

# 数字量智能灰度传感器

## 说明书



作者：朱泰世界

修订时间：2019 年 05 月 05 日

# 目录

一 传感器背景.....	3
二 传感器参数.....	4
2.1 原理介绍.....	4
2.2 技术参数.....	4
2.3 尺寸图（单位：mm） .....	5
2.4 接口介绍.....	6
三 传感器工作模式.....	7
四 通信协议.....	8
4.1 串口通信格式.....	8
4.2 串口通信输出格式.....	8
4.3 数字口输出值.....	9
五 传感器调试方法.....	10
六 传感器循迹技巧.....	11
6.1 循线解决方案.....	11
6.1.1 走直线和圆形线路.....	11
6.1.2 走弧形弯道.....	11
6.1.3 判断“T”字形路口 .....	12
6.1.4 判断“十”字形路口 .....	12
6.1.5 判断不规则路口.....	13
6.2 转向解决方案.....	13

# 一 传感器背景

世界正处在科技革命和产业革命的交汇点上，科学技术在广泛交叉和深度融合中不断创新，以信息、生命、纳米、材料等科技为基础的系统集成创新，以前所未有的力量驱动着经济社会发展。而且，随着信息化、工业化不断融合，以机器人科技为代表的智能产业蓬勃兴起，成为现代科技创新的一个重要标志。

机器人运行时需要不断地循迹，即需要借助传感器探测地面色调迥异的两种色彩以修正其运动轨迹。目前，市场上广泛使用的传感器有颜色传感器、光敏电阻灰度传感器和激光传感器，其中，颜色传感器容易受外界光线影响，需要在黑暗环境下使用，而且颜色传感器获得的信号是反应 RGB 三色的复杂数据信号，因此，颜色传感器的通信过程非常复杂，更重要的是价格昂贵。光敏电阻灰度传感器同样易受外界光源的干扰，而且稳定性差，采集的灰度对比值偏差较大，机器人循迹时容易出错。由于激光传感器的接收器是接收激光的散射光，当多个激光传感器在同一空间循迹时，激光传感器会相互干扰，导致机器人循迹失败。

## 二 传感器参数

### 2.1 原理介绍

灰度传感器有数字传感器和模拟传感器两种，其原理大致相同。原理：一只发光二极管和一只光敏二极管，安装在同一面上。灰度传感器利用不同颜色的检测面对光的反射程度不同的原理进行颜色深浅检测。在有效的检测距离内（理论上距离可以无限远，实际受外界光源的影响，最佳距离为 15mm 至 50mm,如果距离过高的话，需要进行遮光），发光二极管发出的光，照射在检测面上，检测面反射部分光线，光敏二极管检测此光线的强度并将其转换为单片机可以识别的电信号。这个电信号是一个模拟值，单片机可以根据模拟值的大小进行二值化处理，也就是给一个电平分界线，当电压大于一个值的时候给一个高电平（或低电平），当电压小于一个值的时候给一个低电平（或高电平）。当然这里可以用电压比较器作为电平的参考电压。这就是我们用的数字量灰度传感器。数字量的灰度传感器如果加入的是单片机处理数据，那么可以把得到的原始数据加入滤波算法、数据混合算法得到一个波动小、适应环境强的数字传感器。

如果对采集的原始的数据不做处理，那么就是模拟值输出。也就是我们的模拟量灰度传感器。因为每路传感器相互之间都是有误差的，所以同样的条件下模拟值肯定不是一样。（关于模拟量传感器的算法处理请参考模拟量智能版）

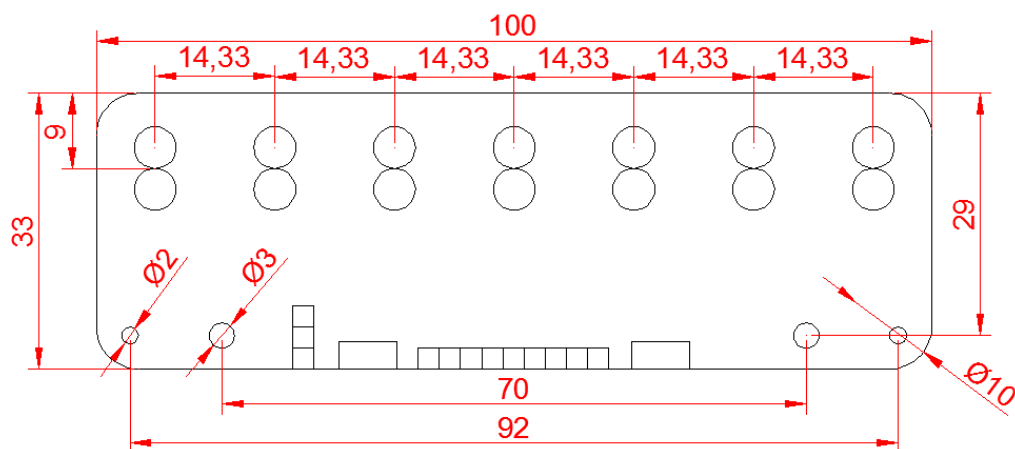
在数字量和模拟量外，我们又创新出一种新的数据形式——偏移量。偏移量又称误差，所谓的偏移量就是输出传感器在循线所处的位置的值。其实偏移量是源自我们经常用到的 PID 算法，P 值是误差值的系数，I 值是误差值的积分系数，D 是误差值的微分系数。所以 PID 实际就是对误差的处理，我们通过单片机把这种误差通过运算直接可以通过串口输出，省去了我们测量模拟值然后再进行误差计算的过程。我们可以把得到的偏移量直接用于 PID 算法，PID 算法和速度结合，也就成了 PID 循线。

如果要减小外界光线对数据的影响，可以传感器上加[遮光罩](#)。

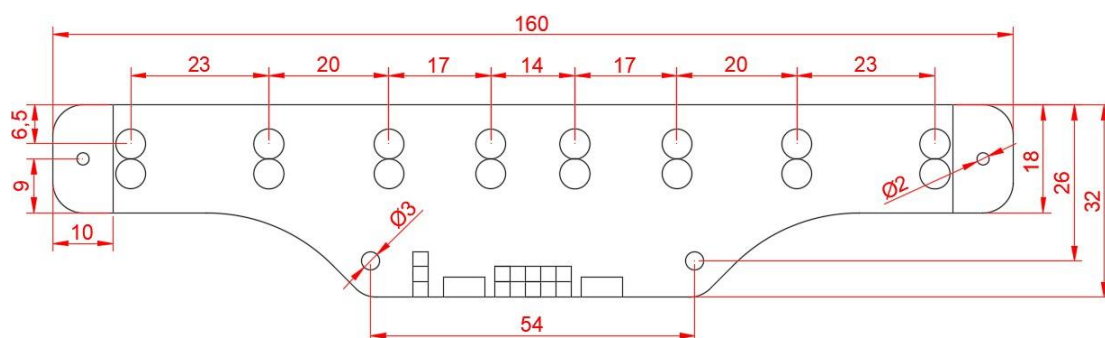
### 2.2 技术参数

通道类型	7 路灰度	8 路灰度	12 路灰度	16 路灰度
电压	5V±0.5（稳定的电压，非带频率的电压）			
最大电流	86 mA	103mA	138 mA	173mA
是否有电源保护	有防反接保护			
适用机型	Arduino、51 单片机、STM32、K60、树莓派等			
数据接口	数字口，串口			

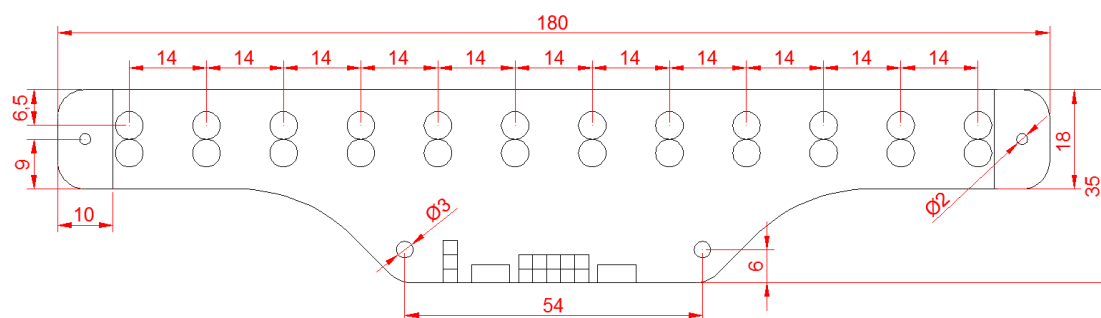
## 2.3 尺寸图（单位：mm）



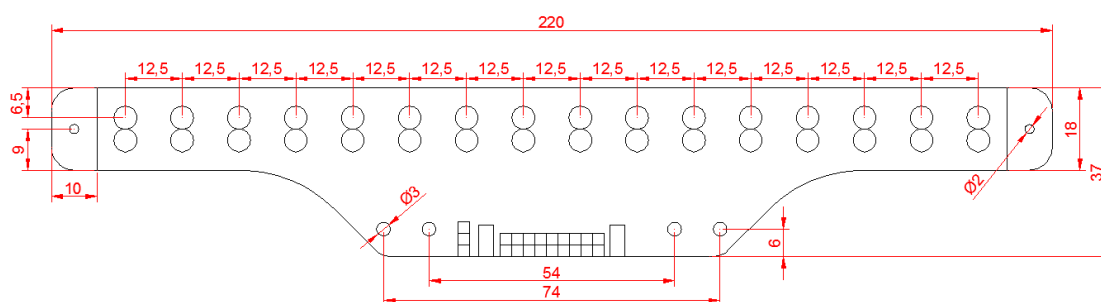
2.1-1 图 7 路数字量灰度传感器尺寸



2.1-2 图 8 路数字量灰度传感器尺寸



2.1-3 图 12 路数字量灰度传感器尺寸



2.1-4 图 16 路数字量灰度传感器尺寸

## 2.4 接口介绍

跳线帽接口必须要把跳线帽插上，否则指示灯不会亮，数字口不可以用。UART 接口可以正常通信。

UART 接口和数字接口两个任意接一个就可以进行数据的读取。如果用串口就没有必要再接数字口的线。如果用数字口，也没有必要接 UART 口线。

IIC 接口是接显示屏的接口。使用过程中可以不接，显示屏只是为了观察数据方便。后期可能会把这个接口升级为数据通信接口，敬请期待。

接口功能表：

跳线帽接口	用于选择数字口高电平输出的电压状态，跳 3.3V 说明数字口高电平为 3.3V，跳 5V 说明数字口高电平为 5V。
UART	串口通信接口，用于传输高低电平数据和偏移值数据。
数字口	与主机数字口相连，用于主机读取高低电平信号
IIC 接口	接 0.96 寸 IIC 通信 OLED 显示屏，主要用在调试过程观察数据变化

### 三 传感器工作模式

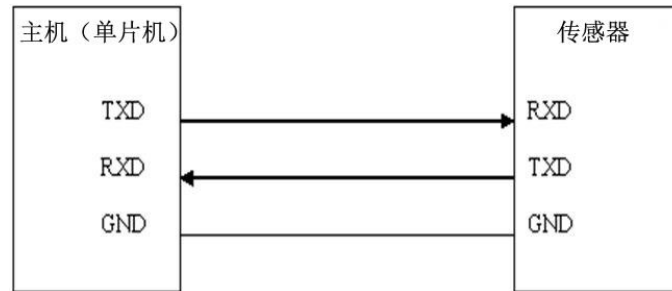
调试模式显示屏可以显示对应的数据信息，循迹模式至显示传感器名字。  
工作模式表：

两种工作模式	
循迹模式	调试设置模式
<p>循迹模式下可以传输三种数据：</p> <p>第一种是通过数字接口读取数字口的高低电平；</p> <p>第二种是串口通信，传输的是和数字口一样的高低电平数据；</p> <p>第三种也是串口通信，传输的数据是偏移值数据。</p>	<p>调试模式有 5 个选项：</p> <p><b>第一个（指示灯 1 亮起）：</b>采集场地的背景色，把传感器的所有灯全部放在背景场地上；</p> <p><b>第二个（指示灯 2 亮起）：</b>采集的是线的颜色，把传感器的所有灯全部放在线上；</p> <p><b>第三个（指示灯 3 亮起）：</b>高低电平输出选项，如果是指示灯 6 亮起，说明是颜色浅（比如白色）的场地返回低电平，如果指示灯 6 熄灭，说明颜色浅（比如白色）的场地返回高电平；</p> <p><b>第四个（指示灯 4 亮起）：</b>串口线数据输出类型选择，如果是指示灯 7 亮起，说明串口线传输的是偏移值的数据，如果是指示灯 7 熄灭，说明串口线传输的是数字口的高低电平数据；</p> <p><b>第五个（指示灯 5 亮起）：</b>（只有选择串口线输出偏移值的数据时，这个选项才起作用）采集线居中的值。</p>

## 四 通信协议

### 4.1 串口通信格式

波特率： 9600 bps ， 校验位： N ， 数据位： 8 ， 停止位： 1



4.1 通信示意图

### 4.2 串口通信输出格式

表一：数字量数据意义对照表

顺序	主机发送 (TXD)	主机接收 (RXD)	Bit7、Bit6、Bit5、Bit4、Bit3、Bit2、Bit1、Bit0
1	0x57	idle	
2	idle	date	8 路、7 路、6 路、5 路、4 路、3 路、2 路、1 路
3	idle	date	16 路、15 路、14 路、13 路、12 路、11 路、10 路、9 路

Idle：数据线空闲，该数据线无数据传送。

Date：8 位的数据，从低位依次对应 1 至 8 路和 9 至 16 路数据。如果是 7 路或 8 路传感器，只需接收一个 8 位数据即可。

一个通讯周期有 3 个字节（8 位），这些数据依次按位传送。

表二：偏移量数据意义对照表

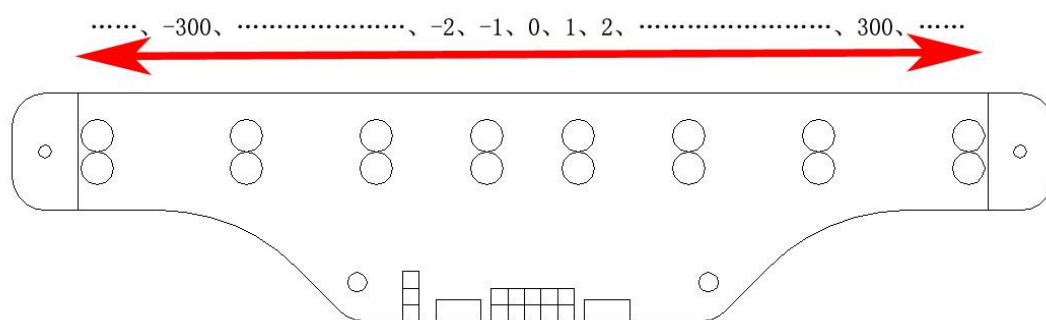
顺序	主机发送 (TXD)	主机接收 (RXD)	Bit7、Bit6、Bit5、Bit4、Bit3、Bit2、Bit1、Bit0
1	0x57	idle	
2	idle	date	0x00:负值，0x01:正值
3	idle	date	高 8 位（16 位的数据）
4	idle	date	低 8 位（16 位的数据）

Idle：数据线空闲，该数据线无数据传送。

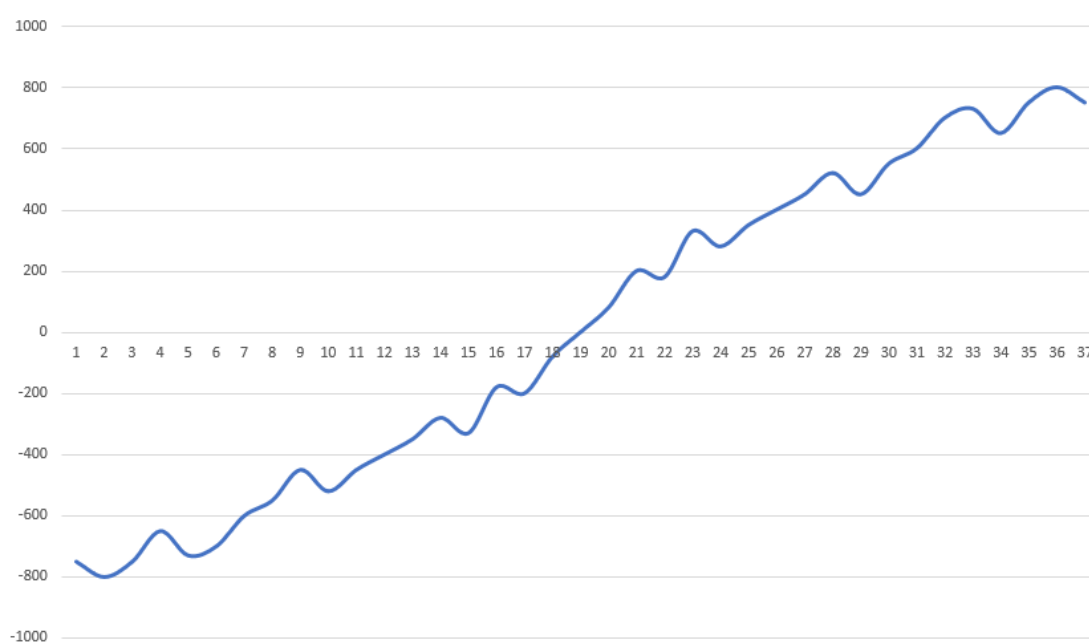
Date：8 位的数据，第一个数据表示的数据的正负（循线靠 1 路传感器的方向为负，循线在传感器中间是为 0，循线靠路数高的方向为正）。

一个通讯周期有 4 个字节（8 位），这些数据依次按位传送。





4.2-1 偏移量数值分布图



4.2-2 数据分布图（示例数据）

## 4.3 数字口输出值

数字口可以直接连接在我们单片机的IO口上，设置IO口的模式为输入模式（和按键的配置一样），读取每路传感器的输出。数字口有高电平和低电平两种电平信号。如果跳线帽跳3.3V，那么输出的高电平就是3.3V左右的电压。如果跳线帽跳5V，那么输出的高电平就是5V左右的电压。低电平都是0V。无论跳到那个位置，跳线帽一定不能不插。

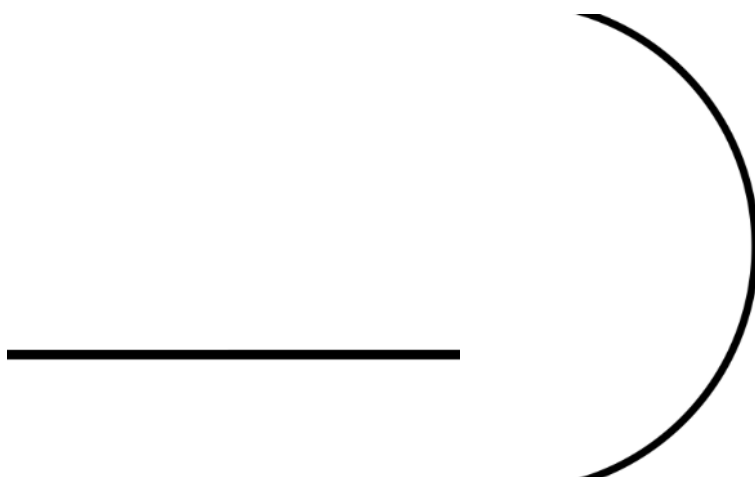
如果使用的单片机既不是3.3V单片机又不是5V单片机，可以通过电平转换模块把高低电平的电压进行转换。例如PLC。



## 六 传感器循迹技巧

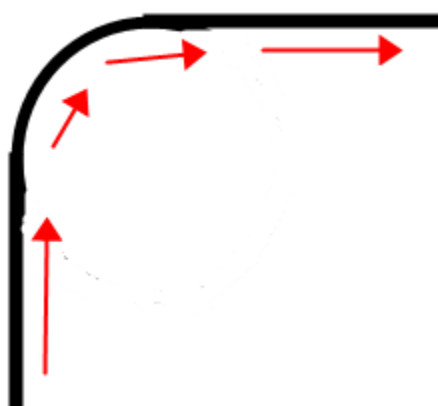
### 6.1 循线解决方案

#### 6.1.1 走直线和圆形线路



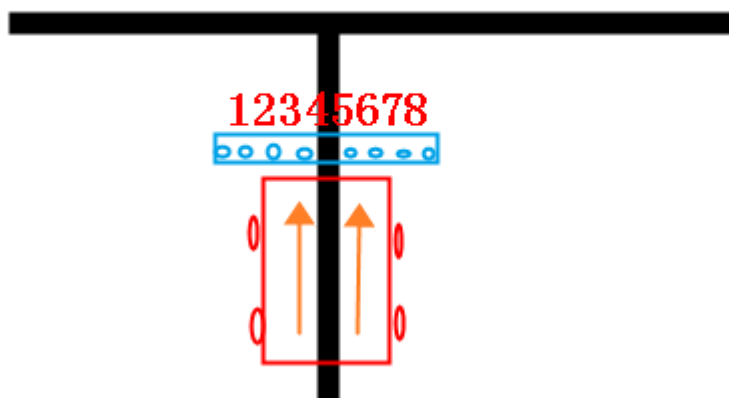
这两种情况比较简单，直接参考我们的走直线的程序就可以。

#### 6.1.2 走弧形弯道



这种路线如果走的比较慢可以用走直线的方法寻迹，如果是跑的比较快的话就需要用到[激光传感器](#)，进行路口提前检测，然后降速通过弯道。

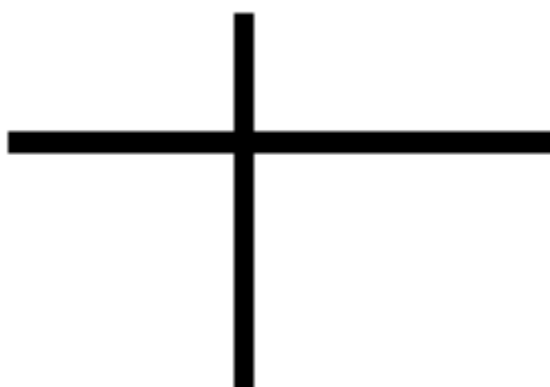
### 6.1.3 判断“T”字形路口



这里以八路灰度传感器为例进行讲解，白底黑线，线宽 24mm。图中箭头是我们小车行驶的方向，如果我们的车没有到达 T 形路口时是不是只有一部分灰度传感器在黑线上呢（只要我们小车跑的时候不偏离跑道），当我们的灰度传感器所有的灯或则多于 4 个灯在黑线上时，是不是就可以认为我们的车到达了前面的黑线处了。那么我们知道了这个，程序就不难写了，我们循直线的程序里就可以加一个判断 T 形路口的子程序。子程序可以这样写：当 1、2、3、4 四个灰度灯或则 5、6、7、8 四个灰度灯在黑线上就认为到达路口（这里建议多写几种可能，例如 1、2、4、5 灯或 4、5、7、8 灯。这样避免偶然性的出现），然后再执行停止的命令就可以了。

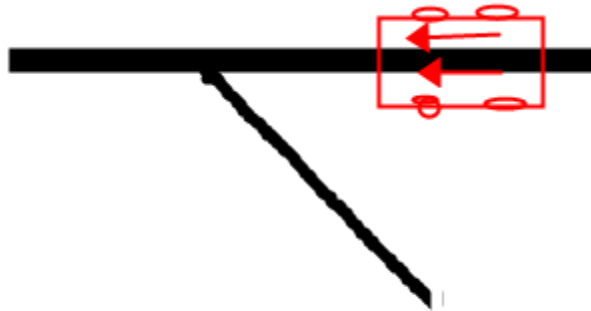
可能有同学要问了，要小车从右边向左跑怎么办。比葫芦画瓢这个道理大家应该知道吧，只写能检测到黑线的一边的灰度不就行了。

### 6.1.4 判断“十”字形路口



通过上面 T 形路口的讲解，相信十字形路口也会了吧。

### 6.1.5 判断不规则路口



这样的一般都是用最左边或者最右边的那两个灰度传感器检测路口。

## 6.2 转向解决方案

路口转弯一般有三种形式：改变前轮的方向、原地旋转、万向轮。

改变前路运动方向。向我们的汽车一样，可以通过方向盘操控运动的方向。用在我们的智能车上，就可以用舵机改变方向。可以配合两个集成灰度传感器实现精确转向。优点转弯平稳不会出现车体震动。缺点是不能用于十字路口和急转弯。

原地旋转。以四轮驱动智能车，右转弯为例。左边两个轮向前运动，右边两个轮向后运动，实现原地旋转。可以配合两个集成灰度传感器实现精确转向。优点转弯速度快，适用于十字路口。缺点车体震动较大，轮胎易磨损。

万向轮。一般有麦克纳姆轮和福来轮。可以直接通过程序控制电机的运动方向实现智能车的运动方向。优点无需转向就可以实现自由的运动。缺点需要多个（2个以上）集成的灰度传感器实现循线。