

# Investigation and Management Analysis of the Source of Pollutants in Wuli-Punch Reservoir from 2016 to 2017

Wenjing He

College of Tourism and Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan  
Email: 18487719193@163.com

Received: Mar. 9<sup>th</sup>, 2020; accepted: Apr. 6<sup>th</sup>, 2020; published: Apr. 13<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The water source protection zone of Wulichong Reservoir is one of the main water supply areas of 27,000 people in 5 towns, such as Mengzi City, Grass Dam and Datun Dam. It is one of the serious areas of drought and water shortage in the southeast of Yunnan Province. In view of the actual pollution of Wulichong Reservoir in 2017, the water quality of Wulichong Reservoir is Class IV, and the pollutants are mainly in the aspects of nitrogen, phosphorus and potassium, and the reservoir pollutants mainly come from the industrial, agricultural and domestic aspects. Both the government and the masses should take active measures to control the mediation ability of protecting the reservoir so that the effect of Wulichong reservoir can be brought into full play so that the water quantity of the reservoir reaches balance and the water circulation can be carried out. Through the principle of system and partial combination, the Wulichong Reservoir is treated, and ecological protection and water quality improvement are carried out at the same time. The ecological function of Wulichong Reservoir is restored so as to meet the need of water environment and living environment for people to live in.

## Keywords

Wulichong Reservoir, Water Quality, Pollution Source, Pollution Control, Control

---

# 2016~2017年五里冲水库污染物来源调查与治理分析

何文静

云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明  
Email: 18487719193@163.com

收稿日期：2020年3月9日；录用日期：2020年4月6日；发布日期：2020年4月13日

## 摘要

五里冲水库水源保护区是蒙自城区、草坝和大屯坝等地5个乡镇27万人口的主要供水地，距蒙自县城22 km，同时蒙自县是滇东南干旱缺水严重地区之一。针对2017年五里冲水库受到污染这一实际，采用水质监测方法和同年对比法从五里冲水库污染物来源方面进行分析，五里冲水库水质为IV类，污染物以氮、磷、钾为主，水库污染物主要来源于工业、农业、生活方面。五里冲水库因受到污染供水量远远不能满足蒙自的需水量，为维护水库的调解能力，不管是政府还是群众都应该采取积极的措施加以控制，才使五里冲水库的效应能充分发挥出来，水库的水量达到平衡，水循环得以进行。通过系统与部分相结合的原理对五里冲水库进行治理，以及生态保护与水质改善同时进行，恢复五里冲水库的生态功能，从而满足人们生活所需的水环境和生活环境。

## 关键词

五里冲水库，水质，污染源，污染控制，治理

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 研究区域概况

五里冲水库(图 1)，是云南省重点水利工程之一，自 1991 年 10 月开始启动。水库设计库容为 7949 万  $m^3$ ，灌溉面积达 10 万亩，在一年范围内它供应了 1500 万立方米余的居民生活和工业用水。五里冲水库目前是蒙自最大的一个水库，它是蒙自——云南滇南部中心城市的重要供水源，供水范畴主要包含蒙自新、老城区周边及大屯镇、雨过铺镇一带。



Figure 1. Location of the Five Mile Chong Reservoir

图 1. 五里冲水库所在地理位置

五里冲水库有一个十分重要的水源补给地——庄寨水库，只要庄寨水库提闸放水，水库水将被注入云南越南铁路三孔桥下的南溪河，一路南冲，通过芷村镇南部、老芷村南部汇入五里冲水库。这段南溪河，沿岸有石灰窑、新村、独家、庄寨、老芷村等多个村庄。村寨之水顺斜坡而流，汇入南溪河。村寨所产生的垃圾与污水能否经污水处理措施处理，直接影响着五里冲水库的水质，事关蒙自饮水是否安全和卫生[1]。

## 2. 五里冲水库污染现状调查分析

五里冲水库水质为 IV 类，主要污染物为氮、磷、钾，以及重金属含量所占比重较大。“过去，村里产生的垃圾大多数是易腐烂的蔬菜、果皮、牲畜粪便和其他生活垃圾，这些垃圾都被当做肥料应用到田里。”老芷村村委副主任罗柱庭介绍，可近 10 几年来，新的垃圾逐步兴起：石棉制品、塑料袋、农用膜、废电池、农药瓶等有毒、有害垃圾随处可见，并出现了毒害化的新趋势，尤其是水和土壤易受毒害，从而对生态环境、饮水造成消极影响[1]。针对以上现象，蒙自市政府高度重视，并不断加强指导和加大管理力度，建立和完善饮用水源保护规划，制订饮用水源保护计划，形成政府统一领导，环保部门统一管理，人民代表大会、政协监督，公众积极参与的五里冲水库水源保护工作机制[2]。

### 五里冲水库水质对比

分析 2016~2017 年 9 月五里冲水库与周围河流水质对比统计表(表 1)，可看出：五里冲水库相对于团山桥、燕子洞、蔓耗桥、金平桥等水质略差，相对于个旧湖中、异龙湖、长桥海水质略好。五里冲水库 2016 年和 2017 年水质均为 IV 类，但根据达标情况可看出 2017 年超标。意味着在一年时间内五里冲水库的水受到一定的污染，亦可能导致五里冲水库的供水量降低，水库的水量平衡失调以及水库的自然效应不能有效的发挥出来。针对此情况我们应实施积极有用的措施加以控制，以保护水库的水环境。

五里冲水库的主要超标因子为磷、氮、钾，周围河流的主要超标因子可从(表 2)得到，以便与五里冲水库进行对比。

**Table 1.** Comparison of water quality between Wulichong reservoirs and surrounding rivers, September 2016-2017

**表 1.** 2016~2017 年 9 月五里冲水库与周围河流水质对比统计

2016 年 9 月水质情况			2017 年 9 月水质情况	
断面名称	水质类别	同比变化	水质类别	达标情况
五里冲水库	IV 类	稳定	IV 类	超标
个旧湖中	劣 V 类	稳定	劣 V 类	超标
异龙湖	劣 V 类	稳定	劣 V 类	超标
长桥海	劣 V 类	稳定	劣 V 类	超标
团山桥	II 类	变差	V 类	超标
燕子洞	III 类	变差	IV 类	超标
蔓耗桥	II 类	稳定	II 类	达标
金平桥	II 类	稳定	II 类	达标
红河桥	II 类	变差	III 类	达标

**Table 2.** Statistical table of major over-standard factors in the Wulichong reservoir**表 2.** 五里冲水库主要超标因子统计表

断面名称	2017年9月水质情况			2016年9月水质类别	同比变化
	水质类别	达标情况	主要超标因子		
五里冲水库	IV类	超标	氮、磷、钾	IV类	稳定
个旧湖中	劣V类	超标	总氮、氟化物	劣V类	稳定
异龙湖	劣V类	超标	氮、磷、化学需氧量	劣V类	稳定
长桥海	劣V类	超标	总氮	劣V类	稳定
团山桥	V类	超标	高锰酸钾指数、生化需氧量	II类	变差
燕子洞	IV类	超标	高锰酸钾指数、总磷	III类	变差
蔓耗桥	II类	达标		II类	稳定
金平桥	II类	达标		II类	稳定
红河桥	III类	达标		II类	变差

### 3. 五里冲水库水体中主要污染物及其表征分析

采用水环境监测分析方法，其结果显示：五里冲水库南支流除 TP、TN、粪大肠菌群外，其余监测项目达 I 类；北支流除 DO、粪大肠菌群为 m 类外，TP 为 II 类，其余项目为 I 类。相对于总硬度、DO、COD、BOD、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、电导率、PH 等南支流的浓度偏高[3]。

#### 3.1. 溶解氧 DO

水中的溶解氧是水生生物得以生存的根本前提，DO 越多越适合微生物的生长，水体的净化能力就越强，若水中溶解氧不足鱼类就会窒息死亡，厌氧细菌大量繁衍，导致水体发臭。溶解氧含量能权衡水体受有机物污染的程度，是重要的水质指标之一。溶解氧值越小，水质越差。五里冲水库受到污染，溶解氧含量降低，其中生存的动植物因缺氧而死亡，氮磷钾含量不断增高，五里冲水库水质则不可避免的变差。

#### 3.2. 生化需氧量 BOD

通常用水中有机物经微生物分解时所需的氧量来分析水中有机污染物的数量。用单位体积的氧气消耗量表示。其中耗氧量值越大，说明水中需氧有机污染物越多。

#### 3.3. 植物营养物

植物营养物主要包含氮、磷、钾、硫及其化合物。当氮、磷、钾等植物营养元素过量排入湖泊、水库等流动缓慢的水域，藻类大量滋生，水体受到破坏，就会导致富营养化现象的发生。富营养化不仅会导致鱼类的死亡，而且还会随着人类摄食鱼类进入人体，从而影响人体健康。

#### 3.4. 重金属

水环境中的重金属主要包含汞、镉、铬以及砷。重金属不能被水中的微生物所降解，只可以发生形态之间的相互转化、富集和毒害[4]。含有重金属的污水被鱼类所吸收，使得鱼的体内聚积了相当数量的重金属，并随着食物链不停的传递，浓度不断的加大。

### 3.5. 农药

随着农药的广泛使用，它通过大气圈、岩石圈等途径进入水库。尤其是有机磷农药和有机氯农药是造成人类中毒的重要污染物[5]。利用含有大量农药的污水灌溉和饲养动物，会造成农业的减产，家畜的死亡[6]。

## 4. 五里冲水库污染物来源调查分析

### 4.1. 农业面源污染

#### 4.1.1. 水库灌溉面积

五里冲水库可供灌溉的面积(表 3)达 10 万亩余，灌溉工程分东、西干渠。东干渠全长 22.516 km，设计流量 3.2 m<sup>3</sup>/s，加大流量为 4 m<sup>3</sup>/s；西干渠 29.715 km，设计流量 4.2 m<sup>3</sup>/s，加大流量为 5 m<sup>3</sup>/s。

Table 3. Statistics on reservoir irrigation flow

表 3. 水库灌渠流量统计表

灌渠分支	长度/(km)	设计流量(m <sup>3</sup> /s)	加大流量(m <sup>3</sup> /s)
东干渠	22.516	3.2	4
西干渠	29.715	4.2	5

#### 4.1.2. 农田径流排水污染

五里冲水库沿岸人口稠密，农业分布密集，许多村寨农田污水未经处理直接流入五里冲水库(见图 2)，导致五里冲水库受到污染。

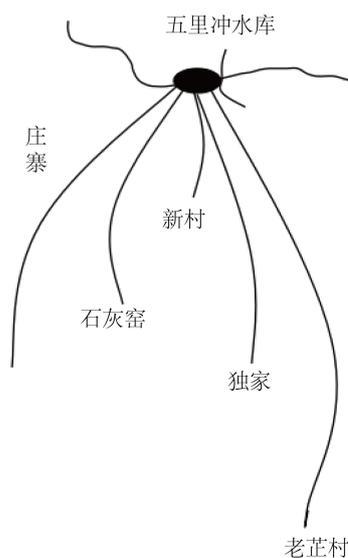


Figure 2. Drainage flow of farmland in villages near the Wulichong Reservoir

图 2. 五里冲水库附近村寨农田排水流向图

农业面源污染主要是指污染物无固定出口，以较大规模的形式通过降水、地面流水等途径进入水库，主要指农田径流的排水。其污水具有数目大、面积广、分散和难以收集及治理的特点。面源污染的变动

特点主要与粮食作物的遍布和经营水平相关。五里冲水库附近生活大量的村民，为满足其生存，村民们在其附近种植并施用一定数量的化肥，雨季或排水时间，贮存在土壤的农药收到冲刷，随着流水进入五里冲水库，导致总氮及总磷的含量升高，强化水库的富营养化进度。

#### 4.1.3. 农业化肥、农药污染

随着农药、化肥及地膜的大批的使用[7]，对水圈、生物圈和土壤圈都带来相应的危害。农村施用的化肥由于天然固氮效果和 N、P 肥的利用，使土壤中积累了相当数量的营养物，它们随农田排水流进水库，化肥的流失使水体中磷、氮的浓度加大，富营养化现象加重，同时水污染，导致生活用水的紧缺，饮用水安全不能得以保障。农药对水库的污染主要是农药投入直接或间接水库或施用后残留在土体中的农药随水流到达地下水中，从而构成地下的水污染。地下水补给水库枯水期所需的水量，地下水的污染导致地表水域的污染，如此循环往复，有毒有害物在水中不断积累，水质不断的变差，甚至不能饮用、灌溉。

### 4.2. 工业废水污染

#### 4.2.1. 周边工业概况

蒙自工业园区远期日最大污水量为 6.26 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。五里冲水库供工业用水 25 万  $\text{m}^3$ 。五里冲水库附近的五里冲生态茶叶有限公司的扩大、祥泽塑料加工厂的建设,尤其是芷村老鹰山片区的发展。老鹰山工业片区面积约 10.43 平方公里，位于蒙自市城区东部芷村镇打马坎蒙自矿业开采区一带，规划范筹东为五里冲水库水源保护区的边界(分水岭)，西为云南东南本土树木繁育基地的边界，北为豹巢新寨以南，南至新村以北，距蒙自市城区 12 公里左右[8]。

#### 4.2.2. 工业废水排放污染

随着经济社会的发展，工业水资源的利用量一直增进，相应的污水的排放量也同时加大[9]，如果的污水处理能力跟不上排放量，可能五里冲水库及周边的水体受到不同程度的污染。工业废水排放属于点源污染，由固定的排水沟、渠、管道进入水中，其排放特征有时令性和偶然性。工业废水含有机物多，元素种类多而复杂，在水中不易净化，工业废水排放超过水体的净化能力，水体遭到污染，处置起来也较困难。同时，五里冲水库附近有色金属的冶炼，不可避免的使工业废水排入附近河流污染地表水和地下水，使地下水水质变差，汇入五里冲水库里，从而五里冲水库中有机物需氧量高，对微生物有一定的毒害作用，PH 变化幅度大，工业废水的温度普遍较高，排水水体还可引起热污染。

#### 4.2.3. 工业废气干沉降湿沉降污染

五里冲水库沿岸工业的发展，必然需要环境付出代价，在工厂运营的过程中，会产生工业三废即废气、废水、废渣。工业废气伴随风的流动而飘动，多种多样的有毒有害物，硫化物、氟化物等随着风速的降低而上，若上空有逆温层存在时，废气不易排出去，自然沉降于陆面或海湖面，导致近地面废气浓度加大，在一定高度沉降造成更大的水污染。废气中所含的硫化物遇到降水时则形成酸雨，酸雨降落致水中，水体 PH 发生改变，用含酸性的水灌溉有可能会使作物的根系受到损坏，从而抑制农作物的生长，倘若污水渗入作物的体内和果实内，农作物的品质会发生显著的改变。

#### 4.2.4. 工业废渣淋溶污染

五里冲附近工业矿山的开发，废渣的露天堆放，随着降水和地表水的淋溶进入地下水，地下水进一步污染水库。鉴于工业矿渣中含有大量的重金属，重金属和其他有毒有害物质一样随食物链传递，引起鱼类体内富含难降解的重金属，重金属余留在鱼类体内，人类食用后有致畸、致癌、致突变的危险。

### 4.3. 日常生活行为污染

#### 4.3.1. 饮用水源概况

五里冲水库对居民生活的供水量达 1210 万  $\text{m}^3$ ，是当地居民的主要饮用水源，五里冲河发源于期路白水头冲村见(表 4)，其流经多个村寨，解决了大量人口的饮水问题。

**Table 4.** Statistical table on the situation of water conservation areas from rural drinking water safety projects

**表 4.** 蒙自农村饮水安全工程水源保护区情况统计表

河流名称	支流级别	发源地	流向	河长(公里)	径流面积(平方公里)
金厂河	红河二级支流	期路白乡山后村	东南	12	24
绿水河	红河一级支流	冷泉镇	东南	30	338.7
新现河	红河一级支流	期路白乡箕咪底村	南北	4.5	21.9
莫别河	红河二级支流	期路白大树丫口	南北	11	20.3
五里冲河	红河二级支流	期路白水头冲村	东南	12	25.4

#### 4.3.2. 生活污水污染

生活污水是导致五里冲水库受到污染的又一重要原因，生活在水库周边的居民的不良的生活习惯导致五里冲水污染加剧。人们的日常活动中所产生的污水和污物，大多数为无毒的无机盐类，需氧有机污染物以及各类微量金属，病原微生物和洗涤剂。生活污水的水质变动遵循较规则的日变化，含 N、P 等营养物质较多，日常生活中的污水直接进入水库，牲畜粪便经面源污染进入湖泊，生活垃圾的乱扔随着地表水流入水库，水中溶解氧快速下降，鱼类逐渐死亡。生活污水含有一定的硝酸盐，硝酸盐过量时有毒性，当亚硝酸盐进入人体，危害人体健康，造成经济损失。

## 5. 五里冲水库治理措施

农业污水和生活废水是导致五里冲水库受到污染的主要方面。水体受到污染后，可通过食物或饮水传播疾病；水中的砷、贡等重金属一旦被人类吸收则不易排出体外有致癌的危险；水污染严重可致整个生态系统的毁灭，以及构成严重的经济损失。针对五里冲水库的污染治理可从以下几个方面进行。

### 5.1. 从政策策略和管理上加以治理

#### 5.1.1. 用较系统的观点来进行水污染的控制

水环境的保护要恪守合理开发、减省使用和防治污染的准则，积极协调地表水和地下水直接的补给，农业污水和生活废水的处置协同并行[10]。从五里冲水库的源头来综合考虑制定相应的决策，建立污水处理站，废水重复利用，以保证水量的供给，统筹河库的上下游和左右岸的利益和影响。开展相应的民意调查和宣传，调动各个方面的意见共同维护河流的洁净，保护水源，用全局的、系统的方法来协调和控制，才能真正解决实际问题。

#### 5.1.2. 因地制宜发展污水处理技术

地区不同河流受污染的程度不同，从不同的角度采用不同的污水处理技术，以污水回用为目标，以污水资源化为重点，有利于更高效的将污水和废水利用起来。开发契合五里冲水库状况的污染防治技术，其费用将更节省，处理流程更简略和快速。利用五里冲水库小河较多的特点，科学构造，合理筹划，适当发展一些氧化塘，氧化沟，氧化湖和脱氧除磷技术；大力开展工业污水处理技术，同时开发以二级生物处置技术为主的处置设备[11]。关于工矿企业，污水排放应符合“谁污染、谁治理、谁付费”的准则，限制工业废水中的重金属的含量、降低难降解的有机污染物和高难度有机废水的浓度，对于这些废水应

进行必要的处理并回收其中的有用物质, 如利用有效的废水、废渣, 发展家禽、家畜养殖和渔业养殖。

## 5.2. 从生态平衡方面加以治理

### 5.2.1. 水质控制措施

水质控制包含对生活污水, 工业废水, 农业废液的控制, 对城市垃圾处理、工业废水和城市生活污水排放进行严格管理, 严禁直接排入河流湖泊水体; 严禁游客向水中抛撒污染物质; 公共垃圾集中收集运送到垃圾处理厂处置, 严禁直接排放到生态系统; 通过植物配置减少化肥农药对水质的破坏。针对五里冲水库要严格控制农业和生活污水的进入, 同时要加强植被种植的力度。

### 5.2.2. 生物措施

建立五里冲水库水生生态系统。根据五里冲水库本身的自然特性, 按水体生态系统的守恒原理, 构造良性水域生态环境。水中得当放养水生生物, 可有效剔除其中多余的营养物, 如贻贝类等可以摄取水中的藻类以及有机碎屑物, 并改善水库的清澈度; 螺类摄食藻类, 同时渗出大量的促絮凝, 在一定程度上促使水变得更加剔透[12]。

### 5.2.3. 加强生态环境修复与改善

根据生态学原理, 五里冲水库要保证一定的水量以及良好的水质, 还应采取水利控制工程优化调度非工程措施使水具有一定的流动性以及一些曝气技术防止水体富营养化, 以建立健康的生态环境。增加湿地生物的多样性, 建设具有良好饱览价值的湿地生态系统, 达到调节气候、湿润空气、均化洪水, 为广大居民提供优雅的水环境和居住环境[13]。

## 6. 结语

水量水质是维持水库健康的基本条件, 应通过水资源的合理配置和水利工程优化调度来维持枯水季节五里冲水库的最小生态需水量。同时, 增强污染源头整治, 严格限制污水排放量, 工业废水和生活污水处理后达标排放, 使水库水污染指标达到功能区水质标准。抑制工业点源和农业面源污染, 增大力度保护五里冲水库及周边地下水, 特别注重保护五里冲水库可饮用的水源, 对工业废料, 生活垃圾进行恰当处置, 农业提倡施用有机肥和生物灭虫, 严格控制农药和化肥的使用。

## 参考文献

- [1] 郭宝强. 乡镇垃圾处理系统的创建[J]. 民营科技, 2011(10): 153.
- [2] 张添根, 陈榕军, 李榕光. 加强水源保护 促进饮水安全[J]. 亚热带水土保持, 2011(3): 62-65.
- [3] 张俊华, 高承恩, 陈南祥. 水库建设对生态环境影响的评价[J]. 安徽农业科学, 2011(5): 97-99.
- [4] 王伟萍, 罗楠. 重金属对甲壳动物毒性的浅析[J]. 江西水产科技, 2013(3): 54-48.
- [5] 冯靖, 梁自立, 姚富鹏. 水体污染对人体健康的影响及防治[J]. 山东化工, 2011, 40(7): 70-73.
- [6] 李洁. 重金属对土壤的污染与防治[J]. 农民致富之友, 2014(3): 49.
- [7] 程亮, 张保林, 王杰, 史亚龙, 陈可可. 腐植酸肥料的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2011(5): 5-10.
- [8] 吴晓军. 加快工业转型升级, 促进经济健康发展[J]. 中国经贸导刊, 2014(27): 52-65.
- [9] 傅钢, 何群彪. 我国城市污水回用的技术与经济和环境可行性分析[J]. 四川环境, 2004, 23(1): 21-27.
- [10] 杨欣. 膜分离法水污染防治技术及发展趋势[J]. 江西化工, 2013(4): 53-55.
- [11] 夏季祥. 炼化企业反渗透浓水处理技术现状及发展趋势分析[J]. 安全、健康和环境, 2013, 13(7): 29-51.
- [12] 陈艳俊. 城市污水处理工艺流程[J]. 地下水, 2014, 36(2): 64-83.
- [13] 王辉. 浅谈采煤沉陷区湿地生态修复[J]. 治淮, 2012(11): 46-47.