

文献标识码: B 文章编号: 1003-0492 (2021) 10-086-03 中图分类号: TP216

球罐液位仪表标准化设计的选型及应用

Selection and Application of Standardized Design of Spherical Tank Liquid Level Instrument

★李家顺 (中国寰球工程有限公司北京分公司, 北京 100012)

摘要: 在经济高速发展的现代社会, 标准化在制造业中已经得到了广泛而成功的运用。通过标准化工作可以优化产品结构、节约成本、提高生产效率、增强企业在市场中的竞争力。对于工程设计单位来说, 如何在保证安全质量的前提下实现效率更高、成本更低、测量更准确的标准化设计同样是发展的必由之路。本文将结合仪表专业的实际情况, 分析介绍一下球罐标准化设计中的液位测量仪表的选型以及应用。

关键词: 球罐; 标准化设计; 伺服液位计; 雷达液位计

Abstract: Standardization has been widespread used in manufacturing industry. Through standardization, product structure can be optimized, cost can be saved, production efficiency can be improved, and market competitiveness can be enhanced. Standardized design is the only way for engineers to achieve higher efficiency, lower cost and more accurate measurement while ensuring safety and quality. Based on the practical application of instrument specialty, the author puts forward the selection and application scheme of level measuring instrument in standardized design of spherical tank.

Key words: Spherical tank; Standardized design; Servo level gauge; Radar level gauge

1 前言

随着我国科技进步以及社会经济需要, 石油化工行业一直保持着极高的发展速度, 作为配套设施的罐区, 球罐的自动化水平也得到了较为明显的发展。市场竞争日趋激烈, 为了在保证安全质量的前提下追求设计效率最高、成本最低, 操作最优的目标, 结合生产现场应用经验和对于多个厂家的产品研究, 提出采用伺服和雷达液位计搭配使用, 统一乙烯等球罐液位计接口尺寸等设计规格, 实现标准化设计的方案。

2 球罐液位仪表设计选型

球罐配置的仪表主要由开关阀, 液位计, 温度计以及压力计组成, 如图1所示。

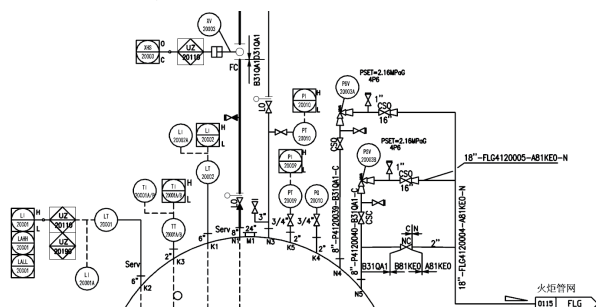


图1 标准球罐PID示意图

按照规范SH/T3184-2017要求, 储罐应在罐顶设置两套配备罐旁指示仪的液位连续测量仪表, 其中一套用于控制系统中设置高低液位报警, 球罐液位测量主要目的是监控球罐介质液位高度。同时为保证球罐安全运行, 还应该根据工艺要求在控制系统中设置高高、低低液位的报警以及联锁信号, 且参与液位联锁的测量仪表要单独设置, 不能和液位监视仪表混用^[1]。

日常设计中常用于储罐液位连续测量的仪表主要有雷达液位计、伺服液位计、磁致伸缩液位计、静压式液位计等, 几种液位计都有各自的优缺点以及实用案例, 在本次标准化设计中, 选择伺服与雷达液位计同时使用的设计方案, 伺服液位计进行联锁, 而雷达液位计进行指示报警。此方案中两种液位计的选型、应用分析以及解决方案如下:

(1) 伺服液位计

伺服式液位计是一种多功能仪表, 既可以测量液

位,也可以测量界面、密度或罐底等参数,一直被广泛地用于球罐液位的高精度测量。如图2所示。

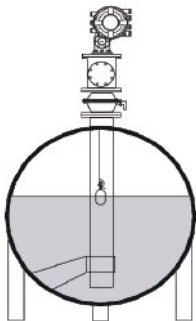


图2 伺服液位计安装示意图

伺服液位计主要由浮子、钢丝、伺服变送器组成。浮子在介质中的位置是由伺服机构的平衡来确定的。伺服机构在微处理器的控制下进行测量。力矩传感器判断浮子的浮力信号(浮子重量和浮力综合信号)和微处理器的测量要求,发出控制信号到控制器,决定伺服马达的方向和转角,平衡后浮子的位移(线轴转角)由转角变换器变成脉冲信号送入微处理器,最后由微处理器输出信号给控制或联锁系统^[2]。

伺服液位计的优点十分明显:功能强大,可以测量液位、界面、密度等参数;测量精度高,可以轻松达到 $\pm 1\text{mm}$,同时重复性也可以达到 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

伺服液位计的缺点主要是仪表结构相对复杂,钢丝马达等部件之间难免会因长期使用出现机械磨损,日后维护成本会相对提高。另外由于其属于浮子接触式的测量方式,因此对于液面以及球罐内介质的稳定性要求较高,当液面波动较大时可能会对测量造成较大影响。

针对上述问题,综合参考了不同项目、不同厂家的不同产品,最终选用过程接口尺寸为6"的伺服液位计,同时将导向管的尺寸也定为6",对于导向管上的开孔,建议开孔直径为 $\phi 20\text{mm}$,双排对向错开150mm,单排孔间隔为300mm,导向管内侧光滑且不可带有毛刺,导向管的垂直度不能大于垂直偏差值,如图3所示。通过以上设计,主要是为了保证导向管内液体的稳定,同时可以满足磁浮子垂直度要求并且能够更好地避免液位波动导致浮子碰壁的情况发生,从而最大限度地保证液位计测量的准确性以及可靠性。

针对导向管底部要求采用可拆卸不封闭的设计,这样可以保证最低测量液位不会受到最低开孔位置的影响,同时可拆卸式的设计也可以更好满足日后维护

导向管开孔示意:

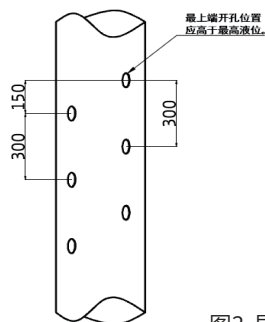


图3 导向管开孔示意图

的需要,如图4所示。

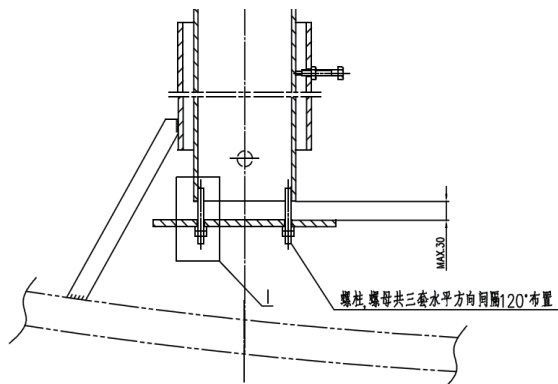


图4 导向管底板安装示意图

(2) 雷达液位计

雷达液位计利用电磁波经天线向被探测容器的液面发射,当电磁波碰到液面后反射回来,仪表检测出发射波及回波的时差,从而计算出液面的高度^[3],如图5所示。被测介质导电性越好或介电常数越大,回波信号的反射效果越好。



图5 雷达液位计示意图

雷达液位计主要由发射和接收装置、信号处理器、天线、操作面板、显示等几部分组成。发射—反射—接收是雷达液位计工作的基本原理,分为时差式和频差式。

时差式是发射频率固定不变,通过测量发射波和反射波的运行时间,并经过智能化信号处理器,测出被

测液位的高度。这类雷达液位计的运行时间与液位距离的关系如式（1）所示：

$$t=2d/C \tag{1}$$

式中t为探头从发射电磁波至接收到反射电磁波的时间；d为被测介质液位和探头之间的距离；C为电磁波传播速度，C=300000km/s。

频差式的发射频率不是一个固定频率，而是等幅可调频率。雷达液位计向液体表面发射具有连续变化频率的微波信号，当信号向下抵达液体表面并返回天线时，它将与此时正在发射的信号混合；当回波信号向下抵达液体表面并重新返回时，发射的信号已经轻微改变；当把发射信号与接收信号混合时，产生一种与液体表面距离成比例的低频信号，并由此计算出准确度极高的测量值。

由于雷达液位计是利用非接触雷达测量方法，无可动零件进入球罐的内部环境且不与介质接触，因此雷达液位计几乎免维护、无挂料、寿命长，且安装简单、标定简单，也不易受到液面波动变化等影响，特别适用于大型立罐和球罐的测量，故而在此次标准化设计中将雷达液位计作为液位监视仪表。

雷达液位计的缺点是储罐内液体介电常数低，雷达反射波减弱，或者储罐内液体可能产生严重扰动的场合会导致测量的效果受到较大影响。为了减小这些因素对于雷达液位计测量效果的干扰，可以在储罐内设置导波管，将雷达天线安装在导波管内，以最大限度地保证雷达液位计的测量精度。为了避免假反射的出现，可以配套反射板处理过强的虚假反射信号，以提高测量效果，可按照标准的导波管外形尺寸，设计在导波管上自由拆装的反射板，避免影响设备的正常运行以及维护。如图6所示。

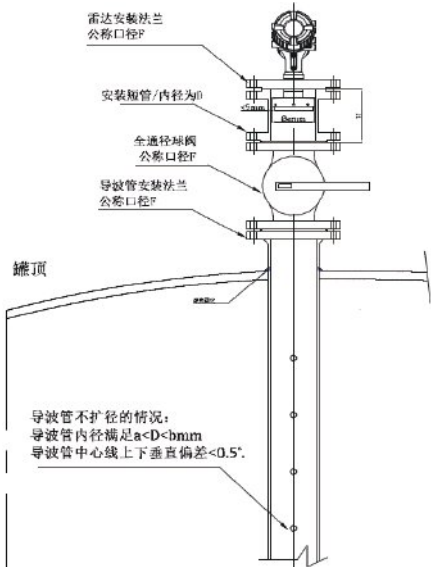


图6 雷达液位计以及导波管示意图

3 结论

采用同时安装伺服液位计和雷达液位计的工艺方案，通过伺服液位计对储罐液位进行安全联锁，通过雷达液位计进行可靠的信号输出，可实现储罐的精准计量、安全操作。与此同时，还可以统一同类型装置的接口规格标准，实现同类乙烯等产品球罐的标准化设计，大幅提高设计效率，降低成本。AP

作者简介：

李家顺（1983-），男，山东人，工程师，学士，现就职于中国寰球工程有限公司北京分公司，主要从事自控专业工程设计工作。

参考文献：

- [1] SH/T 3184-2017. 石油化工罐区自动化系统设计规范[S].
- [2] 陆德明. 石油化工自动控制设计手册(第三版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000, 131.
- [3] 陆德明. 石油化工自动控制设计手册(第三版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000, 140.