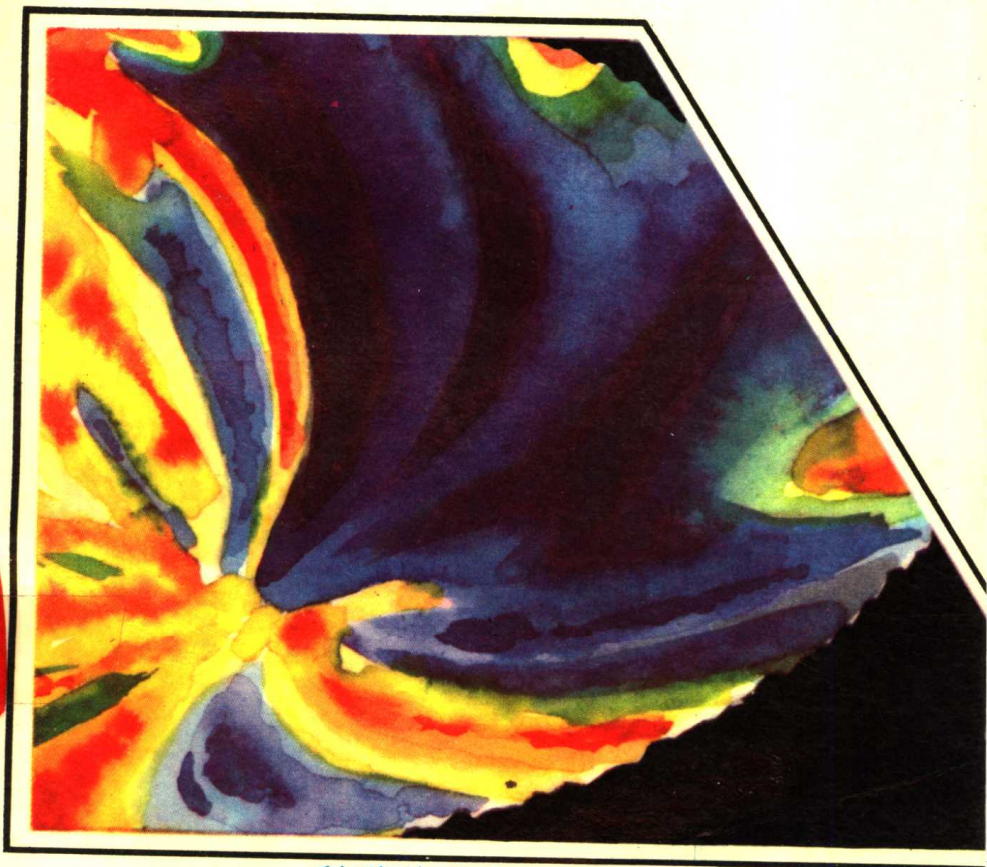


假设与预测

——浅谈科学的未来



科学普及出版社

假 设 和 预 测

——浅谈科学的未来

〔苏〕波斯佩洛夫 等著

莫恭敏 胡丕显 等译

科学普及出版社

ГИПОТЕЗЫ. Прогнозы (Будущее Науки)

Выпуск 21, 1988г.

假设和预测
——谈科学的未来
〔苏〕波斯佩洛夫 等著
莫恭敏 胡丕显 等译
责任编辑：袁同辰
封面设计：郝开勇

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售
北京京辉印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32 印张：9.125，字数：201千字

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

印数：1—1500册 定价：6.30元

ISBN 7-110-01260-3/N·28

编者的话

本书系译自苏联《知识》出版社1988年出版的国际科学年鉴第21卷。它每年出版一卷，所收集的文章皆系国内外有成就的科研工作者撰写，内容新而广。在本卷中收集了有关人工智能、核能的第三种来源，太阳系的起源、永恒的冰和未来的气候、分子流行病学、人类起源新说，儿童外科临床遗传学、天然化合物化学新概念等17篇论著。

本书在翻译出版过程中，承沈翔龙、程宝琛、曹岷英、邓鼎年、李文兰，刘雨、陈金凤诸同志审阅校订，特此表示衷心感谢！

编者

1990年4月

目 录

- 最新信息技术的核心……………[苏]Г.С.波斯列洛夫(1)
- 冷聚变——获取核能的第三条道路
……………[苏]А.А.沃罗比约夫等(28)
- 晶体内的核音叉……………[苏]Г.В.斯米尔诺夫(58)
- 星系核中恒星的形成……………[苏]А.В.图图科夫等(66)
- 旋涡——太阳系的摇篮……………[苏]И.А.希洛(91)
- 天然化合物化学——新概念的源泉……………[苏]И.И.维哈(115)
- 药物与有机合成……………[苏]И.И.维哈等(127)
- 我们为何衰老?……………[美]约瑟夫·马吉甘(135)
- 儿童外科临床遗传学……………[苏]Ю.伊萨科夫等(149)
- 基因与遗传疾病……………[苏]С.А.涅依法赫等(163)
- 流行病的潜伏机理及其未来的防治
……………[苏]В.Д.别里亚科夫(179)
- 按本性治疗……………[苏]Я.Д.维切布斯基(193)
- 地质学准确知识……………[苏]В.Л.巴尔苏科夫(209)
- 海洋学：根本性的变化阶段……………[意]拉弗谢托(214)
- 冰川学预测……………[苏]В.М.科特良科夫(233)
- 探讨人类的起源……………[苏]М.И.乌雷森(253)
- 原始时代的版刻艺术……………[苏]Б.А.弗洛罗夫(266)

相互理解要求有相互对应的行动。然而在“人和电子计算机”交往的情景中（假如指的是大多数人的话）人就显得无能为力，他无法走完自己这段路程并无法理解同难懂的对手打交道的全部奥妙，现在只有二者择一：或者发展我们电子助手的“智能”，或者使它变得比较友好、比较好懂、比较宽容。下面是就此问题同Г.С.波斯别洛夫院士的谈话。

格尔摩根·谢尔盖耶维奇·波斯别洛夫——

自动化系统专家、院士、苏联科学院计算中心室主任、苏联科学院“人工智能”科学委员会主席、《苏联科学院通报。技术控制论》杂志主编，其感兴趣的科学领域——自动调整理论、大系统管理和规划理论、人工智能理论。

最新信息技术的心脏

有些国家把人工智能研究宣布为极其重要的、对经济具有特殊意义的工作，并在国家范围内加以协调。对您献身多年的科学领域产生如此广泛的、看来尽管对某些人是如此意料不到的兴趣是怎样产生的呢？

这个问题的答案在于整个科学的发展，尤其是电子计算机问世以来与其相关的科学的发展。正是这一发展逻辑合乎

规律地导致在全世界引起如此剧烈反应的文献的诞生，以致于现在，经过多年之后，人们还在谈论什么“智慧的搏斗”、“思想巨人的大战”。很快，它便被称作所谓“日本向世界发出的挑战”。在无数的文章和书刊中都出现这一文献的身影，它总是伴随着有关第五代电子计算机的话语。因为日本计划规定建造的正是这种计算机。

然而人们如此渴望和如此焦急地等待其出现的第五代电子计算机同前四代相比有什么特点呢？简单地说，就是有一个智能接口。不过我怕对此需要加以解释才是。

计算机在不断发展自己的功能。头三代计算机不断加快运算速度、增加存储容量、提高可靠程度。与此平行发展的是：不断缩小计算机的尺寸，降低其成本并减少耗能量。后来诞生了第四代：个别电子计算机开始联成网络，这又大大增加了它们的功能。同时，数据传送和加工网络不断发展和完善，并逐渐在所有的发达国家得到应用。看来，没有什么东西能够阻止计算技术的进一步发展。然而，正是在这个时候，在它发展的道路上出现了障碍，于是产生了过去难以预言而在科学史上俯拾皆是的反论之一。

不错，电子计算机显出对每个人的工作和日常生活都是不可缺少的强大的智能工具。这是问题的一个方面。然而还有另一个方面：为同电子计算机打交道、利用它们那巨大的、目前尚未彻底开发的功能，需要或者掌握高深的专业知识、经过专门的培训，懂得特别的机器语言，或者藉助于程序设计员的媒介作用。

第一条道路对大多数人来说是此路不通的，因为要求他们付出过于巨大的努力，所以人类只有创造一支媒介大军以作为电子计算机同想利用这一最现代的劳动工具去解答自己

的课题的专家之间的联系人。

对人来说，藉助于他人去实现自己的目的是自然的。但是在这种情况下为什么会遇到困难呢？

程序设计员的基本工作是把顾客（用户）以专业语言表达出来的原算题先翻译成数学语言，然后再翻译成电子计算机懂得的语言。通常在用户和机器之间不仅仅只有一个程序员，而是有两个甚至三个专家。第一个通常叫做分析员，他把用户的算题形式体系化并以程序框图的形式开列解题的初步程序。第二个人（应用程序员）用该电子计算机懂得的语言之一把程序框图编制出程序。他修改程序，纠正不可避免渗入其中的错误。在大型计算中心，应用程序员本人经常不下机，而是把编制好的程序交给直接同机器接触的操作员。

随着电子计算机和需要为它们提供服务的专业人员越来越多，程序员的数量也与日俱增。现在世界上已有数百万人在照料这些“老是吃不饱”的电子计算机。假如目前机器解题的方法仍然保持下去，那么在不远的将来发达国家的成年人都要陷入编制程序的工作之中，增加电子计算机的拥有量就是毫无意义的了。换句话说，其它技术领域所熟悉的所谓“接线小姐的问题”就更加明显地展现了出来：有人可能还记得，当初觉得随着电话分机数目的增长，得把所有的接线生安置到交换台上去。然而后来情况有了好转，发明了自动电话交换站。科学发展的逻辑表明，在我们同计算机的相互关系中也应该有某种类似的东西。

看来，这个问题恰恰应由第五代电子计算机去解决？

日本人提出的口号大致如此：“计算机在使用时不应该

比洗衣机更复杂。到那时候，它将成为象电话一样的日用品和不可缺少的办公用品。”“日本向世界发出的挑战”恰恰就在于它打算在制造这类计算机方面独占鳌头。能够同最普通的人，实际上只掌握计算机语言最基本知识的外行人交往——这正是日本新型电子计算机同其它电子计算机相区别之处，而根本不在于构造方面的优点，例如结构特别紧凑、运算速度快、便宜、可靠或存储容量大。当然，尽管这种全新结构的电子计算机主要用来处理数字信息，而不是处理符号信息。

起初这种想法显得并不现实。然而为实现这个计划，过去传说上是互不调和的竞争对手的大公司第一次集中了力量。计算机、电子和通讯领域的大实业公司成立了一个全新的科研机构——新一代电脑研究所。创办者们保证把自己最有才能的研究人员派到研究所长期工作，而日本政府则从预算中拨出大笔款项用以实施这一计划。现在连当初把日本人的宣言看作是宣传手腕，甚至是赌博的人也不得不急忙改变自己的立场，转而考虑如何对付这一“挑战”。

我们是否离题太远？为什么加紧研制新一代电子计算机都触及对人工智能的研究，这一点还不完全清楚。在人工智能理论和实践中所有而在普通电脑科学中所缺乏的东西又是什么呢？

看来，“智能接口”的说法外行人是很少听到过的。不过，正是这种辅助件使第五代及以后几代电子计算机区别于前几代。有了这种辅助件就可以组织不懂专业信息的用户同计算机交往。用户并不察觉智能接口的存在。在电脑化时代，“电话小姐问题”就是这样解决的。在同新型电子计算机交往时，人将坚信机器能够正确理解用普通的人的自然语

言写出的指令或者理解用话筒传递的人的说话声。换句话说，机器能获得完全符合算题的程序。到时候把算题编制成适合电子计算机工作的程序将由构成智能接口的一组装置去完成。

智能接口主要由三种装置组成。第一种往往称为对话处理机。看来它起决定性作用。因为送入的文字稿(或者语言)首先要被理解，然后才能被翻译成电子计算机懂得的某种形式。理解——是哲学中最基本的问题，它与众多问题相关，其中包括形象认读、语言、心理以及其他相近学科。自然，没有渊博的知识，没有交往方面的知识，这种理解也是不可能的。

第二种装置中存储着经过周密考虑而组织起来的有关各种算题的信息，亦即出题、解题的方法、算题的演化等等，其中包括电脑为解题而自己提出具体算题的子系统。这一系统叫做“知识库”。它的研制成功是机器语言、信息处理、数学、逻辑学、心理学等各方面专家密切协作、多年劳动的成果。

在智能接口前两种装置的共同作用下，便得到算题的形式描述。第三种装置——程序编制机——正是依靠这种形式描述来进行工作的。它根据这种描述去编制供计算装置用的程序。这种计算装置也能象智能接口那样接入电脑。

如果可用“冰山”这个词来表示第五代电子计算机的全部计算过程的话，那末用户见到的仅仅是冰山的尖顶。因此，同电脑的交往将是非常简单的，用现在人们喜欢说的话来表示就是十分友好的。所以在什么时候，在什么程度上把今天的幻想变为现实——这仅仅取决于人工智能专家，因为正是他们有幸创造对话处理机、知识库和程序编制机，即智

能接口。

在1984年举行的全苏信息大会上 A.A.萨马尔斯基院士放映了一张有关信息技术的寓意形象幻灯片：三头分别命名为模型、算法和程序的鲸鱼在汹涌的科学海洋里安稳地驮着一位手里拿着一朵鲜花的窈窕少女。那又有什么，也许可以把人工智能描绘成一个魁梧的男人，他也骑在三头鲸鱼上。这三头鲸鱼的名字我们已经知道，它们是：“知识的表征”、“调度程序”和“交往”。

人工智能理论所起的作用是不言而喻的。所以为什么发展这一理论成为国家大事就不难理解了。现在越来越多地听到这样一种说法：国家的潜力在本世纪末将不仅（也许与其说是）取决于动力或重型机器制造的能力，而且（莫如说是）取决于电脑化的程度。

换句话说，人工智能将最终获得社会的承认吗？

过去那些信息不灵的，有时还有不诚实的学者和科研组织者们认为，我们的工作是一种无害的癖好，尽管正是按照他们当中某些人的意愿，这一研究领域长期以来成了控制论的“灰姑娘”，现在甚至连我们的似乎“纯理论探索”的最疯狂的反对者也不得不承认，人工智能是科学领域中最实际的、最有用的潮流之一。其作用在于从目前的信息科学中所形成的十分复杂的局面中，实际上是从“电脑死胡同”中找到一条出路。

这一课题是如此之重大，以致目前在世界各地都成立了大量的研究人工智能问题的委员会和协会、学会，召开了各种人数众多的大会和讨论会。1984年在美国召开的全国人工智能大会的参加人数就超过了2500人——这在该国任何一个

科学领域都是未曾有过的事。而第九届国际人工智能联合会（1985年在美国洛杉矶举行）则聚集了约6000名专家，这也是少有的事。

这些聚会参加者的成份的变化也十分说明问题，如果说过去参加聚会的主要是理论研究人员或者至多只是自然科学家，那么现在参加人工智能大会和讨论会的就还有经济学家、社会学家、政治家、实业家和各种级别的行政管理人员。

学术报告的题目也不同了：不再是经过精心挑选的科学报告，而往往是类似于广告的报告，有关于人工智能在某个领域的应用情况，也有关于建立各种专家系统的情况，这些专家系统成了人工智能方法的最初的实际应用，并立刻得到了公认。

现在可以这样说：今天已经出现了一个智能系统的世界市场，它在迅速扩大，并对不久前还同现实生活相距很远的产品表现出巨大的需求。作为这一现象的后果，人工智能系统的研究人员同顾客之间的相互关系也发生了变化。请看，工商界是多么关注表面上看起来是纯科学的事件。实业家们是不喜欢浪费金钱，更不会浪费时间的。这当然有其原因。对此英国著名控制论专家米基（Michie）说得好。他在有许多国家专家参加的在列宁格勒附近的列宾诺市举行的我国首届大会上这样说：“在原则上用电脑技术的普通方式也能解决的所有问题都属于人工智能问题，但是，为此需要大量的资金和大量的时间。”十几年以前说的这一番话至今仍然没有过时。

还记得，在列宾诺的大会上，我和我的同事、同姓的教授И.А.波斯别洛夫联名作了个报告，报告中谈到我们对

们这门科学现状的看法，当时就十分清楚，自动控制的古典理论不适用于解决当代的许多课题，尽管这些课题需要它去解决。通常这一理论只同那些其结构和功能可用某种微积分方程去形式体系化及表述的对象有关。自动控制的目的和标准也是应该可以实现清晰的形式体系化的。结果便构成了采用形式体系化的数学模型和运用准确方法的纯数学理论。

但是后来在控制理论范围内开始逐渐地越来越多地出现另一类客体。它们不再消失，尽管我们装作视而不见。然而，我们还是十分愿意见到这些有时甚至是极为重要的目标，因为它们使人对在某个时候得以用某种甚至是超复杂的方程体系去对它们进行表述不抱任何希望，因为它们 是活跃的，而它们的存在目的和控制标准不仅不能实现形式体系化，而且随着时间的流失而变化。

这是些什么客体？为什么说，老方法、惯用的方法对它们不适用？

无需到远处去寻找例子。以城市为例，在尝试改善科学管理城市时，产生的第一个问题，即“为什么需要城市？”就马上表明问题是多么的复杂。其实，对如此简单的，同时对选择管理工具和方法上是最为基础的问题，至今没有，将来也未必能有明确的回答。因此，要明确表达出对象的管理标准在这种情况下是不可能的。而且每一座城市都在变化：扩大或者衰败，从小镇子发展为城市或者消亡，变成住房和工矿企业杂乱无章的堆积物，有时甚至被人废弃，只留下残垣断壁。

类似城市这样的客体在我们周围是不胜枚举的；比如一个大型工业企业，一个国民经济部门，或一个经济区。在这种情况下不能科学地进行管理，当然是有道理的。但是，多

少有过管理此类客体的人的经验使人产生希望：人工智能将能完成自然智能所完成的同样的工作，并帮助自然智能找到新的管理方法。

这些方法的思想基础不是采用数据，而是运用知识；不是采用数字，而是运用符号。后来研究出来的应用于人工智能领域的正是这些方法。正因为如此，今天对我们的研究工作给予如此密切注视的不仅有科学家同行，而且有许多与电脑相去甚远的其他行业的代表。

人们对计算、对在计算机基础上创立的人工智能的看法差别很大：一部分人倾向于赋予电子计算机以灵性，使其具有完全是人的思维能力、认识能力、作出决定的能力。他们对电子计算机使用“能思维的”、“理智的”等形容词。另一部分人则相反，他们否认自己对人工智能有任何关系，指责人工智能具有局限性，完全不能完成甚至是最简单的创造活动。您的观点如何？

我反对电子计算机的任何拟人观点。甚至是最好的电子计算机也只是我们人手中的工具。但是这里绝对不能得出结论说，似乎我接受“大计算器”的思想并把电子计算机看作是只会处理数字的装置。老型的电子计算机才有此用途。但是即使如此，它们的十分之九的时间都用来处理符号信息，而不是数字信息：完成有关传递各种数据，组织数据并令其结构成形等指令。现代电子计算机就是用来处理象征性信息的。这就是它们被公认完善的原因之一。

但是也不能低估电子计算机在组织智能活动方面的作用。假使类似态度给我们事业带来并非现实危害的话，那么这一点大概就不值得一谈了。这里举一个典型的例子。1972

年受英国科学研究委员会的委托曾起草了一个有关在该国进行的人工智能研究的报告、得出的结论是：这方面的科学研究是没有前途的，纳税人的钱被白花了，建议对此项工作停止拨款。因此直到1980年才得以恢复研究工作，再过了4年在格拉兹戈成立了专门从事人工智能问题的图林研究所。我们的英国同行们至今仍对当时不得不中断研究表示遗憾。

“人工智能”这一术语之所以产生，是因为人们试图用电子计算机去摹拟人的各种创造性活动：作诗、作曲、证明定理、下棋，等等…尽管在摹拟思维方面已取得了成功，仍然提出这样一个问题：对“人工智能”这个术语我们应从字面上去理解，还是说，它只是与电子计算机的生产和使用相关的整个科学潮流的某种比喻？

我赞同后一种观点。要研制出这种人工智能，即思维（不带引号）机器，无论是现在还是在可见的未来，都是不可能的。当然我不敢担保在比较遥远的将来能否实现。

这一观点的论据如何？

我只指出一个基本情况，如果从系统理论的观点看问题，那么，无论电脑多么复杂，它仍然不能属于如生物和社会经济一类的复杂系统。复杂系统，在其基本水平上，即最初的组成部分水平上，就已十分复杂。在生物系统中，这就是细胞，而在社会经济系统中，这指的是人，其本身就是一个复杂系统的人。电子计算机则是在其基本水平上极其简单的技术系统。即使电子计算机拥有的晶体管数目，如同人脑中所拥有的细胞那么多（100~150亿个），那也不会发生任何质的飞跃。摹拟或模仿思维——这仍然不是真正的思维。因此最好认为人工智能是指电子计算机拥有获得人类创造性

活动的某些成果的能力。

这么说，在人工智能科学中有两个主要流派，也许应该对它们加以简述一下？

第一个流派可以称作仿生学派或神经生物学派。它力求摹拟大脑的活动，模仿大脑的心理和生理特点，以便最终用电子计算机或借助于专门的技术装置去仿造人的智能，即设计人工智慧。这一流派的支持者最初曾期望通过这种途径改善电子计算机，增加其功能，只是到后来才想到要制造人造思想家或人造创造者。

另一个流派更适合于称作实用主义流派。它一点也不关心大脑的状况，或者在大脑中产生哪些过程。它有另一个目的：研制一种电子计算机并为它们编制这样的程序，以使它的能同任何方法，即使是最不象人的智能的方法去解那些公认为创造性的算题。在这里，“人工智能”完全是一种比喻性的概念。

正是这个流派获得了（尤其是近几年获得了）在基础研究和实用研究上的最重要成果。这是电子计算机被看作是类似钢琴或小提琴的一种工具。它可以是优质的，也可以是劣质的，它调整得有好有坏，用它可以写出优美动听的或者没有一点用处的乐曲，也可因它进行演奏。但是这从来不是什么工具，并且绝对不是用于研究、改善、更不是与人脑进行比较的客体。正是这种在实用主义意义上理解的人工智能理论导致今天信息领域的革命，导致确立新的信息技术工程。

在工业、农业、管理、教育领域发生根本变革的时代再出现一种先进工艺是不必感到惊奇的。不过在象处理信息这种领域中还是有某种崭新的东西……您能否在这方面详谈一下？

当出现第一代电子计算机时，未必有人能意识到，它们不仅带来了新的计算方法，而且在处理任何种类信息方面开创了一场革命。同时随着电脑的问世，信息检索系统、自动摘要系统开始迅速发展，也出现了机器翻译的问题。存储、传递、处理各种各样文件的新方法使科学家产生了在人的活动的诸多范围内使用无纸信息技术的想法。文件的形式和填写方法发生了变化，某些与处理信息流相关的专业甚至在渐渐消失。

然而，今天的信息技术多半仍然是实际上在消耗大量纸张的用纸技术。据乌克兰科学院控制论研究所的统计，在我国的公务和经济领域每年有 800 亿份平均每份有 10 页打字纸的文件在来回递送。这是一个令人难以想象的数字：每年按人口平均每人合 140 印张或合 5 厚本书！在美国这种“纸张流通”每年要耗费约 1000 亿美元。美国人拥有足够的计算技术手段，因此说，问题不在于电脑的数量，而在于处理信息的方法。

未来信息技术与今天的信息技术不同之处，在于它原本就设想为无纸技术，所有的情报都保存在计算机的电子存储器内，当需要某个情报时，它便从线路或通过无线电被传递出来而显示在类似电视机屏幕的显示屏上。在某种特殊情况下，所需要的情报还可以用电脑的专门输出装置打印出一定的份数来，这样将能节约大量的纸张。

然而在信息技术中不使用纸张，那是一件不容易的事。情况甚至相反，不能系统地使用计算技术导致额外大量消耗纸张，而且消耗的是专用的高质量纸。现在，当单个的电子计算机尚未相互连接成网络时，它们的运算结果是具体化为长长的打印输出。在这种目前仍是极为寻常的情况下同样要