

除垢钝化混合清洗液应用的经济技术分析

石景山热电厂(北京 100041) 刘政修

文 摘 除垢钝化混合清洗液清洗工艺, 1994年5月在石景山热电厂200 MW超高压燃煤自然循环汽包炉上进行了工业性试验, 并获得了成功。文章在清洗工艺、清洗临时系统主要设备及药品费用、清洗临时系统联接及清洗过程用工等方面对两种化学清洗工艺进行了比较。认为除垢钝化混合清洗液一步清洗新工艺所取得的社会效益和经济效益是非常明显的, 具有广阔的发展前途和应用前景。

关键词 除垢钝化 化学清洗 工艺 效益

石景山热电厂1号机组为200 MW供热发电机组, 该炉系哈尔滨锅炉厂设计制造, 锅炉型号HG-670 / 140-13, 于1987年12月投产至1994年5月第二次大修, 累计运行时间超过6年。按部颁《火力发电厂锅炉化学清洗导则》(SD135—86)要求, 应对锅炉进行清洗。1号炉原定采用传统的盐酸清洗工艺, 后经石景山发电总厂与石景山热电厂共同研究决定采用华北电力科学研究院最新研制开发的除垢钝化混合清洗液一步清洗新工艺。

1 清洗工艺简介

1.1 盐酸清洗工艺简介

1.1.1 清洗范围

锅炉水冷壁、集中下降管、联箱、汽包中心线以下汽包壁, 清洗总容积为150 m³(包括清洗临时系统水容积)

1.1.2 锅炉清洗系统回路划分

- (1) 清洗箱 清洗泵 前墙水冷壁 后墙水冷壁 清洗箱。
- (2) 清洗箱 清洗泵 左墙水冷壁 右墙水冷壁 清洗箱。
- (3) 锅炉下联箱定排管、下联箱加热管、连排管及炉水加药管等不能参加清洗, 割断加盲板。

1.1.3 清洗工艺

- (1) 水冲洗及升温试验时间: 18 h。
- (2) 碱洗: 碱洗液为0.3%Na₃PO₄ + (0.1% ~ 0.2%)NaOH + 0.05%601号洗涤剂; 清洗温度为80 ~ 90 ; 清洗时间为8 h。
- (3) 碱洗后水冲洗: 控制标准为pH值 8.4; 水质清澈透明; 水冲洗时间为6 ~ 8 h。
- (4) 酸洗: 酸洗液为(4% ~ 5%) HCl + (0.2% ~ 0.5%)硫脲 + 0.2% NH₄HF₂; 清洗温度为50 ~ 60 ; 清洗时间为8 ~ 12 h。

(5) 酸洗后水冲洗：控制标准为 pH 值 = 4.0 ~ 4.5；Fe²⁺ + (3+) 浓度 50.0 mg / L；冲洗时间为 4 ~ 6 h。

(6) 漂洗：漂洗液为 (0.3% ~ 0.5%) C₆H₈O₇ + 0.1% IS-129；漂洗温度为 40 ~ 50；漂洗时间为 2 h。

(7) 钝化及废液处理：钝化液为 (1% ~ 2%) NaNO₂ + (1% ~ 2%) Na₃PO₄ + 1.5% NH₃；钝化温度为 55 ± 1；钝化时间为 4 ~ 6 h；废液处理时间为 8 ~ 10 h；钝化后水冲洗时间为 2 h。

1.2 除垢钝化混合清洗液新工艺简介

1.2.1 清洗范围

锅炉水冷壁、集中下降管、联箱、汽包中心线以下汽包壁

1.2.2 锅炉清洗系统回路划分

清洗箱 清洗泵 前右水冷壁 后左水冷壁 清洗箱。

1.2.3 清洗工艺

(1) 通水升温试验时间：4 h。

(2) 清洗钝化：清洗钝化液为 (3% ~ 4%) 清洗剂 + 0.6% 缓蚀剂；清洗温度为 75 ~ 80；清洗时间为 4 ~ 6 h。

(3) 真空稀释排放二次时间：2 h。

2 两种清洗工艺费用(人民币)比较

2.1 清洗药品费用统计

(1) 盐酸清洗药品费用统计(见表1)：
药品费用共计 23.03 万元。

表 1 盐酸清洗药品费用统计表

药品名称	用量 / t	单价 / 元*t ⁻¹	费用 / 万元
Na ₃ PO ₄ *12H ₂ O	10	3 000	3.0
NaOH (工业)	3	1 600	0.48
HCl (工业)	40	500	2.0
IS-129	0.72	12 000	0.86
硫脲	1	16 000	1.6
NH ₄ HF ₂	0.48	16 000	0.77
NaNO ₂	2.4	6 000	1.44

WT-1	3.6	8 000	2.88
C ₆ H ₈ O ₇	1.0	10 000	1.0
除盐水	3 000	30	9.0

(2) 除垢钝化混合清洗液药品费用统计：清洗药品费用为12.5万元，除盐水费用为400t × 30元 / t = 1.2万元，药品费和水费用共计13.7万元。

2.2 临时系统主要设备费用比较

除垢钝化混合清洗液新工艺比盐酸清洗工艺设备费少41.7万元。

2.3 两种清洗工艺费用比较

除垢钝化混合清洗液新工艺药品费及临时系统主要设备费比传统的盐酸清洗工艺少用51.04万元(见表2)。

表2 临时系统主要设备费用比较

设备序号	清洗工艺	设备名称	参数	费用差值/万元
1	盐酸法	清洗箱	50 m ³	10.5
	新工艺		15 m ³	
2	盐酸法	盐酸贮槽	40 m ³	12
	新工艺		—	
3	盐酸法	清洗泵	200 t / h × 3	10
	新工艺		80 t / h × 2	
4	盐酸法	阀门	Dg 200 × 18	9.2
	新工艺		Dg 125 × 13	

3 两种清洗工艺所需工日比较

3.1 清洗所需总工日

(1) 盐酸清洗：700个工日。

(2) 除垢钝化混合清洗：500个工日。

(3) 采用除垢钝化混合清洗液新工艺比采用盐酸清洗工艺少用工日200个，每个工日按26元收费，则新工艺清洗少用人工费0.52万元。

3.2 清洗阶段所需工时比较

(1) 盐酸清洗工艺：72 h。

(2) 除垢钝化混合清洗工艺：12 h。

(3) 清洗阶段采用除垢钝化混合清洗液新工艺比采用盐酸清洗工艺少用60 h，机组多发电12 GW*h，缓解了北京地区用电的紧张局面。

4 新工艺比盐酸清洗工艺具有的优点

(1) 清洗费用少51.56万元。

(2) 清洗总工日少200个。

(3) 清洗少用时间60 h，机组多发电12 GW*h，直接经济效益240万元，可创造社会产值11 760万元，社会效益和经济效益十分明显。

(4) 清洗液无毒，清洗废液无需处理，利于环境保护。

(5) 清洗液浸蚀性小：腐蚀速率(20号钢) $1.89\text{g} / (\text{m}^2\cdot\text{h})$ ；混合清洗液具有除垢钝化功能；临时系统不易产生泄漏。

(6) 新工艺和传统盐酸清洗工艺相比：简化清洗系统，在临时系统上省去下联箱的22根定排管，22根下联箱加热管，2根连续排污管和加药管等。

(7) 新工艺比盐酸清洗工艺少用除盐水2 600t，缓解了因锅炉化学清洗用水量大而造成电厂发电与锅炉清洗争水、供水紧张的局面，保证了其它机组的安全、稳定运行。

总之，新工艺在简化清洗系统，缩短清洗时间和大修工期，降低清洗费用、节水、保护环境、机组提前发电等方面具有优越性。因新工艺清洗效果好，对清洗流速无特殊要求，清洗后容器内无沉积物，所以清洗系统还可以进一步简化。定排母管作进、放清洗液及清洗循环回路管，使清洗系统大大简化。