

火电机组仿真培训指导教材



350MW

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



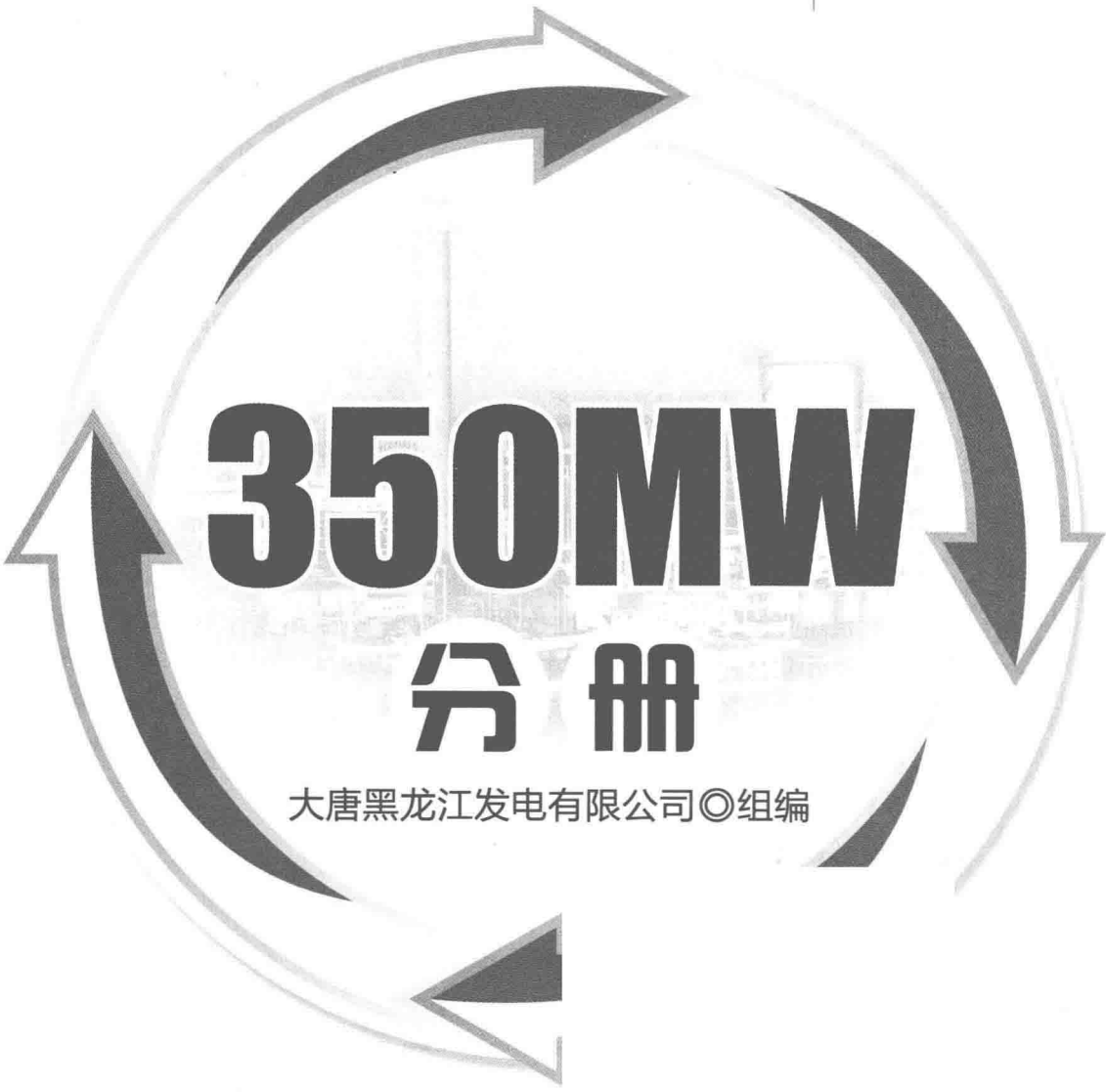
中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



火电机组仿真培训指导



350MW

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。

本书是《火电机组仿真培训指导教材 350MW 分册》,全书详细介绍了350MW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350MW机组的锅炉、汽轮机、发电机概述及主要参数;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,包括发电机主接线形式,发电机、变压器、厂用电系统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、发电机-变压器组的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、辅助系统的投入、锅炉侧启动、汽轮机冲转、机组并网、机组升负荷;第七章主要介绍机组运行调整,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350MW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. 350MW 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 978-7-5123-8556-6

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(2015)第 277023 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 18.5印张 453千字

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

参 编 解 文 彭守刚 胡永盛 刘殿辉 张巍巍
马金波 肖玉臣 张保全 马久亮 李 军
聊俊生 高华诚 陈显峰 杨金平 张 浩

前言

本书以美国通用电气公司、哈尔滨锅炉有限责任公司、哈尔滨电机有限责任公司和东北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,是为适合于350MW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《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》等相关标准,结合350MW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7月

目 录

前言

第一章 机组概述	1
第一节 锅炉及主要参数	1
第二节 汽轮机及主要参数	8
第三节 发电机及主要参数	11
第二章 锅炉系统	17
第一节 整体布置与工作原理	17
第二节 汽水系统	17
第三节 风烟系统	26
第四节 制粉系统	48
第五节 燃烧系统	70
第三章 汽轮机系统	80
第一节 主、再热蒸汽及旁路系统	80
第二节 抽汽系统	84
第三节 凝结水系统	93
第四节 给水及除氧系统	98
第五节 真空系统	117
第六节 循环冷却水系统	120
第七节 辅助蒸汽系统	128
第八节 轴封系统	131
第九节 润滑油系统	134
第十节 抗燃油系统	140
第十一节 发电机冷却系统	143
第十二节 供热系统	150
第四章 电气系统	160
第一节 电气主接线	160
第二节 发电机	161
第三节 励磁系统	162

第四节 厂用电系统·····	164
第五节 直流系统·····	174
第五章 机组保护及试验·····	178
第一节 锅炉保护及试验·····	178
第二节 汽轮机保护及试验·····	184
第三节 电气保护及试验·····	195
第六章 机组冷态启动·····	201
第一节 冷态启动概述·····	201
第二节 设备送电·····	202
第三节 辅助系统的投入·····	208
第四节 点火前的准备·····	213
第五节 点火、升温、升压·····	214
第六节 汽轮机冲转·····	219
第七节 机组并网·····	222
第八节 机组升负荷·····	225
第七章 机组运行调整·····	228
第一节 机组控制方式·····	228
第二节 运行监视与调整·····	231
第八章 机组滑参数停机·····	240
第九章 事故处理·····	245
第一节 锅炉事故处理·····	248
第二节 汽轮机事故处理·····	259
第三节 电气事故处理·····	269
附录 A 汽轮机疏水阀的划分·····	282
附录 B 机组部分英文缩写含义描述表·····	283
附录 C 冷态启动曲线·····	285
附录 D 滑停曲线·····	286
附录 E 汽轮机惰走曲线·····	287
附录 F 相应压力下饱和温度表·····	288
参考文献·····	289

第一章 机 组 概 述

350MW 机组的汽轮机、发电机由美国通用电气公司（GE 公司）生产，锅炉由哈尔滨锅炉厂生产，分散控制系统（DCS、MARK V）由美国霍尼韦尔公司配套。汽轮机、发电机各辅机由国外不同生产厂家制造，锅炉各辅机由国内不同生产厂家制造。

第一节 锅炉及主要参数

一、锅炉设备

大唐七台河发电有限责任公司一期工程 $2 \times 350\text{MW}$ 机组锅炉是采用美国 ABB-CE 公司技术由哈尔滨锅炉厂设计制造的 HG-1170/17.4YM1 型锅炉。锅炉为亚临界压力、一次中间再热、自然循环，单炉膛汽包炉。设计燃料为次烟煤，采用平衡通风四角切向燃烧，燃烧器为水平浓淡摆动式燃烧器，采用双进双出钢球磨煤机正压直吹式制粉系统，一次风机为单吸离心风机。送风机为单级动叶调节轴流风机，引风机为单级动叶调节轴流风机，配两台三分仓回转式空气预热器，炉底和空气预热器采用水力除灰渣系统，省煤器和电除尘器采用气力除灰系统。

以最大连续运行工况（MCR）为设计参数，在机组负荷为 383.556MW 时，锅炉最大连续出力为 1170t/h ；机组负荷为 352.75MW 时，锅炉额定蒸发量为 1054.839t/h 。

该锅炉配有三台 BBD4060 型双进双出钢球磨煤机，每台磨煤机制出的煤粉由磨煤机每侧分离器顶部四根一次风管送至四角同层燃烧器喷嘴，燃烧器一次风采用水平浓淡式煤粉燃烧器。每只燃烧器共设置三层油点火燃烧器，四角 12 只油枪的热功率为锅炉 MCR 工况时燃料总放热量的 30%。一组燃烧器共有 15 个风室喷嘴，其中 6 个煤粉喷嘴、2 个燃尽风喷嘴、3 个油风喷嘴、2 个中间空气风喷嘴、上下端部风喷嘴各 1 个，煤粉喷嘴可做 $\pm 20^\circ$ 摆动，二次风喷嘴可做 $\pm 30^\circ$ 摆动，顶部风喷嘴可做上 30° 、下 5° 摆动。最下排一次风喷嘴中心线到冷灰斗拐角处距离为 4.606m ，最上层一次风喷嘴中心线到分割屏下沿的燃尽高度为 19.314m 。锅炉在设计中考虑煤种灰分较高及灰分中 SiO_2 磨削成分较高的特点，对流受热面采用较低烟速。汽包正常水位在锅筒中心线下 120mm 。各级过热器和再热器均采用较大直径管子，各联箱与大直径管连接处均采用大口径三通，在一定程度上降低了过热器和再热器的阻力。为防止结焦结灰，各级过热器和再热器采用较大的横向节距。各级过热器、再热器之间采用单根或少量大直径连接

管连接，使蒸汽良好混合以消除偏差。

一期工程两台锅炉共用一套除灰、除渣系统。灰渣处理采用干灰气力集中、灰渣混除、灰渣泵水力输送的除灰方式。锅炉除渣系统负责除去锅炉底渣和空气预热器冷灰。整个系统由刮板式捞渣机、碎渣机、渣浆池、渣浆泵、空气预热器冷灰斗、水力喷射器等部分组成。炉膛下部渣斗接受并储存来自锅炉炉膛的渣块，渣块经灰渣斗下部的碎渣机破碎，通过渣沟冲至渣浆池，再由渣浆泵输送到灰渣浆池。空气预热器下部冷灰经水力喷射器冲到渣浆池，再由渣浆泵送至灰渣浆池。

干除灰系统负责清除电除尘器收集的尾部烟道飞灰和省煤器下部沉降灰。干除灰系统气源来自空压机房，系统由除灰管道、中间灰库、灰库等部分组成。电除尘器灰斗的灰经电动锁气器进入其下部的气力输送管道，由其将灰运入中间灰库。灰在中间灰库内贮存至一定料位或达至整定时间由输送空压机组来的输送用压缩空气将灰输至灰库。所有干灰经湿式搅拌机搅拌后送到灰渣浆池，在灰渣浆池集中后，经由一、二、三灰渣泵送到灰场。此系统特点是采用高效电除尘器，除尘效率达 99.5%，对环境污染小；采用干式除灰系统，清洁高效；采用连续除灰、间断除渣，有利于冬季防冻，便于管理；控制部分采用可编程序控制器，在控制室通过模拟盘了解就地情况，自动化程度高。

二、锅炉本体及主要设备的设计参数

（一）锅炉主要设计参数（见表 1-1）

表 1-1 锅炉主要设计参数

序号	项 目	单位	最大负荷	经济负荷	备注
1	蒸发量	t/h	1170	1054	
2	汽包工作压力	MPa	19.2	18.79	
3	过热器出口压力	MPa	17.46	17.32	
4	再热器进口压力	MPa	3.97	3.6	
5	再热器出口压力	MPa	3.77	3.42	
6	再热蒸汽流量	t/h	961.4	873.6	
7	过热蒸汽温度	℃	541	541	
8	再热蒸汽进口温度	℃	336	324	
9	再热蒸汽出口温度	℃	541	541	
10	给水温度	℃	280	273	
11	给水压力	MPa	19.22	18.78	
12	热一次风温度	℃	324	322	
13	热二次风温度	℃	337	333	
14	排烟温度	℃	126	124	
15	计算燃料消耗量	t/h	177.1	163.7	
16	过量空气系数		1.2	1.241	省煤器出口
17	计算效率	%	92.88	92.75	
18	炉膛容积热负荷	106kJ/(h·m ³)	0.361	0.334	

续表

序号	项 目	单位	最大负荷	经济负荷	备注
19	炉膛截面热负荷	106kJ/(h·m ²)	18.17	16.81	
20	总风量	kg/h	1 266 976	1 325 407	
21	二次风风量	kg/h	95 662	908 334	
22	实际循环倍率		3.15	3.541	
23	烟气量	kg/h	1 438 872	1 371 864	
24	炉膛出口烟温	℃	1033	1021	

(二) 锅炉热平衡 (见表 1-2)

表 1-2 锅 炉 热 平 衡

序号	项 目	单 位	参 数	备 注
1	排烟损失	%	4.54	额定负荷
2	燃料中水分损失	%	1.52	
3	氢燃烧损失	%	3.45	
4	空气水分损失	%	0.08	
5	未燃尽碳损失	%	1.0	
6	辐射损失	%	0.20	

(三) 锅炉承压部件及管道参数 (见表 1-3)

表 1-3 锅 炉 承 压 部 件 及 管 道 参 数

序号	名称	项 目	材 质	参 数	数量	备注
1	汽 包	长度 (mm)		22 184		总长
		内径 (mm)		1778		
		壁厚 (mm)		200		
		旋风分离器数量 (只)	SA-299 低锰钢			
				φ254	96	
		每个分离器出力 (t/h)		13.6		
		正常水位在中心 (mm)		120		
2	水 冷 壁	水容积 (m ³)		55		
		水冷壁及连接管容积 (m ³)		126		
		水冷壁下联箱	20G	φ273×50	28	
		水冷壁管径	20G	φ63.5×8	702	
		后水冷壁吊挂管	20G	φ76×13	31	
		水冷壁延伸侧墙及水冷壁对流	20G	φ76×9	183	
		引出管	20G	φ159×18	98	
		上联箱	20G	φ273×50	28	
		水冷壁回路	20G	φ273×50	28	

续表

序号	名称	项 目	材质	参 数	数量	备注
3	下 降 管	集中下降管	20G	$\phi 559 \times 62$	4	
		分散下降管	20G	$\phi 159 \times 18$	78	
		分配联箱	20G	$\phi 610 \times 85$	1	
4	低 温 过 热 器	水平低温过热器	20G	$\phi 57 \times 7$	90	
		水平低温过热器	20G	$\phi 57 \times 8$		
		水平低温过热器	15CrMo	$\phi 57 \times 7$		
		立式低温过热器	15CrMo	$\phi 57 \times 7$	共 90 片每片有 6 根	
		立式低温过热器	15CrMo	$\phi 57 \times 8$		
5	分 隔 屏 过 热 器	受热面	12Cr1MoV	$\phi 51 \times 6$	共 4 片 每片有 54 根	
		受热面	TP-304H	$\phi 51 \times 7$		
		受热面	12Cr1MoV	$\phi 51 \times 7$		
		受热面	TP-304H	$\phi 51 \times 7$		
6	后 屏 过 热 器	受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 60 \times 7.5$	共 20 片 每片有 16 根	节距 686
		受热面	TP-347H	$\phi 60 \times 11$		
		受热面	TP-304H	$\phi 60 \times 7.5$		
		受热面	TP-304H	$\phi 60 \times 9$		
		受热面	12Cr1MoV	$\phi 54 \times 9$		
		受热面	TP-304H	$\phi 54 \times 9$		
		受热面	TP-347H	$\phi 54 \times 9$		
		受热面	12CrMoWVTiB	$\phi 54 \times 10$		
		受热面	12Cr1MoV	$\phi 54 \times 8$		
		受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 54 \times 8$		
		受热面	TP-347H	$\phi 54 \times 9$		
8	末 级 过 热 器	受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 51 \times 9$	共 90 片 每片有 5 根	节距 152.4
		受热面	12Cr1MoV	$\phi 51 \times 9$		
		受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 51 \times 8$		
9	省 煤 器	蛇形管	20G	$\phi 42 \times 5.5$		102
		鳍片	20G	30×4		
10	屏 式 再 热 器	受热面	12Cr1MoV	$\phi 63 \times 4$	3 片	节距 457
		受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 63 \times 4$		
		受热面	TP-304H	$\phi 63 \times 4$		
		受热面	12Cr1MoV	$\phi 63 \times 7$		
11	末 级 再 热 器	受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 63 \times 4.5$	共 60 片 每片有 8 根	节距 228.6
		受热面	TP-304H	$\phi 63 \times 4$		
		受热面	12Cr1MoV	$\phi 63 \times 4$		
		受热面	12Cr2MoWVTiB	$\phi 63 \times 4$		

续表

序号	名称	项 目	材质	参 数	数量	备注
12	辐射再热器	前墙辐射再热器	15CrMo	φ50×4	226	节距 50.8
		两侧墙辐射再热器	15CrMo	φ50×4	250	
13	管道	主蒸汽管道	A335-P22	φ406.4×81		
		再热热管道	A335-P22	φ800.1×33		
		再热冷管道	A-106	φ826.8×18		

(四) 各种金属表面允许温度 (见表 1-4)

表 1-4 各种金属表面允许温度

序号	材 质	单 位	允许管子外表温度
1	20G	℃	470
2	15CrMo	℃	550
3	12Cr1MoV	℃	580
4	12CrMoWVTiB	℃	610
5	TP-304H	℃	704
6	TP-347H	℃	704

(五) 锅炉水容积 (见表 1-5)

表 1-5 锅炉水容积

序号	名 称	单 位	数 值
1	汽包水容积	m ³	55
2	水冷壁及连接管水容积	m ³	126
3	省煤器水容积	m ³	60
4	过热器水容积	m ³	170
5	再热器水容积	m ³	94
6	其他管道水容积	m ³	20
7	本体系统水容积总量	m ³	425
8	再热系统水容积总量	m ³	100

(六) 燃烧系统规范 (见表 1-6)

表 1-6 燃烧系统规范

序号	名称	项 目	单 位	规 范	备 注
1	煤粉燃烧器	形式		切向摆角式	
		布置方式		四角布置	
		数量	个	24	分 6 层布置
		单只煤粉喷嘴热功率	kJ/h	3.8×10 ⁸	
		一次风速	m/s	27.33	一次喷嘴

续表

序号	名称	项 目	单 位	规 范	备 注
1	煤粉燃烧器	一次风温	℃	90	上下摆 20°
		一次风率	%	22.87	
		二次风速	m/s	48	二次风嘴
		二次风温	℃	337	上下摆 30°
		二次风率	%	72.13	
		其中：辅助风率	%	58	
		燃料风率	%	20	
		燃尽风率	%	22	
2	油燃烧器	形式		蒸汽雾化式	J-12
		数量	个	12	
		布置方式		四角三层	
		单只热功率	kJ/h	8.656×10^7	
		单只最大出力	kg/h	2179	
		单只最大压力	MPa	1.37	
		单只最小出力	kg/h	780	稳燃和点火
		单只最小压力	MPa	0.49	
		单只最小允许出力	kg/h	360	
		单只最小允许压力	MPa	0.196	
		雾化蒸汽压力	MPa	0.7	
		单只雾化蒸汽汽耗量	kg/h	283	
		雾化蒸汽温度	℃	200	
		燃油温度	℃	30	
3	点火器	形式		高能电弧点火器	
		输出/输入电压	V	2500/220	
		火花频率	次/s	12~16	
4	炉膛	炉膛容积	m ³	9354.2	
		炉膛宽度	m	14.048	
		炉膛深度	m	14.019	
		上层煤粉喷嘴中心至屏底高度	m	19.314	

(七) 安全阀性能 (见表 1-7)

表 1-7 安全阀性能

序号	安装位置	数量	规格	整定压力 (MPa)	回座压力 (MPa)	排放量 (t/h)
1	汽包	1	DN75	19.8	19.0	228.5
2	汽包	1	DN75	19.97	18.97	231.9

续表

序号	安装位置	数量	规格	整定压力 (MPa)	回座压力 (MPa)	排放量 (t/h)
3	汽包	1	DN75	20.18	18.97	235.4
4	汽包	1	DN75	20.38	18.95	238.9
5	过热器出口	1	DN65	18.28	17.55	125.7
6	过热器出口	1	DN65	18.31	17.58	125.95
7	电磁泄放阀	1	DN75	18.1	17.74	115.1

锅筒安全阀总排放量 $W_{\text{汽包}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 947.7 \text{ t/h} = 79.89\% \text{ BMCR}$

过热器安全阀总排放量 $W_{\text{过热器}} = W_5 + W_6 = 251.65 \text{ t/h} = 21.5\% \text{ BMCR}$

总排放量 $W_{\text{总}} = W_{\text{汽包}} + W_{\text{过热器}} = 1186.4 = 101.4\% \text{ BMCR}$

8	再热器入口	1	DN152	4.48	4.3	200.4
9	再热器入口	1	DN152	4.53	4.37	202.55
10	再热器入口	1	DN152	4.57	4.39	204.6
11	再热器入口	1	DN152	4.62	4.43	207.4
12	再热器出口	1	DN150	4.18	4.01	129.9
13	再热器出口	1	DN150	4.39	4.21	136.3

再热器入口总排放量 $W_{\text{入口}} = W_8 + W_9 + W_{10} + W_{11} = 815.02 \text{ t/h} = 84.77\% \text{ BMCR}$

再热器出口总排放量 $W_{\text{出口}} = W_{12} + W_{13} = 266.2 \text{ t/h} = 27.6\% \text{ BMCR}$

总排放量 $W_{\text{总}} = W_{\text{入口}} + W_{\text{出口}} = 1081.22 \text{ t/h} = 112.5\% \text{ BMCR}$

(八) 七台河洗混煤特性（见表 1-8）

表 1-8 七台河洗混煤特性

名 称	符号	单 位	设计煤种	校核煤种 1	校核煤种 2
煤质分析（收到基）					
碳	C_{ar}	%	47.05	43.7	54.16
氢	H_{ar}	%	2.78	2.42	3.32
氧	O_{ar}	%	2.83	2.62	3.25
氮	N_{ar}	%	0.85	1.06	0.78
硫	S_{ar}	%	0.24	0.25	0.21
灰分	A_{ar}	%	35.37	40.07	30.72
水分	W_{ar}	%	10.88	10.11	7.56
挥发分	V_{ar}	%	12.1	10.78	18.05
挥发分（可燃基）	V_{daf}	%	22.51	21.64	29.24
低位发热值	LHV	kJ/kg	18 172	16 656	20 977
高位发热值	HHV	kJ/kg	19 076	17 464	21 923
哈氏可磨系数	HGI		77	78	69

(九) 给水品质 (见表 1-9)

表 1-9 给 水 品 质

项 目	要 求	单 位	规 范
固形物总量	最大	$\mu\text{g/L}$	50
硬 度		$\mu\text{mol/L}$	0
全 铁	最大	$\mu\text{g/L}$	10
全 铜	最大	$\mu\text{g/L}$	5
全 硅	最大	$\mu\text{g/L}$	20
氧	最大	$\mu\text{g/L}$	5
联 胺	最大残余	$\mu\text{g/L}$	10~20
电导率	最大	$\mu\text{S/cm}$	0.3
油	最大	mg/L	0.3
pH 值	铜合金设备		8.8~9.2

第二节 汽 轮 机 及 主 要 参 数

一、汽轮机设备

大唐七台河发电有限责任公司一期工程 2×350MW 机组采用的是美国 GE 公司生产的型号为 D5 的亚临界、一次中间再热、单轴、双缸、双排汽、冲动凝汽式汽轮机，设计新蒸汽压力 16.7MPa，温度为 538℃，再热温度为 538℃。在循环水温度 18.5℃ 时，可保证排汽压力 0.004 9MPa，额定蒸汽流量 1054.8t/h。机组设计出力为 352.75MW。

主、再热蒸汽管道均为单元双-单-双管制系统，主蒸汽管道上不装设隔断阀，主蒸汽可作为汽动给水泵及轴封在机组启动或低负荷时备用汽源。

汽缸为高、中压合缸，高压缸采用双层缸结构，中压缸采用单层缸结构，高、中压缸通流部分对向布置，主、再热蒸汽由合缸中部进入汽轮机，高、中压缸间的轴封部分镶嵌在高压内缸上。由于采取窄型法兰等措施，所以无汽缸法兰加热装置。低压缸采用双层缸结构，内缸由于设置了抽汽腔室而形成了双层内缸，低压缸采用了对流布置，排汽缸为径向扩压式，其上面设有喷水减温装置。高、中压缸对头布置和低压缸的对流布置对平衡轴向推力有很大好处。高、中压转子为整锻结构，高压部分由 1 个调节级和 8 个压力级组成，中压部分由 6 个压力级组成。低压转子也为整锻结构，由 6×2 个压力级组成，末级叶片长 1067mm，环形排汽面积为 2×9.4m²，各级叶片均为扭曲叶片。汽轮机低压缸的纵销和低压外缸中部两侧的一对横销构成了汽轮机缸体的死点，汽轮机高、中压缸及低压缸前半部分由此死点通过 1、2 号轴承箱台板上的纵销引导缸体沿汽轮机中心线向机头方向膨胀。高、中压内缸则与各自外缸构成死点，通过内外缸之间的导销，由死点向两侧膨胀。转子的推力轴承为双推力盘轴承，设置在汽轮机前轴承箱

内,转子的死点随前轴承箱的位移而变化。

机组配置两个高压主汽门,其中2号主汽阀内设有可控旁通阀,每个主汽阀分别用两根挠性导管与装在汽轮机上下缸的2个高压调节阀相连,相应的每个调节阀控制调节级1/4弧段喷嘴室的喷嘴。中压主汽阀与中压调节阀为联合汽阀,2个联合汽阀分别布置在汽轮机高、中压缸中部的两侧,再热蒸汽由中压缸下缸两侧进入汽轮机。所有的高、中压主汽阀、调节阀均有各自独立的油动机和控制装置。

汽轮机共有七段非调整抽汽和一段可调整抽汽,分别供给3台高压加热器、3台低压加热器、1台除氧器和1台城市热网加热器,一、二、三、五段抽汽分别装设一道止回阀,四、六段抽汽装设两道止回阀,七、八段抽汽未装设止回阀。主机、给水泵汽轮机轴封均为迷宫式汽封,并合用同一轴封系统,在机组启停或低负荷时,采用主蒸汽或外部辅助蒸汽供汽方式,正常运行时采用自密封方式。

凝结水系统设置1台200m³凝结水储存水箱用以启动和运行补水,采用两台100%容量凝结水泵,凝结水经凝结水泵、凝结水精处理装置、轴封加热器、3台低压加热器进入除氧器。给水系统设置2台50%容量的汽动给水泵和1台50%容量的变速电动给水泵,2台汽动给水泵作为正常运行泵,电动给水泵作为启动或事故备用泵。3台卧式高压加热器采用独立小旁路。锅炉过热蒸汽减温水由给水母管供给,再热蒸汽减温水由给水泵抽头供给。汽轮机旁路系统采用35%MCR二级串联旁路系统。闭式循环冷却水系统向发电机氢冷器、主机冷油器、定子冷却水冷却器、给水泵冷油器等设备提供冷却水,闭式冷却水由循环水冷却。主机润滑油系统提供轴承润滑冷却、汽轮机保安装置用油及密封油系统事故状态下的密封油。正常运行时由主油泵供给压力油来冲转一台油涡轮机,此涡轮机带动的涡轮泵向主油泵入口提供正压油,而经油涡轮机内做功后的排油经过冷油器后作为机组轴承的润滑油,当机组启停或异常时,机组由盘车油泵或事故油泵向机组供给轴承润滑油,此时电动抽吸泵向主油泵入口供油。

汽轮机的控制和保护由数字电液系统MARK V来实现的,它由运行人员接口、控制柜、处理器、现场液动执行装置、高压抗燃油供给装置组成。MARK V与协调控制系统配合,具有实现单元机组自动升速、并网、带负荷及异常情况下切断进汽的功能。

在再热蒸汽温度允许的情况下,机组可以在50%~94%额定负荷范围内滑压运行。

二、汽轮机设计参数

(一) 汽轮机主要设计参数 (见表1-10)

表 1-10 汽轮机主要设计参数

序号	项 目	单 位	参 数	备 注
1	型 号		D5	
2	额定功率	MW	352.75	
3	最大连续出力	MW	374.0	
4	阀全开功率	MW	383.566	