

PINPOINT  
HOW GPS IS CHANGING TECHNOLOGY,  
CULTURE, AND OUR MINDS

# 从此不再迷路

GPS如何改变科技、文化和我们的心智

[美] 格雷格·米尔纳 (Greg Milner) ◎ 著

杨志芳 姜梦娜 ◎ 译



“这是一部真正的科技史。”

——《自然》(Nature)



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

PINPOINT  
HOW GPS IS CHANGING TECHNOLOGY,  
CULTURE, AND OUR MINDS

# 从此不再迷路

GPS如何改变科技、文化和我们的心智

[美] 格雷格·米尔纳 (Greg Milner) 著

杨志芳 姜梦娜 译



人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

从此不再迷路 : GPS如何改变科技、文化和我们的心  
智 / (美) 格雷格·米尔纳 (Greg Milner) 著 ; 杨志芳,  
姜梦娜译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2017. 12  
ISBN 978-7-115-46775-1

I. ①从… II. ①格… ②杨… ③姜… III. ①全球定  
位系统 IV. ①P228.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第217337号

## 版 权 声 明

Pinpoint: How GPS Is Changing Technology, Culture, and Our Minds

Copyright © 2016 by Greg Milner

Simplified Chinese translation copyright © 2017 by Posts & Telecom Press

This edition published by arrangement with W. W. Norton & Company, Inc.

through Bardon-Chinese Media Agency

博达著作权代理有限公司

ALL RIGHTS RESERVED

本书中文简体字版由 W.W. Norton & Company, Inc. 公司授权人民邮电出版社出版, 专有版权  
属于人民邮电出版社。

- 
- ◆ 著 [美] 格雷格·米尔纳 (Greg Milner)  
译 杨志芳 姜梦娜  
责任编辑 李 强  
责任印制 彭志环
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本: 700×1000 1/16  
印张: 16.25 2017 年 12 月第 1 版  
字数: 202 千字 2017 年 12 月河北第 1 次印刷  
著作权合同登记号 图字: 01-2017-0524 号
- 

定价: 79.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

“想到海洋与陆地，你有没有发现它们之间的关系和你自身很像？海洋让人生畏，可它包围着的却是青翠的土地。这就像在人的灵魂深处有一座孤立的岛屿，上面充满了和平与快乐，而其他地方都被恐惧所包围。愿神保佑你！不要离开那座岛屿，否则你永远都回不去了。”

——赫尔曼·麦尔维尔《白鲸》

### 来自太空的耳语

**施**里弗空军基地（Schriever Air Force Base）位于科罗拉多州的平原地区，距斯普林斯有半个小时的车程，靠近东部平原的西部边缘。从 94 号公路上望去，起伏的赤褐色区域中有一些低矮的建筑和停车场，点缀着几个巨大的半球形天线，就像变异的高尔夫球。矮草草原上一片宁静，没有一丝飞机飞过的痕迹。施里弗是罕见的没有跑道的空军基地，担任美国空军第 50 作战大队指挥官的约翰·肖上校将其称作“世界上最伟大的空军基地”。

施里弗空军基地比较低调，但它所提供的服务却是这个机密地区最大的亮点之一。该基地共有 8000 人，包括军事人员和非军事人员，大部分人所从事的都是辛苦的秘密活动。在科罗拉多斯普林斯地区，除了施里弗空军基地之外，还有彼得森空军基地、空军学院、卡森堡基地以及位于夏延山地下的北美防空司令部（NORAD）核掩体。美国军方每年对当地经济贡献 60 亿美元，其中大约有一半来自施里弗空军基地，但是他们一直保持低调。

约翰·肖上校问道：“它在何处？人们在那里做什么？谁对此真正了解？”

我去施里弗参观时遇到的第一个人是布莱恩·斯图尔特（Brian Stewart），他是一位年轻的中尉，他告诉我：“我们在这里做的事情和太空有关，我们做得非常好，你看了就知道了。”

第 50 空间联队承担了施里弗空军基地的大部分工作，包括对大多数空军卫星发布激活命令，负责军队其他部门 175 颗卫星的主要支持工作。第 50 空

间联队中最重要的一个组成部分是第 50 作战大队。第 50 作战大队内部有多个不同的单位，其职责包括监控具有最高机密的军事卫星通信网络。其中，第 2 空间作战中队的工作最为突出，虽然工作很单一，但是需要全天不间断地执行监测、维护和完善一个极其复杂的系统，这个系统会影响地球上的每一个人。

经过几道被荧光灯照亮的走廊，路过层层把守的哨兵，打开多扇配有密码锁的门（如果门打开的时间太长，还会发出阵阵警报声），随处可见一些签署了重要授权的文件。在走廊的尽头你会看到一个没有窗户的房间，这就是他们工作的地方。房间里有十几个人，实行 12 小时轮班制，员工分排坐着，眼睛都盯着监视器，其中有些人学历较高，而有些人只有高中学历。通过上方的屏幕和旋转警报灯光可以察觉到有访客来了。值班的队长会提醒组员把所有机密的材料隐藏起来。军事警察也会关注他们的一举一动。

这里就是全球定位系统（GPS）的主控制站。这里的工作人员监控着 31 颗 GPS 卫星，这些卫星在距地球 2 万千米的高空沿轨道运行。每过几分钟，主控室就有人发布“预通过”的命令，背诵检查清单上的步骤，接下来全体工作人员就会锁定其中一颗卫星，更新数据并进行维护。在全球范围内，从太平洋南部夸贾林环礁到英格兰南部，广泛分布着 16 个监测站，当出现卫星信号时，监测站会收集卫星的相关数据，显示其速度和轨迹。这些计算是基于 1200 多种不同的协议，告诉工作人员卫星的运行状况如何，他们是否需要上传新的指令。不允许有任何失误！

有些工作人员负责对 GPS 卫星上被激活的原子钟进行监测。所有卫星上的原子钟几乎都是同步的，变动范围只有几纳秒，它们都以华盛顿美国海军气象天文台的主时钟为准。卫星会不断发射无线电信号，说明它现在的位置、未来的方向以及信号断开的准确时间。信号到达地球需经过 20000 千米

的路程，当它穿过地球的电离层时，会遇到一次特殊的“打击”。67 毫秒后，我们会接收到信号，这时信号非常弱。值班负责人史蒂芬·德克斯（Stephen Dirks）上校称之为“来自太空的耳语”。

不管你是位于纽约，还是伦敦、东京、卡拉奇、内罗毕、巴黎、柏林、喀布尔、圣保罗、温哥华、悉尼、布达佩斯或约翰内斯堡，当你打开手机时，信号接收过程都是一样的。无论何时，地球上的每一个地点至少会出现在 4 个 GPS 卫星的视线中。手机上的 GPS 接收机会搜索 4 个最强的“耳语”。通过记录每个信号的初始时间和到达时间，接收机可以精确计算出纬度和经度，并将其表示为地图上的点。接收机也可以提供正确的时间。4 颗卫星，4 个维度，精确计算时间和空间。\*

GPS 最早被应用在美国的军事领域，用来提高炸弹的命中准确度和确保轰炸机飞行员的安全。如今，GPS 的应用无所不在。当然，GPS 最广泛的用途是作为定位和导航系统。在全球范围内，手机和平板电脑中共有近 30 亿个移动应用程序使用了基于 GPS 的定位信息。到 2019 年，这个数字将会翻一番。GPS 技术在促进国际经济发展方面也发挥了重要作用。2011 年，全球 GPS 市场的估值约为 91 亿美元，现在的估值是原来的 3 倍。当然，很多早期 GPS 领域的创业者现在已经名列世界富豪榜。然而，GPS 在经济领域的影响是不可量化的。GPS 技术的应用非常广泛，包括智能手机、平板电脑和计算机中的 GPS 芯片，汽车、船舶和飞机等移动平台，与服务行业相关的各种产

---

\* 注：GPS 接收机通过构建假想的球体进行计算。第一个 GPS 信号告诉接收机它离卫星有多远，它可以是以卫星为中心的球体表面上的任何位置。第二个信号创建以第二颗卫星为中心的第二个球体，接收机位于这两个球体相交的圆上的某处。第三颗卫星在相交的部分创建出第三个球体，这样就将位置缩小到两个点，显然，其中一个点是错误的，这个错误的点通常位于地球表面以上，或者位于地球地幔深处，于是可以被排除掉。第四个卫星信号解决了时间模糊的问题，因为手机没有超精密原子钟。

品等，其产生的价值高达数万亿美元。GPS 领域的专家莱恩·雅各布森（Len Jacobson）感叹道：“这是一个巨大的数字，对学者来说意义非凡。”

据统计，所有技术平台上的 GPS 接收机总数量大约为 50 亿台。我们可以使用 GPS 跟踪犯罪嫌疑人、性侵者、野生动物、痴呆症患者和流浪儿童，也可以使用 GPS 指导飞机降落，在海上为船舶指明方向，定位石油矿床。我们佩戴有 GPS 功能的手表，打高尔夫或钓鱼时购买特定的 GPS 运动应用程序，甚至很多食物是依赖于 GPS 种植技术的。

GPS 本身就是世界上最精确的时钟之一，它将其他时钟整合在一起。世界上复杂系统的组件和节点之间需要通过时间进行同步，它们通常采用的都是 GPS 时间。GPS 的计时功能主要表现在：在涉及复杂的时区问题时，可以协助调节电网；在用手机打电话时，将通话内容从一个信号塔传输到另一个信号塔；将语音拆分成片段并在另一端重组；通过金融交易网络进行数十亿次交易，如果有一毫秒的差池，就可能使数十亿美元的交易出现问题。

GPS 可以记录数百公里的亚原子粒子运动，预测天气，对土地进行调查，还有助于兴建桥梁和隧道。它知道火山爆发时地表和火山灰中含有多少水分，海洋如何帮助重新分配地球的质心，地球何时发生形变，它也能感应到构造板块的运动，哪怕运动幅度小于一毫米；它还可以告诉我们地震什么时候到来，同时也能监测冰川随着地球变暖而融化的程度。

GPS 是一个全球导航卫星系统，简称 GNSS。由于开发和维护 GNSS 的成本较高，所需的基础设施较为复杂，因此 GNSS 的数量很少。所有的 GNSS 都由国家控制，其采用的基本技术原则与 GPS 相同。目前，只有俄罗斯的 GLONASS 可以实现全球覆盖，拥有一个完整的卫星星座。欧洲联盟和欧洲航天局联合推出的项目“伽利略系统”，直到 21 世纪初才开始正式实施，2011 年发射了第一颗伽利略卫星；如果要实现完全可操作，至少需要 10 年

时间。

10年后，GPS技术将更加成熟。目前，虽然GLONASS受到技术问题的困扰，但仍将遥遥领先。许多GPS接收机都与GLONASS兼容，能利用俄罗斯卫星增强GPS计算能力。从国家层面来讲，“伽利略”和“北斗”都具有政治价值，是宣布独立于美国之外的方式，它们所谓的“全球性”可能只体现在覆盖范围上，而非技术普遍性上。空军恰如其分地将GPS称作“唯一的全球性公共设施”。它具有普遍性，任何人都可以免费访问，同时对每个人都会产生影响。当ISIS恐怖分子读取GPS信息时，美国军方就会采取行动，因为每一次GPS计算都归美国军方管理。

GPS由美国国防部控制，交通部和其他联邦机构会给出参考意见，日常操作由空军负责。全球16个卫星监测站中，大部分由五角大楼的间谍机构控制。卫星上的传感器还可以用作核爆炸探测器。实际上，GPS是每个武器系统的重要组成部分，每年维修GPS的花费超过10亿美元。

与互联网类似，GPS出现的部分原因也是受到了冷战的影响（目前，与GPS最相似的是GLONASS，这是美国推出GPS几年后苏联开展的一个项目，这并不是历史的偶然）。虽然GPS的影响看起来不太明显，但其实它对世界的影响作用甚至超过了互联网（如果没有GPS精确地控制时间，互联网就形同虚设）。这种说法看似奇怪，因为互联网是一个庞大的数据库，一种聚合、共享信息的方式，而GPS只是一种射电脉冲，是人造卫星在太空飞行时发出的有节奏的波动。但这“来自太空的耳语”是如此可靠、有序和清晰，GPS已经成为了我们的“心跳”。如果未来GPS出现问题，那么我们的社会将遭遇巨大的灾难，科学也会受到重挫。

控制GPS的人必须将其精确度保持在几乎难以想象的程度。诸如太阳光线这样微弱的压力都可能使卫星轨道发生变化。但是，时钟不能抖动，因为

整个系统的完备性取决于通过对脉冲进行计时来测量你和卫星之间的距离。这些信号以光速传播。如果计时有百万分之一秒的误差，那么距离就会相差 300 千米左右。换句话说，如果一个时钟的误差是 0.000001 秒<sup>\*</sup>，那么有可能将位于纽约的人定位在华盛顿，或将位于巴黎的人定位在布鲁塞尔附近。而我们手机上的 GPS 接收器需要精确到几米以内。

虽然通过主控制站工程管理卫星，时钟利用铷原子测量时间，这些手段可以实现高精度测量，甚至数百万年以后都不会有偏差，但是这仍然是不够的。我们知道，粒子加速器和人类创造的某些操作系统需要遵循爱因斯坦的相对论，GPS 也不例外。与地球上的时钟相比，卫星上的时钟走得略微慢一些，卫星以 3.9 千米每秒的速度绕地球运行。GPS 信号中包含对接收机发出的指令，并且可以对其计算进行纠正。<sup>\*\*</sup> 尽管每天的差异只有几微秒，但如果系统没有考虑到这几微秒，计时误差就会加大，测量距离很快就会相差数千公里。



这是一本关于 GPS 的书，它讲述了 GPS 是如何从一个新兴的军事项目发展成为全球无所不在的技术的。来自 31 颗 GPS 卫星的“心跳”可以让我们测量并获取大量关于行星环境、物理空间和人类行为的信息。它的出现使科学、技术和商业领域的创新呈现出爆炸式增长。无论如何，GPS 是现代生活基础设施的重要组成部分。

然而，这是有代价的：GPS 系统可能会从根本上改变人类。我们对 GPS 的依赖太强了，已经将其深深地融入我们的生活中，它可能会改变人类认知的特性，甚至可能将我们头脑中的灰质进行重新排列。GPS 潜在的侵略性非

---

\* 此处疑为原著错误，应为千分之一秒（1 毫秒），即 0.001 秒。

\*\* 由于地球质量分布引起的时空曲率使卫星时钟看起来运行得更快，所以接收机也需要在同一时间进行校正。

常强，会迫使我们重新思考隐私的概念。我们将 GPS 充斥在世界上的所有系统中，很难想象以后如果没有它，我们的生活将很快面临严重的后果。如果单个 GPS 计时出现错误，无论是意外还是恶意为之，都可能导致电网瘫痪、无人机被劫持、世界金融系统瘫痪等。现在，我们对设备的信任度极高，甚至会盲目地沿着它指定的荒无人烟的小道向前走，走向悬崖，掉进大海，公园巡逻员称之为“GPS 式死亡”。

GPS 的发展史也充分反映了人类的创新史。在施里弗空军基地，访客会被告知官方将 GPS 分为 3 个部分。第一部分是空间段：卫星；第二部分是控制段：跟踪站和将星历上传到卫星的设施系统；第三部分（最大的一部分）是用户段：世界上的每一个 GPS 接收机。主控站的工作人员表示，他们只负责前两个部分。一旦信号离开卫星，他们的工作就完成了，剩下的工作取决于我们。

GPS 在我们耳边说着悄悄话，我们变成了它的代言人。仔细听，它会向我们讲述当今世界的故事。

## 目录

### 第一部分 计算路径

- 第1章 图帕亚回家了 / 002
- 第2章 何时? 何地? / 020
- 第3章 全球抵达, 全球“作战” / 038
- 第4章 不止于甜菜种植 / 063

### 第二部分 抵达

- 第5章 “GPS 式死亡” / 098
- 第6章 GPS 的忧患 / 124
- 第7章 追踪造就美好生活 / 154
- 第8章 从冰站返程 / 183
- 第9章 将世界连为一体 / 212

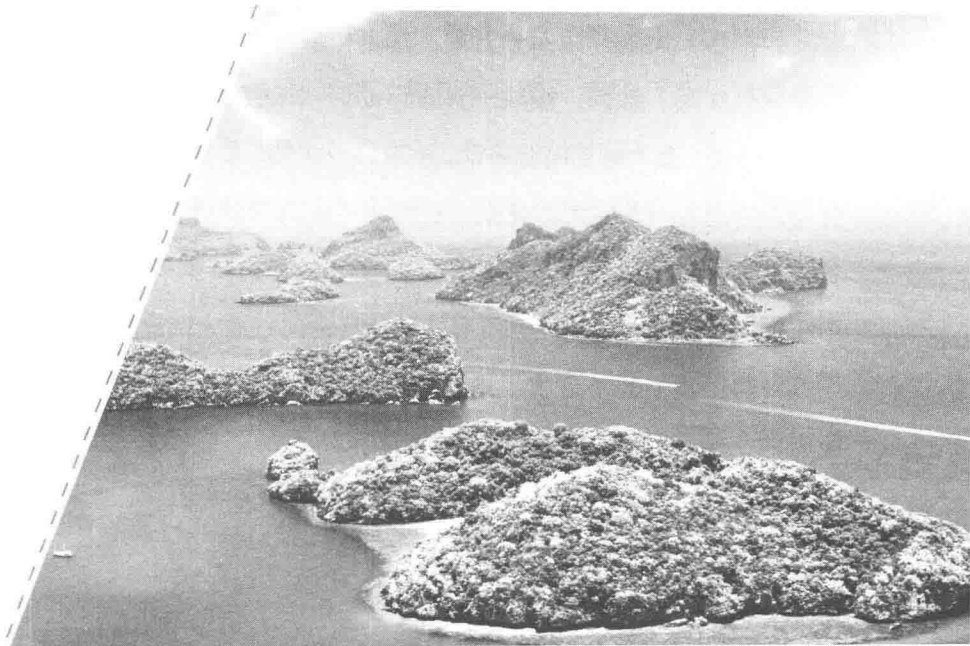
后记 回家 / 238

致谢 / 242



PART ONE  
第一部分

# 计算路径





## CHAPTER ONE

# 第1章

## 图帕亚回家了

我被一条路催眠了。我感受到我的身体不断向前倾，而且速度越来越快……在此期间，我试图想象这样一幅画面：我是静止的，别克车轮在地上压出一道褶，向我扑来。这是一种摇摇欲坠的错觉，但是当另一辆车出现的时候，这种错觉被完全打破了。

——Charles Portis, THE DOG OF THE SOUTH

我们所居住的地球曾经是一个孤岛。

我大约在 2.5 亿年前，海平面上只有一块土地，叫作“盘古大陆”。随着时间的推移，大陆开始四分五裂，加上板块移动，于是就有了我们现在看到的大陆分布图。然而，板块一直在移动，从未停止过。现在，非洲正在与欧洲发生碰撞；澳大利亚向北移动，瞄准欧亚大陆，准备把东南亚的岛屿铲起来。大西洋中间有一条巨大的脊梁，被称为“大西洋中脊”，它现在仍在增长，增长速度和指甲的生长速度相似，这就使大西洋的面积不断扩大，美洲的压力不断增加。如果水域消失，所有的陆地将会向欧亚大陆靠拢。

目前，我们处于这次“地理迁移”的中间时刻。再过 2.5 亿年，世界上所有的土地将再次合并，成为地质学家所谓的“终极盘古大陆”（Pangeae Ultima）。



50000 年前，“盘古大陆”还是一个模糊的地质学概念，但那时的地球确实和现在的地球不太一样。在某些地方，冰川的形成使海平面下降了 100 多米。在东南亚，由于海岸线后退，出现了连接印度尼西亚和亚洲的巽他群岛，还有包括新几内亚、澳大利亚和塔斯马尼亚岛在内的莎湖陆棚。

巽他群岛和莎湖陆棚之间的水域很窄，一些敢于冒险的亚洲人开始用相对简单的船只探索近海的陆地。这是人类第一次探索性地迁移到非洲 / 亚洲超大陆之外的地区。其中勇敢的一批人很快就进入更广阔的太平洋进行探索，定居在新几内亚以东几百公里的所罗门群岛上。几千年来，他们没有离开，背后的原因不难理解。海洋的广阔让人匪夷所思，它甚至比夜空更浩瀚，因为夜空中有一些为人熟知的星星，象征着某种逻辑或边界。太平洋占了全球面积的 1/3，相当于地球上海平面以上陆地面积的总和。当人们凝视水面时，他们对“盘古大陆”的态度是消极的。

又过了 45000 年，地球上出现了一次新的远洋迁移，这次迁移是从现在的中国福建省开始的。在接下来的 1500 年里，南岛人遍布中国台湾地区、东印度尼西亚和新几内亚。最终，有些人决定冒险探索浩渺的海洋，他们乘坐独木舟穿过太平洋火圈（太平洋沿岸的地震和火山带），踏上了我们现在所谓的“远大洋洲”。

几百年后，南岛人发现了斐济、汤加和萨摩亚，并在那里定居，那块地区现在称为“波利尼西亚”。波利尼西亚人学到了更多关于航海的知识，并将海洋的范围扩大到遥远的大洋洲，从而发现了库克群岛和马克萨斯。太平洋确实很开阔，虽然土地稀少，但波利尼西亚人有了更多发现。波利尼西亚的岛屿虽然在政治上不统一，但是由于文化和语言联系密切，因而在太平洋上形成了一个三角地带：东到拉帕努伊（复活节岛），西至新西兰，北达夏威夷

群岛。夏威夷群岛是这个星球上最孤立的群岛，向东 2400 英里（约 3862 千米）没有陆地，向西 4800 英里（约 7725 千米）也没有陆地。

我们无法夸大这项成就，因为从大范围看，波利尼西亚的建立只是南岛人征服地球的一部分。南岛语使用范围较广，西到非洲，东到美洲几公里之内。然而，波利尼西亚的建立却是现代化之前人类最后一次伟大的迁移。

在航海和导航方面，欧洲人发明了火，波利尼西亚人能够分裂原子。他们以镂空的树木为船身，以编织的叶子为帆，建造成约 60 英尺（18 米）长的独木舟，可乘坐其漂洋过海。为了避免独木舟在航行过程中被强风打翻，波利尼西亚人将两个船体连接在一起，制造出一个宽度约 20 英尺（6 米）的双体船式船只，这艘船打破了他们的最远航行纪录。

那里的风主要从东方吹来，意味着移民逆风航行，就如同穿过含有焦油的大气层。在没有指南针、六分仪或任何其他现代航海工具的帮助下，探险家们乘坐独木舟发现了很多块小绿洲。这些绿洲比较分散，占地球表面积的近 1/3，相当于欧洲和亚洲的总和。但在这次迁移完成至少一个世纪后，欧洲航海家仍然害怕将其船只驶出直布罗陀海峡，进入大西洋。

他们是怎么做到的？通过大量的试验和试错。当然，很多人也付出了生命的代价。在波利尼西亚人两千年的迁移过程中，有 50 多万人在海上失去了生命。他们坐在双体船中，漂泊在数千公里的海洋上，遭遇着汹涌的海浪、潮水、急流和风暴。外界的一切环境都在与他们作对，但都被他们征服了。然而，这种探索并不是没有计划。对电流和大气条件进行计算机建模证明，探险家利用不受控制的漂移发现岛屿的可能性极低。在浩瀚无边的大海中，他们知道自己在哪里，要去哪里，这种能力让人叹为观止。

波利尼西亚航海家在旅行过程中需要用到几样工具，其中最主要的是一个恒星罗盘，该工具比较复杂，代表着与星星有关的精神形象。如果一个人

想成为航海家，他需要从儿时就开始学习如何从海洋环境中收集线索，整个过程需要花费多年的时间。多个世纪以来，人们移居的地方越来越远，关于寻找岛屿位置的方法积累得也越来越多。

除此之外，年轻的航海家还具备一些其他的東西，概括来讲就是“世界观”。到今天为止，“世界观”依然是一个有魅力的话题，我们现在也会对其不断地进行补充。就连太平洋上著名的欧洲探险家也无法理解波利尼西亚航海家头脑中的世界，即使这位探险家特别幸运，遇到的这名年轻航海家愿意将他头脑中的世界描绘出来。



16 世纪初期，费迪南·麦哲伦（Ferdinand Magellan）完成了跨越太平洋的历史性航行。在接下来的 200 年中，欧洲的船长们大都认为横跨太平洋到其他地方最多只有一段距离。这种观点直到 18 世纪中叶才开始改变，远航变成了一种有威信的活动。它由热衷于探索的政府主持，代表政府的利益，因为政府为了解偏远岛屿的位置具有商业和地缘政治方面的优势。海洋不再被看作是一片空白的区域，而是被看作一片神秘的、浩瀚无边的水域，那些曾经嘲笑它的人也开始想了解它的奥秘。科学家亚历山大·冯·洪堡（Alexander von Humboldt）从 19 世纪中期人们的意识中注意到，“太平洋不再像麦哲伦时期描述的那样，是一片荒芜的区域。相反，它上面点缀着一些岛屿，由于缺乏精准的天文观测，它们似乎没有固定的位置，而是从地图上的一个位置移动到另一个位置。”

1768 年，英国船长詹姆斯·库克（James Cook）开始了他的第一次太平洋航行，自麦哲伦时期以来，只有不到 500 艘欧洲船只穿越了太平洋，其中只有大约 20 艘船登上了太平洋的岛屿。第一个想跨越太平洋的欧洲人主要目标是对太平洋进行探索，而库克痴迷于描绘这些岛屿，绘制最早的精确的太