

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地  
双龙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 .....	9
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 .....	16
2.4.1 水源地规划 .....	16

2.4.2 水功能区划 .....	16
2.4.3 水质考核目标 .....	17
2.5 饮用水水源保护区划分现状与问题 .....	17
2.5.1 划分现状 .....	17
2.5.2 保护区划分存在的问题 .....	18
2.6 饮用水水源地基本状况 .....	18
2.6.1 基础信息 .....	18
2.6.2 近五年水库蓄水量 .....	19
2.6.3 近五年水库来水、供水情况 .....	20
2.7 饮用水水源地的水质状况调查评价 .....	21
2.7.1 评价指标、时段、监测布点 .....	21
2.7.2 评价方法 .....	23
2.7.3 水质评价结果 .....	25
2.8 双龙水库径流区规范化建设及管理现状 .....	35
2.8.1 规范化建设现状 .....	36
2.8.2 综合整治现状 .....	37
2.8.3 监测能力建设现状 .....	41
2.8.4 应急能力建设现状 .....	42
2.8.5 管理现状 .....	43
<b>第三章 保护区调整与定界 .....</b>	<b>45</b>
3.1 保护区调整技术方法 .....	45
3.1.1 一级保护区调整技术方法 .....	45

3.1.2	二级保护区调整技术方法 .....	46
3.1.3	准保护区调整技术方法 .....	47
3.1.4	其他特殊情形水源地的划分 .....	47
3.2	保护区调整结果 .....	47
3.2.1	一级保护区范围的确定 .....	47
3.2.2	二级保护区范围的确定 .....	48
3.2.3	调整前后保护区范围比较 .....	49
<b>第四章</b>	<b>保护区污染源分析及存在问题 .....</b>	<b>51</b>
4.1	饮用水源地保护区污染源分析 .....	51
4.1.1	点源 .....	51
4.1.2	面源 .....	51
4.1.3	污染源入河分析 .....	57
4.2	饮用水源地水环境风险分析 .....	58
4.3	保护区主要环境问题 .....	60
4.3.1	水库蓄水问题 .....	60
4.3.2	水质问题 .....	61
4.3.3	污染源问题 .....	61
4.3.4	污染治理设施问题 .....	62
4.3.5	水库内源污染问题 .....	63
<b>第五章</b>	<b>饮用水水源保护区规范化建设和管理 .....</b>	<b>65</b>
5.1	保护区规范化建设和管理 .....	65
5.1.1	保护区范围规范化工程 .....	65

5.1.2	保护区污染整治工程 .....	65
5.1.3	生态恢复与建设工程 .....	68
5.1.4	管理能力建设工程 .....	68
5.2	规范化建设目标达标的可行性分析 .....	72
5.2.1	项目投资及预期效果 .....	72
5.2.2	保护区整治方案可行性 .....	72
5.2.3	饮用水水源地水质目标可达性分析 .....	73
<b>第六章</b>	<b>附表及附图 .....</b>	<b>74</b>
6.1	附表 .....	74
表 6.1-1	双龙水库一级保护区拐点坐标表 .....	74
表 6.1-2	双龙水库二级保护区拐点坐标表 .....	77
6.2	附图 .....	80
附图 1:	双龙水库区位图 .....	80
附图 2:	双龙水库水系图 .....	81
附图 3:	双龙水库保护区区划图 .....	82
附图 4:	双龙水库污染源分布图 .....	83
附图 5:	双龙水库保护区划饮用水源地拐点图 .....	84

# 第一章 总则

## 1.1 调整目的

双龙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，昆明市双龙水库列入其中，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，为进一步保证双龙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），结合双龙水库目前来水情况及供水要求，对双龙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）。

#### **1.2.4 其他相关资料**

（1）《昆明市晋宁区双龙水库前置库、人工湿地工程实施方案》（2019年8月）；

（2）《晋宁区六街集镇污水处理厂建设工程初步初步设计》（2020年5月）；

（3）《双龙水库水源地内源防控应急工程实施方案》（2022年5月）；

（4）《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）；

（5）《昆明市晋宁区双龙水库“一库一策”方案（2021年~2023年）》（2022年5月）；

（6）《昆明市晋宁区六街集镇污水处理厂尾水回用农业灌溉工程实施方案》（2023年3月）；

（7）2020年1月-2024年12月双龙水库水质监测数据；

（8）2021年1月至2024年12月双龙水库入库河流监测数据。

### **1.3 技术路线**

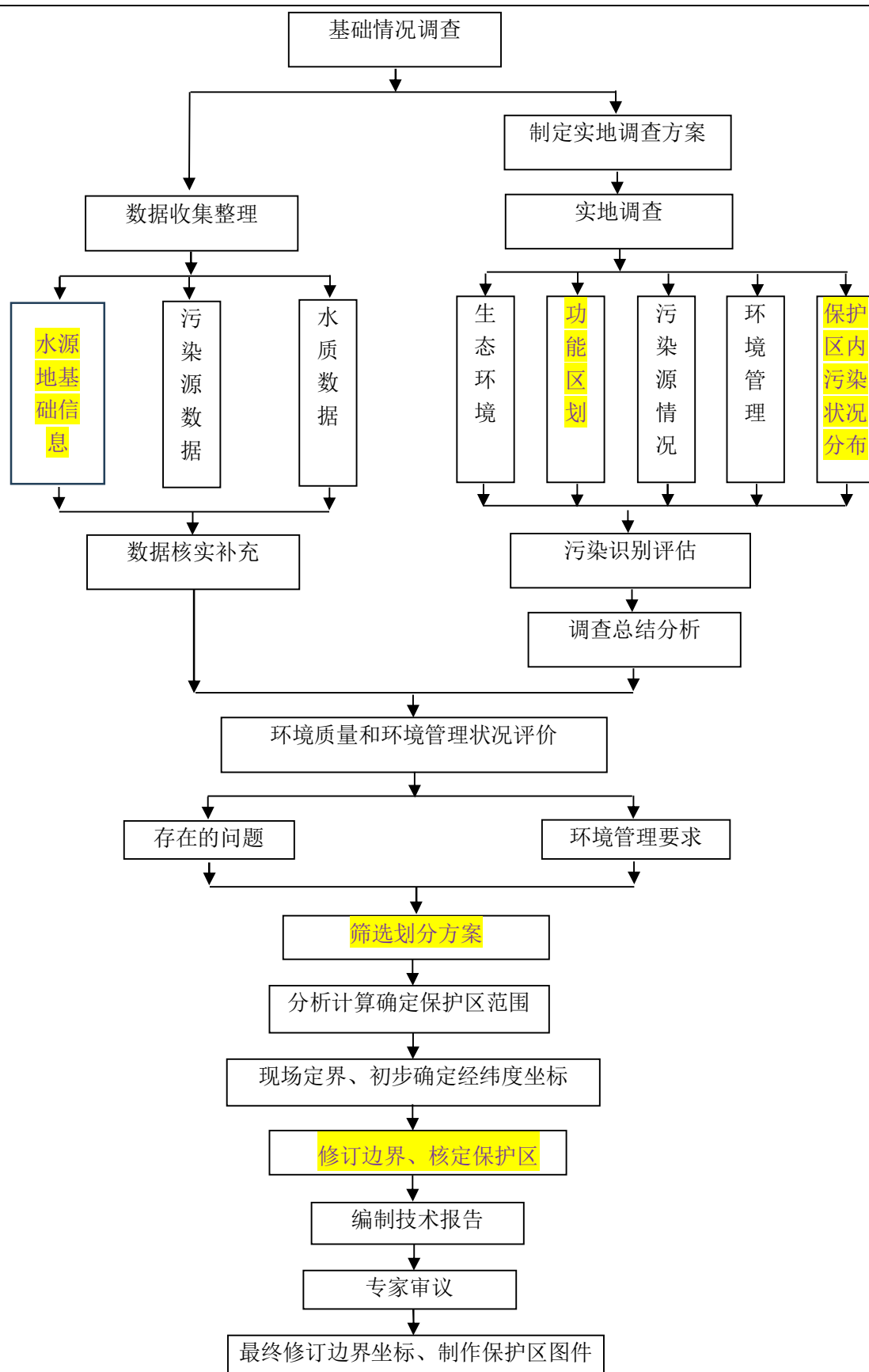


图 1.3-1 报告编制技术路线图

## 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

双龙水库位于晋宁区宝峰街道办双龙村，距离晋宁区城区 8km，位于东经 102°32'55"，北纬 24°35'30"，海拔高程 1935.60m（坝顶）。双龙水库地理位置见图 2.1.1-1。

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地双龙水库水源保护区划定（调整）方案



图 2.1.1-1 双龙水库地理位置

## 2.1.2 地形地貌

双龙水库水源地呈湖滨盆地地貌，形成“V”字形的山麓冲积扇。地势较缓呈南西高、北西低，相对高差 50~150 米，右岸山岭被铁锁河、大春河两河河谷所夹，呈串珠状山丘与沟谷相间分部，东邻大春河成为水库区的低临谷。整个区域内分部的板岩、粉砂岩夹石英砂岩大部分被松散层覆盖，总体为冲洪积盆地地貌。水库库岸多为土质边坡，坡度较缓；部分岩质边坡，岸坡坡角一般为 15°~25°，局部大于 60°，除表层岩体风化松动，形成局部坍塌外，总体基本稳定。水库库区出露地层为昆阳群黑山头组及第四系更新统和全新统。

## 2.1.3 气候特征

晋宁区位于亚热带季风气候区，该区气候具有年温差小，日温差大的气候特点。旱季为干暖偏西风控制，干旱少雨，日照充足，空气干燥；湿季为孟加拉湾北部的暖湿气流控制，湿度大，降雨充沛。多年平均气温为 14.7℃，最热月平均气温 19.5℃，最冷月平均气温 7.9℃。多年平均降雨量 904mm，多年平均蒸发量为 1950mm。常年主导风向为西南风。

## 2.1.4 土壤植被

双龙水库流域地处低纬高原，气候湿润，成土母岩主要为砂质页岩、板岩、砾岩、紫色砂岩、玄武岩、白云岩、石灰岩等，风化作用强烈，土壤类型复杂多样。区域内中性土壤占总面积的 35.1%，碱性土壤占总面积的 11.0%，酸性土壤占总面积的 53.9%。土层厚度一般

在 30~40cm，砾石含量大，自然肥力中等。部分分布在阴坡、半阴坡、沟谷地带的土壤土层较厚，肥力较好。

双龙水库水源保护区植被较少，由于空气湿度、水分条件、土壤、坡向等不同因素的影响，形成各种类型的植被，树种主要为云南松、华山松、桉木、滇油杉、栎类、柏树、桉树。云南松林，多分布于阳坡，土壤瘠薄的平缓山脊或陡坡上；华山松林，多分布于阴坡，半阴坡土壤较深厚的地方，有的于云南松林成块混交；常绿砾类林，多分布在地箐沟边，土壤湿润的阴坡，小面积零星分布；禾本科高草植被，多分布于阳坡荒山上，以禾本科草类为主，多属亚热带轮旱草成分的黄菅；有刺灌丛，多分布在荒芜的石山、半土半石的地方。

#### 2.1.4 水文水系

双龙水库属于长江流域金沙江水系东大河子流域，东大河属金沙江水系，河道起点为大春河水库，流经 9 个村委会，经兴旺村流入双龙水库，全长 17.13 公里，径流面积 195.44 平方公里，是昆阳坝区的防洪及灌溉主要河道。双龙水库主要来水河流为铁锁河和引洪河，汇水范围内沟壑较多，常年流水不断。

双龙水库流域水系见图 2.1.2-1。

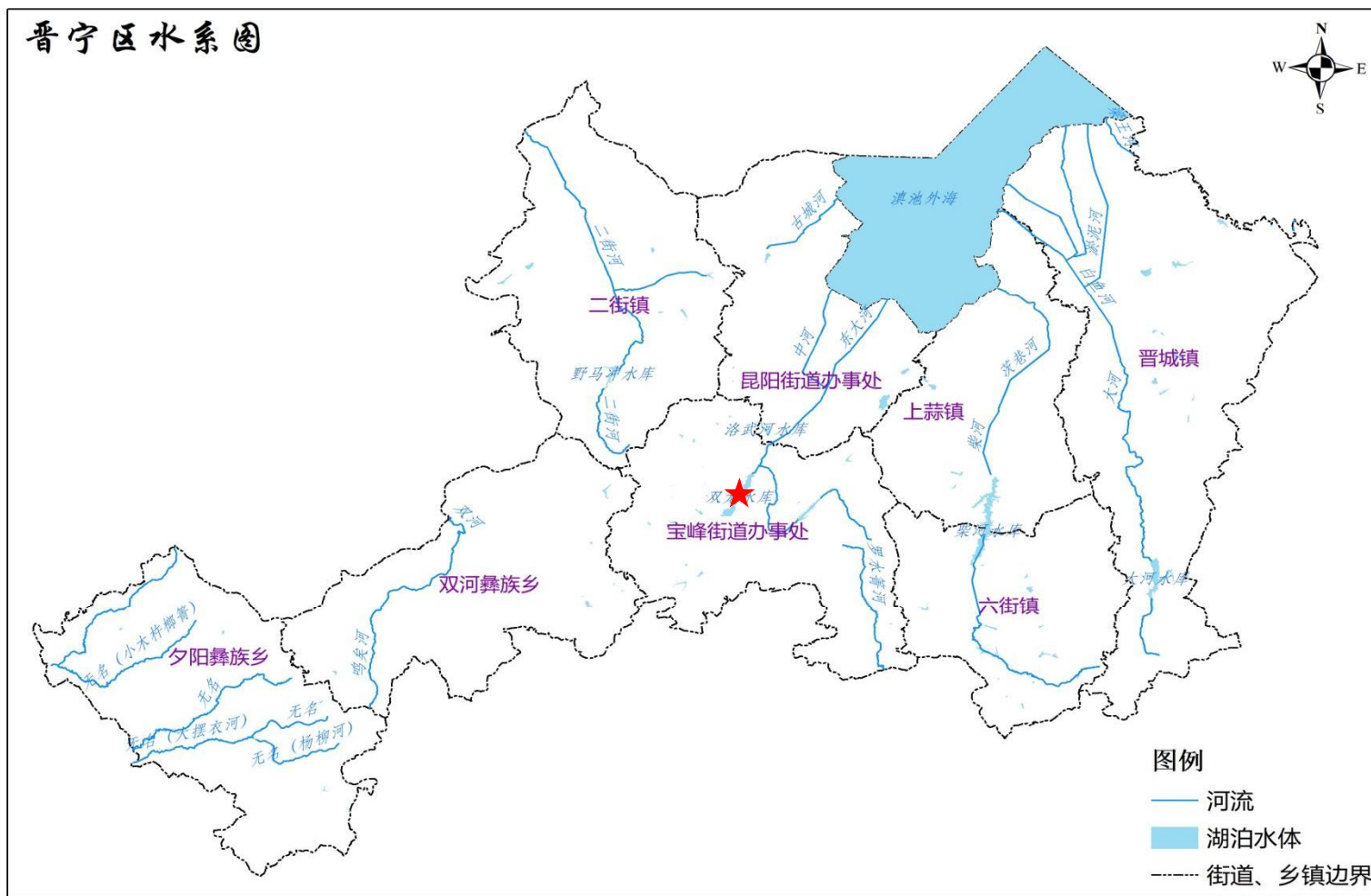


图 2.1.4-1 双龙水库流域水系图

## 2.2 所在区域的社会经济状况

### 2.2.1 行政区划

宝峰街道下辖青龙村、宝峰村、中和铺村、海龙村、酸水塘村、韩家营村、昌家营村、清水河村、上方新街村、挖矿坡村、前卫村、小河口村、上方古城村 13 个村民委员会，共计 33 个村民小组 36 个自然村，国土面积 151.73 平方公里。

双龙水库径流区内涉及宝峰街道 4 个村委会 12 个自然村，宝峰村（上铁锁村、下铁锁村）、小河口村（小河口、老弯山、机房、陈家园、艾家庄）、前卫村（前卫、大麦地、柏柳庄、后所）、挖矿坡（挖矿坡）。

### 2.2.3 人口现状

2024 年宝峰街道年末户籍总人口 18883 人。双龙水库水源保护区内涉及 1552 户，4409 人。

## 2.3 周边土地使用现状及规划情况

双龙水库保护区内乔木林地占比约 79.04%。详见表 2.3-1、图 2.3-1。

表 2.3-1 双龙水库保护区内土地利用明细

保护区级别	地类名称	面积 (km <sup>2</sup> )
一级保护区	城镇村道路用地	0.000
	公路用地	0.008
	公用设施用地	0.001
	沟渠	0.005
	灌木林地	0.004

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地双龙水库水源保护区划定（调整）方案

保护区级别	地类名称	面积 (km <sup>2</sup> )
	旱地	0.134
	河流水面	0.004
	机关团体新闻出版用地	0.007
	坑塘水面	0.001
	农村道路	0.010
	农村宅基地	0.029
	其他草地	0.010
	其他林地	0.166
	其他园地	0.099
	乔木林地	0.761
	设施农用地	0.124
	水工建筑用地	0.013
	水浇地	0.148
	水库水面	0.853
	水田	0.022
	物流仓储用地	0.002
	小计	2.399
	二级保护区	采矿用地
城镇村道路用地		0.019
工业用地		0.322
公路用地		0.581
公用设施用地		0.019
沟渠		0.045
管道运输用地		0.000
灌木林地		0.372
果园		0.517
旱地		2.116
河流水面		0.067
机关团体新闻出版用地		0.019
交通服务场站用地		0.001
科教文卫用地		0.024
坑塘水面		0.219
裸土地	0.017	

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地双龙水库水源保护区划定（调整）方案

保护区级别	地类名称	面积 (km <sup>2</sup> )
	内陆滩涂	0.002
	农村道路	0.473
	农村宅基地	0.682
	其他草地	0.478
	其他林地	1.308
	其他园地	5.223
	乔木林地	33.853
	商业服务业设施用地	0.039
	设施农用地	0.644
	水工建筑用地	0.049
	水浇地	1.557
	水库水面	0.309
	水田	0.346
	特殊用地	0.004
	物流仓储用地	0.022
	竹林地	0.003
	小计	49.367
	合计	51.766

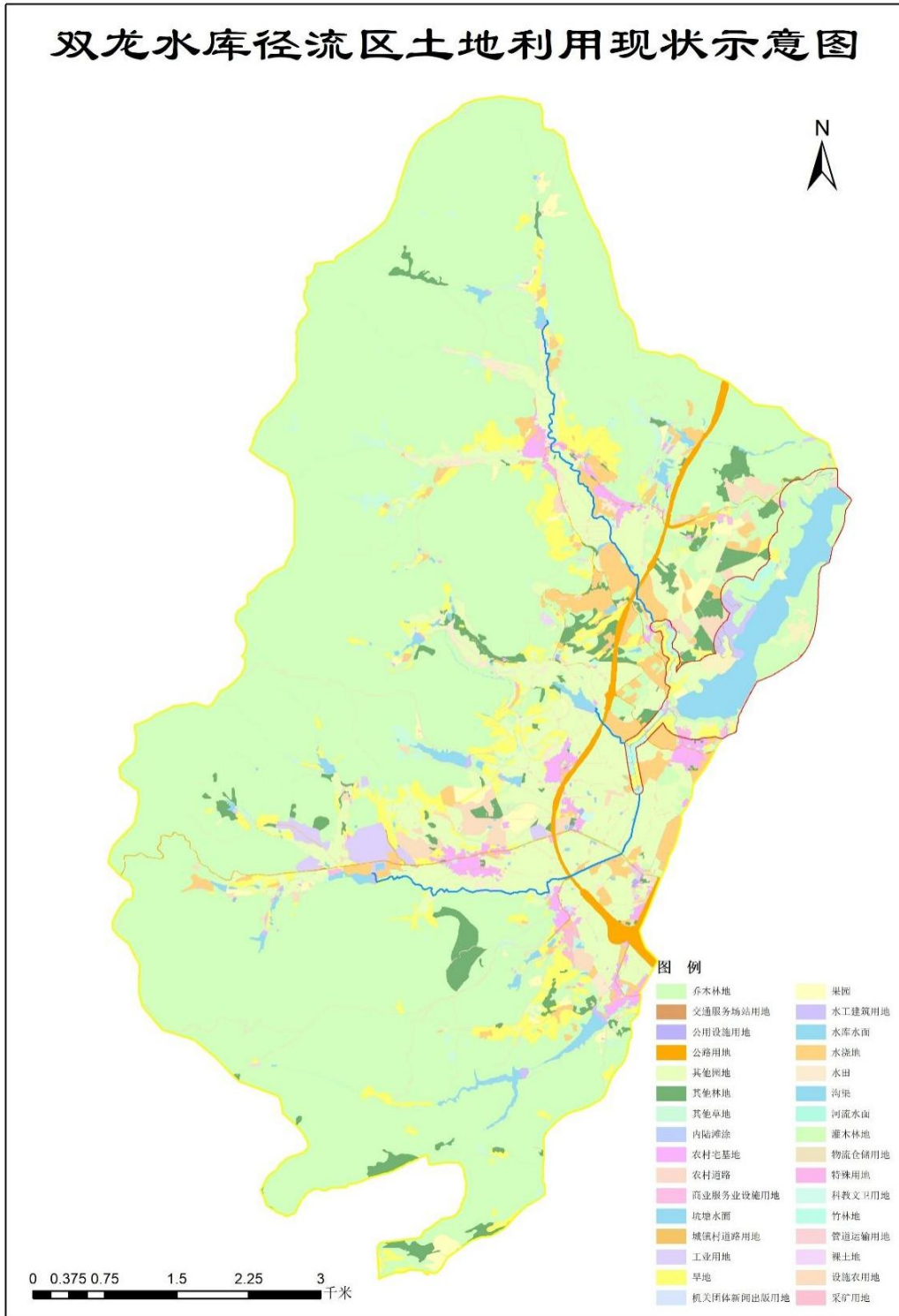


图 2.3-1 双龙水库径流区土地利用现状

## 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

### 2.4.1 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》，双龙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。

### 2.4.2 水功能区划

根据《云南省水功能区划（2014年修订）》（云政复〔2014〕27号），双龙水库所在水功能区划（一级）为东大河晋宁源头水保护区，属于长江流域金沙江水系，所涉及河流为东大河，范围为：源头——双龙水库坝址，长度 10.5km<sup>2</sup>，为源头水，2020年、2030年水质目标为Ⅲ类。具体水功能区划为：

表 2.4.2-1 双龙水库涉及水功能区

一级功能区名称	二级功能区名称	流域	水系	河流	范围		长度(km)	代表断面	水质目标		区划依据
					起	止			2020年	2030年	
东大河晋宁源头水保护区	/	长江	金沙江	东大河	源头	双龙水库坝址	10.5	双龙水库	Ⅲ	Ⅲ	源头水、饮用水源保护

东大河晋宁开发利用区	东大河晋宁农业、工业用水区	长江	金沙江	东大河	双龙水库坝址	入滇池口	13.6	-	IV	III	开发利用程度较高，农灌、工业
------------	---------------	----	-----	-----	--------	------	------	---	----	-----	----------------

### 2.4.3 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）双龙水库2024年水质目标为III类。

## 2.5 饮用水水源保护区划分现状与问题

### 2.5.1 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），双龙水库饮用水水源保护区总面积12.51km<sup>2</sup>。其中，一级保护区面积1.87km<sup>2</sup>，二级保护区面积4.22km<sup>2</sup>，准保护区面积6.42km<sup>2</sup>。具体划分结果见下表。

表 2.5.1-1 双龙水库饮用水水源保护区范围划分结果

饮用水水源地名称	水源地类型	水环境功能类别	分级	面积(km <sup>2</sup> )	范围
双龙水库	水库型	III类	一级区	1.87	水域:以取水口为定位点,延伸至水库第一副坝500米的水域。陆域:东以水库主坝至第一、二、三副坝之间的山脊为界线,西从主坝至铁锁村公路韩家营林场,北以水库主坝为界,南至水库第四副坝小河口村。
			二级区	4.22	北至水库分水岭山脊线,南至截洪沟延伸1公里,东从水库主坝至第一、二、三副坝之间的山脊,西至前卫村正东方向3.45公里的农田,距一级保护区(水域)0.55公里。
			准保护区	6.42	北至上铁锁村向东延伸至下铁锁村,以铁锁河为中心东西延伸1公里范围。
			合计	12.51	

## 2.5.2 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），其中提出双龙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。

为了更有效地开展双龙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，亟需根据双龙水库现状汇水情况，按照《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）对双龙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

双龙水库水源地距离晋宁区城区8km，位于东经102°32'55"，北纬24°35'30"，海拔高程1935.60m（坝顶），水库类型为水库型中型水库，水库库容1388万m<sup>3</sup>，死库容161万m<sup>3</sup>，正常蓄水位1932.96m，径流面积66.70km<sup>2</sup>，多年平均降雨量932mm，多年平均径流量1620万m<sup>3</sup>。是一座集县城供水、农田灌溉和防洪为一体的多年调节型中型水库。双龙水库有1座主坝4座副坝，主坝位于双龙村旁，主坝右侧依次坐落着一、二、三、四副坝。双龙水库主要来水河流为铁锁河和引洪河。双龙水库流域内沟壑较多，长流水不断。发生较大洪水时，上游团结和合作两个水库泄洪仍然流入双龙水库。

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），双龙水库水源保护区范围按水域功能和防护要求，划分为一、二级保护区及准保护区，总面积为12.51km<sup>2</sup>。



图 2.6.1-1 双龙水库基本情况图

## 2.6.2 近五年水库蓄水量

双龙水库位于晋宁区昆阳街道，总库容 1388 万 m<sup>3</sup>，死库容 161 万 m<sup>3</sup>。2024 年 12 月 31 日，双龙水库蓄水量为 343.32 万 m<sup>3</sup>。近五年（2020 年 1 月-2024 年 12 月）逐月平均蓄水量为 299.74 万 m<sup>3</sup>。

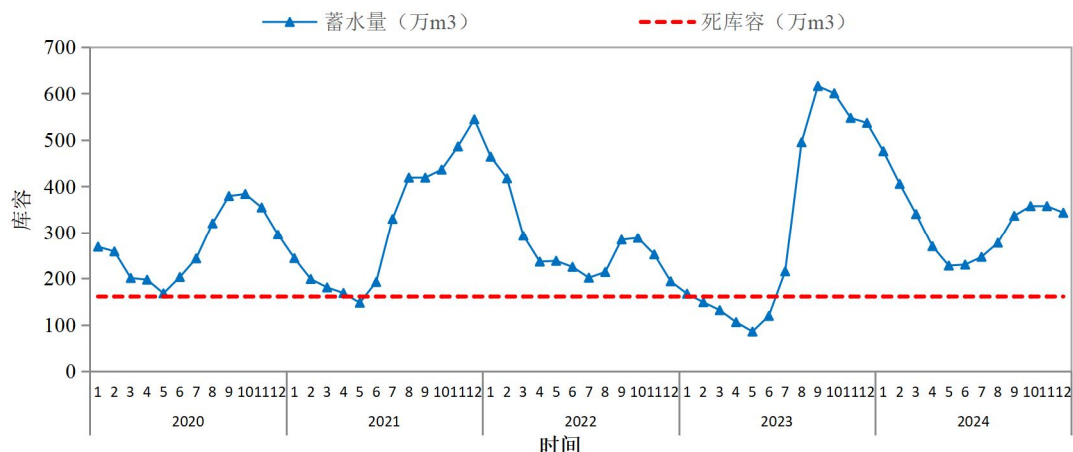


图 2.6.2-1 2020 年 1 月-2024 年 12 月双龙水库逐月蓄水量

### 2.6.3 近五年水库来水、供水情况

双龙水库近 5 年（2020 年 1 月-2024 年 12 月）年均降雨量为 764.68mm，年均来水量为 658.83 万 m<sup>3</sup>。设计供水量 380.00 万 m<sup>3</sup>，近 5 年年均供水量 590.25 万 m<sup>3</sup>，月供水量平均值为 49.19 万 m<sup>3</sup>，月来水量平均值为 54.9 万 m<sup>3</sup>。

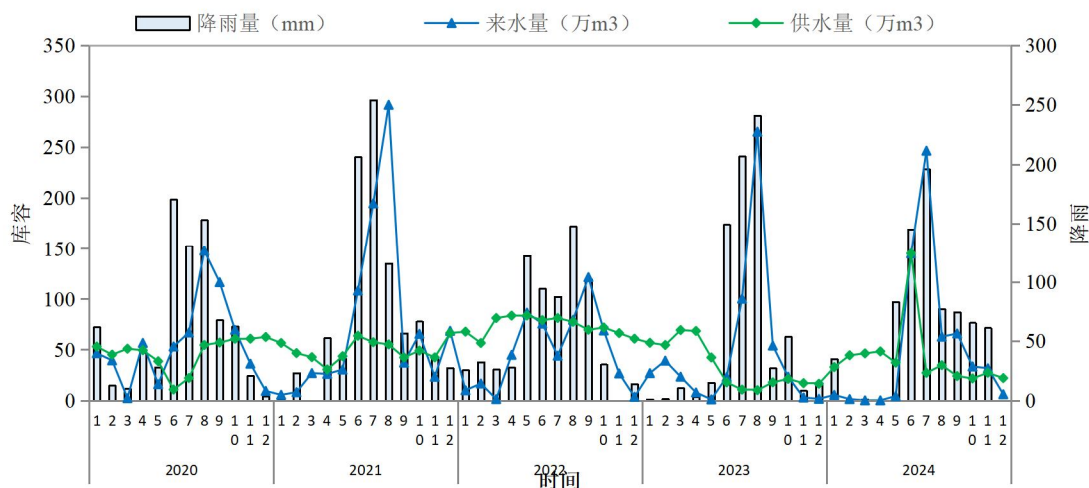


图 2.6.3-1 2020 年-2024 年双龙水库降雨量、蓄水量、供水量

双龙水库原水供给昆阳水厂双龙水质净化厂，水厂位于水库坝头以北山顶，距离水库供水点直线距离 400m，自来水厂原水供水方式

为泵提升加压式供水。设计规模为 3 万  $m^3/d$ ，现每天实际供水 1.2~1.8 万  $m^3$ ，主要供昆阳城区生活用水，昆阳城区用水不足部分由上蒜村地下水补齐。



## 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

2020-2024 年昆明市环境监测中心逐月对双龙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（ $BOD_5$ ）、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。

双龙入库河流（铁锁河、引洪渠），2021 年-2024 年晋宁区监测站需要在入库河道入库之前点位进行监测。主要监测项目有化学需氧量、氨氮、总磷。

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(BOD <sub>5</sub> ) ≤	3	3	4	6	10
5	氨氮(NH <sub>3</sub> -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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 计)	集中式生活饮用水标准限值≤250				
24	氯化物(以 Cl <sup>-</sup> 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 评价时段及数据来源

水质评价数据采用昆明市环境监测中心每月对双龙水源地开展水质常规监测，本划定报告引用 2020-2024 年监测数据对双龙水库水环境质量进行评估。双龙入库两条河流铁锁河、引洪渠采用 2020-2024 年年晋宁区监测站监测结果进行评价。

铁锁河、引洪渠是双龙水库的两条主要入库河流，部分月份为断流状态，根据 2020-2024 年晋宁区监测站有水时按需对双龙水库入库河流（铁锁河、引洪渠）的监测进行评价。

### 2.7.1.3 监测点

水库库区：双龙水库坝口（东经 102.56149510°，北纬 24.59479053°）；

双龙水库入库河道：铁锁河入库前（东经 102.54603526°，北纬 24.58049517°）、引洪渠入库前（东经 102.54535302°，北纬 24.57578142°）。

## 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<sub>Mn</sub>）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：

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

式中：TLI（Σ）—综合营养状态指数；

W<sub>j</sub>—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<sub>Mn</sub>)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<sub>ij</sub>—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<sub>ij</sub> 及 r<sub>ij</sub><sup>2</sup> 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<sub>ij</sub> 及 r<sub>ij</sub><sup>2</sup> 值

参数	Chla	TP	TN	SD	COD <sub>Mn</sub>
r <sub>ij</sub>	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r <sub>ij</sub> <sup>2</sup>	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<sub>Mn</sub>)等 5 项参数单项营养状态指数计算公式如下：

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

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

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

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

$$TLI(\text{COD}_{\text{Mn}}) = 10 (0.109 + 2.661 \ln \text{COD}_{\text{Mn}})$$

式中：Chla 单位为 mg/m<sup>3</sup>，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 ( $\Sigma$ )	定性评价
贫营养	$0 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 30$	优
中营养	$30 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 50$	良好
轻度富营养	$50 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 60$	轻度污染
中度富营养	$60 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 70$	中度污染
重度富营养	$70 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 100$	重度污染

## 2.7.3 水质评价结果

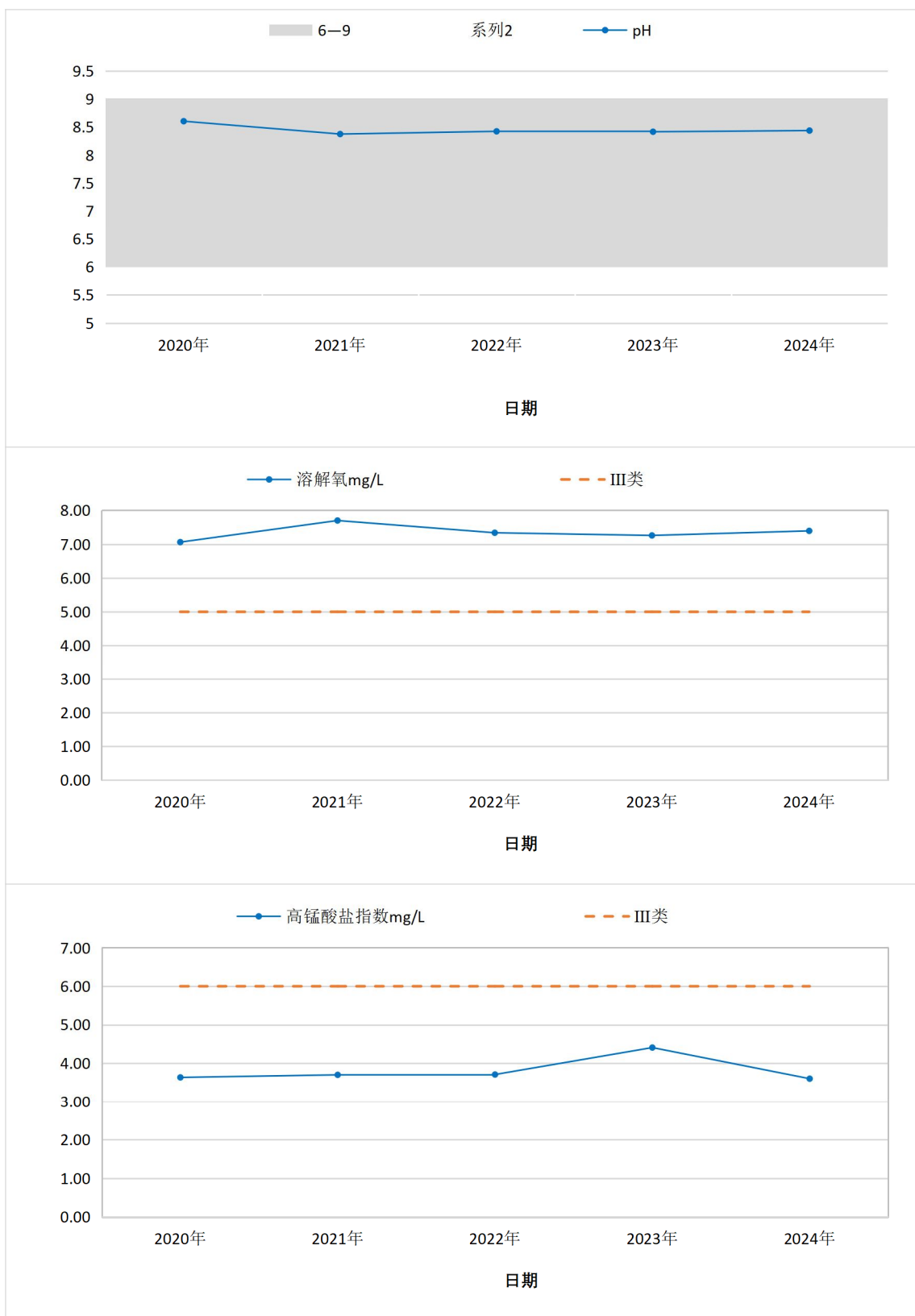
### 2.7.3.1 水库水质现状及变化趋势

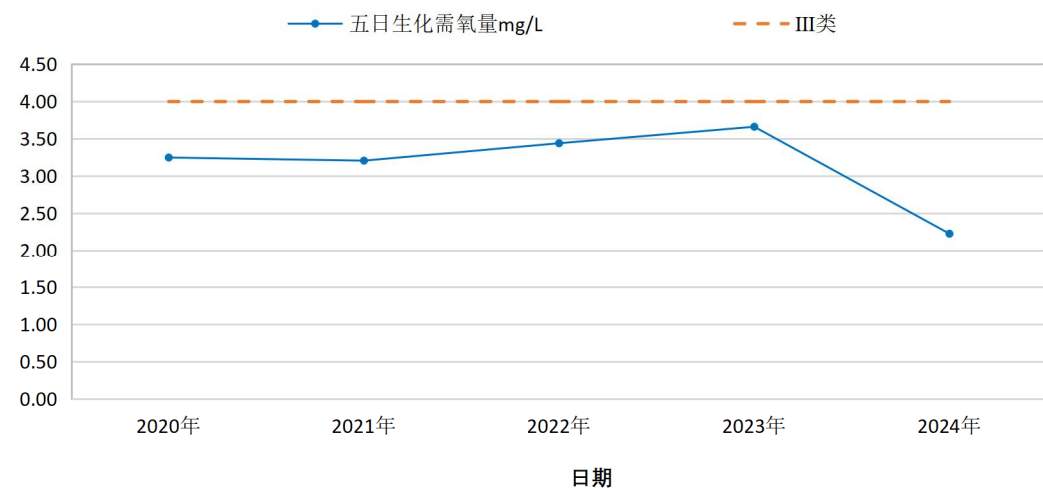
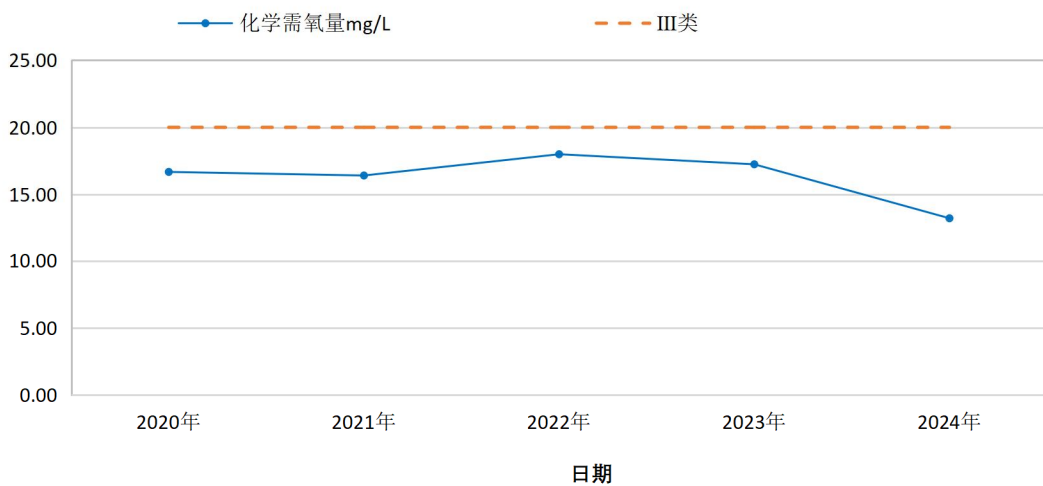
#### (1) 水质功能类别

根据《云南省水功能区划（2014年修订）》（云政复〔2014〕27号），双龙水库2020年、2030年水质目标为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）双龙水库2024年水质目标为III类。双龙水库及其入库河道按照III类水考核。

#### (2) 主要指标年均值变化趋势

2020-2024年双龙水库主要指标年均值变化趋势如图 2.7.3-1 所示。





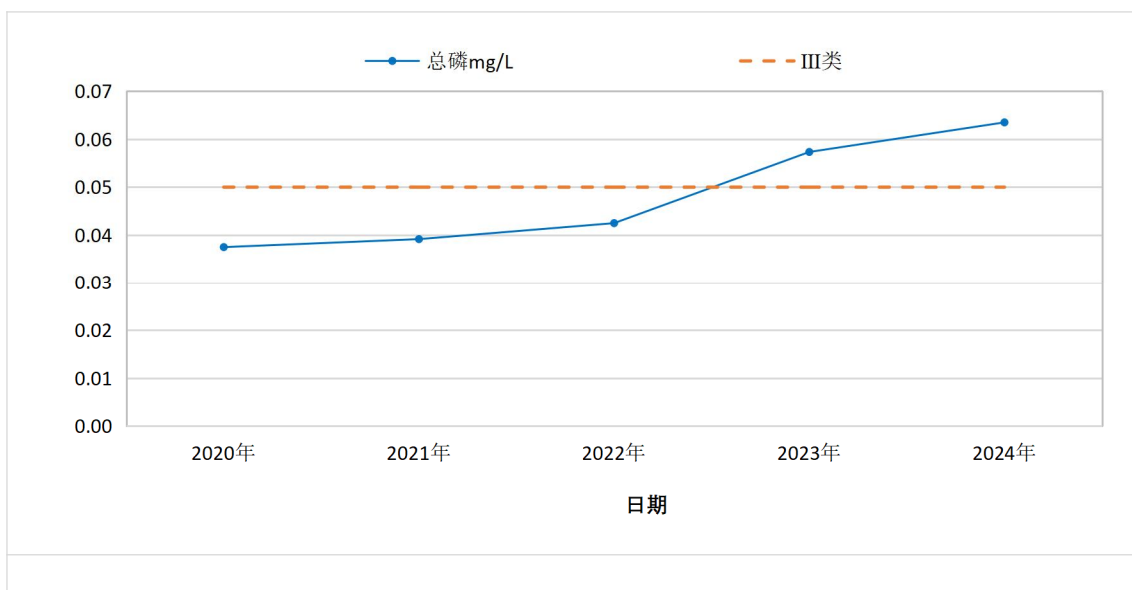


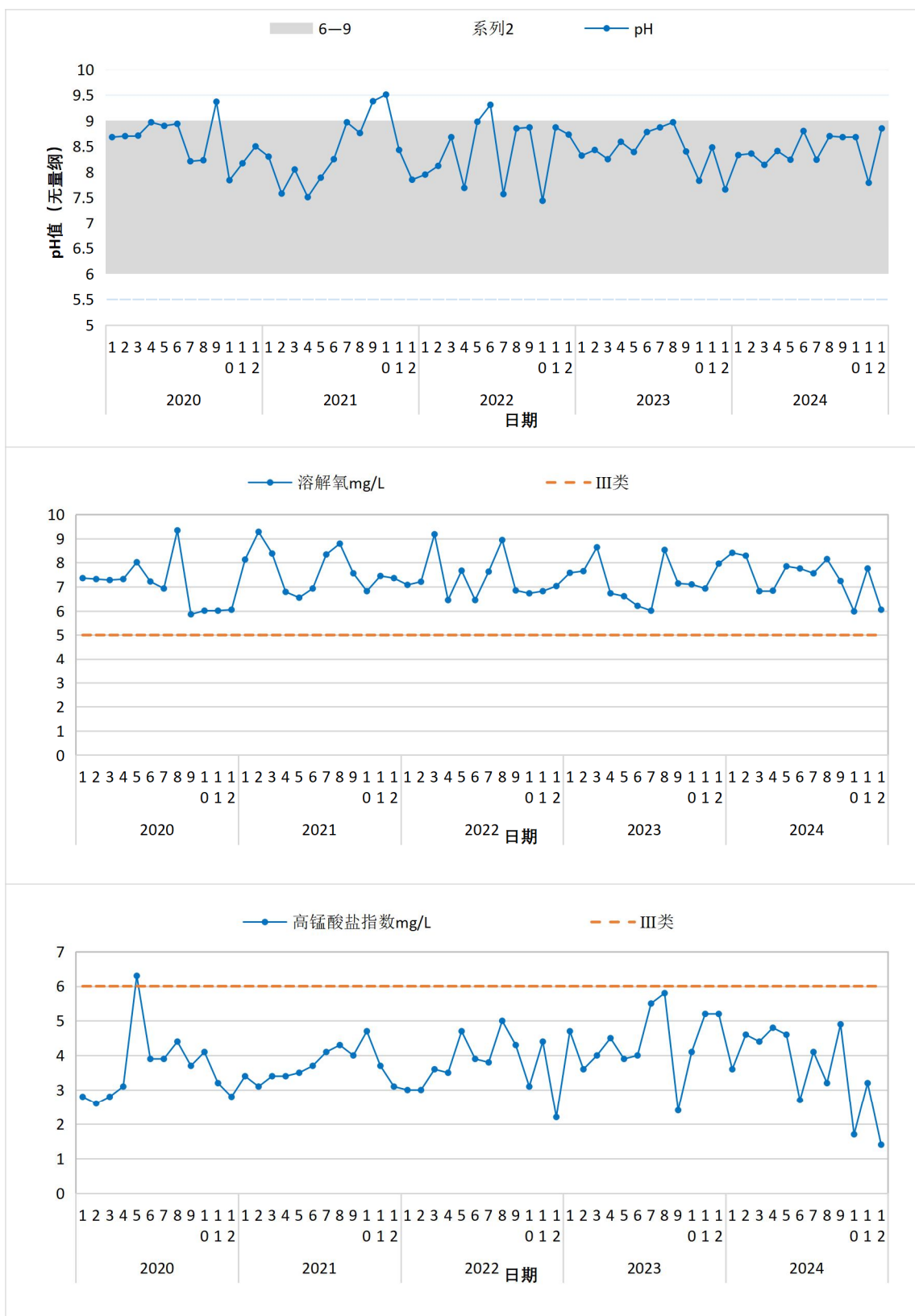
图 2.7.3-1 2020-2024 年双龙水库的主要指标年均变化趋势图

从图中可以看出，2020-2024 年双龙水库坝中的溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮年均值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质目标要求，2023 年、2024 年总磷年均值分别超标 0.13 倍、0.22 倍。从总体变化趋势看，高锰酸盐指数、五日生化需氧量、总磷年均值在 2019-2022 年总体呈上升趋势；pH、氨氮在 2019-2024 年呈下降趋势。

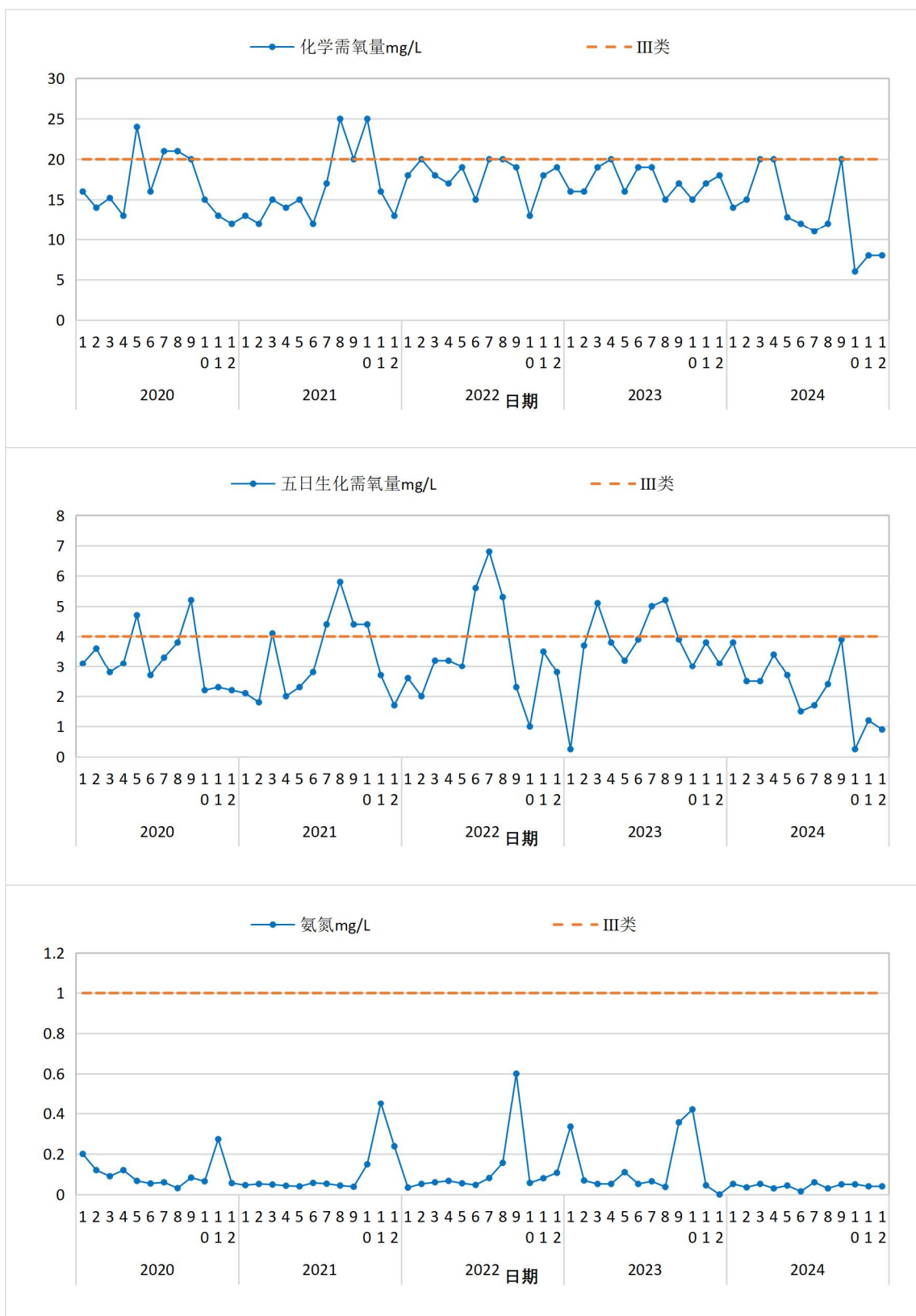
### （3）主要指标月监测值变化趋势

对 2020-2024 年双龙水库主要指标监测值按月份进行统计分析，结果见图 2.7.3-2。

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地双龙水库水源保护区划定（调整）方案



昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地双龙水库水源保护区划定（调整）方案



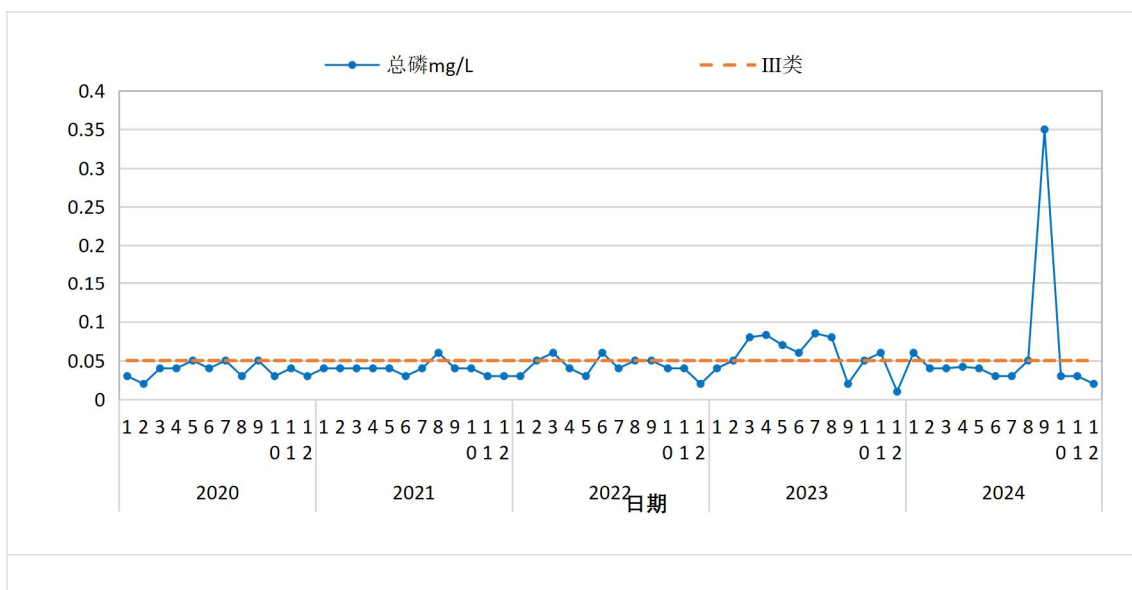


图 2.7.3-2 2020-2024 年双龙水库的主要指标月变化趋势图

从图中可以看出，2020-2024 年双龙水库共监测 60 次，溶解氧、氨氮月监测值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质目标要求；pH 月监测值超标 4 次，超标率 6.67%，最大值为 9.51，出现在 2021 年 10 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 2020 年 5 月；化学需氧量月监测值超标 5 次，超标率 8.33%，最大超标倍数出现在 2021 年 8 月、10 月，超标 0.25 倍；五日生化需氧量月监测值超标 13 次，超标率 21.67%，最大超标倍数出现在 2022 年 7 月，超标 0.7 倍；总磷月监测值超标 12 次，超标率 20%，最大超标倍数出现在 2024 年 9 月，超标 6 倍。从月变化趋势看，超标多出现在 7-10 月。

### 2.7.3.2 水库营养化状态评价

对双龙水库 2020-2024 年按照水库综合营养状态评价模式评价双龙水库水质营养化状态，评价结果见表 2.7.3-1。双龙水库 2020 年到 2024 年综合营养状态指数在 48.57~52.96 之间，处于中营养化、轻度富营养状态。

表 2.7.3-1 2019-2023 年及 2024 年（1-4 月）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	3.63	0.038	0.80	0.0323	52.30	轻度富营养
2021年	3.70	0.039	1.07	0.0372	51.00	轻度富营养
2022年	3.71	0.043	0.99	0.0493	52.20	轻度富营养
2023年	4.41	0.057	1.26	0.0486	52.96	轻度富营养
2024年	3.60	0.06	1.45	0.0283	48.57	中营养

2020-2024年双龙水库综合营养状态指数，见下图。

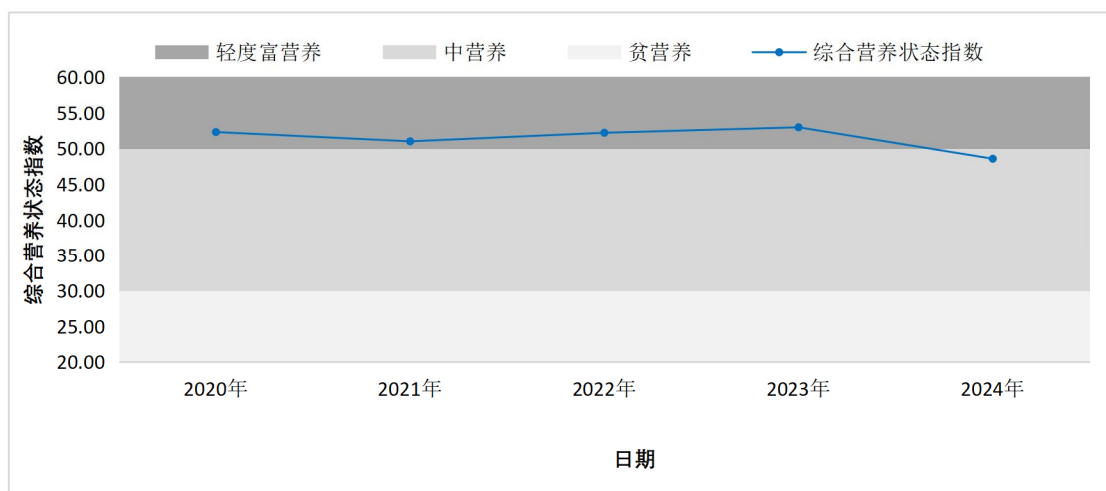


图 2.7.3-3 双龙水库富营养化变化趋势图

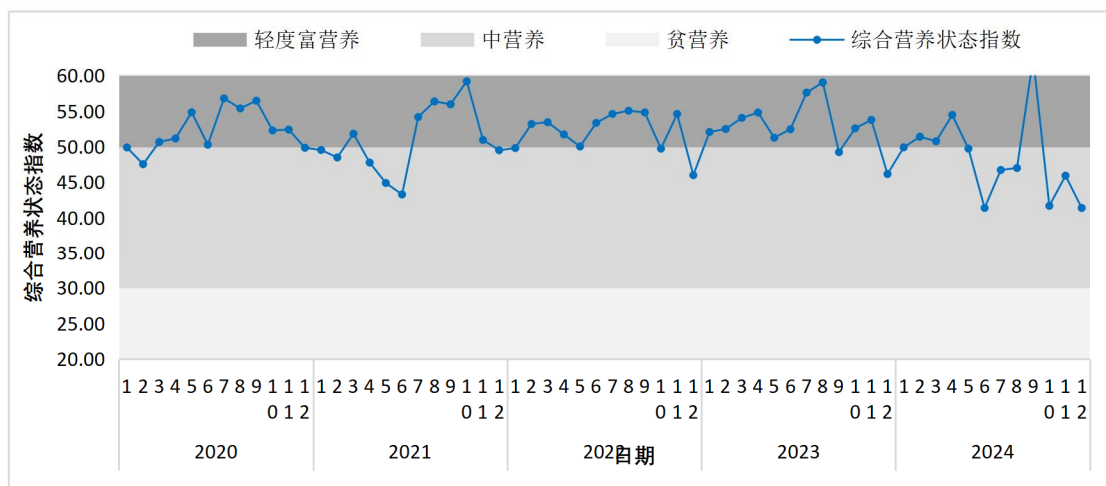


图 2.7.3-4 双龙水库富营养化变化趋势图

从图中可以看出，2020-2023年双龙水库营养状态综合指数总体呈上升趋势，水质有变差趋势，2024年有所降低。其中，从各指数来看，双龙水库2020-2023年叶绿素a、高锰酸盐指数、总磷监测值均呈逐年上升趋势，水库水质有富营养化趋势。

### 2.7.3.3 入库河流水质

根据晋宁监测站 2021-2024 年对双龙水库入库河流监测，统计分析结果见图 2.7.3-5、图 2.7.3-6。

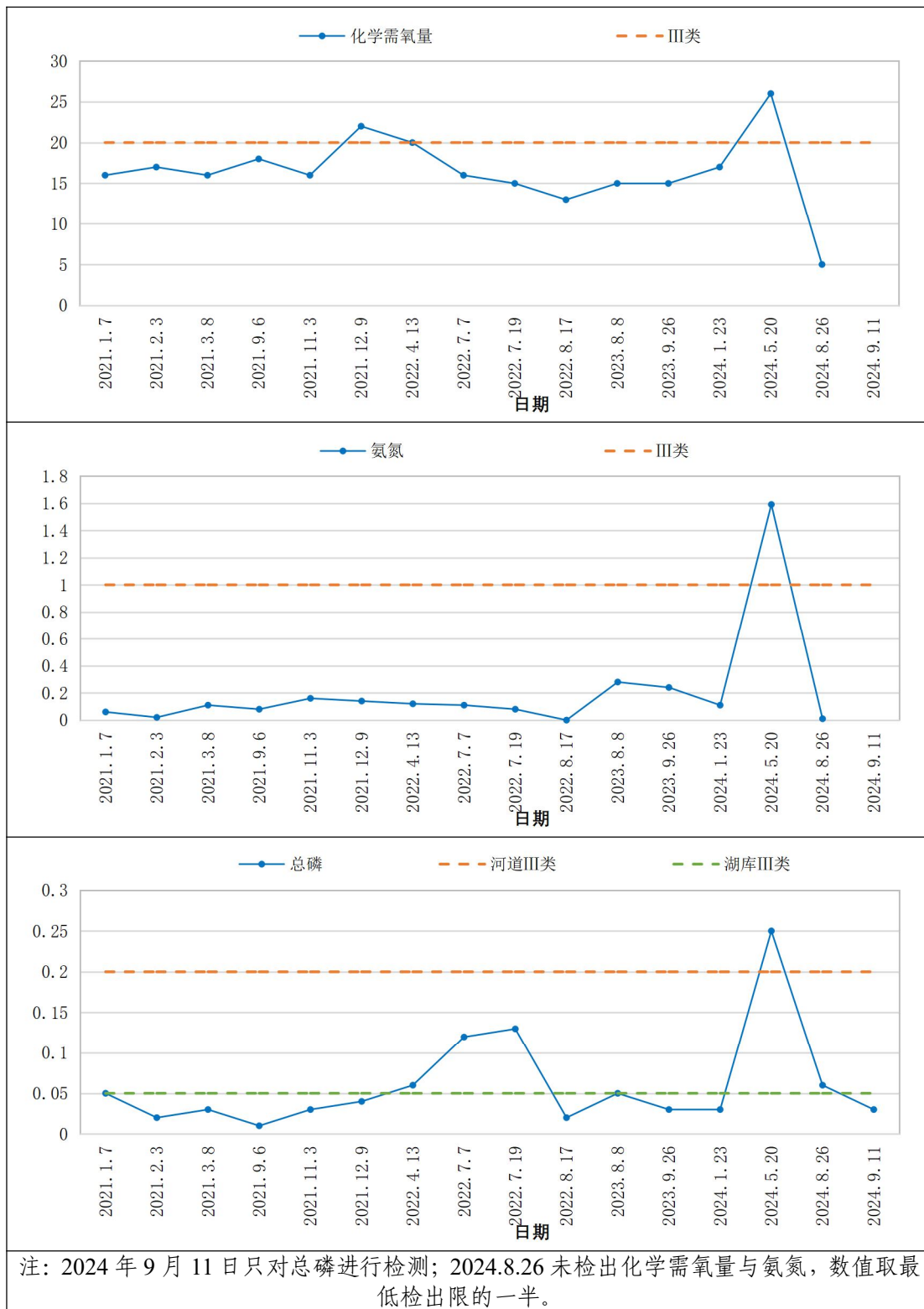


图 2.7.3-5 铁锁河主要指标变化趋势图

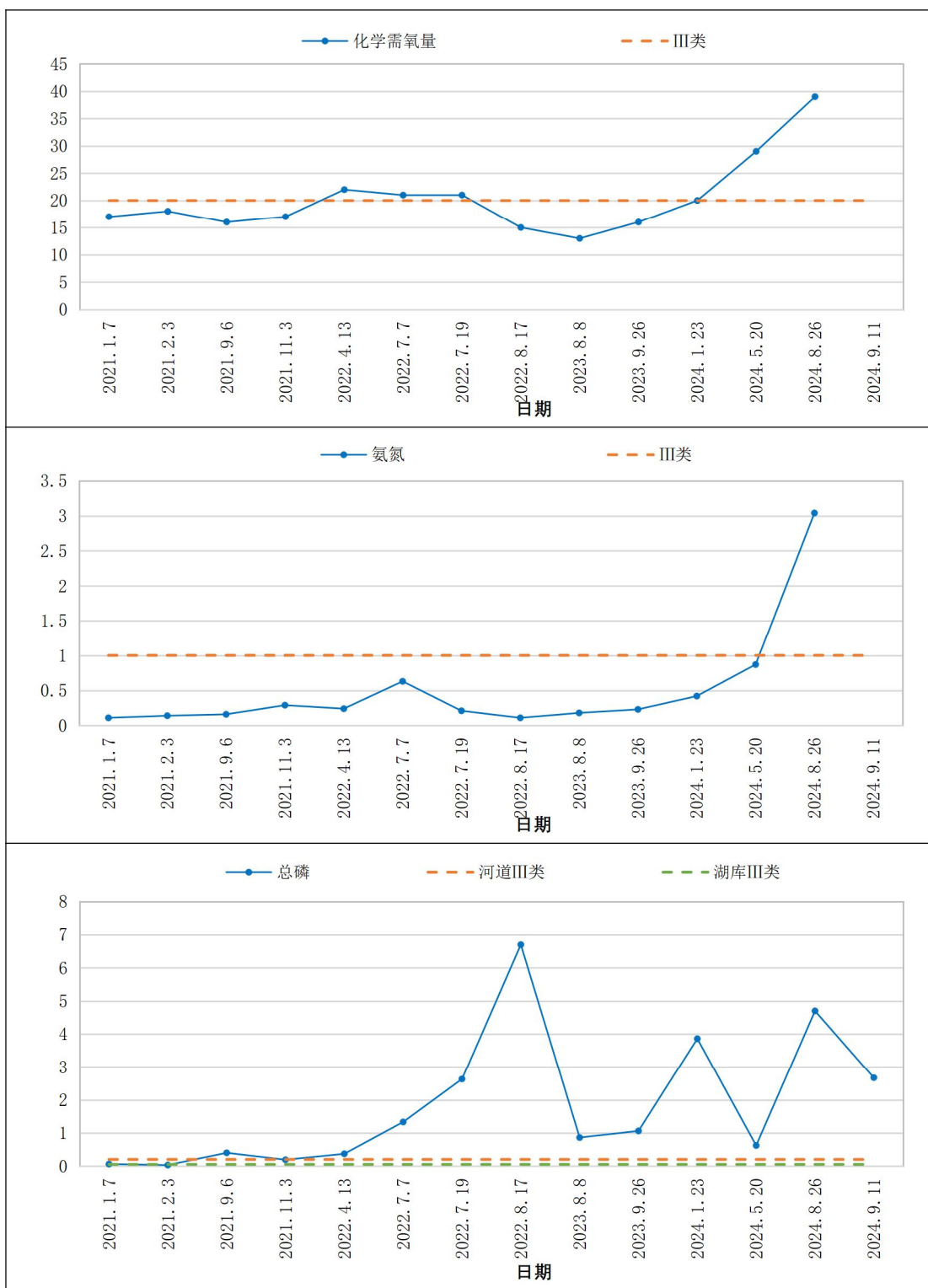


图 2.7.3-6 引洪渠主要指标变化趋势图

从图中可以看出，2021-2024 年双龙水库入库河道铁锁河监测了 16 次，超标 2 次，2021 年 12 月化学需氧量超标，2024 年 5 月化学需氧量、氨氮、总磷超标。2021-2024 年双龙水库入库河道引洪渠监

测了 14 次，超标 12 次，其中 5 次是化学需氧量，1 次是氨氮超标，11 次总磷超标，化学需氧量、氨氮、总磷总体呈上升趋势。

#### 2.7.3.4 小结

双龙水库 2024 年水质目标为 III 类。2020-2024 年双龙水库共监测 60 次，溶解氧、氨氮月监测值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质目标要求；pH 月监测值超标 4 次，高锰酸盐指数月监测值超标 1 次，化学需氧量月监测值超标 5 次，五日生化需氧量月监测值超标 13 次，总磷月监测值超标 12 次，从月变化趋势看，超标多出现在 7-10 月。2020-2024 年双龙水库的溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮年均值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质目标要求，2023 年及 2024 年总磷年均值均超标 0.2 倍。从变化趋势看，高锰酸盐指数、五日生化需氧量、总磷年均值在 2020-2023 年总体呈上升趋势。pH、氨氮、总氮在 2020-2024 年呈下降趋势。2020-2023 年双龙水库营养状态综合指数总体呈上升趋势，水质有变差趋势，2024 年有所缓解。

2021-2024 年双龙水库入库河道铁锁河监测了 14 次，超标 2 次；引洪渠监测了 12 次，超标 10 次，主要超标因子为总磷，引洪渠化学需氧量、氨氮、总磷总体呈上升趋势。

## 2.8 双龙水库径流区规范化建设及管理现状

双龙水库作为晋宁区县级在用水源，根据现场调查及资料收集，总结及整理了调整前的双龙水库径流区的规范化建设、污染治理、监测和应急能力建设以及管理等现状情况。

## 2.8.1 规范化建设现状

### (1) 调整前的划分

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），双龙水库为晋宁区县级饮用水源地，双龙水库水源保护区划定面积 12.51km<sup>2</sup>，其中一级保护区 1.87km<sup>2</sup>，二级保护区 4.22km<sup>2</sup>，准保护区 6.42km<sup>2</sup>。

### (2) 标识及隔离防护设置

双龙水库保护区内关键节点均已设置标识牌、警示牌，一级保护区、库区淹没线均已设置隔离围网。

 <p>双龙水库 饮用水水源一级保护区 监督电话：0871-6789829</p> <p>经度：102°32'22.63" 纬度：24°35'30.02" 海拔：1921.23 米 朝向：西 (261.9°) 时间：2024-08-28 地址：中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道 备注：可在此输入备注！</p>	 <p>双龙水库水源保护区 农业面源治理警示牌</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 科学使用农药、化肥，禁止销售、使用剧毒、高毒、高残留农药。</li> <li>2. 农药、化肥包装废弃物集中统一处置，不得随意丢弃、丢弃。</li> <li>3. 禁止焚烧农作物秸秆，自觉开展秸秆资源化利用。农作物肥料和农药包装物集中堆放点，不能随意生火垃圾。</li> <li>4. 禁止在一级保护区内养殖畜禽和放牧牲畜；禁止在二级保护区内设置畜禽养殖场；禁止畜禽粪便乱排污染环境。</li> </ol> <p>监督电话：0871-67892255</p> <p>昆明市人民政府2021年设立</p> <p>经度：102°32'22.55" 纬度：24°35'29.89" 海拔：1923.11 米 朝向：东南 (145.8°) 时间：2024-08-28 地址：中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道 备注：可在此输入备注！</p>
<p>标识牌</p>	<p>警示牌</p>
 <p>经度：102°32'08" 纬度：24°36'1.90" 海拔：1951.27 米 朝向：西南 (247.9°) 时间：2024-07-26 地址：中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道 备注：可在此输入备注！</p>	 <p>经度：102°32'08" 纬度：24°36'1.90" 海拔：1951.27 米 朝向：西南 (247.9°) 时间：2024-07-26 地址：中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道 备注：可在此输入备注！</p>
<p>库区淹没线隔离围网</p>	<p>铁锁河沿途围网</p>



图 2.8.1-1 双龙水库规范化建设现状

## 2.8.2 综合整治现状

### 2.8.2.1 污水处理设施建设

双龙水库径流区内有 8 个自然村（上铁锁村、下铁锁村、小河口村、前卫村、大麦地、柏柳庄、后所、挖矿坡、挖矿坡）存在农村污水收集处理设施。均未进行雨污分流；大部分生活污水是靠排水沟收集后进入“三池”和生态塘，生态塘绝大多回用于农田。根据现场调查，农户住房内少量建有水冲厕，部分村庄建有水冲式公厕，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	前卫	柏柳庄村	否	是	排水沟	三池+氧化塘	三池
2		大麦地村	否	是	排水沟	氧化塘	
3		后所村	否	是	排水沟	三池+氧化塘	三池
4		前卫村	否	是	排水沟	三池+氧化塘	三池
5	挖矿坡	挖矿坡村	否	是	排水沟	三池	三池
6	小河口	小河口村	否	是	排水沟	三池+氧化塘	三池
7	宝峰	上铁锁村	否	是	截污沟	三池+氧化塘	三池+生态塘
8		下铁锁村	否	是	排水沟	三池+氧化塘	三池

 <p>经度: 102°31'58.84"          纬度: 24°35'58.51"          海拔: 1948.49 米          朝向: 西 (269.3°)          时间: 2024-06-04          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>	 <p>经度: 102°32'4.27"          纬度: 24°33'34.87"          海拔: 1920.58 米          朝向: 西南 (192.9°)          时间: 2024-07-26          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>
<p>上铁锁污水处理设施</p>	<p>引洪渠沿线柏柳庄污水处理设施</p>
 <p>经度: 102°32'4.27"          纬度: 24°35'34.30"          海拔: 1934.79 米          朝向: 西南 (205.2°)          时间: 2024-07-26          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>	
<p>下铁锁村一体化设施（未接通使用）</p>	<p>前卫村“三池+氧化塘”</p>
 <p>经度: 102°32'0.24"          纬度: 24°36'2.51"          海拔: 1946.43 米          朝向: 西南 (205.2°)          时间: 2024-08-28          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>	 <p>经度: 102°54'56.3"          纬度: 24°57'0.242"          朝向: 西南 (205.2°)          时间: 2023-09-10 11:24:12          地址: 云南省昆明市晋宁区小河口村</p>
<p>上铁锁村污水收集管网</p>	<p>小河口村“三池”污水处理系统</p>

图 2.8.2-1 双龙水库径流区内污水处理设施

### 2.8.2.2 生活垃圾收集

双龙水库径流区内4个村委会各村小组配套建设了27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”。但上铁锁村、前卫村等村庄垃圾房管理不规范，仍有垃圾入河、垃圾房堆积未转运的情况，垃圾集中收运机制还未完善。





图 2.8.2-2 双龙水库径流区内垃圾收集设施及运行现状

### 2.8.2.3 开展生态修复工程

已新建人工湿地 1 个（位于小河口村西侧，双龙水库副坝坝脚西南侧低洼区域），前置库 4 座（位于铁锁河入库口、小河口村北侧、双龙水库库尾引洪河及铁锁河交汇处）。入库水源经逐级沉淀、植物吸附后引入末端中山杉涵养林，经林下布水渠最终汇入双龙水库。





### 2.8.3 监测能力建设现状

双龙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。设置坝中（取水点附近）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(BOD<sub>5</sub>)、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(Chl<sub>a</sub>)进行每月一次的监测，用于评估水库水质的富营养化状态。

双龙水库管理所一楼设有取水量在线监测设施，楼顶设置有蒸发量监测器、雨量监测器，设置10余个监控摄像头分别位于大坝取水口、大坝后闸门室、门岗及监控管理所内部。上游热水河、岔河入库口水量在线监控视频系统，库区监控系统、水雨情在线监测系统等设备运行正常，进行实时监测。

 <p>经度: 102°33'44.92"          纬度: 24°35'49.26"          海拔: 1914.24米          朝向: 东南 (152.1°)          时间: 2024-07-26          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>	 <p>经度: 102°33'44.90"          纬度: 24°35'49.26"          海拔: 1914.24米          朝向: 东南 (152.0°)          时间: 2024-07-26          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>
<p>蒸发量监测器</p>	<p>雨量监测器</p>
 <p>经度: 102°33'44.14"          纬度: 24°35'48.49"          海拔: 1902.83米          朝向: 西南 (216.9°)          时间: 2024-07-26          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>	
<p>取水流量监测器</p>	<p>摄像头</p>

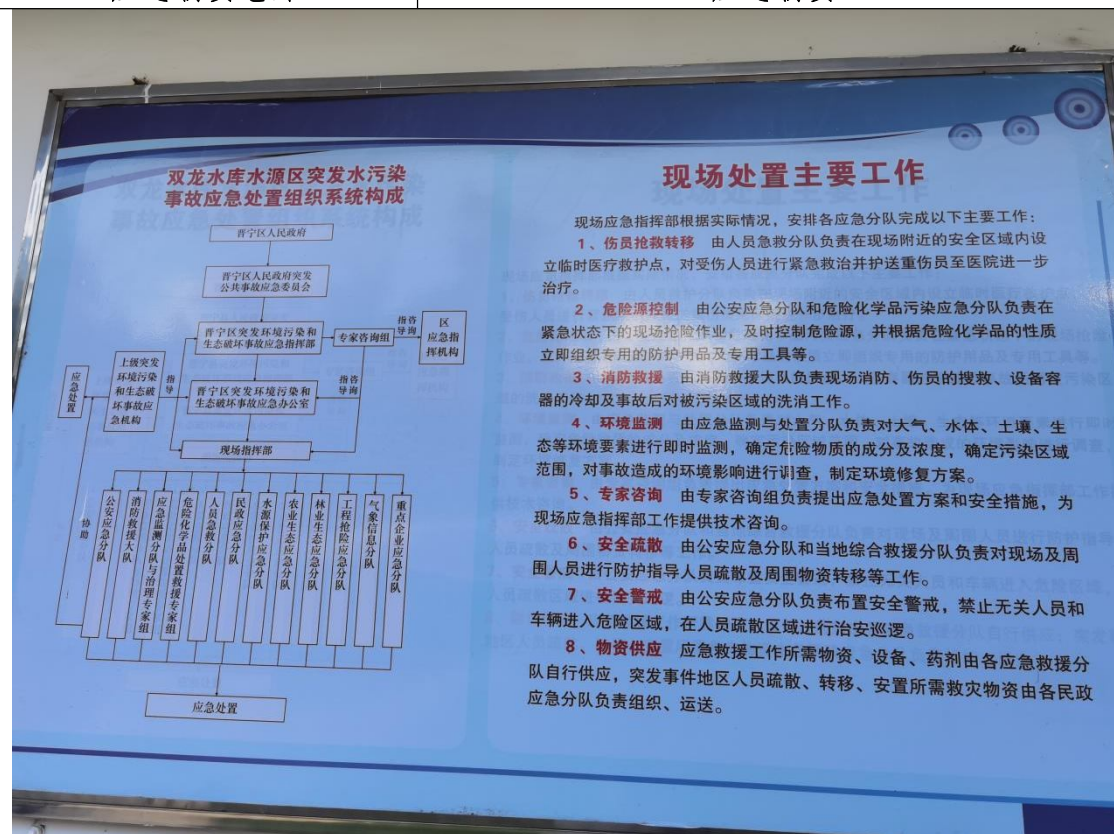
## 2.8.4 应急能力建设现状

云南省昆明市晋宁区水务（滇池管理）局于 2018 年 12 月印发了《昆明市晋宁区双龙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



双龙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双龙水库管理所具体负责双龙水库的运行及管护。

 <p>昆明市晋宁区双龙水库管理所</p> <p>经度: 102°33'48.85"          纬度: 24°35'51.36"          海拔: 1904.85米          朝向: 西北 (344.5°)          时间: 2024-04-04          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注</p>	 <p>昆明市晋宁区双龙水库基本情况简介</p> <p>经度: 102°33'45.55"          纬度: 24°35'48.03"          海拔: 1899.97米          朝向: 东北 (56.0°)          时间: 2024-08-28          地址: 中国 云南省 昆明市 晋宁区 昆阳街道          备注: 可在此输入备注!</p>
<p>双龙水库管理所</p>	<p>水库简介</p>

## (2) 强化饮用水源地监管

双龙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疏通。

## 第三章 保护区调整与定界

### 3.1 保护区调整技术方法

双龙水库总库容 1388.3 万  $m^3$  ( $0.1 \text{ 亿 } m^3 \leq V < 1 \text{ 亿 } m^3$ )，属于中型水库。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、类比经验法调整双龙水库水源地保护区。

#### 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的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

双龙水库正常蓄水位 1932.96m，相应库容 1388.3 万  $m^3$ （ $0.1 \text{ 亿 } m^3 \leq V < 1 \text{ 亿 } m^3$ ），属于中型水库。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，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。因此将铁锁河入库处上溯 1km（到老弯山处）、引洪渠入库处上溯 1km（到艾家庄附近）以及双龙水库正常蓄水位 1932.96m 以下全部水域作为一级保护区水域，总面积为  $0.863 \text{ km}^2$ 。

## （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。将双龙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，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。

为了更好的保障河流入库水质，参照一般河流型水源地划分方法，将入库河道入库口上游铁锁河 1km 及引洪渠 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。因此一级保护区陆域面积为 1.536km<sup>2</sup>。

### 3.2.2 二级保护区范围的确定

#### （1）水域范围

根据晋宁区第三次国土调查数据，将二级保护区内的水库水面、坑塘水面、河流面积计入水域面积进行统计。二级保护区水域面积约 0.627km<sup>2</sup>。

#### （2）陆域范围

一级保护区水域外上游双龙水库整个流域划为二级保护区，面积 48.406km<sup>2</sup>。

二级保护区总面积为 49.033km<sup>2</sup>。

表 3.2.2-1 双龙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 <sup>2</sup> )
一级保护区	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。 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。	双龙水库正常蓄水位 1932.96m 以下的全部水域；入库口上游铁锁河 1km 和引洪渠 1km 范围内的河道水域。	0.863
	6.2.2.1 小型和单一供水功能的	水库：双龙水库正常蓄	1.536

区划	依据 HJ 338-2018	控制范围	面积 (km <sup>2</sup> )
域	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。	水位1932.96m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。	
	一级保护区小计		2.399
二级保护区	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。	保护区内坑塘水面、水库水面以及河道沟渠。	0.627
	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。	一级保护区陆域外上游双龙水库整个流域。	48.406
	二级保护区小计		49.033
合计			51.432
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),双龙水库饮用水源保护区总面积12.51km<sup>2</sup>。现调整后双龙水库饮用水源保护区面积为51.432km<sup>2</sup>。较调整前保护区面积增加38.922km<sup>2</sup>。

区划面积变化主要是按照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)最新调整沿山脊线、行政边界及农村道路进行局部调整。保护区划分区划方案调整前后对比见表3.2.3-1及附图。

表 3.2.3-1 双龙水库饮用水水源保护区调整前后对照表

水源地名	级别	区域	调整前区划范围	调整前区划面积 (km <sup>2</sup> )	调整后区划范围	调整后区划面积 (km <sup>2</sup> )	调整前后面积变化 (km <sup>2</sup> )	调整说明
双龙水库	一级保护区	水域	以取水口为定位点，延伸至水库第一副坝 500 米的水域。	1.87	双龙水库正常蓄水位 1932.96m 以下的全部水域；入库口上游铁锁河 1km 和引洪渠 1km 范围内的河道水域。	0.863	增加 0.529	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，划定和调整双龙水库水源地的一级保护区和二级保护区。
		陆域	东以水库主坝至第一、二、三副坝之间的山脊为界线，西从主坝至铁锁村公路韩家营林场，北以水库主坝为界，南至水库第四副坝小河口村。		双龙水库正常蓄水位 1932.96m 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；入库口上游铁锁河 1km 和引洪渠 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。	1.536		
	二级保护区	水域	北至水库分水岭山脊线，南至截洪沟延伸 1 公里，东从水库主坝至第一、二、三副坝之间的山脊，西至前卫村正东方向 3.45 公里的农田，距一级保护区（水域）0.55 公里。	4.22	保护区内坑塘水面、水库水面以及河道沟渠。	0.627	增加 44.813	
		陆域			一级保护区陆域外上游双龙水库整个流域。	48.406		
	准保护区	陆域	北至上铁锁村向东延伸至下铁锁村，以铁锁河为中心东西延伸 1 公里范围。	6.42	无准保护区	0	减少 6.42	
	保护区面积合计				12.51		51.432	

## 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，对双龙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，双龙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

双龙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有分散的抽排水设施，特别是旱季对双龙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

双龙水库径流区内涉及宝峰街道4个村委会12个自然村，宝峰村（上铁锁村、下铁锁村）小河口村（小河口、老弯山、机房、陈家园、艾家庄）前卫村（前卫、大麦地、柏柳庄、后所）、挖矿坡（挖矿坡），共计4409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——农村居民生活污染物产生量；

P——农村常住人口

A ——农村人均生活污染物排放系数

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》，农村生活污水排放系数及污染物产污强度见表 4.1.2-1。

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 <sub>3</sub> -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，双龙水库的 12 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 81%。

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，得出每年双龙水库径流区内农村生活污水污染负荷化学需氧量、总氮、总磷、氨氮的入河总量分别为 24.58 吨、1.94 吨、0.18 吨、0.98 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 <sub>3</sub> -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，双龙水库涉及双龙水库径流区内涉及宝峰街道 4 个村委会 12 个自然村，宝峰村（上铁锁村、下铁锁村）小河口村（小河口、老弯山、机房、陈家园、艾家庄）前卫村（前卫、大麦地、柏柳庄、后所）、挖矿坡（挖矿坡），共计 4409 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 <sub>3</sub> -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，双龙水库保护区范围内的 12 个自然村生活垃圾主要是清运后集中处理，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%。

根据双龙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，双龙水库保护区范围内农村生活垃圾污染负荷总氮、总磷、氨氮的入河总量分别为 0.40 吨、0.20 吨、0.20 吨

### 3.4.2.3 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）系数见下表。

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： $W_4$ ——化肥流失污染物排放量； $F$ ——农作物播种面积； $\alpha_4$ ——农作物播种过程排放（流失）系数，详见下表。

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 <sub>3</sub> -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； $\alpha_5$ ——平均每亩农田固体废弃物产生量； $\gamma_5$ ——农田固体废物流失系数，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 <sub>3</sub> -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，双龙水库径流区主要以种植业为主。双龙水库径流区耕地面积为 6472.01 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，得出双龙水库径流区内农田径流总氮、总磷、氨氮的入河总量分别为 131.18 吨、8.92 吨、8.85 吨。农田固废总氮、总磷、氨氮的入河总量分别为 0.08 吨、0.06 吨、0.05 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， $\alpha_n$ ——牲畜（大牲畜、猪、羊、家禽）粪便产污系数， $\lambda_n$ ——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 <sub>3</sub> -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

双龙水库径流区内有较少的散养养殖户，主要养殖牛、羊、猪等。经调查，生猪存栏约 4900 头，大牲畜存栏约 480 头，羊存栏约 580 头，家禽存栏约 8100 只。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，双龙水库径流区内散养畜禽污染物入河量为化学需氧量 16.90 吨、总氮 1.35 吨、总磷 0.14 吨、氨氮 0.14 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； $\omega$  为单位面积土壤年均侵蚀模数，t/a·km<sup>2</sup>；A 为流域水土流失面积，km<sup>2</sup>；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，设定双龙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，双龙水库流域侵蚀面积为 5.99km<sup>2</sup>，土壤平均侵蚀模数 802.221t/km<sup>2</sup>·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，双龙水库径流区内水土流失污染负荷总氮、总磷的入河量为 0.25 吨、0.69 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<sub>Cr</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 的径流损失修正系数（见表 4.1.2-2）。

双龙水库径流区内年入河污染物总量分别为化学需氧量 41.49 吨、总氮 135.19 吨、总磷 10.20 吨、氨氮 10.22 吨。

表 4.1.3-1 双龙水库水源保护区流域污染负荷入河量

序号	污染源类型	COD <sub>Cr</sub>		TN		TP		NH <sub>3</sub> -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	24.58	59.25%	1.94	1.43%	0.18	1.74%	0.98	9.56%
2	农村生活垃圾	-	-	0.40	0.30%	0.20	1.99%	0.20	1.96%
3	农田径流	-	-	131.18	97.03%	8.92	87.45%	8.85	86.59%
4	农田固废	-	-	0.08	0.06%	0.06	0.63%	0.05	0.47%
5	散养畜禽	16.90	40.75%	1.35	1.00%	0.14	1.41%	0.14	1.41%
6	水土流失	-	-	0.25	0.18%	0.69	6.77%	-	-
合计		41.49	100.00%	135.19	100.00%	10.20	100.00%	10.22	100.00%

双龙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 59.25%和 40.75%；总氮主要来自于农田径流，占入河总负荷的 97.03%；总磷主要来自于农田径流，占入河

总负荷,占总负荷的 87.45%; 氨氮主要来自于农田径流, 占总负荷的 86.59%。

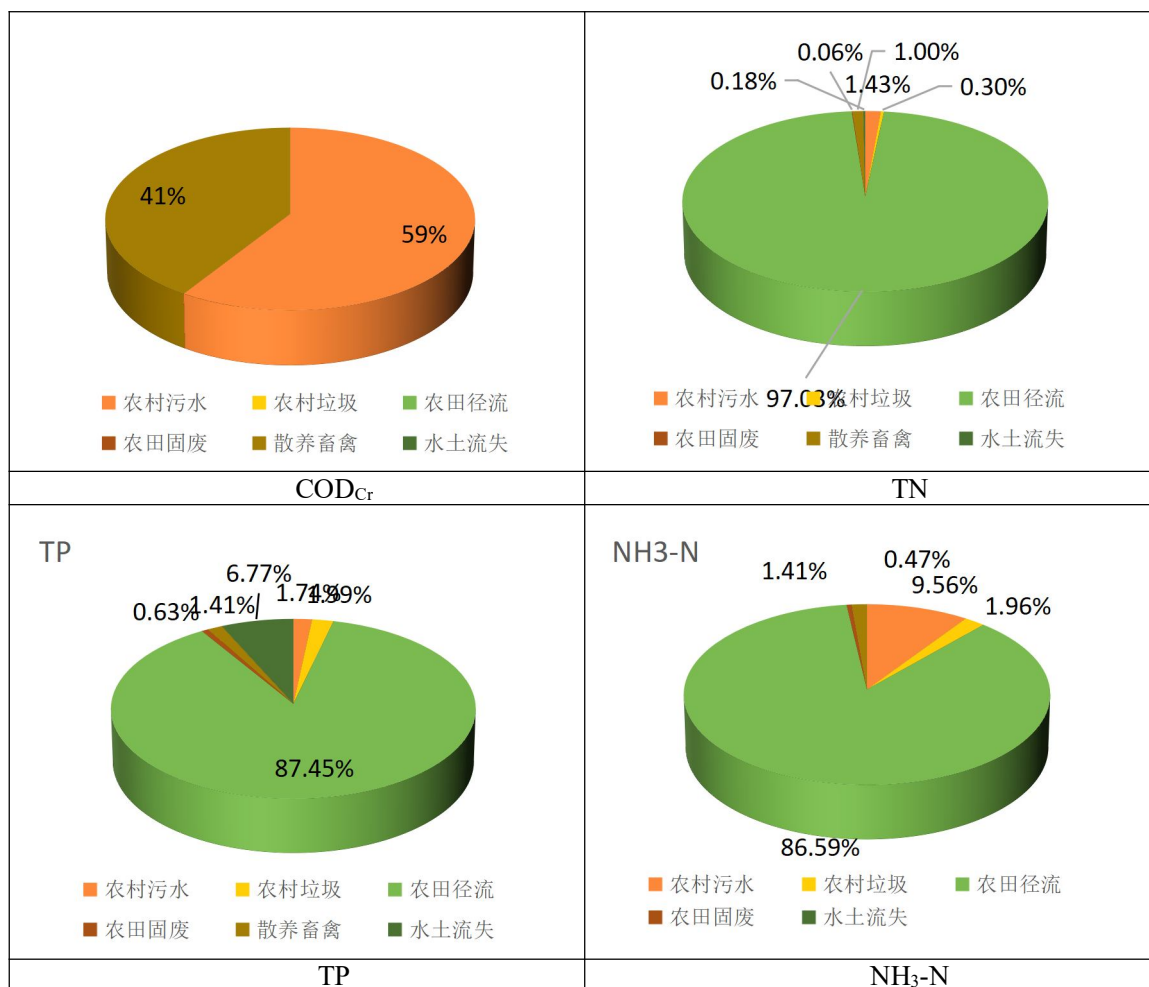


图 4.1.3-1 双龙水库保护区内各类污染物占比示意图

## 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双龙水库的环境风险。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  $R_f$ 、 $R_y$ ） $\leq 3$  时，作为可接受程度的背景值；当  $3 < R_p$ （或  $R_f$ 、 $R_y$ ） $\leq 7$  时，应采取风险防范措施；当  $7 < R_p$ （或  $R_f$ 、 $R_y$ ） $\leq 9$  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，双龙水库的评价结果见表 4.2-1。

表 4.2-1 双龙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 ( $R_p$ )	石油化工行业(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
流动源 ( $R_f$ )	污/废水处理设施(万吨/日)	无	0	无	0	0
	陆运	$L < 2rd$	9	$L > 2rd$	7	16
船舶	无	0	无	0		
非点源 ( $R_y$ )	耕地面积所占比例	存在	10	10%~20%	4	14
	生态缓冲带	无	0	无	0	0

### (1) 固定源

根据现场调查，双龙水库保护区范围内无固定风险源。

双龙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

双龙水库一级保护内有小河口线乡道穿过，路长总和约 434m；二级保护区内主要有晋红高速，铁双线、小铁线、小河口线、巡易线

等乡道穿越，总路长约 23.69km。沿线设有防撞护栏，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。

双龙水库保护区范围内流动源总分为 16，评分值  $R_f > 9$ ，应采取风险应急措施，加强水库周边道路车辆通行监管，严格禁止运输危险化学品，限制运输可能对水库水质造成污染的其他物品，特别加强二级保护区内的道路车辆通行危险预警防范措施，防止机动车事故泄露燃油对水质造成污染。

### （3）非点源

根据调查，双龙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 节。根据非点源风险值计算，非点源风险值为 14，评分值  $R_y > 9$ ，应采取风险应急措施，环境风险较高。此外，根据实地踏勘，双龙水库保护区范围内还存在农村生活污水及垃圾污染、分散式畜禽养殖污染。通过识别环境风险因素，应重点对非点源风险采取应急措施，加快农村农业面源治理，降低水源保护区环境风险，保证饮用水水质安全。

## 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，双龙水库水源地规范化建设存在问题如下：

### 4.3.1 水库蓄水问题

双龙水库总库容 1388 万  $m^3$ ，死库容 161 万  $m^3$ ，近三年（2022

年 1 月-2024 年 11 月)逐月平均蓄水量为 302.69 万 m<sup>3</sup>，近三年 2023 年 2 月-6 月有 5 个月的蓄水量低于死库容。近三年逐月来水量均值为 40.73 万 m<sup>3</sup>，小于于供水量均值 47.26 万 m<sup>3</sup>，主要供晋宁城区饮水，水资源不足。水库水资源供大于求，水资源量严重不足。

### 4.3.2 水质问题

双龙水库近三年超标月份占比 34.3%，主要超标指标为总磷（最大超标倍数 6.12）。浓度在雨季前呈下降趋势，雨季后受汇水污染物入库影响，呈上升趋势。主要是因为雨季来临时降雨量较高，周边化肥施用量较大，耕作率较高，土壤吸收率较低，降雨期间畜禽粪便、未吸收的化肥、水土流失通过地表径流污染水体，导致水库水质总磷上升。相较于 2023 年同期，2024 年 1-11 月总磷平均浓度上升 11.1%，综合营养状态指数下降 8.1%。根据自动站数据，总磷从 7 月 31 日-9 月 3 日持续上升，直至达到最大值，9 月 3 日-11 月 30 日持续下降，11 月 30 日总磷下降至 0.06mg/L，超标 0.2 倍，较最高值下降了 83.91%。

### 4.3.3 污染源问题

根据调查，双龙水库径流区内二、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。

双龙水库水径流区内涉及宝峰街道上铁锁村、下铁锁村、前卫村、后所村、小河口、老弯山等 12 个自然村，共计 2167 人。根据《昆明

市晋宁区第三次全国国土调查》数据，双龙水库径流区主要以种植业为主。双龙水库径流区耕地面积为 6472.01 亩，占保护区面积的 34.49%。径流区内有 6 家较大畜禽养殖场，散养畜禽较多。养殖场均只建有简单的沉淀设施，沉淀之后尾水回灌养殖场附近农业种植，畜禽粪便路边堆放的情况普遍。

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 59.25%和 40.75%；总氮主要来自于农田径流，占入河总负荷的 97.03%；总磷主要来自于农田径流，占入河总负荷,占总负荷的 87.45%；氨氮主要来自于农田径流，占总负荷的 86.59%。

#### 4.3.4 污染治理设施问题

##### （1）农村生活污水治理设施不完善、运行管护不到位

村落内排污主沟较健全，支沟较多，没有建成完整的污水收集系统。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。

据调查，双龙水库径流区内目前有 8 个自然村存在农村污水收集处理设施，均未进行雨污分流；大部分生活污水是靠排水沟收集后进入“三池”和生态塘，生态塘绝大多回用于农田。根据现场调查，农户住房内少量建有水冲厕，部分村庄建有水冲式公厕，并配备化粪池。

##### （2）农村生活垃圾转运机制不完善

双龙水库径流区内基本已配置农村生活垃圾收集设施，但能效发

挥不足，径流区内前卫村、上铁锁村、下铁锁村等存在垃圾入河、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。

3) 河水库四副坝西南侧小河口村湿地建设已停滞，原有塘体需要清理，之前开挖的部分塘体已种植玉米等农作物，不能承接片区农田退水及村庄雨季径流，如遇到较大降雨，湿地调蓄塘污水会抽排进双龙水库，影响水库水质。

#### 4.3.5 水库内源污染问题

(1) 双龙水库中外源营养盐的输入主要来自上游河流铁锁河、引洪河、地表径流，最终蓄积于底泥中。内源负荷释放的主要机制是底泥中不稳定形态氮磷的活化，或在缺氧情况下，底泥中的有机质进行矿物分解，同时引起水体中污染物如氮磷的增加。根据核算双龙水库内源总氮、总磷、氨氮的年释放量分别为 2.47 吨、0.08 吨、0.49 吨。目前内源污染治理仅有库区内的除杂草、库尾拦污、湿地、前置库、中杉杉林下布水渠、围网设施等措施，应进一步考虑减轻内源释放污染措施。

(2) 双龙水库有记录以来第一次长寡枝刚毛藻。主要原因一是今年水库总磷较高，为寡枝刚毛藻生长提供了营养物质；二是水库水位下降后，库区边上挺水植物露出一部分在水面上，给寡枝刚毛藻提供了适宜的附着环境；三是 10 月以来，适宜的温度，给寡枝刚毛藻生长提供了要素。寡枝刚毛藻对总磷有一定的吸附作用，但藻类死亡

之后对水质有总磷总氮贡献。

## 第五章 饮用水水源保护区规范化建设和管理

### 5.1 保护区规范化建设和管理

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)，结合双龙水库水源保护区规范化建设及管理现状、存在问题分析，针对双龙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。在双龙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 4530 米。在双龙水库保护区设置界标 90 块，在人群较多的区域设置宣传牌 8 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

根据技术规范要求，对一级保护区、二级保护区进行污染整治。双龙水库径流区内二、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，无规模化畜禽养殖废水及垃圾转运站等点源污染。双龙水库水径流区内涉及宝峰街道上铁锁村、下铁锁村、前卫村、后所村、小河口、老弯山等 12 个自然村，共计 2167 人。径流区内有 6 家较大畜禽养殖场，散养畜禽较多。养殖场均只建有简单的沉淀设施，沉淀之后尾水回灌养殖场附近农业种植，畜禽粪便路边堆放的情况普遍。

根据双龙水库保护区划分结果，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；二级保护区内存在畜禽养殖场、农村居民居住、畜禽养殖、农业种植等面源污染及流动源风险。

### （1）截污控污工程

#### 1) 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，分别在上铁锁村、下铁锁村、前卫村、后所村新建人工湿地设施，尾水通过泵站用于农田灌溉。

2) 多渠道争取上级项目资金支持，编制双龙水库径流区村庄水环境治理方案。加快实施水库径流区前卫村、后所村、老弯山等 6 个自然村的截污控污工程建设。

### （2）农业面源整治工程

1) 开展产业结构调整，建设绿色高效生产技术集成示范基地。根据晋宁区集中式饮用水水源地保护区划定（调整）方案要求，引导径流区农户压缩花卉、蔬菜种植面积，增加粮食、油菜、蚕豆等环境友好型和生态保育型作物种植规模，发展生态循环农业。饮用水源区内实施“禁花减菜”，一级保护区域内严格实行“止耕禁养”，恢复生态；二级保护区域内农业种植实行科学种植和非点源污染防治，有条件的区域建设水源涵养林；准保护区域内全面调整种植结构，实行测土配方施肥，推广有机生物肥和化肥用量少的作物种植。

2) 加强农田退水有效回收净化与循环利用，减少农业面源污染进入河道。探索绿色种养循环模式，减少化肥及农药的使用量；建设农田退水蓄水塘、净化设施和生态沟渠，实现农田退水合理处置；推动节水灌溉，以提高水资源利用效率。积极争取资金实施高效农业生产设施建设项目，实现水肥循环一体化种植，减少农业尾水排放。

3) 推进化肥农药减量工作。认真贯彻落实全省化肥农药减量化工作要点（方案），制定径流区年度化肥农药减量方案，落实化肥农药减量化工作要求。

开展有机肥替代化肥试点，合理布局监测点，加强化肥农药使用调查监测，准确掌握径流区化肥农药使用情况，科学分析化肥农药使用强度及存在的问题，针对性开展整改整治。

4) 推进农业固体废弃物综合利用。加强秸秆资源化利用，积极推进秸秆“肥料化、饲料化、能源化、基料化、原料化”利用，严格控制秸秆露天焚烧，建立健全秸秆资源利用台账；加强农膜、农药包装废弃物回收利用。

5) 积极争取资金开展农业节水控水工作，建设高效节水、农业尾水收集、农田集水区控制单元面源污染防控项目，指导农户开展自用小型集水池建设。实施农业固废资源化综合利用、畜禽粪污资源化利用等项目，开展农业固废科学回收利用、秸秆还田技术培训指导，对鲜花秸秆及时收运送至资质企业处置。

6) 督促养殖户开展畜禽养殖场粪污设施设备升级改造、雨污分流升级改造，引导养殖厂（户）进行粪污资源化利用，推广应用粪污处理新技术、新工艺、新设备，做好宣传培训，提高养殖场粪污资源化利用水平。

7) 推进水源区农村人居环境整治提升。加大水源区村庄公共空间整治力度，持续开展村庄清洁行动，推进厕所粪污就地资源化利用，不得外排。

### （3）生活垃圾整治工程

加强上铁锁村、前卫村等村庄垃圾的收集清运，保障水源地“户分类、组保洁、村收集、乡（镇、街道）运输、县（市、区）处理”垃圾集中收运机制正常运行，水源地垃圾收集清运率达 100%。安排专人对村内公厕进行管理，确保村庄环境干净、整洁、卫生。对主要入库河道、干渠及田间沟渠开展清淤除障、河道保洁工作，确保生活垃圾得到全面有效收集处理。

### 5.1.3 生态恢复与建设工程

根据保护区内的土地利用现状、水土流失现状、水土保持工作方向和水源保护的相关要求，水源地保护区的一级保护区全部作为生态用地，本区划将二级保护区作为水土流失综合治理区进行措施布局。采取农业用地措施（坡改梯、经济果木林种植、植物护埂、保土耕作、植物篱、坡面水系措施、作业便道措施、挖沙采石场迹地恢复措施）、生态用地措施（水土保持林、种草、封禁治理措施）、小型水利水保工程措施（溪沟整治、拦砂坝）及其他辅助措施，力争保护区内平均土壤侵蚀模数降至轻度（ $500 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ ）以下，流域水土流失总量降低 50%以上。

#### （1）入库湿地建设工程

继续推进双龙水库四副坝西南侧小河口村湿地建设，清理原有塘体，做好湿地净化处理设施的正常运行，利用植物净化水质，有效降低污染物入库浓度，预计投资 210.92 万元（来源《昆明市晋宁区双龙水库前置库、人工湿地工程实施方案》）。

### 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。双龙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。加强对双龙水库中寡枝刚毛藻等藻类的监测预警，防治其爆发；积极采取相关措施处理漂浮在水面的死藻，避免污染水质。

#### （2）管理能力建设

加强双龙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。

健全水源环境档案制度。以县级以上集中式饮用水水源地为重点，组织开展保护区径流区（补给区）范围内环境风险源排查。建立健全水源地的监督管理巡查机制，充分发挥部门联动作用，切实加大对水源保护区的环境监督管理力度，严厉打击各类环境违法行为，取缔在库区干涸区域及一级保护区内从事放牧等活动行为，并形成长效机制，确实保障水源地水质安全。

表 5.1-1 双龙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	根据划定的保护区范围，在双龙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 4530 米。在双龙水库保护区设置界标 90 块，在人群较多的区域设置宣传牌 8 块、在保护区周边的村道设置交通警示牌 9 块。	192.03	水务局、交通运输局
2	保护区整治工程	截污控污工程	加快实施昆明市晋宁区集中式饮用水水源保护区环境治理工程，在水库径流区上铁锁村、下铁锁村、前卫村、后所村等自然村新建人工湿地设施，加强日常监督管理。	132.36	水务局
3		农业面源污染控制工程	调整产业结构，并对保护区内耕地实施农药减量绿色防控工程；推进化肥农药减量工作；建设高效节水、农业尾水收集、农田集水区控制单元面源污染防治项目；督促养殖户开展畜禽养殖场粪污设施设备升级改造、雨污分流升级改造。	80.00	农业农村局
4		农村生活垃圾整治工程	加强上铁锁村、前卫村等村庄垃圾的收集清运，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。配置垃圾收集桶、钩臂式垃圾运输车。	65.00	住建局
5		水土流失治理工程	对水源地保护区内水土流失面积进行综合治理，同时开展水土流失监测。	50.00	水务局
6	生态恢复与建设工程	入库湿地建设工程	推进双龙水库四副坝西南侧小河口村湿地建设工程，利用植物净化水质，有效降低污染物入库浓度。	220.00	水务局、农业局
7		库区寡枝刚毛藻去除工程	加强对双龙水库中寡枝刚毛藻等藻类的监测预警，并制定去除措施。	30.00	

昆明市晋宁区县级集中式饮用水源地双龙水库水源保护区划定（调整）方案

序号	类别	项目名称	项目内容	投资估算 (万元)	责任单位
8	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
9		管理能力建 设	双龙水库水源地做到“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				<b>809.39</b>	

## 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

双龙水库饮用水水源保护区规范化建设总投资约809.39万元，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，规划在双龙水库一级保护区内实施生态造林、入库湿地建设工程，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、畜禽养殖等提出治理工程或管理要求；对一级保护区内沿河重要路段实施交通污染控制工程，降低交通污染风险。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

通过在双龙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

保护区内实施生态造林工程、入库湿地建设工程，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、规范农村畜禽养殖等工程，可加强农村生活垃圾收集清运管理，有效农村生活污水、畜禽养殖等污染水库水质风险。

## 第六章 附表及附图

### 6.1 附表

表 6.1-1 双龙水库一级保护区拐点坐标表

一级区		
序号	X	Y
A1	102° 33' 45.789" E	24° 35' 53.821" N
A2	102° 33' 46.113" E	24° 35' 52.963" N
A3	102° 33' 46.140" E	24° 35' 47.501" N
A4	102° 33' 50.640" E	24° 35' 43.891" N
A5	102° 33' 51.189" E	24° 35' 43.032" N
A6	102° 33' 49.847" E	24° 35' 41.009" N
A7	102° 33' 48.559" E	24° 35' 35.411" N
A8	102° 33' 47.766" E	24° 35' 33.410" N
A9	102° 33' 45.467" E	24° 35' 29.372" N
A10	102° 33' 44.145" E	24° 35' 27.218" N
A11	102° 33' 42.948" E	24° 35' 22.306" N
A12	102° 33' 41.858" E	24° 35' 21.587" N
A13	102° 33' 39.994" E	24° 35' 20.645" N
A14	102° 33' 39.079" E	24° 35' 18.391" N
A15	102° 33' 38.918" E	24° 35' 15.913" N
A16	102° 33' 38.809" E	24° 35' 13.233" N
A17	102° 33' 38.713" E	24° 35' 10.142" N
A18	102° 33' 38.212" E	24° 35' 5.210" N
A19	102° 33' 37.751" E	24° 35' 1.503" N
A20	102° 33' 37.053" E	24° 34' 58.142" N
A21	102° 33' 34.991" E	24° 34' 54.028" N
A22	102° 33' 31.172" E	24° 34' 49.280" N
A23	102° 33' 27.525" E	24° 34' 46.982" N
A24	102° 33' 23.451" E	24° 34' 44.676" N
A25	102° 33' 21.599" E	24° 34' 43.749" N
A26	102° 33' 15.869" E	24° 34' 41.575" N
A27	102° 33' 13.608" E	24° 34' 37.794" N
A28	102° 33' 10.478" E	24° 34' 32.315" N
A29	102° 33' 8.211" E	24° 34' 24.681" N

一级区		
序号	X	Y
A30	102° 33' 3.351" E	24° 34' 22.464" N
A31	102° 33' 0.464" E	24° 34' 23.170" N
A32	102° 32' 56.455" E	24° 34' 22.831" N
A33	102° 32' 56.447" E	24° 34' 22.831" N
A34	102° 32' 51.460" E	24° 34' 22.301" N
A35	102° 32' 45.601" E	24° 34' 23.781" N
A36	102° 32' 40.596" E	24° 34' 27.395" N
A37	102° 32' 36.337" E	24° 34' 23.429" N
A38	102° 32' 34.542" E	24° 34' 21.515" N
A39	102° 32' 30.866" E	24° 34' 19.446" N
A40	102° 32' 31.604" E	24° 34' 14.991" N
A41	102° 32' 32.141" E	24° 34' 12.073" N
A42	102° 32' 33.199" E	24° 34' 7.110" N
A43	102° 32' 33.562" E	24° 34' 5.722" N
A44	102° 32' 32.142" E	24° 34' 3.744" N
A45	102° 32' 30.105" E	24° 34' 4.967" N
A46	102° 32' 29.734" E	24° 34' 6.388" N
A47	102° 32' 28.649" E	24° 34' 11.471" N
A48	102° 32' 28.092" E	24° 34' 14.492" N
A49	102° 32' 27.418" E	24° 34' 18.586" N
A50	102° 32' 27.154" E	24° 34' 20.085" N
A51	102° 32' 28.085" E	24° 34' 21.784" N
A52	102° 32' 30.364" E	24° 34' 22.873" N
A53	102° 32' 33.694" E	24° 34' 25.604" N
A54	102° 32' 37.932" E	24° 34' 29.549" N
A55	102° 32' 41.554" E	24° 34' 34.451" N
A56	102° 32' 43.118" E	24° 34' 36.389" N
A57	102° 32' 44.239" E	24° 34' 39.838" N
A58	102° 32' 42.660" E	24° 34' 40.852" N
A59	102° 32' 42.149" E	24° 34' 42.173" N
A60	102° 32' 42.557" E	24° 34' 46.183" N
A61	102° 32' 43.808" E	24° 34' 49.199" N
A62	102° 32' 42.210" E	24° 34' 50.743" N
A63	102° 32' 41.272" E	24° 34' 51.965" N
A64	102° 32' 41.001" E	24° 34' 55.191" N
A65	102° 32' 41.707" E	24° 34' 57.074" N
A66	102° 32' 41.256" E	24° 34' 57.681" N

一级区		
序号	X	Y
A67	102° 32' 40.727" E	24° 34' 59.237" N
A68	102° 32' 40.079" E	24° 34' 59.261" N
A69	102° 32' 39.139" E	24° 34' 58.980" N
A70	102° 32' 37.979" E	24° 34' 58.997" N
A71	102° 32' 36.976" E	24° 34' 59.838" N
A72	102° 32' 36.917" E	24° 35' 1.080" N
A73	102° 32' 38.034" E	24° 35' 2.069" N
A74	102° 32' 39.278" E	24° 35' 2.441" N
A75	102° 32' 39.904" E	24° 35' 2.520" N
A76	102° 32' 41.171" E	24° 35' 2.473" N
A77	102° 32' 41.777" E	24° 35' 2.706" N
A78	102° 32' 44.193" E	24° 35' 1.589" N
A79	102° 32' 44.453" E	24° 35' 0.383" N
A80	102° 32' 45.344" E	24° 34' 59.859" N
A81	102° 32' 45.747" E	24° 34' 59.415" N
A82	102° 32' 46.060" E	24° 34' 57.849" N
A83	102° 32' 45.688" E	24° 34' 56.859" N
A84	102° 32' 44.753" E	24° 34' 55.399" N
A85	102° 32' 44.670" E	24° 34' 53.234" N
A86	102° 32' 46.311" E	24° 34' 52.153" N
A87	102° 32' 46.943" E	24° 34' 51.240" N
A88	102° 32' 47.367" E	24° 34' 49.548" N
A89	102° 32' 47.426" E	24° 34' 48.498" N
A90	102° 32' 46.295" E	24° 34' 46.858" N
A91	102° 32' 46.197" E	24° 34' 44.313" N
A92	102° 32' 51.331" E	24° 34' 48.363" N
A93	102° 32' 55.096" E	24° 34' 48.932" N
A94	102° 32' 57.671" E	24° 34' 50.639" N
A95	102° 33' 1.229" E	24° 34' 51.186" N
A96	102° 33' 0.340" E	24° 34' 55.368" N
A97	102° 33' 1.607" E	24° 34' 58.853" N
A98	102° 33' 5.325" E	24° 35' 2.699" N
A99	102° 33' 6.395" E	24° 35' 5.119" N
A100	102° 33' 2.989" E	24° 35' 9.805" N
A101	102° 33' 3.850" E	24° 35' 14.054" N
A102	102° 33' 9.476" E	24° 35' 17.381" N
A103	102° 33' 12.732" E	24° 35' 16.956" N

一级区		
序号	X	Y
A104	102° 33' 14.911" E	24° 35' 15.942" N
A105	102° 33' 16.712" E	24° 35' 19.061" N
A106	102° 33' 19.831" E	24° 35' 21.387" N
A107	102° 33' 21.145" E	24° 35' 23.237" N
A108	102° 33' 21.138" E	24° 35' 24.680" N
A109	102° 33' 21.305" E	24° 35' 29.462" N
A110	102° 33' 24.146" E	24° 35' 32.458" N
A111	102° 33' 24.136" E	24° 35' 35.652" N
A112	102° 33' 26.299" E	24° 35' 38.930" N
A113	102° 33' 26.299" E	24° 35' 38.930" N
A114	102° 33' 26.299" E	24° 35' 38.931" N
A115	102° 33' 25.003" E	24° 35' 42.073" N
A116	102° 33' 26.202" E	24° 35' 46.669" N
A117	102° 33' 29.930" E	24° 35' 49.574" N
A118	102° 33' 33.658" E	24° 35' 50.085" N
A119	102° 33' 36.022" E	24° 35' 51.471" N
A120	102° 33' 38.885" E	24° 35' 53.227" N
A121	102° 33' 41.605" E	24° 35' 53.604" N
A122	102° 33' 42.839" E	24° 35' 53.797" N

表 6.1-2 双龙水库二级保护区拐点坐标表

二级区		
序号	X	Y
B1	102° 32' 2.304" E	24° 37' 47.093" N
B2	102° 32' 6.351" E	24° 37' 41.799" N
B3	102° 32' 13.621" E	24° 37' 21.403" N
B4	102° 32' 25.787" E	24° 36' 48.668" N
B5	102° 32' 32.536" E	24° 36' 34.851" N
B6	102° 32' 40.365" E	24° 36' 33.386" N
B7	102° 32' 48.244" E	24° 36' 33.750" N
B8	102° 33' 14.112" E	24° 36' 19.375" N
B9	102° 33' 6.695" E	24° 36' 14.642" N
B10	102° 32' 56.639" E	24° 36' 1.011" N
B11	102° 32' 56.959" E	24° 35' 56.723" N
B12	102° 33' 7.495" E	24° 35' 49.211" N
B13	102° 33' 20.096" E	24° 35' 49.479" N

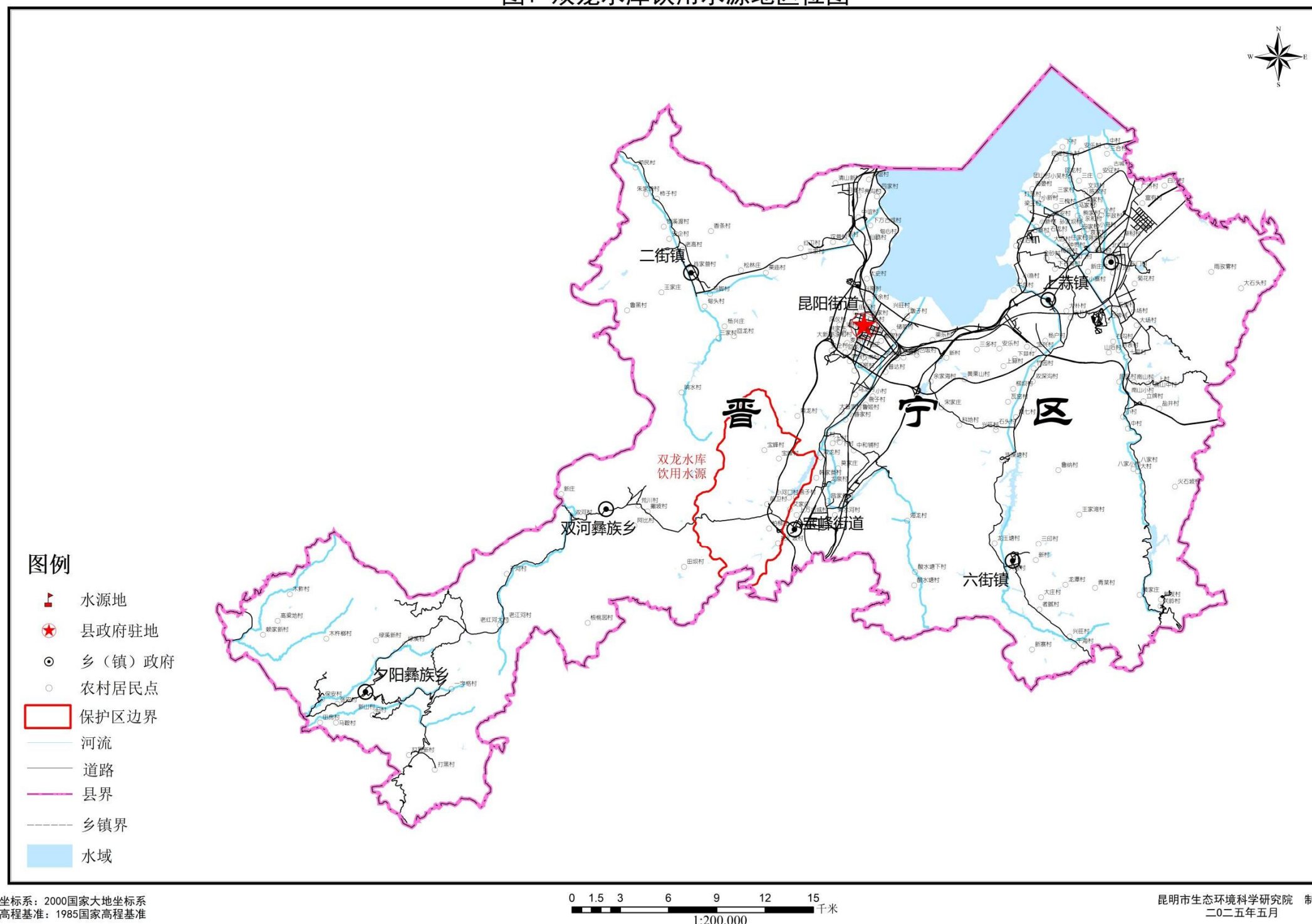
二级区		
序号	X	Y
B14	102° 33' 44.025" E	24° 35' 56.849" N
B15	102° 33' 2.820" E	24° 34' 22.137" N
B16	102° 32' 52.320" E	24° 34' 6.847" N
B17	102° 32' 47.871" E	24° 33' 54.134" N
B18	102° 32' 40.085" E	24° 33' 35.133" N
B19	102° 32' 35.391" E	24° 33' 24.055" N
B20	102° 32' 32.206" E	24° 33' 17.446" N
B21	102° 32' 38.941" E	24° 33' 7.313" N
B22	102° 32' 32.458" E	24° 32' 56.643" N
B23	102° 32' 28.565" E	24° 32' 46.552" N
B24	102° 32' 29.360" E	24° 32' 37.637" N
B25	102° 32' 19.303" E	24° 32' 22.255" N
B26	102° 32' 10.906" E	24° 32' 16.758" N
B27	102° 32' 0.540" E	24° 32' 16.541" N
B28	102° 31' 56.892" E	24° 31' 49.399" N
B29	102° 31' 50.390" E	24° 31' 49.144" N
B30	102° 31' 42.889" E	24° 31' 43.038" N
B31	102° 31' 36.569" E	24° 31' 29.208" N
B32	102° 31' 21.302" E	24° 31' 24.404" N
B33	102° 31' 20.428" E	24° 31' 25.940" N
B34	102° 31' 17.312" E	24° 31' 22.194" N
B35	102° 31' 11.022" E	24° 31' 23.065" N
B36	102° 31' 7.296" E	24° 31' 22.991" N
B37	102° 30' 55.370" E	24° 31' 20.301" N
B38	102° 30' 55.122" E	24° 31' 31.948" N
B39	102° 31' 10.258" E	24° 31' 33.485" N
B40	102° 31' 23.263" E	24° 31' 40.760" N
B41	102° 31' 24.440" E	24° 31' 59.307" N
B42	102° 31' 14.001" E	24° 31' 58.399" N
B43	102° 31' 12.568" E	24° 32' 2.019" N
B44	102° 30' 32.050" E	24° 31' 50.082" N
B45	102° 30' 22.381" E	24° 31' 41.266" N
B46	102° 30' 12.249" E	24° 31' 50.691" N
B47	102° 30' 29.201" E	24° 32' 5.149" N
B48	102° 30' 14.663" E	24° 32' 20.485" N
B49	102° 30' 0.215" E	24° 32' 19.037" N
B50	102° 29' 52.902" E	24° 32' 27.319" N

二级区		
序号	X	Y
B51	102° 29' 51.119" E	24° 32' 40.500" N
B52	102° 29' 35.167" E	24° 32' 45.481" N
B53	102° 29' 26.550" E	24° 32' 54.836" N
B54	102° 29' 25.058" E	24° 33' 11.308" N
B55	102° 29' 17.128" E	24° 33' 21.205" N
B56	102° 29' 21.887" E	24° 33' 32.643" N
B57	102° 29' 15.673" E	24° 33' 41.066" N
B58	102° 29' 25.531" E	24° 33' 54.575" N
B59	102° 29' 26.536" E	24° 34' 5.570" N
B60	102° 29' 19.792" E	24° 34' 13.373" N
B61	102° 29' 24.269" E	24° 34' 21.327" N
B62	102° 29' 38.323" E	24° 34' 35.114" N
B63	102° 29' 50.022" E	24° 34' 36.580" N
B64	102° 30' 5.465" E	24° 34' 51.106" N
B65	102° 30' 4.859" E	24° 35' 5.923" N
B66	102° 30' 23.122" E	24° 35' 23.789" N
B67	102° 30' 25.200" E	24° 35' 43.140" N
B68	102° 30' 8.390" E	24° 36' 0.596" N
B69	102° 30' 17.397" E	24° 36' 14.735" N
B70	102° 30' 25.955" E	24° 36' 24.852" N
B71	102° 30' 26.065" E	24° 36' 31.237" N
B72	102° 30' 25.875" E	24° 36' 40.357" N
B73	102° 30' 28.423" E	24° 36' 48.084" N
B74	102° 30' 28.624" E	24° 36' 52.455" N
B75	102° 30' 27.322" E	24° 36' 55.389" N
B76	102° 30' 27.417" E	24° 36' 57.616" N
B77	102° 30' 34.093" E	24° 37' 4.234" N
B78	102° 30' 40.504" E	24° 37' 5.910" N
B79	102° 30' 45.811" E	24° 37' 6.020" N
B80	102° 30' 53.262" E	24° 37' 13.470" N
B81	102° 31' 3.224" E	24° 37' 25.895" N
B82	102° 31' 6.366" E	24° 37' 44.622" N
B83	102° 31' 23.052" E	24° 37' 53.146" N
B84	102° 31' 43.397" E	24° 38' 2.592" N
B85	102° 31' 57.559" E	24° 37' 57.565" N
B86	102° 31' 57.854" E	24° 37' 49.088" N

## 6.2 附图

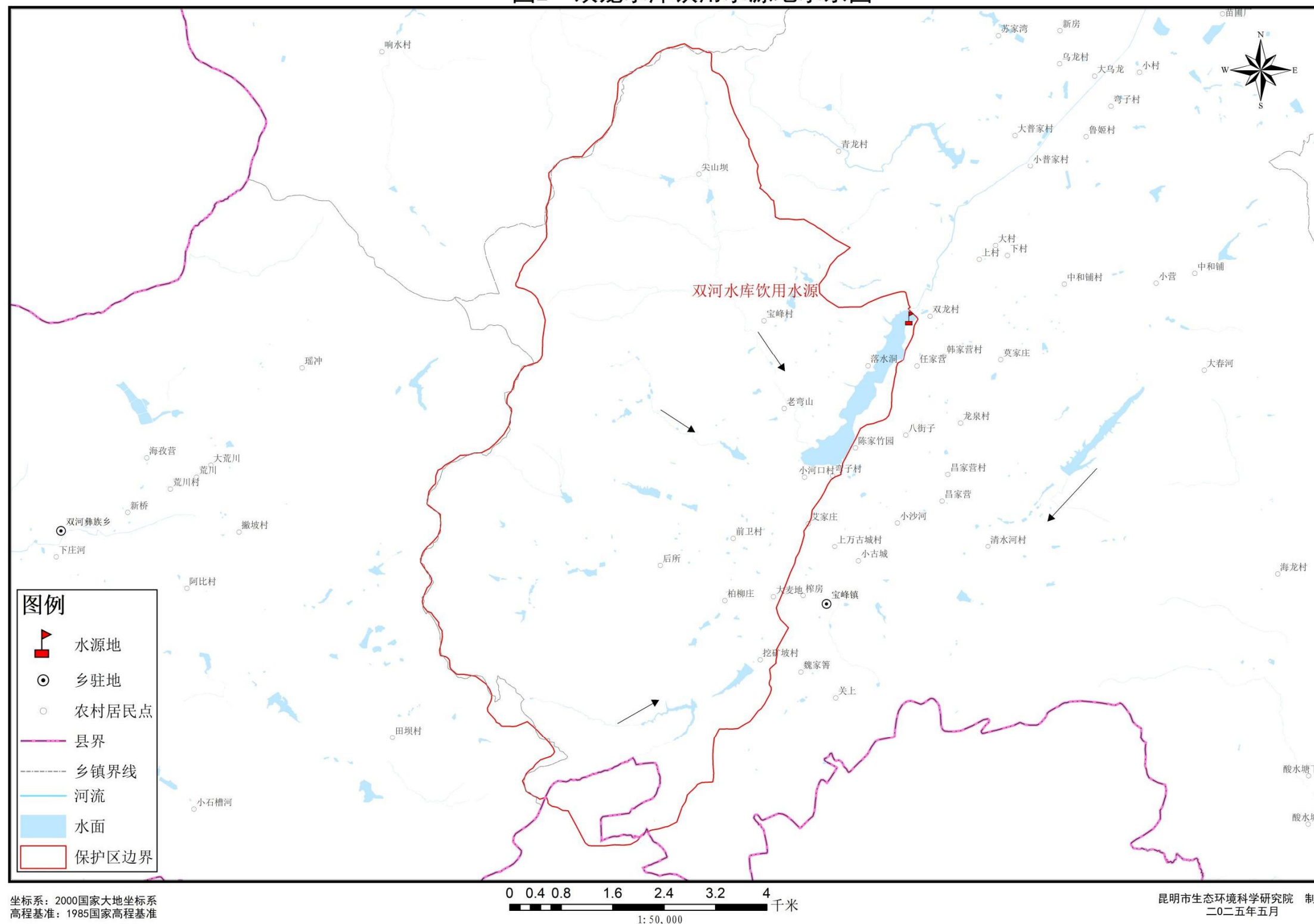
附图 1：双龙水库区位图

图1 双龙水库饮用水源地区位图



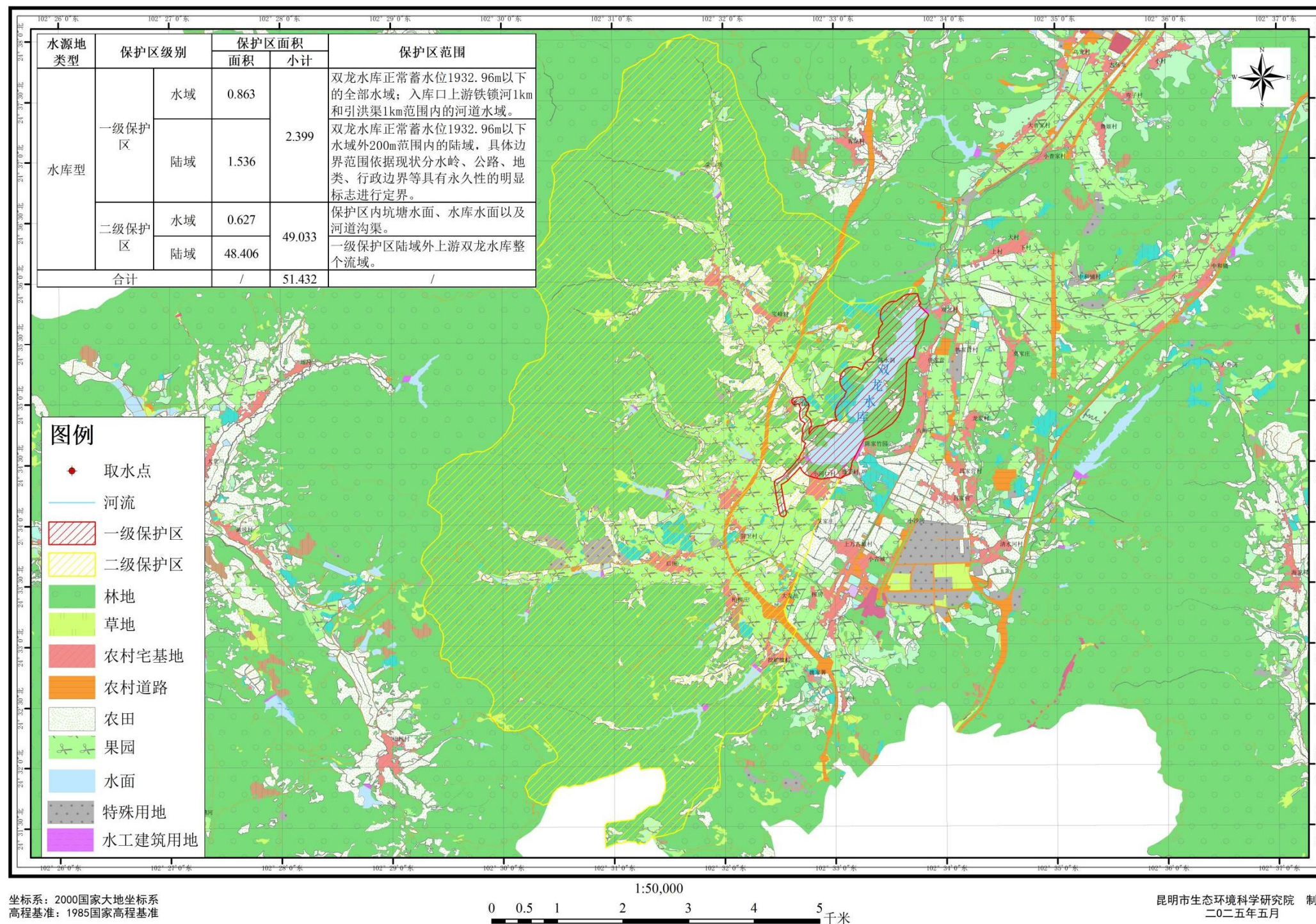
附图 2：双龙水库水系图

图2 双龙水库饮用水源地水系图



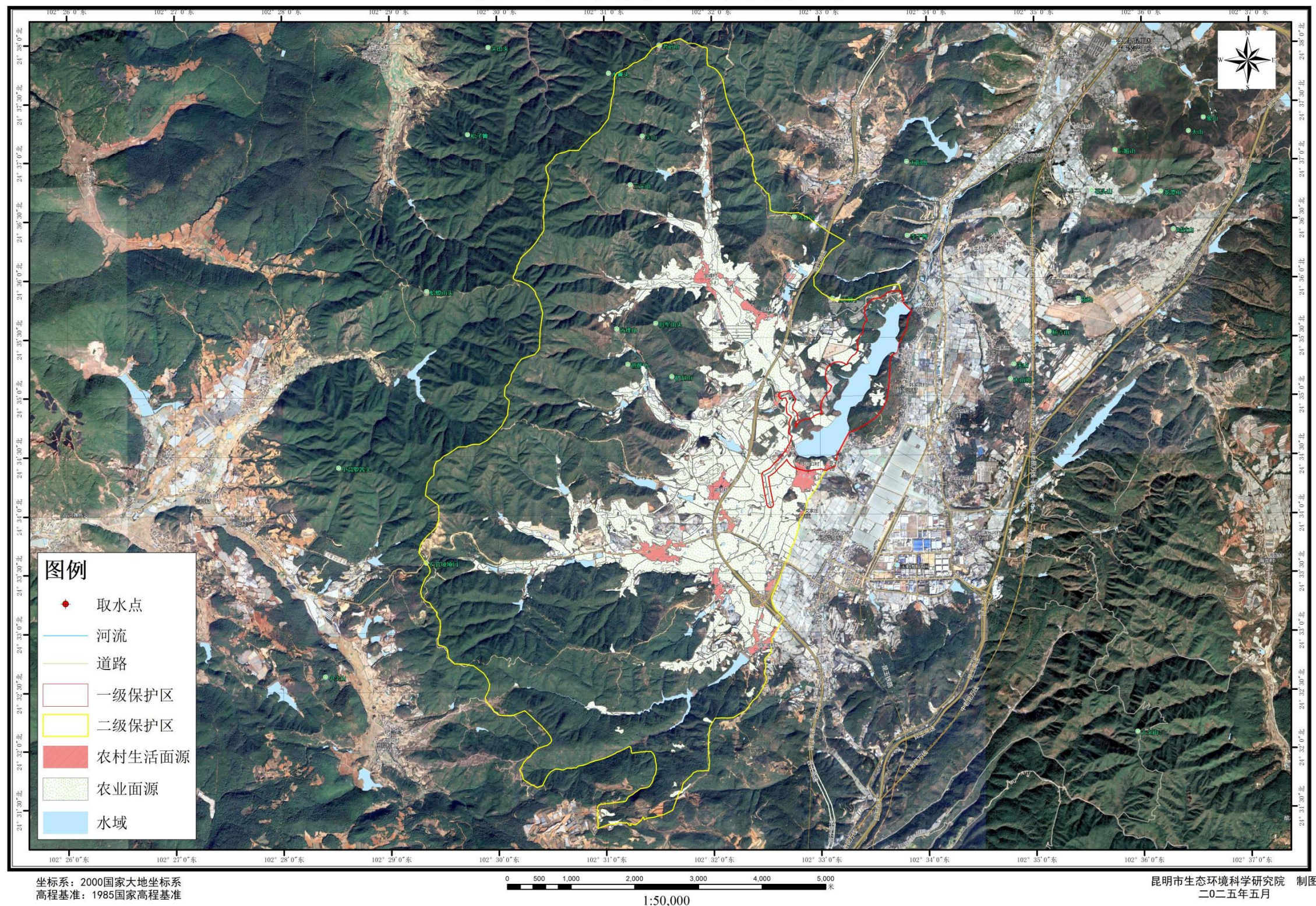
附图 3：双龙水库保护区区划图

图3 双河水库水源地保护区区划图



附图 4：双龙水库污染源分布图

图4 双龙水库水源地污染源分布图



附图 5：双龙水库保护区划饮用水源地拐点图

图5 双河水库饮用水源地一级、二级拐点图

