

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地
洛武河水库水源保护区划定（调整）方案

昆明市晋宁区人民政府
昆明市生态环境局晋宁分局
2025年5月

目 录

第一章 总则	1
1.1 调整目的	1
1.2 划分（调整）依据	2
1.2.1 法律法规	2
1.2.2 技术标准	2
1.2.3 规划文件	3
1.2.4 其他相关资料	5
1.3 技术路线	5
第二章 饮用水水源基础环境状况	7
2.1 饮用水水源地所在区域的自然状况	7
2.1.1 地理位置	7
2.1.2 地形地貌	9
2.1.3 气候特征	9
2.1.4 土壤植被	10
2.1.4 水文水系	10
2.2 所在区域的社会经济状况	12
2.2.1 行政区划	12
2.2.3 人口现状	12
2.3 周边土地使用现状及规划情况	12
2.4 饮用水水源地规划、水功能区划、重要生态功能区等情况	15
2.5 饮用水水源保护区划分现状与问题	16
2.6 饮用水水源地基本状况	17
2.6.1 基础信息	17
2.6.2 近五年水库蓄水量	18
2.6.3 近五年水库来水、供水情况	18

2.7 饮用水水源地的水质状况调查评价	19
2.7.1 评价指标、时段、监测布点	19
2.7.2 评价方法	21
2.7.3 水质评价结果	23
2.8 径流区规范化建设及管理现状	30
2.8.1 规范化建设现状	30
2.8.2 综合整治现状	31
2.8.3 监测能力建设现状	33
2.8.4 应急能力建设现状	34
2.8.5 管理现状	35
第三章 保护区调整与定界	37
3.1 保护区调整技术方法	37
3.1.1 一级保护区调整技术方法	37
3.1.2 二级保护区调整技术方法	38
3.1.3 准保护区调整技术方法	39
3.1.4 其他特殊情形水源地的划分	39
3.2 保护区调整结果	39
3.2.1 一级保护区范围的确定	39
3.2.2 二级保护区范围的确定	40
3.2.3 调整前后保护区范围比较	42
第四章 保护区污染源分析及存在问题	44
4.1 饮用水源地保护区污染源分析	44
4.1.1 点源	44
4.1.2 面源	44
4.1.3 污染源入河分析	50
4.2 饮用水源地水环境风险分析	51

4.3 保护区主要环境问题	53
第五章 饮用水水源保护区规范化建设、管理及投资估算	55
5.1 保护区规范化建设项目投资估算	55
5.1.1 保护区范围规范化工程	55
5.1.2 保护区污染治理工程	55
5.1.3 生态恢复与建设工程	56
5.1.4 管理能力建设工程	57
5.2 规范化建设目标达标的可行性分析	60
5.2.1 项目投资及预期效果	60
5.2.2 保护区整治方案可行性	60
5.2.3 饮用水水源地水质目标可达性分析	61
第六章 附表及附图	62
6.1 附表	62
附表 1 洛武河水库一级保护区拐点坐标表	62
附表 2 洛武河水库二级保护区拐点坐标表	64
6.2 附图	66
附图 1: 洛武河水库区位图	67
附图 2: 洛武河水库水系图	68
附图 3: 洛武河水库保护区区划图	69
附图 4: 洛武河水库污染源分布图	70
附图 5: 洛武河水库保护区划饮用水源地拐点图	71

第一章 总则

1.1 调整目的

洛武河水库是昆明市县级集中式饮用水水源地之一。2022年3月10日，云南省水源地保护攻坚战专项小组办公室印发了《云南省水源地保护攻坚战专项小组办公室关于进一步完善县级及以上集中式饮用水水源相关基础信息的通知》（云污防水源〔2022〕4号），要求补充完善县级及以上集中式饮用水水源地基础信息和饮用水水源保护区矢量数据；明确提出各地要高度重视，认真梳理辖区内所有县级及以上集中式饮用水水源地基础信息，按要求推进水源保护工作，按要求规范制作矢量、数据并按时上报，对保护区尚未划定或划定不符合技术规范的水源地按要求进行划定或重新调整后报省人民政府批复。《通知》内附全省280个已批复的县级及以上集中式饮用水水源保护区矢量数据问题汇总表，昆明市洛武河水库列入其中，其水源保护区范围存在不符合《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018）要求，矢量数据边界与批复范围存在出入的问题。

根据国家、云南省及昆明市相关水源地保护相关要求，为进一步保证洛武河水库饮用水源供水水量和水质要求，加强水源地环境保护和治理，防范饮用水水源污染风险，保障饮用水安全，依据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018），结合洛武河水库目前来水情况及供水要求，对洛武河水库饮用水水源保护区进行调整，并对边界进一步校正，完善矢量数据，为下一步开展水源地保护工作奠定基础。

1.2 划分（调整）依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月修订）；
- (2) 《中华人民共和国水法》（2016年7月修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月修订）；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修订）；
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月修订）；
- (6) 《中华人民共和国森林法》（2020年7月1日施行）；
- (7) 《中华人民共和国森林法实施条例》（国务院令 第698号，2018年3月修订）；
- (8) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月修正）；
- (9) 《突发环境事件应急管理办法》（环保部令 第34号）；
- (10) 《畜禽规模养殖污染防治条例》（2014年1月1日实施）；
- (11) 《云南省生态环境保护条例》（2024年9月发布）；
- (12) 《云南省水土保持条例》（2014年7月）。

1.2.2 技术标准

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《生活饮用水水源水质标准》（CJ3020-93）；
- (3) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）；
- (4) 《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）；

（5）《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ773-2015）；

（6）《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》（环办〔2012〕50号）；

（7）《集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范》（HJ774-2015）；

（8）《集中式地表饮用水水源地环境应急管理工作指南》（环办〔2011〕93号）；

（9）《集中式饮用水水源编码规范》（HJ747-2015）；

（10）《饮用水水源保护区标志技术要求》（HJ/T433-2008）；

（11）《畜禽养殖禁养区划定技术指南》（环办水体〔2016〕99号）；

（12）《农村生活污染控制技术规范》（HJ574-2010）；

（13）《农村饮用水水源地环境保护技术指南》（HJ 2032-2013）。

1.2.3 规划文件

（1）《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）；

（2）《全国集中式饮用水水源地环境保护专项行动方案》（环环监〔2018〕25号）；

（3）住房和城乡建设部 中央农办 环境保护部 农业部关于落实《国务院办公厅关于改善农村人居环境的指导意见》有关工作的通知（建村〔2014〕102号）；

（4）《关于答复全国集中式饮用水水源地环境保护专项行动有关问题的函》（环办环监函〔2018〕767号）；

- (5) 《云南省水功能区划（2014年修订）》（云政复〔2014〕27号）；
- (6) 《云南省主体功能区规划》（2014年1月）；
- (7) 《云南省生态功能区划》（2009年9月）；
- (8) 《云南省人民政府办公厅关于加强城镇集中式饮用水水源保护工作的通知》（云政办发〔2007〕106号）；
- (9) 《云南省水污染防治工作方案》（云政发〔2016〕3号）；
- (10) 《云南省水源地环境保护攻坚战实施方案》（云环发〔2019〕4号）；
- (11) 《云南省集中式饮用水水源地保护工作方案》（云污防水源〔2019〕1号）；
- (12) 云南省水源地保护攻坚战专项领导小组办公室《关于进一步加强全省饮用水水源安全保障工作的通知》（云污防水源〔2021〕2号）；
- (13) 《昆明市人民政府关于全市县级城镇主要集中式饮用水水源地保护区划分方案的批复》（昆政复〔2011〕113号）；
- (14) 《关于进一步加强昆明市饮用水水源安全保障工作的实施方案》（昆生环通〔2021〕26号）；
- (15) 昆明市人民政府关于昆明市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见（昆政发〔2021〕21号）
- (16) 《昆明市集中式饮用水水源地保护专项攻坚战领导小组办公室关于印发<进一步加强昆明市饮用水水源安全保障工作的实施方案>的通知》（昆生环通〔2021〕26号）；

（17）《云南省水源地保护攻坚战专项小组办公室关于进一步完善县级及以上集中式饮用水水源相关基础信息的通知》（云污防水源〔2022〕4号）；

（18）昆明市环境污染防治工作领导小组办公室关于印发昆明市2024年地表水断面水质目标的通知（昆污防办便〔2024〕9号）。

1.2.4 其他相关资料

（1）《洛武河水库除险加固设计报告》（2007年10月）；

（2）《双龙水库、洛武河水库、野马冲水库流域农村环境综合整治工程实施方案（报批稿）》（2018年6月）；

（3）《昆明市晋宁区集中式饮用水水源保护区环境治理工程可行性研究报告》（2023年3月）；

（4）《昆明市晋宁区洛武河水库“一库一策”方案（2021年~2023年）》（2022年5月）；

（5）《昆明市晋宁区洛武河水库山洪地质灾害、超警戒水位泄洪、突发水污染事件应急处置演练方案》（2017年8月）；

（6）《昆明市晋宁区洛武河水库突发环境事件应急预案》（2018年12月）；

（7）2020年1月-2024年12月洛武河水库水质监测数据。

1.3 技术路线

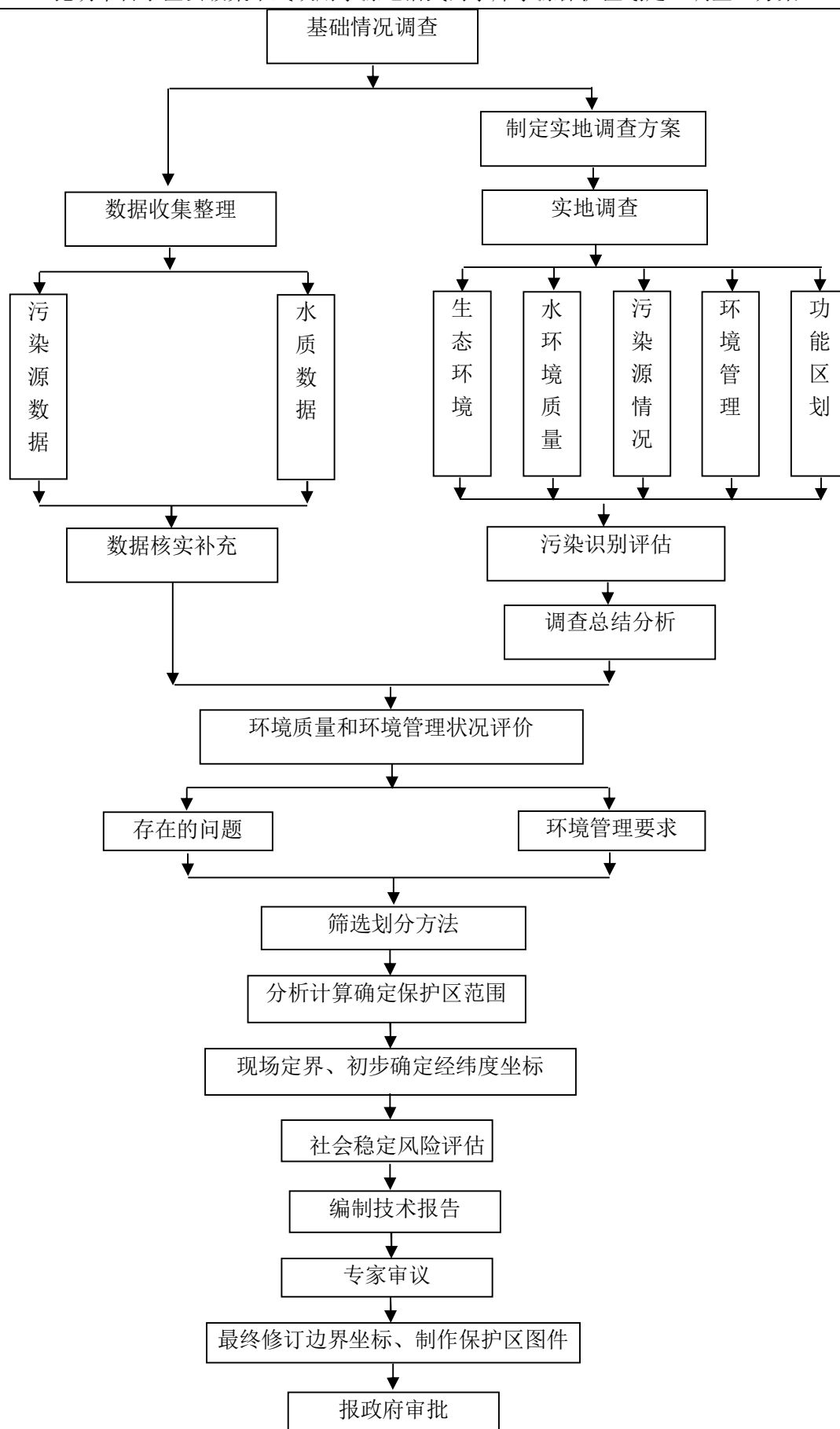


图 1.3-1 报告编制技术路线图

第二章 饮用水水源基础环境状况

2.1 饮用水水源地所在区域的自然状况

2.1.1 地理位置

洛武河水库位于昆明市晋宁区境内的昆阳街道普家村后洛武河河谷之中，距晋宁县城昆阳约 5km，其地理坐标为东经 102°34′，北纬 24°37′。洛武河水库地理位置见图 2.1.1-1。



图 2.1.1-1 洛武河水库地理位置

2.1.2 地形地貌

洛武河水库饮用水水源地呈湖滨盆地地貌，形成“V”字形的山麓冲积扇。地势西高东低，西部为构造侵蚀中、低山地貌，地面高程在1900米~2370米间变化，沟壑纵横，北部属于构造形成的盆地。区内沉积岩系广泛发育，区域出露地层较为单一，工程区及附近地带地层岩性以元古界震旦系昆阳群黑山头组（Pt2h）为主，以及普遍分布的第四系全新统残坡、冲洪积层。

2.1.3 气候特征

晋宁区属于低纬度高原亚热带季风气候，气候特点为干湿季分明，夏无酷暑，冬无严寒，四季如春。年平均气温15℃，极端最高气温33.3℃，极端最低气温-6.2℃，最热月平均气温19.5℃（7月），最冷月平均气温7.8℃（1月），日温差较大而年温差较小。平均初霜期为11月18日，终霜期为次年3月22日，全年无霜期241天左右，年平均日照2259.8小时，日照率为52%，年太阳总辐射125.3千卡/平方厘米，大于等于10℃积温4520.6℃。5~10月为雨季，降水量占全年的85%左右；11月至次年4月为干季，降水量仅占全年的15%左右。年均降水量897.9毫米，最大为1172毫米（1972年），最小为628毫米（1960年），雨季为5~10月，降水量为784.4毫米，占全年降水量的87.4%。风向多为西南风，最大网速达23米/秒。

洛武河水库气候气象特征与晋宁区相似，均属北纬亚热带季风气候，具有典型的温带气候特点。

2.1.4 土壤植被

洛武河水库径流区土壤主要以红壤土、棕壤土、紫色土分布最多，土壤容重 1.1~1.45 吨/立方米，pH 值 6.2~7.1。成土母岩有三种类型：河流冲积母岩、残积坡积母岩和洪相堆积母岩。

洛武河水库径流区内植被较好，河岸周围乔木、灌木植物较多，主要树种以松树、桉树为主，也有不少柳树和滇杨；灌木主要以高矮不等的杂木为主。库区两面环山，除靠近库尾平缓部分分布有村庄及农田外，其它山坡地表基本上为灌木丛林覆盖，为重要的水源涵养林。

2.1.4 水文水系

洛武河水库主要水源来源于其径流面积 8.9km² 范围内的期间径流，总补水量为 267 万 m³。

洛武河水库流域水系见图 2.1.2-1。

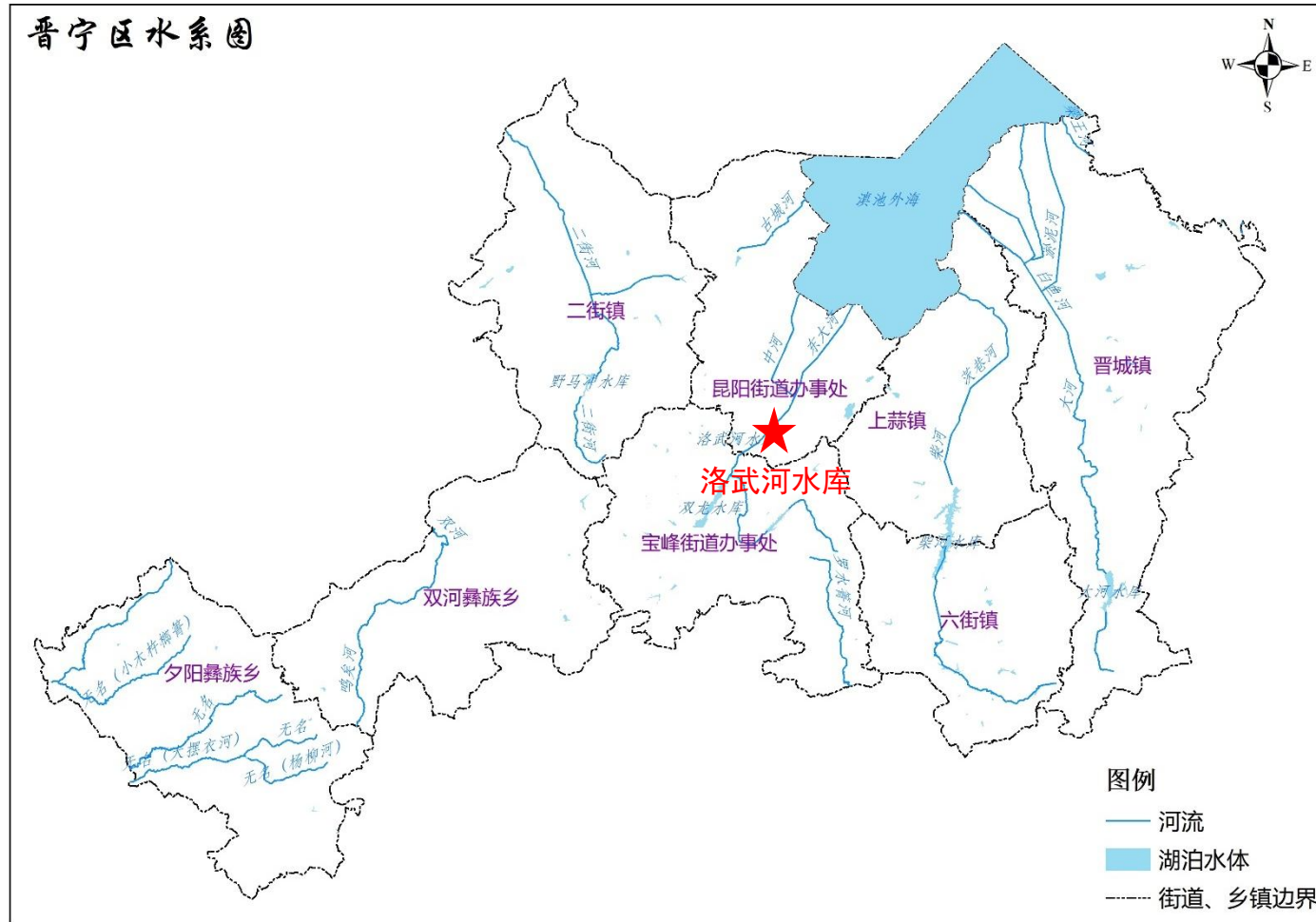


图 2.1.4-1 洛武河水库流域水系图

2.2 所在区域的社会经济状况

2.2.1 行政区划

昆阳街道位于晋宁县南部，下辖郑和路社区、月山社区、云轮社区、中和社区、磷肥厂社区 5 个社区和堡孜、仁义、礼智、甜心等 25 个行政村，国土面积 119.79 平方千米。

洛武河水库位于昆阳街道办事处境内，洛武河水库径流区共涉及 1 个村委会，洛武河水库饮用水水源保护区涉及 1 个村委会。

2.2.3 人口现状

2024 年昆阳街道年末户籍总人口 85435 人。洛武河水库水源保护区内涉及 171 户，668 人。

2.3 周边土地使用现状及规划情况

洛武河水库保护区内乔木林地占比约 89.24%。详见表 2.3-1、图 2.3-1。

表 2.3-1 洛武河水库保护区内土地利用明细

保护区级别	地类名称	面积 (km ²)
一级保护区	沟渠	0.004
	灌木林地	0.004
	旱地	0.041
	机关团体新闻出版用地	0.000
	农村道路	0.003
	其他林地	0.011
	其他园地	0.000
	乔木林地	0.492
	水工建筑用地	0.000
	水库水面	0.119
	水田	0.054

保护区级别	地类名称	面积 (km ²)
	小计	0.728
二级保护区	采矿用地	0.061
	城镇村道路用地	0.003
	工业用地	0.001
	公路用地	0.124
	沟渠	0.011
	灌木林地	0.068
	果园	0.108
	旱地	0.966
	河流水面	0.017
	机关团体新闻出版用地	0.002
	科教文卫用地	0.002
	坑塘水面	0.010
	裸土地	0.001
	农村道路	0.068
	农村宅基地	0.117
	其他草地	0.034
	其他林地	0.151
	其他园地	0.120
	乔木林地	4.122
	设施农用地	0.007
	水工建筑用地	0.002
	水浇地	0.115
	水库水面	0.018
	水田	0.188
	特殊用地	0.001
		小计
合计		7.044

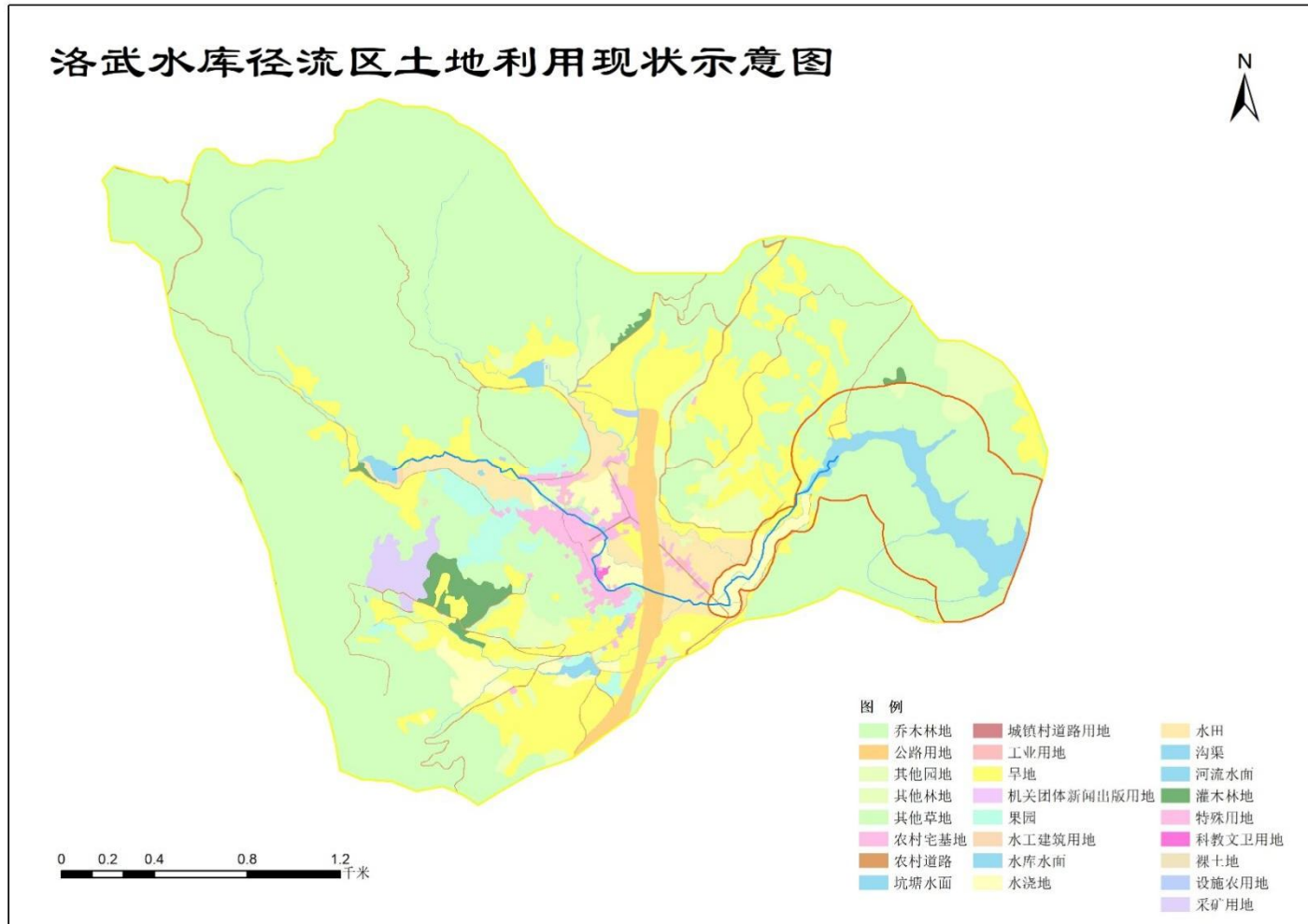


图 2.3-1 洛武河水库径流区土地利用现状

2.4 饮用水水源地规划、水功能区划、重要生态功能区等情况

（1）水源地规划

根据《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29号），按照《昆明市环境管控单元生态环境准入清单》，洛武河水库集中式饮用水水源保护区为水环境优先保护区，按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》进行管理。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。饮用水地表水源准保护区内改建建设项目，不得增加排污量。饮用水地表水源一级保护区内已设置的排污口必须拆除。该水源保护区不涉及自然保护区、风景名胜区等其它自然保护地。

（2）水功能区划

洛武河水库是晋宁区集中式饮用水水源地之一，洛武河水库是一座小型水库，工程效益以晋宁区、周边村庄供水为主。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2010~2030年）》，洛武河水库为晋宁区主要供水水源，水质目标为Ⅲ类。

根据《昆明市环境污染防治工作领导小组办公室关于印发昆明市2024年地表水断面水质目标的通知（昆污防办便〔2024〕9号）》，洛武河水库2024年水质目标为Ⅱ类。

（3）水质考核目标

根据《昆明市环境污染防治工作领导小组办公室关于印发昆明市2024年地表水断面水质目标的通知》（昆污防办便〔2024〕9号）洛武河水库2024年水质目标为Ⅱ类。

2.5 饮用水水源保护区划分现状与问题

（1）划分现状

根据《昆明市人民政府关于全市县级城镇主要集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》（昆政复〔2011〕113号），洛武河水库饮用水水源保护区总面积 1.53km²。其中，一级保护区面积 0.33km²，二级保护区面积 1.2km²。具体划分结果见表 2.5-1。

表 2.5-1 洛武河水库饮用水水源保护区范围划分结果

饮用水源地名称	水源地类型	水环境功能类别	分级	面积 (km ²)	范围
洛武河水库	水库型	Ⅲ类	一级区	0.33	水域范围为库区正常库容面积，陆域范围为正常库容水位线外延 50 米范围。
			二级区	1.2	东以水库坝址为界，西以洛武河入库口外延 50 米，西、北均以汇水区分水岭山脊线为界的范围。
			合计	1.53	

（2）保护区划分存在的问题

2022 年 3 月 10 日，云南省水源地保护攻坚战专项小组办公室印发了《云南省水源地保护攻坚战专项小组办公室关于进一步完善县级及以上集中式饮用水水源相关基础信息的通知》（云污防水源〔2022〕4 号），其中提出洛武河水库水源保护区范围存在不符合《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018）要求，矢量数据边界与批复范围存在出入的问题。

为了更有效地开展洛武河水库水源地保护工作，保障饮水安全，避免针对不同级别的保护区管理矛盾、相关管理部门管理交叉，亟需根据洛武河水库现状汇水情况，按照《饮用水水源保护区划分技术规

范》（HJ338-2018）对洛武河水库水源保护区进行调整，完成新的饮用水水源保护区划。

2.6 饮用水水源地基本状况

2.6.1 基础信息

洛武河水库距晋宁县城城区 5km，位于东经 102°34'00"，北纬 24°37'00"。水库于 1958 年 2 月兴建，同年 8 月竣工；坝址海拔高程 1940.50m（坝顶），现为城区供水源之一。2009 年实施除险加固，并新建输水隧洞，增设大坝安全监测设施，新建管理所等。水库枢纽主要建筑物有大坝、输水隧洞和溢洪道三部分。主坝坝型为粘土心墙坝，坝顶长 153m，宽 3.8m，坝高 30.4m；主坝右侧设一副坝，坝型为均质土坝，坝顶长 30m、宽 3m、坝高 8m。水库总库容 210 万 m³，死库容 10 万 m³。径流面积 8.9km²，多年平均降水量 891.8mm，主要水源来源于其径流面积 8.9km² 范围内的期间径流，年平均来水量 267 万 m³。是一座集县城供水、防洪和灌溉为一体的年调节型小（一）型水库。

根据《昆明市人民政府关于全市县级集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》（昆政复[2011]113 号），洛武河水库水源保护区范围按水域功能和防护要求，划分为一、二级保护区，一级保护区面积为 0.33km²，二级保护区面积为 1.2km²，总面积为 1.53km²。

2.6.2 近五年水库蓄水量

洛武河水库位于晋宁区昆阳街道，总库容 210 万 m^3 ，死库容 10 万 m^3 ，截止 2024 年 12 月 31 日，洛武河水库的蓄水量为 101.76 m^3 ，近五年（2019 年 1 月-2024 年 12 月）逐月平均库容为 61.20 万 m^3 。

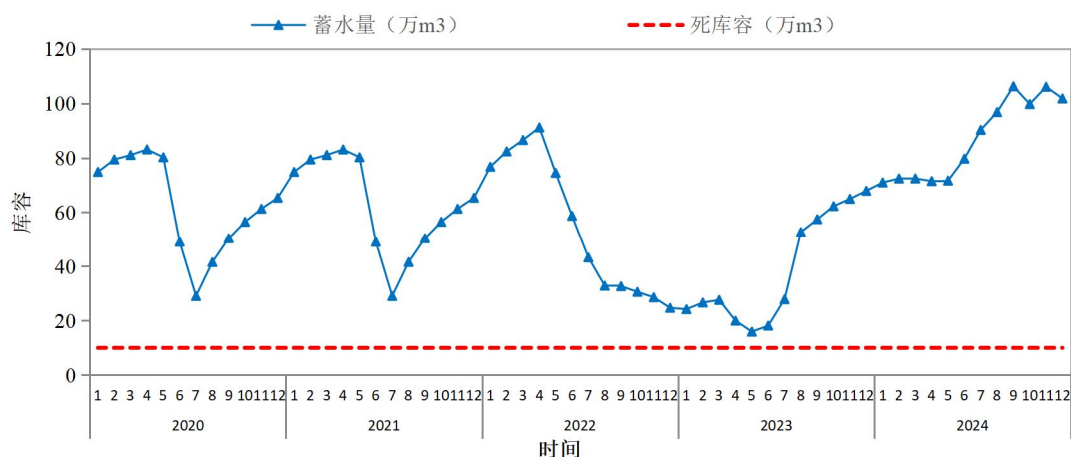


图 2.6.2-1 2019 年 1 月-2024 年 12 月洛武河水库逐月蓄水量

2.6.3 近五年水库来水、供水情况

洛武河水库(2020 年 1 月-2024 年 12 月)年均降雨量为 712.74mm，年均来水量为 82.58 万 m^3 。设计供水量 91.51 万 m^3 ，近 5 年年均供水量 48.93 m^3 ，月供水量平均值为 6.80 万 m^3 ，月来水量平均值为 6.88 万 m^3 。

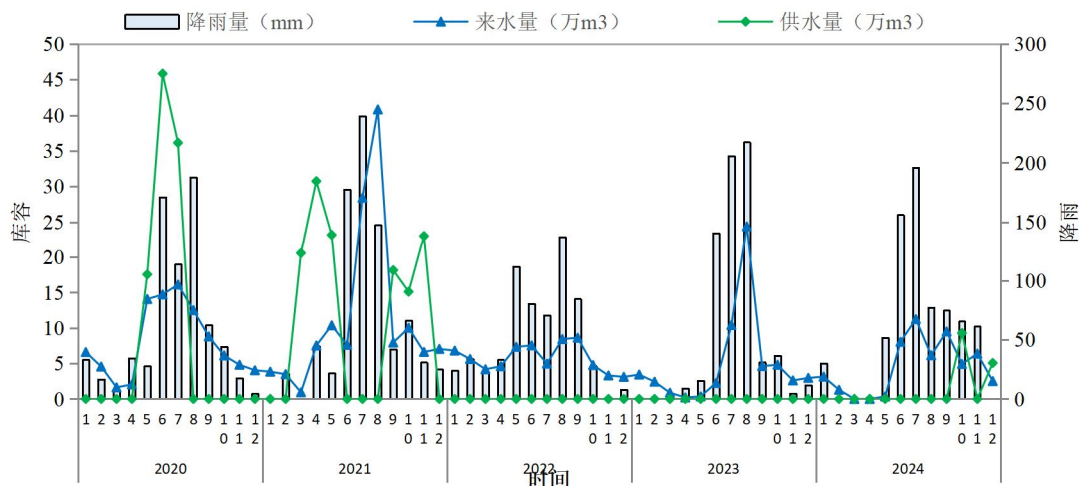


图 2.6.3-1 2019 年 1 月-2024 年 12 月洛武河水库降雨量、蓄水量、供水量

2.7 饮用水水源地的水质状况调查评价

2.7.1 评价指标、时段、监测布点

2.7.1.1 评价指标

2020 年-2024 年昆明市环境监测中心逐月对洛武河水库开展了常规监测。主要对《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 的 23 项（不包含化学需氧量）指标包括水温、pH（无量纲）、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量（BOD₅）、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂（LAS）、硫化物、粪大肠菌群，表 2 的 5 项指标包括硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、铁、锰进行监测。

表 2.7.1-1 主要指标地表水环境质量标准限值
单位：mg/L（除 pH、粪大肠菌群）

序号	参数	I	II	III	IV	V
1	pH 值(无量纲)	6-9				
2	溶解氧≥	饱和率 90%（或 7.5）	6	5	3	2
3	高锰酸盐指数≤	2	4	6	10	15
4	五日生化需氧量	3	3	4	6	10

序号	参数	I	II	III	IV	V
	(BOD5) ≤					
5	氨氮 (NH ₃ -N) ≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
6	总磷 (以 P 计) ≤	0.01	0.025	0.05	0.1	0.2
7	总氮 (湖、库, 以 N 计) ≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
8	铜 ≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
9	锌 ≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
10	氟化物 ≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
11	硒 ≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
12	砷 ≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
13	汞 ≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
14	镉 ≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
15	六价铬 ≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
16	铅 ≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
17	氰化物 ≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
18	挥发酚 ≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
19	石油类 ≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
20	阴离子表面活性剂 ≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
21	硫化物 ≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
22	粪大肠菌群 (个/L)	200	2000	10000	20000	40000
23	硫酸盐 (以 SO ₄ ²⁻ 计)	集中式生活饮用水标准限值 ≤250				
24	氯化物 (以 Cl ⁻ 计)	集中式生活饮用水标准限值 ≤250				
25	硝酸盐 (以 N 计)	集中式生活饮用水标准限值 ≤10				
26	铁	集中式生活饮用水标准限值 ≤0.3				
27	锰	集中式生活饮用水标准限值 ≤0.1				

2.7.1.2 评价时段

水质评价数据采用昆明市环境监测中心每月对洛武河水源地开展水质常规监测，本划定报告引用 2020-2024 年监测数据对洛武河水库水环境质量进行评估。

2.7.1.3 监测点

常规监测点：洛武河水库坝口。

2.7.2 评价方法

本方案采用功能类别评价法和水库营养化状态法进行评价。

（1）功能类别评价法

以水质监测结果，对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中表 1、表 2 和表 3，判断检测指标所达到水环境水质功能类别。

（2）营养状态评价

本区划通过总氮（TN）、总磷（TP）、透明度（SD）、叶绿素 a（Chla）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）等 5 项指标综合营养状态指数，对水源地水库富营养状态进行评价。

1) 综合营养状态指数

综合营养状态指数采用卡尔森指数方法，计算公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中：TLI（Σ）—综合营养状态指数；

W_j—第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI(j)—代表第 j 种参数的营养状态指数，包括总氮(TN)、总磷(TP)、透明度(SD)、叶绿素 a(Chla)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})等 5 项参数。

以 Chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

式中：r_{ij}—第 j 种参数与基准参数 Chla 的相关系数；

m—评价参数的个数。

中国湖泊（水库）Chla 与其它参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见下表。

表 2.7.2-1 中国湖泊（水库）部分参数与 Chla 的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	Chla	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

2) 单个项目营养状态指数

总氮（TN）、总磷（TP）、透明度（SD）、叶绿素 a（Chla）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）等 5 项参数单项营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(Chla) = 10(2.5 + 1.086 \ln Chla)$$

$$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP)$$

$$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN)$$

$$TLI(SD) = 10(5.118 - 1.94 \ln SD)$$

$$TLI(COD_{Mn}) = 10(0.109 + 2.661 \ln COD_{Mn})$$

式中：Chla 单位为 mg/m³，SD 单位为 m；其它项目单位均为 mg/L。

3) 湖泊水库营养状态分级

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊营养状态进行分级，包括：贫营养、中营养、富营养、轻度富营养、中度富营养和重度富营养，与污染程度关系如表 2.7.2-2。

表 2.7.2-2 水质类别与评分值对应表

营养状态分级	评分值 TLI (Σ)	定性评价
贫营养	0 < TLI (Σ) ≤ 30	优
中营养	30 < TLI (Σ) ≤ 50	良好
轻度富营养	50 < TLI (Σ) ≤ 60	轻度污染
中度富营养	60 < TLI (Σ) ≤ 70	中度污染
重度富营养	70 < TLI (Σ) ≤ 100	重度污染

2.7.3 水质评价结果

2.7.3.1 水库水质现状及变化趋势

（1）水质功能类别

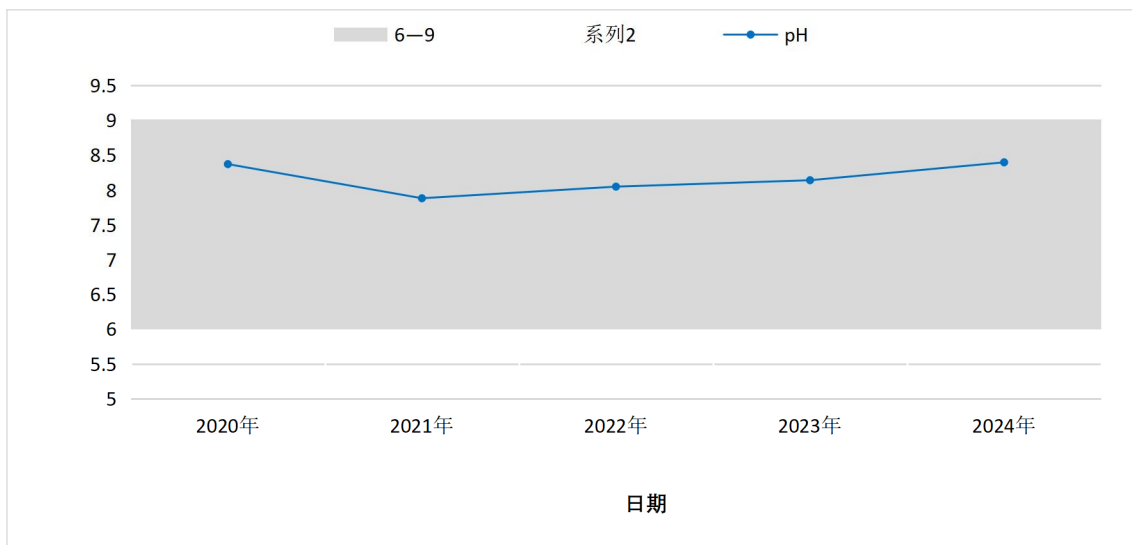
洛武河水库是晋宁区集中式饮用水水源地之一，洛武河水库是一座小型水库，工程效益以晋宁区周边村庄供水为主。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2010~2030年）》，洛武河水库为晋宁区主要供水水源，水质目标为Ⅲ类。

根据《昆明市环境污染防治工作领导小组办公室关于印发昆明市2024年地表水断面水质目标的通知（昆污防办便〔2024〕9号）》，洛武河水库2024年水质目标为Ⅱ类。

故洛武河水库为集中式饮用水水源地，水源地水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅲ类，省控断面考核目标为《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅱ类。

（2）主要指标年均值变化趋势

2020-2024年洛武河水库主要指标年均值变化趋势如图所示。



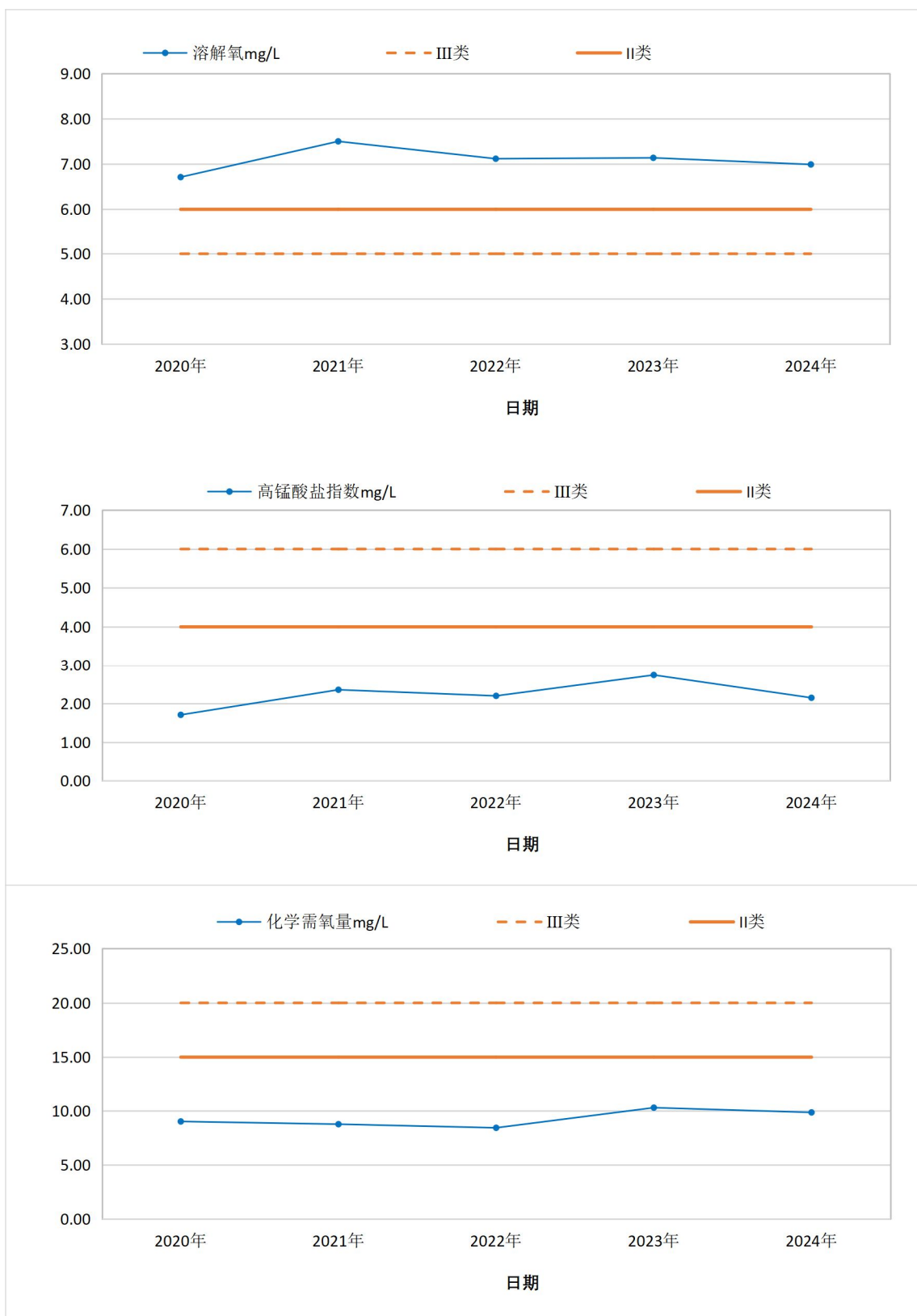




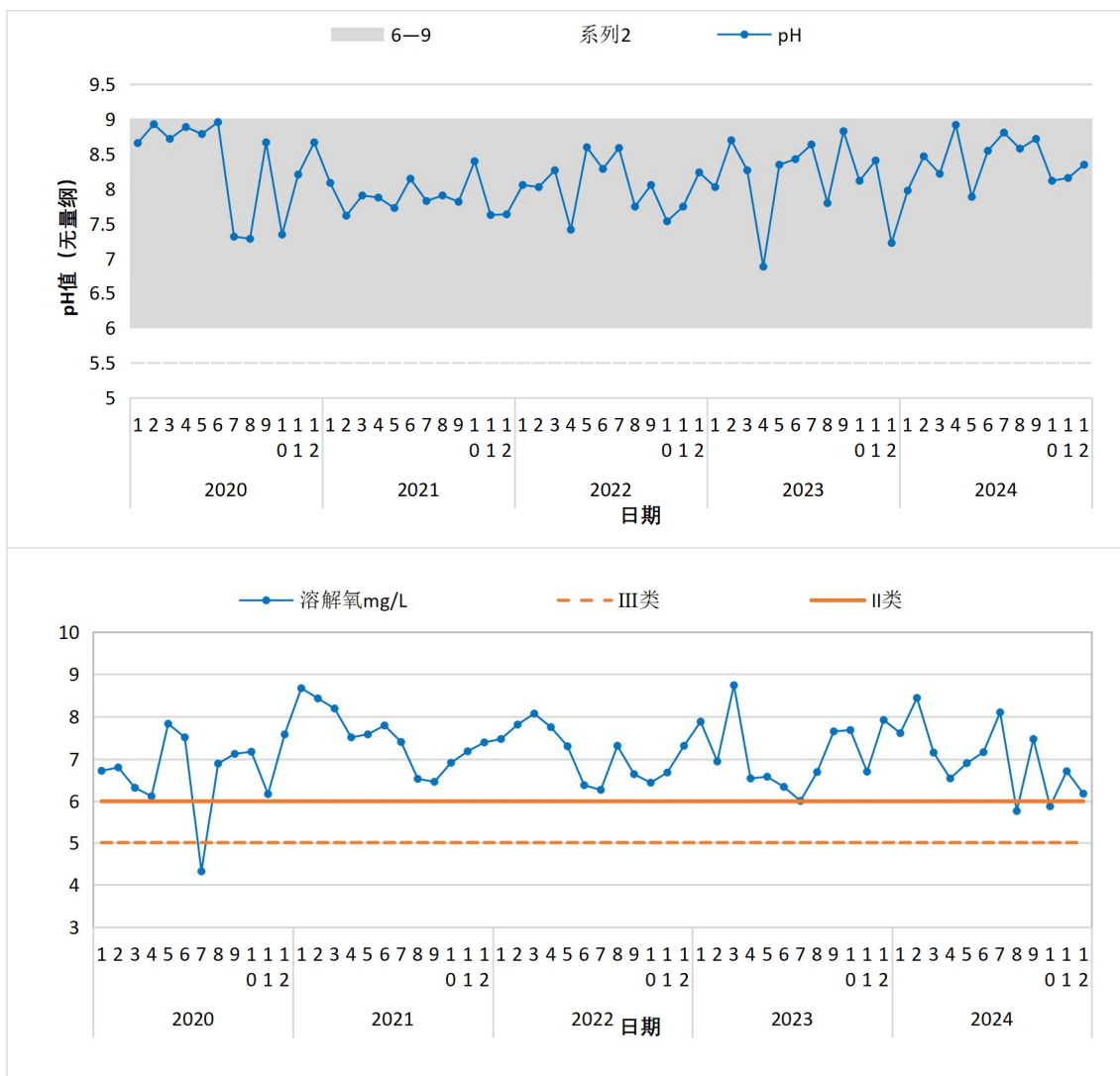
图 2.7.3-1 2020-2024 年洛武河水库的主要指标年均变化趋势图

从图中可以看出，2020-2024 年洛武河水库的 PH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷年均值均满足

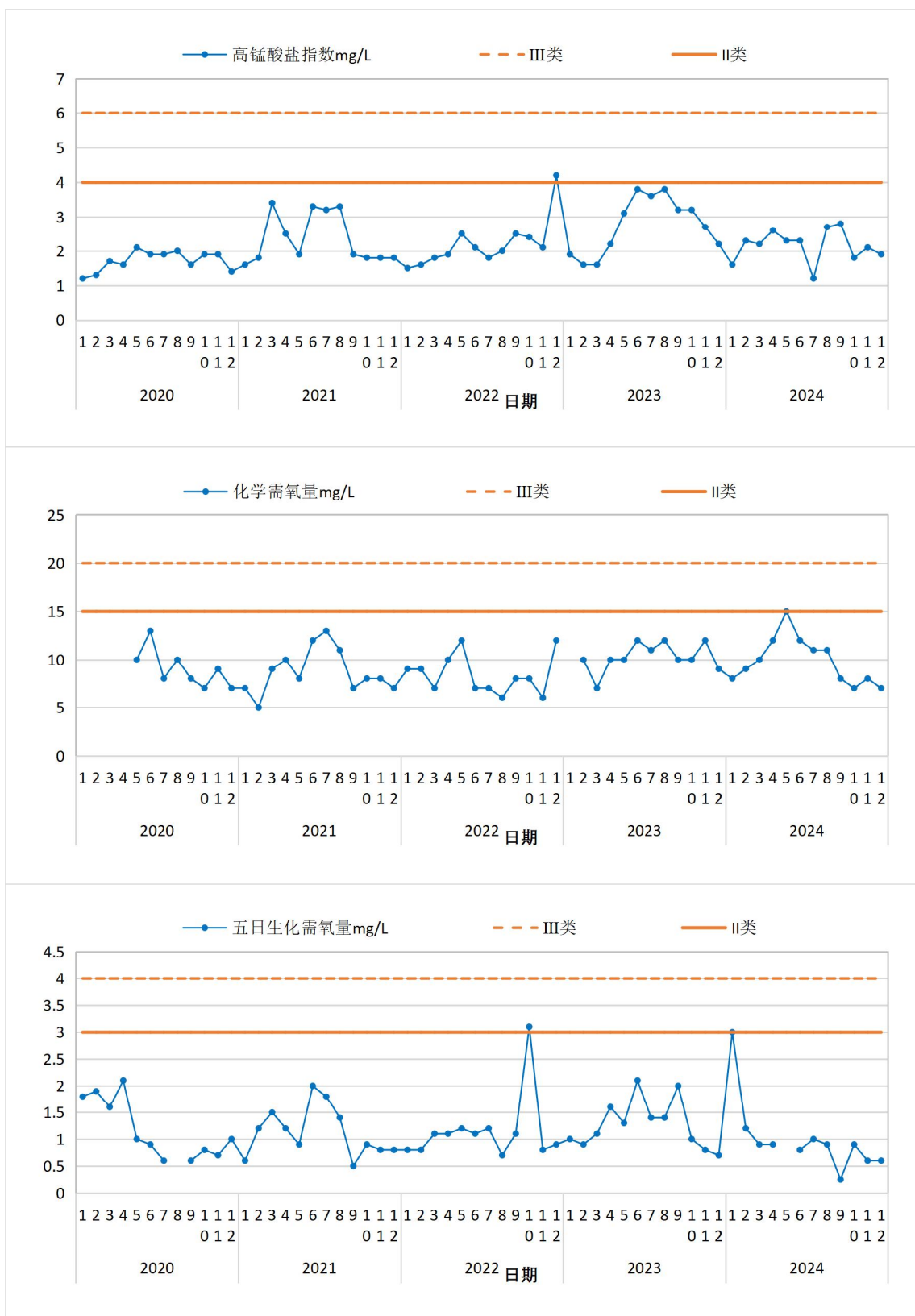
《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水质目标要求，从变化趋势看，高锰酸盐指数年均值在 2020-2023 年总体呈上升趋势，其余指标波动不大。

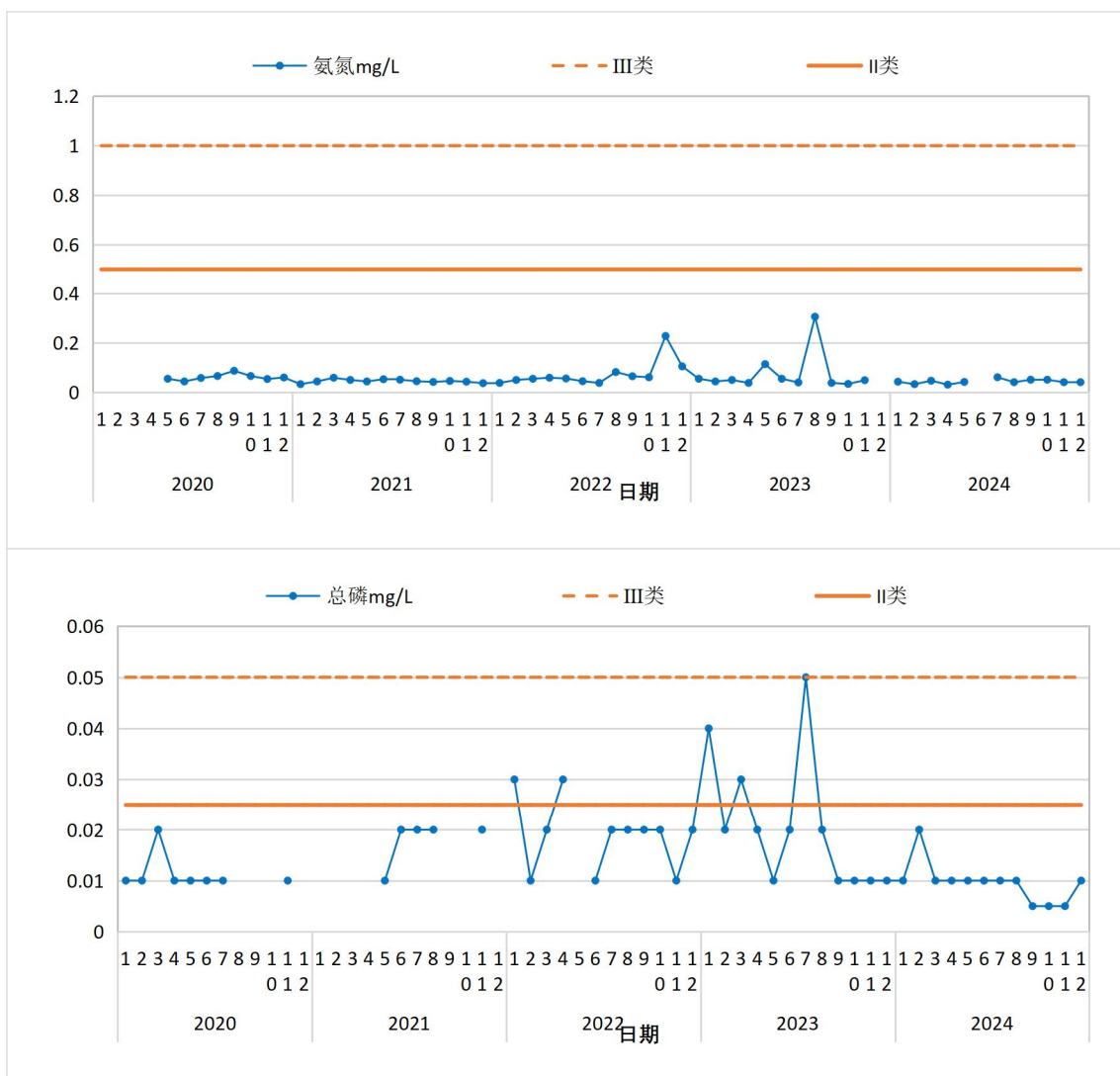
（3）主要指标月监测值变化趋势

对洛武河水库主要指标监测值按月份进行统计分析，结果见图。



昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地洛武河水库水源保护区划定（调整）方案





注：断点为当月该指标未达到检出限。

图 2.7.3-2 2020-2024 年洛武河水库的主要指标月变化趋势图

从图表中可以看出，2020-2024 年洛武河水库共监 60 次，氨氮、化学需氧量、pH 值月监测值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水质目标要求；溶解氧监测值超标 3 次，超标率 5%，最大超标数值为 4.32mg/L，超标 0.28 倍，出现在 2020 年 7 月；高锰酸盐指数月监测值超标 1 次，超标率 1.67%，超标 0.05 倍，超标出现在 2022 年 12 月；五日生化需氧量月监测值超标 1 次，超标率 1.67%，超标 0.7 倍，超标出现在 2022 年 10 月；总磷月监测值超

标 5 次，超标 8.33%，最大超标倍数为 1 倍，出现在 2023 年 7 月。从月变化趋势看，超标多出现在雨季时期。

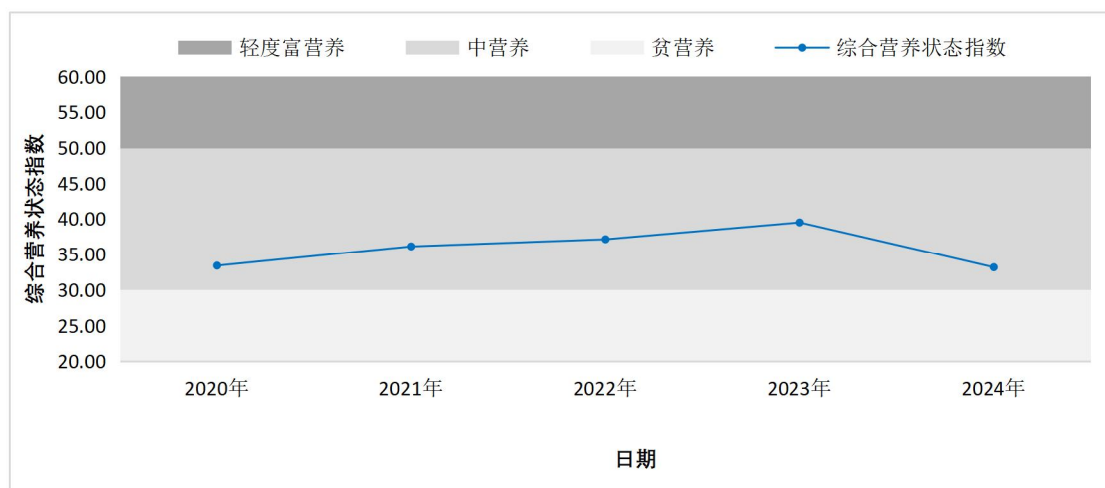
2.7.3.2 水库营养化状态评价

按照水库综合营养状态评价模式评价洛武河水库 2020 年-2024 年水质营养化状态，评价结果见下表。2020 年-2024 年，洛武河水库年均综合营养状态指数在 33.40~39.50 之间，处于中营养状态。

表 2.7.3-1 2020-2024 年营养化状态统计表

年份	高锰酸盐指数 (mg/L)	总磷 (mg/L)	透明度 (m)	叶绿素 a (mg/L)	综合营养状态指数	营养状态
2020 年	1.71	0.01	2.06083	0.00682	33.40	中营养
2021 年	2.36	0.02	1.81333	0.00491	36.11	中营养
2022 年	2.20	0.02	1.88917	0.00491	37.12	中营养
2023 年	2.74	0.02	1.42417	0.007	39.50	中营养
2024 年	2.15	0.01	2.54333	0.003	33.17	中营养

2020 年-2024 年洛武河水库综合营养状态指数，见下图。



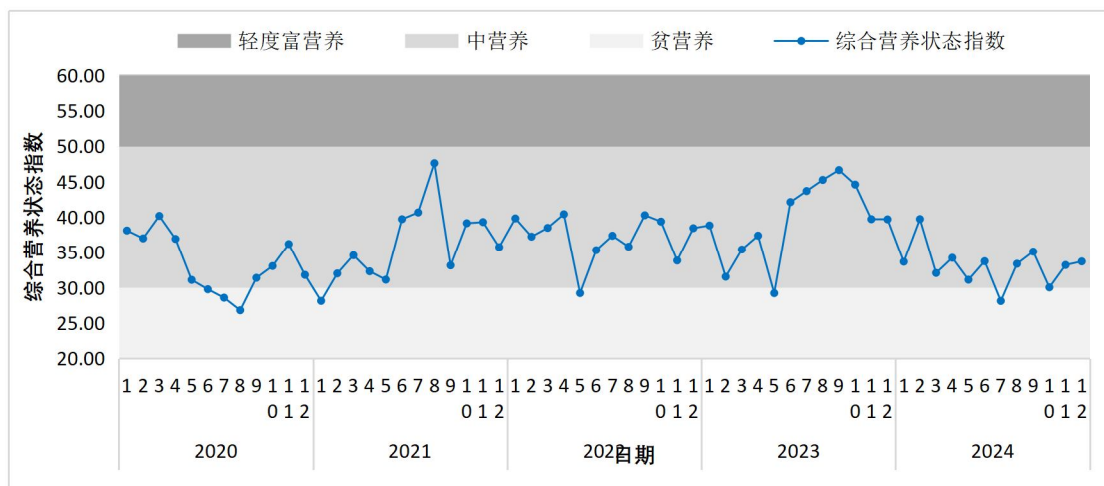


图 2.7.3-3 洛武河水库富营养化变化趋势图

从图中可以看出，洛武河水库营养状态综合指数变化不大，大多在中营养范围内。其中，从各指数来看，洛武河水库 2020-2023 年高锰酸盐指数呈逐年上升趋势，2024 年有所缓解，水库富营养化程度较为稳定。

2.8 径流区规范化建设及管理现状

2.8.1 规范化建设现状

(1) 调整前的区划

根据《云南省人民政府关于全省重点城市主要集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》（云政复〔2011〕41号），洛武河水库为云南省重点城市饮用水水源保护区，水源保护区总面积为 1.53km²，其中：一级保护区面积为 0.33km²，二级保护区面积为 1.2km²。

(2) 标识及隔离防护设置

	
标识牌	警示牌
	
保护区围网、库区淹没线隔离围网	保护区界碑

2.8.2 综合整治现状

2.8.2.1 污染治理

根据晋宁区水务局提供的资料，洛武河水库径流区内有 1 个自然村（青龙村）存在农村污水收集处理设施。青龙村未进行雨污分流；大部分生活污水是靠排水沟收集后进入“三池”和一体化设施，最后进入氧化塘，生态塘绝大多回用于农田。根据现场调查，农户住房内大部分建有水冲式公厕，并配备化粪池。

表 2.8.2-1 径流区内现有污水收集处理设施

序号	行政村	自然村	是否雨污分流	污水是否处理	收集设施类型	处理设施类型	处理工艺
1	青龙村	青龙村	否	是	排水沟	三池+氧化塘	三池+氧化塘
一体化+氧化塘						一体化+氧化塘	



图 2.8.2-1 洛武河水库径流区内污水处理设施

2.8.2.2 生活垃圾收集

洛武河水库径流区内 1 个村委会配套建设了 4 座垃圾房，采用“户清扫、组保洁、村收集、街道转运、县处置”的管理模式，实现了垃圾收、储、运“五级联动”。



图 2.8.2-2 洛武河水库径流区内垃圾收集设施及运行现状

(3) 开展生态修复工程

已新建前置库 2 座（位于洛武河汇入口处）。入库水源经逐级沉淀、植物吸附后汇入洛武河水库。



2.8.3 监测能力建设现状

洛武河水库水质由云南省生态环境厅驻昆明市生态环境监测站每月进行监测，每月 1 次，于月初对坝中 1 个点进行监测。设置洛武河水库共 1 个断面，主要对《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 的 23 项指标包括水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化

需氧量（BOD₅）、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂（LAS）、硫化物、粪大肠菌群，表 2 的 5 项指标包括硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、铁、锰进行监测。对透明度（SD）、叶绿素 a（Chla）进行每月一次的监测，用于评估水库水质的富营养化状态。

洛武河水库正在建设水雨情在线监控系统，正在设置监控摄像头、水位探头、雨量检测器等，待建设完成后，能对洛武河水库进行实时监测。



2.8.4 应急能力建设现状

云南省昆明市晋宁区水务（滇池管理）局于 2018 年 12 月印发了《昆明市晋宁区洛武河水库突发环境事件应急预案》，在水库管理所内设置有专门的应急物资仓库，配备了基本的应急物资，且组成了由应急组织指挥机构和现场应急指挥部组成的应急指挥体系，救援队伍、专业人员充足，一旦发生突发环境事件，能第一时间得到应急救援。



应急物资仓库

应急物资




洛武河水库水源区突发水污染事故应急处置组织系统构成及现场处置主要工作

2.8.5 管理现状

(1) 管理机构

昆明市晋宁区水务局下设洛武河水库管理所具体负责洛武河水库的运行及管护。

	
<p>洛武河水库管理所</p>	<p>洛武河水库基本情况简介</p>

（2）强化饮用水源地监管

洛武河水库管理所实时加强对库区的水行政执法力度，严格禁止在库区进行任何开发建设项目和污染水源的生产经营活动。库区管理所工作人员和水利特保队员每天不定时巡查库区，对入库主要道路实行 24 小时值班，对入库车辆、人员进行询问、登记和劝返。聘请专职的护林员，严禁放牧、复耕、私开乱挖、乱砍滥伐、偷砍盗伐、毁林开垦等违法行为毁坏森林资源，做好森林防火工作，并聘请保洁员对上游铁锁河、引洪渠进行长效保洁，签订了《入库河道保洁协议》，并按实际情况组织对入库河道进行清疏。

第三章 保护区调整与定界

3.1 保护区调整技术方法

洛武河水库总库容 210 万 m^3 ($V < 0.1$ 亿 m^3)，属于小型水库，按照《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）小型水库保护区划分方法，利用区域地形图、水系图、土地利用现状图、土地利用规划图，采用地形边界法、类比经验法划定洛武河水库水源地，同时考虑到入库河流的保护，参照河流型水源地划分方法。

3.1.1 一级保护区调整技术方法

（1）水域范围

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）6.2.1 节：

6.2.1.1 小型水库和单一供水功能的湖泊、水库应将多年平均水位对应的高程线以下的全部水域划为一级保护区。

6.2.1.2 小型湖泊、中型水库保护区范围为取水口半径不小于 300m 范围内的区域。

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）5.1.1 节：

5.1.1.1 一般河流水源地，一级保护区水域长度为取水口上游不小于 1000m，下游不小于 100m 范围内河道水域。

（2）陆域范围

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）6.2.2 节。

6.2.2.1 小型和单一供水功能的湖泊、水库及中小型水库为一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，但不超过流域分水岭范围。

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）5.1.2 节：

5.1.2.1 陆域沿岸长度不小于相应的一级保护区水域长度。

5.1.2.2 陆域沿岸纵深与一级保护区水域边界的距离一般不小于 50m，但不超过流域分水岭范围。对于有防洪堤坝的，可以防洪堤坝为边界；并要采取措施，防止污染物进入保护区内。

3.1.2 二级保护区调整技术方法

（1）水域范围

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）6.3.1 节。

6.3.1.1 满足条件的水源地，可采用类比经验法确定二级保护区水域范围。

小型湖泊、中小型水库一级保护区边界外的水域面积设定为二级保护区。

（2）陆域范围

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）6.3.2 节。

6.3.2.2 采用地形边界法或类比经验法

小型水库可将上游整个流域（一级保护区陆域外区域）设定为二级保护区。

单一功能的湖泊、水库、小型湖泊和平原型中型水库的二级保护区范围是一级保护区以外水平距离不小于 2000m 区域，山区型中型

水库二级保护区的范围为水库周边山脊线以内（一级保护区以外）及入库河流上溯不小于 3000m 的汇水区域。二级保护区陆域边界不超过相应的流域分水岭。

3.1.3 准保护区调整技术方法

参照二级保护区划分方法划分准保护区。因调整后的水源地二级保护区已完全覆盖水库流域范围，故调整后的水源地不划分准保护区。

3.1.4 其他特殊情形水源地的划分

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018），其他特殊情形水源地的划分要求如果饮用水水源一级保护区或二级保护区内有支流汇入，应从支流汇入口向上游延伸一定距离，作为相应的一级保护区和二级保护区，划分方法可参照上述河流型水源保护区划分方法。根据支流汇入口所在保护区级别高低及距取水口的远近，其范围可适当减小。

3.2 保护区调整结果

3.2.1 一级保护区范围的确定

（1）水域范围

洛武河水库正常蓄水位 1942.68m，相应库容为 210 万 m^3 （ $V < 0.1$ 亿 m^3 ），属于小型水库。参照水源地划分技术规范规定，单一供水功能的水库应将多年平均水位对应的高程线以下的全部水域划为一级保护区。因此将洛武河水库正常蓄水位 1942.68m 以下全部水域作为一级保护区水域。洛武河水库入库河流主要有一条，为洛武河。为了更好地保障河流入库水质，同时考虑原批复划定范围，参照一般

河流型水源地划分方法和原一级保护区河流划定范围，将洛武河入库处上溯 1km（到晋红高速附近）水域划定为一级保护区水域。一级保护区水域面积为 0.122km²。

（2）陆域范围

中小型水库为一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，但不超过流域分水岭范围。将洛武河水库一级保护区水域外 200m 范围内的陆域划为一级保护区陆域，其中包括坝下水库管理范围，具体边界范围依据现状分水岭、公路、地类、行政边界等具有永久性的明显标志进行定界。为了更好地保障河流入库水质，参照一般河流型水源地划分方法，将入库河道入库口上游洛武河 1km 长度向两侧外延 50m 范围作为一级保护区陆域，同时依据现状道路、行政边界、林地耕地地类边界进行局部调整。一级保护区陆域面积为 0.598km²。

一级保护区水域、陆域总面积合计 0.72 km²。

3.2.2 二级保护区范围的确定

（1）水域范围

入库河道一级保护区上游洛武河的河道水域，其中洛武河长约 2.88km，面积计入陆域面积进行统计。

（2）陆域范围

一级保护区陆域外上游洛武河水库整个流域划为二级保护区，水域面积 0.045km²，陆域面积 6.342km²。

二级保护区总面积合计 6.387km²。

表 3.2.2-1 洛武河水库饮用水水源保护区组成

区划		依据 HJ 338-2018	控制范围	面积 (km ²)
一 级 保	水 域	6.2.1.1 小型水库和单一供水功能的湖泊、水库应将多年平均水位对应的高程线以下	水库：洛武河水库正常蓄水位 1942.68m 以下的全部水域；	0.122

区划		依据 HJ 338-2018	控制范围	面积 (km ²)
保护区		的全部水域划为一级保护区。 5.1.1.1 一般河流水源地，一级保护区水域长度为取水口上游不小于 1000m，下游不小于 100m 范围内的河道水域。	入库河道:入库口上游洛武河 1km 范围内的河道水域。	
	陆域	6.2.2.1 小型和单一供水功能的湖泊、水库及中小型水库为一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，但不超过流域分水岭范围。 5.1.2.2 陆域沿岸纵深与一级保护区水域边界的距离一般不小于 50m，但不超过流域分水岭范围。	水库：洛武河水库正常蓄水位 1942.68m 以下水域外 200m 范围内的陆域，具体边界范围依据现状分水岭、公路、地类、行政边界等具有永久性的明显标志进行定界； 入库河道:入库口上游洛武河 1km 河道两侧外延 50m 范围的陆域，具体边界范围依据现状分水岭、公路、地类、行政边界等具有永久性的明显标志进行定界。	0.598
	一级保护区小计			0.72
二级保护区	水域	6.3.1.1 满足条件的水源地，可采用类比经验法确定二级保护区水域范围。 小型湖泊、中小型水库一级保护区边界外的水域面积设定为二级保护区。	入库河道一级保护区上游洛武河，长约 2.88km（面积计入陆域统计）。保护区内坑塘水面	0.045
	陆域	6.3.2.2 山区型中型水库二级保护区的范围为水库周边山脊线以内（一级保护区以外）及入库河流上溯不小于 3000 m 的汇水区域。二级保护区陆域边界不超过相应的流域分水岭。	一级保护区陆域外上游洛武河水库整个流域。	6.342
	二级保护区小计			6.387
合计				7.107
备注：水位线高程为 1985 国家高程基准，采用 2000 国家大地坐标系计算面积。				

3.2.3 调整前后保护区范围比较

调整前根据《昆明市人民政府关于全市县级城镇主要集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》（昆政复〔2011〕113号），洛武河水库饮用水源保护区总面积 1.53km²。现调整后洛武河水库饮用水源保护区面积为 6.316km²。较调整前保护区面积增加 4.786km²。

区划面积变化原因主要是根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）沿山脊线、行政边界及农村道路进行了调整。保护区划分区划方案调整前后对比见下表及附图。

表 3.2.3-1 洛武河水库饮用水水源保护区调整前后对照表

水源地名称	级别	区域	调整前区划范围	调整前区划面积(km ²)	调整后区划范围	调整后区划面积(km ²)	调整前后面积变化(km ²)	调整说明	
洛武河水库	一级保护区	水域	水域范围为库区正常库容面积。	0.33	水库：洛武河水库正常蓄水位1942.68m 以下的全部水域；入库河道：入库口上游洛武河 1km 范围内的河道水域。	0.122	增加 0.39	按照《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018），利用区域地形图、水系图、土地利用现状图、土地利用规划图，采用地形边界法、类比经验法，划定和调整洛武河水库水源地的一级保护区和二级保护区。	
		陆域	陆域范围为正常库容水位线外延 50 米范围。		水库：洛武河水库正常蓄水位1942.68m 以下水域外 200m 范围内的陆域，具体边界范围依据现状分水岭、公路、地类、行政边界等具有永久性的明显标志进行定界；入库河道：入库口上游洛武河 1km 河道两侧外延 50m 范围的陆域，具体边界范围依据现状分水岭、公路、地类、行政边界等具有永久性的明显标志进行定界。	0.598			
	二级保护区	水域	东以水库坝址为界，西以洛武河入库口外延 50 米，西、北均以汇水区分水岭山脊线为界的范围。	1.2	入库河道一级保护区上游洛武河，长约 2.88km（面积计入陆域统计）。保护区内坑塘水面	0.045			增加 5.187
		陆域			一级保护区陆域外上游洛武河水库整个流域。	6.342			

第四章 保护区污染源分析及存在问题

4.1 饮用水源地保护区污染源分析

通过现场踏勘及资料收集，对洛武河水库水源保护区周边及上游范围内的污染源进行调查，从点源、面源、流动源进行分析。

4.1.1 点源

根据调查，洛武河水库饮用水源地径流区内二、三产业发展滞后，产业结构及收入来源以第一产业为主，水库周边主要是村庄，故无规模化畜禽养殖废水及垃圾转运站等点源污染。

4.1.2 面源

洛武河水库径流区内的面源污染主要由分散村落农村生活污水、农村生活垃圾、农田径流、农田固废、散养畜禽、水土流失等构成。且农业种植需水量较大，现场排查中发现田间地头有分散的抽排水设施，特别是旱季对洛武河水库蓄水产生一定影响。引洪渠沿线分布有较多的农业退水，雨季时，高浓度农田退水进入入库沟渠，为水库增加污染负荷。

4.1.2.1 农村生活污水

洛武河水库径流区内涉及昆阳街道 1 个村委会 1 个自然村，青龙村，共计 668 人。

①农村生活污水及生活垃圾

农村居民生活污染物产生量采用下式进行计算：

$$W=365 \times P \times \alpha$$

式中，W 是农村居民生活污染物产生量

P 是农村常住人口

α 是农村人均生活污染物排放系数

农村人均生活污染负荷采用国家重大水专项滇池项目中面源污染基础状况调查结果，见下表。

表 4.1.2-1 农村生活污水产污系数

污染物	污水量 (L/p·d)	COD(g/p·d)	NH ₃ -N(g/p·d)	TN(g/p·d)	TP(g/p·d)
产生量	30.60	24.60	0.103	0.505	0.28

同时根据部门收资及现场调查，洛武河水库的 1 个居民小组建设农村生活污水集中处理设施处理方式主要有资源化利用、纳管处理、氧化塘处理、三池+氧化塘处理，生活污水收集处理率为 70%。

根据保护区范围内人口统计结果、排污系数及计算方法核算污染物排放量，再按照入河方式的不同，将入河污染物到达入河排放口之前的距离（流程）修正系数以及不同污染类型化学需氧量、氨氮、总氮和总磷的径流损失修正系数计算入河量，得出洛武河水库保护区范围内化学需氧量、总氮、总磷、氨氮入河量分别为 2.81 吨、0.07 吨、0.04 吨、0.01 吨。

表 4.1.2-2 农业农村面源污染物入河量系数取值与计算方法

距离修正系数	污染源入河流程(L)	距离	COD	NH ₃ -N	TN	TP
		L≤1km	0.75	0.8	0.8	0.8
	1<L≤5km	0.65	0.7	0.7	0.7	
	5<L≤10km	0.55	0.6	0.6	0.6	
	10<L≤15km	0.5	0.5	0.5	0.5	
	15<L≤20km	0.45	0.4	0.4	0.4	

		20< L≤30km	0.4	0.35	0.35	0.35
		30< L≤50km	0.3	0.3	0.3	0.3
径流损失 修正系数	污染物 类型	生活污水	0.8	0.85	0.85	0.75
		生活垃圾	0.65	0.7	0.7	0.6
		人畜粪便	0.7	0.75	0.75	0.65
		农田固废	0.55	0.6	0.6	0.5
		农田化肥	0.63	0.68	0.68	0.58
入河排污量计算公式		入河量=农业农村面源污染产生量×距离修正×径流损失修正				

4.1.2.2 农村生活垃圾

经统计，洛武河水库径流区内涉及昆阳街道 1 个村委会 1 个自然村，青龙村，共计 668 人。

采用人均排污系数法核算农村生活垃圾及污染物排放量，由于暂未查询到农村生活垃圾污染物排放系数，目前暂时先参考农村人均生活污染负荷采用国家重大水专项滇池项目中面源污染基础状况调查结果，见下表。

表 4.1.2-3 农村生活垃圾产排系数

指标	生活垃圾 (kg/p·d)	NH ₃ -N (g/p·d)	TN (g/p·d)	TP (g/p·d)
产生量	0.351	0.878	1.755	1.05
排放量	0.09	0.22	0.44	0.26

同时根据部门收资及现场调查，洛武河水库保护区范围内的 1 个自然村生活垃圾主要是清运后集中处理，清运到昆阳镇集中处理，根据现场调查了解生活垃圾收集清运情况，本次核算已建设生活垃圾收集处理设施的村落生活垃圾收集处理率取 95%。

根据洛武河水库保护区范围内人口统计结果及排污系数核算污染物排放量，再按照表 4.1.2-2 中不同的入河方式，将入河污染物到

达入河排放口之前的距离（流程）修正系数以及不同污染类型化学需氧量、氨氮、总氮和总磷的径流损失修正系数计算入河量，洛武河水库保护区范围内生活垃圾的总氮、总磷、氨氮的入河量分别为 0.05 吨、0.01 吨、0.01 吨。

4.1.2.3 农业种植污染

农业种植污染包括农业生产过程中施用化肥的流失和农田固废（主要是各种植物的秸秆）中氮、磷元素的流失。

种植业氮磷排放（流失）系数指土壤和肥料中的氮磷在降雨或灌溉水作用下溶解或悬浮于径流水中，随径流迁移出田块而导致的农田氮磷流失的发生量（单位：千克/公顷）

根据 2021 年 6 月 9 日生态环境部公布的《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》，种植业氮磷排放（流失）系数见表 3.4.2-3。

化肥流失污染物排放量根据化肥流失系数，采用下式进行计算：

$$W_4 = F \times \alpha_4$$

式中： W_4 是化肥流失污染物排放量； F 是农作物播种面积； α_4 是农作物播种过程排放（流失）系数，见下表。

表 4.1.2-4 农田化肥施用量流失系数

污染物	TN（千克/公顷）	TP（千克/公顷）	NH ₃ -N（千克/公顷）
流失系数	6.387	0.509	0.431

固体废物主要采用流失系数法进行农田固体废弃物流失量的计算，即：

$$W_5 = P \times \alpha_5 \times \gamma_5$$

式中： W_5 ——农田固体废弃残体流失量； P ——耕地面积； α_5 ——平均每亩农田固体废弃物产生量； γ_5 ——农田固体废弃物流失系数，

见下表。

表 4.1.2-5 农田固体废弃物产排系数

污染物	农业生产植物残体 (kg/亩·a)	NH ₃ -N 占植物残体的比例	TN 占植物残体的比例	TP 占植物残体的比例
产生量	1000	0.6%	1.00%	0.4%
排放系数	0.05	0.025	0.025	0.05

根据《昆明市晋宁区第三次全国国土调查》数据，洛武河水库径流区主要以种植业为主。洛武河水库径流区耕地面积为 2429.41 亩（一级保护区 207.61 亩，二级保护区 2221.80 亩）。

根据上述排污系数及计算方法核算污染物排放量，再按照表 4.1.2-2 中不同的入河方式，将入河污染物到达入河排放口之前的距离（流程）修正系数以及不同污染类型化学需氧量、氨氮、总氮和总磷的径流损失修正系数计算入河量，得出洛武河水库径流区内农田径流总氮、总磷、氨氮的入河总量分别为 8.69 吨、0.69 吨、0.59 吨。农田固废总氮、总磷、氨氮的入河总量分别为 0.03 吨、0.02 吨、0.02 吨。

4.1.2.4 畜禽养殖污染

根据《农业污染源产排污系数手册（2021 年）》附表 5，云南省地区畜禽养殖户养殖排污系数进行核算。畜禽养殖排污系数见下表。

农村散养牲畜污染物排放量采用以下公式进行计算：

$$W_n = \lambda_n \times (N_1 + N_2) \times \alpha_n$$

式中： W_n ——牲畜（大牲畜、猪、羊、家禽）污染物产生量； N_1 ——牲畜（大牲畜、猪、羊、家禽）存栏量， N_2 ——牲畜（大牲畜、猪、羊、家禽）出栏量， α_n ——牲畜（大牲畜、猪、羊、家禽）粪便产污系数， λ_n ——牲畜（大牲畜、猪、羊、家禽）生长周期，见下表。

表 4.1.2-6 畜禽粪便产污参数表

污染物产生量	粪便 (kg/p·d)	尿液 (kg/p·d)	COD (g/p·d)	NH ₃ -H (g/p·d)	TN (g/p·d)	TP (g/p·d)	养殖周期 (d)
大牲畜	15	10	665	23.00	42.6	15.5	365
猪	2	15	90	3.08	5.7	2	199
羊	1.23	0.62	12.0	1.67	3.1	1.1	199
家禽	0.12	-	2	0.16	0.3	0.1	210

洛武河水库径流区内有较少的散养养殖户，主要养殖牛、羊、猪等。经统计，洛武河水库保护区年末出栏羊 117 头、羊 58 头、肉猪 167 头，大部分分布在二级保护区。根据上述产污系数及计算方法核算污染物排放量，核算污染物排放量，再按照表 4.1.2-2 中不同的入河方式，将入河污染物到达入河排放口之前的距离（流程）修正系数以及不同污染类型化学需氧量、氨氮、总氮和总磷的径流损失修正系数计算入河量，洛武河水库径流区内散养畜禽污染物入河量为化学需氧量 1.47 吨、总氮 0.10 吨、总磷 0.01 吨、氨氮 0.01 吨。

4.1.2.5 水土流失污染

水土流失污染负荷采用流域土壤侵蚀量、流域土壤流失入湖泥沙比与土壤中各污染物成分平均值的乘积计算，其中流域土壤侵蚀量计算参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—2007），采用土壤侵蚀公式计算水土流失污染负荷的计算公式如下：

$$W = \sum \omega \cdot A \cdot ER \cdot C \cdot 10^{-6}$$

式中，W 为水土流失造成的污染负荷，t/a； ω 为单位面积土壤年均侵蚀模数，t/a·km²；A 为流域水土流失面积，km²；ER 为泥沙输移比；C 为土壤中污染物平均含量，mg/kg。根据相关资料，设定洛武河水库水源保护区流域入湖泥沙系数为 0.3。根据调查数据分析，洛武河水库流域侵蚀面积为 5.99km²，土壤平均侵蚀模数 802.221t/km²·a，流域全氮、全磷土壤养分平均含量分别为 108mg/kg、708mg/kg。按

照各流域土壤营养成分平均值，计算水土流失携带的各种形态的营养元素入湖负荷量。根据流域水土流失面积来源水土流失调查成果资料，经计算，洛武河水库径流区内水土流失污染负荷总氮、总磷的入河量为 0.34 吨、0.002 吨。

4.1.3 污染源入河分析

以各类污染源污染物的排放量为基础，根据入河系数，分别计算各类污染源的各种污染物的入河量，综合流域现状污染负荷削减量分析，进行汇总，根据《全国水环境容量核定技术指南》，并考虑各个流域实际情况，采用农业农村面源污染物到达入河排放口之前的距离（流程）修正系数以及不同污染物类型 COD_{Cr}、NH₃-N、TN、TP 的径流损失修正系数（见表 4.1.2-2）。

洛武河水库径流区内年入河污染物总量分别为化学需氧量 4.27 吨、总氮 9.27 吨、总磷 0.77 吨、氨氮 0.63 吨。

表 4.1.3-1 洛武河水库水源保护区流域污染负荷入河量

序号	污染源类型	COD _{Cr}		TN		TP		NH ₃ -N	
		负荷(吨)	占比(%)	负荷(吨)	占比(%)	负荷(吨)	占比(%)	负荷(吨)	占比(%)
1	农村生活污水	2.81	65.67%	0.07	0.79%	0.04	4.68%	0.01	2.37%
2	农村生活垃圾	-	-	0.05	0.57%	0.01	0.89%	0.01	1.07%
3	农田径流	-	-	8.69	93.69%	0.69	90.36%	0.59	92.99%
4	农田固废	-	-	0.03	0.27%	0.02	2.66%	0.02	2.42%
5	散养畜禽	1.47	34.33%	0.10	1.06%	0.01	1.19%	0.01	1.14%
6	水土流失	-	-	0.34	3.62%	0.002	0.22%	-	-
合计		4.27	100.00%	9.27	100.00%	0.77	100.00%	0.63	100.00%

洛武河水库径流区内年污染负荷构成情况如图 4.5-1 所示，从污染物负荷构成来看，化学需氧量主要来自于农村生活污水和散养畜禽，分别占入河（库）总负荷的 65.67%和 34.33%；总氮主要来自于农田

径流，占入河总负荷的 93.69%；总磷主要来自于农田径流，占入河总负荷的 90.36%；氨氮主要来自于农田径流，占总负荷的 92.99%。

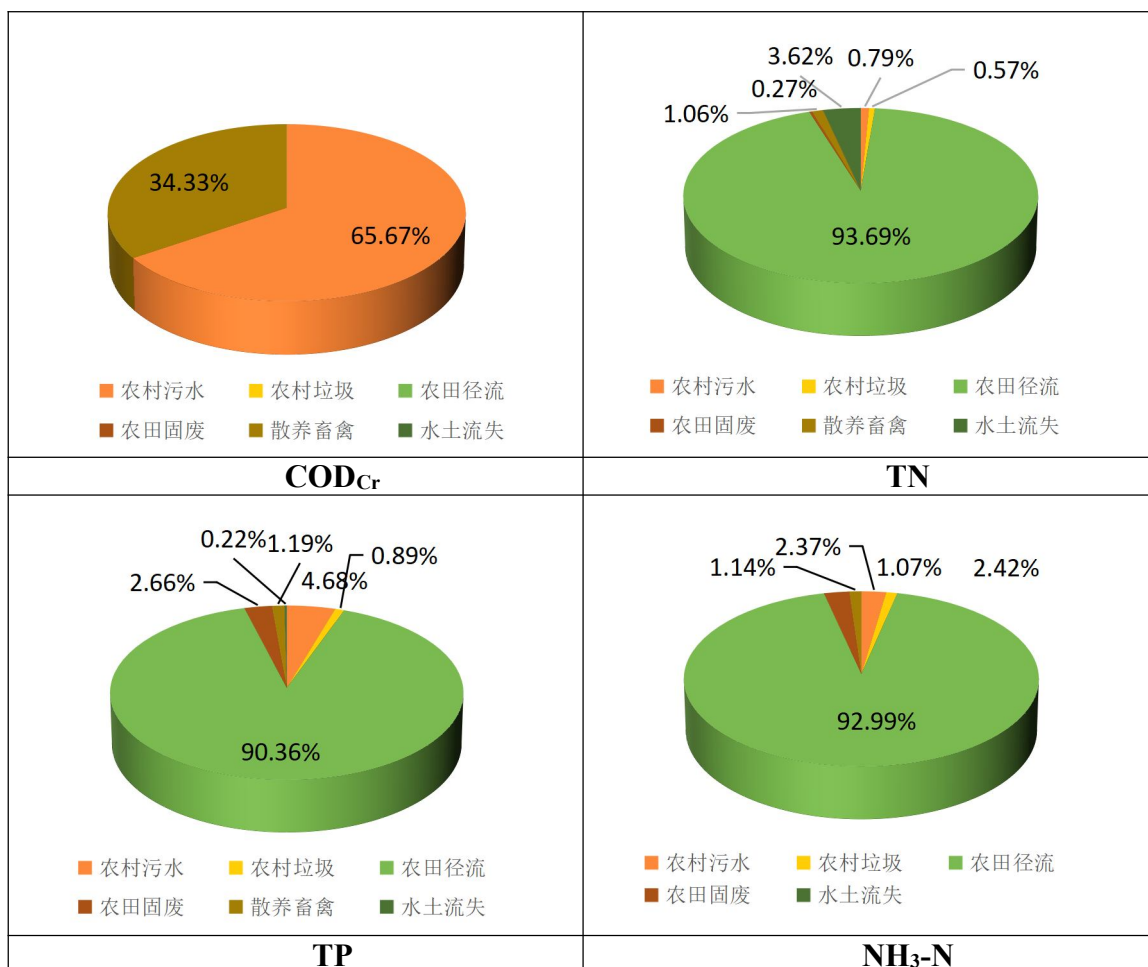


图 4.1.3-1 洛武河水库保护区内各类污染物比例图

4.2 饮用水水源地水环境风险分析

按照《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》要求，采用风险值定性评价方法评价洛武河水库的环境风险。根据风险源所在保护区的影响程度和影响范围，按照固定源、流动源和非点源分别对水源存在的风险进行源项分析及评价。计算方法如下：

固定源： $R_p = P_1 + P_2 + P_3$ ；流动源： $R_f = F_1 + F_2 + F_3$ ；非点源： $R_y = Y_1 + Y_2 + Y_3$ ；

式中：P、F、Y 分别为固定源、流动源、非点源的评分值。

一般来说，当 R_p （或 R_f 、 R_y ） ≤ 3 时，作为可接受程度的背景值；当 $3 < R_p$ （或 R_f 、 R_y ） ≤ 7 时，应采取风险防范措施；当 $7 < R_p$ （或 R_f 、 R_y ） ≤ 9 时，应采取风险预警措施；当 R_p （或 R_f 、 R_y ） > 9 时，应采取风险应急措施。

饮用水源地环境风险评价方法根据风险源指标及评分值，按照评分值叠加法对饮用水水源地风险源进行定性评价，洛武河水库的评价结果见表 4.2-1。

表 4.2-1 洛武河水库保护区环境风险评价结果

源项类型	风险源	一级保护区		二级保护区		总分值
		指标值	得分值	指标值	得分值	
固定源 (R_p)	石油化工业 (个)	无	0	无	0	0
	垃圾填埋场 (处)	无	0	无	0	0
	危险废弃物填 埋场(处)	无	0	无	0	0
	尾矿库(座)	无	0	无	0	0
	加油站(座)	无	0	无	0	0
	油品储罐(座)	无	0	无	0	0
	码头吞吐量 (万吨/年)	无	0	无	0	0
	污/废水处理设 施(万吨/日)	无	0	无	0	0
流动源 (R_f)	陆运	无	0	有机动车 通行	3	3
	船舶	无	0	无	0	
非点源 (R_y)	耕地面积所占 比例	无	0	5%~10%	3	3
	生态缓冲带	无	0	无	0	0

(1) 固定源

根据现场调查，洛武河水库保护区范围内无固定风险源。

洛武河水库固定源环境风险低，水库保护区范围内无固定污染源，固定源总分值为 0，评分值 $R_p < 3$ ，为可接受程度的背景值。

(2) 流动源

洛武河水库一级保护内洛武河水库水源保护区内现状有晋红高速 2.62km、青龙线 1.52km 主要是青龙村间客流和物流的主要交通干线，客运车辆主要有面包车、小轿车和摩托车等载人出入，货运主要运输农副产品和日常生活用品，客运和货运量较小。

洛武河水库保护区范围内流动源总分为 3，评分值 R_f 小于 3，为可接受程度的背景值。

（3）非点源

根据调查，洛武河水库保护区范围内现状非点源主要有农村生活、农业种植、分散式畜禽养殖及水土流失面源污染等，具体源强详见 3.4.2 节。

洛武河水库一级保护区范围内无耕地，二级保护区范围内耕地面积占比为 5%~10%。根据非点源风险值计算，非点源风险值为 3，评分值 R_y 小于 3，为可接受程度的背景值。

4.3 保护区主要环境问题

根据《集中式饮用水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ 773-2015）等技术规范，结合现场调查，洛武河水库水源保护区规范化建设存在问题如下：

（1）水质问题

洛武河水库近三年超标月份占比 28.6%，主要超标指标为总磷（最大超标倍数为 1）、溶解氧（最大超标倍数 0.02）。2024 年 1-11 月，8、10 月未达 II 类目标，溶解氧 8、10 月均超标（最大超标倍数 0.02）。相较于 2023 年同期，2024 年 1-11 月溶解氧平均浓度上升 3.9%，总磷平均浓度下降 51.1%，综合营养状态指数下降 20.4%。

（2）污染源问题

根据调查，洛武河水库径流区内二、三产业发展滞后，产业结构及收入来源以第一产业为主，水库径流区主要以种植业为主，90%以上为旱地，农业种植粗放，广种薄收现象比较突出。水库周边主要是村庄，无工业污染源、无规模化畜禽养殖废水及垃圾转运站等点源污染。洛武河水库径流区内涉及昆阳街道1个村委会1个自然村，青龙村，共计668人。从污染物负荷构成来看，污染源主要来自农田径流，总氮、总磷占入河总负荷分别为94.21%、90.01%。

（3）污染治理设施问题

青龙村村内排污主沟较健全，支沟较多，没有建成完整的污水收集处理系统。且污泥、杂物等在沟内淤积严重，排水不畅。排污沟建设不够，土沟的数量仍占有一定比例，污水收集效率较低，在雨季有污水溢流的风险。

青龙村已配置农村生活垃圾收集设施，少部分有专人上门进行收集，但能效发挥不足，径流区内仍存在垃圾入河、垃圾房堆积未转运的情况，降雨时随雨水冲刷进入附近河道，对水质造成污染，垃圾集中收运机制还未完善。

第五章 饮用水水源保护区规范化建设、管理及投资估算

5.1 保护区规范化建设项目投资估算

依据《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》（HJ773-2015），结合洛武河水库水源保护区规范化建设及管理现状、存在问题分析，针对洛武河水库水源地保护区提出规范化建设项目。

5.1.1 保护区范围规范化工程

根据保护区建设要求，饮用水水源保护区应依据《饮用水水源保护区标志技术要求》（HJT433-2008）设置界桩、交通警示牌、宣传牌等标识，在一级保护区周边人类活动频繁区域设置隔离防护设施。在洛武河水库一级保护区陆域周围通过物理隔离的方式对水源地进行保护，新建隔离防护网 2490 米。在洛武水库保护区设置界标 53 块，在人群较多的区域设置宣传牌 6 块、在保护区周边的村道设置交通警示牌 9 块。

5.1.2 保护区污染整治工程

洛武河水库径流区内二、三产业发展滞后，产业结构及收入来源以第一产业为主，水库周边主要是村庄，故无规模化畜禽养殖废水及垃圾转运站等点源污染。洛武河水库径流区内涉及昆阳街道 1 个村委会 1 个自然村，青龙村，共计 668 人。按照技术规范要求，对一级保护区、二级保护区进行污染整治。一级保护区内有耕地种植及水土流失、流动源风险，无与水源保护无关的建设项目及排口；二级保护区内存在农村居民居住、农业种植等面源污染及流动源风险。

（1）农村生活源治理工程

保障农村生活垃圾处置设施运维。完善垃圾集中收运机制，建成“组保洁、村收集、乡（镇）转运、县（市）区处置”的城乡生活垃圾无害化收运处置四级管理体制，将保护区内农村生活垃圾集中收集并在保护区外进行无害化处置。

完善农村污水收集系统。洛武河水库径流区内涉及的昆阳街道村委会青龙村，共计 668 人。青龙村村内排污主沟较健全，支沟较多，配套建设支沟收集管网建成完整的污水收集处理系统。定期组织对收集管网沟渠进行清淤，尤其避免在雨季污水溢流的风险。

（2）昆明市晋宁区集中式饮用水水源保护区环境治理工程

按照工程实施内容，开展农村生活污水处理工程项目，在青龙村 1#、青龙村 2#分别新建 25t/d、15t/d 的规模人工湿地设施，尾水排入附近灌溉沟渠，用于附近农田灌溉。

（3）农药减量绿色防控工程

在青龙村委会重点种植区域实施农业结构调整，合理调整作物结构和布局，开展具有自身特点的生态农业建设模式，加快构筑区域特色产业体系。积极普及和深化测土配方施肥、改进施肥方式，鼓励使用有机肥、生物肥料和绿肥种植，重点在二级保护区区域实施测土配方工程。同时，实施农药减量控害，大力推广高效、低毒、低残留农药，引进生物农药和先进施药机械，推进病虫害专业化统防统治和绿色防控，积极引导农民掌握正确的喷药技术，并选择适宜的防治时期以减少农药流失和漂移量。

5.1.3 生态恢复与建设工程

（1）水土流失治理工程

继续推进洛武河水库水源保护区天然林保护、封山育林等措施，建设水源涵养林，防治水土流失；推进退耕还林、退耕还草、退耕还

湿的“三还”工作，逐步将水源保护区内 25°以上的坡耕地还林，对易造成水土流失或石漠化的耕地，有计划地停止耕种，因地制宜地造林种草，增加本地物种占比、提高植被覆盖率。继续做好洛武河水库库尾前置库维护处理设施的运行维护。

（2）水源涵养林建设工程

在水源地大力开展绿化造林工作，通过封山育林、建设水源林、抚育中幼林、管护天然林等措施，不断提高水源地森林质量和森林覆盖率，保障汇水区域水分涵养能力。

5.1.4 管理能力建设工程

（1）预警及应急能力建设工程

环境应急能力建设应以防为主，充分考虑潜在的突发性事故风险，强化应对饮用水源突发环境事件应急处置能力，对水污染事件做到早预见、速报告、快处理，将水环境污染事件控制在突发期，将可能造成的污染损失和后果降低到最小，最大限度地保障人民群众的用水安全。洛武河水库环境应急能力建设主要包括确定应急类型及应急级别、建立监测与预警平台、制定应急预案、组建应急管理机构、配备应急物资。

（2）管理能力建设

加强洛武河水库饮用水水源地管理能力建设，做到“一源一档”；严格按《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水法》《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等相关法律法规要求，开展水源保护区环境监管，定期巡查水源地保护区，严禁畜禽放牧、垂钓等可能污染水源的活动，并定期开展饮用水水源地环境状况评估。

表 5.1-1 洛龙河水库饮用水水源保护区规范化建设项目投资估算汇总表

序号	类别	项目名称	项目内容	投资估算 (万元)	责任单位
1	保护区范围规范化工程	规范化建设工程	在洛武水库保护区新建隔离防护网 2490 米，设置界标 53 块，在人群较多的区域设置宣传牌 6 块、在保护区周边的村道设置交通警示牌 9 块。	109.37	水务局、交通运输局
2	保护区污染治理工程	农村生活源治理工程	保障农村生活垃圾处置设施运维，建成“组保洁、村收集、乡（镇）转运、县（市）区处置”的城乡生活垃圾无害化收运处置四级管理体制。配套建设支沟收集管网建成完整的污水收集处理系统。定期组织对收集管网沟渠进行清淤，	85.00	住建局、水务局
3		昆明市晋宁区集中式饮用水水源保护区环境治理工程	开展农村生活污水处理工程项目，在青龙村 1#、青龙村 2#分别新建 25t/d、15t/d 的规模人工湿地设施。	56.20	水务局
4		农业面源污染控制工程	在青龙村委会重点种植区域实施农业结构调整，合理调整作物结构和布局，开展具有自身特点的生态农业建设模式；重点在二级保护区区域实施测土配方工程，同时，实施农药减量控害。	30.00	农业农村局
5		生态恢复与建设工程	水土流失治理工程	通过天然林保护工程、封山育林等措施，建设水源林，防治水土流失	50.00
6	管理能力建设工程	预警及应急能力建设工程	建设饮用水水源地保护区内环境保护应急工程，制定应急方案，加强饮用水源突发环境事件应急处置能力，保障饮用水安全	20.00	生态环境局、水务局、交通运输局
7		管理能力建设	洛武河水库水源地做到“一源一档”；严格按相关法律法规要求开展水源保护区环境监管，定期巡查水源保护区，定期开展饮用水水源地环境状况评估。	20.00	水务局、生态环境局
合计				370.57	

5.2 规范化建设目标达标的可行性分析

5.2.1 项目投资及预期效果

洛武河水库饮用水水源保护区规范化建设总投资约370.57万元，实现饮用水源保护区水质稳定达标。

5.2.2 保护区整治方案可行性

（1）一级保护区污染控制工程

为保障水质目标的实现，规划在洛武河水库一级保护区内实施农村生活源治理工程、农业面源污染控制工程，以减少农田径流对水库水质的影响，加强水源涵养；对一级保护区内农村污水及垃圾提出治理工程或管理要求。一级保护区内规划的污染控制工程均针对区内现状污染源提出，所规划工程均符合国家相关政策及技术规范，具有较强的可操作性和可行性。这些方案实施后，可以最大限度降低一级保护区内的人为活动干扰对水源水质的影响，也将降低风险事故的发生概率和降低风险事故影响程度，对饮用水水质稳定达标具有积极作用。

（2）二级保护区污染控制工程

通过在洛武河水库二级保护区内调整产业结构、推广农药减量绿色防控技术，降低化肥及农药施用量、减少耕地面积等措施对二级保护区农业面源污染进行控制；加强生活垃圾处置，实施畜禽养殖面源治理工程，有效控制农村生活畜禽养殖面源污染。上述工程或措施均符合国家相关政策及技术规范，具有较强的可操作性和可行性。完成规范化建设工程，能有效控制二级保护区污染物对水质的影响，降低保护区污染负荷，使水质稳定达标。

（3）生态恢复与建设工程

通过林地保护工程和水土流失治理工程等生态恢复和建设工程，建设保护水源涵养林和水土保持林，将进一步提高保护区林草覆盖率，降低流域土壤侵蚀强度，从而提高流域水源涵养能力，降低污染物对水质的影响。工程实施将形成水源保护区以水源涵养为主的森林生态系统，确保水源地的陆生生态系统水源涵养功能的正常发挥，确保水源区水源充足，水质优良。

（4）管理能力和环境应急能力建设工程

建设饮用水源地统一和联合管理机构，建立水源地执法队伍；建设水源地管理数据共享平台，为系统管理集中式饮用水源地，合理调配水资源，实现统一管理提供数据和技术支撑；建设预警监控体系和应急处理体系，防范污染事件，提高处理效率，保障城区饮用水安全。

5.2.3 饮用水水源地水质目标可达性分析

（1）农业面源治理

保护区内实施降低化肥及农药施用量、减少耕地面积等措施，进行产业结构调整及推广绿色防控技术。工程实施后，可减少化肥施用量约 20%，流域水土流失总量降低 50%以上。

（2）农村面源整治

对保护区内的村庄实施生活污水及垃圾收集处置，可加强农村生活垃圾收集清运管理，有效降低农村生活污水污染水库水质风险。

第六章 附表及附图

6.1 附表

附表 1 洛武河水库一级保护区拐点坐标表

一级区		
序号	经度	纬度
A1	102° 34' 4.826" E	24° 37' 27.017" N
A2	102° 34' 9.351" E	24° 37' 25.345" N
A3	102° 34' 11.449" E	24° 37' 22.582" N
A4	102° 34' 11.817" E	24° 37' 19.247" N
A5	102° 34' 13.959" E	24° 37' 17.948" N
A6	102° 34' 15.547" E	24° 37' 15.850" N
A7	102° 34' 17.790" E	24° 37' 15.749" N
A8	102° 34' 20.000" E	24° 37' 15.022" N
A9	102° 34' 18.584" E	24° 37' 11.066" N
A10	102° 34' 17.868" E	24° 37' 7.378" N
A11	102° 34' 17.217" E	24° 37' 5.473" N
A12	102° 34' 15.678" E	24° 37' 1.839" N
A13	102° 34' 15.132" E	24° 37' 0.646" N
A14	102° 34' 14.748" E	24° 36' 59.705" N
A15	102° 34' 13.962" E	24° 36' 57.867" N
A16	102° 34' 10.766" E	24° 36' 56.111" N
A17	102° 34' 7.389" E	24° 36' 55.231" N
A18	102° 34' 5.013" E	24° 36' 55.202" N
A19	102° 34' 3.752" E	24° 37' 0.119" N
A20	102° 34' 3.751" E	24° 37' 0.120" N
A21	102° 34' 2.218" E	24° 37' 1.126" N
A22	102° 33' 57.869" E	24° 37' 2.950" N
A23	102° 33' 55.973" E	24° 37' 5.832" N
A24	102° 33' 55.800" E	24° 37' 8.935" N
A25	102° 33' 54.128" E	24° 37' 10.672" N

一级区		
序号	经度	纬度
A26	102° 33' 53.193" E	24° 37' 12.996" N
A27	102° 33' 52.181" E	24° 37' 12.915" N
A28	102° 33' 49.066" E	24° 37' 12.200" N
A29	102° 33' 46.055" E	24° 37' 12.753" N
A30	102° 33' 45.689" E	24° 37' 11.118" N
A31	102° 33' 45.089" E	24° 37' 9.097" N
A32	102° 33' 43.187" E	24° 37' 7.906" N
A33	102° 33' 41.842" E	24° 37' 8.055" N
A34	102° 33' 40.529" E	24° 37' 7.097" N
A35	102° 33' 39.712" E	24° 37' 6.785" N
A36	102° 33' 39.198" E	24° 37' 5.935" N
A37	102° 33' 39.022" E	24° 37' 4.527" N
A38	102° 33' 38.426" E	24° 37' 3.113" N
A39	102° 33' 37.374" E	24° 37' 1.262" N
A40	102° 33' 36.750" E	24° 37' 0.573" N
A41	102° 33' 35.927" E	24° 36' 59.855" N
A42	102° 33' 33.933" E	24° 36' 59.973" N
A43	102° 33' 33.581" E	24° 36' 59.627" N
A44	102° 33' 33.979" E	24° 36' 58.334" N
A45	102° 33' 33.988" E	24° 36' 57.799" N
A46	102° 33' 33.466" E	24° 36' 56.587" N
A47	102° 33' 31.841" E	24° 36' 56.025" N
A48	102° 33' 31.137" E	24° 36' 56.121" N
A49	102° 33' 30.880" E	24° 36' 56.174" N
A50	102° 33' 30.501" E	24° 36' 56.280" N
A51	102° 33' 29.332" E	24° 36' 56.850" N
A52	102° 33' 28.908" E	24° 36' 57.794" N
A53	102° 33' 29.068" E	24° 36' 58.623" N
A54	102° 33' 29.754" E	24° 36' 59.322" N
A55	102° 33' 29.740" E	24° 37' 0.258" N
A56	102° 33' 30.886" E	24° 37' 1.814" N
A57	102° 33' 32.458" E	24° 37' 3.031" N

一级区		
序号	经度	纬度
A58	102° 33' 33.586" E	24° 37' 3.327" N
A59	102° 33' 34.539" E	24° 37' 3.240" N
A60	102° 33' 35.248" E	24° 37' 4.574" N
A61	102° 33' 35.627" E	24° 37' 6.038" N
A62	102° 33' 35.904" E	24° 37' 7.164" N
A63	102° 33' 36.408" E	24° 37' 8.128" N
A64	102° 33' 37.076" E	24° 37' 9.019" N
A65	102° 33' 37.858" E	24° 37' 9.599" N
A66	102° 33' 38.843" E	24° 37' 9.976" N
A67	102° 33' 39.438" E	24° 37' 10.510" N
A68	102° 33' 42.070" E	24° 37' 11.336" N
A69	102° 33' 42.213" E	24° 37' 11.819" N
A70	102° 33' 43.172" E	24° 37' 14.871" N
A71	102° 33' 41.823" E	24° 37' 19.680" N
A72	102° 33' 42.981" E	24° 37' 22.537" N
A73	102° 33' 45.453" E	24° 37' 24.804" N
A74	102° 33' 48.989" E	24° 37' 27.389" N
A75	102° 33' 51.755" E	24° 37' 27.927" N
A76	102° 33' 51.775" E	24° 37' 27.933" N
A77	102° 33' 54.133" E	24° 37' 28.180" N
A78	102° 33' 54.152" E	24° 37' 28.180" N
A79	102° 33' 55.981" E	24° 37' 28.382" N
A80	102° 33' 59.376" E	24° 37' 28.769" N

附表 2 洛武河水库二级保护区拐点坐标表

二级区		
序号	经度	纬度
B1	102° 33' 17.472" E	24° 37' 46.150" N
B2	102° 33' 31.483" E	24° 37' 45.465" N
B3	102° 33' 34.346" E	24° 37' 49.448" N

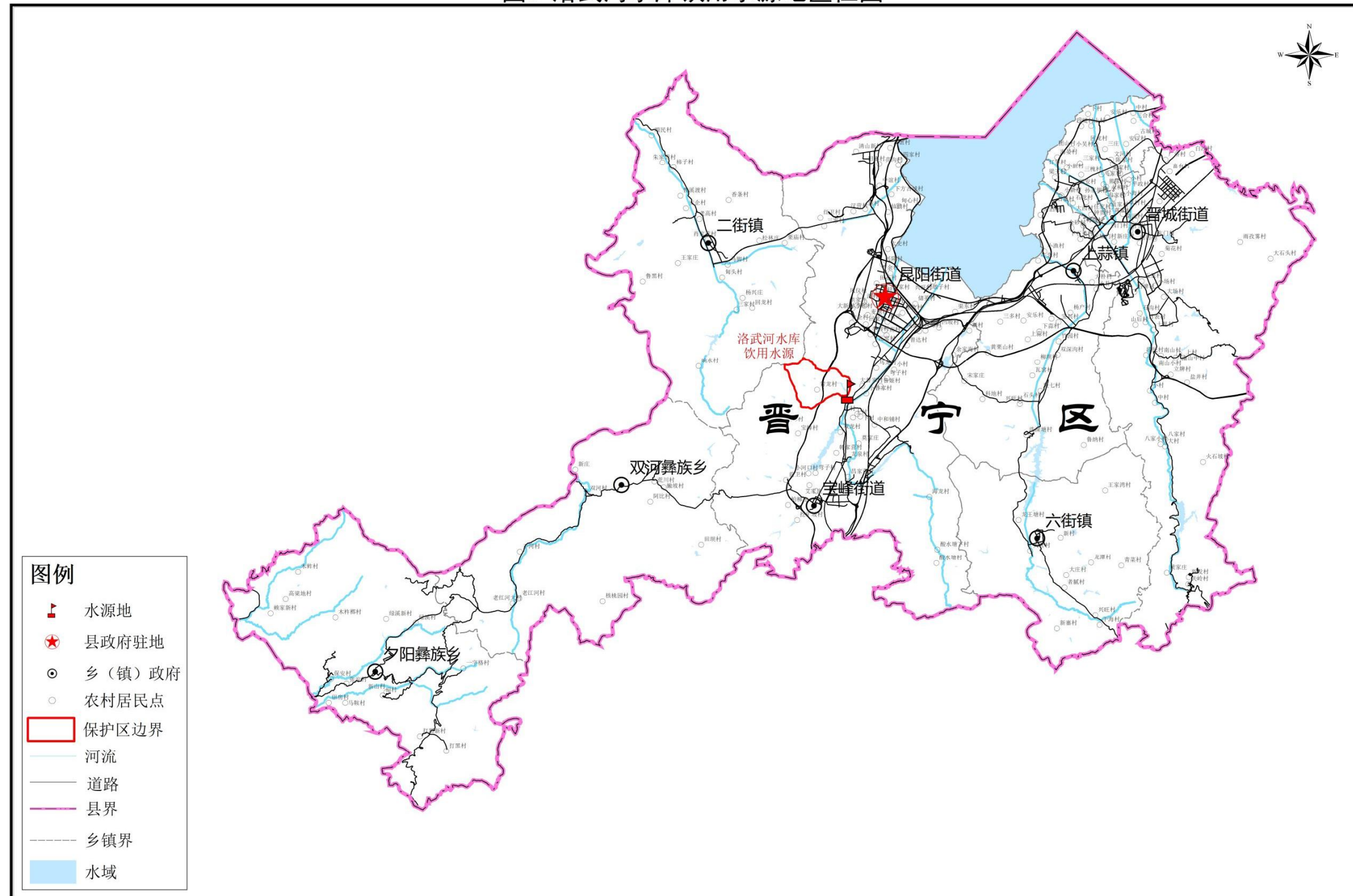
二级区		
序号	经度	纬度
B4	102° 33' 52.154" E	24° 37' 47.295" N
B5	102° 34' 4.031" E	24° 37' 34.492" N
B6	102° 34' 14.614" E	24° 37' 32.995" N
B7	102° 34' 20.808" E	24° 37' 22.421" N
B8	102° 34' 20.442" E	24° 37' 16.256" N
B9	102° 33' 59.548" E	24° 36' 55.945" N
B10	102° 33' 52.453" E	24° 37' 0.159" N
B11	102° 33' 31.342" E	24° 36' 54.541" N
B12	102° 33' 26.411" E	24° 36' 50.675" N
B13	102° 32' 54.587" E	24° 36' 30.764" N
B14	102° 32' 48.322" E	24° 36' 33.671" N
B15	102° 32' 32.536" E	24° 36' 34.851" N
B16	102° 32' 24.163" E	24° 36' 49.475" N
B17	102° 32' 23.000" E	24° 37' 0.766" N
B18	102° 32' 18.195" E	24° 37' 14.410" N
B19	102° 32' 6.521" E	24° 37' 40.733" N
B20	102° 31' 57.854" E	24° 37' 49.088" N
B21	102° 31' 56.847" E	24° 37' 58.013" N
B22	102° 32' 8.339" E	24° 37' 58.053" N
B23	102° 32' 16.292" E	24° 38' 0.124" N
B24	102° 32' 24.503" E	24° 37' 59.640" N
B25	102° 32' 33.422" E	24° 38' 6.793" N
B26	102° 32' 35.571" E	24° 38' 7.630" N
B27	102° 32' 37.034" E	24° 38' 11.413" N
B28	102° 32' 39.485" E	24° 38' 11.088" N
B29	102° 32' 41.734" E	24° 38' 9.170" N
B30	102° 32' 45.027" E	24° 38' 7.805" N
B31	102° 32' 49.743" E	24° 38' 7.656" N
B32	102° 32' 52.287" E	24° 38' 4.843" N
B33	102° 32' 57.047" E	24° 38' 2.490" N
B34	102° 32' 59.527" E	24° 37' 58.276" N
B35	102° 33' 1.717" E	24° 37' 57.380" N

二级区		
序号	经度	纬度
B36	102° 33' 4.057" E	24° 37' 55.141" N
B37	102° 33' 4.400" E	24° 37' 50.760" N

6.2 附图

附图 1：洛武河水库区位图

图1 洛武河水库饮用水源地区位图



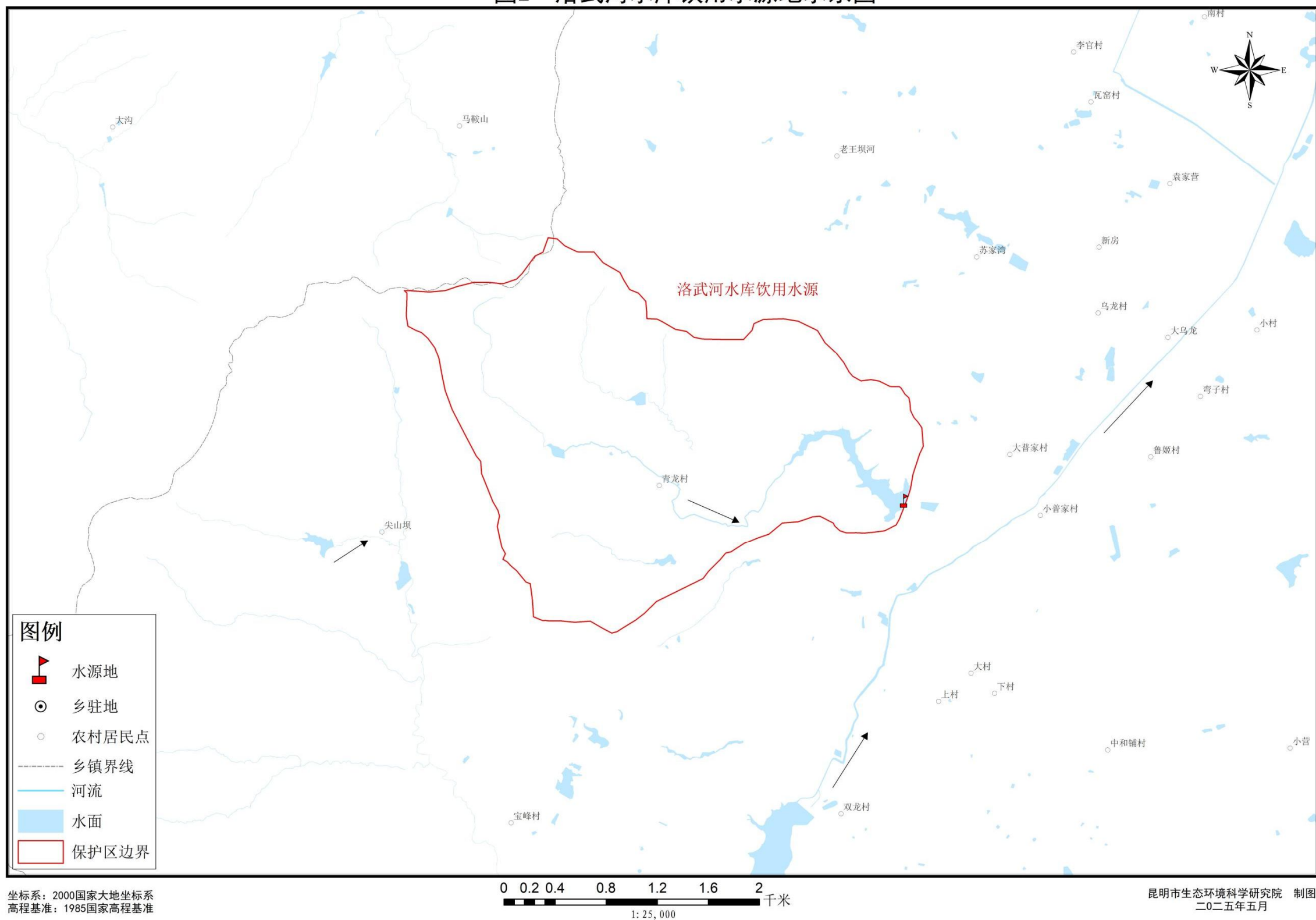
坐标系：2000国家大地坐标系
高程基准：1985国家高程基准

0 1.5 3 6 9 12 15
千米
1:200,000

昆明市生态环境科学研究院 制图
二〇二五年五月

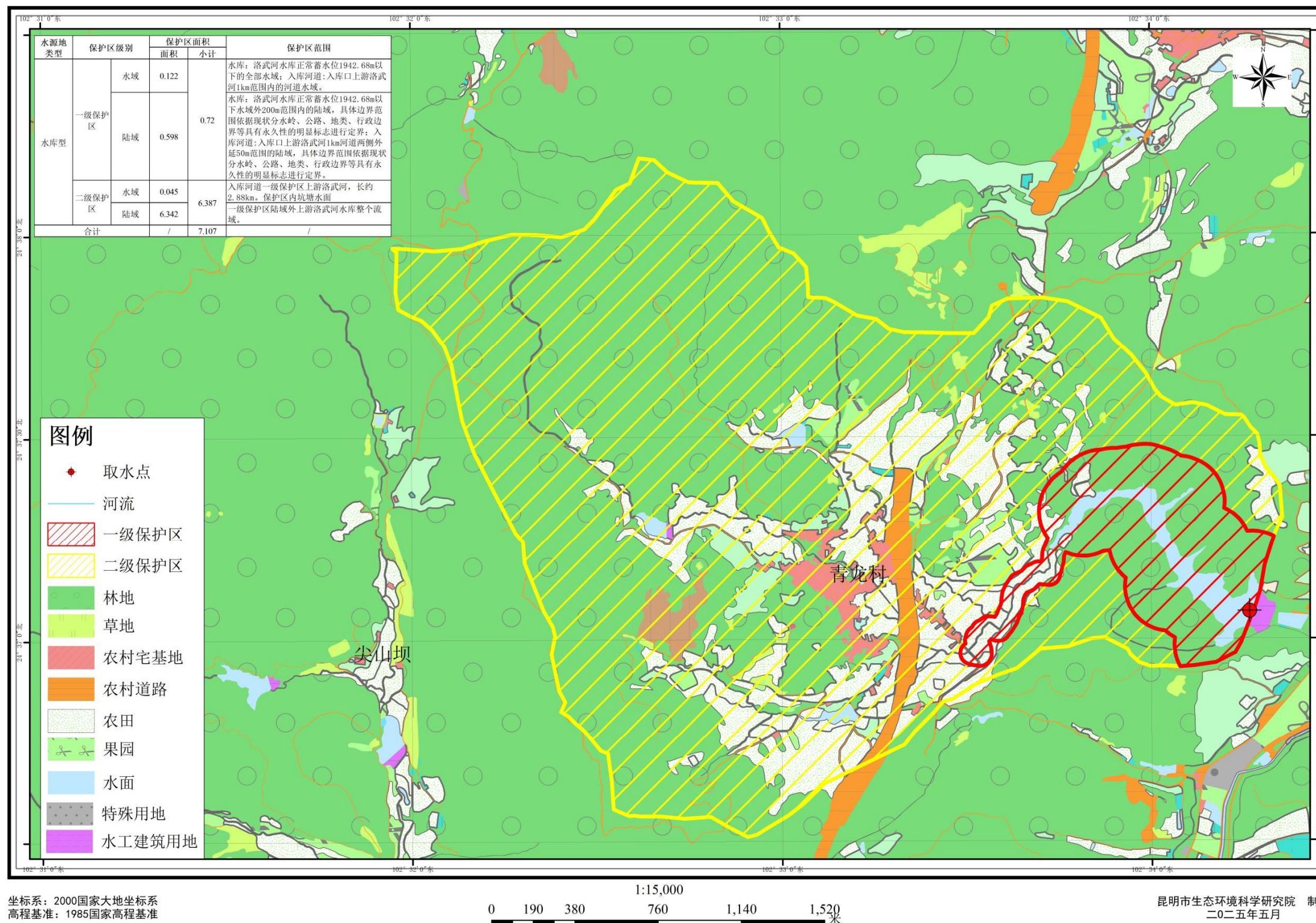
附图 2：洛武河水库水系图

图2 洛武河水库饮用水源地水系图



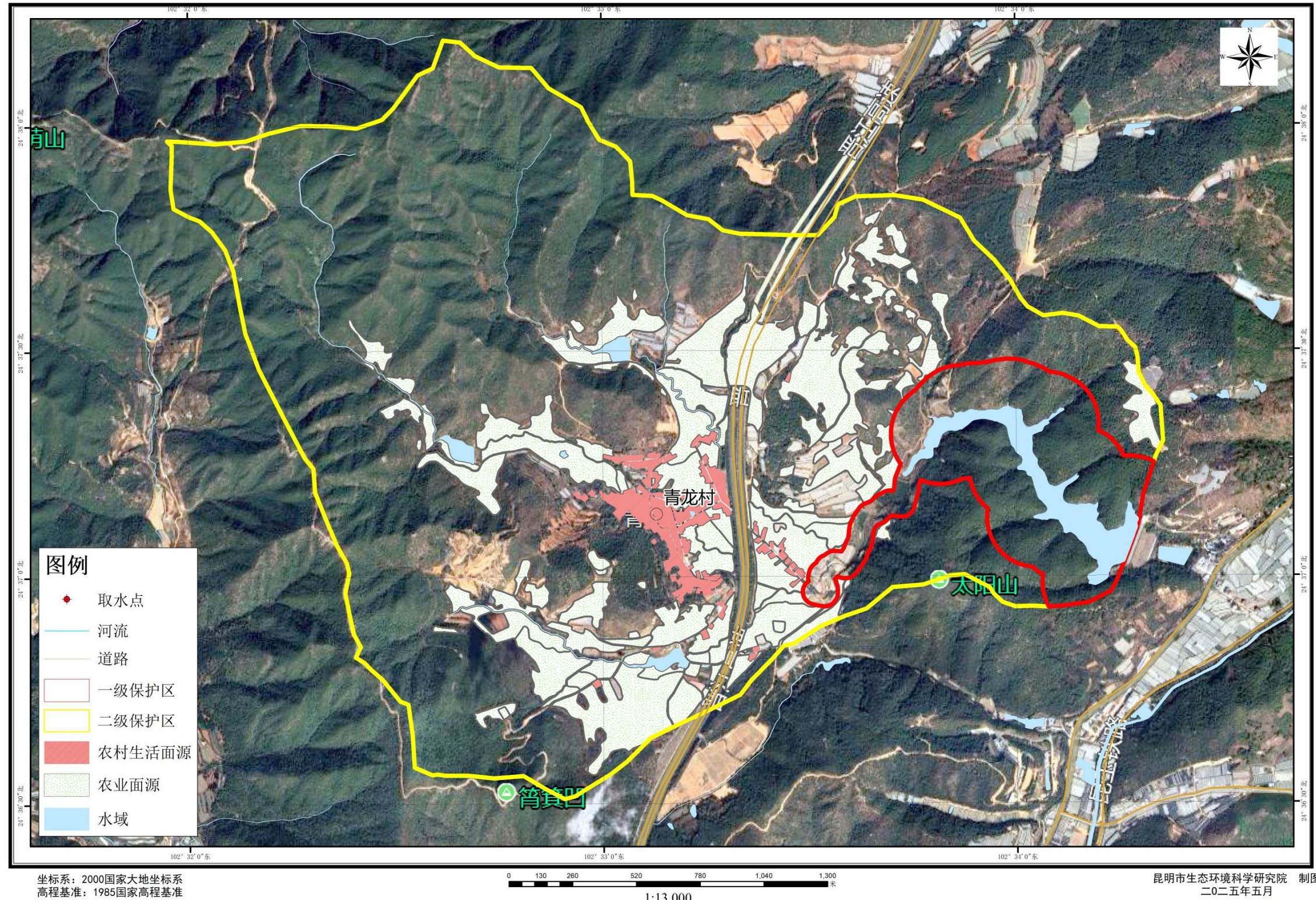
附图 3：洛武河水库保护区区划图

图3 洛武河水库水源地保护区区划图



附图 4：洛武河水库污染源分布图

图4 洛武河水库水源地污染源分布图



附图 5：洛武河水库保护区划饮用水源地拐点图

图5 洛武河水库饮用水源地一级、二级拐点图

