



60-F23341C-H01-01

甘肃能化庆阳 2×660MW 煤电项目工程

初步设计阶段

第 7 卷

电厂化学说明书

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd. of China Power Engineering Consulting Group

2024年 11 月 西 安

批 准 人：刘 学 军

审 核 人：花 立 存 袁 瑞 山

校 核 人：谢 立 红

设 计 人：杨 峰

目 录

| | |
|----------------------------|-----------|
| 1 概述 | 1 |
| 1.1 项目概况 | 1 |
| 1.2 设计依据 | 1 |
| 1.3 机组形式 | 3 |
| 1.4 水源及水质 | 5 |
| 1.5 水汽质量标准 | 24 |
| 1.6 化水专业设计范围 | 26 |
| 2 锅炉补给水处理系统（含原水预处理） | 26 |
| 2.1 水处理系统的选择 | 26 |
| 2.2 全厂汽水损失（两台机组） | 27 |
| 2.3 水处理系统 | 27 |
| 2.4 系统设备的布置 | 31 |
| 2.5 设备数据表 | 31 |
| 3 凝结水精处理系统 | 33 |
| 3.1 系统的确定 | 33 |
| 3.2 凝结水设计参数 | 34 |
| 3.3 凝结水精处理装置的进出水水质 | 34 |
| 3.4 系统的联接方式 | 35 |
| 3.5 凝结水精处理系统的控制 | 35 |
| 3.6 过滤器反洗及混床树脂再生 | 36 |
| 3.7 酸碱系统 | 37 |
| 3.8 再生废液排放及压缩空气系统 | 37 |
| 3.9 系统设备的布置 | 37 |
| 3.10 设备数据表 | 38 |
| 4 热力系统化学加药 | 38 |
| 4.1 给水、凝结水及辅机闭式循环冷却水加氨系统 | 39 |
| 4.2 主机间冷循环水加缓蚀剂系统 | 39 |
| 4.3 给水、凝结水和高加疏水加氧系统 | 40 |
| 4.4 化学加药系统设计参数 | 40 |
| 4.5 系统设备的布置 | 40 |
| 4.6 设备数据表 | 41 |
| 5 热力系统汽水监督和取样 | 42 |
| 5.1 汽水取样点和仪表的配置 | 42 |
| 5.2 汽水取样装置的形式 | 43 |
| 5.3 汽水取样装置的冷却水 | 43 |

| | |
|--------------------------|----|
| 5.4 系统设备的布置 | 43 |
| 6 辅机循环冷却水处理系统 | 43 |
| 7 制氢系统 | 44 |
| 8 化学废水处理系统 | 44 |
| 8.1 废水处理方案及回用 | 44 |
| 8.2 设备数据表 | 45 |
| 9 脱硫废水零排放处理系统 | 45 |
| 9.1 系统方案选择 | 45 |
| 9.2 系统流程介绍 | 46 |
| 10 脱硝还原剂贮存、制备及供给系统 | 46 |
| 11 化验室及仪器设备配置 | 48 |
| 12 净油处理设备 | 49 |
| 13 锅炉化学清洗 | 49 |
| 14 劳动安全和职业卫生 | 49 |
| 14.1 劳动安全 | 49 |
| 14.2 噪声防治 | 49 |
| 14.3 防毒、防化学伤害设施 | 49 |
| 14.4 防爆 | 50 |

1 概述

1.1 项目概况

甘肃能化庆阳2×660MW煤电项目为新建工程为甘肃能化九龙川煤矿配套建设煤电一体化项目，本期拟建设2×660MW超超临界间接空冷燃煤机组，厂址位于甘肃省宁县境内。

甘肃省陇东地区是国家规划的14个大型煤炭基地之一，境内煤炭资源丰富，探明资源量359.8亿吨（其中庆阳271.8亿吨），保有资源量184亿吨。九龙川矿井地处西北地区甘肃省宁县，资源储量丰富，煤质好，开采条件较好，适宜建设现代化大型矿井。本工程所在宁县具备建设大规模煤电基地的有利条件，电源建设成本及发电成本相对较低。

宁县地方工业弱小，没有大型工业企业支撑，本项目的建设将有力带动全县财政税收、建筑建材、商贸服务、餐饮、住宿、食品加工、运输、基础建设等众多行业的发展，有效地推动当地经济建设的发展，缓解就业压力，增加居民收入，提高生活水平，对地方经济的发展具有重要意义。

本期工程，供煤煤矿已具备建设条件；供水水源利用城市中水和煤矿疏干水；主机采用高参数大容量空冷机组。高效节能环保型电厂是本工程的建设目标。

本工程计划在2024年11月开工，第一台机组计划于2027年5月建成投产，第二台机组计划于2027年6月建成投产。

1.2 设计依据

- （1）火力发电厂设计技术规程及各专业有关技术规程规定。
- （2）项目核准报告。
- （3）本工程可行性研究报告及审查纪要。
- （4）环境影响评价报告及审批文件。

- (5) 目前能收集到的审批文件。
- (6) 本工程会议纪要。
- (7) 本工程节能评估、劳动安全和职业病防治评价报告及审查意见。
- (8) 本工程初勘报告
 - 1) 本工程工程测量报告；
 - 2) 本工程岩土工程报告；
 - 3) 本工程水文气象报告；
- (9) 顾客提供的资料。
- (10) 国家法律法规、国标、火力发电工程建设标准强制性条文（以下简称强条）。
- (11) 《火力发电厂初步设计内容深度规定》及有关设计标准、规程、规范、技术规定等。
- (12) 项目设计开工及任务单。
- (13) 我院质量、环境、职业健康安全管理体系文件及相关三标管理标准。
- (14) 《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660-2011。
- (15) 《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923-2024。
- (16) 《发电厂化学设计规范》DL5068-2014。
- (17) 《发电厂废水治理设计规范》DL/T 5046-2018
- (18) 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》GB/T 12145-2016
- (19) 《火力发电厂汽水管道设计技术规定》DL/T 5054-1996
- (20) 《电厂标识系统编码标准》GB/T 50549-2020
- (21) 《火力发电厂再生水深度处理设计规范》DL/T 5483-2013
- (22) 《氢气站设计规范》GB 50177-2005

(23) 《火力发电厂烟气脱硝设计技术规程》DL/T 5480-2013

(24) 《火力发电厂职业卫生设计规程》DL5454-2012

(25) 《火力发电厂职业安全设计规程》DL5053-2012

1.3 机组形式

本工程安装2×660MW高效超超临界、一次中间再热、三缸两排汽、单轴、单背压、间接空冷燃煤机组。

1.3.1 锅炉

锅炉采用高效超超临界参数直流炉，单炉膛、一次再热、平衡通风、紧身封闭布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、前后墙对冲燃烧方式Ⅱ型炉。制造厂为东方锅炉股份有限公司。

锅炉主要热力参数

| 过热蒸汽: | 数值 |
|------------------|------------------|
| 最大连续蒸发量(B-MCR) | 2075t/h |
| 额定蒸发量(BRL) | 2012.55t/h |
| 额定蒸汽压力(过热器出口) | 29.4 MPa(a) |
| 额定蒸汽压力(汽机入口) | 28 MPa(a) |
| 额定蒸汽温度(过热器出口) | 610 °C |
| 排烟温度(修正后) | 118 °C |
| 锅炉效率(BRL) | 95.07% |
| 再热蒸汽: | |
| 蒸汽流量(B-MCR/BRL) | 1623/1572 t/h |
| 进口/出口蒸汽压力(B-MCR) | 6.01/5.83 MPa(a) |
| 进口/出口蒸汽温度(B-MCR) | 365/625 °C |
| 给水温度(B-MCR) | 319 °C |
| 给水温度(BRL) | 316 °C |

- 注:
- 1 压力单位中“g”表示表压。“a”表示绝对压(以后均同)。
 - 2 锅炉额定蒸发量(BRL)即是汽机在夏季工况下的进汽量。
 - 3 锅炉最大连续蒸发量(B-MCR)对应于汽机 VWO 工况下的进汽量。

1.3.2 汽轮机

汽轮机采用高效超超临界、一次中间再热、三缸两排汽、单轴、表面式间接空冷式机组）。制造厂为哈尔滨汽轮机厂有限责任公司。

汽轮机主要热力参数如下表：

| 名 称 | T-MCR 工况 | THA 工况 | 夏季 工况 | VWO 工况 |
|------------------|-----------------------------------|-----------|----------|-----------|
| 出力 kW | 660000 | 660000 | 640000 | 705900 |
| 发电热耗值 kJ/kWh | 7398.2 | 7416.5 | 8003.3 | 7474.6 |
| 主蒸汽压力 MPa.a | 28 | 28 | 28 | 28 |
| 再热热段蒸汽压力 MPa.a | 5.2 | 5.185 | 5.516 | 5.698 |
| 高压缸排汽压力 MPa.a | 5.592 | 5.576 | 5.932 | 6.127 |
| 汽机进口主蒸汽温度 °C | 605 | 605 | 605 | 605 |
| 汽机进口再热热段蒸汽温度 °C | 623 | 623 | 623 | 623 |
| 高压缸排汽温度 °C | 349.8 | 349 | 361 | 366.6 |
| 主蒸汽流量 t/h | 1897.84 | 1884.45 | 2012.55 | 2075 |
| 再热蒸汽流量 t/h | 1475.46 | 1470.02 | 1571.98 | 1623.29 |
| 排汽压力 kPa.a | 9 | 9 | 27 | 9 |
| 排汽流量 kg/h | 1006.76 | 1012.9 | 1092.28 | 1098.8 |
| 补给水率 % | 1.5 | 0 | 1.5 | 0 |
| 末级高加出口给水温度 °C | 315 | 315 | 317 | 320 |
| 给水回热级数（高加+除氧+低加） | 9 (3HP（含 3 号外置蒸冷）+1DTR+4LP+0 号高加) | | | |

1.3.3 发电机

本工程两台发电机采用水氢氢型汽轮发电机组，发电机励磁采用静态自并励励磁系统。制造厂为哈尔滨发电机厂有限责任公司。

发电机技术规范如下：

型式：三相同步汽轮发电机

额定功率：660MW

额定电压：20kV

额定功率因数：0.9(滞后)

频率：50Hz

冷却方式：定子绕组水冷，转子绕组及铁芯氢冷

励磁方式：静态励磁

效率（保证值）：≥99%

1.4 水源及水质

本项目属甘肃能化九龙川煤矿配套煤电一体化项目，生产用水拟采用九龙川煤矿矿井水，但九龙川煤矿矿井建设周期与本项目建设周期相比较迟，因此需要考虑过渡期水源。

根据《九龙川矿井及选煤厂（矿井部分）可行性研究报告》和甘肃能化庆阳煤电有限责任公司出具的《供水承诺函》：“煤矿投产后每年向甘肃能化庆阳2×660MW煤电项目提供矿井疏干水180万立方米。矿井疏干水采用‘混凝、沉淀、过滤、超滤、反渗透’处理工艺，出水水质达到《地表水环境质量标准》GB3838-2002中III类水标准。”从井下排水处理站的工艺来看，其产品水为反渗透产水，可直接作为本工程辅机冷却水系统补充水和锅炉补给水处理系统进水。因此，电厂生产用水采用九龙川煤矿矿井水时，电厂场内不用设置疏干水深度处理系统。

根据《水资源论证报告书（送审稿）》：本项目水源采用宁县县城、早胜镇、和盛镇污水处理厂排放的再生水，以及新庄煤矿矿井疏干水。项目从宁县县城污水处理厂和早胜镇污水处理厂出水调蓄池直接取水，采用管道加压输送至电厂，和盛镇污水处理厂再生水经输送管道输送至宁县县城污水处理厂新建调蓄池后，加压输送至电厂。

业主近期收集到宁县污水处理厂、早胜镇污水处理厂、和盛镇污水处

理厂再生水的水质全分析资料若干份，以及新庄煤矿矿井疏干水的水质全分析资料一份，如下：

1) 宁县污水处理厂

(1) 水样检测委托时间2024.03.28:

| 3、宁县污水厂出水口水样试验结果 | | | | | | |
|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|----------------------------|-------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 24.2 | 0.619 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 2.30 mmol/L |
| | Na ⁺ | 520 | 22.6 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 65.7 | 3.28 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 91.34 | 7.518 | | pH(25℃) | 6.8 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.32 | 1.8×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.25 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.015 | 5.4×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 42.7 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.022 | 1.2×10 ⁻³ | | 总固体 | 2176 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | <0.03 | / | | 悬浮物 | 4.0 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.014 | 2.0×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 2172 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 2.44 | 5.57×10 ⁻² | | 全硅（SiO ₂ ） | 10.2 mg/L |
| 合计 | 704 | 34.1 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.1 mg/L | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.382 | 2.01×10 ⁻² | | 全铁 | 0.36 mg/L |
| | Cl ⁻ | 389 | 11.0 | 全铝 | <0.03 mg/L | |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 970 | 20.2 | 总磷酸盐(以 P 计) | 0.17 mg/L | |
| | HCO ₃ ⁻ | 140 | 2.30 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 15.3 | 0.247 | 浊度 | 2.1 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | <0.016 | / | 电导率(25℃) | 3.25×10 ³ μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.16 | 5.1×10 ⁻³ | 细菌总数 | 2.7×10 ³ CFU/mL | |
| | 合计 | 1515 | 33.8 | TOC | 7.8 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 5.399 mmol/L | | BOD ₅ | 13 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 4.249 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 38 mg/L | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.15 mmol/L | | 离子分析误差 | 0.4 % | |
| | 负硬度 | 0.00 mmol/L | | 溶解固体误差 | 0.6 % | |
| ——本页完，此处空白。 | | | | | | |

(2) 水样检测委托时间2024.05.09:

| 2、宁县污水处理厂排水试验结果 | | | | | | |
|--|----------------------------------|--------------|-----------------------|------------------|---|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳离子 | K ⁺ | 22.3 | 0.570 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 2.826 mmol/L |
| | Na ⁺ | 513 | 22.3 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 69.3 | 3.46 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 32.6 | 2.68 | | pH(25℃) | 7.0 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.35 | 1.9×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.27 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.013 | 4.7×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 41.1 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.027 | 1.5×10 ⁻³ | | 总固体 | 1912 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 悬浮物 | 9.0 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.022 | 3.2×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 1903 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 2.39 | 5.46×10 ⁻² | | 全硅（SiO ₂ ） | 10.9 mg/L |
| | 合计 | 640 | 29.1 | | 非活性硅（SiO ₂ ） | 0.20 mg/L |
| 阴离子 | F ⁻ | 0.261 | 1.37×10 ⁻² | | 全铁 | 0.610 mg/L |
| | Cl ⁻ | 364 | 10.3 | | 全铝 | < 0.03 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 732 | 15.2 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.73 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 172.4 | 2.826 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 20.3 | 0.327 | 浊度 | 4.3 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 2880 μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.23 | 7.3×10 ⁻³ | 细菌总数 | 1.42×10 ⁴ U/mL | |
| | 合计 | 1289 | 28.7 | TOC | 7.0 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 3.07 mmol/L | | BOD ₅ | 16 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 1.657 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 29 mg/L | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.413 mmol/L | | 离子分析误差 | 0.7 % | |
| | 负硬度 | 0.00 mmol/L | | 溶解固体误差 | 2.6 % | |
| 注：1）“<”后面的数值为检出限，下同。2）细菌总数、BOD ₅ 和游离二氧化碳含量在运输和存储过程中会发生较大变化，因此这些指标仅供参考，下同。3）该水样取样日期为 2024 年 5 月 7 日。 | | | | | | |

(3) 水样检测委托时间2024.06.18:

| 2、宁县污水厂水样试验结果 | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|---|-----------------------------|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳离子 | K ⁺ | 18.7 | 0.478 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 5.242 mmol/L |
| | Na ⁺ | 905 | 39.4 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 97.6 | 4.87 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 51.2 | 4.21 | | pH(25℃) | 7.4 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.21 | 1.2×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.16 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.062 | 9.0×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 58.3 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 4.01 | 9.15×10 ⁻² | | 总固体 | 3198.9 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.026 | 1.4×10 ⁻³ | | 悬浮物 | 2.9 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | <0.01 | / | | 溶解性固体 | 3196 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | <0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 17.4 mg/L |
| 合计 | 1077 | 49.1 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.30 mg/L | |
| 阴离子 | F ⁻ | 0.570 | 3.00×10 ⁻² | | 全铁 | 0.169 mg/L |
| | Cl ⁻ | 606 | 17.1 | | 全铝 | <0.03 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 1.34×10 ³ | 27.9 | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.34 mg/L | |
| | HCO ₃ ⁻ | 319.9 | 5.242 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 25.9 | 0.418 | 浊度 | 1.8 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | <0.016 | / | 电导率(25℃) | 4.75×10 ³ μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.22 | 6.9×10 ⁻³ | 细菌总数 | 2.36×10 ⁴ CFU/mL | |
| | 合计 | 2293 | 50.7 | TOC | 4.8 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 4.54 mmol/L | | BOD ₅ | 7.0 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 1.919 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 2.621 mmol/L | | | | |
| | 负硬度 | 0.00 mmol/L | | 离子分析误差 | 1.6 % | |
| | | | | 溶解固体误差 | 0.9 % | |

注：1）“<”后面的数值为检出限，下同。2）细菌总数、BOD₅和游离二氧化碳含量在运输和存储过程中会发生较大变化，因此这些指标仅供参考，下同。3）本次水样取样日期为 2024 年 6 月 14 日。

(4) 水样检测委托时间2024.07.12:

| 2、宁县污水厂水样试验结果 | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|---|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 16.7 | 0.427 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 3.738 mmol/L |
| | Na ⁺ | 720 | 31.3 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 76.2 | 3.80 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 42.5 | 3.50 | | pH(25℃) | 7.3 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.32 | 1.8×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.25 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.014 | 2.0×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 25.5 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 3.16 | 7.21×10 ⁻² | | 总固体 | 2495.2 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.019 | 1.0×10 ⁻³ | | 悬浮物 | 2.2 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | < 0.01 | / | | 溶解性固体 | 2493 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 16.4 mg/L |
| | 合计 | 859 | 39.1 | | 非活性硅（SiO ₂ ） | 0.20 mg/L |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.394 | 2.07×10 ⁻² | | 全铁 | 0.521 mg/L |
| | Cl ⁻ | 474 | 13.4 | | 全铝 | < 0.03 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 1.07×10 ³ | 22.3 | | 总磷酸盐（以 PO ₄ ³⁻ 计） | 1.20 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 228.1 | 3.738 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 29.0 | 0.468 | 浊度 | 3.1 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 3.80×10 ³ μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.67 | 2.1×10 ⁻² | 细菌总数 | 2.65×10 ⁴ CFU/mL | |
| | 合计 | 1802 | 39.9 | TOC | 5.0 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 3.65 mmol/L | | BOD ₅ | 5.6 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 1.781 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.869 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 19 mg/L | |
| | 负硬度 | 0.00 mmol/L | | 离子分析误差 | 1.0 % | |
| | | | | 溶解固体误差 | 2.0 % | |
| 注：1）“<”后面的数值为检出限，下同。2）细菌总数、BOD ₅ 和游离二氧化碳含量在运输和存储过程中会发生较大变化，因此这些指标仅供参考，下同。3）该水样取样日期为 2024 年 7 月 9 日。 | | | | | | |

(5) 水样检测委托时间2024.08.14:

| 2、宁县污水处理厂水样试验结果 | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|---|--------------|-------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 | |
| | | mg/L | mmol/L | | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 17.5 | 0.448 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 2.830 mmol/L | |
| | Na ⁺ | 572 | 24.9 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L | |
| | 1/2Ca ²⁺ | 81.4 | 4.06 | | 酸度 | 0.00 mmol/L | |
| | 1/2Mg ²⁺ | 38.0 | 3.13 | | pH(25℃) | 7.4 | |
| | NH ₄ ⁺ | 0.33 | 1.8×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.26 mg/L | |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.038 | 5.5×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 32.3 mg/L | |
| | 1/2Sr ²⁺ | 2.73 | 6.23×10 ⁻² | | 总固体 | 2126 mg/L | |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.021 | 1.1×10 ⁻³ | | 悬浮物 | 2.0 mg/L | |
| | 1/2Fe ²⁺ | < 0.01 | / | | 溶解性固体 | 2124 mg/L | |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 13.0 mg/L | |
| 合计 | 712 | 32.6 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.20 mg/L | | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.303 | 1.59×10 ⁻² | | 全铁 | 0.44 mg/L | |
| | Cl ⁻ | 360 | 10.2 | | 全铝 | < 0.03 mg/L | |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 917 | 19.1 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.88 mg/L | |
| | HCO ₃ ⁻ | 172.7 | 2.830 | 嗅味 | 无味 | | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | | |
| | NO ₃ ⁻ | 29.6 | 0.477 | 浊度 | 2.5 NTU | | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 3.18×10 ³ μS/cm | | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.48 | 1.5×10 ⁻² | 细菌总数 | 4.6×10 ³ CFU/mL | | |
| | 合计 | 1480 | 32.6 | TOC | 5.2 mg/L | | |
| 硬 度 | 硬度 | 3.595 mmol/L | | BOD ₅ | 5.8 mg/L | | |
| | 非碳酸盐硬度 | 2.180 mmol/L | | | 游离二氧化碳 | 12 mg/L | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.415 mmol/L | | | | 离子分析误差 | 0.0 % |
| | 负硬度 | 0.00 mmol/L | | 溶解固体误差 | 0.2 % | | |
| 注：1）“<”后面的数值为检出限，下同。2）细菌总数、BOD ₅ 和游离二氧化碳含量在运输和存储过程中会发生较大变化，因此这些指标仅供参考，下同。3）本次水样取样日期为 2024 年 8 月 12 日，下同。 | | | | | | | |

2) 早胜镇污水处理厂

(1) 水样检测委托时间2024.03.28:

| 4、早胜镇污水厂出水口水样试验结果 | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|-----------------------------|--------------|--|--|--|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 | | | |
| | | mg/L | mmol/L | | | | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 31.4 | 0.803 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 4.756 mmol/L | | | |
| | Na ⁺ | 227 | 9.87 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L | | | |
| | 1/2Ca ²⁺ | 33.5 | 1.67 | | 酸度 | 0.00 mmol/L | | | |
| | 1/2Mg ²⁺ | 15.9 | 1.31 | | pH(25℃) | 7.1 | | | |
| | NH ₄ ⁺ | 1.13 | 6.26×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.876 mg/L | | | |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.022 | 7.9×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 40.8 mg/L | | | |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.052 | 2.8×10 ⁻³ | | 总固体 | 817.0 mg/L | | | |
| | 1/3Al ³⁺ | <0.03 | / | | 悬浮物 | 1.1 mg/L | | | |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.030 | 4.4×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 815.9 mg/L | | | |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.49 | 1.1×10 ⁻² | | 全硅（SiO ₂ ） | 13.0 mg/L | | | |
| 合计 | 310 | 13.73 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 2.2 mg/L | | | | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.408 | 2.15×10 ⁻² | | 全铁 | 0.082 mg/L | | | |
| | Cl ⁻ | 210 | 5.92 | | 全铝 | <0.03 mg/L | | | |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 87.4 | 1.82 | | 总磷酸盐（以 P 计） | 0.08 mg/L | | | |
| | HCO ₃ ⁻ | 290.2 | 4.756 | 嗅味 | 无味 | | | | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | | | | |
| | NO ₃ ⁻ | 47.6 | 0.768 | 浊度 | 0.2 NTU | | | | |
| | NO ₂ ⁻ | <0.016 | / | 电导率(25℃) | 1405 μS/cm | | | | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.16 | 5.1×10 ⁻³ | 细菌总数 | 2.04×10 ³ CFU/mL | | | | |
| 硬 度 | 合计 | 636 | 13.29 | TOC | 11.4 mg/L | | | | |
| | 硬度 | 1.49 mmol/L | | BOD ₅ | 5.6 mg/L | | | | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 39 mg/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.49 mmol/L | | 离子分析误差 | 1.6 % | | | | |
| | 负硬度 | 0.888 mmol/L | | 溶解固体误差 | 0.2 % | | | | |
| 试验 | | 审核 | | 批准 | | | | | |

(2) 水样检测委托时间2024.05.09:

| 3、早胜污水处理厂排水试验结果 | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|---|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳离子 | K ⁺ | 29.0 | 0.742 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 3.282 mmol/L |
| | Na ⁺ | 209 | 9.09 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 33.9 | 1.69 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 15.9 | 1.31 | | pH(25℃) | 7.1 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.36 | 2.0×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.28 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.016 | 5.7×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 33.5 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.027 | 1.5×10 ⁻³ | | 总固体 | 812.3 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 悬浮物 | 1.3 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.025 | 3.6×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 811.0 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.43 | 9.8×10 ⁻³ | | 全硅（SiO ₂ ） | 6.70 mg/L |
| 合计 | 289 | 12.86 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.15 mg/L | |
| 阴离子 | F ⁻ | 0.236 | 1.24×10 ⁻² | | 全铁 | 0.050 mg/L |
| | Cl ⁻ | 184 | 5.19 | | 全铝 | < 0.03 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 169 | 3.52 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.16 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 200.3 | 3.282 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 42.3 | 0.682 | 浊度 | 0.4 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 1325 μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.13 | 4.1×10 ⁻³ | 细菌总数 | 6.6×10 ² U/mL | |
| | 合计 | 596 | 12.69 | TOC | 7.4 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 1.50 mmol/L | | BOD ₅ | 4.1 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.50 mmol/L | | | | |
| | 负硬度 | 0.141 mmol/L | | 离子分析误差 | 0.7 % | |
| | | | | 溶解固体误差 | 0.1 % | |
| 注：该水样取样日期为 2024 年 5 月 8 日。 | | | | | | |
| 试验 | | 审核 | | 批准 | | |

(3) 水样检测委托时间2024.06.18:

| 3、早胜污水厂水样试验结果 | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|---|----------------------------|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳离子 | K ⁺ | 35.1 | 0.898 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 4.360 mmol/L |
| | Na ⁺ | 206 | 8.96 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 36.5 | 1.82 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 15.6 | 1.28 | | pH(25℃) | 7.5 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.32 | 1.8×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.25 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.032 | 4.7×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 30.1 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.46 | 1.0×10 ⁻² | | 总固体 | 808.7 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.027 | 1.5×10 ⁻³ | | 悬浮物 | 0.7 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.012 | 4.3×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 808 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | <0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 8.47 mg/L |
| 合计 | 294 | 12.99 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.11 mg/L | |
| 阴离子 | F ⁻ | 0.241 | 1.27×10 ⁻² | | 全铁 | 0.046 mg/L |
| | Cl ⁻ | 192 | 5.42 | 全铝 | <0.03 mg/L | |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 158 | 3.29 | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.22 mg/L | |
| | HCO ₃ ⁻ | 266.0 | 4.360 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 21.3 | 0.344 | 浊度 | 0.4 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | <0.016 | / | 电导率(25℃) | 1379 μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.18 | 5.7×10 ⁻³ | 细菌总数 | 5.1×10 ³ CFU/mL | |
| | 合计 | 638 | 13.43 | TOC | 7.2 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 1.55 mmol/L | | BOD ₅ | 3.5 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.55 mmol/L | | | | |
| | 负硬度 | 0.63 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 14 mg/L | |
| | | | | 离子分析误差 | | 1.7 % |
| | | | | 溶解固体误差 | | 0.1 % |
| ——本页完，此处空白。 | | | | | | |

(4) 水样检测委托时间2024.07.12:

| 3、早胜污水厂水样试验结果 | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|---|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 33.2 | 0.849 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 4.656 mmol/L |
| | Na ⁺ | 212 | 9.22 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 38.9 | 1.94 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 20.4 | 1.68 | | pH(25℃) | 7.7 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.49 | 2.7×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.38 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.013 | 1.9×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 34.0 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.54 | 1.2×10 ⁻² | | 总固体 | 857.6 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.028 | 1.5×10 ⁻³ | | 悬浮物 | 0.6 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.010 | 3.6×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 857 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 12.7 mg/L |
| 合计 | 306 | 13.73 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.10 mg/L | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.252 | 1.33×10 ⁻² | | 全铁 | 0.061 mg/L |
| | Cl ⁻ | 185 | 5.22 | | 全铝 | 0.039 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 156 | 3.25 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 1.06 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 284.1 | 4.656 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 39.2 | 0.632 | 浊度 | 0.3 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 1438 μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 1.05 | 3.32×10 ⁻² | 细菌总数 | 8.1×10 ³ CFU/mL | |
| | 合计 | 666 | 13.80 | TOC | 7.1 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 1.81 mmol/L | | BOD ₅ | 4.2 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.81 mmol/L | | | | |
| | 负硬度 | 0.518 mmol/L | | 离子分析误差 | 0.3 % | |
| | | | | 溶解固体误差 | 1.6 % | |
| 注：该水样取样日期为 2024 年 7 月 10 日，下同。 | | | | | | |

(5) 水样检测委托时间2024.08.14:

| 3、早胜镇污水处理厂水样试验结果 | | | | | | |
|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|---|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 25.6 | 0.655 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 3.872 mmol/L |
| | Na ⁺ | 141 | 6.13 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 40.9 | 2.04 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 16.0 | 1.32 | | pH(25℃) | 7.7 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.707 | 3.92×10 ⁻² | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.549 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.018 | 2.6×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 24.2 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.47 | 1.1×10 ⁻² | | 总固体 | 631.4 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | 0.020 | 1.1×10 ⁻³ | | 悬浮物 | 0.4 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | 0.011 | 3.9×10 ⁻⁴ | | 溶解性固体 | 631 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 7.14 mg/L |
| 合计 | 225 | 10.20 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.11 mg/L | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.158 | 8.32×10 ⁻³ | | 全铁 | 0.030 mg/L |
| | Cl ⁻ | 120 | 3.39 | | 全铝 | 0.042 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 140 | 2.91 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.20 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 236.3 | 3.872 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 10.2 | 0.165 | 浊度 | < 0.3 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 1056 μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.17 | 5.4×10 ⁻³ | 细菌总数 | 3.8×10 ³ CFU/mL | |
| | 合计 | 507 | 10.35 | TOC | 5.5 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 1.68 mmol/L | | BOD ₅ | 5.3 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.68 mmol/L | | | | |
| | 负硬度 | 0.256 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 8.0 mg/L | |
| | | | | 离子分析误差 | 0.7 % | |
| | | | | 溶解固体误差 | 1.4 % | |
| ——本页完，此处空白。 | | | | | | |

3) 和盛污水处理厂

(1) 水样检测委托时间2024.06.18:

| 4、和盛污水厂水样试验结果 | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|-----------------------|-------------------------|---|-----------------------|----------------------------|--------------|--|
| 项 目 | | | 试验结果 | | 项 目 | | | 试验结果 | |
| | | | mg/L | mmol/L | | | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | | 22.7 | 0.581 | 酸 碱 度 | 总碱度 | | 6.146 mmol/L | |
| | Na ⁺ | | 165 | 7.18 | | 酚酞碱度 | | 0.00 mmol/L | |
| | 1/2Ca ²⁺ | | 64.3 | 3.21 | | 酸度 | | 0.00 mmol/L | |
| | 1/2Mg ²⁺ | | 22.5 | 1.85 | | pH(25℃) | | 7.5 | |
| | NH ₄ ⁺ | | 0.15 | 8.3×10 ⁻³ | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | | 0.12 mg/L | |
| | 1/2Ba ²⁺ | | 0.074 | 1.1×10 ⁻³ | | COD _{Cr} | | 24.1 mg/L | |
| | 1/2Sr ²⁺ | | 0.88 | 2.0×10 ⁻² | | 总固体 | | 736.8 mg/L | |
| | 1/3Fe ³⁺ | | 0.021 | 1.1×10 ⁻³ | | 悬浮物 | | 0.8 mg/L | |
| | 1/2Fe ²⁺ | | < 0.01 | / | | 溶解性固体 | | 736 mg/L | |
| | 1/3Al ³⁺ | | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | | 12.4 mg/L | |
| 合计 | | 276 | 12.85 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.20 mg/L | | | |
| F ⁻ | | 0.542 | 2.85×10 ⁻² | 全铁 | | 0.026 mg/L | | | |
| 阴 离 子 | Cl ⁻ | | 211 | 5.95 | 全铝 | | < 0.03 mg/L | | |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | | 45.9 | 0.956 | 总磷酸盐 （以 PO ₄ ³⁻ 计） | | 0.31 mg/L | | |
| | HCO ₃ ⁻ | | 375.0 | 6.146 | 嗅味 | | 无味 | | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | | 0 | 0.00 | 透明度 | | 透明 | | |
| | NO ₃ ⁻ | | 5.22 | 8.42×10 ⁻² | 浊度 | | 0.8 NTU | | |
| | NO ₂ ⁻ | | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | | 1318 μS/cm | | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | | 0.21 | 6.6×10 ⁻³ | 细菌总数 | | 7.4×10 ² CFU/mL | | |
| | 合计 | | 638 | 13.17 | TOC | | 5.6 mg/L | | |
| 硬 度 | 硬度 | | 2.53 mmol/L | | BOD ₅ | | 3.8 mg/L | | |
| | 非碳酸盐硬度 | | 0.00 mmol/L | | 游离二氧化碳 | | 20 mg/L | | |
| | 碳酸盐硬度 | | 3.073 mmol/L | | 离子分析误差 | | 1.2 % | | |
| | 负硬度 | | 0.543 mmol/L | | 溶解固体误差 | | 0.3 % | | |
| 试验 | | | 审核 | | 批准 | | | | |

(2) 水样检测委托时间2024.07.12:

| 4、和盛污水厂水样试验结果 | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|--------------|-----------------------|------------------|---|--------------|--|--|--|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 | | | |
| | | mg/L | mmol/L | | | | | | |
| 阳离子 | K ⁺ | 20.9 | 0.535 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 4.650 mmol/L | | | |
| | Na ⁺ | 129 | 5.61 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L | | | |
| | 1/2Ca ²⁺ | 52.5 | 2.62 | | 酸度 | 0.00 mmol/L | | | |
| | 1/2Mg ²⁺ | 19.0 | 1.56 | | pH(25℃) | 7.6 | | | |
| | NH ₄ ⁺ | 0.15 | 8.3×10 ⁻³ | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.12 mg/L | | | |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.042 | 6.1×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 25.0 mg/L | | | |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.67 | 1.5×10 ⁻² | | 总固体 | 607.8 mg/L | | | |
| | 1/3Fe ³⁺ | < 0.01 | / | | 悬浮物 | 0.8 mg/L | | | |
| | 1/2Fe ²⁺ | < 0.01 | / | | 溶解性固体 | 607 mg/L | | | |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 12.6 mg/L | | | |
| | 合计 | 222 | 10.35 | | 非活性硅（SiO ₂ ） | 0.10 mg/L | | | |
| 阴离子 | F ⁻ | 0.502 | 2.64×10 ⁻² | | 全铁 | 0.056 mg/L | | | |
| | Cl ⁻ | 160 | 4.51 | | 全铝 | 0.035 mg/L | | | |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 41.5 | 0.864 | | 总磷酸盐（以 PO ₄ ³⁻ 计） | 0.98 mg/L | | | |
| | HCO ₃ ⁻ | 283.7 | 4.650 | 嗅味 | 无味 | | | | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | | | | |
| | NO ₃ ⁻ | 25.3 | 0.408 | 浊度 | 1.0 NTU | | | | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 1076 μS/cm | | | | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.80 | 2.5×10 ⁻² | 细菌总数 | 1.80×10 ⁴ CFU/mL | | | | |
| | 合计 | 512 | 10.48 | TOC | 3.7 mg/L | | | | |
| 硬 度 | 硬度 | 2.09 mmol/L | | BOD ₅ | 3.8 mg/L | | | | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | | 游离二氧化碳 | 9.6 mg/L | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 2.09 mmol/L | | | 离子分析误差 | 0.6 % | | | |
| | 负硬度 | 0.235 mmol/L | | 溶解固体误差 | 0.4 % | | | | |
| 试验 | | 审核 | | 批准 | | | | | |

(3) 水样检测委托时间2024.08.14:

| 4、和盛污水处理厂水样试验结果 | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|---|--------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 19.1 | 0.488 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 3.840 mmol/L |
| | Na ⁺ | 115 | 5.00 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 27.3 | 1.36 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 16.3 | 1.34 | | pH(25℃) | 8.1 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.091 | 5.0×10 ⁻³ | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.071 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.067 | 9.8×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 31.6 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 0.57 | 1.3×10 ⁻² | | 总固体 | 502.7 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | < 0.01 | / | | 悬浮物 | 8.7 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | < 0.01 | / | | 溶解性固体 | 494 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 13.0 mg/L |
| 合计 | 178 | 8.21 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.30 mg/L | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.540 | 2.84×10 ⁻² | | 全铁 | 0.075 mg/L |
| | Cl ⁻ | 127 | 3.58 | | 全铝 | < 0.03 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 39.2 | 0.816 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.18 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 234.3 | 3.840 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 0.024 | 3.9×10 ⁻⁴ | 浊度 | 4.5 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 847 μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.01 | 3×10 ⁻⁴ | 细菌总数 | 2.20×10 ⁴ CFU/mL | |
| | 合计 | 401 | 8.27 | TOC | 7.5 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 1.35 mmol/L | | BOD ₅ | 6.4 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 0.00 mmol/L | | | | |
| | 碳酸盐硬度 | 1.35 mmol/L | | | | |
| | 负硬度 | 0.570 mmol/L | | 离子分析误差 | 0.4 % | |
| | | | | 溶解固体误差 | 3.3 % | |
| ——本页完，此处空白。 | | | | | | |

4) 新庄煤矿矿井疏干水

(1) 水样检测委托时间2024.08.14:

| 5、新庄煤矿矿井疏干水试验结果 | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------|---|-------------|
| 项 目 | | 试验结果 | | 项 目 | | 试验结果 |
| | | mg/L | mmol/L | | | |
| 阳 离 子 | K ⁺ | 8.94 | 0.229 | 酸 碱 度 | 总碱度 | 1.16 mmol/L |
| | Na ⁺ | 859 | 37.4 | | 酚酞碱度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Ca ²⁺ | 45.1 | 2.25 | | 酸度 | 0.00 mmol/L |
| | 1/2Mg ²⁺ | 12 | 0.95 | | pH(25℃) | 7.3 |
| | NH ₄ ⁺ | 0.070 | 3.9×10 ⁻³ | 其 他 | 氨氮（以 N 计） | 0.052 mg/L |
| | 1/2Ba ²⁺ | 0.027 | 3.9×10 ⁻⁴ | | COD _{Cr} | 32.3 mg/L |
| | 1/2Sr ²⁺ | 2.37 | 5.41×10 ⁻² | | 总固体 | 2754.3 mg/L |
| | 1/3Fe ³⁺ | < 0.01 | / | | 悬浮物 | 0.3 mg/L |
| | 1/2Fe ²⁺ | < 0.01 | / | | 溶解性固体 | 2754 mg/L |
| | 1/3Al ³⁺ | < 0.03 | / | | 全硅（SiO ₂ ） | 4.98 mg/L |
| 合计 | 928 | 40.9 | 非活性硅（SiO ₂ ） | | 0.08 mg/L | |
| 阴 离 子 | F ⁻ | 0.516 | 2.72×10 ⁻² | | 全铁 | 0.060 mg/L |
| | Cl ⁻ | 368 | 10.4 | | 全铝 | < 0.03 mg/L |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | 1.41×10 ³ | 29.4 | | 总磷酸盐(以 PO ₄ ³⁻ 计) | 0.02 mg/L |
| | HCO ₃ ⁻ | 70.8 | 1.16 | 嗅味 | 无味 | |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | 0.00 | 0.00 | 透明度 | 透明 | |
| | NO ₃ ⁻ | 7.38 | 0.119 | 浊度 | < 0.3 NTU | |
| | NO ₂ ⁻ | < 0.016 | / | 电导率(25℃) | 4.03×10 ³ μS/cm | |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | 0.02 | 6×10 ⁻⁴ | 细菌总数 | 1.12×10 ⁵ CFU/mL | |
| | 合计 | 1857 | 41.1 | TOC | 1.1 mg/L | |
| 硬 度 | 硬度 | 1.60 mmol/L | | BOD ₅ | 4.2 mg/L | |
| | 非碳酸盐硬度 | 1.02 mmol/L | | 游离二氧化碳 | 6.0 mg/L | |
| | 碳酸盐硬度 | 0.58 mmol/L | | 离子分析误差 | 0.2 % | |
| | 负硬度 | 0.00 mmol/L | | 溶解固体误差 | 0.02 % | |
| 试验 | | 审核 | | 批准 | | |

从已有的水质全分析资料来看：早胜镇和和盛镇污水处理厂出水的BOD₅、COD_{cr}、氨氮、悬浮物等指标均满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级A排放标准。宁县县城污水处理厂出水BOD₅、氨氮、悬浮物等指标均满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级A排放标准，但6月18日的样水显示其COD_{cr}偏高。建议建设单位进一步取样分析，现阶段厂内暂不考虑生化处理措施。水质全分析资料显示：宁县县城再生水中的硫酸根、溶解性固体、氯离子等指标偏高，已远远超过《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）中的限值。

根据《水资源论证报告书（送审稿）》中“中水可靠性和中水可供水量分析”的结论：宁县污水处理站日可供水量为2750m³/d，早胜镇污水处理站日可供水量为820m³/d，和盛镇污水处理站日可供水量为1600m³/d，三座污水处理站日合计可供水量为5170m³/d，年可供水量为188.71万m³。从逐月出水数据来看，各污水处理厂水量也较为稳定。宁县县城、早胜镇、和盛污水厂每月出水量与总出水量的占比分别为53%、16%和31%。因此，本设计阶段选取污水厂水质相对较差的样水（水样检测委托时间2024.06.18），并按上述比例进行掺混，整理出以下数据，作为本阶段的设计水质。如下：

| 项目 | | 单位 | 宁县 | 早胜 | 和盛 | 设计水质 |
|-----|------------------------------|------|-------|-------|-------|--------|
| 阳离子 | K ⁺ | mg/L | 18.7 | 35.1 | 22.7 | 22.56 |
| | Na ⁺ | mg/L | 905 | 206 | 165 | 563.76 |
| | 1/2Ca ²⁺ | mg/L | 97.6 | 36.5 | 64.3 | 77.5 |
| | 1/2Mg ²⁺ | mg/L | 51.2 | 15.6 | 22.5 | 36.61 |
| | NH ₄ ⁺ | mg/L | 0.21 | 0.32 | 0.15 | 0.21 |
| | 1/2Fe ²⁺ | mg/L | 0.01 | 0.012 | 0.01 | 0.01 |
| | 1/3Fe ³⁺ | mg/L | 0.026 | 0.027 | 0.021 | 0.02 |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|
| | 1/3Al ³⁺ | mg/L | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| | 1/2Ba ²⁺ | mg/L | 0.062 | 0.032 | 0.074 | 0.06 |
| | 1/2Sr ²⁺ | mg/L | 4.01 | 0.46 | 0.88 | 2.47 |
| 阴离子 | F ⁻ | mg/L | 0.57 | 0.241 | 0.542 | 0.51 |
| | Cl ⁻ | mg/L | 606 | 192 | 211 | 417.31 |
| | 1/2SO ₄ ²⁻ | mg/L | 1340 | 158 | 45.9 | 749.71 |
| | HCO ₃ ⁻ | mg/L | 319.9 | 266 | 375 | 328.36 |
| | 1/2CO ₃ ²⁻ | mg/L | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NO ₃ ⁻ | mg/L | 25.9 | 21.3 | 5.22 | 18.75 |
| | NO ₂ ⁻ | mg/L | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.02 |
| | 1/3PO ₄ ³⁻ | mg/L | 0.22 | 0.18 | 0.21 | 0.21 |
| | 活性硅 | mg/L | 17.1 | 8.36 | 12.2 | 14.18 |
| 硬度 (以 CaCO ₃ 计) | 硬度 | mmol/L | 4.54 | 1.55 | 2.53 | 3.46 |
| | 非碳酸盐硬度 | mmol/L | 1.919 | 0 | 0 | 0.77 |
| | 碳酸盐硬度 | mmol/L | 2.621 | 1.55 | 3.073 | 2.69 |
| | 负硬度 | mmol/L | | 0.63 | 0.543 | |
| 酸碱度 | 总碱度 | mmol/L | 5.242 | 4.36 | 6.146 | 5.38 |
| | 酚酞碱度 | mmol/L | 0 | 0 | 0 | |
| | 酸度 | mmol/L | 0 | 0 | 0 | |
| | pH (25℃) | | 7.4 | 7.5 | 7.5 | 7.45 |
| 其他 | 氨氮 | mg/L | 0.16 | 0.25 | 0.12 | 0.16 |
| | COD _{cr} | mg/L | 58.3 | 30.1 | 24.1 | 24.1~50 |
| | 总固体 | mg/L | 3198.9 | 808.7 | 736.8 | 2347.95 |
| | 悬浮物 | mg/L | 2.9 | 0.7 | 0.8 | 1.9 |
| | 溶解性固体 | mg/L | 3196 | 808 | 736 | 2053.22 |
| | 全硅 | mg/L | 17.4 | 8.47 | 12.4 | 8.47~17.4 |
| | 非活性硅 | mg/L | 0.3 | 0.11 | 0.2 | 0.11~0.3 |
| | 全铁 | mg/L | 0.169 | 0.046 | 0.026 | 0.10 |
| | 全铝 | mg/L | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| | 总磷酸盐(以 P 计) | mg/L | 0.34 | 0.22 | 0.31 | 0.31 |
| | 嗅味 | | 无味 | 无味 | 无味 | 无味 |
| | 透明度 | | 透明 | 透明 | 透明 | 透明 |
| | 浊度 | NTU | 1.8 | 0.4 | 0.8 | 1.27 |

| | | | | | | |
|--|------------------|------|-----|-----|-----|---------|
| | TOC | mg/L | 4.8 | 7.2 | 5.6 | 4.8~5.6 |
| | BOD ₅ | mg/L | 7 | 3.5 | 3.8 | 3.5~7 |
| | 游离二氧化碳 | mg/L | 22 | 14 | 20 | 14~22 |

考虑到宁县县城再生水在本项目用水中的占比较高，而其出水水质差、水质波动也比较大，掺混后的再生水的总碱度、溶解性总固体、氯化物、硫酸盐均超过《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）中的限值（见下表）。新庄煤矿矿井疏干水的溶解性总固体、氯化物、硫酸盐也存在同样的问题。因此，本工程厂内需设置原水预处理设施，按“软化+反渗透预脱盐”工艺设计。经预处理后的产品水，一部分进入后续的除盐水制备系统，另一部分与原水进行掺混后作为全厂其他工业用水。

表 1 再生水用作工业用水水质基本控制项目及限值

| 序号 | 控制项目 | 间冷开式循环冷却水补充水、锅炉补给水、工艺用水、产品用水 | 直流冷却水、洗涤用水 |
|---|---|------------------------------|------------|
| 1 | pH(无量纲) | 6.0~9.0 | |
| 2 | 色度/度 | 20 | |
| 3 | 浊度/NTU | 5 | — |
| 4 | 五日生化需氧量(BOD ₅)/(mg/L) | 10 | |
| 5 | 化学需氧量(COD)/(mg/L) | 50 | |
| 6 | 氨氮(以 N 计)/(mg/L) | 5 ^a | |
| 7 | 总氮(以 N 计)/(mg/L) | 15 | |
| 8 | 总磷(以 P 计)/(mg/L) | 0.5 | |
| 9 | 阴离子表面活性剂/(mg/L) | 0.5 | |
| 10 | 石油类/(mg/L) | 1.0 | |
| 11 | 总碱度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L) | 350 | |
| 12 | 总硬度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L) | 450 | |
| 13 | 溶解性总固体/(mg/L) | 1 000 | 1 500 |
| 14 | 氯化物/(mg/L) | 250 | 400 |
| 15 | 硫酸盐(以 SO ₄ ²⁻ 计)/(mg/L) | 250 | 600 |
| 16 | 铁/(mg/L) | 0.3 | 0.5 |
| 17 | 锰/(mg/L) | 0.1 | 0.2 |
| 18 | 二氧化硅/(mg/L) | 30 | 50 |
| 19 | 粪大肠菌群/(MPN/L) | 1 000 | |
| 20 | 总余氯 ^b (mg/L) | 0.1~0.2 | |
| 注：“—”表示对此项无要求。 | | | |
| ^a 用于间冷开式循环冷却水系统补充水,且换热器为铜合金材质时,氨氮指标应小于 1 mg/L。 | | | |
| ^b 与用户管道连接处再生水中总余氯值。 | | | |

建议建设单位进一步收集并提供本项目所利用的全部水源的水质全分析资料，以便校核系统。

水质全分析资料的份数需满足《发电厂化学设计规范》(DL 5068-2014)的规定：

当采用再生水时，应取得近年全年的逐月资料，共12份。

当采用矿井排水时，应取得近年的逐季资料，共4份。

1.5 水汽质量标准

本工程为超临界机组，根据《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》（GB/T 12145-2016）的要求，超临界火力发电机组水汽质量应达到以下标准：

| 表1.5-1 给水质量标准 | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| 项 目 | 氢电导率(25℃) μS/cm | 溶解氧/(μg/L) | | 铁 | 铜 | 钠 | 二氧化硅 | 氯离子 | TOCi |
| | | AVT (R) | AVT (O) | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L |
| 标准值 | ≤0.10 | ≤7 | ≤10 | ≤5 | ≤2 | ≤2 | ≤10 | ≤1 | ≤200 |
| 期望值 | ≤0.08 | | | ≤3 | ≤1 | ≤1 | ≤5 | | |
| 注：加氧处理时溶解氧指标按表1.5-3控制。 | | | | | | | | | |

| 表1.5-2 全挥发处理给水调节指标 | | | |
|--------------------|---------|-----------|---------|
| pH (25℃) | | 联胺/(μg/L) | |
| 有铜给水系统 | 无铜给水系统 | AVT (R) | AVT (O) |
| 8.8~9.3 | 9.2~9.6 | ≤30 | — |

| 表1.5-3 加氧处理给水调节指标 | | | |
|--|-------------------|-------|------------|
| pH (25℃) | 氢电导率(25℃)/(μS/cm) | | 溶解氧/(μg/L) |
| | 标准值 | 期望值 | 标准值 |
| 8.8~9.3 | ≤0.15 | ≤0.10 | 10~150 |
| 注：①采用中性加氧处理的机组，给水的pH值宜为7.0~8.0（无铜），溶解氧宜为50~250μg/L。 ②氧含量接近下限值时，pH值应大于9.0。 | | | |

| 表1.5-4 蒸汽质量标准 | | | | | |
|---------------|------------|--------------------|---------------|------------|------------|
| 项目 | 钠 μg/kg | 氢电导率(25℃) μS/cm | 二氧化硅 μg/kg | 铁 μg/kg | 铜 μg/kg |
| 标准值 | ≤2 | <0.10 | ≤10 | ≤5 | ≤2 |
| 期望值 | ≤1 | <0.08 | ≤5 | ≤3 | ≤1 |

| 表1.5-5 经过凝结水处理装置后的质量标准 | | | | | |
|------------------------|--------------------|-----------|-------------|-----------|--------------|
| 项目 | 氢电导率(25℃) μS/cm | 钠 μg/L | 氯离子 μg/L | 铁 μg/L | 二氧化硅 μg/L |
| 标准值 | <0.10 | ≤2 | ≤1 | ≤5 | ≤10 |
| 期望值 | <0.08 | ≤1 | — | ≤3 | ≤5 |

| 表1.5-6 补给水质量标准 | | | | |
|----------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| 项 目 | 二氧化硅 μg/L | 除盐水箱进水电导率 (25℃)μS/cm | 除盐水箱出口电导率 (25℃)μS/cm | TOCi μg/L |
| 标准值 | ≤10 | ≤0.15 | ≤0.40 | ≤200 |
| 期望值 | | ≤0.10 | | |

1.6 化水专业设计范围

化水专业设计内容包括：锅炉补给水处理系统、凝结水精处理系统、汽水取样系统、化学加药系统、辅机冷却水处理系统、制氢系统、化学废水处理系统、脱硝还原剂制备及储存系统、脱硫废水零排放处理系统和化学实验室等。

2 锅炉补给水处理系统（含原水预处理）

2.1 水处理系统的选择

根据机组水汽质量标准和工业用水要求，结合本工程的水源水质情况，本工程锅炉补给水处理系统拟采用“全膜法”，工艺流程如下：

供水专业来加热后的生水→生水箱→生水泵→核晶造粒流化床→软化水箱→超滤给水泵→自清洗过滤器→耐污染超滤装置→超滤水箱→一级反渗透给水泵→一级反渗透保安过滤器→一级反渗透高压泵→一级反渗透装置→一级淡水箱→二级反渗透高压泵→二级反渗透装置→二级淡水箱→EDI给水泵→EDI保安过滤器→EDI装置→除盐水箱→除盐水泵→主厂房热力系统

系统出水水质：

二氧化硅： ≤10μg/L

导电度： $\leq 0.15\mu\text{S}/\text{cm}(25^{\circ}\text{C})$ ；期望值 $\leq 0.10\mu\text{S}/\text{cm}$

其中，一部分一级反渗透产品水进入后续的除盐水制水系统，另一部分经泵提升后输送至供水专业工业消防蓄水池与再生水进行掺混后作为全厂其他工业用水。流程如下：

一级淡水箱→掺混水泵→工业消防蓄水池

九龙川煤矿的井下排水处理站投运后，将根据其产品水的水质情况，再确定其产品水进入本系统的接入位置。

2.2 全厂汽水损失（两台机组）

| 序号 | 项目 | 单位 | 数据 | 补充水质 | 备注 |
|----|--------------|-----|-----------------------------|---------|----|
| | 锅炉总蒸发量（两机） | t/h | $2075 \times 2 = 4150$ | | |
| 1 | 厂内水汽循环损失（两机） | t/h | $4150 \times 1.5\% = 62.25$ | 除盐水 | |
| 2 | 燃油伴热及露天防护 | t/h | 6 | 除盐水 | |
| 3 | 采暖系统及其他用水 | t/h | ~1.8 | 除盐水 | |
| 合计 | | t/h | ~70 | 除盐水 | |
| 1 | 工业水掺混用水 | t/h | 100 | 一级反渗透产水 | |

注：厂内水汽循环损失包括锅炉吹灰、精处理再生及闭式冷却系统等水汽损失。

由上述数据计算得出：锅炉正常补给水量约70t/h。考虑系统自用水量及水箱积累水量等因素，锅炉补给水处理系统除盐水制备系统按 $2 \times 75\text{t/h}$ 出力设计，软化预处理、超滤及一级反渗透预脱盐系统按 $3 \times 100\text{t/h}$ 出力设计。间冷循环水和辅机闭式冷却水补水、启动、事故增加的水量可由除盐水箱供给，除盐水箱总容积为 $2 \times 3000\text{m}^3$ 。

2.3 水处理系统

2.3.1 系统配置

本工程水处理系统设2套75t/h出力的EDI设备，2套85t/h出力的二级反渗

透，3套100t/h出力的一级反渗透，3套135t/h出力的耐污染超滤装置和3套135t/h出力的核晶造粒流化床。耐污染超滤装置回收率按90%设计，一级反渗透装置回收率按75%设计，二级反渗透装置回收率按85%设计，EDI装置回收率按90%设计。主要设备参数见表2.5 设备数据表。

2.3.2 系统的联接方式

核晶造粒流化床采用并联连接方式。超滤装置、一级反渗透单元、二级反渗透单元及EDI单元均为并联连接，当一台清洗或检修时，其余设备出力可以满足全厂纯凝工况下用水要求。超滤单元内部、一级反渗透单元内部（包括保安过滤器、高压泵和反渗透装置）采用串联连接方式，二级反渗透单元内部（包括二级高压泵与二级反渗透）、EDI单元内部（包括EDI给水泵、EDI保安过滤器及EDI装置）均为串联连接。

2.3.3 系统的操作方式

本系统所有设备操作采用程序控制，既可以就地启、停操作，也可以远方操作。

超滤根据进出水差压情况及现场运行情况，人工设定反洗周期，定期进行自动反洗。一般每30min进行一次反洗，反洗时间约2min；定期进行恢复性清洗。

反渗透单元运行、停运均自动控制。反渗透高压泵采用变频控制，其进水装有低压报警开关，出水装有高压报警开关，当泵进水压力低于或出水压力高出设定参数时，泵会自动停运并发出报警。

EDI单元运行、停运均自动控制。EDI出口设置流量表、电导率表和硅表。

本工程不设凝结水补水箱及凝补水泵，由除盐水泵直接供水，除盐水正常补水泵为变频泵，并设有回流措施。

所有水泵的停运及投运均为远方程序控制自动进行，也可在控制室 LCD 键盘操作其起停和就地起停。

所有设备既可以就地电磁阀操作，也可远方操作。

2.3.4 酸碱的来源、运输及贮存

核晶造粒流化床软化及调 pH 用氢氧化钠和硫酸采用汽车运输。由专用酸碱运输槽车运至电厂水处理室酸碱贮存间外，再由卸酸碱泵打入酸碱贮存间内的高位贮槽中。高位贮槽内的碱液依靠重力自流进入加药间的计量箱中稀释至需要的浓度后，通过计量泵注入到系统内各加药点。高位贮槽中的硫酸通过硫酸计量泵注入到核晶造粒流化床出水管的加药点。

系统内的其他用酸均采用盐酸，采用桶装药剂，通过插桶泵输送至计量箱中稀释至需要浓度后，通过计量泵注入到系统内各加药点。

硫酸贮槽设吸湿器，碱液贮槽设二氧化碳吸收器，酸计量箱的排气管接至酸雾吸收器，以防止酸气扩散到室内。

2.3.5 加药系统

本系统包括氧化剂、还原剂、阻垢剂、酸、碱等加药系统设备，各加药装置均采用撬装结构，所有设备、管道、阀门、仪表等均成套供货。加药系统的各种药品采用人工向各计量箱内定时定量投加配制，需溶解稀释的药品在计量箱内配置。加药设备集中布置在反渗透加药间内。

加药量的控制：

氧化剂加在生水母管（进生水箱之前），加药量由生水流量表自动控制。

氧化剂加在超滤反洗水母管，加药量由反洗水流量表控制。

还原剂加在一级反渗透进水母管，加药量根据流量表及氧化还原电位表自动控制。

盐酸加在超滤反洗水母管，加药量由反洗水流量表控制。

硫酸加在每台核晶造粒流化床出水支管，加药量由流化床出水母管pH表控制。

碱液加在核晶造粒流化床设备本体，加药量由流化床进水流量表和出水支管pH表控制；碱液加在超滤反洗水母管，加药量由反洗水流量表控制；碱液加在二级反渗透进水母管，加药量根据膜厂家推荐值结合实际运行经验确定。碱液加在掺混水泵出水母管，加药量由出水pH表控制。

阻垢剂加在每台一级反渗透保安过滤器的进水管上，它由流量控制加药量，且当反渗透给水泵启动时，阻垢剂计量泵同时启动、停止时两者同时停止。

2.3.6 清洗系统

整套系统由一套清洗装置组成，其中包含一台清洗箱、两台清洗泵及两台保安过滤器组成，系统内的所有设备、管道、阀门及仪表均成套供货，且组装在一个底盘上。

当反渗透装置运行中膜元件前后压差增加10%时，或脱盐率下降10%时，应进行化学清洗，清洗药品将根据实际引起堵塞的垢的性质决定。超滤装置的化学清洗根据反洗频率及运行情况决定。

2.3.7 压缩空气系统

锅炉补给水处理系统不单独设空气压缩机，仅设2台8m³压缩空气贮存罐供气动阀门用气，气源来自主厂房空压机室。

2.3.8 药品的来源、运输及贮存

锅炉补给水处理超滤、反渗透系统的所有药品采用公路运输，储存于锅炉补给水处理车间的药品储存间内。

2.3.9 废液处理及排放

过滤器及超滤装置的反洗排水经排水沟接至供水专业工业废水下水道

综合利用。

一级反渗透浓水经排水沟排入废水池，用废水泵送至供水专业统一回收利用。二级反渗透浓水和EDI浓水回收至超滤水箱。

锅炉补给水处理系统设1座400m³废水池和2台废水泵。

2.4 系统设备的布置

本工程的再生水预处理系统与锅炉补给水制水系统设备合并布置在锅炉补给水处理站内，站区包括水处理车间、酸碱贮存间和室外水箱区域等。

其中水处理车间为一座独立的单层建筑，净空约8.5米，分为过滤除盐间、毗间。过滤除盐间总长60米，跨距13.5米，车间内布置有核晶造粒流化床及其辅助设备、超滤、一二级反渗透、二级淡水箱、EDI装置、清洗装置等设备。毗间总长60米，跨距7.5米，分为水泵间和反渗透加药间等。

酸碱贮存间为单层建筑，占地12米×12米，净空约8.5米，室内布置有卸酸碱泵、酸碱贮存槽和废水泵等。零米以下为废水池，池深4米。酸碱贮存间与锅炉补给水车间之间设药品贮存间，净空约4米。

室外水箱区域布置有3000m³的除盐水箱2台，300m³的生水箱、软化水箱、超滤水箱各1台，150m³的一级淡水箱2台，以及8m³的压缩空气罐2台。

2.5 设备数据表

锅炉补给水处理系统主要设备表

| 序号 | 设备名称 | 型号及规范 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|--------------|-----------------------------------|----|----|----|
| — | 原水软化预处理及辅助系统 | | | | |
| 1 | 生水箱 | V=300m ³ Φ7712 钢制内喷涂聚脲 | 台 | 1 | |
| 2 | 生水泵（变频） | Q=135m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 3 | |
| 3 | 核晶造粒流化床 | Q=135m ³ /h | 台 | 3 | |
| 4 | 自用水泵 | Q=50m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 2 | |

| 序号 | 设备名称 | 型号及规范 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|--------------|-----------------------------------|----|----|----|
| 5 | 晶种投加回流装置 | | 套 | 1 | |
| 1) | 晶种投加回流罐 | V=1m ³ | 台 | 1 | |
| 2) | 晶种投加回流泵 | Q=8m ³ /h P=0.22MPa | 台 | 2 | |
| 6 | 颗粒分离回收装置 | | 套 | 1 | |
| 7 | 螺旋输送装置 | | 套 | 1 | |
| 8 | 卸硫酸泵 | Q=15m ³ /h P=0.15MPa | 台 | 2 | |
| 9 | 高位硫酸贮存罐 | V=25m ³ DN2500 | 台 | 1 | |
| 10 | 硫酸计量装置 | 包括硫酸计量泵及控制柜等 | 套 | 1 | |
| 11 | 卸碱液泵 | Q=15m ³ /h P=0.15MPa | 台 | 2 | |
| 12 | 高位碱液贮存罐 | V=25m ³ DN2500 | 台 | 2 | |
| 13 | 安全淋浴器 | 316L不锈钢制，带洗眼器 | 台 | 1 | |
| 二 | 锅炉补给水处理除盐系统 | | | | |
| 1 | 软化水箱 | V=300m ³ Φ7712 钢制内喷涂聚脲 | 台 | 1 | |
| 2 | 超滤给水泵 | Q=140m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 3 | |
| 3 | 自清洗过滤器 | Q=140m ³ /h 过滤精度100μm | 台 | 3 | |
| 4 | 耐污染超滤装置 | Q=135m ³ /h 含10%的自用水量 | 套 | 3 | |
| 5 | 超滤水箱 | V=300m ³ Φ7712 钢制内喷涂聚脲 | 台 | 1 | |
| 6 | 超滤反洗水泵（变频） | Q=240m ³ /h P=0.25MPa | 台 | 2 | |
| 7 | 一级反渗透给水泵 | Q=135m ³ /h P=0.35MPa | 台 | 3 | |
| 8 | 一级反渗透保安过滤器 | Q=135m ³ /h 过滤精度5μm | 台 | 3 | |
| 9 | 一级反渗透高压泵（变频） | Q=135m ³ /h P=1.40MPa | 台 | 3 | |
| 10 | 一级反渗透装置 | Q=100m ³ /h 回收率75% | 台 | 3 | |
| 11 | 一级淡水箱 | V=150m ³ Φ5280 钢制内喷涂聚脲 | 台 | 2 | |
| 12 | 反渗透冲洗水泵 | Q=100m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 2 | |
| 13 | 掺混水泵 | Q=100m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 1 | |
| 14 | 二级反渗透给水泵 | Q=100m ³ /h P=0.35MPa | 台 | 2 | |
| 15 | 二级反渗透保安过滤器 | Q=100m ³ /h 过滤精度5μm | 台 | 2 | |
| 16 | 二级反渗透高压泵（变 | Q=100m ³ /h P=1.20MPa | 台 | 2 | |

| 序号 | 设备名称 | 型号及规范 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|---------------|--------------------------------------|----|----|----|
| | 频) | | | | |
| 17 | 二级反渗透装置 | Q=85m ³ /h 回收率85% | 台 | 2 | |
| 18 | 二级淡水箱 | V=20m ³ 不锈钢 | 台 | 1 | |
| 19 | EDI给水泵 (变频) | Q=85m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | |
| 20 | EDI保安过滤器 | Q=85m ³ /h | 台 | 2 | |
| 21 | EDI装置 | Q=75m ³ /h 回收率90% | 台 | 2 | |
| 22 | 除盐水箱 | V=3000m ³ Φ18900 钢制内喷涂聚脲 | 台 | 2 | |
| 23 | 正常补水泵 (变频) | Q=80m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | |
| 24 | 启动补水泵 | Q=350m ³ /h P=0.80MPa | 台 | 2 | |
| 25 | 压缩空气贮罐 | V=8m ³ P=1.0MPa 16MnDR | 台 | 2 | |
| 26 | 超滤反渗透及EDI清洗装置 | 1箱2泵2过滤器 | 套 | 1 | |
| 27 | 氧化剂加药装置 | 2箱4泵 | 套 | 1 | |
| 28 | 还原剂加药装置 | 2箱2泵 | 套 | 1 | |
| 29 | 阻垢剂加药装置 | 2箱4泵 | 套 | 1 | |
| 30 | 酸加药装置 | 1箱2泵 | 套 | 1 | |
| 31 | 碱加药装置 | 2箱10泵 | 套 | 1 | |
| 32 | 插桶泵 | Q=120L/min P=0.10MPa | 台 | 2 | |
| 33 | 安全淋浴器 | 316L不锈钢制, 带洗眼器 | 台 | 1 | |
| 34 | 废水池 | V=400m ³ 钢筋混凝土制内防腐 | 座 | 1 | |
| 35 | 废水泵 | Q=60m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | |
| 36 | 罗茨风机 | Q=8Nm ³ /min P=0.06MPa | 台 | 2 | |
| 37 | 手动单轨小车 | SG1型, 起重量2吨, 起重高度8米 | 台 | 1 | |

3 凝结水精处理系统

3.1 系统的确定

本工程主机为超临界凝汽式间接空冷汽轮机。表凝式间冷系统采用除

盐水作为循环水冷却水，因此不存在凝汽器泄露及冷却水污染凝结水的问题，但凝结水以及冷却水系统中仍然不可避免会有铁的腐蚀产物产生，故仍应考虑设置凝结水精处理除铁装置。另外，由于超超临界机组的给水质量标准要求很高，必须采用一套既能高效除铁，又能保证高品质出水水质的精处理设备。

本工程每台机设置2×50%前置过滤器+3×50%的高速混床凝结水精处理系统。高速混床的体外再生设备均为低压设备。为节省投资提高设备利用率，两台机组共用一套体外再生装置。

3.2 凝结水设计参数

3.2.1 凝结水精处理系统的设计参数

| | | |
|----------|-------|-----------|
| 每台机凝结水量： | 正常负荷： | ~1300 t/h |
| | 尖峰负荷： | ~1500 t/h |
| 系统运行压力： | 正常： | 3.2 MPa |
| | 最大： | 4.5 MPa |
| 系统运行温度： | 额定： | 47 °C |
| | 最大： | 70 °C |

3.3.2 体外再生装置设计参数

分离效果：阳树脂中阴树脂<0.1%
阴树脂中阳树脂<0.07%
设计压力：0.6MPa
混合树脂量：占树脂总量的5%~10%。

3.3 凝结水精处理装置的进出水水质

表3.3 凝结水精处理装置的进出水水质

| 项 目 | 典型启动 | | 正常运行状态 | |
|--|--------------|-----------|---------|----------|
| | 预设计值 | 要求出水保证值 | 预设计值 | 要求出水保证值 |
| 悬浮固体 $\mu\text{g} / \text{L}$ | 1000~5000 | <100 | 25 | <10 |
| 总溶解固形物（不计氨） $\mu\text{g} / \text{L}$ | 650 | <50 | 100 | <15 |
| 二氧化硅 SiO_2 $\mu\text{g} / \text{L}$ | 500 | ≤ 30 | 20 | ≤ 5 |
| 钠 Na $\mu\text{g} / \text{L}$ | ≈ 20 | ≤ 5 | 5~10 | ≤ 1 |
| 总铁 Fe $\mu\text{g} / \text{L}$ | 1000 | ≤ 50 | 5~50 | ≤ 3 |
| 总铜 Cu $\mu\text{g} / \text{L}$ | | ≤ 15 | 5~20 | ≤ 1 |
| 氯 Cl $\mu\text{g} / \text{L}$ | 100 | ≤ 10 | 20 | ≤ 1 |
| 阳导电度（25℃） $\mu\text{s} / \text{cm}$ | | <0.2 | 0.2~0.8 | <0.1 |
| pH 25℃ | 8.0~9.6 | 6.5~7.5 | 8.8~9.3 | 6.5~7.5 |

3.4 系统的联接方式

凝结水精处理设备与热力系统联接方式采用单元制，每台机组设置一套精处理装置。主凝结水系统流程如下：

凝结水泵→前置过滤器→高速混床→轴封冷却器→低压加热器

3.5 凝结水精处理系统的控制

系统设备均采用程序控制，设计有前置过滤器的投运、反洗，混床的投运、树脂输送、再生等程序。

凝结水精处理系统每台机组由2×50%前置过滤器和3×50%高速混床组成。机组启动初期，凝结水含铁量超过1000 $\mu\text{g}/\text{L}$ 时，不进入凝结水精处理混床系统，仅投入前置过滤器。当发生压降过高，前置过滤器退出运行，进行反洗。前置过滤器进出口母管设一个0~100%连续可调开度的旁路，前置过滤器的正常运行周期应不低于10天。混床进出口母管设一个0~100%连续可调开度的旁路。混床为两台运行，一台备用。两套旁路系统可以根据实际运行情况，自动投入切换，实现系统在超温或超压时对精处理系统的保护，使设备不受损坏。也可根据实际运行时水质的不同自动投入前置

过滤器或混床。在遇到下列情况之一时，旁路系统应能自动打开，并切除凝结水精处理系统中的相应设备：

- (1) 前置过滤器进出口压差 $>0.12\text{MPa}$ ；
- (2) 运行混床出水电导率、二氧化硅含量超标；
- (3) 水温超过 70°C 时，精处理混床旁路开启；
- (4) 精处理混床的进出口压差 $>0.35\text{MPa}$ ；
- (5) 精处理系统进口压力 $>4.0\text{MPa}$ 。
- (6) 精处理系统压力损失 $\geq 0.47\text{MPa}$ 。

精处理系统设置在线仪表用以在线监控设备运行工况及系统出水水质。

前置过滤器和高速混床旁路阀前后、前置过滤器和高速混床进出水口以及捕捉器进出口设压差测点，混床出口还设有导电度表、硅表用以监测设备是否失效、需要再生或清洗。

3.6 过滤器反洗及混床树脂再生

过滤器采用空气和水反洗，设置2台过滤器反洗水泵和两台冲洗水泵（均为1运1备）。

凝结水精处理混床采用体外再生方式。体外再生设备全部为低压设备。再生系统暂按高塔法设计。

两台机组的混床共用一套再生系统，再生系统的主要功能应满足混床在上述工况运行时的树脂分离、清洗、再生及树脂贮存的全部要求，且不对树脂造成不必要的损害。系统采用在国内有成熟运行经验的再生技术。混床失效树脂送入树脂分离罐，待分离罐内的树脂分离再生完成后，再送入再生罐分别再生。阳阴树脂再生完成后在阳再生罐内混合贮存。两台机组凝结水精处理混床单元和再生单元可以存放7份混床树脂。

3.7 酸碱系统

精处理系统再生用硫酸及氢氧化钠采用汽车运输。由汽车运至精处理酸碱贮存间外，并送入贮存间内的酸碱贮槽中贮存。浓酸碱经酸碱计量泵输送至酸碱再生液混合器，与除盐水混合稀释到需要的浓度并送入再生罐内进行再生。

硫酸贮存槽排气管口设有吸湿器，碱液贮存罐排气管口设有二氧化碳吸收器。

3.8 再生废液排放及压缩空气系统

精处理系统的再生废液经管道自流至机组排水槽中，经酸碱中和达标后经泵提升，由供水专业综合利用。机组排水槽有效容积约为500m³。

机组排水槽底部设置曝气风管，通过罗茨风机曝气，造成池水大范围的扰动，从而使得池水得到充分的混合，提高废水中和的效率。

精处理过滤器反洗排水和混床的冲洗排水通过主厂房内的直埋排水管直接排至工业废水下水道，由供水专业回收利用。

本工程化水专业不设空气压缩机，精处理系统仪表及设备用压缩空气气源由热机专业提供，接自主厂房仪用压缩空气母管。

3.9 系统设备的布置

前置过滤器、精处理混床及再循环泵布置于汽机房0米层A~B框架7~8,15~16号柱之间。体外再生设备布置于汽机房0米层B~C框架7~8；冲洗水泵及过滤器反洗水泵均布置在锅炉补给水处理室水泵间内。

酸碱贮存设备布置在主厂房外两炉之间机组排水槽上方的精处理酸碱贮存间内。

3.10 设备数据表

凝结水精处理系统主要设备规范及技术数据表

| 序号 | 名称 | 型号及规范 | 单位 | 数量 | | 备注 |
|----|------------|--|----|-------|---|-----------------------------|
| | | | | #1/#2 | | |
| 1 | 前置过滤器 | DN1600 PN4.5MPa | 台 | 2 | 2 | Q345R |
| 2 | 高速混床 | DN3000 PN4.5MPa | 台 | 3 | 3 | Q345R |
| 3 | 树脂捕捉器 | DN600 PN4.5MPa | 台 | 3 | 3 | Q345R |
| 4 | 再循环泵 | Q=450m ³ /h P=0.32MPa | 台 | 1 | 1 | N=45kW |
| 5 | 压缩空气贮存罐 | DN2100 V=10m ³ | 台 | 1 | 1 | |
| 6 | 树脂分离塔 | DN2600/DN1600 | 台 | 1 | | 碳钢内衬胶 |
| 7 | 阳再生罐兼树脂贮存罐 | DN1800 | 台 | 1 | | 碳钢内衬胶 |
| 8 | 阴再生罐 | DN1600 | 台 | 1 | | 碳钢内衬胶 |
| 9 | 废水排放树脂捕捉器 | DN1200 | 台 | 1 | | 碳钢内衬胶 |
| 10 | 树脂填充斗 | V=0.15m ³ | 台 | 1 | | |
| 11 | 罗茨风机 | Q=6.8Nm ³ /min P=0.07MPa | 台 | 2 | | N=15kW |
| 12 | 电热水箱 | DN1800 V=8m ³ | 台 | 1 | | S30408不锈钢制，带加热器 N=4x25KW |
| 13 | 卸碱泵 | Q=15m ³ /h P=0.15MPa | 台 | 2 | | N=3kW |
| 14 | 碱液贮存槽 | V=20m ³ | 台 | 1 | | 碳钢内衬胶 |
| 15 | 碱计量泵 | Q=1.6m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | | |
| 16 | 卸硫酸泵 | Q=15m ³ /h P=0.15MPa | 台 | 2 | | N=3kW |
| 17 | 硫酸贮存槽 | V=20m ³ | 台 | 1 | | 碳钢 |
| 18 | 硫酸计量泵 | Q=2.1m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | | |
| 19 | 安全淋浴器 | 31603不锈钢制，带洗眼器 | 台 | 1 | | |
| 20 | 精处理冲洗水泵 | Q=100m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | | N=18.5kW |
| 21 | 精处理反洗水泵 | Q=100m ³ /h P=0.50MPa | 台 | 2 | | N=18.5kW |

4 热力系统化学加药

本工程主机采用表面式间接空冷，空冷散热器材质为纯铝，凝汽器管材为不锈钢。化学加药系统包括：给水、凝结水及闭式水加氨系统；间冷循环水加缓蚀剂系统；给水、凝结水及高加疏水加氧系统。

4.1 给水、凝结水及辅机闭式循环冷却水加氨系统

本工程两台机设一套组合式加氨装置，为机电控一体化装置，共设2台溶液箱，3台给水加氨泵(2用1备)、3台凝结水加氨泵(2用1备)、2台闭式循环冷却水加氨计量泵（互为备用）。

给水和凝结水加氨采用自动加药方式，加药泵为电控计量泵，给水加氨根据汽水取样系统的给水电导率信号和给水流量信号控制加药量，凝结水根据精处理混床出水母管的电导率信号和凝结水流量信号控制加药量。

闭式循环冷却水加药采用手动加药方式。

给水加药点给水设在除氧器下降管上，凝结水加药点设在精处理混床出水母管上，闭式循环冷却水加药点设在闭式水泵出口母管。

4.2 主机间冷循环水加缓蚀剂系统

本项目主机间冷散热器材质为铝管铝翅片，为防止系统腐蚀，本工程两台机设一套组合式加缓蚀剂装置，为机电控一体化装置，共设1台溶液箱，2台主机间冷循环水缓蚀剂加药泵，互为备用。

主机间冷循环水加缓蚀剂采用手动加药方式，加药泵均为手动调节计量泵。

加药点设在循环水泵出水母管上。

缓蚀剂种类、加入量以及循环冷却水的电导率、pH等控制指标根据试验确定。当间冷循环水水质指标异常时，应检查取样是否有代表性、化验结果是否正确，综合分析循环冷却水的水质变化。确认水质劣化后，采取换水或提高缓蚀剂加药量等处理措施，使循环冷却水的水质尽快恢复正常。

4.3 给水、凝结水和高加疏水加氧系统

本工程加氧采用全保护加氧，采用高压压缩空气作为氧气来源，压缩空气分三路经减压阀减压后分别送入凝结水精处理出口母管、除氧器下降管上和高加疏水管道，使热力管道表面形成致密的氧化铁保护膜，从而有效地改善水系统工况。凝结水加氧量根据凝结水流量及含氧量自动调节，给水加氧量根据给水流量及含氧量自动调节。运行中溶解氧的浓度由安装于除氧器进口和省煤器进口的在线溶解氧表进行连续监测，并根据仪表测得的数据进行调节。

本工程每台机组设置1套自动加氧装置，共2套。

加氧系统控制要求如下：

1) 给水加氧控制：由给水流量和省煤器入口在线溶氧表送出的模拟信号与加氧流量调节系统联锁，满足给水自动精确加氧。

2) 高加疏水加氧控制：由高加疏水在线溶氧表送出的模拟信号与加氧流量控制系统联锁，满足高加疏水溶解氧的控制要求。

3) 凝结水加氧控制：由给水流量和除氧器入口在线溶氧表送出的模拟信号与加氧流量调节系统联锁，满足凝结水自动精确加氧。

4) 机组水质异常时，能够自动停止加氧。在机组启动时，或给水氢电导超过 $0.15\mu\text{S}/\text{cm}$ ，应提高加氨量，使pH达到9.0~9.5，如给水氢电导超过 $0.20\mu\text{S}/\text{cm}$ ，应停止加氧。

4.4 化学加药系统设计参数

氨液配制浓度：0.5~1%

加药量控制：保持系统pH=8.5~9.3（加氧处理时）

4.5 系统设备的布置

化学加药设备布置在集控楼0.00m层单独的房间内。

4.6 设备数据表

表4.6 化学加药系统主要设备规范

| 序号 | 名 称 | 设备规范 | 单位 | 数 量 | | 备 注 |
|-----|---------------|----------------------|----|-------|---|-----|
| | | | | #1/#2 | | |
| 1 | 加氨单元 | | 套 | 1 | | |
| 1.1 | 电动搅拌氨溶液箱 | V=2m³ | 台 | 2 | | |
| 1.2 | 氨计量泵(凝结水) | Q=120L/h P=5.0MPa | 台 | 3 | | |
| 1.3 | 氨计量泵(给水) | Q=100L/h P=2.5MPa | 台 | 3 | | |
| 1.4 | 氨计量泵(闭式冷却水) | Q=100L/h P=1.6MPa | 台 | 2 | | |
| 1.5 | 氨输送泵 | Q=100L/min P=0.15MPa | 台 | 1 | | |
| 1.6 | 氨气泄漏报警器 | | 台 | 1 | | |
| 2 | 加缓蚀剂单元 | | 套 | 1 | | |
| 2.1 | 电动搅拌缓蚀剂溶液箱 | V=2m³ | 台 | 1 | | |
| 2.2 | 缓蚀剂计量泵(间冷循环水) | Q=300L/h P=1.6MPa | 台 | 2 | | |
| 2.3 | 缓蚀剂输送泵 | Q=100L/min P=0.15MPa | 台 | 1 | | |
| 3 | 全保护自动加氧装置 | | 套 | 1 | 1 | |
| 4 | 安全淋浴器 | 316不锈钢制，带洗眼器 | 台 | 1 | | |

5 热力系统汽水监督和取样

5.1 汽水取样点和仪表的配置

| 序号 | 取 样 点 | 分析仪表 | 功 能 |
|----|--------------|--|---|
| 1 | 凝结水泵出口 | 阳离子导电率 溶氧表 人工取样 | 监测凝结水水质综合指标和发现凝汽器泄漏 监测凝结水溶解氧含量 |
| 2 | 除氧器入口 | 比导电率 溶氧表 人工取样 | 监测除氧器入口水质综合指标 监测除氧器入口溶解氧含量，并作为凝结水加氧控制信号 |
| 3 | 除氧器出口 | 溶氧表 人工取样 | 监测除氧器出口溶解氧含量 |
| 4 | 省煤器入口 | pH表 比导电率 阳离子导电率 硅表 溶氧表 人工取样 | 监测给水pH值 作为给水加氨控制信号 监测给水水质综合指标 监测给水二氧化硅含量 监测给水溶解氧并作为给水加氧控制信号 |
| 5 | 主蒸汽左右侧 | 钠表 硅表 溶氧表 阳离子导电率 人工取样 | 监测主蒸汽钠含量 监测主蒸汽二氧化硅含量 监测主蒸汽的蒸汽品质综合指标 |
| 6 | 再热蒸汽左右侧 | 阳离子导电率 人工取样 | 监测再热蒸汽的蒸汽品质综合指标 |
| 7 | 启动分离器汽侧出口 | 阳离子导电率 人工取样 | 监测汽水分离器汽的品质 |
| 8 | 启动分离器排水 | 人工取样 | 监测汽水分离器水的品质 |
| 9 | 高压加热器疏水 | 阳离子导电率 溶氧表 人工取样 | 监测高压加热器疏水水质，并作为是否回收的依据 |
| 10 | 暖风器疏水 | 阳离子导电率 人工取样 | 监测低压加热器疏水水质 |
| 11 | 锅炉启动疏水至凝汽器管道 | 阳离子导电率 人工取样 | 监测锅炉启动疏水的品质 |

| 序号 | 取 样 点 | 分析仪表 | 功 能 |
|----|---------|---------------------|----------------------------|
| 12 | 辅气疏水母管 | 阳离子导电率 人工取样 | 监测辅气疏水的品质 |
| 13 | 低压加热器疏水 | 人工取样 | 监测低压加热器疏水水质 |
| 14 | 发电机冷却水 | 比导电度 pH表 人工取样 | 检测循环水水质，控制其为中性 监测循环水pH值 |
| 15 | 闭式冷却水 | 比导电度 pH表 人工取样 | 检测循环水水质，控制其为中性 监测循环水pH值 |
| 16 | 间冷循环水 | 比导电度 pH表 人工取样 | 检测循环水水质，控制其为中性 监测循环水pH值 |

注：发电机冷却水取样的在线表计由发电机厂家配套，仅将信号送至水汽取样监控系统。

5.2 汽水取样装置的形式

每台机组设置一套集中综合汽水取样架，取样架分高温盘部分、低温盘部分。样品水首先经减压冷却后，至取样架的低温盘部分，低温盘部分设有恒温装置、分析仪表及手操取样阀。

5.3 汽水取样装置的冷却水

本工程汽水取样装置冷却水采用除盐水闭式循环冷却，接自主厂房闭式循环冷却水系统。冷却系统保证样品出水温度小于40℃。经过仪表盘恒温装置后应保证样水进入仪表前度控制在25±1℃。

5.4 系统设备的布置

汽水取样装置设备分别布置在主厂房7.80米层的高温盘间和仪表盘间。

6 辅机循环冷却水处理系统

本工程辅机为干湿联合冷却方式。辅机干冷塔湿段加药采用投加复合稳定剂及杀菌剂的处理方式。仅设稳定剂加药设备，杀菌剂采用临时投加，

不设固定的加药设施。

稳定剂加药装置设2台溶液箱，2台计量泵（一运一备）。稳定剂加药为手动控制。

7 制氢系统

本工程制氢站按2×600MW机组容量设计，系统设置1套产氢量10Nm³/h的中压碱液式水电解制氢装置，并配备相应的氢气干燥装置,并设置4台13.9m³的氢气贮存罐及1台10m³压缩空气贮存罐。

漏氢量：10～12Nm³/天，发电机充氢容积~120m³；补氢压力：0.50MPa；制氢系统产氢压力：3.2MPa；贮氢压力：3.2MPa；

氢气经减压阀减压至0.50MPa后，送至主厂房，氢气管属于压力管道，遵守压力管道布置原则。

本工程制氢装置布置在厂区一个独立的建筑物内。氢气贮罐和压缩空气贮罐布置在室外。制氢系统为全自动化运行，可做到无人值守。

8 化学废水处理系统

本工程有如下化学废水：锅炉补给水处理系统超滤反洗排水、反渗透浓盐水排水、凝结水处理系统设备再生废水、前置过滤器反洗排水及混床冲洗排水、空气预热器冲洗排水、锅炉化学清洗排水、机组启动排水、脱硫废水、脱硝废水等。

所有过滤器的反洗排水、空气预热器冲洗排水、机组启动排水属于高悬浮物废水，含盐量不高。反渗透浓盐水、锅炉化学清洗排水、脱硫废水属于高含盐量废水。

8.1 废水处理方案及回用

为使电厂运行尽量做到节能、环保、节约用水、经济用水，本工程针对不同废水水质的特点，进行分类处理。

其中锅炉补给水处理系统的反渗透浓水排水、凝结水处理系统再生废水为高含盐量废水，中和处理达标后回用于脱硫系统做为脱硫工艺用水。超滤的反洗排水、空气预热器冲洗排水、机组启动排水、脱硝废水进入工业废水处理系统处理合格后回用于电厂其它工艺系统。

对于锅炉化学清洗排水，考虑到机组正常运行状况下，锅炉化学清洗约每5～10年进行一次，同时也考虑到运行和管理的方便，化学清洗废水处理由清洗公司负责。化学清洗废水排入酸洗废水池，总容积为6000m³，可满足盛装酸洗废液的容积要求。

8.2 设备数据表

| 表8.2 | | 主要设备规范 | | | |
|------|-----------|-----------------------|----|-------|-----|
| 序号 | 名 称 | 设备规范 | 单位 | 数 量 | 备 注 |
| | | | | #1/#2 | |
| 1 | 机组排水槽 | V=500m³ | 台 | 1 | |
| 2 | 机组排水槽排水泵 | Q=400m³/h P=0.50MPa | 台 | 3 | |
| 3 | 机组排水槽废水泵 | Q=50m³/h P=0.50MPa | 台 | 2 | |
| 4 | 机组排水槽罗茨风机 | Q=12Nm³/min P=0.05MPa | 台 | 2 | |
| 5 | 酸洗废水池 | V=2000m³ | 台 | 3 | |
| 6 | 废水池排水泵 | Q=60m³/h P=0.50MPa | 台 | 6 | |
| 7 | 废水池罗茨风机 | Q=40Nm³/min P=0.05MPa | 台 | 2 | |

9 脱硫废水零排放处理系统

9.1 系统方案选择

本工程两台机组脱硫装置废水排放总量约为15t/h。目前，在电厂应用较多、处理效果较好的脱硫废水零排放处理工艺路线主要有以下几种：

- (1) “低温多效闪蒸浓缩+高温旁路烟气干燥”技术
- (2) “低温烟气余热浓缩塔+高温旁路烟气干燥”技术
- (3) “晶种法 MVR 浓缩+高温旁路烟气干燥”技术

通过技术经济比较,本工程脱硫废水零排放处理系统推荐采用“低温多效闪蒸+高温旁路烟道蒸发”工艺,并按此计列投资。

具体方案选择详见60-F23341C-H01-14《脱硫废水零排放专题报告》。

9.2 系统流程介绍

脱硫废水经加热后,在相应的真空下进行多效闪蒸,蒸发出的水蒸汽经过冷凝后,进入成品水箱,供脱硫工艺水箱补水或作为其它水源。脱硫废水达到所需浓度时,料液从底部由出料泵抽出,进行浓液干燥处理。浓缩处理完之后的废水分别进入两台机组干燥塔,通过引入脱硝装置后高温烟气进行蒸发干燥,烟气产生的粉尘及水蒸气随烟气引入静电除尘器前烟道,利用除尘器捕捉氯离子和其他固态颗粒及金属元素,蒸发的水蒸汽进入脱硫塔。闪蒸浓缩过程中产生水蒸汽,经过凝结后可回收至脱硫工艺水或其它用途补水。

采用此方案设备运行维护简单、能耗较低,在运行过程中无需投加药剂;脱硫废水在单独的闪蒸罐中浓缩,浓缩后的滤液进入烟道蒸发,产生的盐经过电除尘进入除尘器灰斗外排,从而除去污染物,系统无结晶盐的产生,蒸发出的洁净水回用,实现脱硫废水无废水、无废气、无废弃固体废物产生的零排放。

10 脱硝还原剂贮存、制备及供给系统

本工程脱硝采用SCR法,氨气制备采用尿素水解法。单台机组脱硝系统连续运行的纯尿素消耗量平均值不大于270kg/h。

干尿素通过电动单轨吊人工拆包后或通过斗提机转入尿素溶解罐，在溶解罐中将尿素配制成40%~50%重量百分比浓度的尿素溶液，并将其输送到尿素溶液储存罐，经尿素溶液给料泵送往水解反应器，由辅助蒸汽系统来的蒸汽在水解反应器内通过换热管束对尿素溶液进行加热，使尿素溶液的温度达到其水解反应温度130℃~160℃，尿素溶液在其反应温度下发生水解反应，生成氨气和二氧化碳。换热后的低品质蒸汽作为尿素溶液输送管的伴热热源送入到尿素溶解系统，利用其余热作为溶解尿素的凝结水。系统工艺流程如下：

袋装尿素→斗式提升机→尿素溶解罐→尿素溶液混合泵→尿素溶液储罐→尿素溶液供料泵→水解反应器→氨气→氨气空气混合器→SCR反应器←稀释风机

本工程尿素储存及制备系统按2台机组公用设计，包括尿素储存、卸料及提升、尿素溶解罐、尿素溶液混合泵、尿素溶液储罐、尿素溶液供料泵、水解反应器等。

脱硝还原剂贮存、制备及供给系统由锅炉供货方成套设计并供货，主要设备配置如下：

| 主要设备表 | | | | | |
|-------|------------|-------------------------------------|----|----|----------------|
| 序号 | 设备名称 | 型号及规范 | 单位 | 数量 | 备注 |
| 1 | 斗式提升机 | 出力20t/h | 台 | 1 | |
| 2 | 尿素溶解罐 | V=30m ³ 304L不锈钢 | 台 | 1 | 带搅拌器,搅拌器材质316L |
| 3 | 尿素溶解罐盘管加热器 | | 套 | 1 | 316L不锈钢 |
| 4 | 尿素溶液混合泵 | Q=20m ³ /h P=0.20MPa | 台 | 2 | 过流件316L不锈钢 |
| 5 | 尿素溶液储罐 | V=100m ³ 304L不锈钢 | 台 | 2 | |
| 6 | 尿素溶解罐盘管加热器 | | 套 | 2 | 316L不锈钢 |
| 7 | 尿素溶液供料泵 | Q=2m ³ /h P=1.00MPa | 台 | 2 | 316L不锈钢 |
| 8 | 水解反应器 | 出力Q=350kg/h | 台 | 2 | 主材2205不锈钢 |
| 9 | 减温减压装置 | | 套 | 1 | |
| 10 | 疏水箱 | V=15m ³ | 台 | 1 | 304不锈钢 |
| 11 | 疏水泵 | Q=15m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 2 | 304不锈钢 |
| 12 | 废水池 | V=30m ³ 3.5mx3.5mx3m (H) | 座 | 1 | 现场制作,全地下混凝土结构 |
| 13 | 废水泵 | Q=30m ³ /h P=0.30MPa | 台 | 1 | 304不锈钢 |
| 14 | 电动葫芦 | 起重量2吨,起重高度7米 | 台 | 2 | 水解器检修用 |
| 15 | 电动葫芦 | 起重量2吨,起重高度9米 | 台 | 1 | 溶解罐搅拌器检修和备用输送 |

11 化验室及仪器设备配置

化验室主要仪器设备按660MW超临界机组标准设置，全厂配备有水分分析、煤分析、油分析的仪器设备，化验室总面积约400m²。化验仪器配备可参见《火力发电厂试验、修配设备及建筑面积配置导则》（DL/T5004），化验室台柜采用化验室标准台柜。

化验楼设在水处理车间的固定端，为三层建筑物，一楼主要布置有、配电室、控制室、电子设备间、现场化验室、色谱用气瓶间、化验室仓库等；二楼主要布置有水分析室、色谱分析室、仪器室、天平室、高温炉加

热室等；三楼为油分析室和环保检测站。

煤分析化验的仪器设备布置在燃料管控楼内。

12 净油处理设备

本工程设置一套12m³/h移动式绝缘油处理装置。

13 锅炉化学清洗

锅炉化学清洗推荐采用EDTA清洗方案。清洗废液排入酸洗废水池贮存,由清洗单位负责回收利用。

14 劳动安全和职业卫生

14.1 劳动安全

酸碱贮存罐高位布置，设有用于检修与操作的平台扶梯，以防机械伤害和高空坠落。

14.2 噪声防治

在设备采购时要求所有水泵等转动设备均要求采取降低噪声措施，如罗茨风机出入口均要设有消音器、隔音罩。

14.3 防毒、防化学伤害设施

（1）加药间设置换气次数不少于每小时15次的排风装置。加药间内设置应急冲洗设施，加药泵附近地面铺有防腐瓷砖。

（2）化学处理设备，酸碱贮存罐等化学设施采用防腐材料或衬涂防腐材料，其他有关管道，如酸碱管通风设备、管道及其附件也考虑防腐措施。输送碱液管采用不锈钢管，输送盐酸液管采用钢制衬塑管，输送硫酸管采用碳钢管或衬氟钢管。

(3) 在酸碱贮槽周围地面设有围堰，避免事故时酸、碱漫流，而将其引流至中和池处理。酸贮槽及计量箱排气首先通过酸雾吸收器才可排大气，防止酸雾扩散到环境中。

(4) 在酸碱计量间内及酸碱贮存槽附近设有安全淋洗设备和洗眼器，作为操作人员事故时应急冲洗用。

(5) 酸碱计量、贮存区的地面考虑防腐，排废酸碱液的沟道也考虑防腐，防止酸碱对地面腐蚀。

(6) 氢气站电解间、主厂房化学加药间为独立房间，设有强制通风设施。

(7) 化学水处理化验室及环保化验室设有通风设施。具有气体挥发的腐蚀性毒性试剂在通风柜中配置。地面考虑防腐措施，室内备有应急冲洗设施。

14.4 防爆

氢气系统设计严格执行GB 50177-2005《氢气站设计规范》。制氢设备及部件采用防爆设计，并设有氢气泄露报警仪，与事故风机联锁。