

雷达物位计在高性能油田助剂生产中的应用

张宗佑 李珊 余悉

四川美丰化工科技有限责任公司

摘要: 介绍雷达物位计的调频连续波和脉冲波两种测量原理。介绍了雷达物位计的性能、特点、优点及适用场合。基于调频连续波原理的雷达物位计,介绍了几种不同介质及工况的实际场景的应用情况,并提出安装注意事项。

关键词: 调频连续波; 雷达液位计; 搅拌; 自聚; 凝固

在仪表制造业相对发达的今天,不同行业、不同的工况下的物位测量仪表种类繁多,原理也不相同,其作用是企业生产提供可靠的参考数据。但受使用介质的物理性质、化学性质和一些特殊的使用场合,需要选择合适的物位计才能满足使用要求^[1]。本文将通过我司在高性能油田助剂车间生产中对某品牌 G80 雷达物位计的成功应用,探讨雷达物位计在油田助剂生产中的选型及安装。

1 雷达物位计原理

目前非接触式雷达液位计根据测量原理分为调频连续波和脉冲波两种。

1.1 调频连续波原理

雷达物位计通过天线发射一个调频连续波信号,该信号的频率会像锯齿那样发生变化。发射的调频连续波信号被测量介质反射,经反射后的信号作为回波信号被天线接收。被接收到的回波信号频率与当前的发射频率始终存在频率差。频率差与容器中的物位成正比,通过传感器的特定算法计算后,得出准确的物位高度值。

调频连续波发射周期性的射频信号,发射信号的带宽为 B ,周期为 T ,

同时刻发射信号和接收信号的频差为 F_d ,那么发射信号和接收信号之间的时间差:

$$T_d = \frac{F_d \times T}{B} \text{ 又 } T_d = \frac{D \times 2}{C}$$

其中 D 为雷达与被测物面之间的距离, C 为光速。由上可得:

$$D = \frac{C \times T_d}{2} = \frac{C \times F_d \times T}{2 \times B} = f(F_d)$$

1.2 脉冲波原理

雷达物位计通过天线发射极短的微波脉冲到被测介质上,脉冲信号被介质表面反射并被天线重新接收。从发射到接收信号的运行时间与容器内介质物位高度成正比,如图 1 所示,通过计算后,得出物位高度值。

$$L = H - d = H - c \cdot t / 2 \quad \text{式 (1)}$$

式中: c ——电磁波传播速度,在真空中为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$;

d ——被测介质与天线之间的距离, m ;

t ——天线发射与接收到发射波的时间差, s ;

H ——天线距罐底高度, m ;

L ——液位高度, m 。

由式 (1) 可知,只要测得 t ,即可计算得到 L ^[2]。

2 工况简价和现场产品

我司现有原料贮罐、成品贮罐、计量罐及反应釜等罐体设备。原料贮罐与计量罐中,除了苯酚、甲醛、环氧氯丙烷、丙烯酸几种介质配置了相应保温措施,其余原料贮罐与计量罐的工作温度为常温;原料贮罐与计量罐的压力为微正压,压力控制在 780 Pa 左右。反应釜的工作压力为 $10 \sim 150 \text{ kPa}$,工作温度为 $50 \sim 150^\circ\text{C}$;苯酚、甲醛、环氧氯丙烷、丙烯酸贮罐和反应釜都配备了搅拌装置,且配有伴热或绝温处理。因为许多物料及工况的特殊性,在液位测量时许多常规液位测量方式满足不了要求,而且生产装置及贮罐区域为爆炸危险区域,通过市场调研和产品技术对比后,针对上述罐体设备我司主要使用了某品牌 G80 系列的本质安全型两线制雷达物位计, G80 雷达液位计为调频连续波原理。

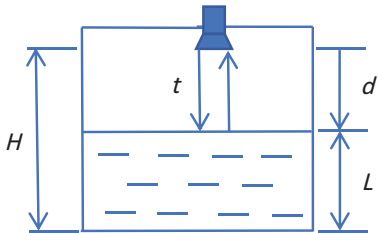


图 1 脉冲波雷达物位计

3 G80 雷达物位计特点

3.1 其他常规物位仪表的测量特点

在工业生产中,物位测量仪表种类众多,常见的有浮筒液位计、差压式液位计^[3]及磁翻板液位计等。这些液位计都属于接触式液位计,其测量过程中要与介质接触,在用于一些密度不一致、测量范围大、易凝固、易自聚、带搅拌的场合不能有效的满足液位的测量要求。

3.2 雷达物位计的特点

雷达物位计可为非接触式测量仪表,且具有高精度,大量程,高稳定性,调试操作简便等技术特点,决定了其在化工行业比其他测量手段更具有显著优势。

化工行业中介质包含腐蚀性强危险介质,雷达天线可采用衬氟防腐技术,测量强腐蚀性介质效果更佳;一些易自聚的原料,使用常规的液位测量,因物料本身易自聚导致引压管路或测量元件堵塞和凝结,从而影响测量;用于贮存原料或成品的贮罐其量程往往较大,多为10~30 m,且部分伴有内浮顶或者带搅拌,这些工况下需考虑高频雷达物位计,安装方便简单,且能保证安全可靠的测量要求。

3.3 G80 雷达物位计与其他常见物位计应用对比

苯酚熔点为43℃,沸点为181.9℃,闪点为85℃,具有易燃特性。其贮罐采用立式不锈钢材质设计,高度为8m。贮罐上配备了搅拌装置和氮封装置,操作压力为780 Pa;苯酚低于43℃时易凝固,温度在45℃时是液体,为防止苯酚凝固,苯酚储罐内设置蒸汽冷凝液盘管进行加热。原苯酚储罐的液位测量使用了双法兰差压式液位计,但是使用过程中,工艺操作人员时常会反映测量仪表不准确,测量数值未变化等现象。经过检查判断,在仪表取压的设备引管处,未有效地进行伴热处理,苯酚在低于43℃的情况下凝固,从而影响了仪

表的测量。为了避免该类情况的再次发生,决定改变液位的测量原理对贮罐的液位进行测量,在苯酚贮罐的顶部安装G80调频雷达物位计,安装调试后,使用效果良好,如图2所示。

三乙烯四胺的熔点为12℃,沸点为266℃,闪点为149℃,属于可燃性物质。该物质易与强氧化剂发生剧烈反应,存在燃烧和爆炸的潜在危险。三乙烯四胺的计量罐设计为立式不锈钢贮罐,高度2 m。贮罐上未配备了搅拌装置,配备了氮封装置,操作压力为780 Pa;三乙烯四胺低于13℃时易凝固,温度在15℃时是液体,为防止三乙烯四胺凝固,三乙烯四胺计量罐内设置循环水盘管进行加热。原三乙烯四胺计量罐的液位测量使用了带远传功能的磁翻板液位计,但是使用过程中,工艺操作人员时常会反映测量数值变化缓慢或测量数值未变化等现象。经过检查发现,磁翻板液位计不是使用的夹套型磁翻板,磁翻板液位计筒体内的温度较低,三乙烯四胺在磁翻板液位计内凝固成了固体,将浮子卡住,从而影响了液位的测量。为了避免该类情况的再次发生,决定改变液位的测量原理对贮罐的液位进行测量,在三乙烯四胺计量罐的顶部安装G80调频雷达物位计,安装调试后,

使用效果良好,如图3所示。

针对反应釜的液位测量,需综合考虑其工艺参数及操作条件。该反应釜的操作压力范围为10~150 kPa,操作温度为50~150℃,采用盘管加热方式,加热介质为饱和蒸汽。搅拌系统采用双层搅拌桨结构,以确保物料混合均匀。油田助剂产品在生产过程中通常会加热促使反应发生,从而保证产品质量,使用的反应釜大都带有加热盘管和搅拌装置。因反应釜不只生产一种产品,每次生产的原料不尽相同,而且原料每批次的密度也不一样,所以无法用双法兰差压式液位计进行测量。生产过程中为了在反应时加热效率更高、更均匀,所以搅拌桨和盘管间距离较小。原液位测量使用的是其他国产品牌的调频雷达液位计,使用过程中时常会发生虚假液位现场。

经过检查判断,其一是因为该国产调频雷达液位计的波束角太大,而搅拌桨的运转和桨叶与盘管间距太小的原因,雷达液位计不能有效地克服搅拌桨带来的影响;其二是因为在反应过程中,反应釜内会产生蒸汽和泡沫,原雷达液位计不能在此工况下正常工作,容易产生虚假回波,从而影



图2 苯酚储罐

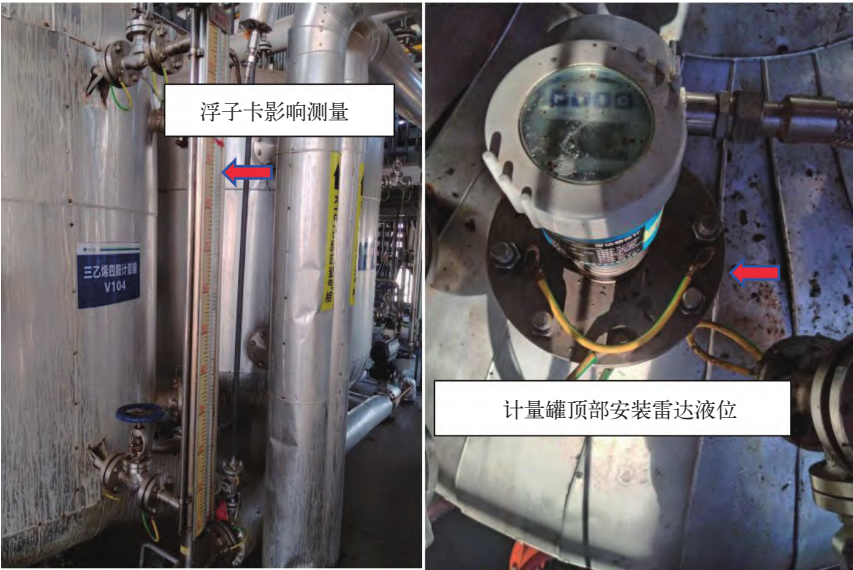


图3 三乙烯四胺的计量罐

响了液位的测量。将此液位的测量更改为 G80 调频雷达物位计,在反应釜顶部安装,安装调试后,有效地克服了生产时搅拌桨及蒸汽等带来的影响,3° 小波束角技术也有效地解决了桨叶与盘管间距太小的问题,使用效果良好,如图 4 所示。

3.4 现场应用场景分析

从上述案例中我们可以发现,某品牌 G80 调频雷达物位计在精细化工中,用于贮罐、反应釜等罐体的液位测量是非常适用且应用广泛的。普通

工况下使用某品牌 G80 调频雷达物位计,测量稳定、安全可靠,且安装维护方便。某品牌 G80 调频雷达物位计还特别实用于强腐蚀性介质的液位测量、易自聚介质的液位测量、易结晶或凝固介质的液位测量,带有加热和搅拌的贮罐或反应釜的液位测量等特殊工况。

4 雷达物位计安装注意事项

雷达物位计不仅需要合理选型,还必须正确安装,它能在生产中发挥其卓越的性能。雷达物位计的安装位置是否合适对测量有很大的影响。若安装位置不合理,将引起干扰回波,使仪表测量不稳定或测量不准确。这种情况需要重新定位,选一最佳位置,使雷达回波质量优化,减少干扰回波。

雷达物位计安装要求:1) 为了尽可能的减少能量损失,雷达物位计在安装时要尽可能垂直于物料表面安装(垂线最短),让雷达波反射

回去;2) 为了有效减少干扰回波,雷达物位计仪表安装位置与罐壁距离尽量大于波束角,以避免罐壁上所装仪表在雷达束内而引起干扰回波;3) 为了减少物料进料时虚假回波对测量带来影响,雷达物位计不要装在进料口上方。因为物料在注入的过程中会产生幅度比正常测量的反射信号回波大得多的虚假回波信号;4) 目前国内部分厂家的雷达物位仪表不具备克服搅拌器干扰回波的功能,在搅拌器运行时,搅拌桨的干扰回波将对测量带来较大的影响,所以不具备搅拌器干扰回波的功能的雷达物位计不要安装在搅拌器上方;5) 在带有加热贮罐或反应釜的液位测量时,雷达液位计的开口处一定要远离盘管的固定支架;6) 为了减少回波丢失,拱形顶罐或卧罐不要把仪表装在罐的中心位置。

5 结语

雷达物位计因为其稳定可靠的测量、简单方便的维护等优势,已在医药、电力、精细化工等多领域得到了广泛应用,但在耐高温、高压等方面技术还不是很成熟,应用案例不多。但随着生产技术和自动化的发展,雷达物位计在高温高压工况下的使用、高稳定性等方面技术不断完善,雷达物位计将会得到更广泛地应用。

参考文献:

[1] 化工自控设计规定:HG/T 20507—20516—2014[S]. 北京:中国计划出版社,2014.
[2] 姬晓波,涂亚庆.雷达液位计测量原理的分析及应用探讨[J]. 石油化工自动化,2005(1): 68-70.
[3] 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.

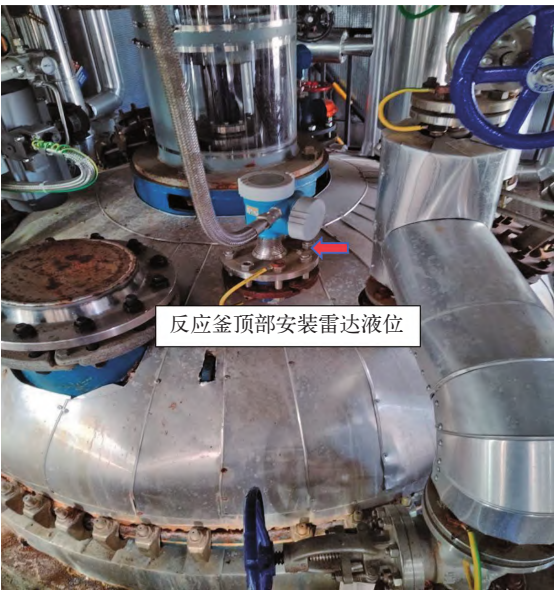


图4 反应釜