



异龙湖水污染治理 典型工程环境效益评价

YILONGHU SHUIWURAN ZHILI
DIANXING GONGCHENG HUANJING XIAOYI PINGJIA

杨爱英 等 ■ 著



云南大学出版社
YUNNAN UNIVERSITY PRESS





异龙湖水污染治理 典型工程环境效益评价

YILONGHU SHUIWURAN ZHILI

DIANXING GONGCHENG HUANJING XIAOYI PINGJIA





异龙湖水污染治理 典型工程环境效益评价

YILONGHU SHUIWURAN ZHILI
DIANXING GONGCHENG HUANJING XIAOYI PINGJIA

杨爱英 李 杰 李桥光 陈冬鸣 郭 进 张志明 叶秋涵 ■ 著



云南大学出版社
YUNNAN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

异龙湖水污染治理典型工程环境效益评价 / 杨爱英等著. -- 昆明: 云南大学出版社, 2018
ISBN 978-7-5482-3409-8

I. ①异… II. ①杨… III. ①湖泊污染-污染防治-环境效应-效益评价-研究-石屏县 IV. ①X524

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第163769号

策划编辑: 赵红梅

责任编辑: 余家涛

封面设计: 王娅一

异龙湖水污染治理 典型工程环境效益评价

YILONGHU SHUIWURAN ZHILI
DIANXING GONGCHENG HUANJING XIAOYI PINGJIA

杨爱英等 ■ 著

出版发行: 云南大学出版社

印 装: 昆明淙纶印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 11.25

字 数: 215千

版 次: 2018年8月第1版

印 次: 2018年8月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5482-3409-8

定 价: 45.00元

社 址: 昆明市一二一大街182号(云南大学东陆校区英华园内)

邮 编: 650091

发行电话: 0871-65033244 65031071

网 址: <http://www.ynup.com>

E-mail: market@ynup.com

若发现本书有印装质量问题, 请与印厂联系调换, 联系电话: 0871-65639661。

序

党的十九大报告指出：“生态文明建设是中华民族永续发展的千年大计，必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念；坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，建设美丽中国，为人民创造良好生产生活环境，为全球生态安全作出贡献。”习近平总书记考察云南时的主要讲话，从党和国家全局发展的高度，明确了云南的发展地位，赋予了云南崇高责任，要求云南努力成为生态文明建设排头兵。作为云南生态文明建设任务的重要组成部分，九大高原湖泊水环境质量的改善关系到云南生态文明建设排头兵、筑牢西南生态安全屏障的大局，影响到人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，肩负着提高生态文明水平、促进科学发展、建设美丽云南等重大历史职责。

异龙湖是典型的高原浅水湖泊，是云南省九大高原湖泊中面积和水量最小的湖泊。通过“十一五”以来截污治污、退塘还湖、底泥疏浚、湿地建设、调水补水等一系列污染治理工程的实施，异龙湖水质较以往明显好转。2017年异龙湖水质虽为劣Ⅴ类，但水质恶化趋势得到遏制，部分主要污染物指标下降明显。异龙湖水环境质量的改善对云南污染较重湖泊保护与治理具有重要的示范意义，是贯彻落实国家水污染防治行动计划的重要举措，对维系滇南地区生态安全、提升红河州生态文明发展质量、促进流域区域社会经济与湖泊保护和谐发展具有重要的战略意义。

《异龙湖水污染治理典型工程环境效益评价》一书总结了“十二五”以来异龙湖实施的底泥疏浚、农业农村污染治理、调水补水、湖泊生态保护与修复4大类共7项具有示范意义的污染治理工程，分析了治污工程的实施效果和存在问题，提出了中肯的建言建议，具有较强的理论性和学术性，为湖泊污染治理新思路提供了有力的科技支撑。同时，该书推广了异龙湖历年来水环境治理和保护工作成果，开启了社会公众对异龙湖保护工作认可的窗口，树立了环境保护工作的良好社会形象，坚定了环保工作者治污攻关的信心和决心，具有良好的社会公益性。

在各级党委、政府的正确领导和大力支持下，异龙湖生态环境保护工作一定能够百尺竿头、更进一步。我们一定要以党的十九大精神和习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，把高原湖泊保护作为头等大事，科学治理、系统治理、集约治理、依法治理，使彩云之南的天更蓝、地更绿、水更清。

卢云淦

2018年4月12日

前 言

异龙湖地处珠江支流的源头，紧靠珠江支系南盘江与红河两大流域分水岭，属珠江水系。作为国家重点湿地、云南省九大高原湖泊之一，异龙湖是云南红河州唯一一个面积在 30km^2 以上的湖泊，具有调节气候、净化污水、提供水源、蓄水防洪、农田灌溉、水产养殖和休闲游憩的综合功能，被誉为红河州的“母亲湖”。异龙湖流域是石屏县经济比较发达的区域，对维系石屏县乃至滇南的生态安全、保障区域经济和维系经济社会可持续发展有特别重要的战略意义。保护和治理好异龙湖对红河州经济发展质量的提升和旅游经济圈的形具有至关重要的作用。加强异龙湖治理，不仅关系着红河州乃至滇南的长远发展，而且关系到珠江流域的生态环境安全及珠三角区域的可持续发展。

《国家环境保护“十二五”规划》中要求，深化重点流域水污染防治，明确各重点流域的优先控制单元，实行分区控制，加强云南省异龙湖等的综合治理，以改善湖泊水环境质量。国务院《关于支持云南省加快建设面向西南开放重要桥头堡的意见》（国发〔2011〕11号）明确指出，云南省是我国通往东南亚和南亚的重要陆上通道，战略地位十分重要，提出“到2015年，高原湖泊、重点流域水质恶化和水土流失加剧趋势得到遏制，石漠化治理取得明显成效，森林覆盖率达到50%以上”“到2020年，高原湖泊水质改善，江河上游水土流失面积明显减少，石漠化得到有效控制，森林覆盖率达到55%以上，生态安全屏障作用不断巩固”的目标。异龙湖流域水污染防治被列入国家战略。

“十三五”时期是云南省新一轮西部大开发快速、深入发展时期，是云南建设我国面向东南亚南亚辐射中心的重要时期，是云南省生态文明建设关键时期。在这期间，异龙湖流域城市化、农村现代化的速度将进一步加快，迎来资源能源消耗和人口数量的高峰，异龙湖保护治理与经济社会发展的矛盾将更加尖锐，异龙湖保护治理既要偿还历史旧账，又要预防新的污染，污染防治面临巨大压力，任务极为艰巨。异龙湖治理工作得到国家、省、州各级政府和部门的高度重视与支持。云南省委、省政府领导多次开展调研，召开领导小组会议和现场办公会全面部署工作。全面实施异龙湖治理保护，成为关系红河州社会

经济可持续发展的头等重大问题。

异龙湖是典型的高原浅水湖泊，面积和库容相对较小，自然条件优越，湖泊面临的社会经济发展压力和复杂程度相对于滇池和太湖等要单纯许多。“十一五”和“十二五”时期，石屏县人民政府实施了一批异龙湖水污染防治工程关键性措施，包括截污治污工程、底泥疏浚工程、生态修复工程和补水工程。2014年、2015年异龙湖水质较2010年污染峰值相比明显好转，证明工程措施的实施已经产生了明显的环境效益和生态效益。今后，各级政府将以更坚决的态度、更务实的作风、更有力的措施，落实责任，迎难而上，继续加大异龙湖治理力度，着力抓好异龙湖流域水污染防治措施，为全省乃至全国湖泊污染治理提供示范。

本书是众多科研工作人员、政府决策者和管理人员的集体智慧结晶，主要参加单位有云南省环境科学研究院（中国昆明高原湖泊国际研究中心）、红河州环境保护局、红河州环境监测站、红河州异龙湖水污染综合防治办公室、石屏县环境保护局、石屏县异龙湖管理局。在团队的共同努力下，多次修改并最终定稿。由于作者的知识和经验有限，书中难免有疏漏之处，恳请行业专家不吝指正。

目 录

第一章 异龙湖生态环境状况	(1)
第一节 自然环境概况	(1)
第二节 水文概况	(3)
第三节 社会经济概况	(5)
第四节 水量平衡分析	(8)
第五节 污染负荷分析	(18)
第六节 水环境质量状况	(34)
第七节 区域环境问题及诊断	(39)
第二章 异龙湖底泥疏浚工程	(46)
第一节 工程建设意义	(46)
第二节 工程主要内容	(48)
第三节 工程方案设计	(49)
第四节 环境效益评估	(71)
第三章 异龙湖补水工程	(74)
第一节 工程建设意义	(74)
第二节 工程主要内容	(75)
第三节 工程方案设计	(76)
第四节 环境效益评估	(98)

第四章 异龙湖入湖河道治理工程	(101)
第一节 工程建设意义	(101)
第二节 工程主要内容	(102)
第三节 工程方案设计	(103)
第四节 环境效益评估	(112)
 第五章 异龙湖沿湖村庄环境综合整治工程	(114)
第一节 工程建设意义	(114)
第二节 工程主要内容	(115)
第三节 工程方案设计	(116)
第四节 环境效益评估	(129)
 第六章 异龙湖退塘还湖及生态修复工程	(132)
第一节 工程建设意义	(132)
第二节 工程主要内容	(134)
第三节 工程设计概要	(135)
第四节 环境效益评估	(144)
 第七章 云南石屏异龙湖国家湿地公园建设	(146)
第一节 工程建设意义	(146)
第二节 工程主要内容	(147)
第三节 工程设计纲要	(149)
第四节 环境效益评估	(156)
 第八章 异龙湖水污染治理状况总结	(161)

第一章 异龙湖生态环境状况

第一节 自然环境概况

一、地理位置

异龙湖位于云南省红河哈尼族彝族自治州的石屏县境内，在县城异龙镇东南 3km 处，处在珠江支流南盘江与红河两大流域分水岭上，系南盘江一级支流泸江的源头，属珠江水系。异龙湖地理坐标为东经 $102^{\circ}28' \sim 102^{\circ}38'$ ，北纬 $23^{\circ}28' \sim 23^{\circ}42'$ 。

二、地质地貌

异龙湖为断陷构造湖，呈东西向条带状，东西长约 13km，南北宽约 2.5km，面积约为 31km^2 ，总蓄水量为 1.13 亿 m^3 ，平均水深 2.75m，在云南九大高原湖泊中排名第四，小于滇池、洱海、抚仙湖，大于杞麓湖。异龙湖流域面积为 360.4km^2 ，占全县土地面积的 12%，整个湖区为一断陷溶湖积盆地，湖盆中为长 30km、宽 2~6km、面积 92km^2 的冲积平原。湖区内地势平坦，沿北西—南东向展布，呈半封闭状态，盆内积水成湖，周围均为构造侵蚀中、低山地。盆地周围山峦起伏，从而构成了异龙湖汇水区典型的中山湖盆地貌。

异龙湖是受喜马拉雅山运动影响形成的断层侵蚀湖泊。北岸靠乾阳山，湖岸线平直，岸坡较陡，一般为 35° 以上的高坡，岩溶发育较充分，属三叠系石灰岩层，岩性坚硬，冲沟较少，堆积层厚度小于 0.5m。南岸为五爪山，山峦丘陵起伏，沟谷发育形成如五爪伸入湖中，形成大小 72 个湾，现已围湖成田，湖湾不复存在，岸坡地势低缓，坡度在 20° 以下，坡积厚度一般在 20m 左右。湖东、西两面地势平缓，均已开垦为农田，湖西为冲积坝，石屏县城就坐落在冲积坝中。

三、气候气象

异龙湖地处低纬度高原,属北亚热带干燥季风与中热带半湿润季风气候区,受西南印度洋、东南太平洋暖湿气流以及西北大陆干暖气流的影响,其气候特点为:干湿季分明,夏季多雨,雨热同季,日温差大,年温差小。异龙湖降雨量集中,但年内分配较为不均。5~10月为雨季,主要受北部湾东南暖湿气流及印度洋西南暖湿气流控制,水汽充沛,层次深厚,当与南下冷空气相遇,或受地形阻挡而强迫抬升时,易形成大量降水。11月至翌年4月为旱季,主要受印度北部大陆干暖气流控制,空气干燥,风速大,蒸发量亦大。石屏县气象站观测资料显示:异龙湖多年平均降水量为919.9mm,年最大降水量为1160.4mm(1997年),年最小降水量为613.2mm(1980年);多年平均蒸发量为1908.6mm,年最大蒸发量为2248.8mm(1963年),年最小蒸发量为1679.8mm(1990年);多年平均气温为18℃,极端最高气温为34.5℃,极端最低气温为-2.4℃,最冷月平均气温为11.6℃,最热月平均气温为22.4℃,无霜期为316天,多年平均日照数为2233h;最大风速为25m/s,平均风速为1.9m/s,常年多为西北风。

四、土 壤

异龙湖流域内共有红壤、水稻土、冲积土和紫色土4个土壤类,含8个亚类,16个土属,35个土种,以红壤分布最广,约占72.0%,水稻土次之,约占16.8%。红壤主要分布于山区、半山区和坝子边缘的丘陵地带;水稻土主要分布于坝区、半山区、山区和河谷地区;冲积土主要分布在异龙湖周围的坝区,少部分分布在山区和河谷的冲道中;紫色土是在紫红色成土母岩上形成的特殊土壤类型,分布于异龙镇和坝心镇。

五、森林植被和水土流失

异龙湖径流区内植被复杂、类型多样,有乔木树种101科,800余种。主要乔木树种有云南松、柏树、木荷、西南桦、油杉等;主要灌木有车桑子、萌生栎、小石积等;主要草木有扭黄茅、紫茎泽兰等。主要森林植被群落有15个,常见的有云南松纯林和松栎、松阔混交林、栎类及车桑子灌木纯林等。由于交通便利,人口密度大,山上植被较早遭到破坏,植被稀疏,目前异龙湖流域森林覆盖率仅为30%左右,生态环境十分脆弱。

第二节 水文概况

一、水文概括

（一）异龙湖基本发育参数

异龙湖东西轴线长为 13.09km，南北最宽为 3.614km、最窄处为 1.402km，平均宽为 2.508km，湖岸线长为 41.909km。湖泊的平面形态呈东西向，两端窄，中间宽，东部窄而浅，中间深，南部窄而稍深，湖岸线发育系数为 2.22。

（二）异龙湖集水量

异龙湖年集水量在 5 780 万 m^3 ~ 11 453 万 m^3 之间。异龙湖流域面积为 360.4 km^2 ，湖泊面积约为 31 km^2 ，最大水深约为 6.55m，平均水深为 2.75m，正常蓄水位为 1 414.2m（黄海高程），对应水量约为 11 600 万 m^3 ，最低运行水位为 1 412.08m，对应水量约为 5 100 万 m^3 。

（三）异龙湖集水来源

地表径流占异龙湖总集水量的 53% ~ 46.0%。异龙湖入湖河流主要有赤瑞海河（城河）、城北河、城南河、龙港河、大水河、大沙河、渔村河，这 7 条入湖河流控制流域面积在 70% 以上。异龙湖西岸的 3 条河流是最主要的入湖水量来源，入湖水量占河流入湖水量的 85%，其中以城河入湖水量最大，占 59%。湖面降水占异龙湖总集水量的 24.4% ~ 24.6%。泉水占异龙湖总集水量的 22.6% ~ 11.4%。据调查，城北河与大水河是非闭合径流区，其径流区内有约 20 个泉眼，大量地下水补给河流并进入异龙湖。龙港河是异龙湖东南岸的主要入湖水量来源，其入湖水量占河流入湖水量的 10%。从时间上来看，入湖径流量集中分布在 7 ~ 10 月，其中 7 月份的入湖水量最大，占全年入湖水量的 21%。

二、主要入湖河流

异龙湖入湖河流主要有赤瑞海河（城河）、城北河、城南河、大沙河、龙港河、大水河、渔村河和新街海河。这几条主要入湖河流的情况如下：

赤瑞海河（通过县城及下部分叫作城河），是连接宝秀赤瑞湖和异龙湖的主要河道，也是异龙湖流域的主要汇水河道，加上连年延伸部分，全长为 13.8km，河道宽为 4m。通过改造，接近赤瑞湖段有 2km 改造为块石支砌的河堤（单边堤宽平均 3m），加上县城及以下的约 2.5km，三面光块石支砌段，共有 4.5km 块石堤，形成赤瑞湖→2km 块石支砌河道→8km 土堤河道→2.5km 三

面光河道→1.3km 土堤河道的现状。

城北河接纳县城北边山、地以及村寨汇水和生活污水的主要河道，长为 7.37km，是宽为 2.5m，现状：3km 土堤河道→2km 块石支砌堤河道→2.5km 土堤（土堤宽 2m）河道。

城南河是接纳县城南边山、地及村寨等汇水和污水的主要河道，长为 6.52km，宽为 3.5m，现状：4.07km 块石支砌河道→2.5km 土堤（堤宽 2m）河道。

大沙河长为 2km，主要流经沙咀村，河道宽为 10m，河堤宽为 3m，现状：1km 块石支砌堤河道→1km 土堤河道。

龙港河长为 12km，主要流经龙港村，河道宽为 2m，堤宽为 2m，全部为块石支砌河道。

大水河长为 1.5km，主要流经大水村，河道宽为 4.5m，堤宽为 4m，全部为块石支砌河道。

渔村河长为 5km，河道宽为 4m，堤宽为 4m，起于坝心王家冲，止于坝心大河咀，全部为土堤。

新街海河长为 6.9km，主要流经坝心镇，河道宽为 4~6m，河堤为土堤，是异龙湖原来的主要出水河道。

由异龙湖主要入湖河道入湖水量（表 1-1）可以看出，城河、城北河、城南河与龙港河 4 条河流的入湖水量占河流入湖水量的 90% 以上，这 4 条入湖河流在异龙湖流域水污染控制中占有重要地位。

表 1-1 异龙湖主要入湖河道入湖水量

单位：万 m³

时 间	城 河	城北河	城南河	龙港河	大水河	渔村河	合 计
2008 年 9 月	436.74	66.17	84.81	111.95	62.17	2.71	764.55
2008 年 10 月	174.92	54.26	90.23	117.60	58.26	2.45	497.72
2008 年 11 月	366.67	59.44	106.58	104.37	51.85	0.00	688.91
2008 年 12 月	175.07	45.75	27.30	61.39	0.00	0.00	309.51
2009 年 1 月	208.72	36.59	48.34	17.22	0.00	0.00	310.87
2009 年 2 月	56.19	17.56	2.39	8.25	0.00	0.00	84.39
2009 年 3 月	42.02	10.81	0.00	7.47	0.00	0.00	60.30
2009 年 4 月	105.84	18.11	11.98	26.94	0.00	0.00	162.87
2009 年 5 月	124.42	16.16	1.38	29.04	0.00	0.00	171.00

续 表

时 间	城 河	城北河	城南河	龙港河	大水河	渔村河	合 计
2009 年 6 月	79.19	37.69	0.00	20.78	1.87	1.90	141.43
2009 年 7 月	402.84	128.50	30.96	85.61	28.39	2.25	678.55
2009 年 8 月	636.56	115.42	47.94	69.95	24.48	11.15	905.50
2009 年 9 月	176.47	85.20	92.82	7.91	19.49	14.69	396.58
2009 年 10 月	127.94	52.78	108.30	8.38	5.52	19.27	322.19
2009 年 11 月	120.38	40.87	5.90	2.09	1.30	35.05	205.59
2009 年 12 月	99.75	40.37	0.00	2.90	1.07	0.00	144.09
合计	3 333.72	825.68	658.93	681.85	254.40	89.47	5 844.05
2009 年合计	2 180.32	600.06	350.01	286.54	82.12	84.31	3 583.36

第三节 社会经济概况

一、行政区划和人口现状

整个异龙湖流域，包括异龙湖径流范围和补水区径流范围，涉及 7 个镇，48 个行政村，262 个自然村，15.27 万人。

（一）异龙湖径流范围

异龙湖流域分属石屏县异龙镇、宝秀镇和坝心镇，县城位于异龙镇。从行政区划来看，3 镇共辖 57 个村委会，457 个自然村。其中，异龙镇辖 25 个村委会（社区），222 个自然村，2014 年末总人口为 96 585 人；宝秀镇辖 20 个村委会，142 个自然村，2014 年年末总人口为 54 194 人；坝心镇辖 12 个村委会，93 个自然村，2014 年年末总人口为 31 621 人。

异龙湖径流边界与行政边界相比，范围较小，经调查核实，3 个镇位于径流范围内的村委会（社区）有 34 个，自然村有 207 个。其中，异龙镇位于径流范围内的村委会（社区）有 17 个，自然村有 127 个；宝秀镇位于径流范围内的村委会有 7 个，自然村有 29 个；坝心镇位于径流范围内的村委会有 8 个，自然村有 51 个。

据统计资料，2014 年异龙湖径流范围人口总数为 135 754 人，其中城市人口为 30 451 人，城镇人口为 10 318 人，农村人口为 94 985 人。由以上数据可