

## 高效生物工艺净化难分解废水

# HOK 技术广辟新途

### 1. 课题展述

传统的活性污泥工艺对许多难分解废水无法实施充分的净化处理，即使采用改良的工艺（例如：**SBR** 技术）亦难以有所突破。尤其是单种污染成分且污染程度高的工业废水常致使传统设备失效（污泥指数高，沉淀性能差，絮凝不充分等）。

以往处理这类废水不得不采用一些复杂，昂贵且能耗高的方法。常常为了投资和操作运行耗费了高昂的财力和人力。因此亟待开发一种既结合活性污泥技术的优点，又避免其缺陷性，且操作简便的新工艺。

此外，所寻求的新工艺还必须能够分解生物法几乎或根本不能处理的物质类型。这些物质指除耐溶性 **CSB** 外，还包括诸如有机化合卤素（**AOX**），卤代碳氢化合物（**HKW**），重金属以及废水色素等。

### 2. HOK 反应器技术

**HOK** 反应器技术的核心是固定床，其原理类似于传统废水处理设备的砂滤器和混床。关键的区别在于其填料（填充物）不是采用砂石，而是用专门平炉工艺生产的褐煤焦炭作为主要填料，因而又称其为平炉焦炭(**HOK**)。

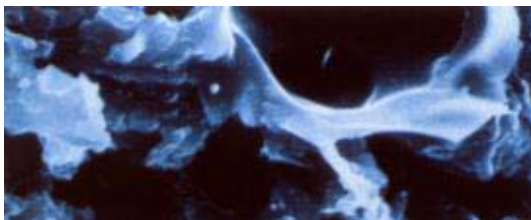
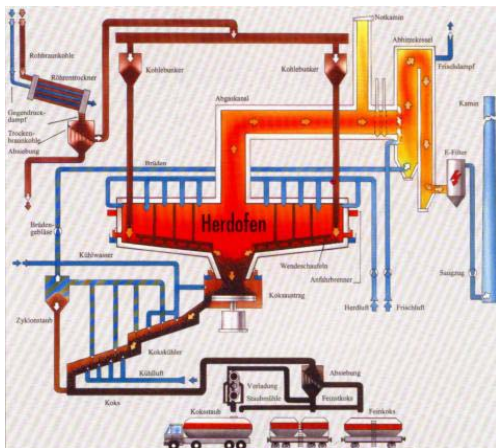


图 1 所示为该固定床反应器的结构形式。焦炭散积物置放于粗粒度的砾石层面上。该砾石层面接有通风和通水用的水管和气管。需要处理的废水由上侧部注入，对角交叉引入反应器底部，再由一根立式管将其向上导引。反应器的出水口位于焦炭覆盖层以下约 **30cm** 处。采用这种方法使 **HOK** 固定床反应器的焦炭层用作生物净化时产生废气的过滤器。实践证明，干扰性的气味散发或人工释放效应均有所减弱。褐煤焦炭散积物在多年操作运行期间无需进行更换，仅需偶尔加以反洗。倘若确定有量的损耗（损耗量为每年 **5~10%**），可简单地进行补充。

与常见的过滤级相比，**HOK** 反应器基于平炉焦炭的工艺性能，除具有机械物理净化功能外，还保证了总体的生物分解反应性。与废水路径呈逆向的大面积供气系统促进了生物分解过程。因而根据获专利的 **HOK** 设计理念制成的焦炭固定床反应器，在工业技术和生化技术方面，是生物净化法的理想化模式。物质的分解通过生物化学反应链进行，反应结束时有机和无机化合物转化为稳定的大多为诸如 **CO<sub>2</sub>**、**H<sub>2</sub>**、**N<sub>2</sub>**、**NO<sub>3</sub>** 和 **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** 的无机形式的化合物。在此同时，用褐煤制成的平炉焦炭（**HOK**）的特殊性能以其独特的方式从根本上支持了解析过程。**HOK** 固定床反应器的特殊作用在于：

- 将微生物固定于褐煤焦炭上
- 通过提供营养物令特种细菌自行分选（淘汰）
- 好氧菌，无氧菌和厌氧菌共生

• 褐煤焦炭的吸附性能，可使基材上的营养物质，氧和微生物达到理想的浓度，从而极大地使处理水的内含物（基质）得到矿化。HOK 固定床反应器通过需氧性生物工艺控制技术，实现有机和无机氮化合物的消弃。借助褐煤焦炭将水的有机性内含物吸附并重新释放（解吸）的性能，有效地影响生物分解过程，另外还可稳定 HOK 固定床反应器的工作性能。吸附水内含物质为暂时性过程。污染负荷变化幅度大的情况下，通过吸附可缓冲有机物的峰值。因生物净化的效能显著，采用进一步的生物净化，通过将吸附物重新释放（酶促性蜕变），常在固定床中形成新的吸附平衡。这些解吸物再通过生物方式进行分解。



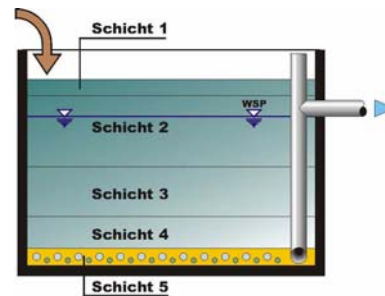
### 3. HOK 反应器的操作

图 1 所示为 HOK 反应器横截面原理图。明显可见其矩形的横截面形状和细焦炭的散积水平位置。另可见共有五个水平层面，由上至下分别为下列结构：

- 层面 1：废气过滤器
- 层面 2：用于分离（离析）特别物质的高负荷级
- 层面 3：用于分离已溶解物质的低负荷级
- 层面 4：优化级
- 层面 5：砾石区域（管床部分）

固定床反应器的底部范围（层面 5）为大面积鼓风和净水汇集系统。两者均结合在砾石床上，以确保良好的液压均匀分布。

经净化处理的废水通过立式管导入上部三分之一处，以确保高负荷级完全蓄满，仅废气过滤器可或多或少保持干燥。通过细焦炭的高吸附力可将废气彻底去臭，实际上不会出现可嗅得的气体。



Prinzipieller Aufbau des HOK-Reaktors

基于褐煤焦炭的突出性能，焦炭散积物特别适用于满足下列功能：

- 用于阻遏未分解物质的细过滤器
- 用于吸收已分解物质的吸附剂
- 用于生物膜的基材物质
- 用于矿物及微量元素的被食用菌种（有利于微生物）
- 用于废水减毒（除毒）的催化剂（接触剂）物质

上述性能使废水在流经焦炭散积物的过程中明显降低多种成分的污染。因而一方面分解 CSB（亦称耐熔 CSB），此外还分解有机性有害物质（碳氢化合物，苯酚等）。另外还可大大减少氮化合物，固体物质，重金属和染料等物质，与此同时，褐煤焦炭的吸附性也支持了生物处理过程。一方面以吸附方式减缓其负荷峰值，另一方面将待消弃的有毒物质浓聚于焦炭上。与同时被吸附的氧发生化合后即形成有利于对有毒物质进行微生物分解的环境。

生物体的不移动性还具有其他的优越性。不受生长率和过剩污泥减少的影响，微生物中的特种细菌自行分选（淘汰），即使难分解的有机毒物亦可进行消弃。特别是一般易冲净性硝化菌可以很好地着床定位在褐煤焦炭上。可避免膨胀沉积物的生成。与悬浮的物质相比，仅有一半数量的过剩污泥产生。除此以外，操作运行的中断时间还可长达三个月之久，而不必担心设备重新投运后会有很大的清理耗费。

在 HOK 反应器（图 2）中加入废水，直至过滤床的通透性减弱并由此使流入的废水蓄满后溢出为止。一个液位探测器监控蓄水液面的升高状况，以便在必须反洗相关的 HOK 腔室时，可以给操作人员发出信号。

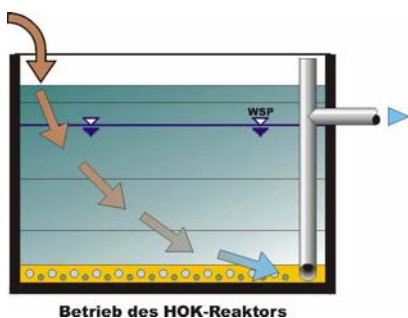
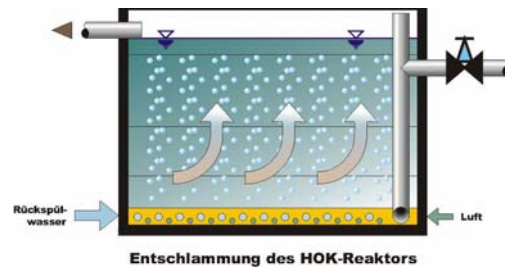


图 3 所示为反洗过程，按类似于一个沙滤器的简单方式进行引导：关闭净水排放阀，然后借助一台潜水泵由净水蓄水池将已净化好的废水导入过滤器的底部范围。同时增加鼓风强度，用以疏松滤床部分。同时，垂直向上的冲洗水流则携带未固定的废渣与冲洗水一起流入废渣储存池或废渣处理系统中。



反洗过程持续约 15~25 分钟（平均 20 分钟），因此被反洗的设备单元仅需短时间中断其操作运行。由于一般情况下 HOK 污水处理设备由多个设备单元所组成，因此其余的设备单元可以在某个单元反洗期间毫无问题地增加其负荷量继续运行，由此排除了有关净化效率方面的损耗。

反洗过程结束后，再次开启设备单元的排放阀，重新排入需处理的废水。

使用 HOK 反应器及其专用的平炉焦炭特别令人瞩目的特点是：即使经过了多年的使用迄今仍未发现其活性的衰竭以及工艺性能的耗尽。在设备运行 10 至 15 年后方需更换其滤床且仅在废水的特种内含物限制了焦炭的吸附能力时才需加以更换。焦炭在运行期间的损耗量很小。其每年的补充量约占反应器容量的 5%，最多为 10%。由于 HOK 反应器的高效能性，焦炭损耗方面的生产成本则可小到忽略不计。



#### 4. 焦炭的工作原理

生物性废水净化设备中焦炭的作用源于所谓的“饲料槽模型”：各焦炭颗粒被视为“饲料槽”，由此为周围环境中的微生物提供养分和氧。这些养分（即需降解的废

水内含物)和氧以比周围的水更高的恒定浓度提供在焦炭颗粒上。焦炭颗粒因其具有排流性的吸附和解吸功能而如同缓冲体和暂时的存储体,即焦炭减少了负荷和环境的波动变化。采用焦炭的生物净化的结果是生成易迅速沉淀的浓缩废渣。活性部分中废渣浓度的增加导致废渣指数的降低和特殊分解能力的提高。还有一个优越性是将整个系统稳定在一个很高的分解水平上。另外还可因助脱水剂的需用量很低而节约了废渣脱水处理的成本费用。



除对废水中有关内含物进行生物分解外,焦炭的物理性还能对难分解物质进行吸附性的废水处理。特别是大分子化合物可以很好地积聚在褐煤活性炭上。这种综合了物理,化学和生物的分解效果表明了 HOK 废水处理技术具有广泛的功效。

### 5. HOK 反应器的应用领域

HOK 反应器技术特别适用于处理来自工业生产领域的高污染和单种结构成分的废水。典型的应用情形是:

- 纺织业废水

- 印染业废水
- 乳制品业废水
- 制药业废水
- 化学废水
- 工业处理废水

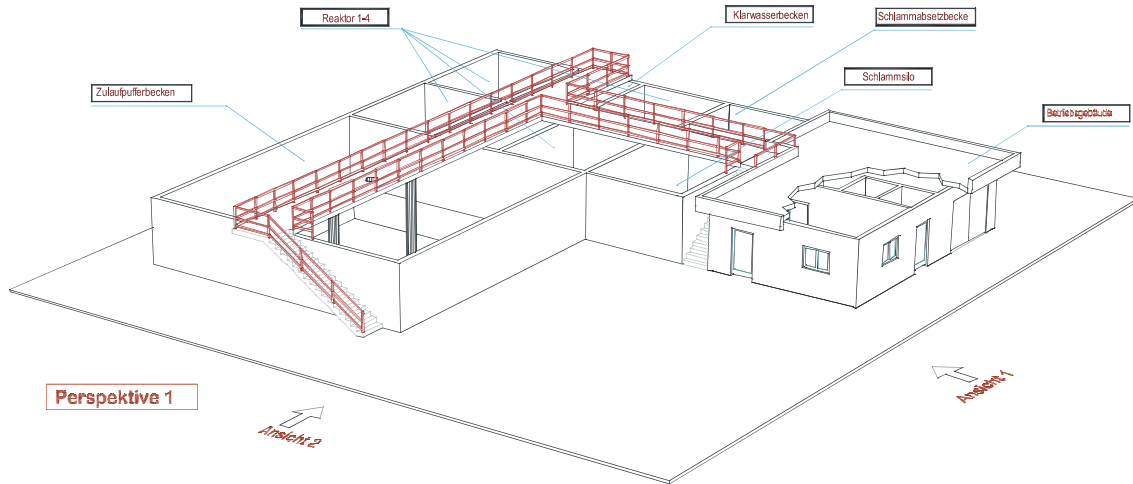
如果能够采用生物处理方法且废水已预先经过机械性的净化处理,使废水适合采用固定床反应器技术进行处理的话,则 HOK 反应器技术原则上不存在局限性。

### 6. 示范项目: 印染厂的废水

其目标任务是将纺织厂和纺织印染厂流出的废水(500m<sup>3</sup>/d)进行净化处理,使其能够按照当地政府的严格规定直接排入明水系中。此外还需符合废水必须进行除色处理的规定。

下列流程图及设备俯瞰图表明了项目的实施情况。首先将除去固体(细格栅)的废水输送到一个调节池中,废水在该池中进行 PH 值调节及量和浓度的调节。用四个并列的 HOK 反应器同时处理废水后将其直接排入明水系中。将处理过程中形成的浓缩剩余废渣分别存放,用一台压滤机进行脱水处理。

其他的项目示例表明了 HOK 技术的性能功效。我们非常乐意提供进一步的咨询信息。



如您有兴趣，请随时与我们联系：

In case of interest please contact:



拜尔杰斯特国际有限责任公司  
污水处理系统  
德国 Dresden 市 Berthold-Haupt-Str. 街 37 号  
D - 01257  
电话: ++49 +351 3 16 86-0  
传真: ++49 +351 3 16 86-86  
电邮: [biogest@t-online.de](mailto:biogest@t-online.de)  
[www.biogest-international.de](http://www.biogest-international.de)

**Head Office:**  
**Biogest International GmbH**  
Wastewater Treatment Systems  
Berthold-Haupt-Str. 37  
D - 01257 Dresden  
Tel.: ++49 (351) 3 16 86-0  
Fax: ++49 (351) 3 16 86-86  
email: [biogest@t-online.de](mailto:biogest@t-online.de)  
[www.biogest-international.de](http://www.biogest-international.de)



拜尔杰斯特国际有限责任公司中国  
网址: [www.biogest-international.de](http://www.biogest-international.de)

**Biogest International GmbH China**  
Website: [www.biogest-international.de](http://www.biogest-international.de)