

## <<灌溉水力学引论>>

### 图书基本信息

书名：<<灌溉水力学引论>>

13位ISBN编号：9787030348135

10位ISBN编号：7030348133

出版时间：2012-6

出版时间：科学出版社

作者：吴普特、朱德兴、吕宏兴、张林

页数：228

字数：302000

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## <<灌溉水力学引论>>

### 内容概要

灌溉水力学引论从灌溉水流运动过程入手，研究各种灌溉方式下的水流运动机理，使灌溉水流更有效地进入田间，更均匀地分布到土壤表面，进而入渗形成土壤水，被作物吸收利用。

它与土壤物理学和植物水分生理学共同构成了农田灌溉的理论基础，用以指导灌溉，提高灌溉质量和成效。

灌溉水力学引论共9章，第1章为绪论，从分析农田灌溉过程入手，提出了灌溉力学的概念，以及研究对象与主要研究内容；第2~8章为全书的重点内容，分别论述了灌溉渠道和管网的水力计算，地面灌溉、微压多孔软管灌溉、喷灌和滴灌等不同灌溉方式下的水流运动特征，第8章对灌水均匀度评价指标进行了总结；第9章对灌溉水力学亟待研究的问题进行了分析与思考。

灌溉水力学引论可作为农业水土工程等专业研究生和高年级本科生的参考教材，也可供相关专业的科研、教学和工程技术人员参考。

## &lt;&lt;灌溉水力学引论&gt;&gt;

## 书籍目录

前言第1章 绪论1.1 农田灌溉过程及阶段划分1.2 研究对象及主要研究方法1.2.1 研究对象1.2.2 灌溉水力学主要研究内容1.2.3 主要研究方法1.3 对灌溉水力学的认识与思考参考文献第2章 灌溉渠道水力计算及测流技术2.1 U形渠道水力最佳断面及水力计算2.1.1 过水断面水力要素公式2.1.2 水力最佳断面2.1.3 分界流量2.1.4 正常水深的迭代公式2.1.5 临界水深的迭代公式2.1.6 U形、梯形、矩形渠道水力最佳断面的比较2.2 无压流圆形断面水力计算2.2.1 过水断面水力要素公式2.2.2 正常水深与临界水深的迭代公式2.2.3 正常水深与洞径的关系2.2.4 应用举例2.3 马蹄形断面水力计算2.3.1 过水断面水力要素2.3.2 判别均匀流正常水深与临界流水深范围的分界流量2.3.3 正常水深的迭代计算2.3.4 临界水深的计算2.4 机翼形量水槽测流理论2.4.1 量水槽的结构2.4.2 量水槽流量公式的建立2.4.3 机翼形量水槽的标准化结构体系及设计施工要求2.5 U形渠道断面测流方法2.5.1 U形渠道断面测流公式的推导2.5.2 U形渠道断面测流几点说明参考文献第3章 灌溉管网水力计算3.1 多孔出流管水力计算3.1.1 多孔出流管沿程水头损失3.1.2 多孔出流管局部水头损失3.1.3 多孔管压强水头分布规律3.1.4 均匀坡上多孔管双向布置时最佳进口位置的确定3.1.5 多孔变径管水力计算方法3.2 未考虑压力分区的田间管网水力计算3.2.1 田间管网的压力参数和设计系数3.2.2 支管和毛管采用同径管时的压力参数和设计系数3.2.3 支管变径和毛管同径时的压力参数和设计系数3.2.4 田间管网水力计算方法3.3 基于压力分区的田间管网水力计算3.3.1 田间管网压力偏差3.3.2 毛管水力设计3.3.3 支管水力设计3.3.4 支管进口水压力3.4 输水管网水力优化3.4.1 输水管网初步优化设计3.4.2 输水管网二次优化设计参考文献第4章 地面灌溉水流运动特征4.1 沟灌水流运动特征4.1.1 地表水流推进过程4.1.2 地表水流消退过程4.1.3 沟灌沿沟长方向的入渗时间分布特征4.1.4 灌水沟中水深变化特征4.1.5 沟灌土壤含水量分布4.2 畦灌水流运动特征4.2.1 畦灌水流运动及基本函数4.2.2 侧向流及畦宽对水流运动过程的影响4.2.3 进水口间距对水流运动过程的影响4.2.4 设计情况下长畦分段灌溉与畦灌的比较4.3 地面灌溉田面水流运动模拟4.3.1 沟灌田面水流运动模拟——运动波模型4.3.2 畦灌田面水流运动模拟——零惯量模型参考文献第5章 微压多孔软管灌溉水流特征5.1 概述5.2 自流微压多孔软管的输水能力比较分析5.3 微压多孔软管总出流量和平均单孔出流量的计算公式5.4 多孔管的沿程水头损失计算5.4.1 已有公式及存在问题5.4.2 基本公式及分析5.4.3 多孔管的沿程水头损失5.4.4 分析与讨论5.5 多孔管沿程压力水头变化分析5.5.1 多孔管沿程压力水头公式的建立5.5.2 多孔管末端压力水头变化的定性分析5.5.3 多孔管平均压力水头的确定5.5.4 多孔管最大和最小压力水头的确定5.5.5 压力水头线的类型分析参考文献第6章 喷灌水流运动特征6.1 喷灌水力特征参数6.1.1 喷头射程6.1.2 喷头流量6.1.3 喷灌强度6.1.4 喷灌均匀度6.1.5 喷灌水粒粒径6.2 喷头射程方程6.2.1 圆形喷洒域喷头射程方程6.2.2 非圆形喷洒域喷头射程方程6.3 喷灌水粒运动方程6.3.1 喷灌水粒受力分析6.3.2 喷洒水滴运动方程6.3.3 喷灌水粒运动方程的求解6.4 喷灌水量分布特性6.4.1 圆形喷洒域喷头无风喷洒6.4.2 圆形喷洒域喷头有风喷洒6.4.3 非圆形喷洒域喷头无风喷洒参考文献第7章 滴头流道水流运动特征7.1 微流道水力计算及PIV系统7.1.1 微流道单相流水力计算7.1.2 微流道两相流水力计算7.1.3 微流道PIV原理及系统7.2 滴头流道水流运动特性7.2.1 流道转角的水力性能和抗堵性能7.2.2 流道偏差量的水力性能和抗堵性能7.2.3 梯形流道的水力性能和抗堵性能7.2.4 优化流道结构的水力性能和抗堵性能7.3 流道结构参数对固体颗粒运动的影响7.3.1 流道转交对固体颗粒运动的影响7.3.2 齿高对固体颗粒运动的影响7.3.3 齿高对固体颗粒运动的影响7.3.4 偏差量对固体颗粒运动的影响7.4 滴头流道固液二相流运动特征7.4.1 平直流道颗粒运动7.4.2 平直流道颗粒运动7.4.3 迷宫流道固体颗粒运动参考文献第8章 灌水均匀度评价指标8.1 灌溉均匀度评述8.1.1 灌溉均匀系数8.1.2 各种均匀系数之间的关系8.1.3 均匀系数影响因素分析8.2 基于水力偏差的均匀度计算8.3 水力、制造偏差耦合均匀度计算8.4 水力偏差、制造偏差和微地形高差的均匀度计算公式参考文献第9章 灌溉水力学若干问题探讨9.1 灌溉均匀度9.2 灌溉水流运动9.3 灌溉系统水力计算参考文献

## &lt;&lt;灌溉水力学引论&gt;&gt;

## 章节摘录

第1章 绪论 水力学属于应用力学范畴，是一门技术科学，它是人们在不断的科学研究及总结生产实践的基础上发展而来的，并广泛应用于多种行业（如水利工程建设、城市建设和交通运输等）。随着水力学在相关行业与领域的广泛应用，逐步发展并产生了行业特色相对鲜明的专门水力学（如河道水力学、管道水力学等）。

水力学在农田灌溉领域也得到了广泛应用（如地面灌溉的水流运动、灌区规划与灌溉工程设计等），伴随着水资源的日益紧缺，新的灌溉技术不断涌现，且在生产中大面积推广应用（如喷灌技术、微灌技术等）。

同时，生产中对灌溉新技术的需求也在不断增加，开发灌溉新技术与新产品就成为现代节水农业领域发展中的一个重要研究课题（李佩成，2004；石玉林等，2001；吴普特等，2003，2005，2006；高占义等，2008）。

在多年开发灌溉新技术与新产品的过程中，我们深感传统的水力学理论已经难以满足需求，不同灌溉技术所涉及的特殊水流的运动，传统水力学理论并未涉及或涉及较少，这就给灌溉新技术与新产品的研究带来了一定的困难，如滴灌技术中微流道水流运动、多孔软管出流、喷灌射流运动、特殊断面的水流运动、地形因素对灌溉均匀度的影响及山地微灌等水力学问题（Wu et al. , 1973, 1975；张国祥，1990，2006；Barragan et al. , 2005；Wu et al. , 2010a, 2010b；Zhu et al. , 2010；张国祥等，2005；朱德兰等，2005a, 2005b, 2006；朱德兰等，2005c）。

基于上述考虑，我们认为很有必要对灌溉水流运动进行专门研究，为灌溉新技术与新产品的研发提供理论依据，从而推动现代节水农业的发展，因此，初步提出发展灌溉水力学的基本设想，并将灌溉水力学定义如下：灌溉水力学是专门研究灌溉水流运动基本规律的科学，其目的为经济、高效、均匀地将灌溉水流输送到田间。

发展灌溉水力学目的在于解决灌溉工程设计与应用中的水力学问题，同时，也为灌溉新技术与新产品的开发提供理论依据，从而不断完善和发展农田灌溉工程技术，支撑农业水土工程学科建设，推动节水农业发展。

本书是我们近几年相关研究工作的总结，仅仅是灌溉水力学所涉及内容的很小一部分，总结此项工作并将其撰写成书，主要在于让更多的同行注意并重视此项工作，也让更多的同行对此项研究提出批评与建议，共同参与研究，不断完善灌溉水力学这门新兴学科，为我国现代节水农业的发展提供理论与技术支持。

1.1 农田灌溉过程及阶段划分 灌溉是指通过人工手段，将灌溉水流输送到农田，补充土壤水分以改善作物生长条件的技术措施。

其目的就是将灌溉水流均匀地分布到田间，以满足作物生长对土壤水分的需求。

从能量的角度来讲，灌溉可以分为两大类：无压灌溉和有压灌溉。

根据灌溉水向田间输送与湿润土壤的方式不同，灌溉又可以分为四大类：地面灌、微灌、喷灌和渗灌。

目前最常用的地面灌溉属于无压灌溉，它是使灌溉水通过田间渠沟或管道输入田间，水流呈连续薄水层或细小水流沿田面流动，主要借助重力作用和毛细管作用下渗湿润土壤。

地面灌既是世界上最古老的灌水方法，也是目前仍普遍采用的灌水方法。

全世界现有灌溉面积中约有90%采用地面灌溉。

在我国农田灌溉发展中，地面灌水方法有着悠久的历史，我国劳动人民数千年来已积累了极为丰富的地面灌水经验，对提高和发展农牧业生产起了很大的作用。

目前，我国地面灌溉面积仍占全国总灌溉面积的95%以上。

依据灌溉水向田间输送的形式或湿润土壤的方式不同，地面灌溉可分为畦灌、沟灌和淹灌三类。

有压灌溉是通过在水源处施加压力，使灌溉水流进入有压管网，再通过灌水器流出以湿润土壤的灌溉方式，微灌和喷灌均属于有压灌溉。

微灌是根据作物对水分的需求，通过一套专门设备，将灌溉水流加压或利用地形落差所产生的自压，经过过滤，通过管道系统输送水流至末级管道上的特殊灌水器，并由灌水器将作物所需的水分和养分

## &lt;&lt;灌溉水力学引论&gt;&gt;

以较小的流量均匀、缓慢而又准确地直接输送到作物根部附近的土壤中，使作物根系活动区的土壤经常保持在最佳的水、肥、气含量状态的一种灌溉方式。

因此，它具有节水增产、省工节肥及对地形适应能力较强等多种优点。

由于微灌主要借助于毛细管和重力作用来湿润作物根系附近局部范围内的土体，所以又称局部灌溉。根据细小水流由灌水器流出的方式不同，微灌可分为滴灌、微喷和涌泉灌等多种类型。

我国现代微灌技术的发展始于1974年，经过微灌设备引进、消化吸收、设备研制和应用试验与试点、设备改进和完善及扩大试点推广等阶段，微灌现已在全国各地得到较为迅速地推广应用，并取得了良好的效果。

实践证明，微灌是目前各种灌水方法中用水量最省，水的利用率最高的一种灌水方法，主要用于灌溉果树、蔬菜、花卉及设施园艺等经济价值较高的植物。

微灌在我国干旱半干旱地区、地形复杂的山丘地区，戈壁沙漠等透水性较强的砂质土壤及土壤盐碱化地区均有广阔的发展前景。

喷灌是利用水泵加压或地形高差所产生的自压，将灌溉水流通过管道系统输送至田间，经喷头喷射到空中分散成细小的水滴，像天然降雨一样降落到地面，随后主要借助毛细管和重力作用渗入土壤的灌溉方式。

早在20世纪50年代，我国就建成一些喷灌试验工程，但直到70年代才形成了一定的规模，进入80年代，由于农村体制改革，喷灌的发展陷于徘徊，90年代后，喷灌技术在园林绿化工程中得到应用，喷灌技术在我国进入了一个新的发展时期，发展速度较快。

该技术的一个突出特点是适用于各种作物、土壤，且受地形因素限制小，可用于地形起伏、坡度较大的耕地。

尽管地面灌溉技术、微灌技术和喷灌技术均有各自的优缺点，且具有各自适应的自然条件和适用范围，但仔细分析其灌溉水流的运动过程均有相同特点。

其水流过程大致可以分为以下四个阶段：一是灌溉水流从水源地输送到田间地头；二是将输送到田间地头的灌溉水流均匀地输送到农田；三是输送到农田的灌溉水流入渗到农田土壤之中；四是入渗到农田土壤中的灌溉水流再通过植物根系传到植物体内。

我们分别将其称为输水过程、灌水过程、土壤入渗过程与植物吸水过程，如图1-1所示，以下对其分别进行描述。

图1-1 灌溉水流运动过程图 1) 第一阶段：输水过程输水过程是指通过输水渠道或管道将灌溉水流从水源地输送到田间地头。

灌溉水源是指天然水资源中可用于灌溉的水体，主要有河川径流、当地地面径流、地下径流及城市污水等。

河流水源是最常用的灌溉水源，由于天然河道的水位和流量等年际变化较大，一般要修建相应的渠首工程用以调节水源状况，再通过加压或自压的方式将灌溉水流引入输水渠道或管道。

灌溉水流在输水渠道中主要受重力作用向前推进，同时存在水面蒸发和渠道渗漏损失。

水面蒸发与当地气候条件有关，而渠道渗漏损失则与渠床土壤性质、地下水埋藏深度和出流条件、渠道工作制度、输水时间、渠道衬砌与淤积情况等因素有关。

土渠渗漏量一般较大，通过对渠道进行混凝土、砖石衬砌等防渗处理后，可显著降低渠道渗漏损失。

渠道渗流过程一般包括两个阶段：自由渗流和顶托渗流。

在渠道输水初期或者地下水位较深时，一般会发生渠道自由渗流，渠道的渗流不受地下水的顶托，渗流过程中渠道内的水流与地下水不形成连续水流。

在自由渗流初期，渗漏水流主要借助重力和毛细管作用湿润自渠底至地下水水面之间的土层，在此阶段，渠道渗流呈不稳定状态，渗流量随润湿土层的深度与时间而变化。

随着渗漏的继续，当渠道的渗流量大于地下水向两侧的出流量时，就形成地下水锋，随着地下水锋不断向上扩展，当地下水锋扩展至渠底，地下水与地面水连成一片时，则形成顶托渗流。

灌溉输水管道与灌溉渠道输水的本质不同在于，灌溉管道中的水流一般为有压状态。

采用管道输水可完全避免水面蒸发损失和渗漏损失，从而节约灌溉用水，提高灌溉水利用率；由于大部分输水管道埋在地下，与渠道输水相比，管道输水大约可少占10%的耕地，从而提高土地利用率，

## &lt;&lt;灌溉水力学引论&gt;&gt;

扩大有效灌溉面积。

2) 第 阶段：灌水过程 灌水过程是指通过某种灌溉方式（地面灌、微灌和喷灌）将灌溉水流从田间地头均匀地分布到田间地表。

采用地面灌溉方式时，灌溉水流在地面运动的同时伴随着向土壤入渗的运动过程。

灌溉水流由田间渠沟或管道连续进入田块后，迅速沿田面的纵向推进，并形成明显的湿润锋（即水流推进的前缘）。

水流边向前推进，边向土壤中下渗，即灌溉水流在继续向前推进的同时就伴随有向土壤中的下渗。

当湿润锋到达田块尾端，或到达田块某一距离，并已达到所要求的灌水量时即关闭田块首端进水口，停止向田块供水。

此时，田面水流将继续向田块尾端运动，田面水流深度不断下降，向土壤下渗的水量逐渐增加，而且田块首端水层首先下降至零，地表面形成一落干锋面，并随田面水流和土壤入渗向下游移动，直至田块尾端，或在田块某距离处与湿润锋相遇。

当田面已完全无明水层时，田间水流全部渗入土壤转化为土壤水，灌水过程结束。

采用微灌和喷灌技术实施灌溉时，灌溉水流通过田间配水管网输送至灌水器，再由灌水器流出。

灌水器的作用是把末级管道中的压力水流均匀而又稳定地分配到田间，以满足作物对水分的要求。

灌水器质量的好坏直接影响到灌水质量和系统的工作可靠性，因此对灌水器的制造或选择要求均相对较高。

一般要求灌水器 出流量小、出水均匀稳定、抗堵塞性能好、结构简单、制造精度高、坚固耐用且价格低廉。

灌水器分为管间式滴头、孔口式滴头、微管滴头、滴灌带、折射式微喷头（喷头）及射流旋转式微喷头（喷头）等几种形式。

管间式滴头，又称长流道式滴头，它串接在两段毛管之间，成为毛管的一部分，灌溉水流经迷宫式长流道消能后，在出水口以水滴状流出。

孔口式滴头属短流道滴头，当毛管中压力水流经过孔口和离开孔口并碰撞到顶部折射时，其能量被大量消耗而成为水滴状或细流状进入土壤。

微管滴头属长流道滴头，它是把直径为1mm左右的微管插入毛管，利用灌溉水流在微管中的运动消能，使灌溉水流呈水滴状或细流状出流，微管可缠绕在毛管上，也可散放。

滴灌带由内、外两腔组成，内腔起输水作用，外腔起配水作用。

折射式微喷头（喷头）是通过折射锥使灌溉水流散射，形成扇形或圆形水膜喷洒出去。

射流旋转式微喷头初期射出的水流集中，不需外力驱动，仅靠压力水流自身的能量使喷头在喷洒过程中做间歇或连续的旋转运动。

3) 第 阶段：土壤入渗过程 土壤入渗过程实际上就是将灌溉水入渗转化为土壤水的过程。

灌溉水流主要在重力势和基质势作用下向土壤中运动。

地面灌溉水流向土壤入渗的过程是伴随着水流在田面推进而产生的，其入渗过程可以看作在垂直方向上的一维水分运动，在灌溉初期，土壤初始入渗速度较大，但地表薄层水流的静水压力并不是入渗的主要动力，入渗开始时土壤中的初始含水率较小，土壤水主要在基质势作用下向下运动，地表土壤层中含水率在较短时间内就接近于土壤饱和含水率。

随着入渗时间的增加，入渗路径加大，从地表到入渗锋面的基质势梯度逐渐减小，入渗速度也不断减小，最后主要在重力势作用下趋于稳定值，达到稳定入渗强度，即稳定入渗率（雷志栋，1988）。

喷灌技术是模拟天然降雨的一种灌溉方式，但与天然降雨不同，为了避免出现地表积水和产生径流，喷灌强度一般要小于土壤入渗能力，当喷灌水流到达地表后，在重力势和基质势的作用下发生一维垂直入渗，这与地面灌溉的土壤水分运动情况类似。

滴灌是一种局部灌溉方式，仅湿润作物根系区土壤，滴灌条件下的土壤水分运动不同于地面灌和喷灌，其土壤水分入渗属三维非饱和流水分运动。

当土壤质地均一、各向同性时，可以将三维土壤水分运动简化为二维来对待。

在入渗的初始时刻，滴头附近土壤在较短时间内达到饱和，但是远离滴头处的土壤含水率较低，这样形成了较大的水势梯度，由于土壤水分的水平运动及垂直运动均主要受基质势作用，湿润锋水平运移

## &lt;&lt;灌溉水力学引论&gt;&gt;

速度与垂直运移速度都较大，并且大致相等；随着入渗时间的延长，湿润体的体积及湿润体内的土壤含水率都在不断地增大，从而导致基质势梯度逐渐减小，湿润锋水平运移速度及垂直运移速度同步减小，当基质势梯度减小到相对于重力势梯度而言，不再可以忽略时，基质势梯度主导土壤水分的水平运动，而土壤水分的垂直运动则主要受基质势梯度和重力势梯度的共同作用，湿润锋的垂直运移速度略大于水平运移速度，在结束灌水时，湿润锋的垂直运移距离也略大于水平运移距离。

对于地表滴灌，灌水结束时形成一个半椭球状湿润体；而对地下滴灌而言，则形成一个椭球状湿润体。

当滴头间距较小时，在入渗过程中湿润锋会发生交汇现象，最终在地表形成一条湿润带。

4) 第 阶段：植物吸水过程 植物吸水过程是指土壤水被作物根系吸收，并经过蒸发蒸腾进入大气的过程。

土壤水分经过植物和土壤表面进入大气是一个相互关联、相互作用的连续过程。

由此，产生了土壤-植物-大气连续体 (soil-plant-atmosphere continuum, SPAC) 理论，认为水分经由土壤到达、进入植物根系，由导管经植物茎到达叶片，再由叶片气孔扩散到空气层，最后参与大气湍流交换，是一个统一、动态的互反馈连续系统，即土壤-植物-大气连续体系统 (Philip, 1966)。

SPAC系统中的水分运动动力是不同状态下的水势差异。

SPAC连续体可划分为三个层次：土壤层、植被层和位于一定参考高度的大气层，这样水分在SPAC连续体中的运动分为以下几个过程：土壤中和土壤表面的水分运动；植物体内从根系到冠层的水分运动；从植物冠层中到植物冠层的水分运动；由冠层大气向参考高度大气层的水汽扩散。

宏观上，热（太阳辐射）是自然地理系统中水分运动和水文循环的主要动力。

同时，农田水分蒸发、蒸腾又可以分为土壤表面蒸发与植物蒸腾两个过程。

当太阳辐射到达地表后发生潜热交换和水分蒸发，土壤表层含水量随之降低，基质势下降，形成基质势梯度，在土壤水吸力的引导下深层土壤水和地下水沿毛细管上升到地表蒸发面，形成土壤-大气水分连续系统。

但随着土壤含水量降低，毛细管水分的连续性变差，土壤导水率下降。

当土壤含水量降到一定水平之下后，毛细管断裂，深层土壤水和地下水难以补给地表，形成土壤干层，水分蒸发受到热量传导和水汽扩散阻力两方面的制约，会降到较低的水平。

微观上，植物蒸腾受外界条件和自身气孔生物学特征的控制 (Loomis et al., 1963)。

在汽化能量和叶-大气界面水势差的共同作用下，植物水分不断形成水蒸气，通过气孔进入外界大气，同时改变了气孔细胞水势和溶质浓度，随着蒸腾的持续，植物叶片细胞水势下降到一个稳定的程度，水分从临近细胞渗入进行补充，并依次延伸与导管相接，最后进入根部；由于植物根毛细胞水势低于土壤，水分由土壤进入植物体内；从而在蒸腾吸力的引导下形成了完整、连续的植物水分运动体系。

根系吸水是SPAC水分传输过程中连接土壤水、植物水和大气水的纽带。

根系吸水速率受蒸腾、土壤含水量、土壤溶液浓度和根细胞溶液浓度等的影响。

同时土壤含水量和根系生理活动也会对蒸腾产生影响，例如，根系受到干旱胁迫时，会产生脱落酸 (ABA)，起到减小气孔开度，抑制蒸腾的作用。

## <<灌溉水力学引论>>

### 编辑推荐

作者吴普特、朱德兰、吕宏兴、张林以灌溉水流运动规律、灌溉系统水力计算及灌溉均匀度评价为主线撰写本书，形成了这部尚不太成熟的《灌溉水力学引论》。其目的在于让更多的同行注意并重视此项研究，也让更多的同行对此项研究提出批评与建议，共同参与研究，不断完善灌溉水力学这门新兴学科，为我国现代节水农业的发展提供理论与技术支撑。



<<灌溉水力学引论>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>