

泡菜行业废水盐浓度的新型非接触测量方法与装置

冯 时 黄钰烯 杨小寒 / 四川省成都市第七中学
指导教师 彭 江 雷 娟

◎ 研究背景

四川省泡菜产量位居全国之首,但是,随着行业规模的迅速壮大,该行业中大量高盐废水的排放致使水体水质不断恶化的问题也逐渐严重起来。泡菜生产产生的废水中悬浮物、COD、氮、磷含量较高,同时盐浓度也非常高,属于高有机物、高氮磷、高盐度的废水。泡菜废水在进行无害化处理时需要监测其盐浓度。盐浓度检测可以通过测量液体的电导率得到。目前测量电导率常用的方法是用电极直接接触液体测量。通过现场考察,我们发现目前泡菜废水的盐浓度使用这种接触电极法测量,测量具有一定滞后性,而且电极需要定期清洗和更换,对生产造成很多不便。

本项目针对现有的泡菜废水盐浓度测量方法存在的问题,在废水管道中增加一个局部的液体环流回路,利用电磁感应原理,实现了在管道外对管道内泡菜废水电导率的无接触测量,从而得到泡菜废水的盐浓度。

◎ 研究过程

③ 研究思路

现有的液体离子浓度测量常采用2个浸泡在被测量液内的通电磁芯线圈进行,适于测量不流动液体的离子浓度。在测量输送管道内的废水离子浓度时,因为测量部件需要放入废水管道,对废水的流动有阻碍作用,不利于废水的排放,同时,测量部件长期被废水冲刷,

稳定性和可靠性也会受到影响。我们想,是否可以设计一种测量装置在泡菜废水管道外测量管内废水盐浓度呢?

泡菜废水的盐浓度可以通过测量其导电性得到。盐浓度越高,其导电性越好。从欧姆定律可知,可以通过在液体中施加电压,测量其电流得到电导率。如果能在废水管外利用电磁感应原理在废水内部产生电流,再通过电磁感应测量其电流的大小,就无需电极,实现在废水管外的无接触测量。

基于上面的思路,我们利用电磁感应原理,设计了一种新型的管外废水电导率测量的方法。

我们设计的管外废水盐浓度测量装置如图1所示。在原有输送管道的基础上,增加一个液体回流管,它可以比原有管道细,尺寸固定,便于对不同直径的废水管安装同样的盐浓度测量装置。激励线圈和测量线圈都安装在回流管道外。

查阅文献并经计算与推导可知,液体电导率与被测电压成一确定的线性函数关系,即可由测得的电压计算出电导率。当盐水的盐浓度在0.1%~5%时,可以近似地认为浓度与电导率成线性关系。

③ 制作过程

我们在实验室自己做了一个简单的实验装置,用于验证方案的可行性。模型如图2所示。

实验装置主要由2个有环形磁芯的线圈组成,一个为激励线圈,一个为测

量线圈。2个线圈的匝数均为20匝。我们用一个内径5mm的塑料管道模拟废水管,用不同浓度的氯化钠溶液模拟废水,管道的一头接水泵,使得管道的溶液一直以近似恒定的速度流动。在测量时,环形管道中的液体产生电流,测量线圈也会产生感应电动势,测量该线圈的输出电压,就可以衡量液体的电导率,从而知道废水的盐浓度。

实验发现,测量线圈的信号很微弱,因而制作测量装置的时候需要增加一个放大电路,以减少测量的误差。我们使用示波器本身的峰峰值测量功能,测量了不同氯化钠浓度与测量线圈输出电压的关系。另外,我们通过改变水泵的电压,产生不同的液体流速,发现流速改变时,输出电压基本不变,可知液体流速对电导率的测量不产生影响。

我们自己制作了信号发生和放大电路。通过文献资料我们知道,液体的电导率随着温度会产生变化,为了提高测量精度,我们增加了温度测量和补偿装置。在实际使用中,温度传感器贴近管壁,测量液体温度,然后根据电导率与温度的特性曲线对测量得到的电导率进行补偿修正。

装置的工作过程为:激励信号模块产生一个固定频率的正弦波信号,驱动激励线圈产生交变磁场;废水管液体在交变电场作用下形成环形电流;测量线圈感应出电动势,形成感应电流;感应电流通过电阻转换成电压信号后,经过放大输入到主控电路;通过对比输入电

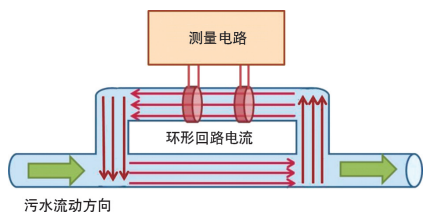


图1 管外废水盐浓度测量装置原理示意图

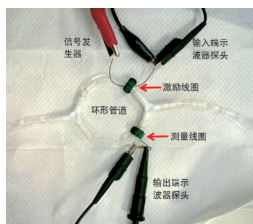


图2 液体环形电流法测废水盐浓度实验装置

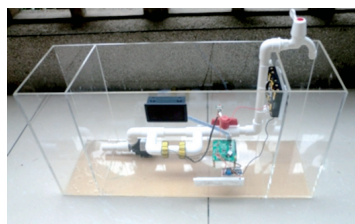


图3 泡菜废水管外盐浓度测量系统模型

压和输出电压的幅值，计算得到液体的电导率，从而求出废水的盐浓度。

最后我们制作了一个泡菜废水管外盐浓度测量模型（见图3）。模型主要由废水进水池、废水除渣池、废水管道、水泵、电导率测量装置、电源等组成。废水池装有泡菜出厂废水，水泵将泡菜出厂废水抽到除渣池进行除渣沉淀，电导率测量装置测量废水从废水池到除渣池的盐浓度。该装置已在实验室用盐水进行了标定，然后在泡菜废水处理厂使用泡菜废水进行了现场测试。

测试与结果

我们在眉山泡菜生产基地取样泡菜废水进行了现场测试。

我们在泡菜厂取样了高盐废水，使用冲洗废水对其进行稀释，得到不同盐浓度的泡菜废水，并使用现在的接触电极法盐浓度测量装置与我们的装置进行了对比。测试结果表明：本项目研制的装置测量得到的盐浓度数值比电极法测量得到的偏小，但相关性很好。导致两种不同装置测量得到的盐浓度不一样的原因，可能是因为泡菜废水含有其他离子的缘故。在实际应用中，我们关心的是泡菜废水盐浓度的稳定性，因而我们最主要关注测量数据的可重复性和稳定性。对于本文设计的新型测量装置，因为使用了非接触测量方法，所有测量元件均安装在废水管道外，不存在腐蚀电极和微生物粘附在电极上造成测量误差的问题，因而数据的可重复性和稳定性更好，而且成本低，安装方便，可靠性

高。同时本装置可以实时测量泡菜废水盐浓度，一旦浓度变化超过一定数值，可以尽早发现，及时处理，避免影响整个污水处理池的盐浓度。

总结

主要贡献与创新点

本项目首次利用电磁感应原理和液体局部环形电流，实现了管外非接触液体电导率测量，该技术在国内外文献中均未发现报道。本技术可应用在泡菜废水盐浓度的在线非接触测量。本项目的主要创新点如下。

◆ 首次使用液体局部环形电流和电磁感应原理，实现了管外液体电导率的非接触测量。

◆ 制作了一套泡菜废水盐浓度实时测量装置，并增加了温度补偿装置，可用于泡菜废水生物降解过程中废水的盐浓度监测。

研究总结

泡菜废水的生物降解过程需要一个稳定的盐浓度环境，目前采用的接触电极法测量废水盐浓度，电极容易受腐蚀，需要定期清洗和更换，对生产造成很多不便。本文提出了一种新型的液体电导率测量方法，实现了在管外对管内高盐、高腐蚀性废水电导率的非接触测量，并制作了一套泡菜废水盐浓度检测装置，可实时监控泡菜废水微生物降解过程的废水盐浓度。本项目研究的检测装置使用非接触测量方法，因而耐腐蚀，稳定可靠，而且测量部件安装在废水管道外

部，没有任何阻流部件，不会阻挡废水循环流动。实验室测试和现场测试结果表明，该方法可以对泡菜废水的盐浓度进行实时测量，而且测量精度高。系统使用低成本的线圈和磁性元件，电路简单，成本低廉，安装维护方便，可以替代现有的废水盐浓度测量装置。

该项目获得第29届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目中学组工程学一等奖。

专家评语

项目提出一种使用电磁感应原理的泡菜废水盐浓度检测装置，实现了泡菜废水微生物降解实时非接触测量，避免了接触测量中的电极腐蚀。建议进一步研究涡流测试法并与此法对比。■