

极光

AURORA

IN SEARCH OF
THE NORTHERN LIGHTS

探索极地文明
与自然科学中的
光影奇迹

Melanie Windridge

[英] 梅勒妮·温德里奇 著

孙乐蕊 译

北京联合出版公司
BEIJING UNITED PUBLISHERS

极光

AURORA

IN SEARCH OF
THE NORTHERN LIGHTS

探索极地文明
与自然科学中的
光影奇迹

Melanie Windridge

[英] 梅勒妮·温德里奇 著
孙乐蕊 译



北京联合出版公司 · 倾听
Beijing United Publishing Co., Ltd.

图书在版编目 (CIP) 数据

极光：探索极地文明与自然科学中的光影奇迹 / (英) 梅勒妮·温德里奇著；孙乐蕊译. —北京：北京联合出版公司，2019.8

ISBN 978-7-5596-3004-9

I . ①极… II . ①梅… ②孙… III . ①极光—普及读物 IV . ① P427.33-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 045391 号

© Melanie Windridge

Simplified Chinese Edition Copyright © 2019 by Beijing United Publishing Co., Ltd.
All Rights Reserved.

本作品中文简体字版权由北京联合出版有限责任公司所有

北京市出版局著作权合同登记 图字：01-2019-1405

极光：探索极地文明与自然科学中的光影奇迹

作 者：[英] 梅勒妮·温德里奇 (Melanie Windridge)

译 者：孙乐蕊

出版监制：刘 凯 马春华

选题策划：联合低音

责任编辑：黄 昕

版式设计：刘永坤

封面设计：奇文云海

北京联合出版公司出版

(北京市西城区德外大街83号楼9层 100088)

北京联合天畅文化传播公司发行

北京华联印刷有限公司印刷 新华书店经销

字数216千字 889毫米×1194毫米 1/32 10.5印张

2019年8月第1版 2019年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5596-3004-9

定价：68.00元

版权所有，侵权必究

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

本书若有质量问题，请与本公司图书销售中心联系调换。电话：(010) 64258472-800

中文版序

Preface for Chinese Reader

中国幅员辽阔，从热带跨越中纬度直抵俄罗斯边界，向北延伸至北纬 55° 左右。黑龙江省的漠河是中国最北的城镇，甚至表现出副极地气候，拥有漫长的严冬和短暂而温和的夏季。有人说，曾在那里见到过极光。

的确，这些年来，尤其是电力接通之前，在这个夜长昼短的寒冷小镇里，人们很可能看到过极光，但这必定是相对罕见的事件。想要确保看到极光，还需要向北深入，来到高纬度极地地区。似乎如今有越来越多的中国人热衷于此。

调查显示，富裕的中国游客对极地旅行的兴趣明显增加，许多人选择前往欧洲的斯堪的纳维亚，或者冒险涉足俄罗斯的极地地区。随着极地基础设施逐渐完善，与外界的联系更为紧密，观赏极光也变得更加容易。

与此同时，摄像技术、互联网视频和社交媒体迅速发展，也使世界各地的人们有机会一睹极光的盛况。曾经，微弱的极光需要 $20 \sim 30$ 秒的长曝光才能捕捉到。这样一来，某些细节被模糊了，于是产生了延时摄影，即真实影像的加速版本。现在，随着电子

传感器的改进，视频可以实时录制，因此，观众能够在自己的智能手机和电脑上看到更为真实的极光。

但是，倘若你想亲自感受北极光，就得前往北方，来到北纬 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 的极光区。自从第一次去过那里之后，我便魂牵梦绕，总想看到更多——不只是极光，还有北极的环境。极光现象大多出现于狭窄的纬度带内，我觉得它与北极景观和文化有着千丝万缕的联系。我想了解北极光的故事，从民间传说到我们的科学认知过程，再到极光下的人们故事。于是，我启程去寻找北极光，而这本书正是我的故事，也是他们的故事。

写书时，我通过各种途径看到了极光，有时候颇为艰难。从我在基律纳攀爬滑雪坡躲避城市灯光的初次接触，到前往斯瓦尔巴体验荒原野营，中间穿插着几次房车旅行和极光自由行，追寻极光离不开对当地的了解和小小的运气。但毫无疑问，我最喜欢的方式是远离灯火通明的城市，来到偏远宁静的小屋去观赏极光。

我希望这本书能帮助您了解极光的神奇与魔力，欣赏地球与太阳之间的完美平衡。我还希望您能够因此而探索、热爱、保护我们弥足珍贵的北极，并亲自踏上属于自己的极光之旅。

梅勒妮·温德里奇

目 录

Contents

CHAPTER ONE ➤ SWEDEN

- 001 瑞典
初见奥罗拉

CHAPTER TWO ➤ NORWAY

- 025 挪威
文化、灵性、异界

CHAPTER THREE ➤ ICELAND

- 063 冰岛
巨石、寒冰、烈火

CHAPTER FOUR ➤ CANADA

- 097 加拿大
电与磁的光影秀

CHAPTER FIVE ➤ CANADA

- 137 加拿大
绚彩织锦

CHAPTER SIX ➤ SCOTLAND

173 苏格兰
光之暗面

CHAPTER SEVEN ➤ SCOTLAND

213 苏格兰
太空天气的先兆

CHAPTER EIGHT ➤ SVALBARD

271 斯瓦尔巴群岛
追寻奥罗拉

319 致 谢
Acknowledgments

323 延伸阅读
Further reading

CHAPTER
ONE



SWEDEN

瑞典

初见奥罗拉

夜幕像一块天鹅绒画布，稀疏的星辰散落其上。一条条斑斓的光柱立于天地之间；镶着绿边的红黄两色隐没于浩瀚的夜空中。底部扭成一束明亮的光带，照亮一片漆黑。这色彩慢慢地涌动，破碎，并在别处重现，直到某一刻，整个天空忽然迸发出绚烂的色彩，犹如燃起的纸一般。这就是北极光的盛况。

这舞动的能量延展开来，似乎覆盖了整个地球；每一位舞者都按照自己的节奏在律动，却又能相互协调。缠绕、扭动，荡漾、冲击，那身影升起又落下，偶尔在划过天空时炸开，绿色天幕就洒下了粉红、绛紫色的雨点。好似上千人挥舞着绿色的丝带和头巾，形态大小各异，自由地冲撞、翻腾着。如雷暴般激烈，而又寂静无声；轻柔却动人心魄。

北境的夜空并非总是如此活跃。它时而壮观激烈，时而平淡静谧。有些夜晚能看到跳动的色彩；而其他夜晚只有一条模糊的光带横亘天际，辨不出任何波澜。在地球上某些地方，人们对这种自然景观早已司空见惯，平静的色彩鲜有人欣赏品评；然而，对世界上大部分人来说，极光是新奇、罕见，抑或与己无关的，这一切都取决于人们与极地地区的相对位置。

北极光是一对孪生现象之一。奥罗拉（aurora），通常称作极光，分别出现于南北半球以极点为中心的环形区域里——更确切

地说，位于地球的磁极四周。这个范围有时会扩张，这就使得中纬度地区的人们能够一睹极光的魔力，但是大多数时候，想看到极光就要北上。因此，我们要向极光地带进发，去往那片极光频繁出现的狭窄纬度带——北斯堪的纳维亚、西伯利亚、加拿大或阿拉斯加。想要追寻南极光就要进入南极大陆，除非当晚的极光活动异常激烈，那么我们可能会在新西兰南部看到彩色的氩氙，抑或更难得，在极端条件下，极光也会向赤道方向蔓延。

众所周知，极光难以捉摸，这使它更加神秘而富有魅力。作为一种自然现象，极光完全超越了人的控制。想目睹它的风采，天时地利，缺一不可。自然条件也很重要，天空要漆黑通透。云彩会遮挡视野，而零散的光线——甚至月光——都会冲淡极光的色彩。能一睹盛放的极光是一种恩赐：一件造物者心血来潮、令人梦寐以求的礼物。

因为需要黑暗，极光成了一场冬日盛宴。在夏天，由于地球顶端向太阳倾斜，出现极光的高纬度地区总是在阳光照射范围内。六月中旬至七月初，北极圈内无日落；每年有一半时间，在地球两极上能看到午夜太阳。即便在北极圈内向南走——来到斯堪的纳维亚南部、苏格兰北部或者加拿大中部——夏日的夜空也不会完全暗下来，让人看到透明飘渺的极光。

极光只在冬季出现，这让它显得更加神秘。它与严寒、大雪和冰冻合而为一，成了地表景观的一部分。因此，在我看来，这地貌风景亦是极光的延伸。而那些当地居民也早已与之融为一体，共同承载了延续千年的人类遗产。天空将我们与祖先相连。

作为物理学家，我日渐痴迷于极光，终有一天，我不再满足于看到它，而是渴望了解它。对极光的科学原理我并不陌生——带电粒子受磁场线导引，与地球大气层相互作用即产生了极光现象。但事实远非如此简单。是什么造成了颜色的差异？为什么极光大多是绿色的，却偶见淡紫或蓝紫色的暗影？是什么让极光显现出不同的形状和图案？为什么我们有时看到直入天际的光柱，而有时却看到一缕缕丝带？为什么极光时而平静，时而张狂？是什么让极光突然鼓动变色？为什么极光有时向南方移动？这样看来，我还有很多未解的疑惑。

除此之外，我曾拜读早期极地探险家的英勇事迹，注意到当他们面对极光时，无一不为之折服，胸中充满灵性。我意识到这些情感与北极光的古老传说何其一致。直到 20 世纪，极光才有了合理的科学解释，而我很好奇这些知识将带来怎样的影响。现代的极地探险者是否与他们的先辈有着同样的感受？我想知道，科学能否战胜纯粹的体验。

我看了很多照片、视频，也听到不少故事。我觉得北极似乎在召唤我——那光与空间，那辽阔的荒野、凛冬的长夜，还有令人惊叹的北极光。我想要站在苍穹之下，仰望天空，沉醉于它即兴编排却曼妙柔美的舞蹈之中。我想要去感受它。

我想象自己抬眼望去，看到极光冕在我头顶迸射出耀眼的光芒。我想象到了色彩、光亮和形状。我想象这弧形的光束占据了整片天空，无穷无尽。我想象着白雪覆盖下的大地，平滑柔和，雪花一片片落在滑雪板上，落到冷杉树上，压弯了树枝。我想象

着把睡袋拖出帐篷，躺在雪地上，在温暖中感叹天空的舞姿，就像沙漠里的人惊叹于耀眼的星光。

我未曾想象过寒冷，或痛苦。



飞机在斯德哥尔摩机场等待起飞，地面已覆盖了一层薄雪。一簇簇小草从雪上钻出来，灰色的雪泥被铲成一堆堆，排在跑道边缘。从机舱向外望去，斯德哥尔摩失去了色彩：白色的航站楼边缘是灰的，细节是黑的；天空白茫茫一片；深色的柏油碎石跑道上的白雪，也是同样的色调。身着荧光黄夹克的人们格外亮眼，好像一部老电影正慢慢染上了颜色。飞机升空之时，我仔细看了看下面的树和被小路分割开的一块块雪地。那不规则的白、灰和浅棕拼凑在一起，积雪掩盖不了其原本的质地和颜色。几乎就在一瞬间，我们冲入云层，周围的一切又都变成了白色。

此行的目的地是瑞典极圈内的基律纳（Kiruna），在那里，我将第一次看到北极光——奥罗拉·博雷亚里斯（Aurora Borealis）。多少年来我一直梦想看到它，而现在，我终于踏上了这段旅程。北极这片土地，与极光一样令我心驰神往。作为等离子物理学家，我的内心向往大山和冰雪，而学术研究方向却是以未来能源为导向的核聚变。做科研的那段日子里，年轻人特有的乐观心态始终激励着我，让我相信核聚变能够改变能源领域、确保能源安全，通过缓和气候变化来保护我珍爱的地貌风景和当地群落免受灭

顶之灾。这种科研的实用性从过去到现在一直吸引着我，但是，正是极光让我的种种热情汇聚到一起。等离子体在漫无边际的雪原上起舞，让我沉醉。

我对极光的迷恋由来已久，事实上这种迷恋是慢慢深入的。我读本科的时候，在牛津郡的卢瑟福·阿普尔顿实验室(Rutherford Appleton Laboratory)度过了一个暑假。在那里，我参与的项目着眼于太阳和地球之间的联系，我就是在那时了解到极光——极地高空大气层上演的一场摄人心魄的光舞秀，亦是这两大天体相互作用的结晶。“奥罗拉”(aurora)之名来自拉丁语的“曙光”一词，而“博雷亚里斯”(borealis)则来自于“波瑞阿斯”(boreas)，意为北风。据说，这个名字是意大利科学家伽利略作为隐喻而首次采用的。他把北部天空出现的明亮极光称作“北方曙光”。同样，南半球看到的极光则被称为“奥罗拉·奥斯特拉里斯”(Aurora Australis)，其中，“奥斯特拉里斯”源于拉丁语的“奥斯特”(auster)，意为南风。

我在卢瑟福·阿普尔顿实验室有幸观看了一次宇宙飞船发射——当然，不是在哈萨克斯坦的发射现场，而是在实验室的主讲堂看直播。当天，火箭运载着星簇计划2(ClusterII)中的两颗卫星升入轨道；另外两颗早在两个月前已经发射成功。我坐在那里看着火箭升空，心里异常感慨；我意识到就在那一刻，火箭离开地球进入了太空。这种对异界的感知让我无比震撼。科学家们坐立不安，因为这是星簇计划的第二次尝试——第一艘星簇飞船在四年前，即1996年发射过程中失事。这次的发射很成功，四

颗完全相同的卫星将开始它们漫长的绕地之旅。直至今日，它们仍然按照既定的阵形飞舞，收集近地空间的三维数据和导致极光的条件。那个暑假的经历一直留在我脑海里，让我对太阳和地球的关系越来越着迷。

十多年后，借着“北极科学课程”（Arctic Science Course）的机会，我来到瑞典北部，即将第一次看到极光。这只是漫漫旅程的起点。登上前往基律纳的飞机时，我并没有意识到自己将要走多远。这次旅行让我不断地回到北方，一次次的北方之旅拼起了一个关于北极光的故事。故事的核心虽然是现象背后的科学，而故事内容却由那景致、人民和历史交织而成。这就是那个故事。

基律纳之旅是我第一次接近北极。当然，我非常兴奋，但并不知道所为何事。我没有打算深入荒野，所以这仅仅是一次温和的初体验。课程领队们提醒大家温度可能会降到零下25摄氏度，让我们选择合理的着装。我并不十分明白他们的意思，也从未被要求在如此低温的条件下“穿着合理”。我打包的几乎都是滑雪服和一些能穿在夹克里的衣服。我非常好奇那些斯堪的纳维亚人脱下一层层外衣之后，在室内穿些什么。他们会穿着保暖内衣到处走吗？

旅途较短，我们在仅有3 000米的高度上航行。此时，在云层之上，天空纯净湛蓝，美丽至极。我们身下的云朵好似一层厚厚的、毛茸茸的毯子，延展开来，望不到尽头。我想知道，如果要看到地球的弧度，抵达太空的边缘，我究竟还要飞多高。

然而，地球和太空之间并没有明确的分界。人们讨论过乘坐

战斗机飞向太空边缘，或者用气象气球将摄像机送上太空，但事实上，这只能达到 20 千米左右的高度。在航空航天领域，太空边缘的定义是海拔 100 千米——卡门线 (Kármán line)，得名自美籍匈牙利物理学家西奥多·冯·卡门 (Theodore von Kármán)。在此线附近，大气稀薄，空气动力无法再提供支撑，但这甚至还不是我们大气层的边界。

继续向上就是国际空间站，即便在那里，地球看上去依然很大、很近；我们只能看到她表面的一小部分，但弧线已经非常明显了。国际空间站简称 ISS，是一个在海拔 400 千米处绕地飞行的人造卫星。自 2000 年 11 月起就不断地有宇航员在那里居住。然而，它仍然没有超出地球的大气层，只不过这里的大气密度正急剧下降。我们的大气在距地表约 500 千米处开始逐渐向太空散逸。国际空间站的宇航员们曾经从高处拍摄了极光的照片和视频——来自所谓“近地空间”的景象。

飞往基律纳的途中，我认真琢磨了地球和太空的关系和互动，还有二者之间游移不定的边界。它们共同参与了北极光的故事，而我们那不起眼的大气层则起了重要的作用。大气层正是这场戏剧上演的荧幕。

按照空气温度划分，地球大气主要分为五层，几乎所有我们熟知的大气现象都出现在最底层，即对流层 (troposphere)。四分之三的大气质量都集中在这薄薄的对流层中，其平均厚度为 12 千米。越高空气越稀薄。由于大气层是根据温度来划分的，若以全球范围来看，对流层的厚度有细微差异。高温会导致空气膨

胀，所以对流层在赤道上空最厚，两极地区相对稀薄。

对流层一词由“改变”“旋转”引申而来。地表空气受热上升，与上层空气混合，形成空气对流，因而产生了各种天气现象。蓬松、雪白、完美无瑕的积雨云常见于海拔仅3千米处或更低的地方。高耸、雷鸣般的积雨云像一根根苍白的巨柱，从3千米以下的高度延伸至15千米左右。一缕缕小卷云则在海拔6~12千米处被风快速追逐，这里也正是商用喷气机飞行的高度。对流层的平均气温随海拔增加而稳步下降，最终达到零下60摄氏度。在大约12千米处，气温稳定下来并且有所回升，我们就进入了平流层。

在这里，由于臭氧的存在，温度开始回升。平流层中的臭氧层阻碍了空气的混合，所以我们所知的大部分天气都局限于对流层内。臭氧层吸收的紫外线将气温提升至零度左右——多么温暖的零度！

我眯着眼睛望向窗外明亮的蓝天，俯视着云朵，不禁思考我们对尺度的感知。置身于云层之上，我们好像已经飞得很高了，但实际上相对位置并不高。我曾经攀登过更高的山峰——海拔6000米——而我并未满足于此。商业双人跳伞的高度与这架飞机差不多，而高空跳伞的世界纪录是这个高度的13倍。2012年10月，奥地利跳伞运动员费利克斯·鲍姆加特纳（Felix Baumgartner）乘坐一只巨大的氦气球升空，他的机舱悬挂在气球下方，抵达平流层时（海拔39千米的高度），他纵身一跃。费利克斯身着加压服，以确保他在低气压下的安全。整个下降过程持续了十多分钟，

其中超过四分钟他处于自由落体状态。然而，即便是平流层，也并没有达到极光的高度。

在大约 50 千米处，气温又开始下降。此处至 80 千米之间被称作中间层。该层是流星雨出现的地方，来自太空的陨石在飞向地球的过程中，与空气粒子碰撞产生压力和高温，使这些陨石燃烧起来。然而，这一层的大气已经极度稀薄了，中间层的顶部是地球大气温度最低的部分。

海拔 80 千米以外是热层，该层的厚度是其他几层大气厚度总和的数倍。在海拔 500 千米附近的某处，热层逐渐过渡到散逸层，但这个界线可能会随着太阳活动而出现巨大的改变。热层温度升高时，其厚度可达到 1 000 千米。热层以外是散逸层，在这数千千米的范围内，地球大气最终融入太空。这是一种极其含糊的过渡。从一个角度来看，热层是大气的第四层，而换一个角度，它又可以算作太空，因为国际空间站正是在这一层绕地运行的。

在此高度上，空气粒子的数量迅速减少。即便是在 80 千米处中间层向热层过渡的位置上，空气密度也只有海平面的十万分之一。这里的气体粒子平均移动约 1 米才能撞上另一颗粒子。而在海平面上，同样的气体粒子只需移动人类发丝粗细的距离，就会与另一颗相撞。在海拔 200 千米的热层，空气极度稀薄，一颗粒子移动 4 ~ 5 千米都不一定会与其他粒子相撞。此类地球上从未实现的极端条件会让原子和分子表现异常。这片稀薄的空间给极光提供了三维幕布。