



上海出版基金项目  
Shanghai Publishing Fund

Bernd Heinrich  
**Winter World**  
The Ingenuity of Animal Survival

# 冬日的世界

## 动物的生存智慧

贝恩德·海因里希 著

赵欣蓓 岑少宇 译

Philosopher's Stone Series

哲人石  
丛书

当代科普名著系列

色彩斑斓的树叶随风飘落,雪花  
从天空中盘旋而下,黑夜越来越长、越  
来越冷……冬日的世界悄然而至。



上海科技教育出版社



Philosopher's Stone Series

当代科普名著系列



上海出版基金项目  
Shanghai Publishing Funds

# 冬日的世界

动物的生存智慧

贝恩德·海因里希 著

赵欣蓓 岑少宇 译



上海科技教育出版社

**Winter World:  
The Ingenuity of Animal Survival**

by

Bernd Heinrich

Copyright © 2009 by Bernd Heinrich

Simplified Chinese translation copyright © 2015

by Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with the author through

Sandra Dijkstra Literary Agency, Inc. in association with

Bardon-Chinese Media Agency

ALL RIGHTS RESERVED

上海科技教育出版社经 Bardon-Chinese Media Agency 协助

取得本书中文简体字版权

责任编辑 王洋

装帧设计 汤世梁

哲人石丛书

**冬日的世界**

——动物的生存智慧

贝恩德·海因里希 著

赵欣蓓 岑少宇 译

---

上海世纪出版股份有限公司

出版

上海科技教育出版社

(上海冠生园路393号 邮政编码200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

网址:www.ewen.co www.sste.com

各地新华书店经销 上海商务联西印刷有限公司印刷

ISBN 978-7-5428-6334-8/N·957

图字09-2012-026号

---

开本 635×965 1/16 印张 18 插页 4 字数 244 000

2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷

定价:52.00元

结合敏锐的科学视角和诗人的灵魂,海因里希用动物在最寒冷季节中那新颖、别致、时而出人意料的生存之道迷住了我们。

——《纽约时报书评》

(*New York Times Book Review*)

在洞悉动物如何应对冬季的过程中,进化设计的巧思处处得以展示……故事绝对引人入胜——这种吸引力来自于对进化机制的阐释,对大量实例的描述和对动物世界那几乎无法抑制的敬畏与崇拜之情。

——《柯克斯书评》

(*Kirkus Reviews*)

对海因里希的自然作品,评论家和颁奖者早已好评如潮,但对于那些还不熟悉这位缅因州伐木工的作品的人而言,他的新书《冬日的世界——动物的生存智慧》是一张完美的名片。

——《明尼亚波里星坛报》

(*Minneapolis Star Tribune*)

这就像是在和斯奈德(Gary Snyder)一起穿雪地靴徒步,在穿越森林时有人指认出一只金冠戴菊,并解释这么小的一只鸟是如何抗衡了渺茫生机和物理定律。这证明神话也可以成真。

——《户外》杂志

(*Outside*)

任何穿过保暖内衣和雪地靴的人都会被海因里希所揭示的一些神奇机制所征服,鸟类、哺乳动物、爬行动物和昆虫便是靠着这些才度过了寒冷的季节……海因里希对动物们如何过冬进行了清晰的科学解释。

——《匹兹堡邮报》

(*Pittsburgh Post-Gazette*)

寒冬严重影响着构成所有生命的最基本的要素——水,所以动物在生理和行为上必须彻底改变才能应对环境的巨变。有些动物通过产生抗冻剂来生存,有些动物则必须保持持续的运动才能维持高体温。即使动物可以避免被冻死,它们仍然要在一切都很匮乏的冬日时节设法找到食物,或者从资源充裕的时期就开始贮藏食物。

从温血飞鼠和小型戴菊到沉睡的黑熊,从休眠的龟到冰冻的昆虫和蛙,动物王国依靠着让人难以置信的进化创新才能在冬天生存。与通过改变环境来适应条件限制的人类不同,大多数动物对于不同环境的适应能力之强,令人惊叹。在本书中,生物学家、插画家和获奖作家海因里希探索了冬日的树林,对似乎永无穷尽的动物们的创造力充满兴趣,字里行间充满了他对大自然的无尽痴迷。

贝恩德·海因里希 (Bernd Heinrich, 1940— )，美国加利福尼亚大学洛杉矶分校动物学博士，佛蒙特大学生物系荣誉退休教授，科普作家。《科学美国人》(*Scientific American*)、《纽约时报》(*New York Times*) 和《洛杉矶时报》(*Los Angeles Times*)等多家媒体的撰稿人。代表作有《夏日的世界》(*Summer World*)、《渡鸦的智慧》(*Mind of the Raven*)和《我们为什么奔跑》(*Why We Run*)等。

首先我感谢敏锐的观察者。我感谢那些因为在乎自然而提出问题、探索、实验、思考、分析和从经验主义的证据中总结出客观结论的人。是他们创造了自然的辉煌，而我也斗胆借来一些写写。

创造？是的。自然本就存在，但自然的神奇却栖身于善于接受它们的有感知能力的生物的头脑里。渡鸦翅膀呼扇一下所产生的压力波，或是它有光泽的羽毛反射的光线，都是物理现象。它们并不是**声音**或**颜色**，直到它们的能量转换成生物神经元的动作电位，而动作电位又被大脑转化成**感觉**，它们才能被测量。同样地，金冠戴菊如何能在寒冷的冬夜里生存，鳄鱼如何忍耐被封在池塘的厚冰层下长达6个月之久，这种我们能理解的奇迹在被能够感知的大脑揭示并展现出来前，并不存在。

我曾在某处读到过这样一句话：生物学的发现在“人类与自然之间放置了一道障碍”。也许那个作者觉得，和我们中许多人认为的一样，科学意味着超然。我也认同，但生物学的发现只起到一个筛子的作用，把极有价值的事物从混乱中筛出来，把启示从仅仅是想象的东西中筛出来。生物学的作用正好相反，并不会疏远彼此。它来自于想更密切地了解一样东西的强烈渴望：除非你知道了它的轮廓，否则你不会希望与一个真实的物体接近。

我也在某处读到说梭罗自从成为了博物学家之后“就不再是一位思考者”了。我认为那正好说反了。你需要事实来进行思考，脱离事实地思考自然真的就只是感觉。虚构的就是虚构的，不管人们让它看起来有多真实。

除了所有我自由取用的匿名材料外，我同时要感谢以下各位的公开讨论、批评和/或评论，帮我把事实从想象中



筛出来：贝尔(Ross T. Bell)和弗格森(Douglas Ferguson)(鉴定昆虫)，西利(Thomas D. Seeley)和德鲁奇斯(Rick Drutches)(蜜蜂)，基尔帕特里克(C. William Kilpatrick)(哺乳动物)，巴灵顿(David S. Barrington)(植物)，泰勒(Ellen Thaler)和布勒(Charles R. Blem)(戴菊)，沃格特(F. Daniel Vogt)(鹿鼠)，巴恩斯(Brian M. Barnes)(北极冬眠动物)，斯托里(Kenneth B. Storey)(昆虫和蛙的冬眠生理学)，杜曼(Jack Duman)、库卡尔(Olga Kukal)和小李(Richard E. Lee Jr.)(昆虫冬眠)，乌尔特斯奇(Gordon R. Ultsch)和克罗克(Carlos E. Crocker)(龟冬眠)，以及布劳尔(Lincoln B. Brower)(黑脉金斑蝶)。

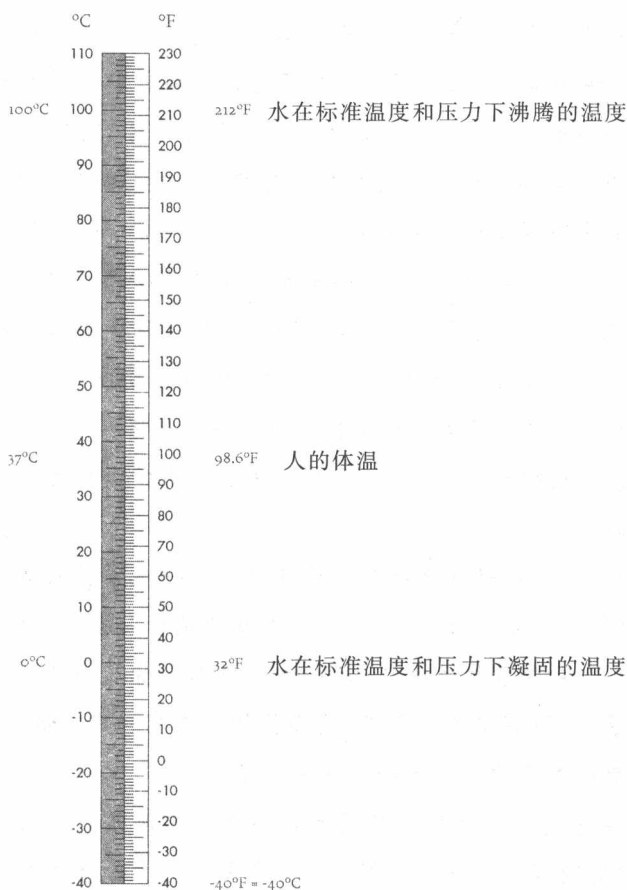
第十六章至第二十四章由早期《自然史》(*Natural History*)杂志的文章改编而来，第五章的部分曾发表在《奥杜邦》(*Audubon*)上。

莱菲尔德(Kimberly Layfield)和黑尔(Louise O'Hare)总是能快速、有效率、无延误地输入手稿。衷心感谢我这本书的编辑哈尔彭(Daniel Halpern)和蔡斯(Lisa Chase)，他们的关注和热情始终鼓舞着我，他们无数次的询问和建议是无价的。感谢我的妻子斯莫克尔(Rachel Smolker)对我的理解。

我把这本书献给“巴特”(Bart)，巴塞洛缪(George A. Bartholomew)，因为他引导我入门并教授我关于生理生态学的奇妙之处。

术语帮助并且有时几乎定义我们的思维。然而，在这本书中我尽量让经验性的现实作为最终的仲裁者，术语只是作为便利的抽象来概括概念。遗憾的是，概念会改变，而且在有新信息加入时会持续改变，所以术语也应该改变。贯穿全书，我用了一些在不同的时候和对不同的人有不同意思的术语。为了减少可能的混淆，也部分作为一个综述，我在这里试着澄清其中一些关于动物冬季适应的术语。

在《冬日的世界》里，我主要用摄氏温标来度量温度。因为《冬日的世界》里谈论的很多内容都是关于温度的，摄氏度向华氏度转换细节参见下图：



摄氏温度与华氏温度的转换。

在本书里大部分其他术语与冬眠相关,尽管这个术语也会因为它相关的假设而引起混淆。传统上,冬眠只是指冬季的不活跃,因此,它对于把自己埋在冰层下泥里的蛙、在地面上冻成冰块的一些昆虫和蛙、躺在它们的穴中仍保持着高温的熊,或者大半个冬天以低体温度过但定期让自己回温活跃一天或更久的地松鼠及蝙蝠同样适用。

冬眠的动物大多数(但并不一定是全部)时候是休眠的,这是一种主要(但不排除其他的)通过大幅度降低体温达到的不活跃的状态。冬眠特指进化出的一组针对冬季的适应,而休眠既可以是一种病理性的温度调控失败,也可以是一种为了保存能量的适应性反应。它持续的时间可以是几小时、几天或几个月。

但当人们开始知道,通过降低体温稳定状态的冬季休眠可能是温血动物的一种适应后,低体温几乎成了冬眠的限定特征。与适应性休眠完全一样的机制,后来在一些不仅在冬季条件下生存,还在沙漠中不适宜居住的季节条件下生存的动物身上观察到。在这样新的环境里,休眠的“冬眠”的生理现象被定义为夏蛰。

一开始,把冬眠(或夏蛰)的机制与体温关联在一起的严格定义意味着只有哺乳动物(也可以是鸟类)冬眠。然而,因为其他从不调节高体温的动物也会经历适应性的冬季不活跃,所以需要发明一个新术语,或者摒弃旧术语。解决的办法就是再发明第四个术语——寒化。这个术语于20世纪70年代被创造出来,指冷血的两栖动物和爬行动物冬季的行动迟缓或休眠。

再后来,一些哺乳动物和一些鸟类会规律性地进入休眠状态以保存能量,这不仅仅是季节性的,还可以在夏季的每日发生,这一事实变得广为人知。即使在温血动物中,休眠行为/生理现象也不再是冬眠的限定特征了。最后,随着更不计其数、更多样的冬季生存方式的发现,一种能够包括所有的冬眠的定义已经无法实现了。

体温变成了一个定义冬眠尤其不合适的标准,因为许多昆虫,本该是“冷血的”,却被发现不时把体温调节到与大多数鸟类和哺乳动物一样

或是更高的体温。和那些不时会让体温下降的鸟类和哺乳动物一样，它们颤抖(同时收缩平时用来运动的肌肉，来产生热量而不发生移动)从而变得可以进行快速的动作，在这个例子里是飞行。其他昆虫甚至在没有热起来时就保持着**活跃**，不管是颤抖还是晒太阳(通过调整朝向获取太阳的热能以提高体温，而不是通过颤抖)，有一些甚至在体温在或稍低于水的凝固点时仍然保持活跃。

如果缺乏水的物理性质的基本知识，那就很难理解与冬日世界息息相关的活动和体温，并且在之后的文章中也会出现如凝固点降低、抗冻、冰核形成点、热滞后和超冷的概念和术语，在这里我就先解释一下。一般来说，水的凝固点和熔点是同一个温度。对于**纯水**来说 固液转化发生在 $0^{\circ}\text{C}$ 和 $32^{\circ}\text{F}$ 是基本常识。(我主要会采用国际上通用的摄氏温标。)水中的溶质所降低的凝固点是可以推算的。例如，在1升纯水中每增加1摩尔(分子量，代表一个特定数量的分子**数**)任何物质，其凝固点/熔点降低 $1.86^{\circ}\text{C}$ 。许多动物对冬天低温的适应就与调整预计凝固点的物理“把戏”相关，通过利用与水的凝固点/熔点相关的其他物理现象。首先，凝固点/熔点降低并不**总是**严格地按照水中溶解质的摩尔浓度做固定变化。**一些物质**——那些被我们叫做“抗冻剂”的特殊物质——与水分子相互作用造成凝固点降低的值较单独用浓度**预估**的凝固点降低的值要大。一些动物(特别是昆虫)利用的一个更为重要的现象是，凝固点与熔点**分离**。这种异常被叫做热滞后。当一种水溶液(无所谓它是否纯净或它含有的溶质是否为抗冻剂)在液体状态时，它的温度低于其预计凝固点(也就是热滞后)，那它就被定义为处于**超冷**状态了。通常冰晶要在一些分子或其他冰晶上或周围形成，一种液体只有在不存在可供冰晶围绕其生长的所谓的成核点时才可能处于超冷状态。在超冷的液体中加入成核点——比如一个单冰晶或尘粒——会导致它全部“即刻”变成冰；而且因为超冷液体不是处在一个物理稳定的状态，它们可能会在任何时刻凝固。

有时用于越冬昆虫的另外一个(但不排他的)术语是滞育，它被更严格地定义为在一个发育阶段内的停滞状态。所有昆虫在冬眠时都处于发

育停滞状态(部分是因为低温,即便还没被冰冻,它们也已减缓或停止了生化过程,除非有特殊机制启动来规避寒冷),但它们并不是严格的滞育,除非在它们再次经历温暖时对恢复发育**没有**应答。许多(但绝不是全部)飞蛾在夏末和秋季天气仍旧温暖时发育停留在蛹的阶段,然后以滞育的蛹的形式冬眠。其他的,取决于品种,在卵、幼虫或成虫阶段冬眠。发育停滞需要特殊的适应,并且要与越冬时其他忍耐寒冷的特征相结合。滞育也会在非冬眠时发生。例如,夏天一些成虫迁徙或寻找寄主植物时会进入**生殖**滞育。

关于冬眠术语定义的混乱是可以避免的,只要冬眠不是根据体温或一些其他既定物种特定的生理或行为现象特征定义的,而是根据它适应性的功能来定义。对大多数动物来说,冬眠和/或夏蛰是季节性的适应性休眠,这可以让它们在规律性发生的饥荒中生存。冷、热和干燥是会加剧季节性饥荒的因素,而冬眠就是通过进化出的不同适应来应对饥荒的。

更精确或更有限制性的定义并不能使我们在理解任何动物上有更精确的结果,意识到这点,对于术语用法的进一步混淆就可以避免了。动物是动态的。每个动物的选择在几乎能被测量或想象的每件事的长长的连续统一体中总会有适宜的位置。不同的术语在不同程度上可能适用于任何一个动物,这取决于环境,但最终取决于物种,也常取决于个体和它们各自适合于场合或处境的解决办法。我们不仅仅通过合并和定义来获得理解,还通过把特殊特征从普遍特征中区别出来。后者有趋势被拔高为最终是从描述性的人为现象中通过统计学归纳的定律或法则。但动物并不遵守规则,也不会轻易让我们把它们分类在方便的知识盒子里。“法则”只是我们推断动物为了满足它们的利益而表现出的反应的一致性。法则是个体们所作决定的总和。它们是一个结果。而自然的混乱和艺术仍然存在。

当我还是缅因州西部的一个十几岁的孩子时，我读杰克·伦敦(Jack London)的书，那些书描述着一个在北方冰冻的树林里坚毅的人们和当地耐寒的动物的世界。想象着那样一个世界，我踏着雪地靴去森林里探险，如果正值暴风雪反而更好。在森林深处我要在雪地上挖一个浅坑，用从附近的白桦树上刨下来的如纸的树皮和红云杉树上断裂的干树枝，生一堆噼啪作响的火。火花的光辉直刺灰暗的天空，刺鼻的烟在飘落的雪花间袅袅上升，野兔或是野猪肉正插在棍上在火焰里烤着，这一切都让冬季变得更浪漫。让自己暖和起来，我会想到杰克·伦敦的《生火》(To Build a Fire)，那是一个关于在北方的荒野中热是如何意味着生命的故事。对于故事中那个初来冰冻的育空地区的不幸之人来说，活命的关键在于保持干燥和有一根火柴，但因为粗心，他的脚湿了，他的火和生命也被熄灭了。

那个初来者的麻烦，杰克·伦敦写道，就是“他没有想象力。他对于有生命的东西敏锐而警觉，但只是对生命本身，而非它们的意义。 $-50^{\circ}\text{F}$ 意味着大约 $80^{\circ}\text{F}$ 的霜冻，对他来说只是精确的 $-50^{\circ}\text{F}$ 。他从来没有想过，那还包含了更多的意义”。初来者了解抽象的东西，霜冻和数字。但他还不知道它们意味着什么。这也不是没有来由的，因为我们适应的是热带环境，而且房屋和衣服使我们周围常年保持着这种环境。我们中的大多数在水结成冰的温度 $32^{\circ}\text{F}$ (或 $0^{\circ}\text{C}$ )时就已经感到不舒服。那对于 $-50^{\circ}\text{F}$ ，我们又了解多少呢？我们没有经历那样的温度，所以我们很难想象动物是怎样生存的；等到冬天来临，我们中的大多数人早已置身于一个人造的热带环境了。

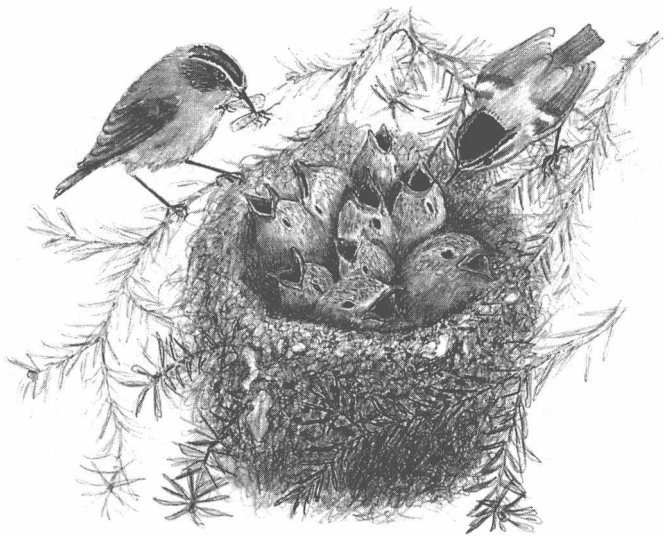
在痴迷于杰克·伦敦的青春期里，我可能偶尔也经历过寒冷，但那不足以抓住我的注意力。我把注意力都放在

如何使我每次冬季的树林外出都变成一次探险。我记得我曾和学校的两个好友半夜从床上溜出去,在银白色的月光下滑雪穿过缅因州西部马丁溪附近的松树林和铁杉林。在我们脑海里,我们是在育空河的道森小径上,在那里我们必须更坚强。毕竟,在世界的边缘,什么事都有可能发生。在我们的想象中,我们能清楚听见哈士奇的呼吸声,以及听起来有点像狼嚎的远处农场的狗吠声。就像杰克·伦敦说的,北方的亮光在从天际垂下的青紫色的天幕上闪烁,为我们的幻想带来些许现实的成分。附近的一只横斑林鸮在昏暗的雪松沼泽处叫了一声,雪鞋野兔们在一片寂静中交叉往返于香脂冷杉灌木丛,鹿儿在山岭上奔走。我们对于这些生物的其他许多世界浑然不知,也很少会想这些动物是如何在低至 $-50^{\circ}\text{C}$ 的极端温度下生存的。和那个初来者在他的第一个冬天里一样,我没有想象力,因为我没有经历。

每个物种经历世界的方式不尽相同,许多物种有迥异于我们的能力。它们会向我们展示**无法想象的神奇**。因此,我们对各种动物越有同情心,我们就能懂得越多。比如,没有人会主动去收集一种特定的、从树里流出来的、与水根本无法区分的液体,然后让其蒸发来制造糖。但是纽约州的原住民易洛魁人说,枫糖浆是由一个小男孩发现的,他注意到松鼠会在树的伤口处舔水分蒸发了的枫树汁。他发现了松鼠的冬季食物。出于好奇,这个男孩自己也尝了点树汁。发现它是甜的,于是他开启了部落对于一个新资源的利用。同样,在用精密的电子设备监听来进行观察之前,没有人能想到蝙蝠用它们的耳朵看世界,象海豹会潜入1.6千米深的水中并待上一个小时,飞蛾能闻到1.6千米外的配偶,以及鸟类能不停地飞越大洋。

一个早期的理论 [来自19世纪的德国生物学家伯格曼(Carl Bergmann)]是有关冬日的世界的,现在已被奉为伯格曼法则,即北方动物比它们在南方的同属动物体型大,这可以使它们更好地保存来之不易的体热。于是,世界上最大的雀形目鸟类(最常见且物种最多的一群鸟类)——渡鸦(*Corvus corax*)——是北方鸟类,而这一物种最大的个体生活

在缅因州到阿拉斯加州之间的地区也就不足为奇了。但就像大多数法则一样,伯格曼法则只在其他条件完全一样的情况下适用。而实际情况却从来不是这样;世界上最小的雀形目鸟类和渡鸦生活在同一片北方区域,即使是在冬天,它的体重也只是一只较大的渡鸦的 $1/325$ 。渡鸦的北方伙伴,金冠戴菊(*Regulus satrapa*),体重只有5克——与1枚2便士硬币一样重。它仅比红喉北蜂鸟或倭鹟睛大一点,但是它似乎在北方冬季的树林里茁壮成长着。我小时候在缅因州冬季树林的短途旅行中见过这些小鸟——我现在也能看到它们,每当寒夜后的早晨我踏向室外听见它们的问候声时,仍赞叹不已。我们在寒冷中的脆弱把这些小生物的生存映衬得更加不可思议。



金冠戴菊。

奥尔森(Sigund F. Olson)在《来自北国乡村的思考》(*Reflections from the North Country*)中写道:“如果我了解了生长在远北地区凸出岩石上那金黄色的北极罌粟的全部奥秘,我将获悉进化和上帝创世的整个故事。”他也可以用戴菊替换罌粟。戴菊是有着火红、黄色或橙色羽冠的灰黄色的鸟。兴奋时,戴菊能突然从橄榄绿的头羽中亮起明艳的羽冠。它们是生



活在北半球最常见的但又是最神秘的森林鸟类之一。当我看到一只戴菊跳跃着穿过一棵被厚雪盖住的浓密多枝的云杉树时,我经常想象自己是它,很好奇它是如何经历世界的。戴菊的胸围就跟一个核桃的大小差不多,体内的产热效率超过人类的几百倍。世界突然变得更冷了,在北方冬天被冻死的命运变得几乎每夜都有可能发生。然而,只有通过观察无数其他同样生活在冬日的世界里的动物们的适应能力时,有关戴菊如何能生存下来的疑惑和奇迹才能被理解或欣赏。正是戴菊特殊的应对方法成就了它们如何在零下气温中的生存之谜。如威尔逊(Edward O. Wilson) [在《生命的未来》(*The Future of Life*)中]所说,每一个物种都开启了“通往天堂之门”,那是“希望的源泉”。我同意:如果戴菊能够做到,那任何事情都有可能发生。

只有在我了解一只金冠戴菊是如何以及为何在缅因或阿拉斯加的冬天生存的,我才能明白冬季生存的故事。和其他北方的动物一样,它的生命是在冰冷的天气和匮乏的资源下腹背受敌。对于那些忍耐到春天的动物来说,生存已被精简到了最基本的程度。戴菊因而更独树一帜,因为它不仅仅是冬天,也是所有不利条件下适应性的象征。动物们为了应对冬日的世界进化出来了惊人和巧妙的策略,而这种鸟正是典型。对于我即将探索的冬日的世界,它极具代表性,因为其极小的体型和被假定以昆虫为主的饮食,而那时昆虫都藏起来冬眠了,这些加在一起便是个未解之谜。对我而言,是戴菊带领我一步一步地走进了北方树林里的冬日的世界,促成了这本书,也鞭策着我继续找寻那些不可思议的奇迹。