

# 解决回收浆包装纸生产中挥发性脂肪酸的问题

巴克曼股份有限公司造纸行业专家David R Jones

## 介绍

所有的纸种都可能有味的问题，这个问题可能发生在纸张上或生产过程中。产生异味的原因可分为两大类：化学的和微生物的。微生物引起异味问题的发生概率往往比化学品的高，尤其是回收浆生产的包装纸更是如此。在调查异味问题时，最重要的是弄清楚所有可能引起异味的原因。有各种实验室方法来识别产生异味的气体。在解决异味问题的过程中，首要的是要识别异味的来源，一旦来源被确定，然后就可以确定解决方案。解决方案可能包括改变工艺以及化学品处理方法。本文重点介绍挥发性脂肪酸（VFAs），以及它们可能给回收浆包装纸带来的问题。

## 回收浆包装纸

放眼整个包装纸行业，在用100%回收浆的造纸生产过程中更易发生挥发性脂肪酸问题。如果使用原生浆如未漂硫酸盐浆、NSSC和亚硫酸盐浆生产包装纸，很显然，在这样的生产过程中，系统的pH值和温度对微生物有良好的控制作用。使用OCC浆会有许多因素导致微生物污染更加严重，包括

室外储存和单流回收。单流回收的纸板被食品所污染的机会更大。食品中含有微生物并且为微生物提供食物。

导致更多挥发性脂肪酸问题的另一个因素是包装纸厂因为节水使得系统更加封闭。包装纸企业为了减少清水的使用量，节约能耗，减少污水排放，使得废弃物从系统中被去除或洗出的机会少之又少。这一因素影响各种各样的纸浆和纸种。

## 挥发性脂肪酸

什么是挥发性脂肪酸？他们从哪里来的？挥发性脂肪酸是少于6个碳原子的脂肪族脂肪酸。表1列出了各种挥发性脂肪酸以及它们所产生的异味。

在回收浆包装纸的生产中，最常见的挥发性脂肪酸是乙酸、丙酸和丁酸。许多种细菌都能产生挥发性脂肪酸，包括兼性和专性厌氧菌。兼性厌氧菌在有氧或无氧条件下都可以生存，而专性厌氧菌在无氧或低氧条件下才能茁壮成长，梭状芽孢杆菌属就是产生挥发性脂肪酸的一个实例。对专性厌氧菌而言，氧对它们是有毒

的。同时，它们也是芽孢细菌。有些细菌形成芽孢；芽孢是在含有遗传物质的细菌细胞内形成的。当细胞死亡时，芽孢被释放出来。芽孢能耐非常恶劣的环境条件。例如，他们在长时间的沸水中也能生存。一旦环境改善，有利于细菌的成长，芽孢会很快醒来并开始生长。在控制程序中必需考虑到存在芽孢细菌这一因素。

挥发性脂肪酸能产生哪些问题？这包括几方面。第一是异味，它可能发生在最终成纸里或在一个区域里。这可能会导致邻居或工厂工人的投诉。成纸有异味是个非常严重的问题，可能导致业务损失，并且可能会危及工厂的未来。一些包装纸客户对纸页中挥发性脂肪酸的含量有限制，纸板企业必需符合这些要求。

## 诊断方法

在解决异味问题时，您首先需要确定产生异味的气体类型。在实验室里可以进行各种检测。例如，气体样品可以使用热解析气相色谱 - 质谱法进行分析，将得到的光谱与数据库进行比较，从而确定存在哪些气体。

常用名	学名	异味
蚁酸	甲酸	刺鼻的溶剂像指甲油
醋酸	乙酸	醋酸味
丙酸	丙酸	狐臭
丁酸	丁酸	腐臭的黄油味，呕吐物味
异丁酸	2-甲基丙酸	腐臭的黄油味
戊酸	戊酸	在水果味
异戊酸	3-甲基丁酸	狐臭

表1：挥发性脂肪酸

在解决这个问题时，首要的是要识别异味的来源

其次，可以由有专业嗅觉的人员组成一个小组来测试异味。这些人员经过专门的训练，能够识别不同的异味。关于异味的测定方法有很多参考文献能提供更多信息。有一种探测器可以检测气体并且识别它们。在某些情况下，还可以编程把异味类型和对应的挥发性脂肪酸关系储存在存储器里。

如果对成品里的挥发性脂肪酸有限制，大多数情况下这些样本必须送到外边的实验室进行第三方检测。在纸厂，有市售的测试盒来检测浆料和水样里的挥发性脂肪酸。当需要对成品检测时，厂内检测可以用作监控工具。厂内检测会立即出结果，而外面的实验室检测将会延迟一些。

其他检测方法包括：微生物计数或特定菌种的检定。理解微生物检测的性质很重要。没有一种微生物检测方法能够检测所有种类的微生物。而在分析异味原因时，识别产生异味的微生物种类又异常重要。在问题解决阶段，有必要进行大量不同的检测，以帮助识别存在的微生物种类并且进行系统调查。本文不详细讨论可用的各种检测，但着重关注产生挥发性脂肪酸的厌氧菌。对细菌的常规检测就是众所周知的标准平板计数法。这种广泛使用的方法检测好氧细菌，这种细菌在36℃的温度下在营养琼脂上生长。因此，这种方法不适用于厌氧菌的检测。对于厌氧菌，需要使用更特别的检测法，比如采用强化梭菌培养基。这种方法可检测梭菌及其他一些厌氧菌。但这种方法更多的侧重于定性（有/没有）而不会给出计数结果。

#### 控制方法选择

早前提到，在大多数情况下控制方案将包含工艺变化以及利用微生物控制程序。对于厌氧细菌，良好的控制工具是氧。在浆池中增强混合，以保持高的含氧量，将有助于控制厌氧菌。这是一个省钱的方法。良好的清

如上所述，改善工艺条件是很重要的，但就挥发性脂肪酸控制而言，这不是个完整的答案

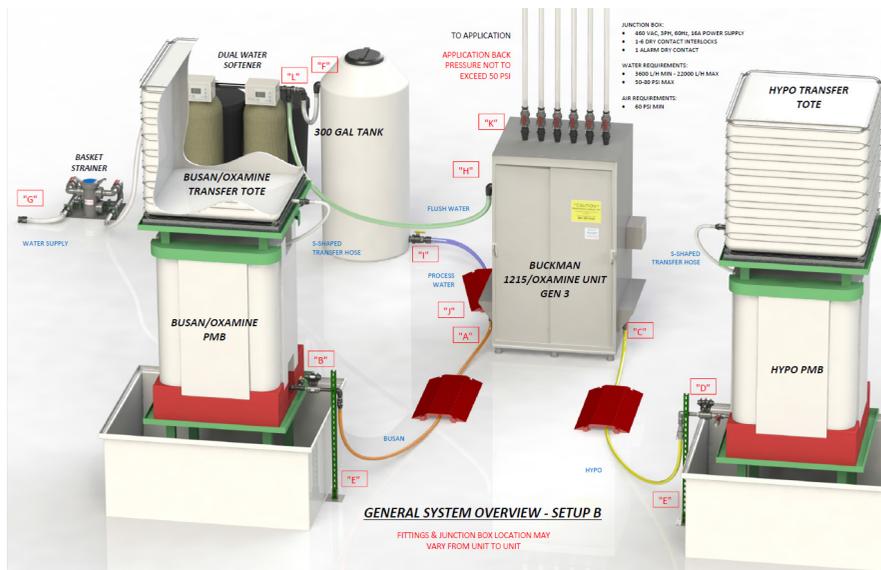


图1: Oxamine专用加药设备系统

洗和日常保洁也很重要。如果在浆池底部有一个固体层，那么可能形成厌氧条件。在该层中的好氧细菌会把氧气用光。一旦氧气量很低，则厌氧菌的生长将启动。同样应该避免浆槽里未使用的浆/水静止不动。这也会导致厌氧条件。要经常检查系统以确定不利的工艺条件，并且尽可能地将它们排除在外，或者至少要使之减少。

如上所述，改善工艺条件是很重要的，但就挥发性脂肪酸控制而言，这不是个完整的答案。微生物控制方案是必需的。产生挥发性脂肪酸的厌氧菌控制就是前面提到的芽孢。芽孢细菌群中一部分总是会产生芽孢。一个细菌产生一个芽孢。当环境条件变得更加恶劣时，那么菌群产生芽孢的细菌百分比会增加。结果是，所有活的细菌可能被杀死，而留下芽孢。一旦环境有利于细菌的生长，就会发生同样的问题。

选择正确的控制方案很重要。主要有两种类型的杀菌剂：有机的和无机的。有机杀菌剂含有对微生物有毒的活性成分。根据需要控制的微生物类型，选择合适的杀菌剂极为重要。一种杀菌剂可能对好氧菌非常有效，

但对厌氧菌的效果可能很差。应用方案的设计也很重要。流量设定必须达到该特定杀菌剂的杀菌浓度。此外，一些活性成分需要更多的接触时间才有效果，这就需要在杀菌剂应用策略中体现出来。有机杀菌剂的缺点之一是它们可能不会穿透生物膜到达厌氧菌群。他们也可能无法渗透到浆池底部的浆堆里。巴克曼具有其所有杀菌剂产品的活性成分信息，并使用计算机模型来确定产品的作用周期，确保达到有效浓度。

无机杀菌剂主要有氯族包括氯气、次氯酸盐和二氧化氯等不同类型的。也有如过氧乙酸和过氧化氢等产品。氯产品可能有效，但特别在包装纸生产过程中受到限制。氯产品是氧化剂。他们会氧化有机物、无机物和生物物质（包括细菌）。它们必须先满足系统总体氧化物需求量后才有效果。对于用回收浆生成包装纸的厂，系统氧化物需求量会高于100%原生漂白浆生产的文化纸。因此，传统的无机产品可能很昂贵，效果却不好。

#### Oxamine®

巴克曼的Oxamine系列产品，可用于控制微生物。Oxamine产品是含有专

利的铵化合物混合物，当它以精确的摩尔比和正确的pH值与次氯酸盐混合时，就产生杀菌活性物。因为Oxamine已经化合，不会受系统典型的氧化物需求量的影响，该杀菌活性成分能同时大大降低好氧和厌氧细菌数量。

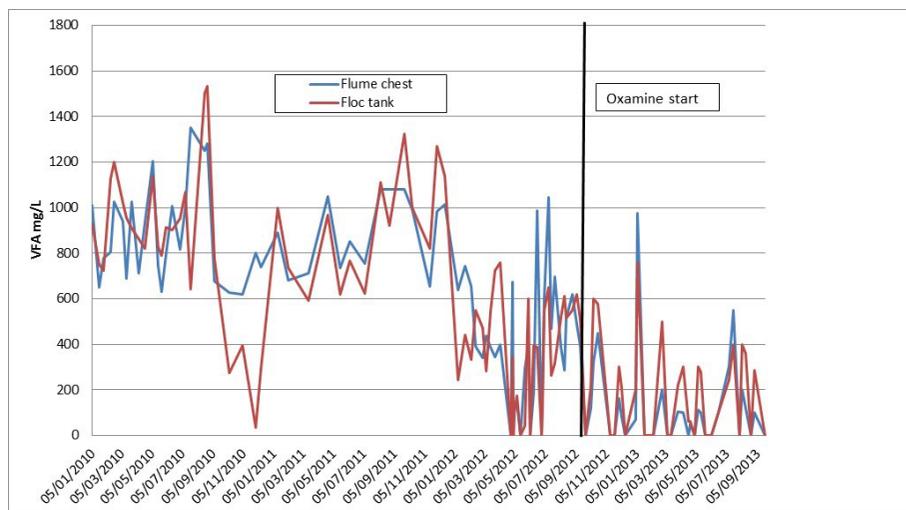
要安全地产生所需的活性物，两种组分精确地混合是非常重要的。如果摩尔比不正确，那么可能会产生没有杀菌效果的其它化合物。巴克曼已经开发出先进的、PLC控制的专用加药设备系统以确保正确的混合比例，从而产生杀菌活性物。此外，尤为重要是：Oxamine®和次氯酸钠不能直接混合，因为这会产生有毒气体。这两种产品都在设备中先与水混合，从而安全地产生所要的活性物。专用加药设备在中间有分隔，Oxamine和次氯酸盐分置两侧，保证即使发生泄漏时，Oxamine和次氯酸盐也不会直接接触

该专用加药设备的设计初衷是保证安全第一。该系统包括：

- 加药前后的预清洗
- 下列情况下的报警 - 触发冲洗后停机
  - 化学品流量低/高/没有
  - 稀释水流量低或没有
  - 气压减小
  - 没电
- 在断电的情况下，紧急冲洗
- 集成的溢流传感器，防止泄漏
- 后备水源应急冲洗

因此，如果在运行过程中有任何故障，系统将自动关闭和冲洗。图1是Oxamine专用加药设备系统图。

传统的含氯产品用量是依据测得的游离氯来控制的，而Oxamine的用量是依据测得的是总氯来控制。也可以直接用市售的检测试剂盒来检测该活性物。ORP测量可用于确保该系统是在氧化状态下。ATP（三磷酸腺苷-生物体内的高能化合物）测定反应的是



图表1：案例3挥发性脂肪酸量

总体微生物体量，其前提是：假定在样品中所测得的ATP都来自微生物。ATP测定法是跟踪微生物污染程度的快捷方式。其最大优点是在几分钟内出结果。其他的细菌计数法因需要培养通常要36至130小时才能出结果。

Oxamine®比传统的氯产品或有机杀菌剂能更有效地减少好氧和厌氧菌。由于微生物数量显著减少，产生的挥发性脂肪酸量也降低。与传统的氯产品相比，Oxamine另一个优点是其腐蚀电位低得多。

巴克曼已经开发出远程系统，加药设备系统和方案的状态可以由一个芯片或智能电话来监控。例如，设备的报警信息会以文本形式发送给巴克曼的同事或工厂员工，通知他们报警信息。

### 案例1

有个100%回收浆包装纸厂接到邻居们的投诉，说他们的污水厂会散发出臭味。这个怪味就包括挥发性脂肪酸。启动Oxamine方案后，近一年来，投诉明显减少了。

### 案例2

有个100%回收浆包装纸厂需要控制几种纸板中挥发性脂肪酸量低于目标值。启动Oxamine方案处理浆、水系统后，ATP结果显示总微生物体量下

降了十倍，成品检测证实挥发性脂肪酸水平远远低于目标值。

### 案例3

有个工厂需要减少他们成品的挥发性脂肪酸量。采用Oxamine方案，挥发性脂肪酸几乎立即减少。图1显示了这个结果。这个方案的另一个优点是工厂的异味减少了。

### 总结

纸浆和纸的异味问题有多种形式。回收浆包装纸生产过程中异味问题大都是挥发性脂肪酸引起的。造成这种情况的原因主要有两个：包括使用的回收纸带有污染以及水系统封闭。这两种因素都会导致微生物数量较高。解决这个问题包括：充分了解异味产生的各种原因，合适的检测方法来确定异味的类型和来源。

过去，有各种有机和无机类型的杀菌剂被用于控制挥发性脂肪酸；它们可能既昂贵效果又不佳。巴克曼推出Oxamine®给回收浆包装纸生产提供了一个可以有效控制挥发性脂肪酸量的工具。巴克曼精心设计的安全加药设备系统可以确保Oxamine正确、安全地应用。

Oxamine已被大量的回收浆包装纸厂证明能有效地控制各种微生物问题，包括挥发性脂肪酸控制。

当环境条件变得更加恶劣时，那么产生芽孢的菌群百分比会增加