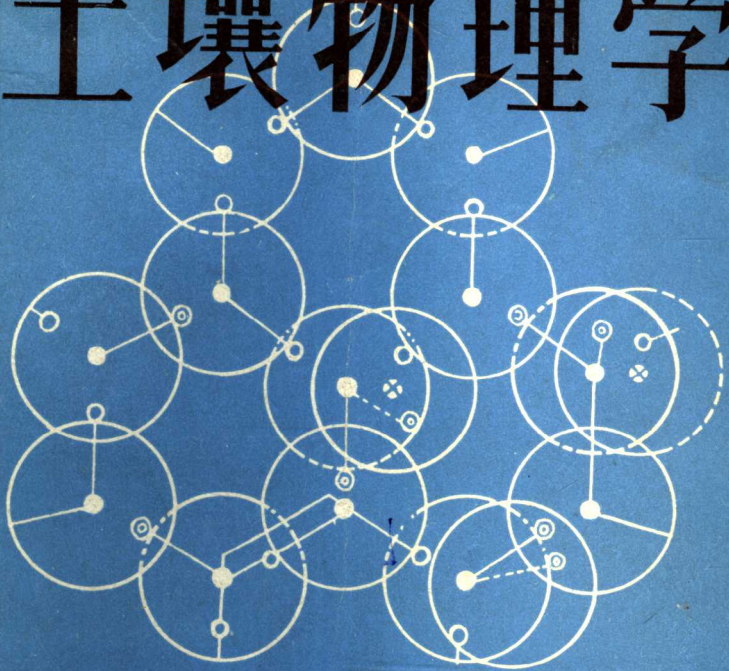
土壤物理学



L. D. 贝弗尔
〔美〕W. H. 加德纳著
W. R. 加德纳

叶和才
华　孟
张君常　等校
袁剑舫

徐松龄总校

TURANGWULIXUE

农　业　出　版　社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

土壤物理学

〔美〕 L.D.贝弗尔
W.H.加德纳
W.R.加德纳 著

周传槐 译

叶和才 华 孟
张君常 袁剑舫 校

徐松龄 总校

农业出版社

Soil Physics

Fourth Edition

L.D.Bayer

Walter H.Gardner

Walford R.Gardner

Copyright © 1940,1948, 1956, 1972.

土壤物理学

〔美〕 L.D.贝弗尔
W.H.加德纳 著
W.R.加德纳

周传槐 译

叶和才 华 孟
张君常 袁剑舫 校

徐松龄 总校

农业出版社出版（北京朝内大街130号）
新华书店北京发行所发行 天水新华印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 16印张 400千字
1983年10月第1版 1983年10月甘肃第1次印刷
印数 1—5,700册

统一书号 13144·257 定价 2.95 元

译　序

土壤物理学是研究土壤中产生的一系列物理现象及其变化规律的科学。如土壤中水分的保持和移动规律，热移动和转化规律，土壤空气、土壤力学性质及其变化，土壤固相的组成和排列，以及土壤的磁学性质等。深入研究土壤物理性质可对耕作、施肥、灌溉、排水等提供理论依据。为了土壤物理学能在科学发展与生产实践中发挥更大的生命力，我们不能限于静态的研究，而要将物理过程与整个自然环境联系起来，就是从生态观点去研究。土壤物理学的发展历史也说明了这一点。

我国很早就有关于土壤物理学的记载。古书中如《禹贡》就根据土壤物理性质来分类土壤，《管子》"地员篇"中叙述了土壤水分与植物生长的关系，《齐民要术》有许多关于土壤物理性质与耕作的记载，另外在水利方面的许多成就也都与土壤物理有密切联系。

近代土壤物理学的建立，还不到一百年。1900年F.H.King所著的土壤学已有土壤物理方面的内容，1931年B.A.Keen的《土壤物理性质》是最早的土壤物理专著。而1940年L.D.Baver的《土壤物理学》问世，可以认为是系统完整的近代土壤物理学的开始。作者在初版序言中阐述了他综合了十九世纪以来各国的有关科学技术成果，根据他多年从事教学工作的经验建立了土壤物理学课程，该书1948年出了第二版，1956年修改补充为第三版，内容包括有土壤的机械组成，土壤胶体的物理性状，土壤结构，土壤空气，土壤水分，土壤的灌溉原理，土壤温度，土壤耕作与土壤侵蚀等方面。三版已于1965年译成中文。1972年Baver又与W.H.Gardner，W.R.Gardner合作，对该书作了较大的增补，特别是关于土壤水分部分加进了不少新内容、新概念，

使这本带有经典性的《土壤物理学》更加完整了。现将该书译成中文。供土壤科学研究工作者参考和高等院校本科及研究生学习土壤物理课程时阅读。

近年来，由于化肥工业的不断发展，水利资源的日益合理利用以及高速发展农业机械化都对土壤物理工作提出了大量的理论和实际问题，而近代数学、物理、化学在土壤物理学中的应用，更促进了土壤物理学的迅速发展。不少发达国家都建有专门的土壤物理研究机构，在土壤水分研究方面以普遍应用能量观点代替形态观点来定量地描述土壤水分的保持与运动。美国已广泛应用土壤张力计指示灌溉。将土壤、植物、大气作为一个连续系统来研究也已经成了基本的途径。土壤结构的研究也受到重视，国际土壤学会曾多次举行专题座谈会。土壤力学的研究除为农业机具的设计和机械化耕作提供了科学依据外，还给工业和国防建设提供了必要的技术参数。其它在土壤空气、土壤热流及测试手段等方面，也都有不同程度的进展。而Kirkham, D.和Powers, W. L.(1972), Marshall, T.J.和Holmes, J.W.(1979), Hillel, D.(1980)的专著的陆续出版，也不断为土壤物理学丰富了新的内容。

我国在近代土壤物理工作方面开始得比较晚，四十年代才陆续有一些这方面的研究报道，五十、六十年代在几个主要农业院校也陆续开设了土壤物理学课程或专题讲座，近年来在干旱地区的土壤水分研究、水田土壤的土壤结构性的研究、低湿土壤的排渍问题、土壤耕作中的物理性研究等方面都积累了不少科学资料，专业队伍也正在扩大。目前生产中提出了不少关于土壤物理的问题有待解决，物理性在肥力因素中的地位也日益突出。经过努力，这一目前还比较薄弱的土壤学科的一个重要分支，将会得到加速的发展。我们希望本书的出版会对土壤物理事业的进展起到促进作用。

刘伊农

1982年1月于南京农学院

需要全本请访问 www.ertongbook.com

原著初版序言

土壤物理学是土壤科学的一个分支，它在最近二十年间引起了日益增长的兴趣。在英国、法国、德国和苏联的科学期刊上都发表有大量的技术成果。但在大部分场合，各个人的兴趣都仅涉及到土壤物理特性的某一特殊方面。本学科的领域是如此广泛，任何一个个人活动范围都是有限的。

虽然在土壤物理领域中的许多研究是有成就的，但是从事这一学科的教师都因缺乏适当的教材而苦恼，除非教师本人对土壤物理方面的研究有紧密联系以及接触过大量的国外资料，则准备一门内容丰富的土壤物理学课程是一项艰巨的任务。

作者在过去九年间从事土壤物理学的教学工作，并幸运地查阅了有关他的研究课题的大部分国外资料。根据土壤物理研究工作中各方面的实际经验，加上对法、德及苏联的文献的广泛的综合，完成了一套笔记，从而建立了土壤物理学的课程。这门课程受到大学生们特别是研究生的欢迎，而学生们对于本课程的思想体系和内容的反应，也促进对教材资料作最后的整理，使其明确易懂。

对于土壤物理学各个部分的讨论是试图从教师在课堂对全班讲授的角度出发的。对于一个重要问题的说明，常运用简单的比拟和极为详尽的论述。作者所以这样做，是因为他确信这个事实：如果某一课题的内容对于有高度专门修养的教师似乎是明显的问题，因而臆测学生们能充分意识到其复杂性，那么要很成功地完成教学是很难的。本书的基本目的是为了适应水平较高的大学高年级学生和研究生们的需要。其中有某些章节，对于大学肄

业的班级会感到繁难。但是可以把它们略去而不致影响本书内容的连贯性。为了明瞭起见，本书避免了繁复的数学推导。这些可以根据教师讲授时的需要作适当的增补。

本书不求在某一专题上将所有文献都完全引用。每章末都选有参考文献，这些都是作者认为代表着重要观点的。有一大部分是选自上一世纪的最后二十五年间进行的一些经典的土壤物理研究工作，因为许多这样的文献现在一般不易得到，作者认为这样做是必要的。

在很多场合，试验证据还不足以建立对于某一特性的确切叙述。作者试图引用就他所知的各种不同观点，并以个人的见解来阐明这些论点。当然，作者的见解视将来研究成果会随时有所修正。

应该承认，其他的研究者可能在观察某一现象时在方法上与本书所讨论的有所不同。虽然如此，本书内容的提法代表着作者对本学科的概念。通常不同解释只是由于观点的差别。作者试图阐明土壤物理的基本方面的概念及其实际应用，特别注意到某一专题的各个不同方面都给以实际的说明。可以相信，由于按着这个原则来论述，不但使本书更饶兴趣，而且也更有实用价值。

L.D.贝弗尔

1940年10月1日于北卡罗利纳州，罗利

原著第二版序

"土壤物理学"的修订本，在形式上与初版没有什么改变，作者目的将过去七年内土壤物理领域中的主要文献编入新版中。本书主要增加的内容有：以电子显微镜对土壤颗粒形状的研究结果为中心的材料，关于土壤水分关系方面知识的进展，土壤结构和土壤通气方面的某些新发展，增加了犁耕的知识，以及雨滴对于土壤侵蚀的影响等内容。

L.D.贝弗尔

1948年5月1日于夏威夷，檀香山

原著第三版序

土壤物理学的第三版试图把世界各处的土壤科学家们给予作者的许多卓越的见解编进去。例如，一个建议是将原来的第二、三、四章重新组织成三个密切联系的章节并给予新的标题，希望在新的编排中将粘粒的各种特性用更紧密的次序表达出来。另一个是将原来参考文献的数字顺序改作以其发表的年限来标明。土壤空气的那一章移到土壤结构与土壤水分两章的中间，并且新增了第八章土壤灌溉的原理与第九章土壤排水的原理。其他章节的主要修改包括有：删节了一些土壤机械分析的陈旧的方法，以及在讨论土壤水分时避免了对pF的普遍应用。增加的部分包括有：在第四章中关于土壤粘结化的讨论，第五章中关于化学的土壤环境对于土壤结构的影响，第六章中关于土壤通气的扩散过程的最新研究，第七章中关于水力传导度及关于水分压力对植物生长的影响，第十一章中关于土壤耕作对于土壤坚实度的重要性，第十二章中关于风蚀的过程。并且扩充了目录以表明各章的详细节次。

L.D.贝弗尔

1956年1月于夏威夷，檀香山

原著第四版序

《土壤物理学》第四版对有关土壤物理特性的各方面问题作了广泛的论述。它包括了作者们在各自努力从事研究的不同土壤物理学领域中所取得的经验与理性认识。全书各章题材均以更为协调的方式而重新加以组合，其中特别强调了土壤水分及其有关的理论问题。对土壤水分保持和运动的基本原理，主要是根据田间土壤水分状况提出来加以说明的，此外还注意阐明了这些原理在灌溉、排水和土壤侵蚀等实际问题中的应用。

第一章重点说明粘土矿物学在土壤胶体和土壤物理特性研究方面的重要性。第二章讨论了作为颗粒水化指标的胶体粘粒的粘度和膨胀。第三章分析了土壤的动力特性，并讨论了与土壤力学、土壤工程和土壤耕作有关的土壤物理基本概念。土壤结构这一重要问题扩大成两章，以便能有足够的篇幅将土壤结构在土壤耕性、根系发育、土壤结壳形成以及植物生长等方面的农业意义说清楚。原土壤温度一章已修订，并增补了土壤的热状况，使得这一章不仅包含了土壤温度，也包含了土壤的热平衡。过去的土壤耕作一章的内容，则调整在第三章和第五章的相应论题中。

本书旨在叙清概念，而非一般的科学发现编年史。书中举凡有引证之处，均在于使读者能进一步深入研究一些文献，而非单纯给读者一张土壤物理学发展年表。我们认为尽管有些概念系直接出自个别人的创见，但更常见更主要的是科学上的每一进展或发现往往都是许多研究者共同努力的结果，只不过最后在形式上是

以他们当中的一个或几个人用清楚有力的语言将这些成果表达出来而已。

L.D.贝弗尔
W.H.加德纳
W.R.加德纳
1972年5月于
俄亥俄州柯仑布，
华盛顿州普尔门，
威斯康星州麦迪生。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

第一章　作为一个分散体系的土壤……（1）

第一节　分散相的特性……（1）

一、颗粒的大小……（2）

二、颗粒的化学性质和矿物学性质……（3）

三、粘粒的形状……（12）

四、粘粒的表面……（15）

五、粘粒的表面特性……（21）

第二节　颗粒大小分析……（39）

一、样品的制备……（40）

二、样品的分级……（40）

第二章　土壤胶体的粘度与膨胀……（56）

第一节　胶体粘粒的粘度……（57）

一、胶体悬液的粘度……（57）

二、交换性阳离子和粘土矿物对粘度的影响……（59）

第二节　胶体粘粒的膨胀……（63）

一、影响膨胀的因素……（63）

二、膨胀的概念……（65）

三、土壤的体积变化势（PVC）……（70）

第三章　土壤的动力特性……（76）

第一节　土壤结持度……（76）

一、土壤结持类型……（76）

二、湿润土壤的结持度……（77）

三、干土的结持度……（84）

第二节　土壤可塑性……（88）

一、测定方法……（88）

二、可塑性的水膜理论……（90）

三、阿特伯概念……(91)
第三节　土壤的抗剪强度……(99)
一、基本原理……(99)
二、测定抗剪强度的方法……(101)
三、抗剪强度与塑性的关系……(102)
第四节　压缩与压实……(104)
一、抗压缩作用……(104)
二、压实作用……(106)
第五节　抗穿透作用……(115)
第六节　耕作时的土壤动力特性……(117)
一、土壤的动力特性……(118)
二、犁耕物理……(119)
三、自行脱土……(121)
四、耕地时的牵引阻力……(121)
第四章　土壤结构的形成和分类……(132)
第一节　定义……(132)
第二节　结构分类……(134)
一、建立在团聚体大小、形状和特性基础上的结构分类……(134)
二、根据土壤组织拟成的分类……(134)
三、与大土类有关的结构……(137)
第三节，土壤结构的形成……(141)
一、阳离子的影响……(142)
二、粘粒的相互作用……(145)
三、铁铝胶体……(153)
四、有机质的作用……(155)
第五章　土壤结构的评价及农业意义……(182)
第一节　土壤结构的评价……(182)
一、团聚作用……(182)
二、土壤孔隙度……(189)
第二节　农业意义……(196)
一、耕作变化对土壤结构的影响……(196)
二、苗床一根床整地……(200)

三、中耕……(208)
四、结构的退化……(210)
五、结构的恢复……(211)
六、土壤结构与根系发育……(214)
七、土壤结壳……(220)
八、土壤结构与植物生长……(223)
第六章　土壤通气性……(234)
第一节　通气孔隙类型与土壤空气成分……(234)
一、通气孔隙类型……(234)
二、土壤空气成分……(235)
第二节　气体交换——土壤空气的更新……(238)
一、质流……(239)
二、扩散作用……(240)
第七章　土壤的热状况……(257)
第一节　热源和热量……(257)
辐射……(257)
第二节　土壤的热性质……(268)
一、热容量……(268)
二、导热率和热扩散率……(270)
第三节　土壤温度的变化……(277)
第四节　土壤的热状况改善……(282)
第八章　土壤水分保持……(287)
第一节　含水量……(287)
第二节　接近颗粒表面的水分……(289)
第三节　土壤水分的能量状况……(294)
第四节　势的术语和势的测定……(295)
第五节　用于特定场合的势的结合……(302)
第六节　蒸气相中的水……(304)
第七节　含水量—能量关系中的滞后现象……(313)
第九章　土壤水分运动……(320)
第一节　一般流动原理……(320)

流方程……(320)
第二节　流动原理在具体问题中的应用……(330)
一、饱和流问题……(330)
二、不饱和流问题……(334)
三、层状土壤体系中的流动……(345)
四、土壤中的水汽流……(347)
第十章　田间土壤水分状况……(354)
第一节　田间水分平衡……(354)
一、稳态和平衡情况……(355)
二、水分运动……(358)
第二节　渗透……(365)
一、流动方程……(365)
二、渗透状况……(369)
第三节　水分的再分布与排水……(376)
一、土壤剖面中水分的再分布……(376)
二、排水和深渗透……(382)
第四节　蒸发……(384)
第五节　结语……(388)
第十一章　土壤水分与植物的关系……(393)
第一节　植物的内部水分关系……(393)
第二节　植物对叶部水分亏损的反应……(396)
第三节　叶水势与土壤水分的关系……(398)
一、植物叶的蒸腾作用……(399)
二、水分通过植物体……(400)
三、水分向植物根运动……(402)
四、植物生长与土壤水分的关系……(404)
第四节　土壤微生物的水分关系……(405)
第五节　灌溉……(406)
一、地面灌溉……(407)
二、地下灌溉……(407)
三、灌溉计划……(408)

第十二章　土壤水分管理……(412)
第一节　地表水管理……(412)
一、地表覆盖与休闲……(413)
二、地表遮荫和覆盖……(414)
三、人工引起径流……(415)
第二节　排水……(415)
一、排水系统的规格……(416)
二、冲洗定额……(417)
三、排水问题……(418)
四、与排水系统设计有关的流动因素……(431)
五、与土壤特性有关的排水系统的设计……(432)
六、原地测定导水率……(433)
第三节　淋洗和改良……(434)
一、溶质迁移方程……(435)
二、被吸附物质的迁移……(435)
三、易混合置换……(436)
四、盐渍土壤的改良……(437)
第四节　污水处理和地下水补给……(439)
一、地下水补给……(439)
二、污水处理……(439)
第十三章　土壤侵蚀——水蚀……(443)
第一节　径流和侵蚀问题分析……(443)
侵蚀过程的力学……(444)
第二节　构成侵蚀损失的因素……(448)
一、气候因素……(448)
二、地形因素……(449)
三、植被因素……(450)
四、土壤因素……(454)
第三节　土壤侵蚀的防治……(457)
一、农艺措施……(457)
二、工程措施……(460)
第四节　土壤损失方程……(465)

第十四章　土壤侵蚀——风蚀……(472)
第一节　风蚀的力学……(472)
一、风力因素……(472)
二、土壤因素……(476)
三、地面因素……(478)
第二节　风蚀防治措施……(478)
第三节　风蚀方程……(480)
内容索引（汉英对照）……(482)

需要全本请访问 www.ertongbook.com