

# 羽阵600 UHF RFID电子标签芯片

芯片型号: TH6100

## 【修订记录】

文档 ID	发布日期	文档状态
1.0	2021/9/26	更新架构图
1.1	2022/5/11	更新名称
1.2	2022/5/20	更新读取灵敏度

## 【缩略语】

缩略语	描述
CRC	Cyclic Redundancy Check
CW	Continuous Wave
DSB-ASK	Double Side Band-Amplitude Shift Keying
DC	Direct Current
EAS	Electronic Article Surveillance
NVM	None Volatile Memory
EPC	Electronic Product Code (containing Header, Domain Manager, Object Class and Serial Number)
FM0	Bi phase space modulation
IC	Integrated Circuit
PIE	Pulse Interval Encoding
RF	Radio Frequency
UHF	Ultra High Frequency
TID	Tag Identifier

# 【目录】

修订记录	01
缩略语	01
1 芯片概述	04
2 特性参数	04
2.1 特性参数	04
3 应用场景	04
3.1 目标市场	04
4 系统框图	04
5 引脚信息	05
5.1 引脚信息描述	05
6 晶圆与芯片参数	06
6.1 Wafer and Die 规格	06
7 功能描述	07
7.1 空中接口标准	07
7.2 能量传输	07
7.3 数据传输	07
7.3.1 读写器到标签链路	07
7.3.2 标签到读写器链路	07
7.4 存储器	07
7.4.1 EPC 区	08
7.5 特殊说明	08
7.5.1 Session	08
7.5.2 Memory bank	09

# 【目录】

7.5.3 Extensible bit vectors (EBV)	09
7.6 Self-Tune	09
7.7 Wide-Pad连接方案	09
7.7.1 单端口连接	09
7.7.2 双端口连接	10
8 极限参数	10
9 性能参数	11

## 【1 芯片概述】

平头哥TH6100是一款低功耗、高性能超高频RFID电子标签芯片，该芯片满足EPC Global Class-1 Generation-2 UHF RFID协议。超低功耗电路设计，支持双端口天线，配合全自动阻抗调谐，使得该芯片特别适用智慧零售、智慧物流、航空包裹跟踪、库存管理等多种复杂场景的应用领域。

## 【2 特性参数】

### 【2.1 特性参数】

- 符合EPC Global Class-1 Generation-2 UHF RFID协议规范
- 读取灵敏度达-21dBm
- 关键特性
  - 支持全自动阻抗调谐，适配复杂应用环境；
  - 支持双端口全向天线，标签读取方向性不敏感；
  - 支持Wide-PAD封装，提供天线与Chip Bonding连接可靠性；
- ESD：HBM  $\pm 2$ KV，CDM  $\pm 500$ V
- 操作温度范围：-40°C至+85°C
- Memory：
  - 96-bit出厂预编程 EPC区(只读)

## 【3 应用场景】

### 【3.1 目标市场】

- 智慧物流
- 零售
- 电子商务
- 供应链管理
- 航空包裹跟踪

## 【4 系统框图】

TH6100芯片由三个主要模块组成，如图1所示。

- 模拟&射频部分
- 数字控制器
- 存储器

模拟和射频部分提供稳定的电源并解调从阅读器接收的数据，然后由数字控制器部分进行处理。此外，模拟和射频部分的反向散射将调制数据回发给阅读器。数字控制器包括协议控制、存储器控制以及测试逻辑，负责处理EPC协议并完成与读写器的通信。

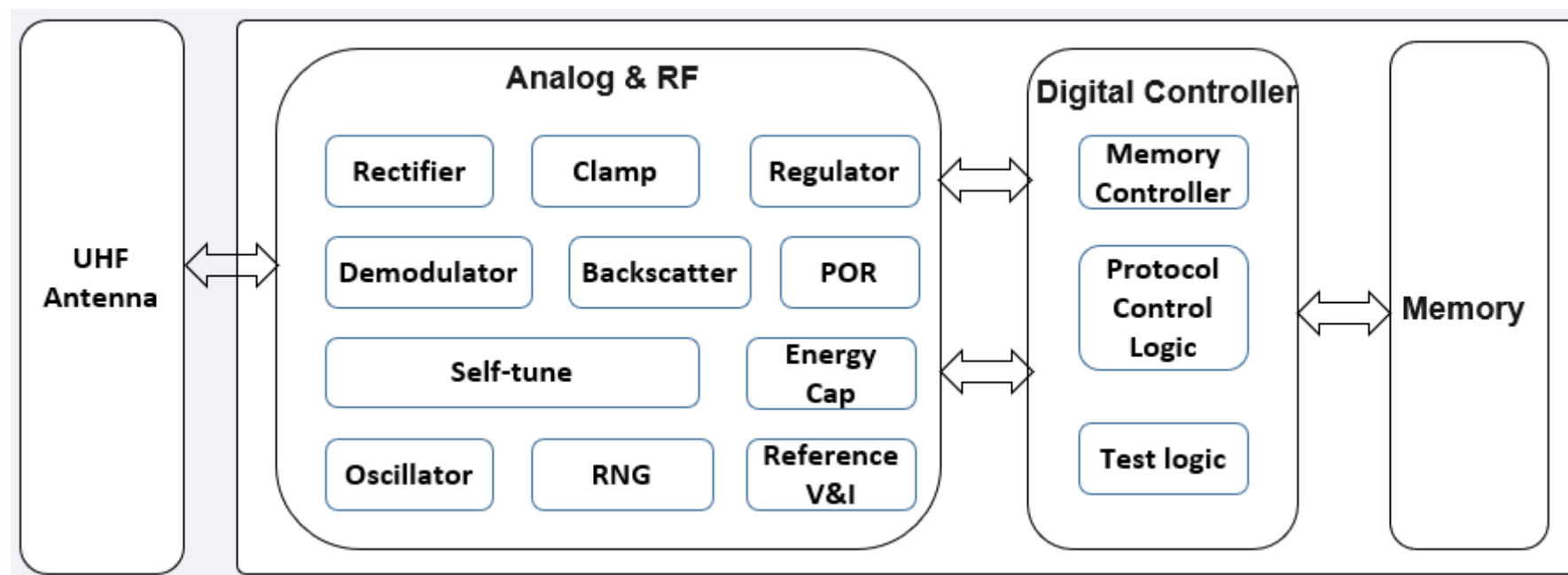


图 1 TH6100 原理框图

## 【5 引脚信息】

TH6100采用Wide-pad的封装技术，概貌信息如图2所示。

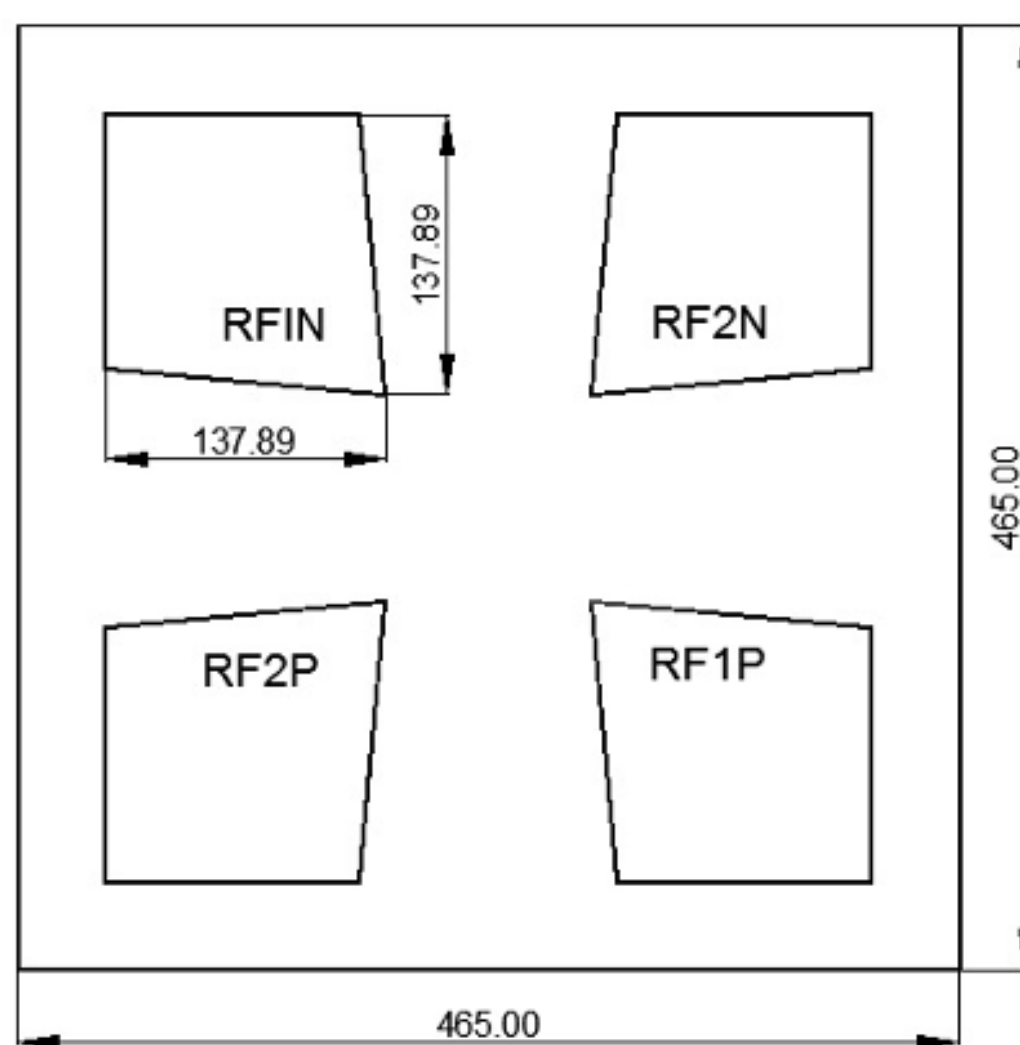


图 2 TH6100封装概貌图

### 【5.1 引脚信息描述】

表1：TH6100引脚信息

Symbol	Description
RF1N	Port1 RF negative input
RF1P	Port1 RF positive input
RF2N	Port2 RF negative input
RF2P	Port2 RF positive input

## 【6 晶圆与芯片参数】

TH6100芯片厚度典型值为125um，其中包括10 um的Polyimide层。

Polyimide层的引入能够显著减少天线和芯片之间的耦合，一定程度上提升了芯片工作性能。

### 【6.1 Wafer and Die 规格】

表2：TH6100晶圆以及芯片主要规格参数

Wafer	Specification
Diameter	200 mm (8")
Thickness	125 $\mu\text{m} \pm 15 \mu\text{m}$
Number of pads	4
Pad location	placed in chip corners
Wafer backside	
Material	Si
Chip dimensions	
Die size excluding scribe	0.465mm*0.465mm = 0.216 mm <sup>2</sup>
Scribe line width	x-dimension = 25 $\mu\text{m}$ y-dimension = 25 $\mu\text{m}$
Passivation on front	
Type	Sandwich structure
Material	PE-Nitride (on top)
Thickness	1.75 $\mu\text{m}$ total thickness of passivation
Polyimide spacer	10 $\mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$
Au pads	
Pad material	> 99.9 % pure Au
Pad height	3 $\mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$
Bump size	138um X 138um

## 【7 功能描述】

### 【7.1 空中接口标准】

TH6100符合《EPCTM Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID, RFID空中接口规范, 860 MHz至960 MHz通信协议, 2.1版》规范。

TH6100支持所有的Select命令组及Inventory命令组中所包含的必须指令, 包括Select、Query、Query\_Adj、Query\_Rep、ACK、NAK。

### 【7.2 能量传输】

读写器为标签提供UHF射频场, 标签天线从射频场接收能量, 并将能量传递给芯片。为了让芯片获得最大的功率传输, 需要天线与芯片的阻抗匹配。

### 【7.3 数据传输】

#### 【7.3.1 读写器到标签链路】

读写器通过调制UHF RF信号将信息传输到TH6100标签。TH6100标签是无源的, 它从这个射频信号接收信息和能量。TH6100标签芯片支持解调3种调制格式, DSB-ASK, SSB-ASK 和 PR-ASK, 采用 PIE 编码。

#### 【7.3.2 标签到读写器链路】

发送有效命令后, 读写器通过发送未调制的 RF 载波并侦听反向散射回复接收来自TH6100标签的信息。TH6100通过根据发送的数据在两种状态之间切换其天线的反射系数来进行反向散射。响应读写器命令的编码格式是 baseband FM0 或Miller Subcarrier。

### 【7.4 存储器】

TH6100标签芯片采用非易失性存储器技术, 专门针对RFID应用进行了优化。整体内存大小为192 bits, 存储内容会在出厂前完成编程, 映射如表3所示。

表3: TH6100存储器MAP

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADDR0	System configuration															
ADDR1	System configuration															
ADDR2	System configuration															
ADDR3	System configuration															
ADDR4	EPC[95:80]															
ADDR5	EPC[79:64]															
ADDR6	EPC[63:48]															
ADDR7	EPC[47:32]															
ADDR8	EPC[31:16]															
ADDR9	EPC[15:8]								EPC[7:0]							
ADDR10	Stored CRC[15:0]															
ADDR11	System configuration															

## 【7.4.1 EPC 区】

根据 EPC Global C1 Gen2 规范, EPC在存储器地址 0x00 到 0x0F 处包含一个 16 位循环冗余校验字 (CRC16), 在存储器地址 0x10 到 0x1F 处包含 16 个协议控制字 (PC)。协议控制字段包括5bit EPC 长度、1bit用户内存指示符 (UMI = 0)、1bit扩展协议控制指示符和9bit编号系统标识符 (NSI)。 TH6100 芯片支持EPC 长度为6 个word, 即PC 值为固定为0x3000。

## 【7.5 特殊说明】

### 【7.5.1 Session】

TH6100支持 SL、S0、S1、S2, 不支持S3。任何使用 S3 作为参数的命令都将被视为无效命令。无效命令不会改变任何状态。



## 【7.5.2 Memory bank】

TH6100仅支持EPC区，任何使用TID区、用户区或保留区作为参数的命令都将被视为无效命令，无效命令不会改变任何状态。

## 【7.5.3 Extensible bit vectors (EBV)】

由于TH6100有96 bits的EPC 数据，TH6100不支持 SELECT 命令的指针参数中的可扩展位向量 (EBV)。SELECT 命令的指针参数是固定的 8 位长。指针的值应该在 0x00 和 0x7F 之间。当指针的 MSB 为 1（二进制格式）时，该命令将被视为无效命令。无效命令不会改变任何状态。

## 【7.6 Self-Tune】

TH6100具有自动调谐机制，可在各种复杂场景中将芯片灵敏度自适应到最大。此调整将在启动时执行，并在八个不同的输入电容值（电容步长~35fF）之间进行选择。该功能默认启用。

## 【7.7 Wide-Pad连接方案】

TH6100的Wide-pad使得与天线的连接更加可靠。这种Wide-pad设计允许在加工精度方面有更大的自由度。建议的RF端口配置如图3所示，与天线的端口连接有2种配置。

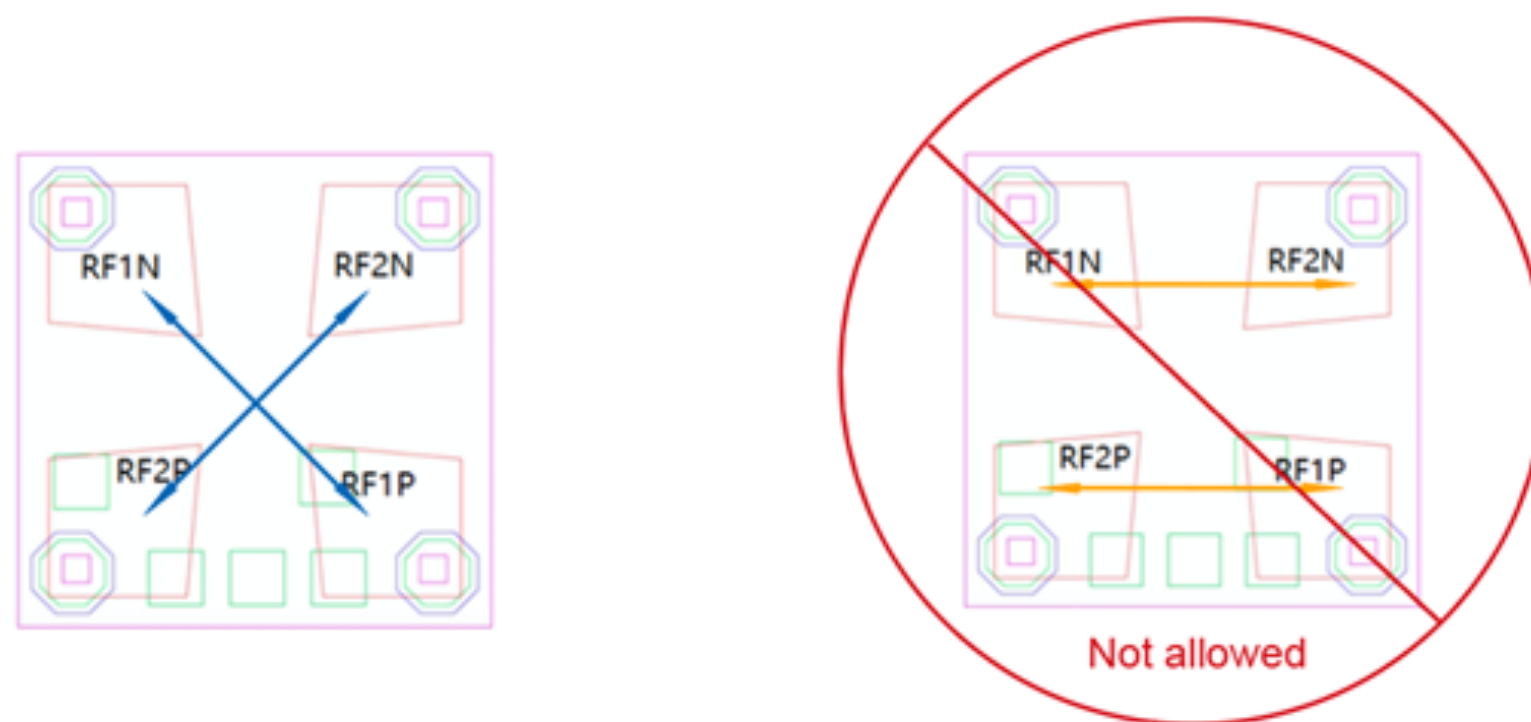


图 3 芯片与天线连接方式

### 【7.7.1 单端口连接】

在单端口配置中，信号作用于TH6100天线端口之一。天线端口定义为：RF1P和RF1N为PORT1，RF2P和RF2N为PORT2。天线需要连接到一对对角线PAD，如图 4所示。由于两个端口在电气性能上相同，可使用任意一对。



图 4单端口天线设计

### 【7.7.2 双端口连接】

TH6100芯片可支持双端口连接。这种配置是全向天线技术的重点，通过改善标签方向性，提升读取率。图 5给出了双端口标签天线的参考设计。

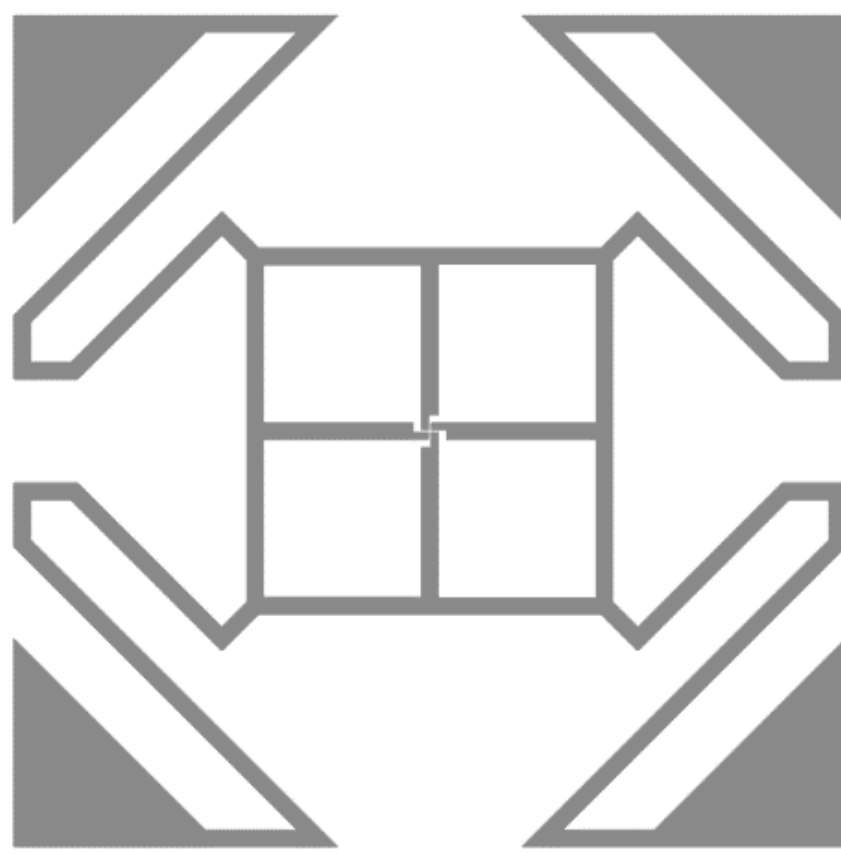


图 5双端口天线设计

## 【8 极限参数】

表4：TH6100芯片极限参数

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Unit
Bare die极限值					
T <sub>stg</sub>	存储温度	NA	-55	+125	°C
T <sub>amb</sub>	操作温度	NA	-40	+85	°C
V <sub>ESD</sub>	静电放电电压	human body model (HBM)	±2	-	kV
Pad 限制值					
P <sub>i</sub>	输入功率	最大输入功耗, PORT1/ PORT2 pad	-	100	mW

## 【9 性能参数】

表5: TH6100RF接口特性

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
$f_i$	输入频率			840	-	960	MHz
$P_{i(min)}$	最小RF输入功率	单端口偶极天线	[1]	-	-21	-	dBm
$P_{i(max)}$	最大RF输入功率	最大输入功率		-	-	20	dBm
$C_i$	芯片输入电容	芯片并联等效	[3][5]	-	1.05	-	pF
$R_P$	芯片电阻	芯片并联等效	[2][5]	-	2.4	-	K $\Omega$
$Z$	芯片阻抗	RF工作频率915MHz	[4][5]	-	11.4-j165	-	$\Omega$

[1] 假设2.15 dBi增益偶极天线上的标签灵敏度

[2] 最小工作功率条件下

[3] 自动调谐中心电容条件下

[4] 天线应与此阻抗匹配

[5] 假设50 fF额外的封装电容

表6: TH6100存储特性

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Memory 特性						
$t_{ret}$	保留时间	$T_{amb} \leq 55^\circ\text{C}$	10	-	-	year