〔英〕D. J. 赫斯金斯 著

在线过程分析质量测量仪表

烃加工出版社

内 容 提 要

本书主要介绍在线质量测量仪表流体的密度、稠度、粘度、表面张力、浊度、倾点、热导、磁氧、溶解氧、蒸气压、气液比、沸点、冰点、热量、火焰速度、热分析、闪点、辛烷值、孔隙率、吸附测量、化学组成等分析器的工作原理、结构、使用特性和局限性。扼要叙述了作为在线质量仪表基础的各种分析理论和实验室方法。书中列举了在石油、石油化工、化工、环境保护、造纸等部门应用的大量实例，都是典型的在线系统设计，有助于启发扩大应用。

本书可供我国从事仪表设计、研究、制造及从事石油、石油化工、化工生产的工程技术人员、分析工作者参考，也可供高等院校有关专业师生阅读。

QUALITY MEASURING INSTRUMENTS IN ON-LINE PROCESS ANALYSIS

D.J.HUSKINS

*Ellis Horwood Ltd.*1982.

*

在线过程分析质量测量仪表

〔英〕D.J.赫斯金斯

郑保山　李元珠　译

胡竟成　校

*

烃加工出版社出版

振南印刷厂排版

柳山印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 32开本 16印张 357千字 印1—1500

1989年10月北京第1版 1989年12月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-070-7/TH·006 定价：6.70元

序　言

今天的实验室分析器将变成明天的过程分析器，这一点大多数人是信以为真的。但是，这种转变有时是一个漫长的过程。测量 pH 值的玻璃电极，作为一种实验室仪器，它的历史就是这一缓慢变化过程之一例，大约从1906年克莱默最初发现玻璃膜这一性质起，直到1940年左右方达到满意的工业发展阶段。气相色谱法的历史表明，它跟随实验室应用发展起来，步子比较快，实验室应用始于1950年，工业气相色谱仪的研制推迟不到十年。

从实验室技术开始到工业分析器的出现，一般这段时间都比较长，主要有下面几个原因：

第一，开发了这项技术的物理工作者和化学工作者，一般说来，他们既没有兴趣、也没有能力把这一成就扩展到工业应用上。这一步是由工厂的技术人员做的，他们在困难中摸索如何适应连续过程测量的要求，开展工业应用的研究工作。与实验室中从事研制新型实验技术和分析方法的物理和化学工作者的队伍比较起来，这部分人就显得少得多了。也许这就说明了作者D. J.赫斯金斯的看法：有很多好的各种分析技术和方法的专门书籍，而写过程分析器的书却很少。所以，这套丛书很受欢迎，有助于弥补这种不足。

从实验室状态到过程分析器的出现，这一过程如此之长的第二原因，是与难于获得连续的分析样品有关。用于分析的样品不仅要有代表性，而且还必须以最小的滞后传送给

仪器，在组成和物理状态上不能有明显的变化，而且洁净的程度要为分析器所能接受。取样技术和系统，包括样品处理和过程分析器的调节，是贯穿全书的内容，足以证明其重要性。

第三个原因，也是值得注意的最重要的原因，它常常拖延把实验室技术引入到过程分析中去，这就是对过程仪器仪表提出的苛刻的可靠性要求。这不是仪器成本问题，当然这点也重要，而是生产过程的效率、产量经常过分地依赖于这种过程仪器，尤其是参与自动控制的时候。一台精确可靠的分析仪器，对一个高效率的工艺过程可以是一个无价之宝；而一个不准确不可靠的分析仪表，可能会成为一种很大的威胁，造成装置的低效率运转而酿成损失，甚至会迫使装置停工。在某种情况下，还会损坏生产装置，乃至缩短生产装置寿命。实验室分析仪器是不负这个责任的，因此在采用新的过程分析器时需要特别审慎。

由此看来，必须充分掌握用于工业过程控制的分析仪表的使用特性和局限性。作者有着这一领域中从事过程分析器工作的长期实践经验，并显示出涉足到如此复杂而广泛的测量领域的巨大胆识、能力和坚韧精神，对于他把已有的经验和知识用在对工业安全和效率具有巨大重要性的课题上，我表示赞赏。

R. S.梅德洛克

前　言

很多物质的生产都是借助这些物质的质量参数进行监测和控制的，譬如：密度、粘度、表面张力、色度、热值、辛烷值、pH值、含盐量等。本书论及的是通过测量和监测这些质量参数而用于在线过程控制的方法和仪器。首先说明方法的原理，接着讲仪器仪表系统，有时还扼要地叙述一下实验室方法。书中列举了大量的应用实例，都是典型的在线系统设计，有助于启发扩大应用。另外一些例子放在《在线过程分析器通用手册》（丛书第一册）一书中，那本书需要与本书结合起来阅读。

D. J.赫斯金斯

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

序言
前言
第1章　流体密度监测器……1
1.1　引言……1
1.1.1　定义、关系式和操作条件的影响……1
1.1.2　标定、精度和各种测量方法的比较……4
1.2　密度天平法……6
1.2.1　流体密度天平……6
1.2.2　贝克曼气体密度天平……7
1.2.3　罗塔米特·格拉维特罗液体密度计……9
1.3　静压差法……15
1.3.1　阿科-阿奴比斯气体比重计……19
1.3.2　尤尼恩气体密度变送器……19
1.3.3　朱恩克斯·加地里特气体密度变送器……22
1.3.4　ITT巴顿净油计算器……24
1.4　鼓泡法……24
1.4.1　空气反作用鼓泡器……24
1.4.2　液面测量和流化床的料面测量……26
1.4.3　水反作用法……28
1.5　气体惠斯顿电桥……30
1.6　浮力法……32
1.6.1　部分浸入浮子——液体比重计……34

1.6.2 全浸悬锤和链子 ……35
1.6.3 普林科·丹西特罗尔仪器……37
1.6.4 桑加莫比重计 ……38
1.6.5 位移型密度变送器 ……38
1.6.6 联合煤气工业公司（UGC）电子气体密度计 ……41
1.6.7 相对密度计 ……42
1.7 补偿锐孔型密度检测器 ……42
1.8 离心式气体密度指示器 ……43
1.8.1 福克斯波罗气体密度池 ……44
1.8.2 罗特龙（Rotron）气体密度计 ……46
1.8.3 波莫梯特·罗纳来克斯(Pormutit Ranarex）气体密度监测器 ……48
1.9 振动管法 ……50
1.9.1 索拉特龙双管液体密度计 ……55
1.9.2 索拉特龙插入式液体密度计 ……58
1.9.3 索拉特龙气体密度计 ……59
1.9.4 瑞得兰德(Redland)（阿加）流体密度计 ……65
1.9.5 瑞得兰德（阿加)FD800液体密度计……66
1.9.6 瑞得兰德(阿加)密度计量系统 ……67
1.9.7 贝尔（Bell）和豪厄尔（Howell）4-950系列液体密度变送器 ……70
1.9.8 索拉特龙7830和7840型单管在线液体密度变送器 ……73
1.9.9 安顿-巴尔在线系统……73
1.9.10 横河系统……74

1.9.11 索拉特龙频率-电流变换器 ……75
1.9.12 索拉特龙微机控制仪器……76
1.9.13 液体样品粘度的影响……77
1.9.14 液体样品中的气泡和固体颗粒的影响……78
1.9.15 振动管密度计的应用……79
1.10 振动片法……79
1.10.1 ITT巴顿密度计……81
1.11 声波气体密度分析器……82
1.11.1 飞行时间法……84
1.11.2 相移法……85
1.11.3 NUSonics声速计 ……85
1.11.4 帕尔斯弗德声波气体分析器……87
1.12 孔板流量计量中的密度校正……88
1.13 气体的性质……90
1.13.1 气体混合物的比重……90
1.13.2 温度和压力的影响……91
1.13.3 密度和热值的关系……91
1.14 应用……93
1.14.1 原油中水的测量……93
1.14.2 哈利凯能硫酸分析器……94
1.14.3 纺纱的密度……94
1.15 膨胀测量法……96
参考书目 ……96
参考文献 ……97
第2章 稠度和粘度的测量……98
2.1 定义 ……98
2.2 某些粘度计的应用 …… 103

2.2.1 燃烧系统 …… 103
2.2.2 在涂料制造业中的应用 …… 105
2.2.3 其他应用 …… 106
2.3 测量方法 …… 107
2.4 毛细管粘度计 …… 107
2.4.1 哈根-泊肃叶公式…… 107
2.4.2 校正 …… 110
2.4.3 毛细管尺寸 …… 112
2.4.4 压降的测量 …… 114
2.5 工业毛细管粘度计 …… 115
2.5.1 V·A·F高温粘度计 …… 115
2.5.2 哈利凯能1431型 …… 115
2.5.3 塞斯克熔融指数和流动指数分析器 …… 116
2.5.4 哈利凯能单点粘度计 …… 118
2.5.5 PSG 44860连续粘度计 …… 118
2.5.6 多量程粘度计 …… 120
2.5.7 费希尔和波特塑性计 …… 120
2.6 等粘度温度分析器 …… 121
2.7 落球粘度计 …… 125
2.8 可变面积粘度计 …… 126
2.9 落活塞式粘度计 …… 128
2.9.1 诺克罗斯（Norcross）粘度计 …… 129
2.9.2 诺克罗斯M24型粘度计 …… 133
2.9.3 针入度计 …… 134
2.10 回转式粘度计…… 135
2.10.1 圆盘式粘度计…… 135
2.10.2 平行圆盘式粘度计…… 137

2.10.3 圆柱形悬锤和杯(同轴圆柱体)式粘度计…… 140
2.10.4 圆锥和平板式粘度计…… 143
2.10.5 双圆锥式粘度计…… 144
2.10.6 圆锥-圆柱式粘度计 …… 144
2.11 把温度系数的影响减至最低程度…… 145
2.12 误差校正…… 146
2.13 悬锤和杯式回转粘度计举例…… 147
2.14 开勒（KALLE）圆锥式造纸原料稠度指示器…… 153
2.15 切力型稠度计…… 154
2.16 拖动型粘度计…… 156
2.16.1 费休和波特在线稠度调整器…… 156
2.16.2 李德斯和诺思鲁普（Leeds & Northrup)稠度计 …… 157
2.16.3 福克斯波罗-约萨尔(Foxboor-Yoxall)拖动板稠度变送器…… 157
2.17 搅拌式流变计…… 159
2.17.1 费休和波特流变计…… 159
2.17.2 布拉边德（Brobender）粘稠计 …… 160
2.18 振荡式粘度计…… 160
2.19 实际流体特性在测量中的问题…… 165
2.19.1 粘弹性…… 165
2.19.2 康特拉维斯平衡流变计…… 169
参考文献…… 172
参考书目…… 173
第3章 表面张力测量…… 174

3.1 滴重-体积法 …… 174
3.2 鼓泡压力法 …… 176
参考文献…… 178
第4章 浊点和倾点分析器…… 179
4.1 引言 …… 179
4.2 浊点分析器 …… 179
4.2.1 陶特克浊点分析器 …… 179
4.2.2 哈利凯能浊点监测器 …… 183
4.2.3 赛斯科浊点分析器 …… 184
4.3 倾点分析器 …… 186
4.3.1 样品的调节与处理 …… 189
4.3.2 卡洛·厄巴和PSG倾点分析器…… 190
4.3.3 哈利凯能分析器 …… 191
4.3.4 BPEMP分析器 …… 194
4.3.5 贝克曼倾点分析器 …… 195
4.3.6 PSG气动脉冲分析器 …… 196
4.4 应用和有关分析 …… 199
第5章 气体热导分析器…… 205
5.1 理论 …… 205
5.2 热导池的设计和工作 …… 207
5.3 热丝元件 …… 211
5.4 热导池的结构 …… 212
5.5 提高选择性的方法 …… 216
5.5.1 气室的几何尺寸 …… 216
5.5.2 池体温度 …… 216
5.5.3 样品组分的变换方法 …… 217
5.5.4 联用法 …… 217

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

5.6 热导分析器 …… 218
5.6.1 施鲁姆伯格HCD3型分析器 …… 218
5.6.2 MSA的Thermatron热导分析器 …… 219
5.6.3 泰勒-塞沃麦克斯微型热导池和辅助设备 …… 222
5.6.4 珀金-埃尔默检测器 …… 223
5.6.5 泰累达因热导分析器 …… 225
5.6.6 肯特热导池 …… 226
5.7 应用 …… 226
参考文献 …… 228
第6章 磁氧分析器 …… 229
6.1 引言 …… 229
6.1.1 理论 …… 229
6.1.2 怀德曼（Widemann）定律 …… 230
6.1.3 温度效应 …… 230
6.2 磁氧分析器的类型 …… 231
6.3 环室磁风分析器 …… 233
6.3.1 肯特、哈特曼和布朗Magnos 2以及郡卡洛氧分析器 …… 236
6.3.2 施鲁姆伯格Semacox氧分析器 …… 237
6.3.3 泰累达因氧分析器 …… 237
6.4 热丝式磁风分析器 …… 238
6.4.1 西门子的Oxymat氧分析器 …… 239
6.4.2 哈特曼和布朗Magnos 5氧分析器 …… 239
6.4.3 MSA分析器 …… 242
6.4.4 奥尔分析器 …… 247
6.4.5 黑斯热丝式分析器 …… 247

6.5 磁化率或磁动力分析器 …… 249
6.5.1 贝克曼D2分析器 …… 250
6.5.2 泰勒-塞沃麦克斯分析器 …… 251
6.6 昆克式分析器 …… 257
6.6.1 麦哈克Oxygor氧分析器 …… 257
6.6.2 麦哈克Oxor低氧报警器 …… 259
6.6.3 西门子Oxymat Ⅱ氧分析器 …… 260
6.7 卢福特分析器 …… 261
6.8 赛克-莱茵分析器 …… 261
6.9 工作压力波动的影响 …… 261
6.10 水蒸气对氧浓度测量的影响 …… 263
6.11 工业过程分析 …… 266
6.12 烟道气监测 …… 269
6.13 其他应用 …… 272
参考文献 …… 275
第7章 溶解氧分析器 …… 275
7.1 剑桥MK5分析器 …… 276
7.2 华莱士和蒂尔南A-783型分析器 …… 278
7.3 哈特曼和布朗Oxyflux分析器 …… 280
7.4 贝克曼极谱溶解氧分析器 …… 280
7.5 西门子分析器 …… 282
7.6 贝克曼762型分析器 …… 284
7.7 应用 …… 284
第8章 蒸气压分析器 …… 286
8.1 理论 …… 286
8.1.1 混合物蒸气压的计算 …… 286
8.2 RVP和TVP分析器的应用 …… 290

8.2.1 PSG雷德蒸气压分析器 …… 291
8.2.2 哈利凯能分析器 …… 294
8.2.3 PSG绝对蒸气压分析器 …… 298
8.2.4 在生产过程温度下的蒸气压测量 …… 300
8.2.5 福克斯波罗差分蒸气压变送器 …… 300
8.3 结果的有效性 …… 300
8.4 样品的冷却 …… 300
8.5 普通烃类的雷德蒸气压 …… 302
8.6 应用 …… 303
8.6.1 调合 …… 303
8.6.2 脱丁烷塔底的控制 …… 303
参考文献 …… 304
第9章 气液比值分析器 …… 305
参考文献 …… 305
第10章 沸点分析器 …… 306
10.1 引言 …… 306
10.2 蒸馏 …… 309
10.2.1 分馏塔控制、塔底初馏点和塔顶干点 …… 310
10.2.2 体积、重量和摩尔平均沸点 …… 310
10.2.3 ASTM和IP试验方法 …… 311
10.2.4 ASTM沸点分析器 …… 312
10.2.5 馏分之间的差距 …… 314
10.2.6 EFV法（平衡闪蒸法） …… 315
10.2.7 实沸点曲线 …… 315
10.2.8 界面上平衡温度的测量 …… 322
10.3 样品系统 …… 322

10.4 分析器系统…… 324
10.4.1 霍恩和卡洛·厄巴自动蒸馏分析器 …… 324
10.4.2 霍恩·斯匹达和卡洛·厄巴连续蒸馏点分析器…… 326
10.4.3 霍恩Distillar连续蒸馏分析器 …… 330
10.4.4 哈利凯能中间馏程沸点分析器…… 335
10.4.5 哈利凯能低馏程沸点分析器…… 335
10.4.6 哈利凯能1463型沸点分析器…… 338
10.4.7 多点操作…… 338
10.4.8 哈利凯能1471型蒸出百分比分析器…… 340
10.4.9 哈利凯能干点蒸馏分析器…… 340
10.4.10 陶特克初馏点分析器 …… 342
10.4.11 陶特克干点分析器 …… 343
10.4.12 PSG 46500分析器 …… 345
10.4.13 陶特克蒸出百分比分析器 …… 345
10.4.14 陶特克连续减压蒸馏分析器 …… 345
10.4.15 壳牌连续干点分析器 …… 346
10.4.16 壳牌重量损失沸点分析器 …… 350
10.4.17 PSG 44520蒸馏分析器 …… 350
10.5 校正、标定和相关…… 352
10.5.1 西德尼·扬压力校正公式 …… 352
10.5.2 标定和相关…… 352
10.6 其他方法…… 353
参考文献…… 353
第11章 冰点分析器…… 354
11.1 理论…… 354
11.2 结晶点的确定…… 356

11.3 哈利凯能冰点分析器…… 359
11.4 陶特克分析器…… 359
11.5 PSG 42000纯度分析器…… 362
11.6 应用…… 362
参考文献…… 362
第12章 热量计、火焰速度监测器和热分析器…… 363
12.1 热量测量法…… 363
12.2 热量的测量…… 365
12.3 单位…… 366
12.4 燃料和燃烧的计算…… 366
12.5 沃泊指数…… 369
12.6 燃烧热的测定…… 374
12.6.1 赖内克(Reineke)和郡卡洛(Junkalor)热量计…… 374
12.6.2 气体热量计…… 376
12.7 取样…… 382
12.8 标定…… 382
12.9 热值调合器…… 383
12.10 液体燃料的热值 …… 388
12.11 火焰速度 …… 390
12.12 火焰速度监测器 …… 391
12.13 热分析 …… 392
参考书目…… 395
第13章 闪点监测器…… 397
13.1 基本工作原理…… 397
13.2 PSG和卡洛·厄巴闪点监测器 …… 399
13.3 PSG通用闪点监测器…… 402

13.4 催化方法…… 404
13.4.1 霍恩弗拉萨分析器…… 404
13.4.2 用催化式可燃气体测爆仪代替闪点分析器…… 406
13.5 与实验室测量方法的相关…… 406
13.6 应用…… 406
第14章 辛烷值测量…… 408
14.1 概述…… 408
14.1.1 定义…… 409
14.1.2 采用催化重整反应器…… 410
14.1.3 采用介电常数分析器…… 410
14.2 用CFR爆震发动机测量辛烷值的方法…… 410
14.3 奥克泰尔比较器…… 413
14.4 豪内威尔分析器…… 417
14.5 分配法（DON） …… 419
14.6 西德工业标准（DIN）方法…… 420
14.7 UOP穆尼莱克斯分析器…… 421
14.8 阿那康80型分析器…… 428
14.9 标准和参比物…… 432
14.10 应用 …… 434
14.11 十六烷值 …… 435
第15章 吸附测量法和孔隙率测量法…… 436
15.1 吸附测量法…… 436
15.1.1 卡洛·厄巴的吸附测量仪（Sorptomatic）…… 437
15.1.2 孔径测量…… 438
15.2 孔隙率测量法…… 439

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com