

Research on Alcohol Residue Water Content Detector

Lixiu MA

School of Electrical and Electrical Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, China

Email: mlx@sdut.edu.cn

Abstract: Comprehensive effects of glass surface and glass, when combined with alcohol residue that have different water content, on incident infrared ray were analyzed. An instrument that can detect brightness of infrared reflex was designed. A brewery alcohol residue was taken as sample. Using electrical fan dryer, electrical scale, measuring cylinder, burette, blender, atomizer, alcohol residue samples which contain 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, and 60% of water was made. Alcohol residue samples of different water content were put under a piece of glass. Double-D fiber sensor was put perpendicularly to the glass. One fiber was used to output infrared ray signal, and the other one was used to receive infrared ray signal. Light signal from alcohol residue samples with different water content was read, record, and process. Data of alcohol residue experiments shows: The alcohol residue's comprehensive effect on incident infrared ray is nonlinear. The alcohol residue has the strongest effect with 30% of water content. Experimental results are used to develop detecting instrument.

Keywords: Alcohol residue; Infrared ray; Water content; Detect

酒精糟渣含水量检测仪的研究

马立修

山东理工大学, 电气与工程学院, 淄博, 中国, 255049

Email: mlx@sdut.edu.cn

摘要: 研究玻璃面及玻璃与不同含水量酒精糟渣结合面对红外光入射光线的综合作用, 设计一款能检测红外光反射光线强弱的仪器。选择一个酒精厂家的糟渣作为检测样本。用电热鼓风机干燥箱、电子天平、量筒、滴管、搅拌器、雾化器配制含水量分别是 0%、10%、20%、30%、40%、50%、60% 的被检酒精糟渣样本。将不同含水量酒精糟渣样本分别放到玻璃片下方, 双 D 光纤传感器检测头垂直于玻璃片, 一支光纤输出红外光信号, 另一支光纤接收红外光信号, 读取不同含水量酒精糟渣的光信号值, 记录、整理。通过酒精糟渣试验数据可以看出: 酒精糟渣对入射红外光光线的综合作用是非线性的。酒精糟渣在含水量是 30% 时对红外光光线的作用最强。利用试验结果, 研制了检测设备。

关键词: 酒精糟渣; 红外光光线; 含水量; 检测

1 前言

1.1 课题的来源

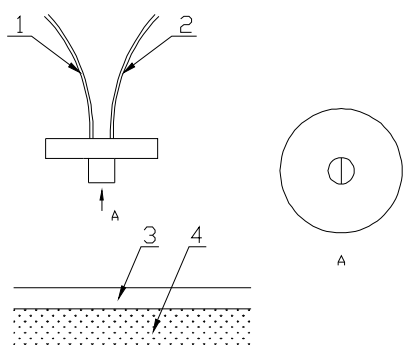
在酒精酿造厂存在着大量的工业下脚料即酒精糟渣。这些酒精糟渣的特点是: 含水量高, 分散性差, 具有结团倾向, 容易腐败^[1]。这些酒精糟渣含有丰富的蛋白质、氨基酸及微量元素, 是优良的饲料资源^[2,3]。但因为酒精糟渣含水量高的特点, 不易长期存放, 容易造成糟渣浪费和环境污染。为了能够长期存放酒精糟渣, 通常用各种脱水、烘干设备将酒精糟渣去水、干燥后保存^[4]。酒精糟渣易于保存的最佳含水量是不大于 12%, 在含水量介于 8%~12% 时, 脱水、烘干后的糟渣能够最大限度的保持蛋白质等的营养成分^[5]。

因此, 广大农民及酒精糟渣深加工企业急需一款能方便检测酒精糟渣的检测仪。本文涉及的酒精糟渣含水量检测仪是基于红外光光线传播原理, 使用双 D 光纤传感器、单片机、红外光发射器等电子元器件研制而成的测量设备。

1.2 当前酒精糟渣含水量的检测方法

酒精糟渣含水量测量的传统方法, 是依据国家制定的标准进行的。将 60mL 蒸发皿放在烘干箱内, 以 105~110℃ 的温度烘干, 取出后放在干燥器内冷却 0.5h, 用万分之一分析天平称重, 记录质量 W1。W1 再用天平称量 20g 酒精糟渣放到烘干后的蒸发皿中, 用水浴锅蒸干。然后放入 105~110℃ 的烘干箱内烘

2h, 取出放入干燥器内冷却 0.5h, 用万分之一分析天平称重, 记录质量 W₂, 代入公式(1)计算酒精糟渣的含水率^[6]。传统方法虽然经典, 但是耗时长, 比较繁琐, 需要多次称重, 人力消耗多, 与快检快出的的需要不相适应^[7]。



1—输入光纤 2—输出光纤 3—玻璃片 4—酒精糟渣

Figure 1. Principle of detector
图 1. 检测原理图

2 酒精糟渣含水量检测仪的原理

双 D 光纤传感器是端头截面为双 D 型且背靠背粘贴到一起的双光纤传感器, 其中一支光纤用来发射红外光信号, 另一支光纤主要接收红外光信号, 结构示意图如图 1 中 A 向图所示。A. 在检测酒精糟渣含水量时, 将双 D 光纤传感器垂直于被检测面, 被检测面是玻璃及压实的酒精糟渣。发射光纤将红外光信号射到玻璃表面及玻璃与酒精糟渣的结合面, 红外光光线要

$$p = \frac{20 - (w_1 - w_2)}{20} \times 100\% \quad (1)$$

式中: p—酒精糟渣含水率,

W₁—第一次称重 (空蒸发器皿), g

W₂—烘干后称重 (蒸发器皿重+样本重), g

20—酒精糟渣重量, g

发生反射及折射。在各种光透明物质中, 密度、浓度、温度、应力等物理量的变化都会引起折射率的相应变化^[8], 而折射率的变化, 使反射光线及折射光线发生改变; 在光线传输过程中, 还存在着光线的一般吸收及选择吸收^[9], 酒精糟渣含水量不同, 颜色就会发生改变, 就会选择性的吸收部分入射光线, 使反射光线减少。在酒精糟渣的检测过程中, 对于同一类糟渣, 密度、湿度、应力等物理量可以保持不变, 改变的只是浓度。因此, 反射光线改变, 与浓度改变有最直接

的关系。在红外光光线射到玻璃与酒精糟渣的结合面上时, 酒精糟渣的粗糙度使部分光线产生漫反射^[10], 部分漫反射光线也进入到接收光纤, 对于同一种酒精糟渣, 糙度是不变的, 因此, 接收光纤内的漫反射光线在同种酒精糟渣的检测中保持不变。

从以上几点分析可以看出, 反射光信号有反射光线、漫反射光线组成, 入射光线中的部分光线被糟渣吸收, 部分光线发生折射而不进入接收光纤。对于同一种酒精糟渣, 红外光线的漫反射因其粗糙度不变而不变, 只是因为浓度改变使折射光线改变, 因此, 接收光纤内传输的光线完全可以反应酒精糟渣含水量的变化情况。在光线传输过程中, 因为各种物理量因素很难量化, 且各种物理量因素的改变使传输光线的路径及光谱能量的分布非常复杂, 本论文不再讨论光线传输时的数学建模过程。

3 酒精糟渣含水量检测仪的原理试验方法与试验结果

3.1 试验仪器及其作用

电热鼓风干燥箱: 能自动控制温度在(105—130±2)°C 的范围内, 用于烘干蒸发皿及酒精糟渣, 制备纯干燥酒精糟渣样本。

电子天平: 测量量程达到毫克, 精度是±0.5%。用于配制各种含水量的酒精糟渣待检样本。

量筒、滴管: 用于测量配置酒精糟渣含水量样本的工业纯水。

双 D 光纤传感器及其试验模板: 采用浙江高联公司生产的光纤传感器及模板, 双 D 光纤传感器的一支光纤支路用来输出红外光信号, 另一支路用来接收被酒精糟渣及玻璃反射回来的红外光信号。对应的实验模板, 包括信号发射电路、信号调理电路、信号放大电路, 信号发射电路发射红外光信号, 红外光信号直接传入输出光纤, 信号调理电路接收通过接收光纤反射回的红外光信号, 并将红外光信号通过光敏器件转化为电信号, 信号放大电路将转化后的电信号进行多级放大供显示电路使用。

实验台: 采用浙江高联公司生产的 D2000 型传感器实验台, 主要作用是利用自带的各类仪表显示试验模板的输出信号。

搅拌器: 将烘干后的标准干燥酒精糟渣与测量后的雾化工业纯水进行搅拌, 配制标准含水量的酒精糟渣样本。

雾化器: 将测量后的水雾化后, 喷入到干燥酒精

糟渣上面, 实现标准含水量酒精糟渣的样本配制。

3.2 实验过程及方法

实验时, 选用了当地酒精企业的糟渣作为测试样本。实验过程如下:

(1) 取酒精糟渣若干, 放入到电热鼓风干燥箱中进行烘干, 以 105-110℃ 的温度烘干 2h, 制成含水量近乎为 0% 的干燥酒精糟渣。

(2) 用电子天平称量干燥酒精糟渣, 分别称量出 90g、80g、70g、60g、50g、40g 单位的酒精糟渣样本共计 6 个, 用玻璃瓶密封, 备用。

(3) 将 90g 酒精糟渣倒入搅拌机, 用量筒及滴管量得 10g 工业纯水, 然后加入到雾化器中, 在搅拌机工作时, 将雾化器中的水喷淋到酒精糟渣中, 搅拌 10 分钟后, 取出酒精糟渣, 放入玻璃瓶中密封, 在玻璃外面贴上 10% 酒精糟渣标签。

(4) 用 3 所述的过程分别制备成含水量为 10%、20%、30%、40%、50%、60% 的酒精糟渣样本, 分别贴上标签、密封、备用。

(5) 如图 1 所示, 将配制好的酒精糟渣样本放到一个容器中, 上面用玻璃片压实, 双 D 光纤传感器垂直于玻璃片, 打开实验模板的工作电源, 双 D 型光纤传感器的一支光纤射出红外光信号, 另一支光纤接收配制酒精糟渣样本及玻璃的反射光线, 在实验模板上, 光信号转化成电信号, 电信号以电压形式传输到实验台上, 在实验台上的电压表上显示对应的电压值。

(6) 依据 5 叙述的方法, 分别检测 6 个含水糟渣样本及 1 个纯干燥样本 (含水量近乎 0%) 的电压值, 记录电压值并进行分析。

3.3 试验过程注意事项

为了保证实验数据的准确性, 在实验过程中应注意以下几个方面:

(1) 实验室环境湿度要尽可能的小, 实验室温度要控制在 20℃ 左右。

(2) 酒精糟渣干燥后, 要及时存放, 糟渣配制过程中动作要迅速, 糟渣样本存放时间尽可能的短, 做到现配制现测量。

(3) 搅拌机在配制样本时, 要先配制含水量低的标准样本, 再配制含水量高的样本, 按 10%、20%、30%、40%、50%、60% 的含水量样本依次配制, 这样可以减少配制标准样本之间的互相影响。

(4) 搅拌机在配制糟渣样本时, 中间不要清洗,

可用微型洗尘器清扫, 清洗后要用电吹风机烘干后再用。

(5) 要多准备几块玻璃片, 一方面可以提高检测速度, 另一方面可以防止玻璃片用到不同含水量被测样本时, 影响测量精确度。

3.4 试验数据及分析

实验时, 将每一个被检糟渣样本每隔 5 秒钟读一个数据, 连续读 10 个数据, 然后求平均数, 作为这个样本的最终检测值。6 个含水糟渣样本和 1 个干燥样本被检测完后, 将检测数据整理、求平均数、最后生成数据线, 如图 2 所示。从图 2 中可以看出:

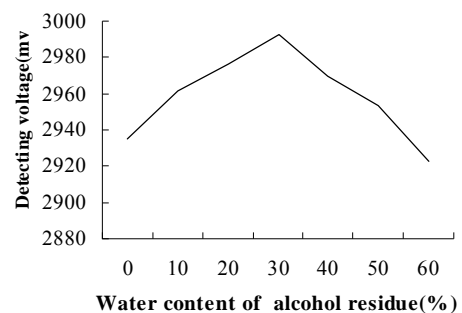


Figure 2. Experimental data of detecting water content of alcohol residue

图 2. 酒精糟渣含水量检测实验数据

(1) 酒精糟渣在含水量为 30% 时测得的电压数据最高, 说明此时的反射红外光光线最强, 吸收光线最弱。

(2) 从酒精糟渣的数据中可以看出, 在不同含水量下, 其对光线的反射能力、漫反射能力、光吸收量是不同的, 糟渣外观粗糙度越高, 颜色越深, 其对红外光光线的综合作用越大, 使输入光纤接收的光线越少。反之, 输入光纤的接收光线越多。

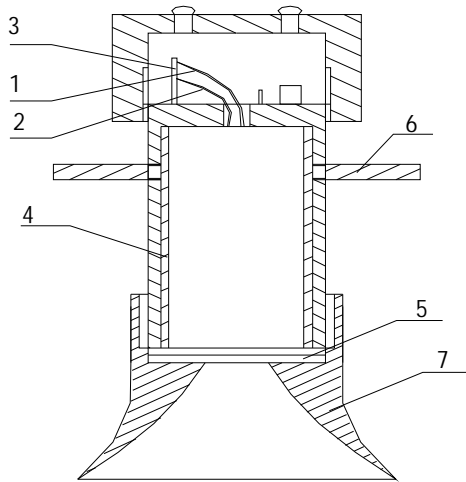
3.5 实验存在的问题

通过双 D 光纤传感器对酒精糟渣的检测, 得到了 1 条数据线, 数据线可以反映酒精糟渣对红外光光线的综合作用, 但还有几方面在试验时无法确定, 需要进一步研究、探讨。

(1) 酒精糟渣的颜色及颜色饱和度无法测定, 因此, 糟渣颜色及颜色饱和度对红外光光线的作用无法详细分析。

(2) 酒精糟渣的粗糙度从视觉有区别, 具体的粗糙度度数及各种粗糙度成分占糟渣的百分比无法测定, 导

致粗糙度对红外光光线的作用无法详细分析。



1-输入光纤 2-输出光纤 3-电路板 4-外壳
5-玻璃 6-把手 7-检测头

Figure 3. Detector system structure
图 3. 检测装置的结构

4 酒精糟渣含水量检测仪设计

4.1 检测仪的外部结构

为了方便检测酒精糟渣，设计了检测仪器的整体结构。如图 3 所示，检测仪有输入光纤、输出光纤、电路板、外壳、玻璃、把手、检测头组成。输入光纤、输出光纤连接到电路板上，实现数据的检测过程及数据处理；外壳用来保护检测头，使检测头不被污染；玻璃使检测头与被检测酒精糟渣分开；把手可以使检测工人方便的操作这个设备。测试时，可以用力压把手，使检测头插入被检测糟渣，被检测糟渣会在检测头的顶部被压实、压紧，使酒精糟渣能充分反射红外光线。

4.2 检测仪原理框图

图 4 是检测仪的系统框图。电路系统由双 D 光纤传感器、红外光发射电路、红外光信号接收调理电路、放大电路、A/D 转换、单片机、显示电路、操作键等几个部分构成。红外光信号经输出光纤照到酒精糟渣上，经酒精糟渣综合作用的红外光信号经输入光纤传到信号调理电路，信号调理电路通过光敏器件将光信号转换成电信号并进行放大，经放大后进行 A/D 转换，传到单片机上，经过软件处理，在显示电路上显示对应的百分制含水量值。

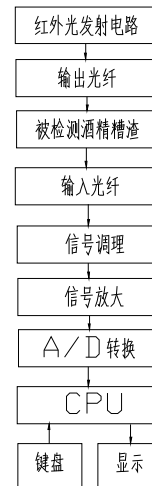


Figure 4. Detector system diagram
图 4. 检测仪系统框图

4.3 软件编程

从实验数据上分析，酒精糟渣的含水量与检测值之间呈非线性关系。编程时，采用逐段分析、逐段定义、逐段量化的方式，将酒精糟渣的检测划分成若干段，每一段有单独的表达式，若干个表达式连起来，组成含水量由 0%~60% 的检测过程。

5 结束语

基于红外光传输原理研制的酒精糟渣含水量检测仪，具有小巧轻便，操作简单，测量准确等特点。它的研制成功，使酒精糟渣深加工企业及广大农民能够快速完成酒精糟渣含水量的检测，节约了生产力。

致 谢

在写作过程中，得到山东理工大学李田泽教授的指导，在实验过程中得到山东理工大学曹立军讲师的帮助，在这里，对他们表示感谢。

References (参考文献)

- [1] Song Jun, Li Na, Zheng Keliang, Bai Jianguo. Method of Drying and Dewatering of Industry Residue for Feed[J]. *Feed Industry*, 1999, 20(3), P13-15(Ch).
宋军, 李娜, 郑科梁, 白建国. 饲料用工业糟渣的脱水与干燥方法[J]. *饲料工业*, 1999, 20(3), P13-15.
- [2] Li Xiangpai, Ge Jingchun, Ye Yangzhong. Technical and Economic Analysis of Comprehensive Utilization of Waste Distiller's Grains in Alcohol Plant[J]. *Liquor-Making Science & Technology*, 2009, 176(2), P100-102(Ch).
李香排, 葛景春, 叶养忠. 酒精厂废糟液综合利用技改技术和经济性分析[J]. *酿酒科技*, 2009, 176(2), P100-102.
- [3] Zhao Jianming, He Xuejun, Wei JinTao. Corn Ethyl Alcohol Residue in Pig Feed Application [J].*Feed Industry*, 2008, 29(2),

- P63-64.
赵建明,何学军,魏金涛.玉米酒精糟在猪饲料中的应用[J].饲料工业, 2008, 29(2), P63-64.
- [4] Xue Zhuguo, Zhao Fanlin. Drying of Beer Residue for Feed[J]. *Cereal and Feed Industry*, 1996, 7: 30-32. (Ch).
薛珠国, 赵凡琳. 啤酒糟干燥生产饲料技术[J]. 粮食与饲料工业, 1996, 7, P30-32.
- [5] Chen Lipin, Lu Wei. Change of Wheat Residue in beer Factory[J]. *Beer Science and Technology*, 2003, 11: 63-65. (Ch).
陈黎斌, 罗伟. 论啤酒厂麦糟的变化[J]. 啤酒科技, 2003, 11, P63-65.
- [6] Wan Zhijian, Luo Guan Qi. Determination of Mud Water Content with an Infrared Moisture Meter[J]. *Physical Testing and Chemical Analysis(PartB: Chemical Analysis)*, 2004, 40(12), P733-734 (Ch).
万志健, 骆冠琦. 用红外水分快速测定仪测定污泥含水量[J]. 理化检验化学分册, 2004, 40(12), P733-734.
- [7] Zhang Hui, Yi Xiaojuan, Zhou Lu. Rapid Determination of Moisture in Foodstuff With an Infrared Moisture Meter[J]. *Shanghai Measurement and Testing*, 2005, 6, P17-19 (Ch).
张慧, 乙小娟, 周璐. 用红外水分测定仪快速测定食品中的水分[J]. 上海计量测试, 2005, 6, P17-19.
- [8] Hua Shiqun, Lu Ying, Hong Yun. Measurement of Refractive Index of Liquid by the Equal thickness Interference[J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2006, 33(11), P1542-1546 (Ch).
花世群, 骆英, 洪云. 基于等厚干涉原理的液体折射率测量方法[J]. 中国激光, 2006, 33(11), P1542-1546.
- [9] Wu Qiang, Guo Guangcan. Photology[M]. *Science and Technology of China Press*, 1996, P352-362 (Ch).
吴强, 郭光灿. 光学[M]. 中国科学技术出版社. 中国合肥, 1996, P352-362.
- [10] He Shengping. Diffuse Reflection and Direct Reflection[J]. *Physics Teacher*, 2001, 22(2), P10-13 (Ch).
贺圣平, 漫反射与镜面反射[J], 物理教师, 2001, 22(2), P10-13.