

第1章 緒論

当前，人类正逐步迈向信息社会，信息的开发利用水平空前提高，各类信息技术得到快速发展并广泛应用，对科技发展、经济增长、社会进步和战争胜利的作用日益增强。近年来，以信息化为首要特征的世界新军事变革，正在把机械化军事形态改造成信息化军事形态。加快军队信息化建设，推动军队向信息化转型已成为世界各国的普遍选择。随着我军信息化建设步伐的加快，信息化范围不断拓展，逐步向纵深发展，已进入全面建设阶段。学习信息基本知识，掌握信息技术，提高信息素质，已成为信息时代每个军人的基本功课。本章就从信息的基本知识谈起，以使我们对信息及信息技术有个概要的了解。

1.1 信息

1.1.1 人类与信息

人类的生产生活一时一刻都离不开信息，人类对信息的认识经历了一个不断深化的长期过程。纵观历史，人类对信息的感知、传递、处理和利用的能力经历了五次跃升，其主要标志分别是语言的产生、文字的诞生、印刷术的发明、电磁波的利用和计算机的出现（见图1.1）。

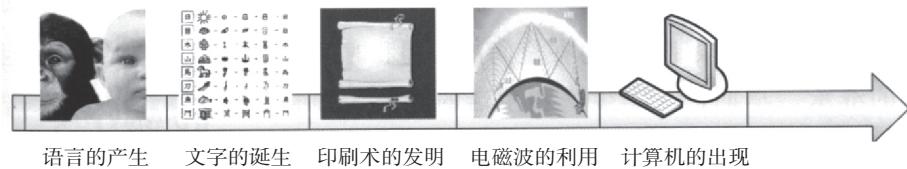


图1.1 人类对信息的感知、传递、处理和利用的能力的五次跃升

1. 第一次跃升——语言的产生

亿万年来，无论是否被感知、被发现，信息一直伴随着事物的运动存在于宇宙中。当地球上出现生命后，信息开始被动物的眼、鼻、口、耳等感觉器官所感知、所察觉，并最终通过动物的神经传递到大脑，形成反映而被利用。在人类进化过程中，随着劳动的复杂性不断提升，相对简单的表情、鸣叫和动作已不足以描述复杂的环境和表达丰富的情感。人类发出的音调出现了高、低、粗、细的变化，由简单到复杂，由零星、断续到逻辑连贯，通过不断地磨练和积累，促使了发声器官的进化和完善，人类终于创造出了语言，实现了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第一次跃升。

语言的产生标志着人类信息活动的范围和效率有了质的跃升，并大大促进了人类大脑的发展，增强了人的表达能力、理解能力、抽象能力和推理能力，最终使人与动物彻底区分开来，

拉开了人类文明的序幕。因此，“语言”成为人类顺应自然、利用自然、改造自然的第一个信息平台。

2. 第二次跃升——文字的诞生

在人类信息活动当中，语音是最早的信息载体。早期，人类生产和生活的经验、知识，唯有通过氏族部落长者向晚辈言传身教的方式，代代相传，承袭下去。随后出现了结绳记事（见图1.2），人类通过绳结的大小、样式、颜色等来表达自己的意愿，记录人类的历史。由于生产活动的进步和物质财富的积累，以及贵族权杖的出现和宗教礼仪活动的日益频繁，人们便产生了要把更多、更复杂的事物记录下来的要求。于是，出现了最早的刻划符号，这标志着文字形态开始萌芽。在距今五六千年前的我国黄河流域的仰韶文化、大汶口文化等新石器人类遗址中，已经出现了刻画在陶器上的象形文字。从语言发展到文字，实现了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第二次跃升。

文字的产生揭开了人类历史的新篇章，这是一次信息载体和传播手段的重要突破，从此人类可以将其生产生活方式、对自然的认识体会等记载下来，真正有了“确凿”的历史，突破了原来的时空限制，从而使人类获取的知识得到传承和积累，为人类智慧水平的不断提高提供了条件。

3. 第三次跃升——印刷术的发明

随着文字的产生、发展和演变，人类不断创造和发明新的记载材料和记载方法。文字记载材料经历了从石器、泥板、甲骨到铜器、简牍、绢帛的演变，后来出现了划时代的材料——纸张。纸张具有材料便宜、制作成本低廉和携带方便省力、便于保存的优点，因而很快成为一种大量保存和传递信息的载体。

同时，文字记录载体的变革也推动着信息记录方法的创新，印刷术应运而生。最先发明的是刻版印刷，随后出现了活字印刷术。印刷术的不断进步，产生了可容纳更多信息量的报纸、书籍、杂志，进而极大地提高了人类的信息交流水平。可以说，造纸术、印刷术的发明，使知识的积累和传播突破了历史、时空和地域界限，人类信息传递的速度和范围急剧扩展，人类信息的存储能力显著加强，并初步具备了广泛传播信息和共享信息的条件，从而实现了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第三次跃升。

4. 第四次跃升——电磁波的利用

在不断改进信息记录方式的同时，人类从来都没有放弃对信息时效性的追求。西周时期就有利用烽火传递信息的记载，后来又出现了驿站传递信息，但这些还远远不能很好地解决信息传递的时效性问题。到18世纪末期，法国人夏普发明了横木通信机，远距离信息传递的时效性得到了较大提高，但是这种通信方式不仅用人多，而且费用高昂。

19世纪初，人们发现电磁波可以承载信息。1837年，美国人莫尔斯发明并建成了电报线路。1876年，美国科学家贝尔发明了电话，由此带来了电报、电话等有线通信手段的发展。1887年，德国科学家赫兹利用火花隙激励一个环状天线，用另一个带缝隙的天线进行接收，证实了电磁

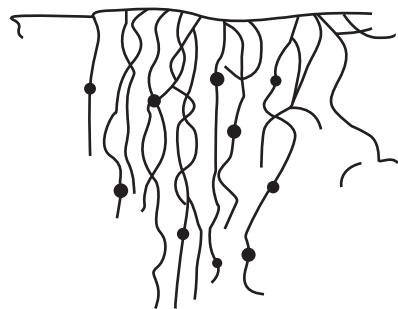


图1.2 结绳记事

波真实地存在于空气中，由此架起了电磁波从有线通向无线的桥梁。人类利用电磁波传递信息拉近了世界的距离，使人们传递信息的能力迅速提高，同时也推动了科学技术迅猛发展，这便是人类历史上感知、传递、处理和利用信息的能力的第四次跃升。

这次跃升使传播信息的手段和载体、方式和方法都发生了质的飞跃。它不仅使语言、文字信息编码化，而且极大地提高了时空利用率。

5. 第五次跃升——计算机的出现

电磁波的应用又一次把信息传播的手段向前推进，但仍存在着很大局限性。20世纪中叶，科学技术迅猛发展，知识呈指数级增长，新事物、新概念层出不穷，使人目不暇接。人们普遍感到，不但需要更便捷和高效的信息传播手段，而且更需要能够辅助人类大脑进行信息分析和处理的工具。于是，电子计算机就应运而生了，从而带来了人类感知、传递、处理和利用信息的能力的第五次跃升。

这是一次同时包括了信息传播手段与信息处理手段的全面跃升，是综合了光、电、磁、声等多种类的多频段信息载体和传递工具的变革，是人类发展迈出的重要一步。电子计算机的出现对人类社会发展的影响是全方位的，它极大地加速了信息处理和交互，大大缓解和消除了人类传播信息在时空上的限制，世界由此成为“地球村”。

在科学技术迅猛发展的推动下，人类感知、传递、处理、利用信息的能力将不断出现新的跃升。

1.1.2 信息的含义

从某种意义上说，人类信息活动的演进和人类信息能力的发展伴随着整个人类的进化。那么什么是信息呢？

不同学者对信息有不同的解释，较具代表性的有以下几种：

- (1) 1928年，哈特莱：信息是指有新内容、新知识的消息。
- (2) 1948年，香农：信息是用以消除不确定性的东西。
- (3) 1948年，维纳：信息是人们在适应外部世界、控制外部世界的过程中，与外部世界交换的内容。
- (4) 1975年，朗高：信息是反映事物的形成、关系和差别的东西，它包含在事物的差异中，而不是事物本身。

这些解释的不同，实际上是由于看待信息的角度不同。哈特莱从价值的角度来解释，香农从通信的角度来解释，维纳从控制的角度来解释，朗高从认知的角度来解释。

一般认为，香农给出的信息定义更接近信息的本质，应用得更多一些。所以，本书中采用香农给出的信息定义。信息的度量方法和信息三要素的说法都来自香农的信息论。

但是，为便于理解和使用，本书综合几种资料的说法，给出一个更通俗的解释：信息是指客观事物存在的方式或运动的状态，它通过一定载体反映出来，体现客观事物相互联系的程度及规律。

所谓“客观事物”，泛指一切可能的研究对象，包括客观世界的一切事物和现象，既包括有形事物，如：风、雨、雷、电，高山、楼宇等；又包括无形事物，如：人们的思想、认识、情绪、策划、方法等。所谓“运动”，泛指一切意义上的变化，包括机械运动、物理运动、化学运动、生物运动、思维运动和社会运动等。所谓“运动的状态”，是指事物运动在空间上所展示的形状、态势及其在时间上的变化。

信息的分类多种多样。按来源，信息可分为自然信息和社会信息；按逻辑，信息可分为真实信息、虚假信息、不定信息等；按作用，信息可分为有用信息、无用信息、干扰信息等；按载体，信息可分为电子信息、光学信息、生物信息等；按应用领域，信息可分为政治信息、经济信息、军事信息、科技信息、文化信息等。

值得注意的是，在日常用语中，信息经常与消息、信号、数据、情报和知识等比较相近的概念交替使用，有时人们甚至把它们当成一回事，但实际上它们是有区别的，如下所示。

- 消息是由具体文字、符号或语音所表达的已发生的某个事件。消息是信息的外壳，信息是消息的内核。一个消息的产生，可能带来信息，也可能不带来信息。也就是说，不同消息中所含的信息量是不同的。
- 信号是用来承载信息的物理载体，信息是事物运动的状态和方式。
- 数据是信息的一种记录形式，但不是唯一的记录形式，除此之外，信息还可以通过文字、图形、语言等各种形式记录。
- 情报是一类特殊的信息，是信息集合的一个子集，任何情报都是信息，但并非所有信息都是情报。
- 知识是关联起来的信息，是信息加工的产物，是一种高级形式的信息。比如，“天冷了”是信息，“大雁往南飞了”是信息，“天冷了，大雁就要往南飞了”就是知识，它是经过人的大脑加工的结果。任何知识都是信息，但并非任何信息都是知识。

从上述相近的概念区分中可以看出，信息有低级和高级之分。低级信息是人们无须花费多大力气就能收集到的事实性知识，只是部分事物的比较片面的反映，例如广告、电影、电视节目预告等；高级信息是人们经过一番努力，进行深入加工处理而收集到的知识，例如公司的年终报表等；更高级、更有价值的信息是那些与创造发明有关的包含智慧结晶的信息，例如机器的发明、国家的战略规划、重大工程项目的决策等。

信息与物质、能量一起构成了人类社会赖以生存和发展的三大基石，是一种重要的战略资源。物质为人类提供材料，能量为人类提供动力，信息则为人类提供知识和智慧。信息是认识世界和改造世界的首要条件，没有信息，人类就不可能认识世界，更不可能改造世界。因此，明确信息的度量方式，熟悉信息的要素、基本形态、主要特征和基本作用等方面，对于我们更有效地掌握、认知信息，更有效地认识世界和改造世界，有着重要的意义。

1.1.3 信息三要素

信源、信宿和信道是信息三要素。

信源，又称信息源，是信息的发源地，或者说是信息的出处。信源大体分为三大类：(1) 来自自然界，包括天体、地理、生物等方面的信息；(2) 来自社会，包括人类社会的生产、经济、军事等方面的信息与情报；(3) 他人的知识，包括古今中外流传下来的知识及专家学者的经验。

信宿，是信息的归宿，是接受信息者对信息判断后做出的处理结果。信宿决定信息的价值。信息被有关者获取后，通过加工处理、正确理解和正确使用，才能真正发挥作用。因此，信息获取者要对信息进行筛选分类，综合分析，分清哪些是有用信息，哪些是无用信息甚至假信息，以便利用有价值的信息，摒弃无价值的信息。

信道，传递信息的通道，是信源与信宿之间联系的纽带。信道有自然信道、人体的本能信道和技术信道。空气、风、水等是自然信道；人体的四肢、五官等感觉器官是本能信道；无线电通信、计算机网络等是技术信道。

1.1.4 信息的度量

信息与消息有着不可分割的内在联系，不同消息中所含的信息量是不同的，那么应该如何衡量信息量呢？香农给出了方法：消息中含信息量的大小是由它消除的不确定程度决定的。

消息中含有的信息量与消息发生的概率紧密相关。某消息出现的概率越小，则其包含的信息量越大；某消息出现的概率越大，则其包含的信息量越小。必然事件的发生不带来任何信息。独立事件的发生可看成消息的发生，若干事件的联合发生也可看成消息的发生，该消息带来的信息应与其中各个事件有关。如果消息由符号组成，而各符号又被看成独立发生的，则多符号联合的消息的发生概率呈指数规律减小。

综合以上情况可知，消息中所含的信息量与消息发生的概率有以下关系：

(1) 发生的概率越小，消息中所含的信息量越大，消息带来的信息量与消息发生的概率成反比；

(2) 联合消息发生的概率呈指数规律减小，或呈指数规律增加。

受这些规律支配，对信息量定义如下：

设消息 x 发生的概率为 $P(x)$ ，则该消息带来的信息量定义为

$$I(x) = \log_a(1/P(x)) = -\log_a P(x) \quad (1.1)$$

其中，取对数可使原指数规律变得平稳，便于表达。若对数的底取2，则 I 的单位为bit；若对数的底取e，则 I 的单位为Net；若对数的底取10，则 I 的单位为Hatile。bit是最常用的单位。

例1.1 计算等概率发生的离散消息的信息量。

解：设信源在每个时刻发生的消息非0即1，此即二进制符号消息，它们出现的概率都是 $1/2$ ，则其所带的信息量为

$$I_2 = \log_2 2 = 1 \text{ (bit)}$$

即二进制符号的每个码元带来1 bit的信息量。

若信源发出的消息为 M 进制， M 进制符号消息出现的概率为

$$P(0) = P(1) = \dots = P(M) = 1/M$$

则其所带的信息量为

$$I_M = \log_2 M \text{ (bit)}$$

且若 $M = 2^k$ ($K = 1, 2, 3, \dots$)，则

$$I_M = \log_2 2^k = K \text{ (bit)}$$

很显然，一个消息的用bit表示的信息量和表示或存储这个消息所需的二进制位数是相等的。我们知道了消息的发生概率，就可以计算其用bit表示的信息量，这就是要表示或存储该消息所需占用的bit数。

式(1.1)所表示的是一个符号所带的信息量,如果想知道多个符号所带的信息量,只需把所有符号的信息量求和即可。根据定义,信息量代表了符号或符号串的不确定性。

很多情况下,我们希望了解信源的不确定性特征,也就是信源发出的每个符号平均消除的不确定性,也就是每个符号平均的信息量。在信息论中,这就是信源的“熵”,用 H 表示,如果信源用 x 表示,则该信源的熵用 $H(x)$ 表示。

对于等概率信源,每个符号的信息量是相等的,所以每个符号平均的信息量就等于其中一个符号的信息量。对于例1.1中发出两个符号的信源,其熵为

$$H(x)=I_2=\log_2 2=1 \text{ (bit)}$$

对于发出 M 进制符号的信源 x ,其熵为

$$H(x)=I_M=\log_2 M \text{ (bit)}$$

且若 $M=2^k$ ($K=1, 2, 3, \dots$),则

$$H(x)=I_M=\log_2 2^k=K \text{ (bit)}$$

上面说的是等概率信源的熵的计算方法。在非等概率情形下,则需要把熵的计算方法进行一般化推广。

设信源 x 的各个符号为: x_i ($i=1, 2, 3, \dots, N$),其概率分别为 $P(x_i)$,则定义熵为该信息源各符号的统计平均信息量,以 $H(x)$ 表示。

$$H(x)=\sum_{i=1}^N P(x_i)I(x_i)=-\sum_{i=1}^N P(x_i)\log_2 P(x_i) \quad (1.2)$$

例1.2 信源发出4个符号0、1、2和3,信源发出它们的概率分别为 $3/8$ 、 $1/4$ 、 $1/4$ 和 $1/8$,求该信源的熵。

$$\begin{aligned} \text{解: } H(x) &= \sum_{i=1}^4 P(x_i)I(x_i) \\ &= \frac{3}{8} \log_2 \left(\frac{3}{8} \right) + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{8} \log_2 8 \\ &= 1.906 \text{ bit} \end{aligned}$$

信源的熵用bit为单位表示时,它就等于表示或存储该信源的每个符号所需的二进制位数的平均值。

1.1.5 信息的主要特征

总体而言,信息主要具有可识别性、共享性、可伪性、时效性,以及价值相对性等特征。

1. 信息的可识别性

信息可以通过某种媒介,以某种方式被人类所感知,人类进而可掌握信息所反映的客观事物的状态和运动方式,这就是信息的可识别性。目前,人类能够接受和使用的信息,只是无限丰富信息中的一部分,还有许多信息尚未被人们所认识,但这并不是说这些信息不可识别,只是受科学技术水平所限,人类尚未了解承载该信息的媒介和方式。

随着科学技术的发展,人类感知信息的手段和能力将不断提升,获取的信息也将越来越多。例如,人类凭借肉眼可通过明暗或颜色区分不同的物体,这靠的是物体反射或者辐射的可

见光，地球上的物体大多数是不发光的，所以到了晚上，人类就看不清东西了，于是就会减少活动。后来人类发明了热成像仪，它能够获取物体辐射出的红外射线，并转换成可见光图像，所有的物体每时每刻都在辐射出红外线，人们借助热成像仪，就能在晚上看到各种物体，在必要的条件下，人们就可以增加晚上的活动。

2. 信息的共享性

信息可以被无限制地复制、传播或分配给众多用户，并能在这个过程中保持低损耗甚至无损耗，这就是信息的共享性。信息的共享性突出表现在两个方面：(1) 信息脱离所反映的事物而独立存在并附于其他载体，而载体在空间上的位移，使信息能够在不同空间和不同对象之间进行传递；(2) 信息不像水、石油、货币这些物质遵循守恒原则（即总量固定、与他人共享必然带来损耗甚至丧失），信息可以被大量复制、广泛传递。

例如，甲有一个苹果，乙也有一个苹果，那么甲乙互相交换之后，甲还只有一个苹果，乙也还只有一个苹果；但是如果甲有一条信息，乙也有一条信息，那么甲乙互相交换之后，甲就有了两条信息，乙也有了两条信息。信息的共享性特征对人类具有特别重要的意义。在军事行动中，其意义集中体现在共享战场信息是实施信息化联合作战的重要保障。

3. 信息的可伪性

信息能够被人类主观地加工、改造，进而产生畸变。同时，通过一定方式和手段，也可使人类对信息产生失真甚至错误的理解认识，这就是信息的可伪性。信息具备可伪性的原因在于信息不是事物本身，人们主观片面理解信息，或根据自己的意图，有意或无意地对信息的内容及负载信息的载体施加影响，就有可能使信息无法真实反映事物本身及其运动状态的原貌。

1944年，盟军在诺曼底登陆之前成功地进行了信息欺骗和信息封锁，造成德军对盟军登陆地点的判断失误。一系列信息欺骗行动有效地掩护了盟军的主攻方向，当盟军已经在诺曼底抢滩登陆时，深受欺骗的希特勒还担心盟军会在加莱地区实施更大规模的登陆作战。三国时期，诸葛亮用“空城计”吓退司马懿十五万大军也是同样的道理。

4. 信息的时效性

信息的价值会随时间的推移而改变，这就是信息的时效性。由于事物本身在不断发展变化中，因此信息必须随之变化才能准确反映事物的运动状态和状态的变化方式。信息被传递后就会脱离事物，原信息便不能反映事物的新的运动状态和状态变化方式，效用会逐渐降低，甚至完全丧失。

5. 信息的价值相对性

信息的价值相对性是指同样的信息对于不同的人具有不同的价值。这是由于信息的价值与信息接受者的观察能力、想象能力、思维能力、注意力和记忆力等智力因素密切相关，同时也依赖于他的知识结构和知识水平。

街口的信号灯变化对色盲患者是没有价值的无用信息，然而对正常人却至关重要，莎士比亚说“一千个观众眼里会有一千个哈姆雷特”，就是这个道理。

1.1.6 信息的基本作用

人类活动的全部目的是认识世界并改造世界。因此，人们获取信息，就是掌握和理解有关客观事物的运动状态和变化方式，把握其中的规律，积累并创新知识，消除各种各样的不确定

性，更加准确、高效地认识世界和改造世界。从这个角度来看，信息的基本作用主要包括反映作用、联系作用和启迪作用。

1. 信息的反映作用

信息的反映作用是指信息能够直接或间接地反映事物的存在方式或运动状态。其最简单和直接的形式表现为：信息能够对人类的视觉、听觉、嗅觉、触觉等感觉器官造成刺激。当我们看到苹果红了，就知道苹果熟了，并且可以食用了。苹果红了这个信息，就反映出了苹果已经生长成熟的状态。

2. 信息的联系作用

信息的联系作用是指任何系统，无论是生命系统还是非生命系统，其相互关联与交流都要以信息为中介，其间物质和能量的变化、运动和交换也都以信息的联系为先导。如果没有信息的联系作用，则任何一个系统的正常运转都不可能实现，系统将陷入混乱和无序。对任何个体而言，亦是如此，即使是人类的意识活动，包括人群之间的思想和情感交流，也必须通过信息联系才能实现。

信息的联系作用广泛存在于各个领域。存在于生命过程、感觉器官与外部世界的联系、神经中枢与各部分器官的联系、亲代把性状特征遗传给子代等生物领域，存在于通信系统、控制系统、火箭和导弹的制导系统、电子计算机系统等技术领域，也存在于生产过程、经济管理、文学艺术、历史考古等社会领域。

3. 信息的启迪作用

信息的启迪作用是指信息能够开导或启发人类进行更高效或更具目的性的活动。信息是人类认识世界的一扇大门，其中所蕴含的意义可以直接被人类了解，也可以通过人工装置或者生物间接地被人类了解，并产生启迪作用，进而影响或控制人类的思维和行为，更加深刻地改造世界。人类的生存依赖于大自然，人类的发展浸润在大自然所散发出的庞大信息中。正是由于这些来自大自然的启示，再加上人类的智慧，才有了人类现在如此发达的文明！这也正是“师法自然”的深刻含义。

从最早的原始社会，人类受两个石头撞击会产生火花的启发，学会了生火；受种子掉到地里就可以长出植物的启发，学会了耕种；到后来根据荷叶的启发，造出了雨伞；再到受鸟类依靠翅膀可以飞行的启发，发明了有翼飞机；根据鱼身体的“流线型”改良了舰船和潜艇。这些例子无不说明信息启迪作用的存在和影响。

1.2 信息技术

1.2.1 信息技术的含义

人们对信息技术的定义，因其使用的目的、范围、层次不同而有不同的表述。可以这样说，凡是能扩展人的信息器官功能的技术，都可以称为信息技术。因此，信息技术是人类开发和利用信息资源的所有手段和方法的总和，主要包括信息的产生、获取、变换、传递、存储、处理、显示、识别、提取、控制和使用技术等。

当前所说的信息技术实际上是一个新兴的技术群，主要是基于电子技术的信息技术（见图1.3），包括三个层面：基础信息技术、主体信息技术和应用信息技术。

基础信息技术主要包括微电子技术、光电子技术、真空电子技术、超导电子技术和分子电子技术等。信息技术和信息系统在性能上的提高，归根结底来源于基础信息技术的进步。

主体信息技术是指信息获取技术、信息传输技术、信息处理技术和信息控制技术等。这四项技术称为信息技术的“四基元”。

应用信息技术泛指由以上信息技术派生出来的针对各种应用目的的技术群类。它包含了信息技术在军事、工业、农业、交通运输、科学研究、文化教育、商业贸易、医疗卫生、体育运动、文学艺术、行政管理、社会服务、家庭娱乐等各个领域的应用，以及随之而形成的各行各业的信息系统。

当然，信息技术体系的层次划分只是相对的，而不是绝对的。例如，在主体技术与应用技术层次之间并不存在明显的界限。主体技术本身往往就是应用技术，比如一台计算机，它既是主体技术又是应用技术，通信系统的情形也是如此。又如，在主体技术与基础技术之间，虽然有着原则性的区别（主体技术一般是系统技术，直接扩展人的信息器官的功能，基础技术一般是标准部件或器件的制造技术，不能单独完成扩展人的信息功能的任务），但如果制造技术发展到如此地步，以致在制造过程中一次就能直接制造出一个完整的信息系统，而不只是标准的通用元器件，那么这种制造技术就已经属于主体技术，甚至是应用技术的范畴了。

1.2.2 信息技术的分类

信息技术可以按照多种方式分类。按表现形态的不同，信息技术可分为硬技术（物化技术）与软技术（非物质化技术）。前者指各种信息设备及其功能，如显微镜、电话机、通信卫星、多媒体计算机。后者指关于信息获取与处理的各种知识、方法与技能，如语言文字技术、数据统计分析技术、规划决策技术及计算机软件技术等。

按工作流程中基本环节的不同，信息技术可分为信息获取技术、信息传递技术、信息存储技术、信息加工技术及信息标准化技术等。信息获取技术包括信息的搜索、感知、接收、过滤等，如显微镜、望远镜、气象卫星、温度计、钟表、Internet 搜索器中的技术等。信息传递技术指跨越空间共享信息的技术，又可分为不同类型。如单向传递与双向传递技术，单通道传递、多通道传递与广播传递技术。信息存储技术指跨越时间保存信息的技术，如印刷术、照相术、录音术、录像术、缩微术、磁盘术与光盘术等。信息加工技术是对信息进行描述、分类、排序、转换、浓缩、扩充、创新等的技术。信息加工技术的发展已有两次突破：从人脑信息加工到使用机械设备（如算盘、标尺等）进行信息加工，再发展为使用电子计算机与网络进行信息加工。信息标准化技术是使信息的获取、传递、存储、加工各环节有机衔接，提高信息交换共享能力的技术，如信息管理标准、字符编码标准、语言文字的规范化等。

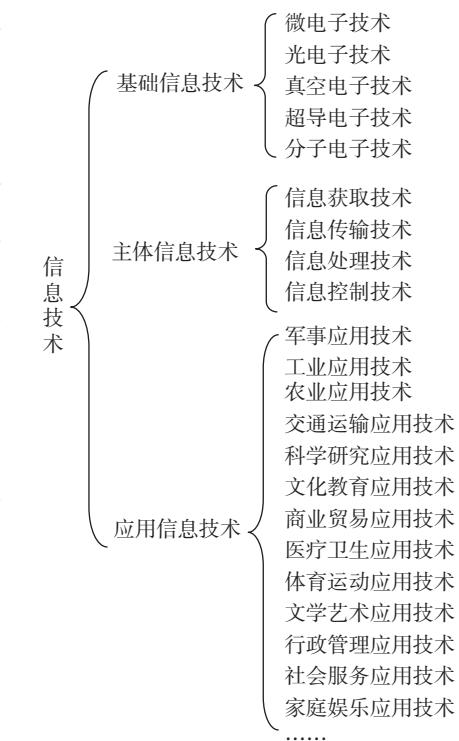


图1.3 信息技术群

日常用法中，有人根据使用的不同信息设备，把信息技术分为电话技术、电报技术、广播技术、电视技术、复印技术、缩微技术、卫星技术、计算机技术、网络技术等。也有人根据信息的不同传播模式，将信息技术分为传者信息处理技术、信息通道技术、受者信息处理技术、信息抗干扰技术等。

根据技术的不同功能层次，可将信息技术体系分为基础层次的信息技术（如新材料技术、新能源技术），支撑层次的信息技术（如机械技术、电子技术、激光技术、生物技术、空间技术等），主体层次的信息技术（如感测技术、通信技术、计算机技术、控制技术等），应用层次的信息技术（如文化教育、商业贸易、工农业生产、社会管理中用以提高效率和效益的各种自动化、智能化、信息化应用软件与设备等）。

1.2.3 信息技术发展趋势

信息技术在最近几十年里得到了空前的发展，速度惊人。但是信息技术仍然是非常年轻的技术，有着极大的发展空间。基于目前的现状，从信息技术总体的发展来看，今后将主要呈现出如下趋势。

1. 数字化

信息一旦具有数字形式，就容易加工处理、存储、传递和使用，有模拟电子技术所不具备的优势。数字信息的优点主要有：可处理性好、可压缩性强、无差错率高、可拓展性佳、保密性好，以及易于使处理设备通用化等，能够有效提高信息处理的速度和质量等。

信息的数字化意味着人类的工作、生活和从事其他社会活动都将数字化。数字化企业、数字化学校、数字化家庭、数字化图书馆、数字化社区、数字化城市、数字化地球……层出不穷，未来的社会就是“比特社会”，21世纪是“数字的世纪”。

2. 综合化

信息技术的综合是指各种不同信息技术的综合、各种信息业务的综合和各种信息网络的综合。各种信息技术在发展过程中实现综合，如计算机技术与通信技术的综合。就通信技术而言，无论传输、交换还是通信处理的功能，都采用数字技术，以实现网络技术一体化。由于充分发挥数字技术的优点，使信息网的总体效益实现最优。

3. 网络化

信息的快速传输和广泛共享依赖于发达的通信系统。通信线路的数字化、网络化是近年来一直进行的工作。现在已在公用电信网、电视广播网和计算机数据通信网三大网络体系的基础上，实现了三网合一，缩短了人们在时间和空间上的距离。

网络技术发展非常迅速。有专家指出，网络的宽带化、IP化将成为技术热点。网络宽带化包括基础网的宽带化和接入网的宽带化。IP化的发展趋势是一场技术革命。所谓IP化有两层含义：其一是指Internet上网；其二是指使用TCP/IP这种技术组建整个通信网，即所有的通信网设备，包括传输、交换、无线系统、各类终端，信令将都跑在统一的IP网络上。

4. 智能化

智能化是信息技术的又一个重要的发展趋势。智能分为生物智能、人工智能和计算智能。人工智能和计算智能的典型代表有智能网络、智能机器人、专家系统、智能计算机、智能终端，而人工神经网络则是对人脑的模仿，属于生物智能。智能网是近年来迅速发展的新的通信

技术，把交换机的交换逻辑与业务逻辑功能分开，分别由不同的网元来完成。智能网最终将实现电信网经营者和业务提供者能自行编程，使电信经营公司、业务提供者和用户三者均可参与业务生成过程，从而更经济、有效、全面地为用户提供各种电信业务。

信息技术的智能化趋势，将使因特网从一个单纯的大型数据中心发展成为一个更聪明的高智商网络，其中的个人网站复制功能将不断预估人们的信息需求和喜好。用户将通过该功能筛选网站，过滤掉无关的信息并将其以最佳格式展现出来。这种高智商网络将同今天的拨号音频电话一样方便，它与日常生活紧密结合的程度使人们甚至意识不到它的存在，人们可以使用电视、无线佩戴式麦克风等任意设备接入。

5. 多媒体化

多媒体技术是一种以计算机为核心，集图、文、声、像多种媒体的处理、传输、显示技术为一体的综合性技术。它是计算机、通信和大众传媒日益紧密结合的必然产物。多媒体化的主要表现是计算机的多媒体化、通信业务的多媒体化，以及各种多媒体应用的诞生和普及。

随着多媒体技术的发展，各种多媒体应用，如多媒体电子商务、网上购物、多媒体教学、远程医疗、多媒体电子出版物、视频点播等，似雨后春笋般涌现并快速走向普及。对于家庭来说，计算机、电话和电视最后将合为一体，组成家庭多媒体综合信息系统。

另外，信息技术还有并行化和集成化的趋势。并行化主要针对信息处理而言。集成化主要是指广泛利用系统集成和技术融合的办法来提高系统的性能，而且向着“创造性集成”方向发展。

总之，当前信息技术发展的总趋势是以互联网技术的发展和应用为中心，从典型的技术驱动发展模式向技术驱动与应用驱动相结合的模式转变。

1.3 军事信息和军事信息技术

1.3.1 军事信息

军事信息伴随着军事实践活动而产生。《孙子兵法》中的“知彼知己，百战不殆”，克劳塞维茨《战争论》中关于信息不确定性带来战争迷雾的著名论断，都强调了信息在战争中的重要作用。

军事信息是军事指挥、军事决策及执行决策所必需的各种情报、命令、消息、资料等数据的统称，它以数字、文字、符号、图表等形式，反映军事活动特征及其发展变化情况。在军事斗争和军事活动中，军事信息除了包括敌方信息、我方信息、战场环境信息等客观信息以外，还包括军人的思维信息等主观信息。其中，军人的思维信息是指军人在获得与军事有关的信息之后，经过自己的思维分析和加工处理后所形成的知识和观点。

军事信息除了军事领域的限定以外，其本质与一般信息并无根本区别。但军事信息由于其特殊的应用领域，我们应重点关注如下几个特性。

(1) 减少不确定性。美军在现代战争中特别强调“信息制胜”的思想，强调绝对信息优势，目的就是通过各种信息系统“知彼知己”，尤其是要消除或降低对敌方认知上的不确定性，以此消减战争中的迷雾。

(2) 可转移性。这一特性决定了军事信息能够被处理、融合和共享。同一内容的军事信息可以在不同的军事系统之间传递和复制。选择适当的载体，军事信息就可以在时间上和空间上实现转移。经过适当变换和处理后的军事信息可以被多次利用。

(3) 可压缩性。这一特性是指军事信息可以归纳、综合、概括，使其更加精练。通过对原始信息进行加工和浓缩，去粗取精、去伪存真，最大限度地减少其不确定性和多余部分，可以使军事信息增值，为指挥员决策提供更多帮助。

(4) 时效性。获得信息的时间不同，信息的价值就会不同。在指挥控制中，及时、准确、持续地获取军事信息，并保证信息在需要的时间到达需要的地方，可使己方遂行高速度、快节奏的作战行动，从而击败不具备这种能力的对手。

(5) 可度量性。一般来说，军事信息的质量可用完整性、正确性、及时性、准确性和一致性来衡量。而军事信息价值的度量则比较复杂，需要考虑多方面的因素，如军事信息系统效能、部队作战效能等。

无论是在冷兵器时代还是在热兵器时代，军事信息和军人的思维信息在战争中都发挥着重要作用。由于历史环境与客观条件的局限性，以前的信息获取能力、传输能力与处理能力比较落后，军人所获得的军事信息种类和数量都较少，经过加工处理后输出的思维信息也相应较少，因而它对武器能量释放的干预作用也就相对有限。由此导致当时人们对信息价值论的认识比较孤立和分散，并带有较大的主观随意性，智力与思维信息转换为武器能量释放的过程一直没有得到准确的描述与研究。随着现代信息技术在军事领域的广泛应用，特别是20世纪90年代以来几场局部战争发生以后，军事信息的作用越来越受到人们的重视，形成了争夺信息控制权和展开全面信息对抗的观点。

1.3.2 军事信息技术

军事信息技术是军事上用于信息获取、传输、处理、应用等技术的总称。它主要包括军事信息材料、器件、设备，以及系统的研究、设计、制造、综合集成和作战应用等方面的技术，是军事技术的重要组成部分。

军事信息技术种类多样。从组成的角度，军事信息技术可分为军事信息基础技术和军事信息装备技术两大类。军事信息基础技术是支持军事信息装备的微电子、光电子、真空电子技术，以及相关特种器件、电子材料、电源等的技术，是制造军事信息装备和信息化武器装备的核心。军事信息装备技术主要用于满足对军事信息的获取、传递、处理、控制和应用等方面的信息需求。主要包括：指挥控制技术、预警探测技术、情报侦察技术、军事通信技术、导航定位技术、军用计算机技术、武器制导技术、信息对抗技术、信息安全技术、测量控制技术，以及军事电子信息系统技术等。另外，从信息流程的角度，军事信息技术还可分为信息获取技术、信息传输技术、信息存储技术、信息加工技术、信息应用技术和信息安全技术等。其中信息安全技术贯穿于整个信息流程。

由军事信息的种类可以看出，军事信息技术是综合性很强的技术，是国防技术群中的核心和骨干技术之一。信息技术用来迅速获取信息并快速处理和传送的特性，大大延伸了人的感官和触角，决定了其在军事上广泛的应用价值。军事信息技术所包含的学科内容非常丰富，已经形成门类齐全、技术复杂、特点突出的高技术群，主要表现在以下几个方面。

(1) 发展迅速。军事信息技术在现代军事技术群中是发展变化最为迅速的技术，如军事信息获取、传输和处理技术，导航定位技术，军用计算机技术等。从发明后就不断地更新换代，能力越来越强，水平越来越高。

(2) 应用广泛。军事信息技术已广泛、深入地应用于各类武器装备中，现代高技术战争的突出特征就是大量地使用信息化技术装备。

(3) 效果突出。例如,精确制导技术、导航定位技术应用于武器装备中,极大地提高了打击精度,使精确作战成为现实。

(4) 多学科交叉。军事信息技术综合性强,领域跨度大,学科分支多,如军事信息装备技术就包含了诸多的领域和学科。

(5) 渗透性、连通性强。使用军事信息技术可方便地把各种作战力量、作战单元、作战要素融合为一个结构合理的协调运行的整体。

自海湾战争以来的多次局部战争都呈现出信息化战争的趋势,军事信息技术作为国家技术实力的主要象征,得到各国的高度重视。军事信息技术为指战员在信息化战争中夺取信息优势、决策优势进而取得战场优势奠定了技术基础。主要表现在如下几个方面。

(1) 集信息获取、传输、处理和利用等各种技术之大成的指挥信息系统,为武装力量构造了“神经中枢”,成为军队战斗力的“倍增器”。

(2) 以电磁干扰、压制和网络对抗为核心,用以打击敌方信息系统的信息战,成为夺取信息优势和克敌制胜的关键。

(3) 信息化武器平台和以信息技术为核心的精确制导武器,成为军队的主战装备,并继续向智能化方向发展。

(4) 信息技术在军事上的广泛应用正在改变战争的形态,产生了“网络中心战”等新的作战理论,推动了军队的体制、编制和指挥方式的变革。

1.3.3 军事信息系统

信息系统是指以对信息进行收集、整理、转换、存储、传输、加工和利用为主要目的和特征的系统。信息系统具有多样性,即不同的信息系统具有不同的功能。但抽取其共性,信息系统是对信息进行采集、处理、存储、传输和管理,并向有关人员提供有用的辅助决策信息的系统。因此,无论何种信息系统,一般均具有六项基本功能:信息获取、信息处理、信息存储、信息传输、信息管理和辅助决策。

军事信息系统是应用于军事领域的一类特殊信息系统,指通过信息技术获取相关军事目标信息,并对信息进行处理和分发,为军队和武器装备的指挥控制及决策提供服务的综合信息系统。随着信息技术的发展,军事信息系统在战场空间的预警探测、侦察监视、军事通信、导航定位、指挥控制及综合保障等方面发挥着越来越重要的作用。

在形形色色的军事信息系统中,最具有代表性的一类是指挥自动化系统,它能够为军队作战、指挥、管理、保障等提供支持。在很多文献中又称其为“综合电子信息系统”。在指挥自动化系统的发展过程中,美军一直走在世界各国的前列。随着信息技术的发展,美军陆续提出了一系列具有指挥控制功能的军事信息系统,从C²、C³、C³I、……,一直发展到目前美军正在研制的GIG(见图1.4)。各术语代表了不同年代、不同指挥控制功能的军事信息系统,详述如下。

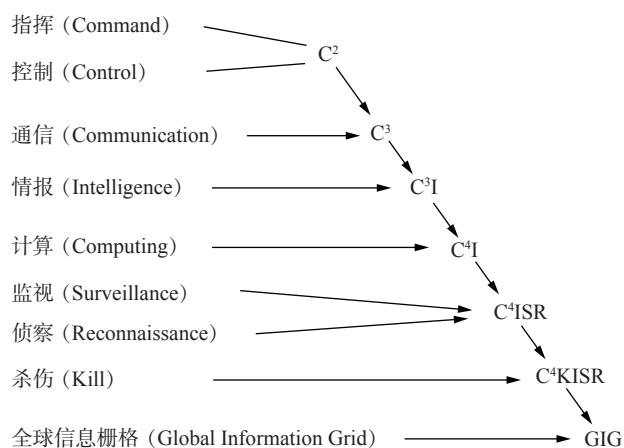


图1.4 军事信息系统术语演变示意图

- 20世纪50年代初期，随着电子技术的发展和在军事上的应用，美国首先提出了指挥和控制C²系统；
- 20世纪60年代，由于通信技术的发展，通信作为新的要素被集成到指挥控制要素中，C²系统扩展为C³系统；
- 20世纪70年代末期，美国国防部又在C³系统中加入了情报的概念，出现了C³I系统；
- 20世纪80年代，随着超大规模集成电路的飞速发展，美国军用电子计算机发展迅速，广泛应用于军事装备中，计算机成为技术关键和指挥控制平台的核心处理设备，为C³I系统提供了强大的信息处理支持，计算作为一个新的要素出现，于是把计算又加入了C³I系统中，形成了C⁴I系统；
- 20世纪90年代以后，情报、监视和侦察（ISR）在战场上发挥着至关重要的作用，形成了“传感器就是战斗力”和“发现即摧毁”的重要思想。随着信息技术内部各个分支学科之间的交叉渗透，C⁴I和ISR集成为C⁴ISR，实现了侦察预警与指挥控制的一体化；
- 2001年，为了使C⁴ISR系统的各个要素与主战武器的杀伤更紧密地结合在一起，美国国防部先期研究计划局提出了C⁴KISR概念，即将杀伤、摧毁能力嵌入C⁴ISR系统中，通过将地、海、空、太空的各种传感器和指挥控制中心与武器平台集成为一体化网络，实现侦察/监视→决策→杀伤→战损评估过程等的一体化。
- 为了克服C⁴ISR系统和C⁴KISR系统各自独立开发、技术体制不统一、互联互通能力差的“烟囱式结构”等先天不足，美军于1999年首次提出了建立全球信息网格（Global Information Grid，GIG，很多文献中也将其称为“全球信息栅格”）的倡议，并于2000年3月，联合参谋部向国会正式提交了启动GIG项目的报告。GIG将把世界各地的美军指战员连接起来，在未来的信息化战争中，为他们提供联合作战所必需的数据、应用软件和通信能力，以获取信息优势和决策优势。GIG是未来战争能否从以武器平台为中心转向以网络为中心的关键，堪称“网络中心战”的“大脑”。

纵观上述以指挥自动化为代表的军事信息系统的发展史，不难发现，信息技术是军事信息系统产生、发展的前提和基础。正是美国信息技术的高速发展和具有的绝对优势，造就了美国先进的军事信息系统，使其得以在短短的50年里成为一个庞大的战争工具。

随着信息技术的发展，军事信息系统在战场空间的预警探测、侦察监视、军事通信、导航定位、指挥控制及综合保障等方面发挥着越来越重要的作用，已经成为军事作战指挥中不可或缺的重要组成部分。

1.4 军事信息技术与新军事变革

20世纪70年代以来，以高技术特别是飞速发展的信息技术为直接动力，工业时代的机械化军事形态开始向信息时代的信息化军事形态转变，国家安全战略与军事战略、国防建设与军队建设、战争与作战等领域都发生了深刻的变革，即新军事变革。新军事变革发生的根本原因是军事信息技术的迅猛发展，信息化是新军事变革的本质和核心，是各国军队转型建设的出发点和归宿。军事信息技术在新军事变革中扮演着关键角色，起着关键作用。

1.4.1 催生武器装备换代

武器装备是物化了的科学技术。军队和战争发展的历史阶段，往往是以武器装备的使用为标志进行划分的。从冷兵器时代、机械化战争时代到信息化战争时代，都明显打着科学技术的印记，都反映着新技术的累加增效过程。军事信息技术的高速发展，促使武器装备以日新月异的速度不断更新换代。

1. 信息化武器装备大量出现

(1) 智能化武器快速发展

从海湾战争到伊拉克战争的短短10余年内，以红外、激光、卫星定位等为代表的先进技术迅猛发展，使精确制导武器异军突起。在近几场局部战争中，精确制导武器战场使用率由8%迅速上升至90%以上。阿富汗战争中，美军整个作战体系经由C⁴ISR联接实现了一体化。作战中，美军采用Link-16等数据链技术，将EQ-1“捕食者”无人机、RC-135V/M电子侦察机、U-2高空侦察机、E-8“联合星”飞机和RQ-4“全球鹰”无人机联接起来，实现了战场信息的互通与共享，从而提高了打击的灵活性和准确性，实现了真正意义上的“发现即摧毁”。计算表明，导弹战斗部爆炸威力若提高一倍，则杀伤力提高40%；而目标的精确识别和制导水平导致的命中率若提高一倍，则杀伤力提高400%。

(2) 电子战武器层出不穷

目前，多平台综合、多功能综合和多频段综合的电子战平台系统大量出现。红外光电对抗、反辐射武器等电子对抗系统的更新和发展，使战场电子对抗与反对抗趋于白热化，其“软杀伤”能力朝着宽频带、多目标、高能量、大功率和多平台方向发展。例如，电磁脉冲武器就是一种能在短时间内产生极强电磁波的信息战武器，它所释放的能量远远超过自然雷电释放的电磁脉冲，对信息化武器装备系统和信息网络具有巨大的破坏力。

(3) 新概念武器跃跃欲试

信息化武器装备体系的重要成员之一是新概念武器。新概念武器是指在工作原理、破坏机理和作战方式上与传统武器有很大不同，可大幅度提高作战效费比或形成新军事能力的高技术武器群体。目前，美、俄等国正在研制的新概念武器主要有定向能武器、动能武器、非致命武器三类。主要包括激光武器、微波武器、粒子束武器、动能拦截弹、电磁发射武器、动力系统熄火弹、次声武器等。值得提出的是，这些新概念武器的设计、研发与作战效能的发挥，都离不开计算机技术和网络技术的支持，而且计算机病毒武器、黑客进攻武器和思维控制武器等本身也是新概念武器的重要组成部分。目前，计算机病毒、黑客等技术已经较为成熟，预计很快作为一种新概念武器装备用于实战。

(4) 天战武器咄咄逼人

组建航天部队，发展空间力量，运用天战武器攻击军用卫星、太空武器系统、弹道导弹和地球表面的重要战略目标，是当今世界各军事强国重点建设和发展的领域。目前，很多国家特别是美国和俄罗斯都在大力发展天战武器系统。正在研制或计划研制的天战武器主要有反卫星武器、反导武器和空天飞机等。以反卫星武器为例，它主要包括反卫星卫星、反卫星导弹、定向反卫星电子战武器、卫星干扰器等，可以攻击敌方部署在地球低轨道上的侦察、导航、气象卫星和航天飞机。美、俄的天战武器有望在2020年开始进入部署阶段，并形成实战能力。日本、印度等国也正在发展自己的反导武器，加快部署反导系统。

2. 军事信息技术成为武器装备作战效能的倍增器

信息化武器装备不仅提高武器装备本身的机械作战性能，更使目标搜索与识别、反应速度、对目标精确定位和打击等方面的能力得到全面提高。军事信息技术对于武器装备作战效能的倍增作用最为直接，不仅表现为同等兵力在战场上控制的空间范围倍数扩大，也表现为同等兵力的打击能力、摧毁能力、投送能力、打击精度、达成速率都成倍提高。详述如下。

(1) 信息化武器的打击能力大幅提升

军用信息技术的进步，可使武器装备具有更高的智能、更快的速度和更高的精度，可使指挥控制系统具有更精确、更安全、更快捷、更灵活的应变能力。利用信息所具有的力量控制和倍增功能，在较短时间内形成空前巨大的火力和毁伤力，突出表现在以下四个方面。

① 增大射程。信息化武器装备打破了地域性和时序性的限制，能够超越敌方的作战部署，直接打击敌方纵深目标。如美国的“战斧”巡航导弹射程为1850 km，俄罗斯Kh-101隐形巡航导弹的射程达到3000 km。增大射程可提高发射平台的生存能力，有利于遂行防区外作战。

② 提高精度。由信息为主导的精确打击技术、兵力火力的多维机动能力不断提高，火力运用方式由过去的大面积密集突击向精确打击转变。目前，美军精确制导武器的命中精度，近程弹药已达0.1~1 m，中程弹药小于10 m，远程弹药为10~50 m。

③ 提高反应速度。例如，在伊拉克战争中，参战的美军作战飞机都加装了“快速情报接收系统”，约占总数2/3的飞机在起飞前并未被赋予明确任务，起飞后先在战场上空待机，在空中接收实时的目标情报，而后发起攻击，从发现目标到实施打击的时间由过去的几十分钟缩短为几分钟。

④ 增大威力。武器精度越高，越趋于小型化，携弹量越多，作战效能越高。信息化武器更小、更轻、更灵巧，而杀伤力则丝毫不减。如采用GPS制导的“小型灵巧炸弹”，体积只等同于114 kg的炸弹，穿透力却相当于454 kg甚至900 kg的普通炸弹。由于体积小，重量轻，与普通炸弹相比，飞机可携带更多的“小型灵巧炸弹”，一次出动可攻击更多的目标。

(2) 老装备生存能力和作战性能全面激活

通过嵌入、融合信息技术或附加信息装置，能够提升武器装备的信息化含量，使其性能得到显著改善，功能有所加强，从而实现作战效能的跃升。利用“嵌入”法改造老装备，采取一代平台、多代负载，一种负载、多种平台等更新方式，可以降低投资风险和技术风险，节省1/3~1/2的费用，缩短一半以上的研制时间。

2005年，美国波音公司开始为B-52H轰炸机研制“战斗网络通信技术”系统。该系统可用于通信技术、战术数据链，提高B-52H轰炸机与其他军用系统各平台的信息共享能力，从而使这种老机型在高技术局部战争中重现活力。

在伊拉克战场，美国陆军选定了对维持战场优势具有重要意义的“阿帕奇”直升机、“艾布拉姆斯”坦克、M270多管火箭炮、“爱国者”防空导弹系统、“汉姆威”战车等17种装备，进行以信息化为主的综合改造。

俄罗斯、英国、法国等国也加强了老装备的信息化改造。如俄罗斯为“旋风”和“飓风”火箭炮及2519式自行榴弹炮加装了先进的“成就”火控系统，为它们配置“蜜蜂-1”无人侦察机，加快了侦察打击的一体化建设。英国和法国目前正在对其现役主炮AS90式155 mm自行榴弹炮和AUF-1式155 mm自行榴弹炮进行信息化改造，以增大射程和提高信息化作战能力。

(3) 武器装备的智能和自主性极大增强

军事高技术尤其是信息技术在军事领域的广泛运用，带来精确制导、遥感和探测、卫星通信和卫星预警、全球定位导航、隐身、激光、微光夜视、光电子等一系列高科技的迅速发展，

导致武器装备系统出现根本性甚至是断代性飞跃。传统武器多由物质和能量两大要素构成，而信息化武器系统的一个显著特点是追求物质、能量、信息三大要素的有机结合。正是这种结合，改变或部分改变了传统武器的纯粹的实体物质的机械性质，增加了除杀伤力和机动力之外的更重要的崭新能力——智能和自主性。

武器系统智能和自主性的提高，使作战效能获得了空前的提高。装有指挥系统的制导武器，是一种“会思考”的武器系统，能够自主搜索、发现、识别、攻击高价值目标，能够区分真假目标，能够筛选、判断和有选择地攻击敌方目标的薄弱环节和易损部位。智慧化无人作战系统，如无人机、无人坦克、无人潜艇等，能够自动进行态势评估和武器分配，可以在某些作战行动中替代人的进攻与防御。

3. 用信息技术构建武器装备的中枢神经

给武器装备装上“眼睛”和“耳朵”，只是武器装备信息化的基础，更关键的是用“神经”和“大脑”把各个部分联系起来，使其成为完整的信息化武器作战平台。通过联合、整合、嵌入、附加、链接等方法，将指挥、控制、通信、计算机、监视和情报侦察各要素加以系统集成，从而将探测器到武器装备操作人员的各个环节置于同一综合信息系统中。

(1) 为武器装备“植入”数字化装置

信息化的武器装备主要由“硬”和“软”两个部分组成。“硬”部分是指传统意义上的机械化武器装备，如坦克、步战车、舰艇、飞行器等；“软”部分则是指电子信息传感系统和指挥控制系统，它们具有战场感知、自动跟踪、信息处理、指挥控制等功能。利用信息技术，通过对传统的武器装备“植入”数字化装置，使其成为信息化的武器装备。

例如，美军对E-3预警机加装了如下四项数字化装置。

- 加装电子战情报支援系统，以探测、识别空中和海面的辐射源；
- 加装Link-16数据链的联合战术信息分发系统，以提供保密、抗干扰的数据分发通信手段；
- 增加计算机存储能力，以适应加装的电子战情报支援系统和Link-16数据链的联合战术信息分发系统，以及未来进一步扩充的需要；
- 加装惯性/GPS组合导航系统，提高导航定位精度。

这些措施使E-3预警机的作战效能得到大幅提高。

(2) 将武器装备“嵌入”作战平台

信息技术对武器装备系统的作用和影响，解决的不仅是单一武器的信息化问题，更重要的是通过数据链将武器装备“嵌入”作战平台，使相互独立的武器装备综合集成为新型武器装备系统，提升武器系统的整体效能和整体作战能力。

目前，世界各国都在加紧研制并部署综合作战系统，如美国的未来战斗系统、英国的未来快速奏效系统、法国的空地一体作战系统和俄罗斯的侦察打击一体化武器系统等。这些一体化武器系统，使地面、空中、海洋及天基的机动平台和武器、弹药之间出现强耦合关系，从传感器到射手，从单兵到作战单元，武器系统之间以及作战部队之间，实现信息快速流动，功能相互支持，形成远远大于各作战单元作战效能之和的总体作战效能。

(3) 使武器装备“进入”指挥控制网络

在信息化条件下，无论是武器装备还是作战平台，都不能“单骑突进”。信息技术应用于军事领域以后，最有代表性的概念是“系统集成”。

在信息化武器装备中，各军兵种仍可继续主宰各自传统的作战空间，有所不同的是以共同的软件、标准和规程，使各个武器装备平台实现互联、互通、互操作。

在整个军事系统中，按照作战职能建成侦察预警子系统、指挥控制子系统、精确打击与作战子系统、支援保障子系统。这四个子系统的功能紧密衔接，构成一个天网、地网一体化作战体系。它将整个战场上各军兵种的武器系统、作战平台、保障装备纳入统一的网络，使各类系统在更高层次、更大范围、更大规模上实现整体协调与效能优化。

1.4.2 触发战争形态变化

迄今为止，按物理形态划分，人类历史上完成了三次全面军事变革，即金属化军事变革、火药化军事变革、机械化军事变革。当今世界，第四次全面军事变革已经来临，即由机械化军事形态向信息化军事形态转变的新军事变革。

1. 信息化战争成为主要战争形态

战争形态是指由主战武器、军队编成、作战思想、作战方式等战争诸要素构成的战争总体面貌。其中，主战武器决定军队编成、作战思想和作战方式的变化，并由此产生不同的战争形态。当信息技术运用于军事领域并成为战场上的主导性力量时，就标志着人类社会经过徒手作战、冷兵器战争、热兵器战争、机械化战争后，进入信息化战争时代。

(1) 战争能量形态发生变化

信息日益成为重要的战争资源，目前成为引发战争能量形态变化的主导要素。人类战争从人体中心战、平台中心战进入网络中心战时代。以往战争中的“物质流”和“能量流”，只有依靠“信息流”的保障，才能更充分地转化为现实作战效能。信息控制作为独立的军事运动形式出现之后，人们在战争中能够有区别地、精确地运用力量，或者说信息技术使能量得以有控制地释放。这是信息化战争能量释放形态与以往战争能量释放形态的显著不同。

(2) 战争时空边界趋于模糊

信息网络覆盖战场各个领域，实现各类信息资源在不同时空的全维共享、实时交换，并使战场空间更为广阔透明，作战节奏和进程明显加快，作战样式呈现出非接触性、非线性的特征；战争边界由清晰趋于模糊，前线与后方、进攻与防御常常混为一体，难以区分。信息化条件下的战场，已经不是普通物理学意义上的自然空间，包括自然空间、网络空间、心理空间等。

(3) 战争对抗形式呈现新特征

信息化军队和信息化武器装备是基本作战力量，主要运用信息和信息手段，攻击敌方信息系统和思想信念，迫使敌方放弃对抗意志。制信息权的取得成为战争对抗的重中之重，围绕信息控制权的斗争广泛存在于战争的各个方面、各个层次、各个单元。非接触作战、非线性作战日益成为主要的作战手段，体系对抗越来越成为战场对抗的基本特征。

(4) 战争主体形态重新建构

从战争意志表达方式看，进行战争的主体将不再只是民族国家或国家集团、政党或团体，非国家主体、非政府组织、跨国公司、恐怖集团或“信息勇士”也同样能发动战争。从战争主体的价值理念看，信息化战争的胜负不再以歼灭敌有生力量多少为标准，而是强调从战略层面有选择地打击敌人军事目标，摧毁敌人的作战能力与抵抗意志。从战斗力建构方式看，由于信息技术和信息化武器装备的发展，不同军事力量将融为一体，合成军队的概念将被直接“固化”到武器系统中，武装力量将不再有军兵种之分，不同军事力量的作战功能或者说潜在价值是等效的。

2. 一体化联合作战成为基本作战形式

一体化联合作战是信息技术引起作战方式变革的必然结果，是未来信息化战场上的主要作战形式。与传统的机械化条件下的协同性联合作战相比，一体化联合作战基于信息网络系统，具有战场态势全维共享、作战力量系统集成、作战指挥实时精确等鲜明特征。

(1) 信息网络使战场态势全维共享

各种分散配置的侦察探测系统、指挥控制系统和火力打击系统集成为一个高效的网络体系，部队的信息获取、传递、使用、管理与共享的能力得到空前提高。信息网络将全维战场内的各类情报信息融为一体，形成共享的战场“通用态势图”，使从指挥官到单兵的所有作战单元、作战实体都能够实时感知全面的战场态势。

(2) 信息平台使作战力量系统实现集成

在信息网络的支撑下，参战的各军兵种、各类武器装备系统、各维战场空间和各种作战行动，形成一个结构紧密、反应灵敏，并能充分发挥各自优势的整体作战体系。以信息控制下的精确火力，打击敌作战系统中的关键节点，造成敌作战系统的结构性破损和功能性障碍；以精确、高效的指挥控制，使各单元、各子系统协调一致行动，形成整体合力，达成作战目的。这是系统与系统之间的对抗，是体系与体系之间的对抗，较量的是体系内各要素之间集成、联合的效率。

(3) 信息优势使作战指挥实时、精确

受技术手段的限制，机械化部队的指挥体系是纵长横窄的树状结构，指挥层次多，指挥控制容易滞后于战场实际，行动的精确性、应变性较差。一体化联合作战在信息技术支持下，采用“扁平网状”的指挥体系，指挥层次少，实时性、灵活性高。拥有信息优势的一方，对敌可实施信息垄断、信息威慑和信息攻击，对己可进行随机性、实时化、自主式协同。各种作战力量以目标和行动为中心，节点与节点、战斗单元与战斗单元之间联系紧密，信息交换迅速，能以更快的反应速度实施连续作战，打击敌方的关键目标和时敏目标，以及对不同目标实施同步打击。

1.4.3 推动军事理论创新

信息技术的发展直接推动了军事理论的创新，军事信息技术的广泛应用促使军事战略理论、军事作战理论及军队建设理论体系做出了适应性的改变。

1. 促进军事战略理论大发展

世界新军事变革和信息化战争，冲击着传统的军事战略理论体系。军事信息技术的迅猛发展，以及战争形态信息化和战争目的有限化的发展趋势，使得信息资源成为重要的军事战略资源，信息优势成为重要的军事战略优势，信息控制成为重要的军事战略选择。这使得信息化成为军事战略理论创新的主题词，“信息战略”、“信息威慑”、“信息保障”、“第五维战略空间”等新的战略指导理论，已经蕴藏于这一划时代军事变革之中。

2. 拓展军事作战理论新视野

随着信息技术发展及其在军事领域的广泛运用，信息化作战理论创新已成为军事理论创新的重中之重，“网络中心战”、“信息战役”、“信息行动”、“导航战”、“制敌机动”、“精确打击”、“全维防护”、“全频谱作战”、“非接触作战”和“非对称作战”等新的作战概念应运而生，为形成以信息化作战理论为核心的军事作战理论新体系奠定了基础。

3. 赋予军队建设理论高起点

信息化作战产生信息化需求，信息化需求牵引信息化建设。在当前新军事变革条件下，很多国家的军队已经提出不少军队信息化建设理论或原则，如“信息主导”、“系统集成”、“全能军队”、“一体化军队”等，核心是探索信息化战争的制胜之道。

1.4.4 引发体制编制改革

随着信息技术的发展，大量信息化武器配装到部队，对军队体制编制产生了直接而明显的影响。与信息化战争相匹配的军队体制编制，正朝着作战效能高、反应速度快、精兵合成好的方向发展。

1. 规模结构发生变化

随着机械化战争形态向信息化战争形态演变，军队的数量、质量与战斗力之间的关系将发生根本性变化，数量退居次要地位，质量跃居主导地位。于是，缩小军队整体规模、优化部队编制结构、发展精干军事力量，成为军队体制编制调整改革的主要目标。

2. 新型部队应运而生

在传统的机械化军事形态中，军队通常按主要作战领域、使命和武器装备，编有若干个军兵种。现代战场由传统的陆、海、空领域，逐步向陆、海、空、天、电、网等多维领域扩展，原有的某些军兵种可能改变或消失，而以信息技术为基础，与信息化战争息息相关的新型部队或特种部队，如信息战部队、太空战部队、机器人部队等应运而生。

3. 部队编成趋向综合

不同的战争形态需要不同组织结构的军队。军事信息技术发展的日新月异，使作战平台发生了根本性变化。信息化武器装备及合成军队的概念，将被直接固化到武器系统中。诸军兵种的界限日趋模糊，兵力、兵器合成将走向武器系统多种战斗效能的技术合成，这就为“扁平网状”指挥体制、“模块化”作战编组和一体化联合作战，提供了重要的物质基础。

1.4.5 促进教育训练转型

为了适应信息化武器装备的发展，满足信息化军队编制体制改革的要求，以及随着更多的信息技术直接应用于教育训练，机械化条件下的军事训练也在向信息化条件下的军事训练转变。

1. 一体化的教育训练体制

社会信息化和军事信息化进程的日益加快，使军事教育训练体制面临新的发展要求，必须树立起大系统、大合成、高效益、整体化的新观念，把军队院校的系统培训、部队基地化的岗位训练和地方科研机构的委托培养有机结合起来，逐步实现教育训练资源的集约管理和开放共享，提高教育训练保障效益，以一体化的联合教育训练，培养和造就高素质的新型军事人才。

2. 系统化的教育训练内容

以武器装备信息化、信息系统网络化、作战要素一体化为主要内容的新军事变革，快速改变着军队的面貌、军队的管理和运行方式。未来战争的形态，迫切要求军事教育训练的内容更新、层次更高、适应性更强。总的的趋势是与军事信息技术发展同步，与战争形态变化合拍，与信息化武器装备接轨。

3. 超前化的教育训练模式

军事教育训练模式必然受教育训练目标、内容和条件的客观性制约。机械化战争时代的长时间经验积累式、尾随式等教育训练模式，已无法适应信息技术、武器装备和军事思想快速变化的进程，必须在抢占信息化人才制高点的总体战略和远景指导下，有针对性地实施具有前瞻性的军事教育训练，将不断发展的军事教育训练思想与军事信息技术、信息化武器装备紧密结合，把适用于机械化军队建设的教育训练模式转变为适用于信息化军队建设的联合培训模式、“理论牵引”模式、基地化训练模式，以及信息化的教育训练模式。

思考题

1. 什么是信息？它和消息、数据、信号、情报、知识等概念是什么关系？
2. 信息三要素包括什么？
3. 什么是信息技术，它是如何分类的？
4. 有一个信息源，发出0、1、2、3四种符号，且每种符号发出的概率相等。现在该信息源发出一串符号：2010132。计算这个符号串的信息量，以bit为单位。
5. 有一个信息源，发出0、1、2、3四种符号，每种符号发出的概率分别为 $P(0)=1/2$ ， $P(1)=1/4$ ， $P(2)=1/8$ ， $P(3)=1/8$ 。计算该信息源的熵。
6. 信息技术对新军事变革有哪些影响？