

数字透出的信息——生命科学正在蓬勃发展

文建平* 李雄彪
(北京北大未名生物工程集团有限公司 北京 100085)

摘要 生命科学和信息科学是近年来发展很快因而备受科学界关注的学科。我们以国际、国内的有关科学论坛、科学会议、科学评论及有关网站的统计数据为基础,对生命科学和信息科学进行了初步的比较研究,并对生命科学和信息科学的发展趋势进行了简略的探讨。
关键词 生物学 生命科学 生物技术 信息学 信息科学 信息技术

近几十年来,信息科学和信息技术发展非常迅速,产生了像微软、IBM 和英特尔这样的 IT“ 巨头” 及世界首富比尔·盖茨。生命科学有三百多年的发展历史,自 DNA 双螺旋模型提出以后,学术理论和相关技术常有突破性进展,生命科学被视为 21 世纪最有发展前途的科学,21 世纪被称为生物学世纪。诺贝尔化学奖得主李远哲先生在北大百年校庆的时候说过:亚洲国家如果在下次经济腾飞中有所作为的话,生命科学技术将是可能取得比较大的突破的一个领域。比尔·盖茨也曾经预言超越他的财富的人将来自基因领域。

生物科学与信息科学相比、生物技术与信息技术相比,何者发展更快呢?本文的数字透出了一些重要信息。

1 国内生命科学与信息科学相关数据的比较

1.1 百名院士百场科技系列报告活动

为实施科教兴国战略和可持续发展战略,提高全民族科学文化素质,1996 年 3 月以来,中国科协、中国科学院和中国工程院举办了“百名院士百场科技系列报告活动”,共有 100 余位院士作了 100 多场报告。其中与生命科学和信息科学相关的报告占总报告数的百分比如图 1 所示。

通过对生物科学和信息科学报告会的比较,我们发现生物科学受到更多的重视,这似乎预示着未来科技和产业的发展重点将逐步从信息科学向生命科学转移。

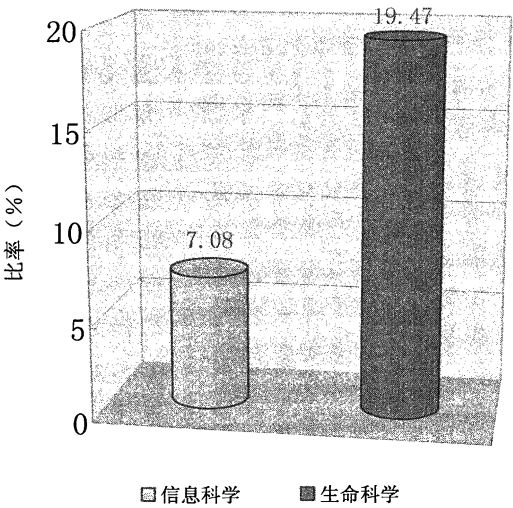


图 1 百名院士科技系列报告中信息科学与生命科学所占的比率

[根据 www. cast. org. cn 网页统计]

1.2 中国科协所属全国性学会部分重点学术活动

中国科协所属全国性学会涵盖生物医学、农业、物理、化学、数学、信息科学、环境科学、地球科学、食品科学、航空航天、材料科学及管理科学等学会组织活动,从表1可以看出,中国科协所属全国

表 1 中国科协所属全国性学会 2001~ 2003 年部分重点学术活动中生命科学活动统计¹⁾

年份	生命科学活动次数	总活动次数	比率(%)
2001	62	259	23. 9
2002	58	178	32. 6
2003	45	189	23. 8
总计	165	626	26. 4

收稿日期: 2004 03 22

* 电子信箱: wenjp@ weiming. com. cn

1) 根据 www. cast. org. cn 网页统计

性学会部分重点学术活动中,与生命科学有关的活动占了 26.4% 的比重,说明生命科学受到更多的重视,相关学会举行的活动比较频繁。

1.3 香山科学会议

香山科学会议是 1992 年由科学技术部发起,在科学技术部和中国科学院的支持下于 1993 年正式创办的高水平的学术会议,会议主题是基础研究的科学前沿问题和我国重大工程技术领域中的科学问题。我们比较了 1993 年至 2003 年香山科学会议中,以生命科学与信息科学为主题的会议所占比率,结果如图 2 所示。

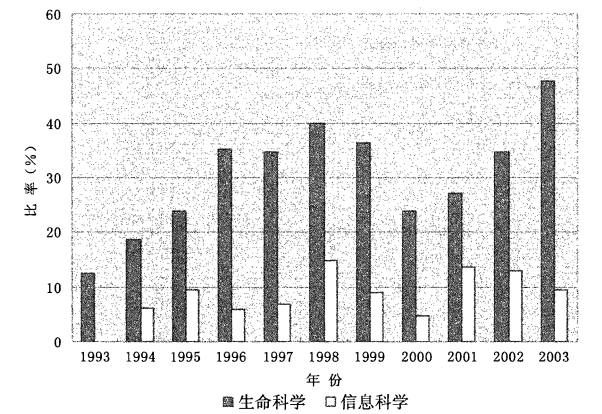


图 2 香山科学会议中以生命科学与信息科学为主题的会议所占比率
(根据 www.xssc.ac.cn 香山科学会议网页统计)

从图 2 可以看出,以生命科学为主题的会议大大多于以信息科学为主题的会议,其中 1996、1997 和 2003 年尤其突出。这似乎说明,生命科学的进

网 站	项 目 频 次	词 条				A/B	D/C
		生命科学 (A)	信息科学 (B)	生物技术 (C)	信息技术 (D)		
Google		1 280 000	75 900	1 890 000	5 190 000	16.9	2.8
百度		837 000	252 000	975 000	7 120 000	3.3	7.3
搜狐		837 000	57 880	200 545	568 965	2.1	2.8
新浪		228 000	29 100	480 000	568 965	7.8	4.6

表 4 从 Google 网站搜索的词条统计		
词条	代码	出版频次
life science	A	6 480 000
information science	B	8 580 000
biotechnology	C	4 580 000
information technology	D	11 500 000
biology	E	14 300 000
informatics	F	2 410 000
A/B		0.76
D/C		2.50
E/F		5.90

展很快,突破性进展不少,学科生长点多,与生命科学相关的生物技术也在蓬勃发展。

1.4 青年科学家论坛

“青年科学家论坛”是中国科协于 1995 年 4 月设立为广大优秀青年科技工作者开办的一项长期的、高水平的学术交流活动。我们统计了 1995 年到 2003 年的青年科学家论坛与生命科学有关的论坛所占的比率,结果如表 2 所示。

“青年科学家论坛”活动的主题涵盖生物医学、农业、物理、化学、数学、信息科学、环境科学、地球科学、食品科学、航空航天、材料科学及管理科学等学科,从表 2 看出,与生命科学有关的活动占了 1/3,说明生命科学代表了未来学科发展的方向,是我国学术界和有关部门非常重视并给予大力支持的一个学科。

表 2 “青年科学家论坛”中与生命科学有关的论坛所占的比率¹⁾

年份	活动次数	总活动次数	比率 (%)
1995	2	6	33.30
1996	1	10	10.00
1997	0	11	0.00
1998	5	12	41.67
1999	3	11	27.27
2000	3	8	37.50
2001	2	9	22.22
2002	2	5	40.00
2003	6	9	66.67
总计	24	81	29.63

1) 根据百度网 www.baidu.com.cn 资料统计

1.5 网站调查

2004 年 1 月 9 日查到相关网站(Google、百度、搜狐和新浪)的数据如下:

表 3 与生命科学和信息科学有关的词条统计

网 站	项 目 频 次	词 条				A/B	D/C
		生命科学 (A)	信息科学 (B)	生物技术 (C)	信息技术 (D)		
Google		1 280 000	75 900	1 890 000	5 190 000	16.9	2.8
百度		837 000	252 000	975 000	7 120 000	3.3	7.3
搜狐		837 000	57 880	200 545	568 965	2.1	2.8
新浪		228 000	29 100	480 000	568 965	7.8	4.6

从表 3 到表 6 的数据可以看出,从 Google、百度、搜狐和新浪搜索到的无论是中文词条还是英文词条,生命科学出现的频次大大超过信息科学,信息技术出现的频次则大大超过生物技术,说明现在生命科学正在成为研究的热点和重心。而信息技术的成熟度远高于生物技术,生物技术发展还不充分,潜力还没有被开发出来。

表 5 与生命科学有关的词条统计

网 站	项 目 频 次	生物学			生命科学			生物技术		
		中文词条	英文词条	小计	中文词条	英文词条	小计	中文词条	英文词条	小计
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Google		374 000	9 960 000	10 334 000	145 000	4 680 000	4 825 000	233 000	3 130 000	3 363 000

表 6 与信息科学有关的词条统计

网 站	项 目 频 次	信息学			信息科学			信息技术		
		中文词条	英文词条	小计	中文词条	英文词条	小计	中文词条	英文词条	小计
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Google		87 800	1 620 000	1 707 800	48 100	6 110 000	6 158 100	1 330 000	8 410 000	9 740 000

2 国外生命科学与信息科学相关数据的比较

2.1 《科学》杂志调查

从网上(www. sciencemag. org/ search. dll) 搜索了自 1995 年至 2003 年《科学》(《Science》) 杂志上有关词条在文题(title) 或摘要(abstract) 出现的频次。搜索范围包括 6 个方面: 原始论文(original article)、新闻报道(news)、述评、展望(reviews & perspectives)、社论通讯、政策论坛(editorials letters & policy forums)、编辑信息和本周科学(editor's choice & this week in science)、书评、网评(book & web reviews) 等, 结果如图 3 和图 4 所示。

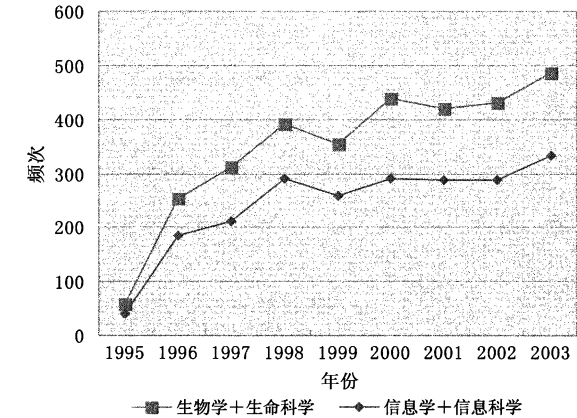


图 3 《科学》杂志中与生物学、生命科学; 信息学、信息科学有关的词条统计

《科学》杂志是当今世界最有影响的权威杂志, 代表各个学科的最高学术水平, 发表的论文大都是各个学科突破性的科学进展及科研成果, 从图3可以看出, 生物学、生命科学出现的频次比信息学、信息科学出现的频次多, 说明生物学和生命科学发展

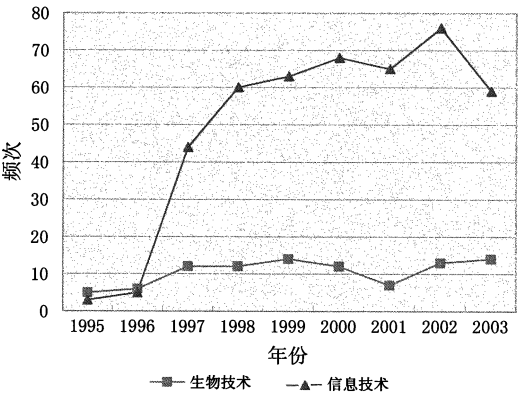


图 4 《科学》杂志中与生物技术、信息技术有关的词条统计

较快, 近年来对生物学和生命科学开展的研究比较多。图4则说明与生物技术相比较, 信息技术发展更快、更充分, 也更成熟。由于生物科学基础研究比较深入, 信息科学相对薄弱, 生物技术发展的空间很大。

2.2 《自然》杂志调查

2004 年 1 月 9 日搜索了 www. nature. com 和 www. newscientist. com 中的相关词条, 结果如表 7 和表 8 所示:

和《科学》杂志一样, 《自然》杂志也是代表当今最高学术水平的顶级杂志, 发表的文章代表了当今科学的最新研究进展和学科发展方向。如果我们分别把表 7 和表 8 中代码为 A 和 B、D 和 E 都考虑为“科学”词条, 而把 C 和 F 考虑为“技术”词条, 则可看出“科学”词条多而“技术”词条少, 这是否反映了科学是技术的基础、科学的发展往往比技术的进步更充分这种客观现象呢? 为了与《科学》和《自然》这类顶级杂志比较, 我们搜索了《新科学家》这样的一般杂志, 其结果(表 8) 也支持上面的结论。

此外,信息技术的发展比生物技术的发展更快、更充分也从表 7、表 8 中 F/ C 的数值上有所反映。值得一提的是,我们在 2004 年 2 月 2 日对 www.newscientist.com 网页做了同样的搜索,其结果(略)与表 8 基本相同。

表 7 《自然》(Nature)杂志中与生命科学和信息科学有关的词条统计

词条	代码	出现频次
biology	A	34601
life Science	B	7051
biotechnology	C	15664
informatics	D	651
information science	E	75925
information technology	F	51983
(A+ B)/ C		6. 7
(D+ E)/ F		1. 5
(A+ B)/(D+ E)		1. 4
F/ C		3. 3

表 8 《新科学家》(newscientist)杂志中与生命科学和信息科学有关的词条统计

词条	代码	出现频次
biology	A	125
life Science	B	135
biotechnology	C	70
informatics	D	2
information science	E	98
information technology	F	157
(A+ B)/ C		3. 7
(D+ E)/ F		0. 6
(A+ B)/(D+ E)		2. 6
F/ C		2. 2

2.3 《科学》杂志评出的十大科学进展

表 9 《科学》杂志 1998~ 2003 年评出的十大科学进展中生命科学和信息科学的比较

年度	生命科学(项)	信息科学(项)
2003	6	0
2002	5	0
2001	4	1
2000	5	1
1999	5	0
1998	6	1

从《科学》评出的世界十大科学进展中,每年有一半的重大科学进展与生命科学有关,而信息科学每年仅有一项甚至一项也没有,说明生命科学的研究和突破已远远超过信息科学,生命科学已经成为科学研究的热门课题。

2.4 生命科学研究和开发的经费投入情况

各国政府都十分重视生命科学的基础和应用

研究,美国科学院 2000 多位院士中生命科学与医学方面有 947 人,占了 43%。美国政府每年投入的支持生命科学基础研究的经费大约为 300 亿美元,占美国 GDP 的 0.3%,此外,还有 300 亿美元的经费来自工业界和各种基金会,美国国立卫生研究院(经费占联邦政府研究开发预算的 45%)的经费从 1970 年的 10.6 亿美元到 2002 年增长到 230 亿美元,2005 年预算为 286 亿美元。日本政府 2000 年制定了“推进基因组学的战略”,实施生物技术“立国”战略。欧盟第六个框架计划将生命科学放在七大主题领域的首位。法国政府于 2000 年 11 月公布了生命科学发展计划。加拿大、新加坡、韩国也很重视生命科学,希望将生命科学产业培育成新的经济支柱产业。

自 20 世纪 80 年代产生第一个基因重组药物以来,生物技术发展势头很快,生物技术公司在研发上都投入巨资,竞相开发具有自主知识产权的产品。Amgen 公司是世界上最具规模的生物技术公司,它在 R&D 方面的投入逐年增加,从 1994 年开始每年 R&D 的经费占销售额的比例超过 20%。重视研发的结果是产生了像红细胞生成素、粒细胞集落刺激因子等“重磅炸弹”基因药物,成为全球最大的生物技术公司^[1]。

从生命科学研究和开发经费的情况可以看出,各国对生命科学的研究和应用正在逐步加大投入,因而生命科学和生物技术更具发展潜力,生命科学将是影响本世纪整个人类社会经济发展的非常重要的领域。

表 10 1992~ 2003 年 Angen 公司 R&D 的投入			
年度	R&D (百万美元)	销售额 (亿美元)	R&D 占销售额的比例 (%)
1992	182. 3	11	16. 6
1993	255. 3	14	18. 2
1994	323. 6	16	20. 2
1995	451. 7	19	23. 8
1996	528. 3	22	24. 0
1997	630. 8	24	26. 3
1998	663. 3	27	24. 6
1999	822. 8	30	27. 4
2000	845	32	26. 4
2001	865	35. 1	24. 6
2002	1116	49. 9	22. 3
2003	1300	79	16. 5
平均	665. 34	29. 9	22. 6

表 11 2001~2002 年全球主要生物制药大公司的
销售收入和 R&D 的投入

公司	销售收入(百万美元)		R&D(百万美元)	
	2002 年	2001 年	2002 年	2001 年
Amgen	4 990	3 510	1 116	865
Novonordisk	2 745	2 633	612	587
Genentech	2 719	2 212	623	526
Serono	1 546	1 376	358	308
Biogen	1 148	1 042	367	314
Chirono	1 276	1 141	326	344
MedImmune	847.7	618.6	144	82.9

3 生命科学发展的动因

我们初步研究得到的数据虽然不多,但至少可以部分说明,生命科学在全世界正在越来越受到重视,生命科学正在蓬勃发展。究其原因,我们认为主要有如下几个方面。

3.1 生物科学与人类健康

近年来生物技术的不断进步,人们发明了各种各样的诊断、治疗、预防疾病的新技术。干细胞、组织工程研究的突破,正在为人类像修理汽车一样,更换人体器官开拓越来越广阔的前景。基因治疗的研究则为遗传病患者和癌症病人带来了福音。人类基因组图谱的完成、蛋白质组学的发展等更是揭示了人类疾病的本质,从而指出了诊断、治疗和预防疾病的方向。提高健康水平,延年益寿也是生命科学和生物技术蓬勃发展的重要动因,事实上正是生命科学的发展和健康水平的提高,我国人均预期寿命从 1949 年的 35 岁提高到 2001 年的 71.8 岁。危险疾病如艾滋病、心脑血管疾病和肿瘤等等,更是期待生物技术有新的突破^[2]。

3.2 生命科学与农业发展与粮食安全

人类居住的地球面临着巨大的人口压力,而且随着经济的发展,可耕地每年都在减少。50 年后,地球上将有 73 亿以上的人口,要解决这么多人(主要是欠发达地区)的吃饭问题很不容易。杂交水稻的研究成功基本解决了我国人民吃饱饭的问题,但要保证质量,解决吃好、吃有营养的食品,杂交技术受到了一定的限制,而现代生物技术则是有力的手段或工具,如金稻(转入了合成胡萝卜素的基因)的成功就是转基因技术的产品^[3]。随着更多的功能性蛋白被转移到农作物中,人类的餐桌会更丰盛,营养将更充分。光合作用的研究可能会带来这样的结果,即将来某一天能在人造的工厂里合成粮

食,更是能从根本上解决粮食安全问题^[4]。要培育出优质、高产、抗逆、无污染的农业新产品,需要生物技术作为强有力的支撑^[5]。

3.3 生命科学与环境保护

工业文明的出现带来了环境污染,目前没有有效的解决办法,生物技术的发展给环境保护带来了福音。如开发抗旱、抗盐的农作物和林草新品种,可以增加植被覆盖率,缓解水源紧缺、水土流失、土地沙化等严重问题;转基因抗病虫害的农作物的出现能解决农药的污染问题;将固氮基因转入农作物,使农作物具有天生的固氮功能,就能解决化肥的污染问题;酶学的研究可能给化学工业带来一场革命,使化学化工能在酶的催化下静悄悄的进行,解决化学工业带来的严重污染。我们知道,很多微生物具有富集某些金属的功能,利用这些微生物进行生物冶炼,可以解决金属的冶炼造成的污染。可以说人类居住和生活的环境的改善最终将取决于生命科学的发展和突破^[6]。

3.4 生命科学与新能源开发

能源短缺是世界性的难题,如能通过生物技术大力开发可再生的生物资源,在谷物、纤维素、半纤维素等产品的利用上取得突破,将其转化为生物产品或生物能源,将既可缓解能源短缺,又能形成新的产业,促进农产品的深加工。此外,新型能源植物的研究开发也具有很大潜力。我国能源植物资源丰富,利用植物生物技术改良现有品种,扩大能源植物种植,对我国能源短缺问题的解决具有很大潜力^[6]。

此外生物科学与材料科学(如生物纳米材料)、人工智能(神经科学的发展及仿生学)、信息科学(如研制“人脑”计算机)等学科紧密相连并能促进这些学科的发展。生物科学近年来捷报频传,突破性进展不断,极大地鼓舞各国投入大量资金及制定一系列促进生物科学研究和生物技术产业发展的政策,吸引大量的科学家投入生物技术研究,风险投资家也纷纷投身于这个领域,并产生了像安进、孟山都等取得辉煌业绩的生物技术企业。

生物科学是一个蓬勃发展的前沿学科,将极大地影响人类的生活、命运和历史进程。生物技术的产业规模将可能超过现在的信息技术而成为未来世界经济的支柱产业。生物科学研究水平和开发应用将决定我国未来的经济发展水平和国际竞争力。总之,21 世纪将是生物科学的世纪,生命科学

已成为各门科学共同探索的领域, 社会公众也越来越关注。生命科学的新的突破将为人类提供更多的知识和技术, 为我们人类创造更美好的未来。

参考文献

[1] 文建平, 刘宁宇, 赵贵英. 集落刺激因子——培育“重磅炸弹”基因药物的摇篮. 生物技术产业动态, 2004, 2(总 28): 16~ 21

[2] 生命科学和生物技术领域预测分析. 中国技术前瞻报告, 北京: 科学技术文献出版社, 2004. 194~ 251

[3] 朱祯, 黄季 , 胡瑞法. 转基因水稻的科学技术进展与商业化影响分析. 中国生物技术产业发展报告, 北京: 化学工业出版社, 2003. 205~ 218

[4] 朱祯. 中国农业生物技术产业化发展战略研究. 2004 高技术发展报告, 北京: 科学出版社, 2004. 294~ 302

[5] 王磊, 范云六. 作物抗逆基因工程. 生物技术世界, 2004, 2: 4041

[6] 黄大 , 贾士荣, 王磊等. 农业生物技术产业化发展的战略思考. 中国生物技术产业发展报告, 北京: 化学工业出版社, 2003, 78~ 87

The Information Behind the Data ——Life Science are Developing Vigorously

WEN Jiarr ping LI Xiong- biao

(China Bioway Biotech Group Co., LTD, Beijing 100085, China)

Abstract Life science and information science are developing very quickly and are payed close attention by the science circles recent years. Based on the data about the international and internal related science forum, conference, comment and related web, we compared the development of life science with information science . The trend of life science and information science is simply discussed.

Key words Biology Life science Biotechnology Informatics Information science Information technology

科学出版社推荐新书

分子光子学——原理及应用 **Molecular Photonics: Fundamentals and Practical Aspects** —(日) 堀江一之、牛木秀治、(加) F. M. 威尼克 著, 张镇西 等译 蒋大宗 校, 2004 年 4 月出版, 定价: 35.00 元

分子光子学是光子学与生命科学相融合的边缘科学, 本书是目前该领域最有参考价值的一本书。本书既描述了分子光子学的基本原理, 也提供了相关学科——光电子学、物理化学、有机化学诸方面的基础理论, 还介绍了激光、光化学、生物及光敏聚合物的相关技术及其应用, 体现了交叉学科的研究特点, 展现了一个极具生命力的新领域。各类从事和光学相关领域研究, 如化学、物理、电子技术和生物医学等研究的学者、高年级本科生、研究生和专业技术人员皆可参阅此书。

其他精彩图书

书名	作者	定价	备 注
SARS 医学中的物理热学方法与应用	刘静	38.00	从方法学的角度探讨在 SARS 预防、诊断与治疗中所涉及的若干非药物性物理热学方法
传染性非典型肺炎病原学检测与诊断	康熙雄、高星	40.00	从病原学的角度出发, 详细探讨了病毒的常规实验室检测方法, SARS 冠状病毒的特征和最新的、特异的实验室诊断方法等
植物生物技术导论(影印版)	H. S. 乔拉	72.00	对植物的基因、基因组组成, 植物组织培养、重组 DNA 技术进行了全面的翔实的叙述