



国防电子信息技术丛书

比特流分析

张永光 翟绪论 著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国防电子信息技术丛书

比特流分析

张永光 翟绪论 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书系统介绍了比特流分析所面临的问题,讨论了解决比特流分析问题的各种方法。除适当介绍比特流相关知识外,围绕比特流分析主题,重点介绍了具体的比特流分析方法,包括比特流获取方法、信道编码(纠错码、交织、扰码)容错分析方法、信源编码分析方法、协议分析方法(已知协议和未知协议)及TCP/IP网络协议分析方法。全书内容新颖、深入浅出,注重理论与实际的紧密结合,实用性强。

本书适合作为通信、计算机等领域中从事比特流分析相关工作的研究人员,特别是广大通信侦察、通信对抗、网络对抗研究者及相关工程技术人员的参考书,也可作为比特流分析初学者、高年级本科生或研究生学习比特流分析的入门参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

比特流分析 / 张永光, 翟绪论著. —北京: 电子工业出版社, 2018.3

(国防电子信息技术丛书)

ISBN 978-7-121-33676-8

I. ①比… II. ①张… ②翟… III. ①通信协议—研究 IV. ①TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 028394 号

策划编辑: 竺南直

责任编辑: 竺南直

印 刷: 三河市良远印务有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24 字数: 630 千字

版 次: 2018 年 3 月第 1 版

印 次: 2018 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: davidzhu@phei.com.cn。

感 怀

少年十五志拿云，廿载蹉跎半老身。

毕竟当时颇壮烈，偶然梦里总氤氲。

眼前有事忙闲过，心下无端苦乐寻。

却忆江湖烟雨落，一舟自在付乾坤。

前 言

自前作《信道编码及其识别分析》出版以来，八年时光，一晃而过。这八年来，国内在比特流分析方面取得了不少进步，但仍然不成体系，与实际应用的结合还不够紧密。而我也人为物役，在时光的如轮流转中常感可为之事甚多，多有浮生虚度之感。

考虑到比特流分析的门槛较高，自己也一直都是在摸索中曲折前进，而且教训多于经验。渐渐地产生了一种想法，也可算是本书的写作初心吧，那就是系统总结一下比特流分析的基本流程。将作者多年来的一些学习、研究成果和信号分析经验不嫌自敝地分享出来，以期自成一家之言。本着承前启后，重在反映比特流分析全貌的初衷，按照条理清楚易懂、算法实用好用、举例深入浅出的原则，全书尽量做到有技术、有思想、有文化，以介绍比特流分析常用方法为主，用作新人初入此门时的参考。如果有人能借此发现自己在比特流分析方面的研究兴趣，并且有志在此领域长期深耕，那真是善莫大焉，作者也有幸成就善知识之功了。

本书是前作内容的进一步深化拓展，既是作者研究经验的总结，同时也是对比特流分析深化研究的提高再出发！适用于对比特流分析感兴趣，特别是想了解比特流分析全貌的研究人员，便于初学者快速入门。全书默认读者已经掌握一定通信方面的相关知识，重在贯穿比特流分析全流程，各章节对比特流分析中所涉及的通信知识和基础理论大都一提而过，语焉不详，有些结论更是直接引用，具体可参见一般的通信类教材。

全书紧扣比特流分析主题，共八章，各章内容如下：

第 1 章以历史的视角来考察比特的过去、现在和未来，介绍了一些无线数字通信中的常见比特载体：短波通信系统、超短波通信系统及卫星通信系统，引出了约束比特行为的通信协议，对书中用到的一些通信协议知识也进行了相关介绍。

第 2 章讨论比特流分析的数据来源问题，重点介绍比特流的获取及解调数据的星座映射和相位模糊处理方法。考虑到全书分析对象为解调硬判决 0、1 比特数据，本章对解调软判决数据在信号分析中的应用也进行了相应介绍。

第 3 章在前作基础上重点讨论纠错码的容错分析问题，以卷积码、BCH 码、RS 码（含删除 RS 码）、校验码、Turbo 码、TPC 码为分析对象，介绍了多种实用的容错分析方法。同时以 LDPC 码和双二元 Turbo 码为例，从分析对象的综合特征入手，介绍了一些较为实用的纠错码参数快速识别方法。

第 4 章主要讨论了比特流分析中的交织容错分析问题，以分组交织和卷积交织为分析对象，讨论了交织前纠错码参数及交织置换关系的实用分析方法，同时介绍了交织分析中的多解问题。针对交织分析难题，介绍了一些专用交织方式，并给出了识别特征。

第 5 章介绍了多种扰码多项式和同步扰码初态的分析方法，分析了识别性能。根据扰码与纠错码相对位置的不同，在基于不平衡性分析方法受限的情况下，讨论了一些基

于纠错码特征的扰码综合分析方法。

第 6 章介绍了多种信源编码的分析方法，重点讨论了语音、字符、文件等典型信源编码的比特流结构特征和比特流逻辑特征。本章在信源分析方面仅仅是开了一个头，更多的信源编码分析方法或带有一定通用性的分析方法还有待进一步深入研究。

第 7 章从协议分析中最常见的帧结构分析入手，介绍了已知协议和未知协议的分析方法，说明了协议分析的步骤和方法，针对未知协议分析中的语义分析和时序分析难题，提出了一些可供借鉴的分析思路。

第 8 章专门介绍已成事实标准的 TCP/IP 网络协议，在介绍典型网络协议（包括报文压缩协议）的同时分析了识别特征，以 VoIP 协议和 FTP 协议中业务数据的恢复为例，说明了网络业务数据的组包和具体业务的恢复方法，此外本章还介绍了需要深入研究的网络协议融合，以及正在飞速发展中的网电空间。

为说明具体的比特流分析方法，全书列举了大量通过仿真验证的实例。

本书由张永光统筹并负责主要部分撰写，翟绪论负责第 1.3 节、2.3.1 节、5.1 节、5.2 节、7.3.2 节和 8.2.1 节撰写，陈艳、张卫锋、贾璐提供部分素材。在这里，对多年来一直给予作者关心、指导的杨小牛和楼才义两位前辈致以真诚的谢意，同时也对唐卓和王李军两位同志对作者工作的认可与支持深表感谢，此外还要特别感谢多年来陈仕川、李新付、章军、李梦冰等同志给予的帮助。他们不仅是作者一起工作的同事，还是多年来帮忙解决问题的朋友，本书的出版也是大家同进步、共成长的结果，见证了大家的共同奋斗足迹。

本书注重比特流分析的前后逻辑关联性，可作为行业入门书使用，限于篇幅和作者水平，书中一定还有不少问题没有说深讲透，有机会希望能多听到批评和指正的声音。嘤其鸣矣，求其友声，如果真的有好苗子通过本书能有所裨益的话，也不枉作者忙中挤忙夙兴夜寐大费周章地写作本书，也算是为国育才了。

最后说一点作者的期望。多年来作者一直难以释怀的是，故园目前只是一群老人和留守儿童的乡村，虽然到处也在竖高楼、修新路，但终究见不到儿时印象中劳作年轻人的那种奔头，这样的土地其实是没有生机可言的。我们的事业需要不断有新同志来继承和开拓，非常希望大家能沉下心来，以铺路石般的踏实将我们的事业往良性方向一步一步向前推，惟有踏实最给人希望，仅靠一时的喧嚣解决不了任何问题。

张永光

2017 年初秋

目 录

第 1 章 历史中的比特	1
1.1 比特史前通信	1
1.2 比特的由来	2
1.3 比特的载体	4
1.3.1 短波通信系统	5
1.3.2 超短波通信系统	10
1.3.3 卫星通信系统	14
1.4 比特的运行	18
1.4.1 通信协议	18
1.4.2 协议的层次模型	19
1.4.3 信令协议与业务协议	23
1.4.4 标准化组织	24
1.5 正在消逝的比特	26
1.6 本章小结	28
本章参考文献	28
第 2 章 比特流获取	29
2.1 硬件平台基础	29
2.2 调制是什么	31
2.3 软判决应用	33
2.3.1 解调软判决	34
2.3.2 基于软判决的编码识别探索	39
2.3.3 联合解调解码	42
2.4 比特流分析什么	45
2.5 国内外发展状况	49
2.6 比特流校正	54
2.6.1 收非所发是普遍现象	54
2.6.2 相位模糊与频谱反转	58
2.6.3 差分比特流的恢复	60
2.6.4 无差分模糊比特流的恢复	66
2.7 本章小结	70
本章参考文献	70

第 3 章 纠错码分析	73
3.1 卷积码分析	73
3.1.1 反校验法分析生成矩阵	74
3.1.2 生成多项式求解	79
3.1.3 优化算法应用	82
3.2 BCH 码分析	87
3.2.1 基于码根的容错分析法	87
3.2.2 基于求解公因式的容错分析法	92
3.2.3 改进的线性矩阵分析法	95
3.3 RS 码分析	98
3.3.1 RS 码容错分析	98
3.3.2 本原多项式求法	103
3.3.3 删除 RS 码分析	105
3.4 信息校验码分析	110
3.4.1 信息校验码	110
3.4.2 Fletcher 码分析	112
3.4.3 CRC 码分析	114
3.5 Turbo 码容错分析	117
3.6 TPC 码分析	122
3.6.1 TPC 码介绍	122
3.6.2 TPC 码参数分析	124
3.7 快速识别方法	127
3.7.1 LDPC 码特征分析	127
3.7.2 双二元 Turbo 码特征分析	130
3.8 本章小结	135
本章参考文献	136
第 4 章 交织分析	138
4.1 容错分析方法	138
4.1.1 Gauss-Jordan 消元法	138
4.1.2 校验矩阵分析	142
4.2 交织类型分析	145
4.3 分组码的分组交织分析	149
4.4 卷积码的分组交织分析	157
4.5 基于帧同步特征的卷积交织分析	164
4.6 专用交织介绍	168
4.7 本章小结	173
本章参考文献	173

第 5 章 扰码分析	175
5.1 扰码分析方法	175
5.1.1 基于重码统计的扰码级数分析	175
5.1.2 基于统计不平衡性的多项式识别	178
5.1.3 同步扰码初态分析	184
5.2 基于软信息的扰码分析	186
5.3 本原多项式	189
5.4 扰码综合分析	191
5.4.1 扰码的相关性	192
5.4.2 基于同步扰码抵消的编码数据获取	195
5.4.3 卷积码后的同步扰码分析	196
5.5 本章小结	197
本章参考文献	198
第 6 章 信源编码分析	199
6.1 随机性分析	199
6.2 信源编码介绍	201
6.3 传真编码分析	204
6.4 语音编码分析	207
6.5 字符编码分析	212
6.6 文件类型分析	214
6.7 纠错译码技术	225
6.8 本章小结	227
本章参考文献	227
第 7 章 协议分析方法	229
7.1 帧结构分析	230
7.2 协议特征码获取	236
7.3 典型链路层协议	238
7.3.1 HDLC 协议和 PPP 协议	238
7.3.2 GFP 协议	244
7.3.3 GSE 协议	248
7.4 已知协议分析	252
7.4.1 协议类型识别	252
7.4.2 模式串匹配	255
7.4.3 ASN.1 编码	258
7.4.4 优化算法在协议匹配中的应用	260
7.5 未知协议分析	262
7.6 本章小结	266
本章参考文献	267

第 8 章 网络协议分析	269
8.1 大行其道的 TCP/IP	270
8.1.1 TCP/IP 的成功	270
8.1.2 TCP/IP 的无线通信应用	272
8.2 网络包获取及分析	274
8.2.1 IP 包搜索	274
8.2.2 网络协议分析工具	279
8.3 典型网络协议	283
8.3.1 链路层协议	284
8.3.2 MPLS (2.5 层) 协议	287
8.3.3 网络层协议	288
8.3.4 传输层协议	301
8.3.5 应用层协议	307
8.3.6 网络协议识别研究	322
8.4 网络协议报文压缩	325
8.5 VoIP 协议及分析	329
8.5.1 H.323 与 SIP 之争	329
8.5.2 SIP 协议介绍	330
8.5.3 SIP 业务分析	348
8.6 FTP 数传协议分析	353
8.6.1 FTP 协议介绍	354
8.6.2 FTP 业务分析	360
8.7 网络协议融合研究	362
8.8 网电空间简介	366
8.9 本章小结	368
本章参考文献	368

第1章 历史中的比特

微尘刹海无边数，何处垠涯。

世界河沙，成住坏空相续发。

地风水火声光电，五蕴觉察。

自在通达，非法非非法为筏。

——采桑子

宇宙中的群体性有情生物都有通信的需求，对信息的获取、传输和应用能力是其生存所必须具备的基本条件之一。万物之中，惟人最灵，善妙思维故，人类充分利用万物之间的勾连，不断开发新的通信方式，扩展通信内涵。人类的发展史同时也是通信的发展史，人类通信就是以人自身或人造器物作为传感器，将之转化为信息，然后通过某种行为或媒介进行交流与传递。人类通信包括两方面，一是信息化，一是信息的传递，前者指信息的产生法和信息载体，后者一般指信息的传输信道。

1.1 比特史前通信

现代通信绝大部分都是基于比特的通信，比特是信息量单位，同时也是二进制数字中的位，比特流就是一串二进制信息。虽然目前比特通信一枝独秀，但比特通信不是凭空出现的，有其自身的发展必然。

比特出现之前的通信发展主要表现为文字信息及其传输载体的不断进步，像大家所熟知的鸿雁传书、飞鸽传书等特殊手段，有组织的全国性驿传系统及近代邮政系统等，这些都是充分利用各种传输工具对简牍、纸张等文字载体进行信息传输。

虽然对文字信息的传输是比特史前通信的主要形式，但特定条件下人们仍然保留了一些特殊通信手段，如古代战争中有名的“闻鼓声而进，闻金声而退”鸣金收兵击鼓进攻的号令，表现“朔方烽火照甘泉，长安飞将出祁连”的烽火台通信系统等。这些都是人类充分利用声音、火光进行应急通信的成功案例。类似的航海信号旗这种简易的通信方式直到今天仍被继续沿用，作为视距内通信的一种重要方式。

对电磁波的认识和利用是人类通信史上的一大革命，通过电磁波承载信息并进行传输，极大地摆脱了人类早期通信的空间束缚，在通信时间和通信效率方面实现了飞跃式的提升，代表了人类认知自然、改造自然的最高水平。

根据传输信道的不同，电磁波通信可分为有线通信和无线通信两种，有线通信利用金属导线、光纤等有形媒介传送信息，无线通信利用电磁波信号可以在自由空间传播的特性进行信息传输，是本书研究的主要对象。

根据信息的表现方式不同，现代通信还可分为模拟通信和数字通信两种，模拟通信以

模拟信号传输信息，数字通信以数字信号传输信息。模拟信号幅度的取值是连续的，数字信号幅度的取值是离散的，被限制在有限个数值之内，利用比特进行通信是现代数字通信的基本形式。不同通信方式之间的比较如表 1.1 所示。

表 1.1 通信方式比较

通信方式	信息表示	信息载体	信道
烽火台	火光	烽火	自由空间
鸣金击鼓	声音	金、鼓	自由空间
信号旗	图案	旗帜	自由空间
飞鸽传书	文字	纸张等	飞鸽+飞行路线
驿传	文字	纸张等	驿道+驿马+人
有线通信	模拟信号、数字信号	电磁波	金属导线、光纤等
无线通信	模拟信号、数字信号	电磁波	自由空间

各种通信方式中，信息载体传输路线及金属导线、光纤等本质上也是自由空间的具体表现，所以通信方式的进步主要表现在信息跨越同样空间所需时间的多少，然后才是传输效率、可靠性及安全性等的考虑。

1.2 比特的由来

现代数字通信的所有信息内容都承载在比特流上，为什么是比特而不是其他作为信息量的最小单位，本质上是由物质发展水平决定的，也可以说是历史选择的结果。

说到比特，不能不谈二进制，因为二进制数的一位所包含的信息就是一比特，比特流就是一串二进制信息，二进制同时也是现代计算机的基础。



图 1.1 典型八卦图

二进制的发明人是德国思想家莱布尼茨，在德国图书馆保存着一份弥足珍贵的手稿，其标题为“1 与 0，一切数字的神奇渊源，这是造物的秘密美妙的典范，因为，一切无非都来自上帝”。其实二进制所表现的性质与古老东方文化中的八卦有异曲同工之妙，二进制可以看成八卦的一种具象应用。由于观察角度不同，世之所传八卦图样甚多，一种典型八卦图如图 1.1 所示。

东方文化中一个基本的朴素观点是“无极生太极，太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦，八卦演万物”，八卦互相搭配又变成六十四卦，用来象征各种自然现象和人事现象，古人经常运用这种看似简单的符号系统来推演道所生的万物。

在八卦思想体系中，世界由独立不偶的无极所生的太极衍化而来，作为世界本原的太极即为天地未开、混沌未分之前的状态，由于太极的运化作用，化生出对立统一的阴阳两仪，以“--”代表阴，“—”代表阳。用这两种符号，穷究天地阴阳变化，组合派生出四象、八卦等，以此来推演世间万物。

在八卦这种东方智慧看来,一切“形而下者谓之器”的东西,包括现代科学研究,都是“形而上者谓之道”的表现,如以0表阴,1表阳,从图1.1最下面代表静止状态的坤卦☷开始,逆时针经艮卦☶、坎卦☵到巽卦☴,然后取此四卦的对称四卦震卦☳、离卦☲、兑卦☱及乾卦☰,八卦就组成了完整的二进制数形,二进制可看成八卦所演万物中的一物。

之所以在此处介绍八卦,是因为在作者看来,东方智慧中八卦理论体系的衍化关系,很自然地喻示了二进制的出现缘由、含义及未来的发展,八卦体系与二进制之间的关系可用图1.2表示。东方智慧“形而上”的整体观与西方数学“形而下”的发展竟能结合得如此天衣无缝,不能说是巧合,两者的良性碰撞在未来必将更大地促进人类的发展。

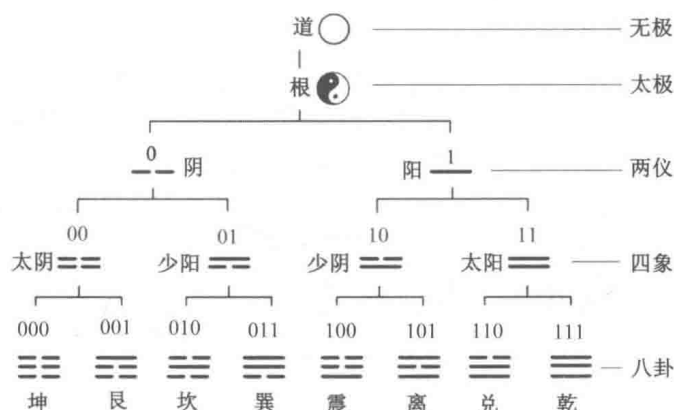


图 1.2 东方文化与二进制

二进制的好处显而易见：①技术实现简单，逻辑电路用开关的接通与断开两种状态即可表示1和0；②运算规则简化，和、积运算组合各有三种，非常有利于简化硬件内部结构；③适合逻辑运算，二进制0,1这两个数码，正好与逻辑代数中的“真”和“假”相对应；④易于转换，二进制数与十进制数和其他进制数非常易于相互转换；⑤抗干扰能力强，可靠性高，因为用二进制表示的数据只有高低两个状态，即使受到一定干扰，仍能可靠分辨；⑥实现简单可靠，由于只包含两个数码，可用任何具有两个不同稳定状态的元件来表示。

二进制这个神奇的体系被创造出来了，但它的应用却并不是一蹴而就的，即便在计算装置中，早期使用的也并不是二进制，而是更接近人类思维方式的十进制或者其他进制。电子计算机出现以后，由于使用电子管表示十进制的十种状态实在过于复杂，选择二进制来进行计算机体系的构建就是历史必然，电子管的两种状态决定了以电子管为基础的电子计算机最好采用二进制来表示数据。二进制被引入计算机后极大地促进了计算机本身的发展，直到今天，二进制仍然是计算机的设计基础。

由于计算机应用的巨大成功，代表通信技术发展方向的数字通信也顺势全面采用二进制，信息加密、信道编码和信道调制都是基于二进制设计的，于是一个二进制位所代表的比特也就成了信息量的最小单位，任何信息的存储、传输、处理都是用数字化后“0”、“1”码流也即比特流来表示，信息内容承载在比特流上，空间中的电磁波到处流淌的也是“0100101100011110……”样的比特流。

1.3 比特的载体

比特在数字通信中的载体是电磁波，随着通信技术的应用范围不断扩大，承载比特的电磁波无处不在，按通信所使用的电磁波频段来分，无线通信可分为短波通信、超短波通信和卫星通信三大类。每一类频段的通信都有各自互不相同的很多通信系统，比特在通信系统内产生、传输和还原，典型的通信系统模型如图 1.3 所示，自由空间信道传输的即是从属于不同通信系统的通信信号。

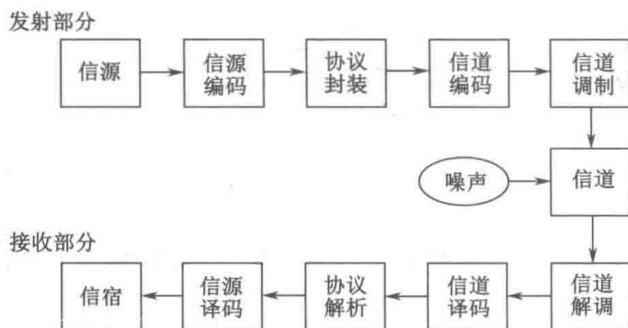


图 1.3 数字通信系统模型

国外在通信信号讨论中比较喜欢使用波形一词，美国联合计划执行办公室（JPEO）将波形定义为从用户输入到频率输出所发生的一整套功能，波形的实质也就是从信息发送到信息接收在内的全部处理过程。研究比特，可以从信号波形入手，通过对波形的接收和处理得到比特，进而从比特含义分析来认知系统。

有了通信系统的物质基础，在通信系统设备高度互联物理成网，建成一条条信息高速公路的基础上，逻辑上的通信网络自然就水到渠成，比特不仅是系统比特，自然也是网络比特了。随着无线通信网络越来越多地采用计算机网络技术与协议（主要是 TCP/IP 协议），传统上以有线为主要传输手段的计算机网络（如互联网）也越来越多地采用无线手段（如 WiFi）来进行通信。这两方面的不断融合催生出了一个一体化的网电信息空间，于是网络比特从更高层次上表现为网电比特了。

网电空间由因特网、电信网、卫星网等多种形态的网络和相关物理基础设施组成，包含各种网络形态，网电空间既可看成网络化系统在电磁波中的扩展，也可看成是网络化系统在电磁波中的应用，所有网络化的系统设备（包括通信终端、计算机和路由器等）都是在这个空间中发挥作用的技术。随着触角的不断延伸，网电空间与人类社会的关系日益紧密，特别是在军事应用上，战争越来越依赖于网电空间对部队和作战武器进行指挥和控制，使得网电空间对信息化作战产生了前所未有的影响，已经成为继陆、海、空、天之后又一新的作战领域。

不同视野中的比特载体如图 1.4 所示。

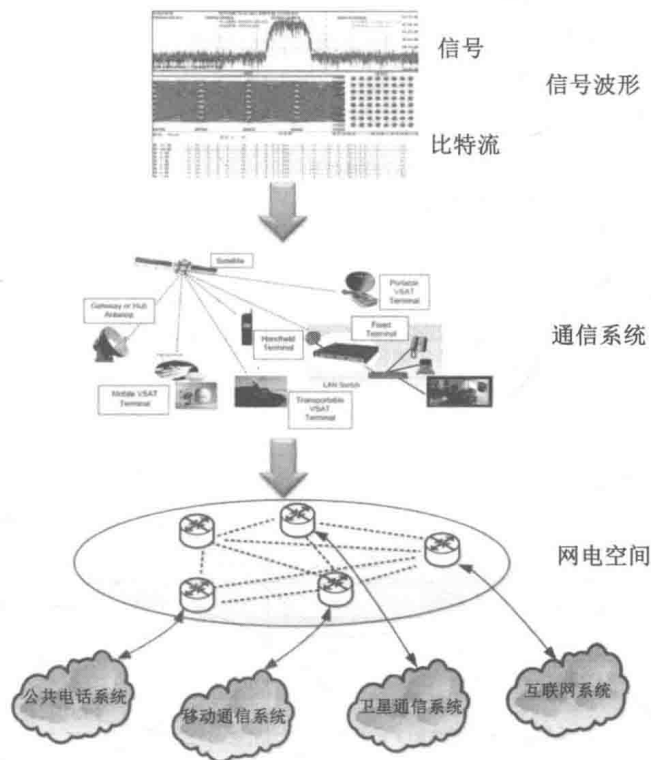


图 1.4 不同视野中的比特

从信号波形比特到通信系统比特，再到通信网络比特，最后到网电空间比特，比特不断被赋予新的时代内涵。即便是今天网电空间内的比特，要认识和分析比特，还得从最初的信号波形比特出发，以通信系统为主要依托。因为信号波形比特的最基本从属还是通信系统，所以有必要了解一些常见通信系统。

有线通信的物理层和链路层一般相对简单，无线通信会比较复杂，下面介绍一些短波通信系统、超短波通信系统和卫星通信系统，掌握一些常见通信系统的基本特征（如调制样式、码速率等）对快速判断信号所属波形，增加信号分析经验和信号感知敏锐性，进而提高比特流分析能力将大有裨益。

1.3.1 短波通信系统

短波通信的传播方式主要是天波和地波，比较容易受外部环境影响，由于短波频段属于通信高密度频段，加上昼夜、季节和太阳黑子等自然因素变化的影响，导致通信质量不稳定。传统的短波通信链路需要人工连接，造成资源浪费和效率低下。

在通信向高频宽带迅速发展的今天，短波通信曾一度被认为已经过时，但由于短波通信在军事通信上的特殊性及其不可替代性，如通信距离远、机动性能好、抗毁能力强等不容忽视的独特优点，短波通信仍然是近中远距离军、民通信的一种重要手段。军事通信中短波通信系统在摧毁和干扰的双重威胁下，需要保证最基本的信息传递能力，维持战场指挥的最低限度通信需求。同时短波通信也在不断提高通信效率和可靠性，提升短波通信的容量，使得短波通信不仅能传输低速率的语音和数据，而且也能传输高速率数据。

一些短波数字通信系统如表 1.2 所示。

表 1.2 短波数字通信系统

序号	系统	概述	典型调制	典型速率
1	AFS Navy	海军加密通信	FSK	130.36
2	ALE-3G	三代自动建链,符合 MIL-188-141B (Appendix C) 和 STANAG 4538	8PSK	2400
3	ALE-400	400HE 带宽的 ALE,符合 MIL-188-141A	8FSK	50
4	ALF-RDS	德国电信用于传输 DGPS 信息	BPSK	1187.5
5	ALIS	RS 公司自动链路连接和频管系统	FSK	228.6
6	ALIS-2	RS 公司 ALIS 升级版	8FSK	240.82
7	ARD9800	AOR 公司开发的调制解调器	DQPSK-OFDM36	3600
8	ARQ6-90/98	每块 6 符号的单工 ARQ 系统	FSK	200
9	ARQ-E	单通道 ARQ 系统	FSK	48, 50, 64, 72, 96, 144, 184.6, 192, 288
10	ARQ-E3	单通道 ARQ ITA3 系统	FSK	48, 50, 96, 192, 288
11	ARQ-M2	CCIR342-2 的 2 通道 ARQ TDM 系统	FSK	87, 96, 200
12	ARQ-M4	CCIR342-2 的 4 通道 ARQ TDM 系统	FSK	172, 192
13	ARQ-N	无比特反转的单通道 ARQ 系统	FSK	48, 64, 72, 86, 96, 192
14	ARQ-S	西门子单工 ARQ 系统	FSK	96, 144, 192, 200
15	ARQ-SWED	自适应单工 ARQ 系统	FSK	100
16	ARQ 6-70S	每块 6 符号的单工 ARQ 系统	FSK	200
17	ASCII	采用 ASCII 码的异步传输	FSK	50~600
18	AUM-13	传输数字代码	13-FSK	8
19	AUS MIL ISB	澳大利亚军队加密通信	FSK	50, 600
20	AUTOSPEC	同步 FEC 传输系统	FSK	50, 75
21	BAUDOT	采用波特码的连续异步传输系统	FSK	45.45, 50, 70, 75, 100, 150, 180
22	BEE	俄罗斯海军加密同步通信	FSK	36, 50, 75, 100, 150
23	BR-6028	7 信道音频电报	VFT FSK	45.45, 50, 75, 100, 103.7
24	BULG-ASCII	保加利亚外交部异步通信系统	FSK	110, 120, 150, 180, 200, 300, 600
25	Buoys	浮标通信系统	2FSK,4MFSK	40
26	Chirpsounder	战术无线电频率管理系统	FM/CW	/
27	CHN	中国军方通信	4FSK,8FSK,QPSK	75, 125, 100, 2400
28	CHIP	业余扩频通信	DBPSK-DSSS	300
29	CHU	加拿大定时广播信息	FSK	300
30	CIS-11	俄罗斯同步双工系统	FSK	100
31	CIS-12	俄罗斯多通道同步全双工系统	DBPSK/DQPSK	120
32	CIS-14	俄罗斯同步双工系统	FSK	96
33	CIS-36	俄罗斯同步双工系统	36-FSK	10, 20, 40
34	CIS-36-50	俄罗斯军方加密通信	FSK	36, 50, 75, 100, 150
35	CIS-50-50	俄罗斯军方加密通信	FSK	50, 100
36	CIS-81-29	前苏联军方电报通信	FSK	81

续表

序号	系统	概述	典型调制	典型速率
37	CIS-81-81	前苏联军方通信	FSK	81
38	CLOVER-2	自适应调制 4 tones ARQ 系统	PSK2A, PSK4A, PSK8A, PSK16A, ASK2PSK8, ASK4PSK16, 2DPSK2A	4×31.25
39	CLOVER-2000	自适应调制 8 tones ARQ 系统	PSK2A, PSK4A, PSK8A, PSK16A, ASK2PSK8, ASK4PSK16, 2DPSK2A	8×62.5
40	CODAN-SELCAL	澳大利亚数字选呼系统	FSK	100
41	CODAN-9001	CODAN 公司异步自适应 ARQ 系统	16 tones DPSK4A	16×75
42	COQUELET-8	法国同步单工系统	8FSK	13.3, 26.7
43	COQUELET-13	法国异步单工系统	13FSK	13.33, 20
44	COQUELET-80	法国异步单工 FEC 系统	8FSK	13.3, 26.7
45	CRY-2001	模拟语音扰频器	FSK	100
46	CV-786	基于 ASCII 的异步通信系统	FSK	50, 75, 100, 150
47	DCS SELCAL	选呼和远程控制用噪声抑制	FSK	133.7, 134.4, 137
48	DGPS	差分全球定位系统	MSK	100, 200
49	DominoF	业余无线电通信	MFSK	10.766, 40wpm
50	DominoEX	业余无线电通信, DominoF 改进版	MFSK	3.91, 5.3, 7.81, 10.77, 15.63, 21.53
51	DPRK-ARQ600	朝鲜 ARQ 电传系统	FSK	600
52	DPRK-ARQ1200	朝鲜 ARQ 电传系统	FSK	1200
53	DPRK-FSK600F EC	朝鲜 FEC 电传系统	FSK	600
54	DPARK BPSK	朝鲜电传系统	BPSK	150, 300, 600, 1200
55	DRM	全球数字无线电系统	MQAM-OFDM	20~24kbps, 30.6~72kbps
56	DUP-ARQ	匈牙利外交部双工 ARQ 系统	FSK	125
57	DUP-ARQ-2	含自动信道选择和跳频双工 ARQ	FSK	250
58	DUP-FEC-2	含自动信道选择和跳频双工 FEC	FSK	125, 250
59	ECHOTEL1810	德军自动信道选择 ARQ 系统	8PSK	2400
60	ECHOTEL1820	多功能短波通信系统	BPSK, QPSK, 8PSK, FSK, MSK	50, 75, 100, 150, 1200, 1800, 2400
61	EFR	德国电网遥控广播系统	FSK	200
62	F7B	双信道同步单工 ARQ 系统	4FSK	100
63	FEC-A	使用卷积码的单工 FEC 广播系统	FSK	96, 144, 192, 288, 384
64	FELDHELL	一种图像电报系统	2ASK	122.5
65	FM-HELL	一种图像电报系统	2FSK	122.5
66	GMDSS/DSC-HF	海上急救系统/短波数字选呼	FSK	100