



汽车**制动系统** 维修实例



肖永清 张祖尧 刘波 编著



汽车制动系统维修实例

肖永清 张祖尧 刘 波 编著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车制动系统维修实例 / 肖永清, 张祖尧, 刘波编著.
北京: 人民邮电出版社, 2008.7
ISBN 978-7-115-17780-3

I. 汽… II. ①肖…②张…③刘… III. 汽车—制动装置—车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 030941 号

内 容 提 要

本书共分五章, 全面系统地介绍了典型国产汽车制动系统的行车制动装置、行车制动器的驱动机构、防抱死制动系统和驻车系统等的维修要点, 其中包括汽车制动装置的结构特点、工作原理、使用要点和常见故障的诊断、检测。本书通过大量实例, 对汽车制动系统的故障检修方法和安装调试技术进行了系统归纳和概括, 便于读者掌握。

本书图文并茂, 内容翔实, 由浅入深, 文字通俗易懂, 具有较强的针对性和实用性, 可供从事汽车驾驶、维修的人员和相关技术管理人员阅读, 也适合大、中专汽车专业师生学习参考。

汽车制动系统维修实例

- ◆ 编 著 肖永清 张祖尧 刘 波
责任编辑 毕 颖 于晓川
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20
字数: 487 千字
印数: 1—3 000 册
- 2008 年 7 月第 1 版
2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17780-3/U

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

汽车的行驶与动力性能有关，转弯与操纵性能有关，停车与制动性能有关。汽车这3个基本性能中，制动性能是最重要的。汽车自诞生之日起，其制动性能的好坏就是汽车设计与使用人员最为关注的，也是最优先考虑的。如果汽车的制动性能不好，当遇到紧急情况时，该停车时车却停不下来，很可能导致严重的交通事故。

近些年来，随着我国汽车制造业和交通运输事业的飞速发展，汽车的社会保有量与日俱增。随着汽车科技的不断发展，特别是电子技术在汽车上的广泛应用，汽车结构发生了根本性变化，汽车故障也向多样化、复杂化发展。现代的科学技术使汽车的行驶速度越来越快，因此对汽车制动性能的要求也越来越高。如今更多的高新技术应用于汽车制动系统本身，或者作为汽车制动装置的辅助系统出现，目的就是为了提高汽车在紧急情况下的制动效能，最大限度地避免事故的发生。这对于保证汽车行驶安全，减轻驾驶员劳动强度，提高运输效率，延长汽车使用寿命等，均有着十分重要的作用。汽车驾驶与维修人员需要全面系统地了解 and 掌握现代汽车制动系统结构、原理、维修技术知识，为了满足读者的需要，我们特编写了本书。

参加本书编写和提供帮助的还有李兴普、严伯昌、钟华、杨忠敏、刘道春、燕来荣、肖霞、朱则刚、陆坚、何刚等。本书在编写过程中还参考了大量文献资料，借鉴了部分数据和图表，在此向原书作者表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者赐教。

作 者

目 录

第一章 汽车制动系统	1
第一节 汽车制动系统的作用、结构与原理	1
一、制动系统的作用、组成及制动器类型	1
二、制动系统的结构与原理	2
第二节 汽车制动系统的使用维护与检修	12
一、制动系统的使用	12
二、汽车制动系统的维护和检修	24
三、典型汽车制动装置的维护实例	38
四、汽车制动系统的技术检验与维修	41
第三节 汽车制动系统的故障诊断检排	45
一、汽车制动时常见的异常现象分析	45
二、行车制动系统的常见故障检排	49
第二章 汽车行车制动装置	66
第一节 汽车行车制动装置的功用、结构与原理	66
一、行车制动的制动器类型和功用	66
二、典型车型的制动器	79
第二节 汽车行车制动装置的使用维护与检修	90
一、汽车行车制动装置的使用维护	90
二、行车制动系统的拆装、更换	94
三、车轮制动器的检修调整	103
四、盘式车轮制动器的检修	106
五、制动间隙的调整	108
六、典型车型制动器的检修	111
第三节 汽车行车制动装置的故障检排	120
一、行车制动装置的常见故障检排	120
二、行车制动系统的疑难故障诊断实例	122
三、微型汽车制动系统的疑难故障诊断实例	123
第三章 汽车行车制动器的驱动机构	129
第一节 制动器驱动机构的功用、结构与原理	129

一、制动驱动机构功用、结构	129
二、典型车型行车制动系统的驱动机构	144
第二节 制动器驱动机构的使用维护与检修	150
一、气压制动器驱动机构主要元件的使用维护与检修	150
二、制动踏板的检修调整	158
三、五十铃汽车行车制动驱动机构的拆检与调整实例	160
四、液压行车制动系统驱动机构的检修调整	163
五、部分汽车制动系统驱动机构的拆解和装配	167
六、部分车型液压制动系统驱动机构的检排实例	170
第三节 制动系统驱动机构的故障检排	178
一、气压行车制动系统驱动机构及主要元件的常见故障分析	178
二、气压行车制动系统驱动机构常见故障诊断	188
三、液压行车制动系统驱动机构常见故障检排	196
四、汽车气压制动系统驱动机构的疑难故障诊断实例	202
五、液压制动系统驱动机构的疑难故障诊断实例	207
第四章 汽车防抱死制动系统	217
第一节 防抱死制动系统的功用、结构与原理	217
一、防抱死制动系统的基本概念与功用	217
二、ABS 的类别与结构特点	220
三、汽车制动防抱死及控制系统的工作原理	222
四、典型轿车的 ABS	228
第二节 防抱死制动系统的使用维护与检修	242
一、汽车 ABS 的使用和维护	242
二、汽车 ABS 的拆装	250
三、汽车 ABS 检修	255
第三节 防抱死制动系统的故障检排	259
一、汽车 ABS 常见故障检排	259
二、典型车型 ABS 的常见故障检排	267
三、汽车 ABS 的疑难故障诊断实例	273
第五章 汽车驻车系统	281
第一节 汽车驻车系统的功用、结构与原理	281
一、驻车制动系统作用、组成及类型	281
二、驻车制动系统及其驱动机构的结构	282
三、典型汽车驻车制动系统	284
第二节 汽车驻车系统的使用维护与检修	287
一、汽车驻车系统的使用	287
二、汽车驻车系统的维护	290

三、驻车制动系统检修调整	291
四、典型车型驻车制动器的检修调整实例	293
第三节 汽车驻车系统的故障检排	305
一、驻车制动器常见故障检排	305
二、部分车型驻车制动常见故障的检排	307
三、典型车型驻车制动系统的疑难故障诊断实例	308
参考文献	311

第一章 汽车制动系统

第一节 汽车制动系统的作用、结构与原理

一、制动系统的作用、组成及制动器类型

1. 制动系统的作用

汽车在行驶过程中,减小节气门开度,可使汽车减速;将离合器脱开,使变速器处在空挡位置,可使汽车由于没有动力传递而减速;以发动机来制动,可使汽车较快地减速、停车。但是,由于汽车在停车前滑行距离太长,上述种种的减速、停车的办法,不能满足使用需要。特别在汽车下长坡行驶时,由于重力的作用,汽车不但停不下来,甚至会不断加速。因此,汽车上必须设置有效的制动系统,在必要时以强制汽车减速,乃至停车。此外,制动系统还必须保证汽车能实现驻地停车,不致自行滑行。因此,汽车制动系统应该具备行车制动和驻车制动两套制动装置。

汽车的安全运行是汽车使用中最重要的问题,汽车在行驶中必须根据道路条件和交通情况减速或停车。停车后,驾驶员要离开汽车时必须保证汽车不溜车,尤其在坡道上停车更为重要,汽车的这些性能都是由汽车制动系统来完成的。

2. 制动系统的基本组成和分类

(1) 制动系统的基本组成

制动系统由供能装置、控制机构、传动机构、制动器和制动力的调节机构 5 部分组成。汽车液压制动系统的基本结构示意图如图 1-1 所示。通常较为完善的制动系统还有制动力调节装置、报警装置及压力保护装置等。

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) 制动操纵控制机构包括产生制动动作和控制制动效果的各种部件,如操纵手柄和制动踏板机构等。

3) 制动传动机构可将操纵力(制动能量)传输到制动器的各个部件,这些部件是制动器的组成元件,如制动总泵和分泵等。

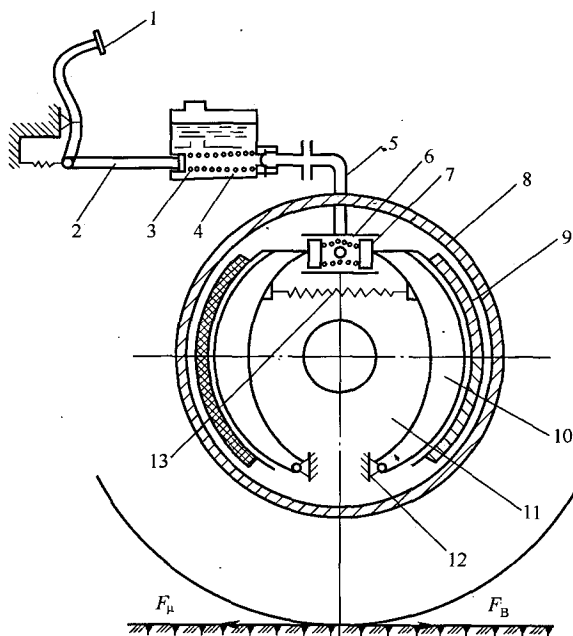
4) 制动器是指产生阻碍车辆运动或运动趋势的力(制动力)的部件,其中也包括辅助制动系统中的缓速装置。

5) 制动力的调节机构用来调节前后车轮制动力的分配和防抱死功能。

(2) 制动系统的分类

1) 按制动系统的作用分类。制动系统按作用不同可分为行车制动系统、驻车制动系统、应急制动系统及辅助制动系统等。用以使行驶中的汽车降低速度甚至停车的制动系统称为行

车制动系统；用以使已停驶的汽车驻留原地不动的制动系统称为驻车制动系统；在行车制动系统失效的情况下，保证汽车仍能实现减速或停车的制动系统称为应急制动系统；汽车在行车过程中，辅助行车制动系统降低车速或保持车速稳定，但不能将车辆紧急制停的制动系统称为辅助制动系统。上述各制动系统中，行车制动系统和驻车制动系统是每一辆汽车都必须具备的。



1. 制动踏板 2. 推杆 3. 总泵活塞 4. 制动总泵 5. 油管 6. 制动分泵 7. 分泵活塞 8. 制动鼓
9. 摩擦片 10. 制动蹄 11. 制动底板 12. 支撑销 13. 制动蹄回位弹簧

图 1-1 汽车液压制动系统的基本结构示意图

2) 按制动操纵能源分类。制动系统按制动操纵能源的不同，可分为人力制动系统、动力制动系统和伺服制动系统等。以驾驶员的肌体作为惟一制动能源的制动系统称为人力制动系统；完全靠由发动机的动力转化而成的气压或液压形式的势能进行制动的系统称为动力制动系统；兼用人力和发动机动力进行制动的制动系统称为伺服制动系统或助力制动系统。

3) 按制动能量的传输方式分类。制动系统按制动能量的传输方式的不同，可分为机械式、液压式、气压式、电磁式等。同时采用两种以上传能方式的制动系统称为组合式制动系统。

4) 按制动能量的传输回路分类。制动系统按制动能量传输回路的不同，可分为单回路和多回路制动系统。多回路制动系统中，全车的所有行车制动器的液压或气压管路分为两个或更多的互相独立的回路，其中一个回路失效后，仍可利用其他完好的回路起制动作用。

二、制动系统的结构与原理

1. 气压行车制动系统

(1) 气压行车制动系统主要组成及工作过程

气压行车制动系统属于动力制动系统，其制动力全部由空气压缩机提供。气压行车制动

系统主要由制动踏板机构、制动阀、空气压缩机、储气罐、管路和车轮制动器等组成。气压行车制动系统的车轮制动器与液压行车制动系统的车轮制动器结构大致相同。不同之处是：液压行车制动系统车轮制动器制动蹄，是在制动分泵活塞的推力作用下张开的，而气压行车制动系统车轮制动器制动蹄，是由制动气室推杆带动凸轮轴转动，靠凸轮块的作用而张开的。

1) 单回路气压制动系统。即所有各轮的制动气室都互相连通，其气压完全一致，如果制动回路或某一制动气室破损漏气，将导致整个制动系统失效。

单回路气压制动系统由空气压缩机、油水分离器、压力调节器、主储气筒、副储气筒、制动阀、制动气室、信号灯开关等组成。空气压缩机由发动机驱动，经由空气压缩机输出的压缩空气，首先通过油水分离器，将空气中所含的水分和油污去除，再分别压进主储气筒和副储气筒。在压力调节器的控制下，保持储气筒中的气压不超过 $667.1 \sim 686.7 \text{ kPa}$ 。当压力超过此值时，压缩空气在进入储气筒之前便通过压力调节器排入大气中。当汽车制动时，主储气筒中的压缩空气流经制动阀后分别通向前、后制动气室。不难看出，一旦一条回路损坏后，则前、后车轮制动全部失效。为此，现生产的车辆均采用双回路制动系统。试验证明，后者当一套管路出现故障时，另一套管路仍可起制动作用，从而提高了汽车制动时的灵敏性和稳定性。

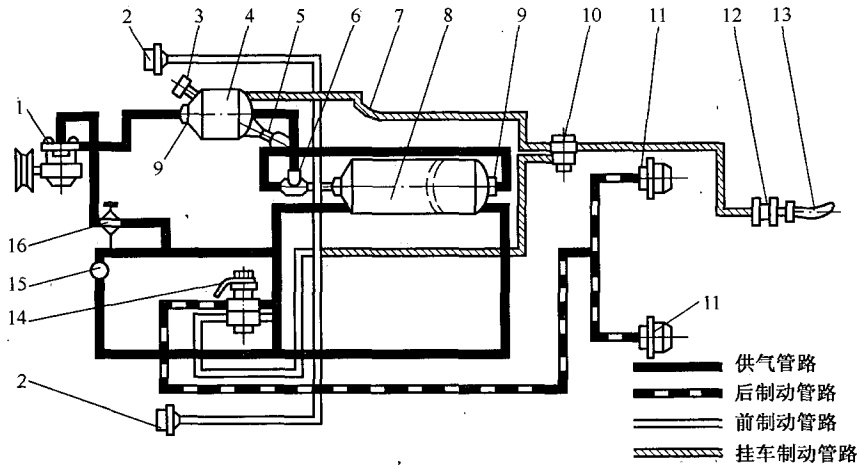
2) 双管路气压制动系统。我国目前使用的载重汽车，如东风 EQ1090、解放 CA1091、北京 BJ1040 汽车等，大多数装用了双回路气压制动系统。储气筒中的压缩空气是由发动机驱动的空气压缩机提供的，且空气压力由压力调节器控制。制动系统包括许多阀，其中有由制动踏板操作并提供制动气体的制动阀，保证制动响应的继动阀，起快速回位作用的快速释放阀，以及用于驻车的手制动阀等。

气压制动是动力制动系统发展较早的一种形式。气压制动的传力介质是空气。经发动机所驱动的空气压缩机将空气压缩，并将其储存在储气筒内，作为制动的动力源。由于空气取之不竭，所以不像液压制动系统那样一定要设回气管路。另外，气压制动系统的使用压力范围比较低，且无液压系统那样的气阻问题。但气压制动系统也有它的缺点。首先空气是可压缩的气体，所以管路里压力的建立和泄放都比液压制动系统来得慢，即作用的滞后时间较长，势必由此而增加制动距离。除此之外，空气中含有水分，无润滑性，易使系统中的零部件产生锈蚀。气压制动系统中，要装置诸如空气压缩机、储气筒、制动阀和制动气室等总成，这些总成不仅笨重而且结构也较复杂。与液压制动系统相比，空气压缩机工作时和解除制动的排气都有很大的噪声。

3) 行车制动系统的工作过程。CA1091 型汽车行车制动系统的工作过程如图 1-2 所示。经过发动机空气滤清器过滤的干净空气进入空气压缩机，空气压缩机所产生的压缩空气经单向阀先进入湿储气筒。储气筒装有安全阀和供外界使用压缩空气的放气阀。压缩空气经湿储气筒冷却进行油水分离，然后将清洁的压缩空气经单向阀分别送入主储气筒的前、后腔。主储气筒前腔与制动阀上腔相连，以控制后轮制动，同时通过三通管与双针气压表及压力调节器相连。主储气筒后腔与制动阀下腔相连，控制前轮制动，同时通过三通管与双针气压表相连。双针气压表的上指针指示主储气筒前腔气压，下指针指示主储气筒后腔气压。以上为供气管路，管路中常存有压缩空气。制动系统最大气压为 $784 \sim 833 \text{ kPa}$ 。

当踏下制动踏板时，控制管路拉杆带动制动阀拉臂动作，主储气筒前腔的压缩空气通过制动阀上腔进入后制动气室，推动后制动凸轮旋转，使后轮制动；同时，主储气筒后腔的压

压缩空气通过制动阀下腔进入前制动气室，推动前制动凸轮旋转，使前轮制动。



1. 空气压缩机 2. 前制动室 3. 放气阀 4. 湿储气筒 5. 安全阀 6. 三通管 7. 管接头 8. 储气筒 9. 单向阀
10. 挂车制动阀 11. 后制动室 12. 分离开关 13. 连接头 14. 制动阀 15. 气压表 16. 气压调节器

图 1-2 脚制动系双回路制动示意图

(2) 气顶液动力制动系统

气顶液动力制动系统是采用液压和气动两者优点复合而成的。以气压系统作为液压主缸的驱动力源，而以液压系统作为制动管路的动力源。由于气压管路短，故作用滞后时间短，制动执行元件小而轻，可将其装在制动器内，使非悬挂质量减少。

1) 主气路。主气路上设有外接气源接头，以便在汽车开始工作时，由外边引进压缩空气，供汽车使用。主气路还担负发动机启动并使液压油箱经常维持 0.17MPa 正压力的作用，减少外部灰尘侵入液压油内。

2) 控制气路。控制气路的主要任务是改善发动机性能，控制电力减速制动装置，操纵汽车的加速和制动的相互联锁工作等。控制气路本身并不复杂，但与电路有密切联系，既有电控制气的元件，也有气控制电的元件。

控制气路由加速气路和电力减速制动气路所组成的，其主要元件有加速阀、制动阀、加速 (ASR) 先导阀、制动 (BSR) 先导阀、节气门电磁阀 (常开)、高怠速电磁阀、节气门控制汽缸、变阻器及控制汽缸、换向器及其电磁阀、电力减速制动阀等。

3) 制动气路。制动气路的主要任务是担负行车制动、安全制动、应急制动、驻车制动、制动锁止、制动和加速的联锁以及滑溜路面轴荷的调整等。这里仅围绕行车制动的问题加以叙述。

行车制动气路，从主气路来的压缩空气首先要通过控制主气路压力的自动继动阀，该阀控制气压，当气压超过 0.517MPa 后，自动继动阀开启，让压缩空气通过。然后压缩空气分成四路，其中一路通过单向阀向应急储气筒内充气。其余三路经各自的应急继动阀往前、后储气筒内充气，若储气筒内气压未达到 0.414MPa ，应急制动阀尚还要使压缩空气同时进入气顶液加力器，进行安全制动。若气压超过 0.414MPa ，安全制动则自动解除。当踏下制动踏板时，电力减速制动阀先起作用，随后行车制动阀也开始起作用。供气气路的压缩空气经过梭阀分三路进入前、后应急继动阀，从而前、后储气筒内的压缩空气进入气顶液加力器进行

行车制动。所得制动力的大小取决于进入气顶液加力器的气压大小，而此气压的大小与进入应急制动阀的气压成正比，也就是决定于由驾驶员踏制动踏板力的大小对行车制动阀的控制程度。

滑溜路面电磁阀用来调整当汽车在冰雪路或滑溜路面上行驶时，进入前轮气顶液制动加力器的气压。该阀是常开的，即滑溜路面开关的手柄处于“干”字的位置时，电磁阀不通电，阀是开的，这时行车制动阀所控制的压缩空气除进入前应急继动阀外，还有一部分直接进入限制快速释放阀里。当车辆在滑溜路面上行驶时，将手柄位于“滑”字处，这时电磁阀通电，阀关闭，由行车制动阀来的压缩空气不能进入限制快速释放阀中，从而使气顶液加力器中气压比干路面高一倍，即在滑溜路面上制动力要减少一半。这样可防止车辆因前轮抱死而失去方向，防止事故的发生。

(3) 液控双管路气压制动系统

双管路也称制动回路或双回路。轻型汽车大都采用液压制动，液压制动系统就要使用管路。双回路制动系统就是指系统内有两个分别独立的液压制动管路系统，起保险的作用。一般前轮驱动轿车多采用交叉对角线形式，制动主缸的前腔与右前轮、左后轮的制动管路相通，后腔与左前轮、右后轮的制动管路相通，形成一个交叉的“X”形对角线，其好处是当有一个制动系统发生故障时，另一个系统依然能进行最低限度的制动，且不易发生汽车跑偏现象。而后轮驱动的轿车因负荷较大，多采用前后轮分别独立的制动形式，即有两套制动总泵，一套控制前轮制动，另一套控制后轮制动。

液压控制的双回路气压制动系统中，由空气压缩机排出的压缩空气，经由气压调节器、自动防冻泵和四回路保护阀进入储气筒。当踏下制动踏板时，由液压主缸控制制动阀。压缩空气进入前桥制动气室。同时另一条管路的压缩空气流至继动阀，让储气筒中的压缩空气直接进入中、后桥的制动气室。这时挂车控制阀也将压缩空气经自动软管接头送往挂车的制动气室。

(4) 伺服制动的驱动机构

前述的动力制动驱动机构的各种形式有一共同特点，即一旦动力系统失效，汽车的制动作用就全部消失。伺服制动的力来自人力和发动机动力，所以在正常情况下（即动力系统未失效时），制动所需的力主要来源于动力伺服系统。当该系统因故失效时，靠人力还能驱动液压系统而获得一定的制动力，来保证行车安全。

(5) 东风车型制动系统结构

东风系列汽车制动系统结构如下。

1) 东风系列汽车的双回路制动系统结构。东风汽车双回路制动系统由空气压缩机、湿储气筒、主储气筒，双腔并列膜片式制动阀、膜片式快放阀、前轮制动气室及双针气压表等组成。

空气压缩机产生的压缩空气通过单向阀先进入湿储气筒进行第一次油水分离，然后再通过单向阀分别向主储气筒充气，在储气筒内再自动地进行一次油水分离。前、后储气筒由管路分别与双腔并列膜片式制动阀的前腔、后腔接通，保持各自的独立性，制动阀的前腔控制后轮制动器，后腔控制前轮制动器。连接在气压回路中的用气附件，如喇叭、刮水器、车门开关、取气阀（供轮胎充气用）等均与湿储气筒的出气管路相串联，以保证制动用气系统不受附件用气和漏气的影响。为了缩短解除制动过程的时间，在双腔并列膜片式制动阀的前腔

至后轮制动气室之间的通气回路中装有膜片式快放阀, 保证后轮制动器迅速彻底地松放。

2) 东风 EQ1141G 型汽车制动系统结构特点。东风 EQ1141G 型汽车制动系统主要由气源、主车制动、挂车制动、辅助制动(排气制动)、信号指示、制动器和弹簧制动气室等部分组成。气源部分由空气压缩机、调压阀(卸载阀)、储气筒、四回路保护阀及其他有关附件组成。发动机运转时, 空气压缩机随之运转, 压缩空气便经出气阀向储气筒输入压缩空气。

调压阀的作用主要用于调节气压制动系统内的工作压力, 防止气路过载, 去除水、油等污杂物, 并能向轮胎充气。当储气筒内压缩空气的压力高于 $810\text{kPa} \pm 10\text{kPa}$ 时, 调压阀的排气阀门打开, 停止向储气筒供气。当储气筒内压缩空气的压力降到 $710\text{kPa} \sim 750\text{kPa}$ 时排气阀门关闭, 恢复供气。该阀上还有安全阀, 安全压力为 $1200\text{kPa} + 200\text{kPa}$ 。此外, 该阀还有取气接头和单向阀, 取气接头用于轮胎充气。储气筒系统设有 4 个容积各为 20L 的储气筒, 其中两个为湿储气筒, 另外两个分别为前、后回路储气筒。挂车和手控阀直接从四回路保护阀取气。四回路保护阀用来保证储气筒间的隔离, 它安装在湿储气筒之后。在汽车行驶过程中, 该阀所接的任一回路损坏漏气时, 其他回路中的压力首先下降到最低安全压力 (670kPa), 然后未失效回路中的压力回升到安全压力之上。制动系统的驾驶室制动管路, 主要由手控制动阀和空气管路总成等组成。

制动阀在双回路主制动系统的制动过程和释放过程中, 实现灵敏的随动控制。制动时, 由储气筒来的压缩空气分别经排气门从排气阀排向大气。当第一回路失效时, 第二回路正常工作。当第二回路失效时, 第一回路正常工作。

手控制动阀用于操纵具有弹簧制动的牵引车和挂车的紧急制动及停车制动, 并用来仅在牵引车停车制动的作用下检查汽车的停坡能力。该阀的控制手柄在行车位置与停车位置之间, 能自动回到行车位置, 处于停车位置时能够锁止。

车架制动管路采用了双回路控制, 并由双腔串联制动阀来完成。此外, 驾驶室为可翻转式, 使得管路中不可避免地出现一些影响放气时间的环节。为了改善回路系统的充放气特性, 特在前回路中设置了快放阀, 后回路中采用了带有继动阀的感载阀。感载阀固定在车架上, 与设置在车桥上的固定点用钢丝绳连接, 该阀可随汽车轴荷的变化自动调节分室气压, 以保证制动强度与轴荷相适应, 从而达到汽车在各种载荷的减速度下的制动稳定性。此外, 该阀还具有继动阀的功能, 可对制动分室进行快速的充、排气。

2. 汽车液压制动系统

(1) 液压制动系统的组成

目前广泛使用的液压制动系统大致由以下几部分组成。

1) 制动主缸。制动主缸安装在发动机室的隔板上, 是一个由驾驶员通过踏板操作的油泵。当踏板被踩下时, 主缸迫使有压力的制动液通过液压管路到 4 个车轮的制动器。主缸的作用是将驾驶员踩在制动踏板上的压力传递到 4 个车轮的制动器以使汽车停车。力的转变过程是由机械力变为液压力再转变成机械力, 即利用液体不可压缩原理和液压原理完成的。

2) 助力器。助力器安装在踏板和制动主缸之间, 它是一种为了减轻驾驶员用于制动的力的装置。其形式有两种: 一种是利用进气歧管真空作用在膜片上的真空助力器, 另一种是利用油泵产生的力控制与主缸相连的液压助力器。

3) 液压管路。液压管路由钢管和软管组成, 用来在主缸和每个车轮制动器之间传送有压力的制动液。汽车上绝大部分制动管路都使用钢管, 必须用软管的地方除外。如底盘和前轮之

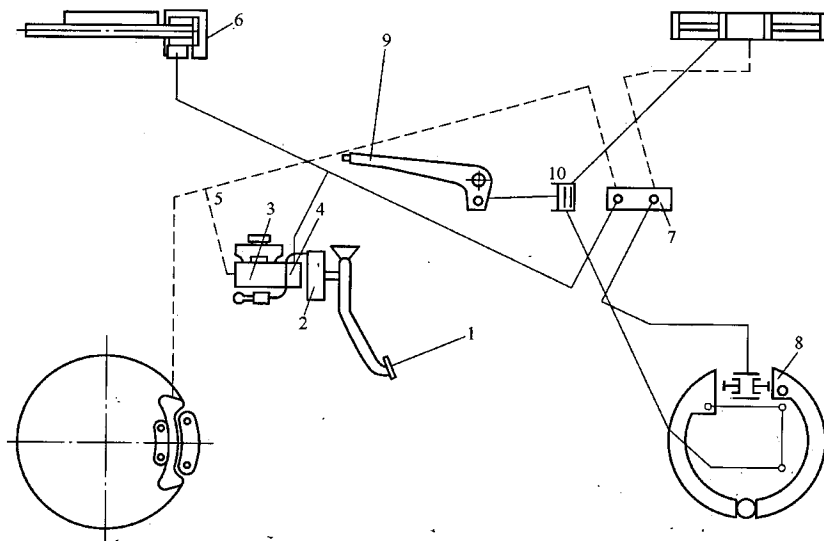
间与底盘和后轮之间，必须用柔性的软管。用在制动系统内的液压管路是涂有防锈涂层的双壁焊接钢管。双壁的意思是管子由两根组成，一根在另一根的里面。钢管的接缝是焊接的。

4) 阀。制动系统内的阀包括计量阀、感载比例阀和组合阀等。其中计量阀是使在后轮鼓式制动器制动开始时，前轮盘式制动器才工作。计量阀由液压控制，是常闭的，位于通向制动器的管路内。

5) 制动器。制动器有两种形式，即盘式制动器和鼓式制动器。前面提到，制动过程是把汽车行驶的动能通过制动器吸收转化为热能，而高温会使制动器出现热衰退现象，因此，制动器的散热能力至关重要。

(2) 液压传动对角线双回路制动系统

奥迪轿车采用液压传动对角线双回路制动系统，如图 1-3 所示。制动主缸的前腔与通右前轮、左后轮的制动回路相通。制动主缸的后腔与通左前轮、右后轮的制动回路相通。两个制动回路呈交叉形对角线布置。



1. 制动踏板 2. 真空助力器 3. 主缸 4. 通右前轮和左后轮的制动回路 5. 通左前轮和右后轮的制动回路
6. 前轮盘式制动器 7. 感载比例阀 8. 后轮鼓式制动器 9. 手制动操纵杆 10. 手制动操纵缆绳

图 1-3 奥迪 100 轿车制动传动系统

车辆制动时，驾驶员踩下制动踏板，踏板力经真空助力器放大后，作用在制动主缸的活塞上，使活塞移动。制动液加压后，分别被输送到两个制动回路，再进入各车轮制动器的轮缸。轮缸活塞在具有一定压力的制动液作用下移动，推动制动蹄使车轮制动。解除制动时，驾驶员松开制动踏板，各车轮制动器里的制动蹄（块）在回位弹簧作用下，回复到制动前的位置。轮缸中的活塞也回移，使里边的制动液回流到制动管路中去。

这种液压传动对角线双回路制动系统，能保证在任一个回路出现故障时，其制动效率仍能得到总制动效率的 50%。而普通双回路液压制动传动系统，当一个回路失效时，制动效率只能达到总制动效率的 30% 左右。此外，这种制动系统结构简单，而且车辆直行时紧急制动的稳定性好。缺点是不能保证制动时汽车两边制动力相等，对汽车稳定性有不良影响。但若

采用主销偏移距为负值的前悬架,也就是让主销轴线延长线与路面交点至车轮中心,就可以改善制动的稳定性。

要施行驻车制动,只要用手向后拉驻车制动操纵杆使其到位为止,并通过自锁机构锁住。在这过程中,由驻车制动操纵杆带动驻车制动操纵缆绳,缆绳牵动制动软轴,再由软轴带动制动器里的拉杆,使两个后轮制动器中的两个制动蹄向外张开,胀住制动鼓而产生制动作用。解除制动时,先用手指压下驻车制动操纵杆头部按钮来解除锁止作用,然后向前推动驻车制动操纵杆直到不能移动为止。制动踏板机构和驻车制动操纵杆在施行制动时与电气开关相接触,指示灯亮,进行制动显示。

(3) 全液压动力制动系统

全液压制动系统油泵将储液罐中的制动液吸入并加压,然后经分隔阀将制动液压入前、后制动管路的蓄压器。分隔阀中有两个单向阀使两蓄压器相互隔绝。两蓄压器呈球形,其中由橡胶膜片分成油腔和气腔两部分。油腔与分隔阀连通,气腔为充有氮气的空间。高压油液进入油腔后,迫使膜片变形而压缩氮气,使其压力升高,存储势能。当蓄压器中油液达一定值时,油泵中的卸荷阀开启,使油泵停止泵油而空转。当踏下制动踏板时,制动阀中的排油阀关闭,进油阀开启,这时蓄压器中的高压油液经制动阀分别流进前、后制动轮缸。由于制动阀的随动作用,轮缸液压升到某一定值时,进油阀便关闭。松开制动踏板,制动阀中的排油阀开启,轮缸中的液压油便通过排油阀和低压管路流回储液罐和油泵的进油口,解除制动。油泵还可向其他液压装置(如液压动力转向、液压防抱死装置等)提供液压,储油罐上设有滤清器和液面高度警报指示灯开关。

(4) 液压行车制动系统的加力装置

液压行车制动系统属非动力制动系统,其制动力源是驾驶员施加于制动踏板上的力,这远远满足不了汽车高速化和大型化发展的需要。为了满足这一要求,必须在原来的制动系统中安装一套加力装置,以此来提高车辆的制动性能。一般将这种在非动力制动系统中加装加力装置的制动系称为伺服制动系统。伺服制动系统的制动力源主要来自加力装置。加力装置失效时,制动的动力源则主要是驾驶员施加于制动踏板上的脚踏力。

加力装置按其动力源分为真空式和气压式。真空加力装置是利用发动机进气歧管节气门处的真空度来进行加力的;气压加力装置是利用空气压缩机提供的压缩空气进行加力的。相比之下,气压加力远比真空加力效果好得多,但其系统部件多,结构复杂,通常多用于大、中型载货汽车和少数高级小轿车。而真空加力装置结构简单,一般多用于中、小型汽车,个别情况也用于中、高级轿车。按安装位置和驱动方式分,加力装置可分为增压式和助力式。当加力装置安装在总泵和分泵之间时,称为增压器;当加力装置安装在制动踏板和总泵之间时,称为助力器。

(5) 典型汽车液压行车制动系统结构特点

典型汽车液压行车制动系统结构特点如下。

1). 桑塔纳 2000 型轿车制动系统的布置。桑塔纳 2000 型轿车的制动系统在原有桑塔纳轿车制动系统的基础上,进行了优化设计和改进。优化了制动系统的布置,使制动力在前后轴分配更合理;采用了比桑塔纳轿车更大直径的钳盘式前制动器和自调式的鼓式后制动器;增大了制动总泵和分泵的直径;采用了带串联式制动总泵的真空原理式的制动助力器。这些改进使桑塔纳 2000 型轿车的制动效率提高,制动距离缩短,而且仍能保证车辆具有良好的制

动方向稳定性。

桑塔纳 2000 型轿车制动系统的布置采用“X”形,即双回路对角线布置,其特点是每套管路连接一个前轮和对角线上的一个后轮。系统中两个回路中任一回路失效,剩余制动力仍能保持正常总制动力的 50%,即使正常工作回路一边的制动器抱死拖滑,失效回路一边未被制动的车轮仍能传递侧向力。桑塔纳 2000 型轿车前悬架主销为负偏移距式,转向节轴线与路面的交点位于轮中心平面的外侧,能自动产生偏心力矩。当一回路失效,即单管制动时,对角线上前后轮制动力不等,形成绕车辆重心轴回转的力矩。该力矩与前面提到的偏心力矩方向相反,相互抵消,保证了单管制动时的方向稳定性。

2) EQ1061T 系列载货汽车液压行车制动系统。由于该系列车型最高设计车速可达 110km/h,因此对整车制动性能及系统的工作可靠性提出了更高要求。该制动系统的主要特点是:装有 $\phi 320\text{mm}$ 的前、后液压制动器和 10.5 英寸双膜片真空助力器;为了便于驾驶室翻转,行车制动传动采用软轴结构;驻车制动器采用拉丝软轴远距离操纵;排气制动装置采用真空操纵式,保证车辆在山区行驶时制动安全;管路选用美观且耐老化性能更佳的高压尼龙编织管;真空回路采用尼龙管,回路中串接有单向阀。

真空系统由真空泵、真空管路及真空报警器等组成。串联在尼龙真空管中的单向阀,可保证在真空泵接头处的单向阀失效时,仍能维护真空筒内的真空度。其所配制的真空泵在发动机转速为 1800r/min 时,150s 内使 20L 真空筒内真空度达到 86kPa 以上。真空筒后端连有报警器,当筒内真空度降至 56kPa 时,仪表板上有灯光信号显示,提醒驾驶员注意行车制动的安全性。

当驾驶员踩动制动踏板时,踏板支臂通过制动钢丝绳总成带动车架上的摇臂转动,操纵真空助力器的顶杆。该操纵系统由于中间传动部分采用软轴结构,因此驾驶室翻转时不会引起各部件间的干涉。另外由于操纵系统无运动件通过驾驶室底板,相应增强了驾驶室的密封性。

液压制动及管路系统由真空助力器、制动总泵、液压制动钢管及尼龙软管等零部件组成。真空助力器直径为 10.5 英寸,为双膜片结构。液压系统为双回路式,制动总泵的前、后两腔分别控制前轮及后轮的制动器。采用高压尼龙编织管作为制动软管使用,其膨胀量比普通橡胶液压软管小得多,而且耐腐蚀、耐老化性能优越。

车轮制动器结构形式。前轮制动器为单向双领蹄式,其优点是相同鼓径时输出扭矩较大,两制动蹄的摩擦片磨损均匀,制动效果良好。车轮制动器采用铸造底板,以增强其刚度。制动蹄采用冲压、焊接结构,质量较小。由于制动器的制动蹄为全浮式,因此整个制动器零部件数量较少,结构简单可靠。液压制动系统中,为了减轻踏制动踏板的力,常采用真空助力制动装置。它的制动能源是人和发动机动力并用。正常情况下其输出压力主要由真空助力器产生。真空助力器失效时,可以靠人力驱动液压系统产生一定的制动力。由于这种装置结构简单可靠,因而在轿车及轻型车上得到了广泛的应用。EQ1064T 系列汽车的制动系统中就采用了真空助力器,其结构的最大特点是内部采用了双膜片,较之国内常见的单膜片真空助力器,在径向直径相同的情况下,其助力效果提高了 1 倍。

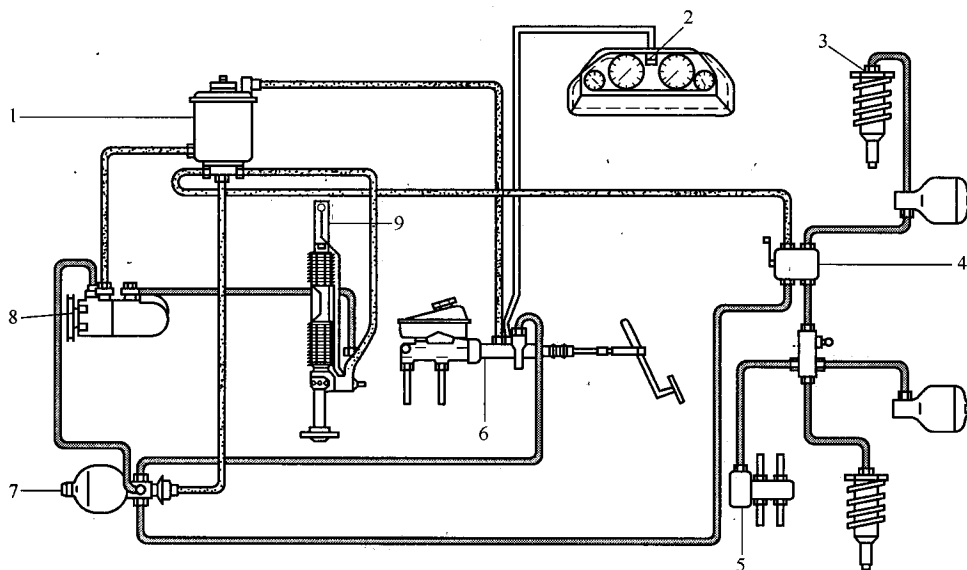
3. 组合式液压系统

(1) 组合式液压系统的组成及工作过程

奥迪轿车凡是选装动力转向、液压助力制动装置的,都装有组合式液压系统。液压制动

助力装置、动力转向系统和自动平衡系统均由组合式液压系统供给油压。在该系统较小元件中,大约工作压力为 14MPa,因此,大大减轻了元件的自重。

组合式液压系统的组成如图 1-4 所示。储液罐储有液压油(AOE),液压油由组合液压油泵吸出,加压后,一路送往动力转向系统,一路经压力调节器调压后,送往液压助力系统和调节阀及自动平衡系统。当转向、制动过程结束时,液压油又从相应的管路返回储液罐。工作过程中,当组合液压系统压力降低低于 12MPa 时,安装在驾驶室里的警告灯亮,这时应进行检查,维修液压系统。组合式液压系统最明显的特点是工作油压较高,内部的压力损失很低。



1. 油罐 2. 警告灯 3. 自动平衡系统 4. 调节阀 5. 制动压力调节器
6. 制动助力系统 7. 压力调节器 8. 油泵 9. 动力转向系统

图 1-4 组合式液压系统

(2) 组合式液压系统的主要组成元件

组合式液压系统的主要组成元件如下。

1) 油泵。如图 1-5 所示为奥迪轿车的油泵。它有两个回路。其中一个回路由两个泵元件组成,它供给制动助力装置和自动平衡系统油压,其压力的调节由蓄能器完成。另一个回路由 6 个泵元件组成,它向动力转向装置供油,其压力和流量由泵匣控制。当发动机怠速运转时,供油保持稳定,只需要供给实际的流量。当输入通道打开时,两个回路的流量由周期确定:高速时,入口通道打开得频繁些,但是周期短;低速时,入口通道打开的次数少些,而周期却长。

2) 带压力调节器的蓄能器。奥迪轿车压力调节器的左侧部分为蓄能器,分为两个腔,左腔充有氮气,压力保持在 9MPa 左右。当从油泵来的油,其压力达到一定值时,压开单向阀,充入到蓄能器的右腔,使左腔的气体体积被压缩,压力升高。当其压力达到大约 14.4MPa 时,压力调节阀打开供油管路,向自动平衡装置供油。当油压达到 15MPa 时,溢流阀被打开,剩余的油经溢流口返回油池。当液压泵供给能量下降时,蓄能器将使组合式液压系统的能量减少到最小值。当发动机不工作时,压缩气体中存储的能量足可以保证制动的可靠性。