

ICS 号  
Z10

CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF XXXX-2020

# 染料有机废水颗粒活性炭吸附再生 技术规范

Technical specification for integrated granular activated carbon adsorption and  
regeneration technology for the treatment of dye industry wastewater

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

中国石油和化学工业联合会 发布

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术规范

## 1 范围

本标准规定了采用颗粒活性炭吸附再生技术处理染料有机废水治理工程设计和运行管理过程的技术要求。

本标准适用于染料有机废水的颗粒活性炭吸附再生技术治理工程，可作为颗粒活性炭吸附再生技术处理染料行业有机废水处理项目工程设计、运行与管理的技术依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB 18484 危险废物焚烧污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 28742 污水处理设备安全技术规范

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB 50335 污水再生利用工程设计规范

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 92 水污染物排放总量技术规范

HJ/T 176 危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范

HJ 2036 染料工业废水治理工程技术规范

CJJ 60 污水处理厂运行、维护及其安全技术规程

JB/T 10193 活性炭吸附罐技术条件

YS/T3000 活性炭再生炉技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**染料有机废水** Dye industry high-concentration organic wastewater

指染料或中间体生产过程当中排放的有机废水。

### 3.2

**颗粒活性炭吸附** Granular activated carbon adsorption

指染料生产废水中的有机物在粒径为 0.55mm ~2.36mm（8 目~30 目）之间的颗粒活性炭表面积蓄的过程。

### 3.3

#### **颗粒活性炭再生 Regeneration of activated carbon**

指在高温状态下将吸附能力达不到工艺要求的颗粒活性炭进行热处理,恢复其吸附能力的过程。

### 3.4

#### **多段再生炉 Activation temperature of multistage regenerator**

指一种具有干燥、热解和活化功能的活性炭热再生设备。

### 3.5

#### **再生率 Regeneration rate**

颗粒活性炭再生后干炭质量占原干炭质量的百分率。

### 3.6

#### **吸附容量损耗率 Attrition rate of adsorption capacity**

吸附容量损耗率为再生后炭损失的吸附容量与新炭吸附容量的比率。

## 4 污染物与污染负荷

4.1 染料有机废水的水质与水量应以实测数据为准,没有实测数据的应参照同类企业资料确定。无可参照数据的按照 HJ 2036。

4.2 颗粒活性炭吸附再生技术通常用来处理染料生产过程中产生的化学需氧量不高于 20000mg/L 的有机废水。

4.3 为了保证颗粒活性炭吸附性能,固体悬浮物浓度应在 10mg/L 以下。

4.4 染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术处理工艺出水应满足下一级处理系统的进水要求。

4.5 由于染料有机废水水质差异大,颗粒活性炭吸附再生工艺对不同种类染料废水的处理效果不尽相同,因此在进行工艺设计之前应对废水进行小试、中试实验以确定处理效率。若无实验条件的,处理效率按照 HJ2036。

4.6 在染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术处理工程建设、运行过程中应采取二次污染防治措施。

4.7 由于活性炭在热再生的过程中会产生烟气污染组分,因此应重点关注烟气污染防治,配备烟气处理设施,烟气排放标准按照 GB 18484。

4.8 烟气处理当中拦截下的飞灰固体废物处置应按照 GB 18597。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 染料有机废水应通过提高生产技术,从工艺源头对废水的排放进行控制。

5.1.2 染料有机废水应分类收集、分质处理、分级回用。其中，规定在车间或生产设施排放口监控的污染物，应在车间或生产设施排放口收集和处理；规定在总排放口监控的污染物，应在废水总排放口收集和处理。

5.1.3 颗粒活性炭吸附再生技术处理工程必须配备报警和应急系统，根据活性炭再生过程中热能产生情况合理设置热能利用设施。

5.1.4 颗粒活性炭吸附再生技术工程中再生炉应设计为负压工作状态，避免有害气体溢出，再生炉应设置防爆门或其他防爆设施。

5.1.4 染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术前端应设置混凝沉淀或过滤等预处理设施，达到 4.2 适用范围后再进入颗粒活性炭吸附再生工艺。

## 5.2 工程构成

5.2.1 染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术治理工程项目主要包括：废水吸附构（建）构筑物与设备，活性炭再生建（构）构筑物与设备、辅助工程和配套设施等。

5.2.2 废水吸附构（建）构筑物与设备包括：废水收集、调节、提升、输送、吸附、药剂配制、自动检测控制等。

5.2.3 活性炭再生建（构）构筑物与设备包括：废炭收集、输送、再生、烟气处理、自动检测控制等。

## 6 工艺设计

6.1 工艺流程主要包括颗粒活性炭吸附及再生系统两大部分，其中再生系统包括废炭再生及热能回收及二次污染防治系统。

6.2 通常情况下该工艺为染料有机废水处理工艺的中间环节，前端应配套预处理设备固体悬浮物调节至工艺要求范围，经吸附后的废水通常进入后端蒸汽机械再压缩或多效蒸发等结晶工艺进行除盐。

### 6.3 吸附系统

6.3.1 吸附装置可根据水质处理要求选择一台或多台串联。

6.3.2 为后续工艺或达标排放对水质 pH 的要求，应对水质 pH 进行调节，设置中和反应釜，并再次吸附，保证出水质量。

6.3.3 吸附装置设计按照 JB/T 10193。

6.3.4 废水排放标准应达到下一级处理单元要求。

### 6.4 再生系统：

6.4.1 再生系统主要核心设备为多段再生炉。

6.4.2 活性炭多段再生炉的设计应按照 YS/T 3000，所有设备安全运行应首先参照 GB/T 28742。

6.4.3 为减少活性炭在输送过程中的损耗，炭输送过程采用水力输送。

6.4.4 为避免再生炉内壁受到腐蚀，废炭应在进料前设置脱酸槽对其进行清洗，清洗后进入炉中再生。

6.4.5 为保证多段再生炉均匀进料，多段再生炉前端应设置废炭缓存槽。

6.4.6 为保证吸附塔的再生炭均匀进料，吸附塔前端应设置再生炭缓存槽。

6.4.7 再生炉内温度区域应分为 3 个阶段：干燥段、热解段以及活化段。

干燥段温度宜稳定在 100°C~300°C，在该温度下使活性炭之水分蒸发、干燥，同时低沸点有机物得到脱附。

热解段温度宜稳定在 400°C~600°C，在该温度下将活性炭吸附于细孔内有机物质中之挥发分蒸发、炭化。

再生炉活化段温度宜稳定在 850℃~1000℃，在该温度段下通入蒸汽，使热解阶段有机物炭化后残留在活性炭孔隙结构中的“残碳”发生气化反应： $C+H_2O\rightarrow CO+H_2$ 而得以“清除”，恢复吸附性能。

6.4.8 再生炉运行过程中要保证系统处于负压状态，避免有害气体逸出。

6.4.9 再生炉内物料停留时间宜为 40min~60min，蒸汽通入量宜在 1:1~1:2（炭气比）。

6.4.10 炉内应设置备用燃烧器，确保炉中不因运行中燃烧器发生故障停运而导致可燃气体过量。

6.4.11 应设置中轴及耙齿冷却保护系统，保证中轴使用寿命。

## 6.5 热能回收及二次污染防治系统

6.5.1 废炭在炉中的再生过程会产生热解可燃气体与气体污染组分，因此应设置热能回收及二次污染防治系统。

6.5.2 多段再生炉后应设置气体焚烧炉，以充分燃烧再生过程产生的热解可燃气体，并破坏有害气体污染物。

6.5.3 气体焚烧炉中应通入足量空气及辅助燃料将烟气加热到 1100℃，停留时间应大于 2s。

6.5.4 应设置余热锅炉对气体焚烧炉产生的高温烟气进行余热回收，同时产生的蒸汽可供系统内部或外送至其他生产工艺使用。

6.5.5 烟气处理设施应按照 HJ/T 176、GB/T 16157

6.5.6 烟气排放标准应依照 GB18484。

## 7 主要工艺设备和材料

### 7.1 污水泵

7.1.1 水泵的选型和台数应与废水的水质、水量及处理系列相适应，宜按每个系列的处理水量选用。

7.1.2 抽升腐蚀性废水，应选用耐腐蚀的水泵、管道和配件。泵房地面应防腐。

7.1.3 抽升可能产生有毒、有害气体的污水泵房，应设计为单独的建筑物，并有可靠的通风设施。

### 7.2 吸附系统

7.2.1 主要设备：吸附装置，一般串联配置 2 座，也可根据水质处理要求设置多座串联。作为多级吸附，吸附塔的体积大小根据处理废水的水量来定，材质由具体的水质来定，如果废水是具有腐蚀性的，则选用耐腐蚀的材料。

7.2.2 配套设备：进水缓存槽，饱和炭吹送槽，中和反应釜，搅拌器，酸或碱储罐，酸或碱加药泵，提升泵等。

### 7.3 再生系统

7.3.1 主要设备：活性炭多段再生炉，体积大小根据处理活性炭的量来确定，炉体内部选用耐腐蚀、耐高温材料。

7.3.2 配套设备：废炭缓存槽、再生炭缓存槽，再生炭吹送槽、脱酸槽等。

### 7.4 热能回收及烟气污染防治系统

7.4.1 主要设备：二次炉，余热锅炉，急冷塔，布袋除尘器、碱洗喷淋塔，水洗喷淋塔，脱白装置等。体积大小根据烟气体积确定。

7.4.2 配套设备：引风机，排气筒。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 检测

8.1.1 颗粒活性炭吸附再生工艺预处理单元宜设液位计、液位差计、液位开关及流量计，在进水前端应定时取样检测固体悬浮物浓度、化学需氧量以及色度等指标。

8.1.2 颗粒活性炭吸附再生工艺中应在一级吸附、二级吸附以及脱酸槽前后端应定时检测 pH。

8.1.3 颗粒活性炭吸附再生工艺中应对新炭投加量（干炭）、再生炭量（干炭）进行计量，以统计活性炭再生率。

8.1.4 颗粒活性炭吸附再生工艺新炭应使用前检测碘值及强度等，再生炭应以每天 2 次的频率取样检测碘值，以表征颗粒活性炭吸附容量损失率。

8.1.5 颗粒活性炭吸附再生工艺技术工艺应设置烟气在线监测设施。

### 8.2 自动控制

8.2.1 颗粒活性炭吸附再生工艺应集中监控，实现系统启动、正常运行工况的监视和调整、停机和事故处理。

8.2.2 颗粒活性炭吸附再生工艺宜采用分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC），其功能包括数据采集和处理（DAS）、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）及连锁保护、厂用电源系统监控等。

8.2.3 现场检测仪表应具有防腐、防渗漏、防结垢和自清洗等功能。

## 9 劳动安全与职业卫生

9.1 作业人员应配备专业防护用品，上下通道和作业位置应设置扶手和护栏，踏板应防滑。

9.2 再生炉中轴旋转运动及高温部位应有护罩。

9.3 天然气管线和炉体及电器控制装置之间应有一定距离。

9.4 再生炉应在涉及人身及设备安全的地方设置醒目的安全警示标志。

9.6 严格遵守设备说明书中制定的操作说明及注意事项。

9.8 职业病防护设备、防护用品应处于正常工作状态，不得擅自拆除或停止使用。

9.9 劳动安全与职业卫生应符合 GB/T 45001 的相关规定。

9.10 为防止电路故障导致工艺骤停，应设置双回路电源。

## 10 安装与调试

10.1 机械设备安装及验收应按照 GB50231。

10.2 安装前应进行技术交底，组织施工人员认真学习设备有关技术资料，了解设备性能及施工中注意事项。

10.3 安装过程中，对设备基础的制作，装配连接及电气线路等项目的施工应严格按照施工规范执行。

10.4 安装结束后，设备使用方应与工艺提供方共同对设备进行调试。

10.5 试运行前应充分检查电源和设备的接地是否良好。

10.6 试运行时应对设备的各功能进行核准，发现问题及时解决。

10.7 设备安装的验收应在设备调试合格后进行，应在安装、检查、安全、使用等各方面有关人员共同参加下进行验收。

## 11 运行与维护

### 11.1 一般规定

11.1.1 染料有机废水治理工程应按规定配备运行维护专业人员和设备。

11.1.2 染料有机废水治理工程由第三方运营时，运营方应具有运营资质。

11.1.3 染料有机废水治理工程应建立健全规章制度、岗位操作规程和质量管理等文件。

### 11.2 人员与运行管理

11.2.1 应制定废水处理设施的操作规程、工作制度、定期巡检制度和维护管理制度等。废水处理的运行和管理可参照 CJJ 60。运行人员应按制度履行职责，确保系统稳定运行。

11.2.2 运行人员应定期进行岗位培训，持证上岗。

11.2.3 各岗位人员应严格按照操作规程作业，如实填写运行记录，并妥善保存。

11.2.4 电气设备的运行与操作须执行相关供电管理部门的安全操作规程。

11.2.5 风机和水泵操作时，操作人员不得贴近联轴器等旋转部件。

11.2.6 管理人员不得违章指挥。

11.2.7 染料有机废水治理工程设备的日常维护、保养应纳入正常的设备维护管理工作，根据工艺要求，定期对构筑物、设备、电气及自控仪表进行检查维护，确保处理设施稳定运行。

### 11.3 水质管理

11.3.1 染料有机废水治理工程应按 HJ/T 91 和 HJ/T 92 等规定对废水水量、水质进行定期监测。废水处理厂（站）运行过程应定期采样分析，常规指标包括：pH、化学需氧量、固体悬浮物浓度、色度、活性炭碘值及强度等。

11.3.2 在线监测系统的采样点、采样频次和监测项目应符合国家相关标准的规定，并与监控中心联网。

11.3.3 已安装在线监测系统的，也应定期进行人工监测，比对监测数据。

11.3.4 工程设施正常运行时，pH、化学需氧量、固体悬浮物浓度、色度、活性炭碘值的取样和分析化验每班不应少于一次。

### 11.4 维护保养

11.4.1 废水处理设施应在满足设计工况的条件下运行，并根据工艺要求，定期对构筑物、设备、电气及自控仪表进行检查维护，确保处理设施稳定运行。

11.4.2 废水处理设备的日常维护、保养应纳入正常的设备维护管理工作。废水处理设备的计划检修应与相关工艺同步进行。

### 11.5 应急措施

11.5.1 根据染料有机废水治理工程生产及周围环境实际情况，考虑各种可能的突发性事故，做好应急预案，配备人力、设备、通讯等资源，具备应急处置的条件。

11.5.2 染料有机废水治理工程发生异常情况或重大事故时，应及时分析解决，并按规定向有关部门报告。

《染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术规范》  
编制说明  
(征求意见稿)

标准编制组  
2020年12月10日

# 《染料有机废水颗粒活性炭吸附再生技术规范》 编制说明

## 1 任务来源

### 1.1 标准制定必要性

我国作为染料产量第一大国，衍生的染料行业有机高含盐废液，具有量大、高盐、高浓、污染物复杂、酸度低、生物毒性大等特点，对应技术缺乏、无害化难度大，染料废液污染事件层出不穷，染料废液无害化处置已成为困扰和制约各生产企业核心问题之一。国家“水十条”明确指出全面控制污染物排放，专项整治包括染料行业在内的十大重点行业。2016年环保部39号令将染料废物列入危险废物，“十三五”的生态环境保护规划也将印染行业作为重点，提出实施重点行业企业达标排放限期改造。在“十二五”及前期研究基础上，“十三五”对染料行业提出更高、更严、更全面的要求。

颗粒活性炭吸附再生技术处理染料废水为十三五水专项重点研发技术，该项技术避免了使用粉末活性炭所衍生的危废问题，突破吸附/再生组合系统同步连续性难点，实现活性炭循序再生，达到了节约资源、减少运营成本的目的。由于颗粒活性炭吸附再生技术完全符合国家资源利用政策，并且废炭的回收利用解决了染料企业废炭污染环境又难于处理的燃眉之急，因此染料行业的巨头企业大多采取该项技术处理其生产过程中产生的部分染料有机废水，具有很强的示范推广必要性，但目前国内外并没有出台对于该项技术的规范性文件。

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，推动该技术在行业内的推广工作，制定本标准以规范颗粒活性炭吸附再生技术处理染料有机废水工程的建设与运行管理。对适用于颗粒活性炭吸附再生技术处理染料有机废水和与染料行业废水水质相类似的废水处理项目的环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工、环境保护验收及运行与管理提供技术依据。

根据中国石油和化学工业联合会《关于印发2019年第一批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》（中石化联质函（2019）133号）的计划安排，制定《农药含盐废水净化及盐资源化技术指南》（立项13号）。本文件由中国石油和化学工业联合会提出并牵头。

## 1.2 编制依据

(1) 以《危险废物焚烧污染控制标准》及《染料工业废水治理工程技术规范》等已发布的国家标准及行业标准为准绳，从技术角度来贯彻实施上述条例和规定的要求。

(2) 在符合现行环境保护法规、政策要求的前提下，吸收国内外行业较为成熟的、科学有效的技术方法和指标体系。

## 1.3 编制原则

(1) 根据颗粒活性炭吸附及再生工艺对染料废水处理的特点进行规范的编制，具有较强的指导意义。

(2) 与目前已发布的规范标准紧密结合，具有较强的可实施和可操作性。

## 2 主要工作过程

2018年1月1日，编制组成立；

2018年3月-2018年6月 对染料行业废水情况进行调研。

2018年9月-2019年10月，进行了机理分析、参数优化等技术研究。

2019年2月21日，在北京召开标准启动会，会议上确定了参与编制单位及人员、技术路线、任务分工、时间进度等问题。

2019年6月28日，提交《染料废水颗粒活性炭吸附及再生技术规范》项目建议书

并在中国石油和化学工业联合会通过立项答辩。

2019年7月-2020年11月，进行了《染料废水颗粒活性炭吸附及再生技术规范》初稿编制，期间进行了多次专家指导会议。

2020年11月底前，根据专家指导意见，形成征求意见稿。

## 3 国内外相关标准研究

该标准项目没有完全的对应的国际标准或国外先进标准，但是国际上有相应的单独活性炭吸附的技术标准，也有单独的多段再生炉的技术标准，该标准制定过程中将会对国内外相关标准中的术语、试验方法等部分引用。

## 4 同类工程现状调研

浙江迪邦化工有限公司年产16200吨活性炭回收再利用项目

本项目属于浙江迪邦化工有限公司污水处理延伸项目的一部分，公司目前废水水质含盐高、有机物含量高，B/C 比低，可生化性差、腐蚀情况严重，几乎无法采用传统物化和生化的方法去除有机物。公司利用活性炭具有比表面积大、吸附功能多样及表面化学结构丰富等优点，将其用于企业现有的污水处理。通过活性炭对多数常见的有机污染物和重金属离子高物理吸附和高化学吸附，高效去除废水中的有机物。

目前该公司污水主要分为两种，一种是含硫酸铵废水，另一种是含氯化铵废水，在处理方式对该两种废水即可采用颗粒活性炭也可采用粉末活性炭处理。颗粒炭主要处理硫酸铵废水，粉炭主要处理经颗粒炭吸附后的硫酸铵废水以及氯化铵废水为主。

用于废水处理后的废颗粒炭可通过循环再生工艺路线进行重复再生利用，每天预计可循环再生 54 吨颗粒炭（干），可进一步减少危废的产生，避免其吸附的有害物质会引起二次污染，也减少了活性炭资源使用，同时降低企业运行成本，对公司的发展带来了较好的效益。

## 5 主要技术内容及说明

### 5.1 适用范围

本标准规定了采用颗粒活性炭吸附再生技术处理染料有机废水治理工程设计和运行管理过程的技术要求，同样适用于染料有机废水的颗粒活性炭吸附再生技术治理工程，可作为颗粒活性炭吸附再生技术处理染料行业有机废水处理项目工程设计、运行与管理的技术依据。

### 5.2 术语和定义的确定

对目前国内标准已确定的术语和定义不在重复，仅对本规范特点对染料有机废水、颗粒活性炭吸附、颗粒活性炭再生等特定术语进行解释定义。

### 5.3 污染物与污染负荷

本规范提出了确定污染物与污染负荷的方法，可通过实测，若无条件实测的参考同类企业水质或者参照目前已有的技术规范；对颗粒活性炭吸附再生工艺进水的要求，以保证系统的正常运行；由于系统在运行当中会产生烟气及飞灰，因此提出二次污染防治措施。

### 5.4 总体要求

该章节首先对企业产生的染料有机废水源头治理以及分类收集、分质处理、分级回用，再生炉的安全使用要求以及对进水预处理分别予以明确要求，各项规定与要求以“染料工业废水治理工程技术规范”为基础，同时考虑了该项技术的特点。其次，提出建议的工程构成，

主要包括了废水吸附构（建）筑物与设备，活性炭再生建（构）筑物与设备、辅助工程和配套设施等。

#### 5.5 工艺设计

本章节内容将颗粒活性炭吸附再生工艺分为4部分进行了要求，第一部分为解释本工艺在染料有机废水处理工艺当中所处环节以及进水预处理与出水后端工艺的通常措施；第二部分为吸附系统的要求，包括了吸附装置的设计要求、数量的选择以及出水标准；第三部分为对再生系统的要求，由于再生系统为颗粒活性炭吸附再生工艺的主要组成部分，因此在这里对部分条件进行了明确要求，包括多段再生炉的设计、炭输送的形式、再生进料前后应采取的措施、再生条件及中轴保护等。

#### 5.7 主要工艺设备及材料

对污水泵、吸附系统、再生系统与热能回收及烟气污染防治系统的设备配置提出明确要求。

#### 5.8 检测与过程控制

本章节要求在各关键环节设置检测点，并明确检测指标，以用来监测进出水水质及颗粒活性炭再生质量。同时对设备自动化程度提出要求。

#### 5.9 劳动安全与职业卫生

由于本工艺设置了多段再生炉，炉温最高可达到1000摄氏度，因此对高温环境作业以及设备防火防爆做出明确的劳动安全规定。

#### 5.10 安装与调试

本章节对安装前、安装过程中及设备安装验收做出明确规定，特别是在设备调试合格后，应在安装、检查、安全及使用等各部分人员共同参加下进行验收。

#### 5.11 运行与维护

本章节对设备使用当中的一般规定、人员与运行管理、水质管理、设备的维护和保养及应急措施作出明确规定。

### 6 标准实施的环境效益与经济技术分析

颗粒活性炭吸附再生技术具有设备建设面积小、炭再生损失少、自动化控制、操作简单、热能可回收利用等优点。该技术通过颗粒炭的循环再生利用，减少了企业粉末炭处理废水所

产生的饱和粉炭的危废，降低工艺运行成本，有明显的经济效益和环境效益，对改善生态环境，提高染料行业技术水平，提升企业竞争力具有重要的意义。该标准的实施可推动颗粒活性炭吸附再生技术在染料行业的应用推广工作更加有依有据的进行。

## 7 标准实施建议

目前，国内尚未系统的标准对颗粒活性炭吸附再生技术处理染料有机废水的工艺先进性规范，此标准的出台可以为染料行业有机废水的处理作重要参考。