

“十一五”国家重点图书

当代农业学术专著系列丛书

植物三极进化

● 李太贵 陶龙兴 著

中国农业科学技术出版社

“十一五”国家重点图书
当代农业学术专著系列丛书

植物三极进化

李太贵 陶龙兴 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物三极进化/李太贵, 陶龙兴著. —北京: 中国农业
科学技术出版社, 2008. 3

ISBN 978 - 7 - 80233 - 466 - 3

I. 植… II. ①李…②陶… III. 植物 - 进化 - 研究
IV. Q941

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 189556 号

责任编辑 李 华

责任校对 贾晓红 康苗苗

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)68919704(发行部) (010)62150979(编辑室)
(010)68919703(读者服务部)

传 真 (010)62189012

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京科信印刷厂

开 本 880 mm × 1 230 mm 1/16

印 张 18.75

字 数 540 千字

版 次 2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

定 价 78.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

《当代农业学术专著系列丛书》

编辑委员会

主 任：翟虎渠

副主任：章力建 雷茂良 刘 旭 屈冬玉

罗炳文 贾连奇

顾 问：邱式邦 庄巧生 卢良恕 刘更另

方智远 沈荣显 张子仪 范云六

董玉琛 郭予元 陈宗懋

委 员（按姓氏笔画为序）：

万建民 才学鹏 孔宪刚 王小虎

王汉中 王思明 王育青 邓光联

史志国 叶志华 付静彬 刘君璞

刘继芳 许世卫 乔晨生 吴 杰

吴孔明 张陆彪 张逐陈 时建忠

李思经 杜永臣 杨亚军 杨志强

杨福合 杨炳壮 沈贵银 陈 萍

陈连江 周常勇 周新民 孟祥云

易中懿 林 敏 林矫矫 段爱旺

郭锡杰 唐华俊 秦 富 高淑君

梅旭荣 喻树迅 程式华 韩惠鹏

熊和平 管 辉 蔡辉益 魏益民



李太贵

李太贵，男，1937年9月生于江苏扬中，北京大学生物系毕业，中国水稻研究所副研究员，作为访问学者，曾赴国际水稻研究所和美国康奈尔大学进行合作研究。主要从事水稻抗性生理研究，为国内外提供水稻抗冷性和抗热性资源和抗性鉴定方法。1990年后研究倾向抗性基础理论，提出了几个创新概念：水稻抗冷性的适应性类型；高温下稻米垩白形成中酶的钝化；抗逆性微分方程的建立；植物三极生长放大理论等。获得国家自然科学基金、浙江省自然科学基金，以及国家多项攻关项目资金资助。在国内外发表论文50余篇，出版著作《植物三极生长》。



陶龙兴

陶龙兴，男，1962年6月生于江苏常熟，1984年毕业于北京农业大学植物生理生化专业，植物营养学博士，中国水稻研究所/水稻生物学国家重点实验室研究员，主要从事生长调节剂对稻麦生长调控及提高作物抗逆性的生理生化研究。在杂交稻栽培生理学研究中，从水稻全生育期的光合速率、激素变化、干物质积累及分配、器官建成及衰老等方面的动态分析，提出了超级稻选育“生理模型”的应用理论观点，从栽培生理学角度提出了超级稻选育的生理指标，为育种家正确判断杂交稻的产量潜力提供理论参考。在杂交稻结实生理研究中，指出在水稻籽粒灌浆初期，一穗中先开花的强势粒与后开花的弱势粒之间存在激素水平的差异性，初步证明内源 IAA 是启动籽粒灌浆的信息物质，并提出了“粒间顶端优势”的应用理论观点，发表论文20余篇，获得各类科技进步奖多项。

《当代农业学术专著系列丛书》

总序

中国农业科学院决定在“十一五”期间启动《当代农业学术专著系列丛书》的编辑出版工作，就是要借助书籍这一人类进步的阶梯，进一步贯彻落实党中央、国务院关于积极发展现代农业，扎实推进社会主义新农村建设的战略决策，总结当代农业学术研究重大成果，推动我国农业科技自主创新，促进农业和农村经济发展。

出版学术专著不是件容易的事，尤其是农业领域的。难的不仅是内容，而且还有市场。对作者、对出版社，没有“板凳须坐十年冷，文章不写一句空”的精神，是难以长期坚持下来的。

所喜的是，这套丛书经中国农业科学技术出版社申报，已被国家新闻出版总署列入“十一五”国家重点图书出版规划项目，说明国家主管部门对我们的工作是十分支持和认可的，我们在感到欣慰的同时更觉得责任重大，如何将这项国家级重要出版工程组织好落实好，是我们目前面临的第一要务！

值得我们骄傲的是，新中国成立以来，尤其是改革开放以来，我国农业科学技术发展迅速，以中国农业科学院为代表的一大批农业科研单位在科研第一线取得了累累硕果。中国农业科学院建院50年来，科技创新能力明显增强，科技成果和科技产出稳步增长，在品种资源、新品种选育及配套技术、动物重大疫病防控技术、动物营养与健康养殖技术、农产品加工与质量安全、数字农业与智能化装备、农业资源高效利用和环境保护、农业技术产业化研究等方面取得了一批原创性重大科研成果，为我国农业和农村经济发展起到了强有力的科技推动和科技支撑作用，这些都为农业科技专著出版提供了优质的素材和条件，我们只要将这些科研实践经验和成果上升到理论层次加以总结和提炼，就一定能够出版成优秀的科技专著。

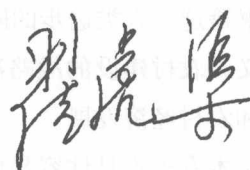
当然，每一份成绩的取得都离不开我国广大的农业科技工作者的辛勤劳动。他们或奋战在科研第一线，或活跃在田间地头，或海人于三尺讲台，他们或摘取国家最高科学技术奖功成名就，或桃李芬芳弟子满天下，但更多的是默默耕耘任劳任怨，他们就是我们最可宝贵的作者资源和国家的财富！时间不允许我们再等待，他们的实践和经验需要我们去挖掘、保存和升华！

在丛书的编写中，我们将紧密结合国家“十一五”农业战略目标和未来国家农业发展的关键性技

术领域,切实推进农科教大联合、产学研相结合,合理布局重大基础理论类、学术前沿类、重大高新技术类和农业产业类四大类别专著的比例和力量,促进作物科学、畜牧兽医科学、应用农业微生物学、农业资源与环境学、食品科学与工程、农业质量标准与检验、农业经济与科技发展、农业信息、农业工程学九大学科群建设,不断提高自主创新能力,着力解决农业生产中带有全局性、关键性、方向性的重大问题,大幅度提高农业科技进步的贡献率。

为了出版发行好这套丛书,我们将切实发挥农业科研、教学、推广单位的人才、技术、设施等优势,大力倡导把“文章写在大地上,成果留在千万家”,使科技成果尽快应用于生产、转化为现实生产力,使这套丛书既能带来社会效益,还能创造一定的经济效益。我认为,对优秀的专著而言,两个效益是统一的,而要实现它靠的是什么呢?不仅仅是靠投入,更多的是靠专著的质量来吸引读者,只有为读者带来回报,专著才能实现自身的价值。

书山有路,丹心无改。在建设社会主义新农村的伟大征途中,中国农业科学院将不负历史使命,为中国农村经济的发展和中华民族的伟大复兴奋斗不息!这是我们共同的无愧于时代的选择!



中国农业科学院党组书记、院长

2006 年

前 言

本书是继承上本书《植物三极生长》而写的，上本书提出了一个观点，即在植物的各个部分都具有半导性质。这是广义的 PN 半导性质，实际上与矛盾是相类似的东西。这是对植物的生长和进化进行的矛盾分析。

要研究广义 PN 这一对生物矛盾，上一本书主要着眼于生长中的矛盾，本书则着重于研究植物进化中的矛盾关系。这种矛盾将其演化为“极关系”，即极元素，二极、三极、差分对称的三极。如果遵循这个原则，这就是一个放大过程。在上一本书，尤其在这本书，说得比较清楚。我们希望借极关系这种矛盾形式，通过对植物的进化研究，探讨生物进化中的辩证法。

为了说明极关系，又必须从极元素开始，研究二极、三极发展中的动力系统。这种动力不是从天上掉下来的，它是从物理和化学科学来的。为此我们从研究植物生长发育和进化中大量的惯性开始，与牛顿力学中的惯性、作用力、相互作用关系进行了比较，提出了化学动量和化学作用力。化学作用力主要是电子的运动，通过正负电子的化学键的形式，产生了各种化合物。这种电子又如何能在生物体内运动呢？它的动力又何在？根据已有大量的生物电磁现象，本书设想在生物中存在一个电磁场，这个电磁场就存在于化学反应之中，存在于各种代谢和各种离子运输过程之中。要推动生物体内的电磁场，必须依靠外部电磁场的力的推动。这样内外两个电磁场产生共振，外电磁场推动着生物体内的电磁场的运动。实际上植物的光合作用中的日光就是电磁场，日光这种电磁场就是植物体内的光合作用化学电磁场动力，植物生命的热能也是电磁场，也是推动生物代谢中基本化学过程的电磁场的动力源。这样就将法拉第的电磁感应定律应用于说明生物生长和演化的动力上去；因为外部的环境条件转化生物体的一部分，最终都要通过生电过程以形成化学键，形成化合物，才可能参与生长发育。电磁感应是最基本的一个环节。书中也提出了生物动量和生物作用力，但没有进一步研究。

植物的生长发育是由表现型和基因型在环境的推动下才可能完成的，植物的进化更需要表现型和基因型在环境的推动下才可能做到。根据遗传学的基因型 + 环境 = 表现型的公式中存在的问题，我们将其改为基因型—表现型在环境控制下的三极放大公式。这个公式成为广义的法拉第电磁感应定律分析环境和生物之间的表达式。再联结牛顿力学中的惯性、作用力，这就完成了生物生长发育和进化中的一些主要过程。当然这里的化学惯性、化学动量、由动量产生的力已经完全与牛顿的物理方式不同了，完全是通过作者的研究获得的生物学方式。这主要是总结的植物抗性动力学的研究，并将其深化和扩大，形成了广义的电磁感应定律。

本书由 13 章组成。第一章是生物动量和化学动量，研究了多种生物和农学中的化学方程后，提出

了新的化学动量和化学惯性定律。第二章通过各种方程研究化学作用力,并通过化学动量在外力作用下所表现的各种力的形态,以及化学动量守恒、化学角动量、角动量守恒。第三章则提出植物体内的电磁感应定律,考察环境和生物之间的关系。光合作用就是光和植物叶之间的磁电感应关系的证明。呼吸作用以及其他过程都具有磁电感应的性质。第四章是基因的中心法则,本书将中心法则扩大到有机物质,基因就是一种生物化学动量,在环境力作用下进行表达,有机物质中存在着 DNA 的基因信息。并根据遗传学的基因型 + 环境 = 表现型的公式提出了基因型和表现型在环境控制下的三极放大的新公式。第五章研究了与中心法则反方向的信号传导过程。在环境大的变动下,自然已不可能在原有基因的基础上进行表达和选择,变动的环境成了基因突变诱发的动力,原有的基因要发生大的突变,能够突变并适应新环境者就可以生存下来,不能突变或突变后不能适应者就被淘汰。这种过程不属于自然选择,而属于“自然诱变”。“自然诱变”是生物发生突变的动力。自然选择只是对已有突变的基因的进一步的选择。自然选择只是积累适应和遗传的动力。这是两个反向的动力。本章从生物地质地理学和古生物古环境证实以及从辐射诱变和化学诱变的遗传变异中总结出这个结论,已经证实的中性突变也属于“自然诱变”产生的基因。根据这些结果,用三极放大的原理认为自然选择不是生物进化的唯一的动力,“自然诱变”也是一个动力,可能是一个主要的动力。只有两个动力才可形成一个反向对称动力,才可能推动生物进化。基因的突变是要通过生物体内的信号传导才可能实现。第六章研究了源库关系,这是根据基因型和表现型在环境控制下的三极放大的新公式进行的研究。第七章分析了性在进化中的作用,实际上雌雄性别又是另一对 PN 半导体。同样是根据基因型和表现型在环境控制下的三极放大的新公式进行了研究。第八章以后至第十三章则是将前几章的原理应用到非生物环境对植物的作用(第八章)、应用到微生物对植物的作用(第九章)、动物对植物的作用(第十章)、植物之间的作用(第十一章),第十二章则进一步分析植物在进化中半导特性曲线,第十三章则是考察分类中的三极进化。都是用基因型和表现型在环境控制下的三极放大的新公式进行了研究,同样用广义电磁感应定律进行分析。

第四章所说的中心法则是个体发育中的规律,这是从基因“心”向心外的表现型表现的一种离心力,由于这种离心力的表现就成了达尔文自然选择基因的主要方法。这也是生物进化的主要方法。所以本书将这种从基因型到表现个体的离心力称之为“达尔文力”。第五章本书讲述了从环境到基因的过程,多数作者称之为表现型的反馈,主要是在环境变化的条件下,诱导基因的突变,产生遗传的获得性。这是拉马克作用力的表现,虽然有无数的事实已经存在,但拉马克力并没有完全被认可。但本书是将其作为与达尔文力对等的推动生物进化的向心力进行研究。生物的整体三极进化就是在拉马克力和达尔文力的推动下进行的,可以从第六章到第十三章的所有三极放大图中见到。

实际上环境和植物、基因型和表现型、源和库、雌和雄以至于非生物因子和植物、微生物和植物、动物和植物、植物和植物等之间都可以成为矛盾的极元素,可以成为 PN 对,可以形成二极管、三极管和对称或差分对称三极集成体。它们都成了三极进化的内容。本书都作了分析。

三极放大特性曲线可以转化为分类,分类也可以解释为特性曲线。这就说明了植物进化是一种三极进化的过程,虽然目前的分类系统还不很完善。

作者引证了大量的来自各个方向的基因,这些基因都是环境条件按照广义法拉第法则在生物体内产生的。也是按照基因、基因型和表现型在环境控制下的三极放大的新公式进行的。进化从祖元基因突变开始,然后经过自然选择才可能进入生物进化的系列之中。因为除了光温是电磁场外,植物与生物和非生物之间发生的关系都是通过无机物、有机物和能量发生关系。已知能量是一种电磁场,它和生物体内的电磁场互动后,推动了生物体的进化变化。生物体外的化学物质与有机体发生作用后,本身也是一个电磁场,但可能是一个静电磁场,但如果在一能源场作用下,就可以由静电磁场转化为

动的电磁场，加入了互动的生物体的大的电磁场体系。本书引证的大量的植物成分和植物的功能成分，目的也是说明，植物成分和其功能成分都是进化的结果和新的诱因，都是在生存竞争中通过广义法拉第定律获得的。突变也是有生理生化基础的，不可能有脱离生物生理生化原有基础进行的。突变也是反向对称变化的过程。广义法拉第法则只是自然诱变和自然选择的一种数学表达形式。

通过这几章的分析，确定了植物进化有两种方式，即按广义电磁感应的进化方式，即动生进化方式和感生进化方式，前一种为渐进化方式，后一种加速度或突变进化方式，这两种方式都是由环境和DNA基因、蛋白质基因型两个源相互作用以不同的方式产生的。这样将天文学、物理学、化学、数学和生物学很好地结合了起来。生物学的发展，是由天文学—物理学—数学—化学多级作用力火箭推动的结果。

本书数学的成分加重了。这些数学主要是10余年前进行抗性研究时，打下的基础，这要感谢浙江大学徐兴教授对我们的帮助。在第八章所列出的微分方程和计算机程序就是在他和他的学生陈衍硕士的帮助下建立起来的。根据这一项研究，我们将其成果扩大到整个非生物逆境领域。本书实际上是我们研究的一个延伸，其中简单的数学却表现了生物进化中的规律。

在每一章中我们都找出了三极进化的问题，并着重进行分析。三极放大方法，存在于事物内部之中，不是外加的，它是事物本身的辩证法的一种形式。

这本书在写作过程中得到了薛兰馨、谢芙贤、徐青、李南田、石喜渊、应存山、赵溱、雷雪琴、颜秋生、沈瑛、周以恕等同志的帮助，得到了秦国良、杜白和钱恒林等同志的帮助，得到九三学社中国水稻所支部、九三学社浙江省委科技部的支持。孙万鹏研究员、梁海曼教授、胡国文研究员、汤圣祥研究员、王磊研究员审阅了书稿中的部分章节，并提出了许多宝贵的意见。中国水稻研究所综合办公室、科研处、图书馆、“水稻所网站”、“中国水稻科学”、“中国稻米”等都曾给予支持，在此一并感谢。

本书得到中央级公益性科研院所专项资金，以及中国农业科学院当代农业学术专著出版基金资助。

出版本书所用参考资料是从浙江图书馆借阅的，作者要深深地感谢馆内的各方面服务人员热情周到的服务。本书从一百余本书中引证了资料、图表和论点，作者在这里对这本书提供方便的单位和个人深深致谢。

著者

2007年9月28日

目 录

1 生物动量和化学动量	(1)
1.1 生物动量在进化速度中的表现	(1)
1.2 生物动量在大分子进化上的表现	(2)
1.3 生物动量在生物钟——生命的内源节奏中的表现	(4)
1.4 生物动量在细胞周期和其他周期中的表现	(5)
1.5 生物进化的惯性定律	(9)
1.6 认识化学动量和化学角动量	(12)
1.7 牛顿动量、化学动量和生物动量关系	(17)
1.8 生物惯性的恒定性问题	(17)
参考文献	(18)
2 植物的化学作用力	(19)
2.1 牛顿作用力	(19)
2.2 化学作用力	(20)
2.3 化学角动量和化学角动量守恒	(23)
2.4 化学作用力的某些总结	(27)
2.5 在生物化学中的化学作用力分析	(28)
2.6 作物的生育模型中生物作用力分析	(32)
2.7 能量的方程	(36)
2.8 中性理论	(36)
2.9 突变是在自然诱变下产生的	(38)
参考文献	(39)
3 植物体内的电磁感应和广义电磁感应	(40)
3.1 地球和太阳系产生的作用力	(40)
3.2 电磁场对生物体的作用	(43)
3.3 植物体内的电磁感应	(46)
3.4 植物中的螺旋型结构	(53)
3.5 生物体内的广义电磁感应	(62)

参考文献	(66)
4 从基因型到表现型	(68)
4.1 基因场	(68)
4.2 基因组场	(69)
4.3 染色体—基因场	(70)
4.4 基因—RNA 场	(73)
4.5 RNA—蛋白质场	(75)
4.6 蛋白质—酶场	(75)
4.7 酶—有机物场	(78)
4.8 基因信息在生长发育中的传递	(80)
4.9 酶的作用	(81)
4.10 中心法则的电磁感应的动生表达方式	(83)
参考文献	(84)
5 从表现型到基因型和自然诱变作用	(85)
5.1 获得性遗传的证据 (根据赵晓明、宋秀英所著) 的转述	(85)
5.2 体外的自然诱变	(88)
5.3 体内信号传导过程	(97)
5.4 逆境因子的信号传导举例	(108)
5.5 表达和逆表达回路	(111)
5.6 自然诱变和自然选择决定物种形成和分布	(116)
参考文献	(117)
6 源库之间的关系	(118)
6.1 源和库关系	(118)
6.2 作用力和生长力	(119)
6.3 生长和呼吸之间的关系	(121)
6.4 源库之间的三极放大	(124)
6.5 植物生产力	(126)
6.6 植物体内的生产关系	(128)
6.7 源库之间的关系模式	(129)
6.8 植物生产力和生产关系的三极进化图	(136)
参考文献	(138)
7 雌雄性因子在植物进化中的作用	(139)
7.1 纯克隆生长或中性 (无性) 繁殖生长不安全	(140)
7.2 植物的有性进化史	(140)
7.3 性的发生	(142)
7.4 两性之间的相互关系	(144)
7.5 雌雄性的三极进化的几种方式	(149)
7.6 营养繁殖和生殖繁殖之间“半繁殖半生殖”的三极放大	(152)
7.7 性在植物种群中的三极进化	(154)
参考文献	(156)

8 非生物逆境因子对植物的进化作用	(158)
8.1 抗性的胁迫方程	(159)
8.2 Levitt 抗性公式和法拉第定律的应用	(160)
8.3 植物抗寒	(161)
8.4 抗冻	(165)
8.5 植物耐热胁迫	(166)
8.6 植物耐淹涝性	(167)
8.7 抗旱性	(168)
8.8 植物抗盐	(172)
8.9 金属离子胁迫和植物抗胁迫	(173)
8.10 气体环境胁迫与植物抗逆性	(174)
8.11 抗非生物因子胁迫的基因	(175)
8.12 植物抗非生物逆境因子的三极进化	(182)
参考文献	(183)
9 植物与微生物的互进化作用	(184)
9.1 植物与微生物病原菌的关系	(185)
9.2 抗病毒	(185)
9.3 植物和细菌	(187)
9.4 植物对真菌相互关系	(189)
9.5 植物和病害之间	(193)
9.6 微生物在进化中的自然诱变和自然选择	(194)
9.7 基因工程中的抗病毒基因	(195)
9.8 植物抗真菌病害基因	(197)
9.9 植物抗细菌病害的基因	(200)
参考文献	(204)
10 植物与动物之间的互进化作用	(205)
10.1 动物和植物的两个作用力之间的关系	(205)
10.2 种子植物与昆虫的协同进化分析	(206)
10.3 植物与食草动物之间的平衡	(213)
10.4 抗虫的转基因植物	(220)
10.5 植物抗虫或抗食草动物的三极进化机制	(222)
参考文献	(224)
11 植物和植物之间的互进化作用	(225)
11.1 群体中植物之间相互关系	(225)
11.2 化感物质	(226)
11.3 密度关系	(227)
11.4 红光和远红光的信号传导	(229)
11.5 植物的生长和形态	(231)
11.6 提高作物产量, 改良作物品质的基因	(232)
11.7 调控基因	(234)

11.8	植物医药基因	(236)
11.9	自然选择、人工选择和转基因选择	(237)
11.10	再论广义电磁感应定律	(240)
	参考文献	(245)
12	植物三极进化特征曲线	(247)
12.1	氧和氮肥影响下的温度—光合作用曲线	(249)
12.2	植物在正常条件和受胁迫条件下的不同生长特性	(250)
12.3	草地植物趋中生态适应	(250)
12.4	不同氨基酸与 4mol/L 乙酰氯/异丙醇在 110℃ 的脂化反应	(251)
12.5	根系吸收量随时间变化趋势	(251)
12.6	光合作用模型 A	(251)
12.7	生长素和赤霉素对离体豌豆节间切段伸长的效应	(254)
12.8	农业产量的阶梯式增长	(254)
12.9	肥效的差异	(254)
12.10	各种肥料吸量与产量的关系	(255)
12.11	C ₃ 和 C ₄ 植物之间的差异	(259)
12.12	从化学进化到生物进化的阶梯模式	(260)
12.13	不同 K 值下小区牧区数目对可供消耗草量的影响	(260)
12.14	不同自体受精率 (S) 种群的平衡自交系数	(261)
12.15	作物的产量—密度关系	(261)
12.16	不同光化学选择性下的转化率—时间曲线	(262)
12.17	再折叠过程中复性蛋白质相对产量的特性	(262)
12.18	蛋白集聚动力学	(262)
12.19	9 种蛋白系统发育树	(263)
12.20	在 PTI 存在下, 胰蛋白酶催化 BAEE 的水解过程	(263)
12.21	α 和 P 对 F25 的影响, 分批发酵过程中的 F 变化	(264)
12.22	核苷酸替代中的特性曲线	(266)
	参考文献	(266)
13	植物三极进化和分类	(267)
13.1	生物进化论的派别分析	(267)
13.2	分子进化中新的分歧	(268)
13.3	感生进化和动生进化	(269)
13.4	分类和三极进化	(270)
13.5	分类与半导体的特性曲线的相似性	(271)
13.6	不同分类体系	(274)
13.7	分类方法和特性曲线	(276)
13.8	一些图形分析	(282)
	参考文献	(283)

1 生物动量和化学动量

动量是物理学中牛顿力学的概念。可称之物理动量或牛顿动量。牛顿动量的形式是 $P = mv$ 。即在质量 m 不变的情况下的与物质运动的速度 v 之积。这里的 $v = dr/dt$ 。但生物包括植物体在内也存在动量，这种动量的形式不是按物理方式，而是按化学方式。即物质有一定变化速度，而物质的容量却是不变的。即在物质容量不变的条件下，物质质量进行随时间变化。下面本章将列举化学动量的存在，以及它的表达形式。下面就生物动量和化学动量主要表现进行分析。

1.1 生物动量在进化速度中的表现

生物界的进化是有一定速度的，这是一个有规律的现象。估计在 34 亿年时地球上就有了有机体，南非发现的原核生物化石是 32 亿年前。从 32 亿年前到 18 亿年前，这 14 亿年是从原核生物到真核生物的出现；从 18 亿年前到 3.5 亿年前这又是一个 14 亿年，在此期间真核生物发生了很大的分化，分化出了植物和动物，在植物中有藻类、蕨类，实现了早期陆生植物裸蕨类的登陆，动物中有了无脊椎动物、鱼类、两栖类和昆虫类。从 3.5 亿年前到现在与前面的 14 亿年相比，生命有极大的发展，生命发展有加速现象可以用下列的图 1.1 来说明。

生物发展有加速度现象。这说明生物的发展和变化可能遵循牛顿三大定律，可能存在着生物动量、生物加速度，存在着惯性，存在着作用力和有关的定律。不同生物进化的速度不同，如裸子植物的水杉、银杏等古老化石植物延续至今很少有变化，硅藻大约 5.7 亿年就无有变化，它是一个长久不变的种。但是另外一些有高速进化的物种类群，如被子植物是一个高速度发展的类型。从白垩纪到现在，被子植物已分化出 25 万个种，占现有植物全部种类的 4/7。被子植物在地球植被包括森林、草原、沼泽的组成中占绝对优势，只在冰沼、高位沼泽上让位于藓类和地衣。不变的物种就是一种具有惯性速度或惰性生物，而具有高速进化的植物是具有加速度进化的植物，这种惯性植物是进化周期中的一个标志，这就是生物进化的起点。如果将生物用 B 代表，生物是一种生物动量，它用生长、分裂、运动、分化等变化表示“动”，它的生物物质与运动相结合就是生物动量。在无外作用力的情况下，生物动量守恒，即 $dB/dt = 0$, $B = ru$ 。这里的 $u = dm/dt$ ，生物动量等于它的容量体积 r 和质量变化的速度之积。 r 是物质的容量， u 是物质质量变化速度，即 $B = ru$ 。这个“ B ”实际还不是生物动量，只是化学动量。但是它是通向生物动量的必须环节。因为生物动量可能是一个更复杂的实体。

生物是按一定速度进化的，这种进化速度在分子水平、细胞水平、个体水平、种群水平上都不同，

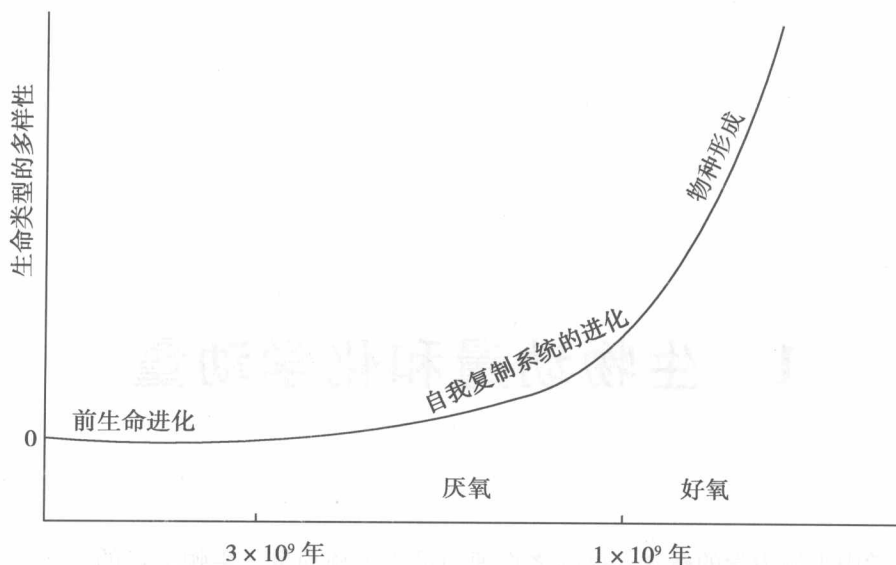


图 1.1 三大主要进化时期 (赵晓明等, 2003)

在未得到外力时, 其速度不会有所变化, 本章分析植物在未得到外力时各种生物动量。

1.2 生物动量在大分子进化上的表现

分子进化是指核酸和蛋白质等生物大分子在进化过程中碱基或氨基酸发生替换的频率, 它是生物大分子进化快慢的尺度, 时间以年为单位。分子进化速率主要是 DNA 和蛋白质的进化速率。特定的蛋白质或 DNA 在各支系中的进化速率大致保持相对恒定, 这是分子进化的保守性, 这种保守性有下列的几个特点: 一是生物大分子在进化过程中结构上的变化速度比较慢, 氨基酸的平均变化速度为 10^{-9} 数量级; 二是生物大分子内部功能区结构变化较慢, 而且功能越重要的区域变化速度越慢, 如胰岛素比胰岛素原中的 C 肽慢 6 倍; 三是蛋白质中的某些氨基酸的变化速度较慢, 越重要的氨基酸变化越慢; 四是结构和化学性质相近的氨基酸之间的替换, 比结构和化学性质不同的氨基酸之间的替换容易发生。这就是说在无外力作用的情况下, 大分子结构不会变化, 进化速度不会变化。

在核酸和蛋白质不发生变化的情况下, 它的结构和质量是不变的, 它是动量的形式。当其发生突变, 核酸的碱基变化或蛋白质中的氨基酸次序中加入了新的氨基酸时, 就表明有外力, 即 $F = dB/dt$ 如果外力 $F = 0$, 则 $dB/dt = 0$, $B = ru$ 。表明核酸和蛋白质仍为常态。实际上核酸和蛋白质进化频率很低, 但平常通过分解和化合更新却很高的。它是以 u 速度表现其动量形式的。质量不变进行运动的物理动量方式即 $P = mv$ 也存在。表明核酸和蛋白质在体内的移动、运输或传递信息等。

1.2.1 DNA 进化速率

假定 u 是某一座位上每一世代发生突变的概率, 在一个大小为 Ne 的二倍体群体中, 这一座位共有 $2Ne$ 个等位基因, 每代发生 $2Neu$ 新的突变总数, 按 Wright (1933) 推导, 基因在群体固定和扩散的概率是 $1/2Ne$, 因而等位基因在群体固定的速率为: $K = 2Neu \times \frac{1}{2Ne} = u$, 这里的 u 与生物动量 $B = ru$ 有相同的意义, 但形式不同。这里表现为中性突变频率, 实际上频率也是速度。因此突变基因固定频率 K

等于它的自发突变率 u ，即中性基因的进化速率，不依赖于群体大小，仅限于中性突变速率。DNA 水平的进化速率具有以下特点：(1) 高等真核生物基因组 DNA 不携带遗传信息的区域比编码区域的进化速率快。(2) DNA 的编码区的同义替换略低于非编码区的替换速率，但在不同基因中相当一致，引起氨基酸取代的替换速率在不同的基因之间变化很大，速率的大小与该基因编码的蛋白质或 RNA 的结构或功能重要性呈负相关。

1.2.2 蛋白质进化速率

蛋白质进化速率的研究主要是通过比较不同种生物同源蛋白质氨基酸序列的变化，来推断蛋白质的进化速率，为生物进化提供一个时间表，通常用每年每个氨基酸座位的替换来表示。公式为：

$$k_{aa} = K/2T$$

式中 T 为比较的两个蛋白质之间从共同的祖先分支开始的年数， $2T$ 为进化分歧时间， k_{aa} 为分子进化速率， $K = -2.3 \log_{10}(1 - p_d)$ ，其中 $p_d = d_{aa}/N_{aa}$ ， N_{aa} 是氨基酸总数， d_{aa} 是同源大分子之间的差异。 k_{aa} 值可以确定不同种之间亲缘关系的远近，是比较的两个蛋白质之间每个氨基酸座位替换的平均数。如果知道了用来比较物种的分支年数和蛋白质氨基酸的差异，就可以计算出该蛋白质的进化速率。但这种方法并不绝对正确，因为分析只是现在两种生物间蛋白质氨基酸差异，一个差异只能反映一个突变，实际上差异可能是多次突变的结果。反映的情况不可能完全一致。

DNA 和蛋白质是以相对恒定的速率进化的。这种进化的速率，与生存的环境条件以及群体的大小无关，这种恒定性不是说所有的蛋白质以及某一蛋白质的所有氨基酸的进化速率都完全相同，实际上不同的蛋白质在进化速率上有所差异，甚至有很大的差异，如组蛋白质 H4 的进化速率为 0.01×10^{-9} ，而血纤蛋白则为 8.4×10^{-9} ，二者相差 840 倍。这些不同的蛋白质可能存在一定的关系，即它们是从某一个组蛋白质衍生出具有不同进化速度的蛋白质，衍生的过程就是有外力加入的过程。下面是不同蛋白质的进化率（图 1.2）。

这就是惯性速度，在没有外力作用时，仍会如此下去。实际上外力总是有的，关键在于这些蛋白质对这些外力不敏感，所以没有接收外力的作用。表 1.1 为某些蛋白质的每 10^{-9} 个残基的氨基酸替换率，这些不同的蛋白质就是生物动量。在无外力作用的情况下，它们是常量，是惯性量，这表明生物动量 $B = \text{常量}$ 。

表 1.1 不同蛋白质的氨基酸的替换率 (转自赵晓明, 2003)

蛋白质	替换率	蛋白质	替换率
血纤维蛋白肽	9.0	胰分泌肽	1.1
生长激素	3.7	动物溶菌酶	1.0
胰核糖核酸酶	3.3	促胃酸激素	0.8
免疫球蛋白	3.2	促黑素细胞素 β	0.7
k 链 C 区段	3.9	髓磷脂	0.7
k 链 γ 区段	3.3	胰蛋白酶原	0.5
γ 链 C 区段	3.1	胰素	0.4
λ 链 C 区段	2.7	细胞色素 C	0.3
乳白蛋白	2.5	甘油醛脱氢酶	0.2
血红蛋白链	1.4	组蛋白 IV 质	0.006
肌红蛋白	1.3		