

汽车动力转向的 构造与维修

李明才 编著



中国林业出版社

责任编辑：徐小英 蔡观华

封面设计：吴贤平

汽车动力转向的构造与维修

李福军 编著

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同7号）

新华书店北京发行所发行 南京林业大学印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 9印张 70千字

1988年5月第一版 1988年5月 第1次印刷

印数1—5,000册 定价：0.96元

ISBN7-5038-0270-7/TB·0066

内 容 简 介

本书介绍了液压动力转向的一般工作原理，结合常用的具体车型着重介绍了多种典型的液压动力转向系统的构造，附有常用的国内、外汽车的动力转向技术资料。本书还综合介绍了液压动力转向系统的保养、常见故障及排除方法，以及液压动力转向系统检修和调（测）试的设备、方法。

本书供汽车驾驶员、保修工和工程技术人员使用，也可作为汽车运用工程等专业的教学参考书。

前 言

随着汽车行驶速度的提高和载重量的增加，动力转向得到了愈来愈广泛的应用。目前，进口载重汽车和大客车大多数采用了动力转向，国产重型载重汽车、高级小客车及部分中型载重汽车也都采用了动力转向。

作者一直从事有关汽车方面的教学工作，去年又承担了江苏省交通厅举办的进口柴油大客车技术培训班底盘部分的教学，搜集并积累了国内外有关汽车动力转向方面的资料。为了帮助汽车使用、维修方面的人员更好地了解、掌握汽车动力转向的原理、结构及其维修的技术、设备，提高汽车的使用、维修水平，特编写本书。

本书编写过程中，得到了江苏省交通厅刘家声同志的大力支持。初稿完成后，经江苏工学院苏清祖、南京林业大学李大成等同志审阅，提出了许多宝贵意见。在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 汽车动力转向的提出.....	(1)
第二节 对动力转向系统的要求.....	(3)
第三节 动力转向的类型.....	(4)
第二章 液压式动力转向的工作原理	(8)
第一节 常流式液压动力转向的工作原理.....	(8)
第二节 常压式液压动力转向的工作原理.....	(14)
第三章 液压式动力转向的构造	(17)
第一节 转向油泵.....	(21)
第二节 整体式液压动力转向.....	(29)
第三节 半分置式液压动力转向.....	(48)
第四节 分置式液压动力转向.....	(58)
第五节 液压辅助元件.....	(67)
第四章 液压式动力转向的使用	(76)
第一节 动力转向系统的保养.....	(76)
第二节 动力转向系统的故障及其排除.....	(78)
第五章 动力转向液压系统的检修和试验	(83)
第一节 拆装时的注意事项.....	(83)
第二节 转向油泵的检修和试验.....	(84)
第三节 控制阀的检修和动力转向器的试验.....	(87)
第四节 动力缸的检修和试验.....	(93)

第一章 概 述

第一节 汽车动力转向的提出

为使汽车按一定的方向（直线或曲线）行驶而设置的一套由驾驶员操纵的机构，称为汽车的转向系。

一般汽车的转向系如图 1—1。驾驶员向左或向右转动方向盘 1 时，通过转向轴 2 和蜗杆 3、齿扇 4 传动副使转向垂臂 5 绕其轴线摆动，再经转向纵拉杆 6 和转向节臂 7 使左转向节及左转向轮绕主销 8 向左或向右偏转，同时又通过转向梯形臂 9、12 和转向横拉杆 10 使右转向节 13 和右转向轮绕

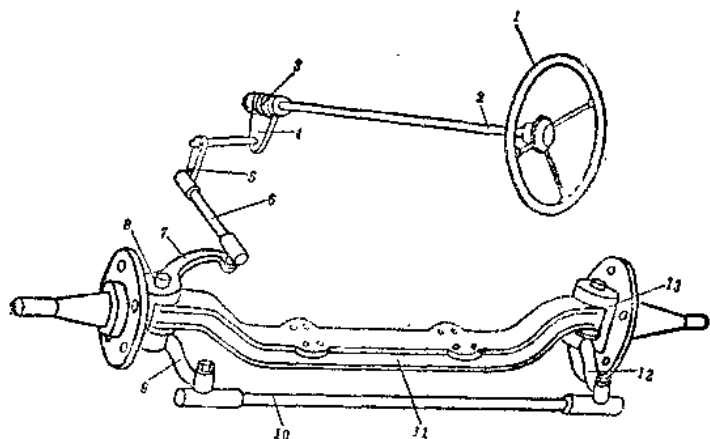


图 1—1 汽车转向系示意图

1. 方向盘 2. 转向轴 3. 蜗杆 4. 齿扇 5. 转向垂臂
6. 转向纵拉杆 7. 转向节臂 8. 主销 9、12. 转向梯形臂
10. 转向横拉杆 11. 前轴(梁) 13. 转向节

其主销作同方向偏转，汽车向左或向右行驶。我们把方向盘的转角与转向轮的相应偏转角（由于两侧转向轮的偏转角不相等，这里一般指安装在驾驶员同侧的转向轮的偏转角）之比称为转向系的角传动比，把偏转转向轮时路面对车轮产生的阻力与驾驶员施加在方向盘轮缘上的力之比称为转向系的力传动比。这两种传动比的大小，主要都取决于转向器传动副的传动比——方向盘的转角与转向垂臂轴的相应转角之比。

在汽车行驶过程中，驾驶员要经常转动方向盘，以不断纠正转向轮的滚动方向，保证汽车沿正确的方向行驶。为使方向盘操纵轻便，就要求转向系的力传动比（即转向器的传动比）大些。而从提高车辆的机动性来考虑，为了能迅速转向（即方向盘的转角要小），则要求转向器的传动比小些。转向轻便与转向迅速对转向器传动比的要求恰好相反，因此要照顾到转向的轻便性就必然影响到转向的灵敏性。不过，一般公路运输车辆由于速度不高，转向轮上负荷较轻，转向阻力较小，如果转向器的传动比选择恰当，就能够做到既保证车辆的转向轻便又照顾到车辆的转向灵敏。

随着汽车运输事业的发展，汽车行驶速度愈来愈高。高级小客车的速度一般都在每小时一百公里以上，这对汽车的机动性提出了更高的要求。另一方面载重汽车的载重量也愈来愈大，超重型汽车的载重量甚至高达数十吨，前轴负荷相应增加，转向阻力也随之增加。若仍采用一般的机械式转向系统，靠人力来偏转转向轮，那是相当费力甚至根本不可能的。即使一般汽车，随着车流密度（一小时内通过某一路段的车辆数）的增加，也要求车辆有更好的机动性。另外为了改善驾驶员的劳动条件，也都要求转向系的操纵尽量轻便、

灵敏。这些要求用一般的机械式转向系统是无法满足的。因此出现了汽车“动力转向”——利用汽车发动机的动力来作为偏转转向轮的主要(有时甚至是全部)力源,使得车辆转向。这样的转向系统能做到在任何情况下车辆的转向操纵既轻便又灵敏。例如,某一小客车当用一般的机械式转向系统时,停车转向需在方向盘上施加29.4—32.4牛·米(3.0—3.3千克力·米)的力矩转动五圈,改用动力转向后完成同样的操作只需用5.4牛·米(0.55千克力·米)的力矩转三圈就够了。故而动力转向系统在世界范围得到了迅速的发展,重型汽车必须采用,高级小客车普遍采用,普通中型汽车也在逐渐推广采用。据统计,日本在1984年装有动力转向系统的汽车,重型汽车为100%,中型汽车为76%,轻型汽车为22%,小客车为44%。我国重型自卸汽车(北京BJ-370型、上海SH-380型汽车等)全部采用动力转向系统,部分中型汽车(黄河JN-350型、延安SX-250型汽车等)和高级小客车(如红旗CA-773型客车)也采用了动力转向系统。

第二节 对动力转向系统的要求

1. 对动力转向系统的一般要求

转向系是确保车辆安全行驶的关键部件之一。转向系除了操纵轻便、灵敏之外,还应满足以下要求:

(1) 各组成零件要有足够的强度和刚度,以保证转向系的工作可靠。

(2) 转向结束后,方向盘能自动回到汽车直线行驶时的中间位置,保持汽车直线行驶的稳定性。

(3) 转向时所有车轮都围绕一个中心(称转向中心)

滚动，没有侧向滑移。

(4) 既要尽量减小转向轮受到冲击时传到方向盘上的力，又要使方向盘上保持有一定的冲击力，以便驾驶员随时能感觉到路面的好坏（产生“路感”）。

2. 对动力转向系统的特殊要求

动力转向系统除了上述一般要求，还要考虑到用发动机动力作为转向的力源这个特殊情况，满足以下一些特殊要求，

(1) 在汽车行驶过程中，发动机的转速是经常变化的，要保证正常转向，就要求动力转向系统在发动机允许的转速变化范围内（包括怠速运转）都能可靠地工作，不能因发动机的转速变化而影响汽车的转向性能。

(2) 在发动机发生故障突然停止工作，或者转向加力系统发生故障不能提供动力转向力源时，汽车也应能进行转向，以确保行驶安全。

(3) 由于推动转向轮偏转的力是发动机的动力，这个推力的大小、作用时间的长短，也就是动力推动转向轮偏转的程度、快慢，驾驶员通过操纵方向盘要能控制，以满足各种转向要求。我们把这称为转向的随动作用。

第三节 动力转向的类型

怎样利用发动机的动力来推动转向轮偏转呢？一种办法是在发动机上设置一空气压缩机（或利用汽车制动系统的气源），用气压来推动转向轮偏转，称之为气压式动力转向。另一种办法是在发动机上装置一油泵，用油压来推动转向轮偏转，称之为液压式动力转向。由于液压式的工作油压可达

5886—1569.6千帕(60—160千克力/厘米²)，远远超过气压式的(气压588.6—784.8千帕(6—8千克力/厘米²))，其结构紧凑、外廓尺寸小，而且液压油的不可压缩性很小致使转向非常灵敏，系统中油液的阻尼还可以吸收路面的冲击能量改善驾驶员的工作条件，所以液压式动力转向获得了广泛的应用。虽然气压式动力转向的出现比液压式的要早得多，某些方面还比较经济(可与制动系统共用一个气源、气压元件允许的加工精度远远低于液压元件等)，但这种系统组成元件的外形尺寸大，布置困难，没有得到广泛应用，国外仅在少数载重汽车、公共汽车上采用。本书只介绍液压式动力转向系统。

液压式动力转向系统示意图如图1—2(a)。油泵1由发动机驱动，产生的高压油经油管流向控制阀2。驾驶员操纵方向盘，通过转向器、转向垂臂来操纵控制阀使压力油经油管流向动力缸3的右腔或左腔，推动活塞向左或向右运动，带动横拉杆向左或向右摆动，继而使转向轮向右或向左偏转，实现车辆的转向。

液压式动力转向按系统内工作油的状态可分为常流式和常压式两种。汽车不转向时控制阀中的滑阀4处于阀的中间位置，如图1—2(b)，从油泵输来的工作油经控制阀油道6、7流向动力缸左、右腔，同时经7、5、8油道流回油箱，系统内为低压油，工作油始终处于流动状态。驾驶员转动方向盘后，控制阀中的滑阀产生轴向移动，使动力缸的一侧腔室与油泵相通，由于存在转向阻力而产生高压油，而另一侧腔室与回油路相通为低压油，动力缸活塞在两腔室内压力差的作用下带动转向轮偏转，实现转向。这种型式称为常流式液压动力转向。另一种型式是，汽车不转向时控制阀呈关闭状

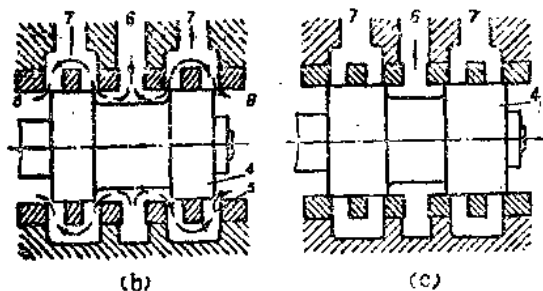
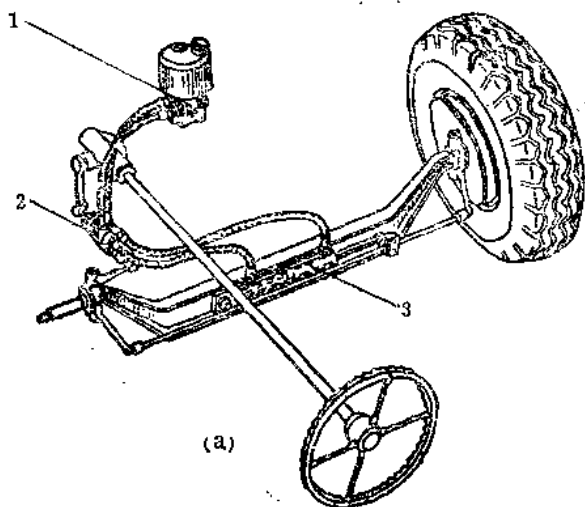


图 1—2 液压式动力转向系统示意图和控制阀作用原理简图

1. 油泵 2. 控制阀 3. 动力缸 4. 滑阀 5、6、7、8. 油道

态如图1—2 (c) , 油泵输来的工作油不能经控制阀流向动力缸, 也不能经控制阀流向油箱, 而是储存在储能器中, 系统内为高压油。驾驶员转动方向盘后, 控制阀中的滑阀同样

产生轴向移动，控制阀使动力缸一侧腔室与高压油路相通，另一侧腔室与回油路相通，在动力缸活塞两侧压力差的作用下实现动力转向。这种型式称为常压式液压动力转向。常流式液压转向由于在不转向时系统内是低压油，耗能少，寿命长，且不需要设置储能器等，得到广泛应用。

第二章 液压式动力转向的工作原理

第一节 常流式液压动力转向的工作原理

常流式液压动力转向系统工作原理如图 2—1。它主要由油泵 3、控制阀（包括滑阀 7、控制阀体 9、反作用柱塞 8、定中弹簧 10 等）、螺杆螺母式转向器（包括转向螺杆 11、转向螺母 12）及动力缸 15 等部分组成。

控制阀滑阀 7、转向螺杆 11 同转向轴 16 连为一体，滑阀两端设有两止推轴承。由于滑阀 7 的长度比阀体 9 的宽度稍大，所以两止推轴承端面与阀体端面之间有轴向间隙 h ，使滑阀连同转向轴、转向螺杆一起能在阀体内作轴向移动。反作用弹簧 10 有一定的预紧力，将两个反作用柱塞顶向阀体的两端，滑阀两端的挡圈也正好卡在两个反作用柱塞的外端，使滑阀在不转向时一直处于阀体的中间位置。滑阀上有两道油槽 A、B，阀体的相应配合面上有三道油槽 C、D、E。油泵 3 由发动机通过皮带或齿轮来驱动，压力油经油管流向控制阀，再经控制阀流向动力缸的 F 腔或 G 腔。

汽车直线行驶时，如前所述，滑阀在反作用弹簧的作用下保持在中间位置，控制阀内各元件相对位置如图 2—1(a)。这时进油口所在的 D 腔与 A、B、C、E 相通，C、E 腔又分别与动力油缸上的 F、G 腔相通，且 C、E 腔又与油箱相通，使油泵的出油口同油箱之间的油路保持畅通，液压油一直处于流动状态（低压油）。这时油泵的负荷很小，只需克服管路阻力。这种型式为常流式液压动力转向。由于动力

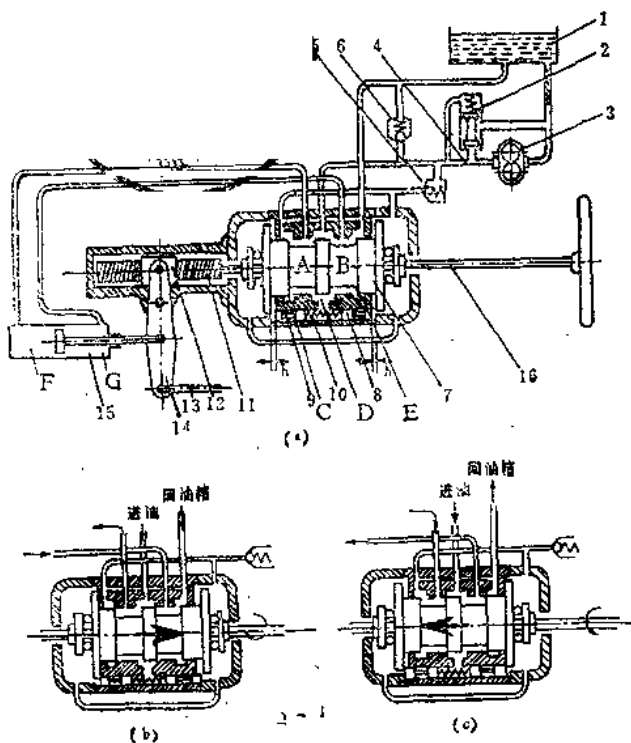


图 2—1 常流式动力转向工作原理

(a) 直线行驶时, (b) 右转向行驶时, (c) 左转向行驶时

1. 油箱 2. 溢流阀 3. 油泵 4. 量孔 5. 单向阀 6. 安全阀
7. 滑阀 8. 反作用柱塞 9. 控制阀体 10. 定中弹簧 11. 转向螺杆
12. 转向螺母 13. 纵拉杆 14. 转向垂臂 15. 动力缸
16. 转向轴

缸活塞两侧均为低压油且压力相等, 活塞对垂臂不产生推力, 转向轮保持在直线行驶位置。

当汽车向右转向时, 驾驶员向右转动方向盘, 通过左旋的转向螺杆11迫使转向螺母12向左运动。转向螺母通过垂

臂、纵拉杆而使转向轮向右偏转，这样路面对转向轮产生了一个阻止它偏转的反作用力（转向阻力），经纵拉杆、垂臂而作用在转向螺母上，使之有一个向右的反作用力，并在转向螺杆上产生向右的轴向力。由于滑阀7与螺杆相连，且允许作距离为 h 的轴向移动，当这个轴向力大于反作用弹簧10的预紧力时，滑阀即向右移至如图2—1(b)所示位置。此时，油泵来的油经D、A腔只能到达动力缸的F腔，产生高压；同时，动力缸的G腔经控制阀B、E腔与油箱相通，为低压油。活塞在两侧压力差的作用下向右移动，经垂臂、纵拉杆以更大的力推动转向轮向右偏转，汽车向右行驶。若方向盘继续向右转动，上述作用一直存在，转向轮进一步向右偏转，汽车沿更小的转向半径向右行驶。由此可见，转向时驾驶员转动方向盘，实际上只需克服转向器内部微小的摩擦阻力和反作用弹簧的预紧力，而产生很大的液压力推动转向轮偏转。当方向盘停止转动时，转向螺杆和转向螺母也随之停止运动。但这时动力缸中的活塞在油压作用下仍然向右移动，通过垂臂在推动转向轮继续偏转的同时把转向螺母、螺杆和滑阀一起带向左移动，D与A之间的通道逐渐减小，动力缸F腔的油压随之逐渐减小，直至动力缸活塞两侧压力差与转向阻力相平衡。此时滑阀停止左移，保持在居中而偏右位置，汽车沿一定的转向半径行驶。方向盘转动的快慢、所转角度的大小，就决定了汽车转向的快慢和程度，且动力缸内压力的高低能自动同路面转向阻力的大小相适应。因此，常流式液压动力转向具有随动作用，能满足使用要求。转向结束，驾驶员放松方向盘，由于转向轮定位的作用，车轮上产生一个使车轮回到直线行驶位置的回正力矩，经纵拉杆、垂臂、转向螺母传给转向螺杆，使螺杆和方向盘回转到原始

位置，滑阀同时在定中弹簧、反作用柱塞的作用下从中间偏右的位置回到完全居中的位置，汽车恢复直线行驶。

由于控制阀定中弹簧的预紧力大于从路面逆传递来的反作用力，控制阀滑阀不会在车轮回正力矩的作用下产生轴向运动，即滑阀不会由于回正力矩而离开居中位置。但是，汽车在行驶过程中，有时会突然碰到较大的障碍物（如大石头、崎岖不平的路面、某侧轮胎破裂），对转向轮产生一个很大的偏离正确行驶方向的冲击力。当这个冲击力使转向轮向右偏转，并经转向传动装置传给方向盘向右的一个力矩时，驾驶员只要把握住方向盘便能克服。不过这个冲击力还要对转向轴产生一个向左的轴向力。由于轴向力大于定中弹簧的预紧力，转向轴就带动滑阀一起向左移动，这时滑阀的位置如图 2—1 (c)。这样，动力缸 G 腔与油泵出口相通，而 F 腔与油箱相通，动力缸活塞在压力差的作用下，产生一个向左的推力，通过转向传动装置而把前轮向相反的方向——左侧拉，可以成功地阻止车轮突然向右的偏转。液压动力转向系统的这个特性，对汽车的安全行驶是非常有利的。

汽车向左转向时的作用原理同前所述，此时滑阀左移，动力缸内 G 腔为压力油，F 腔通油箱，压力油推动转向轮向左偏转。

油泵 3 是由发动机带动的，其供油量取决于发动机的转速。发动机的转速在汽车行驶中经常变化，为保证液压系统有稳定的供油量，系统中设有溢流阀（流量控制阀）2。发动机怠速运转时，溢流阀呈关闭状态，油泵供油量应能满足转向要求。随着发动机转速的提高，油泵供油量随之增加，当超过一定限度时，溢流阀逐渐打开，使多余的油经溢流阀流回油箱。安全阀 6 的作用是当液压系统出故障时限制其最大

压力，以避免油泵及其它元件超载而损坏。

转向时，路面的状况（转向阻力的大小）决定了动力缸压力油腔（如向右转向时F腔）油压的大小，亦即与之相通的控制阀的D腔内的油压大小，通过反作用柱塞、挡圈而作用到滑阀上，而最终反应到方向盘上，传到驾驶员的手上，使驾驶员有路面好坏的感觉。所以说这种常流式液压动力转向也是有“路感”的。

为保证当发动机突然熄火或油泵损坏不供油时也能进行转向，设有单向阀5。此时，转向螺杆、螺母和垂臂等元件组成普通的机械式转向系统，仍具有转向能力。但由于垂臂在推动纵拉杆的同时要带动动力缸活塞移动，例如要向右转向，活塞被带动向右移动，致使G腔油压升高、F腔油压降低，压力差反而阻止了垂臂的动作，增加转向阻力。这时，单向阀在动力缸两腔压力差的作用下能自动打开，两腔油路相通，油液自动从G腔流到F腔，压力差基本消失，从而大大减小了附加的液压阻力，保证了紧急情况下的转向。

以上所介绍的这种控制阀，其动作是靠滑阀在阀体中的轴向滑移来完成的，常称为滑阀式控制阀（轴向滑阀式）。还有一种控制阀，其动作是靠控制阀中的阀与阀体之间围绕轴线的相对转动来完成的，称为转阀式控制阀。

转阀式控制阀原理如图2—2。它由阀体3、阀芯2和扭杆1等组成。扭杆1的一端同阀体3一起连接在转向轴上，另一端通过销钉与阀芯2相连。阀体和阀芯上开有相对应的油道，动力缸的左腔室和右腔室分别与阀体上相对称的两油道相连，阀上还有两回油道。

汽车直线行驶时，控制阀各元件相对位置即图示位置。油泵5供给的油液流入控制阀两进油道，从阀芯和阀体的预