

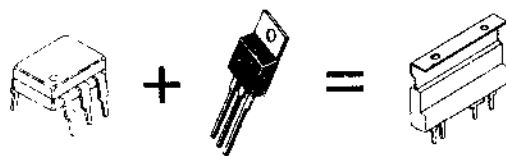
第六章 功率光电隔离器

一般说明	6—2
MOC2A40—10/2A 零交叉双向晶闸管功率光电隔离器	6—3
MOC2A40—5/2A 零交叉双向晶闸管功率光电隔离器	6—3
MOC2A60—10/2Amp 零交叉双向晶闸管输出功率光电隔光器	6—8
MOC2A60—5/2Amp 零交叉双向晶闸管输出功率光电隔光器	6—8
AN1511MOC2A40 和 MOC2A60 系列功率光电隔离器的应用	6—13

CH70/0306

一般说明

MOC2A40 和 MOC2A60 系列是摩托罗拉公司功率光电隔离器系列的第一个成员。它们是光电耦合的双向晶闸管,可工作在 $2\text{Amp}@40^\circ\text{C}/400\text{Vac}[\text{pk}]/\text{零交叉}$ 情况下。这些隔离的交流输出器件是耐用的,它们可经受工业控制应用中苛刻的工作环境。另外这些器件有最佳化的 SIP 热封装外型,允许中心距为 $0.200''$ 高密度叠放,并可工作在 $2\text{Amps}@40^\circ\text{C}$ (大气值)下而不需加散热装置和油冷却。



等效分立半导体器件

分立的半导体器件

一般特性

- $\text{mp}@40^\circ\text{C}$ 零交叉光耦合双向晶闸管
- $3750\text{Vac}(\text{rms})$ 隔离电压
- 零电压导通,零电流关断
- 60Amp 单周冲击耐受能力
- 符合 NEMA2-230 和 IEEE472 噪声抗扰性标准
- 保证 $400\text{V } \mu\text{s dv/dt}$ (静态)
- 低于 0.96V (典型的) 通态电压
- 有效的热封装产生 $8.0^\circ\text{C}/\text{WR}_{\text{eff}}$
- 对于高密度的应用,单列式封装中心为 $0.200''$
- U.L. 认可, C.S.A 批准, V.D.F. (正在办理之中)

用途和负载形式

- 可编程逻辑控制器
- 分配过程控制
- 工业控制及自动化系统
- 温度控制器
- HVAC 和能量管理系统
- 游戏机
- 售货机
- 气泵

- 照相复印机
- 交流电机起动器
- EM 接触器
- 交流电磁阀

用户受益

- 世界级的功率光电隔离器
- 符合 V.D.F. 隔离要求
- 保护负载免受高冲击电流破坏
- 很强的耐冲击特性
- 可靠的抗噪声感应误导通能力
- 良好的感性负载控制能力
- 生成热比其它器件少 $30\% \sim 50\%$
- 不用散热器、油或其它装置散热
- 在可编程控制器应用中提供最佳的通道密度
- 整体调整合格

文献

- 数据表 MOC2A40—10/D 和 MOC2A60—10/D
- 产品样本 KITMOC2A40-10/D KITMOC2A60-5/D
- 评价书 DEVB109

MOC2A40—10 MOC2A40—5 2A 零交叉双向晶闸管输出功率光隔离器

该器件由一个砷化镓红外发光二极管与一个零交叉双向晶闸管驱动电路及一个功率双向晶闸管光耦合。在 20 到 140Vac(rms)线电压下,它能直接驱动 2Amp 的负载。

- 正常地提供 2Amp 额定值的开环固态交流输出
- 抗 60Amp 的单周期冲击能力
- 零电压导通,零电流关断
- 3750Vac(rms)的高输入—输出隔离
- 保证 400V/ μ s 的额定静态 dv/dt
- 2Amp 典型试验负载经 U1.508 I 117(过载测试)和 I 118(耐久测试)确定(文件号 No. 129224)
- 已为 CSA 认可[文件号 CA77170—1],VDE 认可正在办理
- 超过 NEMA2—230 和 IEEE472 抗扰度试验要求(参见图 15)

器件极限参数($T_A=25^\circ\text{C}$,除非另有说明)

参 数	符 号	值	单 位
输入发光二极管			
正向电流—最大连续	I_F	50	mA
正向电流—最大峰值(PW=100 μ s,120pps)	$I_{F(pk)}$	1.0	A
反向电压—最大	V_R	6.0	V

输出双向晶闸管开关

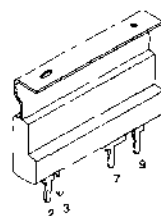
关态输出端电压—最大(1)	V_{DRM}	400	Vac(pk)
推荐的工作电压范围 ($f=47\sim 63\text{Hz}$)	V_T	20~140	Vac(rms)
通态电流范围(大气,功率因数 ≥ 0.3)	$I_{T(rms)}$	0.01~2.0	A
不重复峰值过电流—最大 ($t=60\text{Hz}, t=1.0\text{s}$)	I_{TSM1}	24	A
不重复单周期脉动电流—最大峰值 ($t=16.7\text{ms}$)	I_{TSM2}	60	A
主端子熔断电流($t=8.3\text{ms}$)	I^2T	15	A^2sec
负载功率因数范围	pF	0.3~1.0	—
结温范围	T_J	-40~125	$^\circ\text{C}$

整个器件

输入—输出隔离电压—最大(2),47~63Hz,持续 1s	V_{ISO}	3750	Vac(rms)
热阻—功率双向晶闸管结到外壳(见图 16)	$R_{\theta JC}$	8.0	$^\circ\text{C/W}$
环境工作温度范围	T_{oper}	40~+100	$^\circ\text{C}$
存放温度范围	T_{stg}	-40~+150	$^\circ\text{C}$
引线焊接温度—最大(距外壳 1/16",持续 10s)	—	260	$^\circ\text{C}$

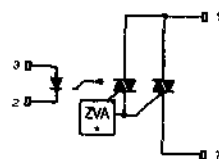
注(1)施加测试电压必须在 dv/dt 额定值内。

(2)输入—输出隔离电压 V_{ISO} 是一个内部器件电介质击穿的额定值。对于这个试验管脚 2、3 和散热片短接,管脚 7 和 9 短接。



CASE 417-02
塑料封装
STYLE 2

器件原理图



*零电压激活电路

- 1,4,5,6,8, N_O 脚
2. LED 负极
3. LED 正极
7. 主端
9. 主端

电气特性($T_A=25^\circ\text{C}$, 除非另有说明)

特 性	符号	最小	典型	最大	单位
输入发光二极管					
正向电压($I_F=10\text{mA}$)	V_F	1.00	1.17	1.50	V
反向泄漏电流($V_R=6.0\text{V}$)	I_R	—	1.0	100	μA
电容	C	—	18	—	pF

输出双向晶闸管

关态泄漏, 各向($I_F=0, V_{DRM}=400\text{V}$) $T_A=25^\circ\text{C}$ $T_A=100^\circ\text{C}$	I_{DRM1} I_{DRM2}	— —	— —	10 1.0	μA mA
关态电压临界上升率(静态) $V_{DM}=200\text{vac(pk)}(1)(2)$	$dv/dt(s)$	400	—	—	V/ μs
保持电流, 各向($I_F=0, V_{D}=12\text{V}, I_T=200\text{mA}$)	I_H	—	300	—	μA

耦合

发射输出所需的LED触发电流 MOC2A40-10 各向(主端电压=2.0V)(3)(4) MOC2A40-5	$I_{FT(on)}$ $I_{FT(co)}$	— —	7.0 3.5	10 5.0	mA mA
通态电压, 各向(I_F —额定 $I_{FT(on)}$, $I_{TM}=2.0\text{A}$)	V_{TM}	—	0.96	1.3	V
禁止电压, 各向(I_F —额定 $I_{FT(co)}$)(5) (主端子电压超过此值器件不触发)	V_{INH}	—	8.0	10	V
换向 dv/dt (额定 $V_{DRM}, I_T=30\text{mA}-2.0\text{A(rms)}$, $T_A=-40\pm 100^\circ\text{C}, f=60\text{Hz}$)(2)	$dv/dt(c)$	5.0	—	—	V/ μs
共模输入—输出(2)	$dv/dt(cm)$	—	40000	—	V/ μs
输入—输出电容($V=0, f=1.0\text{MHz}$)	C_{ISO}	—	1.3	—	pF
隔离电阻($V_{IO}=500\text{V}$)	R_{ISO}	10^9	10^{14}	—	Ω

注(1)根据 EIA/NARM 标准 RS-443, 由于 $V_I=200\text{V}$, 它是最大工作电压的瞬态峰值。

(2)有关 dv/dt 说明, 包括测试方法, 可在摩托罗拉应用说明书 AN1048/D 图 43 中找到。

(3)保证所有器件在电流值 I_F 小于或等于最大的 I_{FT} 时触发。因此, 建议工作电流 I_F 处于器件的最大电流 I_{FT} (开)极限与最大额定 50mA 之间。

(4)限流电阻器要求与发光二极管串联。

(5)也称作“零电压导通”。

典型特性曲线

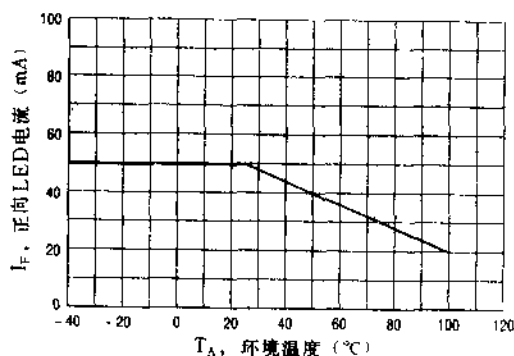


图1 发光二极管正向最大允许电流
与环境温度的关系曲线

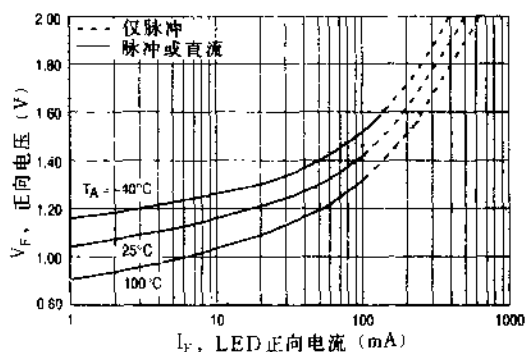


图2 发光二极管正向电压与正向
电流的关系曲线

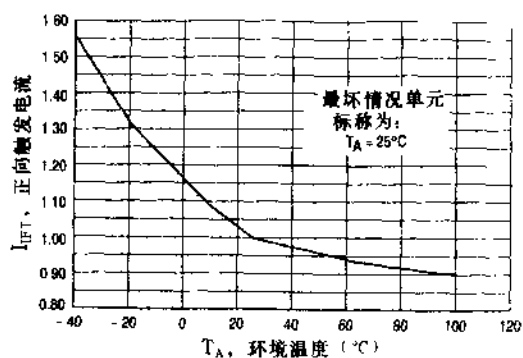


图3 正向发光二极管触发电流与环境温度的关系曲线

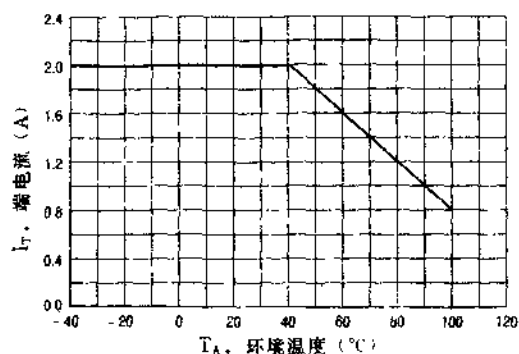


图4 最大许可通态 RMS 输出电流(大气)与环境温度的关系曲线

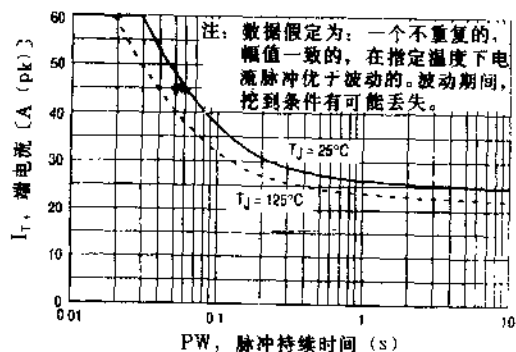


图5 最大允许冲击电流与脉宽的关系曲线

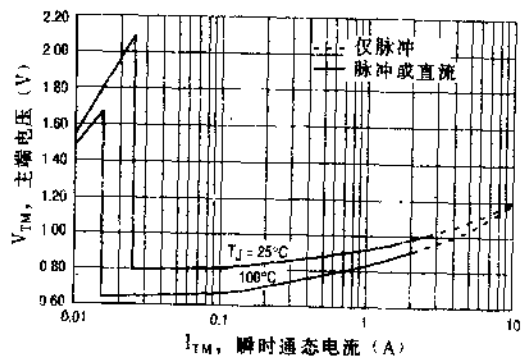


图6 通态电压降与输出端电流的关系曲线

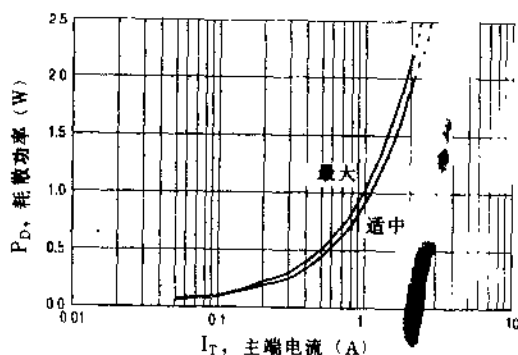


图7 功耗与主端子电流的关系曲线

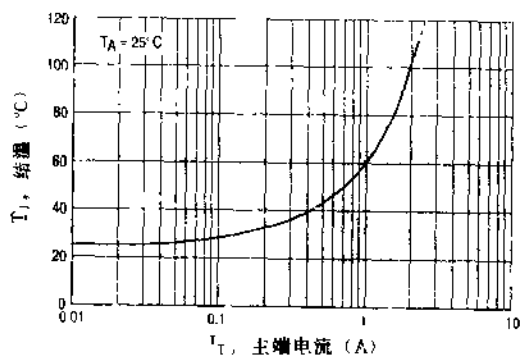


图8 结温与主端子 RMS 电流(大气)的关系曲线

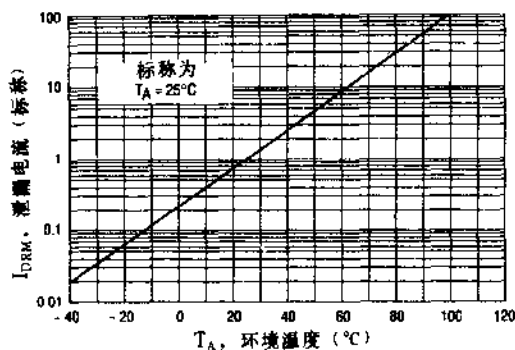


图9 发光二极管关断时漏电流与
环境温度的关系曲线

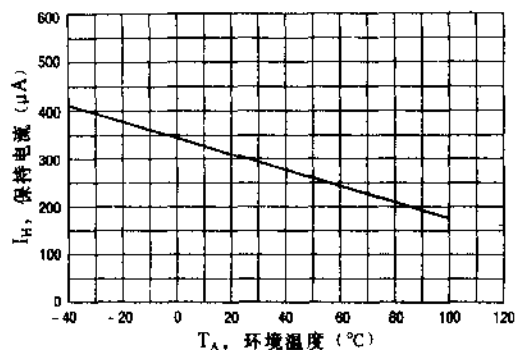


图10 保持电流与环境温度
的关系曲线

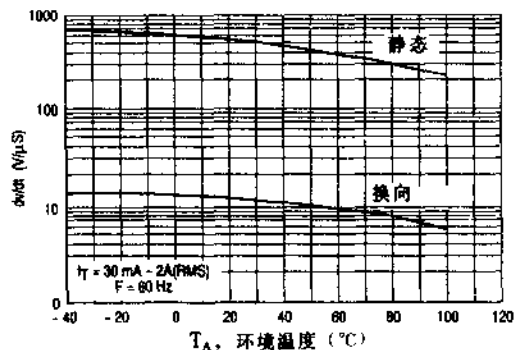


图11 dv/dt 与环境温度
的关系曲线

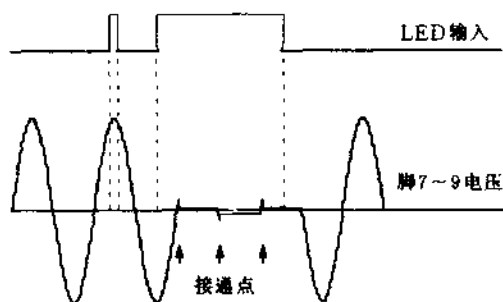


图12 工作波形

R_1 值的选择根据下列公式:

$$[1] R_1 = (V_{CC} - V_F) / \max I_{FT(on)} \text{ 由说明书查得}$$

$$[2] R_1 = (V_{CC} - V_F) / 0.050$$

C_1 和 R_2 典型值为 $0.01\mu F$ 和 39Ω 。对于特殊的用途, 可以调整它们的值。 C_1 的最大推荐值是 $0.022\mu F$, 见应用说明书 AN1048 关于元件值的附加说明。

MOV 的需要与否, 应根据所加交流线电压特性而定。因为在应用中电压峰值很可能超过 MOC2A40 的 $400V$ 额定值, 这时 MOV 就需要了。

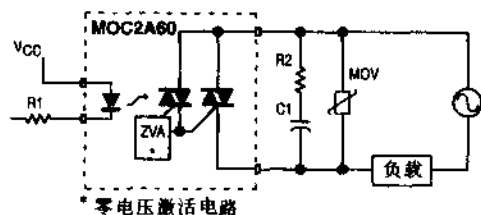


图13 典型应用电路

需要注意的是保持最小距离,如图所示。安全和规章要求输入和输出导电线路间最近点,脚3和7的间距为8.0mm。在两个输出引脚7和9之间要求有0.070mm的距离。

为了得到最佳特性,在引脚7和9间保持尽可能大的衬板间隔。

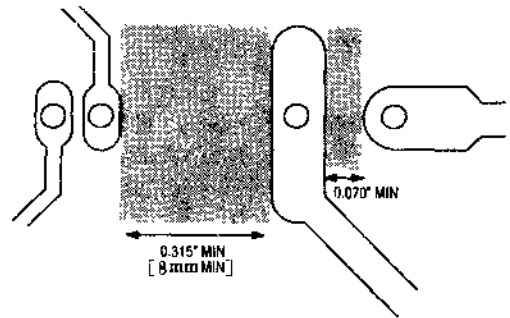


图 14 PC 板布置推荐形式

如图 15 所示,安装在电路中的每个器件应该能够通过下列传导噪声试验:

- IEEE 472(2.5KV)
- 灯光亮度调节器(NEMA 部分 DC33、§ 3.4、2.1)
- NEMA ICS 2 230.45 Showering Arc
- MIL-STD-461ACS01, CS02 和 CS06

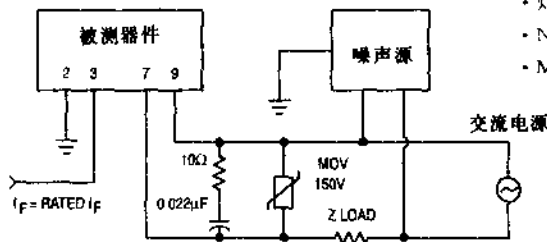
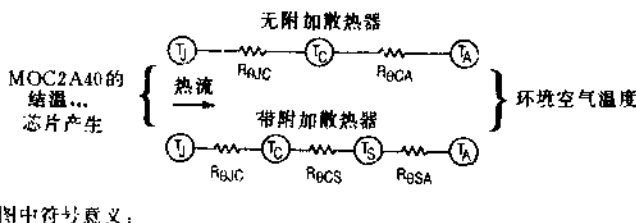


图 15 传导噪声试验的测试电路



图中符号意义:

T_A = 环境温度 $R_{\theta SA}$ = 散热器对环境的热阻
 T_S = 任选附加散热器温度 $R_{\theta CA}$ = 壳对环境的热阻
 T_C = 壳温 $R_{\theta CS}$ = 散热器对壳的热阻
 T_J = 结温 $R_{\theta JC}$ = 结温对壳的热阻

P_D = 功耗

热阻分量的值是: $R_{\theta CA} = 36 \text{ } ^\circ\text{C/W/最大}$

$R_{\theta JC} = 8.0 \text{ } ^\circ\text{C/W/最大}$

任何附加散热器的设计将确定 $R_{\theta SA}$ 和 $R_{\theta CS}$ 的值

$T_C - T_A = P_D (R_{\theta CA})$

$= P_D (R_{\theta JC}) + (R_{\theta SA})$, 这里 P_D = 功耗, 单位为瓦

$R_{\theta JC}$ 热测量在散热片上的参考点, 用“X”表示。测量应取沿器件的纵轴方向进行。

图 16 近似热线路模型

MOC2A60-10 MOC2A60-5 2Amp 零交叉双向晶闸管输出功率光电隔离器

该器件由一个砷化镓红外发光二极管,与零交叉双向晶闸管驱动器及一个功率双向晶闸管光耦合构成,它能在 20~280Vac(rms)线电压下直接驱动 2Amp 的负载。

- 提供 2Amp 额定值的开环固态交流输出
- 抗 60Amp 的单周冲击能力
- 零电压导通,零电流关断
- 3750Vac(rms)的高输入/输出隔离
- 保证 400V/ μ s 静态 dv/dt
- 2Amp 典型试验负载经 UL508 117C(过载测试)和 118(耐久测试)确定。(文件号 129224)
- 已经 CSA 认可[文件号 CA77170-1],VDE 批准正在办理
- 超过 NEMA2-230 和 IEEE472 抗扰度测试要求(参见图 15)

极限参数($T_A=25^\circ\text{C}$,除非另有说明)

参 数	符号	值	单位
输入发光二极管			
正向电流-最大连续	I_F	50	mA
正向电流-最大峰值(PW=100 μ s,120pps)	$I_{F(pk)}$	1.0	A
反向电压-最大	V_R	6.0	V

输出双向晶闸管开关

关态输出端电压-最大(1)	V_{DRM}	600	Vac(pk)
推荐的工作电压范围 (f=47~63Hz)	V_T	20~280	Vac(rms)
通态电流范围(大气,功率因数 ≥ 0.3)	$I_{T(rms)}$	0.01~2.0	A
不重复峰值过电流-最大 (f=60Hz,t=1.0s)	I_{TSM}^1	24	A
不重复单周期脉动电流-最大峰值 (t=16.7ms)	I_{TSM}^2	60	A
主端子熔断电流(t=8.3ms)	I^2T	15	A ² sec
负载功率因数范围	pF	0.3~1.0	—
结温范围	T_J	-40~125	$^\circ\text{C}$

整个器件

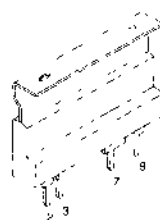
输入-输出隔离电压-最大(2),47~63Hz,持续 1s	V_{ISO}	3750	Vac(rms)
热阻-功率双向晶闸管结到外壳(见图 16)	$R_{\theta JC}$	8.0	$^\circ\text{C/W}$
环境工作温度范围	T_{oper}	40~+100	$^\circ\text{C}$
存放温度范围	T_{stg}	40~+150	$^\circ\text{C}$
引线焊接温度-最大(距外壳 1/16",持续 10s)	—	260	$^\circ\text{C}$

注(1) 所加测试电压必须在 dv/dt 额定值内。

(2) 输入-输出隔离电压 V_{ISO} ,是一个内部器件电介质击穿额定值。对于这个试验,管脚 2、3 和散热片短接,管脚 7、9 短接。

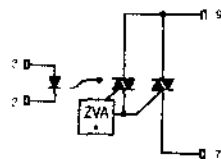
本文为新产品介绍,如有改变,恕不通知。

POWER OPTO 是摩托罗拉的商标。



CASE 417-02
塑料封装
STYLE 2

器件原理图



*零电压激活电路

- 1, 4, 5, 6, 8, No 脚
2. LED 负极
3. LED 正极
7. 主端
9. 主端

电气特性(T_A=25℃,除非另有说明)

特 性	符号	最小	典型	最大	单位
输入发光二极管					
正向电压(I _F =10mA)	V _F	1.00	1.17	1.50	V
反向泄漏电流(V _R =6.0V)	I _R	—	1.0	100	μA
电容	C	—	18	—	pF
输出双向晶闸管					
关态泄漏,各向(I _F =0,V _{DRM} =400V) T _A =25℃ T _A =100℃	I _{DRM} I _{DRM}	— —	— —	10 1.0	μA mA
关态电压临界上升率(静态) V _m =200vac(pk)(1)(2)	dv/dt(s)	400	—	—	V/μs
保持电流,各向(I _F =0,V _D =12V,I _T =200mA)	I _H	—	300	—	μA
耦合					
发射输出所需的LED触发电流 MOC2A60-10 各向(主端电压=2.0V)(3)(4) MOC2A60-5	I _{F1(on)} I _{F1(trigger)}	— —	7.6 3.5	10 5.0	mA mA
通态电压,各向(I _F =额定 I _{FT(ON)} ,I _{TM} =2.0A)	V _{TM}	—	0.96	1.3	V
禁止电压,各向(I _F =额定 I _{F1(on)} (5) (主端子电压超过此值,器件不触发)	V _{ENH}	—	8.0	10	V
换向 dv/dt(额定 V _{DRM} ,I _T =30mA-2.0A(rms), T _A =-40±100℃,f=60Hz)(2)	dv/dt(c)	5.0	—	—	V/μs
共模输入-输出(2)	dv/dt(cm)	—	40000	—	V/μs
输入-输出电容(V=0,f=1.0MHz)	C _{ISO}	—	4.3	—	pF
隔离电阻(V _{I-O} =500V)	R _{ISO}	10 ⁹	10 ¹⁴	—	Ω

- 注(1)根据 EIA/NARM 标准 RS-443,由于 V_P=200V,它是最大工作电压的瞬时峰值。
- (2)有关 dv/dt 说明,包括测试方法,可在摩托罗拉应用说明书 AN1048/D 图 43 中找到。
- (3)保证所有器件在电流值 I_F 小于或等于最大的 I_F 时触发。因此,建议工作电流 I_F 处于器件的最大电流 I_{FT(ON)} 极限与最大额定 50mA 之间。
- (4)限流电阻器要求与发光二极管串联。
- (5)也称作“零电压导通”。

典型特性曲线

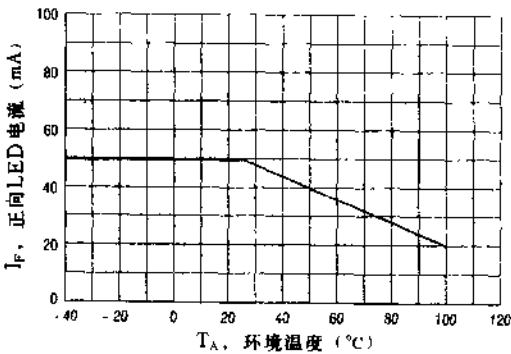


图1 发光二极管正向最大允许电流与
环境温度的关系曲线。

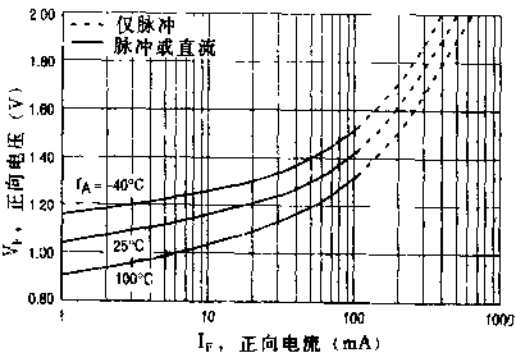


图2 发光二极管与正向电压
正向电流的关系曲线

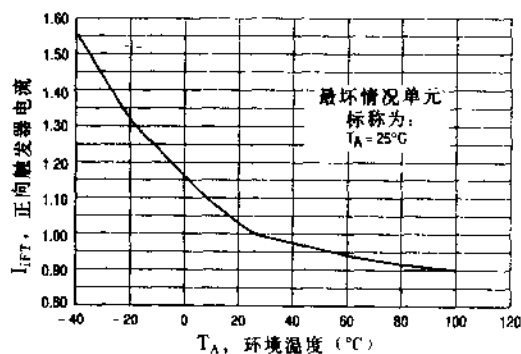


图3 正向发光二极管触发电流
与环境温度的关系曲线

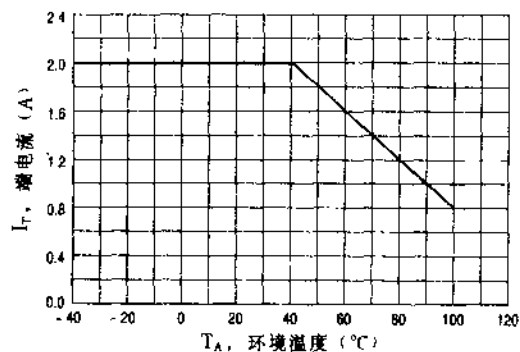


图4 最大许可通态 RMS 输出电流(大气)与
环境温度的关系曲线

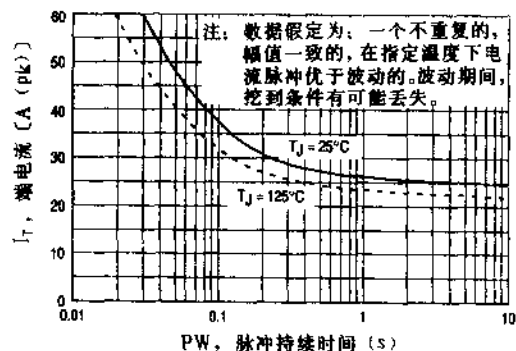


图5 最大允许冲击电流与
脉宽的关系曲线

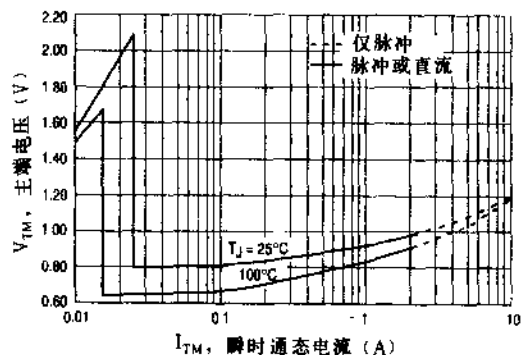


图6 通态电压降与输出端电流
的关系曲线

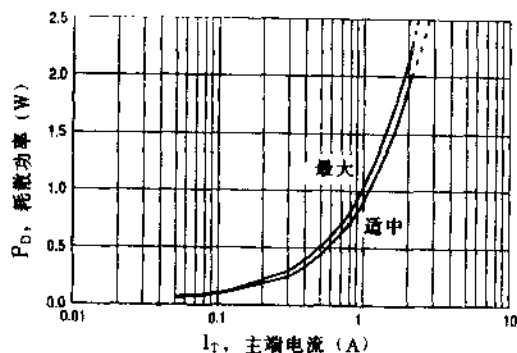


图7 功耗与主端子电流
的关系曲线

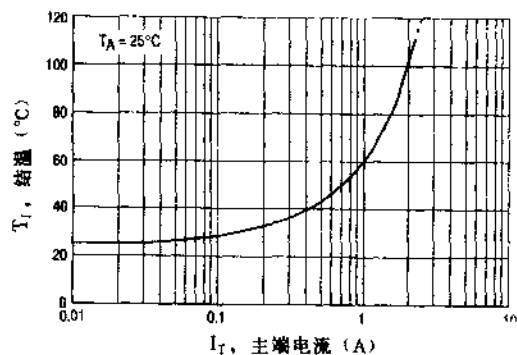


图8 结温与主端子 RMS 电流
(大气)的关系曲线

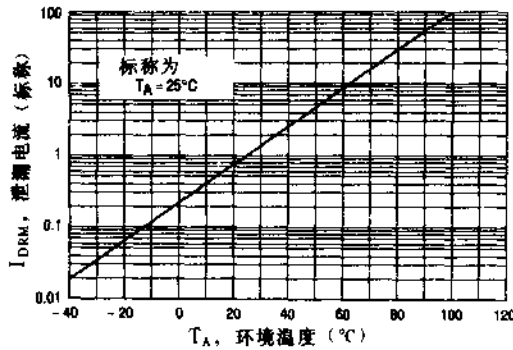


图 9 发光二极管关断漏电流与
环境温度的关系曲线

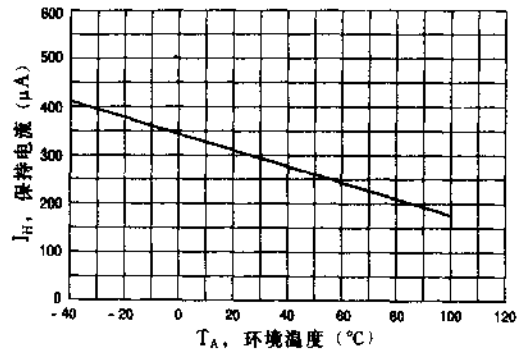


图 10 保持电流与环境
温度的关系曲线

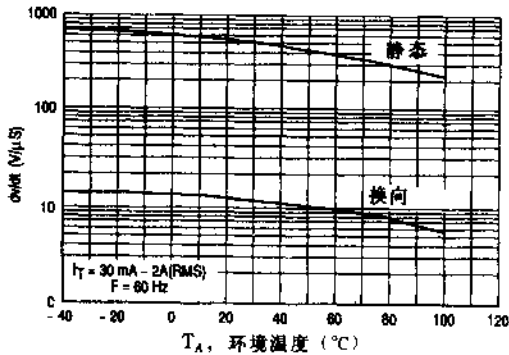


图 11 dv/dt 与环境温度
的关系曲线

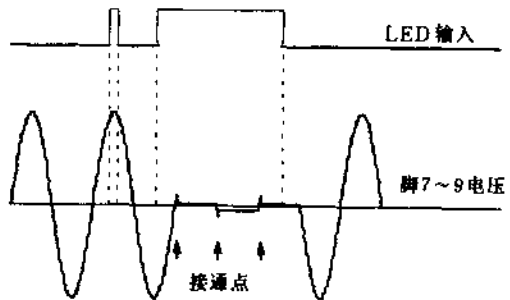


图 12 工作波形

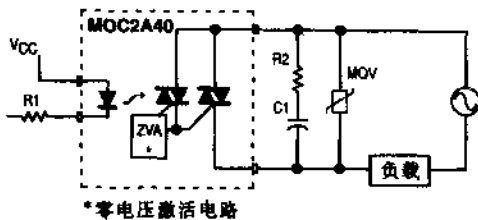


图 13 典型应用电路

R_1 值的选择根据下列公式:

$$[1] R_1 = (V_{CC} - V_F) / \max I_{FT(on)} \text{ 由说明书查得}$$

$$[2] R_1 = (V_{CC} - V_F) / 0.050$$

C_1 和 R_2 典型值为 $0.01\mu F$ 和 39Ω 。对于特殊的用途,可以调整它们的值。 C_1 的最大推荐值是 $0.022\mu F$, 见应用说明书 AN1048 关于元件值的附加说明。

MOV 的需要与否,应根据所加交流线电压特性而定。因为在应用中,线电压尖峰值很可能超过 MOC2A60 的 600V 额定值,这时便需要 MOV。

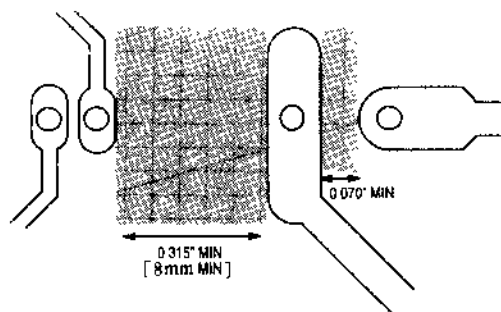


图 14 PC 板布置推荐形式

需要注意的是保持最小距离,如图所示。安全和规章要求输入和输出导电路径间最接近点脚 3 和 7 的间距为 8.0mm。在两个输出脚 7 和 9 之间要求有 0.070mm 的距离。

为了得到最佳特性,在管脚 7 和 9 间保持尽可能大的电路板间隔。

如图 15 所示,安装在电路中的每个器件应该能够通过下列传导噪声试验:

- IEEE 472(2.5kV)
- 灯光亮度调节器(NEMA 部分 DC33, § 3.4.2.1)
- NEMA ICS2 230.45 Showering Arc
- MIL-STD-461ACS01, CS02 和 CS03

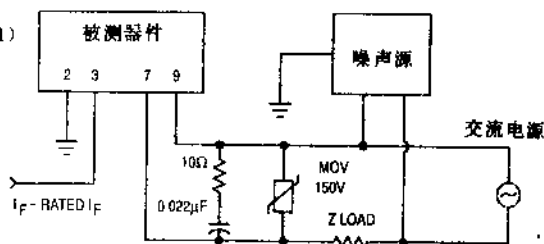
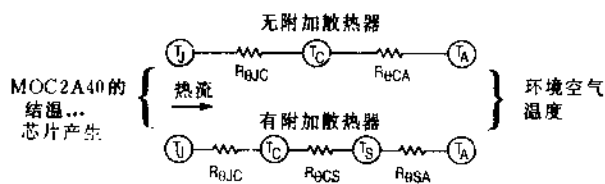


图 15 传导噪声试验的测试电路



图中符号意义:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| T_A = 环境温度 | R_{SA} = 散热器对环境的热阻 |
| T_S = 任意附加散热器温度 | R_{CA} = 壳对环境的热阻 |
| T_C = 壳温 | R_{CS} = 散热器对壳的热阻 |
| T_J = 结温 | R_{JC} = 结温对壳的热阻 |
| P_D = 功耗 | |

热阻分量的值是: $R_{CA} = 36 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ /最大

$R_{JC} = 8.0 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ /最大

任何附加散热器的设计将确定 R_{SA} 和 R_{CS} 的值

$T_C - T_A = P_D (R_{CA})$

$= P_D (R_{JC} + R_{SA})$, 这里, P_D = 功耗, 单位为瓦。

R_{JC} 热测量在散热片上的参考点, 用“X”表示。测量应取沿器件的纵轴方向进行。

图 16 近似热循环模型

AN1511 MOC2A40 和 MOC2A60 系列功率光电隔离器的应用

Horst Gempe 编著, 独立应用工程

介 绍

建立在微处理器控制器、数字或线性传感器电路基础上的交流功率负载的电子控制, 正日益广泛应用。因此, 更加需要在低压控制电路和交流电源及负载间有简单而耐用的接口。这种接口必须能够在交流电源线路及其瞬时状态与噪声敏感的低压直流

控制电路之间进行电隔离, 而且必须易于使用, 经规章认可, 少占用 PC 板空间并能控制如小电机、功率继电器、白炽灯和不产生多余热量的阻性负载最普遍的负载等。

MOC2A40 和 MOC2A60 功率光电隔离器系列符合所有上述要求, 并能很好地解决系统问题。

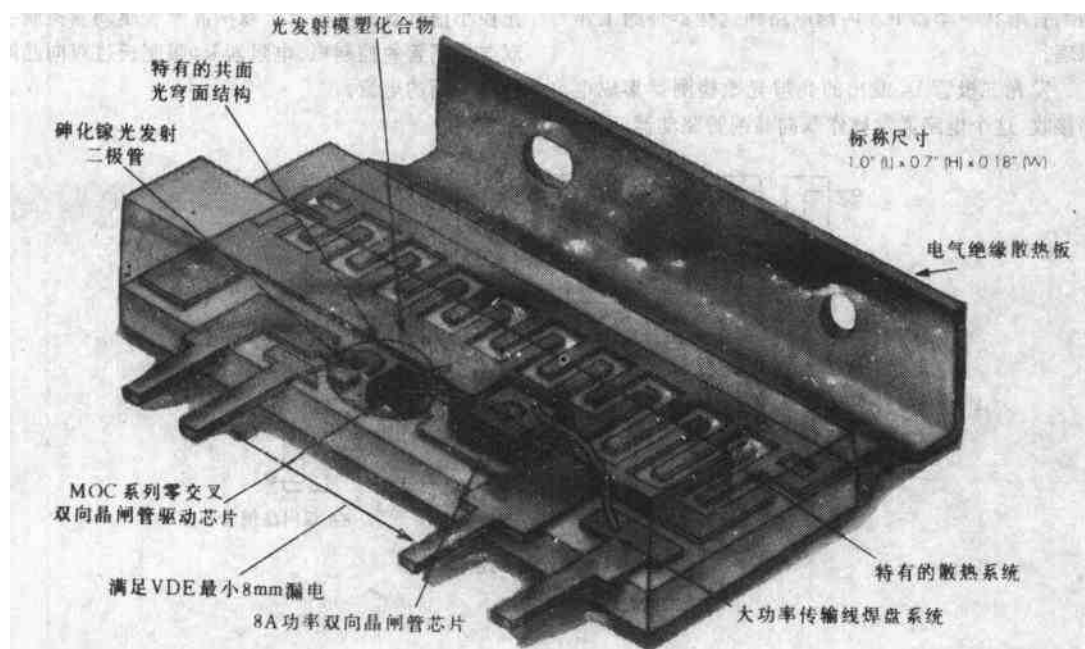


图1 功率光电隔离器的内部结构

产品说明

摩托罗拉交流功率光电隔离器是一个混合的器件, 包括三个独立的有源半导体芯片。图1表示了这个器件的内部结构。输入侧的一个红外发光二极管将几毫安的输入电流信号转换成 940nm 的红外辐射。这个辐射通过透明的隔离阻挡层照到交流兼容的检测器的光敏区上, 由这个检测器控制功率双向晶闸管的控制极。这样就形成了直流输入控制电路和输出的交流线电压之间的电隔离。光敏检测器包含一个交流零电压检测器, 它使得检测器芯片只能

在当交流线电压低于规定的 $\pm 10V$ 的阻塞电压时通过发光二极管接通。这个特性保证负载在接近交流线零交叉点导通, 并且防止大多数负载出现过大的涌入冲击电流。在电机启动和导通时使电感器饱和和接通仍会使负载受到高电流冲击。由此, 它提供了保证能经受 60A 的冲击电流的能力。这种极高的耐冲击能力可以认为是安装在器件内部大面积铜散热器上的 $120 \times 120 \text{mil}^{\odot}$ 功率双向晶闸管芯片造成的。一个特有的在内部散热器和器件整体散热片间的指状

$\odot \text{ mil} = 25.4 \times 10^{-3} \text{ mm}$

接口提供了最优化的热传送,并满足安全(加强的)隔离的规章要求。规章规定在输入和输出引线及器件的隔离散热片间,要求有 8.0mm 漏电间隔。而且还规定要有 0.4mm 厚的能经受 3750V_{max} 冲击电压的隔离层。直流输入和交流输出引线间的隔离物由硅光弯面形成。对于整体散热器的隔离物,由封装的环氧树脂形成,将交错形状的内部散热器与外部散热片隔离开来。一条 15mil 的焊接在功率双向晶闸管输出端的粗铝线保证高耐冲击能力。

等效电路图

图 2 详细说明了 MOC2A40 和 MOC2A60 功率光电隔离器系列的内部电路。图中详细说明了双向晶闸管形状驱动器 ICs 内部电路和这些器件的工作原理。

发光二极管 D₁ 发出的光被光敏检测器集成电路接收,这个电路通常称作双向晶闸管驱动器。PNP

晶体管 Q₁ 和光敏 NPN 晶体管 Q₂ 形成一个带控制极电阻器 R₁ 的光敏 SCR。二极管 D₂ 和 FET 管 Q₃ 形成阻塞网络。D₂ 管上漏电流转换成主端子电压加到 FET 管的控制极上,齐纳二极管 D₃ 将这个电压箝住在大约 15V,以防止当主端电压随电源电压上升时,控制极氧化物被击穿。当主端子电压高于 Q₂ 控制极阈值电压时, FET Q₃ 导通,短接光敏控制极并抑制其锁住。Q₁、Q₂、Q₃、R₁、D₂、D₃ 形成上述相同的电路。

这两个电路形成逆并联,并可当作带零交叉电压检测器的两个逆并联的光敏 SCR 看待。这个电路可被进一步简化并描述成带交流零交叉检测电路的光控小信号双向晶闸管。双向晶闸管驱动器控制主双向晶闸管的控制极。电阻器 R₂ 限制通过双向晶闸管驱动器的电流。

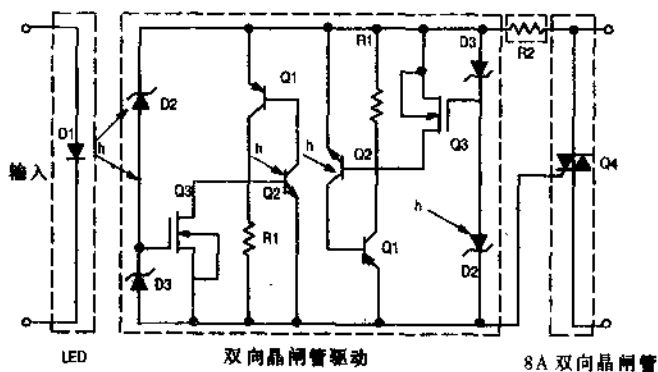


图 2 2Amp 光电耦合器电路

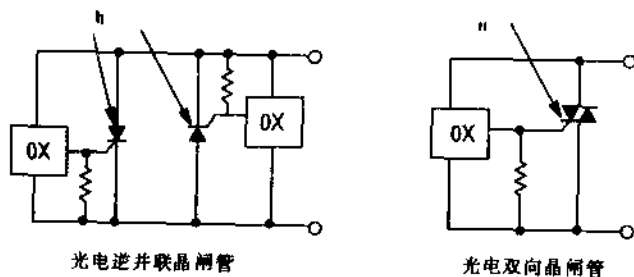


图 3 双向晶闸管驱动器简化电路

工 作

几毫安的发光二极管电流在双向晶闸管驱动器芯片上的 NPN 晶体管的集电极基极结上将产生几十微安的光电流。当光生电流出现, 电源电压低于阻塞电压窗口时, 换言之在零交叉窗口之内, 由 NPN-PNP 晶体管形成的 SCR 门锁, 一旦将双向晶闸管驱动器锁住, 便有充足的电流流到主双向晶闸管的控制极, 使其锁住并传导负载电流。

当电源电压超过阻塞电压时, 如果发光二极管在某时刻导通, 驱动器被有效地截止, 并等待锁住, 直到电源电压低于阻塞电压。无论如何, 驱动器与双向晶管不可能在绝对的零电源电压接通, 因为它们需要一个最小的电压和电流才能锁住。例如, 当电源电压是零时, 如果发光二极管接通, 发光二极管辐射在检测器中产生几十微安的光电流, 但双向晶闸管驱动器仍不能导通, 必须等到电源电压上升到

驱动器的最小主端子电压大约为 1.0V 并且出现几百微安的保持电流。要触发主双向晶闸管, 进一步增加电源电压是必要的。因为它的最小控制极电压要求相对于 MT_1 电压也是 1.0V 左右。因此, 必须增加双向晶闸管驱动器两端的电压降。当主双向晶闸管主端子两端电压至少是 2.0V, 并有足够的控制极电流以满足双向晶闸管控制极触发电流的要求时, 主双向晶闸管将导通。在零交叉窗口内, 这是可能导通的最早点。相反, 最大阻塞电压是在零交叉窗口内导通的最后机会。

当主双向晶闸管被触发后, 它的主端子电压减弱到大约 1.0V。图 4 所示为功率电光隔离器的零电压导通特性, 可用示波器监视器件主端子电压观察到。图 5 给出了用描图器跟踪描绘的电流与电压的关系曲线。

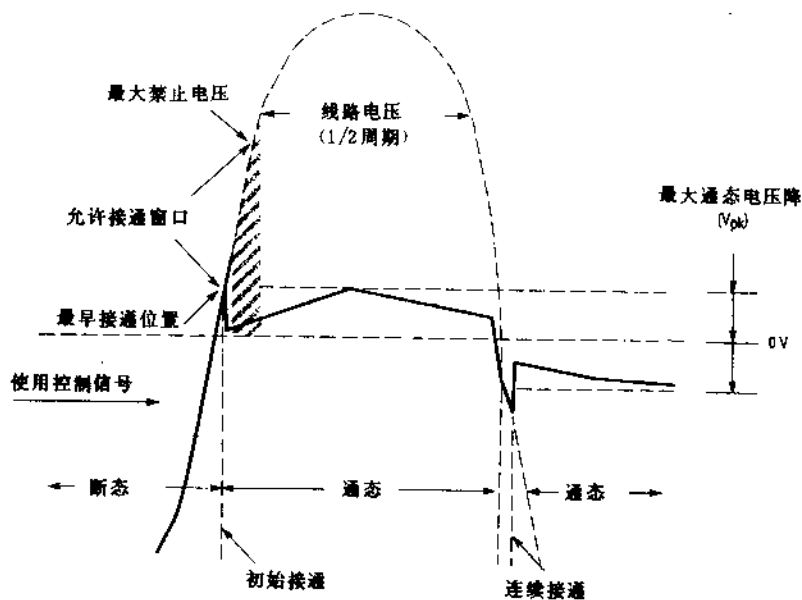


图 4 零电压导通电压特性

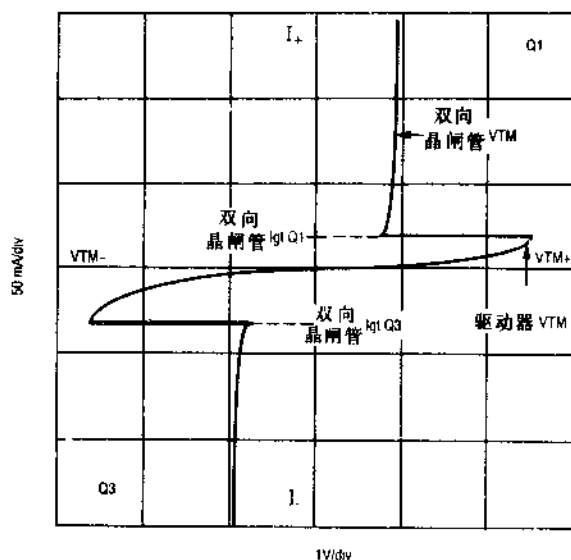


图 5 跟踪描绘的电流与电压关系曲线

功率双向晶闸管导通后,发光二极管还亮时,双向晶闸管驱动器只通过几百微安的电流。而在发光二极管电流消失后,驱动器关断,并保持关断状态。主双向晶闸管保持锁住直到负载电流降低到保持电流以下。这个转折点之后,驱动器将只导通负载控制电流,直到电流降到低于几百微安。在这点上,只保留着几十微安的光生电流。双向晶闸管驱动器和主双向晶闸管的被关掉。并且每半个周期被再触发,直到发光二极管被断开。因为发光二极管断开,双向晶闸管驱动器被断开,当负载电流也降到低于主双向晶闸管的保持电流(典型的电流为 20mA)时,主双向晶闸管停止导通。

事实上,双向晶闸管驱动器的保持电流极低,使得最小的负载电流低于主双向晶闸管的触发和保持电流。在这个双向晶闸管驱动器唯一方式中,主双向晶闸管不会导通,负载仅由驱动器来带。在这种低电流双向晶闸管驱动器唯一方式下,换向(dv/dt)不再由主双向晶闸管的换向能力决定,而是值依赖于双向晶闸管驱动器的换向能力。而它只是 $0.5V/\mu s$,并被

认为是极限。因此,当考虑到要用双向晶闸管驱动器唯一方式控制负载时,一定要使用缓冲器。

应用

缓冲器的要求

2Amp 功率光电隔离器的应用是很简单的。大多数在 30mA 到 2Arms 范围的负载,包括下面讨论的复合负载,可以不用缓冲器网络控制。当由通过功率光电隔离器控制的负载产生的,或交流线路上其他地方产生的静态和换向 dv/dt 超过器件额定 dv/dt 值时,要求用缓冲器。在大感性负载由接触器控制通断的工业环境中,可能会产生超过元件静态 dv/dt 额定值或最大的 V_{DRM} 值的瞬变。鉴于这种情况,由电阻器和电容器组成的缓冲器将减小瞬变的上升速率。当瞬变幅度超过器件的 V_{DRM} 值时,应使用电压限幅器件(金属氧化物压敏电阻 MOV),限制瞬变的幅度。缓冲器和抑制器连接到功率光电隔离器的主端于上。如图 6 所示。

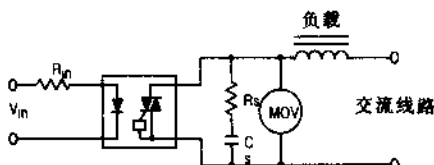


图 6 缓冲器和 MOV 的应用

缓冲器电容 C 和电阻 R 的典型值分别是 $0.01\mu\text{F}$ 和 39Ω 。对于特定的用途这些值是可以调整的,有关缓冲器设计的具体问题详见应用说明书 AN1048。

负载的位置对光电耦合器性能没有影响。它可以从中性线到相线(hot)侧或从相线到中性线进行控制。

输入电流的要求

提供规定器件输入电流的数据表是很重要的。不足的输入电流可能妨碍两个光敏晶闸管导通,或更糟,由于 I_{FT} 交流正负半周的微小差别,可能只有一个晶闸管导通。这会引起负载的半波运行。在这种情况下,大多数感性负载招致过流,可能损坏负载或光电耦合器。低温运行要求增加发光二极管输入电流,参见上文数据表的 I_{FT} 温度曲线图。

例如:

对于 MOC2A40-10,在 25°C 时 I_{FT} 是 10mA ,但在 -40°C 时是 15.5mA ($I_{FT}@25^\circ\text{C}$ 乘系数 1.55,如曲线图所示)。

这个最小控制电流要求,决定了对于给定输入电压的输入限流电阻 R_{in} 的值为:

$$R_{in(Max)} = \frac{V_{in} - V_{F(LED)}}{I_{FT(on)}}$$

$$R_{in(Min)} = \frac{V_{in} - V_{FL(LED)}}{I_{FT(max)}}$$

V_{in} = 输入电压

$V_{F(LED)}$ = 发光二极管两端的电压降 = 1.3V

$I_{FT(on)}$ = 规定的发光二极管触发电流乘以低温工作系数

$I_{FT(max)}$ = 最大连续发光二极管正向电流 (50mA)

复杂负载

感性负载中的冲击电流

感性负载能够引起很高的涌入冲击电流,因为它们的磁心芯被迫进入饱和状态,如在变压器中观测到的,或是因为在初始启动阶段电感量小,典型的如:继电器、线圈和电机。

例 1: 4 号接触器控制

MOC2A40 通过驱动 4 号接触器超过 200 万次无故障,证明了它控制大冲击电流的能力。该器件一秒开一秒关地重复操作。在第一个半周, 115V_{rms} 输入线圈产生 50A 的峰值电流,第二个半周是 20A ,如图 7 所示。稳定状态的 RMS 电流低于 1A 。MOC2A40 在大气中能够控制这样的负载,不需要

附加散热器,也不用缓冲器。

器件重复操作 200 万次无故障,显示出其平均无故障次数大于 19.8 万次的可靠性。

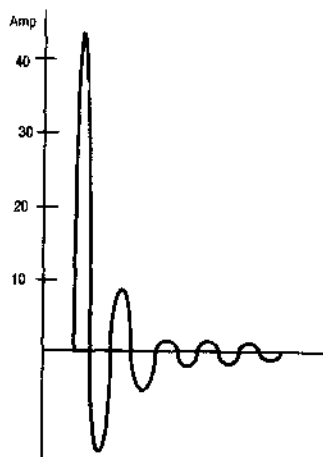


图 7 4 号接触器启动冲击电流

例 2: 变压器冲击电流

在这个应用中,确保冲击电流不超过规定的最大为 60A 的器件浪涌电流是强制性的。铁心剩磁结合零交叉导通,可迫使变压器进入饱和状态,仅用绕组电阻有效限制负载电流。例如,一个带 1.5Ω 绕组电阻的 150VA 的变压器引入第一个半周的达到 80A 的冲击电流。如图 8 所示,通过采用一个与负载串联的负温度系数热变阻器可避免这个过高的冲击电流。热变阻器在温度低时初始电阻值相对高,在稳态工作时,由于自热,这个阻值很快变得较低。

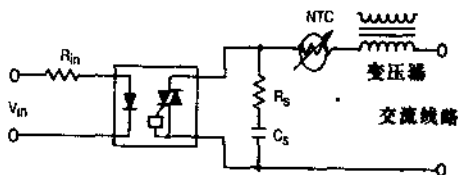


图 8 热变阻器限制过高的冲击电流

例 3: 容性负载中的冲击电流

整流桥或单二极管与一个微法范围的大电容器联在一起,启动时电容器充电,显示非常低的阻抗。当这类负载在线电压峰值接通时,启动峰值电流只