

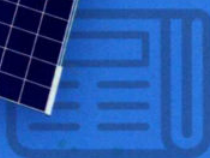
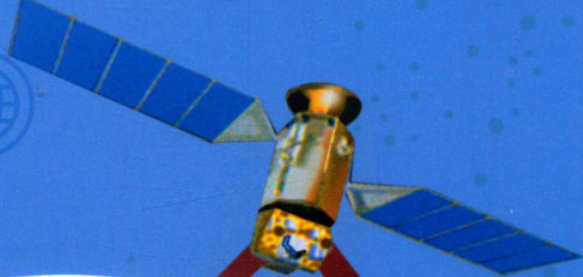
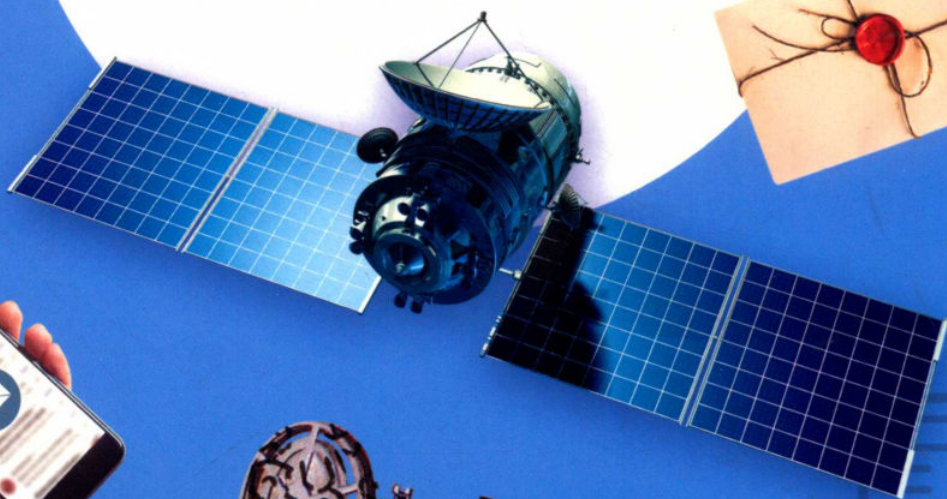
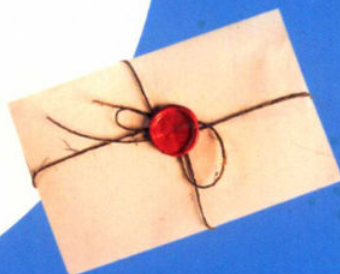
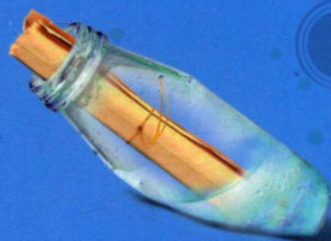
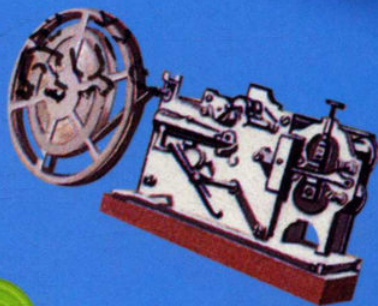
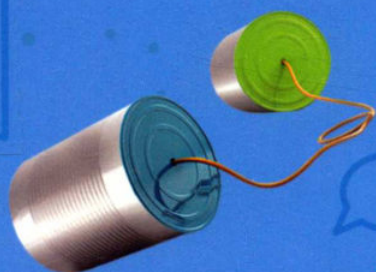
小牛顿

科学故事馆

通信的故事

Tongxin de Gushi

小牛顿科学教育公司编辑团队 编著



小牛顿

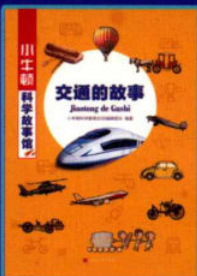
科学故事馆

让孩子一生都像科学家那样思考

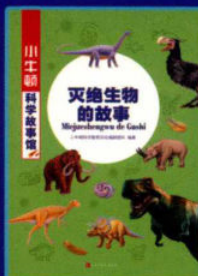
来自中国台湾的科普书杰出品牌小牛顿

全套涵盖**6**大领域
1000余幅全彩高清插图
涉及近**100**位科学家
超过**400**个学科知识点
超过**150**种动物

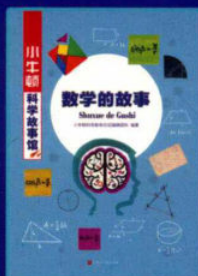
- 海峡两岸科学家、科普专家、教育专家审订，与当今的科学教育接轨。
- 以故事作为切入点，深入浅出地梳理学科的发展脉络。
- 知识点全面涵盖，图文并茂、趣味科普。



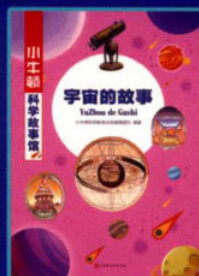
交通的故事
Jiaotong de Gushi



灭绝生物的故事
Miejue Shengwu de Gushi



数学的故事
Shuxue de Gushi



宇宙的故事
Yuzhou de Gushi



通信的故事
Tongxin de Gushi



有毒动物的故事
Youdou Dongwu de Gushi

小牛顿科学故事馆（第二辑·6册）

上架建议 科普·百科

ISBN 978-7-5699-2686-6



定价：29.80元



小牛顿 科学故事馆



通信的故事

Tongxin de Gushi

小牛顿科学教育公司编辑团队 编著

贵州师范学院内部使用

 北京时代华文书局

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

通信的故事 / 小牛顿科学教育公司编辑团队编著. — 北京: 北京时代华文书局, 2018. 12
(小牛顿科学故事馆)
ISBN 978-7-5699-2686-6

I. ①通… II. ①小… III. ①通信—少儿读物 IV. ① TN91-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第239117号

版权登记号 01-2018-7696

本著作中文简体版通过成都天鸢文化传播有限公司代理, 经小牛顿科学教育有限公司授权大陆北京时代华文书局有限公司独家出版发行, 非经书面同意, 不得以任何形式, 任意重制转载。本著作限于中国大陆地区发行。

文稿策划: 苍弘萃、陈立闵
美术编辑: 张彦华

图片来源:

Shutterstock: P4~7、P9~11、P14~20、P22~33、
P35~37、P39~43、P45~48、P50~52、P54~60、
P62~73、P75~78

Wikipedia: P38、P47、P58、P77

Dreamstime: P57

大都会博物馆: P75

Lerner Vadim/Shutterstock.com: P19

tristan tan/Shutterstock.com: P19

Doctor Jools/Shutterstock.com: P20

Fedor Selivanov/Shutterstock.com: P20

Vitaly Raduntsev/Shutterstock.com: P26

Marques/Shutterstock.com: P27

Antolavoasio/wikipedia: P38

Joinmepic/Shutterstock.com: P39

posztos/Shutterstock.com: P41

Sergey Kohl/Shutterstock.com: P45

bissig/Shutterstock.com: P48

Boris15/Shutterstock.com: P56

Sergey Kohl/Shutterstock.com: P56

Lobanov Yury/Shutterstock.com: P64

pook_jun/Shutterstock.com: P69

Anton Gvozdikov/Shutterstock.com: P71

插画:

张亦莹: P8、P12

张彦华: P34、P38

陈瑞松: P74、P79

牛顿 / 小牛顿数据库: P8、P13、P21、
P35、P44、P45、P49、P61、P66、P76、
P77

通信的故事

Tongxin de Gushi

编 著 | 小牛顿科学教育公司编辑团队

出版人 | 陈 涛

责任编辑 | 许日春 沙嘉蕊

装帧设计 | 九 野 王艾迪

责任印制 | 刘 银

出版发行 | 北京时代华文书局 <http://www.bjsdsj.com.cn>

北京市东城区安定门外大街136号皇城国际大厦A座8楼

邮编: 100011 电话: 010-64267955 64267677

印 刷 | 小森印刷(北京)有限公司 010-80215073

(如发现印装质量问题, 请与印刷厂联系调换)

开 本 | 787mm×1092mm 1/16 印 张 | 5 字 数 | 74千字

版 次 | 2020年1月第1版 印 次 | 2020年1月第1次印刷

书 号 | ISBN 978-7-5699-2686-6

定 价 | 29.80元

版权所有, 侵权必究



给读者的话

探究自然规律的科学，总给人客观、冰冷和规律的印象，如果科学可以和人文学科搭起一座桥梁，是否会比较有“人味儿”，而更经得起反复咀嚼、消化呢？

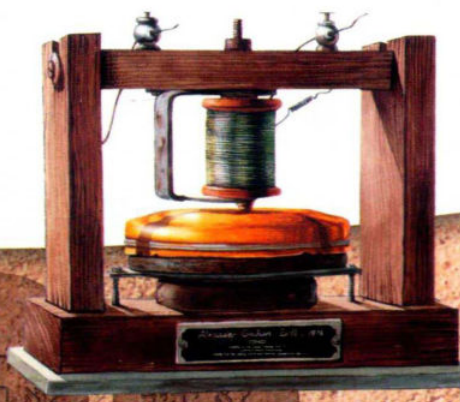
《小牛顿科学故事馆》系列，响应现今火热的“科际整合”趋势，秉持着跨“人文”与“科学”领域的精神应运而生。不但内含丰富、专业的科学理论，还以叙事性的笔法，在一则则生动有趣的故事中，勾勒出重要科学发现或发明的时空背景。这样，少年们在阅读科学理论时，也能遥想当时的思维脉络，进而更关怀社会，反省自己所熟悉的世界观，是如何被科学家和他们的时代一点一滴建构出来。

本书《通信的故事》介绍了从古到今最重大的通信发展。第一章“通信的起源”从古老的故事中说起，人类如何从壁画、结绳记事，传达简单的信息，到发明了文字后，可以处理更复杂多元的信息，才正式跨入传输技术的发展时代。

在第二章“传输技术的发展”中，探讨各式各样的通信媒介。信息跟随着各种材料的发明、使用，通过不同的载体来传送。信息从发信人到收信人之间要如何运送呢？时间、距离、可靠性等，都是通信传输的重要指标。除了讨论通信内容和传送的方式外，怎样才能保护信息的内容不让别人知晓，也就是人们希望对通信的内容进行加密，则是第三章“秘密通信技术的发展”的重点。从暗语、密码到旗语，可以看到通信走入数字时代的脉络。

第四章“电通信技术的发展”，讲述人们开始用快速又隐秘的电来传递信息。在早期开始能掌握电的使用后，从土法炼钢式的电化学电报，到摩尔斯电码的使用，电报、电话的相继发明，近现代的通信方式已经大大提升了通信的保密程度。

自从电话被发明以来，有线电话已经触发了全球经济与科技大战，而无线通信技术成为新一代的战场。第五章“无线通信时代”中，就从如何发现电磁波开始讲起。从电磁波到调频广播的播送，一直到电磁波通过在大气层顶层电离层的反射或者利用人造卫星作为中继，再返回地面，人类想要远距离传送信息的愿望也达成了。





回顾过去，展望未来，在第六章“通信的未来发展”中，介绍了现代的通信方式——通过计算机与光来通信。尤其是光通信是一个最热门的学科，主要有光纤通信以及正在发展中的可见光通信，也探讨了未来通信的发展方向。

附录中还特别绘制了一幅从古代、近代、现代到未来的通信方式的演进，可以看到同样的两位主角，在不同时空中，要如何来传递信息。此外也制作了一份通信图解大事年表，归纳、梳理全书的内容，可以迅速查阅。

在今日快速变动的世界里，唯有持续阅读与对不同学科进行思考，才能在时代巨流中找到自己的定位，《小牛顿科学故事馆》系列书籍跨领域、重思考、好阅读，能够帮助少年们了解科学理论的背景与人文因素，掌握科学的本质及运作方式，培养“通才”的胸襟及气度！



目录

通信的起源

从抽象走入文字发明 4

传输技术的发展

各式各样的通信媒介 16

秘密通信技术的发展

密件的形成与做法 28

电通信技术的发展

通信保密的提升 40

无线通信时代

从电磁波到卫星 50

通信的未来发展

计算机与光通信 62

附录 1 通信方式的演进

附录 2 通信大事年表





小牛顿 科学
故事馆



通信的故事

Tongxin de Gushi

小牛顿科学教育公司编辑团队 编著

贵州师范学院内部使用



给读者的话

探究自然规律的科学，总给人客观、冰冷和规律的印象，如果科学可以和人文学科搭起一座桥梁，是否会比较有“人味儿”，而更经得起反复咀嚼、消化呢？

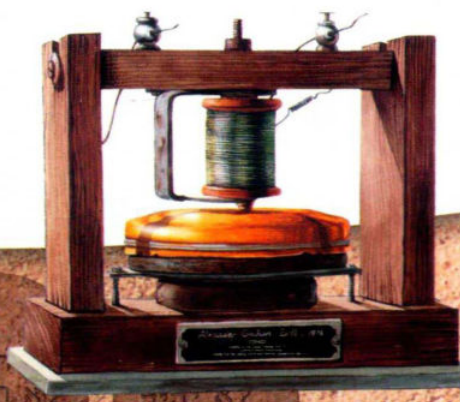
《小牛顿科学故事馆》系列，响应现今火热的“科际整合”趋势，秉持着跨“人文”与“科学”领域的精神应运而生。不但内含丰富、专业的科学理论，还以叙事性的笔法，在一则则生动有趣的故事中，勾勒出重要科学发现或发明的时空背景。这样，少年们在阅读科学理论时，也能遥想当时的思维脉络，进而更关怀社会，反省自己所熟悉的世界观，是如何被科学家和他们的时代一点一滴建构出来。

本书《通信的故事》介绍了从古到今最重大的通信发展。第一章“通信的起源”从古老的故事中说起，人类如何从壁画、结绳记事，传达简单的信息，到发明了文字后，可以处理更复杂多元的信息，才正式跨入传输技术的发展时代。

在第二章“传输技术的发展”中，探讨各式各样的通信媒介。信息跟随着各种材料的发明、使用，通过不同的载体来传送。信息从发信人到收信人之间要如何运送呢？时间、距离、可靠性等，都是通信传输的重要指标。除了讨论通信内容和传送的方式外，怎样才能保护信息的内容不让别人知晓，也就是人们希望对通信的内容进行加密，则是第三章“秘密通信技术的发展”的重点。从暗语、密码到旗语，可以看到通信走入数字时代的脉络。

第四章“电通信技术的发展”，讲述人们开始用快速又隐秘的电来传递信息。在早期开始能掌握电的使用后，从土法炼钢式的电化学电报，到摩尔斯电码的使用，电报、电话的相继发明，近现代的通信方式已经大大提升了通信的保密程度。

自从电话被发明以来，有线电话已经触发了全球经济与科技大战，而无线通信技术成为新一代的战场。第五章“无线通信时代”中，就从如何发现电磁波开始讲起。从电磁波到调频广播的播送，一直到电磁波通过在大气层顶层电离层的反射或者利用人造卫星作为中继，再返回地面，人类想要远距离传送信息的愿望也达成了。





回顾过去，展望未来，在第六章“通信的未来发展”中，介绍了现代的通信方式——通过计算机与光来通信。尤其是光通信是一个最热门的学科，主要有光纤通信以及正在发展中的可见光通信，也探讨了未来通信的发展方向。

附录中还特别绘制了一幅从古代、近代、现代到未来的通信方式的演进，可以看到同样的两位主角，在不同时空中，要如何来传递信息。此外也制作了一份通信图解大事年表，归纳、梳理全书的内容，可以迅速查阅。

在今日快速变动的世界里，唯有持续阅读与对不同学科进行思考，才能在时代巨流中找到自己的定位，《小牛顿科学故事馆》系列书籍跨领域、重思考、好阅读，能够帮助少年们了解科学理论的背景与人文因素，掌握科学的本质及运作方式，培养“通才”的胸襟及气度！



目录

通信的起源

从抽象走入文字发明 4

传输技术的发展

各式各样的通信媒介 16

秘密通信技术的发展

密件的形成与做法 28

电通信技术的发展

通信保密的提升 40

无线通信时代

从电磁波到卫星 50

通信的未来发展

计算机与光通信 62

附录 1 通信方式的演进

附录 2 通信大事年表





通信的起源

从抽象走入文字发明

进入通信史之前必备的通信基本常识

通信是一门非常复杂的学问，不只是因为技术分类多，其运用的领域也广，所以经过这么多年的发展之后，人们发现要互相沟通，就像语言文字要有文法才能有序一样，通信的架构也要有现代化的定义，于是把通信的 OSI 参考模型定义了七层框架，分别是应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层、物理层。我们可以利用传统寄收信的过程简单说明如下：

1. **应用层**：就是信息的用途。是家书、讨债，还是情书？同样的信息，不同用途就会产生完全不同的结果。比如说有个测试外国人中文程度的考题“喜欢上一个人”，居然有三种通顺而截然不同的解释，可以是“交了新朋友”，可以是“怀念旧情人”，也可以是“享受独处”。该发给朋友的私密信息如果传给了老师，后果不堪设想！

2. **表示层**：指的就是使用什么语言。同样的目的，用中文或英文可能也会截然不同，同上例，用英文就比中文可能准确得多，但是用中文可能更有解释的转



现有通用的四字段网络地址架构，也就是所谓的 IPv4 (Internet Protocol version 4)，每一栏都有 256 个码，总共可以产生 $256 \times 256 \times 256 \times 256$ ，也就是超过四十亿个网络地址，目前因为物联网的兴起，每个装置都必须产生一个网络地址，因此正在朝 IPv6 的新地址架构前进，地址数为 2 的 128 次方，约为 3.4×10^{38} 。

圆空间。

3. **会话层**：指信息的分段。一个信息为什么需要考虑到分段呢？大家可以想想同一个文意考题，如果加上了标点符号，是不是能够有助于理解？中国古代的书籍往往没有标点符号，导致后人还要圈点，以免误会，因此一段信息在发送出去之前，信息本身的应用场景、语意与架构要非常明确，否则就会以讹传讹了。

4. **传输层**：就是要把信息发送出去，也是大多数通信科技集中发展的一环，用人力、动物、声音、电波、光、形象等进行传输。

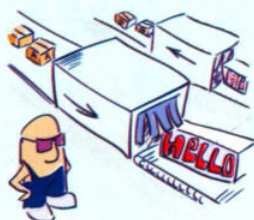
5. **网络层**：这个环节在一对一、面对面的通信时代似乎是不需要的，但是远距离或者一对多的通信就显得很重要了，在茫茫人海中怎么确定要接收信息的人是谁呢？很简单，名字、地址或者坐标都可以，因此要形成网络的最大关键就在于确定“地址”，如果每个收发者

现代化的通信架构分层

应用层 (Application)



表示层 (Expression)



会话层 (Session)



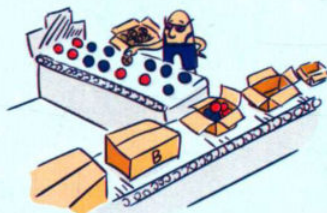
传输层 (Transfer)



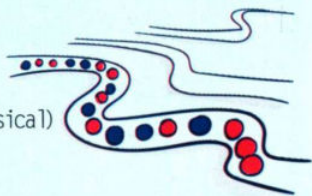
网络层 (Network)



数据链路层 (Data link)



物理层 (Physical)



现代化的通信架构分层实例，除了方便一般人了解通信技术的分类之外，也方便通信行业业内者的互相“沟通”。





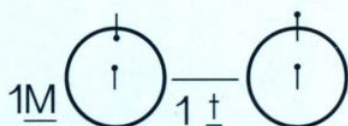
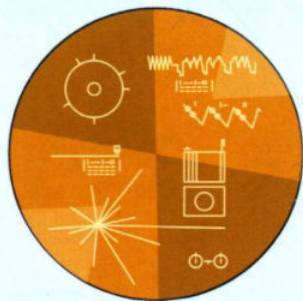
都有地址，那基本上收送错误的概率就很小了。

6. 数据链路层：就是真正要产生信息实体的步骤了，这个阶段是将信息单元相结合的工作，一旦单元跟单元结合不起来，可能就不成信息了。

7. 物理层：通常指最基础的通信元，也就是信息的实体到底是怎么表示的。可能是文字、电流开关、灯光明灭、孔位，或者长短音符、音阶。基本上任何能产生不同状态的系统都可以作为通信元。

通信到底有多难表达，可以从美国太空总署（NASA）在1977年发射的“旅行者1号探测器”上所附带的“金唱片”一窥究竟。NASA的金唱片上面刻有地球的位置、原子等图案，以便外星人能了解金唱片来自何处，并希望他们与地球人联络。

金唱片上关于地球物理参数的信息，包含了时间的定义，年月日的换算，质量的单位与换算，以及距离的单位与换算。



$$1 \frac{42}{100} \times 10^9 \underline{t} = 1 \underline{s}$$

$$86400 \underline{s} = 1 \underline{d}$$

$$365 \underline{d} = 1 \underline{y}$$

$$6 \times 10^{23} \underline{M} = 1 \underline{g}$$

$$1000 \underline{g} = 1 \underline{kg}$$

$$6 \times 10^{27} \underline{g} = 1 \underline{e}$$



$$\frac{1}{21} \underline{L} = 1 \underline{cm}$$

$$1 \underline{L} = 21 \times 10^8 \underline{\text{\AA}}$$

$$10^2 \underline{cm} = 1 \underline{m}$$

$$1000 \underline{m} = 1 \underline{km}$$

通信对人类科技发展的关键性

有人说在衣食住行育乐之外，人类的第七个基本需求就是“通信”，在近年来的家庭个人支出中，通信的花费也确实开始超越衣物的支出，成为第二大的支出项目，包含了有线通信与无线通信的花费。与人类形影不离的手机，除了可以传声音以外，也可以传文字、照片以及视频等，但是你可曾想过，为什么人类最初会产生通信的需求呢？为什么肢体语言不够用呢？

人类的起源与发展，至今仍然莫衷一是，自有开天辟地的传说以来，无论是有神论者还是无神论者，虽然努力地想要说明人的起源，也有许多对于语言与文字的研究，但是为什么同样都是人，却说着不同的语言，无法轻易沟通？小狗都是汪汪叫，小猫都是喵喵叫，鸟儿都是吱吱叫，人类怎么就会发出完全不同的声音与意思呢？这些问题仍然没有答案。

通信的行为并不仅仅产生在人类之中，动物之间也有类似的行为，比如蜜蜂会跳8字舞，通知其他蜂群关于花蜜的位置或其他重要信息。虽然人类使用不同的语言，增加了沟通的障碍，但正因为如此，人类反而更想要有统一的通信技术，但是又要避免让其他人窃取信息，而发展出更复杂的通信技术。

结绳记事用于信息保存携带与交流

随着人类社群与文化的扩张，社会活动的增加，在文字与书写工具发明之前，也有传递信息的需求。那么人跟人之间，又是怎么开始非实时与远距离的通信呢？



现代的无线影像通信系统，在同一个屏幕上的实时通信体验，应该是上古人类完全无法想象的。





公元前一千年时由周公所撰的《周易》上有记载，“上古结绳而治，后世圣人易以书契”，说明在文字发明之前是采用结绳记事的方式，而中国文字的发明，在公元前两百多年的战国时代《荀子·解蔽》有提到“好书者众矣，而仓颉独传者壹也”，而仓颉又传说是公元前两千七百多年的黄帝之史官，因此我们可以推论结绳应该是上古史前时代的记事方法。

结绳记事可用于治理国家，一般日常当然也可以适用，在世界上的其他文化也有其踪迹，比如在 16 世纪西班牙入侵印加帝国时，就发现 11 世纪的印加帝国也有类似的结绳记事的做法，并称之为奇普，在未发现有使用文字的印加帝国，甚至成为印加帝国的唯一记录形式。不同于中华文化的结绳记事的做法，印加奇普稍微再复杂一些，一块奇普往往是利用一条横向



印加文化特殊之处是仅使用奇普作为通信手段，却没有留下可识别的系统文字，但是仅存的六百多种奇普的信息，至今也尚未完全被破解。

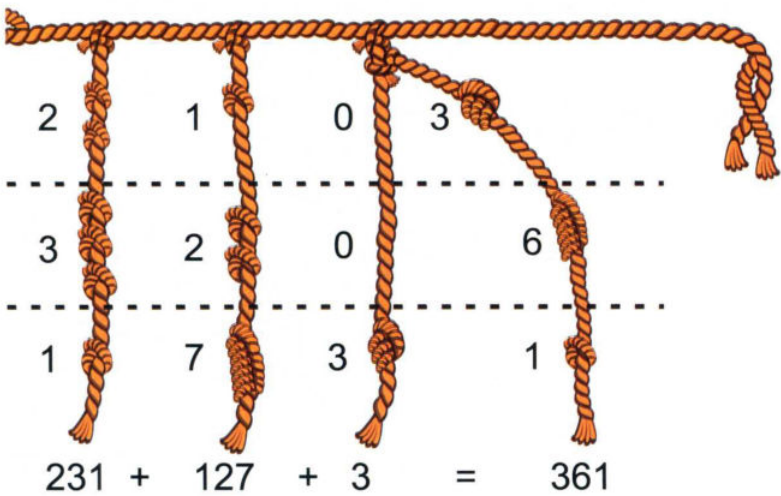
绳作为主绳，然后在主绳上不同位置结了垂直绳作为次绳，在次绳上又继续结上不同的层次，形成多层次的绳索架构，直到现在，保存下来的只有 600 多个奇普，记载了不同的典型信息。

但是结绳能够怎么记下信息呢？如果从信息本身必须具备 5W1H 的概念，也就是人、事、时、地、物与如何，时间跟数量是明显可以用绳结数量来模拟的，人、物与地的形状只能勉强用绳结的形状做成，事情跟如何就比较困难了。所以有人推测最早的绳结用途，主要是记录数量，因为食是最基本的要求，食品的库存与交换都是很重要的工作，任何画记方式都不如绳结简单可靠又便于携带。只是一旦事物变多了，一条绳子只能结几个结就不够用了。因此也会产生很多不同的绳结形状，甚至长出不同的支结，就能表达较多样的信息而不至于太难理解。

也有人推测绳结有指示方向的功用，有点像现在



虽然记事已经不再利用结绳的方式进行，但是中国结能够编成不同形状，除了象征吉祥的抽象符号以外，也可编成动物、数字等图案，变化多端。



在数字被发明之前，绳结的其中一种简单用法就是可以作为计算使用，既可以表示不同的数字，也可以拿来运算。



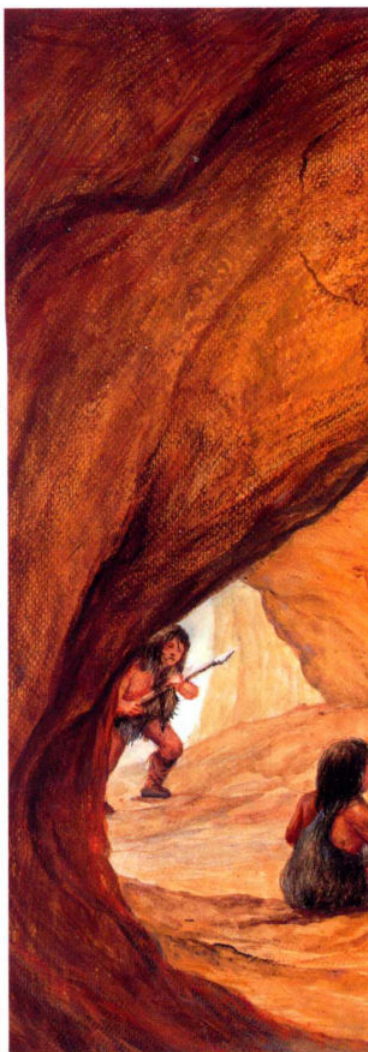


登山健行的人在路过的地方将自己团队的旗帜或者吊牌绑在树上的情况，因此产生最基本的指示性通信的作用。

是壁画还是涂鸦呢？

古人也不见得只有没文化的乱涂鸦，壁画也是另外一种可以通信与表达信息的形式，在欧洲或亚洲部分地区的山壁中都找得到。结绳记事还是相对抽象，不是每个人都记得住而且也有足够的想象力，因此最简单的做法，其实还是画画。图像总是相对容易了解的，不太需要解读或者撰写规则，就能够将事情经过记录下来，把信息说明清楚。但是不如绳结容易取材与携带，而且绘画的材料也不见得容易取得或者保存，因此到底是绘画的历史比较悠久，还是结绳记事比较悠久，就不见得了。

壁画的发挥空间很广，所见到的都可以画，甚至还可以进行着色，大小、形状、数量与相对关系也可以比较清楚地表达，题材有最常见的动物、人群、社会等写实写意的内容，甚至也有类似现代艺术的抽象画。比如说法国洞穴里找到的牛群壁画，据称可以追溯到两万多年以前，是最有名的壁画之一，尽管不容易确认老祖宗们作画的动机是什么，但是牛只的轮廓清晰可辨。壁画主题除了动物以外，也有如阿根廷洞穴发现的手壁画，推估可追溯到1万年前，手的轮廓如实体大小，但许多重叠的手形到底想要表达什么，如同现代的抽象画一般，也不见得比结绳记事要容易理解。





原始人关于狩猎的洞穴壁画，动物奔跑的神态非常生动，对于使用的武器以及动作也画得活灵活现。



手图案的壁画，出现在阿根廷的洞穴中，有空白也有着色的，而且还带有手腕部位，多种颜色，反而像是后现代的艺术作品，不知传达了何种信息。

