

农田水利现代化评价指标体系及评价方法研究

穆建新^{1,2}, 吕振豫^{1,2}, 许迪², 刘群昌²

(1. 流域水循环模拟与调控国家重点实验室, 北京 100038; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

摘要:通过借鉴一些国际组织关于灌区(灌溉)现代化和我国关于水利现代化以及农村水利现代化的概念,给出了农田水利现代化的定义和内涵;结合现代化农田水利所应具备的民生、节水、生态、数字以及和谐农田水利五大特征,同时借鉴联合国粮农组织、世界银行以及国际灌溉排水委员会有关灌溉现代化评价指标的界定,遵循客观性、综合性和可操作性的原则,构建了我国农田水利现代化综合评价指标体系。参照《全国节水灌溉区划》,并根据各区域的自然地理特征及降水条件,最终将我国评价区域划分为东北区、海河和黄河中下游区、黄河上中游和内陆河区、淮河和长江中下游区、东南沿海地区和西南区六大评价区域,并给出六大评价区域和典型灌区农田水利现代化评价指标值。

关键词:农田水利现代化;评价方法;评价指标体系;指标权重

中图分类号:S152.7;S275.3;TV93 **文献标识码:**A

Study on Assessment Indicator System and Evaluation Method of Irrigation and Drainage Modernization

MU Jian-xin^{1,2}, LÜ Zhen-yu^{1,2}, XU Di², LIU Qun-chang²

(1. State Key Laboratory of Simulation and Regulation of Water Cycle River Basin, Beijing 100038, China;

2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

Abstract: With reference to the concept of irrigation modernization defined by some international organizations, as well as water modernization and rural water modernization defined in China, this paper firstly raised the definition and connotation of irrigation and drainage modernization. Moreover, integrating with the humane, water saving, ecological, numerical and harmonious irrigation and drainage schemes a total of five features, this paper built the comprehensive assessment indicator system of irrigation and drainage modernization. These assessment index systems were finally validated and applied in the six assessment regions, all the provinces and some typical irrigation districts respectively. The results showed that, in the six assessment regions, the assessment value in Hai River and lower reach of the Yellow River basins is very high, around 0.62, implying that it has already realized modernization. At the typical irrigation districts assessment, the assessment values of Yehe Irrigation District of Hebei Province and Yuyao City of Zhejiang Province are over 0.80, implying that they have already realized irrigation and drainage modernization; The assessment values in Molimiao Irrigation District and Hetao Irrigation District that are both from Inner Mongolia are all 0.69, implying that they have basically realized irrigation and drainage modernization; and the assessment value of Dujiangyan Irrigation District from Sichuan Province is low, only around 0.58.

Key words: irrigation and drainage modernization; assessment method; assessment index system; index weight

收稿日期:2016-05-25

基金项目:国家科技支撑计划课题“现代农业综合节水技术体系与标准”(2011BAD25B04);水利部公益性行业科研专项“高标准农田水利工程建设技术与模式研究”(201201001);水利部公益性行业科研专项“平原河网地区高效农田用水管理关键技术研究”(201201005)。

作者简介:穆建新(1970-),女,教授级高级工程师,研究方向为农田水利。E-mail:mujx@iwahr.com。

1 农田水利现代化的定义和内涵

1.1 灌区(灌溉)现代化

国际上提到的最多的是灌区现代化或灌溉现代化。所谓现代化灌区,就是实行灌溉现代化的灌区。不仅仅局限于引进现代化的硬件和软件技术,而是对于水资源管理的根本性转变。除了工程设施的改变之外,这种转变还包括与水权、输配

水服务、核算机制和激励机制等有关的体制结构的改变(IWMI)^[1]。因此,联合国粮农组织(FAO)将灌溉现代化定义为:“不同于纯粹的更新改造,灌溉现代化是与体制、制度改革相结合,在技术上与管理上改进与提高灌溉系统的过程;其目标是改进对劳动力资源、水资源、经济资源和环境资源的利用,改进对农民的输配水服务”^[2]。近年来,联合国粮农组织在亚洲开展了以面向服务管理为重点的灌溉系统现代化。以向农民提供输配水服务为中心的灌溉现代化概念已成为粮农组织在这一地区开展活动以及选择和开发运行评价工具和方法(如快速评估方法(RAP)和渠道运行技术规划系统和服务方法(MASS-COTE))的指导准则。

世行认为灌区现代化不仅仅是建设一个在技术和管理上都非常先进的灌区,而应理解为在工程和体制方面进行改革,从而改善用水服务水平,减少对水质造成的破坏,以及减少政府介入灌区管理^[3]。因此,现代化的范围应该包括:①干渠和输配水系统应该通过先进的水控制设施和现代化的运行工具运行;②田间用水应该采用节水技术;③建设技术,如采用土工膜进行渠道衬砌,使用渠道衬砌机械,使用预制件等;④用水户通过转让管理职责或通过其他协商的方法参与水管理;⑤行政管理和水量核算。

美国加利福尼亚州立理工大学灌溉培训和研究中心(ITRC)提出实现灌区现代化过程中仍然存在很多问题^[4,5]:

(1)从灌区运行以及硬件设施方面来看(两者是紧密联系的),人们缺乏对一些如水在灌区中是如何流动以及如何被控

制等技术细节重要性的重视。因此在灌溉项目建议书中必须明确:②在灌区内希望向各级渠系提供的服务水平;③将被用来提供所希望的服务水平的操作程序;④需要合理运行的硬件设施和灌溉工程的通盘计划。

(2)缺乏既能制定合理设计和现代化决策(特别是在信息汇总阶段)又能实施这些决策的技术专家。因此,需要立即对水利人员进行务实的培训。

(3)一些现代化灌区的运行资金低于预期。一些国家包括美国的经验表明灌区更新改造是一个既耗时又费钱的过程。

(4)需要对灌区有一个新的设想:①设想现代化工程必须以提供良好的输配水服务为根本,从现在开始需要提供30年这种服务;②如果,而且只有如果,工程是在能够提供合理的输配水服务的起点上建立起来时,才能根本减少政府直接参与灌区的运行和管理活动。这就需要在工程中将运行管理和硬件改造相结合,给予不同的侧重点,同时合理的对工程咨询人员、工程师以及管理人员进行卓有成效的培训;③如果一些形式的用水户协会被赋予合理的权利,那么它们将具备明显的优势。

国际灌溉排水委员会(ICID)认为,对于已经建成并以服务为主要目标的灌排工程而言,管理对于一个服务机构来说具有战略意义。快速评估可使培训人员对系统的环境、资源和限制因素进行评估,评价现有的服务、管理和基础设施水平,参照特定的运行目标确定一个理想的服务水平,并设计出与管理及基础设施改善有关的现代化战略和优先行动方案^[6],详见图1。

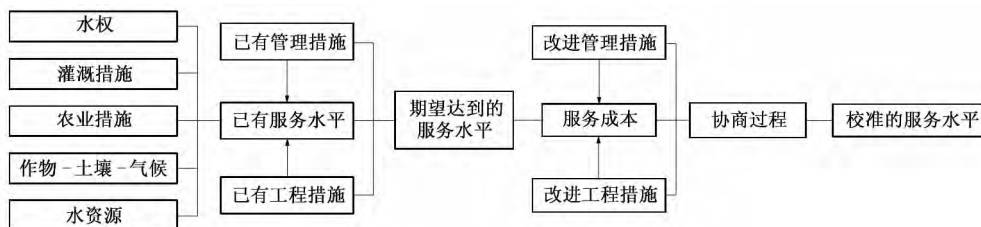


图1 以服务为主要目标的已建灌排工程的管理方法(源自 Malano 和 Van Hofwegen^[7])

Fig. 1 Service-oriented management of existing irrigation and drainage schemes (sourced from Malano and Van Hofwegen)

综合联合国粮农组织、世行和国际灌溉排水委员会的观点,灌溉现代化应该具备如下几个基本特点:①灌溉系统必须符合农民的需要—灌溉工程是服务于农民的,为了提高农业生产水平,重要的一条是改进或完善对农民的配水服务,配水应具有可靠性、公平性与灵活性;②水量损失小,能防止水污染,环境、生态系统良好;③不仅是工程方面的变化,而且也是管理方面的变化,既包括硬件(工程、设施等)方面的改变,也包括软件(理念、管理等)方面的改变;④并非意味着只需要复杂的设备和软件,而是需要为了达到其目标所需的恰当和适用的知识与设施,并真正应用这些知识与设施。

1.2 农田水利现代化

目前国内还没有农田水利现代化的概念,提到的较多的是水利现代化和农村水利现代化。水利部在2000年提出了“实现从传统水利向现代水利、可持续发展水利转变”的新的治水思路,并开始研究和探索水利现代化的问题。2006年11月16日原水利部翟浩辉副部长在中国水利现代化高级论坛上作了题为“以科学发展观为指导,着力推进现代水利建设”的讲

话^[8],指出“水利发展始终与经济社会发展紧密相连。水利现代化既是经济社会发展到一定历史阶段的产物,又是经济社会进一步发展的必然选择”。同时给出了现代水利的发展目标,即用现代发展理念指导水利,用现代的科技成果装备水利,用现代的先进技术改造传统水利,用现代的先进的经营理念和手段管理水利,提高水利信息化水平,从而建立现代化的防洪安全体系、现代化的水资源供给体系、现代化的水工程管理体系、适应现代人生活需求的水环境体系、能够促进水利可持续发展的人才保障体系和不断创新的科技体系以及政策支持体系。江苏省无锡市水利局卢伯生对水利现代化的定义是,“从人与自然和谐发展的思想出发,遵循可持续发展的原则,充分发现水的各种特性,科学地改变水的时间、空间分布,同时对各行业、各部分,人类与自然之间的合理分配实行科学管理,对人类的水事活动进行规范。现代水利追求的目标就是实现水资源综合效益的最大化,是大多数人们更长远地享受自然水资源的赐福而防弊其造成的灾害。”^[9]

水利是国民经济社会发展的基础设施,是支撑和保障国家

推进现代化进程的命脉。因此,农村水利现代化是水利现代化的组成部分,水利现代化又是国家推进现代化进程的重要组成部分^[10]。水利部农村水利司原司长冯广志教授^[11]明确给出了农村水利现代化的内涵和特征,主要包括:

(1)功能及服务领域扩大。从单一为农业生产服务转变为农业生产、农民生活、农村生态环境保护与建设服务,

(2)以可持续发展作为努力方向 and 基本要求。现代农村水利的发展以资源和环境承载力为前提,注重资源节约、水的循环利用,节水、节地、节能、低投入、高产出、高效益。对资源的利用既要讲效率,更要注重公平,使不同地区、不同代际的人之间都能公平地享有和利用资源,同时尽量减少或不对生态环境造成负面影响,保护生物多样性,做到与自然和谐相处。

(3)“以人为本”、“服务第一”。农村水利的一切活动都是为了广大农民,都要依靠农民。无论是灌溉排水,还是农村供水,农村污水处理与回用,从规划、设计到施工,运行管理都要把农民的需要,农民的感受,农民的增收、农民的健康和人身安全等放到首要位置,切实让农民得到实实在在的好处。

(4)法规与制度作保障。现代农村水利的另一个主要特征是事权、水权、产权清晰,项目决策、工程建设与运行管理等都有法可依,依法办事,有与法规配套的制度去落实。

(5)具有运用科技成果和科技创新的能力。这种能力可以使农村水利的物质装备、技术水平、从业人员的素质与能力能够经常更新,适应农业、农村经济社会发展的需要,跟上当代科技日新月异的发展步伐,保证农村水利服务于效能的发挥。总之,传统的农村水利是农业经济、农业文明的产物,现代农村水利则适应工业经济、城市文明时代的需要,是经济社会迅速发展的必然趋势。中国灌溉排水发展中心总工韩振中教授将农村水利现代化的内涵概括为:以科学发展观为指导,以为农村生活、农业生产、农村生态“三生”服务为目的,用人与自然和谐的理念指导农村水利建设,用先进技术、先进工艺、先进设备打造农村水利设施,用现代科技引领农村水利发展,用现代管理制度、可持续的管理机制健全农村水利管理,建成与社会经济发展相适应的防灾抗灾能力、农村饮水安全、灌排设施完备、管理运行健康、灌溉用水高效、农村环境良好的农村水利工程与管理体系,大幅度提高农业综合生产能力与生产效率,为大陆农业现代化提供基础支撑,满足水利现代化乃至国家现代化进程中对农村水利发展的需求^[12]。

农田水利现代化是水利现代化的重要组成部分,是农村水利现代化的基础,要实现中国特色的农村水利现代化和水利现代化,首要的是实现中国特色农田水利现代化。农田水利建设、管理、发挥效益主要在灌区,实现中国特色农田水利现代化,主要在于实现中国特色的灌区现代化^[13]。因此,农田水利现代化的定义可概括为:以向农民提供可靠、灵活的输配水服务作为灌排工程(农田水利工程)的主要目标,通过改造现有的基础设施,改进现有的服务和管理水平,改革现有的制度和体制,达到沟渠规划合理、渠道衬砌完备、配套设施完善、土地平整度良好、田间道路通畅、农田林网健全、田间高效节水,渠系自动控制、生态环境友好、农户积极参与(用水户参与水管理)、水量按方核算、农业综合生产能力高。最终建成农业高效节水

体系、水生态保护体系(保护湿地和生物多样性)、信息化水利管理体系、现代水利发展服务体系,实现农业高产稳产。

2 农田水利现代化评价指标体系

2.1 评价指标体系建立的基本原则

根据农田水利现代化的定义,建立评价指标体系应遵循以下原则:

(1)综合性(系统性)原则。现代化应当是一个动态的、纲领性的、综合性的、反映现代化水平的、指导性文件。因此,现代化的评价指标也是综合性的。除包括工程硬件等有形的指标外,还应包括不易量化的软件内容。同时,农田水利现代化的实施不需分地区制定不同的指标,各地可根据当地实际情况在综合评价指标中通过二级指标来体现。

(2)可操作性原则。建立评价指标体系的目的是为实际应用,提高建设管理水平,指导工程规划、建设与管理,形成的指标体系应切实可行,易于进行综合评价与比较,具有极强的可操作性。

(3)简捷性原则。现代化指标不宜过多、过复杂。

(4)数据易获取原则。评价指标易获取。

(5)与经济社会发展水平相匹配原则。由于现代农田水利是经济社会发展到一定阶段的历史必然要求,是传统农田水利发展的更高阶段,因此,推进农田水利现代化必须与当地经济社会发展水平相匹配。

2.2 评价区域划分

我国大陆地域辽阔,为因地制宜地确定不同评价指标在各地的重要程度(权重),本文参照《全国节水灌溉区划》^[14]中有关区域的划分,以不打破各省(市、区)行政区划界限为原则,考虑各行政区的自然地理特征、灌溉发展条件以及社会经济发展状况等方面的因素,将全国划分为九个区域,见图2。各分区包含省份及分区特点见表1。



图2 农田水利现代化评价分区图

Fig. 2 Division of assessment regions for Irrigation and drainage modernization

为简化评价区域,减少评价权重的个数,将以上9个分区根据其自然地理特征及降水条件进行部分合并,将海河区和黄河中下游区、黄河上中游区和内陆河区、淮河区 and 长江中下游区分别进行合并,从而共划分为东北区、海河和黄河中下游区、

表 1 我国农田水利现代化评价区域划分

Tab. 1 Division of assessment regions for Irrigation and drainage modernization

分区	包含省份	分区特点
东北区	黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古东部四盟	雨量适中,人少地多,粮食有余,扩灌潜力大。
海河区	河北、北京、天津、山西、河南的部分地区	雨量偏少,水源不足,有一定扩灌潜力。
黄河上中游区	宁夏、甘肃、青海东部、内蒙古中西部及山西、陕西的部分地区	气候干旱,水源不足,人少地多,有一定扩灌潜力
黄河中下游区	河南和山东的部分地区	雨量偏少,土地肥沃,有一定扩灌潜力。
淮河区	江苏、安徽、山东籍河南的部分地区	雨量相对丰沛,水源比较充足,有一定节水潜力
东南沿海区	广东、海南、广西、福建和浙江	雨量充沛,人多地少,粮食不足,扩灌潜力很小
长江中下游区	湖北、湖南、江西、河南、陕西、安徽、江苏的部分地区	雨量较多,有少量余粮和扩灌面积
西南区	四川、云南、贵州、重庆、西藏、青海的部分地区	水低田高,灌溉工程建设难度大,粮食不足
内陆区	青海、新疆	荒漠绿洲,灌溉农业,有扩灌潜力

黄河上中游和内陆河区、淮河和长江中下游区、东南沿海地区、西南区等 6 大评价区域。

2.3 评价方法

农田水利现代化是一个复杂的系统,可以将其分解为一个递阶层次结构,即假定系统经确定元素可以划分为彼此不相接的若干层次,系统中任何一个层次中的元素只对另一个特定层次中的元素发生影响,同时也只受另外一个层次中的元素影响,递阶层次结构中每一个层次内的元素之间都是相互独立的。

本文采用系统综合评价方法。把评价总指标逐渐分解为各级子指标,得到评价的递阶层次结构。各级子指标称为评判指标,用来测度项目不同层次、各方面质量的标准。指标权重可理解为不同指标在构成总体质量中的重要性程度。设评价总目标分解为 m 个准则层目标,每一个准则层目标又被分解为多个指标层目标,指标层共被分解为 n 个评判指标:

$$V_1, V_2, \dots, V_n \quad (1)$$

通过和一定项目比较,对项目的各方面质量作出评判。对于每一个评判指标,作出映射:

$$V_j \rightarrow f_j^i \quad (f = 1, 2, 3, \dots; j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

求出各评判指标的评判值。

由于认识上的局限性以及信息的缺乏,对于权重很难给出精确数值,一般只能给出它的大致范围,即指标权重落入区间 $[a, b]$ 。但在区间 $[a, b]$ 中每个数成为权重取值的大小视为同一。因此,权重在一般情况下可视为区间灰数 $\otimes(\alpha)$,并满足区间灰数的一般性质。

设 f_j^i 为项目 A 对于指标 V_j 的单指标评判,权重已通过信息补充蜕化为一个确定的实数,则关于项目 A 的综合评判为:

$$\otimes F \in \sum_{i=1}^m \otimes \alpha^i \left[\sum_{j=1}^{n_i} \otimes \alpha_j^i \cdot f_j^i \right] \quad (3)$$

通常借助一些有效的办法来确定指标层、准则层的权重,从而建立起基于白化权重的应用模型。保留目标与权重分解的递阶层次结构,准则层、指标层权重经白化后取为满足下列条件的函数值:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m \alpha^i + i = 1 \\ \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j^i = 1, 0 \leq \alpha^i, \alpha_j^i \leq 1 \quad (i = 1, 2, 3, \dots; j = 1, 2, 3, \dots, n_i) \end{cases} \quad (4)$$

项目 A 关于评判指标 V_j^i 的单指标评判为 f_j^i ($i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n_i$), 则其综合评价可由下式计算:

$$F = \sum_{i=1}^m \alpha^i \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j^i \cdot f_j^i \quad (5)$$

上述模型仅给出权重完全白化的情况,所以只有在信息充足、权重容易确定时才可使用。

2.4 灌区农田水利现代化评价指标体系和指标权重

灌区农田水利现代化评价指标体系的构建按工程设施、管理措施、生态环境和经济效益四大类划分出一级指标 12 个,二级指标 24 个,详见图 3。各指标权重详见表 2。

2.5 农田水利现代化评判标准

现代化是一个动态的发展进程,因此,在制定评价指标时应分成不同的发展阶段。借鉴国内外学者对现代化进程的划分,同时结合当前国内农田水利建设发展的实际情况,将农田水利现代化评价划分为 3 个发展阶段,包括初步实现现代化、基本实现现代化和全面实现现代化(持续现代化),并据此分别制定评价指标值,即达到上述发展阶段所应具备的指标值。评判标准:①初步实现现代化: $F = 0.60 \sim 0.75$;②基本实现现代化: $F = 0.76 \sim 0.89$;③全面实现现代化: $F = 0.90 \sim 1.00$ 。

3 农田水利现代化评价指标体系的测试与验证

3.1 农田水利现代化评价指标体系在 6 大评价区域的测试与验证

2003—2012 年全国分区域评价结果见表 3。在整个评价区域中,海河和黄河中下游地区评价指标值最高,在 0.62~0.63 之间波动,已经实现农田水利现代化。淮河和长江中下游地区的评价指标值次之,维持在 0.55~0.56,基本实现农田水利现代化。而其他区域的评价指标值则都处于 0.50 以下,均未实现农田水利现代化,其中尤以西南区的评价指标值最低,基本在 0.41~0.44,其中 2009 年的评价指标值仅为 0.33。

3.2 农田水利现代化评价指标体系在典型灌区的测试与验证

根据分区情况,在每个分区选择有代表性的灌区或县一级

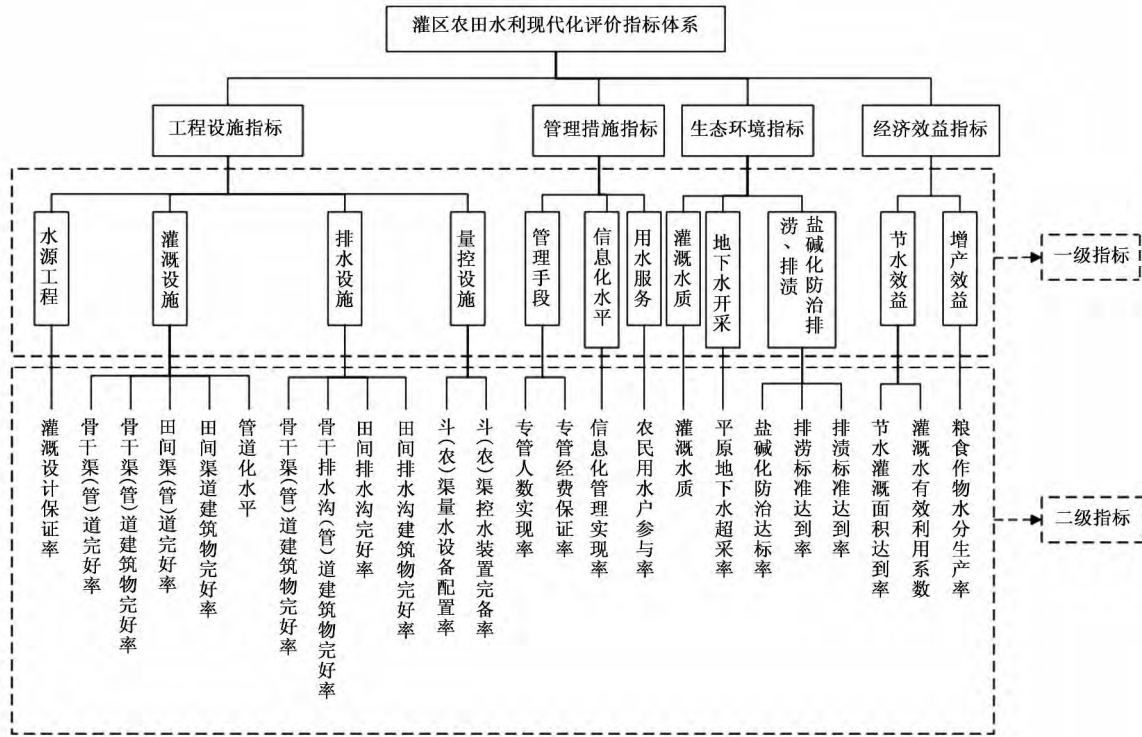


图3 灌区农田水利现代化评价指标体系框图

Fig. 3 Hierarchy of assessment indicator system for irrigation and drainage modernization at irrigation district level

表2 灌区农田水利现代化评价指标分区权重值

Tab. 2 Weights of assessment indicators for f irrigation and drainage modernization at irrigation district level

一级指标	二级指标	三级指标	指标值计算	指标权重						
				东北区	海河区、 黄河中 下游区	黄河上 中游区、 内陆河区	淮河区、 长江中 下游区	东南沿海 地区	西南区	
工程设施指标	水源工程	灌溉设计保证率	设计灌溉用水量能得到充分满足的几率，一般以正常供水或供水不破坏的年数占总年数的百分数表示	0.1	0.1	0.1	0.06	0.04	0.08	
		骨干渠(管)道完好率	[骨干渠(管)道(干、支渠道)完好长度/设计总长度]×100%	0.05	0.03	0.05	0.02	0.02	0.05	
	灌溉设施	骨干渠(管)道建筑物完好率	[骨干渠道(干、支渠道)建筑物完好数量/设计配套总数量]×100%	0.05	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05	
		田间渠(管)道完好率	[田间渠(管)道(斗、农渠道)完好长度/设计总长度]×100%	0.03	0.01	0.03	0.01	0.05	0.02	
		田间渠道建筑物完好率	[田间渠道(斗、农渠道)建筑物完好数量/设计配套总数量]×100%	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	
		管道化水平	[管道控制灌溉面积/有效灌溉面积]×100%	0.03	0.05	0.05	0.02	0.05	0.05	
	灌溉设施小计				0.18	0.12	0.20	0.08	0.16	0.20
	排水设施	骨干排水沟(管)道完好率	[骨干排水沟(干、支沟)完好长度/设计总长度]×100%	0.03	0.02	0.05	0.03	0.05	0.07	
		骨干排水沟(管)道建筑物完好率	[骨干排水沟(干、支渠道)建筑物完好数量/设计配套总数量]×100%	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.07	
		田间排水沟完好率	[田间排水沟(斗、农沟)完好长度/设计总长度]×100%	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.08	
		田间排水沟建筑物完好率	[田间排水沟(斗、农沟)建筑物完好数量/设计配套总数量]×100%	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.08	
	排水设施小计				0.12	0.06	0.10	0.10	0.15	0.30

续表 2 灌区农田水利现代化评价指标分区权重值

一级指标	二级指标	三级指标	指标值计算	指标权重					
				东北区	海河区、黄河中下游区	黄河上中游区、内陆河区	淮河区、长江中下游区	东南沿海地区	西南区
工程设施指标	量控设施	斗(农)渠量水设备配置率	分水口配置量水设施的数量/分水口总数量	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01
		斗(农)渠控水装置配置率	分水口配置控水设施的数量/分水口总数量	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01
	量控设施小计			0.10	0.02	0.05	0.06	0.05	0.02
	工程设施小计			0.50	0.30	0.45	0.30	0.40	0.60
管理措施指标	管理手段	专管人数实现率	[专管人员核定数/现有专管人数]×100%	0.05	0.05	0.05	0.06	0.1	0.05
		专管经费保证率	[核定的专管经费数量/实际达到的数量]×100%	0.05	0.05	0.05	0.05	0.15	0.05
	信息化水平	信息化管理实现率	[采用信息化手段管理的灌溉面积/总灌溉面积]×100%	0.1	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05
	用水服务	农民用水户参与率	[农民用水户协会管理的灌溉面积/灌区灌溉面积]×100%	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05
管理措施小计			0.25	0.20	0.25	0.20	0.35	0.20	
生态环境指标	灌溉水质	灌溉水质	未达到灌溉水质标准的灌溉面积(水量)/有效灌溉面积(灌溉用水量)	0.03	0.1	0.05	0.1	0.1	0.03
	地下水开采	平原地下水超采率	超采的地下水资源量/可开采的地下水资源量	0.03	0.1	0.03	0	0	0.02
	盐碱化防治和农田排涝、渍	盐碱化防治达标率	[实际防治盐碱化达标面积/设计防治盐碱化面积]×100%	0.01	0.05	0.05	0	0	0.02
		排涝标准达标率	[实际达到排涝标准的面积/设计排涝面积]×100%	0.02	0.03	0.01	0.05	0.03	0.02
	排渍标准达标率	[实际达到排渍标准的面积/设计排渍面积]×100%	0.01	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01	
生态环境小计			0.10	0.30	0.15	0.20	0.15	0.10	
经济效益指标	节水效益	节水灌溉面积达到率	[节水灌溉面积/有效灌溉面积]×100%	0.05	0.04	0.05	0.09	0.03	0.02
		灌溉水有效利用系数	净灌溉用水量(或综合作物需水量)(W _净)与灌溉毛灌溉用水量(W _毛)之比×100%	0.05	0.1	0.05	0.09	0.02	0.03
	增产效益	粮食作物水分生产率	作物产量/作物全育期耗水量/(kg·m ⁻³)	0.05	0.06	0.05	0.12	0.05	0.05
经济效益小计			0.15	0.20	0.15	0.30	0.10	0.10	
三级指标权重合计值			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

表 3 2003-2012 年全国各区域农田水利现代化评价结果

Tab. 3 Evaluated values of six assessment regions from year 2003 to year 2012

评价区域	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
海河、黄河中下游区	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.61	0.62	0.62	0.63	0.63
淮河、长江中下游区	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.55	0.54	0.56	0.56	0.56
黄河上中游、内陆河区	0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.47	0.49	0.50	0.50
东南沿海地区	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.40	0.48	0.48	0.48
东北区	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.49	0.46	0.47	0.47
西南区	0.41	0.43	0.44	0.44	0.43	0.41	0.33	0.41	0.42	0.41

表 4 典型灌区农田水利现代化评价指标值
Tab. 4 Evaluated values for irrigation and drainage modernization in typical irrigation districts

一级指标	二级指标	三级指标	东北区	海河、黄河 中下游区	黄河上中游、 内陆河	东南沿海地区	西南区
			莫力庙灌区	冶河灌区	河套灌区	浙江余姚	都江堰灌区
工程 设施 指标	水源工程	灌溉设计保证率	0.100	0.095	0.050	0.038	0.180
		骨干渠(管)道完好率	0.050	0.029	0.013	0.017	0.045
	灌溉设施	骨干渠(管)道建筑物完好率	0.050	0.019	0.030	0.018	0.048
		田间渠(管)道完好率	0.018	0.005	0.013	0.048	0.015
		田间渠道建筑物完好率	0.020	0.005	0.006	0.018	0.016
		管道化水平	0.030	0.035	0.000	0.005	0
		灌溉设施小计	0.17	0.09	0.11	0.14	0.30
	排水设施	骨干排水沟(管)道完好率	0.010	0	0.026	0.043	0.045
		骨干排水沟道建筑物完好率	0.010	0	0.017	0.043	0.024
		田间排水沟完好率	0	0	0.005	0.027	0.004
		田间排水沟建筑物完好率	0	0	0.004	0.018	0.005
		排水设施小计	0.02	0	0.05	0.13	0.08
	量控设施	斗(农)渠量水设备配置率	0.030	0.003	0.030	0.030	0.008
		斗(农)渠控水装置配置率	0	0.003	0.020	0.020	0.007
量控设施小计		0.03	0.01	0.05	0.05	0.02	
	工程设施小计	0.32	0.19	0.26	0.32	0.40	
管理 设施	管理手段	专管人数实现率	0.050	0.045	0.040	0.098	0.040
		专管经费保证率	0.030	0.050	0.040	0.144	0
	信息化水平	信息化管理实现率	0	0.054	0.100	0.005	0.048
	用水服务	农民用水户参与率	0.030	0.045	0.050	0.050	0.011
	管理措施小计	0.11	0.19	0.23	0.30	0.10	
生态 环境 指标	水质	灌溉水质	0.020	0.050	0.050	0.067	0
	地下水开采	1—平原地下水超采率	-0.003	0.100	0.030	0	0
	盐碱化防治、 排涝渍	盐碱化防治达标率	0.010	0.050	0.035	0	0.010
		排涝标准达到率	0.010	0.030	0.005	0.028	0
	排渍标准达到率	0.010	0.020	0.007	0.018	0	
	生态环境小计	0.05	0.25	0.13	0.11	0.01	
经济 效 益 指 标	节水效益	节水灌溉面积达到率	0.043	0.023	0.00	0.029	0.008
		灌溉水有效利用系数	0.070	0.056	0.019	0.013	0.014
	增产效益	粮食作物水分生产率	0.100	0.080	0.040	0.050	0.050
	经济效益小计	0.21	0.16	0.06	0.09	0.07	
	总计	0.69	0.80	0.69	0.83	0.58	

注:内蒙古莫力庙灌区平原地下水超采率为负数,说明其地下水超采率已经超过 100%。

行政区进行实地测试与验证,通过对内蒙古东部通辽市莫力庙灌区、河北冶河灌区、内蒙古西部河套灌区、浙江余姚和四川都江堰灌区等地的现场测评和座谈,得出各灌区的评价指标值和综合评价结果,详见表 4。

河北冶河灌区和浙江余姚的综合评价结果均超过了 0.80,已经达到农田水利现代化的水平,其中浙江余姚的综合评价结果最高,达 0.83。内蒙古莫力庙灌区和内蒙古河套灌区的综合

评价结果均为 0.69,四川都江堰灌区的综合评价结果最低,为 0.58。

都江堰灌区作为全国三大特大型灌区之一,有效灌溉面积 66.87 万 hm²。分析表 4 可知,四川都江堰灌区的工程设施评价指标在 5 个灌区中最高,达 0.40,远远高于其他灌区,但田间灌溉管理措施、生态环境和经济效益指标均为最低。说明四川都江堰灌区在硬件设施上已经发展完善,但今后在灌溉管理以

及生态环境和经济效益方面有待加强。

河套灌区引黄控制面积 116.2 万 hm^2 , 引黄有效灌溉面积 57.4 万 hm^2 。从表 4 的评价结果来看, 在如此大的灌区, 其综合评价结果达到 0.69 实属不易。灌区工程设施、管理措施和生态环境评价指标都比较高, 只是在经济效益评价指标中, 整个灌区节水灌溉面积仅占农田有效灌溉面积的 20% 左右; 农业灌溉水有效利用系数仅为 33% 左右, 远低于国家平均水平 (50%); 用水量 $8\,250\ \text{m}^3/\text{hm}^2$, 远高于国家 $6\,750\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 的水平。农业用水效率低下既是河套灌区用水弊端, 也是可进一步深挖的节水潜力所在。强化节水意识、采取农艺节水、推广区域种植、实施工程节水、开展技术节水、改革灌溉管理制度、推行精细化管理、积极发展设施农业、通过经济杠杆调节节水以及大搞农田水利基本建设十项措施成为河套灌区实现农田水利现代化的切实途径。

莫力庙灌区设计灌溉面积 3.74 万 hm^2 , 其管理措施和生态环境两大指标都比较低。在管理措施中, 灌区采用信息化手段管理的灌溉面积几乎为零, 而在生态环境评价指标中, 存在严重地下水超采问题, 地下水超采率达 105%, 导致地下水开采评价指标为负数。因此, 在莫力庙灌区, 采用信息化、自动化等手段提高灌区的管理服务水平, 并严格控制地下水超采是灌区当前的主要任务。

需要指出的是灌区规模不同, 相应的渠系复杂程度和管理水平也会有一定的差异, 由此导致灌溉用水有效利用系数的差异。一般来说, 灌区规模越大, 灌溉用水有效利用系数就越低, 反之亦然。

综上, 通过对典型灌区评价结果的对比, 可以帮助找出每个灌区存在的主要问题, 从而针对这些问题进行规划部署, 提升灌区的整体现代化水平。

4 农田水利现代化展望

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》(2011 年中央 1 号文件) 指出: “水利是现代化农业建设不可或缺的首要条件”、“要把农田水利作为农村基础设施建设的首要任务”、“努力走出一条中国特色的水利现代化道路”。2012 年, 党的十八大报告中明确指出, “加快发展现代农业, 增强农业综合生产能力, 确保国家粮食安全和重要农产品有效供给。”《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》确立了水资源开发利用控制红线, 到 2030 年全国用水总量控制在 7 000 亿 m^3 以内, 确立了用水效率控制红线, 到 2030 年用水效率达到或接近世界先进水平, 农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上; 《“十二五”水利发展规划》要求, 争取 5 年内新增高效节水灌溉面积

333.33 万 hm^2 (5 000 万亩), 全国农田灌溉水有效利用系数达到 0.53 以上。这些重大决定和发展规划明确了我国农田灌排工程建设工作的基本思路、工作目标等内容, 在很大程度上激励了我国农田水利现代化的发展。 □

参考文献:

- [1] Renault D, Makin I. Modernizing irrigation operations: Spatially differentiated resource allocations [J]. General Information, 1999.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Modernization of irrigation system operations [C] // Proceedings of the 5th ITIS Network International Meeting, Aurangabad, 1998: 28-30.
- [3] World Bank. Modernization of Irrigation Systems: the Role of the World Bank and New Opportunities [C] // Proceedings of the 5th ITIS Network International Meeting, Aurangabad, 1998: 28-30.
- [4] Renault D, Facon T, Wahaj R. Modernizing irrigation management: the MASSCOTE approach: Mapping System and Services for Canal Operation Techniques [M]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.
- [5] Burt C M. Irrigation district modernization in the U. S. and worldwide—the necessary link for efficient on-farm irrigation [C] // National Irrigation Symposium. Proceedings of the, Decennial Symposium, Phoenix, Arizona, Usa, November. 2000: 428-434.
- [6] Schultz B, Wrachien D D. Irrigation and drainage systems research and development in the 21st century [M] // Hospital economics and financing in developing countries /. World Health Organization, 1992: 570-587.
- [7] Malano H M, Hofwegen P J M V. Management of Irrigation and Drainage Systems: A service approach [M]. A. A. Balkema, 1999.
- [8] 翟浩辉. 以科学发展观为指导 着力推进现代水利建设 [J]. 水利发展研究, 2007, (2): 4-9.
- [9] 卢伯生. 无锡现代化水利的探索与实践 [C] // 中国现代水利建设高级论坛, 2006.
- [10] 张岳. 关于推进中国水利现代化的几点意见 [C] // 中国现代水利建设高级论坛, 2006.
- [11] 冯广志. 农村水利从传统向现代转变中的几个问题 [C] // 中国现代水利建设高级论坛, 2006.
- [12] 韩振中, 鲁少华. 农村水利现代化发展思路与评价指标 [J]. 灌溉排水学报, 2012, 31(1): 5-9.
- [13] 茆智. 构建节水防污型生态灌区 [J]. 中国水利, 2009, (19): 28-28.

(上接第 32 页)

- [3] 王修贵, 崔远来. 灌溉试验站规划的有关问题 [J]. 中国农村水利水电, 2003, (11): 8-12.
- [4] 南纪琴, 肖俊夫, 秦安振, 等. 灌溉试验观测仪器使用总结及发展探讨 [J]. 节水灌溉, 2014, (10): 80-84.
- [5] 袁俊江, 唐斌, 褚永彬, 等. 基于 Ajax 与 ArcMS 的网络矿产资源 GIS 研建 [J]. 国土资源科技管理, 2008, 25(4): 61-66.
- [6] 郭涛, 喻怀义, 罗家海, 等. 基于 WebGIS 的水资源管理信息系统

开发研究 [J]. 环境科学与管理, 2010, 35(9): 173-178.

- [7] 俞建军, 姚佩琰, 王磊, 等. 水资源综合信息管理系统的设计与应用 [J]. 水电能源科学, 2012, 30(3): 147-150.
- [8] 丁筱玲, 杨翠翠, 吴玉红, 等. 基于无线网络的环境监测与智控灌溉系统设计研究 [J]. 节水灌溉, 2015, (7): 86-89.
- [9] 王慧斌, 于洪珍. 监控系统的用户界面设计 [J]. 电站系统工程, 2003, 4(19): 45-46.