

· 学科进展与展望 ·

盐碱地改良技术综述与一种新的研究模式展望^{*}

周和平¹ 徐小波¹ 王少丽² 管孝艳² 韩松俊² 李冰³ 刘超峰³

(1 新疆维吾尔自治区水利厅, 乌鲁木齐 830000; 2 中国水利水电科学研究院, 北京 100080;

3 新疆巴州水管处重点灌溉试验站, 库尔勒 841000)

[摘要] 我国是一个农业人口大国, 耕地和粮食的质量安全及稳定生产, 在国民经济发展中具有重要的地位。体现农业综合生产能力的重要标志是耕地资源质量问题, 其中对盐碱化土壤等中、低产改造利用是一项重要的基础工程, 为此我国在农田盐碱地改良利用治理和研究诸多方面付出了不懈的努力, 并取得了显著的成效。本文根源于我国盐碱地改良整治技术的发展, 对传统的水利改良技术、后起的土壤生物化学改良技术、现代节水灌溉农田水盐调控技术研究内容和效果等进行了综述分析。随着我国多形式节水灌溉技术研究应用和推广, 以适应新的灌溉条件下土壤水盐管理利用的新技术理论和方法也在不断呈现, 如“土壤水盐定向迁移”和农田土壤“盐分上移地表排”即为近年来我国水利科技人员, 创新提出并研究的土壤水盐改良利用新技术理论和解决模式, 本文对这一新的技术理论和灌排模式研究内容进行了介绍, 并提出展望。

[关键词] 盐碱化耕地, 土壤水盐, 改良技术, 定向迁移, 地表排盐

1 引言

我国盐渍土面积约 3460 万 hm^2 , 盐碱化耕地约 760 万 hm^2 , 占耕地面积近 1/5; 西部干旱内陆区新疆盐碱化耕地约 133.3 万 hm^2 , 占耕地面积近 1/3, 其中 80% 以上为土壤次生盐渍化。土地盐碱化尤其是耕地土壤资源的次生盐渍化, 形成了大量中、低产田, 导致农业耕地土壤质量极度下降, 农业综合生产能力严重不足, 直接威胁和影响我国粮食的安全生产, 严重制约了农业经济的可持续发展。我国把中、低产田治理、开发与持续发展纳入国家规划之中, 几十年来, 国家投入了大量人力、财力、物力改造利用盐碱地, 并在治理过程中不断探索, 创造积累了丰富的技术方法和经验, 取得了卓越成效。

长期以来, 除实行传统的灌排洗盐水利改良利用技术和生物化学与农业改良利用技术发挥了积极的作用外, 近年还倡导提出水盐定向迁移和农田节水灌溉地表排盐技术, 为研究土壤水盐动态规律, 更加有效地进行耕地盐碱土壤改良利用拓宽了思路,

开辟出一种新的治理途径。

2 传统的水土改良技术

最初的盐碱化土壤改良与盐碱地治理, 来自于农业生产管理, 如: 平整土地、深耕晒垡、种植水稻、及时松土、抬高地形、微区改土等方法。人们在长期治理过程中不断总结经验发现, 耕地土壤盐分具有“盐随水来, 盐随水去^[1]; 盐随水聚, 水散盐存”的基本运行规律, 在这一基本规律的启迪和生产实践中, 水利改良技术方法应运而生, 即通过农田大量灌水的压盐、洗盐, 把下渗的盐分通过田间各级明沟灌排水工程排出农田之外。在明沟排水技术发展的基础上, 进一步出现地下暗管排水技术, 这种技术的特点同样是基于“盐随水来、盐随水去”的水盐运动规律, 在地下铺设暗管, 把土壤中的盐分随水排走^[2], 并将地下水位控制在临界深度以下, 达到土壤脱盐和防止次生盐渍化目的。

我国黄河三角洲东营灌区, 利用荷兰^[3]暗管排碱技术实施盐碱地改良工程, 采用专业埋管机械将 PVC 渗管埋入地下 1.8—2.0 m 处, 将地下盐水引

^{*} 国家自然科学基金(批准号:51079162)和水利部 948 项目(201119)资助。

本文于 2011 年 9 月 2 日收到。

至暗管,集中起来排到明沟中,使灌区当年地下水位下降 0.5 m,含盐量降低 0.1%,能够满足多种作物生长发育要求。魏云杰和许模^[4]论述了新疆土壤盐渍化形成的地质、地貌、土壤质地和粗放的人工灌溉方式不合理等原因,通过调查认为,在新疆多种类型的盐渍化土壤中,脱盐聚盐混合型和脱盐聚盐反复型分布最为广泛,而稳定脱盐型仅分布于竖井排灌区,总结了新疆土壤盐渍化的治理研究过程及国内外防治土壤盐渍化措施,提出竖井排灌工程是防治新疆土壤盐渍化有效措施之一。通过工程实例证明了竖井排灌具有降低地下水位和灌溉作用,且经济效益明显。

综上所述,水利灌排洗盐是一项有效的治理方法。但这一传统灌排技术也存在一些问题:传统的水利灌排水洗盐一般需 4500—7500 m³/hm²的大灌溉定额,水资源消耗量大;灌溉排水工程投入费用高,一般 12 000—15 000 元/hm²,且施工过程繁琐;排水沟渠工程需要大量土石方,且占用农田,一般土地利用效率减少 6%—10%;灌排工程存在维修养护运行费用问题,一般年均维修养护费 1500—2300 元/hm²,对于地下暗管排盐系统,由于长期运行管道内时有发生因水垢、泥土杂物等堵塞管道,增加了地下暗管排水系统的维修难度和运行费用。此外,需要提出的是,传统水利灌排将盐分转移至农田下游或低洼之地,形成新的生态环境污染和土地资源浪费。

3 后起的土壤生物化学改良技术

20 世纪 70 年代始,以石膏、磷石膏、过磷酸钙、腐质酸、泥炭、醋渣等物质,中和碱性土壤的化学改良;以种植耐盐植物,使用微生物菌肥等生物改良技术方法研究应用兴起。

随着生物化学改良技术发展,多种形式的土壤改良剂不断出现。广东农业科学院,研究营养型酸性土壤改良剂(NPK 增效剂)^[5],采用蒙脱石、橄榄石、硫矿等多种天然矿物原料,在改良酸性土壤、平衡作物养分、提高化肥利用率等方面有显著功效。北京飞鹰绿地科技发展公司^[6],将有机络合催化理论引入盐碱土壤改良,研制出“禾康”盐碱土壤改良剂。该土壤改良剂为棕红色略带酸味无毒无害有机液体化肥,可适用于中、低产田改造、盐碱地治理、荒漠绿化等。康地宝技术^[7],利用盐土植物(盐蒿、海蓬子等)及作物自身通过根系分泌物改善根际微环境来适应逆境的机制,通过生物络合、置换反应,清

除土壤团粒上多余的 Na 离子,活化盐碱土壤中难以利用的 P、Fe、Ca、Mg 等离子及微量元素,使其转化为可利用状态被植物吸收,解除植物生理缺素症状。同时通过降低 Na 离子,活化 Ca、Mg 离子,以增强土壤水分传导能力,使土壤水分容易流动,改善和促进根系生长,使植物能够在盐碱地上生长、提高产量。钠离子吸附剂^[8]具有很强的交换能力,对盐碱土中的 Na⁺、SO₄²⁻、Cl⁻ 等有吸附能力,改良后土壤可以降低 pH 值和碱化度,吸附铵离子和钾离子并提高土壤阳离子交换量,从而达到改土、脱盐目的。另外由于钠离子吸附剂交换性能好,可用来提高阳离子交换能力,调整 pH,交换土壤中有毒金属离子,降低土壤含盐量,脱盐率 18.6%—29.3%。

由上看出,生物化学改良技术,可在一定程度上缓解和改良土壤盐碱化程度,为中、低产农田作物生长提供一个较好的生长发育环境,有利于作物产量和品质的提高。但是,土壤化学改良方法也存在一些问题:以石膏、磷石膏、过磷酸钙等矿物质为原料的化学改良实施,单位面积用量高达 500—9000 kg/hm²,且 1—2 年实施一次,多量的施入既增加了生产作业和投入成本,又使得土壤积累了过多的矿物质,从而产生土壤矿物成份和土壤肥力彼此增减的不良循环;NPK 增效剂、“禾康”盐碱土壤改良剂、康地宝技术等,具有降低土壤含盐量,提高脱盐率的效果,对于盐碱地土壤作物生长微循环有一定的改善功效。但这些土壤改良剂毕竟是化工产品,长期作用于耕作农田土壤,利弊相间,且这种技术并不能完全消除土壤中的有害盐分。

4 节水灌溉农田水盐调控新技术

20 世纪 80 年代中后期,先进的喷灌、滴灌开始在我国试验研究与示范应用;自 90 年代后至本世纪初,喷灌、微喷灌、滴灌、地下渗灌等多种先进的农业节水灌溉技术示范应用和大面积推广,尤其是近 10 年来,突破传统的水利土壤改良模式,新型膜下滴灌节水技术在我国西北新疆等干旱内陆区广泛应用,且在不同程度盐碱地和种植作物上均有良好的节水增产及土壤盐碱化调控效应。这一技术的应用实践所产生的直观现象,引起我国学术理论界高度关注,关于节水灌溉条件下的土壤水盐运移变迁、发生机理、水盐调控等成为研究热点,在盐碱化土壤水利技术改良利用方面异军突起。

4.1 灌溉土壤水盐运移研究

目前针对节水灌溉条件下水盐运移的研究较

多。张琼、李光永^[9]等人研究棉花膜下滴灌在不同的土壤含盐量条件下,灌溉周期对土壤水盐运动和棉花生长影响。在灌水量相同情况下,高含盐量土壤花铃期高频次灌溉与低频次灌溉相比,可有效降低湿润体体内土壤盐分含量,并且得到棉花增产28%结果;对于低盐土,灌溉频率对棉花生长和产量没有显著影响。罗廷彬、任崑^[10]等人对新疆部分盐碱灌区调研显示,在地下水位埋深保持在3—5 m中壤土条件下,利用2—5 g/L矿化水灌溉盐碱地,土壤1 m剖面层表现为脱盐状况。用矿化水灌溉15年后,1 m土壤残留阴离子浓度较小,灌溉水矿化度不影响耕作和作物正常生长。雷志栋等人^[11,12]通过新疆叶尔羌河流域平原绿洲一些典型洼地水量平衡的观测,研究平原绿洲内部水分迁移,不同土地利用类型土壤盐分特点和典型洼地蒸发耗水,分析洼地在容泄绿洲排水、排盐方面的早排作用及排水、排盐能力,提出在绿洲排水规划时,可以将早排(或内排水)作为一种重要排水方式,选择合适洼地作为主要早排区,在进行水资源合理配置时,应重视盐分的运贮规划。旱季为土壤自然积盐季节,加上咸水灌溉,土壤有明显的积盐趋势。试验表明^[13],小定额灌溉,砂壤土积盐程度较中壤土高;大定额灌溉,砂壤土脱盐效果较中壤土为好。随灌水定额增加,从咸水带入土中的盐分渗透到作物根层以下的盐量越多。雨季为土壤自然脱盐季节,经过降雨淋洗后,土壤含盐量可降到灌前的水平,周年内0—60 cm土层不发生盐分累积。沈万斌等^[14]提出灌区土壤产生次生盐渍化防治方法,分析灌区发生土壤次生盐渍化的研究实例后认为,盐易于随水而来,但不易随水而去,由此认为需要提高灌溉效率,加强排水,以建立盐水土地处理系统。刘洪光等人^[15]利用开沟覆膜滴灌技术在重盐碱地上种植打瓜,分析结果显示,5月21日膜下部分0—20 cm深度土壤含盐量全部下降到1%以下,7月22日膜下部分0—60 cm深度土壤含盐量全部下降到2.5%以下;在打瓜生育期,根区始终处于脱盐状态,盐分向裸地0—30 cm深度积累,随着根系生长,膜下部分低盐区逐渐扩大,与打瓜生长同步发展。

4.2 作物水盐动态模型、灌溉制度研究

高龙等人^[16]在新疆库尔勒西尼尔镇进行膜下滴灌棉田土壤水盐分布特征及灌溉制度试验研究,根据不同灌溉定额(375、525和675 mm)及灌水间隔(3.5、7和10.5 d)组合设置7个试验处理,对比分析表明:灌溉期靠近滴灌带的主根区土壤处于脱

盐状态,远离滴灌带的土壤处于积盐状态;相同灌水间隔下,灌溉定额越大,主根区含水率越高,主根区以下渗漏水分越多,棉花产量提高,但灌溉水生产效率降低;相同灌水定额下,灌水间隔过大或过小均不利于棉花的生长。根据作物水盐动态响应函数分析^[17],可以把握作物生长与土壤水盐运动关系,从而建立节水、控盐、高产灌溉制度优化设计模型,为节水灌溉和微咸水利用提供决策依据。实例分析表明,研究淡水、微咸水交替灌溉条件下灌溉制度的优化设计,合理的模型及管理方法研究,可为实施节水控盐提供明显的环境效益。王仰仁和康绍忠^[18],在作物水盐生产函数和农田水盐动态模型基础上,以单位面积纯收益最大为目标函数,提出制定咸水灌溉制度模型,并以山西省永济市试区进行的棉花咸水灌溉试验资料为依据,求得了有关模型参数。利用该试验区35年系列降雨、蒸发量资料,对3种不同灌水时间和灌水次数、7种灌溉咸水浓度,共计49种可能组合的农田土壤盐分和产量进行了模拟,并与该试验区大田试验数据进行比较。以模拟产量为依据,在对当地深井和浅井灌溉效益分析的基础上,提出了咸水灌溉制度及其相应的地下水开发利用策略。

国内外不少学者对作物产量和土壤含盐量关系进行研究,建立了一些作物水盐模型^[19-22]。这些模型将作物产量或相对产量表示为全生育期灌水量和土壤平均含盐量的函数,为灌区灌溉管理提供了一定理论依据。但作为全生育期模型,尚不能据此对作物生长期内土壤水盐状况进行动态管理。张展羽和郭相平^[23]在上述研究基础上,考虑作物对土壤盐渍度的敏感性随生长发育阶段不同而变化这一基本现象,提出作物不同生育阶段水盐动态响应模型,用以指导含盐劣质水或盐渍化灌区的优化灌溉管理。赵丹等人^[24]根据甘肃省河西走廊疏勒河流域灌区节水灌溉条件下土壤水盐变化实验成果分析,建立相应的水盐动态模拟数学模型。经数值模拟计算,得出在一定灌水方案下的土壤盐分分布以及脱盐状况,并对适宜本地区特点的水盐调控措施进行了初步探讨。

综上所述,农业节水技术应用,尤其是规模化棉花膜下滴灌技术推广,以覆膜微灌条件下的灌溉制度、水盐调控等技术研究应用成为研究重点,研究成果对于指导农田水盐调控和改良具有一定作用。从现阶段研究结果看,覆膜微灌条件下通过水盐调控对土壤盐碱改良具有改善作用,然而,年复一年田间

大量的盐分累积依然存在,长此下去,采用农田水盐平衡的方法来维持和改善农田盐碱问题遇到了难点,从解决生产中的实际问题出发,最终还得重蹈大水压盐、洗盐,把下渗的盐分通过地下排水工程方法排走的老路。随着经济社会发展对水资源需求的不断加大,尤其是干旱区水资源的供需矛盾日益突出,在水资源十分短缺及建立节水型社会的背景下,以消耗过多水资源为代价来治理耕地盐碱,已不能适应水资源可持续利用要求,需要积极探索研究新的盐碱治理方法途径。

5 盐碱地改良利用新模式研究展望

5.1 土壤水盐定向迁移技术理论研究

在农田地表无覆盖的常规灌溉(较大灌水定额沟灌、畦灌或格田灌)条件下,土壤水盐运移所遵循一般规律是:当大定额灌水时,由于土壤含水量达到饱和,在重力水作用下,使土壤水盐向下层运移,此时将盐分带入下层;当灌水结束后,在干旱灌区强烈蒸发和作物根系吸水及叶面蒸腾作用下,土壤盐分向上层运移,水分蒸发盐分则在土壤上层聚集,即遵循经典的“盐随水来,盐随水去;盐随水聚,水散盐存”土壤水盐运行规律。常规灌溉条件下土壤盐分运行有一个重要特征:随着每次灌溉水量的消长,沿垂直方向水盐上下循环运移;在水平方向上水盐运移基本处于滞缓状态,盐分分布尺度差异主要源于农田不平整和微小区域高低变化,土壤水盐侧向迁移因不明显。

膜下滴灌技术在内陆干旱新疆区大面积推广应用,成为我国干旱农业区实施节水灌溉的重要发展模式。膜下滴灌技术^[25]是将具有保墒增温等优点的地膜覆盖栽培方法,与具有节水增产适时适量的局部浸润滴灌集成一体,形成优势互补相得益彰的高效节水灌溉技术,在实施过程中,逐渐显示出对盐碱地水盐动态的调控机制。

膜下微灌技术农田基本格局是:作物种植实施地膜覆盖与作物行间形成地表裸露间隔,用水过程具有灌水频次多、灌水定额小和灌溉定额经济的特点。这种灌溉模式在降水量少、蒸发强烈的内陆干旱条件下,土壤水盐运移在遵循传统水盐运行规律的同时,有其特殊的变化及其演变性^[25-26]:当多频次小定额灌水时,土壤水分基本处于非饱和状态,缺

少重力水作用,土壤水分不易下层渗透,土壤剖面湿润,水盐溶液浓度降低。由于农田覆盖与裸露界面之间隔膜互补效应,非饱和土壤由于存在各点土壤水势随距离的变化的势梯度,土壤水盐缺乏向下层运移能量,此时,土壤盐分不会集中带入下层,膜下土壤水盐具有主体向膜间侧向迁移特性。与此同时,由于作物布局在有膜覆盖层之处,即覆膜界面下土壤湿润保持时间长,土壤盐分浓度降低的环境有利于作物生长;当灌溉结束后,在干旱灌区强烈的水分蒸发作用下,土壤水盐运移和迁移方向,发生了显著的土壤水盐区域之间流转运移演化特征^[26-28]:水平方向土壤水盐侧向迁移,土壤水盐向着作物生长行间裸露地表层迁移和积累;垂直剖面土壤水分处于非饱和状态,土壤盐分浓度降低,不仅能建立作物适应的耐盐生长环境,而且,由于产生农田地表覆盖层“隔膜效应”,使得在垂直方向土壤水分蒸发减弱,进而驱使土壤水分侧向迁移,最终向作物生长行间裸露区域表层定向迁移积累。基于这些特定的现象,我国学者^[29]创新提出农田区域“土壤水盐定向迁移”技术理论,并在技术理论和试验研究方面取得了初步进展。

5.2 农田盐分上移地表排技术研究

“土壤水盐定向迁移”的科学理念,为改变传统土壤盐分灌排思维方式,突破“大水灌溉压盐洗盐”、“明沟排水地下排盐”等传统盐碱改良方法提供了重要技术途径。对于迁移和积累在作物行间土壤表层盐分,创新提出“盐分上移地表排”的排盐技术模式^[29],并以土壤水盐吸附材料物理方法,实现土壤盐分综合利用资源化目标(图1)。在“土壤水盐定向迁移”机制及作用下,田间土壤水盐向作物行间无覆盖物裸露区域表层土壤运移,并在干旱蒸发强度较大情况下,土壤盐分聚集在裸露区域间。土壤盐分聚集随着田间每一次灌水过程不断地循环积累和增加^[29-31]。由于田间作物行间无覆盖物裸露区域,又一次性铺设具有吸附土壤水盐性能很强的物理材料,当作物生长期灌溉结束后,水分蒸发盐分大量残留在裸露区域,其中大部分贮存在吸附材料中,通过地表洗盐排盐,并且将积淀的盐分吸附物,以人工回收方式经化工厂分离处理再利用,以形成土壤盐分资源化利用的循环经济模式。

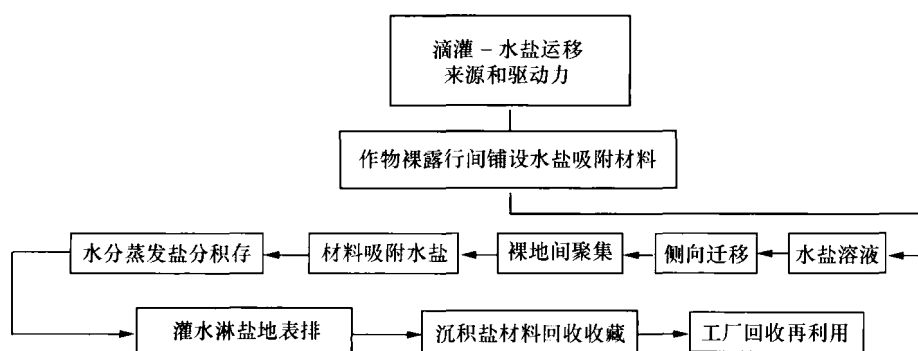


图1 “盐分上移地表排”土壤水盐资源化模式图

6 研究展望

我国水利科研人员,在深入研究国内外盐碱地治理方法基础上,对现有土壤水盐运移理论进行补充、完善,基于内陆干旱灌区农田降水少、蒸发强烈和不同节水灌溉条件下的环境,提出“农田土壤水盐定向迁移”水盐动态技术理论。这一新技术理论研究,将开阔人们对于盐碱地治理途径的视野和角度,改变本技术领域仅限于通过使用大定额灌水洗盐和地下深沟排盐的传统作法,为土壤盐分调控寻求一种新的研究和治理方向开辟了途径,拓展和丰富了我国盐碱地改良技术新的空间。

基于“土壤水盐定向迁移”新理论,充分利用农田土壤水盐定向迁移规律和运移机理,将农田地表积盐以地面方式解决,创新提出“土壤盐分上移地表排”的技术模式。这种土壤盐分运移和排盐解决新模式,目前正在我国内陆干旱新疆库尔勒盐碱灌区,开展为期多年的田间试验研究与示范工作,并已初步获得明显的技术理论响应和实践应用价值。随着这一技术理论和应用模式的深入研究,对于干旱、半干旱农业灌区耕地盐碱化改良治理,将会改变传统的大水漫灌压水洗盐、地下排水工程排盐、竖井排灌等方法,这一新的农田排盐技术模式,既能解决传统方法所产生的不足,又可预期获得节水减排和改良盐碱地及土壤盐分资源化综合利用标本兼治的目标,具有重要的理论与实践意义,研究应用前景广阔。

参 考 文 献

- [1] 林成谷主编. 土壤学(北方本). 北京: 农业出版社, 1983.
- [2] 邢军武. 盐碱环境与盐碱农业. 地球科学进展, 2001, 16(2): 257—266.
- [3] 黄河三角洲启动盐碱地改良工程. 中国海洋报, 2000年10月31日.
- [4] 魏云杰, 许模. 新疆土壤盐渍化成因及其防治对策研究. 中国地质学会工程地质专业委员会, 贵州省岩石力学与工程学会 2005 年学术年会暨“岩溶·工程·环境”学术论坛论文集, 2005.
- [5] 一种土壤改良剂. 中国农业网[EB/OL], 2004年2月10日.
- [6] “禾康”盐碱土壤改良剂. 中国农业网[EB/OL], 2004年2月10日.
- [7] 康地宝作用机理及使用技术. 中国农业网[EB/OL], 2004年11月3日.
- [8] 刘慧媛, 刘海棠. 园艺盐碱土改良肥在银川的绿化效应, 内部交流论文, 2003.
- [9] 张琼, 李光永, 柴付军. 棉花膜下滴灌条件下灌水频率对土壤水盐分布和棉花生长影响. 水利学报, 2004, 9: 123—126.
- [10] 罗廷彬, 任斌, 李彦等. 新疆盐碱地长期利用盐水灌溉土壤盐分变化. 灌溉排水学报, 2004, 23(5): 36—40.
- [11] 雷志栋, 尚松浩, 杨诗秀. 新疆叶尔羌河平原绿洲洼地旱排作用的初步分析. 灌溉排水, 1998, 3: 3—6.
- [12] 杨诗秀, 雷志栋, 沈言俐. 叶尔羌平原绿洲盐均衡及早排的初步分析. 灌溉排水学报, 1999, 2: 12—15.
- [13] 尹美娥. 咸水灌溉下的土壤水盐运动规律. 水利水电技术, 2000, 31(7): 22—24.
- [14] 沈万斌, 董德明, 包国章等. 农灌区土壤次生盐渍化的防治方法及实例分析. 吉林大学自然科学学报, 2001, 1: 99—102.
- [15] 刘洪光, 郑旭荣, 何新林. 开沟覆膜滴灌技术对田间盐碱的运移影响研究. 中国农村水利水电, 2010, (12): 1—3.
- [16] 高龙, 田富强, 倪广恒等. 膜下滴灌棉田土壤水盐分布特征及灌溉制度试验研究. 水利学报, 2010, (12).
- [17] 张展羽, 郭相平, 汤建照等. 节水控盐灌溉制度的优化设计. 水利学报, 2001, 4: 89—94.
- [18] 王仰仁, 康绍忠. 基于作物水盐生产函数的咸水灌溉制度确定方法. 水利学报, 2004, 6: 46—51.
- [19] Kenneth H, Solomon. Water-Salinity-Production Function. ASAE, 1985, 38(6): 357—362.
- [20] Dinar A. Production Function Relating Crop Yield Water Quality and Quantity. Soil Salinity and Drainage Volume, Agri. W. M, 1991.
- [21] 艾尔斯 R S 等编著. 农用水质. 北京: 农业科技出版社, 1988.
- [22] 许越先, 刘昌明, 沙和伟编著. 农业用水有效性研究. 北京: 科学出版社, 1992.
- [23] 张展羽, 郭相平. 作物水盐动态响应模型. 水利学报, 1998, 12: 66—71.
- [24] 赵丹, 邵东国, 代涛. 干旱灌区水盐动态模拟与实验研究. 灌溉排水学报, 2004, 23(2): 42—45.
- [25] 周和平, 徐小波, 兰玉军. 膜下滴灌条件下水盐运移研究综述. 节水灌溉, 2006, 4: 8—13.

- [26] 周和平,张立新,朱焕丽. 新疆土壤次生盐化主要成因及对策. 中国土壤与肥料,2007,5:11-14.
- [27] Jorenush M H, Sepaskhah A R. Modelling capillary rise and soil salinity for shallow saline water table under irrigated and non-irrigated conditions. *Agricultural Water Management*, 2003, 61: 125-141.
- [28] Thompson R B, Gallardo M, Fernaadez M D, et al. Salinity effects on soil moisture measurement made with a capacitance sensor. *Soil Science Society of America Journal*, 2007, 71: 1647-1657.
- [29] 周和平,彭立新,徐小波. 土壤水盐定向迁移及排盐新模式研究. 中国工程科学,2007,9(11):120-126.
- [30] Noguez J, Robinson D A, Herrero J. Incorporating electromagnetic induction methods into regional soil salinity survey of irrigation districts. *Soil Science Society of America Journal*, 2006, 70: 2075-2085.
- [31] Biggs T W, Jiang B B. Soil salinity and exchangeable cations in a wastewater irrigated area, India. *Journal of Environmental Quality*, 2009, 38: 887-896.

REVIEW OF SALINE-ALKALI LAND IMPROVEMENT TECHNIQUES IN CHINA AND PROSPECTS OF A NEW APPROACH

Zhou Heping¹ Xu Xiaobo¹ Wang Shaoli² Guan Xiaoyan²

Han Songjun² Li Bing³ Liu Chaofeng³

(1 *Xinjiang Autonomous Region Water Resources Department, Urumqi 830000;*

2 *China Institute of Water Conservancy and Hydropower in Urumqi, Beijing, 100080;*

3 *Xinjiang Bazhou Pipe Key Irrigation Test Station, Kuerle 841000*)

Abstract China is a large agricultural nation. The cultivated land, grain quality safety and stability of production play a very important position in national economic development. The quality of cultivated land resource is an important indicator to reflect the comprehensive agricultural production capacity, in which the improvement of medium-low yield saline-alkali soil is the basis project, thus the country have made unremitting efforts and achieved remarkable results in saline-alkali soil improvement and utilization study. This article summarizes the research contents and impacts on water improvement of traditional technologies, improved technology of soil biochemistry, modern control techniques of water-saving irrigation water and salt. With the application and promotion of water saving irrigation technology research, new technology theory and method which is suitable for soil water salt management under new irrigation conditions are also constantly emerging, such as "soil water salt directed migration" and "salt upward moved and surface discharge" are the technological innovation and solution mode of soil water salt improved proposed by China's researchers in recent years. This article introduces and prospects this new technology theory and irrigation mode.

Key words saline-alkali arable land, soil water and salt, improvement technology, directional migration, surface salt discharge

(上接第 135 页)

合作。不断完善与相关部门的沟通与交流,搭建信息交流平台,共同谋划加强科研诚信建设的新举措。二是要继续开展与国际组织的交流。科技发达国家在科研诚信建设方面积累了许多值得借鉴的有益经验。与国外组织开展交流,借鉴国际上在科研诚信建设方面的有益做法,不断完善科学基金科研诚信体系建设。

宜瑜主任在工作报告中提出今后工作要点和发展思路,让我们明确了目标,更加充满了信心。科研

诚信是科学事业繁荣发展的前提,是建设创新型国家的基石。如何防范和遏制科研不端行为是科学基金监督工作面临的长期而又艰巨的历史任务。在新的一年里,监督委员会将围绕科学基金中心任务,牢记使命,勇于担当,认真听取来自各方面的意见建议,不断努力构建科学基金科研诚信建设的长效机制,为中国特色科学基金制又好又快发展努力工作,以优异成绩迎接党的十八大胜利召开。

PROMOTE SCIENTIFIC MORALITY AGAINST RESEARCH MISCONDUCT CONSTRUCTING SCIENCE FOUNDATION RESEARCH INTEGRITY TO BUILD LASTING EFFECT MECHANISM

Zhu Daoben

(*The Supervision Committee of NSFC, Beijing 100085*)