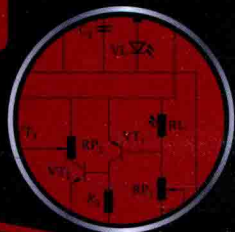
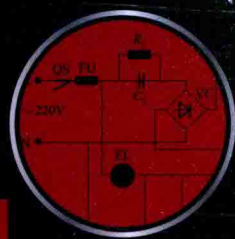


方大千 朱丽宁 等编著

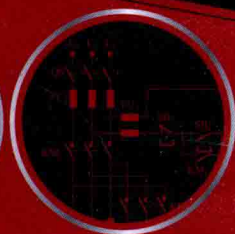
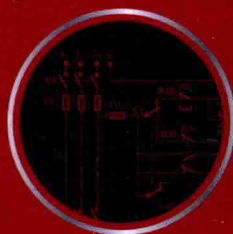
DIANZI
ZHIZUO
128LI

电子制作

128例



化学工业出版社





DIANZI
ZHIZUO
128LI

方大千 朱丽宁 等编著



电子制作

藏书

128例



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子制作 128 例/方大千等编著. —北京: 化学工业出版社, 2016.2

ISBN 978-7-122-25676-8

I. ①电… II. ①方… III. ①电子器件-制作
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 272282 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 吴 静

装帧设计: 刘丽华

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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 15¼ 字数 393 千字

2016 年 5 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

电子爱好者、电工及电子新产品开发者，经常要亲自动手制作电子控制装置。制作电子控制装置的过程，是一个不断学习和提高电子理论知识、掌握电子技术的过程。如果要快速掌握电子技术，学会调试与检修电子设备，不曾亲自动手制作电子控制装置是不可思议的。

笔者长期从事电气、自动化工作，所开发的 KZD-T 型直流电动机调速装置，DZZT-I 型电弧炉电极自动调节装置，TWL-II 型、JZLF-11F 及 31F 系列高压、低压发电机励磁装置，BKSF(W)、BKSF(H)、BKSF(WA)、BKSF(HA)（带电脑）等系列发电机三合一控制屏和集控台等产品在全国各地推广使用。笔者深切地感到亲自动手制作、调试电子控制装置，对巩固电子理论知识、提高检修及处理设备故障能力和开发新产品具有重要意义。

为了让读者掌握基本的电子制作技术，本书较详细地介绍了电子元件的选用与测试及老化处理、印制电路板的设计与制作、焊接技术、电子控制装置的装配与调试，以及抗干扰措施。

笔者认为，吃透电子电路的工作原理，不仅为电子控制装置的设计、调试打下良好的基础，还能大大提高对电子控制装置的故障处理能力。为此，作者在分析电路工作原理时采用了三步分析法：首先明确该电子电路的控制对象、控制目的和控制方法，以及保护元件等；然后将电路

分成几大部分（一个完整的电路往往由几个相对独立的分电路组成），这几大部分一般包括主电路、控制电路、检测元件及执行元件、直流工作电源和信号及保护电路等，搞清各分电路的作用及工作原理；最后全面分析整个电路的工作原理。通过三步分析法，读者能快速掌握分析电子电路工作原理的技巧。

鉴于许多初学者对亲自动手制作电子控制装置尚有一定困难的实际情况，书中详细而具体地介绍了每个电子控制装置制作和调试方法、注意事项、元件的选择及主要元件的计算，手把手教读者学做电子控制装置。每个电路元件参数、型号、规格都很具体。另外，为了让读者对电子控制装置产品的制作、生产有个初步的了解，本书的末例，详细介绍了笔者所开发的 TW2-II 型无刷励磁调节装置的设计、安装、调试、产品使用说明，以及工艺流程。

本书由方大千、朱丽宁等编著。参加和协助编写工作的还有方亚敏、方成、方亚平、朱征涛、方欣、张正昌、方立、张荣亮、许纪秋、那宝奎、方亚云、卢静、孙文燕和费珊珊。全书由方大中、郑鹏审校。

由于编著者水平有限，不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

第 1 章 常用电气图形符号和文字符号	1
1.1 常用电气图形符号和文字符号对照表	1
1.2 常用电气设备种类的单字母符号表	10
第 2 章 电子元件的选用与测试	12
2.1 电阻和电位器的选用与测试	12
2.2 热敏电阻的选用与测试	18
2.3 湿敏电阻的选用与测试	21
2.4 压敏电阻的选用与测试	23
2.5 电容器的选用与测试	27
2.6 半导体器件型号命名方法	32
2.7 二极管的选用与测试	34
2.8 稳压管的选用与测试	37
2.9 三极管的选用与测试	43
2.10 场效应管的选用与测试	51
2.11 单晶体管的选用与测试	55
2.12 单晶体管触发电路及计算	58
2.13 光电元件的选用与测试	61
2.14 三端固定集成稳压器的选用与测试	71
2.15 运算放大器的选用	74
2.16 555 时基集成电路的选用	81
2.17 单向晶闸管和双向晶闸管的选用与测试	82
2.18 电子元件的老化处理	93
第 3 章 印制电路板的设计与制作	95
3.1 印制电路板的选择	95
3.2 印制电路板的设计要点	96

3.3	印制电路板插座(连接器)的选择	97
3.4	印制电路板的制作	99
第4章	焊接技术	101
4.1	电烙铁的选用	101
4.2	焊料和助焊剂的选用	102
4.3	铝的焊接	104
4.4	焊接电子元件的注意事项	104
第5章	常用测试仪表的使用	107
5.1	万用表	107
5.2	晶体管直流稳压器	113
5.3	信号发生器	114
5.4	示波器	117
第6章	电子控制装置的装配与调试	124
6.1	电子控制装置的装配	124
6.2	电子控制装置的调试	129
6.3	交流放大器的设计	131
6.4	交流放大器的调试	134
6.5	晶闸管变换装置的调试	135
6.6	电子控制装置的抗干扰措施	139
第7章	电子制作实例	144
7.1	直流稳压电源	144
7.1.1	单相桥式整流电源	144
7.1.2	半波型电容降压整流电源	146
7.1.3	最简单的稳压管稳压电源	149
7.1.4	单管串联型三极管稳压电源	150
7.1.5	带有放大环节的三极管稳压电源	152
7.2	照明调光器、控制器及门铃	155
7.2.1	路灯自动光控开关之一	155
7.2.2	路灯自动光控开关之二	157
7.2.3	路灯自动光控开关之三	160
7.2.4	门控夜明灯电路	162

7.2.5	用晶闸管延长白炽灯寿命的电路	164
7.2.6	用双向晶闸管延长白炽灯寿命的电路	167
7.2.7	延时熄灭的照明开关	168
7.2.8	大功率调光器	170
7.2.9	歌舞厅自动补光器	172
7.2.10	简易应急照明灯	175
7.2.11	应急照明灯	177
7.2.12	闪光信号灯	179
7.2.13	电容式接近开关	181
7.2.14	简易触摸式电子开关	185
7.2.15	红外线探测自动开关	187
7.2.16	光物件自动计数器	189
7.2.17	电风扇防手指切伤及防触电自停装置	191
7.2.18	“叮咚”声电子门铃	193
7.2.19	触摸式电子门铃	195
7.3	温度调节器、控制器	197
7.3.1	简单手动调温器	197
7.3.2	采用电接点水银温度计的温度控制器之一	198
7.3.3	采用电接点水银温度计的温度控制器之二	200
7.3.4	温度自动控制器	202
7.3.5	温度范围控制器	205
7.3.6	高精度温度控制器之一	208
7.3.7	高精度温度控制器之二	211
7.3.8	冷冻机恒温自动控制器	213
7.3.9	采用零触发集成电路的温度控制器	217
7.3.10	电烘房温度自动控制器	219
7.3.11	电阻炉继电式温度控制器	222
7.3.12	电阻炉晶闸管温度控制器	226
7.3.13	塑料注塑机电子式温度控制器	229
7.3.14	塑料袋封口机控制器	232
7.3.15	台式塑料封口机控制器	235

7.4 液位控制器	238
7.4.1 灌入式晶体管水位控制器	238
7.4.2 抽出式晶体管水位控制器	242
7.4.3 采用 JYB 型液位控制器的液位自控装置	243
7.4.4 灌入式干簧管液位控制器	246
7.4.5 抽出式干簧管液位控制器	250
7.4.6 浮球液位控制器	250
7.4.7 电接点压力表式液位控制器之一	254
7.4.8 电接点压力表式液位控制器之二	257
7.4.9 灌入式晶闸管水位控制器之一	259
7.4.10 灌入式晶闸管水位控制器之二	262
7.4.11 干簧管晶闸管液位控制器	264
7.4.12 干簧管双向晶闸管液位控制器	266
7.4.13 电极式双向晶闸管水位控制器	269
7.4.14 采用功率集成电路的液位控制器	270
7.4.15 采用电极式功率集成电路的水位控制器	273
7.4.16 水塔和蓄水池同时监测的自动上水控制器	274
7.4.17 水满报警器之一	278
7.4.18 水满报警器之二	280
7.4.19 低水位报警器之一	282
7.4.20 低水位报警器之二	284
7.4.21 冷却塔断水报警器	285
7.5 形形色色的报警器	288
7.5.1 设警戒导线的防盗报警器之一	288
7.5.2 设警戒导线的防盗报警器之二	290
7.5.3 设警戒导线的防盗报警器之三	291
7.5.4 采用 JK 系列专用集成电路的接近开关	293
7.5.5 触摸式防盗报警器	296
7.5.6 指触保护及报警器	298
7.5.7 延时报警器	302
7.5.8 采用运算放大器的报警保护器	304

7.5.9	简单的红外线报警器	306
7.5.10	采用光敏二极管的光控防盗报警器	309
7.5.11	感应防盗报警器之一	311
7.5.12	感应防盗报警器之二	313
7.5.13	集中控制呼救报警器	315
7.5.14	可燃气体报警器之一	318
7.5.15	可燃气体报警器之二	320
7.5.16	可燃气体报警器之三	322
7.5.17	带排气的可燃气体报警器	324
7.5.18	市电欠电压报警器	326
7.5.19	市电过电压报警器	328
7.5.20	停电报警器	330
7.5.21	停电、来电报警器	331
7.5.22	市电欠电压、过电压保护器	333
7.5.23	市电欠电压、过电压和停电延时启动的保护器	335
7.5.24	停电后再来电禁止再接通电路	337
7.5.25	高压发电机励磁绕组过电压保护装置	340
7.6	充电、电镀、调压装置	342
7.6.1	GCA 系列硅整流充电机	342
7.6.2	晶闸管充电机之一	345
7.6.3	晶闸管充电机之二	347
7.6.4	KGCA 系列晶闸管充电机	349
7.6.5	晶闸管自动充电机	353
7.6.6	晶闸管交流稳压器	357
7.6.7	蓄电池快速充电机	360
7.6.8	无极性蓄电池充电器	363
7.6.9	小型镍镉电池自动充电器	365
7.6.10	12V 便携式充电器	367
7.6.11	500A/6V 单相晶闸管调压电镀电源	370
7.6.12	KGDS 型单相晶闸管低温镀铁电源	373
7.6.13	1.5kW 汽油发电机晶闸管自动稳压装置	378
7.6.14	JZT-I 型滑差电机晶闸管控制装置	381

7.7 定时器	386
7.7.1 延时接通的定时器	386
7.7.2 延时断开的定时器	388
7.7.3 高精度长延时定时器之一	390
7.7.4 高精度长延时定时器之二	393
7.7.5 高精度实用定时器	395
7.7.6 循环定时器之一	398
7.7.7 循环定时器之二	400
7.7.8 自动周期开关	403
7.7.9 电动机自动间歇控制器	405
7.7.10 电风扇简易自然风模拟器	407
7.7.11 自动间歇排气控制器	410
7.7.12 时间累计计时器	412
7.8 各种控制器及励磁调节装置	415
7.8.1 单按钮控制通断的继电器之一	415
7.8.2 单按钮控制通断的继电器之二	417
7.8.3 交流接触器无声运行节电器	418
7.8.4 电子灭蝇(灭鼠)器	422
7.8.5 脚踏式点焊机控制装置	424
7.8.6 两台并列变压器自动投切控制器	427
7.8.7 限流快速保护器	430
7.8.8 相序保护器之一	432
7.8.9 相序保护器之二	434
7.8.10 逻辑电平测试器	435
7.8.11 具有自启动功能的供电电路	436
7.8.12 电磁振动台(给料机)	438
7.8.13 KZD-T型直流电动机不可逆调速装置	440
7.8.14 JDK型卷带机控制装置	445
7.8.15 手动励磁调节器	453
7.8.16 TLG1-33型发电机晶闸管自动励磁装置	455
7.8.17 TWL-II型无刷励磁调节装置	461
参考文献	475

第1章

常用电气图形符号和文字符号

1.1 常用电气图形符号和文字符号对照表

常用电气图形符号和文字符号对照表见表 1-1。

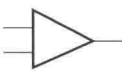
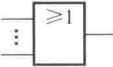
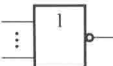
表 1-1 常用电气图形符号和文字符号对照表

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号
导线交叉连接		
导线跨越不连接		
插座	优选形 其他形	XS
插头	优选形 其他形	XP
插头插入插座	优选形 其他形	
接通的连接片		XB
断开的连接片		XB
电阻器		R
可变电阻器		RH
压敏电阻器		RV
热敏电阻器		RT(Rt)
熔断电阻器		FR
电位器		RP

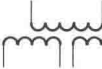
续表

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号
分流器		RS
扬声器		B(BL)
电扬声器		HA
电铃		HA
蜂鸣器		HA
电警笛		HA
电容器		C
电解电容器		C
可变电容器单联		C
双联可变电容		C
微调电容器		C
电感器、线圈、绕组、扼流圈		L
带铁芯的电感器		L
有两个抽头的电感器		L
永久磁铁		
压电晶体蜂鸣器		HA
有 3 个电极的压电晶体		HA
半导体二极管		VD
发光二极管		VL

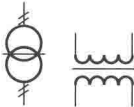
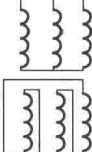
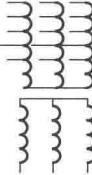
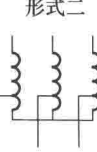
续表

名 称	图 形 符 号	文字符号
双基极二极管(单结晶体管)		VT(V)
稳压管		VS(VZ)
双向二极管		VD
PNP 型晶体管		VT
NPN 型晶体管		VT
光敏电阻器		RL
光电二极管		LD
光电池		B(BP)
PNP 型和 NPN 型光敏晶体管		VTL(VT)
光耦合器		B
单向晶闸管		V
双向晶闸管		V
光控晶闸管		V
运算放大器		A(IC,N)
或门		H(IC)
与门		Y(IC)
非门		F(IC)

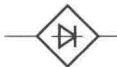
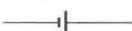
续表

名 称	图 形 符 号	文 字 符 号
直流发电机		G
直流电动机		M
交流发电机		G
交流电动机		M
单相笼型异步电动机		M
三相笼型异步电动机		M
三相绕线转子异步电动机		M
双绕组变压器	形式一  形式二 	T(TM)
三绕组变压器	形式一  形式二 	T(TM)
电抗器扼流圈	形式一  形式二 	L
电流互感器, 脉冲变压器	形式一  形式二 	TA

续表

名 称	图 形 符 号	文字符号
绕组间有屏蔽层的双绕组单相变压器		T(TM)
在一个绕组上有中心点抽头的变压器		T(TM)
星形-三角形连接的三相变压器	形式一  形式二 	T
星形-星形连接的具有 4 个抽头(不含主抽头)的三相变压器	形式一  形式二 	T
星形连接的三相自耦变压器	形式一  形式二 	T(TC)
可调压的单相自耦变压器	形式一  形式二 	T(TC)
电压互感器	形式一  形式二 	TV

续表

名 称	图 形 符 号	文字符号
自耦变压器	形式一  形式二 	T(TC)
桥式全波整流器方框符号		UC(VC)
电池、蓄电池		GB
加热元件		EH
开关、继电器动合触点	形式一  形式二 	开关:S
		继电器:K
开关、继电器动断触点		开关:S
		继电器:K
先断后合的转换触点		开关:S
		继电器:K
中间断开的双向触点		开关:S
		继电器:K
先合后断的转换触点	形式一  形式二 	开关:S
		继电器:K
延时断电器延时闭合的动合触点(时间继电器常开延时闭合触点)		KT
延时继电器延时断开的动合触点(时间继电器常开延时断开触点)		KT