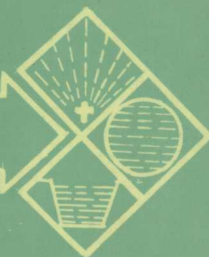


土壤改良 水文地质学

■ (前苏) Д. М. 卡茨
■ И. С. 帕什科夫斯基
■ (译) 宁夏科技信息研究所



TURANGGAILIANG



■ 宁夏人民出版社

土壤改良水文地质学

(前苏) Д. М. 卡茨

И. С 帕什科夫斯基

(译) 宁夏科技信息研究所

宁夏人民出版社

.....

责任编辑:刘如珠

封面设计:邢士元

土壤改良水文地质学

Л. М. 卡茨

И. С. 帕什科夫斯基

宁夏科学技术信息研究所翻译

宁夏人民出版社出版发行

宁夏日报振新印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:9.5 字数:220千

1992年8月第1版第1次印刷

印数:700册

ISBN7-227-00853-3/S. 41

定价:4.30元

序

土壤改良水文地质学是在农田水利学和水文地质学的基础上发展起来的一门边缘科学。《土壤改良水文地质学》一书系苏联著名学者 Д.М.Кац 教授和 И.С.Пашковский 博士 1988 年为苏联高等院校农田水利工程专业学生撰写的教材。书中阐述了土壤改良水文地质学的基本内容、发展阶段及与灌溉排水密切相关的水文地质土壤改良分区；在灌溉排水系统修建和管理影响下水文地质条件的变化规律；灌溉排水地区潜水动态的预报方法和数学模型以及水文地质观测与观测资料的分析利用。该书内容详实、新颖，有独特见解，反映了苏联目前在这一学科领域的水平和进展。因此不仅可作为我国高等院校农田水利工程专业的教学参考书，而且可供从事农田水利、水文地质和土壤改良的广大实际工作者参阅和使用。

本着积极引进国外先进技术的精神，经本院全达人、张凤和、汤茗辉、孙顺松四位副教授推荐，在宁夏科委和宁夏人民出版社的大力帮助下，由宁夏科技情报研究所朱华、刘文兴和我院全达人同志合作翻译此书。全书除前言外，共分十章。翻译分工为：朱华同志译前言、第四章、第五章、第九章、第十章；刘文兴同志译第一章、第二章、第三章；全达人同志译第六章、第八章；第七章由朱华、刘文兴同志合译；全达人同志承担全书总校。《土壤改良水文地质学》中译本是我国农田水利、水文地质和土壤改良科技工作者的良师益友；该书的出版无疑会对我国的土壤改良工作大有裨益。

译者要我为该书作序，盛情难却。我衷心祝贺《土壤改良水文地质学》中译本的出版，我想这本书一定会受到我国农田水利、水文地质和土壤改良工作者的欢迎和喜爱。

宁夏农学院副院长 李玉鼎

1991年8月1日

前 言

旨在加快国家社会经济发展的方针要求：在最短期间内完成向集约化生产方式的坚决转变，在科学技术进步的基础上提高生产效率和动员各种经济和社会因素。

从苏共二十七大的决议来看，培养土壤改良技术干部的高等学府也面临着重要的任务。社会主义事业的成功在很大程度上取决于学校的教育水平，它们所培养出的专业工作者理应掌握多方面的知识和技能。

水利土壤改良系统旨在解决土壤的灌溉、排水问题，而在即将从事这些系统的设计、施工和管理的未来工程师们的必修课中，《土壤改良水文地质学》占有重要的位置。

土壤改良水文地质学是水文地质科学的一个应用性分支，其任务是研究、预测和评价被改良土地及其周围土地的水文地质条件，以及在使用水利土壤改良系统时对这些条件的变化进行监测。

《土壤改良水文地质学》教程是以学生们在学习《地质学与水文地质学基础》、《土壤改良土壤学》、《土壤改良农作学》时所获得的知识为基础的。它对于学习《农业水利工程土壤改良学》、《灌溉和排水系统的管理》、《水工建筑物》等课程来说也是必需的。这门学科的理论 and 实践还同下列新发展的学科紧密相关，如《土壤改良水文学》、《土壤改良地理学》、《土壤改良水化学》和《土壤改良工程地质学》等等。

农业土壤改良可分为以下几类：

水利工程土壤改良——土壤的灌溉、引水和排水；气候土壤改良——影响大气，改善贴地层和土壤的气候条件，与霜冻和旱风作斗争；积雪土壤改良——控制土壤的热状况，储存积雪，融雪强度等；植物土壤改良——森林土壤改良等；土地的土壤改良——与土壤侵蚀和风蚀作斗争，提高土壤肥力，作物—工程措施，改良草地和牧场等。

水利工程土壤改良需要巨大的投资。首先，这同苏联国土的气候特点有关：全国约有 65% 的耕地，50% 的草场和 93% 的牧场位于干旱地带。在这些地区，要进行正常的农业生产，必须进行人工灌溉和供水。而位于湿润地带的大多数土地则是需要排水的过湿土壤。

因此，苏联只有极少部分的土地不需要进行农业水利工程土壤改良。

如果在大面积灌溉排水土地上的潜水埋藏不深，从而使其在土壤的水盐动态中起着积极作用，那么，进行水利工程土壤改良及用于论证土壤改良的水文地质研究就显得格外重要。例如，从 1985 年生长期的平均数据来看，在 1980 万公顷的灌溉土地中有 900 万公顷的潜水埋藏深度小于 3 米，其中，450 万公顷土地的潜水埋藏深度不足 2 米。在湿润地带约有 60~70% 的排水土地存在潜水补给和潜水承压水补给，这就表明在这些地区潜水埋藏很浅。

在这些条件下重新评价土壤改良监测的作用是困难的。土壤改良监测包括对地下水、地表水动态，开垦的灌排土地上的成土过程和工程地质过程的观测和预报。制定和继而实施环境保护措施是监测的主要成果之一。

土地的土壤改良长期规划中指出，必须提高灌排土地的使用效果，力求在这些土地上获得计划的收获量，合理利用水资源和

土地资源。

与农业土壤改良的其他方面相比，水利工程土壤改良最大程度地取决于水文地质条件，同时，它又改变着这些条件，因此，它要求详细的水文地质土壤改良预测和论证。由这个观点出发，土壤改良水文地质学的主要科学内容应该是：

①深入研究国家各个自然带在自然条件下和进行土壤改良时的地下水形成理论，并以此作为地下水动态预报和调控，地下水利用和环境保护的科学基础；②运用基础科学的现代成就完善现有的和研制新的土壤改良水文地质勘测方法，以便为新水利土壤改良系统设计和现有的水利土壤改良系统改建进行水文地质论证服务；③完善水文地质预报方法；④完善灌排土地上的水文地质土壤改良监测方法。

根据上述内容可将土壤改良水文地质学分为两部分：①区域土壤改良水文地质学。它主要研究改良土地的水文地质条件以及在土壤改良的影响下水文地质条件的变化规律；②专门土壤改良水文地质学。它研究制定用于设计新的水利土壤改良系统以及改造和管理现有水利土壤改良系统而使用的水文地质土壤改良调查和预报的方法。

对土壤改良水文地质学来说，下列研究方法是有代表性的，即：①农田水文地质方面的研究旨在解决由土壤改良规划的特征所决定的那些问题（包括实地观测现有的灌溉、供水、排水、排灌系统以及其他系统对地下水动态和平衡的影响）。其特点是将区域性研究同在关键地段进行的详细考察结合起来；②研究在模拟的灌溉排水条件下或在灌溉排水土地上的水盐转移过程，以评价水文地质参数、潜水的入渗补给以及解决其他方面的问题；③对设计水利土壤改良系统过程中地下水的水位动态及地下水和排放水的化学成分状况进行区域性和局部性预测（预测是利用地质

渗透的数学模型完成的)。

区域水文地质学、地下水动力学、水文地质化学、土壤改良土壤学、水利工程土壤改良学等学科中所使用的一些方法也经常

在土壤改良水文地质学中使用。

苏联土壤改良水文地质学的发展经历了三个阶段：

1.第一阶段开始于苏维埃政权建立的最初年代，在中亚、哈萨克斯坦、外高加索、伏尔加河流域、普里皮亚特河的波列西耶等地区积累最初的资料，在积累资料的这个过程中奠定了土壤改良水文地质学的基础。

2.第二阶段是从四十年代中期到 1966 年，在这个阶段土壤改良水文地质学作为水文地质科学的一个独立应用分支被划分出来。《土壤改良水文地质学》这个术语是 М.А.Шмидт 在 1945 年首先提出的，М.А.Шмидт 是进行苏联灌区潜水动态和水文地质土壤改良分区方法研究的先驱。在这一时期，乌兹别克加盟共和国的水利土壤改良部建立了监测灌区潜水动态的土壤改良观测站，这是在苏联灌区建立土壤改良观测站的第一次尝试。

随着灌溉排水事业的发展，需要进行水文地质调查的土地面积不断增加。在中亚和外高加索组织了潜水平衡的研究工作，完成了与应用垂直排水的可行性研究有关的综合水文地质调查。后来，垂直排水在饥饿草原、费尔干河谷和瓦赫什河谷、布哈尔绿洲和南乌克兰等地得到了广泛应用。第二阶段的特点是位于国内草原带——乌克兰南部、北高加索和伏尔加河流域的土地灌溉面积不断扩大，这就需要发展草原带的土壤改良水文地质学。同传统灌区——中亚和外高加索相比，草原带的土壤改良水文地质学具有自己的特点，对水文地质土壤改良方面的这门独特学科的研究还是很

3.土壤改良水文地质学发展的第三阶段（现阶段）是同完成

1966年5月苏共中央全会制定的大规模土壤改良发展规划联系在一起的。土壤改良建设工程的规模可以用下述资料来说明：这一时期国家土壤改良的耕地总面积增加了一倍以上，到1986年已达3400万公顷；在1985年初供水牧场面积已达19230万公顷（占牧场总面积的67.5%），在供水土地上分布着52000眼钻井、55000眼筒井，108000个牲畜饮水站和19000公里长的牧场供水管道；进行了大量老灌区灌溉排水系统的改造；扩大了人工降雨的土地面积；在湿润地带修筑暗管排水工程；在水利管理部门发展水文地质土壤改良监测服务等。

为了满足土壤改良的要求，必须全力扩大水文地质调查计划，以获得考虑环境保护要求，对灌溉排水土地上的地下水动态进行预报所需要的资料。苏联水利土壤改良部已做出规定，无论是进行灌溉设计，还是进行设计前的课题调研，如果没有水文地质预报，一概不予审议。从前由于没有能严格贯彻执行这一规定，土地灌溉往往导致了不良后果——土地盐碱化和沼泽化。

同样，为了取得预报资料，需要大力开展充气带岩层中水——盐转移过程的理论研究和田间研究工作，并且利用现代计算技术进行灌溉排水土地上的地质渗透简化方法和潜水动态预测的方法研究。

土壤改良水文地质学是在土壤改良科学的奠基者А. Н. Костяков、А. Д. Брудастов、С. Ф. Аверьянов、Н. А. Янишевский、И. А. Шаров、В. С. Малыгин、Б.А.Шумаков等人的思想影响下发展起来的。土壤改良土壤学苏联学派的学者Б.Б.Полынов、Н.А.Димо、Л.П.Розов、И.Н.Антипов-Каратаев、А.Н.Розанов、О.А.Грабовская、Ф.Н.Бончковский、М.А.Панков、Б.В.Федоров等人的科学著作丰富了它的内容。О. К. Ланге、М. А. Шмидт、

Ф. П. Саваренский, Г. Н. Каменский, А. Н. Семихатов, В. А. Приклонский, Б. М. Георгиевский, М. М. Крылов, А. Г. Владимиров, А. А. Маккавеев, Н. Н. Ходжибаев, П.А.Панкратов, П.Г.Григоренко, Н.А.Кенесарин 等学者则对这门重要学科的奠基和发展做出了巨大的贡献。

本书除第二篇中的第六、七、八章由地质矿物学博士 И. С. Пашковский 执笔，其余章节均由地质矿物学博士 Д.М.Кац 教授编写。

目 录

第一篇 苏联灌溉排水土地的水文地质条件, 在水利	
工程农业土壤改良影响下水文地质条件的变化.....	(1)
第一章 苏联灌溉排水土地的水文地质条件	(1)
1. 苏联的自然带	(1)
2. 以土壤改良为目标的苏联水文地质分区	(6)
3. 潜水天然动态的类型	(13)
4. 被改良土地水文地质条件复杂性的评价	(16)
第二章 在灌溉影响下土地的水文地质条件	
和工程地质条件的变化	(23)
5. 灌溉时水从土渠的渗漏和灌溉水的渗漏	
是主要的潜水补给来源	(23)
6. 在地面灌溉时潜水水位的技术(灌溉)成因动态	(25)
7. 对作物进行人工降雨时潜水水位的动态	(38)
8. 灌溉土地上潜水矿化度和化学成分的动态	(46)
9. 在地下去流强烈的山前地区的潜水动态特点	(49)
10. 潜水的成因类型和控制潜水动态的原则	(50)
11. 灌溉对土地工程地质条件的影响	(54)
第三章 排水时过湿土地的水文地质条件的变化	(59)
12. 充气带岩层的水状况的特点	(59)
13. 排水对排水土地及与其相邻土地潜水和潜水平衡的影响 ...	(60)
14. 控制排水土地潜水动态的原则	(66)

第二篇 与水利土壤改良系统设计有关的水文地质	
——土壤改良调查和预报的方法	(69)
第四章 在灌溉排水土地上进行水文地质	
——土壤改良和工程地质调查与勘测的要求	(69)
15.一般原理	(69)
16.在调查与勘测大纲中的自然保护问题	(74)
17.水文地质预报和工程地质预报的要求	(76)
第五章 与土壤改良有关的水文地质	
和工程地质调查与勘测的方法	(79)
18.大比例尺的水文地质和工程地质测绘	(79)
19.潜水动态的研究	(86)
20.潜水平衡的研究	(95)
21.以土壤改良为目标的水文地质和工程地质分区	(104)
第六章 与水盐动态预报有关的岩层中	
渗透和迁移过程总论	(112)
22.岩层和土壤中的水	(112)
23.充气带中的水分迁移	(123)
24.渗透和水分迁移的数学模型	(134)
25.在地下水中盐分的迁移规律	(146)
第七章 灌区水、盐动态的预报	(159)
26.与灌溉有关的水文地质条件变化预报任务的提出	(160)
27.预报入渗补给的方法	(161)
28.预报灌区潜水水位的上升	(165)
29.土壤改良排水系统的水动力学计算	(186)
30.预报灌区的盐分动态	(199)

第八章 根据渗透试验工作和动态观测资料

确定水文地质参数的方法 (208)

31. 渗透试验工作和动态观测 (208)

32. 渗透试验工作 (212)

33. 在充气带的试验工作 (221)

34. 根据渗透试验的资料确定水分迁移参数 (225)

第三篇 改良土地上的水文地质观测与观测结果的利用 ... (228)

第九章 灌溉土地水文地质条件变化

观测资料的分析和利用 (231)

35. 灌溉土地水文地质土壤改良状况的分析和评价 (231)

36. 灌溉土地时潜水上升的原因 (237)

37. 确定排水系统的效率 (241)

38. 根据潜水动态观测资料确定水文地质参数

及一些潜水平衡要素 (245)

39. 潜水动态的运行预报, 有关土地的水文地质

——土壤改良状况的情报 (258)

40. 在改建水利土壤改良系统时水文地质

——土壤改良和工程地质观测资料的使用 (263)

41. 在利用潜水的基础上提高灌溉系统的供水保证率 (266)

42. 防止灌溉排水土地上的潜水污染 (275)

第十章 排水土地水文地质条件变化

观测资料的分析和利用 (278)

43. 在使用水利土壤改良系统时观测资料的利用 (282)

44. 对工程地质作用的监测 (286)

参考文献 (289)

第一篇 苏联灌溉排水土地的水文地质条件，在水利工程农业土壤改良影响下水文地质条件的变化

第一章 苏联灌溉排水土地的水文地质条件

下面研究苏联土地的自然区划问题，目的是对土壤改良和土壤改良地区水文地质条件的错综复杂性作一评价。

1. 苏联的自然带

在水文气象、土壤改良、水文地质改良、自然改良及其它区划种类分析基础上，根据水利工程土壤改良及其设计规划的特点确定农业区的需水量。除自然区划外，在论证土壤改良的实践中，按照同一自然指标或综合这些指标说明某一自然条件特征时，同样可采用各种各样的土地分类法。

分析各种自然区划类型确定适合苏联进行土壤改良的方法。按农作物的水分保证程度（这个水分保证程度决定着不同类型水利工程土壤改良中的需水状况），А.Н.Костяков (1925) 把原苏联欧洲部分地区划分为三个带：过分湿润带、不稳定湿润带、湿度不足带。过分湿润带中的水热系数（年总降雨量与蒸发的比，不考虑径流）为 1.2；不稳定湿润带为 1.2~0.8；湿度不足带低于 0.8。在这样的区划基础上 С.Л.Миркин (1960) 又划分为以下几个带：过分湿润带、周期性过分湿润带、正常湿润带、周期性干旱带、干旱带、特别干旱带、干涸带。根据湿度系数，在这

些地带中他又划分成 36 个土壤改良区，根据每个区主要农作物需水量计算出保证系数。

按 Г.Т.Селянинов、А.М.Алпатыев 等人深入详细研究提出的水热系数值确定区域划分的原则是众所周知的。

В.С.Мезенцев (1974) 提出西西伯利亚的水文气象区划可根据水文气象湿度差计算来划分。在伏尔加河和鄂毕河间区划范围内划分为六个水文气象带：①中等和湿润年份过分湿润带；②中等和中常干旱年份温度和湿度适中带；③湿润年最佳湿润带和平均年充足湿润带；④平均年和特别干旱年湿度不足带；⑤所有年份湿度经常不足带；⑥所有年份湿度贫乏带。

Д.И.Пашко (1967) 提出根据湿润指数（按照降雨量和蒸发量的比值划分）对苏联领土进行区划得到了广泛采用。采用这种区划可划分为如下地区：充足湿润区（降雨超过蒸发度或可能的蒸发量）；两个亚区（弱干旱和干旱区）湿润不足区（降雨量少于蒸发量）；湿润不大区（蒸发大大超过降雨量，只有在人工灌溉条件下才能耕种）。按照湿润指数，这些地区（包括亚区）又划分成湿润带，一定地形（原始森林、阔叶林、森林草原、草原、半荒漠和荒漠）和表土层类型与湿润指数相一致。

《苏联自然——农业区划》(1983) 是对 Д.И.Пашко 提出的农业气象区划的进一步发展。根据这一区划分为下列自然——农业区划单位：

区域单位（最高区划单位）——热保证率表明温度总量高于 10℃；

地带单位（主要的区划单位）——根据温度和水分平衡确定土壤和植物的类型，使其适合农业技术和土壤改良措施；每个地带的特征有固定的生物效能（分级中表现出）；

领域单位——反映表土层特征的地带部分；

地区单位——具有地貌和水文地质特征的领域部分。划分时还要考虑到地形类型，要对改良过地上出现侵蚀的危险性作出评价。不同地区的农业生产要求有一定的土壤改良形式。

В.В.Егоров (1972) 提出土壤改良区划分类图划分为：领域——根据土壤气候条件，区域——根据地貌构造，地区——依照地形条件。

В.А.Ковда (1947) 在分析灌溉区土壤改良条件的基础上把绿洲划分为天然无排水绿洲、天然排水不足和天然排水绿洲。

本教科书的作者在发展这一原理的同时，在干旱和潮湿区范围内（根据地貌条件、地形和地质结构）按照其定量特征提出划分为以下五种天然排水地带：

(1) 地貌条件：山前冲积裙和冲积锥上部堆叠着砾石层；深切割山麓平原和冲积台地；堆叠着亚粘土层高高的濒河阶地等。潜水是一种深深潜入地下、流速不同的地下水水流。深切割山麓平原或冲积阶地的亚粘土层中地下水渗出量从 100~300 毫米/年到 500~700 毫米/年，砾石层中渗出量更多。在整个气候条件下潜水是超淡水和淡水，其蕴藏深度 10~50 米以上（在自然条件下和灌溉地上）。潜水不对土壤形成过程起作用。土壤是自然形成的。

(2) 地貌条件：冲积阶地，冲积锥上的地下水渗出地带堆叠砾石层，上面覆盖有少量亚粘土层。潜水流速很快（100~200 毫米/昼夜），年渗出量约为 300~500 毫米。潜水为淡水，在灌溉地上的深度由 0 到 4~5 米，潮湿地区超过 3 米深。潜水蕴藏不深可能会引起沼泽化。

(3) 地貌条件：中等和较低河成阶地，冲积锥的中央部分堆叠着砂卵石层，亚粘土层厚达 5~10 米，潜水流速缓慢，流速为 25~100 毫米/昼夜，年出流量 150~300 毫米。潮湿气候条件