

外测液位计在液氨球罐中应用

于世友

中化吉林长山化工有限公司

摘要:介绍了声纳式外测液位计的工作原理、特点。以液氨球罐液位为测量对象,对比其他原理液位计在液位测量中的优缺点,并根据实际使用场景和需求,证明了外测液位计在液氨球罐工况的无故障长周期安全可靠的运行。介绍了外测液位计的使用注意事项。通过对比其他原理液位计在危险化学品液位测量中的优缺点,针对液氨储罐,根据 SIL 定级以及现场工况,与工艺专业共同分析确定化学品储罐 SIS 系统的控制参数,通过 SIS 系统的三取二工作方式执行联锁控制方案。

关键词:外测液位计;声纳;球罐;SIS

在石油化工等生产装置中,储罐用于存储各种介质,并需监测其液位、压力、温度等关键参数。对于毒性和强腐蚀性介质,如液氨储罐的液位测量尤为重要,因其直接影响工艺生产,以及人身、环境及财产安全。因此,液氨储罐液位测量仪表的准确性、响应速度和可靠性等参数至关重要,确保生产安全与效率。

1 外测液位计的工作原理与特点

1.1 声纳测距原理与特点

外测液位计的超声波技术基于声纳回波测距原理。在工作时,仪表的探头会发射超声波脉冲信号,这些信号能够穿透容器壁并在液体中传播。当超声波信号遇到液面时,会产生反射回波。仪表主机接收这些反射回波信号,并通过计算超声波信号的传播时间来确定液位高度。具体来说,仪表内部的高速信号处理芯片会处理这些信号,根据声波的传播速度和传播时间精确计算出液位的高度。

声纳回波测距原理具有这些特点:

1) 非接触式测量,超声波技术使得外测液位计能够在不接触液体的情况下进行测量,避免了因接触式测量可能带来

的污染、泄漏等问题;2) 高精度,超声波信号传播速度快,且受液体介质性质的影响较小,因此能够实现高精度的液位测量;3) 高灵敏度,仪表主机能够接收并分析微弱的反射回波信号,确保在复杂工况下也能准确测量液位;4) 实时性,超声波技术具有快速的响应速度,能够实现对液位的实时、连续监测。

1.2 振动分析技术原理与特点

外测式液位计是一种创新的液位测量设备,它巧妙地运用了振动分析原理,能够在不直接接触容器内部介质的情况下,从容器外部准确地测量出介质的液位。这种测量方式实现了完全的隔离,从而确保了测量的安全性和可靠性。该液位计的防爆主机通常被巧妙地安装在被测容器的近旁,而测量头则紧密地贴合在容器的外壁上。当测量头紧贴容器外壁时,它能够捕捉到从容器壁外传递出来的微小机械振动波形。这些波形实际上是由容器内部液体的振动特性和容器本身的固有特性共同作用而产生的。为了从这些复杂的振动波形中提取出液位特征量,外测式液位计采用了专门的算法进行处理。这些算法能够综合考虑液体的振动特性、容器的固有频

率以及测量头接收到的振动信号等多个参数,从而准确地计算出液位。计算公式如下:

$$H=H(f(a,t)y)$$

式中: A ——液体特征系数;

t ——液体温度;

y ——振动波形的液位特征量。

通过这种先进的技术,外测式液位计不仅实现了对液位的精确测量,还避免了与容器内部介质的直接接触,从而大大提高了测量的安全性和便捷性^[1]。

仪表主机集成了多项高级信号处理技术以及模式识别等专有技术,因此,即便是液罐上可能产生的电动机振动、碰撞敲击等多种振动干扰,也不会对测量造成任何影响。该仪表展现出了极强的抗机械振动和电气干扰能力,确保了测量的稳定性和准确性。

此外,外测式液位计还具备自动进行参数校准的功能,这一特性使其能够持续适应各种环境条件的变化。无论是液体温度的变化,还是被测液体成分的改变,都不会对仪表的测量结果产生干扰。这种自我调整的能力,确保了仪表在恶劣的环境条件下依然能够长期、可靠地工作。

总的来说,外测式液位计凭借其先

进的技术和卓越的性能，能够在各种复杂和恶劣的环境中保持高精度的测量，为工业生产提供了有力的支持。

2 外测液位计的应用优势

安全性高是外测式液位计的一大显著优势。由于测量头和仪表都被巧妙地设计安装在容器的外部，完全避免了与罐内液体和气体的直接接触。这一设计特性在测量有毒、有腐蚀性、有压力、易燃易爆、易挥发、易泄漏的液体时，显得尤为重要。在进行安装、维修、维护等操作时，工作人员无需进入可能含有危险物质的环境，从而极大地降低了操作风险，保障了人员安全。即使在仪表出现损坏或需要维修的情况下，由于测量头与仪表均不与罐内物质接触，也完全排除了引起泄漏的可能性，进一步提升了整体系统的安全性^[2]。

耐用性强则是外测式液位计的另一点亮点。测量头和仪表内部没有机械运动部件，这意味着它们不会因长期运行而产生磨损。同时，这些部件都被严格密封，与外界环境完全隔离，避免了因环境因素导致的腐蚀问题。这种设计不仅保证了仪表的高度可靠性，还显著延长了其使用寿命。因此，与需要频繁更换或维修的传统液位计相比，外测式液位计的维护工作量大大减少，为用户节省了大量的时间和成本。

在安装和维护方面，外测式液位计同样展现出了极大的便利性。它无需在容器上开孔，也不需要法兰盘和连通管等额外部件，这意味着无论是新旧容器，都可以非常方便地进行安装。此外，安装和使用过程中无需进行人工校准，这不仅简化了操作流程，还确保了仪表在安装后即可立即投入使用，并保持高度精度。这种即插即用的特性，使得外测式液位计在快速部署和高效运行方面具有显著优势。外测式液位计的安装管路如图 1 所示。

适用范围广是外测式液位计的又

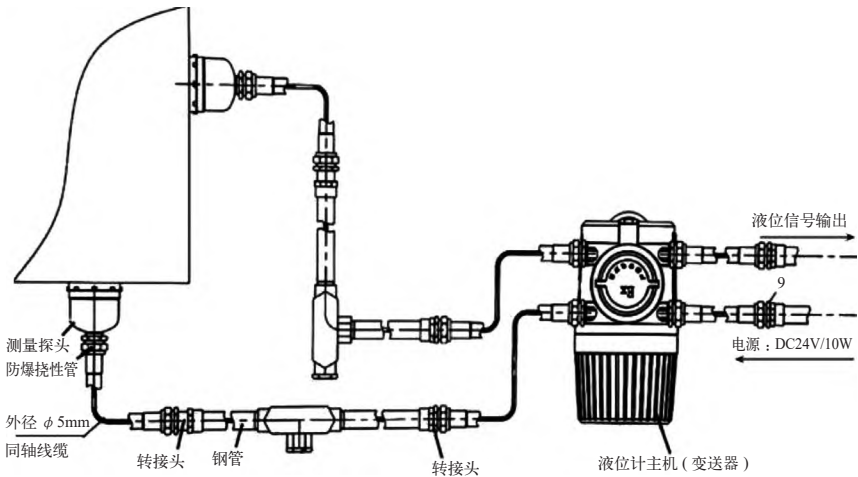


图 1 外测式液位计的安装管路

一重要特点。它特别适用于各种压力容器、易燃易爆液位、易挥发易泄漏液位、有腐蚀有毒害液体以及卫生无细菌感染的容器的液位测量。在化工、石油、制药、食品等多个行业中，这些液位测量往往面临着极大的挑战。而外测式液位计凭借其卓越的性能和广泛的适用性，成功地地为这些行业提供了高效、可靠的液位测量解决方案^[3]。

外测式液位计以其安全性高、耐用性强、安装维护方便以及适用范围广等显著优势，在液位测量领域展现出了强大的竞争力。它不仅能够满足各种复杂环境下的液位测量需求，还能够为用户带来更高的安全性、更低的维护成本和更长的使用寿命。随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展，外测式液位计必将在未来发挥更加重要的作用。

3 外测液位计在液氨球罐中应用

在液氨的储存与管理中，准确测量液氨球罐的液位高度对于确保生产安全和提高运营效率至关重要。我司合成车间的 A 氨球罐和 B 氨球罐，这两个球罐的容量均为 927 m³，是化工生产中不可或缺的重要设备。然而，在过去，我司在测量这两个球罐的液位时，一直采用的是双法兰差压液位变送器、磁翻板液位计以及干簧管液位计等传统测量方法。尽管这些方法在一定程度上满足

了生产需求，但在实际应用过程中却暴露出了一系列问题。

双法兰差压液位变送器虽然测量原理简单，理论精度很高，但易受介质密度、温度等因素的影响，导致实际测量误差较大。磁翻板液位计虽然测量范围较广，但在液氨这种挥发性强、腐蚀性大的介质中，其测量精度和稳定性往往难以保证。而干簧管液位计则存在易损坏、维护成本高等问题。

我司液氨球罐通过安全分析，需要设置液位高高及液位低低联锁的安全仪表系统（SIS）功能。液氨球罐原采用双法兰差压液位变送 LT-20802B 及干簧管液位计 LT-20802C 信号进 SIS 控制系统，采用二取一联锁逻辑，当任一台液位 ≥ 9 700 mm 时，联锁关闭罐入口阀门 HV-20801D；任一台液位 ≤ 1 000 mm 时，联锁关闭罐出口阀 HV-20802B/HV-20803B/HSV-40001B。液位高高联锁关闭罐入口阀门，会导致本车间系统停车；液位低低联锁关闭罐出口阀门，动作会导致下游相关车间系统停车。由于采用二取一联锁，若任一台液位故障或测量异常时，极易造成误联锁，给生产和安全带来负面影响，液氨储罐液位联锁情况如图 2 所示。

为了克服这些问题，我司决定采用外测液位计对 A 氨球罐和 B 氨球罐进行技术改造。外测液位计具有测量准确、

安装方便、维护简单等诸多优点,且无需停产倒罐以及动火作业。在液氨球罐的液位测量中,外测液位计能够充分利用其非接触式测量的特点,避免了与液氨的直接接触,测量仪表由二取一改为三取二,较好的提高了安全性和可用性。

在改造过程中,我司选择了适合液氨球罐测量的外测液位计型号,并按照产品使用说明书进行了安装。由于外测液位计的安装无需开孔动火,大大简化了安装流程,降低了安装成本。同时,外测液位计的使用也非常方便,只需要定期进行检查和维护即可保持其良好的工作状态。

在实际使用过程中,我司发现外测液位计的测量精度显著提高,误差范围大大缩小,实际液位曲线如图3所示。量程为1200 mm的外测液位计能够准确测量出液氨球罐内的液位高度,为企业的生产调度和安全管理提供了更加可靠的数据支持。此外,外测液位计还具有极强的抗干扰能力,在液氨球罐的复杂环境中能够保持稳定的工作状态,确保了测量结果的准确性和稳定性。

4 外测液位计应用的注意事项

液位探头作为外测液位计的核心组件,其敏感性和精确度对于确保测量结果的可靠性至关重要。因此,在对其

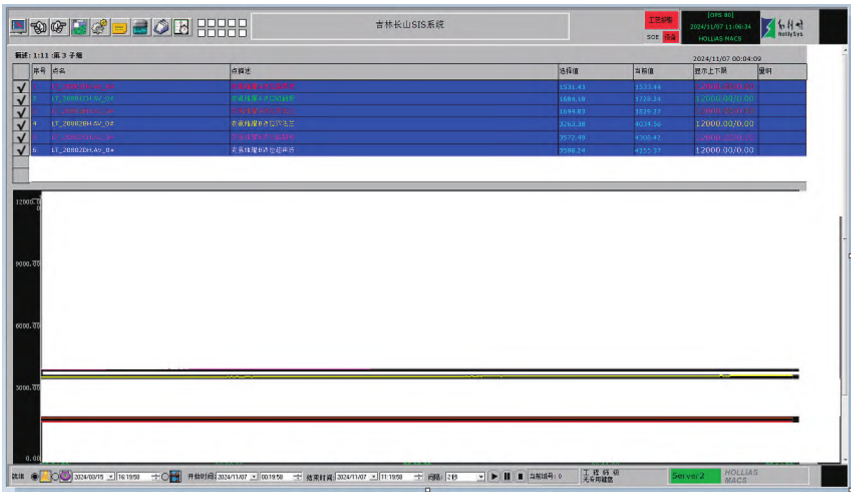


图3 实际液位曲线图

进行任何操作时,都必须格外小心谨慎,以防不慎损坏^[4]。若未经厂方指定的专业维修人员指导或在场监督,切勿擅自拆除已妥善安装好的液位探头,以免因操作不当而引发故障或影响测量精度。

在安装探头时,容器壁表面的处理同样不容忽视。为确保测量结果的准确性,安装测量头的位置必须保持光滑平整,无任何凸起、凹陷或污渍,以免干扰测量信号的传输和接收。

外测液位计在使用过程中还需进行定期的检查和维护。这包括检查探头的安装状态、清洁测量表面、检查电缆连接是否牢固等,以确保仪器能够长期稳定运行,为企业的安全生产提供有力保障^[5]。通过细致的维护和

保养,可以延长外测液位计的无故障运行周期和使用寿命,降低维修成本,提高企业的经济效益。

5 结语

外测液位计在液氨球罐中的应用展现了其无可比拟的优势。通过非接触式测量技术,外测液位计不仅提高了测量精度和安全性,还简化了安装和维护流程,降低了操作成本。未来,随着技术的不断进步,外测液位计有望在更多领域和工况场景得到广泛应用,为工业生产的安全和效率提供有力支持。

参考文献

[1] 孙德利,王荣文.外测式液位计在液氨储罐上的应用[J].中国仪器仪表,2014(6):43-46.
[2] 李明胜,张身伟.ELL外测液位计在苯储罐上的应用[J].仪器仪表用户,2017,24(9):38-41.
[3] 高奉林.外测式液位计在氢氟酸储罐上的应用[J].石油化工自动化,2014,50(5):71-73.
[4] 王云,范咏峰.双法兰差压液位变送器的应用[J].流程工业,2022(10):52-55.
[5] 范咏峰,王云,曾德智.石油化工装置何时设置安全仪表系统[J].流程工业,2021(11):24-27.

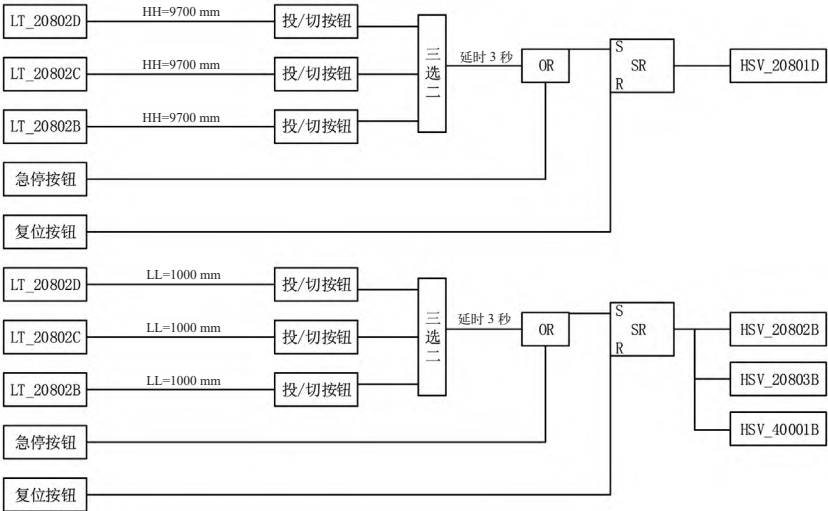


图2 液氨储罐液位联锁示意图