

与汽车驾驶员谈



制动

周天佑 编

交通出版社

U 461.3

7712

与汽车驾驶员谈制动

周天佑 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书的主要内容有：汽车制动的一般概念和基本原理、汽车的制动过程和制动过程中的受力情况、汽车的制动性能、汽车制动的检验以及如何正确地使用制动、制动系的故障排除及保养等，可供广大汽车驾驶员和从事汽车制动检验的人员参考。

本书由余志生副教授复核。

与汽车驾驶员谈制动

周天佑 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：5.5 字数：120千

1982年10月 第1版

1985年11月 第1版 第2次印刷

印数：40,001—63,100册 定价：0.90元

目 录

第一章 汽车制动的一般概念和基本原理	1
第一节 汽车制动的一般概念	1
第二节 汽车是怎样实现制动作用的	4
第二章 汽车的制动过程和制动过程中的受力情况	50
第一节 汽车的制动过程分析	50
第二节 汽车制动过程的受力情况	63
第三章 汽车的制动性能	70
第一节 汽车制动性能的评价和试验	70
第二节 影响汽车制动性能的因素	83
第三节 汽车制动的稳定性	91
第四章 汽车制动的检验	103
第一节 怎样检验汽车制动系的结构和制动性能	103
第二节 检验汽车制动性能的仪器与设备	109
第五章 如何正确地使用制动	117
第一节 怎样使用行车制动和停车制动装置	117
第二节 在不同情况下使用制动时, 应注意的问题	124
第六章 汽车制动系的故障排除及保养	144
第一节 制动系的故障及其排除方法	144
第二节 汽车制动系的保养	152

第一章 汽车制动的一般 概念和基本原理

第一节 汽车制动的一般概念

一、汽车的制动性是指哪些内容

汽车的制动是大家所熟悉的。在城市街道和公路干线上行车密度越来越大，行车速度不断提高的情况下，直接关系到行车安全的汽车制动问题，就越来越引起人们的重视。近年来，人们为了加强行车安全，不断改进汽车制动器的结构，提高汽车的制动性能；汽车驾驶员在每次出车之前，都要检查汽车的制动状况。所以汽车制动系已经成为汽车使用中的一个重要组成部分，不断改善汽车的制动性能是保障汽车行驶安全的重要措施之一。

汽车是通过制动系统来实现制动作用的。也就是由于汽车设有制动装置，而使它具有一定的制动性能。

汽车的制动性是指汽车行驶中能强制地降低行驶速度以至停车，或者在下长坡时，维持一定速度的能力。

汽车的制动装置应起到三个作用：

1)降低汽车的行驶速度，直到使汽车停住。

汽车总是以一定的速度行驶的。在会车、转弯、通过交叉路口或遇到危急情况时，需要提前减速行驶；为避免碰撞行人、牲畜或其他物体（如建筑物等），在必要时需进行紧

急制动，使车辆尽快停下来；在车辆行驶到达目的地或中途需短暂停留时，先使车辆减速，直到使它停住等等。在这些情况下，都是需要通过操纵制动装置，达到减速或停车的目的。

2) 控制汽车在下长坡时维持一定的速度。

汽车在下坡行驶时，如果没有制动作用，又忽略滚动阻力和迎风阻力的影响，则汽车在自身重力沿坡道的分力（ $G_a \cdot \sin \alpha$ ，其中 G_a 为汽车的总重量， α 为坡道与水平面的夹角，见图1-1）的作用下，不断加速行驶。这样任其下去，汽车下坡的速度越来越高，将是难以控制的。所以，要想使汽车下坡时维持一定的速度，也必须通过汽车的制动作用来实现。

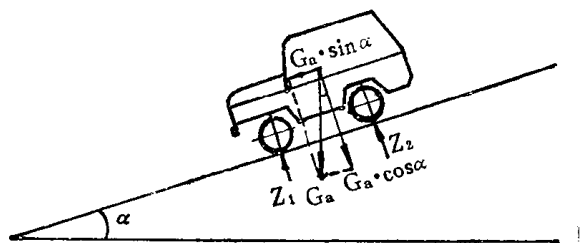


图1-1 汽车在坡道上，不使用制动时的受力简图

3) 可以使汽车停在坡道上。

在坡道上的汽车，如果没有制动装置的作用，汽车在自身重力沿坡道的分力（图1-1中的 $G_a \cdot \sin \alpha$ ）的作用下，将自动向下滑行。若要使汽车能在坡道上停住，就需要通过停车制动装置的作用来实现。

二、汽车的制动与安全行车 和提高运输效率的关系

汽车的行驶安全，在很大程度上取决于制动系的工作可

靠性。反过来说，如果汽车的制动结构不完善，制动性能很差，就可能造成行车事故。

在汽车行驶过程中，如果汽车的制动性能变坏，其制动距离增长。紧急制动时，汽车需在较长的距离内才能停住，从而可能发生碰撞行人或建筑物的交通事故。例如，有一辆公共汽车，是采用气压制动系统，由于气路严重漏气而使气路中气压显著降低至低于规定的气压标准，驾驶员又没有及时发现。此时，汽车驶向停车站，虽然车速并不很高，但在接近前面行人时，驾驶员采取紧急制动措施，以防撞人。但由于制动气压不足，汽车不能在应有的距离内停住，而碰撞了行人致死。这不仅造成了一起人身伤亡的交通事故，而且影响了客运任务的顺利完成。

在机动车发生的交通事故中，由于制动系的故障及制动时发生跑偏和侧滑而造成的事故，所占的比重是很大的。特别是高速行驶的汽车，在制动时发生的后轴侧滑是造成重大事故的原因之一。如我国某城市，曾在一年内发生的250起重重大事故中，由于“制动距离太长”、“紧急制动汽车跑偏”等原因造成的，就近100起，约占40%；因制动时“汽车掉头”的有16起，约占6.4%。当然，如果制动系严重漏油、漏气、制动控制阀失灵等，使在需要紧急制动时，汽车刹不住，也会发生重大恶性事故。汽车行驶在山区时，这个问题就更加突出。

这些情况说明，制动系的工作是否可靠，制动性能是否符合要求，是确保汽车运输安全的重要因素。

只有当汽车具有良好的制动性能，才能在保证安全的条件下，提高汽车的行驶速度，充分利用汽车的其他性能，以提高汽车行驶的平均技术速度，从而获得较高的运输生产率。

如果我们能通过制动检验，发现汽车制动系统的故障，并及时排除；发现制动性能达不到规定的要求，及时进行保养和维修。这样就可以将影响制动安全的因素在上路行驶之前排除，从而可以保障汽车运输安全及相应地提高运输生产率。

第二节 汽车是怎样实现 制动作用的

一、汽车制动系的工作原理

前面已经谈到制动系需起到三个作用，那么，汽车是怎样通过制动系来实现制动作用呢？下面通过图1-2(液压制动系工作原理示意图)来说明汽车制动系主要部分的工作原理。

在汽车车轮的轮毂上装有一个金属的制动鼓8，这个制动鼓的内圆面为工作表面。在固定不旋转的制动底板11上，装有两个支承销12，支承着两个弧形的制动蹄10的下端。制动蹄的上端分别支承在制动分泵的两个活塞上。在制动蹄的外圆面上又分别装有用摩擦材料制成的摩擦片9。在制动底板上还装有液压制动分泵6，用油管5与装在车架上的液压制动总泵4相连通。总泵中的活塞3可由驾驶员通过制动踏板1来操纵。

在制动系统不工作时，制动鼓8的内圆面与制动蹄摩擦片的外圆面之间保持有一定的间隙，使车轮和制动鼓可以自由旋转。

要使行驶中的汽车减速，驾驶员应踩下制动踏板1，通过推杆2和总泵活塞3，使制动总泵内的制动液在一定的压

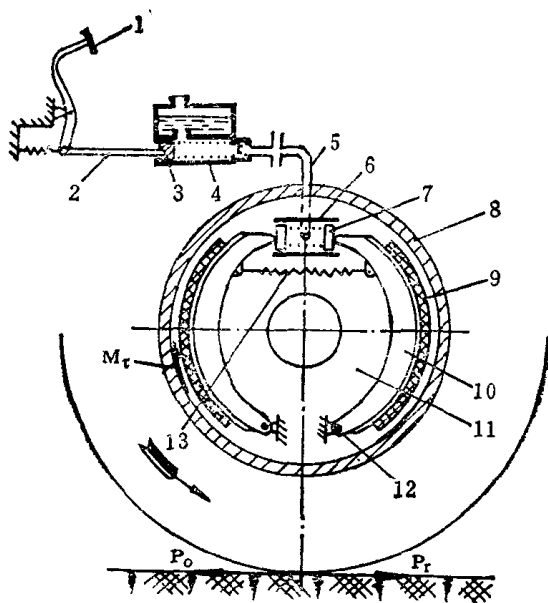


图1-2 液压制动系工作原理示意图

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-支承销；13-制动蹄回位弹簧

力下流入制动分泵，并通过两个分泵活塞7使制动蹄10绕支承销12转动，上端向两边分开而以其摩擦片9压紧在制动鼓8的内圆面上。这样，不旋转的制动蹄摩擦片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，由于车轮与路面之间有附着作用，车轮即对路面作用一个向前的周缘力 P_o ，同时路面也对车轮作用着一个向后的反作用力，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。当放开制动踏板时，回位弹簧13即将制动蹄拉回原位，摩擦力矩 M_r 和制动力 P_r 消失，制动作用即行停止。

由上所述可以看出，整个制动系统包括作用不同的两大部分。其中用来直接产生迫使车轮转速降低的制动力矩（即摩擦力矩 M_T ）的那一部分，称为制动器，它的主要部分是由旋转元件（如制动鼓8）和固定元件（如制动蹄10）组成的摩擦副。汽车的全部车轮上都装有制动器。另一部分，如制动踏板、制动总泵和制动分泵、管路等，总称为制动传动机构。其作用是将来自驾驶员或其他力源的作用力传到制动器，使制动蹄摩擦片与制动鼓的内圆面互相压紧。

上面介绍的制动器是作用于车轮上，并由驾驶员通过制动踏板操纵的这一套制动装置，是供汽车在行驶中有必要暂时降低车速，或有时甚至要制动到停驶而使用的，可称为行车制动装置。它只是当驾驶员踩下制动踏板时起作用，而放开制动踏板后，制动作用即行消失。因此，为了保证汽车在停驶后，即使驾驶员离车，仍能保持在原地，特别是在坡道上原地停住，汽车还必须另设一套停车制动装置。这套制动装置通常是用制动手柄操纵，可以锁止在制动位置，所以也称为手制动装置。与此相应，前面所说的行车制动装置也称为脚制动装置。除停车制动外，手制动装置还可以在坡道起步时使用，以防止汽车溜。当脚制动装置失效时，也可临时用手制动装置进行行车制动。汽车在行驶中遇到危险情况，往往需要在急踩制动踏板的同时，拉出手制动手柄。为了确保行车安全，任何汽车都必须具有十分可靠的上述两套制动装置，否则不允许上路行驶。

实际上，由于各类汽车的任务和使用条件都存在着很大程度的差别，对制动性能的要求也各有不同，因而制动系的结构也有许多不同的型式。就行车制动装置的传动机构来说，除上述的简单液压式以外，还有气压式、气液复合式等等。

二、汽车制动系统的一般结构

为了保证汽车使用中的制动要求，制动系应根据车型和使用条件来确定，制动系由以下几个部分组成：

1) 行车制动器，即一般所说的脚制动。它是装在车轮上的制动装置。

2) 停车制动器，即一般所说的手制动。它一般是装在传动轴上。

3) 辅助制动装置。经常行驶在矿山或山区公路上的汽车，满载下长坡的机会很多。这时需要对汽车持续进行制动，以免在其重力作用下不断加速而造成事故。这一点，单靠行车制动器是难以实现的，因为制动器长时间频繁地工作将使它的温度大大增高，以致制动能力衰退甚至完全失效。所以经常在这种条件下使用的汽车需要加装辅助制动装置。

辅助制动多装在传动轴上或利用发动机的排气系统。

对于在城市及公路上行驶的汽车，一般装有行车制动器和停车制动器就够了。对于山区用的汽车、大型载重汽车及矿山用汽车最好安装辅助制动装置。有的国家规定在一些汽车上必须安装辅助制动装置。

1. 行车制动器

目前，摩擦式制动器仍然是汽车上的主要制动装置，摩擦式制动器按其结构可以分为鼓式、盘式、带式三种。在现代汽车（不论是小客车或载重汽车）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的增加，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。

(1) 鼓式制动器：

鼓式制动器多为内张蹄式，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，制动蹄片压紧制动鼓时的位移小，制动蹄的驱动装置（凸轮或分泵）安装紧凑以及制动效率较高等。

鼓式制动器按其结构型式可分为：简单非平衡式、平衡式、自动增力式。

1) 简单非平衡式制动器：

跃进NJ130汽车前后轮、北京BJ212汽车、上海SH130和SH760汽车的后制动器上都采用这种结构。图1-3示出了固定支点单分泵简单非平衡制动器结构简图。

这种制动器由于车轮向一个方向旋转时，左蹄（紧蹄）对鼓作用的合力大于右蹄（松蹄）作用的合力。此两力之差由轮毂轴承担。故称这种制动器为简单非平衡制动器。

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方便。但由于紧蹄和松蹄的单位压力不等，结果使摩擦片磨损不均匀。此外，这种制动器的制动效率较低。

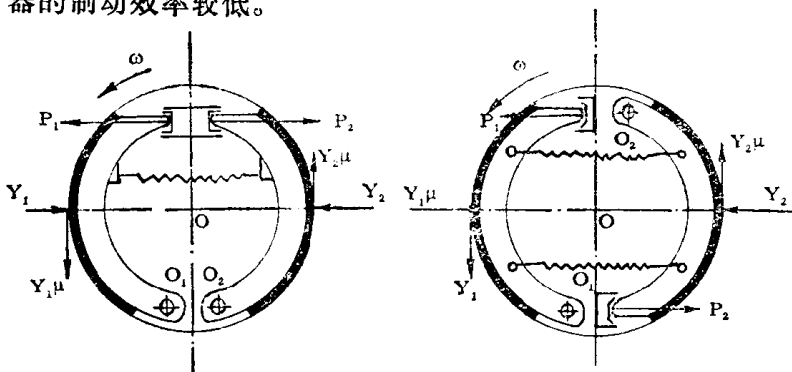


图1-3 固定支点单分泵简单非平衡制动器

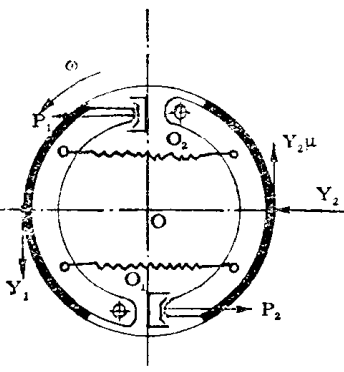


图1-4 固定支点双分泵非对称平衡式制动器简图

2) 平衡式制动器：

可分为非对称平衡式 and 对称平衡式两种。

由于制动器的紧蹄能提高制动效果，因而利用这种原理出现了两蹄片都成为紧蹄的制动器，如图 1-4 所示。当制动鼓逆时针方向旋转时，两蹄都是紧蹄，两蹄上的单位压力相等。因而两蹄以相同法向力作用于制动鼓而互相平衡，轮毂轴承不承受额外的负荷，当制动鼓沿顺时针方向旋转时，两蹄片都是松蹄。这种结构是非对称平衡式制动器。

这种结构的优点是：左右两蹄摩擦片的磨损均匀，汽车前进时制动效率较高。其缺点是：不对称，倒车制动时，制动效率很低。

另一种是对称平衡式制动器，这种制动器有两个直通孔的分泵，制动蹄是浮动的，其支点根据制动鼓的旋转方向不同而变化。

图 1-5 为双向双分泵对称平衡式制动器简图。这种制动器无论车轮顺逆转动，两个蹄都是紧蹄，所以汽车前进或倒车时制动力矩相同，它的摩擦副接触良好，但磨损后调整间隙

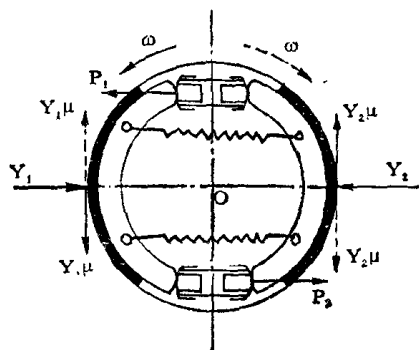


图1-5 双向双分泵对称平衡式制动器简图

较麻烦。红旗牌小客车前后制动器都采用对称平衡式。

3) 自动增力式制动器：

图1-6a为自动增力不对称式制动器，这种结构虽然用一个分泵，制动效果却较高。其缺点是，制动力增加过猛，所以工作不平稳；调整也复杂，摩擦片磨损很不均匀，制动力矩对摩擦系数很敏感，故对摩擦片材料要求很高；当制动鼓的旋转方向改变时，制动效率降低，因此这种制动器应用不广泛，布切奇 113N 型汽车前轮制动器是这种单向不对称自动

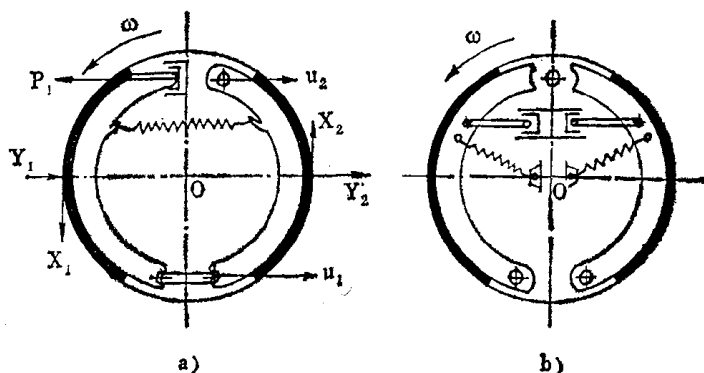


图1-6 自动增力式制动器结构简图

增力式制动器。

北京BJ130汽车的前轮制动器是双向对称自动增力式制动器，其结构见图1-6b所示。它与不对称式不同之处在于分泵是直通孔双向工作。因而汽车前进或倒车时都获得相同的较高的制动效果。它的缺点同单向增力一样。

红旗牌小客车的中央手制动器是双向增力式，制动效率较高。

(2) 盘式制动器：

盘式制动器一般可分为点盘式和全盘式两种。图1-7所示为点盘式制动器结构简图。

点盘式制动器的作用原理是在制动时，高压制动液经过油管2进入制动分泵1，使两个制动摩擦片3同时压向与车轮相连接的制动盘4，在摩擦力的作用下，使制动盘制动。

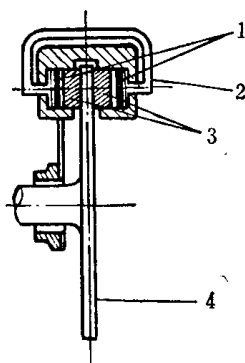


图1-7 点盘式制动器结构简图

1-制动分泵；2-油管；

3-摩擦片；4-制动盘

现在用于汽车的点盘式制动器有浮钳式和浮动活塞式两种。浮钳式是制动分泵仅在制动盘的一侧，被嵌在制动钳里，另一侧的摩擦片安装在制动钳上。制动时制动钳是浮动的，它承受摩擦片对制动盘的压力。制动钳的一端用轴销固定在支架上，并能绕轴销转动。有些浮钳式盘式制动器的摩擦片沿着制动钳圆周方向成楔形，这样制动钳的一边绕轴销转动，就产生了楔紧作用，所以大约有百分之五的增力作用。

另一种是浮动活塞式，它是在制动盘两侧各有一个制动分泵或两个制动分泵。因为制动分泵是对置的，所以又叫对置式。在制动时制动钳本身是固定的，活塞是浮动的。

全盘式制动器，其固定元件和旋转元件都是盘形的，环形的摩擦片固定在固定盘上，上海SH380型32吨自卸车前后轮都采用全盘式制动器。它是多盘式的，共有三个旋转盘，作用原理与多片式离合器相似。前轮制动器的壳体上装有两个制动分泵，后轮制动器则用四个。全盘式制动器由于有封闭的外壳，散热性能较点盘式和鼓式的差些，故目前只在少数重型汽车上采用。

盘式制动器与鼓式制动器相比较，有如下一些优点：

1) 盘式制动器（多盘式制动器除外）的制动盘露在大气中，散热能力强（特别是当采用通风式制动盘时）而且制动盘对制动摩擦片无摩擦助势作用，制动效能受摩擦系数影响较小，因此，制动的热稳定性较好。

2) 由于无摩擦助势作用，所产生的制动力矩与分泵液压成比例，制动过程中制动力矩的增长较鼓式的和缓，即制动较平稳。

3) 浸水时制动效能降低很少，且出水后只需要进行一次、二次制动，即可完全恢复。

4) 制动盘升温后沿厚度方向的变形量比制动鼓的径向热变量小得多，由此引起的踏板行程变化很小。此外，也便于采用间隙自调装置。

5) 结构简单（尤其是浮钳式的），重量较轻，保养修理方便。

盘式制动器的主要缺点在于不能象鼓式制动器那样，只须加装简单的手操纵机构便可兼作停车制动器。在盘式制动器上加装停车制动装置，结构较复杂，所以有些汽车只将盘式制动器用于前轮，而后轮仍用鼓式制动器。盘式制动器（全盘式除外）的防污性能较差。

盘式制动器的摩擦面积较小，故管路液压要求比鼓式的高，最高甚至两倍于鼓式。这就使得摩擦片的单位压力较大，对摩擦片和密封件材质要求较高。

此外，由于盘式制动器没有助势作用，一般都要在制动传动机构中装设足够强的制动加力器。

（3）带式制动器：

图 1-8 为带式制动器简图。

带式制动器在汽车发展的初期，由于车速低，车辆重量轻，结构简单，零件少而广泛应用在汽车上。它的制动效率较蹄式为强，但制动作用不平稳，并且不易密封，外型尺寸又较大。因此，带式制动器对现代汽车，显然已不能满足要求，目前仅用作中央制动器。

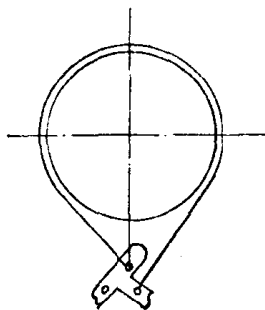


图1-8 带式制动器结构简图

2. 制动系传动机构

制动系传动机构一般可分为机械式、液压式、气压式、气液复合式及真空加力式。采用哪种型式，要根据汽车的类

型、总重和用途的不同来选择，主要由汽车总重来决定，因为制动力与总重直接有关。

一般说来，总重小于5吨的汽车，大部分采用液压式，总重在5~8吨之间的汽车，采用真空加力或气压加力的液压式，总重大于8吨的汽车，则多采用气压式。

(1)机械传动机构：这是一种最简单、最老式的传动装置。因缺点很多，故目前除了用来操纵停车制动装置外，一般已不采用。

(2)液压传动机构：它被广泛应用于现代小客车和中小型载重汽车（如NJ130、BJ212、BJ130及SH130等）上。其优点是：

1)制动时，系统内的压力相等，左右轮的制动是同时驱动的，减少了汽车跑偏的可能性；

2)前后轮制动力可以得到一定的比例，这只要将前后分泵活塞选合适的直径即可；

3)当汽车振动、悬架的变形以及转向时，不会因干扰而发生自行制动现象；

4)不需要润滑和经常调整。

其缺点是：

1)一处漏油就会使制动系统失灵；

2)低温时制动液可能变浓、高温时可能气化，产生气阻。

针对以上缺点，为了防止因一处漏油而使整个制动系统失灵，目前有的汽车采用双管路制动系统，如红旗小客车、天津TJ740小客车。为了克服第二个缺点，可根据不同的使用条件而选用适当配方的制动液来解决。

(3)气压传动机构：为了操纵轻便，一般车辆总重大于8吨的汽车常采用这种传动机构，如黄河牌JN150型载重汽