

# 废水中有机物生物降解性数据库系统的研究

黄霞 蒋斌

(清华大学环境工程系, 北京 100084)

**摘要** 在全面分析废水中有机物生物降解性数据库系统的需求状态及特点的基础上, 采用软件工程的方法, 面向用户完成了该数据库系统的系统分析和系统设计, 为系统的进一步全面实施奠定了基础。

**关键词** 有机物, 生物降解性, 数据库系统。

工业废水或城市废水中通常含有大量人工合成有机物。其中很大一部分为有毒有害难降解有机物, 常规生物处理效率低, 对环境的危害极为严重。国内外研究者对难降解有机物的生物降解性能及其有效控制技术进行了广泛研究, 取得了许多成果<sup>[1-4]</sup>。但这些研究成果目前主要分散于各种杂志、书刊和文件中, 缺乏现代化的管理手段, 使已有研究成果不能很好地为决策部门、科研部门、各生产厂家及管理部门服务。为进一步深入系统地开展有关难降解有机物的治理研究, 为环保部门、化学品生产部门以及其他有关部门的决策、管理和控制提供有效的科学依据, 有必要对已有的研究成果进行系统的收集、整理、加工和评价, 并建立相应的计算机数据库管理系统。

另一方面, 目前国内外在有毒有害化学品数据库研制方面, 主要侧重于化学品的生物毒性及其在生态环境中的迁移转化规律, 缺乏其在人工生物处理过程中的生物降解性能和有效控制技术等方面的信息<sup>[5]</sup>。

根据以上情况, 本研究主要进行了废水中有机物生物降解性数据库系统的研制, 完成了该数据库系统的系统分析及系统设计。

## 1 数据库系统分析

主要是描述用户对系统功能的需求细节及性能要求, 并说明功能间及功能与数据间的关系。

### 1.1 系统用户类型分析

通过系统需求分析, 本系统的用户主要分为 3 类, 一是具有领导决策性质的, 即决策层次的用户, 如国家环保局、有关立法部门、省市地方环保局、建设部、城建规划部门; 二是具有科研和咨询性质的, 即科研层次的用户, 如科研机构、教学机构; 三是直接服务于企业生产管理的, 即生产及管理层次的用户, 如各行业和各部门的管理机构、各行业和企业的生产厂家。

### 1.2 系统功能分析

根据系统的需求特点, 本系统的功能主要是: ①对工业废水和典型城市废水中有机物的生物降解性能进行查询; ②对单一有机物的生物降解性能进行查询; ③对有机物生物降解性能进行综合分类和查询; ④对含难降解有机物工业废水的有效控制技术进行查询。

采用从系统的顶部逐层进行功能分解的软件工程方法建立系统的功能树, 见图 1。该系统由数据查询、数据管理、图形管理、系统维护、退出系统 5 个功能模块组成。

#### 1.2.1 数据查询功能模块(L)

包括工业废水查询、典型城市废水查询、单一有机物查询和有机物生物降解性综合分类查询 4 个子模块。

工业废水查询模块(L1)又分为废水排放查询、有机物组分和生物降解性查询、生物降解性分类查询、各行业废水有效控制技术查询 4 个子

功能模块。考虑到数据库的完善性,行业废水包括了焦化、石化、造纸、染料、农药、纺织、印染、制药、皮革 9 个行业。其中 L1.1 模块主要是用于查询这 9 个行业的废水排放情况和典型排污厂家的废水排放处理情况。L1.2 模块主要是查询各行业废水中的有机物组分及其生物降解性。

L1.4 模块用于查询目前国内外对有毒有害难降解工业废水的有效控制技术。有机物生物降解性分类查询功能模块(L1.3)主要是在工业废水常规处理条件下,根据各有机物的生物降解性,对其进行分类(分成极难降解、难降解、可降解及易降解 4 类)和查询。

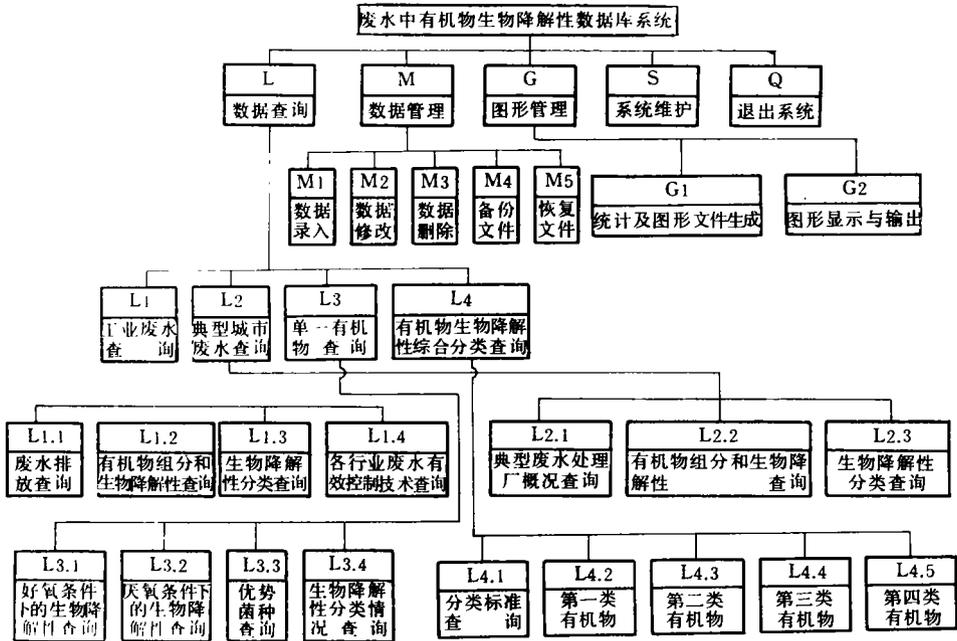


图 1 系统功能树

典型城市废水查询功能模块(L2)主要用来查询城市废水中的有机物组成及其生物降解性能,分为典型城市废水处理厂概况查询、有机物组分和生物降解性查询、生物降解性分类查询 3 个子功能模块。其中,生物降解性分类查询功能模块与工业废水的类同。

单一有机物查询功能模块(L3)主要是查询某单一有机物在单独或加入少量其它碳源条件下的生物降解性能。它分为好氧条件下的生物降解性查询、厌氧条件下的生物降解性查询、优势菌种查询和有机物生物降解性的分类查询 4 个子功能模块。

有机物生物降解性综合分类查询功能模块(L4)是在本系统收集的所有数据基础上,对有机物的生物降解性进行综合分类和查询。经过综

合筛选得到 4 类有机物。由于目前尚无统一的有机物生物降解性判断标准,以下标准供用户参考:

第一类:在工业废水中、城市废水中以及单一有机物的研究结果中均确定为极难降解有机物,且无优势菌种降解;第二类:标准同第一类,但有优势菌种降解;第三类:在工业废水,即有机物浓度相对高的条件下为难降解有机物;第四类:在城市废水,即有机物浓度相对低的条件下为难降解有机物。

### 1.2.2 数据管理功能模块(M)

设置了数据录入、数据修改、数据删除、备份历史文件和恢复历史文件 5 个子功能模块。主要用于对数据库的数据进行维护、管理。

### 1.2.3 图形管理功能模块(G)

包括统计及图形文件生成功能和图形显示输出功能。G1 模块用于对库中的数据进行统计计算,然后将统计结果转换为标准格式文件供生成图形时调用。G2 模块用于显示输出统计图。

### 1.2.4 系统维护功能模块(S)

下有系统设置、用户及口令管理、内存空间察看、磁盘空间察看、WS 编辑、dBASE 命令交互操作、DOS 基本命令操作 7 个子功能模块。

### 1.2.5 退出系统功能模块(Q)

包括返回 DOS 系统(Q1)和退出本系统(Q2)2 个子功能。

### 1.3 数据及数据流分析

在完成系统功能分析后,就需进行系统的数据分析,即分析哪些功能需要哪些数据支持。系

统中的全部数据都要有数据项支持。根据系统功能树的最底层功能模块的需要,进行数据归类分组,并由此设计出数据收集表格,共 8 张。

采用自顶向下的结构化方法进一步绘制数据流程图。系统顶层的数据流程图如图 2 所示。其中,中间数据集是基础数据集中的数据经过统计计算后产生的。

在顶层数据流程图的基础上,经逐层分解可得到各功能模块的最底层功能模块的数据流程图。

本系统的支持数据首先考虑从已有研究报告、研究论文、各行业的现有统计资料等进行收集,今后随着研究工作的进一步深入,逐渐进行扩充。

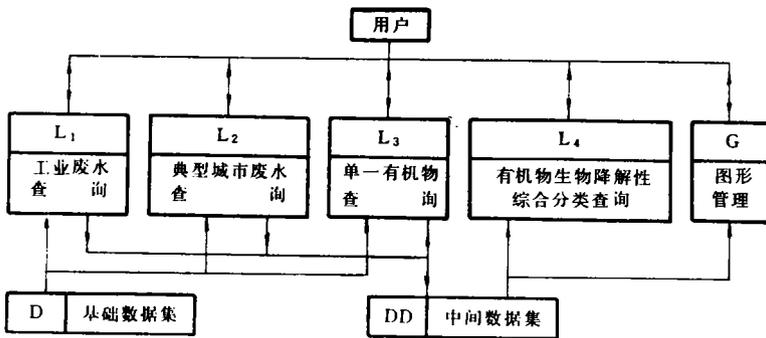


图 2 系统数据总流程图

## 2 数据库系统设计

主要是根据系统分析确定的系统功能树,以最优方式把系统内各组成部分联结在一起,形成一个良好的系统结构,并提出实施方案。

### 2.1 输出及输入设计

用户在进入系统查询模块后,根据提示菜单进入查询功能树的最底层模块。然后根据提示查询条件,将其进行逻辑组合,查询得到满足查询条件的记录。设置所需显示或输出的数据项,最后得到一张包含所有查询信息的表。此表既可在屏幕上显示,亦可在打印机上输出。根据系统的查询需求,共设计输出表格 22 张。

输入表格的设计应使其数据项包括整个系统所必需的全部数据。本系统的输入表格与数据

收集表格基本相同,一共 8 张。

### 2.2 软硬件环境设计

软件是数据库系统的核心,软件环境设计的好坏将决定数据库系统的使用效率及操作人员操作的便利性。

本系统的操作系统采用 MS-DOS3.3 以上版本,中文操作系统采用 UC DOS1.0 以上版本;数据库管理系统软件采用中文版的关系型数据库软件 Foxbase+2.10;以及 C 语言<sup>[6]</sup>。

本系统可在 IBM PC/AT 及其兼容机上运行。要求计算机起码有 640KB 的内存,至少带有一个软盘驱动器及一个硬盘。

### 2.3 数据库结构设计

按照数据库结构设计的原则,对本系统进行了具体的结构设计,共建了 10 个基础数据库和

5 个中间数据库。下面就 10 个基础数据库作简单介绍:

2.3.1 工业废水排放情况数据库(D1.1.1)

该库收集我国 9 个主要行业的概况,主要数据项有行业名、主要产品、主要原料、年总产值、废水排放量、废水一级生物处理率、二级生物处理率、废水水质达标率等 10 项。关键词为行业名。

2.3.2 典型行业生产厂家废水排放及处理情况数据库(D1.1.2)

收集每一行业中的若干个典型生产厂家的废水排放及处理情况,主要数据项有行业名、厂名、主要产品、年总产值、废水排放量、废水 COD、处理工艺、COD 去除率、处理成本、年正常运行天数、不正常运行原因等 23 项。关键词为行业名和厂名。

2.3.3 不正常运行原因数据库(D1.1.3)

此库中所装数据是用来解释库 D1.1.2 中的“生化装置不正常运行原因”数据项的。

2.3.4 工业废水中的有机物组分和生物降解性数据库(D1.2)

各行业典型厂家所产生的废水中的有机物的有关数据均收集在本库。主要数据项有行业名、厂名、废水种类、有机物名称、有机物的进水浓度、进水 COD 浓度、占进水总 COD 百分比、出水有机物浓度、出水 COD 浓度、占出水总 COD 百分比、COD 去除率、一级生物降解速率、生物降解性能、生物抑制性等 22 项。关键词为行业名和厂名。

2.3.5 分类标准数据库(D1.3)

该库中登记 3 种分类标准:第一种为工业废水或城市废水处理条件下有机物生物降解性的分类标准;第二种为单一有机物情况下的生物降解性分类标准;第三种为综合判断有机物生物降解性的分类标准。关键词为标准类别。

2.3.6 有效控制技术数据库(D1.4)

收集目前国内外对有毒有害难降解工业废水的有效控制技术。其中数据项包括行业名、废水种类、研究单位、有效控制技术、年度。关键词为废水种类和研究单位。

2.3.7 典型城市污水处理厂概况数据库(D2.1)

收集典型城市污水处理厂的基本概况,数据项包括厂名、处理规模、工业废水所占比例及来源、处理工艺等 13 项。关键词为厂名。

2.3.8 典型城市废水中的有机物组分和生物降解性数据库(D2.2)

该库的结构基本与库 D1.2 相同。关键词为厂名。

2.3.9 单一有机物生物降解性数据库(D3.1)

收集国内外有关单一有机物条件下的生物降解性能方面的数据。其库结构除一部分与库 D1.2 的结构相同之外,还增加了处理有机物时

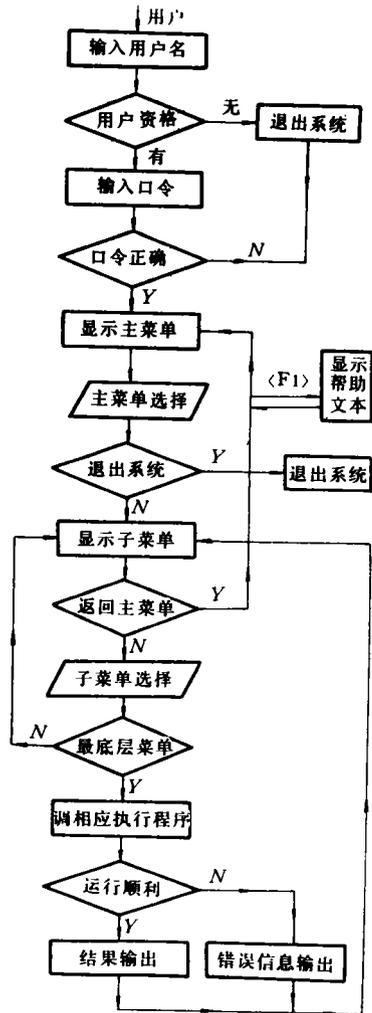


图 3 总控逻辑框图

的供氧状况数据项以及降解某一有机物的菌种

的驯化难易程度、有无优势菌种等数据项，一共有 27 项。关键词为有机物 CA 分类号。

### 2.3.10 优势菌种数据库(D3.2)

收集有关能降解一般菌种难以降解的有机物的各种优势菌种的数据，数据项包括被降解的有机物名称、优势菌种英文名称、处理效率、反应时间、反应温度及数据来源等 12 项。关键词为优势菌种英文名称。

### 2.4 系统总控设计

总控系统的功能有两个方面，一是外部引导功能，用清楚明了的方式引导用户进入系统和使用系统，引导方式如菜单、帮助信息、系统提示信息以及出错信息等；二是内部控制功能，通过总控系统的协调处理，完成各子系统的调用与衔接，选用合适的方式，实现本系统的总体功能，并控制整个系统的进入和退出。

总控系统的设计框图见图 3。

采用 Foxbase+2.1 编写。特点是：用户界面采用菜单方式，可用光标选择，亦可用字母或数字选择，灵活、方便、直观，便于操作；有用户资格询问及口令设置，可防止非法进入；设有帮助文

本及错误处理；用户可根据自己的喜好任意选择设置各级菜单颜色，屏幕色彩多变，用户界面良好。

### 3 结 论

本研究在全面分析用户需求及特点的基础上，完成了废水中有机物生物降解性数据库系统分析与设计。为其进一步实施奠定了基础。该数据库系统的建立将为进一步系统深入地开展降解有机物的治理研究，为环保部门、化学品生产部门以及其他有关部门的决策、管理和控制提供一个有效的科学依据。

### 参 考 文 献

- 1 钱易. 环境科学. 1986, 7(2): 86
- 2 Tabak H H et al. JWPCF. 1981, 53(10): 1503
- 3 孙玉修, 刘毓樱. 环境科学丛刊. 1983, (2): 59
- 4 Sidney A H et al. JWPCF. 1986, 58(1): 27
- 5 NRPIC 系统专题组. 环境科学丛刊. 1990, 11(5): 2
- 6 宋振铎. 高速关系数据库管理系统: 汉字 FOXBASE PLUS 教程. 西安: 西安交通大学出版社, 1990

(上接第 22 页)

芳香杂环物，可考虑加入絮凝剂(聚铁或聚铝)处理。中试好氧处理出水，加入聚铁混凝剂后上述物质少有检出。

### 3 结 论

(1) 从中试好氧生物膜分离培养得到菌种 18 株，分属于 11 个属。通过对这些细菌数量及降解能力进行研究，证实本处理系统具有较高生物量。中试投加菌大部分仍存于反应器中并占有优势，其中具最强降解能力的菌株属于气单胞菌属。

(2) 从中试好氧处理出水有机成分分析可知，引起出水剩余 COD<sub>C</sub> 值主要是低分子量的有机物，如：2,3-二甲基己烷、四氢吡咯、2-丙基咪喃、2-甲基丁烯等。可用絮凝剂进一步处理。

### 参 考 文 献

- 1 郑元景等. 生物膜法处理污水. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986: 14—16
- 2 罗国维等. 工业废水处理技术研究及应用. 广州: 华南理工大学出版社, 1992: 28—117
- 3 贾省芬等. 环境科学. 1992, 13(5): 20
- 4 林世光. 环境科学. 1994, 15(5): 43
- 5 中国科学院微生物研究所细菌分类组. 一般细菌常用鉴定方法. 北京: 科学出版社, 1982
- 6 R·E·布坎南等. 伯杰细菌鉴定手册(第八版). 北京: 科学出版社, 1982
- 7 Janssen D B et al. Appl. Microbiol. Biotechnol. 1988, 27(4): 392
- 8 曹孟德等. 中国环境科学. 1991, 11(5): 34
- 9 Franz B T et al. Microbial Degradation of Synthetic Recalcitrant Compounds, Biotech. Adv. 1987, 5(1): 85
- 10 (日)微生物研究法讨论会编. 微生物学实验法. 北京: 科学出版社, 1981
- 11 张益储. 上海环境科学. 1992, 11(3): 35
- 12 陈正夫等. 上海环境科学. 1991, 10(5): 27

# Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

experiment, atmospheric monitoring.

**Study on the Biodegradabilities of Dyes under the Aerobic Conditions.** An Huren (China-Japan Friendship Environ. Protection Centre, Beijing 100029), Qian Yi et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(6), 1994, pp. 16—19

Three simple and practical aerobic biodegradability test methods, i. e., static flask screening test, Warburg respirometry and semi-continuous activated sludge system, were chosen depending on the characteristics of dyes to test the biodegradabilities of 26 water soluble dyes. The results of tests using these three methods were compared and the reasons for the differences between these results were explained. The effects of environmental factors on the biodegradability tests were also discussed. It was found that most of the dyes studied are refractory under the aerobic conditions, and the semi-continuous activated sludge system is a favourable and more precise test method although it takes a longer time.

**Key words:** dyes, biodegradability, aerobic.

**Study on the Mechanism of the Bacteria-added Biological Contact Oxidation Process in the Treatment of Wastewater from Jiemycin Production Process.** Luo Guowei and Yang Danqing et al. (Institute of Environ. Sci., South China Normal University, Guangzhou 510631); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(6), 1994, pp. 20—22

This paper deals with a treatment system in which the "hydrolytic acidification - two staged biological contact oxidation-coagulation" process was used to treat a high strength wastewater from the production process of jiemycin. Particularly, it relates to the characteristics, distribution patterns and degradative functions of its aerobic microbial films. The selection and breeding of efficiently degradative bacteria, and whether or not the added bacteria can keep its dominance in the reactor were also studied to explore the mechanism of treating jiemycin wastewater by using the bacteria-added biological contact oxidation process. By the separation and identification of aerobic microbial films from this system, 18 strains bacteria species in 11 genera were obtained. Their distribution of bacteria counts and the effectiveness of degrading organics show that after passing through a pilot operation the added bacteria still exist in the reactor and take the dominant position, and the most dominant strain was identified to be in *Aeromonas*. Both qualitative and quantitative analyses of the effluents from pilot aerobic treatments were made to find the reasons for causing the remaining COD<sub>Cr</sub> values.

**Key words:** jiemycin wastewater, bacteria-added biological contact oxidation process, dominant species of bacteria, biodegradability, GC/MS.

**Classification of Atmospheric Pollution Areas and Afforestation Models.** Zhao Yong and Li Shuren (Henan University of Agriculture, Zhengzhou 450002); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(6), 1994, pp. 23—27

Based on the monitoring and predictive analysis of atmospheric pollutants, the clustering analytic method and synthetic index method were used to classify the pollution areas into four types and to classify the greening vegetations into three types in terms of the size of index value. Then further based on the features of pollution for each type of pollution areas, corresponding afforestation models and plant species were selected to green the areas in order to improve the atmospheric environmental quality there. The study demonstrates that more serious single and compounded pollutions generally took place at 300 to 4000m leeward from pollution sources, where an afforestation model consisting of the proper combination of arbor, bush and grass was better in improving the quality of atmospheric environment.

**Key words:** afforestation model, atmospheric pollution, synthetic index.

**Study on the Database System for the Biodegradabilities of Organics in Wastewaters.** Huang Xia and Jiang Bin (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(6), 1994, pp. 28—32

Based on analyzing in an all-round way the status of demand for the database systems for biodegradabilities of organics in wastewaters and their features, and by using a software engineering method, the systems analysis and systems design of the users-oriented database system have been completed that form a firm basis for further implementing the system.

**Key words:** wastewater, organics, degradability, database system.

**Study on the Electrode Polarization in the Electrolytic Treatment of Lead Wastes Containing Gold and Silver.** Zhang Zhongyan, Liang Huqi et al. (Shanghai University of Technology, Shanghai 200072); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(6), 1994, pp. 33—37

A detailed study, based on the theories of electrochemical thermodynamics kinetics, was carried out on the polarization behaviour and process conditions in the electrode processes of separating gold and silver from lead and obtaining a pure lead