
如何写入 tinyAVR[®] 1 系列器件中的闪存和 EEPROM

简介

在 tinyAVR[®] 1 系列器件上，与之前的 tinyAVR 器件相比，对闪存存储器和 EEPROM 的访问方式有所改变。这意味着，必须修改用于在旧款器件上写入闪存和 EEPROM 的现有代码，才能使其在 tinyAVR 1 系列器件上正常运行。本应用笔记介绍发生的变化，以及如何使代码适应这些变化。提供了指向示例代码的链接，该示例代码演示如何在 tinyAVR 1 系列器件上读取及写入闪存和 EEPROM。

目录

简介.....	1
1. 相关器件.....	3
1.1. tinyAVR 1 系列.....	3
2. 发生的变化.....	4
2.1. 产生的影响以及应对方式.....	5
2.2. 引导段、应用代码段和应用数据段.....	5
3. 从 Atmel START 获取源代码.....	6
4. 版本历史.....	7
Microchip 网站.....	8
变更通知客户服务.....	8
客户支持.....	8
Microchip 器件代码保护功能.....	8
法律声明.....	9
商标.....	9
DNV 认证的质量管理体系.....	10
全球销售及服务网点.....	11

1. 相关器件

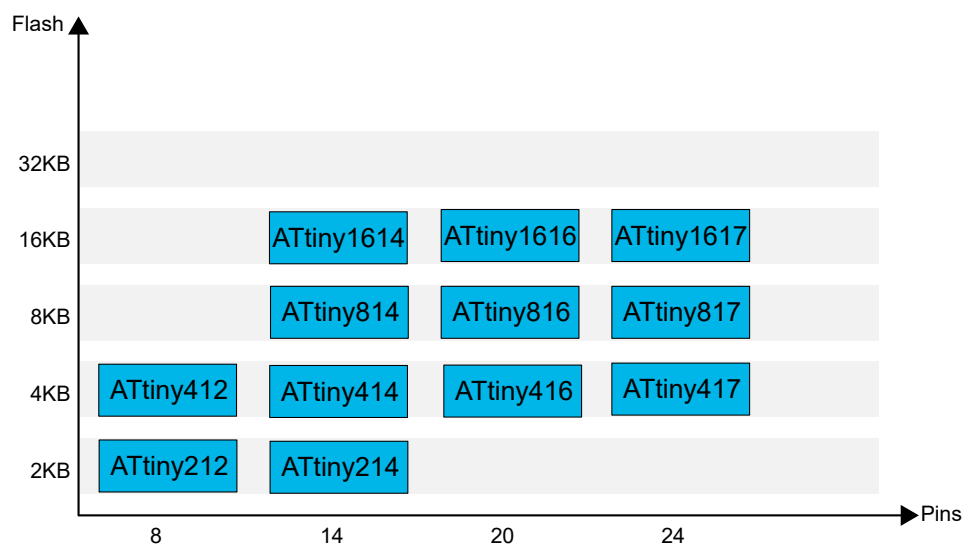
本章列出了文中涉及的相关器件。

1.1 tinyAVR 1 系列

下图显示了 tinyAVR 1 系列器件，说明了各种引脚数量和存储器大小。

- 无需修改代码即可实现向上垂直迁移，因为这些器件具有引脚兼容性并提供相同或更多功能。由于某些外设的可用实例较少，可能需要修改代码才能向下迁移。
- 向左水平迁移会减少引脚数，从而减少可用的功能。

图 1-1. tinyAVR® 1 系列器件概览

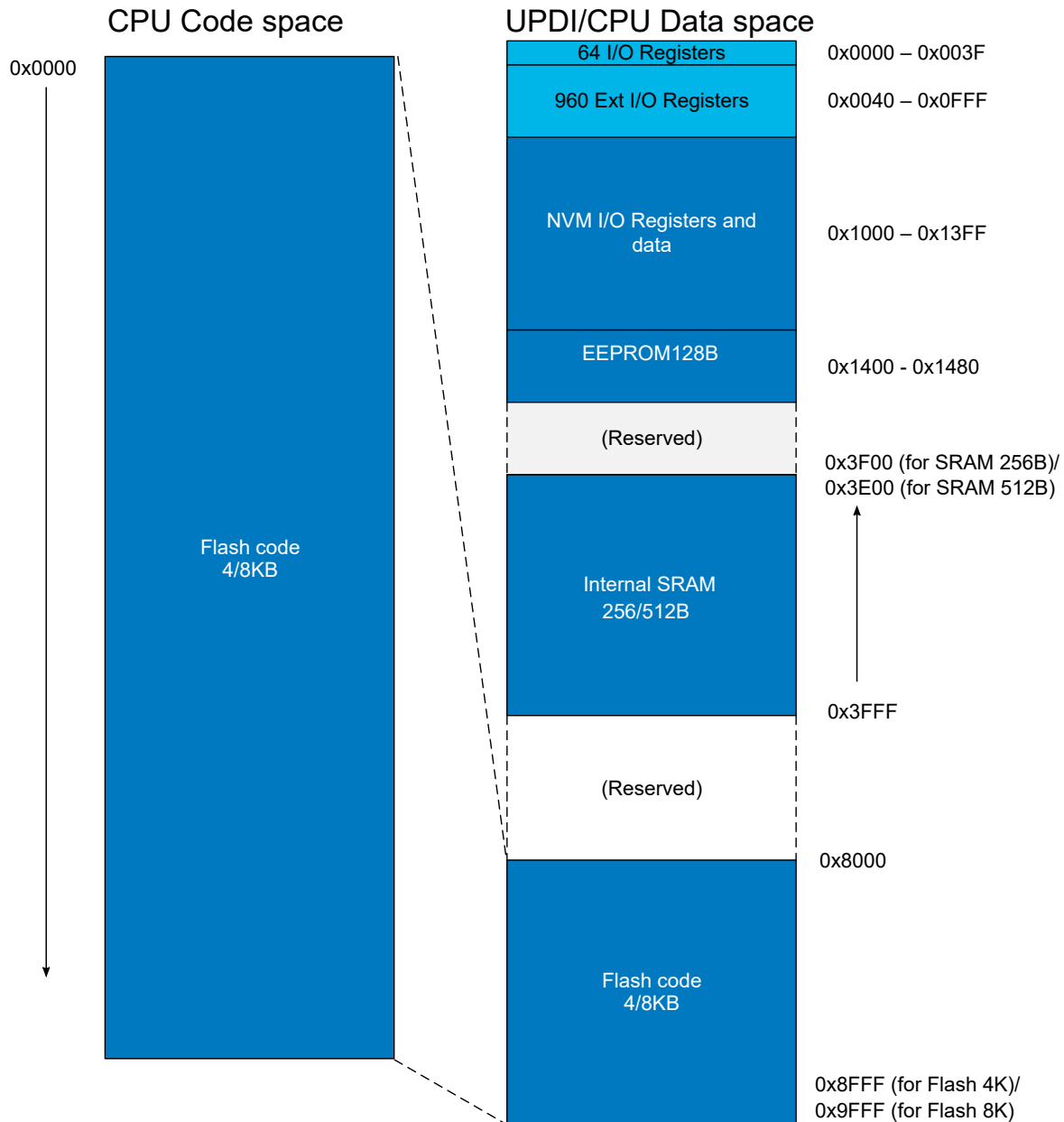


具有不同闪存大小的器件通常也具有不同的 SRAM 和 EEPROM。

2. 发生的变化

在 tinyAVR® 1 系列器件上，闪存包含在 CPU 数据空间中。这意味着它与 SRAM、EEPROM 和 I/O 寄存器共享相同的地址空间和指令。通过在汇编中使用 LD/ST 指令，可以访问该数据空间。在某些旧款的 tinyAVR 器件上，只能通过 LPM 和 SPM 指令访问闪存。在 tinyAVR 1 系列器件中，LPM 指令仍可用，但 SPM 指令已被移除。对于 LPM 指令，地址 0x0000 是闪存的开始位置；但对于 LD 和 ST 指令，0x8000 是闪存的开始位置，如下方存储器映射所示。

图 2-1. tinyAVR 1 系列器件的存储器映射



现在，除上述差异外，还必须使用 NVM 控制器来实现对闪存的写入。以前，这是通过组合使用 Z 指针和 SPMCTRL 寄存器完成的。

2.1 产生的影响以及应对方式

如果要将向闪存写入数据的现有汇编代码从旧款器件移植到 **tinyAVR 1** 系列器件，必须用 **ST** 指令替换 **SPM** 指令。**ST** 指令将无法直接访问闪存，但会将数据写入页缓冲区。这与之前的工作方式类似，但现在将由 **NVM** 控制器处理页擦除和页提交操作。

之前将页地址存储在闪存的 **Z** 指针中，而现在这由 **NVM** 控制器中的地址寄存器处理。请注意，使用 **ST** 指令写入数据时，**NVM** 控制器中的地址寄存器会自动更新。请勿在提交页缓冲区之前将数据写入新页。如果意外执行了此操作，要写入新页的数据将使用按位与与页缓冲区中的已有数据组合。如果将数据写入同一地址两次而不提交页缓冲区，会发生同样的情况。

除地址外，用于擦除页或写入页缓冲区的命令现在也位于 **NVM** 控制器中。现在，应将命令写入 **NVM** 控制器中的控制 **A** 寄存器。有关可用命令的列表，请参见收据手册中的控制 **A** 寄存器。

由于这些变化，必须对用于旧款 **tinyAVR** 器件的 **C** 或汇编代码进行修改，才能使代码在 **tinyAVR 1** 系列器件上正常运行。可从 [Atmel | START](#) 获取示例代码，该示例代码演示如何读取和写入 **tinyAVR 1** 系列器件上的闪存和 **EEPROM**。

2.2 引导段、应用代码段和应用数据段

无法写入当前执行代码所在的闪存。写入应用代码段的代码必须从引导段中执行，写入应用数据段的代码必须从引导段或应用代码段中执行。每个相应段的大小由熔丝定义。段的大小通过 **BOOTEND** 熔丝和 **APPEND** 变量进行控制。

当 **BOOTEND** 为零时，整个闪存将视为引导段，**APPEND** 中的值将被忽略，并且无法写入闪存。

当 **BOOTEND** 不为零时，默认情况下，中断向量表指针的默认位置将写入应用代码段的开头。如果不使用自举程序且未移动中断向量，则这可以通过更改 **CPUINT_CTRLA** 寄存器中的 **IVSEL** 位来改写。如果 **IVSEL** 位发生更改，则中断向量将指向自举程序段的开头。

3. 从 Atmel | START 获取源代码

示例代码可通过 Atmel | START 获得，Atmel | START 是一种基于 Web 的工具，可通过图形用户界面（Graphical User Interface, GUI）配置应用程序代码。可以通过下面提供的直接示例代码链接或 Atmel | START 首页上的 *BROWSE EXAMPLES*（浏览示例）按钮，为 Atmel Studio 和 IAR Embedded Workbench® 下载代码。

Atmel | START 网页：<http://microchip.com/start>

示例代码

NVMCTRL 驱动程序 tiny817

- [http://start.atmel.com/#example/Atmel:Application_AVR_Examples:1.0.0::Application:NVMCTRL_driver_tiny817:](http://start.atmel.com/#example/Atmel:Application_AVR_Examples:1.0.0::Application:NVMCTRL_driver_tiny817)

有关详细信息和示例项目的相关信息，请按 Atmel | START 中的 *User guide*（用户指南）按钮。*User guide* 按钮可以在该网页中找到，方法是在 Atmel | START 项目配置器中的仪表盘视图中单击项目名称。

Atmel Studio

在 Atmel | START 的网页中单击 *DOWNLOAD SELECTED EXAMPLE*（下载所选示例），为 Atmel Studio 下载 .atzip 文件形式的代码。要从 Atmel | START 下载文件，请单击 *EXPORT PROJECT*（导出项目），然后单击 *DOWNLOAD PACK*（下载包）。

双击下载的 .atzip 文件，项目将导入到 Atmel Studio 7.0。

IAR Embedded Workbench

有关如何在 IAR Embedded Workbench 中导入项目的信息，请打开 Atmel | START 用户指南，选择 *Using Atmel Start Output in External Tools*（使用外部工具中的 Atmel Start 输出），然后选择 *IAR Embedded Workbench*。单击 Atmel | START 首页右上角的 *About*（关于）或项目配置器中右上角的 *Help And Support*（帮助和支持），均可找到 Atmel | START 用户指南的链接。

4. 版本历史

文档版本	日期	注释
AN1983A	2017/12	已将文档编号从 Atmel AVR42789 更改为 Microchip 的 AN1983。还进行了一些小的修正，并添加了关于如何从 Atmel START 获取示例代码的一节
42789A	2016/11	文档初始版本

Microchip 网站

Microchip 网站 <http://www.microchip.com/> 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/>。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿意与关心代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如

果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

法律声明

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，否则在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 是 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2019, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-4466-4

DNV 认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®]跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. 钱德勒, 亚利桑那州 85224-6199 电话: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040	印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 槟榔屿 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4450-2828 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海尔布隆 电话: 49-7131-72400 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 若那那市 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820
亚特兰大 德卢斯, 佐治亚州 电话: 678-957-9614 传真: 678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 774-760-0087 传真: 774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 630-285-0071 传真: 630-285-0075 达拉斯 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 972-818-7423 传真: 972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 248-848-4000 休斯顿, 德克萨斯州 电话: 281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-5453 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米镇维荷, 加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 408-735-9110 电话: 408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 905-695-1980 传真: 905-695-2078			