

600MW 火电机组低压缸抽汽超温治理

刘海昌

(浙江大唐乌沙山发电有限责任公司, 浙江 宁波 315722)

摘要: 对于大型火电机组而言, 随着机组参数的越来越高, 对机组经济性的要求也越来越高。目前, 火电机组普遍存在低压缸抽汽超温现象, 通过改变抽汽插管密封方式、隔板套轴向定位面加装阻汽片及消除中分面漏气等方法来消除低压缸抽汽温度超标现象。改造方案经实施后, 可有效减少低压缸抽汽超温现象, 降低机组热耗、节约能源。

关键词: 火电机组; 低压缸; 抽汽; 超温; 治理

1 引言

我公司安装有哈尔滨汽轮机厂生产的超临界 600MW 汽轮发电机组四台。型号为: CLN600-24.2/566/566, 超临界、一次中间再热、三缸、四排汽、凝汽式汽轮发电机组。低压缸为三层结构, 由低压外缸、1 号内缸、2 号内缸及隔板套组成, 虽然温度梯度较平缓, 但密封配合面较多, 螺栓分布存在不合理性。哈汽厂对低压内缸汽密性进行了三维有限元数字模拟, 发现其漏汽较重, 运行过程中中分面分开距离达 2mm 左右, 导致运行时发生 5 号、6 号、7 号、8 号抽汽口蒸汽泄露, 温度偏高。据统计, 一般#5 段抽汽超温约 30℃, #6 段抽汽超温约 60℃, #7 段抽汽超温约 120℃, #8 段抽汽超温约 40℃。

2 抽汽超温原因分析:

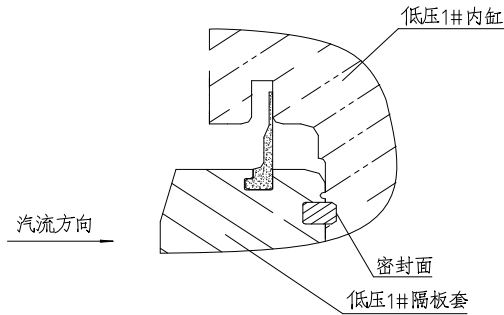
机组运行期间一直存在低压缸 5、6、7、8 段抽汽温度超出原始设计温度, 虽经过了一些改造, (适当增加了螺栓的紧力), 但仍没有彻底解决。经过调研、与有关专家进行讨论, 认为产生的抽汽超温的原因为:

- 2.1 由于结构的复杂性, 在运行中存在较大的内部“不均匀”温度场, 易导致中分面变形, 引发漏汽, 低压进汽没有经通流部分做功, 直接漏入 5、6、7、8 段抽汽夹层。使该处温度偏离设计值。
- 2.2 低压缸是一个较大的焊接成型设备^[1], 焊点多而且复杂, 在焊接过程及去应力处理方面, 如果处理不到位, 会产生残余焊接应力, 在机组运行后导致中分面变形, 引起漏汽。
- 2.3 低压外缸中部通过密集的螺栓与低压外缸两端连接, 低压外缸中部由于内部的撑管较少, 因而, 刚性较差^[2]。在机组启动抽真空时, 由于内外压差, 使汽缸承受较大的外力, 可能会引起水平中分面变形。
- 2.3 隔板套中分面较厚, 运行中变形, 导致漏汽。
- 2.4 隔板套和内缸的密封面, 接触不良, 导致漏汽。
- 2.5 抽汽插管的泄漏, 导致漏汽。
- 2.6 通流部分的汽封间隙不合理, 导致漏汽。

3 改造的技术方案:

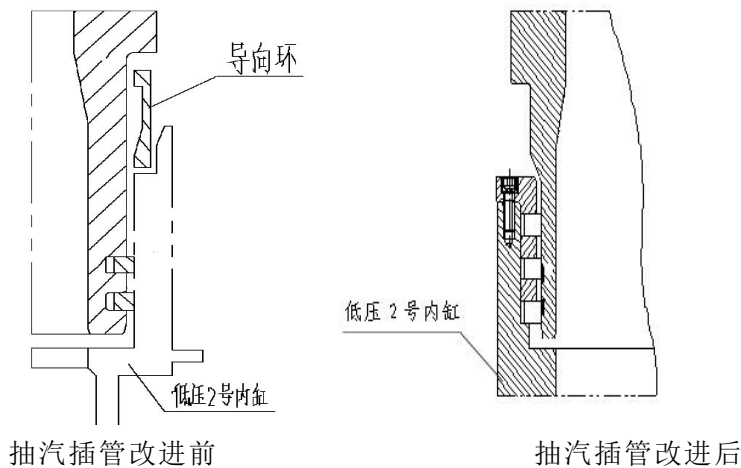
针对以上原因, 确定了处理方案, 经改造后效果明显。主要技术方案如下:

- 3.1 承接管法兰、各人孔法兰改进。主要是垫片改进，选用更高一等级垫片。
- 3.2 对隔板套、内缸的中分面研磨，消除中分面漏汽。对变形较大处返厂处理。
- 3.3 严格按制造厂提供的螺栓热紧方式热紧。最终的检测应以螺栓的伸长量为准。
- 3.4 #1 低压内缸下部人孔焊死。
- 3.5 隔板套轴向定位面处增加汽封片（如图二），对密封面进行处理，保证密封效果。



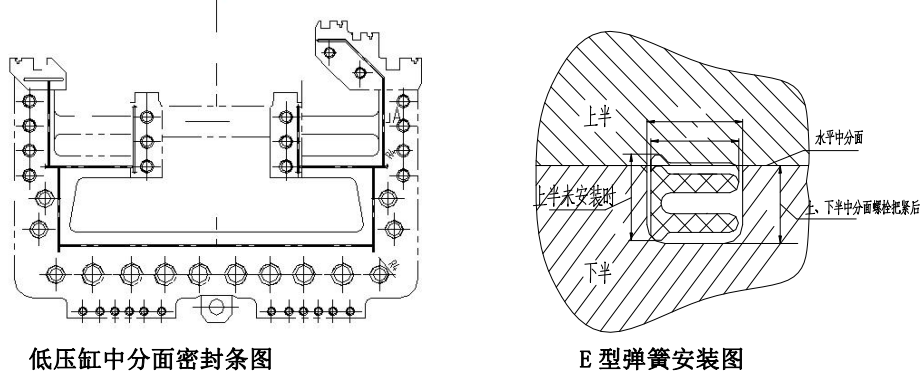
图二 在隔板套和内缸之间增加阻汽片

- 3.6 对汽封的间隙进行调整。在大修期间，哈汽提供新的汽封下限间隙调整^[2]。
- 3.7 对 5、6 段抽汽插管的形式进行改进，由活塞环的形式改为碟片形式（如图三）。



图三 抽汽插管改进前、后的形式

- 3.8 对温度测点元件进行校核。
- 3.9 低压内缸中分面间隙大处理设计采用新型密封形式，在中分面重新开槽。在槽内增加 E 型弹簧密封。中分面开槽见下图四：



图四 中分面开槽加工图、型弹簧安装图

4 改造方案实施：

改造方案主要结合机组 A 级检修期间实施，具体实施过程中应注意以下几点：

4.1 #2 低压内缸与抽汽管直接相连，给 5、6 段抽汽口的返厂镗孔工作带来不便。由于#2 低压内缸的结构特殊性，抽汽管口加工时，不必将内缸整个抽出，现国内已具备现场镗管口的能力。#2 低压内缸的加工可在现场完成，以节省检修工日。机加工过程中需注意加工精度要求。安装过程中与#1 低压内缸管口相配合。

4.2 #2 低压缸 5、6 段抽汽口密封环压环螺栓孔加工时，应注意管口的不圆度及外缸的厚度，以防止螺栓孔对外缸造成损坏。

4.3 #1 低压内缸密封环焊接时，应尽量避免开槽位置在焊口上，密封环焊接打坡口时应在上部坡口大，下部破口小，防止开槽位置在焊口上，给后续的机加工带来困难。

4.4 低压隔板套加工时首先应将隔板的变形量测量出来，防止密封片的安装位置太靠近隔板边缘。

4.5 机加工过程中应选用进口刀具，并且由熟练的技术工人操作。

5 改造后效果分析：

改造前一般#5 段抽汽超温约 30℃，#6 段抽汽超温约 60℃，#7 段抽汽超温约 120℃，#8 段抽汽超温约 40℃。改造后随着机组不同负荷的变化抽汽温度的略高于设计值^[3]，

据计算，经上述方案改造后可使机组的热耗降低约 23.81KJ/kwh。节约了发电成本，降低了污染物的排放。

表一，改造前后抽汽温度对比表

机组负荷	抽汽段℃	设计值℃	改造前℃	改造后℃
600MW	5 段抽汽	257.5	301.4	260.5
	6 段抽汽	132.5	212.2	147.9
	7 段抽汽	85.9	213.5	101.4
	8 段抽汽	62.5	87.1	75.5
450MW	5 段抽汽	263.8	303.7	270.8
	6 段抽汽	136.4	211.1	161.9
	7 段抽汽	79.2	215.6	101.6
	8 段抽汽	56.9	131.6	77.3

6 结论：

6.1、改造后节能效果明显：

根据哈尔滨汽轮机厂提供的性能曲线，低压缸效率每提高 1%，机组热耗降低 31.32KJ/kwh。低压缸经过改造后，电科院机组 A 修前后热力性能试验报告，低压缸效率提高 0.76%，经过计算得出机组降低热耗 23.81KJ/kwh。折合标煤 0.81g/kwh，按照机组平均年发电量 35 亿千瓦时，标煤 860 元/吨，年可节约资金约 243.81 万元。由此可见改造后节能效果明显。

6.2、改造后确保机组安全经济运行：

通过改造解决了低压缸抽汽口超温严重的问题，减少运行调整，改善加热器工作环境，确保机组安全稳定经济运行。消除设备存在的不安全隐患。确保机组稳发、满发，使机组的运行更加安全、可靠。

参考文献：

- [1] 靳智平. 电厂汽轮机原理及系统[M]. 中国电力出版社 2006
- [2] 郭延秋. 大型火电机组检修实用技术丛书[M]. 中国电力出版社 2003, 114-119.
- [3] 李少华, 姚亮, 宋东辉, 等. 汽轮机缸效率和热耗值之间关系的分析研究[J]. 黑龙江电力, 2012, 02:89.

作者简介：

刘海昌，浙江大唐乌沙山发电股份有限公司设备工程部汽机点检员
联系电话：18958399201
电子邮箱：lhch.235516@163.com