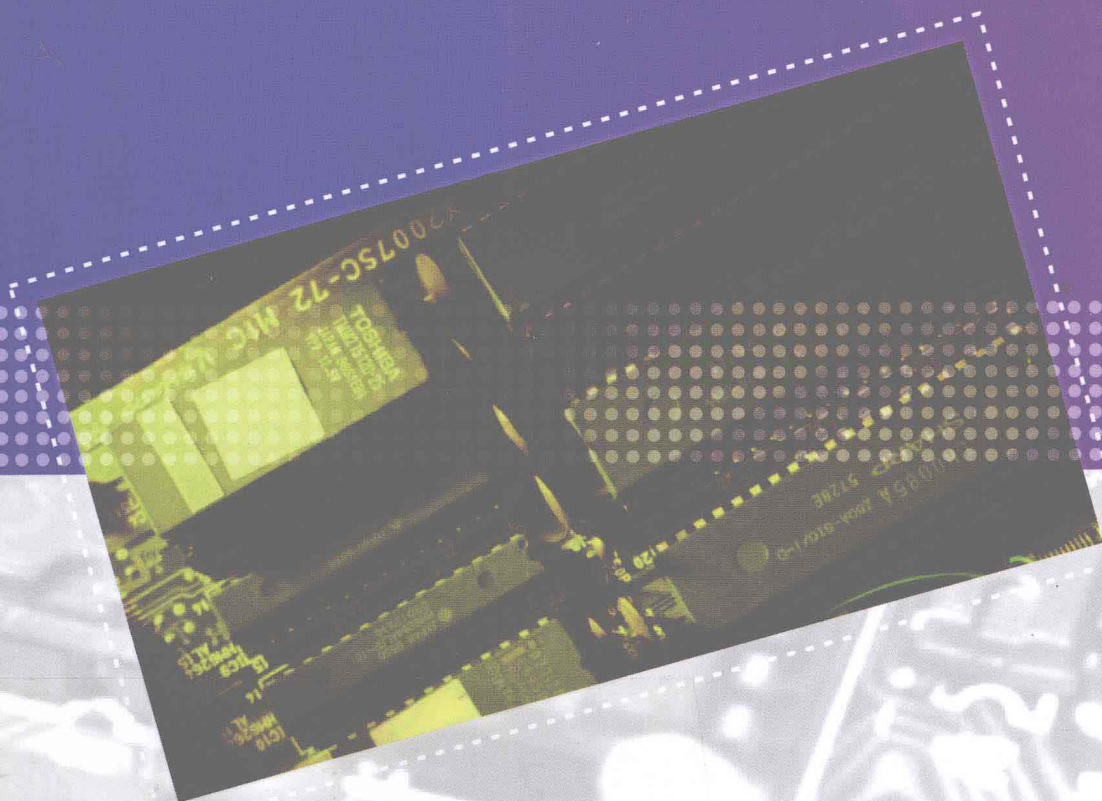


TWH8751/8778

功率开关集成电路

原理与应用

○ 陈有卿 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TWH8751/8778

功率开关集成电路 原理与应用

○ 陈有卿 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书是关于 TWH8751/8778 功率开关集成电路原理与应用的技术专著, 全书共分 10 章, 第 1 章介绍了 TWH8751/8778 功率开关集成电路原理与工作模式, 第 2~10 章则分别介绍了 TWH8751/8778 功率开关集成电路在报警电路、照明电路、自动控制、家用电器、电源电路、车辆电器、医疗卫生电器、玩具与休闲电路、其他电路中的应用实例共 180 例。这些应用电路结构合理、设计新颖、实用性强。

本书可供电子电路设计、开发和应用人员及广大电子爱好者阅读, 也可供大中专院校及职业高中相关专业师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

TWH8751/8778 功率开关集成电路原理与应用/陈有卿编著.
北京: 中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-7818-3

I. T… II. 陈… III. 开关电源—集成电路 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 135014 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 383 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言



TWH8751/8778 包含 TWH8751、TWH8752 和 TWH8778 三款高速大功率开关集成电路，它们都是 20 世纪 80 年代末出现的一种继 555 时基集成电路又一次被人们称为一种新颖的万能集成电路，它们的通用性极强，可设计开发出适合各种领域的应用电路，且外围电路简单、开关频率高、器件驱动功率大（TWH8751、TWH8752 和 TWH8778 高速大功率开关集成电路可分别直接驱动电流为 1A、2A、4A 的负载工作），而且器件价格低廉，取材容易。因此目前它被广泛用于报警器、灯具、自动控制、家用电器等各种领域，和 555 时基电路一样，经久不衰。

全书共分 10 章，第 1 章介绍了 TWH8751/8778 功率开关集成电路原理与工作模式，第 2~10 章则分别介绍 TWH8751/8778 功率开关集成电路在报警电路、照明电路、自动控制、家用电器、电源电路、车辆电器、医疗卫生电器、玩具与休闲电路、其他电路中的应用实例共 180 例。这些应用实例电路结构合理、设计新颖、针对性和实用性强，具有普遍性、示范性与经典性。

书中介绍的实例电路主要来源于编著者多年的设计与制作实践，其中不少电路还进行了改进与重新设计，也有部分电路是汇编和参考了国内外有关电子报刊的资料，在此编著者向资料的原作者及有关厂商表示衷心的感谢。在汇编和参考过程中，笔者发现少部分资料原电路有误，这次在收入书中时，笔者都一一作了更正，有的还作了实验验证。但由于编著者学识水平有限，加上编写时间较紧，书中不妥或疏漏错误之处在所难免，敬请有关专家和广大读者批评指正。

本书适合广大电子爱好者与研究院所、企业电子电路设计、开发和应用人员阅读，也可供大中专、职业高中电子类及相关专业的师生阅读参考或作辅助教材使用，也可作为开展电子竞赛等第二课堂的指导教材。

参加本书编写、资料整理、实验验证及图稿绘制等工作的人员有：陈有卿、叶桂娟、陈有春、陈晓帆、晓波、刘艳、许红兵、陈宏兵、刘霞和杨云兰等同志。本书在编写过程中曾得到不少同志的热心支持，长沙大学机电工程系元增民教授仔细审阅了全稿，并提出宝贵意见。在此，谨向关心本书出版的所有同志表示深切的谢意。

编著者

目 录



前言

第 1 章 TWH8751/8778 功率开关集成电路原理与工作模式	1
1.1 TWH8751 功率开关集成电路结构与原理	1
1.2 TWH8751 功率开关集成电路工作模式	3
1.3 TWH8778 功率开关集成电路结构与原理	6
1.4 TWH8778 功率开关集成电路工作模式	7
第 2 章 TWH8751/8778 功率开关集成电路在报警电路中的应用	10
2.1 断线式防盗报警器 (1)	10
2.2 断线式防盗报警器 (2)	11
2.3 断线式防盗报警器 (3)	11
2.4 断线式防盗报警器 (4)	12
2.5 断线式防盗报警器 (5)	14
2.6 断线式防盗报警器 (6)	15
2.7 多路断线式防盗报警器 (1)	16
2.8 多路断线式防盗报警器 (2)	17
2.9 触摸式防盗报警器 (1)	18
2.10 触摸式防盗报警器 (2)	19
2.11 触摸式防盗报警器 (3)	21
2.12 触摸式防盗报警器 (4)	22
2.13 触摸式防盗报警器 (5)	23
2.14 触摸式防盗报警器 (6)	25
2.15 触摸式防盗报警器 (7)	26
2.16 智能型触摸式防盗报警器 (1)	27
2.17 智能型触摸式防盗报警器 (2)	29
2.18 磁控式防盗报警器	30
2.19 震动式防盗报警器 (1)	32
2.20 震动式防盗报警器 (2)	33
2.21 震动式防盗报警器 (3)	35
2.22 震动式防盗报警器 (4)	36
2.23 震动式防盗报警器 (5)	37
2.24 震动式防盗报警器 (6)	39
2.25 电缆防盗割报警器 (1)	41
2.26 电缆防盗割报警器 (2)	42
2.27 电缆防盗割报警器 (3)	43

2.28	电力线防盗割报警器	44
2.29	压控式防盗报警器 (1)	46
2.30	压控式防盗报警器 (2)	47
2.31	光控式防盗报警器 (1)	48
2.32	光控式防盗报警器 (2)	49
2.33	红外对射式防盗报警器 (1)	51
2.34	红外对射式防盗报警器 (2)	53
2.35	红外反射式报警器 (1)	55
2.36	红外反射式报警器 (2)	57
2.37	红外反射式报警器 (3)	59
2.38	热释电红外接近式报警器 (1)	62
2.39	热释电红外接近式报警器 (2)	64
2.40	火灾烟雾报警器	66
2.41	简易温升报警器	68
2.42	实用上、下限温度报警器	69
2.43	双向水位报警器	71
2.44	土壤缺水干燥报警器	72
2.45	实用温度、湿度超限报警器	73
第3章	TWH8751/8778 功率开关集成电路在照明电路中的应用	75
3.1	光控自动路灯 (1)	75
3.2	光控自动路灯 (2)	76
3.3	光控自动路灯 (3)	77
3.4	光控自动路灯 (4)	78
3.5	光控自动闪烁灯 (1)	79
3.6	光控自动闪烁灯 (2)	80
3.7	光控自动闪烁灯 (3)	82
3.8	光控自动闪烁灯 (4)	83
3.9	光控自动闪烁灯 (5)	84
3.10	光控自动闪烁灯 (6)	85
3.11	按键式延迟照明灯 (1)	86
3.12	按键式延迟照明灯 (2)	87
3.13	按键式延迟照明灯 (3)	88
3.14	按键式延迟照明灯 (4)	89
3.15	按键式延迟照明灯 (5)	90
3.16	触摸式延迟照明灯	91
3.17	光控式延迟照明灯	92
3.18	光控感应照明灯	93
3.19	光控打电话方便灯	94
3.20	书柜门控自动照明小灯	95

3.21	微波雷达探测自动照明灯	96
3.22	热释电红外感应自动灯 (1)	98
3.23	热释电红外感应自动灯 (2)	99
3.24	线控式音乐彩灯	101
3.25	声控式音乐彩灯	102
3.26	十路大功率循环彩灯控制器	104
3.27	停电应急照明灯 (1)	105
3.28	停电应急照明灯 (2)	106
3.29	停电应急照明灯 (3)	107
第 4 章	TWH8751/8778 功率开关集成电路在自动控制中的应用	109
4.1	水池水位自动控制器	109
4.2	水塔水位自动控制器	110
4.3	便池自动冲洗控制器	111
4.4	温度自动控制器 (1)	112
4.5	温度自动控制器 (2)	113
4.6	温度自动控制器 (3)	114
4.7	上、下限温度自动控制器 (1)	115
4.8	上、下限温度自动控制器 (2)	116
4.9	庭院草地浇水控制器	117
4.10	人体感应自动控制器	118
4.11	多普勒效应自动电子控制器	119
4.12	电子定时控制器	121
4.13	小巧的电子定时控制器	122
4.14	双电子表定时控制器	123
4.15	长时间定时控制器	125
第 5 章	TWH8751/8778 功率开关集成电路在家用电器中的应用	127
5.1	电冰箱风冷节电控制器	127
5.2	电冰箱断电复电保护器	128
5.3	电冰箱全自动保护器 (1)	129
5.4	电冰箱全自动保护器 (2)	131
5.5	机外型电冰箱温度控制器	132
5.6	电扇风叶触摸自停保护器	133
5.7	电风扇模拟自然风控制器	134
5.8	遥控彩电全关机节电控制器	136
5.9	录音机声控录音装置	137
5.10	录音机轧带自停装置	138
5.11	录音机无信号自停装置	139
5.12	功放音箱扬声器保护器 (1)	140
5.13	功放音箱扬声器保护器 (2)	141

5.14	电话自动录音装置	143
5.15	通用型家用电器光控关机器	144
5.16	通用型家用电器光线遥控器	145
5.17	通用型家用电器双键触摸开关 (1)	146
5.18	通用型家用电器双键触摸开关 (2)	148
5.19	通用型家用电器单键触摸开关	149
第 6 章	TWH8751/8778 功率开关集成电路在电源电路中的应用	151
6.1	双键轻触自锁电源开关 (1)	151
6.2	双键轻触自锁电源开关 (2)	152
6.3	单键轻触自锁电源开关	153
6.4	过电压保护电源	154
6.5	限电节电控制器	155
6.6	野外变压器空载自动切断装置	157
6.7	自动调压电源	158
6.8	高精度 5V 开关稳压电源	160
6.9	大功率可调开关稳压电源	161
6.10	简易镍镉电池充电器	162
6.11	镍镉电池自动充电器	163
6.12	镍镉电池恒流-恒压充电器	164
6.13	可选电池节数的镍镉电池自动充电器	165
6.14	单片机不间断电源	166
第 7 章	TWH8751/8778 功率开关集成电路在车辆电器中的应用	168
7.1	无触点汽车雨刷控制器	168
7.2	无触点汽车转向闪光控制器 (1)	169
7.3	无触点汽车转向闪光控制器 (2)	170
7.4	汽车怠速空调继电器	172
7.5	公共汽车门灯自动控制器	173
7.6	汽车制动气压欠电压熄火装置	174
7.7	汽车前灯自动变光器 (1)	175
7.8	汽车前灯自动变光器 (2)	176
7.9	弯道会车自动红绿灯	177
7.10	汽车前灯忘关提醒器	178
7.11	汽车发动机高温熄火保护器	179
7.12	汽车发动机无触点电压调节器	180
7.13	汽车酒敏报警控制器	182
7.14	汽车倾斜度报警器	183
7.15	汽车假故障防盗器	185
7.16	摩托车刹车灯延时熄灭器	186
7.17	自行车防盗报警器	186

第 8 章 TWH8751/8778 功率开关集成电路在医疗卫生电器中的应用	189
8.1 负氧离子发生器	189
8.2 空气自动清新器	190
8.3 烟雾自动排风控制器	191
8.4 反射式红外感应自动水龙头 (1)	193
8.5 反射式红外感应自动水龙头 (2)	194
8.6 对射式红外感应自动水龙头 (1)	195
8.7 对射式红外感应自动水龙头 (2)	196
8.8 脚踏式卫生水龙头	198
8.9 卫生安全的脚踏式水龙头	199
8.10 自动卫生干手器	200
8.11 电冰箱电子除臭器	201
8.12 食品储藏保鲜消毒箱	202
8.13 卫生间自动排风控制器	204
8.14 病人呼吸监视仪	205
8.15 简易电针理疗仪	207
8.16 双功能按摩电疗仪	208
第 9 章 TWH8751/8778 功率开关集成电路在玩具与休闲电路中的应用	211
9.1 光控玩具小车	211
9.2 倒顺音响玩具小汽车	211
9.3 玩具碰碰车	213
9.4 汽枪打靶游艺机	215
9.5 光电枪打靶电子玩具	216
9.6 声光电子鞭炮	217
9.7 声控电子闪光玩具	219
9.8 电子生日蜡烛	220
9.9 小小投掷游戏器	222
9.10 变色夜明珠	223
9.11 盆花闪光指示器	224
第 10 章 TWH8751/8778 功率开关集成电路在其他电路中的应用	226
10.1 实用逻辑笔	226
10.2 带信号源的便携式检修源	227
10.3 电压可调绝缘电阻表	228
10.4 冰箱照明灯故障检测仪	230
10.5 水泵电动机节能与保护器	231
10.6 小型直流电动机调速器	232
10.7 有热保护功能的直流电动机调速器	233
10.8 延迟式音响发生器	234
10.9 密码锁电器控制器 (1)	235

10.10	密码锁电器控制器 (2)	236
10.11	新颖密码电子锁	237
10.12	台式自动点烟器	239
10.13	会鸣报的自动窗帘	240
10.14	无线电码练习器	242
参考文献		244

第1章 TWH8751/8778功率开关集成电路原理与工作模式

1.1 TWH8751 功率开关集成电路结构与原理

TWH8751 是 20 世纪 80~90 年代发展起来的一种专为逻辑电路输出作接口而设计的高速直流功率开关集成电路,该器件具有输出功率大、工作可靠、开关频率高、寿命长、无噪声及取材容易、价格低廉等优点,器件可由 TTL、CMOS 等数字集成电路直接驱动,目前可广泛用于各种光控、温控、磁控、声控等自动装置;可用于计算机终端接口电路、数据处理系统的终端装置;可用于一些对耐潮、耐腐蚀、防爆等有特殊要求的高速电子开关;用于家用电器中控制;也可利用器件自激反馈做成大功率音频振荡器,用于各种报警器、闪光灯、高压发生器等,是通用性强适宜在各种控制系统中作高速大电流开关用。

TWH8751 采用 TO-220 封装,自带小散热片,有 5 个引出脚,其外形与管脚排列如图 1-1 所示。各引出脚分别为:1 脚为输入端 IN;2 脚为选通端 ST;3 脚为地端 GND;4 脚是输出端 OUT;5 脚为前置电源正端 V_{DD} 。器件内电路功能框图如图 1-2,内电路主要由前置输入级、前置缓冲放大器和末级达林顿功率输出管等组成,并设有反馈网络和减流型输出保护电路及稳压电路等。

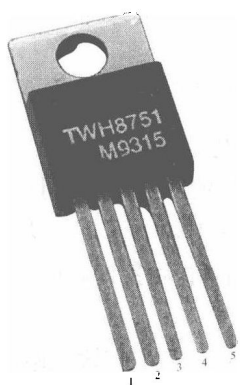


图 1-1 TWH8751 集成电路

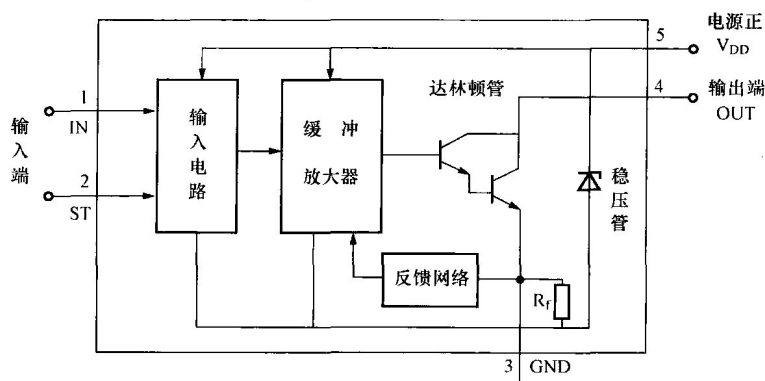


图 1-2 内电路功能框图

TWH8751 功率开关集成电路主要特点是:

- ①噪声低、抗干扰性能好,有滞回特性;
- ②有过电压、过电流等自我保护,器件不易损坏;
- ③内置 6.8V 稳压管,可省去外置稳压源;
- ④开关频率高,最高可达 1.6MHz;
- ⑤开关特性好,边缘陡峭,边缘延迟为微秒数量级;
- ⑥控制功率大,内置达林顿功率管反向击穿电压高达 100V,输出端为集电极开路输出,

最大灌电流可达 2~3A；

⑦外围电路简单，安装使用方便。

TWH8751 主要电参数见表 1-1 所示。

表 1-1 TWH8751 功率开关集成电路主要电参数

参 数 名 称	符号	测 试 条 件	规 范 值			单 位
			最小值	典型值	最大值	
内置基准电压	V_{REF}	$I_s=10\text{mA}$		6.8		V
输出级饱和压降	V_{OL}	$V_{IN}=V_{REF}$ 、 $V_{ST}=0$ 、 $I_O=2\text{A}$		1.6		V
输出级漏石流	I_{OH}	$V_{IN}=0$ 、 $V_{ST}=V_{REF}$ 、 $V_O=60\text{V}$			100	μA
输出级灌电流	I_O			2	3	A
输入 (IN) 端开启电平	V_{INH}	$V_O=12\text{V}$ 、 $I_O=2\text{A}$ 、 $V_{ST}=0$		1.5		V
选通 (ST) 端开启电平	V_{STL}	$V_O=12\text{V}$ 、 $I_O=2\text{A}$ 、 $V_{IN}=V_{REF}$		1.5		V
输出端允许最高电压	V_{OH}		80	100	110	V
前级电源电压	V_{DD}	需加接限流电阻 R_s	V_{REF}	12	24	V
IN→OUT 延迟时间	t_{IN}	$I_O=250\text{mA}$ 、 $V_{ST}=0$		0.3；1.5		μs
ST→OUT 延迟时间	t_{ST}	$I_O=250\text{mA}$ 、 $V_{IN}=V_{REF}$		1.5；0.5		μs
允许功耗	P_{CM}				50	W
静态电流	I_s	IN 端悬空	4	10		mA

TWH8751 功率开关集成电路的工作原理如图 1-3 所示，图中 R_s ($\text{k}\Omega$) 为 TWH8751 前置即输入电路和缓冲放大器的限流电阻，取值应根据电源电压的大小而定，一般可用公式求得，

$$R_s = (\text{电源电压} - V_{REF}) / I_s \\ = (\text{电源电压} - 6.8) / 10$$

通常在数百欧姆至数千欧姆之间，但事实上当电源电压在 12V 及 12V 以下时，也可省略 R_s ，对器件无多大影响。C 为退耦电容器。

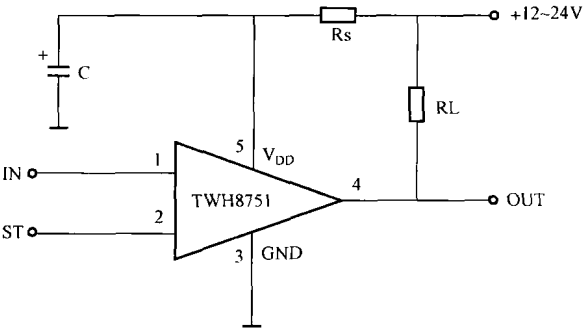


图 1-3 TWH8751 工作原理

TWH8751 简要功能是：当 2 脚选通端 ST 接高电平 H ($\geq 1.6\text{V}$) 时，第 1 脚输入端 IN 对输出端 4 脚 OUT 无控制作用，即芯片内部末级达林顿管截止，4 脚被悬空，电路无输出，负载 R_L 失电，此时 4 脚 OUT 为高电平 H。只有第 2 脚 ST 为低电平 L ($\leq 1.2\text{V}$) 时，加在 1 脚 IN 上的信号才能有效地控制 4 脚输出端 OUT 的电平：即 1 脚 IN 为高电平 H ($\geq 1.6\text{V}$) 时，芯片内部末级达林顿管导通，负载 R_L 通电工作，4 脚 OUT 为低电平 L；如果 1 脚 IN 为低电平 L ($\leq 1.2\text{V}$) 时，芯片内达林顿管截止， R_L 失电，4 脚 OUT 为高电平 H，即 IN 与 OUT 电平关系互为反相。在实际使用时，也可以用选通端 ST 作为控制信号输入，此时应将 IN 置于高电平 H，这时 ST 的高、低电平对输出端 OUT 的控制效果与前面所述的输入端 IN 的高、低控制电平正好相反，即 ST 与 OUT 电平关系为同相。IN、ST 及 OUT 端的电平关系见表 1-2 所示，此表很重要，请读者在理解的基础上加以熟记。为便于陈述，

通常将 TWH8751 内部末级大功率达林顿管截止时，称功率开关关断；当达林顿管导通时，称功率开关开通。

表 1-2 输入端 IN、选通端 ST 及输出端 OUT 间电平关系

第 2 脚 ST 端电平	第 1 脚 IN 端电平	第 4 脚 OUT 端电平
H	任意电平	H，内部达林顿管截止，功率开关关断，负载 RL 失电
L	L	H，内部达林顿管截止，功率开关关断，负载 RL 失电
L	H	L，内部达林顿管导通，功率开关开通，负载 RL 得电

注 1. IN、ST 端的高电平 H 指电平 $\geq 1.6\text{V}$ ，低电平 L 指电平 $\leq 1.2\text{V}$ 。

2. OUT 端的高电平 H 指内部达林顿管截止；低电平 L 指内部达林顿管导通。

TWH8751 推荐工作电压为 $12\sim 24\text{V}$ ，实际上只要有 7V ，甚至低至 6V 就能正常工作。TWH8751 芯片内部末级达林顿管可与前级电路共用一组电源，也可根据需要，单独连接高压电源，如 4 脚 OUT 可通过负载 RL 接 $80\sim 100\text{V}$ 的高压，如图 1-4 所示。

TWH8751 的输入端 IN 和选通端 ST 所需输入控制电流很小，仅 $100\sim 200\mu\text{A}$ ，而输出端 OUT 允许通过的最大电流为 2A （当加装面积足够的铝制散热器，短时间可达 3A ），因此用 TWH8751

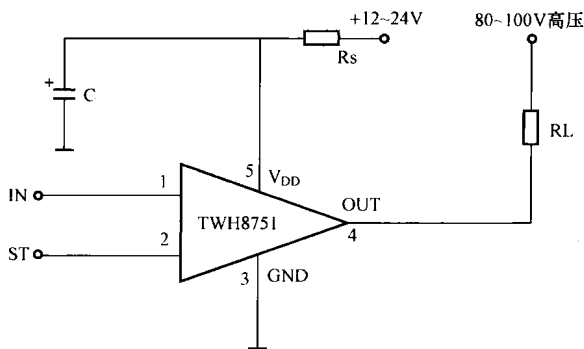


图 1-4 TWH8751 接 $80\sim 100\text{V}$ 高压

可以达到以微电流控制高压大电流的目的，同时输入 IN 和选通 ST 均能忍受高至 V_{DD} 的电压。

TWH8751 内部另设有减流型保护电路，当输出电流超过 3A 时，保护电路能自动调整使输出电流减至为 1A 左右，在断电或由选通端 ST 施加控制信号使输出截止后，集成开关电路将重新恢复 2A 的输出负载能力。在大电流使用时，可通过螺钉将 TWH8751 散热片紧固在另加的散热器（ $70\text{mm}\times 70\text{mm}\times 2\text{mm}$ ，铝板）上，并在紧固面涂上硅脂以利器件散热，可有效防止器件过热停止工作。

与 TWH8751 具有相同功能的还有 TWH8752 集成电路，TWH8752 外观与 TWH8751 完全一样，主要电参数也相近，只是 TWH8752 芯片内部末级达林顿管的驱动能力较大，正常工作可达 4A ，更适合大电流场合下使用，本书以后各章节介绍的 TWH8751 各种实用电路也都适用于 TWH8752，可以直接替换使用。对于采用 TWH8752 的电路，如果在功耗允许的前提下，也可改用 TWH8751。

1.2 TWH8751 功率开关集成电路工作模式

TWH8751 集成电路应用十分广泛，用它可以轻易组成各式性能稳定的高速电子开关、自动控制电路、高低频振荡器等，但无论其电路如何变化，其基本工作模式不外乎于输入端 IN 控制、选通端 ST 控制、IN 与 ST 双重控制及振荡器 4 种基本工作模式，现分别介绍如下。

一、输入端 IN 控制模式

输入端 IN 控制模式是指将 TWH8751 的选通端 ST 即第 2 脚置于低电平, 控制电平由第 1 脚 IN 输入, 其基本工作原理图如图 1-5 所示。

图中, R_s 为 TWH8751 芯片前置电路的限流电阻, 当电源电压 V_{DD} 不高时, 也可省去不用 (以后不再赘述)。现将 TWH8751 选通端 ST 直接接地置为低电平 L, 控制信号由第 1 脚即输入端 IN 输入, 由前面表 1-2 所知, 当控制信号电平 V_{IN} 为低电平 L 时, TWH8751 内部末级达林顿管截止, 功率开关关断, 负载 R_L 失电, V_O 为高电平 H; 当 V_{IN} 为高电平 H 时, TWH8751 内部末级达林顿管导通, 功率开关导通, 负载 R_L 得电, V_O 为低电平 L。 V_{IN} 与 V_O 波形正好反相, 即相位差为 180° 。

V_{IN} 为高电平时, 内部达林顿管导通, V_{IN} 的开启电平为 $1.6V$, 但实际上 V_{IN} 电平升至 $1.6V$ 时, 达林顿管导通需要有一小段时间延迟, 但很小仅 $0.3\mu s$; 当 V_{IN} 电平下跌至 $1.6V$ 时, 由于 TWH8751 具有滞回特性, 内部达林顿管并不截止, 而要跌至 $1.2V$ 时, 达林顿管才开始截止, 但同样有一小段时间延迟, 也很小, 仅 $1.5\mu s$ 。所以 TWH8751 开关特性良好, 波形边缘陡峭, 其输入-输出波形示意如图 1-6 所示。

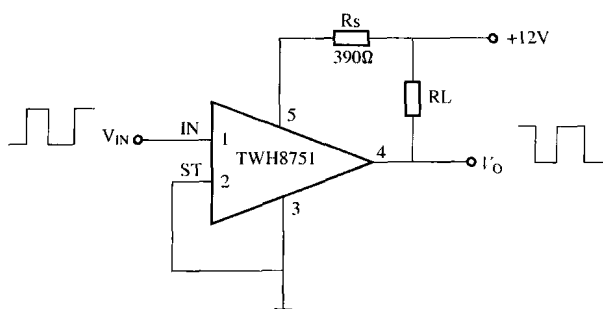


图 1-5 输入端 IN 控制模式

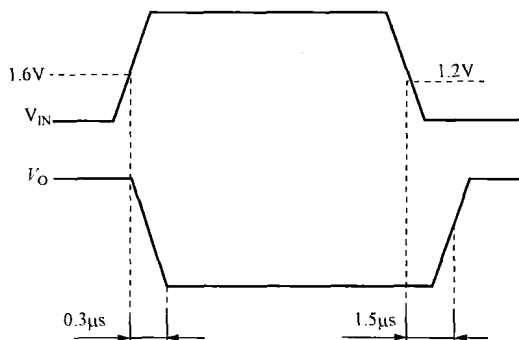


图 1-6 输入端 IN 控制模式输入-输出波形图

二、选通端 ST 控制模式

选通端 ST 控制模式是将 TWH8751 的输入端 IN 即第 1 脚接电源正端置于高电平, 控制电平由第 2 脚 ST 输入, 其基本工作原理如图 1-7 所示。

由前面表 1-2 所知, 当控制信号电平 V_{ST} 为低电平 L 时, TWH8751 内部末级达林顿管导通, 功率开关导通, 负载 R_L 得电, V_O 为低电平 L; 当 V_{ST} 为高电平 H 时, TWH8751 内部末级达林顿管截止, 功率开关关断, 负载 R_L 失电, V_O 为高电平 H。由图可见, V_{ST} 与 V_O 波形相同, 相位差为 0° 。

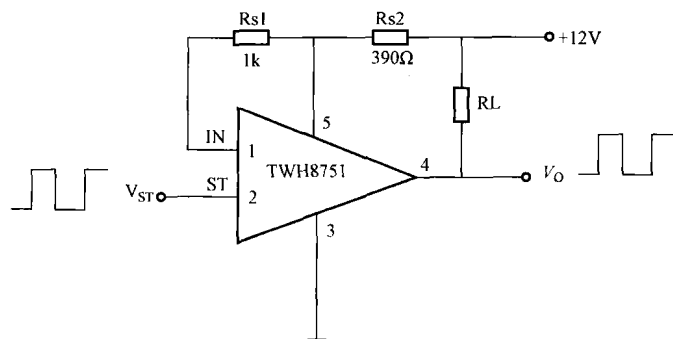


图 1-7 选通端 ST 控制模式

选通端 ST 控制模式的输入-输出波形示意图如图 1-8 所示, 在输出端 V_O 电平随输入 V_{ST} 电平变化时, 也同样存在一小段时间延迟, 但都很小仅 $1.5\mu s$ 与 $0.5\mu s$, 所以波形边缘陡峭, 开关

特性良好。同样 V_{ST} 控制电平上升和下降, 开启与关闭也存在 $1.6 - 1.2 = 0.4$ (V), 即 $0.3 \sim 0.4$ V 的滞回误差。

三、IN 与 ST 双重控制模式

IN 与 ST 双重控制模式是指将 TWH8751 的输入端 IN 与选通端 ST 同时作为控制信号的输入端, 即 IN 接受的控制电平为 V_{IN} , ST 接受的控制电平为 V_{ST} , 此时输出电平 V_O 将同时受 V_{IN} 与 V_{ST} 控制, 其基本电路如图 1-9 (a) 所示。 V_{IN} 、 V_{ST} 和 V_O 的波形关系如图 1-9 (b)。

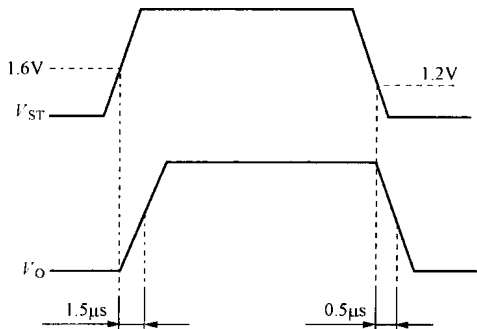


图 1-8 选通端 ST 控制模式输入-输出波形图

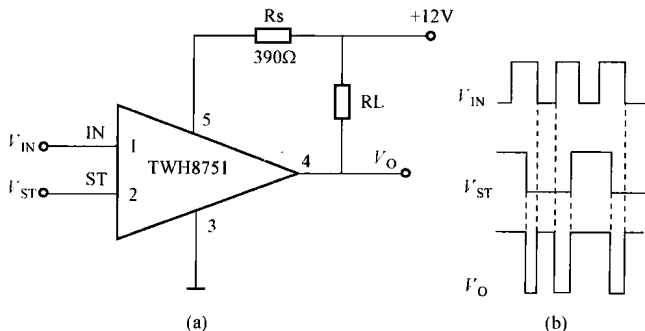


图 1-9 IN 与 ST 双重控制模式

(a) 电路; (b) 波形

根据前面表 1-2 所获得的知识及图 1-9 (b) 波形所示, 当输入控制电平 V_{ST} 为高电平 H 时, 不管 V_{IN} 如何变化, TWH8751 内部达林顿管始终截止, V_O 为高电平; 只有在 V_{ST} 为低电平 L 时, V_O 随 V_{IN} 的高低变化而变化, 当 V_{IN} 为高电平 H, 内部达林顿管导通, V_O 为低电平 L; 当 V_{IN} 为低电平 L, 内部达林顿管截止, V_O 为高电平 H。从图中可看出, V_{ST} 控制信号实现了对 V_{IN} 波形的调制, 也就完成了 V_{IN} 与 V_{ST} 共同对输出 V_O 的控制。

四、振荡器工作模式

振荡器工作模式实质上是上述 IN 与 ST 双重控制模式的具体应用, 其基本电路如图 1-10 所示。

图中, R_{OSC} 与 C_{OSC} 分别为振荡电阻与电容。R1 用来引进控制电平, 当 R1 左端接高电平时, 由于 ST 为高电平, 输出端 4 脚电平被固定在高电平, 由 R_{OSC} 与 C_{OSC} 构成的振荡器停振, 电路无振荡波形输出。只有 R1 左端所接控制电平为低电平 L 时, 或 ST 直接接地, 才能解除封锁, 振荡器起振, 4 脚才有振荡方波输出。现简单介绍此时的起振过程: 电路刚通电时, 由于电容 C_{OSC} 两端电压不能突变, IN 为低电平, TWH8751 内部达林顿管截止, 4 脚输出高电平, 正电源经负载 R_L 、电阻 R_{OSC} 向电容 C_{OSC} 充电, 使得 IN 端电平开始上升, 当升至开启电平 1.6V 时, 内部达林顿管导通, 4 脚跳变为低电平, C_{OSC} 所充电荷通过 R_{OSC} 向集成块 4

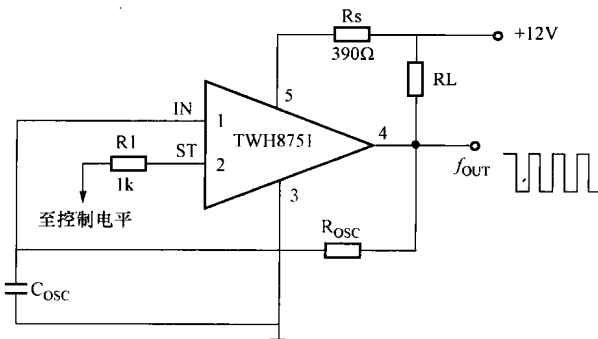


图 1-10 振荡器工作模式

脚再经内部达林顿管放电, 因而使 IN 电平下降, 当降至 1.2V 时, 达林顿管又截止, 正电源又经过 R_L 、 R_{OSC} 向 C_{OSC} 充电……周而复始形成振荡。

通常, 振荡电阻 R_{OSC} 远大于负载电阻 R_L , 同时忽略达林顿管的正向导通电阻, 所以电容 C_{OSC} 充放电时间常数相同, 均为 $R_{OSC} \cdot C_{OSC}$, 所以 4 脚输出的是近似方波脉冲, 振荡频率 f_{OSC} 主要由 $R_{OSC} \cdot C_{OSC}$ 决定。由于 TWH8751 频带较宽, 只要改变 R_{OSC} 与 C_{OSC} 数值, 可以从几十赫连续平滑过渡到兆赫以上。通过上面分析可知, 这是一个可控的方波脉冲振荡器, 通过 R1 所接控制电平的高低不但可以控制振荡的停止与起动, 如果在 R1 左端输入一个方波控制脉冲, 此脉冲还可以对振荡波形进行调幅度为 100% 的幅度调制, 即 ASK 幅度调制。由于 TWH8751 输出电流较大, 所以在负载 R_L 上可以获得强功率的振荡电流, 本电路常用于各种报警音源、高压发生器等电路。

1.3 TWH8778 功率开关集成电路结构与原理

TWH8778 是继 TWH8751 后推出的一种大功率高速开关集成电路, 它采用场效应管与双极晶体管混合工艺制作而成, 具有低功耗和高增益等优点。同时芯片内还设有过电压、过热、过电流等多种保护电路, 能忍受极为苛刻的工作环境和负载条件, 它通用性强, 可在各种自控系统中作高速大电流驱动开关使用。

TWH8778 集成电路的主要特点是:

- ①适用电压范围宽, 输入电压能在 3~30V 内正常工作;
- ②输出电流大, 24V 电压时, 典型值为 1A;
- ③电源输入端设有完善的自动过电压保护电路;
- ④有输出限流电路, 能将输出负载电流自动限制在 1A 左右;
- ⑤开关压降较小, 1A 时约为 0.5V;
- ⑥电路控制端 EN 可直接与 TTL、CMOS 等数字电路相连接;
- ⑦具有自动恢复的热保护功能;
- ⑧静态功耗小, 负载切换时仅 50 μ A;
- ⑨有效工作频率为 15kHz;
- ⑩外围电路简单, 使用方便。

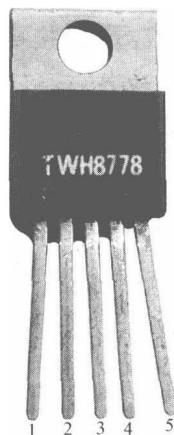


图 1-11 TWH8778 集成电路

TWH8778 采用 TO-220 封装, 自带小散热片, 有 5 个引出脚, 各引出脚功能为: 1 脚为输入端 IN; 2 与 3 脚在芯片内部是并联的, 为输出端 OUT; 4 脚为接地端 GND; 5 脚为控制端 EN。其外形与管引脚排列如图 1-11 所示, 图 1-12 是 TWH8778 通常电路绘制方法。

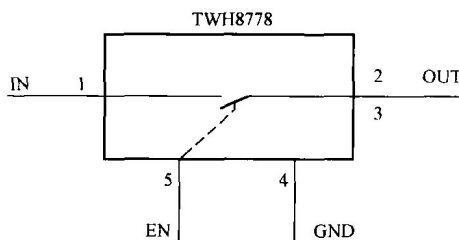


图 1-12 TWH8778 电路图

TWH8778 的基本工作原理是：当控制端 5 脚 EN 为高电平 ($\geq 1.6\text{V}$) 时，芯片内部功率开关导通闭合，输入端 IN 与输出端 OUT 即相通，通常称为“开通”；反之即断开，通常称为“关闭”或“关断”。在实际使用过程中，加到控制端 EN 的控制电平（也称触发电平） V_{EN} 应小于 6V。TWH8778 内部设有保护电路，当输入端 IN 电压超过 30V 时，输出负载电流会被自动切断，待 V_{IN} 下降时，开关电路自动恢复。TWH8778 在大电流使用时，应给集成块加装散热面积为 $70\text{mm} \times 70\text{mm}$ ，厚为 2mm 的铝质散热板，并在接触面上涂上导热硅脂以利散热。

TWH8778 集成电路的主要电参数见表 1-3 所示，和 TWH8778 功能相似的有 QT3353，两者可以直接互换使用。

表 1-3 TWH8778 功率开关集成电路主要电参数

参 数 名 称		符 号	测 试 条 件	规 范 值			单 位
				最小值	典型值	最大值	
输出限制电流		I_{O}	$V_{\text{O}}=0, V_{\text{i}}=4.5\text{V}$	0.25	0.40	0.70	A
			$V_{\text{O}}=0, V_{\text{i}}=12\text{V}$	0.55	0.80	1.00	
			$V_{\text{O}}=0, V_{\text{i}}=24\text{V}$	0.70	1.20	1.60	
开关压降		$V_{\text{i}}-V_{\text{O}}$	$V_{\text{i}}=4.5\text{V}, I_{\text{O}}=150\text{mA}$		180	250	mV
			$V_{\text{i}}=12\text{V}, I_{\text{O}}=500\text{mA}$		300	500	
			$V_{\text{i}}=24\text{V}, I_{\text{O}}=750\text{mA}$		450	700	
控制端开启电压		V_{ENT}	$I_{\text{O}}=500\text{mA}$		1.60	2.00	V
控制端输入电流		I_{EN}	$V_{\text{EN}}=5\text{V}$		120		μA
			$V_{\text{EN}}=1\text{V}$		30		
输出漏电流		I_{K}	$V_{\text{i}}=24\text{V}, V_{\text{EN}}=0\text{V}$		20	180	μA
最小输入电压		V_{IMIN}	$I_{\text{O}}=500\text{mA}$		3		V
过电压保护值		V_{IC}			30	40	V
静态功耗	开关关断	$I_{\text{Q}}(\text{OFF})$	$V_{\text{i}}=12\text{V}, I_{\text{O}}=0$		10	50	μA
	开关导通	$I_{\text{Q}}(\text{ON})$	$V_{\text{i}}=4.5\text{V}, I_{\text{O}}=150\text{mA}$		8	20	
			$V_{\text{i}}=12\text{V}, I_{\text{O}}=500\text{mA}$		20	40	
			$V_{\text{i}}=24\text{V}, I_{\text{O}}=750\text{mA}$		40	80	
允许功耗		P_{CM}	不加散热板			2	W
			加大散热板 ($T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$)			≥ 25	
控制端最大电压		V_{ENM}				6	V
最大输入电压		V_{IM}				30	V
控制输入-输出		t_{ON}	$I_{\text{O}}=500\text{mA}$		5	10	μs
延迟时间		t_{OFF}	$I_{\text{O}}=500\text{mA}$		5	20	

1.4 TWH8778 功率开关集成电路工作模式

TWH8778 集成电路虽然应用十分广泛，可用于各种场合下作高速直流电子开关，但其工作模式相对比较简单，大致可分为开关模式、定时模式与自保模式三种。