

# UED 技术在钢厂废水处理中的应用

## 一、钢厂废水来源

钢厂工业是我国水污染物排放重点行业，钢厂废水的来源分为生产工艺废水和冷却水两个方面。

其中生产工艺废水包含：炼铁车间废水、轧钢车间废水；

冷却废水包含：间接冷却水、直接冷却水；

各类废水的来源与水质特征如下表所示。

钢厂工业废水分类表

钢厂废水类型	废水来源	水质特征
生产工艺废水	来源于高炉、热风炉、鼓风机和铸铁装置等设备的冷却和煤气洗涤过程	高炉煤气洗涤水通常呈浅褐色，水温在 45℃ 左右，悬浮固体在 500~5000 毫克 / 升，夹带微量的酚、氰和氨。废水成分复杂，含各种有机溶剂和硫酸盐，高 COD、高氨氮与 TN、高色度，可生化性差。
炼钢车间废水	来源于平炉、氧气顶吹转炉、电炉等设备的冷却和转炉烟气的洗涤与冷却过程	洗涤废水的水质水量随设备性能和操作水平高低经常有所变化，颜色黑褐，水温 50℃ 左右，悬浮固体一般在 2000~5000 毫克 / 升，不易沉降，显微磁性。
轧钢车间废水	来源于加热炉、轧机轴承的冷却，钢材的除鳞（氧化铁皮），以及配制酸洗溶液和淋洗酸洗钢材等过程	主要受热、油和氧化铁皮的污染。
间接冷却水	仅受热污染	经冷却后即可回用。
直接冷却水	与产品物料等直接接触	含有同原料、生产产品、燃料等成分有关的多物质，污染物比较多。

## 二、钢厂废水特点

### 2.1、主要污染物种类

重金属离子：钢厂废水中含有大量的重金属离子，如铁、锌、铬、镍、铅等。

这些重金属离子对人体健康和环境具有一定的危害性。

**油脂和乳化液：**废水中常含有油脂和乳化液，这些物质难以自然降解，会给废水处理带来较大难度。

**酸碱废水：**钢铁生产过程中产生的废水往往呈酸性或碱性，pH 值不稳定，需要进行中和处理。

**有机污染物：**钢铁生产中使用的润滑油、冷却液和清洗剂等会产生有机废水，这些有机物在水体中难以降解，会导致水体富营养化。

## 2.2、污染物特点：

**成分复杂：**钢厂废水中不仅含有上述污染物，还包含其他复杂的化学物质和杂质，如悬浮物、机械杂质等。

**浓度高：**废水中污染物的浓度往往较高，如含油废水中的油脂浓度高、乳化浓度高，给处理带来挑战。

**毒性大：**部分重金属离子和有机污染物具有较大的毒性，如六价铬等重金属离子对环境和生物体具有严重的危害。

**处理难度大：**由于废水成分复杂、浓度高、毒性大，传统的废水处理方法往往难以有效去除其中的污染物，需要采用先进的处理技术。

**回收利用价值高：**尽管钢厂废水含有大量污染物，但同时也含有丰富的热能和水资源，具有很高的回收利用价值。通过合理的处理和回收系统，可以实现废水的减量化、资源化和无害化。

## 三、钢厂废水常用处理工艺

钢厂废水常用处理工艺主要可以归纳为以下几种：：物化处理、化学处理、生化处理以及多种方法的组合处理等。

物化法主要有初沉池、化学沉淀法、碱沉淀、酸沉淀、混凝+气浮法、吸附法等方法，在不同的工艺阶段处理掉不同的污染物。

化学处理主要有氧化还原法、臭氧氧化法和 Fenton 试剂法。

生化处理主要有活性污泥法、生物膜法、固定化床法等。

深度处理工艺主要有反渗透系统等传统膜法等。

上述单一处理方法效果不理想，出水水质不稳定，通常采用多种工艺联合处理，才能保证稳定的处理效果，同时产生大量的污泥、气体、废弃物。

#### 四、UED 设备在处理钢厂废水中的应用

##### 1、UED 设备简介

UED(Ultimate Electrocatalytic Decomposer)是目前已知最先进、处理能力最强的清洁环保氧化技术，它采用 FCD 电极(功能导电金刚厂)为阳极，在接通低压电(<12V)情况下，可瞬间产生大量强氧化性物质如羟基自由基(OH·)等，将各类复杂的有机分子快速分解并最终转化为无害的 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O，其反应速率较常规高级氧化技术(AOPs)提高 3-5 倍，且对有机分子的分解更为彻底，是去除高难废水中 COD、TOC、氨氮等指标的最佳工艺选择。

##### 2、反应机理

UED 电催化氧化技术降解有机物的途径包括直接氧化和间接氧化。直接氧化是通过有机污染物吸附在阳极表面以电子转移形式实现有机物的氧化去除，有机物可直接转变成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。间接氧化是通过在阳极表面间接产生自由基等活性中间产物或高氧化性的高价态金属氧化物来实现有机污染物的氧化去除。

反应机理： $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}\cdot + \text{e}^- + \text{H}^+$

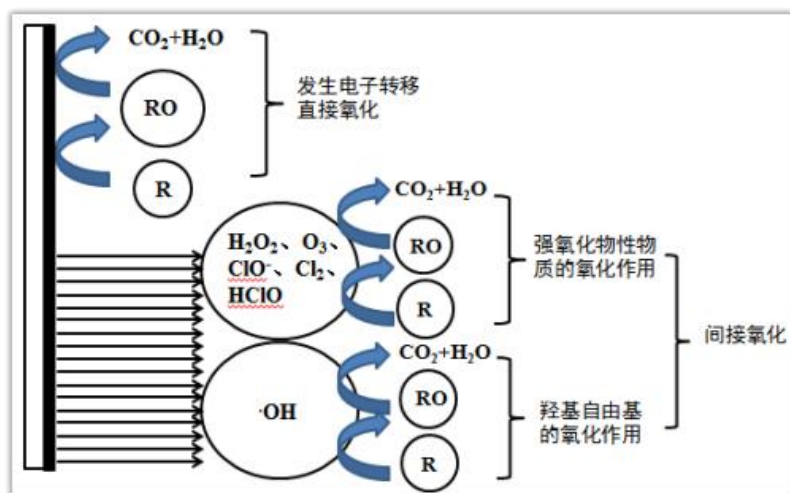
$2\text{OH}\cdot \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$

$\text{Cl}^- + \text{OH}\cdot \rightarrow \text{ClOH}\cdot^-$

降解污染物方式：

(1) 直接氧化：污染物在电极表面直接被氧化。

(2) 间接氧化：通过电化学反应生成具有强氧化性的中间产物，来间接氧化降解污染物。



机理示意图

### 3、设备优势

#### (1) 广谱

普遍适用于各行业高难度废水处理，且能耐受极端的原水条件(如高盐、高生物毒性、高浓度)。

#### (2) 高效

超强的催化氧化分解能力，极短时间内实现有机分子的破坏、断链反应。

#### (3) 灵活

源头处理、预处理、达标保障，可与常规工艺无缝衔接。

#### (4) 清洁

只需用电，无二次污染，常温常压运行。

#### (5) 便捷

标准模块装备，无需土建及其他构筑物，生产、安装、维护极度便捷。

### 4、UED 设备对钢厂废水的处理效果

采用 UED 设备对钢厂企业的炼钢车间废水进行了处理，结果如下表所示。

表 1 某炼钢厂废水处理效果表

反应时间(h)	COD(mg/L)
0	1500
1	680
2	200

该炼钢废水中主要含 COD、高色度等有机溶剂，水量约 100m<sup>3</sup>/d，废水降解难度大。原处理工艺包括了臭氧、芬顿、生化等，但难以达标。如表 1 所示，经 UED 设备处理，反应时间不到 2h，原水 COD 由 1500mg/L 降低至 300mg/L 以下，达标后排入工业园区污水系统。

表 2 某钢厂生产工艺废水处理效果表

反应时间(h)	COD(mg/L)
0	226040
6	85600
12	26500
24	8600
32	352

表 2 为某钢厂产生工艺过程中产生的含酚、氰和氨废水。处理量 200m<sup>3</sup>/d，原水 COD 浓度很高，且可生化性极差，采用 UED 设备进行处理，反应 32 小时后达到 500mg/L 以下水平，表明该设备对高 COD、含酚、氰和氨废水具有良好的去除能力。