

汽车运用与维修专业规划教材

汽车



构造与实训

(中册)电气部分

QICHE
GOU
ZHAO

DIANQI
BUFEN YU

SHIXUN



段京华 ■ 主编



合肥工业大学出版社

汽车构造与实训

(中册)

电气部分

段京华 主编

合肥工业大学出版社

汽车运用与维修专业规划教材编委会

主任：钟玉海

编委：（按姓氏笔画）

王社增	王金文	王治平	朱国苗
刘志迎	刘良和	孙志成	杨 诚
杨柳青	杨 靖	连秀忠	吴道燮
张彦如	陈 同	赵 翔	段京华
顾月海	钱立军	郭向阳	郭勇胜
阎海平	储建平	阚 萍	

策划：方立松

前 言

本书为中等职业教育汽车运用与维修、汽车制造与维修等专业教材。在编写本书的过程中,我们从中等职业教育的实际出发,结合教学和生产实际的需要,确定了编写的指导思想和教材特色,以应用为目的,全面培养学生的创新能力和动手能力,力求内容系统、准确和新颖,具有很强的实用性。本教材主要突出以下特点:

贯彻素质教育思想,体现以人为本的现代理念,注重对学生职业道德的教育和养成,注重培养学生的动手能力;

坚持学以致用,理论与实践相结合的原则,注重教学内容的深度、广度与相应的技术等级考核相吻合;

各章节在讲解基本结构、工作原理和电路分析时,突出新技术、新装备,尽量结合最新常见车型,图文并茂,信息量大;

汽车电气实训内容单独成章,各实训项目可全部实施,也可根据各院校条件和不同专业的需要,有选择性地部分实施。

全书共分12章,计划总课时120学时(包括实训课时50学时),各院校可根据实际情况对内容进行取舍,对部分章节的教学可采用理论教学与实训教学相结合的方式。

本书由安徽省汽车工业学校段京华担任主编。各章具体分工如下:绪论、第五章、第六章、第九章、第十章、第十一章、第十二章由段京华编写,第一章、第二章、第八章由安徽省汽车工业学校李连城编写,第三章、第四章、第七章由安徽电气工程学院赵翔编写。

本书在编写过程中,得到了安徽省汽车工业学校、安徽电气工程学院、解放军汽车管理学院、安徽冶金科技职业学院、安徽交通职业技术学院、马鞍山工业学校、合肥工业大学高职学院、滁州职业技术学院等单位的大力支持与帮助,在此谨致感谢。

限于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不当之处,敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

绪 论	(1)
第一章 起动型铅蓄电池	(4)
第一节 概述	(4)
第二节 起动型铅蓄电池的结构与型号	(5)
第三节 铅蓄电池的工作原理	(11)
第四节 铅蓄电池的工作特性	(14)
第五节 铅蓄电池的充电及充电设备	(22)
第六节 普通铅蓄电池的使用及维护	(28)
第七节 新型蓄电池	(33)
思考题	(38)
第二章 硅整流交流发电机与调节器	(39)
第一节 概述	(39)
第二节 交流发电机的结构与型号	(40)
第三节 交流发电机的工作原理	(46)
第四节 交流发电机的工作特性	(50)
第五节 电压调节器	(52)
第六节 继电器控制电路	(61)
思考题	(64)
第三章 起动系统	(65)
第一节 起动系统的组成和作用	(65)
第二节 起动机的组成、分类与型号	(65)
第三节 起动机用直流串励电动机	(67)
第四节 起动机的传动机构和电磁操纵机构	(72)
第五节 汽车起动系统电路实例分析	(76)
第六节 减速起动机和永磁起动机	(79)

思考题	(81)
第四章 传统点火系统	(82)
第一节 传统点火系统的组成和工作原理	(82)
第二节 传统点火系统主要部件的结构	(84)
第三节 传统点火系统的工作特性与影响次级电压的因素	(96)
思考题	(99)
第五章 电子点火系统	(100)
第一节 电子点火系统的组成与工作原理	(100)
第二节 电磁感应式无触点晶体管点火系统	(102)
第三节 霍尔效应式晶体管点火系统	(115)
第四节 电容放电式无触点电子点火系统	(123)
第五节 光电感应式无触点晶体管点火系统	(126)
思考题	(133)
第六章 计算机控制电子点火系统	(134)
第一节 计算机控制电子点火系统的组成与控制原理	(135)
第二节 计算机控制电子点火系统的控制过程	(143)
第三节 无分电器电子点火系统	(147)
思考题	(153)
第七章 照明与信号系统	(154)
第一节 照明与信号系统的组成及其要求	(154)
第二节 照明系统	(155)
第三节 灯光信号系统	(162)
第四节 声响信号系统	(166)
思考题	(170)
第八章 汽车仪表与显示系统	(171)
第一节 汽车仪表	(171)
第二节 汽车显示报警系统	(179)

第三节 汽车电子化仪表	(184)
思考题	(193)
第九章 汽车辅助电气设备	(194)
第一节 刮水器及风窗洗涤器	(194)
第二节 电动车窗、电动后视镜和电动坐椅	(203)
第三节 汽车音响系统及无线电防干扰装置	(208)
第四节 中央控制电动门锁	(213)
第五节 防盗系统	(218)
思考题	(222)
第十章 汽车空调系统	(223)
第一节 汽车空调的基本组成及类型	(223)
第二节 汽车空调制冷系统	(224)
第三节 汽车空调暖风、除霜及通风系统	(236)
第四节 汽车空调系统控制电路	(242)
第五节 汽车自动空调系统	(247)
第六节 汽车空调系统的使用与维护	(255)
思考题	(258)
第十一章 汽车电气设备总线路	(259)
第一节 汽车线路中的常用部件及选用	(259)
第二节 汽车线路图的分析与识读方法	(267)
第三节 典型汽车线路图分析与识读	(270)
思考题	(288)
第十二章 汽车电气实训	(300)
实训一 起动型铅蓄电池的拆卸、检验和装复	(300)
实训二 硅整流发电机的一般测试	(302)
实训三 硅整流发电机的拆装	(304)
实训四 硅整流发电机分解后各部件的检测	(306)
实训五 双级触点式调节器的一般检调	(309)

实训六	晶体管调节器的检测	(310)
实训七	起动机的拆装	(313)
实训八	起动机的检修	(315)
实训九	起动机的调整	(319)
实训十	分电器总成的拆卸、检修及试验	(321)
实训十一	点火装置的检测	(328)
实训十二	点火正时的检查与调整	(339)
实训十三	计算机控制电子点火系统的检修	(343)
实训十四	前照灯的拆装和前照灯光束的调整	(351)
实训十五	仪表的检验和调整	(356)
实训十六	电喇叭的拆装与调整	(362)
实训十七	闪光继电器的调整	(365)
实训十八	汽车电气线路的拆装	(367)

绪 论

汽车电气设备是汽车的重要组成部分,随着汽车工业、电子工业及计算机技术的飞速发展,新结构新技术的不断采用,汽车电气设备也得到了迅速发展,最突出最主要的变化是电子技术在汽车上的广泛应用,对汽车的安全、能源、污染控制及汽车的舒适性、免维护、智能化等许多方面都起着十分重要的作用。可以预见,汽车今后的发展将主要是其电气设备及其自动化和智能化。

现代汽车的全车电器方框图如图 0-1 所示。

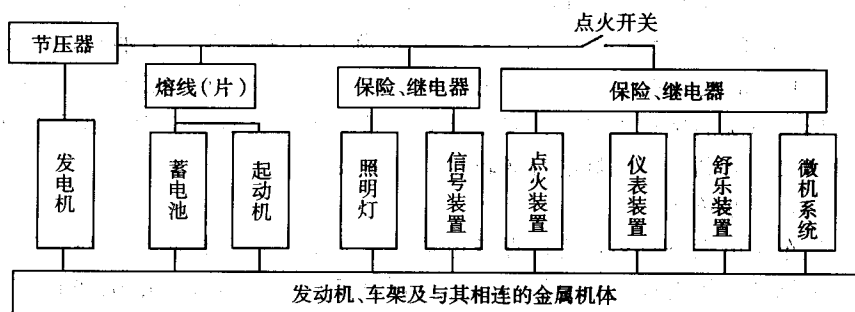


图 0-1 全车电器方框图

汽车电气设备按其功能可分为下列八大系统:

(1) 电源系统 电源系统又称为充电系统,由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。

(2) 起动系统 主要由起动机、起动继电器及其控制电路组成。其作用是带动飞轮旋转使曲轴达到必要的起动转速。

(3) 点火系统 仅用于汽油机上。主要部件有点火线圈、分电器总成(或曲轴位置传感器)、火花塞等。其作用是将低压电转变为高压电,适时可靠地点燃气缸中的可燃混合气。

(4) 照明系统 包括车内、车外照明灯具及其控制电路。其作用是确保车辆内外一定范围内合适的照明。

(5) 信号系统 包括灯光和音响两类信号。其作用是告示行人车辆引

起注意,指示行驶趋向,指示操纵部分运行状态,报警运行故障,以确保汽车行驶和停车的安全性、可靠性。

(6) 仪表系统 主要包括水温表、燃油表、气压表、车速里程表、发动机转速表等。其作用是显示汽车运行参数及交通信息。

(7) 舒适系统 主要包括汽车空调、声像设备、风窗刮水—洗涤器、电动车窗、电动座椅等。是为驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的。

(8) 微机控制系统 包括汽车的动力传动控制中心、底盘行驶控制中心、车身控制中心和信息与通讯控制中心四部分。其作用是解决目前汽车面临的能源、安全、污染三大问题和提高舒适性、方便通讯与信息交流。

汽车电气设备具有以下共同特点:

(1) 两个电源

即蓄电池和发电机。蓄电池为辅助电源,主要供起动机用电;发电机为主电源,主要提供汽车运行时各用电设备用电。

(2) 低压直流

汽车电气系统的标称电压有三个等级:6V、12V和24V,但以12V和24V居多。一般汽油机电气系统的标称电压为12V,柴油机则多为24V。由于蓄电池的充、放电电流均为直流,所以发电机输出的也是直流电。低压系统的优点主要是:安全性好,蓄电池单格数少,对减少蓄电池质量和尺寸有利,白炽灯的灯丝较粗,寿命较长。

(3) 并联单线

汽车用电设备较多,为确保各电器相互独立、便于控制和提高电气线路的可靠性,用电设备和电源间均为并联连接。蓄电池和发电机并联,可单独或同时向汽车电器与电子设备供电;各用电设备并联,可单独或同时工作。

单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公用导线。由于单线制节省导线,线路简化清晰,安装和检修方便,且电器机体也不需要与车体绝缘,所以现代汽车电气系统普遍采用单线制。但对于某些电器设备,为了保证其工作的可靠性,提高灵敏度,仍然采用双线制连接方式。例如,发电机与调节器之间的搭铁线、双线电喇叭、电子控制系统的电控单元、传感器等。

(4) 负极搭铁

为减少蓄电池电缆端子在车架车身连接处的电化学腐蚀,提高搭铁的可靠性和统一标准,便于电器的生产、使用与维护,JB2261—77和ZBT35—001—87《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电气系统采用单线制时,必须统一电源负极搭铁。

蓄电池负极搭铁的汽车电路，称为负搭铁。同一汽车的所有电器搭铁极性是一致的。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发经导线流入用电设备后，由用电设备自身或负极导线搭铁，通过车架或车身流回电源负极而形成回路。

本课程是汽车维修、运用、驾驶等专业的一门专业课。其主要内容包括汽车电气设备的构造、工作原理、使用与维护方法、主要电器的拆装与检测、新型电器的结构特点与检修等。本课程逻辑性、实践性较强，在理论与实践一体化教学过程中，应重视理论的学习，并以理论指导实践，要善于思考，将所学内容与实际结合，与生产结合，与生活联系，不断总结，举一反三，更要勤于动手，熟练操作，切实掌握实际技能。

第一章 起动型铅蓄电池

第一节 概 述

铅蓄电池是将化学能转换为电能的一种装置,通常称为低压直流电源——化学电源。由于铅蓄电池用的电解液是硫酸溶液,所以也叫做铅酸蓄电池。

一、蓄电池的发展与分类

随着汽车工业的发展,蓄电池也在不断的研制和发展中,MF(免维护)蓄电池发展非常迅速,在不久的将来,会完全取代原有的铅蓄电池。

由于电池是用化学能转换方法得到电能,称化学电源,化学电源可分为原电池和蓄电池。原电池是利用化学能转变为电能的一种不可逆电池,当化学物质全部使用完后,其寿命便结束,称为一次性电池,如手电筒用的干电池就属于原电池;蓄电池是储备电能的一种设备,它能把电能转变成化学能储存起来,使用时再把化学能转变成电能释放出来,转换的过程是可逆的,酸性蓄电池和碱性蓄电池就属于蓄电池。

铅蓄电池根据不同用途和外形结构可分为固定型和移动型两大类。固定型又分为开口式、封闭式、防酸隔爆式和消氢式铅蓄电池等;移动型又分为汽车起动用、摩托车用、蓄电池车用、船舶用、特殊用铅蓄电池等。本章主要介绍汽车用铅蓄电池。

二、起动型铅蓄电池的用途

汽车装配了蓄电池和发电机两个直流电源,全车用电设备均与两个直流电源并联连接,如图1-1所示。但在使用中,蓄电池和发电机不一定同时供电。

起动型铅蓄电池的主要任务是起动汽车发动机,给起动机提供强大的起动电流,其电流可达到200A~600A。除此以外,铅蓄电池还有以下用途:

- (1) 发动机起动时,铅蓄电池向起动机和点火系统供电;

(2) 发动机低速运转, 发电机电压较低或不发电时, 铅蓄电池向用电设备供电, 同时还向交流发电机磁场绕组供电;

(3) 发电机中、高速运转, 发电机正常供电, 铅蓄电池将发电机剩余电能转换为化学能储存起来;

(4) 发电机过载时, 铅蓄电池协助发电机向用电设备供电。

除此之外, 蓄电池还有一些辅助功用。因为蓄电池相当于一只大容量电容器, 所以, 不仅能够保持汽车电气系统的电压稳定, 而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压, 保护晶体管元件不被击穿, 延长其使用寿命。

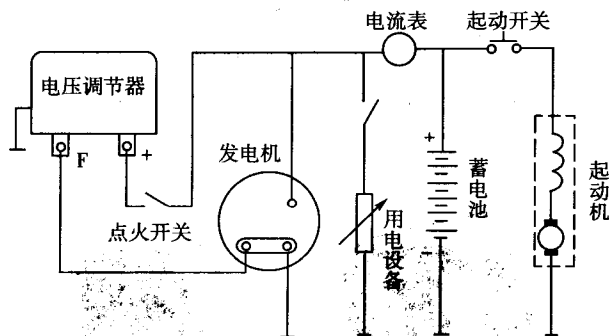


图 1-1 蓄电池在汽车电路中的连接

三、对蓄电池的设计要求

当起动发动机时, 蓄电池在短时间 ($5\text{s}\sim 10\text{s}$) 内, 要向起动机连续供给强大电流, 汽油发动机汽车一般需要 $200\text{A}\sim 600\text{A}$; 柴油发动机汽车一般需要 $800\text{A}\sim 1600\text{A}$ 。根据这一工作特点, 对汽车用蓄电池的主要要求是: 容量大, 内阻小, 以保证蓄电池具有足够的起动能力。如果容量不足或内阻过大, 那么蓄电池就不能供给强大电流, 发动机就不能起动。

铅蓄电池的突出优点是内阻小、电压稳定、供电方便和安全可靠。此外还有成本低、原材料丰富等特点, 所以在汽车上普遍采用。但也有其一定的缺点, 比能低, 使用寿命短。随着电气设备的更新换代, 无需维护蓄电池使用寿命长, 不久的将来会代替原有的铅蓄电池。

第二节 起动型铅蓄电池的结构与型号

一、起动型铅蓄电池的构造

铅蓄电池的构造如图 1-2 所示, 由 3 个或 6 个单格电池串联组成, 每个单格电池的额定电压 2V , 串联成 6V 或 12V 的铅蓄电池总成。图 1-3

所示为单格蓄电池的构造。

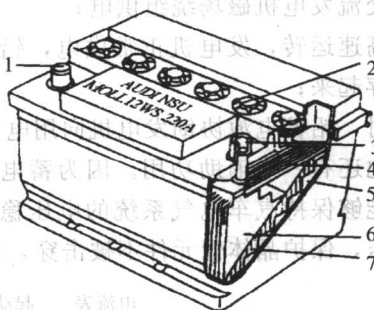


图 1-2 蓄电池的构造

1. 负极柱；2. 加液孔塞；3. 正极柱；4. 电解液液面标记；
5. 负极板；6. 正极板；7. 隔板

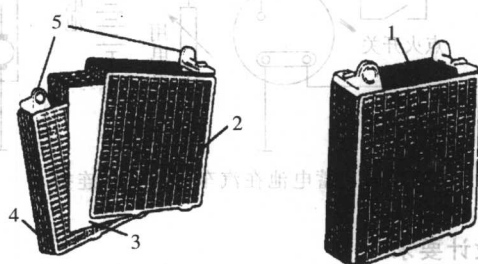


图 1-3 单格电池的构造

1. 组装完的单格电池；2. 负极板组；3. 隔板；4. 正极板组；5. 极板联条

铅蓄电池主要由壳体、正负极板、隔板、电解液、联条和极桩等组成。

1. 壳体（又称容器）

壳体是用来盛装电解液和正负极板的，应由耐酸、耐热、耐震、绝缘性好并且具有一定机械强度的材料制成。壳体材料有硬橡胶和聚丙烯塑料两种。塑料壳体不仅耐酸、耐热、耐震，而且壳壁薄（壁厚约 2mm，硬橡胶壳体一般为 5mm）、质量轻、且易于热封合，外形美观、成本低、生产效率，因此目前国内外都已普遍采用。

壳体为整体式结构，壳内有分成 3 个或 6 个互不相通的单格电池槽。壳体的顶部有同材质的蓄电池盖，每一单格电池盖上有三个小孔，中间较大的为加液孔，平时用孔盖拧紧，盖上有通气孔与外界大气相通，以便排出化学反应产生的氢气和氧气，防止壳体胀裂或发生爆炸事故；外侧的两个小孔是极桩孔，为焊接极桩之用。壳体底部制有凸起的筋条用来搁置极板组。筋条之间的空隙可以积存极板脱落的活性物质，防止正、负极板短路。

2. 正负极板

正负极板是铅蓄电池的核心，均由栅架和填充在其上的活性物质构成。铅蓄电池充、放电过程中，电能和化学能的相互转换就是依靠极板上活性物质和电解液中的硫酸的化学反应来实现的，正负极板如图 1-4a) 所示。栅架的结构如图 1-4b) 所示，作用是容纳活性物质并使极板成形，一般由铅锑合金浇铸而成。铅锑合金中，含锑量为 6%~8.5%，加锑的目的是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。但锑有副作用，它会加速氢的析出而加速电解液中蒸馏水的消耗，还易从正极板栅架中解析出来而引起蓄电池自放电和栅架的膨胀、溃烂，缩短蓄电池的使用寿命。因此，栅架的生产材料正向低锑（含锑量小于 3%）、甚至不含锑的铅钙合金发展。

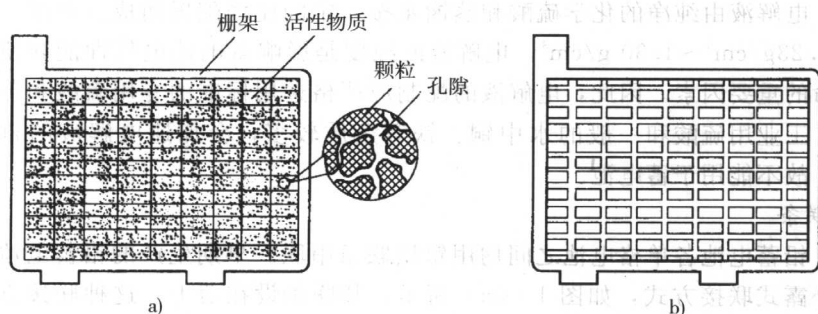


图 1-4 极板及极板栅架

a) 极板 b) 栅架

经过处理后的正极板上的活性物质为二氧化铅 (PbO_2)，呈深棕色；负极板上的活性物质为海绵状纯铅 (Pb)，呈深灰色。为了防止负极板上活性物质的收缩，增加其多孔性，常在负极板的铅膏中加入少量腐殖酸、硫酸钡、松香等添加剂。同时还在铅膏中加入天然纤维或合成纤维，以防止极板上活性物质的脱落和裂纹。

在单格电池中，负极板的数量总是比正极板的数量多一片，因此，安装后正极板处于负极板之间，使其两侧放电均匀，否则由于正极板的机械强度差，单面工作会使两侧活性物质体积变化不一致，而造成极板拱曲。将一片正极板和一片负极板浸入电解液中，便可以获得 2V 的电动势。为了增大铅蓄电池的容量，将多片的正、负极板分别并联，用横板焊接，组成正、负极板组，放在单格电池槽内，同时极板的厚度应尽可能的薄些，目前国内外大都采用薄型极板，厚度一般为 1.1mm~1.15mm（正极板比负极板稍厚）。

3. 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸，蓄电池内部正、负极板应尽可能地靠

近,但为了避免彼此接触而短路,正、负极板之间要用隔板隔开。隔板材料应具有多孔性,以便电解液渗透;且化学性能要稳定,即具有良好的耐酸性和抗氧化性。

隔板材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料等。安装时隔板带槽的一面应面向正极板,且沟槽与壳体底部垂直。因为沟槽能使电解液较顺利地上下通过,使气泡沿槽上升,还能使正极板上脱落的活性物质沿槽下沉。

在现代新型蓄电池中,还采用了袋式隔板。使用时,正极板放置在袋式隔板中,脱落的活性物质保留在袋内,不仅可以防止极板短路,而且可以取消壳体的底部凸起的筋条,使极板上部容积增大,从而增大电解液的储存量。

4. 电解液

电解液由纯净的化学硫酸和蒸馏水按一定的比例配置而成。密度一般为 $1.23\text{g/cm}^3 \sim 1.30\text{g/cm}^3$ 。电解液的纯度是影响蓄电池电气性能和使用寿命的重要因素。因此,电解液的配制应严格选用标准的专用硫酸和蒸馏水。工业用硫酸和一般的水中铜、铁等杂质较多,会加速电解液的自放电,故不能用于蓄电池。

5. 联条

铅蓄电池各单格电池之间均用铅质联条串联。早期生产的铅蓄电池采用外露式联接方式,如图 1-5a) 所示,其联条设在盖上。这种联接方式耗铅量多,联接电阻大,所以这种联接方式正在被穿壁式联接方式所取代。穿壁式联接方式是在相邻单格电池的隔壁上打孔供联条穿过,将两个单格电池的极板组焊接在一起,如图 1-5b) 所示。穿壁式联接方式设置在铅蓄电池内部,具有联接短、省材料、电阻小等优点。

装配前的联条铸件

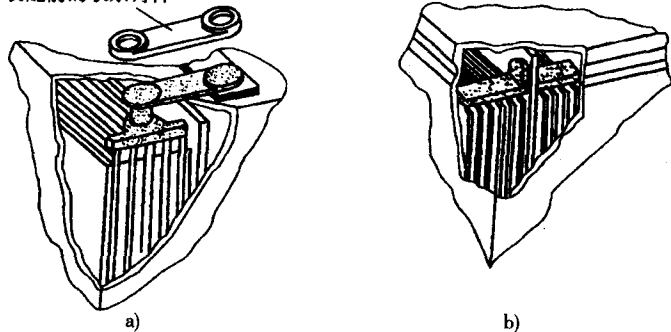


图 1-5 蓄电池的联条

a) 传统外露式 b) 穿壁式

6. 极桩

极桩分为正极桩和负极桩,正极桩用“+”符号表示,其周围涂上红

颜色。负极桩用“-”符号表示，一般不涂颜色。极桩是用铅锑合金浇铸呈上小、下大的锥台型，它的作用是将正负极板组连接或外接电路导线之用，规格形状如图 1-6 所示。

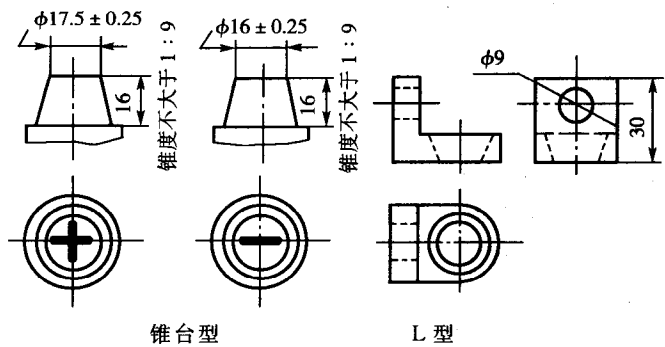


图 1-6 接线极桩的形状及规格

二、起动型铅蓄电池的联接方法

现代汽车一般配用一个额定电压和容量的铅蓄电池就能满足汽车用电设备的要求，不必考虑铅蓄电池的联接方法，如 CA1091、EQ1090 等汽车只安装一个额定电压为 12V 的铅蓄电池。

但有的汽车为了满足汽车电气系统的额定电压和容量，用串联的方法将两个 6V 铅蓄电池串联起来，额定电压成为 12V。

但也有的汽车为了增大供电的容量，采用并联的方法将两个铅蓄电池联接起来，如红旗 CA770A 型轿车。

铅蓄电池在使用中，遇到紧急情况时，可以用其他型号的蓄电池灵活应用。如东风 EQ1090 汽车的 6-Q-105 型号铅蓄电池可以用两个 3-Q-105 型铅蓄电池串联代用。

三、起动型铅蓄电池的规格型号

根据原机械工业部 JB2599-85 《铅蓄电池产品型号编制方法》规定，铅蓄电池型号由 3 部分组成，各部分之间用破折号分开，其内容及排列如下：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
串联单 格电池数	蓄电 池类 型	蓄电 池特 征	额定容 量	特殊 性能

(1) 串联单格电池数，用阿拉伯数字表示