

工 程 机 械

电 器 与 电 子 控 制 装 置

梁杰 王慧君 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书主要包括:蓄电池、交流发电机及调节器、起动机、点火系、照明设备、信号装置及仪表、空调设备、常用传感器及电子显示装置、沥青混凝土摊铺机电控系统、沥青混凝土拌和设备电控系统、挖掘机电控系统等,适合于广大工程机械使用人员、维修人员、管理人员以及从事工程机械专业教学的广大师生阅读,也可作为中专和高等院校以及各种工程机械专业技术培训班的教材。

Gongcheng Jixie DianQi Yu Dianzi Kongzhi Zhuangzhi

工 程 机 械

电 器 与 电 子 控 制 装 置

梁 杰 王 慧 君 编

插图设计: 正文设计:崔凤莲 责任校对:刘高彤

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 印张: 插页: 字数:千

199 年 月 第1版

199 年 月 第2版

199 年 月 第 版 第 次印刷

印数: 册 定价: 元

ISBN 7-114

目 录

第一章 蓄电池.....	1
第一节 铅蓄电池的构造与型号.....	1
第二节 铅蓄电池的工作原理.....	7
第三节 铅蓄电池的特性.....	9
第四节 铅蓄电池的常见故障	14
第五节 铅蓄电池的充电	16
第六节 干荷电铅蓄电池	21
第七节 免维护铅蓄电池	21
第八节 铅蓄电池的使用	22
第二章 发电机及调节器	26
第一节 交流发电机的构造与型号	26
第二节 交流发电机的工作原理	33
第三节 交流发电机的特性	37
第四节 无刷交流发电机	39
第五节 交流发电机的电磁振动式调节器	40
第六节 晶体管调节器	47
第七节 集成电路调节器	49
第八节 交流发电机的故障检查与测试	52
第九节 调节器的检测与调整	57
第十节 交流发电机充电系运行故障的诊断	59
第十一节 交流发电机及调节器的使用注意事项	61
第三章 起动机	63
第一节 概述	63
第二节 直流串激式电动机	64
第三节 起动机的传动机构	69
第四节 起动机的控制装置	72
第五节 典型起动机实例	73
第六节 起动机的常见故障及诊断	79
第七节 起动机的检查与试验	80
第四章 点火系	83
第一节 对点火系统的要求	83
第二节 传统点火系统的组成与工作原理	84
第三节 传统点火系统工作过程分析	86

第四节	传统点火系统的工作特性与影响次级电压的因素	90
第五节	传统点火系统各元件的构造	93
第六节	传统点火系统的使用.....	107
第七节	普通电子点火系统.....	116
第八节	微机控制点火系统.....	127
第五章	照明设备、信号装置及仪表	132
第一节	照明设备.....	132
第二节	信号装置.....	137
第三节	仪表.....	142
第六章	空调系统.....	150
第一节	车用空调制冷与采暖原理概述.....	150
第二节	制冷系统主要部件的构造与工作原理.....	152
第三节	制冷剂与冷冻机油.....	158
第四节	空调系统控制电路.....	158
第五节	普通空调制冷系统的检修.....	164
第七章	工程机械常用传感器及电子显示装置.....	168
第一节	常用传感器.....	168
第二节	电子显示装置.....	183
第八章	沥青混凝土摊铺机电控系统.....	187
第一节	概述.....	187
第二节	车辆电气系统.....	187
第三节	行驶电控系统.....	189
第四节	供料电控系统.....	191
第五节	自动找平电控系统.....	196
第六节	加热电控系统.....	203
第七节	其它功能的电控系统.....	204
第八节	摊铺机电控系统的故障诊断.....	206
第九章	沥青混凝土拌和设备电控系统.....	208
第一节	概述.....	208
第二节	常用低压电器.....	208
第三节	三相异步电动机的起动及控制线路.....	216
第四节	三相异步电动机正反转控制线路.....	220
第五节	三相异步电动机的制动.....	222
第六节	电动机的调速.....	223
第七节	计算机在拌和设备中的应用.....	230
第八节	拌和设备电气系统的检修.....	238
第十章	挖掘机电控系统.....	241
第一节	概述.....	241
第二节	电子监控系统.....	241
第三节	电子功率优化系统.....	243

第四节	工作模式控制系统.....	245
第五节	自动怠速装置.....	245
第六节	电子油门控制系统.....	246
第七节	挖掘机电子控制系统的故障诊断.....	249
附录	电气图常用文字、图形符号	251

绪 论

电气与电子控制系统是现代工程机械的重要组成部分,其质量与性能的优劣直接影响工程机械的动力性、经济性、可靠性、施工质量、生产效率及使用寿命等。电子控制系统已成为现代工程机械不可缺少的组成部分,同时也是评价现代工程机械技术水平高低的一个重要依据。随着科学技术的不断发展及对产品性能要求的不断提高,电子控制系统在工程机械中所占的比重将会越来越大,其功能将会越来越强,应用范围也将越来越广,而其复杂程度也将随之提高,这样就对使用与维修人员提出了更高的要求。

现代工程施工要求工程机械具有以下性能:生产效率高且能量损失小,节约能源;自动化程度高,施工质量好,精度高;性能稳定,工作可靠,安全,使用寿命长;具有较好的经济性,即高的技术价格比和低的制造与使用成本;操作简单、轻便,劳动强度低,驾驶员的工作条件好;具有运行状态监视,故障自诊及自动报警功能,能及时准确地指出故障部位,减少停机维修的时间,提高作业效率。

为满足上述的性能要求,工程机械仅仅依靠机械和液压技术的进步已显得力不从心。电子控制技术的发展及在工程机械上的应用,为工程机械技术的发展注入了新鲜的血液。机电一体化作为一项高新技术,将其引入到工程机械中,为工程机械带来了新的技术变革,使其各种性能有了质的飞跃。

机电一体化又称机械电子学,是一门跨学科的综合性强技术,是由微电子技术、计算机技术、信息技术、自动控制技术、机械技术、液压技术以及其他技术相互融合而成的一门独立的交叉学科。机电一体化技术从70年代中期开始在国外工程机械上得到应用。80年代以微电子技术为核心的高新技术的兴起,推动了工程机械制造技术的迅速发展,特别是随着微型计算机及微处理器技术、传感与检测技术、信息处理技术等的发展及其在工程机械上的应用,从根本上改变了工程机械的面貌,极大地促进了产品性能的提高,使工程机械进入了一个全新的发展阶段。以微机或微处理器为核心的电子控制系统目前在国外工程机械上的应用已相当普及,并已成为高性能工程机械不可缺少的组成部分。工程机械的机电一体化和智能化将是今后的发展方向。

目前工程机械的电子(微机)控制系统主要用以实现如下功能:

(1) 电子监控、自动报警及故障自诊

即对工程机械的发动机、传动系统、工作装置、制动系统和液压系统等的运行状态进行监控,工作中一旦出现异常现象,能自动报警并准确地指出故障的部位,从而可改善驾驶员的工作条件,提高机器的工作效率,简化设备的维护检查工作,降低使用维修费用,缩短停机维修时间,延长设备的使用寿命。

(2) 节能降耗,提高生产率

传统工程机械的能量利用率较低,例如液压挖掘机的燃油能量利用率仅为20%左右,如此低的能量利用率迫使工程机械的发展必须着眼于节能。日本小松公司挖掘机所采用的新型节能控制器(OLLS系统),具有良好的节能效果,燃油可节省23%;日本日立公司挖掘机的节

能控制系统可节省燃料 12% ~ 18%，生产率提高 20%；美国卡特彼勒公司的挖掘机采用了卡特电子功率控制系统，通过对发动机和泵的综合控制，使功率的利用率可达 98%，同时生产率也大大提高。

(3) 柴油机的控制

如电子调速器、电子油门控制装置、自动停机装置、自动升温控制装置等。

(4) 提高作业精度

为保证成品料的级配精度，现代沥青及水泥混凝土拌和设备广泛采用了微机控制的电子称重计量系统，并使计量过程实现了自动化。自动找平系统的应用，使沥青混凝土摊铺机的施工质量有了较大的提高，路面的平整度可达到 0.127 m m/ 3 m。采用超声波技术的自动供料系统，使沥青混凝土摊铺机的供料实现了自动调节，进一步提高了摊铺质量。推土机铲刀、平地机刮刀、铲运机铲斗刀刃的电子（微机）控制，不仅提高了作业精度和作业效率，而且也减轻了操作人员的劳动强度。

(5) 作业过程的自动或半自动化

工程机械实现自动化或半自动化控制，可以减轻操作者的劳动强度，提高生产率，并减小因操作者的经验不足对作业精度的影响。例如日本三菱公司的挖掘机设有挖掘轨迹微机控制系统，操作者在控制板上设定好铲斗运动轨迹的形状后，微机控制系统能够根据各种角度传感器的信号，自动控制动臂、斗杆和铲刀的运动，实现各种特定形状和断面沟槽、斜面的精确挖掘，使挖掘作业实现了自动化。

(6) 其他应用

一些国外生产的推土机、装载机、铲运机等采用了电子控制的自动变速器，其能够根据外负荷的变化情况自动改变传动系的传动比，这不仅充分利用了发动机功率，提高了燃油经济性，而且也简化了操作，降低了劳动强度。为有效地防止翻车和断臂事故，提高作业的安全性，现代起重机上广泛采用了电子（微机）控制的力矩限制器。为实现无人驾驶，使工程机械能在危险地带或人无法接近的地点进行作业，某些国外工程机械上设置了无线遥控装置。

电子控制系统的可靠性是现代工程机械非常重要的一项性能指标。由于工程机械一般露天作业，其直接受到烈日的曝晒，雨雪、强风、尘埃等的侵袭，此外还受到强烈的振动和冲击以及各种电、磁等的干扰，工作环境非常恶劣，因此电子控制系统应满足：能在 -40 ~ 80 的环境温度下可靠、稳定地工作；抗老化，具有较长的使用寿命；密封性能好，能防止水分和污物的侵入；较好的耐冲击和抗振性能；较强的抗干扰能力，系统能在各种干扰下可靠地工作。

工程机械种类繁多，因此各种机型所配备的电器与控制装置（系统）的组成、数量及复杂程度等也差别较大。各种自行式工程机械（即靠自身的动力行驶的机械，如压路机、推土机、摊铺机等）所配备的电器与控制装置基本上可分为以下两大类：

1. 车辆电气设备

这是各种自行式机械所应配备的最基本的电器，通常包括以下 5 部分：

(1) 电源 包括蓄电池、发电机及其调节器。

(2) 起动机 用于起动发动机。

(3) 点火系 用于汽油机，功能是产生电火花，点燃气缸中的可燃混合气。

(4) 照明及信号设备 包括各种照明和信号灯以及电喇叭、蜂鸣器等，用以保证行驶和施工的人机安全。

(5) 仪表 包括燃油表、机油压力表、水温表、发动机转速表等，用来监视发动机和其他装

置等的工作情况。

2 电气、电子(微机)控制装置

用于实现各种控制功能。例如摊铺机的自动找平装置及供料自控装置;挖掘机的电子功率优化系统;装载机、铲运机变速器的电子控制装置等。

自行式工程机械的电气设备具有以下特点:

1. 低电压 额定电压一般为 12V 或 24V,有些工程机械的电系两种电压共存,以便向不同额定电压的电器供电。

2 直流电系 这主要是考虑到向蓄电池的充电必须是直流电源。

3. 单线制 即从电源到各用电设备只用一根导线连接,而用机架、发动机等金属机体作为另一公共“导线”。采用单线制的优点是节省导线、线路清晰、安装和检修方便。

采用单线制时,蓄电池的一个电极须接到此公共“导线”上,俗称“搭铁”。若蓄电池的负极接公共“导线”,就称之为“负极搭铁”,反之则称为“正极搭铁”。我国规定工程机械为负极搭铁,国外工程机械通常也为负极搭铁。

前 言

现代工程机械正处在一个机电一体化的发展时代。引入机电一体技术,使机械、液压技术和电子控制技术等有机的结合,极大地提高了工程机械的各种性能,如动力性、燃油经济性、可靠性、安全性、操作舒适性以及作业精度、作业效率、使用寿命等。目前以微机或微处理器为核心的电子控制装置(系统)在现代工程机械中的应用已相当普及,电子控制技术已深入到工程机械的许多领域,如摊铺机和平地机的自动找平,摊铺机的自动供料,拌和设备称重计量过程的自动控制,挖掘机的电子功率优化,柴油机的电子调速,装载机、铲运机变速箱的自动控制,工程机械的状态监控与故障自诊等。随着科学技术的不断发展及对工程机械性能要求的不断提高,电子(微机)控制装置在工程机械上的应用将更加广泛,结构将更加复杂。随着我国进口及国产工程机械保有量的逐年增加,如何用好、管好这些价格昂贵的工程机械,使其发挥最大的效率,是各工程施工部门所面临的一个重要问题。为帮助广大工程机械使用人员、维修人员、管理人员以及从事工程机械专业教学的广大师生了解和掌握现代工程机械电气与电子控制装置的结构、组成、原理、特性及使用、维修和检测技术,特编写了此书。

本书除系统地介绍工程机械传统电器的结构、原理、特性、使用及检修等内容外,还介绍了工程机械常用传感器(包括温度传感器、称重传感器、车速传感器及角位移传感器)及常用电子显示装置的结构和原理,并较详细地介绍了沥青混凝土摊铺机、沥青混凝土拌和机和挖掘机这三种典型工程机械电气与电子(微机)控制装置的组成、电路、原理以及使用和检修等方面的技术。在介绍电子控制系统时,基本上都是以目前使用较多的进口机型为例。内容新、系统、详实、通俗易懂、图文并茂,实用性较强,是广大工程机械使用人员、维修人员、管理人员以及从事工程机械专业教学的广大师生的一本很有价值的参考书。

本书由梁杰和王慧君编写,其中梁杰编写绪论及第三、五、七、八、九、十章,王慧君编写第一、二、四、六章。

限于编写时间和作者水平,书中缺点及不足在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1998年3月

第一章 蓄 电 池

蓄电池是一种化学电源,它既能把电能转变成化学能储存起来,也能把化学能转变成电能提供给用电设备。前一过程称为蓄电池的充电,后一过程称为蓄电池的放电。蓄电池是可逆的直流电源。

工程机械上用电设备所需的电能,一般是由发电机和蓄电池提供的。二者正极相连,负极搭铁。在发动机正常工作时,主要由发电机向用电设备供电,而蓄电池在工程机械上的主要作用是:

- 1) 发动机起动时,给起动机和点火系供电。要求在 5s ~ 10s 内供给起动机 200 A ~ 600 A (有的柴油机的起动可达 1000A) 的强大电流。
- 2) 发电机不工作或输出电压过低时,向用电设备供电。
- 3) 在发电机短时间超负荷时,可协助发电机向用电设备供电。
- 4) 蓄电池存电不足时,可将发电机的电能转变为化学能储存起来。
- 5) 具有稳定电网电压的作用,保护电路中电子元件不被损坏。

蓄电池按照电极所用材料和电解液性质的不同可分为铅蓄电池、碱性蓄电池和新型电源三大类。

铅蓄电池根据用途和容量的不同又可分为起动用铅蓄电池、固定用铅蓄电池、车用铅蓄电池和铁路客车用铅蓄电池等。

碱性蓄电池根据电极材料的不同又可分为镉镍蓄电池、铁镍蓄电池、锌银蓄电池。

新型电源分为燃料电池、锌—空气电池、钠—硫电池等。

由于起动用铅蓄电池具有结构简单、内阻小、短时间内可迅速提供较大的电流、电压稳定、价格便宜等特点,因此起动用铅蓄电池在工程机械上得到广泛的应用。本章主要介绍起动用铅蓄电池,以下简称铅蓄电池。

第一节 铅蓄电池的构造与型号

铅蓄电池的构造如图 1-1 所示,一般由 3 个或 6 个单格电池串联而成,每个单格电池的标称电压为 2V。铅蓄电池由极板、隔板、电解液和外壳等组成。

一、极 板

极板是铅蓄电池的主要组成部分,它分为正极板和负极板,正、负极板均由栅架和活性物质组成,其形状如图 1-2 所示。铅蓄电池充放电过程中电能和化学能的相互转换,就是依靠极板上的活性物质在电解液中起化学反应来实现的。

正、负极板的栅架结构相同,如图 1-3 所示,栅架一般由铅锑合金浇铸而成,其中锑的含量为 5% ~ 7%,加锑的目的是为了提高栅架的机械强度和提高了栅架浇铸时的流动性能。但铅锑

合金耐化学腐蚀性比纯铅差, 锑易从正极板栅架中解析出来, 引起自行放电和栅架的膨胀、溃烂, 因而各制造厂家正在寻找降低含锑量的途径和寻求锑的取代物。

极板的活性物质是由铅块放在球磨机中研磨成粉, 在研磨中, 铅粉与空气接触, 氧化成氧化铅, 然后再加入一定量的添加剂和硫酸溶液调和成膏状, 涂在栅架上, 干燥后, 放入硫酸溶液中, 经过规定时间的充电(铅蓄电池生产过程中称为“化成”, 一般 18h ~ 20h)。使正极板上的铅膏绝大部分变成深棕色的二氧化铅(PbO_2), 负极板上的铅膏绝大部分变成青灰色的海棉状铅(Pb)。为了防止负极板上活性物质的收缩, 保证其多孔性, 铅膏里常加入添加剂, 如腐植酸、硫酸钡、木素磺酸钠、炭黑等, 同时还在活性物质中加入天然纤维或合成纤维, 以防活性物质的脱落和裂纹。

图 1-1 铅蓄电池的构造

1-正极板; 2-负极板; 3-肋条; 4-隔板; 5-护板;
6-封口剂; 7-负极桩; 8-加液孔螺塞; 9-连接条; 10-正极桩; 11-极桩衬套; 12-外壳

图 1-2 极板

1-栅架; 2-活性物质

图 1-3 栅架

化成后的正、负极板各一片浸入电解液中, 就可获得 2V 电动势。极板上活性物质的有效数量越多, 在一定放电电流的情况下, 放电时间就越长, 即容量就越大。为了提高铅蓄电池的容量, 而又不致使体积过大, 一般都采取小面积的多片正、负极板分别并联, 用横板焊接, 组成正、负极板组。横板上有电桩, 各片间留有间隙。安装时正、负极板相互嵌合, 中间插入隔板, 便成为单格电池组, 如图 1-1 中右图所示。在单格电池中, 负极板的片数比正极板多一片, 正极板都处于负极板之间, 使两侧放电均匀, 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,活性物质早期脱落。

铅蓄电池的每个单格内,正、负极板的片数都相同,结构形式也完全一样。

为了提高活性物质的利用率,一般极板不可做的太厚。目前国产负极板厚度为 1.8mm 正极板为 2.2mm。国外大多采用薄型极板,厚度为 1.1mm ~ 1.5mm。实践证明薄型极板对改善起动性能也是很有利的。

二、隔 板

为了减小铅蓄电池的内阻和尺寸,正、负极板之间的距离应尽可能减小。隔板插入极板之间,其作用就是防止正、负极板因靠近而互相接触造成短路。隔板采用绝缘材料制成,应具有多孔、细孔、有一定的机械强度、耐酸、不含有对极板有害的物质等性能。

隔板材料的种类很多,目前正在使用的有木质隔板、玻璃纤维隔板、微孔橡胶隔板和微孔塑料隔板。微孔塑料隔板由于性能好且价廉,将会大量使用。玻璃纤维隔板不能单独使用,常与微孔塑料隔板组合使用,由于玻璃纤维层加工工艺复杂,将逐渐被淘汰。

隔板的结构形状有槽沟状、平板状、袋状、瓦楞状等。槽沟状隔板安装时应将带槽沟的一面对着正极板,且槽沟竖向安装,这是因为正极板在充、放电过程中反应激烈,槽沟能使电解液顺利地上下流通,保证极板的硫酸需求量,同时,使正极板上脱落的活性物质顺利地掉入壳底空腔中。瓦楞状隔板安装时也应将沟槽竖向安装,道理与槽沟状相同;袋状隔板安装时仅包住正极板,因为正极板活性物质比较松散,容易脱落。

三、电 解 液

电解液是由纯净的硫酸(密度为 $1.84g\ cm^{-3}$)和蒸馏水按一定比例配制而成的,密度一般为 $1.24 \sim 1.30g\ cm^{-3}$ (25 时)。

电解液的纯度是影响铅蓄电池性能和使用寿命的重要因素,因此电解液使用的硫酸应采用国家标准 GB534 - 82 所规定的浓硫酸和特种硫酸,见表 1-1。需用的蒸馏水,其标准见表 1-2。

工业硫酸国家标准 GB534 - 82

表 1-1

指标名称	特种硫酸	浓硫酸一级	指标名称	特种硫酸	浓硫酸一级
硫酸(H_2SO_4) (%)	92.5	92.5	二氧化硫(SO_2)含量 (%)	0.01	
灼烧残渣 (%)	0.02	0.03	氯(Cl)含量 (%)	0.001	
铁(F_e)含量 (%)	0.005	0.01	透明度 (mm)	160	50
砷(A_s)含量 (%)	0.0001	0.005	色度 (ml)	1.0	2.0
氮的氧化物(N_2O_3)含量 (%)	0.0001				

铅蓄电池用蒸馏水的标准

电导率不低于 30k

表 1-2

杂质名称	最大允许量 (%)	杂质名称	最大允许量 (%)
有机物	0.003	硝酸盐及亚硝酸盐(NO_3)、(NO_2)	0.004
残渣	0.005	铁(F_e)	0.004
氯(Cl)	0.004	氨(NH_4)	0.0008

含杂质较多的非标准硫酸和水不得用于铅蓄电池,否则会增加铅蓄电池的自行放电和损

坏极板。

四、外 壳

铅蓄电池的外壳是用来盛放极板组和电解液的容器,其材料应耐热、耐酸、耐震。目前国内多采用硬橡胶外壳和聚丙烯塑料外壳。聚丙烯塑料外壳壁薄、重量轻、外形美观、透明,原材料来源也广,所以近年来发展很快。

壳内有隔壁,将其分成 3 个或 6 个相同大小的单格,并且相互之间不沟通,各单格底部都有凸肋,以放置极板组。凸肋间的空腔可积存极板脱落下来的活性物质,以防极板间造成短路。

铅蓄电池的盖分为单格小盖和整体式盖两种形式。硬橡胶壳的铅蓄电池大多采用单格小盖,如图 1-1 所示。每个小盖上都有三个孔。中间是加液孔,内有螺纹,用以安装加液孔螺塞;两边是电桩孔,分别引出单格电池的正、负电桩。电桩穿出部位加铅衬套,装配时与电桩焊为一体。小盖与外壳之间用无蜡高温沥青和具有低温特性的添加剂配制而成的沥青封口剂密封。塑料外壳的铅蓄电池大多采用整体式盖,盖上有相应单格数目的加液孔和两个正、负端电桩孔,铅蓄电池正、负极桩便从端电桩孔中引出,其余的电桩均不露出盖,盖与外壳的密封方法采用加热熔合或粘结剂粘合。

加液孔的塑料螺塞平时旋紧在加液孔上,加注电解液或蒸馏水和检查铅蓄电池的技术状况时旋下。螺塞上有通气孔,以保证铅蓄电池化学反应中放出的气体能随时逸出。

五、连接条和极桩

铅蓄电池的连接条和极桩均用铅锑合金铸成。

连接条的作用是将铅蓄电池的单格电池串联起来。其连接方式有三种:第一种是敞露式(图 1-1),即连接条敞露在铅蓄电池的外部;第二种是跨桥式(图 1-4a)、即在相邻单格电池之间的隔壁上端留有豁口,连接条通过豁口跨越隔壁,所有连接条均布置在整体盖的下面;第三种是穿壁式(图 1-4b),即在相邻单格电池之间的隔壁上打孔,供连接条穿过,把单格电池连接起来。后两种连接方式主要用于整体盖式铅蓄电池上,具有省铅、电阻小、放电时温度低、起动性能好等特点。

铅蓄电池的极桩上平面一般都铸有“+”、“-”标记,以便区分正、负极。使用过的铅蓄电池标记不清时,可观察极桩的颜色(正极桩呈深棕色、负极桩呈深灰色)来区分或用直流电压表测定。

另外,在铅蓄电池每个单格电池组的顶部,都置有护板,其作用是避免对铅蓄电池进行技术状况检查时损坏极板上部。

六、铅蓄电池的规格型号

铅蓄电池的型号按 JB 2599 - 85《起动型铅蓄电池标准》规定,其含义如下:

(1) 串联的单体电池数用阿拉伯数字表示。

(2) 铅蓄电池类型是根据其主要用途来划分的。如起动用铅蓄电池代号为“Q”,摩托车用铅蓄电池代号为“M”。

图 1-4 单格电池的连接方式

a)跨桥式;b)穿壁式

1-电池盖;2-粘结剂;3-电池外壳;4-隔壁;5-连接条

(3)铅蓄电池特征为附加部分,但在同类用途的产品中具有某种特征而在型号中又必须加以区别

用。当产品同时具有两种特征时,原则上应按表 1-3 顺序将两个代号并列标志。产品特征代号见表 1-3 所示。

产品特征代号

表 1-3

序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号
1	干荷电	A	7	半封闭式	B
2	湿荷电	H	8	液密式	Y
3	免维护	W	9	气密式	Q
4	少维护	S	10	激活式	I
5	防酸式	F	11	带液式	D
6	密闭式	M	12	胶质电解液	J

(4)额定容量是指 20h 放电率时的容量,单位为 Ah,用阿拉伯数字表示。20h 放电率一片正极板的设计容量约为 15 Ah。

(5)在产品具有某些特殊性能时,可用相应的代号加在产品型号的末尾。如 G 表示薄型极板的高起动率电池,S 表示采用工程塑料外壳、电池盖及热封工艺的蓄电池。

例如:

(1)3—Q—90:由 3 个单体电池组成,额定电压为 6 V,额定容量为 90 Ah 的起动用铅蓄电池。

(2)6—Q A—105G:由 6 个单体电池组成,额定电压 12 V,额定容量为 105 Ah 的起动用干荷电高起动率铅蓄电池。

(3)6—Q A W—100:6 个单体电池组成,额定电压 12 V,额定容量为 100 Ah 的起动用干荷电免维护铅蓄电池。

国产橡胶壳体上固定式起动用铅蓄电池的产品规格见表 1-4。

国产橡胶壳体上固定式起动用铅蓄电池产品规格

表 1-4

序号	额定电压 V	20h 率额定容量 Ah	起动电流 I_s A	最大外形尺寸(mm)		
				L	b	h
1	6	75	300	197	178	250
2	6	90	315	224	178	250

续上表

序 号	额定电压 V	20h 率额定容量 Ah	起动电流 I_s A	最大外形尺寸 (mm)		
				L	b	h
3	6	105	368	251	178	250
4	6	120	420	278	178	250
5	6	135	435	305	178	250
6	6	150	450	332	178	250
7	6	165	495	339	178	250
8	6	180	540	369	182	228
9	6	195	585	413	178	250
10	12	60	240	319	178	250
11	12	75	300	373	178	250
12	12	90	315	427	178	250
13	12	105	368	485	178	250
14	12	120	420	517	198	250
15	12	135	435	517	216	250
16	12	150	450	517	234	250
17	12	165	495	517	252	250
18	12	180	540	517	270	250
19	12	195	585	517	288	250

国产塑料壳体上固定式和下固定式起动用铅蓄电池的产品规格分别见表 1-5 和表 1-6。

国产塑料壳体上固定式起动用铅蓄电池产品规格

表 1-5

序 号	额定电压 V	20h 率额定容量 Ah	起动电流 I_s A	最大外形尺寸 (mm)		
				L	b	h
1	6	75	300	190	170	245
2	6	90	315	190	170	245
3	6	105	368	240	170	245
4	6	120	420	250	175	245
5	6	150	450	305	175	245
6	12	30	120	187	127	227
7	12	35 (36)	144	197	129	227
8	12	40	160	238	138	235
9	12	45	180	238	129	227
10	12	50	200	260	173	235
11	12	60	240	270	173	235
12	12	70	280	310	173	235
13	12	75	300	310 (318)	173	235
14	12	80	320	310	173	235
15	12	90	315	380	177	235

续上表

序号	额定电压 V	20h 率额定容量 Ah	起动电流 I_s A	最大外形尺寸 (mm)		
				L	b	h
16	12	100	350	410	177	250
17	12	105	368	450	177	250
18	12	120	420	513	189	260
19	12	135	405	513	189	260
20	12	150	450	513	223	260
21	12	165	495	513	223	260
22	12	180	540	513	223	260
23	12	195	585	517	272	260
24	12	200	600	621	278	270
25	12	210	630	521	278	270
26	12	220	660	521	278	270

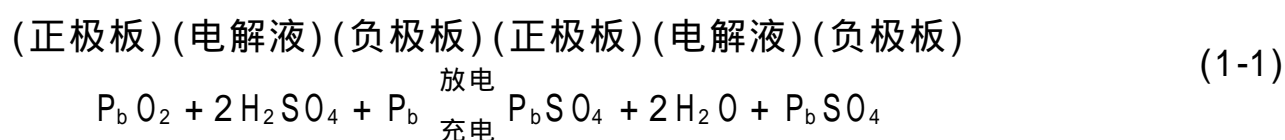
国产塑料壳体下固定式起动用铅蓄电池产品规格

表 1-6

序号	额定电压 V	20h 率额定容量 Ah	起动电流 I_s A	最大外形尺寸 (mm)		
				L	b	h
1	12	36	144	218	175	175
2	12	45	180	218	175	190
3	12	50	200	290	175	190
4	12	54	216	294	175	175
5	12	55	220	246	175	190
6	12	60	240	293	175	190
7	12	63	252	297	175	175
8	12	66	264	306	175	190
9	12	88	352	381	175	190
10	12	100	350	374	175	235
11	12	135	405	513	189	223
12	12	165	495	513	223	223

第二节 铅蓄电池的工作原理

铅蓄电池由正极板(二氧化铅 PbO_2)和负极板(海绵状铅 Pb)浸入电解液(硫酸 H_2SO_4 的水溶液)中而形成,其内部的化学反应是可逆的。根据“双硫化理论”,当铅蓄电池放电时,两极板上的活性物质与电解液发生作用都转变成了硫酸铅($PbSO_4$),电解液密度下降;而充电时,两极板上的 $PbSO_4$ 又分别恢复为原来的 PbO_2 和 Pb ,电解液密度回升,若略去中间化学反应过程,可用式(1-1)表示:



一、电动势的建立

充电状态下的铅蓄电池正、负极板浸入电解液时,负极板处有少量 Pb 溶入电解液,生成 Pb^{++} ,而在极板上留下两个电子 $2e$,使极板带负电,由于正、负电荷的相互吸引, Pb^{++} 则沉附于极板的表面,当溶解平衡时,极板具有负电位,约为 $-0.1V$ 。

正极板处有少量 PbO_2 溶入电解液,与电解液中的 H_2O 生成 $Pb(OH)_4$, $Pb(OH)_4$ 再分离成 Pb^{++++} 和 OH^- :



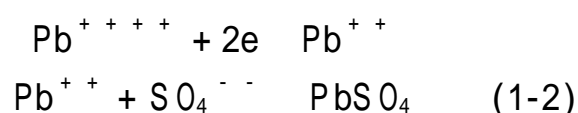
Pb^{++++} 沉附于极板上,使极板呈正电位,当溶解平衡时,约为 $+2.0V$ 。

因此在外电路未接通,反应达到相对平衡状态时,铅蓄电池的电动势 $E = 2.0 - (-0.1) = 2.1(V)$ 。

二、铅蓄电池的放电过程

给铅蓄电池接上负载,在电动势的作用下,电流 I_f 从正极经过负载流向负极(即电子从负极移向正极),使正极电位降低,负极电位升高,破坏了原来的平衡。放电时的化学反应过程如图 1-5 所示。

正极板处, Pb^{++++} 和 $2e$ 结合,变成 Pb^{++} , Pb^{++} 与电解液中的 SO_4^{--} 结合生成 $PbSO_4$ 沉附于正极板上。即



负极板处 Pb^{++} 与电解液中的 SO_4^{--} 结合生成 $PbSO_4$ 沉附在负极板上,而负极板上的 Pb 继续溶解,生成 Pb^{++} 和 $2e$ 如果电路不切断,上述化学反应将继续进行,使

图 1-5 铅蓄电池的放电过程

正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都逐渐变成 $PbSO_4$, 电解液中的 H_2SO_4 逐渐减少,而 H_2O 逐渐增多,因而电解液密度下降。

从理论上讲,放电过程应进行到极板上的活性物质全部转变成 $PbSO_4$ 为止,而实际上是不可能的,因为电解液不可能渗透到极板活性物质的最内层进行反应。所以,使用中所谓完全放完电的铅蓄电池,只不过仅 20% ~ 30% 的活性物质发生了反应。因此,采用薄型极板并增加其多孔性来提高极板活性物质的利用率,是铅蓄电池工业的发展方向。

三、铅蓄电池的充电过程

充电时,给放电状态下的铅蓄电池接直流电源,电源的正极接铅蓄电池的正极,负极接铅蓄电池的负极。当电源电压高于铅蓄电池的电动势时,在电源力的作用下,电流 I_c 从铅蓄电池的正极流入,负极流出(即驱使电子 $2e$ 从正极经外电路流入负极)。这时,正、负极板发生的