

版本号: Ver n7282030

电阻应变式智能浮筒液位变送器 HART 协议电路板安装和使用说明书

(产品编号 HT-MV301)

杭州哈泰克科技有限公司

目录

1	概述	3
2	工作原理	4
2.1	机械结构	4
2.2	电路原理	5
3	技术参数	6
3.1	工作环境	6
3.2	电源与负载	6
3.3	主要技术参数	7
4	操作方法	8
4.1	传感器连接	8
4.2	仪表连线	8
4.3	调校方法	9
5	注意事项	11
5.1	维护	11
5.2	储存	12
6	常见故障及排除	12
7	附录 A HART 简介	12
8	附录 B ROSEMOUNT 275 手操器使用菜单树	15

1 概述

电阻应变式智能浮筒液位变送器 HART 协议电路板（产品编号 HT-MV301）主要适用于各种以电阻应变片为传感器的模拟电动浮筒液位变送器的智能化改造。它采用了先进的集成电路低功耗设计技术和表面贴装工艺，全部电路和功能实现集中于一块电路板上。用户无需对仪表壳体做任何改动，只需将原来的模拟变送器电路板更换成我公司的 HART 协议电路板，通过简单的安装调试，即可将原模拟电动浮筒液位变送器升级为智能浮筒液位变送器。

升级后的变送器具有 HART 协议通信功能，可与 Rosemount 公司的 275 手操器进行远程通讯，通讯距离长达 1500m。变送器可由手操器对其进行各种远程组态、调试，如阻尼时间设置，量程调节等等。通过升级，变送器的其他功能和性能指标较原来的模拟仪表也有了较大的提升，使变送器基本具备了原 Rosemount 公司推出的 DLC3000 系列变送器的大部分功能。

2 工作原理

2.1 机械结构

基于 HART 协议的应变式浮筒液位变送器（图 1），它的工作原理如图 2 所示，浮筒液位变送器采用应变电阻作为传感头，液位的

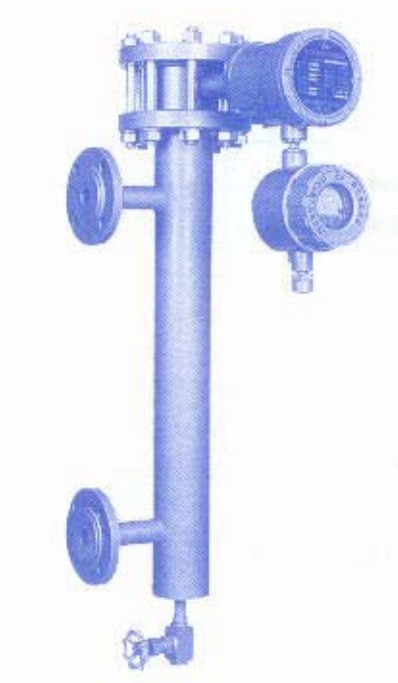


图 1、基于 HART 协议的应变式外浮筒液位变送器

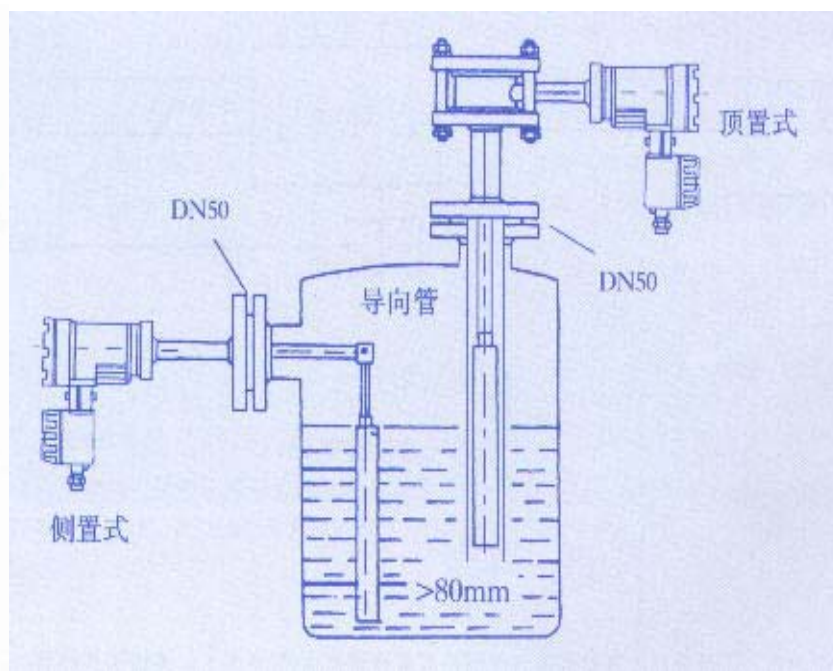


图 2、内浮筒液位变送器工作示意图

变化使部分浸沉在液体中的浮筒所受浮力产生相应的变化，变化信号通过相连的杠杆系统放大后，由应变电桥转换成毫伏信号输入至 HART 智能电路板中进行线性化、阻尼、滤波、量程和百分量转换等处理，输出 4~20mA 电流，并叠加 FSK HART 通讯信号。

2.2 电路原理

基于 HART 协议的浮筒液位变送器电路原理框图如图 3 所示，变送器可以分为传感器模块、CPU 模块、HART 通讯模块。

为了减小传感器的非线性误差，补偿温度误差，并且提高灵敏度，电路板采用四臂差动工作的应变电阻电桥，电桥把液位变化信号转化

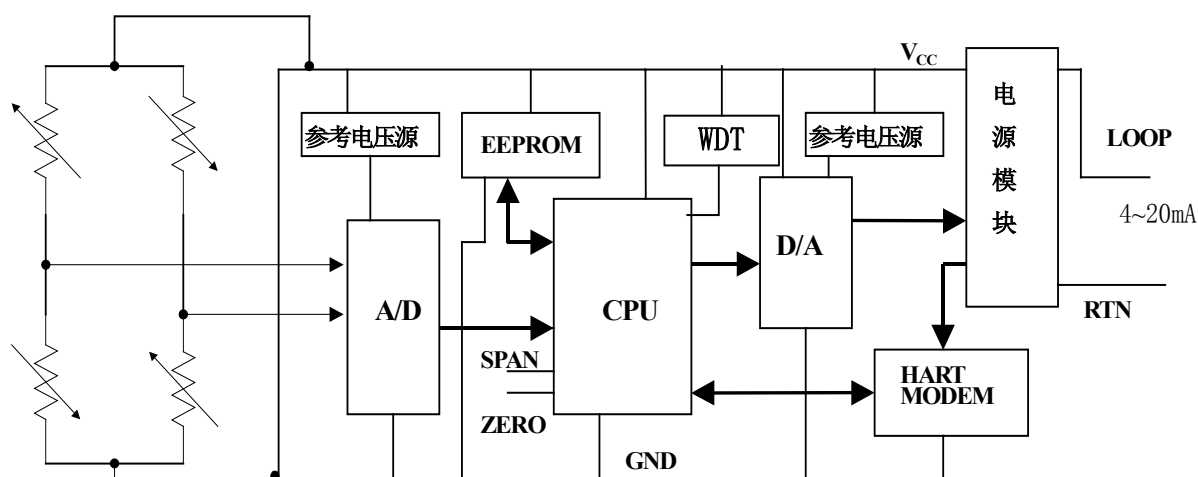


图 3、基于 HART 协议的应变式浮筒液位变送器电路原理

成差动电压信号，输入 A/D 中进行模数转换。

CPU 模块由 CPU、A/D、D/A、WDT 电源监控电路及 EEPROM、零位和量程等按键组成。传感器模块输出的差分电压信号经 A/D 转换进入 CPU，由 CPU 进行线性化处理、量程转换、单位转换和阻尼处理等运算，最后由 D/A 把数字信号转换成 4~20mA 电流信号输出，零位和量程按键可就地调整零点和量程。

HART 通讯模块也即为 HART 协议物理层的硬件实现。它主要由 Bell202 MODEM、带通滤波器和输出波形整形电路等组成。HART 通讯

的 FSK 信号以 1200Hz 代表“1”，2200Hz 代表“0”。HART 通讯模块检测到叠加在 4~20mA 环路上的 FSK 频移键控信号后，由 Bell202 MODEM 将 1200Hz 的信号解调为“1”，2200Hz 的信号解调为“0”，交由 CPU 处理。同样，CPU 送出的数字通讯信号由 MODEM 调制成相应的 1200Hz 和 2200Hz 的 FSK 频移键控信号，叠加在环路上发出。

3 技术参数

3.1 工作环境

- 1) 环境温度：-40℃~+85℃。
- 2) 相对湿度：5%~80%。
- 3) 大气压力：86kPa~108kPa。
- 4) 电路板周围空气不得含有对铬镉镍镀层有色金属及其合金起腐蚀作用的介质。

3.2 电源与负载

供电电源：直流 9~35V，纹波频率在400Hz~10kHz范围内，纹波峰峰值不大于80mV。

HART 浮筒液位变送器的最低工作电压只需要 9V，在 24V 电压供电时，可以驱动最大为 750Ω 的负载电阻。特别低的工作电压和大负载的驱动能力设计使得基于 HART 协议的应变式浮筒液位变送器可以与多种 DCS 和安全栅相匹配，而不需要对 DCS 的配电卡输出的电

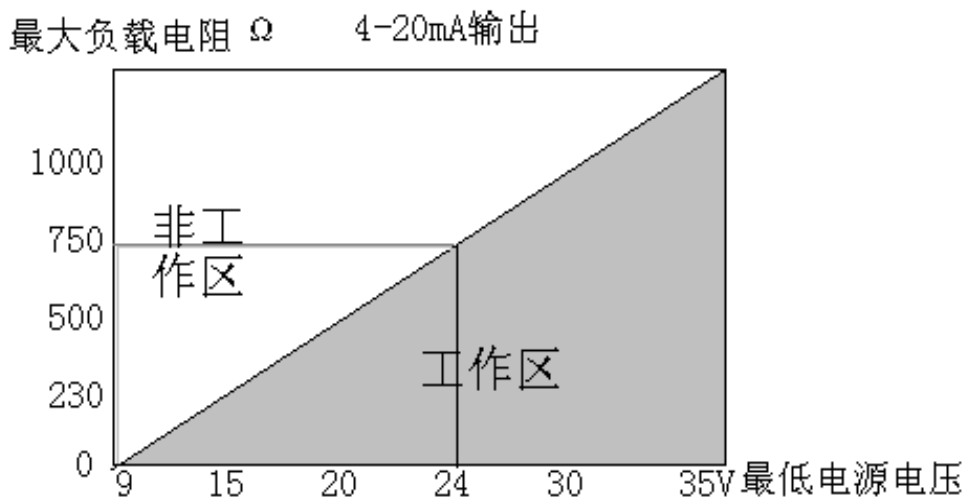


图 4: HART 应变式浮筒液位变送器供电电压与负载电阻的关系

压和安全栅的阻抗值进行特别的挑选。

HART 浮筒液位变送器供电电源与回路上的电阻负载的关系如图 4 所示。

3.3 主要技术参数

精确度：电路板本身精度为0.1‰。

稳定性：电路板本身六个月漂移不超过0.5‰。

温度影响：每变化10℃，电路板漂移不超过0.3‰。

（注：上述技术参数还与具体的仪表传感器相关参数有关。）

启动时间：< 3s 。

阻尼：0s~320s

输出信号：二线制 4mA~20mA，直流信号叠加FSK（移频键控）数字信号（与HART兼容）。

量程和零位：就地按钮调整或采用HART手操器进行调整。

正负迁移：正负迁移最大为量程的10%，可正反向迁移。

故障报警：自诊断程序检测故障或当前测量值超限，输出报警电流21.8mA。

绝缘电阻：电路板端子与大地之间的绝缘电阻不小于20MΩ。

4 操作方法

4.1 传感器连接

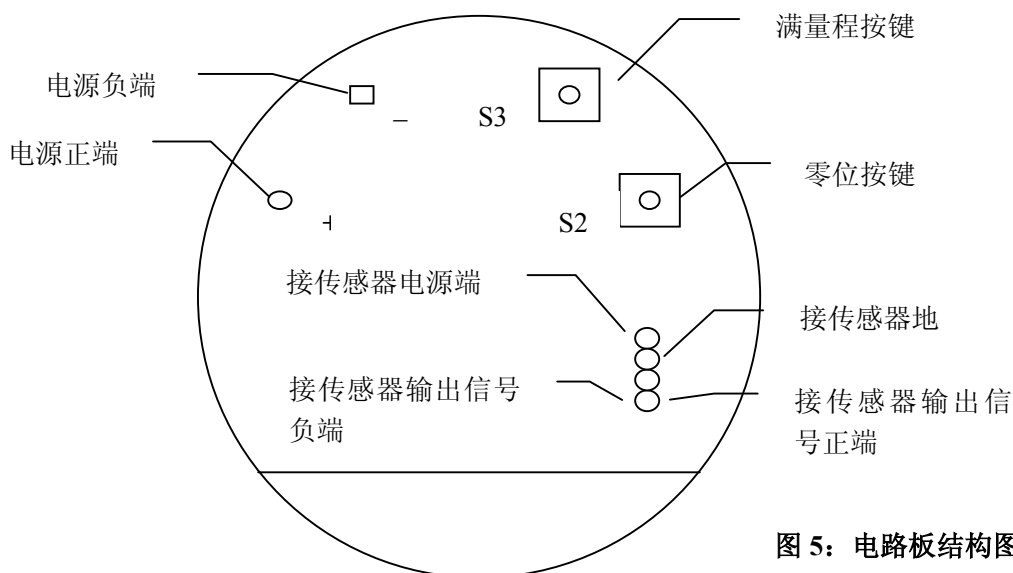


图 5：电路板结构图

如图5，变送器HART电路板通过4线接口与应变电阻传感器相连。

（注：为保证整合后的变送器有较好的精度，本HART电路板要求配套传感器激励输出最好在1.5mV/V以上。）

4.2 仪表连线

仪表应用或调试电路连接应如图6所示，负载电阻可以为230～600欧，电源、变送器和负载电阻可以任意顺序连接，回路中还可串入电流表或在电阻两端并联电压表，手持编程器可以是Rosemount公

司的275手操器或者其他符合HART协议的上位主设备。手持编程器不

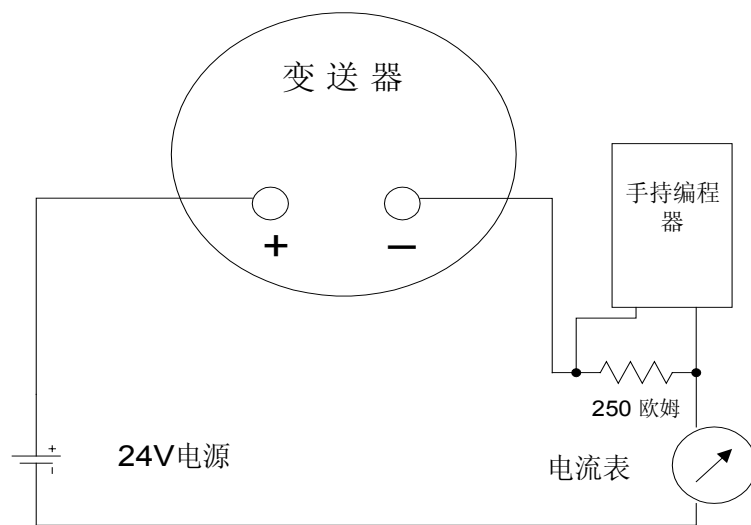


图 6、变送器调试接线图

得直接跨接在电源两端，但可跨接于变送器两端或者负载电阻两端。

4.3 调校方法

在浮筒液位变送器正确安装后，即可进行调试，调试时线路连接如图 6 所示，串接电阻 250 欧姆，供电电源为直流 24V，使用高精度万用表作为电流计。手持编程器采用 Rosemount 公司的 275 手操器。

1) 上电

观察电流表读数应为 21.5mA，如果出现 0mA 或 25mA 以上的大电流，要迅速切断电源，检查是否接线错误或存在短路现象。

上电正常，使用手持编程器进行通讯，手持编程器进入主菜单后，右上角的心形图标不停闪烁，说明通讯正确，否则需查找原因。

2) D/A 的校准

在通讯正常的情况下，需要进行 D/A 校准，在手持编程器上选择 D/A 校准命令，先校准 4mA，从高精度电流表上读出实际电流值，将数值输入手持编程器中；再校准 20mA，从高精度电流表上读出实际电流值，将数值输入手持编程器中。这样输出的 D/A 信号就经过校准了，此时输出的电流值应当十分精确了。

（注：一般电路板在出厂前已做过 DA 校准）

3) 量程迁移

可以使用手持编程器或仪表上的按键直接设置量程和零位

a) 使用按键设置量程和零位

如图 5，在浮筒液位变送器的测量端施加相应的测量信号，先将测量信号置于 4mA 处，同时按下量程、零位按键 5 秒，激活后有效时间为 15 分钟。按下零位按键 5 秒，待输出电流稳定在 4mA 时，零位设置完毕；再将测量信号置于 20mA 处，按下满量程按键 5 秒，待输出电流稳定在 20mA 时，量程设置完毕。

对于量程、零位的设定，注意以下要点：在激活量程、零位的情况下，分别设置 4mA、20mA，在一组 4mA、20mA 设置后，可以再重新设置量程 20mA，对零点无影响；但如果重新定位零位 4mA，相应的量程会跟着上移或下移，如果要保持量程不变，必须重新设置量程。

b) 使用手持编程器设置量程和零位

使用手持编程器中设置量程和零位的命令，在浮筒液位变送器

的测量端施加相应的 4mA、20mA 测量信号，使用手持编程器将其分别设置在零位、满量程。

4) HART 功能设置

a) 设置阻尼时间

从菜单中可选择输入阻尼时间，从 0.1 秒至 320 秒，一般设置在 0.5 秒。完成后，HART 电路板即按阻尼时间平滑输出。

b) 修改与输出无关的信息

输入位号、描述符和日期等组态生产信息。

c) 存入或调出组态数据

输入阻尼时间、量程、工程单位等与输出相关信息。

d) 设置突发模式

可将仪表设置成突发模式，一般出厂设置为非突发模式。

5 注意事项

5.1 维护

电路板应工作在清洁干燥无腐蚀性和无有毒有害气体的环境，电路板装入变送器后的日常维护包括

- a) 定期检查变送器防护外壳的密封橡皮圈。
- b) 定期进行周期检定和调整检定周期视实际工作环境而定一般为半年至壹年。

5.2 储存

电路板的储存温度为10~55℃，相对湿度不大于85%的通风室内，且空气中不含有对电路板起腐蚀作用的有害物质。

6 常见故障及排除

常见故障及排除方法见表1：

序号	现象	原因	排除方法
1	示值不准	由于时间温度振动等引起的漂移	重新进行标定、检定
2	输出电流为零	电源故障或导线断路	修理电源或检查导线
3	输出电流超出25mA	传感器与电路板的连接故障	检查传感器与电路板的连接

表 1 常见故障及排除

7 附录 A HART 简介

HART 协议简介

HART 代表 Highway Addressable Remote Transducer（即可寻址远程传感器数据公路），它是由 Rosemount 公司提出的用于现场智能仪表和控制室设备间通讯的一种协议。HART 通讯协议参照“ISO/OSI”的模型标准，简化并引用其中三层制定而成，即：物理层、数据链路层和应用层。

物理层规定了 HART 通讯的物理信号方式和传输介质。HART 协议采用了 Bell202 标准

的 FSK 频移键控信号。它在 4~20mA 的模拟信号上叠加幅度为 0.5mA 的正弦调制波, 1200Hz 代表逻辑“1”, 2200Hz 代表逻辑“0”, 如图 7 所示。由于所叠加的正弦信号平均值为 0, 所以数字通讯信号不会干扰 4~20mA 的模拟信号。HART 通讯可以有点对点或多点连接模式。传输介质一般为双绞线, 当传输距离较长时, 可用屏蔽双绞线。HART 通讯速度为 1200 波特率。

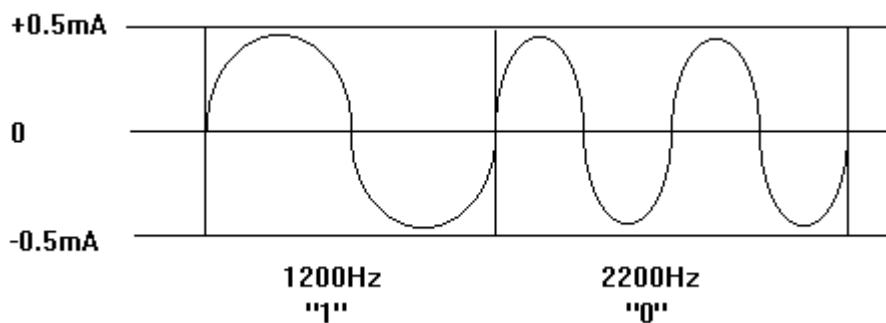


图 7. HART 数字通讯信号

数据链路层规定了数据帧格式和数据通讯规程。数据帧基本格式如图 8 所示, 最长可达 25 字节。HART 协议是主从式的通讯协议, 系统允许有两个主设备, 最多 15 个从设备。从设备可寻址范围为 0—15, 当地址为 0 时, 为点对点模式, 智能变送器处于 4~20mA 与数字通讯兼容的状态; 当地址为 1—15 时, 为多点模式, 智能变送器处于全数字通讯状态。智能变送器可以作为从设备应答主设备的询问; 也可以处于“突发模式”, 自动、连续地发送信息。后者速度较快, 但仅用于点对点模式。

PREM	DELM	ADDR	COMM	BCNT	[STATUS]	[DATA]	CHK
------	------	------	------	------	----------	--------	-----

PREM: Preamble 序文

STATUS: 变送器通讯状态

DELM: Delimiter 起始字符

(仅变送器向主设备通讯时才有)

ADDR: Address 地址 (源地址和目的地址)

DATA: 通讯数据

CMD: Command 命令号

CHK: Checksum 校验和

BCNT: Bytecount 字节数

图 8. HART 数据通讯帧格式

应用层规定了 HART 通讯命令的内容, 共分为三类。第一类是通用命令, 适用于所有符合 HART 协议的产品, 如读制造厂号及产品型号, 读主变量值及单位等。第二类是普通应用命令, 适用于大部分符合 HART 协议的产品, 但不同公司的 HART 产品可能会有少量区别, 如写主变量单位, 微调 DA 的零点和增益等。以上两类命令的规定使符合 HART 协议的产品具有一定的互换性。第三类是特殊命令, 这是各家公司的产品自己所特有的命令, 不互相兼容, 如特征化, 微调传感头校正等。

浮筒液位变送器实现 HART 通信命令

使用 275 型手持编程器能够与智能变送器进行通信, 在它的操作显示画面上可以读出 PV 值、电流值、百分数等信息。 能实现应用层中所有的 HART 命令, 如表 2 所

示，其中通用命令 20 条，普通命令 10 条。

命令号	功 能	类别	命令号	功 能	类别
0	读唯一识别符	通用	43	设置 PV 值零点	普通
1	读原始变量	通用	44	写 PV 单位	普通
2	读电流值和百分比范围	通用	45	DA 零点调整	普通
3	读电流值和 4 个预定义动态变量	通用	46	DA 增益调整	普通
6	写轮询地址	通用	47	写转换功能	普通
11	由标志读唯一识别符	通用	48	读变送器附加状态位	普通
12	读信息	通用	49	写 PV 传感器编号	普通
13	读标志、描述符和日期	通用	59	写响应起始字符数	普通
14	读 PV 传感器信息	通用	108	写突发模式命令号	普通
15	读输出信息	通用	109	突发模式控制	普通
16	读最终装配号	通用			
17	写信息	通用			
18	写标志、描述符和日期	通用			
19	写最终装配号	通用			
34	写阻尼值	普通			
35	写量程值	普通			
36	设置量程上限	普通			
37	设置量程下限	普通			
40	进入/退出固定电流模式	普通			
41	执行变送器自检	普通			

表 2 HART 命令

8 附录 B Rosemount 275 手操器菜单树

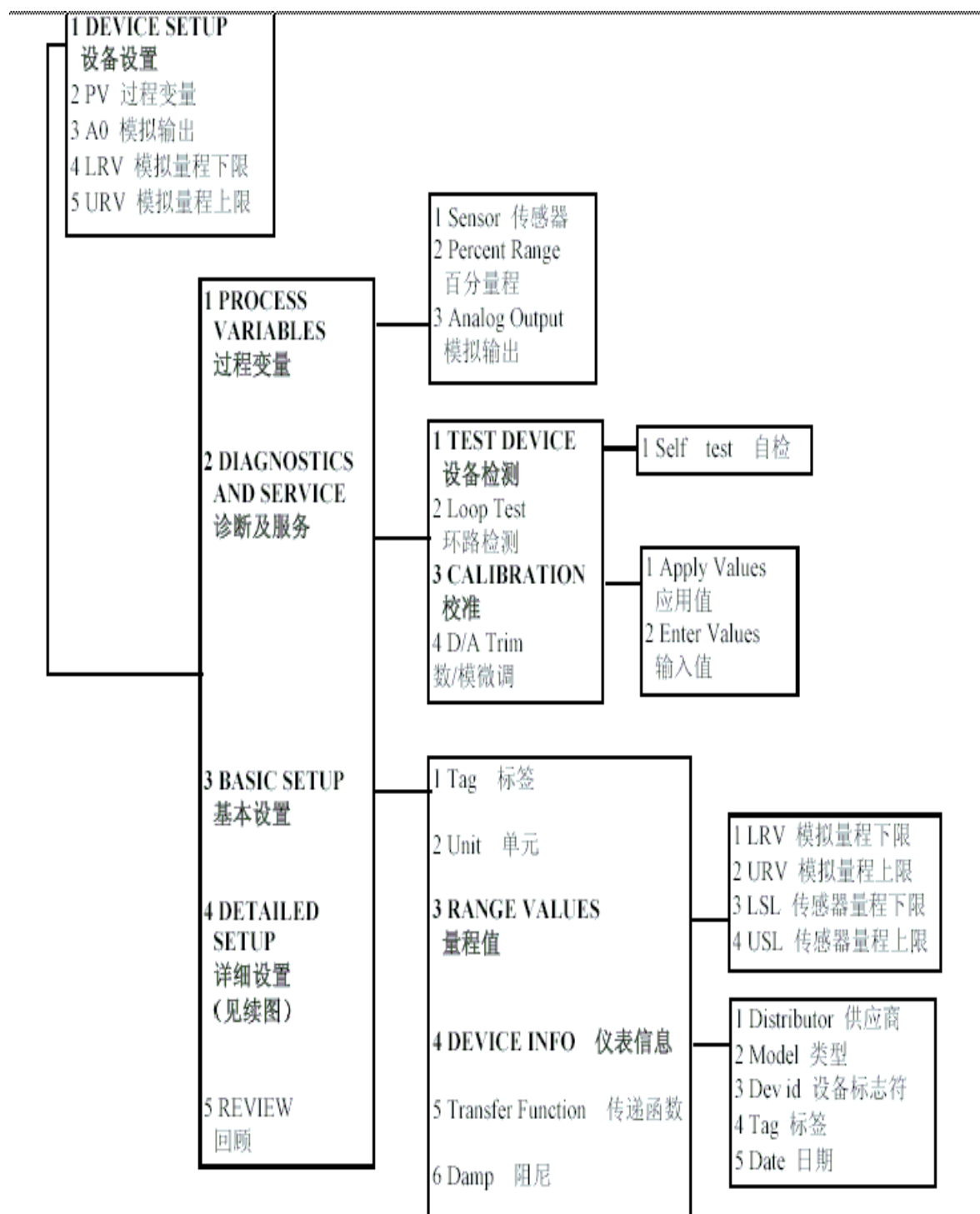


图 9、275 手操器 通用菜单树 (1)

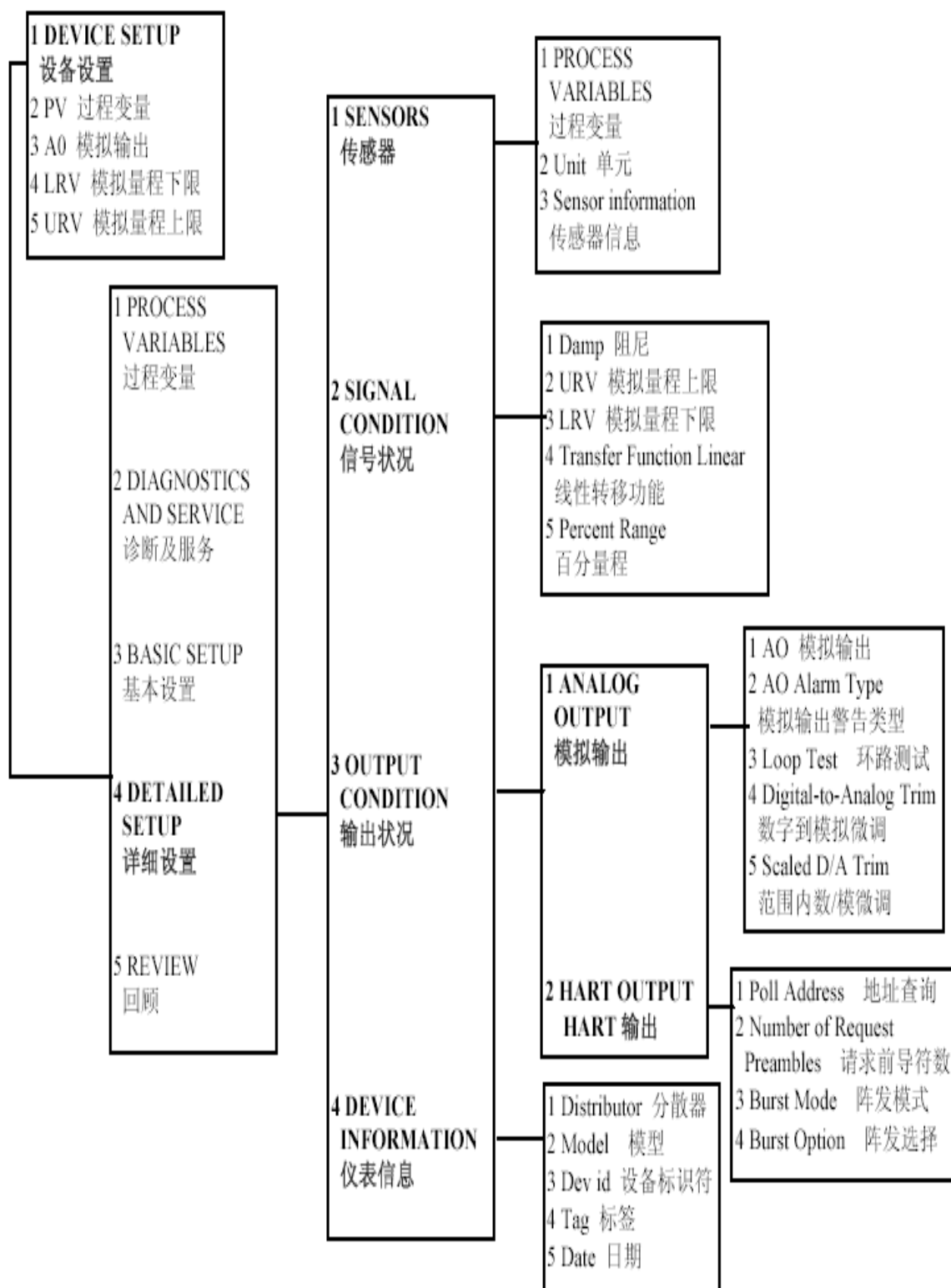


图 10、275 手操器 通用菜单树 (2)