

甘肃能化庆阳2×660MW煤电项目

初步设计阶段

水工工艺部分说明书

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

目 录

1	概述	1
1.1	工程简述	1
1.2	编制依据	1
1.3	执行的规范及标准	2
1.4	主要设计原则	2
1.5	设计范围	4
2	区域自然条件	5
2.1	地理环境条件	5
2.2	土壤地质条件	5
2.3	气象	5
2.4	供水水源	12
3	全厂水务管理和水量平衡	12
3.1	概述	12
3.2	主要节水措施	12
3.3	电厂各项用水水量、排水、耗水	14
3.4	全厂水量平衡结果及各项用水指标	15
4	主机冷却系统选择及布置	16
4.1	概述	16
4.2	优化推荐方案的间接空冷系统配置	16
4.3	冬季防冻	20
4.4	夏季度夏	25
5	辅机冷却水系统	25

5.1	概述	25
5.2	设计参数	26
5.3	干湿联合冷却塔的配置和布置	26
5.4	主厂房内闭式冷却水系统配置	27
5.5	辅机冷却水管道	27
5.6	度夏和防冻	28
6	补给水系统	28
6.1	厂外补给水系统	28
6.2	厂内补给水水管	28
7	厂区给水系统	28
7.1	综合蓄水池	28
7.2	综合水泵房及提升泵	29
7.3	回用水系统	31
8	厂区排水系统及事故备用系统	32
8.1	厂区排水系统	32
8.2	事故备用系统	33
9	污废水处理系统	33
9.1	生活污水处理	33
9.2	含油污水处理	34
9.3	工业废水处理	34
9.4	煤水处理系统	37
9.5	初期雨水收集系统	39
9.6	10. 灰场防尘	39
10	厂区管道材料及连接方式	40

11	管道防腐	41
12	遗留问题	42

1 概述

1.1 工程简述

甘能化庆阳电厂（2×660MW机组）工程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12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 编制依据

1.2.1 投标文件。

1.2.2 用地预审意见、取水许可及其他建设条件的许可文件

1.2.3 项目建设单位提供的本工程煤质、水质检测分析报告

1.2.4 项目建设单位提供的其他有关资料及往来文件

1.2.5 院颁布实施规定及三标管理制度

1.2.6 火力发电厂初步设计设计文件内容深度规定

1.2.7 国家法律法规、国家标准、建设标准强制性条文

1.2.8 本工程《水资源论证报告》及审查意见

1.2.9 本工程《环境影响报告》及审批文件

1.2.10 本工程《水文气象报告》

1.2.11 本工程初设阶段《岩土工程勘察报告》

1.3 执行的规范及标准

《大中型火力发电厂设计规范》（GB5066-2011）
《火力发电厂水工设计规范》（DL/T 5339-2018）
《火力发电厂水工设计基础资料及其深度规定》（DL/T 5507-2015）
《火力发电厂初步设计设计文件内容深度规定》（DL/T 5427-2009）
《火力发电厂节水设计规程》（DL/T 5513-2016）
《室外给水设计标准》（GB 50013-2018）
《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）
《建筑给水排水设计标准》（GB 50015-2019）
《发电厂废水治理设计规范》(DL/T 5046-2018)
《泵站设计标准》（GB 50265-2022）
《给排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268-2008）
《建筑给水排水与节水通用规范》（GB55020-2021）
《城市给水工程项目规范》（GB55026-2022）
《城乡排水工程项目规范》（GB55027-2022）
《机械通风冷却塔工艺设计规范》（GB/T 50392-2016）
《工业循环水冷却设计规范》（GB50102-2014）
《工业循环冷却水处理设计规范》（GB50050-2017）
《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）

1.4 主要设计原则

1.4.1 供水水源及厂外补给水系统

本工程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。

本项目过渡期水源可采用宁县污水处理厂、宁县早胜镇生活污水厂、宁县和盛镇污水处理厂中水及新庄煤矿矿井疏干水。

水源的最终结论以批复的水资源论证报告为准。

本工程再生水厂外部分由外单位设计，分界线为厂界外1m。生活水采用市政自来水，由市政公司送至厂界外1m。

1.4.2 水务管理

结合水源条件,根据电厂各工艺系统对用水、排水的水量 and 水质及环保的要求,选择技术先进、运行安全和运行管理费用低的供水系统、排水系统及污废水处理方案,尽量节水,以求合理利用水源,保护环境,确保电厂长期、安全、经济地运行,使电厂用水量降至最低,满足国家有关规范、标准对用水指标的要求。

1.4.3 空冷系统

主机、小机冷却采用自然通风表凝式间接空冷系统。循环水系统采用扩大单元制闭式循环供水系统。每台机组配置一台凝汽器,一根循环水进水母管,一根循环水回水母管,二台机配置一座自然通风间冷塔(含塔内间接空冷系统设备),两台机组的循环水系统合建一座循环水泵房。

1.4.4 辅机冷却水系统

辅机冷却水系统采用带两级冷却、末级喷水的干湿联合冷却系统。

每台机组分别配一组干湿联合冷却塔、一根辅机冷却进水母管和一根辅机冷却回水母管,两台闭式冷却水泵、一座高位水箱。闭式冷却水泵和高位水箱布置在主厂房内。

1.4.5 净水站和厂内补给水系统

(1) 根据目前收集到的水质指标,厂内由化水专业设置再生水处理设施,详细设计见化水专业文件。

(2) 厂内主水源为矿井疏干水,新建2根DN200的补给水管,过渡水源为宁县污水处理厂、宁县早胜镇生活污水厂、宁县和盛镇污水处理厂中水及新庄煤矿矿井疏干水,分别新建1根DN100/DN200/DN100/ DN200工业补给水管;生活水源为市政来水,新建1根DN150生活补给水管。最终水源描述以水资源论证报告为准。

1.4.6 厂区给水系统

(1) 厂内给水系统的设置按2×660MW机组容量设计。厂内设置8座容量2000m³的工业、消防蓄水池(包含1000 m³的生水蓄水池)及1座50m³的生活水蓄水池。综合水泵间内设置三台变频工业水泵、三台工频生水泵、一套生活水恒压供水装置。

(2) 厂区设生活给水系统、工业给水系统、生水给水系统、淡水回用水、高含盐回用、工业冷却水排水回用、和输煤冲洗给水系统等,均为独立管网系统。

1.4.7 污废水排水、处理及回收系统

(1) 厂区的排水系统采用分流制,分为生活污水、工业废水、事故排油废水、雨水下水道系统。

(2) 雨水排水管道收集主厂房屋面、道路的雨水，雨水经收集后，自流排至厂外市政雨水管网。

(3) 污废水处理系统按照2×660MW机组容量设计。对厂区工业废水、生活污水和含煤废水等进行处理、回收利用。主厂房的含油废水经事故隔油池隔油后，排入工业废水处理系统统一处理。

1.4.8 灰场喷洒

本工程设置灰场，在灰场设置灰场管理站，灰场喷洒水采用脱硫废水，由洒水车直接运至灰场进行喷洒。

1.4.9 生活热水供应系统

在主厂房的生活水加热站设置2×60%的半容积式蒸汽换热器，为厂前区生产行政综合楼、职工活动中心及食堂、宿舍、消防站以及输煤综合楼提供生活热水。凝结水与暖通的采暖系统凝集水箱合并。供、回水管道采用预制直埋保温管，工作管为SS304不锈钢管，焊接连接，直埋敷设。

1.5 设计范围

1.5.1 厂外补给水系统

厂外补给水系统的设计容量为2×660MW。厂外补给水系统由外委单位设计，分界线为厂界外2m,本次仅设计厂内部分。

1.5.2 主机及小机间接空冷系统

包括主厂房外的自然通风间接空冷系统、循环水泵及循环水供、回水管道的设计。

1.5.3 辅机冷却水系统

辅机冷却系统包括干湿联合机械通风冷却塔、室外辅机供水及回水管道的设计。辅机闭式冷却水泵及高位水箱布置在主厂房内，由机务专业负责。

1.5.4 厂内补给水系统

包括蓄水池、综合水泵房（含工业水泵、生水泵、生活水泵）等的设计。

1.5.5 厂区给、排水系统

给水系统包括厂区工业水、生活水（冷水）、生水、工业回用水及其他回用水管道的设计；排水系统包括工业废水、事故排油、生活污水、雨水排水管道及输煤冲洗排水管道等设计。

1.5.6 废水处理系统

包括工业废水、生活污水、含煤废水、初期雨水的收集、储存、处理及升压回用系统的设计。

1.5.7 室内上下水道系统

包括厂内所有建筑物室内上下水管道、消防管道等设计。

1.5.8 灰场喷洒

包括灰场升压水泵房、灰渣沉淀池及灰场管理站室内外上下水管道和消防系统等的设计。

2 区域自然条件

2.1 地理环境条件

甘肃能化庆阳电厂（2×660MW机组）工程位于甘肃省庆阳市宁县早胜镇南北村。

宁县，隶属甘肃省庆阳市。位于子午岭西麓、黄土高原中部、陇东高原和甘肃东南部，介于北纬35°15′—35°52′、东经107°41′—108°34′之间，东与陕西省富县、黄陵县相隔。东南同正宁县相邻。西南以蒲河和泾水，与平凉市泾川县和陕西省长武县分界。西北与西峰区接壤。北与合水县毗连。广80千米，袤65千米，总面积2653.38平方千米。

宁县地形呈不规则长方形，东西宽、南北窄，地势由高到低，呈东北—西南走向，周长313千米。地形主要有3种：梁昂沟壑类型，高原沟壑类型，川台河谷类型。除子午岭外，当地人将一些高于平川、类似山脊的残原梁昂称为山。

2.2 土壤地质条件

- (1)土壤湿陷性： IV级湿陷性 ；
- (2) 土壤电阻率 暂无 ； 是否是盐渍土： 否 ； 土壤腐蚀性： 微 ；
- (3)土壤最大冰冻深度： 0.8 m；
- (4)地下水位： >60 m；

2.3 气象

2.3.1 气候概况及气象站资料移用分析

宁县深居内陆属温带季风气候区。冬季漫长寒冷，雨雪少；春季转瞬即逝，冷暖变化大；夏季短促，气温高，降水集中；秋季降温快，初霜也来得早。气候干燥，气温日较差大，光照充足，太阳辐射强。降水各季分配不匀，降水较多主要集中在6～9月。

厂址附近有宁县气象站，宁县气象站建站于1957年，是国家基本气象站，位于宁县早胜镇“乡村”，北纬35°25′、东经108°00′，海拔高度为1221.2m。2004年迁站至北纬35°31′、东经107°55′，海拔高度为979.4m，2017年迁站至北纬35°32′、东经107°53′，海拔高度为1135.3m。宁县气象站位于电厂西北方向约19km处，电厂海拔约1230m。宁县气象站与电厂海拔、自然地理环境接近且两者间无较大阻挡物，故确定本工程常规气象条件采用宁县气象站观测资料统计。

根据宁县气象站多年观测资料，统计得宁县气象站基本气象要素年值和月值见表2.3-1和表2.3-2。

表2.3-1 宁县气象站基本气象要素年值统计表

项目	单位	数值	发生日期
平均气压	hPa	879.7	
平均气温	℃	8.9	
最热月平均气温	℃	21.9	
最冷月平均气温	℃	-5.5	
极端最高气温	℃	38.2	2005.6.19
极端最低气温	℃	-27.1	1991.12.28
平均水汽压	hPa	9.2	
平均相对湿度	%	68	
年平均降水量	mm	565.4	
一日最大降水量	mm	119.5	2013
年平均蒸发量	mm	1379.9	
平均风速	m/s	1.9	
最大风速（定时2min平均）	m/s	21	1973.12.30
最大积雪深度	cm	24	1993.3.17
平均雷暴日数	d	24.1	
平均沙暴日数	d	0.4	
平均大风日数	d	4.0	
平均雾日数	d	26.8	

表2.3-2 宁县气象站累年逐月气象要素统计表

月份	平均气压 (hPa)	平均温度 (℃)	平均风速 (m/s)	平均相对湿度 (%)	平均降水量 (mm)	平均蒸发量 (mm)
1	884.0	-5.5	1.6	60	4.9	37.4
2	882.1	-2.2	2.0	60	7.6	50.6
3	880.1	3.6	2.2	63	21.8	93.3
4	877.9	10.6	2.4	60	36.7	154.6
5	876.5	15.4	2.2	63	51.9	189.4
6	873.5	19.6	2.1	66	66.6	207.6
7	872.3	21.9	2.1	73	115.7	201.7
8	875.1	20.7	1.9	77	108.9	172.0
9	880.2	15.3	1.6	79	78.3	108.8
10	884.0	9.2	1.7	76	49.3	79.7
11	885.5	2.1	1.7	71	19.0	47.9
12	885.5	-3.7	1.7	63	4.7	36.8
平均 或合 计	879.7	8.9	1.9	68	565.4	1379.9

2.3.2 设计风速

根据宁县气象站历年实测10min平均最大风速系列采用极值I型法统计计算，并参照国家《建筑结构荷载规范》GB50009-2012中的风压等值线图，暂定电厂厂址处五十年一遇10m高10min平均最大风速为23.7m/s，其相应的风压为0.35kN/m2。

2.3.3 雪压

根据宁县气象站历年最大积雪深度资料，采用极值I型法统计计算，并结合周围地区及《建筑结构荷载规范》GB50009-2012中的全国基本雪压分布图分析后认为，电厂五十年一遇雪压应采用0.30kN/m2。

2.3.4 三十年一遇极端最低气温

根据宁县气象站历年极端最低气温资料系列，采用P-III型频率计算并结合周边工程，确定三十年一遇极端最低气温为-27.0℃。

2.3.5 频率5%和10%气象条件

根据宁县气象站近5年夏季（6、7、8月）逐日平均干球温度、气压、相对湿度等资料求得对应的逐日平均湿球温度，再将逐日平均湿球温度从大到小进行累积频率统计，求得累积频率为5%的的日平均湿球温度为22.3℃，相应平均干球温度为25.5℃，相对湿度为75%，平均气压为876.9Pa，平均风速为1.5m/s；累积频率为10%的的日平均湿球温度为21.3℃，相应平均干球温度为24.2℃，相对湿度为77%，平均气压为876.7Pa，平均风速为1.8m/s。

2.3.6 暴雨强度公式

宁县暴雨强度公式，公式如下：

$$q = \frac{735(1 + 2.64\lg P)}{(t + 6)^{0.791}}$$

式中：

q—流量(L/s/hm²)

p—重现期(a)

t—设计降水历时(min)

2.3.7 风向玫瑰图

宁县气象站全年、夏季、冬季风向玫瑰图见图2.3.1。

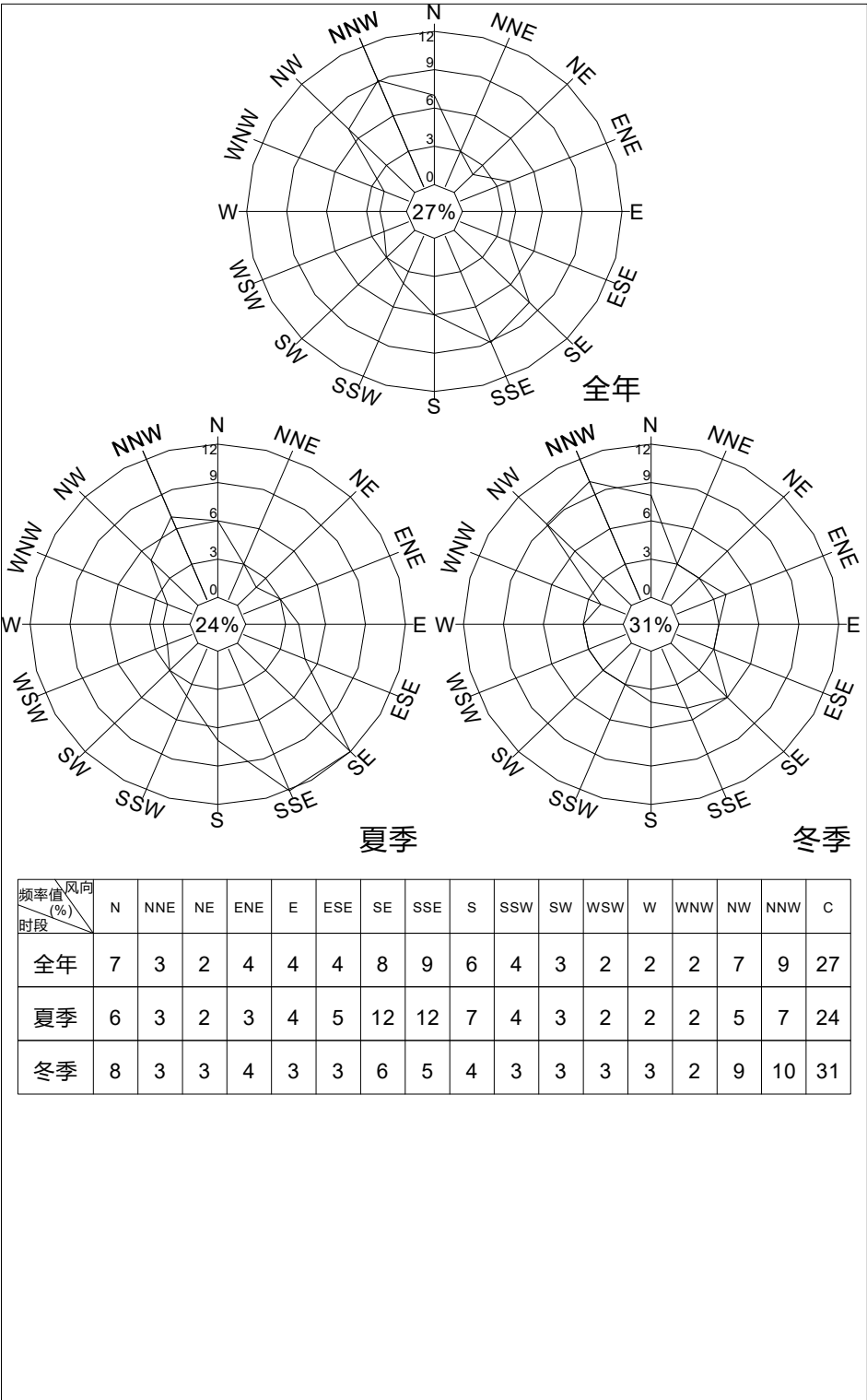


图2.3.1 宁县气象站全年、夏季、冬季风向玫瑰图

2.3.8 空冷气象条件

因为宁县气象站2004年迁站至北纬35°31′、东经107°55′，海拔高度为979.4m，2017年迁站至北纬35°32′、东经107°53′，海拔高度为1135.3m。两次迁站海拔高度差距有155.9m，海拔高度变化较大，因此，空冷气象数据采用2017～2023年逐时观测数据进行统计。由于厂址距宁县气象站19km，厂址和气象站之间地形和地貌有一定差别，必然导致气温、风速和风向有一定的变化，建议在建设场地进行空冷气象对比和低空逆温观测及分析，根据观测及分析结果，对气象站的统计参数进行修正。

按照《电力工程气象勘测技术规程》DT/T5158-2021中典型年的选取方法。典型年选取按如下过程：求出宁县气象站中最近7年的年平均气温，然后再求出最近5年内各年按小时气温统计的算术年平均值，将算术年平均值与最近7年的年平均气温最相近的一年作为典型年。在确定典型年时，若有多个年份气温与累年年平均气温相近时，应选择高于累年年平均气温的年份作为典型年。最终确定典型年为2021年。典型年逐时干球温度累积频率统计成果见表2.3-3，典型年逐时干球温度累积频率曲线图见图2.3.2。

表2.3-3		典型年（2021年）逐时干球温度累积频率统计表					
气温分级 （℃）	出现 时数	累积 时数	累积频率 （%）	气温分级 （℃）	出现 时数	累积 时数	累积频率 （%）
35.9～35.0	5	5	0.06	6.9～6.0	316	5842	66.69
34.9～34.0	3	8	0.09	5.9～5.0	296	6138	70.07
33.9～33.0	13	21	0.24	4.9～4.0	269	6407	73.14
32.9～32.0	28	49	0.56	3.9～3.0	237	6644	75.84
31.9～31.0	52	101	1.15	2.9～2.0	233	6877	78.5
30.9～30.0	49	150	1.71	1.9～1.0	194	7071	80.72
29.9～29.0	80	230	2.63	0.9～0.0	235	7306	83.4
28.9～28.0	94	324	3.7	-0.1～-1.0	191	7497	85.58
27.9～27.0	123	447	5.1	-1.1～-2.0	161	7658	87.42
26.9～26.0	147	594	6.78	-2.1～-3.0	132	7790	88.93
25.9～25.0	159	753	8.6	-3.1～-4.0	166	7956	90.82
24.9～24.0	185	938	10.71	-4.1～-5.0	161	8117	92.66
23.9～23.0	182	1120	12.79	-5.1～-6.0	139	8256	94.25
22.9～22.0	203	1323	15.1	-6.1～-7.0	136	8392	95.8

气温分级 (℃)	出现 时数	累积 时数	累积频率 (%)	气温分级 (℃)	出现 时数	累积 时数	累积频率 (%)
21.9~21.0	245	1568	17.9	-7.1~-8.0	101	8493	96.95
20.9~20.0	266	1834	20.94	-8.1~-9.0	84	8577	97.91
19.9~19.0	272	2106	24.04	-9.1~-10.0	52	8629	98.5
18.9~18.0	268	2374	27.1	-10.1~-11.0	27	8656	98.81
17.9~17.0	309	2683	30.63	-11.1~-12.0	31	8687	99.17
16.9~16.0	341	3024	34.52	-12.1~-13.0	19	8706	99.38
15.9~15.0	299	3323	37.93	-13.1~-14.0	17	8723	99.58
14.9~14.0	260	3583	40.9	-14.1~-15.0	8	8731	99.67
13.9~13.0	219	3802	43.4	-15.1~-16.0	9	8740	99.77
12.9~12.0	243	4045	46.18	-16.1~-17.0	3	8743	99.81
11.9~11.0	265	4310	49.2	-17.1~-18.0	6	8749	99.87
10.9~10.0	303	4613	52.66	-18.1~-19.0	8	8757	99.97
9.9~9.0	328	4941	56.4	-19.1~-20.0	1	8758	99.98
8.9~8.0	302	5243	59.85	-20.1~-21.0	2	8760	100
7.9~7.0	283	5526	63.08				

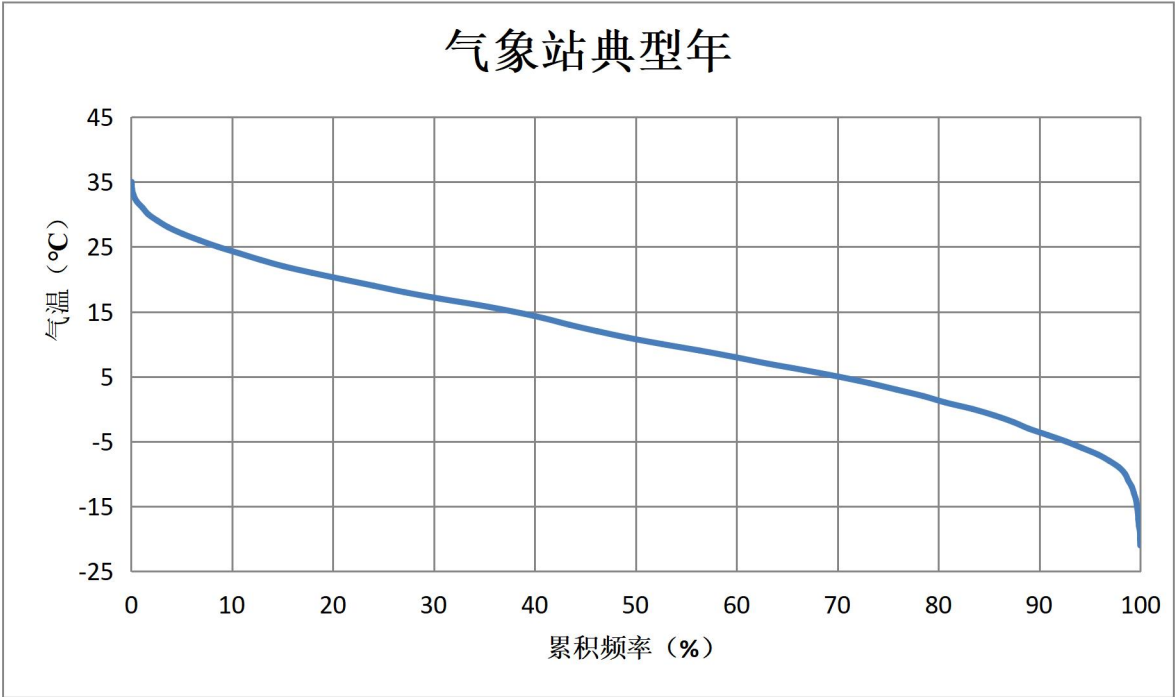


图2.3.2 宁县气象站典型年（2021年）湿球温度累积频率曲线

2.4 供水水源

目前尚未收到电厂提供的最终水资源的分析及水资源论证报告的批复意见。

根据《水资源论证报告》送审稿结论：

(1) 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，和盛镇污水处理厂中水经疏水管道输送至宁县县城污水处理厂新建调蓄池后，由调蓄池加压疏水至电厂。宁县县城污水处理厂、早胜镇污水处理厂、和盛镇污水处理厂年可供水量为188.71万m³，日可供水量为5170m³/d，水源可靠。

(2) 新庄煤矿矿井疏干水通过泵站从矿区废水处理站蓄水池提取，经管道加压输送至电厂，年可供水量为253.2万m³/a，水量水质满足电厂使用。

(3) 电厂生活取水水源为早胜镇供水站，早胜镇供水站地下水满足项目3.5万m³/a取水量，水源满足项目要求。

3 全厂水务管理和水量平衡

3.1 概述

电厂水务管理的目的，是按照各工艺系统对用水量及水质的要求，结合水源条件，设计合理的供水系统。根据电厂各排水点的水量、水质及环保要求，合理确定排水系统及污水处理方案，通过研究电厂供水，排水的水量平衡、水的重复使用及节约用水措施，求得合理利用水源，保护环境，确保电厂长期、安全、经济地运行。

3.2 主要节水措施

本工程位于甘肃庆阳县地区，该地区水资源比较贫乏，利用条件较差。因此，提高水的重复利用率、采用最新的水处理工艺，以降低电厂耗水量、节约水资源在该地区显得尤为重要。为了最大限度的节约用水，本工程采取了以下节水措施：

3.2.1 本工程主机及小机冷却水系统采用带自然通风冷却塔的间接空冷系统，大大降低新鲜水消耗量。

3.2.2 辅机冷却水采用干湿联合冷却系统，进一步降低全厂新鲜水消耗量。

3.2.3 采用正压气力除灰、干灰输送方案。干式除灰系统仅需要少量的加湿用水。

3.2.4 脱硫系统为湿法脱硫，在电除尘前加了低温省煤器，降低烟气温度，大大减少了脱硫系统耗水量。

3.2.5 将全厂排水资源化并重复利用。根据全厂排水条件，采用如下三种方式重复利

用：

(1) 循环使用：当排水水质未发生变化，仅水温有所升高时，直接回用至对水温要求不高的系统；当排水水质发生变化，但经简单处理或降温后即可回用时，可回用至原工艺流程。

(2) 梯（递）级使用：做到“废”尽其用。

(3) 全厂各类废水处理后综合利用。

3.2.6 分类收集全厂污废水

全厂各类污、废水采用分流制。为实现梯（递）级供水和重复利用目标，设立工业废水中水道，生活污水下水道等。从设计入手，将污废水根据其水质和处理难度分类，使污废水的收集、处理和回用落到实处。

(1) 锅炉补给水处理系统中排放的高悬浮物废水、洗手池的废水等经工业废水管网收集到工业废水调节池。

(2) 锅炉补给水处理系统中排放的高含盐废水收集到机组排水槽。

(3) 主厂房含油区域的地面冲洗排水、变压器油坑的雨水等区域含油废水经管网收集到事故油池。

(4) 输煤冲洗系统的含煤废水收集到煤水调节池。

(5) 脱硫系统的废水收集处理后回用。

(6) 生活污水经生活污水管网收集后，排入生活污水调节池。

3.2.7 污废水回收、处理和回用

(1) 生活污水采用生物处理工艺系统，处理后作为进入工业废水处理系统进行再次处理，与工业废水经过滤处理后一起回用。

(2) 锅炉补给水处理系统中排放的高悬浮物废水、主厂房地面冲洗水、锅炉房无压放水、汽机房无压放水、汽机房循环水坑排水、汽机房凝结水泵坑排水、洗手池排水等均排入工业废水管网，经过澄清、气浮、过滤工艺处理后，回用至脱硫系统工艺用水。

(3) 输煤系统冲洗水收集后，经电絮凝处理工艺处理后，作为输煤系统冲洗用水。

(4) 电厂化学处理系统的酸碱浓盐废水排水，主要包括锅炉补给水、凝结水精处理系统等产生的废水，中和处理后作为脱硫系统工艺用水。

(5) 脱硫废水收集处理后回用。

(6) 将厂区初期雨水收集，经工业废水处理系统处理后回用。

(7) 主厂房含油区域的地面冲洗排水、变压器油坑的雨水等区域含油废水经管网

收集、进行隔油处理后排入工业废水处理系统统一处理后回用。

3.2.8 加强水务管理

(1) 在各供水系统的出水干管及主要用水支管上安装水量计量装置，必要时设调节和控制流量的装置，并将厂区内主要计量数据送到一个地点，进行统计分析，以便有针对性的控制水量。

(2) 加强水务管理和节水的宣传力度，提高全厂人员的节水意识，制定切实可行的规章制度，将水务管理作为电厂运行考核的一项重要指标，使各项节水措施最终得以落实。

3.3 电厂各项用水水量、排水、耗水

本工程2×660MW机组的纯凝工况耗水量主要为锅炉的汽水损失、除灰及脱硫等耗水。

电厂夏季纯凝工况净水用水量274.5m³/h，其中生活用水量4 m³/h，耗水指标0.058m³/s.GW，年总用水量为179.33m³,其中年生活用水量3.504×10⁴m³。工业用水按运行6500小时，生活用水按8760小时计算。年平均工况用水量为242.5m³/h，其中生活用水量4 m³/h。

过渡期的水源：宁县县城污水处理厂、早胜镇污水处理厂、和盛镇污水处理厂的中水均为污水处理设备处理后的出水，新庄煤矿矿井疏干水为经过矿区废水处理站处理后的出水，水质均满足电厂用水要求。

电厂生活用水来自早胜镇自来水厂来水，水质满足《生活饮用水卫生标准》。

本工程2×660MW机组补给水量见表3-1，全厂水量平衡见60-F23341C-S01-02图。

表3-1 电厂 2×660MW机组纯凝工况补给水量表 (单位: m³/h)

序号	项 目	需水量	回用水量	耗水量	备 注
1	脱硫系统工业用水	40 (36)	40 (36)	0	
2	脱硫工艺用水	130	15	115	
3	脱硫废水处理系统	12	10	2	
4	脱硫废水去灰场喷洒	3	0	3	
5	锅炉补给水处理用水	246 (258)	186 (190)	60 (68)	
6	输煤系统地面冲洗用水	7.5	7	0.5	
7	斗轮机喷洒用水	1.5	0	1.5	
8	输煤系统除尘用水	3	0	3	
9	煤场喷洒洒水	2.5	0	2.5	

序号	项 目	需水量	回用水量	耗水量	备 注
10	运煤车辆冲洗装置用水	1.5	0	1.5	
11	煤水处理系统自用水量	7	6	1	
12	灰库双轴搅拌机用水	15	0	15	
13	渣库双轴搅拌机用水	10	0	10	
14	夏季辅机干湿联合冷却塔喷淋水	0 (24)	0	0 (24)	
15	空调加湿用水	0.5	0	0.5	
16	厂区绿化用水	3	0	3	
17	生活用水	4	3.5	0.5	
18	生活污水处理系统自用水量	3.5	3	0.5	
19	冲洗地面及汽车	5	4	1	
20	工业废水处理系统自用水量	47(48)	45(46)	2	
21	未预见水量	35	15	20	
22	净水耗水总用水量			242.5 (274.5)	

注：括号外为年平均工况用水量，括号内为夏季用水量。

3.4 全厂水量平衡结果及各项用水指标

经全厂废水回收利用及节水措施后，全厂用水统计见下表：

表3-3 2×660MW机组全厂耗水指标一览表

序号	名称	净水总用水量	自来水	生产用水
1	纯凝工况夏季10%气象条件时全厂耗水量(m ³ /h)	274.5	4	270.5
2	设计耗水指标 (m ³ /s.GW)	0.058	/	/
3	纯凝工况年净水总用水量(104m ³ /a)	179.33	3.504	175.83

注：1) 全厂百万千瓦耗水指标(夏季)按照机组额定出力计算。

2) 年净水总用水量按运行6500小时计，生活用水按8760h计。

从表3-3可以看出，本工程经过水量平衡设计后，其耗水指标大大低于国家现规定的对电厂的耗水指标，正常情况下电厂对外排水量为零，即为零排放。

国家现规定的耗水指标，见表3-4。

表3-4 国家现对空冷机组规定的耗水指标一览表 [m³/(s.GW)]

序号	项 目	空冷机组耗水 [m ³ /(s.GW)]
1	《发电厂节水设计规程》(DL/T5513-2016)	辅机干冷:0.04~0.08
2	《大中型火力发电厂设计规范》(GB50660-2011)	辅机干冷≤0.10
3	本工程2×660MW间接空冷机组容量折合百万千瓦耗水指标	0.058

4 主机冷却系统选择及布置

4.1 概述

本工程主机及小机排汽冷却采用带表面式凝汽器的间接空冷系统,该系统是指汽轮机及小机排汽以循环冷却水为中间介质,蒸汽与循环冷却水之间在表面式凝汽器中换热,被加热后的循环冷却水与空气在空冷塔的空冷散热器中换热、冷却,再回到表面式凝汽器吸收汽轮机及小机排热量。汽轮机及小机排汽被循环冷却水冷却凝结的凝结水,经凝结水泵送到凝结水精处理装置,再经凝结水升压泵送到汽轮机热力系统。表面式间接空冷系统简称为ISC系统。

系统流程为:汽轮机及小机排汽进入凝汽器由凝汽器管束内的循环冷却水进行表面式换热,凝汽器循环冷却水排水由循环水泵输送至空冷塔的空冷散热器内冷却,空冷塔的循环冷却水出水再回到汽机房凝汽器内作闭式循环。

间冷系统是火力发电厂较为重要的系统之一,其投资较大,直接关系到电厂的安全满发和经济运行,影响工程获得的效益。采用间冷系统时,应根据当地气象条件与汽轮机特性等因素进行优化计算,以确定最佳的空冷形式、循环水倍率、汽轮机设计背压和空冷散热面积。汽轮机凝汽器技术条件书标准及国家有关标准中亦规定,大型凝汽器压力设计值应经过优化设计选定。

4.2 优化推荐方案的间接空冷系统配置

通过对主机间接空冷系统的优化计算和循环水泵优化结论,推荐该系统配置如下:

4.2.1 凝汽器

本工程采用表凝式凝汽器,凝汽器的有效冷却面积40000m²,冷凝管管材为不锈钢,具体见机务专业有关说明。优化后设计背压:9kPa;夏季背压:27kPa

4.2.2 循环水泵配置

根据汽机厂提供的机组汽轮机资料,经过冷端优化,循环水冷却倍率按50倍设计,2×660MW空冷机组循环水量见表4-1。

表4-1 冷却水量表

机组容量（MW）	TMCR工况凝汽量+小机凝汽量（t/h）	循环水量（m3/h）
1×660	1×（1006.76+108.92）	1×55784
2×660	2×（1006.76+108.92）	2×55784

循环水管道的沿程水头损失采用海澄-威廉公式(Hazen-Williams formula)进行计算，循环水系统水力计算结果汇总，见表4-2。

表4-2 循环水系统水力计算结果表

编号	项 目	一机三泵	一机两泵(高速)	一机两泵(低速)
1	主厂房室内管道阀门水头损失（m）	1.5	0.84	0.55
2	厂区循环水管水头损失（m）	1.99	1.12	0.77
3	循环水泵进出水管水头损失（m）	1.42	1.61	1.13
4	凝汽器水阻（m）	8.38	4.71	3.01
5	塔内散热器及管道水头损失（m）	10.7	6.02	6.88（考虑关停3个扇段）
6	合计（m）	23.99	14.30	12.34

根据循环水系统水力计算结果，循环水泵技术主要参数为：

一机三泵并联运行时，单泵工况点：Q=5.17m³/s，H=24.0m，P=1700kW；

一机两泵并联高速运行时，单泵工况点：Q=5.82m³/s，H=14.50m,P=1150kW。此时两台机凝汽器的冷却水量约为总循环水量的75%。

一机两泵并联低速运行时，单泵工况点：Q=4.65m³/s，H=12.50m, P=1000kW。此时两台机凝汽器的冷却水量约为两台机总循环水量的60%。

施工图阶段，应根据间冷系统招标结果及全塔水阻最终核算循环水泵的设计扬程。

每台机组设置三台卧式离心循环水泵，其中两台配置双速电机，一台定速电机。循环水泵布置在间冷塔附近循环水泵房内，电机冷却采用空水冷却方式。

每台循环水泵进口设一个检修用电动蝶阀，正常处于常开状态，当循泵停机检修或系统检修维护时关闭该阀。且每台循环水泵出口设二阶段关闭液控止回蝶阀。电动蝶阀及液控蝶阀的口径DN1800mm，正常设计流速为2.10m/s，设计压力为1.0Mpa。

循泵房内还设置有两台排水泵和一台电动双梁桥式起重机，排水泵参数为Q=10m3/h, H=15m ,P=1.5kW；起重机起吊重量为32/10t ， Lk=10.5m。

4.2.3 空冷塔

根据循环水系统优化设计，间冷系统设计气温：13℃，设计背压：9kPa；夏季设计气温：30℃，夏季设计背压：27kpa。

二台机组配一座钢制的自然通风冷却塔，散热器垂直布置在间冷塔周围，布置在主厂房A排前。

单台机间冷系统配置为：

冷散热器翅片管总面积：311.26万m²

冷却三角数：220个

空冷塔底部散热器外侧直径：181.2米

空冷塔底部零米X柱中心直径：171.2米

空冷塔高：223米

空冷塔出口直径：115米

喉部直径：110米

空冷塔进风口高度：40.5米

空冷塔布置图详见60-F23341C-S01-05、06图。

本工程空冷系统散热器采用6排带孔翅片板全铝制热交换器，该热交换器具有优良的热传导、可清洗及高机械强度等特性。热交换器管束成对布置组成冷却三角，并由碳钢短支腿支撑布置在自然通风冷却塔外围一周。冷却三角被划分为16个冷却扇段。冷却三角外还安装有电动驱动的百叶窗。

热交换器的表面组装完全为常温加工（不采用任何焊接或软钎焊），因此这种洁净处理技术不会导致锈蚀破坏。设备的整个表面都暴露在空气中，由于采用的是全铝材质，因此很好的防止了设备的锈蚀。

4.2.4 间冷塔内其它附属设备

a. 充水和排水系统

储排水箱布置在冷却塔内，地下布置，由碳钢焊接而成。充排水系统主要是在系统启动前向散热器及其管道充水，在系统停运、检修时将系统的水放至储水箱。散热器充排水系统主要由储水箱、输水泵、充排水管路及其阀门等组成。

a) 储水箱

储水箱地下布置，每台机组空冷塔设4座储水箱，水箱采用加固的钢结构，水箱之间用DN1000的钢管连通，水箱设人孔、排气等附属设施。储水箱主要技术参数如下：

储水箱的数量：8组（一座空冷塔）

单组储水箱的容积：~550m³

b) 输水泵

每台机组空冷塔设两台输水泵。输水泵采用潜水泵，布置在储水箱的泵坑内。输水泵主要技术参数如下：

数量：2台（一座空冷塔）

每台水泵流量：500m³/h

每台水泵扬程：55m

每台水泵所配电动机主要参数如下：

功率：132kW

电压：380V

b 补水系统

水压稳定系统主要为了保证系统的水压稳定。系统主要由膨胀水箱、补水泵、补水管路及其阀门等组成。

a) 膨胀水箱

膨胀水箱高位布置，布置在空冷塔内38m（相对于空冷塔的零米）高的膨胀水箱平台上。1座塔设4座膨胀水箱，水箱采用加固的钢结构，水箱设人孔、排气等附属设施。膨胀水箱主要技术参数如下：

膨胀水箱的数量：4座

每座膨胀水箱的容积：150m³

b) 补水泵

空冷塔设四台补水泵。输水泵采用潜水泵，布置在储水箱的泵坑内。水泵主要技术参数如下：

数量：4台

每台水泵流量120m³/h

每台水泵扬程：55m

每台水泵所配电动机主要参数如下：

功率:40kW

电压：380V

c. 排气系统

每个冷却扇段都有其独立的排气系统，一个冷却扇段设一个排气立管，该冷却扇段管束的排气管均与其公共排气立管连接。冷却扇段的排气立管都直接通向大气，并具有一定的高度，以防止在正常的和稳定的运行条件下冷却水溢流。

d. 散热器清洗系统

间冷塔应配置一套高压水清洗系统，每套清洗系统至少包括2台容量100%清洗泵及电动机、3套带喷嘴和管道的喷嘴机架等（满足2套喷嘴机架同时冲洗）。水泵材质采用304不锈钢材质，清洗系统内的管道、阀门、喷嘴及附件采用304不锈钢材质。清洗方式采用由内向外自动冲洗。

间接空冷系统冲洗也可采用高压水枪进行冲洗。

冲洗次数根据当地的环境污染情况确定，根据类似环境电厂的运行经验，一般每年进行一次或两次清洗。

清洗水泵主要技术参数如下：

数量：2台（一座空冷塔）

每台水泵流量10m³/h

每台水泵扬程：800m

每台水泵所配电动机主要参数如下：

功率:37kW

电压：380V

e. 塔内主要阀门

间冷塔内紧急泄水阀采用重锤式液控蝶阀。扇区入口/出口阀门、旁路阀门、排水阀门、充水阀门、膨胀水箱和地下贮水箱进水阀等采用电动双偏心软密封蝶阀。

4.2.5 厂区循环水管布置

循环水供水系统采用扩大单元制。每台机组分别设置一根循环水进、出水母管，直径为DN3000mm，管内流速2.18m/s。表面式凝汽器的出水管从汽机房A排外接出后，经间冷循环水泵提升后送至间接空冷塔内，经空冷塔冷却后的循环水，再进入汽机房内的表面式凝汽器，冷却主机排汽。室外循环水采用焊接钢管、埋地敷设。

4.3 冬季防冻

间接空冷系统采用温度较低的循环冷却水作为中间介质完成汽轮机排汽与空气的

热交换,采用自然通风冷却塔的冷却方式,以垂直环形布置在自然冷却塔底部的进风口,空冷散热器暴露在大气环境中。当热负荷确定的条件下,其冷却能力直接取决于环境空气干球温度。在冬季低温状态下,由于水-空气换热器(冷却三角)的储热能力相对较小,相对换热面积较大,如果热量输入不足以保持冷却三角的温度,将使翅片管管束内部被冰块堵塞,使散热器翅片管变形或冻裂,造成永久性损害。

4.3.1 主要防冻措施

本工程从间接空冷系统配置、运行等方面进行冬季防冻设计研究,结合已实施项目的反馈信息,研究、分析、归纳、总结,提出空冷系统冬季防冻的措施和建议如下:

a. 百叶窗调节

为了避免在冬季出现冻结,可通过控制百叶窗开启度调节进风量,即根据气温或冷却水温度调节百叶窗开度。当环境气温或冷却水温降低到某一定值时,自动控制百叶窗开度,减少进入冷却塔的空气流通量,提高循环冷却水的出口温度。此气温定值以保证汽轮机运行的经济性,控制凝结水过冷度值为前提,可以由冬季运行实际情况调整确定,一般控制在环境温度5℃时,当有冬季运行经验后,在确保不发生冻害前提下,为提高机组运行经济性,循环水出水温度约为20~25℃。

根据国内某运行电厂实测资料,百叶窗从全开到全关出塔水温上升24℃以上,说明采用百叶窗调节的防冻措施是非常有效的。

TMCR工况下的仅通过百叶窗调节的初步运行控制估算见表4-3。

表4-3 百叶窗调节的初步运行控制估算表

序号	环境气温℃	百叶窗开度	估算风量减少	控制出塔水温℃
1	0	60%-65%	32%	25
2	-5	50%-55%	46%	25
3	-10	40%-30%	55%	25
4	-15	≤25%, 计算误差大	57%	25

当百叶窗开度小于25%时,百叶窗风量计算和实际风量控制误差较大,这时如果水温继续下降,则按百叶窗全关,冷却扇段退出运行。出塔水温按大于25℃控制时,不同负荷可通过百叶窗调节的气温范围见表4-4。

表4-4 不同负荷下通过调节百叶窗开度适用的气温范围

序号	环境气温℃	100%负荷	75%负荷	50%负荷
1	0	60%-65%开度	40%-30%开度或关闭扇段	关闭部分扇段
2	-5	50%-55%开度	关闭部分扇段	关闭部分扇段
3	-10	40%-30%开度或关闭扇段	关闭部分扇段	关闭部分扇段
4	-15	关闭部分扇段	关闭部分扇段	关闭部分扇段

从上表可知，TMCR工况下，当环境气温下降到约-15℃以下时，关闭百叶窗无法满足防冻要求，需要考虑关停扇段运行；在75%TMCR工况下，当环境气温下降到约-5℃以下时运行就需要考虑关停扇段；在50%TMCR工况下，当环境气温下降到约0℃以下需要考虑关停扇段。

b. 关停部分扇段

在特别寒冷季节，当仅通过关闭百叶窗无法保证冷却塔的出水温度时可切断部分冷却单元，减少散热器的冷却面积。因此，在工程设计中，将布置在冷却塔底部四周的空冷散热器划分为10段，以提高系统运行调节灵活性。根据环境气温情况，采用水侧阀门，隔离若干段散热器，并将该散热器内

的循环水放空，使其撤出运行，实现防冻目的。出塔水温按大于25℃控制时，不同负荷下通过关停不分扇段的初步估算见表4-5。

序号	环境气温℃	100%负荷	75%负荷	50%负荷
1	0	百叶窗调节 开度60%-65%	40%-30%开度	关闭1个扇段
2	-5	百叶窗调节 开度50%-55%	关闭1个扇段	关闭2个扇段
3	-10	百叶窗40%-30%开度 或关闭1个扇段	关闭1-2个扇段	关闭2个扇段
4	-15	关闭2个扇段	关闭2-3个扇段	关闭3个扇段
5	-20	关闭3个扇段	关闭3-4个扇段	关闭4个扇段
6	-25	关闭4个扇段	关闭4-5个扇段	关闭5个扇段
7	-30	关闭5个扇段	关闭5-6个扇段	不推荐运行

在冬季可优先关闭、放空换热量较大的冬季主导风向的迎风侧和背风侧的扇区，运行换热量较小的冬季主导风向的侧风向的扇区。

机组运行有可能在一天之内反复在高负荷和调峰之间变化，但应避免对扇区频繁充水投运和隔离放空操作。建议根据一定周期内的气温日变化规律和调峰规律，预先设定投入扇区的数量，主要靠调节循环水流量、百叶窗开度适应气温和负荷的变化；当气温持续降低或升高，必须调整扇区运行数量时，不论是放空还是充水，都在负荷较高、气温较高的时段操作。

建议疏水阀门及进出水母管联络阀门等，采用高质量、快速启闭阀门。

c. 采用防冻自动控制

随着控制水平的提高，对空冷系统的防冻保护控制是一种非常有效的手段。如对冷却水温的控制，由于冷却程度不同可能有很大差异，当某一个冷却三角扇段的水温降到某一设定值时，关闭百叶窗，直至冷却水温度回升。

可参考如下的防冻保护顺序控制：

a) 百叶窗控制

冷却三角的第三个面（进风侧）装配有百叶窗。

百叶窗的运行分非冬季运行模式（环境温度 $>5^{\circ}\text{C}$ ）和冬季运行模式（环境温度 $<2^{\circ}\text{C}$ ）：利用环境大气温度变送器（3取2逻辑），环境温度 $>5^{\circ}\text{C}$ 时，为非冬季运行模式，百叶窗全部打开；环境温度 $<2^{\circ}\text{C}$ 时，为冬季运行模式，间冷塔进入防冻运行状态模式。

b) 冷却扇区排水保护

间冷塔的冬季防冻分为单个扇区防冻和整塔防冻两部分，当环境温度小于 2°C ，间冷塔进入防冻状态模式。

（1）单个扇区防冻：

环境温度 $<2^{\circ}\text{C}$ 时：

- * 当某扇区回水温度 $<25^{\circ}\text{C}$ 时，发出该扇区“冬季防冻报警”信号；
- * 当某扇区回水温度 $<20^{\circ}\text{C}$ 时，自动逐步关闭该扇区百叶窗。当回水温度回升至 28°C 时，该扇区百叶窗再次逐步打开，返回系统正常控制状态；
- * 当某扇区回水温度 $<15^{\circ}\text{C}$ 且维持了15分钟后，该扇区自动排水，如果该扇区要返回系统正常控制再次充水只能手动完成；

（2）整塔防冻：

环境温度 $<2^{\circ}\text{C}$ 时，当间冷塔冷却水温度 $<12^{\circ}\text{C}$ 且维持15分钟后，进入整塔紧急疏水状态。打开冷却水母管上的两个冷却塔旁路阀，是决定某扇区疏水还是各扇区均疏水应由控制人员立即决定并谨慎处理。

以上控制关键温度值在系统运行前两年可取比理论计算值高约 5°C ，待积累一定的运行经验后再逐步下调。

d. 监控测点

每个冷却三角扇区出水管设3个温度变送器（3取2逻辑）；每个扇区设12个壁温测点，冬季迎着主导风向的扇段在环境风较大时易发生冻害，增设温度监控测点和流量监控测点。

e. 其他

* 每台机组设4个旁路阀，冬季启动时，带热负荷后先通过旁路运行，待水温上升到 45°C 以上时再逐个开启冷却扇段。

* 循环水热水和冷水母管上设紧急泄水阀，冬季停机时或循环水泵全部事故时，紧急放空散热器。

* 冷却扇段进出水管及排气管设防冻微循环阀门，冬季冷却扇段退出后，可打开防冻微循环阀门。

* 膨胀水箱水温低于 12°C 时，按防冻保护程序掺混热水。

* 暴露在外易冻部位采取电伴热方式进行防冻。

4.5.2 防冻维护管理

根据调研情况，解决防冻问题重在运行维护和管理。

* 在冬季到来前，对系统状态进行认真检查。如百叶窗、阀门是否有卡涩现象，检查百叶窗是否同步开启、关闭；阀门、管道等接头是否有渗漏；防冻控制系统是否正常等。如有不正常现象，应及时检修或退出服务；

* 关注天气预报和发电负荷的变化，预先设定投入扇区的数量，在负荷较高、气温较高的时段有计划地进行扇区放空或充水。

* 冬季运行期间定时人工逐一检查散热器是否冷热均匀。严格保持循环水系统的循环，不能发生断流事故，经常检查进水、回水有否水流。如果循环水泵事故停运，需要立即放空循环水系统内的水，以防止水侧停滞而结冰；需保证散热器快速排水。

加强管理对间接空冷系统冬季防冻至关重要，根据采用间接空冷系统的电厂在冬季运行经验，强化管理，责任到人，采取入冬前查漏补缺、运行期间加强对温度、水流的监测等措施后，未发生散热器冻结而影响机组的正常运行。

4.4 夏季度夏

影响空冷系统的汽机背压因素是多方面的，其中环境干球温度为影响间空冷系统的汽机背压的主要因素之一，尤其在夏季环境干球温度较高时，往往造成机组不能满发。

夏季汽轮机机组满发主要有两个条件：一是要求汽轮机低压缸的满发背压要高，二是确定合理的空冷系统度夏设计参数，如散热面积、设计干球温度和迎风面风速等，并进行空冷系统的散热能力的核算。

国内、外各汽轮机制造厂对适合配置空冷汽轮机的研究已进行多年，从仅对湿冷机组的末级叶片的改造到研究出适合空冷系统特点的专用的空冷末级叶片，从末级叶片的最佳叶高论证，汽动成型，强度、振动结构及材料选用等方面进行了大量研究。应该说，能够在高背压运行的汽轮机已基本趋于成熟，汽轮机低压缸排汽参数高，且变化幅度大，采用这样的汽轮机基本满足了机组夏季满发的问题。

但空冷汽轮机背压的提高是有限度的，机组背压提高后，热效率就要降低，增加煤耗、增加运行费用、增加锅炉、汽轮机等设备投资。为使空冷系统的投资不致增加太多，希望汽轮机在安全运行的前提下，能够尽量提高汽轮机的最高满发背压，使它能够在高背压小容积流量工况下安全运行，同时能够适应背压范围变化大的条件，满足各种工况条件下的安全可靠性和经济性。本工程在优化的基础上，应业主要求，加大了系统的配置，夏季计算背压远远低于TRL工况背压。

空冷机组由于背压高、变化幅度大而频繁，背压异常引起的后果更为严重，为此，有必要采用背压特殊保护，在夏季机组运行背压提高到一定值时，采取降低负荷运行方式，控制运行背压，以保证空冷系统安全渡夏。

5 辅机冷却水系统

5.1 概述

辅机冷却水系统采用干湿联合冷却系统，即两级冷却、末级喷水的联合冷却系统。干式空冷散热器与蒸发冷却器串联运行，在环境气温低于蒸发冷却器临界喷水温度20℃时，纯空冷运行；当气温高于临界喷水温度时，逐步开启若干台蒸发空冷器的喷淋水泵，满足在环境气温较高的条件下对被冷却介质降温要求。

干湿联合辅机冷却水系统采用单元制供水，每台机组分别设一组干湿联合冷却塔、一条辅机供水母管和回水母管、两台辅机冷却水泵、一座高位水箱。

5.2 设计参数

冷却水量：2×3000 m³/h

全干冷运行工况：

设计工况干球温度：13℃

大气压力：879.7hPa

相对湿度：68%

设计环境风速：4m/s（冷却塔零米以上10m高处环境风速）

进口温度：37℃；

出口温度：≤30℃

起喷温度工况：

起喷工况干球温度：25℃

大气压力：873.5hPa

相对湿度：66%

设计环境风速：4m/s（冷却塔零米以上10m高处环境风速）

进口温度：43℃；

出口温度：≤37℃

干湿联合冷却运行工况：

夏季工况干球温度：31℃

大气压力：876.9hPa

相对湿度：77%

设计环境风速：4m/s（冷却塔零米以上10m高处环境风速）

进口温度：43℃；

出口温度：≤37℃

5.3 干湿联合冷却塔的配置和布置

辅机干湿联合冷却塔结构采用混凝土框架结构，冷却塔壳体为彩钢板围护。

每台机组配置一套辅机冷却系统，每台机组配置5段冷却塔，其中3段为干冷冷却塔，2段为湿式蒸发冷却塔，每台机组的干冷冷却塔和湿式蒸发冷却塔串联布置，均采用机

械通风。每段干冷塔配置2个冷却三角，每段湿式蒸发冷却塔配置2个湿冷板束换热器，每段干冷塔及湿式蒸发冷却塔均配置1台风机。

干式部分采用带翅片的散热器，基管为不锈钢304，翅片为铝翅片；湿式部分采用板式蒸发冷却器，冷却板管为不锈钢304，无翅片。

干湿联合冷却塔的配置见下表：

表5.3-1 干湿联合冷却塔的配置（2×660MW机组）

全干冷段组数（组数）	6
全干冷段总散热面积（万m ² ）	2×8.5
全干冷段散热器材质	基管为304，翅片为铝制
全干冷段散热器布置方式	冷却三角水平布置
全干冷段风机直径（mm）	7000mm
全干冷段风机参数（风量、风压及电机功率）	单机功率：110kW
蒸发冷却器组数（组数）	4
蒸发冷却器总散热面积（万m ² ）	2×0.6
蒸发冷却器材质	不锈钢304
蒸发冷却器布置方式	水平布置
蒸发冷却器风机台数	4
蒸发冷却段风机直径（mm）	7000mm
变频风机参数（风量、风压及电机功率）	功率90kW
喷淋水泵台数（两台机组）	6台（4用2备）
喷淋水泵参数（流量、扬程及电机功率）	单台流量：400t/h;扬程:18m,电机功率:30kW
清洗水泵台数	2
清洗水泵参数（流量、扬程及电机功率）	流量：10t/h;扬程:800m,电机功率:37kW

干湿联合塔的喷淋水系统还应根据喷淋水水质人工投加杀菌剂。

5.4 主厂房内闭式冷却水系统配置

主厂房内每台机组设2台100%容量的闭式冷却水泵（1台运行，1台备用），在主厂房内设置有一只膨胀水箱。在详细设计参数详见机务专业相关设计。

5.5 辅机冷却水管道

辅机冷却水系统设2根DN800辅机冷却水进水管，2根DN800辅机冷却水回水管，管材为焊接钢管。

5.6 度夏和防冻

系统设计中除干冷塔和蒸发冷却塔均考虑适当的余度外，风机转速按110%配置，即风机转速留有10%的富余量；当气温高于临界喷水温度时，可根据环境温度及系统出水温度逐台开启蒸发冷却塔的喷淋水泵，确保系统安全运行。另外可在夏季到来之前对干冷段散热器进行冲洗，去除散热器内的杂质，恢复其散热能力。

在冬季运行时，干冷塔和干湿联合空冷塔均可以考虑以下的防冻措施：

- (1)部分段数冷却塔运行；
- (2)采用变速风机，风机低速运行，或停止运行；
- (3)用空冷散热器外侧的百叶窗来调节或隔绝进入散热器的冷空气流量；
- (4)冬季机组启动，或辅机水量较小时，辅机进塔热水可旁路运行；
- (5)在系统控制上按照冬季运行模式和冬季防冻模式运行；

(6)在以上调节措施调节后，干冷塔出水水温若低于冬季防冻设定值，系统自动打开泄水阀泄水，以防止散热器冻裂。

6 补给水系统

6.1 厂外补给水系统

厂外补给水系统设计由外单位设计，投资计列在本工程。

6.2 厂内补给水水管

在生产、生活补水管上设有流量计，在生产补水管上设置在线浊度仪。流量计、浊度仪的数据可在DCS控制系统上显示。来水水质满足工业水水质标准，直接补至工业、生水及消防水池内。

生活补水进入厂区后直接补至生活水池，水池仅进行加氯消毒处理。

7 厂区给水系统

本工程各给水系统管网按2×660MW机组设计。设独立的生活给水系统、工业给水系统、生水给水系统、淡水回用水、高含盐水回用、工业冷却水排水回用、和输煤冲洗给水系统。

7.1 综合蓄水池

当生产水源为再生水时，由于来水中氯离子含量过高，需要化水专业进行处理，即从一级反渗透设备出水接出一路至工业消防蓄水池中，与再生水原水进行掺混后，作为

厂区工业消防水的水源。当生产水源为矿井疏干水时，则来水直接进入工业消防蓄水池，无需化水专业处理处理后掺混。

厂内设置8座容量2000m³的工业、消防蓄水池（含1000m³的生水蓄水池）及1座50m³的生活水蓄水池。蓄水池采用半地下布置，钢筋混凝土结构。工业、消防蓄水池地上部分2.0m地下部分3.0m，生活蓄水池地上部分1.5m，地下2.5m。

7.2 综合水泵房及提升泵

综合水泵房建筑尺寸为32.5m×9m，配电室尺寸为15m×9m。综合水泵房内安装有三台工业水泵、三台生水泵、一套生活水恒压供水设备及两台排水泵，两台50%容量的低压电动消防泵、一台100%容量的柴油机消防泵、一套消防稳压装置。

工业、生活给水系统及水泵主要参数如下：

（1）工业给水系统

工业给水分别供给暖通蒸发冷却机组用水、地面冲洗用水、厂区绿化、冲洗汽车用水、脱硫系统工业用水、空调系统加湿用水、空预器冲洗用水等用水点。工业给水管网为枝状布置，主干管管径为DN350，采用焊接钢管，直埋敷设。

工业水泵参数如下：

型式：立式离心泵

流量：150~300m³/h

扬程：65m

电机功率：90kW

电压：380V

台数：3台（两运一备，变频）

（2）生水给水系统

生水给水为经生水泵升压后供锅炉处理水系统补给水。生水给水系统主干管管径为DN300，采用焊接钢管，直埋敷设。

生水泵参数如下：

型式：立式离心泵

流量：140m³/h

扬程：45m

电机功率：25kW

电压：380 V

台数：3台（二运一备）

（3）生活给水系统

由厂外接来的的生活水，首先进入50m³的生活水池。再由综合水泵房内的生活水泵组提升后供给主厂房、附属辅助和厂前区建筑物等的生活用水。

厂区生活水系统采用独立的管网，生活水管按环状管网设计，主干管管径为DN150。

厂区生活用水：供水标准为35升 / 人.班，电厂人员定额为247人，在设备配置设计时，除电厂职工人数外，还考虑了一些流动、临时人员、检修工的人数，避免出现电厂大小修时生活用水量偏紧的情况。

序号	项目	用水对象		用水量	最高日用水量(m3/日)	时变化	最大时用水量 m3/h	备注
		每日人	最大班人	标准升/人·班		系数K		
1	工作人员生活用水	247	198	35	6.93	2.5	2.17	3班，排入生活污水下水道
2	工作人员淋浴用水	247	229.7	60	13.78		13.78	延续时间1小时
3	未预见水量				5.178		3.99	排入生活污水下水道
4	合计				25.89		19.94	

经计算，2×660MW机组厂区生活日平均用水量25.89m³/d，最大时用水量19.94 m³/h。

水泵采用变频恒压调速装置控制，根据实际生活用水量调节生活水泵出力，可满足电厂的生活用水量变化。在综合水泵间内设置1套生活水恒压供水设备，配三台水泵及一个V=0.15m3的稳压罐。

参数如下：

型式：立式离心泵

整套设备流量：Q=0～50m³/h，H=65m，P=3×22kW，U=380V。

（4）排水泵参数如下：

流量：36m³/h

扬程：15m

电机功率：5kW

电压：380V

台数：2台（一运一备）

(5)电动桥式起重机参数如下：

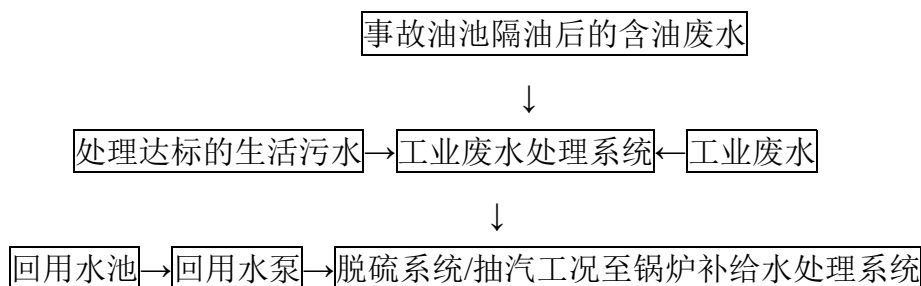
G=3t, Lk=6m, H=12m

7.3 回用水系统

7.3.1 淡水回用水系统

淡水回用水系统主要指经工业废水及生活污水处理系统处理后的回用水，作为脱硫工艺系统的补水。

淡水回用水系统工艺流程如下：



回用水池及回用水泵设置在工业废水处理间内，回用水泵参数如下：

工业废水回用水泵

型式：自吸泵

流量：50m³/h

扬程：30m

电动机：

功率：7.5kW

电压：380V

台数：3台（两运一备）

7.3.2 煤水处理系统回用水系统

煤水处理系统的回用水泵主要供给输煤栈桥冲洗用水。煤水处理系统的回收水泵主要参数如下：

型式：自吸泵

流量： 75m³/h

扬程： 85m

电动机：

功率： 30kW

电压： 380V

台数： 3台（两运一备、变频水泵）

7.3.3 高含盐废水回用水系统

锅炉补给水处理系统及机组排水槽排放的高含盐量废水，经升压后直接作为脱硫工艺系统补充水，作为干灰加湿系统补水及干渣加湿用水。

高含盐废水回用水系统主干管管径为DN200，采用钢骨架塑料复合管，直埋敷设。

7.3.4 工业冷却水排水回用

脱硫设备冷却用水仅温度升高,回用于脱硫系统工艺用水。

8 厂区排水系统及事故备用系统

8.1 厂区排水系统

各排水系统管网的排水能力按2×660MW机组设计。本工程厂区排水管道采用分流制，设独立的工业废水、含油废水、生活污水管网及雨水排水管道，均采用自流排水。

8.1.1 工业废水排水管网主要收集锅炉补给水处理系统的高悬浮物排水、厂房及各车间地面冲洗排水等区域的工业废水，通过重力排水管道汇集至综合废水处理间的废水调节池，经水泵提升后输送至工业废水处理系统进行处理。

8.1.2 含油废水排水管网主要收集主厂房油箱、变压器的事事故放空及该区域的含油雨水，经事故油池隔油后，排至厂区工业废水排水管道，与工业废水一起处理后回用。

8.1.3 生活污水排水管网主要收集主厂房、生产办公楼等辅助、附属建筑物的卫生间排水。通过重力流汇集至生活污水处理站内的调节池，经提升后输送至生活污水处理系统进行处理。

8.1.4 主厂房、锅炉房主要建筑物内部设有雨水立管，经有组织收集后排至厂区雨水管网。主厂房区域及厂前区主要道路路面均设有雨水口，经管道收集后排入雨水管道，重力排入园区雨水管网。厂区设置煤场初期雨水收集池，收集厂区15-30分钟雨水量，经泵提升至工业废水处理系统，处理后回用。多余的雨水汇入厂区雨水下水道，重力排

入园区雨水管网。厂区雨水按照3年重现期设计，降雨历时为15分钟时，降雨量约为3686l/s，厂区雨水总管管径为DN1500，按照环评报告要求，初期雨水调节池容量为3200Nm³。

8.1.5 输煤系统冲洗排水经升压后输送到煤水处理间内的调节池，经处理后回用。

8.2 事故备用系统

本工程设置一座酸洗废水池，总容积约为6000m³，可兼作事故水池。

8.2.1 当工业废水池清淤、工业废水处理设备停运，或工业废水量超过工业废水处理设备能力时（短时间），工业废水池水位升至高报警水位时，通过工业废水提升泵排至事故水池（酸洗废水池）。事故水池内设有提升泵，可待工业废水处理系统恢复正常后通过水泵将事故水池内的水提升至工业废水处理系统进行处理回用，正常情况下，无废水外排情况。

8.2.2 当生活污水池清淤、生活污水处理设备停运、或生活污水量超过生活污水处理设备能力时（短时间），生活污水池水位升至高报警水位时，通过生活污水提升泵排至事故水池。事故水池内设有提升泵，可待生活污水处理系统恢复正常后通过水泵，将事故水池内的水提升至生活污水处理系统进行处理回用，正常情况下，无废水外排情况。

9 污废水处理系统

污废水处理系统包括工业废水处理系统、生活污水处理系统、煤水处理系统。污废水处理系统按照2×660MW机组容量设计。

9.1 生活污水处理

9.1.1 处理容量

本工程生活污水处理系统主要处理电厂内工作人员的生活污水。本期设置2套生活污水处理设备，每套设计处理能力为5m³/h。

9.1.2 主要工艺流程

厂区生活污水经生活污水管网收集后进入生活污水调节池，由生活污水提升泵提升后输送至生活污水处理系统进行处理，处理后的清水排至工业废水处理系统，与工业废水回用水经清水回用水泵提升输送至用水点回用。

生活污水处理系统流程为：厂区的生活污水通过格栅，经拦截较大的悬浮物后进入生活污水调节池，经生活污水泵提升送到生活污水处理设备，经生物接触氧化及沉淀、消毒处理，处理后的水升压送至工业废水清水回用水池。生活污水处理工艺系统图详见

60-F23341C-S01-21图。

9.1.3 进出水水质

设备进水水质：BOD₅ 100~500mg/L、COD_{Cr} 200~1000mg/L、SS 100~500mg/L、氨氮20~60mg/L、总磷2~15mg/L、含油不大于500mg/L、pH为6-9。

设备出水要求达到《污水再生利用工程设计规范》中城市杂用水水质控制指标，主要指标为：BOD₅ 不大于10mg/L、COD_{Cr}不大于50mg/L、SS不大于 10mg/L、氨氮不大于10mg/L、总磷不大于1mg/L、含油不大于1mg/L、游离余氯末端0.05mg/L、 pH为6~9。

9.1.4 配置和布置

生活污水提升泵置在工业废水处理间内，生活污水调节池布置在工业废水处理间下部，生活污水处理设备为地理式布置。主要由初沉池、接触氧化池、二沉池、过滤池、清水池、污泥池、风机、污泥提升泵、清水提升泵、曝气系统及电气控制系统等部分组成。生活污水提升泵参数：Q=5m³/h, H=20m, P=2.2kW, U=380V。

9.2 含油污水处理

电厂含油污水主要来自主厂房含油区域的地面冲洗水以及变压器区的含油雨水，以上各区域的含油污水分别进行就地收集，就地进行简单的油水分离处理，设事故油池。本工程两台机组设一座事故油池，事故油池的有效容积约150m³，将处理后的含油废水排入工业废水下水道系统，再与其它工业废水一同处理。

9.3 工业废水处理

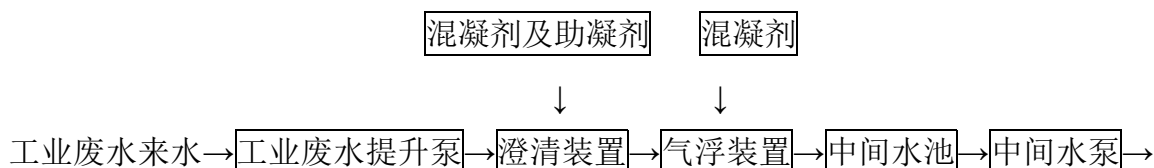
9.3.1 处理容量

根据水量平衡并结合电厂运行期间非正常工业废水排水特点，本期工程设2套工业废水处理设备，每套设计处理能力为50m³/h。

9.3.2 主要工艺流程

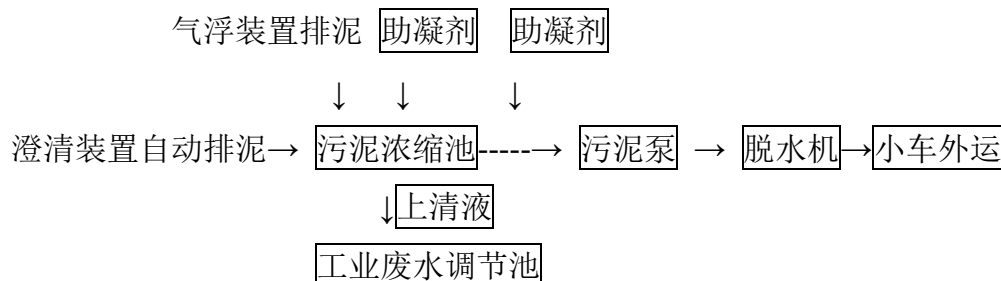
厂区工业废水经工业废水管网收集后进入工业废水调节池，由工业废水提升泵提升后输送至工业废水处理装置进行处理，处理后的清水重力自流至清水调节池，再由清水回用水泵提升输送至用水点回用。

1) 工业废水处理系统主要工艺流程图：



无阀过滤装置→清水回用水池→清水回用水泵→至用水点回用

2) 泥水系统处理工艺流程如下:



工业废水处理系统图, 详见60-F23341C-S01-15 图。

9.3.3 进出水水质

本工程工业废水处理系统进水水质: $SS \leq 1500 \text{mg/l}$ (短小时内进水浊度不大于 5000mg/L)、含油 $\leq 500 \text{ppm}$ 。处理后的工业废水及含煤废水作为输煤、除灰渣系统的冲洗水。工业废水处理系统的出水水质指标为: pH 为6-9、 $SS \leq 10 \text{ppm}$ 、含油 $\leq 5 \text{ppm}$ 。水质满足《城镇污水再生利用工程设计规范》(GB50335)中规定的处理后水质应达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T19923)的要求。

9.3.4 配置和布置

工业废水处理系统的主要设备均布置在综合废水处理间内, 布置2加药装置、2套澄清装置、2套气浮处理装置及溶气装置、2套过滤罐、1套污泥浓缩装置和1台脱水机。

工业废水入口处分别设置一套格栅, 用于拦截污废水中较大的脏物。工业废水调节池与生活污水调节池、中间水池、清水池合建, 设在综合废水处理间下部, 上部布置各类水泵、澄清装置、气浮装置、无阀滤池、加药设备及脱水机。

工业废水处理间平面尺寸为 $42 \text{m} \times 15 \text{m} (\text{L} \times \text{W})$, 其中工业废水调节池有效容积约为 600m^3 ; 中间水池有效容积约为 300m^3 , 工业废水清水池有效容积约为 1100m^3 。工业废水处理间平面图详见60-F23341C-S01-16图。

(1) 工业废水提升泵: 共设置三台, 两用一备, 单台水泵参数为: $Q=50 \text{m}^3/\text{h}$, $H=30 \text{m}$ $P=11 \text{kW}$, $U=380 \text{V}$ 。

(2) 自动排泥澄清装置

自动排泥澄清装置共设置两套, 单套设计处理水量为 $50 \text{m}^3/\text{h}$ 。设计进水浊度 1500mg/L , 出水浊度 30mg/L 。工业废水经工业废水提升泵提升输送至自动排泥澄清装置, 经反应、凝聚、斜管沉淀处理后, 出水自流至气浮处理装置。在自动排泥澄清装置

进水管上设置有管道混合器，用于投加混凝剂及助凝剂。

(3) 气浮处理装置

气浮处理装置共设置两套，单套设计处理水量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，设计进水含油量 500mg/L ，出水含油量 5mg/L 。包括两台气浮处理装置、两台空压机、两个溶气罐、两台溶气水泵、两套刮渣装置和一个集油桶。在气浮处理装置进水管上设置有管道混合器，投加混凝剂。

(4) 中间水池

气浮装置的出水自流进入中间水池，再经过中间水泵提升输送至无阀过滤器。中间水池布置在综合废水处理间下部，有效容积 300m^3 。

(5) 中间水泵

中间水泵布置在中间水池顶部，用于将中间水池的水提升至无阀过滤器。中间水泵共设置三台，两用一备，单台水泵的主要技术参数为： $Q=50\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $P=11\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。

(6) 无阀滤池

无阀滤池共设置两套，每套设计处理水量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。设计进水浊度 30mg/L 出水浊度 5mg/L 。气浮处理装置的出水自流进入中间水池，再经过中间水泵提升输送至无阀过滤器，经过滤层自上而下过滤，清水通过出水管自流进入清水调节池内。

无阀滤池的反洗通过虹吸作用自动完成。为了缩短反冲洗时间，还设置了强制虹吸破坏管。在虹吸过程中，如需要，可打开强制虹吸破坏管阀门，使其停止虹吸反洗，进入正常运行状态。

(7) 污泥浓缩池

污泥浓缩池的污泥来自自动排泥澄清装置和气浮处理装置的排泥。污泥浓缩池的进泥管路上设置有管道混合器，投加助凝剂。

污泥浓缩池为竖式圆形结构。污泥浓缩池设置一套，主要技术参数为：

浓缩池处理能力 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，设计进泥含水率 99.5% ，出泥含水率 99% 。

(8) 污泥泵

污泥泵用于将污泥浓缩池内的污泥提升至脱水机进行脱水处理。污泥泵共设置两台，一用一备，单台的主要参数为： $Q=12\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=25\text{m}$ ， $P=5.5\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。

(9) 脱水机

脱水机下面设置有排泥口。脱水机处理后的泥饼，由拉泥小车运出车间。脱水机的进泥管路上设置有管道混合器，投加助凝剂。

脱水机共设置一台，其主要技术参数为：形式：离心式，设计处理能力： $5\text{m}^3/\text{h}$ ，设

计进泥含水率：96-99%，设计出泥含水率 <65-72%，固体回收率：≥95%，功率：22kW，电压：380V。

（10）加药装置

工业废水处理间的加药装置可向业废水处理系统加药。自动加药装置分为混凝剂自动加药装置和助凝剂自动加药装置。混凝剂加药设备一套，药剂为碱式氯化铝，助凝剂加药设备一套，药剂为聚丙烯酰胺。

（11）工业废水回用水泵：

工业废水处理系统的业废水回用水泵单台水泵的主要技术参数为：Q=50m³/h，H=30m，P=7.5 kW，U=380V，共三台。

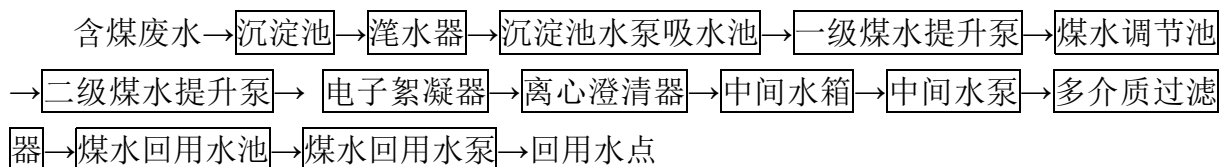
9.4 煤水处理系统

9.4.1 处理容量

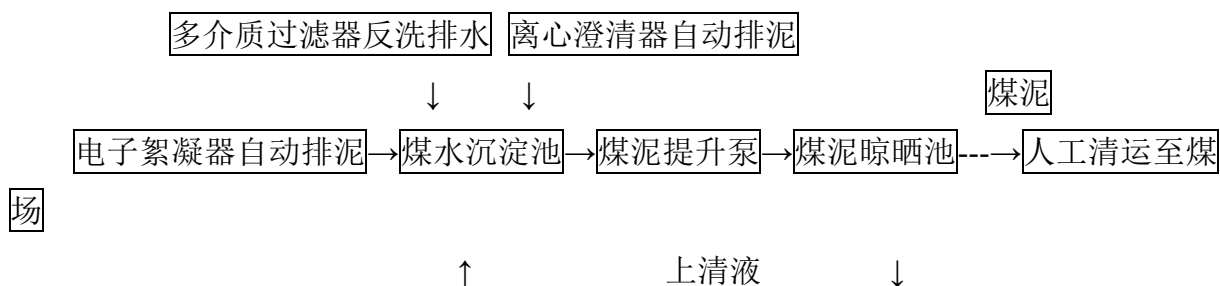
煤水处理系统用于将输煤系统各转运站、隧道及栈桥、主厂房内的煤仓层地面冲洗排水收集后的含煤废水进行处理。本工程煤水处理设置两套电絮凝处理系统，每套设计处理能力为10m³/h。

9.4.2 主要工艺流程

（1）含煤废水处理系统工艺流程如下：



（2）煤泥处理系统工艺流程如下：



含煤废水处理系统的工艺流程图详见60-F22941C-S01-18图。

9.4.3 含煤废水进出水水质

煤水处理设备进水水质：电厂输煤栈桥冲洗排水及输煤系统除尘排水，浊度

≤5000mg/L，短时进水SS≤8000mg/L；煤泥颗粒直径≤40mm。

处理后出水水质要求：浊度≤10mg/L，PH值控制在6~9，无色。

9.4.4 配置和布置

含煤废水处理间上部布置有含煤废水处理设备，下部设置沉淀池、沉淀池吸水池、含煤废水调节池及煤水回用水池。沉淀池和沉淀池吸水池底部深度约为5.50m，煤水调节池及煤水回用水池深-3.5m，沉淀池底部设坡度，坡向中间集泥坑。地上部分布置有滗水器、一级煤水提升泵、二级煤水提升泵、电子絮凝器、离心澄清器、中间水箱、中间水泵、多介质过滤器、煤泥提升泵，处理设备布置图详见60-F22941C-S01-19图。

(1) 沉淀池、沉淀池吸水池及一级煤泥提升泵

(2) 含煤废水进入沉淀池，沉淀后和上清液通过池内的滗水器、沉淀池吸水池内的一级煤水提升泵输送至煤水调节池。沉淀池有效容积约为280m³，沉淀池吸水池有效容积约为37m³。滗水器参数为：Q≥100m³/h，最大滗水深度=3.5m，P=4kW，U=380V，堰口负荷=10 L/(m·s)，数量：一台。单台一级煤水提升泵参数为：Q=90m³/h，H=15m，P=7.5kW，U=380V，数量共2台（一运一备）。

(3) 煤水调节池及二级煤水提升泵

煤水调节池内含煤废水经布置在煤水处理0米层的二级煤水提升泵升压送至电子絮凝器进行“物理极化絮凝”，煤水调节池有效容积约为380m³，单台二级煤水提升泵参数为：Q=10m³/h，H=30m，P=11kW，U=380V，数量共3台（两运一备）。

(4) 煤水处理设备

含煤废水进入通电后的电子絮凝器，电子絮凝器内部的极板会产生电荷，电荷吸引周围的小颗粒，通过打破原先的稳定状态完成电子脱稳，从而使原来细小的悬浮物从水分子的包围中释放出来并聚集逐渐变成大的絮凝体。电子絮凝器的处理能力为2×10m³/h。

为了使在电子絮凝器中的絮凝体迅速沉淀下来，在电子絮凝器后设置离心沉淀装置，在离心装置下絮凝体迅速沉入底部，并通过底部的排污阀将沉降在底部的煤泥排走，水通过内部另一管道溢流到中间水池，从而达到固液分离。上清液蓄积在缓冲区域后提升至过滤单元。离心澄清器的处理能力为2×10m³/h。

上清液存储在中间水箱，经中间水泵提升后进入多介质过滤器进行过滤处理，该出水进入下部煤水回用水池。

(5) 中间水箱及中间水泵

中间水箱采用钢制水箱，水箱有效容积约为 20m^3 。中间水泵采用卧式离心泵，共设三台泵（两运一备）。水泵设计参数为 $Q=10\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=40\text{m}$ ， $P=5.5\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。

(6) 多介质过滤器

中间水箱的出水进入多介质过滤器进行过滤，处理水量： $20\text{m}^3/\text{h}$ ；进水 $\text{SS} \leq 150 \sim 50\text{mg/L}$ ；出水 $\text{SS} \leq 10\text{mg/L}$ 。多介质过滤器的总处理能力为 $5 \times 4\text{m}^3/\text{h}$ 。

(7) 煤水回用水池及煤灰回用水泵

含煤废水的煤水回用水池有效容积约为 480m^3 。煤水回用水泵共设置3台（变频调速泵，两运一备），煤水回用水泵参数为： $Q=75\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=85\text{m}$ ， $P=30\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。

(8) 煤泥提升泵

将沉淀到SBR沉淀池集泥坑的煤泥浆升压输送到煤泥晾晒池。煤泥提升泵采用两台（一运一备）潜水泵。煤泥提升泵参数为： $Q=5\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $P=2.2\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。

9.5 初期雨水收集系统

主厂房、锅炉房主要建筑物内部设有雨水立管，经有组织收集后排至厂区雨水管网。主厂房区域及厂前区主要道路路面均设有雨水口，经管道收集后排入雨水管道，重力排入厂区附近冲沟内。厂区设置煤场初期雨水收集池，收集厂区15-30分钟雨水量，经两台初期雨水提升泵提升至工业废水处理系统，处理后回用。雨水提升泵参数为： $Q=30\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $N=4\text{kw}$ ， $U=380\text{V}$ 。多余的雨水汇入厂区雨水下水道，重力排入园区雨水管网。厂区雨水按照3年重现期设计，降雨历时为15分钟时，降雨量约为 3871L/s ，厂区雨水总管管径为DN1500。

9.6 灰场防尘

本工程采用干除灰形式，干灰通过运灰车运至灰场。

灰场喷洒抑尘采用脱硫废水，经洒水车运送至灰场管理站蓄水池内，再经过喷洒水泵升压对会场进行防尘喷洒。厂区至灰场不设置固定管网。灰场喷洒水系统配置2辆 15m^3 的水罐洒水车。

本工程设灰场管理站，设置一座容积为 30m^3 的灰渣沉淀池，灰渣沉淀池分为两格，一格作为沉淀池，一格作为运灰车冲洗用清水池。清水池内设2台潜污泵，用于运灰车冲洗。

10.1 灰渣沉淀池

灰渣沉淀池为地下式布置，平面尺寸为5.0m×4.0m，深度4.5米。该池沿长度方向分开，一侧为沉淀池，一侧为清水池。沉淀池的上清水通过溢流孔流到清水池一侧，清水池内设有两台潜水排水泵，将沉淀后的清水用于冲洗洒水车。潜污泵的参数为： $Q=25\text{m}^3/\text{h}$, $H=22\text{m}$ $P=4\text{kW}$ 。

10.2 洒水车

灰场管理站配置两辆洒水车，洒水车水罐容积 15m^3 ，根据灰场堆灰情况洒水车定期洒水抑尘。

10 厂区管道材料及连接方式

10.1 厂区循环水管、辅机冷却水管采用焊接钢管，壁厚计算确定。

10.2 厂区埋地补给水管道、工业水管道、生水管、工业回用水管、淡水回用水管等均采用焊接钢管，焊接连接。

10.3 厂区埋地生活给水管、高含盐废水回用管、脱硫废水管道采用钢骨架复合管，电熔连接。钢骨架聚乙烯塑料复合管规格按CJ/T123-2016《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管》和CJ/T124-2016《给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》选用，除生活水管原材料应不低于PE100，其他管道原材料应不低于PE80，生活水管的材质应为无毒型。

10.4 厂区管架上的高含盐污水回用水管、脱硫废水管道均采用衬塑钢管，与钢骨架聚乙烯塑料复合管连接在地面上，法兰连接；厂区管架上的生活给水管道采用不锈钢304管道，厂区管架上其他管道采用焊接钢管。

10.5 厂区埋地消防水管采用无缝钢管，焊接连接。

10.6 室内地面以上消防管道采用热浸锌无缝钢管（#20），直径 $\geq \text{DN}50$ 的管道可采用法兰连接或沟槽连接、直径 $< \text{DN}50$ 的管道可采用丝扣连接。

10.7 室内生活给水管地面以上采用PPR给水管道，采用热熔连接；室内生活下水道地下部分采用UPVC塑料排水管道，采用电熔连接。聚丙烯管道PPR管的质量应符合现行标准《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T 18742的要求。

10.8 室内高温工业废水下水道采用机制排水铸铁管道，其他采用UPVC排水管。

10.9 厂区埋地生活污水、雨水排水管道采用加筋聚乙烯缠绕排水管。执行规范《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第2部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T19472.2-2017。

10.10 厂区工业废水管，当管径 $\leq \text{DN}300$ 的采用连续铸铁管道；当管径 $> \text{DN}300$ 、管顶

覆土 $\leq 3\text{m}$ 的采用Ⅱ级钢筋混凝土排水管；当管径 $> \text{DN}300$ 、管顶覆土 $\geq 3\text{m}$ 及道路下的管道宜采用Ⅲ级钢筋混凝土排水管。

钢筋混凝土排水管、排水铸铁管均采用橡胶圈柔性接口承插口管。管道下部地基处理做法详见水结专业。

事故油管采用焊接钢管。

10.11 厂区含煤废水管道采用厚壁焊接钢管。

10.12 焊接钢管（Q235B）质量应满足现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700和《低合金高强度结构钢》GB/T1591的要求。

10.13 排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）采用橡胶圈密封承插连接，相关管道规范《建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》（GB/T 5836.1-2018）（适用于室内排水管）、《埋地排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）结构壁管道系统 第1部分：双壁波纹管材》（GB/T 18477.1-2007）（适用于室外排水管）的要求。

11 管道防腐

11.1 塑料管内外壁均不做防腐。

11.2 钢管（镀锌钢管除外）及各种管件支吊架、铁件在进行防腐涂装前，其表面应根据《涂覆涂料前钢材表面处理》GB/T 8923 的规定进行处理，其表面除锈等级不应低于Sa2.5级，表面粗糙度宜为 $40\mu\text{m}\sim 90\mu\text{m}$ ，且不应大于涂层厚度1/3。

11.3 管道的防腐做法及防腐涂料的性能应遵循《电力工程地下金属构筑物防腐技术导则》DL/T 5394-2021、《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准》SH/T 3022-2019及《火力发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072-2019 及的相关规定，本工程管道防腐做法：

11.3.1 室外埋地部分循环水管外壁采用厚浆型环氧防腐涂料加强级防腐，涂层结构为：厚浆型环氧漆+厚浆型环氧防腐漆，底漆厚度 0.3mm ，面漆厚度 0.3mm ，涂层总厚度 $\geq 0.6\text{mm}$ ；

11.3.2 循环水管内壁经除锈后采用水溶性磷酸基防锈漆处理（在系统充水前每三个月局部除锈并重刷一遍水溶性磷酸基防锈漆），水压试验之前应再次对管道内壁进行除锈和清扫。

11.3.3 直埋钢管外壁及各铁件采用加强级防腐。直埋铸铁管外壁、公称直径 $\geq \text{DN}300\text{mm}$ 的非生活水钢管内壁及各露天铁件均采用普通级防腐。

11.3.4 室内明露管道及支架外壁涂刷多层环氧底漆，总干漆膜厚度 $\geq 0.12\text{mm}$ ，各种管道颜色见建筑专业《全厂建筑色彩统一规定》。

11.3.5 埋地钢管的防腐等级待土壤电阻率报告结论最终确定。

12 遗留问题

12.1 目前尚未取得水资源论证报告正式的批复文件，电厂水源及生产生活用水量应根据批复文件确定。

12.2 厂外补给水管已外委，但目前尚未收到相关设计文件，故厂外补给水管设计方案待补。

12.3 目前消防站暂按二级消防站配置消防车，待业主落实消防站等级后再进行调整。

12.4 厂外雨水外排方案初步落实，有待于进一步明确。