



21世纪高等职业教育

创新型精品规划教材（汽车类）



汽车底盘电控技术 实训教程

Practice Training Tutorial for
Automotive Chassis
Electronic Control System

孙 涛/主编



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

21 世纪高等职业教育创新型精品规划教材(汽车类)

汽车底盘电控技术 实训教程

Practice Training Tutorial for Automotive
Chassis Electronic Control System

主 编	孙 涛		
副主编	纪建平	车丽丽	
参 编	韩以伦	付贺阳	李臣华
	白秀秀	张黎黎	王 新
	潘业东	王永浩	葛福成
	刘宏峰	何 雪	杜晓辉
	潘庆玉		

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是汽车实训项目教学法系列教程之一,主要内容有电子控制制动防抱死系统工作过程,电子控制制动防抱死系统结构与检测,电控悬架系统故障码的读取与清除,电控悬架系统结构及工作过程,助力转向系统的结构与工作演示,电子控制自动变速器的结构与拆装,自动变速器的控制原理及工作演示,自动变速器电控系统故障的自诊断,自动变速器零件的检修,自动变速器油的检查,自动变速器的失速实验,丰田公司自动变速器的检测,安全气囊系统的结构及工作过程,安全气囊系统故障的自诊断与检修,电控巡航系统的工作过程、操作以及故障诊断等 15 个项目。

本书可作为高职高专院校汽车运用与维修专业技能型人才培养的教学用书,也可以作为各类汽车职业培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电控技术实训教程/孙涛主编. —天津:天津大学出版社,2010.1

21 世纪高等职业教育创新型精品规划教材. 汽车类
ISBN 978-7-5618-3248-6

I. 汽… II. 孙… III. 汽车-底盘-电气控制系统-高等学校:技术学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 184343 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网 址 www.tjup.com

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 169mm×239mm

印 张 12.25

字 数 262 千

版 次 2010 年 1 月第 1 版

印 次 2010 年 1 月第 1 次

印 数 1-3 000

定 价 26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

一、方案设计思路

“从做中学”是职业教育区别于普通教育的根本特征,坚持以能力为本,是真正办职业教育的体现。为此,按职业活动和要求去设置教学内容,按实际工作任务、工作过程和工作情景组织课程,形成围绕工作要求的新型教学与训练项目,以达到“知识总量没有变化,但知识排序的方式发生变化”的课程开发改革的要求。项目教学法是加强学生的实习实践能力培养的新教学法,体现了对学生的自我实践和独立思考解决问题等方面的培养。

因而在本项目教学方案中,通过教师设置具有实际应用价值的任务项目,指导学生通过“确定任务—制订任务计划—实施计划—进行质量控制与检测—评定反馈”整个工作进程,来提高学生学习的主动性、积极性,形成学生独立思考解决问题的习惯,积累学生自己的学习和实践经验,展示学生自我管理、自我学习的能力,培养学生的创造能力。

二、本课程项目名称

- ①电子控制制动防抱死系统工作过程。
- ②电子控制制动防抱死系统结构与检测。
- ③电控悬架系统故障码的读取与清除。
- ④电控悬架系统结构及工作过程。
- ⑤助力转向系统的结构与工作演示。
- ⑥电子控制自动变速器的结构与拆装。
- ⑦自动变速器的控制原理及工作演示。
- ⑧自动变速器电控系统故障的自诊断。
- ⑨自动变速器零件的检修。
- ⑩自动变速器油的检查。
- ⑪自动变速器的失速实验。
- ⑫丰田公司电控自动变速器的检测。
- ⑬安全气囊系统的结构及工作过程。
- ⑭安全气囊系统故障的自诊断与检修。
- ⑮电控巡航系统的工作过程、操作以及故障诊断。

三、项目教学进程步骤

①任务阶段:教师布置任务,帮助学生理解任务,知道自己要做什么,需要掌握哪方面的知识,练习哪方面的技能,达到什么样的目标。

②计划阶段:学生一般以组的方式工作,制订工作计划。

③实施阶段:教师演示,学生旁看提问;学生操作,完成计划任务,教师观看指导。

④检查阶段:学生自行检查实训过程,结果分析。

⑤评价总结阶段:自我评价,同时与组内其他同学相互总结讨论,交流心得,并按标准实施各种方式的考核。

四、项目实施注意事项

①注意激发学生学习积极性,激励学生收集有关资料,并把所学知识与实际生活结合起来。

②注意树立学生自信心,让其更加了解自己,并注意相互学习。

③教师注意考虑学生实际情况,注意分层教学。

④教师对学生在整个过程中的表现予以评价,对学生在动手训练过程中出现的问题要及时纠正。

本书由烟台汽车工程职业学院孙涛担任主编,纪建平、车丽丽担任副主编,参编人员有山东科技大学的韩以伦教授,烟台汽车工程职业学院的付贺阳、李臣华、白秀秀、张黎黎、王新、潘业东、王永浩、葛福成、刘宏峰、何雪、杜晓辉、潘庆玉。烟台汽车工程职业学院的邹德伟主任提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

编 者

2009年10月30日

目 录

项目一	电子控制制动防抱死系统工作过程	1
项目二	电子控制制动防抱死系统结构与检测	13
项目三	电控悬架系统故障码的读取与清除	25
项目四	电控悬架系统结构及工作过程	29
项目五	助力转向系统的结构与工作演示	36
项目六	电子控制自动变速器的结构与拆装	44
项目七	自动变速器的控制原理及工作演示	52
项目八	自动变速器电控系统故障的自诊断	60
项目九	自动变速器零件的检修	66
项目十	自动变速器油的检查	78
项目十一	自动变速器的失速实验	84
项目十二	丰田公司电控自动变速器的检测	89
项目十三	安全气囊系统的结构及工作过程	97
项目十四	安全气囊系统故障的自诊断与检修	104
项目十五	电控巡航系统的工作过程、操作以及故障诊断	115

项目一 电子控制制动防抱死系统工作过程

第一步:布置任务

一、项目要求

①项目名称:电子控制制动防抱死系统(ABS)工作过程。

②计划课时:10。

③器材及工具准备:

A. 汽车专用万用表 1 个,电脑 1 台;

B. ABS 教学实验台 3 台;

C. 投影机以及相应导线插座。

二、教学主要内容及目的

①掌握 ABS 系统的工作原理。

②掌握实验台的各部分名称,以及制动过程的演示方法。

③教学过程中注意学生综合素质的提高,特别是学生的创新能力和动手操作能力的培养。

三、相关知识准备

1. ABS 的作用

汽车在制动过程中,当制动器制动力大于轮胎-道路附着力时,车轮就会抱死滑移。只有汽车具有足够的制动器制动力,同时地面又能提供较大的附着力时,汽车才能获得较好的制动效果。在汽车制动时,除车轮旋转平面的纵向附着力外,还有垂直于车轮旋转平面的侧向附着力。

在汽车制动过程中,纵向附着力决定汽车的纵向运动,影响汽车的制动距离;侧向附着力决定汽车的侧向运动,影响汽车的方向稳定性和转向操纵能力。

当汽车匀速行驶时,实际车速 v (即车轮中心的纵向速度)与车轮速度 V_w (即车轮瞬时圆周速度)相等,车轮在路面上的运动为纯滚动运动。然而,在汽车实际运行过程中,当驾驶员踩下制动踏板后,在制动器摩擦力矩的作用下,车轮的角速度减小,实际车速与车轮速度之间就会产生一个速度差,轮胎与地面之间就会产生相对滑移。

轮胎滑移的程度用滑移率 S 来表示。车轮滑移率是指实际车速 v 与车轮速度 V_w 之差同实际车速 v 的比值,其表达式为

$$S = \left(\frac{v - V_w}{v} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{V_w}{v} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{r\omega}{v} \right) \times 100\%$$

式中, S 为车轮滑移率; v 为车速(车轮中心纵向速度, m/s); V_w 为车轮速度(车轮瞬

时圆周速度, $V_w = r\omega$, m/s; r 为车轮半径(m); ω 为车轮转动角速度(rad/s)。

当 $v = V_w$ 时, 滑移率 $S = 0$, 车轮自由滚动; 当 $V_w = 0$ 时, 滑移率 $S = 100\%$, 车轮完全抱死滑移; 当 $v > V_w$ 时, 滑移率 $0 < S < 100\%$, 车轮既滚动又滑移。

滑移率越大, 车轮滑移程度越大。实验证明, 在地面附着条件差(例如在冰雪路面上制动)的情况下, 由于道路附着力很小, 使可以得到的最大地面制动力减小。因此, 在制动踏板力(或制动分泵压力)很小时, 地面制动力就会达到最大附着力, 车轮就会抱死滑移。

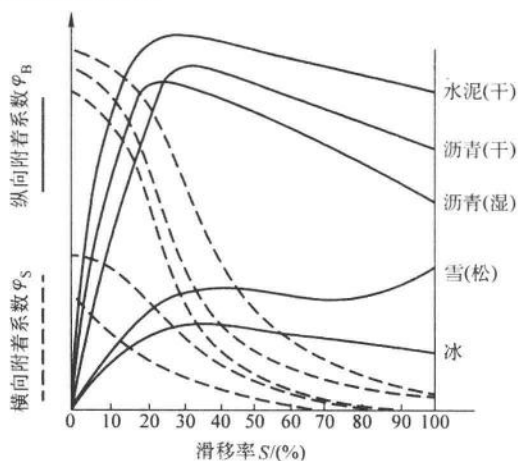


图 1.1 附着系数与滑移率之间的关系

纵向附着系数最大时的滑移率称为理想滑移率或最佳滑移率。当滑移率超过理想滑移率时, 纵向附着系数减小, 产生的地面制动力随之下降, 制动距离将增长。滑移率大于理想滑移率后的区域称为非稳定制动区域或非稳定区, 如图 1.2 所示。

横向附着系数越大, 汽车制动时的方向稳定性和保持转向控制的能力越强。当滑移率为零时, 横向附着系数最大; 随着滑移率的增加, 横向附着系数逐渐减小。当车轮抱死时, 横向附着系数接近于零, 汽车将失去方向稳定性和转向控制能力, 其危害极大。

如果前轮抱死, 虽然汽车能沿直线向前行驶, 但是失去转向控制能力。由于前轮维持转弯运动能力的横向附着力丧失, 因此, 汽车仍将按原行驶方向滑行, 可能冲入

附着系数与滑移率之间的关系如图 1.1 所示, 由图可见:

①附着系数取决于路面性质。一般干燥路面附着系数大, 潮湿路面附着系数小, 冰雪路面附着系数更小。在制动过程中, 车轮抱死滑移的根本原因是制动器制动力大于轮胎-道路附着力。

②在各种路面上, 附着系数都随滑移率的变化而变化。

③在各种路面上, 当滑移率为 20% 左右时, 纵向附着系数最大, 制动效果最好。

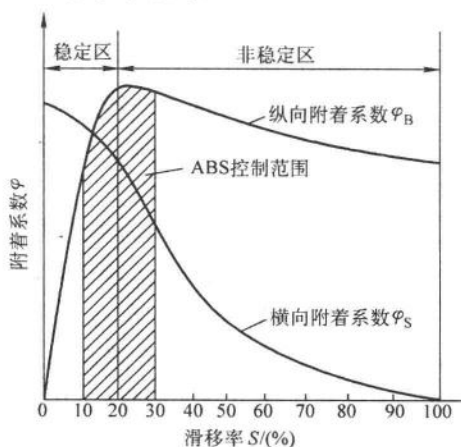


图 1.2 硬路附着系数与滑移率关系

其他车道与车辆相撞或冲出路面与障碍物相撞而发生恶性交通事故。

如果后轮抱死,汽车的制动稳定性就会变差,抵抗横向外力的能力很弱,后轮稍有外力(如侧向风力或地面障碍物阻力)作用就会发生侧滑(甩尾),甚至出现调头(即突然出现 180° 转弯)等危险现象。

综上所述,为了获得最佳制动性能,应将滑移率控制在 10% 到 30% 范围内。因此,通过采用 ABS,使汽车在制动过程中自动调节车轮的制动力,防止车轮抱死滑移,从而缩短制动距离,提高方向稳定性,增强转向控制能力,减少交通事故的发生。

2. 循环式制动压力调节装置的工作原理

循环式制动压力调节装置是在汽车原有的制动管路中串联装入电磁控制阀,直接控制制动压力的增减。循环式制动压力调节装置主要由电磁控制阀、液压泵和储液器等组成。其工作原理如下。

1) 普通制动模式 (ABS 不工作)

在普通制动模式中,根据 ECU(电控单元)的指令,电磁线圈不通电,电磁线圈没有电流,电磁阀中的柱塞处于如图 1.3 所示位置。制动主缸与制动轮缸的管路经电磁阀相连通,液压泵不工作。这样来自制动主缸的制动液就经电磁阀进入制动轮缸,制动轮缸的压力随制动主缸的压力变化而变化,即制动主缸可随时控制制动压力的增减。

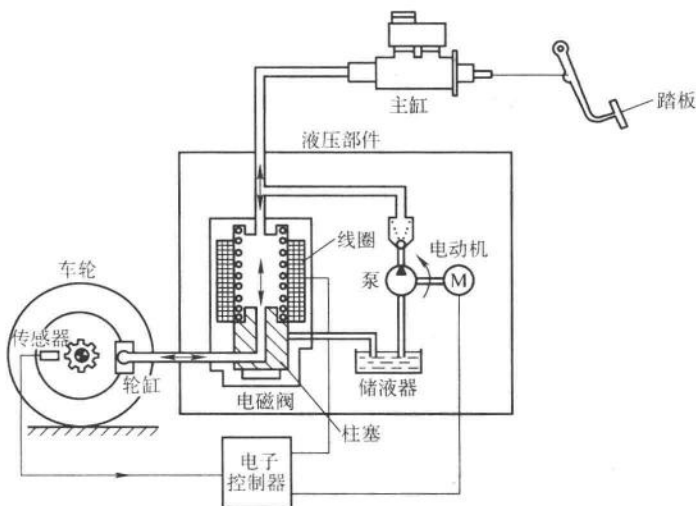


图 1.3 普通制动模式的调压过程

2) 减压制动模式

当制动轮缸需要减压时,ECU 发出指令,使电磁线圈通入较大的电流,电磁阀中的柱塞在电磁力的作用下移至上端,如图 1.4 所示。此时制动主缸和制动轮缸的管路被切断,并将制动轮缸的管路与通向储液器的管路接通,制动轮缸的制动液就流入储液器,从而减小了该车轮的制动压力。同时启动液压泵,将流回储液器的制动液加

压后输送到蓄压器或制动主缸,为下一个制动周期做好准备工作。

这种液压泵叫再循环泵,它的作用是把减压过程中的制动轮缸流回的制动液送回高压端,这样可以防止 ABS 工作时踏板行程发生变化。因此,在 ABS 工作过程中液压泵必须处于常开状态。

3) 保压制动模式

当制动轮缸需要保持制动压力时,根据 ECU 的指令,给电磁线圈通入较小的电流,电磁阀中的柱塞移至图 1.5 所示的中间位置。所有的通道都被关闭,同时切断液压泵电动机的电源使液压泵停止工作,制动轮缸内的制动压力保持原有状态。

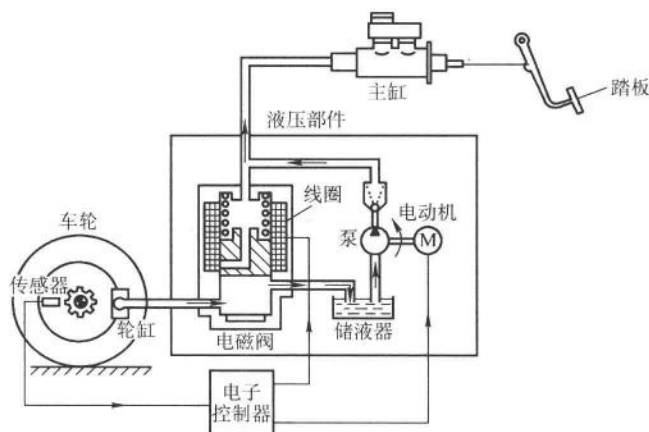


图 1.4 减压制动模式的调压过程

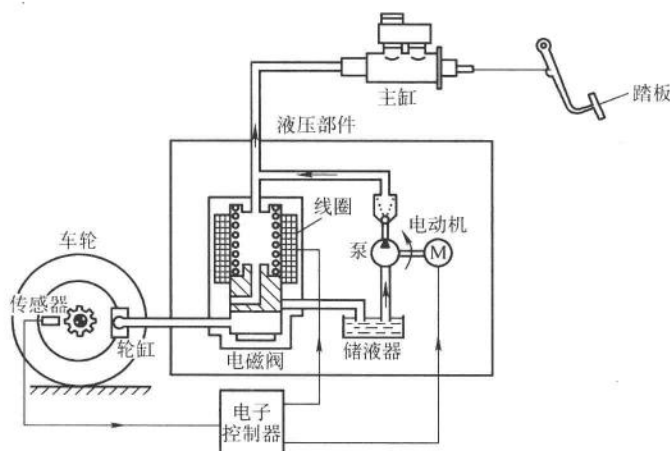


图 1.5 保压制动模式的调压过程

4) 增压制动模式

当制动轮缸需要增加制动压力时,ECU 发出指令,使电磁线圈断电,电磁阀中的

柱塞又回到普通制动模式时的初始位置。

制动主缸和制动轮缸的管路再次相通,制动主缸和液压泵输出的制动液再次进入制动轮缸,增加了制动压力,如图 1.6 所示。增压的速度可以通过电磁阀的进出油口的制动液流速来控制。

这种直接控制式的调压装置结构简单、灵敏性较好,目前大多数汽车的液压制动系统 ABS 都采用这种压力调节方式。但当液压泵工作时,高压制动液返回制动主缸或增压过程制动液从制动主缸流回制动轮缸的瞬间,制动踏板行程均会发生变化(称为踏板反应)。这种反应能让驾驶员知道 ABS 已经开始工作。

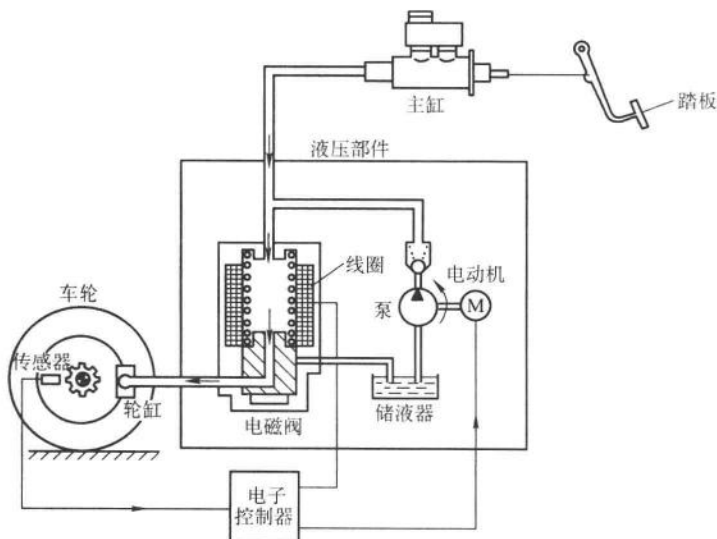


图 1.6 增压制动模式的调压过程

四、操作步骤

本课程选用大众车系的 ABS 系统改装的实验台(如图 1.7)。该实验台架经喷塑处理,采用喷砂铝板作为控制面板和显示面板;显示面板用图解和灯光显示 ABS 系统的工作过程;指针式压力表显示系统工作过程中分泵压力的变化过程;高清晰数字表显示系统工作过程中车轮转速的变化;连接的汽车专用解码器,支持通信检测功能;用手动控制车轮的制动防抱死过程,便于理解 ABS 的工作原理。控制面板上绘有 ABS 系统的电路图,便于进行电路分析。电源电压 380 V 交流,面板电压 12 V 直流。实验台尺寸为

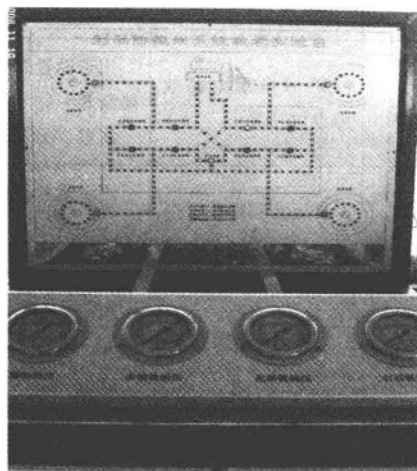


图 1.7 制动防抱死系统教学实验台

1 065mm×1 800mm×1 800mm。

实验台开关操作说明如表 1.1 所示。

表 1.1 开关操作说明

序号	名称	作 用
1	实验模式/原车模式转换开关	按下该开关,电源接通,指示灯点亮,此时台架运行处于原车电脑程序驱动模式下。这种模式主要为实现解码器的自诊断功能,不能用于驱动台架 再次按下该开关,电源断开,指示灯熄灭,此时台架运行处于自编单片机程序驱动模式下,这种模式可以实现 ABS 过程的演示功能和手动操作功能
2	实验模式转换开关	在未点击该开关时,所有扫描按键指示灯均不亮,此时台架处于自动演示操作状态,可以启动驱动电机进行动态测试;点击该键,所有扫描按键指示灯均点亮,此时台架处于手动演示操作状态,不启动驱动电机来进行 ABS 过程演示
12	台架总电源开关	该开关控制整个台架电源。开关未按下时,指示灯不点亮,如果按下该开关,此时指示灯点亮
13	15 号电源电路故障设置开关	用于设置 ABS 15 号电源故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时此开关应扳向上方
14	故障指示灯电路故障设置开关	用于设置故障指示灯线路故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时此开关应扳向上方
15	30 号电源故障设置开关	用于设置 30 号电源故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时此开关应扳向上方
16	30 号电源电路故障设置开关	用于设置 30 号电源故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时此开关应扳向上方
17-24	转速传感器信号电路故障设置开关	用于设置传感器故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时传感器断路开关应扳向上方
25	ABS 接地电路故障设置开关	用于设置 ABS 接地故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时此开关应扳向上方
26	ABS 接地电路故障设置开关	用于设置 ABS 接地故障:开关扳向上方表示电路接通,扳向下方表示电路断开 注意:ABS 正常工作时此开关应扳向上方

(一)手动操作步骤

1. 左前轮 ABS 工作过程演示

1)左前轮油压建立过程演示

①关闭驱动电机。

②按下按钮开关 2(实验模式转换开关),使所有扫描键指示灯熄灭。

③反复踏下制动踏板,观察左前轮制动油压表的变化情况,此时制动油压应随制动踏板力的大小改变而改变。

2)左前轮油压保持过程演示

①踏下制动踏板,当压力到达 1 MPa 时(注意:不要松开制动踏板),按下按钮 7(左前轮进油电磁阀控制按钮),左前轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,同时显示面板上对应指示灯亮。

②不要松开踏板,继续加力,此时左前轮的油压表压力不再上升,而其他轮的油压表压力随踏板加力升高而升高。

3)左前轮泄压过程演示

①先将按钮 3、4、5、6、9、10 按下,使右前、左后、右后轮的进、出油电磁阀通电,对应指示灯亮。

②踏下制动踏板,再按下按钮 8(左前轮出油电磁阀控制按钮)。注意:此时按钮 7 仍处于油压保持状态。此时左前轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,左前轮出油电磁阀通电工作,阀门打开,显示面板上相应的指示灯亮。

③再按下按钮 11(加压油泵启动控制按钮),加压油泵开始运转,同时显示面板上 ABS 加压油泵指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④此时,左前轮油压表压力下降为零,制动踏板有反弹顶脚的感觉。

4)左前轮增压过程演示

①按钮 3、4、5、6、9、10 仍处于按下的状态,对应指示灯亮。

②踏下制动踏板不放,再按下按钮 8 和按钮 7,此时左前轮出油电磁阀关闭,进油电磁阀打开,显示面板上对应指示灯熄灭。

③再按下按钮 11,加压泵电机开始运转,同时显示面板上对应指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④此时,左前轮油压表随加压泵的运转而压力升高,踏板有反弹顶脚的感觉。

2. 右前轮 ABS 工作过程演示

1)右前轮油压建立过程演示

①关闭驱动电机。

②点击按钮开关 2,使所有扫描键指示灯熄灭。

③反复踏下制动踏板,观察右前轮制动油压表的变化情况,此时制动油压应随制动踏板力的大小改变而改变。

2) 右前轮油压保持过程演示

① 踏下制动踏板,当压力达到 1 MPa 时(注意:不要松开制动踏板),按下按钮 3 键(右前轮进油电磁阀控制按钮),右前轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,同时显示面板上对应指示灯亮。

② 不要松开踏板,继续加力,此时右前轮的油压表压力不再上升,而其他轮的油压表压力随踏板加力升高而升高。

3) 右前轮泄压过程演示

① 先将按钮 5、6、7、8、9、10 按下,使左前、左后、右后轮的进、出油电磁阀通电,对应指示灯亮。

② 踏下制动踏板,再按下按钮 4(右前轮出油电磁阀控制按钮)。注意:此时按钮 3 仍处于油压保持状态。此时右前轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,右前轮出油电磁阀通电工作,阀门打开,显示面板上相应的指示灯亮。

③ 再按下按钮 11(加压油泵启动控制按钮),加压油泵开始运转,同时显示面板上加压油泵指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④ 此时,右前轮油压表压力下降为零,制动踏板有反弹顶脚的感觉。

4) 右前轮增压过程演示

① 按钮 5、6、7、8、9、10 仍处于按下状态,对应指示灯亮。

② 踏下制动踏板不放,再按下按钮 4 和按钮 3,此时右前轮出油电磁阀关闭,进油电磁阀打开,同时显示面板上对应指示灯熄灭。

③ 再按下按钮 11,加压泵电机开始运转,同时显示面板上对应指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④ 此时,右前轮油压表会随加压泵的运转而压力升高,同时踏板有反弹顶脚的感觉。

3. 左后轮 ABS 工作过程演示

1) 左后轮油压建立过程演示

① 关闭驱动电机。

② 点击按钮开关 2,使所有扫描指示灯熄灭。

③ 反复踏下制动踏板,观察左后轮制动油压表的变化情况,此时制动油压应随制动踏板力的大小改变而改变。

2) 左后轮油压保持过程演示

① 踏下制动踏板,当压力达到 1 MPa 时(注意:不要松开制动踏板),按下按钮 9(左后轮进油电磁阀控制按钮),左后轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,同时显示面板上对应指示灯亮。

② 不要松开踏板,继续加力,此时左后轮的油压表压力不再上升,而其他轮的油压表压力随踏板加力升高而升高。

3)左后轮泄压过程演示

①先将按钮 3、4、5、6、7、8 按下,使左前、右前、右后轮的进、出油电磁阀通电,对应指示灯将亮。

②踏下制动踏板,再按下按钮 10(右后轮出油电磁阀控制按钮)。注意:此时按钮 9 仍处于油压保持状态。此时右后轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,左后轮出油电磁阀通电工作,阀门打开,显示面板上相应的指示灯亮。

③再按下按钮 11,加压油泵开始运转,同时显示面板上加压油泵指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④此时,左后轮油压表压力下降为零,制动踏板有反弹顶脚的感觉。

4)左后轮增压过程演示

①按钮 3、4、5、6、7、8 仍处于压下状态,对应指示灯亮。

②踏下制动踏板不放,再按下按钮 10 和按钮 9,此时右后出油电磁阀关闭,进油电磁阀打开,同时显示面板上对应指示灯灭。

③再按下按钮 11,加压泵电机开始运转,同时显示面板上对应指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④此时,左后轮油压表会随加压泵的运转而压力升高,踏板有反弹顶脚的感觉。

4. 右后轮 ABS 工作过程演示

1)右后轮油压建立过程演示

①关闭驱动电机。

②点击按钮开关 2,使所有扫描指示灯灭。

③反复踏下制动踏板,观察左后轮制动油压表的变化情况,此时制动油压应随制动踏板力的大小的改变而改变。

2)右后轮油压保持过程演示

①踏下制动踏板,当压力达到 1 MPa 时(注意:不要松开制动踏板),按下按钮 5(右后轮进油电磁阀控制按钮),右后轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,同时显示面板上对应指示灯亮。

②不要松开踏板,继续加力,此时右后轮的油压表压力不再上升,而其他轮的油压表压力随踏板加力升高而升高。

3)右后轮泄压过程演示

①先将按钮 3、4、7、8、9、10 按下,使左前、右前、左后轮的进、出油电磁阀通电,对应指示灯亮。

②踏下制动踏板,再按下按钮 6(右后轮出油电磁阀控制按钮)。注意:此时按钮 5 仍处于油压保持状态。此时右后轮进油电磁阀通电工作,阀门关闭,右后轮出油电磁阀通电工作,阀门打开,显示面板上相应的指示灯亮。

③再按下按钮 11,加压油泵开始运转,同时显示面板上加压油泵指示灯点亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④此时,右后轮油压表压力下降为零,制动踏板有反弹顶脚的感觉。

4)右后轮增压过程演示

①按钮 3、4、7、8、9、10 仍处于压下状态,对应指示灯亮。

②踏下制动踏板不放,再按下按钮 6 和按钮 5,此时右后出油电磁阀关闭,进油电磁阀打开,同时显示面板上对应指示灯熄灭。

③再按下按钮 11,加压泵电机开始运转,同时显示面板上对应指示灯亮。(注意:电机运转时间不能太长)

④此时,右后轮油压表会随加压泵的运转而压力升高,同时踏板有反弹顶脚的感觉。

(二)自动演示操作

①关闭驱动电机。

②点击按钮开关 2,使所有扫描键指示灯点亮,进入演示操作模式。

③按下按钮 3,显示面板上油压建立制动油路指示灯亮,表示制动液通路,同时车轮指示灯所示转速从快到慢变化,表示该过程车轮转速变化。

④按下按钮 4,显示面板上油压保持制动油路指示灯亮,表示制动液通路,同时车轮指示灯所示转速继续变慢,表示该过程车轮转速变化。此时,控制面板对应加压电磁阀通电指示灯点亮。

⑤按下按钮 5,显示面板上油压泄压制动油路指示灯亮,表示制动液通路,同时车轮指示灯显示转速不变,表示该过程车轮转速的变化过程。此时,控制面板对应减压电磁阀和加压泵电机通电,指示灯点亮。

⑥按下按钮 6,显示面板上油压增压制动油路指示灯亮,表示制动液通路,同时车轮指示灯显示转速继续变慢,表示该过程车轮转速变化。此时,控制面板加压泵电机通电运转,对应指示灯点亮。

⑦按钮 7~按钮 10 所示过程与按钮 3~按钮 6 相似,但车轮转速延续变慢,表示制动过程又一个循环。

(三)ABS 控制过程演示

①将所有的故障断路开关接通(扳向上方)。

②按钮 1(实验模式/原车模式转换开关)处于放松未按下状态。

③将点火开关打到启动挡位,驱动电机启动,当电机转速平稳后,踏下制动踏板。

④此时,显示面板上各油路指示灯,各车轮进、出油电磁阀和电机指示灯按 ABS 控制过程接通和关闭,以指示 ABS 工作过程。

⑤踏板明显感觉 ABS 制动过程。

⑥车轮停转,完成制动全过程,显示板停止显示。同时驱动电机自动切断电源。

⑦松开制动踏板后,所有阀门和加压泵电机处于实验准备状态。

第二步:制订计划

教师辅助学生以小组方式,根据课时、人数及教学任务,由学生自己进行信息收集(通过专业书籍、说明书或网络等各种途径查找相关知识资料,复习或学习本项目的相关知识),讨论制订出本项目中课题的工作计划。例如:

受众分析	年级	三年级一学期	专业	汽车制造与装配	人数	30 人/班
	学生知识结构	①有一定的逻辑思维能力; ②具有自学能力; ③掌握了 ABS 系统的工作过程等理论知识; ④掌握了 ABS 系统实验台的操作方法				
制订计划	教师布置课题分组	组别	课 题	课时	人数	组长
		1	手动操作演示	4	10	
		2	自动操作演示	4	10	
		3	ABS 控制过程演示	2	10	
	学生计划	学生根据本项目及组别的课题安排及实训设备情况进行信息收集,制订工作计划。例如: ①根据项目要求写出整个操作过程步骤;(可在实训课前完成) ②根据项目确定所需的工具; ③写出组内分工计划或是轮岗计划				
	学生展示	每组学生选派一人讲解本组计划,其他组提出不同见解。每组可重新制订计划,定稿后交给教师评价(可在课前学生自行完成,也可由教师组织完成)				
	教师辅助	教师评价各个计划的可实施性,对不可实施的教师提出指导意见,由学生进行修改。再评价、再修改直到可以实施				
	实操指导	学生根据自己的计划进行工作,教师观察其操作情况并做指导,及时纠正错误的操作。根据各组的不同情况有针对性地做进一步讲解				
	岗位轮换	教师控制整个项目的课时,每组课时结束进行课题轮换				
	备注					

第三步:实施课题任务

学生根据计划完成自己的任务,教师观看并指导。

第一组:手动操作演示。

操作步骤:①左前轮 ABS 工作过程演示;

②右前轮 ABS 工作过程演示;

③左后轮 ABS 工作过程演示;

④右后轮 ABS 工作过程演示。

第二组:自动操作演示。

第三组:ABS 控制过程演示。