

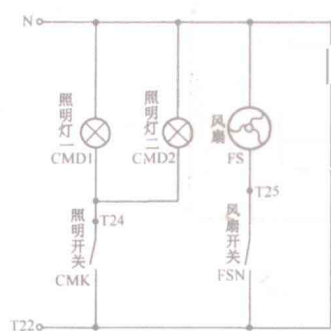


职业技能培训系列教材

高级电梯安装 维修工 技能实战训练

GAOJI DIANTI ANZHUANG
WEIXIUGONG JINENG
SHIZHAN XUNLIAN

闫莉丽 主编



- ✓ 模块形式编写 理论技能一体
- ✓ 理论必需够用 技能训练强化
- ✓ 先进实用适用 成就高级技工



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



职业技能培训系列教材

高级电梯安装维修工 技能实战训练

主 编 闫莉丽
副主编 孙文涛 王文新
参 编 陈恒亮 邱勇根
主 审 张硕琳



机械工业出版社

本书是根据《国家职业标准》和职业技能鉴定规范,并参考深圳市电梯技能职业标准而编写的,详细讲述了高级电梯安装维修工必须掌握的相关知识内容和技能要求。本书以实践操作为重点,理论讲解围绕实际操作进行。

在了解和掌握中级电梯安装维修工技术的基础上,本书共分4个模块进行介绍。模块1介绍电子技术,模块2介绍PLC控制VVVF电梯,模块3介绍微机控制电梯的调试与故障排除,模块4介绍电梯大修知识。

本书可供高级技工学校、高职院校电梯安装维修类专业使用,也可作为高级电梯安装维修工培训的实操技能训练指导教材,还可作为电梯应用技术爱好者的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

高级电梯安装维修工技能实战训练/闫莉丽主编. —北京:机械工业出版社, 2010.5

(职业技能培训系列教材)

ISBN 978-7-111-30480-7

I ①高… II. ①闫… III. ①电梯—安装②电梯—维修
IV ①TU857

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第072893号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何月秋 陈玉芝 责任编辑:王振国

版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹

封面设计:马精明 责任印制:李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.25印张·275千字

0001—3000册

标准书号·ISBN 978-7-111 30480-7

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

职业技能培训系列教材

编委会名单

主任 黎德良

副主任 王 德 彭旭昀 何月秋

委员 乔建伟 岳庆来 张大明 涂爱云 郭昕文

吴启红 邵 纯 陈 芸 胡 洪 王跃军

谭 斌 黄太平 鄂永雄

序

随着我国经济的不断发展和产业结构的转型升级以及经济的全球化发展，我国已逐步成为世界的“制造中心”，而制造业的主力军——技能人才却严重匮乏，成为影响我国经济进一步发展的瓶颈。为此，国家提出了新的人才发展战略目标，全面推进技能振兴计划和技能人才培养工程。

在技能人才培养的教学过程中，教材处于基础地位，是课程体系设计的核心。为加快技能人才的培养，我们精心策划了这套“职业技能培训系列教材”。本系列丛书的编写特色体现在以下几个方面：

一是书中内容突出一个“新”字，做到结合当前企业的生产实际，力求教学内容能反映本工种新技术、新标准、新工艺和新设备的应用。

二是根据《国家职业标准》和职业技能鉴定规范，同时结合深圳市电工、电梯、制冷等专业工种的职业技能标准，力求教学内容能覆盖相应工种、相应层次的技能鉴定要求。

三是教学中注重培养学员的职业能力，把相关知识点的学习与专业技能的训练有机地结合起来，摒弃以往“就知识讲知识”的做法，坚持技能人才的培养方向。

四是内容安排上符合认知规律，由浅及深，由易到难，做到理论知识以够用为度，侧重实践操作。

本系列教材的编者来自深圳技师学院从事培训教学的一线教师和企业的一部分专家，书中内容基本反映了深圳技能培训教学和社会化考核的方向。相信本书会受到中、高职类院校广大师生和广大青年读者的欢迎。

编委会主任 黎德良

前 言

为帮助电梯安装维修从业人员、技工学校及职业技术学院学生顺利通过电梯安装维修工（高级）职业技能鉴定，根据《国家职业标准》和职业技能鉴定规范，并参考深圳市电梯职业技能标准，结合目前电梯安装维修工的文化素质、技术状况和企业对电梯安装维修技能的实际需求，我们编写了《高级电梯安装维修工技能实战训练》，供高级电梯安装维修工培训及考核训练时使用。

本书内容侧重系统性，并且以实践训练为重点，与实际操作紧密结合。全书共分4个模块，主要内容包括：电子技术、PLC控制VVVF电梯、微机控制电梯的调试与故障排除、电梯大修知识等。

本书由闫莉丽任主编，孙文涛、王文新任副主编，由张硕琳主审。模块1由闫莉丽编写，模块2由王文新、陈恒亮编写，模块3由陈恒亮、邱勇根编写，模块4由孙文涛编写。全书由闫莉丽统稿。

本书收录了编者的大量教学成果，收集了很多现场图片，还参考了部分国内外相关资料，在此谨对有关作者表示衷心的感谢。

限于业务水平和掌握的资料有限，书中难免有错误及不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

模块 1 电子技术	1
1.1 电子技术基本电路	1
1.1.1 放大电路	1
1.1.2 555 定时器芯片的应用	2
1.1.3 触发器电路	5
1.1.4 计数器电路	6
1.1.5 D/A 和 A/D 转换电路	9
1.2 电子技术实训指导	19
实训 1 计数译码显示电路的连接及测试	19
实训 2 触发脉冲生成电路的连接及测试	23
实训 3 D/A 转换电路的连接及测试	26
实训 4 A/D 转换电路的连接及测试	29
实训 5 层楼动态显示电路的连接及测试	31
实训 6 触点信号接收电路的连接及测试	34
实训 7 驱动信号输出电路的连接及测试	37
实训 8 六位移位寄存器电路的连接及测试	40
模块 2 PLC 控制 VVVF 电梯	42
2.1 PLC 控制电梯系统的设计	42
2.1.1 PLC 的原理及特点	42
2.1.2 系统设计的内容与步骤	42
2.1.3 PLC 控制电梯硬件系统的设计	43
2.1.4 PLC 软件资源分配	45
2.2 PLC 电梯运行控制	46
2.2.1 PLC 与变频器接口电路	46
2.2.2 PLC 电梯输入点 X 与输出点 Y 的控制时序	46
2.2.3 运行控制的软件编程	48
实训 1 PLC 电梯运行控制	49
2.3 电梯轿厢位置的确定与显示	52
2.3.1 电梯轿厢位置的确认	52
2.3.2 电梯轿厢位置的显示	57
2.3.3 采用程序自学获得电梯轿厢位置的方法	58
2.4 PLC 控制电梯的指令登记与定向	60
2.4.1 PLC 电梯输入点 X 与输出点 Y 的设置	60
2.4.2 电梯定向部分程序	61
2.4.3 电梯的换速	62
实训 2 PLC 电梯的定向	64



2.5 自动开关门电路	66
2.5.1 电梯自动门机系统的功能	66
2.5.2 门机系统主电路	67
2.5.3 门机系统控制电路	68
实训3 PLC 电梯的自动开关门	71
2.6 PLC 控制电梯的程序流设计	73
2.6.1 编程原理	73
2.6.2 电梯程序模块设置	74
2.6.3 程序分析	74
2.7 PLC 控制电梯的安全保护、检修运行编程	76
2.7.1 现行电梯标准对控制系统的主要要求	76
2.7.2 PLC 控制电梯安全电路的硬件设计	76
模块3 微机控制电梯的调试与故障排除	80
3.1 微机控制电梯基本调试	80
3.1.1 微机控制电梯调试概况	80
3.1.2 资源配置	80
3.1.3 微机控制电梯控制系统的结构认识	80
3.1.4 微机控制电梯基本调试实训	83
实训1 机械装配检查及确认	83
实训2 电气装配检查及确认	87
实训3 慢车调试前的准备工作	92
实训4 慢车运行	94
实训5 快车运行前的准备工作	103
实训6 快车运行	106
3.2 微机控制电梯的常见故障诊断和排除	110
3.2.1 概述	110
3.2.2 技术要求	111
3.2.3 资源配置	111
3.2.4 微机控制电梯的故障分析	111
3.2.5 微机控制电梯常见故障诊断和排除实训	116
实训7 微机控制电梯不能进行井道自学习故障的诊断和排除	116
实训8 电梯不能开门或关门的故障诊断与排除	118
实训9 电梯不能起动的故障分析与排除	119
模块4 电梯大修知识	128
4.1 电梯大修常用工具及设备清单	128
4.2 电梯曳引机的维修	129
4.2.1 曳引电动机的维修概述	129
4.2.2 电梯曳引电动机的维修	133
实训1 曳引电动机的更换与同轴度的调整	140
4.3 电磁制动器的维修	142
4.3.1 电磁制动器的工作原理	142
4.3.2 电磁制动器的主要结构	142
4.3.3 制动器安全技术检查的要求	143



4.3.4	电磁制动器的检查与维护	144
4.3.5	紧急状态下使用手动装置救援乘客的说明	146
实训2	电磁制动器的分解、装配及调整	147
4.4	减速箱的维修	148
4.4.1	减速箱的工作原理	148
4.4.2	减速箱的主要结构	149
4.4.3	减速箱的密封	149
4.4.4	减速箱的安全技术检查	149
4.4.5	减速箱的维护与修理	151
实训3	电梯曳引机蜗杆轴承的更换与装配	154
实训4	曳引机蜗轮滚动轴承的拆卸、复位与调整	155
4.5	曳引钢丝绳的维修	156
4.5.1	电梯用钢丝绳的种类和规格	156
4.5.2	钢丝绳的安全技术检查	157
4.5.3	钢丝绳绳头的制作	158
4.5.4	钢丝绳的更换	160
4.5.5	钢丝绳张力的调整方法	160
4.5.6	电梯钢丝绳的使用和维护	160
实训5	曳引钢丝绳绳头组合的制作	161
4.6	层、轿门的维修	161
4.6.1	层、轿门的工作原理	161
4.6.2	门的结构	162
4.6.3	厅、轿门的安全技术检查	162
4.6.4	厅、轿门的调整与维护	163
实训6	层门的安装与调节	166
实训7	轿门的调节	167
参考文献		169

模块1 电子技术

1.1 电子技术基本电路

1.1.1 放大电路

放大电路是用来对电信号进行放大的电路，习惯上又称为放大器。它是构成其他电子电路的基本单元电路。这里所指的“放大”是指在输入信号作用下，利用有源器件的控制作用将直流电源提供的部分能量转换为与输入信号成比例的输出信号。因此，放大电路实际上是一个受输入信号控制的能量转换器。

1.1.1.1 放大电路的组成

放大电路由信号源、放大电路、负载和直流电源4部分组成，其组成框图如图1-1所示。

放大电路的主要性能指标包括放大倍数、输入电阻、输出电阻、输出功率和效率等。

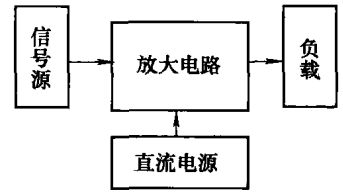


图1-1 放大电路组成框图

1.1.1.2 集成运放

集成运算放大器简称集成运放，是一种具有高放大倍数的直接耦合放大器，通常由输入级、偏置电路、中间级、输出级等部分组成。输入级一般采用差动放大电路，偏置电路采用恒流源电路，中间级常采用有源负载和复合管的结构形式，输出级常采用互补对称输出电路。集成运放的主要技术指标包括开环差模电压增益 A_{UOD} 、输入失调电压 U_{I0} 、输入失调电流 I_{I0} 、差模输入电阻 R_{ID} 、共模抑制比 K_{CMR} 。

集成运放可以组成反相输入、同相输入、差动输入比例运算放大电路，以及反相求和电路、积分电路和微分电路等。除此之外，还可以利用其饱和特性组成过零比较器电路。其中，反相放大器、同相放大器、过零比较器电路如下：

1. 反相放大器 输出信号与输入信号相位相反，且存在比例关系的放大器，称为反相放大器，如图1-2a所示。其放大倍数是 $A_U = \frac{u_o}{u_i} = -\frac{R_f}{R_1}$ ，输出 $u_o = -\frac{R_f}{R_1} \times u_i$ 。可以看出， u_o 与 u_i 是比例关系，改变比例系数 $\frac{R_f}{R_1}$ ，即可改变 u_o 的数值。负号表示输出电压与输入电压的极性相反。

2. 同相放大器 输出信号与输入信号相位相同，且存在比例关系的放大器，称为同相放大器，如图1-2b所示。其放大倍数是 $A_U = \frac{u_o}{u_i} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$ ，输出 $u_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) u_i$ 。可以看出，

u_o 与 u_i 的相位相同, 且两者之间存在一定的比例关系, 比例系数为 $1 + \frac{R_f}{R_1}$ 。

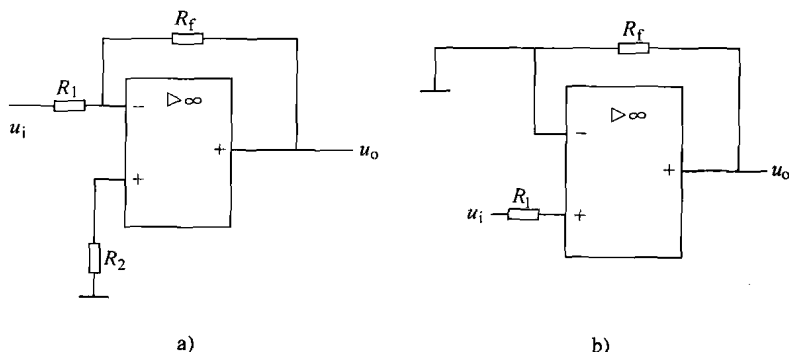


图 1-2 反相放大器及同相放大器

a) 反相放大器 b) 同相放大器

3. 过零比较器 图 1-3 所示为过零比较器。此时的集成运放处于开环状态, 具有很高的电压增益, 只要在反相端和同相端之间存在微小的电压差值, 就会使集成运放的输出电压偏向它的饱和值。当输入 u_i 为正弦波时, 输出 u_o 为同频率的方波。

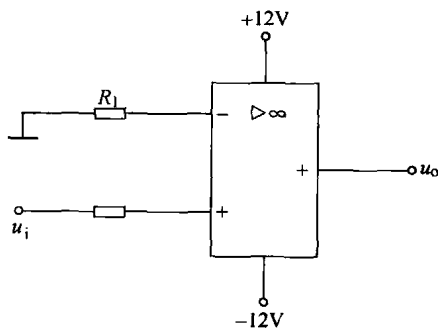


图 1-3 过零比较器

1.1.2 555 定时器芯片的应用

1.1.2.1 555 定时器的功能简介

集成时基电路又称为集成定时器或 555 电路, 是一种数字、模拟混合型的中规模集成电路, 应用十分广泛。555 定时器的电源电压范围宽 (3 ~ 18V), 可以提供与 TTL 及 CMOS 数字电路兼容的接口电平。它在脉冲波形的产生与变换、仪器与仪表、测量与控制、家用电器与电子玩具等领域都有着广泛的应用。它是一种产生时间延迟和多种脉冲信号的电路, 由于内部电压标准使用了 3 个 5kΩ 电阻, 故取名 555 电路。其电路类型有双极型 (包括 TTL 型) 和 CMOS 型两大类, 两者的结构与工作原理类似。几乎所有的双极型产品型号最后的三位数码都是 555 或 556; 所有的 CMOS 产品型号最后的四位数码都是 7555 或 7556, 两者的逻辑功能和引脚排列完全相同, 易于互换。555 和 7555 是单定时器。556 和 7556 是双定时器。双极型的电源电压 $V_{CC} = +5 \sim +15V$, 输出的最大电流可达 200mA, CMOS 型的电源电压为 $+3 \sim +18V$ 。其内部电路和电路符号如图 1-4 所示。

555 定时器内部含有一个由三个阻值相同的电阻器组成的分压网络 (产生 $V_{CC}/3$ 和 $2V_{CC}/3$ 两个基准电压)、两个电压比较器 C_1 、 C_2 、一个由与非门组成的基本 RS 触发器 (低电平触发)、放电晶体管 VT 和输出反相缓冲器 G。

555 定时器有 8 个引出端, 按照 1 ~ 8 编号各端功能依次为: 接地端、低触发输入端、输出端、复位端、电压控制端、高触发输入端、放电端和电源端。

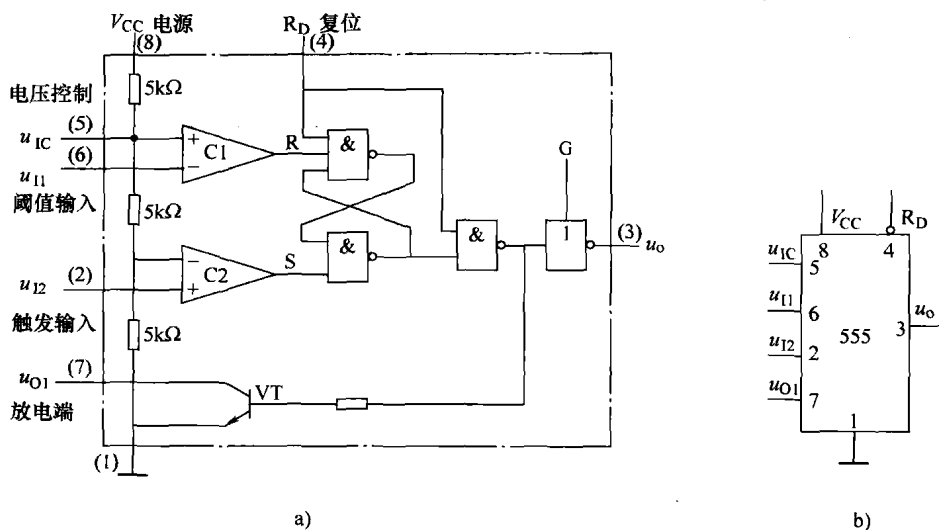


图 1-4 555 定时器的内部电路和电路符号

a) 内部电路 b) 电路符号

555 定时器主要是与电阻器、电容器构成充放电电路，并由两个比较器来检测电容器上的电压，以确定输出电平的高低和放电开关管的通断。这就很方便地构成从微秒到数十分钟的延时电路，可方便地构成单稳态触发器、多谐振荡器、施密特触发器等脉冲产生或波形变换电路。

1.1.2.2 555 定时器的基本功能

555 定时器有两个阈值，分别是 $2V_{CC}/3$ 和 $V_{CC}/3$ 。输出端 3 脚和放电端 7 脚的状态一致，输出低电平时对应的放电管饱和，在 7 脚外接上拉电阻时，7 脚为低电平。输出高电平时对应的放电管截止，在有上拉电阻时，7 脚为高电平。输出端状态的改变有滞回现象，回差电压为 $V_{CC}/3$ 。输出与触发输入反相。当 5 脚悬空时，比较器 $C1$ 和 $C2$ 的比较电压分别为 $2V_{CC}/3$ 和 $V_{CC}/3$ 。

(1) 当 $u_{I1} > 2V_{CC}/3$, $u_{I2} > V_{CC}/3$ 时，比较器 $C1$ 输出低电平， $C2$ 输出高电平，基本 RS 触发器被置 0，放电管 VT 导通，输出端 u_o 为低电平。

(2) 当 $u_{I1} < 2V_{CC}/3$, $u_{I2} < V_{CC}/3$ 时，比较器 $C1$ 输出高电平， $C2$ 输出低电平，基本 RS 触发器被置 1，放电管 VT 截止，输出端 u_o 为高电平。

(3) 当 $u_{I1} < 2V_{CC}/3$, $u_{I2} > V_{CC}/3$ 时，比较器 $C1$ 输出高电平， $C2$ 也输出高电平，即基本 RS 触发器 $R = 1$, $S = 1$ ，触发器状态不变，电路亦保持原状态不变。

由于阈值输入端 (u_{I1}) 为高电平 ($> 2V_{CC}/3$) 时，定时器输出低电平，因此也将该端称为高触发端 (TH)。

因为触发输入端 (u_{I2}) 为低电平 ($< V_{CC}/3$) 时，定时器输出高电平，因此也将该端称为低触发端 (TL)。

如果在电压控制端 (5 脚) 施加一个外加电压 (其值在 $0 \sim V_{CC}$ 之间)，那么比较器的参考电压将发生变化，电路相应的阈值、触发电平也将随之变化，并进而影响电路的工作状态。



另外, R_D 为复位输入端, 当 R_D 为低电平时, 不管其他输入端的状态如何, 输出 u_o 为低电平, 即 R_D 的控制级别最高。正常工作时, 一般应将其接高电平。其功能见表 1-1。

表 1-1 555 定时器的功能

阈值输入端 u_{i1}	触发输入端 u_{i2}	复位 R_D	输出 u_o	放电管 VT
x	x	0	0	导通
$< \frac{2}{3}V_{CC}$	$< \frac{1}{3}V_{CC}$	1	1	截止
$> \frac{2}{3}V_{CC}$	$> \frac{1}{3}V_{CC}$	1	0	导通
$< \frac{2}{3}V_{CC}$	$> \frac{1}{3}V_{CC}$	1	不变	不变

1.1.2.3 典型应用举例

1. 用 555 定时器组成施密特触发器 将 5G555 定时器的高触发输入端 TH 和低触发输入端 TL 连在一起, 作为触发器信号 u_i 的输入端, 并从输出端输出 u_o , 便构成了一个反相输出的施密特触发器, 如图 1-5 所示。

施密特触发器的回差电压为

$$\Delta U_T = U_{T+} - U_{T-} = V_{CC}/3$$

2. 用 555 定时器组成单稳态触发器

将 555 定时器的 TL 作为触发信号 u_i 的输入端, 放电管 VT 的集电极通过电阻 R 接 E_C , 组成了一个反相器, 其集电极通过电容 C 接地, 便组成了图 1-6a 所示的单稳态触发器。 R 和 C 为定时元件。

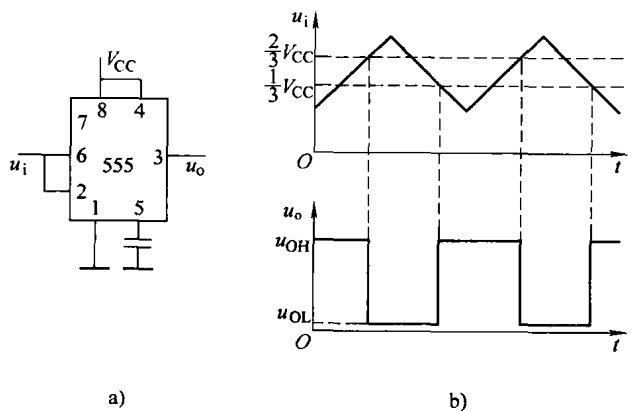


图 1-5 用 555 定时器组成的施密特触发器
a) 电路 b) 波形

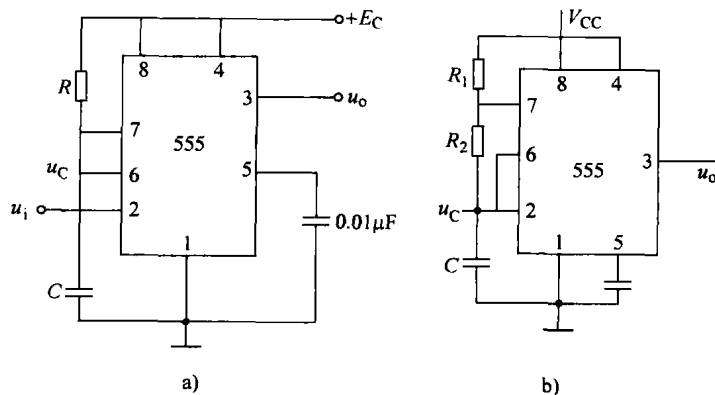


图 1-6 用 555 定时器组成的单稳态触发器和多谐振荡器电路
a) 单稳态触发器 b) 多谐振荡器

3. 用 555 定时器组成多谐振荡器 将放电管 VT 集电极经电阻 R_1 接到 V_{CC} 上, 便组成



了一个反相器。其放电端对地接 R_2 、 C 组成的积分电路，积分电容再接 TH 和 TL 端便组成了如图 1-6b 所示的多谐振荡器。 R_1 、 R_2 和 C 为定时元件。多谐振荡器参数如下：

$$\text{振荡周期 } T: T = tw_1 + tw_2 \approx 0.7(R_1 + 2R_2)C$$

$$\text{振荡频率 } f: f = 1/T = 1/0.7(R_1 + 2R_2)C$$

$$\text{占空比 } q: q = tw_1 / (tw_1 + tw_2) = R_1 + R_2 / R_1 + 2R_2$$

1.1.3 触发器电路

触发器是具有记忆功能的单元电路，由门电路构成，专门用来接收、存储以及输出 0、1 代码，能够存储 1 位二值信号的单元电路统称为触发器。

触发器按功能可分为 RS、JK、D、T 和 T' 型触发器；按结构可分为基本、同步、主从、维持阻塞和边沿型触发器；按触发方式可分为上升沿、下降沿触发器和高电平、低电平触发器。

1.1.3.1 基本 RS 触发器

基本 RS 触发器的逻辑符号如图 1-7a 所示。其中，加在输入端的小圆圈表示低电平或负脉冲有效，即仅当低电平或负脉冲作用于输入端时，触发器的状态才能发生变化——低电平或负脉冲触发。集成基本 RS 触发器有 74LS279 及 CC4044 等。

其特征方程式为

$$\begin{cases} Q^{n+1} = \overline{(\overline{S})} + \overline{R}Q^n = S + \overline{R}Q^n \\ \overline{R} + \overline{S} = 1 \quad (\text{约束条件}) \end{cases}$$

基本 RS 触发器，因为没有时钟信号，则当输入置 0 或置 1 信号出现时刻，输出状态随之变化。由于没有一个统一的节拍控制，所以这种控制方式在数字系统中是很不方便的，在实际应用中，更多的应用场合要求触发器按一定的节拍动作。另外，基本 RS 触发器的抗干扰能力差。

1.1.3.2 同步 RS 触发器

同步 RS 触发器是在基本 RS 触发器的基础上增加了两个由时钟脉冲 CP 控制的门。同步 RS 触发器的特性方程与基本 RS 触发器相同，如图 1-7b 所示。

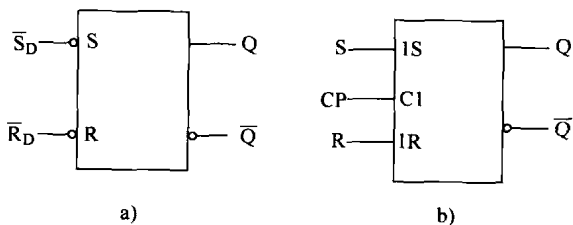


图 1-7 RS 触发器的逻辑符号
a) 基本 RS 触发器 b) 同步 RS 触发器

1.1.3.3 同步 JK 触发器

同步 JK 触发器的特征方程式为

$$Q^{n+1} = JQ^n + \overline{K}Q^n \quad (\text{CP} = 1 \text{ 时有效})$$

其逻辑符号如图 1-8a 所示。

1.1.3.4 同步 D 触发器

为了避免同步 RS 触发器同时出现 R 和 S 都为 1 的情况，可在 R 和 S 之间接入非门，构成单输入端的触发器，称为 D 触发器。其逻辑符号如图 1-8b 所示。D 触发器的特性方程为

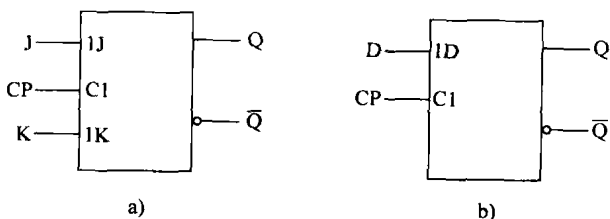


图 1-8 同步 JK 触发器及 D 触发器的逻辑符号
a) 同步 JK 触发器 b) D 触发器



$$Q^{n+1} = D \quad (\text{CP} = 1 \text{ 时有效, 无约束条件})$$

1.1.3.5 边沿 JK 触发器

在 CP 为高电平 1 期间, 如果同步触发器的输入信号发生多次变化时, 其输出状态也会相应发生多次变化, 这种现象称为触发器的空翻。同步触发器由于存在空翻现象, 它只能用于数据锁存, 而不能用于计数器、移位寄存器和存储器等。为了克服这种空翻现象, 实现触发器状态的可靠翻转, 通过进一步改进触发器电路, 产生了多种结构的触发器。其中, 应用较多的有主从触发器和边沿触发器。

边沿触发器只在时钟脉冲 CP 上升沿或下降沿时刻接收输入信号, 电路状态才发生翻转, 从而提高了触发器工作的可靠性和抗干扰能力, 它没有空翻现象。边沿触发器主要有边沿 JK 触发器、维持阻塞 D 触发器等。

边沿 JK 触发器的逻辑符号如图 1-9 所示。J、K 为输入端。逻辑符号中“>”表示边沿触发器输入。边沿 JK 触发器是利用时钟脉冲 CP 的下降沿进行触发的, 它的逻辑功能和同步 JK 触发器的功能相同, 因此, 它们的特性方程也相同。但是, 在边沿 JK 触发器中, 特性方程只有在 CP 下降沿到来时才有效, 即

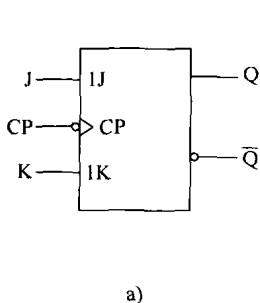
$$Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n \quad (\text{CP} \downarrow \text{ 下降沿到来时有效})$$

在实际应用中经常用到具有直接置 0 端和置 1 端的边沿 JK 触发器。图 1-9b 所示为下降沿触发的边沿 JK 触发器逻辑符号, 图中 \bar{R} 和 \bar{S} 分别为直接置 0 端和直接置 1 端。

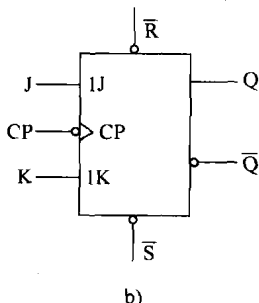
1.1.3.6 维持阻塞 D 触发器

维持阻塞 D 触发器的逻辑符号如图 1-10 所示。特性方程为

$$Q^{n+1} = D(\text{CP} \uparrow \text{ 上升沿到来时有效})$$



a)



b)

图 1-9 边沿 JK 触发器的逻辑符号

a) 边沿 JK 触发器 b) 带置 0 和置 1 端的 JK 触发器

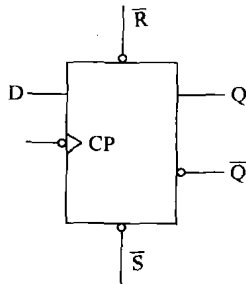


图 1-10 维持阻塞 D 触发器的逻辑符号

1.1.4 计数器电路

计数器电路是一种随时钟输入 CP 的变化, 其输出按一定的顺序变化的时序电路。根据其变化的特点不同, 可将计数器电路按以下几种方法进行分类:

1) 按照时钟脉冲信号的特点分类, 可分为同步计数器和异步计数器两大类。其中, 同步计数器中构成计数器的所有触发器都在同一个时刻进行翻转, 一般来讲其时钟输入端全部连接在一起; 而异步计数器, 即构成计数器的触发器的时钟输入 CP 没有连接在一起, 其各



触发器不在同一时刻变化。一般来讲，同步计数器较异步计数器具有更高的计数速度。

2) 按照计数的数码变化升降分类，可分为加法计数器和减法计数器，也有一些计数器既可实现加法计数又可实现减法计数，这类计数器又称为可逆计数器。

3) 按照输出的编码形式分类，可分为二进制计数器、二一十进制计数器、循环码计数器等。

4) 按计数的模数（或容量）分类，可分为十进制计数器、十六进制计数、六十进制计数器等。

计数器不仅用于计数，还可以用于分频、定时等场合，是时序电路中使用最广的一种。

二进制计数器是计数器中应用最多的计数器，其模数为 2^n （其中 n 为构成计数器的触发器的个数），由于其充分利用了计数器的资源，故在计数器件中占的比例最高。例如：74LS161及74LS163等计数器芯片。另外，比较常用的计数器芯片还有二一五十一进制异步计数器，如：74LS290。

1.1.4.1 同步二进制计数器

图1-11所示为同步二进制计数器CT74LS161的引脚。图中 \overline{CR} 为异步置0控制端， \overline{LD} 为同步置数控制端， CT_P 和 CT_T 为计数控制端， $D_0 \sim D_3$ 为并行数据输入端， $Q_0 \sim Q_3$ 为输出端， CO 为进位输出端。

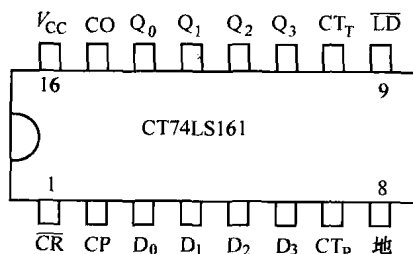


图1-11 同步二进制计数器CT74LS161的引脚

CT74LS161的功能见表1-2。

表1-2 CT74LS161的功能

输 入									输 出					说 明
\overline{CR}	\overline{LD}	CT_P	CT_T	CP	D_3	D_2	D_1	D_0	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	CO	
0	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0	0	异步置0 $CO = CT_T Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$ $CO = Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$
1	0	x	x	↑	d_3	d_2	d_1	d_0	d_3	d_2	d_1	d_0		
1	1	1	1	↑	x	x	x	x	计 数					
1	1	0	x	x	x	x	x	x	保 持					
1	1	x	0	x	x	x	x	x	保 持				0	

集成同步十进制加法计数器CT74LS160的主要功能与CT74LS161基本相同，只是实现十进制计数。

1.1.4.2 异步二进制加法计数器

图1-12所示为由JK触发器组成的4位异步二进制加法计数器的逻辑电路。图中JK触发器都接成T触发器，用计数脉冲CP的下降沿触发。

计数前先清零，在计数器的置0端 $\overline{R_D}$ 上加负脉冲，使各触发器的状态 $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 0000$ 。在计数过程中， $\overline{R_D}$ 为高电平。该触发器的电路结构特点是前一级的输出 Q 作为后

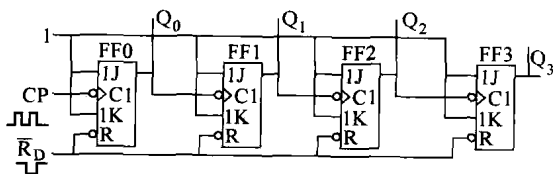


图1-12 4位异步二进制加法计数器的逻辑电路

