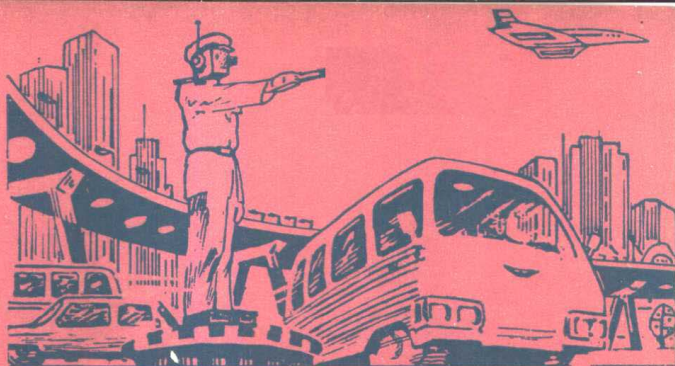
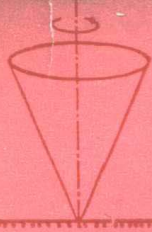
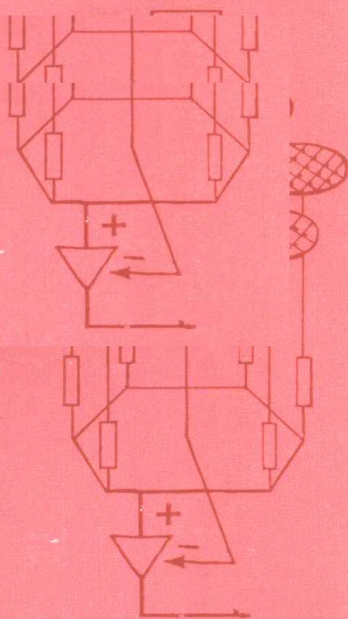




青年文库

漫谈信息和控制

白唐 郭鸣中 著



中国青年出版社

漫谈信息和控制

白 唐 郭鸣中 著

中国青年出版社

内 容 提 要

信息科学是一门既古老又年轻的科学，它和材料科学、能源科学一起，是现代科学的三大支柱。这本书通过漫谈的方式，向读者勾画出信息科学和控制技术的粗略轮廓。书里涉及了奇妙的电视电话、高速的航天飞机、神秘的机器人等，令人惊异，饶有兴味。本书有助于启迪读者对信息科学的兴趣，扩大知识面。

封面设计：陈 勤 卓

漫 谈 信 息 和 控 制

白 唐 郭鸣中 著

*

中国青年出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32 6印张 103千字

1984年2月北京第1版 1984年3月北京第1次印刷

印数1—17,000册 定价0.60元

出 版 说 明

我们伟大祖国的社会主义革命和社会主义建设，已经进入新的发展时期。学习革命理论，完整准确地掌握马列主义、毛泽东思想体系，学习科学文化知识，极大地提高青年一代的科学文化水平，成为青年更加特别突出的任务。为了适应青年学习的迫切需要，我们决定出版一套《青年文库》。

《青年文库》包括哲学社会科学、自然科学和文学艺术各个方面的读物。它以中等文化程度的青年为主要对象，力求比较系统地、通俗地、简明扼要地介绍各门学科的基本理论和基础知识，帮助青年用马列主义、毛泽东思想和现代科学文化知识武装自己，在党中央领导下，为建设社会主义的现代化强国贡献自己的青春。

中国青年出版社编辑部

目 次

前言	1
第一章 幻想和现实	6
一 从古代的幻想说起	6
美丽动人的神奇幻想(6) 幻想变成了现实(6)	
二 由幻想变现实的一些事例	7
火眼金睛和遥感遥测(7) 边塞烽火和电视电话(9) 法宝和 导弹(12) 勤劳的仙女和奇妙的机器人(14) 嫦娥奔月和宇 航员登月(17)	
三 通向神奇的道路	19
多么辉煌的成就(19) 这些成就是怎样取得的(20)	
第二章 信息和信息量	21
一 信息和信号	21
信息(21) 信号(21) 人类独有的信号(22) 是宇宙人留下 的信号吗?(22)	
二 信息编码	23
什么是信息编码(23) 二进位数(25) 二进制码(27) 宇宙 通信(28)	
三 信息量	31
什么叫知道了消息(31) 怎样衡量信息的多少(31) 离散消 息的信息量(32)	

四	连续消息的信息量	35
	无穷大的信息量(35) 人的感官的“缺点”(36) 连续消息离 散化(37) 取样定理(38)	
第三章	信息的发送、传输和接收	40
一	波和信息传输	41
	振动和波动(41) 波动家族(42) 电马飞奔(45) 电波传 真(47) 电视的秘密(47)	
二	0 和 1 的化身	51
	连续消息的两种通信方式(51) 美中不足(51) 0 和 1 的化 身(52) 大脑里的 0 和 1(53) 还是让电流扮演(54)	
三	信号的路	55
	信道种种(55) 信道的优劣(56) 信道容量(57)	
四	精巧安排	59
	热闹的夜空(59) 带宽和频道(59) 巧妙的安排(61)	
五	确保真实	64
	讨厌的噪声(64) 古法新用(65) 确保真实(66)	
六	接力通信	67
	优点和弱点(67) 克服弱点的办法(68)	
七	一览无遗	69
	天上的了望台(69) “无光电视”(70) 空间摄像(72)	
第四章	信息的存储、识别和提取	74
一	信息的存储和提取	74
	从人的记忆谈起(74) 图像的存储和提取(75) 声音的存储 和提取(76) 实质和缺陷(78)	
二	磁性的妙用	78
	磁带录音和录像(78) 信号的消除(80) 电视唱片(81) 0 和 1 的“住房”(82)	

三	一模一样	84
	全息照相术(84) 波的干涉(84) 全息图的摄取和重现(86)	
	全息术的妙用(88)	
四	信息的识别	89
	两类信息识别问题(89) 人海中的熟人(90) 绿草丛中的鲜花(91)	
	困难在于特征提取(92) 微小的代价(93)	
第五章	控制和自动控制	94
一	机器和手脚	94
	机器是人的手脚的延伸(94) 自动机(96) 自动化和四个现代化(96)	
二	控制和信息	97
	控制(97) 从信息角度看机器(98) 从能量角度看机器(99)	
	自动控制(100)	
三	万无一失和随机应变	101
	从蒸汽机说起(101) 实现自动控制的两种方式(102) 反馈和负反馈(104)	
	陀螺和惯性导航(105) 万能的负反馈(109) 反馈的失调(110)	
	电磁波也跑得太慢(112) 自适应控制(113)	
	什么是控制论(114) 控制论的特点(115)	
第六章	电脑的秘密	117
一	“聪明”的电脑	117
	神奇的计算速度(117) 高明的判断能力(119) 卓越的组织才能(119)	
	敏捷的控制机能(120) “聪明”的电脑(120)	
二	“愚笨”的机器	124
	“我只会加减法!”(121) 最简单的数学(122) 离不开人帮忙(124)	
三	高速的秘密	126
	辛勤的电子(126) 电子的操练(126) 谁是传令兵(128) 惊	

人的运算速度(128)	
四 思维和数学	129
计算和思维(129) 机器和思维(130) 把思维化做数学(131) 命题的乘法(132) 命题的加法(134) 非运算(135) 逻辑式(136) 逻辑恒等式(137) 逻辑方程(138)	
五 逻辑和开关	141
开关的妙用(141) 二进制加法的实现(144)	
六 万能的工具	147
机器翻译(147) 灵巧的“小脑袋”(148) 万用的电子计算机网络(148)	
第七章 机器人	151
一 工业机器人	151
机器人的手(151) 机器人的耳(154) 机器人的鼻(155) 人形机器人(156) 机器人的“品质”(157)	
二 向生物学习	158
动物器官的优异功能(158) 生物的启示(160) 电子蛙眼(161) 苍蝇和航天(165) 我想,机器做(168)	
三 智能机器人	171
高明的棋手(171) 老鼠偷食的启示(172) “轮桶”的三代(174) 人类的忠实仆人(176) 机器能比人更聪明吗?(176)	
第八章 “希望寄托在你们身上”	178
一 新的幻想	178
信息科学还相当年轻(178) 诱人的光辉前景(179)	
二 艰难的历程	183
发展信息科学的艰巨性(183) 让我们为信息科学的发展作出贡献(184)	

前 言

青年朋友们：

我们献给你们的这一本小书，介绍的是一门又古老又年轻的科学——信息科学，它既有长远的历史，又正在飞速发展，前途十分远大。它和材料科学、能源科学一起，是现代科学技术的三大支柱。在本书里将要涉及到奇妙的电视电话、高速的航天飞机、神秘的机器人，并且揭开它们的秘密。为了使读者对全书的脉络有大致地了解，这里先对信息科学的两个基本组成部分，就是信息论和控制论，作一个概括的介绍。

所谓“信息”，通俗地说就是“消息”，就是事物的存在和变化的情况。宇宙间万事万物都在一刻不停地发展变化，我们所处的世界是一个充满信息的世界。我们人类正是通过获得信息来认识世界，通过利用信息来改造世界的。

人类为了互通信息，创造了包括语言、文字在内的通信符号（信号）和各种通信技术装置，如有线电话、无线电发射机、收音机、电视机等。为了多、快、好、省地进行通信，解决了一系列关于信息的接收、存储、识别、发送传输的技术和理论问题。近百年来，通信技术得到飞速的发展。现代通信的一般理论基础是由美国工程师申农（1916-）在1948年到1949年

奠定的，现在叫做“信息论”。

人类为了控制自然和改造自然，早在远古时代就创造了一系列机械，比如刀、枪、锄、犁、风车、水磨等。这些机械都能减轻人们的体力劳动，但是都需要人直接操纵。为了进一步减轻人们操纵和调整机器的体力劳动和脑力劳动，人们创制了各种各样的能自动进行调节的机械，如蒸汽机、自动车床等。这种能相对地离开人的操纵、自动地进行工作的机器叫自动机。自动机上起自动调节作用的装置叫调整器或控制器。自动机早在远古时代就已经创制出来。公元前二世纪，古希腊时期亚力山大城的学者希罗就曾经利用自动调整装置来显示“上帝近在咫尺”的“圣迹”。但是研究自动调整（现代叫自动控制）的一般理论，是在十九世纪中期才开始的。

随着科学技术的发展，人们发现，不论各门科学技术在研究的对象和内容上是多么不同，但是各门科学之间却存在一些共同的规律。不仅物理学、化学、生物学等这些研究内容和对象相近的科学是这样，就是心理学和数学、数学和语言学、生理学和逻辑学、物理学和神经生理学等，这些研究内容和对象相距很远的科学也是这样。一门科学中应用的方法，在其他科学中也能应用。许多科学的重大发明创造，都是由于综合了各门科学的知识才取得的。

同样，通信科学和自动控制科学也是存在内在联系和共同规律的。在历史上，军事上的需要促进了这两门科学技术的结合。在第二次世界大战期间，由于德国法西斯对伦敦和其他英国城市狂轰滥炸，英国要求改进防空措施。为了有效

地操纵防空火力，要有能预测炮弹和飞机相遇时间的仪器。这就同时涉及到通信、控制和计算机的理论技术问题。由于飞机飞行方向在不断改变，这个问题不是太容易解决的。但是，飞机是人驾驶的，飞行方向的改变要受到人和飞机的可能性的限制。如果转弯过急，驾驶人员会失去知觉，飞机也会损坏。这种危险迫使驾驶员减低转弯的速度。因此计算炮弹和飞机相遇时候飞机所处的位置又是有可能的。但是，这种计算应当进行得极其迅速，这是人力所无法完成的。因此要求制造超高速的计算机。同时，高射炮和飞机都是人操纵的，人和机器形成一个统一的控制系统。为了进行正确的计算和实现及时的控制，就要了解机器和人两方面的通信和控制特性。这就提出了研究有关人和机器在通信和控制方面的一系列共同规律的问题。

以美国数学家维纳(1894-1964)作为代表的一批科学家(包括物理学家、数学家、心理学家、生理学家等)研究了这个问题，并且在理论和实践上取得了创造性的成就。这种关于生物和机器的通信和控制的规律的科学，现代叫做“控制论”(请注意：“控制论”和前面提到的“自动控制理论”不是一回事)。1948年，维纳发表的《控制论》一书，就为这门科学的诞生奠定了基础。在控制论思想的指导下，“雷达”(无线电定位器)制造了出来，系统工程学得以创立和发展，机器人初步研制成功，这些都预示着这门科学对人类文明发展有极端重要的意义。

信息论和控制论都是关于信息的科学。以信息论和控制

论作为理论基础,去研究自然界(特别是生物界)和人类社会的
信息和控制的一般规律,并且用先进技术手段去实现人类
认识和改造世界的活动,就是现代信息科学的内容。信息科
学研究的对象这样广泛,研究信息科学需要广泛的数学、物理
学、电子学、数理逻辑、生理学、心理学、语言学和社会学等方
面的知识。随着信息科学的发展出现了许许多多分支,如关
于实现最优控制的理论,关于自适应控制的理论,关于超远距
离(人造卫星和地球之间、星球之间)的信息传输理论、光学信
息处理、生物控制论、信息仿生学、电子计算机科学技术、智能
模拟、大系统理论等等。信息科学的理论和技术成就跟现代
其他科学技术相结合,开出了一朵朵人类文明的骄傲之花。

显然,要在一本篇幅有限的小书里,介绍一门研究对象
这样广泛、分支这样多的科学,是相当困难的,特别是由于信
息科学的规律是以相当抽象的数学形式来表现的,信息科学
的有关技术又是现代最尖端的通信和控制技术。我们这本小
书既然是一本科普读物,我们就只能是“漫谈”。希望能通过
信息科学的理论和技术发展的历史和现实的辉煌成就中的一
些典型例子,简略地介绍一下信息科学的一些基本概念和基
本思想方法。革命导师恩格斯曾经说过:“在涉及概念的地
方,辩证的思维至少可以和数学计算一样地得到有效的结
果。”(《自然辩证法》,人民出版社1971年版,第70页)所以,除非特殊
必要,我们将设法绕开高深数学,力求通过实例和类比,把信
息科学的一些基本概念的含义和规律的实质讲清楚一点。所
谓“特殊必要”,是指关于信息论的最基本的结论,如信息量

公式、信道容量公式、取样定理，以及把思维规律化做数学规律的逻辑代数等。这是为了稍为具体地理解信息科学所不能避免的。请大家在读到那些地方的时候，要硬着头皮读下去。否则就难以理解飞船航天、机器人下海等神奇的奥秘了。

用这样的设想写出的这本小书，当然不可能使大家深刻地、全面地了解信息科学。既然是“漫谈”，就难免挂一漏万。我们只能象画家速写那样，勾画一下信息科学的粗略的轮廓。如果读者看完这本小书以后，对于第一章中介绍的那些令人惊异的神奇的现实，能减少一些神秘感，得到一个“原来如此”的感受，我们也就感到欣慰了。如果还能引起青年朋友们对信息科学的兴趣，在青春的思潮中引起波澜，立志要为我国的信息科学和控制技术的发展作出贡献，那就更使我们感到无比高兴了。

第一章 幻想和现实

一 从古代的幻想说起

美丽动人的神奇幻想

在人类历史上，我们的祖先在征服自然和战胜敌人的斗争中，有过许多光辉灿烂的发明创造，推动了人类文明的发展。

但是在古代，人们对许多自然现象还不能认识它们的奥秘，常常受到大自然的作弄和摆布。人们渴望解释令人神往的自然景象和获得征服自然的更大能力，于是产生了各种各样的神话，其中包含了许多美丽动人的神奇幻想。比如说神仙长有顺风耳、千里眼，能呼风唤雨、腾云驾雾，能知过去和未来；神通广大的孙悟空不仅有一根称心如意的金箍棒，而且他的毫毛变的猴儿还能帮他的大忙。

幻想变成了现实

古往今来，大自然在人类一代接一代的不懈努力下，终于渐渐被人类打开了它的奥秘，一个个毫无根据的主观幻想变成了建立在科学基础上的光辉现实。人类逐步成了大自然的主人。

在这本小书里，我们想从自然科学的一个侧面，从信息科学的角度，向青年朋友介绍一下，许多离奇的幻想是怎样变成绚丽多彩的现实的。在这一章里，让我们先了解一些和信息科学有关的幻想变成光辉现实的历史梗概。

二 由幻想变现实的一些事例

火眼金睛和遥感遥测

要改造世界，先要认识世界。我们感知世界上的万事万物，靠我们的感官：眼、耳、口、鼻、舌、身。其中最主要的是眼睛，它所感知的事物大约占我们所能感知的事物的百分之六十到八十。我们的眼睛是够灵敏的了，近可以察咫尺的微尘，远可以观天上的星星。可是眼睛的能力还是很有限的。微生物世界里形形色色的、无论是有害的还是有益的细菌，我们的眼睛都一概视而不见，更不用说微观世界里的原子和分子了。我们虽然能看到月亮和星星，但是看不清楚。我们的祖先以为月亮和我们生活的地球一样，是充满生机的世界：有高大的桂树，有雄伟的广寒宫，还有嫦娥和吴刚。更遗憾的是，我们的眼睛在黑夜中看不见东西。地下埋藏了丰富的宝藏，我们也看不见。

正是不满意眼睛的这些“缺点”，人们幻想出神话故事里的神长有一只“慧眼”，能远观千里，明察秋毫；或者幻想出孙悟空那样有一双“火眼金睛”，能辨千里之外的妖雾。

这些古代神话的幻想当然只能是幻想，世界上不可能真有什么火眼金睛或者能远观千里的慧眼，但是人们却以另外

一种方式实现了这种幻想。

细菌是肉眼看不见的小生物。第一个给自己装上“慧眼”能看见这些小生物的人，是荷兰生物学家列文虎克（1632-1723）。他无意中通过两片镜片去看物体，发现物体被放大了；他又用它来观察牙垢，看见了许多活动的“小东西”。人们利用列文虎克创制的显微镜，开始认识了肉眼看不见的细菌。

意大利物理学家伽利略（1564-1642）改造了望远镜，给人们装上了“千里眼”。人类第一次看到了月亮上的环形山，发现木星也有卫星。伽利略可以说是建立和发展“遥感遥测”技术的先驱。

今天，“千里眼”已经更加发展了，世界上最大的望远镜的镜头直径已经达到六米。还发明了“红外望远镜”，用它可以看到物体发出的肉眼看不到的红外线（又叫热线），使我们在黑夜中也能看见物体。另外还有一种“射电望远镜”，它可以接收宇宙天体发出的无线电波，从而使我们能察知光学望远镜所看不见的某些天体的存在。利用它们，近可以在卫星上俯察地球表面和地下的秘密，远可以观察宇宙的天体。现在我们通过红外望远镜可以辨别出在三百公里以外的一根头发丝大小的物体；通过射电望远镜可以“看到”距离一百多亿光年（就是光在一百多亿年里跑过的距离）的星体。人造卫星上的红外线探测器可以日夜工作，无论是晴空万里还是云雾弥漫，不管目标是在地面上还是在地底下，都可以“看”得一清二楚。在几百公里高空的人造卫星上，不仅可以分清地面上单个的坦克或人的活动，而且还能发现密林里的炊火，地下的矿

藏，水下六十米深处的潜艇，甚至可以察知人群、车队、机群、潜艇离开一段时间后的热迹。大地再也不能掩盖它秘藏的宝物，任何秘密的军事行动也逃不脱人造卫星的“眼睛”。相比之下，孙悟空的“火眼金睛”真是大大逊色了。

边塞烽火和电视电话

当你有新奇的发现、新颖的见解的时候，你总会情不自禁地想告诉你的朋友和亲人。人类最初交流思想是靠手势、表情和简单的音节。后来人们创造了语言和文字，使得世界各地的人们有了互通信息的可能。人们是怎样传递语言和文字的呢？

最初人靠奔走来传递消息，后来骑上快马，坐上车船，但是感到还是太慢。古时候这样的事情常常发生：有人得到亲人病危的书信，等赶到家里，亲人已经去世几个月；或者边疆发出告急文书，文书到达京城，再待援兵赶到，城池早已失守。

随着人类文明的发展，人们对通信速度的要求也越来越高。如果不能有效地进行通信，整个社会就不可能有一致的行动。在敌人的突然袭击面前，甚至有亡国灭种的危险。

人们渴望快速传递消息，幻想出了《封神榜》里的“缩地法”，《水浒》里戴宗的“甲马”日行千里，孙悟空的一个跟头十万八千里。

但是用什么来实现这些幻想呢？人们首先想到的是光。它一秒钟可以跑三十万公里，绕地球七圈半。用光传递消息是最快了。