

加氢装置双法兰差压液位计选型及安装

高温、高压工况下双法兰差压液位计的仪表选型和两种不同安装方式介绍——加氢工艺是近年来石油化工行业大量采用的加工工艺，加氢装置操作压力高、温度高，极易导致管道、设备泄漏，后果非常严重。加氢装置由开工前的冷态到正常生产时的热态，或由正常生产时的热态到停工时的冷态，因为热胀冷缩，工艺管道会产生较大的位移，这会牵拉与之联接的仪表引压管路以及测量仪表。因此，加氢装置工况对仪表安装影响非常大。针对国内各类石油化工企业的加氢装置高温、高压工艺条件的特殊性，基于工程设计实例，对该类装置的高压设备液位测量中双法兰差压液位计的仪表选型及仪表安装的工程设计给予介绍。

文 / 刘俭 惠爽 洪梅

随着现代石油石化行业的飞速发展，石化产品遍布国计民生各行各业。

但面对国际复杂的石油行情和我国石油炼制产品结构不完善、高端化产品市场占有率低的特点，石化企业必须选用先进的工艺，以优化产业结构和提高产品质量。目前，石油化工企业多采取高压加氢工艺路线以提高产品附加值。加氢装置工艺设备具有高温、高压和临氢（并含有硫化氢、少量盐酸或氢氟酸等）特点，一般设计压力 12~22 MPa，设计温度约 200~400℃，对液位测量仪表的安全性及稳定性要求相对更加苛刻。因此，在高温、高压设备液位测量选择时，双法兰差压液位计在

众多液位测量仪表中有着极为突出的地位。

双法兰差压液位计选型

双法兰差压液位计是为避免被测介质与变送器的隔离膜片直接接触而设计的液位仪表。它将变送器的测量膜室用不锈钢毛细管和保护涂层连通到一起，中间充满传导介质硅油。

1. 普通工况双法兰差压液位计毛细管填充液选用 DC200 普通型硅油，其适应温度为 -40~205℃，高温高压工况双法兰差压液位计毛细管填充液选用 DC704 高温型硅油，其适应温度为 0~316℃。但在北方冬季气温较低时需考虑伴热问题。若根据现场要求，减少现场伴热点，也可以考虑宽温硅油。宽温在一些知名仪表厂商均有含宽温硅油的双法兰液位计产品，

比如霍尼韦尔 syltherm800 宽温型硅油其适应温度为 -40~316℃。实际项目里的选型要根据所在地环境温度具体选择。

2. 普通工况双法兰差压液位计与高温、高压工况双法兰差压液位计的过程联接选择区别对比见表 1。

3. 接液材质如膜片和结构组件材质，大多为奥氏体不锈钢 316L (00Cr17Ni14Mo2)。316L 含碳量比较低且含有钼元素，这种材质对于均匀腐蚀和坑点腐蚀具有极大优势。316L 在抗晶间腐蚀、高温硫、高温环烷酸和坑点腐蚀性能较好。但 316L 在 Cl 离子和 F 离子腐蚀环境中应力腐蚀失效的概率大于 50%，并将很快形成坑点腐蚀形态进而形成电化学腐蚀。

在某化工企业新建 1.5 万 t/a C9 石油树脂加氢装置项目设计过程中，其高压加氢装置热高压分离

本文作者供职于中国寰球新疆分公司。

器中介质含有氢气、树脂油、硫化氢和少量氢氟酸。在对液位仪表选型时，选用双法兰差压液位计，其与介质接触的接液材质选择 316L 加厚处理，并采用外层镀金组合的方式以抵抗硫化氢和少量氢氟酸的腐蚀。现在装置已经平稳运行 3 年，计划停工拆装高压双法兰差压液位计时接液材质无明显腐蚀痕迹，仪表无假显示，长周期运行测量较为准确，收到非常满意的效果。

双法兰差压液位计安装

根据石油化工企业工艺操作与仪表操作分工界面不同，双法兰差压液位仪表安装方式分两类：一类是双法兰差压液位计的膜片法兰直接与配管专业配对法兰或法兰式阀门联接，如图 1 所示。另一类是双法兰差压液位计的膜片法兰与配管专业配对法兰或法

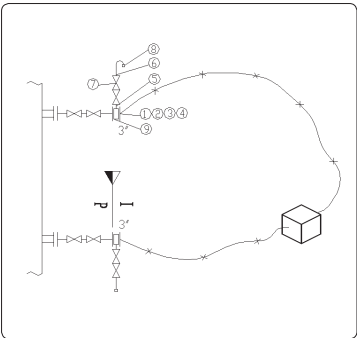


图 1 安装方式一

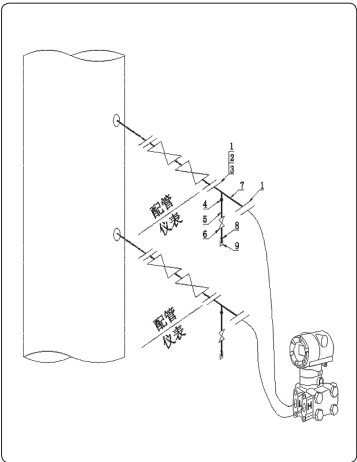


图 2 安装方式二

表 1 双法兰差压液位计的过程联接选择区别对比

	普通工况	高温高压工况
法兰压力等级	Class150、Class300、Class600	Class900、Class1500、Class2500
过程联接标准	SH/T 3406 或 ASME B16.5	ASME B16.5
法兰密封面	突面 RF	环联接面 RJ
垫片	多为：金属缠绕式垫片 D 型	金属环垫，八角形或椭圆形
螺栓材质	35CrMoA	A193Gr.B7/ 25Cr2MoVA
螺母材质	30CrMoA	A194Gr.2H/ 35CrMoA

表 2 安装方式一仪表专业材料

安装材料表					
序号	名称	型号及规格	材质	数量 / 个	备注
1	法兰膜片	3" ; Class2500 ; RJ			变送器带
2	全螺纹螺柱	M33 × 320	25Cr2MoVA	16	
3	螺母	M33mm	35CrMoA	32	
4	八角形金属环垫	3" ; Class2500 ; RJ	AUST S.S(TYPE321)	4	
5	终端接头	1/2"NPT(M) × ϕ 14TSW	SS316L	2	
6	无缝不锈钢管	ϕ 142.5 ; L=100 mm	SS316L	4	尽量短
7	双截止阀	ϕ 14DF × ϕ 14DF ; Cv ≥ 2.5 ; d ≥ 11mm ; 430bar	SS316L	2	
8	打压接头	ϕ 14DF × M20 × 1.5(M)	SS316L	2	
9	冲洗环	3" ; Class2500 ; RJ ; 带 2 个 1/2"NPT(F) 孔 (带丝堵)	SS316L		变送器带

表 3 安装方式二仪表专业材料，压力等级 Class2500 时

表 3 安装材料表					
序号	名称	型号及规格	材质	数量	备注
1	对焊法兰	2" ; Sch 160 ; CL2500 ; RJ	ASTM A182 F321	4/ 个	ASME B16.5
2	全螺纹螺柱 / II 型螺母	M27mm × 195mm	25Cr2MoVA/35CrMoA	16/ 个	ASME B16.5
3	金属环垫	2";CL2500 ; 八角形 ; δ : 按标准	AUSTS.S(TP321)	2/ 个	ASME B16.20
4	支管台	1/2" ; SW ; CL6000	ASTM A182 F321	2/ 个	MSS SP-97
5	无缝钢管	1/2" ; Sch 160	ASTM A312 TP321	1m	ASME B36.10M
6	承插焊截止阀	1/2";CL2500;T 型, 压力密封阀盖, 明杆支架型 ; TRIM:STELLITE	ASTM A182 F321	2/ 个	API602
7	无缝钢管	2" ; Sch 160	ASTM A312 TP321	1m	ASME B36.10M
8	单头短节	1/2" ; PE-NPT(M); ; XXS	ASTM A312 TP321	2/ 个	ASME B36.10M
9	锻制管帽	1/2" ; NPT(F) ; CL6000	ASTM A182 F321	2/ 个	ASME B16.11

表 4 安装方式二仪表专业材料，压力等级 Class1500 时

表 4 安装材料表					
序号	名称	型号及规格	材质	数量	备注
1	对焊法兰	2" ; XXS ; CL1500 ; RJ ; 抗 H ₂ S	ASTM A105 4 ASME B16.5	4/个	ASME B16.5
2	全螺纹螺柱 / II 型螺母	M24 mm × 165 mm	A193Gr.B7/A194Gr.2B	16/个	ASME B16.5
3	金属环垫	2" ; CL2500 ; 八角形 ; δ : 按标准	软铁	2/个	ASME B16.20
4	支管台	1/2" ; SW ; CL9000 ; 抗 H ₂ S	ASTM A105	2/个	MSS SP-97
5	无缝钢管	2" ; XXS ; 抗 H ₂ S	ASTM A106 Gr.B	1m	ASME B36.10M
6	承插焊截止阀	1/2" ; CL1500 ; T 型 , 压力密封阀盖 , 明杆支架型 ; TRIM : STELLITE ; 抗 H ₂ S	ASTM A105	2/个	API602
7	无缝钢管	2" ; XXS ; 抗 H ₂ S	ASTM A106 Gr.B	1m	ASME B36.10M
8	单头短节	1/2" ; PE-NPT(M) ; XXS ; 抗 H ₂ S	ASTM A106 Gr.B	2/个	ASME B36.10M
9	锻制管帽	1/2" ; NPT(F) ; CL6000 ; 抗 H ₂ S	ASTM A105	2/个	ASME B16.11

表 5 26CP13R 和 42SJ1 两种等级表号对比

	26CP13R	42SJ1
设计压力 MPa	21	22
设计温度℃	200	300
操作介质	氢气 + 油品、油气 (含 H ₂ S)、酸性气、酸性水 (含腐蚀性介质)	氢气 + 油品、油气 (含 H ₂ S)、酸性气、酸性水 (含腐蚀性介质)
基本材质	A106 Gr.B (抗 H ₂ S) ①	A312 TP321/TP347
腐蚀裕量	6 mm	1.5 mm
法兰等级及密封面形式	CL1500 RJ	CL2500 RJ
管阀件压力等级或壁厚	CL9000 XXS ② CL6000 ② Sch160	

注:
① A106 Gr.B 属于碳钢材质, 此材质所有管阀件均应有抗 H₂S 要求。
②管阀件中单头短节和锻制管帽的特殊性:
1) 单头螺纹短节由于与锻制管帽联接的一头要套丝, 因此套丝一侧壁厚变薄, 为了增加抗压能力, 所以壁厚要加强一级, 因此选 XXS。
2) 锻制管帽: 根据 ASME 标准规定螺纹联接比焊接压力等级低一级, 因此选 CL6000。

兰式阀门之间加一段短管过渡, 短管两端分别与配管专业配对法兰和仪表法兰联接, 如图 2 所示。针对安装方式一, 仪表专业材料比较简单, 见表 2。针对安装方式二, 仪表专业材料比较复杂, 尤其是压力等级选到 Class1500 和 Class2500 时, 见表 3、表 4。

由于仪表高压管阀件要求苛刻, 制造工艺和成本高, 所以仪表高压管阀件大多采用进口产品。国外引进产品生产周期长, 价格不菲, 仪表材料设计时, 材料的材质、规格以及数量等一定要准

确无误, 而且很少有备用余量。少买会造成影响建设工期, 错买、多买会造成浪费。因为采用进口产品, 执行的标准也均为国外标准, 如上面常用的 ASME B16.5、ASME B36.10M 以及 ASTM、API、MSS、NACE MR0103 等标准要求。

对于操作温度高于 200℃, 介质中含有氢气的碳钢及低合金耐热钢管道, 应根据管道最高操作温度加 20~40℃ 的裕量和氢气分压, 按照临氢作业用钢防止脱碳和微裂的操作极限 (API-941 Nelson 曲线) 选择适当的抗氢钢材。另外, 符合 ASTM 材料标准的奥氏体不锈钢则不用考虑脱碳问题。

高压管阀件的压力等级选择依据主要来自工艺配管专业的管道等级索引表, 配管专业会根据不同的设计温度、设计压力和操作介质的不同, 通过计算选用不同的管线材质以及不同的腐蚀裕量, 就此得出符合某个工况管道等级号。例如: 在某炼油厂高压润滑油加氢装置改造项目设计过程中涉及两种高压等级表号 26CP13R 和 42SJ1。两种等级表号对比见表 5。

结束语

双法兰差压液位计在石油化工工业生产中起着极其重要的作用, 因为高温、高压装置具有极高的危险性, 所以对仪表安全性和可靠性的要求更加严格。本文结合工程建设中仪表设计实例, 对高温、高压工况下双法兰差压液位计的选型特点和两种不同安装方式进行了阐述, 从而能对高温、高压装置仪表设计积累更多的经验以更好地执行, 并提高技术服务的综合保障能力。