

单元机组集控运行

DANYUAN JIZU
JIKONG YUNXING

主 编 牛亚尊 吴晓娜

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

单元机组集控运行

主 编 牛亚尊 吴晓娜
副主编 于 洁 张虎俊

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书包括四个单元：单元机组的滑参数启动，单元机组正常运行调整维护，单元机组的停运，单元机组事故分析及处理。分别采用任务驱动法进行讲解，各单元均附有思考题，单元后以任务的形式附有 660MW 超超临界机组运行规程，以便读者进行实操练习。

本书可作为高等院校电厂热能动力装置、火电厂集控运行专业的教材，可兼作该专业中、高级工的培训教材，亦可供相关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

单元机组集控运行/牛亚尊, 吴晓娜主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 6

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8915 - 3

I. ①单… II. ①牛… ②吴… III. ①火电厂 - 单元机组 - 集中控制 - 高等学校 - 教材 IV. ①TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 038377 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 14.25

字 数 / 237 千字

版 次 / 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

定 价 / 46.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前 言

PREFACE

本书立足于火电厂运行岗位，侧重培养操作技能，是以火力发电厂机组运行和控制为研究对象的理实一体化专业教材；突出大型火电厂的基本特征，并在每单元后附 660MW 超超临界机组的操作规程，力求理论紧密联系实际。

本书包括四个单元：单元机组的滑参数启动，单元机组正常运行调整维护，单元机组的停运，单元机组的事故分析及处理。

本书由牛亚尊、吴晓娜担任主编，于洁、张虎俊担任副主编。其中，牛亚尊编写单元一，吴晓娜编写单元二，于洁编写单元三，张虎俊编写单元四，牛亚尊对全书进行统稿。

本书在编写过程中得到了有关单位的大力支持，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

单元一	单元机组的滑参数启动	1
任务一	单元机组启动的概念和启动方式	2
一、	单元机组启动的概念	2
二、	单元机组的启动方式	3
任务二	汽轮机辅助系统运行	6
一、	凝结水系统的运行	6
二、	给水系统的运行	9
三、	除氧器系统的运行	16
四、	轴封和真空系统的运行	19
五、	抗燃油 (EH) 系统的运行	22
六、	润滑油系统的运行	24
七、	密封油系统的运行	25
八、	循环水系统的运行	26
九、	开式和闭式冷却水系统运行	28
任务三	锅炉辅助系统运行	29
一、	锅炉风烟系统的运行	30
二、	制粉系统的运行	39
三、	定期和连续排污系统的运行	47
四、	工业水系统的运行	47
任务四	配汽包锅炉单元机组冷态 (滑参数) 启动	48
一、	启动前的准备工作	48

单元机组集控运行

	二、锅炉点火和升温升压	51
	三、暖管	55
	四、汽轮机冲转升速	56
	五、机组并列和接带负荷	59
任务五	中压缸启动	61
	一、中压缸启动的特点	62
	二、中压缸启动的操作	62
任务六	强制循环汽包锅炉单元机组冷态启动	64
任务七	配汽包锅炉单元机组热态（滑参数）启动	65
	一、冲转参数的选择及主要操作	66
	二、机组热态启动应注意的问题	68
任务八	配其他锅炉单元机组启动	70
	一、直流锅炉机组的启动	70
	二、超临界压力直流锅炉机组的启动	74
	三、循环流化床锅炉机组的启动	74
任务九	660MW 超超临界机组冷态启动操作	80
思考题	103

单元二 单元机组正常运行调整维护

104

任务一	锅炉的正常运行监视调整	104
	一、汽包锅炉运行调节	105
	二、直流锅炉的运行调节	128
	三、循环流化床锅炉的运行调节	135
任务二	汽轮发电机组正常运行监视调整	139
	一、机组运行监视	139
	二、机组运行中的维护	147
	三、机组运行中的试验操作	149
任务三	660MW 超超临界机组运行调整	150
	一、660MW 超超临界机组锅炉侧运行调整	150
	二、660MW 超超临界机组汽机运行调整	154
思考题	155

单元三 单元机组的停运	156
任务一 单元机组停运方式概念及分类	156
一、额定参数停运	156
二、滑参数停运	160
三、配直流锅炉机组的停运	163
四、停运后的保养	163
任务二 660MW 超超临界机组停运操作	165
思考题	171
单元四 单元机组事故分析及处理	172
任务一 锅炉典型事故	172
一、锅炉燃烧事故	173
二、锅炉受热面事故	179
三、锅炉水位事故	185
四、锅炉辅助设备及系统故障	188
任务二 汽轮机典型事故	190
一、汽轮机通流部分事故	191
二、汽轮机大轴弯曲和断裂事故	195
三、汽轮机进水事故	198
四、轴承事故	201
五、汽轮机超速事故	203
六、汽轮机主要辅机事故	206
任务三 电气方面的事故处理	209
一、发电机—变压器组主要事故及处理	209
二、电力系统事故及处理	210
三、厂用电中断事故	212
思考题	215
参考文献	216

单元一

单元机组的滑参数启动

火力发电厂中，存在着母管制和单元制两种不同的原则性热力系统。在母管制系统中，每台锅炉的出口蒸汽管道都用蒸汽母管互相连通，汽轮机与锅炉之间无一一对应的关系。汽轮机所需要的蒸汽是来自一组锅炉所产生的蒸汽，每台锅炉只承担一台汽轮机所需蒸汽的一部分，负荷变化对每台锅炉的影响较小。而且，母管制锅炉的容量较小，蓄热能力比较大，负荷适应能力强。因此，在母管制热力系统中，汽轮机和锅炉的负荷控制系统是各自独立的。汽轮机的调节系统按负荷要求改变调节汽门的开度，锅炉的汽压控制系统按汽压改变燃料量。

随着电力工业的发展，高参数、大容量的火力发电机组在电网中所占的比例越来越大。机组容量增大以后，对其可靠性提出了更高的要求，于是出现了单元机组。每台锅炉直接向所配合的一台汽轮机供汽，汽轮机驱动发电机，发电机所发的电功率直接经一台升压变压器送往电力系统，这样组成了锅炉—汽轮机—发电机纵向联系的独立单元。各独立单元之间无横向联系，并且各单元自身所需新蒸汽的辅助设备均用支管与各单元的蒸汽总管相连，各单元自身所需厂用电取自本单元发电机电压母线，这种系统称为单元系统。锅炉直接向与其联系的汽轮机供汽，发电机与变压器直接联系，这种独立单元系统的机组称单元机组。典型的单元机组系统如图 1-1 所示。

大型机组通常都是以锅炉—汽轮机—发电机组成单元制运行方式。在这种运行方式中，锅炉和汽轮发电机共同维持外部负荷需要，也共同保证内部运行参数稳定。单元机组的输出电功率与负荷要求是否一致反映了机组与外部电网之间能量供求的平衡关系；主蒸汽压力反映了机组内部锅炉与汽轮发电机之间能量供求的平衡关系。就负荷控制而言，锅炉和汽轮机是一个不可分割的整体，是一个联合的被控对象。

单元制系统与非单元制系统（母管制系统）相比，系统中任一主要设备发生故障时，整个单元机组都要被迫停止运行，而相邻单元之间不能互相支援；锅炉、汽轮机、发电机之间不能切换运行，运行的灵活性较差；当机组

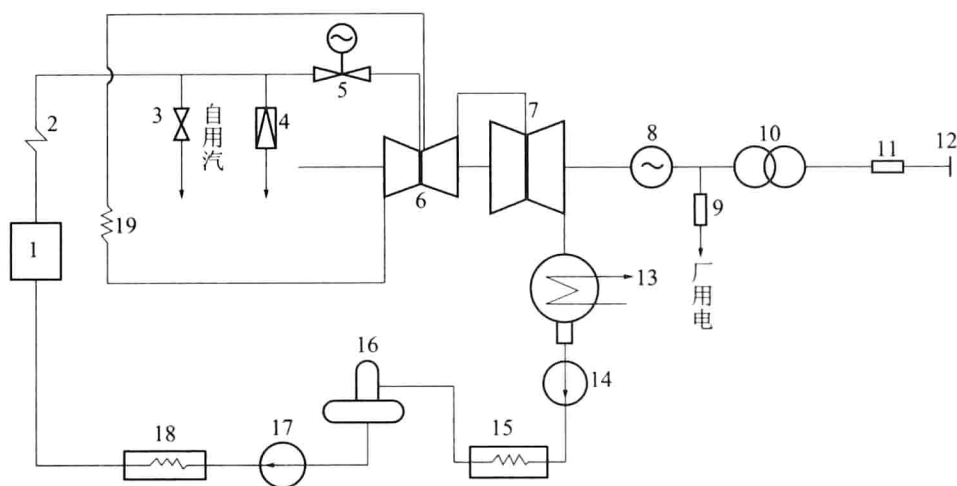


图 1-1 单元机组系统图

- 1—锅炉；2—过热器；3—阀门；4—减压阀；5—电动主汽阀；
 6—汽轮机高、中压缸；7—汽轮机低压缸；8—发电机；9—厂用电开关设备；
 10—升压变压器；11—发电机开关设备；12—母线；13—凝汽器；14—凝结水泵；
 15—低压加热器；16—除氧器；17—给水泵；18—高压加热器；19—再热器

负荷发生变化时，汽轮机调节汽门开度随之改变，单元机组没有母管的蒸汽容积可以利用，而锅炉的调节迟缓较大，必然引起汽轮机入口汽压的波动，使得单元机组对负荷变化的适应性较差。单元机组系统简单（管道短、发电机电压母线短、管道附件少），发电机电压回路的开关电器较少，系统本身的事故可能性减少，操作方便，便于滑参数启停，适合锅炉—汽轮机—发电机集中控制。

单元机组运行的原则是在保证安全的前提下，尽可能提高机组运行的经济性。因此，单元机组在启停过程中，首先应保证机组的安全，尽量减少启停过程中的各项损失，实现最优化启停。

机组最优化启停是指在保证机组零部件应力、胀差、轴向位移等指标不超限的前提下，机组以最高的经济性，在最短时间内启动、停运。

任务一 单元机组启动的概念和启动方式

课程要求：了解单元机组启动的概念；熟悉单元机组启动的方式分类。

一、单元机组启动的概念

单元机组启动是指从锅炉点火开始，经历升温升压、暖管，当锅炉出口蒸汽参数达到要求值时，对汽轮机冲转，将汽轮机转子由静止状态升速到额

定转速，发电机并网并接带负荷的全部过程。

单元机组是炉机电纵向联系的整体生产系统。在单元机组的启停过程中，机炉电之间相互联系、相互制约，因而各环节的操作必须协调一致、相互配合。

单元机组多为大容量、高参数机组，其体积庞大、结构复杂，各设备及部件在启停过程中所处条件不同，使各部件本身沿金属壁厚方向或部件之间产生温差，温差导致膨胀不均，从而产生热应力，降低设备的使用寿命。因此，对单元机组的启停应寻求合理的方式，使机组在启停过程中各部件的热应力、热变形、热膨胀以及机组振动维持在较好的水平。

二、单元机组的启动方式

单元机组的启动方式有不同的分类方法。

（一）按冲转时进汽方式分类

对于中间再热式汽轮机，按冲动转子时的进汽方式分为高中压缸启动和中压缸启动两种方式。

（1）高中压缸启动。启动时，蒸汽同时进入高中压缸冲动转子，对高中压缸合缸的机组，可使分缸处加热均匀，减小热应力，缩短启动时间。

（2）中压缸启动。汽轮机冲转时，高压缸不进汽而用中压缸进汽冲转，待汽轮机转速升至规定值时，才逐渐向高压缸送汽。采用中压缸启动时，中压缸为全周进汽方式，中压缸和中压转子加热均匀；随再热蒸汽压力的升高，对高压缸进行暖缸，高压缸和高压转子受热也比较均匀，从而减小了启动过程中汽缸和转子的热应力。采用中压缸启动，在中速暖机结束后，高、中压转子的温度一般都升到 150°C 以上，使高、中压转子温度高于其脆性转变温度，提高了机组在高速下的安全性。采用中压缸进汽，流经低压缸的蒸汽流量较大，能更有效地带走低压缸后几级鼓风产生的热量，保持低压缸排汽部分在较低的温度水平。在启动初期，启动速度不受高压缸热应力和胀差的限制，缩短了启动时间。但是，采用中压缸启动，控制方法比较复杂。

（二）按控制进汽量的阀门分类

汽轮机冲转时，为控制进入汽轮机的蒸汽流量，可以使用调节汽门、自动主汽门或电动主汽门以及自动主汽门或电动主汽门的旁路阀。根据阀门的不同启动分为：

（1）用调节汽门启动。启动时，电动主汽门和自动主汽门全开，进入汽轮机的蒸汽流量由调节汽门控制。

（2）用自动主汽门或电动主汽门启动。启动前，调节汽门全开，由自动

主汽门或电动主汽门来控制进入汽轮机的蒸汽量。这种启动方式，可以使汽轮机全周进汽，汽轮机加热比较均匀，但容易使自动主汽门或电动主汽门磨损，造成关闭不严的后果。

(3) 用自动主汽门或电动主汽门的旁路阀启动。在启动前，调节汽门全开，由自动主汽门或电动主汽门的旁路阀来控制进入汽轮机的蒸汽量。在启动升速过程中，汽轮机全周进汽，受热比较均匀，这对汽缸壁较厚的机组是有利的。

(三) 按启动前金属温度或停运时间分类

高中压缸启动时按调节级金属温度划分，中压缸启动时按中压缸第一压力级处金属温度划分。

(1) 冷态启动。金属温度低于 $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 时的启动为冷态启动。

(2) 温态启动。金属温度在 $200^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ 时的启动为温态启动。

(3) 热态启动。金属温度在 350°C 以上时的启动称为热态启动。有的又将金属温度在 450°C 以上的启动称为极热态启动。

也有按机组停运后至再次启动的时间来划分的，停运 1 周时间为冷态启动，停运 48h 为温态启动，停运 8h 为热态启动，停运 2h 为极热态启动。

(四) 按蒸汽参数分类

单元机组的启动方式按新蒸汽参数分类，可以分为额定参数启动和滑参数启动。

(1) 额定参数启动。从汽轮机冲转直至机组带上额定负荷的整个过程中，自动主汽门前的蒸汽参数始终为额定值的启动称为额定参数启动。这种启动方式存在下列缺点：① 开始冲转时由于蒸汽量小，只有部分调节汽门开启，蒸汽节流损失大，汽轮机进汽室加热不均匀；② 锅炉在升温升压过程中，由于蒸汽负荷小，水循环差；③ 用高温高压的蒸汽加热管道和汽轮机，使金属内产生较大的温度梯度；④ 锅炉在升温升压过程中不断地排汽，损失工质和热量，影响机组启动的经济性。由于额定参数启动具有上述缺点，目前单元机组已基本不再采用这种启动方式。

(2) 滑参数启动。滑参数启动是在锅炉点火、升温升压过程中，利用低温低压的蒸汽进行暖管，当锅炉参数达到一定值时汽轮机冲转、暖机，机组并网接带负荷，随着蒸汽温度和蒸汽压力的升高，机组负荷逐步增加，当蒸汽参数达到额定值时，机组达到额定出力的启动方式。滑参数启动的主要优点是：① 滑参数启动时，采用容积流量大的低参数蒸汽加热设备部件，金属温差小，对锅炉汽包、汽轮机转子和汽缸等加热比较均匀，温升平稳、热应力小，机组启动的可靠性好；② 滑参数启动的经济性好，在滑参数启动过程

中，主蒸汽管道上的阀门全开，减少了节流损失；锅炉不必大量对空排汽，减少了工质和热量损失，从而减少燃料消耗；自锅炉点火至机组并网带负荷时间短，辅机电量减少；③ 滑参数启动时间短，这样就提高了设备的利用率，增加了机组运行调度的灵活性；④ 在滑参数启动过程中，汽轮机可以采用全周进汽，调节汽门处于全开位置，操作调节简化；⑤ 滑参数启动过程中减少了蒸汽排放所产生的噪声，改善了操作环境。

滑参数启动应具备的必要条件：非再热机组的凝汽器疏水管必须有足够的直径，以满足锅炉从点火到汽轮机冲转前所产生的蒸汽能直接排入凝汽器；采用滑参数启动的机组，其轴封系统供汽、除氧器加热蒸汽等需装设辅助汽源；汽缸和法兰螺栓加热系统有关的管道直径应适当加大，以满足法兰螺栓及汽缸加热需要。

由于滑参数启动与额定参数启动相比具有很多优点，因此单元机组大都采用滑参数启动方式。滑参数启动又可分为真空法和压力法两种方式。

1) 真空法滑参数启动。锅炉点火前，全开主蒸汽管道上的电动主汽门、自动主汽门、调节汽门，用盘车装置转动汽轮机转子，抽气器投入工作，真空区一直扩展到锅炉汽包。锅炉点火后，锅水在真空状态下汽化，由于汽轮机已用盘车装置转动，蒸汽压力在 0.1MPa 以下就可冲动汽轮机转子并升速。此后，锅炉按照要求升温升压，直至机组正常运行。采用真空法滑参数启动时，全部启动过程由锅炉控制，比较困难；这种启动方式真空系统庞大，抽真空也比较困难；在启动初期蒸汽的过热度低，汽轮机容易发生水冲击事故；另外，对具有中间再热的单元机组，采用真空法启动是困难的，因为真空法进入汽轮机的蒸汽汽温低，高压缸排汽温度也低，再热器一般在低温区使再热汽温无法提高，低压缸也因为蒸汽温度低而使最后几级叶片水分过大。目前，单元机组很少采用真空法滑参数启动，而采用压力法滑参数启动。

2) 压力法滑参数启动。锅炉点火前，关闭自动主汽门和调节汽门，只对汽轮机抽真空。锅炉点火后，自动主汽门前的蒸汽参数达到要求时，开冲转阀进行冲转、升速。机组并网后，全开调节汽门，机组滑压运行，由锅炉控制主蒸汽参数，随主蒸汽参数的提高，机组负荷增加。压力法滑参数启动克服了真空法的缺点，目前大容量机组几乎都采用压力法滑参数启动。

机组启动时尽量选用合理的启动方式。合理的启动方式也就是合理的加热方式，在启动过程中，使机组各部分热应力、热变形、胀差及转动部分的振动均维持在允许范围内，尽快将机组金属温度均匀升至额定负荷下的工作温度。

任务二 汽轮机辅助系统运行

课程要求：掌握单元机组启动过程中汽轮机辅助设备和系统的投运操作步骤和方法。

一、凝结水系统的运行

凝结水系统的主要功能是将凝汽器热井中的凝结水由凝结水泵输送到凝结水除盐装置，然后再由凝结水升压泵升压，通过轴封加热器及各低压加热器加热后送到除氧器，期间对凝结水进行加热、除氧、化学处理和除去杂质。此外，凝结水系统还向其他部分提供水源，如有关设备的密封水、减温器的减温水、各有关系统的补给水以及汽轮机低压缸喷水等。

（一）凝结水泵的运行

1. 泵的启动

（1）启动前的准备工作。

1) 确认电动机转向正确（正确方向为俯视逆时针），试转时应先拆除联轴器销轴和调整垫，在电动机上单独进行。

2) 检查水泵进口管道、出口管道、再循环管道系统中所有的高点处是否能排除空气。

3) 检查水泵的密封、冷却等辅助水系统的水源是否处于供给状态。

4) 开通密封水，初步调整填料压紧程度，使泄漏水成滴状滴出。注意，水泵启动后，其泄漏量将增大。

5) 从联轴器处扳动转子，检查其转动是否灵活。

6) 检查凝汽器热井水位是否满足泵的灌注高度。

7) 检查电动机控制保护系统是否可靠。

（2）启动与运行。

1) 关闭出口门。

2) 开通泵的密封水、冷却水管路。

3) 开通泵的抽气管路。

4) 开通进口阀，使泵充满水。

5) 启动水泵，然后迅速开启出口阀。

6) 发现下列情况之一应停泵检查：电流波动大，或超过额定值；水泵有明显振动；电动机绕组或轴承处温升超过规定值。

7) 正式调整填料压盖压紧程度，使泄漏水成滴状漏出。

8) 投入正常运行后, 值班人员应注意下列事项: 每天检查并记录水泵的运转情况, 如电流, 电压以及泵进、出口压力等; 每班至少三次查看密封水泄漏情况, 发现漏水多或不漏水等不正常现象时, 应调整填料压盖的压紧程度。

2. 泵的停止

- (1) 关闭出口门。
- (2) 切断电源, 然后关闭入口门。
- (3) 关闭冷却水管路。
- (4) 确认转子停止后, 关闭密封水管路。
- (5) 停运期间, 如果进口处于负压状态, 应保持密封水的注入。
- (6) 停运后如处于或面临结冰温度, 应采取放水措施。

(二) 低压加热器的运行

低压加热器通常都是随主机启动和停止的, 加热器温度不论是上升还是下降, 均以 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温度速率为宜, 且不应超过 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

1. 启动

若加热器启动前所有阀门都处于关闭状态, 则必须进行如下操作:

- (1) 打开汽侧和水侧所有的排气口。
- (2) 缓慢将给水进口阀的手动旁路阀打开, 开始向加热器水侧 (即水室) 注水, 随着注水, 空气或其他防腐气体将从水室的启动排气口逸出。
- (3) 当所有空气或其他气体从水侧排尽后, 关闭水室的启动排气口。
- (4) 打开水侧进口阀, 关闭水侧旁路阀。
- (5) 根据情况, 采用下述一种或两种方法, 使给水慢慢流过加热器。

1) 当加热器水侧温度已稳定, 但还没有达到设计给水温度时, 可打开水侧出口阀的旁路阀, 并继续监视加热器, 使给水按建议的温度速率上升。

2) 当加热器设计给水温度已达到并且稳定后, 可用下列方法打开给水出口阀: 如加热器后面的管路中无压力或流量, 则打开水侧出口的旁路阀, 使其建立压力或流量直至压力平衡, 然后打开水侧出口阀, 关闭出口阀的旁路阀; 如加热器后面的管路中有压力而无流量, 只需打开给水出口阀就行; 如在加热器后面的管路中有压力和流量 (如水侧走旁路), 则在慢慢关闭水侧旁路阀的同时慢慢打开给水侧出口阀。

(6) 打开疏水出口阀。

(7) 使用逐级疏水时, 打开疏水进口阀, 进行正常的逐级疏水。应特别注意, 不允许蒸汽进入疏水冷却段, 以避免疏水温度偏高。

(8) 打开加热器蒸汽阀, 给水温升按前述要求。

(9) 当蒸汽从壳体启动排气口逸出时, 应立即关闭此门。

(10) 调整疏水调节器, 使加热器疏水水位尽量保持正常水位。如果确信调节器工作正常, 可关紧绕过调节器的旁路阀。

2. 正常工况下运行注意事项

(1) 加热器端差的增加, 其原因可能是超载运行、泄漏或管子结垢。

(2) 疏冷段的疏水端差上升, 其原因可能是低水位管子结垢, 或疏冷段内包壳存在泄漏。

(3) 启动排气直接进入大气, 运行排气进入凝汽器, 启动时各排气口应单独排放。

3. 正常停机程序

(1) 关闭壳体运行排气阀。

(2) 慢慢地关闭通往加热器的蒸汽进口阀。

(3) 关闭疏水进口阀。

(4) 关闭疏水出口阀。

(5) 缓慢地打开旁路阀, 同时慢慢地关闭水侧进口阀。

4. 低压加热器保护

低压加热器保护主要指疏水水位控制。

(1) 正常水位。当加热达到运行温度并稳定运行时, 一定要保持控制水位。通常由液位控制器控制水位。水位表连在壳体上以便操作人员进行就地观察。一般水位允许偏离正常水位约 $\pm 38\text{mm}$ 。

(2) 低水位。低于正常水位 38mm 为低水位, 水位的进一步降低会使疏冷段进口露出水面, 而使蒸汽进入该段。这将破坏该段的正常工作, 造成疏水端差增大, 严重的会产生汽水两相流, 冲蚀疏冷管段管子。如果疏水温度高于给水进口温度 $11^{\circ}\text{C} \sim 27.5^{\circ}\text{C}$, 则疏冷段可能部分进水和漏汽。

(3) 高水位。高于正常水位 38mm 为高水位。当加热器处于高水位时, 开始有传热管浸没在水中, 使可用的有效传热面积减少, 导致加热器性能下降(给水出口温度降低)。高水位由下列情况造成: ① 疏水调节器运行不正常或有故障; ② 逐级疏水的加热器之间压差不够; ③ 超载; ④ 管子损坏。

如果管子泄漏, 则要立即采取措施堵塞坏管子, 以避免高压水对邻近管束的冲蚀损害。

5. 其他

(1) 停机保护。若停机时间较长, 应将壳侧和水室的水放尽, 然后进行充气或使用合适的化学抑制剂保护。

(2) 污垢及清洗。管子表面一层薄薄的氧化层是保护管子免受化学侵蚀

所必需的，在加热器设计时已考虑在内了，但系统内因化学成分失调造成污垢增厚会损害加热器，使其性能变差。加热器因积垢而性能变差，可以从给水总温升的降低看出来，同时污垢过厚还会使水流动阻力增加。污垢可用机械方法（高压水喷射等）和化学清洗去除。化学清洗除下的污垢不可以残留在里面。

（三）轴封加热器及轴封风机运行

1. 轴封加热器运行

轴封加热器用凝结水来冷却由各段轴封和高中压调节汽门主汽阀阀杆漏出的汽水混合物，使混合物中蒸汽凝结成水，从而回收工质，又使热量传给主凝结水；提高了经济性，同时将混合物的温度降低到轴封风机长期运行所允许的温度。

轴封加热器工作运行中大部分蒸汽凝结成水，通过虹吸管疏入凝汽器，不凝结气体和少量蒸汽则由轴封风机抽出并排入大气。必须监视水位指示器中的水位，如果水位指示器中的水位已达 195mm，表明凝结水已淹没换热器，使传热恶化。另外冷却水量不能小于 200t/h，否则将难以维持所需真空条件。

2. 轴封风机运行

轴封风机用来抽出轴封加热器内的不凝结气体，以保证加热器在良好的换热条件下工作，并维持一定的汽封压力，它是保证汽封系统安全运行的一个重要设备。

风机投运前要试转。首先脱开联轴器单独对电动机进行试转 0.5 ~ 1h，检查电气系统、转向、轴承温度及振动是否正常。电动机正常后，连接联轴器进行风机试转，先由人工盘动，应轻松灵活且动静之间无碰磨声，方可进行风机运转。风机启动时，进风口前的阀门应关闭，待风机达到额定转速 2 920r/min 后，再慢慢开启阀门至预定位置。风机启动前及运行中应定期检查油杯是否有足够润滑油，运行中定时巡视风机内部是否有响声和轴承振动的情况。

二、给水系统的运行

给水系统是把经过除盐及除氧后的凝结水从除氧水箱中输出，送至锅炉省煤器入口。在输送的过程中，给水在各台高压加热器中被加热，以提高给水温度。

（一）给水泵的运行

目前 300MW 机组采用两台 50% 容量的汽动给水泵，设有一台 30% 容量的电动给水泵作为备用给水泵。



1. 启动前的检查

- (1) 连接全部管道并清理干净，确认防护罩完好；
- (2) 润滑油系统已冲洗完毕并验收合格；
- (3) 用手盘动转子灵活无卡涩；
- (4) 各仪表正确无故障；
- (5) 检查机械密封冷却水、冷油器和电动机的冷却水系统；
- (6) 对相关设备、系统进行检查（液力耦合器、最小流量阀、给水箱、各阀门等）。

2. 启动

(1) 充水前的准备。

- 1) 启动冷却水系统；
- 2) 向机械密封冷却器供水；
- 3) 检查机械密封回路上的过滤器；
- 4) 开启最小流量系统的手动阀；
- 5) 关闭放排气接管；
- 6) 关闭给水排气管，包括机械密封系统。

(2) 充水及排气。

- 1) 开启进口阀 10% ~ 20%；
- 2) 至排气嘴流出的水中无气泡时，关上水嘴；
- 3) 机械密封回路排气；
- 4) 入口阀全开，确认入口压力正常；
- 5) 手动盘泵无障碍。

(3) 启动。

1) 启动电动机，使泵在最低转速（1 000 ~ 1 500r/min）上运行（汽泵用辅汽）；

- 2) 观察最小流量阀功能；
- 3) 观察机械密封水温度；
- 4) 观察轴瓦温度；
- 5) 升速至正常压力；
- 6) 缓慢开启出口阀；
- 7) 观察最小流量开关点；
- 8) 开启点：130m³/h；
- 9) 关闭点：260m³/h。

3. 停止

- (1) 停机备用。