

工程机械设计与维修丛书

电器、电子控制 与安全系统

王力群 王 昕 燕学智 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

工程机械设计与维修丛书

电器、电子控制与安全系统

王力群 王 昕 燕学智 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电器、电子控制与安全系统/王力群, 王昕, 燕学智
编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 7
(工程机械设计与维修丛书)
ISBN 7-5025-7491-3

I. 电… II. ①王…②王…③燕… III. ①工程机
械-电子控制②工程机械-安全技术 IV. TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 086145 号

工程机械设计与维修丛书
电器、电子控制与安全系统

王力群 王 昕 燕学智 编著

责任编辑: 任文斗 张兴辉

文字编辑: 钱 诚

责任校对: 郑 捷

封面设计: 尹琳琳

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷
三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 350 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7491-3

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《工程机械设计与维修丛书》编辑委员会

主 任 高秀华

副主任 王国强 左春桧

委 员	高秀华	王国强	左春桧	马文星	秦四成
	成 凯	王力群	孔德文	赵克利	王智明
	杨占敏	黄大巍	于国飞	杨立夫	周贤彪
	夏禹武	唐向阳	张 鸿	贡凯军	马伟东
	林树才	周彩南	丁树奎	史先信	马 铸
	朱振东	徐 刚	支开印	马喜林	胡加辉
	李 风	邓洪超	王 昕	李国忠	王云超
	郭建华	杨文志	王妍静	张春秋	燕学智

内 容 提 要

本书系统地介绍了工程机械的电器、电子控制及安全用电的知识。主要内容
包括电源、启动机、点火系、照明及信号装置、仪表及传感器、空调设备及安全
用电等。书中详细介绍了相关部分电器的功能、结构、原理、使用与维修；举例
介绍了典型工程机械的自动控制系统的组成、控制原理、控制功能及使用、维修
方法。

本书内容系统图文并茂、通俗易懂，实用性强。适于广大从事工程机械开
发、设计、研究、管理、维护的工程技术人员以及相关专业的本科生、研究生和
教师参考、使用。也可作为大专院校的相关专业教材。

序

近年来,在国家宏观调控政策的影响下,我国工程机械产业进入了加速增长阶段,呈现出前所未有的繁荣态势。工程机械装备已经成为我国国民经济发展的支柱产业之一,占据世界工程机械总量第七位。随着国家西部大开发战略的实施,南水北调工程、西电东送工程、青藏铁路工程的启动,迎接北京 2008 年奥运会的基础设施及场馆建设、推进乡镇农村经济发展、上海黄浦江两岸开发及世博场馆的投入、振兴东北老工业基地等众多国家发展战略的实施,都为国内工程机械产品市场的发展提供了良好的空间,同时也必将有力地拉动相关产业的发展。

据介绍,亚洲其他国家、拉丁美洲和非洲的一些国家最近也相继出台了大规模扩大公路及其他公共设施建设的项目计划,这无疑对工程机械的需求将大幅度增加,也为我国工程机械发展全球市场策略提供了最具竞争力的契机。

从 20 世纪后期开始,国际上工程机械装备的生产注重向大型化、微型化、多功能化、专用化和智能化的方向发展。德国、美国和日本当属工程机械强国,利勃海尔公司(德国)、卡特彼勒公司(美国)、沃尔沃集团(瑞典)、小松制作所(日本)等公司的产品以设计先进、安全可靠、使用寿命长而著称。

我国工程机械行业几经洗礼和经过业内人员的不懈努力,在国际市场上充分显示了强大的生命力。在我国工业化发展进程中,工程机械行业已经由初始发展阶段逐渐走向成熟时期。一些主导产品的研发、设计和制造水平都有相当程度的提高,某些产品质量也达到了用户认可的水平。同时,由于其产品价格相对低廉,在国际市场上具有一定的竞争力。在国内市场处于激烈的成本-价格、质量-规模竞争的形势下,中小型国产工程机械产品在我国显现出了强大的市场占有潜力。但是国际经济市场的变化无时无刻不在冲击着现有的市场份额,市场的占有份额又无时无刻不在重新组合。我国的工程机械行业如何能够继续发展、如何能够尽快提升到我国工业化的第三阶段——强壮期阶段,即无论是对产品的研究、开发、生产以及产品的综合质量和售后服务都进入国际先进行列等问题,都需要认真加以思考。

现在,我国工程机械行业的发展已经有了很好的基础,产品门类,生产规模,大、中、小企业构架和发展环境都比较好,但同国际先进的工程机械制造厂家相比差距还比较大,主要表现在产品的可靠性、使用寿命、绿色工程设计、高新技术的创新应用以及管理模式上。相对而言,我国自主开发能力还比较薄弱,有自主知识产权的产品技术较少,新产品的关键技术大部分还依赖于引进国外技术;另一方面对国外先进技术的消化、吸收、创新不足。其次,对市场反映速度慢,产品更新周期较长。而美国一些机械企业 1990 年已做到了三个“3”,即产品的生命周期为 3 年,产品的试制周期为 3 个月,产品的设计周期为 3 个星期。我国工程机械的规格还有空缺。以上事实表明:中国工程机械市场虽然仍可保持持续增长的势头,但是中国工程机械行业的技术发展仍然任重道远。

为促进工程机械技术的发展,弥补技术图书的匮乏和不足,化学工业出版社邀请吉林大学机械科学与工程学院组织编写了《工程机械设计与维修丛书》,共 16 本,包括《内燃机》、《液压与液力传动系统》、《电器、电子控制与安全系统》、《底盘结构与设计》、《金属结构》、《人机工程与造型设计》、《现代设计技术》、《液压挖掘机》、《轮式装载机》、《斗轮堆取料机》、《推土机与平地机》、《钻孔与非开挖机械》、《振动压路机》、《现代起重运输机械》、《特种车辆》、《商品混凝土成套设备》。丛书的编写者结合多年的教学、科研、生产及管理的经验,努力将传统的经典理论和现代设计方法结合起来,注重介绍工程机械发展中的新理念、新设计方法、新技术、新工艺和新材料。

《工程机械设计与维修丛书》所有编写工作人员在此对鼓励、支持、帮助过我们的领导、同事、同行、朋友等表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中纰漏与错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

前 言

改革开放以来，基础设施的建设如火如荼。特别是西部大开发的战略方针确定之后，更大规模的基础设施建设必将随之而来。2008年北京奥运申办成功，南水北调工程开工，西气东输等，随之而来的都是大规模的基础设施建设。在这些浩大的基础设施建设中，工程机械将发挥巨大作用。

电器与电控系统是工程机械的五大组成（发动机、底盘、车身、工作装置及电器与电控系统）之一。该系统的技术水平也反映了工程机械的整体水平。如何科学管理、正确使用、规范化维护和修理工程机械中的电器与电控系统，使工程机械发挥最大效率，延长使用寿命，是施工管理者和工程机械使用者面临的一个重要问题。

随着电子技术的迅猛发展，电子控制技术在工程机械中的应用越来越普遍。例如：沥青混合料拌和设备中的材料级配、材料称重计量、燃料供给及加热温度等的控制；混凝土摊铺机中的摊铺、找平、起拱的控制；振动压路机的振动与否和供水控制；柴油发动机的调速、功率优化控制；工程机械运行状态的监控、故障自诊断等。特别是微机或微处理器融入工程机械的电控系统后，使机械、液压技术和电子技术有机结合起来，极大地提高了工程机械的技术性能，如动力性、燃料使用经济性、可靠性、安全性、操作舒适性。工程机械的作业精度，作业效率也得到大幅度提高，使用寿命得到延长。

为了能够让工程机械的管理人员、使用人员、维修人员及相关专业的师生更好地了解和认识工程机械中融有先进控制技术的电器及电控系统，便于使用者正确使用和维护这些电器及电控系统，特编写此书。

本书介绍了工程机械中传统的电器及电控系统。除此之外还较详细地介绍了融有先进技术的电器及电控系统。由于两者对比着介绍，初学者易懂。除独立电器的结构、原理、特性、使用和维护介绍之外，本书还以常用的典型工程机械为例，介绍了完整的电控系统的结构、原理、特性及使用维护。

工程建设施工现场用电安全是一个很重要的问题。为此，本书用一章的篇幅，介绍了这方面的相关知识。

本书编写过程中，参与编写的每一位同志都尽了自己的最大努力，多方收集资料，力求内容详细、完整，能满足读者的需求。

由于水平有限，难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

本书由王力群、王昕、燕学智等编著。全书由周贤彪、朱振东主审。

本书在编写过程中受到各界同仁和朋友的大力支持、鼓励和帮助，并参阅了有关厂家和公司的相关资料，在此一并表示感谢！

作者

2005年6月 于吉林大学

目 录

第 1 章 工程机械中的电源	1
1.1 蓄 电 池	1
1.1.1 蓄电池的结构与型号	1
1.1.2 蓄电池的工作原理	5
1.1.3 蓄电池的特性	7
1.1.4 蓄电池的容量及其影响因素	10
1.1.5 蓄电池的充电	11
1.1.6 蓄电池的使用与维护	15
1.1.7 其他类型蓄电池简介	18
1.2 发 电 机	22
1.2.1 概述	22
1.2.2 发电机的构造、型号和分类	22
1.2.3 硅整流发电机工作原理	26
1.2.4 其他形式的硅整流发电机	29
1.2.5 调节器	33
1.2.6 电源系统的保护电路	39
1.2.7 发电机供电系统的使用与维护	43
1.2.8 调节器的检查与调整	47
1.2.9 电源系统常见故障诊断与排除	49
第 2 章 启动机	52
2.1 概 述	52
2.1.1 组成与作用	52
2.1.2 启动机分类	53
2.1.3 启动机型号	53
2.2 直流串励式电动机	53
2.2.1 构造	53
2.2.2 工作原理	55
2.2.3 直流串励式电动机的特性	56
2.3 启动机的传动机构	58
2.3.1 滚柱式单向离合器	58
2.3.2 摩擦片式单向离合器	59
2.3.3 弹簧式单向离合器	60
2.4 启动机的控制装置	60
2.4.1 机械式开关	60
2.4.2 电磁式开关	61

2.5 典型启动机	62
2.5.1 直接操纵强制啮合式启动机	62
2.5.2 电磁操纵强制啮合式启动机	63
2.5.3 电枢移动式启动机	65
2.5.4 齿轮减速式启动机	66
2.6 启动机控制电路	67
2.7 启动机的故障诊断与排除	69
2.7.1 启动机不转	69
2.7.2 启动机运转无力	69
2.7.3 启动机空转	69
2.7.4 启动机异响	71
2.8 启动机的检修与试验	72
2.8.1 启动机的检修步骤	72
2.8.2 启动机的检修	72
2.8.3 启动机的试验	76
第3章 点火系统	78
3.1 分类	78
3.2 对点火系统的要求	78
3.2.1 能产生足以击穿火花塞间隙的电压	78
3.2.2 火花应具有足够的能量	78
3.2.3 恰当的点火时刻	79
3.3 传统点火系统	80
3.3.1 传统点火系统的组成	80
3.3.2 传统点火系统原理	80
3.3.3 传统点火系统工作过程分析	81
3.3.4 传统点火系统改善措施	85
3.3.5 传统点火系统的构造	86
3.3.6 传统点火系统故障诊断与检修	92
3.4 电子点火系统	96
3.4.1 电子点火系统概述	96
3.4.2 感应式电子点火系统	98
3.4.3 霍尔效应式点火系统	104
3.4.4 电子点火系统的故障诊断与维修	110
第4章 照明设备及信号装置	115
4.1 概述	115
4.1.1 照明设备的种类与用途	115
4.1.2 信号装置的分类	115
4.1.3 技术要求	116
4.2 前照灯	116
4.2.1 对前照灯的照明要求	116

4.2.2	前照灯光学系统	117
4.2.3	反射镜	117
4.2.4	前照灯的防炫目措施	118
4.2.5	前照灯的分类和结构	120
4.2.6	前照灯的调整和保养	121
4.3	照明系统辅助装置及电路	121
4.3.1	灯光继电器及其保护电路	121
4.3.2	前照灯的控制电路	122
4.3.3	照明系统典型电路	124
4.4	闪光继电器	124
4.4.1	电热式闪光器	125
4.4.2	电容式闪光器	125
4.4.3	翼片式闪光器	126
4.4.4	电子式闪光器	127
4.5	电喇叭	128
4.5.1	筒形、螺旋形电喇叭	128
4.5.2	盆形电喇叭	128
4.5.3	喇叭继电器	129
4.5.4	电喇叭的调整	129
4.5.5	电喇叭的正确使用	130
4.6	照明设备与信号装置的故障诊断与排除	130
4.6.1	照明系统常见故障诊断与排除	130
4.6.2	转向灯常见故障诊断与排除	131
4.6.3	电喇叭的常见故障诊断与排除	132
第5章	工程机械常用仪表及传感器	134
5.1	仪表	134
5.1.1	电流表	134
5.1.2	机油压力表	135
5.1.3	水温表	137
5.1.4	燃油表	140
5.1.5	车速里程表	142
5.1.6	发动机转速表	142
5.1.7	仪表的正确使用	144
5.2	工程机械常用传感器	144
5.2.1	温度传感器	144
5.2.2	液位传感器	148
5.2.3	转速传感器	150
5.2.4	称重传感器	153
5.2.5	角位移传感器	156
第6章	空调系统	159

6.1 概述	159
6.1.1 车用空调系统分类	159
6.1.2 冷气系统工作原理	159
6.1.3 采暖原理	161
6.1.4 除霜原理	161
6.1.5 通风原理	162
6.2 制冷系统主要部件及工作原理	162
6.2.1 压缩机	162
6.2.2 电磁离合器	165
6.2.3 冷凝器	165
6.2.4 储液干燥罐	165
6.2.5 膨胀阀	166
6.2.6 蒸发器	167
6.3 空调系统的主要控制装置	168
6.3.1 发动机怠速自动调节装置	168
6.3.2 转速与温度控制电路	168
6.3.3 蒸发器温度控制装置	169
6.3.4 鼓风机电路	170
6.3.5 空调系统保护装置	170
6.4 空调系统实际电路举例	171
6.5 空调系统的正确使用和维护	172
6.5.1 制冷剂和冷冻机油	172
6.5.2 空调系统的正确使用	173
6.5.3 空调系统的日常维护	173
6.5.4 空调系统的常规检查	174
6.5.5 对制冷剂泄漏的检查	174
6.6 空调系统的故障诊断和排除	175
第7章 常用工程机械电控系统	177
7.1 推土机电控系统	177
7.2 液压挖掘机电控系统	178
7.2.1 监控系统	178
7.2.2 功率优化系统	179
7.2.3 工作模式控制系统	181
7.2.4 自动怠速装置	182
7.2.5 电子油门控制系统	182
7.3 水泥混凝土摊铺机电控系统	185
7.3.1 操纵机构电控系统	185
7.3.2 发动机电控系统	192
7.3.3 行走机构电控系统	196
7.3.4 转向机构电控系统	198

7.3.5	调平系统控制电路	200
7.3.6	工作装置电控系统	201
7.3.7	辅助装置控制电路	209
7.4	双钢轮振动压路机控制系统	210
7.4.1	操纵系统	211
7.4.2	主车控制电路	212
7.4.3	供水控制电路	215
7.4.4	振动控制电路	215
参考文献		218

第 1 章 工程机械中的电源

1.1 蓄电池

工程机械用电设备的电能，由蓄电池和发电机两个装置提供。作为两个电源之一的蓄电池，其作用有以下几方面。

- ① 启动发动机时，向启动机和点火系统提供电能。
- ② 发动机启动后，发电机输出电压低或不发电时，向用电设备提供电能。
- ③ 当发电机输出的电压高于蓄电池的电动势时，蓄电池将多余的电能转换成化学能储存起来。

实际上蓄电池是一个可逆直流电源，它与发电机并联。

蓄电池的性能和工作方式，使其相当于一个容量很大的电容器。当发电机因发动机转速波动而发出的电压波动时，以及用电负荷发生较大波动时，蓄电池可以起到缓解的作用，保持整个电气系统电压稳定。由于蓄电池能吸收电气系统的瞬间过电压，因而能保护用电设备及其内部的电子元件不被损坏。因此，绝不允许发动机在脱开蓄电池的情况下运转。

1.1.1 蓄电池的结构与型号

1.1.1.1 蓄电池的结构

(1) 单格蓄电池

单格蓄电池（使用蓄电池的基本单元）的结构如图 1-1 所示。

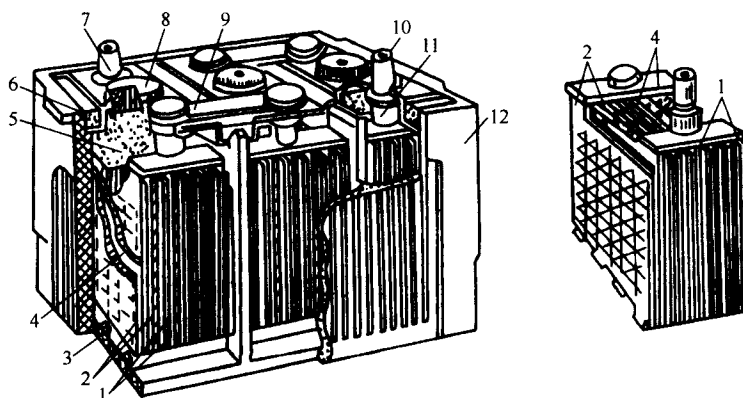


图 1-1 铅单格蓄电池的结构

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—基桩衬套；12—外壳

极板是单格蓄电池的核心，分为正极板、负极板。正、负极板均由栅架和填充在其上的活性物质构成。具体结构如图 1-2、图 1-3 所示。

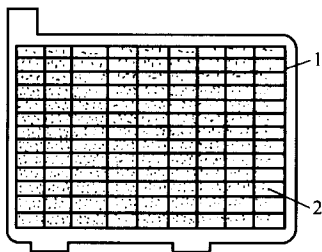


图 1-2 极板

1—栅架；2—活性物质

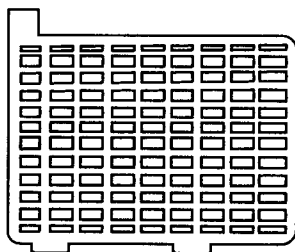


图 1-3 栅架

正、负极板的结构完全相同，但填充的活性物质不同。正极板栅架上填充的是二氧化铅（ PbO_2 ），呈深棕色。负极板上填充的是海绵状纯铅，呈青灰色。

栅架一般由铅锑合金浇铸而成。其中锑的含量在 5%~8.5% 之间。加入锑的目的是提高栅架的机械强度并改善其浇铸性能。但铅锑合金耐电化学腐蚀的性能比纯铅差，锑易从正极板栅架中解析出来，这将引起蓄电池的自放电和栅架的膨胀、溃烂。因此，栅架的成分正向低锑（含量小于 3%），甚至无锑的铅钙合金方向发展。栅架的制造工艺除浇铸外，还有滚压扩展成型的方法。

国外蓄电池大多采用薄型极板，厚度在 1.1~1.5mm 之间。国产蓄电池的负极板厚度一般为 1.8mm，正极板的厚度一般为 2.2mm。薄型极板对提高蓄电池的比容量（极板单位尺寸的容量）和改善其启动性能都是有利的。将正、负极板浸入电解液中就构成了单格蓄电池。

(2) 常用蓄电池

当单格蓄电池的正、负极板浸入电解液后，正、负极板间就会产生电动势。但是，单格蓄电池的电动势很低，容量也不大。真正能使用的蓄电池是由多个单格蓄电池组合而成的。其结构如图 1-1 所示。为了使其能够组合成一体，要加上外壳。

外壳的作用是盛装单格蓄电池的正、负极板和电解液。因此，要求外壳能耐酸、耐热、耐震。以前的蓄电池外壳多用硬橡胶制成。目前，国内已经开始使用聚丙烯生产蓄电池外壳。此种外壳除满足基本性能要求之外，还具有强度高、重量轻、外形美观、透明的特点。

为了减小蓄电池的内阻和体积，单格蓄电池的正、负极板应尽可能地靠近。但正、负极板靠得太近，很可能产生短路。为避免此种情况发生，正、负极板间要加有隔板。隔板材料应具有多孔性，以利于电解液渗透，同时其还应具有良好的耐酸性和抗氧化性，且化学性能稳定。

隔板常用的材料有木质材料、玻璃纤维、微孔橡胶、微孔塑料等。由于微孔橡胶、微孔塑料的性能好且价格越来越便宜，因此目前隔板多采用这两种材料。

隔板一面平滑，另一面制有沟槽。使用时将隔板有沟槽的一面朝向正极板，因为正极板在充、放电过程中化学反应剧烈，沟槽能使电解液较顺利地上下流通。与此同时，在充电时产生的气泡可沿沟槽上升，脱落的活性物质则会沿沟槽下沉。

新型蓄电池中，将微孔塑料隔板用适当工艺制成袋状，紧包在正极板的外部，可进一步防止活性物质脱落，并简化组装工艺。

将单格蓄电池放入壳体中，注入电解液，就构成了可以使用的蓄电池。当蓄电池的正、负极板与电解液发生化学反应时，就可以完成充、放电过程。因此，电解液是蓄电池的重要

组成部分。

电解液由纯净硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成，因此这种蓄电池又称为铅酸蓄电池。电解液的纯度和密度对蓄电池的寿命和性能影响很大。当用工业硫酸和非蒸馏水配制时，由于带入了有害物质（如铁、盐酸、锰、硝酸、铜、砷、醋酸及有机化合物等），将引起蓄电池内部自行放电，减少了其容量。电解液密度低，冬季易结冰；电解液密度大，可以减少冬季结冰的危害，蓄电池的电动势也有所提高，但密度过大，电解液的黏度增加，使蓄电池的内阻增大。密度过大的电解液对极板、隔板的腐蚀加速，将缩短蓄电池的使用寿命。电解液的密度一般为 $1.24\sim1.31\text{g}/\text{cm}^3$ 。密度值应根据制造厂的要求，依地区、气候等条件选择。不同条件下电解液的密度选择见表 1-1（ 25°C 充满电时）。表 1-2、表 1-3 为配制电解液所用硫酸及蒸馏水的标准。

表 1-1 不同气温下电解液密度的选择

使用地区最低温度/ $^\circ\text{C}$	冬季密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	夏季密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	使用地区最低温度/ $^\circ\text{C}$	冬季密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	夏季密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
<-40	1.30	1.26	$-30\sim-20$	1.27	1.24
$-40\sim-30$	1.28	1.25	$0\sim20$	1.26	1.23

表 1-2 工业硫酸国家标准（GB 534—82）

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
硫酸含量	$\geq 92.5\%$	$\geq 92.5\%$	氮的氧化物含量	$\leq 0.0001\%$	
灼烧残渣含量	$\leq 0.02\%$	$\leq 0.03\%$	二氧化物含量	$\leq 0.01\%$	
铁含量	$\leq 0.005\%$	$\leq 0.015\%$	氮含量	$\leq 0.001\%$	
砷含量	$\leq 0.0001\%$	$\leq 0.005\%$			

表 1-3 铅蓄电池用蒸馏水标准

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、亚硝酸盐	0.004
残渣	0.005	铁	0.004
氟	0.004	氨	0.0008

为了提高蓄电池的电动势和容量，常常将 3 或 6 个单格蓄电池串联使用，其输出电压分别为 6V 或 12V。单格蓄电池的串联方法有三种，即外露式铅条连接、内部穿壁式连接和跨越式连接。具体结构如图 1-4 所示。

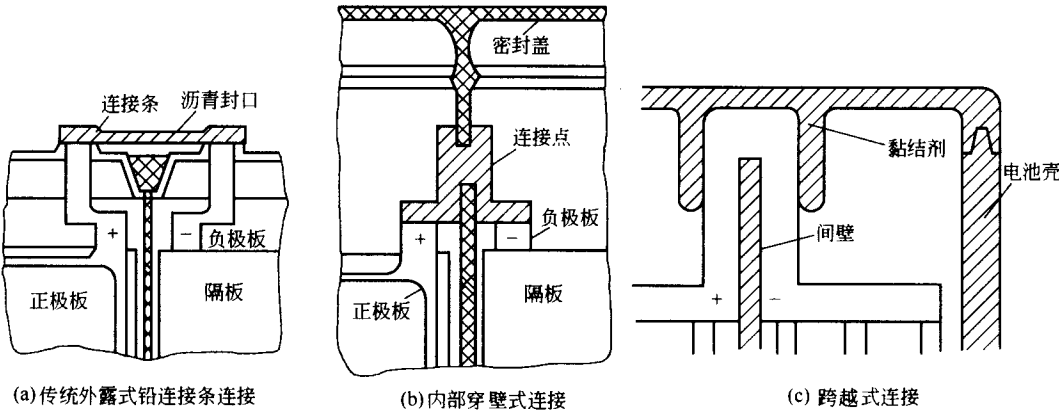


图 1-4 单格电池的连接方式

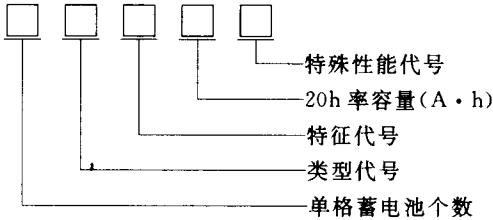
外露式铅条连接是早期蓄电池普遍采用的连接方式。虽然连接工艺简单，但耗铅量大，连接电阻大。当用启动机启动发动机时，电压降很大，功率损耗也大。且由于连接条外露，容易造成短路。外露式铅条连接方式已经被淘汰。目前生产的蓄电池都已采用内部穿壁式或跨越式连接。穿壁式连接方式是在相邻单格蓄电池的间壁打孔，连接条穿过孔，将两个不同单格蓄电池的极柱连接起来。

穿越式和跨越式连接方式与外露式铅连接条连接方式相比，具有连接条短、省材料（节约材料约 50% 以上）的特点。由于连接条短，使电阻变小，连接条上的电能损耗可减少 80%，端电压可提升 0.15~0.4V，因此可以改善发动机的启动性能。

1.1.1.2 蓄电池的型号和规格

由于工程机械中的蓄电池都有启动发动机的功能，因此本书重点讨论启动型铅酸蓄电池。

原机械工业部颁发的 GB 2599—85《启动型铅蓄电池标准》，用下面几部分来表征蓄电池的规格型号。



实际型号举例如下。

3-Q-90——三个单格蓄电池组成，额定电压 6V，启动用蓄电池，额定容量 90A · h。

6-QA-105G——由六个单格蓄电池组成，额定电压 12V，启动用、干荷电、高启动率蓄电池，额定容量 105A · h。

6-QAW-100——由六个单格蓄电池组成，额定电压 12V，启动用、干荷电、免维护蓄电池，额定容量 100A · h。国产启动用蓄电池产品规格见表 1-4、表 1-5，铅蓄电池产品特征代号见表 1-6。

表 1-4 国产塑料槽下固定式启动用铅蓄电池产品规格

序 号	额定电压/V	20h 率额定容量/A · h	储备容量/min	启动电流 I_s /A	最大外形尺寸/mm		
					l	b	h
1	12	36	52	144	218	175	175
2	12	45	67	180	218	175	190
3	12	50	76	200	290	175	190
4	12	54	83	216	294	175	175
5	12	55	85	220	246	175	190
6	12	60	94	240	293	175	190
7	12	63	100	252	297	175	175
8	12	66	105	264	306	175	190
9	12	88	150	352	381	175	190
10	12	100	176	350	374	175	235
11	12	135	260	405	513	189	223
12	12	165	342	495	513	223	223

表 1-5 国产塑料上固定式启动铅蓄电池产品规格

序 号	额定电压/V	20h 率额定容量/A·h	储备容量/min	启动电流 I_s /A	最大外形尺寸/mm		
					l	b	h
1	6	75	123	300	190	170	245
2	6	90	154	315	190	170	245
3	6	105	187	368	240	170	245
4	6	120	223	420	250	175	245
5	6	150	300	450	305	175	245
6	12	30	43	120	187	127	227
7	12	35(36)	52	144	197	129	227
8	12	40	59	160	238	138	235
9	12	45	67	180	238	129	227
10	12	50	76	200	260	173	235
11	12	60	94	240	270	173	235
12	12	70	113	280	310	173	235
13	12	75	123	300	310(318)	173	235
14	12	80	133	320	310	173	235
15	12	90	154	315	380	177	235
16	12	100	176	350	410	177	250
17	12	105	187	368	450	177	250
18	12	120	223	420	513	189	260
19	12	135	260	405	513	189	260
20	12	150	300	450	513	223	260
21	12	165	342	495	513	223	260
22	12	180	386	540	513	223	260
23	12	195	432	585	517	272	260
24	12	200	441	600	621	278	270
25	12	210	450	630	521	278	270
26	12	220	460	660	521	278	270

表 1-6 铅蓄电池产品特征代号

产品特征	代 号	产品特征	代 号	产品特征	代 号
干荷电	A	防酸式	F	气密式	Q
湿荷电	H	封闭式	M	激活式	I
免维护	W	半封闭式	B	带液式	D
少维护	S	液密式	Y	胶质电解液	J

1.1.2 蓄电池的工作原理

蓄电池是靠其内部的可逆化学反应来工作的。其化学反应过程有各种不同的理论，比较被认可的是格拉斯顿和特拉普 1882 年提出的双极硫酸盐化理论（简称双硫化理论）。

根据双硫化理论，铅蓄电池正极板上参与化学反应的活性物质是二氧化铅，负极板上的则是海绵状纯铅，电解液是硫酸的水溶液。放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都变成 PbSO_4 ，电解液中的 H_2SO_4 浓度减少，电解液的密度减小。充电时，在电流的作用下，正、负极板上的 PbSO_4 分别被还原成 PbO_2 和 Pb ，电解液中的 H_2SO_4 浓度增加，密度变大。这种过程可用下式简单描述。

