

中国水利学会编

中国水利学会 2003 学术年会

论文集



中国三峡出版社

ZHONGGUO SHUILI XUEHUI 2003 XUESHU NIANHUI LUNWENJI

-4 TV-53 / 7362: 2003

中国水利学会 2003 学术年会论文集



中国三峡出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国水利学会 2003 学术年会论文集/中国水利学会编. 北京:中国三峡出版社,2003. 11

ISBN 7-80099-801-0

I. 中... II. 中... III. 水利工程—学术会议—中国—文集 IV. TV-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 089569 号

目 录

(1) 1. 计算式法... (2) 2. 计算式法... (3) 3. 计算式法... (4) 4. 计算式法... (5) 5. 计算式法... (6) 6. 计算式法... (7) 7. 计算式法... (8) 8. 计算式法... (9) 9. 计算式法... (10) 10. 计算式法... (11) 11. 计算式法... (12) 12. 计算式法... (13) 13. 计算式法... (14) 14. 计算式法... (15) 15. 计算式法... (16) 16. 计算式法... (17) 17. 计算式法... (18) 18. 计算式法... (19) 19. 计算式法... (20) 20. 计算式法... (21) 21. 计算式法... (22) 22. 计算式法... (23) 23. 计算式法... (24) 24. 计算式法... (25) 25. 计算式法... (26) 26. 计算式法... (27) 27. 计算式法... (28) 28. 计算式法... (29) 29. 计算式法... (30) 30. 计算式法... (31) 31. 计算式法... (32) 32. 计算式法... (33) 33. 计算式法... (34) 34. 计算式法... (35) 35. 计算式法... (36) 36. 计算式法... (37) 37. 计算式法... (38) 38. 计算式法... (39) 39. 计算式法... (40) 40. 计算式法... (41) 41. 计算式法... (42) 42. 计算式法... (43) 43. 计算式法... (44) 44. 计算式法... (45) 45. 计算式法... (46) 46. 计算式法... (47) 47. 计算式法... (48) 48. 计算式法... (49) 49. 计算式法... (50) 50. 计算式法... (51) 51. 计算式法... (52) 52. 计算式法... (53) 53. 计算式法... (54) 54. 计算式法... (55) 55. 计算式法... (56) 56. 计算式法... (57) 57. 计算式法... (58) 58. 计算式法... (59) 59. 计算式法... (60) 60. 计算式法... (61) 61. 计算式法... (62) 62. 计算式法... (63) 63. 计算式法... (64) 64. 计算式法... (65) 65. 计算式法... (66) 66. 计算式法... (67) 67. 计算式法... (68) 68. 计算式法... (69) 69. 计算式法... (70) 70. 计算式法... (71) 71. 计算式法... (72) 72. 计算式法... (73) 73. 计算式法... (74) 74. 计算式法... (75) 75. 计算式法... (76) 76. 计算式法... (77) 77. 计算式法... (78) 78. 计算式法... (79) 79. 计算式法... (80) 80. 计算式法... (81) 81. 计算式法... (82) 82. 计算式法... (83) 83. 计算式法... (84) 84. 计算式法... (85) 85. 计算式法... (86) 86. 计算式法... (87) 87. 计算式法... (88) 88. 计算式法... (89) 89. 计算式法... (90) 90. 计算式法... (91) 91. 计算式法... (92) 92. 计算式法... (93) 93. 计算式法... (94) 94. 计算式法... (95) 95. 计算式法... (96) 96. 计算式法... (97) 97. 计算式法... (98) 98. 计算式法... (99) 99. 计算式法... (100) 100. 计算式法...

中国三峡出版社出版发行

(北京市海淀区太平路 23 号院 12 号楼 100036)

电话:(010)68218553 51933037

(010)51933035(编辑室)

http://www.e-zgsx.com

E-mail:sanxiaz@sina.com

北京海淀万兴印刷厂印刷 新华书店经销

2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

开本:880×1230 毫米 1/16 印张:52.75

字数:1490 千字 印数:1-1000 册

ISBN7-80099-801-0/TV·23 定价:105.00 元

中国水利学会 2003 学术年会论文评审委员会

主 任:朱尔明

委 员:(以姓氏笔画为序)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 冯广志 | 申献辰 | 刘 宁 | 刘 震 | 刘树坤 | 刘雅鸣 | 匡尚富 |
| 吴季松 | 张红兵 | 张国良 | 张瑞凯 | 李代鑫 | 李纪人 | 李赞堂 |
| 杜国翰 | 沈祝平 | 辛立勤 | 陈明忠 | 陈家琦 | 周学文 | 姚永熙 |
| 赵春明 | 高 波 | 高而坤 | 高季章 | 曹征齐 | 矫 勇 | 葛文辉 |
| 窦以松 | | | | | | |

主 编:曹征齐 李赞堂

副主编:赵洁群

编 辑:吴 剑

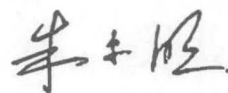
前 言

党的十六大继续将水利放在国民经济基础设施建设的首位,并提出了全面建设小康社会的宏伟目标,水利发展面临新的机遇。水利要为经济社会的可持续发展和全面建设小康社会提供水资源保障,水利工作者肩负着重大的历史使命。

为配合水利系统认真贯彻落实中央的水利工作方针,深入进行现代水利、可持续发展水利的探索,中国水利学会七届四次理事会决定,中国水利学会 2003 学术年会的主题是:水与现代化。为开好本届年会,中国水利学会于 2003 年 2 月即开始论文征集工作。征文通知发出后,得到了广大会员和水利科技工作者的热烈响应,共收到各单位报送的论文 320 余篇,经组织水利相关学科的专家评审,171 篇论文入选本论文集,其中 10 篇被评为优秀论文。

本次年会收到的论文,涉及到水利的各个学科,更加注重开拓创新和理论与实践的结合,论文的整体水平较前有了进一步提高。希望这本论文集的出版能对实践新时期治水思路、探索水与现代化的关系,实现全面建设小康社会宏伟目标起到应有的作用,同时促进水利科技队伍的成长和壮大。

在本论文集的编辑出版过程中,参与评审和编辑的同志克服了时间紧、天气炎热等困难,付出了辛劳和汗水,按期完成了任务。在此,我谨代表中国水利学会对论文作者、评审和编辑同志表示衷心的感谢!对为文集的如期出版做出贡献的全体工作人员表示衷心的感谢!



2003 年 10 月

目 录

水文水资源

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 水资源评价准则及其计算口径 | 王 浩 秦大庸 陈晓军 陈敏建 王建华(3) |
| 江苏南水北调区水文监测现代化的技术路线与实践 | 陈锡林(9) |
| 新疆水面蒸发量折算系数及时空分布分析 | 阿孜古丽·卡哈尔 阿不力克木·阿不力孜(14) |
| 面向可持续发展的水资源规划量化研究综述 | 左其亭 马军霞(19) |
| 河北省京津以南平原区地下水预测研究 | 李明良 王春泽 许建廷(25) |
| 农业需水价格弹性研究 | 裴源生 方 玲 罗 琳(29) |
| 黄河上游水文技术装备现代化途径探讨 | 朱云通 王洪彦 孙洪保(35) |
| 陕西省水资源工作的新思路 | 巩琳琳(39) |
| 提高水商品意识 加快建立节水型社会 | 高建芳 李新贤 党新成(42) |
| 实施跨流域调度是解决黄河三大问题的重要措施 | 王银山 延若新(46) |
| Excel 在水文计算中的应用之研究 | 耿鸿江(50) |
| 三元洪水汇流演算方法及预报模型简介 | 赵寿云 向绪和 瞿光祥 龙先鹏(54) |
| 水资源承载能力的理论与评价指标探讨 | 冯谦诚 王英歌(58) |
| WEP 模型的开发与分布式流域水循环模拟 | 贾仰文(62) |
| 上中游水位法原理浅析及应用研究 | 姚志明(67) |
| 利用咸水是解决沧州水资源短缺的重要途径 | 王长明(71) |
| 山西煤炭开采对水资源的影响分析及对策研究 | 王晓宇(75) |
| 文山水资源状况及水资源管理 | 李代华 余祥华(80) |
| 河北低平原地下水补给参数确定方法 | 杨路华 王文元 李 浩(84) |
| 深圳水资源可持续利用研究 | 龙应斌(89) |
| 对奎屯河流域水资源利用问题的思考 | 巴哈提·努拉力汗 路方君 冉新亮(93) |
| 可考虑历史洪水的对数正态分布线性矩法 | 陈元芳 沙志贵 顾圣华 许圣斌(97) |
| 新世纪水文现代化建设思路与对策 | 陈文军 聂秀敏(101) |
| 论天然地下水库的开发和利用 | 向华龙(106) |
| 沧州市地面沉降与地下水漏斗的关系及控制对策 | 付学功 雷德林 刘伟才(110) |
| 流域水文模型和 GIS 集成技术研究现状与展望 | 潘世兵 李纪人(116) |
| 阿维扬诺夫潜水蒸发公式参数推求的新方法 | 张子贤 张进旗(121) |
| 玉溪市暴雨洪水特性分析 | 谷桂华(124) |

浅层地温测量方法在堤坝渗流通道探测

| | | |
|-------------------------------|---------------------|-------|
| 中的应用 | 姚成林 金旭 竹内笃雄 张震夏 陈晓冬 | (130) |
| 试论水资源在社会经济发展中的地位与作用 | 张秀江 | (136) |
| 20 世纪 50 年代以来博斯腾湖水盐变化分析 | 李宇安 韩萍 谭荒 | (139) |

水力学

| | | |
|----------------------------|--------------------|-------|
| 水利工程施工总布置动态信息可视化方法研究 | 钟登华 朱慧蓉 黄伟 | (145) |
| 珠江河口大系统洪水模拟研究 | 彭静 廖文根 何少苓 禹雪中 | (151) |
| 水利工程对河流生态系统的胁迫与补偿 | 董哲仁 | (158) |
| 宽尾墩联合消能工体型选择及水力特性的研究 | 韩连超 潘艳华 王姝 | (164) |
| 植物“柔性坝”对水流影响的试验研究 | 邱秀云 阿不都外力 程艳 周著 侯杰 | (170) |
| 长湖水电站大坝下游河床冲刷趋势分析 | 赖翼峰 | (175) |
| 深圳河减污的水力条件计算与分析 | 郑金海 吴良冰 童朝峰 | (182) |

河流动力学

| | | |
|------------------------|-------------|-------|
| 黄河调水调沙几个关键技术问题 | 侯成波 张敬明 王绍志 | (189) |
| 黄河下游悬河治理方略 | 刘以泉 | (194) |
| 黄河下游二级悬河问题及其治理 | 史宗伟 | (198) |
| 二维异重流数学模型研究 | 祁伟 黄永健 毛继新 | (202) |
| 造床流量在黄河下游河道冲淤的意义 | 陆琴 郭庆超 | (208) |
| 数字信号处理器在颗粒分析中的应用 | 赵玲 齐伟 | (212) |
| 夹马口引黄灌区泥沙问题及处理对策 | 王建国 | (215) |

水工结构与施工

| | | |
|-----------------------------------|------------------------|-------|
| 加筋土结构改性工程应力状态浅析 | 张勇强 杨金良 张晓辉 | (221) |
| 长江重要堤防隐蔽工程黄冈陈港口段铰链砼沉排护岸工程施工 | 夏国春 | (225) |
| 水布垭面板坝挤压边墙技术应用研究 | 蒋涛 段中平 林辉 付军 | (230) |
| 三峡二期下游围堰混凝土防渗墙爆破拆除技术 | 邢德勇 文德钧 倪锦初 曾明 刘晓军 张开广 | (236) |
| 锚固土工网复合植被护坡理论与应用 | 庄美琪 乐茂华 娄仲连 | (243) |
| 安徽永赖圩堤段防渗工程安全监测成果分析 | 曹骏 李端有 谭勇 | (248) |
| 水工混凝土建筑物的病害检测与修补技术的新进展 | 鲁一晖 孙志恒 | (252) |
| 碳纤维粘贴补强加固技术在韩庄闸公路桥 T 梁上的应用 | 贾华民 柯敏勇 王宏 金初阳 | (257) |
| 大掺量矿渣微粉抗海水腐蚀混凝土的研究与应用 | 莫海鸿 梁松 杨医博 陈尤雯 | (263) |
| 对淮河入海水道堤防工程设计和施工有关问题的思考 | 嵇仙宝 | (268) |
| 大厚度自重湿陷性黄土预浸水处理技术的探讨 | 薛杰军 | (273) |
| 混凝土地下防渗墙施工工艺探讨 | 苏萌 孙元文 姜思华 | (278) |
| 松软质土在建筑物墙后回填施工中的质量控制 | 殷鼎成 符庆林 | (284) |
| 北方地区碾压混凝土筑坝实践 | 焦阳太 | (288) |

| | |
|-------------------------------|------------------|
| 洪泽湖大堤的渗漏检测与防渗加固 | 陈 斌 袁凤友(293) |
| 超深竖井快速掘进施工新方法 | 常民生(300) |
| 中低闸坝枢纽水力设计与体型优化 | 韩建博(304) |
| 气力泵在生态清淤中的应用 | 夏涵杰 张雄金(308) |
| 水库放水涵管除险加固处理简述 | 梁绍良(311) |
| 田间配套护坡式一字闸抗冻试验研究 | 张力霆 王英华 齐清兰(314) |
| 滑坡稳定分析及阻滑措施设计问题探讨 | 欧文昌 周惠昌 杨 燊(317) |
| 浅谈在设计阶段如何控制工程造价 | 李慧英(321) |
| 清江隔河岩水利枢纽工程通航渡槽挂篮法施工技术 | 郑奇瑞 李方平 檀朝东(324) |
| 丙乳砂浆的水工特性试验研究与工程应用 | 王焕明 张志怀(328) |
| 浅析影响水利工程质量的几个因素 | 智建刚(332) |
| 防渗墙施工新技术在三峡工程三期土石围堰中的应用 | 马德浙 李 焰 霍文章(336) |
| 荆南长江干堤陈家台至新四弓段护岸工程施工 | 刘道华 杨俊成(341) |
| 碾压混凝土重力坝的安全评价方法和安全标准的研究 | 任旭华 缪 犲(347) |
| 水闸混凝土防腐技术初探 | 任 亮(352) |

防灾减灾

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 海河流域的防洪特点与减灾对策探讨 | 魏智敏 张胜红(359) |
| 大型水库群防汛抗旱优化调度网络系统 | 陈 智(364) |
| 基于空间展布社经数据库的洪涝灾害 损失定量评估模型研究 | 李纪人 丁志雄 黄诗峰 陈德清 李 琳 付俊娥 胡亚林(370) |
| 新疆洪水、河道特征及整治措施研究 | 李 山 唐数红 郭 平 严孝达(377) |
| 加筋挡土墙在城市防洪工程建设中的应用 | 吴红光(382) |
| 对洪水淹没分析的若干思考 | 丁志雄 李纪人 李 琳 黄诗峰 陈德清(388) |
| 暴雨山洪诱发山地灾害及其防治 | 杜国志(395) |
| 建库后水库设计洪水复核方法探讨 | 彭习渊 孟晓亮(400) |
| 利用合成流量法预报山区河道洪水有关问题的探讨 | 任继周(407) |
| 河道扩卡对防洪的作用初探 | 叶泽纲 陈德意(412) |
| 洞庭湖河湖疏浚防洪效益研究 | 李正最 周北达 宁迈进 黎昔春(419) |
| 清江暴雨洪水及其对荆江的防洪作用分析 | 熊华康(424) |

遥感、信息与自动化

| | |
|-------------------------------|--------------|
| GIS 技术在洪水风险管理系统开发中的应用 | 李 娜 刘树坤(431) |
| 基于 GIS 的施工现场管理辅助系统的研究 | 聂相田 刘英杰(437) |
| GIS 在治理深圳河信息管理系统中的应用 | 钱 励(442) |
| 遥感在极度干旱内陆河绿洲生态保护与修复中的应用 | 路京选(449) |
| 陕西水利信息化发展构思与建设对策 | 胡彦华(454) |
| GSM 技术在我国水情信息传输中的应用设想 | 秦建敏 王宝国(461) |

WebGIS 的基本原理及在广东省三防信息查询系统中的应用 高雪山 廖征红(465)

信息系统对水利工程管理的支持 扈 静 李喜盼(471)

深圳水务系统虚拟专用网(VPN)的设计与实现 刘建彪 李长兴(475)

三联灌区自动化控制技术研究与应用 沈 波 黄 勇(481)

电波流速仪测流应用及精度分析 蒋佑华 林晓明 黄茂华 伍先锋(486)

河工模型温排水试验测控设备的研制与应用 吴新生 周 震 余联庆 陈凤玉(491)

隔河岩水电厂无人值班计算机监控系统设计与改造 邓诗军(496)

感应式数字化水位数据采集及其系统研究 马福昌 张一兵 刘 谨 常晓敏 王 才(501)

农业灌溉管理自动化控制系统的
研制与推广 张金丽 林 海 刘 芹 刘世涛 刘洪伟 崔西军(507)

节水灌溉与雨水利用

渠灌区灌溉水利用系数再研究 黄永茂 沈逸轩 沈小谊 梁 洁(513)

依靠新的理论技术推动节水灌溉研究的突破 缴锡云(518)

灌区农户水权分配制度创新模式研究 孙 卫 邹鸿远(523)

牧区水利建设——新疆新世纪发展的重要课题 崔嘉进(527)

竖井式泵站机组选型及结构设计的探讨 严 蕾 巩 强 张 斌 李桂兰(530)

莱西市产芝水库灌区防渗节水增效综合
措施探讨 周进福 姚春芝 李秀东 孙浩政 向 东(534)

充分利用雨水资源 推进水利现代化建设 王答相 蒋得江 段文中(538)

沧州市农业干旱分析 韩占成(542)

浅谈新疆阿勒泰地区大型灌区节水改造对策 祁林卫(546)

河南省农村水利现代化发展途径初探 欧阳熙 孙卫静(549)

浅谈实施工业节水中出现的问题及对策 王秋岭 王金成 王东辉(552)

塑料大棚雨水高效利用技术 金彦兆(555)

潜水电泵在排灌方面的推广应用分析 谭国进(560)

建立健全节水灌溉法规体系是实现农业现代化的重要途径 陈 伟(563)

河北省雨水集蓄工程发展现状与战略对策 张艳红(567)

贯流泵装置能量特性试验研究 郑 源 张德虎 刘益民 乘鸣声 夏 军 殷新建(571)

南水北调沿运灌区量水技术及其应用 郝树荣 郝树刚 张展羽 郭相平(577)

城市雨洪利用地下灌排系统探测 房纯纲 贾永梅 柯志泉 葛怀光 鲁 英 王会宾(581)

节水灌溉是宁夏灌区可持续发展的必然选择 于福亮 马国清(586)

水力发电

西南地区水电开发战略研究浅析 秦大庸 杨 柄 张 敏(593)

无人值班技术在小水电代燃料工程中的应用 徐锦才 徐国君 俞 锋 张 巍(598)

高水头、大孔口事故闸门行走支承的选择与应用 韩汉民(603)

水库信息化系统建设模式的探索 董大富 徐锦才(608)

环境水利

如何使深圳河尽快变清 黄添元(615)

大浪淀水库生物净化水质模拟系统的研究与运用 李少华 缴锡云 左桂林(619)

天然河流水资源开发中的水环境问题 孙景亮(625)

退田还湖发展湖泊湿地生态经济是治理洞庭湖之良策 聂芳容(630)

洞庭湖水水质污染状况及综合评价 杨国兵(633)

城市水环境治理方法的探索与实践 乔光建 吕思过(637)

总氰化物两种测定方法的对比分析 文朝菊(640)

邢台市生态环境保护规划研究 高守忠 乔光建(645)

河北省地下水环境变迁与灾害防治对策 张建平 刘广才(651)

论陕西渭河水环境承载能力及其调控策略 井 涌(657)

博斯腾湖富营养化综合加权指数评价 周孝德 冯成洪 张仙娥(662)

南水北调东线工程济宁供水区水环境质量现状及防治对策 李吉学 朱新庆 焦树新(667)

水环境监测中现代化萃取技术的应用 刘晓茹(671)

城市水环境初步探讨 彭爱国(676)

新疆阿勒泰地区主要风景旅游区水环境与可持续发展 刘开华(681)

新疆博斯腾湖生态环境变迁分析 谭 莞 李宇安 王亚俊(686)

浅议青海省水土保持生态环境建设与退耕还林的关系 张艳得 田 磊(691)

蘑菇湖水库水环境现状及保护对策研究 刘建江 陈 静 扬永胜 李新贤(695)

深圳市供水水量分配方法的初步研究 缪 翥(700)

合理配置水资源 保护南四湖生物多样性 储德义(705)

电子表格在水环境监测分析中的运用——以标准曲线的拟合和检验为例 李艳华(709)

石津总干渠水污染与治理 和庆中 王艳春 刘雷周(714)

随机多孔型绿化混凝土主要生长环境与构造特性 董建伟 何 军 张国东 朱孔繁(719)

北京市城市环境生态需水研究 陈 铁(725)

综 合

生态学在水利工程建设中的价值 刘树坤(733)

桃林口水库移民安置模式与收入恢复 李德启 宇文振国(739)

内蒙古自治区额济纳旗黑河下游居延绿洲生态环境预测 杨玉珍 范彩霞 杨炳禄(744)

水利行业知识产权及其保护探讨 周秋菊 潘 泊(749)

城市水利的意义和发展对策 张劲松 朱庆元(753)

流域管理若干问题的研究 崔伟中(758)

新疆喀什噶尔河流域统一管理体制改革构想 韩 民(763)

河北省人口与水资源矛盾分析及解决对策 王英歌(768)

关于“数字南水北调工程”的设想 杨开林(773)

浅谈水利与现代化 戴玉凯(777)

水利工程农业供水水价管理现状分析 阮本清 张春玲(782)

试论农业产业化经营是安置农村水库移民的优化模式 张朝烽 陈静娥(787)

加速建立水商品定价机制 胡益强(792)

对水与现代化的一点认识 徐 斌 许林珍(796)

新疆户用风/光互补供电、汲水、供热综合利用系统应用探索 成润奕(800)

转变观念 顺应改革 章 敏(804)

以人为本,加快制订及落实三峡库区移民后期扶持政策 梁福庆(807)

城市水利与现代化 张菊生 徐英三(811)

浅谈做好城市水利工作的几点想法 贾士权 李三林 高 媛(815)

应用型水利人才培养方案探讨 王美生 欧阳球林(819)

解读水文化涵义 描绘水景观蓝图——浅谈楚州水利旅游资源的开发 邓夕祥(822)

如何做好科技期刊的编辑工作 刘 峡(825)

关于建立北京市合理供水水价体系的研究 孙国升 孙风华(827)

合 录

(733) 曹树斌 直管供水工程水利技术管理

(739) 周文宇 白晓春 夏津人水工程为农业生态水利林

(744) 杨海清 董彦华 徐玉祥 黄河下游黑河地区农业水利

(749) 肖 蕾 周秋霞 水利行业信息化建设

(753) 朱其元 董 松 城市水利行业信息化建设

(758) 曹 中 水利行业信息化建设

(763) 陈 静 水利行业信息化建设

(768) 王英杰 水利行业信息化建设

(773) 杨玉林 水利行业信息化建设

(777) 陈玉敏 水利行业信息化建设

(782) 张喜荣 董本刚 水利行业信息化建设

水文水资源

水资源评价准则及其计算口径

王浩¹ 秦大庸¹ 陈晓军² 陈敏建¹ 王建华¹

(1. 中国水利水电科学研究院水资源所 2. 水利部水资源司)

摘要 通过对水资源定义及其内涵——水资源的有效性、可控性和可再生性的剖析,提出了水资源的评价准则及其计算口径。建立了广义水资源、狭义水资源、生态耗用水量 and 国民经济可利用量计算方法,进行了西北内陆干旱区各项水资源评价量的计算,给出了各项评价量之间的转换关系。

关键词 水资源 有效性 可控性 可再生性 广义 狭义 计算口径

对水资源概念的明晰定义,是界定水资源评价口径的前提,也是进行水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护的基础。由于水资源同时具有自然属性和社会属性,在一定条件下还具有生态属性和经济属性,因此,“水资源”这一貌似简单的概念却蕴涵着丰富的内涵,并由此导致了水资源评价中的争论。近年来,随着全球范围内水问题的不断突出,有关水资源的一系列基础概念正在受到挑战。例如,自然界中的水分,符合什么标准才应当算作水资源?在水资源的定义和评价中,如何反映人类活动导致的水资源演化效应?对不同层面的发展需求,如何建立具有层次化结构和兼容性特点的水资源评价口径?为试图回答上述问题,本文首先讨论了中外学者给出的水资源定义,从中找出了代表水资源本质特征的有效性、可控性和可再生性三个评价准则;然后依据这些评价准则,提出了层次化的水资源定义;最后结合例题,说明了水资源各个评价量的计算口径和相互联系。

一、水资源的定义及其内涵

国际上水资源这一名词最早出现于正式场合,是1894年美国地质调查局(USGS)设立了水资源处(WRD),其业务范围主要是地表河川径流和地下水的观测,以及相关资料的整编和分析等。显然,在这里水资源是作为陆面地表水和地下水的总称。《不列颠百科全书》将水资源解释为“自然界一切形态的水,包括气态、液态和固态水的总量”,这一定义过于宽泛,没有反映水资源的若干本质特征。在1963年的英国《水资源法》中,认为水资源是“具有足够数量的可用水”,该定义虽较前者严格,但缺乏科学基础和可操作性。联合国教科文组织(UNESCO)和世界气象组织(WMO)在1988年对水资源的定义是:“可供利用或有可能被利用、具有足够数量和可用质量、并为适应特定地区的水需求而能长期供应的水源”,在可操作性上推进了一步。2002年8月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过的《中华人民共和国水法》指出:“水资源包括地表水和地下水”,仍未能全面反映可持续发展不同层面的需求。对水资源认识上的差异是如此之大,其根本原因在于其储量有限而用途广泛和不可替代,具有多种赋存环境和复杂转化机制,而从各个侧面给出的水资源定义及其评价口径缺乏内在的一致性和层次性。

国内学术界对水资源一词的理解也各有不同。1991年《水科学进展》编辑部组织国内有关人士对水资源的内涵进行了一次笔谈,各位学者给出了如下定义:

- 刘昌明提出：“从自然资源的观念出发，水资源可定义为与人类生产与生活有关的天然水源。”
- 陈梦熊提出：“一切具有利用价值，包括各种不同来源或不同形式的水，均属水资源范畴。”
- 张家诚提出：“降水是大陆上一切水分的来源，但降水只是一种潜在的水资源，只有降水量中可被利用的那一部分才是真正的水资源。”
- 黄万里提出：“人类所利用的水资源包括农业用水、工业和生活用水。河槽水流是工农业用剩的水量，不应误作全国水资源。”
- 曲耀光提出：“水资源是指可供国民经济利用的淡水资源，它来源于大气降水，其数量为扣除降水期蒸发的总降水量。”
- 施德鸿提出：“不能把降水、土壤水或地表水称之为水资源，犹如不能把海水、洪水当作水资源一样，要把具有稳定径流量、可供利用的相应数量的水定义为水资源。”
- 贺伟程提出：“水资源主要指与人类社会用水密切相关而又能不断更新的淡水，包括地表水、地下水 and 土壤水，其补给来源为大气降水。”
- 陈家琦提出：“作为维持人类社会存在并发展的重要自然资源之一的水资源应当具有下列特性：可以按照社会的需要提供或有可能提供的水量；这个水量有可靠的来源，且这个来源可以通过自然界水文循环不断得到更新或补充；这个水量可以由人工加以控制；这个水量及其水质能够适应人类用水的要求。”

根据上述定义，可以得出水资源最为本质的三个特性是：有效性、可控性和可再生性。有效性是指，只有对人类生存和发展具有有效用的水分才可以看作是水资源；可控性是指，在对人类具有有效用的水分中，有必要进一步区分通过工程可以开发利用的那一部分水分；可再生性是指，水资源在流域水循环过程中形成和转化，其作为可再生性资源的充分必要条件是保持流域水循环过程的相对稳定。

综合以上讨论，特别是水资源最为本质的有效性、可控性和可再生性准则，笔者认为：“水资源是对人类社会经济发展和生态环境保护具有有效用的淡水资源，其来源为大气降水，赋存形态为地表水、土壤水和地下水。水资源在数量上为扣除降水期蒸发的总降水量，通过天然水循环不断得到补充和更新，同时受到开发利用的人工调控和人类活动的其他影响。”

二、水资源评价准则与计算口径

2.1 有效性准则与广义水资源

从有效性出发定义水资源，首先是对传统意义上的水资源概念进行拓展。有效性标准对传统水资源涵义的第一个拓展是，与生态环境具有密切关系的水分都应该评价为水资源。这是因为，有效水分不仅是国民经济和社会发展的基础性资源，而且还滋养了对人类生存具有头等重要意义的生态系统，有效性概念可以同时体现水资源对生态环境保护和社会经济发展的决定性意义。有效性标准对水资源涵义的第二个拓展是，对生态环境具有有效用的水分不仅是径流性水资源，而且还有部分降水资源。因为无论是天然生态还是人工生态，有效降水都是研究其水分需求的前提，在干旱、半干旱地区就更是如此。由此可以认为，从有效性出发定义的水资源包括了降水中的有效部分和径流性水资源，是一种广义水资源。

国内外习惯上仅将流域产水量评价为水资源，未包含雨水资源的利用量，不能反映水循环过程的全部有效水量。在我国北方地区径流性水资源不断下降的情况下，从流域水循环的角度整体研究水资源利用问题日显必要。广义水资源量的提出，对雨水资源化、节水标准和缺水标准的研究具有理论和实际意义。

广义水资源与传统水资源评价口径的区别主要在于有效降水。有效降水计算可对人工生态系统和天然生态系统分别进行。人工生态系统对降水有效利用量的计算包括植被与水面两部分,水面部分为降水深与人工水面面积的乘积;植被部分为各类人工植被面积利用降水的有效量之和。对每种人工植被,用种植面积与单位面积实际利用的降水深这两项的乘积作为降水利用的有效量。天然生态系统利用的有效降水计算更为简单,其水面部分与人工生态系统相同,其植被部分可认为植被面积上的全部降水深均是有效和可以利用的。

2.2 可控性准则与狭义水资源

从可控性概念出发研究水资源,是从人工调控角度对广义水资源作进一步的区分。广义水资源可以分为两类:一类是有效降水,可为天然生态系统与人工生态系统所直接利用,这部分水量难于被工程所调控,但可以调整发展模式增加对这部分水分的利用;另一类是径流性水资源,包括地表水、地下含水层中的潜水和承压水,这部分水量可通过工程对其进行开发利用。因此,从可控性准则定义的水资源是狭义水资源。19世纪80年代初我国第一次水资源评价时资源量中不包括有效降水部分,相当于仅就狭义水资源进行评价。

流域的多年平均产水量即为狭义水资源量。在基本没有开发利用的情况下,流域多年平均产水量即为多年平均河川径流量。在开发利用量较大不能忽略的情况下,还要加上流域平原区可以夺取的潜水蒸发。这部分“可夺取的”水分大小要视开发利用情况而定,最大量为流域山区对平原区的侧渗补给和平原区降水对地下水的补给。对我国西北内陆河地区,情况最为简单,不重复的流域总产水量为出山口径流量、平原区山前侧渗量、平原区降水入渗补给地下水三项之和。一般情况下,流域的产水量会随开发利用条件的变化而相应变化。如地下水位一定程度的下降,会加大山前侧渗项和降水入渗补给项,而潜水蒸发项减少相对较小,从而使总产水量增加。同样,渠道衬砌会减少渠道入渗补给量,田间节水会减少田间入渗补给量,大规模引水会减少河道入渗补给量,各项开发利用活动导致的流域产水量变化,是流域水资源演化的一个重要方面。

2.3 可再生性准则与生态耗水量和国民经济可利用量

从可再生性出发研究水资源,是对狭义水资源在可持续利用意义下再作进一步的界定,以便提出社会经济发展的水资源可利用量。由于水循环是狭义水资源与广义水资源的共同基础,水循环本身及其相关过程的长期稳定性,是水资源可再生性维持的必要和充分条件。维护水循环本身的稳定,需要保持水热平衡和水量平衡;维护与水循环相关的物理、化学与生态过程的稳定,需要保持水沙平衡、水盐平衡和水土平衡。上述各类平衡归结到一点,就是在特定的时段和地域条件下保持有效水量的平衡。对于工程能够调控的狭义水资源而言,其不仅易于为国民经济所利用,更是干旱区非地带性植被赖以生存的基础,若在国民经济用水和生态环境用水之间调控不当,则会直接影响到流域水循环的稳定,进而影响到水资源的可持续利用。在广大干旱、半干旱地区,生态环境的脆弱性决定了生态需水具有更高的优先级,因此在狭义水资源中应当首先满足特定保护目标下的生态环境用水,其余部分才可作为水资源的国民经济可利用量。

生态环境需水的定义,一般意义上是指与特定生态环境保护目标相联系的物理、化学、生物过程处于平衡状态时所需要的水分,涉及到不同尺度的水热平衡、水循环平衡、水土平衡、水沙平衡、水盐平衡、水化学平衡等。干旱、半干旱地区的生态需水,是指符合生态保护目标且对景观维持及环境状况改善起支撑作用的系统,为维持其平衡所要消耗的水分。一般情形,农、林、牧业既具有经济价值也具有生态环境功能,其用水属于广义的生态用水。严格意义上的生态需水,不包括国民经济需水中的种植业和畜牧业需水。

从生态建设的水资源保障条件看,生态需水可分为可控生态需水和不可控生态耗水。可控生态需水是指植被所利用的径流性水资源,可通过水利工程改变径流的时空分布,从而控制或影响生态环境的水分利用条件。不可控生态耗水是指植被所消耗的降水中不形成径流的有效水分,尽管不可控生态耗水与水利工程无直接关系,但其耗水量将不同程度地受到土地利用格局改变的影响。从生态系统形成的原动力不同,又分为天然生态耗水和人工生态耗水两大类。天然生态耗水是指基本不受人工作用的绿色生态所消耗水量,包括天然水域和植被所耗水量,在干旱区天然植被可分为荒漠河岸林、低地草甸、前山带河谷林、荒漠植被等;人工生态耗水是指由人工直接或间接维持绿色生态所需水量,包括为生态目的种植的人工林草灌溉量和城市景观供水量,农业灌溉退水维持的人工生态水量,以及水土保持造林种草所消耗的降水量。

水资源的国民经济可利用量,特指在自然条件和经济条件允许的情况下,狭义水资源中能够被工程系统一次性开发利用的最大潜在量。这一最大潜在量包括了地表水和地下水两部分的可利用量,由于二者间的相互转化关系,地表水和地下水的可利用量均不是固定的,要根据二元模型进行计算。特别是在西北地区,平原地下水几乎全由地表水转化而来,必须根据不断变化的动态补给情况对地下水可利用量进行调整。

在讨论水资源的国民经济可利用量时,必须要与工程系统供水量相区别。工程供水系统明显改变了水资源的天然时空分布,形成了一次性意义下的水资源可利用量被多次重复利用的情况,甚至会出现全流域的工程系统供水量大于狭义水资源量的情况。地表水利用后的退水,在水平方向又汇入到地表径流中,相当于增加了水平方向的局域循环量;在垂直方向则入渗补给地下水,相当于增加了垂直方向的局域循环量。

根据水资源的有效性、可控性和可再生性提出的水资源评价准则与基本口径参见表 1(略)。

三、各项水资源评价量的计算

以西北地区内陆河流域片为例,对广义水资源、狭义水资源、生态需水量、国民经济可利用量、工程系统供水量等进行了计算。基本的计算单元为流域三级区,由于篇幅所限新疆综合成三个分区,河西走廊为三个分区,柴达木盆地自成一区。计算中以降水为基本通量,在狭义水资源(径流)评价的基础上,对径流以外的降水进行了分析,初步估算了西北内陆河地区的无效降水和有效降水。通过直接估算无效降水,得出有效降水,从而推算广义水资源量。分别对山区和平原地区估算无效降水。计算无效降水的范围(冰川、山区裸岩裸土,荒漠戈壁、盐碱地)由遥感解译图给出数据。降水量根据降水等值线图与观测数据合理确定。不形成径流的降水扣除无效损失之后,得出有效降水。有效降水与径流量之和为广义水资源量。计算成果见表 2(略)。

全西北内陆河地区降水量 3 260 亿 m³。无效降水 948 亿 m³,其中山区、平原分别为 667 亿 m³、281 亿 m³;有效降水约 1 326 亿 m³,径流性水资源 986 亿 m³,因此,广义水资源量约 2 312 亿 m³。有效降水主要是天然生态系统直接利用,少部分为平原人工绿洲的人工生态系统(包括农田、人工林草、水库等)吸收。

从降水—有效吸收(维持天然生态与人工生态)、无效蒸发—产流的构成看,西北内陆干旱区的无效降水量与产流量大体相当,分别为 29% 与 30% 左右。根据初步估算,西北干旱地区的有效降水量较大,平均达降水总量的 41% 以上。这部分降水支撑了广大的地带性植被,并补充了平原绿洲生态耗水,尤其对绿洲荒漠交错过渡带的生态需水起关键的作用。有效降水是过渡带生态耗水的主要来源,在部分径流参与下,广阔的过渡带成为绿洲抵御荒漠扩张的天然屏障。