

LS6.1

制动踏板自由行程过大

► 教学准备

目 教学情境准备

教师活动：

教师提前提供给所有学生 6.1.0.1 客户任务工单。提前在车上设置“制动踏板自由行程过大导致制动不足”的真实故障。课前提供 6.1.0.2 接车剧本给事先安排好的两个学生，一个扮演客户，另一个扮演维修接待人员（Service Advisor，简称 SA），以便上课时两个学生能在实车上把客户任务真实再现。

学生活动：

所有学生在课前熟悉 6.1.0.1 客户任务工单，提前了解客户委托任务。

两个角色扮演的学生要熟悉练习 6.1.0.2 接车剧本。（课前）

📎 6.1.0.1 客户任务工单

6.1.0.1 客户任务工单

车主姓名		日期	
车型		车牌号	
发动机号		底盘号	
联系电话			
通信地址			
故障现象描述： 车主反映，汽车在行车制动时，感觉制动踏板自由行程太大，制动费力。			
检查维修建议：			
故障结论：（更换或维修的零件记录）			
取车付款： 现金 银行卡		维修人： 收款人：	



6.1.0.2 接车剧本

6.1.0.2 接车剧本

学习情境描述：

一辆大众速腾轿车，行驶总里程6万 km，客户感觉制动踏板自由行程过大，制动费力。

前台：您好！有什么需要我帮助的？

客户：您好！是这样的：我的车在行车制动时比较费力，可能是制动踏板自由行程过大。您能帮我看看吗？

前台：好的！您给我车钥匙，我给您试一下车，先检查一下。

（上车，着车，行驶一段时间开始体会客户的诉求，发现汽车在行车制动时比较费力。询问客户）

前台：您的车在行车制动时制动费力。这个毛病以前出现过吗？最近您修理过什么部件吗？

客户：不瞒您说，我的车车况特别好，在这之前什么毛病也没有，这是第一次有故障，只做过正常的维护保养。

前台：那您的车车况是真不错，您使用得很好。我刚才初步诊断了一下：您的车确实是在行车制动时比较费力。估计是制动系统有故障了，可能是制动器磨损严重，也可能是制动压力不足，当然也有可能是其他原因。具体原因需要后台检测后才能确认。

客户：好的！那您尽快维修吧，我还着急用车呢。

前台：那您想什么时间取车？

客户：今天下午4点可以吗？

前台：好的！请您在客户区休息等待，如有需要，我会及时和您联系。



教学目标准备

教师活动：

教师用一页 PPT 简介本情境的教学目标：素养点、知识点、技能点。

学生活动：

学生思路清楚明确目标，在头脑中形成个人学习规划。（课前）

素养点：

- ① 能够具有自我主动性。
- ② 能够定期创建学习日记或学习计划。
- ③ 能够认识和区分不同的工作原理。
- ④ 能够以饱满的热情积极投入工作。
- ⑤ 能够个人独立工作。



⑥ 能够小组合作，站在他人角度思考问题。

知识点：

- ① 液压制动系统的结构组成。
- ② 液压制动系统的工作原理。
- ③ 制动主缸的结构原理。
- ④ 制动轮缸的结构原理。
- ⑤ 计算液压传动比、制动力和制动压力。

技能点：

- ① 液压制动系统直观认知。
- ② 液压制动系统高压、低压检测。
- ③ 液压制动系统故障查询。
- ④ 使用制造商资料和维修站信息。
- ⑤ 遵守事故预防条例。

资料设备清单

参与本项目的教师具体见 Moodle 系统，未参与本项目的教师可以根据实际情况自行制定。

6.1.1 任务接受

两人角色扮演

学生活动：

学生分组，两人一组。其中，事先安排好的两个学生为一组，一个扮演客户，另一个扮演 SA，在实车上把客户任务真实再现。(10min)

教师活动：

教师观察角色扮演的学生的表演过程，同时观察其他学生的表现：倾听的认真程度。

全员换位评价

学生活动：

学生认真观看角色扮演情境再现过程，理解客户委托，并与本组学生一起对 SA 角色扮演的学生换位思考进行口头评价：角色扮演时的优缺点，如果是自己怎么改进会更好。(10min)

教师活动：

教师指出角色扮演的优缺点，提出注意事项进行强调说明。

全员分组练习

教师活动：

教师要求所有学生借鉴两个示范学生的表现，进行任务接受练习。

**学生活动：**

学生按照教师的提示与强调，借鉴示范的两个学生的表现，分组在实车上进行任务接受的角色扮演练习。互换角色再练习一次。（10min）

提交任务接受阶段的评价表**教师活动：**

教师要求学生任务接受阶段自己扮演 SA 时的表现进行自我评价。

学生活动：

学生按照教师的要求对自己在扮演 SA 时的表现进行客观真实的自评。

6.1.1.1 任务接受评价表

参与本项目的教师具体见 Moodle 系统，未参与本项目的教师可以根据实际情况自行制定。

6.1.2 任务分析：制动踏板自由行程过大故障的解决**教学方法：餐垫法****独立查找原因****教师活动：**

教师提供 6.1.2.1 信息页（维修信息、文本资料）和餐垫图纸，指导学生独立查找制动踏板行程过大导致制动不足的原因，并书写在餐垫上周边对应位置。

学生活动：

学生分组，首先个人独立阅读教师提供的 6.1.2.1 信息页，在信息页上画出关于制动踏板行程过大导致制动不足的原因，形成个人的结论，工整地书写在餐垫上自己的对应位置。（30min）

6.1.2.1 信息页**6.1.2.1 信息页**

学校名称		任课教师	
班级		学生姓名	
学习领域	L6 底盘磨损组件检查维修		
学习情境	LS6.1：制动踏板自由行程过大	学习时间	1h

1. 制动踏板自由行程过大的原因

制动踏板自由行程过大会使制动作用迟缓，制动效能降低甚至丧失。造成这种现象的主要原因分析如下：

① 制动压力不足。制动系统中制动液储液罐内缺液（图 1）、制动主缸缺液、制动管路破裂、制动管路接头漏液、制动管路堵塞等。

② 制动系统内有空气。当空气溶解于制动液中时，会影响制动系统的效能。空气在制动液中的溶解度与压力和温度有关。当踩制动踏板时，系统内压力增大，再加上温度高，容



图1 制动液储液罐位置

易造成制动失灵。

- ③ 制动踏板自由行程过大，使制动主缸有效作用行程减小。
- ④ 制动盘（或鼓）与摩擦片（图2）间隙太大。

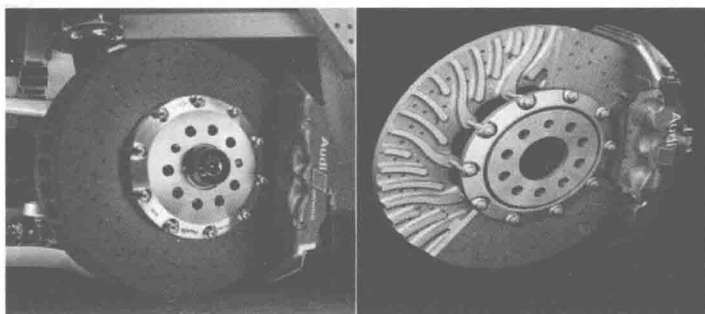


图2 制动盘与摩擦片

- ⑤ 摩擦片上沾有油污，使制动效果变差。使人感觉制动踏板虽然踩到底，但制动距离却比正常时长。
- ⑥ 制动轮缸漏液。
- ⑦ 制动主缸、轮缸活塞和缸管磨损或拉伤，皮碗老化损坏。

2. 制动踏板自由行程过大故障检修

① 连续间接踩下制动踏板，如踏板逐渐升高且有弹性感觉，但稍停一会儿再踩踏板时仍然很低，即为制动系统内有空气。这时应对制动系统进行排气。

② 踩一次制动踏板制动不灵，但连续踩几次踏板时制动效果很好，一般为制动踏板自由行程过大或制动间隙过大。这时应调整踏板自由行程，而后检查制动器间隙，必要时进行制动器解体修理。

③ 踩下制动踏板时，感觉不软弱不沉，但就是制动效果不良，这一现象为车轮制动器故障，如制动蹄片有油或接触不良，摩擦片老化、磨损，制动鼓磨损不均。应对制动技术状况进行检查，必要时进行调整和修复，以免造成不必要的伤害。

3. 制动踏板自由行程的检查和调整

用直尺测量制动踏板的高度和自由行程。如果超出规定的范围，则应进行调整。



(1) 制动踏板高度的检查和调整

1) 踏板高度的检查。

① 断开制动灯开关插头，松开制动灯开关锁紧螺母，拧下制动灯开关，使之不再与制动踏板接触。

② 掀起地毯，测量由驾驶室金属底板至踏板上表面中点的距离。该距离即为踏板高度。

2) 踏板高度的调整。

① 松开推杆的锁紧螺母，用钳子拧进或拧出推杆进行调整，使踏板高度达到标准值。

② 装上制动灯开关，直至柱塞被完全压住，然后将开关往回拧 3/4 圈，使得螺纹端与衬垫之间产生一间隙，再拧紧锁紧螺母，接上制动灯开关插头，松开制动踏板，然后确认制动灯熄灭。

(2) 制动踏板自由行程的检查和调整

1) 踏板自由行程的检查。

① 将发动机熄火，踩踏板数次，直到真空助力器不存在真空为止。

② 踩下制动踏板，直到感到有阻力为止，测量踏板自由行程，标准值为 1 ~ 5mm。

2) 踏板自由行程的调整。

如果自由行程不符合标准值，则可通过调节制动开关来改变其自由行程，使其符合规定值。若踏板自由行程小，则易引起制动阻滞；若自由行程过大，则使制动作用时间延长，制动距离增加，制动性能变差。

合作讨论原因

学生活动：

学生小组合作讨论达成共识，把本组的“制动踏板自由行程过大导致制动不足”原因工整书写在餐垫的中间位置上，把餐垫贴在白板上展示。(30min)

教师活动：

教师重点观察学生讨论时的表现：所有成员是否可以经过妥协或协商快速达成一致意见。

师生确定原因

教师活动：

教师带领学生一起逐条对每组的结果进行分析评价，判断对错，总结原因。

学生活动：

学生领会理解，修改本组餐垫并把最终结果工整记录在笔记本上。(10min)

填写客户工单

教师活动：

教师提供行车证等资料，指导学生填写 6.1.0.1 客户任务工单（车辆检验内容、确定维修范围、是否修理车辆建议）。

学生活动：

学生小组合作填写完整客户任务工单。(20min)



提交任务分析阶段的评价表

教师活动:

教师要求学生对任务分析阶段自己的表现依据 6.1.2.2 评价表进行自我评价。

学生活动:

学生按照教师的要求对自己在任务分析阶段的表现对照每一条进行客观真实的自评。

6.1.2.2 任务分析评价表

参与本项目的教师具体见 Moodle 系统, 未参与本项目的教师可以根据实际情况自行制定。

6.1.3 理论学习: 液压制动系统结构原理及检修

教学方法: 小组拼图法 + 单一工作站法

原始组独立完成工作页

教师活动:

教师把学生分成专家组, 并提供与之有关的 6.1.3.1 ~ 6.1.3.4 信息页和 6.1.3.6 ~ 6.1.3.9 工作页。

学生活动:

学生原始组个人独立学习信息页, 并完成工作页。(60min)

6.1.3.1 信息页

6.1.3.1 信息页

学校名称		任课教师	
班级		学生姓名	
学习领域	L6 底盘磨损组件检查维修		
学习情境	LS6.1: 制动踏板自由行程过大	学习时间	1h
工作任务	A: 制动系统概述	学习地点	理实一体化教室

1. 制动系统的作用

制动系统是汽车上用以使外界(主要是路面)在汽车某些部分(主要是车轮)施加一定的力, 从而对其进行一定程度强制制动的一系列专门装置。制动系统作用: 使行驶中的汽车按照驾驶人的要求进行强制减速甚至停车(图1); 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; 使下坡行驶的汽车保持稳定速度。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。



图1 制动停车



2. 制动系统的组成

一般来说,汽车制动系统包括行车制动和驻车制动两套独立的装置。其中行车制动装置是由驾驶人用脚来操纵,故又称脚制动装置(图2)。驻车制动装置一般是由驾驶人用手来操纵,故又称手制动装置(图3)。行车制动装置的功用是使正在行驶中的汽车减速或在最短的距离内停车。驻车制动装置的功用是使已经停在各种路面上的汽车保持静止。但是在紧急情况下,两种制动装置也可同时使用来增加汽车制动效果。

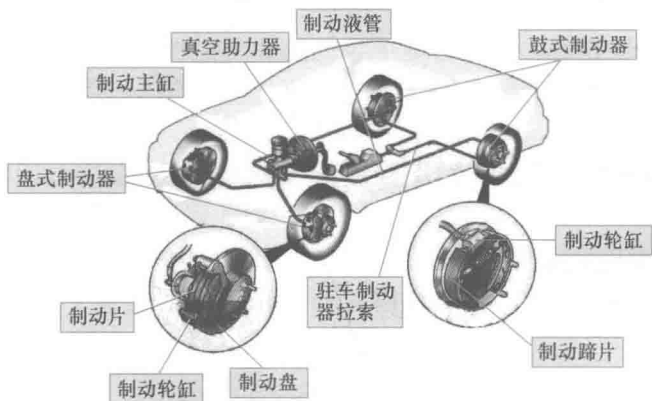


图2 行车制动装置

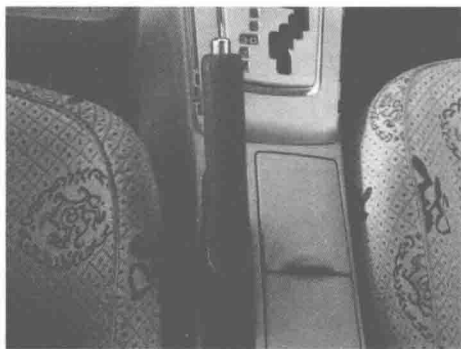
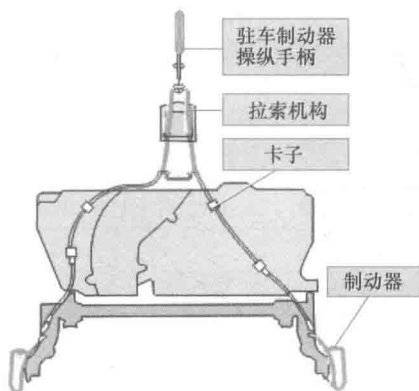


图3 驻车制动装置

3. 制动系统的类型

(1) 按制动系统的作用分类

按制动系统的作用不同,制动系统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。

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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。



在上述各制动系统中，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。

(2) 按制动操纵的能源分类

制动系统可分为人力制动系统、动力制动系统和伺服制动系统等。

① 以驾驶人的肌体作为唯一制动能源的制动系统称为人力制动系统。

② 完全靠发动机的动力转化而成的液压或气压形式的势能进行制动的系统称为动力制动系统。

③ 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

制动系统可分为机械式、液压式、气压式、电磁式等。目前轿车上主要采用的是液压式制动系统（图4），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。

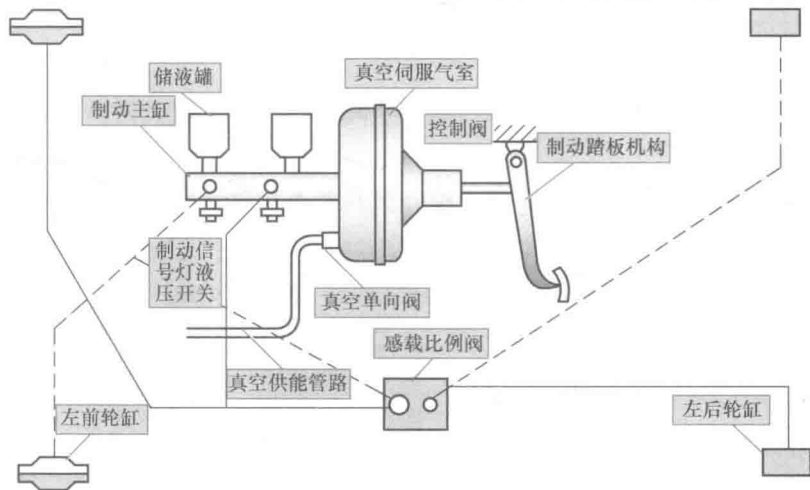


图4 汽车液压制动系统

(4) 按制动管路的布置方式分类

① 单管路液压传动装置。

单管路是利用一个制动主缸，通过一套相互连通的管路控制全车制动器。若传动装置中有一处漏液，就会使整个制动系统失效。目前汽车上已禁止采用这种装置。

② 前后独立式双管路液压传动装置。

前后独立式双管路液压传动装置由双腔主缸通过两套（一轴对一轴）独立管路分别控制车轮制动器。它主要用于对后轮制动依赖性较大的发动机后置后轮驱动的汽车。

③ 交叉式双管路液压传动装置。

交叉式双管路液压传动装置由双腔制动主缸，两套独立（交叉）管路分别控制车轮制动器。它主要用于对前轮制动力依赖性较大的发动机前置前轮驱动的汽车。这种双管路对角线布置的特点是，每套管路连接一个前轮和对角线上的一个后轮。

4. 对制动系统的基本要求

为了保证汽车行驶安全，发挥高速行驶的能力，制动系统必须满足下列要求：

① 具有足够的制动效能。行车制动能力是用一定制动初速度下的制动减速度和制动距离两项指标来评定的；驻车能力是以汽车在良好路面上能可靠地停驻的最大坡度来评定的。

- ② 工作可靠。行车制动装置至少有两套独立的驱动制动器的管路，其中一套管路失效时，另一套管路应保证汽车制动能力不低于没有失效时规定值的 30%。行车制动装置和驻车制动装置可以有共同的制动器，而驱动机构应各自独立。行车制动装置都用脚操纵。
- ③ 在任何速度下制动时，汽车都不应丧失操纵性和方向稳定性。
- ④ 防止水和污泥进入制动器工作表面。
- ⑤ 制动能力的热稳定性良好。
- ⑥ 操纵轻便，并具有良好的随动性。
- ⑦ 制动时制动系统产生的噪声尽可能小，同时力求减少散发对人体有害的石棉、纤维等物质，以减少公害。
- ⑧ 作用滞后性应尽可能小。作用滞后性是指制动反应时间，以制动踏板开始动作至达到给定的制动效能所需的时间来评价。
- ⑨ 摩擦片应有足够的使用寿命。
- ⑩ 摩擦副磨损后，应有能消除因磨损而产生间隙的机构。该机构调整间隙应容易，最好是自动的。
- ⑪ 当制动驱动装置的任何元件发生故障并使其基本功能遭到破坏时，汽车制动系统应有音响灯光信号等报警提示。

6.1.3.2 信息页

6.1.3.2 信息页

学校名称		任课教师	
班级		学生姓名	
学习领域	L6 底盘磨损组件检查维修		
学习情境	LS6.1：制动踏板自由行程过大	学习时间	1h
工作任务	B：液压制动系统的结构原理	学习地点	理实一体化教室

1. 液压制动系统的基本结构

液压制动系统（图 1）包括制动踏板、带有制动助力器的串联双腔主缸、管路系统（可能带有制动压力减压器）、带有车轮制动器的制动轮缸。

通常情况下，所有车轮都装有盘式制动器，比较老的车型和较小的汽车后轮采用鼓式制动器。为安全起见，要求采用具有串联双腔主缸的双回路系统。如果一个制动回路发生故障，那么另一回路仍然能对汽车进行制动。

2. 液压制动系统的工作原理

(1) 帕斯卡原理

液压制动系统的工作原理基于帕斯卡定律。完全封闭容器中的液体压力均匀地作用在周围所有容器壁上。制动踏板的力推动主缸活塞，从而使液体产生压力。液体压力通过制动管传递，并产生推动轮缸的力（接触压力）。

液压能量的传递通常涉及力的传递（图 2）。液压力的相互作用取决于活塞的面积，也就是说，在最大的活塞面积上作用的力最大。另外，活塞行程的大小与力的作用情形相反。所以，在主缸活塞上施加 1000N 的力，使其移动 8mm，那么在四个制动轮的活塞上将总共

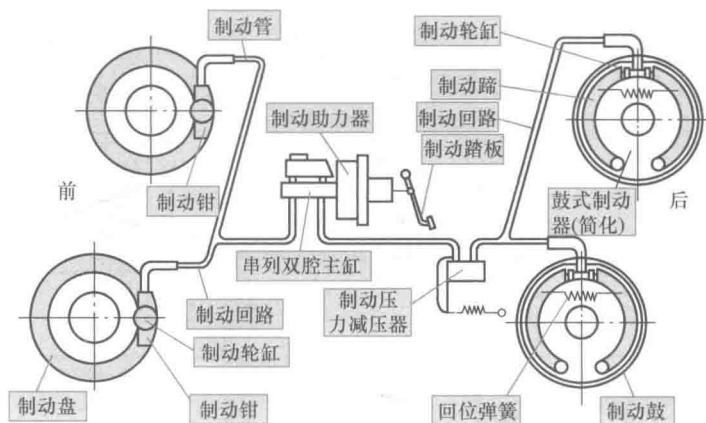


图1 液压制动系统

产生 4000N 的力，相应地，活塞行程为 2mm。

因而，主缸中液压能量所做的功 ($W = FS$) 与制动轮缸中是相同的。液压制动系统的工作压力可以高达约 18MPa。这表明液压系统部件可以采用较小的尺寸。液压制动系统可以较长时间无需维护。由于制动液几乎不可能被压缩，而且间隙很小，只有很少量的制动液被推动。压力增加得非常快而且制动响应迅速。

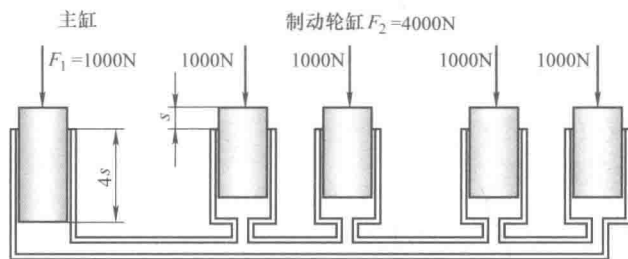


图2 液压能量的传递

(2) 一般工作原理

液压制动系统的一般工作原理是，利用与车身（或车架）相连的非旋转元件和与车轮（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。

① 液压制动系统不工作时蹄鼓间有间隙，车轮和制动鼓可自由旋转。

② 液压制动时，脚踏下制动器踏板，通过推杆和主缸活塞，使主缸制动液在一定压力下流入轮缸，并通过两轮缸活塞推杆使制动蹄绕支承销转动，上端向两边分开而以其摩擦片压紧在制动鼓的内圆面上。不转的制动蹄对旋转制动鼓产生摩擦力矩，从而产生制动力。

③ 解除制动。当放开制动踏板时，回位弹簧即将制动蹄拉回原位，制动力消失。

(3) 工作原理

汽车液压制动装置的构造由主缸和轮缸组成，如图 3 所示。主缸的压力通过管道分向四个轮缸（轮缸在四个轮子的制动系统上）。

用脚踩压制动踏板，力通过杠杆传递到主缸的活塞上，就是给主缸制动液加压，制动液通过管道传到四个轮缸。轮缸实际上是液压执行机构，由制动液缸、双活塞组成。

主缸压力传过来后迫使两个活塞向外推动，使制动蹄抵紧制动鼓（盘式制动也一样，使制动钳夹紧制动盘）使车轮减速，从而起到制动的作用。

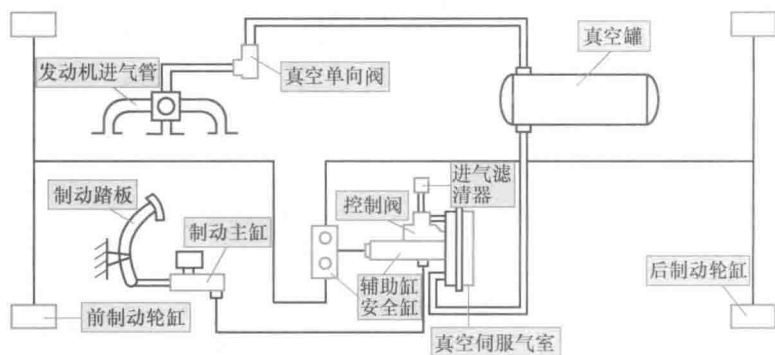


图3 液压制动系统工作原理

制动装置工作时，第一活塞左移，液压升高，克服弹力将制动液送入右前左后制动回路；同时又推动第二活塞，使第二腔液压升高，进而两轮制动。

解除制动时，活塞在弹簧作用下回位，制动液自轮缸和管路中流回制动主缸。活塞回位迅速时，工作腔内容积会迅速扩大，使液压迅速降低。储液罐里的制动液可经进液孔和活塞上面的小孔推开密封圈流入工作腔。当活塞完全回位时，补偿孔打开，工作腔内多余的制动液由补偿孔流回储液罐。若液压系统由于漏液，以及由于温度变化引起主缸工作腔、管路、轮缸中制动液的膨胀或收缩，都可以通过补偿孔进行调节。

3. 行车制动器的工作原理

制动系统主要由制动器、液压传动机构等组成。车轮制动器由旋转部分和固定部分组成。制动鼓以内圆面为工作面，固定在车轮轮毂上，随车轮一起转动。支撑销（两个）固定在不动的制动底板上，支撑在两个弧形制动蹄下端。制动蹄的外圆面上多装有非金属材质的摩擦衬片。制动底板上还有液压制动轮缸，用管路与装在车架上的液压制动主缸相连通。制动主缸活塞由驾驶人通过制动踏板来操纵。

制动系统不工作时，制动鼓的内圆面与制动蹄摩擦衬片的外圆面之间保持有一定的间隙，允许车轮和制动鼓相对自由旋转。减速时，驾驶人踩下制动踏板，通过推杆和制动主缸活塞使制动主缸内的制动液在一定压力下流入轮缸，制动液推动两个制动轮缸活塞，使两制动蹄绕支撑销转动，上端向两边分开而以其摩擦衬片压紧在制动鼓的内圆上。这样，不旋转的制动蹄就对旋转的制动鼓作用一个摩擦力矩（其方向与车轮旋转方向相反）。制动鼓将该力矩传到车轮后，由于车轮与路面间的附着作用，车轮对路面作用有一个向前的切向力，路面对车轮作用一个向后的反作用力，即制动力。制动力由车轮经车桥和悬架传给车架及车身，迫使汽车产生一定的减速度。制动力越大，则汽车减速度越大。当松开制动踏板时，复位弹簧即将制动蹄拉回复位。摩擦力矩和制动力消失，制动终止。



6.1.3.3 信息页

6.1.3.3 信息页

学校名称		任课教师	
班级		学生姓名	
学习领域	L6 底盘磨损组件检查维修		
学习情境	LS6.1: 制动踏板自由行程过大	学习时间	1h
工作任务	C: 制动回路和制动力计算	学习地点	理实一体化教室

1. 液压管路

液压管路由钢管与软管组成，用来在主缸和每个车轮制动器之间传递有压力的制动液，如图 1 所示。

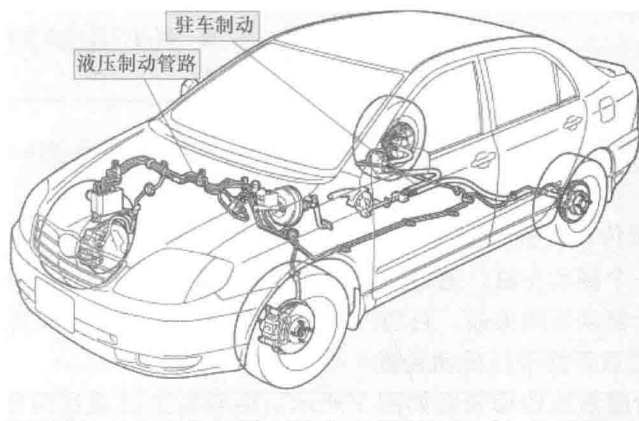


图 1 制动液压管路

现代的轿车制动系统一般是由串联式制动主缸形成的双回路制动系统，如图 2 所示。这种系统可以保证车辆在一个回路失灵时，依靠另一个回路仍能停下来，但是制动距离会增加。

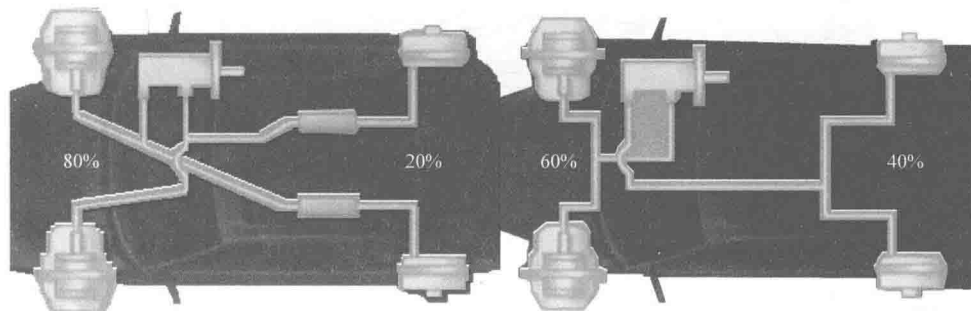


图 2 双回路制动系统

2. 制动回路的布置

制动回路有 5 种不同的布置形式（表 1）。

表 1 制动回路的布置形式

形式代号	图示	应用说明
II (TT)		前/后桥独立回路布置。每一回路负责一个车桥。用于具有 ABS 的后轮驱动汽车 (黑-白)
X		对角布置。每一回路负责对角相对的一个前轮和一个后轮。用于具有 ABS 和负主销偏距的全轮驱动和前轮驱动汽车
HI (HT)		一个制动回路负责前桥和后桥, 另一制动回路只负责前桥。现在已很少使用
LL		每一制动回路均负责前桥和一个后轮 (三角形)。现在已很少使用
HH		每一制动回路均负责前桥和后桥。现在已很少使用

配有 ABS 的汽车通常采用 II (TT, 黑-白) 和 × (十字交叉) 式的制动回路布置形式。

(1) 单管路液压传动装置

单管路是利用一个制动主缸, 通过一套相互连通的管路控制全车制动器。若传动装置中一处漏液, 会使整个制动系统失效。目前汽车上已禁止采用。

(2) 前后独立式双管路液压传动装置

前后独立式双管路液压传动装置如图 3 所示, 由双腔主缸通过两套 (一轴对一轴) 独立管路分别控制车轮制动器。它主要用于对后轮制动依赖性较大的发动机后置后轮驱动的汽车。

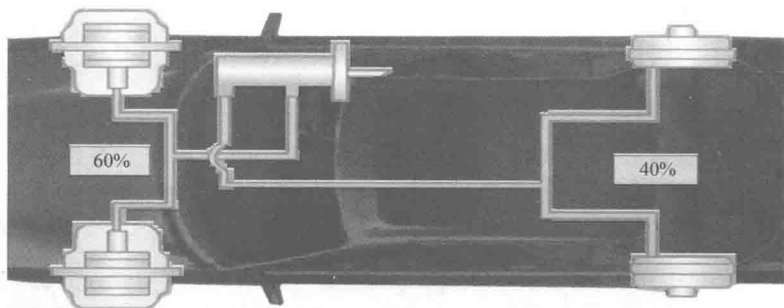


图 3 前后独立式双管路液压传动

(3) 交叉式双管路液压传动装置

交叉式双管路液压传动装置如图 4 所示。该装置由双腔制动主缸、两套独立 (交叉) 管路分别控制车轮制动器, 它主要用于对前轮制动力依赖性较大的发动机前置前轮驱动的汽车。上海桑塔纳轿车就采用了交叉式传动装置。这种双管路对角线布置的特点是, 每套管路连接一个前轮和对角线上的一个后轮。

当制动系统中任一回路失效时, 如图 5 所示, 剩余制动力仍能保持正常总制动力的 50%。当汽车在高速状态下制动时, 均能保证后轮不抱死或者前轮比后轮先抱死, 避免制动

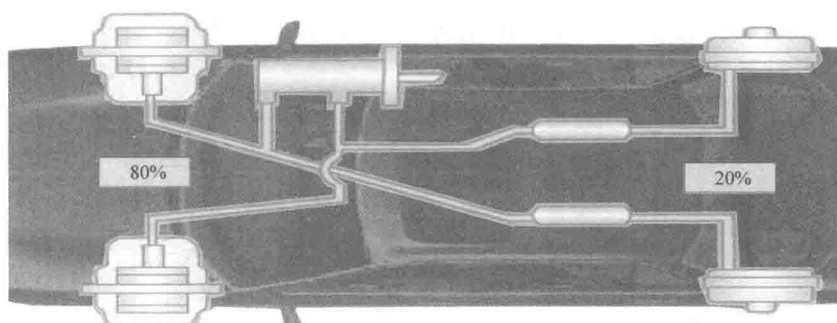


图4 交叉式双管路液压传动

时后轮失去侧向附着力，造成汽车失控，确保行车安全。

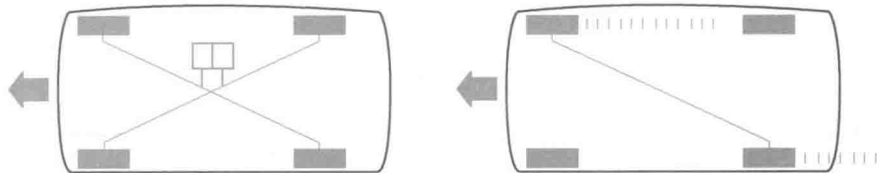


图5 交叉式管路制动系统某一管路失效的制动状况

3. 制动力计算和液压传动比计算

1) 管路压力和制动力计算如表 2 所示。

表2 管路压力和制动力计算

P 管路压力, 单位为 N/cm^2
 $F_1 = F_p$ 脚踏力 (制动踏板), 单位为 N
 $F_{\text{HZ}} = F_2$ 活塞杆力, 单位为 N
 F_{RZ} 车轮液压缸制动力
 作用于前轮 F_{RZv} , 单位为 N
 作用于后轮 F_{RZh} , 单位为 N
 A_{HZ} 主缸活塞面积, 单位为 cm^2
 A_{RZ} 车轮制动缸活塞面积
 作用于前轮 A_{RZv} , 单位为 cm^2
 作用于后轮 A_{RZh} , 单位为 cm^2
 d_{HZ} 主缸活塞直径, 单位为 cm
 d_{RZ} 车轮制动缸直径
 作用于前轮 d_{RZv} , 单位为 cm
 作用于后轮 d_{RZh} , 单位为 cm
 i_{mec} 制动踏板机械传动比
 r_1, r_2 制动踏板杠杆臂, 单位为 mm
 示例: 已知主缸直径 $d_{\text{HZ}} = 25.4\text{mm}$; 活塞杆力 $F_{\text{HZ}} = 2000\text{N}$; 求 p 值
 解: $A_{\text{HZ}} = \frac{\pi d_{\text{HZ}}^2}{4}$

$$= \frac{\pi (2.54\text{cm})^2}{4} = 5.07\text{cm}^2$$

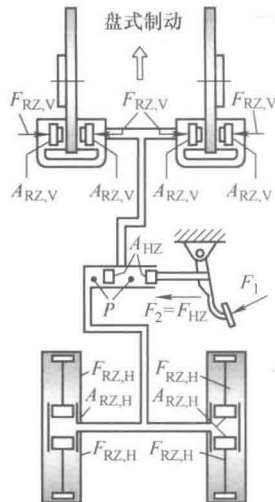
$$p = \frac{F_{\text{RZ}}}{A_{\text{HZ}}} = \frac{2000\text{N}}{5.07\text{cm}^2} = 394\text{N}/\text{cm}^2 = 39.4\text{bar}$$

注: 1 bar = 0.1 MPa。



2) 液压传动比计算如表3所示。由于前轴(V)和后轴(H)制动缸的大小不同,液压传动比要分开计算

表3 液压传动比计算

 盘式制动 鼓式制动器 K 轴制动力数 $K=4$ 带有单片式、双片式、双缸式、固定鞍座式、浮架式、单缸式、拳头鞍座式制动器的轴 $K=8$ 带有四缸式、固定鞍座式、双缸式、拳头鞍座式制动器的轴	i_{hyd} 液化传动比 作用于前轴为 $i_{hyd,V}$ 作用于后轴为 $i_{hyd,H}$ $i_{hyd,E}$ 车轮液压缸单级传动比 前轴为 $i_{hyd,E,V}$ 后轴为 $i_{hyd,E,H}$ F_{HZ} 主缸活塞力(活塞杆力), 单位为 N F_{RZ} 车轮液压缸活塞制动力 作用于前轴 $F_{RZ,V}$, 单位为 N 作用于后轴 $F_{RZ,H}$, 单位为 N F_S 车轮液压缸活塞制动力, 作用于前轴 $F_{S,V}$, 单位为 N 作用于后轴 $F_{S,H}$, 单位为 N A_{HZ} 主缸活塞面积, 单位为 cm^2 A_{RZ} 车轮制动缸活塞面积 作用于前轴 $A_{RZ,V}$, 单位为 cm^2 作用于后轴 $A_{RZ,H}$, 单位为 cm^2 A_S 车轮液压缸活塞面积总和 前轴 $A_{S,V}$, 单位为 cm^2 后轴 $A_{S,H}$, 单位为 cm^2	<table><tr><td>$i_{hyd,E} = \frac{F_{HZ}}{F_{RZ}}$</td><td>$i_{hyd} = \frac{F_{HZ}}{F_S}$</td></tr></table> <table><tr><td>$i_{hyd,E} = \frac{A_{HZ}}{A_{RZ}}$</td><td>$i_{hyd} = \frac{A_{HZ}}{A_S}$</td></tr></table> $F_S = K \cdot F_{RZ}$ $A_S = K \cdot A_{RZ}$ $F_S = \frac{F_{HZ}}{i_{hyd}} \quad F_{RZ} = \frac{F_{HZ}}{i_{hyd,E}}$ $F_{HZ} = i_{hyd} F_S = i_{hyd,E} F_{RZ}$ $A_{RZ} = \frac{A_{HZ}}{i_{hyd,E}} \quad A_S = \frac{A_{HZ}}{i_{hyd}}$ $A_{HZ} = i_{hyd} A_S = i_{hyd,E} A_{RZ}$	$i_{hyd,E} = \frac{F_{HZ}}{F_{RZ}}$	$i_{hyd} = \frac{F_{HZ}}{F_S}$	$i_{hyd,E} = \frac{A_{HZ}}{A_{RZ}}$	$i_{hyd} = \frac{A_{HZ}}{A_S}$
$i_{hyd,E} = \frac{F_{HZ}}{F_{RZ}}$	$i_{hyd} = \frac{F_{HZ}}{F_S}$					
$i_{hyd,E} = \frac{A_{HZ}}{A_{RZ}}$	$i_{hyd} = \frac{A_{HZ}}{A_S}$					

示例: 已知前轴拳式鞍座单缸制动器中主缸活塞力 $F_{HZ} = 2200N$; 车轮液压缸制动力 $F_{RZ} = 4231N$; 求: a) 液压单级传动比 $i_{hyd,E,V}$ 值。 b) 液压传动比 $i_{hyd,V}$ 值。 解: a) $i_{hyd,E,V} = \frac{F_{HZ}}{F_{RZ,V}} = \frac{2200N}{4231N} = 0.52$ b) $i_{hyd,V} = \frac{F_{HZ}}{F_{S,V}} = \frac{F_{HZ}}{KF_{RZ}} = \frac{2200N}{4 \times 4231N} = 0.13$

6.1.3.4 信息页

6.1.3.4 信息页

学校名称		任课教师	
班级		学生姓名	
学习领域	L6 底盘磨损组件检查维修		
学习情境	LS6.1: 制动踏板自由行程过大	学习时间	1h
工作任务	D: 制动主缸和制动轮缸	学习地点	理实一体化教室

1. 制动主缸

(1) 作用与安装位置

制动主缸的作用是将自外界输入的机械能转换成液压能,从而使液压能通过管路再输给



制动轮缸。

- ① 使每一制动回路的压力迅速增加。
- ② 能使压力迅速下降，以便迅速解除制动。
- ③ 温度变化时和因制动蹄或制动块磨损导致间隙增加时，能补偿制动液的容量。

制动主缸一般与制动液储液罐及真空助力器安装在一起，如图1所示。

制动主缸有多种类型，按活塞数分为单活塞制动主缸和双活塞制动主缸两种。由于单活塞制动主缸对应的单管路制动系统安全性较差，目前在双管路制动系统中常用串联双活塞制动主缸。

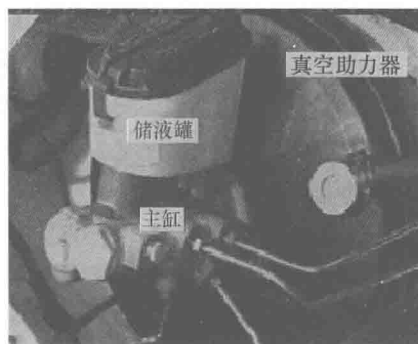


图1 制动主缸的安装位置

(2) 串联双腔主缸

1) 基本结构。

串联双腔主缸（图2）包括两个活塞，即推杆活塞和中间活塞，一个被布置在另一个的后面。中间活塞处于制动液中。这两个活塞在一个壳体中形成了两个独立的压力室。两个活塞都被设计成双活塞，这意味着在每一活塞的前密封和后密封部分有一个环形的油腔。该油腔总是通过吸油孔充满制动液。主密封皮碗位于每一活塞的前面，用来密封压力腔。推杆活塞在其后面，由副密封皮碗进行密封。分开式密封皮碗朝向活塞推杆回路密封中间活塞。中间活塞上有一个槽，在前面有一中心孔通向其中。止动销的头部穿过中间活塞上的槽，保持活塞在主缸中的位置，并起到前、后止动作用。

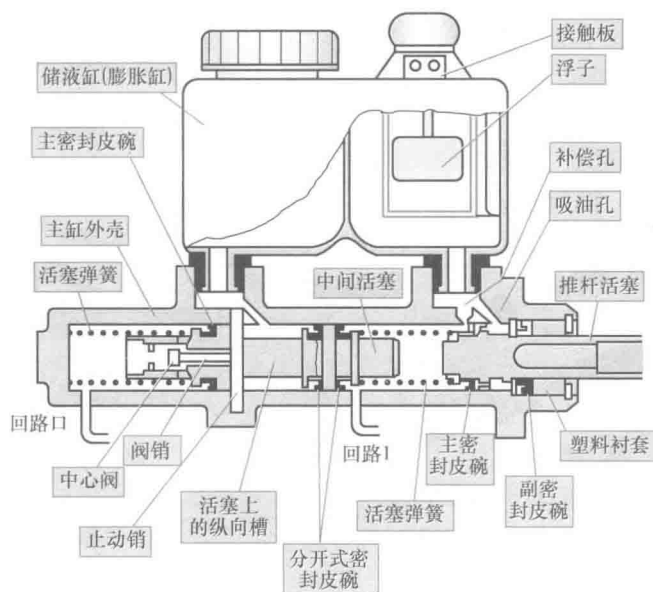


图2 串联双腔主缸

装有ABS的汽车制动主缸中间活塞的一端装有中心阀，该阀承担补偿孔的功能。有的串联双腔主缸在两个活塞上均有中心阀。