



“飞思卡尔”杯

智能汽车设计与实例教程

— The Freescale Cup —

隋金雪 杨莉 张岩 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

“飞思卡尔”杯智能汽车设计 与实例教程

隋金雪 杨 莉 张 岩 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书以全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛为背景,讲述智能汽车设计的整体思路与技术难点,从元器件选购到相关专业知识的讲解,全方位展示了智能汽车的实际制作与调试过程。本书共分为8章,第1章为全国大学生飞思卡尔智能汽车竞赛的总体介绍。第2~4章分别为硬件设计、软件设计及机械结构设计。第5章给出了飞思卡尔系列芯片相应模块的讲解,包括MC9S12XS128、MCF52259、Kinetis K60及MPC5604。第6~8章给出了电磁、摄像头、光电及自平衡等组别智能汽车的实例制作过程。

本书以智能汽车比赛为切入点,提炼出智能汽车比赛的技术精要,全方位阐述了一套完整的、具有自动控制功能的嵌入式系统方案设计蓝图,不仅适用于各个阶段研究智能汽车的读者,更可供嵌入式系统与自动控制相关专业的本科生、研究生用作参考资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

“飞思卡尔”杯智能汽车设计与实例教程 / 隋金雪, 杨莉, 张岩编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.1
ISBN 978-7-121-21807-1

I. ①飞… II. ①隋… ②杨… ③张… III. ①汽车—模型(体育)—设计—教材 IV. ①U462

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第262265号

策划编辑: 薄 宇

责任编辑: 康 霞

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32.75 字数: 817千字

印 次: 2014年1月第1次印刷

定 价: 66.00元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

智能汽车是当今车辆工程领域研究的前沿，它体现了车辆工程、人工智能、自动控制、计算机等多个学科领域理论技术的交叉和综合，是未来汽车发展的趋势。全国大学生智能汽车竞赛对高校学生而言是一次难得的机遇和挑战。智能汽车竞赛涉及的知识较为宽泛，为了设计出性能优越的智能赛车，需要在赛车的设计开发过程中参考许多有价值的文献资料，不断学习，不断创新。

智能汽车竞赛考验参赛选手的综合能力，包括传感器的应用、电动机的应用、电路设计、自动控制原理、系统调试、机械结构设计等，将这些知识合理运用到智能汽车上是对选手的巨大挑战。对于竞赛选手来说，临场发挥对比赛成绩的好坏至关重要，及时制定并调整策略才能发挥出智能汽车的最大性能。

关于飞思卡尔微控制器

竞赛指定控制芯片为飞思卡尔系列芯片，飞思卡尔公司是嵌入式控制领域的全球带头人，是主要技术创新者，开发了首个基于 Flash 存储的 MCU。

➤ 16 位微控制器

飞思卡尔 S12 和 S12X 微控制器可以为汽车和工业应用提供高性能的 16 位控制功能。S12X 微控制器具有创新的 XGATE 模块，无须 CPU 干预即可处理中断事件。这让 S12X 控制器具备了通常在 32 位控制器上才有的高性能处理能力。16 位产品组合也包括一系列的数字信号控制器（DSC），将微控制器功能与 DSP 性能合二为一，它们特别适合先进的电动机控制应用。

➤ ColdFire 微控制器

32 位 ColdFire 嵌入式控制器系统架构不同于业内任何其他产品。这个丰富的 MCU 产品组合以工业应用为核心，具有优异的性能和外围设备选件，包括市场上超低功耗、段式和图形 LCD、USB 及以太网。凭借庞大的开发工具和设计资源生态系统的有力支持，广泛应用于消费和工业应用领域。

➤ Kinetis ARM®微控制器

32 位 Kinetis MCU 是业界最具扩展能力的 ARM® Cortex™-M4 MCU 的出色代表。该产品组合先期推出的产品，包括 5 个系列 200 多款引脚、外设和软件都兼容的 MCU，具有出色的性能、内存和功能扩展能力。由于采用了创新的 90nm 薄膜存储器（TFS）闪存技术，并带有独特的 FlexMemory（可配置嵌入式 E²PROM），Kinetis 包含最新的低功耗创新技术和高性能

能、高精度的混合信号功能。Kinetis MCU 还得到飞思卡尔和 ARM 第三方生态系统合作伙伴的领先市场的实施工具包的支持。

本书特色

1. 实用性强

本书以实用性为原则，根据前几届参赛选手的亲身经历，通过“第一视角”向读者展示智能汽车制作与调试的精髓。

2. 内容全面、系统、深入

本书涵盖了智能汽车制作的各方面知识点，向读者展示了一个完整的体系，尤其对技术盲点进行了深刻的解析，有利于读者继续研究学习。

3. 源代码丰富

编者从事智能汽车研究多年，先后参加第五、六、七、八届“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛，多次获得省级奖、赛区奖及国家奖，本书收录了编者的长期制作与调试经验，向读者完全开放源代码，讲解精华程序，给读者呈现最具体、最实用的资料。

本书结构

全书共分为 8 章，其中第 1 章介绍全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛概况与比赛规则。第 2~4 章分别从硬件设计、软件设计及机械结构设计给出智能汽车整体设计的框架。第 5 章对控制芯片的使用进行了详细描述，着重讲解了智能汽车比赛需要用到的各个模块，由于竞赛规定每个学校参赛队伍不得采用同一型号的控制芯片，因此挑选出四种适用于智能汽车竞赛的飞思卡尔系列芯片——MC9S12XS128、MCF52259、Kinetis K60 及 MPC5604 进行相应讲解。第 6~8 章根据编者自身的参赛经历，将完整的智能汽车制作过程收录在内，涵盖了电磁、摄像头、光电及自平衡等组别。

读者对象

- ✓ 智能车制作初学者
- ✓ 想进行技术提升的智能汽车参赛队员
- ✓ 嵌入式开发人员
- ✓ 自动控制研究人员
- ✓ 本科院校学生及研究生
- ✓ 科技爱好者

本书作者

本书由隋金雪、杨莉、张岩编著，参加编写的人员还有山东工商学院深蓝工作室（机器人协会）刘海锐、王庭蛟、王志翔、李惠彬、韩冰、邓鸿宇、刘鹏、董露露等。

鉴于作者水平有限，书中难免存在不足和错误之处，恳望读者提出宝贵建议和意见，以便再版时改进。

编著者

目 录

第 1 章 竞赛简介	1
1.1 竞赛与规则简介	1
1.1.1 竞赛介绍	1
1.1.2 竞赛规则	2
1.2 历届承办单位及获奖情况	2
第 2 章 智能汽车硬件设计	4
2.1 供电模块电路设计	4
2.1.1 单片机供电电路设计	5
2.1.2 舵机供电电路设计	7
2.1.3 特殊传感器的升压供电	9
2.1.4 传感器等其他外设供电	11
2.2 电动机驱动电路设计	12
2.2.1 脉宽调制基本原理	12
2.2.2 H 桥的基本原理	14
2.2.3 A 车模、D 车模电动机驱动方案	15
2.2.4 B 车模电动机驱动方案	16
2.3 信号传递电路的设计	19
2.3.1 电动机控制信号的电平转换与隔离	19
2.3.2 传感器数据信号的电平转换	21
2.3.3 舵机控制信号的隔离	24
2.4 测速模块原理与电路设计	25
2.4.1 光电脉冲测速原理	25
2.4.2 低成本方案——光电码盘	26
2.4.3 高精度方案——光电编码器	27
2.4.4 第五轮测速方式	29
2.5 辅助调试设备及其电路设计	29
2.5.1 液晶显示	30
2.5.2 矩阵键盘	32
2.5.3 拨码开关	33
2.5.4 串口通信	34

2.5.5	无线通信	36
2.5.6	SD 卡读写	37
2.6	主板外形设计	37
2.6.1	A 型车模主板设计参考	37
2.6.2	B 型车模主板设计参考	39
2.7	PCB 实体电路的设计	39
2.7.1	元器件封装选择	39
2.7.2	基于原理图设计实体电路	40
2.7.3	电路抗干扰、防静电设计	43
2.7.4	自制 PCB 的方法指导	44
	本章小结	45
第 3 章	智能汽车软件设计	46
3.1	C 语言核心内容与芯片编程规范	46
3.1.1	C 语言核心内容	46
3.1.2	命名规则	53
3.1.3	注释	54
3.1.4	统一类型别名定义	56
3.1.5	编码	56
3.2	控制主程序	57
3.2.1	摄像头组主程序设计	57
3.2.2	电磁组主程序设计	57
3.2.3	光电组主程序设计	59
3.3	赛道信息的获取	60
3.3.1	摄像头图像的获取	60
3.3.2	电磁传感器信号的获取	67
3.3.3	光电传感器信号的获取	70
3.4	信号处理与赛道识别	71
3.4.1	摄像头图像处理与赛道边沿识别	71
3.4.2	电磁车信号放大与赛道边沿识别	73
3.4.3	光电车信号处理与赛道边沿识别	74
3.5	赛道分析与控制策略	74
3.5.1	摄像头组	74
3.5.2	电磁组及光电组	77
3.6	起跑线的识别	78
3.6.1	摄像头组	78
3.6.2	电磁组	78
3.6.3	光电组	80
3.7	PID 控制算法和应用	80
3.7.1	PID 控制算法	80

3.7.2	PID 控制在智能汽车上的实现	84
3.8	其他控制算法和应用	85
3.8.1	模糊控制	85
3.8.2	赛道记忆算法	87
3.9	计算机辅助调试	87
3.9.1	开发软件介绍	87
3.9.2	C#上位机获取图像	88
3.9.3	MATLAB 调试 PID	88
3.9.4	按键及显示屏模块	89
第 4 章	智能汽车机械结构设计	90
4.1	机械设计软件——Pro-Engineer	90
4.1.1	简介	90
4.1.2	历史版本	90
4.1.3	主要模块	91
4.1.4	主要特性	91
4.1.5	Pro-Engineer 在智能汽车上的应用	92
4.1.6	用户关注热点	92
4.2	智能汽车机械零件设计的一般步骤与准则	92
4.2.1	相关概念	92
4.2.2	设计机械零件的一般步骤	93
4.2.3	设计机械零件的基本准则	93
4.3	工具准备	94
4.3.1	锯切工具——钢锯	94
4.3.2	打孔工具	95
4.3.3	支持定位工具——桌虎钳	96
4.3.4	画线工具	97
4.3.5	螺丝刀	98
4.3.6	钳子	98
4.3.7	粘连工具	99
4.4	常用材料	100
4.4.1	铝合金	100
4.4.2	碳素纤维	100
4.4.3	润滑剂	101
4.5	智能汽车机械结构优化	102
4.5.1	智能汽车的整体结构	102
4.5.2	智能汽车防护保养与机械结构调整	103
4.5.3	智能汽车转向结构调整	107
4.5.4	智能汽车后轮结构调整	109
4.5.5	赛道保养	110

第 5 章 控制芯片	111
5.1 MC9S12XS128 芯片	112
5.1.1 芯片简介	112
5.1.2 时钟模块	112
5.1.3 I/O 模块及其应用	121
5.1.4 计数器和定时器模块	126
5.1.5 TIM 模块的脉冲累加器	133
5.1.6 脉冲调制解调模块 (PWM)	137
5.1.7 周期中断定时器 (PIT)	144
5.1.8 SCI 总线	151
5.1.9 模数转换模块	157
5.2 MCF52259 芯片	167
5.2.1 芯片简介	167
5.2.2 时钟模块	168
5.2.3 通用 I/O 口模块 (GPIO)	173
5.2.4 边沿中断检测模块 (EPORT)	181
5.2.5 中断管理模块	186
5.2.6 可编程中断定时器模块 (PIT)	193
5.2.7 脉冲累加器模块	196
5.2.8 舵机电动机控制模块 (PWM)	198
5.2.9 通用异步收发机模块	205
5.2.10 模数转换模块 (ADC)	214
5.3 Kinetis K60 芯片	226
5.3.1 芯片简介	226
5.3.2 时钟模块	226
5.3.3 多用途时钟信号发生器	228
5.3.4 系统集成模块 (SIM)	248
5.3.5 可编程中断定时器 (PIT)	257
5.3.6 Flex 定时器 (FTM)	259
5.3.7 通用输入/输出 (GPIO) 及引脚控制和中断	283
5.3.8 引脚控制和中断寄存器	286
5.3.9 UART 异步串行通信	309
5.3.10 模数转换器	331
5.4 MPC5604 芯片	356
5.4.1 芯片简介	356
5.4.2 时钟模块	356
5.4.3 简化系统接口单元 (SIUL)	372
5.4.4 中断管理模块	391
5.4.5 增强模块化 I/O 子程序 (eMIOS)	403
5.4.6 可编程中断定时器 (PIT)	428

5.4.7	A/D 转换模块	437
第 6 章	电磁车实例	446
6.1	智能汽车竞赛电磁组背景	446
6.2	电磁组传感器及路径检测设计参考方案	446
6.2.1	磁场检测方法	446
6.2.2	传感器模块设计	447
6.2.3	信号滤波	451
6.2.4	传感器的布局设计与调试	453
6.2.5	电路板的静电保护	458
6.3	车模整体控制策略	458
6.3.1	速度控制策略	458
6.3.2	转向控制策略	459
第 7 章	摄像头车实例	460
7.1	摄像头传感器简述	460
7.1.1	摄像头的选型	460
7.1.2	CCD 摄像头的优势与缺陷	462
7.1.3	OV5116 动态集成摄像头	463
7.2	整体方案设计	464
7.3	机械结构与调整	465
7.4	系统架构与硬件设计	465
7.4.1	模块划分及母板电路	465
7.4.2	CCD 摄像头模块电路	466
7.4.3	硬件二值化电路	466
7.5	图像采集处理	468
7.5.1	图像采集	468
7.5.2	图像处理	471
7.6	控制策略	472
7.6.1	控制方案	472
7.6.2	驱动电动机 PID 控制	474
7.6.3	转向舵机控制	475
7.7	难点突破与系统改进	475
7.7.1	机械改进	475
7.7.2	转向控制的优化	475
7.7.3	车体的防护	476
7.8	参考代码	476
第 8 章	自平衡车实例（光电组）	479
8.1	自平衡组简介	479
8.2	直立行走控制原理	479

8.2.1	直立行走任务分解	479
8.2.2	车模直立控制	481
8.2.3	车模速度控制	484
8.2.4	车模方向控制	485
8.2.5	车模倾角测量	486
8.2.6	车模直立行走控制算法总图	490
8.3	硬件电路及传感器安装	491
8.3.1	硬件电路整体概览	491
8.3.2	单片机最小系统 MC9S12XS128MAL	492
8.3.3	陀螺仪&加速度计模块	493
8.3.4	电动机驱动模块	494
8.3.5	编码器及测速电路	494
8.3.6	线性 CCD 模块	497
8.3.7	辅助调试及电源设计	498
8.3.8	车模整体装配方案	498
8.4	软件算法设计参考	498
8.4.1	整体控制流程	498
8.4.2	MC9S12XS128MAL 单片机资源分配	501
8.4.3	直立控制	505
8.4.4	速度控制	507
8.4.5	方向控制函数	509
8.4.6	电动机控制函数	511
	本章小结	512
	参考文献	513

第 1 章

竞赛简介

1.1 竞赛与规则简介

1.1.1 竞赛介绍

全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛起源于韩国，是韩国汉阳大学汽车控制实验室在飞思卡尔半导体公司资助下举办的以 HCS12 单片机为核心的大学生课外科技竞赛。组委会提供一个标准的汽车模型、直流电动机和可充电式电池，参赛队伍要制作一个能够自动识别路径的智能汽车，在专门设计的跑道上自动识别道路行驶，最快跑完全程而没有冲出跑道并且技术报告评分较高为获胜者。其设计内容涵盖了控制、模式识别、传感技术、汽车电子、电气、计算机、机械、能源等多个学科的知识，对学生知识融合和实践动手能力的培养具有良好的推动作用。

全国大学生智能汽车竞赛原则上由全国有自动化专业的高等学校（包括中国香港和澳门地区的高校）参赛。竞赛首先在各个分赛区进行报名、预赛，各分赛区的优胜队将参加全国总决赛。每届比赛根据参赛队伍和队员情况，分别设立光电组、摄像头组、电磁组、创意组等多个赛题组别。每个学校可以根据竞赛规则选报不同组别的参赛队伍。全国大学生智能汽车竞赛组织运行模式贯彻“政府倡导、专家主办、学生主体、社会参与”的 16 字方针，充分调动各方面参与的积极性。

“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛以飞思卡尔半导体公司为协办方，自 2006 年首届举办以来已经成功举办了 7 届，得到教育部领导、飞思卡尔公司领导与各高校师生的高度评价，已发展成全国 30 个省市自治区 200 余所高校广泛参与的全国大学生智能汽车竞赛。2008 年第三届被教育部批准列入国家教学质量与教学改革工程资助项目中 9 个科技人文竞赛之一，2009 年第四届被邀申请列入国家教学质量与教学改革工程资助项目。

全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛一般在每年的 10 月份公布次年竞赛的题目和组织方式，并开始接受报名，次年的 3 月份进行相关技术培训，7 月份进行分赛区竞赛，8 月份进行全国总决赛。

1.1.2 竞赛规则

全国大学生“飞思卡尔”杯智能汽车竞赛参赛选手须使用竞赛秘书处统一指定并负责采购的竞赛车模，采用飞思卡尔各系列芯片作为核心控制单元，自主构思控制方案及系统设计，包括传感器信号采集处理、控制算法及执行、动力电动机驱动、转向舵机控制等，完成智能汽车工程制作及调试，于指定日期、地点参加各分赛区的场地比赛，在获得决赛资格后，参加全国决赛区的场地比赛。参赛队伍之名次（成绩）由赛车现场成功完成赛道比赛时间为主，技术方案及制作工程质量评分为辅来决定。竞赛秘书处制定的比赛规则适用于各分赛区预赛及最终决赛。在实际可操作性基础上力求公正与公平参与。秘书处将邀请独立公证人监督现场赛事及评判过程。

分赛区、决赛区的现场比赛规则相同，均分为初赛与决赛两个阶段。

计算比赛成绩时，分赛区只是通过比赛单圈最短时间进行评比，而决赛区，还需结合技术报告分数综合评定。

1.2 历届承办单位及获奖情况

1. 第一届（2006年）

承办：清华大学

特等奖：清华大学

2. 第二届（2007年）

承办：上海交通大学

特等奖：上海交通大学

3. 第三届（2008年）

承办：东北大学

摄像头组冠、亚、季军：东北大学、北京科技大学、上海交通大学

光电组冠、亚、季军：武汉科技大学、北京科技大学、东北大学

4. 第四届（2009年）

承办：北京科技大学

摄像头组冠、亚、季军：北京科技大学、上海交通大学、上海大学

光电组冠、亚、季军：北京科技大学、清华大学、杭州电子科技大学

5. 第五届（2010年）

承办：杭州电子科技大学

摄像头组冠、亚、季军：北京科技大学、杭州电子科技大学信息工程学院、南京师范大学

光电组冠、亚、季军：杭州电子科技大学、杭州电子科技大学信息工程学院、乐山师范学院

电磁组冠、亚、季军：广东技术师范学院、清华大学、杭州电子科技大学

6. 第六届（2011年）

承办：西北工业大学

摄像头组冠、亚、季军：湖南大学、北京科技大学、山东大学

光电组冠、亚、季军：西北工业大学、电子科技大学、乐山师范学院

电磁组冠、亚、季军：杭州电子科技大学、北京科技大学、西北工业大学

7. 第七届（2012年）

承办：南京师范大学

摄像头组冠、亚、季军：北京科技大学、常熟理工大学、电子科技大学

光电组冠、亚、季军：北京科技大学、山东大学、乐山师范学院

电磁组冠、亚、季军：中南民族大学、浙江大学、华中科技大学

8. 第八届（2013年）

承办：哈尔滨工业大学

第 2 章

智能汽车硬件设计

在智能汽车的整体设计中，硬件的设计至关重要。良好的硬件设计是智能汽车稳定运行的基本保证。智能汽车的硬件模块大体可以分为三部分，即传感器电路、驱动电路和辅助电路。传感器电路主要包括不同组别的智能汽车在识别赛道时使用的传感器及其外围电路，如摄像头使用的图像采集“硬件二值化”电路，电磁的“放大、选频”电路等；驱动电路主要用于摄像头、电动机、舵机的驱动电路；辅助电路部分包括信号的缓冲、光电隔离等电路设计。整体方案示例如图 2.1.1 所示。

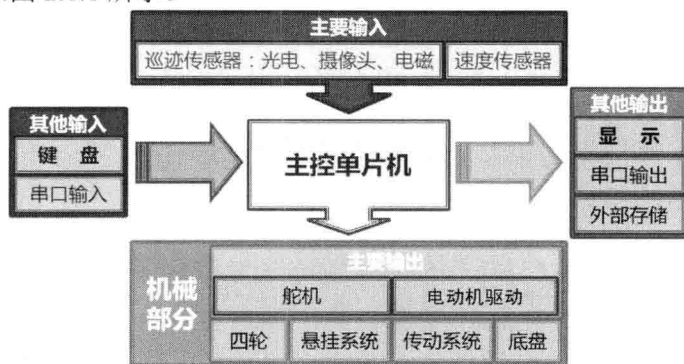


图 2.1.1 智能汽车整体方案概览

在硬件设计过程中有很多需要考虑的因素，如强弱电的分离，模拟、数字信号的隔离，布线的合理性等。本章将从“电路原理设计”到“电路实物设计”的思路进行讲解，详细介绍智能汽车的硬件设计方案。

本章的前 5 节介绍智能汽车基本电路的硬件原理，后两节根据前面介绍的原理图进行实物设计。

注意：本章内容是根据智能汽车比赛考察的技术要点进行整合讲解的，从原理上阐述智能汽车硬件的制作过程，并提供在嵌入式系统中的制作思路，不仅限于此次比赛。

2.1 供电模块电路设计

智能汽车是依靠电能工作的，因此智能汽车的硬件系统各个模块中有一个稳定可靠的电源系统是智能汽车正常运行的前提。然而在智能汽车运行过程中，各个传感器及其周边电路

所需要的电压不尽相同，而根据大赛组委会的规定，智能汽车的电源只能是规定型号的充电电池，因此在硬件电路设计过程中，第一步就是给各个电路单元设计好输出电压值不同的供电电路。

在设计供电电路之前，首先要充分了解智能汽车电池的特性。智能汽车的充电电池标准规格为 7.2V，2000mAh。根据实际使用过程中的经验来看，在电池充满电时，其电压能达到 8.2V 左右。随着使用，电池的电压会缓慢下降，当电压下降到 7.5V 以下时，电池就不能提供足够的电流给电动机。根据电池的特性，要对所有恒压供电的器件提供稳定的电压值才能保证智能汽车的稳定运行。

表 2.1.1 给出了智能汽车常用模块的电压需求情况，在下面的各小节中将对以上模块的供电方案进行详细解读。

表 2.1.1 智能汽车常用模块的电压需求情况

模块名称	需求电压	典型单元
单片机供电	5V 或 3.3V	9S12XS128(5V)、K60(3.3V)
舵机供电	5~6.5V	S3010(5~6.5V)、SD-5(4.5~5.5V)
编码器供电	5V	欧姆龙 E6A2-CW3C
I/O 外设	5V 或 3.3V	Nokia 5110 LCD(3.3V 或 5V)
摄像头	3.3V/5V/12V	Ov7725(3.3V)、Ov5116(5V)、SONY CCD(12V)
线性 CCD	5V	TSL1401CL(5V)
常用 IC 芯片	5V 或 3.3V	缓冲 IC 供电根据需求而定

2.1.1 单片机供电电路设计

单片机供电部分为 5V 或 3.3V。这两种典型电压是根据智能汽车大赛组委会规定的预选芯片种类而定的。其中最常用的 16 位单片机 MC9S12XS128 为 5V 供电，如图 2.1.2 所示。常用的 32 位单片机如 K60、ColdFire 52259 等芯片则为 3.3V 供电，如图 2.1.3 所示。大部分单片机的功耗并不大，所以不需要大电流稳压，但单片机需要一个稳定的电压保持平稳工作，所以供电最好设计为独立供电，避免与其他负载并联导致负载变化时影响单片机供电引起问题。

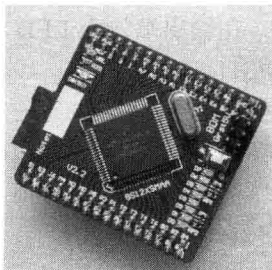


图 2.1.2 MC9S12XS128 核心板

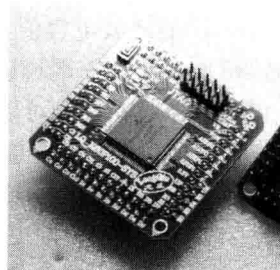


图 2.1.3 K60 核心板

在单片机供电中，推荐使用“三端固定式集成稳压器”来为单片机提供降压稳压供电。首先介绍一下“三端固定式集成稳压器”。

如图 2.1.4 所示为“三端固定式集成稳压器”的基本应用电路，只要把正输入电压加到

“三端固定式稳压器”的输入端，稳压器的公共端接地，其输出端则可以输出芯片所表示的正电压。在实际应用电路中，芯片输入端和输出端与地之间除分别接大容量滤波电容外，通常还需在芯片引出根部接小容量（ $0.1\sim 10\mu\text{F}$ ）电容到地，用于抑制芯片自激振荡，压窄芯片的高频带宽，减小高频噪声。电容的具体取值应随芯片输出电压的高低及应用电路的方式不同而异。

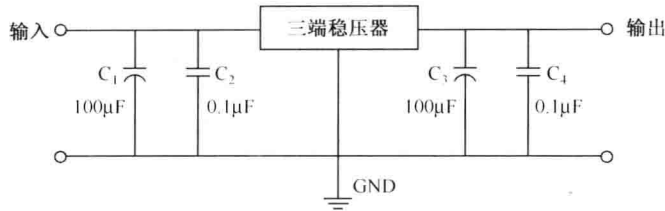


图 2.1.4 “三端固定式集成稳压器”典型电路

常用的稳压芯片有 78 系列、LM2940、AMS1117 等系列。由于 78 系列的稳压芯片发热量较大，不作推荐。在 5V 稳压方案中使用 LM2940 进行讲解，在 3.3V 稳压方案中则使用 AMS1117-3.3。

图 2.1.5 和图 2.1.6 分别为 LM2940 和 AMS1117-3.3 的实物图，关于实物封装的选择将在 PCB 设计部分进行介绍。

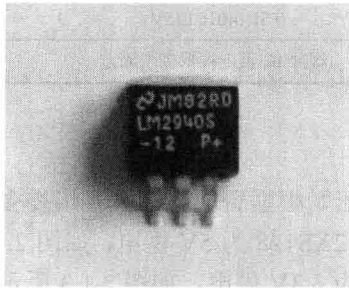


图 2.1.5 LM2940S(TO-263-3)

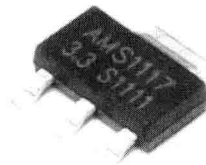


图 2.1.6 AMS1117-3.3(SOT-223)

如图 2.1.7 所示，使用一片 LM2940 为 5V 单片机进行供电，其中输入端的滤波电容选择 $0.47\mu\text{F}$ 和 $0.1\mu\text{F}$ ，输出端的滤波电容值为 $22\mu\text{F}$ 和 $0.1\mu\text{F}$ 。在输出端接入 LED 指示灯来检测稳压 IC 是否有正常输出。其中，三端稳压器也可换为 AMS1117-3.3。

若使用 3.3V 供电的单片机，则可以在 5V 稳压后使用 AMS1117-3.3 进行二次稳压，从而给 32 位的单片机提供 3.3V 的电压供电。其稳压电路如图 2.1.8 所示。实例电路图中的滤波电容值仅供参考，有精力的读者可以根据理论依据自行计算所需的滤波电容值。在使用滤波电容时，应注意区分是否有极性。极性电容和非极性电容应区分使用。

值得注意的是，在三端稳压器的使用过程中，一定要注意避免将输出端直接接地，否则很容易损坏三端稳压器，进而对整个电路造成不可预知的影响。

上述三端稳压器的示例电路都是根据芯片手册设计，根据外围电路的不同，三端稳压器还能实现更多其他功能。有关 LM2940 和 AMS1117-3.3 的更多功能请参考芯片手册自行设计。