密码故事

人类智力的另类较量

（英）西蒙·辛格（Simon Singh）著
朱小蓬　林金钟　译

THE CODE BOOK:
THE SCIENCE OF SECRECY FROM ANCIENT EGYPT TO QUANTUM CRYPTOGRAPHY

西蒙·辛格能够把令人害怕的数学世界说得和小孩游戏一样简单，这能够吸引许多有数学恐惧症的读者。

——《每日电讯报》（The Daily Telegraph）

本书讲述了从密码怎样创建到他们怎样被破解的故事，以及围绕它们而产生的种种诡计。

——《纽约时报》（The New York Times）

天津出版传媒集团
百花文艺出版社

密码故事

人类智力的另类较量

（英）西蒙·辛格（*Simon Singh*）著
朱小蓬　林金钟　译

天津出版传媒集团
百花文艺出版社

图书在版编目(CIP)数据

密码故事：人类智力的另类较量/（英）辛格（Sing,S）著；朱小蓬，林金钟译. —天津：百花文艺出版社，2012.10

ISBN 978-7-5306-5908-3

Ⅰ. ①密… Ⅱ. ①辛… ②朱… ③林… Ⅲ. ①密码—历史 Ⅳ. ①TN918.1-09

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第224447号

天津出版传媒集团

百花文艺出版社出版发行

地址：天津市和平区西康路35号

邮编：300051

e-mail:bhpubl@public.tpt.tj.cn

http://www.bhpubl.com.cn

发行部电话：(022)23332651 邮购部电话：(022)23332478

全国新华书店经销

天津泰宇印务有限公司印刷

*

开本880×1230毫米 1/32 印张10.625 插页2

2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

定价：24.00元

前言

几千年来，无论是国王、女王还是将军，在管理国家或指挥军队中一直离不开一个高效的通讯系统。同时他们都明白，假如他们的信息落入对手的手中，也就等于将珍贵的机密泄露给了敌国。至关重要的情报被敌军掌握，那将会导致什么后果？正是由于这种情报可能被敌方截获的威胁推动了密码或代码术的发展：一种伪装信息的技术，使得只有联络好的信息接收者才能够读懂它。

对密码的需求必然推动了国家建立密码编码机构，他们负责发明使用新的密码来保障通讯的安全。同时，敌方密码破解者正试图破解这些密码，窃取信息。密码破解者通常是语言学上的炼丹者，他们能神奇地把一堆无意义的符号魔术般地变成有意义的单词。几个世纪以来，密码编码者和密码破解者之间的斗争事实就形成了密码的历史。这是一场智力上的接力赛，并且对历史的发展方向往往有着戏剧性的影响。

写这本书有两个主要的目的：第一是讲述密码的演化过程。

用“演化”这个词是恰到好处的，因为密码的发展可以被看成一种演化竞争。一个密码产生之后，便会经常遭受密码破解者的攻击。当密码破解者发展了一种新的武器能够揭示这个密码的弱点，那么这个密码就不再有用。它或者永远消失或者进化为一种更新更强的密码。同样这个新密码也只能存活到密码破解者发现它的弱点为止，就这样发展下去。这与生物上的抗逆性相似。例如对于一株感染菌，这种细菌先在人体里繁衍生殖，但是一旦医生发现了某种针对它弱点的抗生素，它就无法遁形。这种细菌不得不演化直到能够抵抗抗生素为止。如果成功，它将又一次存活下去，也就是这样，细菌在抗生素的一轮轮攻击下不断地演化。

在密码编码者和密码破译者之间硝烟不断的战争中，一系列令人称道的科学突破也应之而生。密码编码者一直努力构建一种至强的密码来保障通讯安全，而密码破解者则一直努力发现更有效的方法来攻击它们。在他们解密和保密的较量中，双方都吸收了各种原理和技术，从数学到语言学，从信息论到量子论，范围很广。反过来，密码编码者和密码破解者又丰富了这些理论，他们的工作促进了科学技术的发展，特别是现代计算机的发明。

历史的道路上到处点缀着密码的踪迹。他们决定着战争的结果，甚至带给国王和女王毁灭性的后果。因此，我完全可以根据某些政治谋略的故事以及生与死的传说，来描述密码演化发展中的一些转折点。然而，密码的历史是丰富的，所以我不得不略过许多迷人的故事，这也表示我的说明不是完全的。对于你所喜爱的故事或你喜欢的密码破解者，如果你想了解得更多你可查阅相关读物，它能帮助一些读者更加详细地了解密码学。

在讨论完密码的演化以及它对历史的影响后，这本书的第二个目的是说明在今天密码是怎样的比以前更加重要。随着信息变成不断增值的商品，加上通讯革命改变着这个社会，给信息加密的过程在日常生活中将扮演一个越来越重要的角色。如今我们的电话要通过卫星，我们的电子邮件要通过不同的电脑，这两种通讯形式都很容易被拦截，这样就暴露了我们的隐私。同样的，随着越来越多的企业通过互联网运作，为了保护公司和他们的客户，防卫措施必须要放在重要的位置。加密是保护我们隐私和保证数字市场成功的唯一方法。秘密通讯的技术或者叫密码编码术为信息时代提供了锁和钥匙。

10年来，警察和情报部门使用无线监听来搜集对付恐怖分子和犯罪集团的证据，但是近来密码术的发展直接影响到无线监听的效果。随着人类进入21世纪，人们急需密码编码的广泛使用来保护个人隐私。有同样要求的是商业公司，他们需要强大的密码编码术使得他们能在互联网时代保证业务的安全。可是同时一系列政策法规却限制密码编码术的使用。问题在于哪一个更重要——我们的隐私，还是有效的政权？或者有没有一个折中的办法？

现在密码编码术对人类的活动有着巨大的影响，尤其值得一提的是军事密码编码术具有举足轻重的地位。有人说第一次世界大战是化学家的战争，因为芥子气和氯气第一次被用来作为战争武器；第二次世界大战是物理学家的战争，因为原子弹被派上了战场。同样我们可以说，如果有第三次世界大战的话，那将是数学家的战争，因为数学家将控制战争中下一个重要的武器——信息。

现在由数学家负责发明新密码来保护军事信息。相应的,数学家也会站在破解这些密码的前沿。

在讲述密码的演化和对历史的影响时,我偏离了一下话题。在第五章我描述几种不同的古代文章的破译,包括B类楔形文字和埃及象形文。技术上,密码是与通讯相关,有意设计来保护己方的秘密,而古文明留下的笔迹并不是想用来保密的,问题仅仅是我们不能够解释它。然而复原远古文章内容的技术与密码破解术是非常相近的。约翰·查德威克曾写过一本书,描述了如何揭示一篇古地中海文章的原意。我对那些破译我们祖先留下的文字的人们所取得的智力成就感到震惊,他们使我们知道了我们祖先的文明、宗教和日常生活。

迫于需要,我在书中介绍了密码编码学中多种技术词汇。虽然我一般是按照它们的定义,但难免有时候我会使用一个技术上并不准确的词汇,这也许对非专业人员来说更加容易接受。

在结束引言之前,我必须提及一个问题,这是每一个密码学方面的作家都要面对的,那就是加密科学很大程度上是一门秘密的科学。书中提到的许多英雄在他们的一生中都没有因他们的工作而得到认可,因为当他们的发明仍具有外交和军事价值时,他们的贡献是不能公开赞颂的。在本书完成过程中,我有幸与英国通讯总部(GCHQ)的专家进行了交谈,他们向我揭示了20世纪70年代研究过程的详细细节,这些现在已解密了。其结果是,世界上三位最伟大的密码编码师现在能够得到他们应有的荣誉。然而,这次披露却使我认识到还有许多我以及其他科普作家所不知的事情在进行。像英国通讯总部和美国国家安全局这样的组织在继

续进行密码编码的研究，这意味着他们的突破仍需保密，他们本人也只能默默无闻。

尽管涉及到政府机密，我还是用本书最后一章来讨论密码的未来。这一章将试图发现我们是否能够预测在密码编码者和密码破解者之间革命性的斗争中谁胜谁负。密码编码者能够设计出一种真正无法破解的密码，成功满足他们绝对安全的需要吗？或者密码破解者能建造一台能够解密任何信息的机器吗？由于我们知道一些最伟大的头脑仍在秘密实验室工作，他们有足够的科研资金，因此我在最后一章的某些论断显然可能是不准确的。例如我提到虽然量子计算机具有破解今天所有密码的潜在可能，它应该还处在非常原始的阶段，但是可能已有人建造了一台。唯一可以指出我错误的人甚至没有理由来暴露自己的身份。

目 录

第一章
玛丽女王的密码

1586年8月15日，星期六的早晨，玛丽女王被带到福斯灵海城堡的法庭上，那里已坐满了人。虽然几年的监狱生活加上风湿病的困扰已使她身心憔悴，但她仍保持着一份威严和镇定，显出不容置疑的皇家风范。在随身医师的陪同下，她沿着又长又窄的议室，经过法官、官员和观众席，来到正中的王座前。玛丽试图把王座想象成以一种尊敬的姿态对着她，但她却错了。这个空着的王位就象征着她的敌人而且是检举人——伊丽莎白女王。玛丽轻轻地走过王座，走向屋子的另一边——被告席：一把深红色的绒毛椅子。

苏格兰玛丽女王正因叛国罪接受审判。她被指控密谋刺杀伊丽莎白女王并取而代之成为英国新女王。伊丽莎白的首席大臣弗朗西丝·沃尔辛厄姆已经逮捕了其他同谋者，逼供并处决了他们。现在，他正设法证明玛丽是这次计划的核心人物，因而同样有罪，同样该受死刑。

沃尔辛厄姆知道在他能够处决玛丽之前，他必须使伊丽莎白女王信服

【图 1】 苏格兰的玛丽女王

玛丽确实有罪。虽然伊丽莎白鄙视玛丽，但她也有众多原因不愿看到玛丽被处以极刑。首先，玛丽是苏格兰的女王，许多人怀疑英国法庭是否有权处决一个国外政权的首领？其次，处决了玛丽或许就形成一个使其不安的先例。如果本国政权有权杀死一个女王，那么叛军就会没有什么保留地杀死另一个女王，这可能就是伊丽莎白。再说，伊丽莎白和玛丽本是表亲，她们的血缘关系更加使得伊丽莎白难以定她死罪。一句话，只有沃尔辛厄姆能够彻底地证明玛丽曾是刺杀计划中的一分子，伊丽莎白才能认同玛丽的死刑。

同谋者是一群年轻的贵族天主教徒，他们志在废黜新教徒伊丽莎白，而让同样是天主教徒的玛丽取代她。其实在法庭上已很明显地表露出玛丽是这些同谋者的幕后主使人，但玛丽是否真正批准过这个谋划却无从得知。事实上，玛丽确实签署过这个计划。摆在沃尔辛厄姆面前的一个挑战就是证明玛丽和其策划者之间这种触手可及的联系。

在她被审判的这天早上，玛丽身穿色调悲哀的黑色丝绒衣，独自一人坐在被告席上。对于叛国罪，被告人不允许有辩护律师，也不允许传叫证人。而对玛丽，甚至不允许其部下帮助她一同准备该案件。然而她的处境也不是毫无希望，因为她曾经也留有一手，就是确保每次和同谋者之间的通信都是用密码写成。密码把她的话变成看似没有意义的一系列符号。玛丽相信即使沃尔辛厄姆拿到这些信，他也只能对信中字母的意思感到毫无头绪。如果信中的内容成为一个谜，那么这些信就不能作为对其不利的证据。然而，所有这些都建立在一个假定之上，就是这些密码不能被破解。

不幸的是，沃尔辛厄姆不仅仅是位首席大臣，他还是英国的间谍首脑。他已经截获了玛丽给策划者写的信。他也非常清楚谁能够解开这些密码。汤姆斯·菲利普斯是该国一流的密码破译专家。几年来，他一直在破解那些密谋推翻伊丽莎白女王的贵族之间传递的信息，从而为指控他们提供所需的证据。如果他能解开玛丽和共谋者之间的信，那么她的死刑将是不可避免的。而另一方面，如果玛丽的密码足够安全而掩盖了她的秘密，那么她或许还有一线生机。一条密码即决定着生死存亡，这在历史上已不是第一次。

密文的演化

最早对密文作出一些说明的人可追溯到希罗多德，罗马著名的政治家和哲学家西塞罗称他为“历史之父”。希罗多德以编年史的形式记载了公元前5世纪希腊和波斯之间的冲突，并认为这些冲突是自由和奴役之间的对抗，是保卫独立的希腊国和压迫统治他们的波斯人之间的对抗。根据希罗多德的记载，正是由一种叫密文的技术才使希腊免遭被波斯暴君也是王中之王薛西斯一世征服的厄运。

薛西斯开始选择在波斯波利斯上建一座城堡作为其王国的新首都，不久以后，希腊和波斯之间长期的矛盾达到了顶点。当时，波斯帝国上下及其

众多邻国都送来了贡品和礼物，但雅典和斯巴达却一概不献。于是薛西斯决定要报复希腊对他的傲慢，开始调动了一支军队，声称“我们要把波斯的领土扩大到天界，那么在我们自己的领土上空就永远会悬挂着太阳”。他花了五年的时间秘密组成了一支有史以来最强大的军队，到了公元前480年，他已经做好了准备，发动一场出其不意的进攻。

然而，波斯的军备建设都被一个名叫德马拉图斯的希腊人看在眼里。这位希腊人曾经被他的祖国驱逐出境，现在住在波斯的苏萨。但尽管已被流放，他仍然对希腊保持着一份忠诚，因此他决定给斯巴达带去消息以告诫他们薛西斯的侵犯企图。可问题是怎样才能够送出信息而不被波斯士兵截住？希罗多德写道：

> 因为被发现后危险会很大，因而只有一种方法他能尝试送出这条信息：就是利用已上蜡的一副可折叠的刻写板，先将蜡刮去，再将薛西斯的阴谋刻写在木板的背面，然后再涂上蜡盖住消息。这样刻写板看上去没写任何字，一路上就不会被士兵怀疑。当这条信息到达目的地后，没有人能够猜出其中的秘密，就我所知，是克莱奥梅尼的女儿戈尔戈，也就是齐奥达斯的妻子，占卦并告诉其他人如果他们把蜡刮去，他们就会发现在木板的背面写有东西。有人这么做了，于是这条信息被揭开，而后传到其他希腊人手中。

由于得到了警告，一直没有防备的希腊人开始武装自己。以前国家银矿的收入通常被民众分享了，现在转给了海军用来建造了二百艘战船。

薛西斯已经失去了战争的一个关键因素——趁人不备。公元前480年9月23日，当波斯舰队向雅典附近的萨拉米斯海湾开进时，希腊人已经恭候多时了。虽然薛西斯相信他已经包围了希腊海军，但是希腊人正是有意地诱使波斯船队进入海湾。希腊人知道他们的舰船又小又少，在开放海

域很易被摧毁。但在海湾领域内，他们却可以运用策略打败波斯。随着风向的改变，波斯人发现他们正被风吹进海湾，钻进了希腊人的陷阱。领军出战的波斯公主三面被围，意图退回到海域。却仅有她自己冲了出来。接着，波斯军大乱，更多的船只撞在一起，希腊人发起了全面猛攻。仅一天，强大的波斯军队被挫败了。

德马拉图斯的这种秘密通讯的策略就在于简单地将信息隐藏起来。希罗多德也讲了另一个例子，在这个例子里信息的隐藏程度足以保证其安全传送。他以年事记的形式讲述了希斯塔亚乌斯的故事：希斯塔亚乌斯想鼓励米勒图斯的阿里斯塔哥拉斯反叛波斯国王，为了秘密地传达他的指示，希斯塔亚乌斯剃光了他的一个信使的头发，将信息写在其头皮上，再等信使的头发重新长起来，很明显这段历史时期发生的还不是什么紧急事件。这个信使显然不用携带任何异物，能够自由穿行，不会有麻烦。一旦到达目的地，他就剃光头发，指给联络人看。

通过把信息隐藏起来的这种秘密通信称为 Staganography（隐文术），由希腊词 Steganos（意为“覆盖”）和 Graphein（意为“写”）派生而来。从希罗多德以后两千多年，各种形式的隐文术被使用。例如，中国古代将信息写在小块丝绸上，塞进一个小球里，再用蜡给封上，然后让信使吞下这个蜡球。16 世纪，意大利科学家乔瓦尼·波塔描述了如何将信息埋藏在一个煮熟的鸡蛋里：他把少许明矾和一点醋混在一起制成一种墨水，再用这种墨水将信息写在鸡蛋壳表面。墨水溶液就会经蛋壳上的微孔渗透进去，在已凝固的鸡蛋白表面留下印迹，这样只能剥去蛋壳后才能读取。隐文术也包括用隐形墨水来写信息，早在公元 1 世纪普林尼就解释了体液如何用作隐形墨水。用这种液体写的字干后即变得透明，但轻轻地加热就能把液体烤焦，从而字迹就以棕色显现出来。许多有机流体都有这样的性质，因为它们富含碳因而很易被烤焦。事实上，即使是现代间谍也很少知道在标准配备的隐形墨水用完之后还可以用自己的尿来临时代替。

隐文术的长久使用表明它确实起到了一定的保密作用，但它也有一个致命的弱点：如果信使被搜查，信息被发现，那么秘密通信的内容也立即暴露无遗。一旦信息被截获，所有的安全性也就随之荡然无存。一个严格的士兵会例行地搜查每一个过境人，包括刮一刮所有上蜡的刻写板，给所有空白纸张加加热，剥开煮熟的鸡蛋，剃光人们的头发等等。难免会有发现隐藏信息的时刻。

因此，在隐文术发展的同时，还有另一种方法也在演化，那就是Cryprography（密码术），从希腊词 Kryptos（意为隐藏）派生而来。密码术的目的不是隐藏信息本身，而是要隐藏它的意思，也就是一种加密的过程。为了使信息无法被外人理解，将信息按照事先在发送者和接收者之间规定好的某种特别规则打乱。那么接收者可以将打乱的信息恢复原样，信息就可以被理解。密码术的优势在于即使敌人截住了一条加密的信息，也无法读懂它。不知道扰乱的规则，敌方将很难（也并非不可能）重现密文的原始含义。

虽然隐文术和密码术是各自独立的，但完全可以将一条信息既混乱又隐藏以取得一个最安全的效果。例如，二战期间流行的微粒照片是一种隐文术。德军在拉丁美洲的间谍将一页文件缩小在直径不到 1 毫米的微型照片上，看上去就是一个点，再将这个点状照片贴在看似无关紧要的一封信中的某个句号上面。这种微型照片在 1941 年第一次被美国联邦调查局发现，紧接着美军就有所警觉，查看信中有无微弱的光点，它可能就是光滑的胶片反射出来的光。从那以后，美军能读懂大多数被截住的微型照片的内容，除非德军间谍有所防范，在缩小之前，将照片中的信息混乱。这样，密码术融进了隐文术中，美军即使有时截获住了通信，但却无法获得关于德间谍活动的任何新的信息。在秘密通讯的上述两种分支中，密码术是更加有效的，因为它能防止确切的信息落到敌军手中。

同样，密码术也被分为两种，即易位和替换。在易位中，组成信息的字母被简单地重排，形成互相颠倒的一组字母序列（我们暂称之为易位句）。

对于特别短的信息，例如一个单词，这种方法相对不可靠，因为只有有限的几种方法来重组这几个字母。以三个字母 COW 为例，仅有六种排列结果：COW，OCW，CWO，OWC，WCO，WOC。然而，随着字母逐渐增多，重组的可能结果也急剧膨胀，从而不可能再复原到原来的信息，除非知道具体混乱的规则。例如有下面一条信息：For example,consider this short sentence（例如考虑这个短句子）。其中只含有 35 个字母，然而却有 5×10^{31} 种不同的排列结果。如果一个人每秒能检查一条，世界上所有的人日夜工作的话，那么宇宙泯灭轮回 1000 次，才能查完所有这些结果。

即使是很短的信息，敌方拦截员要复原出其原意也是不切实际的，因而，字母的随机排列似乎提供了一种很高的安全性。但也有个缺点：易位虽然有效地形成一个极其难的易位句，但是，如果字母既不是按照某种规律也不是按照其他什么逻辑而是随机地被混乱，那么复原一个易位句对于一个联络好的接收人或对于一个敌方拦截员一样是不可能的。为了使易位行之有效，字母的排列需要遵循一种直接的规律，当然这种规律事先只有发送信息的人和接收人共同知道，并对敌方是保密的。例如，在学校里，学生有时用一种叫“栅栏”的易位方法来传递信息，信息中的字母被交替地写成上下两行，再将下面一行文字附加在上面一行的后面，从而形成一段加密后的信息。例如：

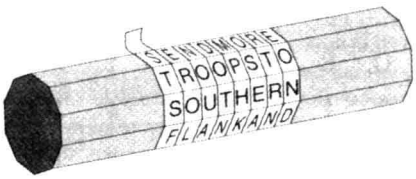
THY SECRET IS THY PRISONER:IF THOU LET IT GO,THOU ART A PRISONER TO IT

↓

T Y E R T S H P I O E I T O L T T O H U R A R S N R O T
H S C E I T Y R S N R F H U E I G T O A T P I O E T I

↓

TYERTSHPIOEITOLTTOHURARSNROTHSCEITYRSNRFHUEIGTOATPIOETI



【图 2】 当把皮带从发送人的密码器（木棍）上解下来后，皮带上只显现一些无规则的混乱字母：S、T、S、F…… 只有当它被绕在一根直径和发送者所使用木棍一般大的木棍上时，信息才能复原。