

农田土壤墒情 监测技术手册

彭世琪 钟永红 崔勇 严昌荣 主编

中国农业科学技术出版社

农田土壤墒情监测技术手册

彭世琪 钟永红 崔勇 严昌荣 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农田土壤墒情监测技术手册/彭世琪等主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2008. 7

ISBN 978-7-80233-628-5

I. 农… II. 彭… III. 土壤含水量 - 土壤监测 - 技术手册
IV. S152. 7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 079837 号

责任编辑 鱼汲胜 宋佳佳

责任校对 贾晓红

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) 82106629 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106626

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850 mm × 1168 mm 1/32

印 张 5

字 数 80 千字

版 次 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价 18.00 元

版权所有 · 翻印必究

《农田土壤墒情监测技术手册》

编写组

主编：彭世琪 钟永红 崔 勇 严昌荣

编写人员（按姓氏笔画排序）：

万 仑 吴 勇 严昌荣 邱宁宁 钟永红

郝立岩 钱国平 徐志强 崔 勇 彭世琪



水是农业生产的基础物质，大气降水和灌溉是农作物用水的主要来源。除水生作物（如水稻）外，所有的降水和灌溉水都要转化为土壤水才能被作物吸收利用。各种田间工程、农艺技术和管理措施都可以影响到农田土壤供水和作物对水的利用效率。

我国属于大陆性季风气候区，降水在区域分布不均、月与月之间差异很大，70%左右的降水集中在6~9月。年与年之间变率很大，丰水年、平水年和干旱年大体各占1/3，从全国来看，旱灾频繁，每年在不同的地区都会发生不同程度的旱灾威胁，春旱的发生频率约在90%，中旱的发生频率约在60%，大旱发生频率在30%左右。因此，我国粮食生产和农业发展受到干旱和缺水的双重威胁。农田水情、土壤墒情作为农业生产管理对策中最重要的农情信息之一，对农业生产具有极为重要的意义，一是指导农田灌溉，根

据土壤含水量亏缺情况，确定灌水时间和灌水量，避免过量灌溉，提高水资源利用效率；二是指导农业抗旱减灾，根据农田土壤干旱和作物缺水状况，及时采取相应的技术对策，缓解和减轻旱灾威胁，提高农业生产的稳定性，促进农业增产增收。农田水情和土壤墒情的监测和预报已经成为农田节水技术推广和信息服务的重要组成部分，在全面推进现代农业科技应用和生产管理水平中发挥重要的作用。

《农田土壤墒情监测技术手册》以土壤学、作物生理学、作物栽培学和气象学的基本理论为基础，在土壤墒情与旱情监测评价的理论方法和操作应用方面进行了大胆的探索，并从实际工作出发，突出了土壤墒情和旱情监测在生产决策和指导方面的作用，突出了工作实践中的操作性，十分便于各地农技人员对农田土壤墒情与旱情监测技术的理解和应用。

由于时间关系，书中的某些论点和指标体系还在探索之中，还望求教于同行专家和广大读者，以期在讨论和应用中进一步提高与完善。

编 者

2008 年 3 月



第一章 土壤墒情与旱情监测的有关概念	1
1.1 土壤水资料的价值	1
1.1.1 土壤水的基本概念	1
1.1.2 土壤水分含量的表示方法	2
1.1.3 土壤水分对农业生产的作用	5
1.1.4 土壤水资料的价值	7
1.2 自然因素对土壤含水量的影响	8
1.2.1 降水对土壤含水量的影响	8
1.2.2 温度对土壤含水量的影响	9
1.2.3 土壤质地对土壤含水量的影响 ...	10
1.2.4 地形对土壤含水量的影响	11
1.3 农业措施对土壤含水量的影响	13
1.3.1 田间工程技术	13
1.3.2 覆盖技术	14
1.3.3 沟垄等高耕作技术	15

1.3.4	深松耕技术	16
1.4	土壤墒情与旱情监测的概念和意义	17
1.4.1	土壤墒情与旱情监测的概念	17
1.4.2	土壤墒情与旱情监测的意义	18
1.4.3	土壤墒情与旱情监测步骤	19
第二章	土壤墒情与旱情监测站点的建立	23
2.1	土壤墒情与旱情监测站点的分布	23
2.2	监测站点设立原则和主要监测内容	24
2.3	自动监测站的建立	25
2.3.1	主要设备及其特点	25
2.3.2	设备安装的地点与标识	26
2.3.3	实时土壤水分测定仪构成及 安装	27
2.3.4	小型气象站的特点及安装	31
2.3.5	实时土壤水分测试仪的操作	32
2.3.6	小型气象站的操作	37
2.4	土壤墒情监测点的建立	42
2.4.1	地点选择	42
2.4.2	监测点的标识	43
2.5	基础数据的记载及填表	43

第三章 农田土壤水分的测定	51
3.1 土壤含水量测定方法及步骤	51
3.1.1 烘干法	51
3.1.2 时域反射法和频域法	53
3.2 土壤田间持水量的测定	56
3.2.1 围框淹灌法（野外测定方法） ...	56
3.2.2 环刀法（室内测定方法）	58
第四章 土壤墒情数据的采集和处理	61
4.1 自动监测站数据采集和处理	61
4.1.1 实时土壤水分测试仪数据采集 和处理	61
4.1.2 气象数据采集与处理	65
4.2 土壤墒情监测点数据采集和处理	67
4.2.1 土壤水分测定时间	67
4.2.2 土壤水分测定深度	68
4.2.3 土壤水分测定方法选择	69
4.2.4 便携式土壤水分测定数据的 校正	74
4.3 其他数据的采集与存储	76
4.3.1 降水量的采集与记载	76
4.3.2 灌溉量的采集与记载	78

第五章 土壤墒情与旱情等级评价指标	81
5.1 土壤墒情与旱情等级评价的概念	81
5.1.1 农田土壤墒情等级	81
5.1.2 旱情等级	82
5.2 土壤墒情与旱情评价指标体系的编制	83
5.2.1 资料收集与分析	84
5.2.2 取样测定	84
5.2.3 田间观测	85
5.2.4 资料的归纳整理	88
5.2.5 土壤墒情评价指标建立	89
5.2.6 旱情评价指标的建立	91
第六章 不同区域主要作物的需水规律	94
6.1 西北地区	94
6.1.1 冬小麦需水规律	95
6.1.2 春小麦需水规律	96
6.1.3 春玉米需水规律	98
6.1.4 棉花的需水规律	100
6.1.5 谷子需水规律	102
6.2 华北地区	104
6.2.1 冬小麦需水规律	105

6.2.2	夏玉米需水规律	108
6.2.3	棉花需水规律	110
6.2.4	夏大豆需水规律	112
6.2.5	花生需水规律	114
6.2.6	马铃薯需水规律	115
6.3	东北地区	118
6.3.1	春玉米需水规律	119
6.3.2	大豆需水规律	121
6.3.3	高粱需水规律	123
6.3.4	谷子需水规律	125
第七章	土壤墒情与旱情监测数据汇总与发布 ...	127
7.1	土壤墒情与旱情数据汇总	127
7.1.1	数据汇总的基本原则	127
7.1.2	数据汇总的基本方法	128
7.1.3	不同层面土壤墒情与旱情数据 汇总	129
7.2	短期土壤墒情与旱情监测数据的 汇总和分析	130
7.3	中长期土壤墒情与旱情监测数据的 汇总和分析	133
7.4	土壤墒情与旱情监测简报的编写	136

7.4.1	县级短期土壤墒情与旱情监测简报 的编写	138
7.4.2	省或区域级短期土壤墒情与旱情 监测报告的编写	141
7.4.3	中长期土壤墒情与旱情监测报告 的编写	145
7.4.4	区域土壤墒情与旱情监测报告 的编写	152
7.5	土壤墒情与旱情监测信息发布	155
7.5.1	网上发布	155
7.5.2	电视发布	157
7.5.3	简报或快报发布	157
主要参考文献		158

第一章 土壤墒情与旱情监测的有关概念

1.1 土壤水资料的价值

1.1.1 土壤水的基本概念

通常所讲的土壤水是指在一个大气压下，在 105℃ 条件下能从土壤中分离出来的水分，是土壤中各种形态的水分总称，分为固态、气态和液态 3 种形式，而土壤中液态水数量最多，与植物的生长关系最为密切。根据水分受力的不同来划分液态水的类型，在农业、水利、气象等学科和生产中广泛应用。液态水按其所受的力又分为吸湿水、薄膜水、毛管水和重力水。吸湿水是吸附在土粒表面的水汽分子，紧靠土粒，无溶解能力，不能移动，故对植物生长意义不大。薄膜水是包围在吸湿水外层的水分，所受吸力比吸湿水小，一般为 31~6.25 个大气压，移动速度一般为 0.2~0.4mm/h，因移动缓慢，虽可被植物吸收一部分，但不能满足植物需要。毛管水是在土壤毛管孔隙中由毛管力所保持的水分，所受吸力为 6.25~0.08 个

大气压，可自由上下左右移动，并有溶解养分的能力，是农业生产中最有效的土壤水分。重力水是在土壤非毛管孔隙中，受重力影响自由向下移动的水分，虽能被植物吸收，但由于其能很快渗透到土壤下层，故不能为植物持续利用，是地下水的重要来源之一。

1.1.2 土壤水分含量的表示方法

土壤水分含量有不同的表示方法，由于应用的领域和目的的差异，可以选用不同的表示方法。因此了解土壤水分表达方法十分重要。

(1) 土壤绝对含水量

土壤绝对含水量是最常用的土壤水分含量的表示方法，主要包括以下几种：

重量百分数：土壤水分的重量占烘干土重量的百分率。

体积百分数： $\text{土壤容积含水量} \% = \text{土壤重量含水量} \times \text{容重}$ 。土壤容积含水量反映土壤孔隙的充水程度，可计算土壤的固、液、气相的三相比。如土壤含水量（重量）20%，容重为1.2，则土壤容积含水量为 $20 \% \times 1.2 = 24.0 \%$ ，土壤总孔隙度 $= 1 - 1.2 \text{（容重）} / 2.65 \text{（比重）} = 55 \%$ ，空气所占体积为 $55 \% - 24 \% = 31 \%$ ，固相体积为 $100 \% - 55 \% =$

45 %。

土壤蓄水量：是在一定土层深度中保持的水量，可以根据土壤容重、田间持水量等计算现时蓄水量或灌溉水量。 $\text{土壤蓄水量（立方米/亩）} = \text{每亩面积（平方米）} \times \text{土层深度} \times \text{土壤容重} \times \text{土壤重量含水量}$ 。如土壤田间持水量为 25 %（重量），容重为 1.1 g/cm^3 ，测得土壤自然含水量为 10 %，现将每亩 1 米深的土层内含水量提高到田间持水量水平，问应灌多少水（立方米/亩）？ $\text{则应灌水量（立方米/亩）} = 666.7 \times 1 \times 1.1 \times (25 \% - 10 \%) = 110 \text{ 立方米/亩}$ 。

水层厚度：单位面积上一定土层厚度内含有的水层厚度。 $\text{水层厚度（mm）} = \text{土层厚度（h）} \times \text{土壤容重（d）} \times \text{重量百分数 \%} \times 10$ 。

水体积：为土壤中水层厚度与面积的乘积。

（2）土壤相对含水量

土壤水分含量占饱和含水量的百分比或占田间持水量的百分比。一般在生产中应用的土壤相对含水量是指土壤水分含量占田间持水量的百分比。

（3）土壤的水分常数

在土壤各种力的作用下土壤中达到某种程度的含水量。对于同一土壤来说，此时的含水量基本不变，

称为土壤水分常数，又叫水分特征值，它是一些与植物吸收水分有关系的数值。

吸湿系数（最大吸湿水量）：在空气相对湿度接近饱和时，土壤吸收水汽分子的最大量与烘干土重的百分率。

凋萎系数：当植物产生永久凋萎时的土壤含水量。此时的土壤水主要是全部的吸湿水和部分膜状水。经验公式一般为：凋萎系数 = 吸湿系数 $\times$ (1.34~1.5)。

田间持水量：是指自然状态下，当土壤被充分饱和后，多余的重力水经渗漏，降至很低甚至停止时土壤所持的含水量，即土壤中所有的毛细管都充满水时的含水量。此时水分类型包括吸湿水、膜状水和全部毛管悬着水。不同质地的土壤田间持水量可以通过测定获得。土壤田间持水量是表征田间土壤保持水分能力的指标，也是计算土壤灌溉量的重要指标。

全容水量：土壤完全为水所饱和时的含水量，此时土壤水包括吸湿水、膜状水、毛管水和重力水。水分基本充满了土壤孔隙，在自然条件下，水稻土、沼泽土或降雨、灌溉量较大的土壤可达到全容水量。

有效水含量：土壤中的水分，并不是全部能被植物的根系吸收利用。土壤水的有效性是指土壤水被植

物吸收利用的状况，能被植物利用的有效水的数量比较复杂，受土壤质地、结构、土壤层位及有机质含量的影响较大。一般情况下最大有效含水量（%）= 田间持水量% - 凋萎系数%，有效水分含量（%）= 自然含水量% - 凋萎系数%。

1.1.3 土壤水分对农业生产的作用

土壤水分是土壤的重要组成成分，是土壤肥力的重要因素，是植物生长的基本条件，是农业增产增收的重要因素之一。具体表现在以下几个方面。

(1) 土壤水分是土壤的重要组成成分

土壤水分是土壤内部化学、生物和物理过程不可缺少的介质。土壤水分在土壤形成过程中起着极其重要的作用，因为形成土壤剖面的土层内各种物质的运移主要是以溶液形式进行，也就是说这些物质同液态土壤水一起运移。同时，土壤水在很大程度上参与了土壤内进行的许多物质转化过程，如土壤中的营养物质必须溶于土壤水中才能被植物吸收，土壤中有机、无机物质的积累、转化和运移，都必须有土壤水参与有机质的分解与积累。

(2) 土壤水分是影响土壤肥力的重要因素

土壤水分并非纯水，而是稀薄的溶液，不仅溶解