

水能资源开发利用程度国际比较

徐志^{1,2}, 马静¹, 贾金生^{1,3}, 张莹¹, 王菲⁴

(1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038; 2. 清华大学水利水电工程系, 北京 100084;
3. 中国大坝工程学会, 北京 100038; 4. 亚洲清洁能源投资集团有限公司, 北京 100036)

摘要:通过对国内外水能资源数据和研究成果的持续追踪,对主要国家尤其是发达国家水能资源开发、储水设施建设的分析比较,从国际角度定位我国水电开发利用程度。研究表明:我国水能资源丰富,居世界第一,水电年发电量也位居世界前列,2013 年我国水电经济开发度为 52%,低于主要发达国家水电经济开发度(70%以上);我国水能资源开发利用程度低于人类发展指数介于 0.7~0.8 的中等人类发展水平国家的水能资源开发程度。我国水能资源方面的多项总量指标位居世界前列,但在开发利用程度、与社会经济发展匹配程度方面与发达国家相比,差距依然存在。

关键词:水能资源;水电开发;国际比较;人类发展指数

中图分类号:TV213 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2018)01-0063-05

International comparison of hydropower resources development//XU Zhi^{1,2}, MA Jing¹, JIA Jinsheng^{1,3}, ZHANG Ying¹, WANG Fei⁴(1. *China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China*; 2. *Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China*; 3. *Chinese National Committee on Large Dams, Beijing 100038, China*; 4. *Asia Clean Energy Investment Group Co., Ltd., Beijing 100036, China*)

Abstract: The development of hydropower resources and the construction of water storage facilities in major countries was analyzed, especially for developed countries. Based on the persisting track of the achievements and data for hydropower resources at home and abroad, the hydropower development level in China was assessed from an international perspective. The present study shows that China has the largest hydropower resources reserves in the world and the annual energy production is also in the top of the world. The economic development degree of hydropower in 2013 is 52%, which is lower than that in main developed countries (higher than 70%). The hydropower development degree in China is slightly lower than that in countries with moderate human development index of 0.7~0.8. Some total quantity indicators in the development and utilization of water resources in China lead the world, but the degree of development and utilization and the degree of socio-economic matching is still lower compared with developed countries.

Key words: hydropower resources; hydropower development; international comparison; HDI

随着人口增多与经济社会不断发展,能源与环境压力加大,水能资源作为一种清洁可再生能源,其开发利用受到广泛的关注,同时也存在诸多质疑,比如对生态环境的影响等问题,在目前的工程背景下探讨水能资源开发是很有必要的。

水能是我国规模最大的可再生能源,2014 年我国常规水电装机已达 2.8 亿 kW,发电量约 1 万亿 kW·h,在非化石能源消费中占比 76%^[1],对实现国家节能减排战略和保障国家能源安全起着巨大作用。目前,中国大坝数量和水电装机容量均位居世界第一,正在建设和将要建设一大批规模宏大的世

界级大坝水库^[2]。

关于水能资源开发利用,国内外做了很多研究。Zhao 等^[3]介绍了中国水电开发情况,指出中国现阶段经济、环境、社会存在的问题,并论证中国加快水电发展的必要性,以实现可持续发展;Yoshizu^[4]指出日本水电潜力来源于高山及高强度的降雨,日本下一阶段的水电发展重点在于建立可持续发展的可调速抽水蓄能发电系统,同时提供辅助性的风力和太阳能等清洁能源发电;Zimny 等^[5]基于现有数据和研究,通过图表描述了 1995—2011 年各个国家水力发电的发展情况,对各国水资源利用情况进行分

基金项目:国家重点基础研究发展计划(2016YFC0503502)

作者简介:徐志(1990—),男,博士研究生,主要从事水文水资源研究。E-mail:xuzhitc159@163.com

通信作者:马静(1973—),女,教授,主要从事水文水资源研究。E-mail:jingma@iwhr.com

析,并介绍了波兰的水电经验和计划;Daly 等^[6]对拉普拉塔河流域水电开发潜力进行了探讨,评估了该地区水电发展的脆弱性和不足;贾金生等^[7]认为应对全球变化,应该大力发展水电和储水设施建设,提出了实现以保护环境、坚持经济可持续发展等方式对水能资源进一步开发的建议;徐长义^[8]分析了我国水电开发现状及能源结构,认为大力开发利用水能资源是我国能源战略和持续发展的必然选择,并对今后水电如何发展提出了建议;李海英等^[9]从全球气候变化背景出发,对比不同国家水电开发程度,提出了我国应当优先发展水电,促进水电可持续发展;钱玉杰^[10]对我国水能资源量、空间分布、水电发展以及能源安全进行了详细阐述,提出要认清水能资源开发存在的问题,制定相应水电开放政策。因此,在目前的背景下讨论关于对水电开发的质疑、大坝建设对生态环境的影响等问题,是很有意义的。

长期以来,对国际水电开发数据缺少全方位持续比较和分析,各个国家水能资源及其开发利用数据存在来源不清、更新不及时、结果一致性差等问题,难以满足从国际视角明确我国水电发展水平、为我国水电开发提供准确现状定位的实践需求。本文旨在通过对全球各大洲、各国水能资源、水电开发利用等信息的追踪,提供来源可靠、统一、权威的水电开发数据;通过对主要国家尤其是发达国家的水库建设和水电开发等分析比较,从国际视角评估我国水能资源开发利用水平,为我国水库大坝建设、水电开发提供准确的现状定位。

1 资料来源与评价指标

1.1 数据来源

目前可以获取的分国别水能资源信息,依据数据的来源可以分为政府间的国际组织数据库和非政府的民间国际性学术组织或者研究机构数据库以及由各国政府相关主管部门运行维护的数据库。对目前可获得的主要数据来源进行对比分析显示,International Journal of Hydropower and Dams 编辑出版的《World Atlas & Industry Guide》提供了最完整的水能资源开发、大坝建设等信息,联合国粮农组织(FAO)AQUASTAT 数据库中关于各国水资源量等数据是各国进行相关研究最重要的信息,世界银行(World Bank)WDI 数据库中关于经济核算等数据具有最高的被引用频次,联合国 UNdata 数据库中有关社会发展的数据最具可信度。鉴于此,本文水能、库容等数据来自于 World Atlas & Industry Guide 数据库,水量等数据来自于 AQUASTAT 数据库;经济核算等数据等来自 WDI 数据库,人口、城市化水平、

人类发展指数(human development index, HDI)等社会发展数据来自 UNdata 数据库。若一些主要国家的数据缺失,则通过对该国官方数据库或有关出版物的追踪来补齐。

1.2 评价指标

以水能资源开发利用为主线选取指标。按照评价内容,指标可以分为三大类,即资源量指标、开发利用指标、社会经济指标。按照获取方式,可以分为直接指标和间接指标。直接指标是指通过监测、调查而不需要加工处理即可直接获取的指标,如水能蕴藏量、水电装机、发电量、库容、人口、GDP 等,这类指标也叫一次指标。间接指标是指根据不同目的由直接指标经过计算获得的指标,如水电开发度、人均发电量、人均库容等,这类指标也称为二次指标。原则上指标选取要符合国际惯例,被国际社会广泛使用,具有国际认同度。具体指标如表 1 所示。

表 1 评价指标

大类	小类	具体指标	指标说明
资源量	水能资源	水能理论蕴藏量	反映一个国家最大水能资源
		技术可开发量	当前技术水平条件下,可开发利用的水能资源量
		经济可开发量	在当前技术、经济条件下,具有经济开发价值的水能资源量
	发电量	发电量 人均水电发电量	水电发电量 水电发电量/人口
开发利用状态	开发利用程度	水电装机	表示水电站建设规模和电力生产能力的主要指标
		技术开发度	发电量/技术可开发量
		经济开发度	发电量/经济可开发量
	基础设施	总库容 人均库容	总库容/人口
社会经济	社会经济	人口 GDP	

1.3 现状年

有水能信息记录的国家 and 地区为 183 个,《World Atlas & Industrial Guide》收集的资料更新至 2013 年;人口数据、人类发展指数、经济指标是逐年统计,约有 200 个国家和地区信息。为统一起见,以 2013 年作为评价的现状年,国家以《World Atlas & Industrial Guide》列出的名录为准。

2 国际水电开发现状

2.1 概述

世界水能资源理论蕴藏总量为 43.6 万亿 kW·h/a,技术可开发量为 15.8 万亿 kW·h/a,经济可开发量约为 9.5 万亿 kW·h/a。2013 年世界水电装机总量为 10.6 亿 kW,水电年发电量为 3.8 万亿 kW·h,占世界水电技术可开发量的 24.1%、经济可开发量的 40.3%^[10-11]。世界水电开发状况见表 2 和图 1。

表 2 世界水电开发状况

区域	水能理论蕴藏量/ (亿 kW · h · a ⁻¹)	技术可开发量/ (亿 kW · h · a ⁻¹)	经济可开发量/ (亿 kW · h · a ⁻¹)	水电装机/ 万 kW	发电量/ (亿 kW · h · a ⁻¹)	技术开发度/%	经济开发度/%
非 洲	44 315	15 847	9 963	2 794	1 225	7. 7	12. 3
亚 洲	199 099	80 423	48 187	50 965	16 941	21. 1	35. 2
大洋洲	6 580	1 850	887	1 338	374	20. 2	42. 1
欧 洲	31 291	12 027	8 453	18 698	5 768	48. 0	68. 2
北美洲	76 001	19 852	10 512	17 340	7 082	35. 7	67. 4
南美洲	78 884	28 034	16 768	14 785	6 758	24. 1	40. 3
世 界	436 170	158 030	94 770	105 920	38 149	24. 1	40. 3
中 国	60 830	25 000	17 530	28 000	9 116	36. 5	52. 0

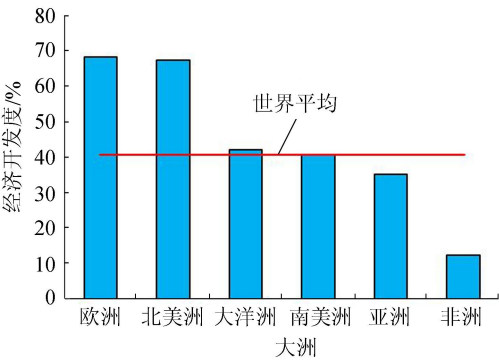


图 1 世界各大洲水电经济开发度

世界水能资源分布及开发情况有较大差异。亚洲水能资源最为丰富,约占全球水能资源理论蕴藏量的40%,其已开发的水能资源约占技术可开发量的21.1%和经济可开发量的35.2%。欧洲、北美洲水能资源开发利用程度较高,经济开发度超过68%,而非洲水能资源技术开发度仅为7.7%、经济开发度仅为12.3%。与2007年相比,全球水电经济开发度提高了5个百分点,增长来自亚洲、非洲,但全球水电开发的总体格局没有改变。

2.2 主要指标分析

主要对与水电开发密切相关的水能理论蕴藏量、水电装机、发电量、总库容4个指标进行分析,列出排名前10位的国家各个指标数据如表3所示。

a. 水能理论蕴藏量。在有统计信息的183个国家和地区中,中国是世界水能理论蕴藏量最高的

国家,其水能理论蕴藏量为6.08万亿kW·h/a,巴西水能理论蕴藏量排第二位,水能理论蕴藏量为3.02万亿kW·h/a。水能理论蕴藏量位居前10位的国家分别为中国、巴西、俄罗斯、印度、印度尼西亚、秘鲁、刚果民主共和国、哥伦比亚、加拿大、厄瓜多尔。这10个国家的水能理论蕴藏总量为23.02万亿kW·h/a,占世界水能理论蕴藏量的52.8%。

b. 水电装机。2013年全世界水电装机排名前10位的国家分别为中国、巴西、美国、加拿大、俄罗斯、印度、波兰、日本、法国、土耳其。中国水电装机为2.8亿kW,位居世界第一。巴西水电装机为0.87亿kW,排在第二。排名前10的国家水电装机总量为7.19亿kW,占世界水电装机的67.9%。

c. 发电量。2013年中国水电发电量为9116亿kW·h,位居世界第一,是世界第二位的巴西(3910亿kW·h)的2.3倍,排名前10位的国家分别为中国、巴西、加拿大、美国、俄罗斯、印度、波兰、日本、土耳其、委内瑞拉,排名前10的国家水电发电总量为2.7万亿kW·h,占世界水电发电总量的69.9%。

d. 总库容。2013年全世界总库容为7.2万亿m³,美国总库容为14598亿m³,位居世界第一,中国总库容9323亿m³,排在第二位。总库容位居世界前10位的国家还有巴西、俄罗斯、加拿大、印度、赞比亚、津巴布韦、委内瑞拉、埃及,这10个国家的总库容为5.5万亿m³,占世界总库容的77.4%。

表 3 指标位列前 10 的国家情况

国 家	水能理论蕴藏量/ (亿 kW · h · a ⁻¹)	国 家	水电装机/ 万 kW	国 家	发电量/ (亿 kW · h · a ⁻¹)	国 家	总库容/ 亿 m ³
中 国	60 830	中 国	28 000	中 国	9 116	美 国	14 598
巴 西	30 204	巴 西	8 700	巴 西	3 910	中 国	9 323
俄罗斯	29 000	美 国	7 950	加拿大	3 880	巴 西	8 000
印 度	26 378	加拿大	7 610	美 国	2 691	俄罗斯	8 000
印度尼西亚	21 470	俄罗斯	4 665	俄罗斯	1 819	加拿大	6 386
秘 鲁	20 600	印 度	4 300	印 度	1 362	印 度	2 130
刚果民主共和国	13 970	波 兰	3 090	波 兰	1 290	赞比亚	1 900
哥伦比亚	10 000	日 本	2 799	日 本	954	津巴布韦	1 897
加拿大	9 768	法 国	2 550	土 其 其	838	委 内 瑞 拉	1 638
厄瓜多尔	7 974	土 其 其	2 280	委 内 瑞 拉	817	埃 及	1 620
世 界	436 170	世 界	105 920	世 界	38 154	世 界	71 698

3 水电开发的国际比较

3.1 主要国家水电开发情况

为明确目标,寻找差距,需选择代表性的国家进行比较。代表性国家选取综合考虑以下因素:①选取的国家在国际社会中具有重要作用;②与我国的自然条件、水能资源条件等具有可比性;③兼顾发展水平及地域分布。本文选取不同大洲、不同发展阶段的 20 个国家,分析水电开发现状,这 20 个国家国土面积占世界的 55.56%,人口占世界的 61.83%,GDP 占世界的 71.94%,水能理论蕴藏量占世界的 51.1%,水电年发电量占世界的 73%,具有很强的代表性。这 20 个主要国家主要水电开发指标和其他信息见表 4。

3.2 水电开发与社会经济发展水平

a. 人类发展指数。人类发展指数 HDI 是由联合国开发计划署(UNDP)在《1990 年人文发展报告》中提出的,用以衡量联合国各成员国经济社会发展水平的综合指标,人类发展指数包括“出生时预期寿命”“平均受教育年限”“预期受教育年限”及“人均国民收入”4 个成分指标^[15-16]。HDI 避免了把人均 GDP 作为衡量人类发展单一指标的缺点,其数值区间为[0,1],数值越趋向于 1,说明人类社会发展水平就越高。

以 2013 年联合国发布的 HDI 为例,HDI 大于 0.9 的国家多为发达国家,如挪威(0.944)澳大利亚(0.933)、瑞士(0.917)、美国(0.914)、德国(0.911);HDI 介于 0.8~0.9 的国家多为较发达国

家,如奥地利(0.881)、西班牙(0.869)、阿根廷(0.808);HDI 值在 0.5~0.8 的国家,大多是处在拉丁美洲、亚洲、非洲的发展中国家,例如巴西(0.744)、中国(0.719)、牙买加(0.715);HDI 小于 0.5 的国家多为亚洲、非洲的欠发达国家,如苏丹(0.473)、科特迪瓦(0.452)、刚果民主共和国(0.338)等。

b. 社会经济发展水平与水能资源开发利用。研究 HDI 与储水设施建设、人均发电量之间的关系,能够很直观地根据不同发展阶段国家水电开发的不同对我国水电开发利用水平进行评价、定位。

2013 年,HDI>0.9 的国家人均库容拥有量为 3 399 m³、人均发电量为 1 330 kW·h;HDI 在(0.8,0.9]的国家,人均库容拥有量 2 958 m³、人均发电量 1 307 kW·h;HDI 在(0.7,0.8]的国家,人均库容拥有量 1 090 m³、人均发电量 771 kW·h;HDI 在(0.6,0.7]的国家,人均库容拥有量 552 m³、人均发电量 294 kW·h;HDI 在(0.5,0.6]的国家,人均库容拥有量仅 301 m³、人均发电量仅 119 kW·h。

依照这个观点,分析各个国家 2013 年的人类发展指数与水库大坝、水电发展之间的相关性。结果表明,相对于发达国家储水设施建设和水电发展的高水平,发展中国家仍需继续大力开发利用水能资源。但是以色列 HDI 为 0.89,人均库容仅为 25 m³、人均水电发电量不足 10 kW·h;赞比亚 HDI 为 0.6,人均库容为 13 069 m³、水电发电量 134 kW·h,经济发展水平和水能资源开发利用程度不相匹配。不过总体来看,水能资源开发利用水平、储水设施建设程

表 4 主要国家水电开发状况

国 家	国土面积/ 万 km ²	人口/ 万人	GDP/ 亿美元	水能理论蕴藏量/ (亿 kW·h·a ⁻¹)	水电装机/ 万 kW	发电量/ (亿 kW·h·a ⁻¹)	总库容/ 亿 m ³	人均发电量/ (kW·h·a ⁻¹)	人均库容/ m ³	经济 开发度/%
澳大利亚	768	2 313	15 604	2 650	770	133	948	575	4 098	44.3
巴 西	846	20 036	22 457	30 204	8 700	3 910	8 000	1 952	3 993	51.2
加拿大	909	3 516	18 268	9 768	7 610	3 880	6 386	11 035	18 165	72.4
中 国	933	135 738	92 403	60 830	28 000	9 116	9 323	672	687	52.0
埃 及	100	8 206	2 720	>500	280	131	1 620	160	1 974	26.2
法 国	55	6 603	28 064	2 000	2 550	557	75	844	114	61.2
德 国	35	8 062	37 303	1 200	476	212	44	263	55	101.4
印 度	297	125 214	18 751	26 378	4 300	1 362	2 130	109	170	30.8
印度尼西亚	181	24 987	8 684	21 470	526	238	165	95	66	59.5
日 本	37	12 734	49 196	7 176	2 799	954		749		70.4
墨西哥	194	12 233	12 609	5 000	1 151	274	1 507	224	1 232	38.1
俄罗斯	1 638	14 350	20 967	29 000	4 665	1 819	8 000	1 268	5 575	21.3
瑞 士	77	808	7 311	2 000	1 615	608	60	7 525	497	67.6
南 非	4	5 298	6 854	730	66	30	316	57	596	63.8
西班牙	121	4 665	13 930	125	129	45	615	97	1 318	73.8
土耳其	50	7 493	8 221	4 330	2 280	838	1 600	1 118	2 135	46.6
美 国	915	31 613	167 681	5 285	7 950	2 691	14 598	851	4 866	82.0
委内瑞拉	91	3 041	4 383	7 314	1 835	817	1 638	2 687	5 387	81.7
埃塞俄比亚	110	9 410	475	6 500	218	87	120	93	128	5.4
赞比亚	39	1 257	268	>320	220	134	1 900	1 066	13 069	41.9

度与人类发展水平呈很强的正相关。此外,与2007年的数据相比^[20],不同人类发展水平国家储水设施建设、水能开发利用的总体趋势没有改变,但不同人类发展水平国家间的差距有进一步加大的趋势。

c. 中国水能资源开发利用的国际定位。2013年中国人类发展指数0.719处于(0.7,0.8)区间,属于中等人类发展水平国家,水库总库容9323亿m³,居世界第2位,人均库容687m³,低于HDI介于0.7~0.8国家的平均值约20.6%,与HDI介于0.6~0.7国家的水平接近。水电发电量为9116亿kW·h,居世界第一,人均发电量为672kW·h,低于HDI介于0.7~0.8国家的平均值约9.2%。人均库容、人均发电量与人类发展指数比较结果显示,我国储水设施建设、水能资源开发利用与社会经济发展水平相比略有滞后。

4 结论及建议

通过国际追踪,对主要国家特别是发达国家水能资源开发、储水设施建设分析比较,从国际视角,明确我国水能资源开发利用水平,为水电开发、水能资源管理提供准确的现状定位。追踪结果表明,2013年,全球水电总装机10.59亿kW,经济开发度40.3%,水库总库容7.2万亿m³。我国水电装机、水电发电量位居世界第一,水库总库容列在美国之后位居世界第二,经济可开发度52%,高于世界平均水平12个百分点,但仍低于欧美发达国家60%~70%的开发利用程度。同期我国HDI为0.719,属中等人类发展水平国家,人均库容、人均水电发电量指标均低于HDI为0.7~0.8国家的平均值。储水设施建设、水能资源开发利用与社会经济发展水平相比仍略有滞后,水能资源的开发利用和储水设施的建设并没有超越发展阶段。我国是水能资源开发利用的大国,多项总量指标上位居世界前列,但在开发利用程度、与社会经济发展匹配程度方面与发达国家相比,差距依然存在。中国应继续稳步进行水能资源合理开发利用,做好水能资源开发的前期规划,注重水能资源开发的质量,重视水能资源开发过程中的环境保护^[14]。

参考文献:

[1] 中国水力发电年鉴编辑部. 2013年全国水力发电年鉴[M]. 北京:中国电力出版社,2013.

[2] 矫勇. 大坝水库与和谐发展:中国的探索与实践[J]. 中国水利,2009(12):1-3. (JIAO Yong. Dam reservoir and harmonious development: exploration and practice of China [J]. China Water Conservancy, 2009(12): 1-3. (in Chinese))

[3] ZHAO Xingang, LIU Lu, LIU Xiaomeng, et al. A critical-analysis on the development of China hydropower [J]. Renewable Energy, 2012, 44: 1-6.

[4] YOSHIZU Y. Hydropower development in Japan [J]. Comprehensive Renewable Energy, 2012, 6: 265-307.

[5] ZIMNY J, MICHALAK P, BIELIK S, et al. Directions in development of hydropower in the world, and Poland in the period 1995-2011 [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 21: 117-130.

[6] DELY G P C, LUIGIA B, IOANA P, et al. A GIS-based assessment of maximum potential hydropower production in La Plata Basin under global changes [J]. Renewable Energy, 2013, 50: 103-114.

[7] 贾金生, 马静. 保障足够的储水设施以应对气候变化[J]. 中国水利, 2010(2): 14-17. (JIA Jinsheng, MA Jing. Ensure adequate water storage facilities to cope with climate change [J]. China Water Conservancy, 2010(2): 14-17. (in Chinese))

[8] 徐长义. 水电开发在我国能源战略中的地位浅析[J]. 中国能源, 2005(4): 26-30. (XU Changyi. The status of hydropower development in China's energy strategy [J]. Research and Discussion, 2005(4): 26-30. (in Chinese))

[9] 李海英, 冯顺新, 廖文根. 全球气候变化背景下国际水电发展态势[J]. 中国水能及电气化, 2010(10): 29-37. (LI Haiying, FENG Shunxin, LIAO Wengen. The development trend of International Hydropower under the background of global climate change [J]. China Hydropower and Electrification, 2010(10): 29-37. (in Chinese))

[10] 钱玉杰. 我国水电的地理分布及开发利用研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2013.

[11] 贾金生, 徐耀, 马静, 等. 关于水电回报率、与经济社会发展协调性及发展理念探讨[J]. 水力发电学报, 2012(5): 1-5. (JIA Jinsheng, XU Yao, MA Jing, et al. On the return rate of hydropower and the coordination of economic and social development and the concept of development [J]. Journal of Hydroelectric Power Generation, 2012(5): 1-5. (in Chinese))

[12] 贾金生, 马静, 杨朝辉, 等. 国际水资源利用效率追踪与比较[J]. 中国水利, 2012(5): 13-17. (JIA Jinsheng, MA Jing, YANG Zhaohui, et al. Tracing and comparison of international water resource utilization efficiency [J]. China Water Conservancy, 2012(5): 14-17. (in Chinese))

[13] 贾金生, 马静, 郑瑞莹, 等. 变化世界中的大坝与水电发展[J]. 水力发电, 2011, 37(4). (JIA Jinsheng, MA Jing, ZHENG Cuiying, et al. Changes in the world of dams and hydropower development [J]. Hydro Electric Power, 2011, 37(4). (in Chinese))

[14] 郭荣福, 郭春梅, 马丙水. 新疆水能资源开发利用的几点思考[J]. 水利水电科技进展, 2009, 29(增刊1): 19-20. (GUO Rongfu, GUO Chunmei, MA Bingshui. Thoughts on development and utilization of hydropower resources in Xinjiang [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2009, 29(Sup1): 19-20. (in Chinese))

(收稿日期: 2017-02-24 编辑: 郑孝宇)