

达尔文进化论全集

第八卷

攀援植物
的运动和习性

达尔文著

科学出版社

达尔文进化论全集 第八卷

攀援植物的运动和习性

〔英〕Ch. 达尔文

张肇骞 译

娄成后 校

本书得到中国农业科学院院长基金资助出版

科 学 出 版 社

1 9 9 8

内 容 简 介

本书为达尔文根据自己的观察,生动地描述了各种攀援植物的运动,书中详细说明了缠绕植物的旋转动作的性质、旋转动作的速度;详细描述了攀援植物分别用叶、用卷须、用钩和用根来攀援的几种类型;对各种类型攀援植物在进化上的关系作出结论。他还透过这一专题阐述了他的生物进化理论。

图书在版编目(CIP)数据

攀援植物的运动和习性/(英)达尔文(Darwin, C.)著;张肇
骞译.-北京:科学出版社,1997

(达尔文进化论全集)

书名原文:The Movements and Habits of Climbing Plants

ISBN 7-03-006063-6

I. 攀… II. ①达… ②张… III. 攀缘植物-生长发育-研究
IV. S687.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 07163 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 1 月第一版 开本:850×1168 1/32

1998 年 1 月第一次印刷 印张:4 1/8

印数:1—1 000 字数:104 000

定价: 15.00 元

序 言

这篇文章在 1865 年首次发表于《林奈学会会报》(Journal of Linnean Society)第 9 卷里。在这里增加一些补充事实,以一个修正过的,并且我希望是更清晰的形式再次出版。那些插图是我的儿子乔治·达尔文(George Darwin)绘制的。在我的文章发表后,弗里茨·米勒(Fritz Müller)寄给林奈学会(《林奈学会会报》,第 9 卷,344 页)关于南巴西的攀援植物的有趣观察,这些观察我将时常提到。近年来雨果·德弗里斯(Hugo de Vries)写过两篇重要论文,主要关于卷须的上下两侧之间生长的差别,和关于缠绕植物的运动机理,已刊登于《乌兹堡植物研究所工作报告》(Arbeiten des Botanischen Institute in Würzburg)第 3 期,1873 年。每位对这个问题感兴趣的读者最好仔细阅读这两篇论文,因为我这里只能对较重要的地方提供参考。这位著名的观察家,以及萨克斯(Sachs)教授^①,把卷须的一切运动都归因于沿一侧的迅速生长;但是根据我在第四章结尾所指出的理由,我不能使自己相信这种说法对于由接触所引起的运动也适用。为了读者便于了解有哪些地方使我最感兴趣,我提请注意某些种具卷须植物;例如,喇叭花藤(*Bignonia capreolata*)、科比亚藤属(*Cobaea*)、野黄瓜属(*Echinocystis*)和亨白莲属(*Hanfurya*),这些植物所表现的适应性,和在自然界的任何地方所能找到的一样完美。还有一件有趣的事,即适合于大不相同功能的器官之间的过渡状态,可以在蔓紫堇(*Corydalis claviculata*)和葡萄藤的同一植株上看到;并且这些事例显著地阐明物种的逐渐演化的原理。

^① 萨克斯教授著的《植物学教程》的英译本近期(1875 年)出版,书名为《植物学教科书》,这本书对于英国所有的自然科学爱好者都很有裨益。

序 言 附 注

(1882 年)

自从本版发行后,由著名的植物学家写的两篇论文曾经刊登出来;即施文德纳(Schwendener)的《植物的缠绕》[《柏林学院月报》(Monatsberichte der Berliner Akademie),12月号,1881年],和萨克斯的《对缠绕植物的观察》[《乌兹堡植物研究所工作报告》第2集,719页,1882年]。关于“大多数攀援植物所依赖的旋转能力,在植物界中的几乎每种植物里都是内在的,虽然没有发展起来”这个观点(《攀援植物运动和习性》,205页),在《植物的运动》一书中提出过,已经由对回旋转头运动(circamutation)的观察所证实。

目 录

序言

序言附注

第一章 缠绕植物..... (1)

导言——蛇麻草的缠绕的描述——茎的扭转——旋转运动的性质,和上升的方式——茎无感应性——在各种植物中的旋转速度——植物所能缠绕的支持物的粗细——以异常方式旋转的植物

种类 (1)

第二章 用叶攀援植物 (31)

借助于自发旋转和敏感的叶柄而攀援的植物——铁线莲属 (*Clematis*)——早金莲属 (*Tropaeolum*)——扭柄藤属 (*Maurandia*),有自发运动的和对接触敏感的花梗——红萼花藤属 (*Rhodochiton*)——冠子藤属 (*Lophospermum*),节间敏感——茄属 (*Solanum*),缠绕叶柄的增粗——洋紫堇属 (*Fumaria*)——瓣包果属 (*Adlumia*),借助于延伸中脉而攀援的植物——蔓百合属 (*Gloriosa*)——山藤属 (*Flagellaria*)——猪笼草属 (*Nepenthes*),关于用叶攀援植物的提要。..... (31)

第三章 具卷须的植物 (53)

卷须的性质——紫葳科 (*Bignoniaceae*),它的几个物种,以及它们的不同攀援方式——避光并且爬入裂缝的卷须——吸盘的发育——为缠住不同支持物的完善适应——花荵科 (*Polemoniaceae*)——科比亚藤 (*Cobaea scandens*),多须枝的和钩状卷须,它们的动作方式——豆科 (*Leguminosae*)——菊科 (*Compositae*)——菝葜科 (*Smilacaceae*)——毛菝葜 (*Smilax aspera*),它的低效卷须——紫堇科——蔓紫堇,它的介于用叶攀援植物和具卷须植物的中间状态。..... (53)

第四章 具卷须植物(续) (78)

葫芦科 (*Cucurbitaceae*)——卷须的同源性质——野黄瓜

(*Echinocystis lobata*), 卷须避免缠住顶端枝条的显著运动
 ——卷须不因另一条卷须的接触或因水点而激动——卷须顶端的波状运动——亨白莲属 (*Hanburya*), 吸盘——葡萄科 (*Vitaceae*)——弗吉尼亚山葡萄 (*Virginian creeper*) 卷须的背光运动, 并且在接触后产生吸盘——无患子科 (*Sapindaceae*)——西番莲科 (*Passifloraecae*)——无瓣西番莲 (*Passiflora gracilis*)——卷须的迅速旋转运动和敏感性——对于其他卷须或水点的接触不敏感——卷须的螺旋收缩——关于卷须的特性与动作的提

要..... (78)

第五章 用钩和用根攀援植物——结论..... (110)

植物借助于钩而攀援, 或仅攀爬于其他植物上——用根攀援植物, 细根分泌的粘性物质——关于攀援植物一般结论, 和它们发育的阶段..... (110)

第一章 缠绕植物

导言——蛇麻草的缠绕的描述——茎的扭转——旋转运动的性质,和上升的方式——茎无感应性——在各种植物中的旋转速度——植物所能缠绕的支持物的粗细——以异常方式旋转的植物种类

阿萨·格雷(Asa Gray)教授所写的一篇关于一些葫芦科植物的卷须运动的有趣短论文^①,引起我对这个课题的注意。攀援植物的茎和卷须的自发旋转这个令人惊奇的现象,早经帕尔姆(Palm)和胡戈·冯莫尔(Hugo von Mohl)观察过^②,并且随后曾是迪托舍特(Dutrochet)^③的两篇专著的主题,在我知道这些以前,我的观察已经大部分完成了。然而我相信,我根据100多种大不相同的现存物种所做的观察,包括有足够的新材料,值得予以发表。

攀援植物可分为四类。第一类,是那些围绕一个支持物作螺旋状缠绕的植物,它们不借助于任何其他运动。第二类,是那些具有敏感器官的植物,当它们和任何物体接触时便将其缠住;这样的器官由变态的叶、枝条或花梗构成。但是这两类有时在一定程度上逐渐相互转变。第三类植物仅靠钩的帮助上升。第四类植物靠细根上升;但是这两类中没有一种植物表现出任何运动,它们因而不大引人注意,并且当我谈到攀援植物的时候,一般指前两大类。

① 美国文理学院纪要(Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences),第4卷,8月12日,1858年,98页。

② 帕尔姆,关于植物的缠绕;胡戈·冯莫尔,关于卷须和攀援植物的结构和缠绕(1827年)。帕尔姆的论文发表仅比冯莫尔的早数星期。也参考胡戈·冯莫尔著的《植物的细胞》(Henfney的译本)第147页至末页。

③ 自发旋转运动等,法兰西科学院学报(Comptes Renduo),17卷,1843年,989页;茎的旋转研究等,19卷,1844年,295页。

缠绕植物

这是最大的亚类，并且显然是这类植物里原始的和最简单的状态。我的观察最好用几个特殊例证来叙述。当蛇麻草(*Humulus lupulus*)的枝条由地面长出时，先形成的两三个关节或节间是直立的并且保持不动；但是随后形成的节间，还很幼嫩时，便可看出是向一侧弯曲并且依照太阳的方向朝向罗盘的各点缓慢移动着，就像时钟的指针一样。这种运动在很短时间内就达到它的正常的全速。根据在8月对从一株砍断植物长出的枝条，和在4月对另一植物所做的共7次观察，每次旋转的平均速度在炎热天气和在白昼间是2小时8分钟；并且没有一次旋转的速度与这个平均值产生较大差异。这种旋转运动随着植物继续生长而持续下去；但是每个节间，当变老时，便停止运动。

为了更精确地查明每个节间进行的运动量，我把一株盆栽植物昼夜放在我因病居住的一间很暖的房间内。一条长枝伸出于支持杆顶端之上，正在稳定地旋转着。于是我取一根较长的支杆并且把这个枝条缚牢，只让一个长达1.75英寸的很幼嫩的节间自由活动。这个节间几乎是直立的，以致它的旋转动作不容易看得出来；但是它一定在运动，节间原来的凸面变成凹面，这个现象，我们以后将看到，是旋转运动的一个可靠标志。我将假定它在开始的24小时内至少旋转了一周。第二天早晨把它的位置标记下来，它在9小时内完成第二周旋转；在这个旋转的后期它的动作快得多，在傍晚稍过3小时就完成了第三周。第三天早晨我发现这个枝条在2小时45分钟内旋转一周，它一定在夜里用每周稍过3小时的平均速度完成了第四周旋转。我应当附带地说室内温度仅有少许变动。这个枝条现在已长到3.5英寸，并且在它的顶端具有一个长达1英寸的幼嫩节间，这个节间在弯曲度上改变很少。下一个或第九周旋转在2小时30分钟内完成。从这个时候起，旋转运动便容易看得出来。第三十六周旋转是以一般速度完成的；最后一周或第三十

七周旋转也是如此,但是没有完成;因为这个节间忽然变成直立,并且在移向中心以后保持不动。我将一个重物系于它的顶端,使它稍向下弯,这样来检查任何运动;但是没有动作。当最后一周旋转完成一半以前不久,这个节间的下部便停止运动。

关于这个节间还有几句话需要补充。它在5天内都在运动;但是较快的运动是在完成第三周旋转以后,持续了3天20小时。从第九周到第三十六周的正常旋转是用2小时31分钟的平均速度进行的;但是天气寒冷,这影响室温,尤其在夜里,因而稍微减慢运动的速度。仅有一次不规则的运动,是在茎作过一次异常慢的旋转以后,却快速地转过一周的一部分。在第十七周旋转后,节间已经从1.75英寸长到6英寸的长度,并且带有一个长达1.875英寸和运动刚可辨识的节间以及一个很小的末端节间。在第二十一周旋转后,末端下第二个节间长达2.5英寸,它可能是在3小时左右的周期内旋转的。在第二十七周旋转时,下部仍在运动的节间长达8.375英寸,末端下第二个节间长达3.5英寸,末端节间长达2.5英寸;整个枝条很倾斜,使它扫过一个直径19英寸的圆周。当运动停止时,下部节间长9英寸,末端下第二节间长6英寸;所以,从第二十七周到第三十七周旋转,有三个节间在同时运动。

下部节间当停止旋转时,变得直立而坚硬;但是当让整个枝条没有支持地生长时,它过些时候以后弯到近于水平的位置,最上部的几个生长节间仍在顶端旋转着,可是当然不再围绕着过去的支杆中心转了。由于枝条顶端的重心位置改变,当它旋转时,向水平伸出的长枝条便有轻微和徐缓的摇摆运动;这种运动我原来还以为是自发的。当枝条生长,它越来越下垂,与此同时那生长着和旋转着的顶端越来越使自己向上举起。

在蛇麻草中我们曾看到三个节间在同时旋转,而且我所观察的大多数植株都有这种现象,所有缠绕植物,如果很健壮,总有两个节间在同时旋转,等到下面的节间停止旋转时,它上面的节间在全速运动,顶端节间刚刚开始运动。另一方面,在球兰(*Hoga carnosa*)中,一条悬垂的枝条没有任何展开的叶,长达32英寸,包

括有 7 个节间(长 1 英寸的顶端节间包括在内),在持续地但缓慢地沿半圆周的路线从一边到另一边摇摆着,而顶端的几个节间在做着完全的旋转。这种摇摆运动一定是由于下部一些节间的运动所引起,可是这些下部节间没有足够的力量使得整个枝条围绕中央的支杆旋转。另一种萝藦科植物称为蜡白花(*Ceropegia gardenieri*)的情况值得简略地提一下。我让其顶端近于水平地生长达 31 英寸的长度;茎这时有三个长的节间,顶端还有两个短的。整个枝条背着太阳的方向旋转(和蛇麻草的方向相反),每次旋转的速度是在 5 小时 15 分钟到 6 小时 45 分钟之间。顶端因而做成一个直径达 5 英尺(或 62 英寸)以上、圆周为 16 英尺的圆圈,运行的速度为每小时 32 英寸或 33 英寸。当时天气很热,植物放在我的书桌上;观看这个长枝条不分昼夜地绕着这个大圆圈找寻可以缠绕的支持物,真是有趣的现象。

如果我们握住一根生长的苗木,我们当然可以使它依次地弯向各个方向,这样使其尖端画出一个圆圈,和自发旋转的植物所做的一样。由于这种运动,这条苗木并没有围绕它自己的轴做丝毫的扭转。我提到这点,是因为如果在苗木树皮上涂一个黑点,当苗木折向手持者的时候涂于上侧,当茎弯向各方画一圆圈时,黑点渐渐转过去到了下侧,当圆圈完成时,它又回到上侧;这种情形产生假的扭转形象,在自发旋转植物的情况下这使我一时弄错。这种现象更为骗人,因为几乎一切缠绕植物的轴都是真正扭转的;它们扭转的方向和自发旋转运动一致,举例来说,蛇麻草的节间,它的历程曾经记录过,在开始时,可以从它表面上的棱条看出没有丝毫扭转;但是当它在第三十七周旋转后长到 9 英寸的长度,而且它的旋转运动已经停止的时候,它已围绕它自己的轴沿太阳方向扭转了三次;另一方面,普通旋花属植物,它旋转的方向和蛇麻草相反,也向相反方向扭转。

因此,胡戈·冯莫尔认为轴的扭转引起旋转运动,这并不是为奇;不过蛇麻草的轴仅扭转 3 次却会引起 37 次旋转,这就不可能了。此外,当轴的扭转能够看出以前,旋转运动已经开始于幼嫩节

间。一株幼嫩的 *Siphomeris* 和 *Lecontea* 的节间旋转了几天,但是仅围绕它们自己的轴扭转一次。然而,证明扭转不会引起旋转运动的最好证据,是由许多用叶攀援植物和具卷须植物[如豌豆 (*Pisum sativa*)、野黄瓜 (*Echinocytio lofata*)、喇叭花藤 (*Bignonia capreolata*)、悬果藤 (*Ecchremocarpus scaber*),和用叶攀援植物,土豆蔓 (*Solanum jaominoideo*)和铁线莲属 (*Clematis*)的几个物种]提供的,这些植物的节间不扭转,但是,我们随后将看到,它们正规地进行旋转运动,像真正的缠绕植物的节间一样。此外,根据帕尔姆和莫尔以及莱昂(Léon)^①的观察,有些节间扭转的方向会偶然与同株上的其他节间相反,这甚至是并非罕见的,并且和它们的旋转方向相反;根据莱昂多花菜豆 (*Phaseolus multiflorus*)的一个变种,所有的节间都有这个现象。我曾几次观察到,已经围绕自己的轴扭转的节间,如果它们还没有停止旋转,仍能缠绕于一支持物上。

莫尔曾注意到当茎缠绕于一根光滑的圆柱上,它不再变得扭转^②。因此,我让菜豆攀登一根拉紧的绳索,和直径为 0.33 英寸的铁棒及玻璃棒,它们仅仅扭转螺旋缠绕的机械需要的程度。另一方面,沿普通粗糙木棍上升的茎都是或多或少扭转的,一般扭转多次。支持物的粗糙度对于轴扭转的影响,在缠绕于玻璃棒的茎上可以明显地看出来;因为这些玻璃棒下部是固定于劈开的木棒内,上部系牢于横棒上,茎经过这两处时扭转得很厉害。攀登铁棒的茎一旦到达顶端成为悬空时,它们也变得扭转;这种扭转动作明显地在有风天气比在无风时要快得多。还有些其他事实可以提出,表示轴的扭转与支持物中的不平坦程度有某种关系,也与枝条缺乏支持物而自由旋转有关系。许多非缠绕植物,在某种程度上绕它们自己

① 法国植物学会会报(Bull. Bot. Soc. de France),第5卷,1858年,356页。

② 这个整个课题曾为 H. de Vries 讨论过和解释过(乌兹堡植物研究所工作报告,第三卷,331,336页)。也参考萨克斯(植物学教科书,英译本,1875年,770页),他下结论说:“扭转是由于内层已经或开始停止生长,而外层仍在继续的结果。”

的轴扭转^①，但是缠绕植物比其他植物扭转得更普遍更厉害。看来在缠绕的能力与轴的扭转之间必然存在着某种联系。茎可能由于扭转而增加坚固程度（扭转紧的绳索比扭转松的更坚固有同一原理），便因此间接地受益，以便在其螺旋上升中能够越过不平坦处，并且在自由旋转时能够负荷本身的重量^②。

我曾经提到扭转作用一定遵循由于茎的螺旋上升所引起的机械原理，就是每完成一个螺旋扭转一次。在生活的茎上画些直线，然后让它们缠绕，就可明显表示出来；不过，我在卷须章节中还将再提到这个问题，这里便忽略过去。

曾将缠绕植物的旋转运动与用手握住茎的下部转动时苗木顶端的运动相比过；但是有一个重要区别。当人为地转动时，苗木的上部保持挺直；但是缠绕植物的旋转枝上每一部分都有它自己的各别独立运动。这很容易证明，因为当将一条长的旋转枝的下半部或大半系牢于一木棍上，上部自由部分继续稳定地旋转。甚至如果将整个枝条系牢到距顶端一两英寸处，这顶端部分，像我在蛇麻草、蜡白花、旋花属等植物中看到的，还继续旋转，不过要慢得多；因为节间在长到一些长度以前，总是运动缓慢。假如我们观察旋转枝条的一两个或几个节间，将看到它们或在每次旋转的全期或其大部分多少弯成弓形。现在如果先沿凸面涂上有色的线条（用许多缠绕植物这样试验过），在一段时间后（视旋转速度而定），将看到色线沿弯弓的侧面延伸，随后到凹面，再转到另一侧面，最后又回到凸面。这明显证明，在旋转运动过程中，节间向每个方向进行弓

① 阿萨·格雷教授在信中告诉我，美国侧柏(*Thuja occidentalis*)的树皮扭转非常明显。扭转一般沿观察者的右侧；但是，观察100棵左右的树干，有四五棵取相反方向。西班牙栗常扭转厉害；关于这个课题有一篇有趣文章发表于《苏格兰的农民》(Scottish Farmer), 1865年, 833页。

② 众所周知，许多植物的茎偶然以畸形方式螺旋扭转。我在林奈学会上宣读我的论文以后，马克斯韦尔·马斯特斯(Maxwell Masters)博士写信告诉我，“有些情况，如果不是所有的话，是依赖于它们向上生长时所遇到的某些阻力或障碍而定。”这个结论和我关于茎在缠绕粗糙支持物时的扭转所说的相符合；但是并不排除扭转作用给茎以更大的硬度而对植物有利。

状弯曲。实际上,这种运动是整个枝条的连续自身弓状弯曲,依次指向罗盘的各点;它被萨赫斯贴切地称为旋转的转头运动。

由于这种运动相当难于理解,最好是举例说明。拿一棵苗木,把它弯向南方,并且涂一条黑线于凸面;让这棵苗木弹直再把它弯向东方,就会看到那条黑线沿着向北的侧面;把它弯向北方,黑线将在凹面;把它弯向西方,黑线又将在侧面;当重新弯向南方时,黑线将在原来的凸面。现在,不是弯曲那棵苗木,而是假定沿枝条北面从基部到顶端的一些细胞生长得比其他三侧面快得多,整个枝条势必会弯向南方;并且让这个纵向生长面绕茎而转移,缓慢地离开北面并且转到西面,再转到南面,东面,重新转到北面。在这种情况下,这个枝条将永远保持着弓状弯曲,所涂黑线出现在上述几个表面上,并且以其顶端依次指向罗盘的各点。实际上,这恰好正是缠绕植物的旋转枝所进行的运动^①。

不能指望旋转运动是像上面例证中那样有规律;在很多情况下,顶端画成一个椭圆形,甚至一个很扁的椭圆形。再次回到我们的例证,如果我们假定仅仅苗木的北面和南面交替地迅速生长,顶端将画成一条简单弧线;如果生长先稍微移向西面,当回转时稍微移向东面,就会画成一个窄的椭圆形;而且当苗木经过中间的空间来回移动时,它会是挺直的;在缠绕植物中常可观察到枝条处于完全伸直状态。这种运动常见的情况是,枝条的三面依次地生长得比其余一面更快些;于是画成一个半圆圈而不是圆圈,枝条在它一半的路程中变成挺直而竖立。

当一条旋转枝包括有几个节间时,下部几个节间用同样速度一起弯曲,但是顶端一两个节间用较慢的速度弯曲;因此,虽然有时全部节间都是在同一个方向,另一些时候枝条变得稍呈蜿蜒状。如果由枝条顶端的运动来判断,整个枝条的旋转速度便有时加速有时减慢。还有一点应当注意,工作者们曾经观察到,许多缠绕植

^① 缠绕植物茎的旋转运动是由于生长这个观点,是萨克斯和雨果·得弗里斯提出的;这个观点的正确性由他们的完善观察所证实。

物的枝条顶端完全弯成钩状；例如，在萝藦科中，这种现象很普遍。我所观察的一切例证中，如蜡白花属 (*Ceropegia*)、*Sphaerostemma*、海州常山属 (*Clerodendron*)、紫藤属 (*Wistaria*)、千金藤属 (*Stephania*)、木通属 (*Akebia*) 和 *Siphomeris*，它们的钩状顶端的运动方式恰像其他节间的一样；因为画在凸面上的一条线，先变成侧面的，以后成为凹面的；但是，由于这些顶端节间很幼嫩，钩的反向过程比旋转运动的反向过程要慢些^①。在幼嫩和柔韧的顶端节间中，这种比其他节间弯曲得更大和更突然的非常显著的倾向，对于植物是有利的；因为这样形成的钩，不仅有时帮助抓住支持物，而且（这好像是更重要的）它使茎顶缠住支持物比用其他方法更紧些，因而可帮助茎在多风天气不致被吹落，如我曾多次观察到的。在阔柄忍冬藤 (*Lonicera brachypoda*) 里，这种钩仅周期性地伸直，从不向反方向弯曲。我不是要宣称一切缠绕植物的顶端当成钩状时，是按刚才描述的方式或是使它们自己反向或是周期性地伸直；因为钩的形式在有些情况下可能是永久的，而且可能是由于该物种的生长方式所致，如葡萄的枝条顶端，更明显的是青紫葛 (*Cissus discolor*) 的枝条顶端——它们都不是缠绕植物。

自发旋转运动，或者更严格地说，陆续按次指向罗盘各点的弯曲运动，其第一个目的，如莫尔曾经提到过，是有助于枝条找到一个支持物。由于日夜进行的旋转运动，随着枝条长度增加，有愈益扩大的圆圈被扫过，这会取得惊人的效果。这种运动同样可以解释植物是如何进行缠绕的；因为当一条旋转枝遇到一个支持物时，它的动作必然在接触点受到抑制，但是悬空的伸出部分继续旋转。当这种运动继续下去，越来越高的点与支持物接触并且受到抑制；这样一直进行到顶端，枝条便因而缠绕于它的支持物上。当枝条的旋转路线随着太阳的方向时，假定支持物竖立于观察者的前面，它便从右向左缠绕着支持物；当枝条按反方向旋转时，缠绕的路线逆

^① 茎端保持钩状的机理似乎是一个困难而复杂的问题，曾为 H. de Vries 讨论过；他断定“这取决于扭转速度和转头速度之间的关系。”

转。当每个节间因衰老而丧失旋转能力时，它同样地丧失了它的螺旋缠绕能力。如果一个人绕着他的头部挥一条绳索，并且其顶端撞到一根棒，它将依照挥舞运动的方向缠绕于棒上；一棵缠绕植物也是如此，一条生长线围绕着枝条的悬空部分转动，使它弯向相对的一面，这就代替了那条绳索自由顶端的动量。

除帕尔姆和莫尔外，所有曾经讨论过植物的螺旋缠绕的著者们都主张这样的植物具有螺旋式生长的自然趋势。莫尔相信缠绕茎有不很灵敏的感应性，所以它们弯向它们所接触的任何物体；但是这为帕尔姆所反对。甚至在阅读莫尔的有趣文章之前，这种观点在我看来是如此可能，以致我用各种能做到的方法来试验，但是始终得到否定的结果。我用力摩擦许多枝条，远超过引起任何用叶攀援植物的叶柄或卷须的运动所需的程度，但是没有任何作用。我后来将一个轻的分叉细枝捆绑于一棵蛇麻草、蜡白花、*Sphaerostemma* 和鸭嘴花(*Adhatoda*)的枝条上，使小叉仅压在枝条的一侧，并且和它一起旋转；我有意选择一些旋转很慢的植物，因为这些植物好像是最可能从具有感应性得到最大益处；但是在任何情况下都没有效果产生^①。此外，当一枝条缠绕一个支持物时，我们即将看到，缠绕运动比它自由旋转而没有接触物体时总是要慢些。因此我断定这些缠绕茎没有感应性，而且确实它们不可能是这样，因为自然界总是节约它的手段，何况感应性会是不必要的。然而我不愿意断言它们从不对刺激敏感；因为用叶攀援而不是螺旋缠绕的冠子藤的生长着的轴，肯定是对刺激敏感；但是这个实例使我相信普通缠绕植物不具有任何这样的性质，因为放一根棒于冠子藤的旁边以后不久，我看到它的行为和一棵真正的缠绕植物或任何其他用叶攀援植物很不一样^②。

一般认为缠绕植物具有螺旋式生长的自然趋势，这种想法可

① 雨果·得弗里斯博士曾经用一个比我所用的更好方法证明，这些缠绕植物的茎是不感应刺激的，并且它们缠绕一个支持物的原因是恰如我曾经描述过的那样。

② 雨果·得弗里斯博士说菟丝子属的茎像卷须一样有感应性。

能起因于它们在缠绕一个支持物时取一个螺旋的形式,而且顶端甚至当保持悬空时,有时也采取这种形式。生长旺盛植物的悬空节间,当它们停止旋转时变成挺直的,没有表现成为螺旋的趋势;但是当一枝条已经差不多停止生长,或是当植物不健壮,其顶端确实偶然变成螺旋状。我曾看到野木瓜属及其近缘的木通属的枝条顶端的这种情况很明显,它们卷曲起来成为一个紧密的螺旋,恰像一条卷须;并且这容易发生在一些不健康的小叶枯萎之后。我相信可以这样解释;在这些情况下,顶端节间的下部很缓慢地而且依次地丧失它们的运动能力,恰在上面的部位继续运动而且依次轮到变成静止不动;这以形成一个不规则的螺旋而告终。

当一条旋转枝条碰到一根棒时,它围棒缠绕要比它旋转慢些。例如,蜡白花属的枝条在6小时内旋转一周,但需要9小时30分钟才围绕一根棒做成一个完全的螺旋;大花马兜铃(*Aristolochia gigas*)在5小时左右旋转一周,而需要9小时15分钟完成它的螺旋。我推测这是由于在相继各点上运动受阻而连续干扰前进力所致;我们以后将看到,甚至震动一棵植物会使旋转运动减速。蜡白花的一条长而倾斜的旋转枝条的顶端几个节间,在缠绕一根棒以后,经常沿棒上滑,使得螺旋比在开始时更松散些;这可能是部分地由于促使旋转的力量现在几乎脱离了重力的约束而可以自由起作用。另一方面,紫藤的一条长而横伸的枝条在开始时将自己转绕成一个很紧密的螺旋,这个螺旋一直保持不变;但是后来当这个枝条沿它的支持物而上升时,它做成一个比较松散的螺旋。在许多随其自由地沿支持物上升的植物里,其顶端节间最初做成一个紧密的螺旋;这样的螺旋在有风天气帮助枝条与支持物保持密切接触;但是当末端下第二节间生长增加了长度,它们把自己绕着支持物向上推进相当距离(用枝上和支持物上的有色标记确定),螺旋于是变得较为松散^①。

由于这个现象,每片叶在支持物上所占的位置便取决于节间

^① 参见雨果·得弗里斯博士关于这个课题的讨论。