

“滇池环湖截污治污体系联合运用关键技术及工程示范课题”成果



课题组成员。

研发高效截污技术 提升滇池治污效能 减少污染改善水质

滇池是云贵高原上的一颗明珠,具有防洪、供水、旅游、渔业、水上运输及调节气候等多种功能,是维持滇池盆地生态平衡的核心,是支撑云南省昆明市国民经济建设和社会事业发展的生态基础。滇池生态环境保护已成为昆明市可持续发展的重大需求。

2008年昆明市政府做出了提速滇池治理的重大战略决策,提出实施“环湖截污、环湖公路、环湖生态、入湖河道治理、底泥疏浚、外流域引水”六大工程措施。实施滇池环湖截污工程面临的设计边界条件十分复杂,既要投资有限满足“百年工程”适当超前,又要在滇池周边土地价值高、生态塘库建设规模受限的条件下,满足近远期不同水质水量汇流—输移交替,即近期以农村农业面源混流污染负荷控制为主、远期以城市市政污水及城市初期雨水污染负荷控制为主。同

时,滇池环湖截污干渠面临近期汇流超设计服务范围的截污和由此导致的水质净化厂低浓度运行。如何保证工程设计目标的实现,是国内湖泊截污最复杂的工程,迫切需要技术支持。

2012年,国家重大水专项“滇池环湖截污治污体系联合运用关键技术及工程示范课题”2012ZX07102001”获得原环境保护部立项批复。在昆明滇池投资有限责任公司、昆明滇池水务股份有限公司的领导下,中国市政工程西南设计研究院有限公司课题负责人蔡松柏教授的率领下,昆明市环境科学研究院、云南省环境科学研究院、重庆大学约90余位专业人员持续6年的攻坚克难,完成了“滇池环湖截污治污体系联合运用关键技术及工程示范课题”,编制“滇池环湖截污治污体系联合应用技术指南”填补了在环湖截污工程方面国家规划设计指导文件的空白,

“混合污水截污工程优化设计规划软件包”提高了环湖截污的设计水平和设计效率,“滇池环湖截污治污体系联合应用运行规程”指导滇池环湖截污工程近远期运行,“滇池环湖截污工程水质水量调查及效能评估”支撑解决滇池环湖截污配套需求,通过集成初期雨水、农村农业面源高效截留技术、水质水量双错峰技术,交互式污水处理厂和水质净化厂调度技术,建设的环湖截污治污体系智能化控制平台示范,形成了环湖截污治污“分类分质、高效截流,联合运行、达标排放,智能控制、智慧管理”,从降雨到高效截污,到污水处理厂调度的全流程模型控制调度全覆盖的技术体系,具备推广至整个滇池环湖截污工程的应用条件,支撑了滇池环湖截污工程目标的实现和进一步提高,确保滇池环湖截污工程充分发挥投资环境效益。

课题负责人及主要课题骨干:

课题负责人:蔡松柏
子课题负责人:罗万中 张玉 徐晓梅 张智 赵磊
中国市政工程西南设计研究院有限公司:刘长兴 程戈然
昆明市环境科学研究院:叶海云
重庆大学:阳春 付国楷 曾晓岚 姚娟娟 马华 张勤
云南省环境科学研究院:王俊松
平台和软件:陈赤峰 谷德性



课题组成员研究工作。

1 现状调查找准问题,评估现状截污治污体系效能,应用SWMM模型解析滇池环湖截污工程截留目标

在滇池环湖截污工程设计时,为快速推进“一湖四片”建设,提速滇池治理,为牛栏江调水保驾护航,按批复的“滇池环湖生态保护规划”,将2030年远期规划目标农村面源截留率为30%、城市初期雨水截留率为50%、点源截留率为90%作为近远期目标。

滇池环湖截污东岸及南岸干渠(不包括海口段的环湖截污干渠)的整个设计服务范围(面积约为232.6平方公里),同时考虑到现状雨污水上游部分山区径流会随沟渠或河道进入干渠,将模型构建区域扩大到环湖截污系统整个汇水区域,面积约为462.33平方公里,分别利用SWMM模型对设计服务范围和整个汇水区域范围两种情景下的环湖截污系统运行效能进行模拟验证。

区域现状排水系统除新建城区外主要为合流制排水体制,污水通过市政雨污水管道、沟渠以及河道截污管截流进入环湖截污干渠,经末端污水处理厂处理达标后排入滇池。以区域遥感影像、数字地形模型(DEM)、河流沟渠矢量数据为基础,结合区域特征、道路网络、河流沟渠分布进行区域排水方向分析,利用GIS软件将环湖截污整个汇水

区域划分为772个子汇水区域,同时对研究区排水系统进行概化,删除对研究影响不大的支管网(渠),按批复的“滇池环湖生态保护规划”,将排水系统概化为340条管(渠)、294个节点。利用同样的方法将设计服务范围划分为488个子汇水区域,将设计服务范围内的排水系统概化为292条管(渠)、240个节点。

模拟验证结论:近期,以最不利全笼罩降雨情景模拟计算,在设计232.6平方公里服务范围,在设计降雨条件下,以污水处理厂和水质净化厂规模为约束条件,滇池截污干渠的现状总截留率为79.23%,高于工程目标截留量。同样,以最不利全笼罩降雨情景模拟计算,以汇流服务范围462.33平方公里模拟,在设计降雨条件下,滇池截污干渠的截留率为48.23%,低于工程目标。而2030年规划期,以最不利全笼罩降雨情景模拟计算,在设计232.6平方公里服务范围,在设计降雨条件下,滇池截污干渠东岸和南岸的规划期总截留率为79.23%和89.4%,高于工程目标截留量。此时和设计的要求一致,根据城市化的进程,择机根据进水水质的变化,调整水质净化厂工艺,扩建污水处理厂和水质净化厂规模。

2 农业面源“高水高收高用”新理念,颠覆环湖传统农业生产“抽清排污”灌溉模式,构建农业面源截留创新理论

传统的农业生产模式,一方面从湖泊抽取清水进行灌溉,另一方面又将灌溉的回归水排入湖泊。其结果就是,大量的农业面源进入湖泊并带来电耗和水资源大量消耗。因此,提出“农业面源高水高收高用理念”,即建设并联串联的多塘系统收集距离湖泊较远的农村面源,主要有农田径流、农业灌溉回归水,按农业灌溉标准进行处理回用,有效节约水资源和

提灌能耗。同时利用已建的农业灌溉系统,在非灌溉期间,特别是汛期,采用多塘联动循环减少入湖污染负荷,有效地为解决滇池环湖截污现状面临的“小城市大农村超服务面积范围截留农村面源”问题提供技术支持。根据此理念,大理环湖截污二期生态塘库工程可行性研究通过专家论证,云南省发改委批复规模化推广应用。

3 农村面源高效截流技术、污水处理厂与水质净化厂交互运行及干渠清空模式,有效提高进水水质浓度,保证水质净化厂运行达标排放

课题组多次对滇池周边进行深入而细致的现场调查工作,系统调查了滇池环湖截污工程周边沟渠、河道、村庄污水在旱季和雨季与截污干渠的接入情况,并对沟渠、河流、村庄污水进行了采样监测分析工作,调查期间同步进行水样采集,完成了典型汇水区雨污水汇流—输移过程的详细监测及典型汇水区水质水量过程分析。通过调查全面掌握了滇池东、南岸环湖截污干渠周边河道、沟渠和村庄现状,明确了沟渠与东岸环湖截污干渠的关系、沟渠的水质水量及污水汇流—输移规律。标识了各沟渠的水质水量范围,根据

农村面源水质峰值均化的特点,采用时间控制,选择性截干渠,有效减少入湖污染负荷。同时,根据超服务范围及分流范围小导致的人渠水质浓度低的现状,研究滇池环湖截污干渠超长期停留时间产生的沉淀效应,提出干渠达标清水回用、灌溉或进入湿地运行模式,有效应对截留超服务范围导致的水质净化厂低进水水质浓度。根据进水碳源不足,研究提出通过进水提升泵站将农村面源与污水混合调度至水质净化厂增加碳源的技术措施,保证水质净化厂处理达标排放,减少碳源的投加量。

4 城市初期雨水高效截流,干渠——污水处理厂联合运行,减少入湖污染负荷,提升滇池环湖截污治污体系效能

随着“一湖四片”城市化进程,滇池环湖截污工程由服务“小城市大农村”逐步转变为“大城市小农村”,环湖截污治污体系收集截流处理的污水水量与水质及汇流—输移将发生质的变化。课题组研究开发了高效截流、联合运行技术。

截污治污体系高效截流技术,实现分质高效截流
根据电导率—营养盐水质高度相关的特性,研发城市初期雨水快速检测响应技术,构建高效的截流城市初期雨水控制模式和极限截流半径控制技术,支撑远期环湖截污干渠快速收集、高效截流的技术需求。

截污治污体系有机协同,实现雨季联合运行达标排放
研究证实,初期雨水自源头至1公里内初期冲刷效应显著,参考国外的初期雨

水“半英寸”法则,在新区规划有条件时,根据污水处理厂可能承担的冲击水量负荷,初期雨水的初期部分采用源头撇流进入污水管控制,初期雨水的后期部分采用雨水管直接规划与截污干渠衔接及常规雨水管布置应用SWMM与ArcGIS软件建立的2030年截污干渠雨水/污水渠的水质水量实时动态模型,验证环湖截污干渠截流污水的能力,对进入环湖截污干渠的节点污染负荷进行了预测排序,控制干渠的错峰/削峰技术,提升了干渠的污染物总量截流能力;针对干渠收集截流的雨季城市混合污水浓度低水量的特点,开展低浓度及冲击负荷进水对污水处理厂正常运行的影响研究,研发了工艺参数调控、营养盐补加、生物—化学协同除磷等关键技术,实现了截污干渠—污水处理厂联合运行,雨季稳定达标排放。

5

建设环湖截污治污体系智能化控制平台,集成自降雨到污水处理厂及水质净化厂交互运行全流程关键调度技术示范应用

课题组在示范区利用配套资金建设环湖截污治污体系智能化控制平台。其关联水质净化厂降雨监测站,与气象预报进行通讯联系,内置基础数据库,污染HYSWMM5.0模型,农村面源、初期雨水高效截留模型,截污干渠水质水量双错峰及干渠清空模型,污水处理厂及水质净化厂交互运行

调度模型,实现自降雨到交互式运行的雨季全流程调度控制。示范的智能控制平台具备扩展至东岸环湖截污干渠和南岸截污干渠的全环湖截污调度功能、数据修正功能、统计绩效考核功能,保证滇池环湖截污工程的近远期工程目标的实现,最大限度地截留入湖污染负荷。

6

滇池环湖截污治污体系联合应用技术指南填补了国内环湖截污指导文件空白,混合污水截污工程优化设计规划软件包提高规划设计效率,滇池环湖截污治污体系联合应用运行规程有效指导系统运行

课题组研究分析并总结昆明滇池环湖截污工程、大理洱海环湖截污工程、成都黑龙滩环湖截污工程规划设计运行的经验和教训,采用课题的研究成果,编制完成滇池环湖截污治污体系联合应用技术指南,填补国内环湖截污规划设计空白。

混合污水截污工程优化设计规划软件包是在鸿业排水软件的基础上,采用课题的研究成果,编制完成的针对环湖截污工程规划设计的软件,是滇池环湖截污治污体系联合

应用技术指南的配套软件,极大地提高环湖截污规划设计效率。滇池环湖截污治污体系联合应用运行规程是在总结环湖截污运行的特点和面对运行存在的问题基础上,采用课题研究成果,编制完成的指导环湖截污运行的规程。滇池环湖截污治污体系联合应用技术指南、混合污水截污工程优化设计规划软件包、滇池环湖截污治污体系运行规程构成环湖截污完整的规划设计运行体系,有效指导环湖截污体系的规划设计运行。

结束语

在十分复杂设计边界条件下实施的滇池环湖截污干渠工程,受到社会的极大关注。在国家重大水专项的支持下,参与攻关的多家单位持续不断的努力,“滇池环湖截污治污体系联合运用关键技术及工程示范课题”通过对农村面源产生及输移过程的研究,提出“高水高收高用”农村农业面源截留模式创新理论,颠覆了传统的“抽清排污”农业生产方式,解决了环湖截污工程设计服务区域外基本同等面积的农村面源混流截留入湖干渠的问题,保证了滇池环湖截污工程目标的实现,同时也在大理环湖截污二期塘库工程进行规模化推广应用。

课题组提出的城市初期雨水高效截留模式、农村农业面源高效截留模式、水质水量双错峰模式、干渠

清水模式技术集成的环湖截污治污体系智能化控制平台,有效地应对目前滇池塘库工程不足、混流截留的现状,保证工程目标的实现并进一步提升了环湖截污近远期工程目标。编制完成的“滇池环湖截污治污体系联合应用运行规程”“混合污水截污工程优化设计规划软件包”“滇池环湖截污治污体系联合应用运行规程”一整套完整技术理论体系,不仅填补了国内环湖截污规划设计理论和运行指导性文件的空白,而且为滇池环湖截污工程的有效运行提供技术支持,为滇池湖泊水体由工程完成前2012年劣V类转化为V类,实现全湖水环境企稳向好的历史性转变做出了贡献,有效发挥了滇池环湖截污工程投资环境效益。

蔡松柏 张玉 徐晓梅 张智



提取样本