

# 汽车制动系统的 结构与维修

施姚光 编

汽车实用  
维修技术丛书



国防工业出版社

汽车实用维修技术丛书

# 汽车制动系统的结构与维修

施姚光 编

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车制动系统的结构与维修/施姚光编. —北京:国防  
工业出版社, 1999. 1  
(汽车实用维修技术丛书)  
ISBN 7-118-01971-2

I. 汽… II. 施… III. ①汽车-制动装置-构造②汽车-  
制动装置-维修 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 22503 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 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 850×1168 1/32 印张 4¼ 108 千字

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月北京第 1 次印刷

印数 1—4000 册 定价:7.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

## 出版者的话

汽车是现代社会的主要交通运输工具之一。随着我国经济的高速发展和人民生活水平的日益提高,汽车的作用越来越重要,无论是公车还是私车的市场保有量都在大幅度上升,而且上升的趋势还在不断继续。

为了促进汽车工业更好地为经济建设和人民生活服务,保证汽车的正常运行,减少事故的发生,如何正确使用、检查、保养、维护汽车,诊断、排除故障、维修汽车,已成为驾驶人员、保修人员的当务之急,特别是一大批汽车驾驶员只会开车,对汽车结构、常见故障的现象与排除等非常陌生,给汽车的安全运行带来很大隐患。为解决这一问题,我们策划出版“汽车实用维修技术丛书”。

为此,我们拜读了市场上目前已有的多种汽车类书籍,吸取其精华,剔除其不足,对本丛书的分类、写法做了一些包括读者、作者、新华书店在内的社会调查,力求使本丛书能够贴近读者,解决实际问题,确定编写原则后,我们聘请了多位工作在汽车工业第一线的专家、教授来编写本丛书。

本丛书按汽车部件分为15册,书目详见每本书的前勒口。

本丛书略去了诸多的汽车理论,内容源于实践,强调针对性和实用性,图文并茂,语言通俗易懂,具有初中以上文化程度的汽车驾驶人员、汽车维修人员都可阅读。

我们相信,本丛书一定会成为驾驶人员、维修人员的良师益友,对我国汽车的安全运行做出贡献。

## 前 言

汽车制动系统是保证行车安全和提高运输效率的重要总成之一,对于汽车驾驶员和从事汽车维修工作的人员来说,懂得和熟悉该系统的工作原理、结构和工作情况,了解和掌握汽车运行中出现的故障现象、原因及排除方法,对正确运用制动和延长系统使用寿命有着十分重要的意义。基于上述目的,本书以常用汽车为主,着重介绍了汽车制动的一般概念和基本原理、汽车的制动过程和工作情况以及如何正确地使用制动、分析制动系统的故障原因及排除、保养的方法,可供广大汽车驾驶员和维修人员学习参考。

由于编者水平有限,错误和不当之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| <b>第一章 制动器</b> .....                  | 1   |
| 第一节 概述.....                           | 1   |
| 第二节 制动器的种类.....                       | 6   |
| <b>第二章 制动传动机构</b> .....               | 26  |
| 第一节 液压式制动传动机构 .....                   | 26  |
| 第二节 气压制动传动机构 .....                    | 34  |
| 第三节 解放 CA10B 汽车制动器 .....              | 51  |
| 第四节 黄河 JN150 汽车气压制动装置 .....           | 53  |
| 第五节 解放 CA141 汽车制动装置 .....             | 57  |
| 第六节 东风 EQ140 汽车气压制动系统 .....           | 62  |
| 第七节 快放阀、加速阀.....                      | 69  |
| 第八节 挂车气压制动传动机构 .....                  | 71  |
| 第九节 液压和助力系统 .....                     | 79  |
| 第十节 前、后轮制动力调整装置.....                  | 90  |
| <b>第三章 制动系统的正确使用、故障诊断、排除及保养</b> ..... | 96  |
| 第一节 正确使用制动 .....                      | 96  |
| 第二节 制动系统的故障及排除方法 .....                | 98  |
| 第三节 制动装置的保养.....                      | 107 |

# 第一章 制 动 器

## 第一节 概 述

汽车是一种快速、高效的陆上交通运输工具,使用越来越广泛。为提高运输生产率,要求它具有较高的平均行驶速度。但是,汽车的高速行驶必须遵循一个前提,即要尽最大努力保障人员生命和财产的安全。因此,在道路宽阔平坦、车流和人流又较小的条件下,可以将车速适当提高,而在即将转弯或行驶不平路面,或两车交会,来往车辆及行人较多等情况下,则必须降低车速,尤其在遇到障碍物,或是有碰撞行人和其它车辆的危险时,更需要在尽可能短的距离内将车速降低到很小,直至为零。由此可知,汽车的快速行驶是以能否迅速减速和停车作为先决条件的,即受汽车制动性能制约的。否则,即使汽车动力性能很好,也不能充分发挥其速度优势。

在汽车行驶过程中,减小油门开度、将变速器挂在空档,或将发动机熄火,以切断驱动轮上的动力供给,那么,汽车在内外各种阻力的作用下(如传动机件摩擦阻力、空气阻力、滚动阻力等)也能减速、直至停车。但用上述的方法来减速和停车,由于滑动距离过长,而且难以控制,故不能满足行驶要求。特别是在下长坡时,由于重力作用,汽车将不断加速,根本不可能实现减速和停车。因此,在现代汽车上均需设置可靠的制动系统。

### 一、汽车制动系统的功用

汽车制动系统的功用是:

- ①在汽车行驶中能强制降低行驶速度,直至使汽车停住。

- ②控制汽车在下长坡时维持一定的速度。
- ③保证汽车在斜坡上或驻留时不致滑溜。

## 二、汽车制动系统的工作原理

前面已经谈到制动系统的作用,制动系统的工作原理可用图 1-1 所示的简图来说明。

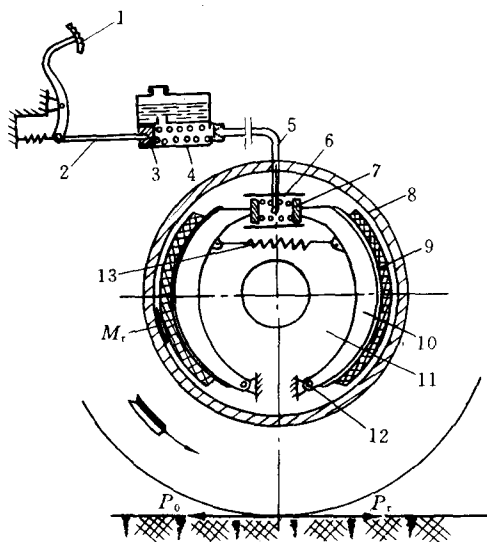


图 1-1 液压制动系统工作原理示意图

- 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—制动底板;12—支承销;13—制动蹄回位弹簧。

金属的制动鼓 8 用螺钉固定在车轮轮毂上,可随车轮一同旋转。在车桥壳的突缘上固定有制动底板 11,其上固装有两个支承销 12,用来支承两个弧形制动蹄 10。制动蹄 10 下端可绕支承销口偏摆,上端则在四位弹簧 13 的作用下紧靠在轮缸活塞 7 上。在制动蹄铁的外圆面上,铆接有摩擦片 9。在不制动时,制动蹄摩擦片 9



与制动鼓之间保持一定的间隙,使制动鼓及车轮可以自由旋转。在制动底板 11 上装有液压制动轮缸 6(又称刹车分泵),用油管 5 与装在车架上的液压制动主缸 4(亦称刹车总泵)相连通。主缸 4 中的活塞 3 可由驾驶员通过踏板 1 来操纵。

为使行驶中的汽车减速,驾驶员可踩下制动踏板 1,通过推杆 2 和主缸活塞 3,使主缸 4 内的液压油在一定压力下流入油管 5 和轮缸 6,并通过两个轮缸活塞 7 使两制动蹄 10 上端向外张开。此时制动蹄 10 绕支承销 12 转动,使摩擦片 9 压紧在制动鼓 8 的内圆面上。这样,不旋转的制动蹄 10 就对旋转着的制动鼓作用一个摩擦力矩  $M_r$ ,其方向与车轮旋转方向相反。制动鼓将该力矩  $M_r$  传到车轮后,由于车轮与路面间存在附着作用,车轮即对路面作用一个向前的周缘力  $P_0$ ,同时路面也对车轮作用着一个大小相等,方向向后的反作用力,即制动力  $P_r$ 。制动力  $P_r$  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  $P_r$  愈大,则汽车减速度也愈大。此时,汽车的动能转变为热能并扩散到周围的空气中。

当松开制动踏板 1 时,回位弹簧 13 即将制动蹄 10 拉回原位,使制动鼓内圆面与制动蹄摩擦片 9 的外圆面之间保持约 0.25~0.5mm 的间隙,摩擦力矩  $M_r$  和制动力  $P_r$  消失,制动作用即停止。

### 三、制动系统的一般结构

从上述可知,汽车的制动系统由制动器和制动传动机构两部分组成。制动器是用来制止车轮或传动系统中的传动轴旋转的;制动传动机构是由驾驶员通过脚踏或手操纵并通过一系列机构使制动器发生制动作用的。一般汽车上通常装有两套能独立工作的制动装置,即行车制动器和驻车制动器。行车制动器由驾驶员通过脚踏板操纵,故又称脚制动器,主要用来在汽车行驶中降低车速或停车,它是装在车轮上的制动装置。驻车制动器又称手制动器,主要用来保证汽车能停在坡道或不平路面上不滑溜。当脚制动器失效时也可临时用手制动器进行行车制动,或者在遇到危险情况时可

配合脚制动器实施应急制动,即手、脚制动器同时参加工作。手制动器一般装在变速器或分动器的后面与传动轴相连。

为确保行车安全,汽车必须具有上述两套十分可靠的制动装置,否则不允许上路行驶。

#### 四、对制动系统的基本要求

##### (一)具有足够的制动效能

汽车的制动效能标志该车制动器在发生制动后的制动能力,可以用制动减速度和制动距离来评价。

##### 1. 制动减速度

汽车制动减速度是指制动减速的快慢程度。减速度越大,制动所需的时间和制动距离越短,制动性能也就越好。

汽车在水平、干燥的沥青或混凝土路面上制动时,当速度不大于 30km/h,其制动减速度可由下式计算:

$$j_T = \frac{M}{G \cdot r} \cdot g$$

式中  $G$ ——汽车总重;

$M$ ——汽车前后轴制动力矩的总和;

$g$ ——重力加速度;

$r$ ——车轮滚动半径。

在干燥平坦路面上紧急制动时,最大减速度可达  $7 \sim 8 \text{ m/s}^2$ 。在实际应用中,考虑到乘员和装载物品的安全和舒适性以及负荷的转移等因素,最大制动减速度要远较上述数值为低(制动减速度如超过  $3 \text{ m/s}^2$  时,乘员便不舒适;制动减速度若高于  $5 \text{ m/s}^2$  时,可能使乘员受伤,货物损坏,故只有在特殊情况下,才允许采用紧急制动)。

##### 2. 制动距离

汽车制动距离是驾驶员开始踩制动踏板到汽车完全停止的距离。

制动距离比减速度更能表明制动系统的工作效率。制动距离

的长短不仅取决于汽车制动系统的结构和路面质量,而且还取决于驾驶员的反应快慢、技术熟练程度、汽车的行驶速度及汽车所载货物的重量等。

表 1-1 是汽车以各种不同的行驶速度,在不同的路面上按理论公式计算出来的制动距离。

表 1-1 制动距离与附着系数和行驶速度的关系

| 路 面         | 附着<br>(摩擦)<br>系数 | 汽车各种不同的行驶速度/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ |      |       |       |       |       |       |        |        |
|-------------|------------------|----------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|             |                  | 10                                           | 20   | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80     | 90     |
|             |                  | 制动距离/m                                       |      |       |       |       |       |       |        |        |
| 干沥青和<br>混凝土 | 0.7~0.8          | 0.49                                         | 1.97 | 4.40  | 7.85  | 12.30 | 17.75 | 24.00 | 31.50  | 39.90  |
| 干碎石路        | 0.6~0.7          | 0.65                                         | 2.65 | 6.90  | 10.50 | 16.40 | 23.60 | 32.20 | 42.00  | 53.20  |
| 湿沥青和<br>混凝土 | 0.3~0.4          | 0.97                                         | 3.95 | 8.85  | 15.70 | 24.60 | 35.50 | 48.20 | 63.00  | 79.70  |
| 冰雪路面        | 0.2~0.3          | 1.95                                         | 7.90 | 17.75 | 31.50 | 49.20 | 71.00 | 96.50 | 126.00 | 150.00 |

应当指出,实际制动距离要大于这个理论数值,其原因是在这段制动距离内驾驶员的反应时间及传动机构作用滞后到制动器发生作用的时间未计算在内。所以,实际制动距离应是理论制动距离加上驾驶员反应时间和制动传动机构作用滞后时间内汽车所行驶过的距离。制动距离与汽车行驶速度的关系尤为重要,制动距离的增长是与行驶速度的平方成正比,这一点从表 1-1 中可以看出。所以,汽车在通过交通密度较大的地区,限制时速是完全必要的。

### (二)操纵轻便

制动时驾驶员施于制动踏板或操纵杆上的力及其行程均不应过大。在应急制动时,最大踏板力不应大于 686N。载重汽车的制动踏板最大行程一般不大于 150~180mm。

### (三)制动时汽车行驶方向应稳定

制动时汽车前、后车轮制动力矩的分配应合理,左、右车轮上制动力矩应基本相等,以免汽车距偏或侧滑。

#### (四)制动作用(或制动解除)的滞后时间要短

制动时,制动传动机构及制动器发生作用的滞后时间要短,使制动力矩能迅速而平稳地增加。一般要求在紧急制动时,从踩着踏板开始至达到要求的制动力的时间,对液压制动系统不得大于0.3s;对气压制动系统,中型汽车不得大于0.5s,大型汽车不得大于0.6s,挂车不得大于该牵引车规定值0.2s。制动完全释放时间,从松开制动踏板起到制动力完全解除所需时间不得大于0.8s。

#### (五)散热性能要好

制动器散热不良,将会使其温度过高,摩擦面间的摩擦系数相应下降,致使制动力矩急剧减小,制动效能大大减退。

## 第二节 制动器的种类

制动器的种类很多,就其耗散汽车动能的方式分为摩擦式、液压式和电磁式等。此外,还有利用发动机制动的排气制动器。

摩擦式制动器的基本结构与工作原理在上一节中已简单介绍过;液压式制动器则是借旋转元件所搅动的液流阻滞作用来达到制动作用;电磁式制动器是借旋转元件将动能转变为电能而产生制动作用。液压式、电磁式以及排气制动器,它们的制动效能均随车速的降低而减小,故仅能作为辅助制动器使用。目前广泛采用的是摩擦式制动器。

摩擦式制动器按其结构通常可分为鼓式、盘式和带式三种。在现代汽车上,绝大多数都是采用鼓式制动器,但近年来小客车上采用盘式制动器已有显著增加(如夏利7100型汽车的前制动器),在某些重型汽车上也开始采用盘式制动器。带式制动器目前已很少采用。

### 一、车轮制动器

将制动器装在车轮上,所以称为车轮制动器;因其主要作用是在汽车行驶中用以减速或停车,故亦称为行车制动器。

目前各类汽车采用的车轮制动器,大体上可分为鼓式和盘式两大类。鼓式制动器摩擦副的旋转元件为制动鼓,其工作表面为圆柱面;盘式制动器摩擦副的旋转元件为圆盘状的制动盘,以其端面为工作表面。

### (一)鼓式制动器

鼓式制动器多为内张蹄片式。它的优点是制动鼓的散热性能较带式制动器好,密封较容易,制动蹄刚度大,制动蹄压紧制动鼓时的位移小,制动蹄的驱动机构(凸轮或分泵)安装紧凑以及制动效率较高等。

鼓式制动器按其驱动制动蹄张开的机构又分为液压轮缸(分泵)、气压驱动的凸轮和机械传动的楔块式几种。

鼓式制动器按其结构形式和受力情况可分为简单非平衡式、平衡式及自动增力式。

#### 1. 简单非平衡式制动器

这是一种最常见的液压传动制动器,例如跃进 NJ130 汽车的前、后轮,北京 BJ212、上海 SH130 等汽车的后轮制动器上都采用这种结构。图 1-2 所示为固定支点单轮缸简单非平衡式制动器工作原理示意图。

制动蹄 1 和 6 的下端分别活套在两个固定在制动底板上的支承销 7 上,上端分别与制动轮缸 3 的活塞 2 相接触。

当制动时,制动轮缸 3 内油压升高,推动轮缸 3 内两活塞 2 向外移动,这样,对左、右两制动蹄施加大小相等的作用力  $P_1$  和  $P_2$ ,迫使两制动蹄抵靠到制动鼓 8 上;随车轮一起转动着的制动鼓 8,即对制动蹄作用有法向反作用力  $Y_1$ 、 $Y_2$  及切向反作用力  $F_1$  和  $F_2$  (即鼓对蹄的摩擦力)。当制动鼓(车轮)逆时针方向旋转时,左制动蹄 1 所受的力  $F_1$  的方向向下,右制动蹄 6 所受的力  $F_2$  的方向朝上。为简化,假设这些力的合力作用于摩擦片 5 的中央,则左蹄 1 上的力  $F_1$  与推力  $P_1$  所形成的绕支承销 7 的力矩是同方向的,因而使左蹄 1 在制动鼓 8 上压得更紧,起到“增势”的作用,故称左蹄 1 为“增势蹄”或“紧蹄”;右蹄 6 上的力  $F_2$  与推力  $P_2$  绕支承销 7

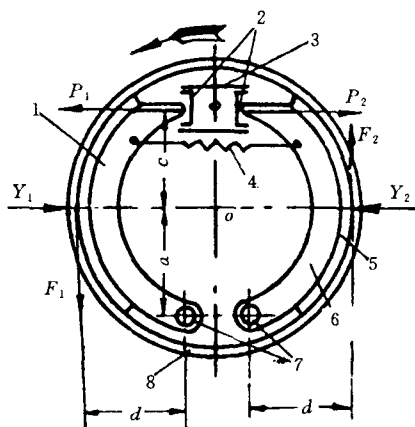


图 1-2 简单非平衡式制动器工作原理

1—左制动蹄；2—轮缸活塞；3—制动轮缸；4—回位弹簧；5—摩擦片；

6—右制动蹄；7—支承销；8—制动鼓。

的力矩是反方向的，有使蹄离开鼓的趋势，起着所谓“减势”作用，故称右蹄 6 为“减势蹄”或“松蹄”。虽然两蹄上端受到的推力  $P_1$  和  $P_2$  相等，但因摩擦力  $F_1$  和  $F_2$  所起的增力作用不同，且液压轮缸活塞 2 又是浮动而非刚性的，结果使两蹄片上单位压力不等，以致在同一轮上，左、右两蹄片压向制动鼓的作用力实际上是不等的，“增势”一边的作用力大于“减势”一边的作用力（一般说来，“增势”蹄的制动力矩约为“减势”蹄的 2~3 倍）。因这两个力不能互相平衡，此两力之差便由轮毂轴承承担。这种制动器结构简单，使用可靠，制动鼓正、反转时制动效果不变，当摩擦片磨损后调整较方便。但由于紧蹄和松蹄的单位压力不等，易使两边摩擦片磨损不均匀。所以，许多简单非平衡式制动器的前制动蹄的摩擦片设计得比后制动蹄的长（宽度相等），以减小二者在使用过程中磨损状况的差别。

## 2. 平衡式制动器

### (1) 单向增势平衡式制动器

北京 BJ212 汽车的前轮制动器即为单向增势平衡式制动器的一种,如图 1-3 所示。其结构特点是:两制动蹄各用一个单活塞的制动轮缸两套制动蹄、轮缸、支承销和调整凸轮等在制动底板上的布置是中心对称式的;两个轮缸借连接油管连通,因而其中的液压相等。汽车向行驶制动时,制动鼓的旋转方向如图 1-3 中箭头所示,两蹄在推力  $P_1$ 、 $P_2$  作用下,分别绕各自的支承销旋转一定角度,当两蹄抵靠在制动鼓后,制动鼓对两蹄的摩擦力  $Y_1$ 、 $Y_2$  与两蹄推力所形成绕支承销的旋转力矩均为同方向,即对两蹄都起到增势作用。两蹄均为紧蹄,制动效能因而得到提高。但这种结构的制动器,当汽车在倒车制动时,两蹄又都变成松蹄,制动效能有所减弱。

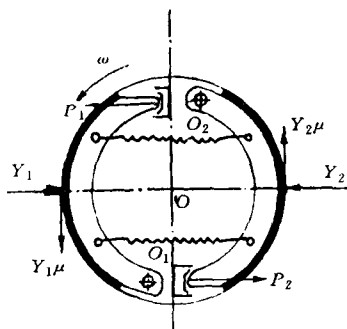


图 1-3 单向增势平衡式制动器

## (2) 双向增势平衡式制动器

在倒车制动时,如果能使上述制动器的两个制动蹄的支承点和张开力作用点相互换位,就可以得到与前进制动时相同的制动效能。红旗 CA770 小客车的前、后轮制动器即根据上述想法而设计的一种双向增势平衡式制动器,其前轮制动器的结构如图 1-4 所示。

该制动器两制动蹄的两端都采用浮式支承,且支点的周向位置也是浮动的。如图 1-4 所示,制动蹄的两端均制成弧形,分别嵌

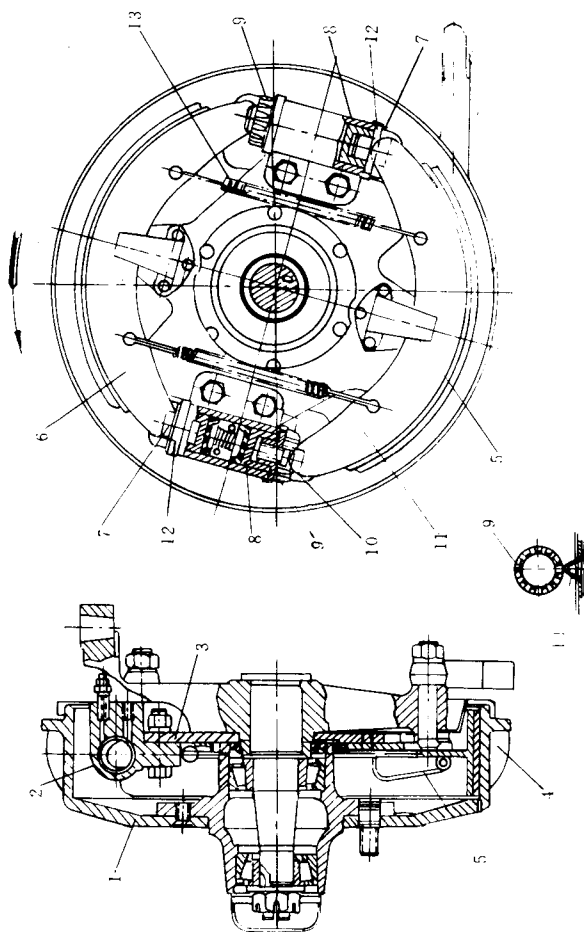


图 1-4 红旗 CA770 型汽车前轮制动器

1—制动鼓;2—制动轮缸;3—制动底板;4—制动鼓散热片;5—制动蹄限位片;

6—上制动蹄;7—支座;8—轮缸活塞;9—调整螺母;10—可调支座;

11—下制动蹄;12—回位弹簧;13—防护套;14—锁片。



入制动轮缸活塞支座 7 和可调支座 10 的切槽内,再用回位弹簧 13 拉紧。

在前进制动时,所有的轮缸活塞 8 都在液压作用下向外移动,将制动蹄 6 和 11 压靠到制动鼓 1 上。在制动鼓 1 的摩擦力矩作用下,两蹄都绕车轮中心,朝箭头所示的车轮旋转方向转动,将两轮缸的活塞 8 外端的支座 7 推回,直到顶靠在轮缸活塞 8 的端面为止。此时两轮缸的支座 7 便成为制动蹄的支点,而两制动蹄也均成为紧蹄。整个制动器的工作情况与单向增势平衡式制动器相同。

在倒车制动时,摩擦力矩方向改变,使两制动蹄绕车轮中心逆箭头方向转过一定角度,将可调支座 10 连同调整螺母 9 一起推回原位,于是两可调支座便成为制动蹄在倒车制动时的支点。这样,每个制动蹄的支承点和张开力作用点的位置都与前进制动时相反,而两蹄仍为紧蹄,其制动效能同前进制动时完全一样,故称这种制动器为双向增势蹄式制动器。

这种双向增势平衡式制动器间隙可以用调整螺母 9 来调整。拨动调整螺母 9 头部的齿槽,使螺母 9 转动,带螺杆的可调支座 10 便可向内或向外作轴向伸缩。间隙调整后,将锁片 14 插入调整螺母 9 的齿槽中,使螺母 9 的位置不能变动。

这种制动器的两个轮缸是由两套独立的液压管路供油。在任何一个轮缸因管路发生故障而失效时,另一轮缸仍能工作,当然,此时制动器由平衡式转变为非平衡式,制动效能也有所降低。

### (3) 自动增力式制动器

北京 BJ130 型汽车的前、后车轮制动器都属于自动增力式。图 1-5(a)所示是其前轮制动器的构造。双活塞的制动轮缸 8 的结构与一般非平衡式制动器的相同。两制动蹄 5 和 10 的上端两侧均铆有夹板 7,并用弹簧 6 和 9 将两蹄拉靠到支承销 2 上;两蹄的下端则由拉紧弹簧 12 拉靠在可调顶杆总成两端切槽的底平面。可调顶杆总成本身是浮动的,与制动底板无直接的支承连接关系。

汽车在前进中制动时,两制动蹄在轮缸活塞的推动下张开并压紧到制动鼓 1 上。此时两蹄上端的夹板 7 都离开支承销 2。按图