



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106980332 B

(45)授权公告日 2019.03.22

(21)申请号 201710368859.1

(22)申请日 2017.05.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106980332 A

(43)申请公布日 2017.07.25

(73)专利权人 安徽博微长安电子有限公司
地址 237010 安徽省六安市经济开发区文
翁路

(72)发明人 闫洪亮 胡佳 李臻 马林森
田梦 赵学亮

(74)专利代理机构 合肥市上嘉专利代理事务所
(普通合伙) 34125
代理人 郭华俊

(51)Int.Cl.
G05D 23/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 101285720 A,2008.10.15,
CN 203298798 U,2013.11.20,
CN 203673369 U,2014.06.25,
CN 205091629 U,2016.03.16,
CN 105548282 A,2016.05.04,

审查员 姚千燕

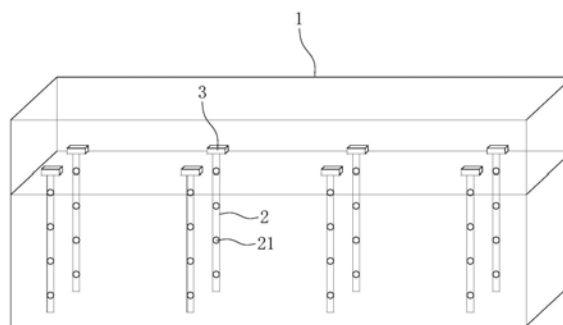
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种储粮状态的检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种储粮状态的检测方法,包括以下步骤:(1)测定预设空间内的粮食电容;在预设空间的中心放置温度传感器,通过温度传感器测定温度传感器本身的温度;(2)初始状态下,预设空间内的粮食水分正常,预设空间内的粮食的粮粒内外温度一致,预设空间内的粮食与温度传感器达到热平衡;当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容明显增加时,判定预设空间内的粮食产生发热现象;当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容显著增加时,判定预设空间内的粮食产生结露现象。本发明能够快速准确地分析判断粮粒内外温度是否一致、粮食是否发热、是否结露。



1. 一种储粮状态的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 检测过程

测定预设空间内的粮食电容;在预设空间的中心放置温度传感器,通过温度传感器测定温度传感器本身的温度;

(2) 判断过程

初始状态下,预设空间内的粮食水分正常,预设空间内的粮食的粮粒内外温度一致,预设空间内的粮食与温度传感器达到热平衡;

当相比初始状态,温度传感器测得的温度没有明显变化,而测得的预设空间内的粮食电容异常增加时,判定预设空间内的粮食的内外温度不一致;

当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容明显增加时,判定预设空间内的粮食产生发热现象;

当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容显著增加时,判定预设空间内的粮食产生结露现象;

判断过程通过电容式水分传感器来测定预设空间内的粮食电容,并以电容式水分传感器测得的粮食水分的异常增加、明显增加、显著增加来表征粮食电容的异常增加、明显增加、显著增加,设粮食水分正常值为 X ,粮食水分增加到 $(1.07\sim 1.18)X$ 为异常增加,粮食水分增加到 $(1.19\sim 1.38)X$ 为明显增加,粮食水分增加到 $2.5X$ 以上为显著增加。

2. 如权利要求1所述的储粮状态的检测方法,其特征在于,在预设空间的中心放置电容式水分传感器。

3. 如权利要求2所述的储粮状态的检测方法,其特征在于,电容式水分传感器与温度传感器集成在一起。

4. 如权利要求1或2或3所述的储粮状态的检测方法,其特征在于,粮食为水稻,水稻水分正常值为14%,水稻水分增加到15%为异常增加,水稻水分增加到17%为明显增加,水稻水分增加到40%以上为显著增加。

5. 如权利要求1或2或3所述的储粮状态的检测方法,其特征在于,粮食为小麦,小麦水分正常值为12.5%,小麦水分增加到13.5%为异常增加,小麦水分增加到15%为明显增加,小麦水分增加到40%以上为显著增加。

6. 如权利要求1或2或3所述的储粮状态的检测方法,其特征在于,粮食为玉米,玉米水分正常值为13%,玉米水分增加到15%为异常增加,玉米水分增加到18%为明显增加,玉米水分增加到40%以上为显著增加。

一种储粮状态的检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及粮食贮藏领域,具体地说涉及一种储粮状态的检测方法。

背景技术

[0002] 我国是一个人口大国和粮食生产大国,粮食安全关系国计民生。我国粮食仓储规模大和存储时间长,决定了粮食仓储质量的重要性。储粮状态具体分为粮食温度、粮食水分、粮食是否发热(即粮温异常高,粮食变质的特征)。当粮食水分超过粮温对应的安全水分时,粮食可能发热。不同温度下的安全水分是不同的,一般规律是粮温越高,安全水分越低。目前我国粮食仓储行业已普及粮温在线监测,若干粮内含多个温度传感器的电缆以数米为间隔插入粮食中,形成多层多点的粮温检测网络。

[0003] 长期存储(1-3年)或安全度夏的粮食在实际可控最高粮温条件下,以粮堆平衡相对湿度为65%所对应的水分含量作为确定粮食安全水分的参考指标。表1以稻谷为例,给出了不同温湿度下平衡水分(摘自,王若兰,粮油储藏学,中国轻工业出版社)。正常情况下,粮库在冬季对储粮通风以降低粮温,待来年开春气温回暖后密闭粮仓,直到下一个秋冬季。在此过程中,粮食在低温储藏环境中,其水分和温度相对十分稳定。但敖间漏气等因素会使粮温逐渐上升,若粮温过高则需要额外通风,以降低粮温并适当降低水分。粮温越低,安全水分越高,经济价值越高。加之,粮食生虫霉变的一个重要特征是粮温上升,因此粮温检测是目前粮情测控的主要感知手段。

[0004] 表1不同温湿度下的稻谷平衡水分

[0005]

相对湿度 温度	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
30℃	7.13	8.51	10.00	10.88	11.93	13.12	13.12	17.13
25℃	7.40	8.80	10.20	11.15	12.20	13.40	13.40	17.30
20℃	7.54	9.10	10.35	11.35	12.50	13.70	13.70	17.83
15℃	7.80	9.30	10.50	11.55	12.65	13.85	13.85	18.00
10℃	7.90	9.50	10.70	11.80	12.85	14.10	14.10	18.40
5℃	8.00	9.65	10.90	12.05	13.10	14.30	16.30	18.80
0℃	8.20	9.87	11.09	12.29	13.26	14.50	16.59	19.22

[0006] 目前粮食仓储国标要求敖间内安装的测温电缆实质是在电缆内封装温度传感器。测温电缆垂直插入粮食,贯穿粮食底面和表面。位于不同高度的温度传感器检测各粮层的温度。

[0007] 温度传感器有很多种,像粮库使用的接触式测温方法,温度传感器在电路上可以是一个电阻器(热敏电阻)、两种金属焊接在一起(热电偶)等等。传感器自身的温度会改变电阻器的阻值,两种金属之间的电势差,通过检测电学参数的变化反推出温度值。

[0008] 应指出的是温度传感器的工作原理决定了温度测量值实质是传感器自身的温度。只有在温度传感器和环境达到热平衡,温度读数才是环境温度值。因此只有粮食与温度传

感器达到热平衡后,温度测量值才是粮食温度。只有粮食发热的温度扩散到温度传感器的位置,它才能感知到粮食过热,而粮食是热的不良导体,这导致了测温电缆检测粮食过热有一定的滞后性。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能够快速准确地分析判断出粮粒内外温度是否一致、粮食是否发热、是否结露的储粮状态的检测方法。

[0010] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:一种储粮状态的检测方法,包括以下步骤:

[0011] (1) 检测过程

[0012] 测定预设空间内的粮食电容;在预设空间的中心放置温度传感器,通过温度传感器测定温度传感器本身的温度;

[0013] (2) 判断过程

[0014] 初始状态下,预设空间内的粮食水分正常,预设空间内的粮食的粮粒内外温度一致,预设空间内的粮食与温度传感器达到热平衡;

[0015] 当相比初始状态,温度传感器测得的温度没有明显变化,而测得的预设空间内的粮食电容异常增加时,判定预设空间内的粮食的内外温度不一致;

[0016] 当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容明显增加时,判定预设空间内的粮食产生发热现象;

[0017] 当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容显著增加时,判定预设空间内的粮食产生结露现象。

[0018] 进一步地,在预设空间的中心放置电容式水分传感器,通过电容式水分传感器来测定预设空间内的粮食电容,并以电容式水分传感器测得的粮食水分的异常增加、明显增加、显著增加来表征粮食电容的异常增加、明显增加、显著增加。

[0019] 进一步地,电容式水分传感器与温度传感器集成在一起。

[0020] 进一步地,设粮食水分正常值为 X ,粮食水分增加到 $(1.07\sim 1.18)X$ 为异常增加,粮食水分增加到 $(1.19\sim 1.38)X$ 为明显增加,粮食水分增加到 $2.5X$ 以上为显著增加。

[0021] 进一步地,粮食为水稻,水稻水分正常值为 14% ,水稻水分增加到 15% 为异常增加,水稻水分增加到 17% 为明显增加,水稻水分增加到 40% 以上为显著增加。

[0022] 进一步地,粮食为小麦,小麦水分正常值为 12.5% ,小麦水分增加到 13.5% 为异常增加,小麦水分增加到 15% 为明显增加,小麦水分增加到 40% 以上为显著增加。

[0023] 进一步地,粮食为玉米,玉米水分正常值为 13% ,玉米水分增加到 15% 为异常增加,玉米水分增加到 18% 为明显增加,玉米水分增加到 40% 以上为显著增加。

[0024] 本发明的有益效果为:

[0025] 本发明利用粮食介电常数随着粮食水分增加而增大,粮食介电常数随着粮食温度增加而增大的性质,若粮粒内外温度不一致,水分计算值与粮粒内外温度相当时差异较大,由此判断粮粒内外温度是否一致;

[0026] 本发明利用电容探测空间大于温度传感器温度探测空间,水分扩散速度大于温度传导速度,粮食介电常数与粮食温度相关的性质,若预设空间内粮食温度比温度传感器的

测量值高,则测得的粮食电容会更高,由此计算出的粮食水分将比粮食过热前的测量值明显增高,超过储粮水分的正常范围,由此判断粮食是否水分过高,粮食是否发热;

[0027] 本发明利用水的介电常数高粮食一个数量级的特点,若粮食表面存在结露水,测得的粮食电容以及粮食水分计算值将显著高出正常范围,由此判断粮食是否结露。

[0028] 本发明能够快速准确地检测出粮食的电容(水分)变化、并通过测量出的电容(水分)值、温度值分析判断出粮粒内外温度是否一致、粮食是否发热、是否结露,从而可以让储粮更安全、更优质。

[0029] 本发明还可以判断粮食在进行何种通风作业,通风预期达到的效果。再结合粮库的智能通风系统可以使通风作业更高效、更准确,从而实现节能减排、环保无污染。

附图说明

[0030] 图1是粮仓内传感器的布置示意图。

[0031] 图2是实施例1的电容、温度和水分的关系及变化图。

[0032] 图3是实施例2的电容、温度和水分的关系及变化图。

[0033] 图4是实施例3的电容、温度和水分的关系及变化图。

[0034] 附图中各部件的标记为:1敖间、2电缆、21测量点、3数据读取模块。

具体实施方式

[0035] 下面将结合实施例来详细说明本发明。

[0036] 本发明储粮状态的检测方法,包括以下步骤:

[0037] (1)检测过程

[0038] 测定预设空间内的粮食电容;在预设空间的中心放置温度传感器,通过温度传感器测定温度传感器本身的温度;

[0039] (2)判断过程

[0040] 初始状态下,预设空间内的粮食水分正常,预设空间内的粮食的粮粒内外温度一致,预设空间内的粮食与温度传感器达到热平衡;

[0041] 当相比初始状态,温度传感器测得的温度没有明显变化,而测得的预设空间内的粮食电容异常增加时,判定预设空间内的粮食的内外温度不一致;

[0042] 当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容明显增加时,判定预设空间内的粮食产生发热现象;

[0043] 当相比初始状态,温度传感器测得的温度变化不大,而测得的预设空间内的粮食电容显著增加时,判定预设空间内的粮食产生结露现象。

[0044] 下面提供实施例1,以水稻为例进行详细说明,粮仓内正常储仓水稻的水分值为14%,水分值超过17%时,水稻则会发热,乃至霉变。

[0045] 实施例1

[0046] 本实施例在预设空间的中心放置电容式水分传感器,通过电容式水分传感器来测定预设空间内的粮食电容,并以电容式水分传感器测得的粮食水分的异常增加、明显增加、显著增加来表征粮食电容的异常增加、明显增加、显著增加。这样,容易读数和判断。

[0047] 电容式水分传感器实质是一个电容器,其电场线覆盖传感器周围一定的空间(也

即预设空间),所测预设空间内的粮食电容除与粮食水分成单值函数外,还受粮食介电常数的影响,因此所测预设空间内的粮食电容也可表征该预设空间内的粮食介电常数。参见图2,粮食水分不变,粮食介电常数随着粮温的增加而增大;粮温不变,粮食介电常数随着粮食水分的增加而增大。粮食水分的计算方法是,温度和电容为输入量,粮食水分为输出量。在确定的温度下,粮食介电常数可视为常量,温度变化引起的介电常数的变化可通过温度补偿法来修正。

[0048] 所测预设空间内的粮食中的水分分布在粮粒的外部 and 内部。低水分粮食的水分主要分布在粮粒内部。粮粒内部的水分子受到淀粉等周围其他分子的束缚,自由转动受限,偶极矩较小。随着粮食水分升高,粮食水分逐渐从粮粒内部扩展到外部。外部水分以多层分子膜的形式存在,随着水分的增加,分子膜的层数逐渐增加。外部受到的束缚比内部少,因此偶极矩更大,且多层膜的高层分子的偶极矩比底层大,对粮食介电常数的贡献比粮粒内部水分大。由此可知,随着粮食水分增加,粮食介电常数(或粮食电容)单调增加,且斜率呈增加的趋势。

[0049] 粮食含水量与粮堆内空气相对湿度之间存在平衡,当局部粮食含水量过高时,水分子会扩散到空气中,进而扩散到周边的粮食中,交替进行,扩散范围逐渐扩大。

[0050] 参见图1,以标准粮仓敖间1(60米×24米)为例,其内布置(6×13)共78根测式电缆2,电缆垂直插入粮食,贯穿粮食底面和表面,每根电缆有四个测量点21,每个测量点安装电容式水分传感器和温度传感器,电容式水分传感器与温度传感器可以集成在一起,方便安装,电容式水分传感器的电场线覆盖范围是以传感器为球心,半径25cm的球体,电缆顶端设有数据读取模块3,方便读数。

[0051] 本发明实质是利用电容式水分传感器与温度传感器检测对象不一致而检测储粮状态。电容式水分传感器测量的是其电场线覆盖空间内的粮食电容并通过测得的粮食电容计算出粮食水分,温度传感器测量检测的是温度传感器本身的温度,也即与温度传感器外表面接触的粮食表面温度。

[0052] 本发明利用粮食介电常数随着粮食水分增加而增大,粮食介电常数随着粮食温度增加而增大的性质,若粮粒内外温度不一致,粮食水分计算值与粮粒内外温度相当时差异较大,由此判断粮粒内外温度是否一致;

[0053] 本发明利用电容式水分传感器电场线覆盖空间大于温度传感器温度探测空间,水分扩散速度大于温度传导速度,粮食介电常数与粮食温度相关的性质,若电容式水分传感器电场线覆盖空间内粮食温度比温度传感器的测量值高,则电容式水分传感器检测到的粮食电容会更高,由此计算出的水分值将比粮温过热前的测量值明显提高,超过储粮水分的正常范围,由此判断粮食是否水分过高,粮食是否发热;

[0054] 本发明利用水的介电常数高粮食一个数量级的特点,若粮食表面存在结露水,电容式水分传感器测量的粮食电容以及粮食水分计算值将明显高出正常范围,由此判断粮食是否结露。

[0055] 具体参见图2,假设初始状态下,预设空间内的粮食水分正常,预设空间内的粮食的粮粒内外温度一致,预设空间内的粮食与温度传感器达到热平衡,设为a点(水分值14%);

[0056] 若预设空间内的粮食的粮粒内外温度不一致(即粮食通过呼吸作用产生热量,导

致粮食的粮粒内部温度偏高),此时粮粒内部温度偏高,粮食介电常数也会偏高,但在高温传递到温度传感器之前,温度传感器温度不会有明显变化(变化在 0.3°C 以内),但该预设空间内的粮食电容因粮食内温度上升而增加,造成粮食水分测量值会异常增加(变为b1点,水分值15%);

[0057] 若预设空间内的粮食因水分过高而引起发热,乃至霉变、生虫,在高温传递到温度传感器之前,温度传感器测量温度变化不大(变化在 1°C 以内),但该预设空间内的粮食电容因粮食温度上升而增加,造成粮食水分测量值明显增加(变为b2点,水分值17%);

[0058] 若预设空间内的粮食结露,由于水的介电常数是 $80@25^{\circ}\text{C}$,而粮食在2-7之间,水的介电常数高粮食一个数量级,在粮食发热之前,温度传感器测量温度变化不大(变化在 1°C 以内),该预设空间内的粮食电容会显著增加(变为b点,水分值40%以上),由此可以提前发现问题。

[0059] 结论:根据此方法,当水分值由a点变化为b1点(异常增加)时,可以检测电容式水分传感器电场线覆盖空间内粮食的粮粒内外温度是否一致;当水分值由a点变化为b2点(明显增加)时,可以检测电容式水分传感器电场线覆盖空间内粮食水分是否偏高,粮食是否发热,乃至霉变、生虫;当水分值由a点变化为b点(显著增加)时,可以检测电容式水分传感器电场线覆盖空间内的粮食是否结露。

[0060] 发明人经过后续研究,得出:设粮食水分正常值为X,粮食水分增加到 $(1.07\sim 1.18)X$ 为异常增加,粮食水分增加到 $(1.19\sim 1.38)X$ 为明显增加,粮食水分增加到 $2.5X$ 以上为显著增加。

[0061] 具体地,对于小麦,小麦水分正常值为12.5%,小麦水分增加到13.5%为异常增加,小麦水分增加到15%为明显增加,小麦水分增加到40%以上为显著增加;对于玉米,玉米水分正常值为13%,玉米水分增加到15%为异常增加,玉米水分增加到18%为明显增加,玉米水分增加到40%以上为显著增加。

[0062] 在粮食储存过程中,还经常会有通风作业来调节粮食的环境温度和粮食水分。通风作业考量的经济指标有两个:一是能耗,即通风所花费的电费等支出;二是水分损失,即通风带走的粮食水分。

[0063] 通风降低水分的原理是,当空气湿度中等或较低时,气流穿过粮食,促进粮粒表面的水蒸气挥发。若增加空气湿度,根据表1可知,空气中的水蒸气会逐渐进入粮食中,增加粮食水分,这种通风叫做调质通风。但调质通风可能造成粮粒表面结露,引发生虫霉变。结露等液态水的介电常数($78@25^{\circ}\text{C}$)与粮食(2-7)相比差一个数量级,电容值存在明显区分。增加水分的调质通风时需要监控进风口是否结露。当出现结露时,及时通入相对干燥空气,避免粮食发热。

[0064] 温度传感器热传导比粮食快,因此通风过程中,温度读数下降得比粮食内部温度快,前者先达到空气的温度。如上文所述,粮食介电常数与粮食内部温度相关,通过通风前后粮食水分差异可以判断粮粒内部温度是否下降到要求温度(业界称为“冷芯”),避免过度通风,降低能耗。

[0065] 下面以水稻为例,再介绍两种通风作业过程中电容式水分传感器和温度传感器的测量值变化。

[0066] 实施例2

[0067] 降低粮温的机械通风

[0068] 如图3所示,通风前是a点(水分值为14%),经过一段时间通风后,粮粒外部已冷却但内部温度未完全降下来,就变为c点(即粮粒内部温度比粮粒外部温度以及温度传感器温度下降得慢,因此内部介电常数下降得慢。但水分测量值按照传感器温度和内部介电常数计算的,所以水分测量值会增加,传感器温度下降;水分值为15.5%);待粮粒内部温度降下来后,粮粒内外和温度传感器重新达到热平衡,c点会最终变为d点(水分值为13.5%),即粮食水分因为通风产生部分损失。

[0069] 结论:根据此方法,可快速直观地反映粮食在降温通风过程中,温度传感器测量的环境温度变化较快,但粮食的粮粒内部温度变化较慢,待内外温度平衡时,粮食水分会略有降低。

[0070] 实施例3

[0071] 增加水分的调质通风

[0072] 如图4所示,通风刚开始时,水分集中在粮粒表面和外部,电容式水分传感器电容增加,待水分扩散到粮粒内部之后,粮粒内部介电常数比粮粒外部小,电容式水分传感器测得的电容会逐渐减小。在这个过程中水分测量值会从初始值a点(水分值为13%),先明显增加至e点(水分值为16%),后逐渐变小并趋近于加水后的水分真实值f点(水分值为14.5%)。

[0073] 结论:根据此方法,可快速直观地反映粮食在调质通风过程中,电容式水分传感器测量的水分值因粮食表面结水而明显增加,而粮食内部水分变化较慢,待粮食内外水分平衡时,电容式水分传感器测量水分值回落并接近于真实值。

[0074] 应当理解本文所述的例子和实施方式仅为了说明,并不用于限制本发明,本领域技术人员可根据它做出各种修改或变化,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

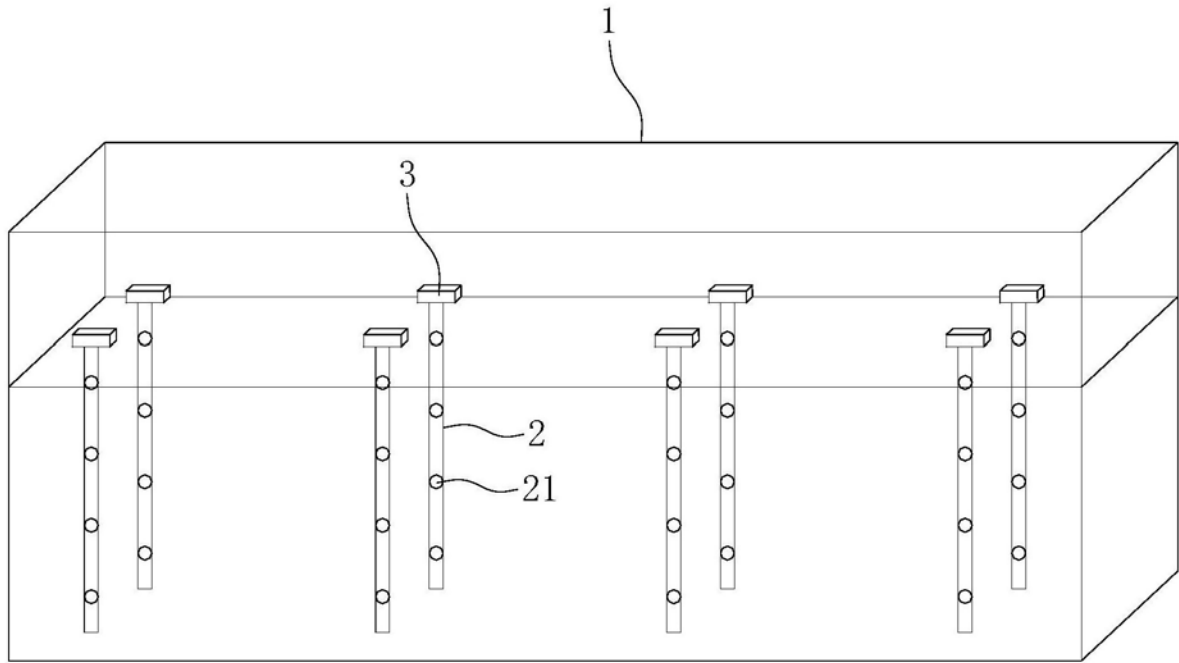


图1

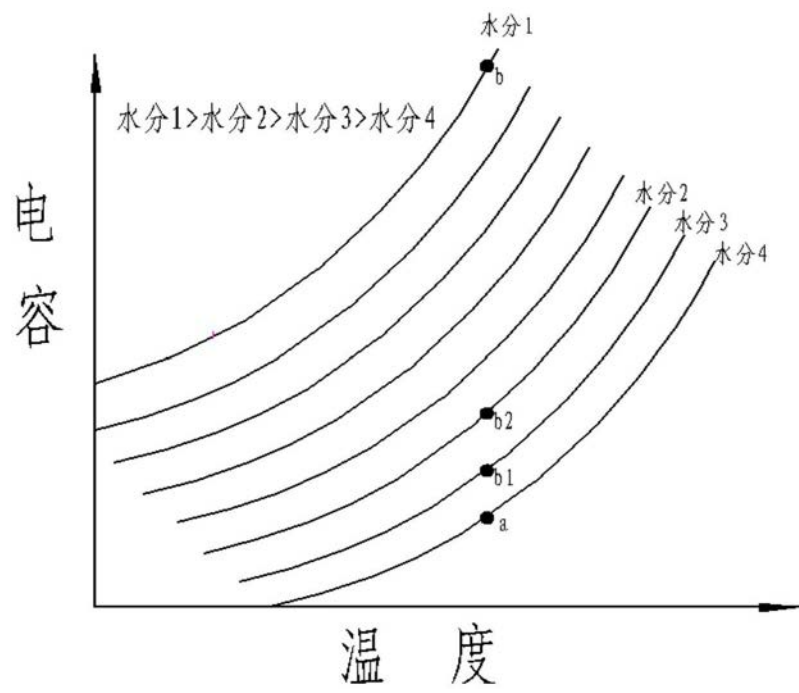


图2

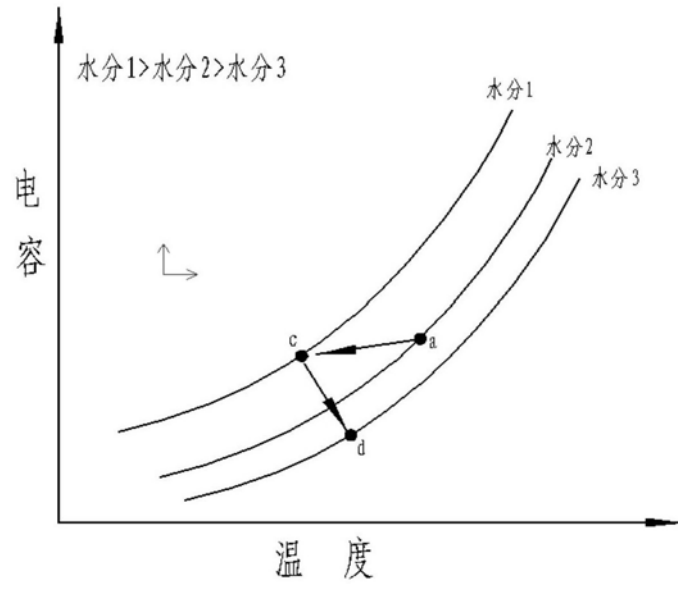


图3

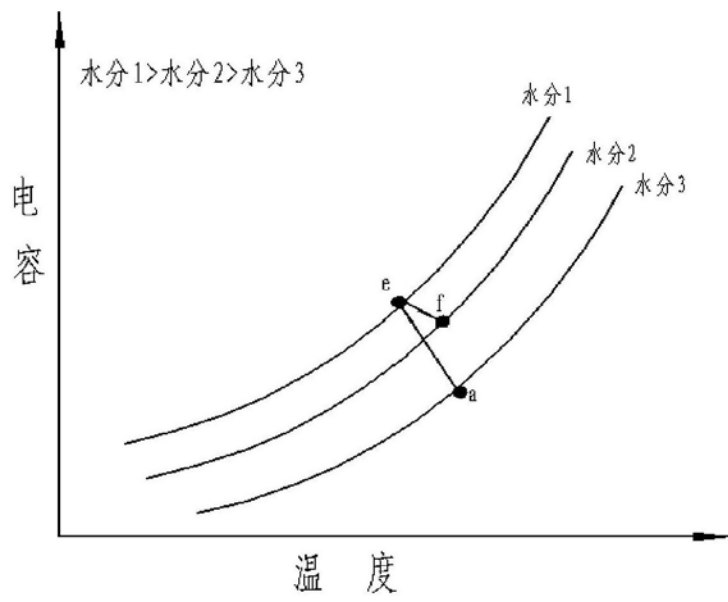


图4