

火电机组仿真培训指导教材



300MW

(循环流化床) **分册**

大唐黑龙江发电有限公司◎组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

责任编辑：安小丹 宋红梅

电子信箱：xiaodan-an@sgcc.com.cn

联系电话：010-63412367

火电机组仿真培训指导教材

- 火电机组仿真培训指导教材 **125MW** 分册
- 火电机组仿真培训指导教材 **200MW** 分册
- 火电机组仿真培训指导教材 **300MW** 分册
- **火电机组仿真培训指导教材 300MW（循环流化床）分册**
- 火电机组仿真培训指导教材 **350MW** 分册
- 火电机组仿真培训指导教材 **600MW** 分册



中国电力出版社官方微信

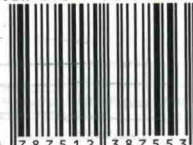


掌上电力书屋



上架建议：电气工程/火力发电

ISBN 978-7-5123-8755-3



9 787512 387553 >

定价：55.00元

火电机组仿真培训指导



300MW

(循环流化床) 分册

大唐黑龙江发电有限公司©组编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为确保火电机组的安全、稳定、经济运行,提高生产运行人员的技术素质,适应员工岗位培训工作的需要,大唐黑龙江发电有限公司组织所属各单位结合在役机组运行实际,编写了《火电机组仿真培训指导教材》,共包含6个分册。

本书为《火电机组仿真培训指导教材 300MW(循环流化床)分册》,全书详细介绍了300MW循环流化床火电机组的主要技术参数、系统启停、运行控制、事故处理等。共分为九章:第一章主要介绍300MW循环流化床机组的锅炉、汽轮机、发电机-变压器组概述及主要参数;第二章主要介绍锅炉系统,包括整体布置与工作原理,各辅助系统的启停及运行调整;第三章主要介绍汽轮机系统,汽轮机主要辅助系统的启停及运行调整;第四章主要介绍电气系统,包括电气主接线形式,发电机、厂用电系统、变压器等的投停和正常监控;第五章主要介绍机组保护及试验,包括锅炉、汽轮机、电气保护配备和试验规定;第六章主要介绍机组冷态启动,包括设备送电、辅助系统投入、锅炉侧启动、汽轮机冲转、机组并网、升负荷;第七章主要介绍机组运行,包括机组控制方式,运行监视与调整;第八章主要介绍机组滑参数停机,包括滑参数停机的操作步骤,参数选择、注意事项;第九章主要介绍事故处理,包括事故的现象、原因及事故处理原则。

本书适用于300MW循环流化床火电机组运行岗位专业实训,也可作为电厂运行人员的培训教材和从事集控运行专业技术人员的参考资料,并可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电机组仿真培训指导教材. 300MW(循环流化床)分册/大唐黑龙江发电有限公司组编. —北京:中国电力出版社, 2016. 4
ISBN 978-7-5123-8755-3

I. ①火… II. ①大… III. ①火力发电-发电机组-技术培训-教材 IV. ①TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 004312 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年4月第一版 2016年4月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 18.25印张 403千字
印数 0001—2000册 定价 55.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 审 委 员 会

主任委员 王振彪

副主任委员 李景峰 刘延滨(常务) 孙大伟 李晶岩

委 员 张卫东 张艳春 汤传金 左晓群 毕宏远

王秀江 张伟国 李 志 张春宇 徐传彬

王永金 刘士宏 沈 琪 屈广顺 单朋文

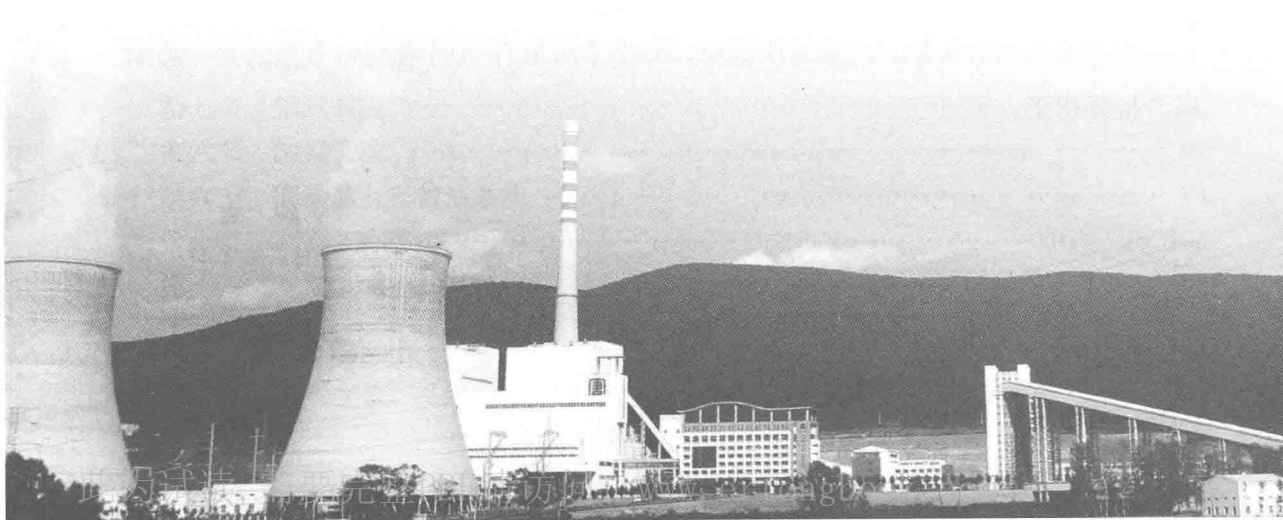
执行主编 张卫东

执行副主编 葛成林 常治国 单小东

编 辑 解 文 彭守刚 胡永盛 刘殿辉 张巍巍

许方伟 张代军 金哲浩 王剑辉 李 锋

毕玉坤 胡伟堃 邢学智



前言

本书以哈尔滨汽轮机有限责任公司、哈尔滨锅炉有限责任公司、哈尔滨电机有限责任公司和黑龙江省电力设计院提供的技术资料为基础,以现场操作规程为依据,总结现场实际运行经验,是为适合试用于 300MW 循环流化床火力发电机组电厂热能动力设备专业及同型号机组使用和学习所编写的实训教材。书中详细讲解了机组各主要系统的工作原理,全面详尽阐述了机组的启动、停止、运行维护和事故处理的过程和操作方法,其目的是让学员在有限的实训期间内,最大程度地掌握机组各系统的构成和理论,学会基本的运行操作及主要事故分析和处理,以达到认知和提高其专业技能水平和素质修养。

本书依据中国电力企业联合会标准化管理中心编《火力发电厂技术标准汇编 第三卷 运行标准》、电力工业部(80)电技字第 26 号《电力工业技术管理法规》、国家标准《电力(业)安全工作规程》、DL 612—1996《电力工业锅炉压力容器监察规程》及国能安全〔2014〕161 号《防止电力生产事故的二十五项重点要求》等相关标准,结合 300MW 循环流化床机组运行生产实际,在总结其他同型机组的先进经验的基础上加以整编。

本书打破机组容量的局限性,吸收不同容量机组的相同经验,以力求全面、简明、实用,突出整体性、协调性、针对性,便于现场实际操作。

由于编者水平所限,疏漏在所难免,对书中可能存在的错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2015 年 4 月

目 录

前言

第一章 机组概述	1
第一节 锅炉概述及主要参数	1
第二节 汽轮机概述及主要参数	3
第三节 发电机-变压器组概述及主要参数	6
第四节 辅机运行通则	9
第二章 锅炉系统	14
第一节 整体布置与工作原理	14
第二节 汽水系统	17
第三节 风烟系统	18
第四节 燃烧系统	33
第五节 排渣系统	43
第三章 汽轮机系统	48
第一节 主再热蒸汽及旁路系统	48
第二节 抽汽系统	52
第三节 凝结水系统	58
第四节 给水除氧系统	63
第五节 真空系统	79
第六节 循环冷却水系统	81
第七节 辅汽系统	89
第八节 轴封系统	91
第九节 润滑油及密封油系统	94
第十节 EH 油系统	104
第十一节 发电机冷却系统	106
第四章 电气系统	111
第一节 电气主接线系统	111

第二节 发电机	114
第三节 励磁系统	116
第四节 厂用电系统	121
第五节 变压器	129
第五章 机组保护及试验	136
第一节 锅炉保护及试验	136
第二节 汽轮机保护及试验	151
第三节 电气保护及试验	163
第六章 机组冷态启动	168
第一节 设备送电	168
第二节 点火前的准备	171
第三节 点火、升温、升压	173
第四节 汽轮机冲转	177
第五节 机组并网	183
第六节 机组升负荷	185
第七章 机组运行	191
第一节 机组控制方式	191
第二节 运行监视与调整	194
第八章 机组滑参数停机	215
第一节 滑参数停机	215
第二节 滑参数停机注意事项	221
第三节 滑参数停机后注意事项	222
第九章 事故处理	227
第一节 锅炉事故处理	227
第二节 汽轮机事故处理	246
第三节 电气事故处理	268
附录 A 汽轮机冷态启动曲线	281
附录 B 汽轮机滑停曲线	282
附录 C 汽轮机惰走曲线	283
附录 D 机组启动时主蒸汽参数图	284
参考文献	285

第一章 机 组 概 述

本仿真机组的仿真对象为大唐鸡西第二热电公司（以下简称本公司）1号、2号机组，仿真程度为本公司机组运行的全过程。仿真对象的锅炉、汽轮机、发电机分别由哈尔滨锅炉厂有限责任公司、哈尔滨汽轮机厂有限责任公司、哈尔滨电机厂有限责任公司制造，DCS控制系统由国电智深公司配套，DEH控制系统由ABB贝利公司配套。

第一节 锅炉概述及主要参数

一、锅炉概述

本公司锅炉由哈尔滨锅炉厂有限责任公司制造的HG-1025/17.5-L.MG43型、国产亚临界参数、一次中间再热、平衡通风，固态排渣，紧身封闭布置，全钢构架、自然循环、单汽包、循环流化床锅炉。锅炉整体呈左右对称布置，支吊在锅炉钢架上，采用高温旋风分离器进行气固分离。

本锅炉由五跨组成，第一、第二跨布置有主循环回路（炉膛、部分受热面、高温绝热旋风分离器、回料器）、冷渣器以及二次风系统等；第三跨布置尾部烟道低温受热面以及省煤器；第四跨布置空气预热器、第五跨为布袋除尘器等。

炉膛底部采用裤衩型将下炉膛一分为二。炉膛底部是水冷布风板，其上布有布风均匀防堵塞、防结焦的大直径钟罩式风帽。布风板之下为由水冷壁管弯制围成的水冷风室，在水冷风室内表面敷设有耐火材料。

4台高温旋风分离器布置在炉膛两侧的钢架副跨内，由高温绝热分离器、回料腿、自平衡U形回料阀构成循环物料的返料系统，将旋风分离器分离下来的物料经回料器直接返回炉膛。

尾部采用双烟道结构，上部被中隔墙过热器分为前烟道和后烟道，前烟道中布置有低温再热器和省煤器，后烟道中布置有高温过热器、低温过热器及省煤器，上部烟道为膜式包墙过热器所包覆，下部为单烟道，中间隔墙下部布置烟道挡板。

一次风由一次风机提供，经空气预热器吸热从水冷风室通过布风板上的风帽进入炉膛，将布风板上的物料（燃煤及灰渣）吹起，并使物料处于流化状态。被烟气携带排出炉膛的细小固体颗粒，经高温旋风分离器分离捕捉，再送回炉内循环燃烧，高温旋风分离器无法捕捉的更细微的颗粒随烟气经各受热面排出，烟气经布袋除尘器除尘后，将合格烟气

由烟囱排至大气。二次风由一次风机提供，经空气预热器吸热后，由左右侧分上下进入炉膛，为燃料燃烧提供氧量。流化风由流化风机向四个高温旋风分离器的 U 形返料阀风室提供流化风，使高温旋风分离器风室内物流化，并向循环物料提供返回炉膛内的动力。引风机为保持炉膛压力，将烟气由烟道经布袋除尘器抽出，经烟囱排至大气。

空气预热器采用 1 级管式空气预热器，空气在管内横向流动，烟气在管外纵向流动冲刷管子，为防止空气预热器冷端低温腐蚀，设置了一、二次风暖风器。

锅炉采用回料器给煤的方式，4 条给煤线，每条 4 个落煤口，分别对应两个回料器，石灰石采用罗茨风机输送，8 个石灰石给料口布置回料腿上。在水冷风室之前的两个一次风道内各布置一台风道燃烧器，另外在炉膛下部还设置有 8 只床上助燃油枪，用于锅炉启动点火和低负荷稳燃。

8 台滚筒冷渣器被分为两组布置在炉膛两侧，将底渣排到机械除渣系统，单台出力不小于 25t/h，使渣温在冷渣器出口处能达到 150℃以下。

锅炉采用平衡通风方式，压力平衡点位于炉膛出口，运行时燃烧室处于正压工况。

二、锅炉主要设备参数

(一) 锅炉技术参数 (见表 1-1)

表 1-1 锅炉技术参数				
序号	项 目	单位	BMCR 工况	BRL (300MW)
1	型号		HG-1025/17.5-L MG43	
2	主蒸汽流量	t/h	1025	960
3	主蒸汽出口压力	MPa	17.5	17.5
4	主蒸汽出口温度	℃	540	540
5	再热蒸汽流量	t/h	849.7	794.5
6	再热蒸汽出口压力	MPa	3.75	3.43
7	再热蒸汽出口温度	℃	540	540
8	再热蒸汽进口压力	MPa	3.93	3.59
9	再热蒸汽进口温度	℃	330	322.7
10	汽包压力	MPa	18.699	
11	给水压力	MPa	19.265	
12	给水温度	℃	281	276
13	空气预热器一/二次风进风温度	℃	26/23	
14	空气预热器出口一/二次风温度	℃	322.8/330	
15	排烟温度	℃	124	
16	正常运行锅炉水容积	t	304	
17	水压试验时锅炉水容积	t	542	
18	锅炉效率	%	90.57	90.65
19	实际燃煤量	t/h	239.2	226.9
20	炉膛尺寸	mm	15051×16269×39500	

(二) 锅炉热平衡 (见表 1-2)

表 1-2 锅炉热平衡 (设计煤种)

序号	项 目	单 位	BMCR 工况	BRL (300MW)
1	干烟气热损失	%	5.1	4.98
2	未燃尽碳热损失	%	4	4.1
3	辐射及对流散热损失	%	0.22	0.22
4	灰渣物理热损失	%	0.492	0.48
5	石灰石煅烧热损失	%	0.208	0.208
6	石灰石脱硫放热	%	-0.227	-0.227
7	风机增益	%	-0.813	-0.774
8	其他		0.45	0.35
9	设计余量	%	0.47	
10	锅炉计算效率	%	90.57	90.65
11	锅炉保证效率		90.1	

(三) 风量分配 (见表 1-3)

表 1-3 额定负荷下的风量分配 (标准状态)

名 称		设计煤质	校核煤种 1	校核煤种 2	单位
负 荷		BMCR	BMCR	BMCR	
一次风	布风板一次风 (热风)	392570	392570	392570	m ³ /h
	总一次风	392570	392570	392570	m ³ /h
二次风	二次风喷口 (热风)	414621	407441	421221	m ³ /h
	给煤机密封风 (冷风)	3200	3200	3200	m ³ /h
	回料腿给煤密封风 (热风)	107330	107330	107330	m ³ /h
	总二次风	525151	517971	531751	m ³ /h
回料阀流化风		12969	12969	12969	m ³ /h
石灰石输送风		4000	4000	4000	m ³ /h
锅炉总风量		934690	927510	941290	m ³ /h

第二节 汽轮机概述及主要参数

一、汽轮机概述

本公司 1 号、2 号汽轮机为哈尔滨汽轮机厂有限责任公司制造的 C270/N300-16.7/537/537 型亚临界、一次中间再热、单轴、双缸 (高中压缸合缸) 双排汽、单抽供热凝汽式汽轮机。转子共有 36 级, 其中第 1 级为调节级, 其余 35 级为压力级, 高压缸通流部分反向布置: 13 级 (1 个调节级+12 个压力级); 中压缸通流部分正向布置: 11 个压力级; 低压缸通流部分对称布置: 2×6 个压力级; 汽轮机旋转方向 (从汽轮机向发电机看) 为顺时针方向, 设有 8 段抽汽及 30% 容量的高、低压两级串联旁路系统。

新蒸汽经由 2 个高压主汽门、4 个高压调节门（每侧由 1 个高压主汽门和 2 个高压调门组成高压联合汽门）。经过 4 根高压导汽管逆时针排列进入高压缸的 4 个喷嘴室，其中 1 号高压主汽门控制 1 号、4 号高压调节阀，2 号高压主汽门控制 2 号、3 号高压调节阀，四个高压调节阀布置方式为：左下 1 号、右下 2 号、右上 3 号、左上 4 号，通过各自的喷嘴组（1 号、2 号、3 号、4 号高压调门控制喷嘴数各为 30 个），流向反向布置的冲动式调节级和 12 级的反动式压力级后，由高压缸下部两侧经过 1 个高压排汽止回门排出进入再热器。再热后的蒸汽由再热蒸汽管进入经由 2 个中压主汽门、2 个中压调节门（每侧由 1 个中压主汽门和 1 个中压调门组成中压联合汽门），经过两根中压导汽管从下部进入中压缸，流向 11 级正向布置的反动式压力级后，从中压缸的排汽一部分蒸汽由中压缸下部的抽汽口抽走，至五段抽汽、供热抽汽以及低压辅汽，另一部分蒸汽由中压缸上部排汽口经过 1 根联通管进入低压缸。低压缸为双分流结构，蒸汽从中部流入，经过正反流向 2×6 反动式压力级后，从两个排汽口向下排入一个凝汽器。在采暖抽汽工况下，可根据采暖参数的要求，开大（关小）中压缸到低压缸连通管上的采暖抽汽蝶阀的开度，使中压缸下排汽区域的压力逐渐降低（升高），维持采暖抽汽参数稳定。

机组回热系统由 8 段抽汽组成。分别从 9、13、18、22、24、26/32、28/34、29/35 级后抽出，一段、二段、三段抽汽分别供给 1 号、2 号、3 号高压加热器（带有内置蒸汽冷却段和疏水冷却段），高压加热器疏水逐级自流进入除氧器；四段抽汽供除氧器、汽动给水泵组、中辅联箱汽源；五段、六段、七段、八段抽汽分别供给 5 号、6 号、7 号、8 号低压加热器，7 号、8 号低压加热器为共用一个壳体的复式加热器，卧式布置在凝汽器喉部；低压加热器疏水逐级自流进入凝汽器；5 级抽汽在采暖期供热网加热器。热网加热器疏水通过热网疏水泵进入主机除氧器。

给水系统采用单元制，给水泵系统设有 2 台 50% 流量的给水泵汽轮机驱动给水泵和 1 台 30% 流量的电动机驱动给水泵，经过 3 台高压加热器进入锅炉省煤器，3 台高压加热器采用大旁路系统，给水系统还为再热器减温器、过热器减温器及高压旁路提供减温水。

凝结水系统采用凝结水精处理装置，凝汽器出来的凝结水经过 100% 流量凝结水泵、凝结水精处理装置、汽封冷却器和 4 台低压加热器进入除氧器。

循环水冷却方式为单元制自然通风塔，额定冷却水温度 20℃，汽轮机额定排汽压力 4.9kPa。

二、汽轮机主要设备参数

（一）汽轮机技术参数（见表 1-4）

表 1-4 汽轮机技术参数

序号	项 目	单位	内 容
1	型式	—	亚临界、一次中间再热、单轴、双缸 双排汽、抽汽凝汽式汽轮机组
2	型号	—	C270/N300-16.7/537/537

续表

序号	项 目	单位	内 容
3	额定转速	r/min	3000
4	旋转方向	—	顺时针（从汽轮机向发电机看）
5	额定功率（TRL）	MW	300（冷凝）/270（抽汽）
6	最大连续功率（T-MCR）	MW	319.5
7	最大功率（VWO）	MW	335
8	额定抽汽工况	MW	270
9	最大抽汽工况	MW	248.8
10	额定主蒸汽压力	MPa	16.7
11	高压缸额定排汽压力	MPa	3.572
12	额定主蒸汽温度	℃	537
13	额定再热蒸汽压力	MPa	3.43
14	额定再热蒸汽温度	℃	537
15	额定主蒸汽流量	t/h	960
16	最大连续功率主蒸汽流量	t/h	960
17	最大功率主蒸汽流量	t/h	1025
18	再热蒸汽额定进汽量	t/h	794.5
19	额定排汽压力	kPa	4.9
20	维持额定功率的最高排汽压力	kPa	11.8
21	允许最高排汽压力	kPa	18.6
22	额定凝汽量	t/h	574.16
23	额定工况汽耗率	kg/kWh	3.2
24	额定工况热耗率	kJ/kWh	8316.68
25	采暖抽汽压力	MPa	0.245~0.49
26	采暖供汽量	t/h	320~520
27	抽汽段数	段	8
28	给水温度	℃	276.25
29	冷却水温度	℃	20
30	维持额定功率时的最高冷却水温	℃	33℃
31	空负荷额定转速波动	r/min	±1
32	冷态启动从空负荷到满负荷所需时间	min	360
33	汽轮机外形尺寸	m	17.0×10.4×7.21
34	机组总长（包括罩壳）	m	17
35	机组最大宽度（包括罩壳）	m	10.4
36	制造厂家	哈尔滨汽轮机厂有限责任公司	

(二) 汽轮机各级抽汽参数 (见表 1-5)

表 1-5 汽轮机各级抽汽参数

抽汽级数	流量 (t/h)	压力 (MPa)	温度 (℃)	允许的最大汽量 (t/h)
第一级 (至 1 号高压加热器)	70.219	6.094	387.6	75.019
第二级 (至 2 号高压加热器)	70.469	3.813	322.7	73.899
第三级 (至 3 号高压加热器)	38.139	1.736	434.1	39.684
第四级 (至除氧器)	21.336	0.816	330.0	22.278
第四级 (至给水泵汽轮机)	40.913	0.816	330.0	60.708
第四级 (至厂用汽)	—	—	—	50.000
第五级 (至 5 号低压加热器)	41.090	0.516	275.4	43.108
第六级 (至 6 号低压加热器)	41.068	0.208	176.2	42.961
第七级 (至 7 号低压加热器)	29.423	0.0659	87.0	31.576
第八级 (至 8 号低压加热器)	13.073	0.0241	63.0	34.805

第三节 发电机-变压器组概述及主要参数

本公司 2×300MW 供热汽轮发电机组，采用 220kV 双母线接线，由鸡西联变，滴道变的 220kV 滴联线，滴口线两条线路 π 入鸡西二热 220kV 母线，发电机-变压器组采用单元接线方式，经两台主变压器接入 220kV 母线。

两台机组设一台高压侧电源由 220kV 母线引接的有载调压双分裂变压器，作为启动备用电源，变压器中性点经电阻接地运行。

220kV 配电装置采用全封闭组合电器 (GIS)，本期工程进线 3 回，出线 2 回，电压互感器及避雷器间隔两个，母联间隔 1 个，扩展屏间隔总计 9 个间隔。

一、概述

1 号、2 号发电机由哈尔滨电机有限责任公司制造的 QFSN-300-2 型三相隐极式同步发电机采用水—氢—氢的冷却方式，发电机定子线圈直接水冷，定子铁芯和转子氢冷。发电机本体的四角分别布置氢气冷却器。发电机采用“水氢氢”冷却方式，整体为全封闭气密结构。主要冷却介质之一的氢气，由装在转子两端的浆式风扇强制循环，并通过设置在定子机座顶部汽、励两端的氢气冷却器进行冷却。发电机的轴承润滑油由汽轮机润滑油系统供给。

发电机—变压器组采用单元接线方式，发电机出口不设断路器，每台机组设一台分裂绕组高压厂用工作变压器，两台机组设一台高压启动备用变压器，电源引至 220kV 母线。发电机出线端配置 3 组电压互感器和 1 组避雷器，发电机中性点经干式配电变压器二次侧经电阻接地。发电机与主变压器之间的连接采用全连式分相封闭母线，高压厂用变压器和励磁变压器由发电机和主变压器低压侧之间引接。厂用分支母线亦采用封闭母线。主变压器采用无激磁调压双绕组三相变压器，中性点经隔离开关接地。

发电机采用静态励磁方式，励磁电源取自发电机端，经励磁变、励磁整流柜供给发

电机励磁绕组电流。励磁变为干式整流变压器，容量为 3150kVA。发电机另有一路初始励磁电源经整流后供给发电机启动时励磁用。

厂用电分为两个电压系统，即：6kV 系统和 380V/220V 系统。6kV 厂用系统采用单母线接线，工作段电源来自本单元的高压厂用变压器，备用电源来自启动/备用变压器。每台机组设一台 20/6kV、40/25-25MVA 高压厂用工作变压器，其高压侧自发电机出线的封闭母线引接下来，低压侧带 6kV A 段，6kV B 段。单元机组的高压电动机和低压变压器分别由各自的 6kV A 段，6kV B 段供电，双套高压辅机分别接在两段上。1 号启动/备用变压器高压侧引自 220kV 母线，低压侧不设置公用段。公用负荷分别接于两台机组的 6kV A 段，6kV B 段，启动/备用变压器低压侧共箱封闭母线分别“T”接至两台机组的厂用母线段，低压绕组的中性点接地方式采用经低电阻接地。

6kV 系统采用经低电阻接地方式，380/220V 系统采用中性点直接接地方式或经电阻接地的方式。

低压厂用变压器用电接线系统采用 PC-MCC 的供电方式，每段 PC 均由两台互为备用的接线方式为 D，Yn11 低压厂用变压器供电，两台低压厂用变压器互为备用，联络断路器手动切换。每台机组各设两台容量为 1600kVA 的汽轮机、1250kVA 锅炉厂用工作变压器，两台机组共设置两台容量为 1600kVA 的除尘厂用变压器、2000kVA 的低压厂用公用变压器。每台机组设置一台容量为 510kVA 的照明变压器和检修变压器，照明 PC 段采用自动调压器，照明 PC 段和检修 PC 段互为备用。

此外两台机组共设两台输煤、新发矿、灰库、化学、煤场、启动炉、综合污水厂用变压器。

每台机组设置一段保安 PC 段，事故时可由快速启动容量为 510kW 的柴油发电机供电。

每台机组设置一套交流不停电电源系统，用于在电厂异常或正常运行情况下向热工仪表及分散控制系统、调节与监控系统等控制设备提供不间断的交流电源，该系统有三路电源，分别来自炉 PC 段、保安段和 220V 直流系统。

每台机组装设一组 220V、1200Ah 蓄电池为直流动力负荷、不停电电源装置及直流事故照明负荷供电；装设两组 110V、300Ah 蓄电池为控制信号继电保护和安全自动装置等控制负荷供电；网控装设两组 110V、200Ah 蓄电池为 GIS 保护控制机构等负荷供电。

直流系统接线方式为单母线接线，不设端电池。各直流系统均设微机型绝缘监察和电压监察，两台机组相同容量、相同电压的蓄电池通过电缆经母联转换断路器相互联络。蓄电池按浮充电方式运行。蓄电池充电设备采用高频断路器电源装置。

本期工程 1 号、2 号机组设集中控制室。集中控制室控制发变组、高压厂用变压器和工作分支、启动/备用变压器的备用分支、厂用变压器、厂用配电装置的电源。

在集控室的元件采用强电一对一的控制方式和弱电信号；各外围车间的有关信号发至集控室。交流不停电电源的表计和信号发至集控室。全厂消防系统的监视、控制系统设置在集控室。

GIS 控制系统为 NCS 系统，主机采用冗余配置，双机互为热备用。系统实时自诊

断功能：对主机及过程通道进行自诊断，控制断路器，隔离开关，接地隔离开关，所有 J3 接地隔离开关为快速接地隔离开关可以远方操作其他接地隔离开关就地操作，其他电气控制系统为 ECS (DCS)。

二、发电机主要设备参数

发电机技术参数，见表 1-6。

表 1-6

发电机技术参数

项 目	单位	数 值
型号	—	QFSN-300-2
视在功率	MVA	353
最大连续输出功率	MW	330
额定功率	MW	300
额定功率因数	—	0.85 (迟相)
额定电压	kV	20
额定电流	A	10190
额定频率	Hz	50
极数	—	2
额定转速	r/min	3000
定子线圈接法	—	YY
定子线圈绝缘等级	级	F
励磁方式	—	自并励静止励磁方式
空载励磁电压	V	127
空载励磁电流	A	1019
额定励磁电压	V	365
额定励磁电流	A	2642
冷却方式	—	水氢氢
生产厂家	—	哈尔滨电机厂有限责任公司
定子每相直流电阻 (75℃)	Ω	0.00228
转子线圈直流电阻 (75℃)	Ω	0.1253
定子每相对地电容	μF	0.232
转子线圈电感	H	0.87
纵轴同步电抗 X_d	%	186.1
横轴同步电抗 X_q	%	181.4
纵轴瞬变电抗 (不饱和值)	%	22.7
纵轴瞬变电抗 (饱和值)	%	20
横轴瞬变电抗 (不饱和值)	%	37.8
横轴瞬变电抗 (饱和值)	%	33.3
纵轴超瞬变电抗 (不饱和值)	%	16.8
纵轴超瞬变电抗 (饱和值)	%	15.5

续表

项 目	单位	数 值
横轴超瞬变电抗（不饱和值）	%	16.6
横轴超瞬变电抗（饱和值）	%	15.2
负序电抗（不饱和值）	%	16.7
负序电抗（饱和值）	%	15.3
零序电抗（不饱和值）	%	7.7
零序电抗（饱和值）	%	7.3
短路比	—	0.6
稳态负序电流	%	10
暂态负序电流	s	10
允许频率偏差	%	±2
允许定子电压偏差	%	±5
失磁异步运行能力	MW/min	150/30
进相运行能力	MW/h	300/连续
进相运行时间	h	连续
转子一阶临界转速	r/min	1290
转子二阶临界转速	r/min	3453
进相运行（ $\cos\varphi=0.95$ 超前）能力	—	额定功率，连续

第四节 辅机运行通则

一、辅机启停注意事项

（1）机组辅机检修后首次启动，必须有点检人员和检修负责人在场进行试转，试转合格后方可正式运行或转入备用。

（2）检修后的辅机试转前，应按规定进行各项连锁、保护试验，其控制回路、自动装置、热工连锁保护以及机械装置、气动装置试验，试验合格后方可进行试转。

（3）若电动机进行过检修，应试验转向正确后再与辅机找中心连接。

（4）6kV 辅机送电前，应先做静态拉合闸试验，且试验合格。

（5）辅机试运行启动前，应就地进行检查，确认具备启动条件后，方可送电启动。

（6）对可能受潮或停运 1 个月以上的电动机，送电前应测绝缘合格。

（7）启动 6kV 辅机及重要的 380V 辅机，应派专人就地监视，以便发现问题能立即停止。

（8）同一母线上，不应同时启动两台及以上 6kV 辅机。

（9）若辅机启动中发生跳闸，在未查明原因或故障消除前，不得再启动。

（10）配有强制润滑系统或液压控制油系统的辅机，在冬季机组停运时间较长时，油系统应提前启动循环，保证油温符合启动要求。