

第一章 发电厂的用水

发电厂的用水一般分为两类，一类是生产用水，另一类是生活和消防用水。

用水的主要项目如下：

- (1) 凝汽器的冷却用水；
- (2) 汽轮机冷油器的冷却用水；
- (3) 发电机空气、氢气或水冷却器冷却用水；
- (4) 轴承冷却用水；
- (5) 给水泵油冷却器及电动机空气冷却器冷却用水；
- (6) 化学水处理用水；
- (7) 再循环系统的补充用水；
- (8) 主变压器冷却用水；
- (9) 除灰用水；
- (10) 生活用水；
- (11) 消防补充用水；
- (12) 其它用水。

第一节 用水量

发电厂的用水量随机组配置与装机容量不同而异。

为了执行计划供水、节约用水，我国国家经委、建设部印发了发电厂用水、耗水量定额。西北电力设计院据以制定了“汽轮发电设备用水量及耗水量定额标准”，如表1-1所示。

表 1-1

汽轮发电设备用水量

项 目		6MW	12MW	25MW
		凝 汽 量 (t/h)	26	46
辅机用水量(m ³ /h)		110	200	430
直 流 用 水 量	冷却倍率 (m ³ /h) 50 (m ³ /s)	1540 0.43	2730 0.76	5380 1.49
	冷却倍率 (m ³ /h) 60 (m ³ /s)	1670 0.46	2960 0.82	5830 1.62
	冷却倍率 (m ³ /h) 65 (m ³ /s)	1800 0.50	3190 0.87	6280 1.74
	冷却倍率 (m ³ /h) 70 (m ³ /s)	1930 0.54	3420 0.95	6730 1.84
	冷却倍率 (m ³ /h) 75 (m ³ /s)	2060 0.57	3650 1.01	7180 1.99
循环供水	单机耗水(m ³ /h)	58~77	103~137	202~269
耗 水 量	单耗(m ³ /s/1000MW)			
海水循环电厂淡水耗量(m ³ /h)				

及耗水量定额标准

单 机 容 量					
50MW	100MW	125MW	200MW	300MW	600MW
176	260	290	435	622	1298
600	800	1000	1800	6500	7300
10280 2.85	15100 4.19	16950 4.71	25725 7.15	40710 11.31	78690 21.86
11160 5.10	16400 4.56	18400 5.11	27900 7.75	43820 12.17	85180 23.66
12040 3.34	17700 4.92	19850 5.51	30075 8.35	46930 13.04	91670 25.46
12920 3.59	19000 5.28	21300 5.92	32250 8.96	50040 13.90	98160 27.27
13800 3.83	20300 5.64	22750 6.32	34425 9.56	53150 14.76	104650 29.07
388~517 2.15~2.87	570~760 1.58~2.11	639~852 1.42~1.89	968~1290 1.34~1.79	1501~2002 1.39~1.85	2945~3926 1.36~1.82
	114~152	128~170	194~258	300~400	

现对表1-1的使用作如下说明：

(1) 表内数值为纯凝汽式机组的总用水及耗水量，其中包括生活及其他工业用水量；

(2) 50MW 及其以下容量为中压机组，100MW及其以上容量为高压机组；

(3) 不同地区夏季直流供水采用冷却倍率范围是：北方（东北、华北、西北）50~60；中部 60~70；南部 65~75；

(4) 表中循环供水耗水量适用于各地区，煤质和水质等情况较好的发电厂应取小值，反之取大值（一般不应超过表中数值范围）：循环供水耗水量，系指带冷却塔的再循环系统。采用冷却池（包括天然冷却池）及直流供水的耗水量，应小于表中数值；

(5) 300MW、600MW机组用水及耗水量，包括了给水泵小汽轮机凝汽量的冷却水量；

(6) 海水冷却的发电厂的淡水耗量，系指辅机冷却水采用再循环的用量、生活和其它用淡水的总用水量；淡水水质较好时采用定额较小值，反之采用大值。除灰用海水；

(7) 表中直流供水用水量指用后的水温度增高、水质不变、归还水体的水量，耗水量系指消耗的水量。

发电厂的设备冷却水分很多种，现分述如下。

1.凝汽器冷却水

凝汽器冷却水量，一般按下式计算：

$$Q = mD_k (\text{ m}^3/\text{h})$$

式中 m ——冷却倍率；

D_k ——进入凝汽器的排汽量，t/h。

设计估算时，冷却倍率可近似采用表1-2中数值。

表 1-2

不同地区冷却倍率选用范围

地 区	直 流 供 水			再循环供水
	河水温度 (°C)	夏 季	冬 季	
北 部	18~20	50~60	30~40	40~60
中 部	20~25	60~70	40~50	40~60
南 部	25~30	65~75	50~55	40~60

凝汽器冷却水量的计算一般分为夏季与冬季两种情况。按此水量来考虑循环水泵或冷却塔配水系统的配置，最小流量须保证凝汽器铜管内水力状态为紊流，以便获得良好的冷却效果。

冷却水量的确定除需从经济性上优选以外，还要保证直流供水系统按夏季（一般按三个月考虑）频率●为10%的日平均水温、再循环供水系统按夏季频率为10%昼夜平均气象条件计算的水温时汽轮机的额定出力。

国产汽轮机组的凝汽器冷却水量如表1-3所示。

2. 发电机空气冷却器、氢冷却器的冷却水

发电机的运行会使线圈发热。为了冷却线圈并不使发电机线圈失火时事态扩大，在大型发电机中通常采用密闭冷却方式。借用空气或氢气在发电机内吸收热量，并通过冷却器将热量传递给水。经冷却后的气体返回发电机，而发电机线圈所产生热量则通过水带出发电机。国产发电机组的空气冷却器、氢冷却器的冷却水量如表1-4所示。

● 历年（五年以上）夏季三个月（六、七、八或七、八、九三个月）月平均气象频率10%即保证率90%。

表 1-3

凝汽器冷却水量

凝汽器 型号		N-560-1	N-1000	N-1200-1	N-975-3	N-2000-1	N-2000-1	N-3500	N-3500-1
项目	单位								
机组型号		N-6-35	N12-35-1	34-12-1	Aug 12-35-1	Aug 12-35-1	Aug 12-35-1	N50-90	50-51-3
设计凝汽量	t/h	18.092	34.62	45.98	45.983	67.58	67.73	119.50	134
冷却面积	m ²	560	1000	1200	975	2000	2009	3500	3500
冷却水量	m ³ /h	1748	2835	3280	2600	5600	5400	9300	9300

凝汽器 型号		N-2500-1	N6815-1	N-6830	N-2000-1	N-15350	N-31400
项目	单位						
机组型号		C50-35-1 中压50 MW机	N100- 90/535	单缸高压 100MW机	中间单缸 125MW机	N200-130 17538/585	N300-165 /565/563-1
设计凝汽量	t/h	164	275	265	261.844	390	542.439(汽轮机) +47.35(汽泵)
冷却面积	m ²	2500	615	6830	7000	11220	15350
冷却水量	m ³ /h	7000	15420	15490	17800	25000	40000

凝汽器冷却水量

表 1-4 空气冷却器、氢冷却器总的冷却水量

项 目	单 位	名 称		绕 簧 式 空 冷 器	L R W - 2 3 0	轧 管 式 空 冷 器	绕 簧 式 空 冷 器
		绕 簧 式 空 冷 器	轧 管 式 空 冷 器				
冷却容量	k W	120		180	230	230	360
使用于 发电机组		Q F - 3 - 2 Q F G - 3 - 2		Q F - 6 - 2 Q F G - 6 - 2	N 6 - 3 5 T Q C 5 4 6 6 / 2	标	T Q C 5 6 7 4 / 2
		T D - 3 2 - 2					Q F - 1 2 - 2
		T D G - 3 2 - 2					S Q F - 5 0 - 2
总的冷却水量	m ³ /h	46		70	65	68	100
项 目	单 位	名 称		L R W - 3 6 0	轧 管 式 空 冷 器	绕 簧 式 空 冷 器	L R W - 6 5 0
		绕 簧 式 空 冷 器	轧 管 式 空 冷 器				
冷却容量	k W	360		360	360	650	650
使用于 发电机组		N 1 2 - 3 5 - 1	标	Q F	T Q C ; Q F S	Q F - 2 5 - 2	N 2 5 - 3 5 - 1
		Q F - 1 2 - 2		1 2 M W	1 2 M W	5 0 M W	Q F - 2 5 - 2
							S Q F - 2 5 - 2
总的冷却水量	m ³ /h	100		100	100	200	220

续表

项目	名称		单位		扎管式空冷器	扎管式空冷器	50MW氢冷器	100MW氢冷器
	冷却容量	kW	760	480				
用于 发电机组		QF	TQC	QFS 60 MW	QFQ-50-2	TQN-100-2		
		标	25MW					
总的冷却水量		210	120	180		350		

项目	名称		单位		扎管式空冷器	绕簧式空冷器	200MW水氢氢	200MW水空	扎管式空冷器
	冷却容量	kW	860	800					
用于 发电机组		QFS	SQF-100-2	QFS-2002	QFSS-200-2	300MW机			
		标	125MW						
总的冷却水量		250	250	500	100	750			

为了使线圈更好地散热，现已生产了双水内冷（水、水、空）或单水内冷（水、氢、氢）发电机组。双水内冷发电机组所配的冷水器规范如表 1-5 所示。

表 1-5 双水内冷发电机冷水器规范

发电机 型 号	功 率 (MW)	冷 水 器				空气冷却器	
		型 号	台 数	冷却面积 (m ² /台)	循环水量 (m ³ /h)	冷却功率 (kW)	循环水量 (m ³ /h)
QFS-60-2	60	LS-43	2	43	100	480	120
QFS-125-2	125	LS-43	3	43	200	860	250
QFS-300-2	300	LS-43	4	43	300	2400	720

3. 冷油器的冷却水

发电厂调速机构的传动、轴承的润滑及冷却采用特殊的透平油。汽轮发电机运转时轴承摩擦所产生的热量传递给透平油，油通过冷却器时用水冷却，冷却后的油经油泵再被送回轴承。

冷油器是一具管组。管内是冷却水流，冷却的油在管间流通。冷油器的用水，通常由循环水系统提供。当循环水供水系统夏季冷却水温超过规定时，可采用水温较低的补充水通过冷油器。国产汽轮发电机的冷油器冷却水量如表 1-6 所示。

4. 励磁机冷却水

大型发电机同轴上装有直流或交流励磁机作为励磁电源，为其空气冷却装有单独的冷却器。发电机组的励磁机冷却器冷却水量如表 1-7 所示。

表 1-6 冷油器冷却水量

冷油器型号		YL-10	YL-38-1	YL-42-1	JL-37-5
项	单 位				
配机组型号		N6-35	N12-35-1	31-25-1(哈) N25-35-1(上)	51-25-1 51-50-3
冷却面积	m ²	9.8	20	42	42
冷却水量	m ³ /h	15.95	44	95	130
冷油器型号		JL-37-6	YL-42-2	YL-90-1	YL-60-1
项	单 位				
配机组型号		51-25-1 51-50-3	高压 50MW机	单缸高压 100MW机	中间再热 125MW机
冷却面积	m ²	37	42	50	60
冷却水量	m ³ /h	80	95	130	250
					N300-165/565/ 565-1
					95
					200

表 1-7 励磁机冷却器水量

项 目	名 称		100MW机组励磁机空冷器		125MW励磁机	200MW励磁机	300MW励磁机
	单 位		无刷励磁流环用	500kW交流机	冷却器	冷却器 (JL-870-4)	磁机冷却器
冷却容量	kW	20	35		40		60
冷却水量	m ³ /h	16	23		20	35(单)	30

表 1-8 射水抽气器用水量

型 号	适 用 机 组	水 量 (t/h)	台 数	生 产 厂 家
A-140	50MW机	140	2	良乡修造厂
C-35-25-1	50MW、100MW机	847	用于50MW机1台 用于100MW机2台(1台备用)	哈 汽
C-40-75-1	200MW机	860	2(1台备用)	

5. 凝汽器气侧的抽真空设施用水

为了保证凝汽器汽侧的真空，设有射水抽气器或真空泵，以便在凝汽器合适的部位抽取漏入凝汽器内的空气。射水抽气器的用水一般由循环水压力管补充至水池。射水泵在水池内的吸水供射水抽气器用后部分从水池内溢流至循环水系统。射水抽气器要求水温在 30 以下。射水抽气器用水量如表 1-8 所示。

6. 辅助机械冷却水

发电厂各种辅助机械轴承冷却水、水泵轴承冷却水或润滑油、空气压缩机冷却水和各种汽水取样器冷却水水量可参见表 1-9。

表 1-9 各种辅机冷却水量

序号	设备名称	冷却水量 (m ³ /hr)	备注
1	球磨机 207/265、250/330、287 /470、340/550 型	3.0	
2	球磨机 207/265、250/330、287 /470、340/550 型冷油器	4.0	
3	引风机 Y4-73-11、*8~*28、Y9 -35-11、*8~*20	0.5~1.0	
4	排粉机 7-29-11 型、*1~*14 $\frac{1}{2}$ 、 7-29-12 型、*16~*17	0.5	
5	压缩空气机 3L-10/8 型	2.4	
6	压缩空气机 4L-20/8 型	4.8	
7	过热或饱和蒸汽取样冷却器	1.5~2.5	
8	炉水取样冷却器	1.5~2.0	
9	给水(215℃)取样冷却器	1~1.50	
10	给水(150℃)取样冷却器	0.7~1.0	
11	给水(104℃)取样冷却器	0.5~0.7	

续表

序号	设备名称	冷却水量 (m ³ /h)	备注
12	CO 分析器	0.2	
13	高压汽轮机主汽门	0.4	
14	DG-270-150 电动给水泵	3.0	配 50MW 及 100MW 机
15	DG-270-150 电动给水泵冷油器	3	配 50MW 及 100MW 机
16	DG-270-150 电动给水泵空气冷却器	60	配 50MW 及 100MW 机
17	DG-400-180 电动给水泵	3	配 100MW 机
18	DG-400-180 电动给水泵冷油器	10	配 100MW 机
19	DG-400-180 电动给水泵空气冷却器	100	配 100MW 机
20	DG-500-140 电动给水泵	3	配 200MW 机
21	DG-500-140 电动给水泵冷油器	10	配 200MW 机
22	DG-500-140 电动给水泵空气冷却器	120	配 200MW 机
23	中压电动给水泵	2.0	
24	中压气动给水泵	2.0	
25	DG72、DG150、DG280 电动给水泵	2.0	
26	凝结水泵	1.0	
27	中续泵、加热器疏水泵、热网凝结水泵	0.7	
28	热网水泵	2.0	
29	汽动油泵	0.5	
30	风扇磨煤机 $\phi 1600 \times 600$	~4	
31	风扇磨煤机 $\phi 1600 \times 400$	~2	
32	Y 型离心油泵	0.2~0.5	
33	卧式离心环循水泵	0.3~0.6	
34	循环水泵用 YL 系列立式电动机	12~20	
35	大型立式斜流泵（外接压力水润滑）	2	

表 1-10 各类型机组水力除灰用水量 (t/h)

机 组	低位发热量 (J/kg)		1046.7 × 10 ⁴										1256 × 10 ⁴				
	灰 分	(%)	15	20	25	30	35	40	15	20	25	30	35	40			
型 式	标准发 电煤耗 (g/kW·h)																
N6-35	550		14.1	18.8	23.4	28	32.6	37.2	11.8	15.7	19.5	23.4	27.2	31.3			
N12-35	480		24.7	32.8	40.8	48.9	57	65	20.6	27.2	34	40.6	47.4	54			
N25-35	450		48.4	64.1	79.7	95.5	111.2	127	40.4	53.4	66.6	79.6	92.9	106			
N50-90	380		81.4	108	134.6	161.2	187.8	214.4	68.1	90.1	112.2	134.5	156.8	179			
N100-90	360		154.3	204.7	255.1	305.5	355.9	406.3	129	171	213	255	297	339			
N125-135	330		176.8	234.6	292.3	350.5	407.8	465.6	148	196	244	292	340	388			
N200-130	332		284.7	377.7	470.7	563.7	656.7	749.7	238	315	392	470	547	625			
N300-165	325		417.9	554.9	690.9	827.4	963.9	1100.4	350	463	576	690	805	918			
N600-165	322		828.2	1098.7	1369.2	1639.7	1910.2	2180.7	694	917	1142	1370	1595	1820			

机组 型式	低位发热量 (J/kg)		1465.38 × 10 ⁴										1674.72 × 10 ⁴									
	标准发 电煤耗 (g/kW·h)	灰分 (%)	15	20	25	30	35	40	15	20	25	30	35	40	15	20	25	30	35	40		
N6-35	550		10.2	13.5	16.8	20.1	23.4	26.7	8.95	11.85	14.7	17.6	20.5	23.4								
N12-35	480		17.7	23.6	29.3	35	40.8	46.5	15.6	20.89	25.7	30.8	35.8	40.7								
N25-35	450		34.7	46.2	57.3	68.5	79.8	91	30.5	40.4	50.2	60.1	70	79.6								
N50-90	380		58.6	77.7	96.7	115.9	134.8	153.7	51.5	68.2	84.7	101.4	118.1	134.3								
N100-90	360		111	147.1	183.3	219.5	255.5	291	97.6	129.1	160.8	192	224	254.5								
N125-135	320		127	168.9	210	251	292.5	334	111.8	148	184.1	220	256	292								
N200-130	332		205	272	338	404	471	536	180.1	238	296.5	354	413	470								
N300-165	325		301	399	496	594	691	788	264	350	435	520	605	690								
N600-165	322		596	791	984	1175	1370	1561	524	694	862	1031	1200	1368								

续表

机 组 型 式	低位发热量 (J/kg)	灰 分	1884.06 × 10 ⁴						2093.4 × 10 ⁴									
			15	20	25	30	35	40	15	20	25	30	35	40				
	标准发 电煤耗 (g/kW.h)	(%)																
N6-35	550	8	10.5	13.1	15.7	18.2	20.8	7.2	9.5	11.8	14.2	16.5	18.8					
N12-35	480	13.9	18.4	22.8	27.4	31.8	36.4	12.6	16.6	20.6	24.7	28.7	32.8					
N25-35	450	27.2	35.9	44.6	53.4	62.1	71	24.7	32.6	40.5	48.4	56.3	64.2					
N50-90	380	46	60.6	75.5	90.4	105.1	120	41.5	54.9	68.2	81.5	94.8	108					
N100-90	360	87.1	114.9	142.9	171	199	227	78.7	104	129.1	154.1	179.5	205					
N125-135	330	100	131.7	164	196	228	260.5	90.3	119.2	148	177	206	235					
N200-130	332	160.9	212	264	316	367	419	145.1	191.9	238	285	332	378					
N300-165	325	236	311	387	463	539	615	213	282	350	418	486	555					
N600-165	322	466	616	767	916	1065	1219	422	557	692	827	962	1100					

表 1-11 采用冷却塔时, 不同汽轮机的循环水蒸发损失水量 (t/h)

机组型式	气温 (°C)		-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	
	系数	(k)										
	蒸汽量 (t/h)											
N6-35	18.1	7.82	8.80	9.77	10.75	11.73	12.71	13.68	14.66	15.64		
N12-35	34.6	14.95	16.02	18.68	20.55	22.42	24.29	26.16	28.03	29.89		
N25-35	67.6	29.20	32.90	36.50	40.15	43.80	47.50	51.10	54.80	58.40		
N50-90	119.5	57.90	65.10	72.40	79.60	86.80	94.10	101.30	108.50	115.80		
N100-90	257	111.00	124.90	138.80	152.70	166.50	180.40	194.30	208.20	222.00		
N125-135	261.84	113.10	127.30	141.40	155.50	169.70	183.80	198.00	212.10	226.20		
N200-130	330	174.96	196.83	218.70	240.56	262.44	284.31	306.18	328.05	349.92		
N300-165	539.8	254.80	286.69	318.50	350.30	382.20	414.00	445.90	477.70	509.60		
N600-165	1298	260.74	630.83	700.92	771.01	841.10	911.20	981.29	1051.38	1121.47		