

干旱瘠薄土地作物 需水量与灌溉制度研究

(以新疆阿勒泰地区为例)

程发林 陈亚宁 主编

新疆科技卫生出版社 (K)

干旱瘠薄土地作物 需水量与灌溉制度研究

(以新疆阿勒泰地区为例)

程发林 陈亚宁 主编

新疆科技卫生出版社(K)

1996年10月

责任编辑:顾雅莉
封面设计:海拉提

干旱瘠薄土地作物需水量与灌溉制度研究

(以新疆阿勒泰地区为例)

程发林 陈亚宁 主编

新疆科技卫生出版社(K)出版发行

(乌鲁木齐市延安路4号 邮政编码 830001)

新疆医学院印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 10 印张 230 千字

1996 年 10 月第一版 1996 年 10 月第一次印刷

印数:1—500

ISBN7-5372-1315-1/S·225 定价:25.00 元

主 编
副 主 编
技术顾问

程发林 陈亚宁
巴 新 欧阳军
陈宝奎 杨文亮

哈飞章

前 言

不同地区由于自然环境、水热条件、土壤耕作性能的差异,作物的需水量状况是不同的。而对作物生育期内不同阶段的需水量进行详尽试验研究,提出合理灌溉制度,不仅有利于作物增产,而且还可以为灌区规划、设计提供科学依据,避免水利工程设计偏大而造成浪费。同时由于适时适量的灌水,一方面起到了节约用水的目的,再则还有助于防止土地盐渍化和肥土流失。因此开展作物需水量及灌溉制度研究具有直接的生产实际意义。

新疆北部阿勒泰地区的农业耕作区主要在荒漠瘠薄土地上,该区土地类型与一般土地在土质结构上有很大区别,土壤肥力差,有机质含量低,仅为 0.24%~0.49%,地表下 0~40cm 基本是沙壤土,40cm 以下由砂子、卵石等组成,且下伏地层为第三系不透水层泥岩,耕作层薄,土壤渗漏量大,田间持水率比一般沙壤土要低很多,因此,一方面其灌溉制度与灌水方法具有自身特点,另外极易造成土地盐渍化。因而,有必要在结合一系列工程、生物措施进行中低产田改造、盐碱地改良、沙漠化防治过程中,开展干旱瘠薄土地作物需水量及优化灌溉制度的试验研究,它不仅将对阿勒泰地区农牧业生产发展有着重要的意义,而且还可丰富在灌溉制度与灌水方法研究领域的理论和方法,填补干旱瘠薄土地作物需水量研究的空白。为此,在自治区人民政府、自治区水利厅及阿勒泰地区各级领导的关怀和支持下,由中国科学院新疆地理所、新疆水文水资源局、新疆水利管理总站、阿勒泰地区水利处等有关单位专家和技术人员,结合阿勒泰地区生产条件和地域特点,重点对阿勒泰地区春小麦、玉米、苜蓿、甜菜等主要农作物需水量及灌溉制度进行研究。课题组成员不畏艰辛,经过 4 年的种植试验对比研究,收集和获得了大量第一手资料,《干旱瘠薄土地作物需水量及灌溉制度研究》一书便是本项目理论研究的最总结。

本书由 3 个部分组成,第一部分为综合研究,第二部分为作物需水量与需水规律,第三部分为作物灌溉制度研究。书中对阿勒泰地区春小麦、玉米、苜蓿及甜菜等作物的需水量、需水规律、生理需水量、潜在腾发量、作物需水量数学模型、作物需水量与产量的关系以及作物灌溉制度和灌水方法进行了详细地分析和总结,对于指导阿勒泰地区农业生产具有很大的实际意义。

本书的第一、二部分由陈亚宁、程发林、巴新执笔,第三部分由程发林、哈飞章、欧阳军执笔完成,由程发林、陈亚宁统稿。在项目实施和研究过程中,丁新利、李锐、郑文新、杨翠璞、李遇超、张玉玲、阿米努、杨磊、王庆峰、赵银花以及阿勒泰地区灌溉试验站的全体职工,作为课题组成员做过大量实际工作。在成书过程中,还得到韩德麟研究员、樊晏清、李建邦、巴福禄、张焕德高级工程师的大力支持和诸多指导,谨此一并致谢。

Preface

Besides different environment, heat and water condition, soil ploughability and so on, there is also different in water requirement of crops in different regions. By means of making experiments for detailedly studying on the water requirement in every growing stages of crops, it will be able to work out a rational irrigation system which is advantageous to not only increasing production of crops, but also providing scientific basis for reasonably planning irrigation area and reducing waste of water to a certain degree, through carrying out advanced irrigation system can economize on water resources for one thing, and be favourable to preventing salinization and soil erosion for another thing. Therefore, it is essential for agricultural production to research on water requirement of crops and its irrigation system.

In the north of Altay region of XinJiang the crops are mainly cultivated on poor soil. This type of land, differing from others in land structure, is characterized as unproductive soil and poor organic matter (only 0.24%~0.49%). Surface layer is composed of sand soil from zero down to 40cm, and almost sand and gravel fillet below 40cm. Under it there is the Tertiary unpermeable mudstone stratum. This soil has thin ploughing layer, good permeability and poor field water—contenting rate. If the irrigating methods are unreasonable, it is easy to lead to salinization. Therefore, in the process of developing a series of engineering and biological measures for improving low—yield farmland transforming salin—alkali land and preventing desertification, it is indispensable to engage in experimental research on water requirement of crops and its irrigation system in this region. This study not only will have practical sense for agricultural production of Altay region, but also enrich the theory of irrigation system and fill in the gaps in the fields of water requirement of crops on poor soil in arid land. For this reason, it is necessary to study on water requirement and irrigation system of crops such as spring wheat, corn, lucerne, beet and so on. As a result of the comparative research on experimental plot for four years, the research team has overcome various difficulties, and collected and obtained a lot of first hand data. The book, "Study on water requirement and irrigation system of crops on poor soil in arid land", is just the achievements in this theoretic research.

This book detailedly describes and discusses on the experimental research on irrigation system of crops such as spring wheat, corn, lucerne, beet and so on, including the analysis on water requirement, water—requiring law, physiological water requirement, potential evapo—transpirative capacity mathematic model of water requirement, the relationship between water requirement and crops yield, and the irrigating methods. Thus it can be seen that this study is provided with practical sense for agricultural production.

目 录

第一部分 综合研究

- 一 问题的提出及目的所在..... (1)
- 二 试验区环境特征..... (2)
- 三 田间基本参数测试..... (6)
- 四 作物需水量与灌溉制度试验设计 (13)
- 五 作物需水量与需水规律试验研究 (19)
- 六 作物灌溉制度与灌水方法试验研究 (25)
- 七 试验成果效益分析 (34)

第二部分 作物需水量与需水规律

- 一 作物需水量分析 (37)
- 二 作物需水规律研究 (55)
- 三 作物生理需水量分析 (68)
- 四 作物潜在腾发量及作物系数 (84)
- 五 作物需水量的数学模型 (87)
- 六 作物产量与需水量分析 (91)

第三部分 作物灌溉制度研究

- 一 春小麦灌溉制度与灌溉效益分摊系数研究..... (104)
- 二 玉米灌溉制度与灌溉效益分摊系数研究..... (121)
- 三 苜蓿灌溉制度研究..... (135)

附 表..... (149)

主要参考文献..... (152)

Contents

Part One Comprehensive study

- Problem and purpose. (1)
- 二 Environmental characteristics of experimental area. (2)
- 三 Test of field parameters. (6)
- 四 Experiment of water requirement and irrigation system of crops. (13)
- 五 Experimental study on water requirement of crops and its law. (19)
- 六 Experimental study on irrigation system and methods. (25)
- 七 Irrigation benefit. (34)

Part Two Water requirement of crops and its law

- Water requirement. (37)
- 二 Study on water—requiring law of crops (55)
- 三 Analysis on physiological water requirement of crops (68)
- 四 Potential evapo—transpirative capacity of crops and its coefficient ... (84)
- 五 Mathematic model of water requirement of crops (87)
- 六 Crops yields and its water requirement (91)

Part Three Study on irrigation system of crops

- Irrigation system of spring wheat and its irrigation benefit. (104)
- 二 Irrigation system of corn and its irrigation benefit. (121)
- 三 Irrigation system of Lucerne (135)

Postform (149)

Reference (152)

第一部分 综合研究

一 问题的提出及目的所在

不同地区由于自然环境、水热条件、土壤耕作性能的差异,作物的需水量状况是不同的。而对作物生育期内不同阶段需水量进行详尽试验研究,提出合理灌溉制度,不仅有利于作物的增产,而且还可以为灌区规划、设计提供科学依据,避免水利工程设计偏大而造成的浪费。同时,由于适时适量的灌水,一方面起到了节约用水的目的,再则还有助于防止土地盐碱化和肥土流失。因此开展作物需水量及灌溉制度研究具有直接的生产实际意义。

新疆北部阿勒泰地区的农业耕作区主要在荒漠瘠薄土地上,荒漠瘠薄土地的灌溉面积占全地区总灌溉面积的 80%。该土地类型与一般土地在土质结构上有很大区别,土壤肥力差、有机质含量低,仅为 0.24%~0.49%,地表下 0~40cm 基本是沙壤土,40cm 以下由砂子、卵石等组成,且下伏地层为第三系不透水层泥岩,耕作层薄,土壤渗漏量大,田间持水率比一般沙壤土要低很多,因此其灌溉制度与灌水方法具有自身的特点,它与一般地区的有着很大差别。

阿勒泰地区的大部分耕地(80%以上)是在干旱瘠薄土地上开发出来的,但是,由于缺乏荒漠瘠薄土地的作物需水量及灌溉制度方面的试验研究成果,加之该区灌溉技术及灌溉管理落后,广大农牧民误认为在干旱荒漠地上只要有水就浇,多浇水就会多增产,农作物灌溉定额大都在 1000m³/亩以上,有些地方的最大灌溉定额超过 2000m³/亩。结果造成在水多的地方灌水量偏大而闹水害,水少的地方则因缺水而闹水旱,不能合理地、充分地利用水资源。据统计,建国以来,阿勒泰地区有 60 万亩耕地因盐渍化而弃耕,约占阿勒泰地区灌溉面积的 23%;土地沙化面积为 45 万亩,约占阿勒泰地区灌溉面积的 18%。每年还有 20~30 万亩耕地因缺水干旱而作物减产。土地盐渍化、沙漠化问题的不断加重,不仅给当地农业生产建设造成损失,使大量的水利资源浪费,而且因土地荒芜还迫使农牧民进行搬迁,给广大农牧民也带来很大损失。

阿勒泰地区土地盐渍化、沙漠化问题的不断加重,已严重影响当地经济发展,并且在今后的土地开发中基本上全部属荒漠戈壁地类型,土地瘠薄,因此有必要在采取一系列工程、生物措施进行中低产田改造、盐碱地改良、沙漠化防治的基础上,开展干旱瘠薄土地作物需水量及优化灌溉制度的试验研究,它将不仅对阿勒泰地区的农牧业生产发展有着重要的意义,而且还可丰富在灌溉制度与灌溉方法研究领域的理论和方法,填补在干旱瘠薄土地作物需水量研究的空白。为此,在自治区人民政府、自治区水利厅及阿勒泰地区各级政府的关怀和支持下,由新疆水利管理总站,阿勒泰地区水利处等组织有关单位专家和技术人员论证立项,开展新疆阿勒泰地区荒漠瘠薄土地作物需水量及灌溉制度的试验研究项目。本项目试验观测期为 1989~1992 年,主要结合当地生产条件和地域环境特点,重点对阿勒泰地区的春水麦、苜蓿、玉米、甜菜等主要农作物进行灌溉试验研究,旨在通过 4 年(1989~1992 年)期间对各种作物的对比试验,收集和获得第一手作物灌溉资料,从而揭示土壤水分与作物生长发育及产量的关系,探求经济合理的灌溉制度,为我区荒漠瘠薄土地作物的合理灌溉用水提供科学依据。

二 试验区环境特征

试验区位于新疆北部乌伦古河流域的福海县境内,北部为额尔齐斯河,南依乌伦古河,西壤乌伦古湖,地势东北高,而西南低,由东向西倾斜。区内气候温凉,无霜期短,属典型的大陆性温带气候区。

1 地形地貌

试验区地处额尔齐斯河和乌伦古河两河河间平原区,北部的额尔齐斯河和南部的乌伦古河近于平行均由东向西流向,前者经富蕴、北屯、布尔津、哈巴河等地流入国外,后者在我国境内经青河、富蕴、福海等地最后注入乌伦古湖。两河河间平原区地貌类型简单,主要是由第三纪地层和古生代基岩构成的基底平原。东部为古生代变质岩系构成的剥蚀平原,地形起伏,地表覆盖层主要为残坡积物。西部地势较平坦,下伏为第三纪地层,上覆第四纪堆积厚度不大,仅30~50cm,地表组成物质较粗,主要为砂质和砂壤质物质,下伏有砾石层,地下水位在1~3m。

区内地表径流很少,地形切割微弱,基本属无径流区。

2 光热条件

本区光热条件对农业生产利弊兼有。依据福海县气象站多年观测资料,现就试验区光热条件分述如下:

2.1 太阳辐射能

太阳辐射是地面获得的最根本的能量来源。太阳总辐射量主要受地理位置(纬度)和天气现象(云量、降雨量、沙暴浮尘等)等的影响,并且季节分配亦不均匀。本试验区由于纬度偏北,加之区内降水少,下垫面植被覆盖率低,易出现浮尘天气,因此年太阳总辐射量仅为546.7 kJ/cm²(见表1),其中年内作物生长期(4~9月)的太阳辐射量为390.1 kJ/cm²,占年太阳总辐射量的71.4%。

表1 试验区太阳年总辐射量统计表(据福海县气象站)

单位:kJ/cm²

月 项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
辐射量	19.2	26.4	43.5	57.3	71.2	75.3	74.1	64.9	47.3	33.1	19.7	15.1	546.7

2.2 日照

日照时数的长短对作物成熟和作物产量有直接的影响。本试验区的日照时数较长(见表2),日照百分率在65%以上,其中作物生长期(4~9月)的日照时数占年日照总时数的62.94%。

表 2

试验区日照时数统计表(据福海气象站)

单位:小时

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
日照时数	162.7	181.4	232.5	267.3	309.8	321.1	323.0	312.3	279.8	214.9	148.4	128.0	2881.2

2.3 热量状况

作物养分的溶解、水肥的吸收运转以及水分蒸腾及同化作用等植物生理现象均与热量条件有关。

2.3.1 气 温

本区多年平均气温为 3.4℃,极端最高气温为 39.6℃,最低气温为-42.7℃,夏季短暂,仅 50 天左右;冬季漫长,达 155 天(见表 3),并常有寒潮和低温天气。

表 3

试验区多年气温特征值统计表

单位:℃

类 别	平均气温	极端最高气温	极端最低气温
站 名 福 海	3.4	39.6	-42.7

2.3.2 积 温

本试验区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温多年平均为 2 904.9℃,其中 80%的积温保证率为 2 680℃,年平均气温为 3.4℃。由于其西侧乌伦古湖的“冷湖”效应,气温变化表现为春季升温慢,秋季降温快(见表 4)。

表 4

试验区日平均温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温统计表

单位:℃

类 别	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温		
站 名	平均	年际变化	80%保证率
福 海	2904.9	783.6	268.00

2.3.3 无霜期

本试验区无霜期较短,多年平均为 147 天,其中最长为 185 天,最短仅为 129 天(见表 5)。

表 5

试验区多年无霜期统计表

类 别	无霜期(天)			霜期初、终日	
站 名	平均天数	最 长	最 短	初 日	终 日
福 海	147	185	129	9.23	4.28

3 水分条件

3.1 大气降水

本试验区为荒漠戈壁地,气候干旱,雨水较少,年蒸发量为 1830mm,农业作物生长主要靠灌溉。统计多年平均降水量为 112.7mm。在年内分配上,降水量主要集中在夏季 6~8 月 3 个月,约占年降水总量的 41%(见表 6)。

表 6 试验区降水量统计表

类 站 名	降水量 (mm)	降水年内分配(%)			
		3~5 月	6~8 月	9~11 月	12~2 月
福海	112.7	20	41	27	12

3.2 积雪情势

平原区积雪消融供给土壤水分,对土壤保墒、增墒都有作用。由表 6 可见,本区冬季降水较少,仅占年降水总量的 12%,积雪厚度一般变化在 12~15cm,积雪初日在 10 月底至 11 月初,终日在 3 月底至 4 月上旬。

4 农业气象灾害

4.1 寒潮、低温

由于本区地处中纬大陆性温带寒冷气候区,受西伯利亚寒冷气流影响,常因寒潮入侵,气温急剧下降。寒潮主要出现在冬季,强冷空气主要出现在春、秋两季。

4.2 大风天气

本区位于额尔齐斯河和乌伦古河两河河间平原区,由于地形作用,区内大风天数较多,其中 8 级以上大风达 60 天(见表 7),多出现在春季,有时大风加寒潮,危害较大。

表 7 试验区大风特征值统计表

类 站 名	平均风速 (m/s)	≥8 级大风(天)		
		平 均	最 多	最 少
福海	3.0	43.5	60	15

4.3 雷暴、冰暴

本试验区的雷暴天数较多,年平均在 22 天左右;冰雹较之为少。雷暴和冰暴天气主要出现在夏季 6~8 月,常对区域农牧业生产造成危害。

5 地表水

本区地表水资源丰富,北部有额尔齐斯河,南部有乌伦古河。试验区灌溉取水主要引用乌伦古河地表水。

5.1 河川径流

5.1.1 河流梗概

乌伦古河发源于蒙古境内的阿尔泰山,在我国境内以大青河为干流,全长 573km,流域面积约 3.6 万 km²,主要由大青河、小青河、查干河和布尔根河组成。布尔根河与青格里河汇合口以下被开始称为乌伦古河。二台以上阿勒泰山区为径流形成区,二台至喀拉布勒根段是径流运转区,喀拉布勒根至乌伦古湖为下游径流散失区。这里河床开阔,流速缓慢,水量沿程渗漏损失大。

5.1.2 径流特征

乌伦古河主要由大气降水和季节性融雪水组成,多年平均年径流量为 9.92 亿 m³(见表 8),径流的年际变化较大,多年平均 Cv 值达 0.47,洪水集中在 5~6 月份。

表 8 乌伦古河保证率流量统计表

类别 站名	多年平均		P=25%		P=75%		灌溉期(4~10月)	
	灌量 (m ³ /s)	Cv	灌量 (m ³ /s)	典型年	灌量 (m ³ /s)	典型年	水量 (亿 m ³)	占全年 (%)
二台	31.4	0.47	39.9	1960	20.7	1963	9.32	94

需要指出的是,由于试验占地面积较小,用水量少,并完全能得到保证,因而就地表水资源和灌溉用水问题这里不多叙述。

5.2 水质状况

乌伦古河水质较好,矿化度低,河水硬度小,属优质的灌溉生活用水(见表 9)。

表 9 乌伦古河水化学分析表

采样地点	采样时间	pH	矿化度 (g/l)	阴阳离子毫克当量百分数(%)					
				HCl ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ +Na ⁺
二台站	1990.8	7.5	0.17	53.01	16.50	30.54	48.59	11.33	40.08

6 植被土壤

本区气候干燥,植被属草原化荒漠类型,以低等旱生的小蓬、假木贼、蒿类为主,伴有少量羽茅。土层较薄,0~40cm 基本为砂壤土、其下为砂子和砾石,土壤持土率低,渗漏性大,下伏为第三纪不透水层,极易造成土地盐渍化。土壤类型主要为淡棕钙土,有机质含量低,仅为 0.24%~0.49%,土壤瘠薄,呈荒漠戈壁地自然景观。

三 田间基本参数测试

为保证试验成果的准确性和可靠性,按规范要求,在进行灌溉试验研究之前,我们对与试验有关的田间基本参数进行了化验测试。其内容主要包括田间持水率、计划湿润层深度、土壤渗透系数、土壤物理化学性质(土壤容重、土壤比重、土壤有机质、土壤盐分、土壤酸碱度)、灌溉水质等,现将主要测试结果分述如下:

1 田间持水率

田间持水率是指在田间土层内所能保持的最大含水量。田间持水率是制定灌溉定额的重要依据。当灌溉水量超过田间持水率时,只能加深土壤的湿润层深度,而不能增加土层中含水量的百分数。因此,它是土壤中对作物有效水的上限。

1.1 田间持水率测试计算

要想研究戈壁地的节水灌溉技术,必须首先测定戈壁地的田间持水率。在测定田间持水率时我们采用了围墙法,视土壤的差异我们选择了2个测定点,测定深度为60cm。1989年7月3日首先在一点进行取土测定土壤含水率为4.7%(占干土重),据灌水公式:

$$Q = (A - W \cdot S) \cdot F \cdot h \times 1.5$$

式中:A——孔隙度(%);

S——容重(g/cm³);

W——土壤含水率(%);

F——计算地块面积(m²);

h——测定深度(m);

1.5——加大系数。

计算灌水量为0.301m³,7月4日早晨8点20分开始灌水(一切操作按有关规定进行),直到23点20分将0.301m³水全部加入围墙中,7月5日凌晨3点17分灌入围墙的水全部渗完,然后用塑料布、毡子及大量的草(厚50cm)将其盖好。按常规要求砂土和壤土在灌水后24小时便取土样,我们观察发现,戈壁地土壤的渗透性非常大,为可靠起见我们在5日早晨10点20分开始取土测定,每天早晚各取一次,直取到8日。通过4天的取土测定我们发现6日、7日、8日这3天测得的各层含水率之差稳定在1%之内。其结果如下:

第一层(0~20cm)3天的平均含水率为12.837%;容重1.478;

第二层(20~40cm)3天的平均含水率为8.661%;容重1.555;

第三层(40~60cm)3天的平均含水率为4.429%,容重1.679。

用加权平均计算0~60cm的田间持水率:

$$\text{田间持水率}(\%) = \frac{(12.837 \times 1.478 + 8.661 \times 1.555 + 4.429 \times 1.679) \times 20}{(1.478 + 1.555 + 1.679) \times 20} = 8.463(\text{占干体重})$$

0~40cm的田间持水率为10.696。

另一点的试验结果如下:

0~20cm:3天平均含水率为10.969%,容重1.597;

20~40cm:3天平均含水率为12.686%,容重1.656;

40~60cm;3 天平均含水率为 10.07%,容重 1.680。

用加权平均计算:

0~60cm 田间持水率为 11.239%;

0~40cm 田间持水率变化在 8.7%~12.8%之间。

试验小区戈壁地的土质结构较复杂,0~40cm 为沙壤土,40~60cm 为细砂,60~80cm 基本都是砂卵石。而表层的沙壤土,由于土质结构太差,其田间持水率比一般的沙壤土要低的多。

1.2 田间持水率测试结果分析

根据实测结果表明,荒漠戈壁地土层在 0~40cm 厚的田间持水率为 8.7%~12.8%,40~60cm 的田间持水率为 4.4%~10.0%,60~80cm 的田间持水率为 2%~4%左右(见表 10)。

由此可见,荒漠戈壁地表层沙壤土的田间持水率偏低。

表 10 试验小区田间持水率测试成果表			
土层深度 (cm)	0~40	40~60	60~80
田间持水率 (%)	8.7~12.8	4.4~10.0	2~4

它较一般地区沙壤土的田间持水率(17%~30%)约低 20 个百分点(见表 11)。田间持水率越低,灌水定额应该越小,否则会产生深层渗漏。由于田间持水率的差别很大,造成戈壁地的灌溉与一般沙壤土的灌溉技术有很大差别。因此,就阿勒泰地区荒漠戈壁地的灌溉制度及灌水方法而言,应与一般地区的沙壤土有所不同,不能照办,应结合实际情况,因地制宜,制定相适应的灌溉制度和灌水方法。

表 11 沙壤土田间持水率对比表	
资料名称	田间持水率(%)
土壤与农作物	22~30
农田水利学	17~30
水工设计手册	22~30
阿勒泰地区戈壁土测定	8~12

2 作物根系分布与计划湿润层深度

土壤计划湿润层深度是指在旱田进行灌溉时,计划调节控制土壤水分状况的土层深度。它随着作物根系活动层深度、土壤性质等因素而变。荒漠戈壁地由于土质特殊,土壤结构差,因而作物的计划湿润层深度不能按一般土壤的计划湿润层来决定。为了准确地掌握阿勒泰地区广大戈壁地作物的计划湿润层深度,我们对玉米、小麦等作物的根系分布情况进行了较为详尽的调查和测试。我们发现玉米的根系分布情况为:0~20cm 土层深度中,根系重量占总重量的 57%,20~60cm 土层深度中,根系重量占总重量的 36.3%,在 60~80cm 土层深度中,根系重量则仅占总重量的 6.7%;小麦根系的分布情况为:0~20cm 土层深度中,根系重量占总重量

的 9.3%，20~60cm 深度，根系重量占总重量的 86.3%；60~80cm 深度土层中，根系重量只占总重量的 4.4%（见表 12）。测试结果表明，荒漠戈壁地作物根系约 95% 分布在 0~60cm 土层深度中，而 60cm 以下只占 5%。它表明在本区戈壁地的土质状况下，作物计划湿润层不能采用通常一般地区的数值，即不能采用 60~80cm 和 80~100cm 深度值，而应视具体情况而定，采用 40~60cm 为宜。

表 12 戈壁地主要作物根系分布情况表

单位：%

作物	各层根重占 0~80cm 土层内根重量的百分比		
	0~20cm	20~60cm	60~80cm
玉米	57.00	36.30	6.75
春小麦	9.30	86.30	4.40

3 土壤渗透系数

土壤渗透性与土壤质地、结构等土壤性状有关。土壤渗透性能的强弱与田间畦沟的规格和配水量的大小等密切联系着。

3.1 土壤渗吸速度(K_0)

本区戈壁地不同深度的土壤渗吸速度有很大差别。根据我们实测结果戈壁土 0~40cm 的砂壤土渗吸速度为 5.5mm/分，40~60cm 为砂砾层，渗吸速度为 6.5mm/分，为计算方便将 0~60cm 渗吸速度换算为一个统一值，经加权计算，4 种不同深度的计划湿润层（0~40cm、40~60cm、60~70cm 以及 70~80cm）的土壤渗吸速度见表 13。

表 13 不同计划湿润层土壤渗吸速度表

土壤计划湿润层深(cm)	0~40	40~60	60~70	70~80
渗吸速度(mm/分) K_0	5.5	6.5	6.1	6.2

3.2 渗吸速度减小指数(α)

土壤渗吸速度减小指数一般为 0.3~0.8，并随土质粘重和灌溉前土壤含水率的减小而增大。试验区戈壁土 0~40cm 为砂壤土，40cm 以下为砂砾层，土壤结构较差，加之该地区是干旱区，一般在灌溉前土壤的含水率较低，经与有关专家讨论研究渗吸速度减小指数取 0.42（见表 14）。

表 14 不同计划湿润层深度土壤渗吸速度减小指数

土壤计划湿润层深(cm)	0~40	40~60	60~70	70~80
渗吸速度减小指数(α) K_0	0.45	0.42	0.41	0.4

4 土壤物理化学性质

4.1 土壤容重

土壤容重是指土壤在自然结构状态下单位体积的干土重量。通常情况下,如土壤容重小,表明土体坚实、孔隙小,土壤的透水性、通气性不良,保水性能差。土壤容重变动范围一般较大,通常与土壤有机质含量的多少有关。一般情况下,贫瘠紧实的土壤,其容重可达 1.8g/cm³,紧密未熟化的心土、底土,容重变化在 1.3~1.5g/cm³ 之间,而较肥沃的耕作层,土壤容重在 1g/cm³左右。本试验小区田间土壤容重的计算是按下式进行计算的:

$$S=\frac{100M}{(100+\overline{W})V}$$

式中:S ——为烘干土壤容重;
V ——为环刀体积(100cm³);
M ——为环刀筒内湿土重(g);
 $\overline{W}$ ——为自然含水率(%)。

由计算测试结果可知,田间土壤容重为 1.445~1.518g/cm³(见表 15),表明试验小区的田间土壤为紧密未熟化的心土、底土类。

表 15 试验小区田间土壤容重测试成果表

剖面深度	0~60cm	0~80cm
试验区平均值	1.618	1.653

4.2 土壤比重

土壤比重是指土壤颗粒重量(包括土壤中有有机质、矿物质)与同体积水(4℃)重量的比值。测定土壤比重,有助于了解土壤的有机质含量、矿物组成以及成土母质特性。通常情况下,耕作土壤的平均比重约在 2.4~2.7 之间。

试验小区田间土壤比重的测试,在经过样品处理后,按下式进行计算:

$$d_s=\frac{g}{g+g_1+g_2}d_{wt}$$

式中:d_s ——土粒比重;
d_{wt} —— t℃时蒸馏比重;
g ——烘干样品重;
g₁ —— t℃时比重瓶+水重;
g₂ —— t℃时比重瓶+水+样品重。

计算结果表明,本试验水区田间土壤比重为 2.64~2.69 之间(见表 16),接近一般状况下的耕作土壤比重。

表 16 试验小区田间土壤比重测试计算成果表

取样点	玉米小区			小麦小区			测 坑		
深度(cm)	0~30	30~60	60 以下	0~30	30~60	60 以下	0~30	30~60	60 以下
比 重	2.65	2.64	2.67	2.68	2.65	2.68	2.65	2.66	2.69