

电力建設勘测設計技术革命資料选編

水 工 部 分 之 三

火 力 发 电 厂 水 工 設 計 資 料

水利电力部电力建設总局編

水 利 电 力 出 版 社



0359981

第一章 水文、气象、地质	5
1-1 气压与高度关系表	5
1-2 气温与水蒸汽压力关系表	5
1-3 风力与风速换算表	6
1-4 气温频率计算	7
1-5 空气相对湿度计算图	8
1-6 取水样须知	8
1-7 电厂水源水质分析项目	9
1-8 电厂用水水质指标	10
1-9 土壤的物理特性	12
第二章 用水量及热力计算	16
2-1 冷却倍数 m 的一般数值表	16
2-2 蒸汽机组蒸汽器特性表	17
2-3 空气冷却器和油冷却器用水量表	17
2-4 二次循环供水系统补给水量的计算	17
2-5 循环冷却水极限硬度的计算	19
2-6 采用直流供水系统时允许的碳酸盐硬度近似值	21
2-7 根据水中碳酸盐硬度和游离碳酸含量所计算的 循环冷却水允许加热温度	21
2-8 鉴定供水系统结垢的特性图	22
2-9 蒸汽的绝对压力或真空(大气压力的百分数)及其在 饱和线上与蒸汽温度的关系曲线图	23
2-10 水在饱和线上的物理常数曲线图	24
2-11 冷却倍数和温升的关系曲线图	24
2-12 各种机缸冷却水量与冷却倍数关系曲线图	25
2-13 通用蒸汽器特性曲线图	见插图

2-11	31-16(AK-12)凝汽器特性曲綫图	27
2-15	31-16(AK-6)凝汽器特性曲綫图	28
2-16	31-2.5(AK-2.5)凝汽器特性曲綫图	29
2-17	功率为50,000瓩时, D_k 和 D_1 与凝汽器真空的关系曲綫图	29
2-18	功率为50,000瓩时, 凝汽器的真空与冷却水流量和温度的关系曲綫图	見插图
2-19	功率为100,000瓩时, D_k 和 D_1 与凝汽器中真空的关系曲綫图	31
2-20	功率为100,000瓩时凝汽器中真空与冷却水流量和温度的关系曲綫图	32
2-21	噴水池热力計算曲綫图	33
2-22	薄膜式冷却塔冷却水温計算曲綫图	34
2-23	双曲綫冷却塔冷却水温計算曲綫图	34
2-24	苏联机力通风冷却塔热力計算图	35
2-25	捷克机力通风冷却塔—台风机冷却水量 g 与冷却水額定温度 t_2 关系曲綫	36
2-26	捷克机力通风冷却塔热力計算图	37
第三章 水工布置		38
3-1	直流与二次循环供水系統經濟比較表	38
3-2	循环水泵站閘門切换系統定型設計	40
3-3	冷却塔選擇經濟比較表	41
3-4	冷却塔、噴水池与建筑物的間距	43
3-5	各种容量的冷却設备几何尺寸	44
3-6	挖槽土方量計算曲綫图	46
3-7	堤坝土方量計算曲綫图	見插图
第四章 水力机械		48
4-1	水泵特性概要	48
4-2	各种常用水泵的特性曲綫图	見插图
4-3	各种水泵技术規範表	51

4-4	沈阳水泵厂1958年设计的大型立式单吸离心式水泵 (DL型水泵)性能及规范	82
4-5	沈阳水泵厂规划产品的目录及规范	86
第五章 水力计算		87
5-1	具有垂直对称轴线的规则平面上的静水压力计算图表	87
5-2	钢与铸铁压力管道水头损失计算	87
5-3	凝汽器水头损失计算	89
5-4	混凝土及钢筋混凝土压力管道水头损失计算	91
5-5	混凝土及钢筋混凝土压力沟道的水头损失计算	91
5-6	渠道水力计算	97
5-7	薄壁堰的水力计算	111
5-8	供水构筑物的设计流速	118
5-9	斗槽式沉淀池水力计算要点	119
5-10	沉沙池水力计算要点	123
5-11	水平渗水渠的流量计算	125
5-12	防止取水口结冰的计算	127
第六章 技术经济指标		128
6-1	给排水工程建筑物及设备的折旧及大修费率指标	128
6-2	供水系统设备及建筑物每年折旧费	131
6-3	供水构筑物造价指标	132
6-4	主要材料价格	133
6-5	管道支架投资费用	133
6-6	钢管规范及重量	134
6-7	铸铁管规范及重量	135
6-8	给水排水工程综合指标	136
6-9	深井供水技术经济指标	137
6-10	管道铺设的技术经济指标	143
6-11	循环水泵机组价格表	150
6-12	水泵机组设备价格表	152
6-13	阀门价格表	153

6-14	起重设备价格表	156
第七章 水力除灰		
7-1	水力除灰管水力计算表	157
7-2	阻力系数 K 与灰灰混合物内灰或渣含量的关系曲线	158
7-3	水力除灰管阻力计算曲线	见插图
7-4	温度变化伸缩节边缝摩擦力对固定支墩水平推力的 计算曲线	159
7-5	因温度变化水管沿支墩滑动对支墩水平推力的 计算曲线	160
7-6	介质对管壁摩擦力以及对固定支墩水平推力的 计算曲线	161
7-7	管路线膨胀长度与其温度差的关系曲线	162
7-8	管路转角介质压力对支墩的推力计算曲线	见插图
7-9	除灰沟的水力计算	见插图
7-10	排灰量与堆灰高度, 堆灰年限, 面积的关系曲线	见插图
第八章 上下水道		
8-1	电厂厂区生活用水量及污水排水量技术指标	163
8-2	电厂不同容量生活消防管网管径计算表	164
8-3	生活用水供水水泵性能表	165
8-4	消防水泵性能表	166
8-5	四川地区降雨强度与其历时关系曲线	167
8-6	华北平原区(西安地区)降雨强度与其历时关系曲线	168
8-7	黄土高原区降雨强度与其历时关系曲线	169
8-8	径流系数平均值	170
8-9	降雨量的计算公式与表格	171
8-10	工业雨水下水管道管径、流量、流速、坡度计算表	173
8-11	变压器事故排油管设计计算表	174

第一章 水文、气象、地质

1-1 气压与高度关系表 (10°C)

离海平面高度(公尺)	0	100	200	300	400	500	600
气压计汞柱高度(公分)	76	75.1	74.2	73.3	72.4	71.6	70.6
相当于水柱高度(公尺)	10.33	10.2	10.08	9.97	9.83	9.7	9.6

离海平面高度(公尺)	700	800	900	1000	1500	2000	2500
气压计汞柱高度(公分)	69.7	69.0	68.1	67.4	63.5	61.7	59.8
相当于水柱高度(公尺)	9.5	9.4	9.3	9.2	8.6	8.4	7.7

注: 1 公斤/公分² = 735.5 公尺汞柱高度 (0°C) = 10 公尺水柱 (4°C);

1 公厘(毫米) = 4/3 毫巴。

1-2 气温与水蒸汽压力关系表

气温 (°C)	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
压力(公尺水柱)	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.25	2.02	3.17	4.82	7.14	10.33

1-3 风力与风速(公尺/秒)换算表

风力(级) 风力(级) 整数部分	风力(级) 小数部分										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
1	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.2	4.3
2	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	4.0	4.0	4.2
3	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.6	5.8	6.0	6.2	6.2	6.5
4	6.7	7.0	7.2	7.5	7.8	8.1	8.3	8.6	8.9	8.9	9.1
5	9.4	9.7	10.0	10.3	10.6	10.9	11.1	11.4	11.7	11.7	12.0
6	12.3	12.6	12.9	13.3	13.6	13.9	14.2	14.5	14.9	14.9	15.2
7	15.5	15.8	16.2	16.5	16.9	17.2	17.5	17.9	18.2	18.2	18.6
8	18.9	19.3	19.6	20.0	20.4	20.8	21.1	21.5	21.9	21.9	22.2
9	22.6	23.0	23.4	23.8	24.2	24.6	24.9	25.3	25.7	25.7	26.1
10	26.5	26.9	27.3	27.7	28.1	28.6	29.0	29.4	29.8	29.8	30.2
11	30.6	31.0	31.4	31.8	32.2	32.6以上					

一般噴水池及冷却池的計算风速为 2 公尺高度处的风速。在已知气象台风速資料时，可按下列式近似換算：

$$w = w_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^{0.3}$$

式中 w ——为 h 高度处的风速；

w_0 ——为 h_0 高度处的风速。

当 $h = 2$ 公尺时：

$$w_{(2)} = \frac{1.23 w_0}{h_0^{0.3}}$$

1-4 气温频率計算

1. 当缺乏气温频率資料时，可以下列式初步估算夏季频率为 90% 的最高气温：

$$90\% \text{ 频率气温} = \frac{\text{夏季平均气温} + \text{夏天最大月平均最高气温}}{2} \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. 常用保証率計算公式：

$$a. P = \frac{m}{n+1} \times 100\%,$$

$$b. P = \frac{m-0.3}{n+0.4} \times 100\%,$$

$$c. P = \frac{m-0.5}{n} \times 100\%。$$

式中 n ——已有資料的年限；

m ——拟計算频率的数目在排列中的位次（已知年限的各年数目，按其大小，順次排位）。

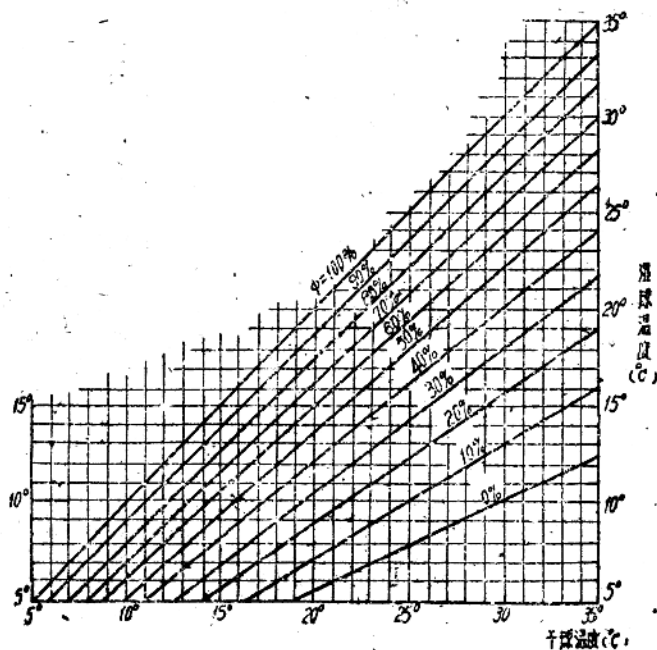
上述 a 式适用于 n 小而 C_v （变差系数）大的河流。

b 式适用于 n 大而 C_v （变差系数）小的河流。

c 式常不採用。

上述頻率公式主要用来配合繪制保證率曲綫（理論保證率曲綫）。

1-5 空气相对湿度計算图



1-6 取水样須知

1. 采集水样时瓶子須洗滌洁，并用欲采集的水加以冲洗，如取样作細菌分析时，須用重鉻酸鉀 $K_2Cr_2O_7$ 消毒。

2. 采集水样作全分析时，一般取 5 公升，如硬度较大可少取，但不得少于 2 公升。作细菌分析另取 0.1~0.2 公升。

3. 采集水样要能代表真实情况，所以一般均在江河湖中间水面下约 0.5~1.0 公尺，不搅乱水流，将瓶子沉入水下，然后拔去瓶塞，这样可避免表面与河底的脏物或泥沙进入。

4. 装水到瓶里可稍留空隙以备日后膨胀，瓶口应封牢以免漏气。

5. 水样采集后应尽快送试验单位进行分析，一般不超过 3~7 天，硬水的清洁程度有所不同。必要时加氯仿 (CHCl_3) 防腐剂数滴，瓶子放置阴凉处，作细菌分析的水样要在一天内送去分析。

6. 水样瓶应有标签记录下取样的时间、地点、种类、水源、水温等。

1-7 电厂水源水质分析项目

1. 用作电厂工业水源应作以下分析：

全固形物，灼热残渣，悬浮物，氧化性，总硬度，暂硬度，碱度，Ca, Mg, Cl, SO_4 , CO_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , NO_2 , NH_4 , CO_2 , PH.

2. 仅作循环水补充水用水水源，不作锅炉用水时，最少应作以下分析：

悬浮物，全固形物，总硬度，暂硬度，耗氧量， SO_4 ，游离 CO_2 。

3. 仅作生活饮用水水源时，最少应分析以下项目：

物理分析：温度，透明度，悬浮物，色，臭，味。

化学分析：总硬度，PH，铅，砷，氯化物，铜，锌，酚类化合物，锰铁。

细菌分析：每公升细菌总数及大肠菌指数。

1-8 电厂用水水质指标

名 称	意 义	引 起 后 果	一 般 要 求
1. 全固形物	水中含有的一切物质的总数，全固形物=悬浮物+溶解固形物	能引起汽水汽水共沸，因而加大汽轮机供油量	愈小愈好
2. 悬浮物	不溶于水中的物质，由砂石、有机物组成	同上	900毫克/公升以下
3. 溶解固形物	为溶于水中的物质的总数	同上	愈小愈好
4. 灼烧减量	代表溶解固形物中的有机物及挥发物含量	同上	愈小愈好
5. 矿物质残渣	溶解于水中矿物质的总和 3~4 项	同上	愈小愈好
6. 耗氧量	代表水中有机物含量	使锅筒结垢	不超过 40 °G (碱硬度)
7. 全硬度	水中钙、镁、重碳酸盐及硫酸盐的总和	使锅筒及蒸汽管道子结垢	不超过 8 °G (超过即需处理)
8. 暂时硬度	水中钙、镁、重碳酸盐的总和	同上	同第 8 项
9. 永久硬度	水中硫酸盐、硫酸盐、氯化物的总和	使锅筒有苛性碱化或造成结垢	> 7.0
10. 碱度	水中重碳酸盐、硫酸盐及重碳酸盐的总和在天然水中只含重碳酸盐，因此与第 8 项相符	同上	愈小愈好
11. PH 值	表示水的酸碱性	可造成金属设备的腐蚀	愈小愈好
12. 溶解的 CO ₂	成溶解气体状态存在于水中的 CO ₂ ，地下水中的地面水为多	同上	愈小愈好
13. 氯离子 Cl ⁻	氯化物数量	使锅筒设备腐蚀及酸化汽水品质	愈小愈好
14. 硫酸根 SO ₄ ²⁻	水中硫酸盐数量	酸化汽水品质	愈小愈好

续表

名 称	意 义	引 起 后 果	一 般 要 求
15. 硝酸盐 NO_3^-	本离子和与铜离子同时存在, 作饮用水时需作细菌分析, 因水已被污染	对人体有害	愈小愈好
16. 硫酸根和重碳酸根离子 SO_4^{--} 或 HCO_3^-	表示水中碱性物质的存量	生垢	愈小愈好
17. 亚硝酸盐 NO_2^-	含有此离子的水, 不宜作饮用水, 既明水已受污染	对卫生有害	愈小愈好
18. 铜离子 NH_4^+	同第15项	对卫生有害	愈小愈好
19. 二氧化硅 SiO_2	一般地下水含量较大	可造成碱度过热, 器管结垢 (尤其高压, 更应注意)	不超过15毫克/公升 (超过即需处理)
20. 氯化铁和氯化铝 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 或 R_2O_3		造成碱度混浊, 加大排污量	愈小愈好
21. 钙离子 Ca^{++}		结垢	
22. 钠离子 Na^+		恶化蒸汽	
23. 镁离子 Mg^{++}		结垢	
24. 透明度	观察水中悬浮物体含量的另一种方法	影响罐水及软化设备的出力	愈小愈好
25. 颜色 and 色度	观察水中有机物含量的一种方法	与人体有害, 并可使软化剂失效	愈小愈好
26. 硫化氢 H_2S		有腐蚀性	愈小愈好

硬度单位换算, 1毫克-当量/公升 = 2.804德国度 (G)

1-9 土壤的物理特性

1. 土壤的分类与名称

(1) 颗粒分类

名 称	粒 徑 度	粒 徑 (公厘)
卵石		200以上
圓石	粗	200~150
	中	150~100
	細	100~60
卵石及碎石	粗	60~40
	中	40~30
	細	30~20
砾石及砂砾	粗	20~10
	中	10~4
	細	4~2
砂	粗	2~1
	中	1~0.5
	細	0.5~0.25
	極細	0.25~0.05
粉砂	粗	0.05~0.01
	細	0.01~0.005
粘土		<0.005
胶体土		<0.001

(2) 土壤分类

土 壤 种 类	砂 (%)	粉 砂 (%)	粘 土 (%)
砂	85~100	0~15	0~15
鹽漬質砂	80~85	0~20	0~20
砂質鹽堦	50~80	0~50	0~20
鹽堦	30~50	30~50	0~20
粉砂質鹽堦	0~50	50~80	0~20
粉砂	0~20	80~100	0~20
沙土質鹽堦	50~80	0~30	20~30
粘土質鹽堦	20~50	20~50	20~30
粉砂土質鹽堦	0~30	50~80	20~30
砂質粘土	50~70	0~20	30~50
粘土	0~50	0~50	30~100
粉砂質粘土	0~20	50~70	30~50

(3) 砂土按相对密度的分类

土的名称	相对密度 D	$D = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$; e ——天然孔隙比; e_{max} , e_{min} ——分别为砂土的最大、最小孔隙。
密实的	≥ 0.67	
中实的	$0.67 \sim 0.33$	
疏松的	≤ 0.33	

(4) 粘性土按塑性的分类

土的名称	塑性指数 W_p	$W_n = W_L - W_p$; W_L ——液性限度; W_p ——塑性限度。
砂壤土	$1 \sim 7$	
壤土	$7 \sim 17$	
粘土	> 17	

(5) 粘性土按稠度的分类

土的名称	稠度 B	$B = \frac{W - W_p}{W_n}$; W ——土的含水量(以百分数计)。
固体的	< 0	
塑性的	$0 \sim 1$	
流动的	> 1	

2. 土壤的比重, 单位体积重, 自然倾角 α , 内摩擦角 φ , 内聚力 C

(1) 土的比重数值

土 壤 名 称	比 重 (吨/公尺 ³)
砂土	2.66
砂壤土	2.70
壤土	2.71
粘土	2.74

(2)土壤单位体积重和自然倾斜角 α

土 壤 种 类	单 位 体 积 重 (吨/公尺 ³)			自 然 倾 斜 角 α	
	自然干土	湿 土	浸透湿土	自然干土	浸透湿土
I 软泥 腐植土, 粘土 腐植土, 腐块残渣 软粘土, 软砂质粘土 中等密实的砂质粘土 II 粘土类 紧密粘土质土 特别紧实土, 堆石地 细砂与软土 纯细砂 III 砂 质 土 细砂, 密实粘土或渣中细砂 密实土 细砂, 疏松土 中粒砂, 疏松土 砾石土	1.6	1.7	1.8	49°	25°
	0.4	0.6	0.8	35°	30°
	1.5	1.7	—	40°	35°
	1.7	1.7	1.8	45°	35°
	1.5	1.7	1.8	40°	27°
	1.6	1.7	1.9	40°	35°
	1.8	1.8	1.9	45°	30°
	1.9	1.9	2.0	45°	37°
	1.1	1.2	1.9	40°	25°
	1.7	1.8	2.0	40°	27°
III 砂 质 土	1.8	1.9	2.0	45°	30°
	1.9	1.9	2.0	45°	33°
	1.6	1.7	1.9	37°	30°
	1.7	1.8	2.0	37°	33°
	1.8	1.8	1.9	37°	33°
	1.8	1.8	1.9	37°	33°

(3) 內摩擦角 φ , 內聚力 C

土 壤 名 称	內 摩 擦 角 φ	摩 擦 系 数 $\tan \varphi$	內 聚 力 (公斤/公分 ²)
粘土	11°~20°	0.20~0.35	0~3.00
砂質粘土	20°~24°	0.35~0.45	0~1.00
粉狀砂質土	22°~24°	0.40~0.45	0~0.50
砂質黏土	24°~27°	0.45~0.50	0~0.10
細砂	27°~31°	0.50~0.60	0 0
中砂	29°~33°	0.55~0.65	0 0
粗砂	31°~35°	0.60~0.70	0 0
砾石土	33°~37°	0.65~0.75	0 0

3. 土的渗透系数

土 的 名 称	渗透系数 K (公分/秒)	土 的 名 称	渗透系数 K (公分/秒)
粘土	$\leq 1 \times 10^{-7}$	細粒砂土	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$
壤土	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$	中粒徑砂土	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-2}$
砂壤土	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$	粗粒徑砂土	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-1}$
淤泥質土	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-2}$	砾石及卵石	$1 \times 10^{-1} - 1 \times 10$
泥炭質土	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$		

4. 土壤入渗率

编号	土 壤 名 称	入 渗 率 (公厘/分)
1	粘土及肥沃土	0.10~0.30
2	灰地(森林燃烧后等的情况)及多灰土	0.30~0.60
3	粘性的灰地	0.50~0.60
4	砂质粘地黑土褐色土森林内软土	0.40~0.80
5	肥沃黑土	0.50~0.80
6	普通黑土	0.60~1.00
7	暗褐色土及褐色土	0.70~1.10
8	黑土	0.70~1.20
9	夹砂土, 夹砂黑土	1.00~1.50
10	不飞扬的细砂	2.00~2.50
11	大粒砂及飞扬的细砂	3.00~3.50
12	黄土地区(水利部资料)	0.25

第二章 用水量及热力计算

2-1 冷却倍数 m 的一般数值表

地 区	直 流 供 水		二次循环供水	直流供水夏季平均水温(°C)
	夏 季	冬 季		
北方(包括东北、华北、西北)	50~55	30~40	65~75	18~20
中 部	60~65	40~50	65~75	20~25
南 方	65~70	50~55		25~30