



公民科学进入地下

Victoria J. Burton ^{1*} and Erin K. Cameron ²

¹ Life Sciences Department, Natural History Museum, London, United Kingdom

² Department of Environmental Science, Saint Mary's University, Halifax, NS, Canada

小审稿人



AYA

年龄: 9岁

小审稿人 (翻译及校稿)



刘沛桓

年龄: 9岁

你是否曾经想过进行科学研究？公民科学涉及非科学家协助科学家进行研究。这个术语涵盖了大量的项目：从网上的星系分类，到实际的户外活动，甚至是帮助科学考察。理想情况下，公民科学对每个人都有好处——科学家在更大的地理范围内收集更多的数据，而这是他们自己无法做到的。非科学家通过学习新的东西和体验科学的工作方式而受益，并希望从中获得乐趣！大多数土壤生物体个体小，对公民科学来说是个挑战。然而，蚯蚓很容易识别，且相对较大，所以已经有几个公民科学项目专注于它们。在本文中，我们讨论了蚯蚓公民科学从18和19世纪自然历史学家的起源到现代的情况。探索非科学家对蚯蚓科学的贡献，以及你如何设计自己的蚯蚓调查。

公民科学

全部或部分由志愿者而非受薪科学家进行的科学研究，也被称为社区科学。

生态型

根据洞穴和摄食习性划分的蚯蚓群。

内栖型

一种在土壤中形成水平洞穴的蚯蚓，在钻洞时以土壤为食。通常颜色较浅。

深栖型

蚯蚓的一种类型，建立深而垂直的洞穴，并来到地表以落叶为食。通常很大，呈红色。

表栖型

在土壤表面或附近觅食和钻洞的蚯蚓，以落叶为食。通常很小，呈红色。

为什么是公民科学？

科学不仅仅是由科学家进行的。当其他人，如学生或家庭，收集科学数据并帮助研究时，这就被称为**公民科学**。公民科学，也被称为社区科学，允许任何人参与研究，其受欢迎程度一直在增加。科学家们受益于此，因为这有助于他们收集数据，而这些数据对他们来说是很难、很昂贵或者不可能自己收集的。另一方面，公民科学家也获得了直接参与研究和了解科学的机会。

公民科学的类型

公民科学有很多种类。一些项目借用个人电脑的力量来寻找外星生命或寻找疾病的治疗方法。一些以网络形式的公民科学项目要求人们帮助识别野生动物或星系，翻译文件，以及其他许多任务。其他公民科学项目需要人们到户外调查野生动物或测量水污染。甚至还有一些探险式的项目，如志愿者帮助科学家进行火山和雨林的研究。

为什么要研究蚯蚓？

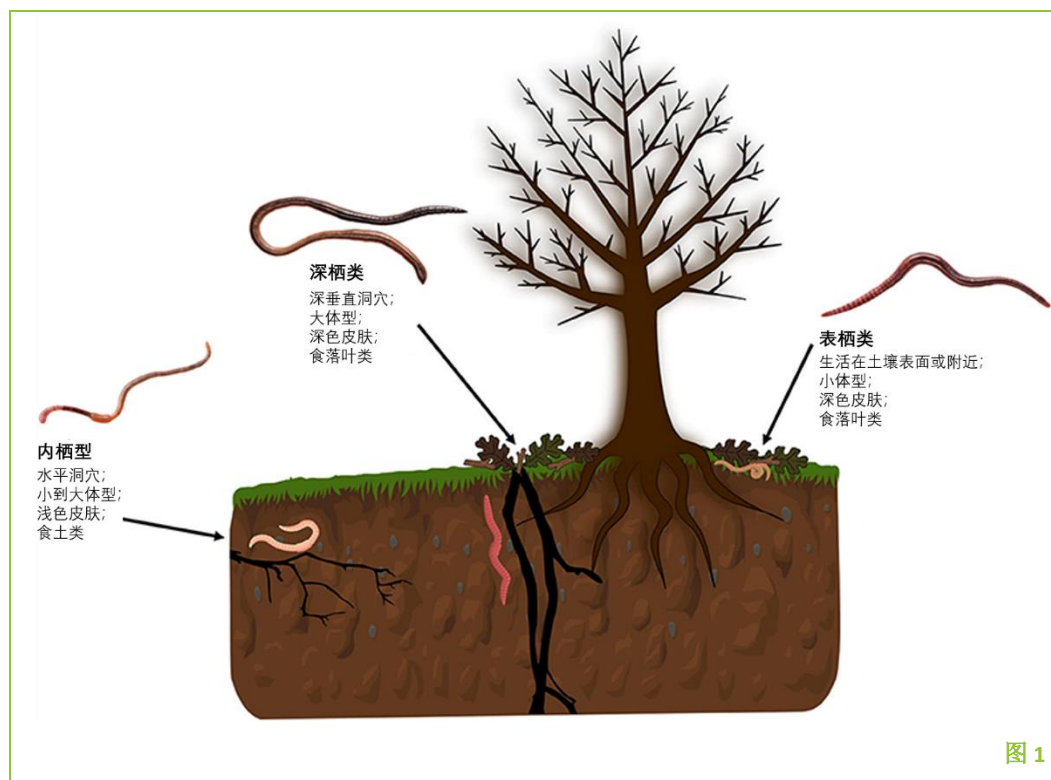
健康的土壤对地球上的所有生命都很重要，因为它们可以回收养分，过滤水，并帮助植物生长。当蚯蚓进食和钻洞时，它们混合土壤并提供大多数植物所需的养分。根据研究地点的不同，蚯蚓研究解决的科学问题也不同。在一些地方，如英国，蚯蚓被认为是有益的，科学家们想要更多的了解它们在哪里，以改善土壤健康。但是，在世界其他地区，像加拿大和美国北部的大部分地区，上一个冰川期消灭了蚯蚓。现在，现在仅存的蚯蚓是人们从欧洲进口土壤或植物时被带入该地区的蚯蚓，但这往往是偶然发生的。这些地区的科学研究往往通过确定在哪里发现的蚯蚓以及它们是如何传播的，以试图减少它们对森林的影响。即使在蚯蚓入侵的地方，它们普遍被认为对花园和堆肥是有益的，只有当它们逃到野外地区时才是一个问题。

蚯蚓的公民科学

蚯蚓是早期科学家最早研究的土壤动物之一，今天的科学家在农民、园丁、学生和许多其他人的帮助下继续对它们进行研究。大多数土壤生物体都很小，需要特殊的设备和知识来研究它们，这使得它们很难被纳入公民科学。蚯蚓是一个令人高兴的例外，因为它们相对较大，不需要特殊设备就能找到和观察。寻找蚯蚓的方法通常是，从地下挖出一块土，然后用手搜索，挑出所有蚯蚓。另一种方法是将热芥末粉和水的混合物倒在土壤上。如果芥末水接触到土壤中的蚯蚓，它们就会移动到土壤表面而被捕获，但芥末不会造成永久性伤害。虽然大多数蚯蚓的种类在没有显微镜的情况下是无法识别的，但是可以根据它们的生活方式将它们归入不同的类别。这些类别被称为**生态型**。这三种生态型——**内栖型**、**深栖型**和**表栖型**（图1）——通常可以由公民科学家区分。

图 1

蚯蚓有三种主要类型，称为生态型：内栖型、深栖型和表栖型（从左往右）。这里描述了它们的一些特征。（鸣谢：蚯蚓剪贴画来自 Vecteezy.com 蚯蚓照片 © 自然历史博物馆受托人/Harry Taylor）



早期的蚯蚓公民科学

以约翰-雷（1627-1705）和卡尔-林尼厄斯（1707-1778）为代表的最早的自然科学家，他们把所有长长的、蠕动的动物都归为“蠕虫”，许多动物的名字至今仍然反映这一点，如一些蛾毛虫被称为尺蠖，无腿蜥蜴被称为慢虫，发光甲虫的幼虫被称为萤火虫。在约翰-雷1670年出版的《谚语手册》一书中，他是第一个记录了“早起的鸟儿有虫吃”的人。林尼厄斯制定了生物体的命名规则，并将常见的蚯蚓命名为 *Lumbricus terrestris*——与今天的名称相同。

英国牧师吉尔伯特-怀特（1720-1793）是第一个观察和记录蚯蚓生活方式的人。他说，蚯蚓似乎能促进植物生长，是食物链的重要组成部分。受怀特作品的启发，查尔斯-达尔文（1809-1882）也对蚯蚓很着迷。达尔文的《腐植土产生与蚯蚓的作用》以及对它们习性的观察[1]是他对蚯蚓长达40年研究的结果，这是他于1881年10月出版的最后一本书。这本书非常受欢迎，第一年就售出了6000册。

达尔文对蚯蚓有何发现？

达尔文发现蚯蚓没有听觉。他通过对蚯蚓大喊，并给它们演奏各种乐器，包括钢琴、巴松管和哨笛，发现了这一点。然而，放在钢琴上的花盆里的蚯蚓在音符响起时躲进了它们的洞穴，这表明它们可以通过土壤感知振动。达尔文还通过向蚯蚓喷洒烟草烟雾和香水来研究它们的嗅觉，但它们并没有反应。不过它们可以闻到最喜欢的食物的味道——达尔文给圈养的蚯蚓提供许多不同的食物，并观察它们更喜欢吃哪种。他发现，野樱桃叶比酸橙和榛叶这两种食物更受蚯蚓的欢迎。而且，蚯蚓也取食

卷心菜、辣根、胡萝卜和芹菜，但鼠尾草、百里香和薄荷等草药却几乎不碰。

图 2

各国蚯蚓公民科学项目的实例。OPVT = L'Observatoire Participatif des Vers de Terre.

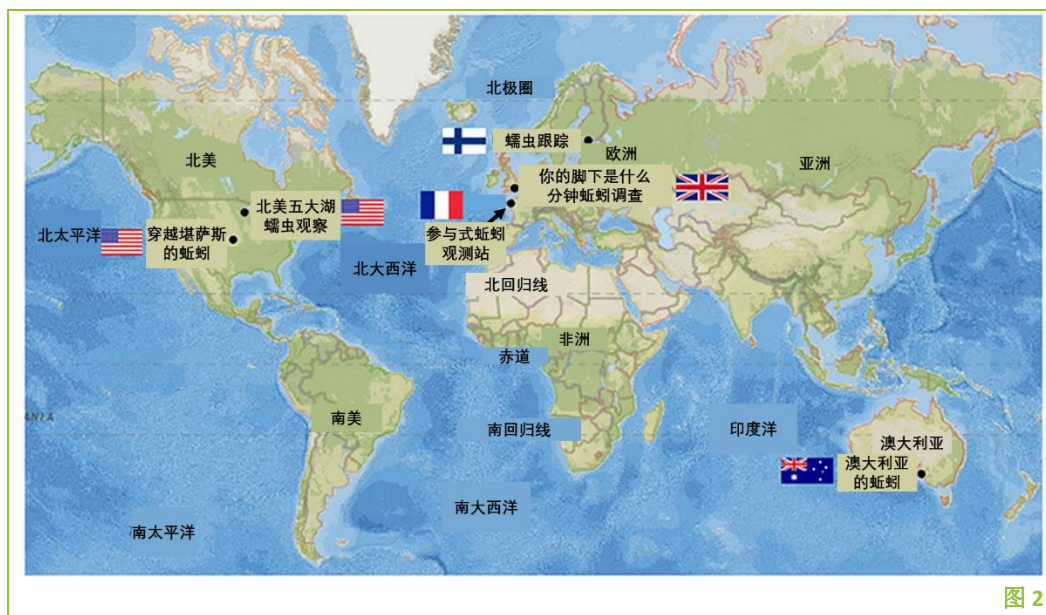


图 2

达尔文观察到了巨石和古代建筑被缓慢掩埋，包括前往巨石阵检查那里埋藏的石头。达尔文在他花园的土壤表面放置了一块大石头，并在29年内记录了这块石头被蚯蚓掩埋的时间。通过这项实验，达尔文估计，蚯蚓每年每公顷（大约四分之一足球场的面积）可将34,000公斤的土壤（相当于5.5头非洲大象的重量）移到地表——这个过程被称为生物扰动作用。

今天的蚯蚓公民科学

尽管有关蚯蚓的研究历史悠久，但我们仍然不太清楚它们在哪里最常见，以及是它们是如何影响其他物种的。公民科学家正在帮助科学家们回答这些问题。世界各地涉及蚯蚓采样的项目越来越多（图2和表1）。公民科学家收集的数据被邮寄或通过智能手机应用程序发送给科学家。一些项目是为了学校使用而设计的，包括一些如何与课程材料相匹配的建议，而另一些项目的设计是为了让任何人都可以参与。

蚯蚓公民科学的发现

公民科学项目的许多研究仍在进行中，但已经有了一些令人兴奋的发现。而公民科学家一直是极其重要的！例如，在美国，公民科学家帮助检测到了新物种的传播，如从亚洲引进的跳虫（*Amyntas*物种）；在芬兰，公民科学家帮助揭示了蚯蚓物种的数量从该国的南部向北部逐渐减少；在北方，大多数被调查的地方没有蚯蚓或只有一种蚯蚓，可能是由于气温低；在英国，OPAL土壤和蚯蚓调查发现，公民科学家想要识别蚯蚓的物种是相当困难的，但在70-90%的情况下可以正确地区分生态型。

“你脚下是什么？”项目证实了蚯蚓的数量随季节变化，春季和秋季最多[2]，雨后也发现了更多的蚯蚓。#60MinWorms项目对农田中的蚯蚓进行了计数，发现翻耕土壤可以减少蚯蚓的数量[3]。一些农场没有表栖型

生物扰动作用

活的动物或植物对土壤的移动

或深栖型蚯蚓，这可能意味着农田被犁得太频繁了。“蚯蚓观察”项目发现，使用有机肥料(如粪便和堆肥)的花园的蚯蚓数量比不添加化肥的花园多20%。

国家	项目名称	针对对象	更多信息	时间
美国	北美五大湖蠕虫观察	所有人	https://www.k-state.edu/cecd/partnerships/EarthwormsAcrossKansas.htm	2006–today
	穿越堪萨斯的蚯蚓	学生	https://www.k-state.edu/earthworm/	2010–2012
加拿大	阿尔伯特塔蠕虫入侵与追踪	所有人	https://worms.educ.ualberta.ca/	2013–today
	蠕虫观察	所有人	https://www.naturewatch.ca/wormwatch/	2014–today
英国	土壤和蚯蚓的露天实验室调查	所有人	https://www.imperial.ac.uk/opal-soil	2009–2020
	你的脚下是什么	学生	https://jointhepod.org/teachers/other/information-pack-whats-under-your-feet	2018–today
	60分钟蚯蚓调查	农民	https://www.rothamsted.ac.uk/news/earthworm-research-spurs-farmers-act	2018
	蚯蚓观察	所有人	https://earthwormwatch.org/	2016–2018
	英国蚯蚓学会	所有人	https://www.earthwormsoc.org.uk/	2009–today
法国	参与式蚯蚓观测站	所有人	https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php	2011–today
澳大利亚	澳大利亚的蚯蚓	学生	[2]	1992
芬兰	蠕虫跟踪	学生	http://matoseuranta.it.helsinki.fi/fi	2016–2018
挪威	年研究活动——蚯蚓	学生	https://www.miljolare.no/aktiviteter/land/natur/ln6/	2010

表 1 世界各地过去和现在的蚯蚓公民科学项目。

进行你自己的蚯蚓研究

蚯蚓对土壤健康是有益还是有害，取决于它们在世界的哪里，但它们始终是重要的。利用公民科学，科学家、学生、家庭、农民和其他任何有兴趣的人都可以共同努力，了解更多关于蚯蚓的知识。关于蚯蚓仍有许多未解答的问题可以调查。如果你想开始自己的蚯蚓项目，这里有一些建议：

- 重现达尔文的一个实验——蚯蚓在你的花园里埋下一块石头需要多长时间？这会根据石头在你花园中的位置而不同吗？
- 季节对花园中发现的蚯蚓数量或不同类型的蚯蚓数量有何影响？
- 蚯蚓的数量和类型在不同的**栖息地**（如你的花园和森林相比）有什么不同？
- 在你的院子里放置一个堆肥箱——蚯蚓需要多长时间才能到达？

栖息地

动物、植物或其他生物的居住环境，提供食物、住所、保护和配

参考文献

1. Darwin, C. 1882. The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms With Observations on Their Habits. London: John Murray. Available online at: http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_VegetableMouldandWorms.html
2. Baker, G. H., Thumlert, T. A., Meisel, L. S., Carter, P. J., and Kilpin, G. P. 1997. "Earthworms downunder": a survey of the earthworm fauna of urban and agricultural soils in Australia. *Soil Biol. Biochem.* 29:589–97. doi: 10.1016/S0038-0717(96)00184-8
3. Martay, B., and Pearce-Higgins, J. W. 2018. Using data from schools to model variation in soil invertebrates across the UK: the importance of weather, climate, season and habitat. *Pedobiologia* 67:1–9. doi: 10.1016/j.pedobi.2018.01.002
4. Stroud, J. L. 2019. Soil health pilot study in England: outcomes from an on-farm earthworm survey. *PLoS ONE* 14:e0203909. doi: 10.1371/journal.pone.0203909

EDITED BY: Rémy Beugnon, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITATION: Burton VJ and Cameron EK (2021) Learning More About Earthworms With Citizen Science. *Front. Young Minds* 8:548525. doi: 10.3389/frym.2020.548525

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

COPYRIGHT ©2021 Burton and Cameron. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

小审稿人



AYA, 年龄: 9岁

Aya想学习海洋生物学。她想专攻鲨鱼和鳐鱼。她在学校最喜欢的科目是阅读、写作、数学和音乐。在空闲时间，她喜欢看书，尝试挑战性的谜题，进行田径和越野训练，尝试不同的艺术技巧，以及轮滑。



刘沛桓, 年龄: 9岁

福建省厦门市滨水学校

小审稿人 (翻译及校稿)

作者



VICTORIA J. BURTON

我的童年是在户外玩耍，写自然日记，并学习如何在树林中识别植物、鸟类和昆虫。我不喜欢上学，但一直想成为一名科学家，所以我在开放大学攻读学位。我刚刚完成了伦敦帝国理工学院的博士学位，在那里我研究了土壤和落叶无脊椎动物群落如何应对人类活动。在我的空闲时间里，我喜欢照顾我的宠物和植物，并帮助管理昆虫俱乐部，为对昆虫感兴趣的年轻人服务。*v.burton@nhm.ac.uk



ERIN K. CAMERON

我小时候喜欢在户外玩耍，喜欢科学，但直到上了大学才考虑成为一名生物学家。最终，我开始帮助研究人类活动如何影响鸣禽，并发现这很吸引人。当我开始研究土壤生物时，看到对它们还有很多未知之处，我就确信我想研究生态学。现在我研究人类活动如何影响土壤生物多样性和生态系统的功能。我在空闲时间喜欢越野滑雪、骑自行车和划皮划艇。

翻译:

唐仲辉

硕士研究生（中国科学院城市环境研究所）

廖紫君

硕士研究生（中国科学院城市环境研究所）

校稿:

孙新

研究员（中国科学院城市环境研究所）