



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

300MW火电机组 仿真运行

杨成民 主 编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

300MW火电机组 仿真运行

主 编	杨成民		
编 写	崔积华	付佳静	李字芹
	吴 琼	张伟平	
主 审	张玉江	孔德勇	康 越



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育实验实训规划教材（电力技术类）。

本书从运行操作的角度，详细讲述了300MW火电机组启动、停止和运行维护的全过程；对机组运行中的各种试验和运行事故等也进行了较为详尽的阐述。书后附有习题，目的是让学生对火电机组运行操作的全过程加深理解和记忆，尽快地掌握运行技能。

本书可作为高职高专电力技术类电厂热能动力装置专业、发电厂集控运行专业和发电厂及电力系统专业学生的实训教材，也适用于电厂运行人员的岗前培训和在岗轮训。

图书在版编目（CIP）数据

300MW火电机组仿真运行/杨成民主编. —北京：中国电力出版社，2009

普通高等教育实验实训规划教材·电力技术类

ISBN 978-7-5083-8189-3

I. 3… II. 杨… III. 火力发电—发电机—机组—电力系统运行—高等学校—教材 IV. TM621.3

中国版本图书馆CIP数据核字（2008）第202726号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路6号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>）

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009年2月第一版 2009年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 18.25印张 444千字

定价 35.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

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

前 言

电力系统管理体制的改革，使电力类院校传统专业学生的实习面临着很大的困难，一是学院实习经费不足，二是企业不愿接待实习生。为了提高学生的专业技能，多数院校采用仿真设备解决学生的实训问题，本书就是为火电机组仿真运行编写的实训教材。

本书主要结合 300MW 火电机组仿真机的运行过程，对仿真机组的启动、停止、运行维护、事故处理和机组试验等都进行了详尽的阐述，书中配有界面系统图，书后附有习题，其目的就是让学生在几周的实训时间内，通过仿真运行最大限度地学习系统、掌握操作、提高运行技能。

本书的编写人员均为哈尔滨电力职业技术学院教师。锅炉运行的内容由崔积华编写，汽轮机运行的内容由付佳静编写，电气运行的内容由李字芹和吴琼编写，仿真运行复习题由张伟平编写，自动调节与连锁保护的内容由杨成民主编，负责全书的统稿工作。哈尔滨热电厂集控运行技师张玉江、孔德勇、康越担任本书的主审，并提出了许多宝贵的意见。本书在编写过程中，参考了有关企业和兄弟院校的诸多文献、资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中不免存在疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2009年1月

目 录

前言

第一章 机组概述	1
第一节 锅炉设备概况及设计参数	1
第二节 汽轮机设备概况及设计参数	6
第三节 电气设备概况及设计参数	12
第二章 机组启动	20
第一节 电气送电	20
第二节 机炉系统恢复	24
第三节 机组冷态启动	27
第四节 机组热态启动	39
第三章 机组的正常运行维护	91
第一节 运行维护的任务与控制方式	91
第二节 运行中主要参数及限额	92
第三节 锅炉运行调整	96
第四章 电气设备运行	100
第一节 发电机运行	100
第二节 变压器运行	108
第三节 厂用电运行	115
第四节 继电保护和自动装置运行	128
第五章 机组的停止	134
第一节 热备用停机	134
第二节 滑参数停机	137
第六章 机炉辅机的运行	141
第一节 转动辅机运行通则	141
第二节 锅炉辅机运行	141
第三节 汽轮机辅机运行	153
第七章 机组试验	173
第一节 锅炉试验	173
第二节 汽轮机试验	177
第三节 电气试验	189
第四节 机组连锁试验	190
第八章 事故处理	193
第一节 机组运行事故	193
第二节 锅炉运行事故	197

第三节 汽轮机运行故障	213
第四节 电气运行故障	227
仿真运行复习题	238
附录 A 机组运行曲线	277
附录 B 饱和水与饱和水蒸气在相应压力下的饱和温度对照表	279
附录 C 仿真系统运行	280
参考文献	284
1.1 汽轮机启动前的检查	第一章 第一节
1.2 汽轮机启动时的操作	第一章 第二节
1.3 汽轮机运行中的调整	第一章 第三节
1.4 汽轮机运行中的监视	第一章 第四节
1.5 汽轮机运行中的事故处理	第一章 第五节
1.6 汽轮机运行中的维护保养	第一章 第六节
1.7 汽轮机运行中的安全	第一章 第七节
1.8 汽轮机运行中的节能	第一章 第八节
1.9 汽轮机运行中的环保	第一章 第九节
1.10 汽轮机运行中的其他	第一章 第十节
2.1 汽轮机启动前的检查	第二章 第一节
2.2 汽轮机启动时的操作	第二章 第二节
2.3 汽轮机运行中的调整	第二章 第三节
2.4 汽轮机运行中的监视	第二章 第四节
2.5 汽轮机运行中的事故处理	第二章 第五节
2.6 汽轮机运行中的维护保养	第二章 第六节
2.7 汽轮机运行中的安全	第二章 第七节
2.8 汽轮机运行中的节能	第二章 第八节
2.9 汽轮机运行中的环保	第二章 第九节
2.10 汽轮机运行中的其他	第二章 第十节
3.1 汽轮机启动前的检查	第三章 第一节
3.2 汽轮机启动时的操作	第三章 第二节
3.3 汽轮机运行中的调整	第三章 第三节
3.4 汽轮机运行中的监视	第三章 第四节
3.5 汽轮机运行中的事故处理	第三章 第五节
3.6 汽轮机运行中的维护保养	第三章 第六节
3.7 汽轮机运行中的安全	第三章 第七节
3.8 汽轮机运行中的节能	第三章 第八节
3.9 汽轮机运行中的环保	第三章 第九节
3.10 汽轮机运行中的其他	第三章 第十节
4.1 汽轮机启动前的检查	第四章 第一节
4.2 汽轮机启动时的操作	第四章 第二节
4.3 汽轮机运行中的调整	第四章 第三节
4.4 汽轮机运行中的监视	第四章 第四节
4.5 汽轮机运行中的事故处理	第四章 第五节
4.6 汽轮机运行中的维护保养	第四章 第六节
4.7 汽轮机运行中的安全	第四章 第七节
4.8 汽轮机运行中的节能	第四章 第八节
4.9 汽轮机运行中的环保	第四章 第九节
4.10 汽轮机运行中的其他	第四章 第十节
5.1 汽轮机启动前的检查	第五章 第一节
5.2 汽轮机启动时的操作	第五章 第二节
5.3 汽轮机运行中的调整	第五章 第三节
5.4 汽轮机运行中的监视	第五章 第四节
5.5 汽轮机运行中的事故处理	第五章 第五节
5.6 汽轮机运行中的维护保养	第五章 第六节
5.7 汽轮机运行中的安全	第五章 第七节
5.8 汽轮机运行中的节能	第五章 第八节
5.9 汽轮机运行中的环保	第五章 第九节
5.10 汽轮机运行中的其他	第五章 第十节
6.1 汽轮机启动前的检查	第六章 第一节
6.2 汽轮机启动时的操作	第六章 第二节
6.3 汽轮机运行中的调整	第六章 第三节
6.4 汽轮机运行中的监视	第六章 第四节
6.5 汽轮机运行中的事故处理	第六章 第五节
6.6 汽轮机运行中的维护保养	第六章 第六节
6.7 汽轮机运行中的安全	第六章 第七节
6.8 汽轮机运行中的节能	第六章 第八节
6.9 汽轮机运行中的环保	第六章 第九节
6.10 汽轮机运行中的其他	第六章 第十节
7.1 汽轮机启动前的检查	第七章 第一节
7.2 汽轮机启动时的操作	第七章 第二节
7.3 汽轮机运行中的调整	第七章 第三节
7.4 汽轮机运行中的监视	第七章 第四节
7.5 汽轮机运行中的事故处理	第七章 第五节
7.6 汽轮机运行中的维护保养	第七章 第六节
7.7 汽轮机运行中的安全	第七章 第七节
7.8 汽轮机运行中的节能	第七章 第八节
7.9 汽轮机运行中的环保	第七章 第九节
7.10 汽轮机运行中的其他	第七章 第十节
8.1 汽轮机启动前的检查	第八章 第一节
8.2 汽轮机启动时的操作	第八章 第二节
8.3 汽轮机运行中的调整	第八章 第三节
8.4 汽轮机运行中的监视	第八章 第四节
8.5 汽轮机运行中的事故处理	第八章 第五节
8.6 汽轮机运行中的维护保养	第八章 第六节
8.7 汽轮机运行中的安全	第八章 第七节
8.8 汽轮机运行中的节能	第八章 第八节
8.9 汽轮机运行中的环保	第八章 第九节
8.10 汽轮机运行中的其他	第八章 第十节
9.1 汽轮机启动前的检查	第九章 第一节
9.2 汽轮机启动时的操作	第九章 第二节
9.3 汽轮机运行中的调整	第九章 第三节
9.4 汽轮机运行中的监视	第九章 第四节
9.5 汽轮机运行中的事故处理	第九章 第五节
9.6 汽轮机运行中的维护保养	第九章 第六节
9.7 汽轮机运行中的安全	第九章 第七节
9.8 汽轮机运行中的节能	第九章 第八节
9.9 汽轮机运行中的环保	第九章 第九节
9.10 汽轮机运行中的其他	第九章 第十节
10.1 汽轮机启动前的检查	第十章 第一节
10.2 汽轮机启动时的操作	第十章 第二节
10.3 汽轮机运行中的调整	第十章 第三节
10.4 汽轮机运行中的监视	第十章 第四节
10.5 汽轮机运行中的事故处理	第十章 第五节
10.6 汽轮机运行中的维护保养	第十章 第六节
10.7 汽轮机运行中的安全	第十章 第七节
10.8 汽轮机运行中的节能	第十章 第八节
10.9 汽轮机运行中的环保	第十章 第九节
10.10 汽轮机运行中的其他	第十章 第十节

第一章 机组概述

本机组的锅炉、汽轮机和发电机由哈尔滨电站设备集团公司生产,分散控制系统(DCS)、数字电液控制系统(DEH)由上海新华控制技术(集团)有限公司配套生产。机组选用的泵和风机等各辅助设备也均由国内不同的厂家制造。本机组是典型的国产300MW火电机组。

第一节 锅炉设备概况及设计参数

一、锅炉设备概况

锅炉是哈尔滨锅炉厂生产的亚临界、一次中间再热、单炉膛、四角喷燃、平衡通风、固态排渣、自然循环汽包炉。

锅炉型号:HG1021/18.2-YM3。

设计煤种:锅炉设计燃用烟煤($Q_{ar,net,p}=23814\text{kJ/kg}$),额定负荷下燃料消耗量119.3t/h。

调温方式:过热汽温主要通过一、二级减温水调整,再热汽温主要通过燃烧器摆角调节,必要时也使用事故喷水减温调节。

运行方式:定压运行保证汽温负荷70%额定值(210MW),滑压运行保证汽温负荷60%额定值(180MW)。

制粉系统:采用中速磨煤机,冷一次风,正压直吹式制粉系统。每台炉配置2台双级液压动叶可调轴流式一次风机,6台磨煤机(5台运行,1台备用)。

燃烧设备:采用直流燃烧器(四角布置,切圆燃烧)。

给水调节:机组配置2台汽动给水泵和1台电动调速给水泵。负荷在30%额定负荷以下时,投单冲量给水调节;负荷在30%额定负荷以上时,投三冲量给水调节。

风烟系统:锅炉配置2台单级液压动叶可调轴流式送风机,2台单级液压动叶可调轴流式引风机,2台29-VI型回转式空气预热器。

二、锅炉本体及主要设备的设计参数

(一) 锅炉主要设计参数

过热蒸汽流量	923t/h
再热蒸汽流量	754t/h
汽包最高工作压力	20.5MPa
过热蒸汽压力	17.4MPa
过热蒸汽温度	540℃
再热器进口压力	3.50MPa
再热器出口压力	3.31MPa
再热器进口温度	321℃
再热器出口温度	540℃

一次风进口温度	28.3℃
一次风出口温度	306℃
二次风进口温度	25℃
二次风出口温度	316℃
锅炉排烟温度	129℃
锅炉正常运行时总水容积	195m ³
锅炉给水温度	272.4℃
(二) 空气预热器技术参数	
空气预热器型号	29-VI
一次风进口温度	28.3℃
一次风出口温度	312℃
二次风进口温度	25℃
二次风出口温度	321℃
烟气进口温度	359℃
烟气出口温度	134℃
输出轴转速	主传动 11.47r/min
输出轴转速	辅传动 3r/min
主电动机功率	18.5kW
主电动机转速	1460r/min
主电动机电压	380V
主电动机电流	35.9A
(三) 送风机技术参数	
风机型号	ASN-2187/1250 型单级液压动叶可调轴流式
运行工况风量	386 500m ³ /h
运行工况风压	2429.2Pa(254mmH ₂ O)
运行工况效率	84.5%
最大工况风量	509 000m ³ /h
最大工况风压	3738.8Pa(381mmH ₂ O)
最大工况效率	81%
电动机型号	Y630-6-W 型全封闭自冷式
电动机功率	710kW
电动机转速	993r/min
电动机额定电压	6kV
电动机额定电流	82.2A
(四) 引风机技术参数	
风机型号	ASN-2880/1600 型单级液压动叶可调轴流式
运行工况风量	831 500m ³ /h
运行工况风压	3434Pa(350mmH ₂ O)
运行工况效率	86%

最大工况风量	915 000m ³ /h
最大工况风压	4179Pa(426mmH ₂ O)
最大工况效率	82.5%
介质温度	125~140℃
电动机型号	Y800-6-W 型全封闭自冷式
电动机功率	1400kW
电动机转速	991r/min
电动机额定电压	6kV
电动机额定电流	164A
(五) 一次风机技术参数	
风机型号	AST-1500/1000 型双级液压动叶可调轴流式
运行工况风量	142 000m ³ /h
运行工况风压	7475Pa(760mmH ₂ O)
运行工况效率	84.5%
最大工况风量	224 000m ³ /h
最大工况风压	10 370Pa(1057mmH ₂ O)
最大工况效率	82%
电动机型号	Y630-4-W 型全封闭自冷式
电动机功率	800kW
电动机转速	1489r/min
电动机额定电压	6kV
电动机额定电流	80.2A
(六) 磨煤机技术参数	
型号	RP783 中速磨煤机
最大出力	36.5t/h
基本出力	33.2t/h
最大空气流量	54 500kg/h (每台)
基本空气流量	53.12t/h
磨煤机转速	53.2r/min
安装数量	6 台
正常运行数量	5 台
燃料干燥方式	一次风加热
转速	992r/min
电压	6kV
电流	37.3A
(七) 给煤机技术参数	
型号	9224 型皮带传动电子称重式
出力	10~40t/h
最大给煤率	45t/h

调速方式 蜗流离合器调速

电压 380V

电流 23A

转速 19.13r/min

三、锅炉保护

(一) 主燃料跳闸保护 (MFT)

1. MFT 的条件

MFT 是锅炉主燃料跳闸系统, 在锅炉 MFT 分项保护投入的情况下, 发生下列情况之一时, 发出总燃料跳闸指令, 实现紧急停炉, 并发出跳闸首出信号。

(1) 手动停炉指令 (优先级最高, 不需投 MFT);

(2) 所有燃料丧失;

(3) 给水泵全停;

(4) 炉膛压力大于 3300Pa;

(5) 炉膛压力低于 -2540Pa;

(6) 送风机全停;

(7) 引风机全停;

(8) 汽包水位低于 -330mm;

(9) 汽包水位高于 +300mm;

(10) 炉膛火焰丧失;

(11) 再热器保护动作;

(12) 出现临界火焰;

(13) 汽轮机跳闸;

(14) 风量小于 25%;

(15) 点火失败;

(16) 角火焰丧失。

2. MFT 动作的设备

MFT 通常动作以下设备:

(1) MFT 继电器跳闸;

(2) OFT 继电器跳闸;

(3) 所有制粉系统跳闸;

(4) 关闭来、回油跳闸阀;

(5) 关闭所有油角阀;

(6) 停止所有磨煤机;

(7) 停止所有给煤机;

(8) 关闭所有磨煤机出口挡板;

(9) 停止所有一次风机;

(10) 关闭过热器、再热器减温水总门。

(二) 锅炉总连锁保护

锅炉总连锁保护关系见图 1-1。总连锁保护的動作说明如下:

(1) 两台空气预热器全部跳闸时,引风机应全部跳闸。单台空气预热器跳闸时,连锁关该侧空气预热器的烟气进口门、一次风侧出口门及二次风侧出口门,当两台空气预热器同时跳闸时,上述风门、烟门不关闭,但其后引风机、送风机、一次风机、磨煤机、给煤机均跳闸。

(2) 两台引风机全部跳闸时,运行中的送风机和一次风机及后序运行设备应全部跳闸。一台引风机跳闸时,连锁关闭跳闸引风机的出口门和同侧的电除尘器两个烟气进口门,但当两台引风机均跳闸时,上述风烟门不关闭。

(3) 两台送风机全部跳闸时,运行中的磨煤机应全部跳闸。当一台送风机跳闸,则应连锁关闭跳闸送风机的出口风门及同侧热风(二次风)再循环门,当两台送风机同时跳闸时,两个风门不关闭。

(4) 两台一次风机全部跳闸时,运行中的磨煤机应全部跳闸。一台一次风机跳闸时,连锁关跳闸一次风机的出口门及同侧热风(一次风)再循环门,但当两台一次风机同时跳闸时,这两个风门不关闭。

(5) 磨煤机跳闸后,相应的给煤机应立即跳闸,并连锁关闭该磨煤机进口风门(热风门)及出口排放阀。

(6) 给煤机跳闸后,连锁关闭给煤机进出口门,并延时 5min 后联跳相应的磨煤机。

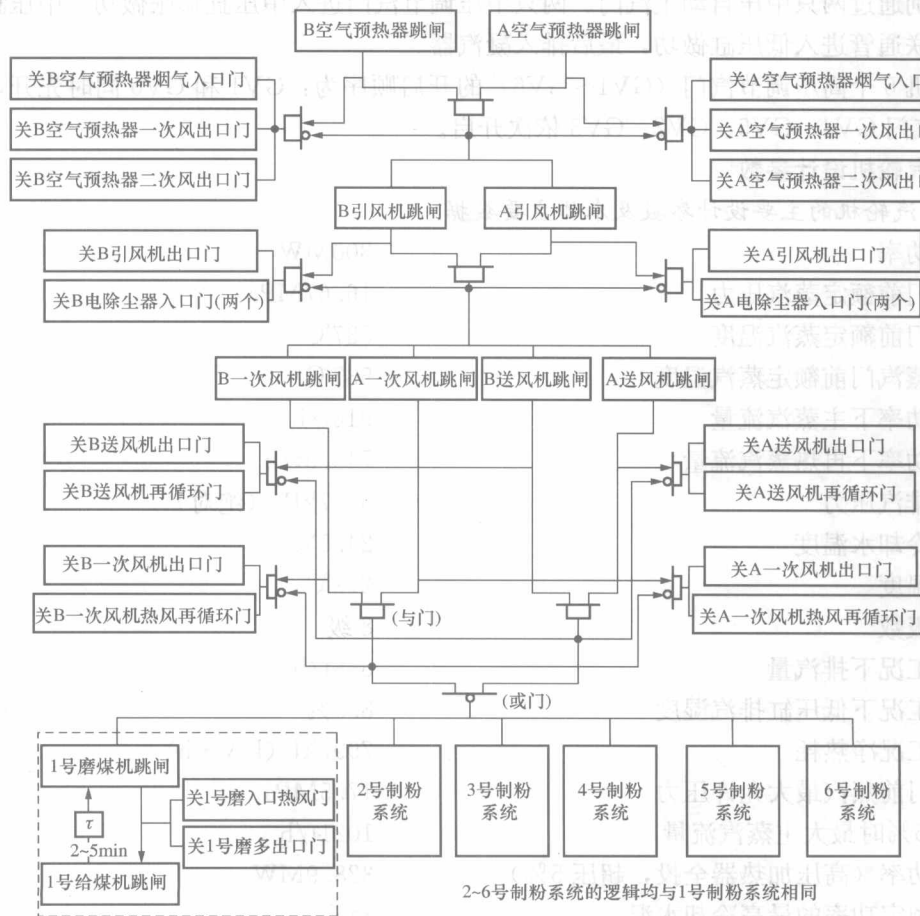


图 1-1 锅炉总连锁保护关系

第二节 汽轮机设备概况及设计参数

一、汽轮机设备概述

本汽轮机是哈尔滨汽轮机厂生产的亚临界、一次中间再热、双缸双排汽、单轴凝汽式汽轮机。型号为 N300-16.7/537/537。

该汽轮机有两个缸，即高中压合缸和低压缸。高压缸 1+12 级，中压缸 9 级，低压缸 2×7 级，共 36 级。

机组设有 8 只支持轴承，其中高中压转子 2 只，低压转子 2 只，发电机转子 2 只，励磁机和副励磁机转子 2 只。高中压转子的 2 只轴承为自位式可倾瓦轴承，低压转子的 2 只轴承为自位式 2 瓦块可倾瓦轴承半圆形上半瓦，发电机转子、励磁机及副励磁机转子的 4 只轴承均为圆筒形轴承。机组还设有 1 只有双层调整块的推力轴承。

汽轮机的供汽是通过一根主蒸汽母管，在机侧用斜插三通分成两根进汽管，通过 2 只高压自动主汽门、6 只高压调节汽门进入高压缸膨胀做功。高压缸做功后的蒸汽经一根排汽管送到锅炉再热器。再热器的来汽由一根再热蒸汽母管回到汽轮机，再经斜插三通分成两根进汽管，分别通过两只中压自动主汽门、两只中压调节汽门进入中压缸膨胀做功。中压缸的排汽由一根联通管进入低压缸做功，最后排入凝汽器。

汽轮机 6 个高压调节汽门 (GV1~GV6) 的开启顺序为：GV1 和 GV6 同时先开，其余 4 个调节汽门 GV4、GV5、GV2、GV3 依次开启。

二、汽轮机设计参数

(一) 汽轮机的主要设计参数及本体主要数据

额定功率	300MW
主汽门前额定蒸汽压力	16.67MPa
主汽门前额定蒸汽温度	537℃
再热蒸汽门前额定蒸汽温度	537℃
额定功率下主蒸汽流量	916t/h
额定功率下再热蒸汽流量	745.5t/h
额定排汽压力	6.37kPa (绝对)
额定冷却水温度	24.5℃
给水温度	272℃
抽汽级数	8 级
额定工况下排汽量	558t/h
额定工况下低压缸排汽湿度	8.9%
额定工况净热耗	7997kJ/(kW·h)
主汽门前蒸汽最大允许压力	17.5MPa
超压 5% 时最大主蒸汽流量	1021t/h
最大功率 (高压加热器全投, 超压 5%)	328.9MW
维持额定功率的最高冷却水温	34℃
维持额定功率的背压 (冷却水温 34℃)	11.77kPa (a)

工作转速	3000r/min
最大允许系统周波摆动	48.5~50.5Hz
末级动叶片长度	900mm
盘车转速	3r/min
转子连接方式	刚性联轴器
(二) 汽轮机组的临界转速	
高中压转子临界转速	1836r/min
低压转子临界转速	1520r/min
发电机转子临界转速	1290r/min
励磁机转子临界转速	2650r/min
(三) 凝汽器设备参数	
型号	N-15320 型
循环水温度	24.5℃
凝汽器排汽压力	6.37kPa (a)
循环水流量	36 000t/h
(四) 小汽轮机设备参数	
型号	NGI84.6/283.5/06 型
类型	单轴、单缸、冲动冷凝式
额定功率	3.84MW
最大连续功率	5.3MW
额定工作转速	5340r/min
最大工作转速	5900r/min
工作转速范围	3100~5900r/min
低压蒸汽压力	0.7782MPa
低压蒸汽温度	335℃
低压蒸汽流量	21.19t/h
盘车转速	40.8r/min
(五) 凝结水泵设备参数	
型号	9LDTN-6
类型	立式离心泵
扬程	244mH ₂ O
流量	869m ³ /h
允许汽蚀余量	3.5mH ₂ O
输出功率	800kW
(六) 给水泵设备参数	
型号	50CHTA/6SP
类型	筒式多级离心泵
最大出口流量	558~622m ³ /h
最小流量	160m ³ /h

泵入口压力	1.1MPa
泵出口压力	20.3~21.87MPa
抽头压力	8.9MPa
抽头流量	33.3m ³ /h
工作转速	3100~5900r/min
功率	5500kW
电压	6kV
(七) 除氧器设备参数	
型号	GWC1050 高压除氧设备
最高工作压力	0.735MPa
最高工作温度	324.9℃
额定出力	935t/h
安全阀开启压力	0.92MPa
(八) 额定工况时监视段参数	
监视段参数见表 1-1。	

表 1-1

监视段参数

名称	测点位置	绝对压力 (MPa)	温度 (℃)	加热器名称	加热器出口温度 (℃)
调节级	调节级后	11.84	486		
一段抽汽	高压缸第 8 压力级后	5.90	381.3	1 号高压加热器	272
二段抽汽	高压缸第 12 压力级后	3.64	316.2	2 号高压加热器	241.2
三段抽汽	中压缸第 5 压力级后	1.67	434	3 号高压加热器	200.3
四段抽汽	中压缸排汽	0.819	334.9	除氧器	172
五段抽汽	前低压缸 2 级 (后)	0.324	226.4	5 号低压加热器	131.2
六段抽汽	前、后低压缸 4 级后 (左)	0.134	138.3	6 号低压加热器	103.5
七段抽汽	后低压缸 5 级后 (左右)	0.074	91.5	7 号低压加热器	86.8
八段抽汽	前、后低压缸 6 级后 (左右)	0.026	65.9	8 号低压加热器	61.7

(九) 油泵类设备参数

主要油泵的形式及设计参数见表 1-2。

表 1-2

主要油泵的形式及设计参数

名称	形式	流量 (m ³ /h)	出口压力 (MPa)
主机主油泵	蜗壳式离心泵	230	1.70~1.85
主机交流油泵	离心式	210	0.28
主机直流事故油泵	离心式	162	0.288
EH 油泵	柱塞泵 (变量泵)	5.1	0~21
顶轴油泵	轴向柱塞泵		0~21.6

三、汽轮机主要保护

(一) 机械危急遮断系统

机械超速保护：机组转速达 3300~3360r/min，飞锤击出，汽轮机脱扣。

(二) 遥控接口停机保护

遥控接口停机保护，直接把信号输入 ETS 系统中 AST 电磁阀，使之失电停机，其项目及保护定值见表 1-3。

表 1-3 遥控接口停机保护

项 目	保 护 定 值
集控手动	在 DEH 操作画面上按“脱扣”按钮
轴振保护	任一轴承座处相对振动 $\geq 0.254\text{mm}$ 或绝对振动 $\geq 0.300\text{mm}$
轴向位移保护	$\geq +0.8\text{mm}$, 或 $\leq -1.1\text{mm}$
差胀保护	$\geq 16.46\text{mm}$, 或 $\leq -1.52\text{mm}$
DEH 失电	DEH 控制系统电源失去
锅炉 MFT	锅炉 MFT 保护动作
发电机主保护动作跳电气	发电机主保护动作
发电机断水保护	当发电机定子冷却水流量小于 10t/h, 持续时间超过 30s, 同时跳发电机、汽轮机
高压缸排汽温度高	(汽轮机带旁路运行) 高压缸排汽汽温 $\geq 427^\circ\text{C}$
高压缸排汽压比小	(汽轮机带旁路运行) 发电机油断路器在合闸位: 调节级压力/高压缸排汽压力 ≤ 1.7

(三) 危急遮断系统保护

危急遮断系统 (ETS) 保护项目见表 1-4。

表 1-4 ETS 危急遮断系统保护

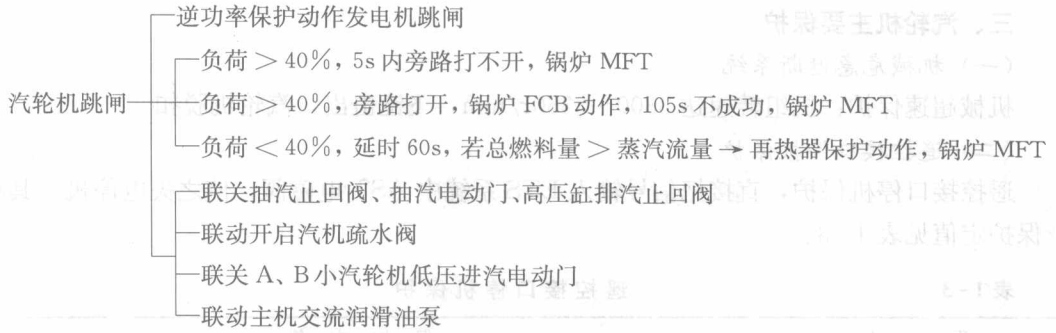
项 目	保 护 定 值	动作继电器	结 果
110%电超速保护	转速 $\geq 3300\text{r/min}$	OS	AST 电磁阀失电停机
轴向位移保护	$\geq +0.8\text{mm}$; $\leq -1.1\text{mm}$	TB	
润滑油压保护	$\leq 40\text{kPa}$	LBO	
EH 油压保护	$\leq 9.30\text{MPa}$	LP	
凝汽器真空保护	$\leq -80.9\text{kPa}$	LV	
遥控接口保护	遥控接口停机保护项目	REMOT	

(四) 电超速保护

汽轮机转速到 3090r/min, 电超速保护 (OPC) 电磁阀动作, 关闭高中压调节汽门 (6 只 GV、2 只 IV), 随后当转速小于 3000r/min, OPC 电磁阀又复位, GV、IV 又开启, 维持汽轮机转速在 3000r/min 运行。

(五) 机组主要连锁关系

(1) 汽轮机跳闸可联跳下列设备:



(2) 发电机主保护动作解列联跳下列设备：联跳汽轮机、联跳锅炉 MFT。

(3) 发电机非主保护动作→汽机跳闸→逆功率保护动作发电机跳闸。

(4) 锅炉 MFT 联跳下列设备：

1) 联跳汽轮机；

2) 联跳 A、B 小汽轮机→联启电动给水泵。

(5) 低压缸喷水连锁动作：

1) 当汽轮机转速 $\geq 600\text{r/min}$ 、负荷 $\leq 15\%$ 额定负荷，低压缸喷水调节门开启；

2) 当汽轮机转速 $< 600\text{r/min}$ 、负荷 $> 15\%$ 额定负荷，低压缸喷水调节门关闭。

(6) 疏水阀投入自动保护时，动作如下：

1) 机组负荷 $\leq 10\%$ 额定负荷，再热进汽阀前所有气动、电动疏水阀（包括主蒸汽所有高压疏水）开启，当负荷 $> 10\%$ 额定负荷后全关。

2) 机组负荷 $\leq 20\%$ 额定负荷，再热进汽阀后所有疏水阀（包括所有低压疏水）开启，当负荷 $> 20\%$ 额定负荷后全关。

3) 当负荷 $< 20\%$ 时，联开疏水扩容器喷水阀；当负荷 $> 20\%$ 时，联关疏水扩容器喷水阀。

(7) 盘车顶轴油系统。

1) 顶轴油泵入口油压 $< 48.25\text{kPa}$ 时报警； $< 20.69\text{kPa}$ 时油泵跳闸。

2) 顶轴油母管压力 $< 4.2\text{MPa}$ 时跳主机盘车。

3) 喷油电磁阀后油压 $< 31.85\text{kPa}$ 时闭锁备用顶轴油泵启动，跳盘车。

4) 汽轮机转速 $< 1400\text{r/min}$ 时联动顶轴油泵； $> 1400\text{r/min}$ 时联跳顶轴油泵。

(8) 旁路系统保护连锁条件及动作结果见表 1-5。

表 1-5 旁路系统保护连锁条件及动作结果

名称	条件及动作结果		
	前提条件	任一条件满足则动作	
高压旁路快开	无高压旁路快关条件存在且主蒸汽压力 $> 7\text{MPa}$	(1) 汽轮机跳闸 (2) 主蒸汽压力偏差 $> 1.2\text{MPa}$ 时 (3) 汽轮机转速大于 $> 110\%$ (4) CCS 要求快开	
		高压旁路置自动，低压旁路跟随，即低压旁路置自动且连续开 5s 高压旁路快开至就地 SSB 装置信号取消，其他逻辑保留	
高压旁路快关	(1) 高压旁路排汽温度高至 370°C 延时 15s (2) 工作油压 p_1 低于 12MPa (3) 低压旁路快关动作（任一条满足则动作） (4) 旁路切除（BP OFF）		高压旁路快关，SSB 装置失电高压旁路快关

续表

名称	条件及动作结果	
高压旁路减温阀	高压旁路开度 $<2\%$ 联关 BD, 闭锁开高压旁路减温阀; 高压旁路开度 $>2\%$, 联开 BD, 高压旁路减温阀置自动	
低压旁路连锁开	高压旁路快开动作	低压旁路跟随 (即低旁置自动且连续开 5s)
低压旁路快关	(1) 凝汽器真空低至 -60kPa (三选二) (2) 凝汽器温度高至 105°C (3) 凝结水压力低于 1.0MPa (4) 低压旁路减温器出口温度高至 170°C (5) 工作油压 p_1 低于 12MPa (6) 旁路切除 (BP OFF) (任一条件满足则动作)	低压旁路快关 SSB 装置失电低压旁路快关
低压减温阀	低压旁路开度 $<2\%$ 闭锁开低压旁路减温阀; 低压旁路开度 $>2\%$ 联开低压旁路减温阀至 50% 并置自动	
工作油压 p_1	(1) $p_1 < 13.5\text{MPa}$ 联动备用泵 (2) $p_1 > 25\text{MPa}$ 运行泵跳闸	
油泵出口流量	油泵出口流量低切换至备用泵运行	
油箱油位	油箱油位低运行油泵跳闸	
油箱油温	(1) 油箱油温 $>50^{\circ}\text{C}$ 联动冷却风机 (2) 油箱油温 $>60^{\circ}\text{C}$ 联动冷却风机并跳闸运行泵	

(六) 汽轮机辅机连锁

汽轮机辅机连锁保护及定值见表 1-6。

表 1-6

汽轮机辅机连锁保护及定值

名称	条件及定值	备注
交流润滑油泵	润滑油压低至 80kPa	自启动
直流事故油泵	(1) 交流润滑油泵事故跳闸 (2) 润滑油压低至 70kPa	自启动
EH 油泵	(1) 运行泵事故跳闸 (2) EH 油压低至 11MPa	备用泵联动
凝结水泵	(1) 运行泵事故跳闸 (2) 凝结水泵出口母管压力低于 1.5MPa	备用泵联动
定子冷却水泵	(1) 运行泵事故跳闸 (2) 定子冷却水流量进口调节门后压力应低于 0.19MPa	备用泵联动
真空泵	(1) 运行泵事故跳闸 (2) 凝汽器真空低于 87kPa	备用泵联动
闭式冷却水泵	(1) 运行泵事故跳闸 (2) 闭式泵出口母管压力低于 0.25MPa	备用泵联动
氢冷升压泵	(1) 运行泵事故跳闸 (2) 氢冷升压泵出口母管压力低于 0.17MPa	备用泵联动
空侧直流密封油泵	(1) 空侧交流密封油泵事故跳闸 (2) 空侧密封油压小于 0.325MPa (3) 空侧密封油压/机内氢压压差小于 30kPa	自启动