

---

# 锅炉单元 3D 虚拟仿真软件 操作说明书

北京欧倍尔



---

北京欧倍尔软件开发有限公司

2020 年 03 月

---

# 目 录

一、工艺流程简介 .....	1
1、工作原理.....	1
2、工艺流程.....	3
二、工艺卡片.....	4
1、设备列表.....	4
2、阀门.....	4
3、仪表列表.....	5
三、复杂控制说明 .....	6
1、单元的液位指示 .....	6
2、分程控制.....	6
四、控制规程.....	7
1、正常开车.....	7
2、正常运行及调整 .....	9
3、正常停车.....	10
五、仿真画面.....	11
六、3D 场景介绍 .....	13
1、基本介绍.....	13
2、详细介绍.....	15

# 一、工艺流程简介

## 1、工作原理

### 1.1 锅炉工作原理

利用燃料燃烧释放的热能或其他热能加热水或其他工质，以生产规定参数(温度、压力)和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备。锅炉是一种能量转换设备，向锅炉输入的能量有燃料中的化学能、电能、高温烟气的热能等形式，而经过锅炉转换，向外输出具有一定热能的蒸汽、高温水或有机热载体。

基于燃料气与空气按一定比例混合即发生燃烧而产生高温火焰并放出大量热量的原理，所谓锅炉主要是通过燃烧后辐射段的火焰和高温烟气对水冷壁的锅炉给水进行加热，使锅炉给水变成饱和水而进入汽包进行汽水分离，而从炉膛出来进入对流段的烟气仍具有很高的温度，再通过对流室对来自于汽包的饱和蒸汽进行加热即产生过热蒸汽。

主要设备是水管式锅炉，采用锅水自然循环，双汽包结构。水管锅炉的各项指标明显优于火管锅炉，唯一需要注意的是燃油气的燃烧特性要求微正压通风，所以对炉墙的强度和密封要求都很高。一般设置膜式水冷壁提高炉子的严密性。燃料气装置在前墙布置。锅炉本体由上下汽包（又称锅筒）、炉膛（又称燃烧室）、对流管束（上升管、下降管）、水冷壁、（上、下）联箱、蒸汽过热器、减温器、省煤器、燃烧器等部件组成。其中汽包和炉膛是最主要部件。

汽包筒体由优质厚钢板制成，是受热、蒸发、过热的重要枢纽。汽包的主要功能是储水，进行汽水分离，在运行中排除锅炉水中的盐水和泥渣，避免含有高浓度盐分和杂质的水随蒸汽进入过热器和蒸汽管网中。汽包与对流管束、下降管、水冷壁管连成自然水循环系统。上升管内汽水混合物进入汽包后，通过汽水分离器分离成饱和蒸汽与水，饱和蒸汽通过汽包上方蒸汽出口输出到过热器；分离出的水与给水管注入的水再通过下降管进入下汽包和水冷壁，继续蒸发。上汽包设有汽水分离器、水位计、压力表、安全阀、加药口和连续排污管等部件。

炉膛又称燃烧室，是供燃料燃烧的空间。将固体燃料放在炉排上，进行火床燃烧的炉膛称为层燃炉，又称火床炉；将液体、气体或磨成粉状的固体燃料，喷入火室燃烧的炉膛称为室燃炉；空气将煤粒托起使其呈沸腾状态燃烧，并适于燃烧劣质燃料的炉膛称为沸腾炉，又称流化床炉；利用空气流使煤粒高速旋转，并强烈火火的圆筒形炉膛称为旋风炉。

对流管束由多根管组成，将上下汽包连接起来，吸收自炉膛出来的烟气的热量。因其中各管与烟气接触的先后顺序不同，所吸收的热量不一样，吸热强的对流管成为上升管，吸热弱的对流管则成为下降管。下降管一般置于不受热或受热少的部位，作用是把汽包中的水连续不断地送往下联箱，供给水冷壁，以维持正常的水循环。下降管的结构、管子截面的大小和降水情况，都直接影响到锅炉水循环的可靠性。下降管有小直径分散下降管和大直径集中下降管两种。生产中高压、超高压、亚临界压力自然循环锅炉，都采用大直径下降管，其直径一般为 325~426mm。

水冷壁由均匀布置于炉膛各个方向的  $\phi 60 \times 5$  的钢管组成，通过上、下联箱相互连接，主要作用是吸收炉膛辐射热，使管内的水部分汽化，是锅炉主要的受热面。作用是吸收炉膛内高温辐射热，使水受热汽化；降低炉膛内壁温度，保护炉墙。

上、下联箱是一些直径较大的管，用来连接水冷壁管，起汇集、混合和分配汽水的作用。上联箱与上汽包相连，将水冷壁产生的汽水混合物送入上汽包。各下联箱和下汽包连接定期排污管，排除炉水中泥渣或排空锅炉水。上联箱与上汽包相连，将水冷壁产生的汽水混合物送入上汽包。

蒸汽过热器由  $\phi 38 \times 5$  的 65 根钢管组成，主要作用是吸收烟气的热量，将饱和蒸汽加热成一定温度的过热蒸汽。过热器常分成高、低温两段，在两段之间设减温器。

减温器是用水做冷却介质调节过热器出口蒸汽温度的装置，其作用是控制和保持过热汽温或再热气温为规定值，并防止过热器等管壁过热。减温器分表面式和喷水式两类。表面式减温器是一种管壳式热交换器，以省煤器前的给水作为冷却水在管内流动，蒸汽在壳体管的管间流动。表面式减温器对冷却水的水质无特殊要求，但体积大，易产生热疲劳，调节延迟且调节范围较小，调节范围为  $10 \sim 33^{\circ}\text{C}$ ，适用于低、中压锅炉。

省煤器是安装于锅炉尾部用于回收余热的一种装置，由水平布置的并联弯头管子（习称蛇形管）组成。其作用是吸收低温烟气的热量，降低烟气的排烟温度，节省能源，提高效率。省煤器分为铸铁式和钢管式，其中钢管式省煤器不受压力限制，可以用作沸腾式，一般由水平布置的外径为  $32 \sim 51$  毫米的蛇形碳素钢管制成。在锅炉(汽包锅炉)的启动过程中，由于其汽水管道的循环没有建立，即锅炉给水处于停滞状态，此时省煤器内的水处于不流动的状态。随着锅炉燃烧的加强，烟气温度的提高，省煤器内的水容易产生汽化，使省煤器的局部处于超温状态。为了避免这个情况的出现，从汽包的集中下水管再接一管道到省煤器的入口，作为再循环管道，使省煤器内的水处于流动状态，避免其汽化。

气体燃烧器是一种将燃料和空气，按所要求的浓度、速度、湍流度和混合方式送入炉膛，并使燃料在炉膛内稳定着火与燃烧的热能装置。燃气燃烧器构造由送风系统、点火系统、监测系统、燃料系统、电控系统组成。

## 1.2 除氧器工作原理

除氧器是锅炉及供热系统关键设备之一，如除氧器除氧能力差，将对锅炉给水管道、省煤器和其它附属设备的腐蚀造成严重损失。选用大气式旋膜式除氧器（又称膜式除氧器是一种新型热力除氧器），除氧设备主要由除氧塔头、除氧水箱两大件以及接管和外接件组成，其主要部件除氧塔头是由外壳、汽水分离器、新型旋膜器（起膜管）、淋水篦子、蓄热填料液汽网等部件组成。

旋膜式除氧器分为旋膜和填料两端除氧。软化水首先进入除氧器水室，由于一定的压差作用，水由进水孔射入膜式喷管，进入喷管内壁后立即沿喷管内壁旋流而下，在旋膜管出口端形成中空的旋转水膜群。水膜群内外两面与加热蒸汽充分接触，瞬间水被加热至饱和温度，绝大部分的不凝结汽体被迅速析出，旋膜除氧段初步除氧约 90%。初步除氧的水经过分配器均匀地分配在填料

层，在填料层中水再次被分离并与二次蒸汽充分接触，氧在填料层中被进一步析出，使除氧器出水含氧量达到标准要求，故填料除氧段称为深度除氧段。在旋膜和填料两段被除去的氧和二氧化碳等其他不凝结气体均上升至除氧器顶部的排气管排向大气；达到要求的除氧水汇集于除氧器水箱中，随时满足锅炉给水的需要。

由于除氧器低位布置而导致给水泵出现汽蚀问题，因而在给水泵前或除氧器出水管部设计一防汽蚀装置。

### 1.3 排污扩容器工作原理

排污扩容器分为：定期排污扩容器和连续排污扩容器。

定期排污扩容器与下汽包和下联箱出口的定期排污管相连，使锅炉定期排污水在扩容器内经扩容、降压分离出二次蒸汽和废热水。二次蒸汽排入大气，废热水排入下水系统。

连续排污扩容器与锅炉的连续排污口连接，排污水在连续排污扩容器内经扩容、降压、热量交换，分离为二次蒸汽和废热水和废热水，二次蒸汽由专门的管道引出，废热水通过浮球阀或溢流调节阀自动排走，热能可以得到回收利用，提高锅炉效率。

## 2、工艺流程

本仿真单元为 65t/h 电站过热蒸汽锅炉仿真培训而设计，主要用途是提供中压蒸汽。

主要设备为燃气水管式锅炉，采用双汽包结构，自然循环。锅炉主体由省煤器、上汽包、对流管束、下汽包、下降管、水冷壁、过热器、表面式减温器、联箱组成。省煤器的主要作用是预热锅炉给水，降低排烟温度，提高锅炉热效率。上汽包的主要作用是汽水分离，连接受热面构成正常循环。水冷壁的主要作用是吸收炉膛辐射热。过热器分低温段、高温段过热器，其主要作用是使饱和蒸汽变成过热蒸汽。减温器的主要作用是微调过热蒸汽的温度。

外界来水经过除氧器热力除氧和水位调节器 LIC101 后，经高压水泵 P101 供锅炉用水，PIC101 单回路控制除氧器压力。锅炉给水一部分经过减温器回水至省煤器；一部分直接进入省煤器；两路给水调节阀通过过热蒸汽温度调节器 TIC101 分程控制，给水被烟气加热至 256℃ 饱和水进入上汽包，然后经过对流管束流至下汽包，通过下降管进入锅炉水冷壁，吸收炉膛辐射热，在水冷壁里变成汽水混合物，最后进入上汽包汽水分离。液位调节器 LIC102 控制锅炉总给水量。

从上汽包出来的 256℃ 的饱和蒸汽经过低温段过热器（与烟气换热）、减温器（与自除氧器来的一路除氧水换热）、高温段过热器（与烟气换热），将蒸汽变为 477℃、3.9MPa 的过热蒸汽。

瓦斯罐顶气通过压力控制器 PIC104 单回路控制，经 PIC105 与经鼓风机 C101 增压后的空气混合进入燃烧室。

锅炉排污系统包括定排系统和连排系统，用来维持水蒸汽品质。

## 二、工艺卡片

### 1、设备列表

序号	位号	名称
1	B101	锅炉主体
2	C101	送风机
3	DW101	热力除氧器
4	P101A/B	高压水泵
5	P102	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 加药泵
6	V101	燃料气缓冲罐
7	V102	连续排污扩容器（简称“连排”）
8	V103	定期排污扩容器（简称“定排”）

### 2、阀门

现场阀门 位号	描述	现场阀门 位号	描述
LV101	除氧器液位调节阀	V01P101A	泵 P101A 前阀
LV101I	LV101 前阀	V02P101A	泵 P101A 后阀
LV101O	LV101 后阀	V03P101A	泵 P101A 防汽蚀阀
LV101B	LV101 旁路阀	V01P101B	泵 P101B 前阀
LV102	上汽包液位调节阀	V02P101B	泵 P101B 后阀
LV102I	LV102 前阀	V03P101B	泵 P101B 防汽蚀阀
LV102O	LV102 后阀	V01DW101	再沸腾阀
LV102B	LV102 旁路阀	V02DW101	高压泵循环阀
LV102B	上水小旁路阀	V03DW101	除氧器放水阀
LV103	连排液位调节阀	V04DW101	一次蒸汽阀
LV103I	LV103 前阀	V05DW101	除氧器放空阀
LV103O	LV103 后阀	V06DW101	二次蒸汽阀
LV103B	LV103 旁路阀	V01V102	连排一次门
PV101	除氧器压力调节阀	V02V102	连排二次门
PV101I	PV101 前阀	V03V102	排汽阀
PV101O	PV101 后阀	V03V103	连排旁路阀



PV101B	PV101 旁路阀	V01V103	定排一次门
PV102	过热蒸汽压力调节阀	V02V103	定排二次门
PV102B	PV102 旁路阀	V04V103	定排排污阀
PV104	瓦斯罐压力调节阀	V01P102	泵 P102 前阀
PV104I	PV104 前阀	V02P102	泵 P102 后阀
PV104O	PV104 后阀	F1	火嘴吹扫蒸汽阀
PV104B	PV104 旁路阀	V01B101	上汽包放空阀
TV101A	蒸汽温度调节阀 (A)	V02B101	再循环阀
TV101AI	TV101A 前阀	V03B101	过热段高点放空阀
TV101AO	TV101A 后阀	V04B101	排凝阀
TV101AB	TV101A 旁路阀	V05B101	过热蒸汽对空排气阀
TV101B	蒸汽温度调节阀 (B)	V06B101	疏水阀前阀
TV101BI	TV101B 前阀	V07B101/ V09B101	疏水阀检修阀
TV101BO	TV101B 后阀	V08B101	疏水阀前阀
TV101BB	TV101B 旁路阀	V10B101	锅炉放水阀
XV101	烟道挡板 (遥控)	V01E101	减温器出口阀

### 3、仪表列表

点名	正常值	单位	描述
LIC101	50	%	除氧器液位控制器
LIC102	50	%	汽包液位控制器
PIC101	21	KPa	除氧器压力控制器
PIC102	3.9	MPa	过热蒸汽压力控制器
PIC103	0.3	MPa	高压瓦斯压力控制
PIC104	0.3	MPa	高压瓦斯压力控制
TIC101	477	℃	过热蒸汽温度控制
FI101	53000	Kg/h	软化水流量
FG101	53000	Kg/h	软化水流量 (现场仪表)
TG101	105	℃	除氧器温度 (现场仪表)
PG101	21	KPa	除氧器压力 (现场仪表)
FI102	65000	Kg/h	锅炉上水流量
FI103	32500	Kg/h	减温水流量
FI104	16200	Kg/h	高压瓦斯流量

FI105	65000	Kg/h	过热蒸汽输出流量
PI101	21	KPa	除氧塔压力
PI102	5.0	MPa	锅炉上水压力
PG102	5.0	MPa	上汽包压力（现场仪表）
PI103	3.9	MPa	上汽包压力
PI104	2	KPa	炉膛压力
TI101	105	℃	除氧器水箱温度
TI102	105	℃	除氧器除氧塔温度
TI102	124	℃	省煤器入口烟温
TI103	105	℃	上汽包温度
TI104	180	℃	省煤器出口水温
TI105	1000	℃	炉膛烟温
TI106	125	℃	省煤器入口水温
AI101	0.9%~3.0%	%	烟气含氧量（%）
TG102	477	℃	高温过热器出口温度（现场仪表）
PG103	3.9	MPa	高温过热器出口压力（现场仪表）

### 三、复杂控制说明

#### 1、单元的液位指示

（1）在除氧器 DW101 中，在液位指示计的 0 点下面，还有一段空间，故开始进料后不会马上有液位指示。

（2）在锅炉上汽包中同样是在在液位指示计的起测点下面，还有一段空间，故开始进料后不会马上有液位指示。

#### 2、分程控制

锅炉给水一部分经减温器回水至省煤器；一部分直接进入省煤器，通过控制两路水的流量来控制上汽包的进水温度，两股流量由一分程调节器 TIC101 控制。当 TIC101 的输出为 0 时，直接进入省煤器的一路为全开，经减温器回水至省煤器一路为 0；当 TIC101 的输出为 100 时，直接进入省煤器的一路为 0，经减温器回水至省煤器一路为全开。锅炉上水的总量只受上汽包液位调节器 LIC102 单回路控制。

## 四、控制规程

### 1、正常开车

#### 1.1 开车前准备

本装置的开车状态为所有设备均经过吹扫试压，压力为常压，温度为环境温度，所有可操作阀均处于关闭状态，控制器均处于手动状态。

#### 1.2 除氧器投运

(1) 打开 LV101 前后阀 LV101I、LV101O；手动打开液位控制器 LIC101，向除氧器充水，当液位指示达到 50%时，手动关闭 LIC101，并将调节器 LIC101 投自动（设定值为 50%）。

(2) 开再沸腾阀 V01DW101 向 DW101 通蒸汽，加热软化水到 95℃后关闭此阀。

(3) 打开 PV101I、PV101O，手动打开压力调节器 PIC101，打开一次蒸汽阀 V04DW101，二次蒸汽阀 V06DW101，当除氧器压力快升至 21KPa 时，将除氧塔顶部排气阀 V05DW101 打开（OP=50%），排不凝气。

(4) 调节 PIC101 开度，待压力稳定在 21KPa 时，将 PIC101 投自动（设定值为 21KPa）。

#### 1.3 锅炉上水

确认省煤器与下汽包之间的再循环阀 V02B101 关闭，确认温度调节器 TIC101 全关。

(1) 打开上汽包放空阀 V01B101、过热段高点放空阀 V03B101、过热蒸汽对空排气阀 V05B101，开度为 50%。

(2) 启动高压泵 P101A/B（先开泵入口阀 V01P101A/B，启动泵，开泵出口阀 V02P101A/B，再开防汽蚀阀 V03P101A/B），通过调整高压泵循环阀 V02DW101 使泵出口压力约为 5.0Mpa，锅炉运行正常后（温度和压力），关闭此阀。

(3) 打开温度控制阀 TV101A、TV101B 前后阀 TV101AI、TV101AO、TV101BI、TV101BO，缓开给水调节阀的小旁路阀 LV102BB，手控上水（注意上水流量不得大于 10t/h，否则上水过快，排气不畅，会导致设备局部受压，遭到损坏。在实际教学中，可加大进水量，加快操作速度）。

(4) 汽包上水时，注意调整循环阀 V02DW101 开度，使泵出口压力在 5MPa 左右，待上汽包水位升至 40%，关闭小旁路阀 LV102BB。

(5) 打开省煤器和下汽包再循环管线上的再循环阀 V02B101，打开阀 V01E101。

(6) 打开液位调节阀前后阀 LV102I、LV102O，上汽包水位控制器 LIC102 投自动，设定值为 50%。

#### 1.4 燃料系统投运

(1) 打开阀 PV104I、PV104O，手控高压调节器 PIC104 给缓冲罐 V101 压力充压到 0.3MPa，然后将 PIC104 投自动，设定值为 0.3MPa。

(2) 开火嘴蒸汽吹扫阀 F1，2 分钟（实际仿真软件中 10s）后关闭。

#### 1.5 锅炉点火

(1) 检查确认上汽包及过热段高点放空阀 V01B101、V03B101，过热蒸汽对空排气阀 V05B101 处于打开状态。

(2) 打开 V102 排汽阀 V03V102，开度为 50%。

(3) 先开连排一次门 V01V102，开度为 50%；再开连排二次门 V02V102，开度为 50%。

(4) 打开 V102 液位控制 LIC103 前后阀 LV103I、LV103O，并将 LIC103 投自动，设定值为 50%。

(5) 全开烟道挡板 XV101（烟道挡板为遥控装置，故在锅炉水汽系统 DCS 画面进行操作）。

(6) 打开锅炉控制柜“电源”，开启风机 C101 通风 5 分钟（仿真软件中缩短为 10s），使炉膛不含可燃气体。

(7) 将烟道挡板 XV101 调至 20%左右。

(8) 先按“点火按钮”打开点火器，然后手动打开压力调节 PIC103，开度为 2%。

(9) 打开减温器疏水阀前阀 V08B101，排出没有汽化的减温水。

(10) 打开过热器疏水阀前阀 V06B101，保护过热段。

(11) 手动缓慢调大 PIC103 开度，等待锅炉升温。保持升温速率小于  $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。当锅水开始汽化上汽包水位有所下降，处于自控的 LIC102 将以等量的上水加以补充。此过程应持续一定时间，称为“置换”，目的在于将锅炉水汽系统中的空气通过汽化的蒸汽置换掉，提高产汽质量。

## 1.6 锅炉升压

升压方法是手动调节 PIC103 输出。冷态锅炉由点火达到并汽条件，时间应严格控制不得小于 3~4 小时，升压应缓慢平稳。在仿真器上为了提高培训效率，缩短为十分钟左右。此间严禁关闭过热器疏水阀前阀 V06B101、减温器疏水阀前阀 V08B101 和过热蒸汽对空排气阀 V05B101，严禁赶火升压，以免过热器管壁温度急剧上升和对流管束胀口渗水等现象发生。锅炉排污，每次定排排污时间不准超过半分钟。升压过程注意调整烟道挡板 XV101 开度，维持炉膛微正压为 1KPa。

(1) 开加药泵 P102（先开泵入口阀，启动泵，再开泵出口阀），向上汽包加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 。PIC103 的输出开度必须维持在小开度（不超过 35%）。

(2) 待压力 PIC102 升高至 0.3-0.8MPa 时，定期排污一次，先打开一次门 V01V103（OP=50%），然后打开二次门 V02V103，片刻后（仿真中要求开 5s），先关闭二次门 V02V103，后关闭一次门 V01V103。调大排空阀 V05B101 开度，同时手动调节压力调节器 PIC103 开度，保持压力不下降。

(3) 待压力 PIC102 升高至 1.5MPa 时，根据上水量估计排空蒸汽量。关放空阀 V01B101、V03B101。

(4) 过热蒸汽温度 TIC101 达  $440^{\circ}\text{C}$  时投入减温器，手动调节 TIC101 的输出为 50%（按分程控制原理，调节器 TIC101 的输出为 0 时，减温器调节阀开度为 0%，省煤器给水调节阀开度为 100%；调节器 TIC101 的输出为 50% 时，两阀各开 50%；调节器 TIC101 的输出为 100% 时，减温器调节阀开度 100%，省煤器给水调节阀开度 0%）。

(5) 继续开大 PIC103 开度 (OP<50%) 压力升至 3.75MPa 后, 保持此压力达到平稳后, 准备锅炉并汽。

### 1.7 锅炉并汽

(1) 确认过热蒸汽压力稳定, 且为 3.75~3.9Mpa, 蒸汽温度不低于 420℃, 上汽包水位为 50% 左右, 准备并汽。

(2) 缓开主汽阀旁路阀 PV102B。

(3) 开蒸汽管排凝阀 V04B101 片刻 (仿真中要求开 5s), 然后关闭 V04B101、PV102B。

(4) 缓慢打开压力控制器 PIC102 约 5%。

(5) 此时若压力趋于升高或下降, 手动调整开度压力调节器 PIC103 使压力基本稳定在 3.9MPa 后, 缓慢关闭排空阀 V05B101 (为了使工况稳定, 注意同时按交替的方法关 V05B101 少许, 同时开 PIC102 少许, 至 V05B101 全关)。

(5) 手动调节 PIC102 开度, 待蒸汽压力达到 3.9MPa 后, 将 PIC102 投自动, 设定值为 3.9MPa。

(6) 此时蒸汽已在过热段流动, 不必进行过热保护, 关闭阀 V06B101、V08B101。

(7) 此时上水已在省煤器中流动, 不必进行过热保护, 关再循环阀 V02B101。

(8) 手动调节 TIC101 开度, 待蒸汽温度达到 477℃ 后, 投自动, 设定值为 477℃, 控制过热蒸汽温度为 477℃。

### 1.8 锅炉负荷提升

(1) 开大 PIC103 开度, 使 OP=50%, 并将 PIC103 投自动, 设定值为 0.3MPa, 将缓冲罐 V101 出口压力稳定在 0.3MPa。

(2) 将 PIC102 改投手动, 逐渐开大过热蒸汽压力控制器 PIC102, 使锅炉产汽负荷升至 65000Kg/h 左右。待压力和流量基本接近正常值后, 再将 PIC102 投自动, 设定值为 3.9MPa, 使蒸汽压力稳定在 3.9MPa 左右 (注意操作的平稳度。提升速度每分钟不超过 3~5t/h, 同时要注意加大进水量及加热量, 使蒸汽负荷缓慢提升到 65t/h 左右, 再将 PIC102 投自动)。

注: 此时随着汽包内水分蒸发, LIC102 自动控制上水, 但是自动控制调节有延时, 可以手动调节 LIC102 开度 (同时调整泵循环阀开度 V02DW101, 使泵出口压力为 5MPa), 待过热蒸汽量和汽包上水量接近正常值后, 再将 LIC102 投自动。同理, 其他自动调节控制器, 开度波动太大时, 也可以改投手动控制, 待数值接近正常之后再投自动。

## 2、正常运行及调整

### 2.1 正常工况操作要点

(1) 在正常运行中, 不允许中断锅炉给水。

(2) 当给水自动调节投入运行时, 仍须经常监视锅炉水位的变化。保持给水量变化平稳, 避免调整幅度过大或过急, 要经常对照给水流量与蒸汽流量是否相符。若给水自动调整失灵, 应改为手动调整给水。

(3) 在运行中应经常监视给水压力和给水温度的变化。通过高压泵循环阀调整给水压力;

通过除氧器压力间接调整给水温度。

(4) 汽包水位计每班冲洗一次，冲洗步骤是：

- a. 开放水阀，冲洗汽、水管和玻璃管；
- b. 关水阀，冲洗汽管及玻璃管；
- c. 开水阀，关汽阀，冲洗水管；
- d. 开汽阀，关放水阀，恢复水位计运行。

冲洗水位计时的安全注意事项：冲洗水位计时要注意人身安全，穿戴好劳保用具，要背向水位计，以免玻璃管爆裂伤人。关闭放水阀时要缓慢，因为此时，水流量突然截断，压力会瞬时升高，容易使玻璃管爆裂。防止工具、汗水等碰撞玻璃管，以防爆裂。

## 2.2 汽压和汽温的调整

- (1) 为确保锅炉燃烧稳定及水循环正常，锅炉蒸发量不应低于 40000Kg/h。
- (2) 增减负荷时，应及时调整锅炉蒸发量，尽快适应系统的需要。
- (3) 手动调整减温水量时，不应猛增猛减。
- (4) 锅炉低负荷时，酌情减少减温水量或停止使用减温器。

## 3、正常停车

### 3.1 锅炉负荷降量

- (1) 排污减负荷前，进行一次定期排污，先打开定排一次门 V01V103 (OP=50%)、二次门 V02V103，打开定排泄液阀 V04V103 (OP=50%)。
- (2) 排污一段时间后(仿真中缩短为 10s)，先关闭二次门 V02V103，然后关一次门 V01V103。
- (3) 减负荷前，停加药泵 P102 (先关泵出口阀 V02P102，停泵，再关泵入口阀 V01P102)。
- (4) 将 TIC101 投手动，并缓慢开大减温器开度，使蒸汽温度缓慢下降。
- (5) 将 PIC102 投手动，并缓慢关小开度，降低锅炉蒸汽负荷。

### 3.2 关闭燃料系统

- (1) 将 PIC104 投手动控制，并缓慢关闭缓冲罐 V101 压力调节阀 PV104 及其前后阀 PV104I、PV104O。
- (2) 将 PIC103 投手动控制，并缓慢关闭压力调节阀 PV103。
- (3) 停燃料系统后，缓慢关闭过热蒸汽压力调节器 PIC102，同时打开主蒸汽管路疏水阀前阀 V06B101、V08B101。
- (4) 按下“停止”按钮，停风机 C101。
- (5) 关闭烟道挡板 XV101。
- (6) 关闭连续排污阀 (先关二次门 V02V102，再关闭一次门 V01V102)，并确认定期排污阀 (V02V103、V01V103) 关闭。

- (7) 手动全开液位调节 LIC103，将连排中废水放净。

### 3.3 停上汽包上水

(1) 手动关闭除氧器压力调节阀 PV101 及其前后阀 PV101I、PV101O，关闭一次蒸汽阀 V04DW101、二次蒸汽阀 V06DW101。

(2) 待过热蒸汽压力小于 0.1MPa 后，打开放空阀 V01B101、V03B101。

(3) 待炉膛温度降为 100℃后，关闭高压水泵 P101A（先关泵出口阀 V02P101A，停泵，关泵入口阀 V01P101A），关防汽蚀阀 V03P101A，并确认循环阀 V02DW101 关闭。

(4) 停止上水后，开下汽包与省煤器之间再循环阀 V02B101。

(5) 手动关闭汽包液位调节阀 LV102 及其前后阀 LV102I、LV102O，手动关闭温度控制器 TIC101，关闭过热蒸汽温度调节阀 TV101A、TV101B 前后阀 TV101AI、TV101AO、TV101BI、TV101BO，关闭阀 V01E101。

### 3.4 泄液

(1) 手动关闭除氧器液位调节阀 LV101 及其前后阀 LV101I、LV101O。

(2) 除氧器温度 TG 降至 80℃后，打开放水阀 V03DW101 泄液，将水放净。

(3) 当压力降至 0MPa 或炉膛温度 TI105 降至 80℃后，打开泄液阀 V10B101，将水放净。

(4) 启动风机 C101，打开烟道挡板 XV101（OP=50%）对炉膛进行吹扫。

(5) 吹扫片刻后，停风机 C101，关闭烟道挡板 XV101。

(6) 除氧器泄液完成后，关闭阀 V03DW101；锅炉泄液完成后，关闭阀 V10B101。

(7) 定排泄液完成后关闭阀 V04V103。

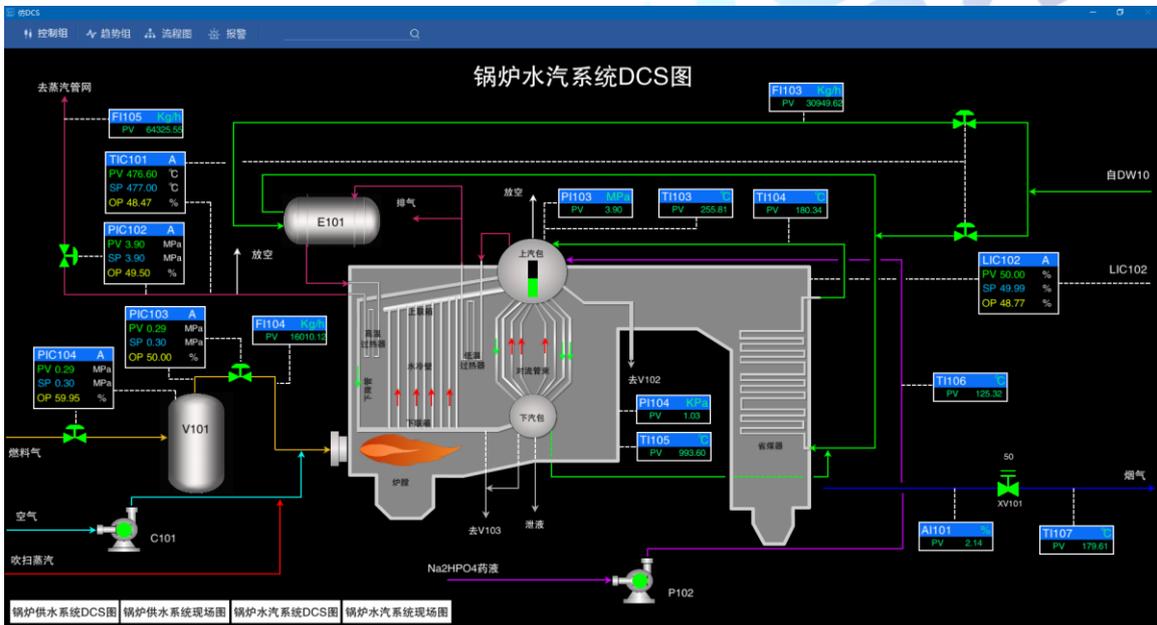
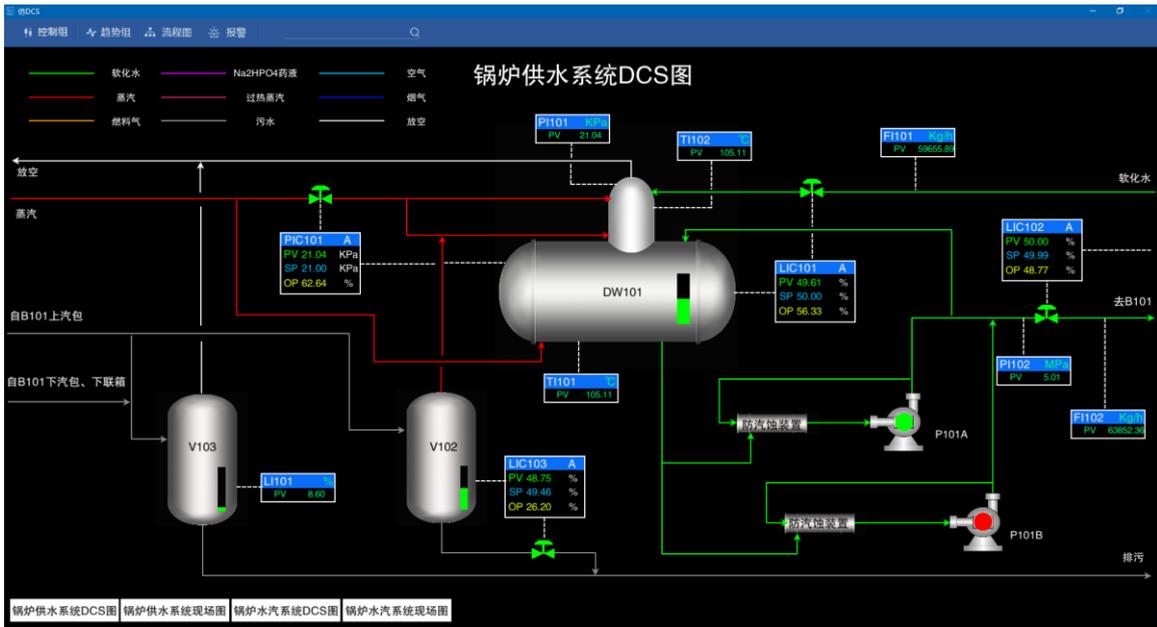
(8) 连排泄液完成后关闭阀 LV103 及其前后阀 LV103I、LV103O。

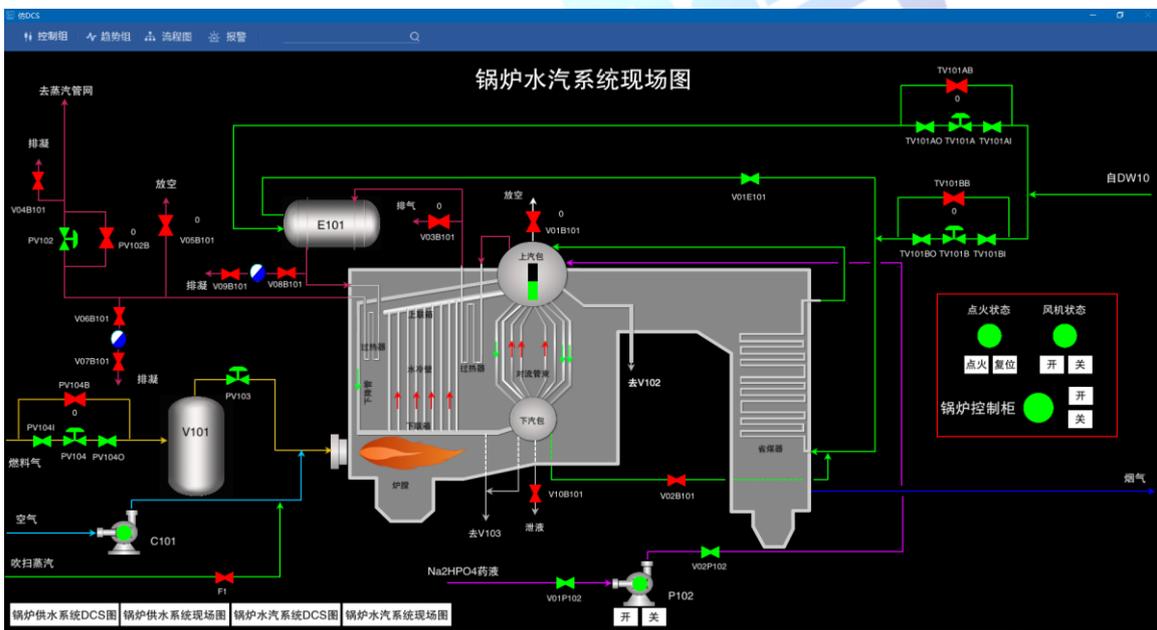
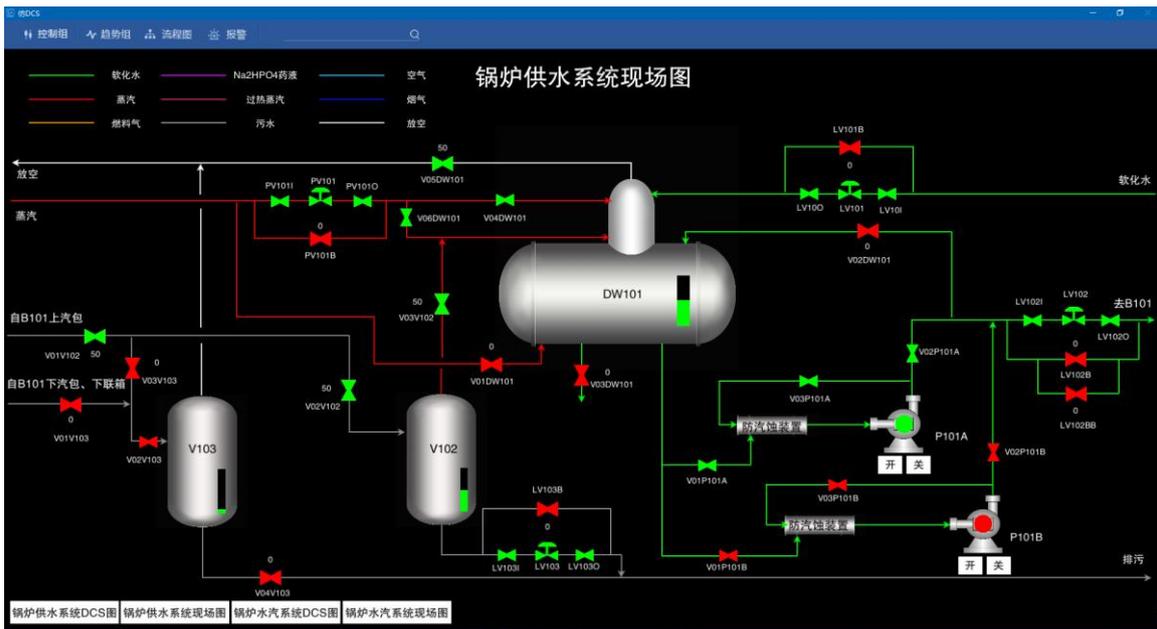
(9) 待除氧器压力降至 0KPa 后，关闭阀 V05DW101、V03V102。

(10) 待锅炉压力降至 0KPa 后，关闭阀 V01B101、V03B101。

(11) 关闭锅炉控制面板电源。

## 五、仿真画面





## 六、3D 场景介绍

### 1、基本介绍

1、点击选择的人物，然后点击开始，即可进入到 3D 场景中



2、如下图所示，第一次进入系统后，会自动弹出帮助界面，在界面的右下角有一个“不再自动弹出”选项，选中后，下次进入系统时将不再弹出。



3、人物控制：W（前）S（后）A（左）D（右）、鼠标右键（视角旋转）。



1

4、奔跑：按下 Ctrl 键，可以切换至奔跑模式；再按下 Ctrl 键，可切换至走路模式。

5、镜头调整：鼠标滚轮调整视角远近。

地址：北京市海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 420-423 室 邮编：100085

14

E-mail: bjoberj@163.com 电话：电话 010-82830966 网址：www.bjoberj.com

- 6、飞行模式：按下 Q 键，可以切换至飞行模式，该模式下通过 W、S、A、D 键调整飞行方向，鼠标右键调整飞行视角。
- 7、知识点查看：右击设备弹出设备介绍，点击可以查看。
- 8、阀门操作：单击需要操作的阀门，即可弹出阀门操作界面。

## 2、详细介绍

### 1、进入界面



- 2、人物信息：显示当前操作人员的具体信息。  
点击相应的头像，既选择相应的人物。



- 3、全景地图功能：点击全景按钮可以打开大地图模式，可进行阀门和设备的搜索。



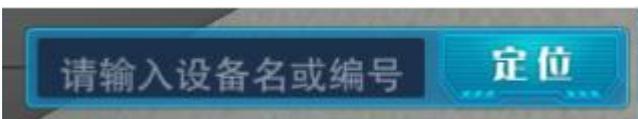
图标显示：可选择显示全部，只显示设备或只显示 NPC 等。

NPC+设备列表：可从下拉菜单中选择，选中的物体位置会显示成红色并快速跳转到相应位置。

关键字搜索：可进行阀门和设备的查找，支持位号和中文名称搜索和快速跳转。



4、瞬移搜索功能：在右上角搜索框中输入设备、阀门名称，点击定位，就能瞬间转移到设备和阀门所在位置。



5、功能菜单（右下角）



知识点：点击可查看每个设备的知识点，点击结构组成可查看当前设备的视频介绍，通过 Esc 键可以退出视频播放界面。

思考题：配置了与本软件工艺、设备相关的化工题目，可以作为随堂测验。

设置：根据操作习惯调整系统设置。

6、设备介绍：当靠近设备时，鼠标放在相关设备上，当出现相应标签显示时，鼠标右击该设备，点击设备介绍，则会出现相关的设备介绍和相关知识点。





## 7、思考题

