

# 1. IP 简介

本 IP 基于 CORDIC 算法实现角度计算，不同厂商的器件均支持，数据位宽、迭代次数等参数可设置，方便移植。

# 2. 性能指标

## 2.1 IP 特性

- 1.基于 CORDIC 算法实现，迭代次数可设置；
- 2.主要参数在源码中列出，方便用户根据需求调整；
- 3.支持两种模式：串行迭代、并行迭代。

## 2.2 资源

器件：任意		
模块	LUT	Reg
cordic_angle（串行）	300	300
cordic_angle（并行）	700	800

## 3.2 时序

器件最大速率。

# 3. 功能描述

## 3.1 设计思路

CORDIC 算法通过在 XY 平面内，沿某一特定曲线按约定步进旋转，迭代运算，达到收敛条件，迭代次数越多，数值越准确。

角度计算采用圆周模式，以输入的坐标建立圆周，以输入坐标为起始，步进按从大到小规律取 2 的负整数幂，沿圆周向 x 正轴方向旋转，直至 y 坐标为 0 止，迭代过程中的旋转角度之和即为待求角度。

计算过程如下，x 为 X 轴坐标，y 为 Y 轴坐标，angle 为角度值，i 为迭代次数，取 2 的负整数幂为步进方便运算。

```
if y>=0
    x = x + (1/2^i)*y
    y = y - (1/2^i)*x
    angle = angle + arctan(1/2^i)
else
3
```

$$x = x - (1/2^i) * y$$

$$y = y + (1/2^i) * x$$

$$\text{angle} = \text{angle} - \arctan(1/2^i)$$

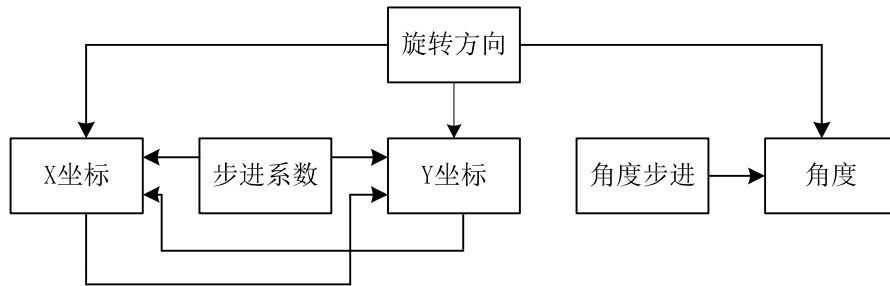
实现过程中需注意如下 2 点：

- 1) 定点运算会引入量化误差，与运算过程中的量化位数有关，设计时需要根据期望精度设定迭代终止条件及数据位宽。
- 2) 求取过程仅对坐标轴右半平面有效，即 X 轴坐标点大于 0，对于 X 坐标为负的情况，先沿 Y 轴对称，再对迭代结果进行修正。

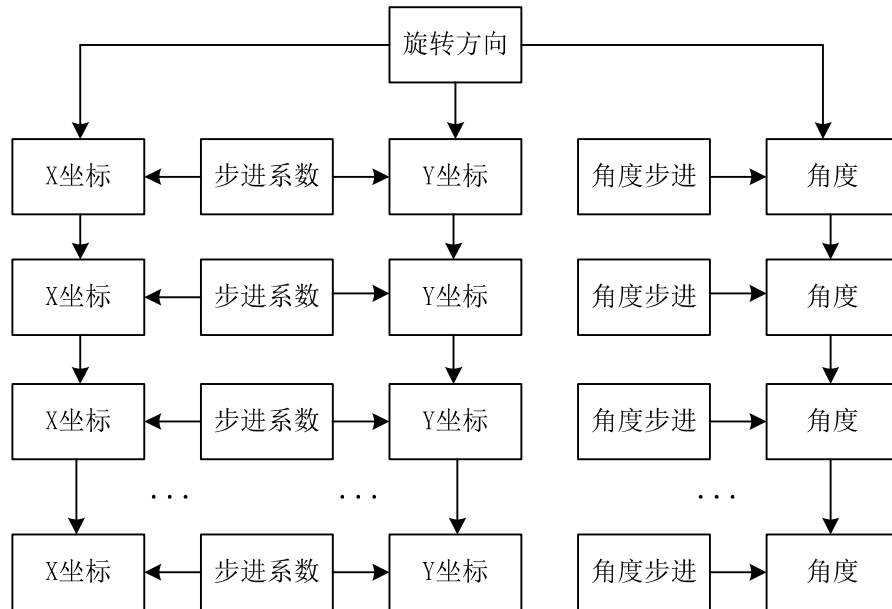
### 3.2 功能结构

下图 3.1 所示为串行迭代示意图，X、Y 轴坐标及角度每个时钟周期迭代一次，节省资源，但运算周期长。

下图 3.2 所示为并行迭代示意图，采用全流水结构，每个时钟周期可计算全部 X、Y 轴坐标和角度，使用资源较多，但可实时运算。



3.1 串行迭代结构



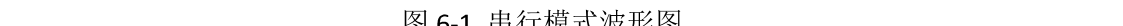
3.2 并行迭代结构

夕称	道明
----	----

C_DIN_WIDTH	输入数据位宽
C_ANGLE_WIDTH	输出角度位宽
C_ITERATION_TIMES	迭代次数，上限为 32
C_PIPELINE	运算结构 0: 串行结构；1: 并行结构

名称	位置	方向	说明
----	----	----	----

I_clk	1	输入	时钟
I_data_i	参数设置	输入	输入数据 X 轴坐标
I_data_q	参数设置	输入	输入数据 Y 轴坐标
I_data_v	1	输入	输入有效指示，高有效
O_angle	参数设置	输出	角度值 角度值按弧度格式（范围-PI—+PI），最高位为符号位，后两位为整数位，剩余为小数位
O_angle_v	1	输出	角度值有效指示，高有效



A timing diagram showing a square wave signal. The signal is high for approximately 1.5 units of time and then transitions to low for approximately 1.5 units of time. The signal is labeled '1' and '0' at the transitions.

