

凌阳单片机 系列丛书



# 凌阳16位电机控制单片机

## ——SPMC75系列原理与应用开发

凌阳科技 编著



北京航空航天大学出版社

凌阳单片机系列丛书

内容简介

# 凌阳 16 位电机控制单片机

## ——SPMC75 系列原理与应用开发

凌阳科技 编著

|        |                  |                |
|--------|------------------|----------------|
| 0x7414 |                  | MCP4 定时中断状态寄存器 |
| 0x7424 |                  | MCP4 定时输出控制寄存器 |
| 0x7428 |                  | MCP4 定时死区控制寄存器 |
| 0x7408 |                  | PDC0 定时位置寄存器   |
| 0x7452 |                  | PDC0 定时位置寄存器   |
| 0x7462 |                  | PDC0 定时位置寄存器   |
| 0x7464 |                  | PDC0 定时位置寄存器   |
| 0x7463 |                  | PDC0 定时位置寄存器   |
| 0x7465 |                  | PDC0 定时位置寄存器   |
| 0x7409 | TPWM_Write       | 定时/PWM 模块寄存器   |
| 0x7468 | P_OIL_Ctrl       | MCP 错误控制和状态寄存器 |
| 0x7469 | P_OIL2_Ctrl      | MCP 错误控制和状态寄存器 |
| 0x7466 | P_Fault1_Ctrl    | MCP 错误控制和状态寄存器 |
| 0x746A | P_Fault1_Release | MCP 错误控制和状态寄存器 |
| 0x7467 | P_Fault2_Ctrl    | MCP 错误控制和状态寄存器 |
| 0x746B | P_Fault2_Release | MCP 错误控制和状态寄存器 |

©2007 北京航空航天大学出版社出版。未经许可，不得转载。  
 未经许可，不得转载。  
 未经许可，不得转载。

凌阳 16 位电机控制单片机——SPMC75 系列原理与应用开发

编著：凌阳科技

责任编辑：刘丽

北京航空航天大学出版社出版

北京市西城区学院路 37 号 (100083) 发行部电话：(010)82317024 传真：(010)82338026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:buaapress@263.net

北京市松源印刷有限公司印刷 各地书店经销

北京航空航天大学出版社

ISBN 978-7-81134-007-8 定价：28.00 元

## 内 容 简 介

从基本原理和实际应用的角度出发,按照实际学习、应用的顺序组织内容,系统、详细地介绍了具有电机控制特性的 SPMC75 系列 16 位单片机。将基本原理、系统开发和变频技术实际应用 3 个方面相结合,其中:第 1、2、4、5、6 章从特点、内核结构、存储器、时钟、外围模块、电机控制专用模块和中断等方面介绍该系列单片机的基本原理;第 3、7 章介绍该系列单片机的指令系统和程序开发;第 8 章介绍该系列单片机的实际应用。本书语言通俗易懂,内容系统全面,理论与实际结合,实用性强。

本书既可作为从事单片机开发与电机控制的科研、生产及设计人员的参考用书,也可作为高等院校自动化、电气工程等专业师生的教学参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

凌阳 16 位电机控制单片机:SPMC75 系列原理与应用开发/凌阳科技编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.7  
ISBN 978-7-81124-007-8

I. 凌… II. 凌… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 075384 号

©2007,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。  
侵权必究。

## 凌阳 16 位电机控制单片机——SPMC75 系列原理与应用开发

凌阳科技 编著

责任编辑 潘晓丽 刘秀清

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:19.25 字数:431 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-007-8 定价:28.00 元

# 前言

当前,市场上出现了非常多的单片机产品。从应用普遍的 8 位单片机到近几年发展迅速的 16 位单片机,还有近几年得到广泛应用的 32 位单片机,其种类繁多,这使得许多工程技术人员在进行单片机选型时,也感到无从下手。此外,应用于工业控制、家电控制以及电机控制领域的单片机品种为数也不少,其中既有 8 位单片机,也有 16 位单片机,还有 32 位单片机,而有些公司还提供专用于电机控制应用方面的 DSP 产品。从某种角度来说,真正适用于工业控制领域及电机控制应用方面的单片机/微控制器(包含了嵌入式微处理器以及 DSP 产品)实际上在对芯片的抗干扰能力、芯片的端口驱动能力及可靠性等方面,有着非常严格的要求;因此,就当前看来,市场上被广大工程技术人员认可的工控单片机,几乎都是美国、欧洲、日本的产品;专用的电机控制单片机/微控制器产品更少。而本书将要给读者介绍的正是凌阳科技有限公司(简称凌阳科技, Sunplus Technology Co., Ltd.)最新推出的一款 16 位工业控制等级单片机——SPMC75 系列单片机。

凌阳科技从 2000 年开始,为了回馈教育,改进大专院校的单片机教学条件,增加高校师生接触新技术、新器件的机会,推出了具有长远战略意义的凌阳科技大学计划。到 2005 年底,国内已有 300 多所大学与凌阳科技合作,并建立了近 200 个凌阳 16 位单片机实验室,取得了令人瞩目的成就。2005 年,为了配合新一代凌阳通用单片机的推广,凌阳科技成立了凌阳单片机推广中心,负责凌阳工业级通用单片机产品的推广、销售与技术支持等业务。2005 年下半年,成立不久的凌阳单片机推广中心即推出了新一代 16 位 SPMC75 系列变频单片机,其凭借着抗干扰性能优良、性价比高、技术支持服务全面等优势进入了 MCU 领域。

SPMC75 系列单片机采用凌阳自主知识产权的 16 位  $\mu'nSP^TM$  内核,与凌阳大学计划在国  
内众多大专院校所推广的 SPCE061A 单片机同属  $\mu'nSP$  系列单片机,其同样具备 DSP 特色的内核特点,以及 SOC 单片机的设计思想;但在抗干扰性能、中断系统及硬件模块资源等方面,相对于 SPCE061A 单片机,则有了很大的改进。这点读者可从书中的内容得到证实。SPMC75 系列单片机集成了能产生变频电机驱动的 PWM 发生器、多功能捕获比较模块、BLDC 电机驱动专用位置检测接口、两相增量编码器接口等硬件模块,以及多功能 I/O 口、同步和异步串行口、ADC、定时/计数器等功能模块。利用这些硬件模块,SPMC75 可以完成诸如家电用变频驱动器、标准工业变频驱动器与多环伺服驱动系统等复杂应用。当然也可以应用于其他方面,因为其丰富的硬件资源相对于一般的工业控制单片机,也是很难得的。本书将针对该系列单片机的内部结构、指令系统以及应用范例等作出详尽的叙述,为读者讲解该系列单片机的原理、开发以及应用。

本书共分 8 章:

第 1 章为凌阳 SPMC75 系列单片机。介绍 SPMC75 系列单片机的性能特点、应用领域、以及 SPMC75 系列的两颗单片机 SPMC75F2413A、SPMC75F2313A 的资源特点,并介绍 SPMC75 系列单片机的最小系统开发方法。

第 2 章为 SPMC75F2413A 单片机。介绍 SPMC75 系列单片机的内核,并具体介绍该系列单片机中最具代表性的 SPMC75F2413A 的存储器、复位及时钟系统。

第 3 章为指令系统。介绍 SPMC75 系列单片机的汇编指令、常用汇编伪指令,并对简单的程序进行分析,使读者基本掌握 SPMC75 系列单片机的汇编语言编程。

第 4 章为 SPMC75F2413A 基础硬件模块。介绍 I/O 端口、通用定时器、串行端口、ADC 以及其他的基础硬件模块,使读者掌握 SPMC75F2413A 基本硬件模块的使用。

第 5 章为电机控制专用定时器。介绍 SPMC75F2413A 特有的 3 个专用定时器:电机控制 PWM 输出定时器(MCP 定时器)、相位捕获定时器(PDC 定时器)及多功能定时器(TPM 定时器)。它们在变频应用及电机驱动控制应用中将发挥重要的作用。

第 6 章为中断系统。SPMC75F2413A 的中断源非常丰富,本章介绍了从整体到各类型的中断源,并详细讲解了 SPMC75F2413A 的中断嵌套模式,最后举例说明中断系统的应用。

第 7 章为程序开发。介绍  $\mu'nSP$  集成开发环境(IDE)以及利用 C 语言进行 SPMC75 系列单片机的程序开发等内容,最后为读者提供了几个参考应用范例。

第 8 章为单片机变频技术。本章用大量的篇幅介绍变频技术,并通过 3 个 SPMC75F2413A 变频产品设计方案说明 SPMC75F2413A 单片机用于变频应用的独到之处。

读者可以登录凌阳单片机网站(<http://www.sunplusmcu.com>)下载更多关于 SPMC75 系列单片机的资料,以便参考,也可以登录论坛进行在线讨论。

本书由凌阳单片机推广中心 MCU 技术支持部的叶新华经理组织多位工程师进行编写,由北京北阳电子技术有限公司大学计划处处长罗亚非、张向艳统一审稿。在本书的编写过程中,编者得到了台湾凌阳科技 IP 开发处及系统应用中心多位工程师的技术指导,在此致以诚挚的谢意。

本书集多位电子工程师的开发与应用经验而成,如有不妥之处,还请各位读者提出宝贵的意见与建议(E-mail:mcu@sunplus.com.cn)。

作者

2007 年 5 月 16 日于北京

# 目 录

## 第 1 章 凌阳 SPMC75 系列单片机

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1.1 凌阳通用单片机简介              | 1  |
| 1.1.1 凌阳单片机概况              | 1  |
| 1.1.2 凌阳 16 位单片机           | 2  |
| 1.2 SPMC75 系列单片机           | 3  |
| 1.2.1 SPMC75 系列单片机性能特点     | 3  |
| 1.2.2 凌阳 SPMC75 系列单片机与电机驱动 | 5  |
| 1.3 SPMC75 系列单片机封装及引脚      | 6  |
| 1.3.1 芯片封装                 | 6  |
| 1.3.2 引脚描述                 | 10 |
| 1.4 SPMC75 系列单片机的开发        | 12 |
| 1.4.1 最小系统                 | 12 |
| 1.4.2 开发方法                 | 14 |

## 第 2 章 SPMC75F2413A 单片机

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2.1 SPMC75F2413A 的系统结构 | 16 |
| 2.1.1 $\mu'nSP$ 内核结构   | 16 |
| 2.1.2 CPU 寄存器          | 18 |
| 2.2 SPMC75F2413A 的存储器  | 21 |
| 2.2.1 存储器概述            | 21 |
| 2.2.2 SRAM             | 22 |
| 2.2.3 堆 栈              | 22 |
| 2.2.4 硬件控制寄存器          | 22 |
| 2.2.5 Flash            | 23 |
| 2.3 SPMC75F2413A 的时钟系统 | 24 |
| 2.3.1 时钟系统概述           | 24 |
| 2.3.2 外部时钟输入           | 25 |
| 2.3.3 本地晶体振荡器          | 26 |
| 2.3.4 时钟监控功能           | 26 |
| 2.3.5 系统时钟控制寄存器        | 27 |
| 2.4 SPMC75F2413A 的复位系统 | 27 |
| 2.4.1 复位系统概述           | 27 |
| 2.4.2 复位源与控制寄存器        | 30 |

## 第 3 章 指令系统

|                 |    |
|-----------------|----|
| 3.1 指令系统概述及符号约定 | 33 |
|-----------------|----|

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 3.2 指令说明 .....                     | 35  |
| 3.2.1 数据传送指令 .....                 | 35  |
| 3.2.2 算术运算指令 .....                 | 37  |
| 3.2.3 逻辑运算指令 .....                 | 44  |
| 3.2.4 控制转移指令 .....                 | 52  |
| 3.2.5 位操作指令 .....                  | 54  |
| 3.2.6 处理器控制指令 .....                | 56  |
| 3.3 常用伪指令 .....                    | 58  |
| 3.3.1 $\mu'n$ SP 伪指令的语法格式及分类 ..... | 58  |
| 3.3.2 定义类伪指令 .....                 | 58  |
| 3.3.3 存储类伪指令 .....                 | 61  |
| 3.3.4 条件类伪指令 .....                 | 63  |
| 3.3.5 汇编链接类伪指令 .....               | 64  |
| 3.4 汇编程序架构 .....                   | 65  |
| 3.4.1 范例一 .....                    | 65  |
| 3.4.2 范例二 .....                    | 66  |
| <b>第 4 章 SPMC75F2413A 基础硬件模块</b>   |     |
| 4.1 I/O 端口原理及应用 .....              | 68  |
| 4.1.1 I/O 端口结构 .....               | 68  |
| 4.1.2 I/O 端口寄存器 .....              | 69  |
| 4.1.3 端口 A 寄存器组 .....              | 69  |
| 4.1.4 其他端口寄存器组 .....               | 71  |
| 4.1.5 I/O 端口的特殊功能 .....            | 72  |
| 4.1.6 I/O 端口的应用 .....              | 78  |
| 4.2 通用定时器原理及应用 .....               | 80  |
| 4.2.1 SPMC75F2413A 的定时器 .....      | 80  |
| 4.2.2 通用定时器 CMT 结构 .....           | 81  |
| 4.2.3 通用定时器的控制寄存器 .....            | 82  |
| 4.2.4 通用定时器应用 .....                | 85  |
| 4.3 串行接口原理及应用 .....                | 87  |
| 4.3.1 SPI 接口 .....                 | 87  |
| 4.3.2 SPI 接口应用 .....               | 93  |
| 4.3.3 UART 接口 .....                | 95  |
| 4.3.4 UART 接口应用 .....              | 102 |
| 4.4 ADC 工作原理及应用 .....              | 103 |
| 4.4.1 ADC 控制寄存器 .....              | 104 |
| 4.4.2 ADC 特定时刻采样功能 .....           | 109 |
| 4.4.3 ADC 应用 .....                 | 109 |
| 4.5 其他硬件功能模块原理及应用 .....            | 111 |
| 4.5.1 片内 Flash 操作 .....            | 111 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 4.5.2 看门狗定时器                | 115 |
| 4.5.3 可编程时基信号输出             | 118 |
| 4.5.4 节电模式及唤醒               | 120 |
| <b>第5章 电机控制专用定时器</b>        |     |
| 5.1 MCP 定时器工作原理             | 130 |
| 5.1.1 MCP 定时器特性简介           | 130 |
| 5.1.2 MCP 定时器的计数操作          | 133 |
| 5.1.3 MCP4 定时器控制寄存器         | 136 |
| 5.1.4 MCP4 定时器的 PWM 输出功能    | 145 |
| 5.1.5 死区插入功能                | 150 |
| 5.1.6 错误保护功能                | 152 |
| 5.1.7 过载保护功能                | 157 |
| 5.1.8 MCP4 定时器工作模式及应用       | 161 |
| 5.1.9 MCP3 定时器              | 165 |
| 5.2 PDC 定时器工作原理             | 166 |
| 5.2.1 PDC 定时器特性简介           | 166 |
| 5.2.2 PDC 定时器的计数操作          | 169 |
| 5.2.3 PDC1 定时器控制寄存器         | 169 |
| 5.2.4 PDC1 定时器的 BLDC 位置检测接口 | 178 |
| 5.2.5 PDC1 定时器的编码盘接口        | 180 |
| 5.2.6 PDC1 定时器工作模式及应用       | 183 |
| 5.2.7 PDC0 定时器              | 190 |
| 5.3 TPM 定时器工作原理             | 190 |
| 5.3.1 TPM2 定时器特性简介          | 190 |
| 5.3.2 TMP2 定时器的计数操作         | 192 |
| 5.3.3 TPM2 定时器控制寄存器         | 193 |
| 5.3.4 TPM2 定时器工作模式及应用       | 200 |
| <b>第6章 中断系统</b>             |     |
| 6.1 SPMC75F2413A 中断系统       | 202 |
| 6.1.1 中断系统概述                | 202 |
| 6.1.2 中断源                   | 203 |
| 6.2 中断控制寄存器                 | 205 |
| 6.3 中断模式                    | 211 |
| 6.3.1 中断模式简介                | 211 |
| 6.3.2 中断模式操作                | 211 |
| 6.4 中断应用                    | 212 |
| 6.4.1 中断设置步骤                | 212 |
| 6.4.2 中断程序设计                | 214 |
| 6.4.3 中断实例                  | 215 |

## 第 7 章 程序开发

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 7.1 $\mu'nSP$ 集成开发环境 .....     | 222 |
| 7.1.1 $\mu'nSP$ IDE 简介 .....   | 222 |
| 7.1.2 $\mu'nSP$ IDE 界面介绍 ..... | 223 |
| 7.1.3 $\mu'nSP$ IDE 的使用 .....  | 226 |
| 7.2 单片机 C 语言编程基础 .....         | 243 |
| 7.2.1 $\mu'nSP$ C 语言简介 .....   | 243 |
| 7.2.2 $\mu'nSP$ C 语言程序结构 ..... | 244 |
| 7.2.3 C 语言编程范例一 .....          | 247 |
| 7.2.4 C 语言编程范例二 .....          | 248 |
| 7.3 C 语言与汇编语言混合编程 .....        | 249 |
| 7.3.1 程序调用协议 .....             | 249 |
| 7.3.2 C 语言程序调用汇编语言函数 .....     | 250 |
| 7.3.3 汇编语言程序调用 C 语言函数 .....    | 255 |
| 7.3.4 C 语言嵌入式汇编 .....          | 258 |

## 第 8 章 单片机变频技术

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 8.1 变频技术概述 .....                     | 261 |
| 8.1.1 变频技术的发展背景 .....                | 261 |
| 8.1.2 变频技术在家电领域的应用 .....             | 262 |
| 8.1.3 SPMC75F2413A 在变频领域的应用优势 .....  | 264 |
| 8.2 SPMC75F2413A 在通用变频器中的应用 .....    | 264 |
| 8.2.1 应用 SPMC75F2413A 进行交流变频技术 ..... | 264 |
| 8.2.2 通用变频器总体方案设计 .....              | 265 |
| 8.2.3 硬件设计 .....                     | 266 |
| 8.2.4 软件设计 .....                     | 272 |
| 8.3 SPMC75F2413A 在直流变频空调中的应用 .....   | 277 |
| 8.3.1 SPMC75F2413A 控制无刷直流电机 .....    | 277 |
| 8.3.2 直流变频空调总体方案设计 .....             | 278 |
| 8.3.3 硬件设计 .....                     | 279 |
| 8.3.4 软件设计 .....                     | 285 |
| 8.4 SPMC75F2413A 在高性能变频电源中的应用 .....  | 288 |
| 8.4.1 三相变频电源简介 .....                 | 288 |
| 8.4.2 三相变频电源总体方案设计 .....             | 289 |
| 8.4.3 硬件设计 .....                     | 289 |
| 8.4.4 软件设计 .....                     | 290 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 附录 A $\mu'nSP$ 指令速查表 ..... | 292 |
|----------------------------|-----|

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 附录 B SPMC75F2413A 端口速查表 ..... | 296 |
|-------------------------------|-----|

## {第1章}

# 凌阳 SPMC75 系列 单片机

## 1.1.2 凌阳 16 位单片机

## 1.1 凌阳通用单片机简介

### 1.1.1 凌阳单片机概况

凌阳科技(Sunplus Technology Co., Ltd.)是全球知名的芯片设计公司,多年来一直致力于开发高品质的集成电路芯片。凌阳科技的愿景是“科技落实生活”,并以强大的 IC 设计与系统应用能力为客户提供满意的产品与服务。凌阳科技运用多媒体影音、单片微处理器、数字信号处理器(DSP)等核心技术,发展出多样化的产品线,包括液晶 IC、微控制器 IC、多媒体 IC、语音/音乐 IC 及各式 ASIC,并逐年扩增。

凌阳科技在单片微处理器的核心技术上,发展了从 8 位 SPMC65 系列微控制器到 16 位  $\mu'nSP$  系列微控制器、32 位微控制器的核心技术;同时,形成完整的 IC 产品线。广泛应用于电子词典、计算机外围、智能家电控制器、数码相机、VCD/DVD 播放器及来电显示器等产品中,在日常生活中无所不在。

凌阳科技的 16 位单片机的 CPU 内核采用的是凌阳自主知识产权的  $\mu'nSP$ (Microcon-

troller and Signal Processor) 16 位微处理器(以下简称  $\mu'nSP$ )。围绕  $\mu'nSP$  所形成的 16 位  $\mu'nSP$  系列单片机采用的是模块化集成结构,以  $\mu'nSP$  内核为中心,集成不同大小的 ROM、RAM 和功能丰富的各种外设接口部件,将单片机应用引领到 SoC(System on Chip)领域。

凌阳科技的 8 位系列单片机产品拥有完整的产品线,以其高性价比、全面的技术支持服务、方便的工具支持为广大客户所接受,出货量排在全球半导体企业的前几位。凌阳科技 8 位单片机产品主要的类别有:LCD 驱动控制芯片、多媒体应用芯片、语音芯片、工业级通用单片机等。

$\mu'nSP$  系列 16 位单片机主要产品有:带语音功能的 SPCE 通用单片机系列及工业控制级控制型的 SPMC 通用单片机系列;应用于视频游戏类产品的 SPG 系列单片机、带有 LCD 显示驱动的 SPL16 系列单片机、专用于通信产品的 SPT 系列单片机及应用于高档电子乐器、和弦发声的 SPF 系列单片机等。

凌阳科技推出的以  $\mu'nSP$  为内核的 SPMC75 系列单片机,用于变频马达驱动控制。目前广泛应用于变频家电、工业变频器、工业控制等领域,是针对家电产品以及工业控制领域的高抗干扰性、高性价比的工业级芯片。

## 1.1.2 凌阳 16 位单片机

随着单片机功能集成化的发展,其应用领域也逐渐由传统的控制,扩展为控制处理、数据处理以及数字信号处理(DSP, Digital Signal Processing)等领域。凌阳的 16 位单片机就是为适应这种发展而设计的。凌阳 16 位单片机的 CPU 采用  $\mu'nSP$  内核作为核心,并以模块化集成结构芯片为设计思想,围绕这个通用的核心 CPU,针对不同的产品应用领域集成不同的硬件功能模块,以此形成了  $\mu'nSP$  家族系列芯片。 $\mu'nSP$  家族的模块化集成结构如图 1.1 所示。

$\mu'nSP$  内核是一个高性能的通用核。结合模块化的单片机结构,不但可以充分体现 SoC 的理念,而且在  $\mu'nSP$  内核的结构当中拥有一些 DSP 才具备的特征:硬件乘法器、除法的硬件支持、内积运算以及带移位的算术运算操作等。这使得  $\mu'nSP$  系列单片机具有很高的性价比,可以广泛应用于各种类型的电子产品设计当中。

$\mu'nSP$  系列单片机中,有目前在大学里得到广泛应用的 SPCE061A 单片机。SPCE061A 属于带语音功能的通用单片机,有独具特色的语音功能。

SPMC75 系列单片机是继 SPCE061A 之后,凌阳科技在 16 位单片机产品方面的最新产

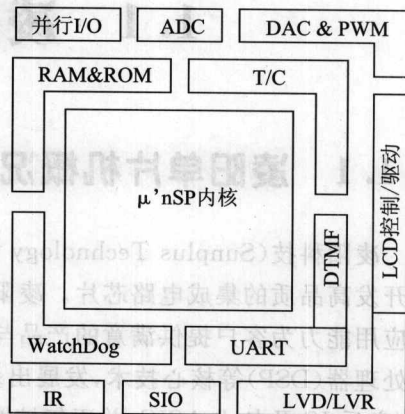


图 1.1  $\mu'nSP$  家族的模块化结构

品,属于  $\mu'nSP$  系列单片机的工业控制级通用单片机产品。SPMC75 系列单片机采用更新、更高效的  $\mu'nSP$  内核,并采用了整体的、有效的抗干扰加强设计,使其成为符合工业控制等级的高性能单片机,在抗干扰能力、可靠性方面亦有着优异的表现。在控制方面,由于加强了 I/O 端口的驱动和控制能力,加入了完整功能的定时器等,使其在控制应用领域非常突出,尤其是在电机驱动控制、变频应用等方面。

## 1.2 SPMC75 系列单片机

### 1.2.1 SPMC75 系列单片机性能特点

SPMC75 系列单片机与  $\mu'nSP$  的其他系列单片机相比,最显著的特点在于两方面:以工业控制等级作为基本的标准,拥有优良的抗干扰能力;另外在芯片的硬件资源方面,SPMC75 系列单片机强调控制的特性,特别是对各种电机控制的硬件支持上。

SPMC75 系列单片机的特性如下。

➤ 高性能的 CPU 内核:

- 凌阳 16 位  $\mu'nSP$  处理器(ISA 1.2),支持位操作;
- 两种低功耗模式:Wait/Standby;
- 片内低电压检测电路;

- 最高运行速度:24 MHz。

➤ 芯片内存储器:

- 32 K 字(32 K×16)Flash;
- 2 K 字(2 K×16)SRAM。

➤ 工作温度: -40~+85℃。

➤ 10 位 ADC 模块:

- 可编程的转换速率,最高转换速率:100 Ksps;
- 8 个外部输入通道;
- 可与 PDC 或 MCP 等定时器联动,实现电机控制中的电参量测量。

➤ 串行通信接口:

- 通用异步串行通信接口(UART);
- 标准外围接口(SPI)。

➤ 最多 64 个通用输入输出引脚。

➤ 可编程看门狗定时器。

|        |              |                        |
|--------|--------------|------------------------|
| 内部存储器  | 程序区(Program) | 32 K 字                 |
|        | 数据区(Data)    | 2 K 字                  |
| 工作电压   |              | 4.5~5.5 V              |
| I/O 接口 |              | 16 个(JOIN) + 48 个(PIN) |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| • 8 个外部输入通道；                         |  |
| • 可与 PDC 或 MCP 等定时器联动,实现电机控制中的电参量测量。 |  |
| ➤ 串行通信接口：                            |  |
| • 通用异步串行通信接口(UART)；                  |  |
| • 标准外围接口(SPI)。                       |  |
| ➤ 最多 64 个通用输入输出引脚。                   |  |

- 内置在线仿真功能接口(ICE),可实现在线仿真、调试与下载。
- 电机控制输出定时器(MCP 定时器:MCP3 和 MCP4):
  - 能够产生三相六路可编程的 PWM 波形(中心对称或边沿方式),如三相的 SPWM、SVPWM 等;
  - 提供 PWM 占空比值同步载入逻辑;
  - 可选择与 PDC 的位置侦测变化同步;
  - 可编程的硬件死区插入功能,死区时间可设定;
  - 可编程的错误和过载保护逻辑;
  - 普通的定时器功能。
- 相位捕获定时器(PDC 定时器:PDC0 和 PDC1):
  - 可同时处理三路捕获输入;
  - BLDC 驱动的专用位置侦测接口;
  - 两相增量式编码盘接口,支持四种工作模式,内置四倍频电路;
  - 可产生三路 PWM 输出(中心对称或边沿方式);
  - 普通的定时器功能。
- 多功能定时器(TPM 定时器:TPM2):
  - 可同时处理二路捕获输入;
  - 可产生二路 PWM 输出(中心对称或边沿方式);
  - 普通的定时器功能。
- 通用定时器(CMT0 和 CMT1):16 位定时/计数器。

SPMC75 系列单片机目前有两种型号的芯片,即 SPMC75F2413A 和 SPMC75F2313A。SPMC75F2413A 的硬件资源可以同时两个电机进行变频控制,而 SPMC75F2313A 的硬件资源仅能对一个电机进行变频控制。

从表 1.1 可以看出,目前 SPMC75 系列芯片中,SPMC75F2413A 的资源是最全的;相对而言,SPMC75F2313A 仅是在 I/O 端口数量、MCP 定时器数量、PDC 定时器数量等方面作了一定的裁减。不过这两颗芯片都提供了多种封装形式,为用户提供了多样的选择。

表 1.1 SPMC75 系列单片机资源列表

| 功 能 \ 型 号        |            | SPMC75F2313A              | SPMC75F2413A            |
|------------------|------------|---------------------------|-------------------------|
| 内部存储器            | 程序区(Flash) | 32 K 字                    | 32 K 字                  |
|                  | 数据区(SRAM)  | 2 K 字                     | 2 K 字                   |
| 时钟范围(采用石英晶体振荡方式) |            | 12~24 MHz                 | 12~24 MHz               |
| 工作电压             |            | 4.5~5.5 V                 | 4.5~5.5 V               |
| I/O 端口           |            | 33 个(LQFP44)/31 个(SDIP42) | 64 个(QFP80)/53 个(QFP64) |

| 功 能                                      |         | 型 号 | SPMC75F2313A   | SPMC75F2413A          |
|------------------------------------------|---------|-----|----------------|-----------------------|
| 特殊功能<br>定时器                              | MCP 定时器 |     | 1 个 16 位       | 2 个 16 位              |
|                                          | PDC 定时器 |     | 2 个* 16 位      | 2 个 16 位              |
|                                          | TPM 定时器 |     | 1 个 16 位       | 1 个 16 位              |
| 通用定时器(CMT 定时器)                           |         |     | 2 个 16 位       | 2 个 16 位              |
| 通用 PWM 输出                                |         |     | 8 通道 16 位      | 8 通道 16 位             |
| 电机控制专用 PWM 输出                            |         |     | 6 通道 16 位      | 12 通道 16 位            |
| 捕获输入(ch)                                 |         |     | 8              | 8                     |
| BLDC 位置检测模块                              |         |     | PDC1 定时器       | PDC0、PDC1 定时器         |
| 相位计数模式                                   |         |     | PDC1 定时器       | PDC0、PDC1 定时器         |
| 模/数转换器(ADC)                              |         |     | 6 通道 10 位      | 8 通道 10 位             |
| 串行接口                                     |         |     | UART、SPI       | UART、SPI              |
| 看门狗定时器( $F_{\text{SYS}}=24\text{ MHz}$ ) |         |     | 5.46~699.05 ms | 5.46~699.05 ms        |
| 可编程时基信号输出                                |         |     | 无              | 1 通道 1.465~11.718 kHz |
| 外部中断                                     |         |     | 无              | 2 个                   |
| 封 装                                      |         |     | SDIP42         | QFP64                 |
|                                          |         |     | LQFP44         | QFP80                 |

注:SPMC75F2313A 的两个 PDC 定时器仅有一个具备完整的 PDC 定时器功能。

### 1.2.2 凌阳 SPMC75 系列单片机与电机驱动

从 SPMC75 系列单片机的性能特点可以看到:SPMC75 系列单片机继承了  $\mu^{\text{'}}\text{nSP}$  系列单片机内核所独具的处理能力,具备了 DSP 芯片的内核特色;并且在控制方面,SPMC75 系列单片机从 I/O 端口到定时器资源,都强化了控制能力,尤其在电机控制方面的能力。

SPMC75 系列单片机的 I/O 端口都具备直接驱动 LED 的能力,可以稳定、可靠地对外围电路及芯片进行驱动,这使得 SPMC75 系列单片机在一般的使用到端口控制功能的应用当中,其驱动能力显得游刃有余。另外 SPMC75 系列单片机是以工业控制等级的标准进行设计、生产的,可在  $-40\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$  的环境下可靠地工作,可以广泛地应用在各种工业控制及家电等产品中。

SPMC75 系列单片机的定时器是最具特色的,共有 7 个 16 位定时器(SPMC75F2413A),除了 2 个通用的定时器外,其余 5 个特殊功能定时器则针对电机控制而设计,分别属于三种类型:MCP 定时器在 PWM 信号发生方面的功能非常强大,有三相六路的 PWM 输出,可输出多种类型的 PWM 信号,用于交流变频控制、直流变频控制非常合适;PDC 定时器拥有完整的周期、脉宽捕获(capture)功能,可以作为 BLDC(无刷直流电机)位置检测模块,或作为增量式编码盘的接口,直接提供了检测电机转速、位置的接口模块;TPM 定时器为多功能定时器,同样也提供了独立的 16 位 PWM 信号输出、捕获功能,拥有完整的 CCP 功能。

图 1.2 所示为利用 SPMC75 系列单片机设计的一个变频驱动器的系统框图,主要利用了

SPMC75 的一个 MCP 定时器产生三相六路的 SPWM 波或 SVPWM 波(空间向量 PWM), 给后级的三相功率桥提供控制信号; 利用了一个 PDC 定时器作为增量式编码盘接口, 检测电机的转速; ADC 模块将采集电流、电压信号, 完成系统控制。

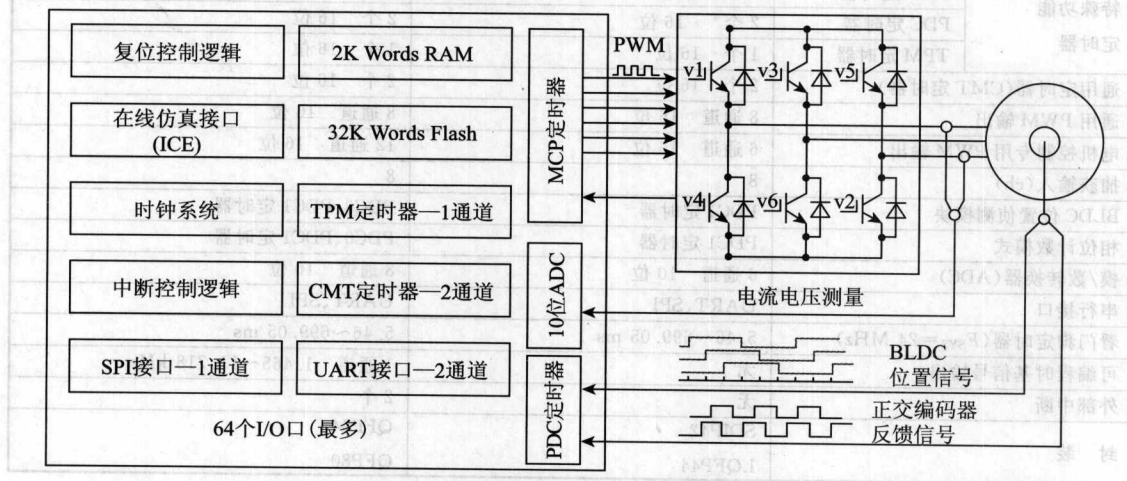


图 1.2 变频驱动器系统框图

对于不需要变频控制的小功率直流电机、步进电机而言, SPMC75 系列单片机也是非常适合的。如 SPMC75F2413A 最多可有 14 路独立占空比设置的 PWM 输出端口, 可作为电机控制的灵活配置; 8 通道的 ADC 输入通道, 可以作为传感器信号检测, 或检测系统当中电机驱动电流大小; 而 5 个特殊功能定时器都具备周期、脉宽捕获功能, 适用于有编码盘的电机速度检测, 或者一些信号的检测。

SPMC75 系列单片机非常适用于变频家电、工业变频器、变频电源、不间断电源 UPS 以及风扇控制等。在实际应用设计中, 特别是工业控制类型的产品设计中, 具有多样化的特征。SPMC75 系单片机拥有丰富的资源, 强大的处理能力, 将会被广泛使用在各种对控制能力以及处理能力都有较高要求的应用设计中。

## 1.3 SPMC75 系列单片机封装及引脚

### 1.3.1 芯片封装

SPMC75F2413A 的芯片封装形式有两种: QFP80 和 QFP64。图 1.3 所示为 QFP80 封装

图,引脚间距为 0.8 mm;图 1.4 所示为 QFP64 封装图,引脚间距为 1.0 mm。具体数据读者可以参考数据手册(DataSheet,可在凌阳单片机网站 [www.sunplusmcu.com](http://www.sunplusmcu.com) 下载)。

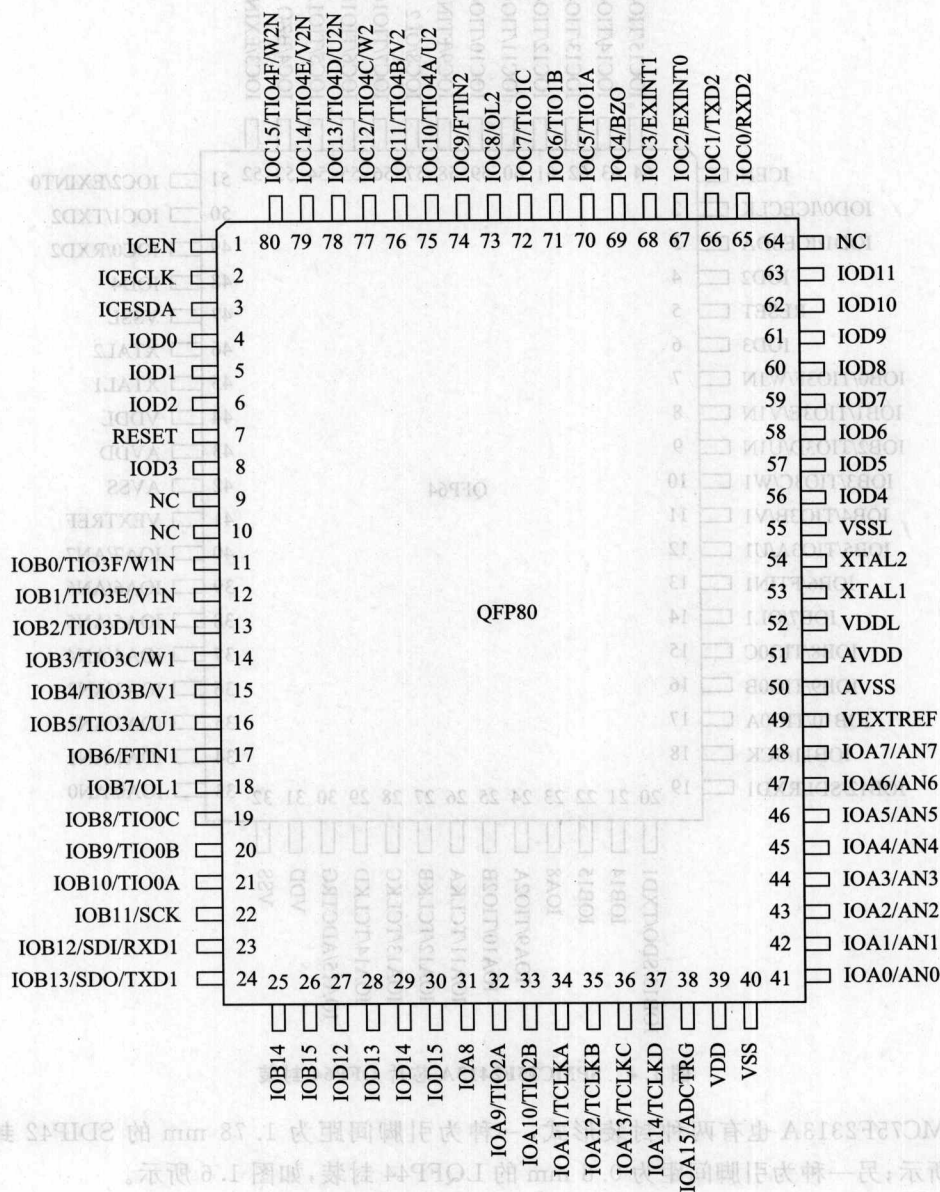


图 1.3 SPMC75F2413A 芯片 QFP80 封装

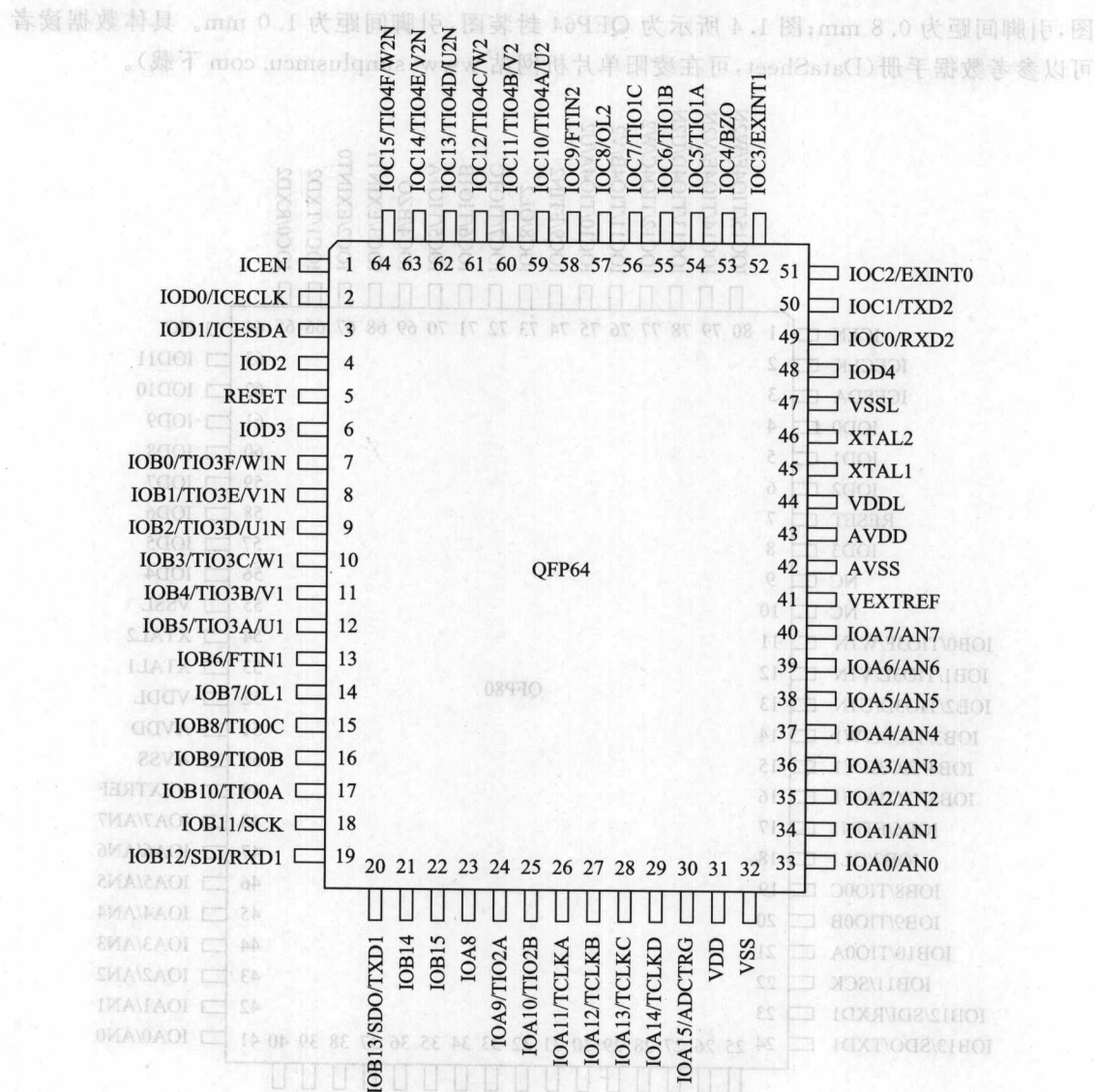


图 1.4 SPMC75F2413A 芯片 QFP64 封装

SPMC75F2313A 也有两种封装形式，一种为引脚间距为 1.78 mm 的 SDIP42 封装，如图 1.5 所示；另一种为引脚间距为 0.8 mm 的 LQFP44 封装，如图 1.6 所示。