

土壤调查与灌溉



联合国粮食及农业组织 罗马

THE FAO SOILS BULLETINS:

1. Soils of the arid zones of Chile, 1965 (E**)
2. A survey of soil laboratories in 64 FAO member countries, 1965 (E**)
3. Guide on general and specialized equipment for soil laboratories, 1966 (E**)
4. Guide to 60 soil and water conservation practices, 1966 (E**)
5. Selection of soil for cocoa, 1966 (E** F** S**)
6. Aerial photo interpretation in soil survey, 1967 (E* F* S**)
7. A practical manual of soil microbiology laboratory methods, 1967 (E**)
8. Soil survey interpretation and its use, 1967 (E*)
9. The preparation of soil survey reports, 1970 (E** F* S**)
10. Physical and chemical methods of soil and water analysis, 1970 (E* F* S*)
11. Soil fertility investigations on farmers' fields, 1970 (E* F* S*)
12. A study on the response of wheat to fertilizers, 1971 (E*)
13. Land degradation, 1971 (E*)
14. Improving soil fertility in Africa, 1971 (E* F*)
15. Legislative principles of soil conservation, 1971 (E*)
16. Effects of intensive fertilizer use on the human environment, 1972 (E*)
17. Trace elements in soils and agriculture, 1972 (E* F*** S*)
18. Guide to the calibration of soil tests for fertilizer recommendations, 1973 (E* F* S***)
19. Soil survey interpretation for engineering purposes, 1973 (E* F* S*)
20. Fertilizer legislation, 1973 (E* S*)
21. Calcareous soils, 1973 (E* F*)
22. Approaches to land classification, 1974 (E**)
23. Management properties of ferralsols, 1974 (E*)
24. Shifting cultivation and soil conservation in Africa, 1974 (E* F*** S*)
25. Sandy soils, 1975 (E*)
26. Planning and organization of fertilizer use development in Africa, 1975 (E*)
27. Organic materials as fertilizers, 1975 (E* F* S*)
28. S.I. units and nomenclature in soil science, 1975 (E*)
29. Land evaluation in Europe, 1976 (E*)
30. Soil conservation in developing countries, 1976 (E* F* S*)
31. Prognosis of salinity and alkalinity, 1976 (E*)
32. A framework for land evaluation, 1976 (E* F* S*)
33. Soil conservation and management in developing countries, 1977 (E*)
34. Assessing soil degradation, 1974 (E*)
35. Organic materials and soil productivity, 1978 (E*)
36. Organic recycling in Asia (E*)
37. Improved use of plant nutrients, 1978 (E*)
38. Soil and plant testing and analysis (E*** F*** S***)
39. Prognosis and monitoring of salinity and sodicity: principles and their application (E***)
40. China: recycling of organic wastes in agriculture, 1978 (E* F*** S***)
41. China: azolla propagation and small-scale biogas technology, 1978 (E*)
42. Soil survey investigations for irrigation, 1979 (E*)
43. Organic recycling in Africa (E***)

Availability: March 1979

E — English	* Available
F — French	** Out of print
S — Spanish	*** In preparation

FAO Soils Bulletins are available through the authorized FAO Sales Agents or directly from Distribution and Sales Section, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy

M-51

ISBN 92-5-500756-4

序 言

只有通过更有效地利用水土资源(其中包括在雨量不足地区广泛使用灌溉和改善灌溉条件),才能满足将来对提高农业生产的迫切要求。据估计,发展中国家的灌溉土地面积约为9,200万公顷,其中有半数急需加以改善;预计到1990年将会再扩大2,200万公顷的水浇地面积。除非根据对土壤条件的深入了解而采取有效的规划和管理措施,以控制随之出现的盐渍化、水渍和肥力低的问题,否则生产效益是不会持久的。

土壤调查和土地分类是大家都普遍接受的灌溉投资工作的主要前提。在温带地区的雨育农业中所发展的传统技术,可能不太适用于估价热带和干旱地区灌溉的潜力。本书在于说明发展灌溉对土壤调查的特殊要求,并假设读者对土壤基本科学和土壤调查技术都是熟悉的。本书未涉及土壤研究方面的问题,例如土壤保持或水浇地土壤肥力的保持等。

任何书本都不能代替实际工作所获得的经验,但本书试图着重说明在灌溉条件下起重大作用的土壤特性并提出对其加以认识及制图的办法。开头一章强调了考虑评价水浇地的广度及土壤调查人员在所要求的专家组内的作用。第二、三两章讨论了土壤和地形的重要特性。第四章叙述了对排水和土壤改良的估价,第五章则说明水质和气候情况。第六章叙述土壤调查的实地方法,而第七章是对数据的解释和对不同条件土壤的评价。附件举例说明不同环境土地的分类和规格及测量渗透速率的程序。

我谨向美国内务部垦殖局表示谢意,感谢他们为编写本书所给予的慷慨援助。我还要向几位对本书做出贡献的作者致以谢意。克劳德·L·弗莱博士和Ir·W·F·万·比尔编写了初稿,并由R·B·米勒先生进行汇编。垦殖局为本书做出贡献的主要有:在已故约翰·T·马利梯克博士领导下的哈罗德·帕金森先生和威廉·B·彼得斯先生。粮农组织负责此编写工作的是土地及水利开发处土壤资源开发和保护科,特别是A·J·史密斯先生,他编写了粮农组织负责的大部分篇章,并编辑了

本书中所用名称及其材料的编写方式并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位或对于其边界的划分，表示任何意见。

M - 5 1

ISBN 92-5-500756-4

本书版权属于联合国粮农组织。如未得版权所有者书面许可，不得以任何方法或程序全部或部分翻印本书。申请这种许可应按下述地址 (Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, ITALY) 写信给联合国粮农组织出版处长，并说明翻印的目的和份数。

© 粮农组织 一九七七年

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

M-51

The copyright in this book is vested in the Food and Agriculture Organization of the United Nations. The book may not be reproduced, in whole or in part, by any method or process, without written permission from the copyright holder. Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction desired, should be addressed to the Director, Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

© FAO

目 录

页 次

序 言

表格一览表

插图一览表

第一章 概 论	1
1·1 前 言	1
1·2 土壤调查在灌溉调查中的作用	1
1·2·1 进行土壤调查的必要性	1
1·2·2 “土壤”和“土地”的概念	3
1·2·3 土壤调查人员在工作组中的作用	4
1·3 估计可灌溉性和土壤调查的特性	6
1·3·1 概 述	6
1·3·2 因进行灌溉而引起的变化	6
1·3·3 制订灌溉规划所需的特殊调查	8
1·3·4 土壤调查中应避免的缺点	10
1·4 调查的规划和组织	11
1·4·1 规划和一般做法	11
1·4·2 土壤分类的阶段	12
1·4·3 在规划调查中进行系统分析	15
第二章 土壤特性	19
2·1 前 言	19
2·2 物理特性	19
2·2·1 土壤有效深度	19
2·2·2 有机质含量	20
2·2·3 土壤结构和孔隙度	20

	2.2.4	颗粒大小的分布	2 2
2.3		化学特性	2 3
	2.3.1	土壤反应	2 3
	2.3.2	阳离子交换的特性	2 7
	2.3.3	盐渍度	3 2
	2.3.4	有毒物质	3 6
2.4		矿物特性	3 9
	2.4.1	砂和粉砂部分的矿物学	3 9
	2.4.2	粘土部分的矿物学	4 0
	2.4.3	碳酸盐的含量	4 1
	2.4.4	石膏含量	4 4
2.5		土壤——水份关系	4 5
	2.5.1	渗透率	4 5
	2.5.2	渗透度(导水性)	4 6
	2.5.3	土壤——水份的有效性	4 7
第三章		地形及土地开发问题	5 3
3.1		前言	5 3
3.2		地形问题	5 3
	3.2.1	坡度	5 5
	3.2.2	小地形	6 1
	3.2.3	大地形和田块的大小	6 2
	3.2.4	位置及易受影响的情况	6 3
3.3		土地复盖物的问题	6 4
	3.3.1	清除植被	6 4
	3.3.2	清除岩石和石头	6 4
3.4		其它土地开发问题	6 5

	3·4·1	“通常”的土地开发费用	6 5
	3·4·2	改进土壤剖面	6 5
	3·4·3	防 洪	6 6
	3·4·4	农田排水	6 7
第四章		排水与土壤改良	6 9
	4·1	前 言	6 9
	4·2	土壤排水研究	7 0
	4·2·1	地下水的临界深度	7 0
	4·2·2	土壤排水性和内排水	7 2
	4·2·3	指导排水调查工作的一些指导方针	7 3
	4·2·4	排水力的调查——野外调查	7 5
	4·3	改造盐渍土和钠质土	7 8
	4·3·1	改造盐渍土	7 9
	4·3·2	改造盐渍钠质土和钠质土	8 1
	4·4	排水和土壤改良调查小组的职责	8 5
	4·4·1	土壤科学家的职责	8 6
	4·4·2	排水工程师的职责	8 6
	4·4·3	农业经济学家的职责	8 7
第五章		水质与气候条件	8 9
	5·1	前 言	8 9
	5·2	水 质	8 9
	5·2·1	对水质的评价	8 9
	5·2·2	需要由实验室进行确定	9 0
	5·2·3	说明灌溉水质的指导方针	9 0
	5·2·4	盐渍度问题	9 5
	5·2·5	渗透问题	1 0 3

	5.2.6	毒性问题	104
	5.2.7	其它问题	110
5.3		气候和小气候	113
	5.3.1	一般气候条件	113
	5.3.2	小气候	114
第六章		土壤调查方法	117
6.1		前言	117
6.2		土壤调查强度及制图比例	117
	6.2.1	有关土壤调查强度的术语	117
	6.2.2	预先估计所需的调查强度	118
	6.2.3	选择工作比例和观测密度	124
	6.2.4	选择土壤图报告比例	125
6.3		基本调查程序	126
	6.3.1	空中照相图片判读	126
	6.3.2	导线测量	128
	6.3.3	自由调查	129
	6.3.4	分阶段进行调查	130
6.4		土壤观察和取样	132
	6.4.1	确定土壤单位特性所进行的观察	133
	6.4.2	常规土壤观察	134
	6.4.3	进行土壤观察以确定土壤边界的位置	135
	6.4.4	深层钻	136
	6.4.5	取样供实验室分析	137
	6.4.6	野外使用的工具	138
	6.4.7	野外测定土壤/水份的关系	142
6.5		土壤分类和土壤制图图例	144

	6.5.1 系统分类的作用	144
	6.5.2 确定土壤制图单位	146
	6.5.3 土壤制图图例	147
第七章	土壤调查说明和土地分类	149
7.1	概 述	149
7.2	土壤调查说明	150
7.2.1	土壤说明的目的和要求	150
7.2.2	诊断特性的选择和评价	154
7.2.3	土壤适应性	155
7.3	土地适应性定性分类	157
7.3.1	土地适应性定性分类的范围	157
7.3.2	将自然环境因素结合起来的程序	158
7.4	土地定量经济评价	160
7.5	土地评价的趋势	161
第八章	对土地进行最后选择、分类和分组,以利发展灌溉	165
8.1	前 言	165
8.2	确定可灌溉土地	165
8.2.1	确定灌溉土地需排除一些其它用途的土地	166
8.2.2	制订计划	166
8.3	土地分类的限制因素与问题	167
参考文献	169
附 件		
甲、美国垦殖局土地分类体系		179
甲.1 美国垦殖局土地分类体系		179
甲.1.1 该体系的原则		179
甲.1.2 美国垦殖局体系所用的词汇		180

甲·1·3	经济问题：使用农场预算	181
甲·1·4	编制土地分类的规格	183
甲·1·5	美国垦殖局体系的土地类别和亚类	187
甲·1·6	美国垦殖局制图符号	190
甲·2	美国垦殖局编制的土地分类规格的一些例子	192
乙	野外测定土壤与水份的关系	
乙·1	地下排水调查所采用的定点渗透度测定	205
乙·1·1	用钻孔测定渗透度	205
乙·1·2	测压管测定渗透度	216
乙·1·3	用浅井灌入的办法测定渗透度	219
乙·1·4	环形渗透仪测定法	224
乙·2	双环渗透计测量渗透情况	239

表格一览表

1	各种作物对交换性钠百分率的耐性	3 0
2	交换性钠百分率对作物减产的影响	3 1
3	各种作物对土壤盐渍度的相对耐性	3 3
4	有代表性的土壤物理特性	4 8
5	灌溉方法选择指南	5 7
6	按削除和填补估算土地平整的土方量	6 1
7	对水浇地大小的评价	6 3
8	不同土壤和底土层物质渗透度的比较和分类	7 6
9	盐渍钠质土和钠质土的化学改良剂	8 3
10	评价水质所需的实验室鉴定	9 1
11	评价灌溉水质的指导方针	9 2
12	计算调整过的钠吸附率	9 3
13	灌溉水微量元素的最高浓度	9 6
14	作物耐性表——采用普通地表灌溉法时的预计产量潜力	9 9
15	作物在非盐土中对交换性钠的耐性	10 5
16	土壤饱和浸提液中氯的许可数量	10 8
17	氯离子浓度对阿联玉米和棉花产量的影响	10 8
18	作物及观赏植物对硼的相对耐性	10 9
19	植物对土壤中加硫酸锂的耐性情况	11 2
20	土壤调查强度术语和最后制图比例及制图单位种类	11 9
21	不同土壤调查强度与取样密度和进展速度的情况说明	12 0
22	评价土地是否适合于灌溉的四个阶段	15 1
23	每公顷稻田的开支和收益情况：将来没有灌溉条件	18 4
24	每公顷稻田的开支和收益情况：将来具备灌溉条件	18 5

插图一览表

1·1	灌溉项目系统分析的实例	17
1·2	美国垦殖局土地分类工作程序	18
2	等高阶地的关系	54
3	典型的盐份冲洗曲线图	82
4	钻孔测定法的数据和计算表格	208
5	用以计算钻孔测定(无穷大的障碍物)渗透度系数 C 的图表 ...	212
6	用以计算钻孔测定(孔达到障碍物)渗透度系数 C 的图表	213
7	分阶段钻孔测定计算公式的差异	215
8	测压管测定的数据和计算表格	220
9	浅井灌入测定法所需的设备装置	225
10	在渗透度灌入测定中用以估计需灌入的最小和最大水量的计算图表	226
11	浅井灌入渗透度测定法所需的数据和计算表格	227
12	根据浅井灌入数据确定渗透度的计算图表: 第一种情况	228
13	根据浅井灌入数据确定渗透度的计算图表: 第二种情况	229
14	环形渗透仪测定所需的设备	236
15	环形渗透仪测定法所需的数据表	237

第 一 章

概 论

1.1 前 言

为确定适合于灌溉的土地而进行的调查研究超出了个人的能力，因而需要整个专家组的共同协作。本章研究了土壤调查人员对这样一个组所起作用的目的和性质，并讨论了土壤调查的一些特殊问题。

1.2 土壤调查在灌溉调查中的作用

1.2.1 进行土壤调查的必要性

从经济和技术上来看，了解可能进行灌溉地区的土壤情况是极端重要的。发展灌溉农业成本很高，需对其风险和效益方面的情况进行估计才能证明是否合算，而灌溉工程的设计工作本身则需要详细了解灌溉区内的土壤情况。

Storie (1964) 列举了灌溉调查中的下列土壤研究的主要习惯做法和理由：

- (1) 保证选定进行灌溉的土壤是具有生产能力的；
- (2) 有助于确定渠道和其它灌溉工程的位置；
- (3) 确定具体土壤类型所需的灌溉条件；
- (4) 确定具体土壤类型所需的排水条件；
- (5) 确定需要改碱的情况；
- (6) 确定需要平整土地的情况；
- (7) 确定需要防治侵蚀的情况；
- (8) 协助确定农场的面积；