

Online Analytical Systems Engineering Technology

在线分析系统 工程技术

高喜奎 主编 朱卫东 程明霄 副主编



化学工业出版社

014009901

TH
84

Online Analytical Systems Engineering Technology

在线分析系统 工程技术

高喜奎 主编 朱卫东 程明霄 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1695863

TH
84

100000210

本书全面介绍了在线分析系统的基本知识、系统构成、设计制造、项目管理和工程应用。第一篇概论介绍了在线分析系统的专业基础知识,包括系统的分类、组成、主要性能特性及发展。第二~五篇重点介绍了组成在线分析系统的在线气体分析仪器、在线水质分析仪器、样品处理系统、数据采集处理系统等。第六篇介绍了在线分析系统的工程设计、集成制造、项目管理及运行管理。第七篇和第八篇重点介绍了在线分析系统在石油化工、化工、冶金、电力、建材等流程工业和环境监测等领域的工程技术应用及典型案例。

本书集中了在线分析技术行业众多专家的智慧和经验,是国内首次全面介绍在线分析系统工程技术的专业图书,内容覆盖面广,可供从事在线分析监测及应用的科技人员阅读;特别适合从事在线分析应用的设计院所,化工、石油化工、冶金、电力、建材等流程工业的直接用户,环境监测单位的专业技术人员,以及从事在线分析系统设计、制造、运行的专业技术人员参考使用。也可作为高等院校现代仪器分析课程的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

在线分析系统工程技术/高喜奎主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-122-18199-2

I. ①在… II. ①高… III. ①机械系统-系统工程 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 188882 号

责任编辑:傅聪智 任惠敏

文字编辑:王琳 张艳

责任校对:宋夏

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张57 字数1461千字 2014年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:199.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2013—20 号

《在线分析系统工程技术》

编委会

主 任：高喜奎

副 主 任：朱卫东 程明霄

编 委（按姓氏拼音排列）：

程明霄	高喜奎	洪陵成	金义忠	刘 骁	王复兴
王辉龙	王清华	徐淮明	杨 飞	朱建平	朱卫东

编写人员名单

主 编：高喜奎

副 主 编：朱卫东 程明霄

各篇主编：高喜奎 朱卫东 程明霄 洪陵成 王复兴 张印强 徐淮明

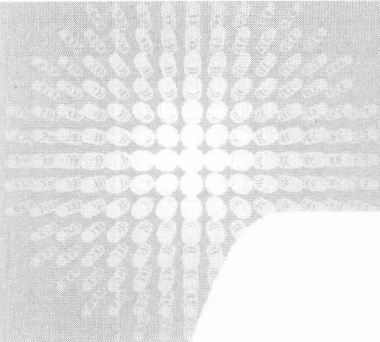
参加编写人员（按姓氏拼音排列）：

艾红晶	程明霄	范黎锋	高喜奎	顾潮春	洪陵成
姜培刚	金义忠	刘 伟	柳晓峰	梅义忠	彭永强
汪红志	王复兴	王辉龙	王 翔	吴世民	肖 伟
徐淮明	杨 飞	杨培强	张红艳	张印强	张智渊
赵 雷	赵玉海	朱卫东	卓 尔	邹海平	

审稿人员名单

主 审：金钦汉 胡满江 范忠琪

技术审核：金义忠 王复兴 张智渊 王辉龙 刘 虎



《在线分析系统工程技术》

主要参编单位

南京分析仪器厂有限公司

南京工业大学

河海大学

西门子(中国)有限公司

赛默飞世尔科技(中国)有限公司

西克麦哈克(北京)仪器有限公司

哈希公司

优胜光分仪器南京有限公司

江苏省烟气监测及应用工程技术研究中心

江苏德林环保技术有限公司

南京埃森环境技术有限公司

南京霍普斯科技有限公司

南京科朗分析仪器有限公司

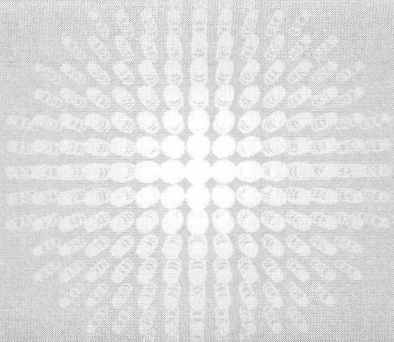
北京西比仪器有限责任公司

厦门格瑞斯特环保科技有限公司

上海纽迈电子科技有限公司

杭州鼎利环保科技有限公司

重庆凌卡分析仪器有限公司



序

分析技术在现代科学技术中占有越来越重要的地位，在线分析监测技术是分析技术的重要组成部分，为在线分析监测提供检测装备的在线分析仪器及在线分析系统技术也是现代科学仪器技术的重要组成部分。国民经济的发展和社会的进步，特别是国家节能、减排、安全、环保等领域重要国策的实施，以及发展绿色经济、建设生态环境的需要等，都离不开在线分析监测技术的应用。

近十余年来，国家十分重视工业自动化、信息化与环境监测技术的发展。在线成分分析是信息的重要来源，它是工业流程自动化工艺组分控制的直接参量，也是重点污染源污染物排放以及各种环境参数的重要信息，还是工业化和信息化两化融合的重要信息源泉。国家节能、减排、环保政策的驱动和对科学仪器产业的重视与投入，促进了在线分析监测技术和分析仪器技术水平的提高，也促进了我国在线分析仪器及分析系统行业的蓬勃发展。

当今时代，在线分析监测技术的应用已经非常广泛，国内在线分析仪器的应用也已经从单台仪器应用发展到在线分析系统工程技术的应用。特别是样品取样处理技术、在线分析仪器技术、计算机技术、化学计量学、系统工程学等学科的发展，推动了在线分析系统工程技术快速发展。目前，国内介绍在线分析系统工程技术的图书很少，在线分析行业迫切希望有适合在线分析监测技术人员参考的图书。

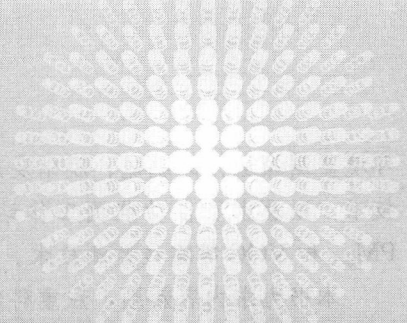
在此背景下，南京分析仪器厂有限公司牵头，南京工业大学、河海大学等单位参与，邀请了国内有关单位近 30 位从事在线分析监测技术设计、制造、应用，并具有丰富实践经验的专家，经过近两年时间，共同编写了《在线分析系统工程技术》一书。此书全面介绍了在线分析系统的基本知识、系统构成、设计管理及工程应用，内容覆盖面广，具有先进性、实用性和可读性。因此，我特向广大读者推荐此书，尤其向从事在线分析监测技术应用的工程技术人员推荐阅读。

此书的出版，契合了行业的需求，定将为在线分析系统工程技术的推广应用和技术进步做出贡献。

陆婉珍

中国科学院院士

2013 年 8 月



前言

在线分析监测技术是现代分析测试技术的重要组成部分，在线分析仪器和在线分析系统也是现代科学仪器的重要组成部分。在线分析监测技术的应用，特别是在线分析仪器及在线分析系统工程技术的应用，在实现在线分析的成分量信息与工业过程自动化信息的融合、参与工业过程的实时优化控制，以及为环境监测等领域提供重要在线监测设备与信息等方面，都发挥了重要作用。在线分析监测技术在促进国家节能、减排、安全、环保政策实施，以及在发展绿色经济、建设生态环境等方面均发挥了重要作用，产生了重大的技术、经济与社会效益。

为促进在线分析监测技术的推广应用，我国分析仪器行业主要创始人、测量与控制领域的著名科学家朱良漪先生曾多次指出：国内介绍在线分析系统应用技术的科技图书甚少，希望国内从事在线分析仪器研发的业内专家积极参与编写介绍在线分析系统及样品取样处理系统技术等方面的专业图书。朱良漪先生还委托分析技术行业的著名专家胡满江先生与有关企业专家协调推动在线分析技术应用专业图书的编写。在朱良漪先生等老一辈专家的鼓励下，由分析仪器行业的业内专家——南京分析仪器厂有限公司高喜奎博士牵头，朱卫东教授级高工协同策划，于2011年7月启动了本书的编写工作。编写过程中邀请了南京工业大学程明霄教授、河海大学洪陵成教授，业内专家王复兴、王辉龙、金义忠、杨飞、张智渊等，以及从事在线分析技术应用的各个专业的近30位专家和技术人员参与。本书是这些专家集体智慧的结晶，也是国内首次全面、系统地介绍在线分析系统工程技术的专业科技书。

本书详细介绍了国内应用的在线分析仪器及在线分析系统工程技术，分为8篇42章。

第一篇为在线分析系统工程技术概论，重点介绍在线分析系统工程技术的基本知识、有关专业概念及术语，首次较为系统地提出了国内应用的在线分析系统的分类，在线分析系统的基本组成、主要功能、技术性能特性及其应用发展。

第二篇到第六篇主要介绍在线分析系统的构成、设计制造与工程管理。其中：第二篇和第三篇分别介绍在线分析系统的核心技术——在线气体分析仪器及在线水质分析仪器技术；第四篇系统介绍了在线分析系统的关键技术——样品处理系统及其关键部件技术；第五篇全面介绍了在线分析系统的数据采集、处理、传输及信息监控的专业技术；第六篇重点介绍了在线分析系统的工程项目管理、分析系统设计与集成制造技术，包括安全防护、分析小屋等公用工程与附属装置，以及分析系统可靠性、工程质量管理与运行维护管理技术。

第七篇和第八篇是在线分析系统应用技术部分。第七篇重点介绍在线分析系统在石油化工、化工、冶金、电力、建材等流程工业中的工程应用技术及典型案例。第八篇重点介绍在

环境监测领域内的脱硫、脱硝及垃圾焚烧炉等烟气连续排放监测系统（CEMS）的在线监测技术，以及水质自动监测工作站等工程应用技术与典型案例，还介绍了最新应用的大气PM_{2.5}和VOC等在线监测技术。

本书力求内容新颖，注重科学性、技术先进性和实用性，具有一定深度和广度，希望对读者开卷有益。本书可供国内流程工业及环境监测等有关在线分析技术领域内从事在线分析监测及应用的科技人员阅读；特别适合从事在线分析监测技术应用的设计院所、在线分析的直接用户、环境监测部门的专业技术人员，以及从事在线分析系统设计、制造、运行和维护的专业技术人员参考使用；也可作为高等院校现代仪器分析课程的参考教材。

本书的编写历经近两年时间，参编人员都是从事在线分析仪器及分析系统工程技术设计、制造、应用，并具有丰富实践经验的技术专家和科技人员，他们不辞辛劳、无私奉献，为本书贡献了宝贵的技术知识与经验。本书在编写过程中，参考了大量技术文献，包括国内有关技术专著、技术论文、行业标准、国内外仪器公司的最新产品样本资料等，特别是参考了我国近几届在线分析仪器国际论坛论文集发表的有关论文。

本书编写中，特邀国内分析技术行业的著名专家金钦汉教授、胡满江教授、范忠琪教授担任主审，并邀请业内有关专家参与技术审核。各位专家对书稿进行了认真审阅，提出许多宝贵意见，大大提升了本书内容的准确性和可读性。本书文稿由朱卫东教授级高工负责修改统稿。

为此，本书编委会谨向热情支持、关心和积极参与本书编写、审核的各位专家表示崇高的敬意！也向本书引用的参考文献作者、产品样本资料及其他参考资料的提供者表示衷心的感谢！

衷心感谢国内分析技术领域的著名科学家、中国科学院陆婉珍院士为本书作序。本书的编写还得到南京分析仪器厂有限公司等十多家参编单位的领导、有关专家、科技人员和南京工业大学有关师生的支持和协助，特此致谢。

尽管本书在成稿过程中历经多次、反复修改，但编写人员受编写精力及专业水平所限，书中的技术表达难免有不到之处，敬请各位专家、读者指正。

《在线分析系统工程技术》编委会

2013年8月

目录

CONTENTS

第一篇 在线分析系统工程技术概论

第1章 在线分析系统工程技术基本

知识..... 2

1.1 在线分析系统工程技术基本概念 2

1.1.1 在线分析系统技术基本知识 2

1.1.2 在线分析系统集成技术相关知识 ... 3

1.1.3 在线分析系统工程技术有关概念 ... 4

1.1.4 在线分析系统技术常用专业词语 ... 6

1.2 在线分析系统发展的有关论述和技术 方向 8

1.2.1 在线分析系统技术发展的有关 论述 8

1.2.2 在线分析系统技术的发展方向 9

1.3 在线分析系统技术的应用与发展 11

1.3.1 在线分析监测技术的应用 11

1.3.2 在线分析系统技术的发展历程与 前景 13

第2章 在线分析系统的分类、组成及

性能特性 16

2.1 在线分析系统及在线分析仪器的分类 ... 16

2.1.1 在线分析仪器的分类 16

2.1.2 在线分析系统的分类 17

2.1.3 取样式在线分析系统的分类 18

2.1.4 非取样式在线分析系统的分类 21

2.2 取样式在线分析系统的组成 22

2.2.1 取样式在线分析系统的基本组成 ... 22

2.2.2 正压式取样在线分析系统的组成 ... 23

2.2.3 冷干法抽取式在线分析系统的 组成 24

2.2.4 热湿法抽取式在线分析系统的 组成 25

2.2.5 稀释抽取式在线分析系统的组成 ... 26

2.2.6 紧密耦合式在线分析系统的组成 ... 27

2.3 非取样式在线分析系统的组成 28

2.3.1 直接测量式在线分析系统的组成 ... 28

2.3.2 遥测气体分析系统的组成 28

2.4 在线分析系统的技术特性 29

2.4.1 在线分析系统的技术特性概念 29

2.4.2 在线分析系统的主要特性 31

2.4.3 在线分析系统的主要技术指标 34

2.4.4 CEMS的主要检测技术要求 37

第二篇 在线气体分析仪器

第3章 在线气体分析仪器概述 40

3.1 在线气体分析仪器基本知识 40

3.1.1 在线分析仪器的定义与应用 40

3.1.2 在线气体分析仪器的细化分类 40

3.1.3 在线气体分析仪器相关技术标准 ... 42

3.1.4 在线气体分析应用相关专业词语 ... 42

3.2 在线分析仪器及分析系统技术进展 43

3.2.1 分析检测器的研究与应用 43

3.2.2 分析流路技术与新型器件的应用 发展 44

3.2.3 在线分析技术自动化与智能化 应用 45

3.2.4 在线分析仪器及分析系统应 用技术的发展 46

3.3 我国在线分析检测技术发展展望 46

3.3.1 在线分析技术近期发展任务及 课题 46

3.3.2 振兴我国仪器仪表产业发展展望 ... 48

第4章 在线红外光谱气体分析仪 49

4.1 光谱分析测量原理及应用技术 49

4.1.1	电磁辐射波谱特性	49	5.2.1	紫外吸收光谱气体分析仪原理与结构	96
4.1.2	吸收光谱法测量原理	50	5.2.2	紫外吸收光谱气体分析仪关键部件	97
4.1.3	在线光谱分析技术的应用	51	5.2.3	紫外吸收光谱气体分析仪性能特性	101
4.2	在线红外气体分析仪	52	5.2.4	紫外差分吸收光谱测量原理与技术	103
4.2.1	红外气体分析测量原理	52	5.2.5	紫外吸收光谱气体分析仪典型产品及应用	105
4.2.2	红外气体分析仪的分类及其特点	55	5.3	在线紫外荧光光谱气体分析仪	108
4.2.3	红外检测器的几种结构与原理	56	5.3.1	紫外荧光光谱分析特性	108
4.2.4	非分光型红外气体分析仪	60	5.3.2	紫外荧光 SO_2 分析仪测量原理	109
4.2.5	固定分光型红外气体分析仪	64	5.3.3	紫外荧光 SO_2 分析仪结构组成	109
4.2.6	高温多组分红外气体分析仪	65	5.4	在线化学发光法气体分析仪	110
4.2.7	各类红外气体分析仪的性能特点	68	5.4.1	化学发光法基本测量原理	110
4.2.8	红外气体分析仪的工程应用	69	5.4.2	化学发光气体分析测量方法	111
4.3	在线近红外光谱分析仪	71	5.4.3	化学发光气体分析仪组成部件	112
4.3.1	近红外光谱分析测量原理	71	5.4.4	化学发光气体分析仪典型产品	113
4.3.2	近红外光谱分析仪基本组成	72	5.5	在线拉曼光谱分析仪	114
4.3.3	近红外光谱分析仪关键部件	73	5.5.1	在线拉曼光谱分析仪测量原理	115
4.3.4	近红外光谱分析仪技术特点	74	5.5.2	在线拉曼光谱分析仪结构组成	117
4.3.5	光纤在近红外光谱分析中的应用	75	5.5.3	拉曼光谱分析与色谱分析的比较	119
4.3.6	近红外光谱分析在石油化工中的应用	76	5.5.4	在线拉曼光谱分析仪在石化中的应用	120
4.4	在线傅里叶变换红外光谱分析仪	77	第6章 在线核磁共振分析仪		121
4.4.1	傅里叶变换红外光谱分析测量过程	77	6.1	核磁共振技术原理	121
4.4.2	傅里叶变换红外光谱分析测量原理	78	6.1.1	核磁共振技术简述	121
4.4.3	傅里叶变换红外光谱分析系统组成	80	6.1.2	脉冲核磁共振基本原理	121
4.4.4	迈克尔逊干涉仪结构与原理	81	6.2	核磁共振波谱技术	123
4.4.5	FT-IR 用于 CEMS 的典型产品	82	6.2.1	概述	123
第5章 激光及紫外等在线光谱分析仪		84	6.2.2	高分辨核磁共振波谱技术	125
5.1	在线激光光谱气体分析仪	84	6.2.3	固体核磁共振波谱技术	125
5.1.1	激光光谱气体分析测量原理与特点	84	6.3	核磁共振弛豫谱分析技术	126
5.1.2	激光光谱气体分析仪的分类	85	6.3.1	弛豫机理概念	126
5.1.3	激光光谱气体分析仪基本结构	89	6.3.2	弛豫测量方法	127
5.1.4	激光光谱气体分析仪关键部件	91	6.3.3	扩散弛豫及扩散系数测量	128
5.1.5	激光光谱气体分析仪的测量组分及应用	93	6.3.4	T_2 弛豫-扩散弛豫二维谱	129
5.1.6	激光光谱气体分析仪的安装使用及维护	94	6.4	在线核磁共振分析仪结构特点	130
5.2	在线紫外吸收光谱气体分析仪	96	6.4.1	核磁共振分析仪的分类	130
			6.4.2	在线核磁共振分析仪基本结构	131

6.4.3 在线核磁共振分析仪的特点	133	8.2.3 飞行时间质谱仪工作原理	189
第7章 在线气相色谱仪	134	8.3 在线质谱仪关键部件	190
7.1 在线气相色谱仪测量原理及组成	134	8.3.1 离子源及离子检测器	190
7.1.1 在线气相色谱仪测量原理	134	8.3.2 质谱仪的真空系统	195
7.1.2 在线气相色谱仪基本组成	138	8.3.3 质谱仪的进样系统	196
7.1.3 在线气相色谱仪主要技术指标	139	8.4 在线质谱仪的应用与典型产品	198
7.2 在线气相色谱仪的检测器	141	8.4.1 在线质谱仪的应用	198
7.2.1 概述	141	8.4.2 在线质谱仪典型产品	200
7.2.2 热导检测器 (TCD)	142	第9章 热导、磁氧、电化学等在线	
7.2.3 氢火焰离子化检测器 (FID)	143	分析仪	203
7.2.4 火焰光度检测器 (FPD)	145	9.1 热导气体分析仪	203
7.3 在线气相色谱仪的色谱柱及分析流路	147	9.1.1 热导气体分析仪测量原理	203
7.3.1 在线气相色谱仪的色谱柱	147	9.1.2 热导气体分析仪的组成与关键	
7.3.2 在线气相色谱仪的分析流路及柱		部件	205
系统	150	9.1.3 微流型热导传感器及检测器结构	207
7.3.3 在线气相色谱仪的色谱柱箱	153	9.1.4 热导气体分析仪的性能与误差	
7.4 在线气相色谱仪的各种阀件	156	分析	209
7.4.1 色谱仪常用阀件的功能与类型	156	9.1.5 热导气体分析仪典型产品	210
7.4.2 色谱仪的常用阀件	157	9.2 顺磁氧分析仪	211
7.5 在线气相色谱仪的控制系统与机箱		9.2.1 概述	211
结构	161	9.2.2 热磁式氧分析仪	213
7.5.1 电子控制系统	161	9.2.3 磁力机械式氧分析仪	216
7.5.2 显示器及网络工作站	162	9.2.4 磁压力式氧分析仪	218
7.5.3 机箱结构	163	9.2.5 氧分析仪误差分析及调试维护	221
7.6 在线气相色谱仪的分析及标定	165	9.3 固体电解质氧化锆氧分析仪	222
7.6.1 色谱峰的识别及定性分析	165	9.3.1 氧化锆氧分析仪测量原理及分类	222
7.6.2 在线气相色谱仪的定量分析	166	9.3.2 直插式氧化锆氧分析仪	225
7.6.3 在线气相色谱仪的取样及辅		9.3.3 抽取式氧化锆氧分析仪	228
助气体	169	9.4 电化学式气体分析仪	229
7.6.4 在线气相色谱仪的分析标定	171	9.4.1 电化学式气体分析仪的分类及	
7.7 在线气相色谱仪典型产品	172	原理	229
7.7.1 国内常用进口在线气相色谱仪		9.4.2 燃料电池式氧分析仪	230
典型产品	172	9.4.3 电解池式氧分析仪	233
7.7.2 国产在线气相色谱仪典型产品	175	9.4.4 定电位电解式气体检测仪	234
第8章 在线质谱仪	177	9.4.5 电化学分析仪典型产品	236
8.1 概述	177	9.5 在线气体水分测量仪	236
8.1.1 在线质谱分析基本知识	177	9.5.1 概述	236
8.1.2 在线质谱仪的基本组成	182	9.5.2 电容式在线湿度测量仪	237
8.2 各类在线质谱仪工作原理	184	9.5.3 电解式微量水分析仪	239
8.2.1 四极杆质谱仪工作原理	184	9.5.4 晶体振荡式微量水分仪	242
8.2.2 扇形磁场质谱仪工作原理	187	9.5.5 半导体激光微量水分仪	242

9.5.6 光纤式在线水露点分析仪	244	9.6.2 醋酸铅纸带法硫化氢分析仪	246
9.6 在线硫分析仪	244	9.6.3 紫外荧光法总硫分析仪	248
9.6.1 在线硫分析仪的分类及应用	244	9.6.4 X射线荧光法总硫分析仪	249

第三篇 在线水质分析仪器

第10章 在线水质分析监测技术	254	概念	296
10.1 概述	254	11.4.2 ORP监测仪的测定方法及原理	296
10.1.1 在线水质分析监测的应用	254	11.4.3 ORP在线监测仪典型产品	297
10.1.2 在线水质分析仪器分类	255	11.5 电导率在线监测仪	298
10.1.3 在线水质分析技术与产业发展	255	11.5.1 电导率的基本概念	298
10.2 流动注射水质分析技术	257	11.5.2 电导率仪的测定方法及原理	298
10.2.1 概述	257	11.5.3 电导率仪的典型产品	299
10.2.2 流动注射分析技术原理	257	第12章 水中有机污染物在线分析仪	301
10.2.3 流动注射分析仪器的主要组成	258	12.1 COD/BOD/TOC的概念及相关性	301
10.2.4 流动注射分析技术的特点	261	12.1.1 化学需氧量(COD)的概念	301
10.2.5 顺序注射分析技术	262	12.1.2 生物化学需氧量(BOD)的概念	302
10.3 光谱法水质分析技术	265	12.1.3 总有机碳(TOC)的概念	303
10.3.1 光谱法水质分析的原理	265	12.2 COD在线分析仪	303
10.3.2 UV法水质分析技术	266	12.2.1 COD测量原理、方法及装置	303
10.3.3 荧光法水质分析技术	269	12.2.2 COD测定技术的进展	306
10.4 电化学法水质分析技术	272	12.2.3 COD _{Cr} 、COD _{Mn} 及COD _{UV} 在线 监测仪	307
10.4.1 电化学法水质分析的原理	272	12.3 BOD在线分析仪	311
10.4.2 电化学水质分析仪的组成及 特点	274	12.3.1 BOD测量原理	311
第11章 浊度/溶解氧/pH/ORP/电导率 五参数在线监测仪	276	12.3.2 BOD测定方法	313
11.1 浊度在线监测仪	276	12.3.3 BOD在线检测仪典型产品	315
11.1.1 浊度测定方法及原理	276	12.4 TOC在线分析仪	316
11.1.2 浊度在线监测仪的组成及部件	279	12.4.1 TOC测定原理	316
11.1.3 在线浊度仪典型产品	281	12.4.2 TOC测定方法及比较	317
11.2 溶解氧在线监测仪	283	12.4.3 TOC在线分析仪及干扰影响	319
11.2.1 溶解氧测定方法及原理	283	第13章 水中营养盐在线分析仪	322
11.2.2 溶解氧在线监测仪的组成	286	13.1 氨氮在线分析仪	322
11.2.3 溶解氧在线监测仪典型产品	287	13.1.1 氨氮在线分析概述	322
11.3 pH在线监测仪	289	13.1.2 纳氏试剂分光光度法氨氮分 析仪	322
11.3.1 pH测定概述	289	13.1.3 水杨酸分光光度法氨氮分析仪	324
11.3.2 pH测定方法及原理	291	13.1.4 氨气敏电极法氨氮分析仪	327
11.3.3 pH在线监测仪的组成	292	13.2 总氮在线分析仪	330
11.3.4 pH在线监测仪典型产品	294	13.2.1 总氮在线分析概述	330
11.4 ORP在线监测仪	296	13.2.2 总氮在线分析仪测量方法及 原理	330
11.4.1 氧化还原电位 (ORP) 的基本			

13.2.3	总氮在线分析仪组成及技术 指标	333	14.1.2	溶出伏安法重金属在线分析仪 的组成与维护	346
13.2.4	总氮在线分析仪典型产品	334	14.1.3	水中重金属在线分析仪典型 产品	348
13.3	总磷在线分析仪	335	14.2	极谱法重金属在线分析仪	353
13.3.1	总磷分析仪的测量方法及原理	335	14.2.1	极谱法测量原理	353
13.3.2	总磷在线分析仪组成及技术 指标	336	14.2.2	极谱法重金属在线分析仪典型 产品	353
13.3.3	总磷在线分析仪典型产品	337	14.3	离子选择性电极法在线分析仪	354
13.4	硝酸、亚硝酸盐氮在线分析仪	341	14.3.1	离子选择性电极概述	354
13.4.1	硝酸盐氮在线分析概述	341	14.3.2	氟离子选择电极法	355
13.4.2	硝酸盐氮在线分析法及测量 原理	341	14.3.3	氟离子在线分析仪典型产品	356
13.4.3	硝酸盐氮在线分析仪典型产品	342	14.4	分光光度法无机离子分析仪	357
第 14 章	水中无机离子在线分析仪	344	14.4.1	分光光度法无机离子分析原理 及种类	357
14.1	溶出伏安法水中重金属离子在线分 析仪	344	14.4.2	流动注射-光度法离子分析仪典 型产品	357
14.1.1	溶出伏安法测量原理	344			

第四篇 样品处理系统

第 15 章	样品处理系统技术基础	361	第 16 章	取样探头	374
15.1	样品处理系统的基本知识	361	16.1	取样点选择与取样探头分类	374
15.1.1	概述	361	16.1.1	取样点选择	374
15.1.2	样品处理系统的定义与基本 要求	362	16.1.2	取样探头的分类	376
15.1.3	样品处理系统的技术组成	362	16.1.3	取样探头的选择原则	378
15.1.4	样品处理系统发展的方向与 目标	363	16.2	直通式及过滤式取样探头	379
15.2	样品处理系统的基本功能与组成	364	16.2.1	直通式取样探头	379
15.2.1	样品处理系统的基本功能	364	16.2.2	加热过滤取样探头	380
15.2.2	样品处理系统的组成及关键 部件	367	16.2.3	不加热的过滤取样探头	384
15.3	样品处理系统的技术要求与性能 特性	369	16.3	喷射式取样探头	384
15.3.1	样品处理系统的基本技术要求	369	16.3.1	压缩空气喷射泵取样探头	384
15.3.2	样品处理系统的主要性能特性	370	16.3.2	蒸汽喷射泵取样探头	385
15.4	样品处理系统的主要技术指标	371	16.4	稀释法取样探头	386
15.4.1	样品处理系统共性技术指标与 检测	371	16.4.1	烟道内稀释取样探头	386
15.4.2	样品处理系统的特有误差	371	16.4.2	烟道外稀释取样探头	387
15.4.3	典型部件的技术指标及检测 方法	372	16.5	特殊用途取样探头	388
			16.5.1	脱硝装置取样探头	388
			16.5.2	高温、高粉尘取样探头系统	389
			16.5.3	高温裂解取样探头系统	391
			16.6	其他取样探头	394
			16.6.1	电加热防爆取样探头	394
			16.6.2	特殊的电捕焦取样探头	394

16.6.3	烟气汞的特殊取样探头	394	19.5	Nafion 膜气体干燥器	424
16.6.4	除湿除尘一体化取样探头系统	395	19.5.1	Nafion 膜气体干燥器的结构	
第 17 章	样品传输管线	397		原理	424
17.1	概述	397	19.5.2	Nafion 膜气体干燥器的特点	425
17.1.1	样品传输基本要求	397	19.5.3	Nafion 膜气体干燥器的应用	425
17.1.2	样品传输管线的要求	397	19.6	其他脱水除湿装置	426
17.1.3	样品传输的管材和管件	398	19.6.1	列管式热交换脱水	426
17.2	电伴热输送管线	401	19.6.2	聚结凝结过滤脱水	426
17.2.1	电伴热带	401	19.6.3	干燥剂吸收吸附脱水	427
17.2.2	电伴热管缆	402	第 20 章	样品泵及压力、流量调节	428
17.3	蒸汽伴热输送管线	402	20.1	样品泵技术概述	428
17.3.1	蒸汽加热保温和隔热保温	402	20.1.1	样品泵的分类及应用	428
17.3.2	蒸汽伴热管线的组成	403	20.1.2	样品泵选用原则与使用要求	428
第 18 章	样品除尘过滤器	405	20.2	隔膜泵	429
18.1	概述	405	20.2.1	隔膜泵工作原理及应用	429
18.1.1	样品除尘要求	405	20.2.2	隔膜泵的类型及典型产品	430
18.1.2	样品除尘技术	405	20.3	喷射泵	431
18.2	直通与旁通过滤器	408	20.3.1	喷射泵的原理及应用	431
18.2.1	常用除尘过滤元件	408	20.3.2	喷射泵的结构	432
18.2.2	直通过滤器	409	20.4	蠕动泵	433
18.2.3	旁通过滤器	409	20.4.1	蠕动泵的结构与原理	433
18.2.4	含旁路结构的筒式除尘过滤器	410	20.4.2	蠕动泵的应用	433
18.3	精细过滤器	411	20.5	样品流量调节与测量	433
18.3.1	膜式过滤器	411	20.5.1	样品流量调节要求	433
18.3.2	筒式精细过滤器	412	20.5.2	样品流量调节阀件	434
18.4	聚集过滤器	414	20.5.3	样品流量控制与测量	437
18.4.1	气溶胶过滤器	414	20.6	样品压力调节与测量	438
18.4.2	聚结薄膜组合过滤器	415	20.6.1	样品压力调节要求	438
第 19 章	样品除湿器	417	20.6.2	样品压力调节部件	439
19.1	概述	417	20.6.3	样品压力测量	441
19.1.1	湿度的基本知识	417	第 21 章	样品处理系统的其他相关	
19.1.2	样品除湿要求及除湿技术	418		技术	442
19.2	压缩机冷凝器	419	21.1	样品废气、废液排放	442
19.2.1	压缩机冷凝器的制冷原理	419	21.1.1	样品废气排放	442
19.2.2	压缩机冷凝除湿器典型产品	420	21.1.2	废液排放	443
19.3	半导体冷凝器	421	21.1.3	冷凝液的排出方法	443
19.3.1	半导体冷凝器的工作原理	421	21.2	样品转换	444
19.3.2	半导体除湿器典型产品	422	21.2.1	氮氧化物转换炉	444
19.4	涡旋管冷凝器	422	21.2.2	甲烷化转换器	444
19.4.1	涡旋管冷凝器的工作原理	422	21.2.3	催化反应转换器	445
19.4.2	涡旋管冷凝器的结构与应用	423	21.3	样品有害物质处理与防腐蚀	445

21.3.1 有害干扰组分的处理	445
21.3.2 样品系统防腐蚀材料选择	446
第 22 章 样品处理系统流程设计及控制	448
22.1 样品处理系统的流程设计	448
22.1.1 概述	448
22.1.2 样品处理系统的流路设计	450

22.2 样品处理系统的 PLC 控制	453
22.2.1 PLC 基本原理及其组成	453
22.2.2 PLC 典型产品介绍	455
22.2.3 PLC 硬件及软件设计	459
22.2.4 CEMS 的 PLC 编程实例	460
22.2.5 PLC 控制系统的调试及通信	463

第五篇 数据采集处理及监控系统

第 23 章 数据采集处理系统的功能 ..	467
23.1 概述	467
23.1.1 基本概念	467
23.1.2 CEMS 数据采集处理的功能要求	468
23.2 数据采集	468
23.2.1 基于单片机的数据采集	468
23.2.2 以计算机作为核心的数据采集 ..	469
23.2.3 集散控制系统	469
23.3 数据处理	470
23.3.1 数据处理的任务	470
23.3.2 数据处理的常用方法	471
23.4 数据通信与传输	476
23.4.1 数据通信	476
23.4.2 数据通信的差错控制	479

第 24 章 数据采集处理系统的硬件 ..	481
24.1 概述	481
24.1.1 硬件设计要求	481
24.1.2 基于微处理器应用的系统硬件 ..	481
24.2 基于 PLC 及 PC 机的系统硬件	483
24.2.1 PLC 和 PC 机	483
24.2.2 CEMS 数据处理及监控系统的硬件	484
24.3 数据采集传输仪	487
24.3.1 数据采集传输仪的应用	487
24.3.2 数据采集传输仪的结构	487

第 25 章 数据采集处理系统的软件 ..	489
25.1 在线色谱仪的数据采集处理系统软件	489
25.1.1 在线色谱仪数据采集处理的测控技术	489
25.1.2 在线色谱仪的测控系统方案	

设计	489
25.1.3 在线色谱仪测控系统的软件结构	491
25.1.4 在线色谱仪测控系统的程序流程	493
25.2 CEMS 数据采集处理系统软件	498
25.2.1 软件功能	498
25.2.2 PLC 控制软件设计	498
25.2.3 CEMS 数据采集处理系统软件设计	500

第 26 章 数据通信传输及远程监控 ..	521
26.1 PC 机与 PLC 的通信接口	521
26.1.1 PC 机与 PLC 的通信方式及通信协议	521
26.1.2 自由口通信程序	522
26.1.3 Modbus 方式通信连接	524
26.1.4 基于 OPC 方式通信	525
26.2 数据采集传输仪的传输	526
26.2.1 在线监测数据传输标准	527
26.2.2 数据采集传输仪的有线传输	527
26.2.3 数据采集传输仪的无线传输	527
26.3 分析系统的远程监控	528
26.3.1 基于 PSTN 方式的 CEMS 远程监控	528
26.3.2 基于 GPRS 方式的 CEMS 远程监控	530
26.3.3 分析系统的总线应用及联网技术	531

第 27 章 环境监测信息监控系统	533
27.1 环境监测污染源信息监控系统	533
27.1.1 系统简介	533
27.1.2 环境在线信息监控系统的典型	

设计	534
27.2 工业污染源信息监控系统	535
27.2.1 信息监控系统的组成与设计原则	535
27.2.2 信息监控系统的结构和监控要求	536

27.2.3 监控中心的基本功能及软硬件	536
27.2.4 监控中心的数据采集传输仪	540
27.3 环境空气质量信息监控系统	543
27.3.1 系统组成	543
27.3.2 系统的监测设备	544
27.3.3 系统的软件功能	546

第六篇 系统工程管理与设计制造

第 28 章 在线分析系统工程项目管理	550
28.1 概述	550
28.1.1 项目分类	550
28.1.2 项目的生命周期	550
28.1.3 项目管理的关键	551
28.2 在线分析系统项目可行性研究	553
28.2.1 可行性研究内容	553
28.2.2 可行性研究重点	554
28.3 在线分析系统项目招投标管理	555
28.3.1 项目选购程序	555
28.3.2 项目招投标技术文件的编制	558
28.3.3 项目评标要求	560
28.4 在线分析系统项目实施及工程管理	562
28.4.1 项目实施过程	562
28.4.2 项目运行管理	563
第 29 章 在线分析系统的设计	565
29.1 在线分析系统设计的输入与输出	565
29.1.1 设计依据与要求	565
29.1.2 设计过程	566
29.2 在线分析系统的流程设计	567
29.2.1 流程设计内容	567
29.2.2 流程设计依据与重点	568
29.2.3 流程设计的技术输出	570
29.3 在线分析系统项目设计案例	571
29.3.1 正压型在线分析系统项目的设计	571
29.3.2 冷干法抽取式在线分析系统的流程设计	579
29.3.3 热湿法和稀释法分析系统的流程设计	588
29.3.4 在线分析系统流程图的典型设计案例	590
29.4 在线分析系统的可靠性设计	593

29.4.1 概述	593
29.4.2 在线分析的可靠性技术与可靠性设计	595
29.4.3 系统可靠性技术的重点及基础工作	598
29.5 在线分析系统抗干扰设计	600
29.5.1 概述	600
29.5.2 在线分析系统抗干扰的技术措施	600
29.5.3 分析系统抗电磁干扰与抗雷击技术	603

第 30 章 在线分析系统的防护安全及分析小屋设计	606
30.1 在线分析系统的防护设计	606
30.1.1 在线分析系统的防护设计选择	606
30.1.2 分析系统的防护设计与安装要求	609
30.2 在线分析系统的安全设计	611
30.2.1 设计要求	611
30.2.2 安全检测及报警部件的配置	613
30.2.3 危险区域的界定和电气防爆要求	614
30.3 分析小屋的一般设计要求	615
30.3.1 分析小屋的外形与布局设计	615
30.3.2 分析小屋的安全要求	615
30.3.3 分析小屋的防爆要求	617
30.4 分析小屋的结构和公用设施设计	618
30.4.1 分析小屋的结构设计	618
30.4.2 分析小屋的附属公用设施设计	620
30.4.3 正压通风系统和 HVAC 系统	621
30.5 分析小屋的内部安装	623
30.5.1 分析小屋的内部安装设计要求	623
30.5.2 分析小屋的电气连接	626

30.5.3 分析小屋和分析系统的标识	627
第31章 在线分析系统的制造技术 ...	628
31.1 在线分析系统的项目计划及采购	628
31.1.1 分析系统制造的项目计划	628
31.1.2 分析系统项目的采购配套	630
31.2 在线分析系统的组装及调试	631
31.2.1 分析系统的结构与电气部件 组装	631
31.2.2 分析系统总装及各子系统调试 ...	632
31.2.3 分析系统的总调试	635
31.2.4 分析系统总装调试的工艺管理 ...	635
31.3 在线分析系统的标准物质与应用	636
31.3.1 在线分析系统的标准物质	636
31.3.2 标准物质的选择与应用	636
31.3.3 在线分析的标准气及辅助气	637
31.3.4 标准气体的制备与使用	638
31.4 在线分析系统制造过程的质量管理 ...	639
31.4.1 分析系统的过程质量控制及出厂 检验	639
31.4.2 分析系统的工厂验收与包装 发货	640
第32章 在线分析系统的工程运行 管理	642

32.1 在线分析系统的工程调试与验收	642
32.1.1 在线分析系统的现场安装及工程 调试	642
32.1.2 在线分析系统工程项目的验收 交付	643
32.2 在线分析系统运行维护及管理	644
32.2.1 维护类型及维护管理	644
32.2.2 故障排除与纠正性维护	647
32.2.3 运行管理及寿命分析	649
32.3 在线分析系统的质量管理与协调 管理	651
32.3.1 分析系统的 QA 与 QC	651
32.3.2 质量保证计划和质量控制措施 制定	653
32.3.3 在线分析系统工程项目的协调 管理	654
32.4 在线分析系统的第三方运营管理	656
32.4.1 第三方运营管理的必要性	656
32.4.2 第三方运营公司的运营模式 及职责	657
32.4.3 运营公司的日常管理及存在 问题	658

第七篇 在线分析系统在流程工业中的应用

第33章 在线分析系统在石油、天然 气工业中的应用	662
33.1 石油化工在线分析技术应用	662
33.1.1 概述	662
33.1.2 石油化工中常用的在线分析技 术与设备	664
33.2 在线分析系统在炼油工业中的应用 ...	666
33.2.1 石油炼制工艺过程简介	666
33.2.2 炼油装置常用的在线分析仪 类型	668
33.2.3 催化裂化再生烟气在线分析技术 应用	669
33.2.4 在线色谱仪在炼油工业中的典型 应用	670
33.3 在线分析系统在乙烯裂解装置中的 应用	674

33.3.1 乙烯裂解装置介绍	674
33.3.2 乙烯裂解工段裂解气的分析	675
33.3.3 压缩工段碱洗塔出口气的分析 ...	678
33.3.4 分离工段 C ₂ 加氢反应器的分析 ...	681
33.4 在线分析系统在乙烯联合装置中的 应用	683
33.4.1 在线分析系统在环氧乙烷/乙二醇 装置中的应用	683
33.4.2 在线色谱分析在聚乙烯装置中的 应用	687
33.4.3 在线色谱分析在聚丙烯装置中的 应用	691
33.5 在线质谱仪在石油化工中的应用	694
33.5.1 在线质谱仪在石油化工中的应 用	694
33.5.2 在线质谱仪在天然气装置中的 应用	694