

■ 工程建设机械系列丛书

工程建设机械 电器及电控系统

张 铁 王慧君 朱明才 编著



石油大学出版社

工程建设机械系列丛书

工程建设机械电器 及电控系统

张 铁 王慧君 朱明才 编著

石油大学出版社

内 容 提 要

本书内容分为三部分:第一篇主要介绍工程建设机械用电设备,如蓄电池、发电机、启动机、汽油机点火系、照明及信号装置、电气仪表、空调装置等结构、原理、使用与维修;第二篇主要介绍典型工程建设机械(推土机、平地机、铲运机、装载机、挖掘机、稳定土和沥青混合料拌和机械、水泥混凝土和沥青混合料摊铺机、振动压路机)用电子技术及自动控制系统;第三篇主要介绍工程建设施工现场供电及安全用电。

本书理论联系实际提供了实用的专业技术,可作为工程建设机械管理人员的参考书。本书的编排及书写十分注重内容的科学性、条理性及逻辑性适合,可作为相关院校的专业课教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程建设机械电器及电控系统/张铁等编著. —东营:
石油大学出版社, 2003. 3
(工程建设机械系列丛书)
ISBN 7-5636-1725-6

I. 工… II. 张… III. ①工程施工-电气设备
②工程机械-电子系统:控制系统 N. TU6

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第015920号

工程建设机械电器及电控系统

张 铁 王慧君 朱明才 编著

责任编辑:宋秀勇(电话 0546—8396155)

封面设计:孟卫东

出 版 者:石油大学出版社(山东 东营 邮编 257062)

网 址: <http://mail.hdpu.edu.cn/~upcpres>

电子信箱: yibian@mail.hdpu.edu.cn

印 刷 者:石油大学印刷厂

发 行 者:石油大学出版社(电话 0546—8392139)

开 本: 185×260 1/16 印张: 26.125 字数: 688千字 3插页

版 次: 2003年5月第1版第1次印刷

印 数: 1—3050册

定 价: 75.00元



张铁, 山东蓬莱人, 1962年1月5日出生于内蒙古包头市。1980年入长安大学工程机械专业学习, 获工学学士学位, 1984年分配至山东交通学院任教, 1988年在吉林大学工程机械专业读研究生, 获工学硕士学位。现任山东交通学院副教授, 《工程建设机械》杂志主编, 中国公路学会筑机学会理事, 中国工程机械学会铲运机械学会理事, 中国公路建设行业协会筑养路机械分会理事, 中国工程机械工业协会市政养护工程机械处副秘书长, 维修分会副理事长, 施工机械用户协调委员会副理事长。公开发表论文40余篇, 出版《张铁论文集(1986—1996)》、《张铁论文集(1997—2001)》两卷, 主编工程建设机械系列丛书及工程建设机械使用与维修系列教材20余种。



王慧君，山东交通学院教授，主要从事汽车技术及电子控制等方面的研究。近年来，出版《专用汽车构造与维修》等专业教材三部，发表论文十余篇，参加省部级科研课题十余项。“ST5050TQZ型清障车”获山东省交通科技进步二等奖，“增力式车轮制动器”获国家专利。

工程建设机械系列丛书

编 委 会

主	编	张	铁		
编	委	张	铁	王	李
		王	青	慧	广
		陈	敬	君	金
		张	文	春	付
			海	成	俊
				姜	祥
				武	立
				杰	福
				朱	
				明	
				才	

工程建设机械系列丛书

管理类

工程建设机械管理

工程建设机械市场营销

工程建设机械施工管理

结构使用维修类

工程建设机械机电液一体化

工程建设机械液压系统故障分析与排除

工程建设机械电器及电控系统

工程建设机械PT 燃油系统

工程建设机械故障诊断与分析

典型机械结构、原理及使用

液压挖掘机结构、原理及使用

平地机结构、原理及使用

压路机结构、原理及使用

高速公路养护机械

沥青混合料摊铺、拌合设备结构、原理及使用

前 言

电器及电控系统是工程建设机械的五大组成(发动机、底盘、车身、电器及电控系统、工作装置)之一,也是衡量机电液一体化的工程建设机械的技术水平先进与否的一个重要标志。

以微机或微处理器为核心的电控系统,使机械、液压技术和电子技术有机的结合,极大地提高了工程建设机械的技术性能,如动力性、燃料使用经济性、可靠性、安全性、操作舒适性,以及工程建设机械的作业精度、作业效率和使用寿命等。

目前,电子控制技术在现代工程建设机械中的应用已相当普及、深入到工程建设机械的许多方面,例如:沥青混合料拌和设备的称重计量、材料级配、燃料供给及加热温度等自动控制;沥青混合料摊铺机、推土机和平地机的自动找平;沥青混合料摊铺机的供料和作业速度的自动控制;柴油机的电子调速和液压挖掘机的电子功率优化;装载机、铲运机变速箱的自动控制;水泥混凝土摊铺机的远程控制、螺旋布料器控制、振捣装置控制、边模板及成型板控制、行走及转向控制;振动压路机的双振频调节、自动启动控制和供水控制;工程建设机械的状态监控与故障自诊,等等。

随着国产和进口的工程建设机械保有量的逐年增加,如何通过科学管理、正确使用、规范化维护和修理,使工程建设机械发挥最大的效率是工程建设施工部门所面临的一个重要问题,为了帮助广大的工程建设机械管理人员、使用人员、维修人员和从事工程建设机械运用、修理及自动化等专业教学与学习的广大师生了解并掌握现代工程建设机械的电器及电控系统的结构、原理、特性与使用、维修、检测技术,精心组织有多年教学经验的专业课教师和实践经验丰富的工程师们广泛收集资料、专心至致地编写了此书。

本书除系统介绍了工程建设机械所采用的传统电器的结构、原理、特性、使用和维护外,还较详细地介绍了土方工程建设机械、路面工程建设机械、压实机械的电控系统的作用、组成、电路、原理及使用、检修等方面的技术,以及工程建设施工现场供电和安全用电的知识。本书具有以现代机型为主,内容新、系统、详实,条理清晰、层次分明,图文并茂、通俗易懂,联系实际、实用性强等特点。

本书由张铁、王慧君、朱明才主编,参加执笔编写的有赵忠晋(第1、4章)、魏恩强(第2、3章)、钱建宝(第5、6章)、张刚(第7、8章)、王慧君(第9、10、11章)、任振国(第12章1、2)、朱明才(第12章3、4)、张铁(第13、14、15章)。全书由郑训教授审阅、修订。

由于编写时间仓促和作者水平有限,书中内容定有疏漏,敬请广大读者批评指正。

编著者

2003年1月

目 录

第一篇 工程建设机械用电器

第1章 蓄电池	(3)
1 概述	(3)
2 启动型铅蓄电池	(4)
3 蓄电池的技术使用	(16)
4 新型蓄电池简介	(29)
第2章 交流发电机及调节器	(36)
1 概述	(36)
2 交流发电机	(39)
3 交流发电机用调节器	(50)
4 交流发电机及调节器的技术使用	(62)
5 新型交流发电机简介	(72)
第3章 启动机	(75)
1 概述	(75)
2 直流串激式电动机	(76)
3 启动机的传动机构	(82)
4 启动机的控制装置	(85)
5 典型启动机	(87)
6 启动机的技术使用	(95)
第4章 传统点火系	(105)
1 概述	(105)
2 组成、功用及原理	(110)
3 元件的结构与原理	(118)
4 技术使用	(133)
第5章 电子点火系	(143)
1 概述	(143)
2 磁脉冲式无触点电子点火系	(143)
3 霍尔效应式无触点电子点火系	(148)
4 技术使用	(153)
5 微机控制点火系	(154)
第6章 照明与信号装置	(159)
1 概述	(159)

2 前照灯	(160)
3 光纤照明	(174)
4 转向信号灯闪光器	(175)
5 电喇叭	(181)
6 技术使用	(184)
第7章 仪表及报警装置	(190)
1 仪表	(190)
2 报警装置	(200)
3 技术使用	(204)
第8章 空调系统	(206)
1 概述	(206)
2 制冷装置的主要部件	(208)
3 制冷剂与冷冻机油	(214)
4 制冷装置的控制电路	(215)
5 发动机怠速自动调节装置	(219)
6 制冷装置的保护措施	(219)
7 暖风及除霜装置	(220)
8 技术使用	(222)
第9章 其他电气设备	(226)
1 电动燃油泵	(226)
2 电动刮水器	(228)
3 柴油机冷启动预热装置	(231)
第10章 电气设备总线路	(234)
1 电器保护装置	(234)
2 电系的导线、插接器与线束	(238)
3 电路识图	(241)
4 典型工程建设机械电气设备总线路	(252)

第二篇 工程建设机械电控系统

第11章 土方工程建设机械电控系统	(258)
1 推土机电控系统	(258)
2 平地机电控系统	(259)
3 铲运机电控系统	(264)
4 装载机电控系统	(265)
5 液压挖掘机电控系统	(271)
第12章 路面工程建设机械电控系统	(280)
1 稳定土拌和设备电控系统	(280)
2 沥青混合料拌和设备电控系统	(282)
3 沥青混合料摊铺机电控系统	(307)

4 水泥混凝土摊铺机电控系统	(333)
第13章 压实机械电控系统	(367)
1 概述	(367)
2 双钢轮振动压路机操纵系统及电控系统	(367)

第三篇 工程建设施工现场供电及安全用电

第14章 工程建设施工现场供电	(380)
1 电网供电	(380)
2 柴油发电机组	(384)
第15章 安全用电	(401)
1 接地与接零	(401)
2 安全用电教育	(402)
3 电气设备安全操作准则	(403)
4 触电的紧急救护	(404)
主要参考文献	(407)

第一篇

工程建设机械用

电 器

第1章 蓄 电 池

1 概 述

1.1 作用

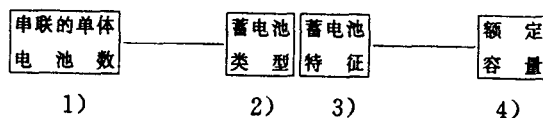
蓄电池是一种化学电源,它能将电能转变化学能储存起来——充电,故称蓄电池;又能将化学能转变为电能,向用电设备供电——放电。

工程建设机械上的蓄电池与发电机并联,同属于低压电源。一般情况下,只要发动机转速稍高于怠速,发电机的端电压就会超过蓄电池的电动势,用电设备由发电机供电,蓄电池只是在发动机启动、停车时的音响及修理时的照明等少数情况下才对外供电。其具体用途是:

- 1) 发动机启动时向启动系、点火系(汽油机)、预热装置(柴油机)、仪表等供电,同时还向交流发电机提供励磁电流。
- 2) 发动机处于低速运转、发电机端电压低于蓄电池电压时,仍由蓄电池向用电设备供电。
- 3) 发动机中速及高速运转、发电机端电压超过蓄电池电压而蓄电池又存电不足时,将发电机的一部分电能转变为化学能储存起来。
- 4) 发电机超载时协助供电。
- 5) 发电机转速和负载变化时能保持工程建设机械电系的电压稳定,特别是在有晶体管电器的电系中能吸收电路中随时出现的瞬时过电压,保护电子元件不被击穿损坏。

1.2 型号

根据国家原机械工业部部颁标准JB2599—85《启动型铅蓄电池标准》的规定,蓄电池型号由四部分组成,其内容及排列格式如下:



- 1) 串联的单格电池数,用一位阿拉伯数字表示。
- 2) 按主要用途划分的蓄电池类型,用一个汉语拼音字母表示。
- 3) 代表蓄电池的特征,是型号的附加部分,用一个汉语拼音字母表示,其含义见表1-1。

表 1-1 蓄 电 池 特 征 代 号

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

- 4) 蓄电池的额定容量 $A \cdot h$,用若干位阿拉伯数字表示。“ $A \cdot h$ ”可省略。
- 5) 当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,用汉语拼音字母

表示。例如：“G”表示薄型极板的高启动率电池；“S”表示采用工程塑料外壳、电池盖及热封工艺的蓄电池；“D”表示具有低温性能的蓄电池。

举例：

1) 6-QA-100。表示该蓄电池由6个单格串联组成、额定电压为12 V、额定容量为100 A·h的干荷电式启动型蓄电池。

2) 6-Q-105。表示由6个单格串联组成、额定电压为12 V、额定容量为105 A·h的干封闭型蓄电池。

3) 6-QA-105G。表示由6个单格串联组成、额定电压为12 V、额定容量为105 A·h的启动用干荷电高启动率蓄电池。

4) 6-QAW-100。表示由6个单格串联组成、额定电压为12 V、额定容量为100 A·h的启动用干荷电免维护蓄电池。

1.3 分类

蓄电池可以根据电解液、用途及加工工艺等进行分类。

1) 根据电解液蓄电池可分为酸性和碱性两类。碱性蓄电池的电解液是化学纯净的苛性钠或苛性钾溶液。酸性蓄电池的电解液为纯净的硫酸溶液。在工程建设机械上使用最广泛的是启动型铅酸蓄电池，其电极的主要成分是铅、电解液是稀硫酸溶液。

2) 根据用途铅酸蓄电池可分为车用、拖拉机用、电讯用、航标用及固定用蓄电池等。

3) 根据加工工艺车用铅酸蓄电池可分为普通型、干荷电型、湿荷电型及免维护型等蓄电池。

干荷电型蓄电池除具有普通型启动用铅酸蓄电池的全部功能外，其主要特点是新的蓄电池内部无电解液，极板是干的且处于荷电状态。使用时，不需要进行初充电，加足电解液即可。

湿荷电型蓄电池的极板为荷电状态，内部有少量电解液，大部分电解液被极板和隔板吸收。

免维护型蓄电池是在工程建设机械正确使用过程中，不需要添加蒸馏水的蓄电池。

2 启动型铅蓄电池

2.1 结构

普通启动型铅酸蓄电池由极板、隔板、电解液、外壳和连条等组成，如图1-1所示。每个单格电池的额定电压为2 V，启动型铅酸蓄电池由若干单格电池串联而成，以满足各种工程建设机械用电设备的需要。

2.1.1 极板组

极板有正极板和负极板之分，由栅架和涂在其上的活性物质——铅膏构成，如图1-2所示。蓄电池的充电和放电，实际上就是极板上的活性物质与电解液的化学反应。

栅架是容纳活性物质的骨架，由很多小长方形网格组成的大长方形、片状，边框线较宽以增加其机械强度。上有一板耳以便焊接成组，下有若干凸筋起增加强度和支撑作用，如图1-3所示。

栅架由铅锑合金浇铸而成，合金中锑的含量约为6%，加锑的目的是为了提高合金的机械

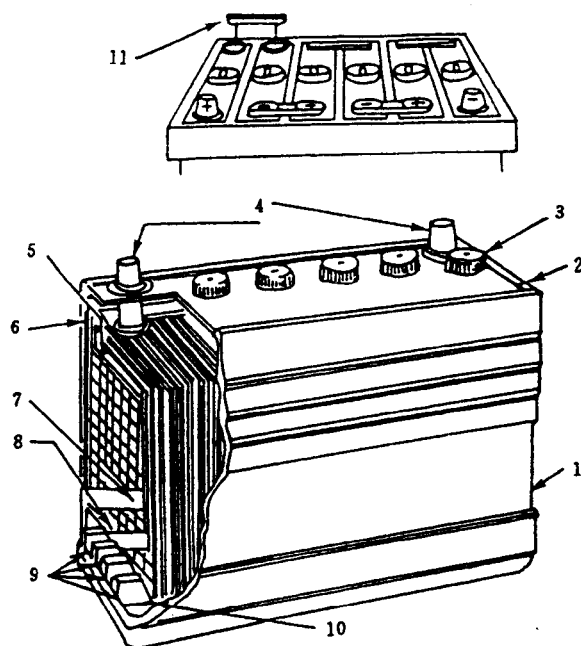


图 1-1 启动型铅蓄电池

- 1—外壳；2—密封膏；3—加液孔塞；4—接线柱；5—负极板；6—同极连接片；
7—隔板；8—正极板；9—极板支架；10—沉淀池；11—连条

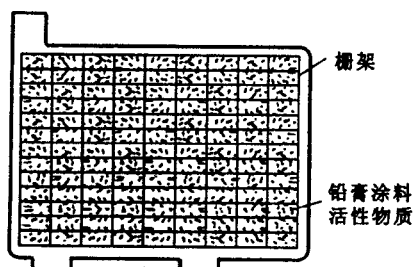


图 1-2 极板

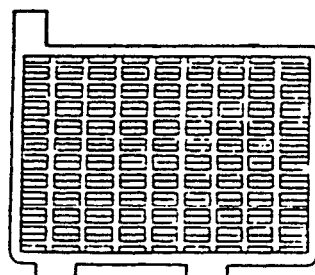


图 1-3 栅架

强度和改善其浇铸性能。但是，锑的耐电学腐蚀性差，易从正极板析出而引起自放电、栅架膨胀、溃烂，因此应采用低锑合金或不含锑的铅钙锡合金制造栅架。

铅膏是填充在栅架中的活性物质，是极板真正的主体——“极”，栅架只不过是它的载体。

活性物质由铅粉、添加剂及一定量的稀硫酸调制而成。常用的添加剂有木素磺酸钠、木素磺酸钙、硫酸钡、腐植酸、炭黑等。为防止铅膏龟裂并从栅架上脱落下来，铅膏中还渗有纤维等。

新极板要经过化学处理，即进行小电流的充、放电，使正极板形成棕色多孔性二氧化铅、负极形成青灰色海绵状纯铅。国产蓄电池的负极板厚度为1.8 mm、正极板厚度为2.2 mm，国外薄型极板厚度为1.1~1.5 mm。减少极板厚度，可提高比能量、减少质量、节约金属。

一般说来，蓄电池的电压是固定的，其容量与极板的表面积成正比。为此，将多片极板焊装成组，配成所需容量。由于正极板的机械强度较弱，而且充、放电时化学反应激烈，故负极板组总比正极板组多一片。由于正极板处于负极板之间，使正极板两侧的化学反应比较均匀，防止极板翘曲、变形、脱落。

2.1.2 隔板

为降低正、负极板间的内部电阻并缩小蓄电池的尺寸,正、负极板在保证互不接触的情况下应尽可能地靠近,方法是用绝缘材料制成的隔板将正、负极板分开。由于电化学反应在电解液中进行,有离子迁移运动,隔板应具有良好的多孔性、耐腐蚀性。常用的隔板有木隔板、微孔橡胶隔板、微孔塑料隔板、玻璃纤维纸浆隔板、浸树脂纸质隔板等。因木质隔板的原料丰富、制作简单、价格便宜,曾得到广泛应用。但其耐腐蚀性能差。近年来由于人造材料工业的不断发展,其价格大幅度下降,因此现在的蓄电池多采用微孔橡胶、微孔塑料、玻璃丝棉和玻璃纤维纸浆等材料制造隔板。其中的微孔橡胶和微孔塑料隔板的耐酸性好、强度高、使用寿命长,玻璃纤维纸浆隔板多孔性好、成本低,因此在实际应用中常用它们制作蓄电池的组合隔板。

隔板也是长方片状,略大于极板,一侧有沟槽,如图1-4所示。装配时有沟槽的一面对着正极板,这是因为正极板的化学反应激烈,沟槽能使电解液上下流动方便。

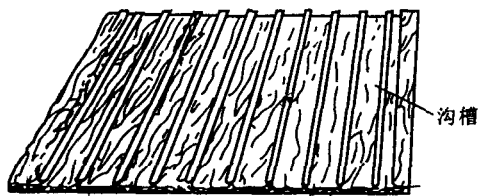


图 1-4 隔板

有的蓄电池用微孔塑料袋紧套在正极板上,以防活性物质脱落。

2.1.3 电解液

电解液是纯净硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成的溶液,俗称水电。电解液的相对密度对蓄电池的性能和使用寿命影响很大,为提高蓄电池容量和降低电解液的冰点,希望电解液的相对密度大一些,但相对密度过大会使电解液的流动性变差、降低蓄电池的容量且损坏隔板和极板,缩短蓄电池的使用寿命。电解液的相对密度随地区和气候条件而定。我国幅员辽阔、气候条件复杂,为此国家规定了各地区的电解液相对密度值,见表1-2。

表 1-2 不同地区、气温条件下的蓄电池电解液相对密度

气候条件	全充电 15℃ 时的密度 / (g · cm ⁻³)	
	冬季	夏季
冬季温度低于 -40℃ 地区	1.310	1.250
冬季温度高于 -40℃ 地区	1.290	1.250
冬季温度高于 -30℃ 地区	1.280	1.250
冬季温度高于 -20℃ 地区	1.270	1.240
冬季温度高于 0℃ 地区	1.240	1.240

注:电解液相对密度值随温度而变化。一般温度每升高 1℃,相对密度变化值为 0.000 07。我国规定的电解液温度为 25℃。

2.1.4 容器

容器即蓄电池的壳体。为使用方便和增加强度及刚度,车用蓄电池的容器多制成整体,内用间壁(隔墙)分隔成几个单格,放入极板组后即构成单格电池。壳体多用塑料或硬橡胶制成,壁厚约 3.5 mm。壳体应耐酸、耐震、耐热、耐寒,绝缘性好,有一定的机械强度且不渗漏。各单格上部加盖,其上有三个孔,两边孔供极桩(电桩)穿出,中间孔用来加水和检查,称为加液孔。加液孔上的塑料螺塞有通气小孔,便于蓄电池内的气体排出和保持气压平衡。为防止震动时电解液溅出,极桩穿出电池盖处加铅封衬套(装配时与电桩焊在一起)。盖与壳体顶部用沥青密封。穿出盖外的单格电池正、负极板组桩头用连条焊接,使各单格电池串联。每个正极电桩涂