

# KTH5791 的性能与功耗权衡

## Performance vs Power Trade-off in KTH5791

KTH5791 性能优化与功耗管理应用指南

适用产品: KTH5791

文档版本: Rev 1.0 | 发布日期: 2026.01.16

# Contents

<b>1 简介 Introduction</b>	<b>3</b>
1.1 测试说明 . . . . .	3
1.2 文档范围 . . . . .	3
1.3 性能与功耗权衡的重要性 . . . . .	3
<b>2 性能指标分析 Performance Analysis</b>	<b>4</b>
2.1 关键性能参数 . . . . .	4
2.2 转速测量原理 . . . . .	4
<b>3 功耗特性分析 Power Consumption Analysis</b>	<b>6</b>
3.1 工作模式与功耗 . . . . .	6
3.2 功耗影响因素 . . . . .	7
<b>4 性能与功耗权衡 Performance vs Power Trade-off</b>	<b>8</b>
4.1 权衡原理 . . . . .	8
4.2 配置参数对性能与功耗的影响 . . . . .	8
4.3 性能-功耗曲线 . . . . .	8
<b>5 优化配置方法 Optimization Methods</b>	<b>10</b>
5.1 高性能配置 . . . . .	10
5.2 低功耗配置 . . . . .	10
5.3 平衡配置 . . . . .	11

# 1 简介

## Introduction

KTH5791 是一款基于 3D 霍尔磁感应原理的鼠标滚轮专用芯片，主要面向鼠标滚轮的旋转的应用场景。两个专用的正交输出使该产品可直接替代机械和光学旋转编码器的输出方式，使得鼠标磁滚轮的应用开发工作极简化，兼容目前所有鼠标的滚轮输出方式。

本文档详细介绍了 KTH5791 在不同配置下的性能与功耗特性，帮助用户根据应用需求选择合适的配置参数，实现性能与功耗的最优平衡。

### 1.1 测试说明

**重要提示：**本文档中的所有测试数据和性能参数均基于**上位机软件版本 2.2.7** 进行测试获得。请使用 2.2.7 版本及以上的上位机，如提示版本过低，请进行芯片重置。

### 1.2 文档范围

本文档涵盖以下内容：

- **性能指标分析：** KTH5791 的关键性能参数、转速测量原理和最大不反转转速
- **功耗特性分析：** 工作状态和睡眠状态下不同配置的功耗特性
- **性能与功耗权衡：** 采样频率和睡眠间隔对性能与功耗的影响分析
- **优化配置方法：** 高性能、低功耗和平衡配置的详细说明

### 1.3 性能与功耗权衡的重要性

在实际应用中，KTH5791 的性能与功耗权衡至关重要：

- **不同应用场景的需求差异：**
  - 有线鼠标等功耗不敏感的场景，可以优先考虑高性能配置，使用高采样频率以获得更好的响应速度和更高的最大不反转转速
  - 电池供电应用需要低功耗以延长电池寿命，但可能牺牲一定的响应速度
  - 大多数应用需要在性能和功耗之间找到平衡点
- **配置参数的双重影响：**
  - 采样频率既影响功耗，也影响最大不反转转速和响应延迟
  - 睡眠采样间隔既影响功耗，也影响唤醒延迟和睡眠状态下的转速限制
- **权衡的必要性：** 合理选择配置参数，可以在满足应用需求的前提下，实现功耗的最优化，这对于延长电池寿命、降低系统热设计难度具有重要意义。

## 2 性能指标分析

### Performance Analysis

#### 2.1 关键性能参数

KTH5791 的关键性能参数包括采样频率、最大不反转转速、响应延迟等。其中，采样频率不仅影响功耗，还直接影响芯片能够准确测量的最大转速。

Table 1: 不同采样频率下的关键性能参数

采样频率	最大不反转转速	响应延迟	工作功耗 (3.3V)	说明
100Hz	2300rpm	10ms	1.43mA	低功耗配置, 适合低速应用
150Hz	3600rpm	6.7ms	1.54mA	平衡配置, 适合中速应用
200Hz	4800rpm	5ms	1.65mA	中等性能配置
500Hz	6000rpm+	2ms	2.33mA	高性能配置, 适合高速应用

#### 2.2 转速测量原理

KTH5791 通过周期性采样磁场信息来计算转速。芯片根据采样频率采集磁场信息，取两次采样的磁场信息计算角度差，并以此计算转速。

##### 转速计算公式

假设角度差为  $\alpha$  (单位: 度), 采样频率为  $f$  (单位: Hz), 则转速  $n$  (单位: rpm) 的计算方式如下:

$$n = \frac{\alpha/360}{(1/f)/60} = \frac{\alpha \times f}{6} \tag{1}$$

##### 计算示例:

- 如果角度差  $\alpha = 30^\circ$ , 采样频率  $f = 100\text{Hz}$ , 则转速:

$$n = \frac{30 \times 100}{6} = 500 \text{ rpm} \tag{2}$$

##### 最大不反转转速

当芯片两次采样得到的角度差大于  $180^\circ$  时, 芯片将认为磁场反转, 角度差将会重新计算为  $\alpha' = 360^\circ - \alpha$ 。因此, 芯片理论上会有一个最大的不反转转速。

##### 理论最大不反转转速:

当角度差为 180° 时，达到理论最大不反转转速：

$$n_{max} = \frac{180 \times f}{6} = 30 \times f \tag{3}$$

例如，采样频率为 100Hz 时，理论最大不反转转速  $n_{max} = 30 \times 100 = 3000\text{rpm}$ 。

**实际测试的最大不反转转速：**

由于芯片调度问题，在计算角度时可能会有偏差，实际测试的最大不反转转速低于理论值：

Table 2: 不同采样频率下的最大不反转转速

采样频率	理论值	实测值	说明
100Hz	3000rpm	2300rpm	实测值约为理论值的 77%
150Hz	4500rpm	3600rpm	实测值约为理论值的 80%
200Hz	6000rpm	4800rpm	实测值约为理论值的 80%
500Hz	15000rpm	6000rpm+	受测试设备限制，实际值可能更高

**实测值测试方法：**使用步科电机以不同的固定转速进行测试，观察芯片 AB 输出是否有反向数据，调整转速到刚好不出现反向数据为止。

**重要提示：**在选择采样频率时，应当考虑到磁场的旋转速度，不应超过对应采样频率的最大不反转转速。如果外部磁场的转速超过最大不反转转速，芯片将会表现为反转，导致转速测量错误。

### 3 功耗特性分析

#### Power Consumption Analysis

#### 3.1 工作模式与功耗

KTH5791 的功耗主要分为两个状态：工作状态和睡眠状态。工作状态下的功耗主要由采样频率决定，睡眠状态下的功耗主要由采样时间间隔决定。

##### 工作状态功耗

在工作状态下，芯片的功耗与采样频率直接相关。采样频率越高，芯片需要更频繁地进行测量和数据处理，功耗也随之增加。以 3.3V 供电为例，不同采样频率下的功耗如下：

Table 3: 工作状态下不同采样频率的功耗 (3.3V 供电)

采样频率	工作功耗	供电电压	说明
100Hz	1.43mA	3.3V	低功耗配置，适合对响应速度要求不高的应用
150Hz	1.54mA	3.3V	平衡配置，兼顾功耗与性能
200Hz	1.65mA	3.3V	中等性能配置
500Hz	2.33mA	3.3V	高性能配置，适合快速响应应用

##### 睡眠状态功耗

在睡眠状态下，芯片以周期性采样方式工作，采样时间间隔由配置参数 Code 决定。1 个 Code 对应 20ms 的采样间隔，即每隔 20ms 采样一次。睡眠状态下的功耗与采样间隔成反比关系：采样间隔越长 (Code 值越大)，功耗越低。

Table 4: 睡眠状态下不同采样间隔的功耗

Code 配置	采样间隔	睡眠功耗	说明
5Code	100ms	32 $\mu$ A	较高功耗配置，采样间隔较短
15Code	300ms	13.5 $\mu$ A	平衡配置
31Code	620ms	8.8 $\mu$ A	低功耗配置

##### 睡眠状态采样频率限制

睡眠状态下的采样频率配置以采样时间间隔 (Code) 的方式呈现，1 个 Code 对应 20ms 的采样间隔。睡眠状态下的采样频率范围如下：

- 1Code 配置：采样间隔 20ms，对应采样频率 50Hz（最高采样频率）
- 5Code 配置：采样间隔 100ms，对应采样频率 10Hz
- 15Code 配置：采样间隔 300ms，对应采样频率约 3.3Hz
- 31Code 配置：采样间隔 620ms，对应采样频率约 1.6Hz
- 63Code 配置：采样间隔 1260ms，对应采样频率约 0.79Hz（最低采样频率）

睡眠状态的最大采样频率为 50Hz（对应 1Code 配置），低于工作状态的最低采样频率（100Hz）。

#### 重要提示：睡眠状态下的转速限制

- 由于睡眠到唤醒这段时间占据主导的是睡眠状态的采样频率，如果芯片在睡眠状态下转速过快，超过睡眠采样频率下的最大不反转转速，将导致芯片判断为反转
- 例如：5Code 配置（10Hz 采样频率）的最大不反转转速约为 300rpm，如果磁场转速超过对应配置的最大不反转转速，芯片在睡眠状态下可能会误判为反转
- 因此，在选择睡眠状态 Code 配置时，必须考虑应用场景中磁场的最大转速，确保不超过睡眠状态采样频率对应的最大不反转转速

#### 关键点

##### 功耗优化要点：

- **工作状态**：采样频率每提高 100Hz，功耗约增加 0.2~0.3mA
- **睡眠状态**：Code 值越大（采样间隔越长），功耗越低，但响应速度也越慢
- 在实际应用中，应根据系统对响应速度和功耗的要求，合理选择工作频率和睡眠采样间隔

## 3.2 功耗影响因素

KTH5791 的功耗主要受以下因素影响：

- **采样频率**：工作状态下，采样频率是影响功耗的主要因素。频率越高，单位时间内需要处理的测量次数越多，功耗越大。从 100Hz 到 500Hz，功耗从 1.43mA 增加到 2.33mA，增加了约 63%。
- **睡眠采样间隔**：睡眠状态下，采样间隔（Code 配置）直接影响功耗。Code 值越大，采样间隔越长，芯片在两次采样之间的休眠时间越长，平均功耗越低。从 5Code 到 63Code，功耗显著降低。
- **工作电压**：供电电压也会影响功耗，通常电压越高，功耗越大。本文档中的功耗数据均以 3.3V 供电为基准。

## 4 性能与功耗权衡

### Performance vs Power Trade-off

#### 4.1 权衡原理

KTH5791 中性能与功耗的权衡关系主要体现在采样频率的选择上。采样频率的提高会带来以下影响：

- **性能提升：**

- 响应延迟降低：采样频率越高，系统响应越快
- 最大不反转转速提高：采样频率越高，能够准确测量的最大转速越大
- 转速测量精度提升：更高的采样频率可以提供更精确的转速计算

- **功耗增加：**

- 工作功耗线性增长：采样频率从 100Hz 增加到 500Hz，功耗从 1.43mA 增加到 2.33mA
- 处理负载增加：更高的采样频率需要更频繁的数据处理和计算

因此，在实际应用中需要根据以下因素进行权衡：

1. **转速要求：**如果应用场景中的磁场转速较高，必须选择足够高的采样频率以满足最大不反转转速的要求
2. **功耗限制：**如果应用场景对功耗有严格要求，应选择较低的采样频率
3. **响应速度要求：**如果应用场景对响应速度要求较高，应选择较高的采样频率

#### 4.2 配置参数对性能与功耗的影响

KTH5791 的性能与功耗权衡主要体现在两个关键配置参数上：工作状态下的采样频率和睡眠状态下的采样间隔。详细的性能与功耗数据请参考第 2 章和第 3 章。

##### 关键点

##### 性能与功耗权衡规律：

- **工作状态：**采样频率从 100Hz 提升到 500Hz，功耗增加 63% (1.43mA → 2.33mA)，响应延迟从 10ms 降低到 2ms，最大不反转转速从 2300rpm 提升到 6000rpm+
- **睡眠状态：**Code 从 5 增加到 31，功耗降低 72% (32 $\mu$ A → 8.8 $\mu$ A)，但唤醒延迟从 100ms 增加到 620ms
- **选择原则：**首先根据磁场转速需求确定采样频率，然后根据功耗要求选择睡眠配置

#### 4.3 性能-功耗曲线

下图展示了 KTH5791 在不同采样频率下的功耗特性。可以看出，随着采样频率的提高，功耗呈近似线性增长趋势。

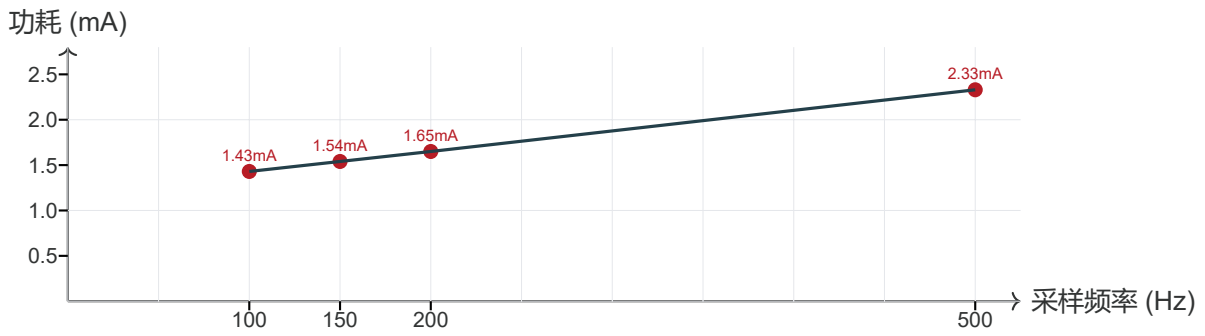


图 4-1 工作状态下采样频率与功耗关系曲线 (3.3V 供电)

下图展示了睡眠状态下不同 Code 配置对应的功耗特性。可以看出，Code 值越大（采样间隔越长），功耗越低。

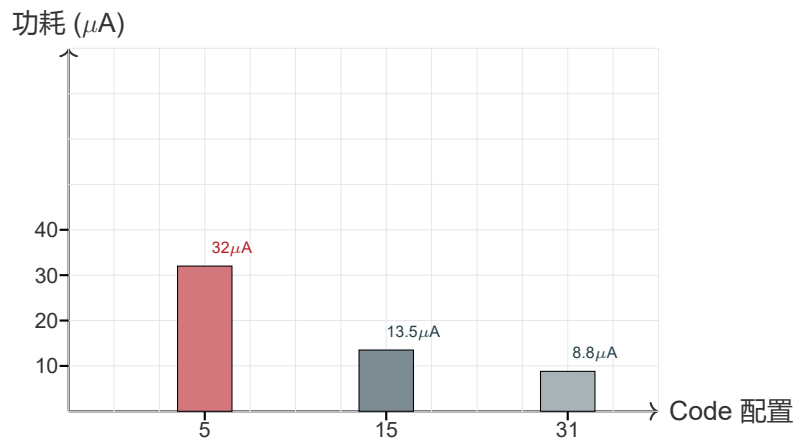


图 4-2 睡眠状态下 Code 配置与功耗关系 (采样间隔: 1Code=20ms)

## 5 优化配置方法

### Optimization Methods

#### 5.1 高性能配置

高性能配置适用于对响应速度、实时性和转速测量能力要求较高的应用场景，如高速旋转检测、高精度角度测量等。

##### 配置参数组合

- **工作状态采样频率**: 500Hz
- **睡眠状态 Code 配置**: 5Code (100ms 采样间隔), 或考虑关闭睡眠模式

##### 性能指标

最大不反转转速: 6000rpm+; 响应延迟: 2ms (工作状态); 唤醒延迟: 100ms (睡眠状态); 工作功耗: 2.33mA (3.3V 供电); 睡眠功耗: 32 $\mu$ A。

##### 适用场景

- 磁场转速超过 4800rpm 的高速应用
- 需要快速响应磁场变化的应用
- 高精度角度测量系统
- 对实时性要求较高的控制系统
- 对功耗不敏感的应用场景

##### 注意事项:

- 高性能配置下功耗较高, 如果应用场景对功耗有严格要求, 建议考虑使用平衡配置或低功耗配置
- 如果应用场景的磁场转速低于 3600rpm, 可以考虑使用 150Hz 采样频率以降低功耗
- **睡眠状态转速限制**: 5Code 配置 (10Hz 采样频率) 的最大不反转转速约 300rpm, 如果应用场景中磁场在睡眠状态下可能超过此转速, 需要选择更短的采样间隔配置

#### 5.2 低功耗配置

低功耗配置适用于对功耗要求极高、对响应速度和转速要求不高的应用场景, 如电池供电的便携设备、长期监测系统。

##### 配置参数组合

- **工作状态采样频率**: 100Hz
- **睡眠状态 Code 配置**: 63Code (1260ms 采样间隔)

##### 性能指标

最大不反转转速: 2300rpm; 响应延迟: 10ms (工作状态); 唤醒延迟: 620ms (睡眠状态); 工作功耗: 1.43mA (3.3V 供电); 睡眠功耗: 最低功耗配置。

### 适用场景

- 磁场转速低于 2300rpm 的低速应用
- 电池供电的便携设备
- 长期监测系统, 需要长时间待机
- 对响应速度要求不高的应用
- 对功耗有严格限制的应用场景

#### 重要限制:

- **工作状态:** 低功耗配置的最大不反转转速为 2300rpm, 如果应用场景中的磁场转速超过此值, 必须选择更高的采样频率, 否则会出现反转现象导致测量错误
- **睡眠状态:** 63Code 配置 (0.79Hz 采样频率) 的最大不反转转速约 24rpm, 如果应用场景中磁场在睡眠状态下可能超过此转速, 芯片可能会误判为反转。建议根据实际转速需求选择合适的 Code 配置

## 5.3 平衡配置

平衡配置在性能和功耗之间取得最佳平衡, 适用于大多数应用场景, 是推荐的默认配置。

### 配置参数组合

- **工作状态采样频率:** 150Hz
- **睡眠状态 Code 配置:** 15Code (300ms 采样间隔)

### 性能指标

最大不反转转速: 3600rpm; 响应延迟: 6.7ms (工作状态); 唤醒延迟: 300ms (睡眠状态); 工作功耗: 1.54mA (3.3V 供电); 睡眠功耗: 13.5 $\mu$ A。

### 适用场景

- 磁场转速在 2300rpm~3600rpm 之间的中速应用
- 大多数通用应用场景
- 需要兼顾性能和功耗的应用
- 对响应速度和功耗都有一定要求的系统
- 作为初始配置, 可根据实际应用效果进行调整

## 关键点

### 配置对比总结：

- **高性能配置** (500Hz/5Code):
  - 最大不反转转速：6000rpm+
  - 功耗最高 (2.33mA)，响应最快 (2ms)
  - 适合高速应用和对性能要求极高的场景
- **平衡配置** (150Hz/15Code):
  - 最大不反转转速：3600rpm
  - 功耗适中 (1.54mA)，性能适中 (6.7ms)
  - 适合大多数中速应用 (推荐)
- **低功耗配置** (100Hz/63Code):
  - 最大不反转转速：2300rpm
  - 功耗最低 (1.43mA)，响应较慢 (10ms)
  - 仅适合低速应用和对功耗要求极高的场景

## 设计提示

### 配置选择流程：

1. **确定工作状态转速需求：** 首先根据应用场景中磁场的最大转速，选择满足最大不反转转速要求的采样频率
2. **确定睡眠状态转速需求：** 考虑睡眠状态下磁场的最大转速，选择满足睡眠状态最大不反转转速要求的 Code 配置
3. **评估功耗限制：** 在满足转速要求的前提下，如果对功耗有严格要求，选择较低的采样频率和较大的 Code 值
4. **选择睡眠配置：** 根据系统对唤醒响应时间和睡眠状态转速限制的要求，选择合适的 Code 配置
5. **实际测试验证：** 在目标应用场景中进行实际测试，验证配置是否满足性能要求，特别是睡眠状态下的转速限制

## 关键点

### 配置选择关键点：

- **双重转速限制：** 需要同时考虑工作状态和睡眠状态的转速限制
- **工作状态：** 采样频率越高，最大不反转转速越高，但功耗也越大
- **睡眠状态：** Code 值越大，功耗越低，但最大不反转转速也越低，且唤醒延迟越长
- **推荐策略：** 首先根据工作状态的最大转速选择采样频率，然后根据睡眠状态的最大转速和功耗要求选择 Code 配置



---

## Technical Support

如需技术支持或有任何疑问，请通过以下方式联系我们：

For technical support or any questions, please contact us through the following channels:

**技术支持邮箱:** [support@conntek.com.cn](mailto:support@conntek.com.cn)

**销售咨询邮箱:** [sales@conntek.com.cn](mailto:sales@conntek.com.cn)

**公司网站:** [www.conntek.com.cn](http://www.conntek.com.cn)

---

**昆泰芯微电子科技有限公司**

CONNTEK Microelectronics Co., Ltd.

© 2025 CONNTEK Microelectronics. All Rights Reserved.