

走向21世纪的生物学

——未来生物学（1991~2020年）预测

中国科学院科技政策局
华 夏 出 版 社

G-1
YX112/09

走向21世纪的生物学

——未来生物学(1991—2020年)预测

主 编: 王亚辉 吴志纯

副主编: 徐联仓 罗 登



A0012482

中国科学院科技政策局
华夏出版社

1992年·北京



(京)新登字045号

走向21世纪的生物学
——未来生物学(1991—2020年)预测

主 编：王亚辉 吴志纯

副主编：徐联仓 罗 登

*

华夏出版社出版发行

(北京东直门外香河园北里4号)

新华书店经销

北京市人民文学印刷厂印刷

*

850×1168毫米32开本

9.875印张 230千字

1992年4月北京第1版

1992年4月北京第1次印刷

印数1—2200册

ISBN 7-80053-395-6/Q·001

定价：8.00元

走向21世纪的生物学

——未来生物学（1991～2020年）预测

全国400名高级专家预测：

- 未来生物学发展的大趋势
- 未来生物学发展的高峰
- 未来生物学的重大学科问题
- 未来生物学与其他学科的关系
- 未来生物学在社会经济建设中的作用

中国科学院科技政策局

华 夏 出 版 社

BIOLOGY GOING TO 21CENTURY

—Prediction of Prospective Biology(1991—2020)

Chief Editors: Wang Yahui Wu Zhichun

Deputy Editors: Xu Liancang Luo Deng

Bureau of Science and Technology Policy
Chinese Academy of Sciences

Hua Xja Publishing House

Beijing, 1992

内 容 提 要

本书是我国首次对生物学所作的长期(1991—2020年)预测。由中国科学院、中国农业科学院、中国医学科学院、中国预防医学科学院和国家计划生育委员会科学技术研究所等单位的37位科技人员,通过收集国内外文献、个人调研,并结合研讨会和问卷调查等多种方法,集中了400位高级专家学者的意见而写成。其内容包括:预测方法和结果;未来30年生物学的发展背景和趋势;未来生物学的重大学科方向、领域和理论问题;未来生物学与其他学科的相互关系;未来生物学在解决人类面临的人口、粮食、资源、环境、医疗保健等问题中所能起的重大作用五大方面。全书共分18章,有总论(关于未来生物学总体的预测)和各论(关于未来生物学16个专题的预测);还附有总体及14个专题的预测调查问卷。

本书着重对未来生物学进行预测,但也概括了当前生物学的进展和成就;既放眼国际情况,又兼顾国内实际;思路开阔,观点新颖;预测方法科学;提供了大量有关生命科学的信息,内容丰富;是一份具有一定可信度和工作特色,以及较高的科学性和实用性的预测。

本书的读者对象:以具有大专以上文化程度的各级科技主管部门、大专院校、科研单位及企业的政策制订者和管理人员;生物学及其相关学科(农、林、医、环境、能源……)数学、物理学、化学等的教学和科技人员;大专学校学生为主。

前 言

早在80年代初，在国家科委领导下，我国科技界即着手制订了科技长远发展规划。1987—1988年，国家又制订了我国中长期科技发展纲领和纲要。与此同时，美国国家研究委员会(NRC)、国家科学基金(NSF)和国家科学院(NAS)共同组织了近千名科学家分别对数学、物理学、化学和生物学进行了预测，并分别出版了专著。在即将进入90年代之时，国内外又都在纷纷预测本世纪最后10年科技、经济……等的发展。基于：上述工作大都预测到本世纪末；90年代处于两个世纪之交，是个关键的10年，应对未来科技的发展看远一点，为下世纪的发展作好必要的准备，故有必要作一定的超前研究；中国科学院是国家的科学院，有责任为我国科技的长远发展提出建议等原因，1989年，中国科学院科技政策局提出了对未来30年(1991—2020年)生物学的发展进行预测的研究课题。因受经费、人员的限制，以及对学科长期预测缺乏经验，该项研究主要通过试点进行摸索。而首先提出对生物学的发展作预测，其主要原因是近30多年来生物学的发展很快，使生物学在自然科学的发展中，在认识和利用自然以造福人类的进程中占有越来越重要的地位。国内外不少科学家都已意识到生物学已日益显示出带头学科的趋势；他们中有人甚至还断言“21世纪将是生物学世纪”。这一断言现已为越来越多的人所接受。一些国家具有远见卓识的领导人，早已开始调整本国的学科政策，增加生命科学的研究和教育经费，重新部署科技力量，制订了多项国家级和跨国的大型和超大型生命科学的研究计划，并已开始实施。在

这些国家，就是企业界人士也看准了这个趋势，加强对大学和研究机构的支持；不少大公司还设立生命科学研究部或专项基金。

生物学是我国近代自然科学中发展较早的学科之一。建国以来，虽有很大发展，但由于历史的种种原因，使它的发展受到很大的影响，以致与国际先进水平有不小的差距。即使以较受重视的分子生物学的总体情况看，据估计，无论从事研究的人数，还是每年发表文章的数量和水平都不及美国一个中等水平州的情况；也落后于印度和南美的一些国家。而我国人口迅速增长、农业徘徊、资源日趋短缺、生态环境恶化等问题已成为我国实现现代化的制约因素。生物学可为这些问题的解决提供重要的理论基础和有效途径。面对国内外生物学发展的情况及生物学面临的挑战，出于科技工作者的责任感和紧迫感所驱动。我们来自中国科学院的16位生物学、数学、物理学、化学和管理科学方面的科技人员，自愿组织成立了未来生物学预测研究组，承担了科技政策局提出的这一研究任务，进行了一次对学科预测的尝试和探索。

预测研究的任务和对未来生物学的发展尽可能作出科学的回答。但预测不等于决策，它不同于决策的产物——规划、计划；预测的对象是未发生的事，这就决定了它的宏观性——指出其主要发展趋势及重大方向和问题。它可为领导部门的有关决策提供背景材料；也可为当前有关科技和教学人员选择研究方向提供参考；还可引导青年为未来生物学事业而献身，发展我国生物学的重任要由他们来实现。

为完成预测任务，选择了较适合做学科预测的直观预测法——专家咨询调查法，即通过专家对未来生物学的发展作出推断。为做到集思广益，采取了以16人组成的预测研究组为核心，同时又与广大专家相结合的一种方法——问卷调查法。

预测研究组对预测研究的指导思想是：学科的发展有其自身的规律，不受国界的限制，故应放眼世界，但兼顾国内；预测对

象是未发生的事，故必须充分发扬学术民主。从方法论来说，主要用历史的方法，即以当代自然科学发展的大趋势和特点为背景来考查未来的发展。从预测的内容来说，应回答未来生物学发展的总趋势；推动其发展的重大学科方向及有哪些重大理论问题待解决；它对其他自然科学和社会的发展，以及经济建设有何重要作用和影响；等等。

预测研究组除进行未来生物学的总体预测外，下分：遗传、发育和进化的统一，神经科学，行为科学，生态学，人类生物学，生物技术，数学与生物学，物理学与生物学，化学与生物学，生物学与农业，生物学与资源-生态环境，生物学与能源，生物学与医疗保健，生物学与人口控制等14个专题，分别作了专题预测。

预测调查研究历时两年(1989年8月—1991年7月)。在调研基础上又召开了多次集体研讨会，最后(1991年3月)召开的预测研究结果报告会是一次扩大的和跨学科的交流 and 研讨会。会后经综合写成预测报告。

预测的准确性或可信度是人们普遍关心的问题。我们的预测始终是在无约束的情况下进行的，问卷调查也避免了受权威专家及专家间互相影响之不足，而是集中并反映了400多位专家的智慧 and 这些专家们当前对未来生物学的认识水平。国外许多未来学家认为，根据已掌握的知识，借助一定的科学方法和基本假设，人们有可能比较客观地去探索未来发展的规律和趋势，揭示出未来的一部分或勾画出一个轮廓。尽管画面不太清晰，但人们仍可从了解到未来的大致情形。虽然如此，但我们认为，本预测结果仍属仁者见仁，智者见智，是否符合未来生物学发展的客观实际，当由后人去评说。但可以肯定，未来生物学决不可能完全按现在预测到的去发展。由于预测的时间跨度越长，难度就越大；加以直观预测法不可避免地会受到专家们主观因素的影响；还因其他条件的限制，我们未能用非直观法，以比较预测结果；对一些重

大问题的遗漏，如技术科学与未来生物学的关系，虽经发现，也未能作出补充调查和预测；虽说是宏观预测，但宏观性仍不够；对于一些重大分歧，如对人类生物学这一专题，就其名称、定义、边界和内涵，以及能否作为未来生物学一个重大学科方向等等，意见分歧很大，对此，我们仍保留了少数人的一种观点，可能难免失之偏颇。

预测研究报告完成后，曾请15位专家作了书面评审，并送国家科委、国家自然科学基金委员会、中国科学院等有关部门和领导、工作人员审阅。评审专家对预测研究报告作了充分的肯定和较高的评价，其中不少专家希望或建议公开出版(专刊或专著)。

应专家们的要求，我们决定对预测研究报告作修改补充后公开出版。鉴于预测研究组中尚无一人的知识面和水平能覆盖本预测研究所涉及的范围和内容，书中各部分由不同的人执笔，故仍然存在如一些评审专家所指出的那样，各章繁简不一，且有一定的重复和交叉等。我们在编辑过程中虽作了很大努力，但结果仍不能令人满意。对于我们工作和书中不足之处，请读者批评指正。

还应当说明的是：(1)未来生物学的应用部分，即未来生物学与农业、资源-生态环境、能源、医疗保健和人口控制这几章，只涉及未来生物学在解决这些问题中将起到什么作用，并不意味着这些问题的解决只有靠生物学。所有这些问题都是综合性的，它们的解决有赖于多学科、多途径、多种方法，以及社会和经济条件乃至经营管理和法律等等。专家们还建议列出参考文献、资料及引文出处。因文献太多，限于篇幅，除个别章因情况特殊，保留了参考文献外，其余各章参考文献及引文出处均略。

中国科学院为预测研究及本书的出版提供了经费，工作始终得到科技政策局领导及有关同志的大力支持和帮助；中国科学院数、理、化学，资源环境，生物科学和技术等专业局以及能源委员会的有关同志或提供信息或推荐专家。参加问卷调查试答的有

30位专家，答卷的共有342位专家(见附录2)，评审的有15位专家。国家科委惠永正同志和中国科学院植物所匡廷云同志曾参加早期工作；中国科学院植物所肖宁同志、力学所欧阳怡同志曾协助完成不少具体工作；中国科学院心理所徐联仓同志提供计算机及SPSS软件、王二平同志协助完成问卷结果的统计。在出版过程中得到华夏出版社及毕晓峰同志的大力支持和热心指导。借本书出版之际，对上述提到的所有单位和个人，以及未提到但书中引用过的文献、资料的作者们在此一并致谢！

吴志纯

1991年10月

Preface

Recent three decades bioscience has made great progress since the demand of the society and the accumulation of bioscience research achievements for one century, particularly the permeating and application of the new laboratory techniques, methods and equipments developing from many new theories and new concepts emerged from physics, chemistry, mathematics and technological sciences during the past decades. Bioscience, in turn, has significantly contributed to the advances of other science disciplines and to the social and economic development. More and more facts show that biology occupies an important position in the process of remaking nature and benefiting mankind.

As time goes on, rapid developments of sciences and technologies in the world and increasingly demand of industrial and agricultural production are bound to be followed by a new great leap in the advancement of biology. All those critical problems of mankind are now faced with, such as population, food, natural resources, energy resources, ecological environment and medical treatment and health care, can not be solved without biology to provide basic theories and means for. Biology in the future will undoubtedly have wider and brighter prospect. Some scientists predicted early that biology

would become the leading scientific discipline of the 21st century, and this statement has been accepted by more and more people. Leaders of some countries, who are far-sighted and possessing penetrating insight, have started to adjust the national policy regarding priority of science disciplines, and increase research funds for life science, and draw up and implement huge research plans of life science at national or transnational level.

Bioscience is one of the modern science discipline that has a relatively longer history of development in China and has grown substantially since the founding of new China. However due to historical reasons, its development has been hindered greatly and there is a big gap between the advanced world level and that of ours. In addition, population, agriculture, natural resources, ecological environment, energy resources and some other problems are even more serious in China, which have become the restrictive factors on the modernization in our country. Now is being the transition time of the centuries and the next decade will be real key time. From such a situation it can be seen that biology confronts with both great challenges and many opportunities for development. In 1989 the Bureau of Science and Technology Policy, Chinese Academy of Sciences first suggested the task of the study of biology in the next 30 years. The 37 scientists from Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Chinese Academy of Medical Sciences, Chinese Academy of Preventive Medicine and Institute of Science and Technology, National Council of Family Planning, have formed a research group for

prediction of prospective biology and have carried out the study. The purpose of the prediction is follows: having the whole globe in view and basing ourselves on homeland, the information and suggestion of prospective biology will be provided for persons who draw up policies and make decisions. Meantime, we hope that our efforts will get the young generation being interested in biology and to devote themselves into the study of prospective biology.

The time span for prediction was set to be from now till 2020. From August 1989 to July 1991 the macroscopic prediction was made in five aspects: the development trend, the development peak, the important directions, fields and theories, the relation to other discipline, the impact on society economy, by collection of literatures, studying individually, holding seminars, investigating with questionnaires (Delphi method) and so on. Finally, «Investigation Report on Prediction of Prospective Biology (1991-2020)» has been written and experts have suggested to publish the Report after reading it. According to the requests the Report has been revised and supplemented to adapt to publication.

Since the difficulties of the long-term prediction and the limitation of knowledge and experience of the group members, although we have done our best to draw up a blueprint of biology in coming 30 years, it will still be waiting for readers, comments if the picture is clear and accurate.

The study and publication have been provided financially by Chinese Academy of Sciences and the leaders of the Bureau of Science and Technology Policy have given the support and

the care all along the process. All of 342 experts have participated into the answer of the prediction questions. There are other 15 experts who have commented the report on the prediction. And also, many friends and colleagues have given kind help to the study of prediction and the publication of the book. The authors wish to express their appreciation to all people who have done the favour to the study and the book.

Wu Zhichun

Bureau of Science and Technology Policy,
Chinese Academy of Sciences, Beijing
November 1991

序 一

当今科学技术的发展迅速空前，对人类社会的影响日益广泛与深刻。各国科学界，乃至政府对科学的未来尤为关注。自80年代始，美国相继投以大量人力、物力组织了多门自然科学的预测，编著并出版了《美国数学的今天和明天》、《化学中的机会》、《90年代的物理学》、《生物学中的机会》等专著，对科学的发展起到了推动作用，在国际社会各界也产生了积极的影响。

生物学作为当今自然科学中最为活跃的学科之一，其未来将怎样发展，与其他学科将怎样相互作用，对今后社会、经济以及人们的生活将产生何种影响，这些已成为国内外科学界同行以及有关人士思考和关心的热点。

中国科学院一贯注视国际上科学发展的趋势和动向，并根据自己的国情制订科学发展规划和计划。为更系统地调研国际生物学的发展，并结合我国的国情，对生物学的未来作出自己的判断，中国科学院于1989年成立了未来生物学预测研究组，有将近400位生物学以及相关学科的专家参加了这一工作。两年来，他们采用多种预测方法，特别是较成功地探索了Dephi法在学科预测中的应用，对生物学未来的发展进行了较全面的预测研究。对一门自然科学作如此系统的调研分析，这在我国当属首次。这是一次大胆而又有意义的尝试。

在预测研究的基础上，研究组的专家们撰写和编辑了《走向21世纪的生物学——未来生物学(1991—2020年)预测》这本书。

本书18章，介绍了预测方法与结果，对生物大分子的结构与

功能，分子遗传学，遗传、发育和进化的统一，神经科学，行为科学，生态学；数学与生物学，化学与生物学，物理学与生物学，生物技术；生物学与农业，生物学与资源环境，生物学与能源，生物学与医疗保健，生物学与人口控制等各领域作了描绘与阐述。

这本书既体现了众多专家的意见，又反映了专家个人的观点，思想活跃，表现了学术民主的风貌。

当然，预测只是回答未来之可能性，在宏观上指出发展的方向。这本书的意义，就在于她对人们的启迪。

这本书在众人精心与辛勤的劳动下诞生了，她以新颖的丰姿展示了生物学走向21世纪的前景，而创造未来生物学美好前景的将是我们的生物学家。感谢作者们为此付出的辛劳与智慧，衷心祝愿我国生物学在21世纪取得举世瞩目的成就。

中国科学院副院长 李振声
中国科学院学部委员会委员

1991年11月