

寒地水稻节水灌溉用水模型研究综述*

李爱传, 桑艺宁, 刘烜骥, 刘冠雄

(黑龙江八一农垦大学电气与信息学院, 大庆 163319)

摘要:【目的】通过寒地水稻用水模型及算法的梳理, 研究灌溉用水在寒地水稻不同生育期进行控制灌溉的一般性规律问题, 找到寒地水稻节水灌溉运行管理的理论基础和科学依据。【方法】通过查阅大量相关文献, 用文献综述法围绕水稻用水模型及算法展开梳理, 对国内外已有的技术理论和研究体系重点进行探讨, 为提高水稻用水效率及水稻节水灌溉运行管理提供科学依据。【结果】国内外对用水模型的研究有的以彭曼公式为基础进行修正, 有的针对水稻田间环境单一因素进行建模, 有的由单因素逐渐扩展到多个因素, 但这些模型多适用于国外和南方的水稻种植区域, 对适应北方一季水稻种植的用水模型研究较少。【结论】我国水稻用水模型研究还处于起步阶段, 部分技术难题还未攻克。加强水稻用水模型的研究, 需要与农学农艺相结合, 更要信息化技术、物联网技术的支持。增进用水模型的实用化进程, 可以提高我国农业用水效率, 保证区域农业可持续健康稳定发展。

关键词: 寒地水稻; 节水灌溉; 用水模型; 算法

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20180405

0 引言

水资源危机被公认为是未来 10 年, 全球共同面对的最严重挑战^[1]。节约用水, 既是关系人口、资源、环境可持续发展的长远战略, 也是当前经济和社会发展的一项紧迫任务^[2-3]。预计到 2030 年, 我国人均水资源量将逼近国际公认的 1 700 m³ 严重缺水警戒线^[4]。其中我国北方地区的水资源问题更为突出, 严重影响工农业的发展^[5-6]。2016 年的黑龙江统计年鉴显示^[7], 2015 年黑龙江省水稻总种植面积为 384.3 万 hm², 而 1980 年的水稻总种植面积为 21 万 hm², 水稻种植面积逐年在增加。2015 年水稻占黑龙江省农作物总播种面积的 25.97%, 产量为 2 199.7 万 t, 占 2015 年黑龙江农产品总量的 34.78%。但是 2015 年黑龙江省水资源总量仅为 814.1 亿 m³, 水资源的严重不足制约了可持续发展, 必须找到节水灌溉方法降低稻田对水的需求量。

因此, 在上述背景下对寒地水稻用水模型进行综述, 目的在于通过寒地水稻用水模型及算法的梳理, 研究灌溉用水在寒地水稻不同生育期进行控制灌溉的一般性规律问题, 找到寒地水稻节水灌溉运行管理的理论基础和科学依据, 借以能指导大面积的寒地水稻

收稿日期: 2018-07-23

第一作者简介: 李爱传 (1980—), 男, 汉族, 黑龙江肇东人, 博士, 副教授, 硕士生导师。研究方向: 寒地水稻节水灌溉。Email: aichuanli@126.com

* 基金项目: 黑龙江省自然科学基金面上项目 (C2018050); 校青年创新人才项目 (CXRC2017014); 校启动计划 (XDB201813)

田间节水灌溉，提高水稻用水效率。

1 国外研究现状

水稻用水量预测是国外已有作物用水量研究中最基本、最重要的内容之一^[8]。最具代表性的是英国科学家彭曼（Penman）推导的利用常规气象观测资料计算 ET_0 的公式，然后再根据各地区的作物系数和相应的参数将潜在腾发量折算成实际需水量^[9-12]。美国 Ritchie 和 Burner 发现采用称重式蒸渗仪的直接测定方法不仅能获得日腾发值甚至可得到小时资料，于是他们采用蒸渗仪的值来进行指导灌水^[13-14]。澳大利亚的 Humphreys-E、Meyer.WS 等人对新南威尔斯地区水稻腾发量进行了研究，采用美国 A 级蒸发皿法和彭曼法对照估值，计算数值用于指导灌水^[15-16]。印度 Rao-N.H 提出了基于动态模型生育期的逐周水量分配方案用于指导棉田的灌溉^[17-19]。日本的 K.Suzuki、A.goto、m.mizutani 及泰国的 V.Sriboonlue 在旱作水稻水文地质条件的基础上，在泰国东北部做了试验。构建了一种能很好地表达水文过程和水稻产量关系的模型。仿真结果表明虽然水稻总产下降，上坡地块被抛弃，但水稻产量稳定增加^[20]。

美国 Solomon.K.H 提出了改进水分生产函数的方法来进行灌溉指导^[21-22]。美国的 Rezaul Mahmood、David R.Legates 及 Mark Meo 应用 CERES-Rice 模型确定移栽期土壤水分胁迫对区域尺度潜在产量的影响^[23-24]。马来西亚水稻专家 T.S.Lee 根据 30 多年的气象观测资料，采用了 8 种方法分别计算水稻腾发量，把计算结果与实测数值进行对比，发现通过 8 种方法计算的水稻腾发量都具有相同的变化趋势^[25]。T.S.Lee 认为 Penman-Monteith 是最适合计算水稻腾发量的方法。伊朗的 Afshin Soltani 和美国的 Gerrit Hoogenboom 利用 30 年的气象观测数据评估作物，得出能种出最好品种的播期、种植密度、灌溉阈值和响应降水量变化的用水管理模型^[26]。巴基斯坦 S.Ahmad 等人以半干旱环境下水稻为研究对象，先对不同植株密度下的辐射利用效率进行了研究，后对不同灌溉方式下的水分利用效率进行了研究，总结出合理周密的灌溉方式比古老传统的灌溉方式更优的结论^[27]，其用水策略就是采取合理集中的灌溉模式。日本爱媛大学联合农学研究科的闫浩芳、Hiroki QUE 等人从水稻冠层和水面蒸发蒸腾量建立联合模型预测水稻用水量^[28]。

2 国内研究现状

王树萱认为气象因素如空气温湿度、风速、日照等因素对水稻需水有较大影响，并对溧史杭灌区水稻需水量进行了探讨，他采用线性和非线性回归方程式的建模方法^[29]。李远华根据实际观测资料，选取温度和日照时数 2 个因素作为回归预报模型的自变量，采用线性回归预报和三阶指数平滑预报方法^[30]。钱慕尧运用灰色预测方法建立了用水量预测模型^[31]。

迟道才和何宝安等人在非称重式钢筋混凝土结构的蒸渗仪中进行水稻腾发量研

2018年8月

究,建立了回归分析模型^[32]。王瑄等运用灰色模型(Grey Model, GM)与自回归滑动平均模型(Auto-Regressive and Moving Average Model, ARMA),建立需水量的向前 l 步预测模型^[33-34]。迟道才以沈阳地区为例,用时间序列方法对水稻需水量预测模型修正残差^[35]。迟道才等人把人工神经网络和灰色预测方法结合成并联型灰色神经网络预测方法,应用于中长期灌溉用水量预测^[36]。彭世彰采用了控制灌溉技术,从稻田土壤水分等生态环境的改善和水稻自身生理等方面分析机理,对彭曼法在节水灌溉水稻需水量计算中的应用进行了分析,提出应力系数 K_s 的计算公式^[37],并对控制灌溉的水稻需水量进行试验研究^[38]。李远华、张明柱等人提出了非充分灌溉条件下水稻不同生育阶段的需水量计算模型^[39],崔远来和李远华建立了非充分灌溉条件下具有2个状态变量和2个决策变量的稻田优化灌溉制度的动态规划模型^[40]。付强用时间序列分析法建立井灌水稻需水量预报模型^[41],并与王志良、梁川建立了井灌水稻生育期内需水量多变量自回归模型ARV(n)预测模型^[42-43]。茆智依据天气类型、作物绿叶覆盖率和土壤有效含水率3项因素建立了作物需水量实时预报的方法模型^[44]。刘广明等人结合田间试验成果,应用Jensen模型建立了宁夏引黄灌区水稻优化灌溉制度^[45]。高丹构建了基于神经网络的水稻需水量预测模型,模型预测误差较大,达到23.97%^[46]。冯艳等人基于小波BP网络3输入1输出建立了水稻需水量预测模型^[47]。张丹基于BP神经网络的4输入1输出建立了水稻需水量预测模型^[48]。奇凤建立了稳健回归算法,对内蒙古河套灌区作物水模型及灌溉制度模型进行了优化^[49]。孙艳玲等人通过试验研究,认为Jensen模型适合寒地黑土区水稻的水分生产函数模型计算^[50]。匡迎春等人通过水分传感器、测针分别获取田间含水率和水层深度作为水稻自动灌溉指标,建立模糊控制系统自动实现适时适量灌溉,建立了灌溉量的2种BP神经网络预测模型^[51]。米晶芳等人通过农田土壤水量平衡原理来计算土壤含水率,并依据土壤含水率判断是否灌水以及预报灌水时间^[52]。康立军根据农作物在不同生长期田间最低需水量的原理设计了一套基于GSM网络传输的节水灌溉联动控制系统^[53]。李琳等人采用改进的免疫蛙跳算法对小波神经网络进行优化,提出了基于改进免疫蛙跳算法优化小波神经网络的预测模型^[54]。杨先野等人以佳木斯市、富锦市水稻灌溉区域为例,建立了自适应神经模糊推理系统ANFIS的水稻需水量预测模型,用前几个生育阶段的用水量来预测后一阶段的用水量^[55]。缪子梅、俞双恩等人利用结构方程模型建立了水位调控状态下水稻需水量、光合量、产量间的关系^[56]。衣淑娟等人对寒地水稻节水控制灌溉方式下的机理进行了分析,分析了气温、日照对水稻用水量的影响,并对用水模型进行了初步研究^[57-58]。李爱传针对近年来寒地水稻种植面积不断扩大、地下水位急剧下降及田间用水浪费严重的问题,研究出适合在寒地稻区控制灌溉条件下的用水模型,并设计寒地水稻节水灌溉自动控制系统来实现水稻本田全生育期自动化管理^[59]。

3 存在的问题及研究的必要性

通过对国内外文献的分析,国外研究最具代表性的是英国科学家彭曼所建立的彭曼

公式及其若干修正公式。国内学者们不但对水稻用水量及需水规律，而且对不同水分条件下水稻需水特征、生理过程、产量形成及水稻田水分利用效率也开展了研究。国内外对用水模型的研究有的以彭曼公式为基础进行修正，有的针对水稻田间环境单一因素进行建模，有的由单因素逐渐扩展到多个因素，研究出一些水稻用水模型，但这些模型多适用于国外和南方的水稻种植区域，而北方寒地地区的气候和土壤环境与南方有很大差异，所以需要适应北方一季水稻种植的用水模型进行研究。为了节约农业灌溉用水，保证水稻种植可持续发展，更要对控制灌溉条件下的水稻用水模型进行研究。当前对寒地水稻用水模型的研究十分必要，研究灌溉用水在寒地水稻不同生育期进行控制灌溉的一般性规律问题，建立寒地水稻本田灌溉运行管理的理论基础和科学依据，可保障区域农业的可持续发展。

4 未来研究方向的发展建议

三江平原是我国稻作主产区，但水资源浪费严重，长远来看当地的水资源并不充足，可开采的地下水有限，探索三江平原水稻节水灌溉信息化管理模式及对应的控制系统具有重要社会意义。根据三江平原的地形、土壤、气候特征，未来对寒地水稻节水灌溉用水模型的研究重点在以下几个方面。

(1) 节水灌溉和控制灌溉条件下各气象因子（含降雨和渗漏等扰动量）对寒地水稻日用水量的影响分析研究。以一般性节水灌溉和控制灌溉条件下的寒地稻田日用水量为研究对象，利用外购的国际先进设备或自主研发的新型设备在水稻生长期不间断准确获取各气象因子与日用水量的对照数据，分析节水灌溉和控制灌溉条件下各气象因子对日用水量的影响规律，为寒地水稻用水规律的持续性研究和分析提供依据。

(2) 寒地水稻节水灌溉控制模型和控制算法研究。一是采用田间定位不间断观测，通过多年监测和实时监测取得寒地水稻不同生育期的实际用水量数据及各种传感器的采集数据，这些积累数据比较庞大，达到了大数据的标准。利用大数据知识筛选出与用水量密切相关的影响因子（输入量），进行某种分析建立经验公式，由于数据是真实可靠的，所以建立的经验公式能够最大限度地还原真实情况，反复试验，使经验公式误差最小。二是对现有的算法进行学习分析，构建可满足实际生产需要的误差小、收敛快、迭代少的用水算法。在节水灌溉模型的实用性方面需要进一步加强研究，尤其是神经网络、支持向量机、GALM 等相关算法。对节水灌溉用水算法的研究是解决水稻可持续发展的重要手段，是下一步研究的重点方向。

(3) 基于无线传输的水稻节水灌溉自动控制系统平台的研究。稻田属于半野外，所以要求平台的硬件设备能抵抗雷击暴雨天气，抗干扰性强，安装不影响田间作业，功耗低，防护性好，运行可靠。平台采用主从分布式结构，以下位控制器现场控制为主，可同时控制多路输出实现自动灌溉，下位控制器具备数据记录上传、存储和显示工作情况的功能，也具备实时报警、掉电保护、密码设置等功能。使用对象是面向农场和农业合作社的农业技术人员，因此遵循以下原则：一是科学性原则。系统用于精准灌溉，用水

2018年8月

模型及决策指令需尊重科学、要可靠。二是便捷性原则。系统面向的种植户大多学历不高,操作要简单、容易上手,建立“傻瓜型”系统,尽量减少人工干预。三是扩展性原则。考虑未来情况及适用地点等变化,某些功能尽量采用模块化设计,并留出软件的扩展性空间和接口。四是信息可读性强原则。被显示的信息表达要简单明了、准确,易被广大种植户接受和理解,最好做成图、表等进行表达,表达语言接近使用者的理解方式。五是自学习和自维护性原则。系统软件随时间、水利设施改造、田块更新等发生变化,灌溉控制模型具有自学习自适应性原则,软件具有自维护性功能。六是可实现与云服务器的对接原则。总结起来就是要求平台的性价比高,便于推广应用。

5 结论

在“互联网+农业”背景下,水稻的灌溉模式正由传统淹灌面向节水灌溉和控制灌溉的方向发展,需要先进的传感器及物联网技术做支撑,更需要农业信息化技术及手段的支持。本文主要分析了国内外水稻用水模型的发展研究现状、主要成果及未来的研究方向。目前一些作物的用水模型研究还处于起步阶段,研究不够深入,部分技术难题仍需攻克,仍有较大的研究空间,需要与农学农艺相结合,研究团队中需要有农学专家的指导。研究寒地水稻的用水模型,能够提高水稻用水效率,缓解北方地区的水资源危机,保证区域农业及重要农业生产基地的良性发展。

参考文献

- [1] 山仑,康绍忠,吴普特.中国节水农业.北京:中国农业出版社,2011.
- [2] 康绍忠.水安全与粮食安全.中国生态农业学报,2014,22(8):880~885.
- [3] 彭世彰,纪仁婧,杨士红,等.节水型生态灌区建设与展望.水利水电科技进展,2014,34(1):1~7.
- [4] 任永强,田华锋.“十一五”期间必须关注五大发展要素问题.陕西综合经济,2005(6):18~20.
- [5] 石丽忠,陈金良,迟道才.运用模糊综合评判法动态评价沈阳市水资源.安徽农业科学,2010,38(23):12623~12625.
- [6] 段爱旺,孙景生,刘钰,等.北方地区主要农作物灌溉用水定额.北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [7] 黑龙江省统计局,国家统计局黑龙江调查总队编.黑龙江统计年鉴2016.北京:中国统计出版社,2016.
- [8] 彭世彰,索丽生.节水灌溉条件下作物系数和土壤水分修正系数试验研究.水利学报,2004(1):17~21.
- [9] 付强,王志良,梁川.多变量自回归模型在三江平原井灌水稻需水量预测中的应用.水利学报,2002(8):107~112.
- [10] 付强,梁川.节水灌溉系统建模与优化技术.成都:四川大学出版社,2002.
- [11] 王笑影.农田蒸散估算方法研究进展.农业系统科学与综合研究,2003,19(2):81~84.
- [12] 丁加丽.控制灌溉水稻水分利用规律及蒸发蒸腾量模拟研究.南京:河海大学,2007.
- [13] 许迪,刘钰.测定和估算田间作物腾发量方法研究综述.灌溉排水,1997,16(4):54~59.
- [14] Allen R G, Pereira L S, Raes D, et al. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998: 17~156.
- [15] Chen, Haw-Renn. Method and apparatus of water-saving irrigation system. United States Patent. 1992.
- [16] Chang Y L. Water-saving irrigation device. United States Patent, 1996.
- [17] Li Y H, Cui Y L. Real-time forecasting of irrigation water requirements of paddy fields. Agricultural Water Management, 1996, 31 (3): 185~193.
- [18] R. Sakthivadive, D. J Molden, Hilmy Sally, et al. Water saving irrigation techniques in rice irrigation: A review of AWDI practices. 1st Asian Regional Conference, 2001: 16~21.
- [19] Molden D, de Fraiture C. Major paths to increase the productivity of irrigation water. In: World water supply and demand: 1995~2025. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 2000.

- [20] Kenji Suzuki, Akira Goto, Masakazu Mizutani, et al. Simulation model of rainfed rice production on sloping land in northeast Thailand. *Paddy Water Environ*, 2003, 1: 91~97.
- [21] Yoshikawa, Hiroyasu, Nakao, et al. Intermittent automatic irrigation system. *United States Patent*, 2007.
- [22] Allen R G, Hatfield J L. Evapotranspiration estimates under deficient water supplies. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 1996(9/10): 301~308.
- [23] Rezaul Mahmood, David R, Legates, et al. The role of soil water availability in potential rainfed rice productivity in Bangladesh: applications of the CERES-Rice model. *Applied Geography*, 2004, 24: 139~159.
- [24] Preechawandee, Bart Schultz, Tawatchai Tingsanchali. A model for optimization of water management in rice polders in Thailand. *Irrig. and Drain*, 2005, 54: 527~541.
- [25] T. S. Lee, M. M. M. Najim, M.H.Aminul. Estimating evapotranspiration of irrigated rice at the west coast of the peninsular of Malaysia. *Journal of Applied Irrigation Science*, 2004, 39(1): 103~117.
- [26] Afshin Soltani, Gerrit Hoogenboom. Assessing crop management options with crop simulation models based on generated weather data. *Field Crops Research*, 2007, 103: 198~207.
- [27] S. Ahmad, M. ZIA-UL-HAQ, S. Mehmood. Water and radiation use efficiencies of transplanted rice at different plant densities and irrigation regimes under semiarid environment. *Pak. J. Bot*, 2008, 40(1): 199~209.
- [28] Hao-fang Yan, Hiroki QUE. Application of the two-layer model for predicting transpiration from the rice canopy and water surface evaporation beneath the canopy. *Journal of Agricultural Meteorology*, 2011, 67 (3): 89~97.
- [29] 王树萱. 渭史杭灌区水稻需水量和逐时需水规律的探讨. *灌溉排水*, 1987, 6(2): 31~35.
- [30] 李远华. 水稻需水量预报研究. *水科学进展*, 1991, 2(2): 127~132.
- [31] 钱慕尧. 灰色预测在作物需水量推算中的应用. *农田水利与小水电*, 1993, 10: 24~27.
- [32] 迟道才, 何宝安, 吕凤良, 等. 沈阳地区水稻腾发量的数学模型研究. *沈阳农业大学学报*, 1999, 30(5): 530~532.
- [33] 王瑄, 迟道才, 郁凌峰. 水稻各生育期需水量预测的综合模型. *灌溉排水*, 2002, 21(3): 75~78.
- [34] 迟道才, 王瑄, 张玉龙, 等. 水稻节水高产灌溉模式及土壤水分能量调控标准研究. *灌溉排水学报*, 2003, 22(4): 39~42.
- [35] 迟道才, 高丹, 张政利, 等. 基于灰色两次拟合与残差修正的水稻需水量预测模型研究. *水利科技与经济*, 2007, 13(12): 883~885.
- [36] 迟道才, 唐延芳, 顾拓, 等. 灌溉用水量的并联型灰色神经网络预测. *农业工程学报*, 2009, 25(5): 26~29.
- [37] 彭世彰. 节水灌溉水稻需水新特点. *农田水利与小水电*, 1992(11): 7~11.
- [38] 彭世彰, 朱成立. 节水灌溉的作物需水量试验研究. *灌溉排水学报*, 2003, 22(2): 21~25.
- [39] 李远华, 张明柱, 谢礼贵, 等. 非充分灌溉条件下水稻需水量计算. *水利学报*, 1995(2): 64~68.
- [40] 崔远来, 李远华, 李新健, 等. 非充分灌溉条件下稻田优化灌溉制度的研究. *水利学报*, 1995(10): 29~34.
- [41] 付强, 梁川, 杨广林. 三江平原井灌水稻发展潜力探析. *农业系统科学与综合研究*, 2002, 18(1): 23~26.
- [42] 付强, 潘峰, 金菊良. 基于自激励门限自回归模型的井灌水稻需水量模型. *水利水电技术*, 2002, 33(7): 31~34.
- [43] 付强. 现代建模与优化技术研究 - 在三江平原井灌水稻节水灌溉系统中的应用. *中国工程科学*, 2002, 4(6): 44~55.
- [44] 茆智, 李远华, 李会昌. 实时灌溉预报. *中国工程科学*, 2002, 4(5): 24~33.
- [45] 刘广明, 杨劲松, 姜艳, 等. 基于控制灌溉理论的水稻优化灌溉制度研究. *农业工程学报*, 2005, 21(5): 29~33.
- [46] 高丹, 迟道才, 王铁良. 基于 MATLAB 神经网络的水稻需水量的预报模型. *沈阳农业大学学报*, 2005, 36(5): 599~602.
- [47] 冯艳, 付强, 李国良, 等. 水稻需水量预测的小波 BP 网络模型. *农业工程学报*, 2007, 23(4): 66~69.
- [48] 张丹. 基于 BP 人工神经网络的水稻需水量预测及灌区灌溉制度研究. 沈阳: 沈阳农业大学, 2007.
- [49] 奇凤, 魏占民. MATLAB 稳健回归在作物水模型建模中的应用. *内蒙古农业大学学报*, 2008, 29(2): 144~147.
- [50] 孙艳玲, 李芳花, 尹钢吉, 等. 寒地黑土区水稻水分生产函数试验研究. *灌溉排水学报*, 2010, 29(5): 139~142.
- [51] 匡迎春, 沈岳, 段建南, 等. 模糊控制在水稻节水自动灌溉中的应用. *农业工程学报*, 2011, 27(4): 18~21.
- [52] 米晶芳, 王凤新, 赵琛, 等. 非充分灌溉预报决策支持系统的研究. *灌溉排水学报*, 2011, 30(3): 136~139.
- [53] 康立军, 张仁陟, 吴丽丽, 等. 节水灌溉联动控制系统. *农业工程学报*, 2011, 27(8): 232~236.
- [54] 李琳, 隋树涛. 基于免疫蛙跳算法的小波神经网络的水稻需水量预测. *黑龙江水利科技*, 2012, 40(3): 34~36.
- [55] 杨先野, 王宝华, 何司彦. 水稻需水量预测的 ANFIS 构建及应用. *黑龙江大学学报*, 2013, 4(1): 35~38.
- [56] 缪子梅, 俞双恩, 卢斌, 等. 基于结构方程模型的水稻“需水量 - 光合量 - 产量”关系研究. *农业工程学报*, 2013, 29(6): 91~98.
- [57] 李爱传, 衣淑娟, 王新兵, 等. 寒地水稻用水模型的研究. *安徽农业科学*, 2013, 41(33): 12925~12926.

2018年8月

[58] 李爱传, 衣淑娟, 王熙, 等. 寒地水稻节水控制灌溉的机理与研究. 农机化研究, 2014, 36(12): 46~49.

[59] 李爱传. 寒地水稻节水灌溉自动控制系统设计与试验研究. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2017.

A review of water saving irrigation models for rice in cold regions

Li Aichuan, Sang Yining, Liu Xuanji, Liu Guanxiong

(College of Electrical and Information, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: [**Purpose**] The Sanjiang Plain is an important agricultural production base in China. Its production capacity is very large. However the groundwater level has fallen dramatically in recent years, thus the deficiencies in development have been highlighted. The application of water-saving irrigation measures and techniques to rice in cold regions can reduce the waste of agricultural water. It is urgent and necessary to study the water-saving irrigation water model for rice in cold regions. In order to better manage irrigation water in the cold rice growing area, this paper aims to explore the different irrigation control models by developing algorithms that examine the irrigation efficiency at different growing stages. [**Method**] By consulting a large number of relevant literatures, this paper reviewed the water use models and algorithms of rice irrigation. It further discussed the existing theory and application system in China and abroad, in order to provide a scientific basis for improving water use efficiency of rice and water-saving irrigation operation and management of rice. [**Result**] Some researches on water use models were based on the Penman formula, some were focused on a single factor in the environment of rice field, some were gradually extended from single factors to multiple factors. However, most of these models are suitable for rice cultivation in foreign countries and in the south China, little attention has been paid to the single rice cultivation in the cold northern area. of China. [**Conclusion**] The research on rice water use model in China is still in its infancy, and some technical problems have not yet been tackled. To improve the research of rice water use model, it is necessary to integrate knowledge from agronomy and it needs the support from information technology and Internet of Things technology. Improving the practical process of water use model can improve the efficiency of agricultural water use and ensure the sustainable, healthy and stable development of regional agriculture.

Key words: rice in cold regions; water saving irrigation; water model; algorithm