

除二氧化碳器设计说明

一、设计技术条件：

根据一九七三年六月于西安召开的“水电部火电标准化设计会议”后拟定的技术条件书及一九七四年二月对化学非标准设备典型设计的审核意见，主要设计原则如下：

1、规范：除二氧化碳器按直径 $\phi 650$ 、 $\phi 1000$ 、 $\phi 1200$ 、 $\phi 1500$ 、 $\phi 1800$ 、 $\phi 2000$ 、 $\phi 2500$ 七种规格设计。每种直径的处理水量见附表。

2、型式：鼓风式，内装 $\phi 25 \times 25 \times 3$ 陶瓷环。

3、材料：外壳钢板衬橡胶，部分管件采用硬聚氯乙烯塑料。

4、设计条件：进入除二氧化碳器原水中二氧化碳含量相当于原水碳酸盐硬度为6毫克当量/升，全部转化为游离二氧化碳的数值，按322毫克/升计算。除二氧化碳器出水中游离二氧化碳含量5毫克/升。设计水温按25℃考虑。

当水温、水质条件与设计条件不符时，应按计算公式进行核算后酌情采用。

二、除二氧化碳器计算方法：

1、设计应具备的参数：

A、除二氧化碳器需要的出力，

B、进入除二氧化碳器水中二氧化碳的浓度，

C、经除二氧化碳器后要求残留的二氧化碳量，

D、被除气水的最低（计算）温度。

进入除二氧化碳器水中游离二氧化碳的浓度，可以根据原水中碳酸盐硬度来确定。

当水的碳酸盐硬度完全转化为游离二氧化碳时，水中游离二氧化碳浓度：

$$C = 44H_T + CO_2 \quad \text{毫克/升} \quad \dots\dots (1)$$

式中： H_T —— 原水中的碳酸盐硬度 毫克当量/升

CO_2 —— 原水中游离二氧化碳含量 毫克/升

当原水水质分析中缺少游离二氧化碳值时，可根据分析中总碱度，含盐量， P_H 值及试验时水温（测 P_H 值时水温），利用图(1)求得相应的游离二氧化碳值。

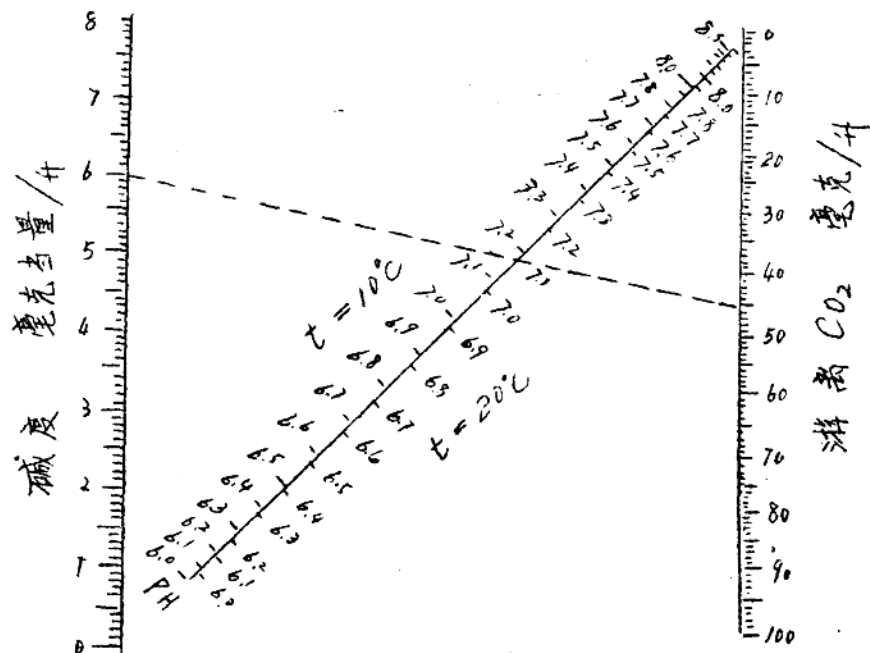


图 1

图(1)：已知总碱度、含盐量、 P_H 值和试验时水温估计游离二氧

化碳图表(当含盐量等于200毫克/升时)。

例如:碱度=6毫克当量/升, $P_H=7.1$, $t=20^\circ\text{C}$ 由图(1)中查得 $[\text{CO}_2]$ 含量=45毫克/升。当原水含盐量不等于200毫克/升时,应对 $[\text{CO}_2]$ 值乘以校正系数 α :

$$\text{CO}_2 = \alpha \times [\text{CO}_2] \quad \dots\dots (2)$$

式中: $[\text{CO}_2]$ — 从图(1)中查出之二氧化碳量 毫克/升

校正系数 α 与水的含盐量关系如下表 表(1)

含盐量 毫克/升	100	200	300	400	500	750	1000
α	1.05	1.00	0.96	0.94	0.92	0.87	0.83

当根据某一假定水质进行除二氧化碳器工艺计算时,游离二氧化碳可按式近似计算:

$$C_1 = 44H_T + 0.268(H_T)^3 \quad \text{毫克/升} \quad \dots\dots(3)$$

2、瓷环填料除二氧化碳器工艺计算:计算应决定以下参数:

除二氧化碳器直径,

必需的填料表面积,

填料层高度,

空气耗量及鼓风机出力,

填料层阻力及必需风机的风压。

A、除二氧化碳器截面积及直径:

截面积按下式计算

$$F = \frac{Q}{P} \quad \text{米}^2 \quad \dots\dots (4)$$

式中: Q — 除二氧化碳器设计出力 米³/时

P — 淋水强度 米³/米²·小时, 对于装有 $\phi 25 \times 25 \times 3$ 瓷环填料时一般采用 60 米³/米²·小时

除二氧化碳器直径

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \cdot 1000 \quad \text{毫米} \quad \dots\dots (5)$$

B、填料必需的表面积 (液体和气体相的接触面) :

$$F_K = \frac{G}{K \cdot \Delta^C} \quad \text{米}^2 \quad \dots\dots (6)$$

式中: F_K — 填料必需的表面积 米²

G — 需要从水中排除的二氧化碳量 公斤/时

Δ^C — 解吸过程平均推动力 公斤/米³

K — 总的解吸系数, 当除二氧化碳器内部结构, 淋水强度和空气比耗一定时, 仅与水温有关。(K 值计算公式见本文附录)。对于装有 $25 \times 25 \times 3$ 瓷环 (当量直径 $d = 0.01452$), 淋水强度 60 米³/米²·时 时, 图(2)所示为 $K = f(t)$ 关系曲线。根据该工作条件可求出 K 值。

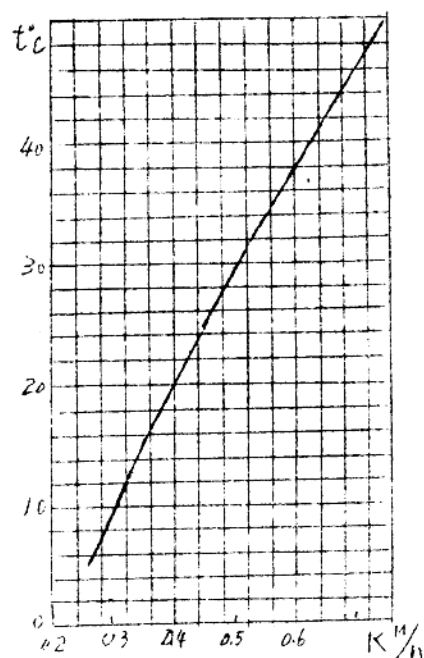


图 2

图(2): $K = f(t)$ 关系曲线 (装 $25 \times 25 \times 3$ 瓷环, 淋水强度 $60 \text{ 米}^3/\text{米}^2 \cdot \text{时}$)

需从水中排除的二氧化碳气体量:

$$G = \frac{Q(C_1 - C_2)}{1000} \quad \text{公斤/时} \quad \dots\dots (7)$$

式中: Q — 除二氧化碳器出力 $\text{米}^3/\text{时}$

C_1 — 进入除二氧化碳器水中游离二氧化碳含量
毫克/升

C_2 — 除二氧化碳器出口水中二氧化碳的残留含量
毫克/升

解吸过程的平均推动力：

$$\Delta^C = \frac{c_1 - c_2}{2 \cdot 44 \lg \frac{c_1}{c_2}} \times 10^{-3} \quad \text{公斤/米}^3 \quad \dots\dots (8)$$

为了计算方便， Δ^C 可利用图(3)曲线查得， c_1 范围从 0 ~ 500 毫克/升而 c_2 为 3、5 和 10 毫克/升。

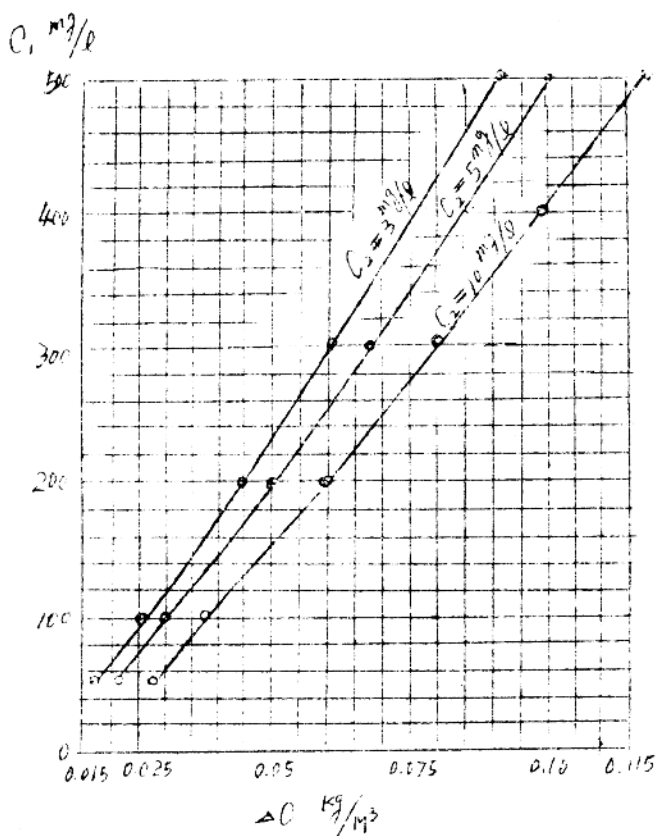


图 3

图(3)：在不同 c_1 情况下 Δ^C 与 c_2 值关系曲线

C、填料层高度：

除二氧化碳器内装入填料环的体积

$$V = F_K / f_1 \quad \text{米}^3 \quad \dots\dots (9)$$

式中： F_K —— 所需填料的解吸表面积 米^2

f_1 —— 每米³ 填料环解吸表面积 $\text{米}^2 / \text{米}^3$

填料层高度：

$$h = V / F \quad \text{米} \quad \dots\dots (10)$$

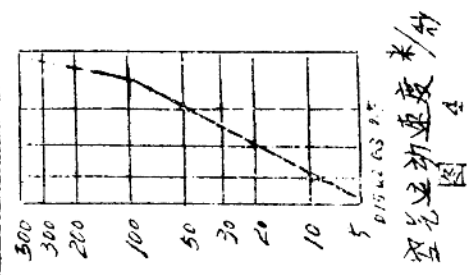
式中： F —— 除二氧化碳器截面积 米^2

通常采用的几种瓷环的特性数据见表(2)：

环的尺寸	一立方米中 环的个数	每立方米填 料自由空间 V_1 米 ³ /米 ³	填料表面积 S 米 ² /米 ³	水力半径 $m = \frac{V_1}{S}$	当量直径 $d = 4m$	单位重量 公斤/米 ³
25×25×3	53200	0.74	204	0.00363	0.01452	532
35×35×4	20200	0.78	140	0.00555	0.0222	505
50×50×5	6000	0.785	87.5	0.009	0.036	530

D、空气耗量及空气阻力：

根据目前一般选用数据除二氧化碳器空气比耗采用
20~30米³/米³。当设备内装填料环规格为
φ25×25×3，淋水强度为60米³/米²·时。时。
每米高度填料的阻力与空气运动速度的关系见图(4)。



图(4)：瓷环(φ25×25×3)填料层阻力与空气运动速度的关系(淋水强度60米³/米²·时)

150工程除 CO_2 器的试验数据列表如下：(条件：水温 14°C ，进口 CO_2 ： 222 mg/l)

指 批	流量 $\text{m}^3/\text{时}$	单 位	15	25	40	40	40
喷淋密度	$\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{时}$		39	65	104	104	113
磁环高	m		3	3	3	2.1	3
解析表面积	m^2		236	236	236	165	236
出口 CO_2	mg/l		3.3	4.4	8.8	15.4	18.8

除 CO_2 器的主要设计数据如下：

直径 $\phi 720 \times 10$ (全塑料)

淋水密度 $60\text{ m}^3/\text{m}^2$ 。

处理水量 $23\text{ m}^3/$

风 量 $40\text{ 倍} \geq 930\text{ m}^3/$

填料高度 3 m

选用风机 4-72-11 №2.8型

本次除 CO_2 器风机的选择考虑了前边的数据也考虑了150电厂的实际运行数据。

附 录：

总解吸系数 K 值的计算

对于瓷环填料的除二氧化碳器

$$K = \frac{102DR_0^{0.86}Pr^{0.33}}{a}$$

式中： D —— 该气体在水中的解吸系数；

R_e —— 雷诺准数；

P_r' —— 普兰特扩散准数；

d —— 填料的当量直径，米。

D 值可以根据实验作出的图表查得：（见图 5）

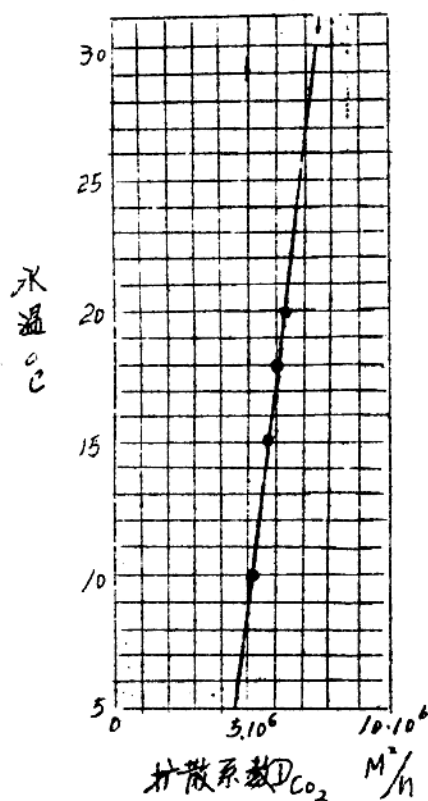


图 5

图(5)：扩散系数 D_{CO_2} 与水温的关系。

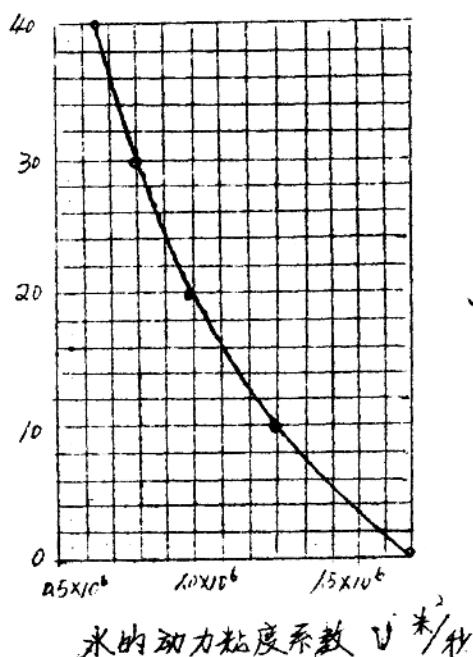
雷诺准数 $R_e = \frac{P d}{\gamma}$

式中： P —— 填料的淋水强度 $\text{米}^3/\text{米}^2 \cdot \text{时}$

γ —— 水的动力粘度系数 $\text{米}^2/\text{时}$

d —— 填料的当量直径 米。

动力粘度系数 γ 与水温的关系曲线见图(6)



图(6)：水的动力粘度系数 γ 与水温的关系。

填料的当量直径等于填料的水力半径的四倍

($d = 4m$) 而：

$$m = \frac{v_1}{8}$$

式中： v_1 —— 填料的自由空间， $\text{米}^3/\text{米}^3$

按下式决定：

$$V_1 = \frac{V_H - V_M}{V_H}$$

V_H —— 设备内被填料占据的空间 米³

V_M —— 被填料材料本身占有的空间 米³

S —— 单位体积填料的表面积 米²/米³

普兰特准数：

$$P_r' = \frac{\gamma}{D}$$