

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2011-2012

制浆造纸废水治理工程技术规范

Technical specifications for pulp and paper industry wastewater treatment

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2012-03-19 发布

2012-06-01 实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	3
4 污染物与污染负荷.....	4
5 总体要求.....	5
6 工艺设计.....	7
7 主要工艺设备和材料.....	15
8 检测与过程控制.....	16
9 主要辅助工程.....	17
10 劳动安全与职业卫生.....	18
11 施工与验收.....	19
12 运行与维护.....	19
附录 A（资料性附录）制浆造纸废水污染负荷.....	22
附录 B（资料性附录）制浆造纸废水典型治理工艺处理效率.....	23

前 言

为贯彻《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》，规范制浆造纸废水治理工程的建设与运行管理，防治环境污染，保护环境和人体健康，制定本标准。

本标准规定了制浆造纸工业废水治理工程设计、施工、验收、运行与维护的技术要求。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：山东省环境保护科学研究设计院、山东省轻工业设计院、河南省新乡市环境保护科学研究设计院。

本标准环境保护部2012年3月19日批准。

本标准自2012年6月1日起实施。

本标准由环境保护部解释。

制浆造纸废水治理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了制浆造纸工业废水治理工程设计、施工、验收、运行与维护的技术要求。

本标准适用于采用化学制浆、化学机械制浆、机械制浆及废纸制浆工艺的制浆和造纸企业的废水治理工程，可作为环境影响评价、可行性研究、设计、施工、安装、调试、验收、运行与监督管理的技术依据。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB3544	制浆造纸工业水污染物排放标准
GB4284	农用污泥中污染物控制标准
GB7251	低压成套开关设备和控制设备
GB12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB12801	生产过程安全卫生要求总则
GB14554	恶臭污染物排放标准
GB18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB50009	建筑结构荷载规范
GB50014	室外排水设计规范
GB50015	建筑给水排水设计规范
GB50016	建筑设计防火规范
GB50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB50033	建筑采光设计标准
GB50034	建筑照明设计标准
GB50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB50052	供配电系统设计规范
GB50053	10kV 及以下变电所设计规范
GB50054	低压配电设计规范
GB50055	通用用电设备配电设计规范
GB50057	建筑物防雷设计规范
GB50069	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB50093	自动化仪表工程施工及验收规范
GB50108	地下工程防水技术规范
GB50116	火灾自动报警系统设计规范

GB50168	电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范
GB50169	电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
GB50187	工业企业总平面设计规范
GB50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB50208	地下防水工程质量验收规范
GB50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB50236	现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范
GB50243	通风与空调工程质量验收规范
GB50254	电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
GB50257	电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
GB50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB50275	压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范
GB50334	城市污水处理厂工程质量验收规范
GB50336	建筑中水设计规范
GBJ22	厂矿道路设计规范
GBJ125	给水排水设计基本术语标准
GBJ141	给水排水构筑物施工及验收规范
GB/T15562.1	环境保护图形标志 排放口（源）
GB/T18920	城市污水再生利用 城市杂用水水质
GB/T19923	城市污水再生利用 工业用水水质
GB/T28001	职业健康安全管理体系规范
GB/T50335	污水再生利用工程设计规范
CECS97	鼓风曝气系统设计规程
CECS111	寒冷地区污水活性污泥法处理设计规程
CECS162	给水排水仪表自动化控制工程施工及验收规程
CJJ60	城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程
HJ576	厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ577	序批式活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ578	氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ2006	污水混凝与絮凝处理工程技术规范
HJ2007	污水气浮处理工程技术规范
HJ2008	污水过滤处理工程技术规范
HJ/T15	环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计
HJ/T92	水污染物排放总量监测技术规范
HJ/T96	pH 水质自动分析仪技术要求

HJ/T101	氨氮水质自动分析仪技术要求
HJ/T242	环境保护产品技术要求 污泥脱水用带式压榨过滤机
HJ/T247	环境保护产品技术要求 竖轴式机械表面曝气装置
HJ/T251	环境保护产品技术要求 罗茨鼓风机
HJ/T252	环境保护产品技术要求 中、微孔曝气器
HJ/T262	环境保护产品技术要求 格栅除污机
HJ/T265	环境保护产品技术要求 刮泥机
HJ/T278	环境保护产品技术要求 单级高速曝气离心鼓风机
HJ/T279	环境保护产品技术要求 推流式潜水搅拌机
HJ/T336	环境保护产品技术要求 潜水排污泵
HJ/T377	环境保护产品技术要求 化学需氧量(COD _{cr})水质在线自动监测仪
HJ/T354	水污染源在线监测系统验收技术规范
HJ/T369	环境保护产品技术要求 水处理用加药装置
HJ/T408	建设项目竣工环境保护验收技术规范造纸工业
NY/T1220.2	沼气工程技术规范 第2部分：供气设计
NY/T1222	规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范
QB1533	制浆造纸企业职业安全卫生设计规范
	《建设项目（工程）竣工验收办法》 计建设〔1990〕1215号
	《建设项目竣工环境保护验收管理办法》 2001年国家环境保护总局令第13号
	《污染源自动监控管理办法》 2005年国家环境保护总局令第28号
	《危险化学品安全管理条例》 2011年国务院令第591号
	《排污口规范化整治技术要求》（试行） 环监〔1996〕470号

3 术语和定义

GBJ125 和 GB3544 中的术语及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 制浆造纸废水 **pulp and paper industry wastewater**

指以植物或废纸等为原料生产纸浆及以纸浆为原料生产纸张、纸板等产品过程中产生的各种废水的统称。其中以植物或废纸等为原料生产纸浆过程中产生的废水称为制浆废水，以纸浆为原料生产纸张、纸板等产品过程中产生的废水称为造纸废水。

3.2 备料废水 **raw material preparation wastewater**

指制浆前对木材和非木纤维原料进行预处理过程中产生的废水。

3.3 蒸煮废液 **cooking waste liquor**

指备料后的植物原料经化学蒸煮后，在粗浆洗涤时与纤维分离提取产生的高浓度液体。碱法蒸煮后废液呈黑褐色称为黑液；酸法制浆后废液呈红棕色，称为红液。

3.4 洗选漂废水 washing screening and bleaching wastewater

指在浆料筛选、洗涤和漂白过程中排出的废水。

3.5 纸机白水 white water from paper machine

指造纸过程中从纸机各部位脱出水的总称。

3.6 综合废水 integrated wastewater

指制浆造纸企业产生的与生产直接或间接相关的排入综合废水处理工程内的各种废水的统称，主要有备料废水、洗选漂废水、纸机剩余白水、污冷凝水和厂区生活污水等。

3.7 污泥 sludge

指在制浆造纸废水处理过程中产生的固体与水的混合物或胶体物。

3.8 预处理 classification treatment

指为减轻综合废水处理负荷，回收水资源或有用物质，对制浆造纸生产过程中产生的污染物含量高、回收价值大的废水进行初步净化的过程。

3.9 一级处理 primary treatment

指综合废水处理工程中以沉淀、气浮等固液分离措施为主体的初级净化过程。

3.10 二级处理 secondary treatment

指综合废水处理工程中经一级处理后以生化处理为主体的净化过程。

3.11 三级处理 tertiary treatment

指综合废水处理工程中采用混凝沉淀、氧化等措施进一步去除二级处理不能完全去除的污染物的净化过程。

4 污染物与污染负荷

4.1 废水水量

4.1.1 废水水量可按下列式计算：

$$Q = Q_i + Q_j \quad (1)$$

$$Q_i = \sum q_i m_i \quad (2)$$

式中：

Q——综合废水量 (m³/d)；

Q_i——生产废水量 (m³/d)；

Q_j——其他废水量 (m³/d)，包括地面冲洗水和生活污水等，应参照 GB50015、GB50336 等标准确定；

q_i——单位产品生产废水量 (m³/t 产品)，可参照附录 A.1 确定；

m_i——各类制浆造纸产品生产量 (t 产品/d)，应根据企业生产规模和产品方案确定。

4.1.2 最大日最大时废水量等于最大日平均时（生产设计负荷）废水量与变化系数的乘积，变化系数应根据企业生产和废水排放情况确定，无相关资料时，可取 1.1-1.4。

4.2 废水水质

4.2.1 废水水质可按下式计算：

$$C = \frac{W_i + W_j}{Q} \times 1000 \quad (3)$$

$$W_i = \sum w_i m_i \quad (4)$$

式中：

C——制浆造纸废水污染物浓度（mg/L）；

W_i ——生产废水污染物负荷（kg/d）；

W_j ——其他废水污染物负荷（kg/d），应参照 GB50014、GB50336 等标准确定；

w_i ——单位产品生产废水污染物负荷（kg/t 产品），可参照附录 A.2 和附录 A.3 确定；

4.2.2 典型制浆造纸废水水质可参照表 1。

表 1 典型制浆造纸废水水质范围

废水种类	水质指标							
	pH值	SS mg/L	COD _{Cr} mg/L	BOD ₅ mg/L	AOX mg/L	总氮 ⁽³⁾ mg/L	氨氮 ⁽³⁾ mg/L	总磷 mg/L
化学浆 ⁽¹⁾⁽⁴⁾	5-10	250-1500	1200-2500	350-800	2-26	4-20	2-5	0.5-2
化学机械浆 ⁽¹⁾⁽⁵⁾	6-9	1800-3800	6000-16000	1800-4000	0-3	5-10	3-5	1-3
机械浆 ⁽¹⁾	6-9	850-2000	3200-8000	1200-2800	0-1	4-8	2-5	0.5-1.5
废纸浆 ⁽²⁾	6-9	800-1800	1500-5000	550-1500	0-1	5-20	4-15	0.5-1
脱墨废纸浆 ⁽²⁾	6-9	450-3000	1200-6500	350-2000	0-1	3-10	2-6	0.5-1.5
造纸废水 ⁽²⁾	6-9	250-1300	500-1800	180-800	0-1	2-4	1-3	0.5-1

说明：(1)除 pH，木浆取中低值，非木浆取高值；(2)除 pH，国产小型纸机取中低值，进口纸机取高值；(3)氨法化学浆废水氨氮和总氮指标分别为 55-150mg/L 和 60-160mg/L。(4)化学浆水质指标为制浆废液经化学品或资源回收后的指标；(5)化学机械浆水质指标为高浓度制浆废水未进行蒸发燃烧处理的指标。

4.2.3 当处理后的废水回用于生产时，废水污染物浓度应考虑回用水中污染物的累积效应。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 制浆造纸企业应根据生产原料和产品种类，采用清洁生产技术，尽量回收能量、化学品、纤维原料和其他副产物，提高废水循环利用率，降低废水污染负荷。

5.1.2 制浆造纸废水治理工程应以企业生产情况及发展规划为依据，贯彻国家产业政策和行业污染防治技术政策，统筹废水预处理与集中处理、现有与新（扩、改）建的关系。

5.1.3 厂区排水系统应采用雨污分流制，位于水体保护要求高或环境敏感地区的企业，宜对地面污染较大区域的初期雨水进行截流、调蓄和处理。

5.1.4 经处理后排放的废水应符合环境影响评价批复文件、GB3544 和所在地地方标准的要求。

5.1.5 制浆造纸废水治理工程应配套建设二次污染的预防设施，保证恶臭、噪声等满足 GB14554 和 GB12348 等相关环保标准的要求。

5.1.6 应按照《排污口规范化整治技术要求》（试行）建设废水排放口，设置符合 GB/T15562.1

要求的废水排放口标志，并按照《污染源自动监控管理办法》安装污染物排放连续监测设备。

5.2 建设规模

5.2.1 建设规模应根据废水现有水量、水质和预期变化情况综合确定，现有企业的废水治理工程应以实测数据为依据，新（扩、改）建企业的废水治理工程应根据原料种类、产品类别、生产工艺、回用废水的治理程度和回用量，采用类比或物料衡算的方法确定。

5.2.2 制浆造纸废水治理工程建设规模应符合下列要求：

a) 格栅渠、集水井、纤维回收间等调节池前的废水治理构筑物按最大日最大时流量计算；

b) 调节池及其后的生化池、二沉池等废水治理构筑物按最大日平均时（生产设计负荷）流量计算；

c) 回用水工程应根据可利用水的水质、水量和回用环节，经水量平衡和技术经济分析确定；

d) 污泥处理与处置工程应按最大日平均时（生产设计负荷）污泥量计算。

5.3 项目构成

5.3.1 制浆造纸废水治理工程由主体工程、辅助工程和生产管理设施构成。

5.3.2 主体工程主要包括废水预处理工程、综合废水处理工程、回用水工程、污泥处理与处置工程、沼气利用工程和恶臭处理工程：

a) 废水预处理工程包括备料废水预处理工程、机械浆和化学机浆废水预处理工程等；

b) 综合废水处理工程包括废水一级、二级和三级处理系统；

c) 回用水工程包括回用水贮存和输配系统；

d) 污泥处理与处置工程包括污泥减量处理和最终处置系统；

e) 沼气利用工程包括沼气净化、贮存和利用系统；

f) 恶臭处理工程包括臭气收集和处理系统。

5.3.3 辅助工程包括电气、供排水和消防、采暖通风与空调、建筑结构等系统。

5.3.4 生产管理设施包括办公用房、值班室等。

5.4 厂址选择和总体布置

5.4.1 厂址选择和总体布置应符合 GB50014、GB50187 和 GBJ22 等标准的相关规定，并满足环境影响评价及其批复文件的要求。

5.4.2 厂址选择应与企业总体布局统筹规划，设置在企业排水系统下游区域，并满足下列要求：

a) 厂区应不受洪涝灾害影响，便于废水汇集和排放；

b) 厂区应布置在附近居民生活集中区夏季主导风向的下风侧；

c) 厂区应有良好的工程地质条件；

d) 厂区应方便交通运输，便于水电等能源介质的接入。

5.4.3 总体布置应根据区内各建筑物和构筑物的功能和流程要求，结合厂址地形、气候和地质条件，经技术经济比较确定，并满足下列要求：

- a) 总平面布置应合理、紧凑，满足施工、维护和管理等要求，并留有发展及设备更换的余地；
- b) 竖向布置应充分利用原有地形，尽可能做到土方平衡，减少提升次数，降低运行电耗；
- c) 加药间、污泥处理间等运输量较大的建筑物应靠近道路，并远离人员经常出入的区域；
- d) 沼气利用工程等需要防火防爆的设施应设置在相对独立的区域，并考虑足够的防护距离；
- e) 应合理布置超越管线和维修放空设施，并确保不合格的放空水或污泥得到妥善处理和处置；
- f) 厂区道路的设置应满足交通运输、消防、绿化及各种管线的敷设要求。

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 在工艺设计前，应对废水的水质、水量及变化规律进行全面调查，并进行必要的分析和试验。

6.1.2 应选用技术成熟、处理效率高、节约能源、投资省的处理工艺，确保废水治理工程稳定、可靠、安全运行。

6.1.3 宜将生化处理单元设计成平行的 2 条线。

6.2 废水减量化技术要求

6.2.1 化学制浆生产系统应采用能源和化学品回收、循环工艺用水等措施降低废水和污染物排放量。

6.2.1.1 碱法化学浆黑液应采用燃烧法碱回收技术回收碱，其工艺设计应符合国家及行业相关标准的规定，并满足以下要求：

- a) 应设置各种浓缩液体和高温液体的存储调节设施，有效控制制浆废液的偶然排放和事故排放，确保碱回收系统稳定运行；
- b) 碱回收系统产生的清洁冷凝水应回用于制浆或造纸生产，降低废水排放量；
- c) 碱回收系统所产生白泥应妥善处理和处置，草浆碱回收白泥宜进行综合利用，可用于生产精制碳酸钙或企业内部锅炉的烟气湿法脱硫等，木浆碱回收系统所产生的白泥应采用石灰再生工艺生产石灰或用于生产精制碳酸钙。

6.2.1.2 亚硫酸铵法化学制浆废液宜采用蒸发浓缩、干燥等技术提取木质素磺酸盐，生产减水剂、粘结剂等综合利用产品，并设置浓缩液体和高温液体的存储调节设施，降低废水污染物的排放。

6.2.1.3 应选用多段逆流洗涤、筛选净化和漂白工艺及先进的配套设备，对洗选漂废水进行分级逆流回用，降低制浆工段排水量。

6.2.2 机械制浆和化学机械制浆生产系统应采用高效洗涤、水循环等措施降低废水排放量，提高废水污染物浓度；其中高浓度化学机械制浆废水可采用蒸发燃烧技术进行处理，降低废水污染负荷。

6.2.3 废纸制浆生产系统应采用清污分流、水循环、纤维回收等措施降低废水排放量。

6.2.4 造纸生产系统应采用白水回收、纸机白水封闭循环等措施降低废水排放量。

6.3 处理工艺选择

6.3.1 制浆造纸综合废水处理工艺流程如图 1 所示：

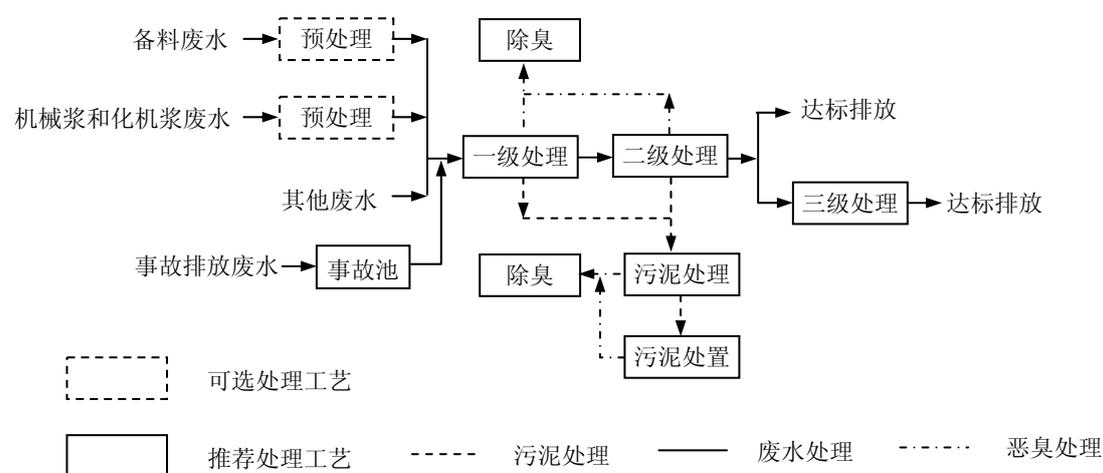


图 1 制浆造纸综合废水处理工程工艺流程

6.3.2 宜根据企业排水情况选用预处理技术降低综合废水处理工程的处理负荷：

a) 宜将备料工段排出的废水预处理后回用于备料，剩余部分排入综合废水处理工程与其他废水混合处理；

b) 当综合废水处理工程未设厌氧处理单元时，宜将机械浆和化机浆废水预处理后再与其他废水混合进行好氧和三级处理；当综合废水处理工程设置厌氧处理单元时，可将机械浆和化机浆废水直接与其他废水混合处理。

6.3.3 应根据现行的国家和地方排放标准、污染物的来源、性质及排水去向确定综合废水处理工程的处理深度，选择相应的处理工艺。

a) 执行 GB3544 表 1 和表 2 标准的制浆和制浆造纸企业可选择一级+二级或一级+二级+三级处理工艺；

b) 执行 GB3544 表 3 标准的制浆和制浆造纸企业应选择一级+二级+三级处理工艺；

c) 执行 GB3544 标准的造纸企业宜选择一级+二级处理工艺。

6.3.4 废水处理效率应通过试验或类比数据获取，当无相关资料时，可参照附录 B。

6.4 废水处理工艺设计

6.4.1 备料废水预处理

6.4.1.1 备料工段排出的废水应先进行格栅和筛网过滤，去除废水中大颗粒杂质，再采用沉淀或混凝沉淀技术进行处理，以蔗渣为制浆原料的备料废水也可采用厌氧处理技术进行处理。

6.4.1.2 采用沉淀工艺时，表面负荷应为 $0.8-1.2\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间应为 2-4h。

6.4.1.3 采用混凝沉淀工艺时，混合区宜采用 G 值 $300-600\text{s}^{-1}$ ，混合时间 30-60s；反应区宜采用 G 值 $30-60\text{s}^{-1}$ ，反应时间 5-10min；沉淀区应采用表面负荷 $1.0-1.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间 2-3h。

6.4.1.4 厌氧单元的工艺要求参见 6.4.4.2 条和 6.4.4.4 条。

6.4.2 机械浆和化学机械浆废水预处理

6.4.2.1 机械浆和化学机械浆预处理应采用厌氧为主体的处理工艺，主要工艺流程包括格栅、提升泵房、纤维回收、初沉池、调节池、水温调节和厌氧处理单元。

6.4.2.2 格栅、提升泵房、纤维回收、初沉池、调节池的工艺要求见 6.4.3 条。

6.4.2.3 水温调节的工艺要求见 6.4.4.3 条。

6.4.2.4 厌氧单元的工艺要求见 6.4.4.2 和 6.4.4.4 条。

6.4.3 综合废水一级处理

6.4.3.1 一级处理主要包括格栅渠、提升泵房、纤维回收间、初沉池（混凝沉淀池或气浮池）和调节池等。

6.4.3.2 应设置粗格栅渠，当不设置纤维回收间或为提高回收纤维质量时，应设置细格栅渠，格栅渠的设计应符合 GB50014 的规定，并满足以下要求：

- a) 粗格栅宜采用机械清污格栅，格栅间隙应为 10-20mm，过栅流速宜为 0.6-1.0m/s；
- b) 细格栅宜选用具有自清能力的机械格栅，格栅间隙应为 2-5mm；
- c) 格栅渠上部应设置工作平台，其高度应高出格栅前最高设计水位 0.5m，工作平台上应有安全和冲洗设施。

6.4.3.3 当来水高程无法满足自流进入后续处理构筑物时，应设置废水提升泵站，泵站包括水泵间、集水池和出水设施，其工艺设计应符合 GB50014 的规定，并满足以下要求：

- a) 集水池的容积应根据设计流量、水泵能力和水泵工作情况等因素确定，水力停留时间宜采用 10-30min；
- b) 集水池池底应设集水坑，倾向坑的坡度不宜小于 0.01，池壁应设置爬梯；
- c) 集水池宜设置事故溢出口，将事故排水排入事故池；
- d) 集水池应设冲洗装置，宜设清泥装置；
- e) 集水池应设置液位控制和报警装置；
- f) 自然通风条件差的水泵间应设机械送排风系统。

6.4.3.4 当废水中纤维含量较高时，应设置纤维回收间，安装滤筛装置，分离并回收纤维，其工艺要求如下：

- a) 采用无动力弧型细格栅时，栅缝应为 0.2-0.25mm；
- b) 采用重力自流式过滤筛网时，筛网间隙应为 60-100 目，过水能力宜为 $10-15\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ；
- c) 采用旋转过滤器、反切单向流旋转过滤器、机械转鼓细格栅等设备时，栅缝应为 0.2mm 左右。

6.4.3.5 宜设置初沉池，也可根据进水水质情况设置混凝沉淀池或气浮池，其工艺要求如下：

a) 可根据综合废水竖向布置将初沉池（混凝沉淀池或气浮池）设置在调节池前或调节池后；

b) 初沉池表面负荷应为 $0.8-1.2\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间应为 2.5-4.0h，可将二沉池剩余污泥回流至初沉池，提高初沉池的污染物去除率；

c) 混凝沉淀池宜采用混合区 G 值 $300-600\text{s}^{-1}$ ，混合时间 30-120s，反应区宜采用 G 值 $30-60\text{s}^{-1}$ ，反应时间 5-20min，分离区应采用表面负荷 $1.0-1.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间 2.0-3.5h；

d) 采用普通气浮池时，气水接触时间应为 30-100s，表面负荷应为 $5-8\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间应为 20-35min。

6.4.3.6 调节池容积应根据废水的变化曲线采用图解法计算确定，并满足以下要求：

a) 调节池的有效容积应容纳大于 4h 最大日平均时废水量；

b) 调节池内应设置混合设施，当设置潜水推进器时，混合功率密度宜采用 $4-8\text{W}/\text{m}^3$ ，当采用曝气设备（曝气管或曝气器）时，曝气量不宜小于 $4\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ；

c) 宜在废水进入调节池前设置营养盐投加和 pH 调整设施。

6.4.4 综合废水二级处理

6.4.4.1 当一级处理后废水 COD_{cr} 浓度大于 $2000\text{mg}/\text{L}$ 时，宜采用厌氧+好氧处理工艺；当一级处理后废水 COD_{cr} 浓度小于 $1200\text{mg}/\text{L}$ 时，宜采用好氧处理工艺。

6.4.4.2 应投加氮（N）磷（P）营养盐，使进入厌氧系统的废水中 $\text{BOD}_5:\text{N}:\text{P}$ 达到 **200:5:1**，进入好氧系统的废水中 $\text{BOD}_5:\text{N}:\text{P}$ 达到 100:5:1。

6.4.4.3 当进入生化系统前的废水温度不利于生化反应时，宜设置温度调节设施（如冷却塔等），控制厌氧生化反应器内的水温在 $25^\circ\text{C}-38^\circ\text{C}$ 范围内，好氧生化反应池内的水温在 $10^\circ\text{C}-35^\circ\text{C}$ 范围内。

6.4.4.4 厌氧单元可采用升流式厌氧污泥床(UASB)、内循环升流式厌氧反应器和完全混合式厌氧反应器（CSTR）等工艺，其技术要求如下：

a) 进入升流式厌氧污泥床（UASB）和内循环升流式厌氧反应器的进水悬浮物浓度宜控制在 $500\text{mg}/\text{L}$ 以下；

b) 宜控制进入厌氧反应器废水的硫酸根和 COD_{cr} 浓度的比值在 10%以下，硫酸根浓度在 $450\text{mg}/\text{L}$ 以下，当浓度较高时，宜设置预酸化池等措施降低厌氧反应内废水中的 H_2S 浓度；

c) 预酸化池的 pH 值应为 6.5 左右，水力停留时间宜为 2h 左右，预酸化产生的 H_2S 气

体宜收集后回收利用或净化后排放；

d) 厌氧处理系统的主要工艺参数应根据试验和类比资料确定，缺乏相关资料时可参考表 2；

表 2 厌氧生化处理单元主要设计参数

好氧单元类型	反应温度℃	污泥浓度g/L	容积负荷kgCOD _{Cr} /m ³ ·d	水力停留时间h	污泥回流比%	表面负荷m/h	沼气产率m ³ /kgCOD _{Cr}
升流式厌氧污泥床	32-35	10-20	5-8	12-20	-	0.5-1.5	0.4-0.5
内循环升流式厌氧反应器	32-35	20-40	10-25	6-12	-	3-8	0.4-0.6
完全混合式厌氧反应器	30-38	5-8	3-6	18-28	100-150	—	0.4-0.5

e) 升流式厌氧污泥床（UASB）和内循环升流式厌氧反应器应设置均匀布水装置和三相分离器，反应器分离区出水采用溢流堰出水方式，堰前宜设置浮渣挡板；

f) 可采用外循环方式提高升流式厌氧污泥床（UASB）和内循环升流式厌氧反应器内的上升流速，循环量宜根据设定的反应器表面负荷及沼气产量自动调整；

g) 升流式厌氧污泥床（UASB）的有效高度一般为 5-7m，不宜超过 10m，单座体积不宜超过 2000m³，内循环升流式厌氧反应器高度不宜超过 25m，单座体积不宜超过 1500m³；

h) 完全混合式厌氧反应器（CSTR）后应设置沉淀池，沉淀池表面负荷宜为 0.6-0.8m³/m²·d，沉淀时间宜为 4.0-6.0h，采用斜板沉淀池时，其表面负荷可适当提高。

6.4.4.5 好氧单元宜选用有机负荷低、抗冲击能力强的延时曝气活性污泥处理工艺，如氧化沟、带选择区的完全混合曝气、序批式活性污泥（SBR）和两段好氧生化处理工艺等，当处理**亚硫酸铵制浆**废水时，应采用具有脱氮功能的缺氧/好氧法（A/O）等工艺，其技术要求如下：

a) 好氧单元的主要工艺参数应根据试验和类比资料确定，缺乏相关资料时可参考表 3；

表 3 好氧生化单元主要工艺参数⁽¹⁾

好氧单元处理工艺	污泥浓度gMLSS/L	污泥负荷kgCOD _{cr} /kgMLSS	容积负荷kgCOD _{cr} /m ³ ·d	水力停留时间 h	污泥回流比%	污泥沉降比%	泥龄 d
氧化沟	3.0-6.0	0.1-0.3	0.4-1.2	18-32	60-120	50-80	18-25
完全混合曝气 ⁽²⁾	2.5-6.0	0.15-0.4	0.5-1.5	15-30	100-150	30-80	12-20
A/O	2.5-6.0	0.15-0.3	0.5-1.2	15-32	80-150	30-80	15-25

注：(1)当处理以商品浆和废纸浆为主的制浆造纸废水时，容积负荷取中高值，处理以化学浆和化机浆为主的制浆造纸废水或经厌氧处理后的废水时，容积负荷取低值；(2)带选择区的完全混合曝气和两段生化处理的后段，其容积负荷按完全混合曝气池工艺选取。

b) 当处理**亚硫酸铵制浆**废水时，生物反应池缺氧区和好氧区的容积宜采用 GB50014 中的硝化、反硝化动力学公式计算校核；

c) 采用氧化沟时，应保持池内泥、水的充分混合，控制沟内平均流速大于 0.3m/s，采用机械混合方式时，混合功率密度 4-8W/m³，同时应满足需氧量的要求；

d) 采用带选择区的完全混合曝气池时，选择区水力停留时间应为 30-50min，区内应设混合设施，采用机械混合方式时，混合功率密度宜大于 $6\text{W}/\text{m}^3$ ，采用曝气混合方式时，曝气量应大于 $3\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ；

e) 采用两段好氧生化处理工艺时，前段水力停留时间 1-2.5h， COD_{Cr} 污泥负荷宜大于 $5\text{kg}/\text{kgMLSS}\cdot\text{d}$ ；污泥浓度应为 $5000\text{-}8000\text{mg}/\text{L}$ ，污泥回流 50%-100%，必要时，池内可设置部分填料；

f) 采用 SBR 工艺时，反应池个数宜为 2 个以上，其运行周期宜为 6-12h，充水比宜为 0.15-0.3，满水位时池内污泥浓度应为 $3000\text{-}6000\text{mg}/\text{L}$ ，其他参数参照表 3 中的完全混合曝气处理工艺；

g) 生物反应池中好氧区的废水需氧量应根据去除的含碳有机物确定（处理**亚硫酸铵制浆**废水时，还应考虑去除氨氮的需氧量），计算方法应参照 GB50014 的规定，也可采用 $0.6\text{-}1.2\text{kgO}_2/\text{kgCOD}_{\text{Cr}}$ 进行估算；

h) 曝气设施的选用应充分考虑制浆造纸废水易结垢的特点，宜选用表面曝气机、转刷、转碟和射流曝气器等防堵塞、易维修的曝气方式；

i) 曝气设备应根据废水水质、水量调节供氧量， $20000\text{m}^3/\text{d}$ 以上规模的处理工程宜能自动调节供氧量；

j) 曝气池应考虑设置泡沫阻隔和消除设施，可采用加大曝气池超高、添加消泡剂、喷水消泡和机械消泡等措施。

6.4.4.6 好氧生化反应池（SBR 反应池除外）后应设置二沉池，宜选用辐流式沉淀池，当生化池采用活性污泥工艺时，二沉池表面负荷应为 $0.5\text{-}0.7\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，固体负荷宜为 $60\text{-}150\text{kgSS}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；当生化池采用接触氧化工艺时，二沉池表面负荷应为 $0.8\text{-}1.2\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。

6.4.4.7 好氧生化处理各种工艺设计还应符合 CECS97、CECS111 和 HJ578 等标准的相关规定。

6.4.5 综合废水三级处理

6.4.5.1 三级处理宜采用混凝沉淀（气浮）处理技术，其工艺设计应参照 GB/T50335 的规定，并满足以下要求：

a) 混凝剂和助凝剂的种类和投加量应通过实验确定，常用的混凝剂有铁盐、石灰、铝盐及其高分子混凝剂，常用的助凝剂是 PAM；

b) 应充分考虑混凝反应过程中 pH 值对药剂投加量和处理效果的影响；

c) 混凝工艺的混合区宜采用 G 值 $300\text{-}600\text{s}^{-2}$ ，混合时间 30-120s，反应区宜采用 G 值 $30\text{-}60\text{s}^{-2}$ ，反应时间 5-20min；

d) 沉淀区表面负荷宜为 $0.8\text{-}1.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停留时间宜为 2.5-4h，采用斜板(管)沉淀池时，其表面负荷可按比普通沉淀池的设计表面负荷提高 1-2 倍考虑；

e) 采用普通气浮工艺时，宜采用气水接触时间 30-100s，表面负荷 $6\text{-}9\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，水力停

留时间 20-30min；采用浅层气浮时，宜采用有效水深 500-700mm，池内水力停留约 3-5min；

f) 宜采用废水预氧化、混凝剂复配和改性等措施提高混凝沉淀（气浮）的净水效果。

6.4.5.2 当 SS 指标要求较严时，混凝沉淀或气浮后的废水宜进行过滤处理，其工艺要求如下：

a) 过滤的进水悬浮物宜小于 30mg/L；

b) 过滤系统可采用各种过滤池和机械过滤器；

c) 可采用无烟煤、石英砂、陶粒滤料、聚苯烯泡沫滤珠、金刚砂、纤维球、纤维束等滤料；

d) 过滤池设计应参照 HJ2008 的规定和同类企业运行数据确定，过滤器的选用和工艺设计应根据设备供应商提供的资料和同类企业运行数据确定。

6.4.5.3 混凝沉淀或气浮处理出水达不到水质目标时，可采用高级氧化处理，其工艺要求如下：

a) 可采用硫酸亚铁-双氧水催化氧化（也称 Fenton 氧化）法处理经生化处理后的废水，Fenton 氧化包括反应、中和、混凝沉淀（气浮）单元，各单元所采用的设备和材料应具有耐酸碱和抗氧化腐蚀能力；

b) Fenton 氧化法试剂投加量应通过实验确定，氧化反应时间宜为 30-40min，反应 pH 值应为 3-4；

c) 氧化反应后的废水应加碱中和，可采用 NaOH 或 Ca(OH)₂ 作为中和剂，中和反应时间宜大于 10min，综合后的 pH 值应控制在 6-7；

d) 反应后的废水应通过沉淀分离出废水中的含铁悬浮物，宜投加 PAM 强化混凝效果，混凝沉淀的技术要求参见 6.4.5.1 条；

e) 可采用 Fenton 流化床或回流混凝沉淀污泥的方式降低硫酸亚铁的投加量；

f) 为降低铁离子和 SS 的含量，可在 Fenton 氧化法后串联过滤等处理单元技术。

6.4.5.4 经试验验证和技术经济分析，也可采用其他三级处理单元技术中的一种或几种组合，其他单元技术有活性炭吸附、臭氧—活性炭生物滤池、离子交换、超滤、纳滤、反渗透等。

6.4.6 事故池

6.4.6.1 事故池有效容积应能接纳最大一次事故排放的废水总量。

6.4.6.2 事故池内应设置提升泵，宜将事故排放废水均匀排入综合废水处理工程的初沉池或调节池中。

6.4.6.3 事故池底部应设有集水坑，倾向坑的坡度不宜小于 0.01，池壁宜设置爬梯。

6.4.6.4 事故池宜设置混合装置。

6.4.6.5 事故池宜设置液位控制和报警装置。

6.5 废水回用

6.5.1 应根据制浆造纸企业的原料、产品、生产工艺和废水回用环节确定回用水的水质要求，当废水同时作多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

6.5.2 处理后的综合废水可作为制浆工段和废水治理系统部分工序的生产用水、厂区环境保洁及其它用水,其水质标准应根据回用环节参照 GB/T18920 和 GB/T19923 等国家标准执行。

6.5.3 回用水贮存、输配和监测系统应符合 GB/T50335 的规定。

6.6 污泥处理与处置工艺设计

6.6.1 当以去除单位污染物质进行计算时,废水治理工程污泥量及其含水率见表 4。

表 4 制浆造纸废水治理工程污泥产量

污泥类别		污泥产量	污泥含水率(%)
初沉污泥(kgDS/kgSS)	沉淀	1.0	97-98
	混凝沉淀	1.0-1.2	96-97
厌氧剩余污泥(kgDS/kgCOD _{cr})		0.05-0.2	90-99 ⁽¹⁾
好氧剩余污泥(kgDS/kgCOD _{cr})		0.3-0.4	99.2-98.5
三级处理物化污泥(kgDS/kgCOD _{cr})		1.5-3.5	98-99

注: (1) 内循环升流式厌氧反应器和 UASB 产生的厌氧剩余污泥含水率取低值, CSTR 产生的厌氧剩余污泥含水率取中高值。

6.6.2 备料废水预处理工程中格栅或筛网筛出的废渣可送至厂内锅炉或焚烧炉燃烧,沉淀产生的污泥应采用还田等措施合理处置或输送至综合废水处理工程污泥系统处理。

6.6.3 机械浆和化学机械浆废水预处理和综合废水处理工程中格栅产生的栅渣宜通过机械输送,脱水后合理处置。

6.6.4 污泥处理工艺应根据污泥的最终处置方式确定,其处理工艺包括污泥浓缩、污泥均质、污泥脱水和污泥暂存单元,各单元应符合以下要求:

a) 好氧剩余污泥应进行浓缩,可采用重力浓缩、机械浓缩和气浮浓缩工艺,当采用重力浓缩时,污泥固体负荷宜采用 $20-40\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,浓缩时间不宜小于 16h,当采用机械浓缩时,应根据设备供应商提供的资料和同类企业运行数据确定;

b) 污泥均质池容积应根据各类污泥产量及排泥方案确定,可按 2-4 小时的污泥排放量估算;

c) 污泥脱水机械的类型应按污泥的性质、产生量和脱水要求,经技术经济比较后确定,宜选用带式脱水机和离心脱水机,带式脱水机的处理负荷宜采用 $100-200\text{kgDS}/\text{m}\cdot\text{h}$,离心式脱水分离因素宜小于 3000;

d) 当要求处理后污泥含水率较低时,可选用厢式、板框压滤机,宜采用变压进料方式,其操作压力宜控制在 0.5-10Mpa 范围内;

e) 污泥在脱水前宜加药调理,药剂种类和投加量应通过试验确定;

f) 污泥脱水前的含水率宜小于 98%,污泥脱水后的含水率应小于 80%。

6.6.5 脱水后的污泥应贮存在污泥临时堆场或污泥料仓内,堆场面积及料仓容积应根据污泥清运条件确定,并设置防雨水设施。

6.6.6 污泥处置可采用综合利用、焚烧和填埋等方式,应优先考虑综合利用;农用时应符合

GB4284 等标准的规定，填埋时应符合 GB18599 等标准的规定，干化焚烧时应符合国家相关标准的规定。

6.7 沼气利用

6.7.1 应根据厌氧反应器进水水质和沼气产率确定沼气利用系统的建设规模。

6.7.2 宜根据沼气利用途径，对沼气进行脱硫和脱水的净化处理和贮存，其净化、贮存和利用技术应符合 NY/T1222 和 NY/T1220.2 中的相关规定。

6.7.3 应结合制浆造纸企业生产及废水治理工程的实际情况进行沼气利用，宜将沼气作为锅炉燃料。

6.8 恶臭处理

6.8.1 应有效控制恶臭污染源，并符合下列技术要求：

a) 应优化工艺单元设计，减少废水收集及治理系统臭气的产生和扩散；

b) 应定期清理格栅、调节池、污泥浓缩池等工艺单元中的浮渣，及时处置工艺过程中产生的栅渣、污泥等污染物；

c) 宜实时投加或喷洒化学除臭剂。

6.8.2 宜对臭气进行收集和处理，并符合下列技术要求：

a) 宜采取密闭、局部隔离及负压抽吸等措施，集中收集工艺过程（格栅渠、调节池、污泥池、污泥脱水机等）中产生的臭气；

b) 污水泵房、污泥脱水间、加药间等应设置通风或臭气收集设施，并确保排放废气符合现行国家标准的要求；

c) 当采用全面通风收集废气时，废气量应按密闭空间的换气次数确定，当采用局部通风收集废气时，废气量宜按断面控制风速确定。

6.8.3 宜采用物理、生物、化学除臭等工艺处理集中收集的臭气，常用的除臭工艺包括吸附、离子氧化、生物过滤等。

7 主要工艺设备和材料

7.1 一般规定

7.1.1 制浆造纸废水治理工程常用的设备包括泵、曝气设备、格栅、刮吸泥机、滗水器、三相分离器、脱水机和加药设备等。

7.1.2 关键设备和材料均应从工程设计、招标采购、施工安装、运行维护、调试验收等环节进行严格控制，选择满足工艺要求、符合相应标准的产品。

7.1.3 应对易腐蚀的设备、管渠及材料采取相应的防腐蚀措施，根据腐蚀的性质，结合当地情况，因地制宜地选用经济合理、技术可靠的防腐蚀材料和方法，并达到国家现行有关标准的规定。

7.2 配置要求

- 7.2.1 格栅除污机、潜水推进器、表面曝气机、滗水器等宜按双系列或多系列生产线配置。
- 7.2.2 加药设备应按加入药液的种类和处理系列分别配置，并考虑防腐蚀措施。
- 7.2.3 厌氧单元应采用防爆型电机设备。
- 7.2.4 提升泵、鼓风机、转刷、射流曝气器、表面曝气机等大功率设备应配备变频装置。
- 7.2.4 水泵、污泥泵、鼓风机等连续工作的设备应配置备用设备。
- 7.2.5 曝气装置、加药装置等宜储备核心部件和易损部件。

7.3 性能要求

- 7.3.1 格栅除污机应符合 HJ/T262 的规定。
- 7.3.2 潜水排污泵应符合 HJ/T336 的规定，潜水推流搅拌机应符合 HJ/T 279 的规定。
- 7.3.3 单机高速曝气离心鼓风机应符合 HJ/T278 的规定，罗茨风机应符合 HJ/T251 的规定。
- 7.3.4 竖轴式机械表面曝气机应符合 HJ/T247 的规定，鼓风式中、微孔曝气器应符合 HJ/T252 的规定。
- 7.3.5 刮泥机应符合 HJ/T265 的规定，吸泥机应符合 HJ/T266 的规定。
- 7.3.6 带式压滤机应符合 HJ/T242 的规定。
- 7.3.7 加药设备应符合 HJ/T369 的规定。

8 检测与过程控制

8.1 检测

- 8.1.1 制浆造纸废水治理工程应设置化验室，按照检测项目配置相应的检测仪器和设备。
- 8.1.2 应设置在线检测装置为实现过程控制和性能考核提供数据，其检测点分别设在受控单元内或进、出口处，采样频次和检测项目应根据工艺控制要求确定。
- 8.1.3 应根据水处理单元工艺需要，检测相关的水质参数：
- 应检测废水治理工程进、出口处的流量、pH、COD_{cr}、氨氮、SS 和色度等指标；
 - 厌氧处理单元宜检测反应池内的 pH、水温、挥发性脂肪酸（VFA）、碱度，以及沼气产量、成分等指标；
 - 好氧生化单元宜检测反应池内 pH、水温、溶解氧（DO）和污泥浓度等指标；
 - 三级处理单元宜根据采用的处理工艺检测反应池内的 pH、水头损失、氧化还原电位（ORP）等指标；
 - 应检测格栅渠、集水池、调节池、回用水池、储药池、污泥均质池等的液位指标，检测加药管、污泥管等处的流量指标。
- 8.1.4 大功率机电设备应检测电流、电压、功率、温度等工作状态指标。
- 8.1.5 现场检测仪表应具备防腐、防爆、抗渗漏、防结垢、自清洗等功能。
- 8.1.6 仪表设计的其他要求可参考 CECS 162 等标准的规定。

8.2 过程控制

8.2.1 控制系统设计应符合国际标准化组织和国家颁布的相关标准。

8.2.2 控制系统应在满足工艺要求的前提下，运行可靠、经济、节能、安全，便于日常维护和管理。

8.2.3 过程控制参数、技术要求和自动化控制水平应根据废水处理规模、水质处理要求、企业经济条件等因素合理确定，并符合以下要求：

a) 小型废水治理工程主要处理工艺单元可采用局部自动控制系统，大型废水治理工程应采用集中管理、分散控制的集散控制系统；

b) 现场设备应装设现场操作箱，操作箱应设置运行与故障状态指示、手动/自动转换开关；

c) 采用成套设备且设备配套控制系统时，设备配套的控制系统应预留必要的通讯接口，以实现与全厂控制系统的通讯和数据交换。

9 主要辅助工程

9.1 电气

9.1.1 废水治理工程的配电宜按二级负荷考虑，其电源可独立设置，也可由企业变配电室接入。

9.1.2 供配电及工艺设备应可靠接地，宜根据现场分布情况与企业原接地网相联。

9.1.3 配电系统应根据运行功率因数设置无功补偿装置。

9.1.4 电气系统设计的其他要求应符合 GB50052、GB50053、GB50054、GB50055、GB7251、GB50057 等国家标准的規定，照明设计应符合 GB50034 的规定。

9.2 供排水和消防

9.2.1 供排水和消防系统应与生产过程统筹考虑，生活用水、生产用水及消防设施应符合 GB50015 和 GB50016 等国家标准的規定。

9.2.2 厂区给水管网宜采用生产、消防联合供水系统，生活供水系统宜单独设置。

9.2.3 回用水输配系统应独立设置，其供水管道宜采用塑料给水管、塑料和金属复合管或其他给水管材，并应根据使用要求安装计量装置。

9.2.4 制浆造纸废水治理工程的火灾危险类别属于丁(戊)类（厌氧单元除外），耐火等级的判定应与其相关的生产系统统筹考虑，变、配电间、控制室、化验室应按不低于二级耐火等级设计，其它建(构)筑物的耐火等级应不低于三级；当含有厌氧处理单元时，厌氧单元的火灾危险性为甲类，防火等级应按一级耐火等级设计。

9.3 采暖通风与空调

9.3.1 废水治理工程建筑物内应有采暖通风与空气调节系统，并应符合 GB50019、GB50243 等国家标准的規定。

9.3.2 废水治理工程采暖系统设计应与生产系统统一规划，热源宜由厂区供热系统提供。

9.3.3 各类建、构筑物的通风设计应符合下列原则：

a) 加盖构筑物应设通风设施；

b) 有可能释放有毒和有害气体的建筑物（如加药间、污泥脱水间和化验室等），应根据满足室内最高允许浓度所需换气次数确定通风量，室内空气严禁再循环，有条件宜设有毒有害气体的净化、检测和报警装置；

c) 有防爆要求的车间（如沼气控制间等）应设事故通风，事故风机应为防爆型，事故风机可兼作夏季通风用；

d) 当机械通风不能满足工艺对室内温度、湿度要求时应设空调装置。

9.4 建筑结构

9.4.1 构筑物设计、施工及验收应符合 GB50069、GB50108、GBJ141 和 GB50208 等国家规定的规定。

9.4.2 建筑的造型应简洁、新颖，建筑风格宜与周围环境相协调，建、构筑物平面布置和空间布局应满足工艺流程要求，同时应考虑今后生产发展和技术改造的可能性。

9.4.3 厂房建筑的防腐、采光和结构应符合 GB50046、GB50033 和 GB50009 等国家规定的规定。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 劳动安全

10.1.1 劳动安全管理应符合 GB12801 和 QB1533 的规定。

10.1.2 应按照《危险化学品安全管理条例》的要求管理和使用工艺过程中的化学药剂。

10.1.3 应建立并严格执行安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

10.1.4 应有必要的安全防护措施和报警装置：

a) 应在沼气利用区域设置禁烟、防火标志；

b) 应在水处理构筑物设置安全护栏、防滑梯和救生圈；

c) 应在各种机械设备裸露的传动部分设置防护罩或防护栏杆；

d) 宜在加药间的相应区域设置紧急淋浴冲洗装置；

e) 人员进入密闭的水处理构筑物检修时，应先进行强制通风，经过仪器检测，确定符合安全条件时，人员方可进入。

10.1.5 应制定易燃、爆炸、自然灾害等意外事件的应急预案。

10.2 职业卫生

10.2.1 应保持操作室空气清新，适合操作人员长期在岗工作。

10.2.2 应加强作业场所的职业卫生防护，做好隔声、减震和防暑、防毒等预防工作。

10.2.3 应向操作人员提供必要的劳动保护用品，以及浴室、更衣室等卫生设施。

10.2.4 职工在加药间、污泥脱水间、风机房等高粉尘、有异味、高噪音的环境下应佩戴必要

的劳动保护用具。

11 施工与验收

11.1 工程施工

11.1.1 工程施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的要求。

11.1.2 工程设计、施工单位应具有与该工程相应的资质等级。

11.1.3 工程施工应符合施工设计文件、设备技术文件的要求，工程变更应取得设计变更文件后再进行。

11.1.4 工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关的国家标准，并应取得产品合格证后方可使用，关键设备还应具有产品出厂检验报告等技术文件。

11.1.5 施工单位应遵守相关工程施工技术规范等国家标准的有关要求。

11.2 工程验收

11.2.1 与生产工程同步建设的废水治理设施应与生产工程同时验收，升级改造的废水治理设施应单独进行验收。

11.2.2 废水治理工程分二阶段进行验收，第一阶段为建设项目竣工验收，第二阶段为建设项目竣工环境保护验收。

11.2.3 废水治理工程应按《建设项目（工程）竣工验收办法》和《建设项目竣工环境保护验收管理办法》进行组织验收。

11.2.4 配套建设的废水在线监测系统应与废水治理工程同时进行建设项目竣工环境保护验收，验收的程序和内容应符合 HJ/T 354 的规定。

11.2.5 废水治理工程相关专业验收的程序和内容应符合 GB50093、GB50168、GB50169、GB50204、GB50231、GB50236、GB50254、GB50257、GB50268、GB50275、GB50334、GBJ141 和 HJ/T408 等标准的相关规定。

11.2.6 废水治理工程验收应依据主管部门的批准（核准）文件、设计和设计变更文件、工程合同、设备供货合同及合同附件、项目环境影响评价及其审批文件、废水治理工程的性能评估报告、试运行期连续检测数据（一般不少于 1 个月）、完整的启动试运行操作记录、设施运行管理制度和岗位操作规程等技术文件。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 运行与维护应符合国家现行有关法律、法规，并宜参照 CJJ 60 等相关标准的规定。

12.1.2 未经当地环境保护行政主管部门批准，废水处理设施不得停止运行。发现异常或由于特殊原因造成设施停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

12.1.3 应配备环境保护专职技术人员和水质监测仪器。

12.1.4 应确保工程设备完好，运行稳定达标。

12.2 人员管理

12.2.1 岗位工作人员应通过培训考核后上岗，使其熟悉设备运行和维护的具体要求，具有熟练的操作技能。

12.2.2 岗位工作人员应定期进行培训，对其掌握废水治理工艺、设备的操作、维护和管理技能进行评估，采取有效措施持续提高其专业技能。

12.2.3 应制定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。

12.2.4 运行人员应按制度履行职责，确保系统经济稳定运行。

12.3 监测

12.3.1 应按 GB3544 和 HJ/T92 等标准的规定进行监测。

12.3.2 应对 COD_{Cr}、BOD₅、SS、NH₃、总磷、总氮、AOX 等主要水质指标定期监测，对 COD_{Cr}、NH₃ 等重点控制指标实现在线监测，并与监控中心联网；已安装在线监测系统的，也应定期取样，进行人工监测。

12.3.3 宜采用符合 HJ/T15、HJ/T96、HJ/T101、HJ/T377 等标准规定的监测仪器。

12.4 工艺操作

12.4.1 废水治理工程厌氧生化单元的工艺操作应符合以下要求：

a) 应根据进水水质特点及剩余污泥排放情况调整营养盐的投加量，使混合液中营养物质含量满足工艺要求；

b) 宜通过温度调节设施将反应器内的温度控制在 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ；

c) 应采取调整系统负荷、投加酸碱等措施控制好反应器内的 VFA、碱度，宜将反应器内混合液 pH 值控制在在 6.8~7.6 之间；

d) 应提高布水效果，在有效控制反应器出水 SS 浓度（宜小于 200mg/L）的前提下，尽量提高反应器内的污泥浓度。

12.4.2 废水治理工程好氧生化单元的工艺操作应参照 HJ576、HJ577 和 HJ578 等相关标准的规定，并符合以下要求：

a) 应根据进水水质变化及时调整曝气量，宜控制缺氧区液面下 0.5 m 处 $\text{DO} < 0.3 \text{ mg/L}$ ，液面下 1.0 m 处 $\text{DO} < 0.2 \text{ mg/L}$ ；好氧区出水端 $\text{DO} \geq 2.0 \text{ mg/L}$ ；

b) 应加强对活性污泥应镜检和观察，控制污泥指数在设计范围内，防止污泥膨胀，当污泥出现不正常现象应及时采取调整措施；

c) 应根据混合液浓度调整剩余污泥排放量；

d) 应根据总氮去除效果，调整混合液的回流比。

12.4.3 废水治理工程三级处理系统的工艺操作应参照 HJ2006、HJ2007 和 HJ2008 等相关标准的规定，并符合以下要求：

a) 应通过小试及时调整药剂投加量，优化混凝效果，宜将反应 PH 值控制在 6.0-7.5 范

围内；

b) 宜及时调整酸碱、双氧水和亚铁盐投加量，控制 Fenton 反应池内的 pH 和氧化还原电位（ORP）在设计范围内；

c) 应及时排出沉淀池（气浮池）内的泥渣，确保泥水分离效果。

12.5 维护保养

12.5.1 废水治理工程应在满足设计工况的条件下运行，并根据工艺要求，定期对各类工艺、电气、自控设备仪表及建、构筑物进行检查和维护。

12.5.2 废水治理工程的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中，使各治理装置的计划检修时间与相关工艺设施同步。

12.6 记录

12.6.1 应建立废水治理系统运行状况、设施维护和生产活动等的记录制度，主要记录内容包括：

- a) 系统启动、停止时间；
- b) 系统运行工艺控制参数；
- c) 废水监测数据、废水排放、污泥处理、处置情况；
- d) 药剂进厂质量分析数据，进厂数量，进厂时间；
- e) 污泥、栅渣的出厂数量、时间，处置地点、情况；
- f) 主要设备的运行和维修情况；
- g) 生产事故及处置情况；
- h) 定期检测、评价及评估情况等。

12.6.2 应制订统一的记录格式，并按格式填写，确保填写内容准确、及时、完整，不得随意涂改。

12.6.3 所有记录应制定清单，以备查询，对于需长期保存的记录应交档案室存档保管。

12.7 应急措施

12.7.1 应根据生产及周围环境情况，制定各种可能的突发性事故的应急预案，配备人力、设备、通讯等资源，使系统具备应急处置的条件。

12.7.2 废水治理工程发生异常情况或重大事故，应及时分析，启动应急预案。

12.7.3 应设置危险气体（甲烷、硫化氢）和危险化学品的应急控制与防护设施。

附录 A

(资料性附录)

制浆造纸废水污染负荷

A.1 制浆造纸废水量

单位产品制浆造纸生产废水量如表 A.1。

表 A.1 典型制浆造纸企业单位产品生产废水量⁽¹⁾⁽²⁾ 单位: m³/t 产品

制浆方法类别	制浆			造纸
	木浆	非木浆	废纸	
化学浆	20-60	50-160	—	-
化学机械浆	10-30	15-40	—	-
机械浆	5-20	10-30	—	-
其他	-	-	5-30	8-40

说明: (1)纸浆量以绝干量计; (2) 单位产品废水量制浆企业以自产浆为依据, 造纸企业以外购商品浆为依据, 制浆造纸联合企业以自产浆和外购商品浆的和为依据。

A.2 制浆废水污染物产生量

单位产品制浆生产废水污染物产生量如表 A.2。

表 A.2 典型制浆废水单位产品污染物产生量⁽¹⁾ 单位: kg/t 浆

制浆方法类别	污染物产生量				
	COD _{cr}	BOD	SS	AOX	
化学浆 ⁽²⁾	45-210	15-75	9-120	0.3-7.5	
化学机械浆 ⁽³⁾	65-160	15-35	30-50	0-0.2	
机械浆	20-100	12-35	15-40	-	
其他	非脱墨	15-30	5-12	8-15	-
	脱墨	25-65	8-20	10-25	0-0.2

注: (1)污染物产生量指标木浆取中低值, 非木浆取高值; (2)化学浆指标为经化学品或资源回收后的污染物产生量指标; (3) 化学机械浆指标为高浓度制浆废水未进行蒸发燃烧处理的污染物产生量指标。

A.3 造纸废水污染物产生量

单位产品造纸生产废水污染物产生量如表 A.3。

表 A.3 典型造纸废水单位产品污染物产生量 单位: kg/t 纸

抄纸种类	污染物产生量			
	COD _{cr}	BOD	SS	AOX
未涂布印刷/书写纸	7-15	4-8	12-25	0-0.1
涂布印刷/书写纸	12-30	5-9	15-30	0-0.1
纸板	5-15	3-7	2-8	0-0.1
新闻纸	8-20	5-10	10-25	0-0.1

附录 B

（资料性附录）

制浆造纸废水典型治理工艺处理效率

废水治理工艺单元处理效率如表 B。

表 B 典型废水治理工艺单元处理效率

单位：%

处理级别	处理工艺	主要工艺	处理效率			
			COD _{Cr}	BOD ₅	SS	AOX
一级	沉淀	格栅、滤筛、初沉池	15-50	5-30	40-75	0-5
	混凝沉淀（气浮）	格栅、滤筛、混凝沉淀（气浮）	50-75	25-40	80-90	25-70
二级 ⁽¹⁾	好氧生化	好氧生物反应池、二沉池	60-80	80-95	70-90	35-60
	厌氧-好氧生化	厌氧池、（中沉池）、好氧生物池、二沉池	65-85	85-95	75-90	40-60
三级	混凝沉淀（气浮） ⁽²⁾⁽³⁾	混凝沉淀（气浮）、（过滤）	50-80	40-55	70-90	20-50
	fenton 氧化	高级氧化、混凝沉淀	80-90	80-90	70-90	80-90

说明：(1) 制浆废水二级处理效率取中低值，造纸废水二级处理效率取高值；(2) 一级处理采用混凝工艺时，三级处理混凝处理效率取低值，一级处理采用沉淀工艺时，三级处理混凝处理效率取中高值；(3) 采用常规混凝沉淀时混凝处理效率去中低值，采用强化混凝沉淀时，混凝处理效率取高值。