

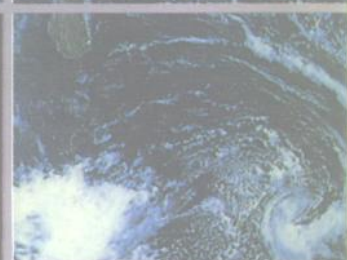
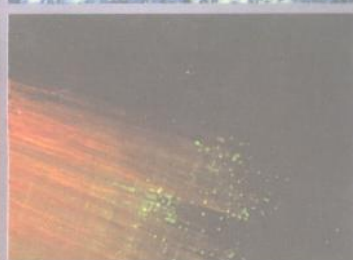
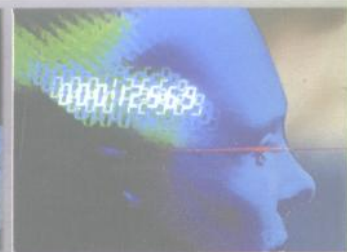
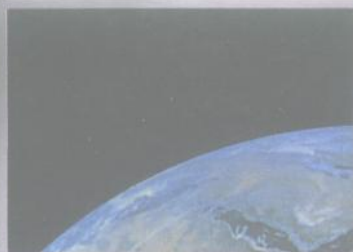
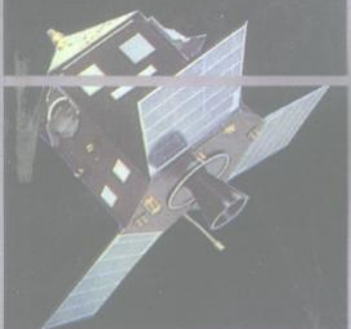


现代高技术丛书



信息技术

中国科学技术协会主编
上海科学技术出版社



477916

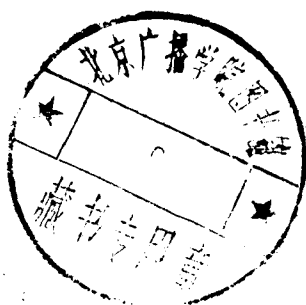


477916

中国科学技术协会主编



现代高技术丛书



钟义信 编著

信息技术

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是现代高技术丛书之一。

本书以通俗的语言,深入浅出地介绍了信息与信息技术的定义、基本内容、原理和应用,同时讨论了工业化与信息化的关系,指出了在我国发展现代信息技术的重要性和必要性。本书内容新颖,可供具有中等文化程度的学生及科技、工业管理干部阅读。

现代高技术丛书

信 息 技 术

中国科学技术协会 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 上海市印刷三厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 3.875 插页 4 字数 100,000

1994年12月第1版 1994年12月第1次印刷

印数 1—3,000

ISBN 7-5323-3494-5/G·630

定价: 7.00元

(沪)新登字108号

现代高技术丛书编审委员会

主 任： 朱光亚

副主任： 高 潮 闵桂荣

编 委(以姓氏笔画为序)：

王守觉	王希季	王国文	邓寿鹏	刘化樵
刘成彦	刘胜俊	江东亮	孙延军	孙毓彦
朱光亚	闵桂荣	李 士	杨沛霆	何国祥
张 晶	陈伯镛	陈树楷	陈章良	武明珠
赵文彦	胡成春	胡 英	钟义信	高 潮
郭景坤	顾孝诚	戴绪愚		

序 言

1992年10月召开的党的十四大，以邓小平同志建设有中国特色社会主义的理论为指导，确立了建立社会主义市场经济体制的目标。会议指出社会主义的根本任务是发展生产力，现阶段必须以经济建设为中心，加快改革开放和现代化建设步伐，才能推动社会全面进步。科学技术是第一生产力，经济建设必须依靠科技进步和劳动者素质的提高。现代科技突飞猛进，社会主义市场经济不断发展，我们不懂得、不熟悉的东西很多。因此全党同志不仅要抓紧学习政治、经济和先进经营管理，还要学习现代科学文化。

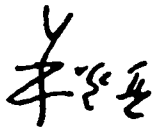
由中国科学技术协会组织编辑、上海科学技术出版社负责出版的《现代高技术丛书》，就是在1992年初小平同志视察南方发表重要谈话，举国上下学习讲话精神、加快改革开放和建设步伐的情况下开始筹划的。经过一年多的努力，现在开始与读者见面了。这套丛书是以高技术的若干领域为主要内容，请国内在这些领域中卓有成就的专家学者撰写汇编而成的，面向广大干部和非专业领域的科技工作者，是一套深入浅出的高级科普读物，重点是为各级领导干部学习高技术知识服务。

什么是高技术呢？需要指出的是，早在60年代这一名词就已在国外出现，但直到现在，对它的含义和范围，大家的认识仍有差异。一般认为，高技术是指以最新的科学发现创造为基础、具有重要应用价值的技术群。正是由于近半个世纪来科学技术日新月异的发展，高技术的内涵和范围也在不断发展和深化。50年代我国制定的《1956—1967年科学技术发展远景规划纲要》，被列在12项重点任务前列的原子能技术、喷气与火箭技术、半导体技术、电子计算机技术和自动控制技术这5项技术群，就属于这种范畴，当时在我国称之为尖端技术。80年代我国开始引入高技术这一名词，到1986年初制定《高技术研究发展计划纲要》，被评选列入的7个技

术群是生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、新能源技术和新材料技术。这一事例不仅说明我们应动态地理解高技术这一概念，而且要认识到，高技术代表着科学技术发展的前沿，代表科学技术在社会进步和经济发展中的巨大力量，对增强一个国家的综合国力起着重要作用。

既然高技术是以最新的科学发现与创造为基础的，需要指出的另一点是，发展高技术、尤其是要实现其产业化，还应十分注意其必须具备的条件，包括掌握有关科学技术知识的人才、研究开发工作所必需的先进仪器装备与大量资金的投入、具有良好素质的工人队伍、大批生产必须具有的经济规模、工艺装备的不断更新需求以及相关高技术的配套发展等等。因此，既要积极进取，又要有敏锐的市场意识，把握机遇，善于经营。

前不久，江泽民总书记在会见全国科技工作会议代表时指出，要进一步确立和贯彻邓小平同志关于科学技术是第一生产力的伟大战略思想，加速科技进步，为90年代乃至下个世纪经济、社会发展提供强大动力。并再一次强调，要在干部特别是领导干部中普及现代科学技术知识。《现代高技术丛书》的及时出版，让更多的人能从中了解高技术的内涵、现状和发展趋势，将是十分有益的。展望世纪之交科学技术的发展，当然还应包括自然科学、技术科学的基础性研究以及全球生态环境变化与影响等方面的深入浅出评述和预测。更全面地介绍与普及现代科学技术知识，为增强全社会的科技意识，各级领导加强对科技工作的领导，把科学技术切实放在优先发展的战略地位，还需要科技界同志们继续努力。



1993年6月3日

前 言

现代信息技术，是当今世界高新技术的主导和灵魂。这不是夸张，也不是妄说，因为，人类社会由农业、工业时代向信息时代的进步和转变，主要就是通过现代信息技术的不断发展和普遍采用来实现的。确实，现代信息技术是一个新时代的标志，在时代进步和转换中起了重大作用。

那么，什么是信息技术？什么是现代信息技术？为什么现代信息技术具有这般神奇的力量？在我们国家，是否也有必要大力发展自己的信息技术？

本书的目的，就是试图以尽可能通俗浅显的语言来阐明这些“深奥的”道理。为此，全书安排了四个篇章。首先，背景篇以一种全新的技术史观剖析了技术发生发展的内在机制与逻辑，揭示了技术辅人的本质，技术拟人的规律，以及人机共生的必然性。站在这样的高度来观察问题，信息技术的意义以及它在新技术革命中的地位和作用就一目了然了。背景篇的一个自然的结论就是：人们必须高度重视信息技术，必须大力发展现代信息技术。这就引出了概念篇：要了解信息技术，首先必须了解什么是信息？懂得怎样从质和量两个方面来把握信息，了解信息本身的作用和意义。有了这样的基础，信息技术的定义、概念和原理便水到渠成。这便是技术篇的内容。当然，为了全面理解信息技术，不仅要知道它的现状，还要预见它的未来。显然，了解信息技术的目的在于发展和利用信息技术。本书的最后一部分便安排了信息技术的效用篇，主要考察现代信息技术与社会现代化和社会生产力变革的关系，最终回答了为什么信息技术具有如此巨大威力的问题。作为全书的结束，我们讨论了工业化与信息化的关系，指出了在我国发展现代信息技术的重要性和必要性。

本书力图使绝大部分内容能够为具有中学以上文化程度的朋友们所读懂，努力避免了信息技术通常要涉及到的高深数学和技术问题。我们希望作者的这种努力能对非专业的朋友们有所帮助。

另外，为了使本书的内容不与丛书中其他专辑相重复而又能起到提纲挈领统揽全局的作用，书中没有涉及信息技术各分支领域的具体技术内容。一般来说，读者最好先阅读本书的内容，获得信息技术的全貌和基本知识，然后根据自己的具体需要和兴趣选择阅读相应的专辑。这样就可以避免“只见树木不见森林”的危险，并可以为自己建立一个比较全面比较科学的知识结构。

本书在写作过程中得到中国科协中国科学技术讲学团和上海科学技术出版社的帮助和指导，作者在此表示诚挚的感谢。同时，作者诚恳欢迎广大读者对本书的缺点和错误提出批评指教，以图今后改进。

编著者

目 录

第一章 人与技术

一、技术辅人律	1
二、技术拟人律	3
三、人机共生律	7
四、新技术革命的来龙去脉	12

第二章 信息概论

一、何谓信息	17
二、信息的妙用	28
三、信息的度量	37
四、信息纵横	50

第三章 信息技术通论

一、信息技术的内涵	57
二、信息技术的外延	65
三、信息技术的工作原理	71
四、信息技术的发展趋势	83

第四章 信息技术与社会发展

一、信息技术与世界战略	90
二、信息技术与生产力变革	96
三、信息技术与社会现代化	101
四、发展我国的信息技术	109

第一章 人与技术

要想了解并掌握一门技术，不能仅仅满足于熟悉几个名词术语，也不能仅仅满足于一知半解地接触几个具体的技术问题；要想真正地掌握一门技术，必须抓住它的实质，抓住它的核心，抓住它发生发展的根本规律。也就是说必须要有一个正确的、科学的技术观。本篇的内容将向读者阐述一种科学的技术观，并以它为基础来阐明信息技术的产生及发展的规律。

这里要阐述的技术观主要包含三个方面的内容，即：技术辅助人的规律、技术拟人的规律以及人机共生的规律。辅人律讲的是技术的功能和作用；拟人律讲的是技术发展的道路和规律；人机共生律讲的是人与机器的相互关系。辅人律是拟人律的基础和根据，拟人律是辅人律的深化和发展，人机共生律是辅人律和拟人律的结果。三者的有机结合，便是本篇要说明的技术观。

一、技术辅人律

技术辅人律要回答的问题包括：什么是技术，技术的本质是什么，技术的基本作用和功能是什么。要弄清楚这些问题，最好的办法就是去考察一下技术的产生及其发展的历史。

现已熟知，在人类发展的最初阶段，既没有科学，也没有技术；人类赤手空拳同大自然周旋，向大自然争取生存发展的机会和权利。科学和技术两者，都是在人类与大自然长期打交道的过程中在一定的历史阶段上逐步产生和发展起来的。

在远古时期，人类以野果为食，以猎物为生。在当时的水平，人类对野果的采集和猎物的捕食都是“掠夺式”的。当比较容易摘取的野果采集完了以后，就“迁徙”到别的地点去采食。久而久之，容

易到手的野果都被采摘一空，剩下的野果要么位置太高，手够不着；要么枝条太细，难以攀缘。这样，赤手空拳的原始人类在争取生存的斗争中就碰到了一个大难题。这个以现代人的观点看来是如此简单的问题曾经困扰了我们的祖先多少个世代，也不知道什么时候终于有人抬起身边的断枝无意中把高处的野果钩下来了！也许这纯粹是一种偶然的举动，但是他毕竟取得了了不起的结果：办到了原来办不到的事情，摘到了原来摘不到的果子，扩大了生存的机会和希望。也许第一个人这样做的时候并没有引起别人的注意，他自己在取得这次胜利之后也立即就忘却了。但是在以后的漫长过程中，这类成功肯定又发生过不知多少次，并终于被后来的人们普遍认识和推广，成为一项稳定的用来争取更大生存机会的有效手段。同样的情形也发生在捕猎方面。弱小的猎物渐渐减少，原始人不得不尝试与比较凶猛的动物相周旋。经过了许许多多世代的努力，也不知道付出了多少鲜血和生命的代价，终于有人偶然地发现用石块掷击野兽比用拳头更有效。从偶尔的发现到普遍的认识和推广，当然又是一个漫长的过程。但是，被认识和被推广总是必然的，因为它在维持人类生存和发展方面具有明显的进步作用。在以后的实践和应用过程中，断枝逐渐被改进成为木钩，石块被改进成为尖劈和石刀。有了石刀，又可以把断枝修削成木棒，后来不断又有新的发展。

那么，回头来看，木棒、石刀在当时成了维持生存的工具，在一定意义上它们即是生产工具。它们虽然十分原始，但在原始人类加工石刀和修削木棒的时候，在他们的脑子里已经萌生了最原始的力学概念。要不，他们为什么把石头加工成尖口的而不是圆口的呢？这种定向性的劳动，是有概念作指导的。这种模糊隐约的概念，正是科学的最原始的萌芽。而在这种原始的科学概念指导下加工石刀和棍棒的具体方法，便是技术的最初形式。科学和技术便是这样在人类与自然的交往过程中，人类为了争取自身的生存和发展，为了增强自己认识和改造自然的本领，通过长期的实践、长期的摸索而产生的。而科学和技术一旦出现，只要被人们所掌

握,就会产生出巨大的力量,使人类在认识与改造自然的活动中变得更强大。石刀和木棒虽然是极其原始、极其简单的工具,但是人类一经掌握这些工具,就不再是赤手空拳了。利用这些原始的工具,就如同延长了人的手和脚的功能。

从科学技术产生的过程可以看出,人类之所以需要科学技术,人类之所以会创造出科学和技术,也就仅仅是因为:科学和技术能够帮助人类克服困难,使其能够不断争得更多的生存和发展的机会,争得更多的自由与解放。正因为这样,人类不但创造了科学和技术,而且还必然要不断地发展科学和技术,以巩固和扩大人们认识与改造自然所取得的胜利成果,并不断地深化对自然的认识和改造。我们把科学技术的这种性质,归纳为一条根本的法则,称为“科学技术的辅人律”。

的确,科学技术是用于辅助人类的。倘若不是这样,科学技术就不会被人类创造出来,也不会得到这样长足的发展。科学技术辅人律表明了科学技术的性质、任务、目的、功能以及它存在和发展的基本价值。辅人律不仅仅能够说明科学技术的起源和历史,也能说明它的现在和将来。只要科学技术还存在,辅人律就继续起作用。这是一条永恒的规律。这样,我们就清楚地看到,科学技术不是上帝创造的,它是人类自己创造的,是人类根据自己认识与改造自然的实际需要而创造的,是完全为这一伟大斗争服务的。正是从这个意义上说,自然科学技术是人类用来向自然争取生存和自由的武装。

科学技术辅人律是一条根本性的法则,正是由科学技术辅人律确定了科学技术发展的具体规律,将科学技术用于模拟人的能力。换句话说,科学技术辅人律是科学技术拟人律的根本出发点和归宿;拟人发展是辅人的需要,也是辅人的必然结果。

二、技术拟人律

从表面上看来,科学技术上的发明创造是偶然的,随机的,谁

也无法精确预知，这个世界今天会出现什么奇迹，明天会有什么发明；世界上从事科学技术活动的人们数以千万计，他们似乎都在按照各自的意愿和爱好来发展科学技术，似乎并没有什么法则准绳来约束他们研究的方向。但是从整体上看，科学技术从来都不是一匹脱缰的野马，某种规律始终都在有力地支配着它的发展潮流和方向。这个规律不是别的，正是科学技术发展的拟人律。

正像上面所看到的那样，在远古时代，人类是赤手空拳地与大自然周旋的。那时，人类维持生存和发展的最直接的需要，是延长手的长度，以便采摘高处的野果；增强手的力量，以便更有效地击毙猎物；增强脚的能力，以便涉水捕鱼，并能在同野兽搏斗时及时追逐和及时躲避。这样的实际需要孕育了最初的科学和技术。实际的情况也正是如此，人类最早的科学技术便是“扩展或延长人的手脚和体力功能”。它们最原始的代表，便是上面提到过的棍棒、石刀一类工具及其制作技术。

一旦人类的手脚和体力功能得到了初步的扩展，人类便开始向更高的目标进军，与自然的交往也在新的深度和广度上展开。比如，人们开始尝试与巨兽搏斗，来增加捕猎的收获量。但是，用棍棒、石刀来捕猎这些大型动物显然比较困难。于是，人们开始进一步改进自己的武装：将石刀改进成为石斧，木棒变成了“长矛”。另一方面，人们慢慢懂得，几个人甚至很多人合作，会比单枪匹马容易成功。这就出现了围猎的形式。大型的围猎，往往是很多人在很大范围内互相配合。这种集体性的活动显然比个体性活动有了巨大的进步，但是需要有良好的协调。这便产生了通信的需要。最初是用手势、叫声来表达意志，互相协作。久而久之，叫声的音节渐渐丰富起来，出现了语调，出现了词汇，逐渐形成了语言。但是，随着活动范围的不断扩大，合作者之间可能超出直接可闻可视的距离。为了进行有效的合作，就需要增强人的发声功能、听力和视力功能。这些需求就孕育了号角、烽火这类最早的通信工具的出现，这些工具也增强了感觉器官收集信息和发声器官发送信息的功能。

行动器官和体力的功能扩展在先,感觉器官、语言器官(它们都是信息器官的一部分)的功能扩展在后,这两方面的成就,使人的总体能力进一步得到增强。这样,人类在认识和改造自然过程中所能取得的收获量就比以前大大增多,出现了剩余。于是,从生产和分配两个方面就产生了计数和计算的需要。这种实践中产生的需要,推动了“结绳记事”、“串珠计数”方法的出现,用来扩展人脑计数和记忆等处理信息的功能。

以上这个简要的分析清楚地表明,在人类认识和改造自然的过程中,科学技术正是通过延长和扩展人体的各种器官的功能来实现它的辅人作用的。上面所说的,是科学技术从无到有的原始发展阶段中体现的辅人过程:先辅助人延长了手脚和体力的功能,接着便是延长或扩展人的感觉器官、语言器官的功能,进而,则是延长或扩展人的思维器官的某些基本功能。由行动器官到感觉和语言器官再到思维器官,这是最初阶段功能延长的三部曲。

应当指出,这种“三部曲”的关系并不是偶然的,也不是随心所欲的,它是一个规律。在这个原始的三部曲之后,科学技术继续按照这个规律前进着。图 1-1 所示的模型揭示了这一规律的实质。模型表明,人类在认识与改造自然的实践中对人类自身的某些器

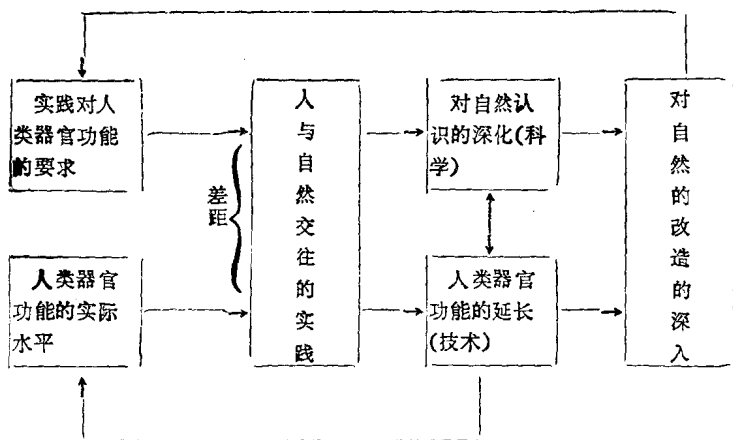


图 1-1 技术辅人律与拟人律模型

官的功能提出了要求，而人类那些器官功能的实际水平与这些要求之间存在一定的差距，这就决定了人类要自觉或不自觉地延长相应器官的功能，这样才能满足实践的要求。延长功能的道理便形成了科学，延长功能的方法则发展成为技术。而功能一旦得到延长，人类对自然的认识就会再深化一步，同时，对自然的改造也就更深入一步。而这，又反过来对人类器官的功能水平提出新的要求，这个新的要求与经过延长的人类器官功能水平之间又会出现新的差距。这样周而复始形成螺旋式的循环，每循环一次，科学技术就发展一步，人类器官的功能水平就提高一步，对自然的认识和改造也就前进一步。这个过程一旦开始，就永远不会结束。

需要说明的是，经过这个原始阶段之后，一般来说，不会是一个阶段只有一种器官的功能得到延长，而是综合地得到发展。但是，即使是综合地发展，在一个历史阶段也还会表现出重点。显然，这个重点一般是按照“行动器官——感觉、语言和神经系统——思维器官——行动器官——……”这样螺旋上升的逻辑次序不断发展的，这使科学技术的发展表现出明显的阶段性。

以近代的情况为例，第一次工业革命时期科学技术的发展显然是综合性的，而不是单一的，然而在这一时期的综合发展中重点很明显：用各种各样的蒸汽机来增强和延长人的力量和手脚的功能，具体表现为以蒸汽作动力的各种机器解放了人的手，以蒸汽为动力的运载工具则延长了人脚的功能；而19世纪中后期及本世纪初出现的电信技术（包括广播、电视等）则延长了人的感觉器官、语言器官和传导神经的功能；至本世纪中叶以来，电子计算机和人工智能系统则旨在增强人的思维器官的功能。可见，仍然是前面所说的“三部曲”的逻辑顺序，只是技术的功能水平已经上升到“螺旋式”发展的更高的层次上了。

这就是科学技术发展的拟人律：科学技术的发展，恰恰循着人类自身进化的路线前进。请看：人类由类人猿进化而来，首先是直立行走，手脚分工，强化和发展行动器官的功能。由于直立行走，视野扩大，促使感觉器官的功能得到了发展；又由于集体劳动协作的

需要,创造了语言,在劳动和语言的推动下,思维器官的功能才逐步发展起来。由行动器官的进化开始,进至于感觉器官、语言器官和传导神经系统的进化,再导至于思维器官的进化——这,就是人类自身进化过程中的“三部曲”。

科学技术发展的过程与人类自身的进化历程两者之间如此巧妙的吻合默契,决不是偶然的,而是有其必然性。这只要回顾一下图 1-1 所示的模型就可以得到满意的解释:生存和发展对于人类器官功能水平的需求与人类器官功能的实际水平之间的“差距”,决定了人类自身器官功能进化的内容和方向,也正是这种差距决定了人类器官功能延长的内容和方向。可以认为,猿人逐步战胜大自然靠的是自身的进化,而人类不断在自然斗争中获胜所倚仗的则是科学技术;后者是从前者“学”来的。进化,是自身内部器官功能的强化;技术(特别是技术的产品——工具和机器)则是人类器官的功能在人体外部的扩展和延长。

辅人律与拟人律,这是科学技术发展的两条基本的规律。辅人律规定了科学技术的功能和本质,拟人律揭示了科学技术发展的方向和路线;辅人是目的,拟人是手段,通过拟人的手段来达到辅人的目的。整个科学技术发生和发展的历史事实,都可以证明这两条基本规律的有效性。一旦人们自觉地认识了这些规律,人们就不仅能够更清晰地了解历史,而且可以更加有效地去把握科学技术的未来。

三、人机共生律

人类之所以要在实践中创造出科学和技术,不管其自觉的程度如何,归根到底就是为了利用工具和机器的某些优越的性能来辅助人类向大自然“作战”,向自然争得更多更好的生存和发展的机会和权利;而一切工具和机器要能在“辅人”方面发挥积极的效用,就必须按照人认识与改造自然的需要来施展本领,例如:比人的速度快,比人的力量大,比人看得远,比人听得清,比人操作巧,

比人反应灵等——这便是“拟人”。可见，只要确立了“辅人”的使命，“拟人”就是必然的结果。

利用机器的某些优异性能，通过模拟人的本领来达到辅助人的功能，这在实践中已经取得了辉煌的成就。例如，汽车、火车、轮船、飞机等交通工具的运行速度比人的行走速度快得多；炸弹、原子弹、氢弹、中子弹等武器的摧毁力量比人力所造成的摧毁力量大得多；高级传感器、测量仪表、电子计算机、自动控制系统等信息系统的灵敏度和工作速度比人的灵敏度和工作速度高得多……。这些成就使人类的能力得到了极大的增强。

不过，这只是问题的一个方面：人需要机器的帮助。另一方面的情形则是：机器更需要人的帮助。这便导致了本节所要论证的中心，人机必须共生。这可以认为是支配科学技术发展的第三条根本的法则，是由辅人律、拟人律导出的一个重要的法则。

为了说明这个问题，我们来看两个具体的例子。

古时候，有一位非常富有的印度邦主。一天，他正在下棋，忽然一个流浪艺人前来求见。艺人给邦主作了一些非常精采的表演，使邦主十分高兴。为了报偿这位表演者，邦主豪爽地对这个艺人说：你想要什么，尽管说，只要你能说出你想要的东西的名字，我都可以满足你的要求。流浪艺人想了想，指着棋盘说：我想要的东西是一些谷粒——这个棋盘上一共有64个格子，我要求您在第一个格子里放上一颗谷粒，第二个格子里放两粒，第三个格子里放四粒，按照这个规则，下一个格子里的谷粒数是前一个格子里的谷粒数的两倍。邦主平日所受的教育完全是古典的和文学性的，他的管家和朋友们也不精通数学。他以为这点谷粒没什么了不起：第一格里只放一颗谷粒！于是，便不以为然地满口答应了。天哪，他哪里知道这个“简单游戏”的严重后果：按照这个规则，他要数出的谷粒的总数是

$$2^0 + 2^1 + 2^2 + \dots + 2^{63} = 2^{64} - 1$$

这可是一个巨大的天文数字，大约等于 16×10^{18} 。假定数一颗谷粒需要一秒钟的时间，那么，数完这些谷粒就需要 5×10^{11} 年的时