

ICS xx. xxx. xx

P xx

备案号:

DB 11

北京市地方标准

DB 11/T XXX. X—XXXX

工业废水回用工程运行管理规范

Specification of operation and management for industrial

wastewater reuse project

(征求意见稿)

2020 - XX - XX 发布

2020 - XX - XX 实施

北京市市场监督管理局

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 运行管理..... | 2 |
| 4.1 一般规定..... | 2 |
| 4.2 运行管理人员..... | 3 |
| 4.3 运行管理资料..... | 3 |
| 5 工艺设施运行维护要求..... | 3 |
| 5.1 一般规定..... | 3 |
| 5.2 预处理单元..... | 3 |
| 5.3 生物处理单元..... | 5 |
| 5.4 反渗透（纳滤）单元..... | 6 |
| 5.5 加药和消毒单元..... | 7 |
| 5.6 水泵..... | 7 |
| 5.7 管道系统..... | 8 |
| 6 电气与自动化系统运行维护..... | 8 |
| 6.1 电气系统..... | 8 |
| 6.2 自动化系统..... | 9 |
| 7 系统故障诊断与排除..... | 9 |
| 7.1 一般规定..... | 9 |
| 7.2 故障排查及处理..... | 9 |
| 8 水质检测与回用水安全使用管理..... | 10 |
| 8.1 一般规定..... | 10 |
| 8.2 水质监测..... | 10 |
| 8.3 回用水安全使用管理..... | 11 |
| 9 环境、健康、安全（EHS）管理..... | 11 |
| 9.1 一般规定..... | 11 |
| 9.2 管理规定..... | 11 |
| 9.3 培训规定..... | 11 |
| 9.4 应急预案..... | 11 |
| 附录 A（资料性）工业废水回用工程工艺流程..... | 12 |
| 附录 B（资料性）工业废水回用工程运营故障及处理..... | 13 |
| 附录 C（资料性）回用水用作工业用水水源的水质标准..... | 15 |
| 附录 D（资料性）检测项目与周期..... | 16 |
| 附录 E（资料性）水处理设施运行情况及事故记录..... | 17 |

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。

本文件由北京市经济和信息化局提出并归口。

本文件由北京市经济和信息化局组织实施。

本文件起草单位：北京智汇清源科技有限公司、蓝星工程有限公司、北京天地人环保科技有限公司、河海大学、中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司、北京首钢冷轧薄板有限公司、北京燕山威立雅水务有限责任公司。

工业废水回用工程运行管理规范

1 范围

本文件规定了工业废水回用工程运行管理的工作内容，包括运行管理、工艺设施运行维护、电气与自动化系统运行维护、系统故障诊断与排除、水质检测和回用水安全管理、环境、健康、安全（EHS）管理要求等。

本文件适用于工业废水回用工程的运行管理。

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 2894 安全标志及其使用导则
GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
GB/T 20103 膜分离技术 术语
GB/T 31328 海水淡化反渗透系统运行管理规范
GB/T 32327 工业废水处理与回用技术评价导则
GB/T 37894-2019 水处理用臭氧发生器技术要求
DL/T 572 电力变压器运行规程
SL219 水环境监测规范

3 术语和定义

GB/T 20103、GB/T 31328和GB/T 32327中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业废水回用工程 reuse water project

指工业废水、城市污水或生活污水经处理后达到一定的水质标准，可在一定范围内重复使用的非饮用水处理工程。

3.2

催化氧化装置 catalytic oxidation unit

针对工业废水的特点，为降低后续系统有机物的影响，在催化剂的作用下采用对难降解 COD 等特征污染物具有较强针对性的氧化装置。

3.3

介质过滤 media filtration

利用一种或几种过滤介质，在一定压力下把浊度较高的水通过一定厚度的粒状或非粒状材料，从而有效地除去悬浮杂质使水澄清的设备，常用的滤料有石英砂、无烟煤、锰砂等，主要用于水处理除浊、软化水、纯水的前级预处理等，出水浊度可达3度以下。

3.4

臭氧尾气破坏器 ozone tail gas destruction equipment

含有臭氧的尾气在排放之前须经过加热或催化臭氧破坏处理系统进行处理,使尾气含臭氧量达到国家排放标准的设备。

3.5

保安过滤器 security filter

保安过滤器又称精密过滤器,一般设置在压力容器之前,去除浊度1度以上的细小微粒,来满足后续工序对进水的要求;也可设置在整个水处理系统的末端,防止细小微粒(如破碎的树脂)进入成品水。

3.6

反冲洗 back flush

用流体(水或空气)反向流动清洗膜、滤池或填充层的操作过程。

3.7

化学加强反洗 chemically enhanced backwashing

在超(微)滤膜产水侧加入一定浓度的化学药剂,通过反冲洗、浸泡等方式,在过滤的中将膜进水侧的污染物清洗下来的过程。

[来源: GB/T 31328—2014,3.4]

3.8

膜完整性检测 membrane integrity detection

膜完整性测试方法分为直接测试和间接测试。直接测试方法主要有:气泡观察测试、压力衰减测试、扩散空气流测试和声敏测试等,其中前三种以压力为基础的测试方法在超滤膜的完整性监测方面应用最为广泛。间接测试方法主要有:浊度监测、颗粒监测、尖峰完整性监测和微生物挑战测试等,其中以浊度监测和颗粒计数监测应用最广。

4 运行管理

4.1 一般规定

4.1.1 应根据项目实际情况建立健全规章制度,并在实践中不断完善。

4.1.2 应定期检查规章制度的执行情况,所有规章制度应严格执行。

4.1.3 工业废水回用工程宜包含(不限于)以下运行管理制度:

- a) 岗位责任制:明确运行管理部门、主管领导、主管人员、操作人员、化验人员和维修人员,建立各部门、人员岗位责任制等。
- b) 岗位培训制度:应建立岗位培训制度,规定培训对象、培训时间和培训内容等。
- c) 工艺操作规程:应有工艺系统流程图、各岗位安全及运行操作规程、巡视路线图和巡视要求、系统启运与停运操作程序、相关工艺段的参数控制范围等。
- d) 设备使用维护规程:应定期检查设备运行情况,做好设备运行记录。
- e) 交接班制度:应建立交接班制度,规定交接程序和内容。交接班应逐项进行,交班内容确认无误后,双方应有相应的记录及签名。正在处理故障时,不宜交接班。
- f) 运行故障报警管理规程:应建立运行故障报警管理规程,规范报警内容,制定故障处理处置预案。
- g) 设备和器材管理制度:各项设备安全管理与日常维护保养,定期的大、中、小修内容和设备档案记录,药品和备品备件的管理。

- h) 安全管理制度：为保障安全生产、控制风险、将危害降到最小，应制定安全管理制度，详见第9章。

4.2 运行管理人员

4.2.1 根据工程的规模、复杂程度和自动化程度配备运行管理人员。运行管理人员宜为专职人员，应建立相应的运行班组及班次。

4.2.2 运行管理人员应经过专业培训，经考核合格后才能上岗。应建立健全人员的培训和考核档案。

4.3 运行管理资料

4.3.1 工业废水回用工程的设计、施工、调试、检测、维修等技术资料应齐全并妥善保管，应对照系统实际情况核对并保证其真实性和准确性。

4.3.2 各种运行管理记录应齐全，应包括：各主要设备运行记录、药剂投加及消耗记录、事故分析与处理记录、巡回检查记录、维修保养记录、交接班记录、设备和系统部件的大修和更换记录、月份及年度运行总结和分析资料等。以上资料应填写详细、准确、清楚，填写人应签名。参见附录 E。

4.3.3 系统的运行管理措施、控制和使用方法、运行使用说明，以及不同工况参数设置等作为技术资料管理。

5 工艺设施运行维护要求

5.1 一般规定

5.1.1 应对工业废水回用处理过程中的工艺参数进行监测、记录和动态调整，确保回用水水质、水量和水压满足回用水标准和供水合同中的相关要求。

5.1.2 应建立设备台账，按单元划分管理责任人，并应挂牌标示。

5.1.3 设备的启动、停机、清洗、维护应按照批准的操作规程进行。

5.1.4 应定期检查、维护和保养设备，根据设备运行情况制定大、中、小修计划。设备完好率不应低于 95%，备用设备应处于良好状态。

5.1.5 系统日常运行中，设备、阀门和管道的表面应保持整洁，无明显锈蚀，无跑、冒、滴、漏、堵现象。

5.1.6 运行管理规章制度、运行操作规程、定期巡视路线图、配电系统模拟图、消防通道示意图等宜制成图板张贴上墙。

5.2 预处理单元

5.2.1 预处理单元的构成

5.2.1.1 预处理单元一般包括：混凝澄清（沉淀）设备、气浮设备、介质过滤设备、超（微）滤设备、保安过滤器、催化氧化装置等。预处理单元的出水水质应符合反渗透（纳滤）单元的进水要求。

5.2.1.2 工业废水回用处理工艺流程参见附录 A。

5.2.2 混凝澄清（沉淀）设备

5.2.2.1 应控制混凝澄清（沉淀）设备进、出口流速、运行水位、出水水质、积泥泥位等工艺参数。

5.2.2.2 定期检测进水、出水浊度，观察絮凝池出口絮凝效果，及时调整运行参数和加药量。

- 5.2.2.3 反应池搅拌机的转速调整应确保聚合物搅拌充足和絮凝良好。当絮凝比较困难时，应提高搅拌机转速，当因原水特性的改变或药剂的改变使矾花变得易碎时，应降低搅拌机转速。
- 5.2.2.4 沉淀池应定时排泥，根据进水量和进水水质建立排泥比例系数，该系数用于排泥量的控制，以及确定排泥时间和频率。应根据沉淀池沉淀效果及时调整排泥时间和频率。
- 5.2.2.5 沉淀池排泥应考虑泥位和刮泥机扭矩因素，在高泥位和刮泥机扭矩报警时启动排泥。
- 5.2.2.6 絮凝池、配水池等应定期排出积泥。
- 5.2.2.7 澄清（沉淀）池污泥回流量宜占进水量的3%~6%。
- 5.2.2.8 澄清（沉淀）池斜管应避免暴露在水或无遮盖的环境，应考虑防止斜管上浮的措施以及堵塞冲洗的措施。

5.2.3 介质过滤设备

- 5.2.3.1 进水浊度宜不大于5 NTU，出水浊度不应大于3 NTU，应每日对在线浊度仪进行清洗。
- 5.2.3.2 运行中应保持滤速稳定，防止产生较大波动。
- 5.2.3.3 应按照运行压差或进出水水质变化调整反洗频率和时间，反洗时间间隔不宜大于24小时。
- 5.2.3.4 反洗时应观察滤料层膨胀情况，及时调整反洗参数，反冲洗不应导致滤料大量流失。
- 5.2.3.5 反洗结束后，应检测出水水质，合格后投运。
- 5.2.3.6 应定期观察滤料污堵情况，如滤料污堵严重，反洗无法恢复滤料性能或反洗过于频繁时应更换滤料。

5.2.4 超（微）滤设备

- 5.2.4.1 投运时应检查进、出口压力、流量和出水水质等。
- 5.2.4.2 应定时进行反冲洗和化学加强反洗。
- 5.2.4.3 反洗后，应将流量、压降等数据与设计值对比，观察膜性能恢复情况，必要时调整反洗频率和时间。
- 5.2.4.4 当反洗频率过高，出水水质和流量不能满足设计要求时，应进行化学清洗。
- 5.2.4.5 当化学清洗后出水水质仍不满足设计要求时，应进行膜完整性检测。
- 5.2.4.6 当超（微）滤膜使用年限达到保证年限，采取反洗和化学清洗等措施无法恢复性能时，应更换超（微）滤膜组件。
- 5.2.4.7 在巡检过程中发现有泄露情况，要第一时间停止设备并检修。

5.2.5 保安过滤器

- 5.2.5.1 应根据要求选用合适的滤芯精度，保证出水浊度。过滤精度1 μ m~100 μ m
- 5.2.5.2 应根据保安过滤器滤芯使用说明要求及时更换滤芯。
- 5.2.5.3 定期开盖检查滤芯，发现异常及时处理。压差范围0.2kg/cm~0.7kg/cm。
- 5.2.5.4 当滤芯更换周期小于设计时间时，应检查滤芯的污堵情况，必要时分析污染物成分。
- 5.2.5.5 初次使用前应打开设备检查内部是否有污物，并进行冲洗。
- 5.2.5.6 正常情况下，保安过滤器不允许关闭，只有在检修等时才能关闭，完毕后立即开启。
- 5.2.5.7 保安过滤器需要定期清洗和杀菌，防止微生物污染滋生。
- 5.2.5.8 运行时应检查进、出口压差。

5.2.6 催化氧化装置中臭氧氧化装置

- 5.2.6.1 臭氧发生系统应由经过专业培训的人员按设备厂商提供操作手册进行操作。
- 5.2.6.2 臭氧发生器供气气源应符合 GB/T 37894-2019 中第 6.2 条“供气气源”中的有关规定。

- 5.2.6.3 臭氧发生器启动前，与其配套的供气设备、冷却设备、尾气破坏器、自控设备及监控设备状态应完好正常，臭氧气体输送管道及接触池内的布气系统应畅通。
- 5.2.6.4 臭氧发生器的开启应滞后于臭氧气源系统，进气流量、压力、温度、露点等符合发生器进气要求时，方可启动发生器放电程序。
- 5.2.6.5 关闭臭氧发生器后，应对气体流路继续吹扫，气体流路中应无残留臭氧，臭氧气体不得泄露。
- 5.2.6.6 应每日检查系统管路是否有泄漏、损坏，以及各种阀门和仪表的运行状况，发现问题做好记录，并进行维护，定期进行必要的清洁和保养工作。
- 5.2.6.7 应每日观察臭氧发生器运行过程中的电流、电压、功率；产气浓度，流量、压力；气源供气浓度，流量、压力、温度、露点；冷却水压力、温度、流量等参数，并做好记录。
- 5.2.6.8 系统运行时，臭氧发生器设备间内和尾气破坏器间内通风设备应处于工作状态，室内环境温度不应大于 40℃。
- 5.2.6.9 应定期校准臭氧浓度探测报警装置。系统运行时，接触池尾气浓度不得高于 0.1 mg/L,臭氧发生器设备间和尾气破坏器设备间臭氧浓度应低于 0.16 mg/m³。应根据臭氧发生装置的实际供气量实时调节尾气抽气风机抽气量。
- 5.2.6.10 臭氧发生设备、循环冷却装置及尾气处理设备大修周期、项目、内容及质量应符合设备制造商维护手册上的规定。
- 5.2.6.11 冷却循环系统管路应畅通无泄漏。
- 5.2.6.12 应定期检查臭氧发生器进气过滤器滤芯，污染严重时应立即更换。
- 5.2.6.13 冬季或臭氧发生器长时间待机，应排净系统内的水。
- 5.2.6.14 建立臭氧泄漏应急预案，一旦发现泄漏严格按照应急预案处理。

5.3 生物处理单元

- 5.3.1 各池进水量应配水均匀；对于多点进水的曝气池，应合理分配进水量。
- 5.3.2 根据不同工艺要求控制溶解氧。好氧池溶解氧浓度宜为 2 mg/L~4 mg/L；缺氧池溶解氧浓度宜小于 0.5 mg/L；厌氧池溶解氧浓度宜小于 0.2 mg/L。
- 5.3.3 生物反应池内的营养物应保持平衡。
- 5.3.4 运行管理人员应每天记录生物反应池的 pH、DO、MLSS、MLVSS、SV、SVI、水温等工艺控制指标，并通过微生物镜检检测生物池活性污泥的生物相，观察活性污泥颜色、状态、气味及上清液透明度等，及时调整运行工况。
- 5.3.5 当发现污泥膨胀、污泥上浮等不正常的状况时，应分析原因，针对具体情况调整系统运行工况，应采取有效措施恢复正常。
- 5.3.6 当生物反应池水温较低时，应采取适当延长曝气时间、提高污泥浓度、增加泥龄或其他方法，保证污水的处理效果。
- 5.3.7 根据出水水质的要求及不同运行工况的变化，应对不同工艺流程生物反应池的回流比进行调整与控制。
- 5.3.8 当生物池中出现泡沫、浮泥等异常现象时，应根据感观指标和理化指标进行分析，并应采取相应的调控措施。
- 5.3.9 操作人员应经常排放曝气系统空气管路中的存水，并应及时关闭放水阀。
- 5.3.10 应经常观察生物反应池曝气装置和水下推动（搅拌）器的运行和固定情况，发现问题，应及时修复。
- 5.3.11 污泥负荷、泥龄或污泥浓度可通过剩余污泥排放量进行调整。
- 5.3.12 采用 SBR 工艺时，应合理调整和控制运行周期，并应按照设备要求定期对滗水器进行检查、

清洁和维护，对虹吸式滗水器还应进行漏气检查。

5.3.13 对曝气生物滤池，应按设计要求进行周期反冲洗并控制气、水反冲洗强度。

5.3.14 应定期对金属材质的空气管、挡墙、法兰接口或丝网进行检查，发现腐蚀或磨损，应及时处理。

5.3.15 较长时间不用的橡胶材质曝气器，应采取相应措施避免太阳暴晒。

5.3.16 对生物反应池上的浮渣、附着物以及溢到走道上的泡沫和浮渣，应及时清除，并应采取防滑措施。

5.3.17 采用除磷脱氮工艺时，应根据水质要求及工况变化及时调整溶解氧浓度、碳氮比及污泥回流比等。

5.3.18 对浸没式 MBR 组件日常应注意检查跨膜压差的稳定性，适当对 MLSS、污泥黏度、DO、pH、水温、BOD 负荷等数值进行检查。定期对膜元件进行药液清洗（频率：同一过滤流量下跨膜压差比初期稳定运行时的跨膜压差高 5 kPa 时，或者每半年一次，择两者间更短时间内进行一次药液清洗）。

5.4 反渗透（纳滤）单元

5.4.1 启动与运行

5.4.1.1 进水水质应符合反渗透（纳滤）膜元件的进水要求。

5.4.1.2 启动时应先以低压、低流量给水排尽膜组件中的空气。

5.4.1.3 应按照操作规程要求，缓慢开启进水阀门，缓慢升高反渗透（纳滤）膜组件的进水压力，直至满足各项设定运行参数。

5.4.1.4 稳定运行后，应及时记录运行参数，保证流量、回收率、脱盐率达到设计要求。

5.4.1.5 当运行压力、产水流量和电导率等发生异常时，应按照操作规程及时处理。

5.4.2 停止运行

5.4.2.1 应按照操作规程的要求，缓慢关闭进水阀门，缓慢降低反渗透（纳滤）膜组件的进水压力。

5.4.2.2 停止运行后，用符合要求的预处理水或产水冲洗整个反渗透膜（纳滤）组件。

5.4.2.3 停止运行期间，反渗透（纳滤）膜组件和管道内的水不能流失。

5.4.2.4 若停机时间在一个月內，宜每 1 d~2 d 进行低压冲洗或启动运行不少于 0.5 h。

5.4.2.5 若停机时间超过一个月，宜向反渗透（纳滤）膜组件内注满保护液，并根据保护液种类定期更换。

5.4.2.6 反渗透（纳滤）装置厂房的室温宜为 5°C~40 °C。

5.4.2.7 无紧急情况严禁使用一键停机按钮。

5.4.3 冲洗

5.4.3.1 停止运行前，应确保有足够的冲洗所需淡水。

5.4.3.2 应测试排放口出水的电导率，确保膜组件内的浓盐水被充分置换。

5.4.4 化学清洗

5.4.4.1 应根据膜污堵情况，配制相应的清洗液，控制清洗液温度。

5.4.4.2 清洗时注意观察清洗液颜色和 pH 值的变化，污堵严重时，应补加药剂或更换清洗液，重新清洗。

5.4.4.3 清洗时应注意化学清洗温度的控制，若超过膜的运行温度阈值，应采取降温措施。

5.4.4.4 清洗效果不明显时，应调整清洗液配方。

- 5.4.4.5 每次清洗完毕后，应排净清洗水箱、管道和清洗滤器内的清洗液，并用淡水将残液冲洗干净，化学清洗残液应中和达标后排放。
- 5.4.4.6 应对清洗液进行化学分析，确认膜污堵的类型，以调整预处理运行参数。
- 5.4.4.7 化学清洗操作人员应佩戴乳胶手套、护目镜等劳保用品。
- 5.4.4.8 每次化学清洗后，对清洗时间、药剂用量、清洗前后膜装置流量、压力等参数变化情况进行记录。

5.5 加药和消毒单元

5.5.1 加药设备

- 5.5.1.1 投运时应检查和记录出口压力、流量等，发现异常及时处理。
- 5.5.1.2 应根据水质、流量的变化调整加药量。
- 5.5.1.3 应定时检查、校正加药设备，包括计量泵、过滤器和仪表等。
- 5.5.1.4 应定时检查药箱液位，及时补充药剂。
- 5.5.1.5 建立药剂消耗台账，及时登记，确保账实相符。
- 5.5.1.6 药剂储罐必须张贴标识标牌，包含药剂名称、理化性质、危险提醒等。

5.5.2 消毒设施

- 5.5.2.1 消毒设备维护保养应配备专人负责，严格按产品说明要求进行检查维护。检修和清洗消毒设备时，操作人员应配戴安全防护用品。
- 5.5.2.2 各种药品药剂要有专人保管，并有使用登记记录。
- 5.5.2.3 消毒设备使用前，应对消毒设备、管道、阀门进行检查，确保设备状态完好。
- 5.5.2.4 消毒加药计量泵运行中，应注意泵的运行是否正常，有无异常声音，检查进药管滤头，有堵塞应及时清洗。
- 5.5.2.5 使用过的药剂包装不得随意丢弃，应进行回收再利用，无法回收的按危废进行管理，交给有资质的单位处理。
- 5.5.2.6 消毒药剂的投加量宜根据系统余氯控制参数确定。
- 5.5.2.7 次氯酸钠的投加应注意以下事项：
 - a) 应注意次氯酸钠溶液保存时间，分析有效氯含量与保存时间的关系，以便掌握有效氯的衰减情况，确定送货周期和每次的最佳送货量，减少有效氯的损失。
 - b) 商品次氯酸钠应在干燥、避光、有通风设施的室内贮存，并与易燃、还原性物质分开存放。
- 5.5.2.8 二氧化氯发生器应加强安全防护，方法如下：
 - 1. 二氧化氯制备过程中应严格控制原料稀释浓度，防止误操作。
 - 2. 对密闭式反应器的各项安全措施，应经常检查和维护。
 - 3. 应经常检查清理投药射流器，预防堵塞。
 - 4. 应定时进行设备的通风排气，排除装置内凝结残液及运行过程中产生的可爆炸气体。
 - 5. 应将发生器原料中的强氧化性和强酸化学品分别储放在完全隔开的仓库里，原料的搬运路线不应重叠。
 - 6. 二氧化氯发生器每次使用前，应由专人对发生器进行检查。

5.6 水泵

- 5.6.1 应按照水泵使用说明制定水泵维护检修管理规程，定期检查维护。

5.6.2 水泵运行应符合以下规定：

- a) 对水泵启动前应检查联轴器是否灵活，盘车应轻松且轻重均匀，并注意泵内有无磨擦声和异物滚动等杂声。如有，排除后方可开车。
- b) 水泵启动前检查轴承箱或托架储油室油位，应控制在中心线以上2 mm，即油窗的1/2~2/3高度。油杯应注满润滑脂。
- c) 水泵启动前检查电机运转方向是否与标牌指示方向相同。严禁泵反转，以防叶轮螺母松动，发生事故。
- d) 水泵运行时，应检查水泵的流量、压力、电流、噪音等，发现异常及时处理；应定时检查泵和电机的温升情况，主要是轴承温升情况，要求轴承温升不超过75℃；检查泵运转是否正常，若有振动、异常、串轴等现象应及时处理。
- e) 应定期检查储油室油位及油质，油位应保持在油窗的1/2~2/3高度。油质正常情况下，每运转1500小时应更新润滑油。
- f) 应定期检查和维护泵进出口管道、阀门、仪表、配电控制开关、输电线路等。

5.7 管道系统

5.7.1 所有管路应符合 GB 7231-2003 中的规定。应张贴水流箭头，并标明管道名称，高压管路宜设置安全保护设施。

5.7.2 应每日对管道进行巡回检查，必要时及时更换。检查内容主要包括：

- a) 管道是否有泄露、腐蚀、磨损现象。
- b) 管道防腐层，保温层是否完好。
- c) 管道是否有异常振动；管道紧固件、连接件、管道抱箍、支吊架是否完好。
- d) 阀门开、闭是否正常，阀门是否有泄漏。

6 电气与自动化系统运行维护

6.1 电气系统

- 6.1.1 应设立完善的组织机构，实行专人负责制，持证上岗。
- 6.1.2 应按照电气操作规程操作配电设备，保证设备正常运行。
- 6.1.3 应定期进行设备维护、检修。
- 6.1.4 配电室应保持有良好的通风及照明，门窗开启灵活。
- 6.1.5 非电气工作人员进入配电室，应经部门经理或专业工程师批准并在机电值班工作人员陪同下方可入内。
- 6.1.6 不应擅自更改配电室机电设备的线路及器材，若需更改，应经审查同意后方可进行。
- 6.1.7 每年至少监测一次安全接地电阻。
- 6.1.8 纳滤或反渗透高压泵应采用变频控制，正常运行时，应每小时巡视检查高压配电柜一次，合闸送电后应立即巡视检查，并作详细数据记录。
- 6.1.9 遇到特殊状况（如灾害天气、地震等）应及时启动应急措施，切断高压电源，并告知当地供电中心。
- 6.1.10 每班巡视不宜少于两次，记录设备运行的环境温度、电压、电流、功率因素等数据。
- 6.1.11 带变频器及软启动器的低压配电柜宜检测湿度、温度，并应控制在产品允许的范围內。
- 6.1.12 自动空气开关跳开或熔断时，应查明原因再进行恢复，必要时，允许试送电一次。

6.1.13 变压器运行管理按照 DL/T 572-2010 中的规定执行。

6.2 自动化系统

- 6.2.1 熟悉自控系统的硬件结构，各通讯模块的功能及控制流程。
- 6.2.2 保证自动系统运行环境良好，避免高温、潮湿、灰尘及频繁振动。
- 6.2.3 定期检查自控系统的电压及频率是否正常，指示灯是否正常闪亮。
- 6.2.4 定期吹扫内部灰尘，保证风道的畅通和元件的绝缘。
- 6.2.5 每半年或季度检查基本单元和扩展单元是否安装牢固，接线螺钉是否松动，若发现松动应及时紧固。
- 6.2.6 仪表电源电压和气源气压应在规定范围内，禁止在仪表电源上搭接临时负荷。
- 6.2.7 定期查看仪表指示、记录是否正常，现场一次仪表（变送器）指示值和控制室显示值是否一致。
- 6.2.8 定期检查和试验所有在线传感器，设定时间延时保护和报警等。
- 6.2.9 定期检查仪表及其连接件的损坏和腐蚀情况，以及仪表和工艺接口泄露情况。
- 6.2.10 定期按仪表说明书要求清洗和校准在线检测仪表。
- 6.2.11 阀门的开关指示应与实际显示（或上位机显示）一致，调节器输出指示和调节阀阀位应一致。
- 6.2.12 气动阀门的供气气压、电动阀门的供电电压应满足要求。
- 6.2.13 定期对阀门转动部件进行润滑，室外阀门安装使用的螺栓、螺母的外露部分应采取相应的防腐措施。

7 系统故障诊断与排除

7.1 一般规定

- 7.1.1 应建立运行故障报警管理规程，规范报警内容。
- 7.1.2 根据不同的报警信息，及时识别故障种类，并采取相应的应急处理方法，排除故障。报警信息可以通过指示灯、蜂鸣器、仪表和人机界面等渠道获得。
- 7.1.3 应及时记录故障发生的原因、排除措施及处置结果。
- 7.1.4 适时对故障情况应用数据分析，形成分析报告。
- 7.1.5 当班人员无法排除和处置的故障，应第一时间上报上级领导，由上级领导派人或指导完成。

7.2 故障排查及处理

7.2.1 系统数据检查

- 7.2.1.1 确定问题发生的时间点及相关事件。
- 7.2.1.2 分析进水水质或水源的变化，分析指标包括总溶解性固体（TDS）、温度、SDI、余氯、pH 等。
- 7.2.1.3 分析系统运行参数的调整及结果记录。
- 7.2.1.4 确定系统性能的变化方式，如缓慢的平稳变化，较快但均匀的变化，加速变化，突变等。
- 7.2.1.5 整理系统性能变化时相关的特殊事件，如开关机、关机保护措施（关机系统快冲、停机保护、高压泵前中间水箱停留时间等）、更换保安过滤器滤芯、产水用水量变化、操作人员变化等。
- 7.2.1.6 分析系统加药（包括药剂供应商）的变化，如阻垢剂、分散剂、还原剂、酸、预处理系统药剂等。

7.2.2 关键控制点检查

7.2.2.1 预处理单元检查。检查是否存在漏砂、漏碳、铁锰超标、絮凝剂残留、出水 SDI、BOD、COD、浊度超标。

7.2.2.2 膜故障检查。工业废水回用处理反渗透（纳滤）系统常见的故障原因及故障时的运行参数变化参见附录 B.1；工业废水回用处理浸没式 MBR 膜组件问题、原因和处理方法参见附录 B.2。

7.2.2.3 膜元件污堵检查。各段首末端膜元件端头目测观察，膜元件称重，污染物仪器分析，确定污染物的物理化学特性。

7.2.2.4 反渗透（纳滤）膜组件检查。检查膜元件与压力容器的安装尺寸。检查润滑剂使用是否符合膜元件安装要求。检查通常发生在不规则间歇运行、阶段性停机或事故停机工况下微生物污染情况。

7.2.3 处理措施

7.2.3.1 查明系统污堵的原因，尽量从源头控制膜污堵。

7.2.3.2 根据污染物及污堵状况分析制定化学清洗方案。

7.2.3.3 探测压力容器，发现问题膜元件，绘制系统脱盐率分布图，了解系统脱盐率下降的规律性，为污堵性质判断提供依据。

7.2.3.4 检查 O 型密封圈，更换损坏的 O 型圈。

7.2.4 膜系统清洗注意事项

7.2.4.1 严重结垢的膜元件，初期流量过大、反应太快，崩解的垢块会堵塞进水/浓水流道，造成膜元件损坏（划伤膜面、无法进行继续清洗，严重时膜元件会爆裂）。因此清洗初期严格控制清洗流量。

7.2.4.2 加热清洗液到35℃会加快反应速度，提高清洗效率。

7.2.4.3 在局部污堵明显时，可以采用分段清洗。

7.2.4.4 为了提高清洗效果，可以适当延长浸泡时间，必要时可浸泡过夜。

7.2.4.5 清洗时操作人员应佩戴护目镜、橡胶手套等防护用品。

8 水质检测与回用水安全使用管理

8.1 一般规定

8.1.1 工业废水回用工程应对原水、产水水质进行检测，并应根据工艺流程设置各工艺段的水质检测点，确保监测范围涵盖整个回用水处理工艺。

8.1.2 水样取样点应有清晰的标识。

8.1.3 工业回用水水质参见附录 C，回用水运行管理单位应接受上级行政主管部门对回用水的水质监督和抽检。外供水泵出口应设置在线水质检测仪表，数据保存时间不得少于 3 个月。

8.1.4 已经正常供水的回用水设施，如检测水质不合格，应立即停止供水并切换至备用水源，需及时整改。水质经全项检测合格后，方可供水。

8.2 水质监测

8.2.1 使用再生水的工业用户对水质主要项目（pH、悬浮物、浊度、色度、生化需氧量、化学需氧量、氨氮、总磷、溶解性总固体、余氯、粪大肠菌群）的监测频率应每日一次。回用水作为城市杂用水及景观环境用水的水质检测项目与周期参见附录 D 的规定。如原水水质或工艺流程发生较大变化时，应根据需要调整检测项目和频次。

8.2.2 水样的采集、保存方法应符合 SL 219-2013 中的规定。

8.3 回用水安全使用管理

8.3.1 应对所辖范围内取水口、回用水管路、回用水用途、使用方式、用水安全等方面进行严格管理，保证回用水的安全使用。

8.3.2 回用水站内的井盖、水箱、管道及出水口等设施应涂成规定颜色，在显著位置给予标识，标注“非饮用水”或“回用水”等字样，以防误饮、误用、误接，并有专人巡视和定期检查。

8.3.3 室外和公共场所的回用水取水口，应采取措施，阀门的开启由回用水站统一管理。

9 环境、健康、安全（EHS）管理

9.1 一般规定

工业废水回用工程投运前，应确定环境、健康、安全管理体系的组织构架，落实管理责任，建立适宜的 EHS 管理体系。

9.2 管理规定

9.2.1 识别员工和参观人员进入作业区的不安全因素。

9.2.2 明确划分和标识生产区、加药腐蚀区、防火区、吊装区和普通作业区。

9.2.3 应对生产区域实施安全标识，安全标识的使用应按照 GB 2894-2008 中的规定。

9.2.4 应设立专职安全生产管理人员，应规定公司、部门和班组三级安全检查的要求和检查频率。

9.2.5 应制定消防器材、劳动防护用品的管理和使用规章制度。

9.2.6 建立事故管理台账，登记各类事故和未遂事故。

9.2.7 在岗位附近醒目位置悬挂或张贴环境、健康、安全（EHS）管理规定。

9.2.8 加药间应设置完整的化学品安全技术说明书（MSDS）。

9.3 培训规定

9.3.1 对员工进行环境、健康、安全培训教育，提高员工的环境、健康、安全意识，保障员工在生产过程中的安全与健康。

9.3.2 主要负责人和安全生产管理人员应参加安全资格培训，并取得执业资格证书。

9.3.3 环境、健康、安全培训包括安全生产文件、安全管理制度、安全操作规程、防护知识、典型事故案例等。

9.3.4 在设备大修、重点项目检修或重大危险性作业时，安全管理部门应督促指导作业前的安全教育，制定安全防护预案和对策。

9.4 应急预案

9.4.1 应制定应急预案，并按规定进行备案。

9.4.2 应对应急预案进行定期评估及修订，修订后的应急预案应及时备案。

9.4.3 应按应急预案要求建立应急救援队伍，配备相应的物质装备并定期检查维护，建立应急预案档案。

9.4.4 应按要求定期组织应急预案演练，并评估演练效果。

附 录 A
(资料性)
工业废水回用工程工艺流程

根据工业废水进水水质、出水水质等因素，工业废水回用处理流程主要有（不限于）下列工艺流程：

- a) 工业废水——调节池——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤
- b) 工业废水——调节池——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤——超（微）滤
- c) 工业废水——调节池——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤——超（微）滤——反渗透（纳滤）
- d) 工业废水——调节池——高级催化氧化——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤
- e) 工业废水——调节池——高级催化氧化——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤——超（微）滤
- f) 工业废水——调节池——高级催化氧化——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤——超（微）滤——反渗透（纳滤）
- g) 工业废水——调节池——（生化处理）——高级催化氧化——（生化处理）——混凝澄清（沉淀）或气浮——介质过滤——超（微）滤——反渗透（纳滤）

注 1：工业废水回用处理技术包括：化学软化、沉淀（澄清）、气浮、介质过滤、超（微）滤、高级催化氧化、反渗透（纳滤）等。应根据进水水质、出水水质要求，选择其中的一种或几种技术作为预处理工艺。

注 2：对于工厂清净下水，可直接进入回用工程进行处理。

注 3：对于有机物含量较高的工业废水，应先经过污水处理厂二级生物处理后，再进入工业废水回用工程进行处理。

注 4：对于含有特殊污染物质的工业废水，如重金属、酸碱等的工业废水，应根据污染物质性质，选择合适的预处理工艺，比如化学沉淀工艺、化学软化工艺、酸碱中和工艺等。

注 5：对于进水中 COD 较高的二级生物处理产水，可选择高级催化氧化技术进一步去除 COD。根据水质特点，高级催化氧化单元可布置在混凝澄清（沉淀）池之前或之后。

注 6：常用缩略词说明：

DO-溶解氧,指溶解在水中的氧含量；

MLSS-混合液中总的悬浮物浓度；

MLVSS-液中混合可挥发性的悬浮固体浓度，表示混合液活性污泥中有机固体物质部分的浓度；

SV-污泥沉降比,又称 30min 沉降率.混合液在量筒内静置 30min 后所形成沉淀污泥的容积占原混合液容积的百分率；

SVI-表示污泥体积指数，是衡量活性污泥沉降性能的指标。

附录 B

(资料性)

工业废水回用工程运营故障及处理

B.1 工业废水回用处理反渗透/纳滤膜系统故障原因及故障时的运行参数变化

工业废水回用处理反渗透/纳滤膜系统故障原因及故障时的运行参数变化参见表 B.1。

表 B.1 工业废水回用处理反渗透/纳滤膜系统故障原因及故障时的运行参数变化

| 故障表现 | | | 可能故障位置 | 故障原因 |
|------|------|------|-------------|---------------------|
| 系统压降 | 进水压力 | 脱盐率 | | |
| 迅速升高 | 迅速升高 | 迅速降低 | 第一段, 前端的膜元件 | 金属氧化物污堵 |
| 逐渐升高 | 逐渐升高 | 略微降低 | 第一段, 前端的膜元件 | 胶体污堵 |
| 迅速升高 | 升高 | 降低 | 后端的膜元件 | 无机结垢 |
| 增加 | 增加 | 降低 | 后端的膜元件 | SiO ₂ 沉积 |
| 迅速升高 | 迅速升高 | 降低 | 通常是前端的膜元件 | 生物污堵 |
| 逐渐升高 | 升高 | 降低 | 所有膜元件 | 有机污堵 |
| 升高 | 升高 | 降低 | 后端的膜元件 | 阻垢剂污堵 |
| 降低 | 降低 | 降低 | 第一段 | 膜氧化损伤 |
| 降低 | 降低 | 降低 | 所有膜元件 | 膜水解 |
| 降低 | 降低 | 降低 | 第一段 | 膜磨损 |
| 降低 | 降低 | 降低 | 无固定位置 | O 型圈泄露 |
| 降低 | 降低 | 迅速降低 | 无固定位置 | 膜组件泄露 |

B.2 工业废水回用处理浸没式 MBR 膜组件问题、原因和处理方法

工业废水回用处理浸没式 MBR 膜组件问题、原因和处理方法参见表 B.2。

表 B.2 工业废水回用处理浸没式 MBR 膜组件问题、原因和处理方法

| 问题 | 原因 | 处理方法 |
|---------------|------------------|--|
| 曝气空气达不到标准量 | 鼓风机故障 | 检查鼓风机 |
| | 曝气管堵塞 | 清洗曝气管 |
| 透过水量减少或膜间压差上升 | 部分膜堵塞 | 进行药洗 |
| | 曝气异常导致对膜面没有良好地冲洗 | 改善曝气状态 |
| | 污泥形状异常导致污泥过滤性能恶化 | 改善污泥性状, 调整污泥排放量; 阻止异常成分的流入 (油分等); BOD 负荷的调整; 原水的调整 (添加氮、磷等) |
| 透过水的悬浊成分增多 | 膜元件或软管损坏 | 封住*1 该膜元件或集水管的导流管 |
| | 透过水的配管管线泄漏 | 调查*2、修复不良部分 |

表 B.2 工业废水回用处理浸没式 MBR 膜组件问题、原因和处理方法（续）

| 问题 | 原因 | 处理方法 |
|------------|----------|---------------------------------------|
| 透过水的悬浊成分增多 | 透过侧生长有细菌 | 对透水管路进行有效氯浓度为 100~200 mg/L 的次氯酸钠的注入清洗 |

附录 C

(资料性)

回用水用作工业用水水源的水质标准

表 C.1 回用水用作工业用水水源的水质标准参见表 C.1。

表 C.1 回用水用作工业用水水源的水质标准

| 序号 | 控制项目 | 冷却用水 | | 中水回用 | | |
|---|--|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| | | 直流 | 敞开式循环冷却 水系统补充水 | 洗涤用水 | 消防 | 绿化 |
| | | 冷却水 | | | | |
| 1 | pH 值 | 6.5~9.0 | 6.5~8.5 | 6.5~9.0 | 6.0~9.0 | 6.0~9.0 |
| 2 | 悬浮物 (SS) (mg/L) ≤ | 30 | — | 30 | — | — |
| 3 | 浊度 (NTU) ≤ | — | 5 | — | 10 | 10 |
| 4 | 色度 (度) ≤ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 5 | 生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L) ≤ | 30 | 10 | 30 | 10 | 20 |
| 6 | 化学需氧量 (COD _{Cr}) (mg/L) ≤ | — | 60 | — | — | — |
| 7 | 铁 (mg/L) ≤ | — | 0.3 | 0.3 | — | — |
| 8 | 锰 (mg/L) ≤ | — | 0.1 | 0.1 | — | — |
| 9 | 氯离子 (mg/L) ≤ | 250 | 250 | 250 | — | — |
| 10 | 二氧化硅 (SiO ₂) ≤ | 50 | 50 | — | — | — |
| 11 | 总硬度 (以 CaCO ₃ 计 /mg/L) ≤ | 450 | 450 | 450 | — | — |
| 12 | 总碱度 (以 CaCO ₃ 计 mg/L) ≤ | 350 | 350 | 350 | — | — |
| 13 | 硫酸盐 (mg/L) ≤ | 600 | 250 | 250 | — | — |
| 14 | 氨氮 (以 N 计 mg/L) ≤ | — | 10 ^① | — | 10 | 20 |
| 15 | 总磷 (以 P 计 mg/L) ≤ | — | 1 | — | — | — |
| 16 | 溶解性总固体 (mg/L) ≤ | 1000 | 1000 | 1000 | 1500 | 1000 |
| 17 | 石油类 (mg/L) ≤ | — | 1 | — | — | — |
| 18 | 阴离子表面活性剂 (mg/L) ≤ | — | 0.5 | — | 1.0 | 1.0 |
| 19 | 余氯 ^② (mg/L) ≥ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.2 | 0.2 |
| 20 | 粪大肠菌群 (个/L) ≤ | 2000 | 2000 | 2000 | — | — |
| 注 1: 当敞开式循环冷却水系统换热器为铜质时, 循环冷却系统中循环水的氨氮指标应小于 1 mg/L。 | | | | | | |
| 注 2: 加氯消毒时管末梢值。 | | | | | | |
| 注 3: 锅炉补给水满足 GB 1576-2008 工业锅炉水质 | | | | | | |
| 备注: 满足相关行业用水要求后进行使用。 | | | | | | |

附 录 D
(资料性)
检测项目与周期

检测项目与周期参见表 D.1。

表 D.1 检测项目与周期

| 序号 | 项目 | 城市杂用 | 周期 | 景观环境用 | 周期 |
|----|----------------------------|------|------------------|-------|-----------------|
| 1 | 基本要求：无漂浮物，无令人不愉快的嗅和味 | | | √ | 每日 |
| 2 | 色度（度） | √ | 每日 | √ | 每日 |
| 3 | 嗅 | √ | 每日 | | |
| 4 | pH | √ | 每日 | √ | 每日 |
| 5 | 悬浮物（SS） | | | √ | 定期 ¹ |
| 6 | 浊度（NTU） | √ | 每日 | √ | 每日 |
| 7 | 五日生化需氧量（BOD ₅ ） | √ | 定期 | √ | 定期 |
| 8 | 溶解氧（DO） | √ | 定期 | √ | 定期 |
| 9 | 铁 | √ | 定期 | | |
| 10 | 锰 | √ | 定期 | | |
| 11 | 总氮（以 N 计） | | | √ | 定期 |
| 12 | 氨氮（以 N 计） | √ | 定期 | √ | 定期 |
| 13 | 总磷（以 P 计） | | | √ | 定期 |
| 14 | 溶解性总固体 | √ | 定期 | | |
| 15 | 石油类 | | | √ | 定期 |
| 16 | 阴离子表面活性剂（LAS） | √ | 定期 | √ | 定期 |
| 17 | 总余氯或余氯 ² | √ | 每日 | √ | 每日 |
| 18 | 粪大肠杆菌 | | | √ | 定期 |
| 19 | 总大肠菌群 | √ | 定期 | | |
| 20 | COD _{Cr} | √ | 必要时 ³ | √ | 必要时 |

¹ 定期检测项目，为每年至少一次，后同。

² 非加氯消毒方式可不检测。

³ 验收检测或监视性检测时，后同。

附录 E

(资料性)

水处理设施运行情况及事故记录

E.1 水处理设施运行情况记录表

水处理设施运行情况记录表参见表 E.1。

表 E.1 水处理设施运行情况记录表

| 日期: | 设施名称 | 混凝澄清(沉淀)设备 | 气浮设备 | 介质过滤设备 | 超(微)滤设备 | 保安过滤器 | 催化氧化装置 | 生化池 | 纳滤 | 反渗透 |
|--------|----------------------|------------|------|--------|---------|-------|--------|------|-----|-----|
| 设备运行记录 | 设备名称 | | | | | | | | | |
| | 运行情况 | | | | | | | | | |
| | 开机时间 | | | | | | | | | |
| | 关机时间 | | | | | | | | | |
| | 操作人员 | | | | | | | | | |
| 药剂使用记录 | 药剂名称 | 投放时间 | 投放量 | 药剂名称 | 投放时间 | 投放量 | 药剂名称 | 投放时间 | 投放量 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | 操作人员 | | | | | | | | | |
| 水质化验 | 监测指标 | 混凝澄清(沉淀)设备 | 气浮设备 | 介质过滤设备 | 超(微)滤设备 | 保安过滤器 | 催化氧化装置 | 生化池 | 纳滤 | 反渗透 |
| | 色度 | | | | | | | | | |
| | PH | | | | | | | | | |
| | 盐分 | | | | | | | | | |
| | COD | | | | | | | | | |
| | 氨氮 | | | | | | | | | |
| | 总氮 | | | | | | | | | |
| | 悬浮物(ss) | | | | | | | | | |
| | 特征污染因子 1 | | | | | | | | | |
| | 特征污染因子 2 | | | | | | | | | |
| | 特征污染因子 3 | | | | | | | | | |
| | 取样人员 | | | | | | | | | |
| 化验人员 | | | | | | | | | | |
| 备注 | 进水量(m ³) | | | | | | | | | |
| | 出水量(m ³) | | | | | | | | | |

E.2 事故分析与处理记录

事故分析与处理记录参见表 E.2。

表 E.2 事故分析与处理记录

| | | | | | |
|------------|------------------------|------|-------|--------|------|
| 事故名称 | | | | | |
| 发生时间 | | 结束时间 | | 事故报告人 | |
| 发生地点 | | | | 所属部门 | |
| 当事人 | | 工号 | | 事故部门主管 | |
| 事故经过 | 当事人签名: _____ 日期: _____ | | | | |
| 事故发生后采取的措施 | | | | | |
| 事故损失 | 直接损失 | | | | |
| | 间接损失 | | | | |
| 事故发生原因 | 直接原因 | | | | |
| | | | | | |
| | 间接原因 | | | | |
| | | | | | |
| 事故性质 | | | | | |
| 事故责任 | | | | | |
| 责任人 | 主要责任人 | | | 次要责任人 | |
| 事故教训及补救措施 | | | | | |
| 防范整改措施 | 1 | | 整改责任人 | | 完成日期 |
| | 2 | | 整改责任人 | | 完成日期 |
| | 3 | | 整改责任人 | | 完成日期 |
| 参加人员签名 | | | | | |

E.3 巡回检查记录

巡回检查记录参见表 E.3。

表 E.3 巡回检查记录

| 检查位置: | | | | 设备或单元名称: | |
|-------|------|------|----|----------|----|
| 巡视人姓名 | 巡视日期 | 巡查时间 | 职位 | 巡查记录 | 备注 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

E.4 维修保养记录

维修保养记录参见表 E.4。

表 E.4 维修保养记录

| 时间 | 维修内容 | 维修耗用情况 | 品保员 | 备注 |
|----|------|--------|-----|----|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

E.5 设备和系统部件的大修和更换记录

设备和系统部件的大修和更换记录参见表 E.5。

表 E.5 设备和系统部件的大修和更换记录

| | | | |
|----------------|--|------|-----|
| 申请人 | | 申请部门 | |
| 项目编号 | | 申请日期 | |
| 产品批次号 | | 设备号 | |
| 更换/维修原因 | | | |
| 申请部门领导意见: | | | |
| | | | 签名: |
| 主管副总经理审批(必要时): | | | |
| | | | 签名: |
| 物料采购部门处理情况 | | | |
| | | | 签名: |
| 申请部门确认 | | | |
| | | | 签名: |
| 备注 | | | |