

计算机辅选水处理实验室常规配水方案

周桃玉¹, 施兵兵², 沈林花²

(1. 南京大学化学化工学院, 江苏 南京 210093;

2. 南京工业大学材料科学与工程学院, 江苏 南京 210009)

[摘要] 采用计算机科学计算语言 Fortran77, 基于目前主流操作系统 Win97/98/2000 环境, 结合利用现代办公软件 Office97/2000, 完成了一种水处理试验中实验室常规配水的计算机可视化界面方案辅选程序软件。运用调试结果显示, 该程序软件操作简便、结果合理、可以使用。

[关键词] 计算机辅选; Fortran77; 水处理; 实验室配水

[中图分类号] O6-39 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2002)12-0048-04

随着科学技术的高速发展, 计算机已渗透到人类生产和生活的一切领域, 成为人们面向复杂问题求解、巨量信息处理的一种最重要的工具。计算机技术在水处理中的应用也将参与各种水处理技术的竞争行列。目前已有若干文献报道相关的技术研究, 如水处理工程计算机辅助设计、自动设计系统、CAD 研究、化学水处理系统管理软件的开发与应用、水处理化学品的投加及其浓度控制、水处理运行的相关参数等的计算机自动监控、水中生物处理有

效性的计算机模型分析、水处理计算机测控系统、水质的数据库管理等。

水处理实验室中, 模拟评定试验的水样来源一是可直接从现场取样, 二是可在实验室进行水质模拟配样。针对第二种情况, 为了配好水中各阴、阳离子的浓度, 研究人员须进行一系列的计算、比对、方案挑选工作, 繁琐费时且易出差错。借助计算机来辅选水处理实验室常规配水方案, 目前尚未见相关报道。笔者在这方面为研究人员提供一些参考。

行。经过一年多的运行, 系统运行情况良好, 处理效果稳定可靠; 2001 年春节, 原料车间停车放假近 20 d, 废水处理系统停止运行, 期间放空好氧池, 每日对生物挂膜淋水, 保持湿润。节后进水运行, 约 10 d 左右, 系统恢复处理能力。废水处理效果见表 2。

表 2 废水处理结果和排放标准

项目	pH	COD _{Cr} / (mg L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg L ⁻¹)	石油类/ (mg L ⁻¹)
进水	3~5	1 976.4	854.5	28.6
出水	7.5	100.4	17.8	1.7
处理率/%		95	98	94
排放标准	6~9	130	60	10

由表 2 可知, 处理后排出的各项指标优于《广东省地方标准——水污染物排放标准》(DB44 29—1989) 中的二级标准。

4 运行效果

该工程总投资额为 120 万元, 占地面积 1 500 m², 处理运行费用 0.92 元/m³ 污水。经计算, 丽珠集团利民制药厂原料车间废水治理前后所缴纳的排污费每年可减少近 56 万元, 扣除废水处理站每年的运行费用约 20 万元, 每年可节约费用 36 万元, 仅 4 a

就可收回投资成本, 具有明显的经济效益。

本污水处理系统的建成并投入使用, 使丽珠集团利民制药厂原料车间废水得到了彻底治理, 该厂每日排放 COD_{Cr} 总量减少 1.13 t, BOD₅ 总量减少 0.5 t, 石油类减少 0.016 t, 处理后的废水经韶关市内排污渠排入北江河, 大大减轻了北江河水体的污染负荷。由此可见, 本工程的环境效益显著, 它对减轻周边环境的污染及对北江河流域水环境的保护起到了较大的作用, 具有重要的生态意义和社会意义。

5 存在问题

由于投资的原因, 隔油隔渣池采用人工清理表面浮油浮渣, 这给系统运行管理带来了一定的困难, 在调试阶段后期曾出现因管理操作失误, 致使浮油进入生物处理系统的情况, 造成了一部分生物膜死亡脱落, 影响了处理效率; 运行中还发现, 好氧池表面因曝气形成大量泡沫, 在冬天气温骤降时泡沫更多。建议增设喷淋系统, 使用处理水对泡沫喷淋, 减少泡沫的形成。

[作者简介] 李斌(1973—), 1996 年毕业于天津大学环境工程专业, 助理工程师。联系电话: 0751-8775875。

[收稿日期] 2002-03-29

1 工作目的

针对实验室模拟配制水样,设计出的软件程序,要能够兼顾循环水的浓缩倍数 K 为已知(委托方给出)和未知(由工况条件算出)两种情况;要能够面对目前水样浓度表示单位的多种情况;要能够面对不同工况条件参数的给出与否;要能够面对配制试剂的多种选择形式;最终还要能够给出合理且具体的配水方案建议。最终给出的软件程序定位在界面友好、操作简易、占用计算机资源少,以及备有一定的数据库管理功能。

2 实验部分

2.1 计算机软硬件环境

主频为 133 MHz 以上、内存 16 M 以上、装有 Win97/98/2000 操作系统;科学计算语言 Fortran77 编译器(MS5.0 以上版本,含有编辑命令 ED);界面可视化和文字处理运行环境借助 Office97/2000 套装软件及 Windows 系统自带的简易写字板。

2.2 水处理配水实验

一般常规化学仪器及设备;试验标准参考相关文献。

3 结果与讨论

3.1 设计方法

软件应用程序在编写的过程中,采用结构化程序设计方法。此法强调程序设计风格规范化,结构清晰化,复杂问题的求解分阶段进行,各阶段处理的问题容易理解和进行。具体来说,采用以下方法来保证得到结构化的程序:自顶向下;逐步细化;模块化设计;结构化编码。Fortran77 程序的这种结构,使它具有很大灵活性,编出的程序结构紧凑、灵活而又便于修改。应用程序由一个主程序块和三个辅程序块和三个子程序组成。

3.2 主程序结构

主程序可以独立工作,它在程序执行中起主控

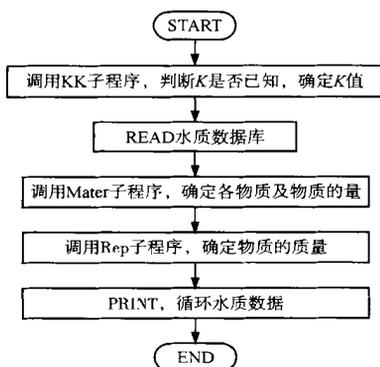


图 1 主程序流程

作用,完成数据的输入并引用函数辅程序进行计算。主程序流程图如图 1,由图 1 可知,本程序由多个程序单位组成,各程序单位单独编译,单独分配内存,此时各程序单位之间数据是没有联系的。但是函数辅程序和子程序辅程序的执行,需要引用程序单位提供实元,而计算结果又要返回到引用程序单位,这样才能完成预定的计算任务。这时就必须考虑程序中不同程序单位间的数据通讯。考虑到要传递的数据很多,故本程序采用建立公用存储块的形式来调用数据。

3.3 辅程序块

3.3.1 辅程序块 A —— K 值的计算

为配制冷却水样,先要确定水样中各阴阳离子的浓度。而离子浓度的确定又与浓缩倍数 K 有关。对于 K 有两种情况:一是用户给出 K 值,另一是用户提供工艺数据,从而计算 K 值。本程序块采用一个函数子程序单位 KK 来完成此项功能,见图 2。

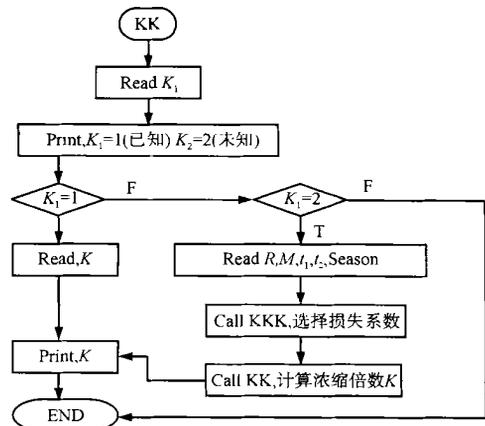


图 2 K 值子程序流程图

由图 2 可知: K 值为已知则可直接输入,如未知则须通过计算求得。在计算 K 值过程中,此程序又内嵌有一个函数辅程序来完成。由如下公式来计算:

$$E = a(R - B) \tag{1}$$

$$a = e(t_1 - t_2) \tag{2}$$

$$D = (0.2\% \sim 0.5\%) R \tag{3}$$

$$M = E + D + B + F \tag{4}$$

式中, E 为蒸发损失, m^3/h ; a 为蒸发损失率, %; e 为损失系数,与季节有关; R 为系统循环水量, m^3/h ; B 为系统排污水量, m^3/h ; t_1, t_2 为循环冷却水进、出冷却塔的温度, ; D 为风吹损失, m^3/h ; F 为渗漏损失, m^3/h ; M 为补充水量, m^3/h 。这些公式都被定义成语句函数,然后通过“哑实结合”计算出 K 值。考虑到风吹损失很小和系统无渗漏时 $F = 0, K =$

$(E/B) + 1$ 。其中损失系数 e 是与季节有关的,春夏秋冬各异,为了使程序有可读性,此程序又设计了一个函数辅程序 KKK,通过判断输入的季节来确定 e 值,进而计算 a 值,程序流程图见图 3。

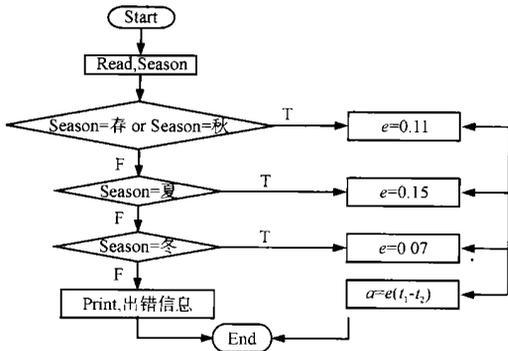


图 3 函数 KKK 的程序流程

3.3.2 辅程序块 B——循环水样的配制

K 值确定后就进行循环水中各离子浓度的计算。依据用浓缩倍数 K 来控制循环水中含盐的浓度关系: $K = C_R / C_M$ (C_R ——循环水某成分的浓度, C_M ——补充水中某成分的浓度),只要输入原水中各离子的浓度,由公式 $C_R = K \times C_M$,就可确定循环水中各离子的浓度。但因输入单位时,原水中各离子的浓度表达方式不确定,所以,本程序设置了两种可能性,一种 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度以 $CaCO_3$ 计,一种是不以 $CaCO_3$ 计,输入原始数据时,可任选一种形式输入。

本辅程序块在循环水样的配选过程中,是根据物质质量守恒定律和溶液中阴、阳离子物质的量平衡来配制的,且各离子浓度都以 $mmol/L$ 来计算。在阴、阳离子配对以给出配水所需物种时调用本程序自带的动态数据库。动态数据库中初始预存有 40 多种常规待选试剂,且若干试剂还以多种形式存在,如有不含结晶水的,有含结晶水的和含结晶水个数不等的。这样,配制水样时,可供使用者挑选。40 多种常规待选试剂据相关文献和循环冷却水常规配制的实际需要所确定,基本覆盖了循环水系统中常见的无机阴阳离子,用户也可添加这个动态库以满足自己的需要。在这个模块中另有两个子程序, Mater 子程序和 Select 子程序。Mater 子程序确定物质的选用配对情况,物质选用按如下规则确定:(1) 少量存在的离子如 Fe^{3+} 、 PO_4^{3-} 等先选配,形式上一般跟比它量多的离子结合起来;(2) 一些物质个别配制,如 SiO_2 , 根据常规一般需要选用 $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$ 。(3) 水样中常见的离子有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- ,

CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等,采用动态的配制,先比较它们的量,同电荷极性的,按量由多到少排序,量多者先配,少者后配。

在输出具体配水物质的量时由另一个子程序 Select 来确定,通过判断配对阴、阳离子两者量的多少,以离子量少的来确定。程序流程如图 4 所示。

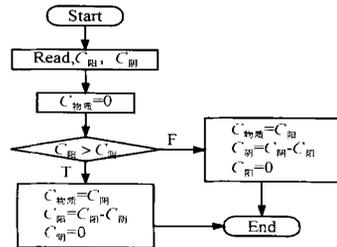


图 4 Select 子程序流程

在 Mater 子程序配对选用过程中,每配选一种物质,就得调用一次 Select 子程序。Select 子程序用于水样各离子成分的含量多寡比较。比较时物质的量是归一化为一价离子具有的量计算的(即电荷归一化),所以在 Mater 子程序输出中,各物质的量都应转换成其原来价态时所具有的量。

物质的量与物质的分子式对应问题的解决,是在动态数据库中,物质的量与物质的分子式分别存放在两组动态数组中,输出时由各自下标值相同的数组单元一一对应。

3.3.3 辅程序块 C——物质质量的确定

在实验室中配制水样时配制溶液的体积也是一个要考虑到的因素,所以又设置了一个辅程序 Rep,只要使用者输入所要配制溶液的体积,计算机自动结合利用“3.3.2”中的结果,就可输出实验室配水时各物质所需的具体质量。使用者为了配制时方便,还可把所有的结果打印输出。

3.4 功能介绍

程序软件可计算循环水浓缩倍数 K 值;处理(输入、输出与计算)工况水质数据;输出待选的配水方案: K 值、配水溶液所需体积、各物质的用量、输出结果存于文件 Results.out 中。

此外,相关数据还可以联结/链结到数据库中。

4 测试应用

以浓缩倍数 K 是未知为实例测试应用如下:

输入工艺参数为:冷却水的循环量 $R = 10\ 000\ m^3/h$,补充水量 $M = 348.8\ m^3/h$,进口水温为 $42^\circ C$,出口水温为 $32^\circ C$,季节为春季,补充水水质见表 1。

自动协调磷酸盐处理在热电厂中的应用

江红¹, 吴楠¹, 程法杰²

(1. 大连石化公司热电厂, 辽宁 大连 116032; 2. 中铝山西分公司设计院, 山西 河津 043300)

[摘要] 磷酸盐处理是高参数汽包锅炉厂为采用的一种炉内水处理方法。锅炉水中适当添加磷酸盐, 能提高锅炉水的缓冲性能, 维持炉水 pH 值, 防止锅炉水冷壁的结垢、腐蚀。而协调 pH-磷酸盐处理除向汽包内添加磷酸盐外, 还添加其他药品, 使锅炉水既有足够高的 pH 值和一定的磷酸盐浓度, 又不含有游离 NaOH, 保证钠磷物质的量比在 2.2~2.8 范围内, 不仅防止钙垢, 而且还防止水冷壁管的碱性腐蚀, 避免炉水 pH 偏低引起的故障。

[关键词] 炉内水处理; 协调 pH-磷酸盐处理; 水冷壁

[中图分类号] TK223.5 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005-829X(2002)12-0051-03

目前, 国内大部分电厂炉内水处理普遍采用单一磷酸盐处理。由于单一磷酸盐处理存在着许多弊端, 如: (1) 当炉水中存在游离 NaOH 时, 造成炉水酚酞碱度升高, 浓度高的 NaOH 易破坏管壁上的磁性氧化铁保护膜, 从而引起水冷壁碱性腐蚀, 导致锅炉爆管。(2) 磷酸盐在高温高压下易发生“隐藏”现象, 其形成的易溶盐附着物与管壁上其他沉积物发生反应, 生成复杂难溶水垢, 并加剧水冷壁管的结垢和腐蚀过程。同时磷酸盐“隐藏”现象产生的游离 NaOH 也对水冷壁有碱性腐蚀。(3) 当凝汽器泄漏时, 有机物进入炉内, 在高温作用下发生分解, 造成炉水 pH 偏低, 易引起锅炉水冷壁管发生磷酸亚铁钠垢并发生脆性腐蚀。为防止上述情况发生, 国内部分电厂采用了协调 pH-磷酸盐控制技术, 达到锅炉防腐、

防垢的目的。

大连石化公司热电厂 4[#] 高压锅炉是 1989 年三期扩建工程中新上的燃油、气负压锅炉, 系上海锅炉厂生产, 型号为 SG-220-100。锅炉给水主要采用一级除盐加混床, 炉内水用单一磷酸盐手动加药处理。由于是燃油锅炉, 局部热负荷过高, 且大连石化公司热电厂为供热电厂, 负责全厂生产装置供水、供汽, 负荷变化频繁, 磷酸盐“隐藏”现象时有发生, 且人工手动调整加药剂量无法精确控制, 极易造成炉水水质恶化。例如, 该炉自投入运行以来, 炉水 pH 值一直偏低, 无酚酞碱度。为了确保机组的安全、稳定运行, 在炉水水质出现异常时, 采用调整锅炉排污, 并用除盐水进行置换的方法, 但都不能在短期内使炉水恢复正常, 造成大量的水、汽损失。后期则通

输出结果如下: 浓缩倍数 $K=1.49$, 表 2 为配制溶液的质量浓度, 表 3 为配制 3.000 L 溶液时溶质

表 1 补充水水质

项目	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Fe ³⁺	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂
质量浓度/(mg L ⁻¹)	87	14.4	165	0.098	282	288	220	12.4

注: pH 值为 7.8。

表 2 配制溶液的质量浓度

物质	质量浓度/(mg L ⁻¹)
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.705
CaCl ₂	367.035
CaCl ₂ ·2H ₂ O	486.150
MgCl ₂ ·4H ₂ O	174.231
MgCl ₂ ·6H ₂ O	205.942
NaCl	215.748
Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	87.198
Na ₂ CO ₃	337.123
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	910.192

的质量。表 2、表 3 可任选其一。

表 3 配制 3.000 L 溶液时溶质的质量

物质	质量/mg
FeCl ₃ ·6H ₂ O	2.115
CaCl ₂	1 101.104
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1 458.450
MgCl ₂ ·4H ₂ O	522.694
MgCl ₂ ·6H ₂ O	617.825
NaCl	647.245
Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	261.595
Na ₂ CO ₃	1 011.370
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	2 730.576

[作者简介] 周桃玉(1964—), 1997 年南京大学硕士毕业, 现南京大学化学化工学院博士生在读。联系电话: (0)13601469094。

[收稿日期] 2002-06-29