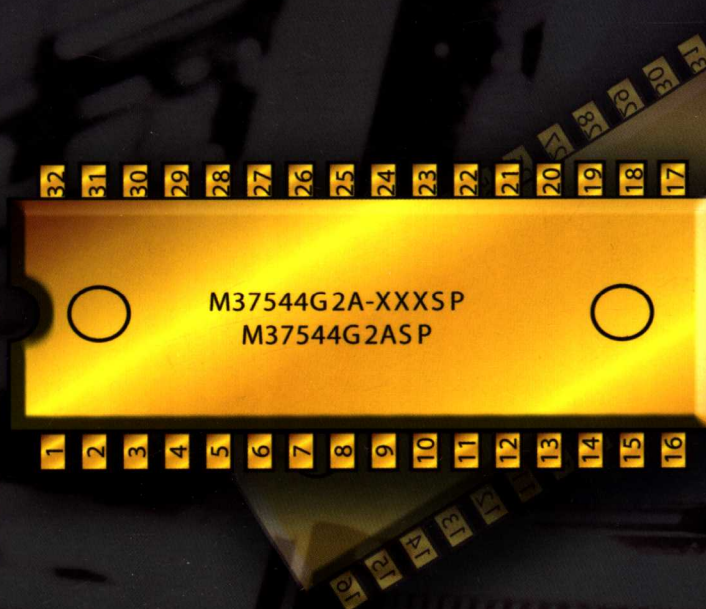


瑞萨7544单片机 原理和应用

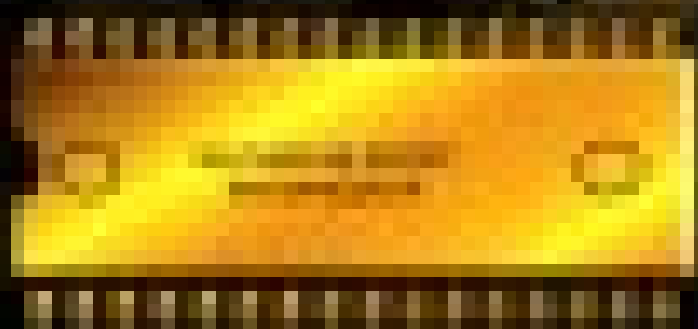


(日)上村 省一 铃木 诚 矢野 公子 编著

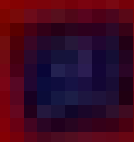


清华大学出版社

瑞萨 54C 单片机 原理和应用



（原书第4版） 清华大学出版社



清华大学出版社

瑞萨科技系列单片机原理与应用丛书

瑞萨 7544 单片机原理和应用

(日)上村 省一 铃木 诚 矢野 公子 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了瑞萨科技股份有限公司的 7544 组单片机的原理、性能特点和使用方法。7544 组单片机是 8 位单片机 740 族的系列产品之一,凝聚 16 位定时器、8 位定时器、8 位 A/D 转换器,非同步/同步串行接口等功能于一微型封装中。

本书在介绍单片机的系统构造和指令的基础上,也说明了一些基本程序实例及内置外围电路的使用方法。本书能帮助初学者在短期内尽快入门,可作为大专院校相关专业学生的学习资料,也适合具备一定单片机基础知识的人员自学,并可作为设计、开发技术人员的培训教材和参考资料。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

瑞萨 7544 单片机原理和应用/(日)上村 省一,(日)铃木 诚,(日)矢野 公子编著.

—北京:清华大学出版社,2005.6

(瑞萨科技系列单片机原理与应用丛书)

ISBN 7-302-11196-0

I. 瑞… II. ①上… ②铃… ③矢… III. 单片微型计算机,瑞萨 7544 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 060198 号

出版者:清华大学出版社

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

社总机:010-62770175

地址:北京清华大学学研大厦

邮编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:陈韦凯

文稿编辑:马 丽

封面设计:刘春敏

版式设计:俞小红

印刷者:北京市清华园胶印厂

装订者:北京市密云县京文制本装订厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:13.5 字数:309 千字

版次:2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-302-11196-0/TP·7391

印数:1~5000

定价:26.00 元

瑞萨科技系列单片机原理与应用丛书

1. 书名：瑞萨 R8C/11 单片机原理和应用（附光盘）

出版日期：2005 年 1 月 价格：36 元

主编：	铃木 诚	瑞萨系统科技股份有限公司
	常清璞	瑞萨科技（北京）有限公司
内容编著：	松本 真典	瑞萨科技股份有限公司
	笹原 裕司	瑞萨系统科技股份有限公司
	渡边 照一	瑞萨系统科技股份有限公司

2. 书名：瑞萨 7544 单片机原理和应用

出版日期：2005 年 6 月

主编：	上村 省一	瑞萨系统科技股份有限公司
内容编著：	铃木 诚	瑞萨系统科技股份有限公司
	矢野 公子	瑞萨系统科技股份有限公司

3. 书名：瑞萨 H8-SLP 单片机原理和应用（附光盘）

预计出版日期：2005 年 6 月

主编：	冈村 雅一	瑞萨系统科技股份有限公司
内容编著：	渡边 照一	瑞萨系统科技股份有限公司
	平山 和代	瑞萨系统科技股份有限公司

4. 书名：瑞萨 M16C 单片机原理和应用（附光盘）

预计出版日期：2005 年 9 月

5. 书名：瑞萨 R8C/14 单片机原理和应用（附光盘）

预计出版日期：2005 年 9 月

序

本书介绍 8 位单片机 740 系列中具有代表性的产品 7544 组的有关规格、指令以及应用程序等，是一本有实际应用价值的书籍。

740 系列自 1981 年开发以来至今已累计生产了 20 亿个，广泛应用于电视机、录像机、音响、微波炉、汽车、照相机、PC 外围设备等各个领域。虽然目前的高性能化产品中使用的单片机已被 8 位到 16 位以上的单片机或 SoC (System on Chip) 所取代，但 740 系列仍然应用在低价格产品及辅助系统中。随着单片机向低价格化的发展，使用单片机的产品不断增多，预计今后对 8 位单片机的需求仍会越来越大。

现有的单片机在程序质量稳定之后使用 OTP (One Time PROM) 或搭载闪存单片机进行试制，然后才进行初期量产。因其价格一般比掩模型 ROM 产品要高，所以在正式量产中几乎没有使用。

此次，瑞萨科技股份有限公司开发了在正式量产中也能继续使用的生产 QzROM (Quick & Easy ROM) 的低价格 OTP 工艺。7544 组是内置 QzROM 的最初产品。通过在量产中使用搭载 OTP 的单片机，使得因程序修改，规格变动而带来的生产调整比较容易进行。并且，它也能对应小批量单位 (LOT) 生产的产品，用途会越来越广。

本书在力所能及的范围内，记载了嵌入式单片机技术开发人员进行开发时必需的信息，或取得信息的方法，如果能为开发者助一臂之力，则将倍感荣幸。

瑞萨系统科技股份有限公司
单片机应用技术部部长

铃木 诚
2005 年 5 月

目 录

第 1 章 概要.....	1
1.1 740 产品族.....	1
1.2 QzROM 的优点.....	2
1.3 7544 群的概要.....	3
第 2 章 7544 群 (QzROM 版) 的硬件结构.....	6
2.1 概要.....	6
2.1.1 管脚连接图.....	7
2.1.2 功能框图.....	8
2.1.3 管脚的功能说明.....	10
2.1.4 群展开.....	10
2.2 功能块运行说明.....	11
2.2.1 中央运算处理器 (CPU).....	11
2.2.2 存储器.....	16
2.2.3 输入/输出端口.....	18
2.2.4 中断.....	21
2.2.5 键输入中断 (键唤醒).....	24
2.2.6 定时器.....	26
2.2.7 串行 I/O.....	32
2.2.8 A/D 转换器.....	37
2.2.9 监视定时器.....	38
2.2.10 复位电路.....	39
2.2.11 时钟发生电路.....	41
第 3 章 740 族的指令系统.....	47
3.1 概要.....	47
3.2 中央演算处理装置.....	47
3.2.1 累加器 (A).....	48
3.2.2 变址寄存器 X (X)、变址寄存器 Y (Y).....	48
3.2.3 堆栈指针 (S).....	48
3.2.4 程序计数器 (PC).....	48
3.2.5 处理器状态寄存器 (PS).....	48
3.3 寻址方式.....	50

3.4 指令系统.....	61
3.4.1 数据转移指令	61
3.4.2 运算指令	62
3.4.3 位操作指令	63
3.4.4 标志设定指令	63
3.4.5 跳转、转移和返回指令	63
3.4.6 中断指令	64
3.4.7 特别指令	64
3.4.8 其他指令	64
3.5 指令一览表.....	64
3.6 指令码对应表.....	70
第 4 章 740 族的基本程序.....	71
4.1 740 族指令集的特点.....	71
4.2 有效利用 740 族固有指令的处理.....	71
4.2.1 存储器间的运算	71
4.2.2 数据的位判定转移	73
4.2.3 数据的位处理（置位/复位）	74
4.2.4 数据的循环移位	74
4.3 基本处理的程序例子.....	76
4.3.1 RAM 清除	76
4.3.2 数据传送（RAM）	77
4.3.3 数据传送（固定 ROM 地址）	79
4.3.4 数据传送（可变 ROM 地址）	80
4.3.5 数据的重新排序	82
4.3.6 16 位数据加法运算（二进制）	85
4.3.7 16 位数据减法运算（二进制）	86
4.3.8 16 位数据加法运算（BCD）	88
4.3.9 16 位数据减法运算（BCD）	89
4.3.10 16 位数据乘法运算（二进制）	91
4.3.11 16 位数据除法运算（二进制）	93
4.4 应用程序例子.....	96
4.4.1 文件处理（传送）	96
4.4.2 文件处理（交换）	98
4.4.3 代码转换（压缩 BCD→非压缩 BCD）	100
4.4.4 代码转换（非压缩 BCD→压缩 BCD）	101
4.4.5 代码转换（BIN→BCD）	103
4.4.6 代码转换（BCD→BIN）	106

4.4.7 SGN 函数	110
4.4.8 DCB 12 位浮点四则运算	111
4.5 替代指令	122
4.5.1 交换累加器	122
4.5.2 计数器位累加器	123
4.5.3 存储器的置位	124
4.5.4 存储器的位清除	124
4.5.5 存储器的位反转	125
第 5 章 7544 群的应用例子	127
5.1 寄存器一览	127
5.1.1 寄存器结构图	127
5.1.2 寄存器的说明	127
5.2 未使用管脚的处理	139
5.3 输入/输出端口 (键唤醒)	139
5.3.1 键唤醒的应用例子 (1)	139
5.3.2 键唤醒的应用例子 (2)	140
5.3.3 参考程序例子	142
5.4 定时器 A 运行 (定时器模式)	143
5.4.1 应用例子的说明	143
5.4.2 控制步骤例子	144
5.4.3 参考程序例子	145
5.5 定时器 A 运行 (周期测定模式)	146
5.5.1 应用例子的说明	146
5.5.2 外围电路例子	146
5.5.3 控制步骤例子	146
5.5.4 参考程序例子	148
5.6 定时器 A 运行 (事件计数器模式)	149
5.6.1 应用例子的说明	149
5.6.2 频率的测定方法	149
5.6.3 控制步骤例子	149
5.6.4 参考程序例子	151
5.7 定时器 A 运行 (脉冲宽度 HL 连续测定模式)	152
5.7.1 应用例子的说明	152
5.7.2 外围电路例子	152
5.7.3 信号输入时的运行时序	153
5.7.4 控制步骤例子	153
5.7.5 参考程序例子	156

5.8 定时器 X 运行（定时器模式）	158
5.8.1 应用例子的说明	158
5.8.2 定时器的连接和分频比的设定	158
5.8.3 控制步骤例子	158
5.8.4 参考程序例子	159
5.9 定时器 X 运行（脉冲输出模式）	162
5.9.1 应用例子的说明	162
5.9.2 外围电路例子	162
5.9.3 定时器的连接和分频比的设定	162
5.9.4 控制步骤例子	162
5.9.5 参考程序例子	164
5.10 定时器 X 运行（事件计数器模式）	165
5.10.1 应用例子的说明	165
5.10.2 外围电路例子	165
5.10.3 水流量的测定方法	165
5.10.4 控制步骤例子	165
5.10.5 参考程序例子	167
5.11 定时器 X 运行（脉冲宽度测定模式）	168
5.11.1 应用例子的说明	168
5.11.2 定时器的连接和分频比的设定	169
5.11.3 控制步骤例子	169
5.11.4 参考程序例子	171
5.12 时钟同步串行 I/O	172
5.12.1 应用例子的说明	172
5.12.2 有关数据传送速度	172
5.12.3 时钟同步串行 I/O 的设定方法	173
5.12.4 使用时钟同步串行 I/O 的通信（发送/接收）	174
5.12.5 参考程序例子	177
5.13 异步串行 I/O（UART）	179
5.13.1 应用例子的说明	179
5.13.2 有关数据传送速度	179
5.13.3 设定方法	180
5.13.4 使用 UART 的通信（发送和接收）	182
5.13.5 参考程序例子	185
5.14 A/D 转换器	187
5.14.1 A/D 转换器的设定方法	187
5.14.2 控制步骤例子	187
5.14.3 参考程序例子	189

附录 A 开发环境介绍	190
A1 M3T-SRA74 — 740 族汇编程序包	190
A2 M3T-ICC740 — 740 族 C 编译程序包 (IAR Systems 公司产编译程序版)	192
A3 M3T-PD38SIM — 740 族模拟调试程序	194
A4 M38000T2-CPE — 740 族小型仿真器	197
A5 彗星电子产编程器	199

第1章 概 要

1.1 740 产品族

740 产品族拥有独特的 8 位 CPU 内核单片机，自 1981 年销售以来已扩展形成了丰富的种类。它拥有简练而适用于控制用途的指令系统、高性能外围功能、低耗能等特点，可满足各种系统的需求。其各种功能的产品群拥有面向不同用途的功能，可适用于从家电产品到产业装置等多种系统。

1. 特点

- ☐ 因为在单片机上集成了累加器，可高效率使用 ROM。
- ☐ ROM、RAM 和 I/O 配置在同一存储器空间中，没有划分块空间的概念。
- ☐ 通过丰富的寻址模式与高直交性的指令系统，可提高编程的通用性。
- ☐ 中断反应迅速。
- ☐ 实时处理快，控制性能好。
- ☐ 高性能的外围功能可在低电压状态下运行，并且耗能低。
- ☐ 拥有丰富的 ROM、RAM 品种展开系列，其封装形式从少管脚小型封装到多管脚封装，品种展开丰富多样，同时也包括 SDIP 产品。
- ☐ 也进行用于 USB，电视等专用功能内置型产品的展开。

2. 740 产品族的展开

740 产品族按广义分类可划分为通用类型（少管脚）、通用类型（多管脚）、LCD 驱动器内置型等，并分别对各类型进行产品系列展开。另外还拥有其他专用功能内置的产品类型，可用于特定用途。更进一步划分，作为比通用类型（少管脚）更小型封装的产品展开系列，还有 4 位的 720 产品族系列，如图 1.1 所示。

瑞萨科技公司对上述各种产品系列都分别进行了掩模型

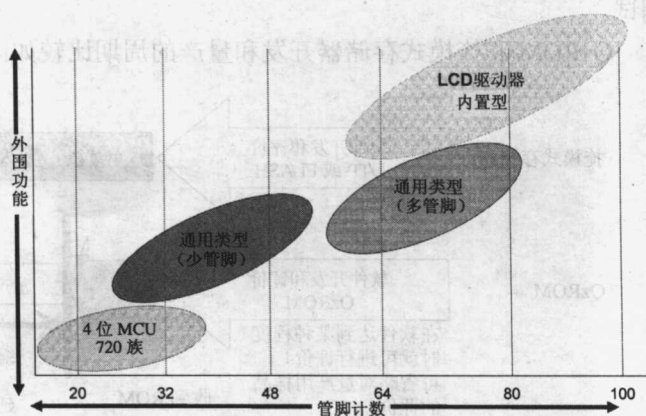


图 1.1 740 产品族分类图

ROM 版、一次性可编程 (OTP) ROM 版、闪存版等存储器的展开,并在此基础上,开发了最新型的 QzROM 版。

近年来,随着对家电产品和移动装置的高性能化要求的日渐增高,规格也越来越复杂,对缩短单片机的开发周期及实现低价格化的需求越来越高。为满足这种需求,特开发了作为新型内置的 QzROM 版存储器,7544 群为内置 QzROM 的最初的单片机系列。

1.2 QzROM 的优点

QzROM 的含义如图 1.2 所示。

QzROM 具有如下优点:

(1) 采用新开发的可编程存储器

QzROM 是对应细微化工艺而采用 PROM 技术的可编程存储器。在提高了高品牌附加值功能的同时,实现了与现有的掩模型 ROM 版相当的价格。

(2) 以同一产品实现开发用和量产用两种功能

QzROM 的开发用产品(空白品)和量产用产品(已编程品)合二为一,因此,可以省略到目前为止掩模型 ROM 版所必要的、对工厂出货后样品的评价工序。

(3) 缩短发货期(短 TAT)

QzROM 的独特生产工艺与掩模型 ROM 版相比,其交货速度快。在编程品的情况下,从收到客户发送的 ROM 到交货,目标可在两星期内实现。

单片机的发货期不会成为交货的瓶颈,客户可以及时地把产品推向市场。

因从接受客户发送的 ROM 到交货所花费的期间较短,可确保客户有足够的期间进行调试。

QzROM 和掩模式存储器开发和量产的周期比较如图 1.3 所示。

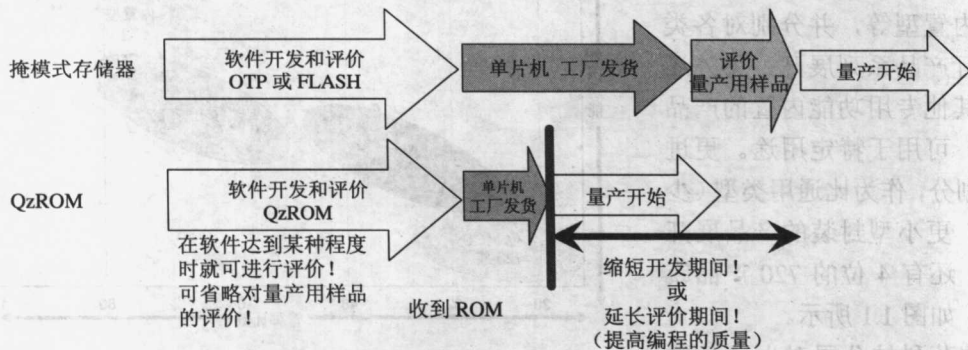


图 1.2 QzROM 的含义

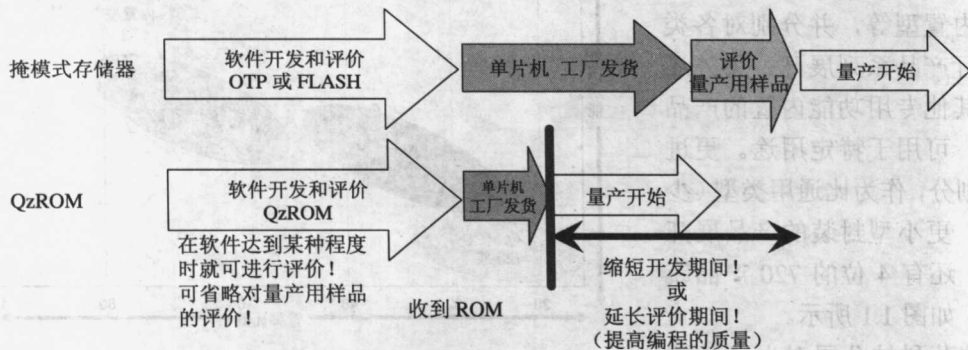


图 1.3 开发和量产的周期比较

(4) 消减库存

QzROM 版产品可按照客户需要的数量进行生产发货（产品收束），与每个程序均需保守库存的掩模型 ROM 相比，可实现库存减少。

(5) 大范围的工作电压

OTP 型 PROM 版及闪存版的工作电压范围一般为 5V(2.7~5.5V)，或 3V(1.8~3.6V)，而 QzROM 版可以对应全幅度 1.8~5.5V 的大范围工作电压（注：实际产品的工作电压范围因产品而异），能对应任何使用环境。

(6) QzROM 内置产品数据的非法读出保护功能

无论是由客户自己进行程序写入的产品（空白品），还是写入程序后发货的产品（已编程品），都设有保护功能以防止第三者非法读出存储器的数据。出货时没有安装保护功能的情况下，由客户进行数据追加写入后也可以增设。

(7) 可以在板上进行编程

在程序开发日程紧迫、开发周期短的情况下，也可以将单片机安装到板上后再进行编程。已编程品从工厂发货后，在实际安装在电路板的状态下，可由客户自己对不同的发货区域进行数据的追加写入（追加写入与保护功能的规范目前正在讨论中）。

(8) 内置 QzROM 的产品发展图如图 1.4 所示。计划对 8 位单片机 740 族及 4 位单片机 720 族进行 QzROM 内置系列展开。

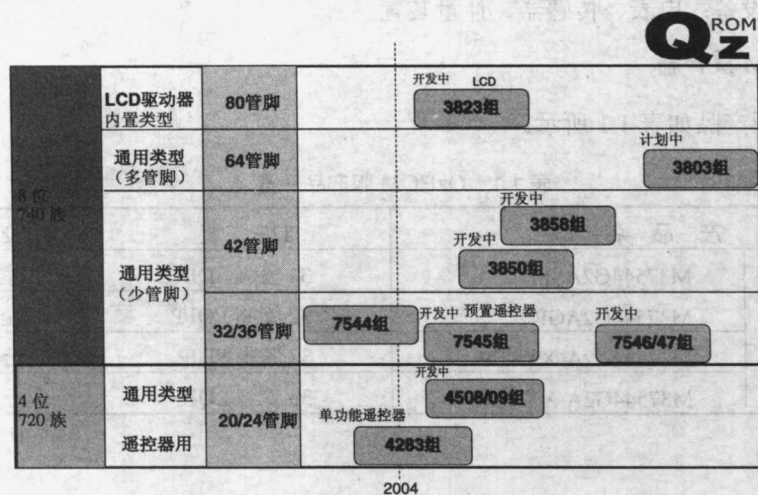


图 1.4 内置 QzROM 的产品发展图

1.3 7544 群的概要

首批集成了 QzROM 内置单片机的 7544 产品群是 740 族系列产品中最具通用性的类型，具有小型封装、高性能等特点，最适合用于家电产品和小型家电产品的控制，以及作

为移动装置和 AV 设备的辅助单片机。

其作为内置的外围功能包括：1 个 16 位定时器，2 个带有 8 位预定标器的 8 位定时器，拥有 6 通道的 8 位 A/D 转换器，拥有 1 通道的非同步/同步串行接口，并搭载了可直接驱动 LED 的大电流管脚。

封装有两种形式可供选择：32 管脚的 SDIP（Shrink Dual Inline Package，小型双列直插封装）与 32 管脚 LQFP（Low profile Quad Flat Package，薄四方扁平封装），如图 1.5 所示。使用尺寸很小的 LQFP 可实现设备的小型化。

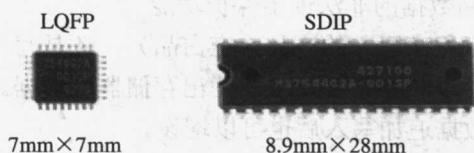


图 1.5 两种封装形式

1. 应用设备

□ 家电产品：用于空调、洗衣机、电冰箱等的辅助单片机。

□ 移动设备：移动电器、HDD 移动放音机等。

□ 产业设备：电表、传感器、计量装置。

2. QzROM 版产品

QzROM 版产品如表 1.1 所示。

表 1.1 QzROM 版产品一览表

	产 品 名	封 装	交货方式
7544 群	M37544G2ASP	32 管脚 SDIP	空白品
	M37544G2AGP	32 管脚 LQFP	空白品
	M37544G2A-XXXSP	32 管脚 SDIP	已编程品
	M37544G2A-XXXGP	32 管脚 LQFP	已编程品

3. 规格

产品规格如表 1.2 所示。

表 1.2 产品规格表

电源电压	1.8~5.5V（因振动频率及运行模式而异）
最大工作频率	8MHz
ROM	8K 字节
RAM	256 字节

续表

内置外围功能	· 定时器：8 位×2 通道 16 位×1 通道 · 串行 I/O：同步时钟/UART 兼用 8 位×1 通道 · A/D 转换器：分辨率为 8 位×6 通道 · 看门狗定时器 · 振荡电路：陶瓷振荡，RC 振荡，片上振荡器
工作环境温度范围	-20 ~ 85℃
封装形式	32 管脚 SDIP，32 管脚 LQFP

4. 开发环境

开发环境如表 1.3 所示。

表 1.3 开发环境一览表（2005 年 4 月）

产 品		型 号	备 注
汇编器产品套装		M3T-SRA74	包装有 M3T-PD38SIM 和集成开发环境 TM
C 汇编器产品套装（IAR Systems 公司产编译程序版）		M3T-ICC740	包装有 M3T-PD38SIM 和集成开发环境 TM
仿真调时器		M3T-PD38SIM	附属于 M3T-SRA74 和 M3T-ICC740
微型仿真系统	微型仿真器	M38000T2-CPE	包装有仿真调时器 M3T-PD38M 和功能限制版汇编器 M3T-SRA74M（带有集成开发环境 TM）
	仿真器 MCU	M37544RSS	RAM：256 字节 封装：42 管脚，间距 1.778mm SDIP（42S1M）
仿真系统	仿真器	PC4701U	包装有仿真调时器 M3T-PD38 8~16 位用
	仿真头	M38000TL2-FPD	740 族通用 对应地电压仿真头
	仿真器 MCU	M37544RSS	RAM：256 字节 封装：42 管脚，间距 1.778mm SDIP（42S1M）
工具附件	封装变换电路板	M37530T-PTC	32P6U-A 用系统转换为仿真器 MCU 用系统
		M37530T-PTCB	
		M37530T-PTCC	32P4B 用系统转换为仿真器 MCU 用系统
	管脚处理电路板	M37531T-ADS	仿真器 MCU 对应管脚处理电路板

第2章 7544 群 (QzROM 版) 的硬件结构

2.1 概 要

7544 群是采用了 740 族内核技术的 8 位单片机。内置串行 I/O、8 位定时器、16 位定时器、A/D 转换器, 最适合用于家电、OA 设备。

1. 特点

- ☐ 基本机器指令: 71 条。
- ☐ 指令执行时间: $0.25\mu\text{s}$ (在最短指令、振荡频率 8MHz、倍速模式时)。
- ☐ 存储容量 ROM: 8K 字节。
RAM: 256 字节。
- ☐ 可编程输入/输出端口: 25 个。
- ☐ 中断: 12 个源、12 个向量。
- ☐ 定时器: 8 位 $\times$ 2。
16 位 $\times$ 1。
- ☐ 串行 I/O: 8 位 $\times$ 1 (UART 或者时钟同步)。
- ☐ A/D 转换器: 8 位分辨率 $\times$ 6 个通道。
- ☐ 时钟发生电路: 内置 (也能通过内部振荡器实现低功耗化)。
外接陶瓷谐振器或者晶体谐振器、能进行 RC 振荡。
- ☐ 监视定时器: 16 位 $\times$ 1。
- ☐ 电源电压:
X_{IN} 振荡频率 (在陶瓷/晶体振荡、倍速模式时)
 - 8MHz 时: 4.5~5.5V。
 - 4MHz 时: 4.0~5.5V。
 - 2MHz 时: 2.4~5.5V。
 - 1MHz 时: 2.2~5.5V。X_{IN} 振荡频率 (在陶瓷/晶体振荡、高速模式时)
 - 8MHz 时: 4.0~5.5V。
 - 4MHz 时: 2.4~5.5V。
 - 2MHz 时: 2.2~5.5V。(RC 振荡)
 - 4MHz 时: 4.0~5.5V。
 - 2MHz 时: 2.4~5.5V。