

# Briefly Discusses the Condensing of Steam Turbine Equipment Operation

Binggang Li, Chuanyue Zhang

Shaanxi Future Energy and Chemical Co. Ltd., Yulin  
Email: 515507450@qq.com

Received: Jun. 19<sup>th</sup>, 2012; revised: Jul. 17<sup>th</sup>, 2012; accepted: Jul. 25<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** The condensing equipment is an important part of the condensing steam turbine unit in power plant, it directly affects the entire unit thermal efficiency and operational reliability. This article gives the solution of how to adjust the operation of the condensing equipment according to the actual operation situation of CC25-3.43/1.27/0.49 steam turbine which is produced in CCJEC.

**Keywords:** Condenser; Supercooling; Best Vacuum; Oxygen Content

## 简要论述汽轮机凝汽设备的运行

李兵岗, 张传跃

陕西未来能源化工有限公司, 榆林  
Email: 515507450@qq.com

收稿日期: 2012年6月19日; 修回日期: 2012年7月17日; 录用日期: 2012年7月25日

**摘要:** 凝汽设备是电厂凝汽式汽轮机装置的一个重要组成部分, 凝汽设备工作的好坏直接影响到整个装置的热经济性和运行可靠性。本文参照我公司武汉汽轮机厂产 CC25-3.43/1.27/0.49 的运行实际状况, 简要论述凝汽设备的运行调整。

**关键词:** 凝汽器; 过冷度; 最佳真空; 含氧量

### 1. 引言

凝汽设备在汽轮机装置的热力循环中起着冷源的作用, 起到降低汽轮机排汽压力和排汽温度, 提高循环热效率的作用。在运行过程中对其进行必要的调整也是汽轮机调整的一个重要的部分, 在汽轮机运行中, 监视和保证凝结水是非常重要的。在汽轮机排汽口造成高度真空, 使蒸汽中所含的热量尽可能被用来发电, 因此, 凝汽器工作的好坏, 对发电厂经济性影响极大。凝结水泵是电厂主要耗电设备, 真空度控制过高, 会加大厂用电率, 合理调整凝汽器的运行, 对于节约厂用电有着重要的意义。本文参照我公司武汉汽轮机厂产 CC25-3.43/1.27/0.49 的实际运行状况, 简

要论述汽轮机凝汽设备的运行调整措施。

### 2. 汽轮机凝汽设备的工作原理及凝汽器的最佳真空

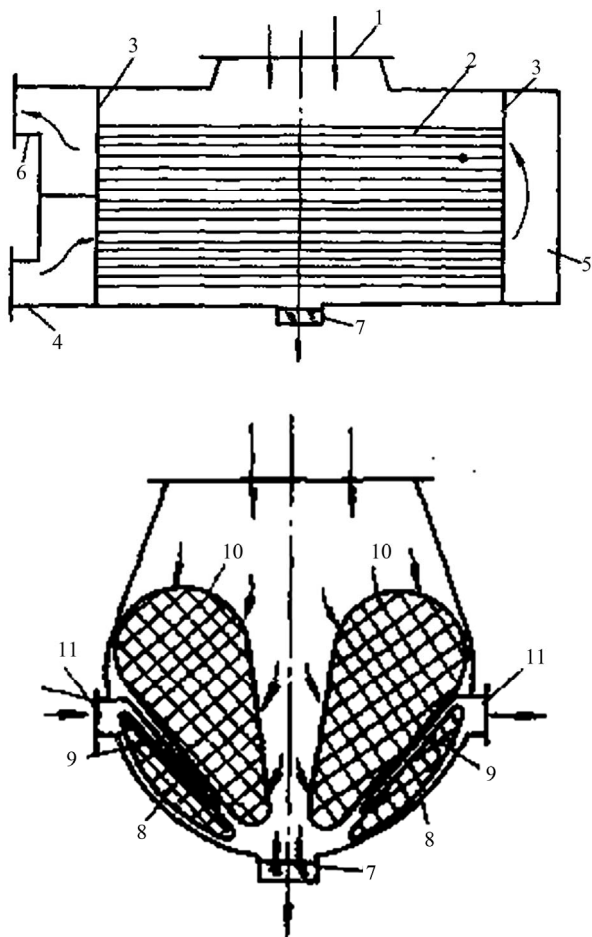
#### 2.1. 汽轮机凝汽设备的工作原理

以水为冷却介质的凝汽设备主要由射水器、凝结水泵、循环水泵、凝汽器以及它们之间的连接管道、阀门和附件组成。在凝汽器内蒸汽凝结空间是汽水两相共存的, 其压力就是蒸汽凝结温度下的饱和压力。凝汽设备的主要任务: 一是在汽轮机的排汽管内建立并维持高度真空; 二是供应洁净的凝结水作为锅炉给水, 循环使用。

凝汽器的传热面分为主凝结区 10 和空气冷却区 8 两部分，这两部分之间用挡板 9 隔开，空气冷却的面积约占凝汽器面积的 5%~10%，设置空气冷却区的目的是冷却空气，使其容积流量减小，进而减轻了抽气设备的负荷，有利于提高抽气效果(见图 1)。

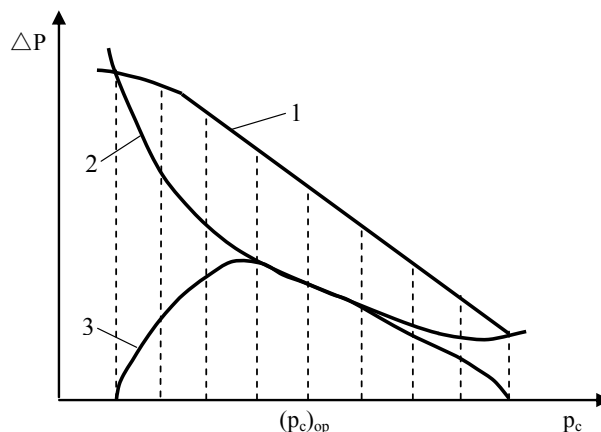
## 2.2. 凝汽器的最佳真空

提高真空可以使汽轮机的理想比焓降增大，功率增大，但是无论从设计角度还是从运行角度，都不是真空越高越好。运行机组主要靠增大循环水量来提高真空，然而循环水泵是厂用电的大用户之一，耗电量占机组发电量的 1%~4%，过分增大循环水量，可能使汽轮机真空提高而多发的电反而少于循环水泵多耗的电，得不偿失。图 2 中的曲线 1 是背压  $p_c$  降低



1: 蒸汽入口; 2: 冷却水管; 3: 管板; 4: 冷却水进水管; 5: 冷却水回流水箱; 6: 冷却水出水管; 7: 凝结水集水箱(热井); 8: 空气冷却区; 9: 空气冷却区挡板; 10: 主凝结区; 11: 空气抽出口。

Figure 1. Instruction diagram of surface condenser  
图 1. 表面式凝汽器结构简图



1:  $\Delta p_{el}-p_c$  关系曲线, 2:  $\Delta p_{app}-p_c$  关系曲线, 3:  $p_{net} = \Delta p_{el} - \Delta p_{app}$ 。

Figure 2. Determination of the best vacuum  
图 2. 最佳真空的确定

时机组电功率增量  $\Delta p_{el}$  变化曲线，曲线 2 是背压降低时循环水泵所耗功率增量  $\Delta p_{app}$  的变化曲线。若只有一台循环水泵运行，且冷却水量可连续调节，则最佳真空  $(p_c)_{op}$  是曲线 3 上  $\Delta p_{net} = \Delta p_{el} - \Delta p_{app}$  为最大时的真空。最佳真空点只能位于曲线 1 的直线段，因直线段中  $p_c$  改变一定数量时， $\Delta p_{el}$  较大，故最佳真空要比极限真空低的多，我公司机组真空一般控制在 -85~ -92 KPa。

## 3. 凝汽器的运行调整

凝汽器的运行好坏对汽轮机组的安全性和经济性是十分重要的，凝汽器的压力升高 1 KPa，会使汽轮机的汽耗量增加 1.5%~2.5%。凝结水的含氧量也和过冷度有关，当过冷度增大，则含氧量升高，将影响到蒸汽的品质；同时，凝结水的过冷度增加，机组的煤耗将会有所增加，循环水泵的用电量也将增加，因此凝汽器的经济运行对节约厂用电也是有意义的。对凝汽器运行的要求主要是保证其达到最佳真空，减少凝结水的过冷度和保证凝结水的品质合格。

### 3.1. 真空调整

由凝汽器的特性曲线可知，在一定的冷却水量和冷却水进口温度下，凝汽器中的真空将随汽轮机负荷的减小而升高；当汽轮机负荷和冷却水量不变时，凝汽器的真空将随冷却水进口温度的降低而升高。对应图 2 找出在不同负荷下凝汽器的最佳真空，然后再适当的控制循环水泵的流量达到调整真空，经济运行、

节约用电的目的。

### 3.2. 凝结水过冷度的监视

凝结水温度低于凝汽器入口蒸汽温度的现象称为过冷现象，所低的度数称为过冷度。从传热的角度分析，凝汽器的过冷是必然存在的，凝汽器的固有冷度在 2.8℃左右。凝结水的过冷度增大的原因除设计外主要有一是凝汽器漏入空气增多或抽气设备工作不正常，凝汽器内积存空气；二是运行中凝汽器热井中凝结水水位过高，淹没了凝汽器下面的冷却水管，使得凝结水再次被冷却，过冷度必然增大。在实际运行过程中真空调整与凝结水的过冷度调整相互关联，由此时凝汽器的工作压力来查找此时凝结水的饱和水温度，对应此时凝结水的实际温度适当调整凝汽器的真空及凝结水的水位，从而最大限度地减小凝结水的过冷度。

### 3.3. 凝结水水质的监视

凝结水水质不良主要是由于冷却水漏出管外引起，因此应经常对凝结水水质进行监视，定期检测凝结水的硬度。另外凝结水的含氧量也是凝汽器的一个重要指标，凝汽器的过冷度是影响凝结水含氧量的主要原因，真空除氧装置在 60%额定负荷以上时除氧效果较好。

### 3.4. 凝汽器真空降低原因分析及处理措施

1) 系统泄漏增大，应立即开启备用射水泵，检查轴封调整器工作是否正常，查找漏点，针对不同原因进行处理；

2) 射水泵、抽气器工作失常，应及时开启备用泵，视情况降低负荷运行直至消除缺陷；

3) 凝汽器内凝结水液位过高，淹没抽气口，应立即开启备用凝结水泵，加大排水量，降低凝结水水位，也可短暂降低负荷运行，直至液位下降；

4) 射水箱水温过高，影响射水抽气器的工作效率，应立即开启工业补水，降低水温；

5) 循环水温度过高，冷却设备运行不当，应及时加大工业补水，开启轴流风机加强凉水塔的散热，视情况可降低汽轮机负荷运行，直至问题消除；

6) 凝汽器内铜管结垢严重，影响换热效果，应及时开启胶球清洗装置，对凝汽器铜管内壁进行清洗；

7) 仪表显示故障，应及时联系热工专业人员修复；

8) 去凝汽器的疏水开的过大，应视情况适当关小。

综上所述，在汽轮机真空下降后，最直接有效的方法是及时降低凝汽器的热负荷，然后再查明原因做进一步的调整。避免由于判断调整不当造成汽轮机真空过低而跳车。在运行中，凝汽器实际真空下降，则表明传热恶化，若同时凝结水过冷度也增大，则可从空气量增多方面查找原因，应检查凝汽器的气密性和抽气设备工作是否正常。若真空下降，而过冷度并未增大，则应从冷却水量减少方面来查找原因，这样可以缩小查找真空下降原因的范围。

### 3.5. 空气的危害

凝汽器的空气来源主要有：一是由新蒸汽带入汽轮机的，由于锅炉给水经过除氧，这项来源极少；二是处于真空状态下的低压各级与相应的回热系统、排汽缸、凝汽设备等的不严密处漏入的，这是空气的主要来源。空气对凝汽器的危害主要会造成传热系数减少，阻碍蒸汽放热，从而使真空下降；第二大危害就是使得凝结水的过冷度增大。

## 4. 总结

综上所述，凝汽设备是电厂凝汽式汽轮机装置的一个重要组成部分。凝汽设备工作的好坏直接影响到整个装置的热经济性和运行可靠性。在凝汽器的日常运行管理中，真空度的检测及管理是最为关键的一项，而这很大程度上取决于对冷却管清洁度的管理和冷却水量的合理调配，只有对此两项进行合理管理和调整，才能使凝汽器在最佳真空状态下运行<sup>[1,2]</sup>。

## 参考文献 (References)

- [1] 沈士一, 庄贺庆, 康松, 庞立云. 汽轮机原理[M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.
- [2] 赵常兴. 汽轮机组技术手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.