

现代轿车底盘电控技术丛书

现代轿车的 电控悬架的 结构和检修

李栓成 王天颖 编



北京理工大学出版社

现代轿车底盘电控技术丛书

现代轿车电控悬架的结构原理和检修

李栓成 王天颖 编

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书参考大量中外新技术资料,针对现代汽车技术发展现状编写而成。它详细介绍了现代轿车电控悬架系统的结构和工作原理,并对多种欧、美、日现代轿车电控悬架系统的故障诊断及维修步骤进行了详细讲解。全书共分两篇十六章,第一篇主要介绍了电控悬架系统的结构及工作原理,第二篇主要介绍了电控悬架系统的故障诊断和维修步骤。

本书内容丰富,注重实用,通俗易懂,可供从事汽车工程、汽车维修的技术人员和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车电控悬架的结构原理和检修/李栓成等编. —北京:北京理工大学出版社,1998. 8
ISBN 7-81045-448-X

I. 现… II. 李… III. ①轿车-车悬架,电子控制-构造 ②轿车-车悬架,电子控制-检修
IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 16192 号

责任印制:田长新 责任校对:陈玉梅

2000/08

北京理工大学出版社出版发行
(北京市海淀区白石桥路7号)
邮政编码 100081 电话(010)68912824
各地新华书店经售
北京房山先锋印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 21.5印张 527千字

1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷

印数:1—4000册 定价:32.00元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

随着电子技术在现代汽车上的应用,汽车的动力性、经济性和舒适性得到了很大提高。国外工业发达国家已有 50%~80% 高级轿车采用了电子控制,近年来,我国汽车电子技术发展也很迅速。

为满足汽车技术人员、汽车驾驶员和汽车修理人员的需求,本着了解现代汽车技术发展方向为目的,我们编写了这本《现代轿车电控悬架的结构原理和检修》。本书参考了大量中外最新技术资料,针对现代汽车技术发展的现状,详细介绍了现代轿车电控悬架系统的结构和工作原理,并对多种欧、美、日等现代轿车的具体车型的电控悬架系统的故障码、故障诊断及维修步骤进行了详细讲解。在书后的附录中还收入了十种常见车型的电控悬架系统的电路图,以便读者在实际工作中参考。

本书主要由李栓成、王天颖编写,此外参加编写的还有马洪文、王焱、张自华等,由于编者水平有限,书中有不当之处望广大读者批评指正。

编 者
1998.3

目 录

第一篇 结构原理篇

概述	(1)
第一章 电路识别基础	(7)
第一节 电路图中线路颜色的识别方法	(7)
第二节 电路图中常用符号的识别方法	(10)
第二章 车高控制系统的结构和工作原理	(20)
第一节 油缸式和油气弹簧车高控制系统	(20)
第二节 气压式车高控制系统的结构及工作原理	(21)
第三节 其它车高控制系统	(28)
第三章 减振器阻尼力控制系统	(30)
第一节 超声悬架(SUPER SONIC SUSPENSION)系统	(31)
第二节 自适应阻尼控制系统(ADS)	(33)
第三节 丰田轿车电子控制悬架系统	(38)
第四节 自动行驶控制系统	(46)
第四章 弹簧刚度控制系统	(49)
第五章 侧倾刚度控制系统	(53)
第六章 综合悬架控制系统	(57)
第一节 电子控制空气悬架系统	(59)
第二节 电子控制油气悬架系统	(66)
第七章 主动控制悬架	(69)
第一节 三菱主动电子控制悬架系统(A-ECS)	(70)
第二节 液压式主动控制悬架系统	(74)
第八章 电子控制悬架用电子装置的结构与工作原理	(81)
第一节 电子控制悬架用传感器	(81)
第二节 电子控制装置	(89)
第三节 悬架控制系统执行机构	(90)

第二篇 维修篇

第九章 克莱斯勒轿车电控悬架系统的维修	(93)
第一节 车身高度控制系统的维修	(93)
第二节 减振器阻尼力控制系统的维修	(102)
第三节 空气悬架系统的维修	(107)
第十章 福特轿车电控悬架系统的维修	(130)
第一节 车身高度控制系统的维修	(130)
第二节 程控行驶控制悬架系统的维修	(141)
第三节 自动行驶控制悬架系统的维修	(154)

第四节 空气悬架系统的维修	(169)
第十一章 丰田轿车电控悬架系统的维修	(191)
第一节 凌志 LS400 轿车电子调节空气悬架系统	(191)
第二节 丰田轿车电子调节悬架系统	(215)
第十二章 马自达轿车电控悬架系统的维修	(222)
第一节 车身高度控制系统	(222)
第二节 自动调节悬架系统	(227)
第十三章 三菱轿车电控悬架系统的维修	(236)
第十四章 日产汽车公司电控悬架系统的维修	(280)
第一节 尼桑轿车电控悬架系统的维修	(280)
第二节 全主动悬架系统的维修	(296)
第十五章 菲亚特汽车股份有限公司电控悬架系统的维修	(298)
第十六章 富士轿车空气悬架的维修	(312)
附录 部分轿车电控悬架系统电路图	(328)
附录 1 尼桑轿车电控悬架系统电路图	(328)
附录 2 马自达 927 电控悬架系统电路图	(329)
附录 3 马自达 MX-6 涡轮增压轿车电控悬架系统电路图	(330)
附录 4 凌志 LS400 轿车电控悬架系统电路图	(331)
附录 5 丰田轿车电控悬架系统电路图	(332)
附录 6 尼桑 Pathfinder 轿车电控悬架系统电路图	(333)
附录 7 三菱汽车公司车高控制系统电路图	(333)
附录 8 克莱斯勒电控空气悬架系统电路图	(334)
附录 9 福特 Mark VII 电控悬架系统电路图	(335)
附录 10 福特 Typical 车高控制系统电路图	(336)
参考文献	(337)

第一篇 结构原理篇

概 述

一、现代汽车电子技术的发展概况

随着电子技术的进一步发展,越来越多的新电子技术运用在现代汽车上。从 90 年代起,全球汽车电子产品的生产持续高速增长,据统计,1993 年全球电子产品的销售额已达 135 亿美元。据日本汽车工业协会预测,汽车电子产品是 90 年代日本电子工业发展最快的领域。据美国工业协会预测,至本世纪末全球电子产品销售额将达到 600 亿美元。计算机技术、集成电路技术、数字电路技术以及通信技术等电子技术在汽车上的应用,将占整车成本的 30% 以上,个别车型可达 70%。新兴的汽车电子业已成为世界电子设备市场中增长最快的领域。

现代汽车电子技术实质上是汽车技术与电子技术结合的产物,在现代汽车上,电子技术的应用越来越广泛,电子设备越来越丰富。可以说汽车的电子水平越来越高,并且已深入汽车的各个部分,使得汽车驾驶更加安全、方便、灵活、舒适。

据有关资料介绍,1990 年世界上生产的轿车有 90% 左右已采用了电子控制装置,由于汽车上越来越多地采用这些电子控制装置,在提高轿车的动力性、经济性,减少排污,以及提高安全性、操纵性、可靠性、舒适性等方面,都显示出它的优越性,可以说汽车已步入电子控制时代。

目前,国外汽车电子产品主要包括以下五个方面:发动机;传动、行驶、制动、转向;安全行驶;信息方面;舒适性。

各部分的具体内容如下:

① 发动机:电控点火装置(EAS);电控燃油喷射(EFI);怠速控制(ISC);排放控制;进气控制;发动机增压控制;电动燃油泵;发电机输出;冷却风扇;发动机排量;节气门正时;油气蒸发及系统自我诊断;警告提示;备用功能及失效保护。

② 传动、行驶、制动、转向:电控自动变速器(ECT);电控制动防抱死装置(ABS);电控悬架装置(TEMS);电控动力转向;巡航控制系统(CCS);驱动防滑系统;牵引力控制系统(TRC)。

③ 安全行驶:雷达防撞装置;倒车安全装置;安全气囊系统(SRS);安全带控制;前照明灯控制;防盗装置;车钥匙忘拔报警装置;语言开门装置。

④ 信息方面:信息显示与报警;语言信息;导航行驶系统;通讯。

⑤ 舒适性:自动空调系统;自动座椅;自动车窗;后窗除霜器;音响、音像;电动门锁;乘车时自动照明;车门自动闭锁装置。

电子技术在汽车上的应用情况如图 0-1 所示。

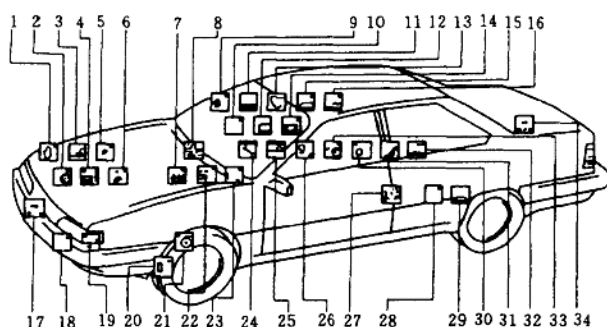


图 0-1 电子技术在汽车上的应用情况

1—电子柴油控制器；2—怠速控制器；3—LAMBDA 控制；4—停止/启动控制；5—电子驱动控制器；6—电子点火、燃油喷射及数字式电子控制；7—发动机功率测试器；8—电子组合仪表；9—电子语言输出器；10—语音合成器；11—收放器；12—微型电子计算机；13—汽车电话；14—信息导向系统；15—电子显示系统；16—多路传输系统；17—车距调节器；18—前照灯调节器；19—带气体放电的前照灯；20—轮胎气压监测系统；21—防抱死制动系统与驱动防滑装置；22—自诊断系统；23—清洗系统；24—维修间隔显示器；25—零部件磨损显示系统；26—安全气囊、腰带锁紧分离系统；27—防盗报警系统；28—前、后桥转向控制系统；29—行驶装置控制器；30—采暖及空调控制；31—座椅位置调节系统；32—中心闭锁装置；33—车速调节系统；34—行李箱控制系统

二、现代汽车悬架的发展及技术现状

汽车悬架是指车架(或承载式车身)与车桥(或车轮)之间的一切传力连接装置的总称。

汽车悬架的作用除了缓冲和吸收来自车轮的振动之外,还要在汽车行驶过程中传递车轮与路面之间的驱动力和制动力,在汽车转向时,悬架还要承受来自车身的侧向力,并在汽车起步和制动时能够抑制车身的俯仰振动。提高汽车的行驶稳定性和安全性。

传统的悬架系统主要由弹簧、减振器、稳定杆及弹性轮胎等组成,以保持元件正确的定位,正是弹簧、减振器和轮胎的综合特性,确定了汽车的行驶性能和操纵性能,但是,机械装置的基本规律指出:良好的乘坐舒适性和良好的操纵稳定性在使用定刚度弹簧和定阻尼减振器的传统悬架中不能同时满足。例如,提高汽车的乘坐舒适性,要求悬架做的比较软,以满足汽车行驶在不平路面上时车轮较大的运动空间,但结果必将导致汽车在行驶过程中,由于路面的颠簸而使车身位移增大,对汽车行驶的稳定性带来不利影响;反之,为提高汽车的操纵稳定性,要求较大的弹簧刚度和较大的减振器阻尼力,以限制过大的车身运动(如汽车转弯行驶时的车身侧倾,汽车紧急制动时的点头和加速行驶时的后蹲现象),但这时即使汽车行驶在最光滑、最平坦的道路上,也会使汽车车身产生颠簸,从而影响汽车的乘坐舒适性。

从以上分析可知,传统的悬架在设计过程中不可避免地进行乘坐舒适性和操纵稳定性的折衷,尽管近年来传统悬架在结构上的不断更新和完善,采用优化设计方法进行设计,已使汽车(特别是轿车)的乘坐舒适性和操纵稳定性有很大提高,如横臂式独立悬架(双横臂式和单横臂式)、纵臂式独立悬架(单纵臂式和双纵臂式)、车轮沿主销移动的悬架(烛式和麦弗逊式)等的采用,但传统悬架系统仍然受到许多限制,如最终设计的悬架参数(如弹簧刚度、减振器阻尼力等)是不可调节的,致使传统悬架系统只能保证汽车在一种特定的道路和速度条件下达到性能最优折衷,并且只能被动地承受地面对车身的作用力,而绝对不能主动地控制这些作用

力,所以一般称传统悬架系统为被动悬架系统。

随着高速公路网的发展,汽车车速有了很大程度的提高,而传统的被动悬架系统限制了汽车性能的进一步提高,现代汽车对悬架的要求除了能保证其基本性能外,还致力于提高汽车的行驶安全性和乘坐舒适性,向高附加值、高性能和高质量的方向发展。随着电子技术、传感器技术的飞速发展,以微电脑为代表的电子设备,因性能的大幅度改善和可靠性的进一步提高,促成汽车电子装置的高可靠性、低成本和空间节省,使电子控制技术被有效地应用于包括悬架系统在内的各个部分。通过采用电子技术来实现汽车悬架系统的控制,既能使汽车的乘坐舒适性达到令人满意的程度,又能使汽车的操纵稳定性达到最佳状态。近年来,人们不断开发适应各种行驶工况的最优悬架控制机构,汽车工业中相继出现了性能更加优越的各种电子控制悬架系统。

1981年,汽车上首次应用了车身高度控制技术,1981年又开发成功了手动变换减振器阻尼力的新技术,以后又开发了自动变换减振器阻尼力、弹簧刚度的电子控制悬架。1987年,世界上首先推出装有主动悬架的轿车,这是一种备有控制悬架能量的空压式主动悬架。1989年又推出了装有油气弹簧的主动悬架。

表0-1列出了已投入市场的轿车中,采用电子控制悬架装置的情况。表0-2列出了主要电子控制悬架的特征。

表0-1 轿车电子控制悬架装置的应用情况

年份	车高控制	阻尼力控制	复合控制	主动悬架	
				空压式	油气弹簧式
1980	列帕特·罗列尔轿车				
1981	雅阁,皮卡(2P, 4W自动校正悬架)轿车	地平线牌轿车(可调减振器)			
1982	世纪牌轿车	卡贝拉轿车			
1983	阿斯卡轿车和皇冠牌轿车	索阿拉(TEMS)轿车和光牌轿车	西格玛轿车(ECS)		
1984	列昂奈轿车	马克Ⅰ型轿车(TEMS I)和蓝鸟牌轿车			
1985					
1986			索阿拉轿车		
1987			皇冠牌轿车,公爵牌轿车和荣光牌轿车	加朗牌轿车(主动ECS)	
1988					
1989		赛路西奥(压电阻元件TEMS)			塞利加轿车和无限Q45轿车
1990				钻石牌轿车(主动ECS)和西格玛轿车(主动ECS)	
1991					索阿拉轿车

表 0-2 现代汽车电子控制悬架的特征

车型	悬架	阻尼力	弹簧刚度	车高	传感器	执行元件	工况特征
雅阁皮卡	2P, 4W 自动校正悬架			○	车高		● 高、正常工况
马克 I 契沙库列斯特	TEMS	○			车速, 转向角, 节气门, 制动开关, 自动变速器选择挡位	直流电机 (3 段变换)	● 正常(NORM)工况、运动(SPORT)工况、自动(AUTO)工况 ● 在自动工况中当急加速、紧急制动、急转向和高速行驶时提高阻尼力
蓝鸟	超声波悬架	○			车速, 转向角速度, 燃油喷射脉冲幅度, 制动开关, 超声波路面声纳	直流电机 (3 段变换)	● 软、中、硬、自动工况 ● 在自动工况中当急加速、紧急制动、急转向和行驶在非铺设路面、搓板路面上时提高前轮高速运动时的阻尼力
塞路西奥(凌志牌轿车)	压电阻 TEMS	○			车速, 转向, 压电阻传感器, 停车灯开关	压电阻执行元件	● 使用压电阻传感器和压电阻执行元件快速检测路面不平度并进行阻尼力的变换 ● 通常阻尼力为硬工况以提高汽车操纵稳定性, 当路面冲击力超过规定值时减小阻尼力, 以提高汽车舒适性
西格玛 (Σ)	ECS	○	○	○	车高, 车速, 转向角速度, 加速踏板开启速度, 制动开关, 加速度(3 向)	气缸 2 段变换, 弹簧刚度和阻尼力同时调节	● 阻尼力、弹簧刚度可在运动(SPORT)、自动(AUTO)2 种工况下进行切换 ● 车高为普通工况、低、高工况(驾驶员可选择普通工况、高工况), 高速时降低车身, 在崎岖路面上行驶时升高车身 ● 在自动工况中急加速、紧急制动、急转向、高速行驶在崎岖路面时增加阻尼力和弹簧刚度
加朗轿车 钻石牌轿车	主动悬架 ECS	空气弹簧式主动悬架			车高, 车速, 转向角速度, 横向加速度, 压力, 制动开关, 节气门, 车门开关	步进电机 (4 段变换)	● 转向、制动、起步、加速及汽车纵向、横向和上下振动时主动控制车身姿势 ● 高、自动(AUTO)、运动(SPORT)3 工况(钻石牌为自动、运动 2 工况) ● 阻尼力控制分为硬、中、软、上 4 工况 ● 车高控制分为普通、高、特别高、低 4 工况(驾驶员只能选择普通、高、特高 3 工况)

车型	悬架	阻尼力 弹簧刚度	车高	传感器	执行元件	工况特征
塞利加	丰田主动控制悬架	油气弹簧式主动悬架		车高,车速,转向角,横向加速度,纵向加速度	油压动力缸	●转弯、制动、起步、加速时主动控制车身姿势 ●车高控制分为普通、高、低 3 工况(驾驶员可选择普通、高 2 工况) ●将汽车振动频率控制在中频区域以提高汽车乘坐舒适性
无限 Q45	日产油压主动悬架	油气弹簧式主动悬架		车高,车速,车门开关,压力开关,发动机转速信号,纵向加速度,垂直加速度,横向加速度等	油压动力缸	●转弯、制动、起步、加速时主动控制车身姿势 ●利用 SKYHOOK 阻尼力防止车身共振,利用前后两个横向加速度传感器控制转向性能 ●车高分为普通、高 2 工况

1954 年,GM 公司 Erspiel Labrossc 在悬架设计中首先推出了主动悬架的思想。1965 年 W. O. Obson 和 L. R. Allen 又做了类似的研究。T. H. Rookwell, J. M. Lawther 和 S. Kimica 做了应用伺服机构作为主动元件的理论研究。

主动悬架性能优越。P. Barak 和 D. Hrovat 用计算机模拟激励的方法,具体计算出了它优越到何种程度,假如用性能指标 P_i 代表主动、半主动和被动悬架的性能,则它们之间的比值为 $1:1.5:4.5$ (P_i 越小越好)。对一组特定的 P_i ,加权计算模拟激励结果显示:座椅的加速度的均方根值,若采用半主动悬架下降 57%,采用主动悬架则下降 87%;车身的垂直加速度,采用半主动悬架下降 56%,采用主动悬架下降 78%;车身的横向振动加速度,采用半主动悬架下降 52%,采用主动悬架下降 68%;车身的纵向振动加速度,采用半主动悬架下降 30%,采用主动悬架则下降 60%。

从各种理论分析和模型试验的结果可以看出,主动悬架的各种性能显著优于被动悬架。特别是随着微型电路技术的发展,使主动悬架的发展前景更为可观,洛特斯(LOTUS)汽车有限公司开发的一种全主动悬架系统,由于零部件取自航空工业产品,故价格昂贵,并且对于中型轿车,还需较大的能量。此外该系统对输入谱高频端未能进行衰减,还会导致噪声引起的车身振动。日产汽车公司开发的一种电控液压主动悬架系统主要有液压和电子控制两大系统,电子控制系统设有由悬架所提供的抵消相应车辆干扰所需的能量(液压能)装置,以及能有效控制车辆姿势为目的而设置于各轮的执行元件;液压系统由油泵、贮油罐、各轮压力控制阀、工作缸液压控制系统以及安全阀等组成,具有控制车辆侧倾、俯仰、跳动所必需的反应性,具有柔和吸收路面输入干扰的悬架特性,并通过调整控制阀内的各种参数达到车辆性能的最佳状态。

1973 年, D. A. Crosby 和 D. C. Karnopp 首先推出了半主动悬架的概念。半主动悬架的基本原理是:用可调弹簧或可调减振器组成悬架,并根据簧载质量的速度响应等反馈信号,按照一定的控制规律,调节可调弹簧的刚度或可调减振器的阻尼力。

与主动悬架相比,半主动悬架控制系统消耗的能量很小,造价较低。因此,尽管主动悬架的提出早于半主动悬架,而在商业上应用,半主动悬架却早于主动悬架。日本丰田和德国奔驰等汽车公司计划在 90 年代生产的新车上采用主动悬架系统,但到目前为止,主动悬架的理论还

不很成熟,制造技术也达不到要求,主要是成本高,能量消耗太大,商业上应用还需要一些时间,不过,随着控制理论的成熟,执行机构、传感器和微处理器等硬件技术的发展,主动悬架必将得到推广和应用。

三、现代汽车电子控制悬架系统的分类

现代汽车装用的电子控制悬架系统种类很多。按传力介质的不同分为气压式和油压式两种。按悬架的功能、结构、控制可将电子控制悬架分为下列几种:

①车高控制系统:改善汽车在坏路的行驶性能和高速操纵稳定性。

②半主动悬架系统。

减振器阻尼力控制系统:改善汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性;

弹簧刚度控制系统:改善汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性;

侧倾刚度控制(可调横向稳定杆)系统:改善汽车的操纵稳定性;

对车高、减振器阻尼力和弹簧刚度进行综合控制的系统。

③主动悬架系统:采用气压或油压控制车身与车桥之间的作用力。

第一章 电路识别基础

现代汽车电路图相当复杂,为便于识别电路中各条线路的连接情况,及便于维修时重新按电路图进行连接,必须首先了解汽车线路配线颜色表示方法,以及电路图中各元件的表示符号。

第一节 电路图中线路颜色的识别方法

为便于识别和拆装电路图中众多线路,不同厂家的汽车具有不同的线路颜色标识方法。如表 1-1 至表 1-5 和图 1-1、1-2 所示。

表 1-1 丰田(TOYOTA)轿车线路识别方法

缩写字母	英 文	中 文
B	Black	黑色
BR	Brown	棕色
G	Green	绿色
GR	Gray	灰色
L	Blue	蓝色
O	Orange	橙色
P	Pink	粉色
R	Red	红色
V	Violet	紫色
W	White	白色
Y	Yellow	黄色
LG	Light Green	浅绿色

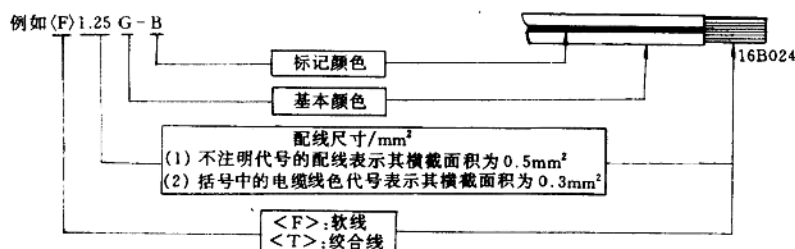


图 1-1 丰田轿车配线颜色表示方法

表 1-2 宝马(BMW)轿车线路识别方法

缩写字母	英 文	中 文
SW	Black	黑色
BR	Brown	棕色
GN	Green	绿色
GR	Gray	灰色
BL	Blue	蓝色
OR	Orange	橙色
RS	Pink	粉色
RT	Red	红色
VI	Violet	紫色
WS	White	白色
YE	Yellow	黄色

表 1-3 奔驰(BENZ)轿车线路识别方法

缩写字母	英 文	中 文
BK	Black	黑色
BR	Brown	棕色
GN	Green	绿色
GY	Gray	灰色
BU	Blue	蓝色
PK	Pink	粉色
RD	Red	红色
VI	Violet	紫色
WT	White	白色
YL	Yellow	黄色

表 1-4 三菱(MITSUBISHI)轿车线路识别方法

缩写字母	英 文	中 文
B	Black	黑色
BR	Brown	棕色
G	Green	绿色

续表

缩写字母	英 文	中 文
GR	Gray	灰色
L	Blue	蓝色
O	Orange	橙色
P	Pink	粉色
R	Red	红色
V	Violet	紫色
W	White	白色
Y	Yellow	黄色
LG	Light Green	浅绿色
SB	Sky Blue	天蓝色

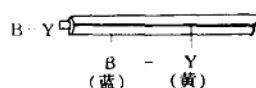


图 1-2 三菱轿车配线颜色表示方法

表 1-5 美国车型及德国奥迪等车型线路识别方法

缩写字母	可选择使用的缩写字母	英 文	中 文
BLK	BK	Black	黑色
BRN	BN	Brown	棕色
GRN	GN	Green	绿色
GRY	GY	Gray	灰色
BLU	BU	Blue	蓝色
ORG	OG	Orange	橙色
PNK	PK	Pink	粉色
RED	RD	Red	红色
VIO	VI	Violet	紫罗兰色
WHT	WT	White	白色
YEL	YL	Yellow	黄色
LT BLU	LT BU	Light Blue	浅蓝色
LT GRN	LT GN	Light Green	浅绿色
DK GRN	DK GN	Dark Green	深绿色
DK BLU	DK BU	Dark Blue	深蓝色

图中各电路图符号的意义如下：

④表示零件名称。

⑤表示配线颜色。

⑥表示与元件相接的连接器(数字表示引脚号)。

⑦表示连接器的引脚号,插座与插头的编号方法不同(见图 1-4)。插座上引脚编码顺序从左上到右下(面向连接器插接端);插头上引脚编码顺序从右上到左下(面向连接器插接端)。

⑧表示继电器盒,图中标号为继电器盒的号码。

⑨表示接线盒,圆圈内的数字为接线盒的号码,旁边的号码为连接器的代号。例如,图 1-5 中 3B 表示它是在 3 号接线盒内。

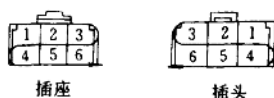


图 1-4 插座与插头的编号方法

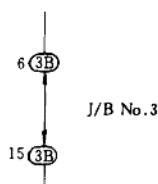


图 1-5 接线盒表示方法

⑩表示相关联的系统。

⑪表示配线与配线之间的连接器,带阳端子的配线用箭头表示,外侧数字表示引脚号码。所有连接器均以开口端表示,锁片在顶部(见图 1-6)。

⑫表示当车辆型号、发动机型号或规格不同时,(MT)表示不同的配线和连接器等。

⑬表示屏蔽的配线。

⑭表示接地点。

2. 奔驰(BENZ)轿车

奔驰(BENZ)轿车的电路图符号与识别方法如图 1-7 和图 1-8 所示。

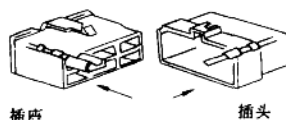


图 1-6 配线连接器