

水利信息化发展水平评价指标体系研究

田雨, 杨明祥, 蒋云钟

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

摘要: 为了科学评价水利信息化发展水平的地区差异, 根据水利信息化建设总体框架和信息化发展机制, 从水利信息基础设施、水利业务应用和水利信息化保障环境三个方面构建了水利信息化发展水平评价指标体系。同时, 对指标体系的范围、构建原则、指标依据和内容进行了说明。区分和评价各地水利信息化发展水平, 可以为未来水利信息化建设提供一定的参考。

关键词: 水利信息化; 评价指标体系; 评价原则; 指标范围; 构建原则

中图分类号: F426.9; F49 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2014)01-0114-04

Research on Evaluation Index System of the Development Level of Water Resource Informatization

TIAN Yu, YANG Ming-xiang, JIANG Yun-zhong

(State Key Laboratory of Simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin,
China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

Abstract: In order to provide a scientific evaluation of regional difference of development level of water resource informatization, an evaluation index system of the development level of water resource informatization was developed from the perspectives of water resource infrastructure, water resource business application, and water resource information security environment based on the overall framework of water resource informatization construction and development mechanism of informatization. Meanwhile, the content, building principle, basis, and scope of the index system were described. The distinction and evaluation of the development level of water resource informatization in different regions can provide references for the water resource informatization in the future.

Key words: water resource informatization; evaluation index system; evaluation principle; index scope; construction principle

长期的水利实践证明, 完全依靠工程措施, 不能有效全面解决当前复杂的水问题^[1-2]。因此, 在信息化大背景下, 大力发展水利信息化, 实现工程与非工程措施相结合是水利发展的必然选择。经过十余年的发展, 我国水利信息化在全国范围内取得了一定成果^[3-4], 但各地水利信息化发展水平参差不齐, 特别是中西部地区水利信息化建设明显落后。为了客观、科学地评价各地水利信息化发展水平, 揭示水利信息化建设中存在的问题^[5-6], 正确引导各地未来水利信息化建设, 制定一套定量、科学、具体的指标体系和评价模型是非常必要和迫切的。

水利信息化的平台在过去已有很多专家和学者进行研究和探讨, 但是随着对水利信息化不断发展的进一步认识, 特别是国家水利信息化即将迈入智慧水务的新阶段, 原先的评价体系不能适应信息化不断发展的新特征和内涵, 且大多局限

于某一地区水利信息化评价及比较^[7-9]。本文根据全国水利信息化建设总体框架和信息化发展机制, 选择信息化发展关键指标, 构建新形势下水利信息化发展水平评价指标体系, 以期对不同地区水利信息化发展水平进行区分和比较。

1 评价范围及指标体系构建原则

1.1 评价范围

水利信息化发展水平评价范围即为评价对象。本文评价的是全国范围内的水利信息化, 因此评价对象的覆盖范围应与全国水行政管理范围相当^[10]。另外, 目前的水利信息化建设主要以省(自治区、直辖市)为单位进行, 各省(自治区、直辖市)根据实际需求和中央统筹要求进行信息化建设。本文针对的是以省级水行政主管部门水利信息化建设工作, 需要反映的是本省水利信息化建设总体情况, 因此, 评价范

收稿日期: 2013-09-22 修回日期: 2013-10-15 网络出版时间: 2013-12-17

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.3724/SP.J.1201.2014.01114.html>

基金项目: 中国水利水电科学研究院专项项目“国家智能水网工程框架设计”(资集1222)

作者简介: 田雨(1985-), 女, 天津人, 工程师, 博士, 主要从事水利信息化方面的研究。E-mail: sweetrain511@163.com

围为全国省级水行政管理部门。

1.2 指标体系构建原则

(1) 科学性与交叉性原则。评价指标体系的科学性决定了评价结果的好坏,因此水利信息化发展水平评价指标应当首先从科学性的角度出发进行选取,充分体现和把握水利信息化的丰富内涵和实质。同时,水利信息化涉及多种知识、多种学科,其目标是通过信息技术的应用,实现水利管理的信息化和自动化,以应对各类水问题,优化水资源配置,减少环境污染,保护生态健康,最终实现人水和谐,因此评价指标体系构建过程中要遵循交叉性原则,不能仅从信息化的发展角度出发,还应充分体现水利业务自身的发展要求。

(2) 系统性与代表性原则。由于水利信息化涉及多学科的交叉内容,衡量水利信息化发展水平是一项复杂的系统工程,因此评价指标体系必须具有系统性强、覆盖范围广、理论层次高的特点,应该能够较全面反映水利信息化发展的具体特征,具体来说就是水利信息化建设总体框架中所强调的三个方面的内容:水利信息基础设施、水利业务应用和水利信息化保障环境。另外,评价指标能否真实地反映客观问题,还受选取指标质量高低的影响,因此需要选择信息量丰富、代表性较强的指标。

(3) 可测量性与可比较性原则。为了衡量各地区水利信息化发展水平,选取的指标必须考虑数据的可获得性、指标含义的明确性、计算方法的可操作性。只有符合可测量性与可比较性原则,才能够有效地对不同地区水利信息化发展水平进行评价,从而指导、监督和促进水利信息化的发展。

(4) 动态性与稳定性原则。水利信息化建设是一个动态的系统过程,因此,无论是指标权重还是指标设置上都具有一定的动态性,随着社会、经济、科技的发展,其评价指标的内容应有所调整。同时,为了比较不同地区以及不同时间水利信息化发展的过程并预测其发展趋势,评价指标的内容在一定时期内应保持相对的稳定。因此,评价指标体系构建应兼顾指标的动态性与稳定性原则,既能反映水利信息化建设现状,又能反映其动态变化的趋势。

2 水利信息化发展水平评价指标体系的构建

2.1 评价指标体系的构建

水利信息化发展水平评价指标体系是由若干个与水利信息化发展水平密切相关的相互联系、相互补充的指标组成的系列。在遵循上述的指标范围和构建原则的基础上,以促进水利现代化建设为目标,参照《国家信息化指标构成方案》及其他行业信息化指标体系构建案例,综合考虑水利信息化建设中的网络连通率、安全保障度、信息感知度、数据中心覆盖业务率、数据中心信息服务度、门户网站服务度等3大类7小类综合指标,构建了表1所示的水利信息化发展水平评价指标体系。

2.2 指标内容及评价依据

2.2.1 网络连通率

水利网络是为防汛抗旱、政务、水资源管理、水质管理、水土保持、水电及电气化等各种水利应用提供的统一传输平台,是最重要的水利信息化基础设施之一。水利网络整体分

表1 水利信息化发展水平评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of the development level of water resource informatization

目标层	准则层	指标层(一级)	单位
水利信息化 发展水平(A)	水利信息基础 设施(B1)	网络连通率(C1)	%
		信息感知度(C2)	%
		数据中心覆盖业务率(C3)	%
	水利业务应用 (B2)	数据中心信息服务度(C4)	%
		门户网站服务度(C5)	%
	水利信息化保 障环境(B3)	业务系统覆盖率(C6)	%
		安全保障度(C7)	%

为内网和外网,内网主要传输内部文件与涉密信息,外网主要用于获取外部信息服务。各级水利部门只有在接入网络的情况下,才能实现有效、实时、准确的数据传输,才能顺利完成各类业务工作。因此,网络连通率应是一项重要的评价指标,能够有效区分各评价单位水利信息化发展水平。网络连通率指标内容见表2。

表2 网络连通率指标内容

Table 2 Contents of network connectivity rate

一级指标	二级指标	三级指标
网络连通率(C1)	内网连通率(D1)	局属单位内网连通率(E1)
		地市内网连通率(E2)
	外网连通率(D2)	局属单位外网连通率(E3)
		地市外网连通率(E4)

表中指标的计算关系为:

$$C1 = W_{D1}D1 + W_{D2}D2 \quad (1)$$

$$D1 = W_{E1}E1 + W_{E2}E2 \quad (2)$$

$$D2 = W_{E3}E3 + W_{E4}E4 \quad (3)$$

式中:W为权重,且各层权重代数和均为1。

下文中其它各评价指标的计算关系同上,不再赘述。

指标权重的合理选择关系到综合评价的正确性和科学性,各指标的权重先分别构造判断矩阵,计算出初始权重,然后经过专家咨询多次会商最终确定。其中,局属单位内外网连通率和地市内网连通率是根据已连通单位的数量和全部单位数量的比值确定。

2.2.2 信息感知度

水利业务涉及的管理对象分布在广阔的地理空间中,且种类较多,包括雨量、水位、流量、地下水埋深、水保、水质、墒情、蒸发等等。这些信息进行水利综合管理的基础,也是水利信息化的重中之重,因此,信息采集是否全面将直接关系到水利业务能否正常开展。考虑到防洪、水资源调度等活动对水利监测本身的实时性和准确性要求较高,而且水利信息自动化采集又是未来水利信息化发展的重要内容,因此,采用信息采集全面度和信息自动采集率来表征信息感知度。信息感知度指标内容见表3。

2.2.3 数据中心覆盖业务率

水利数据中心是水利信息化另一个重要基础设施,其对业务系统的支持是全面推进水利信息化建设的。为了

表 3 信息感知度指标内容

Table 3 Index contents of information perception

一级指标	二级指标	三级指标	
信息感知度 (C2)	信息采集全面度 (D3)	是否覆盖雨量信息 (E5)	
		是否覆盖水位信息 (E6)	
		是否覆盖流量信息 (E7)	
		是否覆盖地下水埋深信息 (E8)	
		是否覆盖水土保持信息 (E9)	
		是否覆盖水质信息 (E10)	
		是否覆盖墒情信息 (E11)	
		是否覆盖蒸发信息 (E12)	
		信息自动采集率 (D4)	雨量自动采集率 (E13)
			水位自动采集率 (E14)
			流量自动采集率 (E15)
			地下水埋深自动采集率 (E16)
			水土保持自动采集率 (E17)
			水质自动采集率 (E18)
			墒情自动采集率 (E19)
			蒸发自动采集率 (E20)

解决以往各自为政、分散开发带来的信息孤岛、数据烟囱、重复建设、资源浪费等现象,水利信息化应沿着信息集中存储、充分共享和综合服务的方向发展,因此,数据中心的建设将成为各水利部门信息化的核心内容。

目前,各省级部门重要的水利业务主要包括防汛抗旱指挥与管理、水资源监测与管理、水土保持监测与管理、农村水利综合管理、水利水电工程移民安置与管理、水利电子政务、水利工程建设与管理、水政监察管理、水文业务管理、水利应急管理,数据中心对这些业务的覆盖率能够较好地体现一个部门数据中心建设的水平和科学性。据此选择数据中心覆盖业务率关键指标,其内容见表 4。

表 4 数据中心覆盖业务率指标

Table 4 Index contents of business coverage rate of data center

一级指标	二级指标	三级指标
数据中心覆盖业务率 (C3)	业务覆盖率 (D5)	是否覆盖防汛抗旱指挥与管理 (E21)
		是否覆盖水资源监测与管理 (E22)
		是否覆盖水土保持监测与管理 (E23)
		是否覆盖农村水利综合管理 (E24)
		是否覆盖水利水电工程移民安置与管理 (E25)
		是否覆盖水利电子政务 (E26)
		是否覆盖水利工程建设与管理 (E27)
		是否覆盖水政监察管理 (E28)
		是否覆盖水文业务管理 (E29)
		是否覆盖水利应急管理 (E30)

2.2.4 数据中心信息服务度

数据中心除了承担维护和管理数据的任务,还负责接受用户数据请求并做出响应的工作,即信息服务。数据中心信息服务的方式和途径很多,包括业务系统联机访问、目录服务、非授权联机查询、非授权联机下载、授权联机查询、主题服务、数据挖掘和智能分析服务、离线服务等。根据以上内容对数据中心信息服务度进行评价具有一定的可信度和区分度,能够在一定程度上反映评价单

位水利信息化发展水平。据此选择数据中心信息服务度关键指标,内容见表 5。

表 5 数据中心信息服务度指标

Table 5 Index contents of information service rate of data center

一级指标	二级指标	三级指标
数据中心信息服务度 (C4)	信息服务度 (D6)	是否建立数据中心 (E31)
		是否支持业务系统联机访问 (E32)
		是否支持目录服务 (E33)
		是否支持非授权联机查询 (E34)
		是否支持非授权联机下载 (E35)
		是否支持授权联机查询 (E36)
		是否提供授权联机下载 (E37)
		是否支持主题服务 (E38)
		是否支持数据挖掘和智能分析服务 (E39)
		是否支持离线服务 (E40)

2.2.5 门户网站服务度

门户网站是水利部门对外发布信息和实现与社会公众交互的重要工具,其服务内容主要包括信息发布、行政许可审批、信息交流等。

信息公开是水利信息化发展的趋势,门户网站作为信息公开的重要途径,能够很好地实现水利机构介绍、水利政策法规、水利规划、水利统计信息等内容的公开,在不涉及及保密数据的前提下,信息公开程度应和水利信息化发展水平相一致,能够较好地反映水利信息化发展水平。另外,网上行政许可办理率也是门户网站服务度的重要指标,能够较好的说明水利部门的办公及业务自动化水平。据此选择门户网站服务度关键指标,内容见表 6。

表 6 门户网站服务度指标

Table 6 Index contents of service rate of web portal

一级指标	二级指标	三级指标
门户网站服务度 (C5)	信息公开度 (D7)	是否有信息公开目录 (E41)
		是否有机构介绍 (E42)
		是否有政策法规介绍 (E43)
		是否公开水利规划 (E44)
		是否有水利统计信息 (E45)
		是否有人事管理信息 (E46)
		是否有财政预算和决算信息 (E47)
		是否有行政事业性收费信息 (E48)
		是否具有依申请公开信息的功能 (E49)
	是否有地区和行业宣传信息 (E50)	
	网上行政许可办理率 (D8)	网上行政许可办理率 (E51)

2.2.6 业务系统覆盖率

是否建有完整的业务系统是部门信息化发展水平高低的重要体现。目前,业务系统包括防汛抗旱指挥与管理信息系统、水资源监测与管理信息系统、水土保持监测与管理信息系统、农村水利综合管理信息系统、水利水电工程移民安置与管理信息系统、水利电子政务系统、水利工程建设与管理信息系统、水政监察管理信息系统、水文业务系统管理、水利应急管理系统等。一个部门业务系统对上述系统的覆盖率能够较真实地反映其水利信

息化发展水平。据此选择业务系统覆盖率关键指标,内容见表7。

表7 业务系统覆盖率指标

Table 7 Index contents of coverage rate of business system

一级指标	二级指标	三级指标
业务系统覆盖率 (C6)	业务系统覆盖率 (D9)	是否建有防汛抗旱指挥与管理系统(E52)
		是否建有水资源监测与管理系统(E53)
		是否建有水土保持监测与管理系统(E54)
		是否建有农村水利综合管理系统(E55)
		是否建有水利水电工程移民安置与管理系统(E56)
		是否建有水利电子政务系统(E57)
		是否建有水利工程建设与管理系统(E58)
		是否建有水政监察管理系统(E59)
		是否建有水文业务系统管理(E60)
是否建有水利应急管理信息系统(E61)		

2.2.7 安全保障度

利用计算机网络技术与各重要业务系统相结合,可以实现无纸化办公,而且能提高水利部门工作效率,但同时,也暴露出了各种网络与信息安全问题,如恶意入侵、数据丢失等。水利对国民经济发展具有基础性支撑作用,其网络、应用、数据等的安全至关重要。

水利信息化中主要的安全保障措施或设备包括:防火墙、入侵检测、漏洞扫描、防病毒系统、安全管理平台、客户端监控、身份认证、本地数据备份、同城异地数据备份和远程异地容灾备份等。据此选择安全保障度关键指标,内容见表8。

表8 安全保障度指标

Table 8 Index contents of safety insurance degree

一级指标	二级指标	三级指标
安全保障度 (C7)	安全保障度 (D10)	是否有防火墙(E62)
		是否有入侵检测(E63)
		是否有漏洞扫描(E64)
		是否有防病毒系统(E65)
		是否有安全管理平台(E66)
		是否有客户端监控(E67)
		是否有CA身份认证(E68)
		是否有本地数据备份(E69)
		是否有同城异地数据备份(E70)
是否有远程异地容灾备份(E71)		

3 结论与展望

本文通过分析水利信息化发展机制,从水利信息化综合体系构成成分出发,确定了评价指标体系构建的范围和原则,并将评价指标从宏观上分为3大类7小类,同时对每一类评价指标的选取依据和内容做了详细解释。该指标体系涵盖了水利信息化建设总体架构的主要内容,且较易获取和计算,能够较好的描述和评价省级单位的水利信息化发展水平,对指引水利信息化发展具有一定的参考价值。

但是,由于水利信息化建设仍然处于发展阶段,受现行研究资料所限,指标的选取以及评价等级的划分可能还不够成熟,因此该指标体系会随本领域以及相关领域研究的深入

而得到逐步补充和完善。另外,在实际评价过程中,各地水利信息化发展需求存在较大差异,特别是对上层应用的需求差异更大,这将促使差异化评价成为未来的发展方向。

参考文献(References):

- [1] 蔡阳. 浅议信息化是水利现代化的基础[J]. 中国水利, 2001(4): 53-54. (CAI Yang. Analysis of Informatization is the Foundation of Water Resources Modernization [J]. China Water Resources, 2001, (4): 53-54. (in Chinese))
- [2] 常志华, 曾焱, 武芳. 水利信息化建设回顾与展望[J]. 水文, 2006, 26(3): 72-74. (CHANG Zhihua, ZENG Yan, WU Fang. Review and Prospects: Water Resources Informatization Construction [J]. Journal of China Hydrology, 2006, 26(3): 72-74. (in Chinese))
- [3] 顾浩, 矫勇. 中国水利现代化研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004. (GU Hao, JIAO Yong. Research on China's Water Resources Modernization [M]. Beijing: China Water Power Press, 2004. (in Chinese))
- [4] 傅春, 杨志峰. 水利现代化的内涵及评价指标体系的建立[J]. 水科学进展, 2002, 13(4): 502-506. (FU Chun, YANG Zhifeng. Connotation and Evaluation Index System for Water Conservancy Modernization [J]. Advances in Water Science, 2002, 13(4): 502-506. (in Chinese))
- [5] 李德仁, 龚健雅, 邵振峰. 从数字地球到智慧地球[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2010, 35(2): 127-132. (LI Deren, GONG Jianya, SHAO Zhenfen. From Digital Earth to Smart Earth [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2010, 35(2): 127-132. (in Chinese))
- [6] 李德仁, 邵振峰. 从数字城市到智慧城市的理论与实践[J]. 地理空间信息, 2011, 9(6): 1-5. (LI Deren, SHAO Zhenfen. Theory and Practice of Digital City to Smart City [J]. Geospatial Information, 2011, 9(6): 1-5. (in Chinese))
- [7] 杜方冬, 孙振球. 信息化水平评价研究进展[J]. 情报杂志, 2008(5): 146-150. (DU Fangdong, SUN Zhenqiu. Research Progress of Informatization Level Evaluation at Home and Abroad? [J]. Journal of information, 2008(5): 146-150. (in Chinese))
- [8] 葛朝华, 王茜. 山东省水利信息化建设中的因素思考[J]. 水利信息化, 2012(5): 58-61. (GE Chaohua, WANG Qian. Think about the Key Factors of Water Resources Informatization in Shandong Province [J]. Water Resources Informatization, 2012(5): 58-61. (in Chinese))
- [9] 费明明, 黄健. 中国城市化进程与智慧城市建设的探讨[J]. 资源与产业, 2013, 15(3): 100-104. (FEI Mingming, HUANG Jian. Smart Urban Construction and China's Urbanization Progress [J]. Resources and Industries, 2013, 15(3): 100-104. (in Chinese))
- [10] 水利部信息化工作领导小组办公室. 2011年度中国水利信息化发展报告[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012. (Informatization Leading Group Office of Ministry of Water Resources. China's Water Resources Informatization Development Report in 2011 [M]. Beijing: China Water Power Press, 2012. (in Chinese))