

R7F0C807

R01AN2353CC0100

无线充电发送器

Rev.1.00

2014.09.30

要点

本篇用户手册介绍了如何使用 R7F0C807 微控制器完成无线充电发送器的 Demo 应用。

对象 MCU

R7F0C807

目录

1. 系统功能概述.....	3
1.1 无线充电介绍.....	3
1.2 无线充电发送器介绍.....	3
1.3 操作说明.....	4
2. 硬件说明.....	5
2.1 电路板介绍.....	5
2.2 硬件结构框图.....	5
2.3 主控 MCU.....	6
2.4 电流检测电路.....	6
2.5 电力传送电路.....	7
2.6 LED 状态指示.....	7
2.7 电压检测电路.....	7
2.8 温度检测电路.....	8
2.9 外部 DC 5V 电源.....	8
2.10 原理图.....	9
2.11 PCB 图.....	10
2.12 元器件清单.....	11
3. 软件说明.....	12
3.1 集成开发环境.....	12
3.2 选项字节配置.....	12
3.3 常量一览.....	12
3.4 变量一览.....	13
3.5 函数一览.....	13
3.6 主程序流程图.....	14
3.7 伺服处理流程图.....	15
3.8 电力传送流程图.....	16
3.9 过流处理流程图.....	17
3.10 过温处理流程图.....	18
3.11 其他处理流程图.....	19
3.12 状态机.....	20
4. 参考例程.....	21
5. 参考文献.....	21
公司主页和咨询窗口.....	21

1. 系统功能概述

1.1 无线充电介绍

无线充电技术是继 Wifi 和 Bluetooth 之后的又一项有关生活方式的技术成就。借助于无线充电技术，人们可以在对移动设备进行充电时，摆脱整理线缆的烦恼，只要将移动设备轻轻地放在无线充电发射器上，即可实现充电。当然，前提要求是该移动设备支持无线充电。

无线充电技术的根本原理：利用电磁感应原理进行充电，类似于变压器；在发送端和接收端各有一个线圈，发送端线圈连接有电源产生电磁信号，接收线圈感受发送端的电磁信号从而产生电流提供给负载使用。

无线充电原理框图如“图 1.1”所示。

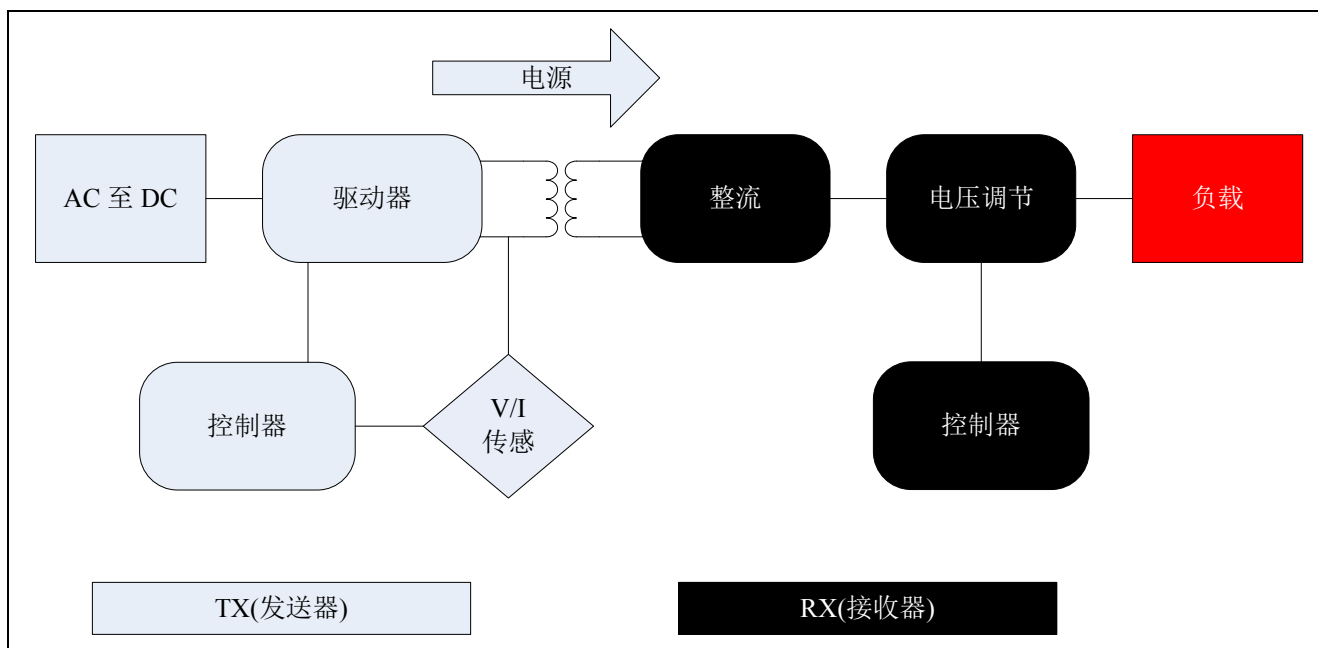


图 1.1 无线充电原理框图

1.2 无线充电发送器介绍

本篇用户手册所描述的无线充电发送器 Demo 应用针对于无线充电原理框图中的“TX（发送器）”，测试使用的“RX（接收器）”和“负载”是带有无线充电背板的 Nokia Lumia925 手机，以下简称 Lumia925 手机。

无线充电发送器的 Demo 照片如“图 1.2”所示。

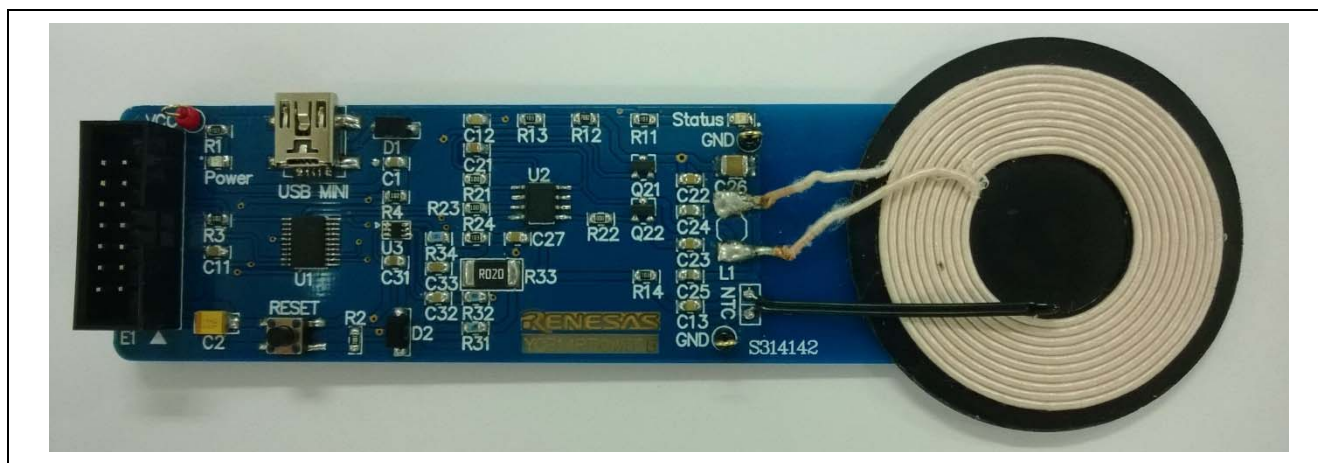


图 1.2 无线充电发送器

正在充电中的无线充电发送器如“图 1.3”所示。



图 1.3 正在充电中的无线充电发送器

无线充电发送器具有的特点：

1. 智能电力传送
实时检测发送线圈上是否存在 RX（接收器），如果存在 RX（接收器），则进行电力传送；如果不存在，则停止电力传送。
2. 待机低功耗
当未检测到 RX（接收器）时，使 MCU 进入低功耗模式。
3. 过流保护
当检测到负载电流过大时，停止电力传送。
4. 过温保护
当检测到线圈温度过高时，停止电力传送。
5. 电压检测
当检测到监测电压（VIN_LOAD）异常时，不启动电力传送。
6. LED 状态显示
当检测到 RX（接收器）时，蓝色 Status LED 点亮；当没有检测到 RX（接收器）时，蓝色 Status LED 熄灭；当检测到电流、温度或者电压任意一项异常时，蓝色 Status LED 闪烁。

1.3 操作说明

将无线充电发送器连接至外部直流 5V 电源，此时，红色 Power 指示灯亮，蓝色 Status 指示灯灭。注意，无线充电发送器消耗电流较大，不能使用 E1 调试器或者笔记本 USB 接口供电。

将 Lumia925 手机放在无线充电发送器的线圈上，蓝色 Status LED 亮。同时，Lumia925 手机发出充电提示音，屏幕显示正在充电图标。

当 Lumia925 手机离开无线充电发送器的线圈时，蓝色 Status LED 熄灭。

当检测到电流、温度或者电压任意一项异常时，蓝色 Status LED 闪烁。

2. 硬件说明

2.1 电路板介绍

无线充电发送器电路板正面如“图 2.1”所示。

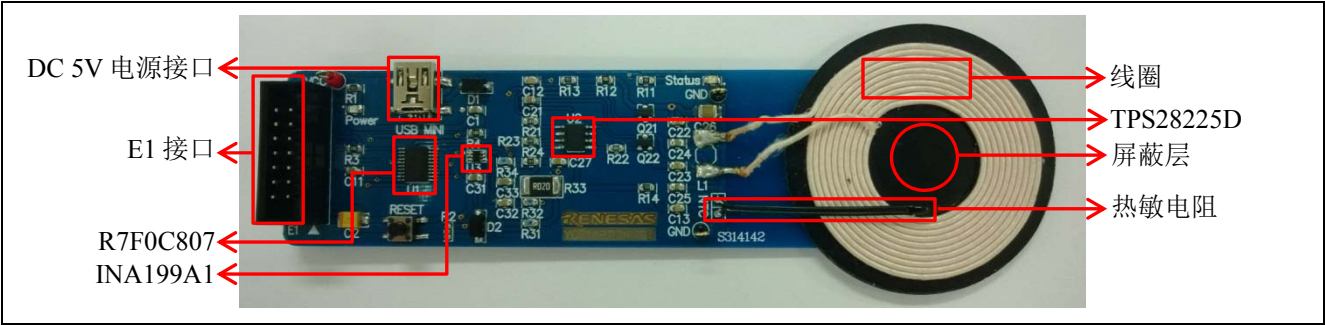


图 2.1 无线充电发送器电路板正面

无线充电发送器电路板背面如“图 2.2”所示。

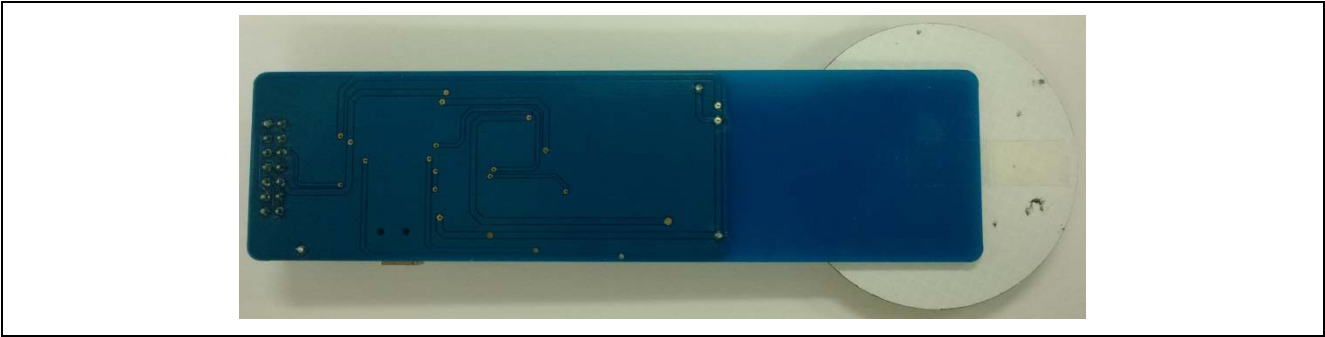


图 2.2 无线充电发送器电路板背面

2.2 硬件结构框图

无线充电发送器的硬件结构框图如“图 2.3”所示。无线充电发送器主要由：DC 5V 输入，电流检测电路，电压检测电路，温度检测电路，MCU 主控芯片，LED 状态显示电路，PWM 波形驱动电路以及线圈构成。

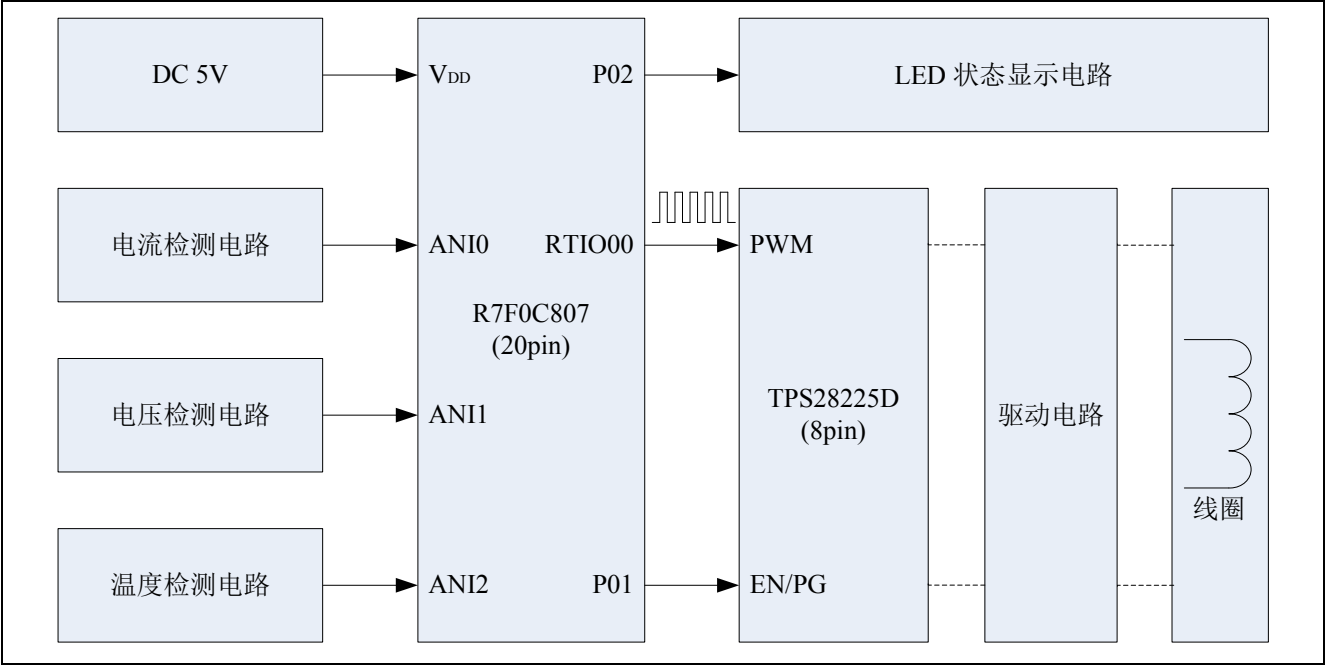


图 2.3 无线充电发送器硬件结构框图

2.3 主控 MCU

无线充电发送器使用 R7F0C807 作为主控 MCU。R7F0C807 的 Flash ROM 大小为 8KB，RAM 大小为 1KB。R7F0C807 的外围功能分配及用途，如“表 2.1”所示。

表 2.1 主控 MCU 的外围功能分配及用途

外围功能	用途
定时器阵列单元 0 通道 0	协同 PWM 波形输出功能的主定时器
定时器阵列单元 0 通道 1	协同 PWM 波形输出功能的从定时器
定时器阵列单元 0 通道 2	固定时间间隔定时器，用于产生 1ms 定时
定时器阵列单元 0 通道 3	固定时间间隔定时器，用于产生 1s 定时
RTIO00	PWM 波形输出管脚
P01	TPS28225D（MOSFET 驱动芯片）使能输出管脚
P02	LED 控制管脚
ANI0	电流检测电路输入管脚
ANI1	电压检测电路输入管脚
ANI2	温度检测电路输入管脚
看门狗定时器	非法循环或程序跑飞监测定时器

2.4 电流检测电路

无线充电发送器使用 R7F0C807 的 ANI0 检测电流的变化，当电流超过安全阈值（1.2A）时，无线充电发送器会停止电力传送 1 分钟，蓝色 Status LED 持续闪烁 1 分钟，然后返回伺服模式（待机模式）。

为了更好的量化被检测的电流信号，电流检测电路中采用了 20mΩ 的采样电阻和 50 倍增益的电流分流监控器 INA199A1。采样电阻的精度为 1%。

电流检测电路如“图 2.4”所示。

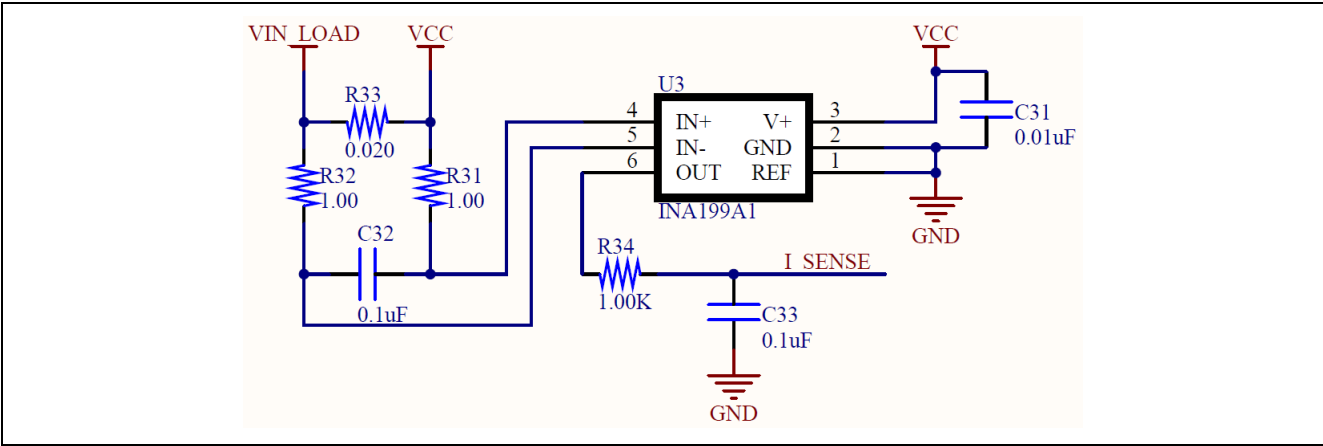


图 2.4 电流检测电路

此外，电流检测电路还发挥着另外一个重要的作用——检测 RX（接收器）是否位于发送器线圈上。

以 Lumia925 手机为例。当 Lumia925 手机被放置到发送器线圈上时，Lumia925 手机的接收线圈会感受到磁场的变化，进而产生感应电流。由于 Lumia925 手机的引入，会导致无线充电系统中发射器线圈的电流增大，最终反映到发射器电流检测电路的表现为电流检测值变大。反之，当 Lumia925 手机离开发送器线圈时，电流检测值会变小。

因此，当电流检测值超过检测阈值时，可以认为接收器被放置到了发送器线圈上；当电流检测值低于检测阈值时，可以认为接收器已经离开了发送器线圈；当电流检测值过大，超过安全阈值（1.2A）时，可以认为有金属或者其他异物被放置到发送器线圈上，致使金属或者其他异物内部产生涡流。

2.5 电力传送电路

无线充电发送器使用 TPS28225D 配合两个 N 沟道功率 MOSFET 作为 PWM 波形（131KHz，占空比：50%）的驱动电路。发送线圈配合充放电电容构成电磁波发生电路。电力传送电路如“图 2.5”所示。

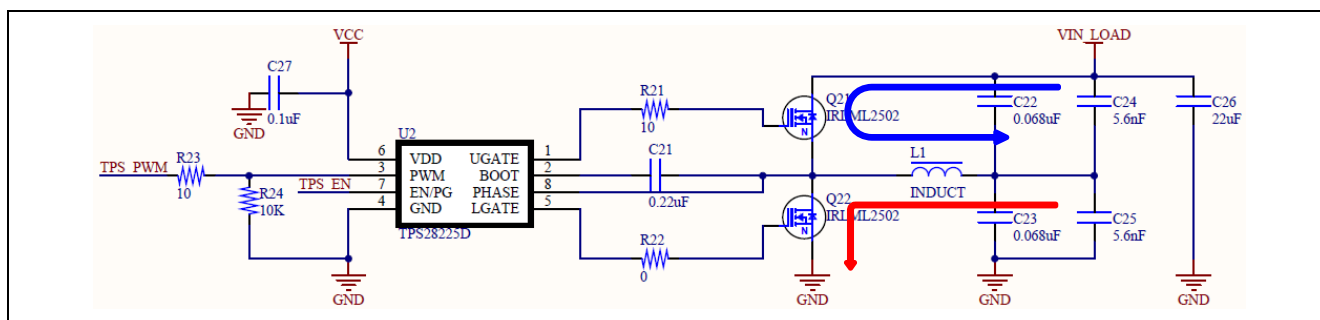


图 2.5 电力传送电路

向 TPS28225D 的 PWM 管脚输入 PWM 波形，在发送线圈 L1 的左端会得到一个驱动能力更强的 PWM 波形。在两个互补 MOSFET 交替打开和关闭时，回路中的电流流向如“图 2.5”中蓝色和红色箭头所示。伴随着发送线圈中电流大小和方向的改变，发送线圈会产生一个变化的磁场。如果接收线圈处在发射线圈的磁场范围内，接收线圈会感受到磁场的变化进而产生感应电动势。这样，电能就转变为磁能并通过线圈发送出去。

为了避免发送线圈的磁场和系统中的其他电路产生耦合，在发送线圈的背部添加了屏蔽层。屏蔽层可以引导磁场的分布，一方面可以使磁场的分布更集中于线圈周围，减少在无效空间的损失；另一方面可以对系统中的其他电路产生保护。

2.6 LED 状态指示

无线充电发送器使用 R7F0C807 的 P02 管脚控制蓝色 Status LED 的变化。

当无线充电发送器连接外部电源 5V 时，红色 Power LED 点亮，蓝色 Status LED 熄灭。

当检测到电压异常时，蓝色 Status LED 会一直闪烁。

当检测到 RX（接收器）被放置到发送线圈上时，蓝色 Status LED 会点亮。

当检测到 RX（接收器）离开发送线圈时，蓝色 Status LED 熄灭。

当检测到过温或者过流时，蓝色 Status LED 会持续闪烁 1 分钟。

2.7 电压检测电路

无线充电发送器使用 R7F0C807 的 ANI1 检测 VIN_LOAD 的电压变化，当 MCU 上电复位后会首先检测 VIN_LOAD 电压，如果电压不在安全范围内（95%VCC~VCC）时，无线充电发送器不会启动电力传送，蓝色 Status LED 一直闪烁。电压检测电路如“图 2.6”所示。

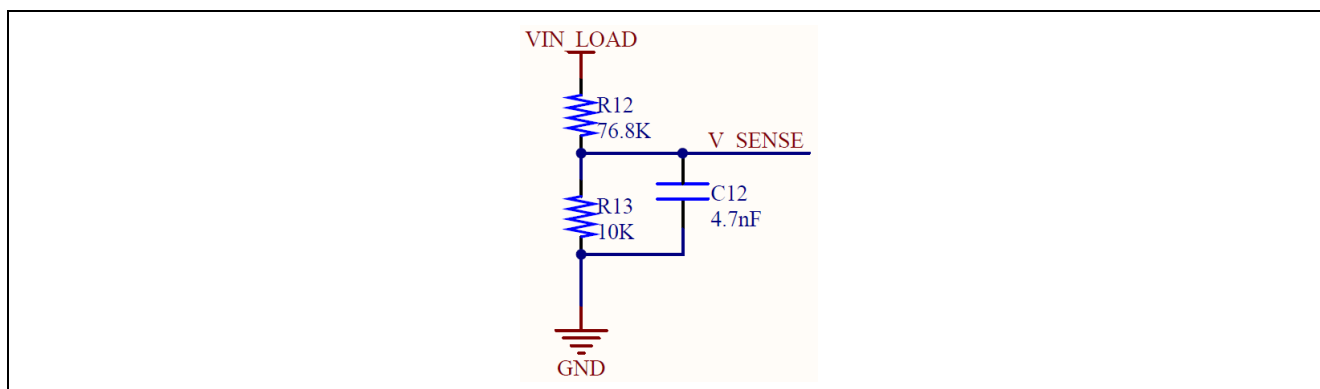


图 2.6 电压检测电路

电压检测电路中 R12 和 R13 构成了电阻式分压电路，ANI1 所检测的 V_SENSE 的变化直接反映了 VIN_LOAD 的电压变化。正常情况下，VIN_LOAD 应该比 VCC 稍小，如果 VIN_LOAD 不在此范围内，则可以认为电路板存在较为严重的异常，电力传送不启动，蓝色 Status LED 一直闪烁提示异常。

2.8 温度检测电路

无线充电发送器使用 R7F0C807 的 ANI2 检测温度的变化，当温度超过安全阈值（85℃）时，无线充电发送器会停止电力传送 1 分钟，蓝色 Status LED 持续闪烁 1 分钟。

温度检测电路中使用了一个负温度特性（NTC）的热敏电阻，温度特性曲线为线性。NTC 在 25℃时的电阻为 10K。具体型号请参考“表 2.2 元器件清单表”。NTC 热敏电阻构成了电阻分压电路的一部分。

温度检测电路如“图 2.7”所示。

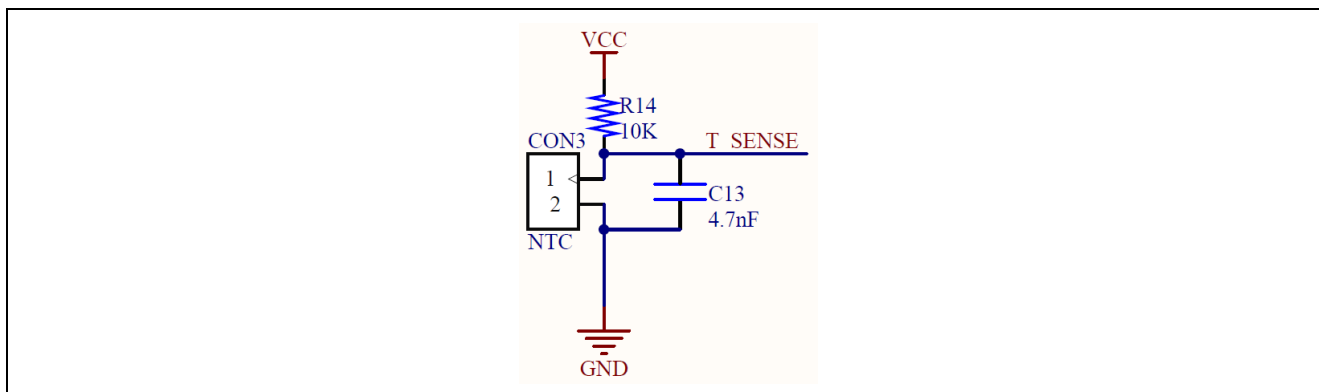


图 2.7 温度检测电路

当 NTC 检测到温度升高时，NTC 的电阻值会变小，NTC 两端的电压差会变小，ANI2 的转换值会变小。

2.9 外部 DC 5V 电源

无线充电发送器消耗电流较大，不能使用 E1 调试器或者笔记本 USB 接口供电，需要使用单独的电源适配器。无线充电发射器中使用的电源适配器如“图 2.8”所示。

该电源适配器的输入为：100~240V（50/60Hz），输出为：5V（1.5A）。

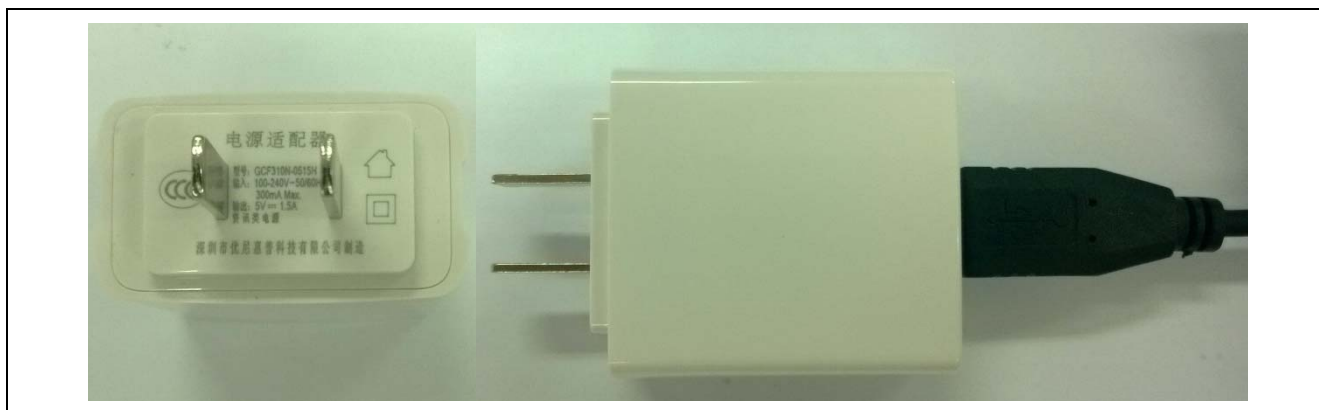


图 2.8 电源适配器

2.10 原理图

无线充电发射器电路板原理图如“图 2.9”所示。

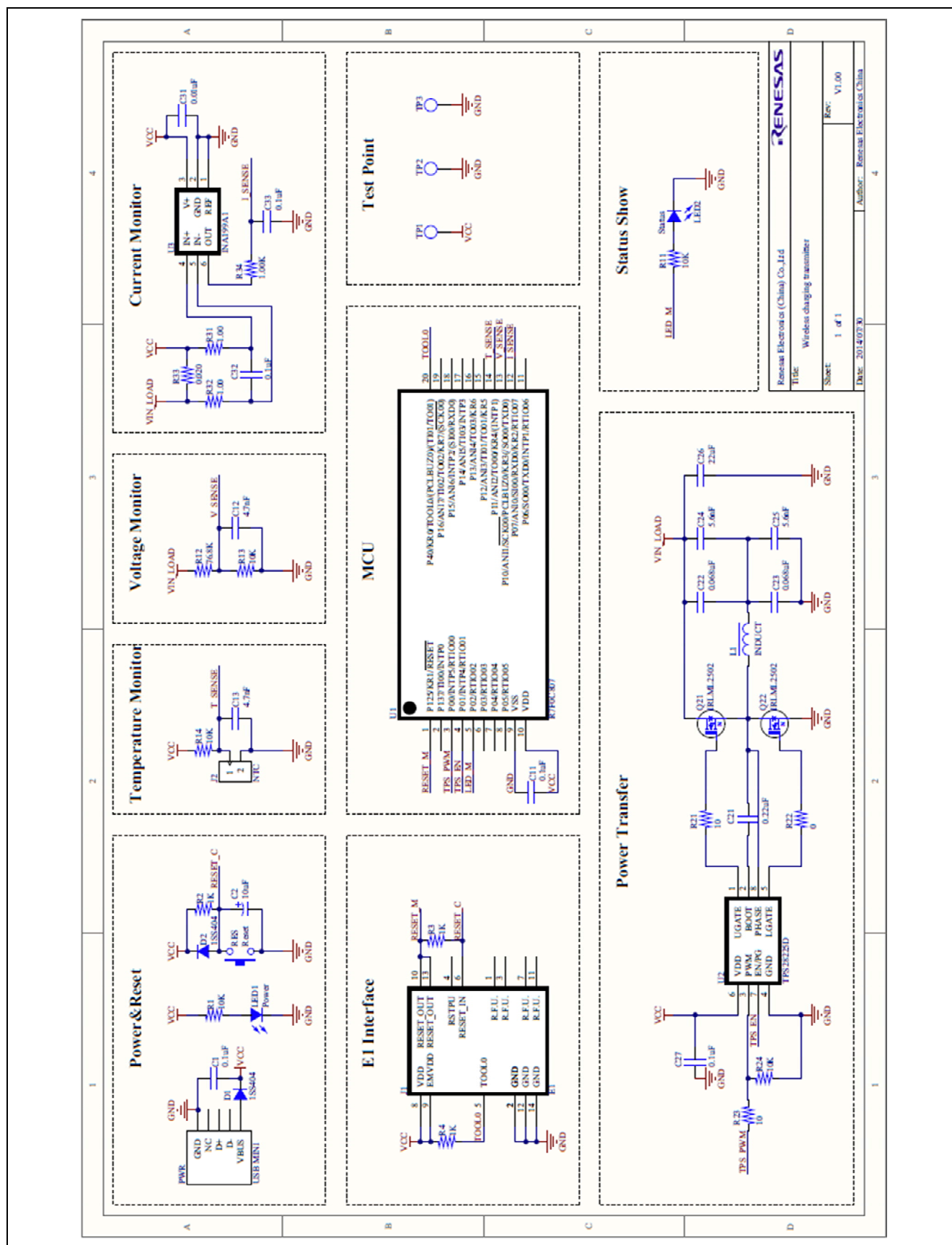


图 2.9 原理图

2.11 PCB 图

无线充电发射器电路板 PCB 图如“图 2.10”、“图 2.11”、“图 2.12”和“图 2.13”所示。

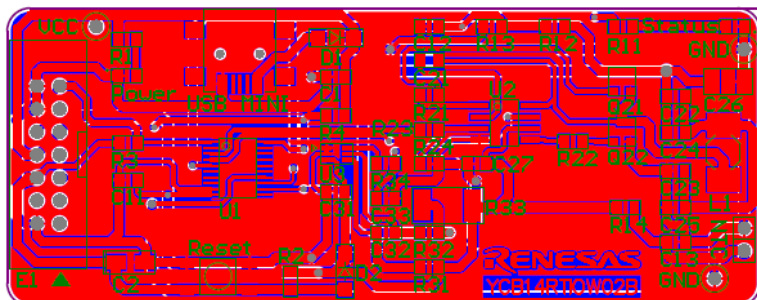


图 2.10 多层图

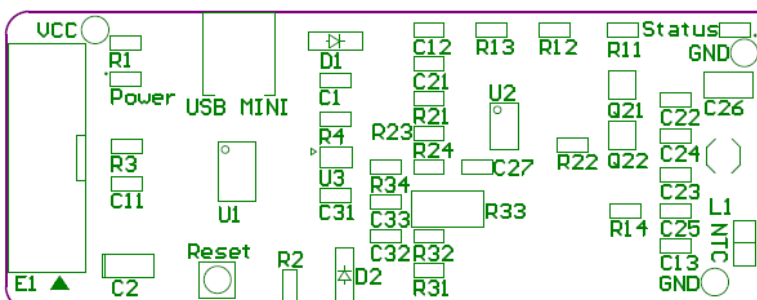


图 2.11 顶层丝印层图

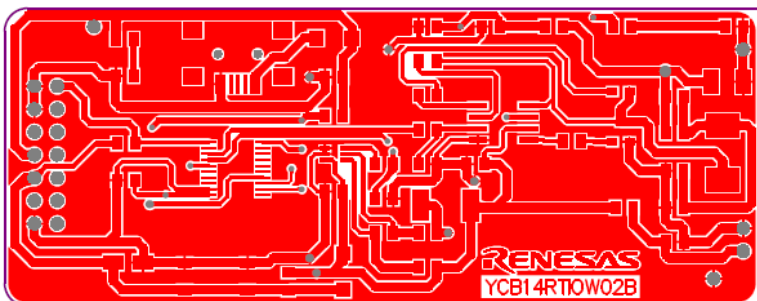


图 2.12 顶层图

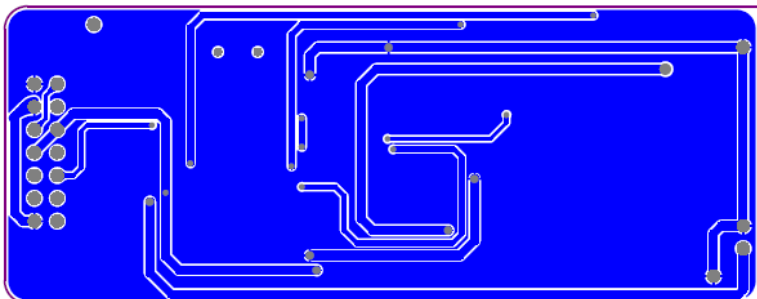


图 2.13 底层图

2.12 元器件清单

无线充电发射器所使用的的元器件清单如“表 2.2”所示。

表 2.2 元器件清单

描述符	注释	封装	数量
C1, C11, C27, C32, C33	0.1uF	0805	5
C2	10uF	E10UF	1
C12, C13	4.7nF	0805	2
C21	0.22uF	0805	1
C22, C23	0.068uF	0805	2
C24, C25	5.6nF	0805	2
C26	22uF	1210	1
C31	0.01uF	0805	1
J2	MF52 珠状测温型 NTC 热敏电阻器 MF52 D 103 F 3950	JMP-2 A	1
D1, D2	1SS404	D1N	2
J1	E1	CON-14 E	1
L1	INDUCT	L10UH	1
LED1	Power	LED 0805	1
LED2	Status	LED 0805	1
PWR	USB MINI	USB MINI	1
Q21, Q22	IRLML2502	SOT-23-3	2
R1, R11, R13, R14, R24	10K	0805	5
R2, R3, R4	1K	0805	3
R12	76.8K	0805	1
R21, R23	10	0805	2
R22	0	0805	1
R31, R32	1.00 (精度 0.1%)	0805	2
R33	0.020 (精度 1%)	2512	1
R34	1.00K (精度 0.1%)	0805	1
RES	Reset	KEY A (4 X 4)	1
TP1	VCC	TP A	1
TP2, TP3	GND	TP A	2
U1	R7F0C807	TSSOP-20	1
U2	TPS28225D	SO-8	1
U3	INA199A1	SC-70 6	1
			48

3. 软件说明

3.1 集成开发环境

无线充电发射器软件开发所使用的集成开发环境如“表 3.1”所示。

表 3.1 集成开发环境

项目	内容
集成开发环境	CubeSuite+ V2.01.00 （瑞萨电子开发）
C 编译器	CA78K0R V1.60 （瑞萨电子开发）
调试器	E1 （瑞萨电子开发）

3.2 选项字节配置

无线充电发射器软件所使用的选项字节配置如“表 3.2”所示。

表 3.2 选项字节设置

地址	数值	内容
000C0H	11111100B	看门狗定时器动作使能（复位后，计数开始） 看门狗定时器溢出时间间隔：949ms 在 HALT/STOP 模式中看门狗定时器计数停止
000C1H	11110011B	SPOR 检测电压：上升沿 4.28V，下降沿 4.0V P125/KR1/RESET 引脚：用作复位功能
000C2H	11111001B	HOCO：20MHz，工作电压：2.7V~5.5V
000C3H	10000101B	允许片上调试

3.3 常量一览

无线充电发射器软件所使用的常量如“表 3.3”所示。

表 3.3 常量一览

常量	设定值	内容
CURRENT_CHANNEL	1	电流检测通道
VOLTAGE_CHANNEL	2	电压检测通道
TEMPERATURE_CHANNEL	3	温度检测通道
OFF	0	LED 熄灭控制参数
ON	1	LED 点亮控制参数
SERVO	0	伺服模式标志（待机模式标志）
POWER_TRANSFER	1	电力传送模式标志
OVER_CURRENT	2	过流标志
OVER_TEMPERATURE	3	过温标志
CURRENT_N	3	电流检测次数
CURRENT_THRESHOLD_LOW	60	接收器是否被放置在发送线圈上检测阈值
CURRENT_THRESHOLD_HIGH	400	过流检测阈值
VOLTAGE_ABNORMAL	0	VIN_LOAD 电压不正常标志
VOLTAGE_NORMAL	1	VIN_LOAD 电压正常标志
VOLTAGE_N	3	电压检测次数
VOLTAGE_THRESHOLD_LOW	112	VIN_LOAD 电压正常范围下限
VOLTAGE_THRESHOLD_HIGH	125	VIN_LOAD 电压正常范围上限
TEMPERATURE_N	3	温度检测次数
TEMPERATURE_THRESHOLD_LOW	100	过温检测阈值

3.4 变量一览

无线充电发射器软件中使用的变量如“表 3.4”所示。

表 3.4 变量一览

类型	变量名	内容	使用函数
uint8_t	mode_flag	无线充电发射器模式	main
uint16_t	voltage_result[]	多次电压检测结果	Voltage_Check
uint16_t	voltage	电压检测结果	Voltage_Check
uint16_t	current_result[]	多次电流检测结果	Servo_Handle
uint16_t	current	电流检测结果	Servo_Handle
uint16_t	current_result[]	多次电流检测结果	Power_transfer_Handle
uint16_t	current	电流检测结果	Power_transfer_Handle
uint16_t	temperature_result[]	多次温度检测结果	Power_transfer_Handle
uint16_t	temperature	温度检测结果	Power_transfer_Handle
static uint16_t	blink_count	LED 闪烁计数	Over_current_Handle
static uint16_t	blink_count	LED 闪烁计数	Over_temperature_Handle

3.5 函数一览

无线充电发射器软件中使用的函数如“图 3.5”所示。

表 3.5 函数一览

函数名	概要
Voltage_Check	检测 VIN_LOAD 电压是否正常
Servo_Handle	伺服模式处理
Power_transfer_Handle	电力传送模式处理
Over_current_Handle	过流处理
Over_temperature_Handle	过温处理
Default_Handle	默认处理
AverageFilter	平滑滤波器
Clock_Init	初始化时钟
WDT_Restart	重启看门狗定时器
PWM_Init	初始化 PWM 相关模块
PWM_Start	启动 PWM 输出
PWM_Stop	停止 PWM 输出
AD_Init	初始化 A/D 转换模块
AD_Start	启动 A/D 转换
AD_Stop	停止 A/D 转换
AD_Switch	A/D 转换通道选择
Monitor_Result_Get	获得特定通道 A/D 转换值
LED_Init	初始化 LED 相关端口
LED_Show	控制 LED 显示
TAU_Init	初始化 TAU 模块
Delay_1ms	延时 n*1ms
Sleep_1s	进入 HALT 模式 n*1s

3.6 主程序流程图

无线充电发射器软件中主程序流程图如“图 3.1”所示。

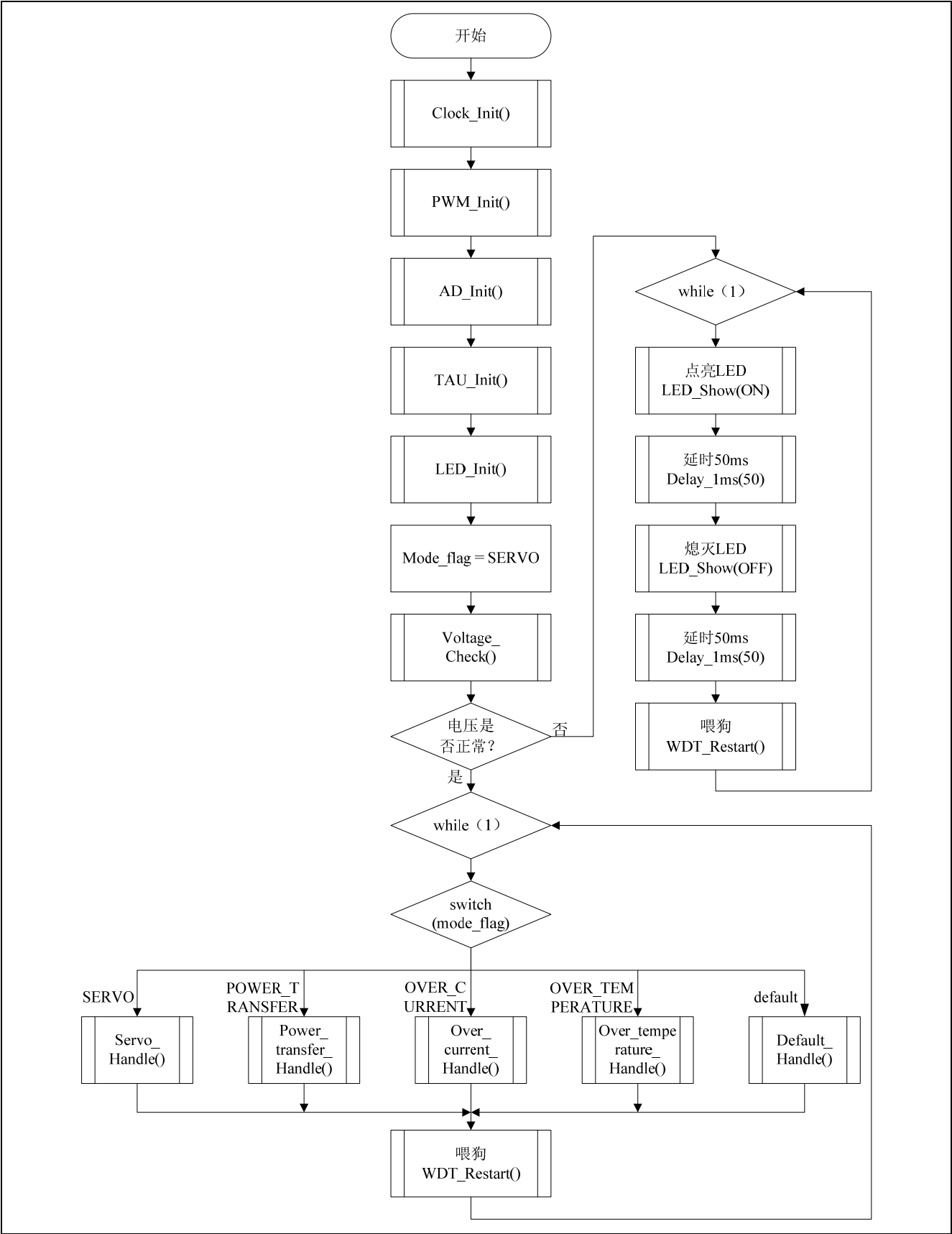


图 3.1 主程序流程图

3.7 伺服处理流程图

无线充电发射器软件中伺服处理流程图如“图 3.2”所示。

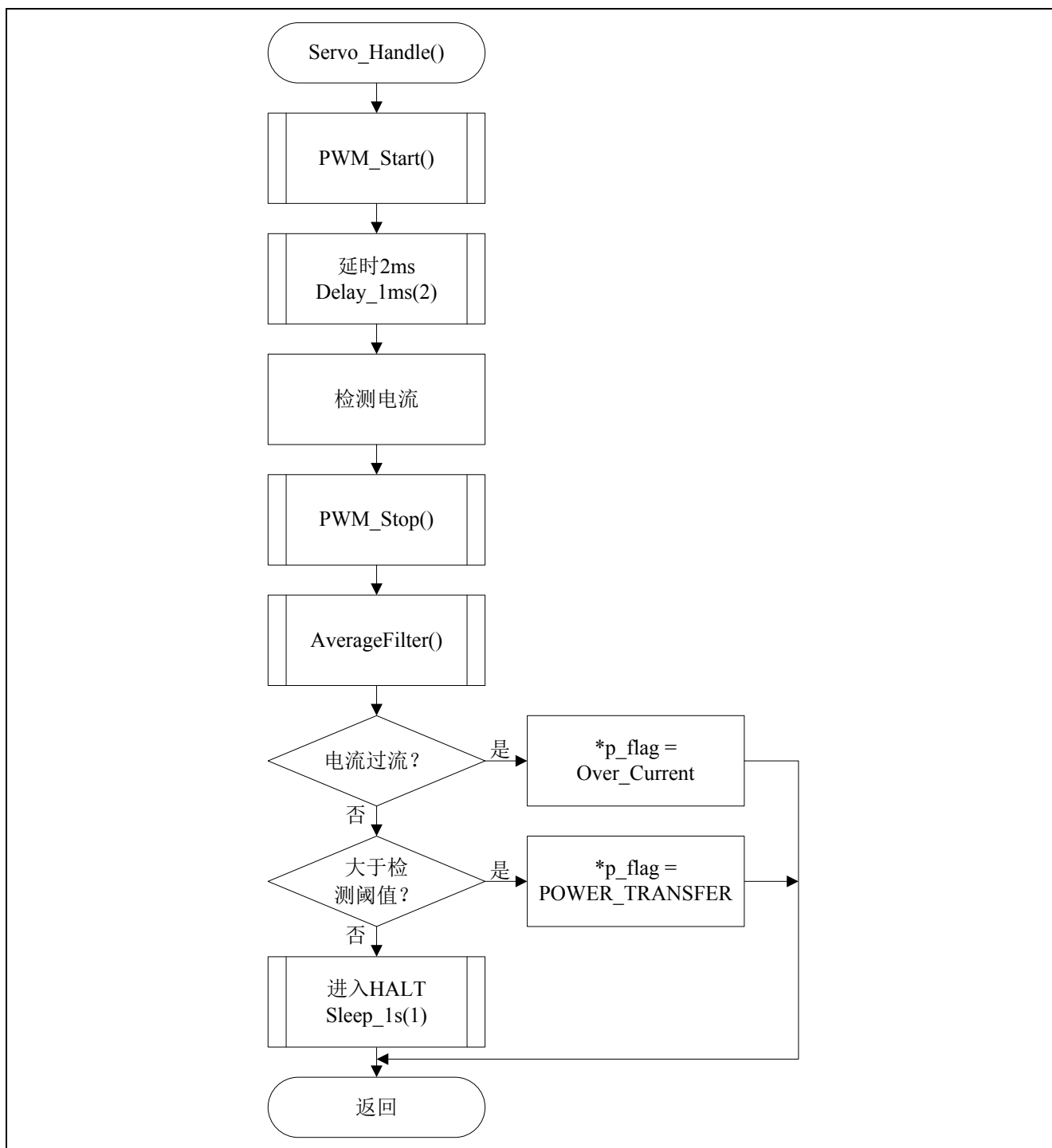


图 3.2 伺服处理流程图

3.8 电力传送流程图

无线充电发射器软件中电力传送流程图如“图 3.3”所示。

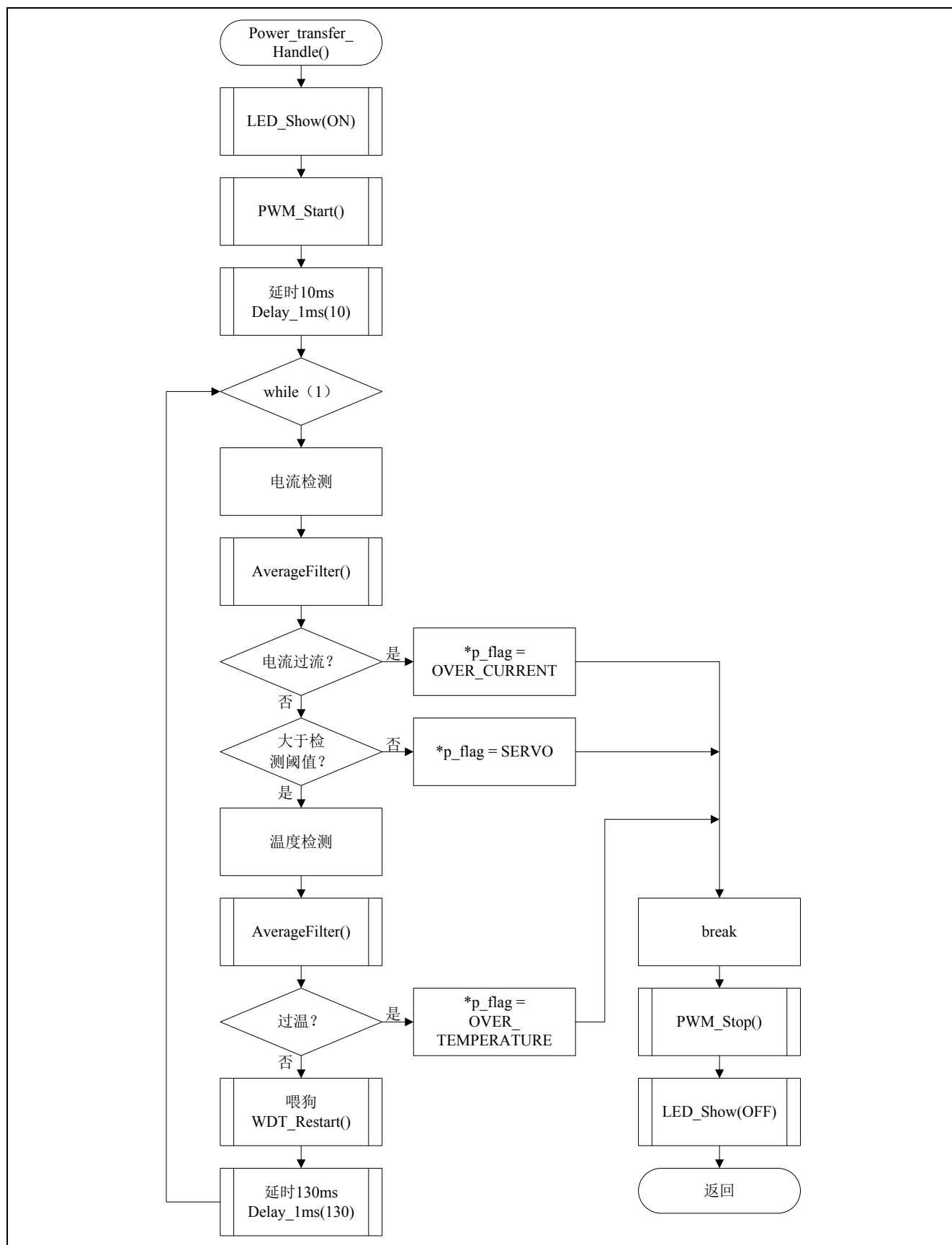


图 3.3 电力传送流程图

3.9 过流处理流程图

无线充电发射器软件中过流处理流程图如“图 3.4”所示。

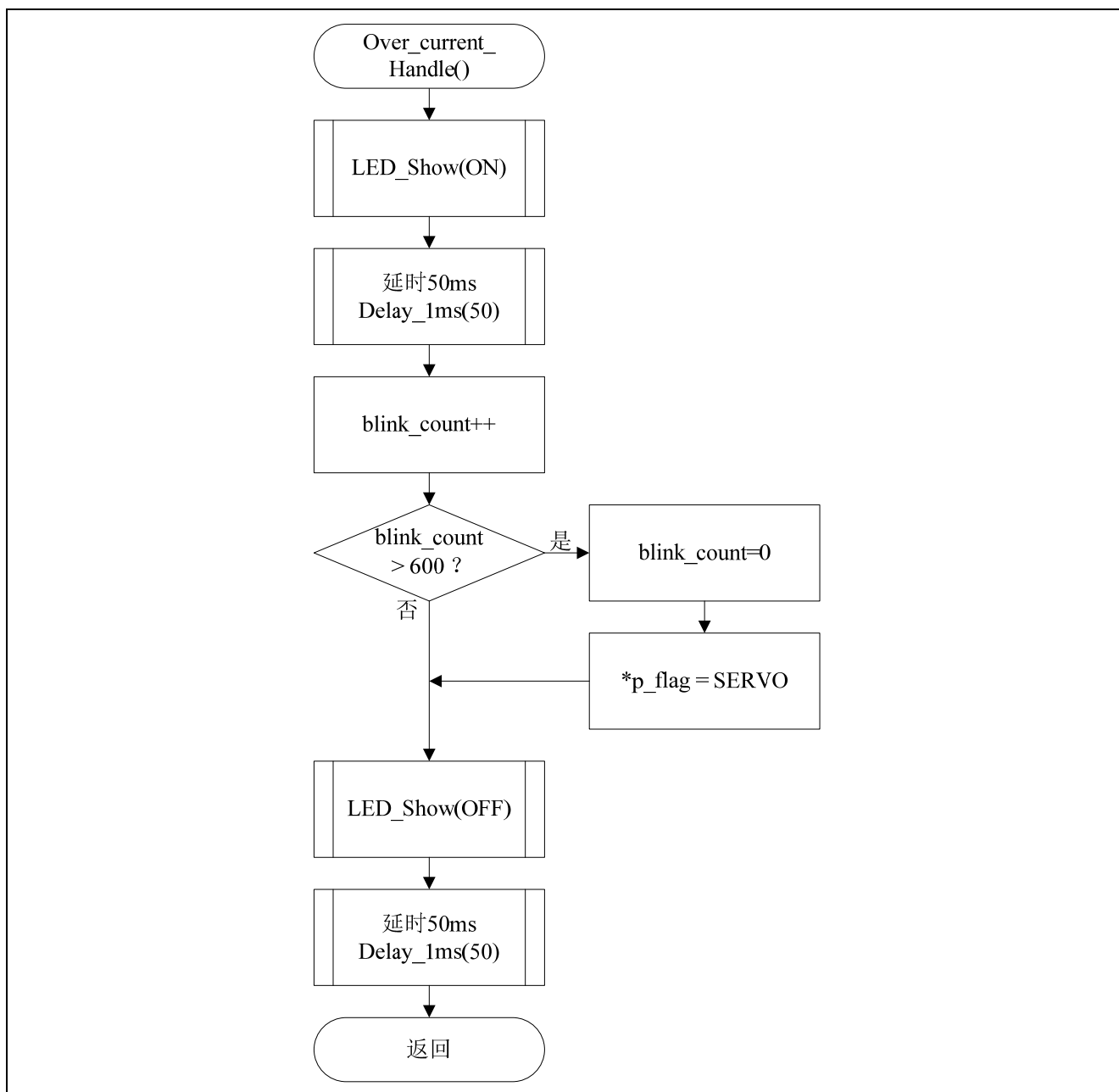


图 3.4 过流处理流程图

3.10 过温处理流程图

无线充电发射器软件中过温处理流程图如“图 3.5”所示。

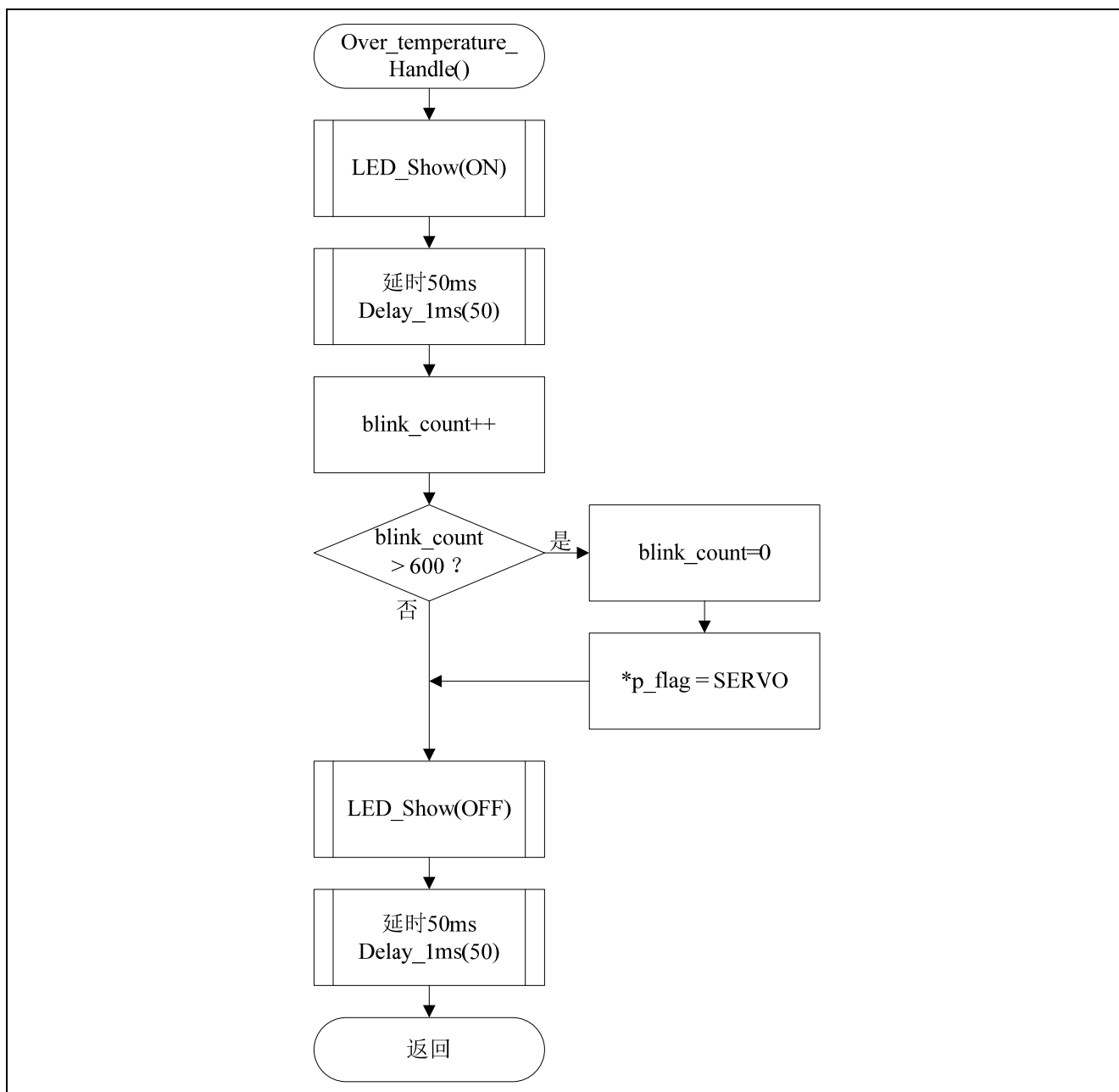


图 3.5 过温处理流程图

3.11 其他处理流程图

无线充电发射器软件中其他处理流程图如“图 3.6”所示。

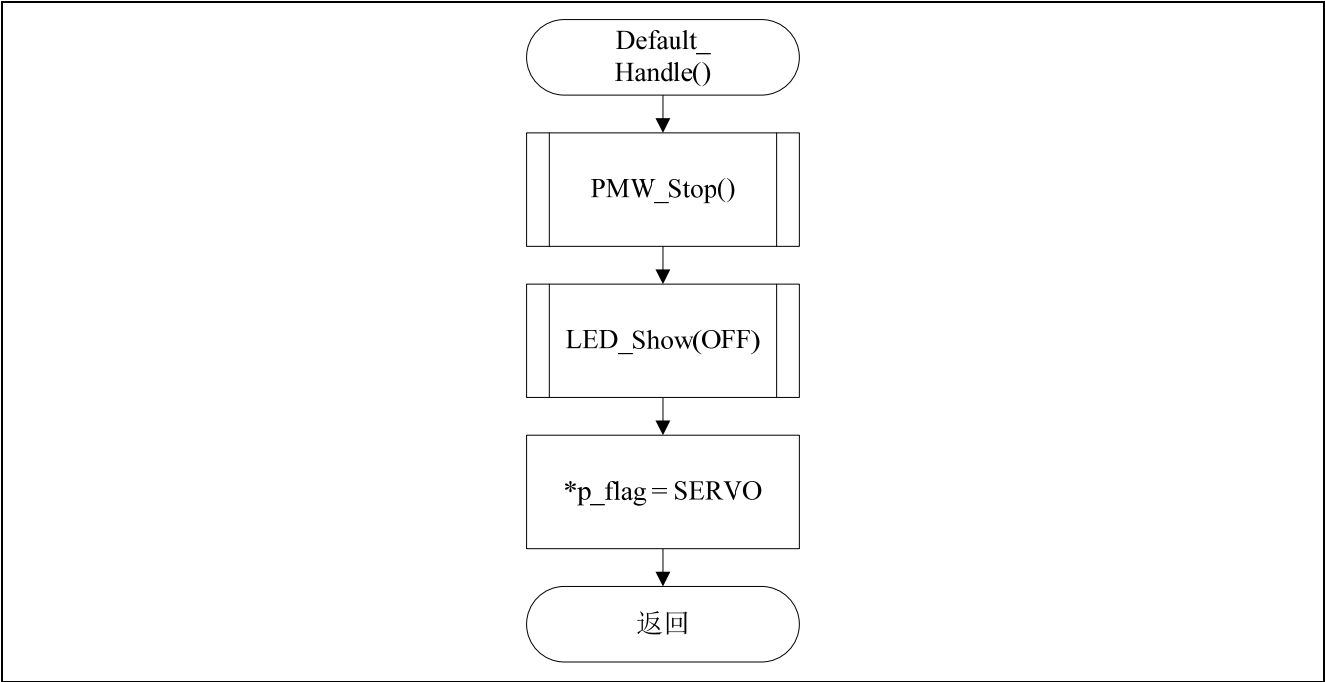


图 3.6 其他处理流程图

3.12 状态机

无线充电发射器程序运行的状态机如“图 3.7”所示。

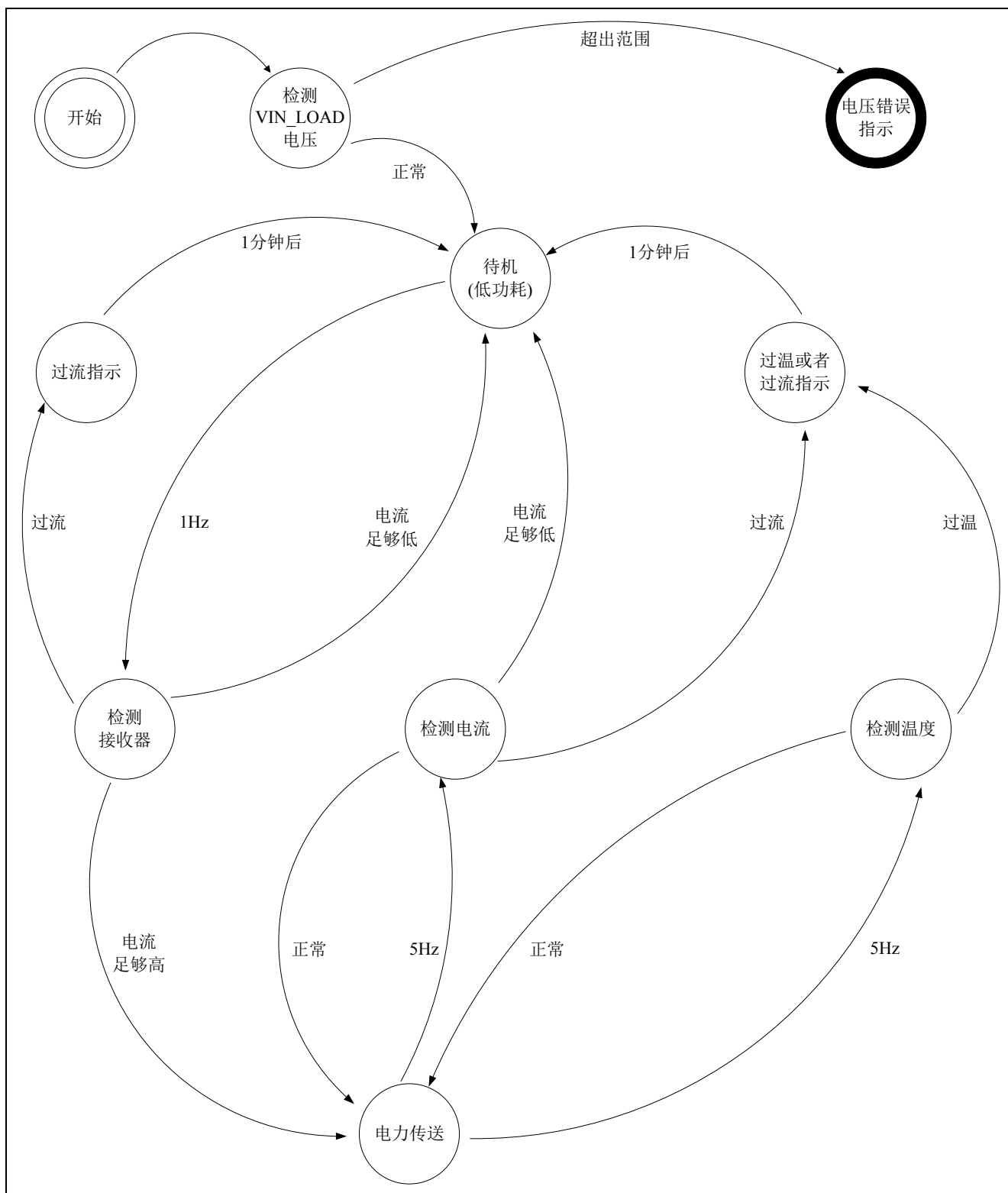


图 3.7 状态机

4. 参考例程

参考例程请从瑞萨电子网页上取得。

5. 参考文献

R7F0C806-809 User's Manual: Hardware (R01UH0481E)

RL78 family User's Manual: Software (R01US0015E)

(最新版本请从瑞萨电子网页上取得)

技术信息/技术更新

(最新信息请从瑞萨电子网页上取得)

公司主页和咨询窗口

瑞萨电子主页

- <http://cn.renesas.com/>

咨询

- <http://cn.renesas.com/contact/>
- contact.china@renesas.com

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2014.09	—	初版发行

所有商标及注册商标均归其各自拥有者所有。

产品使用时的注意事项

本文对适用于单片机所有产品的“使用时的注意事项”进行说明。有关个别的使用时的注意事项请参照本文档以及 Technical Update.

1. 未使用的引脚的处理

【注意】将未使用的引脚按照正文的“未使用引脚的处理”进行处理。

CMOS 产品的输入引脚的阻抗一般为高阻抗。如果在开路的状态下运行未使用的引脚，由于感应现象，外加 LSI 周围的噪声，在 LSI 内部产生穿透电流，有可能被误认为是输入信号而引起误动作。

未使用的引脚，请按照正文的“未使用引脚的处理”中的指示进行处理。

2. 通电时的处理

【注意】通电时产品处于不定状态。

通电时，LSI 内部电路处于不确定状态，寄存器的设定和各引脚的状态不定。通过外部复位引脚对产品进行复位时，从通电到复位有效之前的期间，不能保证引脚的状态。

同样，使用内部上电复位功能对产品进行复位时，从通电到达到复位产生的一定电压的期间，不能保证引脚的状态。

3. 禁止存取保留地址（保留区）

【注意】禁止存取保留地址（保留区）

在地址区域中，有被分配将来用作功能扩展的保留地址（保留区）。因为无法保证存取这些地址时的运行，所以不能对保留地址（保留区）进行存取。

4. 关于时钟

【注意】复位时，请在时钟稳定后解除复位。

在程序运行中切换时钟时，请在要切换成的时钟稳定之后进行。复位时，在通过使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟开始运行的系统中，必须在时钟充分稳定后解除复位。另外，在程序运行中，切换成使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟时，在要切换成的时钟充分稳定后再进行切换。

5. 关于产品间的差异

【注意】在变更不同型号的产品时，请对每一个产品型号进行系统评价测试。

即使是同一个群的单片机，如果产品型号不同，由于内部 ROM、版本模式等不同，在电特性范围内有时特性值、动作容限、噪声耐量、噪声辐射量等不同。因此，在变更不认同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

Notice

- Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
 - Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
 - Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
 - You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from such alteration, modification, copy or otherwise misappropriation of Renesas Electronics product.
 - Renesas Electronics products are classified according to the following two quality grades: "Standard" and "High Quality". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below.
"Standard": Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots etc.
"High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; and safety equipment etc.
Renesas Electronics products are neither intended nor authorized for use in products or systems that may pose a direct threat to human life or bodily injury (artificial life support devices or systems, surgical implantations etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for which the product is not intended by Renesas Electronics.
 - You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
 - Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or systems manufactured by you.
 - Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
 - Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations. You should not use Renesas Electronics products or technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. When exporting the Renesas Electronics products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations.
 - It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
 - This document may not be reproduced or duplicated in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
 - Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.
- (Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.
(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

以下"注意事项"为从英语原稿翻译的中文译文，仅作参考译文，英文版的"Notice"具有正式效力。

注意事项

- 本文件中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文件中的电路、软件 and 相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 在准备本文件所记载的信息的过程中，瑞萨电子已尽量做到合理注意，但是，瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文件中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 对于因使用本文件中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，瑞萨电子不承担任何责任。本文件所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
 - 用户不得更改、修改、复制或其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级：“标准等级”和“高质量等级”。每种瑞萨电子产品的推荐用途均取决于产品的质量等级，如下所示：
标准等级： 计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子设备以及工业机器人等。
高质量等级： 运输设备（汽车、火车、轮船等）、交通控制系统、防灾系统、预防犯罪系统以及安全设备等。
瑞萨电子产品无意用于且未被授权用于可能对人类生命造成直接威胁的产品或系统及可能造成人身伤害的产品或系统（人工生命维持装置或系统、植埋于体内的装置等）中，或者可能造成重大财产损失的产品或系统（核反应堆控制系统、军用设备等）中。在将每种瑞萨电子产品用于某种特定应用之前，用户应先确认其质量等级。不得将瑞萨电子产品用于超出其设计用途之外的任何应用。对于用户或第三方因将瑞萨电子产品用于其设计用途之外而遭受的任何损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 使用本文件中记载的瑞萨电子产品时，应在瑞萨电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 虽然瑞萨电子一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的具体特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，瑞萨电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难于对微机电系统单独进行评估，所以请用户自行对最终产品或系统进行安全评估。
 - 关于环境保护方面的详细内容，例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等，请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时，请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相关法律法规（包括但不限于《欧盟RoHS指令》）。对于因用户未遵守相应法律法规而导致的损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 不可将瑞萨电子产品和技术用于或者嵌入日本国内或海外相应的法律法规所禁止生产、使用及销售的任何产品或系统中。也不可将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的目的（如大规模杀伤性武器的开发等）。在将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时，应当遵守相应的出口管制法律法规，并按照上述法律法规所规定的程序进行。
 - 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商，有责任事先向上述第三方通知本文件规定的内容和条件；对于用户或第三方因非法使用瑞萨电子产品而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 - 在事先未得到瑞萨电子书面认可的情况下，不得以任何形式部分或全部转载或复制本文件。
 - 如果对本文件所记载的信息或瑞萨电子产品有任何疑问，或者用户有任何其他疑问，请向瑞萨电子的营业部门咨询。
- (注1) 瑞萨电子：在本文件中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。
(注2) 瑞萨电子产品：指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

Refer to "http://www.renesas.com/" for the latest and detailed information.

Renesas Electronics America Inc.
2801 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2549, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited
1101 Nicholson Road, Newmarket, Ontario L3Y 9C3, Canada
Tel: +1-905-898-5441, Fax: +1-905-898-3220

Renesas Electronics Europe Limited
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K
Tel: +44-1628-585-100, Fax: +44-1628-585-900

Renesas Electronics Europe GmbH
Arcadiastrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany
Tel: +49-211-6503-0, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
Room 1709, Quantum Plaza, No.27 ZhichunLu Haidian District, Beijing 100191, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 301, Tower A, Central Towers, 555 Langao Road, Putuo District, Shanghai, P. R. China 200333
Tel: +86-21-2226-0889, Fax: +86-21-2226-0899

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1613, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2285-0888, Fax: +852 2886-9022/9044

Renesas Electronics Taiwan Co., Ltd.
13F, No. 363, Fu Shing North Road, Taipei 10543, Taiwan
Tel: +886-2-8175-9800, Fax: +886-2-8175-9670

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.
80 Bendemeer Road, Unit #09-02 Hyflux Innovation Centre, Singapore 339949
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 906, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Ku, Seoul, 135-920, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141