

甘肃能化庆阳2×660MW煤电项目

初步设计阶段

第 9 卷

电气部分说明书

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

甘肃能化庆阳 2×660MW 煤电项目
初步设计阶段

第 9 卷

电气部分说明书

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

本工程初步设计文件由以下各卷组成

- 第 1 卷 总的部分
- 第 2 卷 电力系统部分
- 第 3 卷 总图运输部分
- 第 4 卷 热机部分
- 第 5 卷 运煤部分
- 第 6 卷 除灰渣部分
- 第 7 卷 电厂化学部分
- 第 8 卷 烟气脱硫工艺部分
- 第 9 卷 电气部分
- 第 10 卷 仪表与控制部分
- 第 11 卷 信息系统及安全防护部分
- 第 12 卷 建筑结构部分
 - 第 1 分卷 建筑部分
 - 第 2 分卷 土建结构部分
- 第 13 卷 采暖通风及空气调节部分
- 第 14 卷 水工部分
 - 第 1 分卷 供水部分
 - 第 2 分卷 水工结构部分
- 第 15 卷 环境保护部分
- 第 16 卷 水土保持部分
- 第 17 卷 消防部分
- 第 18 卷 劳动安全部分
- 第 19 卷 职业卫生部分
- 第 20 卷 节约资源部分
- 第 21 卷 施工组织大纲部分
- 第 22 卷 运行组织及设计定员部分
- 第 23 卷 设备及主要材料清册
- 第 24 卷 工程概算

批 准 人： 刘 学 军

审 核 人： 袁 瑞 山

校 核 人： 朱小利 王 云
李 静 何世杰

设 计 人： 郭扬帆 梁 铮 栾思维

目 录

1	概述	1
1.1	项目概述	1
1.2	设计依据	1
1.3	主机参数	3
1.4	地震烈度	3
2	电气系统范围	3
3	电气主接线	4
4	短路电流	5
5	导体及设备选择	5
5.1	导体及设备选择依据及原则	5
5.2	导体及设备的选择	5
6	厂用电接线及布置	7
6.1	高压厂用电系统	7
6.2	低压厂用系统	7
6.3	水源供电	8
6.4	贮灰场供电	8
6.5	电压水平校验	8
6.6	厂用配电装置布置及设备选择	8
6.7	输煤系统及电除尘器控制	9
6.8	纯凝厂用电率（含脱硫）：5.14%	10
7	事故保安电源和不停电电源	10
7.1	事故保安电源接线及设备选择	10

7.2	交流不停电电源	10
8	电气设备布置	10
8.1	电工构筑物布置	10
8.2	330kV 配电装置布置	11
8.3	汽机房 A 排外电气设备布置	11
9	直流电系统和发电机励磁系统	11
9.1	直流系统	11
9.2	直流系统设备布置	12
9.3	发电机励磁系统	12
10	二次线、继电保护及自动装置	12
10.1	集控室二次线	12
10.2	网控室二次线	16
10.3	元件保护配置原则及选型	18
10.4	自动装置	18
11	过电压保护及接地	18
11.1	电厂主、辅建（构）筑物的防雷保护	18
11.2	绝缘配合	19
11.3	接地	19
11.4	污秽情况及电气设备外绝缘	19
12	照明和检修网络	19
12.1	工作、事故照明供电电压及照明和检修网络供电方式	19
12.2	照明、检修变压器选择及动力配电中心布置。	20
12.3	集中控制室照明方式	20
13	厂内通讯	20

14	电缆及附属设施	21
14.1	电缆设施	21
14.2	电缆选择	21
14.3	电缆防火	21
15	检修及试验	22
16	节能方案	22
17	劳动安全和职业卫生	22
17.1	劳动安全	22
17.2	职业卫生	23
附表 1:	高压厂用变压器负荷统计及容量选择	25
附表 2:	低压厂用变压器负荷统计及容量选择	29
附表 3:	柴油发电机负荷统计表	32

1 概述

1.1 项目概述

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 设计依据

1.2.1 甘能化庆阳电厂（2×660MW机组）工程可研报告以及审查意见

1.2.2 《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。

1.2.3 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。

1.2.4 国家法律法规、国家标准、建设标准强制性条文，现行火力发电厂设计规程和有关技术规定。

主要规程、规范如下：

- 《大中型火力发电厂设计规范》(GB50660-2011)
- 《高压配电装置设计规范》(DL/T5352-2018)
- 《火力发电厂厂用电设计技术规定》(DL/T 5153-2014)
- 《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》(DL/T5136-2012)

- 《电力工程电缆设计技术规范》（GB50217-2018）
- 《导体和电器选择设计规程》(DL/T5222-2021)
- 《火力发电厂内通信设计技术规定》(DL/T5041-2012)
- 《火力发电厂与变电所设计防火规范》(GB50229-2019)
- 《电力工程直流系统设计技术规程》(DL/T5044-2014)
- 《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB/T 14285-2023)
- 《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》(DL/T 5390-2014)
- 《火力发电厂试验、修配设备及建筑面积配置导则》(DL/T5004-2010)
- 《电测量及电能计量装置设计技术规程》(DL/T5137)
- 《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065-2011)
- 《电能计量装置技术管理规程》(DL/T 448-2016)
- 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB50064-2014)
- 《爆炸火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》（GB/T 11022-2020）
- 《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》（BG/T 50063-2008）
- 《电力变压器 第1部分 总则》（GB1094.1-2013）
- 《电力变压器 第2部分 温升》GB 1094.2-2013 ）
- 《电力变压器 第11部分：干式变压器》（GB 1094.11-2007 ）
- 《干式电力变压器技术参数和要求》（GB/T 10228-2008）
- 《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》（电安生[1994]191号）
- 《电力装置的继电保护及安全自动装置设计规范》（GB50062-2008）
- 《电气继电器》（GB/T 14598.3）
- 《静态继电保护及安全自动装置通用技术条件》（DL/T478-2010）
- 《远动终端通用技术条件》（GB/T13729-2002）
- 《地区电网调度自动化系统》（GB/T13730-2002）
- 《电力系统实时数据通信应用层协议》（DL/T 476-2012）
- 《交流采样远动终端技术条件》（DL/T630-1997）
- 《循环式远动规约》（DL 451-1991）

- 《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》(国能安全〔2023〕)
- 《输电线路保护装置通用技术条件》(GB/T 15145-2008)
- 《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013)
- 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》国家电网公司
- 《220-500kV变电所计算机监控系统设计技术规程》(DL/T5149-2001)
- 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB50150-2006)
- 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB50169-2006)
- 《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》(GB50170-2006)
- 《电气装置安装工程质量检验及评定规程》(DL/T5161.1~5161.17)
- 《电气装置安装工程施工及验收规范》中国电力出版社

1.3 主机参数

发电机的主要参数如下：

额定功率 (TMCR) 660MW

额定电压 20kV

功率因数 0.9 (滞后)

额定转速 3000r/min

周波 50Hz

相数 3

极数 2

定子线圈接法 YY

额定氢压 0.5MPa

漏氢 (保证值) $\leq 10\text{Nm}^3/24\text{h}$ (在额定氢压下, 折算为标准气压下)

效率 (保证值) $\geq 99\%$

励磁方式: 静止励磁

噪音 (距外壳水平1米, 高度1米处) $\leq 85\text{dB(A)}$

绝缘等级 F级 (按B级温升考核)

1.4 地震烈度

地震基本烈度: 7度

2 电气系统范围

- 1) 各工艺系统所属电气系统及其设备。
- 2) 本次设计以厂区围墙为界。
- 3) 厂区范围内照明、接地
- 4) 330kV 配电装置以出线绝缘子串为界，出线绝缘子串以外部分由顾客另行委托设计。330kV 升压站由我院统一设计。
- 5) 本期厂内部分的远动、系统继电保护；
- 6) 本期电缆敷设及电缆防火系统；
- 7) 本期工程厂内通信系统。

3 电气主接线

本工程系新建电厂。本期建设 2×660MW 超超临界燃煤间接空冷机组，同步建设脱硫、脱硝设施。根据系统资料，电厂采用 330kV 一级电压送出，出线两回。

本工程 2×660MW 机组均以发电机-变压器组单元接线接入厂内的 330kV 配电装置。发电机出口不设断路器。

本工程厂内配电装置采用 330kV 电压等级。330kV 配电装置采用双母线接线型式，以 2 回 330kV 出线接入西峰东 750kV 变电站 330kV 侧。最终主接线以接入系统审查意见为准。

本工程 330kV 采用户外 GIS 布置型式。

本工程设置 1 台高压启动/备用变压器，采用有载调压分裂变压器，轴向分裂型式，容量为 65/40-40MVA（暂定），额定电压 345±8×1.25%/10.5-10.5kV，YN,yn0,yn0 接线。启备电源由厂内 330kV 配电装置引接。根据接入系统报告，为保证启动/备用变供电时负荷功率因数满足电网运行要求，启备变每个 10kV 分支装设 2×5000kVar 无功补偿电容器，共计 4 组 5000kVar 无功补偿电容器。

主接线图见 60-F23341C-D01-02 图。

3.1 各级电压中性点接地方式

发电机中性点经二次侧接电阻的单相变压器接地。

主变压器高压侧中性点暂按直接接地，待接入系统审查后最终确定。

4 短路电流

按照系统专业提资，电厂330KV配电装置设备短路电流水平按63kA考虑。

5 导体及设备选择

5.1 导体及设备选择依据及原则

导体及设备选择按《导体和电器选择设计规程》进行选择。

5.2 导体及设备的选择

5.2.1 导体

330kV发-变组进线采用架空线2×LGKK-600。		
发电机引出线及厂用分支线采用全连式离相封闭母线，母线连续额定电流为：		
主母线	25000A	
厂变分支母线	2500A	
励磁及PT分支母线	1000A	
中性点接地母线	100A	
短路电流耐受能力		
	热稳定电流	动稳定电流
主母线	160kA（有效值）4秒	400kA（峰值）
厂用分支及励磁母线分支	315kA（有效值）4秒	800kA（峰值）
厂用高压变压器、励磁变压器低压侧引出线采用共箱母线，母线连续额定电流为：		
厂用高压工作变压器A低压侧共箱母线	3150A	
励磁变低压侧交流励磁共箱母线	8000A	

5.2.2 设备

具体设备选型见电气主接线图60-F23341C-D01-02图。

(1) 变压器

本工程主变压器采用低损耗无载调压双卷变压器，750MVA三相一体主变压器，其变比为363±2×2.5%/20kV，接线组别为Yn，d11，阻抗为Ud=18%（暂定，待接入系统确定后更新）。

厂用高压变压器采用三相自然油循环风冷低损耗无载调压分裂变压器。容量为65/40-40MVA（暂定），变比为20±2x2.5%/10.5kV-10.5kV，接线组别为D,yn1-yn1。
Ud 1-2 =15% 。

启备变压器采用三相自然油循环风冷低损耗有载调压分裂变压器。容量为 65/40-40MVA（暂定），变比为 $345\pm 8\times 1.25\%/10.5\text{kV}-10.5\text{kV}$ ，接线组别为Yn,yn0-yn0。

$U_{d1-2}=15\%$ 。

（2）330kV设备

330kV采用户外GIS布置。

a. 断路器

额定电压：	363kV
额定电流：	4000A
额定短路开断电流	63kA
额定峰值耐受电流：	160kA
额定短时耐受电流/额定短路持续时间	63 kA/3s

b. 隔离开关

额定电压	363 kV
额定电流	4000A
额定短时耐受电流/额定短路持续时间	63 kA/3s
额定峰值耐受电流	160 kA

c. 电流互感器

额定电压	363 kV
额定短时耐受电流/额定短路持续时间	63kA/3s
额定峰值耐受电流	160 kA
额定一次电流	见主接线
额定二次电流	见主接线
准确级：	见主接线

d. 电压互感器

额定一次电压	$330/\sqrt{3}$ kV
额定短时耐受电流/额定短路持续时间	63 kA/3s
额定峰值耐受电流	160 kA
二次绕组额定参数：	$0.1/\sqrt{3}, 0.1/\sqrt{3}, 0.1/\sqrt{3}, 0.1\text{kV}$
准确级：	见主接线

e.避雷器（敞开式）

型号	Y10W-312/760W（线路） Y10W-300/727W（变压器、母线）
额定电压：	312kV、300kV
标称电流：	10kA

6 厂用电接线及布置

厂用电系统原理接线图见60-F23341C-D01-03图。

6.1 高压厂用电系统

6.1.1 高压厂用电电压采用10kV一级电压，其中性点采用低电阻接地方式，接地电阻的阻值为： 60Ω 。

6.1.2 高压厂用电系统方案

每台机设置一台容量为65/40-40MVA无载调压分裂绕组变压器作为厂用高压工作变压器，厂用高压工作变压器的高压侧电源由本机组发电机引出线上支接。每台机组设两段10kV工作段，互为备用及成对出现的高压厂用电动机及低压厂用变压器分别由不同10kV工作段引接。

200kW及以上电动机由10kV供电，200kW以下电动机由380V供电。

6.1.3 本工程设置两段10kV输煤段。10kV输煤系统的高压电机、低压输煤变均由输煤10kV工作段供电。

6.1.4 本工程不设置10kV脱硫段。10kV脱硫系统的高压电机、低压脱硫变均由主厂房10kV工作段按机组供电。

6.1.5 10kV设备短路电流水平按40KA/100kA考虑。

6.2 低压厂用系统

6.2.1 低压厂用电系统电压采用380/220V。

低压厂用电系统采用中性点直接接地方式，低压厂用母线为单母线接线。

6.2.2 每台机组在主厂房设汽机、锅炉动力中心，由2台2000kVA汽机变，2台2500kVA锅炉变供电，供本机组380V机炉辅机低压负荷。

每台机组设照明动力中心，由1台800kVA照明变压器供电，两台机照明变压器互为备用。

每台机组设等离子动力中心，由1台1600kVA等离子变压器供电，两台机等离子变

压器互为备用。

两台机设一个公用动力中心，公用变压器容量为2500kVA,两台变压器互为备用。

每台机组设保安动力中心。

6.2.3 辅助车间根据负荷分布情况设置380/220V动力中心，设置情况如下：

6.2.3.1 电除尘动力中心，每台炉设2台电除尘工作变压器，两段PC母线，另外设1台电除尘专用备用变压器，电除尘变容量均为2500kVA。

6.2.3.2 供水动力中心，设两台2500kVA变压器，互为暗备用，动力中心设两段母线。

6.2.3.3 输煤动力中心，设两台2000kVA变压器，互为暗备用，动力中心设两段母线。

6.2.3.4 脱硫动力中心，设两台2000kVA变压器，互为备用，动力中心设两段母线。

6.2.3.5 化水动力中心，设两台2000kVA变压器，互为备用，动力中心设两段母线。

6.2.3.6 厂前动力中心，设两台1600kVA变压器，互为备用，动力中心设两段母线。

6.2.3.7 除灰动力中心，设两台2000kVA变压器，互为备用，动力中心设两段母线。

根据最终工艺专业负荷确定各变压器容量。

6.2.4 电动机控制中心（MCC）根据负荷分散成对设置，成对的电动机分别由相应的两段MCC供电。

6.3 水源供电

本工程不考虑水源地的供电。

6.4 贮灰场供电

本工程设置灰场，灰场电源采用柴油发电机就地供电。

6.5 电压水平校验

根据负荷分配情况，其计算结果如下表

检验项目	厂高变 $U_{dl-II}=15\%$	
	计算值	要求值
吸风机（电驱）正常起动	87.71%	80%
失压自起动时高压母线电压	78.20%	65%

6.6 厂用配电装置布置及设备选择

6.6.1 主厂房厂用配电装置布置：

10kV工作1A段布置在汽机房A~3/A、#1~#2柱之间5.5米层的#1机10kV电气配电室；

10kV工作1B段布置在汽机房A~3/A、#1~#2柱之间10.5米层的#1机10kV电气配电室；

10kV工作2A段布置在汽机房A~3/A、#9~#10柱之间5.5米层的#2机10kV电气配电室；

10kV工作2B段布置在汽机房A~3/A、#9~#10柱之间10.5米层的#2机10kV电气配电室；

380/220V汽机PC 1A、1B段、照明PC A段、#1凝泵变频器布置在汽机房A~3/A、#1~#2柱之间0米层的400V汽机电气配电室及凝结水泵变频器室；

380/220V汽机PC 2A、2B段、照明PC B段、#2凝泵变频器布置在汽机房A~3/A、#1~#2柱之间0米层的400V汽机电气配电室及凝结水泵变频器室；

380/220V锅炉PC 1A、1B段、锅炉PC 2A、2B段、公用PC A、B段、等离子PC A、B段布置在集控楼0m锅炉配电室内；

380/220V保安PC 1A、1B段、保安PC 2A、2B段、布置在集控楼7.8m保安配电室内。

6.6.2 辅助厂房厂用配电装置布置：

380V电除尘PC 1A、1B段布置在#1机空压机室的电除尘配电室内；380V电除尘PC 2A、2B段布置在#2机空压机室的电除尘配电室内

380V供水动力中心布置在综合水泵房旁配电室内。

380V脱硫动力中心布置在脱硫综合楼内。

380V化水动力中心布置在化验楼配电室内。

380V厂前动力中心布置在生产办公楼配电室内。

380V除灰动力中心布置在除灰气化风机房配电室内。

6.6.3 厂用设备选型

主厂房10kV高压开关柜采用中置式开关柜。开关元件选用真空断路器及F-C方案。10kV厂用负荷一般对容量为1000kW及以上的电动机采用真空断路器，1000kW以下的采用F-C回路；对1250kVA及以上低压变采用真空断路器，对1000kVA及以下低压变采用F-C回路。

按短路热稳定选择非熔断器保护10kV的电缆最小截面为 $3 \times 120 \text{mm}^2$ 。

主厂房动力中心变压器和辅助厂房动力中心变压器全部采用低损耗干式变压器，一级能效（F级绝缘，温升按照B级考核）。

凝结水泵采用高压变频设备，每台机组2台凝结水泵变频器采用一拖二配置，变频器及泵故障时，切换为工频。

本工程低压动力配电中心和电动机控制中心均采用抽屉柜。

6.7 输煤系统及电除尘器控制

6.7.1 输煤系统控制方式

本期工程输煤系统设备由辅网DCS系统控制。

输煤系统较重要的场所装设工业电视摄像头，信号进入全厂闭路电视系统；输煤工业电视纳入全厂闭路电视系统。

6.7.2 电除尘器控制

除尘器控制采用微机自动控制。

6.8 纯凝厂用电率（含脱硫）：5.14%

7 事故保安电源和不停电电源

7.1 事故保安电源接线及设备选择

每台机组设置一台快速启动的集装箱式柴油发电机组，容量为1250KW，作为对应机组的事故保安电源。

每台机组设置两段380V交流事故保安动力配电中心，两段事故保安动力中心正常由主厂房锅炉PC段供电，当锅炉PC段故障时，由柴油发电机组供电。当每台机组的厂用电源消失时，柴油发电机自动启动，在10~15秒内建立电压及频率，满足带负荷条件，自动接入保安动力中心。脱硫系统不单独设置柴油发电机，保安电源引自主厂房保安段。

柴油发电机负荷统计见附表3。

7.2 交流不停电电源

每台机组设两套独立运行的交流不停电电源装置（UPS），本系统包括整流器、逆变器、静态转换开关、旁路变压器、手动旁路开关、交流馈线屏等。

主厂房交流不停电电源(UPS)容量选用2x160kVA，母线采用单母线分段方式，交流输入电压为三相三线380V±10%，50HZ，输出交流电压为单相220V，50HZ。

网控继电器室共设两套交流不停电电源（UPS）采用静态逆变装置，直流电源取自继电器室220V蓄电池。每套交流不停电电源容量为20kVA，交流输入电压为三相三线380V±10%，50HZ，输出交流电压为单相220V±1%，50HZ±0.1%。切换时间：≤5ms，输出波形失真度≤5%。

脱硫岛单独设一套UPS，由脱硫岛成套供货。

8 电气设备布置

8.1 电工构筑物布置

本工程330kV配电装置采用户外GIS布置，330kV配电装置布置在汽机房A排外，本工程两回主变进线均以架空线的形式接入330kV屋外配电装置。

A排外电工构筑物的布置可参见图纸：60-F23341C-D01-06。

8.2 330kV配电装置布置

330kV配电装置采用屋外全封闭组合电器GIS，双母线接线，本期330kV配电装置建设6个断路器间隔布置在主厂房A排外，进、出线均采用架空软导线。

8.3 汽机房A排外电气设备布置

主变、厂高变布置在A排外，A排外电工构筑物的布置可参见图纸：60-F23341C-D01-06。

8.3.1 主变压器为三相变压器，布置在A排外，距A排柱中心34米。

8.3.2 厂用高压工作变压器布置在主厂房A排与主变压器之间，距A排柱中心21米。

启备变布置在两台主变之间，距离A排柱中心34米，无功补偿电容器布置在启备变附近。

8.3.3 发电机引出设备及10kV共箱母线布置：

发电机封闭母线从汽机房7.8米层引出，穿过A排墙接至主变压器低压侧套管。发电机出口电压互感器及避雷器柜、励磁变压器布置在7.8米层封闭母线侧方，发电机出口励磁小室布置在15.5米层。发电机中性点接地柜布置在发电机中性点引出套管附近，用封闭母线与发电机中性点连接。厂用变分支封闭母线在汽机房A排墙外从发电机封闭母线上“T”接。

发电机出线小室封闭母线平布置图见60-F23341C-D01-09图。

厂用高压工作变压器10kV共箱母线布置在主厂房A排墙外，穿过A排墙进入电气配电室，接至10kV厂用配电装置。启备变压器共箱母线沿着A排布置，穿过A排墙进入电气配电室接至10kV厂用配电装置。

共箱母线平面布置图见60-F23341C-D01-11图。

9 直流电系统和发电机励磁系统

9.1 直流系统

9.1.1 主厂房直流系统

按照《大中型火力发电厂设计规范》，本工程直流系统动力和控制分开，每台机组装设三组蓄电池，其中一组220V蓄电池组给动力系统供电，两组110V蓄电池组给控制

系统供电。110V 蓄电池组采用单母线分段接线；220V 蓄电池组采用单母线接线，两台机组的 220V 蓄电池组经过电缆和联络开关相互联络。

机组 110V 直流系统供控制、保护、测量及其他控制负荷。110V 直流系统采用辐射网络供电方式，在各配电室设置直流分屏。

机组 220V 直流系统供事故照明，动力负荷和交流不停电电源等。

蓄电池组正常以浮充电方式运行。蓄电池型式均采用阀控免维护铅酸蓄电池。

110V 直流系统设二组 1000Ah 蓄电池组及二组相应的高频电源装置。整流装置选用 360A 的高频开关电源充电器，高频开关电源模块采用 N+2 冗余配置。

220V 直流系统每台机设一组 3000Ah 蓄电池组和一组高频电源装置，两台机另设一组公用备用高频电源装置。整流装置选用 300A 的高频开关电源充电器。

9.1.2 网控直流系统

网控继电器室暂按装设 2 组 110V 800Ah 免维护阀控式密封铅酸蓄电池，共设三组高频开关电源装置，整流装置选用 200A 的高频开关电源充电器。对 330kV 线路控制、保护及 UPS 供电。110V 直流系统采用单母线分段接线，两组蓄电池间经联络开关进行连接。为防止两组蓄电池并列运行，联络刀开关与蓄电池电源刀开关之间设有闭锁措施。

9.2 直流系统设备布置

两台机 110V、220V 直流蓄电池及直流屏、充电器屏和交流不停电电源装置布置在集控楼 7.8 米层配电室内。

9.3 发电机励磁系统

9.3.1 2X660MW 机组发电机采用全封闭、水氢氢型隐极式同步发电机。

9.3.2 发电机采用静态可控硅励磁系统，由发电机机端通过励磁变压器取得励磁电源，送至可控硅整流器。励磁系统由以下设备组成：

- (1) 干式单相变压器，容量为 3×2200kVA。
- (2) 自动电压调节器(AVR)柜一套。
- (3) 可控硅整流柜一套。

励磁变压器布置在 7.8 米层封闭母线侧方，发电机励磁小室布置在 15.5 米层。

10 二次线、继电保护及自动装置

10.1 集控室二次线

10.1.1 集中控制室的布置

本工程两台机组设一个集中控制室。

集中控制室内设有单元机组分散控制系统(DCS)和公用分散控制系统(DCS)。发电机-变压器组及单元机组的厂用电系统由分散控制系统(DCS)控制,公用部分由公用系统分散控制系统(DCS)控制。

集中控制室内布置有(DCS)操作员站、网控NCS的操作员站。

发变组保护屏、变送器屏、厂用电源快切屏、自动准同期装置屏及发变组故障录波器屏等布置在汽机电子设备间内。

升压站设一个继电器室,继电器室内布置有330kV断路器保护、330kV母线保护、330kV线路保护、安全自动装置、330kV故障录波器、电能量计量柜、网络微机监控系统(NCS)、调度数据网及二次安防柜、110V直流系统及UPS系统等。

10.1.2 集控室电气元件的控制方式

本工程电气设备由计算机控制和监测。两台发变组以及厂用电源系统的控制均纳入分散控制系统(DCS)。在DCS控制和监测的电气设备包括发电机-变压器组、高低压厂用电源系统、保安电源系统。主厂房直流、UPS等纳入DCS进行监视。

330kV线路断路器、330kV母线断路器、330kV隔离开关、330kV接地开关等设备监控由网络计算机监控NCS系统来实现。

集中控制室由单元机组DCS控制和监测的电气设备包括发变组、单元机组厂用电源系统、保安电源、UPS及主厂房直流系统;由公用系统DCS控制和监测的电气系统包括公用、照明等。

每台机组设一套微机型自动准同期装置,自动准同期装置与DCS、DEH之间通过硬接线联系,取消手动准同期装置。

独立设置发变组故障录波器,并能实现和时钟同步。

10kV厂用工作母线A、B段设置独立的厂用电源快切装置,厂用高压工作段进线断路器和备用电源进线断路器之间采用备用电源快速切换装置。

集控室内每台机组设控制台,设置DCS操作员站,上面布置LCD显示器、功能键盘、鼠标及少量的紧急事故操作按钮。辅助监视采用布置于控制台之后的辅助屏。

为安全停机,在集中控制室操作台上设置必要的控制开关和按钮:

- 1) 发变组断路器紧急跳闸按钮。
- 2) 发电机灭磁开关紧急跳闸按钮。
- 3) 柴油发电机紧急起动按钮。

发电机—主变压器继电保护装置（双套主保护、双套后备保护）、厂用电系统的继电保护装置、发—变组故障录波装置、自动准同期装置、发电机自动电压调节装置（AVR）、厂用电源自动切换装置等电气元件均由独立电气装置实现，装置与DCS之间通过硬接线进行数据交换。

10.1.3 DCS对电气的监控范围

(1) DCS监控范围如下（包括以下各项但不限于此）：

- a. 发电机-变压器组系统及330kV发变组相关断路器；
- b. 发电机励磁系统；
- c. 高压厂用电源，包括启备变压器有载调压开关、10kV厂用工作段所有间隔；
- d. 主厂房、辅助厂房的低压厂用变压器高压侧进线开关及主厂房内PC进线、分段开关、主厂房PC重要馈线开关；
- e. 保安段电源系统；
- f. 发变组自动准同期系统；

(2) DCS监测范围如下（包括以下各项但不限于此）：

- a. 包括上述所规定的各项；
- b. 单元机组的直流系统和UPS；
- c. 柴油发电机组的重要信号；

10.1.4 DCS对电气的监控功能

发变组、厂用电系统、直流系统和交流不停电电源系统测量，按照《电力装置电测量仪表装置设计规范》配置，由DCS进行监测。电气向DCS传送的模拟量信号为4~20mA标准信号。

1) 数据采集与处理

a. 模拟量处理

模拟量处理包括预防回路断线检测功能、信号抗干扰、数字滤波、误差补偿、数据有效性合理性判断、标度换算、梯度计算、越复限判断及越限报警，最后经格式化处理后形成实时数据并存入实时数据库。

b. 开关量采集

开关量信号系指事故/故障信号、断路器及隔离开关的位置信号、继电保护的動作信号以及手动自动方式选择的位置信号等。计算机监控系统对这些信号的采集方法为快速扫查。

c. 脉冲量采集

脉冲量主要指有功及无功电度量等的累加。脉冲量的输入为无源接点或有源电脉冲，即时采集。

d. 开关量输出

特指各类操作控制指令。计算机在输出这些信号前进行校验，经判断无误后才能送至执行机构，为保证信号的电气独立性及准确性。

2) 人机联系

运行人员在操作站，通过LCD对主要电气设备及辅助设备的运行状态进行实时监视。所有要进行监视的内容包括当前各设备的运行及停运情况。并可对各运行参数进行实时显示。

3) 调节功能

调节启备变有载调压分接开关。

4) 控制功能

a) 发变组控制

发变组的控制有二种方式，即顺序控制或软手操控制。采用那种控制方式，由设在操作员站上的选择开关实现。

① 顺序控制方式

实现发变组的顺序控制，使发电机正确地按逻辑条件顺序完成由零起升压直至并网，并带初始负荷。

② 软手操作方式

运行人员通过键盘和鼠标进行断路器的操作。对运行人员的任何操作计算机都将进行合法性检查和控制闭锁条件检查。

b) 高压厂用电源断路器的控制

① 正常的合闸、跳闸操作

正常的合闸、跳闸操作，由DCS软手操发出指令实现。

② 事故自动切换

事故时，由工作电源切换到备用电源，通过厂用电源快切装置实现，由保护装置发出指令。

c) 低压厂用电源断路器的控制

① 正常的合闸、跳闸操作

利用LCD、键盘及鼠标软手操作断路器的跳、合闸。

② 互为暗备用的变压器不考虑自动切换，当需切换时，采用手动切换。

d) 辅助车间控制方式

辅助车间的电源系统控制方式，除辅助厂房低压变压器高压侧断路器的投切进DCS控制外，其余电源开关及分段开关进相应程控系统操作。

e) 脱硫岛控制方式

脱硫岛参加主厂房分散控制系统(DCS)，岛内电气设备全部纳入DCS监控。

5) 事故处理

当发生事故、故障和越限等事件时，监控系统应能自动作一系列处理，如发出音响，推出画面、启动事故追忆、画块或数据变色等。

6) 画面及参数显示

画面按功能可分为：总貌画面、控制组画面、调整画面、趋势画面、报警画面、操作指导信息画面等。本工程至少包括以下画面：

- a. 电气主接线实时画面及实时模拟量显示；
- b. 高压厂用电源实时画面及实时模拟量显示；
- c. 低压厂用电源及PC出线实时画面及实时模拟量显示；
- d. 发电机励磁系统实时画面及实时模拟量显示；
- e. 直流系统实时画面及实时模拟量显示；
- f. UPS系统静态画面及实时模拟量显示；
- g. 发电机电流、功率曲线等。

上述画面的调用应允许自动及召唤方式实现。当有事故发生时，自动推出有关画面。召唤方式则是操作某些功能键直接以菜单方式调用所需画面。

7) 运行人员操作记录

8) 事件顺序记录

当发生事故造成断路器跳闸、重合闸动作等情况时，计算机监控系统将立即以中断方式响应并自动显示、记录打印事故名称及时间，自动推出相关画面。

9) 设备运行统计及管理

计算机监控系统将能对各设备的运行情况进行统计记录，某些信息还将自动提示给操作值班人员。

10.2 网控室二次线

10.2.1 网控室的布置

根据升压站布置，本工程设1个继电器室。

10.2.2 升压站网络计算机监控及五防系统

1)330kV升压站的330kV出线断路器、330kV母线设备及330kV所有隔离开关由网络计算机监控系统实现监控及远传功能。

网络继电器室不设模拟屏。网络计算机监控系统监控主机设在机组集控室。

330kV 断路器与相应隔离开关、接地刀闸之间的闭锁由网控计算机系统内的微机五防操作站实现。

2)网络计算机监控系统采用分层分布式结构，主网采用1000Mbps以太网，采集系统为以太网方式，网络介质采用双绞线。网络微机系统在集控室设两台操作员站和一台五防工作站，在主厂房工程师室设置一台工程师站，通过人一机接口实现对各设备的监控。

3)网络计算机监控系统采用分层分布式结构，主网采用1000Mbps以太网，采集系统为以太网方式，网络介质采用双绞线。网络微机系统在集控室设两台操作员站和一台五防工作站，在主厂房工程师室设置一台工程师站。

4)远动信息采集系统独立设置，采用交流采样方式来实现。

5)网络计算机监控系统具有下列功能：

具有同期及电气防误操作功能；

具有数据采集处理、安全监测、控制操作、越限报警、事故追忆、事故画面的自动推出功能；

统计计算、制表打印、屏幕画面显示、数据远传(RTU)、系统自诊断等功能；

具有接受、反送校核和执行遥控命令的功能；

具有接受和处理遥调命令（含时钟对时）功能；

具有采集模拟量、开关量、脉冲量并能将其传送至调度端的功能；

具有事故顺序记录并能将其传送至调度端的功能；

具有遥测越死区传送，遥信变位传送，事故优先传送功能；

具备实时传送自动发电控制（AGC）功能；

具有远动规约与省调、网调进行通信的功能。

支持主/备双通道，当主通道故障后能手动或自动切换至备用通道；

网络计算机监控系统能与DCS通讯接口。

6)网络计算机监控系统主要技术指标

系统可用率 $\geq 99.99\%$;

系统平均故障间隔时间不低于20000小时;

遥控遥调正确率不小于99.99%;

A/D转换误差 $\leq 0.2\%$;

事件顺序记录分辨率 $\leq 2\text{ms}$

10.3 元件保护配置原则及选型

根据《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285-2023及相关反措要求,发电机变压器组、厂高变、励磁变压器、启备变等主设备保护按全面双重化(即主保护和后备保护均双重化)配置。

发变组保护拟采用微机型保护装置;低压厂用变压器保护采用微机型综合保护测控装置并装设于10kV开关柜内的,保护动作信号送至集中控制室。

发变组保护的配置见60-F23341C-D01-13图。

10.4 自动装置

发电机装设有自动准同期装置(ASS),自动调节励磁装置(AVR),AVR装置内附有系统稳定器(PSS)。发变组装设自动故障录波装置。

10kV工作母线A、B段装有厂用电源快切装置。

因电气元件采用DCS控制方式,本工程只设自动准同期装置,自动准同期装置装于同期屏上。控制台上不设同期开关,同期装置的交流电压回路及直流电源的接入方式由DCS完成。

11 过电压保护及接地

11.1 电厂主、辅建(构)筑物的防雷保护

1) 直击雷保护装置

主、辅建(构)筑物的防雷保护设施按《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(GB/T 50064-2014)的规定。

主厂房A排柱外电气设备及导线的防雷保护采用设置在主厂房A排顶上避雷线与设置于主变压器330kV进线配电装置架构上的避雷线联合保护。主厂房A排墙上避雷线接线柱引下线采取加强分流措施,并采取沿A排墙设置多根接地引下线和装设独立接地装置;各个设备的接地点尽量远离避雷针接地引下线等防止反击的措施。

燃油库区、制氢站采用独立避雷针保护;油管路采用多点接地。

2) 雷电侵入波的过电压保护

本工程330kV出线侧、主变高压侧、启备变高压侧、330kV GIS气管母线均装有氧化锌避雷器以保护变压器和配电装置内全部设备。此外，在发电机出口处装设氧化锌避雷器，以防止雷电侵入波对发电机的损坏。

11.2 绝缘配合

330kV线路侧选用额定电压为312kV的氧化锌避雷器，主变压器侧选用额定电压为300kV的氧化锌避雷器。

绝缘配合以避雷器10kA残压为基础，雷电过电压绝缘配合系数不小于1.4。操作过电压绝缘配合系数不小于1.15。

11.3 接地

全厂接地网设计原则为以水平接地体为主，辅以垂直接地体的人工复合接地网。水平接地体采用60×8镀锌扁钢，垂直接地体采用Φ50×3.5镀锌钢管。垂直接地极的间距不大于10m。（接地网暂按镀锌扁钢考虑，是否设置阴极保护、接地材质根据土壤电阻率测试值确定防腐方案）。

电气微机保护装置的接地网形式按相关规定和反措要求执行。

高压电气设备的接地按相关规定和反措要求执行。

11.4 污秽情况及电气设备外绝缘

本工程电气设备选型暂按E级污秽条件选型，电气设备外绝缘爬距均按统一爬电比距55mm/kV（最高运行相电压为基准）选择。

本工程海拔在1220~1230米左右，外绝缘按照海拔1300米修正。

12 照明和检修网络

12.1 工作、事故照明供电电压及照明和检修网络供电方式

1) 照明网络供电电压

正常照明网络电压为380/220V；交流事故照明网络380/220V；直流事故照明网络电压220V。安全照明电压为24V。

2) 工作照明、检修网络供电方式

本工程主厂房采用照明与动力分开供电的方式。每台机组设一段正常照明动力配电中心，本工程设两台800kVA照明变压器，两台照明变压器的互为暗备用。

本工程不设专门检修变，主厂房设检修通风MCC段，检修通风MCC段的电源从主

厂房380V 公用段引接。

辅助厂房采用照明、检修与动力合并供电方式。由其附近的380/220V电动机控制中心（MCC）供电。

3) 事故照明供电方式

本工程事故照明采用交流事故照明为主，直流事故照明为辅的方式，直流事故照明仅在集控室、网控室和柴油发电机室设置。

(1) 交流事故照明

主厂房及其附近重要车间的事故照明采用交流事故照明，交流事故照明由保安电源动力中心供电，交流事故照明参与电厂的正常照明。每台机组在主厂房设置一段交流事故照明配电中心。

(2) 直流事故照明

在集控室、网控室、柴油发电机室设直流常明灯。

(3) 远离主厂房的重要车间的事故照明采用应急灯。

4) 全厂设置集中控制集中电源供电的消防应急照明及疏散指示系统。系统由应急照明箱、应急照明控制器、应急照明灯具等组成。应急照明照度不低于5lx。疏散指示灯及应急照明通过应急照明箱供电，消防应急照明箱自带蓄电池，事故放电时间不小于90min。应急照明灯及疏散指示灯电压为DC36V。

12.2 照明、检修变压器选择及动力配电中心布置。

照明变压器选用干式变压器，照明变压器容量为800KVA。

主厂房及辅助车间的照明、检修配电箱分别布置在相应的车间建筑物内。

12.3 集中控制室照明方式

集中控制室的照明采用格栅照明或点光源，即集中控制室主环采用阻燃栅格的光带照明或点光源。

13 厂内通讯

厂内通讯方式有生产管理通信和生产调度通信。

生产管理通信设置数字程控交换机480门，可扩容至1000门，作为全厂生产管理系统和行政管理系统的对内、对外通讯联系用。

生产调度通讯在集控室内设置调度管理机160门，调度台1个，作为全厂生产调度通信。

输煤系统设置输煤广播呼叫系统。

通信电源统一考虑，采用两组48V，400Ah免维护电池，采用两组高频开关充电器。

通讯电话数量满足生产、行政、生活实施、后勤服务等需求，具体位置和数量在具体施工图确定。

全厂所有通信设备的用户线均由厂家接到总配线柜上(内侧)；全厂所有用户线路(市话电缆)均由施工单位敷设到总配线柜(外侧)。全厂统一布线，在总配线柜上跳线。

14 电缆及附属设施

14.1 电缆设施

主厂房内电缆通道尽量采用电缆桥架。辅助厂房和厂区主要采用电缆沟与厂区综合管架相结合。电缆桥架采用热镀锌钢制桥架。动力电缆及控制电缆采用梯架，弱电及计算机电缆采用实底托盘桥架。

14.2 电缆选择

主厂房区域、输煤系统所有电缆及辅助厂房MCC电源进线动力电缆采用阻燃铜芯电缆；辅助厂房低压馈线动力电缆采用阻燃铜芯电缆；蓄电池回路及保安、UPS等重要回路及高温区域、有油污染可能的区域的电缆采用耐火铜芯电缆。由CT、PT至保护回路的电缆均采用阻燃屏蔽电缆。对于工艺专业有特殊要求的电缆的选用应能满足相关专业的要求。

10kV电力电缆选用阻燃交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆，型号为ZRC-YJY23-8.7/10kV。主厂房内低压电力电缆选用阻燃聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆，型号为ZRC-YJY23-0.6/1kV。辅助厂房内重要回路采用阻燃或耐火铜芯低压电力电缆ZRC(NH)-YJY23-0.6/1kV。厂区电缆采用阻燃或耐火铜芯低压电力电缆ZRC(NH)-YJY23-0.6/1kV（户外）。控制电缆选用ZRC-KYJYP23-450/750V。

330kV配电装置内敷设的控制电缆均采用屏蔽控制电缆，型号为ZRC-KYJYP23-450/750V。

14.3 电缆防火

电缆通道按《发电厂、变电所电缆选择与敷设设计规程》规定及《发电厂、变电所设计防火规范》设置防止电缆着火延燃措施：如在电缆桥架通向不同机炉、车间和配电装置交界处、户外进入户内等处设置阻火隔墙或阻火段；封堵所有的电缆竖井孔、墙孔、开关柜控制保护屏柜底部电缆孔洞等，在易受外部着火影响的区段，如汽机头部，高温

管道附近采用电缆槽盒等设施。

15 检修及试验

本工程按规程规范设置相应检修试验设备。

16 节能方案

16.1 照明专用变低压侧加装电压自动分级补偿装置，厂区照明具有时控（光控）等功能，选用新型的节能型光源及附件，例高光效的金属卤化物灯、高压钠灯、细管荧光灯、紧凑型节能灯和电子整流器。

16.2 主变压器、高压厂用变压器、低压厂用变压器，采用低损耗变压器。

16.3 电厂辅助设备驱动用电机，功率大于等于200kW的均采用高压电动机，以减少启动电流和线路损耗。同时，采用高效节能型电动机，提高了电动机效率，节约能源。对厂用电动机的供电，选用合适的电缆材质和截面，降低电缆线路的能耗。

16.4 厂用低压配电系统采用PC-MCC两级供电方式，MCC尽量靠近负荷中心布置，优化电缆敷设路径，减少电缆长度，降低电缆损耗。

16.5 优化电缆敷设路径，尽量缩短电缆长度，以减少线路损耗。

16.6 电除尘系统拟采用节能型智能脉冲高频电源供电方式，电除尘总的运行能耗与常规高能耗供电方式相比电能消耗大幅度下降。

16.7 选择变压器接线组别时，尽量选用一侧星形、一侧三角形接线，减少三次谐波污染引起的损耗及功率因数的降低。

16.8 采用绿色节能照明

16.8.1 照明电源线路应尽量采用三相四线制供电，以减少电压损失。

16.8.2 根据建筑布局和照明场所合理布置光源、选择照明方式、光源类型是降损节能的有效方法。

17 劳动安全和职业卫生

17.1 劳动安全

17.1.1 电气设施防火防爆

(1) 对制粉系统等易爆易燃场所，电气装置设计中选用绝缘良好的电气设备和材料。

(2) 当电气房间设有气体消防时, 通风系统与消防报警系统联锁, 一旦发生火灾时, 自动切断通风系统各风机的电源, 关闭各进排风门。

17.1.2 变压器及充油电气设备防火

(1) 对易爆易燃场所采用防爆灯具和器件, 或将电气器件移至不易爆易燃危险的场所。

(2) 本工程主变压器、厂高变均采用水喷雾灭火措施。

(3) 全厂主要电气设备采用无油化措施防火, 主厂房内低压厂用变压器采用干式变压器, 10kV 高压开关柜采用真空断路器和熔断器-真空接触器 (F-C) 的组合设备。

(4) 蓄电池采用阀控式密封铅酸蓄电池 (免维护型)。

17.1.3 电缆防火

(1) 主厂房和由主厂房引出的电缆, 以及高温和易燃易爆的场所均采用阻燃型电缆, 重要的回路采用耐火电缆。

(2) 主厂房内电缆通道的布置是按不同单元机组的电缆分别敷设在各自的通道内进行设计的。

(3) 全厂电缆穿墙或楼板、电缆竖井、各类电气、控制盘、柜底部开孔处在施工完毕后, 均用防火堵料进行密实的封堵。

17.1.4 有毒有害物质防护

SF₆气体是无毒的, 但在电离作用下分解产生高氟或低氟化硫有剧毒, 虽在常温下又还原为 SF₆ 气体, 但在断路器经多次动作后, 灭弧室内难免残留有毒气或偶尔向外渗漏。因此, 设计提出运行单位应严格执行《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》(GB8905-88) 的要求。

17.1.5 本工程设置事故照明系统。附属车间的控制室及远离主厂房的重要车间的事故照明采用应急灯; 对主厂房及重要车间的出入口采用应急灯作为疏散照明。

17.1.6 照明系统安全措施

(1) 间冷塔、烟囱等较高建筑物处设航空障碍照明灯。

(2) 有爆炸危险场所的照明, 采用防爆措施。

(3) 室外照明器的安装位置便于维修, 并考虑更换灯泡的安全。

17.2 职业卫生

(1) SF₆气体是无毒的, 但在电离作用下分解产生高氟或低氟化硫有剧毒, 虽在常温下又还原为 SF₆ 气体, 但在断路器经多次动作后, 灭弧室内难免残留有毒气或偶尔向

外渗漏。因此，运行时要求运行单位严格执行《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》（GB8905-88）。

（2）为了延长蓄电池的使用寿命，保证夏季蓄电池对室内温度的要求，电气设备间按暖通专业要求，必要时设置防爆型空调机。当电气房间设有气体消防时，通风系统与消防报警系统联锁，一旦发生火灾时，自动切断通风系统各风机的电源，关闭各进排风门。

（3）主变压器、高压厂用变压器等产生工频电场的设备进行室外布置，建有围护栏，并远离其他建筑。

附表1： 高压厂用变压器负荷统计及容量选择

序号	设备名称	额定容量 (kW)	安装数量 (台)	工作数量 (台)	#1机厂高变						重复容量 (kW)	#2机厂高变						重复容量 (kW)
					#1A厂高变			#1B厂高变				#2A厂高变			#2B厂高变			
					安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)		安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	
1	电动启动给水泵	4200	1	1				1	0						1			
2	凝结水泵(变频)	1900	4	2	1	1	1900	1	1	1900	1900	1	1	1900	1	1	1900	1900
3	循环水泵	1700	6	6	2	2	3400	1	1	1700		2	2	3400	1	1	1700	
	ΣP1						5300			3600	1900			5300			3600	1900
4	闭式循环冷却水泵	380	4	2	1	1	380	1	1	380	380	1	1	380	1	1	380	380
5	磨煤机	560	12	10	3	3	1680	3	2	1120	560	3	3	1680	3	2	1120	560
6	吸风机（电驱）	6850	4	4	1	1	6850	1	1	6850		1	1	6850	1	1	6850	
7	一次风机	2250	4	4	1	1	2250	1	1	2250		1	1	2250	1	1	2250	
8	送风机	1750	4	4	1	1	1750	1	1	1750		1	1	1750	1	1	1750	
9	启动循环泵	450	1	1				1	1	450					1	1	450	
10	喷油螺杆空压机	350	8	6	2	1	350	2	2	700	350	2	2	700	2	2	700	350
11	吸收塔浆液循环泵A	630	2	2				1	1	630					1	1	630	
12	吸收塔浆液循环泵B	710	2	2	1	1	710					1	1	710				

序号	设备名称	额定容量 (kW)	安装数量 (台)	工作数量 (台)	#1机厂高变						重复容量 (kW)	#2机厂高变						重复容量 (kW)
					#1A厂高变			#1B厂高变				#2A厂高变			#2B厂高变			
					安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)		安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	
13	吸收塔浆液循环泵C	710	2	2				1	1	710					1	1	710	
14	吸收塔浆液循环泵D	800	2	2	1	1	800					1	1	800				
15	吸收塔浆液循环泵E	800	2	2				1	1	800					1	1	800	
16	氧化风机	630	4	2	1	1	630	1	1	630	630	1	1	630	1	1	630	630
17	湿式球磨机	900	1	1	1	1	900					1	1	900				
18	真空泵	250	1	1				1	1	250					1	1	250	
19	5号甲乙带式输送机	400	2	2				1	1	400					1	1	400	
	ΣP2						16300			16920	1920			16650			16920	1920
	Sg=ΣP1+0.85×ΣP2 （KVA）						19155			17982	3532			19453			17982	3532
20	汽机变压器	2000	4	2	1	1	2000	1	1	2000	2000	1	1	2000	1	1	2000	2000
21	锅炉变压器	2500	4	2	1	1	2500	1	1	2500	2500	1	1	2500	1	1	2500	2500
22	公用变压器	2500	2	1				1	1	2500					1	1	2500	
23	照明变压器	800	2	1				1	1	800					1	1	800	
24	等离子变	1600	2	1	1	1	1600					1	1	1600				
25	电除尘变压器	2500	6	4	2	2	5000	1	1	2500	2500	2	2	5000	1	1	2500	2500

序号	设备名称	额定容量 (kW)	安装数量 (台)		工作数量 (台)	#1机厂高变						重复容量 (kW)	#2机厂高变						重复容量 (kW)
						#1A厂高变			#1B厂高变				#2A厂高变			#2B厂高变			
						安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)		安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	运行数量 (台)	工作容量 (kW)	
26	脱硫变压器	2000	2	1	1	1	2000					1	1	2000					
27	除灰变压器	2000	2	1	1	1	2000					1	1	2000					
28	供水变压器	2500	2	1	1	1	2500					1	1	2500					
29	化水变压器	2000	2	1				1	1	2000					1	1	2000		
30	厂前区变压器	1600	2	1				1	1	1600					1	1	1600		
	ΣSe（KVA）						15900			18100	7000			13400			18100	7000	
	Sd=0.85×ΣSe（KVA）							13515			15385	5950			11390		15385	5950	
31	输煤10kV段	3230	2	1	1	1	3230					1	1	3230					
	低压绕组总负荷S=Sg+Sd（KVA）							35900			33367	9482			34073		33367	9482	
	高压绕组负荷 S=S1A+S1B- 重复容量（KVA）							59785							57958				
	选择变压器容量（KVA）					65000/40000-40000							65000/40000-40000						

序号	设备名称	额定容量 (kW)	安装数量 (台)	工作数量 (台)	输煤10kV段				
					A段		B段		重复容量 (kW)
					安装数量 (台)	工作容量 (kW)	安装数量 (台)	工作容量 (kW)	
1	碎煤机（输煤段）	450	2	1	1	450	1	450	450
2	斗轮堆取料机（输煤段）	350	1	1			1	350	
3	1号甲乙带式输送机（输煤段）	250	2	2	1	250	1	250	
4	4号甲乙带式输送机（输煤段）	250	2	2	1	250	1	250	
	$\sum P2$					950		1300	450
	$Sg=0.85\times\sum P2$ （kVA）					807.5		1105	382.5
5	输煤变	2000	2	1	1	2000	1	2000	2000
	$\sum Se$					2000		2000	2000
	$Sd=0.85\times\sum Se$ （KVA）					1700		1700	1700
	负荷 $S=Sg+Sd$ （KVA）+S(厂外输煤系统)					2507.5		2805	2082.5
	输煤段负荷（KVA）(A/B段负荷减重复容量)					3230			

附表2：低压厂用变压器负荷统计及容量选择

第 29 页

主厂房低压变压器容量选择 汽机变压器											
序号	设备名称	额定容量	安装数量	运行数量	380/220V汽机1A段(2A段)			380/220V汽机1B段(2B段)			重复容量
					安装数量	运行数量	安装容量	安装数量	运行数量	安装容量	
		KW	台	台	台	台	KW	台	台	KW	
1	发电机定子冷却水泵	75	2	1	1	1	75	1	1	75	75
2	轴封电加热器	150	1	1				1	1	150	0
3	机械真空泵	200	3	3	2	2	400	1	1	200	0
4	低加疏水泵	185	2	1	1	1	185	1	1	185	185
5	凝结水精处理再循环泵	75	2	2	1	1	75	1	1	75	0
6	汽机电动门配电箱	100	1	1	0	0	0	1	1	100	0
7	汽机房MCC A(B)段	342	2	1	1	1	342	1	1	342	0
8	汽机房MCC C段	247	2	1	1	1	247	1	1	247	247
	发电机定子冷却水泵	75	2	1	1	1	75	1	1	75	75
	ΣP (KW)						1324			1374	507
	0.7xΣP (KVA)						927			962	355
	Sd=380V 厂用I段+380V厂用II段-重复容量						1533				
	变压器容量选择 (KVA)				2000			2000			互为备用

主厂房低压变压器容量选择 锅炉变压器

序号	设备名称	额定容量	安装数量	运行数量	380/220V锅炉1A段(2A段)			380/220V锅炉1B段(2B段)			重复容量
					安装数量	运行数量	安装容量	安装数量	运行数量	安装容量	
		KW	台	台	台	台	KW	台	台	KW	KW
1	磨煤机密封风机	160	2	1	1	1	160	1	1	160	160
2	锅炉电动门配电箱	100	1	1	1	1	100			0	0
3	锅炉启动疏水泵	75	2	1	1	1	75	1	1	75	75
4	低温省煤器再循环泵	150	2	1	1	1	150	1	1	150	150
5	给煤机主电机	5	6	5	3	3	15	3	3	15	5
6	保安P-MCC A(B)段工作进线	1000	2	1	1	1	1000	1	1	1000	1000
7	锅炉MCC A(B)段	642	2	1	1	1	642	1	1	642	0
8	锅炉MCC C段	201	2	1	1	1	201	1	1	201	201
	ΣP (KW)						2343			2243	1431
	$0.7 \times \Sigma P$ (KVA)						1640			1570	1002
	Sd=380V 厂用I段+380V厂用II段-重复容量						2208				
	变压器容量选择 (KVA)				2500			2500			互为备用

主厂房低压变压器容量选择 公用变压器

序号	设备名称	额定容量	安装数量	运行数量	380/220V公用A段			380/220V公用B段			重复容量
					安装数量	运行数量	安装容量	安装数量	运行数量	安装容量	
		KW	台	台	台	台	KW	台	台	KW	KW
1	锅炉房7.8m屋顶式空调机	85	2	1	1	1	85	1	1	85	85
2	锅炉房15.5m屋顶式空调机	85	2	1	1	1	85	1	1	85	85
3	集控楼屋顶式空调机	150	2	1	1	1	150	1	1	150	150
4	汽机房7.8m组合式换热机组	75	3	2	1	1	75	2	2	150	75
5	机组排水槽废水泵	75	4	4	2	2	150	2	2	150	0
6	凝结水精处理MCC段	280	2	1	1	1	280	1	1	280	280
7	机组排水槽MCC段	103	2	1	1	1	103	1	1	103	103
8	煤仓间MCC段	126	2	1	1	1	126	1	1	126	126
9	采暖加热站MCC段	200	2	1	1	1	200	1	1	200	200
10	继电器室MCC段	250	1	1	1	1	250	1	1	250	250
11	汽机通风检修MCC	259	2	1	1	1	259	1	1	259	0
12	锅炉通风检修MCC	214	2	1	1	1	214	1	1	214	0
13	集控楼MCC	100	2	1	1	1	100	1	1	100	100
14	集控室热控厂用负荷电源柜	80	2	1	1	1	80	1	1	80	80
	ΣP (KW)						2156			2231	1534
	$0.7 \times \Sigma P$ (KVA)						1509			1562	1074
	Sd=380V 厂用I段+380V厂用II段-重复容量						1998				
	变压器容量选择 (KVA)				2500			2500			互为备用

附表3：柴油发电机负荷统计表

第 32 页

柴油发电机容量选择											
序号	负荷名称	成组起动的电动机容量(KW) 和静止负荷的容量(kW)					单独起动的电动机			备注	
		连续运行PLX		短时运行PDS			容量PDG(KW)		投入 时间	运行 状态	投入 批次
		连接 容量	运行 容量	连接 容量	运行 容量	运行 时间	连接 容量	运行 容量			
		1	汽机润滑油泵	110	1						
2	汽机盘车装置	45					45	45	20min后	连续	
3	顶轴油泵	2×30	30								2
4	小汽机主油泵	2×30	30								2
7	发电机主密封油泵	1×22	22								1
11	主油箱抽油烟风机	2×4	4								1
12	送风机润滑油泵	4×2.2	8.8								1
15	引风机电机润滑油泵	2×2.2	4.4								1
16	一次风机润滑油泵	4×2.2	8.8								1
18	磨煤机润滑油泵	6×7.5	37.5								1
21	空予器传动装置	40	40								1
22	空予器漏风控制系统控制柜	2×8	16								1
23	空预器导向轴承油站电机	1.5	1.5								
24	空预器支承轴承油站电机	1.5	1.5								
25	电子自动控制密封系统	6x0.55	3.3								1

序号	负荷名称	成组起动的电动机容量(KW) 和静止负荷的容量(kW)					单独起动的电动机				备注
		连续运行PLX		短时运行PDS			容量PDG(KW)		投入 时间	运行 状态	投入 批次
		连接 容量	运行 容量	连接 容量	运行 容量	运行 时间	连接 容量	运行 容量			
26	SCR区保安负荷	2x10	20								1
28	火检冷却风机电机	2×7.5	7.5								1
29	消防控制系统	8	8								1
30	照明电源	2x0.3	0.6								1
31	柴油机自身负荷	1×10	10								1
32	励磁电源	1×16	16								1
34	汽机电液控制系统（DEH）	1×5	5								1
35	汽机紧急跳闸系统（ETS）	1×2	2								1
36	事故照明负荷	1×70	70								1
37	DCS电源柜	1×35	35								1
39	热控UPS、保安电源柜	1×20	20								1
40	CO2控制电源	1×10	10								1
41	单元控制室220VDC浮充电装置	2×66	66								1
42	单元控制室110VDC浮充电装置	2×40	40								1
43	单元控制室110VDC浮充电装置	3×20	20								1
44	脱硫保安电源	200	200								2

序号	负荷名称	成组起动的电动机容量(KW) 和静止负荷的容量(kW)					单独起动的电动机				备注
		连续运行PLX		短时运行PDS			容量PDG(KW)		投入 时间	运行 状态	投入 批次
		连接 容量	运行 容量	连接 容量	运行 容量	运行 时间	连接 容量	运行 容量			
45	电梯			1×17.4	17.4	间断					2
46	锅炉电动门配电箱			1×100	100						2
47	汽机电动门配电箱1			1×50	50						2
48	汽机电动门配电箱2			1×50	50						2
	连续运行的电动机额定功率之和ΣPD=		236.3								
	连续运行的静止负荷之和ΣPJ=		502.6								
	第一批成组启动时ΣPD1=		175.3								
	第一批成组启动时ΣPJ1=		282.6								
	S _{js} =kΣP _D		591.12								
	P _{js} =S _{js} cosφ		508.36								
	S _{js1} =kΣP _{D1}		366.32								
	P _{js1} =S _{js1} cosφ		315.04								

一.发电机容量的选择			
(1)发电机连续输出容量应大于最大计算负荷			
$S_e \geq nS_{js} =$		632.58	kVA
S_e	发电机的额定容量		
n	每个单元机组配置一台柴油发电机时取1		
(2)发电机带负荷起动一台最大容量的电动机时短时过负荷能力校验。			
$S_e \geq (nS_{js} + (1.25K_q - K)P_{DM}) / 1.5 =$		751.72	kVA
P_{DM}	最大电动机的额定功率	75	kW
K_q	最大电动机的起动电流倍数	6.6	
二、柴油机输出功率的复核			
(1)实际使用地点的环境条件不同于标准使用条件，时对柴油机输出功率的修正：			
$P_x = \alpha P_r$			
P_x	实际输出功率	947.37	kW
P_r	标准使用条件下的输出功率(kW)	1250	kW
α	海拔高度和空气温度综合修正系数		
$\alpha = k + 0.7(k - 1)(1/\eta_m - 1)$		0.76	
η_m	柴油机的机械效率	0.90	
$k = (P/P_0)^{0.7} (T_0/T)^2$		0.78	
P	大气压力(kPa)	80	
P_0	标准大气压力(kPa)	100	
T	温度（绝对温度k)	313	
T_0	标准温度(k)	298	
(2)持续1小时运行状态下输出功率校验			

$P_x \geq \alpha P_{js} / (1.1 * \eta_G) =$		597.68	kW
P_{js}	计算负荷的有功功率	544.02	
η_G	发电机的效率	0.95	
α	柴油发电机组的功率配合系数,	1.15	
(3)柴油机的首次加载能力校验:			
$P_x \geq 2.5 K_Q \sum P'_{eD} \cos \varphi_Q$		1237.4368	
$\sum P'_{eD}$	初始投入的保安负荷额定功率之和		
K_Q	起动负荷的电流倍数	5	
$\cos \varphi_Q$	起动负荷的功率因数	0.4	
三、最大电动机起动时母线上的电压水平校验			
$U_m = S_e / (S_e + 1.25 K_q P_{DM} X'_d)$		84.33%	
X'_d	发电机的暂态电抗	0.16	
四、结论			
发电机	P_r	1250	kW
	$\cos \varphi_Q$	0.8	
	η_G	95%	
	S_e	1644.73	kVA
柴油机	P_{PPR}	1250	kW