

指挥、控制和通信

[英] A.M.威尔科克斯

M.G.斯莱特 P.A.兰姆斯达尔 著

陈太一 骆如楠 译

中国人民解放军通信工程学院

勃莱赛战场武器系统和技术丛书第六卷

指挥、控制和通信

(C³)

英国皇家军事科学学院

A.M.威尔科克斯

M.G.斯莱特 P.A.兰姆斯达尔 著

陈太一 骆如楠 译

中国人民解放军通信工程学院

1985

Brassey's Battlefield Weapons Systems
& Technology Series Volume VI

Command, Control and Communications(C³)

A. M. Willcox, M. G. Slade
& P. A. Ramsdale

Royal Military College of Science
Shrivenham, UK

(1983)

指挥、控制和通信(C³)

内 容 简 介

本书根据英国皇家军事科学学院1983年出版的同名书译出。它不是一本科普读物，但深入浅出，概括地介绍了作为一个现代指挥军官（不限于通信部门）所应掌握的当代通信技术知识，包括无线电网、数字交换机和地域通信系统、电子战等，最后一章介绍卫星通信、光纤通信、话音压缩、自适应抵消、信号处理等最新通信技术的基本概念，故可供我军各级军事、技术人员和院校师生，以及国防工业系统的管理、技术人员和其它有关人员参考。

指挥、控制和通信(C³)

译 序

英国皇家军事科学学院于1983年出版的《指挥、控制和通信(C³)》一书，是一本很有特色的书籍。这本书并不是一本科普读物，但却以深入浅出的笔法，阐述了指令、控制和通信这一专题。

该书原是为扩大英军各级军事人员现代化知识而编写的，供他们准备晋级考试及在特种兵学校进修之用，概括地介绍了作为一个现代指挥军官（不限于通信部门）所应掌握的当代的通信技术知识。

该书最突出的特点是从系统的观点阐述问题，特别注意战术和技术的结合。这在其它书籍中是不多见的，故对于了解外军军事通信思想、系统和装备的演变和发展，是很有参考价值的。

该书的其他特点是起点不高，避免使用数学公式，但概念叙述正确清晰，取材新颖，深入浅出，简明扼要。篇幅不多，但阅读全书后，很容易建立一系统完整的概念。

鉴于C³系统是当前国际上极受重视的一个军事科技领域；C³在我国通称为自动化指挥与通信，它是我军现代化建设的重点方向；故我们在短期内将该书译出，希望它能与我军指战员早日见面。为便于阅读，用脚注作了些必要的注释。我们设想，该书对于我军各级军事、技术人员（总部、各军兵种、军区、部队的领导、参谋及军事院校、通信院校的师生），国防工业系统的管理、技术人员及其他有关人员，都会有参考价值的。

感谢通信工程学院的领导及有关人员对这一工作的支持，使本书能在短期内与读者见面，亦使我们能有机会为通信现代化作出小小的一点贡献。

译文失实之处，敬请指正。

译 者

一九八五年七月

于通信工程学院

原 序

丛 书

本丛书是为那些希望提高其军用武器装备知识水平的人编写的，同等地适用于专业军人及从事武器研究和生产的人，或者说，它其实适用于任何一个对现代战争手段感兴趣的人。

所有的内容不用数学知识来表达，技术深度也不会超过学校里能学到的内容。我们期望，这些书对正在应付晋级考试的军官、正在特种兵学校进修或正在指挥和参谋学校听课的军官们会特别感兴趣。

本丛书的作者们全是（英）皇家军事科学学院（设在 Shrivenham）的一个由学者和军事专家们混合组成的、独特的高级讲座班子的成员。他们不但是各自所从事的领域的技术带头人，而且了解军事专业人员需要懂得些什么。难以想像会有更合适的人来写关于技术应用于战场的书。

本 书

本书介绍军事指挥、控制、通信（ C^3 ）系统的基础和原理，读者对象是想要扩展其专业知识的人们。书中考察了现行的和将来的通信技术，使读者正确地理解这些技术对指挥和控制的重要支持。对当代通信越来越严重地受电子战影响的问题作了阐述。鉴于通信在战场上发挥的重要作用，要使用 C^3 系统的人们很好地了解它是非常重要的。

Geoffrey Lee

1983年3月，于 Shrivenham

目 录

译 序	i
原 序	iii
第一章 指挥、控制和通信 (C ³)	(1)
第二章 无线电基础	(6)
第三章 组网无线电	(32)
第四章 干线通信	(46)
第五章 通信电子战	(81)
第六章 其它通信系统	(112)
自测题答案	(137)

第一章 指挥、控制和通信(C³)^①

引 言

在任何战场上，指挥官必须能够指挥并控制他的部队，从而使他的作战实力是最佳的。历史上，在指挥、控制、通信系统以及各种武器系统之间划有明确的界线。在现代化战争中，武器系统移动迅速，这意味着反应亦必须同样快速。只有在指挥官的控制下命令能迅速地达到各作战要素时，这种速度方能获得。这取决于良好的无线电通信，指挥官变得更依赖无线电通信了。

正在不断增长地提供自动数据处理(ADP)设备，以辅助参谋人员实施其指挥、控制和情报(C²I)^②等方面的职责。通信提供进入这些自动数据设备的可靠通路，并使作为作战、决策基础的一些分布式数据库保持准确及相互一致。

本书集中讨论通信系统，它必须成为成功的、协调的指挥、控制和通信(C³)策略的支柱。

C³ 的 要 素

控制论是研究动物界和机器中的控制及通信过程的理论。从军事角度看，指挥和控制就是通过消息的发送和接收，对事件和过程进行控制，这和控制论的概念是直接相关的。指挥官在战场上实

① 因为指挥(Command)控制(Control)和通信(Communication)三个英文单词的第一个字母都是C，故把指挥、控制和通信简写成C³。

② I是英文单词“情报”(Intelligence)的第一个字母。

施指挥与控制得通过许多控制环或反馈环，它们包括下列要素：

a. 侦察 指挥官希望能从大量人员及各种传感器获得对他有用的情报。

b. 通信 仅当有合适的通信系统时，给指挥官及他的参谋人员的数据（资料）才能送到手。

c. 数据处理及管理 进入指挥所的原始资料或信息必须送给那些需要它的人，经过筛选处理，然后以适当的格式，显示给那些必须据以采取行动的指挥官和参谋人员。处理自动化在野战部队指挥所中有不断增长的趋势。

d. 进行决策 这是指挥官在他的参谋人员辅助下进行的事。指挥所的组织结构，它的内部通信，以及为进行决策而提供的辅助手段，都是这一活动的重要因素。

e. 通信 这是唯一在控制环中出现两次的要素。传送命令（它是决策过程的结果）的通信系统与把情报送进指挥所的通信同等重要。因此可以这样说：通信系统对指挥和控制加倍重要，因为它们必须传递命令以及返回控制信息。

f. 行动 侦察、自动数据处理、通信以及控制环中的所有其它组成部分的目的都是为了指挥行动，这是指挥和控制系统的最终产物。

显然，根据对指挥和控制的分析，通信是环中的重要要素，而用户必须理解其通信手段，以便最好地利用它们。假如要使通信在作战中作出有效贡献，通信系统本身必须有生存能力、灵活、可靠、安全以及能互通。

系 统 研 究 方 法

由于技术的进展，设备的各个部件变得更为复杂，通信系统的用户或购置装备的机构能从整体来考察一个系统，就变得十分重要。他们必须能够确切地评价系统的能力，而不涉及设计细

节。本书就是采用这种方法，即研究系统而不是研究个别装备的细节。但是，要能够评价一个系统，了解所含原理的某些技术知识是必要的。

通信系统的功能是从一个地点准确地传送信息到另一个地点。在过去，通信系统的终点是人，但现在由于数据处理及自动武器系统的进展，终点是机器的情况已不罕见。通信系统有效性的量度是它传递信息的有效度，它用下列参量来描述：

- a. 准确度 用话音的质量或在数据系统中用差错率来量度。
- b. 传递信息的数量
- c. 传递信息的速率

这些参量都是可量度的，并被规定为一个系统的基本设计依据。系统的最终形式取决于对每个参量的侧重程度。

通信系统

一般化的通信系统如图 1.1 所示，它有下列组成部分：

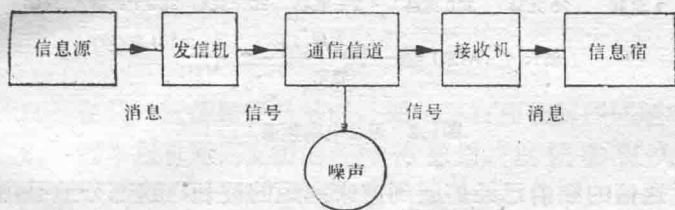


图1.1 通信系统

a. 信息源 它产生消息，可以是写成的或口说的文字，或是某种数据。

b. 发信机 发信机把消息变换成信号，信号的形式要适合在通信信道中传送。

c. 通信信道 通信信道是用以从发信机传送信号到接收机的

媒介。这个信道可以是无线电链路，或是直达的有线连接。

d. 接收机 接收机可以看作是与发信机相反的东西，它把接收到的信号变成消息，并把消息送给末端设备（即信息宿，可以是个一扬声器、电传打字机或计算机数据库）。

所有通信信道的一个不幸的特征，是噪声迭加在信号上。这个不需要的噪声可能引起电话声音中的失真，或在电报报文或数据中引起差错。

电 磁 频 谱

军事通信的电磁频谱如图 1.2 所示，它是电信的关键资源。

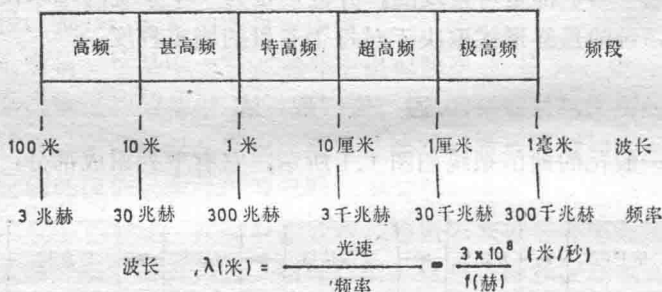


图1.2 通信电磁频谱

可用于通信的频谱已经扩展到愈来愈短的波长，这部分地是由于在较长的波长上用户正变得十分拥挤。电磁频谱的军事用户限制在某些频段，以配合民用用户的需要。即使在军用频段内，也存在着 C³ 系统与其它用户如制导武器系统、侦察设备、船舰和飞机等之间的强烈竞争，因为可用的频率数目是有限的。敌方的系统亦利用频谱的同样频段，此外还可能破坏性地利用频谱来阻止我方采用这些频谱。因此频率分配日益困难。控制输出功率、采用新通信技术、更好地设计装备以及采用更高频率直至光频段，

都是应付需要所采取的措施。

本书概要

第二章介绍无线电通信的基本概念，并叙述简单通信系统的基本要素。这些概念在第三章中被应用及扩展，主要讲组网无线电台；讲了战术与技术问题。干线无线电系统在第四章中阐述，考虑了各种指挥结构与通信网的原理。电子战的所有重要课题包括在第五章中，讨论了战术和技术方法。正在研究的有许多新通信技术，毫无疑问，它们将冲击未来的军事通信系统，它们被收集在最后一章，该章考虑了它们所涉及到的战略通信和战术通信。

好的 C^3 系统是组织良好的现代化军队的重要特点，灵活及快速反应是靠所部署的通信系统来获得的。虽然 C^3 是一种有力的力量倍增器，当与武器系统结合时尤为如此；但它也有弱点，若被暴露，则可为坚决的、明智的敌人所利用，因此必须采取战术及技术防护措施。

自测题

1. 在某一级指挥所转移时，通信军官面临哪些问题？
2. 列举须有通信支援的各种传感器，以使参谋人员的 C^2I （指挥、控制和情报）职责最佳化。
3. 为什么军事通信频率分配问题变得日益困难？

第二章 无线电基础

引 言

系统的概念

“系统”一词现在非常普遍地用来描述各种各样的科学、工程或社会学环境。由于本书强烈地偏重系统研究方法，在开头就解释这个词是适宜的。

铁路、航线、电力网、电话网等是现代服务事业的少数例子，每一个必须看成是一个系统。如果把每个服务事业分解成它的构件^①，那末最后就剩下基本的电气的、机械的和空气动力学的、经过了许多演进的元件。在过去，一种改良了的器件通常打开了新的或改良了的应用领域，而管理人员要进行训练，通过深入学习该器件的基本原理来了解或改善它在服务事业中的使用。在今天，大多数服务事业是如此庞大和互相有联系，以致引进一较快的火车、较大的飞机，较轻的电力电缆、或较小的电话继电器，事实上也许会因忽视了其它因素而使作为整体的服务事业变坏。

作为整体来研究服务事业的需要于是极其明显，而这就是系统设计或系统研究方法的含义。用这种方法来审察，我们只需考虑元件或器件对系统总目标的影响就够了。这并不意味基本原理的研究现在已不相干，恰恰相反，人们将根据需要来选择最适宜

① 这里是用机器作为整体来类比服务系统。

的研究方法。一个元件设计师也许擅长基础研究方法，而整个服务事业的设计师将侧重于系统研究方法，两种方法决不能完全脱节。

设计通信系统的一般方法在原理上和设计任何一种系统的方法没有区别。系统性能取舍的各个方面可加以量化，而使用计算机并采用运筹分析方法可使系统最佳化。但必须强调，系统研究方法并不代表一种容易的问题解决方法，常需具备高深的数学和科学专门知识，因此，现在它本身已被看成是一门学科。

通信系统

一个通信系统能用电路图和性能文件来详细地加以描述，但从这些信息中常难以得出该设备功能的全貌。系统图是克服这一困难的一种尝试，它是电路功能的图解性概括，常用的标注示于图2.1。

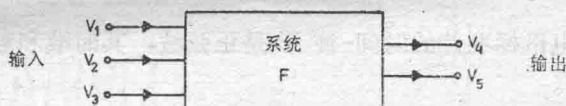


图2.1 系统图

系统功能 F 对输入（激励） V_1 、 V_2 、 V_3 产生作用，产生输出（响应） V_4 、 V_5 ，箭头指示信号流动的方向。常用于电讯的一个系统例子是示于图2.2的放大器。

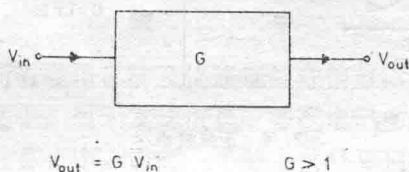


图2.2 放大器

放大器可以是任何类型，采用电子管或晶体管，工作在音频

或射频。增益G典型地可从1变到几百。

用频率来描述一个系统的工作，通常比用时间更为方便，这些方法分别称为频域法和时域法，两种描述方法可传递相同的信息，如图2.3所示。

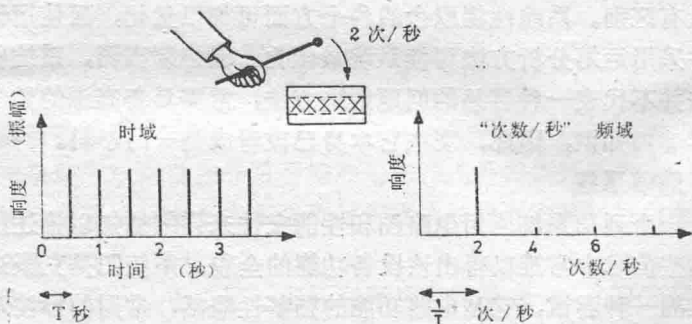


图2.3 时域和频域

作为电讯标准件的时间-波形是正弦波，其时域和频域表示示于图2.4。

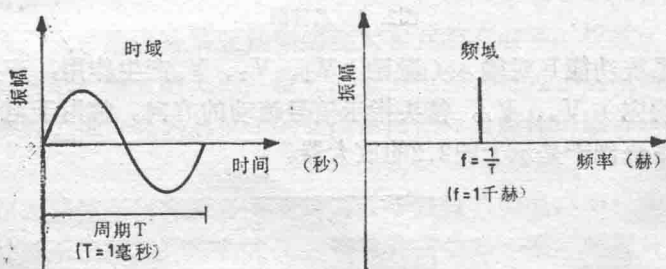


图2.4 正弦波表示

正弦波最重要的两个特征是其振幅和频率，后者用赫（每秒周波数）来量度。

在通信系统中常形成更复杂的信号，一个简单的例子是两个

振幅相同、频率不同的正弦波相加，相加结果的时域和频域表示分别示于图2.5和2.6。

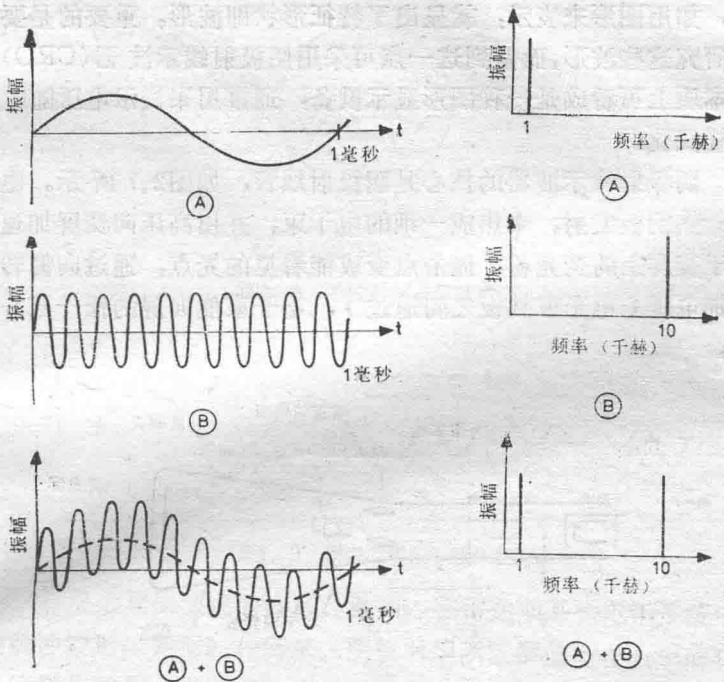


图2.5 时域表示

图2.6 频域表示

信 号

电子学的所有应用都涉及快速地处理信息。电信号用于收集信息，如在雷达中；用于发送信息，如在电讯中；或者用于将信息分类，如在计算机中。因此，了解电信号如何能表示信息很重要，一旦懂得信号的本性（不论它们以无线电波的形式存在，还是在导线中以电流流动的形式存在），就可考察产生和处理这些信号、以及从点到点传送它们的方法。

波形

电信号是一种随时间而变化（常常极其快速）的电压或电流，如用图形来表示，就显出了特征形状即波形。重要的是要能够研究这些波形，而做到这一点可采用阴极射线示波器(CRO)，它本质上可看成是一种图形显示设备，通常用来表示电压随时间怎样变化。

阴极射线示波器的核心是阴极射线管，如图2.7所示。电子由一热阴极发射，聚焦成一细的电子束，并用高压向荧屏加速，由于荧屏上的荧光粉，撞击点变成能看见的光点，通过向偏转板施加电压（电子束从板之间通过），电子束能向屏的任一部分偏转。

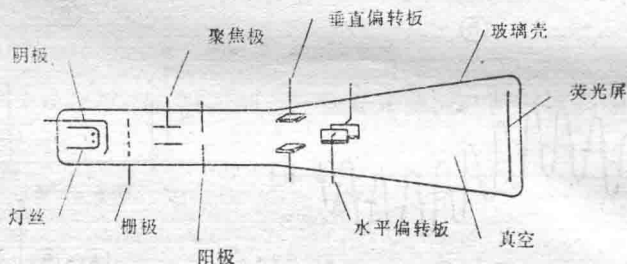


图2.7 阴极射线管

通过向水平偏转板加一随时间而线性地增大的电压来产生时标，要进行观察的电压变化则加到垂直偏转板上，电子束就在荧光屏上产生一可见的波形，如图2.8所示。波形只不过表示信号如何随时间而变化。

用阴极射线示波器能考察来自送话器的较复杂电压波形，高频和低频分量的典型显示见于图2.9。

语言中的最高频率分量延伸到远超过3000赫，但这些对语言可懂度并不重要，通常不在电话电路上传输。对于军用质量的话