
1. 6L 乘用车制动系统设计

摘 要

作为行车安全的保障，制动系统是至关重要的。本设计主要进行了 1.6L 乘用车制动系统结构的分析与相关设计。首先对制动系统各个结构进行分析与选择，包括制动器形式的分析与选择、液压分路系统的形式分析与选择以及操纵机构的分析与选择。最终确定采用真空助力与液压主缸装配的双回路前通风浮钳式盘式制动器及后浮钳式盘式制动器的结构形式。再通过对盘式制动器、制动器制动缸、制动操纵系统中的液压主缸、真空助力器、感载比例阀进行分析、设计计算，并用 *AutoCAD* 画出制动系统的二维图，包括制动器装配图、真空助力器与液压主缸装配图、感载比例阀装配图及各个零件图以及 *Pro / Engineer* 软件绘出部分三维装配图，从而完成本次设计。

关键词：盘式制动器，液压主缸，真空助力器，感载比例阀

目 录

前 言	1
制动系统设计的意义	1
制动系统在国内外的发展趋势	1
本次制动系统设计的任务	2
第 1 章 制动系统各结构的分析与选择	3
1.1 制动器形式方案分析与选择	3
1.1.1 鼓式制动器	3
1.1.2 盘式制动器	7
1.2 液压分路系统的形式分析与选择	10
1.3 制动操纵机构的分析与选择	11
1.3.1 液压制动主缸的选择与工作原理	11
1.3.2 真空助力器的工作原理	12

1.3.3 感载比例阀的工作原理	14
第 2 章 制动系统的设计计算	15
2.1 整车参数的确定	15
2.2 盘式制动器的设计	16
2.3 制动系统主要参数的计算	18
2.3.1 同步附着系数的分析	18
2.3.2 前后制动力矩分配系数	20
2.3.3 制动因数的计算	20
2.3.4 制动距离的计算	21
2.3.5 制动力的计算	21
2.3.6 最大制动力矩的计算	22
2.3.7 紧急制动以及驻车制动时所需制动力矩的计算	23
2.4 摩擦衬块磨损特性的校核	24
第 3 章 液压制动机构及真空助力器的设计计算	26
3.1 制动轮缸直径 d 的设计	26
3.2 制动主缸直径 d_0 的设计	26
3.3 真空助力器的设计	27
3.3.1 助力比的设计	27
3.3.2 伺服膜片直径 D_s 的设计	28
第 4 章 基于绘图软件及各零部件的设计	29
4.1 AutoCAD 及 Pro/Engineer 的介绍	29

4.2 盘式制动器部分设计及体现	29
4.2.1 制动盘的材料选择及结构	29
4.2.2 制动钳的材料选择及结构	30
4.2.3 制动块的材料选择及结构	31
4.2.4 摩擦材料的选择	32
第 5 章 传动轴寿命的校核	34
5.1 选择相应的参数	34
5.2 传动轴的计算及强度校核	34
5.2.1 临界速度的计算	34
5.2.2 确定传动轴内外径	34
5.2.3 传动轴的扭曲强度校核	35
结 论	36

前 言

制动系统设计的意义

汽车的制动系统在整个汽车系统发挥着重要的作用，从汽车发明的那一刻起一直保证着车辆的安全。随着大众生活的提高，及汽车生产工艺的提升和行驶速度的加快，以及乘用车的普及率，汽车制动系统作为安全保障的使命越来越明显。汽车制动系统的作用是使得正在行驶中的汽车减速甚至停止，还使得下坡行驶的汽车车速保持相对稳定以及使已行驶的汽车在原地（包括在斜坡上）驻留的机构，如果汽车制动系统发生安全隐患，那么交通事故发生时对车上人员不可避免的会构成威胁，甚至出现生命危机。汽车的交通事故与汽车的制动距离太长、紧急制动时发生侧滑等有关，作为汽车安全的保证，制动系统当仁不让。所以分析汽车制动系统具有极其重要的意义，尤其对于我们车辆工程毕业的学生，意义非凡。

制动系统在国内外的发展趋势

国内外制动系统的研究都是朝现代汽车的发展看齐。现代汽车制动系统是汽车向电控的方向发展的。较早的制动系统只是机械式的发展，而液压系统的出现逐渐出现了机械液压式制动系统，如今电控系统的应用越来越多，我相信不久之后电控系统将取代液压系统，成为制动系统的主流。同时，国际和国内各种法律法规，以及新型技术人才的出现，结合电控设备将会出现无人驾驶等新型汽车，使汽车也迈向智能时代。但它的发展受到制约，尤其是汽车工艺链和投资者的远见以及期望，这种技术是否会引起他们的投资，因此发展较慢。但不久的将来

新车型将配备新的制动技术将应用于汽车的大规模生产不再是一个假设。

本次设计研究的基本内容

- 1) 1.6L 乘用车前后车轮制动系统的选择；
- 2) 设计计算制动器的结构参数对其进行校核计算；
- 3) 选择并设计制动操纵系统；
- 4) 绘制总装图及各个零部件图。

本次制动系统设计的任务

- 1) 根据整车参数对本次设计的制动系统主要部件制动器进行设计计算，并且选择合适的制动操纵系统；
- 2) 绘制制动系统相关的 CAD 图纸，包括制动器的装配图及制动操纵系统的装配图，并绘制各个零件图；
- 3) 学习并运用三维软件，绘制相关的部分三维图形；
- 4) 通过此次设计，掌握查阅资料、拟定方案、绘制图纸的能力。

第 1 章 制动系统各结构的分析与选择

1.1 制动器形式方案分析与选择

机械摩擦式制动器在各种车辆的制动器中被普遍使用，它的工作原理是制动力矩的摩擦转动件和固定件之间形成工况使汽车减速甚至停止。总体情况下，摩擦式制动器分为鼓式制动器和盘式制动器两种类型，是以其旋转元件的形状来进行区分。

1.1.1 鼓式制动器

在盘式制动器尚未出现之前，鼓式制动器是最早的汽车制动器。它在范围广泛的各种类型的车辆中的应用。鼓式制动器在目前的应用之内可分为内张型鼓式制动器以及外束型鼓式制动器两种类型。内张鼓式制动器摩擦元件是一个圆弧形摩擦蹄片制动蹄对，这是安装在制动板，制动板固定在前梁上的轴或轴半轴套管的法兰上，摩擦元件的旋转的制动鼓。我们所称的鼓式制动器在结构上指的是内张型鼓式制动器，鼓式制动器的分类按照蹄的类型区别分为：

1. 领从蹄式制动器

从图 1-1 中可以看出，蹄 1 为领蹄，蹄 2 为从蹄。当制动鼓正向和反向旋转将领蹄、从蹄式制动蹄称为领蹄式制动器的内张型制动器。领蹄的蹄更紧密的摩擦，所以摩擦力矩具有动量效应，因此也称为蹄的增长势头；从蹄的蹄的摩擦已经远远超出制动鼓的控制，使得摩擦力矩大大降低其潜在的功能，因此，它还被叫做降低潜在的蹄。然而，增势的蹄增加反应力生长的影响，并减少可能遭受的方法是减少蹄的法向力作用。

由于领从蹄制动效率和稳定性，使得它处在中等水平，但由于汽车正向及反向制动性能不发生变化，因此，它具有结构简单，成本低的优点，但也容易装停车制动机构，使其结构仍被广泛用于中、重型货车的前、后制动器和轿车后轮制动。

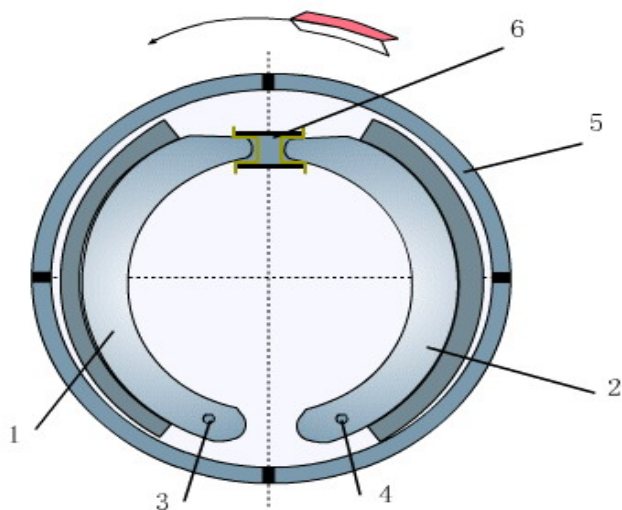


图 1-1 领从蹄式制动器

2. 双领蹄式制动器

从图 1-2 中可以看出，在汽车制动蹄做制动作用时，两个制动蹄都是领蹄的一种结构，这种形式的制动器就是双领蹄式制动器。这是一种在汽车倒车的时候制动器的两制动蹄又可以当做从蹄使用的制动器。其用一个单活塞制动轮缸驱动两个制动蹄、两套制动蹄、制动轮缸等配件，制动板对称安装在制动盘的中心。因此，与制动鼓作用力相互平衡，属于平板上作用的制动工况。

双领蹄式制动器具有高的制动效率，但需要在倒车时改为双从蹄式，使得制动效率下降。这是因为汽车前进制动时，前轴和后轴轴重大于附着力，倒车是相反的。

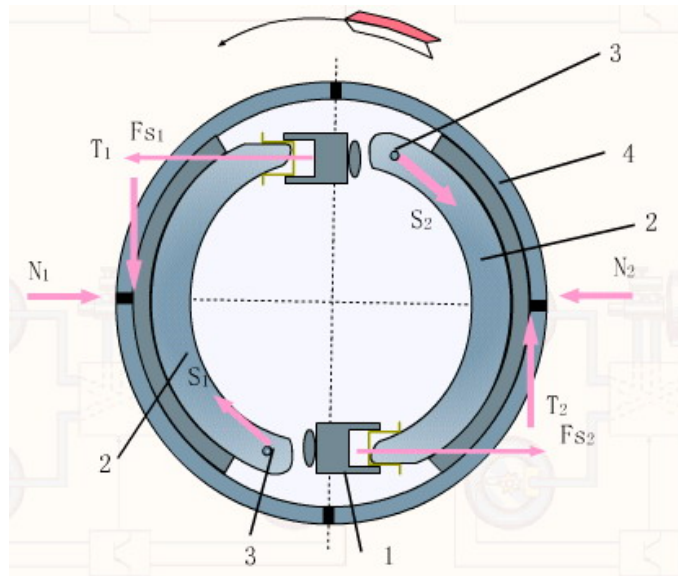


图 1-2 双领从蹄式制动器

3. 双向双领蹄式制动器

从图 1-3 可以看出，制动鼓作用工况为正向和反向旋转，并且两个系统统一为领蹄式制动器叫做双领蹄式制动器。由于双向双领蹄式制动器的汽车正向和反向制动性能不变。因此它被广泛地应用在前轮和后轮，轻型卡车和汽车零部件，但是使用后刹车，你需要建立一个中央制动器的驻车制动。

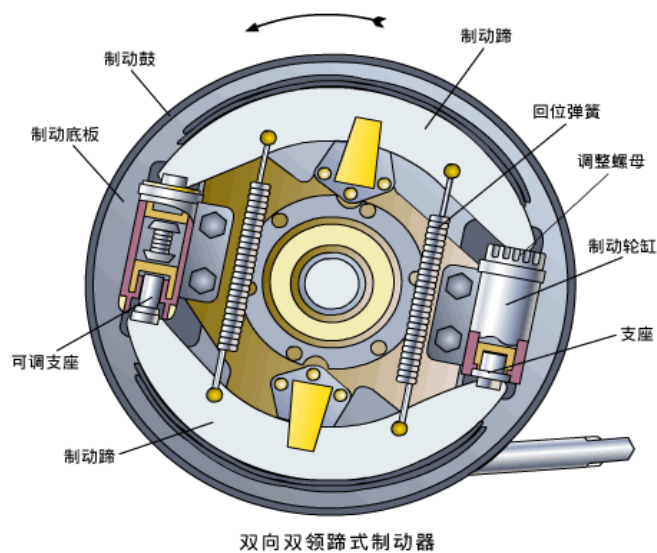


图 1-3 双向双领蹄式制动器

4. 单向增力式制动器

从图 1-4 可以看出，单向增力式制动器在连接杆的顶部显示，第二制动蹄支承在制动的上端在地板上由支撑销支撑，由于制动蹄反力不能相互平衡。制动时单向增力式制动器制动效能是非常高的，而且高于前面论述的制动，但在倒车制动中，制动性能是最低的。因此，它是用于少量的轻、中型卡车和汽车的前轮制动器。

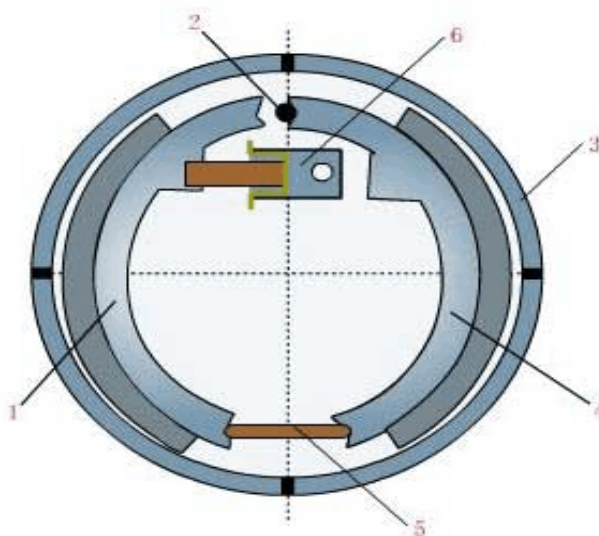


图 1-4 单向增力式制动器

5. 双向增力式制动器

从图 1-5 可以看出，单项增力式制动器单活塞制动轮缸用作

双活塞制动轮缸，它的支撑销的上部为双蹄，共同称为双向增力式。不论汽车正向或反向制动，都是增力式制动器。

大型的车辆行驶速度较高，因此用到双向增力式制动器的大型车辆多一些，可以多的承受制动时所产生的力，保证制动工况，也能使驻车时稳定实施。汽车在进行制动时，需要液压轮缸产生的液压力来完成制动工况。驻车时需要驾驶员拉动停车控制手柄，而这个结构是由一段钢丝绳与操纵机构相连，形成了驻车系统。使用这种制动器无论前行还是倒车它的制动效率都很高，如果不是紧急制动也不会有大量的热能被释放，热衰退并不明显。

汽车的排水和制动行程受到制动器结构等因素的影响，而这一种结构使得制动效率变低。所以，这一种制动器在汽车中的使用慢慢的被盘式制动器所占据。虽然它不是主流的汽车制动器，但是它的造价极低，如果要生产一款车，主要考虑到它的经济能力的话，这种制动器也不失为一种极为可行的制动器。但是这种车辆要求制动负荷小，并且多用于后轮。

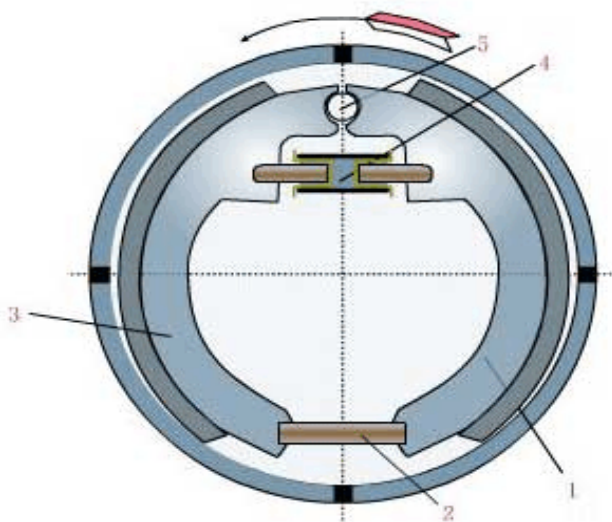


图 1-5 双向增力式制动器

1.1.2 盘式制动器

盘式制动器通常分为钳盘式和全盘式两大类，其分类是按照摩擦副中用以定位的原件的差异来体现它们结构的不同。

1. 钳盘式

由于制动钳结构的差异钳盘式制动器可分为浮钳盘式制动器、定钳盘式制动器等，下面对他们的结构及差异进行介绍。

(1) 定钳盘式制动器：从图 1-6 可以看出它的制动钳与车的车桥安装在一起。所以它不能移动和旋转。它的缺点较为突出：液压缸太多，结构变的复杂；热量负荷较大；不能纯粹的单一的用作驻车制动，要拥有这种功能还要安装机械促动装置。

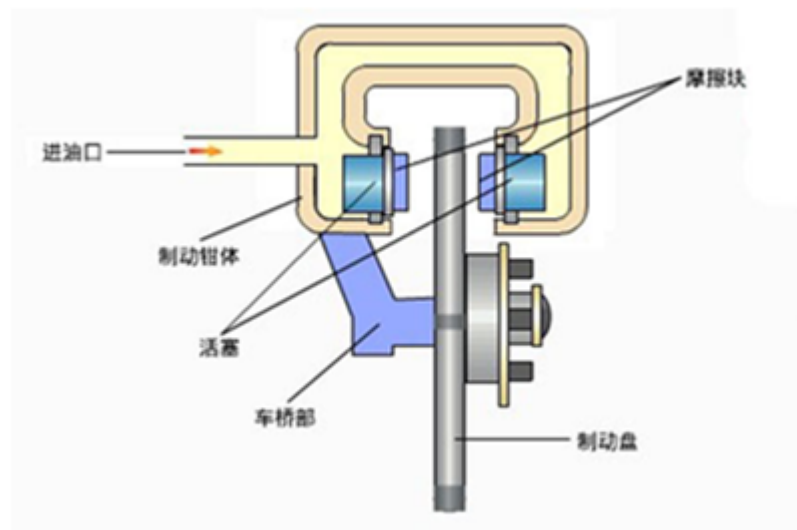


图 1-6 定钳盘式制动器

(2) 浮钳盘式制动器：由于定钳式不被现代车辆所普遍使用，所以出现优于它的浮钳式。从图 1-7 可以看出，其可以相对盘滑动或者进行移动。它优点较为突出：

安装液压缸时不需要经过制动盘的油路，尺寸较小；最主要的是可以单独纯粹的作为驻车制动；其生产工艺及成本也相对较低，被现代轿车所普遍接受。

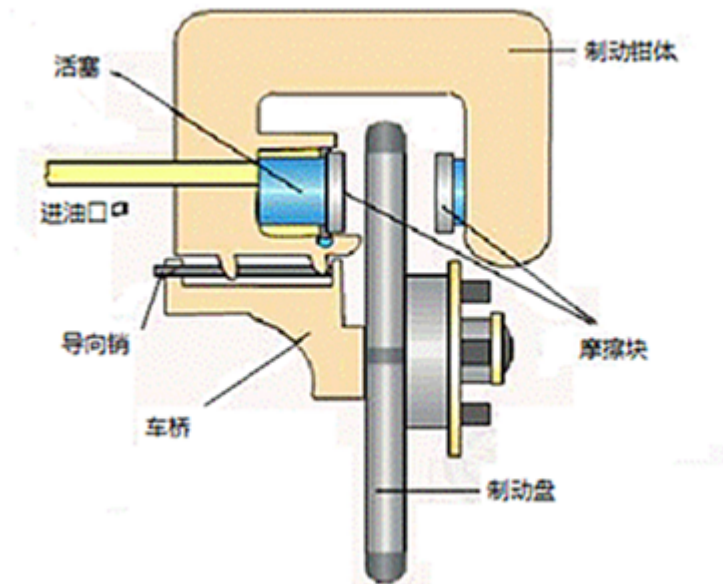


图 1-7 浮钳盘式制动器

2. 全盘式

之所以称作全盘是因为它和离合器的原理差不多，而他的作用件以及固定件都是盘形，形状为圆形。这种制动器散热并不理想，所以它并没有钳盘式制动器使用普遍。

但是它与鼓式制动器相比较，优点还是比较突出的：

(1) 受到的影响不大，使得制动效能稳定性好；

(2) 制动时制动器内进水使得制动能力不突出，但这种现象会在几次制动后就可正常使用；

(3) 和相同力矩输出的制动器相比质量和尺型小；

(4) 安装时占据的体积小；

(5) 圆盘的结构直接影响着制动衬块的作用面，它能够使衬块受力均匀，加强衬块寿命，减短更换时间；

(6) 因为其结构的原因，使得更换衬块的工作变的简单。

(7) 易于实现间隙自动调整。

所以，由以上结构选择得出，本次设计采用前后车轮都为浮钳盘式制动器，前轮采用通风盘，后轮采用非通风盘。

1.2 液压分路系统的形式分析与选择

为了实现制动时制动系统的稳定和实用，需要分路系统的作用达到其目的。全车所有的制动液压或气动管道分为两个或两个以上的独立回路，一回路失效后，仍然可以使用其他完整的回路起到制动效果。

从图 1-8 可以看出，1.6L 乘用车的双回路制动系统可分为以下常见的分路形式：

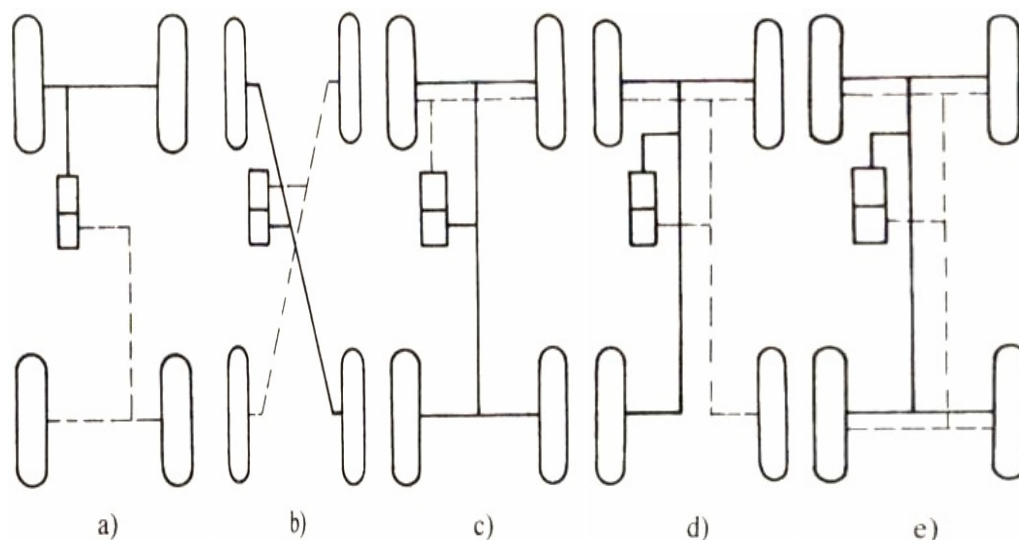


图 1-8 液压分路系统形式

一轴对一轴（II）型，汽车的前轴与后桥的制动器分别用一个回路。

交叉型（X），汽车前轴的一个车轮制动器与后桥的对策车轮制动器共用一个回路。

一周半对半轴（HI）型，汽车的两个后制动器轮缸和前制动器的板书轮缸共处在同一个回路里，剩下的那一个前轮缸属于另外一个回路。

半轴一轮对半轴一轮（LL）型，汽车的两个回路有一个对一个后轮制动器起作用，而另一个对前轮制动器的半数轮缸和起作用。

双半轴对双半轴（HH）型，汽车的每一个回路只对每个前、后制动器的半数轮缸起到作用。

II 型管道布置简单，其工艺生产较为容易，需要的成本也比较低。应用在在各种类型的车辆之中，特别是商用车的使用最广泛。在这种形式下，如果制动电路出现故障，很容易失锁，一旦前轮转弯制动能力。对于前轮驱动和前制动强客车制动后，电流回路制动失效。此时

单后桥制动，制动力将严重不足（低于正常情况下的一半），如果轴荷载小于前轴负荷，踏板力容易使后桥车轮抱死，车辆侧滑。

X型的结构也很简单。当某一个制动作用无效时，其余的总制动力可以维持在一半。然而，一旦被损坏因为力不对称造成一定的影响，此时前轮会走向绕主销转动的制动器的主要方面，使汽车失去稳定。所以，X型结构用在主销偏移值为负值（达20mm）的汽车之上。此时，因为制动力的不平衡，使车轮发生了反转，从而加强了汽车的行驶稳定性。

HI、HH、LL型回路在结构相对比较复杂。LL型和HH型回路当任一回路故障是无效的，制动力的比例几乎是相同的，正常情况下。剩余的总的制动力可达到正常值的一半。HI型用了一个半轴回路残余制动力大，在紧急制动时后轮的情况下往往是抱死现象。

结合以上各管路分析，本次设计选择X型管路。

1.3 制动操纵机构的分析与选择

1.3.1 液压制动主缸的选择与工作原理

在相关的要求下，为了保证汽车行驶的稳定，当前汽车的行车制动系统采用双回路制动系统。选择其制动主缸为双缸型。而单缸制动主缸已被淘汰。

油液在储油室中被分配至各自所要作用油路的阀中。在主缸前后腔产生的压力油分别传送到前、后轮制动轮缸由各自的油阀和各自的管道起的作用。当主缸不工作，活塞头和工作室内皮碗在前面和后面的内孔腔和补偿孔。发生制动作用时，其踏板传动的机构通过真空助力系统的助力，然后推杆推动后缸活塞前移，当到皮碗掩盖住旁通孔以后，此腔液压升高。在这种情况下要发生制动工况要使得前缸的活塞在后腔液压以及弹簧力的双力的促使下

发生向前的位移，而前腔压力也随着活塞的前移升高。当驾驶员不断踩下

制动的踏板时，制动缸腔内的液压随着它的变化而变高，汽车制动器达到制动目的。

制动作用消失时，制动踏板机构、主缸和活塞室以及活塞回位弹簧，达到各自需要的工况后，制动液流入管道的压力阀进入主缸，因此完成接触式制动。

驾驶员快速松开制动踏板时，油不能回到由于管道的粘度和阻力影响的主缸。由于活塞右移，腾出空间，所以在旁通孔打开，压力油腔产生一定的真空度。这一次进入液压压力大于油腔的油压，使得油腔的油从差距的气缸以及前后缸活塞密封皮碗为各自的压力油腔边缘进行填补真空。同时，在储层中的油液进入油室通过补偿孔。直到活塞完成置换后，旁通孔被打开，通过制动管路流回主缸和多余的油可以旁通孔流回储液室在前缸和气缸。造成制动液泄漏密封膨胀或收缩的液压系统，由于在制动液温度的变化引起的，可以通过补偿孔和旁通孔补偿得到补偿。

当制动线路前腔损耗时，驾驶员只能在后室建立液压回路制动踏板踩下时，没有压力在前腔。在压力的作用下，活塞腔迅速移动到活塞的前端的筒作用在上主缸。之后，中的液压油缸工作腔可以筹集到所需的制动时间体现其价值。在行车过程中发生连接制动管路的破损或者油液的泄漏，当发生制动作用时，作用力使得油缸活塞向前，但不推动前缸活塞发生位移，基于这样使得工作腔不能建立液压缸。但在后缸活塞直接到前缸活塞顶部时，活塞前进，在气缸工作腔建立必要的液压制动。

综上所述，此次设计的液压主缸为双回路液压系统，它的使用大大增加了制动油路的可靠性，因为当一路失效时，它的结构即其他腔也可以实现制动作用。这种情况下只需要驾驶者加大踏板行程。这一设计的使用大大提高了汽车制动性能和工作的安全可靠。

1.3.2 真空助力器的工作原理

真空助力器安装于车身前围板，伺服室连接通道、控制阀腔和腔中的下通道，并从大气层中分离。当发动机开始工作，真空止回阀被吸开，两室伺服气室有一定的真空度。

汽车发生制动时的工作流程为：驾驶员踩下制动踏板，使其发生位移，但这个时候伺服气室并未发生任何工作状况，膜片座是固定的，驾驶员所发出的力推动了真空助力器的推杆和控制阀的柱塞，使得它们发生位移，处于固定的膜片座的前方。力推动柱塞使它刚好和橡胶板接触，这个时候驾驶员作用的踏板力由反作用盘作用给了液压主缸的推杆，实现下一个工况。

反作用盘装在一个密闭的空间内由控制阀柱塞、膜片座和制动主缸推杆所形成的，它的材料是橡胶。由于橡胶是具有一定的延展性，体积不可被压缩，液体可以自然的进行力的传导，所以反作用盘驱动后，推杆从反应轮力大于活塞的反应板上施加的力，但推杆的行程小于柱塞。在这一点上，对制动液以特定的力进入主缸。同时，阀门也随着控制阀柱塞向前在弹簧的作用下，直到在真空阀座接触膜片座，让后同上腔伺服气室腔，也同样到目前为止真空源分离。此时，柱塞在推杆的带动下发生连续位移，目的是让后面的大气阀座与阀门有空间。于是，外界空气即经过滤环、控制阀腔与通道充入伺服气室后腔，从而使其腔内的压力升高、真空度从而降低。在这个过程中，膜片与阀座也不断向前推进，直到与气门座、气门重新接触达到平衡。这样，不论哪一种的稳定状况，伺服气室后腔中的稳定真空度与该伺服气室所有的踏板行程成增势，这种液体的特性反映控制阀所拥有的随动性。

该伺服气室的双室真空度之间的差异是由压力与弹簧之间的差异引起的，其余的都是在反作用盘上的。因此，对膜片座的推动制动主缸的力是与柱塞和活塞施加的力总成。也就是说，驾驶员需要用脚踩踏产生作用力作用于助力器后推动控制阀，力的作用足以使制动主缸产生一定的压力，可以

相互抵消和伺服气室力使之成正比，经过反复盘上的力反馈后这样，司机可以感受到伺服室力通过踏板力的大小，即司机有一定的踏板感觉。

1.3.3 感载比例阀的工作原理

由壳体和轴两者间的行程变化使感载比例阀（外力）来改变弹簧的预紧力，并根据车辆的负载的增加，进行变化，以便它可以得到任何负载条件下的所需要的制动力。它安装在制动主缸和后刹车泵之间的管道，从弹簧、活塞、阀壳等等。当外壳的进油孔与制动总泵孔连通时，油孔与制动缸的车轮制动泵相通。当外力作用小时，会使得柱塞被弹簧的力作用到最右边，从而两孔相互作用，使两孔连通总泵和泵的压力是相等的。当外力大于弹簧的预紧力，使得活塞左移，使柱塞阀接触关闭阀门，然后阻止其通向分泵；如果外力的压力继续增加，柱塞右移，柱塞与阀门脱离接触，阀门已打开，泵和分泵连通。这一比例阀不间断的动作使液压泵不断的调整后，还不断调整后轮制动力。

第 2 章 制动系统的设计计算

2.1 整车参数的确定

本次设计任务是 1.6L 乘用车制动系统的设计，采用 105 马力 L4 前置前驱 EA111 的乘用车。

其各个参数如表 2-1 所示：

表2-1整车参数

编号	名称	表示符号	数值	单位	备注
1	整备质量	M_0	1340	kg	满载质量 $M = 1840$

以上内容仅为本文档的试下载部分,为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文,请访问:

<https://d.book118.com/695114240023011324>