

新疆开都河柳树沟水电站 环境影响后评价报告

建设单位：国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司

评价单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

二〇一九年十二月

批 准：王兴太

核 定：寇晓梅

审 查：万 帆 张保定

校 核：吕 玥 杨 涛

编 写：王 倩 杨 涛 吕 玥 陈 浩 兰 胜

前言

柳树沟水电站是开都河中游河段水电规划（“两库七级”）开发方案中的第六个梯级电站，位于新疆巴音郭楞蒙古自治州（简称巴州）境内。距下游已建成发电的大山口水电站河道距离约 10km，距上游察汗乌苏厂房 10km。枢纽建筑物主要由混凝土面板堆石坝、溢洪洞和泄洪洞、引水发电洞及厂房等组成。设计正常蓄水位 1494.50m（与察汗乌苏水电站尾水衔接），总库容约 7710 万 m³，装机容量 180MW，工程规模属三等中型。

柳树沟水电站工程的开发任务是以发电为主，与察汗乌苏水电站一起同步运行，与察汗乌苏水电站一起作为电网系统的骨干电源，承担调峰、调频及事故备用任务。工程于 2009 年 9 月开工建设，2011 年 5 月年截流，2013 年 7 月两台机组全部投产发电。

2007 年 1 月，新疆维吾尔自治区环保厅以新环自函[2007]36 号文对《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》进行了批复。2007 年 4 月，水电水利规划设计总院主持召开《新疆开都河柳树沟水电站工程可行性研究报告》审查会，同意柳树沟水电站水库正常蓄水位为 1494.5m，同意电站装机容量为 180MW 的两台机方案。2015 年 1 月，新疆维吾尔自治区环保厅以新环函[2015]168 号文出具新疆开都河柳树沟水电站工程竣工环境保护验收意见。

自 2013 年 2 台机组全部投产发电至今，柳树沟水电站工程已运行 6 年有余，其对周边自然环境的影响，包括水文情势、水环境和生态环境等的影响在电站运营后已初步显现，此时开展柳树沟水电站的环境影响后评价工作，不仅可以对现今水利水电工程的影响预测方法进行验证，评价工程区域的环境质量现状，分析工程建设对环境所产生的实际影响和变化趋势，进一步协调梯级开发与生态环境的保护关系，完善环境保护对策措施，为加强新疆开都河流域水利水电工程环境管理提供科学依据，也可以为今后的水电项目环境影响评价和环境保护设计工作提供借鉴。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》（环境保护部令第 37 号）的相关要求；电站建成竣工验收运行 3~5 年，应开展环境影响后评价工作。2018 年 12 月，国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司（以下简称“西北院”）开展新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响后评价工作。接受委托后，西北院立即

开展了工程资料收集和初步现场调查等工作，对环境影响报告书及批复中所提出环境保护措施的落实情况、受工程建设影响的环境敏感点的环境现状、工程建设的生态影响及其恢复状况、水土保持情况、工程的污染源分布及其防治措施等方面进行了调查，详细收集并研读了工程设计资料及工程竣工验收的有关资料，同时走访了工程涉及的地方环保部门、林业部门等，并对项目区域内的群众进行公众意见调查。根据项目建设情况和环境影响特征和程度，同步委托新疆中测测试有限责任公司、新疆中水原创生物科技有限公司和华中师范大学等单位开展了环境质量现状监测、水生生态环境影响后评价、陆生生态影响后评价等专题研究工作。在上述资料收集、历史资料和现状监测调查数据统计、分析、对比的基础上，根据《环境影响评价技术导则 水利水电工程》和《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》等有关规范的要求，于 2019 年 7 月编制完成了《新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响后评价报告书》。

在新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响后评价报告编制过程中，得到了国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司、新疆维吾尔自治区生态环境厅、巴音郭楞蒙古自治州生态环境局、巴音郭楞蒙古自治州林业草原局、新疆中测测试有限责任公司、新疆中水原创生物科技有限公司和华中师范大学等单位的大力支持和帮助，在此一并致谢。

目 录

1 总则	1
1.1 任务由来.....	1
1.2 评价目的.....	1
1.3 评价原则.....	2
1.4 评价依据.....	2
1.5 评价标准.....	5
1.6 评价范围.....	8
1.7 评价内容.....	10
1.8 评价指标.....	10
1.9 评价时段.....	11
1.10 环境保护目标.....	11
1.11 评价技术路线.....	12
2 工程建设回顾调查	14
2.1 开都河中游水电规划及环评概况.....	14
2.2 工程建设与运行.....	17
2.3 环境保护工作开展情况.....	28
2.4 公众意见收集及调查情况.....	39
2.5 工程环保投资.....	40
3 环境概况	42
3.1 地形地貌.....	42
3.2 气候气象.....	42
3.3 地质概况.....	43
3.4 土壤及水土流失.....	44
4 水环境后评价	46
4.1 水环境现状调查情况.....	46
4.2 水文情势影响分析回顾.....	49
4.3 水温影响分析回顾.....	64
5 水生生态环境后评价	68
5.1 现状调查情况.....	68
5.2 环境影响分析回顾.....	85
5.3 环境影响评价预测验证.....	106
5.4 已采取水生环境保护措施有效性评价.....	108

6 陆生生态环境后评价	112
6.1 陆生生态现状情况.....	112
6.2 环境影响分析回顾.....	135
6.3 陆生生态环境变化及趋势分析	140
6.4 陆生生态环境预测验证.....	155
6.5 已采取陆生环境保护措施有效性评价.....	159
7 环境质量影响后评价	165
7.1 地表水环境后评价.....	165
7.2 大气环境后评价.....	174
7.3 声环境后评价.....	180
7.4 固体废物环境后评价.....	183
8 环境风险后评价	186
8.1 环境风险分析回顾.....	186
8.2 环境风险防范措施有效性评价.....	187
8.3 突发环境事故应急预案调查.....	188
9 环境保护措施改进措施	190
9.1 陆生环境保护措施改进建议.....	190
9.2 水生环境保护措施改进建议.....	191
9.3 水环境保护措施改进建议.....	193
10 环境跟踪调查及监测计划	196
10.1 水质监测.....	196
10.2 大气环境质量监测.....	196
10.3 生态流量监测.....	197
10.4 水生生态环境监测.....	197
10.5 陆生生态环境监测.....	198
10.6 水土保持监测.....	198
11 后评价结论及建议	200

附图

- 附图 1 新疆开都河柳树沟水电站地理位置图
- 附图 2 开都河中游河段梯级开发平面示意图
- 附图 3 新疆开都河水系图
- 附图 4 柳树沟水电站后评价水环境评价范围图
- 附图 5 柳树沟水电站后评价水生生态评价范围图
- 附图 6 柳树沟水电站后评价陆生生态评价范围图
- 附图 7 柳树沟水电站枢纽总平面布置图
- 附图 8 柳树沟水电站施工总布置图
- 附图 9 柳树沟水电站陆生调查线路及点位分布图
- 附图 10 后评价阶段开都河中游水生生物采样点位图
- 附图 11 后评价阶段开都河中游鱼类调查点位图
- 附图 12 后评价阶段开都河中游鱼类产卵场分布图
- 附图 13 后评价阶段开都河中游鱼类越冬场场分布图
- 附图 14 柳树沟水电站评价区保护动植物分布图
- 附图 15 柳树沟水电站评价区土地利用变化图（1）
- 附图 16 柳树沟水电站评价区植被类型变化图（1-3）
- 附图 17 柳树沟水电站评价区水土流失变化趋势图（1-3）

附件

附件 1 开都河查柳两站环境影响后评价技术服务合同

附件 2 关于开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书的批复（新环自函[2007]36 号）

附件 3 开都河柳树沟水电站工程可行性研究报告审查意见（水电规水工[2007]0048 号）

附件 4 关于新疆开都河柳树沟水电站工程试运行的批复（新环函[2014]1031 号）

附件 5 关于新疆开都河柳树沟水电站工程竣工环境保护验收意见的函（新环函[2015]168 号）

附件 6 关于《国电新疆开都河柳树沟水电站生活营地锅炉环境影响报告表》的批复（巴环评价函[2014]527 号）

附件 7 关于国电新疆开都河柳树沟水电站生活营地锅炉项目竣工环境保护验收的批复（巴环评价验[2016]72 号）

附件 8 国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司察汗乌苏（柳树沟）营地垃圾清运服务合同（CHWS-QT-02-2017）

附件 9 国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司危险废物委托处置合同（废油）（KDH-QT-02-2018）

附件 10 国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司危险废物委托处置合同（蓄电池）（KDH-QT-02-2019）

1 总 则

1.1 任务由来

开都河为内陆河流，发源于天山南麓中部海拔 4000m 的依连哈比尔尕山，流经巴音郭楞蒙古自治州的和静、焉耆，在博湖县注入博斯腾湖，河流全长 525km，流域面积 22200km²。

柳树沟水电站是开都河中游河段水电规划（“两库七级”）开发方案中的第六个梯级电站，位于新疆巴音郭楞蒙古自治州（简称巴州）境内。距下游已建成发电的大山口水电站河道距离约 10km，距上游察汗乌苏厂房 10km。枢纽建筑物主要由混凝土面板堆石坝、溢洪洞和泄洪洞、引水发电洞及厂房等组成。设计正常蓄水位 1494.50m（与察汗乌苏水电站尾水衔接），总库容约 7710 万 m³，装机容量 180MW，工程规模属三等中型。

2007 年 1 月，新疆维吾尔自治区环保厅以新环自函[2007]36 号文对《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》进行了批复。

2008 年 2 月，新疆发展与改革委员会以新发改能源[2008]118 号同意开都河柳树沟水电站建设项目核准的批复。

2009 年 9 月，开都河柳树沟水电站开工建设，2013 年 7 月，两台机组全部投产发电。

2014 年 8 月，新疆维吾尔自治区环保厅以新环函[2014]1031 号文同意本项目进行试生产申请。

2015 年 1 月，新疆维吾尔自治区环保厅以新环函[2015]168 号文出具新疆开都河柳树沟水电站工程竣工环境保护验收意见。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》，国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司于 2018 年 10 月正式委托西北勘测设计研究院有限公司开展开都河柳树沟水电站环境影响后评价报告编制工作。

1.2 评价目的

通过调查开都河水电站建设和运行情况，对电站建设运行过程中主要的环境问题进行分析，重点针对水环境（水温、水质、水文情势）、生态环境（陆生和水生）等环境要素或因子的关联效应、梯级累积效应及变化趋势开展综合研究，针对性总结经验教训，提出本电站应采取的有效的防治对策措施，进而对开都河流域进一步的保护开发提出相应的生态环境文明建设要求和建议。

1.3 评价原则

（1）科学、客观、公正原则

对水电开发已经产生的环境影响问题，需要遵循科学、客观、公正原则，对工程实施后各种环境要素及其所构成的生态系统所造成的不良影响进行全面的评价，科学总结，得出客观公正的结论，提高解决此类问题的认识。

（2）重点突出原则

柳树沟水电站 2014 年已运行，本次后评价工作针对电站运行对陆生生态和水生生态的长期影响进行重点评价，对工程施工期短暂、局部的环境影响后评价适当简化。

（3）关注长期性、累积性和区域性影响原则

对整体性较强、影响范围较广、时段较长并有累积性影响特征的环境要素，如：水环境影响特别是对河流水环境的影响、水生生物影响特别是对鱼类的影响、区域生态系统完整性影响、区域社会经济的发展影响等进行整体性和宏观性分析、对比和评价。

（4）可操作性原则

尽可能选择简单、实用和已经积累的历史资料进行创新型分析评价，评价的结论、措施应具有可操作性，结合环境功能要求及环境产生的实际影响，提出环保措施及现有环保措施整改，便于政府主管部门决策和指导电站整改提升。

1.4 评价依据

1.4.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015-01-01 实施）；

- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018-12-19 实施）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016-07-02 修订）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018-01-01 实施）；
- (5) 《中华人民共和国防洪法》（2016-07-02 修订）；
- (6) 《中华人民共和国水土保持法》（2010-12-25 修订）；
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》（2019-8-26 修订）；
- (8) 《中华人民共和国草原法》（2013-6-29 修订）；
- (9) 《中华人民共和国森林法》（2009-08-28 修订）；
- (10) 《中华人民共和国畜牧法》（2015-4-24 修订）；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018-10-26 实施修订）；
- (12) 《中华人民共和国渔业法》（2013-12-28 修订）；
- (13) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016-01-01 实施）；
- (14) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018-12-19 修正）；
- (15) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016-11-07 修正）；
- (16) 《中华人民共和国文物保护法》（2017-11-04 修订）；
- (17) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017-10-07 修订）；
- (18) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016-02-06 修订）；
- (19) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013-12-07 修订）；
- (20) 《中华人民共和国野生植物保护实施条例》（1996-09-30 颁布）；
- (21) 《建设项目环境保护管理条例》（2017-10-01 实施）；
- (22) 《开都河流域生态环境保护条例》（2019 年 3 月 28 日批准）；
- (23) 《新疆维吾尔自治区环境保护条例》（2017 年 1 月）
- (24) 《新疆维吾尔自治区水环境功能区划》（2003 年 10 月）；
- (25) 《新疆生态功能区划》（新政函[2005]96 号）；
- (26) 《新疆维吾尔自治区主体功能区划》（2012 年 12 月）；
- (27) 《新疆维吾尔自治区野生植物保护条例》（2006 年 12 月）；
- (28) 《新疆维吾尔自治区大气污染防治条例》（2019 年 1 月）。

1.4.2 相关政策及规范性文件

- (1) 《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》（环境保护部令 2015 年第 37 号）；
- (2) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评[2016]150 号）；
- (3) 《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（环发[2015]57 号）；
- (4) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发[2013]86 号）；
- (5) 《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发[2014]65 号）；
- (6) 《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》（厅字[2017]25 号）；
- (7) 《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办[2012]4 号）；
- (8) 《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》的通知（发改环资〔2016〕1162 号）；
- (9) 《关于印发《自治区打赢蓝天保卫战三年行动计划（2018-2020 年）》的通知》（新政发〔2018〕66 号）；
- (10) 《关于印发新疆维吾尔自治区水污染防治工作方案的通知》（新政发[2016]21 号）；
- (11) 《关于印发新疆维吾尔自治区土壤污染防治工作方案的通知》（新政发〔2017〕25 号）。

1.4.3 技术规范

- (1) 《河流水电开发环境影响后评价规范》(NB/T35059-2015)；
- (2) 《水利建设项目环境影响后评价导则》（SL/Z705-2015）；
- (3) 《环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；
- (4) 《环境影响后评价技术导则（新疆）》（DB65/T3016-2009）；
- (5) 《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011）；
- (6) 《环境影响评价技术导则水利水电工程》（HJ/T88-2003）；
- (7) 《环境影响评价技术导则地面水环境》（HJ/T2.3-2018）；

- (8) 《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)；
- (9) 《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)；
- (10) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范水利水电》(HJ464-2009)；
- (11) 《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)；
- (12) 《水电工程水温计算规范》(NB/T35094-2017)；
- (13) 《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T35037-2014)；
- (14) 《水库渔业资源调查规范》(SL167-2014)。

1.4.4 技术资料

- (1) 《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》(2007年1月)；
- (2) 《开都河柳树沟水电站竣工环境保护验收调查报告》(2015年1月)；
- (3) 《开都河柳树沟电站可行性研究报告》(2007年10月)；
- (4) 《开都河中游水电规划环境影响报告书》(2012年8月)。

1.5 评价标准

环境影响后评价标准以各因素环境功能区划及导则为准，参照柳树沟水电站环境影响报告书和竣工环境保护验收调查报告的环境质量标准和污染物排放标准，有更新的标准执行更新后标准。

1.5.1 环境质量标准

(1) 地表水执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准，主要指标见表 1.5.1。

表 1.5.1 地表水环境质量执行标准

序号	监测指标	标准值 (mg/L)	序号	监测指标	标准值 (mg/L)
1	pH (无量纲)	6~9	9	挥发酚	≤发酚纲) 质
2	溶解氧	≥解	10	氰化物	≤化物纲)
3	高锰酸盐指数	≤锰	11	砷	≤1 酸盐指
4	化学需氧量	≤学需	12	六价铬	≤价格氧量
5	生化需氧量	≤化	13	石油类	≤油类氧量
6	氨氮	≤氮类氧	14	氟化物	≤化物氧
7	总氮	≤氮物氧	15	阴离子表面活性剂	≤离子表

序号	监测指标	标准值 (mg/L)	序号	监测指标	标准值 (mg/L)
8	总磷	≤磷子表 (湖、库0.025)	16	粪大肠菌群	≤大肠菌群 (个/L)

(2) 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准, 见表 1.5.2。

表 1.5.2 环境空气质量执行标准

序号	监测指标	日均标准值 (mg/m ³)
1	SO ₂	<0.15
2	NO ₂	<0.08
3	PM ₁₀	<0.15
4	TSP	<0.30

(3) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准, 其标准限值见表 1.5.3。

表 1.5.3 声环境质量执行标准

类别	昼间	夜间
2 类	60dB	50dB

1.5.2 污染物排放标准

(1) 废水: 由于工程所在河段水体水质目标为 II 类, 因此施工期及运行期生产生活废污水禁止排放入河道水体。

(2) 废气: 施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB1629-1996) 新建无组织排放浓度限值, 见表 1.5.5。

表 1.5.5 大气污染物排放标准

序号	项目	标准值 (mg/m ³)
1	SO ₂	<0.4
2	NO ₂	<0.12
3	TSP	<1.0

(3) 噪声: 施工噪声控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); 运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准, 具体限值见表 1.5.6。

表 1.5.6 噪声控制标准

标准	昼间	夜间
建筑施工场界环境噪声排放标准	70dB	55dB

工业企业厂界环境噪声排放标准	60dB	50dB
----------------	------	------

(4) 固体废物

一般工业固体废弃物执行《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及修改单(2013年6月8日)的规定;危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)的规定。

1.5.3 各阶段标准变化对比

本次后评价执行的污染物排放标准与原环评、验收阶段对比情况见表 1.5.7 和表 1.5.8。

表1.5.7 环境质量标准对比一览表

	环境空气	地表水	声环境
原环评	《环境空气质量标准》(GB3095-1996)中的二级标准	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类标准	《城市区域环境噪声标准》(GB3096-93)的1类标准
验收阶段	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准	《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准
后评价	执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准	《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准

表 1.5.8 污染物标准对比一览表

	废水	噪声	固体废物
原环评	施工运行期 生产、生活废污水禁止排放入河道水体	《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)	/
验收阶段	施工运行期 生产、生活废污水禁止排放入河道水体	《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-2011)	/

后 评 价	施工运行期 生产、生 活废污水禁止排放入 河道水体	《建筑施工场界噪声限 值》（GB12523-2011） 《工业企业厂界环境噪 声排放标准》2类标准	执行《一般工业固体废物贮存、 处置场污染控制标准 （GB18599-2001）及其2013年 标准修改单； 《危险废物贮存污染控制标准》 GB18597-2011）及其2013年标 准修改单相关要求
-------------	---------------------------------	--	---

1.6 评价范围

后评价的范围按照验收调查范围和环评阶段评价范围进行确定，确定后的调查范围为：

新疆开都河柳树沟水电站环境影响后评价报告

序号	项目	环评范围	验收范围	后评价范围
1	生态环境 水土保持	水生生态：从开都河柳树沟水库淹没区至入第一分水枢纽之间的开都河河谷水生生态系统，该区段的开都河河长 47 km。	未明确	水生生态：从开都河柳树沟水电站上游察汗乌苏水电站库尾至坝址下游大山口水电站库尾。
		陆生生态：开都河柳树沟水库淹没区至入第一分水枢纽之间的开都河河谷林草生态系统，该区段的开都河河长 47 km。 以生态系统单元完整性为主，兼顾行政区划界线，包括施工规划区，总面积约 133815.12hm ² 。	未明确	陆生生态：同环评阶段陆生生态评价范围保持一致，现场调查重点区域为树沟水库淹没区、占地区域等。
4	地表水	开都河中游河段柳树沟水库淹没区到第一分水枢纽之间河段，河长约 47km。	未明确	重点评价范围从开都河柳树沟水电站上游察汗乌苏水电站库尾至坝址下游大山口水电站库尾。
6	环境空气	施工规划临时生产生活区	未明确	全部生产生活区
7	声环境	施工规划临时生产生活区	未明确	全部生产生活区

1.7 评价内容

本次环境影响后评价主要内容包括：

（1）水文情势影响后评价

根据大山水文站水文观测资料、柳树沟水电工程运行调度资料，以及下游大山水电站库尾水位运行资料评价工程库区、坝址处、坝址下游的流量、径流量等水文情势的时空变化和减脱水情况。

（2）水质影响后评价

根据环评阶段水质监测资料和现阶段监测资料以及污染源调查资料，对照评价河段水环境功能区类别要求，评价河段水质变化与达标情况、富营养化状况，并分析水环境质量发生变化的原因。

（3）水生生态环境影响后评价

根据环评阶段水生调查的成果和现阶段水生调查的成果，分析工程建设前后浮游植物、浮游动物、底栖生物、高等水生植物、鱼类及其它水生动物种类、数量和分布的时空变化，评价工程运行后对水生生物栖息地及种群空间分布的实际影响，重点关注对珍稀、濒危、特有鱼类、“三场”的影响。

（4）陆生生态环境影响后评价

根据环评阶段陆生调查和现阶段陆生调查成果，对工程区不同时期的遥感影像进行解译分析，评价土地利用和植被类型变化情况，评价工程建设后对植被类型、面积及演替趋势，植物种类、数量、分布的影响，对野生动物种类、数量、分布的影响。

（5）环境保护措施有效性评估

调查柳树沟水电站现有环境保护措施基本情况，对各项环境保护措施实施的效果进行评估。

（6）柳树沟水电站环境影响预测评价成果验证

根据柳树沟水电站后评价的工作成果，对该工程环评阶段环境影响预测评价成果进行验证。

1.8 评价指标

根据河流水电开发环境影响后评价特点，从水环境、水生生态、陆生生态三个方面拟定本次后评价指标，见表 1.8.1。

表 1.8.1 环境影响后评价指标体系

系统	环境要素	评价指标
水环境	水文情势	出入库流量时空分布及其变化情况 (m ³ /s, %) 水库上下游水位及变化 (m)
	泥沙情势	排沙量、泥沙淤积情况
	水温	水库库区水温结构、下泄水温变化 (°C)
	水质	污染源情况、库区水质达标情况、水体富营养化变化情况
水生生态	饵料生物	工程建设前后浮游动植物、底栖生物种类和数量变化情况
	鱼类资源	工程建设前后种类组成、数量、区系、种群结构时空变化情况
	重要生境	工程建设前后鱼类重要生境变化情况
陆生生态	陆生植被	植被类型、生物量、覆盖率
	陆生植物	珍稀、重点保护物种种类及数量
	陆生动物	珍稀、重点保护物种种类、分布状况
	区域生态系统	生态系统结构与功能的完整性

1.9 评价时段

开都河柳树沟水电站 2009 年 9 月开建,2013 年 7 月完工;到目前已经运行 6 年,评价时段按照建前和建后两个时段进行评价。

建前:柳树沟水电站建设前,2006 年;

建后:柳树沟水电站预测水平年 2014 年;

柳树沟水电站运行后,2019 年。

1.10 环境保护目标

(1) 生态环境

①保护区域生态完整性和稳定性,避免产生景观不协调;

②保护开都河柳树沟水电站工程影响区水生生态及鱼类,确保开都河 2 种自治区级鱼类种质资源不被破坏,采取措施减免工程对河谷水生生态及鱼类可能造成的影响;

(2) 水环境

①保护开都河水质,使之不因本工程建设产生劣变,使其满足其水功能要求;

②确保柳树沟水库蓄水运行后水温变化不会对水生生态与下游农业生产产生不

利影响。

(3) 其他

- ①保证下游农业灌溉的正常需水，避免用水发生纠纷；
- ② 保证下游已建大山口水电站的正常运行水文条件。

1.11 评价技术路线

本次后评价工作划分为大纲编制阶段、调查研究阶段、报告编制阶段。各工作阶段主要任务如下：

(1) 大纲编制阶段

对工程区环境概况、工程基本情况进行初步了解，编制环境影响后评价工作大纲，明确评价思路、评价范围、评价重点、评价内容、评价方法，初步确定评价指标，确定专题评价工作内容。

(2) 调查研究阶段

1) 环境影响后评价收集以下方面的资料：

①工程建设与运行资料

包括流域规划、水电规划报告，规划、设计、建设、验收各阶段工程建设情况，水库调度运行资料等。

②环境影响评价成果

工程可行性研究阶段环境影响评价成果资料是开展环境影响后评价的基础，环评报告中对工程建设前的环境背景的描述和评价是后评价分析工程运行后产生环境影响和环境变化趋势的前提。各环境要素的预测成果也是后评价复核的主要内容。

③环境监测资料

环境监测数据是环境质量状况最直接的反映，也是分析评价环境变化趋势的重要手段，监测数据的完整和准确与否，也是后评价成果是否合理正确的关键。后评价时主要通过收集监测资料和现场实测，包括水质、水温、陆生生物、水生生物等。

④环境保护措施实施的有关资料

收集工程施工期间施工活动对环境产生不利影响如废水排放、破坏植被等采取的保护措施及实施的效果，收集施工期环境监测成果，反映真实的环境影响和治理效果。

2) 开展水环境、水生生态环境、陆生生态环境、社会经济环境等专项现场调查及后评价工作。

(3) 报告编制阶段

根据现场调查, 结合各专题调查、评价工作成果, 进行环境影响综合评价, 得出后评价结论, 编制《开都河柳树沟水电站环境影响后评价报告》, 通过技术审查后提交环境保护行政主管部门备案。

2 工程建设回顾调查

2.1 开都河中游水电规划及环评概况

2.1.1 流域概况

开都河发源于天山山脉依连哈比尔尕山南麓萨尔明山，经小、大尤尔都斯盆地，穿越中游峡谷段后，流向东南，最终注入博斯腾湖，河流全长 525km，博斯腾湖以上流域面积 2.26 万 km²，多年平均年径流量 34.88 亿 m³，多年平均流量为 110.5m³/s，水能资源理论蕴藏量 1423MW。本次规划河段的中游河段为开都河水能资源集中区，水能理论蕴藏量约为 1010MW，占全河水能理论蕴藏量的 71%。

开都河上游河段自河源至骆驼脖子（呼斯台西里），长 242km，宽 6km~12km，水流平缓，河谷开阔，纵坡过缓，气候严寒，水电开发条件较差。开都河中游河段从骆驼脖子至大山口水电站，长 144km，天然落差 1038m，河道平均坡降 7.2%，水能资源理论蕴藏量约 1010MW，占全河水能理论蕴藏量的 71%，是开都河水能资源集中区，水流湍急，河道为“S”型，水电开发条件优越。出山口后为下游河段，进入焉耆盆地，河道开阔，纵坡较缓，水电开发条件较差。

2.1.2 开都河中游河段水电规划概况

开都河中游河段从骆驼脖子至大山口水电站，长 144km，天然落差 1038m，河道平均坡降 7.2%，水能资源理论蕴藏量约 1010MW，是开都河水能资源集中区，占全河的 71%。分河段水电开发在开都河水能资源开发利用中将占有重要地位。

1995 年新疆水利水电勘测设计研究院（简称“新疆院”）共同完成了《开都河中游河段水电规划报告》，推荐“共库 9 级”的开发方案，即：阿仁萨很托亥、马尔盖提、哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐、滚哈布奇勒、滚哈布奇勒二级、察汗乌苏、柳树沟和大山口，其中阿仁萨很托亥为龙头水库，察汗乌苏为中间调蓄水库，近期推荐工程为察汗乌苏水电站。目前，原规划的察汗乌苏水电站和大山口水电站、柳树沟水电站已经建成。

2006 年 10 月，国电集团新疆开都河流域水电开发有限公司委托新疆院开展开都河中游河段水电规划的修订编制工作，并于 2008 年 12 月完成了该工作。2009 年水利厅规划设计管理局组织专家对《新疆开都河中游河段水电规划报告》（修订稿初

稿)进行了审查,2010年6月,国电公司委托中国国际工程咨询公司对新疆院完成的《新疆开都河中游河段水电规划报告》(修订稿初稿)进行了咨询。根据咨询专家的意见,新疆院于2010年9月完成了《新疆开都河中游河段水电规划报告》(修编,2010)。

由于霍尔古吐坝址附近存在活动性断裂松树达坂断裂,阿仁萨很托亥发电引水隧洞所处的河道右岸也为松树达坂断裂影响区域,考虑到地质因素和交通问题,新疆院对《新疆开都河中游河段水电规划报告》(修编,2010)进行了优化调整,于2012年4月完成了《新疆开都河中游河段水电规划报告》(修编,2012)。

根据新时期流域国民经济发展要求和开发建设条件,通过多方案比较后,推荐“一库四级”开发方案,即:阿仁萨很托亥+哈尔嘎廷郭勒+霍尔古吐+滚哈布奇勒。通过梯级电站动能指标、经济及效益指标的比较并考虑工程布置情况后,选择哈尔嘎廷郭勒、霍尔古吐和滚哈布奇勒水电站为近期开发工程。推荐梯级坝址、厂址、洞线地质条件均较好,通过一定的工程措施均能够满足电站建设、运行安全需要。

目前,开都河中游河段上的工程开发建设情况是:已建成察汗乌苏水电站、柳树沟水电站、大山口水电站,电站装机容量分别为309MW、88MW、180MW。

2.1.3 开都河中游河段水电规划环境影响评价概述

1995年开展《开都河中游河段水电规划报告》编制期间,未开展河段规划环境影响评价工作。在进行《开都河中游河段水电规划报告》修编的过程中开展了规划环境影响评价工作。2010年10月,国电集团新疆开都河流域水电开发有限公司正式委托新疆院开展开都河中游河段水电规划环境影响评价工作,以在开都河中游河段水能资源开发过程中能够充分考虑环境保护的需求。在规划方案拟定过程中,为避免因规划工程建设运行对上游巴音布鲁克自然保护区的影响,将阿仁萨很托亥水库的正常蓄水位拟定为2385m,低于保护区淹没影响高程2390m,以避免对保护区的影响;规划环评按照当时环保要求对生态基流方案进行修编:多水期4~10月按断面多年平均流量的20%、少水期10月~次年3月为断面多年平均流量的10%;规划梯级选址、选线尽量少占林地,避让了林草密集区。与此同时,规划实施中应贯彻“环保优先、生态立区”理念,遵循资源开发可持续、生态环境可持续的原则,保护好珍贵物种资源,保护好优美自然景观。

2012年6月，新疆院编制完成《新疆开都河中游河段水电规划（2012版修编）环境影响报告书》，2012年7月1日，新疆维吾尔自治区环境保护厅会同自治区发改委在乌鲁木齐主持召开了《新疆开都河中游河段水电规划（2012版修编）环境影响报告书》审查会，形成了专家审查意见。报告书按照审查意见修改完善后，2012年9月，新疆环保厅以新环自函[2012]929号印发了关于新疆开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书的审查意见。审查意见提出在规划实施中应重点做好以下工作：

（1）扩建察汗乌苏鱼类增殖站以满足本规划各梯级工程实施后鱼类增殖放流的规模要求，增殖放流鱼类包括新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼。

（2）巴音布鲁克草原位于开都河上游河源区大小尤尔都斯盆地，为保护巴音布鲁克草原、开都河干流的骆驼脖子以上的上游河段区不再进行水利及水能利用的单项工程的开发与建设。

（3）规划的水电项目筹建及准备期相关工程作为一个整体项目纳入“三通一平”工程开展环境影响评价，经批准后方可实施。水电建设项目环境影响评价中要有“三通一平”工程环境影响回顾评价内容。

（4）为避免因道路交通建设对上游自然保护区的影响，规划推荐方案各梯级电站工程开发应做好施工道路的规划与设计工作，做好永久与临时道路的综合利用，同时尽量减轻因道路交通建设与单项工程施工对上游草场与林木可能造成的破坏，减少地表扰动，减轻水土流失危害。

（5）下阶段尽量优化梯级工程布局，尽可能减少工程占地面积，引水线路布设“宜洞则洞”，坝址、渠线、厂房布置应避免林木和植被较好的区域，选择区域环境和景观影响较小的方案。

（6）做好单项工程施工期料场开采和渣场堆渣设计工作，避免占用林地，防护措施严格执行批复的环境影响评价文件和水土保持方案以及后续设计文件。在工程施工前编制工程建设生态环境修复方案，用以指导施工场地生态修复工作。如工程设计发生变动，及时进行环保设计变更。

（7）规划梯级建设需占用重点公益林的项目，其环境影响评价文件在报批前，须依法向林业行政主管部门申请办理相关许可，并将许可文件附于爆破的环境影响评价文件中。

(8) 委托相关资质部门开展规划实施生态环境监测工作，重点是监理河谷生态监测体系，落实河谷生态监测措施，一旦发现河谷林草供水不足，出现劣变趋势，采取有效措施立即增加向下游河谷供水量，遏制河谷特别是减水河段林草退化。

(9) 各提价坝址、闸坝断面生态基流多水期 4-9 月不少于断面多年平均流量的 20%、少水期 10-次年 3 月不少于断面多年平均流量的 10%。

(10) 落实规划项目的环境保护负责人，与环境保护管理部门一同做好各项工程的环境保护与监督管理工作。

(11) 规划的近期建设项目在开展环境影响评价工作时，应开展中游河段拦河开发工程的过鱼设施方式论证，设计与建设工作。分析阿仁萨很托亥工程对下泄水温的不利影响，以生态环境保护为前提，进一步优化梯级电站规划，保护河谷生态和鱼类资源。开展规划河段水电规划与建设项目跟踪监测与环境影响回顾性评价。

2.2 工程建设与运行

2.2.1 工程地理位置

柳树沟水电站工程位于新疆巴音郭楞蒙古自治州（以下简称巴州）和静县、焉耆县境内，是开都河中游河段规划（“两库七级”）开发方案中的第六个梯级电站，该电站距离库尔勒市公路里程为 140km，大坝距离距上游察汗乌苏水电站厂房 12km。坝址以上集水面积 18828km²，多年平均径流量 34.37 亿 m³，河源至坝址间干流全长 376km。

本工程所在河段为开都河中游河段下部，大坝轴线地理位置为 85 程所在河段为开都，42 程所在河段为开都。下游的大山口水电站是开都河中、下游的分界点，也是开都河从山区进入平原的分界点。开都河从大山口径 139km 以后注入焉耆盆地南部的博斯腾湖。

2.2.2 工程建设内容与变更情况

2.2.2.1 工程任务

柳树沟水电站工程的开发任务以发电为主。

2.2.2.2 工程等级

柳树沟水电站工程等级为三等，规模为中型。工程主要建筑物大坝 2 级，其它主要建筑物（泄洪建筑物、发电引水建筑物及电站厂房等）为 3 级，次要建筑物（如下游防护、挡土墙、导流建筑物等）为 4 级，临时建筑物为 5 级。

2.2.2.3 防洪标准

大坝和泄水建筑物的防洪标准：大坝正常运用洪水标准，为 100 年一遇洪水；永久泄水建筑物正常运用洪水重现期为 30 年；厂房正常运用洪水重现期为 50 年，非常运用洪水重现期为 200 年。

2.2.2.4 工程建设内容及变更情况

柳树沟水电站预可研阶段设计水库正常蓄水位 1494.00m，死水位 1493m，正常蓄水位以下库容 0.69 亿 m^3 ，总装机 195MW，年发电量 6.94 亿 kW.h。设计电站为三台机运行方案，单机容量 65 MW。

2006 年 6 月 11 日至 13 日，水电水利规划设计总院召开柳树沟水电站预可行性研究报告审查会议。水电规规[2006]0039 号文对预可研报告予以批复（详见附件），审查意见基本同意正常蓄水位 1494m，死水位 1493m，建议考虑河段环境保护要求，进一步分析与上游察汗乌苏梯级的合理衔接，选定正常蓄水位；审查意见基本同意电站装机容量为 195MW 的三台机方案。预可研报告通过审查后，设计院即在预可研基础上开展了柳树沟水电站可行性研究设计工作。2006 年 8 月，国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司委托新疆新疆水利水电勘测设计研究院开展柳树沟水电站环境影响评价工作。

2007 年 1 月 23 日，《柳树沟水电站工程环境影响报告书》获得新疆维吾尔自治区环保局批复（新环自函[2007]36 号），环评报告中工程正常蓄水位 1494m，死水位 1493m，装机容量 3×65 MW。

之后，柳树沟水电站工程规模经国电新疆开都河流域水电开发公司上级单位国电新疆分公司进一步比选，决定正常蓄水位为 1494.5m，死水位为 1493m，装机容量为 180MW，采用两台机方案运行。

2007 年 4 月 27 日至 29 日，水电水利规划设计总院主持召开《新疆开都河柳树沟水电站工程可行性研究报告》审查会，同意柳树沟水电站水库正常蓄水位为 1494.5m，同意电站装机容量为 180MW 的两台机方案。因此，柳树沟水电站可研审查会议最终确定变更后的工程规模。

柳树沟水电站环评阶段与实际工程特性对比见表 2.2.2。

表 2.2.2 新疆开都河柳树沟水电站工程特性表

序号及名称	单位	环评设计值		工程实际值	
一、水库					
1.水库水位					
校核洪水位	m	1497.00		1497.00	
设计洪水位	m	1494.00		1494.50	
正常蓄水位	m	1494.00		1494.50	
死水位	m	1493.00		1493.00	
2.正常蓄水位水库面积	km ²	3.10		2.16	
3.水库回水长度	km	14.90		11.7	
4.水库库容					
正常蓄水位水库库容	亿 m ³	0.693		0.771	
调节库容	亿 m ³	0.0247		0.0375	
死库容	亿 m ³	0.668		0.668	
5.调节特性		日调节		日调节	
二、下泄水量及相应下游水位					
1.设计洪水位最大泄量					
	m ³ /s	1700		1700	
相应下游水位（电站尾水位）	m	1410.00		1410.02	
2.校核洪水位最大泄量					
	m ³ /s	2234		2230	
相应下游水位（电站尾水位）	m	1411.00		1411.76	
3. 满载发电流量					
	m ³ /s	266.7		243.0	
相应下游水位	m			1406.76	
4.正常尾水位					
		1405.11 m	Q=109 m ³ /s	1406.30 m	Q=110 m ³ /s
5.最低尾水位					
		1404.92 m	Q=88.88 m ³ /s	1404.60 m	Q=60.8 m ³ /s
装机容量	万 kW	19.5		18	
三、主要建筑物及设备					
1.挡水建筑物（坝）型式					
		混凝土面板坝			
坝顶高程	m	1499.0		1499.0	
最大坝高	m	106		100	
坝顶长度	m	183.5		183.5	
2.泄水建筑物					
2.1 溢洪洞设计泄洪流量					
	m ³ /s	594		662	
2.2 泄洪洞设计泄洪流量					
	m ³ /s	1310		1329	
3. 引水建筑物					
设计引用流量	m ³ /s	88.88×3		121.5×2	
最大引用流量	m ³ /s	256.8		243	
电站进水口型式		岸塔式		岸塔式	

引水隧洞型式		一洞三机	一洞两机
压力钢管长	m	240	112.3
4. 厂房型式		岸边地面式	岸边地面式
5. 主开关室型式		GIS 户内全封闭	GIS 户内全封闭
6. 主要机电设备			
水轮机台数	台	3	2
额定出力	万 kW	6.701	9.231
额定流量	m ³ /s	88.88	121.5
发电机台数	台	3	2
单机容量	万 kW	6.5	9
7.取料场		芦苇沟砂砾石料场、洪水沟堆块（石）料场、大山口土料场	独树沟堆块（石）料场

2.2.3 工程组成

本项目工程主要由主体工程、施工辅助工程及公用工程、环保工程组成。具体建设内容见表 2.2.1。

表 2.2.1 新疆开都河柳树沟水电站工程组成表

工程项目		环评中工程组成与要求	实际工程情况
主体工程	混凝土面板坝	混凝土面板坝，坝顶长 186.38m，最大坝高 100m	与环评一致
	溢洪洞、泄洪洞	左岸泄洪洞、左岸溢洪洞，均采用挑流消能	与环评一致
	发电引水洞	岸塔式进水口、一管三机布置。引水隧洞长 375m，直径 8m；压力钢管总长 194m，直径 8m。	岸塔式进水口、一管两机布置。引水隧洞长 387m，直径 8m；压力钢管总长 112.3m，直径 7.5m。
	发电厂房	岸边地面式厂房，尺寸为 79×22.6×45.56m ³ 。	与环评一致
	生活区	电站实行无人职守制，利用察汗乌苏水电站厂区及库尔勒生活管理区进行管理	建有生活营地
施工辅助工程	机修间、加工间、材料库	1 个砂石料加工系统、1 个混凝土拌合系统、1 个机修厂、1 个混凝土预制厂、5 个配电所、7 个供水系统，1 个仓库区，3 个加工厂区等。	与环评一致

工程项目		环评中工程组成与要求	实际工程情况
	生活区	施工总布置可划分为3个区（察汗乌苏沟水电站生产生活区，沿察——柳公路生产生活区，厂坝生产区。	与环评一致
	交通	不含察——柳公路在内，场内永久交通2.95km，为混凝土路面，场内施工临时道路19.55km，主要为施工生产生活区之间的碎石道路。 新建对外交通察——柳公路11km	与环评一致
公用工程	给排水	/	用水取自察汗乌苏水电站坝后量水堰渗水。生活污水由地埋式一体化污水处理设施处理后，用于绿化。
	供电	/	生活营地供电由察汗乌苏水电站供给，并设一台型号C550D5、功率为400 kW柴油发电机备用发电。
	供暖	/	由生活营地2台4t/h燃煤锅炉供暖，非采暖季用1台1t/h提供热水，1t/h锅炉已逐步退出报废。
环保工程	生态环境保护措施	尽快开展建设鱼类增殖保护站建设工作	2015年~2019年，已连续在柳树沟水电站库区、库尾成功放流，放流规模满足环评要求，目前塔里木裂腹鱼人工繁育技术正在突破
		落实绿化工程和水土保持措施；工程结束后及时对临时占地、取土坑、弃料场进行土地平整和植被恢复	已按照环评要求落实，对施工迹地及工程所在区域进行了土地平整和植被恢复，较建前林地面积有所增加

工程项目		环评中工程组成与要求	实际工程情况
	水环境保护措施	下闸蓄水期间泄放 23m ³ /s 流量，占多年平均流量 20%；运行期清理尾水底部高程不高于 1403m，以保证平水年大山口在低水位运行时该河段至少保持 0.2m 左右的水深。	下闸蓄水期间泄放了 23m ³ /s 流量；建设单位在电站投产前对下游尾水河道进行开挖清理，使高程在 1402m，保证大山口水电站在最低水位运行时，仍有 0.5m 水深；根据实际工程运行情况，机组枯水期个别时段会不发电，无水量下泄，若此时坝下河床高程高于大山口运行水位，可能会出现部分减拖水河段。
	水质保护措施	采用一体化生活污水处理设备，处理后出水用于绿化和灌溉不外排	满足环评要求，业主营地及厂房生活污水处理后全部用于绿化，不外排
	大气环境保护措施	洒水降尘、给施工人员配备防尘口罩	锅炉采用多管旋风除尘器除尘，双碱法脱硫，现阶段各项污染物可达标排放；对营地小煤棚进行了封闭改造。
	固体废弃物处置措施	垃圾运至和静县垃圾填埋场	已运至和静县垃圾填埋场
		废油、废电池未要求	与专业的危废处理机构签订危险废物委托及处置合同进行集中收集和处置

2.2.4 工程建设历程

本工程符合国家产业政策，属于《产业结构调整指导目录》（2011 年版本及修正版）鼓励类中电力第一项——水力发电项目。工程建设严格按照国家基本建设工程审批程序的要求，从项目规划、建议书、可行性研究、初步设计、工程开工以及整个建设过程均经过了国家的审查和批准。主要审批文件：

2006 年 11 月，新疆水利水电勘测设计研究院编制完成了《新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》，2007 年 1 月新疆维吾尔自治区环保厅以新环自函[2007]36 号文对环评报告书进行了批复。

2014年8月29日新疆维吾尔自治区环保厅以新环函[2014]1031号文同意本项目进行试生产申请。

2014年9月，新疆巴音郭勒蒙古自治州环境监测站协同新疆维吾尔自治区环境监测总站对柳树沟水电站开展项目竣工环保验收调查工作，并编制完成了《开都河柳树沟水电站竣工环境保护验收调查报告》，2015年1月新疆维吾尔自治区环境保护厅以新环函[2015]168号文同意开都河柳树沟水电站通过工程竣工环保验收。

2.2.5 工程运行方式

5月21日~9月10日为主汛期，当上游来大坝设计洪水流量时，先将溢洪洞闸门全开，然后部分开启泄洪洞进行控泄，也可将泄洪洞工作弧门全开，再局部打开溢洪洞闸门进行控泄。设计冬季枯水期（12月至次年3月中旬）有时会在凌晨2点至早上6点停机，期间无水量下泄。其他时间不停机，一直会有水下泄。收集工程2018年完成年运行调度资料，数据显示平水期4月、5月12:00~18:00也有个别时段无水量下泄。

收集柳树沟水电站2016年~2018年完整年运行调度资料，出现无水量下泄天数分别为167天、138天、40天，每年平均停机小时分别为6小时、5.6小时、10.1小时。

（1）水库运行方式

本项目环评中水库运行方式：柳树沟水电站正常蓄水位为1494.5m，死水位1493m，与上游察汗乌苏水电站同步运行，水库水位基本维持在正常蓄水位运行，需要时水库水位向下消落至死水位。汛期（6~8月）当入库流量大于机组满发引用流量 $258.3\text{ m}^3/\text{s}$ 时，先开启左岸溢洪洞，后开启泄洪洞，通过控制闸门开度，使下泄流量等于入库流量，水库水位保持在正常蓄水位，直至闸门全部开启自由泄流。

本项目水库实际运行方式：

柳树沟水电站开发任务是发电，没有防洪任务，电站不设汛期防洪限制水位；水库库沙比很大，泥沙问题不严重，也不设汛期排沙运行水位。水库正常蓄水位1494.50m，死水位1493.00m，调节库容370万 m^3 ，水库具有日调节能力。

1) 非汛期

柳树沟上游衔接梯级察汗乌苏水电站是新疆电网的主要调峰电源之一，电站装

机容量 309MW(3×103MW)，满发流量 258.3m³/s。在非汛期，日平均入库流量较小，柳树沟电站与察汗乌苏水电站同步调峰运行，为协调流达时间及充分利用水量，水库水位在正常蓄水位 1494.50m 与死水位 1493.00m 之间变化。

柳树沟电站装机 2 台，而察汗乌苏水电站装机 3 台，相对察汗乌苏水电站而言，柳树沟机组稳定运行需要的流量较大。当察汗乌苏水电站 1 台机发电，发电流量+察~柳区间总入库流量小于柳树沟单机稳定运行需要的流量时，柳树沟按保证出力发电，即带 32.15MW 负荷发电。其余情况，可根据入库流量大小，安排 1 台机或 2 台机发电。当察汗乌苏水电站 3 台机满发时，柳树沟水电站也要满发，多余水量存入水库。为减少机组检修引起的弃水发电，柳树沟水电站机组检修时间应与上游察汗乌苏水电站机组检修时间同步。

冬季，在柳树沟水库水面开始结冰时，应尽量维持在正常蓄水位运行，以免冰盖在低水位时形成而减小有效调节库容。

2) 汛期

汛期，当日平均入库流量较小（小于机组满发流量的 80%）时，柳树沟电站也进行日调节，水库水位在正常蓄水位 1494.50m 与死水位 1493.00m 之间变化。当日平均入库流量大于机组满发流量的 80%而小于等于机组满发流量时，水库水位维持在正常蓄水位按入库流量发电。

当入库流量大于机组满发流量 243m³/s 时，电站弃水。先开启左岸溢洪洞，后开启左岸泄洪洞，通过控制闸门开度，使下泄流量等于入库流量，水库水位保持在正常蓄水位，直至闸门全部开启自由泄流。

2.2.6 工程总布置与主要建筑物

工程总体布置为：大坝为趾板建在基岩上混凝土面板坝，溢洪洞、导流兼泄洪洞及发电引水洞均布置在左岸，从里到外依次布置导流洞兼泄洪洞、溢洪洞、发电洞，厂房位于泄洪系统出口的下流左岸。总平面布置图见图 3-1。

(1) 拦河大坝

大坝为趾板建在基岩上混凝土面板坝，坝顶长度 183.5m，坝顶宽度为 10m，坝顶高程为 1499.00m，最大坝高 100m，坝顶上游侧设高 4.2m 的“L”型混凝土防浪墙，上游坝坡为钢筋混凝土面板，坡度为 1:1.4，下游坝坡为干砌石护坡，并设有 10m 宽

的“之”型上坝公路。

(2) 泄水建筑物

1) 溢洪洞

溢洪洞布置于左岸，由引渠段、堰闸段、洞身段、泄槽及挑流鼻坎段组成，全长 432.2m。

进口引渠：长 40m，底板高程 1477.00m，断面尺寸 8.0×10.0m。

控制段：长 28m，采用 WES 堰，堰宽 8m(单孔)，堰顶高程 1482.00m，设一 8m×12.5m 的弧形工作门。

洞身段：长 367.093m，无压洞，断面尺寸为 8m×8m（宽×高）的城门洞形，顶拱高 2m，总高 10m，顶拱 106.26°，上游段纵向底坡为 0.03，下游段纵向底坡为 0.3。

泄槽及挑流鼻坎：长 50.79m，泄槽为矩形断面，底宽 8m，边墙高 7m；挑流鼻坎坎顶高程 1415.00m。

2) 导流兼泄洪洞

导流兼泄洪洞布置在左岸，总长 598.948m，由进水塔、有压洞段、出口工作闸门室及泄槽和挑流鼻坎等组成。

进口引渠段：进水口底板高程 1419.0m，采用岸塔式进水塔。

进口检修闸井：段长 15m，底板高程为 1419.00m，孔口尺寸为 7.0m×9.0m。

洞身段：长 482.15m，有压洞，纵向平均底坡 $i=0.813\%$ ，设计为直径 8.50 的圆形断面。

出口工作闸井段：长 25m，底板高程为 1415.0m，孔口尺寸为 7.5m×6.0m。

(3) 引水建筑物

引水发电隧洞布置岸边塔式进水口，一管二机布置，不设调压井。

引水发电系统进水口在堆石坝上游左侧岸边，进水口为岸塔式进水口。进水口底板高程 1470.00m，塔顶高程 1499.0m。进水口拦污栅共设 4 孔，尺寸为 5.0 m×13.5m（宽×高），共布置两道拦污栅和一道事故闸门，进水口长 43.5m，最大宽度为 34.8m，后接 12m 长渐变段与引水隧洞相接。

引水发电洞直径为 8.0m，全长 387m，全断面采用钢筋混凝土衬砌支护，衬砌厚度为 70cm，上弯段为 43.482m，斜井段为 42.457m，下弯段为 38.397m，下平段为 53.409m。压力钢管段长 112.3m，钢管直径 7.5m，钢管壁厚 28-32mm，压力钢管接

主厂房前进水阀。隧洞全线进行固结灌浆处理，混凝土衬砌进行回填灌浆处理。

岔管采用“卜”形，与二条进厂支管相接，支管直径 4.70m，外包 70cm 厚混凝土，与碟阀相连。

(4) 电站厂房及开关站

厂房轴线与河床基本垂直，安装两台混流水轮发电机组，单机容量为 9 万 kW，单机引 121.5m³/s。主厂房尺寸 79×22.6×45.56m³(长×宽×高)，水轮机层高程为 1404.1m，发电机层高程 1413.10m，与尾水平台同高。自下而上依次布置发电机电压设备室、主变室、厂变室、中控室。GIS 户内开关站布置在安装间上游侧，尾水渠与原河床平顺相接。

2.2.7 建设征地与移民

2.2.6.1 工程占地调查

开都河柳树沟水电站工程实际占地总面积为 3833.38 亩，其中工程永久占地 3609.6（其中水库淹没占地 3261 亩，枢纽占地 335.24 亩），临时占地为 224.28 亩。

(1) 永久占地

工程永久占地包括拦河坝、电站厂房、弃渣场、永久道路、工程管理区等，据调查，永久占地总面积为 3609.6 亩，其中水库淹没占地 3261 亩，枢纽占地 335.24 亩。水库淹没区中水域面积 727.50，陆地面积 209.31 亩，淹没河谷次林地 189.14 亩，淹没荒草地 1094.06 亩，淹没未利用土地 1977.80 亩。淹没的河谷次生林包括天然疏林地 56.98 亩，灌木林地 132.16 亩，林木生长稀疏，乔木主天然树种为榆树，灌木包括红柳、骆驼刺等。占地主要类型为未利用土地，以及部分荒草地。

(2) 临时占地

工程施工临时总占地 905.85 亩（不包含和枢纽占地重合部分），包括加工厂及风水电系统、临时生活区、仓库占地、弃渣场、料场、枢纽区，实际工程施工临时占地包含与工程永久占地的重复占地为 458.7 亩。占地类型全部为裸露荒草地。

柳树沟水电站工程环评与实际占地情况见表 2.2.5。

表 2.2.5 柳树沟水电站工程占地面积一览表单位: hm^2

行政区划	工程区	环评面积	实际面积	增减	变化原因	
和静县、焉耆县	水库淹没	213.0	217.4	+4.40	1494.5 高程以下的水库淹没区	
	枢纽工程	7.0	15.74	+8.74	实际占地	
	施工生产、生活区	10.7	8.58	-2.12	部分利用察汗乌苏业主营地，占地减少	
	弃渣场	10.0	7.23	-2.77	实际占地面积	
	料场	17.6	7.7	-9.9	芦苇沟砂砾料场利用察汗乌苏电站料场未开采，石料场及土料场为实际占地	
	施工永久道路	9.8	9.59	-0.21	未建 0.25km 左岸中线路，占地面积减少	
	施工临时道路	11.0	2.81	-8.19	未建右岸中线路、土料场路等 5 条临时道路，总长 15.2km，占地面积减少	
	小计	272.0	269.05	-2.95		
	直接影响区	施工道路	34.7	18.95	-15.75	道路长度减小，直接影响区面积减少
	合计		306.7	288.0	-18.7	

注：责任范围面积中已扣除重复计算面积

2.2.6.2 占地恢复情况

(1) 道路

本工程临时道路全长 4.35km，工程建设过程中道路采用彩旗设置道路界限，并敷设砂砾石路面，定期洒水降尘，路面两侧设置有临时排水边沟。

工程永久道路长度为 11.2km，包括进场道路、对外交通和左岸中线路。永久道路为混凝土路面，在道路两侧修建排水沟，道路外侧进行了植树及撒播草籽。

(2) 取料场

工程设计使用 3 处取料场，分别为芦苇沟砂砾石料场、洪水沟堆块（石）料场和大山口土料场。实际使用 1 处，分别为独树沟堆块（石）料场。

根据现场调查，施工方能在设计场所和范围进行取料。堆（块）石料、土料场开采完毕后及时回填弃渣，并利用大块石作为料场底部防护措施，回填后及时对料场顶部进行平整。

(3) 弃渣场

本工程设计有 2 个弃渣场和 1 个临时倒渣场，其中 1#弃渣场布置在坝址上游左

岸的 1480m 的 II 级阶地上，前期作为弃渣场，后期作为施工场地加以利用。2#弃渣场布置在坝址左岸的 1610m 的平台上，主要堆放大坝、厂房及溢洪洞等开挖弃料。临时倒渣场位于大坝基坑。实际采用了工程设计中的 2 个弃渣场和 1 个临时倒渣场。

根据现场调查，施工方对基坑倒渣场采取整平，覆土绿化；1、2#弃渣场采取场地平整，边坡用干砌石、钢筋笼挡护的措施。

2.3 环境保护工作开展情况

2.3.1 环评报告书结论与批复要求

2.4.1.1 环境影响评价预测结论

2006 年 12 月，新疆水利水电勘测设计研究院编制完成《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》，环境影响预测结论如下：

(1) 工程对河道水文情势的影响

①施工截流期间下游河道水文情势影响

柳树沟截流时间安排在 10 月中下旬，由于到截流完成之前，河道水面将高于导流洞进口底板高程，因此施工截流不会对下游河道水文情势的产生不利影响。

②水库蓄水初期的流量下泄水量变化

根据工程施工设计，柳树沟水电站在下闸蓄水期间，由于泄洪洞与溢洪洞无水下泄，在柳树沟水电站蓄满需要的 3 天时间期间，可能造成柳树沟厂房以下近 300m 的河道大约有 2 天时间断流，并有可能进一步导致大山口水库以下的河道断流。

③水库正常运行工程上下游河道水文情势变化

A. 察汗乌苏水电站厂房下游区

由于柳树沟水电站正常运行时，由于柳树沟水库回水与察汗乌苏水电站厂房尾水基本相接，察汗乌苏水电站厂房下游区的河道将由天然河道变为水库水域，察汗乌苏厂房以下河道基本不会出现脱流河段。

B. 大山口水电站水库尾水以上区

工程运行后，电站厂房尾水将直接与大山口水库尾水相接，厂房到大坝坡脚距离大约为 180m，根据大山口水电站的调度运行过程线，一般枯水期的 9-4 月份维持的水库水位在 1404.3-1405.6m 左右，而汛期的 5-8 月份维持的水库水位在 1403.2 m 以上。

柳树沟水电站正常运行期间，大坝到下游河道可能出现脱流。为避免出现脱流，要求工程施工完进行下游围堰拆除时对厂房到大坝坡脚的河道进行清理，要求清理后的河床底部高程不得高于 1403.0m。

(2) 工程对水温、水质的影响

①水温

A. 水库水温结构

柳树沟水库与大山口水库属于完全混合型水库，水库坝前水体全年基本不分层。在各月中，水库水体表面与底层温差不大。其上游来水与下泄水水温十分接近。柳树沟水库全年最大温差出现在 1 月份，为 3.1℃；大山口水库全年最大温差出现在 3 月份，为 0.5℃。

B.河道下游各断面水温变化

河道水温预测按照有、无小山口水库两种方案进行了模拟计算。在有小山口水库情况下，柳树沟坝址断面与第一份水枢纽断面的建库前后水温差别不大，最大温差出现在 3 月份，为 0.9℃。在柳树沟水库坝址处，最大水温温差为 0.3℃，出现在 1 月份。在无小山口水库情况下，第一分水枢纽处断面的水温降幅最大出现在 12 月份，为 0.3℃。

综合而言，柳树沟电站运行对下游河道水温变化影响微小。下游河道的第一分水枢纽处水温变化在无小山口情况下水温变幅较小。

②水质

工程运行后，下游各断面水体水质基本没有发生变化。经过河道的自净作用后到大山口以及第一分水枢纽断面河流水体水质符合 I 类水体水质，预测的 COD_{mn}、氨氮指标物浓度自察汗乌苏水库、大山口水库、以及第一分水枢纽断面均呈现递减的趋势，矿化度沿程基本无变化。

(3) 工程对生态环境的影响

①生态完整性影响评价

因土地利用方式的改变使评价区自然体系的生物量减少 72.19t，其生产力为 153.25g/m²·a，评价区生产力净减少 0.05g/m²·a。

工程运行后土地利用格局的变化较小，并且项目区模地拼块——草地并没有发生改变，这表明柳树沟水电站工程实施运行后区域生态体系的综合质量仍保持在原有的较低水平，本工程建设运营不会对区域生态体系综合质量产生不利影响。

②敏感生态问题影响评价

工程建设产生的敏感生态问题是对水生生态及鱼类的影响。

从流域角度而言，工程建设在原有水利工程对河道分割，生物种群隔离的基础上进一步将水域生态环境分割，形成了更小的生境片段，造成生境破碎，从基因遗传育种的角度而言，对鱼类种群的繁衍和育纯是不利的。

对坝上鱼类而言，库区的形成给新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼及长身高原鳅的栖息、生长和越冬提供了较好的条件，其个体生长在一定时期内较建库前快，但由于坝上察汗乌苏电站的阻隔以及库区淹没了坝上 10km 范围内的鱼类产卵场等因素的影响，工程建设将造成坝上鱼类种群数量的下降。

对坝下鱼类而言，大坝阻隔了大山口新疆裸重唇鱼等鱼类的生殖洄游通道，将造成柳树沟坝下至大山口这一区域内的鱼类种群下降，如不采取有效保护措施，将有消失的可能；多个水利工程的叠加降温作用可能影响鱼类性腺发育，造成鱼类性腺发育缓慢并减少怀卵量；另外也不利于仔鱼的生长，进而导致河道内鱼类自然种群数量的减少。对大山口至第一分水枢纽之间河道鱼类在 4~5 月份的不利影响较其它月份明显。其最终结果是造成鱼类种群资源下降，尤其是对裂腹鱼类影响大。

（4）施工期环境影响

工程施工期间，工程区生产废水、生活污水、垃圾等固体废弃物等对环境易产生不利影响，如果环境保护措施落实不当或不好会给开都河水体水质及库区水土流失带来一定的不利影响。但只要认真落实各项临时环境保护措施与水土保持措施，其对环境带来的不利影响可以得到减免或消除。

（5）工程对环境地质的影响

经过主体工程防护后，水库库区不存在水库渗漏、库岸崩塌及诱发地震等因素引发环境地质的因素，不会对环境地质产生不利影响。

2.4.1.2 环境影响评价文件批复要求

2007 年 1 月新疆维吾尔自治区环保厅以新环自函[2007]36 号文对《新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》进行了批复。批复要求：

(1) 拟建项目位于巴州和静县、焉耆县境内，地理坐标为东经 $85^{\circ} 37' 40''$ ，北纬 $42^{\circ} 17' 20''$ 。新疆开都河柳树沟水电站工程是开都河中游河段规划的第八个阶梯电站，工程装机容量 19.5 万 kw，工程主要由拦河大坝、溢洪洞、引水发电系统组成，总投资 11.8116 亿元，其中环保投资 801.43 万元。

(2) 该项目符合国家产业政策和开都河流域规划，由于开都河流域规划环评工作尚未完成，因此，你单位应积极协调相关单位完成规划环评工作。在采取全面生态保护及污染防治措施的前提下，不利环境影响可以得到一定程度缓解和控制，因此，我局统一你们按报告书中所列的建设项目的地点、性质、规模和落实相关环境保护措施后进行项目建设。

(3) 工程在施工运营期需保证工程下游河道生态基流量、避免在工程蓄水期下游河道断流，维持下游河段水生生态系统的平衡。

(4) 为保护开都河中游濒危土著鱼类，尽快开展建设鱼类增殖保护站建设工作，保证与本工程同时投入运营。

(5) 在项目建设及运营中应重点做好以下工作：

① 严格规范施工活动范围，车辆、机械应在规划的道路行驶，严禁随意行驶，碾压植被，尽量减少工程建设对生态环境的扰动。

② 工程弃料、生活垃圾要定点集中堆放，及时清运。建筑及生活垃圾的处置地点、处置方式要征得当地环保部门的同意。施工期废水、废渣严禁向河道排放，生活污水要排入纳污池。在施工过程中油类、化学品等污染物严禁进入水体，含有害物质的化学物品不得堆放在水体附近。

③ 严格按照报告书的要求落实绿化工程和水土保持措施，弃渣场、料场、施工区、以及施工便道等应采取行之有效的水土流失防治措施。工程区应树立警示牌，加强对施工人员的环境保护宣传、教育、严禁毁坏植被、捕杀野生动物，工程结束后，要及时对临时占地、取土坑、弃料场进行土地平整和植被恢复，做到工完、料尽、场地清。

(6) 加强施工期和运营期的水文及水环境监测工作，定期对河道及下游水文、水质、水生生态进行监测，及时优化项目运行调度方案，确保下游水生生态系统和水功能不受本工程影响。

(7) 建立健全应急处理机制, 严格落实各项安全施工规程和事故应急处理措施, 防止工程安全事故带来的环境污染与破坏。

(8) 将环保措施纳入投标文件及工程环境监理中, 与施工单位修订环境保护责任书, 并定期向我局及巴州环保局报告开工前后各阶段环境保护措施的落实情况。

(9) 建设项目必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。工程竣工后, 建设单位必须按规定程序向我局申请环保设施竣工验收。

(10) 委托巴州环保局和焉耆县环保局开展该项目的日常环境监督管理工作。

2.4.1.3 试运行批复意见

2014年8月29日, 新疆维吾尔自治区环境保护厅以新环函[2014]1031号对《关于新疆开都河柳树沟水电站工程试生产的批复》如下:

新疆维吾尔自治区环境保护厅委托巴州环保局对工程试运行现场检查, 根据现场检查情况, 从环保角度同意开都河柳树沟水电站工程投入试运行。

试运行期间尽快完成发电机房外部值班室和发电机房外部边坡支护工作。

根据相关环保法规要求, 你公司应在试运行批复之日起3个月内, 委托相关单位完成项目竣工环境保护验收调查工作, 并向我厅申请项目竣工环境保护验收, 经验收合格后, 工程方可正式投入运行。

若项目试运行3个月, 仍不具备环境保护验收条件, 你公司应在试运行的3个月内, 及时向我厅提出项目竣工环境保护延期验收申请, 说明延期验收的理由及拟进行验收的时间, 经批准后, 方可继续试运行。试运行的最长期限不得超过一年。

2.3.2 环境保护验收意见与要求

2.3.2.1 竣工验收报告结论

2015年2月, 开都河柳树沟水电站完成竣工环境保护验收工作, 新疆环保厅以新环函[2015]168号文形成了柳树沟水电站环境保护验收意见, 具体如下

(一) 生态环境影响调查

开都河柳树沟水电站工程实际占地总面积为 267.3hm^2 , 其中工程永久占地 233.14hm^2 , 临时占地为 34.16hm^2 。工程占地中包括水域、林地、草地和未利用地。本工程占地不涉及移民安置问题。

(1) 永久占地。工程永久占地包括枢纽区、淹没区等，据调查，永久占地总面积为 233.14hm²。

(2) 临时占地。临时占地包括施工生产生活区、场内道路、料场、利用料堆放场及弃渣场等占地，占地总面积为 34.16hm²，占地类型全部为草地和未利用地。

(二) 水环境调查

根据调查，开都河柳树沟水电站工程在建设期，施工单位采取了以下措施减缓了对水环境的不利影响：①施工废水和生活废水严禁排入地表水体；②施工营地生活废水经化粪池处理后全部用于地面洒水和灌溉自然植被；③施工洗砂废水采用沉砂池、沉淀池处理后循环使用。

开都河柳树沟水电站工程在运营期，建设单位采取了以下措施减缓了对水环境的不利影响：①运营期生活污水严禁排入地表水体；②开都河柳树沟水电站发电厂房及生活区的生活污水经地埋式污水处理设施处理后全部用于绿化；③对水库定期进行杂物打捞，并对电站附近农牧民进行宣传教育，保护河水水质。

(三) 大气环境调查

据调查，工程在建设期，为减少飞扬的扬尘，所用水泥为直接购买商品混凝土，露天堆放的材料采取防尘铺盖的措施进行防护；施工道路、料场和弃渣场及时洒水降尘的措施，制定科学的施工计划，避免施工战线过长，造成长时间地表裸露，有效地减少了施工作业中产生的扬尘污染，对周围的环境没有产生明显的不利影响。运营期发电厂房采用电暖，无大气污染物。生活区供暖采用燃煤锅炉，锅炉采用多管旋风除尘器除尘，双碱法脱硫，每个采暖期对燃煤锅炉废气进行两次检测，确保各项污染物达标排放；对营地小煤棚进行了封闭改造；制定燃煤锅炉改电锅炉方案，计划 2020 年完成电锅炉改造工作。

(四) 声环境调查

据调查，开都河柳树沟水电站工程在建设期和运营期，建设方采取了调整高噪声施工活动时间、设置禁鸣标志灯措施减缓了对声环境的不利影响。

(五) 固废环境调查

据调查，工程建设中产生的弃土弃方首先用于工程自身土石方平衡，剩余弃土石方全部堆放在弃渣场，工程完工后渣场均进行了压实平整、覆盖腐殖土，并人工

播撒草籽；施工期生活垃圾采取集中收集清理，并拉运至当地环保部门认可地点进行填埋处置。调查期间未发现弃土方乱堆乱放的现象。

工程运营期间，发电厂房和生活区设置有生活垃圾池（箱），生活垃圾由和静县环境卫生管理处统一处置，废机油、废旧蓄电池等危险废物严格履行处置手续，交有资质单位处置。

（六）环境风险防范

水电站制定了《新疆开都河柳树沟水电站突发环境事件应急预案》，成立了专门的环境管理办公室。下设环境应急机构，建立了值班制度；安排专门人员进行常规巡视、管理和监测；环境应急机构的专职人员进行了专业培训，并且有计划的进行了环境应急演练。在积极排查环境风险生产环节的基础上，逐步完善工程的环境风险。

（七）公众意见调查

本次验收调查共发放调查表 30 份，收回有效调查表 30 份。30 位受调查者对本项目的环境保护工作表示满意。

（八）验收结论

新疆开都河柳树沟水电站工程在设计、施工和试运行期执行了环评及批复中提出的主要生态保护和污染治理措施要求，基本落实了环评报告书及其批复中提出的环保措施，基本符合验收条件，同意通过工程竣工环保验收。

2.3.2.2 下一步工作要求

（1）加强生活污水处理设施的运行管理，定期清淤，确保处理后全部进行综合利用，严禁排入地表水。按环保要求在污水处理设施旁设置标示牌。

（2）按《环境保护法》要求加强生态环境保护管理工作，进一步做好施工迹地的地表恢复，不断完善和落实环境保护管理制度。

（3）扩大工程所在流域的察汗乌苏水电站鱼类增殖站鱼苗养殖规模，保证流域梯级开发鱼苗的增殖放流需求。

2.3.3 环境保护措施落实情况

自《开都河柳树沟水电站环境影响报告书》批复后至今已有 6 年，本报告对电站建设及运行过程中已开展的水生生态保护措施、陆生生态保护措施、水环境保护措施、水气声保护措施等进行了细致调查，落实情况如下表所示。

表 2.3.1 生态环境保护措施落实情况

内容	环评批复中提出的生态环境保护措施	措施落实情况
生态环境	<p>工程在施工运营期需保证工程下游河道生态基流量、避免在工程蓄水期下游河道断流，维持下游河段水生生态系统的平衡。</p> <p>及时优化项目运行调度方案，确保下游水生生态系统和水功能不受本工程影响。</p>	<p>柳树沟水电站下闸蓄水期间向下游河道泄放水体流量大于 $23\text{m}^3/\text{s}$；在下游围堰拆除时对厂房到大坝之间的河道进行了清理，清理后的河床底部高程未高于 1403.0m，平水年大山口在低水位运行时大坝到厂房之间的河道保持 0.5m 左右的水深。</p> <p>在枯水期电站不发电无水下泄情况下，当大山水电站库水位较低时，将出现部分减脱水河段。</p>
	严格规范施工活动范围，车辆、机械应在规划的道路行驶，严禁随意行驶，碾压植被，尽量减少工程建设对生态环境的扰动。	车辆、机械基本在规划道路上行驶，未随意行驶碾压植被。
	工程结束后，要及时对临时占地、取土坑、弃料场进行土地平整和植被恢复，做到工完、料尽、场地清。	工程结束后，对临时占地、取土坑、弃料场及时进行了土地平整和植被恢复。
	弃渣场、料场、施工区、以及施工便道等应采取行之有效的水土流失防治措施。	料坑进行平整再将原有的剥离土壤层回填回料场表面进行复耕；采用干砌石护坡对渣场进行防护；施工区布设截排水措施；施工便道进行道路硬化、美化。
	工程区应树立警示牌，加强对施工人员的环境保护宣传、教育、严禁毁坏植被、捕杀野生动物	工程区树立了警示牌，对施工人员进行环境保护教育、宣传。
	尽快开展建设鱼类增殖保护站建设工作，保证与本工程同时投入运营。承担 5.1 万尾保护鱼类的放流任务。	根据批复的环境影响报告书，柳树沟水电站已依托察汗乌苏水电站鱼类增殖保护站进行鱼类放流，放流规模满足环评要求
	临时生活区的上方布设截排水措施，并根据实际情况撒播一些耐旱草种自然恢复的补偿与恢复等措施。	基本落实
	施工便道采取砾石铺压措施；施工结束后，对临时道路进行土地平整；永久道路采取绿化、美化措施。	基本落实
	试运行期间尽快完成发电机房外部值班室和发电机房外部边坡支护工作。	已完成边坡支护工作

表 2.3.2 水环境保护及治理措施落实情况调查

序号	环评及批复中提出的水环境保护措施	措施落实情况
1	要求各种施工废水经处理后均不能排入河道。	各类施工废水未排入河道
2	对料场加工厂废水采用沉淀池进行处理后回用，也可以用于洒泼路面、灌溉植被等消耗。	料场加工废水采用沉淀池处理后回用
3	在修配、汽车修理附近布置沉淀池，其废水主要自然蒸发或经滤油、沉淀后洒泼路面消耗。	机修废水经滤油、沉淀后洒泼路面消耗
4	隧道开挖废水处理沉淀池布置在隧洞下游的施工场地区，沉淀池均需防渗处理，废水主要以自然蒸发形式消耗。	隧道开挖废水经沉淀后自然蒸发
5	施工期的生活废水全部由污水处理系统处理。处理后的生活污水用于空气除尘、管理区及周边植被灌溉、自然蒸发等消耗。	施工期生活生活污水经地埋式一体化污水处理设施后用于周边植被灌溉。
6	在水库蓄水前对正常蓄水位 1494m 以下的库区进行卫生清理和河谷次生林草的处理	在水库蓄水前对正常蓄水位以下的库区进行了卫生清理和河谷次生林草的处理
7	主体工程在发电引水洞前设有拦污栅栏，专人定期打捞漂浮物。	在发电引水洞前设有拦污栅栏，专人定期打捞漂浮物。

表 2.3.3 大气环境保护措施落实情况调查

序号	环评及批复中提出的大气污染防治措施	措施落实情况
1	施工道路经常洒水养护、除尘，要求天气晴好期间对临时道路每天至少洒 2 次水，对施工期内产生风蚀的料场和临时堆渣也要洒水除尘。	施工道路经常洒水抑尘，对施工期内产生风蚀的料场和临时堆渣洒水除尘。
2	在隧洞开挖工作面要采用混合式通风，爆破工序中采用水封式爆破防尘工艺，给长期在废气污染源内施工的人员发放防尘口罩、眼镜等。	在隧洞开挖工作面采用混合式通风、水封式爆破防尘工艺，给施工人员发放防尘口罩、眼镜。
3	生活营地内安装两台 4t/h 燃煤热水锅炉及一台 1t/h 燃煤热水锅炉为水电站生活营地提供热源及生活热水。巴环评价函 [2014]527 号通过环评批复，环评批复要求 2 台 4t/h 锅炉采用陶瓷多管旋风除尘+双碱法湿式脱硫后经不低于 30m 排气筒排放，1 台 1t/h 锅炉采用水膜脱硫除尘工艺后经不低于 25m 排气筒。	本项目 2 台 4t/h 锅炉均配套安装多管旋风除尘器，脱硫系统已安装完成运行，脱硫除尘设施运行情况良好，1 台 1t/h 锅炉已废弃不用。锅炉耗煤量约 2700t/a。锅炉各污染物排放量满足要求。

表 2.3.4 声环境保护措施落实情况调查

序号	环评及批复中提出的大气污染防治措施	措施落实情况
1	对噪声源内进行施工操作的施工人员配备耳塞、耳罩及防声头盔等噪声防护器具。	对施工人员配备耳塞、耳罩及防身头盔。
2	制定拌和场、材料加工厂和施工机械的工作时间表，确定施工机械的运作区域，禁止噪声源在非工作时间和非工作地点运作。	制定了工作时间，规划工作运行区域。

表 2.3.5 固体废弃物处理处置措施落实情况调查

序号	环评及批复中提出的大气污染防治措施	措施落实情况
1	工程弃料要定点集中堆放，及时清运。	工程建设中产生的弃土弃方首先用于工程土石方平衡，完工后渣场均进行了压实平整、覆盖腐殖土；工程运营期间，锅炉灰渣产生量为 438t/a，锅炉灰渣用于修路；污泥产生量为 2t/a，发电厂房和生活营地产生的生活垃圾为 65.7t/a，污泥及生活垃圾均由和静县环卫部门定期拉运处理（协议见附件）；废机油产生量为 0.2t/a，废机油送往具有资质的单位处理。
2	建筑及生活垃圾的处置地点、处置方式要征得当地环保部门的同意。	施工建筑垃圾按照当地环境保护部门要求进行清理，生活垃圾运至和静县垃圾填埋场进行填埋处置。调查期间未发现弃土方乱堆乱放的现象。
3	废油、废电池，环评中未做明确要求。	建设单位与具有危废处理资质的单位签订合同，已对废油和废电池进行集中处置。

截至目前，原新疆维吾尔自治区环境保护局在《开都河柳树沟水电站环境影响评价报告》批复中提出的和竣工验收报告提出的环保措施要求绝大部分已在工程建设过程和试运行期间得到落实。业主营地绿化、突发环境事故应急预案制定、废油、废电池等危险废物处置等环保措施落实情况优于环评要求。

2.3.4 环境监测情况

柳树沟水电站建成投产后，国电开都河公司曾先后委托委托巴州环保局环境监测站、新疆中测公司分别于 2013 年 7 月、2014 年 8 月、2018 年 12 月和 2019 年 3 月对察汗乌苏及柳树沟水电站水库、水库上游河道、电站厂房下游河道、察汗乌苏

河等多断面水质进行检测，经对重金属、氨氮、化学需氧量、溶氧量等十余项指标检测，各断面、各项指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。由此，可以认为电站建设未造成水体理化性质发生变化。

2.4 工程设计变更所带来的环境影响

根据《环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办[2015]52号文），水利水电建设项目，如单台机组装机容量加大 20% 以上，水库特征水位如正常蓄水位发生变化，属于水电行业重大变动清单范畴内。

新环自函[2007]36 号文批复的《柳树沟水电站环境影响报告书》中，水电站正常蓄水位 1494m，总装机 195MW，单台机装机容量 65MW。但（水电规水工[2007]0048 号）文批复的可行性研究报告中，柳树沟水电站正常蓄水位为 1494.5m，总装机 180MW，单台机装机容量 90MW。根据《环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办[2015]52 号文），水库正常蓄水位发生变化且单台机组装机容量加大了 20%（本工程单台机组装机扩大 38%），柳树沟水电站工程变更应属于水电行业重大变动清单范畴。

环办[2015]52 号文要求，属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件。由于电站于 2009 年开始建设，2013 年完工，2015 年 2 月通过竣工环保验收。环办[2015]52 号文出台前，电站已运行两年有余，未重新上报审批环境影响评价文件。

柳树沟水电站工程变更引起的运行方式变化及环境影响如下表所示。

表 2.4.1 工程变更引起的环境影响变化表

	环评阶段	工程实际
	正常蓄水位=1494m 装机规模=3*65MW	正常蓄水位=1494.5m 装机规模=2*90MW
运行方式变化	与察汗乌苏水电站同步运行，水库水位基本维持在正常蓄水位运行，需要时水库水位向下消落至死水位。	在非汛期或汛期入库流量较小时，柳树沟电站也根据电网系统需要与察汗乌苏水电站同步进行调峰运行，为协调流达时间及充分利用水量，水库水位在正常蓄水位 1494.50 与死水位 1493.00m 之间消涨。
水文情势变化	详见 2.3.1 小节	正常蓄水位与装机台数和规模的变化使柳树沟电站具有更强的调节性能，调节库容较环评阶段增加 51.8%；额

		定流量由 88.88m ³ /s 变为 121.5m ³ /s，出库流量及库区坝下水位变幅将更加明显；工程变更后正常尾水位由 1405.1m 变为 1406.3m，最低尾水位由 1404.9m 变为 1404.6m，工程变更对坝下水文情势未产生明显改变。
淹没范围变化	淹没区面积 2.14 KM ² ，水域淹没面积 0.53km ² 、林地淹没面积 0.07KM ² 、草地淹没面积 0.46KM ² 、淹没荒地 1.08KM ²	水位抬升 0.5m 后，淹没总面积为 2.18KM ² ，较低水位增加 0.04 KM ² 其中林地淹没面积增加了 0.06KM ² 、草地淹没面积增加了 0.27KM ² 、淹没荒地面积减小 0.25 KM ²
陆生生态变化	详见 2.3.1 小节	水位抬升 0.5m，将导致水域面积增加约 0.04KM ² ，库区的淹没区域也将增加，根据现场调查结果，库区周围的植被类型以荒漠植被为主，且植被覆盖率较低，植被的生物量也较小，因此，蓄水位增加 0.5m 对陆生植物的影响较小。整体来说对陆生生态影响有限。
水生生态变化	详见 2.3.1 小节	水位抬升 0.5m，水域面积增加，但新增淹没主要为草地和林地，未造成更多的天然急流河段变成缓静水流，水位提升对水生生态影响有限。 装机规模与机组台数变化可使柳树沟水库具备更多调节库容，日内调峰程度明显加强，出库流量及水位的变幅增大，三台机方案同样会改变坝下水文情势，因此装机规模和台数对坝下水生生态影响不会造成显著差异。

可以看出，正常蓄水位抬升 0.5m 和单台机组装机容量增大对环境的影响主要是水文情势的变化影响，日内调峰幅度明显增强，出库流量及坝下水位变化更加剧烈，坝址下游尾水水位的增高也加剧了与下游大山口电站库尾出现减水河段的可能性。

2.5 公众意见收集及调查情况

环评阶段，按照环境影响评价公共参与相关文件要求，建设单位于 2006 年 10 月 25 日在《巴音郭楞日报》对本工程环境影响评价的相关信息进行了公示，未收到意见反馈。由于柳树沟水电站工程影响区域内居民文化教育水平差异较大，为了更好地听取社会各界公众对柳树沟水电站工程建设实施的意见，2006 年 10 月中旬，环

评单位对柳树沟水电站工程所在地的当地群众进行了问卷调查，主要采取口头询问的调查方式，随机抽取，并辅以书面答卷形式。对工程建设地点周边涉及到的居民共发放调查问卷 10 份，回收有效问卷 8 份，回收率 80%。

调查结果表明，在被调查者当中，100%对该项目的建设表示赞成，公众认为项目的建设能带动区域的经济发展，有利于改善部分工人的生活水平；项目建成后群众对环境影响问题的关心程度以三废和噪声为主，提出要尊重项目区农牧民的生产生活和切身利益，尽量避免破坏当地的生态环境。

2014 年 11 月，项目环境保护竣工验收阶段，主要采用问卷调查的形式了解公众对本工程环境保护工作的建议。对受工程建设施工期和运营期影响区域的居民和环保管理人员等共发放调查问卷调查 30 份。

调查结果表明：（1）有 26 位被调查者对本项目的环保工作表示满意，4 位被调查者表示较满意。（2）部分公众也对工程运行期环保工作提出了一些有益意见，如：料场的恢复、鱼类的保护、加强环境管理等。

根据环保竣工验收阶段收集的公众意见，竣工环境保护验收调查报告建议建设单位要根据实际情况，采取切实可行的措施，解决好与群众生活和环境保护密切相关的上述问题。

2.6 工程环保投资

开都河柳树沟水电站环境影响报告书中工程总投资总概算 127776 万元，其中环保投资为 801.43 万元，占总投资概算的 0.63%；项目实际总投资为 145600 万元，环保投资为 1173.07 万元，占总投资的 0.81%。环评报告与实际发生的环境保护投资清单见表 2.8.1。

表 2.8.1 柳树沟水电站工程环境保护投资一览表单位：万元

序 号	治理项目		环评投资	实际投资	
1	施工期	废水处理设施	化粪池、地理式一体化污水处理设施	52	59.67
2		废气处理设施	洒水降尘	13.5	28
3		固体废物处理	垃圾箱	10	16
4		噪声处理	低噪声设备	15	18
6		生态建设及绿化		32	160.09
7		鱼类保护		236.15	296.04
8		独立费用		233.07	152.97
9		其他费用		51.65	12
1	营运期	废水处理设施	地理式一体化污水处理设施	30.16	27.6
2		废气处理设施	多管旋风除尘器除尘、双碱法脱硫	30	44.54
3		固体废物处理	垃圾箱	12	12
4		噪声处理	减震		
5		生态建设及绿化			53.52
6		鱼类保护		50	292.64
7		其他费用		35.85	
环保总投资（不含水保）			801.43	1173.07	

3 环境概况

3.1 地形地貌

柳树沟水电站位于开都河中游河段峡谷区，电站坝址位于察汗乌苏水电站厂房下游约 12km 处，库区地形为峡谷——河槽型，坝前约 2.2km 河段为峡谷段，两岸自然边坡陡峻，坡角一般 50°~75°，局部近直立。2.2km 以上为宽谷段，谷底大部分为第四系松散物所覆盖，I~IV 级阶地发育，局部残留 III、VI 级阶地。库区两岸冲沟不甚发育，仅右岸发育柳树沟、芦苇沟 2 条较大冲沟，库区水体在 2 条沟的回水长度分别为 1.7km 和 0.7km。

坝址处河水水位高程为 1409m 左右，河水面宽 37m 左右，正常蓄水位坝线处谷宽 170m。厂房部位河水水位高程为 1406m 左右，河水面宽 17cm~40m。

3.2 气候气象

开都河流域地处欧亚大陆腹地，远离海洋，属大陆性北温带气候。水汽主要来源于湿润的西风气流及北冰洋气流，其输入的水汽受天山山脉的阻挡及多条平行山脉的作用，致使上、中、下游的降水不均匀，降水类型也有所区别。上游区年降水量 250~270mm；中游区的上段为多雨区，年降水量约 450mm，下段 300~100mm；下游为干旱区，年降水量仅 60~70mm。降水主要集中在 6~8 月份，冬季降水很少，蒸发量从山区到平原逐渐递增，上游区为 600~700mm，中游区约 900mm，下游平原区则在 1200mm 以上。

柳树沟工程区地处开都河中游河段下段区，年降水量仅 105mm，其气象特征可见邻近的大山口气象园及距离坝址 90km 的和静县气象站的相关观测统计结果（表 3.2.1）。

表3.2.1 柳树沟水电站工程多年平均气象要素成果表

月份	气温 (°C)	最高气温 (°C)	最低气温 (°C)	降水量 (mm)	蒸发量 (mm)	相对湿度 (%)	最大冻土深度 (cm)	最大积雪深度 (cm)	最大风速 (m/s)	月均风速 (m/s)
1	-11.1	-3.8	-17.0	1.6	17.4	70	137	13	13.3	0.7
2	-5.4	2.2	-12.4	1.2	33.9	57	142	11	19.0	1.1
3	4.4	11.7	-3.1	1.9	97.8	43	126	14	18.7	1.6

月份	气温(°C)	最高气温(°C)	最低气温(°C)	降水量(mm)	蒸发量(mm)	相对湿度(%)	最大冻土深度(cm)	最大积雪深度(cm)	最大风速(m/s)	月均风速(m/s)
4	12.8	20.2	4.8	4.9	184.1	35	76	16	20.7	2.3
5	18.6	25.7	10.6	14.6	264.9	39			25.0	2.2
6	22.1	28.9	14.3	19.2	275.1	44			32.0	2.4
7	23.4	30.3	15.6	25.1	253.9	49			20.0	2.1
8	22.2	29.6	14.4	20.1	234.3	51			19.8	1.8
9	16.8	24.9	8.9	10.6	175.9	53			16.0	1.6
10	8.7	17.3	1.5	3.0	106.8	58	10	6	25.3	1.2
11	-3.1	7.0	-5.7	0.9	42.1	66	54	3	18.0	0.9
12	-8.3	-1.6	-13.4	0.9	16.3	73	98	5	14.0	0.7
年	8.7	16.0	1.5	105	1702.4	53	142	16	32.0	1.6

3.3 地质概况

(1) 区域地质概况

①地层岩性

工程区出露地层主要有上太古界兴地塔格群、下元古界爱尔基斯群、上古生界泥盆系中统和石炭系下统、中统以及新生界上第三系中新统和第四系及侵入岩。

②地质构造

工程区在大地构造上位于南天山褶皱带的中南部，构造线总体呈 NNW 向展布，构造单元可进一步划分为克肯乌苏褶隆、虎拉山褶隆、可肯达板断褶带和哈拉毛墩凹陷四个次级构造单元。库坝区位于可肯达板断褶带东部和哈拉毛墩凹陷西部两个次级构造单元的边界地带。

③区域构造稳定性

本区为中等偏强的新构造活动区，主要表现为强烈的间歇性上升和差异性升降运动，并伴有明显的断裂和褶皱活动。F_{④-3}、F_⑤、F_⑥三条较大规模活动断裂的位错速率位 0.1mm/a~0.3mm/a，其主要新活动时期在中更新世末~晚更新世早、中期。

地震烈度，根据国家地震局 1/400 万中国地震烈度区划图，坝址场地 50 年超越概率 10% 的地震基本烈度为Ⅷ度。

根据地质区域构造稳定性的评价，本区属区域构造属于稳定性较差区。

(2) 水库区工程地质条件

库盘主要由泥盆系中统萨尔明组下亚组(D₂S_a)地层和第四系地层组成，在区域构

造格架上，库区位于可肯达板断褶带东部，洪水沟断裂与开都河断裂所夹持的断块内，两断层反向对冲，两断裂距离相约 2~2.5km。

水库区地质构造总体以一系列 NWW~NW 向高角度逆冲断层为基本特点，岩层产状一般为：走向 NW290°~320°，倾向 NE 或 SW，倾角为 60°~80°。

(3) 水库区水文地质条件

库区水文地质条件比较简单，地下水的类型有第四系孔隙潜水和基岩裂隙潜水。

孔隙潜水赋存于谷底透水性好的冲积砂卵砾石层和岸边崩坡积块碎石中，接受河水补给，水量较丰富。

基岩裂隙潜水赋存运移于基岩裂隙中，主要接受大气降水补给，排泄于开都河及沟谷中。由于本区干旱少雨，地下水量不丰，埋深大，根据坝址区勘探情况，两岸地下水埋深为 50m~100m。

3.4 土壤及水土流失

工程区位于以山地钙质、石质土为主的地带。在稍平缓的山坡、粗骨质多风化角砾的残积坡积物上发育的土壤，因植被稀疏、腐殖质含量很低，剖面中各角砾下面有一些白色钙积层，这是长期处于半干旱气候条件下的产物。河谷中地表为大小不等、直径相差很大的卵砾石，有许多直径 1~2m 的漂砾，为洪水冲积形成。高阶地上发育着山地淡棕钙土。沿河流低洼地带则发育着冲积性浅色草甸土，但因河流冲刷，植被稀疏，腐殖质积累很弱。该地区土地地形起伏大，气候十分干旱而植被稀疏，土壤有机质含量低。

根据《新疆维吾尔自治区水土保持建设规划》工程区属于南疆农牧防风固沙治理区中的塔里木盆地农林牧重点防护区，本区水土流失特点以风蚀为重点，另外根据新疆维吾尔自治区人民政府关于全疆水土流失重点预防保护区、重点监督区、重点治理区划分的公告，柳树沟水电站工程所在的工程区属于重点预防保护区。

从项目区的环境概况、水土流失现状调查及引起土壤侵蚀的外营力和侵蚀形式分析，工程区土壤侵蚀的主要类型为风力侵蚀和水力侵蚀。根据《和静县水土保持规划》和《土壤侵蚀分级标准》判断柳树沟水电站工程区风蚀属于轻度风蚀区，水蚀属于微度侵蚀；工程区河道水蚀属于中度侵蚀。

柳树沟水电站工程区大部分位于和静县，和静县按照水土保持规划的要求，目

前主要进行了基本农田建设、人工种植农田防护林、人工种草、草场生态置换等水土流失治理工作。另外根据新疆维吾尔自治区人民政府关于全疆水土流失重点预防区、重点监督区、重点治理区划分的公告将本工程所属区域在“三区”划分中划为重点治理区。

4 水环境后评价

4.1 水环境现状调查情况

4.1.1 流域概况

开都河为内陆河流，发源于天山南麓中部海拔 4000m 的依连哈比尔尕山，流经巴音郭楞蒙古自治州的和静、焉耆，在博湖县注入博斯腾湖，河流全长 525km，流域面积 22200km²。

在呼斯台西里以上为开都河上游，呼斯台西里至大山水文站为中游，大山水文站以下为下游。

开都河发源地高山冰川发育，主河道迂回曲折，河漫滩发育，流经大、小尤尔都斯盆地，两盆地四周高山环抱，属封闭型山间盆地。盆地底部及河流两岸植被主要为沼泽草甸，植被覆盖率在 90% 左右。

开都河中游，海拔 3000m 以上的山区多为冰雪覆盖区，呼斯台西里至阿仁萨很托亥河段，河床开阔，河宽一般达数百米，两岸阶地及缓坡处为沼泽草甸，山地主要为高山草原，是当地的冬牧草场。支流萨很托亥和阿仁萨很托亥沟在该段汇入开都河，为开都河的主要产洪区。阿仁萨很托亥至大山水文站河段河床狭窄，河谷及两岸山地的植被以云杉为主。

河水流出大山口站后，水势渐缓，经山前丘陵，穿过焉耆灌区，注入博斯腾湖。下游区除丘陵区为戈壁沙滩外，其余均为绿树成荫、农田相间的焉耆灌区。

柳树沟水电站位于巴音郭楞蒙古自治州和静县境内的开都河中游下段，柳树沟水电站下游约 8km 处有 1991 年建成并发电的大山水电站，上游约 16km 处有已建成察汗乌苏水电站。

4.1.2 径流

开都河为内陆河流，径流主要来源于降水和冰川、雪山融水。由于该流域上游山区森林茂密，大、小尤尔都斯盆地主要为沼泽草甸，植被覆盖率达 90%，使下垫面具有较强的滞蓄能力，因此地下径流丰沛，枯水流量较大，年内分配较均匀。

而冰川、积雪有“高山固体水库”之称。在气候干暖年份，虽降水少，但气温增高，冰川、积雪消融量多，弥补了降水量之不足；而气候湿冷年份，冰川消融量

因低温减少，随降水量增加，高山冰川、积雪融水与中、低山雨水起相互补给作用，使径流年际变化稳定。

因柳树沟水电站坝址集水面积与大山口站相近，则柳树沟水电站各坝址径流成果直接采用大山口站径流设计成果

柳树沟水电站坝址各月平均流量计算采用察汗乌苏电站下泄流量叠加察汗乌苏坝址~大山口站区间流量推得。

柳树沟水电站坝址多年各月平均流量见表 4.1.1。

表 4.1.1 柳树沟坝址多年各月平均流量表

流量:m³/s

项目\月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
察入库	101	134	177	198	177	115	
察出库	98.3	140	180	198	177	111	
柳坝址	105	149	191	210	188	118	
项目\月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年均值
察入库	82.7	61.6	48.7	46.4	43.5	45.7	104
察出库	76.1	61.6	49.1	46.7	44.5	45.9	104
柳坝址	81.2	65.4	52.1	49.5	47.2	48.7	110

4.1.3 洪水

开都河洪水按成因可分为冰雪融水型、冰雪融水与降雨混合型、暴雨型三类，其中大洪水中冰雪融水所占比例很小；从出现时间上可分为春汛（4~5月）期洪水和夏汛（6~8月）期洪水两类。

春汛期多为融雪型洪水，洪水过程有明显的日变化，与高温天气持续时间密切相关；夏汛期多数为混合型洪水，洪水起涨快、涨率大，常形成峰高量大的洪水过程，无明显的日变化，洪水过程2~3天左右。

因柳树沟坝址集水面积直接采用大山口水文站集水面积，因此柳树沟坝址天然设计洪水洪峰、洪量成果均采用大山口水文站设计洪水成果。

受察汗乌苏水库调蓄影响的柳树沟坝址设计洪水成果见表 4.1.2。

表 4.1.2 柳树沟坝址设计洪水成果 洪峰流量：m³/s

频率 (%)	P=0.05	P=0.1	P=0.2	P=0.5	P=1	P=2
柳树沟坝址	2230	2180	2110	1880	1700	700

将全年来水划分为 12 月~翌年 3 月枯水期、4 月~5 月春汛期、6 月~8 月主汛期、9 月、10 月和 11 月汛后过渡期。

柳树沟坝址分期洪水直接采用大山口站分期洪水成果，见表 1.4.3。其中主汛期洪水受下游防洪要求控制，50 年一遇及其以下洪水洪峰流量不大于 700 m³/s，由上游察汗乌苏水电站承担下游防洪任务。

表 4.1.3 柳树沟水电站坝址分期洪水成果表流量：m³/s

使用时段	各频率设计值 p(%)				备注
	2	5	10	20	
12~3 月	122	103	88.7	74.8	
4 月~5 月 20 日	539	480	431	377	
5 月 21 日~9 月 10 日	1480	1130	878	652	天然
	700	700	700	652	受察库影响
9 月 11 日~30 日	455	367	301	236	
10 月	182	158	140	121	
11 月	144	125	110	95	

4.1.4 泥沙

开都河河道全长 525km，流域面积为 22200km²。呼斯台西里以上为上游，呼斯台西里至大山口为中游，大山口以下为下游。其上游源头区高山耸立，冰川发育，具有典型的高寒山区气候特征，河流流入大、小尤尔都斯盆地，流域内主要为沼泽草甸，植被覆盖率可达 90%，含沙量极低。中游阿仁萨很托亥以上，也因植被良好，产沙不多。阿仁萨很托亥至大山口河段为中游峡谷区，柳树沟水库位于此段，其河道滩险流急，比降较大，两岸山体裸露，植被稀少，气候干燥，岩石风化严重。发生暴雨时，两岸松散堆积物大量冲入河道，致使河水浑浊，含沙量增大，该段为开都河的主要产沙区，也是柳树沟水库入库泥沙的主要来源。大山口以下河道宽阔，水流渐缓，植被较差，但因降水稀少，所以产沙不多。

柳树沟水库的年入库悬移质沙量为察汗乌苏坝址~大山口站的区间沙量 4 万 t 加上察汗乌苏电站的下泄沙量 3.9 万 t, 即 7.9 万 t。柳树沟水库入库推移质沙量为察汗乌苏坝址~大山口站的区间悬移质沙量 4 万 t 的 10%, 即 0.4 万 t。

柳树沟水库多年平均含沙量为 0.023kg/m^3 , 入库水、沙年内分配很不均匀。汛期(4~8 月)水量占年水量的 64.8%, 汛期平均流量 $169\text{m}^3/\text{s}$ 。汛期沙量更为集中, 4 月~8 月输沙量 7.26 万 t, 占年沙量的 91.9%。汛期平均含沙量 0.033kg/m^3 。

4.1.5 冰清

(1) 水库冰盖

据调查, 大山口水库一般从 11 月下旬开始结冰, 在 12 月底以前冰盖就可以形成, 至次年 1、2 月份冰盖达到最厚, 3 月中旬冰盖开始消融, 4 月中旬全部消融。本水库形成冰盖及冰盖消融的时间与大山口水库基本相似。

(2) 电站进水口冰花入潜问题

冰花的下潜临界流速一般为 $0.6\text{--}0.7\text{m/s}$, 柳树沟水电站坝前水深 84m, 进水口以上水深约 24m, 进水口前的流速远远小于此值。冬季水库表面形成冰盖, 库底水温一般不会低于 4°C 。

(3) 电站下游尾水段冰情分析

由于上游有察汗乌苏水电站, 该电站为季调节型, 冬季进行调峰运行, 出库流量在 $40\text{--}260\text{m}^3/\text{s}$ 之间变化。柳树沟电站与察汗乌苏电站同步调峰运行, 冬季出库流量变化较大, 且水库建成后冬季出库水温明显提高, 所以水库下游难以形成稳定冰盖, 不会出现封冻现象。

4.1.6 水温

柳树沟水电站下游有大山口水文站, 该水文站只在夏季进行水温观测, 据资料统计, 大山口站 5~10 月平均水温为 11.8°C , 最高水温为 22°C (1959 年)。

4.2 水文情势影响分析回顾

4.2.1 环评阶段水文情势分析结论

4.2.1.1 施工期水文情势影响回顾

根据开都河柳树沟水库的特点，对下游水文情势产生影响可以划分为施工期与正常运行期两个时期进行分析。其中施工期包括施工截流期和水库蓄水初期对下游河道水文情势的影响分析。

(1) 工程施工截流对下游河道水文情势的影响

柳树沟截流时间安排在 10 月中下旬，由于到截流完成之前，河道水面将高于导流洞进口底板高程，因此施工截流不会对下游河道水文情势的产生不利影响。

(2) 水库蓄水初期对下游河道水温情势的影响

根据工程设计，柳树沟水电站于施工第 4 年的 10 月中下旬开始下闸蓄水，按照察汗乌苏水电站满发来水情况（ $258.3\text{m}^3/\text{s}$ ）计算，水位蓄至正常发电水位时需要 3 天时间，期间泄洪洞与溢洪洞无水下泄。按照施工组织拟定的初期蓄水计划，一天左右时间大山口水库将运行至死水位为 1401.5m ，较柳树沟厂房出水计算水位 1405.11m 低 3.6m ，按照本工程区河道坡降 8.0% 计算则会造成厂房下近 300m 的河床裸露，因此会造成厂房以下近 300m 的河道大约有 2 天时间断流。

同时，大山口水电站受来水的限制，水库运行到死水位后将无水向下游河道下泄，从而造成大山口水电站到第一分水枢纽之间河道的断流。因此为避免出现此情况，需要采取措施，避免工程初期蓄水无水下泄对下游河谷的影响。

《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书批复》（新环自函[2007]36 号）要求工程在施工运营期需保证下游河道生态基流量，避免在工程蓄水期下游河道断流；《开都河中游河段水电规划（修编）环境影响报告书批复》（新环自函[2012]929 号）要求各梯级坝址断面生态基流下泄量在丰水期不少于断面多年平均流量的 20%，枯水期不少于断面多年平均流量的 10%。柳树沟水电站蓄水期间下泄生态流量满足规划环评及工程环评的基本要求。

4.2.1.2 运行期水文情势影响回顾

(1) 柳树沟水电站库尾区

柳树沟水库正常蓄水位 1494.5m ，死水位为 1493m ，柳树沟水电站正常运行时，与察汗乌苏天然尾水重叠 1.21m 。柳树沟水库回水与察汗乌苏水电站厂房尾水基本相接。同时因察汗乌苏水电站建成运行后大坝生态流量不小于 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ ，加上察汗乌苏沟多年平均下泄流量 $4.1\text{m}^3/\text{s}$ ，到察汗乌苏厂房处河道流量平均值为 $9.3\text{m}^3/\text{s}$ ，因此察汗乌苏水电站厂房上游区河道年平均来水流量至少为 $9.3\text{m}^3/\text{s}$ 。综上所述，柳树沟水

电站建成运行后察汗乌苏水电站虽然将由承担基荷改变为调峰、调频和事故备用，但由于柳树沟运行时水库回水将与察汗乌苏水电站厂房尾水重叠 1.21m，同时察汗乌苏水电站厂房上游河道来水年平均不少于 9.3 m³/s，因此，柳树沟水电站工程建成后察汗乌苏水电站厂房下游区的河道将由天然河道变为水库水域，察汗乌苏厂房以下河道不会出现脱流河段。

(2) 柳树沟坝下区

柳树沟水电站下游约 9.2km 处已建有大山口水电站，大山口水电站已于 1991 年建成投产，柳树沟电站尾水与下游大山口水库回水相衔接，其尾水位与大山口水库的运行水位、库区泥沙淤积及回水位密切相关。

柳树沟厂房正常尾水位为 1405.11m，柳树沟大坝坡脚高程为 1407m，大山口水库的正常蓄水位为 1406.0m，死水位为 1401.5m，根据大山口水电站的调度运行过程线，一般枯水期的 9-4 月份维持的水库水位在 1404.3-1405.6m 左右，而汛期的 5-8 月份维持的水库水位在 1403.2m 以上。因此，为了保证柳树沟水电站正常运行期间，大坝到下游河道不出现脱流，环评要求工程施工完进行下游围堰拆除时对厂房到大坝坡脚的 180m 河道进行清理，要求清理后的河床底部高程不得高于 1403.0m（平水年大山口水库调度运行低水位为 1403.2 m），以避免工程建成运行后大坝到大山口库尾区间河段出现脱流和断流现象。

4.2.2 水文情势影响验证

4.2.2.1 施工期水文情势影响验证

环评要求柳树沟水电站下闸蓄水期间，建设单位与大山口水电站协调，使柳树沟水电站进行下闸蓄水前大山口水库达到正常蓄水位，并要求大山口水电站在以半台机进行运行，保证柳树沟水电站下闸蓄水期间向下游河道泄放水体流量至少达到 23m³/s。

柳树沟下闸蓄水期间，由大山口水电站放水满足下游居民的生活、生产及生态用水。大山口水电站调节库容 400 万 m³，按半台机发电，大山口水电站消落至死水位可以发电 2.0 天。大山口水电站按半台机发电，机组下泄流量为 23.0m³/s，大于平均流量（110.0m³/s）的 20%，下游生态用水需求可以达到良好状况。

因此，在下闸蓄水期间，通过柳树沟水电站与大山口水电站分别泄放生态流量，对下游河谷水文情势影响有限。

4.2.2.2 运行期水文情势影响验证

(1) 年径流量变化

柳树沟水电站投产后，开都河来水总体偏丰，但年际间表现较不均匀：2014 年最枯来水量仅 31.39 亿 m³，比多年平均来水量 34.37 亿 m³ 少 2.98 亿 m³，偏枯约 8.67%；2017 年达到高峰，比多年平均来水量偏丰 23.24%。

根据 2014 年~2018 年实测资料，柳树沟水电站运行后入库和出库年径流量见表 4.2.1，对比分析见图 4.2.1。

图 4.2.1 2014 年~2018 年运行期入库和出库年径流量对比表

单位：亿 m³

察汗乌苏电站	2014	2015	2016	2017	2018
入库水量	31.39	37.77	38.62	42.36	38.05
出库水量	31.43	37.72	38.51	42.34	38.06

从表可以看出，柳树沟水电站运行后，入库总水量年际变化较为明显，出库水总量随入库水量变化，出库总水量与入库水量基本一致。

(2) 典型年入库、出库月平均流量变化

根据 2014 年~2018 年实测资料，选取 2014 年、2017 年为柳树沟水电站运行后丰、枯水年的典型年份，分析柳树沟水电站运行后入库和出库月均流量变化情况。

1) 枯水年月均入库、出库流量变化

柳树沟水电站运行后，根据枯水年（2014）实测资料，入库和出库月平均流量见表 4.2.2。

表 4.2.2 运行后枯水年（2014）入库和出库月平均流量对比表

单位：亿 m³

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
入库流量	43.73	45.46	53.12	97.98	109.04	162.28	203.77	179.40	89.88	85.28	73.58	46.70
出库流量	43.86	46.27	52.33	98.05	109.17	162.31	203.24	180.83	90.07	85.68	72.85	47.01
变化	-0.12	-0.81	0.78	-0.07	-0.13	-0.03	0.53	-1.43	-0.19	-0.40	0.73	-0.31

可以看出，柳树沟水电站运行后，枯水年（2014）入库月均流量随季节变化较为明显，出库流量随入库流量变化而变化，总体而言，出库流量与入库流量基本一致。

2) 丰水年月均入库、出库流量变化

柳树沟水电站运行后，根据枯水年（2017）实测资料，入库和出库月平均流量见表 4.2.3。

表 4.2.3 运行后丰水年（2017）入库和出库月平均流量对比表

单位：亿 m³

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
入库流量	49.83	55.37	70.66	104.69	203.18	216.68	261.06	233.58	138.69	106.08	79.33	55.99
出库流量	48.22	56.06	70.00	104.64	208.13	216.37	260.84	233.46	138.62	106.57	79.20	56.47
变化	1.61	-0.69	0.66	0.05	-4.95	0.31	0.22	0.12	0.07	-0.49	0.13	-0.48

可以看出，柳树沟水电站运行后，丰水年（2017）入库月均流量随季节变化较为明显，出库流量随入库流量变化而变化，总体而言，出库流量与入库流量基本一致。

（3）典型日入库、出库流量及水位变化

分别选取 2018 年柳树沟水电站枯水期、平水期（产卵季）、丰水期典型日逐时出入库流量数据，出入库流量、库区水位变化、坝下水位变化以及大山口水电站库区同期的水位数据分析如下。

表 4.2.1 柳树沟水电站 2018 年各月典型日出库流量过程 m³/s

月	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月	
	10日		16日		12日		25日		08日		13日		17日		24日		12日		06日		13日		28日	
日	入库	出库																						
1:00	77	85	19	0	43	0	204	85	88	137	118	143	187	264	189	221	234	251	155	117	82	0	73	100
2:00	81	0	16	0	62	0	176	119	114	156	100	83	252	262	150	172	219	244	182	123	49	0	30	97
3:00	98	0	9	0	52	0	169	116	59	138	101	73	285	264	170	170	227	251	143	120	54	0	11	80
4:00	106	0	0	0	52	0	200	149	73	138	158	119	306	269	163	192	247	251	161	122	87	0	0	77
5:00	93	0	0	0	58	0	151	194	84	137	129	138	205	242	210	207	269	251	171	123	101	0	0	78
6:00	93	0	0	0	65	52	130	198	87	136	58	152	168	174	305	241	271	251	171	122	64	0	43	70
7:00	76	106	9	0	27	144	187	242	78	138	122	208	265	229	242	185	274	252	156	122	59	0	0	80
8:00	71	102	10	0	105	193	248	250	183	209	210	194	234	255	242	242	193	246	170	122	67	14	60	0
9:00	86	114	2	0	178	227	184	165	223	215	189	161	273	266	264	242	258	248	155	131	0	91	87	0
10:00	74	98	6	0	99	155	99	161	124	147	147	145	191	167	228	200	175	243	112	175	0	69	101	0
11:00	7	89	3	0	59	79	148	210	252	186	146	153	276	253	229	211	184	182	48	203	0	82	91	85
12:00	0	54	4	0	63	82	161	204	103	0	174	101	256	264	299	257	168	137	80	205	14	41	28	16
13:00	22	0	7	0	63	54	38	35	113	0	142	99	310	269	245	262	65	97	165	94	13	0	36	0
14:00	10	0	3	0	14	10	57	0	82	0	115	87	163	210	220	227	144	96	86	85	0	0	0	0
15:00	0	0	4	0	32	29	56	0	46	0	82	75	168	223	252	246	111	103	77	73	0	0	4	0
16:00	0	0	0	0	7	0	70	0	46	0	144	96	257	269	254	260	144	127	133	97	7	0	20	0
17:00	76	62	15	0	21	19	57	0	69	60	171	114	165	167	187	264	33	156	20	110	14	0	20	0
18:00	69	118	5	0	35	0	96	0	125	103	78	202	124	178	193	249	79	184	171	111	54	50	1	7
19:00	91	98	9	0	31	19	96	68	203	248	70	169	244	243	311	261	43	74	166	115	77	107	155	108
20:00	175	88	0	106	81	39	85	143	242	238	174	200	268	265	264	235	39	68	165	118	90	113	154	107
21:00	209	111	0	119	8	19	165	235	270	249	267	238	280	270	280	266	83	84	173	118	66	103	171	113

新疆开都河柳树沟水电站环境影响后评价报告

22:00	77	83	41	105	0	10	165	228	256	250	256	218	203	209	296	265	46	67	167	186	89	112	167	105
23:00	7	13	68	114	11	10	158	217	261	249	237	230	197	212	262	261	59	67	174	246	75	112	100	113
24:00	0	0	80	23	0	10	160	99	180	202	275	253	300	269	266	266	65	68	173	256	64	105	0	108

表 4.2.2 柳树沟水电站 2018 年各月典型日库区与尾水水位过程 (m)

月	1 月		2 月		3 月		4 月		5 月		6 月	
日	10 日		16 日		12 日		25 日		08 日		13 日	
	库水位	尾水位										
1:00	1494.40	1405.36	1494.72	1405.33	1494.67	1405.26	1494.44	1407.19	1494.77	1407.32	1494.64	1406.71
2:00	1494.54	1405.19	1494.72	1405.26	1494.74	1405.26	1494.52	1407.16	1494.68	1407.50	1494.68	1406.53
3:00	1494.69	1405.20	1494.73	1405.20	1494.82	1405.25	1494.61	1407.45	1494.61	1407.33	1494.72	1407.12
4:00	1494.83	1405.20	1494.74	1406.93	1494.89	1405.25	1494.58	1407.85	1494.51	1407.32	1494.77	1407.30
5:00	1494.97	1405.25	1494.74	1407.03	1494.97	1406.96	1494.52	1407.89	1494.43	1407.33	1494.66	1407.43
6:00	1495.02	1406.96	1494.75	1406.85	1494.87	1407.41	1494.46	1408.18	1494.35	1407.31	1494.51	1407.95
7:00	1494.98	1406.96	1494.75	1406.87	1494.74	1407.79	1494.36	1408.24	1494.26	1407.33	1494.50	1407.83
8:00	1494.93	1407.12	1494.76	1407.02	1494.62	1408.12	1494.39	1407.62	1494.25	1407.91	1494.52	1407.54
9:00	1494.89	1406.91	1494.77	1407.08	1494.52	1407.53	1494.35	1407.53	1494.25	1408.01	1494.54	1407.39
10:00	1494.77	1406.78	1494.78	1406.90	1494.48	1406.64	1494.27	1407.97	1494.27	1407.40	1494.55	1407.45
11:00	1494.66	1406.81	1494.79	1405.52	1494.44	1406.64	1494.18	1407.93	1494.42	1407.82	1494.59	1406.93
12:00	1494.65	1405.21	1494.79	1405.26	1494.41	1406.88	1494.13	1406.71	1494.59	1405.32	1494.64	1406.90
13:00	1494.65	1405.19	1494.80	1405.21	1494.46	1405.72	1494.22	1405.25	1494.73	1405.25	1494.69	1406.72
14:00	1494.66	1405.20	1494.81	1405.20	1494.46	1405.26	1494.31	1405.25	1494.83	1405.25	1494.74	1406.57
15:00	1494.66	1405.20	1494.81	1405.20	1494.47	1405.25	1494.38	1405.25	1494.90	1405.24	1494.80	1406.82
16:00	1494.66	1406.71	1494.83	1405.16	1494.47	1405.26	1494.48	1405.25	1494.95	1406.40	1494.90	1407.04
17:00	1494.63	1407.17	1494.83	1406.45	1494.50	1406.80	1494.59	1405.25	1494.95	1406.83	1494.81	1407.89
18:00	1494.60	1407.17	1494.85	1407.17	1494.56	1406.40	1494.70	1406.64	1494.90	1408.22	1494.63	1407.63
19:00	1494.68	1407.16	1494.76	1407.19	1494.57	1406.12	1494.66	1407.32	1494.91	1408.19	1494.57	1407.87
20:00	1494.79	1407.10	1494.55	1407.07	1494.60	1406.97	1494.59	1408.16	1494.92	1408.24	1494.60	1408.16
21:00	1494.86	1406.71	1494.39	1406.94	1494.56	1406.90	1494.49	1408.14	1494.94	1408.25	1494.63	1408.03
22:00	1494.84	1406.81	1494.33	1407.06	1494.52	1406.85	1494.39	1408.05	1494.96	1408.23	1494.66	1408.11
23:00	1494.73	1406.88	1494.33	1407.08	1494.43	1406.77	1494.36	1407.29	1494.96	1407.91	1494.68	1408.23
24:00	1494.58	1407.12	1494.40	1406.75	1494.27	1407.39	1494.46	1405.26	1494.93	1407.70	1494.68	1408.04

表 4.2.3 柳树沟水电站 2018 年各月典型日库区与尾水水位过程 (m)

月	7 月		8 月		9 月		10 月		11 月		12 月	
日	17 日		24 日		12 日		06 日		13 日		28 日	
	库水位	尾水位										
1:00	1494.47	1408.26	1493.86	1407.67	1494.88	1408.25	1494.39	1407.18	1494.42	1405.25	1494.66	1406.95
2:00	1494.48	1408.26	1493.86	1407.67	1494.83	1408.27	1494.45	1407.16	1494.52	1405.25	1494.54	1406.77
3:00	1494.49	1408.27	1493.84	1407.77	1494.83	1408.27	1494.51	1407.18	1494.65	1405.25	1494.42	1406.74
4:00	1494.49	1408.19	1493.83	1407.95	1494.84	1408.28	1494.58	1407.18	1494.78	1405.26	1494.30	1406.72
5:00	1494.48	1407.67	1493.87	1408.17	1494.86	1408.27	1494.63	1407.18	1494.90	1405.26	1494.18	1406.70
6:00	1494.49	1408.04	1493.91	1407.76	1494.90	1408.28	1494.70	1407.18	1494.99	1405.26	1494.03	1406.78
7:00	1494.50	1408.23	1493.94	1408.15	1494.87	1408.25	1494.76	1407.18	1495.06	1405.51	1494.06	1405.32
8:00	1494.51	1408.26	1494.00	1408.17	1494.84	1408.27	1494.80	1407.28	1495.00	1407.03	1494.16	1405.27
9:00	1494.52	1407.63	1494.05	1407.89	1494.83	1408.24	1494.77	1407.73	1494.87	1406.69	1494.32	1405.26
10:00	1494.53	1408.15	1494.08	1407.90	1494.79	1407.79	1494.61	1407.90	1494.74	1406.85	1494.40	1406.67
11:00	1494.58	1408.27	1494.13	1408.22	1494.75	1407.41	1494.39	1407.93	1494.64	1406.22	1494.41	1405.78
12:00	1494.58	1408.28	1494.14	1408.24	1494.75	1406.98	1494.36	1406.98	1494.63	1405.29	1494.44	1405.26
13:00	1494.55	1407.98	1494.10	1408.08	1494.80	1406.94	1494.39	1406.86	1494.64	1405.26	1494.45	1405.27
14:00	1494.49	1407.99	1494.10	1408.17	1494.83	1407.05	1494.42	1406.70	1494.65	1405.26	1494.47	1405.27
15:00	1494.43	1408.28	1494.11	1408.24	1494.84	1407.23	1494.47	1406.99	1494.66	1405.26	1494.49	1405.27
16:00	1494.43	1407.62	1494.08	1408.26	1494.75	1407.58	1494.47	1407.16	1494.67	1405.26	1494.50	1405.27
17:00	1494.43	1407.68	1493.97	1408.21	1494.58	1407.82	1494.39	1407.16	1494.67	1406.16	1494.52	1405.50
18:00	1494.37	1408.15	1493.94	1408.25	1494.47	1406.71	1494.46	1407.21	1494.64	1407.17	1494.53	1407.17
19:00	1494.36	1408.26	1493.99	1408.11	1494.46	1406.62	1494.53	1407.24	1494.61	1407.21	1494.62	1407.17
20:00	1494.38	1408.28	1494.03	1408.26	1494.45	1406.81	1494.64	1407.25	1494.56	1407.21	1494.71	1407.12
21:00	1494.38	1407.96	1494.08	1408.26	1494.44	1406.62	1494.67	1407.77	1494.52	1407.19	1494.78	1407.07
22:00	1494.36	1407.87	1494.10	1408.24	1494.41	1406.61	1494.57	1408.25	1494.47	1407.20	1494.83	1407.13
23:00	1494.39	1408.27	1494.11	1408.26	1494.38	1406.61	1494.45	1408.30	1494.42	1407.10	1494.70	1407.10
24:00	1494.39	1407.86	1494.16	1408.26	1494.36	1406.61	1494.33	1408.17	1494.42	1405.81	1494.55	1406.37

(1) 对库区水文情势的影响

柳树沟水电站工程建成后正常蓄水位 1494.5m，库容 0.771 亿 m³，正常蓄水位水库面积 2.16km²。水库回水长度 11.7km。死水位 1493m，相应天然库容 0.0375 亿 m³。

工程运行后坝前水深比天然河道抬高约 89m，库区流速减缓，库区河段从河道急流型变为缓流型。柳树沟水电站库容小，水库不出原河槽，水库为日调节水库，正常蓄水位到死水位最大波动仅有 1.5m，库区水位波动不大。

(2) 对坝下水文情势的影响

现收集柳树沟水电站 2018 年完整年的典型日水库运行过程资料，如表 4.2.1 所示。

分别选取柳树沟水电站 12 月枯水期、5 月平水期（产卵季）、8 月丰水期典型日逐时出入库流量数据，坝下水位变化数据。

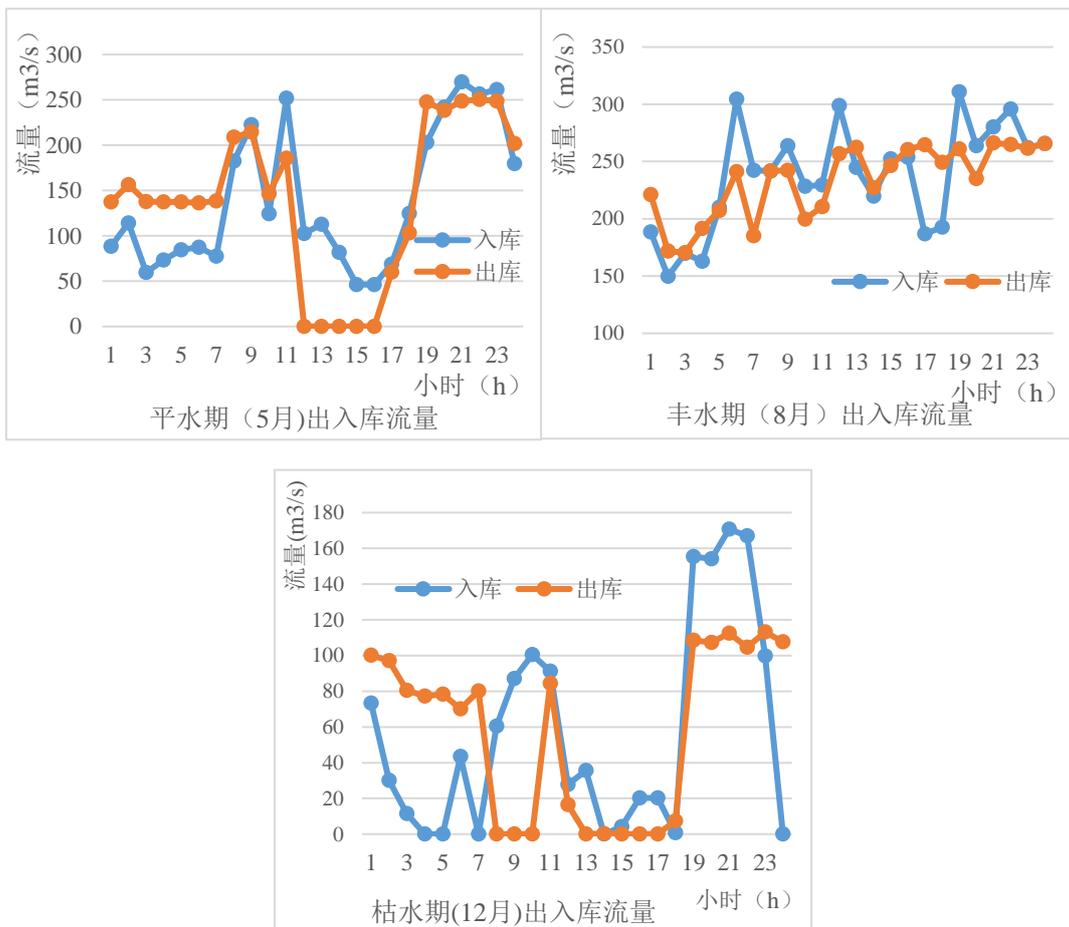


图 4.2.1 柳树沟水电站丰平枯水期典型日水量下泄与水位图

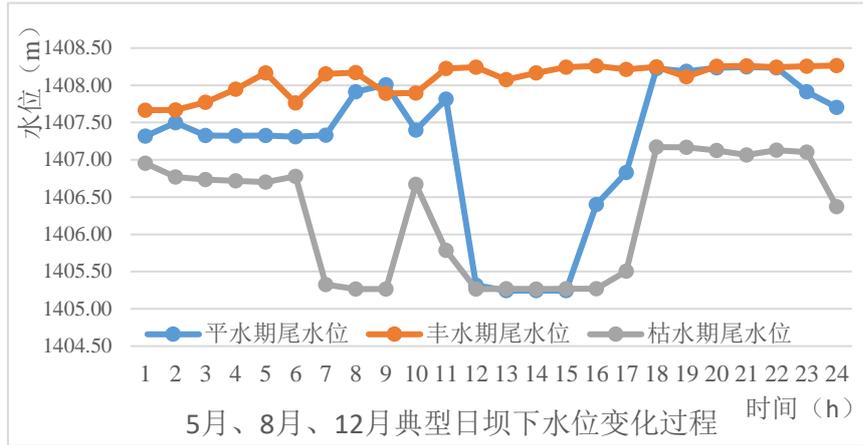


图 4.2.2 柳树沟水电站丰平枯水期典型日坝下水位变化过程

图中可以看出，平水期典型日入库流量 $50\text{m}^3/\text{s} \sim 270\text{m}^3/\text{s}$ ，出库流量 $0\text{m}^3/\text{s} \sim 250\text{m}^3/\text{s}$ ；丰水期典型日入库流量 $150\text{m}^3/\text{s} \sim 300\text{m}^3/\text{s}$ ，出库流量 $175\text{m}^3/\text{s} \sim 270\text{m}^3/\text{s}$ ；枯水期典型日入库流量 $0\text{m}^3/\text{s} \sim 170\text{m}^3/\text{s}$ ，出库流量 $0\text{m}^3/\text{s} \sim 110\text{m}^3/\text{s}$ ；柳树沟水电站为日调节水库，日调节过程中出入库流量小时变化值相对显著。

(4) 运行期坝下减水情况分析

柳树沟水电站为日调节水库，日内逐时水量变化较大。现收集柳树沟水电站近三年 2016 年~2018 年完整年的典型日水库运行过程资料进行统计分析，得出柳树沟水电站出库流量分布天数表。柳树沟水电站为坝后式电站，环评阶段未提出柳树沟水电站生态流量泄放量，因此本表以柳树沟坝址多年平均径流量的 10% ($10.9\text{m}^3/\text{s}$) 为控制指标，统计结果如表 4.2.4 所示。

表 4.2.4 2016~2018 年出库流量天数及百分比统计表

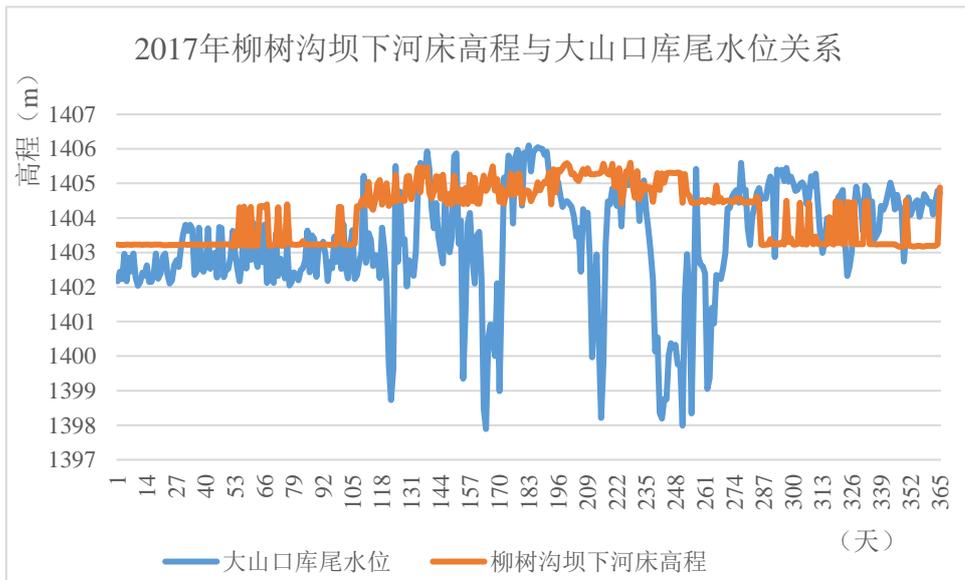
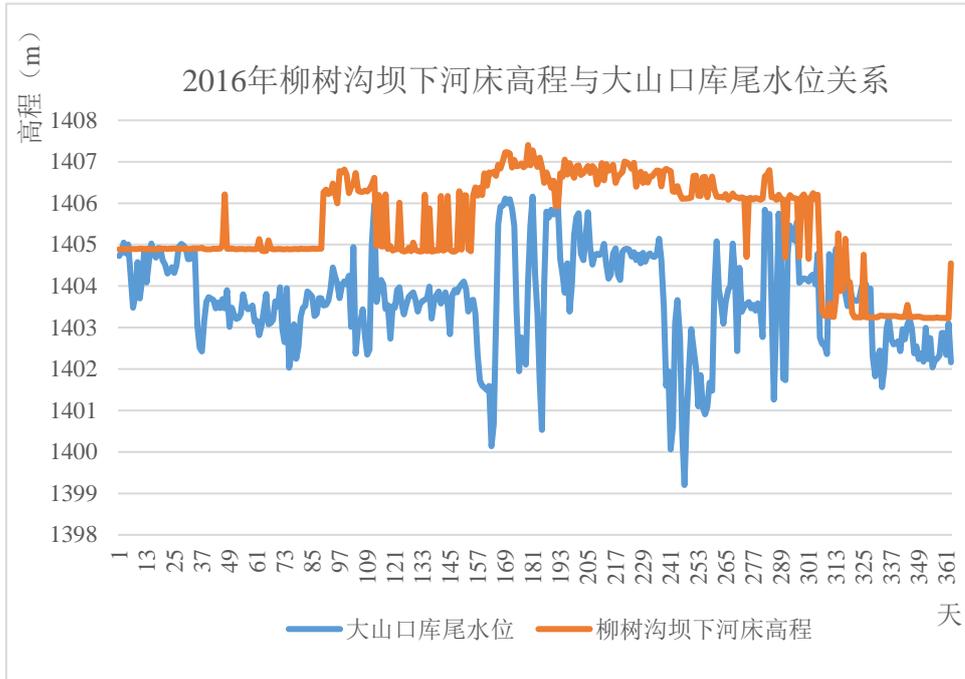
年	月	出库流量分布天数（百分比）		
		未下泄 (出库流量为 0)	$0 < \text{出库流量} < 10.9\text{ m}^3/\text{s}$	出库流量 $> 10.9\text{ m}^3/\text{s}$
2016	1	27	0	4
	2	17	2	10
	3	24	1	6
	4	10	5	15
	5	21	1	9
	6	1	0	29
	7	3	1	27
	8	1	0	30
	9	3	2	25
	10	7	0	24

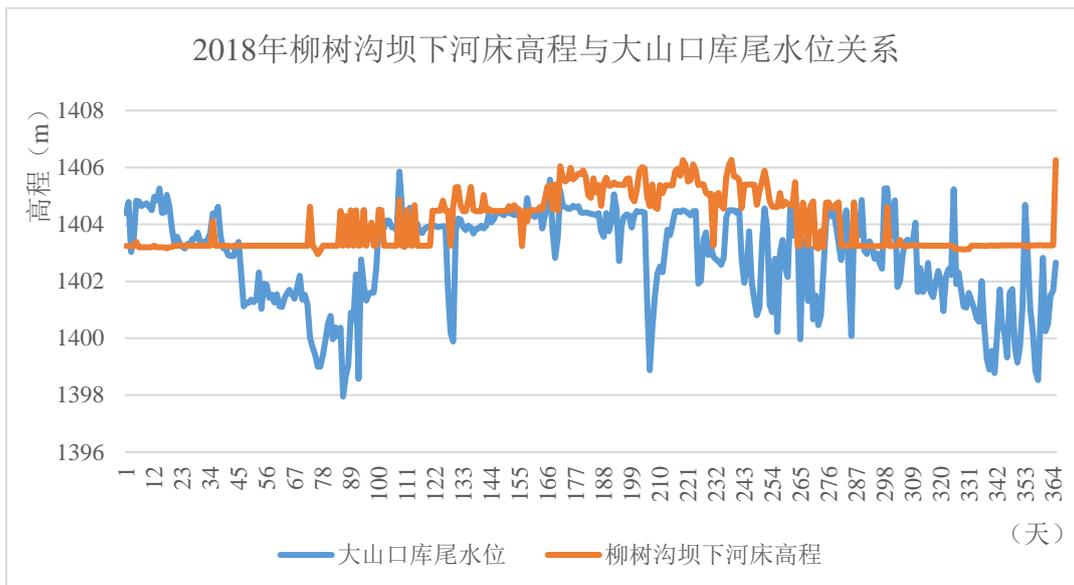
	11	24	1	5
	12	29	0	2
	总天数	167 (45.75%)	13 (3.6%)	186 (50.96%)
2017	1	27	2	2
	2	21	2	5
	3	24	0	7
	4	16	3	11
	5	2	0	29
	6	1	0	29
	7	0	0	31
	8	0	0	31
	9	2	0	28
	10	1	1	29
	11	15	3	12
	12	29	1	1
		总天数	138 (37.81%)	12 (3.29%)
2018	1	5	26	0
	2	5	22	1
	3	4	23	4
	4	6	18	6
	5	1	1	29
	6	0	2	28
	7	0	0	31
	8	3	1	27
	9	5	2	23
	10	1	22	8
	11	8	22	0
	12	2	28	1
		总天数	40 (10.96%)	167 (45.75%)

柳树沟水电站为日调节电站，从表中可以看出，2016年~2018年，日内出库无流量下泄的天数占全年的10.9%~45.75%，日内调峰明显。

柳树沟水电站为坝后式电站，厂房与坝址之间无减脱水河段。大山水电站位于柳树沟水电站下游，正常运行期间库尾与柳树沟水电站尾水相接。大山水电站正常蓄水位1406m，死水位1401.5m，若柳树沟水电站无流量下泄且同时大山水位低于柳树沟坝下河床高程时，则可能出现减脱水河段。

2016年~2018年柳树沟坝下河床高程和大山水电站库尾水位关系图如下。





4.2.3 2016 年~2018 年柳树沟坝下河床高程和大山口库尾水位关系

同步收集 2016 年~2018 年大山口库尾水位数据，叠加大山口库尾水位低于柳树沟坝下河床高程且柳树沟无水量下泄同时发生的情况，统计可能出现减水河段的天数，如下表所示。

表 4.2.5 柳树沟坝下可能出现减水河段天数统计

月 年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总天 数	平均停 机小时	频 率%
2016	19	17	24	10	18	1	3	1	3	7	13	29	145	6.0	9.93
2017	25	15	19	12	0	1	0	0	2	1	4	2	81	5.6	5.18
2018	0	4	4	3	1	0	0	3	5	1	7	2	30	10.1	3.46

在丰水期，两电站的日内调峰幅度更加剧烈，从 2016 年~2018 年统计数据可知，柳树沟水电站坝下河床高程与大山口水电站库水位高程差在 1m~2m 之间，因此推测，在柳树沟水库日内调节不发电时段可能出现坝下河床裸露的现象。根据《柳树沟水电站环境影响评价报告》，柳树沟坝下至大山口坝址河段平均比降约为 8 树，推测可能造成 125m~250m 左右的河床裸露现象。大山口坝址位于柳树沟下游 9.1km，减脱水河段占整个库区长度的 0.14%~0.28%。

4.2.3 已采取的保护措施有效性评价

4.2.3.1 下闸蓄水期间水文情势措施有效性

据调查，柳树沟水电站下闸蓄水时间为 2012 年 12 月 25 日，蓄水前建设单位申请塔里木河流域建设管理局组织召开了柳树沟水电站下闸蓄水协调会，经过塔里木河流域建设管理局协调，在柳树沟水电站蓄水期前，下游大山口、小山水库保证在满库容状态。蓄水期间，水位蓄至正常发电水位时之前，期间泄洪洞与溢洪洞无水下泄，造成柳树沟水电站坝下脱水河段约 300m，断流时间约 1 天。之后，在水位至溢洪洞堰顶高程 1482m，由下游大山口、小山水电站水库保证下游生态流量要求，下泄生态流量按大山口水电站半台机流量 $23\text{m}^3/\text{s}$ 控制；水位蓄至溢洪洞堰顶高程 1482m 以后，通过溢洪洞向下游放水流量可达 $23\text{m}^3/\text{s}$ （坝址处多年平均流量的 21.1%），满足下游生态、生活用水。

建设单位在电站投产前组织对厂房下游围堰及尾水河道进行开挖清理，清理后尾水河道高程在 1402m，下游大山口水电站正常蓄水位 1406.00m，死水位 1401.50m，所以即使在下游大山口水电站在低水位运行，柳树沟水电站带小负荷发电等不利条件下，河道至少保持 0.5m 水深，不会出现脱水河段，满足生态要求。

4.2.3.2 运行期间措施有效性

环评阶段和验收阶段尚未提出采取生态放水措施，环评批复明确要求，及时优化项目运行调度方案，确保下游水生生态系统及水功能不受柳树沟水电站影响；工程在施工运营期需保证工程下游河道生态基流量，避免在工程蓄水期下游河道断流，维持下游河段水生生态系统平衡。

另外，环评报告环保措施中要求工程施工完进行下游围堰拆除时对厂房到大坝坡脚的 180m 河道进行清理，要求清理后的河床底部高程不得高于 1403.0m。

但根据收集到的 2016 年~2018 年大山口水电站库尾水位资料，2016 年~2018 年，大山口水电站在极低水位运行时，库尾水位低于正常蓄水位 1401.5m，出现该现象天数分别为 15 天、34 天、81 天。

表 4.2.5 统计结果，三年间出现坝下短距离河道断流的天数分别为 145 天、81 天、30 天，按实际柳树沟平均每天停机小时计算，三年断流时间占比分别为 9.93%、5.18%、3.46%。

2019年3月,业主再次对柳树沟坝下河道进行疏挖,疏挖后河床大约将至1402m左右。开挖后柳树沟坝下尾水如图4.2.4所示。



图 4.2.4 开挖后柳树沟坝下尾水河道现状

可以看出,开挖并降低柳树沟坝下河床高程能够暂时缓解不发电时可能出现的减脱水现象,但河道冲刷淤积严重,坝下河床高程仍会随水库运行升高,因此仅靠开挖降低坝下河床高程不能长久解决减脱水河段问题,在柳树沟水电站不发电无水量下泄且大山口库尾水位低于柳树沟坝下河床高程时,仍有可能出现河床裸露的现象,裸露河段长度较短,约150m~250m左右。

4.3 水温影响分析回顾

4.3.1 环评阶段水温预测结果

柳树沟水电站装机180MW,开发任务是发电,电站不设汛期防洪限制水位和汛期运行水位。水库正常蓄水位1494.50m,死水位1493.00m,调节库容370万 m^3 ,水库具有日调节能力。

(1) 水库水温

根据环评阶段预测结果,柳树沟水库水温结构为完全混合型水温结构,水库坝前水体全年基本不分层,其上游来水与下泄水水温十分接近。在全年的12个月份中,柳树沟水库水体表层与底层的水温温差最大值出现在1月份,为 $3.1^{\circ}C$,最小出现在

10月份,为0.1℃。柳树沟水库运行后年内各月不同水深处的水温预测结构见表4.3.1及图4.3.1。

表 4.3.1 柳树沟水电站工程坝前水体水温随高程的分布 单位:℃

高程 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1495	-0.5	-0.9	1.9	7.5	11.2	13.4	14.6	12.4	10.1	7.7	5.3	2.3
1490	1.7	0.5	2.8	7.4	10.8	13.3	13.8	11.8	9.8	7.8	5.4	3.8
1485	1.8	0.6	2.9	7.4	10.8	13.2	13.8	11.8	9.7	7.8	5.4	3.9
1480	1.9	0.7	3.0	7.4	10.7	13.2	13.7	11.7	9.6	7.7	5.4	3.9
1475	1.9	0.7	3.1	7.4	10.7	13.2	13.7	11.7	9.6	7.7	5.5	3.9
1470	2.0	0.7	3.1	7.4	10.7	13.2	13.6	11.7	9.6	7.7	5.5	3.9
1465	2.2	0.7	3.1	7.3	10.7	13.2	13.6	11.7	9.6	7.7	5.5	3.9
1460	2.2	0.8	3.1	7.3	10.7	13.2	13.6	11.6	9.6	7.7	5.5	3.9
1455	2.5	1.0	3.2	7.3	10.6	13.1	13.5	11.6	9.5	7.7	5.5	3.9
1450	2.6	1.3	3.2	7.2	10.6	13.0	13.3	11.4	9.5	7.7	5.5	3.9

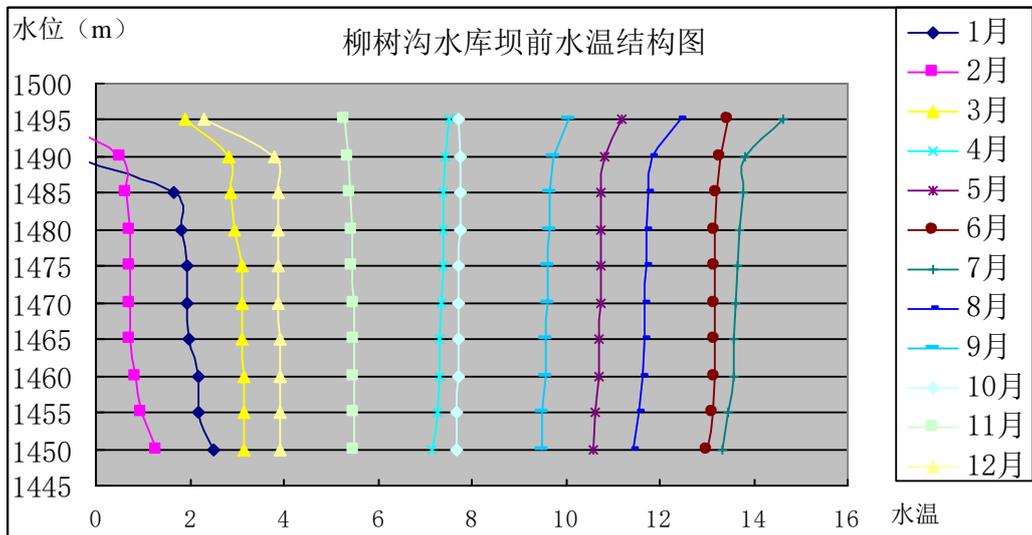


图 4.3.1 柳树沟水库坝前垂向水温结构图 单位:℃

(2) 下游河道水温

环评阶段对柳树沟水电站建成后河道各重要水文断面下泄水温变化情况进行了预测,各重要水文断面下泄水体水温变化情况见表。

表 4.3.2 柳树沟建库前后重要水文断面水温差值 单位：℃
 （建库后-建库前）

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
柳树沟坝址		0.0	-0.1	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1
大山口坝址		-0.2	-0.1	-0.6	-0.5	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	-0.1	-0.2	-0.3
小山口坝址		-0.3	-0.1	-1.2	-0.9	-0.5	-0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.3
第一分 水枢纽	I	-0.3	0.1	-0.9	-0.6	-0.2	-0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.0	-0.3
	II	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	0.0	-0.3

注：负值表示柳树沟建库后该断面水温低于建库前水温。第一分水枢纽 I、II 分别代表有、无小山水库的情形

根据柳树沟水电站建库前后下游河道断面水温变化，柳树沟坝址处河道水温变化较小，最大水温降幅出现在 1 月份，最大水温升幅在 7-9 月份（不到 0.1℃），坝址处的河道水温变化在 -0.3~0.1℃，因此，柳树沟水库的调度运行对下游水温的影响程度较小。

4.3.2 电站运行后水温实际变化情况

根据 α 据 α 判别法，柳树沟水库多年平均径流量 34.37 亿 m³，库容 0.771 亿 m³，水库为混合型水库。

柳树沟水库进水口底板高程为 1470m，目前尚未有柳树沟水库原型观测数据，根据业主提供 2017 年大坝面板水温度数据，来近似代表坝前水温。

表 4.3.3 柳树沟水电站大坝面板水温随高程的分布 单位：℃

月份	1470m	1480m	1490m	1493.4m	最大温差
1	1	1	1.1	0.3	-0.8
2	0.8	0.8	0.8	0	-0.8
3	1.1	1.1	1.1	0.4	-0.7
4	3.9	4	4.3	4.9	1
5	9.3	10	10.8	11.8	2.5
6	12.4	13.1	14.2	15	2.6
7	13.8	14.3	15	15.6	1.8
8	13.9	14.2	14.8	15.3	1.4
9	13.5	13.7	14.5	14.8	1.3
10	10.5	10.6	10.9	10.9	0.4
11	4.8	4.6	4.5	4.5	-0.3
12	1.9	1.8	1.7	0.5	-1.4

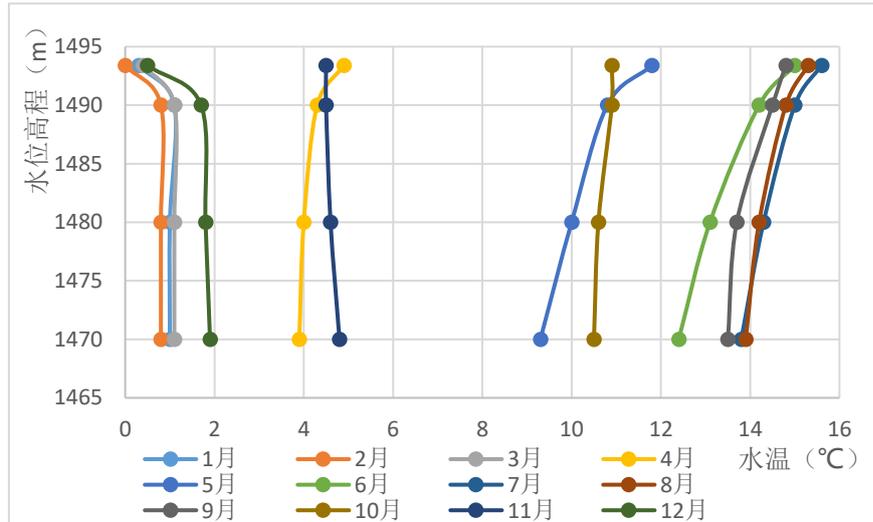


表 4.3.1 柳树沟水电站大坝面板水温随高程的分布

水库坝前水体全年基本不分层。在全年的 12 个月份中，冬季表层水温低于库内水位，夏季表层水温高于库内水温。在高程 1470m~1490m 之间，水体温度变幅较小，最大变温发生在 5 月至 9 月期间，为 1.5℃左右，符合环评阶段预测规律。

坝下水温根据 2019 年 4 月地表水环境监测成果，水库库区水温及下泄水温与建库前河流水温基本保持一致，柳树沟库区未发生水温分层以及低温水下泄情况。

表 4.3.4 柳树沟水电站工程河段水温沿程分布 单位：℃

监测项目	察-柳公路桥上游			水库中央断面			厂房出水口		
	4月3日	4月4日	4月5日	4月3日	4月4日	4月5日	4月3日	4月4日	4月5日
水温 (°C)	3.4	2.7	3.3	2.5	2.3	2.7	3.1	2.8	2.5

5 水生生态环境后评价

5.1 现状调查情况

工程区水生生态环境湖库化—由原始的山区河流水生生态系统，向工人调蓄水库+减水河段演变，开都河进入柳树沟上游的察汗乌苏水库后水流变缓、泥沙沉降、水体透明度增大，进入柳树沟水库，这一现象更加明显。

2018年6~7月、2019年4~5月，我公司委托新疆中水原创生物科技有限公司在先后两次对霍尔古吐河段~大山口坝下近71km河段中的天然河段、湖库化河段、减水河段、近天然河段四种不同类型的水域设置了5个水生生物采样点，8个鱼类采样点。监测点位（断面）见表下表5.1.1~5.1.2。

表 5.1.1 2018~2019 年度开都河中游河段水生生物采样点

序号	位置	备注
1	霍尔古吐	天然河段
2	察汗乌苏库区	湖库化河段
3	察汗乌苏发电厂房河段	减水河段末端
4	柳树沟库区	湖库化河段
5	大山口坝下	近天然河段

表 5.1.2 2018~2019 年度开都河中游河段鱼类采样点

序号	位置	备注
1	霍尔古吐沟	天然河段-支流
2	霍尔古吐沟与开都河主河道汇合口	天然河段-主河道
3	察汗乌苏库尾	湖库化河段与天然河段交汇处
4	察汗乌苏库区 1	湖库化河段
5	察汗乌苏库区 2	湖库化河段
6	察汗乌苏发电厂房河段	减水河段末端
7	柳树沟库区	湖库化河段
8	大山口坝下	近天然河段-主河道

监测项目：水生浮游动物、浮游植物、底栖动物的种类、单位容积的数量、生物量，鱼类的种类、体长、大小以及形态特征，同时附注采样点位水体的温度、流速、水质等有关特征。主要调查结果如下：

5.1.1 浮游植物

根据现场调查及室内样品鉴定结果显示，开都河中游调查河段浮游植物有蓝藻门、绿藻门、硅藻门、甲藻门、裸藻门、金藻门、隐藻门 7 个门共 114 种。其中硅

藻门最多，为 55 种，占 48.2%；其次为绿藻门，为 36 种，占 31.6%；蓝藻门 14 种，占 12.3%；甲藻门 3 种，占 2.6%；裸藻门、金藻门、隐藻门各 2 种，各占 1.8%。从季节上来看，夏季种类数明显高于其他季节；从地理位置来看，柳树沟库区种类数较高。

表 5.1.3 开都河中游河段浮游植物种类名录

门	种属
绿藻门 <i>Chlorophyta</i>	
	镰形纤维藻 <i>Ankistrodesmus falcatus</i>
	水绵 <i>Spirogyra</i> sp.p
	双星藻 <i>Zygnema</i> sp.p
	转板藻 <i>Mougeotia</i> sp
	丝藻 <i>Ulothrix</i> sp.p
	单型丝藻 <i>U.aequalis</i>
	尾丝藻 <i>Uronema confervicolum</i>
	钝鼓藻 <i>Ulothrix obtusatum</i>
	角星鼓藻 <i>Staurastrum</i> sp
	二角盘星藻 <i>Pediastrum duplex</i>
	四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>
	双对栅藻 <i>S.bijuga</i>
	普林鞘藻 <i>Oedogonium pringsheimii</i>
	羽枝竹枝藻 <i>Draparnaldia mutabilis</i>
	渐狭毛枝藻 <i>Stigeoclonium elongatum</i>
蓝藻门 <i>Cyanophyta</i>	
	蓝纤维藻 <i>Dactylococcopsis</i> sp
	颤藻 <i>Oscillatoria</i> sp.p
	小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>
	两栖颤藻 <i>O.amphibia</i>
	席藻 <i>Phorimidium</i> sp
	小席藻 <i>Phormidium tenuis</i>
	托马织线藻 <i>Plectonema tomasinianum</i>
	鞘丝藻 <i>Lyngbya</i> sp
硅藻门 <i>Bacillariophyta</i>	
	具星小环藻 <i>Cyclotella stelligera</i>
	广缘小环藻 <i>Cyclotella bodanica</i>
	螺旋颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i>
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>
	近缘针杆藻 <i>S. affini</i>
	双头针杆藻 <i>S.amphicephala</i>

	肘状针杆藻 <i>S. ulna</i>
	小针杆藻 <i>S.nana</i>
	钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>
	连结脆杆藻 <i>F.construens</i>
	短线脆杆藻 <i>F. brevistriata</i>
	变异脆杆藻 <i>F. virescens</i>
	缢缩异极藻 <i>Gomphonema constrictum</i>
	尖异极藻 <i>G.acuminatum</i>
	窄异极藻 <i>G.angustatum</i>
	中间异极藻 <i>G. intricatum</i>
	普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>
	普通等片藻卵圆变种 <i>D.vulgare</i> var. <i>Ovalis</i>
	长等片藻 <i>D.elongatum</i>
	辐节藻 <i>Stauroneis</i> sp
	美壁藻 <i>Caloneis</i> sp
	短缝藻 <i>Eunotia</i> sp
	喙头舟形藻 <i>Navicula. rhynchocephala</i>
	短小舟形藻 <i>N. exigua</i>
	放射舟形藻 <i>N. radiosa</i>
	简单舟形藻 <i>N. simplex</i>
	椭圆舟形藻 <i>N.schonfeldii</i>
	系带舟形藻 <i>N. cincta</i>
	双球舟形藻 <i>N.amphibola</i>
	近缘桥弯藻 <i>Cymbella affinis</i>
	箱形桥弯藻 <i>C.cistula</i>
	极小桥弯藻 <i>C.perpusilla</i>
	膨胀桥弯藻 <i>C.tumida</i>
	优美桥弯藻 <i>C.delicatula</i>
	纤细桥弯藻 <i>C.gracilis</i>
	偏肿桥弯藻 <i>C.ventricosa</i>
	微细桥弯藻 <i>C.parva</i>
	新月形桥弯藻 <i>C.cymbiformis</i>
	披针桥弯藻 <i>C.lanceolata</i>
	细小桥弯藻 <i>C.pusilla</i>
	美丽星杆藻 <i>Asterionella formosa</i>
	布纹藻 <i>Gyrosigma</i> sp
	卵形双菱藻 <i>Surirella ovata</i>
	羽纹藻 <i>Pinnularia</i> sp
	弯棒杆藻 <i>Rhopalodia gibba</i>
	草鞋形波缘藻 <i>Cymatopleura solea</i>
	扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i>
	弧形蛾眉藻 <i>Ceratoneis arcus</i>

	环状扇形藻 <i>Meridion circulare</i>
	菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp
	平板藻 <i>Tabellaria</i> sp
	双生双楔藻 <i>Didymosphenia geminata</i>
甲藻门 <i>Pyrrophyta</i>	
	多甲藻 <i>Peridinium</i> sp
隐藻门 <i>Cryptophyta</i>	
	隐藻 <i>Cryptomonas</i> sp
裸藻门 <i>Euglenophyta</i>	
	尖尾裸藻 <i>Euglena oxyuris</i>
	囊裸藻 <i>Trachelomonas</i> sp

开都河中游调查河段浮游植物常见种类有 11 个种属：水绵 *Spirogyrasp*、刚毛藻 *Cladophora* sp、尖针杆藻 *Synedra acus*、钝脆杆藻 *Fragilaria capucina*、新月形桥弯藻 *Cymbellacymbiformis*、普通等片藻 *Diatomavulagare*、双头辐节藻 *Stauroneis anceps*、近缘桥弯藻 *C. affinis*、披针桥弯藻 *C. lanceolata*、缢缩异极藻 *Gomphonema constrictum*、扁圆卵形藻 *Cocconeisplacentula*。

开都河中游调查河段浮游植物密度波动在 $91.2 \times 10^4 \sim 175.4 \times 10^4 \text{ind/L}$ 之间，平均为 $142.1 \times 10^4 \text{ind/L}$ 。柳树沟库区浮游植物密度为 $137.1 \times 10^4 \text{ind/L}$ 。

5.1.2 浮游动物

鉴定结果显示，调查河段游浮游动物有原生动物、轮虫、枝角类、桡足类 4 类共 81 种。轮虫最多，共 50 种，占 61.7%；枝角类其次，共 16 种，占 19.8%；原生动物 13 种，占 16.0%；桡足类 2 种，占 2.5%。

浮游动物种群结构依旧以适应低温环境的种类为主。浮游动物名录见下表 5.1.4。

表 5.1.4 开都河中游河段浮游植物种类名录

门	种 属
原生动物 <i>Protozoa</i>	
	圆壳虫 <i>Cyclopyxis</i>
	砂壳虫 <i>Diffugia</i> sp
	球砂壳虫 <i>Diffugia globulosa</i>

	盘状表壳虫 <i>Arcella discoides</i>
	宽口圆壳虫 <i>Cyclopyxis eurostoma</i>
	前管虫 <i>Prorodon</i> sp
	裸口虫 <i>Holophrya</i> sp
	侠盗虫 <i>Strobilidium</i> sp
	巢居法帽虫 <i>Phryganella nidulus</i>
轮虫 <i>Rotifera</i>	
	晶囊轮虫 <i>Asplanchna</i> sp
	台杯鬼轮虫 <i>Trichotria pocillum</i>
	螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>
	矩形龟甲轮虫 <i>K. quadrata</i>
	尖削叶轮虫 <i>Notholca acuminata</i>
	巨头轮虫 <i>Cephalodella</i> sp
	前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i>
	异尾轮虫 <i>Trchocerca</i> sp
	多肢轮虫 <i>Pilyarthra</i> sp
	猪吻轮虫 <i>Dicranophorus</i> sp
	柱头轮虫 <i>Eosphora</i> sp
	疣毛轮虫 <i>Synchaeta</i> sp
枝角类 <i>Cladocera</i>	
	长额象鼻溘 <i>Bosmina longirostris</i>
	尖额溘 <i>Alona</i> sp
桡足类 <i>Copepoda</i>	
	剑水蚤 <i>Cyclops</i> sp
	桡足幼体 <i>Copepodite</i>
	无节幼体 <i>Nauplius</i>

开都河中调查河段常见种类 6 种：原生动物的辐射变形虫 *Amoeba radiosa*、似铃壳虫 *Tintinopsis* sp、肾形虫 *Colpoda* sp；轮虫类有壶状臂尾轮虫 *B. urceus*、大肚须足

轮虫 *Euclanus dilatata*; 桡足类有真剑水蚤 *Eucyclops* sp.。柳树沟库区浮游动物的密度为 7.87 ind/L, 生物量为 0.144 mg/L。

5.1.3 底栖动物

调查河段底栖动物主要由水生昆虫、寡毛类及陆生昆虫的幼虫和蛹等组成。其中寡毛类 2 种, 软体动物 1 种, 其他动物 2 种类, 合计 18 种。其中水生昆虫占 72.2%, 寡毛类占 11.1%, 软体动物占 5.56%, 其他动物占 11.1%。

底栖动物中水生昆虫较为常见, 以蜉游目、毛翅目、襁翅目幼虫和稚虫为主。

底栖动物数量平均为 102 个/m², 其中水生昆虫幼虫密度最大, 数量为 92 个/平方米, 占 90.2%; 水生寡毛类密度为 8 个/平方米, 占 7.8%; 水生昆虫成虫密度为 2 个/平方米, 约占 2%。

5.1.4 水生维管束植物

开都河中游河段水流湍急, 水温较低, 水质营养贫乏, 水体透明度小, 底质以卵石和砂质底为主, 不适合水生维管束植物的大量生长繁殖。

调查河段有挺水植物的芦苇 *Phragmites communis* Trin. 在柳树沟水电站库区呈点状分布, 总体较为稀疏。



图 5.1.1 柳树沟库区挺水植物和湿生植物

5.1.5 鱼类资源

5.1.5.1 种类组成

2018 年 6 月和 2019 年 4 月两次调查结果显示, 调查河段共有鱼类 5 种, 隶属 1 目 2 科 5 属。其中鲤科 4 属 4 种, 鳅科 1 属 1 种。新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅 3 种为开都河土著鱼类, 花骨鱼和鲫 2 种为外来种。种类名录见表 5.1.5。

表 5.1.5 开都河调查河段鱼类名录

鲤形目 Cypriniformes

鲤科 Cyprinidae

裂腹鱼亚科 *CarassiusJarocki*

裸重唇鱼属 *Gymnodiptychus*

1.新疆裸重唇鱼 *Gymnodiptychusdybowskii*

裂腹鱼属 *Schiorhoraxbiddulphi*

2.塔里木裂腹鱼 *SchiorhoraxbiddulphiGünrher**

鮡亚科 Gobioninae

鱼骨属 *Hemibarbus*

3.花骨鱼 *Hemibarbus maculatus* Bleeker

鲤亚科 Cyprininae

鲫属 *Carassius*

4.鲫 *Carassius auratus auratus*

鳅科 Cobitidae

条鳅亚科 *Noemacheilinae*

高原鳅属 *Triplophysa*

5.长身高原鳅 *Triplophysa (Triplophysa) tenuis* (Day)

5.1.5.2 区系特征

调查河段共有 5 种鱼类新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅属于中亚高山区系复合体，是地史第三纪上新世，在中国因喜马拉雅山升高，在其北方海拔较高，气候严寒干旱，水流急湍且多漂石的水域中开始形成的，最后形成于冰川期。因防高地紫外线损伤内脏而腹膜呈黑色；需较强的游泳力而多数种类体型较长；由于其生存环境较差、饵料生物缺乏，因而裂腹鱼类的繁殖能力较弱。这类鱼的共同特点是多为底栖种类，耐寒、耐碱、性成熟晚、生长慢和食性杂。

花骨鱼和鲫江河平原鱼类区系复合体，适应水温较高，繁殖能力强，扩散能力强。详见表 5.1.6。

表 5.1.6 调查河段鱼类区系特征

物种	鱼类区系复合体类型	备注
新疆裸重唇鱼	中亚高山区系复合体	耐寒、耐碱、性成熟晚、生长慢和食性杂
塔里木裂腹鱼		
长身高原鳅		
鲫	江河平原鱼类区系复合体	适应水温较高，繁殖能力强，扩散能力强
花骨鱼		

5.1.5.3 分布

调查河段共有鱼类 5 种，其中塔里木裂腹鱼为历史记录种，记录仅分布于大山口以下，2006~2019 年历年监测、调查均为未采集到其标本，叶儿羌高原鳅 2006~2019 年历年监测也均未捕获。

新疆裸重唇鱼、长身高原鳅分布较为广泛，占渔获物的绝对优势。鲫仅在柳树沟上游察汗乌苏水电站库尾河段、大山口坝下河段有所调查；花骨鱼仅在大山口坝下河段有所调查。外来种花骨鱼和鲫分布范围小，占渔获物的比例较小。

根据《开都河中游水电规划环境影响评价报告》，开都河流域土著及珍稀鱼类分布如下图所示。

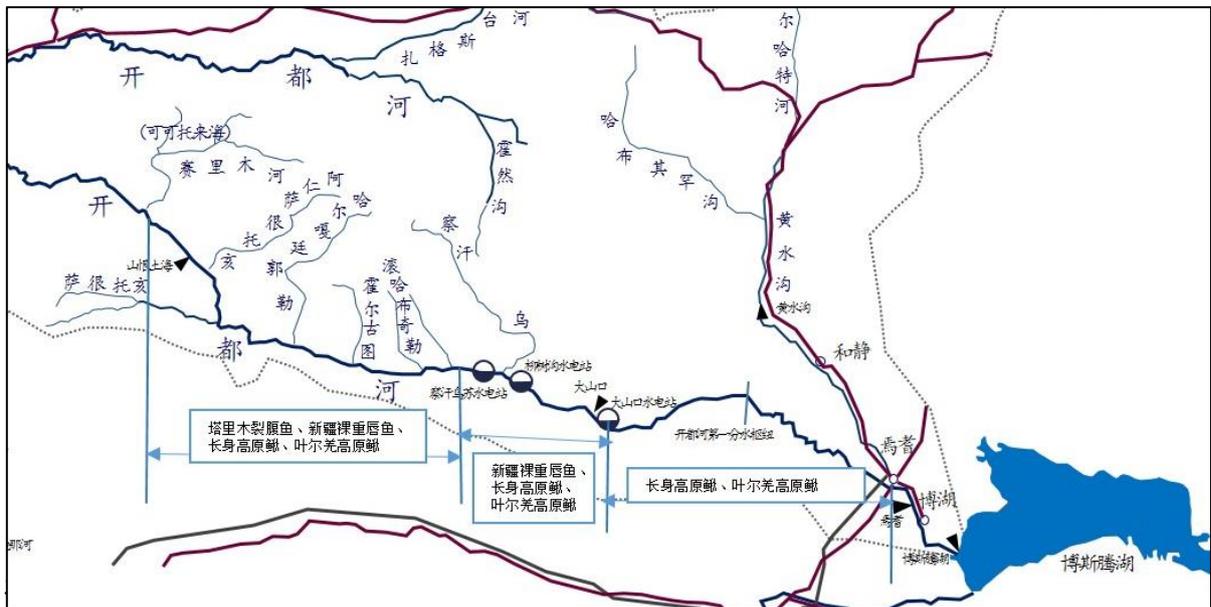


图 5.1.2 开都河流域土著及珍稀鱼类分布图

2018 年 6~7 月，新疆中水原创生物科技有限公司水生生物野外调查共采集到鱼类标本 2 种 81 尾。其中，新疆裸重唇鱼 68 尾，占 84%；长身高原鳅 13 尾，占 16%。调查中未采集到塔里木裂腹鱼和叶尔羌高原鳅，但经过对渔业部门和当地居民的调查走访，证实评价河段有这两种鱼类分布，塔里木裂腹鱼身长一般在 70mm 左右，

叶尔羌高原鳅身长 55mm 左右。鱼类样本采样数据见表 5.1.7。

表 5.1.7 2018 年调查开都河中游河段渔获物组成

种类	数量 (尾)	尾数百分比 (%)	尾均重 (g)	体长范围 (mm)	体重范围 (g)
新疆裸重唇鱼	68	84	76.7	60~294	2.2~214.9
长身高原鳅	13	16	18.2	68~126	1.6~17.9

新疆中水原创生物科技有限公司于 2019 年 4 月再次调查,共调查到鱼类 5 种 147 尾、5382.8g, 土著鱼类占绝对优势, 数量比为 94.6%, 重量比 95.9%; 外来鱼类数量比为 5.4%, 重量比 4.1%。土著鱼类新疆裸重唇鱼、长身高原鳅为常见种, 数量比分别为 62.6%和 32.0%, 重量比分别为 81.9%和 14.0%。详见表 5.1.8。

表 5.1.8 2019 年调查开都河中游河段渔获物组成

物种	样本量 (尾)	重量 (g)	数量比	重量比	类型	数量比	重量比
新疆裸重唇鱼	92	4410.3	62.6%	81.9%	土著 鱼类	94.6%	95.9%
塔里木裂腹鱼	0	0	0.0%	0.0%			
长身高原鳅	47	752.5	32.0%	14.0%			
鲫	2	69.2	1.4%	1.3%	外来 鱼类	5.4%	4.1%
花骨鱼	6	150.8	4.1%	2.8%			
小计	147	5382.8	100.0%	100.0%		100.0%	100.0%

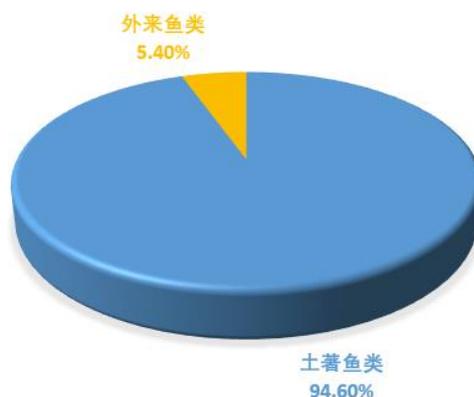


图 5.1.2 调查河段渔获物中土著鱼类与外来鱼类的比例
各采样断面渔获物统计图如下所示。

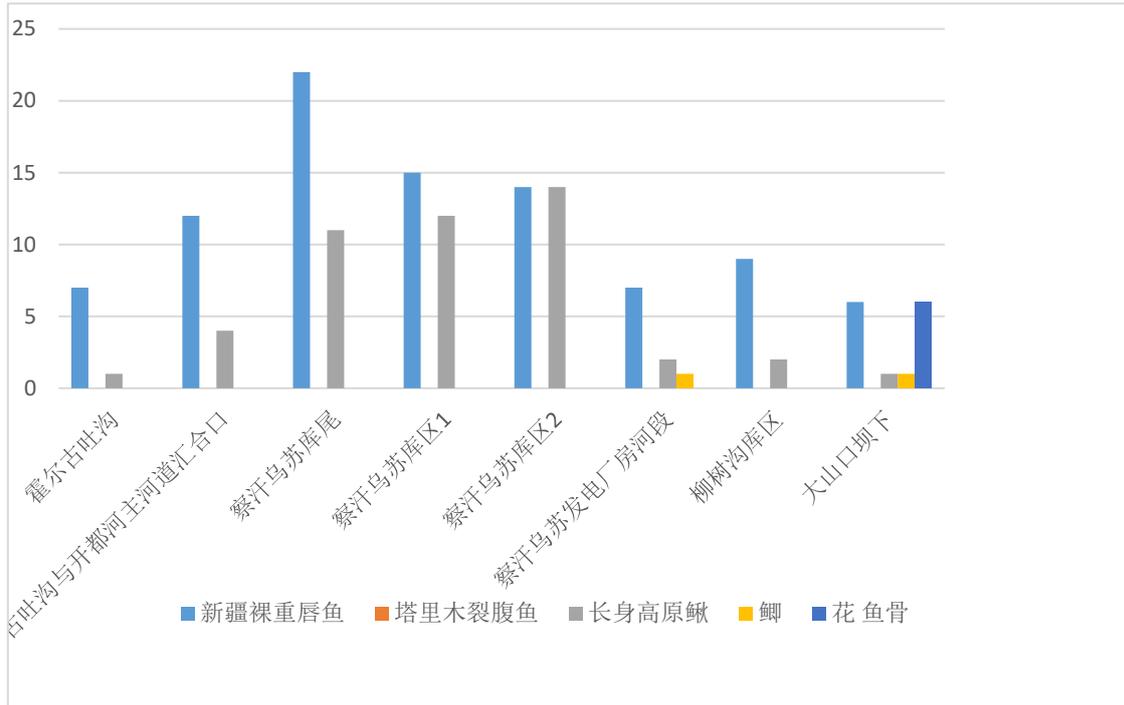


图 5.2.3 后评价阶段不同断面渔获物统计

根据新疆中水原创生物科技有限公司渔获物统计结果，外来鱼种花鼓鱼和鲫鱼在柳树沟工程河段均未捕获，发现于察汗乌苏库尾及大山口坝下。

建设单位于 2018 年 9 月对调查河段进行了放流效果监测效果验证鱼类调查工作，在柳树沟库尾河段、上游察汗乌苏库中、库尾共采捕 12 次。在察汗乌苏水电站库区和库尾发现外来鱼种贝加尔雅罗鱼和鲫鱼。可以看出，历次调查土著鱼类新疆裸重唇鱼和长身高原鳅仍为优势种。

渔获物统计表见表 5.1.9。

表 5.1.9 2018 年工程河段鱼类回捕渔获物统计表

地点	物种	个体大小	数量/尾	合计/尾	总数/尾
柳树沟库尾	新疆裸重唇鱼	25cm 以上	1	70	92
		10~25cm	32		
		5~10cm	18		
		3~5cm	19		
	长身高原鳅	10~15cm	12	22	
		3~5cm	10		

察汗乌苏库区	新疆裸重唇鱼	10~25cm	68	116	237
		5~10cm	18		
		3~5cm	30		
	长身高原鳅	10~15cm	35	109	
		5~10cm	2		
		3~5cm	72		
鲫鱼	5~10cm	5	5		
贝加尔雅罗鱼	20~30cm	7	7		
察汗乌苏库尾	新疆裸重唇鱼	5~10cm	16	16	34
	长身高原鳅	10~15cm	8	8	
	鲫鱼	3~5cm	10	10	

5.1.5.5 鱼类生物学特性

I、新疆裸重唇鱼

曾用名：裸黄瓜鱼

地方名：高山无鳞鱼、雪鱼



图 I 新疆裸重唇鱼 *Gymnodiptychus dybowskii*(Kessler)

(1) 分类地位：鲤形目、鲤科、裂腹鱼亚科、裸重唇鱼属

(2) 形态特征

体延长，略侧扁，头后背部稍隆起。头圆锥形。吻钝。口下位，马蹄形。下颌有薄的角质，但不锐利。上下唇发达，唇后沟中断。眼侧上位，位于吻后端。鼻孔近眼前部。颌须 1 对，其须后延越过眼后缘。下咽骨呈弧形，狭长。咽齿 2 行，齿柱状，顶端尖钩，齿面似匙状。鳃耙短小，稀疏。鳃盖膜连于峡部。体几乎裸露无鳞，仅有肩鳞、臀鳞及侧线鳞。侧线完全，侧中位。腹鳍上方有腋鳞。背鳍无硬刺，

不分枝鳍条柔软。背吻距小于背尾距。臀鳍起点相对于背鳍第4~6枚分枝鳍条的小方。尾鳍正叉形。

(3) 栖息与分布

在我国境内主要分布于新疆伊犁河流域、准噶尔盆地诸水域以及开都河等，是新疆特有土著鱼类。常栖息于水流较为平缓的卵石、砂砾质河道或静水湾。河岸低洼的河漫滩和河湾、叉支流往往又是鱼类的主要索饵区。该鱼少有栖息于水温超过25℃的水域，且水温超过22℃，其生长将受到影响。较适宜生长水温10~20℃。

(4) 生殖

从产卵习性上说，该鱼并非标准意义上的洄游鱼类，仅为了生殖才进行短距离的繁殖产卵洄游，每年4~10月均出现性成熟的个体。河道水温升高和水位上涨是鱼类生殖产卵的信号，而一定时间的水流刺激是鱼类性腺由IV期向V期快速转化的关键因素。据资料该鱼体长15cm即可达到性成熟，怀卵量为2 356~3 283粒。卵径较大，平均在2.0mm以上。性成熟的雄体，5月~9月精巢一直处于V期（伊犁河流域）。

(5) 食性

据资料记载新疆裸重唇鱼经常夜间觅食，幼鱼主要以摇蚊幼虫、水生昆虫为食，身长100mm以上的鱼类多以藻类为主食，其次是水生昆虫。本次调查解剖发现，开都河新疆裸重唇鱼以水生昆虫的幼虫和摇蚊幼虫为食，少量地摄取有机碎屑和藻类。

(6) 保护

该鱼2004年被列为自治区I类保护物种。《新疆维吾尔自治区水产资源繁殖保护管理条例》（修正）明确每年3~5月开都河为季节性禁渔期，幼体和卵也在保护范围。

II、塔里木裂腹鱼

曾用名：尖嘴鱼

地方名：黄棒子



图II 塔里木裂腹鱼 *Schiorhorax biddulphi* Günther

(1) 分类地位

鲤形目、鲤科、裂腹鱼亚科、裂腹鱼属

(2) 形态特征

塔里木裂腹鱼体长形，稍侧扁；头锥形，吻尖；鼻孔距眼较近。眼较小，侧上位，距吻端较近。口下位，马蹄形，上颌长于下颌，下颌无角质缘。下唇窄，唇后中断。须2对，上颌须后延达眼前缘，部分个体达眼中部，口角须后延超过眼后缘。下咽骨窄。咽齿柱状，顶端尖，具钩。鳃盖膜连于颊部。体背侧青灰色，侧线以下淡白色；背鳍前缘稍前于腹鳍起点，背鳍硬刺后缘具20~30枚锯齿。肠长与体长之比为1.71 与体长之比为后延超过眼后缘。下咽骨，鳃前室长与后室长之比为0.52 后室长之比为后延超过眼后缘。下咽。鳞小，排列整齐；胸部裸露或具鳞痕迹，臀鳞向前不达腹鳍基，肩鳞不明显，侧线鳞稍大。侧线完全，侧中位。

(2) 栖息与分布

本种是塔里木河水系的特产鱼类，属中型鱼类，常栖息于河道或湖泊中。有在湖泊、水库栖息、越冬，繁殖季节溯河进行生殖洄游的习性。曾广泛分布于塔里木河流域各支流和干流：木扎提河（克孜尔水库）、渭干河、库马里克河、托什干河、阿克苏河、玉龙喀什河、喀拉喀什河、和田河、叶尔羌河、盖孜河、叶尔羌河、米兰河、车尔臣河等水域，从干流低海拔（1000m）至高海拔如塔什库尔干（3000m以上）均有分布。由于水资源的开发利用，其生活区间已经由适宜生活的平原型河段向源河支流低水温、高海拔区转移，其生存水域环境渐趋恶劣。

从几次野外调查采样的结果看，都没有在调查河道采集到该鱼的标本，2003年有钓鱼者在大山口坝下至第一分水枢纽河段捕获1尾约2kg个体，并上交博湖县渔业行政主管部门。

(3) 生长

由于栖息水域环境不同，有两种生长类型。湖泊型：由于水温高，食物丰富，生长快，个体大，一般在500g以上。新疆中水原创生物科技有限公司科研人员曾在叶尔羌河流域卡群水库捕获3~4kg个体；在克孜尔水库捕捞到2~3kg的个体；河道型：由于河道水温低，水体相对较小，饵料基础相对匮乏，因而生活在其中的塔里木裂腹鱼生长较慢，个体较小，种群数量不大。中下游深水河道、深水潭、洄水湾等处是其越冬的主要场所。

据资料，塔里木裂腹鱼生长缓慢，如：体长33cm左右，体重500g左右的个体，已生长8年之久。从体长的年增长值可以看出，4龄以前个体长度增长稍快，而以后各龄的生长速度基本相似且极慢，其体长的逐年增长值甚小。其体长、体重关系式为 $W=0.004843L^{3.2686}$ ，其指数值较大，表明其体重随体长增长的速率是较快的，然而其常数值甚小。总的来说，塔里木裂腹鱼的生长速度是缓慢的。

(4) 生殖

开都河塔里木裂腹鱼与新疆裸重唇鱼的繁殖习性极为相似，也需要进行短距离的生殖产卵洄游，主要繁殖期在每年4~5月。河道水温升高和水位上涨是鱼类生殖产卵的信号，而一定时间的水流刺激是鱼类性腺由IV期向V期快速转化的关键因素。

据资料，博斯腾湖中塔里木裂腹鱼绝对怀卵量变动幅度为8169~188549粒，平均为78911粒，河道型中塔里木裂腹鱼体长在20~30cm，体重为30~150g之间的，绝对怀卵量仅2000~5000粒。体长为224mm的雄性个体即可成熟（V期）。雌性最小性成熟年龄为4+。

(5) 食性

据资料，塔里木裂腹鱼主要以水生昆虫的幼虫为主，偶尔兼食水生植物的种子和腐屑。植物性食物由高等维管束植物和低等藻类二部分组成，水生植物以金鱼藻、眼子菜和芦苇为主，低等藻类以硅藻为主；动物性食物由枝角类、桡足类和轮虫为主。

(6) 资源

该鱼历史上形成有资源量记载的时期仅在上世纪50至70年代，曾是罗布泊和博斯腾湖的主要经济鱼类，可占博斯腾湖渔产量的80%，最高年产量达1200t。自1963年以来，其在博斯腾湖的渔产总产量的比例和个体规格呈下降趋势，后逐渐在该湖绝迹。对于该鱼在博斯腾湖的绝迹，究其原因其一，第三分水枢纽阻隔了其繁殖洄游通道，对其种群的补充有很大影响；其二，可能是由于该鱼是一种生长缓慢、性成熟较迟，繁殖力较低，以剩余群体为主的鱼类，在遇到强度捕捞后，使种群内的剩余群体的数量大量减少；其三，自1962年以来，博斯腾湖陆续引进了鲤、鲫等鱼类，底栖杂食性鱼类之间的食饵竞争加剧，该鱼可能是种间竞争的弱者，种群发育受到了限制。

(7) 保护

该鱼被收录入《中国濒危动物红皮书》（鱼类）（乐佩琦，1998），于2004年9月列入《新疆维吾尔自治区重点保护水生野生动物名录》，保护级别为II级。《新疆维吾尔自治区水产资源繁殖保护管理条例》（修正）中明确每年3~5月开都河为季节性禁渔区，幼体和卵也在保护范围。

III、长身高原鳅

曾用名：粒唇黑斑条鳅、乳头唇条鳅

地方名：狗头鱼

（1）分类地位

鲤形目、鳅科、条鳅亚科、高原鳅属



图III 长身高原鳅 (*Triplophysa (Tripolphysa) strauchii*(Kessler))

（2）栖息与分布

是塔里木河水系的常见种，在塔里木河水系（包括开都河）各支流及干流中均有分布，数量较多，为底层定居型鱼类。该鱼个体较小，属流线型体形，适应河道急流和河岸缓水区栖息，但相对而言喜急流水域的生活环境。其栖息水域为水温0~25℃，适温为10~21℃。适宜生存于溶氧较高，水质良好（不低于国家三类水质标准）的水域中。

（3）食性

为杂食性鱼类，以刮食河中石头上有机碎屑、固着藻类（硅藻、绿藻）为主食。也摄食水生底栖动物摇蚊幼虫和蜉游目、毛翅目幼虫等水生昆虫。

（4）生殖

据资料该鱼最小性成熟雌鱼体长45.7mm。最大体长可达149mm。属定居性鱼类，无产卵洄游特性，主要在缓流或缓水区的石砾上产粘性卵，繁殖水温7~15℃。

IV、叶尔羌高原鳅

地方名：狗头鱼

（1）分类地位

鳅科、条鳅亚科、高原鳅属。



图IV 叶尔羌高原鳅 *Triplophysa (Hedinichthys) yarkandensis* (Day)

叶尔羌高原鳅在鳅类中属于体型较大的种类，据资料，该鱼是高原鳅属个体第二大鱼类，最大个体达 30.0cm、305g。喜在敞水、缓流水域栖息活动。相对而言，河道下游缓流水域中数量较多，而在山区急流河道中数量较少。该鱼为杂食偏肉食性鱼类，除水生底栖动物摇蚊幼虫、寡毛类、水生昆虫为主食，还刮食有机碎屑、固着藻类。部分水域该鱼有大个体残食同类的现象，目前仅发现被食鱼类有高原鳅类和麦穗鱼等。叶尔羌高原鳅体长为 66mm，体重 5.5g 个体即可达性成熟，繁殖期为 5~6 月，无洄游产卵特性，一般选择在缓流或缓水区的石砾或水草上产卵，卵粘性。绝对繁殖力平均 11 54 粒，相对繁殖力平均 1037 粒，卵径平均为 0.59mm。

分布：本种是塔里木河水系独有种，广泛分布于塔里木河各水系，调查表明该鱼主要栖息于海拔 1500m 以下。历次调查显示，叶尔羌高原鳅在开都河仅分布于大山口下游焉耆大桥以下。

5.1.5.6 洄游习性及空间分布

(1) 洄游习性

评价河段分布的土著鱼类均无长距离洄游习性。其中，新疆裸重唇鱼和塔里木裂腹鱼具有短距离生殖洄游习性；叶尔羌高原鳅和长身高原鳅等鳅科小型种类，属定居型鱼类，其种群个体较多，散布于不同的河段，完成生活史所要求的环境范围不大。

(2) 空间分布

新疆裸重唇鱼：为自治区 I 级保护动物，主要分布在新疆伊犁河流域、准噶尔盆地诸水域以及南疆塔里木河流域的开都河水系中，是新疆特有的土著鱼类。目前

在开都河水系的焉耆以上河段仍有一定数量，主要分布在 2000m 高程以下。

塔里木裂腹鱼：为自治区 II 级保护动物，20 世纪 60 年代前在博斯腾湖及开都河广泛分布，分布高程可达 3000m。80 年代以后数量急剧减少，现在博斯腾湖已基本绝迹，在 2006~2019 年监测、调查均为未采集到其标本。

长身高原鳅和叶尔羌高原鳅：个体较小、分布范围相对较广，属流线型体形，适应急流水域的生活环境，在开都河上、中、下游均有分布。长身高原鳅个体较小，属流线型体形，适应急流水域的生活环境；叶尔羌高原鳅个体较大，是高原鳅鱼类中个体最大、经济价值较高的种类，最大个体可达 500g 以上，有一定的渔业价值，常栖息于砂质缓流浅水河段，分布的海拔要低于长身高原鳅。目前，叶尔羌高原鳅在河段近年历次调查中也尚未发现，目前该鱼已增殖成功，已连续放流 3 年，年放流规模 1 万尾。

总体而言，新疆裸重唇鱼、长身高原鳅分布较为广泛，占渔获物的绝对优势。根据建设单位 2018 年鱼类回捕调查，鲫鱼分布于察汗乌苏库区，在柳树沟库尾河段尚未发现。

5.1.5.8 保护鱼类

评价区生态环境保护目标主要有重点保护鱼类 2 种：新疆裸重唇鱼（自治区 I 类水生野生动物保护动物）和塔里木裂腹鱼（自治区 II 类水生野生动物保护动物）。

新疆裸重唇鱼：后评价阶段现状调查结果显示，新疆裸重唇鱼在调查范围内均有分布，仍为调查河段常见种，即分布范围没有减小。

塔里木裂腹鱼：文献记载该鱼仅分布于大山口以下河段，2004 年开都河中游调查以及 2006~2019 年调查均未捕获。

长身高原鳅：后评价阶段现状调查结果显示，该鱼在调查范围内均有分布，为调查河段常见种、优势种，柳树沟水电站建成后渔获物比例有上升趋势。

叶尔羌高原鳅：后评价阶段现状调查结果及内部资料显示，叶尔羌高原鳅在开都河仅分布于焉耆大桥以下，在调查范围内无分布。

5.1.5.9 水产种质资源保护区

新疆开都河特有鱼类国家级水产种质资源保护区与柳树沟水电站库尾距离至少 101km。由于距离较远，柳树沟上游有察汗乌苏水电站，就柳树沟工程本身对该保护区没有影响。

5.2 环境影响分析回顾

5.2.1 水生生物变化

5.2.1.1 浮游植物资源变化

(1) 工程建设前（环评阶段 2006 年）

1) 种类组成及空间分布

据环评阶段水生生态专题报告显示，开都河流域浮游植物种类共计 7 门 142 种属。其中绿藻门 42 种属，占 29.6%；蓝藻门 35 种属，占 24.6%；硅藻门 54 种属，占 38.1%；甲藻门 5 种属，占 3.5%；裸藻门 3 种属，占 2.1%；金藻门 2 种属，占 1.4%；黄藻门 1 种属，占 0.7%。

浮游植物种属在开都河流域的分布是不同的，绝大多数种类分布在其附属水体博斯腾湖中，占总种属的 80%，为广布、广温性种类，只有少数喜冷水性的种类分布在河道里，占总种属的 20%。

博斯腾湖中浮游植物种类共有 7 门 113 种属，其中绿藻门最多，为 35 种属，占 30.9%；兰藻门次之，为 34 种属，占 30.1%；硅藻门 33 种属，占 29.2%；其它依次为甲藻门 5 种属，占 4.4%；裸藻门 3 种属，占 2.7%；金藻门 2 种属，占 1.8%；黄藻门 1 种属，占 0.9%。

开都河浮游植物种类有 3 门 35 种属。其中硅藻门最多，为 24 种属，占 68.6%；绿藻门 10 种属，占 28.6%；兰藻门 1 种属，占 2.8%。

2) 浮游植物现存量

开都河流域，包括博斯腾湖，浮游植物数量在 $30.3\sim 755.7\times 10^4\text{ind/L}$ ，平均为 $393.7\times 10^4\text{ind/L}$ ，生物量在 $0.219\sim 4.568\text{mg/L}$ ，平均为 2.969mg/L 。5 月~11 月平均为 2.669mg/L 。

(2) 工程建成后（验收阶段 2014 年）

1) 浮游植物种类组成及空间分布

环保竣工验收阶段开都河中游浮游植物有蓝藻门、绿藻门、硅藻门、甲藻门、裸藻门、金藻门、隐藻门 7 个门共 109 种。其中硅藻门最多，为 63 种，占 57.8%；其次为绿藻门，为 23 种，占 21.1%；蓝藻门 14 种，占 12.8%；裸藻门 3 种，占 2.8%；

甲藻门、金藻门、隐藻门各 2 种，各占 1.8%。

2) 浮游植物现存量

开都河中游河段（不包括博斯腾湖）浮游植物密度波动在 $80.0 \times 10^4 \sim 160.2 \times 10^4 \text{ind/L}$ 之间，平均为 $140.5 \times 10^4 \text{ind/L}$ 。夏季，柳树沟库区浮游植物密度为 $131.2 \times 10^4 \sim 153.4 \times 10^4 \text{ind/L}$ 。

(3) 变化趋势分析

1) 浮游植物种类组成及空间分布

柳树沟水电站建成后，各河段间，包括天然河段、库区、减水河段和水文情势变化显著河段，浮游植物优势种类及组成均存在较为明显差异，尤其是库区与滚哈布齐勒天然河段差异较大。在种类组成上，天然河段硅藻占 90% 以上，库区主要为绿藻和硅藻，各占 30% 以上，减水河段硅藻所占比例在 50% 以上，受水文情势影响河段浮游植物种类亦是以硅藻为主，约占 60% 以上。在优势种上，滚哈布齐勒天然河段浮游植物种类组成主要为硅藻，占据 90% 以上。其它减水河段、水温情势变化显著河段，浮游植物群落种类组成差异较小，以硅藻门为主，绿藻、蓝藻、金藻等门类均占有一定比例，整体上所占比例较其它河段相对均衡，而库区浮游植物群落经常是以某一类藻占主导优势种。由此可见柳树沟水电建设工程的实施，改变了原有河道的径流，形成了库区，使河道激流状态转变成近似的静水水体，但柳树沟水电站对浮游植物的影响是在上游察汗乌苏水电站累积作用下，就柳树沟水电站本身而言，对库区浮游植物种类影响有限。

不同年度浮游植物种类变化不大，均以硅藻门为主。



图 5.2.1 不同阶段物种组成 (种)

库区水面较为平静，适合浮游植物生长，浮游植物种类相对较多，库尾与察汗

乌苏减水河段交汇，河流流速较快，浮游植物种类较少。

现状（后评价阶段）与验收阶段相比较，浮游植物的种类及资源量差异不显著。

2) 浮游植物密度和生物量

柳树沟与其它不同生境浮游植物现存量存在较为明显区别，库区浮游植物生物量变幅在 0.458~0.83mg/L，平均 0.66mg/L。水电工程的建设提升了库区浮游植物的丰度，生物多样性增加，群落稳定性增强，减水河段和受水文情势影响河段浮游植物生物量也有所增加，但增幅较少。结合不同生境浮游植物现存量的比较分析，电站建成后对库区浮游植物生物量的影响最为明显，减水河段和受水文情势影响河段受影响程度较低。并且，不同样点间浮游植物现存量变化明显大于天然河段，说明水电建设改变了原有的浮游植物群落动态平衡，这种差异可能直接来源于水电修筑导致的水流变化及生态幅的增多。

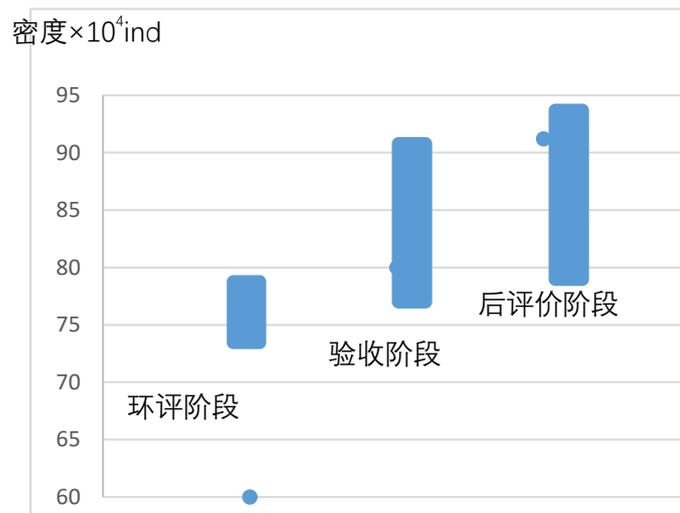


图 5.2.2 三个阶段开都河中游浮游植物密度波动范围的变化

3) 原因分析

浮游植物对环境变化十分敏感，影响的因素较多，包括温度、营养盐、pH 值、微量元素、上游藻类种属来源、水动力学等众多因素。

大坝建成后，拦河蓄水，形成不同生态的特点的生态环境，处于不同生态环境河段的水域中，水动力学对浮游植物具有一定影响。浮游植物最重要的特点是能在水中保持悬浮状态，具有多种多样适应浮游生活的结构和能力，当流速、流量等水文条件改变后，直接影响浮游植物群落结构及优势种类。

柳树沟水电站工程的实施，改变了原有河道的径流，形成了较大的库区，使河道激流状态转变成近似的静水水体，其影响在上游察汗乌苏水电站影响下继续累积。库区优势种类绿球藻类是常见绿藻，主要存在于各种静水水体，竞争优势明显在稳态环境下极易形成优势类群，其它优势种类如等片藻、尖针杆藻、颤藻，也是湖泊、水库及池塘等水体经常出现且极易形成的优势种类；天然河段优势种曲壳藻、菱形藻、异极藻均属硅藻门，形体较大、具有与运动功能相关的壳缝，适于动态水体，在稳定水体难以成为优势种；减水河段由于受到察汗乌苏沟水流注入影响，浮游植物种类组成特点与下游受水文情势影响河段较为近似，以硅藻为主，同时亦有绿藻、蓝藻等分布，种类组成上较上游河段均衡，群落结构较为稳定。

(4) 小结

柳树沟建设形成了水库，激流河段变为缓流或静水环境，库区浮游植物种类、丰度、生物多样性增加，群落稳定性增强，减水河段和受水文情势影响河段浮游植物生物量也有所增加，但增幅较少。结合不同生境浮游植物现存量的比较分析，对库区浮游植物生物量的影响累积于察汗乌苏水电站。不同样点间浮游植物现存量变化明显大于天然河段，说明水电建设改变了原有的浮游植物群落动态平衡，这种差异可能直接来源于水电站修筑导致的水流变化及生态幅的增多。

从时间节点来看，后评价阶段与验收阶段差异不大，这两个阶段评价河段浮游植物密度均高于环评阶段。

5.2.1.2 浮游动物资源变化

(1) 工程建设前（环评阶段 2006 年）

1) 种类组成及空间分布

开都河流域浮游动物种类共有 148 种属，其中原生动物 64 种属，轮虫 65 种属，枝角类 18 种属，桡足类 1 属。浮游动物种属在开都河水系分布不同，主要分布在其附属水体博斯腾湖。

2) 浮游动物现存量

开都河流域浮游动物数量全年变动在 935~2778ind/L，平均 2004ind/L；生物量全年在 0.096~0.522 mg/L，平均为 0.414mg/L。5 月~11 月平均为 0.4264mg/L。

(2) 工程建成后（验收阶段 2014 年）

1) 种类组成及空间分布

验收阶段开都河中游浮游动物有原生动物、轮虫、枝角类、桡足类 4 类共 111 种。轮虫最多，共 72 种，占 64.9%；枝角类其次，共 19 种，占 17.1%；原生动物 18 种，占 16.2%；桡足类 2 种，占 1.8%。

表 5.2.3 不同水域类型游浮游动物种类组成

采样点	察汗乌苏库区	滚哈布齐勒	察汗乌苏坝下	柳树沟库尾	第一分水枢纽
生境特点	水库库区	察汗乌苏库区以上天然河段	察汗乌苏水电站引水造成的减水河段	受察汗乌苏水电站运行影响，水文情势变化显著的非减水河段	受察汗乌苏水电站和大山口水电站双重影响的河段
种类	78~96 种，轮虫占 60%以上	1 种	5~9 种	2~3 种	4~6 种

2) 浮游动物现存量

夏季，柳树沟库区浮游动物的密度波动在 0.458~0.83ind/L；平均 0.66mg/L。

(3) 变化趋势分析

1) 种类组成及空间分布

现状与环评阶段相比较，库区由原来的急流生态环境向湖泊相转化，水深增加、水面扩大、透明度增大。淹没区植被、土壤内营养物质渗出，引起水中有机物质及矿物质增加，加上水体滞流时间延长和泥沙沉降，导致营养物质滞留和积累，水体初级生产力提高，上述条件的改变不仅直接影响浮游动物的生长与繁殖，而间接影响浮游动物的种类组成结构，见图 5.2.3。受水文情势影响河段在水体动力学上变化不大，但在一定程度上受到人为因素影响，在种类丰富度上虽然较天然河段高，但增幅不大，其回水区上游为流水河段，因此浮游动物种类组成、丰富度趋向于保持原河流生态不变。

现状与验收阶段相比较，浮游动物的种类及资源量差异不显著。

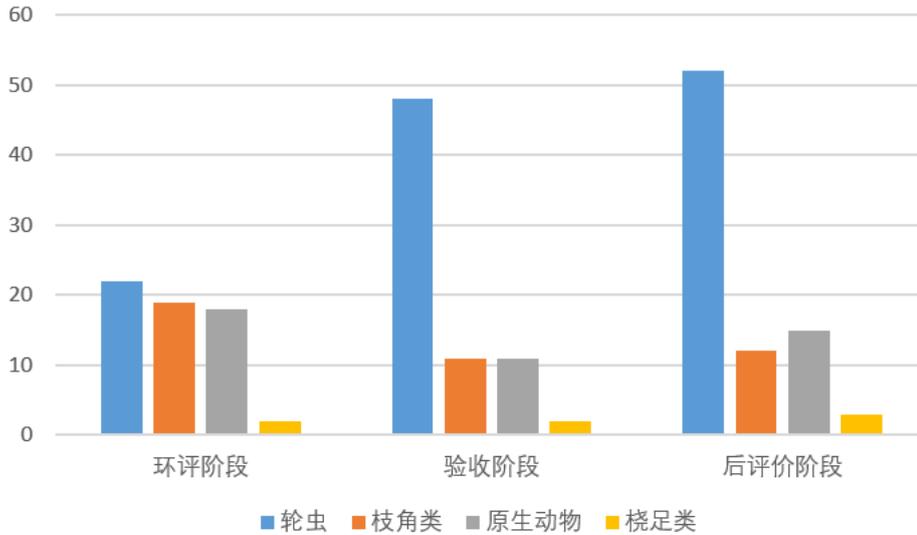


图 5.2.3 三个阶段柳树沟库区（夏季）浮游动物种类变化

环评阶段调查结果包括博斯腾湖的数据，为了方便对比剔除博斯腾湖的数据。柳树沟水电站建成运行、柳树沟水库形成，开都河中游的浮游动物种类有所增加。后评价阶段较环保竣工验收阶段，差异不显著。

库区以上河段浮游动物种类组成基本未发生变化，库区以下河段浮游动物种类组成小幅度增加。

（2）浮游动物密度和生物量

为了方便对比，剔除了环评阶段博斯腾湖的调查数据。

环保竣工验收阶段较环评阶段，即柳树沟水电站建成运行、柳树沟水库形成，开都河中游的浮游动物的密度和生物量显著增加，但这是在上游察汗乌苏水电站累积作用的基础上。后评价阶段较环保竣工验收阶段，差异不显著。

（3）浮游动物群落变化原因分析

浮游动物群落结构转变的原因应与水库形成后，由于水文情势和生态环境的变化有关。库区由原来的急流生态环境向湖泊相转化，水深增加、水面扩大、透明度增大。淹没区植被、土壤内营养物质渗出，引起水中有机物质及矿物质增加，加上水体滞流时间延长和泥沙沉降，导致营养物质滞留和积累，水体初级生产力提高，上述条件的改变不仅直接影响浮游动物的生长与繁殖，而间接影响浮游动物的种类组成结构。减水河段和受水文情势影响河段在水体动力学上变化不大，但在一定程度上受到人为因素影响，在种类丰富度上虽然较天然河段高，但增幅不大，其回水

区上游为流水河段，因此浮游动物种类组成、丰富度趋向于保持原河流生态不变。

(4) 小结

环保竣工验收阶段较环评阶段，开都河中游的浮游动物种类显著增加，但这是在察汗乌苏水电站累积作用的基础上。后评价阶段较环保竣工验收阶段，差异不显著。库区以上河段浮游动物种类组成基本未发生变化，库区以下河段浮游动物种类组成小幅度增加。

环保竣工验收阶段较环评阶段，开都河中游的浮游动物的密度和生物量显著增加。后评价阶段较环保竣工验收阶段，差异不显著。库区以上河段浮游动物种类组成基本未发生变化，库区以下河段浮游动物种类组成小幅度增加。

5.2.1.3 底栖动物资源变化

(1) 工程建设前（环评阶段 2006 年）

1) 种类组成及空间分布

开都河流域内河道中底栖动物以毛翅目、襃翅目幼虫为主，种类较少。

下游平原区和博斯腾湖内的底栖动物种类亦不多仅有 10 种（属），不同季节的种类没有明显变化。其主要种类有寡毛类 2 种（属）；占 20.0%；摇蚊幼虫 2 种，占 20.0%；软体动物 3 种，占 33.33%，水生昆虫幼虫 3 种，占 33.33%。

2) 底栖动物现存量

河道内底栖动物的数量计数较难，因而只能定性，通常在水流较缓的河道，底栖动物附着天石砾和石块下，个别种类营浮游生活。

博斯腾湖不同湖区底栖动物的密度平均为 71.3 个/ m²，其中寡毛类占 6.17%，水生昆虫占 93.83%。总生物量平均为 1.35 克/ m²，其中寡毛类占 38.5%，水生昆虫占 61.5%；

开都河流域底栖动物的数量很少，生物量月变化不大。以博斯腾湖为例，5 月份生物量平均为 1.32 g/m²，7 月份生物量平均为 1.47 g/m²，但同一月份不同地点生物量的变化却很大，如 5 月份最低为 0.003 g/m²，最高为 9.41 g/m²。7 月份最低为 0.0016 g/m²，最高为 3.51g/m²，这与水深和底质有一定的关系。在调查中发现水深在 6~12m 之间，底栖动物密度较大，生物量较高，而在 6m 以下和 12m 以上的区域，生物量则相对较低，这说明水深对生物量有一定的影响，生物对自己的栖息环境有一定的选择性。

(2) 工程建成后（验收阶段 2014 年）

监测河段底栖动物主要由水生昆虫（主要是双翅目摇蚊幼虫）、水生寡毛类及陆生昆虫的幼虫和蛹等组成。

其中水生昆虫 11 种，寡毛类 4 种，软体动物 1 种，其他动物 2 种类，合计 18 种。其中水生昆虫占 61.1%，寡毛类占 22.2%，软体动物各占 5.56%，其他动物占 11.1%。水生昆虫中又以蜉游目、毛翅目、襁翅目幼虫和稚虫为主。

表 5.2.4 底栖动物名录

寡毛类 Freshwater oligochaeta	
沿岸拟仙女虫 <i>Paranais</i>	掺差仙女虫 <i>Naisvariabilis</i>
哑口仙女虫 <i>N. elinguis</i>	瑞士水丝蚓 <i>Limanodrilushelveticus</i>
水生昆虫 Freshwater Insecta	
刺缺长足摇蚊 <i>Yanypuspunotipenni</i>	长跗摇蚊 <i>Tanytarsus gr mancus</i>
裂片长跗摇蚊 <i>T. lobatifrons</i>	一种内摇蚊 <i>Endochironomussp</i>
翠绿隐摇蚊 <i>Cryptochironomusviridulus</i>	灰跗多足摇蚊 <i>Polypedilumleucopus</i>
等齿多足摇蚊 <i>P. fallax</i>	暗黑摇蚊 <i>Chironomus lugubris</i>
伸展摇蚊 <i>Ch. tentans</i>	蠓 <i>Palpomyiasp</i>
金花虫 <i>Donacia sp</i>	毛翅目 Trichoptera
蜉游目 Ephemeroptera	双翅目 Diptera
襁翅目 Plecoptera	
软体动物 Mollusca	
扁旋螺 <i>Gyranlus compressus</i>	
端足目 Amphipoda	
钩虾 <i>Gammarus</i>	

底栖动物密度平均为 103 个/平方米，生物量为 0.3 克/平方米。其中水生昆虫（幼虫）占总生物量的 87.7%，寡毛类占 11.6%，水生昆虫（成虫）占 1.4%，详见表 5.2.5。

表 5.2.5 开都河察汗乌苏河段底栖动物数量 (个/平方米)

采样断面	采样时间 (年)	水生昆虫 (幼虫)	水生寡毛类	水生昆虫 (成虫)	总数量
滚哈布其勒	2010	93	3	—	96
	2011	98	4	—	102
	2012	101	8	4	113
	平均	97	5	1	103
坝前	2010	89	4	—	93
	2011	87	7	—	94
	2012	105	8	6	119
	平均	94	6	2	102
坝下 4#桥	2010	78	2		80
	2011	93	4		97
	2012	117	7	7	131
	平均	96	4	2	102
年平均数量		96	5	2	103

从上表可见, 滚哈布其勒断面底栖动物数量平均为 103 个/平方米, 其中水生昆虫(幼虫)最大, 数量为 97 个/平方米, 占 94.2%; 水生寡毛类密度为 5 个/平方米, 约占 5%; 水生昆虫(成虫)密度为 1 个/平方米, 约占 1%。

坝前断面底栖动物数量平均为 102 个/平方米, 其中水生昆虫(幼虫)密度最大, 数量为 94 个/平方米, 占 92.2%; 水生寡毛类密度为 6 个/平方米, 占 5.9%; 水生昆虫(成虫)密度为 2 个/平方米, 约占 2%。

4#桥断面底栖动物数量平均为 102 个/平方米, 其中水生昆虫(幼虫)密度最大, 数量为 96 个/平方米, 占 94.1%; 水生寡毛类密度为 5 个/平方米, 占 4.9%; 水生昆虫(成虫)密度为 2 个/平方米, 约占 2%。

蜉蝣目密度波动在 100~450ind/m², 平均密度为 283.33ind/m²; 生物量波动在 0.1~1.02g/m², 平均生物量为 0.523g/m²; 毛翅目密度波动在 20~280 ind/m², 平均密度为 126.67ind/m²; 生物量波动在 0.024~1.4g/m², 平均生物量为 0.555g/m²; 褶翅目密度为 20ind/m²; 生物量 0.08g/m²; 双翅目密度波动在 20~225ind/m², 平均密度 122.5ind/m²; 软体动物密度为 40ind/m²; 生物量 0.3g/m²。

表 5.2.6 监测河道底栖动物平均现存量（密度：ind/m² 生物量：g/m²）

地点 生物量		滚哈布其勒	库区	察汗乌苏沟	4 号桥	大山口坝下
蜉蝣目	密度		450		100	300
	生物量		0.45		0.1	1.02
毛翅目	密度	100		80	20	280
	生物量	0.225		0.24	0.024	1.4
褶翅目	密度				20	
	生物量				0.08	
双翅目	密度		225			20
	生物量					
软体动物	密度			40		
	生物量			0.3		
端足目	密度					
	生物量					

（3）变化趋势

大坝建成并蓄水后，库区底栖动物有从江河型向湖泊型发展，适于静水、缓流、沙生的寡毛类的水丝蚓和摇蚊幼虫的种类略有增加，种群数量将有所发展；而底栖动物中石生、喜高氧生活于浪击带的种类将显著减少。见图 5-1-5。

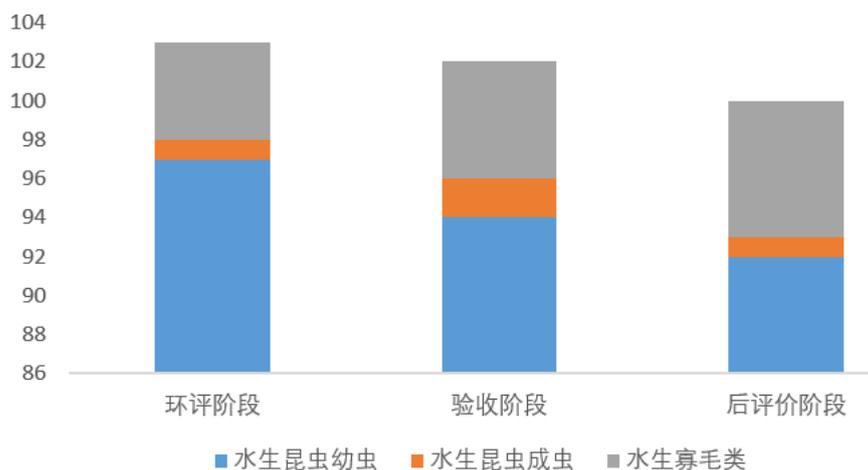


图 5.2.4 三个阶段柳树沟库区底栖动物组成（夏季）变化

验收阶段与环评阶段相比较，库区因水体流速减缓，水深增加，营养物质在库中滞留时间延长，底质由砾石、沙质型逐步向泥沙型、淤泥型过渡等原因，将导致库区河段现有的底栖动物种类结构发生较大变化。库区大型底栖动物主要以摇蚊科为主，其适应能力强，耐低氧，摇蚊幼虫大多数个体非常细小，以微生物和有机碎

屑为食，许多物种捕食其它水生昆虫幼虫。其中发现的长跗摇蚊是摇蚊亚科的常见属之一，在相对未受干扰的河流参考点，长跗摇蚊常常是优势种群，它们对污染相对敏感，即使受到较小的污染压力也常会消失或衰减，可见库区的水质状况呈现良好状态。减水河段和受水文情势影响河段底栖动物的优势类群和天然河段近似，仍有蜉蝣目的种类为主，尚有一定量的寡毛类存在。

(4) 小结

开都河河道的底栖动物种类较少，主要以水生昆虫和寡毛类为主。中上游以毛翅目、蜉游目、襁翅目幼虫和稚虫为主，且数量较少，中游为峡谷型河道，水流湍急，底栖动物的数量非常少；下游径流的散失区河床底质土壤的成分逐渐增多，种类以寡毛类的水丝蚓和水生昆虫的摇蚊幼虫为主。

开都河流域底栖动物主要分布在附属水体（博斯腾湖）中，河道内的底栖动物的数量和种类均较少。河道底栖动物的定量工作非常困难，而且也不准确，根据多年实际调查经验估计：上游急流区种类和数量较多；中游集水区种类、数量相对较少；下游种类、数量均较多。

5.2.1.4 水生维管束植物

在开都河的上游区域的沼泽地分布一定数量的眼子菜、狸藻和水葱。在中游至大山口河段因为水流急、底质多为石砾，水生植物无法生存；到了下游的冲击平原区，一些河叉、河湾、水库沿岸带着生着广布性的种类，以挺水植物的芦苇（*Phragmites communis* Trin）、蒲草（*Typha przewalskii* Skv），沉水植物狐尾藻（*Myriophyllum* sp）、眼子菜（*Potamogeton* sp）、金鱼藻（*Ceratophyllum demersum* Linn）为主，但其数量仍然有限。与北疆地区相比，开都河的水生植物具有种类少、生物量低的特点。

开都河中游河床以石砾为主，土壤缺乏，水生植物的着生不宜，这是由河流的特性所决定的。

就调查河段，环评阶段、验收阶段、现状三个阶段水生高等维管束植物未发生显著变化。

5.2.2 鱼类变化

5.2.2.1 工程建设前（环评阶段 2006 年）

(1) 鱼类种类组成及空间分布

环评阶段，开都河调查河段评价研究土著鱼类 4 种，均为土著种，分别为新疆裸重唇鱼、长身高原鳅、塔里木裂腹鱼、叶尔羌高原鳅。调查到鱼类 2 种，新疆裸重唇鱼、长身高原鳅；未捕获文献记录种 2 种，塔里木裂腹鱼、叶尔羌高原鳅。

开都河流域原有土著鱼类 5 种，分别是新疆扁吻鱼、新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅和叶尔羌高原鳅。目前，新疆扁吻鱼已经消失，由于多年的渔业活动，开都河流域现有鱼类 32 种，其中，土著鱼类仅有新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅和叶尔羌高原鳅。鲫鱼、麦穗鱼、棒花鱼等外来鱼类可能是河道周边进行池塘养殖引种移植带入的，主要集中分布在开都河焉耆以下河段。

2004 年新疆裸重唇鱼被列为自治区 I 类保护物种，塔里木裂腹鱼被列为自治区 I 类保护物种。新疆维吾尔自治区水产资源繁殖保护管理条例明确规定每年 3~5 月开都河为季节性禁渔区，其幼体和卵也在保护范围。

(2) 渔获物（资源量）

环评阶段鱼类调查范围较后评价阶段较广，经查询历史资料，调查范围为察汗乌苏沟~博斯腾湖。新疆裸重唇鱼小个体（体长范围在：27~97mm；体重范围在：1~14g）和 1 尾大个体的新疆裸重唇鱼（体长：245mm；体重 242g）。渔获物体长、体重统计见下表。从表中可以看出，新疆裸重唇鱼体长以 50~60mm 之间的组距为主，占 42.4%，100mm 以上的个体很少，仅 1 尾；体重以 3~5g 之间的组距为主，占 50.8%，大于 15g 的个体仅 1 尾。

表 5.2.7 新疆裸重唇鱼体长、体重组成

体长 mm	20	30	40	50	60	70	80	90	100	250
数量	5	4	5	25	9	2	5	3	1	
占总数%	8.5	6.8	8.5	42.4	15.2	3.4	8.5	5.1	1.7	
体重 g	1	3	5	7	9	11	13	15	250	
n	18	30	2	2	2	3	1	1		
占总数%	30.5	50.8	3.4	3.4	3.4	5.1	1.7	1.7		

由于长身高原鳅非保护鱼类，当时未做体长、体重组成统计。

5.2.2.2 工程建设后（验收阶段 2013 年）

(1) 种类及空间分布

验收阶段，调查河段鱼类 5 种，其中土著鱼类 4 种：新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼（记录种）、叶尔羌高原鳅、长身高原鳅；外来鱼类 2 种：花骨鱼、鲫。

塔里木裂腹鱼和叶尔羌高原鳅，监测期间未捕获。

土著鱼类-新疆裸重唇鱼和长身高原鳅为监测河段的广布种，监测期间各断面均有出现；外来种有花骨鱼和鲫，均为狭布种，花骨鱼仅分布于大山口坝下河段，鲫分布于4号桥和大山口坝下河段，监测期间2013年首次采集到鲫。2014年监测时，受小山口电站引水及大山口电站生态基流未正常下泄的影响，大山口厂房以下至小山口洄水原天然河道（原大山口坝下河段）成脱水河段，鱼类栖息地功能丧失，无鱼类分布。

（2）资源量变化

根据评价河段渔获物数量、重量年度分布统计，在柳树沟水电站工程建设期2009年~2014年，河段鱼类资源量呈现下降趋势，但这主要是由于上游察汗乌苏水电站的阻隔作用和已经造成的生境改变，工程建设期间施工活动也是影响鱼类资源量减小的原因之一。柳树沟水电站2011年5月截流，工程河段渔获物情况如下表所示。

表 5.2.8 柳树沟工程河段新疆裸重唇鱼捕获情况

时段	尾数 (尾)				重量 (g)			
	上游天然河段	截流前天然河段	截流后库尾	小计	上游天然河段	截流前天然河段	截流后库尾	小计
2008年	15	13	/	28	1207	966	/	2173
2009年	10	11	/	21	724	689	/	1413
2010年	12	7	/	19	576	140	/	716
2011年	10	5	/	15	1879	446	/	2325
2012年	15	/	6	21	937	/	1010	1947
2013年	14	/	5	19	1282	/	440	1722
2014年	13	/	3	16	1152.1	/	209.1	1361.2
合计	89	/	50	139	7757.1	/	3900.1	11657.2

表 5.2.9 柳树沟工程河段长身高原鳅捕获情况

时段	尾数 (尾)				重量 (g)			
	上游天然河段	截流前天然河段	截流后库尾	小计	上游天然河段	截流前天然河段	截流后库尾	小计
2008年	1	0	/	1	16.9	0	/	16.9
2009年	2	1	/	3	30.7	15.7	/	46.4
2010年	1	0	/	1	14.2	0	/	14.2
2011年	1	1	/	2	31.8	13.3	/	45.1
2012年	2		3	5	29.7		58.6	88.3
2013年	1		3	4	16.9		58.6	75.5

时段	尾数 (尾)				重量 (g)			
	上游天然河段	截流前天然河段	截流后库尾	小计	上游天然河段	截流前天然河段	截流后库尾	小计
2014 年	1		3	4	10.1		48.9	59
合计	9		11	20	150.3		195.1	345.4

由表可知，新疆裸重唇鱼截流后库尾河段较截流前数量和资源量略有所下降，长身高原鳅基本不变。

(3) 种群规格

监测河段新疆裸重唇鱼种群规格存在明显的年际变化趋势。监测前期(2009-2011年)，天然河段和库区规格较大，大山口坝下河段规格较小；监测后期(2011-2014年)4号桥河段规格较大，库区和大山口坝下河段规格较小。分析主要由于柳树沟水电站上游已有察汗乌苏水库，对开都河营养物质有拦蓄作用，下行至本工程河段营养物质有所降低。

天然河段规格组成较为稳定，单一大规格个体是其种群组成主体，种群平均规格年际变化较小；库区小规格个体出现率增加，规格分布逐渐多样，种群平均规格呈逐年变小趋势；柳树沟4号桥和大山口坝下规格组成年际变化呈现出由多样化规格组成向单一大规格组成转变，种群平均规格总体呈增大趋势。表明，察汗乌苏水电站工程运行后，坝下减水河段以及坝下河段受水文情势影响，新疆裸重唇鱼群体规格发生变化，规格有变小趋势。

监测期间各监测点位长身高原鳅规格差异较小，除2012年和2013年天然河段和减水河段出现规格变化较大外，其它监测年份各监测点位平均规格无明显差异。

5.2.2.3 变化趋势分析

(1) 鱼类区系变化

验收阶段、现状与环评阶段相比较，鱼类区系组成中新增鲫、花鱼骨鱼类2种，均为外来种。目前，这两种外来种，在调查河段分布范围狭窄。

根据建设单位2018年回捕记录可以看出，主要外来鱼种为鲫鱼，主要分布在柳树沟水电站上游水电站察汗乌苏河库尾河段。

表 5.2.10 调查河段鱼类区系变化过程

时间节点	环评阶段 (2004 年)	验收阶段 (2014 年)	现状 (2018、2019 年)
------	------------------	------------------	---------------------

鱼类区系组成	新疆裸重唇鱼	新疆裸重唇鱼	新疆裸重唇鱼
	塔里木裂腹鱼	塔里木裂腹鱼	塔里木裂腹鱼
	长身高原鳅	长身高原鳅	长身高原鳅
		鲫	鲫
		花骨鱼	花骨鱼

环评阶段、验收阶段、现状三个阶段均有 3 种土著鱼类：新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼、长身高原鳅，其中塔里木裂腹鱼为记录种，文献记载仅分布于大山口以下，三个阶段均未捕获标本。

(2) 种群结构的变化

调查河段，环评阶段、验收阶段、现状三个阶段土著鱼类仍然占绝对优势。其中新疆裸重唇鱼出现率有下降趋势，渔获物规格有变小的趋势；长身高原鳅出现率有上升趋势；根据后评价阶段新疆中水原创生物科技有限公司和业主回捕鱼类统计数据进行分析，在柳树沟水电站坝址上游的察汗乌苏水库库尾，鲫鱼出现率有增加的现象。据调查，工程河段无网箱养殖，库区两岸山坡陡峭，居民无法进入放生，推测是察汗乌苏上游养殖或放生造成。

据巴音布鲁克水域渔业资源调查报告（马燕武等，2010 年），巴音布鲁克水域中分布有鲫鱼。据此推断，鲫鱼在开都河中游的出现可能受上游巴音布鲁克旅游开发及水产养殖个体逃逸影响。

现状与环评阶段相比较，3 种土著鱼类的分布未发生变化，2 种外来鱼类从无到有，其中鲫多分布于察汗乌苏库区、大山口坝下河段；花骨鱼仅分布于大山口坝下河段。外来种占据了一定的栖息空间，在饵料来源方面与土著鱼类有竞争关系，对土著鱼类的分布范围造成一定的压缩。目前 2 种外来鱼类在调查河段中的分布范围较狭窄、资源量仍不占优势。但是这 2 种外来鱼类具有很强的环境适应性，必须高度警惕。

(3) 资源量的变化

1) 新疆裸重唇鱼

从新疆裸重唇鱼渔获物数量来看，三个阶段柳树沟库区渔获物资源量基本无明显变化，柳树沟库尾（察汗乌苏发电厂房河段）后评价阶段渔获物资源量略有降低，但库尾上游察汗乌苏减水河段形成了新的天然河段鱼类资源量有所增加。

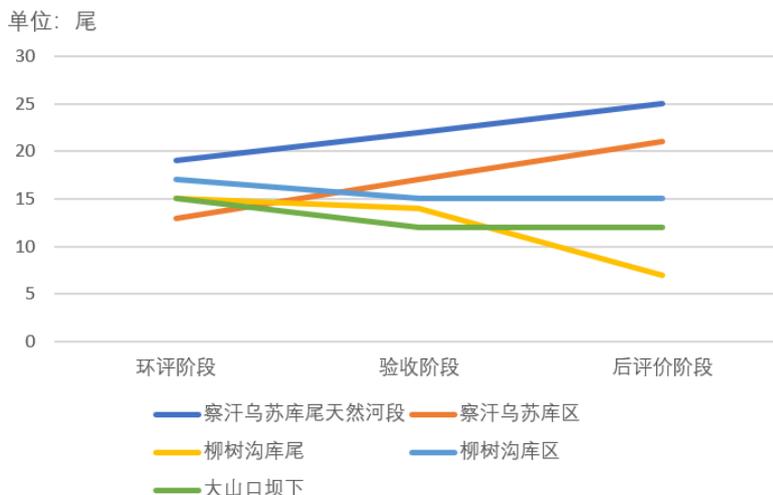


图 5.2.5 三个阶段各调查点位新疆裸重唇鱼渔获量变化

环评与验收阶段，均对新疆裸重唇鱼的体长数据进行分析，结合后评价阶段调查结果，察汗乌苏库尾减水河段于柳树沟库尾交汇河段新疆裸重唇鱼体长有所减小，柳树沟库区新疆裸重唇鱼体长有所增加。说明库区饵料富集有利于鱼类生长，但减水河段于库尾交汇处水量不稳定对鱼类生长带来一定影响。

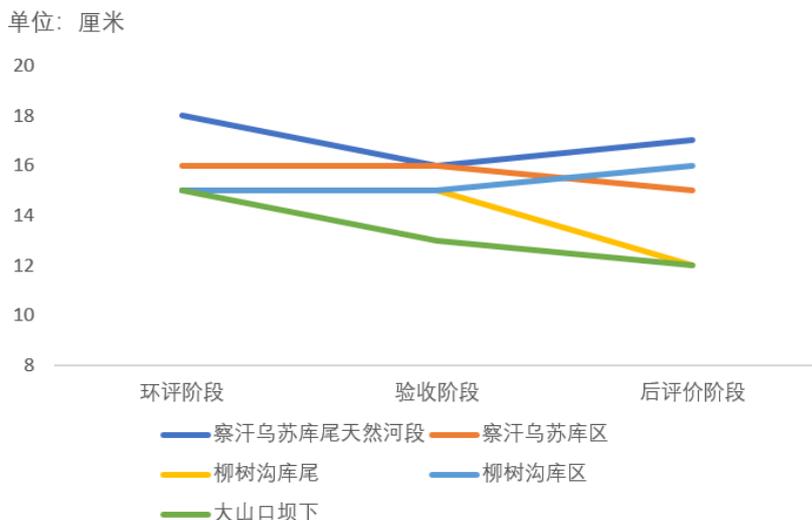


图 5.2.6 三个阶段各调查点位新疆裸重唇鱼体长变化

2) 长身高原鳅

长身高原鳅在渔获物中的比例明显增加。三个阶段，其出现率分别为 7%、28%、32%。后评价阶段长身高原鳅数量也较环评阶段有显著增加。可以看出，2014 年后，长身高原鳅种群的暂时扩张随着摄食索饵而带来的种内的竞争影响已逐渐达到一个新的生态平衡。由于长身高原鳅非保护鱼类，因此环评阶段尚未对体长进行统计，因此，本阶段也未对长身高原鳅体长变化进行分析。

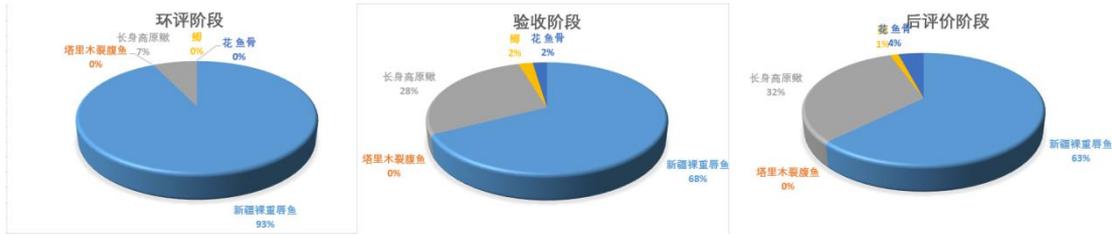


图 5.2.7 三个阶段各调查点位长身高原鳅渔获物比例

3) 塔里木裂腹鱼

文献记载 1989 年李红旭等曾在大尤尔都斯盆地获得 2~3.5kg 的塔里木裂腹鱼 9 尾。环评阶段、验收阶段、后评价阶段三个阶段，历次样品采集中，渔获物中均未有塔里木裂腹鱼出现。

4) 叶尔羌高原鳅

在调查水域，三个阶段的渔获物中均未出现叶尔羌高原鳅。

5.2.3 重要生境变化

5.2.3.1 环评阶段鱼类重要生境

柳树沟水电站坝址地处峡谷地带，水库回水与其上游察汗乌苏水电站尾水相接。根据《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》，2006 年环评阶段调查显示大山口水电站至察汗乌苏水电站鱼类产卵场主要分布在柳树沟坝址以上 5km 至察汗乌苏沟之间约 14km 河段，尤其以 4 号桥以下河道产卵场数量、规模质量较好。柳树沟水电站大坝建设淹没了柳树沟坝址以上 10 km 鱼类的产卵场，造成新疆裸重唇鱼等鱼类产卵场数量和面积的减少。环评报告预测坝前水位上涨后，在 4 号桥之上的部分阶地地带将形成新的产卵场，但总体上鱼类的产卵场数量和面积是减少的。

叶尔羌高原鳅、长身高原鳅没有溯河繁殖的习性，在繁殖期它们仅在栖息地周围寻找合适的产卵区进行繁殖。底质为石砾，水较清、较缓且不深的沿岸带或小水叉都是其合适的产卵区，可以说这些区域分布广且分散，多与河道水位的变化有关，因此并没有固定的地点。

5.2.3.2 后评价阶段鱼类重要生境

根据 2018~2019 年度新疆中水原创生物科技有限公司水生生物野外调查结果，评价河段典型鱼类“三场”分布情况如下：

(1) 产卵场

柳树沟水利工程坝址地处峡谷地带，水库洄水与其上察汗乌苏电站尾水相接。

根据现阶段调查结果，柳树沟库尾—察汗乌苏厂房尾水—察汗乌苏减水河段交汇处，急流河段与缓流交错，流态复杂，分布有一定规模的碎石漫滩，形成了该河段新的产卵区域，长度约 500m，就其规模较原淹没产卵场较小。从历次捕获记录可以看出，在该河段 3~20cm 的新疆裸重唇鱼和 3~15cm 的长身高原鳅均有捕获，说明两种鱼类已在工程建设后的新水域能够完成完整生活史。

虽然该河段存在鱼类产卵的地质条件，但由于柳树沟上游察汗乌苏水电站运行和水量调节，该河段水量分配不均。目前，察汗乌苏水电站已泄放 5.2m³/s 生态流量，但在产卵期建议弱化调峰，营造鱼类产卵的水文条件（如削减涨水过程等）。

柳树沟电站建设淹没了坝前鱼类产卵场，淹没长度约 10km 造成新疆裸重唇鱼等喜急流鱼类产卵场数量和面积的减少。但在柳树沟库尾与察汗乌苏减水河段 4 号桥之上的部分阶地地带形成约 500m 新的产卵场，从渔获物统计结果可知，该区域鱼类可以完成完整生活史。

柳树沟水电站工程河段鱼类产卵场现状如下所示。



图 5.2.8 柳树沟水电站工程河段产卵场现状

(2) 索饵场

柳树沟建库后，由于水域生态环境的改变，饵料生物的种群结构和数量也同时改变，许多原有的索饵场消失，但将产生新的索饵场，尤其在营养物质丰富的水域会形成新的索饵场，有利于土著鱼类的摄食生长。并且建库后，深水区、缓水深潭

遍布库区，鱼类可选择的越冬场所将大大增加。

柳树沟库区形成，有利于开都河土著鱼类的生长，已成为土著鱼类良好的肥育、栖息和越冬场所。但由于上游察汗乌苏大坝的阻隔，鱼类被限制在相对狭小的生境中栖息，虽然在水库建成并运行的一定时期内，由于水域基础生物的大量发展，鱼类的摄食环境将有大的改善，鱼类的生长速度会在短时间内有较大提高，但随着个体增大的同时，受栖息空间和饵料生物消耗限制，其生长速度将会下降。

(3) 越冬场

鱼类的越冬场通常在主河道中水深的“坑子”、岩石缝隙或河道节流而成的水库中。监测河段察汗乌苏及大山口坝址以上河道山高谷深，栖息于附近河段的新疆裸重唇鱼、长身高原鳅在库区、回水湾、深潭和石砾缝隙中均能安全越冬。

柳树沟水库已经成为新疆裸重唇鱼和长身高原鳅适宜的越冬场。

5.2.3.3 后评价阶段鱼类重要生境趋势变化分析

柳树沟水电站的建设，将鱼类原本急流生境改变为相对静止的水库生境，在上下游察汗乌苏水电站和大山口水电站已经对开都河造成阻隔影响情况下，进一步将该段河流分割成更小的生境片段。

2006年环评阶段调查到大山口至察汗乌苏鱼类产卵场主要分布在柳树沟坝址以上5km至察汗乌苏沟之间约14km河段，尤其以4号桥以下河道产卵场数量多，且4号桥产卵场规模、质量较好，柳树沟水电站的建设已造成坝前河道内鱼类的产卵场淹没，淹没规模约10km。

柳树沟水电站工程建设后，柳树沟库尾洄水区与察汗乌苏减水河段碎石漫滩（和小河叉）新形成的鱼类的产卵场，淹没后产卵场的面积有所减少。长身高原鳅没有溯河繁殖的习性，在繁殖期它们可在栖息地周围寻找合适的产卵区进行繁殖。从渔获物补获量可以看出，库区鱼类资源量多于库尾鱼类资源量，土著鱼类资源量较丰，说明库区的形成为新建裸重唇鱼和长身高原鳅提供了较适宜的索饵、越冬场所，从捕获鱼类规格上看，两种土著鱼类可以在柳树沟库区、库尾完成完整生活史。

柳树沟水电站库尾产卵场三个阶段渔获物统计如下表所示。

表 5.2.11 柳树沟水电站工程库尾产卵场三个阶段渔获物对比表

物种	环评阶段		验收阶段		后评价阶段	
	数量占比 (%)	体长 (mm)	数量占比 (%)	体长 (mm)	数量占比 (%)	体长 (mm)
新疆裸重唇鱼	77.8	53~272 (n=7)	80.8	55~262 (n=21)	83.3	32~249 (n=16)
塔里木裂腹鱼	0	/	0	/	0	/
长身高原鳅	22.2	47~149 (n=2)	19.2	40~167 (n=5)	16.7	31~152 (n=3)
鲫	0	/	0	/	0	/
花 鱼骨	0	/	0	/	0	/

虽然该河段存在鱼类产卵的地质条件，但由于柳树沟上游察汗乌苏水电站运行调度，该河段水量分配不均。建议鱼类产卵期弱化调峰，营造鱼类产卵的水文条件（如削减涨水过程等）。

察汗乌苏尾水及以上河段可形成有规模的土著鱼类群体，相对于开都河下游梯级电站库区、库区尾水以及坝下减水河段、受水文情势影响河段同类土著鱼类的摄食、肥满度和性腺发育情况均有明显优势。因此，在现有条件下，对察汗乌苏库区以及库区尾水末端连接天然河段的区域加以保护，对实施整体土著鱼类的保护计划有着重要意义。

5.2.4 坝下减脱水河段鱼类资源调查及影响分析

根据柳树沟坝下鱼类资源补充调查结果，该河段共有鱼类 6 种。其中鲤科 5 属 3 种，鳅科 1 属 1 种。新疆裸重唇鱼和长身高原鳅为开都河土著鱼类，贝加尔雅罗鱼、花鱼骨、鲤鱼、鲫为外来种。种类名录见下表。

表 5.2.11 柳树沟水电站坝下及大山口库区河段鱼类名录

鲤形目 Cypriniformes	
鲤科 Cyprinidae	
裂腹鱼亚科 <i>CarassiusJarocki</i>	
裸重唇鱼属 <i>Gymnodiptychus</i>	
1.新疆裸重唇鱼 <i>Gymnodiptychusdybowskii</i>	土著种

鮡亚科 Gobioninae		
鱼骨属 <i>Hemibarbus</i>		
2.花骨 鱼 <i>Hemibarbus maculatus</i> Bleeker		土著种
雅罗鱼亚科 Leuciscinae		
雅罗鱼属 <i>Leuciscus</i>		
3.贝加尔雅罗鱼 <i>Leuciscus baicalensis</i>		外来种
鲤亚科 Cyprininae		
鲤属 <i>Cyprinus</i>		
4.鲤鱼 <i>Cyprinus carpio</i>		外来种
鲫属 <i>Carassius</i>		
5.鲫 <i>Carassius auratus auratus</i>		外来种
鳅科 Cobitidae		
条鳅亚科 Noemacheilinae		
高原鳅属 <i>Triplophysa</i>		
6 长身高原鳅 <i>Triplophysa (Triplophysa) tenuis</i> (Day)		土著种

柳树沟坝下河段鱼类资源变化情况如表 5.2.12 所示。

表 5.2.12 柳树沟坝下河段鱼类资源变化情况

物种	环评阶段 (未阻隔、未出现脱减水)		后评价阶段 (未阻隔、出现脱减水)	
	出现率 (%)	体长 (mm)	出现率 (%)	体长 (mm)
新疆裸重唇鱼	80	51~263	25	32~227
长身高原鳅	60	45~143	25	33~122

柳树沟水电站坝下减脱水河段长度约 0.25km，鱼类的分布随着坝下水量、水位等水文情势的变化而变化，汛期的 5 月~9 月，鱼类随柳树沟库区洪水进入该减脱水河段、下游大山口库区鱼类会上溯至该减脱水河段；枯水期（10 月~次年 4 月），坝下水量较小，鱼类多分布在大山口电站库区。

监测数据显示，柳树沟水电站坝下河段鱼类分布、资源量、规格较工程建设前变化较显著，这与环评阶段的预测是一致的。根据调查结果，开都河河段关键种在该河段仍然存在，减水河段两岸高山耸立、河道束窄，无该河段土著鱼类产卵场等重要生境。柳树沟水电站坝下减脱水河段长度最长约 0.25km，占柳树沟坝下大山口

库区河段长度的 0.27%，占整个开都河全长 610km 的 0.04%，所占的比例较小；因此，柳树沟坝下减脱水河段对开都河重要水生生态系统影响相对有限。

5.2.5 水生生态后评价小结

柳树沟水电站工程是开都河中游河段规划（“两库七级”）开发方案中的第六个梯级电站，该电站大坝距离已建的察汗乌苏水电站厂房下游 12km。本工程所在河段为开都河中游河段下部，下游的大山口水电站是开都河中、下游的分界点，也是开都河从山区进入平原的分界点。目前察汗乌苏、柳树沟、大山口三个工程均有拦河建筑物，无过鱼设施。

柳树沟水电站对开都河中游河段水生生态的影响是累积于上下游水电站大山口水电站、察汗乌苏水电站的影响，主要表现在：进一步将水域生态环境分割，加剧了生物种群隔离影响。在此栖息的喜急流的水生生物及鱼类，随着生境规模压缩资源量略有减小，但随着鱼类增殖放流措施的实施，一定程度减缓了由于水电工程建设喜急流鱼类资源下降的趋势；另外，工程的建设使适应湖库化的静水鱼类数量和比例均有所增加。

柳树沟水电站工程建设后，柳树沟库尾洄水区与察汗乌苏减水河段碎石漫滩（和小河叉）新形成的鱼类的产卵场，淹没后产卵场的面积有所减少。库区的形成为新建裸重唇鱼和长身高原鳅提供了较适宜的索饵、越冬场所。

另外，调查河段捕获到外来种鲫鱼、花骨鱼、贝加尔雅罗鱼，已证实柳树沟和察汗乌苏坝址及库区内尚未有从事网箱养殖的商业活动，推测是上游养殖活动或放生引入外来鱼种。

5.3 环境影响评价预测验证

从流域角度而言，工程建设在原有水利工程对河道分割，生物种群隔离的基础上进一步将水域生态环境分割，形成了更小的生境片段。

通过对评价河段水生生态及鱼类现状调查及变化分析，对比环评报告阶段提出的影响预测结论进行验证分析，本工程对水生生态的影响基本符合环境影响预测结论。其中关于饵料生物及疆裸重唇鱼及长身高原鳅几乎完全符合预测结论，塔里木裂腹鱼、叶尔羌高原鳅仍未调查捕获。环评预测与后评价结论详见表 5.3.1。

表 5.3.1 水生生态及鱼类影响预测结论验证一览表

影响对象	环评阶段预测结论	后评价结论	验证分析
饵料生物	蓄水后，浮库区游藻类的生物量将较原河流增多；一些滤食性的浮游动物的增加；寡毛类的水丝蚓和摇蚊幼虫的略有增加，石生、喜高氧生活于浪击带的种类将显著减少；对坝下水生生物的生长不利。	现场调查结果显示，库区浮游动物、植物增多，摇蚊幼虫的增加，摇蚊幼虫的略有增加，蜉蝣目、蝇翅目的幼虫减少。水体未出现“水华”等水体富营养化指征。	一致
坝上鱼类	库区的形成给新疆裸重唇鱼、塔里木裂腹鱼及长身高原鳅的栖息、生长和越冬提供了较好的条件，其个体生长在一定时期内较建库前快，但由于坝上察汗乌苏电站的阻隔以及库区淹没了坝上10km范围内的鱼类产卵场等因素的影响，工程建设将造成坝上鱼类种群数量的下降。	从新疆中水原创生物科技有限公司及建设单位自行采捕渔获物统计来看，自鱼类增殖放流措施实施以来，一定程度上减缓了鱼类种群数量下降的趋势，库区土著鱼类仍然保持一定的资源量，为优势种；长身高原鳅在渔获物中的比例明显增加。环评、验收、后评价三个阶段，数十次调查均未在察汗乌苏库区及坝下采集到塔里木裂腹鱼及叶尔羌高原鳅。在开都河，叶尔羌高原鳅仅分布于焉耆大桥以下。	基本一致
坝下鱼类	柳树沟水电站运行期间，鱼类为适应环境变化，将被迫向下游库区活动，因此工程运行后将造成鱼类栖息、生境的减少。典型日变化将造成厂址下游一定范围内河道水位有起伏。由于工程所在地处于峡谷地带，水面较窄但水较深，且电站厂房尾水将直接与大山口尾水相接，因此电站运行期将对分布于这一范围内鱼类的生活栖息有一定的干扰影响，但对鱼类的生长、摄食和越冬影响不大。柳树沟水电站工程运行期间大山口以下河道的水文情势没有发生根本变化。	柳树沟水电站运行期间，当不发电无水量下泄且大山口水电站库水位低于柳树沟坝下河床高程时，会造成局部河道脱水，对在此前栖息的鱼类产生影响。减脱水河段长度0.25km，在整个开都河全长610km的0.04%，所占的比例较小；该河段无特殊关键生境，对开都河整个水生生态系统影响较小。环评、验收、后评价三个阶段未在柳树沟坝下设置水生生物与鱼类采样点，根据大山口坝下鱼类资源量统计结果，大山口坝下在后评价阶段，资源量无明显变化，但鱼类规格有所减小	基本一致
重要生境	大坝建设将淹没坝前10 km河道内鱼类的产卵场，将造成新疆裸重唇鱼等鱼类产卵场数量和面积的减少。由于坝前水位上涨后，在4号桥之上的部分阶地地带将形成新的产卵场，但总体上鱼类的产卵场数量和面积是减少的。	柳树沟电站建设淹没了坝前10 km鱼类产卵场，造成新疆裸重唇鱼等喜急流鱼类产卵场数量和面积的减少。但在柳树沟库尾与察汗乌苏减水河段4号桥之上的部分阶地地带形成约500m新的产卵场，从渔获物统计结果可知，该区域鱼类可以完成完整生活史。	一致

5.4 已采取水生环境保护措施有效性评价

5.4.1 环评及批复要求

环评批复要求为保护开都河中游濒危土著鱼类，尽快开展建设鱼类增殖保护站建设工作，保证与柳树沟水电站工程同时投入运营。

5.4.2 验收及批复要求

扩大所在流域的察汗乌苏水电站鱼类增殖站鱼苗养殖规模，保证流域梯级开发鱼苗的增殖放流需求。

5.4.3 水生生态保护措施落实情况

5.4.3.1 放流情况

目前，柳树沟水电站采取水生生态保护措施是依托察汗乌苏鱼类增殖站进行的鱼类增殖放流工作。

察汗乌苏鱼类增殖站于 2013 年建成投入运行，2014 年 6 月 12 日，首次开展增殖放流活动，放流新疆裸重唇鱼开都河土著鱼类共计 6.5 万余尾。2015 年 5 月 18 日，国电新疆开都河公司在察汗乌苏、柳树沟水库开展珍稀保护鱼类增殖放流活动，增殖放流新疆裸重唇鱼、长身高原鳅等珍稀保护鱼类 10 万余尾。2016 年 6 月 13 日，国电新疆开都河公司在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及开都河支流察汗乌苏河开展 2016 年珍稀保护鱼类增殖放流活动，增殖放流新疆裸重唇鱼、长身高原鳅等珍稀保护鱼类 15 万尾。2017 年 6 月 28 日，国电新疆开都河公司在察汗乌苏、柳树沟水电站库区开展珍稀保护鱼类增殖放流活动，15 万尾新疆裸重唇、长身高原鳅、叶尔羌高原鳅人工繁育的开都河珍稀鱼苗。2018 年 7 月 23 日，在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及河道开展增殖放流活动，放流新疆裸重唇、长身高原鳅、叶尔羌高原鳅共计 20 万尾。2019 年 7 月 23 日，在察汗乌苏、柳树沟水电站库区及河道等 4 个放流点放流新疆裸重唇、叶尔羌高原鳅、长身高原鳅共计 20 万余尾。

《柳树沟水电站环境影响报告书》中明确柳树沟水电站承担 5.1 万尾保护鱼类的放流任务，目前，察汗乌苏鱼类增殖放流站放流规模已达到柳树沟水电站鱼类增殖放流规模要求，但目前塔里木裂腹鱼由于缺少亲本尚未增殖成功。距察汗乌苏鱼类

增殖放流站工作人员介绍，塔里木裂腹鱼亲鱼已在其他河流捕获，目前开展人工驯养与繁育，争取 2020 年成功放流。

另外，建设单位明确表示，将根据后续开都河中游水电开发情况扩大所在流域鱼类增殖站鱼苗放流规模，保证流域梯级开发鱼苗的增殖放流需求。

历年放流断面与放流对象数量详见下表所示。

表 5.4.1 察汗乌苏鱼类增殖放流站历年放流情况统计表

年份	放流断面	放流种类	放流数量（万尾）
2014	柳树沟库尾	新疆裸重唇鱼	6.5
2015	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	3
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	4
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	3
2016	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	5
2017	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	5
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	4
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	4	
2018	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	7
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	6
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	5	
2019	柳树沟水库	新疆裸重唇鱼	7
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏水库	新疆裸重唇鱼	5
		长身高原鳅	0.5
		叶尔羌高原鳅	0.5
	察汗乌苏坝后减水段	新疆裸重唇鱼	5
察汗乌苏沟	新疆裸重唇鱼	2	



2014 年放流 2015 年放流



2016 年放流 2017 年放流



2018 年放流

2019 年放流

5.4.3.2 标记与跟踪评价情况

截至 2019 年 7 月，开都河公司已连续 6 年累计向开都河投放鱼苗 85 万余尾，促进了生态环境友好、绿色水电可持续发展良好局面，对保护开都河流域鱼类种群生态平衡发挥了积极作用。2017 年，察汗乌苏鱼类增殖放流站标记了 200 尾 T 型标，根据 2017 年放流效果监测结果，在柳树沟库区捕获标记鱼类；2019 年，该增殖放流站标记了 1 万尾荧光标，为今后了解鱼类增殖放流站鱼类补充情况提供了依据。

今后将继续扩大放流标记规模，为开都河中游土著鱼类生态习性研究和保护提供支撑。



图 5.4.2 捕获标记鱼类

6 陆生生态环境后评价

6.1 陆生生态现状情况

6.1.1 生态功能区划

根据《新疆生态功能区划》（2017），评价区属于天山山地温性草原、森林生态区—天山南坡草原牧业、绿洲农业生态亚区—焉耆盆地绿洲农业盐渍化敏感生态功能区，主要服务功能是农产品生产、人居环境、油气资源等。主要生态环境问题有地下水位高、土壤盐渍化。土壤侵蚀极度敏感，土地沙漠化轻度敏感，土壤盐渍化中度敏感。主要保护目标是保护基本农田、保护水质、保护麻黄和甘草、保护水源地。主要保护措施是合理开发地下水、发展竖井灌排、开都河防洪、防治油气开发污染土壤和水质、发展节水农业、禁止乱采滥挖甘草等荒漠植被。发展方向是建立粮油、蔬菜等绿色食品基地，发展人工种植甘草、麻黄产业和农区畜牧业。

6.1.2 土地利用现状

柳树沟水电站运行期，评价区土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，结合现有资料，采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，根据最新土地利用现状分类标准，将土地利用格局的拼块类型分为林地、灌草地、草地、荒漠、耕地、交通运输地与公共管理用地、水域及水利设施用地等土地类型。

表 6.1.1 评价区土地利用类型表

土地利用类型	面积 (hm ²)	百分比 (%)
林地	9680.22	7.23
灌草地	29251.35	21.86
草地	87280.38	65.22
荒漠	6428.81	4.80
耕地	469.39	0.35
水域及水利设施用地	692.53	0.52
交通运输地与公共管理用地	22.46	0.02
总计	133825.14	100.00

从上表可以看出：评价区总面积为 133825.14hm²，其中草地面积 87280.38hm²，占总面积的 65.22%；灌草地面积为 29251.35，占总面积的 21.86%；林地面积

9680.22hm²，占总面积的 7.23%；林地面积 9680.22hm²，占总面积的 7.23%；荒漠面积 6428.81hm²，占总面积的 4.80%；水域及水利设施用地面积 692.53hm²，占总面积的 0.52%；耕地面积 469.39hm²，占总面积的 0.35%；交通运输地与公共管理用地面积 22.46hm²，占总面积的 0.02%。可见评价区内调查范围土地利用类型以林地和灌草地为主。

6.1.3 生态系统现状

根据对评价区土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对调查范围的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为荒漠生态系统、灌丛生态系统、森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农业生态系统、城镇/村落生态系统。根据遥感解译数据，调查区内各生态系统面积见表 6.1.2。

表 6.1.2 评价区各生态系统面积

生态系统类型	荒漠生态系统	灌丛生态系统	草地生态系统	森林生态系统	湿地生态系统	农田生态系统	城镇/村落生态系统	合计
面积 (hm ²)	6428.81	29251.35	87280.38	9680.22	692.53	469.39	22.46	133825.14
所占百分比 (%)	4.80	21.86	65.22	7.23	0.52	0.35	0.02	100.00

由上表可知评价区的景观构成现状中，草地生态系统、灌丛生态系统、森林生态系统、荒漠生态系统构成了评价区的景观背景。

6.1.3.1 荒漠生态系统

评价区荒漠生态系统分为有植被荒漠生态系统和无植被荒漠生态系统，面积 6428.81hm²，占评价区总面积的 4.80%。荒漠生态系统主要有灌木荒漠、半灌木荒漠、多汁木本盐柴类荒漠等，主要群系有霸王群系 (Form. *Zygophyllumxanthoxylon*)、中麻黄群系 (Form. *Ephedra intermedia*)、膜果麻黄群系 (Form. *Ephedraprzewalskii*)、灌木旋花群系 (Form. *Convolvulusfruticosus*)、圆叶盐爪爪群系 (Form. *Kalidiumschrnkenianum*)、合头草群系 (Form. *Sympegmaregelii*)、刺旋花群系 (Form. *Convolvulustragacanthoides*) 等。

荒漠生态系统中动物种类相对较多，多样性相对较高，主要有石鸡 (*Alectoris chukar*)、漠鹑 (*Oenanthe deserti*)、塔里木兔 (*Lepus yarkandensis*)、赤狐 (*Vulpes vulpes*)、密点麻蜥、新疆岩蜥 (*Laudakia stoliczkana*) 等。

6.1.3.2 灌丛生态系统

评价区灌丛生态系统面积为 29251.35hm²，占评价区总面积的 21.86%。灌丛生态系统植被以荒漠和河谷灌丛为主。主要的灌丛有沙棘灌丛（Form: *Hippophae rhamnoides*）、宽刺蔷薇灌丛（Form: *Rosa platyacantha*）、伊犁小檗灌丛（Form: *Berberis iliensis*）、白刺锦鸡儿灌丛（Form: *Caragana leucospina*）、霸王灌丛（Form: *Sarcozygium xanthoxylon*）等。

评价区内灌丛系统内分布的动物主要有鹌鹑（*Troglodytes troglodytes*）、草兔（*Lepus tolai*）、五趾跳鼠（*Allactaga sibirica*）等。

6.1.3.3 草地生态系统

评价区草地生态系统面积为 87280.38hm²，占评价区总面积的 65.22%。草地生态系统以荒漠草地为主，常见的群系有芨芨草草原（Form: *Achnatherum splendens*）、冰草草原（Form: *Agropyron cristatum*）等。

根据现场调查情况，草地生态系统中主要分布密点麻蜥、麻雀（*Passer montanus*）、草兔等。

6.1.3.4 森林生态系统

评价区森林生态系统面积为 9680.22hm²，占评价区总面积的 7.23%，评价区地处干旱地区，环境条件较为恶劣，能够适应生存的乔木种类较少，森林植被主要以分布于河谷区域的落叶阔叶林为主。主要树种有密叶杨（*Populus talassica*）、白榆（*Ulmus pumila*）线叶柳（*Salix wilhelmsiana*）等。

评价区森林生态系统面积很小，其中分布的陆生动物种类相对单一，主要有雀鹰（*Accipiter nisus*）、小雕（*Aquila pennata*）、戴胜（*Upupa epops*）、小嘴乌鸦（*Corvus corone*）等。

6.1.3.5 湿地生态系统

评价区湿地生态系统面积为 692.53hm²，占评价区总面积的 0.52%。评价区湿地生态系统主要植被类型为沼泽植被，主要为芦苇群系（Form: *Phragmites australis*）。评价区湿地生态系统中分布的陆生动物主要有小鹈鹕（*Podiceps ruficollis*）、大白鹭（*Ardea alba*）、赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、普通秋沙鸭（*Mergus merganser*）、白鹡鸰（*Motacilla Alba*）、河乌（*Cinclus cinclus*）等。

6.1.3.6 城镇/村落生态系统

城镇/村落生态系统在评价区所占的比重较小，其面积为 22.46hm²，占评价区总面积的 0.02%，评价区主要分布于第一分水枢纽附近的额布库勒金、艾普喀拉提等附近的村镇。该生态系统植被类型简单，主要是一些绿化和园林树种，常见种类有新疆杨(*Populus alba* var. *pyramidalis*)、密叶杨(*Populus talassica*)、葡萄(*Vitis vinifera*)等。城镇/村落生态系统中分布的野生动物多为与人类关系密切的常见种类，以鸟类为主，如麻雀等。

6.1.3.7 农田生态系统

评价区农田生态系统主要分布于开都河两岸山地及额布库勒金、艾普喀拉提等附近的村镇，主要种植玉米、豆类以及辣椒等，其面积为 469.39hm²，占评价区总面积的 0.35%。区域内动物为常见种类，如灰喜鹊、喜鹊、麻雀等。

6.1.4 植物现状

6.1.4.1 植物区系

根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒, 2011), 评价区属于古地中海植物区-中亚荒漠亚区-喀什亚地区。本地区位于天山以南, 昆仑山以北、西接帕米尔高原, 东界至东山和祁连山下的疏勒河, 即塔里木盆地及周边山地。塔里木盆地是中国境内最大的内陆盆地, 气候极端干旱, 年降水量大部分地区在 25-40mm, 年增发量可达 2100-3400mm, 气温较高, 年均温在 11℃左右, 植被以灌木荒漠占优势, 建群种和优势种有膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、沙拐枣属(*Calligonum*)、霸王属(*Sarcozygium*)、红砂属(*Reaumuria*)、合头草属(*Sympegma*)等。植物区系非常贫乏, 除上述提到的一些特有属和特征属, 特有种较多, 如黄花红砂(*Reaumuria trigyna*)、灰杆补血草(*Limonium lacostei*)、喀什女蒿及怪柳属几种等。

(1) 种类组成

2018年6月, 评价组专业技术人员重点对水库建设影响区域进行了全面的调查, 根据实地调查结果, 结合《新疆植被及其利用》(中国科学院新疆综合考察队, 1978年)、《新疆植物志 1-6 卷》(新疆植物志编辑委员会, 1992-1996年)等著作以及《新疆和静野生种子植物物种多样性及区系分析》(刘彬等, 2014年)、《新疆塔里木盆地野生植物名录》(李志军等, 2013年)等历年累计的植物区系资料的系统整理, 得出评价区共有 34 科 90 属 116 种维管植物, 其中, 野生维管植物 28 科 73

属 84 种，分别占新疆维吾尔自治区维管植物总科数、总属数、总种数的 21.37%、9.67%、2.36%；占全国维管植物总科数、总属数、总种数的 6.67%、2.12%、0.27%（含种下分类等级，下同），植物区系种以种子植物占优势。

表 6.1.3 评价区野生维管束植物统计表

项目	种子植物						野生维管植物		
	裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	1	1	2	27	72	82	28	73	84
新疆	3	7	24	112	726	3473	131	755	3552
占新疆比例/%	33.33	14.29	8.33	24.11	9.92	2.36	21.37	9.67	2.36
全国	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占全国比例/%	9.09	2.78	1.05	7.80	2.26	0.29	6.67	2.12	0.27

*注：数据来源《新疆种子植物科的区系地理成分分析》（潘晓玲，1997），《中国种子植物》（吴征镒，2011）

（2）区系分析

通过对评价区野生维管植物统计分析的基础上，将评价区野生维管植物区系的性质和特点概述如下：

1) 植物区系具有明显的温带性质

从属的分布类型来看，评价区维管植物区系的地理成分较为复杂，评价区野生维管植物中蕨类植物属按照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004 年），种子植物属按照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统（1991 年、1993 年），将评价区野生维管植物 73 属划分为 9 个分布区类型，植物属的分布区类型包含世界分布、热带分布、温带分布 3 个大类。从属的分布型统计结果看，在 73 属中，热带分布属 4 种，占野生维管植物非世界分布属的 7.27% 温带分布 52 属，占评价区非世界分布属 92.73%，在温带分布型中，北温带分布属居首位（26 属），其次是地中海、西亚至中亚分布（10 属），由此可知，植物区系具明显的温带性质。

2) 植物物种丰富度较低

本地区处于大陆地区，大陆性气候较为显著。评价区共有 34 科 90 属 116 种维管植物，其中，野生维管植物 28 科 73 属 84 种，分别占新疆维吾尔自治区维管植物总科数、总属数、总种数的 21.37%、9.67%、2.36%，由于受气候影响较大，评价

区野生维管植物在新疆维吾尔自治区区系组成种所占的比例较小，陆生植物物种丰富度较低。

6.1.4.2 植被

(1) 植被区划

根据《新建植被及利用》（1978年），评价区属于新疆荒漠区（亚非荒漠区的一部分）—东疆-南疆荒漠亚区（为亚洲中部荒漠亚区的一部分）—天山南坡山地草原省—焉耆盆地州。本州是天山主脉与库鲁塔克间半封闭的、较大的山间盆地，海拔1000-1200m。新疆最大的淡水湖博斯腾湖位于盆地的东南部；开都河自西北方向流入，形成巨大的三角洲。盆地四周宽广的洪积扇仍是典型的膜果麻黄荒漠，混生有盐生木、合头草、泡泡刺、沙拐枣、梭梭柴等植物。河旁分布有白榆疏林。与湖泊相连的盆地底部，盐渍化强烈，分布以盐穗木、盐节木、多枝怪柳、刚毛怪柳和芦苇为主的盐土荒漠和灌丛。河漫滩及三角洲土壤盐渍化微弱，分布大面积芨芨草丛和芦苇沼泽，特别是湖泊西滨及水流出口处，形成宽广的芦苇及香蒲-芦苇沼泽地带。在三角洲排水比较好的地方，大部分已开垦为农田。湖泊以南大半是疏生有梭梭柴的沙丘。

(2) 主要植被类型

根据《中国植被》（1980）和《新疆植被及利用》（1978）对植被群系的分类系统及描述，结合本次调查结果以及《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》、对历年积累的植物区系资料的系统整理，得出评价区共有野生维管植物28科73属84种。本次评价调查把评价区内的自然植被类型划分为4个植被型组、5种植被型、12个群系，详见表6.1.4。

表 6.1.4 评价区主要植被类型

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名
自然植被			
森林	I. 落叶阔叶林	1. 线叶柳群系	Form. <i>Salix wilhelmsiana</i>
		2. 密叶杨群系	Form. <i>Populus talassica</i>
灌丛	II. 落叶阔叶灌丛	3. 宽刺蔷薇群系	Form. <i>Rosa platyacantha</i>
		4. 伊犁小檗群系	Form. <i>Berberis iliensis</i>
	III. 荒漠灌丛	5. 中麻黄群系	Form. <i>Ephedra intermedia</i>
		6. 白刺锦鸡儿群系	Form. <i>Caragana leucospina</i>
		7. 嵩叶猪毛菜群系	Form. <i>Salsola arbuscula</i>

		8. 圆叶盐爪爪群系	Form. <i>Kalidium schrenkianum</i>
		9. 霸王群系	Form. <i>Sarcozygium xanthoxylon</i>
草甸	IV. 高山荒漠草原	10. 芨芨草群系	Form. <i>Achnatherum splendens</i>
		11. 冰草群系	Form. <i>Agropyron cristatum</i>
沼泽和水生植被	V. 沼泽植被	12. 芦苇群系	Form. <i>Phragmites australis</i>
栽培植被			
人工林	VI. 防护林	旱柳林、白榆林等。	

主要自然植被类型描述

一、森林

I. 落叶阔叶林

1. 线叶柳群系 (Form. *Salix wilhelmsiana*)

乔木层郁闭度 0.4，层均高 5m，伴生种较少。灌木层和草本层层次不明显，主要植物有膜果麻黄、伊犁小檗、疏花蔷薇 (*Rosa laxa*)、盐爪爪、宽苞水柏枝 (*Myricaria bracteata*)、芨芨草、蒿属 (*Artemisia*)、芦苇等。

样方点位：库尾浅滩 (N: 42°18'41.25"; E: 85°33'00.27", 海拔 1507m)。

2. 密叶杨群系 (Form. *Populus talassica*)

乔木层郁闭度 0.5，层均高 6m，伴生种较少。灌木层和草本层层次不明显，主要植物中麻黄、白刺锦鸡儿、伊犁小檗、宽刺蔷薇、嵩叶猪毛菜、圆叶盐爪爪、宽瓣棘豆 (*Oxytropis platysema*)、蒿属 (*Artemisia*)、细叶鸦葱等。

样方点位：柳树沟库区右岸样点一 (N: 42°17'37.32"; E: 85°35'38.81", 海拔 1573m)。

二、灌丛

II. 落叶阔叶灌丛

3. 宽刺蔷薇群系 (Form. *Rosa platyacantha*)

灌木层层均高约 0.4m。优势种为宽刺蔷薇 (*Rosaplatacantha*)，盖度约 40%，高约 0.3~0.5m。伴生种主要有伊犁小檗、中麻黄、膜果麻黄 (*Ephedraprzewalskii*) 等。草本层盖度 5%，层均高约 0.2m。主要种类有二裂委陵菜 (*Potentillabifurca*)、黄耆 (*Astragalus* sp.) 等。

样方点位：坝址 (N: 42°16'15.10"; E: 85°37'33.86", 海拔 1449m)。

4. 伊犁小檗群系 (Form. *Berberis iliensis*)

伊犁小檗广泛分布，较少成片。灌木层盖度 45%，层均高约 0.3m。优势种为伊犁小檗，盖度约 30%，高约 0.2~0.4m。伴生种主要有中麻黄、膜果麻黄、嵩叶猪毛菜、合头草、白刺锦鸡儿等。草本层盖度 5%，层均高约 0.2m。主要种类有棘豆属 (*Oxytropis*)、蒿属 (*Artemisia*)、细叶鸦葱等。

样方点位：一号隧洞与二号隧洞之间 (N: 42°17'28.03"; E: 85°36'44.95", 海拔 1482m)。

III. 荒漠灌丛

5. 中麻黄群系 (Form. *Ephedra intermedia*)

中麻黄群系是评价区内分布最广泛的荒漠植被类型。灌木层盖度 25%~50%，层均高约 0.3m。优势种为中麻黄，盖度约 15%，高约 0.2~0.4m。伴生种主要有霸王、圆叶盐爪爪 (*Kalidium schrenkianum*)、木蓼 (*Atraphaxis frutescens*)、伊犁小檗等。草本层盖度 5%，层均高约 0.2m。优势种不明显，主要种类有花叶滇苦菜 (*Sonchus asper*)、小花棘豆 (*Oxytropis glabra*)、碱韭 (*Allium polyrhizum*) 等。

样方点位：厂房附近 (N: 42°16'24.59"; E: 85°37'26.76", 海拔 1512m)。

6. 白刺锦鸡儿群系 (Form. *Caragana leucospina*)

白刺锦鸡儿主要在库区谷地、河滩地有分布。灌木层层盖度 30%。层均高约 0.4m。优势种为白刺锦鸡儿，盖度约 30%，高约 0.3~0.5m。伴生种主要有霸王、宽刺蔷薇、合头草、伊犁小檗 (*Berberis siliensis*) 等。草本层盖度 5%，层均高约 0.2m。主要种类有蒿属 (*Artemisia*)、黄花棘豆 (*Oxytropis ochrocephala*)、碱韭、细叶鸦葱等。

样方点位：二号隧洞与三号隧洞之间 (N: 42°16'57.73"; E: 85°37'01.11", 海拔 1502m)。

7. 嵩叶猪毛菜群系 (Form. *Salsola arbuscula*)

嵩叶猪毛菜在评价区内广泛分布，灌木层盖度 30%，层高约 0.3m，优势种为嵩叶猪毛菜，盖度 20%，高约 0.2~0.4m，伴生种主要有霸王、白刺锦鸡儿、合头草、圆叶盐爪爪等。草本层盖度 5%，主要种类有芨芨草、沙生针茅、细叶鸦葱等。

样方点位：①柳树沟库区样点二 (N: 42°18'28.25"; E: 85°34'18.87", 海拔 1497m)。

②一号隧洞与二号隧洞之间 (N: 42°18'07.94"; E: 85°35'03.67", 海拔 1541m)。

8. 圆叶盐爪爪群系 (Form. *Kalidium schrenkianum*)

圆叶盐爪爪在评价区河滩、沙地十分常见，分布广泛。灌木层盖度 30%，层均高约 0.3m。优势种为圆叶盐爪爪，盖度约 20%，高约 0.2~0.4m。伴生种主要有泡泡刺、合头草、盐节木(*Halocnemumstrobilaceum*)等。草本层盖度 10%，层均高约 0.2m。草本层植物较少主要有芨芨草、棘豆属(*Oxytropis sp.*)等。

样方点位：①柳树沟库区样点三(N: 42°18'29.54"; E: 42°18'29.54", 海拔 1504m)。
②一号隧洞与二号隧洞之间(N: 42°17'29.57"; E: 85°36'14.59", 海拔 1532m)。

9. 霸王群系 (Form. *Sarcozygium xanthoxylon*)

霸王群系在评价区分布较为广泛。灌木层盖度 40%，层均高约 0.4m。优势种为霸王(*Zygophyllum xanthoxylon*)，盖度约 30%，高约 0.3~0.6m。伴生种主要有合头草(*Sympegmaregelii*)、伊犁小檗(*Berberisiliensis*)、膜果麻黄、中麻黄等。草本层盖度 10%，层均高约 0.3m。优势种不明显，主要有碱韭(*Alliumpolyrhizum*)、细叶鸦葱、芨芨草(*Achnatherumsplendens*)等。

样方点位：柳树沟库区样点四(N: 42°17'55.14"; E: 85°35'25.92", 海拔 1549m)。
草甸

IV. 高山荒漠草原

10. 芨芨草群系 (Form. *Achnatherum splendens*)

芨芨草群系在评价区内分布较为广泛。芨芨草群系分布较多。草本层盖度 25%，层均高 0.4m。优势种为芨芨草，盖度 25%，高约 0.2~0.3m，伴生种有沙生针茅、二裂委陵菜、冷蒿、冰草等。

样方点位：右岸样点(N: 42°18'21.54"; E: 85°34'37.14", 海拔 1488m)。

11. 冰草群系 (Form. *Agropyron cristatum*)

冰草群系在评价区内主要分布在阶地和山坡上部，草本层盖度 30%，层高约 0.3m，优势种主要为冰草，伴生种较少，主要有沙生针茅、芨芨草等。

样方点位：库尾拐角(N: 42°18'33.26"; E: 85°33'07.94", 海拔 1509m)。

三、沼泽和水生植被

V. 沼泽

12. 芦苇群系 (Form. *Phragmites australis*)

芦苇群系在库区河滩地有少量分布。草本层盖度 30%，层均高 0.3m。优势种为芦苇，盖度 20%，高约 0.2~0.5m，主要伴生种有芨芨草、薹草属(*Carex*)、沙蒿(*Artemisia*)

desertorum) 等。

样方点位：右岸支流口 (N: 42°18'16.23"; E: 85°34'39.81", 海拔 1483m)。

(3) 植被分布特点

1) 水平分布

根据开都河柳树沟电站库区的调查范围, 依据《新疆植被及利用》评价区在新疆植被分类系统属于新疆荒漠区(为亚非荒漠区的一部分)—东疆-南疆荒漠亚区(为亚洲中部荒漠亚区的一部分)—天山南坡山地草原省—喀拉乌成山南坡州, 植被水平分布差异较为显著。温带阔叶林和山地河谷灌丛主要集中于河谷两岸, 主要有线叶柳群系 (Form. *Salix wilhelmsiana*)、密叶杨群系 (Form. *Populus talassica*)、宽刺蔷薇群系 (Form. *Rosa platyacantha*)、伊犁小檗灌丛 (Form: *Berberis iliensis*) 等; 荒漠灌丛和高山荒漠草原主要集中于河谷、两岸山坡、山坡阶地等区域, 主要有中麻黄群系 (Form. *Ephedra intermedia*)、白刺锦鸡儿群系 (Form. *Caragana leucospina*)、嵩叶猪毛菜群系 (Form. *Salsola arbuscula*)、圆叶盐爪爪群系 (Form. *Kalidium schrenkianum*)、霸王群系 (Form. *Sarcozygium xanthoxylon*) 等; 水生植被芦苇群系 (Form. *Phragmites australis*) 主要集中于河流浅滩处。

2) 垂直分布

根据开都河柳树沟电站库区的调查范围, 评价区的海拔范围为 1200-2500m, 在评价区在植被的垂直分布差异分布不显著, 评价区受水分条件影响主要为高山荒漠草原, 以荒漠灌丛为主要的植被类型, 在河谷地带零星分布有少量密叶杨林和线叶柳林等阔叶林, 河流的浅滩区域分布有少量的芦苇群系。

综上所述, 评价区的植被类型属于典型的荒漠植被, 总体上植被类群较为贫乏, 类型较为单一。评价区植被分布水平与水平分布水平特征一致, 反映出植被的变化主要是由于流域的水分条件差异引起的。

生植物物种丰富度较低。

6.1.4.3 重点保护野生植物与古树名木

(1) 重点保护野生植物

根据《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录(第一批)》(2007)、《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(1998), 评价区未发现国家重点保护野生植物, 评价区范围内调查到新疆维吾尔自治区重点保护区野生植物 3 种, 分别为

中麻黄 (*Ephedra intermedia*)、膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*)、杏 (*Armeniaca vulgaris* var. *vulgaris*)。其分布详情见下表。

其分布详情见下表。

表 6.1.5 评价区保护植物分布情况

序号	中文名称	拉丁名	评价区分布	生长状况	现场照片
1	中麻黄	<i>Ephedra intermedia</i>	评价区分布较广，现场调查时在库尾、库区、坝址、生活营地等多出分布，为区域的优势物种。现场调查坐标① N: 42°18'41.25"; E: 85°33'00.27", 海拔: 1507m; ② N: 42°18'29.91"; E: 85°33'22.40", 海拔: 1527m。	生长良好，高 20-50cm。	
2	膜果麻黄	<i>Ephedra przewalskii</i>	评价区分布较广，现场调查时在库尾、库区、坝址、生活营地等多出分布，为区域的优势物种。现场调查坐标① N: 85°33'03.32"; E: 42°18'34.11", 海拔: 1504m; ② N: 85°36'47.57"; E: 42°17'26.72", 海拔: 1474m。	生长良好，高 20-40 cm。	
3	杏	<i>Armeniaca vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	现场调查是在库尾位置滩地区域分布有一株，现场调查坐标 N: 42°18'41.25"; E: 85°33'00.27", 海拔: 1507m	生长良好，处于开花期，高 2.5m。	

(2) 古树名木

该区域乔木树种较少，多为人工种植的绿化树种，通过资料查询、实地寻访和调查，评价区内未发现古树名木。

6.1.4.3 典型区域植被现状

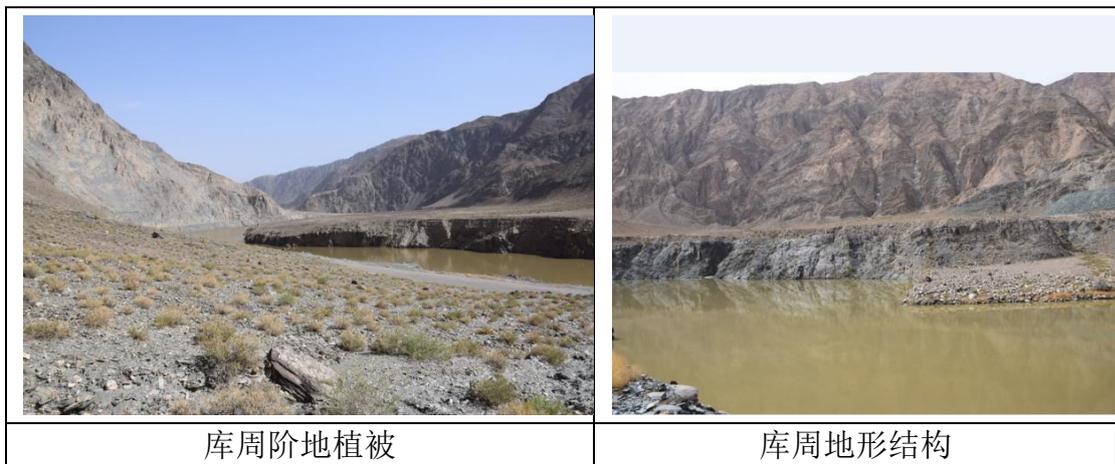
(1) 库尾植被现状

库尾区域地势稍缓，土壤较为稀薄，植被组成较为稀疏，在河道两侧的山坡上有生长有少量的荒漠灌丛，主要为中麻黄 (*Ephedra intermedia*)、圆叶盐爪爪 (*Kalidium schrenkianum*)、白刺锦鸡儿 (*Caragana leucospina*)、膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*)、盐爪爪 (*Kalidium foliatum*)、细叶鸦葱 (*Scorzonera pusilla*) 等，另外，在部分区域还生长有少量的阔叶树种线叶柳 (*Salix wilhelmsiana*)、密叶杨 (*Populus talassica*) 和湿生植物。



(2) 库周植被现状

库周地形破碎、沟壑纵横，地形较为复杂，河道两侧主要为平坦的阶地为主，生长有稀疏的荒漠灌丛和荒漠草甸，主要为膜果麻黄、中麻黄、白刺锦鸡儿、圆叶盐爪爪、霸王(*Sarcozygium xanthoxylon*)、细叶鸦葱、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、冰草(*Agropyron cristatum*)、沙生针茅(*Stipa glareosa*)等，向两侧延伸为陡坡区域，植被生长较少，主要在部分岩石缝隙内生长生长有稀疏的中麻黄。



(3) 坝址区域植被现状

坝址区域地理位置较为偏僻，人为活动较少，由于两侧山体结构较为复杂，对山体表面进行了固化处理，几乎无植被生长；配套厂房区域地面进行了硬化，仅有小块区域进行了绿化，植被为怪柳、天蓝苜蓿、拂子茅、芦苇、黑果枸杞、宽叶独行菜等；同时厂房右侧山体未进行固化处理，在石缝间生长有宽刺蔷薇、中麻黄、拂子茅、白刺锦鸡儿等。



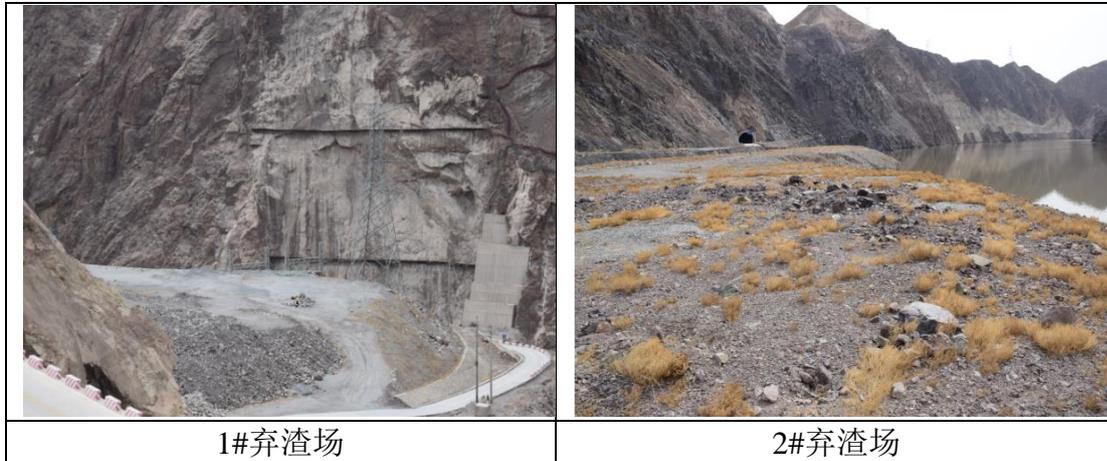
(4) 坝下区域植被现状

坝下区域为河流峡谷地带，两侧均为峭壁，植被稀少，仅在石缝间生长有中麻黄、宽刺蔷薇等植被。



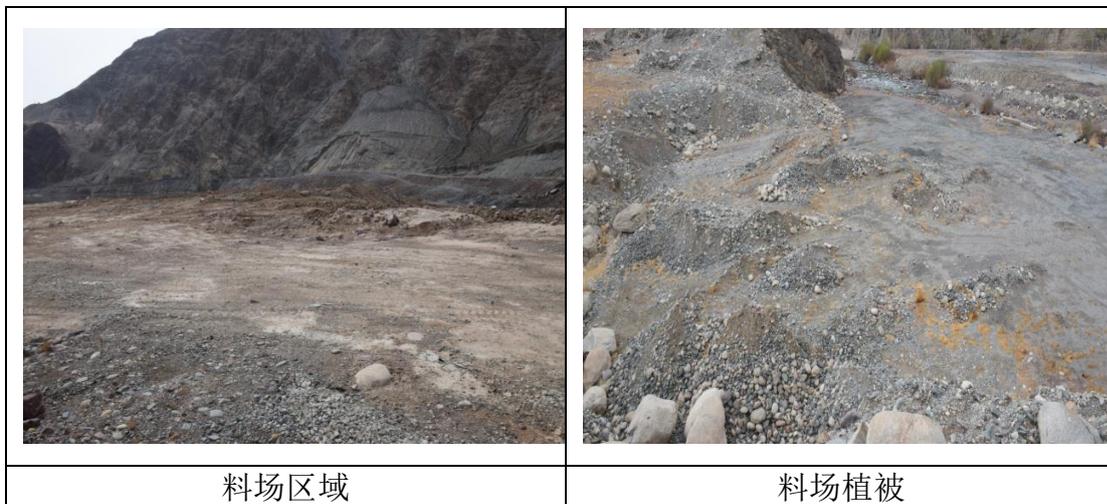
(5) 弃渣场现状

根据现场调查，柳树沟水电站两个弃渣场地表大部分裸露，覆盖有砂石，植被以自然演替恢复的次生灌草为主，植被覆盖度较小，主要为盐生草（*Halogeton glomeratus*）。



(6) 料场植被现状

根据现场调查，柳树沟水电站料场植被现状与渣场相似，地表大部分裸露，植被以自然演替恢复为主，主要为盐生草、细叶鸦葱、宽叶独行菜、皱波球根鸦葱（*Scorzonera circumflexa*）等。



(1) 减水河段植被现状

根据现场调查，柳树沟水电站下游减水河段的地形为河流峡谷，两侧均为石质崖壁，该区域植物稀少，仅在石缝中生长有宽刺蔷薇、中麻黄、白刺锦鸡儿等。

暂未记录到有东洋种分布。

6.1.5.2 调查区陆生动物概况

综合现场调查以及《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书（报批）》，调查区域陆生动物分布概况如下：开都河流域所在区域分布有两栖类 2 种，爬行类 4 种，鸟类 41 种，兽类 14 种。柳树沟工程区位于开都河中游下段，由于项目区内食物较少，在工程区出没的主要为常见于荒漠中的小型兽类，环评阶段在柳树沟工程区调查期间，在开都河两岸的河谷及坡地上见过鹅喉羚，还见到捷蜥蜴。工程区鸟类种数很少，由于不适合鸟类的生存，项目区内的鸟类，如天鹅、大雁、野鸭等均是路过的迁徙鸟类。

6.1.5.3 调查区资源现状

根据现场调查、历史资料分析以及访问调查结果，柳树沟电站运营期调查区内共有陆生脊椎动物 16 目 34 科 66 种，其中两栖类 1 目 1 科 2 种；爬行类 1 目 4 科 6 种；鸟类 10 目 21 科 44 种；哺乳类 4 目 8 科 14 种。调查区分布国家 I 级保护动物 2 种，为黑鹳（*Ciconia nigra*）、北山羊（*Capra sibirica*）；有国家 II 级保护动物 16 种，分别为白鹳（*Pelecanus onocrotalus*）、大天鹅（*Cygnus cygnus*）、鸮（*Pandion haliaetus*）、黑鸢（*Milvus migrans*）、雀鹰（*Accipiter nisus*）、白头鹞（*Circus aeruginosus*）、小雕（*Aquila pennata*）、大鵟（*Buteo hemilasius*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、燕隼（*Falco subbuteo*）、游隼（*Falco peregrinus*）、暗腹雪鸡（*Tetraogallus himalayensis*）、塔里木兔（*Lepus yarkandensis*）、鹅喉羚（*Gazella subfutturosa*）、盘羊（*Ovis ammon*）、马鹿（*Cervus elaphus*），占陆生脊椎动物总种数的 24.24%；有新疆自治区 I 级重点保护动物 4 种，分别为大白鹭（*Egretta alba*）、鸿雁（*Anser cygnoides*）、赤狐（*Vulpes vulpes*）、沙狐（*Vulpes ferrilata*），有新疆自治区 II 级重点保护动物 1 种，为新疆岩蜥（*Laudakia stoliczkan*），自治区级重点保护种类占陆生脊椎动物总种数的 7.58%。调查区内陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级相见表 6.1.6。

表 6.1.6 评价区内陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

种类组成				动物区系			保护动物			
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家 I 级	国家 II 级	自治区 I 级	自治区 II 级
两栖纲	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0
爬行纲	1	4	6	0	6	0	0	0	0	1
鸟纲	10	21	44	0	30	14	1	12	2	0

哺乳纲	4	8	14	0	11	3	1	4	2	0
合计	16	34	66	0	49	17	2	16	4	1

(1) 两栖类

柳树沟水电站调查区内两栖类共计 1 目 2 科 2 种，本次调查暂未发现国家和自治区级重点保护种类，记录的绿蟾蜍 (*Bufo viridis*) 和中国林蛙 (*Rana chensinensis*) 均为国家林业局规定的《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》（以下简称“三有保护名录”）中的物种。

本次调查时间为 4 月，两栖类刚过冬眠期，根据现场生境调查及访问情况，柳树沟库尾和发电厂房相接的附近湿地记录有绿蟾蜍活动，但种群数量极少。

根据两栖类的生态习性，本次调查区记录的两栖动物均为陆栖型，即主要在陆地上活动和觅食。它们主是在调查区离水源不远的陆地上活动，与人类活动关系较密切。

按区系类型分，调查区记录的 2 种两栖类均为古北种，未发现及未访问到有东洋种分布。

(2) 爬行类

柳树沟水电站调查区内有爬行类共计 1 目 4 科 6 种。本次调查未发现国家重点保护种类，记录有新疆自治区 II 级重点保护种类 1 种，为新疆岩蜥 (*Laudakia stoliczкана*)，除此之外，项目区记录的 6 种爬行类均被列入了“三有保护名录”之中。

根据现场生境调查及访问情况，库区周边的黄土及黄土沙质荒漠地均有鬣蜥科和蜥蜴科种类活动，蛇类相对较为少见。

1) 生态类型

根据爬行类的生态习性，将评价区内的爬行动物分为以下 2 种生态型：

灌丛石隙型（经常活动在灌丛、草丛下面、路边石缝中的爬行类）：调查区主要分布新疆岩蜥、捷蜥蜴 (*Lacerta agili*)、密点麻蜥 (*Eremias multiocellata*)、快步麻蜥 (*Eremias velox*) 和草原蝰 (*Vipera ursini*) 共 5 种。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：调查区主要分布水游蛇 (*Natrix natrix*) 1 种，它们主要在调查区水域及其附近草丛活动。

2) 区系类型

按区系类型分，调查区的 6 种爬行类均为古北种，未发现及未访问到有东洋种分布。

(2) 鸟类

1) 种类、数量及分布

柳树沟水电站调查区内共有鸟类共计 10 目 21 科 44 种。其中以雀形目的鸟类最多, 共计 12 种, 占到鸟类总数的 27.27%。根据现场调查及资料分析, 调查区分布国家 I 级重点保护鸟类 1 种, 为黑鹳, 分布的国家 II 级重点保护野生鸟类有 12 种, 分别为白鹈鹕(*Pelecanus onocrotalus*)、大天鹅(*Cygnus cygnus*)、鸮(*Pandion haliaetus*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、雀鹰(*Accipiter nisus*)、白头鹞(*Circus aeruginosus*)、小雕(*Aquila pennata*)、大鵟(*Buteo hemilasius*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、燕隼(*Falco subbuteo*)、游隼(*Falco peregrinus*)和暗腹雪鸡(*Tetraogallus himalayensis*)。另外还有新疆自治区 I 级重点保护鸟类 2 种, 分别为鸿雁(*Anser cygnoides*)和大白鹭(*Egretta alba*)。有 24 种鸟类还被列入了“三有保护名录”之中。

2) 生态类型

按生活习性的不同, 可以将调查范围内的鸟类分为以下 6 类:

游禽(脚向后伸, 趾间有蹼, 有扁阔的或尖嘴, 善于游泳、潜水和在水中掏取食物, 不善于在陆地上行走, 但飞翔迅速, 多生活在水上): 评价区记录有小鸕鶿(*Podiceps ruficollis*)、白鹈鹕、大天鹅、鸿雁(*Anser cygnoides*)、灰雁(*Anser anser*)、斑头雁(*Anser indicus*)、斑头秋沙鸭(*Mergus albellus*)、普通秋沙鸭(*Mergus merganser*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、普通燕鸥(*Sterna hirundo*) 10 种, 它们主要分布在调查区的水库及坝址下游湿地环境活动。

涉禽(嘴、颈和脚都比较长, 脚趾也很长, 适于涉水行进, 不会游泳, 常用长嘴插入水底或地面取食): 评价区记录有黑鹳、大白鹭、金眶鸻(*Charadrius dubius*)、金斑鸻(*Pluvialis fulva*)、红脚鹬(*Tringa totanus*)、白腰杓鹬(*Numenius arquata*)、白腰草鹬(*Tringa ochropus*)和矶鹬(*Actitis hypoleucos*)等 8 种, 它们在调查区的库区及周围农田等附近活动。

陆禽(体格结实, 嘴坚硬, 脚强而有力, 适于挖土, 多在地面活动觅食): 评价区记录有斑翅山鹑(*Perdix dauuricae*)、石鸡(*Alectoris chukar*)、暗腹雪鸡、和岩鸽(*Columba rupestris*) 4 种, 它们主要分布在调查范围内的山区或其它区域。

猛禽(具有弯曲如钩的锐利嘴和爪, 翅膀强大有力, 能在天空翱翔或滑翔, 捕食空中或地下活的猎物): 评价区记录有鸮、黑鸢、雀鹰、白头鹞、小雕、大鵟、红隼、

燕隼、游隼 9 种，猛禽类分布较为广泛，评价区内均为其活动范围。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘)：评价区记录有戴胜 (*Upupa epops*) 1 种，在调查区的灌丛和林地周边均有分布。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢)：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，共有 12 种，它们在评调查区的森林、灌丛及农田甚至村落都有部分分布。

3) 区系组成

柳树沟水电站调查区的鸟类中，古北种有 30 种，占调查区鸟类总数的 68.18%，广布种 14 种，占调查区鸟类总数的 31.82%。暂未记录到有东洋种鸟类分布。

4) 居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化进行的，方向确定的，有规律的和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙的行为，可将调查区的鸟类分成以下 4 种居留型。

留鸟(长期栖居在生殖地域，不作周期性迁徙的鸟类)：共 16 种，占调查区所有鸟类的 36.36%，主要包括雉科、鸠鸽科、鸦科等种类。

冬候鸟(冬季在某个地区生活，春季飞到较远而且较冷的地区繁殖，秋季又飞回原地区的鸟)：共 2 种，占调查区所有鸟类的 4.55%，主要为白鹈鹕和斑头秋沙鸭为主的湿地鸟类。

夏候鸟(春季或夏季在某个地区繁殖、秋季飞到较暖的地区去过冬、第二年春季再飞回原地区的鸟)：共 19 种，占调查区所有鸟类的 43.18%，主要包括鹭科、杜鹃科、燕科等种类。

旅鸟(指迁徙中途经某地区，而又不在该地区繁殖或越冬)：共 7 种，占调查区所有鸟类的 18.33%，包括鸭科、鸻科等部分种类。

综上所述，调查区的鸟类中，在调查区繁殖(包括留鸟和夏候鸟，35 种，占 79.55%)的鸟类占的比例较大，这说明区域内大部分的鸟类是在调查区繁殖的鸟类；在调查区越冬的鸟类较少，总体上过境鸟类占的比例较小。

(3) 哺乳类

1) 种类、数量及分布

柳树沟水电站调查区哺乳类共计 4 目 8 科 14 种。其中以啮齿目最多，共计 5 种，占调查区内哺乳类总种数的 35.71%。

本次调查在调查区内记录有国家 I 级重点保护动物 1 种，为北山羊（*Capra sibirica*），国家 II 级重点保护哺乳类 4 种，分别为塔里木兔（*Lepus yarkandensis*）、鹅喉羚（*Gazella subfutturosa*）、盘羊（*Ovis ammon*）和马鹿（*Cervus elaphus*）记录有新疆自治区 I 级重点保护哺乳类 2 种，分别为赤狐（*Vulpes vulpes*）和沙狐（*Vulpes ferrilata*），除此之外还有 4 种哺乳类被列入了“三有保护名录”。

2) 生态类型

根据哺乳类的生态习性，将评价区的哺乳类为以下 2 种生态型：

①穴居型（主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：调查区域分布的兔形目以及啮齿目所有种类均属于此类，如草兔（*Lepus tolai*）、塔里木兔（*Lepus yarkandensis*）、狭颅田鼠（*Microtus gregalis*）、麝鼠（*Ondatra zibethica*）、长尾黄鼠（*Citellus undulatus*）、小家鼠（*Mus musculus*）、五趾跳鼠（*Allactaga sibirica*）等 7 种。

②地面生活型（在地面捕食和栖息活动的哺乳类）：调查区分布的赤狐、沙狐、鹅喉羚、盘羊、北山羊和马鹿 6 种属于此类。它们在调查区周边的山区附近活动。

3) 区系组成

柳树沟水电站运营期调查区的哺乳类中，广布种有 3 种，占调查区哺乳类总数的 5.61%；古北种有 11 种，占调查区哺乳类总数的 78.57%；未发现东洋种分布。

6.1.5.4 评价区重点保护动物

柳树沟电站调查区内共有国家重点保护野生动物 18 种，其中国家 I 级重点保护动物 2 种，为黑鹳和北山羊；国家 II 级重点保护鸟类 16 种，分别为白鹳、大天鹅、鸮、黑鸢、雀鹰、白头鹞、小雕、大鵟、红隼、燕隼、游隼、暗腹雪鸡、塔里木兔、鹅喉羚、盘羊和马鹿；有新疆自治区 I 级重点保护种类 4 种，分别为鸿雁、大白鹭、赤狐和沙狐，新疆自治区 II 级重点保护种类 1 种，为新疆岩蜥。具体的保护动物名称、生境及分布区域见表 6.1.7。

表 6.1.7 评价区重点保护动物一览表

序号	种类	生态类型	保护等级	数量等级	分布区域	资料来源
1	黑鹳 <i>Ciconia nigra</i>	涉禽	国家 I 级	+	坝下湿地、库尾滩涂	环评报告
2	北山羊 <i>Capra sibirica</i>	/	国家 I 级	++	库周林地和灌丛	现场目击
3	白鹳 <i>Pelecanus onocrotalus</i>	游禽	国家 II 级	+	坝下湿地、库尾滩涂	环评报告
4	大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>	游禽	国家 II 级	+	坝下湿地、库尾滩涂	现场目击

5	鸮 <i>Pandion haliaetus</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	环评报告
6	黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	现场目击
7	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	环评报告
8	白头鹞 <i>Circus aeruginosus</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	环评报告
9	靴隼雕 <i>Aquila pennatus</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	环评报告
10	大鸮 <i>Buteo hemilasius</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	现场目击
11	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	现场目击
12	燕隼 <i>Falco subbuteo</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	环评报告
13	游隼 <i>Falco peregrinus</i>	猛禽	国家Ⅱ级	+	库周林地	环评报告
14	暗腹雪鸡 <i>Tetraogallus himalayensis</i>	陆禽	国家Ⅱ级	++	库周林地和灌丛	现场目击
15	塔里木兔 <i>Lepus yarkandensis</i>	/	国家Ⅱ级	+	库周林地和灌丛	现场目击
16	鹅喉羚 <i>Gazella subfutturosa</i>	/	国家Ⅱ级	+	库周林地和灌丛	环评报告
17	马鹿 <i>Cervus elaphus</i>	/	国家Ⅱ级	+	库周林地和灌丛	环评报告
18	盘羊 <i>Ovis ammon</i>	/	国家Ⅱ级	+	库周林地和灌丛	环评报告
19	大白鹭 <i>Egretta alba</i>	涉禽	自治区Ⅰ级	+	坝下湿地、库尾滩涂	环评报告
20	鸿雁 <i>Anser cygnoides</i>	游禽	自治区Ⅰ级	+	坝下湿地、库尾滩涂	环评报告
21	赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	/	自治区Ⅰ级	+	库周林地和灌丛	环评报告
22	沙狐 <i>Vulpes ferrilata</i>	/	自治区Ⅰ级	+	库周林地和灌丛	环评报告
23	新疆岩蜥 <i>Laudakia stoliczkana</i>	/	自治区Ⅱ级	++	库周灌丛和裸石区	现场目击

注：资料来源中“环评报告”主要指《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》。

6.1.5.5 典型区域动物现状

2019年4月，项目组成员根据柳树沟电站特点，对库尾、库周、坝址区域、坝下、渣场、料场等典型区域进行现场调查（其中两栖类和爬行类仅进行访问调查，鸟类采用样线法，哺乳类采用访问及样方法调查），结合现场调查情况以及《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》、《开都河柳树沟水电站竣工环境保护验收调查报告》等相关资料，得出典型区域动物现状。

1、库尾动物现状

库尾段，陆域主要分布新疆岩蜥、密点麻蜥等爬行类；有黑鸢、白鹞、喜鹊等鸟类，部分区域还有北山羊等哺乳类活动。水域有大白鹭、普通秋沙鸭等鸟类。

2、库周动物现状

库周主要分布石鸡、岩鸽、喜鹊、毛脚燕、戴胜、麻雀、漠鹀等鸟类以及北山羊、塔里木兔、褐家鼠等哺乳动物，偶见黑鸢、红隼等。

3、坝址区域动物现状

坝址区域主要为白鹞、渡鸦、喜鹊、红嘴山鸦、漠鹀、麻雀等区域内常见鸟

类。

4、坝下动物现状

坝址下游动物以鸟类为主，常见毛脚燕、渡鸦、大鸛、北山羊等。

5、弃渣场动物现状

弃渣场分布的动物种类极少，本次调查仅发现新疆岩蜥、红嘴山鸦、麻雀等鸟类以及褐家鼠 1 种哺乳类。

6、料场动物现状

料场主要分布红嘴山鸦、麻雀、喜鹊等。

本次现状调查中动物调查照片如下所示：

表 6.1.2 本次典型区域动物调查部分照片

	
<p>普通秋沙鸭 0414 摄于库尾水域</p>	<p>北山羊 0415 拍于库周水域</p>
	
<p>毛脚燕 0417 摄于业主营地</p>	<p>渡鸦 0417 摄于坝址区域</p>

	
<p>大鸮 0417 摄于坝下</p>	<p>凤头百灵 0417 摄于坝址区域</p>
	
<p>新疆岩蜥 0417 拍于坝下</p>	<p>塔里木兔 0417 拍于坝下</p>

6.1.6 生态敏感区现状

本项目工程影响范围和评价范围不涉及生态敏感区，距离最近的巴音布鲁克天鹅国家级自然保护区距离项目区域约 80km。

6.1.7 景观生态体系环境质量现状

柳树沟水电站评价区是一个由多种景观类型组成的复合生态系统，其中包括荒漠生态系统、灌丛生态系统、森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇/村落生态系统等。各景观类型相互交织，按自有规律组合形成整个区域的景观生态体系。

景观生态体系的质量现状由调查与评价区的自然环境、各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。调查与评价区模地主要采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类拼块的优势度值（Do），优势度值大的就是模地。优势度值通过计算调查与评价区各拼块的

重要值的方法判定某拼块在景观中的优势，由以下 3 种参数计算出：密度（Rd）、频度（Rf）和景观比例（Lp）。

密度 Rd=斑块 I 的数目/斑块总数×块总数×

频度 Rf=斑块 I 出现的样方数/总样方数×样方数×

景观比例（Lp）=斑块 I 的面积/样地总面积×地总面积

通过以上三个参数计算出优势度值（Do）

优势度值（Do）= $\{ (Rd+Rf) /2+Lp\} /2 \times 100\%$

运用相关参数计算本项目调查与评价区各类斑块优势度值，其结果见表 6.1.3。

表 6.1.3 评价区各类缀块优势度值现状统计表

景观类型	密度(Rd%)	频率(Rf%)	景观比例(Lp%)	优势度(Do%)
林地	8.29	7.68	7.23	7.61
灌草地	22.85	22.15	21.86	22.18
草地	61.87	65.94	65.22	64.56
荒漠	5.92	5.21	4.80	5.19
耕地	0.73	0.44	0.35	0.47
水域	0.26	0.72	0.52	0.50
建设用地	0.07	0.09	0.02	0.05

对上表的分析表明：运行期，调查与评价区内草地的优势度值 Do（64.56%）、密度 Rd（61.87%）、频度 Rf（65.945%）和景观比例 Lp（65.22%）都显著高于其它拼块类型，其次是灌草地优势度值 Do（22.18%）、密度 Rd（22.85%）、频度 Rf（22.15%）和景观比例 Lp（21.86%），运行期调查与评价区内草地分布最广泛，其次是灌草地，因此，草地及灌草地是调查与评价区内对景观具有控制作用的生态体系部分。

6.2 环境影响分析回顾

6.2.1 环境影响评价情况回顾

6.2.1.1 植被

①库周及库区植被状况

根据前人在开都河中游下段河道所做的植被调查成果，同时根据本次环境影响报告书编制期间到工程所在地区所做植被调查，工程坝址区及道路所经之地均为砾石类温性荒漠草场，区内植被稀疏，植被总体覆盖度 15% 以下，以超旱生灌木和盐柴类半灌木为主，局部地表基岩裸露，有砾石质覆盖和鹅卵石堆积。

库区及库周植被主要有蒿叶猪毛菜、膜果麻黄及园叶盐爪爪组成。在河谷低阶地有较多的芨芨草、篦叶蒿、狗尾草和车前等加入。河谷中近水边生长有稀疏的白榆、白柳、崖柳等乔木和小乔木，以及小檗、怪柳和多种草甸植物。

库周山坡坡地上，以白刺、蒿叶猪毛菜、麻黄、琵琶柴等荒漠半荒漠植物为主，阳坡半荒漠植被较为稀疏，植被总体覆盖度可达 15% 以下。在柳树沟的库区范围内的开都河局部河段生长有稀疏的榆树，根据工程库区淹没占地调查结果，总面积为 7.0hm²。

根据对柳树沟水电站工程区植物群落调查的生物多样性定量计算结果，总体上来说，调查区各样方的物种多样性都较低，这说明工程区植物多样性较低。

②料场及渣场植被状况

本工程施工规划拟选用的料场包括芦苇沟砂砾石料场、洪水沟堆块石料场，大山口土料场，合计有 3 个料场、2 个弃渣场和 1 个临时倒渣场。

芦苇沟砂砾石料场，位于察汗乌苏厂房下游开都河右岸Ⅲ级阶地上，至坝址区沿河距离约 8km。

洪水沟堆（块）石料场位于下坝址左岸山后，至下坝址距离约 5km。料场高程 1650~1700m，长约 400m，宽约 200m，面积约 0.08km²。地表为裸露的弱风化岩体，基本无植被覆盖。

大山口土料场位于大山口电厂生活区下游的开都河右岸，距离柳树沟坝址约 16km，有简易碎石便道相通。

工程规划有 2 个弃渣场。1#弃渣场布置在上坝址上游左岸的 1480m 的Ⅱ级阶地上，2#弃渣场布置在坝址左岸的 1610m 的平台上，由于干旱少雨，弃渣场地表植被覆盖。

6.2.1.2 野生动物

在中国动物区划中，工程建设区属古北界、中亚亚区、哈萨克斯坦区、天山山地亚区、南天山小区与蒙新区、西部荒漠亚区、东疆小区交接带。根据前人的调查工作并结合本次的调查结果，开都河流域所在区域分布有两栖类 2 种，爬行类 4 种，鸟类 41 种，兽类 14 种。柳树沟工程区位于开都河中游下段，由于项目区内食物较少，在工程区出没的主要为常见于荒漠中的小型兽类，本次在柳树沟工程区调查期间，在开都河两岸的河谷及坡地上见过鹅喉羚，还见到捷蜥蜴。工程区鸟类种数很

少，由于不适合鸟类的生存，项目区内的鸟类，如天鹅、大雁、野鸭等均是路过的迁徙鸟类。

6.2.1.3 环评阶段主要陆生生态影响结论

(1) 对区域生态完整性的影响

根据《柳树沟水电站工程环境影响报告书》结论，工程对生态系统完整性的影响主要表现为：

(1) 自然生态体系的生产能力变化，即项目运行后因土地利用方式的改变使评价区自然体系的生物量减少 72.19t，使评价区平均生产力净减少 $0.05\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 。

2) 对评价区生态体系稳定性的影响，即工程运行后土地利用格局发生了变化，变化较为显著的增加了水库、建筑用地的拼块类型，从而降低了林地、草地拼块的优势度值。草地优势度由现状年的 62.91% 降为 62.86%；林地优势度由现状年的 18.33% 降为 17.44%；耕地优势度由现状年的 1.51% 下降为 1.49%；相应的，水域优势度现状年的 1.85% 升为 2.31%；建设用地由现状年的 0 升为 0.41%。总体上看，评价区生态体系综合质量有所下降，但下降幅度很小；同时项目区模地拼块草地优势度仍然是最大的，其模地地位并没有发生改变，因此，水电站的建设运营对区域生态体系综合质量的影响不大。

(2) 对陆生植物的影响

柳树沟水电站工程总占地 252.35hm^2 。其中永久占地工程永久占地 231.0hm^2 （其中水库淹没占地 214.0hm^2 ，枢纽占地 7.0hm^2 ，弃渣场永久占地 10.0hm^2 ），临时占地（扣除工程永久占地的重复用地）为 21.35hm^2 。根据现状调查资料，永久占地占压的 2.1hm^2 荒漠草地植被主要由蒿叶猪毛菜、白刺、琵琶柴及麻黄等组成，占地范围内无国家重点保护植物及特有植物物种分布。因此，永久占地将使占地范围内植物资源彻底丧失，对植物产生破坏，但不会导致某类物种灭绝。

柳树沟水电工程临时占地包括土石料场、弃渣场、临时生产生活区及施工临时道路等。为了工程的安全运行和施工方便，施工占地均要清理表层土壤和植被，并将地表压实、夯平。工程临时占地面积 38.15hm^2 ，包括荒漠草地 10.55hm^2 ，耕地 3hm^2 ，其中，临时渣料场占用荒漠草地 5.16hm^2 ，临时生产生活区占用 1.49hm^2 ，临时道路占用 3.9hm^2 。根据现场调查资料，荒漠草地植被组主要由蒿叶猪毛菜、白刺、

琵琶柴及麻黄，田旋花、合头草等组成，临时占地占压将对范围内植被造成一次性破坏。但临时占地占压对植被的影响是暂时的，工程结束后可以通过自然恢复以及植被措施等方式恢复和重建。

水库淹没区征占地 214.0hm²，其中水域面积 52.0hm²，陆地面积 161hm²，施工期需要进行库底清理，清理面积 161hm²，其中包括河谷次林地 7.00hm²，荒草地 46.42hm²。河谷次生林包括天然疏林地 4.36hm²，灌木林地 2.64hm²，林木生长稀疏，乔木主要天然树种为榆树，灌木包括红柳、骆驼刺等。荒草地植被主要由白刺、蒿叶猪毛菜、麻黄、琵琶柴，田旋花，合头草等荒漠半荒漠植物组成。库底清理期间将铲除库区范围内地表植被，从而对该区域内植被造成破坏。

(3) 对野生动物的影响

1) 工程占地对陆生动物的影响

工程施工期水库淹没占地和工程永久占地合计约为 231hm²。将使占地范围内的植被遭到毁灭性破坏，从而，使原喜欢在林草地附近活动的动物的生活环境遭到破坏。受施工区地形地貌影响，施工区内的野生动物个体少、密度小，其中以爬行类等小型动物受工程占地建设的影响明显，主要表现在其活动范围缩小。

2) 工程施工活动对陆生动物的影响

施工噪声会使工程区附近活动的鸟类、兽类遭受惊吓，而逃离工程区；小型动物如爬行类等动物在施工区内较易受到运输车辆的危害等。工程施工期突然出现的大量人类活动也会对项目区内野生动物的活动产生干扰和威胁。由于野生动物特别是鸟类的移动能力较强，在受到干扰后将会向工程区上游和下游移动，只要施工人员不进行打猎等危害野生动物的活动，其影响将随着施工结束而得以消失。

总的来说，工程施工期对施工区内野生动物不会产生较大的有害影响。

6.2.1.4 环评阶段陆生保护措施

柳树沟水电站提出的陆生生态环境保护措施主要为野生动物的保护措施。

① 严令禁止工程区内所有人员的打猎等破坏野生动物资源的活动；

② 严格规划工程区“三废”的排放，避免其对工程区及周边野生动物生存环境的破坏。

6.2.2 竣工环保验收回顾

6.2.2.1 验收阶段生态环境状况

本项目工程建设区隶属于山地荒漠、草原植被生态子系统，工程影响区的生态系统包括山区生态系统的山地荒漠、草原植被生态子系统；焉耆盆地灌溉绿洲生态系统；开都河河流生态系统。

库区及库周主要是荒漠植被。主要有合头草、锦鸡儿、膜果麻黄及园叶盐爪爪组成，在阴坡以锦鸡儿为主要建群种，伴生种为沙生针茅、水地冠芒草、蓖叶蒿等。在阳坡半荒漠植被较为稀疏，以合头草、麻黄等为主要建群种，河谷中近水边生长有稀疏的白榆、崖柳等乔木和小乔木，以及怪柳灌木和芨芨草、合头草等多种荒漠半荒漠植物，植被总体覆盖度可达 15% 以下。在柳树沟的库区范围内的开都河局部河段生长有稀疏的榆树，根据工程库区淹没占地调查结果，总面积为 7.0hm²。

工程坝址区及道路所经之地均为砾石类温性荒漠草场，区内植被稀疏，植被总体覆盖度 5% 以下，以超旱生灌木和盐柴类半灌木为主，局部地表基岩裸露，有砾石质覆盖和鹅卵石堆积。该草场主要生长物种以骆驼刺等灌木为主。

料场地表为裸露的弱风化岩体，基本无植被覆盖。弃渣场地表基本无植被覆盖。

经调查，开都河流域所在区域分布有两栖类 2 种，爬行类 4 种，鸟类 41 种，兽类 14 种。柳树沟工程区出没的主要为常见于荒漠中的小型兽类。

6.2.2.2 验收阶段生态保护措施落实情况

根据《验收调查报告》，主要的陆生生态保护措施落实情况见 6.2.1。

表 6.2.1 验收阶段生态保护措施落实情况一览表

内容	环评中提出的生态环境保护措施	措施落实情况
陆生生态环境	严格规范施工活动范围，车辆、机械应在规划的道路行驶，严禁随意行驶，碾压植被，尽量减少工程建设对生态环境的扰动。	车辆、机械基本在规划道路上行驶，未随意行驶碾压植被。
	工程结束后，要及时对临时占地、取土坑、弃料场进行土地平整和植被恢复，做到工完、料尽、场地清。	工程结束后，对临时占地、取土坑、弃料场及时进行了土地平整和植被恢复。
	弃渣场、料场、施工区、以及施工便道等应采取行之有效的水土流失防治措施。	料坑进行平整再将原有的剥离土壤层回填回料场表面进行复耕；采用干砌石护坡对渣场进行防护；施工区布设截排水措施；施工便道进行道路硬化、美化。
	工程区应树立警示牌，加强对施工人员的环境保护宣传、教育、严禁毁坏植被、捕杀野生动物	工程区树立了警示牌，对施工人员进行了环境保护教育、宣传。

	临时生活区的上方布设截排水措施，并根据实际情况撒播一些免灌草种自然恢复的补偿与恢复等措施。	基本落实
	施工便道采取砾石铺压措施；施工结束后，对临时道路进行土地平整；永久道路采取绿化、美化措施。	基本落实
	试运行期间尽快完成发电机房外部值班室和发电机房外部边坡支护工作。	已完成边坡支护工作

6.2.2.3 陆生生态验收调查主要结论

(1)永久占地总面积为 240.64hm²，其中水库淹没占地 217.5 hm²，枢纽占地 22.35 hm²。(2)项目库区及库周主要是荒漠植被，料场及渣场周围基本无植被覆盖。项目占地对植被基本无影响，项目的建设运营对野生动物不会产生不良影响。

(3)工程落实了环评报告及批复中提出的生态环境保护措施。

6.2.2.4 验收要求与建议

(1)加强生活污水处理设施的运行管理，定期清淤，确保污水全部进行综合利用，严禁排入地表水。

(2)加强管理，进一步完善和落实环境管理制度，按环保统一要求规范排污口标识标牌；完善环境应急预案，定期进行应急演练，提高突发环境事故的应对能力，及时消除环境安全隐患，确保开都河水环境安全。

(3)加强锅炉的日常维护与管理，保证废气达标排放。

6.3 陆生生态环境变化及趋势分析

6.3.1 土地利用变化评价

6.3.1.1 土地利用变化分析

(1)景观生态体系环境质量现状

柳树沟水电站建设前（2007年）、运行初期（2014年）、运行期（2019年），评价区土地利用发生了明显的变化，详见表 6.3.1。

表 6.3.1 评价区土地利用类型对比表

土地利用类型	面积 (hm ²)			增减情况		
	2007年	2014年	2019年	2014-2007	2019-2014	2019-2007
				7		

林地	9672.84	9676.54	9680.22	3.7	3.68	7.38
灌草地	29271.41	29255.03	29251.35	-16.38	-3.68	-20.06
草地	87353.68	87280.38	87280.38	-73.3	0	-73.3
荒漠	6766.73	6611.77	6428.81	-154.96	-182.96	-337.92
耕地	300.62	300.62	469.39	0	168.77	168.77
水域及水利设施用地	459.86	678.34	692.53	218.48	14.19	232.67
交通运输地与公共管理用地	0	22.46	22.46	22.46	0	22.46
总计	133825.14	133825.14	133825.14	0	0	0

根据表 6.3.1 可知，评价区各类土地面积在柳树沟水电站建设前（2007 年）、运行初期（2014 年）、运行期（2019 年）均有所变化，但主次顺序变化不大，草地、灌草地占优势，其次是林地、荒漠、水域、交通运输地与公共管理用地比重较小。

表 6.3.2 柳树沟水电站评价区土地利用类型比重一览表

排序	2007 年	2014 年	2019 年
1	草地	草地	草地
2	灌草地	灌草地	灌草地
3	林地	林地	林地
4	荒漠	荒漠	荒漠
5	水域及水利设施用地	水域及水利设施用地	水域及水利设施用地
6	耕地	耕地	耕地
7	交通运输地与公共管理用地	交通运输地与公共管理用地	交通运输地与公共管理用地

1) 交通运输地与公共管理用地面积增加

评价区处于新疆库尔勒地区，位于塔克拉玛干沙漠北缘，区域内人烟稀少，人迹罕至，常住居民极少。根据电站建设后调查区建设用地变化可知，从建设前评价区内不存在交通运输地与公共管理用地，从运行初期到现状，评价区交通运输地与公共管理用地面积增加了 22.46hm²。评价区交通运输地与公共管理用地面积增加，增加比例较大，主要是由于电站建设后，业主营地、场内道路、坝址、厂房等的建设，交通运输地与公共管理用地面积增加。

2) 林地面积增加

柳树沟水电站建设前到运行初期，再到现阶段，林地面积不断增加。根据《环评报告书》，评价区林地以分布于河谷区域的落叶阔叶林为主，从建设前到运行初期，评价区林地面积增加了 3.7hm²；运行初期到现阶段，评价区林地面积增加了 3.68hm²。评价区林地面积不断增加，增加的幅度逐渐增大，主要是由电站建设，建设区

域植被恢复措施的落实，库周水分条件等得到改善，区域水土流失得到治理，原旱灾、水土流失等情况得到有效缓解，区域生态环境更有利于林地的发展。

3) 草地、灌草地面积减少

柳树沟水电站建设前到运行初期，再到现阶段，草地和灌草地面积有所减少。从建设前到运行初期，评价区草地面积减少了 73.3hm^2 ；运行初期到现阶段，评价区草地面积基本未发生变化；从建设前到运行初期，评价区灌草地面积减少了 16.38hm^2 ；运行初期到现阶段，评价区灌草地面积减少了 3.68hm^2 。建设前到运行初期，评价区草地面积减少主要是由于电站的建设及水库蓄水导致部分草地和灌草地面积被占用；运行初期到现阶段，无新增工程占地，因此草地面积基本未发生改变，而由于建设区域植被恢复措施的落实，区域内生态环境得到有力发展，灌草地自然演替发展为林地，使得灌草地面积有所减少。

4) 荒漠面积减少

根据水电站建设前后评价区荒漠面积的变化可知，从建设前到运行初期，再到现阶段，荒漠面积不断减少。从建设前到运行初期，评价区荒漠面积减少了 154.96hm^2 ；从运行初期到现阶段，评价区荒漠面积减少了 182.96hm^2 。评价区荒漠面积不断减少，且减少的幅度增大，主要是由于项目区域内戈壁滩为主要地形地貌，原有土地利用类型以荒漠为主，柳树沟水电站建设后，业主营地、厂房、施工道路、料场、渣场等施工用地占用了部分荒漠，且在建设后，对评价区的植被恢复、植树造林等措施的实施，使得区域内荒漠面积减少。

5) 水域面积增加

建设前后对土地利用中影响最大的是水域，面积由 2006 年的 459.86hm^2 增加到 2014 年的 678.34hm^2 ，增加了 218.48hm^2 。这主要是由于水库蓄水使得水域面积大幅度增加。现阶段（2019 年）水域面积为 692.53hm^2 ，较 2014 年增加了 14.19hm^2 。

根据环评、验收阶段相关数据，环评阶段设计淹没面积约 214hm^2 ，验收阶段为水位抬升 0.5m ，淹没面积增加，为 218.48hm^2 ，增加了约 4.48hm^2 。工程运行期间，增加的水域面积约占水库淹没区总面积的 1.83% ，水域面积保持相对稳定，变化相对较小。另外增加的 9.71hm^2 水域面积变化的原因主要是不同年份的不同月份中水库的蓄水位稍有差异导致的。综上，水域面积增加主要为不同年份的不同月份中水库的蓄水位稍有差异导致的。

6.3.1.2 土地利用变化趋势分析

根据电站建设前（2006年）、运行初期（2014年）、和现阶段（2019年）土地利用现状对比可知，评价区内土地利用变化程度相对较小，且评价区依然以草地占主导，灌草地和林地次之，随着水电站的稳定运行，水域面积也趋于稳定。工程建设区域人烟稀少，由于规划的水电站上下梯级均已完成，评价区在无其他重大工程项目的情况下，建设用地面积也会基本趋于稳定。水电站的建设，库区的蓄水，使得库周水分条件改善，水土流失等情况得到有效的缓解。评价区实施植被恢复、造林种草等使得林地面积增加，荒漠会相应减少。

6.3.2 生态系统变化评价

6.3.2.1 生态系统变化分析

根据《柳树沟水电站环境影响评价报告书》、《柳树沟水电站环境保护验收调查报告》以及运行期的调查范围可知，各个阶段的调查范围存在一定的差异，为了弥补调查范围差异导致的变化分析存在错误，本报告按照运行期的调查评价范围，选取了建设前、运行初期及运行期三期的卫片进行解译，通过遥感解译的结果分析调查与评价区内生态系统变化情况。柳树沟水电站调查与评价区建设前、运行初期及运行期各生态系统面积变化见表 6.3.2。

2007年-2019年，评价区荒漠生态系统大幅度减少，农田生态系统、城镇/村落生态系统、森林生态系统面积有所增加。由于水电站建设和运行，库区淹没后水域连成一片，湿地生态系统面积大幅度增加。

根据土地利用变化趋势，评价区内的林地、草地、沼泽等在局部区域如消落带、业主营地、厂房等工程建设区域等会有所变化，但是整个评价区内的植物及植被在工程建设前、运行初期、运行期变化较小。因此，工程运行后，评价区内生态系统变化趋势较小，还是以草地生态系统为主。

表 6.3.2 评价区建设前、运行初期及运行期各生态系统面积统计表

土地利用类型	2007 年		2014 年		2019 年		2006-2014 年的变化		2014-2019 年的变化	
	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	增减面积 (hm ²)	增减比例 (%)	增减面积 (hm ²)	增减比例 (%)
荒漠生态系统	6766.73	5.06	6611.77	4.94	6428.81	4.80	-154.96	-0.116	-182.96	-0.137
灌丛生态系统	29271.41	21.87	29255.03	21.86	29251.35	21.86	-16.38	-0.012	-3.68	-0.003
草地生态系统	87353.68	65.27	87280.38	65.22	87280.38	65.22	-73.3	-0.055	0	0.000
森林生态系统	9672.84	7.23	9676.54	7.23	9680.22	7.23	3.7	0.003	3.68	0.003
湿地生态系统	459.86	0.34	678.34	0.51	692.53	0.52	218.48	0.163	14.19	0.011
城镇/村落生态系统	300.62	0.22	300.62	0.22	469.39	0.35	0	0.000	168.77	0.126

6.3.3 陆生植物变化评价

6.3.3.1 植被类型变化分析

(1) 建设前陆生植被概况

根据《开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》(2006年11月)及相关资料,评价区内植物群落种类组成以旱生型植物为主,工程坝址区及道路所经之地均为砾石类温性荒漠草场,区内植被稀疏,植被总体覆盖度5%以下,以旱生灌木和盐柴类半灌木为主,局部地表基岩裸露,有砾石质覆盖和鹅卵石堆积。常见的植物有中麻黄、膜果麻黄、圆叶盐爪爪、蒿叶猪毛菜(*Salsola arbuscula*)、芨芨草、狗尾草(*Setaria viridis*)、车前草(*Plantago depressa*)、白刺、霸王、白榆、密叶杨、线叶柳等。

(2) 运行初期陆生植被概况

电站开发建设过程中,形成了一定面积的工程占地,包括临时占地和永久占地。临时占地主要为临时施工道路、施工区占地和渣料场占地等。根据环评报告,临时占地区域的主要植被有蒿叶猪毛菜、白刺、中麻黄、合头草。永久占地包括水库淹没区占地和枢纽工程区及永久道路占地,水库淹没区的库底清理将会对植被产生破坏,包括河谷次林地 7.00 hm²,荒草地 46.42hm²。河谷次生林包括天然疏林地 4.36 hm²,灌木林地 2.64 hm²,林木生长稀疏,乔木主要天然树种为榆树,灌木包括怪柳、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)等。荒草地植被主要由白刺、蒿叶猪毛菜、中麻黄、合头草、膜果麻黄等荒漠半荒漠植物组成。枢纽工程及永久道路占地,占地面积 7hm²,其中包括荒漠草地 2.1hm²,其中枢纽工程占用荒漠草地 1.6hm²,永久道路占用荒漠草地 0.47hm²。永久占地占压的 2.1hm²荒漠草地植被主要由蒿叶猪毛菜、白刺、中麻黄等组成。

(3) 现阶段陆生植被概况

陆生专题单位相关技术人员于2019年4月对评价区植物及植被进行了考察,考察时以枢纽工程区为中心,向四周辐射调查,同时对水库库区两岸生境进行调查。采用线路调查与样方调查的方式进行,即在调查范围内按不同方向沿库区、坝址区域、开都河至柳树沟方向选择几条具有代表性的线路进行调查。根据本次调查结果,结合《柳树沟水电站环境影响报告书》《柳树沟水电站验收调查报告》等本区域前期资料及以及相关著作、文献资料等,本次评价调查把调查与评价区内的植被类型

划分为森林、灌丛、草甸、沼泽和水生植被等 4 个植被型组，主要有落叶阔叶林、落叶阔叶灌丛、荒漠灌丛、荒漠草原、沼泽等 5 个植被型，共计 12 个群系。

表 6.3.3 评价区建设前、运行初期和运行期主要植被类型对比

植被型组	植被型	群系	评价区内分布情况		
			建设前(2006年)	验收(2014年)	现阶段(2017年)
自然植被					
森林	I. 落叶阔叶林	线叶柳群系		√	√
		密叶杨群系	√	√	√
灌丛	II. 落叶阔叶灌丛	宽刺蔷薇群系	√	√	√
		白刺锦鸡儿群系	√	√	√
		檉群系	√	√	√
	III. 荒漠灌丛	中麻黄群系	√	√	√
		嵩叶猪毛菜群系	√	√	√
		圆叶盐爪爪群系	√	√	√
		霸王群系	√	√	√
草甸	IV. 荒漠草原	芨芨草群系	√	√	√
		冰草群系	√	√	√
沼泽和水生植被	V. 沼泽植被	芦苇群系	√	√	√
栽培植被					
人工林	VI. 防护林	旱柳林、白榆林等。		√	√

6.3.3.2 植被面积变化分析

通过野外考察及室内 GIS 软件的协助，解译了水库运营期三期的调查区的植被类型分布图，并统计得出了各种植被类型的面积，详见表 6.3.4。

表 6.3.4 植被类型变化对比表

植被类型	现状 (2019)		验收 (2014)		环评 (2007)	
	面积	比例	面积	比例	面积	比例
阔叶林	9680.22	7.23	9676.54	7.23	9672.84	7.23
灌丛	29251.35	21.86	29255.03	21.86	29271.41	21.87
草甸	87280.38	65.22	87280.38	65.22	87353.68	65.27
荒漠	3160.98	2.36	3213.13	2.40	3299.47	2.47
耕地	469.39	0.35	300.62	0.22	300.62	0.22
水域及水利设施用地	692.53	0.52	678.34	0.51	459.86	0.34
交通运输和公共管理用地	22.46	0.02	22.46	0.02	0	0.00
无植被覆盖	3267.83	2.44	3398.64	2.54	3467.26	2.59
合计	133825.14	100.00	133825.14	100.00	133825.14	100.00

由上表可知电站开发建设前后评价区的植被均以草地占优势，其次为灌丛、林

地，耕地、水域及水利设施用地所占比例和面积较少，在工程建设后区域内新增交通运输和公共管理用地。

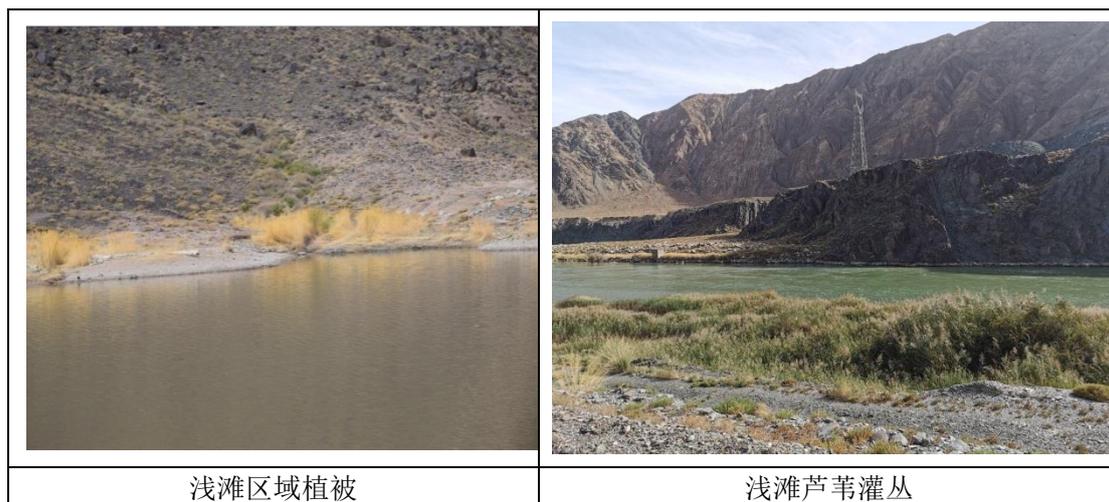
2007-2014 年间，评价区内草地面积减少，主要是由于工程修建过程中临时占地和永久占地的占用，临时占地主要为加工厂及风水电系统、临时生活区、仓库占地等，工程永久占地包括拦河坝、电站厂房、永久道路、工程管理区等，临时占地区域在工程结束后进行了土地平整，为自然植被恢复。评价区内林地面积增加，林地主要为分布于河谷两岸的次生林地和周边阶地超旱生灌木和盐柴类半灌木，主要是在工程管理区进行了植被绿化，但增加面积较小。评价区内荒漠面积减少，该区域主要为裸岩石砾地，主要是工程修建后临时占地和水库蓄水淹没的占用。评价区内虽然包含有少量的耕地，但工程施工和建设并未对其产生影响，面积保持不变。评价区内水域及水利设施用地面积增加，主要是气候变暖冰雪融水增加，使河流的径流量增加和水库蓄水后水域面积增大及相关的水利设施的修筑。评价区内新增交通运输和公共管理用地，主要为工程进场道路占地。

2014-2017 年间，评价区内工程及相关的配套设施已经建设完成，工程不会增加新的占地，草地和交通运输与公共管理用地面积不再增加。林地和灌草地面积变化主要是植被恢复措施的落实及植被的演替造成，评价区内的耕地面积增加主要是下游区域设施农业和灌溉技术的发展，本来不适宜耕种的其他土地被开垦为耕地，造成了耕地面积的增加而未利用土地面积的减少。水域及水利设施用地增加，主要为气候变暖使流域上游的冰雪融水增加，下游水量增大，水域面积增加。

6.3.3.3 陆生植物变化趋势分析

(1) 消落带陆生植物变化趋势分析

柳树沟水电站为日调节型，水库的水位变化范围较小，生长于消落带间的植被较少，仅在部分浅滩区域生长有少量湿生植物，主要为芦苇群系，另外，在部分区域还生长有少量线叶柳灌丛，消落带植物种类较少且植被覆盖度较低。消落带间的植被演替变化向灌丛方向进行，但演替的时间较长。



(2) 库区陆生植物变化趋势分析

库区气候的变化是在大的气候背景和水库建设两者的共同作用结果（安康水库蓄水前后上游气候变化特征，王娜等，2010年）。从小尺度（水库建设）上来看，柳树沟水电站库区的建设，库区水面积增加，有大量水源，故周边地区空气潮湿。库区气候湿润有利植物的生长和植被的增加，减少水土流失。由于水体的调节作用，使水库周边白天和夜晚温度差值缩小，空气湿度加大，气候变化波动性减弱（大型水库工程建设对局地气候影响分析—以红山水库为例，杨晶等，2014年）。这样，库区气温的年较差和日较差将减小，初霜日期将会推迟，而终霜日期将会提前，整个霜期将缩短（兴建龙滩水库对罗甸气候影响浅析，杨启彬和刘佳，2006年）。柳树沟水电站库区的小气候会形成一定的影响，在一定程度上会给农、林种植带来有利条件，提高库周生态系统的生产力及稳定性。

目前库区两侧阶地上生长的主要的植物为中麻黄、木本猪毛菜、细叶鸦葱、膜果麻黄、蒿叶猪毛菜、霸王（*Sarcozygium xanthoxylon*）、白刺锦鸡儿、翼果驼蹄瓣（*Zygophyllum pterocarpum*）等为主。



(3) 库尾减水河段陆生植物变化趋势分析

根据现场实地调查情况，库尾减水河段的地貌类型为峡谷地貌，以石质峭壁为主，仅在石壁裂缝处有少数植被生长，植被覆盖度小于 1%，另外，柳树沟电站的调节方式为日调节型，因此减水河段两侧石壁缝隙生长的植物变化趋势受水量减少的影响较小。



6.3.4 陆生动物变化评价

本项目在环评和环保验收阶段对动物种类描述等历史资料作为参考依据，描述陆生动物变化分析。

表 6.3.5 项目建设前、验收阶段及本次调查区域动物变化情况一览表

环评阶段（2007 年）	环保验收阶段（2014 年）	本次调查区域（2019 年）
<p>开都河流域所在区域分布有两栖类 2 种，爬行类 4 种，鸟类 41 种，兽类 14 种。柳树沟工程区由于项目区内食物较少，在工程区出没的主要为常见于荒漠中的小型兽类。</p> <p>在柳树沟工程区调查期间，在开都河两岸的河谷及坡地上见过鹅喉羚，还见到捷蜥蜴。工程区鸟类种数很少，由于不适合鸟类的生存，项目区内的鸟类，如天鹅、大雁、野鸭等均是路过的迁徙鸟类。</p>	<p>柳树沟水电站工程建设区周围栖息的野生动物主要是一些常见于小型兽类、爬行类和鸟类，如蜥蜴、旱獭、老鼠、兔、嘴山鸦、鹌鹑、百灵等；珍稀动物主要是一些在生活在河谷林区的鸟类，如金雕、红隼；工程运行后对陆栖野生动物的影响主要表现为工程占地占用部分两栖类、爬行类和小型兽类的栖息地，水库淹没使部分河谷林草生境损失。</p>	<p>柳树沟电站运营期调查区内共有陆生脊椎动物 16 目 34 科 66 种，其中两栖类 1 目 1 科 2 种；爬行类 1 目 4 科 6 种；鸟类 10 目 21 科 44 种；哺乳类 4 目 8 科 14 种。调查区分布国家 I 级保护动物 1 种，为黑鹳和北山羊；有国家 II 级保护动物 16 种，分别为白鹳、大天鹅、鸮、黑鸢、雀鹰、白头鹞、小雕、大鸕、红隼、燕隼、游隼、暗腹雪鸡、塔里木兔、鹅喉羚、盘羊和马鹿；有新疆自治区 I 级重点保护动物 4 种，分别为大白鹭、鸿雁、赤狐、沙狐，有新疆自治区 II 级重点保护动物 1 种，为新疆岩蜥。</p>

6.3.4.1 陆生动物分布格局及种类变化分析

(1) 陆生动物分布格局变化分析

柳树沟水电站工程运营后本身不会产生新的占地，工程的施工营地等临时占地现已恢复绿化，移民搬迁工作也已实施完成。此后，动物变化主要是运营期电站工程对动物的影响造成的。根据现场调查情况，柳树沟电站库区水域面积较广，会逐渐吸引一些湿地中分布的鸟类以及近水域分布的爬行类增加。而一些林地、草地分布的种类由于库区面积增加以及植被恢复等项目的实施，集中分布于造林地带，可见柳树沟电站的运营导致区域内动物分布格局发生一定变化。

(2) 柳树沟水电站动物种类的变化分析

根据开都河流域所在区域环评阶段的调查，柳树沟水电站及其周边分布有两栖类 2 种，爬行类 4 种，鸟类 41 种，兽类 14 种。柳树沟工程区由于项目区内食物较少，在工程区出没的主要为常见于荒漠中的小型兽类。在柳树沟工程区环评阶段调查期间，在开都河两岸的河谷及坡地上见过鹅喉羚，还见到捷蜥蜴。工程区鸟类种数很少，由于不适合鸟类的生存，项目区内的鸟类，如天鹅、大雁、野鸭等均是路过的迁徙鸟类。

根据环保验收阶段的调查，柳树沟水电站工程建设区周围栖息的野生动物主要是一些常见于小型兽类、爬行类和鸟类，如蜥蜴、旱獭、老鼠、兔、红嘴山鸦、鹁鸽、百灵等；珍稀动物主要是一些在生活在河谷林区的鸟类，如金雕、红隼；工程运行后对陆栖野生动物的影响主要表现为工程占地占用部分两栖类、爬行类和小型兽类的栖息地，水库淹没使部分河谷林草生境损失。

本次现场调查记录 66 种陆生动物，其中大部分都是环评和验收阶段调查记录的种类，通过查阅资料等，增加往年分布于该区域的黑鹳、赤麻鸭、普通秋沙鸭、大天鹅等历史记录种类，结合本次现场调查情况，本次调查新增密点麻蜥、快步麻蜥、暗腹雪鸡、毛脚燕、渡鸦等。

由此可见，随着电站运营，调查的深入以及调查频率的增加，调查区域水域以雁鸭类、鸬鹚类、鸬鹚类等湿地鸟类为主，种类数量有所增加。随着水库的蓄水和湿地面积的增加，库周原有破坏的占地区植被的逐渐恢复，吸引了少量的动物种类在此觅食等活动。柳树沟电站的建立主要是导致生活在评价区的动物种群数量发生变化，动物种类也有少量增加。且随着运营期生态调查次数的增加以及调查的深入，库区周围一些此前未被记录到的物种将持续被发现。

6.3.4.2 陆生动物变化趋势分析

(1) 柳树沟库区及坝下湿地成为雁鸭类等游禽主要栖息场所

随着电站的运营以及库区水域面积趋于稳定，水流量区域稳定，柳树沟库区及坝下开都河干流湿地区域吸引了种类较多的雁鸭类、鸥类游禽在此栖息，从现场调查情况分析，整个开都河段均设置了鱼类增殖设施及过鱼设施，库区及坝下的浅水区域可作为游禽类和涉禽类觅食、栖息场所。

(2) 坝下湿地成为鹤类、鸬鹚类、雁鸭类、鸥类等湿地鸟类主要栖息地

柳树沟电站坝下水域较浅，电站的调度和运营使得坝下有面积较大而相对稳定的湿地生态系统，根据本次现场调查，坝下湿地生态系统中有鸬鹚类、雁鸭类、鸥类、鹭类等水鸟活动，随着时间的推移，坝下湿地区域水鸟种类和数量将逐渐增加。

(4) 库周临时占地植被恢复区域成为林鸟的集中分布区域

根据现场调查情况，库周植被恢复区域主要分布雀类、雉类、鸦类、鸽类等常见林地鸟类，随着林地面积的增加以及库周绿化，该区域可成为雀形目、鸽形目等林鸟集中分布区域。

6.3.5 景观生态体系质量变化评价

通过电站建设前（2007年）、运行初期（2014年）和现阶段（2019年）三期卫片进行解译，通过遥感解译的结果分析调查区内景观生态体系质量变化情况。

6.3.5.1 景观斑块数量、面积对比分析

柳树沟水电站评价区景观生态系统在植被类型划分的基础上，根据景观生态类型的特征和稳定性，将区域的景观生态类型划分为3个大类，7种类型，划分原则见表6.3.6。水电站建设前（2007年）、运行初期（2014年）和现阶段（2019年）景观斑块数量及面积见表6.3.7。

表 6.3.6 评价区景观生态系统划分表

景观大类	景观类型	植被类型
自然景观	荒漠景观	荒漠
	灌丛景观	灌丛
	森林景观	阔叶林
	草地景观	草原、草甸
人工景观	城镇建设	建设用地
	农田景观	耕地
其他	湿地景观	水域、滩涂

表 6.3.7 评价区三期景观类型斑块数量及面积变化表

景观类型	面积 (hm ²)			斑块数量 (个)		
	2007 年	2014 年	2019 年	2007 年	2014 年	2019 年
荒漠景观	6766.73	6611.77	6428.81	5762	5941	6183
灌丛景观	29271.41	29255.03	29251.35	20157	22463	23857
草地景观	87353.68	87280.38	87280.38	66923	65725	64581
森林景观	9672.84	9676.54	9680.22	7955	8256	8659
湿地景观	459.86	678.34	692.53	392	326	273
农业景观	300.62	300.62	469.39	687	687	763
城镇景观	0	22.46	22.46	0	73	73
总计	133825.14	133825.14	133825.14	101876	103471	104389

由表 6.3.7 中的数据可以看出电站建设前（2007 年）、运行初期（2014 年）和现阶段（2019 年）库区及库周的景观生态系统中各景观类型斑块数目以及面积均有一定程度的变化，变化幅度随景观类型的不同也各不相同。运行初期和现阶段景观斑块数据大致相当，较水电站建设前有所增加，可见在水电站建设后，总体的景观破碎度增加，连通性降低。评价区除草地景观、湿地景观和农业景观外，其他景观类型斑块均有增加。森林景观在电站运行初期到现阶段在区域内的生态功能有所提升，这主要是由于人类建设活动后植树造林的结果。

森林景观及城镇景观的面积均有明显的增加。表明在电站建设运行后期森林景观和城镇景观的功能加强；湿地景观的面积较运行初期及运行中期均有少量的增加，斑块数量却减少了，由此表明：电站建设运行后，由于水面面积的上升，湿地景观的功能在今后区域景观生态系统功能中的作用还将进一步得到增强；湿地景观斑块数与斑块面积呈负相关变化，斑块数减少的同时面积却有一定的增长，表明湿地景观在建库后连通性有所加强。

6.3.5.2 景观斑块指数对比分析

在景观的结构单元中，通常分为 3 种基本组分，即斑块 (patch)、廊道 (corridor) 和基底 (matrix)。斑块泛指与周围环境在外貌或性质上不同，并具有一定内部均质性的空间单元，斑块可是植物群落、居民点、农田等等。廊道是指景观中与相邻两边环境不同的线性或条带结构，如河流、道路、峡谷等。基底则是指景观中分布最广、连续性最大的背景结构，常见如森林基底、农田基底等。基底是景观的背景地域类型，是一种重要的景观结构单元类型，在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

基底的判定有 3 个标准，即相对面积大、连通程度高，动态变化中对景观的基本特征具有控制能力。采用植被生态学中确定植被重要值的方法来确定斑块在景观中的优势度。具体由 3 个参数计算而来，即密度（ R_d ）、频率（ R_f ）和景观比例（ L_p ），前两个参数比较明确时，可认为相对面积较大、连通程度较高的斑块类型即控制者景观质量的基底。

景观斑块的密度、频率、景观比例以及优势度计算的数学表达式如下：

$$\text{密度 } R_d = \frac{\text{斑块 } i \text{ 数目}}{\text{斑块总数}} \times 100\%$$

$$\text{频率 } R_f = \frac{\text{斑块 } i \text{ 出现的样方数}}{\text{总样方数}} \times 100\%$$

$$\text{景观比例 } L_p = \frac{\text{斑块 } i \text{ 的面积}}{\text{样地总面积}} \times 100\%$$

$$\text{优势度 } D_o = \frac{(R_d + R_f) / 2 + L_p}{2} \times 100\%$$

建设前、运行初期及运营期库区库周各类斑块的密度（ R_d ）、频率（ R_f ）和景观比例（ L_p ），以及优势度（ D_o ）的计算值见表。

表 6.3.8 电站建设前、运行初期及运行期各类景观斑块指数对比表

景观类型	R_d (%)			R_f (%)			L_p (%)			D_o (%)		
	2019 年	2014 年	2007 年	2019 年	2014 年	2007 年	2019 年	2014 年	2007 年	2019 年	2014 年	2007 年
林地	8.29	7.98	7.81	7.68	7.55	7.49	7.23	7.23	7.23	7.61	7.50	7.44
灌草地	22.85	21.71	19.79	22.15	22.24	22.3	21.86	21.86	21.87	22.18	21.92	21.46
草地	61.87	63.52	65.69	65.94	65.76	65.55	65.22	65.22	65.27	64.56	64.93	65.45
荒漠	5.92	5.74	5.66	5.21	5.33	5.43	4.80	4.94	5.06	5.19	5.24	5.30
耕地	0.73	0.66	0.67	0.44	0.41	0.47	0.35	0.22	0.22	0.47	0.38	0.40
水域	0.26	0.32	0.38	0.72	0.73	0.69	0.52	0.51	0.34	0.50	0.51	0.44
建设用地	0.07	0.07	0.00	0.09	0.07	0.03	0.02	0.02	0.00	0.05	0.04	0.01

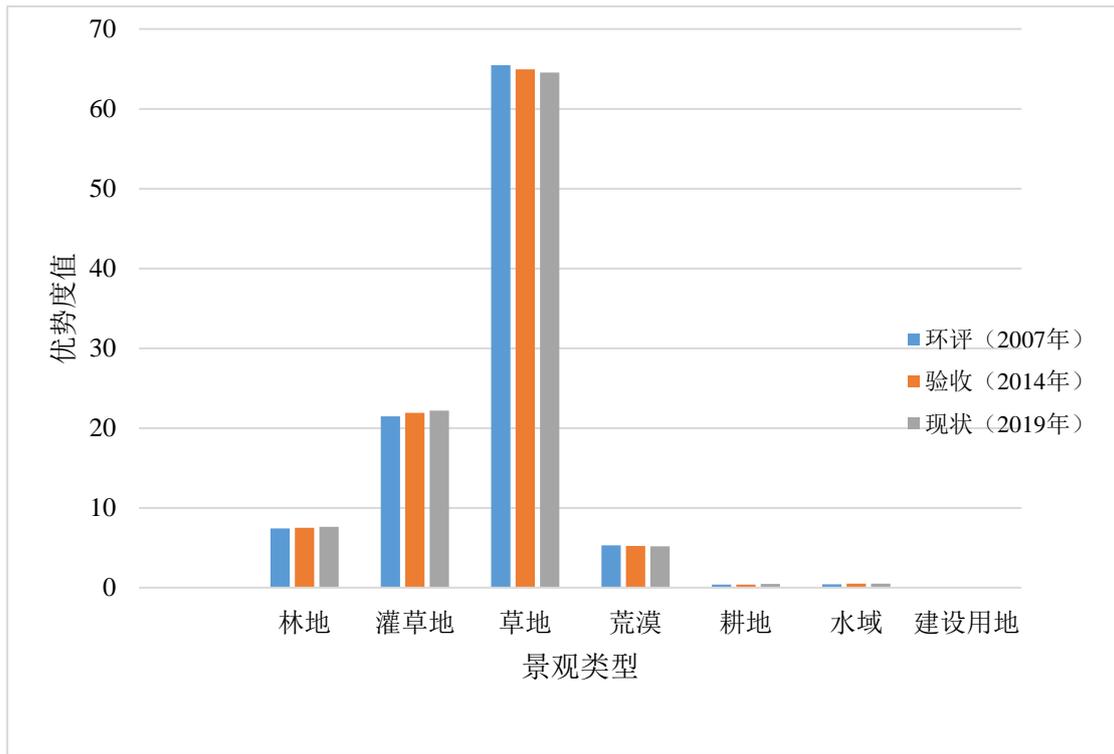


图 6.3.1 景观类型优势度值对比图

从表 6.3.8 和图 6.3.1 中的各项指数可以看出：各种景观类型的密度、频率、景观比例指数在建设前后都有一定程度的变动，但变化范围较小，各种指数都基本保持在原有的水平。从可以综合反映景观类型优势的优势度指数来看，林地、灌草地、耕地、水域及建设用地景观优势度值有所增加，草地、荒漠景观优势度值有所减少。电站运行后，水库淹没及人类活动对荒漠景观造成了一定程度的破坏。水库运营期，库区实行植树造林等荒漠治理及库周绿化工程项目的实施，使林地的优势度有一定程度的提升。

湿地景观在电站建设后优势度增加，在电站建设后评价区河段无其他开发建设活动，湿地景观和城镇景观都趋于稳定，区域水域面积变化较小，故水域景观保持平衡。

城镇景观在电站建设后优势度值增加，主要是由于电站建设后，业主营地、场内道路、坝址、厂房等的建设，使得建设面积增加，因此建设前至运行初期，城镇景观的优势度值有一定程度的提升，运行初期至现阶段，由于区域内没有其他建设活动，建设用地的面积未发生变化，因此城镇景观的优势度值未发生明显变化。

草地景观优势度在建设后下降，草地景观优势度的下降主要源于水库建设及人

类活动破坏了部分草地。

将 RS 和 GIS 技术与景观生态学方法相结合，可以全面、准确地反映区域植被覆盖景观格局的动态变化。柳树沟水电站调查区内，2007 年~2019 年期间，植被覆盖变化的总体趋势表现为低覆盖度类型向高覆盖度类型转变，调查区内植被状况趋于正向演替的良性发展。

6.3.2.3 景观生态体系质量变化趋势分析

经过建设前（2007 年）、运行初期（2014 年）、现阶段（2019 年）三期卫片解译数据的分析结果的得知，同土地利用、生态系统变化趋势较为一致，调查区内的景观生态体系质量可能会因为区域内的发展规划有所变动，但不会显著改变植被覆盖的景观格局。评价区依旧以草地景观为主。

6.4 陆生生态环境预测验证

6.4.1 土地利用影响预测验证

工程兴建运行后，主要因水库淹没水体水域的形成，施工拟选用的料场、渣场场区以及水库管理区等地区地类的改变，下游河道中林草植被面积的变化使得工程影响区的土地利用格局发生了变化，从而对影响区土地生产能力、生态系统的稳定状况、景观自然生态体系的综合质量产生影响，进而对区域景观的生态完整性产生影响。

工程运行后土地利用格局的变化较小，并且项目区模地拼块——草地并没有发生改变，这表明柳树沟水电站工程实施运行后区域生态体系的综合质量仍保持在原有的较低水平，本工程建设运营不会对区域生态体系综合质量产生不利影响。

根据电站建设前后卫片解译结果（2006 年、2014 年及 2019 年土地利用变化）可知，区域内水域面积确实增加了，由于植被恢复措施的进行，区域内林地面积也有所增加，草地、灌草地、荒漠面积减少。从 2006 年-2019 年，草地的景观优势度有所降低，但仍然是项目区域内主要的土地利用类型，工程的建设运营没有对区域生态体系综合质量产生不利影响。

6.4.2 陆生植物预测验证

柳树沟水电站建设与建成后蓄水对植物的影响主要表现在占用和淹没植物，是植被的面积和生物量减小。工程占地、坝基开挖等施工活动将会导致工程施工区内的植被破坏。

根据现场调查以及对环评报告等相关资料的收集整理，对比了柳树沟水电站建设前后评价区内陆生植物的现状，进一步分析了工程建设对陆生植物的影响。从植物种类组成上看，工程建设施工和库区蓄水淹没并没有使区域内的某些物种消失或灭绝，只是在短期内使一些植物种类的个体数量减少。随着区域内植被的自然恢复以及采取相应的植被恢复措施，植物的种类组成将有所增加，但区系特点不会发生太大变化。

水库建成蓄水后将会淹没一部分植物，产生不利的影晌，同时在河道两侧的阶地上也会应水库水位的上升产生一定的有利的效应，促使两岸阶地上植物向更高级的阶段演化。

(1) 库区水域面积趋于稳定影响评估

随着柳树沟水库的运行，库区水位按照日调节的变化，水库的水位在 1494.5m 上下浮动，变化幅度较小，在变幅区域内水库部分区域的浅滩将会处于变化的区域，对于一些湿生植物的生长具有一定的意义，同时，湿生植物的根系生长也会对其的基质进行一些改变，在小环境内截流更多的砂石和土壤，使浅滩区域更适合陆生植物的生长。

(2) 库周植被绿化影响的评估

柳树沟电站运行期间，管理单位主要对业主营地及附近的区域进行植被绿化，且植被绿化效果较好，增加了区域内的植被类型和植物物种的多样性，在一定程度上改善了这些地区的生境，使得更多的植物得以进入，植物群落演替“逆向”进行，这些地区的生物多样性得以增加。



图 6.4.1 业主营地附近植被恢复效果

(3) 蓄水位增加对陆生植物的影响评估

根据工程设计阶段和本次的调查结果，工程的正常蓄水位较设计阶段正常蓄水位增加 0.5m，将导致水域面积增加约 4hm²，库区的淹没区域也将增加，根据现场调查结果，库区周围的植被类型以荒漠植被为主，且植被覆盖率较低，植被的生物量也较小，因此，蓄水位增加 0.5m 对陆生植物的影响较小。

6.4.3 陆生动物预测验证

柳树沟水电站工程运行后本身不会产生新的占地，工程的施工营地等临时占地现已恢复绿化，工程占地也不涉及移民安置问题。由于影响区处于荒漠半荒漠地区，地表植被覆盖层植被稀疏，本底居民相对较少，总体上人为干扰对动物资源影响不大。根据柳树沟运行的特点，类比其他水电站等相似工程可知，运营期库区气候变化、水库阻隔、库区水位消涨等都将对调查区动物产生一定影响，导致区域内动物发生一定变化。

(1) 库区气候变化对动物的影响评估

柳树沟电站蓄水后，库区的水温、气温、湿度均略有变化，夏季气温稍有降低，而冬季稍有升高，库周将有一个相对湿度较大的地带，对两栖爬行的栖息繁殖较为有利。根据现场调查情况，在库区两岸淹没区附近水域，还调查记录有新疆岩蜥、密点麻蜥等种类，其中密点麻蜥是本次调查新纪录种类。除此之外，水域中还分布雁鸭类等游禽，可见库区气候变化对其有利。

(2) 库区水位消涨对动物的影响评估

库区水位消落，水位会在一定范围内波动，水位的波动对水生生物的繁衍较为不利，会影响两栖动物及湿地鸟类的食物基础；此外，两栖动物多在沿岸浅水区繁殖，繁殖期若水位下降幅度过大且变化较频繁时，对两栖类的繁殖、发育很不利，会导致种群数量的下降。

消落期间，在一些地势开阔、坡度较平缓又低洼的地方将会出现一些浅水地区，给涉禽及其它水鸟的栖息、觅食提供了有利条件，鹭、鹈等的种群数量均会增加。在下游区域，水位变化相对较为稳定，会形成较为稳定的湿地生态系统，对水鸟活动有利。

（3）水库及大坝、道路等阻隔影响评估

根据现场调查情况，水库运营期大坝上监测到狼等少见肉食性野生哺乳动物，在库周监测到北山羊等植食性野生哺乳动物，在库周监测到水游蛇等区域内常见蛇类，道路边监测到绿蟾蜍、新疆岩蜥、密点麻蜥等两栖类、爬行类。说明工程对陆生动物阻隔影响不明显。

（4）上游电站对动物的影响评估

由于人为的过度捕捞以及早期修建的大山口水电站、第一分水枢纽、宝浪苏木拦河枢纽工程没有设置过鱼设施，已经对整体开都河鱼类的生长和索饵通道以及生殖洄游通道产生阻隔作用，进而对下游柳树沟电站河段的游禽和涉禽类等主要以鱼类为食的鸟类觅食活动造成一定影响。

为减轻工程兴建对开都河鱼类的不利影响，目前工程上游的察汗乌苏水电站工程采取了利用鱼类增殖站对开都河的土著鱼类进行增殖补救的措施，以保护现存土著鱼的种质资源。但尽管如此，开都河中上游河道鱼类的生存空间也较先前有一定的缩小，对开都河下游河道水生生态及鱼类生存环境造成一定影响，进而影响湿地鸟类食物来源。因此，虽然项目建成后，库区及其周边湿地面积有所增加，在短期内会吸引湿地鸟类来此活动，但总体上增加幅度较小。

总的来说，水库的建设，对库区库周环境的影响是深远的和多方面的，归纳起来可分为对自然环境的影响和对当地社会环境的影响两大方面。自然环境的变化直接影响动物，而社会环境的变化则通过影响自然环境间接地影响动物。根据现场情况以及资料整理情况分析，柳树沟电站的修建对动物的影响主要表现为动物种群数量的增加、种类的增加以及分布格局的改变。

总体来说，随着国家生态文明建设以及柳树沟水电站陆生生态保护措施的具体实施，项目区周边生态环境得到改善，柳树沟水电站上游察汗乌苏水电站坝址区通过监视器监测到雪豹和狼以及黄羊、北山羊。



图 6.4.1 柳树沟上游察汗乌苏水电站监测到的雪豹及狼

6.5 已采取陆生环境保护措施有效性评价

6.5.1 陆生植物保护措施有效性评估

(1) 工程建设后林地在评价区内有所增加，比重增大

按照柳树沟水电站环境影响报告书及其批复、环境影响复核报告书及其批复、工程竣工环保验收报告书及其批复等文件，以及各阶段、各级环境保护主管部门对柳树沟水电站工程建设环境保护工作更进一步的要求，工程调查与评价区所采取的陆生植物保护措施有一定的效果。主要体现在以下几个方面：

本项目区属于干旱区，降雨量小、植被覆盖率低，根据项目前期环评报告及相关资料，评价区内的陆生植物保护措施及管理措施主要有：

①在施工场地标明施工活动区，并在附近标桩划界，禁止施工人员和机械进入非施工占地区域；

②对施工人员在施工前和施工期进行环境保护法律、法规的宣传和教育，教育方式可采用请专家宣讲，印制、散发宣传材料等多种形式；

③在进场道路入口、出口、施工道路两侧、施工区、生活区、管理区布置宣传牌，进行文明施工、环境保护等环保内容的具体宣传，提高施工人员和当地居民的环境保护意识；

④施工区生态补偿与恢复措施，施工区生态防护与恢复措施是在参考主体工程建设与施工组织设计规划以及施工区的生态系统特点并结合本区水土流失等综合因

素后提出的。

根据建设前后（2006年、2014年、2019年）三期卫片解译结果对比分析，项目评价区内林地面积有所增加。业主营地、厂房、砂石料场等处大面积的乔木、灌木的栽种，使得区域内的林木数量成倍增长，林地面积大幅度增加。评价区内从环评阶段仅有的柳树沟库尾附近的榆树林，到现阶段大面积的新疆杨林、馒头柳林、圆冠榆林等，林木的栽种、存活和生长，对改善评价区的贫瘠的自然生态环境，提高水土保持和水源涵养能力有重要意义。

（2）施工迹地水土保持措施较天然情况较好

根据现场调查情况，柳树沟电站较好的执行了环评及验收报告中提到的前期宣传和避让措施，对施工活动区进行了标桩划界、进行了宣传材料的发放、对施工人员进行环境保护教育，减少了施工过程中由于不文明施工造成环境破坏。工程业主营地有大面积的进行“乔灌草”的种植，馒头柳、圆冠榆、杏、柞柳、白蜡树、黑麦草等，业主营地植被覆盖率达60%以上，超出项目所在区域戈壁滩的自然植被覆盖率。柳树沟电站对临时施工区域进行了土地平整、浆砌石护坡等水土保持措施，但由于当地自然环境条件较为脆弱，荒漠地带土壤发育较差，植被生长和恢复较为困难，这些临时占地区域自然恢复情况较差。

表 6.5.1 施工迹地工程详细情况

编号	类型	名称	恢复防护措施	照片
1.	业主营地		绿化恢复较好，栽种馒头柳、白榆、白蜡树、红枣、沙枣、杏树，草坪恢复种类为黑麦草	

编号	类型	名称	恢复防护措施	照片
2.	厂房		浆砌石护坡、排水沟等，种植桤柳、天蓝苜蓿等	
3.	取料场	独树沟堆块(石)料场	土地平整，处于自然恢复状态	
4.	弃渣场	基坑倒渣场	平整、覆土绿化，种植桤柳、天蓝苜蓿等	
		1#弃渣场	采取了弃渣填筑、场地平整、覆土	

编号	类型	名称	恢复防护措施	照片
		2#弃渣场	平整、干砌石、钢筋笼挡护	
5.	施工营地	施工营地 1	土地平整，处于自然恢复状态	
		施工营地 2	土地平整，处于自然恢复状态	
6.	坝址附近停车场		土地平整，处于自然恢复状态	

编号	类型	名称	恢复防护措施	照片
7.	渣场临时道路		土地平整，处于自然恢复状态	

6.5.2 陆生动物保护措施有效性评估

根据现场调查情况，柳树沟电站对动物的保护措施主要分为以下几个方面：

(1) 在库区及周边进行植被恢复，为动物提供更多的栖息地

由于本项目库区及库周本身主要是荒漠植被，植被覆盖度较低。甚至料场及渣场周围基本无植被覆盖。根据现场调查情况，工程结束后，对临时占地、取土坑、弃料场及时进行了土地平整和植被恢复。柳树沟库周山体以及厂区绿化已经逐渐恢复一定面积的植被，便于鸟类栖息、筑巢繁殖。



表 6.5.1 电站库区过冬天鹅

(2) 加强对周边河道管理，保护野生动物良好的栖息环境

运行期间，管理人员加强对库区及周边河道的管理，严令禁止工程区内所有人员的打猎、炸鱼、毒鱼等破坏野生动物资源的活动，为野生动物营造了良好的栖息

环境。

(2) 定期清理库区垃圾，降低鸟类误食垃圾风险

根据现场调查情况，柳树沟库区及周边定期进行垃圾清运工作，保证水面干净度，有利于降低鸟类误食垃圾风险。

这些措施的落实，对野生动物的生存和栖息具有一定的有利影响，有效的保护了野生动物的栖息活动。

7 环境质量影响后评价

项目区域环境质量变化情况采用环评阶段成果与本次现场调查实测数据进行对比分析。施工期环境影响预测验证及环保措施有效性分析主要根据竣工环境保护验收调查报告结论。本此后评价期间项目环境现状调查委托新疆中测测试有限责任公司对项目区地表水环境、空气环境、声环境进行实地监测。

7.1 地表水环境后评价

7.1.1 地表水环境质量现状

本次后评价期间对开都河地表水水质进行了调查监测，对其现状进行分析评价。

(1) 监测时间及监测点位

监测时间为 2019 年 4 月 3 日~4 月 5 日，本次监测共设 3 个监测点，分别为察柳公路桥上游、水库中央断面、厂房出水口。具体监测布点见图 7.1.1。

(2) 监测项目

地表水监测项目为：pH、溶解氧、水温、化学需氧量、五日生化需氧量、粪大肠菌群、氨氮、总磷、氟化物、六价铬、阴离子表面活性剂、石油类。

(3) 评价方法

采用 HJ2.3-2018《环境影响评价技术导则地表水环境》单项水质参数评价标准指数法进行水质评价，计算公式如下：

1) 一般水质因子

单项水质参数 i 在 j 点的标准指数的计算公式：

$$P_i=C_i/S_i$$

式中：

P_i —评价系数；

C_i —不同时间污染物 i 的浓度；

S_i —污染物 i 的环境质量标准，选用《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）

II 类标准。

2) 溶解氧（DO）

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_s$$

$$S_{DO,j} = 10 - 9 \frac{DO_j}{DO_s} \quad DO_j < DO_s$$

$$DO_f = 468 / (31.6 + T)$$

式中：

$S_{DO,j}$ —DO 在 j 点处的标准指数；

DO_f —某水温、气压条件下的饱和溶解氧浓度；

DO_j —监测点 j 点处的浓度；

DO_s —溶解氧的地表水水质标准。

3) pH 值

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中：

$S_{pH,j}$ —氢离子浓度的负对数在监测点 j 处的标准指数；

pH_j —pH 在监测点 j 处的浓度；

pH_{sd} —地表水水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su} —地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

当各项参数的标准指数 ≤ 1 时，表明该参数满足规定的水质标准，当各项参数的标准指数 > 1 时，则不能满足，标准指数数值越大，参数代表的环境质量越差。

(4) 监测及评价结果

区域地表水监测结果及评价结果见表 7.1.1~表 7.1.2。

表 7.1.1 柳树沟水电站地表水质监测结果

监测项目	察-柳公路桥上游			水库中央断面			厂房出水口			II类水质标准
	4月3日	4月4日	4月5日	4月3日	4月4日	4月5日	4月3日	4月4日	4月5日	
水温 (°C)	3.4	2.7	3.3	2.5	2.3	2.7	3.1	2.8	2.5	--
pH 值 (无量纲)	8.16	8.28	8.25	8.16	8.21	8.22	8.13	8.19	8.28	6~9
溶解氧 (mg/L)	7.94	8.13	7.99	7.88	8.04	7.99	7.90	8.24	7.91	≥6
化学需氧量 (mg/L)	11	8	5	ND4	ND4	10	4	4	9	≤15
五日生化需氧量 (mg/L)	ND0.5	ND0.5	ND0.5	0.8	0.8	1.0	0.7	0.7	0.8	≤3
氨氮 (mg/L)	0.11	0.11	0.11	0.13	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	≤0.5
总磷 (mg/L)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	≤0.1 (湖、库 0.025)
氟化物 (mg/L)	0.34	0.33	0.28	0.27	0.29	0.23	0.32	0.34	0.33	≤1.0
六价铬 (mg/L)	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	≤0.05
粪大肠菌群 (个/L)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	≤2000
阴离子表面活性剂 (mg/L)	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	≤0.2
石油类 (mg/L)	ND0.04	ND0.04	ND0.04	ND0.04	ND0.04	ND0.04	ND0.04	ND0.04	ND0.04	≤0.05

注：ND+检出限表示未检出

表 7.1.2 柳树沟水电站地表水质评价结果

监测项目	察-柳公路桥上游			水库中央断面			厂房出水口			II类水质标准
	4月3日	4月4日	4月5日	4月3日	4月4日	4月5日	4月3日	4月4日	4月5日	
水温 (°C)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	--
pH 值 (无量纲)	0.58	0.64	0.625	0.58	0.605	0.61	0.565	0.595	0.64	6~9
溶解氧 (mg/L)	0.74	0.72	0.73	0.76	0.74	0.74	0.75	0.71	0.75	≥6
化学需氧量 (mg/L)	0.73	0.53	0.33	/	/	0.67	0.27	0.27	0.60	≤15
五日生化需氧量 (mg/L)	/	/	/	0.27	0.27	0.33	0.23	0.23	0.27	≤3
氨氮 (mg/L)	0.22	0.22	0.22	0.26	0.22	0.24	0.26	0.26	0.26	≤0.5
总磷 (mg/L)	0.2	0.1	0.2	0.8	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	≤0.01 (湖、库 0.025)
氟化物 (mg/L)	0.34	0.33	0.28	0.27	0.29	0.23	0.32	0.34	0.33	≤1.0
六价铬 (mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	≤0.05
粪大肠菌群 (个/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	≤2000
阴离子表面活性剂 (mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	≤0.2
石油类 (mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	≤0.05

7.1.2 地表水环境质量变化分析

根据《新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》（新疆水利水电勘测设计研究院，2006年11月），柳树沟水电站地处于开都河中游下段，开都河是由高山雪水补给为主，降雨补给为辅的河流，水质良好，察汗乌苏水库坝后、柳树沟、小山口、第一分水断面河水水质良好，大部分指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅰ类标准，基本满足该河段的水功能要求。

由于地表水功能区划调整，该河段目前执行Ⅱ类水质标准，本次后评价监测结果表明，监测河段各项因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准，且大部分指标满足Ⅰ类标准，项目区地表水环境质量基本未发生变化。

7.1.3 地表水环境影响分析回顾

（1）施工期

项目施工期间废水主要为生产废水及生活污水。生产废水主要为砂石加工生产废水、机械冲洗废水及隧洞施工生产废水。砂石料加工废水经沉淀处理后，部分回用，部分用于洒泼路面及渗漏消耗。机械清洗废水主要在机械检修、保养的过程中产生，该部分废水经隔油池、沉淀池处理后，用于附近的道路洒水降尘。隧洞施工生产废水经沉淀后自然蒸发排放。生产废水主要污染物质为悬浮物（SS），其含量约为6000mg/l~20000mg/l，生产废水初始产生总量为2160m³/d，回用后生产废水最终产生量为648m³/d（按照总回用率为70%进行计算），年产生量为174960m³（一年按施工期为9个月计算）。

施工高峰期生活污水量产生量约255m³/d，平均生活污水产生量为228.5m³/d。人均排放BOD₅负荷为25g/人·d，则年产生BOD₅24.5t。施工期内生活污水的经MBR-2型污水处理设施的处理后在施工季节用于施工区绿化和周围荒漠植被的灌溉，及施工道路、料场、渣场的除尘，在非施工季节，撒泼到坝址附近的滩地蒸发消耗。MBR-2型污水处理设施处理能力为20m³/h，日最大处理能力为480m³。

项目竣工环境保护验收阶段对发电厂房及生活区污水处理设施出口的监测结果表明：开都河柳树沟水电站发电厂房及生活营地生活污水经处理设施处理后各项污

染物指标均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）二级标准限值。

（2）运行期

运行期废水主要为发电厂房、生活营地生活污水及事故废水。发电厂房生活污水产生量约为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，生活营地污水处理产生量约为 $2\text{m}^3/\text{d}$ 。运行期对库区水质的影响因素主要有：水库淹没、水力条件变化、水体营养元素富集等。河流水质是受流域内的地理、地质、水文、气象和水力条件等自然因素与人为活动的影响，柳树沟水电站水库工程兴建后，改变了天然河流的水力条件等自然因素，进而会对水质产生一定的影响。

7.1.4 地表水环境影响预测验证

7.1.4.1 环评预测结论

（1）施工期水质预测

工程施工期间，工程区生产废水、生活污水等对环境易产生不利影响，如果环境保护措施落实不当会给开都河水体水质带来一定的不利影响。但只要认真落实各项临时环境保护措施，其对环境带来的不利影响可以得到减免或消除。

（2）运行期水质预测

预测结果表明，水库建成运行后开都河水体水质状况良好，根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的相关评价标准，采用指标对照法评价预测各断面水质，全年水质基本符合 I 类水体水质。

污染物年内变化趋势与柳树沟水电站建站前相同，水电站的建设并未影响到水质浓度的年内变化过程。从河道沿程变化情况来看，氨氮、COD_{mn} 指标呈现沿程下降的趋势，矿化度指标沿程浓度基本无变化。

由于水库库容小，同时库区水体交换作用强，另外上游来水水体水质相对较好等原因，库区水体不会出现富营养化的现象。

7.1.4.2 预测成果验证

（1）施工期

根据验收调查结果，开都河柳树沟水电站项目地表水 2 个监测断面水质无明显变化，各项指标均未超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 II 类标准限

值。在落实各项废污水处理措施的情况下，水质符合预测结果。

(2) 运行期

本次监测结果显示，监测河段各项因子均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类标准，水库未发生富营养化现象，水质符合预测结果。

7.1.5 已采取地表水环境保护措施有效性评价

7.1.5.1 项目已采取的水环境保护措施

(1) 施工期

- 1) 料场加工废水采用沉淀池处理后回用，未排入河道；
- 2) 机修废水经滤油、沉淀后洒泼路面消耗；
- 3) 隧道开挖废水经沉淀后自然蒸发；
- 4) 施工期生活生活污水经地埋式一体化污水处理设施后用于周边植被灌溉；
- 5) 在水库蓄水前对正常蓄水位以下的库区进行了卫生清理和河谷次生林草的处理；
- 6) 在发电引水洞前设有拦污栅栏，专人定期打捞漂浮物。

(2) 运行期

柳树沟水电站与察汗乌苏水电站共用办公生活区，运行期生活污水经处理后排入储水池，定期抽取用于绿化。办公生活区及厂房屋原污水处理设备于2012年前后建成并投入使用，办公生活区采用DCW-F-2污水处理设备，处理量为2m³/h；发电厂房采用DCW-F-0.5污水处理设备，处理量为0.5m³/h。该类型设备处理技术落后，运行保证率低，2018~2019年开都河公司进行环保设施改造，生活污水全部升级为AO式污水处理设备，见图7.1.1。并定期对中水进行外委监测，确保水质达标。

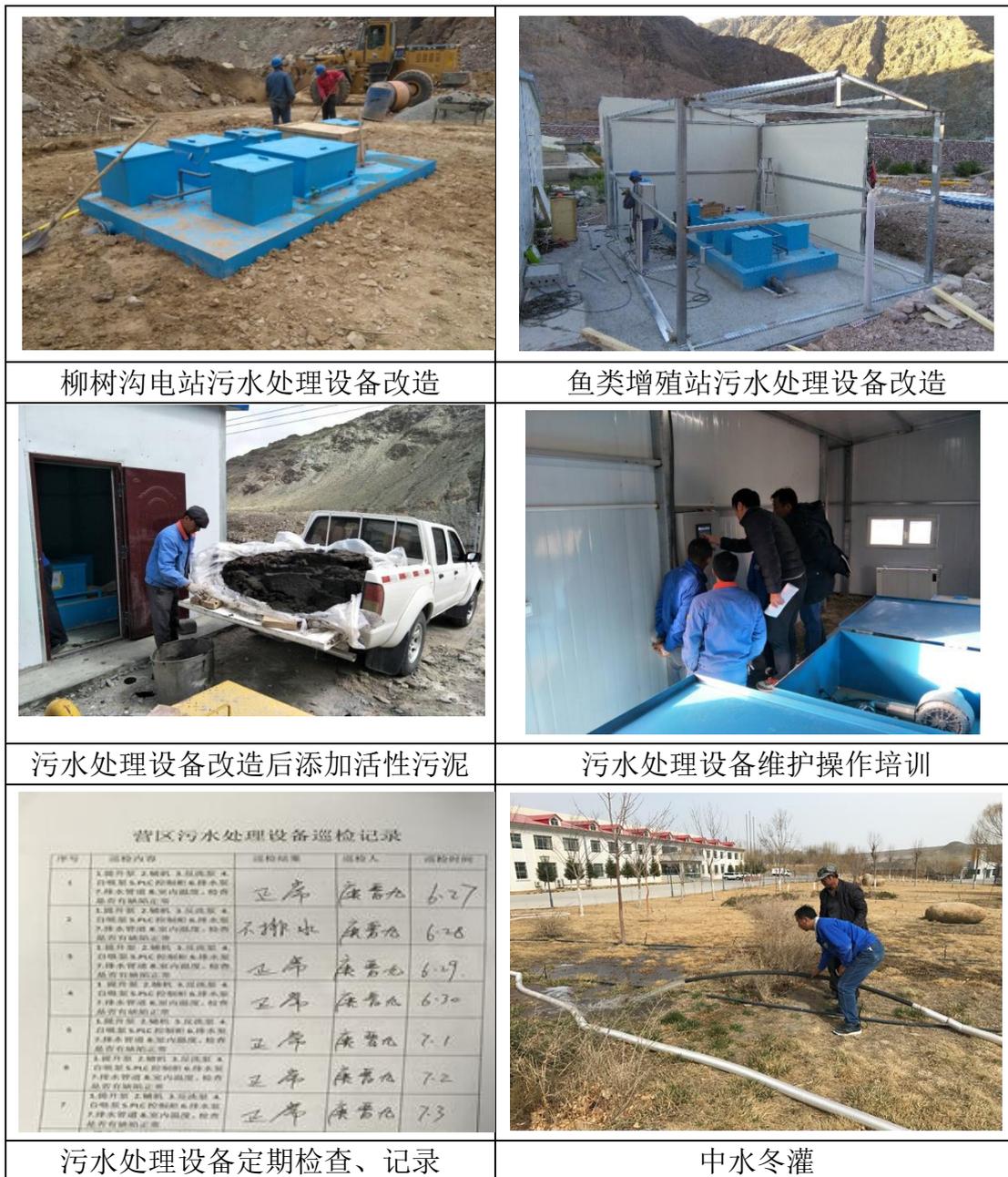


图 7.1.1 柳树沟电站污水处理设备改造

7.1.5.2 环保措施有效性评价

(1) 施工期

根据竣工环境保护验收调查结果，各项监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准，从而说明施工期采取的地表水环境保护措施有效可行。

(2) 运行期

2014年8月19日~20日，巴州环境监测站对电站生活办公区原有生活污水处理设施进出口进行了监测，监测结果见表7.1.3。

表 7.1.3 2014 年办公生活区原有污水处理设施监测结果

项目	生活办公区生活污水处理设施			
	进口	出口	标准值	达标分析
pH	8.35~8.45	7.78~7.9	5.5~8.5	达标
COD	63~67	30~34	300	达标
BOD ₅	18.68~20.2	9~10.4	150	达标
氨氮	5.43~5.88	0.66~0.923	-	-
阴离子表面活性剂	0.05L	0.05L	8	达标
动植物油	0.5	0.01L	-	-
粪大肠菌群	1.6~7.24	2L	10000	达标

根据监测结果，电站生活办公区原有生活污水处理设施出口各项监测因子均可满足《农业灌溉用水水质标准》（GB5084-92）旱作标准。

污水处理设备升级改造后，新疆中测测试有限责任公司于 2018 年 12 月 10 日~12 日、2019 年 3 月 31 日~4 月 1 日，对办公生活区生活污水处理设备出水进行了监测，监测结果见表 7.1.4。

表 7.1.4 2018 年、2019 年办公生活区污水处理设施监测结果

监测项目	单位	监测结果		标准值	达标分析
		2018 年 12 月	2019 年 3 月		
pH	-	7.28	7.10	5.8~8.5	达标
悬浮物	mg/L	59	80	100	达标
COD	mg/L	105	167	200	达标
氨氮	mg/L	24.04	< 0.01	-	-
总磷	mg/L	2.24	2.16	-	-
总氮	mg/L	35.5	21.4	-	-
阴离子表面活性剂	mg/L	< 0.05	< 0.05	8	达标
石油类	mg/L	< 0.04	0.08	10	达标

监测结果显示，柳树沟水电站生活办公区生活污水处理设施出口各项监测因子均可满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）表 1 农田灌溉用水水质基本控制项目标准值、表 2 农田灌溉用水水质选择性控制项目标准值中旱作。

综上所述，运行期生活污水经处理后可达到相应回用标准，工程已采取的污水

处理设施有效可行。

7.2 大气环境后评价

7.2.1 大气环境质量现状

(1) 监测点位

大气环境现状监测设 2 个监测点，分别位于柳树沟营地（同察汗乌苏营地）和厂房。

(2) 监测项目

根据项目特点确定大气监测因子为：TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂。

(3) 监测时段

监测时间为 2019 年 4 月 3 日~9 日，连续监测 7d。

(4) 评价方法

空气环境质量现状采用超标率和最大浓度占标率进行评价，计算公式为：

$$P_i = C_i / C_{oi} \times 100\%$$

式中：P_i—第 i 个污染物的最大浓度占标率（无量纲）；

C_i—第 i 个污染物的最大浓度（μg/m³）；

C_{oi}—第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准（μg/m³）。

(5) 监测及评价结果

监测点污染物 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂ 现状监测结果日均值浓度范围结果及分析见表 7.2.1。

表 7.2.1 环境空气质量现状监测及评价结果

单位：μg/m³

监测点位	时间	TSP	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂
柳树沟营地	2019.06.03	291	143	5	37
	2019.06.04	254	109	5	46
	2019.06.05	295	145	5	49
	2019.06.06	281	137	4	26
	2019.06.07	260	112	4	33
	2019.06.08	243	105	4	37
	2019.06.09	240	127	4	31

柳树沟厂房	6月3日	296	145	5	40
	6月4日	255	111	4	47
	6月5日	296	147	4	51
	6月6日	285	141	5	29
	6月7日	265	116	5	35
	6月8日	246	112	4	38
	6月9日	242	130	5	33
标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		300	150	150	80
最大浓度占标率 (%)		98.7	98	3.3	63.8
超标率 (%)		0	0	0	0
最大超标倍数 (倍)		0	0	0	0

对照环境空气质量标准，由各监测点现状监测结果看出：评价区域内各监测点 TSP、PM₁₀、SO₂、NO₂ 超标率均为 0，各项污染物监测浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求，说明项目区空气环境质量较好。

7.2.2 大气环境质量变化分析

根据《新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》（新疆水利水电勘测设计研究院，2006年11月），评价区大气环境本底状况良好，工程区峡谷内环境幽静，工程影响区下游基本无大的工业企业，基本为农田灌区与小型城市所在地，空气自净能力也较强，基本为无人活动污染的自然状况。工程区为无人定居的山区，除察汗乌苏水电站工程正在施工建设带来的大气环境污染外，无其它人为的大气环境污染。

由于《报告书》未提供环境质量现状监测数据，本次仅将后评价阶段现状监测数据与环评阶段现状评价结果进行对比分析，结果表明，随着柳树沟水电站工程施工结束，区域环境空气质量整体未发生大的变化。

7.2.3 大气环境影响分析回顾

7.2.3.1 污染源及污染物产生情况分析回顾

项目在施工期废气主要来源于施工扬尘和道路运输扬尘。施工扬尘产生于地表开挖、施工作业场取弃土、场地清理等过程，扬尘影响范围在施工周围 50~100m 以内，在遇到起风天气还会造成二次扬尘污染。

项目运行期间，大气污染源可分为无组织排放源和有组织排放源。无组织排放主要为道路运输产生的无组织粉尘，有组织废气主要为燃煤锅炉产生的烟气。

本项目生活营地内安装两台 4t/h 燃煤热水锅炉（DZL2.8-0.7/95/70-A II）及一台 1t/h 燃煤热水锅炉（CLSG0.7-90/70-AIII）为水电站生活营地提供热源及生活热水。该锅炉于 2014 年 10 月 26 日取得新疆巴音郭勒蒙古自治州环境保护局环评批复（巴环评价函[2014]527 号），环评批复要求 2 台 4t/h 锅炉采用陶瓷多管旋风除尘+双碱法湿式脱硫后经不低于 30m 排气筒排放，1 台 1t/h 锅炉采用水膜脱硫除尘工艺后经不低于 25m 排气筒。本项目 2 台 4t/h 锅炉均配套安装多管旋风除尘器+双碱法脱硫。1 台 1t/h 锅炉已废弃不用。柳树沟业主营地锅炉项目已于 2016 年 6 月 16 日通过了新疆巴音郭勒蒙古自治州环境保护局组织的竣工环境保护验收。2 台 4t/h 锅炉耗煤量约 2700t/a。锅炉主要参数及烟气治理措施见表 7.2.2。锅炉废气污染源强产生及排放情况详见表 7.2.3。

表 7.2.2 锅炉主要参数及烟气治理措施

序号	项目	参数指标
1	锅炉型号	DZL2.8-0.7/95/70-A II
2	数量	2
3	额定热功率	2.8MW
4	投运日期	2012.10
5	烟囱高度	30m
6	年运行时间	150 天
7	烟气治理设施	多管旋风除尘器
8	用途	1 用 1 备，冬季供暖

锅炉废气污染源强产生及排放情况详见表 7.2.3。

表 7.2.3 锅炉废气污染物源强表

排气筒	高度	30m		
项目	产生量		排放量	
	浓度 (mg/m ³)	产生量(t/a)	浓度 (mg/m ³)	排放量(t/a)
SO ₂	1110.73	32.4	222	6.48
烟尘	2406.58	70.2	48.08	1.404
NO _x	272.13	7.94	272.13	7.94

7.2.3.2 大气环境影响分析回顾

(1) 施工粉尘、扬尘对大气环境的影响

燃煤锅炉区无组织粉尘主要为储煤场、灰渣场及煤、灰渣运输产生的粉尘。这些无组织排放的粉尘产生量与气候条件、运行管理等多种因素有关，产生量及浓度很难准确计算。

为减少煤尘对厂区及厂区周边地区的环境污染，煤场需建成半封闭型结构的煤库，本项目煤场四周设有 2.2m 高围墙，并搭建一座煤棚，设置混凝土地坪，并考虑有排水坡度。煤尘污染的防治措施除了对煤棚进行密封，防止风力作用产生扬尘外，还在煤质含水量较低时，向干煤洒水，减少煤尘飞扬。通过采取以上防治措施，可有效地降低煤尘的影响。

(2) 有组织废气对大气环境的影响

根据柳树沟水电站生活营地锅炉项目竣工环境保护验收监测报告，1 号锅炉处理出口 SO_2 浓度为 $239\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟尘 $72\text{mg}/\text{m}^3$ ；2 号锅炉处理出口 SO_2 浓度为 $232\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟尘 $76\text{mg}/\text{m}^3$ 。锅炉排放 SO_2 浓度达到《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 中表 1 排放标准，燃煤锅炉经过烟气处理措施，对当地大气环境影响不大。

7.2.4 大气环境影响预测验证

7.2.4.1 环评预测结论

柳树沟水电站工程区大气污染具有间歇性、流动性、污染源相对集中的特点。

根据工程区气象资料：多年平均风速 $1.8\text{m}/\text{s}$ ，最大风速 $32.0\text{m}/\text{s}$ ，主导风向 SE（频率 80）。由于工程区地处开都河中游峡谷地段，两岸山体高大，各类机械虽然分布相对比较分散，但在无风天气状况下废气容易聚集，对施工人员身体健康造成危害，同时还可能导致能见度差，对施工进度产生影响；有风时又会对下风向施工区域和人员造成影响。

工程施工区属于内陆干旱区，由于干旱少雨，施工临时道路经碾压后土壤结表层遭破坏，车辆经过后产生扬尘和漂尘，以及料场开挖产生扬尘。无风时扬尘不易消散，能见度低，影响交通和施工进度；有风时使下风向施工人员工作环境变差，影响人群健康和工程进度。

7.2.4.2 预测成果验证

由于项目施工期未开展环境质量监测，将环评阶段环境空气质量现状与本次后

评价期间进行的环境空气质量监测数据进行比对，对照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求，进行项目大气环境影响的预测验证。根据表 7.2.1 可知，项目区环境空气质量较建设前后变化不大，各项污染因子均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求，说明项目建设对区域环境空气质量影响不大，预测结果合理可行。

7.2.5 已采取大气环境保护措施有效性评价

7.2.5.1 项目已采取的大气环境保护措施

巴音郭楞蒙古自治州环境保护局以巴环评价函 [2014]527 号文进行批复，如下：该锅炉未做环评开工建设并投产违反《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境管理条例》有关规定，应加强企业环境管理，自觉履行环境保护相关法律法规规定的衣物菏泽人，禁止再次出现违法行为。要求营运期锅炉排水经沉淀池沉淀后用于煤场抑尘；运行过程产生炉渣及脱硫石膏全部用于铺路，炉灰运至和静县垃圾填埋场。煤场四周设置高围墙，搭建煤棚、煤场，灰渣场设置混凝土地坪，并设置排水坡度。距后评价阶段现场调查，目前业主营地锅炉已全部落实环评报告相关要求。

根据《新疆开都河柳树沟水电站工程竣工环境保护验收调查报告》（2015 年），工程在建设期，主要采取了对施工道路、料场和弃渣场及时洒水降尘的措施，制定科学的施工计划，避免施工战线过长，造成长时间地表裸露，有效地减少了施工作业中产生的扬尘污染，对周围的环境没有产生明显的不利影响。运行期发电厂房供暖采用电暖器，无大气污染。管理区采用燃煤锅炉供暖，锅炉经多管旋风除尘器除尘、双碱法脱硫，各项污染物均能达标排放。运行期发电厂房供暖采用电暖器，无大气污染。

根据《国电新疆开都河柳树沟水电站生活营地锅炉项目竣工环境保护验收批复》（巴环评价验[2016]72 号），管理区采用燃煤锅炉供暖，锅炉经多管旋风除尘器除尘，除尘效率 98%，双碱法脱硫，脱硫效率 80%，验收监测期间项目锅炉排放二氧化硫浓度达到《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）排放标准。

目前建设单位已完成营地煤棚改造；与具备相应资质的检测单位签订服务合同，

每个采暖期对燃煤锅炉废气进行两次检测，确保各项污染物达标排放；制定燃煤锅炉改电锅炉方案，计划 2020 年完成电锅炉改造工作。



图 7.2.1 煤棚改造

7.2.5.2 环保措施有效性评价

(1) 施工扬尘控制措施

根据环境保护竣工验收现场调查，项目施工期采取的大气污染防治措施与环评要求基本一致，并结合监测数据可知，水电站厂界外无组织颗粒物排放浓度最大值为 $0.168\text{mg}/\text{m}^3$ ，符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中新污染源无组织排放监控浓度要求。环评要求及实际所采取的无组织扬尘治理措施适用、有效。

(2) 供暖燃煤锅炉有组织废气采取的污染防治措施

根据 2018 年 12 月 10 日及 2019 年 3 月 31 日新疆中测测试有限责任公司对项目燃煤锅炉废气进行的污染源监测结果，本项目锅炉产生的颗粒物、 SO_2 、 NO_x ，经过多管旋风除尘器除尘+双碱法脱硫处置措施处理后可满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中的表 1 排放限值要求，污染物可以实现达标排放。说明项目燃煤锅炉废气防治措施适用、可行。锅炉监测数据分析情况见表 7.2.4。

表 7.2.4 锅炉废气污染物监测结果

监测时间	监测项目	单位	监测值			平均值	限值
			第一次	第二次	第三次		
2018.12.10	含氧量	%	12.3	11.6	11.9	-	-
	基准含氧量	%	9	9	9	-	-
	标干流量	m^3/h	1.3×10^4	1.3×10^4	1.3×10^4	-	-

监测时间	监测项目		单位	监测值			平均值	限值
				第一次	第二次	第三次		
	颗粒物 浓度	实测值	mg/ m ³	52	54	57	-	-
		折算值		72	69	75	72	80
	SO ₂ 浓度	实测值	mg/ m ³	186	182	183	-	-
		折算值		256	232	241	243	400
	NO _x 浓度	实测值	mg/ m ³	251	265	252	-	-
		折算值		346	338	332	339	400
2019.3.31	含氧量		%	12.2	11.8	12.3	-	-
	基准含氧量		%	9	9	9	-	-
	标干流量		m ³ /h	19854	19314	19173	-	-
	颗粒物 浓度	实测值	mg/ m ³	54	59	51	-	-
		折算值		73	77	71	74	80
	SO ₂ 浓度	实测值	mg/ m ³	179	183	186	-	-
		折算值		244	239	257	247	400
	NO _x 浓度	实测值	mg/ m ³	264	253	248	-	-
		折算值		360	330	342	344	400

《国电新疆开都河柳树沟水电站生活营地锅炉项目竣工环境保护验收批复》要求，要继续按照双碱法脱硫要求，安市偷家各类药剂，确保脱硫效果；加强煤场、渣场、石膏堆放场地管理，严格控制堆高，定期洒水降尘，生产期内严格落实防尘措施；完善环保设施运行档案资料，认真记录 pH 测定值、石灰石粉、片碱投加记录；做好拆除 1t/h 燃煤锅炉影像资料，按照减排档案要求做号档案记录。

7.3 声环境后评价

7.3.1 声环境质量现状

(1) 监测时间及点位

根据项目区周围环境现状，本次声环境现状监测在柳树沟营地和厂房各布设 1 个监测点。

监测时间为 2019 年 4 月 3 日~5 日。

(2) 监测项目

昼、夜等效连续 A 声级。

(3) 监测及评价结果

监测及评价结果见表 7.3.1。

表 7.3.1 声环境质量现状监测结果

监测点位	监测时间	监测结果 (dB(A))		标准值 (dB(A))	
		昼间	夜间	昼间	夜间
柳树沟营地	4月3日	56.4	49.4	60	50
	4月4日	50.7	48.5		
柳树沟厂房	4月3日	54.8	53.4		
	4月4日	53.9	54.1		

从监测结果可以看出，营地昼间、夜间及厂房昼间噪声监测值符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值，但厂房夜间存在超标现象。

7.3.2 声环境质量变化分析

根据《新疆开都河柳树沟水电站工程环境影响报告书》（新疆水利水电勘测设计研究院，2006年11月），工程区峡谷内环境幽静，为无人定居的山区，除察汗乌苏水电站工程正在施工建设带来的声环境污染外，无其它人为的声环境污染。

由于《报告书》未提供环境质量现状监测数据，本次仅将后评价阶段现状监测数据与环评阶段现状评价结论进行对比分析，结果表明，由于柳树沟水电站运行，区域的夜间声环境质量受到一定影响。由于水电站周围无环境敏感点，运营期噪声对声环境影响不大。

7.3.3 声环境影响分析回顾

工程施工噪声对环境的影响包括对现场施工人员的影响和声环境敏感目标的影响。

工程建设期噪声污染源主要包括：①稳定声源，主要来自拌和楼、拌和机、筛分楼、皮带机等；②非稳定声源，主要为爆破产生的瞬时强噪声，声级很高；③流动声源，主要由施工机械行驶时产生，如自卸汽车、水车、载重车辆等，重型车辆

噪声声级一般在 80 声级一般在范围，若鸣按喇叭，则声级更高，各单个机械噪声声级统计情况见表 7.3.2。

表 7.3.2 主要施工机械噪声声级表

机械名称	声级 (dB)	机械名称	声级 (dB)
挖掘机	109	推土机	109
座式起重机	109	筛分楼	110
混凝土搅拌机	104	拌和楼	110
装载机	104	自卸汽车	109
平路机	109	履带掘进机	114

根据噪声传播公式计算，拌和、筛分系统在 300m 处的影响声级即可降为 60dB，而几处施工营地距大坝施工区都在 500m 以上，察——柳公路两侧距生活区的距离小于 200m，考虑两辆车并行的情况，计算得出临时生产生活区噪声声级为 67dB。

根据卫生部、国家劳动总局颁发的《工业企业噪声标准》，搅拌机、推土机等强噪声会对操作人员及其周围施工人员产生不利影响，施工人员承受噪声标准见表 7.3.3。

表 7.3.3 《工业企业噪声标准》新建、扩建、改建企业参照表

每个工作日接触噪声时间 (h)	允许噪声 (dB)
8	85
4	88
2	91
1	94
最高不得超过 115	

综上所述，噪声源周围生活区内施工人员不需进行特殊防护，但必须对上述噪声源内的施工操作人员采取必要的劳动保护措施，以减轻施工噪声对人员的影响。

7.3.4 声环境影响预测验证

7.3.4.1 环评预测结论

根据项目环境影响评价结论，施工期在采取相应保护措施后，可有效减免工程带来的噪声影响。

7.3.4.2 预测成果验证

施工噪声主要来自施工机械，其中运输机械产生的噪声是间歇性的，其它施工

辅助机械噪声为持续性的。施工单位未在非工作时间和非工作地点运作。施工期间没有对周围声环境质量噪声不良影响。

7.3.5 已采取声环境保护措施有效性评价

7.3.5.1 项目已采取的声环境保护措施

环评报告及其批复中提出的噪声污染防治措施落实情况，见表 7.3.4。

表 7.3.4 噪声污染防治措施落实情况调查

内容	环评及批复中提出的大气污染防治措施	措施落实情况
1	对噪声源内进行施工操作的施工人员配备耳塞、耳罩及防声头盔等噪声防护器具。	对施工人员配备耳塞、耳罩及防身头盔。
2	制定拌和场、材料加工厂和施工机械的工作时间表，确定施工机械的运作区域，禁止噪声源在非工作时间和非工作地点运作。	制定了工作时间，规划工作运行区域。

7.3.5.2 环保措施有效性评价

施工期，对噪声源内进行施工操作的人员配备耳塞、耳罩及防声头盔，禁止噪声源在非工作时间和非工作地点运作。水电站周边无噪声敏感点，项目施工期对声环境影响不大。所采取的声环境保护措施有效可行。

7.4 固体废物环境后评价

7.4.1 固体废物环境影响分析回顾

施工期产生的固体废物主要来源于工程施工时产生的弃土弃方及施工期间的生活垃圾。

运营期固体废物主要为锅炉灰渣、污泥、废机油、发电厂房值班人员和生活营地产生的生活垃圾。

施工期生产废渣对环境的影响主要是对景观的影响，以及弃渣堆置不当可能产生水土流失、滑坡等影响。

生活垃圾的排放具有地点分散、时间随意并存在随机性的特点。若这部分垃圾若处理不当，会严重影响和污染工程建设区的环境质量，且部分垃圾很难降解。

废机油属于危险废物，若处置不当会对环境造成危害。

7.4.2 固体废物环境影响预测验证

根据调查，固体废弃物均采取相应的处理措施，未对环境产生不良影响。

7.4.3 已采取固体废物处置措施有效性评价

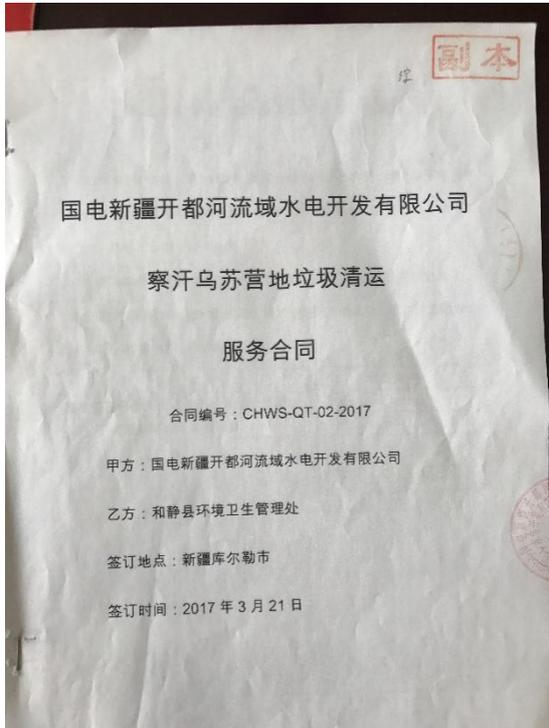
据调查，施工期工程建设中产生的弃土弃方首先用于工程自身土石方平衡，剩余弃土石方全部堆放在弃渣场，工程完工后渣场均进行了压实平整、覆盖腐殖土，并播撒草籽进行自然恢复；施工生活垃圾拉运至当地环保部门认可地点进行填埋处置。调查期间未发现弃土方乱堆乱放的现象。



图 7.4.1 施工期建筑垃圾清理整治前后

工程运营期间，与就近固废处理中心签订服务合同，生产生活过程中产生的固体废物，及时进行处置，过程中加强监督，留下记录。锅炉灰渣用于修路；发电厂房和生活营地产生的生活垃圾均由和静县环卫部门定期运至和静县垃圾填埋场处

理。生产废油（HW08 类）、废旧蓄电池在危废库房存放期不得超过一年，确需延长期限的，必须报经原批准经营许可证的环境保护行政主管部门批准。与具备相应资质的危废品处置单位签订服务合同，并做好转运管理和地方环保局备案工作。



国电新疆开都河流域水电开发有限公司

危险废物委托处置合同 (蓄电池)

合同编号：KDH-QT-02-2019

危险废物产生单位（甲方）：国电新疆开都河流域水电开发有限公司
危险废物接收单位（乙方）：巴州映山红废旧物资回收有限公司库尔勒一分公司
签订地点：新疆库尔勒市
签订时间：2019年4月25日

图 7.4.2 生活垃圾收运合同危废处置合同

综上所述，项目在采取以上处理措施之后，项目运营期间产生的固废不会对周边环境产生影响。

8 环境风险后评价

8.1 环境风险分析回顾

根据环境风险分析，本项目在施工及运营期间环境风险主要表现为河流水质污染风险和水库溃坝洪水风险。

(1) 河流水质污染

柳树沟水电站位于开都河中游河段下部，工程区所在河段的开都河在水功能区划上属于开都河和静源头水自然保护区，水体水质保护目标为Ⅱ类，而由于工程位于深山峡谷地区，施工沿线多次跨越开都河，各施工场区主要布置在开都河沿岸，因此工程施工生产生活及物资运输中，存在的最大隐患就是水环境污染事故。一是工程需要的许多物资属于危险品，如炸药、燃油等，由于运输线路交通条件不好，一旦引发交通事故，载运炸药、燃油等危险品车辆极易发生危险品泄露，从而进入开都河水体，将造成严重的水体污染事件，给下游的饮水安全和灌溉用水安全带来危害。二是工程施工场区沿河岸布置，施工分散，由于施工期人员众多，生产生活废水排放量大，因此一旦施工人员不严格对施工用水排放进行管理，并采取措施进行处理，存在大量施工废水与生活污水进入开都河河道水体给河水带来污染的危险。

(3) 水库溃坝洪水风险

暴雨洪水漫过坝顶、坝体渗漏、坝岸涌浪过坝、水压力等均可造成拦河大坝的失事。其它方面的因素（如结构、地质、运行管理、人为破坏）以及工程老化等方面的原因也会导致坝体的溃决。

坝体一旦溃决，产生的大量洪水将对大坝下游产生较大影响。因库内大量水体突然下泄，形成溃坝涌波，下泄的洪流巨浪可能造成极重的灾害。而柳树沟水库下游不仅有防洪能力较弱的大山口水电站，下游绿洲灌区的防洪标准也仅为10~20年一遇，因此，如果柳树沟水库发生溃坝其洪水带来的危害将是多方面的。因此，需要保证大坝安全，采取一切措施防止溃坝。

以往溃坝发生调查表明，坝体溃决过程主要与坝体类型、溃坝原因等有关。

由于柳树沟水电站与上游的察汗乌苏水电站同步运行，柳树沟大坝到察汗乌苏水电站大坝之间仅有察汗乌苏沟常年有水汇入，其多年平均汇入流量进为 $4.2\text{m}^3/\text{s}$ ，

柳树沟与芦苇沟一般情况下仅在汛期和暴雨期间才有表水汇入开都河。同时，本工程大坝特征指数（如坝型、坝高等）基本与上游的察汗乌苏水电站的类似，柳树沟水电站工程不设防洪库容，基本对开都河径流没有调节能力，因此柳树沟水库的溃坝风险分析可直接采用察汗乌苏大坝溃坝的相关结论。

察汗乌苏水电站工程在 1999 年的环境影响报告书编制过程中，委托西安理工大学进行了《新疆开都河察汗乌苏水电站溃坝洪水风险分析》专题研究，该专题在分析大坝可能发生溃决分析的基础上采用数学模型进行了溃坝洪水过程的模拟，并得出了如下的结论：

（1）察汗乌苏水电站大坝溃坝最大流量为 $37000\text{m}^3/\text{s}$ ，连同泄洪建筑物下泄水流和电站下泄水流，河道容纳的最大流量为 $39520\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2）溃坝洪水对巴润哈尔莫墩镇、哈尔莫墩镇、农二师及其周围农田有毁灭性破坏作用，对和静县城影响较小，但和静县绝大部分农田及沿河两岸的村镇将受害严重。

8.2 环境风险防范措施有效性评价

根据《新疆开都河柳树沟水电站突发环境事件应急预案》，针对工程可能引起的水质污染风险采取了运输风险防范措施、生产生活废水排放风险防范措施、生产生活废水排放风险防范措施，及废油、废电池污染风险防范控制措施，具体如下：

8.2.1 工程施工危险品运输中对水环境产生污染的预防控制措施

（1）新疆地区夏季炎热，运输危险品的车辆要避免日光曝晒，选择合适的运输时间并采取适当的降温措施。

（2）加强交通安全管理，树立警戒标志，提高驾驶员的技术素质，加强安全行车和文明行车的教育等措施。

（3）施工及运输中一旦发生油料泄入河流的事故，应立即进行水质监测掌握污染源扩散规律及影响范围，采取相应措施并向上级报告。

8.2.2 生产生活废水排放的防范控制措施

（1）发电厂房和生活营地生活污水采用地埋式一体化污水处理设施处理，处理后的污水用于周边绿化。发电厂房地下集水井兼顾为事故池，当设备出现故障或发

生环境风险事故时切断井内自排水泵电源，使用备用水泵将事故废水抽至井外容器内，确保事故废水不排入河道地表水体；2019年开都河公司还制定了渗漏集水井浮油收集装置安装技术方案，申请了专项费用，2020年改造完成。

(2) 加强施工人员的水源保护意识宣传工作，规范施工，同时要求施工监理不定期对施工生产和生活区的排水进行检查，检查废水回用设施的运行情况和污水处理的效果。

8.2.3 废油、废电池污染风险的防范控制措施

(1) 一般情况下电站设备备用油实行零库存管理，在有机组、主变设备使用或更换透平油、绝缘油时都有在有序、可控工条件下进行，不会发生泄漏事件。另电站内建有消防水池、备有小型储油箱、干沙、灭火器等应急物资和材料，一旦发生油品泄漏事故，可以现场及时地进行无污染处理。

(2) 电站机组、主变等置换下的废油（1年更换2次，更换时通知回收单位），废油产生量为1次250kg，共500kg，均严格按照相关规定装入铁皮油桶，由和静亿达物资再生利用回收有限公司进行回收处理，严禁向下游河道倾倒或就地土地中处理。

(3) 电站每年根据电池使用情况，更换一定量的废电池，大约每年更换45块，交由和静亿达物资再生利用回收有限公司进行回收处理。

8.3 突发环境事故应急预案调查

国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司开都河柳树沟水电站于2006年11月编制了《新疆开都河柳树沟流域水电站突发环境事件应急预案》并在新疆维吾尔自治区环保厅备案，备案号：6528272014095。该预案针对本工程在建设、运行、管理具有潜在的风险制定应急响应程序和应急措施。（增加2018年重新备案内容）

根据《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号）规定，结合《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环境保护部，环发函〔2015〕4号）要求，为进一步规范和加强突发环境事件应急预案管理，加快推进新疆开都河柳树沟水电站工程突发环境事件应急预案的处置工作，国家能源集团新疆

开都河流域水电开发有限公司于 2018 年 8 月重新编制了《新疆开都河柳树沟水电站工程突发环境事件应急预案》，并在新疆维吾尔自治区环保厅备案。

为应对突发环境事件，国家能源集团新疆开都河流域水电开发有限公司新疆开都河柳树沟水电站工程成立应急领导小组，建立应急组织机构，对突发环境事件的预警和处置等进行统一指挥协调。发生突发环境事件时该库区成立现场应急指挥部，现场应急指挥部由该电站区应急领导小组办公室兼任。根据可能发生的突发环境事件类型和应急工作需要，应急组织机构设置相应的应急响应工作组，负责组织实施突发环境事件应急救援工作。

依据突发环境事件危害程度的级别，设置分级应急救援的组织机构。由通讯联络组、应急处置组、疏散组、抢救组、安全保卫组、应急保障组和应急监测组 7 个应急救援组构成。应急救援组织机构图见图 8.3.1。

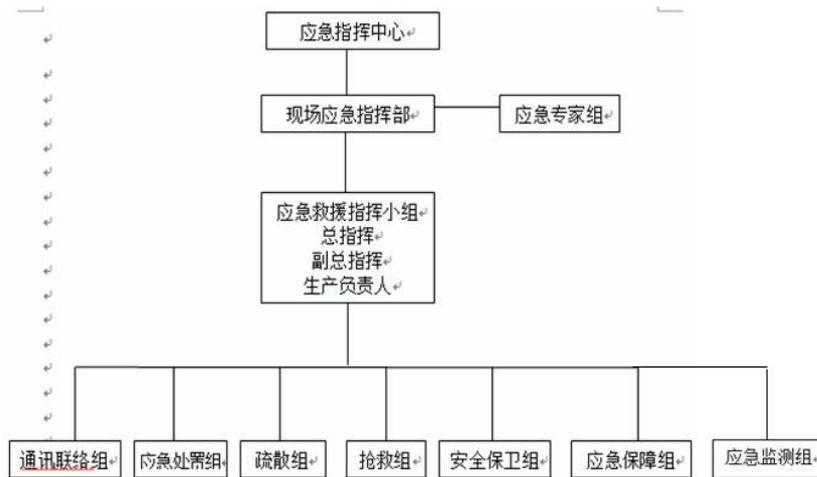


图 8.3.1 新疆开都河柳树沟水电站工程应急救援组织机构图

根据应急预案培训及演练要求，辅助环境救护队每年必须至少组织 1 次环境救灾演练，环境应急救援指挥部办公室针对预案内容要求，制订应急演练计划，做好演练的策划，演练结束后及时总结。

根据实地调查，柳树沟水电站已按要求开展应急事故的培训及演练，要求该电站在后期工作中严格按照要求进行培训及演练，确保在遇到突发事故时能够做到应急有序、处理有方。

根据现场调查，柳树沟水电站运行至今，尚未发生环境风险事故。

9 环境保护措施改进措施

9.1 陆生环境保护措施改进建议

9.1.1 主要陆生生态问题

基于上述综合分析，本区域主要的生态问题为：

(1) 水土流失和荒漠化的脆弱自然环境是评价区的主要生态问题之一，评价区所在的开都河和静县、焉耆县属于新疆水土流失重点治理区。根据现场调查情况，在弃渣场、倒渣场等处，工程弃渣的区域植被恢复较慢。



(2) 评价区植被群落结构单一，植物种类贫乏。评价区以荒漠植被为主，乔木类树种和数量极少，以泡泡刺、合头草、盐节木、芨芨草等植物为主，植被群落和生态系统抗干扰能力较弱。而由于本身恶劣的自然环境条件，恢复能力也不强。

9.1.2 保护措施改进建议

根据柳树沟水电站建设表现出来的对陆生生态环境的影响，提出如下对策，以减小或者削弱其负面影响。使工程效益发挥到最大化，实现人与自然的和谐相处，实现水电资源的可持续利用与开发。

(1) 加强工程施工占地区植被恢复工作，尤其是临时占地区

现场调查过程中发现，在业主营地区植被恢复措施执行力度较好，对区域进行了良好的绿化，并铺设了引水灌溉系统，植被恢复良好，但是在料场区、弃渣场、

临时生产生活区、永久道路及临时道路等区域仍以自然演替为主，植被量稀少，应及时对这些区域采取相应的植被恢复措施。建议管理单位加强工程占地区植被恢复和水土保持工作，尤其是弃渣场、倒渣场、钢管加工厂等临时施工区域，可借鉴业主营地的植被恢复效果，采用客土法对区域的土壤进行改良，增加土壤中的有机质含量，改良土壤的立地条件达到可适宜植物生长，同时通过移栽、收集种子撒播、增加滴灌等灌溉方式，种植泡泡刺、膜果麻黄、霸王、合头草等评价区普遍存在的荒漠植被，植被恢复生长的过程中加强管理，对生长不良或死亡的植株及时采取相应的措施，区域内降水量较少，在夏季可适当增加灌溉的次数和灌溉量，保证植物的生长需水，使这些临时占地区尽量恢复至与周边生态环境一致，削弱对动物栖息地的改变和扰动的影响。

(2) 加强库区及库周动物分布及植物生长状况的监测

库区小气候的形成，使得局地区域水分条件改善，空气湿度增加，对现有的主要荒漠植被造成有利影响，可能会由于水分增加，植被长势编号，根据电站监测，库周雪豹的出现需要重点关注。工程建设后的恢复与保护应当建立在尽量维持原有的自然生态环境，保持原有的植被群落结构，维护原有的生态系统功能的基础上。因此对库区及库周的动物分布及植物生长状况的监测是一项需要长期进行的监测工作。

9.2 水生环境保护措施改进建议

9.2.1 主要的水生生态问题

柳树沟水电站目前水生生态问题主要有三个方面：

- (1) 大坝建设对土著鱼类适宜生境的进一步压缩；
- (2) 库尾与察汗乌苏交汇处形成了新的产卵场，但产卵场上游水量不稳定；
- (3) 外来鱼种入侵的问题。

9.2.2 保护措施及改进建议

- (1) 严格保证察汗乌苏水电站生态流量，弱化上游察汗乌苏水电站日内调峰

察汗乌苏水电站目前大坝下泄生态流量为 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ ，加上察汗乌苏沟多年平均流

量 $4.1\text{m}^3/\text{s}$ ，到柳树沟库尾与察汗乌苏减水河段交汇处的流量平均值约为 $9.3\text{m}^3/\text{s}$ ，约占柳树沟水电站多年平均径流量的 8.6%。目前，从柳树沟库尾渔获物统计结果来看，该区域已成为柳树沟水电站工程河段唯一的产卵场，土著鱼类可以在该区域完成完整生活史，说明已经适应该河段的水位及水量变化。但从对鱼类重要生境的保护需求上，建议弱化鱼类产卵季节察汗乌苏水电站日内调峰强度，严格泄放 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量，鱼类产卵期 4 月~6 月加强鱼类监测，了解该重要生境鱼类生存情况和水量、水位需求。

(2) 加大水生生物及鱼类的监测力度

水生生物及鱼类生态系统是一个动态的平衡关系，始终处于变化的状态。本次调查周期所获得的一些科研数据及其分析在一定程度上能够反映出柳树沟水电站工程实施后对水生生物及鱼类的影响趋势及程度。柳树沟水电站工程实施后，客观上形成了新的水生态格局。

基于开都河在塔里木河水系的重要地位，以及新疆裸重唇鱼等特有种的敏感性，短期的监测工作还无法满足对未来水生生态环境趋势演变的准确判断，因此说，柳树沟水电站水生生物及鱼类监测工作应该是一个长期的工作任务，应持续开展。

重点监测察汗乌苏减水河段、柳树沟库尾、柳树沟库区、柳树沟坝下、大山口库区、大山口坝下等。

(3) 鱼类增殖放流及评估工作

目前，除塔里木裂腹鱼亲本难捕捞尚未繁育成功外，其余三种鱼类均成功繁殖并放流。根据《柳树沟水电站环境影响评价报告书》，柳树沟水电站承担 5.1 万尾放流任务，察汗乌苏鱼类增殖放流站正式运行后，于 2017 年~2019 年分别在柳树沟工程河段放流土著鱼类 6 万尾、8 万尾、8 万尾，满足了环评报告中放流规模要求。建议新增柳树沟坝下放流点，建议察汗乌苏鱼类增殖放流站根据后续水电开发程度，不断增大鱼类增殖放流规模以满足流域鱼类保护要求。

目前已开展标记放流及跟踪监测等工作，已进行试验小规模开展 PIT 标记和荧光标记工作，下一步建议筛选合适的标记方法、加大放流标记规模和回捕频率，建议新增柳树沟坝下放流点，为放流效果跟踪监测提供科学依据。

(4) 天然水域河段的保护

柳树沟水电站库尾于察汗乌苏电站减水河段交汇处现存小型鱼类产卵场，是柳树沟工程河段唯一鱼类可完成完整生活史的河段，但规模较小，鱼类资源丰富程度中等。察汗乌苏尾水及以上河段可形成有规模的土著鱼类群体，相对于柳树沟库区、库区尾水以及坝下减水河段、受水文情势影响河段同类土著鱼类的摄食、肥满度和性腺发育情况均有明显优势。因此，在现有条件下，对察汗乌苏库区以及库区尾水末端连接天然河段的区域加以保护，对实施整体土著鱼类的保护计划有着重要意义。

柳树沟水电站工程察汗乌苏水电站工程与大山口水电站之间，且察汗乌苏水电站工程上游规划有滚哈布其勒水电站、霍尔古吐水电站等工程。栖息地保护河段需与后续的河段水电规划环评跟踪评价及后续梯级水电开发进行全程互动，现阶段建议将支沟察汗乌苏沟列为栖息地保护区，不再建设涉水工程，保持自然的水量，以及与主河道的连通性。

(5) 警惕外来鱼种对土著种的影响风险

目前调查到的外来鱼类雅罗鱼、鲫鱼、花骨鱼在调查河段中的分布范围较狭窄、资源量较小，土著鱼类仍占明显优势。但是这3种外来鱼类具有很强的环境适应性，必须高度警惕。

加强渔政管理，严禁在开都河水系内开展任何形式的水产养殖、增殖，防止其他外来物种进入新疆裸重唇鱼栖息地；严禁开都河水利水电工程、道路工程施工管理人员的炸鱼，严禁任何人员的偷捕滥捞。

9.3 水环境保护措施改进建议

9.3.1 主要的水环境问题

根据柳树沟水电站运行资料，水环境的影响主要为柳树沟水电站日内调峰无水量下泄，且同时坝下河床高程高于大山口库尾水位时，坝下河段可能产生局部减脱水现象。

柳树沟水电站实际运行正常蓄水位及装机大小较环评批复阶段有所变化，主要为对水文情势的影响，日内调峰幅度增大造成出库流量和水位变幅增大，变更后坝下尾水高程增加，加大了坝下出现减脱水河段的可能性。根据《柳树沟水电站环境

影响评价报告》，柳树沟坝下至大山口坝址河段平均比降约为 8‰，推测可能造成 125m~250m 左右的河床裸露现象，大山口坝址位于柳树沟下游 9.1km，减脱水河段占整个库区长度的 0.14%~0.28%。

9.3.2 保护措施及改进建议

柳树沟水电站环境影响报告批复要求，及时优化项目运行调度方案，确保下游水生生态系统及水功能不受柳树沟水电站影响；工程在施工运营期需保证工程下游河道生态基流量，避免在工程蓄水期下游河道断流，维持下游河段水生生态系统平衡。

环评与验收报告未提出专用生态放水设施，根据工程实际运行情况，仍可能出现坝下减水现象。建议通过开展联合调度和加强坝下河道清理两种方式保证下游河道生态基流量和避免减脱水河段产生。

(1) 加强坝下河道清理，保证柳树沟尾水水位与大山口库尾水位衔接

环评阶段和验收阶段未提出采取生态放水措施，环评要求工程施工完进行下游围堰拆除时对厂房到大坝坡脚的 180m 河道进行清理，要求清理后的河床底部高程不得高于 1403.0m。

但根据收集到的 2016 年~2018 年柳树沟坝下河床高程资料，基本所有时段高程位于 1403m 以上，2019 年 3 月，业主再次对柳树沟坝下河道进行疏挖，大约降至 1402m 左右。开挖后，柳树沟坝下减脱水问题。建议建设单位采取爆破开挖等工程方式，加强河虾河道清理频次和程度，确保运行期柳树沟水电站坝下河床高程能够低于 1402m，以避免在无水量下泄的非正常工况出现大坝到大山口库尾区间河段脱疏、断流的现象。

调整运行调度方式

柳树沟水电站与察汗乌苏水电站一起同步运行，与察汗乌苏水电站一起作为电网系统的骨干电源，承担调峰、调频及事故备用任务。柳树沟水电站运行期间，日内调峰运行较为明显，日内个别时段无水量下泄，若此时下游大山口库尾水位在极低水位运行，则可能造成坝下河床裸露现象，进而影响河道水生生态环境。建议从流域管理角度协调柳树沟水电站和大山口水电站联合调度，当电网要求柳树沟水电

站停机不发电无时，要求下游大山口水电站运行水位不得低于 1402m；当大山口水库低水位运行时，要求上游柳树沟水电站至少保证三分之一机组流量下泄。以避免在柳树沟不发电或大山口极低水位运行时大坝到大山口库尾区间河段出现减水、断流的现象。

大山口水电站是地调径流式电站，不承担电网调峰、调频任务，根据上游来水量调整负荷相对灵活。2019 年以来，柳树沟水电站主动将实时开停机、早晚高峰负荷情况告知大山口水电站，大山口水电站亦有意愿提高运行水位，结合柳树沟水电站尾水清挖，坝后未出现脱水现象。所以认为采取加强坝下河道清理并结合调整运行调度方式措施，对避免柳树沟水电站坝后出现减水、断流是可行的。

10 环境跟踪调查及监测计划

根据调查，柳树沟水电站施工期开展了环境质量现状监测，但在运行期缺少水质和生态环境要素的跟踪调查及监测。本次根据环境现状，建议补充环境跟踪调查和监测如下。

10.1 水质监测

(1) 监测点位

建议在柳树沟水电站水库布设三个监测断面：水库淹没区回水末端上游 500m 处、水库坝址上游 100m 处、水库出水口下游 500m 处。

水库平均水深小于 10m 时，取样点设在水面下 0.5m 处，但此点距离库底不应小于 0.5m；当水库平均水深大于 10m 时，在水面 0.5m 处及距离库底 0.5m 处各布各取一个水样。

(2) 监测指标

按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的要求，监测项目包括“地表水环境质量标准基本项目”和“集中式生活饮用水地表水源地补充项目”两种类型，具体指标为 pH、DO、BOD₅、COD_{Cr}、NH₃-N、TP、TN、石油类、硫酸盐、氯化物、粪大肠菌群等。监测方法按照《地表水和污水监测规范》执行，监测单位必须为国家质量技术监督部门认证的单位。

(3) 监测方法及频次

水样采集按照《环境监测技术规范》规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《水和废水监测分析方法》规定分析方法进行分析。

监测频次为：每年丰、平、枯水期各一次，每次连续监测 3 天。

10.2 大气环境质量监测

本项目生活营地内安装两台 4t/h 燃煤热水锅炉（DZL2.8-0.7/95/70-A II）为水电站生活营地提供热源及生活热水。锅炉运行期需对锅炉排放废气及场界空气质量进行监测。监测点位、监测项目、监测频次如表 10.2.1 所示。

表 10.2.1 废气监测内容

序号	监测点位	监测项目	监测频次
1	两台锅炉废气处理设施前监测断面 G1 和 G2	烟尘、SO ₂ 、NO _x 、汞及其化合物、烟气排放了及相应的烟气参数	每年采暖期监测，连续两天，每天一次
2	锅炉废气处理设施后监测断面 G3	烟尘、SO ₂ 、NO _x 、林格曼黑度、汞及其化合物、烟气排放了及相应的烟气参数	每年采暖期监测，连续两天，每天三次
3	锅炉房无组织粉尘排放上风向 1 个点；下风向 2 个点	总悬浮颗粒物	每年采暖期监测，连续两天，每天三次

10.3 坝下流量监测

为确保柳树沟坝下无减脱水河段，满足环评批复要求，建议在坝下安装流量在线监测设施以便于工程流量泄放调度管理和环保主管部门监督。同时可根据河道水生生态保护情况的监测结果，适时优化泄水调度。

对柳树沟水电站下游减脱水情况及下泄流量进行监测，建议安装流量在线监测设，重点监测鱼类产卵期和枯水期（4月~5月、12月~2月）监测柳树沟水电站下泄水量。

10.4 水生生态环境监测

根据开都河水生生物生存环境特点及影响因素，分析确定柳树沟水电站水生生物调查与监测范围、项目、时间与频次等。

（1）监测河段

监测范围从柳树沟水电站水库淹没区至博斯腾湖河口河段，重点监测柳树沟库尾至大山口水电站坝下河段。

（2）监测内容

1) 水生生态要素监测

水文、水动力学特征，水体理化性质（主要为 N、P 各种形式组分动态及浓度场分布）；浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量与水温及流态等的变化关系。

2) 鱼类种群动态及群落组成变化

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应。

3) 鱼类产卵场监测

早期资源种类组成与比例、时空分布、早期资源量、水文要素（温度、流速、水位）、产卵场的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模。

4) 增殖放流效果调查

通过标志放流技术的应用，对河段内鱼类区系及特点、种群数量、分布进行监测，了解鱼类增殖放流站增殖放流效果，并及时调整增殖放流方案。

(3) 监测频次、时间

每 3 年监测一次，初期计划调查 3 次。浮游动、植物，底栖动物、水生维管束植物在 4 月、7 月各监测一次。鱼类种群动态监测在 3~6 月、10~11 月进行，每次 10 天左右，年监测天数不少于 20 天。

10.5 陆生生态环境监测

(1) 监测地点

分别在坝址附近、库区、库尾附近、以及渣场、料场等施工迹地设置监测点。

(2) 监测内容

1) 陆生生态环境监测

选择库周典型样地，通过设立样线和样方，对库周植被变化进行跟踪调查和监测。同时调查样带内的植物种类和数量，调查监测点的动物（两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类）种类和数量。

2) 陆生生态恢复措施效果监测

主要对已建工程料场、渣场进行现状监测和施工后植被恢复调查。

(3) 监测频次、时间

每五年监测一次，植被和植物在监测年度秋季调查 1 次，动物在监测年度冬末春初、夏末秋初各调查 1 次。

10.6 水土保持监测

(1) 监测范围

库区、渣场区、料场区和交通道路区。

(2) 监测内容

1) 项目区水土流失因子监测

主要监测指标为项目区气象、地形地貌、土壤、植被等。

2) 水土流失动态监测

主要指标有扰动地表面积、土壤侵蚀量、土壤侵蚀强度等。

3) 水土保持措施防治效果监测

对于工程措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况。对于植物措施，主要调查林草成活率、保存率、生产发育情况（林木的树高、胸径、冠幅）、抗冻性及其植被覆盖度的变化。调查得出项目区内的扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等 6 项防治目标的达到值。

4) 水土流失危害

定期监测库区两岸水土流失情况，对可能发生的危害进行预测预警，防止滑坡、崩塌等灾害造成危害。重点包括水蚀程度发展、植被的破坏情况、河道或沟道输沙量、水体填埋和淤塞情况、重力侵蚀诱发情况、关键地貌部位径流量、已有水土保持工程的破坏情况、地貌改变情况等。

(3) 监测频次

每三年监测一次，遇暴雨等情况应及时加测。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

11 后评价结论及建议

11.1 结论

柳树沟水电站建设正常蓄水位 1494.50m,总库容约 7710 万 m³,装机容量 180MW,工程于 2009 年开工建设,2011 年截流,2013 年建成发电。

工程设计和运行过程中均按照相关要求开展了环境影响评价工作,环境影响评价、工程环保验收均取得了各级环境保护行政主管部门的批复。各工程的建设和管理单位分别组织实施了相应的环境保护措施,取得了一定效果。环评报告和验收报告提出的整改措施已基本落实,本报告分析产生的影响主要有以下几个方面:

柳树沟水电站对水环境的影响主要为枯水期个别时段不发电无水量下泄时,且同时大山口水电站库尾水位低于柳树沟坝下水位发生的减脱水问题,最长减水长度约 250m。但根据两电站的实际运行情况,这种现象发生时间频率较低、较短暂,大水口水库库尾基本与柳树沟水电站坝下衔接,总体来说,柳树沟水电站对下游水文情势影响有限。

柳树沟水电站对水生生态的影响主要来自于大坝建设对鱼类适宜生境的进一步压缩和对鱼类种质资源的阻隔,柳树沟水电站坝下无鱼类重要生境,个别短暂的减水时段不会对下游水生生态造成较大影响,依托察汗乌苏鱼类增殖放流站进行增殖放流后,对工程河段鱼类资源进行补充,一定程度补充了因柳树沟水电站建设造成的鱼类资源下降趋势。目前,外来种入侵有增大的趋势,需警惕。

柳树沟电站运营期调查区植被均以灌草丛植被占优势,其次是农业植被、针叶林。随着库周绿化及施工迹地恢复等措施的实施,区域森林植被、湿地植被的面积有所增加,林地和湿地鸟类种类在不断增加,保护野生动物出现频率增加。总体来说,柳树沟水电站的实施对工程区陆生生态影响较小,在业主营地绿化区域还呈现一定正效应。

目前,生活污水经处理后全部用于绿化和荒山泼洒,不外排,建设单位已与具有危废处理资质的单位签订协议定期收集废机油和废电池,三废影响主要是业主营地燃煤锅炉对大气环境的影响,通过脱硫除尘等措施后,目前项目区锅炉废气烟尘、二氧化硫、二氧化氮排放浓度均满足《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)

中大气污染物排放浓度限值要求。说明项目燃煤锅炉废气除尘及脱硫脱硝措施适用、可行。今后要加强脱硫除尘设备维护，保证其正常运行。

11.2 建议

建议今后加强工程施工占地区尤其是临时占地区域的植被恢复工作，另外加强库区及库周动物分布及植物生长状况的监测；建议柳树沟水电站调整电站运行方式，弱化日内调峰，与大山口水电站联合调度，同时建议加强柳树沟坝下河道清理频次，保证清理后的河床底部高程低于 1403m，以避免在非正常工况不发电时出现大坝到大山口库尾区间河段减水、断流的现象。

建议依托继续察汗乌苏鱼类增殖放流站开展增殖放流活动，加大鱼类标记数量，加强对塔里木裂腹鱼的繁殖研究工作；加快生活区燃煤锅炉改造，争取在 2020 年完成电锅炉改造工作。