

白龙江喜儿沟水电站工程
鱼类保护措施有效性论证报告

建设单位: 华能舟曲水电开发有限公司

报告编制单位: 甘肃嘉合工程咨询有限公司

2019年10月

目 录

1	总论	1
1.1	项目由来	1
1.2	水电站工程概况	1
1.3	编制依据	2
1.4	水电站工程设计及建设过程回顾	4
2	水电站工程概况	6
2.1	工程概况	6
2.2	工程任务及建设规模	7
2.3	主要工程内容及建筑物	7
3	区域环境	10
3.1	流域规划概况	10
3.2	工程地理位置	11
3.3	环境概况	12
4	常见鱼类保护措施	17
4.1	水电站鱼类保护措施	17
4.2	我国鱼道建设的兴起及发展	20
4.3	我国鱼道建设相关环境管理要求	20
4.4	我国鱼道建设及运行效果	22
4.5	我国鱼道建设和运行存在的主要问题	28
5	鱼类资源调查	30
5.1	库区鱼类资源现状调查	30
5.2	库区下游鱼类资源现状调查	31
5.3	濒危、珍稀、保护鱼类资源现状	32
5.4	该段分布的主要土著鱼类的的生活习性及食性	32
5.5	鱼类“三场”分布的调查	39

6	水电站工程对鱼类资源的影响	40
7	喜儿沟水电站工程过鱼设施建设的可行性	41
7.1	工程设计	41
7.2	从环保要求考虑	41
7.3	从鱼类生境考虑	43
7.4	已建鱼道运行效果	44
7.5	过鱼设施建设条件	44
8	鱼类保护措施	48
8.1	鱼类保护措施比选	48
8.2	鱼类增殖放流计划	49
9	结论和建议	52
9.1	结论	52
9.2	建议	52

1 总论

1.1 项目由来

为全面贯彻落实习近平生态文明思想，坚决纠正水电站违规建设、破坏生态环境等突出问题，切实做好甘肃省水电站生态环境问题整治工作，2019年3月31日，甘肃省人民政府办公厅印发《甘肃省人民政府办公厅关于水电站生态环境问题整治工作的意见》（甘政办发〔2019〕39号），要求对位于自然保护区核心区和缓冲区、严重破坏生态环境的水电站关停退出；对审批手续不全、影响生态环境的水电站全面整改；完善水电站建管制度和监管体系，有效解决甘肃省水电站生态环境突出问题，促进水电科学有序发展。

为全面贯彻落实《甘肃省人民政府办公厅关于水电站生态环境问题整治工作的意见》，2019年5月14日，甘南州生态环境局印发关于《甘南州水电站生态环境问题整治工作实施方案》的通知（州环发〔2019〕202号），实施方案要求：“水电站结合实际情况，充分论证，有条件的水电站设计修建必要的过鱼设施；确不具备修建过鱼设施的水电站，组织编制增殖放流计划”。

根据甘肃省及甘南州生态环境局的要求，华能舟曲水电开发有限公司委托我公司开展该水电站工程补建过鱼设施可行性论证工作，接到委托后，我公司立即组织技术人员进行现场踏勘及调查，收集相关资料，据此编制完成了《白龙江喜儿沟水电站工程鱼类保护措施有效性论证报告》。

1.2 水电站工程概况

白龙江是嘉陵江上游最大的一条支流，属长江二级支流，发源于甘肃、四川两省交界的郎木寺，河源海拔高程4072m，由西北流向东南，

流经四川若尔盖、甘肃迭部、舟曲、宕昌、武都、文县及四川的青川、广元等县市，于四川昭化汇入嘉陵江，干流全长 576km，流域面积 31808km²，天然落差 2783m，平均比降 4.9‰，干流水利资源理论蕴藏量 2010MW；在甘肃境内河长 475km，流域面积 27204km²，天然落差 2671m，平均比降 5.62‰，干流水利资源理论蕴藏量 1659MW。

喜儿沟水电站位于甘肃省舟曲县憨班乡的白龙江干流上，是尼什峡～沙川坝河段水电梯级开发规划的第 11 级电站，其上游梯级为立节水电站，下游梯级为凉风壳水电站。

喜儿沟水电站为闸坝引水式水电站，枢纽由混凝土闸坝、有压引水隧洞、调压井、压力管道和电站厂房等组成。水库正常蓄水位 1538.0m，最大闸坝高 20m。电站设计水头为 57m，引用流量 141m³/s，装机容量 72MW，年发电量 3.13 亿 kW h，年利用小时 4349h。该工程为中型三等工程，主要建筑物为 3 级，次要建筑物为 4 级。

2006 年 11 月，白龙江喜儿沟水电站工程开工建设，2014 年 8 月竣工，并投入试运行。2014 年 12 月 17 日，甘南州环保局对该工程进行了试生产前环境监察，并出具了《甘南州环保局关于华能舟曲水电开发有限公司白龙江喜儿沟水电站工程项目试生产前核查情况报告》。

1.3 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- (2) 《中华人民共和国水法》（2002 年 10 月）；
- (3) 《中华人民共和国渔业法》（2012 年 12 月修改）；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）；
- (5) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2011 年 1 月修改）；
- (6) 《中华人民共和国水产资源繁殖保护条例》（1979 年 2 月）；

(7) 《中国水生生物资源养护行动纲要》（国务院国发〔2006〕9号）；

(8) 《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11号）；

(9) 《关于印发水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）的函》（环评函〔2006〕4号）；

(10) 《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）；

(11) 《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环办〔2014〕65号）；

(12) 《关于规范火电等七个行业建设项目环境影响评价文件审批的通知》（环办〔2015〕112号）；

(13) 《关于印发〈全国生物物种资源保护与利用规划纲要〉的通知》（环发〔2007〕163号）；

(14) 《甘肃省人民政府办公厅关于水电站生态环境问题整治工作的意见》（甘政办发〔2019〕39号）；

(15) 关于《甘南州水电站生态环境问题整治工作方案》的通知（州环发〔2019〕202号）；

(16) 《甘肃省甘南藏族自治州生态环境保护条例》，2013年9月27日批准施行。

1.3.1 技术标准与规程

(1) 《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T5042-2007）；

(2) 《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）；

(3) 《水利水电工程鱼道设计导则》（SL609-2013）；

(4) 《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）。

(5) 《水利水电工程进水口设计规范》(SL285-2003)；

(6) 《水生生物增殖放流管理规定》；

1.3.2 有关文件及批复

(1) 《白龙江喜儿沟水电站工程环境影响报告书》(甘肃省环境科学设计研究院, 2007年4月)；

(2) 《白龙江喜儿沟水电站工程环境影响报告书的批复》(甘肃省环保局, 甘环自发[2007]27号)；

(3) 《白龙江喜儿沟水电站工程可行性研究报告》(中国水电顾问集团西北勘测设计研究院, 2006.6)；

(4) 《白龙江喜儿沟水电站工程竣工环境保护验收调查报告》(兰州洁华环境评价咨询有限公司, 2016.6)；

(5) “关于白龙江喜儿沟水电站工程建设项目竣工环境保护验收合格的函”(甘环验发[2016]17号)；

(6) 《白龙江喜儿沟水电站工程水生生物监测报告》(甘肃丰源生态生物体系咨询中心)(2014.10)；

(7) 建设单位提供的其他有关资料。

1.4 水电站工程设计及建设过程回顾

1.4.1 环境影响评价历程回顾

按照《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和有关环境保护法规,本着经济建设与环境保护协调发展和可持续发展的原则,受建设单位委托,2007年3月,甘肃省环境科学设计研究院编制完成了《白龙江喜儿沟水电站工程环境影响报告书》。2007年4月19日,甘肃省环境保护厅以“甘环自发[2007]27号”对该工程环境影响报告书进行了批复。

1.4.2 工程设计过程回顾

2006年6月，中国水电顾问集团西北勘测设计研究院编制完成了《白龙江喜儿沟水电站工程可行性研究报告》。2007年4月19日，甘肃省环境保护厅以“甘环自发[2007]27号”对该工程环境影响报告书进行了批复。2012年8月10日，甘肃省发展和改革委员会以“（2012）甘发改能源函字第1274号文-对白龙江喜儿沟水电站项目进行了核准。

1.4.3 竣工环保验收历程回顾

根据《中华人民共和国环境保护法》及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环保局第13号令）等有关规定，工程建设单位华能舟曲水电开发有限公司委托兰州洁华环境评价咨询有限公司承担该工程的竣工环境保护验收调查。在对喜儿沟水电站工程进行了实地踏勘，收集工程设计资料、工程竣工验收、环境监测数据等有关资料，对工程周边环境敏感点分布情况、环保措施执行情况、生态恢复状况、水土保持状况、污染治理设施运转情况等进行了重点调查此基础上，编制了《白龙江喜儿沟水电站工程竣工环境保护验收调查报告》。2016年8月，原甘肃省环境保护厅以“关于白龙江喜儿沟水电站工程建设项目竣工环境保护验收合格的函”（甘环验发[2016]17号）完成了工程环保验收。

2 水电站工程概况

2.1 工程概况

名称：白龙江喜儿沟水电站工程

工程地点：喜儿沟水电站位于甘肃省舟曲县憨班乡的白龙江干流上。

工程规模：电站总装机容量 72MW，单机容量 24MW，属三等（中型）工程，属引水式电站，开发任务为发电。

白龙江喜儿沟水电站工程概况见下表。

表 2-1 白龙江喜儿沟水电站工程概况表

序号	类别	内容	备注
1	工程名称	白龙江喜儿沟水电站工程	/
2	建设性质	新建	/
3	工程投资	11.72 亿元	/
4	劳动定员	工程运营期电站定员为 25 人	/
5	工程建设单位	华能舟曲水电开发有限公司	
	工程设计单位	中国水电顾问集团西北勘测设计研究院	/
	工程监理单位	长江三峡技术经济发展有限公司	/
	工程施工单位	中国水电建设集团十五工程局有限公司	首部枢纽工程标段
中国水利水电第五工程局有限公司		发电引水隧洞及调压井工程标段、发电厂房工程标段	
甘肃省水利水电工程局		机电安装标段	
6	建设位置	喜儿沟水电站位于甘肃省舟曲县憨班乡的白龙江干流上。地理坐标为：东经 98°01'~98°20'，北纬 39°27'~39°35'。	/
7	电站运行方式	连入甘肃电网统一运行	/

2.2 工程任务及建设规模

(1) 开发任务

白龙江喜儿沟水电站工程为无调节引水式水电站，电站没有灌溉、航运、防洪等综合利用要求，开发任务是发电，以满足甘肃省电网及甘南、陇南两地州持续、高速增长的电力、电量需求。

(2) 建设规模

电站总装机容量 72MW，单机容量 24MW，年发电量 3.13 亿 kw h，属三等（中型）工程。

2.3 主要工程内容及建筑物

2.3.1 电站平面布置

喜儿沟水电站主体工程由大坝枢纽、引水系统、发电厂房三部分组成。平面布置如图所示。



图 2-1 喜儿沟水电站总平面布置图

2.3.2 主要工程建设内容

表 2-2 白龙江喜儿沟水电站工程建设内容

序号	工程项目	主要内容	一致性分析
1	主体工程	左副坝为混凝土重力坝，共分 6 个坝段，靠近左坝肩的坝段长度为 17m，其余均为 15m。坝顶高程 1540.50m，坝长 92.0m，坝顶宽 8.0m。 右副坝为混凝土重力坝，共 1 个坝段，坝段长度为 33.5m，坝顶高程 1540.50m，坝长 92.0m，坝顶宽 8.0m。	与环评报告一致
		泄水建筑物有泄洪排沙闸、生态放水孔。根据泄水建筑物运行要求及设计原则，相应设置 3 孔 8.0m×14.0m 的泄洪冲砂闸和 2 孔直径为 80cm 的生态放水孔。	与环评报告一致
		电站进水口布置在白龙江右岸，位于右副坝的上游；电站引水系统布置在右岸，引水隧洞为有压洞，隧洞设计断面为圆形，衬砌后直径为 7.5m，从进水口至调压井隧洞长度 8393.0m，引水隧洞设计引用流量 141.0m ³ /s；由于引水隧洞洞线较长，水头较低，电站引用流量较大，采用圆筒简单式调压井结构最简单；压力钢管布置在调压井之后，采用竖井式。直径为 5.8m，上水平段长度 27.1m，竖井段长度 32.3m，下水平段长度 55.2m。	与环评报告一致
		喜儿沟水电站为岸边式地面厂房，为三等中型工程；主厂房内安装 3 台混流式水轮发电机组，单机容量 24MW，引用流量 141.0m ³ / s 主厂房长 42.0m，宽 17.9m，高 35.4m。	与环评报告一致
		本阶段推荐采用 GIS 封闭式组合电器开关站，布置在主副厂房右侧，平面面积 22.9m×12m，高 10.5m，为钢筋砼结构。	与环评报告一致
		正常蓄水位 1538m，水库库容 131 万 m ³	与环评报告一致
2	辅助工程	管理房屋建筑面积 7180m ² ，主要布置在厂房上游约 1.0km 处的右岸滩地上，S313 线从旁边经过，交通便利。	与环评报告一致

3 区域环境

3.1 流域规划概况

3.1.1 流域基本情况

白龙江是嘉陵江上游最大的一条支流，属长江二级支流，河流在甘肃境内河长 475km，流域面积 27204km²，天然落差 2671m，平均比降 5.62%，干流水利资源理论蕴藏量 1659MW。

舟曲以上为白龙江上游，平均海拔 3500m，属甘南高原山区，森林茂密，植被良好，由于过度森林采伐，植被较差，水土流失严重。上游区内高山重迭，河道狭窄，河床坡度较陡，水流湍急，沿河经常出现山地滑坡及泥石流。

3.1.2 流域梯级开发概况

2004 年 9 月西北勘察设计院编制了《白龙江干流尼什峡至沙川坝河段梯级开发规划调整报告（审查修改稿）》，该报告是在 1994 年规划的基础上进行的。

- （1）将腊子沟口分为花园、水泊峡和代古寺（低坝）三级开发；
- （2）将沙川坝分为喜儿沟、凉风壳、沙川坝（低坝）三级开发；
- （3）原凉风壳水头没有很好利用，将该河段分为凉风壳和立节二级开发；
- （4）将当时正在建设的尼傲加尕水电站和将要建设的卡坝班九水电站列入梯级开发规划。

根据上述规划，喜儿沟水电站与规划报告中规划建设的电站位置、总体布局基本一致，核算确定装机容量为 72MW，以充分利用水资源，与流域梯级规划合理有效利用水资源的原则相符合。

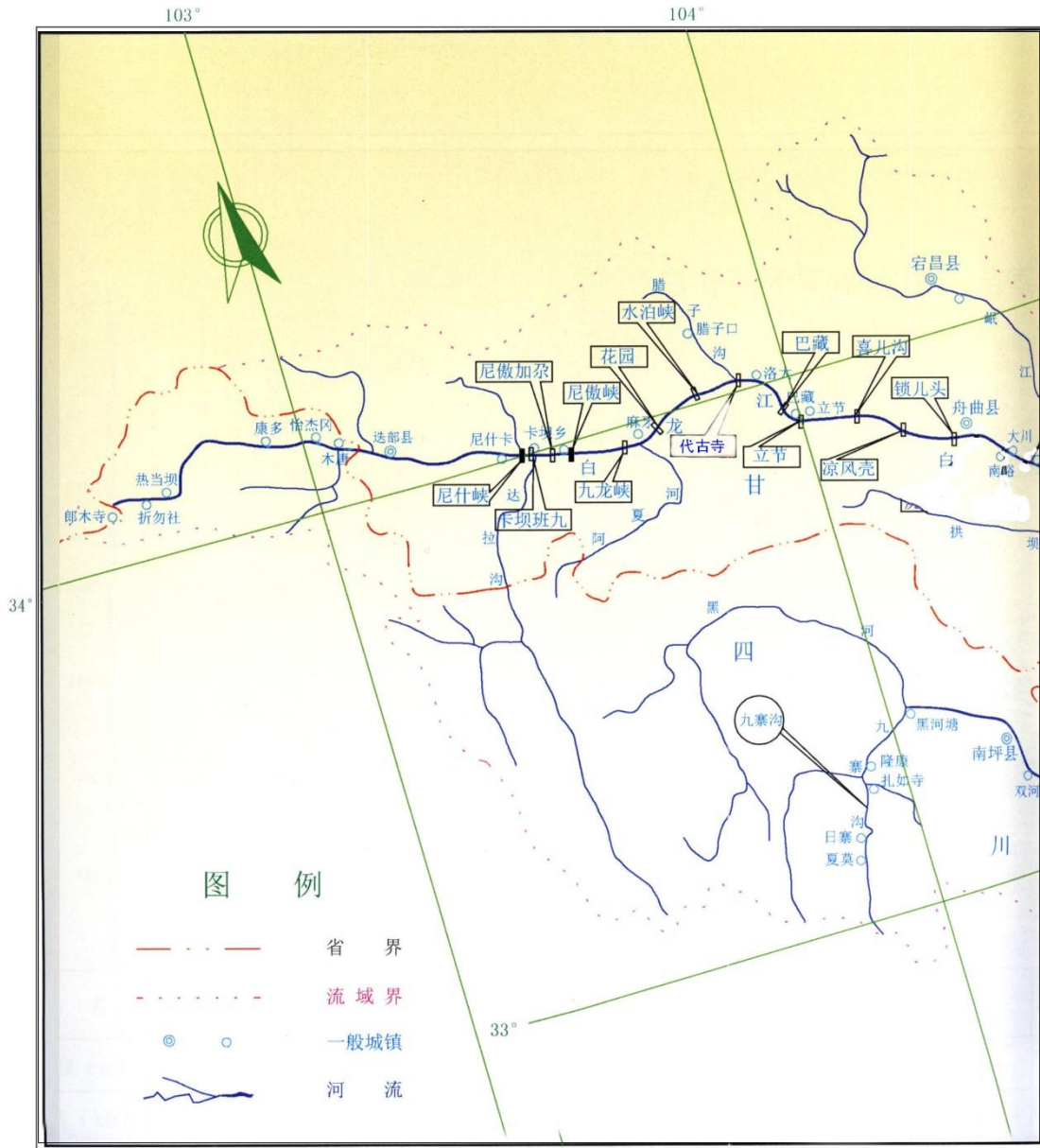


图 3-1 白龙江干流尼什峡——沙川坝河段水电梯级开发规划图

3.2 工程地理位置

喜儿沟水电站位于甘肃省舟曲县憨班乡的白龙江干流上。地理坐标为：东经 98°01'~98°20'，北纬 39°27'~39°35'。距兰州市公路里程 403km，坝址距上游迭部县城公路里程 129km，距下游舟曲县城公路里程 28km。坝址左岸有两（两河口）~郎（郎木寺）公路通过，该省道向西经迭部县城与 213 国道相连，向东与 212 国道相连，交通条件便

利。

舟曲县位于甘肃南部，甘南藏族自治州东南部，介于东经 $103^{\circ}51'30''-104^{\circ}45'30''$ ，北纬 $33^{\circ}13'-34^{\circ}1'$ 。东邻武都县，北接宕昌县，西南与迭部县、文县和四川省九寨沟县接壤。海拔高度在 1173-4504m 之间，东西长 99.4 公里，南北宽 88.8km。总土地面积 3009.98km²。

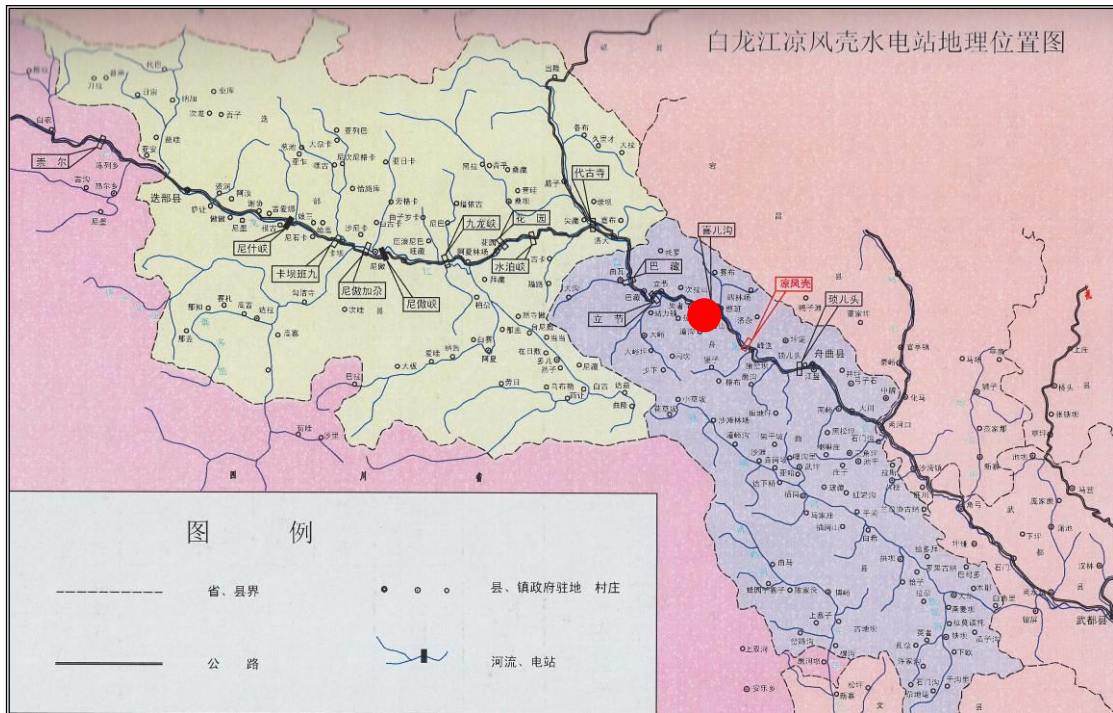


图 3-2 白龙江喜儿沟水电站地理位置图

3.3 环境概况

(1) 地形地貌

舟曲县总体上属秦岭山系、区内山峦重叠，岭峻谷深，沟壑纵横，谷道狭窄，坡陡流急，山多川少，山地占总面积的 87.7%。地势自西北向东南倾斜，西北高、东南低，部分山段岩石裸露。海拔高度在 2100—2800 米之间。项目区地质构造断裂发育，通风透气透水性好，风化较强烈，从而形成较松软的风化表层，在暴雨或地质作用的影响下，造成滑坡和崩塌，进而形成泥石流和滑坡。地形地貌复杂，山大坡陡，地表破碎，山体平均坡度大于 25。陡坡耕地和毁掉植被的山坡都为产、

汇流提供了有利条件，降水来不及下渗就形成了地表径流，地表径流速度快，侵蚀作用强烈。

(2) 地质特征

工程区属西秦岭地层区，除上侏罗统、上白垩统和第三系地层未见出露外，从下

古生界的志留系~新生界的第四系均有出露。工程位于秦岭褶皱系~西秦岭南部印支褶皱带，北以临潭~宕昌断裂带与西秦岭北部华力西褶皱带分界，南以玛曲~石坊~岸门口~略阳断裂带与松潘~甘子地槽系毗邻，构造线方向呈 NWW~SEE 展布，南北宽大于 40km，东西长大于 200km。

(3) 气候气象

舟曲县属温暖带湿润区，具有明显的季风气候。其特点：寒暑交替明显，四季分明，冬无严寒，夏无酷暑。降水少而不均匀。受地形影响，高山与河谷气候垂直变化明显。根据舟曲县气象站多年气象资料统计：

多年平均气温：	13.0℃
极端最高气温：	35.2℃
极端最低气温：	-10.2℃
多年平均降雨量：	435.8mm
多年平均蒸发量：	1972.5mm
多年平均（相对）湿度：	59%
最大（相对）湿度：	70%
最小（相对）湿度：	48%
风向：	SSE
多年平均风速：	2.1m/s
最大风速：	12m/s
平均年霜日数：	45.9 日

平均年日照时数： 1766.3h

最大冻深度： 24cm

(4) 水文状况

工程所在流域白龙江，是嘉陵江的一级支流，发源于秦岭西延部分的岷山郎木寺以西的郭尔莽梁北麓，流经甘、川两省。根据水文站统计资料，白龙江多年平均流量 $94.6\text{m}^3/\text{s}$ ，最大流量 $450\text{m}^3/\text{s}$ （1985 年），最小流量 $21.5\text{m}^3/\text{s}$ （1995 年），最大月平均流量 $288\text{m}^3/\text{s}$ （9 月），最小月平均流量 $25.2\text{m}^3/\text{s}$ （2 月），多年平均含沙量 $0.631\text{kg}/\text{m}^3$ ，最大月含沙量 $1.15\text{ kg}/\text{m}^3$ （9 月），最小月含沙量 $0.010\text{kg}/\text{m}^3$ （12 月）。

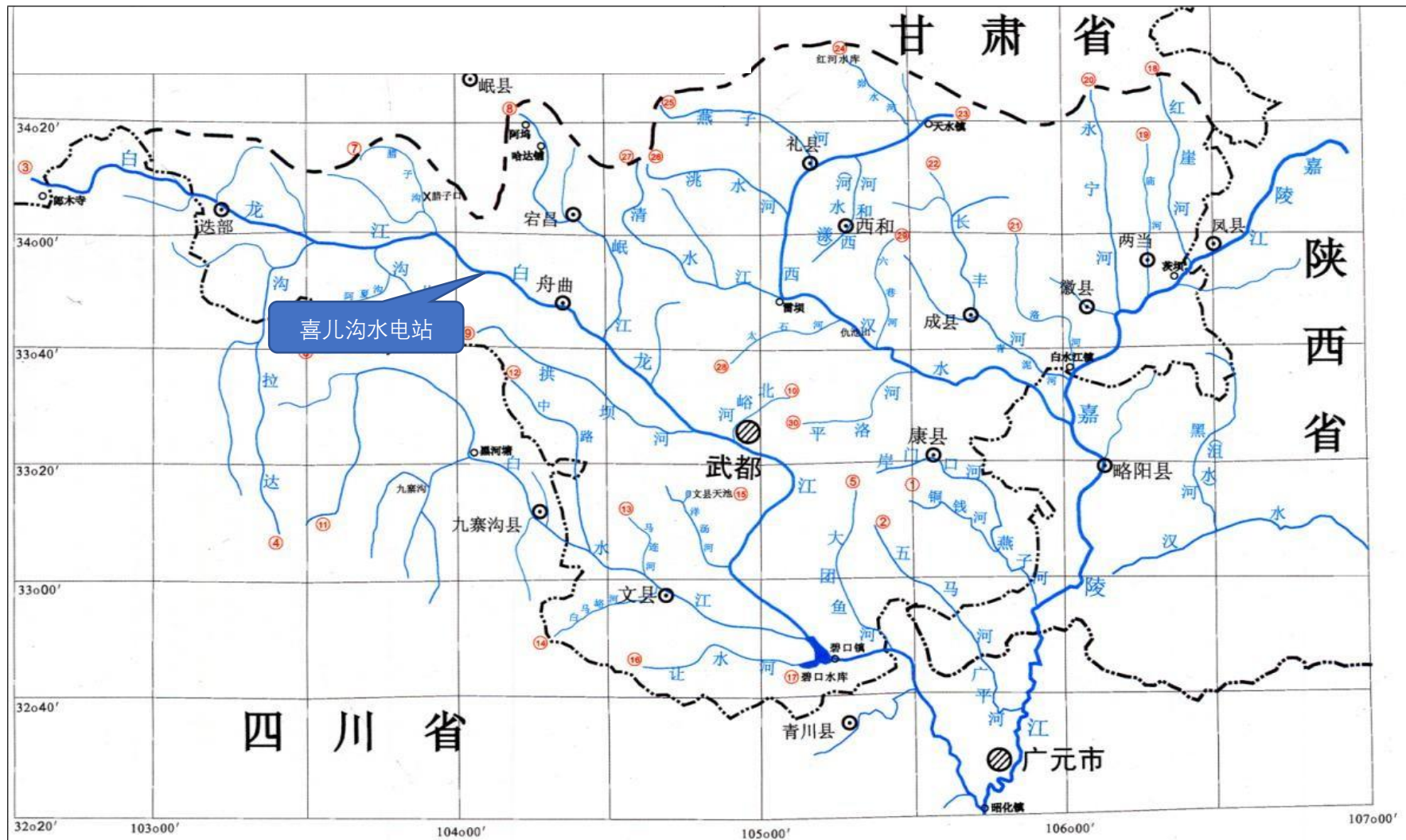


图 3-3 区域水系图

（5）土壤植被

舟曲全县土壤基本上为石质山地，全县土壤共有 4 类，二十七种土种。其分布因海拔高度和坡向不同变化。从高山到河谷依次为：亚高山草甸土类、山地棕壤土类、褐土类及潮土类。土层厚度受坡度影响较大，缓坡厚、陡坡薄、急险破浅薄以至岩石裸露。河谷地带土壤熟化度较高，养分含量丰富，质地疏松，透气性能良好。半山地带一般干旱缺水，有机质含量低，N、P 缺乏，土壤质地轻，土层薄，易造成水土流失，阳坡更为严重。在河坝川地，分布着褐土性土和潮土，主要为农用地，pH 值一般在 7.5-8.5 之间。

舟曲全县植被受气候和地貌影响类型较多，从亚热带常绿树种到高寒带区的暗针叶林均有分布。森林垂直分布明显，依海拔高度从高到低依次分布为高山矮林林带、暗针叶林林带、针阔混交林带、阔叶混交林带等。主要乔木种有：冷杉、云杉、落叶松、华山松、油松、柏木、红桦、白桦、栎类和山杨等；主要灌木种类有：杜鹃、箭竹、忍冬、绣线菊、蔷薇、悬钩子、小檗、山柳、珍珠梅和栒子等；主要地被物有：苔草、藓类、蒿类、蕨类及禾木科草类等。

4 常见鱼类保护措施

4.1 水电站鱼类保护措施

4.1.1 过鱼措施

过鱼措施可以疏通洄游通道，帮助洄游性鱼类完成其生活史，或增强非洄游性鱼类上下游的种质交流。过鱼设施可以分为上行过鱼设施和下行过鱼设施两大类。上行过鱼设施的一般原理是通过开通一条水路或将鱼诱捕在一个水箱里然后运送到上游去（升鱼机或卡车运输），使集中在下游某一位点的洄游鱼类进入上游。为溯河产卵鱼类及河川洄游鱼类通过大坝而设计的上行过鱼措施，主要有鱼道、升鱼机、鱼闸、集运鱼船。只有在欧洲、日本、新西兰和澳大利亚为降河产卵鱼类（如鳗鲡）设计了特殊鱼道，普遍采用的下行过鱼设施有栅栏、三角形支架以及与表层过道相连接的天窗。

4.1.1.1 鱼道

鱼道是在闸、坝或天然障碍处为鱼类洄游而兴建的一种过坝设施，是减缓大坝阻隔影响的重要工程措施之一。巴西伊泰普水电站鱼道每年可帮助 40 多种鱼洄游产卵，已成为巴西其他一些水电站的范例。美国邦纳维尔等鱼道自 1938 年起至今，已连续监测 74 年，监测显示，近 10 年年均过鱼量达到 520 多万尾。我国鱼道研究和建设虽然起步较晚，但过鱼效果也很明显，广西长洲水利枢纽鱼道试运行期间过鱼 18 种，日过鱼量高达 3798 尾。广东连江西牛航运枢纽鱼道年过鱼量可达 7 万余尾鱼道具有适用鱼种广，运行维护方便等优点，但一般只适用于低坝。

4.1.1.2 升鱼机

早期的升鱼机是用缆车起吊的捕鱼器，后改为将鱼类捕获后集中在较大盛鱼容器中，用专门的设备转运过坝，称为升鱼机。俄勒冈州

134m 高的 Round Butte 坝采用索道吊罐系统运鱼过坝，运输距离达 182m。Francfort 等曾分析美国 16 个水利工程的过鱼设施的过鱼效果，认为 Conowingo 坝的两个升鱼机在使 Susquehanna 河的鲱鱼种群从 1984 年的 4000 尾增长到 1992 年 8000 尾的资源恢复过程中发挥了重要作用。

4.1.1.3 鱼闸

鱼闸的工作原理和运行方式与船闸相似，其结构包括位于下游和上游的闸室，以及连接 2 个闸室的斜或竖直的涵管，上下闸室各有自动的开关。鱼类在借助鱼闸过坝时，先要被吸引进入下游闸室停留，在下游闸室封闭后随 2 闸室间的涵管水位上升而上升，进入上游闸室并在其被排空前进入水库。英国的奥令鱼闸最大提升高度 41 m，爱尔兰香农河上阿那克鲁沙鱼闸净高 34 m，平均工作水头 28.5m，苏联伏尔加河上的伏尔加格勒鱼闸，水位差 27.5 m。与鱼道相比，鱼闸的容量有限，且不能连续运行，每次过鱼的数量有限，因而效果不佳，有逐步被淘汰的趋势。

4.1.1.4 集运鱼系统

集运鱼系统由集鱼船和运鱼船两部分组成，集鱼船驶至鱼类集群水域，打开两端，水流通过船身，并采用补水措施调节进口流速，以诱鱼进入船内，再通过驱鱼装置将鱼驱入紧接在其后的运鱼船。运鱼船可通过船闸过坝，将鱼放入适当水域，在没有设置船闸的大坝，可以将鱼从活渔船中转入活鱼车，转运到合适的水域放流。在顿河支流内马内奇河口枢纽进行的试验中，8 天就收集了鲱、鳊、梭鲈等鱼 2.5 万尾。国内目前已开展相关试验型研究，彭水水电站集运鱼系统已建成，集运鱼效果有待进一步观察。

4.1.2 人工增殖放流

人工增殖放流就是通过对目标种类进行人工繁殖、培育等技术手段，提高鱼类早期成活率，向特定水域投放一定数量的补充群体，从而实现目标种类资源量的恢复和增殖人工增殖放流适用鱼种广，运行管理较为方便且适应于各种坝，技术运用较为成熟，该法是目前补偿水利水电工程对鱼类资源影响的有效方法之一。

20 世纪 80 年代，我国在葛洲坝水利枢纽建设时采取了人工增殖放流的方法解决中华鲟等珍稀鱼类的保护问题目前在全国多处流域，均建有人工增殖放流站，投入运行的主要还有向家坝、索风营、光照、龙开口、糯扎渡、瀑布沟、公伯峡、功果桥等水电站鱼类增殖站，每年开展规模不等的珍稀特有鱼类放流。

4.1.3 栖息地保护

栖息地保护是通过对河流开发过程中保留一定比例的天然河段，辅以支流保护相结合，划定鱼类保护区，为鱼类提供摄食场地、繁殖场、生长空间。栖息地保护是河流水利水电开发保护措施的首选，也是保护鱼类自然资源的最有效措施。

针对三峡水库和金沙江溪洛渡、向家坝水电站工程建设的影响，2005 年，将向家坝水电站坝址以下至三峡水库回水末端长约 380km 的干流江段、一级支流赤水河约 430km 的干流江段，以及一邻近支流的河口或下游段，划为长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区。大渡河干流水电梯级开发规划环境影响评价，在各梯级电站之间保留了约 50km 的天然河段，将双江口水电站库尾以上的脚木足河川陕哲罗鲑集中分布河段、瀑布沟水电站库区 4 个区域、安谷水电站下游青衣江、峨眉河和汇口以下大渡河段作为替代生境进行保护，为鱼类提供足够的摄食场地、繁殖场、生长空间和庇护所。

4.2 我国鱼道建设的兴起及发展

1958年，在规划开发富春江七里垅水电站时，首次提及建设鱼道，自此之后我国过鱼设施建设进入初步发展阶段。从1958年到20世纪80年代，我国陆续兴建了湖南洋塘鱼道、安徽裕溪闸鱼道和江苏浏河鱼道等40座以上的过鱼设施，主要为结构型鱼道，且大多位于东部沿海、长江下游沿江平原地区的低水头闸坝。由于当时技术尚处于探索阶段，鱼道运行效果不理想，普遍存在有水无鱼、鱼道淤塞、鱼道利用效率不高等现象。

20世纪80年代初期，“葛洲坝救鱼之争”最终采用繁殖放流取代过鱼设施，此后的20年间，较多水利工程对鱼道采取“弃而不用”的态度，除1990年绥芬河下游三岔口渠首拦河坝增设鱼道外，几乎未再修建鱼道工程，已建的鱼道工程也基本停用或废弃，鱼道研究发展历史呈现空白期。

进入21世纪后，可持续发展的思想使人认识到水利水电工程建设与鱼类保护和谐发展的重要性，鱼道研究和建设工作得以恢复并快速发展。我国先后颁布多项法律、法规和政策指南，提出建设过鱼设施、保护鱼类生境等要求。随着水电工程的建设热潮，水头较低或水头中等的水电建设项目，设计阶段都积极开展鱼道或仿自然通道措施研究，对水头较高的水电建设项目，研究采取鱼道、升鱼机、集运鱼系统或不同组合方式的过鱼措施。

4.3 我国鱼道建设相关环境管理要求

随着水利水电工程开发对河流鱼类资源影响认知的不断深入，我国出台了一系列重要的生态保护指导性文件。2006年1月9日，原国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函[2006]11号），

2014年5月10日，环境保护部和国家能源局联合下发了《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），两份文件都明确提出：河流筑坝工程应采取科学合理的过鱼措施，充分论证过鱼方式，认真落实过鱼措施，并加强运行期过鱼效果观测，优化过鱼设施的运行管理。

2001-2005年，水电工程环评报告中鱼类保护措施相对薄弱，尤其以鱼道为代表的过鱼措施很少；2006年，《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》发布后，水电工程环评报告中鱼类保护措施开始强化；2010年后，以过鱼设施、增殖放流和栖息地保护相结合的鱼类保护体系成为常态。

2001-2016年经环境保护部审查的水电建设项目环境影响报告中鱼类保护措施的情况。在统计的98个水电建设项目中，共采取了44个过鱼设施。这些过鱼设施涵盖鱼道、集运鱼系统、网捕过坝和升鱼机等多种形式，其中19个水电工程在设计阶段采用了鱼道，约占过鱼设施的43.2%。可见，随着环境保护部对鱼类保护要求的提高及相关指导性文件的发布，环评报告中过鱼措施的技术论证和关键技术研究得到了充分重视和加强。

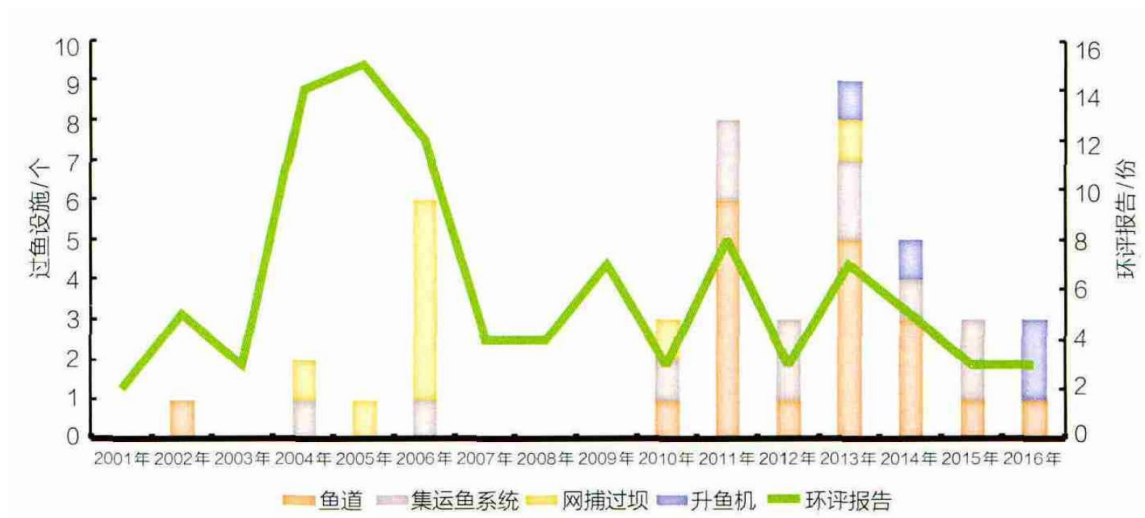


图 4-1 2001-2016 年环境保护部审查的水电建设项目环评报告中的鱼类保护措施

4.4 我国鱼道建设及运行效果

4.4.1 鱼道建设现状

通过调查国内相关水电站鱼道资料文献:从鱼道设计类型来看,在调查的 19 座水电工程鱼道中,丰满水电站(升鱼机+垂直竖缝式鱼道)、两河口水电站(鱼道+升鱼机+索道运输+运渔船)、杨房沟水电站(鱼道集鱼系统+公路轨道提升+放鱼船)、卡拉水电站(鱼道集鱼系统+公路轨道提升+放鱼船)、苏洼龙水电站(鱼道+升鱼机+集运鱼系统) 5 个水电站采用了组合式过鱼设施;其他有 14 个水电站均采用独立鱼道形式过鱼,其中竖缝式鱼道为 9 座(占 64.3%),横隔板式鱼道 2 座(14.3%),仿自然+人工鱼道 3 座(21.4%)。

从主要过鱼对象来看,目前鱼道涉及过鱼对象多为《中国濒危动物红皮书鱼类》珍稀濒危鱼类(如岩原鲤、长薄鳅、中臀拟鲮等)、地方重点保护鱼类(如裸体异鳔鳅、鲈鲤、长丝裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、青石爬鮡及中华鮡等),相对于国外鱼道的主要过鱼对象为鲑、鳟以及具有较高经济价值的洄游性鱼类,国内鱼道的主要过鱼种类较多,且与国外相比具有明显差异性,在鱼道设计过程中需要考虑的设计参数也更为复杂。

表 4-1 2001-2016 年环境保护部审查的水电工程项目中鱼道实施情况

序号	项目名称	地理位置	所在河流	主要过鱼对象	鱼道型式
1	安谷水电站	四川省乐山市	大渡河	瓦氏黄颡鱼、泉水鱼、切尾拟鳞、鲃、长鳍吻 鮰、长薄鳅、大鳍鱧、黄颡鱼	仿自然通道+竖缝式 鱼道
2	狮泉河水电站	西藏阿里地区	印度河	裂腹鱼亚科、条鳅亚科	竖缝式鱼道
3	沙坪二级水电站	四川省乐山市	大渡河	裸体鳅鲇、重口裂腹鱼、青石爬鮡、大渡白甲 鱼、侧沟爬岩鳅	竖缝式鱼道
4	枕头坝一级水电站	四川省乐山市	大渡河	裸体鳅鲇、重口裂腹鱼、青石爬鮡、大渡白甲 鱼、侧沟爬岩鳅	竖缝式鱼道
5	丰满水电站	吉林省吉林市	第二松花江	日本七鳃鳗、鳊、银鲴、细鳞鲴、翘嘴鲌、蒙古 鲌	升鱼机+竖缝式鱼道
6	新集水电站	湖北省襄阳市	汉江	鳊鲴、多鳞白甲鱼、细尾蛇鮰及草鱼、青鱼、 鲢、鳙、鲮鱼、鳊等	竖缝式鱼道
7	旬阳水电站	陕西安康市	汉江	蒙古鲌、赤眼鲟、翘嘴鲌、草鱼、鳊	竖缝式鱼道
8	多布水电站	西藏林芝县	尼洋河	巨须裂腹鱼、异齿裂腹鱼、拉萨裂腹鱼、尖裸鲤	竖缝式鱼道
9	井冈山水电站	江西省吉安市	赣江	草鱼、青鱼、鲢、鳙、鳊、鳊、银鲴	横隔板式鱼
10	白河水电站	陕西省白河县	汉江	青鱼、草鱼、鲢和鳙的亲体和成体	横隔板式鱼
11	两河口水电站	四川省甘孜州	雅砻江	短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、裸腹叶 须鱼、厚唇裸重唇鱼、软刺裸裂尻鱼、梭形高原	鱼道+升鱼机+索道 运输+运渔船

				鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、细尾高原鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡	
12	金川水电站	四川省阿坝州	大渡河	大渡软刺裸裂尻、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡、高原鳅	天然河段+人工隧洞
13	杨房沟水电站	四川省凉山州	雅砻江	鲈鲤、长丝裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、松潘裸鲤、青石爬鮡、黄石爬鮡、中华鮡、长薄鳅、裸体异鰈鳅鮓	竖缝式鱼道集鱼系统+公路轨道提升+放鱼船
14	硬梁包水电站	四川省甘孜州	大渡河	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡	仿自然通道+竖缝式鱼道
15	绰斯甲水电站	四川省阿坝州	大渡河	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、大渡软刺裸裂尻鱼	竖缝式鱼道
16	金沙水电站	四川省攀枝花市	金沙江	胭脂鱼、圆口铜鱼、长薄鳅、长鳍吻鮡、岩原鲤、鲈鲤、四川白甲鱼、泉水鱼	竖缝式鱼道
17	苏洼龙水电	四川省甘孜州	金沙江	长丝裂腹鱼、短须裂腹鱼、四川裂腹鱼、黄石爬鮡	上行：竖缝式鱼道+升鱼机 下行：集运鱼系统
18	卡拉水电站	四川省凉山州	雅砻江	鲈鲤、长丝裂腹鱼、细鳞裂腹鱼、松潘裸鲤、青石爬鮡、黄石爬鮡、中华鮡、长薄鳅、裸体异鰈鳅鮓	竖缝式鱼道集鱼系统+公路轨道提升+放鱼船
19	伏龙口水电站	四川省宜宾市	横江	岩原鲤、墨头鱼、白甲鱼、中华倒刺鲃	竖缝式鱼道

4.4.2 已建鱼道运行效果

在国内，尽管水电工程过鱼设施的设计、建设正在“如火如荼”地进行，然而围绕过鱼设施运行的效果监测尚未系统、全面地开展，缺乏对过鱼设施有效性评估的基础监测资料。对国内部分已建鱼道的运行时间、主要过鱼对象、运行效果进行分析，见下表。

表 4-2 部分水利工程已建鱼道过鱼效果统计

序号	项目名称	所在河流	鱼道类型	运行时间	主要过鱼对象	运行效果
1	广西长洲水利枢纽鱼道	珠江流域西江干流	横隔板式	2009 年	中华鲟、鳊、花鳊	试运行期间过鱼 18 种，优势种群为刺眼鲮、瓦氏黄颡鱼、鲮鱼。主要过鱼对象目前尚未能观测到。根据 2011—2014 年监测结果，捕获累计 40 种，鱼道中优势种为瓦氏黄颡鱼、赤眼鲮、鳊条等，出现洄游性种类有花鳊、鳊、弓斑东方鲀及四大家鱼，其中鲮的数量较多。
2	连江西牛航运枢纽鱼道	连江干流	垂直竖缝式	2011 年	鮡类、鲤、宽鳍鱲、马口鱼、斑鳊	2011 年试运行中过鱼种类 17 种，其中斑鳊和银鮡约占总尾数 80%，大部分为过鱼对象。2012 年 3—8 月累计监测到 38 种鱼类，银鮡、乐山小鳊、子陵吻鰕虎等小型鱼为优势类群，其中以银鮡最多，约占总尾数 38.25%。捕获鱼类为定居性鱼类为主，江河洄游性鱼类仅有草鱼 1 尾，河口长途洄游鱼类未监测到
3	老龙口水利枢纽鱼道	挥春河	垂直竖缝式	2009 年	马苏大麻哈鱼、大麻哈鱼	老龙口鱼道运行时间较短，缺乏效果监测资料，通过鱼道的鱼类种类和数量暂无统计数据。现场由观察室发现有 5 至 8 种鱼类通过鱼道上溯，但未发现马苏大麻哈鱼、大麻哈鱼等

						主要过鱼对象。
4	青海湖沙流河鱼道	沙柳河	阶梯型鱼	2006年	青海裸鲤	考虑到裸鲤游泳与跳跃能力相比较小，2008年、2010年数次改进，监测高峰时段通过鱼道上溯裸鲤亲鱼 37~39 尾/分，同方向铺设挡水板每分钟通过鱼道上溯裸鲤亲鱼 37 尾，相对交替铺设挡水板每分钟通过鱼道上溯裸鲤亲鱼 39 尾，过鱼效果良好。
5	湖南洋塘鱼道	湘江涨水	横隔板式	1980年	草鱼、鲤、黄尾鲮、赤眼鳟、青鱼、细鳞斜颌鲷、银鲷等	1981-1983年期间 145 天的监测，过鱼种类达 5 目 13 科 33 属 45 种，过鱼数量达 128 万余尾。 1984 年以后洋塘鱼道基本停止运行。

4.5 我国鱼道建设和运行存在的主要问题

4.5.1 鱼道建设和运行管理规范缺失

《中华人民共和国水法》《中华人民共和国渔业法》等法律法规都提出河流上修建永久性拦河闸坝，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施。当前法律法规强调过鱼设施建设的必要性，对过鱼设施的技术要求、管理要求、效果监测等没有提出相应规定。在建设项目环境影响评价、验收审查等环节，对流域梯级连通性恢复并没有明确法律规范支撑，设计单位对鱼道设计的深度、尺度存在困惑，建设单位因为缺乏相关管理规范支撑，影响鱼道运行效果。

4.5.2 鱼道设计缺乏系统性考虑和适宜性研究

从国内水利水电工程环评技术资料来看，鱼道作为鱼类保护措施的一个“要件”，还停留在为了主体工程建设而设计的阶段，远未达到从自然生态系统出发进行鱼道设计的层面，鱼道设计缺乏与自然的和谐性和适宜性研究。例如，目前几乎所有鱼道设计，均基于消能原理降低水流速度实现鱼类洄游，一些河流虽然在坝址处建设了鱼道，但诱鱼效果不佳，鱼儿不愿进入鱼道。因此，在提出鱼道措施时，应从工程特性、河流特征、鱼类种类资源、地形地貌等诸多因素全局考虑，因地制宜、因势利导地修建鱼道，使鱼道建成后能够与工程所在区域的自然环境融合，具有较高的自然和谐性，即与工程和谐、与水流和谐、与鱼类和谐。

4.5.3 科研基础工作薄弱、经验不足

我国鱼类种类繁多，生态习性多样，河流空间跨度大，江河上下游生态环境差异明显。设计过鱼设施需考虑区域生态、河流水文、鱼类生境等的差异性，首先应满足鱼类行为习性和生理机能的基本需求。长期

以来，我国对水生生物的基础研究比较薄弱，鱼类的生态习性、游泳能力、原型生境要素的监测等资料严重不足甚至缺失。简单地模仿其他国家过鱼设施建设技术，甚至凭经验规划设计、建设过鱼设施，过鱼效果不能得到良好的保障。

4.5.4 对鱼道运行缺乏监测评估，无法为后续的工作提供支撑

鱼道等过鱼设施投入运行后，通常会由于各种原因难以达到预期的效果，因此，对过鱼设施的效果监测就尤显重要。莱茵河上的 Iffezheim 水电站，于 1978 年建成投产发电，原有鱼道过鱼效果并不理想；1998-2000 年水电站重新建设了一条长 300 米、水头 11 米的新鱼道，2000 年建成投入运行后便发现了洄游鱼类，之后几年通过连续监测，每年有 7000~21000 尾鲑鱼回溯到上游。通过对过鱼设施的效果监测和评估，分析设计、建设过程中存在的问题，可以为鱼道功能完善和优化以及运行管理提供依据和积累经验，为设计提供实例参数。但目前，我国尚未开展系统的鱼道监测评估，鱼道过鱼情况等难以准确掌握。

4.5.5 鱼道运行维护及管理不到位，影响鱼道作用的发挥

此外，鱼道作为缓解水利水电工程对水生生态影响的环保设施，其后期监管涉及水利、水电、环保、渔业等多个部门。按照“谁破坏、谁恢复”的原则，水利水电工程建设单位应作为鱼道运行管理的责任主体。但实际情况多是，建设单位在机构设置上缺乏相关的专业管理部门，人员编制上缺少专业技术人员，即使鱼道按设计要求建成，由于缺乏专业部门和技术人员的管理、维护，鱼道很难发挥应有的过鱼功效。此外，当前鱼道运行的资金补偿、激励政策等缺乏制度保障，顶层设计尚显不足，仅依靠企业自发的社会责任，难于长期维持鱼道的有效运行和管理。

5 鱼类资源调查

鱼类资源现状调查数据来源于《白龙江喜儿沟水电站工程竣工验收水生生物调查监测报告》(甘肃丰源生态生物体系咨询中心, 2014年10月)。

5.1 库区鱼类资源现状调查

现场分别使用 30m×1.5m、30m×1m 的不同网目尺寸的三层刺网和 30m×1m 的不同网目尺寸的单层刺网 20 张, 地笼网 4 张, 诱捕采用 1.5—2.5m 长的密眼虾笼 4 套, 放入诱饵进行诱捕, 并辅以钓钩作业。黄昏下网、清晨起网, 连续进行了 7 天的实际捕捞作业, 共捕到和钓到鱼类 28 条, 渔获物的组成为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、鲤鱼、白缘鱼央、嘉陵裸裂尻鱼、棒花鱼、鲫鱼、泥鳅等 8 种。优势种群为鲤鱼、鲫鱼和重口裂腹鱼, 优势度较为明显。通过走访当地群众, 企事业单位职工和钓鱼爱好者, 白龙江喜儿沟库区除上述鱼类外, 偶能捕到前臀鲮、中臀拟鲮、裸腹片唇鲃、长薄鳅。同环境影响评价阶段相同。鱼类区系组成相对较为复杂, 有鲤形目的鲤科及鳅科和鲶形目的鲮科、鲃科和钝头鲃科。从起源上看, 既有属于古代第三纪区系复合体的种类, 也有属于中亚高原区系复合体的种类, 还有属于中印山区区系复合体的种类。

根据调查报告, 现场调查到喜儿沟水电站工程库区鱼类名录见下表。

表 5-1 喜儿沟水电站工程库区鱼类名录

序号	鱼类名称
1	重口裂腹鱼 <i>Schirothorax davidi</i> ;
2	中华裂腹鱼 <i>Schizothorax (Schizothorax) sinensis</i> ;
3	中臀拟鲮 <i>Pseudobagnus medianalis</i> ;
4	白缘鱼央 <i>Liobagnus marginatus</i> ;
5	前臀鱼兆 <i>Pareuchiloglanis anteanalis</i> ;

6	裸腹片唇鮡 <i>Plathsmacheilus nudientris</i> ;
7	鲤鱼 <i>Cyprisnas carpio</i> ;
8	鲫鱼 <i>Carassius auratas</i> ;
9	泥鳅 <i>Misgurnces anguiucaudatus</i> ;
10	长薄鳅 <i>Leptobotia elongate</i> ;
11	棒花鱼 <i>Abottina revularis</i> ,
12	嘉陵裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis kialingensis</i> 。

5.2 库区下游鱼类资源现状调查

同样，现场分别使用 30m×1.5m、30m×1m 的不同网目尺寸的三层刺网和 30m×1m 的不同网目尺寸的单层刺网 25 张，地笼网 6 张，诱捕采用 1.5—2.5m 长的密眼虾笼 6 套，放入诱饵进行诱捕。黄昏下网、清晨起网，连续进行了 7 天的实际捕捞作业(上述河段不适宜拖网作业)，辅以钓钩和撒网作业，减水河段共捕到和钓到鱼类 14 条，渔获物的组成为裸腹片唇鮡、白缘鱼央、棒花鱼、鲫鱼、泥鳅等 5 种。优势种群为鲫鱼、泥鳅，优势度较为明显。尾水河段共捕到和钓到鱼类 29 条，渔获物的组成为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、鲤鱼、白缘鱼央、嘉陵裸裂尻鱼、棒花鱼、鲫鱼、泥鳅、前臀鲢、中臀拟鲢等 10 种。优势种群为鲤鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和中华裂腹鱼，优势度较为明显。通过走访的当地群众、企事业单位职工和钓鱼爱好者，喜儿沟水电站减水河段目前几乎无鲤鱼、嘉陵裸裂尻鱼和重口裂腹鱼捕捞记录。尾水河段偶能捕到长薄鳅和裸腹片唇鮡，鱼类资源同环境影响评价阶段相同。

根据调查报告，现场调查到减水河段鱼类名录见下表。减水河段调查到的鱼类种类同库区。

表 5-2 减水河段鱼类名录

序号	鱼类名称
1	中臀拟鲢 <i>Pseudobagnus medianalis</i> ;
2	白缘鱼央 <i>Liobagnus marginatus</i> ;
3	前臀鱼兆 <i>Pareuchiloglanis anteanalis</i> ;

4	裸腹片唇鮡 <i>Plathsmacheilus nudientris</i> ;
5	鲫鱼 <i>Carassius auratus</i> ;
6	泥鳅 <i>Misgurnces anguicaudatus</i> ;
7	长薄鳅 <i>Leptobotia elongate</i> ;
8	棒花鱼 <i>Abottina revularis</i> ,

5.3 濒危、珍稀、保护鱼类资源现状

该水电站工程影响河段濒危、珍稀、保护鱼类只有甘肃省重点保护的水生野生动物重口裂腹鱼、前臀鮡、嘉陵裸裂尻鱼 3 种，无国家重点保护的水生野生动物和列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录一、附录二的物种。

根据 2014 年调查结果，在库区和尾水河段尚有一定的资源量，减水河段已很难见到重口裂腹鱼和嘉陵裸裂尻鱼。渔获物的比例、优势度、主要鱼类种群结构、资源量、鱼类多样性已经有了一定的变化。尾水河段濒危、珍稀、保护鱼类在渔获物中占有一定的比例，库区仍有捕捞标本，但濒危、珍稀、保护鱼类资源已不再是优势种群。

5.4 该段分布的主要土著鱼类的生活习性及食性

(1) 重口裂腹鱼 *Schizothorax davidi* (Sauvage)

地方名：重口、重口细鳞鱼（文县、武都）

分类地位：鲤形目、鲤科、裂腹鱼亚科、裂腹鱼属

地理分布：白龙江流域的舟曲、文县、武都

主要性状：背鳍 iii, 8 臀鳍 ii, 5 胸鳍 i, 18 腹鳍 i, 10 鳞式；下咽齿 2 行；2.3.5/5.3.2；第 1 鳃躬鳃耙：外侧 15-17，内侧 22-25；脊椎骨数 4+42。

体长为体高的 3.7-4.0 倍，为头长的 4.6-4.7 倍，为尾柄长为尾柄高的 1.3-1.4 倍。背鳍前距占体长的 52.5-54.5%。

体长而少侧偏，头钝锥形。口下位，呈弧形。下颌角质化较轻。下

唇较发达，分三叶，中叶极小，左右两侧叶较宽阔，唇后沟连续。须两对，前须末端伸达眼眶前缘或眼球中部的下方；后须末端伸至眼眶后缘下方或前鳃盖骨。鳞细小，排列整齐，肩区、臀鳍和肛门两侧具大型鳞片，胸部自鳃峡以后具明显的鳞片。侧线完全。背鳍刺不发达，近基部每侧有 8-12 枚锯齿；背鳍起点至吻端大于至尾鳍基部的距离。腹鳍起点一般与背鳍第一根分支鳍条相对。

下咽骨狭，弧形。下咽齿细长，末端尖弯，咀嚼面呈匙状。鳔 2 室，后室长为前室的 2 倍。肠短。腹膜黑色。

体背青灰色，腹部银白色，部分较小个体背部有黑色小斑点。尾鳍淡红色。

生活习性 & 食性：冷水性鱼类，常生活于水流湍急沙砾石底质河道弯曲的地带，能作短距离洄游。秋后向下游动，在河流的深坑或水下岩洞中越冬。8-9 月繁殖，繁殖期雄鱼头部出现白色珠星，稍巢乳白色或黑色，为一不透明的长帝状；雌鱼卵为橙黄色，分散排于水流较急的砾石堆中。食水生昆虫及其幼体，亦食小型鱼类和固着藻类。



重口裂腹鱼

(2) 中华裂腹鱼 *Schizothorax (schizothorax) sinensis*

地方名：鲮鳞鱼

分类地位：鲤形目，鲤科，裂腹鱼亚科、裂腹鱼属

地理分布：白龙江、白水江的舟曲、武都、文县

主要性状：背鳍 iii, 8 臀鳍 ii, 5 胸鳍 i, 17; 腹 i. 9。下咽齿 2.3.5/5.3.2:

第 1 鳃弓鳃耙：外侧 13-16，内侧 18-19；脊椎骨数 4+43+45。

体长为体高的 3.9-4.4 倍，为头长的 3.6-3.9 倍，为尾柄长的 6.2-6.9 倍；为尾柄高的 8.1-10.4 倍；头长为吻长的 2.5-3.0 倍，为眼径的 3.4-4.2 倍，为眼间距的 2.4-3.3 倍；尾柄长为尾柄高的 1.3-1.6 倍，为前须长的 3.5 倍。背鳍前距占体长的 51.0-56.4%。

体长而稍侧扁，头钝锥形。口下位，横裂，呈弧形。眼侧上位。下颌前缘有锐利的角质。下唇似新月形，表面有小乳突，唇后沟连续。须 2 对，较长，前须末端达或超过眼球中部的下方；后须末端伸至眼眶后缘的下方或延至前鳃盖骨前缘。侧线完全，前段稍弯曲，向后沿体轴中央直至尾基。鳞细小，胸部自峡部以后被细鳞。背鳍刺细弱，近基部有 5 枚锯齿；背鳍起点至吻端大于至尾鳍末端的距离。腹鳍起点在背鳍起点的后方。臀鳍起点位于腹鳍起点至尾鳍基部距离的中点。肛门近臀鳍起点。

下咽骨狭弧形。下咽齿细柱长，顶端尖而稍弯曲，咀嚼面状。鳃 2 室，后室长 2 倍于前室。肠短。腹膜黑色。体背暗灰或青灰色；腹部灰色或银白色；侧线以上的背部有很多小黑点。尾鳍沾红色，其余各鳍青灰色。

生活习性及食性：生活于河流的上游峡谷，水温较低的河段。常成水群逆水上游。杂食性。



中华裂腹鱼

(3) 中臀拟鲮 *Pseudobagrus medianalis*(Regan)

地方名：黄腊丁

分类地位：鲶形目，鲶科，拟鲶属

地理分布：白龙江流域的舟曲、武都、文县

主要性状：背鳍 i, 7; 臀 17-20; 胸鳍 i, 7-8; 腹鳍 i, 5。鳃耙 7-9; 脊椎骨 5+41-42。

体长为体高的 4.6-7.9 倍，为头长的 3.8-5.2 倍，为尾柄长的 4.8-5.9 倍；为尾柄高的 9.1-15.0 倍；头长为吻长的 2.9-3.6 倍，为眼径的 5.0-11.4 倍，为眼间距的 2.5-3.2 倍；尾柄长为尾柄高的 1.8-3.2 倍。背鳍前距占体长的 65.2%。

体长，头部平扁，背鳍以后部分侧扁；头顶被皮，枕突及背鳍基板隐于皮下。眼位头前部，中等大，侧上位。口亚下位。颌突出于下颌，上齿带稍向内倾斜。须 4 对，鼻须末端达眼后缘；上颌段达鳃盖膜；下颌外侧须达鳃孔，内侧者较短。鳃孔宽大，鳃膜不与峡部相连。侧线直。背鳍硬刺光滑，后缘有明显锯状齿，通常较背鳍刺短；腹鳍在雌性成体达臀鳍，雄体则不达，幼体达或近达臀鳍；脂鳍通常短于臀鳍或与之等长；尾鳍中央凹入。有显著幼年及两性差别，幼体相对较高，体侧斑纹显著；雌体短，腹部胀圆；雄体后躯侧扁，且长。

体背及两侧暗褐色，腹部较深。颈部有淡色横带纹；幼体侧斑显著。

生活习性及食性：栖息于山溪多砾石的流水中，以水生昆虫为食。

体长 130 毫米左右始达性成熟。卵量重约为体重的 23%，绝对怀卵量 1500 粒左右；卵巢中近 1/3 卵未成熟；卵径 1 毫米，卵黄沉积成熟的卵径 3 毫米。1 月末至 5 月产卵。



中臀拟鲮

(4) 嘉陵裸裂尻鱼 (*Schizopygopsis kialingensis* Tsao et Tun)

地方名：绵鱼

分类地位：鲤形目，鲤科，裂腹鱼亚科，裸裂尻鱼属

地理分布：省内见于玛曲、岷县、渭源、漳县、武山、碌曲、舟曲、武都、文县。跨嘉陵江上游、黄河及其主要支流洮河、渭河。

主要性状：背鳍 ii-iii, 8；臀鳍 ii-iii, 5；胸鳍 i, 14-19；腹鳍 i, 8-9；鳃耙 7-9；下咽齿 2 行 2.4/4.2, 或 3.4/4.3；第 1 鳃弓鳃耙；外侧 8-14, 内侧 13-19；脊椎骨 4+46。

体长为体高的 4.2-6.9 倍，为头长的 3.7-4.8 倍，为尾柄长的 5.4-6.5 倍，为尾柄高的 11.1-13.9 倍；头长为吻长的 2.7-3.6 倍，为眼径的 3.0-6.3 倍，为眼间宽的 2.7-3.8 倍；尾柄长为尾柄高的 1.9-2.4 倍。背鳍前距占体长的 48.1-52.2%。

体形长而稍侧扁。头钝锥形，吻稍圆。眼侧位。口裂弧形，下位。

下颌前缘角质弱。口须缺口。下唇细窄，唇后沟中断。体裸露无鳞仅在肩带部位有 3-5 行不规则的鳞片。臀鳞每侧 16-24 枚，行列前端达腹鳍基部。侧线完全，前段稍弯向腹侧，向后伸至尾柄中部。背鳍刺较弱；背鳍起点至吻端略小于至尾柄末端的距离。腹鳍起点和背鳍第 2-3 根分枝鳍条相对。臀鳍起点至腹鳍部小于至尾柄末端的距离。肛门近臀鳍起点。

下咽骨狭窄。下咽齿细柱状，顶端微弯，咀嚼面匙状。鳃耙短小，末端向内弯曲。鳔 2 室，后室较前室长。肠较良。腹膜黑色。

体背暗灰褐色，腹部白色；背、胸、腹、臀鳍淡灰色；尾鳍微沾黄绿或灰绿色。较大个体背部和体侧有少数块状暗斑。

生活习性及食性：栖息于流水多砾石的河床，活动于水质清澈和较冷水域，尤以被水流冲刷而上覆盖皮的潜流为多，靠下颌发达的角质在市面上刮取藻类为食，也食水生维管束植物的碎屑和水生及掉入水中的陆生昆虫，产卵于石缝，卵沉性略具粘性。



嘉陵裸裂尻鱼

(5) 白缘鲃 *Liobagrus marginatus*(Gunther)

地方名：娃娃鱼（迭部）

分类地位：鲶形目、钝头鮠科、鲃属

地理分布：白龙江流域的舟曲、文县、武都、迭部

主要性状：背鳍 i,5；臀鳍 13-14；胸鳍 i, 6-7；腹鳍 i,4。脊椎骨数

5+37-38。

体长为体高的 5.5-7.3 倍，为头长的 4.0-4.3 倍，为尾柄长的 4.2-4.9 倍；为尾柄高的 8.0-9.2 倍；头长为吻长的 3.5-4.2 倍，为眼径的 15.0-17.2 倍，为眼间距的 2.3-2.6 倍；为上颌须长的 0.8-1.1 倍。

体长，后部侧扁，体光滑无鳞。头部宽厚，而顶面斜还将有，中间有一凹槽，口端位，口裂宽大。下颌略长于上颌；上、下颌均具绒毛状细齿，吻短，前部较半直。前后鼻孔相距近，鼻孔呈管状近吻端；后鼻孔位于眼缘鼻须基后。眼小，眼间微凹，眼

后部左右两侧拱起，拱起高度与性别有关，显拱普雄体。须 4 对，均较长，峡部相连。背鳍短小，刺短而光滑，且隐于皮下，其起点恰当吻端至脂鳍起点的中点；胸鳍短圆，硬刺亦隐于皮下，后缘有稀疏小齿；腹鳍末端盖过肛门而不达臀鳍；脂鳍起点与臀鳍起点相对或稍前，脂鳍与尾鳍间有缺刻而不相接；臀鳍短；尾鳍圆锥形。肛门位置介于腹鳍起点与臀鳍起点的中央或稍前。

侧线以上的体色暗灰，密布黑色细点；上、下颌及胸部桔红色；腹部灰色。鼻须，上颌上侧有一暗色纹，下侧黄色；2 对下颌段黄色。背鳍有模糊不清的浅黄色条纹；各鳍深褐色，外缘饰以浅黄色镶边。

生活习性及食性：山溪底层小型鱼类，适应流速较大的水体。主食水生昆虫、水蚤类 6-7 月繁殖。成熟卵粒米黄色，卵径约 2.0-3.2 毫米，怀卵量 500-800 粒。



白缘鲃

(6) 前臀鲃 *Pareuchiloglanis anteanalis*

地方名：石爬子

分类地位：鲶形目 鲿科 鲃属

地理分布：白龙江、白水江、西汉水、嘉陵江

主要性状：背鳍 I, 5-6 臀鳍 I, 3-4 胸鳍 1, 13-14 腹鳍 I,5。脊椎骨数 34-35。

体长为体高的 6.5-8.4 倍，为头长的 3.9-4.3 倍，为尾柄长的 3.7-4.6 倍；为尾柄高的 17.0-22.8 倍；头长为吻长的 1.8-2.0 倍，为眼径的 3.3-4.6 倍，为眼间距的 3.3-3.6 倍；尾柄长为尾柄高的 4.0-5.6 倍。背前距占体长的 40.3%。

生活习性 & 食性：生活于水流湍急，沙砾石质河床。食水生无脊椎动物，6 月产卵。



前臀鲃

5.5 鱼类“三场”分布的调查

白龙江喜儿沟水电站工程影响河段分布的 12 种鱼类中，裂腹鱼亚科鱼类重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和中华裂腹鱼支流入干流河口是它们的主要产卵场，由于该段无长流水较大的支流汇入，故无裂腹鱼亚科鱼类的产卵场分布。其他鱼类无固定的产卵场，其繁殖随水文情势的变化而变化。上述鱼类无固定的育肥和越冬场。

6 水电站工程对鱼类资源的影响

根据历史调查资料，通过对该水电站大坝上下游鱼类资源现状调查结果对比显示，结合历史资料。鱼类资源库区较坝后河段丰富，鱼类种类和区系组成坝前坝后大致相同，但资源量有了一定的差别，库区喜大水面静水和库湾生活的鱼类资源逐步成为优势种，而坝后河段减水河段栖小溪流生活的鱼类为主，尾水河段喜流水生活的鱼类如裂腹鱼亚科鱼类和鮡科鱼类逐步成为优势种。本次现状调查的结果，与环评阶段的监测结果基本相同，是因为该段渔业资源保护力度较大，而库区较小，不属于调节性水库，有一定的流速，鱼类的生活环境有一定的自然生态。但随着时间的推移，大坝阻隔的不利影响必将显现出来，库区裂腹鱼亚科鱼类资源量必将较少，甚至造成近亲繁殖。

该水电站影响河段濒危、珍稀、保护鱼类只有甘肃省重点保护的水生野生动物有重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和前臀鮡 3 种，根据本次现状调查结果，鱼类均能捕到标本，特别是裂腹鱼亚科鱼类重口裂腹鱼和嘉陵裸裂尻鱼有一定的资源量，但减水河段已几乎无珍稀、濒危、保护鱼类的捕捞记录。所以，该水电站工程的建成运行，短期内对濒危保护鱼类的影响在减水河段已显现出来，但在库区和尾水河段尚未显现出来，但随着时间的推移，对濒危、保护鱼类的影响会逐渐显现出来，对其长期影响还是大坝的阻隔影响鱼类的种质资源交流，引起近亲繁殖，导致鱼类遗传基因退化，最终导致鱼类资源下降。

7 喜儿沟水电站工程过鱼设施建设的可行性

7.1 工程设计

2006年6月，中国水电顾问集团西北勘测设计研究院编制完成了《白龙江喜儿沟水电站工程可行性研究报告》。2012年8月10日，甘肃省发展和改革委员会以“（2012）甘发改能源函字第1274号文-对白龙江喜儿沟水电站项目进行了核准。

根据该批复：喜儿沟电站为引水径流式水电站，工程主要由引水枢纽、引水系统和厂区三部分组成，属III等中型工程。电站安装三台24兆瓦的混流式水轮发电机组，总装机容量72MW，年均发电量3.13亿千瓦时，正常蓄水位1538.0m。项目枢纽主要建筑物包括：挡水建筑物、泄洪消能建筑物、引水发电系统、发电建筑物等。

项目初步设计及批复意见中，均未要求过鱼设施的建设。

7.2 从环保要求考虑

7.2.1 环评及验收要求

2007年4月19日，甘肃省环境保护厅以“甘环自发[2007]27号”对该工程环境影响报告书进行了批复。

环评报告及批复提出了工程建设要严格执行环保“三同时”制度、加强施工期环境管理的要求，提出了生态下泄流量不小于 $7.85\text{m}^3/\text{s}$ 的要求。但环评报告及批复中均未提出修建过鱼设施的要求。因此，在工程设计时，也没有考虑修建过鱼设施修或预留过鱼设施修建条件。

2016年，原甘肃省环境保护厅以“甘环验发[2016]17号”出具了“关于白龙江喜儿沟水电站工程建设项目竣工环境保护验收合格的函”。工程在施工期和运营期基本落实了《环境影响报告书》及批复要求的各项环境保护措施，采取了有效的污染防治措施，采取了有效的污

染防治措施、生态保护措施、水土保持、生态恢复等措施以及管理措施。与主体工程同步建设了生态下泄流量管，辅以泄洪闸漏水及溢流坝溢水等，基本能够保证 $7.85\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量。

在竣工环境保护验收调查报告中，提出了需要完善的补救措施，包括：

①**坚决落实过鱼制度，采取人工捕捞的方法**，每年 7-8 月实施上下游鱼类的种质资源交流，促进物种进化，防止近亲遗传。过鱼费用计入电站运行成本。

②**在鱼类繁殖季节加大生态下泄流量**，为鱼类的繁殖提供生态流量保障。

③**购进人工驯养繁殖成功的重口裂腹鱼和嘉陵裸裂尻鱼**，开展人工增殖放流，增殖鱼类资源，减免对鱼类的不利影响。

从环评及验收要求来看，对鱼类资源保护提出的要求为增殖放流和网捕过鱼措施，均未提出喜儿沟水电站建设鱼道或者其他过鱼设施的要求。工程在设计时，也没有考虑预留过鱼设施建设的条件，工程建设满足环评报告及其批复、以及验收报告和验收意见的要求。

7.2.2 流域规划环评要求

根据《甘肃省甘南州非主要河流水电开发规划环境影响报告书》及《甘肃省环境保护厅关于甘肃省甘南州非主要河流水电开发规划环境影响报告书审查意见的函》（甘环函〔2013〕427号）要求，在区域河段分布有厚唇重唇鱼、极边扁咽齿鱼，似鲶高原鳅、黄河裸裂尻鱼等，应在白龙江、洮河、大夏河流域甘南州境内分别建设 1 座鱼类增殖放流站，进行人工增殖放流。由甘南州政府组织流域内电站和相关单位实施，接受省渔政管理机构监督指导。

规划环评要求采用增殖放流形式的鱼类保护措施，未对建设过鱼

设施提出要求。

7.2.3 采取鱼类保护措施

自水电站建成运行后，企业严格按照相关环保要求，开展了多次增殖放流和人工网捕过鱼措施，从调查结果来看，达到了预期的鱼类保护效果。

7.3 从鱼类生境考虑

根据调查，白龙江喜儿沟水电站工程影响河段分布的12种鱼类中，裂腹鱼亚科鱼类重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和中华裂腹鱼支流入干流河口是它们的主要产卵场，由于该段无长流水较大的支流汇入，无裂腹鱼亚科鱼类的产卵场分布。其他鱼类无固定的产卵场，其繁殖随水文情势的变化而变化。上述鱼类无固定的育肥和越冬场。

因库区及减水河段下游没有重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和中华裂腹鱼等裂腹鱼亚科鱼类的产卵场分布，其他鱼类没有固定的产卵场。且没有固定的育肥和越冬场，因此，鱼类通过鱼道洄游至库区及上游，并没有裂腹鱼亚科鱼类产卵场的分布，对于鱼类繁殖帮助意义不大，修建鱼道的效果并不会非常显著，从增进鱼类种质资源的基因交流角度，可以采取网捕过坝措施。

从鱼类习性来看，重口裂腹鱼常生活于水流湍急沙砾石底质河道弯曲的地带，能作短距离洄游。中臀拟鲮栖息于山溪多砾石的流水中。而库区水流缓慢，并不适于喜流水湍急的鱼类生存。

从水电站所在流域来看，由于梯级水利水电工程建设，河流连通性和完整性受到破坏，仅仅靠一两个水电站修建过鱼设施，并不能彻底解决洄游性鱼类繁衍生息的问题。

7.4 已建鱼道运行效果

从收集的资料来看，国内已经建成的鱼道，大部分过鱼效果并不理想。

例如广西长洲水利枢纽鱼道，采用横隔板式结构，主要过鱼对象为中华鲟、鳊、花鳊，但从 2011-2014 年的监测结果来看，并没有发现中华鲟通过鱼道，鱼道对于重要鱼类的保护功能并没有完全发挥出来。

在如连江西牛航运枢纽鱼道，采用垂直竖缝式结构，主要过鱼对象为鮡类、鲤、宽鳍鱲、马口鱼、斑鳢，但从监测结果来看，过鱼效果并不理想，2012 年 3—8 月累计监测到 38 种鱼类，银鮡、乐山小鳊、子陵吻鰕虎等小型鱼为优势类群，其中以银鮡最多，约占总尾数 38.25%。捕获鱼类为定居性鱼类为主，江河洄游性鱼类仅有草鱼 1 尾，河口长途洄游鱼类未监测到；

老龙口水利枢纽鱼道，采用垂直竖缝式结构，过鱼对象马苏大麻哈鱼、大麻哈鱼，由观察室发现有 5 至 8 种鱼类通过鱼道上溯，但未发现马苏大麻哈鱼、大麻哈鱼等主要过鱼对象。

设计过鱼设施需考虑区域生态、河流水文、鱼类生境等的差异性，首先应满足鱼类行为习性和生理机能的基本需求。长期以来，我国对水生生物的基础研究比较薄弱，鱼类的生态习性、游泳能力、原型生境要素的监测等资料严重不足甚至缺失。缺乏相关基础资料，简单地模仿其他过鱼设施建设技术，甚至凭经验规划设计、建设过鱼设施，过鱼效果并不能得到良好的保障。

7.5 过鱼设施建设条件

根据《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015），主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然通道、鱼闸、升鱼机和集运鱼系统。

其主要特点和试用条件如下：

（1）仿自然通道

仿自然通道是人工修建的仿自然溪流，用以连通被阻碍的河流，并考虑鱼类行为和通道坡度、仿自然河床、水流条件等因素为鱼类提供了一种洄游通道。仿自然通道系统要求有足够的空间，一般应用于缓丘低山地形，不适宜水头过高的大坝，也不适宜高山峡谷区，还应避开人口稠密区域、减少对鱼类的干扰。

（2）鱼道

鱼道为呈连续阶梯状的水槽式构筑物，主要型式包括池式鱼道、槽式鱼道和特殊形态的鱼道等。进口多布置在水流平稳，且有一定水深的岸边或溢流坝出口附近。可适用于大部分鱼类，对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过鱼道上溯时，不会受到伤害。

（3）鱼闸

由进口水槽、闸室和出口水槽等部分组成，利用上、下两座闸门调节闸室内水位变化而过鱼，其原理与船闸相似。鱼闸一般用于中低水头水电工程，鱼类通过鱼闸时费力不大，对游泳能力差的鱼类尤为适用。

（4）升鱼机

原理与电梯相似，由进鱼槽、竖井、出鱼槽三大主要部分组成。由进鱼槽口放水，将下游鱼类诱入进鱼槽，接着用赶鱼栅把鱼驱入竖井，提升竖井至上游水位，打开出鱼槽驱鱼入上游水域。升鱼机可用于中高水头大坝，对枢纽建筑物干扰较小。

喜儿沟水电站为梯级开发，最大坝高 20m，根据大坝枢纽布置，不宜建仿自然型鱼道、鱼闸，而鱼道和升鱼机系统因大坝枢纽已经建成，同时受地形条件、工程区枢纽布置等影响，补建有一定的工程难度，而且投资较大。

表 7-1 各种过鱼设施原理、应用范围、优缺点、过鱼效果以及水电站建设可行性分析表

序号	过鱼措施	原理	应用范围	优点	缺点	过鱼效果	国内外已实施的工程	本工程的可行性
1	仿自然通道	绕过大坝并呈模仿自然外观，呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具备足够空间的工程。	应用范围广	占地面积大，枢纽区两侧以及上游具备布置空间	所有的水生生物均可通过，是唯一能绕过大坝的方法	大渡河安谷水电站（待建）	无布置仿自然鱼道的场地条件。
2	技术型鱼道	采用混凝土式通道，内部设有各式隔板、狭槽等，将水槽分隔成一系列互相沟通的水池，有时成阶梯式。	采用型式较多，适合于中、低水头大坝。	能够连续过鱼；能够维持一定的水系联通，少量个体可下行过坝；鱼类自行溯游过坝。	鱼道对过鱼对象有一定选择性；过鱼效果受诱鱼系统影响较大，鱼道建设完成后，修改调整较困难。	鱼道型式有三种：狭槽型可形成较好的吸引水流；水池型所需流量较低；丹尼尔需较大流量	西藏狮泉河鱼道、Bosher 大坝垂直竖缝式鱼道、江苏斗龙港鱼道	根据水电站所处区域地形以及大坝布置，大坝溢流坝可考虑改造建设鱼道

序号	过鱼措施	原理	应用范围	优点	缺点	过鱼效果	国内外已实施的工程	本工程的可行性
3	鱼闸	为凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限的区域。	对水消耗较低，适用于大型鱼类（如鲟鱼）	需要较高的设计和建造技术要求，频繁维护和运行所需费用高。	主要适用于大型鱼类（如鲟类）及游泳能力较弱的鱼类。	英国奥令鱼闸、爱尔兰阿那克鲁沙鱼闸、前苏联伏尔加格勒鱼闸。	不宜采用鱼闸。且大坝已建成，建设鱼闸影响大坝安全
4	升鱼机	为配置有运送水槽和机械装置的升降机，通过把鱼从下游吊起送到上游，通过渠道连通上游。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域。	适于高坝过鱼，能适应水库水位的较大变幅，与同水头的鱼道相比，造价较省、占地少，便于在水利枢纽中布置。	机械设施结构复杂，发生故障的可能性较大，需频繁的维护和运行，不能连续过鱼且过鱼量有限。	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好	美国 Round Butte 坝，坝高 134m，采用索道吊罐系统运鱼过坝；Baker 坝，坝高 87m，采用缆车起吊容器方式过鱼。前苏联齐姆良升鱼机（高 23.5m），伏尔加格勒升鱼机（高 2.5m）。	水电站属于低坝，可建设升鱼机，投资较多

8 鱼类保护措施

8.1 鱼类保护措施比选

根据第七章表 7-1 可知，因喜儿沟水电站坝高 20m，根据地形及工程条件，难以补建仿自然型鱼道、鱼闸。因此以补建鱼道、升鱼机和进行增殖放流进行比选，从投资和鱼类保护效果等角度，选取推荐的鱼类保护措施。

表 8-1 鱼类保护措施比选

类别	鱼道	升鱼机	增殖放流
鱼类保护方式	过鱼设施	过鱼设施	补救措施
投资	一次性投资大，且需要后期运营维护	一次性投资大，且需要后期运营维护	建设增殖放流站一次性投资较大。依托水产养殖企业育苗，仅需每年购置育苗
投资估算	初期建设投资约 1200 万，每年还需运行维护费用	初期建设投资约 1000 万，每年还需运行维护费用	每年投入 4~10 万元，连续增殖放流 10 年需 40~100 万元，放流 20 年需 80~200 万元
优点	能够连续过鱼；能够维持一定的水系联通，少量个体可下行过坝；鱼类自行溯游过坝。	适于高坝过鱼，能适应水库水位的较大变幅，与同水头的鱼道相比，造价较省、占地少	无需初期投资，可依托有资质企业有针对性的育苗，根据鱼类资源变化情况进行放流
缺点	鱼道对过鱼对象有一定选择性；过鱼效果受诱鱼系统影响较大	容易发生故障，需频繁的维护和运行，不能连续过鱼且过鱼量有限。	坝上坝下鱼类难以进行基因交流
鱼类保护效果	从调查资料来看，大型水电枢纽鱼道过鱼效果都难以保证，小	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好，但不能连续过鱼，且过鱼量较小	可以有针对性的放流当地土著鱼类，减缓并遏制渔业资源衰退趋势，改善渔业资源生态状况。

	型水电站建设鱼道案例很少，难以保证过鱼效果		
推荐方案	推荐增殖放流与鱼类网捕过坝相结合		

根据比选，从投资及鱼类保护效果分析，建议采取鱼类增殖放流的方式进行鱼类资源保护，同时，为解决鱼类基因交流问题，电站应采取人工捕捞过坝的方法，实施上下游鱼类的种质资源交流，促进物种进化，防止近亲遗传。

8.2 鱼类增殖放流计划

为落实习近平生态文明思想，进一步提升水生生物资源养护水平，保护水生生物多样性，修复水域生态环境，减缓并遏制渔业资源衰退趋势，改善渔业资源生态状况，结合《甘南州水电站实施水生生物资源增殖放流计划》，喜儿沟水电站制定增殖放流计划如下：

一、放流时间

拟定于每年9月开展增殖放流活动；

二、放流地点

增殖放流地点选在库区上游及电站厂房尾水段。

三、放流品种及规格

用于增殖放流的人工繁育的水生生物物种，应当通过有相应资质的生产单位供应。其中，属于经济物种的应当通过拥有《水产苗种生产许可证》的苗种生产单位，属于珍稀濒危物种的按照《水生生物增殖放流管理办法》（农业部第20号令）要求，应当通过持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》及农业部批准并有苗种供应单位相关资质的苗种生产单位。苗种生产单位提供的放流苗种品种应符合放流水域种群结构、规格达标、体质健壮等要求。

喜儿沟水电站主要放流鱼种为重口裂腹鱼或齐口裂腹鱼。

放流规格 ≥ 7 cm。

四、放流规模

每年放流鱼不少于 7000 尾。

五、放流活动组织

放流活动由喜儿沟水电站组织实施，邀请舟曲县农业农村局、渔政执法人员、新闻媒体及群众代表参加。

增殖放流活动自觉接受环保和渔政部门的监督。放流过程中广泛宣传在电站内开展渔业资源增殖放流行动的目的、意义，让社会各界充分了解开展增殖放流行动，养护水生生物是一项“功在当代、利在千秋”的事业，鼓励广大群众积极参与放流行动，增强资源环境保护意识。

六、放流活动经费预算

增殖放流活动经费由喜儿沟水电站负责筹措，每年实施增殖放流投入资金不少于 4 万元。

七、放流仪式方案

活动现场悬挂横幅：“XX 年喜儿沟水电站渔业资源增殖放流仪式”；由喜儿沟水电站站长主持放流仪式；邀请农业农村局、渔政部门及环保部门领导讲话；安排记者对活动进行摄像报道和音像资料收集。

八、保障措施

(1) 加强组织领导。成立水电站增殖放流工作领导小组。领导小组负责增殖放流工作的组织协调；按照《水生生物增殖放流管理规定》的要求，组织专家进行苗种检验及放流指导。

(2) 广泛宣传。精心安排，认真组织好增殖放流活动，广泛吸收公众参与，扩大社会影响。要充分利用各种新闻媒体，大力宣传增殖放流是保护水生生物资源和生态环境，利国利民的公益事业，为提高社会各界水生生物养护意识做出贡献。

(3) 加强监督管理。水电站要主动邀请渔政及环保部门监督增殖

放流活动。选取的生产供应种苗的单位应具有水产苗种生产许可证或驯养繁殖许可证，且信誉良好，生产技术水平高。严禁采购无资质单位生产的育苗及杂交种、转基因种和外来种，确保水域生态安全。对放流过程、放流品种、数量、规格等要向社会公示，接受社会监督。

8.3 人工网捕过鱼

坚决落实过鱼制度，采取人工捕捞的方法，每年 5-6 月实施上下游鱼类的种质资源交流，促进物种进化，防止近亲遗传。过鱼费用计入电站运行成本。

9 结论和建议

9.1 结论

喜儿沟水电站依法依规履行了有关行政许可手续。在工程设计时未要求建设过鱼设施，在环评及环保验收过程中要求采取增殖放流及网捕过鱼的鱼类保护措施，企业在电站运行过程中，按环保要求定期进行增殖放流和网捕过鱼。同时，因水电站已经建成运行，设计时没有考虑后续补建过鱼设施，水电站补建过鱼设施的工程条件较差。同时，从鱼类保护效果和环境经济损益角度来看，相同资金投入下，采取有针对性的增殖放流效果优于建设过鱼设施。

基于以上原因，**建议白龙江喜儿沟水电站不再补建过鱼设施，继续采取定期增殖放流和网捕过鱼方式进行河道鱼类保护措施。**

9.2 建议

9.2.1 做好鱼类监测工作

企业应根据当地渔政部门鱼类监测结果，根据增殖放流的土著鱼类数量、规格和成活率以及其他土著鱼类的变化情况，及时调整增殖放流方案。

9.2.2 加强渔政监管

建议当地渔政部门建立健全渔政管理体制，加强渔政管理力度和环保宣传力度，划定禁渔区和禁渔期，并且严格执法，减少人类活动对鱼类栖息地和鱼类资源的破坏。