ICS 13.030.20
CCS Z05

T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI 037—2023

固态发酵白酒制造业废水碳源利用技术规程

Technical code for carbon-source utilization of solid-state fermentation Baijiu industry wastewater

2023 - 06 - 20 发布 2023 - 06 - 20 实施

山东省环境保护产业协会 发 布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 固态发酵白酒制造业废水碳源利用水质要求 1
5 固态发酵白酒制造业废水碳源利用技术要求 2
6 废水碳源利用监督管理 5
附录 A（规范性） 收纳污水处理厂工艺适应测定 6
附录 B（规范性） 数据记录表 7
参考文献 9

SDEPI

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。

本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由济南市生态环境局提出并组织实施。

本文件由山东省环境保护产业协会归口。

本文件起草单位：济南市生态环境局、北京师范大学、火箭军工程大学、哈尔滨工业大学、中国科学院生态环境研究中心、生态环境部南京环科所、中国标准化研究院、中国环境科学研究院、清华大学、复旦大学、天津大学、南开大学、北京交通大学、香港科技大学、山东大学、中国海洋大学、山东师范大学、南京师范大学、成都理工大学、中国矿业大学、山东建筑大学、济南大学、齐鲁工业大学、天津商业大学、山东科技大学、青岛科技大学、青岛农业大学、贵州大学、山东省环境保护科学研究设计院、山东省标准化研究院、山东省生态环境规划研究院、山东省城建设计院、山东省生态学会、济南趵突泉酿酒有限责任公司、山东省济南生态环境监测中心。

本文件主要起草人：李计珍、侯立安、马军、杨志峰、杨荣泉、杨敏、张毅敏、邢宪卿、吕志远、崔保山、沈珍瑶、徐琳瑜、冯成洪、张力小、孙涛、李玲玲、张逦嘉、李倩、席北斗、崔益斌、廖海清、高红杰、姜霞、孟凡生、竺建荣、赵彦伟、郑少奎、刘新会、王国强、谢湉、王青、张辉、翟羽佳、孙贺阳、朱敏、吴静、王锦、窦蒙蒙、陈冠益、李克勋、魏利、张继彪、张建、崔兆杰、王曙光、倪寿清、王燕、邱立平、黄加栋、徐征和、董青红、徐智敏、何士龙、陈飞勇、武道吉、张克峰、王洪波、刘兵、闫涛、董文平、沈军、于军、肖子博、顾俊杰、蒋文强、王晨、刘昊、张瑛洁、马文成、刘鹏程、齐嵘、李学文、梁生康、陈文收、李先国、王玉江、李正炎、宋海亮、董淑乾、韩智勇、刘国、赵迎新、李宁、陈峰、曹晓强、马东、柴超、张峰、王青、周贵忠、张磊、陈庆锋、刘大胜、李江、潘光、方洪科、张水燕、王兆军。

固态发酵白酒制造业废水碳源利用技术规程

1 范围

本文件规定了固态发酵白酒制造业废水碳源利用的术语和定义、水质要求、技术要求和监督管理要求等内容。

本文件适用于固态发酵白酒制造业废水作为污水处理厂替代碳源利用的过程控制。

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 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
GB 27631 发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准
CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程
HJ/T 402 清洁生产标准 固态发酵白酒制造业
HJ 575 酿造工业废水治理工程技术规范
T/CAEPI 49 污水处理厂低碳运行评价技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

固态发酵白酒制造业废水 solid-state fermentation baijiu industry wastewater

固态发酵白酒制造业排放的废水，以及固体、半固体废弃物和废液等综合利用时产生的废渣水。

3.2

碳源利用 carbon-source utilization

固态发酵白酒制造业废水中有机物作为受纳污水处理厂反硝化过程的碳源使用。

3.3

碳源利用成效评估 efficiency assessment of carbon-source utilization

碳源利用时对固态发酵白酒制造业废水中有机物被反硝化过程利用的成效评估。

3.4

工艺适应测定 suitability test with carbon-source utilization

受纳污水处理厂生物处理工艺对污染物去除能力和碳源利用的成效测定。

4 固态发酵白酒制造业废水碳源利用水质要求

4.1 固态发酵白酒制造业废水分类

4.1.1 固态发酵白酒生产工艺流程主要包含原料粉碎、润料、配料、上甑、蒸馏、加浆、糊化、出甑凉渣、鼓风降温、加曲拌醅、入池、封窖发酵、勾兑、灌装等，其废水可按产生过程分为锅底水、黄水、原料浸泡废水、容器管路洗涤废水、车间地面及设备冲洗废水等。

4.1.2　固态发酵白酒制造业废水中，高浓度废水包括锅底水和黄水，低浓度废水包括原料浸泡废水、容器管路洗涤废水、车间地面及设备冲洗废水等其他废水。

4.2　固态发酵白酒制造业废水水质分析

4.2.1　应分别对不同工艺环节产生的废水进行水量统计与水质分析，并对合并后总排放废水进行水量统计与水质分析，数值应包括日平均值与月平均值。

4.2.2　废水水量统计符合 HJ/T 402 的规定，并按照生态环境部《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中《白酒制造行业系数手册》进行校核。

4.2.3　固态发酵白酒制造业废水水质分析指标应包括 pH、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、悬浮物（SS）、氨氮（NH_3-N）、总氮（TN）和关键碳源利用参数碳氮比（C/N），测定时应符合 GB 18918 的规定。

4.2.4　各生产环节废水水质范围见表 1。

表 1　各生产环节产生废水水质范围

废水种类	水质分析指标（mg/L，pH无量纲）						
	pH	COD	BOD_5	SS	NH_3-N	TN	备注
锅底水	4.5~5.5	10000~100000	8000~15000	100~800	50~150	80~200	可作为碳源利用的高浓度废水
黄水	3.5~5.5	100000~300000	50000~180000	200~1000	400~2000	600~3500	
纯水制备浓水	6~9	＜50	＜10	＜10	/	/	其他废水
洗瓶废水	6~9	/	/	200~350	/	/	
车间地面及设备冲洗废水	5.5~6.5	＜5000	＜1000	＜800	＜35	＜50	
生活废水	6~9	200~600	150~400	50~3200	20~45	30~70	
喷淋废水	6~9	＜1000	＜500	＜200	＜35	＜50	

4.3　固态发酵白酒制造业废水利用方式

4.3.1　固态发酵白酒制造业废水利用方式分为转运作为替代碳源利用和协商纳管排放两种，依据 4.1 的废水分类和关键碳源利用参数 C/N 的计算结果，两种利用方式的判断依据如下：

——当废水为高浓度废水且关键碳源利用参数 C/N≥6 时，经生产性试验验证成功及相关主管部门批准后，可转运作为受纳污水处理厂替代碳源利用；

——当废水为低浓度废水，或废水为高浓度废水且关键碳源利用参数 C/N＜6 时，可协商污水处理厂纳管排放。

4.3.2　符合纳管排放的废水应进行充分预处理以满足协商排放限值要求，并报相关部门备案。

4.4　固态发酵白酒制造业废水运输和储存

4.4.1　作为替代碳源利用的高浓度废水在转运时，对转运人员和车辆的管理可参照《危险废物转移管理办法》实行。如固态发酵白酒制造企业和受纳污水处理厂距离较近，可采用管道输送。

4.4.2　污水处理厂在高浓度废水储存和投加时，可利用原有碳源储存及投加装置，也可新增储存罐和投加泵，应确保操作规范、安全。

5　固态发酵白酒制造业废水碳源利用技术要求

5.1　固态发酵白酒制造业废水碳源利用基本流程

固态发酵白酒制造业废水碳源利用宜按以下流程进行（见图 1）：

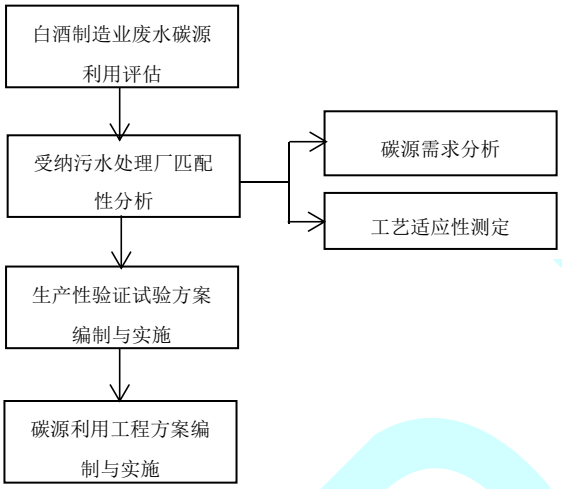

图 1　固态发酵白酒制造业废水碳源利用的基本流程

5.2　固态发酵白酒制造业废水碳源利用评估

5.2.1　废水碳源利用评估应包括废水水质指标评估和关键碳源利用参数评估。

5.2.2　废水水量及水质统计与分析应符合 4.2.2 和 4.2.3 的要求。

5.3　受纳污水处理厂碳源需求分析

5.3.1　在常规进水条件下满足排放标准要求时，应判断受纳污水处理厂外加碳源的需求性以及投加碳源量理论计算的符合性。

5.3.2　碳源需求的判断依据包括生物脱氮的理论碳源需求量（C_t）、实际可使用碳源量（C_p）及日消耗市售商品碳源量（C_c）。

5.3.3　协议受纳污水处理厂的碳源需求分析应按照以下条件判断：

a)　当$(C_t-C_p) / C_p\times100\% \geq5\%$时，可认为目前处理工艺需要外加碳源以满足脱氮需要；

b)　当 C_c+C_p 与 C_t 值相差不超过 10%时，可认为当前工艺投加市售碳源量符合理论计算需求。

5.3.4　生物脱氮的理论碳源需求量的计算方法见公式（1）：

$$C_t = Q \times N \times k \times 10^{-3} \qquad \text{.....（1）}$$

式中：

C_t ——生物脱氮的理论碳源需求量，单位为千克化学需氧量每天（kg COD/d）；

Q ——污水处理厂每日进水量，单位为立方米（m^3/d）；

N ——进水总氮与出水标准总氮的差值，单位为毫克氮每升（mg N/L）；

k ——1 kg NO_3-N反硝化所需碳源计量学系数，本文件推荐采用5。

注：Q、N值建议使用日均测定值。

5.3.5　实际可使用碳源量的计算方法见公式（2）：

$$C_p = Q \times C_{in} \times 10^{-3} \qquad \text{.....（2）}$$

式中：

C_p——实际可使用碳源量，单位为千克化学需氧量每天（kg COD/d）；

Q ——污水处理厂每日进水量，单位为立方米（m^3/d）；

C_{in}——生物处理工艺进水的COD值，单位为毫克氮每升（mg N/L）。

注：C_{in}测定应符合GB 18918测定要求。

5.3.6　日消耗市售商品碳源量折算为 COD 当量的计算方法见公式（3），市售常见商品碳源 COD 当量转换系数见表 2。

$$C_c = \frac{M \times R \times K_r}{100} \qquad \text{.....（3）}$$

式中：

Cc ——日消耗市售商品碳源量，单位为千克化学需氧量每天（kg COD/d）；

M——市售碳源使用质量，单位为千克（kg/d）；
R——市售碳源有效百分含量，单位为百分比（%）；
K_r——市售碳源COD当量转换系数。

表 2　市售常见商品碳源 COD 当量转换系数(理论值)

碳源	甲醇	乙酸	乙酸钠	葡萄糖
COD当量系数K_r	1.50	1.07	0.68	0.60

5.4　受纳污水处理厂工艺适应测定

5.4.1　受纳污水处理厂工艺适应测定应包括碳源利用率测定与残留 COD 测定。
5.4.2　碳源利用率测定与残留 COD 测定按附录 A.1 和 A.2 进行。

5.5　生产性验证试验方案编制与实施

5.5.1　固态发酵白酒制造企业应按 5.2 要求完成固态发酵白酒制造业废水的碳源利用评估，受纳污水处理厂应按 5.3 及 5.4 要求完成碳源需求分析与工艺适应测定。
5.5.2　受纳污水处理厂应编制生产性试验方案，方案应包括但不限于碳源来源、碳源投加量、运输储存方式、投加方式和投加点位、试验与监测周期、试验方法等内容，方案执行期宜不少于 60 d。
5.5.3　当固态发酵白酒制造企业废水以高浓度废水为主，可转运作为污水处理厂替代碳源利用时，其投加量可参照污水处理厂日常投加碳源 COD 当量确定，计算方法见公式（4）：

$$Q_{高浓}=\frac{C_{碳源}\times Q_{碳源}}{C_{废水}} \quad \cdots\cdots(4)$$

式中：
$Q_{高浓}$——高浓度废水投加量，单位为立方米每万立方米（$m^3/10000\ m^3$）；
$C_{废水}$——高浓度废水COD当量，单位为千克化学需氧量每千克（kg COD/kg）；
$Q_{碳源}$——碳源投加量，单位为立方米每万立方米（$m^3/10000\ m^3$）；
$C_{碳源}$——碳源COD当量，单位为千克化学需氧量每千克（kg COD/kg）。
5.5.4　应明确生产性试验周期内固态发酵白酒企业废水的运输和储存方式，高浓度废水应采用封闭式罐车，参照危险废物运输管理方式转运；低浓度废水按照 GB 27631 要求与污水处理厂协商纳管排放。
5.5.5　高浓度废水投加点位可采用受纳污水处理厂现有的碳源投加点位。
5.5.6　低浓度废水生产性试验期间可调整预处理方式、投加比例，最终确定最大承受量。
5.5.7　对于可作为替代碳源利用的高浓度废水，生产性试验期间可调整投加量，优化投加比例，确定适宜投加量。每一次调整优化后需持续监测不少于 7 d。
5.5.8　生产性试验期间应保持固态发酵白酒制造业废水碳源连续投加，并持续监测 7 d～30 d。
5.5.9　生产性试验期间应做好试验数据记录，包括受纳污水处理厂进出水水量、pH、COD、NH_3-N、TN、TS、SS、NO_3-N、MLSS、MLVSS，碳源投加量、污泥镜检性状与污泥产量等。数据记录表样式见附录 B。
5.5.10　生产性试验期间应关注作为替代碳源的废水浓度波动和污水处理厂进出水指标，并及时调整运行操作，避免产生出水不达标情况。
5.5.11　生产性试验期间受纳污水处理厂的出水水质稳定达标，污泥性状稳定，可视为生产性试验成功。
5.5.12　生产性试验结束后，应根据试验结果确定废水碳源利用关键过程参数，分析高浓度废水作为替代碳源的投加比例、投加方式、投加量及存储方式等；分析低浓度废水纳管排放对污水处理厂工艺运行关键参数的影响，确定协商排放废水的浓度限值范围与排放量要求。
5.5.13　生产性试验方案应报当地环保部门备案。

5.6　碳源利用工程实施方案编制与实施

5.6.1　根据生产性试验确定应用条件，遵循“一厂一策”原则制定固态发酵白酒制造业废水碳源利用工程实施方案。
5.6.2　碳源利用工程实施方案应包含但不限于固态发酵白酒制造业废水水质范围、投加量、废水运输、储存、投加方式、风险防范措施等。

5.6.3 制定碳源利用工程实施方案时，应考虑固态发酵白酒制造企业的废水处理设施的预处理作用，确保突发情况下对水质与水量波动的应急与调节。

5.6.4 当固态发酵白酒制造企业作为碳源利用的高浓度废水最高日产量大于受纳污水处理厂适宜的最大投加量时，应在受纳污水处理厂或固态发酵白酒制造企业进行储存调节；当固态发酵白酒制造企业可纳管排放的废水最高日产量大于污水处理厂适宜的最大承受量时，固态发酵白酒制造企业应利用现有废水处理设施进行调节。

5.7 碳源利用理论碳减排量

5.7.1 理论碳减排量包括固态发酵白酒制造企业废水作为碳源利用后的碳减排量，以及受纳污水处理厂实施废水替代碳源利用的碳减排量；可按照《IPCC 2006 年国家温室气体清单指南 2019 修订版》《城镇污水处理厂污染物去除协同控制温室气体核算技术指南（试行）》以及 T/CAEPI 49 提供的方法与参数设置进行计算。

5.7.2 固态发酵白酒制造企业废水作为替代碳源利用后，其碳减排量应为废水处理过程中节省药剂和动力消耗等产生的碳排放总和。

6 废水碳源利用监督管理

6.1 监督监管

6.1.1 固态发酵白酒制造企业应按照 GB 27631 及《住房和城乡建设部关于修改〈城镇污水排入排水管网许可管理办法〉的决定》（住房和城乡建设部第 56 号令）要求，及时向主管部门申请排污许可证、环境影响评价等相关管理手续的调整。

6.1.2 固态发酵白酒制造企业与受纳污水处理厂应签订具有法律效力的书面合同，共同约定纳管排放废水主要污染物的浓度限值，并报主管部门审核。

6.1.3 固态发酵白酒制造企业与受纳污水处理厂的废水碳源利用全过程应接受当地环境管理部门监督。

6.2 风险预警

6.2.1 固态发酵白酒制造企业与受纳污水处理厂应制定废水运输、排放与受纳的安全管理制度、操作规程及事故风险应急预案，并定期修订完善。

6.2.2 固态发酵白酒制造企业及受纳污水处理厂应对废水水量与水质进行监控，当水量与水质数值超出限定值时应及时预警，并按照事故风险应急预案处理。

6.2.3 当污泥性状或出水水质指标出现显著波动时，受纳污水处理厂应及时监测生物活性、污泥沉降性等重要参数，确保废水碳源的安全利用和受纳污水处理厂出水的稳定达标。

6.3 企业日常监测与安全运行管理

6.3.1 固态发酵白酒制造企业应对废水重点产生环节进行日常监测与管理，保证废水水质达标排放。

6.3.2 受纳污水处理厂宜采用在线方式对受纳废水水量与水质进行监测，实现数字化管理，并连续储存数据不少于 3 年。

6.3.3 固态发酵白酒制造企业与受纳污水处理厂相关岗位人员培训与安全管理可参照 CJJ 60 的规定执行。

附 录 A

（规范性）

受纳污水处理厂工艺适应测定

A.1 碳源利用率测定

A.1.1 投加定量碳源后，计算活性污泥反硝化过程中碳源消耗速率。

A.1.2 碳源投加量以COD计。

A.1.3 测定单位时间变化时废水中COD与NO_3-N浓度比值。

A.1.4 以时间为横轴，NO_3-N和COD浓度为纵轴，按公式(A.1)计算碳源利用率：

$$k_1 = \frac{\Delta COD}{\Delta NO_3 - N} \qquad \text{（A.1）}$$

式中：

k_1 ——碳源利用率；

ΔCOD ——单位时间内COD变化浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$\Delta NO_3\text{-}N$ ——单位时间内NO_3-N变化浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

A.2 残留 COD 测定

A.2.1 残留COD测定可与碳源利用率测定相结合。

A.2.2 完成A.1试验后，测定剩余废水中COD值。

附 录 B
（规范性）
数据记录表

B.1 污水处理厂基本数据记录表

污水处理厂基本数据记录表见表B.1。

表 B.1 污水处理厂基本数据记录表

阶段	时间	主要指标	水量（m^3/d）	pH	COD (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	常规碳源投加量（kg COD/d）
日常运行	持续监测一个月以上	进水										
		出水										
注1：若污水处理厂日常监测以上常规水质指标，可不再单独采集。 注2：本表为每日记录表，所有数据为日均值。												

B.2 污水处理厂生产性试验前后基本数据对比表

污水处理厂试验前后基本数据对比表见表B.2。

表 B.2 污水处理厂生产性试验前后基本数据对比表

阶段	时间	主要指标	水量（m^3/d）	pH	COD (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	高浓度废水（一般废水）投加量（m^3/d）	常规碳源投加量（kg COD/d）
背景值	试验开展前一个月	进水											
		出水											
		去除率	-										
试验阶段	持续监测一个月以上	进水											
		出水											
		去除率	-										
注1：若污水处理厂日常监测以上常规水质指标，可不再单独采集。 注2：本表为每日记录表，所有数据为日均值。													

B.3 污水处理厂生化池化验数据表

污水处理厂生化池化验数据表见表B.3。

表 B.3 污水处理厂生化池化验数据

阶段	时间	生化系统	常规水质指标											生物镜检		污泥产量（t DTS/d）
			进水量（m^3/d）	pH	COD (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	TN (mg/L)	SV %	SVI	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS	生物活性及数量	丝状菌丰度	
背景值（对照组）	试验开展前一个月（与试验组同时进行）	厌氧池														
		缺氧池														
		好氧池														
试验阶段（试验组）	持续监测一个月以上	厌氧池														
		缺氧池														
		好氧池														

注1：（）表示具有两套及两套以上加药系统的污水处理厂建议做对照试验。
注2：若污水处理厂日常监测以上常规水质指标、微生物镜检和污泥产量，可不再单独采集。
注3：本表为每日记录表，所有数据为日均值。

参 考 文 献

[1] 排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（生态环境部公告 2021年第24号）

[2] 危险废物转移管理办法（2021年11月30日生态环境部、公安部、交通运输部令第23号公布 自2022年1月1日起施行）

[3] IPCC 2006年国家温室气体清单指南2019修订版

[4] 城镇污水处理厂污染物去除协同控制温室气体核算技术指南（试行）（生态环境部 2018年4月）

[5] 住房和城乡建设部关于修改〈城镇污水排入排水管网许可管理办法〉的决定》（住房和城乡建设部第56号令）

SDEPI