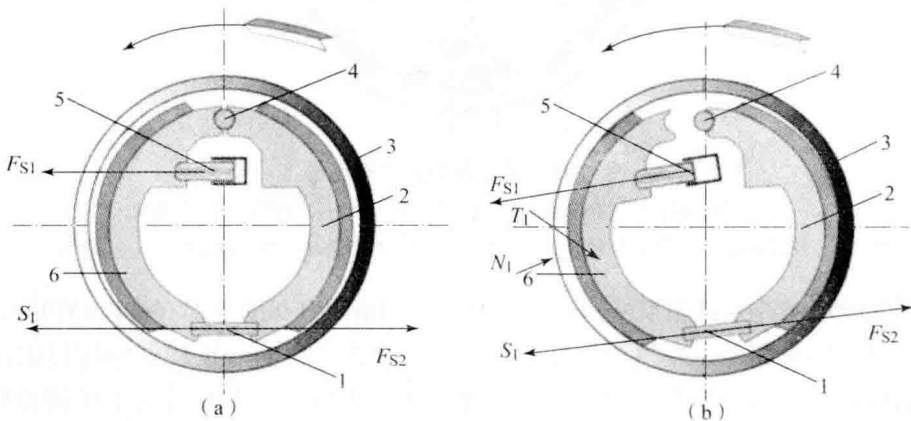


图 1.11 单向自增力式制动器示意图

1—第一制动蹄; 2—第二制动蹄; 3—制动鼓; 4—支撑销; 5—制动轮缸; 6—顶杆

汽车前进制动时,单活塞式制动轮缸 5 只将促动力 F_{S1} 加于第一蹄,使其上端离开支撑销,整个制动蹄绕顶杆左端支撑点旋转,并压靠到制动鼓 3 上。第一蹄是领蹄,并且在促动力 F_{S1} 、法向合力 N_1 、切向(摩擦)合力 T_1 和沿顶杆轴线方向支反力 S_1 的作用下处于平衡状态。由于顶杆 6 是浮动的,自然成为第二蹄的促动装置,而将与力 S_1 大小相等、方向相反的促动力 F_{S2} 施加在第二蹄的下端,故第二蹄也是领蹄。正因为顶杆是完全浮动的,不受制动底板约束,所以作用在第一蹄上的促动力和摩擦力的作用没有如一般领蹄那样完全被制动鼓的法向反力和固定于制动底板上的支撑件反力的作用所抵消,而是通过顶杆传到第二蹄上,形成第二蹄促动力 F_{S2} 。对第一蹄进行受力分析可知, $F_{S2} > F_{S1}$ 。此外, F_{S2} 对第一蹄支撑点的力臂也大于 F_{S1} 对第一蹄支撑点的力臂。因此,第二蹄的制动力矩必然大于第一蹄的制动力矩。由此可见,在制动鼓尺寸和摩擦系数相同的条件下,单向自增力式制动器的前进制动效能不仅高于领从蹄式制动器,而且高于双领蹄式制动器。

倒车制动时,第一蹄上端压靠支撑销不动,此时第一蹄虽然仍是领蹄,且促动力 F_{S1} 仍可能与前进制动时的相等,但其力臂却大为减小,因而第一蹄此时的制动效能比一般领蹄的制动效能低很多。第二蹄则因未受促动力而不起制动作用。故此时整个制动器的制动效能甚至比双从蹄式制动器的效能还低。

图 1.12 所示为单向自增力式制动器的结构。第一蹄和第二蹄的上端被各自的回位弹簧 2 拉拢,并各自以铰于腹板上端的夹板 3 的内凹弧面支靠着支撑销 4。两蹄的下端分别浮支在可调顶杆(由可调顶杆体 7、调整螺钉 9 和顶杆套 10 组成)两端的直槽底面上,并用拉紧弹簧 8

拉紧。受法向力较大的第二蹄摩擦片的面积做得比第一蹄大，使两蹄单位面积的压力相近。

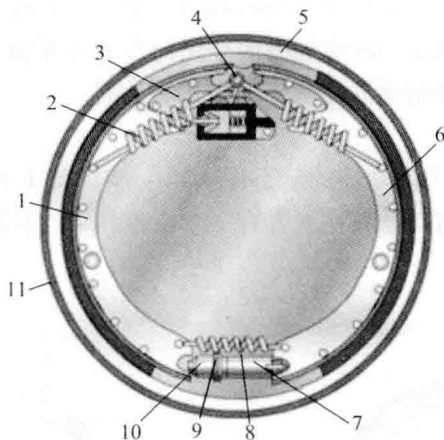


图 1.12 单向自增力式制动器

1—第一制动蹄；2—制动蹄回位弹簧；3—夹板；4—支撑销；5—制动鼓；
6—第二制动蹄；7—可调顶杆体；8—拉紧弹簧；9—调整螺钉；10—顶杆套；11—制动鼓

制动器间隙通过改变可调顶杆的长度来调节。调整螺钉 9 的中部有带齿的凹缘，右端借螺纹旋入顶杆体的螺孔中，左端为圆柱形，与顶杆套作动配合。拨动调整螺钉的带齿凹缘时，由于顶杆体的端部直槽有制动蹄嵌入，顶杆体不能转动，因此改变了可调顶杆的总长度。调整螺钉带齿凹缘被拉紧弹簧 8 的横向弹力压住，以致不自行松动。

6) 双向自增力式制动器

图 1.13 所示为双向自增力式制动器的结构示意图，其特点是制动鼓正向和反向旋转时均能借蹄鼓间的摩擦起自增力作用。它的结构不同于单向自增力式之处在于采用双活塞式制动轮缸 4，可向两蹄同时施加相等的促动力 F_s 。制动鼓正向（如箭头所示）旋转时，前制动蹄 1 为第一蹄，后制动蹄 3 为第二蹄；制动鼓反向旋转时则情况相反。由图 1.13 可见，在制动时，第一蹄只受一个促动力 F_s 作用，而第二蹄则有两个促动力 F_s 和 S ，且 $S > F_s$ 。考虑到汽车前进制动的机会远多于倒车制动，且前进制动时制动器工作负荷也远大于倒车制动，故后制动蹄 3 的摩擦片面积做得较大。

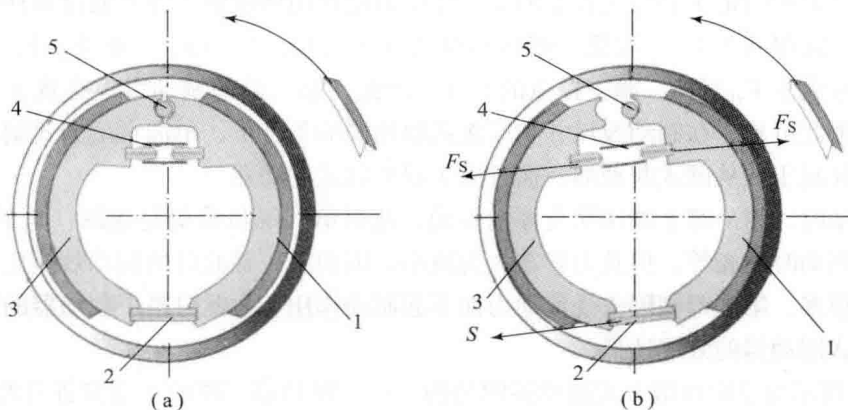


图 1.13 双向自增力式制动器示意图

1—前制动蹄；2—顶杆；3—后制动蹄；4—制动轮缸；5—支撑销

如图 1.14 所示的制动器即属于双向自增力式制动器。不制动时,领蹄 3 和从蹄 10 的上端在回位弹簧 5 和 8 的作用下浮支在支撑销 7 上,两制动蹄的下端在拉簧 1 的作用下浮支在浮动的调整顶杆体 11 两端的凹槽中。汽车前进制动时,制动轮缸的两活塞向两端顶出,使前后制动蹄离开支撑销并压紧到制动鼓上,于是旋转着的制动鼓与两制动蹄之间产生摩擦作用。顶杆是浮动的,前后制动蹄及顶杆沿制动鼓的旋转方向转过一个角度,直到从蹄 10 的上端再次压到支撑销 7 上,此时制动轮缸促动力进一步增大。由于从蹄 10 受顶杆的促动力大于轮缸的促动力,故从蹄上端不会离开支撑销。汽车倒车制动时,制动器的工作情况与上述相反。

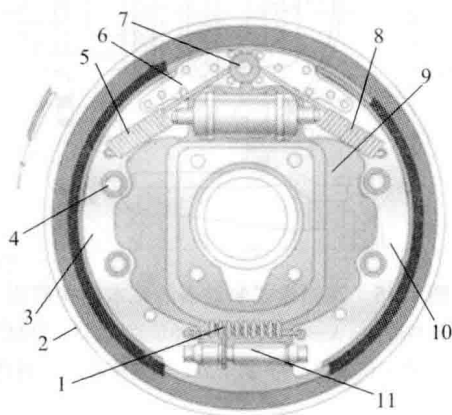


图 1.14 双向自增力式制动器

1—拉簧; 2—制动鼓; 3—领蹄; 4—定位销钉; 5—领蹄回位弹簧; 6—夹板; 7—支撑销;
8—从蹄回位弹簧; 9—制动底板; 10—从蹄; 11—调整顶杆体

以上介绍的各种鼓式制动器各有利弊。就制动效能而言,在基本结构参数和轮缸工作压力相同的条件下,自增力式制动器由于对摩擦助势作用利用得最为充分而居首位,以下依次为双领蹄式、领从蹄式和双从蹄式。但蹄鼓之间的摩擦系数很不稳定,其根据摩擦片的材料、温度和表面状况(如是否沾水、沾油,是否有烧结现象等)的不同可在很大范围内变化。自增力式制动器的效能对摩擦系数的依赖性最大,因而其效能的热稳定性最差。此外,在制动过程中,自增力式制动器制动力矩的增长在某些情况下显得过于急速。双向自增力式制动器多用于轿车后轮,原因之一是便于兼作驻车制动器。单向自增力式制动器只用于中、轻型汽车的前轮(因倒车制动时对前轮制动器效能的要求不高)。双从蹄式制动器的制动效能虽然最低,但却具有良好的稳定性,因而有少数高档轿车为保证制动可靠性而采用。领从式制动器发展较早,其效能及效能稳定性均居于中游,且有结构简单等优点,故目前仍广泛应用于各种汽车。

2. 盘式制动器

现代汽车上使用的盘式制动器有两种:一种是固定钳盘式制动器,另一种是浮动钳盘式制动器。

1) 固定钳盘式制动器

固定钳盘式制动器的基本结构如图 1.15 所示。其旋转元件是固定在车轮上,以端面为工作面,用合金铸铁制成的制动盘 9;固定的摩擦元件是面积不大的制动块总成 4;制动钳

的钳形支架6通过螺栓与转向节（前桥）或桥壳（后桥）固装，并用调整垫片2控制制动钳与制动盘之间的相对位置。另外其还有防尘护罩等。

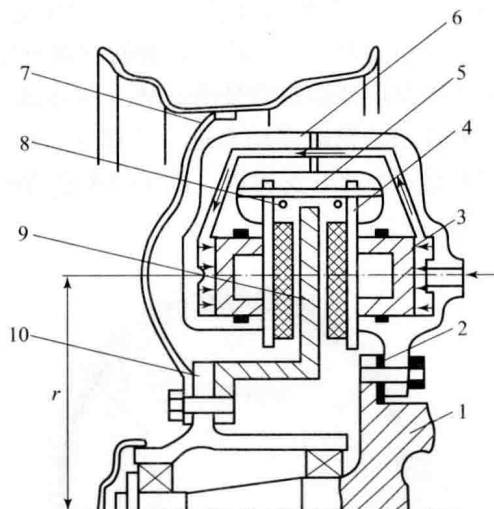


图 1.15 定钳盘式制动器的基本结构简图

1—转向节或桥壳；2—调整垫片；3—活塞；4—制动块总成；5—导向支撑销；6—钳形支架；
7—轮盘；8—消音回位弹簧；9—制动盘；10—轮毂； r —制动盘摩擦半径

制动时，制动油液被压入内、外两油缸中，在液压作用下两活塞3带动两侧制动块总成4做相向移动，压紧制动盘9，产生摩擦力矩。在活塞移动过程中，矩形橡胶密封圈的刃边在活塞摩擦力的作用下随活塞移动而产生微小的弹性变形。相当于极限摩擦力的密封圈极限变形量 Δ 应等于制动器间隙为设定值时的完全制动所需活塞行程，如图1.16所示。解除制动时，活塞与制动块依靠密封圈的弹力和消音回位弹簧的弹力回位。如图1.16(b)所示，矩形密封圈的刃边制动时，制动块摩擦片与制动盘之间的间隙只有0.1mm左右，以保证解除制动。制动盘受热膨胀时，厚度方面只有微小的变化，故不会发生“拖滞”现象。但盘式制动器不能使用受热易膨胀的醇类制动油液，要求使用特制的合成型制动液。

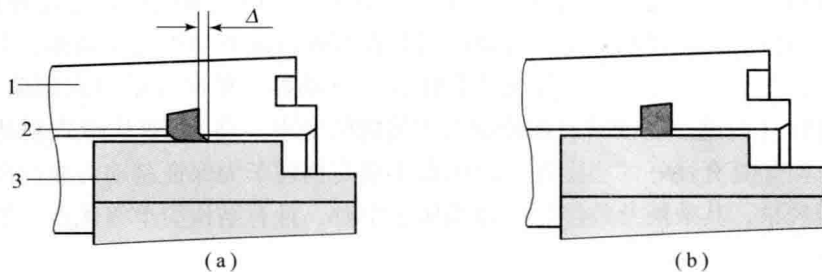


图 1.16 矩形密封圈工作情况

1—活塞；2—矩形密封橡胶圈；3—油缸

若制动块摩擦片与制动盘的间隙因磨损加大，制动时活塞密封圈变形达到极限值 Δ 以后，活塞仍可在液压作用下克服密封圈的摩擦力而继续移动，直到摩擦片压紧制动盘为止。但解除制动时，矩形密封圈能将活塞推回的距离与摩擦片磨损之前是相同的，即摩擦片与制动盘间隙仍等于 Δ 。由此可知，矩形密封圈能兼起活塞回位弹簧和自动调整制动器间隙的