

南四湖应急生态补水 监测技术

汪中华 张 涛 刘继军 编 著
刘恩建 颜 立



黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

南四湖应急生态补水监测技术/汪中华, 张涛, 刘继军, 刘恩建, 颜立编著. —郑州: 黄河水利出版社, 2005. 8

ISBN 7 80621 940 4

I. 南… II. ①汪… ②张… ③刘… ④刘… ⑤颜…
III. ①湖泊—补给水—监测—技术—山东省②长江—跨流域
引水—监测—技术

IV. TV882. 952

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第 081199 号

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话: 0371-66026940 传真: 0371-66022620

E-mail: yrep@public.zz.ha.cn

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 850 mm × 1 168 mm 1 / 32

印张: 5

插页: 2

字数: 126 千字

印数: 1 - 2000

版次: 2005 年 8 月第 1 版

印次: 2005 年 8 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7 80621 940 -4 / TV · 411

定价: 20.00 元



二级坝闸上的干湖、“旱”站、“旱”船



河湖干涸，水闸成为了“旱”闸



上级湖应急生态补水绿色通道——老运河



补水后，二级坝闸前广阔的水体为鱼类提供了繁衍栖息之地



向上级湖补水微山西临时泵站开通翻水



水文监测人员进行上级湖微山西站补水计量监测



水文监测人员进行上级湖昭阳站补水计量监测



原子荧光光谱仪分析补水水质



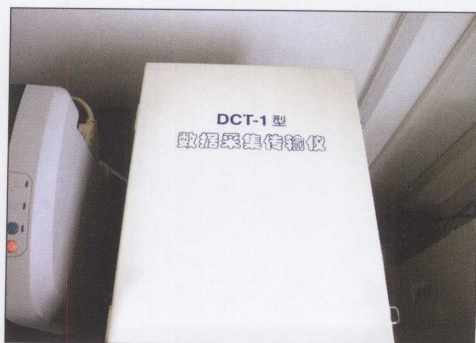
多参数水质监测仪监测补水断面水质信息



水位遥测终端机采集断面水位信息



中心前置机接收补水水位信息



DCT-1型数据传输仪将补水信息传输至各级领导机关

《南四湖应急生态补水监测技术》

课题组名单

课 题 组 长：汪中华

技 术 负 责：张 涛

主要编写人员：刘继军 刘恩建 颜 立

孙玉玲 张凌东 张振成

张亚兵 叶 宁

课题参加人员：刘继军 刘恩建 颜 立

朱庆申 吕发利 陈旭东

胡灿华 叶 宁 李 平

刘恩禾 焦树新 吕发坤

朱永广 郑喜东

前 言

2000~2002年,山东省南四湖流域连续出现重大旱情,使南四湖地区遭遇了新中国成立以来的特大旱灾。严重的旱情使南四湖水位急剧下降,湖区几近干涸,航道断航,导致湖区自然资源濒临灭绝。党中央和国务院高度重视南四湖旱情,果断采取有效措施,及时利用黄河、长江水源向南四湖补水,最低限度地满足了湖区自然生态环境和人类生存的基本用水需要,挽救了一场可能发生的生态危机。

南四湖应急生态补水是继我国黄河、黑河、塔里木河“三水”调水后,成功实施的跨流域、跨省份生态水资源统一调度工程,是实现水资源可持续利用、支持经济社会可持续发展、保护生态环境的重大举措。在向南四湖应急生态补水过程中,山东省济宁水文水资源勘测局承担了上级湖补水计量监测及下级湖补水计量监测技术监督工作。补水计量监测工作者利用目前较为先进的监测设施、设备和科学的测报技术,冒着严寒,克服重重困难,在冰天雪地中坚守岗位87天,出色地完成了补水计量监测任务。南四湖生态补水计量监测是一项技术含量高、难度大的跨流域补水计量工作,通过对南四湖应急生态补水计量监测方案、技术手段、新技术应用、监测资料分析等方面的经验总结,编写了这本《南四湖应急生态补水监测技术》。

本书共分南四湖概况、2002年旱情分析、生态补水水量监测、生态补水水质监测与评价、生态补水监测资料整编、生态补水效益分析、思考与建议等七章。本书对应急补水的监测方案、仪器设施、技术标准、数据采集、信息传输、资料整编等进行了全面

介绍，对收集的资料成果进行了深入分析研究，并将大量的分析研究成果收入本书中。

书中所介绍的水文监测技术，以水文测验规范为基础，是就如何在应急情况下进行监测站网布设、断面设置、设备安装、新技术应用等的新的尝试，既简单易行，又保证监测精度。监测资料分析方法科学合理，监测资料分析成果具有权威性，是南四湖应急补水的重要成果。本书可作为水文监测、应急调水计量监测工作参考用书，分析成果可用于应急抗旱预案编制、水文分析计算、水资源管理及水利工程设计。

在本书的编写过程中，得到了淮委水文局、沂沭泗水利管理局水情通信中心、江苏省徐州水文水资源勘测局、山东省淮河流域水利管理局、济宁市水利局、济宁水文水资源勘测局等单位的关心和支持。山东省水文水资源勘测局王凤鸣研究员对本书编写提出了许多宝贵意见和建议，并对本书内容进行了认真修改和完善，在此表示诚挚的感谢。

编 者

2004 年 3 月 30 日

目 录

前 言

第一章 南四湖概况	(1)
第一节 自然地理概况	(1)
第二节 南四湖基本情况	(3)
第三节 水文气象特征	(4)
第四节 社会经济概况	(7)
第五节 水旱灾害	(8)
第六节 南四湖特征水位变化及湖干情况分析	(13)
第二章 2002 年旱情分析	(18)
第一节 天气概况	(18)
第二节 旱情分析	(18)
第三节 大型水库及湖泊蓄水量	(25)
第四节 灾 情	(26)
第五节 跨流域引水	(28)
第六节 旱情成因分析	(29)
第三章 生态补水水量监测	(30)
第一节 监测方案编制及组织形式	(30)
第二节 补水线路概况	(35)
第三节 监测站布设	(38)
第四节 监测设施及仪器设备	(44)
第五节 补水水量监测	(51)
第六节 补水水情信息传输与发布	(55)
第七节 新技术在补水水量监测中的应用	(56)

第四章 生态补水水质监测与评价	(58)
第一节 向下级湖补水水质监测与评价	(58)
第二节 向上级湖补水水质监测与评价	(63)
第五章 生态补水监测资料整编	(66)
第一节 补水资料整编	(66)
第二节 整编成果的合理性分析及精度评价	(69)
第六章 生态补水效益分析	(71)
第一节 社会效益	(71)
第二节 生态环境效益	(72)
第三节 经济效益	(73)
第七章 思考与建议	(74)
第一节 经验与启示	(74)
第二节 建议与措施	(77)
附录 资料整编成果	(80)
附图 1 南四湖应急生态补水上、下级湖代表站水位 过程线	(80)
附图 2 南四湖应急生态补水入上级湖累计补水量 过程线	(80)
附图 3 蔺家坝(船闸)站累计补水量过程线	(81)
附图 4 南四湖水位—库容—面积关系曲线	(81)
附表 1 南四湖生态补水水文站网一览表	(82)
附表 2 南四湖生态补水微山西(航道)站说明	(83)
附表 3 南四湖生态补水昭阳站说明	(84)
附表 4 南四湖生态补水微山西(老运河桥)站说明	(85)
附表 5 南四湖生态补水蔺家坝(船闸)站说明	(86)
附表 6 计量监测站测流断面实测大断面成果	(87)
附表 7 夏镇航道河微山西(船闸)站实测流量成果	(89)

附表 8	老运河昭阳站实测流量成果	(91)
附表 9	老运河微山西(老运河桥)站实测流量成果	(93)
附表 10	上级湖水位监测站逐日平均水位	(110)
附表 11	下级湖水位监测站逐日平均水位	(112)
附表 12	南四湖生态补水水位站逐日平均水位	(114)
附表 13	南四湖生态补水蔺家坝闸上逐时水位	(116)
附表 14	南四湖生态补水入上级湖各站逐日平均流量	(124)
附表 15	南四湖生态补水蔺家坝站逐日平均流量	(126)
附表 16	南四湖生态补水入上级湖逐日补水量	(127)
附表 17	南四湖生态补水蔺家坝站逐日补水量	(129)
附表 18	南四湖上级湖各站逐日降水量	(131)
附表 19	南四湖下级湖各站逐日降水量	(133)
附表 20	蔺家坝站逐日降水量	(135)
附表 21	南四湖各站逐日水面蒸发量	(137)
附表 22	南四湖湖西测井逐日地下水位(废黄河口基面)	(139)
附表 23	上级湖南阳站历年汛初、汛末及特征水位统计	(142)
附表 24	下级湖微山站历年汛初、汛末及特征水位统计	(145)
参考文献		(148)

第一章 南四湖概况

第一节 自然地理概况

南四湖流域地处山东省鲁南泰沂山前冲积平原与鲁西南黄泛平原的交界地带,黄河与废黄河之间,位于东经 $116^{\circ}34' \sim 117^{\circ}21'$, 北纬 $34^{\circ}27' \sim 35^{\circ}20'$ 之间(图 1-1)。流域地形东部为山地、丘陵及山前平原,西部为黄泛平原,地势西高东低,由于黄河泛滥影响,地貌比较复杂。南四湖流域形如掌状,湖在掌心,河流如指,入湖各河洪水均向湖内集中。南四湖地处由西向东倾斜的黄河冲积扇和由东向西倾斜的泗河冲积扇接合的谷地,湖泊由西北向东南延伸,形如长带,湖盆浅平,北高南低。湖底高程上级湖为 $31.5 \sim 32.5$ m,下级湖为 $30.0 \sim 30.5$ m。

南四湖的形成,一是受大地构造控制,在鲁西平原与鲁中山丘区相接处,有水流滞积形成湖泊的地理条件;二是黄河在其西部、西北部、西南部频繁决口泛滥,黄河泥沙抬高了西部地面高程;三是大运河的开挖,形成了堵截西来黄淤的防线,控制两岸造型,形成南四湖基底这样的狭长地带;四是自南宋开始,黄河长期决口夺淮,泗河故道淤积,入淮受阻,洪水在山东济宁和江苏徐州一带的洼地停滞蓄积,泗河徐州以下段淤垫抬高,使泗河徐州以上段及东部山洪河道失去出路,徐州以上至山东省微山县鲁桥的泗水两侧洼地及小湖蓄水后逐渐滞积成湖,至清同治年间,构成南四湖的南阳湖、独山湖、昭阳湖、微山湖已连成一片,故称南四湖。

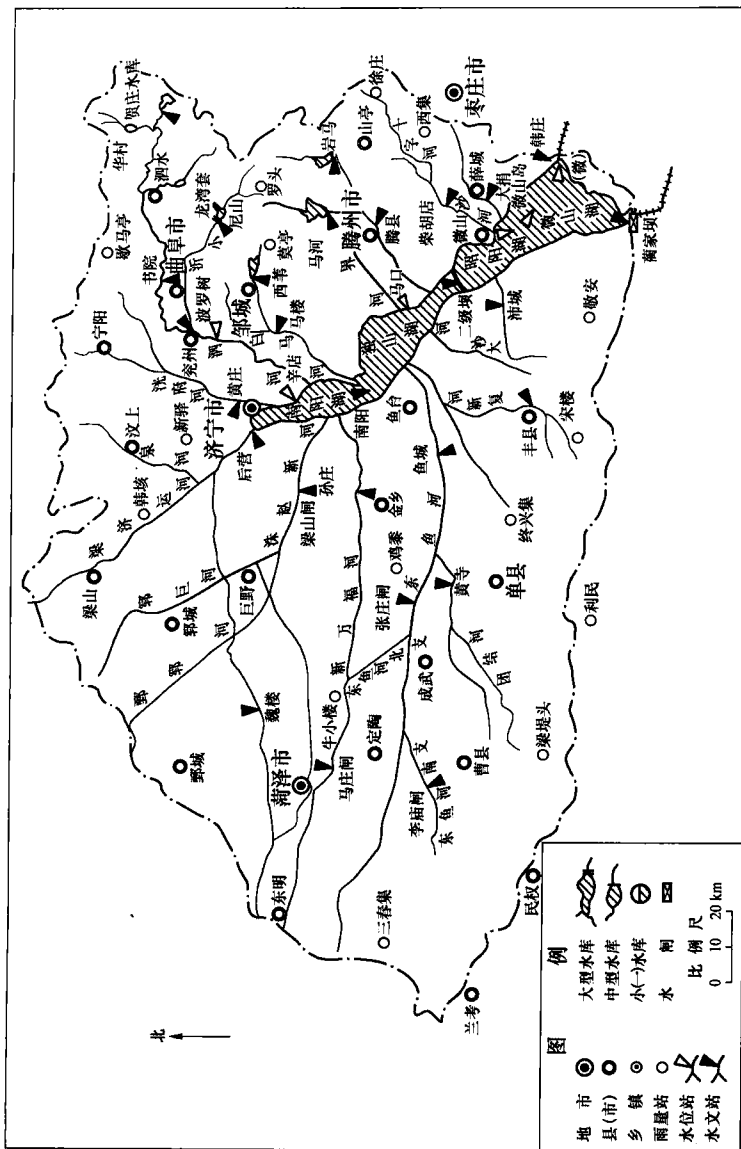


图 1-1 南四湖流域图

第二节 南四湖基本情况

南四湖是一个南北狭长的湖泊，由南阳湖、独山湖、昭阳湖、微山湖四个湖泊相连而成。南部微山湖和北部南阳湖、独山湖比较开阔，中部昭阳湖相对狭窄，状如蜂腰。南四湖南北长 126 km，东西宽 5~25 km，周边长 311 km，湖面面积 1 280 km²(其中上级湖湖面面积 609 km²，下级湖湖面面积 671 km²)，为我国北方最大的淡水湖，也是全国第六大淡水湖，具有蓄水、防洪、排涝、引水灌溉、城市供水、水产养殖、通航及旅游等多种功能。

1958 年，在湖腰最窄处，即昭阳湖中部，修建了二级坝水利枢纽工程(简称二级坝)，坝长 7.36 km。二级坝将南四湖一分为二，坝北(坝上)为上级湖，坝南(坝下)为下级湖。上级湖包括南阳湖、独山湖及部分昭阳湖，下级湖包括微山湖及部分昭阳湖。南四湖总库容 53.72 亿 m³，其中上级湖 22.27 亿 m³(设计水位 36.5 m)，下级湖 31.45 亿 m³(设计水位 36.0 m)。上级湖兴利水位 34.5 m(废黄河口高程，下同)，相应库容 10.193 亿 m³；死水位 33.0 m，死库容 2.253 亿 m³。下级湖兴利水位 32.5 m，相应库容 8.393 亿 m³；死水位 31.5 m，死库容 3.452 亿 m³。

南四湖东、西、北三面承接苏、鲁、豫、皖 4 省 32 个县(市、区)的来水，入湖河流共计 53 条，大多集中在上级湖。主要入湖河流有梁济运河、洙赵新河、洙水河、新老万福河、惠河、西支河、东鱼河、复兴河、姚楼河、大沙河、杨屯河、沿河、郑集河、洸府河、泗河、白马河、界河、城潮河、新薛河、薛城大沙河等。南四湖流域面积为 31 680 km²。湖东多为山丘区，湖西为黄泛平原。如以上、下级湖来划分，上级湖流域面积为 27 500 km²，占全流域的 86.8%；下级湖流域面积为 4 180 km²，占全流域的 13.2%。湖的南部为南四湖流域出口，洪水通过韩庄运河、伊家河、老运河和不牢河下泄。

南四湖湖内有微山岛、独山岛、黄山岛及南阳岛等岛屿，其中微山岛、独山岛、黄山岛面积分别为 9.13 、 0.63 km^2 和 1.10 km^2 ，其他小岛面积约 0.90 km^2 。入湖河道挟带的泥沙在湖口段淤积，并向湖内延伸，形成许多浅滩，影响洪水入湖和通航。主要浅滩有老泗河形成的南阳镇北浅滩，古渚河、薛河形成的安口和大捐浅滩，湖西大沙河、鹿口河入湖口也有明显的浅滩。湖内还纵横交错、不规则地分布着许多航道、船沟及用于捕鱼捞虾的埝埂，部分入湖河道因引水和排水而向湖内挖槽堆土形成的堤埂等，都会影响行洪。

南四湖是浅水型湖泊，湖内水生植物繁茂。上级湖东西两侧，特别是大沙河河口以上，下级湖二级坝至鹿口河河口，生长大量的芦苇等水生植物，严重阻碍湖内洪水下泄。

自 1958 年以来，在南四湖湖东河流上修建了尼山水库、西苇水库、马河水库及岩马水库等四座大型水库，总控制面积 974.7 km^2 ，总库容 5.516 亿 m^3 。尼山水库位于泗河的支流小沂河中游，控制流域面积 254.1 km^2 ，总库容 1.19 亿 m^3 ，其中兴利库容 0.61 亿 m^3 ；西苇水库位于白马河的支流大沙河中游，控制流域面积 113.6 km^2 ，总库容 1.07 亿 m^3 ，其中兴利库容 0.49 亿 m^3 ；马河水库位于北沙河中上游，控制流域面积 240 km^2 ，总库容 1.38 亿 m^3 ，其中兴利库容 0.70 亿 m^3 ；岩马水库位于城河上游，控制流域面积 357 km^2 ，总库容 2.20 亿 m^3 ，其中兴利库容 1.14 亿 m^3 。流域内建有贺庄水库、龙湾套水库、华村水库、莫亭水库、周村水库及户主水库等中型水库，并修建有小(一)型水库 57 座，小(二)型水库 328 座。流域内大中型水库总库容 10.81 亿 m^3 。

第三节 水文气象特征

南四湖流域地处暖温带半湿润季风气候区，具有大陆性气候特点，四季分明。春季气候干燥、多风；夏季受西太平洋副热带

暖湿气流影响，雨量集中，气候炎热；秋季燥热少雨；冬季受蒙古高压影响，西伯利亚冷气流南侵，天气寒冷干燥。空气湿度、温度、风向、风力、降雨、蒸发等随季节变化较大。

南四湖流域年平均气温 13.5℃。7 月份平均气温最高，一般为 25~26℃，1 月份平均气温最低，一般为 1~2℃。无霜期一般在 4~11 月，有 200~215 天。多年平均日照时数 2 530 h 左右。南四湖周边地区 1977~1997 年多年平均降雨量为 692.6 mm，其中 70%以上雨量集中在汛期。1983~1997 年多年平均水面蒸发量为 843.5 mm。

1983 年淮委规划设计院依据 1915~1982 年间不连续的 53 年系列资料计算出南四湖多年平均径流量为 29.6 亿 m³，并由此推算出南四湖不同频率天然径流成果(表 1-1)。

表 1-1 南四湖天然径流计算成果

分期	均值 (亿 m ³)	C _v	不同频率径流量(亿 m ³)							
			0.15%	1%	5%	20%	50%	75%	90%	95%
水文年	29.6	0.79	167	114	76	44	22	13	9	7
汛期	23.8	0.95	154	104	69	38	17	7	3	2
非汛期	5.8	0.70	28	20	14	8	5	3	2	2

依据对 1962~1982 年 20 个水文年资料的分析计算，南四湖多年平均地表水可利用量为 12.73 亿 m³，其中上级湖为 10.37 亿 m³，下级湖为 2.36 亿 m³。南四湖不同保证率的可利用水量计算成果见表 1-2。

南四湖湖东区河流为山洪河道，源短流急，峰量高，历时短；湖西为平原坡水河道，水流缓慢，如遇长历时暴雨，入湖洪水总量大，持续时间长。上、下级湖的容量和承担的来水面积极不平衡，上级湖容积 22.3 亿 m³，仅占总容积的 41.5%，却承担来水面

积 27 500 km²，占总来水面积的 86.8%；下级湖容积 31.4 亿 m³，占总容积的 58.5%，承担来水面积仅 4 180 km²，占总来水面积的 13.2%。洪水需从上级湖泄入下级湖，然后再下泄。由于上、下级湖引河尚未挖至设计标准，加之湖内芦苇丛生，洪水下泄缓慢，上、下级湖水位相差较大。新中国成立后，南四湖较大洪水年南阳站出现最高洪水位时，二级坝及微山站相应洪水位对照见图 1-2。

表 1-2 南四湖不同保证率可利用地表水量计算成果

湖 别	多年平均 (亿 m ³)	不同保证率可利用水量(亿 m ³)			
		20%	50%	75%	90%
全 湖	12.73	16.04	12.38	11.50	7.64
上级湖	10.37	13.25	10.06	8.21	6.37
下级湖	2.36	2.79	2.32	3.29	1.27

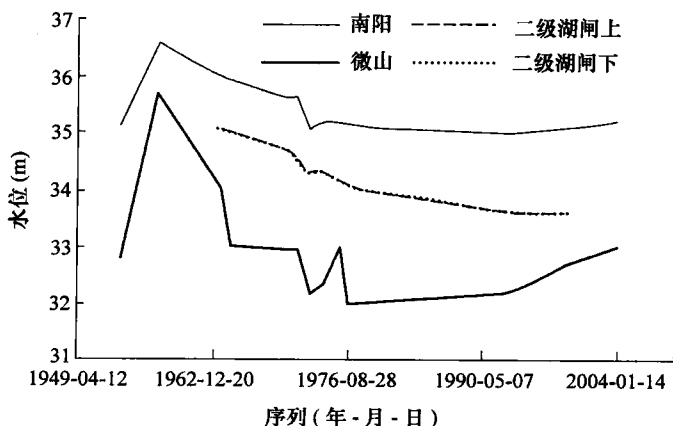


图 1-2 南四湖较大洪水年主要控制站相应最高水位对照

第四节 社会经济概况

根据 1998 年统计资料,南四湖及其周边地区土地面积为 22 155.6 km²。总人口为 1 071.39 万人,其中城镇人口为 240.85 万人,农村人口为 830.54 万人;湖内居住人口 7 万人。国内生产总值为 587.63 亿元,工业总产值为 815.32 亿元。耕地面积 1 081.50 万亩^①,有效灌溉面积 962.85 万亩。粮食产量 523.15 万 t。

南四湖流域是我国重要能源基地之一,流域内煤炭资源丰富,还有电力、石油、天然气等。煤炭储量达 230.5 亿 t,多属优质炼焦煤,重要煤田有枣庄、兖州、滕州、济宁、大屯、徐州煤田等;电力工业发展较快,重要电厂有济宁、邹县、徐州、大屯、垓城、彭城、韩庄、十里泉电厂等,其中邹县电厂是目前亚洲最大的火力发电厂。

本流域农作物以水稻、小麦、棉花、大豆、薯类为主,是我国重要粮棉生产基地之一。农业以南四湖水为主要灌溉水源,但用水保证率较低。南四湖自然资源丰富,是山东省最大的渔业基地,鱼类年产量在 2 万 t 以上。此外,苇、莲、菱、芡、菰等湖产品也很丰富,是当地渔民的主要经济来源之一。

流域内交通发达,铁路干支线密集,京沪和京九两大铁路干线分别穿过流域的东、西两侧,兖新、兖石铁路由流域北部过境;湖东有京福高速公路和 104 国道,湖西公路密布;京杭大运河贯穿南北,形成了南四湖区发达的交通网络。

南四湖及周边地区范围详见图 1-1。

① 1 亩 = $\frac{1}{15}$ hm² ≈ 667 m²。