第 26 卷 第 3 期　　土 壤 学 报　　Vol. 26, No. 3
1989 年 8 月　　ACTA PEDOLOGICA SINICA　　Aug., 1989

四十年来的中国土壤水分研究

庄 季 屏
（中国科学院沈阳应用生态研究所）

摘　　要

本文在回顾、总结的基础上，对建国后土壤水分研究的进展和成就作一综述。作者从土壤水分研究的基本概念、土壤水分物理性质和水分状况、土壤水分的保持与运动、土壤水分管理及调控、测试技术和其他进展等 6 个方面肯定了四十年来中国土壤水分研究的成就，特别是最近 10 年内有较大进展。最后，就存在问题提出建议，并展望了今后工作及发展方向。

土壤水分是土壤物理学的一个重要分支。建国后的四十年内，由于土壤水分工作者的辛勤劳动，做了大量出色的工作，所以尽管走过的道路比较曲折，水分研究的成效还是十分显著的，不但积累了许多有价值的科研资料，不少成果也已经直接或间接地为社会主义经济建设服务。与此同时，学科本身也得到相应的发展。直到今天，土壤水分始终是土壤物理学科中队伍最大、也最活跃的一个领域。

一、历史的回顾

早期的土壤水分研究只有少量零星的工作，且大都局限于探讨土壤含水量对作物或树苗生长、产量的影响[1]等。

50 年代中期至 60 年代中期的 10 年间，土壤水分研究围绕当时流域规划和农业发展等重大项目，曾开展大量工作，如：(1)东北北部黑土、白浆土地区在大面积开荒的基础上，建立起许多机械化国营农场。当时面临的一个严重问题是土壤过湿，为此曾进行一系列关于明沟和暗管排水的研究；(2)中国和苏联合作进行的黑龙江流域综合考察和西双版纳热带雨林生物地理群落研究，促使一批以研究土壤基本性质为主要内容的定位站在东北和西南相继建立。随后，对国内几个主要土类都开展了定位或半定位的土壤水分动态观测；(3)华北平原、东北松辽平原等灌区为改良利用盐碱土、防治土壤次生盐渍化而推动了水盐动态研究；(4)黄河中游水土流失的考察和防治，促进了黄土水分性质的研究；(5) 50 年代末期开展的土壤普查和深耕改土工作，带动了土壤水分性质、深翻后土壤水分状况的变化、以及高产土壤的水分条件等项研究。

这个阶段的一个重要特点是：随着苏联发生土壤学全面、系统地介绍到中国，以 A. A. Роде 为代表的形态学水分研究的观点和方法开始支配中国土壤水分研究的学术界，并对今后的工作产生了深远的影响，譬如一些术语、概念和方法一直沿用到今天。客观地

说，尽管这种学说本身存在种种弊端，但对我国土壤水分研究的发展还是历史地起到一定的积极作用。

自 70 年代末期，可以认为土壤水分研究已步入一个崭新的阶段。1977 年 12 月在杭州举行的第一次全国土壤物理学术讨论会上，土壤水分的能量概念首次被介绍到国内[2]，这对 20 多年来已经习惯于沿用苏联形态学水分研究的我国科技工作者来说，听来无疑耳目一新，同时也带来无限思索，因为这意味着新旧观念交替的开始。1979 年 3 月中国土壤学会和陕西省土壤学会联合举办了土壤水分进修班。该班进一步系统地讲授土壤水分能量概念及其应用方法，使这一知识迅速普及。80 年代开始，各地根据具体情况相继开展运用能量概念研究土壤水分保持、运动以及和植物生长的关系等一系列工作。同时也探索出一些适合于国内条件的研究方法。

应该指出，最近 10 年内，我国土壤水分研究不仅有较大进展，学术空气也很活跃。1984 年又召开了北方半干旱地区土壤水分与旱作、造林种草学术讨论会。1949—1979 年的 30 年间，土壤水分方面的著作只翻译出版了一本 A. A. Роде 的《土壤水》(不包括一般性小册子)，但 1979—1989 年的 10 年间，就先后出版了 D. Hillel 的《土壤和水》、《土壤水动力学的计算机模拟》两本译著和雷志栋等人的一本专著《土壤水动力学》。另据不完全统计，建国以来的四十年内，全国各类学术刊物上登载的与土壤水分研究有关的论文约 200 多篇(不包括各种学术会议的论文集)，其中约 50—60% 是在最近 10 年内发表的。在 4 次全国土壤物理学术讨论会(1977 年，杭州；1982 年，大连；1985 年，上海；1988 年，重庆)上交流的论文中，平均有 40—50% 涉及土壤水分。另外，1982 年和 1986 年分别在新德里和汉堡召开的第 12 届、第 13 届国际土壤学大会上，我国土壤水分工作者都曾提交论文或参加会议。随着国际学术交往日益增多，目前我国土壤水分工作者已和美国、加拿大、法国等国家的同行建立起多种形式的学术交流或科研合作。

二、进展和成就

(一) 关于土壤水分研究的基本概念

如前所述，我国土壤水分研究在 50,60 年代深受苏联影响，自 70 年代末期能量概念引入国内后，对土壤水分的某些基本概念和认识发生了根本性的改变。人们开始用定量的连续的能量观点代替以定性为主的间断的形态学观点来研究土壤水；用势能来解释土壤中水分的保持；用水分特征曲线来表示土壤水蕴有的能量水平即水势(或吸力)的大小与土壤含水量之间的函数关系；认为土壤中任何两点之间的水势差，才是土壤水分运动的驱动力，表示为 $-\frac{d\psi}{dx}$，即水分总是从势能高处向势能低处运动。

随后，SPAC 理论也在 80 年代初被介绍到国内[3]，它把土壤—植物—大气看作是一个连续体系，水在该系统中运转传输，就像链环一样互相衔接，并可用统一的能量指标——水势来表示各个部位甚至不同介质之间能量水平的变化和相互关系。这一概念有助于土壤水分工作者从宏观角度把土壤水和作物及其生态环境联系起来去处理自己的研究对象，从而给农田水循环和农业水文评价等研究提供了理论依据。

最近几年，70 年代才开始受到国际学术界普遍重视的关于土壤性质空间变异的概念也开始被引用到国内土壤水分研究领域[4]。鉴于田间土壤的各种特性，在空间分布上既有连续性，又有变异性。以土壤水分为例，过去只是片面强调时间上的动态变化特征，而忽略了其空间变异的规律。因此，可用经典统计分析确定合理的取样数目，并用自相关分析和半方差分析确定取样的间隔时间和测点的空间距离，从而能更正确地反映出土壤性质空间分布的实际情况。必要时对所测得的某些参数还要进行标定[5]。

（二）土壤水分物理性质和水分状况

早在 50，60 年代，有关研究单位就对一些主要土类的包括各种水分常数在内的土壤水分物理性质进行过研究[6,7]。近年来，少数水分工作者还研究了物理性粘粒（<0.01 毫米）含量或容重、孔隙度等与最大吸湿量或田间持水量之间的相关关系[8,9]，试图用经验公式通过计算来代替某些水分常数的实际测定。

通过较长期的定位和半定位观测，对黑土、白浆土、棕壤、潮土、塿土、砖红壤、栗钙土、盐碱土和风砂土进行了较系统的水分状况研究，积累了大量有价值的土壤水分季节性动态变化资料[6,7]。尽管上述工作都是在学习苏联的基础上开展的，但我国土壤水分工作者在应用上却有所发展。他们的贡献在于：(1)为土壤分类服务，将土壤水分状况类型作为发生分类的重要依据之一；(2)将水分动态变化规律应用于土壤改良利用和农田水分调控等生产实践。

（三）土壤水分的保持与运动

1. 土壤持水性研究　　最近 10 年内，国内已普遍利用水分特征曲线来研究 15 巴以下不同吸力的土壤持水性能，而特征曲线的斜率 $\frac{d\theta}{ds}$（θ 为容积含水量，s 为吸力值）即比水容量，可表示吸力变化时吸入或释出的水量。目前我国主要土类大都已具有 <15 巴的持水曲线和土壤基本性质对持水性影响的资料[10-12]。最近人们对 <1 巴的低吸力段较感兴趣，因为它所吸持的水分活动性最强，且大部分是易效水。因此，低吸力段持水性能所反映的基质差异，与可能发生的早期土壤干旱有一定关系[13]。

2. 水盐动态研究　　建国以后，在广大的盐碱土分布区，为了探索可溶性盐分分布、聚积和迁移的规律及灌区土壤次生盐渍化的防治途径，从 50 年代起就有相当大的一支力量从事水盐动态研究。通过点面结合、长期监测，积累了大量土壤水分运动(以垂直运动为主)的动态资料，为滨海盐土的洗盐改良、黄淮海平原盐化潮土的井灌井排和松嫩平原苏打盐土的种稻改良获得成功以及次生盐渍化的防治取得进展提供了有价值的科学依据[6,7]，为使盐渍化土壤增多粮食做出了巨大贡献。

3. 水分运动的应用基础研究　　我国土壤水分运动的基础性研究，大都有其应用目的，如对毛管上升高度[14]和不均质土壤(有粘土夹层)对地下水上升运行的影响[15]等探讨，就主要是为了更好地研究土壤水盐动态。因此，研究的重点是非饱和土壤水的运动，而更多的是一维运动，特别是蒸发问题[16,17]。80 年代以后，数值模拟在土壤水分运动研究中被广泛应用，如 1982 年报道的就有：可用来计算不稳定蒸发的一维土壤水分蒸发数值模拟[1)]和非饱和土壤水一维流动的数值计算[18]等。1985 年进一步提出使用 FORTRAN

1) 张　瑜等，1982：一维土壤水分蒸发数值模拟的初步研究。第三次全国土壤学术讨论会论文。

语言的一维非饱和流通用程序[19]，该程序可用来计算土壤水分入渗、蒸发和水分再分配过程等。1982—1986 年内，在非饱和土壤水二维流的数值计算方面也有相应的工作，如渗灌条件下二维(水平、垂直)流数学模型的建立[20]和水平二维流的准解析解[21]等。上述各项计算结果大都与实验结果有较好的一致性。

此外，根据达西定律，非饱和水运动的基本方程可写成：

$$q = -K(\psi)\frac{\partial\psi}{\partial x}$$

上式中 q 为通量，$K(\psi)$ 为非饱和导水率，$\frac{\partial\psi}{\partial x}$ 为水势梯度。在根据 Fick 定律导入扩散率的概念后，可有如下关系：

$$D(\theta) = K(\theta)\frac{\partial\psi}{\partial\theta}$$

$D(\theta)$ 为扩散率，$K(\theta)$ 是以容积含水量为因变量的非饱和导水率，而 $\frac{\partial\psi}{\partial\theta}$ 为特征曲线的斜率，即比水容量。

由此可见，当研究非饱和土壤水动力学，特别是解水流方程时，导水率 K 和扩散率 D 是两个最重要的参数。近年来各地对其测定方法做过许多探讨，但至今未有成熟而又统一的方法。目前测定非饱和导水率应用较广的实验室方法是“稳定流”法，在田间原位测定时则用“内排水”法；至于扩散率的测定，通常是在实验室内用水平土柱法测得[22,23]。

近年来，关于溶质运移的研究受重视，除了进行数值模拟外，还对溶质运移最重要的参数——弥散系数的确定做了一些探讨，如 1988 年报道的根据质量守恒定律和求解非饱和导水率瞬间剖面法的思路提出的一种既适用于室内也适用于野外求解弥散系数的实验和计算方法[24]。

还值得一提的是最近几年内，国内已开始用通量法研究土壤水分运动过程。目前应用较多的是零通量面法。鉴于降雨、灌溉时发生的入渗、蒸发等过程基本上都是一维垂直流动，故可根据达西定律来确定某一断面 z 处的通量，即

$$q(z) = -K(\psi)\frac{\partial\psi}{\partial z},$$

当水势梯度 $\frac{\partial\psi}{\partial z} = 0$ 时，该处的通量 $q(z) = 0$，该水平面即为零通量面 ZEP，位置则记为 Z_0。零通量面法可用于田间水量平衡研究和计算导水率 $K(\theta)$、蒸发量等[5,25]。

（四）土壤水分管理及调控

在农田土壤水分管理和调控方面，我国素有悠久的历史传统和丰富的群众经验。土壤水分工作者的贡献就在于进行科学分析并总结提高，也在于将国外先进技术应用于我国的具体条件，使科研成果迅速转变为生产力，为农业生产实践服务。因此，四十年来在水分管理方面有较大成就。鉴于我国南北方的自然条件和农业生产特点差异甚大，兹分别阐述如下。

长江以南的主要作物是水稻，所以其中心问题是稻田土壤的水分管理。成功的经验

之一是使稻田保持适度的渗漏量。据研究，我国南方诸省水稻土的日渗漏量控制在 7—20 毫米为最佳[26]。所以肥沃的水稻土都是"爽水田"。

稻田水分管理的另一个关键是建立合理、完善、运用自如的排灌系统，这不仅便于调节渗漏量，也有利于适时烤田，在广大的稻麦轮作地区还直接影响三麦作物的产量。目前普遍采用明沟和暗管、暗洞相结合的排水措施。

北方旱作农业水分管理的重点是如何充分利用包括土壤水在内的一切水资源，拦截、保蓄降水，通过灌溉补足农田土壤水分亏缺和减少非生产蒸发损失。已卓有成效的有：

1. 东北土壤冻层储水的利用　黑龙江北部黑土区，由于冻层深厚（2 米以上）融冻水非常丰富，故可借以补给春小麦所需水分。另外根据冻层的有效储水量和 4—6 月份的降水量可以预测小麦春旱的程度，以及早采取对策[6]。

再如辽宁西部褐土地区，春旱严重、频发，而当地有限的水资源只能供局部灌溉。实践证明，在封冻时进行一次高定额的优质冬灌，可以增补冻层储水，使 1 米土层中的总储水量增加 100—110 毫米，不仅能克服春旱，而且即使生育期内不再灌水，大田作物也能获得较高产量[27]。

2. 西北黄土地区土壤深层储水的利用　黄土高原南部的塿土，因疏松多孔、通透性好，雨季降水可入渗至 2 米或更深处储存。因此即使在降水较少或分布不均的年分，由于采用有效的耕作、施肥等措施，使作物有强大而深扎的根系，能充分利用深层储水，从而同样可以夺取高额产量[7,28]。

3. 华北平原等潮土地区对地下水补给的利用　这些地区土壤水分亏缺时主要靠地下水补给。据研究，如地下水埋深 2 米时，补给的水量可占小麦总耗水的 30%，埋深 1 米时达 50%。但在创造条件充分利用补给水的同时，也要注意在高水位地区，适当降低地下水位，将有助于减少积盐并提高水分利用率[7]。

4. 节水灌溉　节水灌溉的种类和方式繁多，北方旱农区大都是从灌溉制度和方法上改进。改进制度的如辽西采用的冬灌增补冻层储水[27]，黄淮海平原[1)]和渭北塬区的低定额灌溉，河南、河北等地则适当减少灌溉次数，如小麦生育期灌 1—2 次"关键水"[2,3)]，在水资源更少的地区，甚至采用灌"救命水"的办法。其共同之点是千方百计地利用有限的水资源去获取最大的生产效益。

改进灌溉方法成效较好的是河北衡水、沧州地区，他们采用地下硬塑料管与地上软塑料管相结合的封闭式输水系统，不仅灌溉水的有效利用率由原来的 43%提高到 90%，而且省电、省钱、省时间[4)]。至于某些条件较好的地区，如能采用喷灌（与渠灌相比，可省水 50%）或滴灌（可省水70%），其节水效果更佳[29]。

节水灌溉已不只是北方的问题，近年在太湖流域水稻土区，为了省水节能而采用"控水灌溉"，同样取得很好的效果，在节约用水 1/3，每亩省电 4 度的情况下，水稻仍能维持亩产千斤的水平[5)]。

1) 陈志雄等，1985：中国科学院南京土壤所在第三次全国土壤物理学术讨论会上的论文汇编。
2) 冯慧君，1987：杨陵国际旱地农业学术讨论会论文集。
3) 李玉等，1987：杨陵国际旱地农业学术讨论会论文集。
4) 李玉等，1987：杨陵国际旱地农业学术讨论会论文集。
5) 程云生，1985：中国科学院南京土壤所在第三次全国土壤物理学术讨论会上的论文汇编。

还应该指出，在农田水分调控方面，我国北方除了靠传统的农田基本建设拦截、保蓄水土外，各地还根据具体情况，采用名目繁多的耕作保墒措施，如少耕、耙茬、深松、复盖等，土壤水分工作者都曾对此做过研究，并予以总结、提高和改进，但限于篇幅，本文不再赘述。

（五）土壤水分测试技术方面的进展

建国以来，我国土壤水分测定的方法主要是用经典的烘干称重法。但最近十几年来有较大进展，特别是能量概念引入后，测定土水势的方法和仪器渐趋完备。如中国科学院南京土壤所研制的通用型张力计，已作为商品成批生产。随后，改进的微型张力计、气传感或张力计以及可供同时测定几个层次土水势的复式张力计等也相继制成。近年来，他们还利用张力计原理，研制成开关式传感器，将测得的土水势信息转换成电讯号，用于自动灌溉系统[1)]，压阻式传感器用于观测地下水位[2)]均获成功。此外，吉林农科院用石膏块电极测定电导值的方法监测土壤含水量（或土水势）也颇有成效；江苏农科院原子能所研制的镅-铍源中子测水仪则已在国内一些地方代替价格昂贵的进口中子仪使用。

关于野外观测场地和设施，各部门有关单位根据各自的条件和研究目的，曾先后建成隔离土柱、固定式微型小区、排水采集器（Lysimeter）、水分平衡场和水分监测自记系统等多种设施。

实验室装备方面，中国科学院南京土壤所仿制英国 Soil Survey 的吸力板装置已于近年问世，为测定 <1 巴的低吸力段土壤持水性能提供了有利条件。另外，目前国内不少研究机构和大专院校除有专门的水分测试实验室外，还拥有进口的压力薄膜仪和测定土壤持水性的高速离心机等较大型的仪器设备，有力地推动了土壤水分研究工作的进展。

（六）其他方面的进展

我国土壤水分研究涉及的面甚广，不可能完全纳入上述几方面比较系统的研究中。一些较分散的研究，如区域性的农业水文评价[30]和水分分区[31]、农田水量平衡[29]、水分与作物生长、养分吸收的关系[32]、根系吸水的机理[33]、作物耗水量与产量的关系[3),4)]等工作也都取得较好的结果。

还应提到的是除了数学模型的建立和应用外，近年内计算机技术的应用进展较快。其中对土壤水分动态过程和水分亏缺的预测运用计算机模拟[34]和水流方程的求解等都已达到一定精确度，说明我国运用计算机技术已有良好开端。

三、展 望

回顾历史，展望未来，在看到可喜成绩的同时，还应看到在工作中成长、壮大起来的一支可观的专业队伍，尽管他们分布在农林、水利、气象、地理、生态、环境等各个生产、科研和教学部门。今后的问题是如何创造条件，使一些年轻同志的业务素质继续提高。

1）徐富安，1985、1988：中国科学院南京土壤所在第三、四次全国土壤物理学术讨论会上的论文汇编。
2）杨宛育，1988：中国科学院南京土壤所在第四次全国土壤物理学术讨论会上的论文汇编。
3）陈志雄等，1985：中国科学院南京土壤所在第三次全国土壤物理学术讨论会上的论文汇编。
4）刘文兆等，1988：西北水保所在第四次全国土壤物理学术讨论会上的论文汇编。

纵观土壤水分学科的发展，趋势之一是运用生态学观点和 SPAC 原理，将宏观与微观相结合。鉴于水资源不足和水质污染等已成为全球性的严重问题，人们正在把土壤水分研究与"人类社会与环境中的水"这类大课题联系起来。根据我国的具体情况，今后也应开展如农业水文评价、农田生态系统水循环结构和功能的改善以及土壤水分运动与农业环境中水土污染的关系等方面的研究。另外，我国干旱半干旱和半湿润易旱地区的耕地面积占全国的 51%，如何加强半干旱地区农田水分管理和调控，大力发展节水农业，使增产更多的粮食，也是水分工作者的一项艰巨任务。总之，展望今后工作土壤水分管理和溶质运移可能是两个比较重要的方面。

在现代科技应用方面，数学模型和计算机技术应进一步普及，并应用到具体的生产实践中去。目前国内遥感技术虽应用较广，但应用红外遥感来估测根层土壤储水量等工作，至今还很少有人涉足。测试手段方面，虽然近年有一定进展，不少单位也拥有一些大型进口仪器，但利用率一般不高。至于能根据工作需要来改装和研制适用的实验装置的技术力量则普遍感到不足。

最后，希望摒弃一切偏见，进一步加强国际交往和协作，除欧美发达国家外，还应关注晚近以来苏联土壤水分研究的进展；也要吸取第三世界国家一些好的经验，如印度一些地方，通过简单的工程措施，即可拦蓄降水和径流，以供作物需水时使用，即所谓"Water harvesting"。但在我国还很少采用。

相信在今后工作中，我国土壤水分研究必将进一步向纵深发展，并形成自己的特色，为社会主义经济建设做出新贡献。

参　考　文　献

[1] 陈恩凤，1952：土壤含水量对于油桐苗生长的影响。土壤学报，第 2 卷 1 期，30—33 页。
[2] 朱祖祥，1979：土壤水分的能量概念及其意义。土壤学进展，第 1 期，1—2 页。
[3] 谭孝源，1983：土壤—植物—大气连续体的水分传输。水利学报，第 9 期，1—10 页。
[4] 雷志栋、杨诗秀等，1985：土壤特性空间变异性初步研究。水利学报，第 9 期。
[5] 雷志栋、杨诗秀等，1988：土壤水动力学。清华大学出版社。
[6] 中国科学院林业土壤研究所，1980：中国东北土壤。科学出版社。
[7] 熊毅、李庆逵，1987：中国土壤(第二版)。科学出版社。
[8] 靳宝初，1984：三江平原土壤<0.01 毫米颗粒含量与土壤最大吸湿量之间的关系研究初报。土壤学报，第 21 卷 2 期，221—222 页。
[9] 钱国胜，1981：田间持水量与土壤容重、机械组成的相关特性。土壤通报，第 5 期，12—14 页。
[10] 陈志雄、汪仁真，1979：中国几种主要土壤的持水性质。土壤学报，第 14 卷 3 期，277—281 页。
[11] 杨金楼等，1982：上海地区土壤持水性的研究。土壤学报，第 19 卷 4 期，331—343 页。
[12] 张景略等，1985：黄泛平原不同质地土壤的持水特性。土壤学报，第 22 卷 4 期，350—355 页。
[13] 庄季屏、王伟，1986：土壤低吸力段持水性能及其与早期土壤干旱的关系研究。土壤学报，第 23 卷 4 期，306—313 页。
[14] 袁长极，1963：土壤毛管水强烈上升高度的探讨。土壤通报，第 3 期。
[15] 袁剑舫、周月华，1980：粘土夹层对地下水上升运行的影响。土壤学报，第 17 卷 1 期，94—100 页。
[16] 杨文治、赵沛伦等，1981：不同湿度条件下土壤水分的蒸发性能和移动规律。土壤学报，第 18 卷 1 期，24—37 页。
[17] 袁剑舫，1964：土壤水分的蒸发及其影响因素。土壤学报，第 12 卷 4 期，174—181 页。
[18] 雷志栋、杨诗秀，1982：非饱和土壤水一维流动的数值计算。土壤学报，第 19 卷 2 期，141—153 页。
[19] 杨诗秀、雷志栋，1985：均质土壤一维非饱和流动通用程序。土壤学报，第 22 卷 1 期，24—34 页。
[20] 张恩聪、惠士博等，1985：渗灌的非饱和土壤水二维流动的探讨。土壤学报，第 22 卷 3 期，209—222 页。
[21] 张恩聪、惠士博等，1986：水平非饱和土壤水二维流动的准解析解。水利学报，第 3 期。
[22] 姚贤良、程云生等，1986：土壤物理学。农业出版社。

[23] 石玉浩、杨文治等，1984：蒸发条件下土壤导水率和扩散率的测定。水利学报，第 2 期。
[24] 黄康乐，1988：野外条件下非饱和弥散系数的确定。土壤学报，第 25 卷 2 期，125—131 页。
[25] 逢春浩，1988：土壤水分零通量面的确定和土壤蒸发量的推算。土壤通报，第 2 期，71—73 页。
[26] 程云生，1983：水稻土的排水及其意义。土壤学报，第 20 卷 3 期，215—224 页。
[27] 庄季屏、刘作新，1987：增补褐土冻层储水抗御春旱的初步研究。土壤通报，第 6 期，262—265 页。
[28] 李玉山、喻宝屏，1980：土壤深层储水对小麦产量效应的研究。土壤学报，第 17 卷 2 期，43—54 页。
[29] 左大康，1985：黄淮海平原治理和开发(第一集)。科学出版社。
[30] 庄季屏，1985：东北土壤资源的农业水文评价。干旱地区农业研究，第 2 期，9—17 页。
[31] 张耀东，1983：吉林省土壤水分分区试拟。土壤通报，第 5 期，1—8 页。
[32] 周月华、袁剑舫，1982：土壤水分对大麦生长和吸收养分的影响。土壤通报，第 2 期，23—27 页。
[33] 邵明安、杨文治等，1987：植物根系吸收土壤水分的数学模型。土壤学报，第 24 卷 4 期，295—304 页。
[34] 王季槐、赵松岭等，1987：定西半干旱地区春小麦农田土壤水分动态的计算机模拟。土壤学报，第 24 卷 4 期，388—391 页。

PROGRESS IN RESEARCH ON SOIL WATER IN PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA IN PAST 40 YEARS

Zhuang Jiping

(Institute of Applied Ecology, Academia Sinica)

Summary

On the basis of review and summarization, this paper deals with the progress and achievements in the research on soil water since the founding of the People's Republic of China. From the following 6 aspects, i.e., basical concepts of the research on soil water, soil water physical properties and water regime, retention and movement of soil water, soil water management and regulation, progress in measuring technology and the others, the author considered that the achievements in the research on soil water were remarkable in China in the past 40 years, especially in the last decade.

Finally, based on the current problems and suggestions, the prospects for future researches are given.