

级驱动及保护电路构成。其中, IGBT 是 GTR 和 MOSFET 的复合, 由 MOSFET 驱动 GTR, 而 IPM 集 GTR 高电流密度、低饱和电压和耐高压及 MOSFET 高输入阻抗、高开关频率和低驱动功率的优点于一身。IPM 根据内部功率电路配置有多种类型, 如 PM75CLA120 为 C₁ 型 (内部封装 6 个 IGBT), 其内部结构如图 2, 内部功能如图 3。

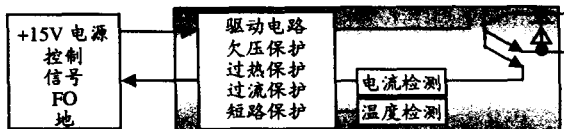
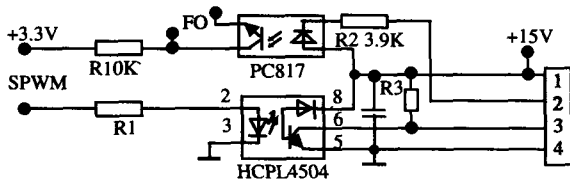


图 3 IPM 内部功能框图

3 IPM 外部驱动电路的设计

该电路是 IPM 内部电路和控制电路间的接口, 图 4 中控制电路 SPWM 信号经 R₁ 限流, 再经高速光耦隔离并放大后接 IPM 内部驱动电路并控制开关管工作, FO 信号经光耦隔离输出。其中每个开关管控制电源端采用独立隔离稳压 15V 电源, 且接 1 个 10μF 的退耦电容 C, 以滤去共模噪声。R₁ 依控制电路输出电流选取, 如利用 DSP 产生 SPWM, R₁ 为 330Ω。R₃ 依 IPM 驱动电流选取, 但尽量小, 以避免高阻抗 IPM 拾取噪声, 又能可靠地控制 IPM, 可选 20kΩ。SPWM 隔离光耦要求: t_{PLH} < 0.8μs, t_{PHL} < 0.8μs, CMR > 10KV/μs, 可选 HCPL4503, HCPL4504, PS2041 (NEC) 等高速光耦, 且在光耦输入端接 1 个 0.1μF 的退耦电容 (图中未画出)。FO 输出光耦可用低速光耦如 PC817。



引脚	功能	IPM 内部引脚
1	+15V	VUP1/VVP1/VWP1/VN1
2	FO 输出	UFo/VFo/WFo/Fo
3	SPWM 信号	UP/VP/WP/UN/VN/WN
4	地	VUPC/VVPC/VWPC/VNC

图 4 IPM 外部驱动电路和引脚连接示意图

图 4 的外部接口电路直接做在 PCB 板上且靠近模块输入脚可减少噪声和干扰, PCB 板上布线的距离应适当, 避免开关时干扰引起的电位变化。考虑到强电可能造成外部驱动电路到 IPM 引线干扰, 可在引脚 1~4、2~4、3~4 间依干扰大小加滤波电容。

4 IPM 保护电路的设计

4.1 IPM 保护电路的硬件实现

IPM 故障时, FO 输出低电平, 将 FO 信号通过

高速光耦送到硬件电路, 关断 SPWM 输出, 达到保护 IPM 的目的。硬件电路中, SPWM 接口电路前置带控制端的三态收发器 (如 74HC245) SPWM 信号, 经三态收发器后送至 IPM 接口电路, IPM 故障输出信号 FO 经光耦隔离输出送入与非门, 再送至三态收发器使能端 OE。IPM 正常工作时, 与非门输出为低电平, 三态收发器选通; IPM 故障时, 与非门输出为高电平, 三态收发器所有输出置为高阻, 封锁各 SPWM 控制信号, 关断 IPM, 实现保护。

4.2 IPM 保护电路的软件实现

IPM 故障时, FO 输出低电平, 其信号经高速光耦送控制器处理后, 利用中断或软件关断 IPM 的 SPWM 控制信号, 从而达到保护目的。如在基于 DSP 控制系统中, 利用事件管理器中功率驱动保护引脚 (PDPINT) 中断实现对 IPM 的保护。通常事件管理器产生多路 SPWM 控制多个 IPM 工作, 其中每个开关管均可输出 FO 信号, 开关管有故障时, 可通过与门输出低电平, 将该引脚连至 PDPINT, 当 PDPINT 为低时, DSP 中断, 所有事件管理器输出引脚均被硬件置为高阻态, 从而达到保护。

5 IPM 缓冲电路设计

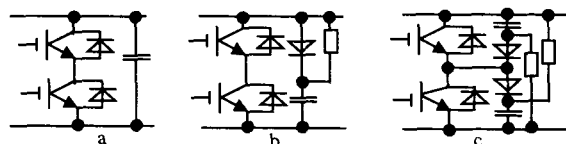


图 5 IPM 常用缓冲电路

图 5a 为单只无感电容的缓冲电路, 对瞬变电压有效且成本低, 适用于小功率 IPM 模块。图 5b 为 RCD 缓冲电路, 适用于较大功率 IPM 模块, 缓冲二极管 D 可箝住瞬变电压, 能抑制因母线寄生电感引起的振荡。其 RC 时间常数为开关周期的 1/3, 即 $\tau = T/3 = 1/3f$ 。图 5c 为 P 型 RCD 和 N 型 RCD 的缓冲电路, 适用于大功率 IPM 模块, 功能类似于图 5b 缓冲电路, 回路电感更小。若配合使用图 5a 缓冲电路, 能减小缓冲二极管的应力, 使缓冲更好。

图 5c 中, 当 IGBT 关断时, 负载电流经缓冲二极管向缓冲电容充电, 同时集电极电流逐渐减少, 因电容两端电压不能突变, 有效地限制了 IGBT 集电极电压上升率 dv/dt , 也避免集电极电压和电流同时达最大值。IGBT 集电极母线电感及缓冲电路及其元件内部杂散电感, 在 IGBT 开通时储存能量, 即转换电压储存在缓冲电容中。当 IGBT 开通时, 集电极母线电感及其他杂散电感, 又有效地限制 IGBT 集电极电流上升率 di/dt ,

(下转第 85 页)

辅助库的 `auxSolidSphere()` 函数显示有经纬线的球体,再调用函数 `glCallList(index)` 执行显示列表。显示恒星和星座,具体代码如下:

```
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT
GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
glPushMatrix(); glTranslatef (0.0f, 0.0f, -8.0f);
glRotatef ((GLfloat) nAngle, 1.0f, 0.0f, 0.0f);
glScalef (nSize+2.5f,nSize+2.5f,nSize+2.5f);
glColor3f(0.0f,0.0f,1.0f);
auxSolidSphere(0.7f);
glCallList(index)
... ..
glFlush(); glPopMatrix();
```

在 `glCallList(1)` 前加上 `glEnable(GL_COLOR_MATERIAL)` 和 `glColorMaterial(GL_FRONT, GL_AMBIENT_AND_DIFFUSE)` 两个函数,使显示列表中用 `glColor3f()` 函数设置物体的颜色有效;在 OpenGL 像素格式中设置双缓冲模式,显示最后须加上 `::SwapBuffers(m_pDC->GetSafeHdc())` 函数,以

(上接第 75 页) 同时避免集电极电压和电流达最大值。此时,缓冲电容通过外接电阻和 IGBT 开关放电,其储存的开关能量也随之在外接电阻和电路、元件内部电阻上消耗掉。如此,便将 IGBT 运行时产生的开关损耗,转移到缓冲电路,最后在相关电阻上以热形式消耗掉,从而保护 IGBT 安全运行。

图 5c 中电容值按经验选取:如 PM75CLA120 电容值为 $0.22\sim 0.47\mu\text{F}$,耐压值是 IGBT 的 $1.1\sim 1.5$ 倍,电阻值 $10\sim 20\Omega$,电阻功率按 $P=fCU^2\times 10^{-6}$ 计算,其中 f 为 IGBT 工作频率, U 为 IGBT 工作峰值电压, C 缓冲电路与电阻串联电容。二极管选用快恢复二极管。为保证缓冲电路的可靠性,可按功率大小选择已封装好的缓冲电路,如图 5。

由于母线电感、缓冲电路及其元件内部的杂散电感,对大功率 IPM 电路影响极大。因此电感愈小愈好。若要减小电感,直流母线应尽量短;缓冲电路尽可能贴近模块;选用低电感聚丙烯无极电容,与 IPM 相匹配的快速缓冲二极管及无感泄放电阻。

6 IPM 在组合式三相逆变器中应用与结语

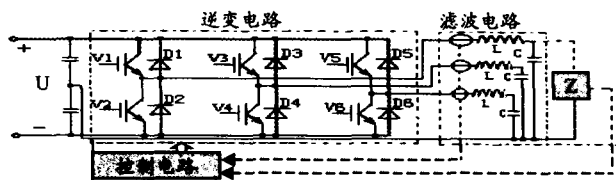


图 6 组合式三相逆变电路原理图

采用组合式的三相逆变电源不仅可实现对不平衡负载供电而不影响电源输出的对称性(幅度和相

交互缓冲区,才能正常显示物体。采用定时方法,每隔一定时间增加或减少旋转的角度,使用 `glRotate()` 函数就可以使物体沿 X 轴或 Y 轴旋转。

2 结束语

基于上述原理和方法,利用 VC++ 和 OpenGL 编程,设计出的模拟星空三维模型美观、立体感强,加上旋转功能后可模拟星空的运动,并可将三维图形嵌入 VC++ 应用程序中,由应用程序控制旋转角度和方向。

参考文献:

- [1] 费广正,乔林. Visual C++ 高级编程技术—OpenGL 篇 [M]. 北京:中国铁道出版社,2000.
- [2] 和平鸽工作室. OpenGL 高级编程与可视化系统开发(高级编程篇) [M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [3] 李晓远,贾真昆,郭庆民. Visual C++ 多媒体特效制作百例 [M]. 北京:中国电力出版社,2001.

位的对称),是实现大功率逆变电源的结构基础。由逆变、滤波和控制等电路组成,电路原理如图 6。逆变电路完成直流到交流的变换,滤波电路滤去谐波成分,以获得所需的交流电;控制电路完成对逆变桥中开关管的控制,并完成部分保护功能。

该逆变器由 3 个单相逆变器组成,共有 6 个开关管和续流二极管。工作时开关管在高频下通断,开关瞬间管间电压、电流变化大,损耗多,结间温升高,加上功率回路寄生电感、振荡及噪声等。极易导致开关管瞬间损坏,常以分立元件设计开关管的保护和驱动等电路,导致电路庞大,且不可靠。

采用 6 单元 IPM 模块 PM75CLA120 代替图中 V1、D1、V2、D2 和 V3、D3、V4、D4 及 V5、D5、V6、D6 组合成三相半桥逆变电路,利用 DSP 对 IPM 的控制,完成中频率 20KW、230V 逆变器设计和调试。其中采用前面设计的驱动电路,图 5c 中缓冲电路和基于 DSP 控制软件 IPM 保护电路。该逆变器证明:使用 IPM 电路简单,缩短系统开发时间,提高可靠性,体积小,提高了故障下的保护能力。

参考文献:

- [1] Jai P Agrawal. Power Electronic Systems [M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [2] 李广海,叶勇,蒋静坪. IPM 驱动和保护电路的研究[J]. 电子技术应用,2003,(12): 43-45.
- [3] N Mohan, T M Undeland, W P Robbins. Power Electronic (Converters Applications and Design) [M]. 北京:高等教育出版社,2004.