

“知识爆炸”说不可轻信

“Knowledge Explosion” Is Not Be Readily Believed

徐 飞
(中国科技大学科学史研究室, 博士生 合肥 230026)

提要:“知识爆炸”的说法一度曾在我国学术界广为流传。本文深入剖析了这一说法的理论来源,指出这是一个以讹传讹的传说,其理论依据是不严密乃至错误的。它的流传已经对我国科技事业的发展产生一定程度的影响和危害。文章分析了这一错误产生的原因以及我们在理解方面所发生的偏差。澄清这类错误传言,对于我国科学研究的健康发展乃至科学技术的真正进步,都具有重要的现实意义。

“知识爆炸”又叫“信息爆炸”。一个时期以来,关于“知识爆炸”的说法,曾不同程度地影响我国科技发展的走向乃至科技政策的制定,甚至还影响了相当一批人对科学知识的价值取向。然而,剖析社会上流传的关于“知识爆炸”的各种说法,追根寻源,我们发现,所谓的“知识爆炸”实际上是我们对国外软科学研究的一些阶段性成果的片面理解,乃至部分曲解。这些错误理解已经,并且正在产生消极的影响。因此,正本清源,阐明“知识爆炸”说的来龙去脉,并由此反思一下我们在软科学研究中的若干方法论问题,便是一件很有意义的工作。

“知识爆炸”说有许多版本,但其说法都大同小异,描绘的情景令人浮想翩翩,这里仅举两个例证:
“从本世纪开始,科学知识在短时间内发生了急剧的增长。国际上把这种情况形象地称为‘知识爆炸’。在1750~1900年的150年中人类的知识量才翻了一番,而在1950~1960的十年中知识量就增加了一倍,其速度加快了15倍。据国外统计,近十年来出现的创造发明比以往2000年的总和还多。……当今,世界上平均每天发表1.3~1.4万篇论文,平均每35秒有一篇论文问世。各种书籍每年增加25万种。可见知识增长的速度之快。……知识量的剧增,使每一个人很难记住工作所需要的各种知识。据西德学者哈根·拜因豪尔的统计:‘今天一个科学家,即使日以继夜地工作,也只能阅览有关本专业世界上全部出版物的5%’。而且在‘知识爆

炸’的同时,知识老化更新的速度越来越快。国外统计表明,以每五年为一统计阶段,考察十年后的知识陈旧率,如表所列。……而1976年的大学毕业生

年 代	十年后知识陈旧率
1945	41%
1950	40%
1955	53%
1960	59%
1965	68%

到1980年已有50%的知识陈旧了。……如不掌握最新的知识就很难跟上现代科学技术发展的步伐。”(田夫、王兴成:《科学学教程》,科学出版社,1983年,第300页。)

“现代科学技术的迅猛发展,致使科学知识在短时间内发生急骤的‘爆炸性’的增长,这种情况人们形象地称为‘知识爆炸’。新知识的巨流排山倒海般地涌来,使大脑这个‘仓库’,无法包容如此巨量的知识。因此,一个大学生即使拼命地攻读,也读不完、记不住他将来从事工作所必需的知识。……由于科学技术新成果的迅速增长,从科学发明、发现到应用的周期的缩短以及新技术、新产品过时速度的加快,科学知识的陈旧周期也相应缩短。据统计:18世纪时知识陈旧周期为80~90年,19世纪到20世纪初期,缩短为30年,近50年来又缩短为15年。到如今,有的学科知识陈旧周期已缩短为5~10年了。”(夏禹龙等:《软科学》,知识出版社,1982年,第81页。)

这是“知识爆炸”说的两段较具代表性的陈述。类似的说法一度曾被各大新闻媒体、科学期刊等炒得沸沸扬扬。许多人在知识陈旧的恐慌中重新走进学堂——不是为了创造而学习,仅仅是为了生存。名曰:知识更新。更有人以为反正再学也赶不上“爆炸”,倒不如趁早下海捞它一票。这场“知识爆炸”的风波甚至曾波及到最高决策层,高层领导人的一些讲话中也多次引用过“知识爆炸”的观点。……在经历了十多年体验之后,认真清理一下,又有谁能料到,当年风行全国,至今仍有影响的“知识爆炸”说,不过是源起于一个美国图书管理员的粗略统计!

二

1944年,美国图书管理员赖德(F. Rider)对美国主要大学图书馆的藏书量增长进行统计,结果发现它们的藏书量从18世纪以来,平均每16年翻一番,呈现出指数增长的规律。此后美国另外一位学者普赖斯(D. J. Price)在1962年又作了进一步研究。他用表征科学发展的各种参量(比如科学期刊数、科学家人数、科学文献数等)对18世纪以来的科学发展状况进行统计分析,结果发现指数增长的规律对各种科学参量都是符合的。其倍增周期大约在10~20年之间。也就是说,科学知识的总量,大约每半个世纪就要增长一个数量级。

普赖斯以下列公式描述科学知识的指数增长(A =初始量, $F(t)$ = t 年后的量, k =年增长率):

$$F(t) = Ae^{kt}$$

普赖斯曾以科学期刊和学术文摘为科学知识增长的两项重要指标,对科学知识的增长作了一项推算,从1665年世界上第一份科学期刊《伦敦皇家学会学报》问世算起,科学期刊每60年增长10倍,倍增周期大约为18年。到了19世纪30年代,第一种科学文摘出版,此后也是以每50年增长10倍的速度递增。普赖斯因此得出图1。

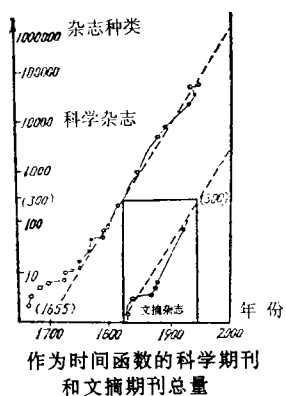


图1

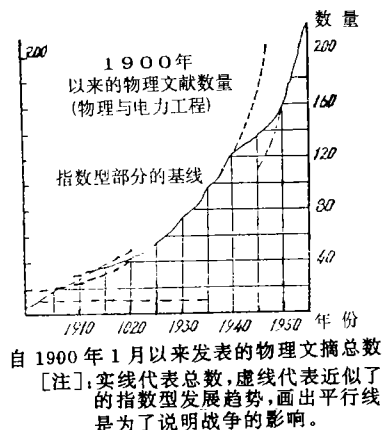


图2

他还对1900年以来发表的物理文摘总数作了统计,得出图2(普赖斯:《小科学,大科学》,世界科学社,1982年,第8~15页)。应当承认,直到本世纪60年代,科学发展从总体说来,大致是符合指数增长的,倍增周期大约为15年左右。根据这个指数增长律,科学知识总量的80%以上将是当代的;而80%的科学家都还健在。由这种指数增长曲线直观外推,立刻就可以得出“知识爆炸”的推论来。因此,普赖斯在他1961年出版的《巴比伦以来的科学》一书中,根据近30项类似的统计分析,做出这样的结论:“似乎没有理由怀疑任何正常的、日益增长的科学领域内的文献是按指数增长的,每间隔大约10到15年的时间增长一倍。”这一结论,作为对西方自文艺复兴以后至20世纪初期自然科学发展的一个阶段性总结,不无独到之处。其采用的计量学研究方法对于软科学研究也是一个有益的尝试。由于普赖斯工作的影响和示范,许多软科学工作者竞相仿效,对科学指征的各种数据进行统计,并陆续得出大致相同的指数增长曲线。比如关于科学家人数增长的研究,“就科学家人数而言,在近300年间,其增长是符合指数型规律的。”(刘大椿:《科学活动论》,人民出版社,1985年,第299页);关于科研经费增长的研究,“根据统计数字,美国从20年代到40年代,大约以10年为科研经费的倍增周期;40年代到60年代,倍增周期缩短到5年左右”(米哈依诺夫:《科学交流与情报学》,科学技术文献出版社,1980年,第7页);甚至还有人对中国古代科学的发展也作了相应的统计,并得出相类似的结论。众多的研究,使人们相信:“直到本世纪60年代,科学发展从总体说来是符合指数型增长的,倍增周期大约在15年左右。……在下一个倍增周期中,出现的科学家和完成的科学工作将和迄今为止的科学家、科学工作的总和一样多。”(刘大椿:《科学活动论》,人民出版社,1985年,第304~305页)

支持指数增长的证据越来越多,这使得人们对这条描点作图得出的简单统计曲线几乎到了笃信不疑的程度。沿着这条神奇曲线稍作外推,“知识爆炸”说就应运而生了。对实验曲线作适当外推,是自然科学研究中司空见惯的方法;软科学研究习用此法,似乎不应招至非议。于是,一个从软科学研究蜕变而出的天方夜谭——“知识爆炸”说也就不径而走,愈演愈烈了。

三

并非没有学者发现指数增长的逻辑矛盾。普赖斯本人就曾意识到这个问题。他明确指出:“很清楚,我们不能让科学在经历了五个数量级的发展之后再跃升到另两个数量级之上。假如我们这么做

了,那么人口中每一个男人、女人、孩子和狗就会有两位科学家,而且用于科学的支出将两倍于我们现有的资金。这样,用不了一个世纪,科学的末日就要到来。”(普赖斯:《小科学,大科学》,第16页。)有鉴于此,普赖斯又提出了逻辑增长曲线等新理论,试图修正指数增长曲线所导致的矛盾。

遗憾的是,一个时期以来,我国不少软科学工作者,只注意到指数增长理论的新颖性,以及这种研究方法的独创性,简单地将这一阶段性研究成果当成了普适性法则,终于演化出“知识爆炸”说大流行的被动局面。其实,只要假设科学知识以15年为倍增周期作一推算,就会发现这种“知识爆炸”说的荒谬之处了。按 $F=Ae^{kt}$ 的公式,以目前全球科学家人数作为基数推算,不出100年,全球总人口数也没有公式告诉你的科学家人数多。即使是考虑到普赖斯修正以后的逻辑增长曲线:指数增长到一定时期将会中断或变形,让位给另一种S型的逻辑增长曲线(图3)也不能解决问题。

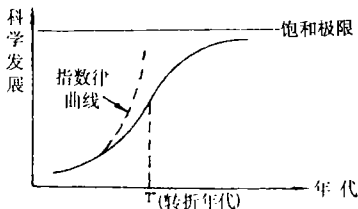


图3 科学增长的S型模式

这一理想曲线虽然回避了上述无限增长的矛盾,对科学的某些特征量(譬如科学家人数、科研经费数等)的未来变化趋势也可以做出相对合理的解释,但却是从一个极端走向了另一个极端。按这一S型的曲线,知识非但不会大爆炸,连增长的可能都没有了。对此,美国未来学家贝尔说得好:“S型曲线只有在某种封闭系统中才有效,它只是‘一种比喻’,不能以它为基础来制定政策。”(贝尔:《后工业社会的到来》,《科学与哲学研究资料》1979年第2期,第12页。)在经历了一阵哄炒以及随后的困惑之后,越来越多的人开始对“知识爆炸”说产生疑问,但一时又找不出更好的理论取而代之,不论如何,人们逐渐开始失去原先那样的热情和兴趣。软科学关于科学知识增长模式的研究也因此而徘徊不前。

四

软科学研究有其特殊的规律性,把在一定条件下成立的阶段性研究成果无限制地外推,往往可能导致戏剧性的结论。这种做法实际上已经背离了严密的自然科学传统。科学的实际增长情况,远非一两个统计曲线就可以概括无遗的。我们在预测科学的未来增长时,应当充分分析科学发展的精细结

构,只有把握了科学发展内外部状况的深层结构,才能对科学知识总量的变化有一个全面而又深入的认识。现在,我们不妨对“知识爆炸”作一点细致的分析。

首先应当注意的是,随着信息技术的高速发展,信息载体的日益更新,人类科学知识在总量发生剧烈增长的同时,在质的方面也出现了新的结构性变化。我们已经知道,“知识爆炸”说起源于对科学文献总体数量的定量统计和数学外推,其中并未对科学文献的质量作更多的分析,因而我们不禁要问:一篇荣获诺贝尔奖的科学论文和充斥于各种科技期刊的普通论文难道可以等量齐观吗?它们在科学知识的海洋里能占据同等地位吗?答案显然是否定的。为此,我们有必要研究一下科学发展的另一个有趣的现象——科学界的倒金字塔结构。

根据美国著名科学社会学家朱克曼的研究,美国科学家人数在质量方面呈现出倒金字塔式的结构,也就是说,科学家在质的方面是分层排步的。朱克曼的调查结果如下:

层 次	人 数
人口普查时自称为‘科学工作者’	493 000
被录入《全国科技人员登记册》	313 000
被录入《美国男女科学家》	184 000
获得过博士学位或受过高级科学训练	175 000
全美科学院院士	950
诺贝尔奖金获得者	72

“如果把这种关于分层现象的算术多少简化一下,可以看出,与在美国的每个诺贝尔奖金获得者相对而言,有大约:6 800位自称的科学工作者;4 300位载入《全国科技人员登记册》的科学家;2 600位有足够资格列入《美国男女科学家》一书中的科学家;2 400位获有博士学位的科学家;而更上一层的话,有大约13位全国科学院院士。”(朱克曼:《科学界的精英》,商务印书馆,1979年,第12~14页。)就科学家的质量而言,科学家的总数大约是优秀科学家的平方数量级;当所谓的科学家人数增长时,其中的优秀科学家人数只按其平方根的数量级在增长,这个计量规律也同样适用于浩如烟海的科技文献。

科技文献按其学术水平和使用价值,也呈现出倒金字塔式的分层结构。事实上,科技文献也有质量和级别的差异。以世界权威性的《化学文摘》为例,其文献条目中75%来源于全部期刊的9%那一部分。换句话说,只有少数期刊是真正富有使用和引摘价值的。因此,科学期刊的使用价值是很不相同的,只有少数期刊处于金字塔的尖顶,而90%的期刊中的大部分,从一次情报的观点来看是没有价值的。为定量描述这一规律,情报学家勒希尔

(Rescher)提出:文献的数量增长与其质量有关。他引入 $\lambda(0 \leq \lambda \leq 1)$ 来标定文献的质量。最有价值的文献, $\lambda=0$;最无价值的文献, $\lambda=1$ 。如果在 t 时刻文献总量 $N=F(t)$,那么此时 λ 级的文献量为 $[F(t)]^\lambda$,0级文献则为 $\ln F(t)$ 。(严怡民:《情报学概论》,武汉大学出版社,1983年,第151页。)根据勒希尔设定:

常规文献亦即全部文献	$\lambda=1$	$N_1=F(t)^\lambda$
有意义的文献	$\lambda=3/4$	$N_{3/4}=F(t)^\lambda$
重要文献	$\lambda=1/2$	$N_{1/2}=F(t)^\lambda$
非常重要的文献	$\lambda=1/4$	$N_{1/4}=F(t)^\lambda$
头等重要的文献	$\lambda=0$	$N_0=\ln F(t)$

按上述计算,每1 000 000件文献中,依不同质量划分,有下列分布:

常规文献	1 000 000
有意义的文献	31 623
重要文献	1 000
非常重要的文献	32
头等重要的文献	14

由此可见,尽管“知识爆炸”,但是“重要文献”的数量却只是“常规文献”的平方根,若根据科学增长的指数曲线, t 时刻的文献总量为 $F(t)=Ae^{kt}$,其中 k 为年增长率。设倍增周期为 T ,则有 $Ae^{k(T+T)}=2Ae^{kT}$,即 $e^{kT}=2$,两边取对数得 $\ln 2=kT$,即文献总量的倍增周期为 $T=\ln 2/k$;而质量为 λ 级的文献的倍增周期为 T_λ ,将 $F(t)=Ae^{kt}$ 代入,同理可得 $T_\lambda=\ln 2/k\lambda=T/\lambda$ 。这就意味着,当我们力图提高文献质量的时候,倍增周期也在加大,指数增长减慢。假定现有文献的总量 $A=10\ 000$ 件,年增长率 $k=10\%$,则文献总量的倍增周期为6.93年,而对应于各 λ 级的文献量的倍增周期为:

有意义的文献	$\lambda=3/4$	9.24年
重要的文献	$\lambda=1/2$	13.86年
非常重要的文献	$\lambda=1/4$	27.72年

对于头等重要的文献, $\lambda=0$,指数增长律被完全破坏,必须按公式 $\ln F(t)$ 计算:

$$F_0(t)=\ln F(t)=\ln Ae^{kt}=\ln A+kt$$

将 $A=10\ 000$ 件, $k=10\%$ 代入。 $F_0(t)=\ln 10000+0.1t=9.21+0.1t$

可见,在10 000件科学文献中,只有9件头等重要的文献,每10年才能增加一份头等重要的文献。这样的增长速度显然是十分缓慢的。考虑到头等重要文献的增长,“知识爆炸”的结论就不能成立了。

研究至此,我们终于可以长舒一口气了。原来所谓的“知识爆炸”,并不象传言那么可怕。每100万件文献中,值得你用心去查一遍的不过三万多件;值得你认真读一读的不过千余件;值得你仔细

钻研的已不出百篇;能够作为经典的传世之作仅数以十计而已。所谓的“知识爆炸”中的知识,其中绝大部分不过是我们这个时代知识的组装件、宣传普及件、应用件而已。再以科学家人数为例,科学从业人员的剧增并不代表对科学做出重大贡献的科学家也在剧增。对推动人类文明做出巨大贡献的科学家毕竟凤毛麟角,如果数以万计地涌现出新的牛顿、爱因斯坦,那倒真的要令人惊讶了。即使依本文开头那段引文的说法,“在‘知识爆炸’的同时,知识老化更新的速度越来越快”,那么按照引文给出的知识老化率,今天的理工科大学学生岂不是一跨出大学校门,就要变成新科盲了么?

五

现在,我们可以明白“知识爆炸”说的谬误了。在结束对“知识爆炸”说的批评之前,似乎有必要对当前软科学研究中引进定量分析的方法论问题作一简略探讨。毋庸讳言,在软科学研究中引进定量分析乃至更加先进的数学方法,是十分必要的,同时也是可行的。它可以加深我们对科学发展规律的认识,有助于我们定量分析科学发展的动态走向。如果运用得当,适当的定量分析是科学预测乃至科学决策的有力工具。

然而,在引进定量分析工具的同时,不能忘记软科学研究的特殊性。由于科学活动多因素综合作用的高度复杂性,简单的理想曲线、线性外推,往往可能导致错误的结论。这些结论貌似合理,持之有据,演讲精彩,但却经不起推敲。“知识爆炸”说的流行应当说是一个不小的教训。因此,软科学研究中引进定量分析的方法,应本着审慎、严密和适度的态度,任何哗众取宠或不求甚解的做法,虽然可以造成一时的轰动效应,但到头来终归是贻害科学进步,蛊惑民众思维,有百害而无一利的。面对国外各种流派的新理论、新思想或者新方法,我们在充分学习其具有独创性的成果的同时,也要对其作较为客观的分析。炒卖热门学说,哄抬学术市场的作法,将把我国软科学的建设和发展引向歧途。

令人欣喜的是,现代中国的软科学发展乃至整个科学的发展都逐渐步入成熟稳健的理性之途。面对形形色色的新名词、新学说等,人们已不再像十多年前那样眼花缭乱、诚惶诚恐了,更多的人们开始持分析和研究的态度。但是我们为这份成熟付出的代价也是巨大的。直到今天,类似于“知识爆炸”说这样以高新软科学理论面目出现的国外的某些一家之论,仍在一定范围里大行其市。对这种在西方国家也只是一家之言的试探性学说的全盘接受,将可能对我们的科技发展产生极为错误的导向,也

(下转第60页)

我国北方地区适宜生产甜菜,像英国这样耕地面积不多的国家尚且能用甜菜生产出够 200 万辆汽车使用的燃料。我国的甜菜生产面积可以比英国大得多,显然可以生产出更多的能源!

还有油菜籽,一般以为多用来食用,或用来制作人造橡胶、肥皂、润滑剂或工业热处理用冷却淬火油。其实,油菜籽也是制造能源的资源。研究人员在开发新能源中发现,油菜籽中的油菜甲基脂是很好的柴油机燃料,而且燃烧后排放出的烟雾比普通柴油的少,也没有 SO_2 不会引起酸雨。

意大利的诺瓦蒙特公司(Novament Co.)生产的油菜甲基脂不仅为本国的公共运输业提供燃料,而且出口到奥地利和德国。意大利北部科莫湖中的渡船和博洛尼亚的出租车,奥地利的载货汽车,柏林的出租车都在使用油菜甲基脂作燃料。诺瓦蒙特公司预计,它在 10 年内可生产 50 万吨油菜甲基脂燃料。

有资料报道,法国已计划用 70 万公顷耕地种植油菜来制造燃料。英国雷丁城的公共汽车公司 1993 年在两辆公共汽车上用油菜甲基脂作燃料进行 6 个月的试验后,也准备进行推广。

美国作为粮食和谷物生产大国,除出口外,把剩余的粮食、谷物淀粉发酵,每年生产 35 亿升以上的酒精,并计划到 2000 年将这类酒精的产量增加 1 倍,用作汽油的替代燃料,以减少汽车对城市空气的污染。

努力发掘其他生物燃料

农业是生产生物质的最大产业,而生物质中蕴藏着丰富的能源。这里不介绍众所周知的秸秆、禾柴和林木等生物质,而着重介绍藻类及野草这种生物燃料。因为它们有可能成为农业中生产绿色能源的重要组成部分,值得我们加强研究和发掘。

科学研究已经证明,藻类可以成为生产液体燃料的良好资源。早在 80 年代,美国科罗拉多太阳能研究所就发现,一些藻类如角刺藻属舟形藻及绿藻能产生大量的脂类。这些原始植物可以在一天内五次成倍地繁殖增产。在阳光充足的条件下,一个直径 20 米的池塘一年就可以生产 4 吨多藻类,而且这种藻类能在含盐量比海水还高的咸水中生长。有些不能灌溉农田的咸水却可以大量繁殖藻类。而 20 米直径的池塘一年生产的藻类,可以转化成 3 000 升燃料油。美国通用电气公司与加州工学院合作在美国西海岸附近的海域中培育出一种巨型海藻,生长在海底岩石上,一昼夜可长 60 厘米。这种海藻也可以生产类似于柴油的燃料油,现在美国能源部与太阳能研究所正在扩大试验,在水池中灌溉海水培育这种单细胞海藻,用以直接提炼汽油和柴油。因此美国正计划到 2010 年利用海藻生产满足全美 8% 的燃料需求量。

草地也是生产绿色能源的良好场所,美国亚利桑那州的植物学家在加利福利亚州研究遍地丛生的一种叫

黄鼠草的杂草时发现,它含有标准的石油成分。他们从每公顷野生的黄鼠草中竟提炼出一吨石油,后来他们又人工培育出杂交黄鼠草,每公顷提炼出了 6 吨石油。

由上可见,在植物世界,和矿床中一样也存在石油资源,有些植物经光合作用可以合成类似石油的物质,有的则经过简易加工,便可以炼制出汽油、柴油。比如,巴西有一种香胶树,可分泌出和石油相似的胶汁,一棵香胶树一年可产 20~30 公斤胶汁,这种胶汁不必经任何提炼就可以作柴油用。

美国化学家、诺贝尔奖获得者卡达文从 1987 年起研究所谓“牛奶树”。这是一种小灌木,流出的乳白色胶汁含有丰富的石油,他通过选种和育种,在美国加利福尼亚州试种了约 6 亩地的石油树,一年之中竟收获了 50 吨石油。

在菲律宾也有一种能产石油的胡桃,一年可收获两季,一位农民种了 6 棵这种树,一年收获了 300 升石油。

开发绿色能源的设想

我国是农业大国,为了缓解我国能源长期短缺的局面,农业生产部门完全可以有所作为。我国开发绿色能源的潜力是很大的。

例如,我国目前种植油菜、甘蔗、甜菜等绿色能源的面积占总的农作物播种面积的比例很小,按 1991 年的统计数字,分别为 4.7%、0.8% 和 0.5%。如果我们能提高耕地的复种系数,扩大播种面积。就可以多生产出非常可观的绿色能源。只要有“农业也是能源生产部门”的思想,在扩大绿色能源种植面积的同时,又可以扩大这些能源产品的加工业(如酒精酿造业等),吸纳农村大批的过剩劳动力,发展能源乡镇企业。

我国沿海地区缺煤少油,是能源短缺最严重的地区,但也正是东南沿海地区的气候最适宜种甘蔗和油菜籽。沿海地区不仅有漫长的海岸线(大陆海岸线有 18 000 公里,岛屿海岸线有 14 000 公里),而且有分布极广的池塘、水坑和沼泽地及草地。这些都是生产“生物”燃料(海藻、含油草类等)的良好地理场所,有生产绿色能源的巨大潜力。

据能源问题战略研究专家的预测,沿海地区只要保持较高的经济发展速度,到 2000 年时,能源缺口总量可达 4.2 亿吨标准煤。相当于 2000 年时全国能源总量的 28%。而沿海地区大部分省市远离产煤区,主要靠铁路和海运输入,存在一系列矛盾。如果沿海地区能就地生产绿色能源,无疑可以化解许多交通运输方面的难题。

但是要实现这种设想,需要国家有一个总体规划,并将这种规划纳入经济和社会发展规划中。巴西这个发展中国家现在能用酒精为全国四分之一的运输业和 400 万辆汽车提供动力,就是他们从 1975 年起实施了“全国性酒精计划”的结果。

(本刊记者 刘先曙)

(上接第 46 页)

可能影响整整一代人对科学知识的价值取向。因此,还“知识爆炸”说以本来面目,划清这类科学误识和严肃科学的界限,是当前以及今后一个时期,我国的

科技工作者不容忽视的一项重要的现实性工作。

(责任编辑 王宏章)