

# 模拟量设备为什么都偏爱用4~20mA传输信号？

2018-06-26 12:02

**4-20mA. DC(1-5V.DC)信号制**是国际电工委员会( IEC )过程控制系统采用的模拟信号传输标准。我国也采用这一国际标准信号制，仪表传输信号采用4-20mA.DC，接收信号采用1-5V.DC，即采用**电流传输、电压接收**的信号系统。

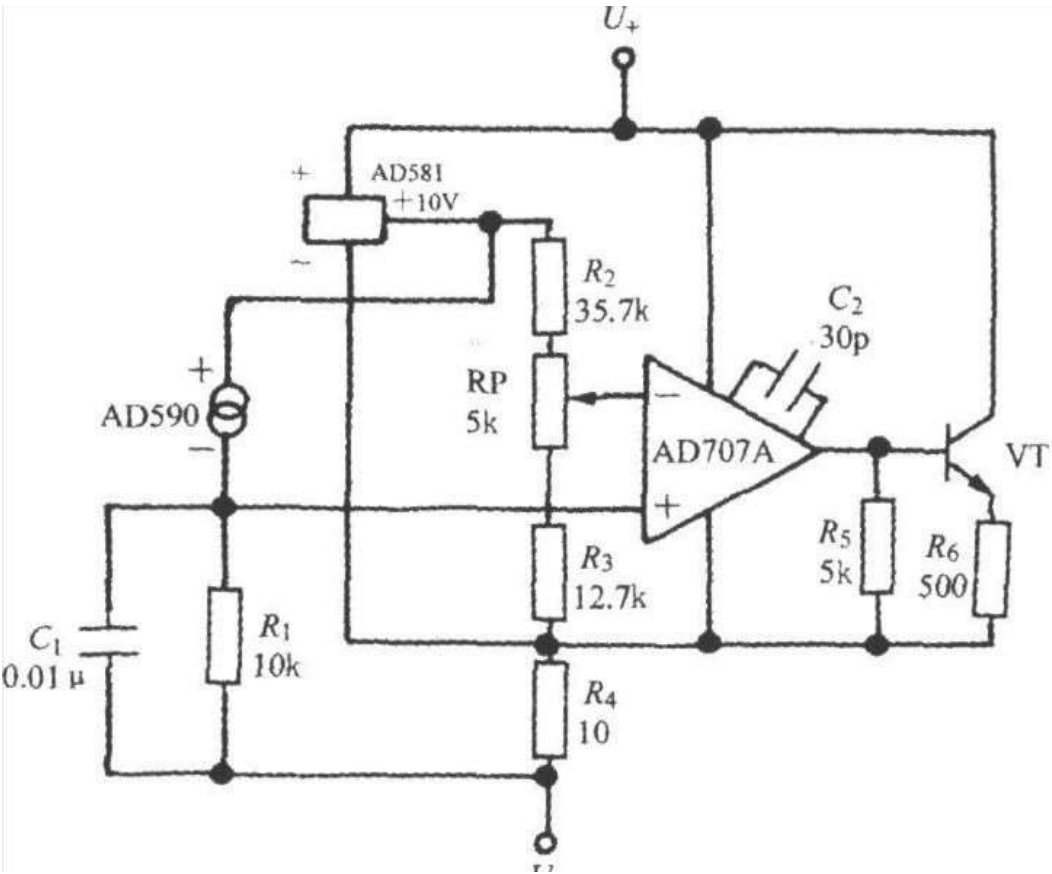
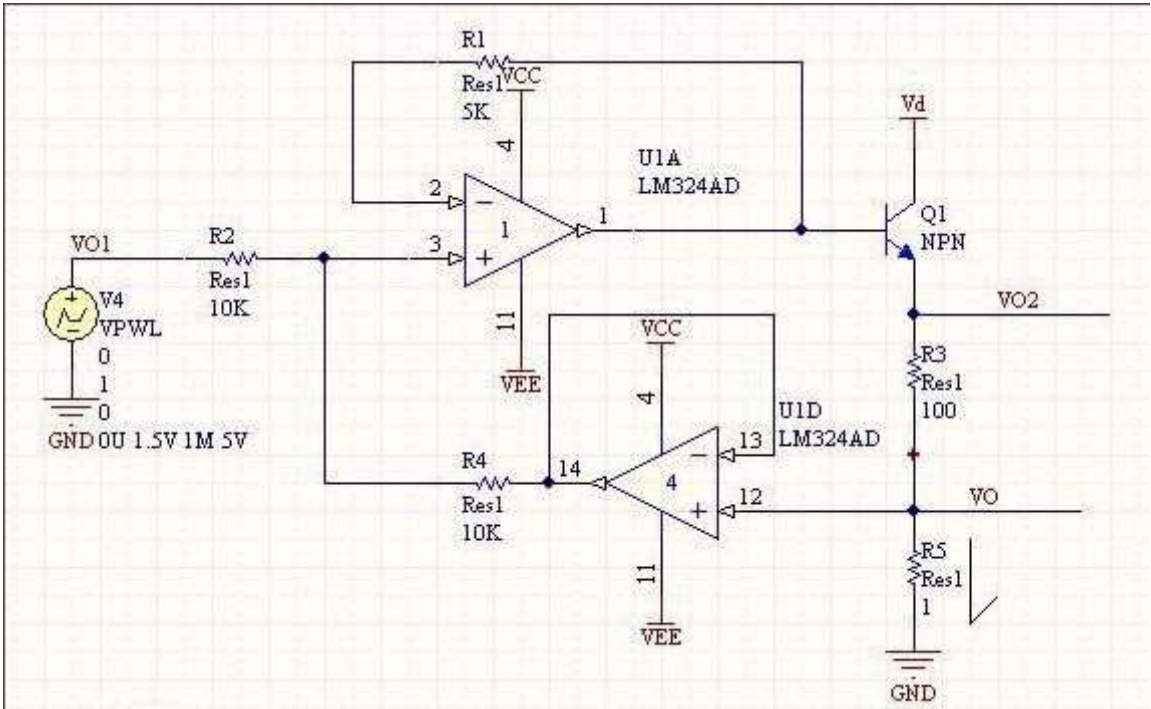
一般仪器仪表的信号电流都为4-20mA，指最小电流为4mA,最大电流为20mA 。传输信号时候，因为导线上也有电阻，如果用电压传输则会在导线内产生一定的压降，那接收端的信号就会产生一定的误差了，所以一般使用电流信号作为变送器的标准传输。

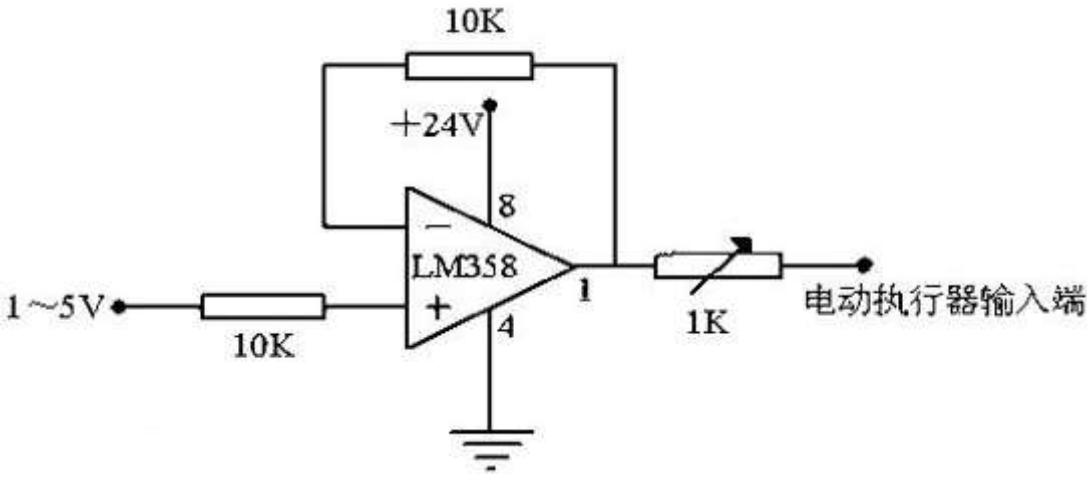
## 一、什么是4~20mA.DC （1~5V.DC） 信号制？

**4~20mA.DC （1~5V.DC） 信号制**是国际电工委员会（IEC）：**过程控制系统用模拟信号标准**。我国从DDZ-Ⅲ型电动仪表开始采用这一国际标准信号制，仪表传输信号采用4~20mA.DC，联络信号采用1~5V.DC，即采用**电流传输、电压接收**的信号系统。

### 4~20mA电流环工作原理：

在工业现场，用一个仪表放大器来完成信号的调理并进行长线传输，会产生以下问题：第一，由于传输的信号是电压信号，传输线会受到噪声的干扰；第二，传输线的分布电阻会产生电压降；第三，在现场如何提供仪表放大器的工作电压也是个问题。





为了解决上述问题和避开相关噪声的影响，我们用电流来传输信号，因为电流对噪声并不敏感。4 ~ 20mA的电流环便是用4mA表示零信号，用20mA表示信号的满刻度，而低于4mA高于20mA的信号用于各种故障的报警。

二、4~20mA.DC（1~5V.DC）信号制的优点？

现场仪表可实现两线制，所谓两线制即电源、负载串联在一起，有一公共点，而现场变送器与控制室仪表之前的信号联络及供电仅用两根电线。**因为信号起点电流为4mA.DC，为变送器提供了静态工作电流，同时仪表电气零点为4mA.DC，不与机械零点重合，这种“活零点”有利于识别断电和断线等故障。而且两线制还便于使用安全栅，利于安全防爆。**

控制室仪表采用电压并联信号传输，同一个控制系统所属的仪表之间有公共端，便于检测仪表、调节仪表、计算机、报警装置配用，并方便接线。

现场仪表与控制室仪表之间的联络信号采用4~20mA.DC的理由是：因为现场与控制室之间的距离较远，连接电线的电阻较大，如果用电压信号远传，优于电线电阻与接收仪表输入电阻的分压，将产生较大的误差，而用恒流源信号作为远传，只要传送回路不出现分支，回路中的电流就不会随电线长短而改变，从而保证了传送的精度。

控制室仪表之间的联络信号采用1~5V.DC理由是：为了便于多台仪表共同接收同一个信号，并有利于接线和构成各种复杂的控制系统。如果用电流源作联络信号，当多台仪表共同接收同一个信号时，它们的输入电阻必须串联起来，这会使最大负载电阻超过变送仪表的负载能力，而且各接收仪表的信号负端电位各不相同，会引入干扰，而且不能做到单一集中供电。

采用电压源信号联络，与现场仪表的联络用的电流信号必须转换为电压信号，最简单的办法就是：在电流传送回路中串联一个250Ω的标准电阻，把4~20mA.DC转换为1~5V.DC，通常由配电器来完成这一任务。

三、为什么变送器选择4~20mA.DC作传送信号？

1、首先是从现场应用的安全考虑

安全重点是以防爆安全火花型仪表来考虑的，并以控制仪表能量为前提，把维持仪表正常工作的静态和动态功耗降低到最低限度。输出4~20mA.DC标准信号的变送器，其电源电压通常采用24V.DC，采用直流电压的主要原因是可以不用大容量的电容器及电感器，就只需考虑变送器与控制室仪表连接导线的分布电容及电感，如2mm2 的导线其分布电容为0.05μ/km左右；对于单线的电感为0.4mH/km左右；大大低于引爆氢气的数值，显然这对防爆是非常有利的。

2、传送信号用电流源优于电压源

因为现场与控制室之间的距离较远，连接电线的电阻较大时，如果用电压源信号远传，由于电线电阻与接收仪表输入电阻的分压，将产生较大的误差，如果用电流源信号作为远传，只要传送回路不出现分支，回路中的电流就不会随电线长短而改变，从而保证了传送的精度。

3、信号最大电流选择20mA的原因

最大电流20mA的选择是基于安全、实用、功耗、成本的考虑。安全火花仪表只能采用低电压、低电流，4~20mA电流和24V.DC对易燃氢气也是安全的，对于24V.DC氢气的引爆电流为200mA，远在20mA以上，此外还要综合考虑生产现场仪表之间的连接距离，所带负载等因素；还有功耗及成本问题，对电子元件的要求，供电功率的要求等因素。

4、信号起点电流选择4mA的原因

输出为4~20mA的变送器以两线制的居多，两线制即电源、负载串联在一起，有一公共点，而现场变送器与控制室仪表之间的信号联络及供电仅用两根电线。为什么起点信号不是0mA？这是基于两点：一是变送器电路没有静态工作电流将无法工作，信号起点电流4mA.DC，不与机械零点重合，这种“活零点”有利于识别断电和断线等故障。

四、4~20mA传感器的由来？

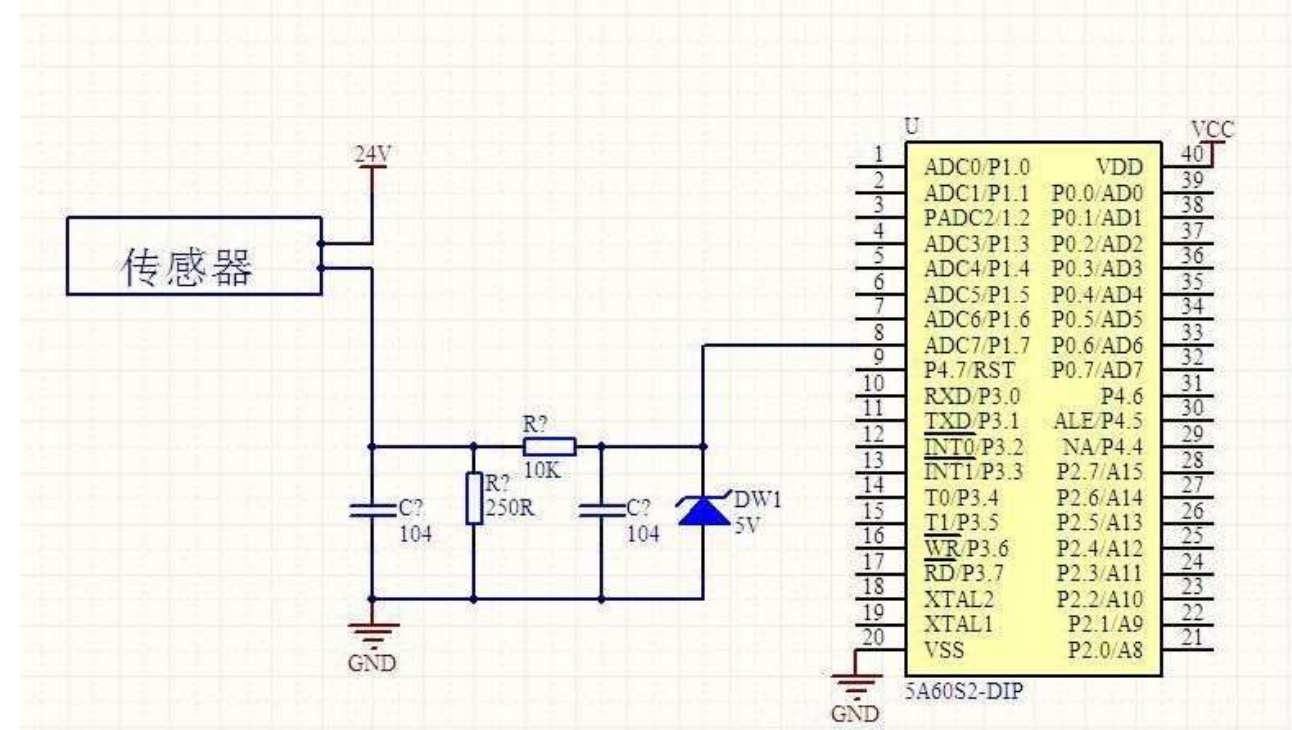
采用电流信号的原因是不容易受干扰、并且电流源内阻无穷大，导线电阻串联在回路中不影响精度，在普通双绞线上可以传输数百米。

采用电流信号的原因是不容易受干扰，因为工业现场的噪声电压的幅度可能达到数V，但是噪声的功率很弱，所以噪声电流通常小于nA级别，因此给4 - 20mA传输带来的误差非常小；电流源内阻趋于无穷大，导线电阻串联在回路中不影响精度，因此在普通双绞线上可以传输数百米；由于电流源的大内阻和恒流输出，在接收端我们只需放置一个250欧姆到地的电阻就可以获得0 - 5V的电压，低输入阻抗的接收器的好处是nA级的输入电流噪声只产生非常微弱的电压噪声。

上限取20mA是因为防爆的要求：20mA的电流通断引起的火花能量不足以引燃瓦斯。下限没有取0mA的原因是为了能检测断线：正常工作时不会低于4mA，当传输线因故障断路，环路电流降为0。常取2mA作为断线报警值。电流型变送器将物理量转换成4~20mA电流输出，必然要有外电源为其供电。最典型的是变送器需要两根电源线，加上两根电流输出线，总共要接4根线，称之为四线制变送器。当然，电流输出可以与电源公用一根线公用VCC或者GND，可节省一根线，称之为三线制变送器。其实大家可能注意到，4-20mA电流本身就可以为变送器供电。变送器在电路中相当于一个特殊的负载，特殊之处在于变送器的耗电电流在4~20mA之间根据传感器输出而变化。显示仪表只需要串在电路中即可。这种变送器只需外接2根线，因而被称为两线制变送器。工业电流环标准下限为4mA，因此只要在量程范围内，变送器至少有4mA供电。

因此、4-20mA的信号输出一般不容易受干扰而且安全可靠、所以工业上普遍使用的都是二线制4-20mA的电源输出信号。但为了能更好的处理传感器的信号、目前还有更多其它形式的输出信号：3.33MV/V；2MV/V；0-5V；0-10V等。

另附一张4到20mA转电压信号的简单电路图：



这张图使用一个250欧姆的电阻将4到20mA的电流信号转换成1到5V的电压信号，然后使用一个RC滤波加一个二极管（原谅我模拟电路不好，并不知道是什么意思）接到单片机的AD转换引脚。