

ICS 27.060.30
J 98



中华人民共和国国家标准

GB/T 12145—1999

火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

Quality criterion of water and steam
for generating unit and steam power equipment

标准室

1999-03-23 发布

1999-10-01 实施



国家质量技术监督局 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 引用标准	1
3 蒸汽质量标准	1
4 锅炉给水质量标准	2
5 汽轮机凝结水质量标准	3
6 锅炉炉水质量标准	3
7 补给水质量标准	4
8 减温水质量标准	5
9 疏水和生产回水质量标准	5
10 热网补充水质量标准	5
11 水内冷发电机的冷却水质量标准	5
12 停、备用机组启动时的水、汽质量标准	6
13 水汽质量劣化时的处理	6

前 言

本标准于 1989 年 12 月首次制定颁发,至今已有 8 年之久。近年来,大容量、亚临界、超临界机组和直流炉以及新型水处理设备相继投入运行。以 300 MW 机组为主力机组的迅速发展,使水处理及热力设备防腐防垢技术和水汽品质监控技术水平都有了较大的提高。提出了新的科研成果和总结了新的经验,给修订该标准提供了重要的技术依据。

依据国标 GB/T 1.1—1993《标准化工作导则 第 1 单元:标准的起草与表述规则 第 1 部分:标准编写的基本规定》对 GB/T 12145—1989 的体例等内容进行了修订。

本标准主要修订如下内容:

- 增加了前言;
- 为了与国际标准 ISO 编写法接轨将第一章主题内容与适用范围改为范围。
- 增加了超临界机组(直流炉)有关控制的指标。
- 增加了直流炉给水的中性处理和联合水处理有关控制的指标。
- 把水内冷发电机的冷却水质量标准与发电机运行规程、透平型同步电机的技术要求(GB/T 7064—1996)统一,以便现场运行控制。
- 增加了水汽质量劣化时的处理内容。与电力部制定的 DL/T 561—1995《火力发电厂水汽化学监督导则》的有关内容统一,强调化学监督的全过程管理,贯彻化学监督“预防为主”的方针,防患于未然。
- 为保证炉水水质,炉水控制增加了电导率的参考控制标准。
- 为保证除盐水质量,增加了澄清器出水浊度的水质标准。
- 参考了几个主要工业国家的水汽质量标准或导则,日本 JISB 8223:1989《自然循环锅炉给水和炉水水质,直流锅炉给水水质标准》,德国大电厂技术协会 VGB—R450L:1988《68bar 以上锅炉的给水、炉水及蒸汽质量标准》,前苏联火电厂直流炉的给水规范,美国电力研究所 EPRI—CS—4629:1986《火力发电厂化学运行管理导则》,以及国内几个引进机组和超临界机组的水汽质量标准。本标准中所列标准值为极限值,期望值是为了更有利保证机组的安全运行。

本标准由中华人民共和国电力工业部提出。

本标准由电力工业部热工研究院归口。

本标准主要负责起草单位:电力部热工研究院。

本标准主要起草人:何辉纯、李贵成、陈洁。由陈洁、曹杰玉修订。

本标准 1989 年 12 月 29 日首次发布,1999 年 3 月修订。

本标准委托电力工业部热工研究院负责解释。

中华人民共和国国家标准

火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

GB/T 12145—1999

代替 GB/T 12145—1989

Quality criterion of water and steam
for generating unit and steam power equipment

1 范围

本标准规定了火力发电机组和蒸汽动力设备在正常运行和停、备用机组启动时的水汽质量标准。本标准适用于锅炉出口压力为 3.8 MPa~25.0 MPa(表大气压)的火力发电机组及蒸汽动力设备。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 7064—1996 透平型同步电机的技术要求

GBJ 13—1986 室外给水设计规范

DL 434—1991 电厂化学水专业实施法定计量单位的有关规定

DL/T 561—1995 火力发电厂水汽化学监督导则

注:测试方法按国标进行。

3 蒸汽质量标准

自然循环、强制循环汽包炉或直流炉的饱和蒸汽和过热蒸汽质量应符合表 1 的规定。

表 1 蒸汽质量标准

项 目	炉 型 压力, MPa	汽 包 炉			直 流 炉			
		3.8~5.8	5.9~18.3		5.9~18.3		18.4~25	
		标准值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值
钠, $\mu\text{g}/\text{kg}$	磷酸盐处理	≤ 15	≤ 10	—	≤ 10	≤ 5	< 5	< 3
	挥发性处理		≤ 10	≤ 5				
电导率(氢离子 交换后, 25℃) $\mu\text{S}/\text{cm}$	磷酸盐处理	—	≤ 0.30		—	—	—	—
	挥发性处理				≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30
	中性水处理 及联合水处理	—	—	≤ 0.20	≤ 0.15	< 0.20	< 0.15	
二氧化硅, $\mu\text{g}/\text{kg}$		≤ 20	≤ 20	≤ 20	< 15	< 10		

为了防止汽轮机内部积结金属氧化物,蒸汽中铁和铜的含量,应符合表 2 的规定。

表2 蒸汽质量标准

项 目	炉型 压力, MPa	汽包炉				直流炉			
		3.8~15.6		15.7~18.3		15.7~18.3		18.4~25	
		标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值
铁, $\mu\text{g}/\text{kg}$		≤ 20	—	≤ 20	—	≤ 10	—	≤ 10	—
铜, $\mu\text{g}/\text{kg}$		≤ 5	—	≤ 5	≤ 3	≤ 5	≤ 3	≤ 5	≤ 2

4 锅炉给水质量标准

4.1 给水的硬度、溶解氧、铁、铜、钠、二氧化硅的含量和电导率(氢离子交换后),应符合表3的规定。

表3 锅炉给水质量标准

炉型	锅炉过热蒸汽压力, MPa	电导率(氢离子交换后, 25℃)		硬度	溶解氧	铁	铜				钠	二氧化硅
		$\mu\text{S}/\text{cm}$		$\mu\text{mol}/\text{L}$	$\mu\text{g}/\text{L}$	$\mu\text{g}/\text{L}$	$\mu\text{g}/\text{L}$				$\mu\text{g}/\text{L}$	$\mu\text{g}/\text{L}$
		标准值	期望值	标准值	标准值	标准值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值
汽包炉	3.8~5.8	—	—	≤ 2.0	≤ 15	≤ 50	≤ 10	—	—	—	—	应保证蒸汽二氧化硅符合标准
	5.9~12.6	—	—	≤ 2.0	≤ 7	≤ 30	≤ 5	—	—	—	—	
	12.7~15.6	≤ 0.30	—	≤ 1.0	≤ 7	≤ 30	≤ 5	—	—	—	—	
	15.7~18.3	≤ 0.30	≤ 0.20	≥ 0	≤ 7	≤ 20	≤ 5	—	—	—	—	
直流炉	5.9~18.3	≤ 0.30	≤ 0.20	≥ 0	≤ 7	≤ 10	≤ 5	≤ 3	≤ 10	≤ 5	≤ 20	
	18.4~25	≤ 0.20	≤ 0.15	≥ 0	≤ 7	≤ 10	≤ 5	≤ 1	≤ 5	—	≤ 15	≤ 10

液态排渣炉和原设计为燃油的锅炉,其给水的硬度和铁、铜的含量,应符合比其压力高一级锅炉的规定。

4.2 给水的联氨、油的含量和 pH 值应符合表4的规定。

表4 给水的联氨、油含量和 pH 值标准

炉型	锅炉过热蒸汽压力, MPa	pH(25℃)	联氨, $\mu\text{g}/\text{L}$	油, mg/L
汽包炉	3.8~5.8	8.8~9.2	—	< 1.0
	5.9~12.6	8.8~9.3(有铜系统)	10~50 或 10~30(挥发性处理)	≤ 0.3
	12.7~15.6	或		
	15.7~18.3	9.0~9.5(无铜系统)		
直流炉	5.9~18.3	8.8~9.3(有铜系统)	10~50 或 10~30(挥发性处理)	≤ 0.3
	18.4~25.0	9.0~9.5(无铜系统)	20~50	< 0.1

注

- 1 压力在 3.8 MPa~5.8 MPa 的机组,加热器为钢管,其给水 pH 可控制在 8.8~9.5。
- 2 用石灰—钠离子交换水为补给水的锅炉,应改为控制汽轮机凝结水的 pH 值,最大不超过 9.0。
- 3 对大于 12.7 MPa 的锅炉,其给水的总碳酸盐(以二氧化碳计算)应小于或等于 1 mg/L。

4.3 直流炉加氧处理给水溶解氧的含量、pH 值和电导率应符合表5的规定。

表 5 给水溶解氧含量、pH 值和电导率标准

处理方式	pH(25℃)	电导率(经氢离子交换后, 25℃)		溶解氧, μg/L	油, mg/L
		μS/cm			
		标准值	期望值		
中性处理	7.0~8.0(无铜系统)	≤0.20	≤0.15	50~250	~0
联合处理	8.5~9.0(有铜系统)	≤0.20	≤0.15	30~200	~0
	8.0~9.0(无铜系统)				

5 汽轮机凝结水质量标准

5.1 凝结水的硬度、钠和溶解氧的含量和电导率应符合表 6 的规定。

表 6 凝结水的硬度、钠和溶解氧的含量和电导率标准¹⁾

锅炉过热 蒸汽压力 MPa	硬度 μmol/L	钠 μg/L	溶解氧 μg/L	电导率(经氢离子交换后, 25℃), μS/cm		二氧化硅 μg/L
				标准值	期望值	
3.8~5.8	≤2.0	—	≤50	—		应保证炉水中 二氧化硅含量 符合标准
5.9~12.6	≤1.0	—	≤50			
12.7~15.6	≤1.0	—	≤40	≤0.30	<0.20	
15.7~18.3	≈0	≤5 ³⁾	≤30 ²⁾			
18.4~25.0	≈0	≤5 ³⁾	<20 ²⁾	<0.20	<0.15	

1) 对于用海水、苦咸水及含盐量大而硬度小的水作为汽机凝汽器的冷却水时, 还应监督凝结水的钠含量等。
2) 采用中性处理时, 溶解氧应控制在 50 μg/L~250 μg/L; 电导率应小于 0.20 μS/cm。
3) 凝结水有混床处理的钠可放宽至 10 μg/L。

5.2 凝结水经氢型混床精处理后硬度、二氧化硅、钠、铁、铜的含量和电导率应符合表 7 的规定。

表 7 凝结水经氢型混床处理后的硬度、二氧化硅、钠、铁、铜的含量和电导率标准

硬度, μmol/L	电导率(经氢离子交换后, 25℃)		二氧化硅	钠	铁	铜
	μS/cm					
	标准值	正常运行值	μg/L			
≈0	≤0.20	≤0.15	≤15	≤5 ¹⁾	≤8	≤3

1) 凝结水混床处理后的含钠量应能满足炉水处理的要求。

6 锅炉炉水质量标准

6.1 汽包炉炉水的含盐量、氯离子和二氧化硅含量, 根据制造厂的规定并通过水汽品质专门试验确定, 可参考表 8 的规定控制。

表 8 汽包炉炉水含盐量、氯离子和二氧化硅含量标准

锅炉过热 蒸汽压力 MPa	处理方式	总含盐量 ¹⁾	二氧化硅 ¹⁾	氯离子 ¹⁾	磷酸根, mg/L			pH ¹⁾ (25℃)	电导率 (25℃) μS/cm
					单段蒸发	分段蒸发			
						净段	盐段		
3.8~5.8		—	—	—	5~15	5~12	≤75	9.0~11.0	—
5.9~12.6	磷酸盐处理	≤100	≤2.00 ²⁾	—	2~10	2~10	≤50	9.0~10.5	<150
12.7~15.8		≤50	≤0.45 ²⁾	≤4	2~8	2~8	≤40	9.0~10.0	<60
15.7~18.3	磷酸盐处理	≤20	≤0.25	≤1	0.5~3	—	—	9.0~10.0	<50
	挥发性处理	≤2.0	≤0.20	≤0.5	—	—	—	9.0~9.5	<20

1) 均指单段蒸发炉水,总含盐量为参考指标。
2) 汽包内有洗汽装置时,其控制指标可适当放宽。

6.2 汽包炉进行磷酸盐—pH 协调控制时,其炉水的 Na^+ 与 PO_4^{3-} 的摩尔比值,应维持在 2.3~2.8。若炉水的 Na^+ 与 PO_4^{3-} 的摩尔比低于 2.3 或高于 2.8 时,可加中和剂进行调节。

7 补给水质量标准

补给水的质量,以不影响给水质量为标准。

7.1 澄清器出水质量标准

澄清器(池)出水水质应满足下一级处理对水质的要求;

澄清器(池)出水浊度正常情况下小于 5FTU,短时间小于 10FTU。

7.2 进入离子交换器的水,应注意水中浊度、有机物和残余氯的含量。按下列数值控制:

浊度 < 5FTU (固定床顺流再生);

浊度 < 2FTU (固定床对流再生);

残余氯 < 0.1 mg/L;

化学耗氧量 < 2 mg/L (KMnO₄ 30 min 水浴煮沸法)。

7.3 离子交换器出水标准,一般可按表 9 控制。

7.4 蒸发器和蒸汽发生器中的水、汽质量,应符合下列规定。

1) 二次蒸汽

钠含量 ≤ 500 μg/kg;

二氧化硅含量 ≤ 100 μg/kg;

游离二氧化碳含量:以不影响锅炉给水质量为标准。

2) 蒸发器和蒸汽发生器的给水

硬度 ≤ 20 μmol/L;

溶解氧(经除氧后) ≤ 50 μg/L。

3) 蒸发器内的水

蒸发器和蒸汽发生器内水的质量,应根据水汽品质试验确定。

磷酸根含量,应为 5 mg/L~20 mg/L,对于采用锅炉排污水作为补充水的蒸发器,磷酸根含量不受此限制。

表 9 补给水质量标准

种 类	硬度 $\mu\text{mol/L}$	二氧化硅 $\mu\text{g/L}$	电导率(25℃), $\mu\text{S/cm}$		碱度 m mol/L
			标准值	期望值	
一级化学除盐系统出水	≈ 0	≤ 100	$\leq 5^{2)}$	—	—
一级化学除盐——混床系统出水 ²⁾	≈ 0	≤ 20	$\leq 0.30^{1)}$	$\leq 0.20^{1)}$	—
石灰、二级钠离子交换系统出水	≤ 5.0	—	—	—	0.8~1.2
氢-钠离子交换系统出水	≤ 5.0	—	—	—	0.3~0.5
二级钠离子交换系统出水	≤ 5.0	—	—	—	—

1) 离子交换器出水质量应能满足炉水处理的要求。
2) 对于用一级化学除盐系统加混床出水的一级盐水的电导率可放宽至 $10 \mu\text{S/cm}$ 。

8 减温水质量标准

锅炉蒸汽采用混合减温时,其减温水质量,应保证减温后蒸汽中的钠、二氧化硅和金属氧化物的含量符合蒸汽质量标准表 1 和表 2 的规定。

9 疏水和生产回水质量标准

疏水和生产回水质量以不影响给水质量为前提,按表 10 控制。

表 10 疏水和生产回水质量标准

名 称	硬度, $\mu\text{mol/L}$		铁, $\mu\text{g/L}$	油, mg/L
	标准值	期望值		
疏 水	≤ 5.0	≤ 2.5	≤ 50	—
生产回水	≤ 5.0	≤ 2.5	≤ 100	≤ 1 (经处理后)

生产回水还应根据回水的性质,增加必要的化验项目。

10 热网补充水质量标准

热网补充水质量按表 11 控制。

表 11 热网补充水质量标准

溶 氧, $\mu\text{g/L}$	总硬度, $\mu\text{mol/L}$	悬浮物, mg/L
< 100	< 700	< 5

11 水内冷发电机的冷却水质量标准

11.1 双水内冷和转子独立循环的冷却水质量,应符合表 12 的规定。

表 12 双水内冷和转子独立循环的冷却水质量标准

电导率(25℃), $\mu\text{S/cm}$	铜, $\mu\text{g/L}$	pH(25℃)
≤ 5	≤ 40	> 6.8

11.2 冷却水的硬度按汽轮发电机的功率规定为:

200 MW 以下不大于 $10 \mu\text{mol/L}$; 200 MW 及以上不大于 $2 \mu\text{mol/L}$ 。

11.3 汽轮发电机定子绕组采用独立密闭循环水系统时,其冷却水的电导率应小于 $2.0 \mu\text{S/cm}$ 。

12 停、备用机组启动时的水、汽质量标准

12.1 锅炉启动后,并汽或汽轮机冲转前的蒸汽质量,可参照表 13 的规定控制,且在 8 h 内应达到正常运行的标准值。

表 13 汽轮机冲转前的蒸汽质量标准

炉 型	锅炉过热 蒸汽压力 MPa	电导率 (氢离子交换后,25℃) $\mu\text{S}/\text{cm}$	二氧化硅	铁	铜	钠
			$\mu\text{g}/\text{kg}$			
汽包炉	3.8~5.8	≤ 3.00	≤ 80	—	—	≤ 50
	5.9~18.3	≤ 1.00	≤ 60	≤ 50	≤ 15	≤ 20
直流炉	—	—	≤ 30	≤ 50	≤ 15	≤ 20

12.2 锅炉启动时,给水质量应符合表 14 的规定,且在 8 h 内达到正常运行时的标准值。

表 14 锅炉启动时给水质量标准

炉 型	锅炉过热蒸汽压力 MPa	硬度, $\mu\text{mol}/\text{L}$	铁	溶 氧	二氧化硅
			$\mu\text{g}/\text{L}$		
汽包炉	3.8~5.8	≤ 10.0	≤ 150	≤ 50	—
	5.9~12.6	≤ 5.0	≤ 100	≤ 40	—
	12.7~18.3	≤ 5.0	≤ 75	≤ 30	≤ 80
直流炉	—	≈ 0	≤ 50	≤ 30	≤ 30

12.3 机组启动时,凝结水质量可按表 15 的规定开始回收。

表 15 机组启动时,凝结水回收标准

外 状	硬度, $\mu\text{mol}/\text{L}$	铁	二氧化硅	铜
		$\mu\text{g}/\text{L}$		
无色透明	≤ 10.0	≤ 80	≤ 80	≤ 30

注:对于滨海电厂还应控制含钠量不大于 $80 \mu\text{g}/\text{L}$ 。

12.4 机组启动时,应严格监督疏水质量。当高、低压加热器的疏水含铁量不大于 $400 \mu\text{g}/\text{L}$ 时,可回收。

13 水汽质量劣化时的处理

当水汽质量劣化时,应迅速检查取样是否有代表性;化验结果是否正确;并综合分析系统中水、汽质量的变化,确认判断无误后,应立即向本厂领导汇报情况,提出建议。领导应责成有关部门采取措施,使水、汽质量在允许的时间内恢复到标准值。下列三级处理值的涵义为:

一级处理值——有因杂质造成腐蚀、结垢、积盐的可能性,应在 72 h 内恢复至标准值。

二级处理值——肯定有因杂质造成腐蚀、结垢、积盐的可能性,应在 24 h 内恢复至标准值。

三级处理值——正在进行快速结垢、积盐、腐蚀,如水质不好转,应在 4 h 内停炉。

在异常处理的每一级中,如果在规定的时间内尚不能恢复正常,则应采用更高一级的处理方法。对于汽包锅炉,恢复标准值的办法之一是降压运行。

13.1 凝结水(凝结水泵出口)水质异常时的处理值见表 16 规定。

表 16 凝结水水质异常¹⁾时的处理值

项 目		标准值	处 理 值		
			一级	二级	三级
电导率(经氢离子交换后,25℃) μS/cm	有混床	≤0.20	0.20~0.35	0.35~0.60	>0.60
	无混床	≤0.30	0.30~0.40	0.40~0.65	>0.65
硬 度 μmol/L	有混床	≈0	>2.0	—	—
	无混床	≤2.0	>2.0	>5.0	>20.0

1) 用海水冷却的电厂,当凝结水中的含钠量大于 400 μg/L 时,应紧急停机。

13.2 锅炉给水水质异常时的处理值,见表 17 规定。

表 17 锅炉给水水质异常的处理值

项 目		标准值	处 理 值		
			一级	二级	三级
pH (25℃)	无铜系统	9.0~9.5	<9.0 或 >9.5	—	—
	有铜系统	8.8~9.3	<8.8 或 >9.3	—	—
电导率(经氢离子交换后,25℃),μS/cm		≤0.30	0.30~0.40	0.40~0.65	>0.65
溶解氧,μg/L		≤7	>7	>20	—

13.3 锅炉水水质异常时的处理值,见表 18 规定。

当出现水质异常情况时,还应测定炉水中氯离子含量、含钠量、电导率和碱度,以便查明原因,采取对策。

表 18 锅炉炉水水质异常时的处理值

项 目		标准值	处 理 值		
			一级	二级	三级
pH	磷酸盐处理	9.0~10.0	9.0~8.5	8.5~8.0	<8.0
	挥发性处理	9.0~9.5	9.0~8.0	8.0~7.5	<7.5