

电子电路识图技巧

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

自动控制实用电路 快速识图技巧

- 料位、液位自动控制类实用电路识图
- 监测自动控制类实用电路识图
- 温度、湿度自动控制类实用电路识图
- 灯光自动控制类实用电路识图
- 时间自动控制类实用电路识图
- 保安警戒自动控制类实用电路识图



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子电路识图技巧

自动控制实用电路快速识图技巧

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以自动控制电路的基础知识为切入点,以讲解快速识图为基础,详细介绍了识读自动控制实用电路所必备的基础知识。在此基础上,又以实际应用电路为例,介绍了各类复杂的自动控制电路的快速识图技巧,这些实际应用电路包括:料位、液位自动控制类,监测自动控制类,温度、湿度自动控制类,灯光自动控制类,时间自动控制类和保安警戒自动控制类等电路。书中介绍的这些实用电路既可作为识图实例,也可对其电路功能进行扩展,作为被推广应用的典型电路。

本书电路分类明确、结构合理、解说明快、启发性强,可作为中、高等自动控制技术职业学校和相关技术专业学校自动控制学科的教材,也可供电子产品的研发技术人员和广大电子爱好者学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

自动控制实用电路快速识图技巧 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.1
ISBN 978-7-121-07673-2

I. 自… II. 孙… III. 电气设备—自动控制系统—电路图—识图法 IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 169343 号

责任编辑: 谭佩香 王莹莹

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.5 字数: 475 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

自动控制技术是对设备进行技术改造和推动技术发展的重要手段，在科研、生产乃至家庭生活等各个领域中都得到了广泛的应用。

在工农业生产和日常生活中，自动控制的例子很多。如工业生产设备的自动化，可以改善劳动条件，增加产量，提高质量，提高企业的经济效益；军事装备的自动化，可以提高武器的精度、速度和战术技术性能；在许多人们无法接近的场合，自动控制技术将是解决问题的唯一的技术手段。

近年来，随着电子元器件和电路技术的迅速发展，尤其是计算机技术的推广应用，为自动控制技术的发展增添了新的活力。为了普及自动控制知识，满足技术革新和技术改造以及自动控制人员岗位培训的需要，特编写了《自动控制实用电路快速识图技巧》一书。

本书以读识自动控制实际应用电路为主线，从基本识图知识讲起，介绍自动控制系统的基本组成、常用元器件符号等。在此基础上，详细介绍了各种自动控制实用电路的读识方法。并从最基本的典型应用方式入手，详细介绍了各自的应用特点、工作原理以及识图方法。书中所提供的这些实用电路，多以单元电路的方式出现，具有新颖、实用的特点，通过简明扼要地讲述它们的电路功能、工作原理、识图的切入点以及应用时所要注意的事项，使读者一看就懂，一学就会，为读者应用这些电路提供了方便。

本书在编排上，从基础知识入手，以讲解识图为基点，然后逐步深入介绍实际应用电路的识图，其目的是由浅入深，使读者能尽快掌握自动控制电路的基本识图技巧与应用技术，进而熟练地读懂各种更加复杂的自动控制电路。

本书的最大特点是浅显通俗、图文并茂、取材新颖、资料丰富、实用性强。由于实用电路多以单元应用的方式出现，既可以单独应用，又可以经过参数重新配置、电路重新组合（指不同应用方式单元应用电路之间、单元应用电路与其他类型单元电路之间等），并可

将电路的功能扩展后改为其他用途等。

本书主要由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿，参加本书编写的人员还有：吴永平、张书杰、刘忠新、孙静、刘忠德、孙庆华、王燕芳、孙莹、刘忠梅、吕晨、王五春、金宜全、项宏宇、陈芳、孙余明、周志平、徐绍贤、吕颖生等。

本书在编写过程中，除参考了大量的国外、境外的现行期刊外，还参考了国内有关自动控制电路方面的期刊、书籍及资料，如参考过张晓东、许永才、谢春林、扬邦文、沈桂明、王刚勤、谭绍均、吴宗勤、刘喜甫、王毅、苑晓泉、彭希南等同志的文章，在这里谨向有关单位和作者一并表示感谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于自动控制电路类型较多，应用技术发展极其迅速，限于作者水平有限，书中存在不足之处，诚请专家和读者批评指正。

编著者

2008年10月

目 录

第 1 章 读识自动控制实用电路必备的基础知识	1
1.1 自动控制系统的主要任务	1
1.2 自动控制系统的组成	2
1.2.1 闭环控制系统	2
1.2.2 开环控制系统	5
1.3 自动控制系统的基本术语	7
1.4 自动控制系统的类型与特点	8
1.4.1 按给定值变化规律分类	8
1.4.2 按系统结构特点分类	8
1.4.3 按控制内容、信息传递方式分类	8
1.4.4 控制方式的识别方法	10
1.4.5 控制系统类型归纳总结	11
1.5 自动控制系统的性能要求	11
1.6 自动控制系统中智能控制说明	12
1.6.1 智能控制发展历程	12
1.6.2 什么是智能控制系统	13
1.6.3 智能控制原理	13
1.6.4 智能控制系统组成方框图	14
1.6.5 智能控制系统的功能特点	15
1.6.6 智能控制的方法	16
1.6.7 拟人智能控制	16
1.7 自动控制常用传感器的组成与分类	17
1.7.1 传感器的组成	17
1.7.2 传感器的分类	17
1.8 自动控制电路常用传感器电路符号	20
1.8.1 热敏电阻传感器	20
1.8.2 光敏电阻传感器	22

1.8.3	光敏二极管传感器	23
1.8.4	光电三极管传感器	24
1.8.5	光电池传感器	25
1.8.6	热释电红外线传感器	26
1.8.7	磁敏电阻传感器	29
1.8.8	磁敏二极管传感器	30
1.8.9	磁敏三极管传感器	31
1.8.10	霍尔磁敏传感器	32
1.8.11	干簧管磁敏传感器	34
1.8.12	压电陶瓷式传感器	36
1.8.13	超声波传感器	37
1.8.14	气敏电阻传感器	41
1.8.15	压阻式压力传感器	42
1.8.16	湿敏电阻传感器	45
1.8.17	传感器的选用原则	46
1.9	自动控制电路终端执行元器件符号	47
1.9.1	继电器的种类和电路图形符号	47
1.9.2	双向晶闸管的电路图形符号	54
1.9.3	电磁阀、离合器、制动器的种类和电路图形符号	54
1.9.4	电动机的种类和电路图形的符号	55
1.9.5	自耦变压器及交流器的种类和电路图形符号	56
1.10	自动控制系统基本电路元件符号	57
1.10.1	晶体管的种类和电路符号	58
1.10.2	电阻、电容器、电感器的种类和电路符号	60
1.10.3	数字电路的电路图形符号	63

第2章 料位、液位自动控制类实用电路识图..... 65

2.1	料位与油位自动控制实用电路识图	65
2.1.1	由5只晶体管构成的料位自动控制电路	65
2.1.2	由4只晶体管构成的储油罐油位自动控制电路	67
2.1.3	由两只光敏三极管构成的储油罐油位自动控制电路	69
2.1.4	由时基电路 NE555 构成的自动声、光显示电子燃油表电路	70
2.2	分立元件水位自动控制实用电路识图	72
2.2.1	由一只晶体管组成的水塔自动上水控制电路	72
2.2.2	由两只晶体管组成的自动抽水电路	74
2.2.3	由3只晶体管组成的自动抽水电路	75
2.2.4	由3只晶体管组成的水位自动控制电路	77
2.2.5	由4只晶体管组成的自动抽水电路	78

2.2.6	由 3 只直流继电器组成的水位自动控制电路	79
2.3	集成电路水位自动控制实用电路识图	82
2.3.1	由时基电路 NE555 构成的水位自动控制电路	82
2.3.2	由四运算放大器 LM324 构成的具有缺相保护功能的 蓄水池自动供水电路	83
2.3.3	由时基电路 ICM7555 构成的水位自动报警电路	85
2.3.4	由时基电路 555 构成的小型水塔水位自动控制电路	87
2.3.5	由时基电路 NE556 构成的水箱进水自动控制电路	89
2.3.6	由时基电路 NE555 构成的多段水位自动显示报警电路	90
2.3.7	由自锁继电器组成的红外线反射式自动抽水控制电路	92
2.3.8	由一块数字集成电路 CD4011 组成的双水位自动监控电路	96
2.3.9	由 CZ—100 集成电路构成的自动抽水电路	98
2.3.10	由一块时基集成电路 5G1555 构成的液位自动控制电路	100
2.3.11	由一块 NE555 集成电路和一只三极管构成的水位自动控制电路	101
2.3.12	具有液位数字显示功能的水位自动控制电路	103

第 3 章 监测自动控制类实用电路识图

3.1	光监测类自动控制实用电路识图	105
3.1.1	由 4 只晶体管构成的生产线中断监测自动报警电路	105
3.1.2	具有自动识别光线强弱的光线照度自动监视电路	106
3.2	测速类自动控制实用电路识图	107
3.2.1	由干簧管磁敏传感器构成的车速自动监测里程表电路	107
3.2.2	由 SG215 集成块构成的转速自动监测电路	109
3.2.3	由霍尔传感器 UGN3113U 构成的自动测速电路	111
3.2.4	由四位数计数器/驱动电路 74C926 构成的转速自动测试电路	112
3.3	电源、静电类监测自动控制实用电路识图	114
3.3.1	具有隔直作用的电源故障自动监测电路	114
3.3.2	由单运算放大器 $\mu 741$ AHC 构成的交流电压自动搜寻电路	114
3.3.3	由运算放大器 μ PC151C 构成的电路电流自动限定电路	115
3.3.4	由两输入端四与非门 74HC00 构成的布料自动检测电路	117
3.3.5	由运算放大器 μ A741、LM324 构成的自动换挡电压表电路	118
3.4	磁感应类检测自动控制实用电路识图	119
3.4.1	由 3 只三极管构成的金属接近自动开关电路	119
3.4.2	由 LM3915 构成的磁场自动探测电路	120
3.4.3	由磁感应线圈传感器构成的金属自动探测电路	122
3.5	气体监测报警自动控制实用电路识图	123
3.5.1	由氧传感器 KE—50 构成的缺氧自动报警电路	123
3.5.2	由气敏传感器与 LM324 构成的油烟自动监控电路	124

3.5.3	由 AS431 构成的煤气泄漏自动报警电路	126
3.5.4	由气敏传感器 HQ—2 构成的烟雾自动报警电路	126
3.5.5	由气敏传感器 MQK—2 构成的戒烟自动报警电路	127
3.5.6	由 LM358N 构成的抽油烟机自动控制电路	128
3.5.7	由两只晶体管构成的烟雾报警自动控制电路	129
3.5.8	由时基电路 NE555 构成的电烙铁有害烟雾自动消除电路	130
3.5.9	由气敏传感器 QM—N10 构成的一氧化碳自动报警电路	132
3.5.10	由气敏传感器 QM—N10 构成的毒气泄漏自动报警电路	133
3.5.11	由酒精传感器 QM—N19 构成的酒精气味自动检测报警电路	134
3.5.12	由 74LS00 构成的可燃气体定量自动显示报警电路	135
3.5.13	由超声波传感器构成的鱼缸自动增氧控制电路	137
3.6	其他监测自动控制实用电路识图	138
3.6.1	由多普勒效应传感器 RD627 构成的室内运动量自动监测显示电路	138
3.6.2	由热释电红外线传感器 BH9404 构成的人体遥感监测壁画 声、光效果自动控制电路	140

第 4 章 温度、湿度自动控制类实用电路识图

4.1	温度自动控制类实用电路识图	143
4.1.1	由 UAA1016B 构成的电暖器温度自动控制电路	143
4.1.2	由 UAA2016 构成的温度自动控制电路	144
4.1.3	由温度传感器 MF—53 构成的汽车空调电子自动温控电路	145
4.1.4	由 LM567 构成的温度自动控制电路	146
4.1.5	由双 D 触发器 CD4013 构成的电开水器自动控制电路	146
4.1.6	由两只温度传感器构成的抽油烟机自动控制电路	148
4.1.7	由六反相器 CC4069B 构成的储水式电热水器自动控制电路	148
4.1.8	由热敏电阻温度传感器构成的电热水器温度自动控制电路	150
4.1.9	由动圈式温度调节仪构成的单相电源电热孵化温度自动控制电路	152
4.1.10	由集成温度传感器构成的家禽孵化器温度自动控制电路	153
4.1.11	由动圈式温度调节仪构成的三相电源电热孵化温度自动控制电路	154
4.1.12	由铂电阻传感器构成的数字显示温度自动检测控制电路	154
4.1.13	由温控集成块 TMP—01 构成的恒温自动控制电路	157
4.1.14	由电接点温度计构成的自动温度控制电路	158
4.1.15	具有温度自动控制方式的地埋线电路	159
4.1.16	由三相四线制具有自动温控和工作指示的地埋线电路	160
4.1.17	由单运算放大器 μ A741 构成的温度自动控制育苗电路	161
4.1.18	由一块数字集成电路构成的蔬菜储藏温度自动控制电路	163
4.1.19	由 3 块集成电路构成的果品烘干机温度自动控制电路	165
4.1.20	由水银节点温度传感器构成的自动电热干燥箱电路	167

4.1.21	由七段数码管驱动集成电路 MC1413 构成的多路采暖器具 节能自动温控电路	168
4.2	湿度自动控制类实用电路识图	169
4.2.1	高灵敏度土壤湿度自动检测电路	169
4.2.2	由湿度传感器 IH-3605 构成的湿度自动指示电路	170
4.2.3	由 4 只晶体管构成的湿度自动开关控制电路	171
4.2.4	由单稳态、无稳态多谐振荡器 CD4047 构成的 土壤湿度自动监测电路	172
4.2.5	直流检测式自动浇灌控制电路	173
4.2.6	振荡检测式自动浇灌控制电路	174
4.2.7	交流检测式自动浇灌控制电路	175
第 5 章	灯光自动控制类实用电路识图	177
5.1	光控自动控制实用电路识图	177
5.1.1	由一只晶体管构成的路灯照明自动光控电路	177
5.1.2	由两只晶体管构成的走道照明自动光控电路	178
5.1.3	由 3 只晶体管构成的路灯照明自动光控电路	179
5.1.4	由固态继电器组成的路灯照明自动光控电路	180
5.1.5	由一块数字 IC 组成的鸡舍自动补光灯电路	182
5.1.6	由 3 块集成电路组成的鸡舍自动补光灯电路	183
5.1.7	由光敏传感器 3DU5A 构成的自动控制广告灯电路	185
5.1.8	由光敏传感器 3DU 构成的汽车前照灯光自动转换电路	186
5.2	声控自动控制实用电路识图	188
5.2.1	由一只场效应晶体管构成的声控自动照明灯电路	188
5.2.2	由两只晶闸管构成的走道照明自动声控电路	189
5.2.3	由 3 只晶体管构成的走道照明灯自动声控电路	190
5.2.4	由 LC182 构成的声控多路灯光自动控制电路	192
5.2.5	由专用控集成电路 SL517A 构成的声控自动照明电路	193
5.2.6	由两块集成电路构成的声控自动照明灯电路	194
5.3	光声与控复合自动控制实用电路识图	196
5.3.1	由一只晶体管构成的走道照明灯延时关断自动控制电路	196
5.3.2	由 4 只晶体管构成的声、光自动控制延时照明开关电路	199
5.3.3	由 6 只晶体管和一只晶闸管构成的声、光自动 控制延时照明开关电路	201
5.3.4	由 6 只晶体管和一只继电器组成的光敏声控自动开关电路	203
5.3.5	由 CDF4011 构成的声、光控触摸延时节电自动开关电路	204
5.3.6	由开关电路 SM9100 构成的具有声、光延时自动控制节能灯电路	206
5.3.7	由 CD4060 构成的声控、光控、调光式自动控制电路	207

5.4	红外线及其他自动控制实用电路识图.....	208
5.4.1	由双精密单稳态多谐振荡器 CD4538 构成的红外线自动开关电路.....	208
5.4.2	由红外线传感器 CK-7 构成的红外线自动传感照明电路.....	209
5.4.3	由热释电红外线控制 WT8072 构成的自动开关电路.....	210
5.4.4	由红外线信号处理电路 RD8702 构成的自动灯开关电路.....	211
5.4.5	由时基电路 5G7555 构成的电话机照明灯自动控制电路.....	212
5.4.6	红外线反射式照明灯自动控制开关电路.....	214
第 6 章	时间自动控制类实用电路识图.....	217
6.1	时基集成电路时间控制类自动控制实用电路识图.....	217
6.1.1	一种具有定时时间可调的触摸式定时自动控制电路.....	217
6.1.2	由时基电路 NE555 构成的电冰箱时间自动控制电路.....	218
6.1.3	由时基电路 NE555 构成的多挡自动定时电路.....	219
6.1.4	由时基电路 NE555 构成的具有显示的限时供电自动开关电路.....	220
6.1.5	由时基电路 NE555 构成的不受干扰的自动计时器电路.....	221
6.1.6	一种隔一定时间提醒的自动定时语音电子提醒电路.....	222
6.1.7	由时基电路 NE555 构成的太阳能热水器 自动定时上水防溢控制电路.....	223
6.1.8	一种具有长延时的自动定时电路.....	224
6.1.9	由时基电路 NE555 构成的电话自动计时电路.....	225
6.1.10	一种功耗极低的自动定时控制电路.....	227
6.1.11	由时基电路 LM555 构成的具有抗干扰功能的自动定时电路.....	227
6.1.12	由时基电路 YF555 构成的印相片自动定时曝光电路.....	229
6.1.13	由时基电路 FD555 构成的电话自动限时电路.....	230
6.1.14	由时基电路 SG555 构成的电话机通话自动限时电路.....	230
6.1.15	由时基电路 NE556 构成的公用电话自动限时电路.....	232
6.1.16	由时基电路 CA555 构成的电子全自动启、停循环电路.....	233
6.1.17	一种具有记忆功能的双路时间互锁定自动定时电路.....	235
6.1.18	由时基电路 5G7556 构成的倒计时显示自动定时开关电路.....	236
6.1.19	由时基电路 ICM7555 构成的自动定时插座电路.....	238
6.1.20	由时基电路 CA7555 构成的自动定时时间可调电路.....	239
6.2	数字门集成电路时间控制类自动控制实用电路识图.....	239
6.2.1	由两输入端四与非门集成电路 CD4011 构成的自动定时提醒电路.....	239
6.2.2	由干簧管磁控传感器构成的卫生间照明、排风扇门控延时 自动开关电路.....	240
6.2.3	一种全数字式自动定时电路.....	242
6.2.4	由两输入端四与非门集成电路 CD4011 构成的 可编程自动定时器电路.....	243

6.3	集成计数器 4060 时间控制类自动控制实用电路识图	245
6.3.1	由计数器 CD4060 构成的自动计时电路	245
6.3.2	一种振荡频率在 1.6~35 Hz 范围内可调的数字式自动定时电路	246
6.3.3	由计数器 CC4060B 构成的可变自动计时电路	247
6.3.4	由计数器 CD4060B 构成的自动定时稳压电路	248
6.3.5	一种用石英晶体作为振荡源的通用数字式自动定时电路	250
6.3.6	由计数器 CD4060 构成的自动循环定时电路	251
6.3.7	由计数器 CD4060 构成的可调讲话自动限时电路	252
6.4	集成计时器 4541 时间类自动控制实用电路识图	254
6.4.1	一种可扩展式超长时间自动定时电路	254
6.4.2	由 CD4541 构成的时间可调的自动定时插座	255
6.4.3	由可编程定时集成电路 CD4541 构成的双用自动定时电路	256
6.4.4	由可程序振荡器—计时器 CC4541 构成的自动定时提醒电路	257
6.4.5	由可程序振荡器—计时器 CD4541B 构成的连续开/关计时 自动开关电路	259
6.5	其他集成块时间类自动控制实用电路识图	260
6.5.1	一种时间可随意设定式数字显示剩余时间的自动定时电路	260
6.5.2	由光电耦合传感器构成的钥匙式自动取电板电路	261
6.5.3	由 SPMC03 构成的可自动定时电蚊香控制器电路	262
6.5.4	由 CD401107 构成的倒计时显示的话机通话自动限时电路	264
6.5.5	由双 D 触发器 CD4013B 构成的多挡位长延时电子自动定时电路	266
第 7 章	保安警戒自动控制类实用电路识图	269
7.1	运算放大器 IC 保安警戒类实用自动控制电路识图	269
7.1.1	由四运算放大器 LM324N 构成的防卫自动开关电路	269
7.1.2	由比较器 LM393 构成的自动报警电路	270
7.1.3	由比较器 LM393 构成的防盗自动报警电路	271
7.1.4	由运算放大器 CA3140 和热释电红外线传感器构成的 自动防入侵电路	272
7.1.5	由 LM324 和温度传感器构成的保险柜防盗自动报警电路	273
7.2	时基 IC 保安警戒类实用自动控制电路识图	275
7.2.1	由时基电路 5G1555 构成的野外钻机防触电自动报警电路	275
7.2.2	由时基电路 CA555 构成的倒车防撞自动报警电路	276
7.2.3	由时基电路 NE555 构成的火灾自动报警电路	278
7.2.4	由时基电路 CH7555 构成的电话自动防盗打电路	278
7.2.5	由时基电路 NE555 构成的自动报警电路	279
7.2.6	由热释电红外线传感器与 NE555 配合构成的防入侵自动报警电路	280
7.2.7	由时基电路 NE555 构成的脚步声自动报警电路	281

7.2.8	由时基电路 NE555 构成的声震动自动报警电路.....	282
7.2.9	由双时基电路 NE556 构成的震动自动报警电路.....	282
7.2.10	由双时基电路 NE556 构成的超声波传感自动探测器电路.....	283
7.2.11	由双时基电路 NE556 构成的多功能自动防盗报警电路.....	285
7.3	数字 IC 保安警戒类实用自动控制电路识图.....	287
7.3.1	由双 D 触发器 CD4013 构成的车辆自动防盗报警电路.....	287
7.3.2	由与非门 CD4011 构成的车棚无线自动防盗报警电路.....	288
7.3.3	由计数器 CD4017 构成的敲击式自动电子狗电路.....	289
7.3.4	由双 D 触发器 CD4013 构成的门震动自动报警电路.....	290
7.3.5	由六反相器 CD4069 构成的触摸式自动防盗报警电路.....	291
7.3.6	由震动传感器 XDZ—01 与 CD4069 构成的无线自动报警电路	291
7.4	其他专用 IC 保安警戒类实用自动控制电路识图.....	292
7.4.1	由传感信号处理电路 HX9228 构成的热释电红外线自动开关电路	292
7.4.2	由热释电红外线传感器集成块 HT7610B 构成的红外线探测自动开关电路	294
7.4.3	由红外线传感信号处理器 SNS9201 构成的 热释电红外线自动开关电路	295
7.4.4	由震动传感器 CLA—2M 构成的震动自动报警电路.....	296
7.4.5	由 PT8A2641 构成的人体感应自动开关电路.....	297
7.4.6	由 PT8A2642 构成的人体感应自动开关电路.....	299

第1章 读识自动控制实用电路必备的基础知识

电子技术应用的一个重要方面是要在科研、生产乃至家庭生活中实现系统的自动控制。本章从自动控制系统的主要任务、组成、特点以及性能等方面入手，介绍读识自动控制实用电路所必备的基础知识。

1.1 自动控制系统的主要任务

在生产活动及家庭生活中实现系统的自动控制是人们长期追求的目标。如今，自动控制技术已广泛地应用在人们生活的各个领域。例如：

- 在孵化雏鸡时，要求孵化箱内的温度必须保持在 30°C 左右。当由于外界各种原因而引起箱内温度的变化时，就要随时对孵化箱内的温度进行调整使其始终维持在 30°C 左右。
- 人们常用的全自动洗衣机，只要将衣物放入洗衣机，洗涤、漂洗、脱水等全部过程会自动完成，而且当衣物甩干后，蜂鸣器还会发出警示声音，以示其已完成预定控制功能。
- 路灯在晚上要自动打开，白天要自动关掉。
- 气泵、储气罐内的压力不够时要自动充气，当气压上升到一定数值时就要自动停止充气。
- 水塔在储水少的时候要自动灌注，灌满以后就要及时停止。
- 汽车进出的大门，车来时要自动打开，车走后要及时关上。
- 要想使发电机正常供电，就必须保持其输出电压的恒定，使其尽量不受发电机所带负荷的变化和提供驱动力转速波动的影响。
- 数控机床要加工出合格的、高精度的零件，就必须保证它的工作台和刀架的位置能够准确地跟随指令进给。
- 烘烤炉要想烘烤出合格的产品，就必须严格地控制炉温。

诸如上述实例不胜枚举。由此可见，自动控制在工业生产、交通运输、国防建设等领域中的应用相当广泛。从最简单的水位控制，到大量采用电子、机电设备组成一个复杂系统来控制电力、化工和铁路等的生产和运输过程；从设计一个民用电产品到宇宙飞船能在月球上登陆，并准确地返回到地面的遥控、遥测系统，都与自动控制密切相关。

在上述这些控制实例中，被控制的对象与控制过程中的各个环节，总称为控制系统。通常将诸如发电机、机床、烘炉、孵化箱等称为工作的机器装备；将电压、刀架位置、炉温或箱温称做表征这些机器装备工作状态的物理量。而额定电压、进给的指令、规定的炉温和箱温等，是在运行过程中对这些状态参量的要求。自动控制系统就是按照这些参量来进行过程的自动控制的。

如果把工作机器、装备称为受控对象，将表征其工作状态的物理参量或状态参量称为

被控量,而把所要求的这些物理参量所应保持的数值作为给定值(或参考输入),则自动控制系统的任务就是使受控对象的被控量保持在给定值范围内。

对于诸如孵化箱温度的调节系统或路灯的开关系统等,如果由人直接参与工作,则属于人工控制系统,又称为手动控制系统。如果这些工作不是由人来完成的,而是靠自动装置按照人的意图自动地进行,也就是说,在没有人的直接参与下,利用控制装置操纵受控对象,按预定的精度确保被控量等于给定值,或与给定值保持确定的函数关系,这就是自动控制系统。

从控制系统完成的任务来看,尽管各种控制装置的具体任务有所不同,但其实质不外乎是对受控对象的某些物理参量进行控制,使其自动保持其应有的规律性。

由于自动控制系统的各个环节会按照人的意图自动地进行,这就使很多单调、危险、劳动强度大、甚至人无法完成的工作,都由机械系统来代替。尤其是在数字电子技术、微电脑技术快速发展,并广泛地应用于自动控制系统以后,各类控制系统的响应速度、控制精度和工作可靠性大大提高,能源消耗明显下降。因此,在目前的各种自动控制系统中,大都离不开电子装置。电子装置是自动控制系统的核心。

1.2 自动控制系统的组成

自动控制系统中的各种电子电路有的较简单,有的较复杂。任何一个复杂的自动控制电路都是由多个基础电路,经过扩展、综合、改进等方式演变而成的。因此,搞清这些基本应用电路的原理,不但对阅读和分析新的自动控制电路有很大的帮助,而且对于自动控制类产品的研发,工、农业生产中现有设备的技术改造等都有很大的帮助。本书介绍的就是自动控制系统中常见、常用的各种基本的电子电路装置,这些装置简单、实用、易于安装和调试,维修也很方便。掌握了这些基本的电子控制装置电路及其控制思路,就可以进一步设计出更多、更新的自动控制装置电路。

无论简易的自动控制装置电路,还是复杂的自动控制装置电路,它们的组成和工作原理都十分相似。下面举两个实例来说明。

1.2.1 闭环控制系统

1. 系统功能要求

通常农村雏鸡孵化的温度始终维持在 30°C 左右。为了实现这一目的,通常是在孵化箱体的下面,安装一个用来给箱体內的空气加热的装置。在小型孵化箱內,为了提高孵化效率,加热装置的电热源由一组工作于欠压状态的白炽灯构成。当箱体內空气的温度低于 30°C 时,电热源的供电自动接通,对箱体內的空气进行加热,依靠空气的对流,使箱体內的温度逐渐升高。当温度上升到 30°C 左右时,电热源的供电会自动断开,停止加热,电热源停止加热以后,由于在雏鸡孵化季节的环境温度往往都低于 30°C ,故箱內的温度将会下降。一旦该温度低于 30°C 时,电热源便及时恢复加热,以使箱內温度维持在 30°C 。

由此可见,这个实例的控制系统的功能就是要使孵化箱內的温度维持在 30°C 左右。

2. 系统功能电路

为了实现上述功能,设计的雏鸡孵化箱温度自动控制电路如图 1-1 所示。

3. 识图指导

读识图 1-1 电路时,可从继电器 KA 的控制状态展开。继电器 KA 线圈的供电通路受控于 VT1,而 KA 继电器的触点(常开状态)控制着加热灯泡 HL1~HL3 供电的接通与断开。VT1 的状态则受集成温度传感器 IC1 ($\mu\text{PC}616$) 检测信号的控制。

IC1 是一种热敏元件和线性化处理电路合在一起的集成电路。它的 IN 端为设定温度信号输入端,OUT 端为控制信号输出端, V_+ 为工作电源正输入端, V_- 为工作电源负输入端,一般接地线。

4. 工作原理

图 1-1 所示电路的工作原理可从以下几个方面进行分析。

(1) 供电电路

220 V 交流电压一路加至加热灯泡的控制电路,由 KA1 触点控制 HL1~HL3 的接通与断开;另一路加至电源变压器 T 的初级,经变压后从其次级输出 12 V 交流低压,该电压经 VD1~VD4 桥式整流、电容器 C_1 滤波、VDW 稳压后,得到约 12 V 的直流电压向温度检测和控制电路提供工作电源。

(2) 温度控制过程

在图 1-1 所示电路中,RP1 为温度设定电位器。实际上,RP1 与 R_4 、 R_5 组成的是一个取样电路。如果仅作为雏鸡孵化使用,则该取样电路可通过调整两只固定电阻器的电阻值,使孵化箱内的温度保持在 30℃ 即可。如果还要用在其他方面,则可按图 1-1 所示做成一个温度范围可调的取样电路,根据图 1-1 所示电路中的数据,温度控制范围为 10℃~65℃。

根据图 1-1 所示电路,RP1 温度刻度盘上的每一个温度值对应着一个分压值。该电压加到 IC1 的 IN 端以后,就代表着一个温度设定值。温度传感器安装在孵化箱内,用于将检测到的孵化箱内的温度与设定温度进行比较,然后从 IC1 的 OUT 端输出控制信号。

① 当孵化箱内的温度低于 30℃ 的设定温度时,温度传感器集成电路 IC1 的 OUT 端输出高电平,VT1 导通,从而使 KA 继电器线圈中的电流形成通路,其常开触点 KA1 闭合,接通加热灯泡 HL1~HL3 的 220 V 交流供电,使其得电进行加温。

② 当孵化箱内的温度高于设定温度 30℃ 时,IC1 的 OUT 端输出低电平,VT1 管截止,KA 继电器线圈断电释放,KA1 触点断开,加热灯泡断电停止工作。

上述过程周而复始,使孵化室内的温度保持在设定值范围内。

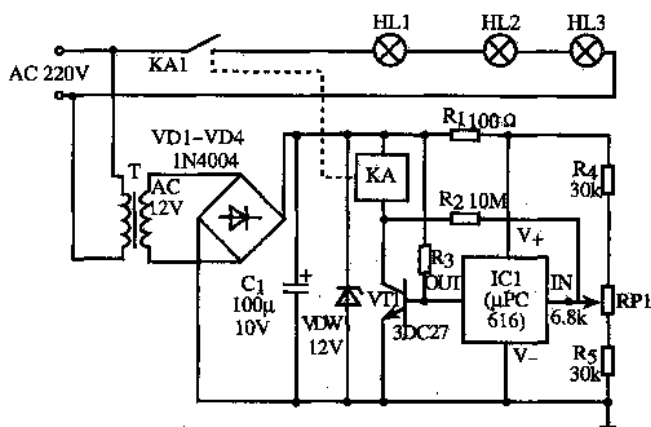


图 1-1 雏鸡孵化箱温度自动控制电路

提示:

温度传感器 ICI 通常放在孵化箱的中间位置, 这样可使箱内温度较均匀。

5. 闭环控制系统的组成

图 1-1 所示电路虽然简单, 但可以看出它是由三个部分组成的。

(1) 传感器电路

传感器是电子控制装置中不可缺少的重要器件, 它的作用是将温度转换为电信号。因为电子电路组成的控制系统无法直接接收非电信号, 必须通过传感器将其转换为电信号以后才能提供给控制系统。

在图 1-1 所示电路中, ICI 的作用是用来测量箱体内的温度, 感知温度的变化, 并把温度的变化转换为电信号。通常将检测的温度称为这个控制系统的输入量或控制量。

(2) 控制器

在图 1-1 所示电路中的 VTI 在此起电子开关的作用。当传感器检测到箱内的温度低于 30°C 时, VTI 就会导通, 使 KA 继电器触点接通, 使灯泡给箱内加热; 当传感器检测到箱内的温度升高到 30°C 时, VTI 就会截止, 使 KA 继电器触点断开, 灯泡停止加热。

由此可见, VTI 在此起控制灯泡加热和不加热的开关作用, 通常将其称为控制元件, 由其组成的电路称为控制电路, 它是实现控制作用的核心和关键, 是整个自动控制系统的主体。

(3) 执行机构

在图 1-1 所示电路中, 通过继电器 KA 和灯泡 HL1~HL3 的动作, 执行对箱体的自动加热任务。故将这部分元器件称为执行机构驱动装置。

对于任一个自动控制系统来说, 其最终的目的都是要完成某种预定的工作, 以便对某些物理量进行控制。而若没有执行机构, 这个任务就不可能完成。因此, 执行机构是自动控制系统中与控制对象有直接联系的重要组成部分。

根据孵化箱温度自动控制的整个过程及其组成情况, 由此就可得到图 1-2 所示的闭环控制系统原理方框图。

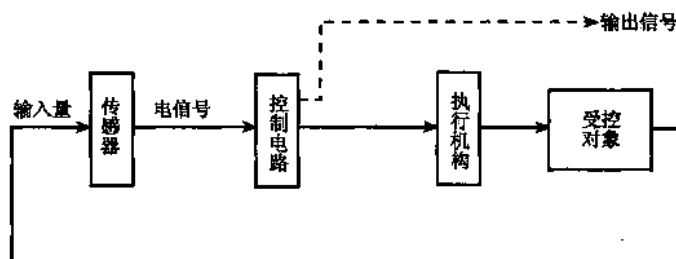


图 1-2 闭环控制系统原理方框图

在图 1-2 所示的系统原理方框图中, 受控对象就是箱体内的温度, 而这个温度同时也是控制系统的输入量。温度的变化通过传感器转换为电信号, 电信号经控制电路处理以后送到执行机构, 由执行机构去调整箱内的温度。由此可见, 系统的输出又被送回到输入端,

