



中华人民共和国国家标准

GB/T 29052—2012

工业蒸汽锅炉节水降耗技术导则

Guide for techniques of water and energy saving
in industrial steam boiler system

2012-12-31 发布

2013-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工业蒸汽锅炉节水降耗技术导则
GB/T 29052—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 16 千字
2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-46669

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)和全国工业节水标准化技术委员会(SAC/TC 442)归口。

本标准负责起草单位：中国锅炉水处理协会。

本标准参加起草单位：中国特种设备检测研究院、广州市特种承压设备检测研究院、北京化工大学、宁波市特种设备检验研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院无锡分院、广东省特种设备行业协会、上海热交换系统节能工程技术研究中心。

本标准的主要起草人：王骄凌、杨麟、魏刚、周英、邓宏康、王婷、许振达、金栋、葛红花。

本标准为首次发布。

工业蒸汽锅炉节水降耗技术导则

1 范围

本标准规定了工业蒸汽锅炉水汽系统节水降耗的设计、安装调试、使用管理和效果评价的技术要求。

本标准适用于额定出口蒸汽压力小于 3.8 MPa,以水为介质的固定式蒸汽锅炉及其水汽系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1576 工业锅炉水质

DL/T 5190.4 电力建设施工及验收技术规范 第4部分:电厂化学

HG/T 3523 冷却水化学处理标准腐蚀试片技术条件

JB/T 2932 水处理设备技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

回水 back water

锅炉产生的蒸汽经过热交换或做功后返回到回水回收系统中的水。

3.2

回水率 rate of back water

一定时间内累计回水量占锅炉累计蒸发量的百分率。

3.3

回水回收利用率 utilization rate of recovered back water

一定时间内锅炉累计回水回用量占累计回水量的百分率。

3.4

结垢速率 fouling rate

锅炉受热面每年增加垢的厚度,以 mm/a 计。

3.5

挥发性碱 volatile alkali

对水汽系统金属具有保护作用的挥发性碱性物质。

3.6

成膜胺 film forming amine

能在金属表面上均匀地形成一层憎水性保护膜的胺。

3.7

表面式加热方式 surface heating modes

蒸汽与被加热介质严密隔绝,通过金属表面传热进行加热的方式。

3.8

汽水损失率 percentage of steam and water loss

一定时间内汽水累计非正常损失量与锅炉累计蒸发量之比。

注：非正常损失指跑、冒、滴、漏和因回水水质不合格不能回收的汽水损失。

4 总则

- 4.1 在保证锅炉安全可靠和满足供热需求的前提下,应提高回水回收利用率,降低排污率,减少汽水损失,促进工业蒸汽锅炉节水降耗。
- 4.2 工业蒸汽锅炉房及水汽系统设计时,一般应考虑回水回收系统的设计。无回水回收系统的在用工业蒸汽锅炉,蒸汽冷凝水有回用价值的,应增设回水回收系统。
- 4.3 应通过适当的水处理方法,防止水汽系统腐蚀,确保回水水质符合本标准的要求。
- 4.4 锅炉排污率应根据锅炉水质监测结果合理控制。在确保锅炉水质符合 GB/T 1576 的前提下,降低排污率。
- 4.5 锅炉使用单位应加强运行管理,切实做好锅炉水处理和水质监测工作,减缓锅炉结垢速率和金属腐蚀速率,减少水汽系统的跑、冒、滴、漏,降低汽水损失率。
- 4.6 工业蒸汽锅炉节水降耗技术应结合锅炉及水汽系统具体情况选用水处理设备和药剂。对于新技术、新工艺、新药剂、新设备应积极、慎重地使用。

5 设计要求

- 5.1 工业蒸汽锅炉房及水汽系统节水降耗设计,应结合系统特点,合理选择水处理工艺,做到技术先进、安全适用、节约能源和水资源、保护环境、改善劳动条件、提高经济效益,并便于安装、操作和维修。
- 5.2 新建、扩建和改建的工业蒸汽锅炉供热系统,在设计时,根据用户的实际情况,除了必须采用混合式加热的,一般应选择表面式加热方式;被加热介质不会对回水造成污染的,宜采用闭式回水装置。
- 5.3 回水回收系统材质的选用,应根据被加热介质的腐蚀、冲击、沉积等因素,以及材质的耐腐蚀性、机械性能和回水回收系统结构等进行技术经济综合比较确定,保证系统在采取正确维护、加药处理措施条件下不出现严重腐蚀和泄漏。
- 5.4 设计的回水回收利用率宜大于 90%,水处理工艺应使回水水质符合表 1 的规定,并保证给水水质符合 GB/T 1576 的要求。

表 1 回水水质

pH		总铁 mg/L		总铜 mg/L		总铝 mg/L		油 mg/L
有铜、铝系统	无铜、铝系统	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值
7.0~9.5	7.0~10.0	≤0.30	≤0.10	≤0.10	≤0.050	≤0.30	≤0.10	≤2.0
注：当回水可能受到污染时,根据污染介质增加必要的检测项目。								

- 5.4.1 系统中不含有铜或铝材质的,不测定总铜或者总铝的含量;
- 5.4.2 回水占给水的百分率大于 50%时,回水总铁含量应符合表 1 的要求;回水占给水的百分率不大于 50%时,回水总铁含量应符合 GB/T 1576 的回水水质要求。
- 5.5 为了防止二氧化碳、氧等对热交换设备和回水系统金属的腐蚀,锅炉或回水系统应有可靠的加药

设施。如果加药处理影响被加热介质的应用,则应采取其他必要的处理措施,除去回水中的结垢性物质和腐蚀性物质。

5.6 加药设施应符合以下要求。

5.6.1 加药装置应满足锅炉不同运行工况的回水水质调节处理的需要。

5.6.2 采用挥发性碱处理,宜选用自动加药装置,加药箱宜设水封,防止药剂挥发和影响作业人员健康。加药泵宜采用切换方式与给水泵连动。

5.6.3 采用成膜胺处理时,如需现场配制药剂,配药箱应设置加热和搅拌装置,出口宜设过滤装置。

5.6.4 药液计量箱的设置应能满足锅炉连续运行的要求,其贮存量不宜小于 8 h 运行的需要或其他的需求。

5.6.5 加药泵出口管道上应装设压力表和稳压装置。

5.6.6 加药点宜设置在给水泵进口或出口管道上。成膜胺若加入到蒸汽管道或分汽缸内,应有保证药剂与蒸汽均匀混合的措施,且药液配制用水宜采用回水。

5.6.7 加药装置的布置应便于操作,加药设备周围应通风良好,并有围堰和冲洗设施。

5.6.8 药品仓库的大小,应根据药品消耗量,药品的特性、包装、供应和运输条件等因素确定,宜按贮存 15 d~30 d 的消耗量设计。药品仓库内应有相应的防水、防腐、通风、除尘、采暖和冲洗措施。

5.7 回水系统的取样装置和腐蚀速率监测装置按以下要求设置。

5.7.1 回水回收系统的起始端和末端应设置取样冷却装置,取样装置应能保证水样流量为 500 mL/min~700 mL/min,水样温度 $\leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。取样管材质宜采用不锈钢。

5.7.2 热交换器的末端应设置腐蚀速率监测装置(装置示意图参见附录 A 中图 A.1)。

5.8 水汽系统应设置下列仪表,或采取其他测量方法以满足节水降耗效果评价的需要:

- a) 锅炉补给水管道流量表;
- b) 锅炉给水总管的流量、温度、压力、pH 和电导率等测量仪表;
- c) 蒸汽输出总管的流量、温度和压力等测量仪表;
- d) 回水总管的流量、温度、压力、pH 和电导率等测量仪表。

流量表应有瞬间流量和累积流量指示。

5.9 给水除氧不应采用解析除氧的方式。

6 安装、调试

6.1 回水回收系统的安装施工,应当符合设计和制造厂的有关技术文件要求,也可参照 DL/T 5190.4 中的有关规定执行。

6.2 加药装置、计量泵、过滤设备、回水泵、管道、阀门等应安装正确,无泄漏。回水管道和回水箱应采取必要的保温措施。

6.3 回水回收系统安装完毕后,应按照设计要求或参照 JB/T 2932 等标准进行水压试验,并达到合格要求。

6.4 回水回收系统投入运行前,应按下列要求进行调试。

6.4.1 用回水冲洗加药装置进行系统冲洗,直至出水澄清。

6.4.2 将药品和水按配制比例加入配药箱中,充分搅拌使药液混合均匀。同时,按要求调整加药量。

6.4.3 加药泵试运转时,要求泵的出力及扬程达到设计要求。

6.4.4 除铁、除油等过滤设备运行正常可靠,设备出力和过滤后的水质符合设计要求。

6.4.5 定期取回水回收系统起始端和末端的水样进行测定,其水质应符合表 1 的规定。

7 使用管理

7.1 锅炉使用单位应结合本单位实际情况做好加药或过滤处理工作,确保回水水质符合表 1 的规定;给水和锅水符合 GB/T 1576 的规定,并及时记录加药种类、数量和时间。

7.2 每半年测定一次回水回收系统金属腐蚀速率。测定方法一般采用试片失重法,将腐蚀试片挂入热交换器末端的监测装置中,调整装置内的回水流速与系统的流速相近,每半年取出腐蚀指示片,测定腐蚀速率,按式(6)计算,其值应符合表 2 的规定。当腐蚀速率超过 0.10 mm/a 时,应查明原因,及时处理。

7.3 当回水受到污染时,应分析污染物对水汽系统腐蚀、结垢的影响程度,如果对水汽系统不会构成危害,可继续回收利用。

7.4 当回水水质超过表 1 的规定范围时,如果与补给水混合后,给水水质符合 GB/T 1576 规定的,允许回收使用,但要加强对不合格指标的监测,防止水质突然恶化对锅炉造成危害;控制回水与补给水混合比例,以保证给水水质合格为原则;若因回水水质不合格而无法回收利用时,应查明原因,并采取相应的处理措施。

7.5 药剂的选用应根据水汽系统材质、蒸汽用途和使用条件,按以下要求合理选择。

7.5.1 药剂中不应含有会对锅炉造成侵害的物质,在使用条件下,不应分解出腐蚀、结垢性等有害物质。

7.5.2 采用挥发性碱处理时,应选用具有合适的汽液分配系数、具有较好热稳定性的药剂。

7.5.3 采用成膜胺处理时,应选用在使用温度下热分解产物不会对水汽系统金属造成腐蚀危害的药剂。生成的保护膜应完整、致密、牢固、耐冲蚀。

7.5.4 锅内加药处理的阻垢剂不宜含有碳酸钠和碳酸氢钠,以避免二氧化碳对蒸汽系统金属的腐蚀。

7.6 锅炉及回水回收系统停(备)用期间应进行防锈蚀保护工作,以保证锅炉启动运行 8 h 内回水水质达到表 1 规定的要求。

8 节水降耗效果评价

8.1 每月应统计和计算补给水率、排污率、回水率、回水回收利用率和汽水损失率,计算公式如下:

a) 补给水率按式(1)计算,

$$\eta_B = \frac{Q_B}{Q_Z} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

式中:

η_B ——补给水率,%;
 Q_B ——累积补给水量,单位为吨(t);
 Q_Z ——累积蒸发量,单位为吨(t)。

b) 排污率按式(2)计算,

$$P = \frac{Cl_G^-}{Cl_L^- - Cl_G^-} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中:

P ——锅炉排污率,%;
 Cl_G^- ——给水氯离子含量,单位为毫克每升(mg/L);
 Cl_L^- ——锅水氯离子含量,单位为毫克每升(mg/L)。

c) 回水率按式(3)计算,

$$\eta_H = \frac{Q_H}{Q_Z} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中:

η_H ——回水率,%;
 Q_H ——累积回水量,单位为吨(t);
 Q_Z ——累积蒸发量,单位为吨(t)。

d) 回水回收利用率按式(4)计算,

$$\eta_{\text{HY}} = \frac{Q_{\text{HY}}}{Q_{\text{H}}} \times 100\%$$

.....(4)

式中:

- η_{HY} ——回水回收利用率,%;
- Q_{HY} ——累积回水回用量,单位为吨(t);
- Q_{H} ——累积回水量,单位为吨(t)。

e) 汽水损失率按式(5)计算,

$$\eta_{\text{Q}} = \frac{Q_{\text{B}} - Q_{\text{S}}}{Q_{\text{Z}}} \times 100\% - P$$

.....(5)

式中:

- η_{Q} ——汽水损失率,%;
- Q_{B} ——累积补给水量,单位为吨(t);
- Q_{S} ——累积设计正常用水、用汽损失量,单位为吨(t);
- P ——锅炉排污率,%;
- Q_{Z} ——累积蒸发量,单位为吨(t)。

8.2 定期统计回水水质合格率,检测锅炉的结垢速率和金属腐蚀速率。金属腐蚀速率按式(6)计算。

$$v_{\text{h}} = \frac{(m_1 - m_2) \times 8.76}{S \cdot t \cdot \rho}$$

.....(6)

式中:

- v_{h} ——以腐蚀深度表示的金属腐蚀速率,单位为毫米每年(mm/a);
- m_1 ——腐蚀指示片腐蚀前的质量,单位为克(g);
- m_2 ——腐蚀指示片腐蚀后的质量,单位为克(g);
- S ——腐蚀指示片总表面积,单位为平方米(m²);
- t ——腐蚀指示片在系统内挂放时间,单位为小时(h);
- ρ ——金属密度,单位为克每立方厘米(g/cm³)。

8.3 节水降耗单项评定分为Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级,考核项目及指标见表 2。

表 2 工业蒸汽锅炉单项节水降耗指标

考核项目	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
回水水质合格率 %	≥90	80~89	70~79
回水回收利用率 %	≥90	80~89	70~79
回水率 %	≥80	60~79	40~59
汽水损失率 %	≤3	>3,≤5	>5,≤10
排污率 %	≤1	>1,≤3	>3,≤5
结垢速率 mm/a	≤0.5		
回水回收系统金属腐蚀速率 mm/a	≤0.10		

8.4 节水降耗的综合效果按以下要求评定,分为一级、二级、三级和四级,三级为达到节水降耗运行的基本要求。

8.4.1 根据表 2 各单项指标,采用百分制对工业蒸汽锅炉节水降耗进行综合评定。其中,回水水质合格率占 20 分,回水回收利用率占 25 分,回水率占 5 分,汽水损失率占 5 分,排污率占 5 分,结垢速率占 20 分,金属腐蚀速率占 20 分,其中达到表 2 规定的 I 级指标按 100% 计分,II 级按 90% 计分,III 级按 80% 计分,低于 III 级计 0 分。总分四舍五入至整数。

8.4.2 综合评定级别按表 3 的规定。

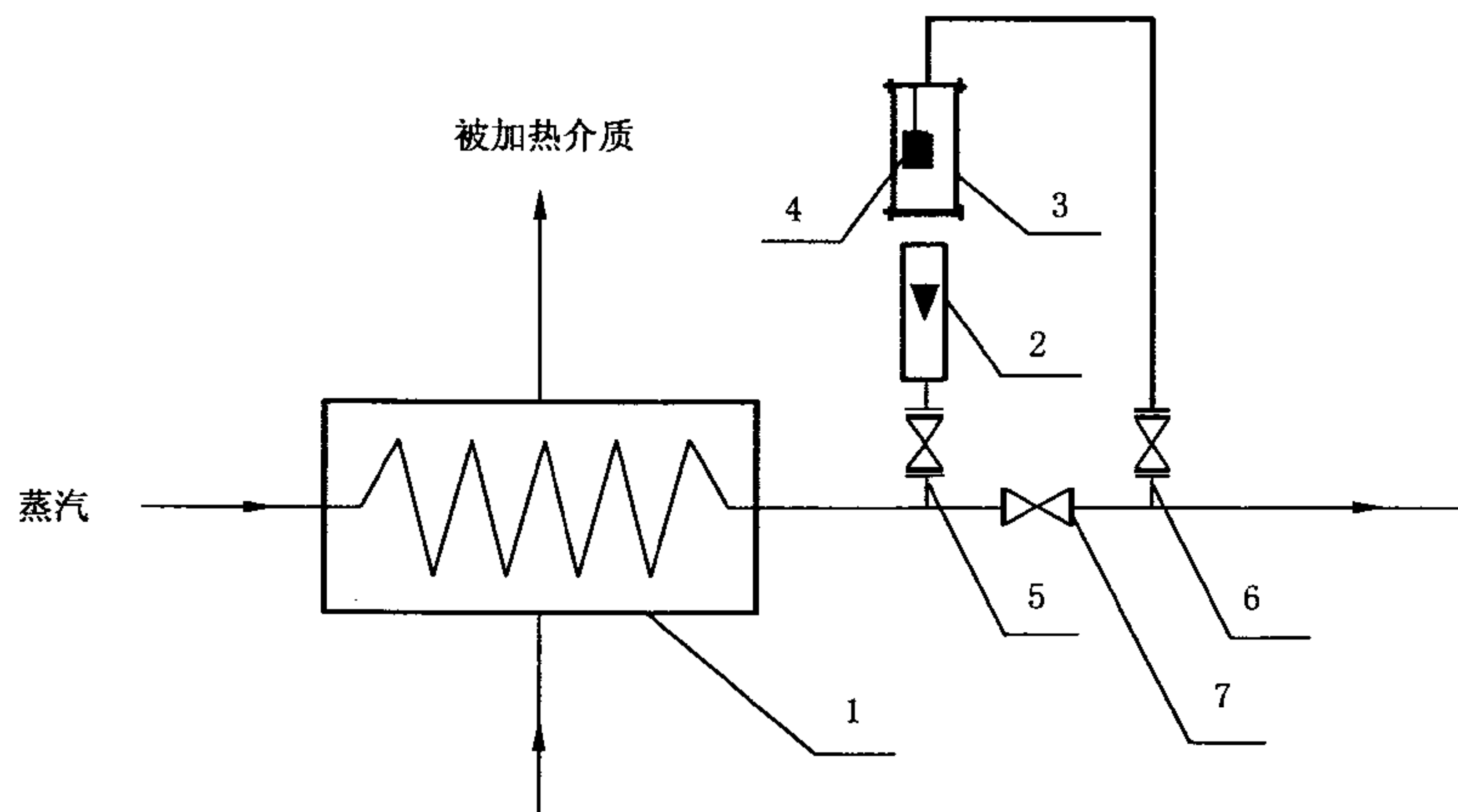
表 3 工业蒸汽锅炉节水降耗综合评定级别

综合评定总分	95~100	85~94	70~84	<70
节水降耗级别	一级	二级	三级	四级

附录 A
(资料性附录)
腐蚀速率监测

A.1 腐蚀速率监测装置示意图

腐蚀速率监测装置示意图见图 A.1。



说明：

- 1 —— 表面式热交换器；
- 2 —— 转子流量计；
- 3 —— 监视管；
- 4 —— 腐蚀指示片；
- 5 —— 监测装置进水阀门；
- 6 —— 监测装置出水阀门；
- 7 —— 调节阀门。

图 A.1 腐蚀速率监测装置示意图

A.2 金属试片要求

- A.2.1 金属试片的材质与热交换器使用的金属材料相同。
- A.2.2 金属试片的形状尺寸、加工误差、光洁度、外观要求应符合 HG/T 3523 的规定。
- A.2.3 金属试片在试验前用水冲洗干净(注意擦洗金属试片挂孔内污物)后擦干,立即用丙酮或者无水乙醇浸泡 1 min~2 min,取出后置于干净滤纸上,冷风吹干,用滤纸包好,放置在干燥器中,干燥至恒重,称量精确至 0.2 mg。
- A.2.4 用游标卡尺准确测量试片的表面尺寸,计算总表面积,精确至 0.1 mm²。

A.3 腐蚀速率监测

- A.3.1 悬挂金属腐蚀试片。关闭监测装置进水阀和监测装置出水阀,回水回收系统调节阀保持全开状态。拆开监视管法兰,将已经称重的金属试片用耐高温尼龙线穿过试片挂孔,悬挂于监视管内,均匀

拧紧监视管上、下法兰,并保证不泄漏。

A.3.2 计算监视管流量。根据蒸汽在热交换器的流速,计算监视管的流量,其流量应保证监视管的流速与热交换器的流速相同。

A.3.3 投入腐蚀速率监测装置运行。打开监视管进、出水阀门,并使之保持全开状态,缓慢关小监测装置调节阀,观测转子流量计流量,当流量计的流量达到计算流量时,保持调节阀的开度不变。记录监测装置运行时间。

A.3.4 测定腐蚀速率。监测装置运行一段时间后,关闭监测装置进水阀和监测装置出水阀,回水回收系统调节阀保持全开状态。拆开监视管法兰,取出金属腐蚀指示片,立即用水冲洗,放入用氨水调节pH为9~10的水中浸泡1 min~2 min。取出并将金属试片表面腐蚀产物清理干净。再放入无水乙醇中浸泡1 min~2 min后,取出用滤纸擦干,冷风吹干,用滤纸包好,放置在干燥器中,干燥至恒重,称量精确至0.2 mg。计算金属腐蚀速率。

