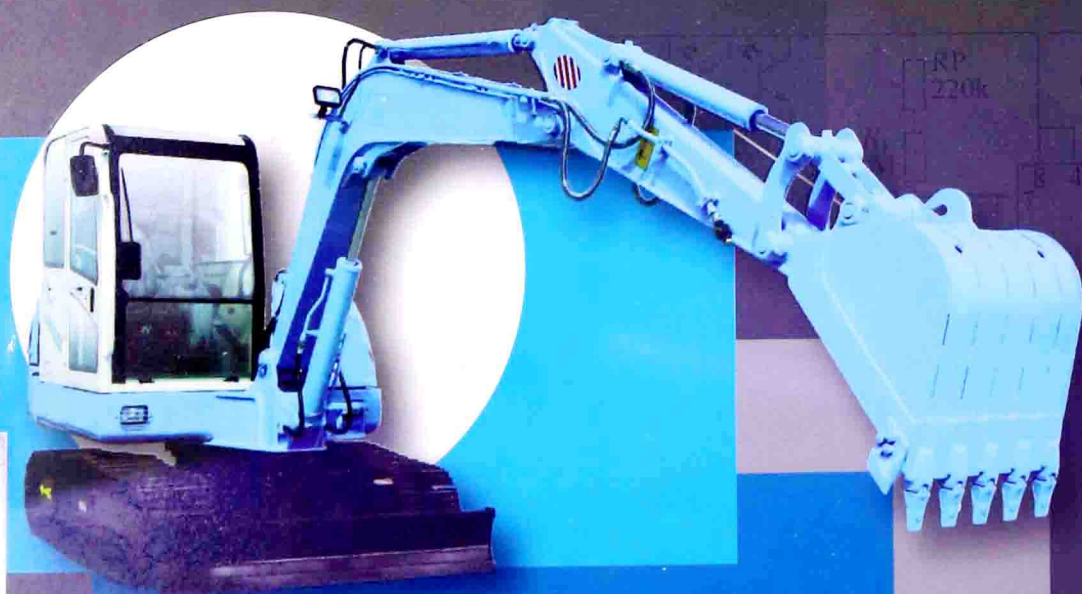


图解

工程机械电气电子系统 构造与维修

TUJIE GONGCHENG JIXIE
DIANQI DIANZI XITONG
GOUZAO YU WEIXIU

张育益 康少华 主编



化学工业出版社

014059240

TU603
13

图解

工程机械电气电子系统 构造与维修

张育益 康少华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

TU603
13



北航

C1745900

010202010

图书在版编目 (CIP) 数据

图解工程机械电气电子系统构造与维修/张育益, 康少华主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-122-20785-2

I. ①图… II. ①张…②康… III. ①工程机械-电气设备-构造-图解②工程机械-电子系统-构造-图解③工程机械-电气设备-维修-图解④工程机械-电子系统-维修-图解 IV. ①TU6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 108735 号

责任编辑: 张兴辉 韩亚南
责任校对: 宋 玮

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 19 $\frac{3}{4}$ 字数 485 千字 2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 89.00 元

版权所有 违者必究

| 前言 |

| FOREWORD |

历经百年的发展，工程机械已经成为装备制造业的重要组成部分，各发达国家和部分发展中国家都很重视工程机械产业的发展。截至2010年，全球工程机械设备的保有量已经超过了3千万台。“十一五”我国工程机械行业销售收入达到4034.97亿元，并将于“十二五”规划末期达到9000亿元，年复增长率保守估计为17%左右。

庞大的工程机械市场，培育了一批新兴的大型工程机械企业，并形成一定的产业规模，更加急需一批懂技术、会管理、能操作的人才群体。电气设备及电子控制系统是工程机械的重要组成部分，性能优劣直接影响工程机械的动力性、经济性、工作可靠性、运行安全性、施工质量、生产效率及使用寿命等。为了更好地使工程机械相关行业，以及从业人员便捷地熟悉和掌握工程机械电气设备及电子控制系统的性能、使用、维修和故障排除，编著了《图解工程机械电气电子系统构造与维修》一书，旨在以图解的方式解读典型工程机械（轮式装载机、汽车起重机、履带式挖掘机、沥青混凝土摊铺机、蓄电池叉车、蓄电池牵引车、防爆蓄电池车辆）电气电子控制系统的构造、拆装与维修，力争使读者即使毫无工程机械知识，也能通过本书的学习，了解工程机械电气电子控制系统的构造，熟悉工程机械电气电子控制系统的原理，学会工程机械电气电子控制系统典型系统的拆装、维修及故障排除，使本书真正成为从事工程机械电气电子控制系统使用、管理与维修人员的良师益友。

本书共分为9章，主要包括工程机械电源系统、启动系统、照明与信号系统、仪表及报警系统、辅助电气装置、工程机械电气线路、蓄电池车辆电控系统和工程机械电子控制系统等。

本书内容通俗易懂、图文并茂、实用性强，可供工程机械使用、管理、维修人员使用，也可供大中专院校工程机械及相关专业的师生参考。

本书由张育益、康少华任主编，于战果、孙开元、段秀兵任副主编，参加编著和资料收集、整理、绘图工作的还有吴铁庄、李春卉、张珩、张晓勇、张晓宏、张小锋、张晓燕、刘文开、郝振洁、陈锦耀、孙小刚、魏耀聪、齐继东、王桂强、王开勇、张文斌、匡小平、杨震、郭爱东、高波、张艳玲、武建平、张扬、李莉、张茜、张晨、张浩、张琰、武钰雯等。全书由党茹琴主审。

本书之所以能付梓，首先，要感谢天津柳工机械天津维修站的杨明经理，天津北方合力叉车有限公司修理厂张健厂长，他们为作者进一步了解、掌握新型工程机械的技术性能，解决编写中遇到的问题，给予了诸多方便；其次，要感谢中国人民解放军总装备部工程兵驻郑州地区军事代表室秦随江高级工程师，天津工程机械研究院节能技术研究所传动技术研究室主任崔国敏工程师，等等，他们在百忙中不但慷慨提供技术资料，而且提出了许多宝贵的、建设性的意见和建议，这对作者顺利完成书稿的撰写奠定了很好基础；最后，作者在编写此书时，参阅了相关书籍和文献资料，在此一并表示十分的感谢。

由于作者水平和能力有限，书中不足之处在所难免，恳请尊敬的读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS

Chapter 1	第 1 章 概述	1
	1.1 工程机械电气控制系统的基本知识	1
	1.1.1 常用工程机械的类型	1
	1.1.2 工程机械电气控制系统的组成及特点	2
	1.2 工程机械拆装与维修安全守则	4
	1.2.1 工作着装	4
	1.2.2 车间内工作	4
	1.2.3 防火	5
	1.2.4 电气设备安全措施	6
	1.3 常用的检测仪器及基本检测技术	6
	1.3.1 跨接线	6
	1.3.2 24V (或 12V) 测试灯	7
	1.3.3 指针式万用表	7
	1.3.4 数字式万用表	8
Chapter 2	第 2 章 电源系统	10
	2.1 电源系统的组成和特点	10
	2.1.1 工程机械电源系统组成	10
	2.1.2 工程机械电源系统的特点	11
	2.1.3 电源系统电路分析	11
	2.2 蓄电池	13
	2.2.1 蓄电池的功用分类及组成	13
	2.2.2 蓄电池使用及维护	16
	2.2.3 蓄电池充电及故障排除	20
	2.3 发电机与调节器	22
	2.3.1 发电机功用及分类	22
	2.3.2 发电机及调节器构造与工作原理	26
	2.3.3 交流发电机使用与维修	31
	2.4 电源系统故障诊断与排除	40
	2.4.1 充电指示灯不亮故障	40
	2.4.2 充电系统不充电故障	40

2.4.3	充电指示灯时亮时灭故障	41
2.4.4	蓄电池充电不足故障	41

Chapter 3

第3章	启动系统	43
3.1	启动系统的功用和组成	43
3.1.1	启动系统的功用	43
3.1.2	启动系统的组成	43
3.1.3	启动系统的电路分析	44
3.2	启动机的分类与型号	46
3.2.1	启动机的类型	46
3.2.2	启动机的型号	47
3.3	电磁式启动机的结构原理	47
3.3.1	直流电动机结构与原理	47
3.3.2	传动装置	49
3.3.3	控制装置	51
3.3.4	启动机的工作过程	52
3.4	同轴移动式启动机的结构原理	54
3.4.1	启动机的结构特点	54
3.4.2	启动系统的工作情况	56
3.5	启动机检修	58
3.5.1	启动机的分解	58
3.5.2	启动机零件的检修	58
3.5.3	启动机的组装	61
3.5.4	启动机的性能试验	61
3.6	启动系统常见故障的诊断与排除	63
3.6.1	接通启动开关启动机不转	63
3.6.2	启动机运转无力	64
3.6.3	启动机空转	64
3.6.4	启动机发出“打机枪”似的“嗒、嗒……”声	64

Chapter 4

第4章	照明与信号系统	65
4.1	照明系统	65
4.1.1	照明设备的种类与用途	65
4.1.2	前照灯	66
4.1.3	车灯开关	68
4.1.4	前照灯检验及调整	69
4.2	信号系统	69
4.2.1	信号系统的作用和组成	69

4.2.2	灯光信号装置的类型和应用	70
4.2.3	闪光继电器	71
4.2.4	制动信号装置	72
4.2.5	倒车信号装置	73
4.3	喇叭	74
4.3.1	筒形、螺旋形电喇叭	74
4.3.2	电子电喇叭	75
4.3.3	喇叭继电器	75
4.3.4	电喇叭的调整	75
4.4	照明与信号系统的故障诊断与排除	76
4.4.1	前照灯常见故障诊断与排除	76
4.4.2	信号系统常见的故障及诊断排除	76
4.4.3	电喇叭常见的故障及诊断排除	77

Chapter 5

第5章	仪表及报警系统	79
5.1	机械仪表	79
5.1.1	电流表	79
5.1.2	燃油表	79
5.1.3	机油压力表	81
5.1.4	水温表	82
5.1.5	转速表	83
5.1.6	车速里程表	85
5.1.7	气压表	86
5.2	电子仪表	86
5.2.1	电子显示装置	86
5.2.2	工程机械电子仪表电路	88
5.2.3	工程机械电子组合仪表	92
5.3	工程机械传感器	94
5.3.1	温度传感器	94
5.3.2	转速传感器	95
5.3.3	角位移传感器	96
5.4	报警系统	97
5.4.1	机油压力报警装置	97
5.4.2	水温报警装置	97
5.4.3	燃油不足报警装置	97
5.4.4	制动液面过低报警装置	98
5.4.5	制动系统低气压报警装置	98
5.4.6	驻车制动报警装置	99

5.5	仪表常见的故障及诊断排除	100
5.5.1	电流表的常见故障及检修	100
5.5.2	燃油表的常见故障及检修	100
5.5.3	油压表的故障与排除	101
5.5.4	水温表的常见故障及检修	102
5.5.5	转速表故障与检修	102
5.5.6	车速里程表的故障与检修	103

Chapter 6

第 6 章	辅助电气装置	105
6.1	电动刮水器、洗涤器	105
6.1.1	电动刮水器的组成及结构	105
6.1.2	电动刮水器的电路分析	106
6.1.3	电动刮水器的维护	108
6.1.4	电动洗涤器的组成及电路	108
6.1.5	电动洗涤器的维护	109
6.2	空调系统	110
6.2.1	空调系统的组成与构造	110
6.2.2	空调系统的维护	116
6.3	冷启动进气预热系统	118
6.3.1	进气预热系统的分类	119
6.3.2	火焰式进气预热系统	121
6.3.3	PTC 陶瓷式进气预热系统	122
6.3.4	分缸电热塞式进气预热系统	123
6.4	辅助电气装置常见故障诊断与排除	124
6.4.1	刮水器和洗涤器的故障诊断与排除	124
6.4.2	空调系统常见故障诊断与排除	126
6.4.3	进气预热系统故障排除	129

Chapter 7

第 7 章	工程机械电气线路	131
7.1	导线及线束	131
7.1.1	低压导线	131
7.1.2	高压导线	132
7.1.3	线束	132
7.1.4	开关	132
7.2	电路图的表达形式及识读	135
7.2.1	电路图的表达形式	136
7.2.2	电路图的识读	136
7.2.3	汽车起重机电气线路识读	136

7.2.4	轮式装载机电气线路识读	148
7.2.5	挖掘机电气线路识读	155
7.3	电气线路故障诊断与排除	161
7.3.1	电气线路状况的外观检查	161
7.3.2	仪表检测	162
7.3.3	挖掘机电气系统故障排除	163

Chapter 8

第 8 章	蓄电池车辆电控系统	164
8.1	蓄电池车辆分类及组成	164
8.1.1	蓄电池车辆类型	164
8.1.2	蓄电池叉车组成	164
8.1.3	蓄电池牵引车组成	164
8.1.4	蓄电池车辆电控系统组成	165
8.2	蓄电池及电动机	165
8.2.1	蓄电池	165
8.2.2	直流电动机	167
8.2.3	交流变频调速电动机	174
8.3	调速控制器	178
8.3.1	直流调速控制器	178
8.3.2	交流调速控制器	188
8.4	组合仪表系统及其他常用电器	191
8.4.1	组合仪表系统	191
8.4.2	加速器	193
8.4.3	其他常用电器	194
8.5	蓄电池车辆全车电路识读	196
8.5.1	蓄电池车辆电路图类型及识读方法	196
8.5.2	蓄电池牵引车全车电路识读	197
8.5.3	蓄电池叉车全车电路识读	200
8.5.4	防爆蓄电池车辆电路识读	214
8.6	蓄电池车辆电气设备常见故障诊断与排除	223
8.6.1	电动机的检修	223
8.6.2	蓄电池常见故障诊断与排除	228
8.6.3	蓄电池车辆电气系统常见故障排除	231

Chapter 9

第 9 章	工程机械电子控制系统	245
9.1	工程机械电子控制系统的组成及工作原理	245
9.1.1	工程机械电子控制系统的组成	245
9.1.2	工程机械电子控制系统的工作原理	246

9.2	工程机械柴油机电控系统	247
9.2.1	柴油发动机电子控制系统组成	247
9.2.2	康明斯 ISC 柴油机	248
9.2.3	ISC 柴油机燃油系统传感器易发故障诊断与检修	250
9.2.4	ISDe 柴油机控制电路	269
9.3	轮式装载机电液换挡变速器电液控制系统	269
9.3.1	概况	269
9.3.2	4WG200 变速器电液控制系统原理及检测	269
9.3.3	装载机电液换挡变速器电液控制系统常见故障排除	275
9.4	挖掘机电控系统	276
9.4.1	电子监控系统	276
9.4.2	电子动力优化系统	277
9.4.3	液压挖掘机作业模式控制系统	282
9.4.4	挖掘机发动机控制	284
9.4.5	自检测功能	289
9.5	沥青混凝土摊铺机电控控制系统	291
9.5.1	行驶电控系统	291
9.5.2	供料电控系统	293
9.5.3	自动调平电控系统	295
9.5.4	加热电控系统	299
9.5.5	可伸缩熨平板的电控系统	300
9.5.6	熨平板振动、振捣装置的电控系统	301
9.5.7	摊铺机电控控制系统的故障诊断	301
	参考文献	303

第1章 概述

1.1 工程机械电气控制系统的基本知识

1.1.1 常用工程机械的类型

工程机械是指广泛应用于建筑、水利、矿山、土石方、筑路、港口、市政、军事工程 etc 建设施工中的各种机械。目前，工程机械设备已经形成了18个大类，150多个系列，3000多种产品规格，部分典型产品如表1-1所示。

表 1-1 工程机械分类

序号	名称	种类
1	混凝土机械	混凝土泵车、拖泵、车载泵、搅拌站、搅拌运输车、输送泵、喷射机、浇注机和振动器等
2	起重机械	工程机械起重机、履带起重机、塔式起重机、抓斗、卷扬机、施工升降机、高空作业机械等
3	挖掘机械	单斗挖掘机、斗轮挖掘机、挖掘装载机、隧道掘进机、履带挖掘机等
4	路面机械	沥青混凝土摊铺机、混凝土摊铺机、道路翻松机、沥青喷洒机、混凝土振实机、拌和设备、路基养护机械等
5	港口机械	正面吊、堆高机、轮胎吊、场桥、岸桥、门座、重叉、自卸车、升降机、斗轮机等
6	桩工机械	打桩锤、打桩架、振动打拔桩锤、振动打拔机架、压桩机、钻孔机、旋挖钻机等
7	铲土运输机械	推土机、铲运机、装载机、平地机、运输车、平板车、自卸车等
8	压实机械	振动压路机、静碾压路机、轮胎式压路机、夯实机等
9	钢筋和预应力机械	钢筋强化机械、加工机械、焊接机械、预应力加工机械等
10	装修机械	灰浆制备和喷涂机械、涂料喷刷机械、地面修整机械、装修升降平台及吊篮、手持机械、擦窗机等
11	凿岩机械与气动机械	凿岩机、破碎机、钻机、凿岩台车、气动工具等
12	叉车	内燃叉车、蓄电池叉车、侧面叉车、防爆叉车、堆垛机、牵引车、装卸机械等
13	铁路机械	捣固机、清筛机、轨排枕枕机械及其他铁路维护机械等
14	市政工程与环卫机械	市政机械、环卫机械、垃圾处理设备、园林机械等
15	电梯与扶梯	电梯、扶梯、自动人行道等
16	工程机械专用零部件	液压件、传动件、驾驶室等
17	军工机械	军用工程机械、道路机械、筑城机械、挖壕机械、架桥机械、野战给水机械及布雷、探雷和扫雷机械等
18	其他专用工程机械	电站、水利专用工程机械等

工程机械产品除了种类繁多之外,主机的结构也比较复杂,按其组成可以划分为动力装置、底盘、操纵与控制系统和工作装置4个部分。动力装置是工程机械动力的来源,比较常见的有内燃机、交(直)流电动机、蓄电池等;底盘是传动机构、行走机构、转向机构和制动机构的总称,是主机设备构成中最复杂的构成部分;操纵与控制系统包括操纵执行机构、传感器、控制电路、计算机软件等,是指挥工程机械完成作业动作的“重要部门”;工作装置是主机直接完成生产任务进行作业的结构。结构的复杂性也决定了工程机械产品高耗能的特点。随着社会及技术的进步,人们对这种特征的产品提出了更多的需求,而此类需求又进一步促进了产品的技术更新。

各种现代科学技术的应用是产品技术更新的手段,使得工程机械产品从系列化、大型化发展到小型化、微型化、多用途化,再到后来的产品多功能化。当代工程机械产品正朝着主机与信息技术、微型电子技术相融合的方向发展。使得主机各项指标开始从高效节能、安全性、可靠性、运行的合理化管理、舒适性等方面满足人们个性化的需求。

1.1.2 工程机械电气控制系统的组成及特点

1.1.2.1 工程机械电气控制系统的组成

工程机械的电气设备及电子控制系统是整机的重要组成部分,其性能的好坏直接影响到整机使用的经济性、可靠性和安全性。为了使机器发动,需要使用启动机,为了保证安全行驶,需要各种指示仪表信号装置和照明电器正常工作。实践证明,由于工程机械处于振动和灰尘等恶劣的工作环境下,加上操作人员的使用不当,不能及时地维护保养,很容易使电气设备损坏。据统计,电气电子控制系统所出现的故障占故障总数的30%左右,因此,为了保证工程机械设备的正常使用,对电气设备正确使用维护保养就显得特别重要。

工程机械电气系统主要由电气设备和电子系统两大部分组成。电气设备包括蓄电池、发电机与调节器、启动系统、充电系统和各种用电设备;电子系统包括发动机电子控制燃油喷射系统、电子控制自动变速器、电子检测与监控系统、电子负荷传感系统、电子功率控制系统、电子智能控制系统等,该系统也可看作是电气系统中用电设备的一部分。工程机械电气系统的电气设备数量和种类众多,但按其用途通常可以分成以下五个部分。

(1) 电源系统

电源系统由蓄电池、发电机及其调节器组成,其作用是为工程机械提供稳定的低压直流电能。发电机是主电源,蓄电池是辅助电源。其标称电压多为12V制、24V制两种,大功率柴油机因为启动机功率大,多采用标称电压24V制。发电机配有调节器,其主要作用是在发电机转速随发动机转速变化时,自动调节发电机的电压,使之保持稳定。

(2) 用电设备系统

工程机械装备上的用电设备种类和数量很多,大致分为以下几种。

- ① 启动系统:包括启动机、启动电路等,用于启动发动机。
- ② 照明系统:包括车内外各种照明灯,以保证夜间安全行车所必要的灯光,其中以前照灯最为重要。
- ③ 信号系统:主要有灯光信号装置和喇叭,包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种信号灯,主要用来提供安全行车所必要的信号。
- ④ 辅助电器:包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温启动预热装置、收录机、点烟器、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器有日益增多的趋势,主要向舒适、娱乐、保障安全等方面发展。

(3) 检测仪表与报警装置

检测仪表与报警装置包括仪表电路、照明电路和其他用电及辅助用电设备。监测仪表包

括用于监视发动机及控制系统工作情况的各种检测仪表,如电流表、电压表、机油压力表、温度表、燃油表、发动机转速表、车速里程表等。报警装置包括防盗报警装置、警告报警装置以及各种报警灯,如蓄电池充放电指示灯、油压过低报警灯、紧急情况报警灯、制动气压过低报警灯、温度过高报警灯、各种电子控制的故障报警灯等。

(4) 配电装置

配电装置包括各种开关、中央接线盒、保险装置、插接件和导线等。

(5) 电子控制系统

工程机械电子控制系统主要指由微机控制的装置,例如发动机电子控制燃油喷射系统、电子检测与监控系统、电子控制防抱死装置、驱动防滑装置、电子控制自动变速器、电子控制悬挂系统、电子控制动力转向等。

工程机械电子控制装置与车上机械部件进行配合使用,形成“机电一体化”系统,直接用于控制设备运行并改善其性能。如发动机电子控制、底盘电子控制、工作装置电子控制等。车载电子装置是在设备工作环境下独立使用的电子装置,和设备本身的性能无直接关系,如车载GPS、车载电话、音响及多媒体等。工程机械电子控制系统组成框图如图1-1所示。

① 传感器。传感器是将某种变化的物理量或化学量转化成对应的电信号的元件。

② 电子控制单元(控制器)。电子控制单元ECU即工程机械的微机控制系统,是以单片机为核心而组成的电子控制装置,具有很强的数学运算和逻辑判断功能。

③ 执行器。执行器是ECU动作命令的执行者,主要是各类机械式继电器、直流电动机、步进电动机、电磁阀或控制阀等执行器件。

1.1.2.2 工程机械电气控制系统特点

现代工程机械装备上所装用的电气与电子设备的数量很多,在工业发达国家,电子装置的成本已占工程机械整装成本的30%~35%。

工程机械电气系统分布于机械工程机械全身,线路错综复杂,其共同的特点如下。

① 低压 工程机械电气系统的额定电压通常为12V和24V。大功率柴油机车大多采用24V直流供电,汽油车大都采用12V直流电压供电。低电压情况下布线、查线较为安全,这是国际通用标准。

② 直流 工程机械发动机是靠串励直流电动机来启动的,它必须由蓄电池供给强大的直流电流,蓄电池放电后又必须由直流电源给予充电,因此工程机械电气系统为直流系统,故工程机械的电源都采用方向和大小不随时间变化的直流电。这样,车上的其他电器也都选用了直流电器。

③ 用电设备并联 是指工程机械上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接,每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制,互不产生干扰,避免某一电器出现故障,影响其他电器正常使用。

④ 单线制 工程机械的金属机体就是良好的导体,可以作为一根公共导线。所有用电设备均为并联,即从电源到用电设备只需一根导线(火线)连接,而用工程机械车身、发动机等金属体作为另一根公共导线,俗称“搭铁”。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,通过金属车架流回电源负极而形成回路。采用单线制不仅可以节省材料(铜导线),使电路简化,线路清晰,而且便于安装和检修,降低故障率,且电

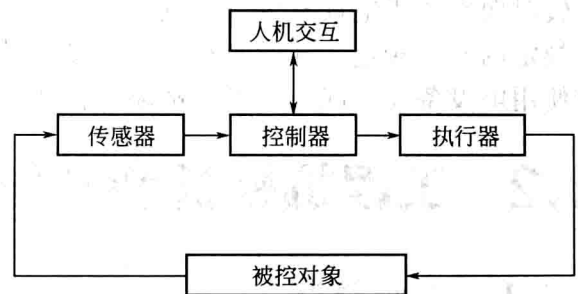


图 1-1 工程机械电子控制系统组成框图

器也不需要与车体绝缘。但在一些不能形成可靠的电气回路或需要精确电子信号的回路，采用双线。

⑤ 负极搭铁 工程机械均采用负极搭铁。搭铁就是采用单线制时，将蓄电池的一个电极用导线连接到发动机或底盘等金属车体上。若蓄电池的负极连接到金属车体上，称为负极搭铁；反之，若蓄电池的正极连接到金属车体上，称为正极搭铁。我国标准中规定工程机械电器必须采用负极搭铁。目前世界各国生产的工程机械也大多采用负极搭铁方式。

工程机械电子系统主要由传感器、微机控制器和执行器组成。工程机械电子系统中，由于微处理器及大量电子元器件的应用，将一部分管脚连接形成另一个“地”，这个“地”一般相对于微处理器的供电电源，所测得的电压、电流指测点对微处理器供电电源的电压、电流。因此，一定要分清所述参数的相对“地”。

⑥ 两个电源 是指蓄电池和发电机两个供电电源。蓄电池是辅助电源，在工程机械未运转时向有关用电设备供电；发电机是主电源，当发动机运转到一定转速后，发电机转速达到规定的发电转速，开始向有关用电设备供电，同时对蓄电池进行充电。两者互补可以有效地使用电设备在不同的情况下都能正常地工作，同时也延长了蓄电池的供电时间。

1.2 工程机械拆装与维修安全守则

1.2.1 工作着装

① 工作服 为防止事故的发生，工作服必须结实、合身，以便于工作。如图 1-2 所示，为防止工作时损坏工程机械，不要暴露工作服的带子、纽扣等，防止受伤或烧伤的安全措施是不要裸露皮肤。

② 工作鞋和工作手套 如图 1-3 所示，工作时要穿安全鞋。因为穿着凉鞋或运动鞋很危险，易摔倒并因此降低工作效率。它们还能使穿戴者容易因为偶然掉落的物体而受到伤害。提升重的物体或拆卸热的排气管或类似的物体时，建议戴上手套。然而，对于普通的维护工作戴手套并非一项必需的要求。根据要做的工作类型来决定是否必须戴手套。



图 1-2 工作服



图 1-3 工作鞋和工作手套

1.2.2 车间内工作

(1) 工作场地

如图 1-4 所示，始终使工作场地保持干净来保护自己和其他人免受伤害。

① 不要把工具或零件留在人有可能踩到的地方。将其放置在工作架或工作台上，并养成好习惯。

② 立即清理干净任何飞溅的燃油、机油或者润滑脂，防止自己或者他人滑倒。

③ 工作时不要采取不舒服的姿态。这不仅会影响工作效率，而且有可能会危害到人身安全。

④ 处理沉重的物体时要小心，因为如果物品跌落到脚上可能会受伤。而且，如果试图举起太重的物体，背部可能会受伤。

⑤ 从一个工作地点转移到另外一个工作地点时，一定要走指定的通道。

⑥ 不要在开关、配电盘或电机等附近使用可燃物。因为它们容易产生火花，并造成火灾。

(2) 工具使用

如图 1-5 所示，使用工具工作时，遵守如下的预防措施来防止发生伤害。



图 1-4 工作场地

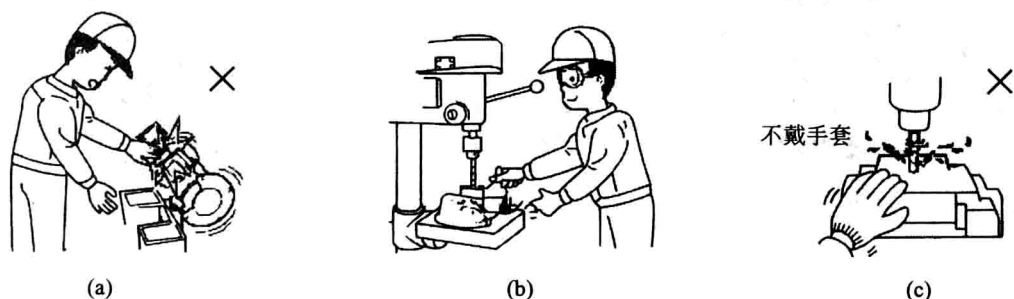


图 1-5 工具的使用

① 如果不正确使用电气、液压和气动设备，可能导致严重的伤害。

② 使用产生碎片的工具前，戴好护目镜。使用过砂光机和钻孔机一类的工具后，要清除其上的粉尘和碎片。

③ 操作旋转的工具或者工作在一个有旋转运动的地方时，不要戴手套。手套可能被旋转的物体卷入，伤到手。

1.2.3 防火

如图 1-6 所示，必须采取如下的预防措施来防止火灾。



图 1-6 防火

如果火灾警报响起，所有人员应当配合扑灭火焰。要做到这一点，必须知道灭火器放在何处，应如何使用，灭火器的使用方法如图 1-7 所示。

除非在吸烟区，否则不要抽烟，并且要确认将香烟熄灭在烟灰缸里。

为了防止火灾和事故，在易燃品附近遵照如下预防措施（见图 1-8）。

① 吸满汽油或机油的碎布有时有可能自燃，因此，它们应当被放置到带盖的金属容器内。

② 在机油存储地或可燃的零件清洗剂附近，不要使用明火。

③ 千万不要在处于充电状态的蓄电池附近使用明火或产生火花，因为有可能点燃爆炸性气体。

④ 仅在必要时才将燃油或清洗溶剂携带到车间，携带时还要使用能够密封的特制容器。

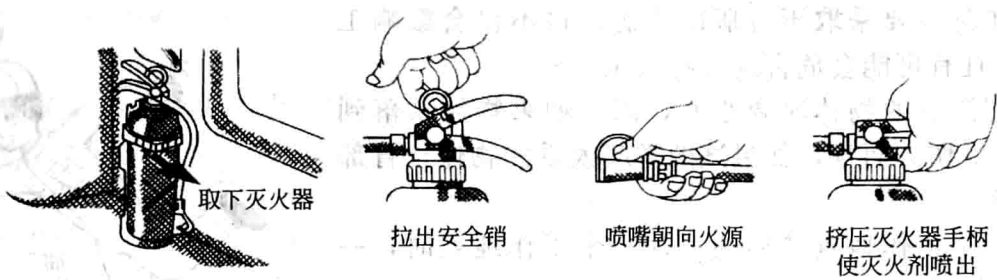


图 1-7 灭火器的使用方法

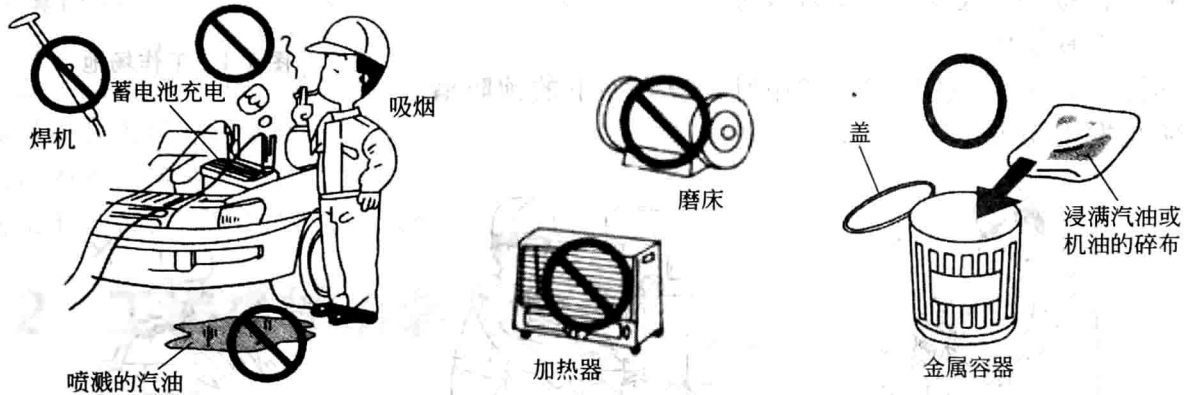


图 1-8 防火措施

⑤ 不要将可燃性废机油和汽油丢弃到阴沟里，因为可能导致污水管系统产生火灾。始终将这些材料倒入排出罐或者合适的容器内。

⑥ 在燃油泄漏的工程机械没有修好之前，不要启动该工程机械上的发动机。



图 1-9 电气设备安全措施

1.2.4 电气设备安全措施

不正确地使用电气设备可能导致短路和火灾。因此，要学会正确使用电气设备并认真遵守以下防护措施（见图 1-9）。

① 如果发现电气设备有任何异常，应立即关掉开关，并联系管理人员。

② 如果电路中发生短路或意外火灾，在进行灭火步骤之前应关掉开关，并向管理员报告不正确的布线和电气设备安装情况。有任何保险丝熔断都要向上级汇报，因为保险丝熔断说明有某种电气故障。

1.3 常用的检测仪器及基本检测技术

1.3.1 跨接线

简单的跨接线就是一段多股导线，它的两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头，它具有多种样式。工具箱内必须有多种形式的跨接线，以用作特定位置的测量（见图 1-10）。

跨接线虽然比较简单，但却是非常实用的工具，它起一个旁通电路的作用。如某一电气部件不工作，首先将跨接线连接在被试部件接线点“—”与车身搭铁之间，此时部件工作，

说明部件搭铁线路断路；如搭铁电路很好，就将跨接线连接在蓄电池“+”极与被试部件的电源接柱之间，此时部件工作，说明部件电源电路有故障（断路或短路），如部件仍不工作，说明部件有故障。

注意事项：

- ① 用跨接线将电源电压加至试验部件之前，必须先确认被试部件的电源电压。
- ② 跨接线不可错误连接在试验部件“+”接头与搭铁之间。

1.3.2 24V（或12V）测试灯

24V（或12V）测试灯由试灯、导线、各种型号端头组成（见图1-11）。它主要是用来检查系统电源电路是否给电气部件提供电源。

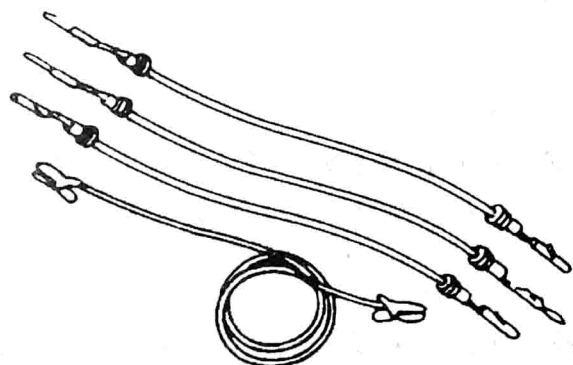


图 1-10 跨接线

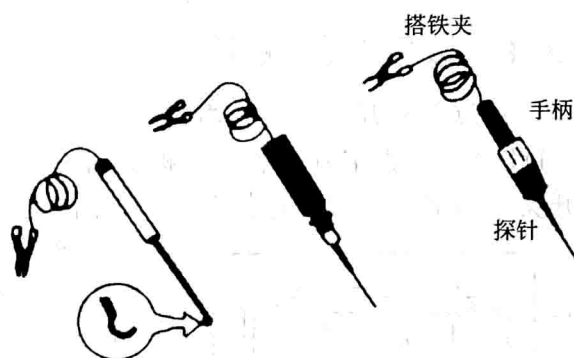


图 1-11 24V 测试灯

将 24V 测试灯一端搭铁，另一端接电气部件电源接头。如灯亮，说明电气部件的电源电路无故障；如灯不亮，再接去向电源方向的第二个接线点，如灯亮，则故障在第一接点与第二接点之间，电路出现的是断路故障。如灯仍不亮，则再去接第三接点……直到灯亮为止。且故障在最后被测接头与上一个被测接点间的电路上，大多为断路故障。

1.3.3 指针式万用表

MF500 指针式万用表外形如图 1-12 所示。注意：使用之前必须调整调零器“S3”，使指针准确地指示在标度尺的零位上。

(1) 直流电压测量

将测试表笔杆分别插在“K1”和“K2”内，转换开关旋钮“S1”至“V”位置上、开关旋钮“S2”至所测量直流电压的相应量程位置上，再将测试表笔跨接在被测电路两端。当不能预计被测直流电压大约数值时，可将开关旋钮旋置最大量程的位置上，然后根据指示的大约数值，再选择适当的量程位置，使指针得到最大的偏转度。测量直流电压时，当指针向相反方向偏转，只需将测试表笔的“+”、“-”极互换即可。读数见“≈”处刻度。测量 2500V 时，将测试表笔插在“K1”和“K4”插口中。

(2) 交流电压测量

将开关旋钮“S1”旋至“V~”位置上，开关旋钮“S2”旋至所欲测量交流电压值相应的量程位置上，测量方法与直流电压测量相似。

(3) 直流电流测量

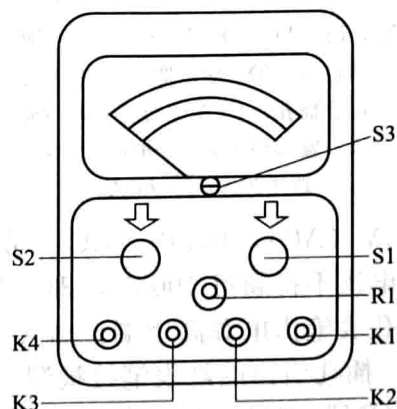


图 1-12 MF500 指针式
万用表外形

K1~K4—插孔；
S1~S3—旋钮；R1—定位器