

关中地区近十年经济发展与用水效率分析

孟祥仪, 钱会, 孙占超

(长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710064)

摘要:近年来关中地区发展迅速,对水资源较为贫乏的关中地区带来了巨大的挑战,对关中地区的用水效率进行分析十分必要,本文选取了近10年(2004-2013年)的产值和用水量以脱钩分析的方法和万元产值用水量指标进行综合比较分析,发现关中地区经济增长迅速,用水效率在不断提高,总体上优于全国平均水平,但距离发达国家仍有差距,其中第一产业用水效率不断提高,且对整体影响巨大;第二产业进步显著,趋势有所减缓;第三产业是万元产值用水量最少的产业,但其指标呈回升趋势并出现了扩张性复钩的情况,需引起重视。建议采取有效措施合理产业布局,提高关中地区的用水效率。

关键词:用水量;用水效率;水资源;经济发展;关中地区

中图分类号:TU991.31

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2016)01-0152-06

Analysis of economic development and water use efficiency in Guanzhong region for recent ten years

MENG Xiangyi, QIAN Hui, SUN Zhanchao

(School of Environmental Science and Engineering, Changan University, Xi'an 710064, China)

Abstract: In recent years, the rapid development in Guanzhong region has brought enormous challenge to this region of poor water resources. Therefore, it is necessary to analyze the water efficiency of Guanzhong region. This article compared and analyzed the output value and water consumption index comprehensively for nearly a decade (2004-2013) by using disconnected analysis method and water consumption of output valued per 10 thousand yuan. The paper found that Guanzhong region's economic growth is rapid and water use efficiency has been consecutively improved, on the whole the economy of the region is better than that of the national average level, but there is still gaps compared with developed countries. The water efficiency in primary industry has been continuously improved, which has great influence on the whole; the secondary industry is improved significantly but the trend has become slow; the third industry is one with the least water consumption of output valued per 10 thousand yuan, but the index has showed a rising trend and appears the emergence of expanding multiple hook which should arouse vigilance. It is recommended to take effective measures to make reasonable industrial layout and to improve water use efficiency in Guanzhong region.

Key words: water consumption; water use efficiency; water resources; economic development; Guanzhong region

1 研究背景

水是生命之源,是人民生活、经济建设及社会发展等不可或缺的一种重要的战略资源,也是生态环境的重要控制要素,分析和研究经济发展与用水量之间的关系,对产业的合理布局,提高用水效率,协

调水资源利用与经济发展的关系有重要意义。

国内外一些学者用不同的方法讨论过对区域用水效率的评价。朱慧峰等^[1]用万元GDP用水量评价了上海市的用水效率;Ridoutt等^[2]采用水足迹理论对经济发展和水资源关系进行了分析;汪奎等^[3]使用相对“脱钩”“复钩”理论分析了我国用水量与

收稿日期:2015-08-20; 修回日期:2015-09-30

基金项目:水利部公益性行业科研专项经费项目(201301084)

作者简介:孟祥仪(1990-),男,山东泰安人,硕士研究生,主要从事水文学及水资源方面的研究。

通讯作者:钱会(1963-),男,陕西咸阳人,博士,教授,博士生导师,主要从事干旱、半干旱区水资源利用与保护方面的研究。

经济增长之间的相互关系;孟小宇^[4]用数理统计和灰色关联理论的方法,对各产业和用水量的关系进行了讨论;罗光明等^[5]依据协整理论分析了新疆水资源利用和经济增长之间的关系,除此之外,还有 VAR 模型^[6]、DEA 和 Malmquist 指数^[7]等方法。

由此可见,对于用水效率的研究方法众多,但“脱钩”“复钩”理论相对新颖应用较少,同时结果也比较准确可靠。GDP 是世界各国通用的经济发展指标,万元 GDP 用水量指标可以比较客观的反映水资源利用和经济发展之间的关系,也是世界上通用的、可比性较强的评价指标。基于此,本文综合使用“脱钩”“复钩”理论和万元 GDP 用水量指标对关中地区的用水效率进行评价分析。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

分析主要采用“脱钩”分析法结合万元 GDP 用水量指标进行分析。“脱钩”一词来自于物理学,它是指原有的二个或多个物理量之间的相互关系不再存在,将“脱钩”引申到表达用水量与经济增长之间的关系时,它指阻断用水量与经济增长之间的联系^[3]。即经济增长对水资源增长的依赖性。根据前人的研究成果,“脱钩”分析总体上分为两大类 6 种关系,一类是随着经济(GDP)增长,用水量(WC)不断增加的“复钩”关系;另一类是随着经济增长,用水量不断减少的“脱钩”关系。具体关系分类见表 1。结合关中地区的实际情况以及参考文献[3,8],本文定义脱钩指数 $r = T / [-G / (1 + G)]$,其中 G 和 T 分别为国内生产总值和万元 GDP 用水量的年变化率。当 $r \geq 1$ 时,处于强脱钩状态; $0 \leq r < 1$ 时,处于弱脱钩或衰退性脱钩状态;当 $r < 0$ 时,处于扩张性复钩或者强复钩状态,此时应当引起警惕。 r 越大,表示用水量与经济增长情况越理想。

表 1 脱钩关系及其判断标准

关系		判断标准		
强脱钩	$\Delta GDP > 0$	$\Delta WC < 0$	$\Delta (WC/GDP) > 0$	
衰退性脱钩	$\Delta GDP < 0$	$\Delta WC < 0$	$\Delta (WC/GDP) > 0$	
弱脱钩	$\Delta GDP > 0$	$\Delta WC > 0$	$\Delta (WC/GDP) > 0$	
弱复钩	$\Delta GDP < 0$	$\Delta WC < 0$	$\Delta (WC/GDP) < 0$	
扩张性复钩	$\Delta GDP > 0$	$\Delta WC > 0$	$\Delta (WC/GDP) < 0$	
强复钩	$\Delta GDP < 0$	$\Delta WC > 0$	$\Delta (WC/GDP) < 0$	

注:ΔGDP 为生产总值变化量,单位为元;ΔWC 为用水量变化量,m³;Δ(WC/GDP)为单位产值用水量变化量,m³/元。

万元 GDP 用水量是指每取得一万元(GDP)的水资源取用量。通常以年为时段,即某年某地区、行业、企业或单位的万元 GDP 用水量等于其年用水总量除以年 GDP 的数值^[3]。这个指标可以较好的表现相对于经济增长的用水效率情况。使用这两种方法进行分析比较,可以客观准确的分析和评价关中地区用水效率的情况。

2.2 数据来源及分析结果

本文根据以上方法,在借鉴前人研究成果^[4,9]的基础上选取了近十年(2004 - 2013 年)的产值和用水量进行比较分析,分析结果具有时效性和可靠性。综合分析了关中地区的总体以及各产业的用水效率情况,其中万元产值用水量变化趋势绘制成图(图 2 ~ 图 5),根据原始数据分别计算出总体及各产业的 GDP 变化率、用水量变化率;万元产值用水量变化率、万元产值用水量和脱钩指数 r,分别列入表 4 ~ 表 7 中,并依此进行分析。分析结果具有时效性和可靠性,这对推动合理产业布局,促进关中水资源利用效率的提升具有重要的指导意义。

3 研究地区及其经济发展概况

关中地区系地堑式构造平原。介于秦岭和渭北北山之间。西起宝鸡,东至潼关,海拔约 325 ~ 800 m,东西长约 300 km。面积约 3.4 万 km²。因地处函谷关与大散关之中,故称“关中”。早在春秋战国时期因其物产丰富,经济富庶,就获得了“天府之国”的美誉。近十年,在西部大开发的有利背景中,关中地区的经济水平一直在以较快的速度增长,各产业均有长足的发展,尤其是在“关中 - 天水经济区”建设的推动下,各产业都有了巨大的提升,表 2 很好的反映了这一情况:

表 2 关中地区各产业及总产值 亿元

年份	国民生产总值	第一产业产值	第二产业产值	第三产业产值
2013	10046.13	921.67	5216.78	3907.67
2012	8960.49	833.61	4641.14	3485.74
2011	7722.10	737.35	3888.10	3096.65
2010	6352.90	594.42	3128.96	2629.52
2009	5249.88	467.61	2518.13	2264.14
2008	4875.82	446.37	2292.79	2136.66
2007	3460.94	351.79	1639.74	1469.41
2006	2844.62	288.72	1320.37	1235.53
2005	2500.39	256.67	1152.98	1090.74
2004	2061.33	232.61	948.10	880.12

在关中地区经济迅速发展的情况下,近十年关中地区产业结构调整收到了较好效果。如图 1 所示,第二产业的比重在逐年增加,第一产业的比重有明显的下降,而第三产业经历了一个先升后降的过程。这是由于工业为关中地区的主导型产业^[10],有着良好的产业体系和基础,进步显著。第三产业由 2004 年的 880.12 亿元增长到 2013 年的 3907.67 亿元,但起步较晚,不及工业发展迅速。总体上,二、三产业的比重不断提高,产业结构布局日趋合理。

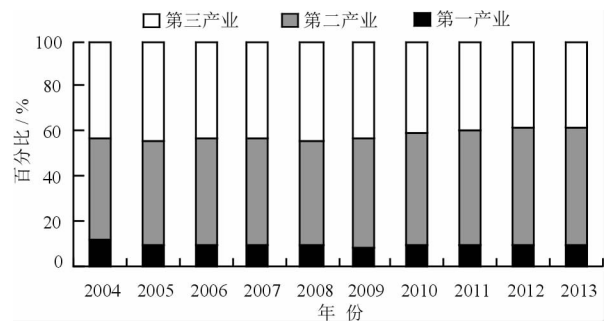


图 1 三大产业比重图

4 研究地区用水量及用水效率评价

4.1 关中地区用水总量及用水效率

关中地区各产业用水量见下表 3。

表 3 关中地区各产业及总用水量				亿 m ³
年份	第一产业	第二产业	第三产业	总用水量
2013	31.16	8.71	3.90	52.17
2012	31.64	8.43	3.35	51.71
2011	31.18	8.30	3.29	50.67
2010	31.11	8.29	2.54	49.08
2009	32.25	7.64	1.83	49.66
2008	32.28	9.38	2.44	50.59
2007	29.83	8.31	2.35	47.44
2006	25.40	9.06	2.27	43.48
2005	28.08	9.75	2.26	46.88
2004	26.24	9.79	2.23	44.94

从 2004 - 2013 年关中地区的总用水量经历了起伏上升到逐渐稳定,然后又略有上升的过程,用水总量从 2004 年的 44.94 亿 m³ 增长到了 2013 年的 52.17 亿 m³,经济快速发展的情况下,对水资源的需求量也在逐步增加,具体数据见图 2、表 3。

表 4 反映了关中地区总产值与用水量脱钩关系。根据表 4 可知,从 2004 - 2013 关中地区的万元产值用水量在逐年下降,从 2004 年的 218.15 m³ 下降到 2013 年的 51.93 m³,已经领先于 121 m³ 的全国平均水平。由此可见,关中地区的用水效率提高非常显著。

表 4 关中地区总产值与用水量脱钩关系

年份	$V_{\Delta GDP}$	$V_{\Delta WC}$	$V_{(\Delta WC/GDP)}$	W_{GDP}	r
2013	0.121159	0.008895	-0.100131	51.930445	0.926577
2012	0.160370	0.020524	-0.120517	57.708898	0.872015
2011	0.215524	0.032396	-0.150657	65.616866	0.849687
2010	0.210104	-0.011680	-0.183276	77.256056	1.055589
2009	0.076717	-0.018383	-0.088324	94.592638	1.239621
2008	0.408814	0.066400	-0.243051	103.756907	0.837580
2007	0.216662	0.091076	-0.103221	137.072587	0.579638
2006	0.137671	-0.072526	-0.184760	152.849941	1.526806
2005	0.212998	0.043169	-0.140008	187.490751	0.797329
2004	0.189437	0.040278	-0.125403	218.014583	0.787382

注: $V_{\Delta GDP}$ 为 GDP 变化率; $V_{\Delta WC}$ 为用水量变化率; $V_{\Delta(WC/GDP)}$ 为万元产值用水量变化率; W_{GDP} 为万元产值用水量, m³; r 为脱钩指数;下同。

虽然由于资源限制,工程难度,技术瓶颈等问题,近年来的减少速度在逐渐放缓,但依然呈一个良好的下降趋势。

从脱钩指数来看,关中地区的用水情况与经济增长一直处于相对稳定的弱脱钩状态,其中 2006、2009 和 2010 年出现了强脱钩状态是由于该年内陕

西省出现了旱情,其中 2009 年冬春更是遭遇了三十年不遇的旱灾,以致用水量锐减,且在这样的情况下,通过政府的宏观调控和广大人民的共同努力保证了经济的增长。总体来看,关中地区近十年用水效率相对良好,但距离理想的强脱钩关系还有些距离。

4.2 第一产业用水量及用水效率

第一产业的发展对水资源依赖度很高,也是关中地区的最大用水产业,2013 年其总用水量占总用水量的 59.7%,其用水量直接左右着关中地区的用水效率。近十年,农业用水总量从 2004 年的 26.24 亿 m³ 增加到 2013 年的 31.16 m³,经历了由 2004 – 2008 年的起伏增长阶段和 2008 – 2013 年的基本稳定阶段。2008 年以后在第一产业产值迅速增长的情况下用水量基本稳定并略有下降,表 5 反映了关中地区第一产业产值与用水量的脱钩关系。

根据表 5,关中地区第一产业万元产值用水量近十年有显著的降低,从 2004 年的 1128.07 m³ 减少到 2013 年的 338.08 m³。可见第一产业万元产值用水量下降幅度非常巨大,节水成效非常明显,由图 3 可知,数据依然呈一个快速的下降趋势。这是近年来关中地区推广节水灌溉技术,调整农业结构,提

高农业产值的结果^[11]。但与世界先进水平相比关中地区的第一产业节水依然有很大的潜力可挖,338.08 m³ 的数据依然有很大的下降空间。从脱钩指数看,考虑到 2006 年由于旱情用水量被迫减少等客观因素,2008 年以前关中地区农业用水量与 GDP 基本保持着弱脱钩关系,近五年,随着关中水利设施的修建与完善以及节水灌溉试点的推广,用水量与 GDP 一直保持着强脱钩或者接近强脱钩的理想状态,这对于长期缺水的关中地区是一个有利的现象。

4.3 第二产业用水量及用水效率

第二产业的用水量从 2004 – 2009 年经历了一个下降阶段,在这个阶段工业节水技术的改进以及工业结构的转变,低耗水高新技术企业的增加使得工业用水量得到了很好的控制。2009 – 2013 年由于工业经济增长迅速且企业数量不断增加,用水量又呈增长态势见表 6。

表 5 关中地区第一产业产值与用水量脱钩关系

年份	$V_{\Delta GDP}$	$V_{\Delta WC}$	$V_{\Delta(WC/GDP)}$	W_{GDP}	r
2013	0.105637	-0.015171	-0.100131	338.081960	1.143611
2012	0.130549	0.014753	-0.120517	379.553988	0.886992
2011	0.240453	0.002250	-0.150657	422.865668	0.990642
2010	0.271188	-0.035349	-0.183276	523.367316	1.130348
2009	0.047584	-0.000929	-0.088324	689.677295	1.019531
2008	0.268854	0.082132	-0.243051	723.166880	0.694510
2007	0.218447	0.174409	-0.103221	847.949061	0.201594
2006	0.124869	-0.095442	-0.184760	879.745082	1.764337
2005	0.103435	0.070122	-0.140008	1094.011766	0.322067
2004	0.232697	0.038385	-0.125403	1128.068441	0.835041

表 6 关中地区第二产业产值与用水量脱钩关系

年份	$V_{\Delta GDP}$	$V_{\Delta WC}$	$V_{\Delta(WC/GDP)}$	W_{GDP}	r
2013	0.124030	-0.015171	-0.080794	16.696123	0.732204
2012	0.193678	0.014753	-0.149132	18.163641	0.919131
2011	0.242617	0.002250	-0.194276	21.347188	0.995028
2010	0.242573	-0.035349	-0.126749	26.494426	0.649266
2009	0.098282	-0.000929	-0.258388	30.339975	2.887437
2008	0.398264	0.082132	-0.192742	40.910855	0.676696
2007	0.241879	0.174409	-0.261427	50.678766	1.342243
2006	0.145180	-0.095442	-0.188573	68.617130	1.487457
2005	0.216095	0.070122	-0.181056	84.563479	1.018907
2004	0.242188	0.038385	-0.262745	103.259150	1.347626

由表 6 可知,第二产业的用水效率近十年进步明显,从 2004 年的 103.26 m^3 下降到 2013 年的 16.70 m^3 ,下降幅度达到 83.8%,2009 年后,下降趋势逐渐放缓(下降趋势见图 4)。从脱钩指数也可以观察到这一情况,2008 年以前第二产业的用水量与经济保持着良好的强脱钩关系,2008 年之后开始转变为弱脱钩,排除 2009 年大旱情况,近三年脱钩指数仍然呈一个下降趋势,这是由于近年经济发展迅

速,对水资源的保护相对忽视,同时节水技术遇到瓶颈,跟不上工业发展的要求所造成的。关中地区应更多追求绿色 GDP 发展,关注水资源的使用情况,继续推进产业结构调整和技术改造以持续提高用水效率。我国 2013 年的工业万元产值用水量为 53 m^3 (根据中国统计年鉴),关中地区 16.70 m^3 的用水量在我国已经大幅领先,但距离美国、日本等不足 10 m^3 的发达国家依然有不小差距。

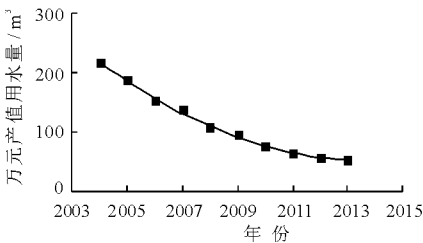


图2 总万元产值用水量变化图

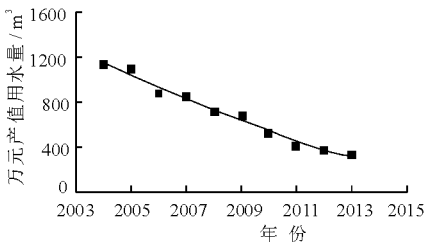


图3 第一产业万元产值用水量变化图

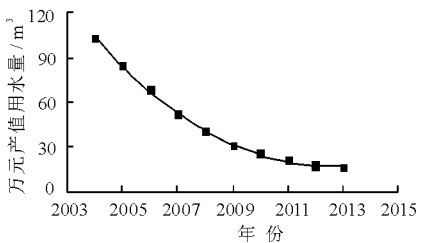


图4 第二产业万元产值用水量变化图

4.4 第三产业用水量及用水效率

第三产业用水量随着人口的增长和人民生活水平的提高,在逐渐增大。但在第三产业产值增长近 5 倍的情况下,相较于其他两个产业在用水依然是最具“性价比”的。由表 7 可知,从 2003 – 2009 年万元产值用水量在不断下降,同时也保持了良好的弱

脱钩状态,第三产业用水效率在逐步提高。但由图 5 可见,2009 年以后随着第三产业的快速发展,万元产值用水量呈回升态势,从脱钩指数来看,在 2005 年至 2009 年保持了相对良好的弱脱钩关系后,近 4 年有 3 年呈扩张性复钩,这种情况应引起重视。

表 7 关中地区第三产业产值与用水量脱钩关系

年份	$V_{\Delta\text{GDP}}$	$V_{\Delta\text{WC}}$	$V_{\Delta(\text{WC}/\text{GDP})}$	W_{GDP}	r
2013	0.121045	0.164179	0.038477	9.980372	-0.356350
2012	0.125649	0.018237	-0.095422	9.610585	0.854857
2011	0.177648	0.295276	0.099883	10.624384	-0.662130
2010	0.161377	0.387978	0.195114	9.659558	-1.404170
2009	0.059663	-0.250000	-0.292228	8.082539	5.190187
2008	0.454094	0.038298	-0.285949	11.419692	0.915661
2007	0.189295	0.035242	-0.129533	15.992813	0.813824
2006	0.132745	0.004425	-0.113282	18.372682	0.966667
2005	0.239308	0.013453	-0.182243	20.719878	0.943784
2004	0.126799	0.267045	0.124465	25.337454	-1.106060

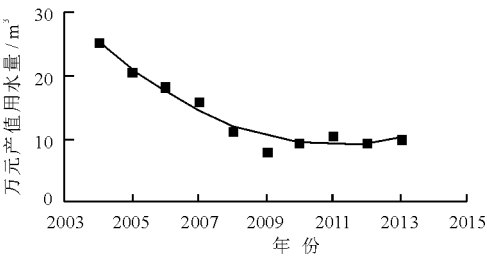


图5 第三产业万元产值用水量变化趋势图

5 结论与建议

- (1)2004 – 2013 年关中地区经济增长迅速,其中工业发展尤为迅猛,与此同时,产业结构的调整也日趋合理和完善。
- (2)从 2004 – 2013 年关中地区的总用水量经历了起伏上升到逐渐稳定,然后又略有上升的过程。用水总量从 2004 年的 44.94 亿 m^3 增长到了 2013

年的 52.17 亿 m^3 ,但万元产值的用水量在逐年下降并保持下降趋势,说明近年来关中地区用水效率在不断提高。

(3)关中地区总体用水效率要优于全国平均水平,但与世界水平还有着明显的差距,其中农业虽然近年来一直保持着良好的“脱钩”关系,其万元产值用水量达到了 338.08 m^3 ,对整体用水效率有着巨大的影响,应继续大力推广节水灌溉技术,调整农业产业结构,加大种植经济作物,提高农业用水效率。

(4)一、二产业用水效率近年来都有持续的提升,其中第二产业近 3 年脱钩指数有所下降,而第三产业的万元产值用水量呈回升趋势并出现了扩张性复钩的情况,需引起警惕。应继续发挥价格杠杆作用,推进节水设施的应用,采取多种措施推动水资源的更合理利用,第三产业是万元产值用水量最少的产业,建议大力发展第三产业,推动第三产业的进步,以期带动整体用水效率的提升。

参考文献:

- [1] 朱慧峰,秦复兴,吴耀民,等.上海市万元 GDP 用水量指标体系的建立[J].中国给水排水,2003,19(7):36-37.
- [2] Ridoutt B G, Eady S J, Sellaheva J, et al. Water footprint-

ing at the product brand level: case study and future challenges [J]. Journal of cleaner production, 2009,17(13): 1228 - 1235.

- [3] 汪奎,邵东国,顾文权,等.中国用水量与经济增长的脱钩分析[J].灌溉排水学报,2011,30(3):34-38.
- [4] 孟小宇.渭河关中地区用水结构优化研究[D].西安:西安理工大学,2010.
- [5] 罗光明,侍克斌,张宏俊.新疆水资源利用和经济增长之间的关系[J].干旱区地理,2009,34(4):566-570.
- [6] 邓朝晖,刘洋,薛惠峰.基于 VAR 模型的水资源利用与经济增长动态关系研究[J].中国人口·资源与环境,2012,22(6):128-135.
- [7] 廖虎昌,董毅鸣.基于 DEA 和 Malmquist 指数的西部 12 省水资源利用效率研究[J].资源科学,2011,33(2):273-279.
- [8] 钟太洋,黄贤金,王柏源.经济增长与建设用地扩张的脱钩分析[J].自然资源学报,2010,25(1):18-31.
- [9] 尹艳,邹君.湖南经济发展与水资源利用关系研究[J].衡阳师范学院学报,2014,35(3):155-161.
- [10] 李林娟,姚小翠.关中地区主导产业选择研究[J].大众商务(下半月),2010(9):39+44.
- [11] 尹剑,王会肖,王艳阳,等.关中地区农业节水分区研究[J].中国生态农业学报,2012,20(9):1173-1179.

(上接第 151 页)

参考文献:

- [1] Ead S A, Rajaratnam N, Asce F. Plane turbulent wall jets in shallow tailwater[J]. Journal of Engineering Mechanics, 2002,128(2):143-155.
- [2] Ead S A, Rajaratnam N, Asce F. Plane turbulent wall jets on rough boundaries with limited tailwater[J]. Journal of Engineering Mechanics, 2004,130(10):1245-1250.
- [3] Ead S A, Rajaratnam N. Plane turbulent surface jets in shallow tailwater[J]. Journal of Fluids Engineering, 2001, 123(1):121-127.
- [4] Cavar D, Meyer K E. LES of turbulent jet in cross flow, Part 2: POD analysis and identification of coherent structures [J]. International Journal of Heat and Fluid Flow, 2012, 36(2):35-46.
- [5] Shabayek S A. Plane turbulent wall jets in limited tailwater depth[J]. International Journal of Engineering & Technology, 2011,11(6):192-197.
- [6] Ryu Y, Chang K, Mori N, et al. Dispersion of neutrally buoyant horizontal round jet in wave environment[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 131(12):1088-1097.

- [7] 张明亮,陈刚,许联锋,等. PIV 技术在水垫塘实验模型淹没射流中的应用[J].实验流体力学,2005,19(3):79-84.
- [8] 姜国强,李炜.横流中有限宽窄缝射流的旋涡结构[J].水利学报,2004,35(5):52-57.
- [9] 姜国强,李炜,陶建华.动水环境中有限宽窄缝湍射流的水力特性研究[J].水利学报,2004,35(12):51-55+61.
- [10] 张燕,樊靖郁,王道增.横流冲击射流尾迹涡结构的实验研究[J].力学,2005,26(4):539-543.
- [11] 周丰,孙昭晨,梁书秀.波浪环境中圆形垂向射流的试验研究[J].水利学报,2007,38(8):981-985+990.
- [12] 卢艳娜,李龙国,李乃稳,等.射流形状对水垫塘底板冲击动压特性的影响[J].南水北调与水利科技,2014,12(6):89-92.
- [13] 王月,李龙国,李乃稳,等.多股窄长射流入下游水垫塘的水力特性试验[J].人民黄河,2015,37(2):111-115.
- [14] 魏文礼,戴会超.紊流模型理论及工程应用[M].西安:陕西科学技术出版社,2006.
- [15] 张健,方杰,范波芹. VOF 方法理论与应用综述[J].水利水电科技进展,2005,25(2):67-70.