

分析化学的明天

——学科发展前沿与挑战

国家自然科学基金委员会化学科学部 组编

梁文平 庄乾坤 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书汇集了 45 位在分析化学科研及教学第一线的专家学者对分析化学学科发展战略的最新研究成果。讨论了分析化学学科在科学研究、国家安全和国民经济建设中的战略地位;研究和分析了分析化学的发展现状、面临形势、有利条件和优先领域;提出了我国分析化学学科近期发展的战略设想、战略目标及应对策略。

本书对我国从事分析化学基础研究工作的科研和教学人员具有很好的参考价值,同时也可作为分析化学及相关专业的研究生、教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学的明天:学科发展前沿与挑战/国家自然科学基金委员会化学科学部组编;梁文平,庄乾坤主编.—北京:科学出版社,2003

ISBN 7-03-011743-3

. 分... . 国... 梁... 庄... . 分析化学“远景”研究
. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059727 号

责任编辑:黄 海 王志欣/ 责任校对:柏连海

责任印制:钱玉芬/ 封面设计:陈 敬

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 9 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2003 年 9 月第一次印刷 印张:24 3/4

印数:1—2 500 字数:483 000

定价:74.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换 科印)

撰 稿 人

(以姓氏拼音为序)

常文保
方晓红
黄本立
金利通
梁逸曾
刘买利
钱小红
王海舟
夏之宁
叶朝辉
张玉奎
邹汉法

陈 义
方肇伦
江桂斌
金钦汉
廖 杰
陆婉珍
邵元华
王柯敏
严秀平
俞汝勤
张正行

陈洪渊
关亚风
江云宝
金文睿
林金明
陆祖宏
万立骏
王小如
杨 原
张先恩
章竹君

董绍俊
胡之德
焦 奎
李景虹
刘虎威
庞代文
汪尔康
夏兴华
姚守拙
张新荣
周飞醵

序

分析化学是人们获得物质组成和结构信息的科学，这些信息对于生命科学、材料科学、环境科学和能源科学来说都是必不可少的。因此，分析化学是科学技术的眼睛，是进行科学研究的基础。当代分析化学的研究范围非常广泛，她既涵盖了传统的领域，如无机分析、有机分析、生化分析、环境分析、药物分析、细胞分析、免疫分析、食品分析、中草药分析、临床分析、功能材料表征及分析、表面与界面分析、波谱分析、过程分析，也涉及和应用于新兴的前沿交叉学科，如化学信息学、生物信息学、纳米分析化学、芯片分析化学以及仪器研制和质量控制等。“九五”期间分析化学学科根据当时国内外科学研究的发展状况，制定了如下的发展战略：鼓励分析化学学者面向生命科学、环境科学、材料科学、能源科学、信息科学问题中的分析科学的基础性研究，将数学和统计学、物理学、生物学、计算机科学、微电子学、信息科学、系统科学等学科的新概念、新成就引入分析化学，加强学科交叉研究，创造出一批具有创新思想、能解决实际问题的新的理论、方法和技术。通过该战略的实施，我国分析化学在“九五”期间取得了明显进展，一些分支学科已经在国际上占有一席之地。

2002年11月国家自然科学基金委员会化学科学部在北京召开了“分析化学学科发展战略研讨会”。与会学者对我国分析化学学科近年总体发展动向作了认真全面的分析，通过研讨，大家一致认为：目前生命科学、材料科学、环境科学、后基因组学及生物信息学的发展，对分析化学提出了更高的要求，这也是分析化学发展的机遇，分析化学学科在“九五”学科发展战略的基础上，今后应更加注重并加强以下几个方面的研究：(1) 分析化学要突出方法学的研究，要注重方法的集成，解决深层次的科学问题；(2) 分析化学的发展要与国家需求紧密结合，为国家安全和社会经济发展做出贡献，并做好技术储备；(3) 分析化学要加强和注重仪器研制工作（不光是指成型仪器的研制，也包括对现有仪器的改进、性能的提高、仪器配件及元件的研发等），突破目前国内分析仪器研究平台太差的瓶颈；(4) 分析化学除了进行高灵敏、高选择的物种分离和检测外，类间关系（如分子间相互作用，信息关联，数量筛选等）及作用机理的研究也应引起重视；(5) 蛋白质组学将为我国分析科学提供难得的发展机会；(6) 注重与生物、信息、材料、环境、人类健康等学科的交叉与合作；(7) 对传统分析化学技术的新发展也应给予关注。

为了将这次战略研讨会的研讨成果尽快奉献给全国从事分析化学基础研究的科研和教学人员，特别是分析化学领域中的青年工作者，国家自然科学基金

委员会化学科学部编辑了《分析化学的明天——学科发展前沿与挑战》一书。该书着重介绍与会代表对分析化学学科发展战略的最新研究成果，反映我国分析化学学科近期的发展前沿及应对策略，具有很高的学术价值与参考价值。

本书由于时间及篇幅的限制，难以全面反映分析化学各分支学科的全部发展战略内容，还有许多专家的重要思想未能收集在本书内，他们的思想同样将对我国分析化学学科的发展具有重要的推动作用。在本书编辑过程中撰稿人给予了积极支持，并付出了辛勤劳动，在此向他们表示衷心地感谢。

庄乾坤

国家自然科学基金委员会
化学科学部分析化学学科

目 录

第一部分 院士论坛

原始性创新是 21 世纪分析化学面临的最根本挑战	陈洪渊 (3)
今日电分析化学——仿生与微型化	董绍俊 陈 旭 王海燕 (12)
浅谈微全分析系统在我国的发展战略	方肇伦 (19)
对分析化学学科发展战略的一些思考	黄本立 (28)
过程分析技术应受到关注	陆婉珍 (32)
毛细管电泳电化学发光检测技术及其在生命科学中的应用	
..... 汪尔康 刘继锋 曹卫东 严吉林 杨秀荣 周起设	(36)
面向新世纪分析化学界应予关注的两个课题	
..... 聂利华 陈 波 姚守拙	(44)
分析化学中的核磁共振波谱学	叶朝辉 刘买利 (49)
化学计量学研究 with 21 世纪分析化学的发展战略	俞汝勤 (60)

第二部分 邀请报告

兴奋剂检测与分析化学的发展	常文保 (69)
集团分析——试谈分析化学的战略前瞻性发展	陈 义 (78)
生物分析化学的若干前沿领域	方晓红 (92)
微型色谱和离子迁移质谱研究	关亚风 (97)
文物分析与保护的战略目标、机遇、挑战和对策	胡之德 (102)
持久性有毒化学污染物的研究与环境分析化学发展的挑战	江桂斌 (112)
氢键介导的分子识别与荧光传感	江云宝 (121)
转基因植物产品电化学生物传感器	焦 奎 (128)
加强源头创新和注重产学研结合, 促进分析仪器的的发展	
..... 金利通 鲜跃仲	(136)
试论我国分析化学学科发展战略	金钦汉 (143)
生物分子的单分子检测	金文睿 (152)
自组装膜在分析化学中的发展	李景虹 (158)
我国分析化学学科发展之管见	梁逸曾 (167)
流式细胞术在医学分析中的应用现状及展望	周春喜 廖 杰 (174)
严密的学会组织与分析化学学科的发展战略	林金明 (181)

中药现代化过程中的色谱和毛细管电泳研究.....	刘虎威	(189)
生物核磁共振波谱学分析.....	刘买利	(195)
DNA 芯片技术——机遇、挑战和展望	陆祖宏	(203)
21 世纪单细胞分析发展与对策	程介克 庞代文 黄卫华	(215)
蛋白质组学研究技术的现状与发展.....	钱小红 王京兰	(229)
对我国分析化学未来发展的一点见解.....	邵元华	(240)
实现原位、实时、微区、微量分析的重要技术——电化学扫描探针显微术	万立骏	(245)
面向新世纪的冶金材料分析.....	王海舟	(253)
纳米尺度和单分子水平上的生物分析化学.....	王柯敏 谭蔚泓	(268)
21 世纪分析科学的作用与挑战	陈 曦 王小如	(282)
弱相互作用研究.....	夏兴华 王 康 张 岱 周 霆	(287)
相互作用分析及其应用与发展.....	夏之宁	(295)
重视和加强元素化学形态分析的研究.....	严秀平	(303)
蛋白质组学的关键分析技术.....	许雪姣 王 静 樊惠芝 杨 原	(306)
分析生物器件中生物敏感元件的分子操纵.....	张先恩	(314)
纳米材料在分析化学中应用的若干进展.....	张新荣 张振宇	(327)
多维立体分离分析系统——复杂样品体系研究的最佳手段	张玉树 张维冰 张丽华	(335)
现代药物分析.....	张正行	(350)
生命信息及其传递过程的实时检测.....	章竹君	(362)
生物传感器、芯片的研制和开发及其相关应用.....	周飞麟	(369)
生物分子的分离与检测.....	邹汉法 黄晓冬	(379)

第一部分

院士论坛

原始性创新是 21 世纪分析化学面临的最根本挑战

陈洪渊

(南京大学化学化工学院 南京 210093)

“创新”是推动科学技术与社会进步的法宝，是科教兴国的灵魂，也是国家民族振兴的灵魂。

国家自然科学基金委员会化学科学部分析化学科学部于 2002 年 11 月邀请了国内分析化学界的专家，在北京举行了“21 世纪分析化学发展战略研讨会”，与会专家就分析化学现状、发展战略与展望提出了真知灼见，对推动我国分析化学的发展大有裨益。根据基金委会后出书的建议，拟征集当时会议报告以及未能参加会议专家的论文结集出版。我改变了递交会上发言的初衷，想从务虚的角度谈谈关于如何推动分析化学发展与创新的一点思考和浅见，与同仁们一起探讨。

一、理念上更新促进原始性创新

毫无疑问，创新是科学技术和社会生产发展的需要，它将推动分析化学的发展和变革；分析化学的发展又将作用于科学技术和社会生产的进步。

分析化学在 20 世纪经历了三次重大变革，如今已进入分析科学时代。有识之士早就预言：“未来的 21 世纪是光明还是黑暗取决于人类在信息、能源、资源(材料)、环境和健康领域中科学和技术上的进步，而解决这些领域中的关键问题将是分析科学。”这一认识已被越来越多的人所接受。

分析化学在科学技术中不可或缺的作用和地位已是毋庸置疑的事实。上个世纪末“人类基因组测序”被认为是一项像人类登月一样的伟大工程，在该工程面临进展缓慢的困难时，是分析化学家对毛细管电泳分析方法的重大革新，使这项伟大的工程得以提前完成，从而揭开了后基因组时代的序幕。当前，后基因组学、蛋白质组学登上生命科学研究领域的制高点，生命科学则成为主导科学。1999 年比利时布鲁塞尔发生的二 英污染饲料中毒事件引起全球消费者的恐慌，导致比利时内阁被迫集体辞职，当时也是分析化学家拯救了比利时。2002 年获得诺贝尔化学奖的三位科学家都是因为率先建立了新的测定生物大分子的方法而获此殊荣。化学和物理学等诺贝尔奖的得主，约有 $1/4 \sim 1/3$ 是提出创新测试方法的科学家。由此足见分析测试在人类科学技术和社会发展中的重要性。

21 世纪的四大科学领域，即：生命科学、信息科学、材料科学和环境科学，

特别是生命科学与环境科学的发展，向分析化学提出了更高、更严峻的挑战。

尽管分析化学面对的门类繁多，分析方法千差万别，分析的对象五花八门，但总是要求：测定的方法更灵敏、更有选择性和专一性，获得的数据更准确、更快速，涉及的时空尺度更广阔，得到的信息更多维，测定的体系、环境更微小，所用的样品更微量等等；而且还要求遥感遥测，或在极端条件下或现场、在体、在线、无损检测等等。而其中灵敏、准确、快速、自动、智能则是任何时候都追求的永恒主题。

当代分析化学吸收了现代各种科学技术领域的成就，利用任何可以利用的物质性质，用来改进老方法，创造新方法，使分析化学不断向时空延伸，扩大了人类的视野，解决了一个又一个实际问题，为科学技术发展和生产建设提供了有力的武器。

回顾分析化学的发展可以看出，每当一种新原理的应用或一种新方法的引入，诸如新的化学反应、化学平衡、界面现象、胶囊介质、固定化方法、吸附与脱附、萃取与反萃取、免疫反应、色谱、电化学、光谱、传感器与传感技术、联用技术、专家系统、化学计量学、过程控制、图像检测、成像技术、软件平台、自动化技术、纳米科技、生化技术、PCR、激光和等离子体等等都导致了新方法的出现，为科学技术、国民经济和社会发展做出了贡献，同时也促进了分析化学学科自身的迅速发展。

然而，一般方法的改进虽可以解决一些实际的分析问题，但这种适用面有限的个案，还只能说“旧瓶装新酒”、“老树开新花”。而基于新原理而建立和发展的新方法，则将形成新的生长点，推广应用到一大片，新理论也随之产生。这种创新才是源头的创新。如 20 世纪后期，基于微机电加工技术在分析化学中的应用而产生的微流控全分析系统，显示出巨大的优越性，从而成为一种极富生命力的生长点，这就是一种源头的创新。随后提出的“Lab-on-a-chip”，即“芯片实验室”，乃是一种新的理念。一种新理念一旦形成，就会带来一片蓬勃发展的生机！当今，基于“Lab-on-a-chip”这一理念，国际上已经创办了新的杂志，并已定期举行了几届国际会议。这一研究领域在全世界迅速展开，它将分析化学带入一个全新的境界，将又掀起一场巨大的革命。回顾分析化学引起巨大变革的历史，莫不是因新方法导入引起整个理念的变化而形成的。

要创新，首先还需要观念上的更新。在我国科学界有时也会出现一种重科学轻技术的现象。科学与技术本是一对孪生兄弟，密不可分。固然这二者各有侧重，科学重在发现自然规律；技术重在利用自然规律来发明创造新手段、新工具，以解决生产、科技和社会的需要提出的问题。但两者互相依存，互为因果。分析化学既包含科学又包含技术，它拥有自己的理论体系和内涵，但它又是一门实验性、技术性很强的学科。本来，技术性强有什么不好？为了赶上先进国家的行列，1987 年国家不是拿出巨额资金设立“863”计划，发展高技术吗？后来为

了使基础研究能紧紧跟上，在 10 年后又设立“973”计划。化学本身就是一门实验性科学，它在 20 世纪作为核心科学为人类做出了重大贡献，这自然包含了分析化学的贡献。就以当今被认为是带头学科的物理学来说，也是理论物理、实验物理和计算物理，三分天下各居一。科学与技术互相依存、渗透、关联，各司其职，本来就不能分所谓谁重要谁不重要，谁高谁低的！其实，这一点谁都承认。可是在分配资源的时候，往往就有孰重孰轻之分了。以往，分析化学就因为手中不掌握产品而常受“冷遇”。事实上，世界上科技、生产越是发达的国家，越看得清分析化学学科发展的重要性。例如前面提到的美国在执行“人类基因组计划”过程中发现进展缓慢的原因时，有识之士立即加大对分析方法研究的投资力度，结果分析化学家引进阵列毛细管电泳而创造了基因测序大大提前的奇迹，这给人类带来何等的福音！被认为科技超级强国的美国，当今大约 20 万化学家中就有 1/5 为分析化学家，在各个技术部门尤其在生命和环境科学领域发挥着至关重要的作用，欧洲和日本也如此。我国的分析化学应当为科教兴国、奔赴小康，努力挑起重担，为实现国家的四个现代化做出更大的贡献。

事实上，分析化学的创新任务特别艰难而繁重！分析化学家更需要敬业、执著，冲破禁锢，解放思想，自强不息，大胆创新。“创新”从某种意义上说是长期潜心、执著研究的积累在特定情况下的闪光，抛开束缚而在目标方向上的突破，使科学和技术有了跳跃式的前进。创新既不凭空想像也不靠运气，而必然孕育于积累，而后才能产生灵感和跃进。当代科学技术的创新，还必须付出极为辛勤的劳动，是“十年磨一剑”的结果，甚至要花费毕生的精力。

总而言之，分析化学尤其在生命科学和环境科学中的重要性已毋庸置疑，分析化学是大有“创新”可为的；加大对分析化学的支持力度是推动分析化学发展以满足客观需要的必要条件。然而分析化学家更新观念亦非常重要，从理念上创新走向源头创新，这是分析化学发展的关键。我们相信，基金委对分析化学发展的重视正是基于战略上的思考。

二、树立“以人为本、兼收并蓄、服务为先”的理念， 加强为国家目标服务的意识，以任务推动学科发展， 以创新支撑学科建设

分析化学要创“品牌”，要做出重要贡献，不断满足需要者的期待，才能得到更多的支持。分析化学的研究对象是如此之广泛，当今需要分析化学介入的机会又是如此之多，只要我们介入的意识加强，路子就会越走越宽。我们探讨解决问题一定要有新思路，树立“以人为本、兼收并蓄、服务为先”的理念。“以人为本”就是尊重人才、爱惜人才；支持科学家进行好奇心驱动下和情有独钟的研

究，以寻求新发现；鼓励探索，宽容失败；弘扬科学精神，提倡学术争鸣，广开言路，保护不同意见；构建创新环境和营造创新文化。“兼收并蓄”是指不局限于自己熟悉的领域、循规蹈矩，要进行学科交叉；博采众长，多元融合，延伸视野，扩展领域，接纳新事物；并能逆向思维，相反相成。“服务为先”就是把解决问题放在第一位，即使是搞基础研究，同样也要增强为社会服务的意识；对于原始性创新，也不能游离于国民经济发展的进程之外，应紧紧围绕现代化建设的需要开展科技攻关，到科技的第一线去寻找核心的科学问题，积极将自己的科技成果移植到新的领域，或转化为现实生产力，为经济建设服务。不管曾有人说过什么“科学技术是第一生产力，但分析化学好像是第一只馒头，人家吃饱了肚子只承认是最后一只馒头的功劳”。分析化学有为科学与技术发展和国民经济服务的职能，责无旁贷。其实，任何一门科学和技术都要服务于社会、服务于其他的科学技术领域。服务面越广，越反映出社会对它的需要。“以服务求支持，以贡献求发展”，这是当今商品经济社会的基本原则，也是分析化学求发展的一种策略。因为广泛的社会需求，分析化学工作者在国内外都是最容易就业的。众所周知，计算机科学这一门学科长期成为最热门的专业，就是因为它能为全社会各行各业服务，任何一个部门都需要它。今天，分析化学总是面临挑战，所要解决的问题总是永远没有完结的时候，这就要求分析化学家不断提出解决问题的新方法和新策略，同时，也赋予分析化学以无限的机遇。试想，如果失去了服务对象、生产出来的产品没有人需要的工厂还不得关门大吉。任何学科领域也都是如此，没有人需求的学科是没有前途的。事实上，检测和量度在人类活动的所有方面都是最要紧的，也是无止境的，所以分析化学是最有生命力的学科之一。21 世纪的生命科学、环境科学、材料科学和能源科学等领域迫切地要求分析化学发展各种新的测量和表征手段以解决其疑难问题。尤其是作为本世纪科学发展的中心和主导科学的生命科学，基于其研究体系的复杂性，使分析化学面临巨大的挑战。这种挑战性决定了分析科学将成为未来生物学和生命科学发展的中心。不仅是生命科学的研究，当代四大科学领域（生命、信息、环境、资源）、五大危机（人口、粮食、能源、健康与环境）以及与国家安全相关高技术中一些问题的解决都十分依赖于分析化学的发展。

因此，当前分析化学与生命科学等领域的专家密切合作，进行学科间的交叉，增强“介入”的观念，冲破禁锢和“传统”的束缚，解放思想，更有利于我们去争取承担国家的任务和交叉到其他学科领域去充当参与者的角色，进一步拓宽创新的道路，扩大创新的视野。当今社会，学科的发展是由需要和任务来带动的，但却决不能代替学科建设。而学科建设则是分析化学发展的核心，并应以创新作为学科建设的内涵和支撑。

三、要重视分析仪器装置的研制

分析化学家需要时刻记住两个“转化”：第一是把创新理念转化为定型的分析测试方法；第二是把分析方法转化为仪器装置（或仪器）。自从 20 世纪中叶以来，物理学、电子学和计算机科学以及生物学的交叉渗透，各种各样的分离、分析测试方法应运而生，分析化学家运用这些现代化的手段以各种创新的理念建立起各种巧妙的方法为科学技术和生产建设解决了一个又一个分析难题，擦亮了人类的“眼睛”，把视野延伸到更广大的时空范围和极为微小的世界。然而，多数分析化学家还仍然只习惯潜心于用现有的仪器设备去寻求新的分离、测试方法以解决面临的问题，还不善于把许多创新成果用来创造出新型的测试工具，以发挥更大的作用。只有很少数的分析化学家从事分析仪器的研制和开发，将新原理用于创造新仪器。目前大部分分析测试仪器都是由其他科学领域的科学家和工程师完成的。

科学仪器、仪表是产生科学数据的源泉，分析仪器是科学仪器中重要的分支。我国的分析仪器制造业与先进国家的水平差距甚大，大部分高级、大型的分析测试仪器依赖进口。在当前知识经济主导的时代，如果我们没有自主知识产权的技术与装备，我们的产业将沦为殖民地式的经济；如果我们的科学仪器（包括分析仪器）产业不及时赶上，不仅影响科学技术的发展，亦必将危及经济甚至国家安全。但是，分析仪器水平的提高受制因素很多，可谓积重难返，根本问题的解决带有综合性和全局性。但无论如何，从战略高度鼓励更多的分析化学家与相关领域专家携手积极从事、参与分析仪器的研制和开发，已势在必行，分析化学家尤需加以高度关注。建议基金委从基础研究角度出发对基于新原理、新方法的分析仪器的研制专项加大支持范围和力度。

四、自然科学基金坚持正确的定位是 原始性创新的有力保证

我国自然科学基金制度自建立以来对我国自然科学基础研究的发展和壮大起到巨大的历史作用，取得了辉煌的成就，培养造就了一大批学科带头人，建立了壮观的学科队伍，奠定了 21 世纪科技发展的坚实基础。我国的自然科学基金资助的范围、强度都有了很大的发展，制度更加健全、完善，作用进一步发挥。

在国际科技竞争日益加剧的今天，如何加速“源头创新”就成了基金资助中需要解决好的关键问题。我认为，只要坚持定位在支持“基础和应用基础”研究；继续营造宽松的创新环境，并有充分的自由空间；倡导优良的（严谨、求实）学术风气，提倡自由竞争，百家争鸣，又鼓励合作、发扬团队精神；规范评

审标准，完善评估体系。这样，原始性的源头创新就有了肥沃的土壤。

基于分析科学的特点，国际上公认的热点研究领域必须赶超，有些未取得共识的“冷门”课题如提出理由充分也可以考虑支持。当前尽管基金评审已有一套完整规范的方针、原则与方法，但在实际执行中尚需评委的公正和识别能力，建立一支优良的评审队伍就特别重要。基于基金额度的增加，科研单位和高校设备的日益改善，在对待重点项目或重大项目参加单位数方面不必限制过严，可视实际情况应有适当的灵活性，并以多设重点项目为好。又如由几个单位用不同方法、途径或甚至用同一方法、途径同时去迅速攻克同一个核心的科学问题，也应该是被允许的。关键是要看解决的科学问题是否经过凝练，研究的目标是否集中、明确。

基金通过项目资助培养和造就了大批高级的基础性研究人才。如果说高校和研究单位是定点的培养方式，那么，基金资助则是定位在以学科前沿交叉领域为靶标的动态滚动的人才培养方式，这种方式更具社会实践性和针对性。今后，如何更有计划、有步骤地进行还是一个值得研究的问题。

五、分析化学的前沿领域和其中的关键问题

（一）生命科学中的分析化学

分析科学要与解决生命科学的核心科学问题相结合，建立各种分析化学平台、信息加工与整合系统。生命体系自身的各种复杂过程——化学过程、物理过程，迫切需要超高灵敏度、选择性、在线动态跟踪、单细胞实时分析、单分子检测技术等有效的分析方法，提供高通量的生物信息和数据。更确切地说，生命科学要求分析化学：

- （1）灵敏、选择、无损探测；
- （2）活体-实时-动态跟踪，单细胞、单分子分析；
- （3）新的生物活性分子的发现、分离、提纯和表征技术；
- （4）微量和超微量生物活性物质的原位、实时、在体和在线分析。

以下几点是当前生命科学研究的热点，其中有大量的分析化学问题需要解决，分析化学问题已成了研究工作进展的瓶颈。这些热点是：

后基因组学：基因诊断、基因疗法、基因药物开发——疾病预警；反基因武器、生物分子电子技术、仿生技术——未来战争与防卫的战略；

蛋白组学：如小分子与蛋白质、核酸等大分子作用引起其构象的变化并影响其功能；糖-蛋白化合物结构多样性如何决定其功能的多样性；真核细胞周期调控中的蛋白质磷酸化作用等；

微流控芯片全分析系统；

生物芯片、生物传感器和生物信息学；

生物分子电子器件；

细胞分析化学；

单分子、单细胞分析以及实时活体分析；

重大疾病的预警与临床快速检测；

膜分离技术；

中草药有效成分分析——指纹图谱；

化学计量学在生命科学中的应用；

高分辨的成像和结构、形貌分析——AFM、SECM、STM、X 射线衍射技术、NMR 以及计算机信息分析技术，很大程度上促进了生物大分子三维结构研究的发展；

SARS 等传染性疾病的快速鉴定；

滥用药物的监控及分析；

生命体系复杂过程中的分析化学研究；

化学生物学及其相关问题：药物作用靶点的识别研究；组合化学药物合成的筛选；高通量的药物分析化学；

各类大小生化分析仪器、临床分析仪器。

生命科学的发展而提出的问题和挑战，为分析化学的发展提供前所未有的机遇。我们要充分认识自然、学习自然，利用自然变化和变迁规律——生物科学的成果，克服传统分析化学中的不足与弱点，发展分析化学的新概念和新思想。如基因检测研究带动了 20 世纪整个生命科学的迅速发展，可以预计，在 21 世纪相当长的时期内，基因研究仍将继续推动生命科学研究向纵深发展，基因检测不仅对生物学研究至关重要，而且对临床医学、环境监控、法学鉴定等领域具有极其重要的意义。这里要特别强调一下纳米技术在生命科学中的作用与价值。最近由美国的 Deamer（加州大学）和 Branton（哈佛大学）等研究小组首先提出的纳米通道（nanopore）技术引起了世界各国科学家的关注。这种纳米通道技术可以对基因快速测序，并且能多组分（高通量）快速检测。将它用于单分子、单细胞的研究，可以克服 AFM 的缺陷——分子需要固定化，可以直接在溶液中测试。这种技术刚刚起步，有待进一步研发。纳米技术还用于人工器官、介入性治疗、药物载体、血液净化、生物大分子分离等方面，其中有大量化学和分析化学的问题有待解决。

（二）环境科学中的分析化学

世界各国都极为关注可持续发展的问题，而首当其冲的就是环境保护，绿色化学亦应运而生。分析化学介入环境化学与绿色化学的核心问题，特别要关注以下各项：

环境分析化学；
环境过程化学与分析化学；
环境生化分析；
绿色化学中分析测试问题；
环境分析测试仪器。

(三) 材料与信息科学中的分析化学

纳米材料的结构分析；
纳米材料的可控组装及表征；
纳米材料的谱学分析、界面表征；
纳米材料及其成像技术在分析检测中的应用；
纳米材料在生命科学研究中的应用。

以上这些研究方向今后应得到加强。

信息科学与分析科学交叉而产生的“多传感器信息融合技术”需要引起特别的重视，它源自军事科学中的电子对抗，可以从复杂的体系中识别和检测特定的微弱信号，目前在许多领域已得到应用。如它能成功地应用于生命科学中生物信息流的研究，如细胞内信号的传导、电信息流的整合、检测，必将能获得高通量的生物信息。

(四) 过程化学中的分析化学

化学学科应是由化学和化学工程两大部分构成。可是长期以来，这两大领域有许多脱节。化学过程中分析化学问题的研究是今后必须得到加强的领域，尤其是石油化工工程的质控、在线分析以及酶生产工程中的分析问题。

(五) 发展分析化学的新原理、新技术和新方法

分析化学的源头创新和拥有自主知识产权必然基于新原理、新方法和新技术的应用，尤其是新理念的产生和实行。因此，下面的研究内容应是中、长期规划中的重要方面：

发展基于新原理的分析方法和相应的仪器；
分子自组装及其分子器件；
仿生催化与纳米分子电子器件；
极端条件下的分析测试；
分析仪器的小型化、微型化和智能化；
联机技术智能化；
各种传感器和超微电极的研究；
新分离和富集方法的研究；

“数据融合”在分析化学中的应用；
微流控芯片、生物芯片；
防生化武器的高效、小型测试仪器；
化工生产和过程化学中的在线分析等等。

六、科研管理体制及运行机制的改革

科研管理体制及运行机制将对创新环境产生极大的影响。鉴于分析化学学科要求知识面广和需要熟练掌握各种分析测试仪器的特点，学校分析测试中心应该成为培养分析化学专业研究生（硕士、博士）的实验基地，以提供更多的实验条件，使培养的学生更能适应社会的需要。各单位分析测试中心集中了大量的国外进口高级仪器、一批有丰富工作经验和水平的教授及实验技术人员，但由于职能定位、管理体制和一些政策性的问题没有妥善解决，往往不能充分发挥他们的作用，以至产生这样或那样的问题。目前，对实际存在的问题需要认真研究，及早妥善解决。各高校分析测试中心可以与本单位的分析化学学科共同建设学科和培养人才；各校之间亦应相互交流，推广先进的经验。总之，真正解决好分析测试中心的定位和管理体制等问题，对促进分析化学学科的发展和推动国家任务的完成是极为重要的。

参 考 文 献

- [1] <http://www.nap.edu/openbook/0309084776/html/11.html>, Beyond the Molecular Frontier: Challenges for Chemistry and Chemical Engineering, 2003, The National Academy of Sciences.
- [2] Hirsck R. Analytical Science at the Center of Chemistry and Beyond its Frontier, [Http://www.waters.com/waters-division/waters-website/corporate-releases/speech.pdf](http://www.waters.com/waters-division/waters-website/corporate-releases/speech.pdf), 2000
- [3] Ronald Breslow. Chemistry and Tomorrow: The Central, Useful and Creative Science, American Chemical Society, Washington, D. C., 1997
- [4] David W. Deamer, Daniel Branton. Characterization of Nucleic Acids by Nanopore Analysis, Acc. Chem. Res. 2002, 35, 817
- [5] John J. Kasianowicz, S. E. Henrickson, Howard H. Weetall and Baldwin Robertson, Anal. Chem. 2001, 73, 2263 ~ 2272
- [6] 徐光宪. 21 世纪是信息科学、合成化学和生命科学共同繁荣的世纪. 化学通报, 2003, 1, 3
- [7] 汪尔康主编. 21 世纪分析化学. 北京: 科学出版社, 1999
- [8] 黄本立. 世纪之交的分析化学——回顾与思考. 化学进展, 2001, 13 (2), 145
- [9] 王夔. 科学走向新世纪——中国科学院第十次院士大会学术报告. 北京: 科学出版社, 2001, p37 ~ 42
- [10] 方肇伦. 微流控分析芯片. 北京: 科学出版社, 2003
- [11] 朱良漪, 吴树恩. 生命科学时代的挑战 and 对策. 现代科学仪器, 2001, 2, 3