

T/SICA

上海市集成电路行业协会团体标准

T/SICA 007—2024

数字旋变转换器芯片的技术规范

Technical specifications for Digital-to-Resolver Converter Chips

2024 - 12 - 27 发布

2025 - 1 - 27 实施

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 功能和电特性要求	2
5 测试方法	3
6 标志、包装、运输、贮存	5
参考文献	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市集成电路行业协会提出并归口。

本文件起草单位：上海芯炽科技集团有限公司、上海市集成电路行业协会、骏盈半导体(上海)有限公司、上海富芮坤微电子有限公司、上海技术标准创新基地(集成电路)、上海市质量和标准化研究院、意法半导体、思瑞浦微电子科技(上海)有限责任公司、华东师范大学、长沙韶光半导体有限公司上海汽车集团上汽研发总院。

本文件主要起草人：吴光林、程剑平、单毅、龚坤、吕凯、张国锋、陈俊超、迮德东、尹睿、陈鲲、张正敏、吴茹茹、石建宾、吴浩成、张炎、褚洪涛、芮赟、李翔、焦伟。

本文件首批承诺实施单位：上海芯炽科技集团有限公司、上海市集成电路行业协会、骏盈半导体(上海)有限公司、上海富芮坤微电子有限公司、上海技术标准创新基地(集成电路)、上海市质量和标准化研究院、意法半导体(中国)投资有限公司、思瑞浦微电子科技(上海)有限责任公司、华东师范大学、长沙韶光半导体有限公司、上海汽车集团上汽研发总院。

引 言

本文件规定的数字旋变转换器（DRC）能够实现高精度二进制数字角度到正/余弦模拟角度的转换，是智能控制系统设计、检测、应用中的一个重要环节，在直流无刷和交流电机控制、机床控制、转轴控制、伺服控制和前沿机器人技术等角度位置控制领域和系统都有巨大应用潜力。

本文件符合市场发展和应用前景，通过本文件的制定，可以为行业提供数字旋变转换器芯片的设计和制造规范，行业企业可以有针对性地开展技术攻关和产品开发，应用市场也可以选择更加适用和可靠的数字旋变转换器芯片。

数字旋变转换器芯片的技术规范

1 范围

本文件规定了数字旋变转换器芯片的术语和定义、功能和电特性要求、试验条件及检验要求、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于数字旋变转换器芯片（以下简称“DRC芯片”）的开发和应用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字旋变转换器（DRC）

数字旋变转换器（Digital-to-Resolver Converter，简称DRC），又称数字轴角转换器。

3.2

分辨率

分辨率(resolution)，指在量化范围内对细节的分辨能力，决定了数字编码所代表的精细程度，通常用比特来表示。

3.3

交流耦合

交流耦合（AC coupling）是在输入与输出之间加入电容，由于电容具有通交阻直的特性，直流分量就会很容易被过滤掉。交流耦合只允许交流信号通过。只允许信号中的交变部分通过，将移除信号中的直流分量，通常使用隔直电容器实现。

3.4

直流耦合

直流耦合(DC coupling)相对于交流耦合而言，不需要添加额外的电容器来对信号进行滤波。如果信号的直流成分很重要，那么直流耦合的配置通常是最佳的。

3.5

ENL\ENH\ENA 低位、高位、高低位使能

拉高时使能低位、高位、高低位数字输入信号。

注：低位使能（Enable Low，简称ENL），高位使能（Enable High，简称ENH），高低位使能（Enable All，简称ENA）。

3.6

静电放电（ESD） Electro-Static discharge

具有不同静电电位的物体互相靠近或直接接触引起的电荷转移。

3.7

HBM 人体模型

HBM(Human Body Model)，人体模型。人体会积累一定的静电，当人体接触到芯片时，这些静电会释放至芯片对地引脚，并会在数百纳秒内产生数安培的放电电流，此电流足以把IC内部元件烧毁。

注：HBM是专门针对芯片耐受人体放电的指标。

3.8

CDM 充电设备模型

CDM(charged device model)，充电设备模型。类似于人体模型，充电设备模型也是一种静电放电测试方法。通过对芯片进行充电，来测试芯片不同引脚对静电的承受程度。

注：CDM也是当今半导体芯片开发中最重要的测试标准之一。

3.9

LU 闩锁

闩锁(Latch-Up)是在电源引脚和接地之间产生低阻抗路径的情况。这种情况是由触发器(电流注入或过压)引起的,但一旦激活,即使在触发不再存在后,低阻抗路径仍然存在。这种低阻抗路径可能会因电流过高而导致系统紊乱或灾难性损坏。

4 功能和电特性要求

4.1 主要功能

数字旋变转换器(DRC)实现高精度二进制数字角度到正/余弦模拟角度的转换,是智能控制系统设计、检测、应用中的一个重要环节,芯片模块见示意图1,其主要功能应满足:

- ≥12位精度;
- 数字输入控制;
- 正/余弦信号输出;
- 偏置电流可调;
- 输出失调可调;
- 高低位使能;
- 具备输出短路保护功能。

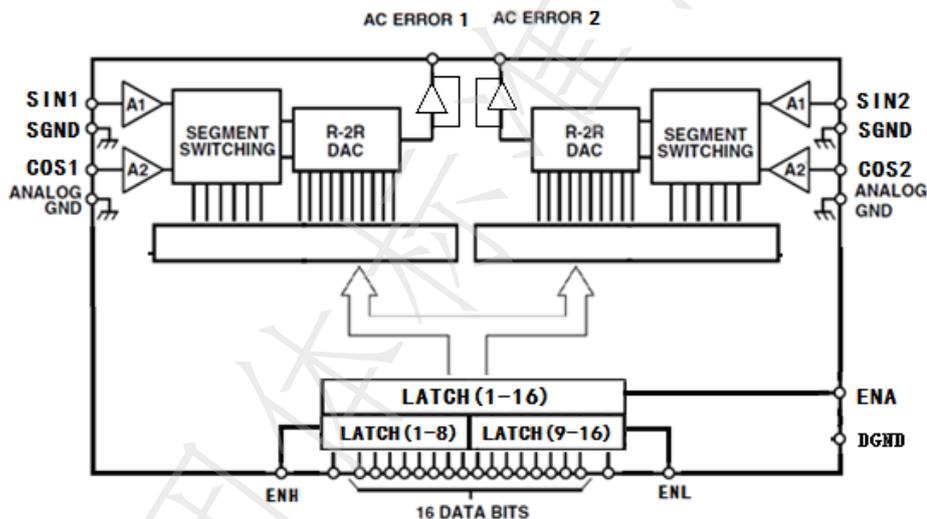


图1 芯片模块示意图

4.2 电气特性

4.2.1 正余弦输出

芯片支持的交流误差应满足以下要求:

- 正余弦输出驱动电流 ≥ 5 mA;
- 正余弦输出电压 ≥ 4 V_{rms}。

4.2.2 基准输入

芯片支持的输入信号特征及其输入网络应满足以下要求:

- 输入信号频率范围为(50~10000) Hz;
- 输入信号电平范围为(1~1.8) V_{rms};
- 输入阻抗 ≥ 1 M Ω 。

4.2.3 精度

芯片的精度应满足以下要求:

- a) 角度精度满足 $0\sim 360^\circ$ 条件, 范围为 $-4\sim +4$ 角分或者 1LSB;
- b) 保证输出精度单调性。

4.2.4 ENL/ENH/ENA 时间

拉高时使能低位、高位、高低位数字输入信号。内部额外增加电阻下拉至地, 以确保高阻态时仍处于使能状态。

4.2.5 数字输入

芯片支持的数字输入信号应满足以下要求:

- a) 高电平电压应 $\geq 2\text{ V}$;
- b) 低电平电压应 $\leq 0.8\text{ V}$;
- c) 高电平电流在 DB1-DB16, 应 $\leq \pm 1\mu\text{A}$;
- d) 低电平电流在 DB1-DB16, 应 $\leq \pm 1\mu\text{A}$ 。

这里以并行输入为例, 实际使用时既可以并行也可以串口输入, 取决于应用要求。

4.2.6 电源

4.2.6.1 这里给出电源的一个参考, 更大的电源电压可以提供更大的信号摆幅和更大的抗干扰能力。更小的电压可以实现更低的功耗。正负电源不是必须, 单端电源也可以, 区别仅在于输出信号的共模是否为 0V。如果输出时交流耦合, 则输出共模并不重要。

4.2.6.2 芯片的部分电源电压应满足以下要求:

- a) PVDD 范围应为 $(4.5\sim 13.2)\text{ V}$, 典型值为 $+12\text{ V}$;
- b) NVDD 范围应为 $(-13.2\sim -4.5)\text{ V}$, 典型值为 -12 V ;
- c) DVDD 范围应为 $(+2.7\sim +5.5)\text{ V}$, 典型值为 $+5\text{ V}$ 。

4.2.6.3 芯片的部分电源电流应满足以下要求:

- a) PVDD 的电流在 PVDD@ 12 V &NVDD@ -12 V 条件下, $\leq 13\text{ mA}$;
- b) NVDD 的电流在 PVDD@ 12 V &NVDD@ -12 V 条件下, $\leq 13\text{ mA}$;
- c) DVDD 的电流在 DVDD@ $+5\text{ V}$ 条件下, 应 $< \pm 1.5\text{ mA}$, 典型值为 $\pm 0.5\text{ mA}$ 。

4.3 ESD

ESD 要求HBM $\geq 2\text{KV}$, CDM $\geq 200\text{V}$, LU $\geq 100\text{mA}$ 。

4.4 基准输入

转换器输入端所施加的参考信号幅度确保其在建议的工作范围内, 以防在后续导致信号失真。在没有电源和/或信号输入的情况下, 向芯片施加基准电压时, 该器件不会损坏。

4.5 输出失调调整

通常情况下, 基准采用AC输入。不建议采用DC输入, 如必须, 则输出会有失调风险. 此时需要在输出端增加一个校准电路, 并尽可能减少输出电压之间电压失偏。

4.6 偏置电流调整

如对于功耗有严格要求的应用, 可调整偏置电流, 以降低功耗, 但可能会出现角度精度变差。

4.7 比率乘法器

比率乘法器是芯片的输入部分, 可将旋变器输入角度 θ 信号与计数器中保留的数字角度 ϕ 进行比较。如果两个角度之间存在任何差异, 则输出处将产生模拟电压。

5 测试方法

5.1 电气特性

5.1.1 正/余弦信号输出精度

使用RDC产品进行交流误差测试。理想旋变信号源产生理想的旋变正余弦信号，施加给RDC产品，读取RDC输出的数据Data_OUT1。再将理想旋变信号源替换为数字旋变转换器芯片，读取RDC输出的数据Data_OUT2。(Data_OUT2 - Data_OUT1) 即为数字旋变转换器芯片与理想旋变发生器之间的误差。由于真实的旋变信号源并不能产生完全理想的信号，在评估旋变信号源精度时，需要信号源误差至少低于RDC误差要求的五分之一。否则会对RDC的量测精度带来明显的影响。

5.1.2 高低位使能下拉电阻

使能端保持高阻态，仍可以正确利用输入数字信号控制芯片功能。

5.1.3 数字输入控制

数字引脚外灌2V电压可以正确识别高电平。

数字引脚外灌0.8V电压可以正确识别低电平。

5.1.4 电源

芯片使用电源供电，芯片电源典型值的 $\pm 10\%$ 以内都能正常工作。例如能正确测得产品与理想旋变发生器之间的误差。

5.2 ESD

选择相应管脚组合，分别按HBM（人体模式）、CDM（放电器件模式）选用相应的电压值进行放电测试，若测试通过，则判定该芯片ESD测试通过。

5.3 输出失调整

芯片需配有两个输出失调整引脚，分别对应正、余弦输出失调整。也可以使用片外电路调整，调整时推荐使用480 K滑动变阻器，正负端分别连接PVDD与NVDD，滑动端与正、余弦输出失调整引脚连接，通过滑动变阻器产生的变化的分压，调整芯片对应正、余弦输出失调。因为PVDD与NVDD范围较大，推荐再增加一级分压电阻进行分压，推荐使用60 K串联10 K到（0 V）分压。

如无需调整，则该引脚保持接地（0V）。具体实施方式根据客户需求选择，图2供参考

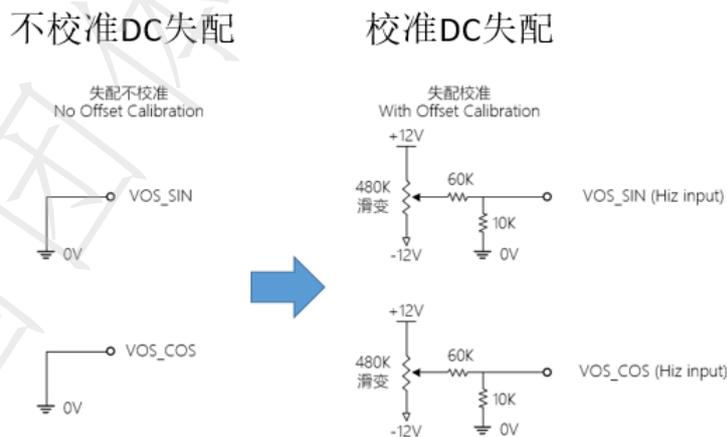


图2 输出失调整参考电路

5.4 偏置电流可调

芯片需配有一个电流调整引脚。可以通过对该引脚施加不同的电压进行偏置电流调整。也可以使用片外电路调整，调整时推荐使用480K滑动变阻器，正负端分别连接PVDD与NVDD，滑动端与电流调整引脚连接，通过滑动变阻器产生的变化的分压，调整芯片工作电流。

如无需调整，则该引脚保持高阻态。

6 标志、包装、运输、贮存

6.1 标志

在产品包装上应标明：

- a) 产品型号或名称；
- b) 产品数量；
- c) 批次号；
- d) 生成日期。

6.2 包装

产品存放在标准的防静电包装里，包装应具有防潮、防尘、防震性能，以保证产品不受损坏。

6.3 运输

产品应以航空、快递等安全方式运输。

6.4 贮存

产品应保存在干燥通风、防雨、防水及不含酸碱或有害气体的库房内。库房内温度宜为18℃~28℃，湿度宜为60% RH~70% RH。

参 考 文 献

- [1] GB 3430—1989 半导体集成电路型号命名方法
 - [2] GB 3431.2—1986 半导体集成电路文字符号 引出端功能符号
 - [3] GB/T 6812—1986 半导体集成非线性电路系列和品种 模拟乘-除法器的品种
 - [4] GB/T 7092—1993 半导体集成电路外形尺寸
 - [5] GB/T 14029—1992 半导体集成电路模拟乘法器测试方法的基本原理
 - [6] GB/T 17940—2000 半导体器件 集成电路 第3部分:模拟集成电路
 - [7] GB/T 18500.1—2001 半导体器件 集成电路 第4部分:接口集成电路
 - [8] GB/T 31996—2015 磁阻式多极旋转变压器通用技术条件
 - [9] GJB-2438B—2017 混合集成电路通用规范
 - [10] GJB-548B—2005 微电子器件试验方法和程序
 - [11] MIL-STD-883 电子元器件可靠性测试标准
 - [12] IEC 60748-3—1991 半导体器件 集成电路 第3部分:模拟集成电路
 - [13] IEC 60748-4—1991 半导体器件 集成电路 第4部分:接口集成电路
-