

分类号：
学号：20222110052

密级：
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



盐碱棉田肥盐分域调控对棉花生长的影响研究

学位申请人	冶福海
指导教师	汤骅 教授 张良 高级工程师
申请学位门类级别	专业硕士
专业名称	土木水利
研究方向	水利工程
所在学院	水利建筑工程学院

中国·新疆·石河子
2025年9月

分类号：
学号：20222110052

密级：
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



盐碱棉田肥盐分域调控对棉花生长的影响研究

学位申请人	冶福海
指导教师	汤骅 教授 张良 高级工程师
申请学位门类级别	专业硕士
专业名称	土木水利
研究方向	水利工程
所在学院	水利建筑工程学院

中国·新疆·石河子

2025年9月

**Study on the effect of fertilizer and salt partitioned regulation in
saline-alkali cotton fields on cotton growth**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Master of Civil and Hydraulic Engineering

By

Ye Fuhai

(Hydraulic Engineering)

Dissertation Supervisor: Prof. Tang Hua

Sep, 2025

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名： 冶福海

时间： 2026 年 05 月 10 日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名： 冶福海 时间： 2026 年 05 月 10 日

导师签名： 冯辉 时间： 2026 年 05 月 10 日

摘要

目的: 针对新疆干旱少雨、水资源短缺及土壤盐渍化背景下, 不合理灌溉施肥制度引发的水肥资源浪费、棉花产量与品质下降及生态环境恶化等问题, 本研究以新疆北部石河子垦区盐碱棉田为研究对象, 聚焦肥盐分域调控对土壤水肥盐分布、棉花生长发育、产量及品质的影响, 旨在探寻适配新疆盐碱棉田膜下滴灌模式、可实现水肥盐合理调控的最优灌水施肥方案, 为在提升水资源利用效率、改善土壤盐渍化状况的同时实现棉花根系层肥盐分域, 同时为促进新疆棉花产业良性可持续发展, 提供科学理论依据与实用技术参考。

方法: 本试验设置灌水量、施肥时段 2 个试验因子, 按照灌水时段分配规则, 共设置 3 种不同施肥时序处理: T1 (1/2N-1/2W)、T2 (1/4W-1/2N-1/4W)、T3 (3/8W-1/2N-1/8W); 试验将棉花生育期灌水量设置为 3 个梯度水平 (W1: 3000 m³/hm²、W2: 3750 m³/hm²、W3: 4500 m³/hm²)。共计 9 个处理, 即 T1W1、T1W2、T1W3、T2W1、T2W2、T2W3、T3W1、T3W2、T3W3, 每个处理 3 次重复。通过设置不同的灌水量与施肥方式处理, 对该条件下的土壤环境指标、棉花形态指标、棉花根系特征及棉花产量与品质指标进行测定分析, 旨在探究灌水量和施肥方式对土壤水、肥、盐的调控效果, 及其对棉花生长发育、产量形成与品质提升的影响。本研究确定了棉花各生育阶段适宜灌水量与最优施肥时期, 主要研究结论如下:

结论:

(1) 灌水量与施肥方式显著影响土壤水氮盐动态分布, 各处理 0-100 cm 土层平均含水率随灌水量增加显著上升, 各生育期均呈 W3≥W2>W1, 花铃期含水率达到峰值, W3 部分土层超田间持水量; 灌水量越大, 盐分淋洗效果越强, 苗期 W1、W2 因水量较小导致表层盐分含量较高, 蕾期至花铃期 W2、W3 推动盐分向深层迁移, 吐絮期 W2 能稳定根区盐分。各处理含水率排序为 W3>W2>W1, 上层含盐量表现为 W3<W2<W1, 深层含盐量表现为 W1<W2<W3, W2 处理水盐协同调节效果最佳, W1 处理下盐分易残留, W3 处理易导致水分饱和、氮素淋失。灌水量相同时, 推迟施肥时间有利于根区氮素存留, 全氮含量 T2>T1>T3, W2T2 处理可减少氮素深层淋失; 施肥方式相同时, 全氮含量随灌水量增加而降低 (W1>W2>W3), W1、W2 处理下全氮主要分布于 0-40 cm, W3 则在 40 cm 以下。T2 处理可提升 20-40 cm 根区全氮含量, 但对盐分影响小, W2T2 能够促进根区形成低盐高肥特征, 实现肥盐高效分区。

(2) 不同灌水量和施肥方式下棉花株高、茎粗、叶面积指数及干物质累积量随着生育期的推进呈先增后减的趋势。灌水量对棉花各项生长指标的影响极为显著, 在同一施肥方式下, 随着灌溉水量的变化, 棉花株高、茎粗、叶面积指数 (LAI) 及地上部干物质质量呈现出明显差异, 整体表现为 W2>W3>W1; 施肥方式一致时, 随着施肥时间的延后, 棉花株高、茎粗、LAI 及地上部干物质质量均呈现递增趋势, 具体表现为 T2>T1>T3。结果表明, W2T2 处理对棉花地上部形态生长指标

的调控作用更为显著，效果优于其他处理组合。

(3) 棉花根系主要集中分布在 0-30 cm 浅层土壤范围内，且随着土层深度逐步增加，每 10 cm 土层的根长占比呈逐级下降趋势。当施肥方式一致时，灌水量从 W1 增加到 W2，根长、根表面积、根体积、根平均直径和根干重等多数指标呈现增长趋势，而当灌水量进一步增加到 W3 时，上述根系特征参数又普遍降低，说明适度增加灌水量能促进棉花根系的伸长、加粗以及生物量积累，进而提升根系对水分和养分的吸收能力。在灌水量一致的情况下，氮肥于单次灌水前 1/2 时段施入(T1) 更利于增加棉花整根根长，而在单次灌水中间 1/2 时段施入(T2)，则更有助于增大根表面积、根平均直径、根体积及根干重。此外，本研究对 5 项根系指标（根长、根表面积、根体积、根干重及根平均直径）的主成分分析表明，W2T2 组合处理对棉花根系生长的调控效果最为理想，W2T3 处理效果次之，而 W1T1 处理的根系综合评价得分处于最低水平。

(4) 不同灌水量和施肥方式下棉花单株铃数、单铃重及籽棉产量均随着灌水量的增加表现为 W2>W3>W1；施肥方式一致时，单株铃数、单铃重、籽棉产量及品质指标几乎均随着施肥时间的推迟表现为 T2>T1>T3；W2T2 处理下棉花产量显著优于其余各组，同时该处理的水分利用效率（WUE）和灌溉水利用效率（IWUE）也均显著高于其他各类处理水平。因此，该灌水量和施肥方式组合可为当地实现节水控盐高产提供理论支撑。

关键词：膜下滴灌；灌水量；施肥方式；水分利用效率

Abstract

Objective: In the context of Xinjiang's arid climate, water scarcity, and soil salinization, this study focuses on the problems of water and fertilizer resource waste, reduced cotton yield and quality, and deteriorating ecological environment caused by unreasonable irrigation and fertilization systems. Taking the saline-alkali cotton fields in the Shihezi Farming Area in northern Xinjiang as the research object, this study explores the impact of spatially separated regulation of water, fertilizer, and salt on the distribution of soil water, fertilizer, and salt, as well as the growth and development of cotton, its yield and quality. The purpose of this study is to explore the optimal irrigation and fertilization strategies suitable for the rational regulation of water, fertilizer, and salt in Xinjiang's saline-alkali cotton fields, providing theoretical and technical guidance for improving water resource utilization efficiency, alleviating soil salinization, achieving spatial separation of water, fertilizer, and salt in the cotton root zone, and promoting the sustainable development of Xinjiang's cotton industry.

Methods: Two factors, irrigation volume and fertilization timing, were set up in the experiment. According to the distribution of irrigation time, three fertilization timing methods were set: T1 (1/2N-1/2W), T2 (1/4W-1/2N-1/4W), and T3 (3/8W-1/2N-1/8W). Three levels of irrigation volume during the growth period were set: W1 (3000 m³/hm²), W2 (3750 m³/hm²), and W3 (4500 m³/hm²). A total of nine treatments were established, namely T1W1, T1W2, T1W3, T2W1, T2W2, T2W3, T3W1, T3W2, and T3W3, with three replicates for each treatment. By setting different irrigation volumes and fertilization methods, the soil environmental indicators, cotton morphological indicators, cotton root characteristics, and cotton yield and quality indicators under these conditions were measured and analyzed. The aim was to explore the regulatory effects of irrigation volume and fertilization methods on soil water, fertilizer, and salt, as well as their influences on cotton growth and development, yield formation, and quality improvement. The study identified the optimal fertilization period and appropriate irrigation volume during the cotton growth period. The main conclusions drawn are as follows.

Conclusion:

(1) The spatial and temporal distribution rules of soil moisture, nitrogen and salt are obviously regulated by water supply level and fertilization modes. It is found that the average soil water content in the 0-100 cm soil layer of each experimental treatment increases notably as the irrigation amount rises. Specifically, in each growth period, the average soil water content follows the order of $W3 \geq W2 > W1$. The moisture content reached its peak at the flowering and boll-forming stage, and the soil moisture content in some layers of W3 exceeded the field capacity. The greater the irrigation volume, the stronger the salt leaching effect. At the seedling stage, the surface soil salt content was higher in W1 and W2 due to the smaller irrigation volume. From the bud stage to the flowering and boll-forming stage, W2 and W3 promoted the migration of salt to the deep layer. At the boll opening stage, W2 could stabilize the salt content in the root zone. The order of soil moisture content was $W3 > W2 > W1$, and the upper layer salt content was $W3 < W2 < W1$, while the deep layer salt content was $W1 < W2 < W3$. The W2T2 treatment had the best water and salt coordination regulation effect, while the salt was prone to remain in the W1 treatment and the W3 treatment was prone to cause water saturation and nitrogen loss. With consistent irrigation water supply, postponing the fertilization period helps maintain nitrogen substances in the root soil layer, and the overall nitrogen content ranks as $T2 >$

T1 > T3. The W2T2 treatment could reduce the deep leaching of nitrogen. Under the same fertilization regime, the total soil nitrogen content showed a decreasing trend as irrigation volume increased, with the specific order of W1 > W2 > W3. Under W1 and W2 treatments, the total nitrogen was mainly distributed in the 0-40 cm layer, while under W3, it was distributed below 40 cm. The T2 treatment could increase the total nitrogen content in the 20-40 cm root zone, but had little effect on salt. The W2T2 treatment could promote the formation of low-salt and high-fertilizer characteristics in the root zone and achieve efficient partitioning of fertilizer and salt.

(2) Under different irrigation volumes and fertilization methods, the plant height, stem diameter, leaf area index and biomass accumulation rose initially and declined gradually throughout the growing stage. The irrigation volume had a significant impact on the growth indicators of cotton. With identical fertilization practices, cotton vegetative traits including plant height, stem width, LAI and aerial biomass followed the order W2 > W3 > W1 alongside rising irrigation amounts. Under uniform fertilization measures, cotton above-ground growth traits including plant height, stem thickness, LAI and aerial biomass ranked T2 > T1 > T3 with delayed fertilization schedules. The results indicated that the W2T2 treatment had a more significant impact on the aboveground morphological indicators of cotton.

(3) The cotton root system is almost entirely concentrated in the 0-30 cm soil layer, and as the soil depth increases, the proportion of root length in each 10 cm soil layer decreases successively. When fertilization conditions remained unchanged, most root-related traits presented an upward tendency as irrigation supply rose from W1 to W2, including total root length, root surface area, root volume, mean root diameter and underground biomass. However, when the irrigation amount further increases to W3, the above root system characteristic parameters generally decrease. This indicates that a moderate increase in irrigation amount can promote the elongation, thickening, and biomass accumulation of cotton roots, which is beneficial for the absorption of water and nutrients by the root system. When the irrigation amount is consistent, applying nitrogen fertilizer in the first half of the irrigation time (T1) is conducive to increasing the root length of the entire root, while applying nitrogen fertilizer in the middle half of the irrigation time (T2) is conducive to increasing the root surface area, average root diameter, root volume, and root dry weight. In addition, principal component analysis was used to conduct mathematical statistical analysis on five root system indicators, namely root length, root surface area, root volume, root dry weight, and average root diameter. The results show that the W2T2 treatment has the best root system regulation effect, followed by the W2T3 treatment, while the W1T1 treatment has the lowest comprehensive score of the root system and the poorest regulation effect.

(4) Under different irrigation water volumes and fertilization methods, the number of bolls per plant, the weight of each boll, and the seed cotton yield of cotton all increased in the order of W2 > W3 > W1; when the fertilization methods were the same, the number of bolls per plant, the weight of each boll, the seed cotton yield, and the quality indicators almost all decreased in the order of T2 > T1 > T3 as the fertilization time was postponed; the yield of the W2T2 treatment was significantly higher than that of the other treatments. At the same time, the water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) of the W2T2 treatment were significantly higher than those of the other treatments. Therefore, this combination of irrigation water volume and fertilization method can provide theoretical support for achieving water-saving, salt-controlling, and high-yield production in the local area.

Key words: Subsurface drip irrigation; Irrigation water volume; Fertilization method; Water use efficien

目录

摘要.....	I
ABSTRACT.....	III
目录.....	V
第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 膜下滴灌棉花研究进展.....	3
1.2.2 膜下滴灌土壤水肥盐运移特征研究进展.....	4
1.2.3 膜下滴灌棉花灌溉施肥策略研究进展.....	5
1.2.4 膜下滴灌灌水施肥调控对棉花生长发育的影响.....	6
1.2.5 存在的问题.....	7
1.3 研究内容与技术路线.....	8
1.3.1 研究内容.....	8
1.3.2 技术路线.....	9
第 2 章 材料与方法.....	11
2.1 研究区概况.....	11
2.2 试验设计与处理.....	12
2.2.1 试验设计.....	12
2.3 监测指标与方法.....	14
2.3.1 土壤含水率.....	14
2.3.2 土壤含盐量.....	14
2.3.3 土壤养分.....	15
2.3.4 棉花生长指标.....	15
2.3.5 棉花产量及品质.....	16
2.3.6 水分利用效率和灌溉水利用效率.....	16
2.4 数据统计与分析.....	16
第 3 章 肥盐分域调控对土壤水氮盐分布的影响.....	17
3.1 不同处理对土壤含水率分布的影响.....	17
3.2 不同处理对土壤含盐量分布的影响.....	19
3.2.1 苗期盐分分布.....	19
3.2.2 蕾期盐分分布.....	20

3.2.3 花铃期盐分分布	20
3.2.4 吐絮期盐分分布	21
3.3 不同处理对土壤全氮含量分布的影响	22
3.4 不同处理对各土层肥盐分布的影响	24
3.5 讨论与小结	25
第 4 章 肥盐分域调控对棉花生长发育的影响	27
4.1 肥盐分域调控对棉花生长指标的影响	27
4.1.1 不同处理对棉花株高的影响	27
4.1.2 不同处理对棉花茎粗的影响	28
4.1.3 不同处理对叶面积指数的影响	29
4.1.4 不同处理对棉花干物质积累的影响	31
4.2 肥盐分域调控对棉花根系生长的影响	32
4.2.1 不同处理方式对棉花整根特征参数的影响	32
4.2.2 不同处理方式对棉花根系垂直分布的影响	33
4.2.3 不同处理方式下根系特征参数主成分分析及评价	34
4.3 讨论与小结	36
第 5 章 肥盐分域调控对棉花产量及品质的影响	39
5.1 不同处理对棉花产量及其构成因素的影响	39
5.2 不同处理对棉花纤维品质的影响	40
5.3 肥盐分域调控对棉花耗水量、WUE 及 IWUE 的影响	42
5.4 讨论与小结	43
第 6 章 结论与展望	45
6.1 主要结论	45
6.2 研究展望	46
参考文献	47
致谢	53
作者简介	54

第1章 绪论

1.1 研究背景与意义

土壤盐渍化已然成为制约农业生产发展、威胁区域粮食安全的挑战^[1]。据报道,全球范围内,约 8.31 亿 hm^2 土壤面临盐渍化威胁^[2,3],中国盐碱地规模约 $9.9 \times 10^7 \text{hm}^2$,占全球盐碱地总量的 10%。新疆作为我国农业大区,现有近 1/3 的耕地受到盐碱危害,其中,重度、中度和轻度盐碱化耕地分别占到盐碱耕地总面积的 18%、33%以及 49%^[4]。此外,新疆深居内陆腹地,受独特区位条件与自然环境影响,整体气候极为干旱,区域蒸发能力远超自然降水补给量,加之土壤母质含盐量偏高,多重因素叠加进一步加剧了土壤次生盐渍化进程。棉花是支撑新疆农业发展的核心产业,在区域经济建设中占据举足轻重的地位。但当地普遍存在土壤盐碱化问题,再加上农业水资源供给不足,不仅制约着区域农业长效稳定发展,也严重阻碍了耕地资源的合理开发与高效利用。

新疆棉田主要采用膜下滴灌的灌溉方式,膜下滴灌不仅具有节水控盐、增温保墒、抑制蒸发等诸多优势^[5],还可以灵活控制施肥时间、数量及施入点,达到精准施肥的效果^[6,7],它既是缓解新疆农业用水紧缺、治理耕地次生盐碱化的实用举措,也是提升棉花水肥吸收效率、助力作物增产增收的有效途径^[8]。但该技术仅能实现局部范围灌溉,一旦田间灌水方案设置不合理会导致水、肥、盐在土壤中的分布存在较大差异。当灌水量较小时,土壤湿润区范围有限,土壤水分难以携带盐分向深层土壤迁移,肥料难以随水分充分扩散至根系周围,进而造成未迁移的盐分与未扩散的肥料在浅层土壤中相互混杂、过渡叠加;部分肥料因无法被棉花根系有效吸收利用,进而在土壤中发生吸附、固定或向深层流失,最终影响棉花产量^[9-11]。当灌水量充足时,大量水分不仅会推动养分向深层淋失,还会携带土壤盐分随水分下渗,使得淋失的养分与下移的盐分在土壤深层区域形成新的混杂叠加,进而造成土壤剖面肥盐分布紊乱^[12]。因此,如何将肥料与盐分进行有效分离,避免两者在作物根系关键区域过度叠加,成为农田灌溉中亟待解决的问题。

“肥盐分域”是农业生产中针对作物养分吸收规律和土壤管理提出的一种科学施肥与灌溉理念,核心是通过空间或时间上的合理布局,实现肥料与盐分的有效分离,“肥盐分域”理念可通过“先控盐、后施肥”的时间顺序策略落地实践。在农业生产实践中,常通过生育期膜下滴灌水肥一体化滴灌系统来使水肥精准施加到棉花根层范围内,保证根区水肥供应,通过控制灌水施肥时间,来实现根区的肥盐分域。例如在

作物需肥高峰期，若发现土壤盐分含量偏高，不利于作物的生长发育，可先进行 1-2 次清水灌溉以降低根区的盐分浓度，待间隔 2-3 天后，再借助水肥一体化系统精准施入肥料。此时根系处于低盐胁迫环境中，对养分的吸收效率更高，能最大化发挥施肥效果并规避盐分危害。此外，在单次灌水施肥作业中，还可通过精准调控施肥时间节点的方式，实现肥料与盐分在土壤中的空间分区：具体可在灌水初期先灌入清水，利用初始水分携带土壤中积累的盐分向深层迁移，为后续施肥开辟“低盐区域”；待灌水进行一段时间，土壤盐分已得到一定程度淋洗后，再通过水肥一体化系统将肥料精准注入灌溉水中，使肥料主要分布在根系密集的浅层耕作层，避免与前期淋洗的盐分在同一区域叠加；灌水后期可再次通入清水，一方面推动肥料进一步向根系周围扩散，确保养分被充分吸收，另一方面防止残留盐分回流至根系区，从而在一次灌水施肥周期内，通过“清水淋盐、中期施肥、清水固肥”的时间分段控制，有效解决膜下滴灌中灌水施肥不当导致的盐肥混杂问题，实现盐分与肥料在土壤空间上的合理分区。这一通过调控施肥时段实现肥盐分域的思路，也得到了前人研究的支撑。前人研究认为，在单次滴灌过程中先灌清水、后施氮肥，能有效降低氮素深层淋失，使养分富集于作物根系周围，进而提高养分利用效率^[13]。氮素滴施后随水运移性较强，而土壤胶体本身具备对氮素的吸附特性，这使得尿素在土壤剖面中呈现出滴头周边富集分布特征^[14]；进一步研究发现，在灌水量与施肥量一致时，将施肥时段适当前移，能够有效促进尿素在土壤中的运移、扩散，同时加速其分解进程；施肥时机后移则会削弱尿素的运移能力，限制其空间分布并减缓转化进程^[15]，这为中期施肥的合理性提供了理论依据。

然而在传统的田间管理模式下，棉田灌水施肥基本依赖经验来完成，缺乏对盐肥运移规律的考量，这不仅容易导致肥料与盐分在根区混杂叠加，还会引发根区肥料淋失、作物产量下降及地下水污染等问题，这已成为当前新疆棉田管理的关键问题^[16]。要解决这些问题、推动生态环境良性循环，核心在于落实“肥盐分域”理念：通过科学管理实现肥料留存于根区、盐分淋洗至根区以下，进而切实提高水肥利用效率。因此，如何将肥料与盐分进行有效分离，避免两者在作物根系关键区域过度叠加，成为农田灌溉中亟待解决的问题；而上述“先灌水、后施肥”的时间分段控制方式，可为实现盐碱棉田肥盐分域提供切实可行的技术路径，对提升农业生产效益、稳固区域生态环境有着重要现实意义。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 膜下滴灌棉花研究进展

随着我国人口规模的持续扩张和经济的快速发展,大部分地区的水资源供需矛盾日趋突出,北方地区缺水问题尤为尖锐,水资源短缺已成为制约区域经济发展的重要阻碍,并且降水呈现出更加稀少且分布不均的趋势。在此背景下,面对日益增加的用水需求,特别是农业灌溉需求量的增加,通过改善灌溉技术来提高水分利用效率成为农户提高作物产量、质量和市场竞争力的首要任务。二十世纪70年代起,我国正式着手开展滴灌技术的研发与推广应用工作。新疆农垦科学院率先借鉴国外先进经验开展灌溉相关试验,建成5.33公顷滴灌技术示范推广试验区。试验证实,应用滴灌技术可在减少灌溉用水量的同时有效提升作物产量,还可大幅减少田间工作量,为后续技术推广奠定基础^[17]。进入80年代,我国首批配套滴灌设施研发完成,标志着我国滴灌技术迈入自主研发新阶段^[18]。1981年以后,我国通过持续引进国外滴灌领域的先进技术,逐步扩大滴灌设备的生产规模与产能,推动滴灌技术在农业生产中落地生根、推广应用。截至1985年,全国滴灌种植面积已达到1.53万公顷^[19]。1996年,新疆石河子率先完成农业技术改良,开创性融合滴灌供水与农田覆膜栽培技术,自此正式开启膜下滴灌模式在新疆大范围普及应用的新阶段,且该技术很快在棉花种植领域实现大范围普及^[20]。膜下滴灌技术的核心优势,在于对滴灌与地膜覆盖两项技术的高效集成融合^[7]。它不仅整合了覆膜技术“增温、保墒、抑盐”和滴灌技术“精准灌溉”的双重特性,还通过技术协同,弥补了单一技术的不足^[21]:一方面,滴灌设施采用少水量、高频次的供水模式,精准调控作物根系区域水分状况,搭配精细化追肥管理,可有效提升水分与养分的利用效率;另一方面,地膜覆盖通过物理阻隔作用,既能有效抑制土壤水分蒸发、改善土壤热环境,又能阻止盐分在土壤表层聚集,两者结合起到了综合的节水控盐增产效果^[22]。二十年来,膜下滴灌凭借自身优势,在干旱半干旱地区得到广泛推广应用。现阶段,新疆棉花膜下滴灌技术的应用规模已超160万 hm^2 ,其推广范围依旧处于持续拓展态势,同时该种植灌溉模式也成为国内滴灌节水技术应用覆盖面最广的领域^[23, 24]。膜下滴灌技术凭借“地膜覆盖+精准滴灌”的协同优势,节水与增产效果尤为突出。相较于传统漫灌,可实现35%-55%的节水效果。田间覆膜能有效抑制土壤水分无谓散失,蒸发量可缩减65%-80%,在蒸发强烈的干旱、半干旱地区应用价值极高。若协调水肥一体化技术使用,肥料便能借助滴灌设施直接送达至根系附近,不仅能大幅提升肥料利用效率,减少养分浪费,还能通过精准的养分供给,有效优化土壤理化结构,改善土壤肥力,最终实现棉花产量与品质的双重提升,为农业高质量发展