

# 300MW机组高加疏水调节门堵塞原因分析及措施

全利霞

(大唐洛阳首阳山发电厂，河南 洛阳 471900)

**【摘要】**本文通过对300MW机组高加疏水调节门堵塞物化学成分分析，查找了堵塞物形成的原因及来源，采取防范措施，解决了高加疏水调节门堵塞问题。

**【关键词】**高加疏水；调节门；堵塞

**【中图分类号】**TK268+.2

**【文献标识码】**B

**【文章编号】**1674-4586(2009)08-0060-03

## 1 前言

我厂300MW机组高压加热器组解列会影响供电煤耗7.64g/kWh。高加疏水调节门被异物堵塞时，必须解列高压加热器组，进行杂物清理，疏通调节门。频繁堵塞会影响到机组的经济运行，因此，只有查明高加疏水调节门堵塞的原因，才能从根本上采取措施，解决问题。

## 2 高加疏水调节门堵塞情况调查

从2006年3月至2008年12月我厂2台300MW机组高压加热器组共解列20次，其中由于疏水调节门堵塞所造成的解列为15次，占75%。具体按时间段统计：

#3机组2号高加疏水调门2006年堵塞1次，2007年堵塞1次，2008年堵塞3次，1号高加疏水调门2008年堵塞2次。

#4机组2号高加疏水调门2007年堵塞1次，2008年堵塞5次，1号高加疏水调门2008年堵塞2次。

高加疏水调门堵塞频繁的时间段在2008年2月至9月。下面重点调查2008年2月至9月与高加疏水调门相关的重要操作和水质情况分析。

### 2.1 2008年元月以后与高加疏水调门相关的重要操作

2008年元月22日关闭#4机危急疏水后隔离门，3月份关闭#3机危急疏水后隔离门。

### 2.2 机组补水率统计

表1 2007年补水率统计  
(按照额定蒸发量一期610吨/小时、二期939.5吨/小时进行计算)

补水率%	1号机	2号机	3号机	4号机	全厂
1月	1.90	2.61	0.44	1.34	1.41
2月	1.51	2.80	0.53	1.32	1.40
3月	2.29	1.23	0.38	0.83	1.08
4月	1.43	1.43	0.62	大修	1.07
5月	1.44	1.59	1.31	1.86	1.52
6月	1.26	1.37	1.09	1.29	1.24
7月	1.91	1.39	1.01	1.62	1.45
8月	1.90	1.66	1.08	1.46	1.47

补水率%	1号机	2号机	3号机	4号机	全厂
9月	1.13	1.47	1.22	1.23	1.26
10月	1.22	1.53	1.29	1.35	1.34
11月	1.17	2.27	0.90	1.47	1.50
12月	1.61	1.33	0.80	1.37	1.23

表2 2008年补水率统计

补水率%	1号机	2号机	3号机	4号机	全厂
1月	1.87		0.88	1.32	1.29
2月	1.75	1.59	0.58	1.62	1.27
3月	0.63	1.47	0.54	1.00	0.88
4月	0.87	0.81	0.36	1.04	0.75
5月		0.86	0.85	0.73	0.81
6月	1.88	1.14	0.76	1.31	1.28
7月	1.31	1.06	0.59	1.14	0.99
8月	1.24	0.89	0.52	1.08	0.90
9月	1.59	0.72	0.36	0.98	0.86
10月	1.26	0.55	0.39	1.01	0.80
11月	1.40	1.33	0.49	1.10	0.99
12月	1.77	1.09	1.21	1.62	1.34

表3 2009年补水率统计

补水率%	1号机	2号机	3号机	4号机	全厂
1月	1.90	1.28	0.85	1.66	1.33
2月	1.84	2.84	大修	1.29	1.68
3月	2.86	1.75	大修	1.06	1.77

从补水率统计结果看：2008年2月~9月#3机组补水率明显低于2007年同期补水率。由于#4机组带#3、#4机的辅汽，所以#4机补水率明显高于#3机组。

### 2.3 水质情况

2008年2月~9月#3、#4机炉外水处理方式为公用母管制，炉内水处理方式和控制标准完全一致。控制标准：给水PH 8.8~9.3，炉水PH 9.1~10.0，磷酸根0.5~1.5 mg/l，氯离子≤1.0mg/l，电导率≤50 μS/cm。

2007年4月#4机组大修前后炉内水处理方式和控制标准完全一致。炉水从2005年增加氯离子≤1.0mg/l，电导率≤50 μS/cm控制标准。

从1995年机组投运以来，实际运行中为了减轻精处理混床的负担，降低加氨量，给水PH一直控制在8.8~9.1下限运行、炉水水质随着精处理混床形式的变化氢型或氨型运行，炉水PH波动较大。

### 2.4 凝汽器泄漏情况

#3机凝汽器泄漏情况：

2007年10月31日停机小修，11月17日启动，14:00至18日4:00#3机凝结水氢电导由3.11降至

0.385 μs/cm，硬度由3.0降至0.4 μmol/l，1h后正常。

2008年9月半边查漏堵漏后，#3凝汽器不再泄漏。

表4 2008年1月~9月#3机凝汽器泄露情况

2008年	累计时间h	氢电导率 μs/cm	最大硬度 μmol/l
1月	48	0.32	0.8
2月	648	0.45	2.4
3月	744	0.62	3.0
4月	717	0.65	3.2
5月	744	0.65	3.2
6月	720	0.74	3.8
7月	744	0.90	3.8
8月	744	0.95	6.0
9月	148	0.67	4.6

表5 2008年1月~10月#4机凝汽器泄露情况

2008年	累计时间h	氢电导率 μs/cm	最大硬度 μmol/l
1月	696	0.47	3.4
2月	432	0.68	5.2
3月	654	0.97	7.2
4月	704	0.76	6.0
5月	593	0.365	1.2
6月	720	0.443	1.8
7月	744	0.443	1.8
8月	744	0.83	5.0
9月	591	0.56	6.0
10月	744	0.456	3.4

## 3 高加疏水调节门堵塞的原因分析

### 3.1 2008年2月~9月#3机高加疏水调节门堵塞物的来源

(1) 补水率低，随着炉水的浓缩倍率增大，腐蚀性离子Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>在局部浓缩超标，会促进炉管腐蚀，产生四氧化三铁腐蚀产物，而四氧化三铁在水汽系统中的溶解度极小，所以测定系统水的含铁量并不超标。四氧化三铁腐蚀产物主要沉积在流速缓慢的地方，如疏水调节门一定开度时，门芯堵住的导流孔处水积聚不流动，沉积物多，而水流经过的导流孔处流速大，几乎没有沉积物（见图1）。

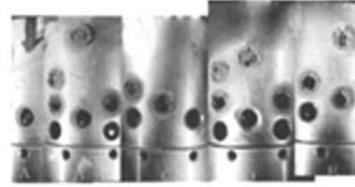


图1 门芯导流孔堵塞图

碳钢作为锅炉的主要结构材料广泛应用于水汽管道中，碳钢在水溶液中，由于其表面的不均匀性，形成了许多微电池，在局部电池的作用下，发生电化学腐蚀，在高温下能形成一层由磁性四氧化三铁构成的保护膜防止碳钢的进一步腐蚀破坏。但是当溶液中含有如 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 等侵蚀性离子时，一般会受到较严重的局部腐蚀，如点蚀。模拟低磷酸盐—低氢氧化钠炉水处理工况下侵蚀性离子 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 等对碳钢腐蚀的试验结果表明：侵蚀性离子 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 等特别是 $\text{Cl}^-$ 会促进腐蚀，阻碍膜的形成。随着离子浓度的增大，当 $\text{Cl}^- > 0.4\text{mg/l}$ 时，碳钢的腐蚀速率显著增加，蚀孔增多，耐蚀性能降低。

(2) 凝汽器泄漏，引入大量杂质，尤其是有机物会使凝结水精处理混床进水质发生较大变化，影响出水水质，而出水有机物含量没有检测和控制标准。有机物在热力系统内的分解产物易引起酸性腐蚀，腐蚀产物为四氧化三铁。

(3) 机组启动过程中水汽系统内有沉积物，尤其是检修后启动系统内沉积物多，另外机组启动过程中水质合格率低，局部易引起腐蚀。

(4) 过热器、再热器高温腐蚀产生的氧化皮脱落，在水汽系统内形成沉积物。

### 3.2 2008年2月~9月#4机高加疏水调节门堵塞物的来源

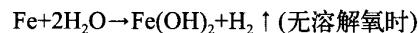
(1) #4机高加疏水调节门处沉积物的来源同#3机分析原因的(2)、(3)、(4)条

(2) 2007年4月大修，更换#4机组的3号高加（除氧器后的第一个高加），2008年9月发现3号高加泄露，大量被水流冲刷下来的物质形成堵塞物。#4机3号高加泄露原因主要有两个，一是“入口侵蚀”；“入口侵蚀”作为一种通病，是一种设计缺陷造成的先天性“易发症”。它会严重危害具备发病条件而又未采取任何补救措施的碳钢管材的给水加热器。这些运行条件是：运行流速大于2m/s，进水温度低于180℃，水流经通流截面相差极大的水室与加热管。运行中，加热器水侧进口端，由于给水从水室转入加热管，水流截面骤然缩小，管口处形成“束流”（局部流速大于4m/s）和涡流。碳钢管管壁极易受这

种局部过高的流速和涡流的冲击破坏，造成“入口侵蚀”；二是水流加速腐蚀FAC，水的传质系数 $< 1\text{mm/s}$  ( $\text{Re} < 150000$ 时)，腐蚀速率的增加与传质系数的增加成直线关系。但当水的传质系数 $> 1\text{mm/s}$ 时，腐蚀速率的增加与传质系数的增加就偏离直线关系，成三次方增加。也就是说，在流速及 $\text{Re}$ 值较高时，碳钢的腐蚀速率就明显加速。因此流速是这种腐蚀的核心，称此为水流加速腐蚀FAC。试验证明：给水中加氧，提高给水的ORP，对抑制水流加速腐蚀FAC的发生很有好处。另外，给水PH降低腐蚀速率增加。当PH低于9.0时，腐蚀速率急剧上升（我厂执行国标8.8~9.3）。

### 4 高加疏水调节门堵塞物的化学成分分析及腐蚀过程

对高加疏水调节门处的堵塞物进行化学成分分析：氧化铁占95%以上，氧化铜占1%左右。这说明化学腐蚀是碳钢损坏的主要过程。碳钢在200℃以下的给水中，与水发生反应，反应方程式如下：



这个反应自动发生，随着反应的进行，产物 $\text{Fe(OH)}_2$ 会附着在金属表面，当表面完全覆盖时，阻隔了 $\text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{Fe}$ 的反应，使反应中止。这种 $\text{Fe(OH)}_2$ 覆盖物称为保护膜（无氧时）。这种膜在溶解氧低于10 μg/l时具有保护性，但膜层薄（1-3nm），牢固性差。温度低时，流速大于2m/s， $\text{Fe(OH)}_2$ 膜损坏，碳钢遭受 $\text{H}_2\text{O}$ 腐蚀，溶出铁。但随着给水温度的升高，保护膜结构形式很快改变为四氧化三铁，膜增厚，保护性能增强。

### 5 防止300MW机组高加疏水调节门堵塞的措施

(1) 加强启动机组系统水冲洗和机组启动过程中水质监督，严格执行“给水不合格不进炉，蒸汽不合格不并汽，凝结水、疏水不合格不回收”的原则。

(2) 控制好机组运行中的水质监督，给水PH

（下转第72页）

评估机构协助进行评估，以PDCA为导向，逐步推行二次系统的安全要求。

## 5 总结

电力企业二次系统的安全已经纳入到电力企业生产安全范围，所以电力企业一定要严格按照《二次系统安全防护总体方案》的规定，在二次安防项目具体实施中，按照信息系统风险评估方法对本企业二次系

统进行安全评估。此方法是经过实践证明后的科学有效的实施方法。

### [参考文献]

- [1] 电力监管委员会第5号令.电力二次系统安全防护规定.
- [2] 电力监管委员会34号文.全国电力二次系统安全防护总体方案.
- [3] ISO27001:2005信息安全管理标准信息安全技术.
- [4] GB20984—2007信息安全技术信息安全风险评估规范.

(上接第62页)

9.1~9.3，炉水PH 9.1~9.7，磷酸根0.3~1.0 mg/l，氯离子≤0.5mg/l，电导率≤20 μS/cm。及时处理凝汽器泄露，并加强凝汽器泄露时的水质监督（#3机给水PH可提高9.2~9.4）。

(3) 加强凝结水精处理混床投运和失效时的监督，投运前的再循环时间由原来的5分钟改为30分钟，以减少体外再生携带的腐蚀性离子。通过近半年的观察，20分钟即可满足要求。混床的失效控制标准由原来的电导率0.15 μS/cm改为0.10 μS/cm。

(4) 合理的协调热耗和水质问题，连排的开度不宜过小。

(5) 采取措施防止过热器、再热器高温腐蚀。

(6) 做好机组停备用的保护。

(7) 热力系统大修中变动较大时，机组启动后及时进行热化学试验，确定适合本台机组的水汽监督标

准。

(8) 最根本的方法是更换加热器材质，如铬钼低合金钢。

(9) 开展锅炉给水加氧试验，采用弱碱性加氧处理方式。

(10) 加热器设计时应考虑水流加速腐蚀FAC的因素，人口段加套管，套管与换热器管之间不能有空隙，防止“入口侵蚀”。

### [参考文献]

- [1] 王杏卿.热力设备的腐蚀与防护[M].
- [2] 刘延湘，楼台芳.炉水中侵蚀性离子对碳钢腐蚀的试验研究[J]工业水处理，2001，21(7).
- [3] 何辉纯.重视水流动加速腐蚀FAC的危害
- [4] #6高加加热管腐蚀损坏原因再讨论[M].北京：电力出版社，1992，840~846.

# 300MW机组高加疏水调节门堵塞原因分析及措施

作者: 全利霞  
作者单位: 大唐洛阳首阳山发电厂,河南,洛阳,471900  
刊名: 电力技术  
英文刊名: ELECTRIC POWER TECHNOLOGY  
年,卷(期): 2009(8)

## 参考文献(4条)

1. #6高加热管腐蚀损坏原因再讨论 1992
2. 何辉纯 重视水流动加速腐蚀FAC的危害
3. 刘延湘;楼台芳 炉水中侵蚀性离子对碳钢腐蚀的试验研究[期刊论文]-工业水处理 2001(07)
4. 王杏卿 热力设备的腐蚀与防护

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_dianljs200908016.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dianljs200908016.aspx)