

G80 系列雷达液位计 在碳酸乙烯酯项目上的应用

潘泽科

广西天亿新能源材料有限公司

摘要: 叙述了几种常见的液位计的工作原理和优缺点, 详细介绍了 G80 系列雷达液位计的测量原理、性能特点、安装调试、使用情况及特点, 并结合实际案例说明 G80 系列雷达液位计在小尺寸且带有搅拌的配置罐液位测量中的应用表现, 体现了 G80 系列雷达液位计具有无故障长周期的安全及可靠地运行。

关键词: 雷达液位计; 搅拌; 连续调频; 小盲区

在碳酸乙烯酯装置项目实施的过
程中, 催化剂配置罐液位的测量尤为重
要, 在液位计的选型上因其配置罐尺寸
小, 有搅拌的特殊情况, 常规的液位测
量方式难以准确、稳定地测量催化剂配
置罐的液位, 在雷达液位计的选型上,
做了大量的调研工作并进行了多方的讨
论, 此外雷达液位计的选择上必须考虑
搅拌的干扰、进出物料管线众多且配置
罐相对偏小的情况。

1 选型的要求

在碳酸乙烯酯装置项目的实施过
程中, 催化剂的配置罐液位测量面临一
定的技术挑战。由于配置罐体积较小,
且罐内设有搅拌装置, 导致液位测量容
易受到搅拌扰动的干扰。因此, 液位计
的选型与安装需特别考虑如何克服罐体
小、搅拌强度大的工况, 以确保液位测
量的稳定性和准确性。此外, 鉴于装置
位于南方沿海地区, 雨季持续时间长且
雨水量大, 环境湿度高且腐蚀性较强。
因此, 在液位计的选型过程中, 除满足
基本的测量要求外, 还需重点考虑其防
腐性能及防护等级。

2 工况简述及现场产品

2.1 工况简介

碳酸乙烯酯装置生产过程中, 需要
独立的催化剂配置罐, 催化剂配置的过
程需要融合多种物料, 融合物料时, 搅
拌要实时运行, 通过雷达液位计实时测
量了物料加入时, 配置罐的液位高度变
化情况。在催化剂的配置过程中, 随着
物料的不断加入及搅拌器的持续运转,
配置罐内温度会持续上升, 最高温度达
50℃, 催化剂的 pH 值由 7 变化至 10 左右,
压力上升到 0.2 MPa, 介质的状态也由
纯液态变化成固液共存的混合状态。

2.2 现场仪表

在碳酸乙烯酯装置生产过程中,
催化剂的配置好坏, 直接影响产品合成
的质量好坏。催化剂在配置的过程, 需
按顺序将各类原料投放到催化剂配置罐
内, 通过测量液位的高度来判断物料加
入量的多少, 在特定的温度及压力下,
通过搅拌来充分融合各类物料, 同时为
另一种物料的加入做准备, 在配置的过程
中, 雷达液位计测量的数据不仅关系到
催化剂配置的质量, 另外雷达液位计
测量的数据还担负了报警提示功能。

催化剂配置罐是一个直径 1.2 m、
高度 1.6 m, 圆形搪玻璃可开式搅拌容
器, 在催化剂配置的过程中, 结合工
艺介质的固有点及装置现场环境因
素, 选择了特有的“ELL 信号分析技术”
及双腔设计的 G80 雷达液位计。

3 G80 雷达液位计的介绍

3.1 其他常规液位仪表的测量特点

各种类型的液位计有着各自特点,
浮球液位计结构主要是基于浮力和静磁
场原理设计生产, 但由于工作时接触测
量介质, 受被测介质的影响较大, 当介
质黏度较大时, 介质会附着在浮球上,
液位计就会无法正常工作。电容式液位
计是采用测量电容的变化来测量液面的
高低的液位计, 具有结构简单、分辨力
高、工作可靠以及动态响应较快等优点,
但易受介电常数变化影响。双法兰差压
液位变送器测量精度较高、维护方便以
及适应性较好, 但易受搅拌及介质密度
变化影响。

3.2 G80 雷达液位计测量的特点

3.2.1 雷达液位计原理

雷达液位计通过利用微波的产生

及其发射到接收周期的时间长短,可以准确地测量出传感器与待测介质表层之间的距离。G80 系列雷达液位计通过其特有的雷达信号发射天线发射一个连续的、有特定规律波形的雷达信号。该雷达信号的频率按其特有的规律发生变化,雷达液位计发射的雷达波信号发射到被检测的介质表面上,雷达信号波被介质反射,反射信号波被雷达液位计的天线作为回波信号接收。接收的反射波信号频率始终与当前发射的雷达信号波的频率存在频率偏差,频率偏差与容器中的物位成正比。通过特定算法计算后得出准确的物位高度值。这种独特的工作原理使其具有较高的灵敏度和可靠性。雷达液位计的信号传感器及运算处理单元利用其独特的计算方法,对每秒发射的雷达信号波和反射的信号波进行放大、定位及比较,然后进行深入分析运算和处理,这种方法使测量精度和分辨率得到了提高。

3.2.2 雷达液位计的应用特点及选型

雷达液位计因其安装简单、测量精确度高、工作效率高,维护保养工作相对较少,不易受高温、高压或真空影响,不易受被测介质温度变化及惰性气体的影响,以及不受介质黏度、腐蚀影响等特点,其广泛适用于石油化工、电力、钢铁、冶金、水泥、造纸以及食品等工业生产的大部分领域,也可有效测量低电介质,并可应用于大多数场合的容器、卧罐、球罐、圆柱锥体罐、柱形罐、贮藏罐以及缓冲罐等。

雷达液位计在设计选型时,若选型不合理,安装位置不科学,干扰信号雷达回波难以处理,雷达液位计的可靠性、稳定性及准确度将无法保证。因此,雷达液位计在选型时应充分考虑以下几个因素:

1) 雷达液位计的工作电源及输出信号类型的选择,雷达液位计的工作电源有 220VAC 或 24V DC,功率较大或

距离中控室(供电区域)较远的地方,为保证雷达液位计的工作稳定,建议选择 220V AC 工作电源的雷达液位计;危险区域或本案回路中建议选用 24V DC 工作电源的雷达液位计。在选型雷达液位计时,需根据现场的实际情况选择两线制或四线制雷达液位计,工作电源为 220V AC 的雷达液位计,需要选择四线制雷达液位计,工作电源 24V DC 就选择二线制雷达液位计,输出信号有 4-20 mA DC、RS485 或脉冲数字信号。

2) 雷达液位计测量精度要求的选择,对于过程计量的对象,可选择普通型雷达液位计,普通型雷达液位计的理论精度一般为 $\pm 3\text{ mm}$,此精度基本可以满足过程计量需求;对于涉及贸易计量或是高要求的计量场合,可以选用高精密型(贸易级)雷达液位计,高精密型(贸易级)雷达液位计理论精度达 $\pm 1\text{ mm}$ 。在实际工程应用中,可根据实际的需求选择不同精度的雷达液位计。

3) 在选择雷达液位计时,还需充分考虑一个参数,被测介质的介电常数直接关系到雷达液位计的工作稳定性情况。被测介质的介电常数小的液体或某些导电性固体,因其产生的干扰因素多,在此种工况下,多采用高精密型的雷达液位计或导波式雷达液位计。

4) 雷达液位计的选择除上述几种情况外,还应结合实际的应用条件来选择雷达液位计,实际工况应用条件一般有平静介质表面或轻微波动介质表面、表面有泡沫,表面有湍流或被测对象有搅拌等多种情况,实际应用条件越复杂,干扰因素越多。复杂环境应选处理干扰能力强的高精密型雷达液位计。

3.2.3 雷达液位计的安装几个要点

雷达液位计是否能正常稳定地工作,准确地测量,取决于雷达液位计对反射信号波的信号处理。若雷达液位计的安装位置不能将雷达信号波反射回雷达天线,或者存在强干扰因素干扰雷达信号波的传输,雷达液位计不能准确反

映实际物位界面。因此,选择合理的安装位置,对雷达液位计非常重要,在安装雷达液位计时应注意以下几项内容:

1) 雷达液位计信号天线应与被测介质的表面(反射面)垂直,使雷达信号波尽可能多地反射回天线,减少能量损失。

2) 雷达液位计安装时应尽量远离出料口和进料口,雷达液位计安装位置尽可能远离被测对象的罐(管)壁,防止罐(管)壁上所装仪表(如温度计、音叉开关)等其他因素引起干扰回波,影响雷达液位计的正常工作。

3) 雷达液位计尽可能避免安装在容器的搅拌器上方,此举是为了保证雷达液位计的雷达束内无障碍物,确保雷达信号波正常发射和回收。对于测量对象较小且内有搅拌的小型容器(对象),雷达液位计安装位置无法达到此要求时,尽可能选择具有强处理干扰能力的高精密型雷达液位计。

4) 圆形或椭圆形的储罐在安装雷达液位计时,雷达液位计安装在罐边部,不应安装在罐的中心位置,避免产生回波干扰导致测量数据失真。

3.3 G80 雷达液位计特点

G80 雷达液位计相比其他雷达液位计,其在安全性、可靠性角度出发,基于 IEC61508 标准设计生产:保证产品高安全性,采用“ELL 信号分析技术”可减少各种虚假回波产生的影响,保证产品高可靠性,独有的智能回波处理技术,确保物位得到精确可靠的跟踪测量;2 cm 的最小盲区及 3° 小波束角技术,进一步提升了抗干扰能力;双腔外壳设计完全实现电路腔体隔离,保护现场用电安全。这些 G80 雷达特有设计及技术,能极大地保证了 G80 雷达液位计在现场使用的精度和稳定性。

相比其他品牌雷达液位计,G80 雷达液位计特有的“ELL 信号分析技术”在测量量程相对较小且有搅拌的对象时,其对真实液位信号的处理能力更为

得心应手，也更快、更准、更稳，即使有搅拌的转动的情况下，依旧能正常测量罐内的液位。

G80 调频雷达液位计 2 cm 的盲区及 3° 小波束角技术，对于小对象的测量较其他品牌雷达液位计更加有优势，参数设置及调整的空间更大。双腔外壳的设计语言，把型号处理组件腔与接线腔物理隔离，现场安装接线时只需对接线腔进行开盖操作，在实际的使用过程中，避免雨水进入表内造成短路而造成短路损坏仪表。此双腔设计对于雨水量较大的南方地区更为适用，能大大降低由于雨水进入表内而造成的仪表损坏故障率。

我司碳酸乙烯酯装置催化剂配置罐的液位测量采用了 G80 调频雷达液位计，弧形的雷达天线对设备安装口短管几乎无要求，安装简单快捷，根据罐内有搅拌的特点，设置好雷达参数，即时雷达液位计的安装位置靠近多个物料进出口，G80 雷达液位计凭借卓越的性能，依旧在实时工况中精准地测量罐内的液位。

4 现场应用效果

碳酸乙烯酯生产过程中的催化剂配置过程中搅拌会导致配置罐内的介质随搅拌的转动而产生旋涡，在液位相对低（配置投料初期或催化剂使用末期）阶段，伴随着搅拌器的转动，介质无法完全覆盖桨叶，或者桨叶完全裸露在配置罐内，或间歇周期性的裸露在配置罐内，在此种情况下，雷达液位计的雷达波将会直接投射到转动的桨叶，容易产生虚假的回波。

因配置罐的直径较小，各类配置物料且很多，液位计安装位置与进出物料罐距离较近，难以达到一般雷达液位计（普通算法）的安装要求，但测量的参数不仅作为工艺控制参数又作为安全联锁条件，此类复杂的工况情形，对雷达液位计提出了较高的性能要求。而 G80

雷达液位计特有的“ELL 信号分析技术”及其稳定而又优越的性能完全满足现场工艺工况的需求。使用情况请见图 1 液位测量历史趋势（起动加料）及图 2 液位测量历史趋势（持续加料）。

图 1 液位测量历史趋势（起动加料）说明：储罐搅拌起动（图中蓝色标识线表示 -ON 表示起动运行），开始加注催化剂配料，G80 雷达液位计测量不受搅拌的影响，测量数据依旧准确和稳定（图 1 中绿色标识线表示液位，38.19%）。在搅拌运行的状态下，第二种物料持续加注，G80 雷达液位计测量数据不断增长。

图 2 液位测量历史趋势（持续加料）说明：在搅拌持续运用的过程中，物料不断加入，直到物料加注完成（39.55%），雷达液位计未因搅拌的运行干扰而导致测量数据的大幅度波动。

针对现场实际复杂的工况，在项目实施的过程中，G80 雷达液位计在实

际的测量过程中，未出现过虚假液位的现象，在进出料（搅拌器同时运行）时，G80 雷达液位计仍然能正常、稳定工作，为安全生产提供了强有力的保证。但在安装雷达液位计时，应该注意保护雷达液位计的天线机构及 LCD 显示屏，在调试雷达时，注意量程及单位的设置要与自动化系统相一致，要从安全的前提条件角度出发，在满足工艺条件及要求时，尽可能选择两线制，工作电源 24V DC 的雷达液位计，雷达液位计在安装的位置设置相应的检维修平台，如图 3 所示。

5 结语

G80 雷达液位计凭借反射信号更强、波束角小、安装等特点，广泛运用在工业生产的各行各业，目前各设备厂商在通用款雷达液位计的基础上研发出了针对特定工况，具有特别功能的特

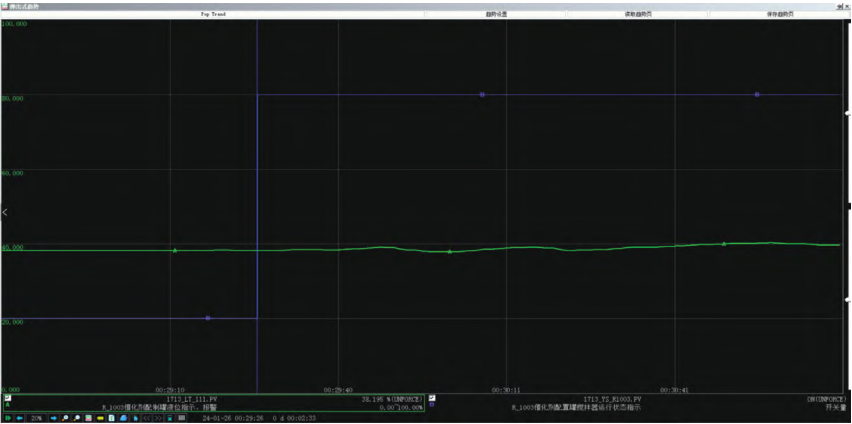


图 1 测量数据历史趋势（起动加料）

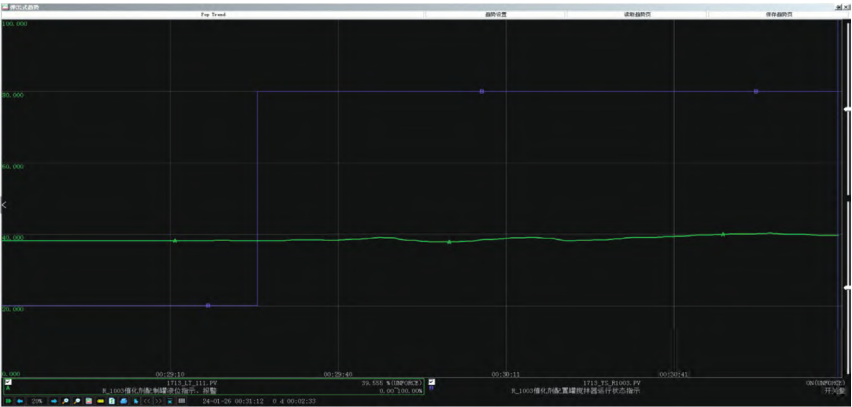


图 2 测量数据历史趋势（持续加料）



图3 G80 雷达液位计现场安装图

别型号雷达,如过程工业领域对安全仪表系统(SIS)的需求日益增多,部分雷达液位仪表已经满足 SIL2/3 的认证的要求。

随着电子科技技术和人工智能 AI 技术的发展,工业生产过程控制领域也对过程控制仪表提出了新的要求,各种智能预判、故障监测、数据记录等功能的应用也标志着现场仪表开始转向智能化的发展

之路。雷达液位计也向着智能化仪表的方向转型与发展,应用也会更为广泛。

参考文献:

- [1] 梁超.浅谈调频连续波雷达液位计的发展趋势.中国仪器仪表,2022(9):27-31.
- [2] 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.
- [3] 池海强.雷达液位计在煤化工中的应用及维护.化工自动化及仪表,2019(46):798-799.
- [4] 伊任.雷达液位计在粉料罐上的应用.自动化应用,2012(6):78-80.

(上接第 73 页)

钢底座要符合设计文件的制作要求,平台上表面高出地面,并保持水平,机柜固定牢固,垂直度允许偏差 1.5 mm/m,水平度允许偏差 1 mm/m。保证所用仪表净化风干净、干燥,压力不低于 0.7 MPa。各气动管路接头紧固无泄漏。

6) 需合理安排施工工序。改造施工中涉及高处、动火、用电特殊作业,涉及仪表电缆槽盒敷设、仪表电缆敷设,新 DCS 机柜的接线,原 PLC 机柜的拆接线工作。需提前规划施工进度安排,首先预约脚手架搭设,然后预约动火、用电,再进行仪表电缆槽盒敷设及电缆敷设,由于连续多天不间断施工,所以需固定施工人员,确保施工的联系性,避免因施工混乱而增加梳理工作导致进度延后的问题。

7) 电缆桥架及其构件外表面完好、平整,内部光洁、无毛刺,安装程序先主干,后分支线,先将弯头、变径定位,后直线段连接安装。使用平滑的半圆头螺栓固定,螺母位于电缆桥架的外侧。

8) 电缆敷设前要核对型号、规格、长度符合设计要求,外观良好,保护层

无破损,绝缘电阻及导通试验合格,电缆首尾两端粘贴明确的标识牌,提前做好电缆分配表,按先远后近,先集中后分散的原则安排敷设顺序,敷设中由专人负责统一指挥。

9) 防爆和接地。DCS 机柜单独的接地干线接到接地排,并连接到电气系统的接地网。镀锌电缆桥架起始段和终端端要可靠接地,连接板间可靠连接后增加连接线。在中间接线箱内,主电缆的分屏蔽层采用端子将对应的分支电缆的屏蔽层进行连接,不同的屏蔽层要分别连接,不能混接,并做好绝缘。

4 实施效果

该项目依托现有 DCS 系统,通过在主风机厂房内一楼增加远程机柜,实现了对包设备 PLC 控制功能在 DCS 系统的改造,经过 2 年多的验证,未发生因控制系统软、硬件问题、系统配置问题及高温问题而导致的非正常停车。通过改造,彻底消除了因高温环境、线路不合规配置、非冗余控制器数据不同步等隐患带来的安全生产风险,大幅提升控制系统的整体可靠性和控制平稳性,

提升了系统操作性。

5 结语

本文详细介绍了改造过程中资料的准备、现场的对接、硬件配置、软件组态及施工等需注意事项,该改造项目成功实施后,为相关企业提供了改造施工的成功经验。

参考文献:

- [1] 叶向东,冯欣,杨刚,等.石油化工仪表接地设计规范:SH/T 3081—2019[S].北京:工业和信息化部,2019.
- [2] 叶向东,冯欣,杨刚,等.石油化工分散控制系统设计规范:SH/T 3092—2013[S].北京:工业和信息化部,2013.
- [3] 邱献文,沙海勇,王金勇,等.石油化工仪表工程施工及验收规范:SHT 3551—2024[S].北京:工业和信息化部,2024.
- [4] 王丙强,毛仲德,刘俊成,等.自动化仪表工程施工及质量验收规范:GB 50093—2013[S].北京:中国计划出版社,2013.