

分析仪器使用与维护丛书

分析仪器与 仪器分析概论

邓 勃 王庚辰 汪正范 编著



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

分析仪器使用与维护丛书

分析仪器与仪器分析概论

邓 勃 王庚辰 汪正范 编著



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

分析仪器与仪器分析概论/邓勃,王庚辰,汪正范编著. —北京:化学工业出版社,2005.5

(分析仪器使用与维护丛书/邓勃主编)

ISBN 7-5025-6929-4

I. 分… II. ①邓…②王…③汪… III. ①分析仪器-概论②仪器分析-概论 IV. ①TH83②0657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 051547 号

分析仪器使用与维护丛书

分析仪器与仪器分析概论

邓 勃 王庚辰 汪正范 编著

责任编辑:杜进祥

文字编辑:李姿娇

责任校对:李 林

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 19 $\frac{3}{4}$ 字数 369 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6929-4

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

京化广临字 2005—21 号

序 (一)

科学技术发展的历史表明,科学仪器对认识自然界的规律,促进生产技术的进步和革命,起着非常重要的作用。科学仪器水平直接反映了一个国家科学技术和工业发展水平。世界发达国家都将科学仪器作为信息产业源头,列入新兴产业范畴,把发展科学仪器工业作为提高整个社会劳动生产力和社会效益的强有力的支柱。所以发展科学仪器对我国科技进步和经济、社会发展具有极为重要的战略意义。

分析仪器是科学仪器的重要组成部分。当前,分析仪器的仪器拥有量增加很快,据统计,2002年分析仪器全球销售额比2000年增长了23%。我国分析仪器进口额,2002年比2000年增长了78%。分析仪器的应用范围也越来越广,特别在营养与食品安全、药物与代谢产物、生态环境、材料科学、石化与油田化学、公共卫生等直接关系到人类生存和发展的各学科和领域的应用,更受到普遍的关注。同时,由于新原理、新技术、新材料和新工艺的广泛采用,分析仪器得到了日新月异的发展。仪器的小型化、微型化、智能化发展十分迅速;为适应过程分析要求,各种实时、非侵入式在线分析仪器得到快速发展,科学仪器也正从通用型转向专用型;各种新技术、新方法的广泛应用,使仪器灵敏度更高、分析速度更快、适用范围更广;仪器可靠性和自动化程度不断提高,仪器的操作更为简便。因此,加强分析仪器知识的继续教育,对分析仪器研究、开发、生产、使用者,乃至一切关心我国分析仪器发展的同志都是一个极为重要的问题。

为此目的,经化学工业出版社提议,中国仪器仪表学会分析仪器学会组织编写了《分析仪器使用与维护丛书》。这套丛书以“简明实用、选材新颖、特色鲜明、通俗易懂”为主导思想,着重介绍分析仪器结构、原理、应用领域,也扼要介绍仪器的使用方法、维护要点、故障处理与校正,力图反映分析仪器领域的基本知识、基本方法以及最新成果。这套丛书由长期从事仪器分析或分析仪器实际工作的专家撰写,其完整性、实用性非常突出,不失为从事和关心仪器分析的人员更好地了解和掌握分析仪器及其使用和维护保养知识的专业参考书。

中国仪器仪表学会分析仪器学会

王顺昌理事长

2004年10月

序（二）

现代科技和产业的发展，促进了分析测试仪器的迅猛发展和推广应用。当今发展最快的科技领域如生命科学、生物工程、环境科学和生态保护、现代医学和中医药物、纳米科技等领域的基础研究和应用工作，都离不开各种类型的分析测试仪器，分析仪器已成为最基础的设备之一，其对国民经济的重要作用任何其他方法与手段所无法替代的。

分析测试是科技与生产的眼睛，是衡量一个国家经济与科技发展水平的主要标志。随着我国科学技术的飞速发展，分析仪器的应用领域越来越广阔，越来越深入，从事分析仪器使用和管理工作的人员也在迅速增多。为了适应这一形势的需要，化学工业出版社与中国仪器仪表学会分析仪器学会组织编写了《分析仪器使用与维护丛书》，以帮助有关科技人员了解和掌握分析仪器的使用和维护保养，提高仪器使用效率与使用寿命。

这套丛书贯穿了“简明实用、选材新颖、特色鲜明、通俗易懂”的主导思想。不仅对于不同分析仪器的基本知识和基本方法扼要介绍，也重点对不同类型、用途分析仪器的使用方法、维护要点、故障处理与校正等作了较为详尽的介绍，为广大分析工作者提供了一套实用、便捷的案头书。

这套丛书的所有执笔者皆为长期从事仪器分析或分析仪器实际工作的专家学者，也有在第一线工作的年轻人。他们欲通过这套丛书把自己的经验与大家分享，因此当作者提出请我为《分析仪器使用与维护丛书》做序时便欣然应允。我真切地希望广大分析工作者可以通过这套书能更好地掌握和利用分析仪器，为各领域科研与生产，为提高国民经济总体目标服务。

张永本 2004.10.29

前 言

《分析仪器使用与维护丛书》是中国仪器仪表学会分析仪器学会与化学工业出版社共同组织编写的一套丛书。该丛书涉及面相当广泛，在第二次组稿会上，到会的各位同仁提出，除各种仪器分册之外，最好能单独出一个分册，对各种分析仪器和仪器分析方法有一个总的概括性介绍，并对各种仪器分析涉及的某些共性问题也有所介绍和论述，建议由我们来承担编写任务。这就是本书的由来。

虽然我们长期从事仪器分析方面的教学、科研和质检工作，但接触分析仪器的类型毕竟有限，现在要比较全面地介绍各种类型分析仪器的使用与维护，自感困难很多，好在本套丛书还有其他各相关分册专门论述各种分析仪器的原理、结构、分析技术、应用及维护，即使本分册对各分析仪器在概论性介绍方面有疏漏之处，读者还可从其他相关分册中获得自己所需要的信息和资料。我们三人分工合作编写本分册，取长补短，在一定程度上弥补了某些不足。即使如此，书中仍难免有疏漏、不足之处，诚恳欢迎各位专家和读者批评指正。

本书第1章、第3章和第6章由邓勃编写，第2章、第4章和第5章由汪正范编写，第7章、第8章和第9章由王庚辰编写。最后由邓勃负责统稿。

在撰写本书过程中，引用了国内外一些公开发表的文献资料，借此书出版的机会向文献的原编著者表示衷心的感谢。参加本丛书的诸位同仁对本分册的内容安排提出了不少有益的建议，也在此表示感谢。

编著者

2005年2月于北京

目 录

第 1 章 分析仪器和仪器分析的作用和意义	1
1.1 分析化学的历史变革和面临的任务	1
1.2 在科技发展中的重要作用	4
1.3 对发展国民经济与国防建设的推动作用	7
1.4 对提高人民生活质量的作用	9
参考文献	9
第 2 章 中国与世界分析仪器的现状与发展	11
2.1 我国分析仪器发展的现状	11
2.2 世界主要国家分析仪器发展的现状	23
2.3 分析仪器的未来发展趋势	25
参考文献	27
第 3 章 各类仪器分析方法与分析仪器的主要特点和应用领域	28
3.1 引言	28
3.2 原子光谱分析法	29
3.2.1 光谱分析法概述	29
3.2.2 原子发射光谱法	30
3.2.3 原子吸收光谱法	32
3.2.4 原子荧光光谱法	37
3.3 分子光谱法	41
3.3.1 紫外-可见分光光度法	41
3.3.2 红外吸收光谱法	42
3.3.3 光声光谱法	45
3.3.4 拉曼光谱法	46
3.3.5 分子荧光和磷光分析法	48
3.3.6 化学发光分析法	50

3.4	X射线分析法	51
3.4.1	X射线荧光光谱法	51
3.4.2	X射线吸收光谱法	54
3.4.3	X射线衍射分析法	55
3.5	波谱分析法	56
3.5.1	电子顺磁共振波谱	56
3.5.2	核磁共振波谱	58
3.6	质谱分析法	60
3.7	电子能谱分析法	63
3.7.1	X射线光电子能谱	64
3.7.2	俄歇电子能谱	65
3.7.3	紫外光电子能谱	66
3.8	色谱分析法	66
3.8.1	气相色谱分析法	67
3.8.2	液相色谱分析法	70
3.8.3	离子色谱分析法	74
3.8.4	毛细管电泳分析法	76
3.9	电化学分析法	80
3.9.1	电位分析法	80
3.9.2	伏安分析法	80
3.9.3	电重量分析法和库仑分析法	83
3.9.4	电化学分析法与其他技术的联用	84
3.10	热分析法	84
3.10.1	热重分析法	84
3.10.2	差热分析法	85
3.10.3	差示扫描量热分析法	86
3.11	电子显微镜分析法	86
3.11.1	透射电子显微镜分析法	86
3.11.2	扫描电子显微镜分析法	87
3.11.3	电子探针显微分析法	88
3.12	核分析方法	89
3.12.1	活化分析法	89
3.12.2	同位素稀释法	91
3.13	流动注射分析法	92

参考文献	93
第4章 分析仪器的基本性能及其评价	96
4.1 分析仪器的基本性能指标	96
4.2 分析仪器性能指标的测试方法及其检定	100
4.3 分析仪器的日常维护、事故预防和故障诊断	106
参考文献	108
第5章 仪器分析中的样品处理	109
5.1 引言	109
5.2 分析样品的采集	110
5.2.1 应遵守的一般原则	110
5.2.2 常用的采样方法	111
5.2.3 气体样品的采集	111
5.2.4 液体样品的采集	115
5.2.5 固体样品的采集	116
5.2.6 悬浮颗粒物样品的采集	116
5.2.7 样品采集中的注意事项	117
5.3 样品处理常用方法简介	120
5.4 微波制样	122
5.4.1 微波的特性	122
5.4.2 微波的热效应	122
5.4.3 微波制样的优点	124
5.4.4 微波制样的设备	125
5.4.5 微波溶样	126
5.4.6 微波萃取	129
5.4.7 微波制样的其他应用	133
5.5 固相萃取	133
5.5.1 固相萃取的模式与原理	133
5.5.2 常用的固定相	134
5.5.3 固相萃取装置及操作程序	137
5.5.4 固相微萃取	140
5.5.5 毛细管固相微萃取	144
5.5.6 微型固态吸附棒萃取	146
5.6 加速溶剂萃取	147

5.6.1	加速溶剂萃取的原理	147
5.6.2	加速溶剂萃取的装置与流程	148
5.6.3	加速溶剂萃取的应用	148
5.7	超临界流体萃取	149
5.7.1	超临界流体萃取的基本原理	149
5.7.2	超临界流体的选择	150
5.7.3	超临界流体萃取过程及装置	151
5.7.4	超临界流体萃取技术的应用	152
5.8	膜分离	153
5.8.1	膜分离模式与原理	154
5.8.2	膜分离装置	156
5.8.3	膜分离的应用	157
5.9	生物样品处理的特殊技术	158
5.10	样品的在线处理	161
	参考文献	164

第6章 分析质量控制与分析结果表示 166

6.1	分析测试的特点	166
6.1.1	分析测试方式的特点	166
6.1.2	分析测试数据的特点	167
6.1.3	分析测试误差的特点	167
6.2	分析方法评价	169
6.2.1	检测能力	170
6.2.2	精密度	171
6.2.3	准确度	174
6.2.4	适用性	175
6.3	分析测试结果评价	175
6.3.1	评价依据 ^[1]	175
6.3.2	评价指标	176
6.4	分析质量控制	178
6.4.1	异常值的判断和处理	178
6.4.2	精密度检验	181
6.4.3	准确度检验	182
6.4.4	精密度和准确度的综合检验	187
6.4.5	空白值校正	189

6.5 分析测试结果的表示	190
6.5.1 数值表示法	190
6.5.2 列表表示法	192
6.5.3 图形表示法	193
参考文献	193
第7章 分析仪器的校验与标准物质	194
7.1 准确测试的方法和途径	194
7.1.1 测试及测试的精密度与准确度	194
7.1.2 实现准确测量的途径	197
7.2 分析仪器的检定与校准	209
7.3 标准物质	214
7.3.1 标准物质的定义	215
7.3.2 标准物质的等级	216
7.3.3 标准物质的分类	218
7.3.4 标准物质的编号	221
7.4 标准物质的基本属性	221
7.4.1 材质均匀	221
7.4.2 性能稳定	222
7.4.3 定值准确	222
7.4.4 附有证书	223
7.4.5 批量生产	223
7.4.6 具有与待测物质相近的组成和特性	225
7.5 标准物质的选用	225
7.5.1 选用原则	225
7.5.2 应当注意的问题	230
7.6 标准物质的实际应用	231
7.6.1 在分析测试中的作用	231
7.6.2 在国民经济中的应用	239
7.6.3 在改善和提高人民生活质量方面的应用	243
7.6.4 在计量学研究中的应用	244
参考文献	245
第8章 分析仪器的选购和配置	246
8.1 引言	246

8.2	分析仪器购置的依据	246
8.3	购置分析仪器的程序	247
8.3.1	仪器的申购	247
8.3.2	仪器的选型	248
8.3.3	对欲购仪器的预调研	250
8.3.4	购置仪器的方式	251
8.3.5	选购仪器的注意事项	252
8.4	分析仪器的配置	253
8.5	分析仪器的验收、安装与索赔	254
8.5.1	验收的准备工作	254
8.5.2	验收的依据与标准	255
8.5.3	验收的程序	255
8.5.4	验收的结论	255
	参考文献	256

第9章 分析仪器实验室的设置和管理 257

9.1	分析仪器实验室的基本要求	257
9.1.1	分析仪器实验室布局	257
9.1.2	实验室的必备条件	258
9.2	分析仪器实验室的特殊要求	267
9.2.1	防火和防爆	267
9.2.2	防振	268
9.2.3	防电磁场干扰	269
9.2.4	防毒害	269
9.3	分析仪器实验室的安全保障	269
9.3.1	树立安全防范意识	270
9.3.2	完善安全设施	270
9.3.3	健全安全规章制度	271
9.3.4	严格安全监督	272
9.4	分析仪器的协作共用	272
9.4.1	专管共用	272
9.4.2	区域性协作共用网	273
9.4.3	大型科学仪器设备共享平台	275
9.5	分析仪器实验室的质量管理	275
9.5.1	环境条件	276

9.5.2 仪器设备	276
参考文献	277
附录	278
附录1 分析仪器分类表	278
附录2 部分国外分析仪器生产企业	279
附录3 部分国内分析仪器生产企业	290

第 1 章 分析仪器和仪器分析的作用和意义

1.1 分析化学的历史变革和面临的任务

分析化学是一门历史悠久的学科。在古代，就有了主要利用物质的物理性质对矿石矿物的鉴别和金属的检验。到 17 世纪波义耳 (Boyle R, 1627—1691 年) 时代，发展到广泛应用化学反应，形成了分析检验方法的多样性。17 世纪湿法检验得到了进一步发展。到 18 世纪中叶，重量分析法的出现使分析化学迈入了定量分析的时代，这一时期产生和发展了容量 (滴定) 分析。19 世纪是滴定分析发展的极盛时期^[1]。到 20 世纪初，由于物理化学的发展，建立了溶液中的四大平衡理论，为经典化学分析提供了理论基础，使之发展成为一门分析学科，这是分析化学发展中的第一次巨大变革^[2]。第二次世界大战前后，物理学和电子学的发展以及 20 世纪 40~50 年代材料科学和 60~70 年代环境科学的发展，促进了分析仪器的发展。新的分析仪器和仪器分析方法的涌现，如荧光分析法、各种新型的极谱分析法、质谱法、气液色谱法、拉曼光谱法、核磁共振波谱法、放射化学分析法、光电子能谱法等，引发了分析化学的第二次大变革，使分析化学由以化学分析为主的经典分析化学发展为以仪器分析为主的现代分析化学。除了溶液中的四大平衡理论作为分析化学处理和解决问题的理论基础之外，数学、信息理论、系统科学、自动化、计算机、人工智能等引入分析化学，使它建立在更广泛的理论基础之上。目前分析化学正处在第三次大变革时期，各种联用技术如色谱-质谱联用、色谱-红外光谱联用、色谱-原子吸收光谱联用、质谱-质谱联用、高效液相色谱-核磁共振波谱联用、毛细管电泳-薄层色谱联用等得到快速的发展，获得和解析多维分析数据的能力大大增强。分析化学远远突破了原来化学的范畴，发展成为一门涉及光、电、热、磁、声等多学科交叉渗透的综合性的分析化学信息科学。分析化学工作者由单纯的“数据提供者”变为“问题解决者”。分析仪器和仪器分析方法的发展，给分析化学注入了新的活力。分析仪器将融合各种已经和正在发展的新材料、新器件、微电子技术、激光、人工智能技术、数字图像处理、化学计量学等各方面的成就，使分析化学获取物质定性、定量、形态、形貌、结构、表面微区等各方面信息的能力得到极大的增强，采集和处理信息的速度越来越快，获得的信息量越来越大，采集信息的质量越来越高。

我国国家自然科学基金委员会在 1993 年发表的分析化学学科发展战略调研报告^[3]和美国 21 世纪化学科学的挑战委员会在所著的《超越分子前言——化学与化学工程面临的挑战》(以下简称《挑战》)^[4]一书中都强调了检测和测量对于人类活动的所有方面——制造业、环境、医药和健康、农业以及国家安全等的至关重要性,它的发展与数学、物理学、生物学以及生命、环境、材料、资源、信息、医药等科学的发展息息相关,影响到国民经济、国防建设、资源开发和人们的衣、食、住、行等各个方面。《挑战》一书将分析化学(测量科学)列为 21 世纪化学化工要解决的六大问题之一,认为化学科学的发展对未来分析化学方面的需要不管怎样表述都不算夸大其词。鉴于分析化学(测量科学)的重要性,《挑战》一书建议将测量科学作为研究生以及科学工作者和工程师的核心基础知识融入教育之中。

随着科学技术和国民经济的发展,对分析化学提出了越来越高的要求,分析内容更加多样化,从组成分析到形态分析,从总体分析到微区表面分布及逐层分析,从宏观组成分析到微区结构分析,从静态分析到快速反应动态分析,从破坏试样分析到无损分析,从离线分析到在线分析、原位分析和活体分析等。分析领域的前沿在于不断地提高方法的灵敏度以测定极微量甚至难以察觉的物质,分离非常复杂混合物中的化学物质,以及评定组分的结构和组成。

分析化学未来的发展方向和面临的任务如下。

(1) 发展高精密度、高灵敏度、高空间分辨率的高效仪器和测量方法。现代高新技术、环境科学和生命科学等有时需要获知低至 10^{-12} g/g 以至单个原子或分子水平的杂质的有关信息。如测定南极冰盖表层中的 Pb, 开发海洋测定海洋沉积物中的 Au, 绝对检出限要求达到 $10^{-12} \sim 10^{-13}$ g。又如, 马万云等用 280.3nm 激光激发汞原子蒸气, 基态原子吸收两个光子由 6^1S_0 跃迁到 6^1D_2 , 去活化发射 579.1nm 的原子荧光, 测定时间为 2s 时, 测定空气中的汞, 检出限是 2.2×10^9 个原子/cm³, 通过方法改进, 检出限可以达到 $10^5 \sim 10^6$ 个原子/cm³, 方法非常灵敏^[5]。在生物无机领域中, 痕量元素分析已集中在生物组织层、单个细胞甚至细胞膜中和人体蛋白质内的微分布及其结合形式方面, 检出限要求达到 10^{-15} g/g 量级。利用固定酶技术流动注射化学发光测定血液中的葡萄糖、尿酸和胆固醇, 用荧光虫素酶生物发光体系测定三磷酸腺苷, 灵敏度可达到 $10^{-20} \sim 10^{-23}$ mol/L。

(2) 提高选择性。这是分析复杂分析体系必然面临的问题, 涉及分离富集、联用技术与联用仪器、选择性试剂的研发。如微量物证分析可以为侦破提供重要线索, 为审判罪犯提供确凿的证据, 但从犯罪现场提取的物证量常常在微克至纳克量级, 且成分复杂, 有鉴别价值的成分含量很少, 有时低至百万分之一到十亿分之一量级, 属于微量样品的超痕量分析, 不仅要求分析方法有非常高的灵敏

度，而且必须排除物证中其他复杂成分对被测成分的干扰，只有采用直接联用技术，如气相色谱-质谱联用 (GC-MS)、高效液相色谱-质谱联用 (HPLC-MS)、裂解气相色谱-质谱联用 (PyGC-MS)、裂解气相色谱-傅里叶变换红外光谱联用 (PyGC-FTIR)、串联质谱 (MS-MS) 才能获得可靠的分析结果。

(3) 扩展时空多维信息，建立包括信息学和数学在内的解释大量数据流的高通量测量方法。现在不只要求分析信号与浓度关系的二维信息，在许多情况下需要多维信息，需要将分析信号与浓度关系的二维标度扩展到与时间、温度、空间结构和性能、生物活性等多维空间。化学计量学的发展为快速处理大量数据、解析多维数据提供了有力的手段。

(4) 微型化及微环境的表征与测定。这是认识自然从宏观到微观的延伸，包括微量分析、微区分析、表面分析、界面行为和传质过程及分析仪器微型化。材料科学中的固体表面和深度分布分析、金属腐蚀和防护，生命科学中的活体分析、单细胞检测，化学中的催化和吸附研究等，都将遇到这类问题。现场快速检测，要求检测仪器小型化和微型化。

(5) 形态分析及表征。元素的不同形态的化学、生物效应和毒性差别很大，决定了它们在生态环境中和生物体内的化学行为表现出不同的效应。如 Hg 和 As 是有毒元素，但不同形态的 Hg 和 As 的毒性差别很大，有机汞的毒性远超过无机汞，烷基汞的毒性又比芳基汞毒性大；As (III) 毒性最大，而砷甜菜碱和砷胆碱相对来说是非毒性的。Cr 的毒性与其存在的价态有极大的关系，Cr (VI) 有强烈毒性，而 Cr (III) 毒性较弱。不同价态无机锑化合物的毒性大小顺序为：Sb > Sb (III) > Sb (V)，有机锑化合物的毒性一般较无机锑小。在许多情况下，必须分析元素形态，才能清楚地说明某些元素的环境生态效应。微量元素对人体的保健作用与元素的存在形态密切相关。一种元素常以多种化学形态存在，如汽油中常见的四乙基铅及甲基铅有 15 种之多，环境中常见的有机锡化合物及其衍生物多达 30 多种，其中某些形态的含量非常低。

(6) 生物大分子及生物活性物质的表征与测定。生命科学及其有关生物工程被列为 21 世纪科学研究中最优先发展的领域，如 1990 年美国提出的被人们称为“人的阿波罗”计划的人类基因组项目，生物大分子结构分析和表征是其重要的组成部分。

(7) 非破坏性检测技术。如贵重文物、重要文件、宝石以及金银首饰的真伪鉴定，都要求不能破坏原样。

(8) 发展有毒物质的非接触分析方法和遥测技术。如前面提到的人类社会面临的“五大危机”之一的环境问题，对人类的健康产生直接危害，是全世界普遍关心的全球性问题。遥测技术为对某一区域大气中的污染物在地面和大气不同高度进行跟踪监测，以确定污染源、周围环境、气象条件对污染物的影响提供了经

济而有效的方法。

(9) 自动化及智能化,包括过程控制分析、人工智能及专家系统。大规模的工业生产,要求有严格的全程质量控制。自动化及智能化将代替繁重的手工操作,减少主观因素的干扰,有利于分析参数和过程最优化,大大加快了获取和分析信息的速度,提高了分析结果的准确度。

(10) 发展具有极端复杂性和异质性的化学和生物混合物的高效分离分析方法。

1.2 在科技发展中的重要作用

分析仪器是科学仪器的一个重要组成部分。分析仪器是人们获取物质的成分、结构和状态信息,认识和探索自然规律的不可缺少的有力工具。

科学仪器是高新科学技术发展的先行官,在重大科技攻关项目中,几乎一半的工作是研制专用测量和控制技术及其相应的仪器设备。到1993年为止,在全世界近500颗重要的飞行器中,几乎全都装备了诸如X射线荧光、 γ 射线、红外、紫外光谱等方面的测试仪器。在材料科学中,要开发和获得性能优良的新型材料,有赖于使用分析仪器和分析化学对材料纯度的控制,了解痕量元素在材料内的空间分布、材料物理结构、材料物理化学性质与组成或结构的关系。在资源和能源科学中,分析仪器和分析化学是获取地质矿物组分、结构信息及揭示地质环境变化过程的主要手段。1990年美国制定了计划投资30亿美元在十五年内完成的人类基因组项目(human genome project),完成人类基因组全部脱氧核糖核酸(DNA)测序、定位与遗传研究。人类基因组约有8万个基因,含有30亿碱基对(bp)。直到1998年10月,只完成了1.8亿碱基测序,只相当于总测序工作量的6%,因此,测序就成为完成人类基因组项目的焦点和瓶颈。由于测序仪器的改进,采用芯片毛细管电泳比常用板凝胶电泳分离速度快100倍,比毛细管电泳分离速度快10倍。1999年12月1日,人类首次成功地完成人体染色体基因完整序列的测定;2000年6月26日,6国科学家公布人类基因组工作框架图;2001年2月12日人类基因组图谱及初步分析结果首次公布;提前两年于2003年4月14日由美、英、日、德、法、中6个国家共同宣布人类基因组序列图完成。分析化学和分析仪器在揭示生命起源、疾病及遗传奥秘等方面将起着重要作用,用微电极已可以对活体甚至单个细胞内神经递质及重要生命元素的变化进行跟踪,用现代科学仪器可以诊断疾病,研究药物的作用机制、药物在体内的代谢过程、免疫机制等。

据统计,自20世纪初到现在,获得诺贝尔奖的研究成果中,有一半以上与科学仪器和实验技术、实验方法的创新有关,或直接应用了最新的科学仪器和实