

DMR4I-Ch

数码光学迷你操纵杆

1 产品概述

DMR4I-Ch 为应用广泛的数码光学迷你操纵杆：从家用的电子设备、可编程开关到复杂的控制器和机器人的控制系统。

迷你操纵杆包含能够在 ± 5 毫米（或 ± 55 度）范围内监视操纵杆倾斜度的光学系统和信号处理微控制器。

迷你操纵杆根据其操纵杆在 XY 坐标平面上的倾斜度输出 X、Y 坐标增加信号并显示在 SPI 界面。信号数值取决于按压强度或垂直倾斜度：按压强度越大，角度和信号数值就越大。

DMR4I-Ch 设置有 6 个接头，不配外壳。

2 主要技术参数

■ 使用寿命 - 摆动次数 1.5 百万。

■ 尺寸 16*19*13.5 毫米。

■ 操纵杆偏差范围 ± 5 毫米。

■ 电源电压 3-5V。

■ 耗电量少于 3mA。

■ 高速界面 SPI。

■ 重量 1.7 克。

■ 使用温度 -15°C 到 $+60^{\circ}\text{C}$ 。

3 使用范围

DMR4I-Ch 用于多种机器：从小型的手动输入设备，如手机、MP3 播放器、鼠标、钥匙链、掌上电脑、GPS 接收器、 视频游戏控制台，到地板操纵杆，机器人、飞机和复杂控制器的操纵杆。

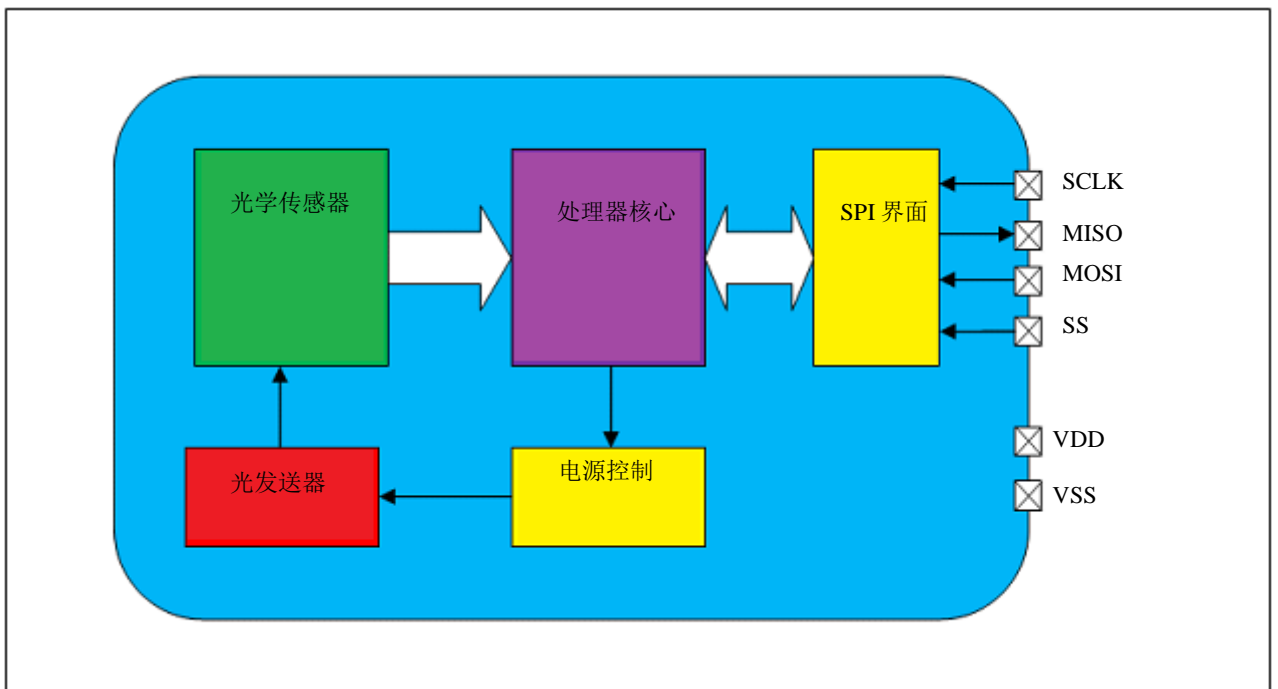


图 1 - 示意图

4 接口用途

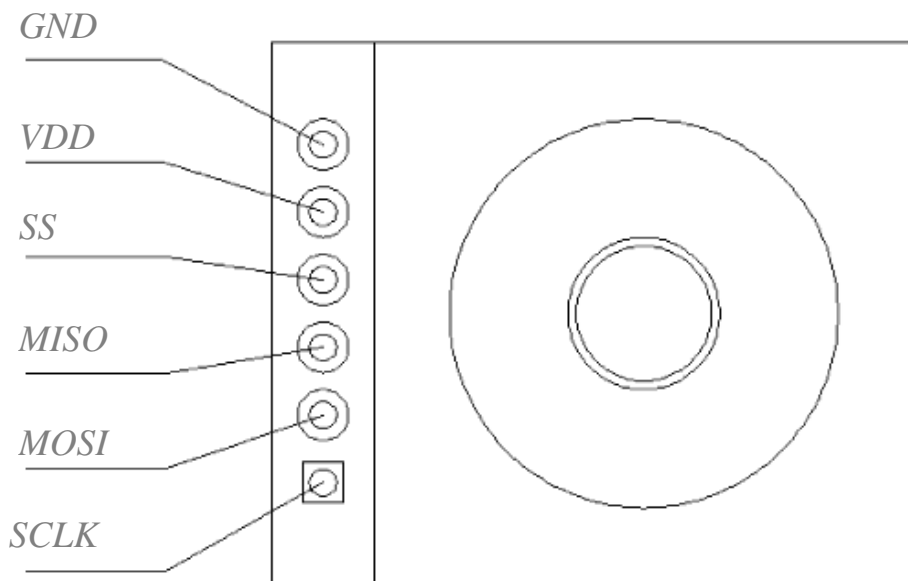


图 2 - 接口用途（顶视图）

表 1 - 输出口描述

名称	类型	描述
GND	电源	总输出
VDD	电源	机器电源输入
SS	数字输入	机器选择输入
MISO	数字输出	界面数据输出
MOSI	数字输入	界面数据输入
SCLK	数字输入	界面时钟信号输入

5 极限值

如表 2 所示的参数超出极限值，将导致器件的永久性损坏。如达到表格所示的极限值，则无法保证器件的正常使用。如长期在极限值的条件下使用将会影响到器件的可靠性。正常的使用条件参数请见本说明书的第 6.1 条。

表 2 - 极限参数

名称	参数	不少于	不超过	单位	备注
电源参数					
VDD	电源电压	-0.3	6	V	
VIN	输入电压	-0.3	VDD + 0.3	V	
IOL	低电平输出电流	-	100	mA	
IOH	高电平输出电流	-100	-	mA	
温度参数					
TST	温度范围	-20	+85	°C	

6 电源参数

T = -20 °C 到 + 80 °C, VDD = 5 V。

表 3 - 使用条件

名称	参数	条件	不少于	不超过	单位
VDD	电源电压		3	5.5	V
VIL	低电平输入电压		0	0.3VDD	V
VIH	高电平输入电压		0.7VDD	VDD	V
IDD	工作电流		-	3	mA
TCONV	转换时间	从 SS 线激活到数据可用的时间	-	50	ms
DX DY	倾斜		5	8	mm
TAMB	温度范围		-20	+80	°C
TCLK	时钟信号周期		50	-	ms

7 详细描述

迷你操纵杆包含在± 5 毫米（或± 55 度）范围内监视操纵杆倾斜度的光学系统和信号处理微控制器。光学迷你操纵杆的工作原理为根据操纵杆的位置光从表面反射到一定的方向。在操纵杆下面的中间位置安装了红外光电二极管作为辐射接收器。在其周围每隔 90° 具有作为辐射来源的红外光电二极管。

迷你操纵杆使用时微控制器轮流启动发光二极管。发光二极管发出的光从反射表面反射并落到将光强转换成电压的光电二极管。电压送到微控制器模数转换器输入。微控制器在每个发光二极管亮灯时测量模数转换器输入电压并应主机的请求将得到的数据通过 SPI 协议发送到主机。

移动操纵杆导致反射表面变形，结果落到光电二极管的反射光改变光强，导致控制器模数转换器输入电压的变化和输出值的变化。

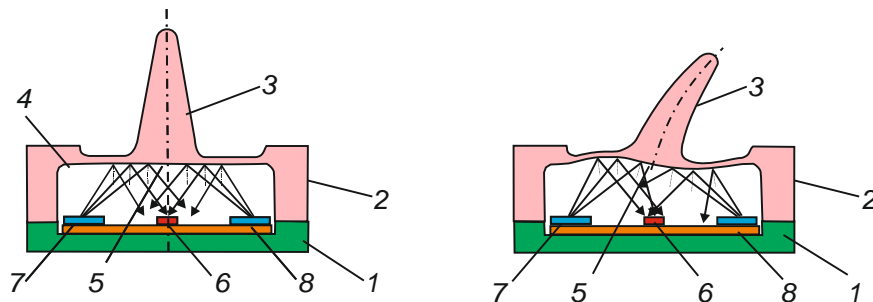


图 3 – DMR4I-Ch 光学迷你操纵杆的工作原理

1 – 印刷电路板；2 – 外壳；3 – 操纵杆；4 – 弹性的元件；5 – 反射表面；6 – 光电二极管；7 – 发光二极管。

迷你操纵杆根据其操纵杆在 XY 坐标平面上的倾斜度输出 X、Y 坐标增加信号并显示在 SPI 界面。信号数值取决于按压强度或垂直倾斜度：按压强度越大，角度和信号数值就越大。

DMR4I-Ch 拥有以下优势：

- 简单合理的结构；
- 零部件较少，减少了机械摩擦，增加了可靠性；

- 通用性；
- 多功能化，可以重编程；
- 良好的防火性和防爆型，没有可产生火花的接点；
- 防外伤安全性，塑料的操纵杆有弹性；
- 符合人体工程学 - 尺寸符合手指尖的大小；
- 零噪音；
- 很低的金属和材料消耗量；
- 重量很轻；
- 可以做成密封性的；
- 低耗电量。

迷你操纵杆的一个特点是操纵杆倾斜度的输出信号有轻微的非线性，因为操纵杆倾斜时本身的弯曲性不大。另外一个特点是轻微的滞后作用，因为所用的材料有弹性。上述特点不会影响到对操纵对象的控制过程。

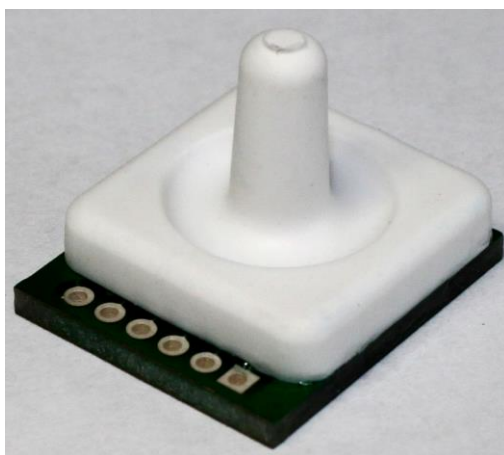


图 4 – DMS-13-16-16-SPI-2.0 迷你操纵杆的外观

8 DMR4I-Ch 的使用方法

常规使用方法：

由于界面的完整性和标准化，DMR4I-Ch 控制器不需要配用任何外接元件，只需要通过 SPI 总线连接到控制器并打开电源。图 5、6 展示迷你操纵杆的连接方法。

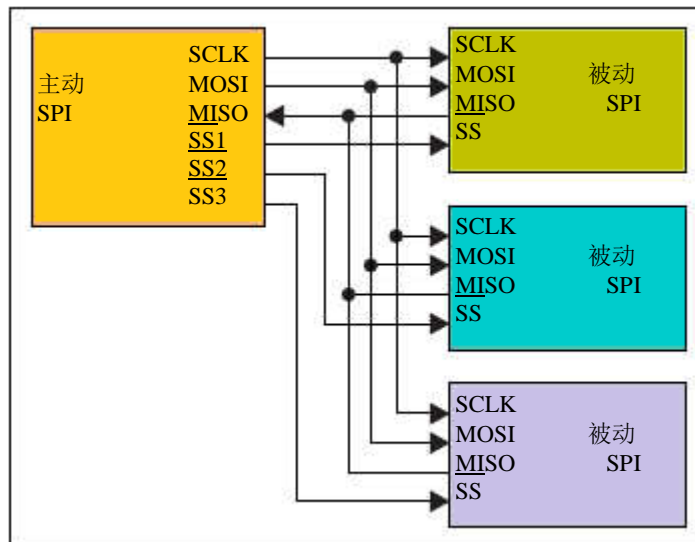


图 5 - 连接控制器的径向结构

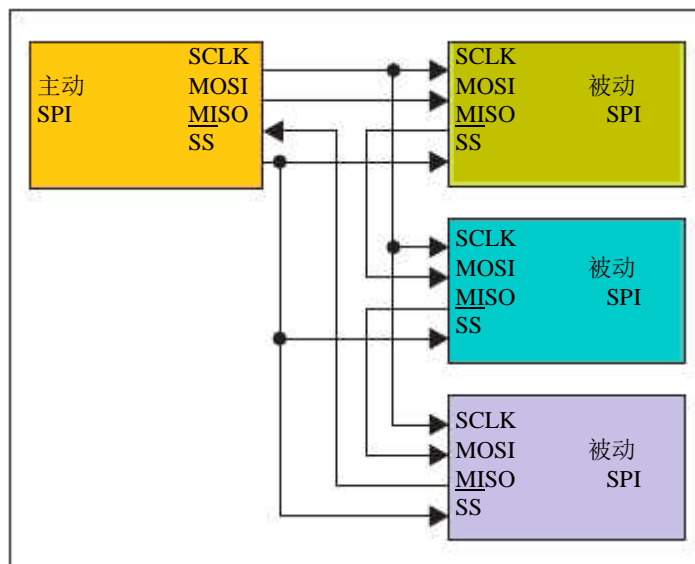


图 6 - 连接控制器的环状结构

操纵杆通电并激活界面的SS线时，微控制器启动并反复测量光通量。测量时微控制器轮流开启每个发光二极管并测量发光二极管发出的反射光强度。检测到的数据得到平均值后应主机的请求发送到主机（见第9条）。

9 XY坐标解读

移动操纵杆导致落到光电二极管的发光二极管的光改变光强。光强的变化取决于按压的方向和强度，也就是操纵杆的倾斜度。发光二极管的光改变光强导致控制器模数转换器输入电压的变化。界面的SS线激活时，微控制器反复测量电压。测量完成后所得到的数据加载到界面。

从迷你操纵杆读出来的数据是模数转换器通过四个通道的转换结果，每个通道两个字节。以下是计算控制器的操纵杆当前坐标的公式：

$$X = ADC1 - ADC3 - CentreX$$

$$Y = ADC2 - ADC4 - CentreY,$$

这里 ADC1, ADC2, ADC3, ADC4 – 四个通道的测量结果，
CentreX, CentreY – 操纵杆在中间位置时的测量结果。

10 SPI 界面

为了启动读取操纵杆数据的过程，需要激活 SS 线（0）。然后必须延迟 50 毫秒，这时控制器会准备好操纵杆当前位置的数据。如在完成转换过程前读取数据，数据会不准确。

MISO 线的数据根据 SCLK 线上的下降沿排序。字节的排序是 MSB 靠前。发送的示意图见图 7。

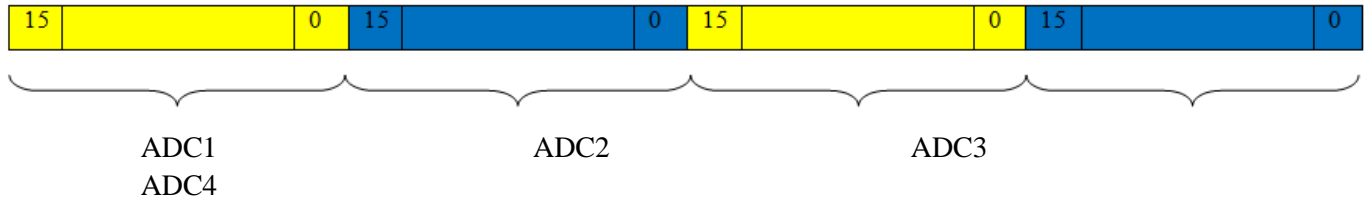
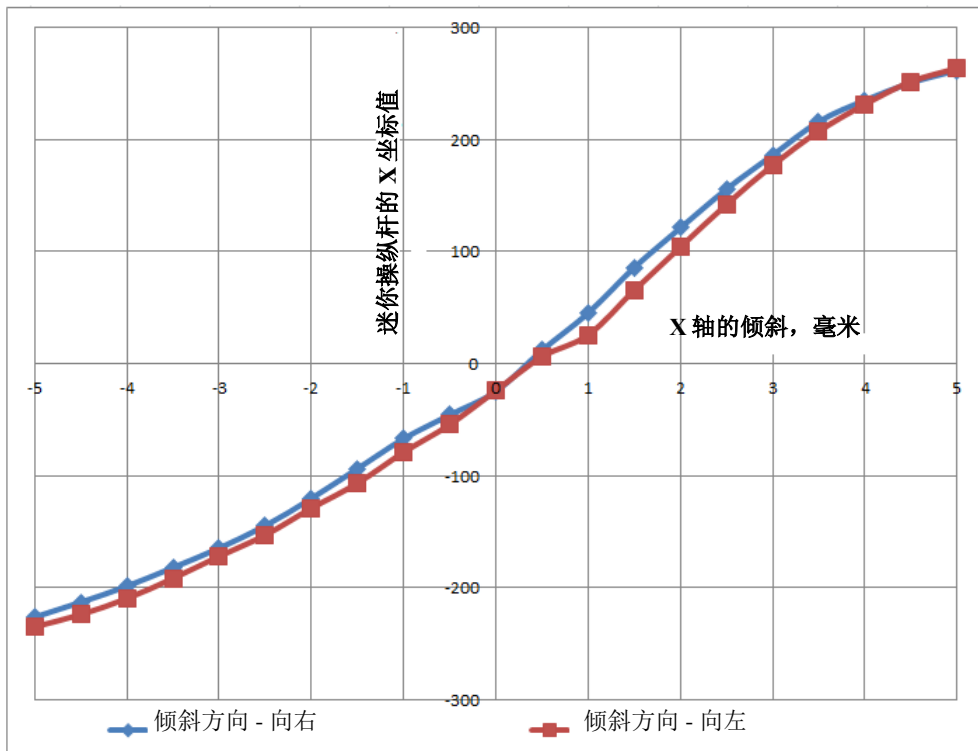


图 7 - 数据结构



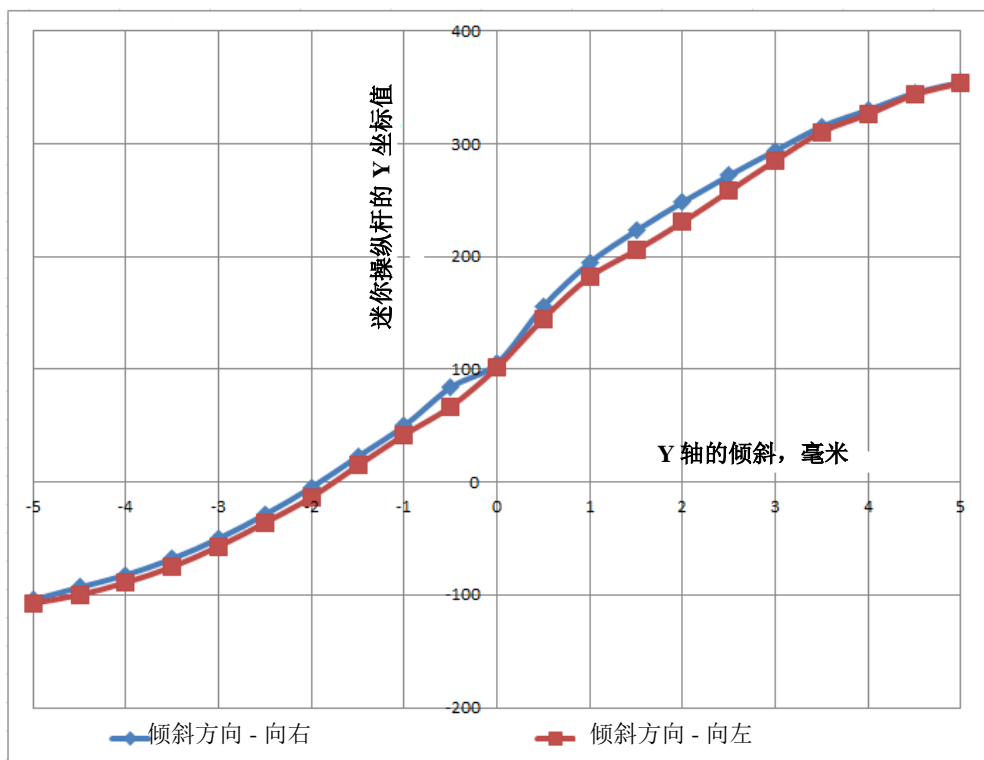


图 8 – 迷你操纵杆输出信号和操纵杆倾斜度的关系
(从中间位置到最大倾斜度再返回)

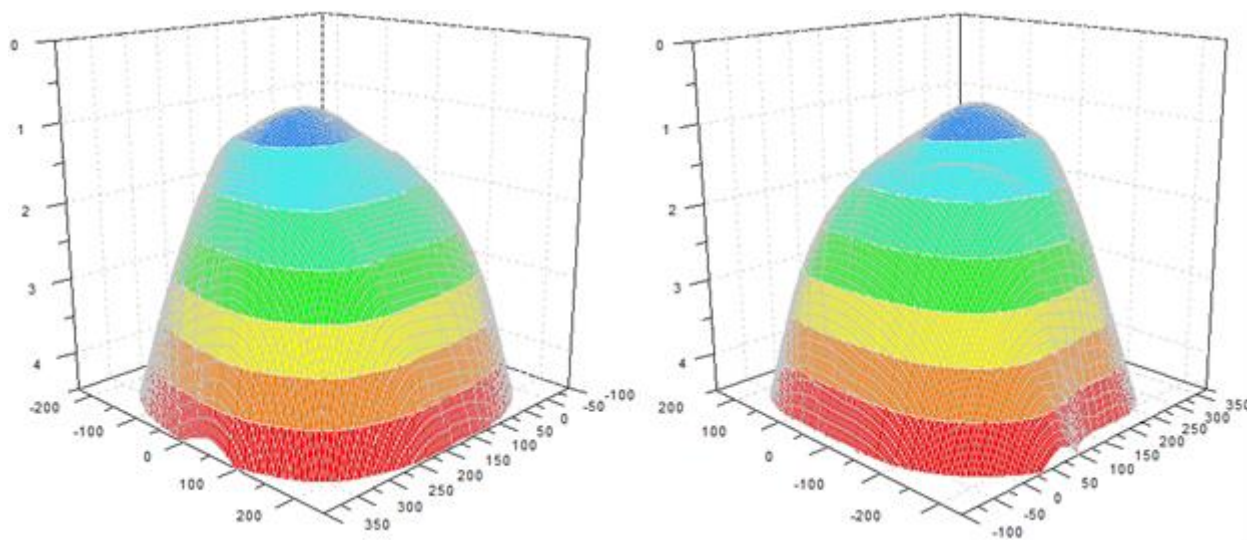


图 9 – 输出信号和操纵杆倾斜度与倾斜方向的关系三维表面图

11 外形和连接尺寸

该器件设有 6 个输出口，无外壳（16*19*13.5 毫米）。

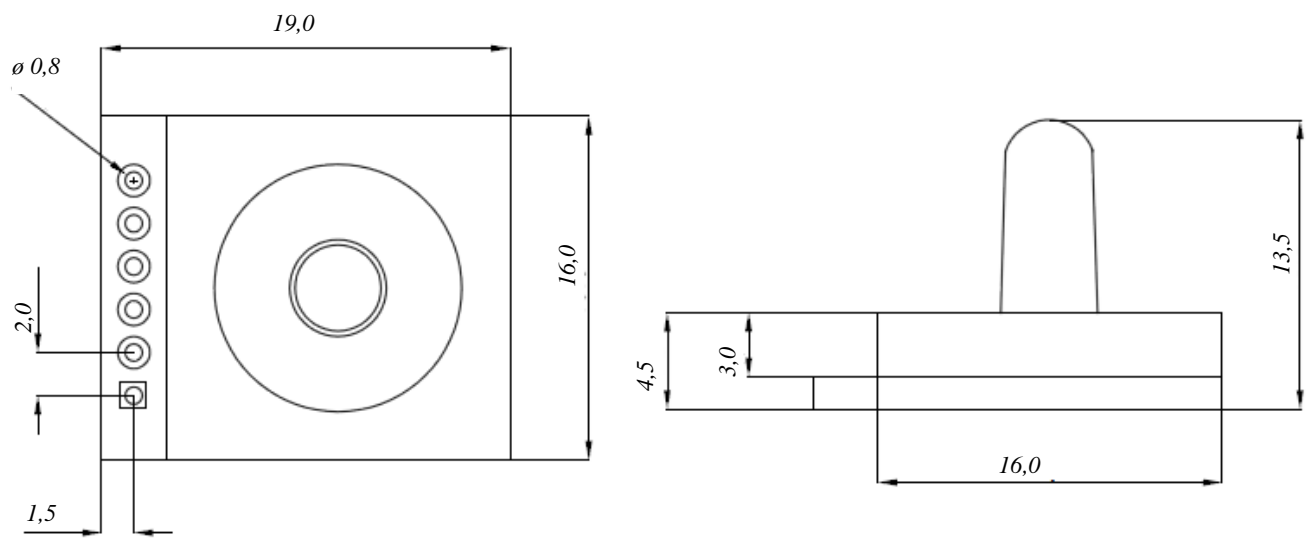


图 10 - 光学迷你操纵杆的图纸和尺寸