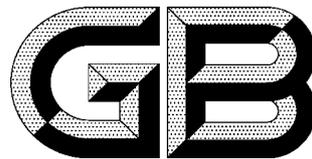


ICS 27.060.30
J 98



中华人民共和国国家标准

GB/T 12145—2016
代替 GB/T 12145—2008

火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

Quality criterion of water and steam for
power plant and steam-generating equipment

2016-02-24 发布

2016-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 蒸汽质量标准	2
5 锅炉给水质量标准	2
6 凝结水质量标准	4
7 锅炉炉水质量标准	4
8 锅炉补给水质量标准	5
9 减温水质量标准	6
10 疏水和生产回水质量标准	6
11 闭式循环冷却水质量标准	6
12 热网补水质量标准	6
13 水内冷发电机的冷却水质量标准	7
14 停(备)用机组启动时的水汽质量标准	7
15 水汽质量劣化时的处理	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 12145—2008《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》。

本标准与 GB/T 12145—2008 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了术语和定义;
- 修改了蒸汽质量指标;
- 修改了锅炉给水质量指标;
- 修改了凝结水质量指标;
- 修改了锅炉炉水质量指标;
- 修改了补给水质量指标;
- 修改了疏水和生产回水质量标准;
- 修改了水内冷发电机的冷却水质量指标。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位:西安热工研究院有限公司、国网河南省电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人:曹杰玉、孙本达、柯于进、吴文龙。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 12145—1989、GB/T 12145—1999、GB/T 12145—2008。



火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量

1 范围

本标准规定了火力发电机组及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。
本标准适用于锅炉主蒸汽压力不低于 3.8 MPa(表压)的火力发电机组及蒸汽动力设备。

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。

DL/T 1358—2014 火力发电厂水汽分析方法 总有机碳的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氢电导率 cation conductivity

水样经过氢型强酸阳离子交换树脂处理后测得的电导率。

3.2

无铜给水系统 feed water system without copper alloys

与水汽接触的部件和设备(不包括凝汽器)不含铜或铜合金材料的给水系统。

3.3

有铜给水系统 feed water system with copper alloys

与水汽接触的部件和设备(不包括凝汽器)含铜或铜合金材料的给水系统。

3.4

还原性全挥发处理 all volatile treatment(reduction);AVT(R)

锅炉给水加氨和联氨的处理。

3.5

氧化性全挥发处理 all volatile treatment(oxidation);AVT(O)

锅炉给水只加氨的处理。

3.6

加氧处理 oxygenated treatment;OT

锅炉给水加氧的处理。

3.7

固体碱化剂 solid alkalizing agents

用于处理炉水的磷酸盐、氢氧化钠等药剂。

3.8

炉水固体碱化剂处理 alkalizing of boiler water with solid alkalizing agents

炉水中加入磷酸盐、氢氧化钠等的处理。

3.9

炉水全挥发处理 alkalizing of the boiler water without solid alkalizing agents

给水加挥发性碱,炉水不加固体碱化剂的处理。

3.10

标准值 standard value

运行控制的最低要求值。超出标准值,机组有发生腐蚀、结垢和积盐等危害的可能性。

3.11

期望值 expectation value

运行控制的最佳值。按期望值控制,可有效防止机组腐蚀、结垢和积盐等危害。

3.12

闭式循环冷却水 closed recirculating cooling water

冷却热力系统辅机设备的密闭循环水。补充水可以用除盐水、凝结水等。

3.13

总有机碳离子 total organic carbon ion; TOCi

有机物中总的碳含量与氧化后产生阴离子的其他杂原子含量之和。

[DL/T 1358—2014,定义 3.2]

3.14

脱气氢电导率 degassed cation conductivity

水样经过脱气处理后的氢电导率。

4 蒸汽质量标准

汽包炉和直流炉主蒸汽质量应符合表 1 的规定。

表 1 蒸汽质量

过热蒸汽压力 MPa	钠 $\mu\text{g}/\text{kg}$		氢电导率(25 °C) $\mu\text{S}/\text{cm}$		二氧化硅 $\mu\text{g}/\text{kg}$		铁 $\mu\text{g}/\text{kg}$		铜 $\mu\text{g}/\text{kg}$	
	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值
3.8~5.8	≤ 15	—	≤ 0.30	—	≤ 20	—	≤ 20	—	≤ 5	—
5.9~15.6	≤ 5	≤ 2	$\leq 0.15^a$	—	≤ 15	≤ 10	≤ 15	≤ 10	≤ 3	≤ 2
15.7~18.3	≤ 3	≤ 2	$\leq 0.15^a$	$\leq 0.10^a$	≤ 15	≤ 10	≤ 10	≤ 5	≤ 3	≤ 2
> 18.3	≤ 2	≤ 1	≤ 0.10	≤ 0.08	≤ 10	≤ 5	≤ 5	≤ 3	≤ 2	≤ 1

^a 表面式凝汽器、没有凝结水精除盐装置的机组,蒸汽的脱气氢电导率标准值不大于 0.15 $\mu\text{S}/\text{cm}$,期望值不大于 0.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$;没有凝结水精除盐装置的直接空冷机组,蒸汽的氢电导率标准值不大于 0.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$,期望值不大于 0.15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

5 锅炉给水质量标准

5.1 给水的质量应符合表 2 的规定。

表 2 锅炉给水质量

控制项目		标准值和期望值	过热蒸汽压力 MPa					
			汽包炉				直流炉	
			3.8~5.8	5.9~12.6	12.7~15.6	>15.6	5.9~18.3	>18.3
氢电导率(25℃) μS/cm		标准值	—	≤0.30	≤0.30	≤0.15 ^a	≤0.15	≤0.10
		期望值	—	—	—	≤0.10	≤0.10	≤0.08
硬度/(μmol/L)		标准值	≤2.0	—	—	—	—	—
溶解氧 ^b μg/L	AVT(R)	标准值	≤15	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7
	AVT(O)	标准值	≤15	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10
铁 μg/L	标准值	≤50	≤30	≤20	≤15	≤10	≤5	
	期望值	—	—	—	≤10	≤5	≤3	
铜 μg/L	标准值	≤10	≤5	≤5	≤3	≤3	≤2	
	期望值	—	—	—	≤2	≤2	≤1	
钠 μg/L	标准值	—	—	—	—	≤3	≤2	
	期望值	—	—	—	—	≤2	≤1	
二氧化硅 μg/L	标准值	应保证蒸汽二氧化硅符合表 1 的规定				≤20	≤15	≤10
	期望值					≤10	≤10	≤5
氯离子/(μg/L)		标准值	—	—	—	≤2	≤1	≤1
TOCi/(μg/L)		标准值	—	≤500	≤500	≤200	≤200	≤200

^a 没有凝结水精处理除盐装置的水冷机组, 给水氢电导率应不大于 0.30 μS/cm。
^b 加氧处理溶解氧指标按表 4 控制。

液态排渣炉和燃油的锅炉给水的硬度, 铁、铜含量, 应符合比其压力高一级锅炉的规定。

5.2 当给水采用全挥发处理时, 给水的调节指标应符合表 3 的规定。

表 3 全挥发处理给水的调节指标

炉型	锅炉过热蒸汽压力/(MPa)	pH(25℃)	联氨/(μg/L)	
			AVT(R)	AVT(O)
汽包炉	3.8~5.8	8.8~9.3	—	—
	5.9~15.6	8.8~9.3(有铜给水系统)或 9.2~9.6*(无铜给水系统)	≤30	—
	>15.6			
直流炉	>5.9			

^a 凝汽器管为铜管和其他换热器管为钢管的机组, 给水 pH 值宜为 9.1~9.4, 并控制凝结水铜含量小于 2 μg/L。无凝结水精除盐装置、无铜给水系统的直接空冷机组, 给水 pH 值应大于 9.4。

5.3 当采用加氧处理处理时, 给水的调节指标应符合表 4 的规定。

表 4 加氧处理给水 pH 值、氢电导率和溶解氧的含量

pH(25 °C)	氢电导率(25 °C)/(μS/cm)		溶解氧/(μg/L)
	标准值	期望值	标准值
8.5~9.3	≤0.15	≤0.10	10~150 ^a
注：采用中性加氧处理的机组，给水的 pH 值宜为 7.0~8.0(无铜给水系统)，溶解氧宜为 50 μg/L~250 μg/L。			
^a 氧含量接近下限值时，pH 值应大于 9.0。			

6 凝结水质量标准

6.1 凝结水质量应符合表 5 的规定。

表 5 凝结水泵出口水质

锅炉过热蒸汽压力 MPa	硬度 μmol/L	钠 μg/L	溶解氧 ^a μg/L	氢电导率(25 °C)/(μS/cm)	
				标准值	期望值
3.8~5.8	≤2.0	—	≤50	—	
5.9~12.6	≈0	—	≤50	≤0.30	—
12.7~15.6	≈0	—	≤40	≤0.30	≤0.20
15.7~18.3	≈0	≤5 ^b	≤30	≤0.30	≤0.15
>18.3	≈0	≤5	≤20	≤0.20	≤0.15
^a 直接空冷机组凝结水溶解氧浓度标准值为小于 100 μg/L，期望值小于 30 μg/L。配有混合式凝汽器的间接空冷机组凝结水溶解氧浓度宜小于 200 μg/L。					
^b 凝结水有精除盐装置时，凝结水泵出口的钠浓度可放宽至 10 μg/L。					

6.2 经精除盐装置后的凝结水质量应符合表 6 的规定。

表 6 凝结水除盐后的水质

锅炉过热蒸汽压力 MPa	氢电导率(25 °C) μS/cm		钠	氯离子	铁	二氧化硅				
			μg/L							
	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值		
≤18.3	≤0.15	≤0.10	≤3	≤2	≤2	≤1	≤5	≤3	≤15	≤10
>18.3	≤0.10	≤0.08	≤2	≤1	≤1	—	≤5	≤3	≤10	≤5

7 锅炉炉水质量标准

汽包炉炉水的电导率、氢电导率、二氧化硅和氯离子含量，根据水汽品质专门试验确定，也可按表 7 控制，炉水磷酸根含量与 pH 指标可按表 8 控制。

表 7 汽包炉炉水电导率、氢电导率、氯离子和二氧化硅含量标准

锅炉汽包压力 MPa	处理方式	二氧化硅	氯离子	电导率(25℃) μS/cm	氢电导率(25℃) μS/cm
		mg/L			
3.8~5.8	炉水固体碱化剂处理	—	—	—	—
5.9~10.0		≤2.0 ^a	—	<50	—
10.1~12.6		≤2.0 ^a	—	<30	—
12.7~15.6		≤0.45 ^a	≤1.5	<20	—
>15.6	炉水固体碱化剂处理	≤0.10	≤0.4	<15	<5 ^b
	炉水全挥发处理	≤0.08	≤0.03	—	<1.0

^a 汽包内有清洗装置时,其控制指标可适当放宽。炉水二氧化硅浓度指标应保证蒸汽二氧化硅浓度符合标准。
^b 仅适用于炉水氢氧化钠处理。

表 8 汽包炉炉水磷酸根含量和 pH 标准

锅炉汽包压力 MPa	处理方式	磷酸根 mg/L	pH ^a (25℃)	
		标准值	标准值	期望值
3.8~5.8	炉水固体碱化剂处理	5~15	9.0~11.0	—
5.9~10.0		2~10	9.0~10.5	9.5~10.0
10.1~12.6		2~6	9.0~10.0	9.5~9.7
12.7~15.6		≤3 ^a	9.0~9.7	9.3~9.7
>15.6	炉水固体碱化剂处理	≤1 ^a	9.0~9.7	9.3~9.6
	炉水全挥发处理	—	9.0~9.7	—

^a 控制炉水无硬度。

8 锅炉补给水质量标准

锅炉补给水的质量应能保证给水质量符合标准可按表 9 控制。

表 9 锅炉补给水质量

锅炉过热蒸汽压力 MPa	二氧化硅 μg/L	除盐水箱进水电导率(25℃) μS/cm		除盐水箱出口电导率 (25℃) μS/cm	TOC _i ^a μg/L
		标准值	期望值		
5.9~12.6	—	≤0.20	—	≤0.40	—
12.7~18.3	≤20	≤0.20	≤0.10		≤400
>18.3	≤10	≤0.15	≤0.10		≤200

^a 必要时监测。对于供热机组,补给水 TOC_i 含量应满足给水 TOC_i 含量合格。

9 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、铜、铁和二氧化硅的含量符合表 1 的规定。

10 疏水和生产回水质量标准

10.1 疏水和生产回水的回收应保证给水质量符合表 2 的规定。

10.2 有凝结水精除盐装置的机组,回收到凝汽器的疏水和生产回水质量可按表 10 控制。

表 10 回收到凝汽器的疏水和生产回水质量

名称	硬度/($\mu\text{mol/L}$)		铁 $\mu\text{g/L}$	TOCi $\mu\text{g/L}$
	标准值	期望值		
疏水	≤ 2.5	≈ 0	≤ 100	—
生产回水	≤ 5.0	≤ 2.5	≤ 100	≤ 400

10.3 回收至除氧器的热网疏水质量可按表 11 控制。

表 11 回收至除氧器的热网疏水质量

炉 型	锅炉过热蒸汽压力 MPa	氢电导率(25 $^{\circ}\text{C}$) $\mu\text{S/cm}$	钠离子 $\mu\text{g/L}$	二氧化硅 $\mu\text{g/L}$	全铁 $\mu\text{g/L}$
汽包锅炉	12.7~15.6	≤ 0.30	—	—	≤ 20
	> 15.6	≤ 0.30	—	≤ 20	
直流炉	5.9~18.3	≤ 0.20	≤ 5	≤ 15	
	超临界压力	≤ 0.20	≤ 2	≤ 10	

10.4 生产回水还应根据回水的性质,增加必要的化验项目。

11 闭式循环冷却水质量标准

闭式循环冷却水的质量可按表 12 控制。

表 12 闭式循环冷却水质量

材质	电导率(25 $^{\circ}\text{C}$)/($\mu\text{S/cm}$)	pH(25 $^{\circ}\text{C}$)
全铁系统	≤ 30	≥ 9.5
含铜系统	≤ 20	8.0~9.2

12 热网补水质量标准

热网补水质量可按表 13 控制。

表 13 热网补水质量

总硬度/($\mu\text{mol/L}$)	悬浮物/(mg/L)
<600	<5

13 水内冷发电机的冷却水质量标准

13.1 空心铜导线的水内冷发电机的冷却水质量可按表 14 和表 15 控制。

表 14 发电机定子空心铜导线冷却水水质控制标准

溶氧量 $\mu\text{g/L}$	pH(25℃)		电导率(25℃) $\mu\text{S/cm}$	含铜量 $\mu\text{g/L}$	
	标准值	期望值		标准值	期望值
—	8.0~8.9	8.3~8.7	≤ 2.0	≤ 20	≤ 10
≤ 30	7.0~8.9	—			

表 15 双水内冷发电机内冷却水水质控制标准

pH(25℃)		电导率(25℃) $\mu\text{S/cm}$	含铜量 $\mu\text{g/L}$	
标准值	期望值		标准值	期望值
7.0~9.0	8.3~8.7	< 5.0	≤ 40	≤ 20

13.2 空心不锈钢导线的水内冷发电机的冷却水应控制电导率小于 $1.5 \mu\text{S/cm}$ 。

14 停(备)用机组启动时的水汽质量标准

14.1 锅炉启动后,并汽或汽轮机冲转前的蒸汽质量可按表 16 控制,并在机组并网后 8 h 内应达到表 1 的标准值。

表 16 汽轮机冲转前的蒸汽质量

炉型	锅炉过热蒸汽压力 MPa	氢电导率(25℃) $\mu\text{S/cm}$	二氧化硅	铁	铜	钠
			$\mu\text{g/kg}$			
汽包炉	3.8~5.8	≤ 3.00	≤ 80	—	—	≤ 50
	> 5.8	≤ 1.00	≤ 60	≤ 50	≤ 15	≤ 20
直流炉	—	≤ 0.50	≤ 30	≤ 50	≤ 15	≤ 20

14.2 锅炉启动时,给水质量应符合表 17 的规定,在热启动时 2 h 内、冷启动时 8 h 内应达到表 2 的标准值。

表 17 锅炉启动时给水质量

炉型	锅炉过热蒸汽压力 MPa	硬度 $\mu\text{mol/L}$	氢电导率(25℃) $\mu\text{S/cm}$	铁	二氧化硅
				$\mu\text{g/L}$	
汽包炉	3.8~5.8	≤ 10.0	—	≤ 150	—
	5.9~12.6	≤ 5.0	—	≤ 100	—
	> 12.6	≤ 5.0	≤ 1.00	≤ 75	≤ 80
直流炉	—	≈ 0	≤ 0.50	≤ 50	≤ 30

14.3 直流炉热态冲洗合格后,启动分离器水中铁和二氧化硅含量均应小于 $100 \mu\text{g/L}$ 。

14.4 机组启动时,无凝结水精处理装置的机组,凝结水应排放至满足表 17 给水水质标准方可回收。有凝结水处理装置的机组,凝结水的回收质量应符合表 18 的规定,处理后的水质应满足给水要求。

表 18 机组启动时凝结水回收标准

凝结水处理形式	外观	硬度 $\mu\text{mol/L}$	钠 $\mu\text{g/L}$	铁 $\mu\text{g/L}$	二氧化硅 $\mu\text{g/L}$	铜 $\mu\text{g/L}$
过滤	无色透明	≤ 5.0	≤ 30	≤ 500	≤ 80	≤ 30
精除盐	无色透明	≤ 5.0	≤ 80	$\leq 1\ 000$	≤ 200	≤ 30
过滤+精除盐	无色透明	≤ 5.0	≤ 80	$\leq 1\ 000$	≤ 200	≤ 30

14.5 机组启动时,应监督疏水质量。疏水回收至除氧器时,应确保给水质量符合表 17 要求;有凝结水处理装置的机组,疏水铁含量不大于 $1\ 000 \mu\text{g/L}$ 时,可回收至凝汽器。

15 水汽质量劣化时的处理

15.1 当水汽质量劣化时,应迅速检查取样的代表性、化验结果的准确性,并综合分析系统中水汽质量的变化,确认判断无误后,应按下列三级处理要求执行:

- 一级处理——有发生水汽系统腐蚀、结垢、积盐的可能性,应在 72 h 内恢复至相应的标准值。
- 二级处理——正在发生水汽系统腐蚀、结垢、积盐,应在 24 h 内恢复至相应的标准值。
- 三级处理——正在发生快速腐蚀、结垢、积盐,4 h 内水质不好转,应停炉。

在异常处理的每一级中,在规定的时间内不能恢复正常时,应采用更高一级的处理方法。

15.2 凝结水(凝结水泵出口)水质异常时的处理,应按表 19 执行。

表 19 凝结水水质异常时的处理

项目		标准值	处理等级		
			一级	二级	三级
氢电导率(25℃) $\mu\text{S/cm}$	有精处理除盐	$\leq 0.30^a$	$> 0.30^a$	—	—
	无精处理除盐	≤ 0.30	> 0.30	> 0.40	> 0.65
钠 ^b $\mu\text{g/L}$	有精处理除盐	≤ 10	> 10	—	—
	无精处理除盐	≤ 5	> 5	> 10	> 20

^a 主蒸汽压力大于 18.3 MPa 的直流炉,凝结水氢电导率标准值为不大于 $0.20 \mu\text{S/cm}$,一级处理为大于 $0.20 \mu\text{S/cm}$ 。

^b 用海水或苦咸水冷却的电厂,当凝结水中的含钠量大于 $400 \mu\text{g/L}$,应紧急停机。

15.3 锅炉给水水质异常时的处理,应按表 20 执行。

表 20 锅炉给水水质异常时的处理

项目		标准值	处理等级		
			一级	二级	三级
pH ^a (25 ℃)	无铜给水系统 ^b	9.2~9.6	<9.2	—	—
	有铜给水系统	8.8~9.3	<8.8 或 >9.3	—	—
氢电导率(25 ℃) μS/cm	无精处理除盐	≤0.30	>0.30	>0.40	>0.65
	有精处理除盐	≤0.15	>0.15	>0.20	>0.30
溶解氧, μg/L	还原性全挥发处理	≤7	>7	>20	—
^a 直流炉给水 pH 值低于 7.0,按三级处理。 ^b 凝汽器管为铜管、其他换热器管均为钢管的机组,给水 pH 标准值为 9.1~9.4,一级处理为 pH 值小于 9.1 或大于 9.4。采用加氧处理的机组(不包括采用中性加氧处理的机组),一级处理为 pH 值小于 8.5。					

15.4 锅炉水水质异常时的处理,应按表 21 执行。当出现水质异常情况时,还应测定炉水中氯离子、钠、电导率和碱度,查明原因,采取对策。

表 21 锅炉炉水水质异常时的处理

锅炉汽包压力 MPa	处理方式	pH(25 ℃) 标准值	处理等级		
			一级	二级	三级
3.8~5.8	炉水固体碱化剂处理	9.0~11.0	<9.0 或 >11.0	—	—
5.9~10.0		9.0~10.5	<9.0 或 >10.5	—	—
10.1~12.6		9.0~10.0	<9.0 或 >10.0	<8.5 或 >10.3	—
>12.6	炉水固体碱化剂处理	9.0~9.7	<9.0 或 >9.7	<8.5 或 >10.0	<8.0 或 >10.3
	炉水全挥发处理	9.0~9.7	<9.0	<8.5	<8.0
注: 炉水 pH 值低于 7.0,应立即停炉。					