

# BootLoader 应用说明

## S32K14x 平台系列应用

AN01010101 V1.00 Date: 2018/03/31

产品应用笔记

类别	内容
关键词	BootLoader 应用说明 Xmodem
摘 要	简要介绍基于 Xmodem 传输的 BootLoder 应用过程

## 修订历史

版本	日期	原因
V0.90	2018/03/31	创建文档
V0.91	2018/5/18	添加端口信息相关说明

## 目 录

1. 适用范围.....	1
2. 原理概述.....	2
2.1 实现方式.....	2
2.2 Xmodem 协议简介 .....	2
2.3 相关定义说明.....	3
2.4 CRC 校验方式传输流程.....	3
2.5 应用重点.....	4
3. 技术实现.....	6
3.1 操作步骤.....	6
3.2 怎样开始更新.....	8
3.3 端口信息.....	8
4. 参考资料.....	9
5. 免责声明.....	10

## 1. 适用范围

文档主要介绍 S32K14x 的 BootLoader 应用的说明。此文档中部分内容适用于 S32K14x 系列产品，使用 Xmodem 进行文件传输的 BootLoder 应用可以参考文档中提到的操作方式。其他应用由于使用通信接口和使用文件传输方式的不同仅供部分参考。

与此文档关联提供的软件例程是使用 NXP 的 S32 Design Studio (简写作 S32DS) 开发，测试硬件均使用评估板进行测试 (S32K144EVB-Q100、TRK-KEA128、S32 Start Kit)，如需在其他产品和硬件上进行开发和测试，需要用户自行在软件和硬件上做对应的修改。

## 2. 原理概述

嵌入式操作系统中, **Bootloader** 是在操作系统内核运行之前运行。可以初始化硬件设备、建立内存空间映射图, 从而将系统的软硬件环境带到一个合适状态, 以便为最终调用操作系统内核准备好正确的环境。在嵌入式系统中, 通常并没有像 **BIOS** 那样的固件程序 (有的嵌入式 CPU 也会内嵌一段短小的启动程序), 因此整个系统的加载启动任务就完全由 **Bootloader** 来完成。在一个基于 **ARM7TDMI core** 的嵌入式系统中, 系统在上电或复位时通常都从地址 **0x00000000** 处开始执行, 而在这个地址处安排的通常就是系统的 **BootLoader** 程序。

简单地讲, **Bootloader** 是在操作系统或用户应用程序运行之前执行的一小段程序, 通过这一小段程序, 我们可以初始化硬件设备 (如 **CPU**、**SDRAM**、**Flash**、串口等)、建立内存空间的映射表, 从而将系统的软硬件环境带到一个合适的状态, 为最终调用操作系统内核或者用户应用程序准备好正确的环境。

### 2.1 实现方式

一个完整的 **Bootloader** 代码上电之后首先完成以下工作:

- 检查用户代码的有效性, 如果无效进行升级;
- 判断是否需要升级;
- 选择可靠的通信方式, 进行升级;
- 跳转到用户应用程序。

**Bootloader** 程序框架如图 2.1 所示。

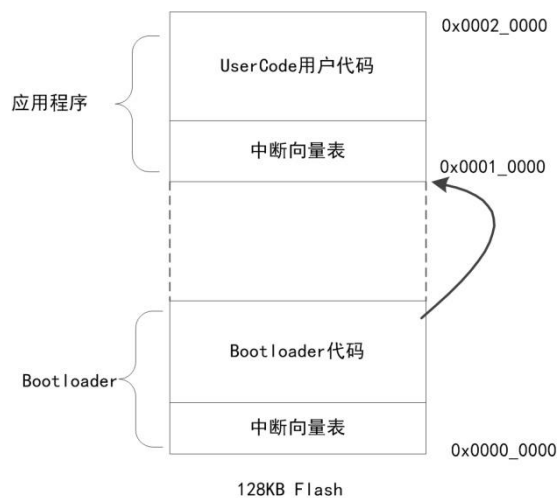


图 2.1 程序框架示意图

这里所说的 **Bootloader** 是指用户编写的加载程序, 不同于 **ISP** (**In-System Programming**), 即在系统编程, 应用程序的更新方式也根据具体的应用不同而不同, 比如说可以通过 **UART**、**SPI**、**IIC**、**CAN**、以太网等更新程序。

此处介绍的是基于 **Xmodem** 协议的 **Bootloader**。该方式不局限于上位机, 只要支持 **Xmodem** 协议的串口工具软件, 都可以用来升级。

### 2.2 Xmodem 协议简介

**Xmodem** 协议是一种使用拨号调制解调器的个人计算机通信中广泛使用的异步文件运

输协议。标准分为 Xmodem 和 1k-Xmodem 两种，前者以 128 字节块的形式传输数据，后者字节块为 1k 即 1024 字节，并且支持一般校验和、CRC 两种校验方式，在出现数据包错误的情况下支持多次重传（一般为 10 次）。

Xmodem 协议传输由接收程序和发送程序完成。先由接收程序发送协商字符，协商校验方式，协商通过之后发送程序就开始发送数据包，接收程序接收到完整的一个数据包之后按照协商的方式对数据包进行校验。校验通过之后发送确认字符，然后发送程序继续发送下一包；如果校验失败，则发送否认字符，发送程序传此数据包。

## 2.3 相关定义说明

表 2.1 Xmodem 协议命令

命令	大小	释义
<SOH>	01H	Xmodem 数据头
<STX>	02H	1K-Xmodem 数据头
<EOT>	04H	发送结束
<ACK>	06H	认可响应
<NAK>	15H	不认可响应
<CAN>	18H	撤销传送
<EOF>	1AH	填充数据包

Xmodem 协议的传输数据单位为信息包，包含一个标题开始字符<SOH>或者<STX>，一个单字节包序号，一个包序号的补码，128/1024 个字节数据和一个双字节的 CRC16 校验。它把数据划分成 128/1024 个字符的小包进行发送，每发送一个小包都要检查是否正确，如果信息包正确，接收方发送一个字节<ACK>的应答。有错重发则发送一个字节<NAK>应答，要求重发。

其中 Xmodem 的包格式如表 2.2 所示，1K-Xmodem 的包格式如表 2.3 所示。

表 2.2 Xmodem 包格式

Byte1	Byte2	Byte3	Byte4~131	Byte132~133
Start Of Header	Packet Number	~(Packet Number)	Packet Data	16-Bit CRC

表 2.3 1K-Xmodem 包格式

Byte1	Byte2	Byte3	Byte4~1027	Byte1028~1029
Start Of Header	Packet Number	~(Packet Number)	Packet Data	16-Bit CRC

对于标准 Xmodem 协议来说，如果传送的文件不是 128 或者 1024 的整数倍，那么最后一个数据包的有效内容肯定小于帧长，不足的部分需要用 CTRL-Z (0x1A) 来填充。如果传送的是 bootloader 工程生成的.bin 文件，mcu 收到后遇到 0x1A 字符会怎么处理？其实如果传送的是文本文件，那么接收方对于接收的内容是很容易识别的，因为 CTRL-Z 不是前 128 个 ascii 码，不是通用可见字符。如果是二进制文件，MCU 其实也不会把它当作代码来执行。由于其内部会有些结构表示各个字段长度等，所以不会读取多余的填充字符。

## 2.4 CRC 校验方式传输流程

接收方要求发送方以 CRC 校验方式发送时要以字符'C'来请求，发送方将以此来作为应答

表 2.4 传输流程示意

Sender		Receiver
	<---	‘C’
		超时
	<---	‘C’
SOH 0x01 0xFE Data[0~127] CRC16	--->	数据包正确
	<---	ACK
SOH 0x02 0xFD Data[0~127] CRC16	--->	数据包错误
	<---	NAK
SOH 0x02 0xFD Data[0~127] CRC16	--->	数据包正确
	<---	ACK
SOH 0x03 0xFC Data[0~127] CRC16	--->	数据包正确
	<---	ACK
...		...
EOT	--->	数据包正确
结束传输	<---	ACK

注：以上是简单传输流程示意，协议细节参考《Xmodem 协议》的细节。

## 2.5 应用重点

1、正确的将固件写入 flash，此过程涉及 flash 操作擦除和写入，擦除的最小单位是扇区，不同的 MCU 根据参考手册和驱动程序争取选择，写入的最小单元也有规定一般会是 8Byte 或 8Byte 的整数倍（根据使用芯片而定），不管是擦除还是写入都需要按照最小单元操作，否则是不能操作成功的。

2、应用程序跳转，固件写入和检验成功之后需要跳转到应用程序中执行，在程序可以使用已有的跳转函数，跳转函数只需要知道跳转地址，然后设置程序指针和堆栈指针，设置中断向量表偏移，然后运行应用程序。关于中断向量表的偏移在 ARM 系列的 MCU 只要使用标准的中断向量表重映射指令就可以了。重映射的指令具体的操作如下

假定应用的起始区域为 0x5000 而中断向量表也在起始区域的开始位置，那么使用下列语句就能正确的进行中断向量表的重映射

```
S32_SCB->VTOR = 0x5000;
```

3、应用程序中需要避开 Boot 区域设置程序整体偏移，在 S32DS 可以通过修改链接器文件（Project\_Name/Project\_Setting/Linker\_Files/xxx.ld），具体操作如下：

需要注意的是应用中程序整体偏移的地址与 Boot 中的设置的应用跳转是有关联的，假设 Boot 分区是 0~0x4FFF 应用程序地址是 0x5000~~，Boot 中设置的中断向量边的重映射应为 0x5000，应用的起始地址也应该为 0x5000，正确的链接器文件配置如图 2.2：

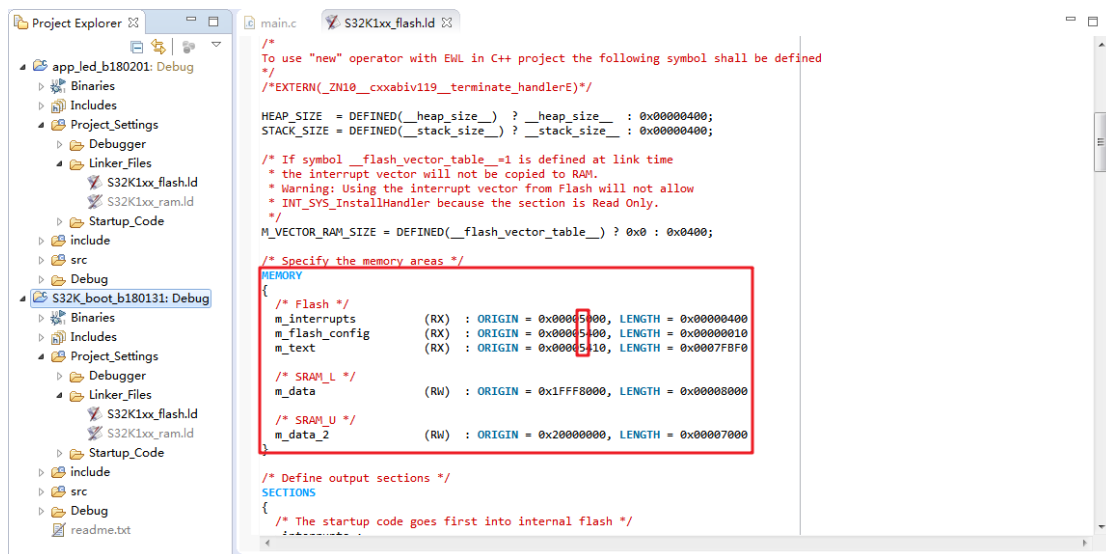


图 2.2 偏移过后的链接器文件

未修改的应如图 2.3:

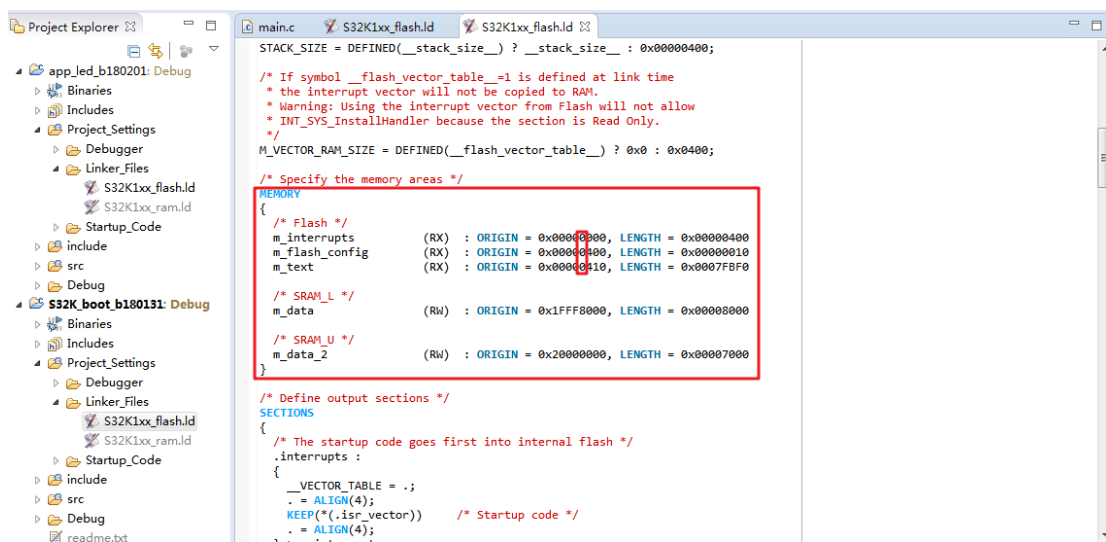


图 2.3 原始链接器文件



### 3. 技术实现

UART BootLoader 例程包含两个工程: Boot 和 App, CAN Bootloader 比 UART BootLoader 多一个工程 UART-CAN。App 程序的实现可以完全相同, Boot 程序实现过程相似由于通信接口不同稍有差异。UART-CAN 例程是由于 PC 上没有 CAN 的通信接口, 因此需要一个硬件载体作为转接接口, UART-CAN 即为此转接接口的固件。

#### 3.1 操作步骤

导入工程并编译, 准备好对应的硬件和所需的工具并按照正确的连接方式正确连接。UART BootLoader 只需连接串口对应引脚和 PC 的通信串口(可能需要 RS23 转 TTL 的模块)然后提供稳定的工作电源, 而 CAN BootLoader 除使用的目标硬件, 还需额外提供一块简单的硬件作为信号传输的转接板 UART-CAN, 正确的连接方式是目标板的 CAN 接口与转接板的 CAN 接口连接, 转接板的串口与 PC 的通信串口正确连接。

将各自固件下载完成, 准备上电等待开始升级。按住按键上电会进入 Boot 程序执行, 进入 Boot 之后 LED0 会点亮, 正确连接串口, 会不间断的显示字符 C, 表示串口通信正常, 已进入程序升级的过程, 如图 3.1。

注: 不同版本软件操作过程略有差异。

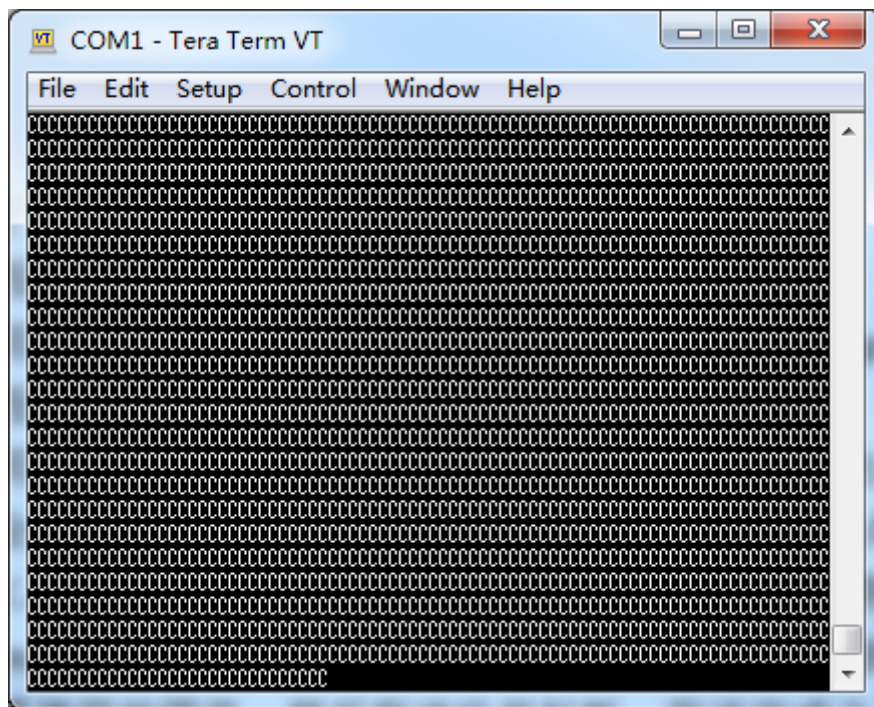


图 3.1 进入 Boot 过程

注: 使用串口助手需要支持 XMODEM 文件发送协议(可以使用 Tera Term, 文档中操作相关截图使用 Tera Term 介绍)。

在看到不断发送字符 C 之后使用串口助手选择 XMODEM 方式发送, 如图 3.2

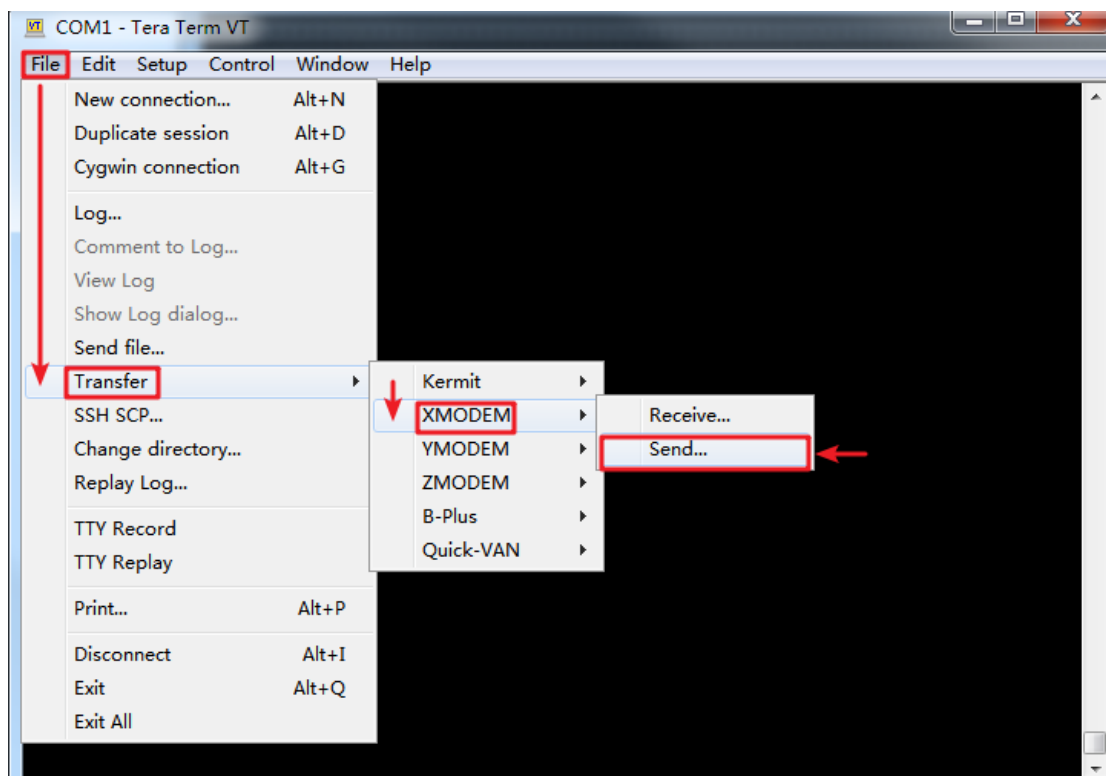


图 3.2 选择 Xmodem 发送固件

然后选择需要使用的固件，如图 3.3。

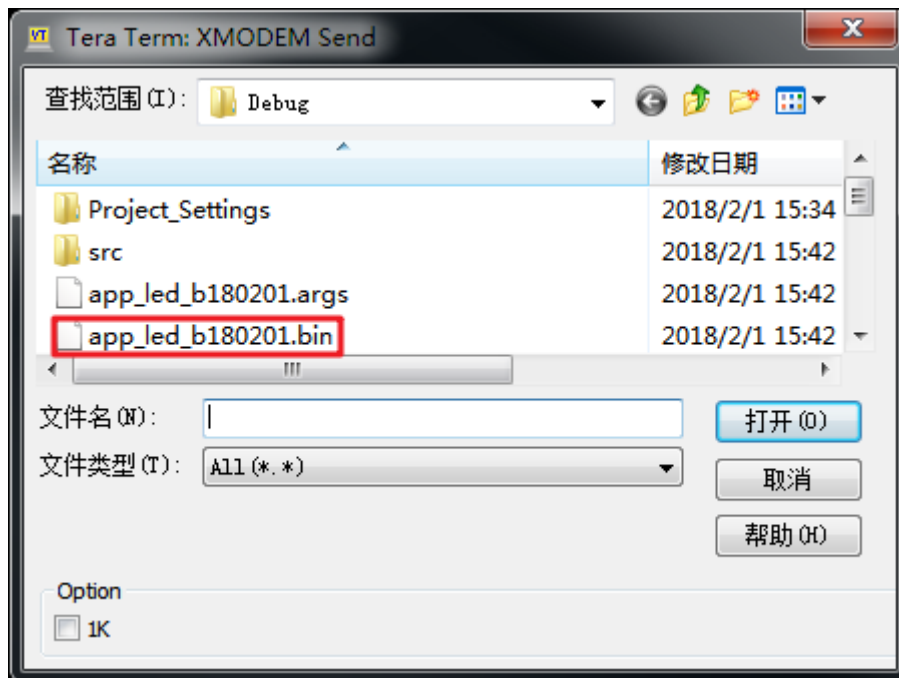


图 3.3 选择固件文件

然后发送给目标板，发送过程中会有进度提示，发送完成之后 LED1 会闪烁几次之后会跳转到应用程序中运行，至此升级完成。

### 3.2 怎样开始更新

S32K144: 连接好对应的接口和连线, 如果 UART 通讯请使用外部的串口工具 (USB 转 TTL 或者 232 转 TTL, 使用 openSDA 通信串口有可能会 导致通信异常) 按下 S32K144EVB-Q100 上按键, 然后上电即可进入 Boot 程序进行应用更新。具体过程参考操作步骤一节。

S32K148: 首先进行正确的硬件连接, 按下 S32 Start Kit 上 DetectButton 然后上电就会进入 BootLoader 程序更新过程。具体过程参考操作步骤一节。

### 3.3 端口信息

S32K144:

UART: PTA2、PTA3

BTN: PTE7 (EasyARM-S32K144)、PTC12 (S32K144EVB-Q100)

LED: PTD4、PTD16

CAN: PTE4、PTE5

S32K148:

UART: PTA27、PTA28

BTN: PTC13

LED: PTE22

CAN: PTB0、PTB1

注意:S32K144 使用 8MHz 外部晶振,S32K148 S32K Start Kit 使用 16MHz 外部晶振时钟配置请注意!

## 4. 参考资料

## 5. 免责声明

### *应用信息*

本应用信息适用于 XXX 产品的开发设计。客户在开发产品前，必须根据其产品特性给予修改并验证。

### *修改文档的权利*

本手册所陈述的产品文本及相关软件版权均属广州周立功单片机科技有限公司所有，其产权受国家法律绝对保护，未经本公司授权，其它公司、单位、代理商及个人不得非法使用和拷贝，否则将受到国家法律的严厉制裁。广州周立功单片机科技有限公司保留在任何时候修订本用户手册且不需通知的权利。

您若需要我公司产品及相关信息，请及时与我们联系，我们将热情接待。

## 销售与服务网络

### 广州周立功单片机科技有限公司

地址：广州市天河区龙怡路 117 号银汇大厦 16 楼  
邮编：510630  
电话：020-38730916 38730917 38730976 38730977  
网址：[www.zlgmcu.com](http://www.zlgmcu.com)  
传真：020-38730925



### 广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室  
电话：020-87578634 /87569917  
传真：020-87578842

### 南京周立功

地址：南京市秦淮区汉中路 27 号友谊广场 17 层 F、G 区  
电话：025-68123901/68123902/68123919  
传真：025-68123900

### 北京周立功

地址：北京市海淀区紫金数码园 3 号楼（东华合创大厦）8 层 0802 室  
电话：010-62635033/62635573/62635884  
传真：010- 82164433

### 重庆周立功

地址：重庆市渝北区龙溪街道新溉大道 18 号山顶国宾城 11 幢 4-14  
电话：023-68796438/68796439/68797619  
传真：023-68796439

### 杭州周立功

地址：杭州市西湖区紫荆花路 2 号杭州联合大厦 A 座 4 单元 508  
电话：0571-89719484/89719499/89719498  
传真：0571-89719494

### 成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码科技大厦 403 室  
电话：028-85439836/85432683/85437446  
传真：028-68796439

### 深圳周立功（一部）

地址：深圳市福田区深南中路 2072 号电子大厦 1203 室  
电话：(0755)82941683/82907445  
传真：(0755) 83793285

### 深圳周立功（二部）

地址：深圳市坪山区比亚迪路大万文化广场 A 座 1705  
电话：0755-83781788/83782922  
传真：0755-83793285

### 武汉周立功

地址：武汉市武昌区武珞路 282 号思特大厦 807 室  
电话：027-87168497/87168297/87168397  
传真：027-87163755

### 上海周立功

地址：上海市黄浦区北京东路 668 号科技京城东座 12E 室  
电话：021-53083451/53083452/53083453  
传真：021-53083491

#### 周立功厦门办

地址：厦门市思明区厦禾路 855 号英才商厦 618 室  
电话：18650195588

#### 周立功苏州办

地址：江苏省苏州市广济南路 258 号（百脑汇科技中心 1301 室）  
电话：0512-68266786 & 18616749830

#### 周立功合肥办

地址：安徽省合肥市蜀山区黄山路 665 号汇峰大厦 1607  
电话：13851513746

#### 周立功宁波办

地址：浙江省宁波市高新区星海南路 16 号轿辰大厦 1003  
电话：0574-87228513 / 87229313

#### 周立功天津办

地址：天津市河东区十一经路与津塘公路交口鼎泰大厦 1004 室  
电话：18622359231

#### 周立功山东办

地址：山东省青岛市李沧区青山路 689 号 宝龙公寓 3 号楼 311  
电话：13810794370

#### 周立功郑州办

地址：河南郑州市中原区百花路与建设路东南角锦绣华庭 A 座 1502 室  
电话：17737307206

#### 周立功沈阳办

地址：沈阳市浑南新区营盘西街 17 号万达广场 A4 座 2722 室  
电话：18940293816

#### 香港周立功

地址：香港新界沙田火炭禾香街 9-15 力坚工业大厦 13 层  
电话：(852) 26568073 26568077

#### 周立功长沙办

地址：湖南省长沙市岳麓区奥克斯广场国际公寓 A 栋 2309 房  
电话：0731-85161853