

山东省沂沭河洪水资源开发利用途径探讨

朱逢春¹, 丁荣浩¹, 胡 娜²

(1. 临沂市水利勘测设计院, 山东 临沂 276004; 2. 临沂市水利局, 山东 临沂 276004)

摘要 沂沭河是山东省境内最大的非过境河, 其流域水资源比省内其他地区相对丰沛, 汛期集中大量洪水出境入海。通过对沂沭河洪水资源现状特点和开发利用途径的分析, 在核算不同水平年的出省水量的基础上, 提出沂沭河洪水资源开发利用措施。包括中下游梯级建设拦河蓄水工程, 增加拦蓄利用量; 上游新建适宜的大型山区水库、加固已有大中小型水库, 提高现有工程蓄水能力; 下游新建适宜的平原蓄水水库等工程措施。为沂沭河洪水资源开发利用工程和类似工程决策提供参考。

关键词 沂河 沭河 洪水资源 开发利用 山东省

中图分类号 TV213.9 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2007)S1-0068-04

山东是人口大省也是经济大省, 以占全国 1.1% 的水资源养育着全国 7.1% 的人口, 创造了 10% 的国内生产总值。全省人均水资源占有量 344 m^3 , 远小于国际公认的维持一个地区经济社会发展所必需的 1000 m^3 的临界值, 仅为全国人均占有量的 14.7%, 为世界人均占有量的 4%。水资源紧缺是制约山东经济发展的重大障碍, 现状水平年 1999 年全省在 50%、75%、95% 保证率下分别缺水 34.17 亿、68.67 亿、104.7 亿 m^3 , 缺水率 11%、21.7%、33.1%。根据预测规划水平年的社会经济用水指标, 2010 水平年在 50%、75%、95% 保证率下分别缺水 123.62 亿、159.86 亿、195.89 亿 m^3 , 缺水率 30.8%、39.2%、48%。因此, 山东省现状供水能力低, 未来供需缺口大。沂沭河流域水资源与山东省内其他地区相比相对丰沛, 汛期内集中大量洪水出境, 洪水资源具有较大的开发利用潜力, 也是山东省目前唯一一个具有较大水资源开发利用潜力的地区。搞好沂沭河洪水资源的管理与利用, 增加有效供水量, 为山东经济社会快速发展提供更多的水资源保障, 加强水资源的优化配置和合理调度, 充分利用沂沭河洪水资源, 意义重大。

1 沂沭河水资源特点

1.1 径流地区分布的不均匀性

沂沭河河川径流主要由降水补给, 年径流在地区上的分布趋势同年降水一致, 由于径流受下垫面的影响十分明显, 年径流深地区分布不均匀比年降

水量更大。分布总趋势是南大北小, 东大西小, 山丘大、丘陵平原小。

1.2 水资源随时间的变化特征

1.2.1 水资源的年际变化特征

径流量的年际变化特征是变化幅度大, 丰枯水年交替出现, 并且往往发生连续丰水或连续枯水的情况。沂沭河 1962 ~ 1965 年为连续丰水年, 这 4 年平均年径流量为 782 782 万 m^3 , 等于 1956 ~ 2000 年平均年径流量的 1.67 倍, 而 1986 ~ 1989 年为连续枯水年, 这 4 年平均年径流量为 214 569 万 m^3 , 仅为 1956 ~ 2000 年平均年径流量的 45.8%。

年径流量的变差系数 C_V 值在 0.5 ~ 0.78 之间, 变化的总趋势是从东南向西北逐步增大, 东南部的临沭、莒南两县一般在 0.50 ~ 0.55 之间, 西北部的蒙阴、平邑两县一般在 0.65 ~ 0.78 之间。 C_V 值在地区上的分布趋势是平原小, 山区大, 湿润地区小。

1.2.2 水资源的年内变化特征

沂沭河径流以雨水补给为主, 径流量年内变化十分剧烈, 汛期洪水暴涨暴落, 容易形成水灾, 枯水期径流量很小, 甚至河川断流, 水源严重不足。沂沭河的河川年径流量 80% 以上集中在汛期的 6 ~ 9 月份, 最大径流量出现在 7 月份, 其他 8 个月份径流量不到年径流量的 20%。

2 沂沭河水资源开发利用现状

沂沭河流域具有较丰富的地表、地下水资源。

根据 1956 ~ 2003 年长系列资料分析,多年平均降水量 797 mm,是全省平均值的 1.18 倍,折合水量 138.1 亿 m³。多年平均天然河川径流量为 45.16 亿 m³,占全省平均值的 2.1 倍。多年平均地下水资源量为 17.42 亿 m³,占全省的 10.5%,可开采量 14.18 亿 m³。流域内多年平均淡水资源总量为 51.68 亿 m³,占全省总量的 17.4%。根据 2000 年流域人均、公顷水资源占有量分析,为全省平均值的 1.7 倍。因此,从总量指标和平均指标看,沂沭河水资源对全省来说相对丰沛。

根据流域内现状水利工程运用状况分析计算,地表水在保证率为 50%、75%、95% 下时可供水量分别为 18.3 亿、13.5 亿、7.2 亿 m³,地下水多年平均可供水量为 7.8 亿 m³,则上述保证率下总可供水量分别为 26.1 亿、21.3 亿、15 亿 m³,按保证率 50% 下的可供水量分析,地表水资源开发利用率为 40.5%,地下水资源开发利用率为 44.8%,流域内水资源综合开发利用率为 50.5%。按 2000 年流域内实际供水量分析,地表水资源利用率为 29.5%,地下水资源利用率为 62.9%,水资源综合利用率为 47.0%。从以上分析可以看出,沂沭河流域水资源相对全省尚具有一定的开发利用潜力,尤其是地表水资源利用程度较低,这主要表现在汛期洪水资源的开发利用程度不高,工程非工程措施不得力,造成宝贵的水资源白白流失。

通过对现状年沂沭河水资源供需水平衡分析,现状年下由于水资源开发利用程度较低及年际、年内分布及其不均匀局部地区缺水问题比较突出,而拦蓄工程标准低,调节能力差是造成沂沭河地表水资源开发利用程度低的主要原因。为此,现状和不同水平年的拦蓄工程建设是沂沭河洪水资源开发利用的重要途径。另外,现状沂沭河用水的总体效率低,用水效率居于一般水平,工业和农业具有较大节水潜力,但通过新一轮水资源综合规划,近期水平和远期水平年均存在较大的用水缺口,需要在节水和污水回用的基础上,保证生态用水的同时,加大沂沭河流域的开发力度,实现沂沭河地区的洪水水资源的适度利用。

3 沂沭河出省水量分析

3.1 沂沭河历年实际出省水量分析

沂河历年实际出省水量统计分析以临沂水文站为控制站,统计实测历年(1961 ~ 2000 年)逐日平均流量,分析计算历年逐月平均流量,断面全年及汛期(7 ~ 9 月份)径流量,以此分析沂河历年实际出省水

量。沭河历年实际出省水量统计分析以大官庄为控制断面,统计老沭河大官庄(溢)站、新沭河大官庄(新)站实测历年(1961 ~ 2000 年)逐日平均流量,分析计算历年逐月平均流量、断面全年及汛期径流量,两站计算水量结果相加,以此分析沭河历年实际出省水量。

经分析计算,沂沭河多年平均实际出省水量为 28.09 亿 m³,其中沂河 18.77 亿 m³,沭河 9.32 亿 m³。汛期为 21.42 亿 m³,占全年的 76.3%,有的年份超过 90%。由此可见,沂沭河多年平均实际出省水量较大,占全流域多年平均天然径流量的 58.2%,且年际变化剧烈,年内近 80% 径流量集中在汛期。

3.2 沂沭河不同水平年出省径流量分析

以 2000 年为现状水平年,2010 年为规划水平年,采用长系列变动用水法沿河自上而下分单元区逐级进行径流调节计算。计算结果见表 1。

表 1 沂、沭河多年平均出省径流量

分类	项目	均值/ 亿 m ³	C _V 出省水量/亿 m ³				
			计算	适线	P = 50%	P = 75%	P = 95%
实测	全年 来水量	28.09	0.773	0.85	21.65	10.90	2.78
	汛期 来水量	21.42	0.814	0.90	17.19	8.09	1.88
现状 年	全年 来水量	22.80	0.785	0.85	17.57	8.85	2.26
	汛期 来水量	18.62	0.870	0.95	13.49	5.80	1.29
规划 年	全年 来水量	19.52	0.880	0.95	14.14	6.17	1.35
	汛期 来水量	16.12	0.960	1.05	10.70	4.10	0.65

现状水平年沂沭河多年平均出省水量为 22.80 亿 m³,其中汛期 18.62 亿 m³,占全年的 81.7% 相应保证率 50%、75%、95% 时分别为 17.57 亿、8.85 亿、2.26 亿 m³。规划水平年沂沭河多年平均出省水量为 19.52 亿 m³,其中汛期 16.12 亿 m³,占全年的 82.6% 相应保证率 50%、75%、95% 时分别为 14.14 亿、6.17 亿、1.35 亿 m³。由沂沭河出省径流量分析成果,现状水平年及规划水平年沂沭河出省水量较大,分别占全流域多年平均天然径流量的 47.2% 和 40.4% 沂沭河出省水量年内分配极不均匀,多集中在汛期,汛期占全年出省水量的 80% 以上;出省水量年际变化剧烈,特枯水年出省水量很少,保证率 95% 时现状年为 2.26 亿 m³,规划年为 1.35 亿 m³。说明枯水年份洪水更为宝贵。

工程实施后,出省断面的枯水期来水月径流量分配见表 2。

表 2 出省断面 50% 保证率的枯水期来水月值					
月份	径流来水量/ 万 m ³	月份	径流来水量/ 万 m ³	月份	径流来水量/ 万 m ³
1	0.30	4	0.44	11	0.51
2	0.25	5	0.44	12	0.39
3	0.26	10	0.85	合计	3.44

4 洪水资源利用工程措施及其保护措施

经全面分析沂沭河现状实际和开发利用途径，提出沂沭河洪水资源开发利用措施：建设中下游梯级拦河工程、增加一次拦蓄利用量、加固已有大中型水库、提高现有工程蓄水能力，上游新建适宜的大型山区水库、下游建设适宜的平原蓄水库。

4.1 开发沂沭河梯级开发拦河工程，增加水资源拦蓄利用量

为开发利用沂沭河洪水资源，提出沂沭河梯级开发方案。规划在沂沭河干流和主要支流河道适当位置建一批挡水高度在 2.5～7 m 的拦河闸（坝），层层拦蓄上游来水，在满足河道内生态用水的前提下，最大限度地拦蓄过境水量，为经济社会的可持续发展提供充足的水源。

规划在沂沭河干支流共新建拦河闸（坝）32 座，已建 10 座，共 42 座。沂河干流包括新改建北社、斜午、沧浪沟、神墩、大庄、葛沟、新兴、车庄、茶山、亭子头、刘家道口、李庄、土山、洪佛寺、重兴 15 座及已建沂水城、桃园、小埠东、角沂、马头 5 座；沂河支流包括新改建石沟、姜庄湖、大探沂、小葛庄及蒙阴汶河上、丹山、青驼 7 座和已建花园、蒙阴汶河下、黄埠 3 座；沭河干支流新改建朱家庄、石拉渊、龙窝、东相庄、刘河涯及其龙门、重兴、大时庄、汤河下 9 座和已建大官庄、清泉寺、汤河上等 3 座拦河闸（坝）。

沂沭河梯级开发方案完全实施后，一次拦蓄水量可达 4.33 亿 m³，增加蓄水量 3.23 亿 m³。平均每年复蓄 3 次计，则可拦蓄 13 亿 m³，增加蓄水 9.69 亿 m³。

沂沭河拦河工程蓄水增加的河道浅层渗漏量，主要是对河道有向外补给条件的河段的蓄水期间的浅层补给，依据规划拦河工程多年平均蓄水量对应的蓄水面积，参照沂河沂水拦河橡胶坝、小埠东拦河橡胶坝和沭河大官庄拦河橡胶坝实际渗漏量，测算沂沭河拦河工程补充增加浅层水资源量为 0.866 亿 m³。

4.2 加固上游山区已建水库新建水库增加水资源量

沂沭河大、中、小水库除险加固和动态汛限水位控制可增加蓄水 3.33 亿 m³，其中，大型水库加固后增加蓄水量 2.19 亿 m³；中型水库 23 座，2010 年前全部加固完成后，增加蓄水量 0.26 亿 m³；小型水库 560 座，除险加固后增加蓄水量 0.33 亿 m³；新建小

型水库、塘坝增加拦蓄水量 0.39 亿 m³；大中型水库优化调度约增加 20%，则通过优化调度动态汛限水位可增加利用洪水资源 0.49 亿 m³。另外，在沂河一级支流蒙河上游建大型水库一座，位于沂南县双侯镇果庄，名为“双侯水库”，规划水库大坝长 1 800 m，水库控制流域面积 252 km²，总库容 1.8 亿 m³，兴利库容 1.05 亿 m³，为多年调节水库，多年平均调节供水量 1.2 亿 m³。

表 3 沂沭河大中小型水库及塘坝供水设施增蓄水量						
规模	水库/ 个	总库容/ 亿 m ³	兴利库容/ 亿 m ³	现状供水能力/ 亿 m ³	达到供水能力/ 亿 m ³	增加供水量/ 亿 m ³
大型	6	20.62	10.86	10.96	13.15	2.19
中型	23	5.01	2.55	2.55	2.81	0.26
小型	560	3.49	2.22	2.22	2.55	0.33
塘坝	4 539	1.81	1.15	1.15	1.21	0.06

4.3 新建沂沭河下游平原水库，增加水资源量

总体考虑在临沂市建设 3 座平原水库，分布在河东汤头万亩湖、经济开发区、苍南等三地，总蓄水量 1.2 亿 m³。

第一座平原水库在汤头万亩湖区域，可利用沂河水通过葛沟干渠输入其中，充分利用沂河洪水资源，一次蓄水达 4 000 万 m³。第二座在分沂入沭水道与沭河交汇口以北低洼地带（经济开发区），规划平原水库一座，总蓄水量 3 000 万 m³。一方面承纳经济开发区和河东区汛期涝水，另一方面利用刘道口枢纽的姜墩放水洞将沂河洪水资源输入该水库，既缓解开发区涝灾，又充分利用沂河洪水资源，为经济开发区防洪、排水治涝、供水、环境景观等提供保证。第三座水库在苍山南部，位于苍山县长城镇南部低洼地带，规划长城平原水库总蓄水量 5 000 万 m³，主要承纳农田涝水，同时拦蓄洪水资源，充分利用地表水。

综合以上工程措施和非工程措施，共增加拦蓄洪水量达 16.05 亿 m³。其中河道建闸拦蓄占 60%，大中型水库加固后增加拦蓄占 15%，新建水库增加拦蓄占 15%。

4.4 沂沭河水资源保护措施

a. 加强水资源统一规划和管理，优化配置水资源。充分发挥水利工程在生态环境保护中的优势，建立河湖闸坝统一放水调控管理制度，保证环境用水。通过拦蓄洪水资源，充分利用洪水资源，使河道确保生态用水，实现水资源的整体优化配置。

b. 加快沂沭河流域生态农业和水环境生态的最大修复。近期水平年实现 60% 以上农业县市建成生态农业县，创建 ISO14000 生态示范区和蔬菜生产基地示范区，基本遏制生态环境恶化，人为水土流失得到控制。远期水平年在巩固提高水土保持和生

态环境建设的基础上,全面控制各种新的水环境恶化和水土流失。

- c. 开展节水和小流域治理。
- d. 实施水资源可持续利用战略。实施节流优先,多渠道开源,调整产业结构和工业布局,创建节水农业、节水工业、节水城市、节水社会。实现污水资源化和污染补偿机制。
- e. 实现水环境实时监控和生态水量的监控。

5 沂沭河洪水资源开发利用风险防范

- a. 沂沭河洪水资源开发利用的措施包括工程和非工程措施两个方面,对应风险既有工程措施风险,又有非工程措施风险。工程措施风险主要包括工程规划设计风险、工程施工、工程监理等工程建设风险。非工程风险主要包括洪水预报、洪水调度信息采集处理以及大洪水利用时决策风险等。可通过开展洪水资源利用工程前期工作,精心规划设计,避免设计失误,达到设计优化,大幅度节省工程投资;同时,通过招投标优选施工队伍,节省工程资金;通过工程监理,减少建设失误;通过加设水文站点,加强洪水预报、洪水调度;建立防灾减灾信息系统,尽量加大对低频率洪水资源的利用;重点研究中等洪水、较大洪水的资源化,充分合理调蓄配置洪水资源;发生大洪水、特大洪水的地区首先确保洪水安全,洪水过境地区可考虑引用洪水资源,达到减少洪水资源开发利用风险的目的。
- b. 洪水资源化的区域选择要优先考虑风险小的重点区域,逐步扩展全流域洪水资源化。目前首

要的是开展沂沭河洪水资源化的战略研究,包括:洪水资源化工作目标、研究方向、库河重点区域、库河试点区域等。

- c. 通过对工程实施后出省断面多年平均枯水期水量月值分析,平均出省水量月值达 0.43 万 m³,出省生态水量较大,满足河道生态用水规划值要求。
- d. 将沂沭河大、中型水库和沂、沭河干流列入洪水风险图编制计划,开展全流域洪水风险分析和洪水风险图编制,以达到洪水风险管理和更好实现洪水资源化。在防洪工程体系的规划指导思想上,从“蓄泄兼筹、以泄为主”调整为“蓄泄兼筹,以蓄为主”。除了发挥山区水库调蓄洪水以及上游山丘区水土保持工程增强截流、加大蓄滞、减少泥沙的作用之外,通过拦河建闸、平原水库、河网连通增强平原蓄滞洪涝水的能力,使得防洪工程体系能够在不继续增大河道行洪负担的前提下,充分发挥河道、水域拦蓄洪水的功能,实现洪水资源化利用,协调人-水关系,减轻洪涝损失,为增强抗旱能力与生态环境的修复创造条件。

参考文献:

[1] 孙贻让. 山东水利 [M]. 济南:山东科学技术出版社, 1997.
[2] 武瑞锁,齐春三,吕绍红. 山东省水资源面临的主要问题分析 [J]. 山东水利, 2005 (4): 21-22.
[3] 张军,陈升玉,王华. 浅析流域洪水资源利用 [J]. 山东水利, 2005 (2): 38-40.

(收稿日期: 2006-11-30 编辑:高渭文)

(上接第 67 页)

[9] 周作旺. 论雨水集流对涠洲岛水资源可持续利用的意义 [J]. 广西地质, 2000, 13 (4): 71-74.
[10] 陈成金,程祖德. 舟山市水资源开发利用的规划与设想 [J]. 水利规划, 1998 (1): 58-60.
[11] 杨延州. 中国沿海岛屿的淡水资源及几种可行的海水淡化方案 [J]. 应用科技, 1995 (3): 61-65.
[12] GUAN D, HUBACEK K. Assessment of regional trade and virtual water flows in China [J]. Ecological Economics, 2007, 61: 159-170.
[13] 张敦强. 虚拟水: 缓解我国水短缺的新途径 [J]. 中国水利, 2004: 24-26.
[14] WHEIDA E, VERHOEVEN R. The role of ‘virtual water’ in the water resources management of the Libyan Jamahiriya [J]. Desalination, 2007, 205: 312-316.
[15] MALEK A, HAWLADER M N A, Ho J C. Design and economics of RO seawater desalination [J]. Desalination, 1996, 105: 245-261.
[16] 谭永文, 沈炎章, 卢光荣, 等. 嵊山 500 吨/日反渗透海水

淡化示范工程 [J]. 膜科学与技术, 2004, 20 (2): 49-54.
[17] 解利昕. 水处理工程典型设计实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 48-51.
[18] 谭永文, 张希建, 陈文松, 等. 荣成万吨级反渗透海水淡化示范工程 [J]. 水处理技术, 2004, 30 (3): 157-161.
[18] 樊雄, 张希建, 沈炎章, 等. 长岛 1 000 吨/日反渗透海水淡化示范工程 [J]. 水处理技术, 2003, 29 (6): 354-356.
[20] 解利昕, 阮国岭, 张耀江. 反渗透海水淡化技术现状与展望 [J]. 中国给水排水, 2000, 16 (3): 24-27.
[21] 刘树才, 任照双, 赵维军. 海水淡化设备在海岛供水工程中的应用 [J]. 中国农村水利水电, 2000 (7): 36-37.
[22] 林斯清. 海水和苦咸水淡化 [J]. 水处理技术, 2001, 27 (1): 57-62.
[23] PILAT B. Practice of water desalination by electrodialysis [J]. Desalination, 2001, 139: 385-392.
[24] ABOU R M, KHALED I. Seawater desalination by reverse osmosis (case study) [J]. Desalination, 2003, 153: 245-251.
[25] 徐学仁, 陈伟斌, 刘现明, 等. 长兴岛沿岸海域海冰融化水水质状况 [J]. 海洋环境科学, 2003, 22 (2): 33-36.

(收稿日期: 2007-05-11 编辑:徐娟)