

平阳县顺溪水利枢纽工程  
环境保护设施竣工验收调查报告

(公示稿)

编制单位：浙江中蓝环境科技有限公司

编制日期：二〇一七年十一月

---

# 目 录

前 言 .....	1
第一章 总 论 .....	2
1.1 编制依据 .....	2
1.2 验收调查目的和方法 .....	3
1.3 调查范围和调查因子 .....	4
1.4 验收标准 .....	4
1.5 主要环境保护目标 .....	9
第二章 工程概况 .....	10
2.1 工程概况 .....	10
2.2 工程内容 .....	11
第三章 生态环境影响调查及评价 .....	20
3.1 水生生态调查与评价 .....	20
3.2 陆生生态调查与评价 .....	54
第四章 水文、泥沙情势调查及分析 .....	66
4.1 顺河流域水文调查 .....	66
4.2 水文情势影响分析 .....	67
第五章 水环境影响调查与分析 .....	68
5.1 施工期水环境影响调查 .....	68
5.2 营运期水环境影响调查 .....	68
第六章 大气环境影响调查与分析 .....	71
6.1 施工期大气环境影响调查 .....	71
6.2 营运期大气环境影响调查 .....	71
第七章 声环境影响调查与分析 .....	75
7.1 施工期声环境影响调查 .....	75
7.2 营运期声环境影响调查 .....	75

<b>第八章 固废环境影响调查与分析</b> .....	<b>77</b>
8.1 施工期固体废物处置 .....	77
8.2 营运期固体废物处置 .....	77
<b>第九章 社会环境影响调查</b> .....	<b>78</b>
9.1 移民安置情况调查 .....	78
9.2 移民安置落实情况 .....	78
<b>第十章 公众意见调查</b> .....	<b>80</b>
10.1 调查对象 .....	80
10.2 调查结果 .....	80
<b>第十一章 环境管理检查</b> .....	<b>83</b>
11.1 检查内容及方法 .....	83
11.2 “三同时”执行情况 .....	83
11.3 环保管理机构设置 .....	83
11.4 环境监理落实情况 .....	84
11.5 风险防范及应急措施 .....	84
11.6 环保措施落实情况 .....	85
11.7 环评批复意见落实情况 .....	89
<b>第十二章 结论及建议</b> .....	<b>91</b>
12.1 结论 .....	91
12.2 总结论 .....	93
12.3 建议 .....	93

**附图：**

附图 1：五十丈引水工程水源地保护范围图；

附图 2：工程外环境关系图；

附图 3：工程总平面布置图；

附图 4：工程施工总体布置图；

附图 5：料场、渣场分布图（更改前）；

附图 6：料场、渣场分布图（更改后）；

**附件：**

附件 1：关于平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书审查意见的函（浙环建[2009]102 号）；

附件 2：关于平阳县顺溪水利枢纽工程料场和弃渣场变更方案的批复（温水许[2014]8 号）；

附件 3：平阳县顺溪水利枢纽工程突发环境事件应急预案备案表（备案编号：330326-2016-010-L）；

附件 4：垃圾及污水清运承包合同；

附件 5：检测报告（XH(HJ)-1609007、XH(HJ)-1609009）、（检测报告：17-09-1462、17-09-1463）；

附件 6：公众参与调查样表

**附表：**

附表 1：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表。

## 前 言

平阳县顺溪水利枢纽工程位于平阳县鳌江北港上游的顺溪，工程坝址位于平阳县顺溪镇上游约 2.5km 处，距平阳县城约 54.5km，集水面积 92.3km<sup>2</sup>，电站厂址位于坝址下游约 1km 处，集水面积 98.2km<sup>2</sup>。平阳县顺溪水利枢纽工程的任务以防洪、供水、灌溉为主，结合发电等综合利用。由挡水建筑物、泄水建筑物、发电引水系统及发电厂房等组成。顺溪水库正常蓄水位 175m，水库正常蓄水位水库面积 0.78km<sup>2</sup>，相应库容 2341 万 m<sup>3</sup>，防洪库容 2500 万 m<sup>3</sup>，调节库容 1917 万 m<sup>3</sup>，死库容 424 万 m<sup>3</sup>。水库配套电站装机容量 10MW，保证出力 1040kW，多年平均发电量为 1830 万 kW·h。工程等级为 III 等工程，水库为中型水库，电站为小（1）型电站，主要建筑物拦河坝为 2 级建筑物，二道坝、泄水建筑物、发电引水建筑物进水口等为 3 级建筑物；发电引水隧洞（不包括进水口）、发电厂及升压站为 4 级建筑物。拦河坝及其泄水建筑物、发电引水建筑物进水口正常运用洪水重现期标准为 100 年，非常运用洪水设计标准为 1000 年一遇；发电引水建筑物（除进水口外）、发电厂房及升压站正常运用洪水重现期标准为 50 年，非常运用洪水设计标准为 100 年一遇；下游消能防冲建筑物正常运用洪水重现期标准为 30 年一遇。工程总投资 54151 万元。本工程于 2010 年 3 月 28 日开工建设，2014 年 5 月 28 日蓄水，总工期 50 个月。

2009 年 6 月中国水电顾问集团华东勘测设计研究院编制完成《平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书（报批稿）》，2009 年 9 月 22 日浙江省环境保护局下发浙环建[2009]102 号文批复了该项目。

根据国家环保总局颁布的《建设项目竣工环境保护验收管理办法》，受温州顺溪水利工程投资有限公司委托，浙江中蓝环境科技有限公司承担了该项目环境保护验收调查工作，在收集有关资料、现场踏勘、实地调查的基础上编写完成《平阳县顺溪水利枢纽工程环境保护设施竣工验收调查报告》。2017 年 11 月 1 日温州顺溪水利工程投资有限公司组织召开平阳县顺溪水利枢纽工程竣工环境保护验收会议，经审议，验收工作组同意通过该项目竣工环境保护验收。

# 第一章 总论

## 1.1 编制依据

### 1.1.1 有关法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015）；
- (2) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2015）；
- (4) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2013）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2008）；
- (7) 《中华人民共和国水土保持法》（2011）；
- (8) 《风景名胜区条例》（2006）；
- (9) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）
- (10) 《浙江省大气污染防治条例》（2016）；
- (11) 《浙江省固体废物污染环境防治条例》（2013）；
- (12) 《浙江省水污染防治条例》（2013）；
- (13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（省政府令第 321 号）；
- (14) 《浙江省风景名胜区管理条例》（2014）；
- (15) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010）；
- (16) 《浙江省饮用水水源保护条例》（2012）；

### 1.1.2 有关技术规范

- (1) 《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局第 13 号令）；
- (2) 《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》（国家环境保护总局，环发[2000]38 号）；
- (3) 《建设项目“三同时”监督检查和竣工环境保护验收管理规程（试行）》

(环发[2009]150号)；

(4)《建设项目环境保护“三同时”管理办法》(浙环发[2007]12号)；

(5)《建设项目竣工环境保护验收技术管理规定》(浙环发[2009]89号)；

(6)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》(HJ/T394-2007)；

(7)《水电等9个行业建设项目竣工环境保护验收现场检查及审查要点》  
(环办[2015]113号)；

### 1.1.3 项目文件资料

(1)《平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书》(中国水电顾问集团华东勘测设计研究院)，2009年6月；

(2)《关于平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书审查意见的函》(浙环建[2009]102号)。

(3)《平阳县顺溪水利枢纽工程料场和弃渣场变更方案》(浙江省水利水电勘测设计院)，2014年1月；

(4)《关于平阳县顺溪水利枢纽工程料场和弃渣场变更方案的批复》(温水许[2014]8号)。

## 1.2 验收调查目的和方法

### 1.2.1 验收调查目的

通过实地调查、监测，评价该工程施工期、营运期对周围生态环境影响，评价各项污染物排放是否符合国家有关标准及对周边环境的影响，考核环保设施的效果，提出改进建议和措施。

### 1.2.2 验收调查原则

(1)认真贯彻国家和地方环境保护法律法规及相关规定；

(2)坚持污染防治措施与生态保护并重的原则；

(3)遵循客观、公正、科学、实用的原则；

(4)实地踏勘、现场监测、资料查阅相结合的原则；

(5) 对工程施工期和运营期全过程进行调查分析的原则。

### 1.2.3 验收调查方法

(1) 按照《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》(HJ/T394-2007)中的要求执行,并参照《环境影响评价技术导则》规定的方法,可以描述为“工程措施与管理兼顾,施工期与运营期并重,内、外相结合、全面调查、重点复核”。

(2) 主要方法包括文件资料调研核实、现场踏勘、环境现状监测、公众意见调查相结合的方法等。

(3) 线路调查采用“以点为主、点段结合、反馈全线”的方法。

## 1.3 调查范围和调查因子

### 1.3.1 调查因子

根据本工程特点确定主要调查因子为:

(1) 水环境影响; (2) 生态环境影响; (3) 水土保持状况。

调查重点是本项目建成运行后造成的生态环境影响及水环境影响。

### 1.3.2 调查范围

(1) 水库集雨区; (2) 施工区; (2) 脱水段区。

## 1.4 验收标准

本次竣工环保验收调查,参照原环境影响报告书所采用的标准,同时按现行标准进行校核。

### 1.4.1 环境质量标准

(1) 水环境

环评期间:根据《浙江省水功能区水环境功能区划方案》(2005):鳌江 2 (百僧堂~东门段),执行地表水 II 类标准;鳌江 1 (桂库村上游~百僧堂段),



执行地表水 I 类标准。

验收期间：根据《浙江省水功能区水环境功能区划方案》（2015）：鳌江 2（外苏山~五十丈拦水坝段），执行地表水 II 类标准；鳌江 1（桂库村上游~外苏山段），执行地表水 I 类标准。

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中相关标准值见表 1.4-1。

表 1.4-1 地表水环境质量标准（单位：mg/L 除注明外）

项目 指标	I 类	II 类	项目	I 类	II 类
pH 值（无纲量）	6~9	6~9	高锰酸盐指数	2	4
总磷	0.02(0.01)	0.1(0.025)	挥发性酚类	0.002	0.002
氨氮	0.15	0.5	化学需氧量	15	15
总氮	0.2	0.5	五日生化需氧量	3	3
溶解氧	7.5	6	铜	0.01	1.0
悬浮物	—	—	锌	0.05	1.0
氟化物	1	1.0	铅	0.01	0.01
氰化物	0.005	0.05	镉	0.001	0.005
硫化物	0.05	0.1	砷	0.05	0.05
六价铬	0.01	0.05	汞	0.00005	0.00005
石油类	0.05	0.05	粪大肠菌群(个/L)	200	2000

(2) 空气环境

环评标准：环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-1996)中一级标准，相关标准值见 1.4-2。

表 1.4-2 环境空气质量标准（单位：mg/m<sup>3</sup>）

标准	项目	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	TSP	PM <sub>10</sub>
一级	年平均	0.02	0.04	0.08	0.04
	24 小时平均	0.05	0.08	0.12	0.05
	1 小时平均	0.15	0.12	—	—

校核标准：环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准，相关标准值见 1.4-3。

表 1.4-3 环境空气质量标准 (单位:  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

标准 \ 项目		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
一级	年平均	0.02	0.04	0.04	0.015
	24 小时平均	0.05	0.08	0.05	0.035
	1 小时平均	0.15	0.20	—	—

## (3) 声环境

声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准。相关标准值见表 1.4-4。

表 1.4-4 声环境质量标准 (单位: dB (A))

声环境功能区类别 \ 时段	昼间	夜间
	1 类	55

## 1.3.2 污染物排放标准

## 1、废水

环评期间: 工程施工期污废水处理综合利用, 不得排入顺溪。生活污水经生态化粪池处理后用于周边农林灌溉, 做到零排放。

验收期间: 工程施工期污废水处理综合利用, 不得排入顺溪。**施工期和营运期生活区未建设, 租用顺溪镇原顺溪中学。**生活污水经化粪池处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准纳入顺溪镇城镇污水处理系统, 执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级标准排放。相关标准值见表 1.4-5、1.4-6。

表 1.4-5 污水综合排放标准 (纳管) (单位:  $\text{mg}/\text{L}$ , pH 除外)

项目	pH	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮	总磷
三级标准	6~9	500	300	400	45	—

表 1.4-6 污水综合排放标准 (排放) (单位:  $\text{mg}/\text{L}$ , pH 除外)

项目	pH	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮	总磷
一级标准	6~9	100	20	70	15	0.5

## 2、废气

施工扬尘参照执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源二级标准进行控制,相关标准值见表 1.4-7。

表 1.4-7 大气污染物综合排放标准

污染物	最高允许 排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	最高允许排放速率		无组织排放监控浓限值	
		排气筒高度(m)	二 (kg/h)	监控点	浓度(mg/m <sup>3</sup> )
颗粒物	120	15	3.5	周界外浓度最高点	1.0

## 3、噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)中的建筑施工场界环境噪声排放限值,相关标准见表 1.4-8。

表 1.4-8 建筑施工场界噪声限值(单位: dB)

昼间	夜间
70	55

厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 1 类声环境功能区标准,相关标准值见表 1.4-9。

表 1.4-9 工业企业厂界环境噪声排放限值 (单位: dB(A))

类别	适用区域	昼间	夜间
1 类	乡村地区	55	45

## 4、固废

一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及修改单内容(公告 2013 年 第 36 号)。

### 1.4.3 验收标准对照

表 1.4-10 环保验收执行标准对照

标准类型	环境要求	环评标准	校核标准	备注
环境质量标准	地表水	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 I、II 类	与环评一致	
	环境空气	《环境空气质量标准》(GB3095-1996)中一级标准	与环评一致	标准更新：采用 GB3095-2012《环境空气质量标准》中二级标准进行校验
	声环境	《声环境质量标准》(GB3069-2008)中 1 类标准	与环评一致	
污染物排放标准	废水	《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准纳管	施工期和营运期生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学，纳入顺溪镇城镇污水处理系统
	废气	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源二级标准	与环评一致	
	噪声	施工期：执行《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)中的建筑施工场界环境噪声排放限值 营运期：执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 1 类标准	与环评一致	

## 1.5 主要环境保护目标

根据调研，本工程周边主要保护目标见表 1.5-1 和图 1.5-1。

表 1.5-1 环境环境保护对象一览表

环境要素	保护对象	与本工程关系	保护对象概况
生态环境	陆生生态：为区域的森林生态系统和珍稀保护动植物；工程扰动范围内的水土保持设施	水库淹没和施工占地及部分陆生生态系统工程位于南雁荡山风景名胜区顺溪景区内，工程主要涉及生物培育恢复区和生态景观保护区。	根据调查，水库淹没和工程占地区内未发现国家珍稀保护植物和动物，以及省级重点保护动物； <b>(验收调查：11 株，1 株米楮、1 株金桂、1 株红楠、1 株蕈数、4 株猴喜欢、3 株枫香)</b>
	水生生态：为溪流性水生生物。	水库淹没和减水河段及部分水生生态系统。	工程所在顺溪溪流中未发现洄游性和珍稀保护鱼类。
水环境	水库淹没区、减水河段和五十丈引水工程水源地。	工程建成运行后对水库库区以及坝下水文情势发生变化；施工期污水事故排放影响水质。	工程坝址距离水源地取水口约 10km。
景观	南雁荡山国家级风景名胜区。	工程位于南雁荡山风景名胜区顺溪景区内，属于二级保护区，坝址下游 500m 左侧山坡分布有景点渡颺桥（高程 135m）、云祥寺（百僧堂，高程 165m）和招凉洞（高程 145m）等景点。	工程位于南雁荡山风景名胜区顺溪景区内。根据《南雁荡山风景名胜区总体规划修编》，工程附近景点渡颺桥和云祥寺为三级保护景点，招凉洞摩崖题刻为县级文物保护单位。
环境空气和声环境	评价范围内顺溪山庄、顺溪镇和百僧堂寺庙。	顺溪山庄和百僧堂寺庙位于坝址下游 500m 左侧山坡，顺溪镇位于坝址下游 2.5km 平吴公路旁。	顺溪山庄位于县道四级公路旁，主要具有餐饮功能，无度假、疗养功能。百僧堂为一座小型寺庙。
社会环境	移民和安置区原有居民，水库淹没影响涉及中山、溪口、处基、富溪、只音 5 个行政村；水库淹没影响 3 座小水电站；水库淹没影响四级公路。		<b>(验收调查：淹没影响人口 465 户 1848 人)</b> 。水库淹没影响溪口水电站、亩水田水电站二级和交溪水电站 3 座小型水电站，水库淹没四级公路 8.53km。工程防洪保护人口 14.5 万人，保护农田 8 万亩，工程建成可基本解决鳌江中、下游水资源供需矛盾。

## 第二章 工程概况

### 2.1 工程概况

#### 2.1.1 地理位置

平阳县顺溪水利枢纽工程位于浙江省温州市平阳县境内鳌江北港上游的顺溪上，工程坝址位于平阳县顺溪镇上游约 2.5km 处，距平阳县城约 54.5km，集水面积 92.3km<sup>2</sup>，电站厂址位于坝址下游约 1km 处，集水面积 98.2km<sup>2</sup>。

#### 2.1.1 基本情况

项目名称：平阳县顺溪水利枢纽工程

项目性质：新建

环评单位：中国水电顾问集团华东勘测设计研究院

建设单位：平阳县顺溪水利枢纽工程建设指挥部（温州顺溪水利工程投资有限公司）

工程总投资：原环评批复 54151 万元，初设概算 57000 万元

环评审批单位及文号：浙江省环境保护厅，浙环建[2009]102 号

设计单位：浙江省水利水电勘测设计院

施工单位：中国水利水电十二工程局有限公司（大坝建设）、浙江汇力建设有限公司（发电厂房土建施工）

#### 2.1.2 项目过程

本项目建设程序如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 工程基本建设程序表

建设程序	批准文号	审批单位	时 间
项目建议书的批复	浙发改农经[2008]620 号	省发改委	2008.8.29
可行性研究报告的批复	浙发改农经[2009]1068 号	省发改委	2009.11.23
初步设计的批复	浙发改设计[2009]195 号	省发改委	2009.12.31
环境影响报告书审查意见的函	浙环建[2009]102 号	省环保厅	2009.9.22

料场和弃渣场变更方案的批复	温水许[2014]8号	市水利局	2014.2.14
开工日期			2010.3.28
蓄水日期			2014.5.28

## 2.2 工程内容

### 2.2.1 项目组成

顺溪水利枢纽工程由主体枢纽的永久工程和临时工程、水库淹没和占地以及移民安置等项目组成，其中永久工程包括挡水建筑物、泄水建筑物、发电引水建筑物、发电厂房以及管理区和生活区，临时工程包括施工辅助工厂、仓库、职工生活区、料场、渣场以及场内施工交通道路。各项目的组成部分详见表 2.2-1。

表 2.2-1 顺溪水利枢纽工程项目组成表

工程项目		工程组成（环评）	实际情况	
主体枢纽工程	永久工程	挡水建筑物	砼拱坝	与环评一致
		泄水建筑物	3个溢流表孔和2个中孔，坝下200m二道坝	与环评一致
		发电引水建筑物	竖井式进水口，进水口后接有压引水隧洞，引水隧洞长705m	与环评一致
		发电厂房	主厂房、副厂房（中控室、35kV开关室、6kV开关室、通讯室，值班室）、尾水渠及进厂公路（新建进厂公路桥与现有平吴公路衔接）	与环评一致
		管理区和生活区	设在顺溪镇，包括行政管理楼和职工集体宿舍、仓库	未建设，租用顺溪镇原顺溪中学
	临时工程	辅助工厂	砼拌和系统（坝区砼拌和站和厂区砼拌和站），砂石料筛分系统，机械修配厂	与环评一致，已拆除
		仓库	各类建材仓库、生活物资库、综合仓库等	未建设
		职工生活区	职工生活区	未建设，租用顺溪镇原顺溪中学

	料场、渣场	包括库区溪口料场；库区弃渣场以及库尾山下村弃渣场	库区溪口料场由距大坝上游右侧 1500m 调整为距大坝上游左侧 300m；库区弃渣场以及库尾山下村弃渣场未启用(大坝开挖料大部分被用于施工用料，实际弃渣量减少)
	场内交通	导流洞进、出口处分别布置施工便桥；施工生活区修建与平吴公路连接线，道路长度 3km，为四级公路；通往厂区修建 65m 公路桥	施工生活区修建与平吴公路连接线（道路长度 3km，为四级公路）未建设；其他与环评一致
水库淹没		正常蓄水位 175m，死水位 135m，正常蓄水位时库容 2341 万 m <sup>3</sup> ，水库面积 0.78km <sup>2</sup> ，回水长度 4.1km	与环评一致
移民安置	移民安置	规划水平年 2012 年，移民人数为 2115 人，均采用异地搬迁安置	<b>实际搬迁人数为 1848 人</b>
环境保护工程		包括水处理设施	与环评一致
		陆生生态恢复、景观保护措施、下泄流量设施等	陆生生态恢复、景观保护措施未建设，下泄流量已安装流量计。

注：场内交通为施工期临时道路工程，本工程不包括任何永久道路工程。

### 2.2.2 建设规模

顺溪水利枢纽工程的任务以防洪、供水、灌溉为主，结合发电等综合利用。由挡水建筑物、泄水建筑物、发电引水系统及发电厂房等组成。

顺溪水利枢纽工程水库正常蓄水位 175m，水库正常蓄水位水库面积 0.78km<sup>2</sup>，相应库容 2341 万 m<sup>3</sup>，防洪库容 2500 万 m<sup>3</sup>，调节库容 1917 万 m<sup>3</sup>，死库容 424 万 m<sup>3</sup>。水库配套电站装机容量 10MW，保证出力 1040kW，多年平均发电量为 1830 万 kW·h。

本工程为III等工程，水库为中型水库，电站为小（1）型电站，主要建筑物拦河坝为 2 级建筑物，二道坝、泄水建筑物、发电引水建筑物进水口等为 3 级建筑物；发电引水隧洞（不包括进水口）、发电厂及升压站为 4 级建筑物。

各建筑物的洪水标准如下：拦河坝及其泄水建筑物、发电引水建筑物进水



口正常运用洪水重现期标准为 100 年，非常运用洪水设计标准为 1000 年一遇；发电引水建筑物（除进水口外）、发电厂房及升压站正常运用洪水重现期标准为 50 年，非常运用洪水设计标准为 100 年一遇；下游消能防冲建筑物正常运用洪水重现期标准为 30 年一遇。

顺溪水利枢纽工程主要特性见表 2.2-2。

表 2.2-2 顺溪水利枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			
鳌江北港流域面积	km <sup>2</sup>	806	
坝址以上流域面积	km <sup>2</sup>	92.3	
2.利用的水文系列年限	年	48	1957年~2004年
3.多年平均年径流量	亿m <sup>3</sup>	1.40	
4.代表性流量			
多年平均流量	m <sup>3</sup> /s	4.45	
设计洪水最大流量	m <sup>3</sup> /s	1950	P=1%
5.洪量			
设计洪水相应洪量	万m <sup>3</sup>	6800	P=1%
6.泥沙			
多年平均含沙量	kg/m <sup>3</sup>	0.116	
多年平均输沙量	万t	2.0	
二、水库			
1.水库水位			
校核洪水位	m	194.55	P=0.1%
设计洪水位	m	191.79	P=1%
正常蓄水位	m	175.00	
防洪高水位	m	191.25	P=5%
台汛期限制水位	m	160.00	
发电死水位	m	135.00	
死水位	m	135.0	
2.正常蓄水位时水库面积	km <sup>2</sup>	0.78	

3.水库容积			
总库容	万m <sup>3</sup>	4259	
正常蓄水位以下库容	万m <sup>3</sup>	2341	
防洪库容	万m <sup>3</sup>	2500	
调节库容	万m <sup>3</sup>	1917	
死库容	万m <sup>3</sup>	424	
4.水量利用系数	%	81	
5.调节性能		年调节	
三、下泄流量及相应下游水位			
1.设计洪水水位时最大泄量 相应下游水位	m <sup>3</sup> /s m	1580 111.32	P=1%
2.单台额定发电流量	m <sup>3</sup> /s	8.802	共2台
3.最小下泄流量	m <sup>3</sup> /s	0.59	
四、工程效益指标			
1.防洪效益			
保护农田面积 (P=20%)	万亩	8.8	与其它工程联合运用
2.灌溉、供水			
灌溉面积	万亩	4.7	
灌溉保证率	%	90	
供水保证率	%	95	
多年平均供水量	万m <sup>3</sup>	1319	
3.发电效益			
装机容量	MW	10	2×5MW
保证出力 (P=85%)	kW	1040	
多年平均发电量	万KW.h	1830	
年利用小时数	h	1830	
五、淹没损失及工程永久占地			
1.淹没占地 (P=20%)			
耕地	亩	18.24	
林地	亩	562.44	
其它用地	亩	433.11	
2.淹没及影响人口 (P=5%)	人	2115	规划年
3.淹没房屋	m <sup>2</sup>	35219.99	

4.淹没公路	km	8.56	
5.工程永久占地	亩	225.75	
六、主要建筑物及设备			
1.挡水建筑物			
型式	抛物线型常态砼双曲变厚拱坝		
地基特征	流纹质晶屑熔结凝灰岩		
地震基本烈度		VI度	
坝顶高程	m	195.00	
最大坝高	m	101.00	
坝顶中心线弧长	m	330.40	
2.泄水建筑物			
型式	开敞式表孔溢洪道+中孔		
1)表孔			
坝顶表孔溢流孔数	孔	3	
堰顶高程	m	186.00	
总净宽	m	30	
单宽流量	m <sup>3</sup> /s.m	48.80	
消能方式		挑流	
2)中孔			
中孔孔数	孔	2	兼作放水建筑物
底高程	m	136.50	
出口处孔口尺寸	m×m	3.60×3.60	
最大下泄流量	m <sup>3</sup> /s	784	
单宽流量	m <sup>3</sup> /s.m	108.889	
消能方式		挑流	
3.发电引水建筑物			
设计引用流量	m <sup>3</sup> /s	17.604	
进水口型式	竖井式		
底高程	m	126.0	
孔口尺寸	m	3.0×3.5	
隧洞			
长度	m	705.00	

直径	m	4.2~3.4/3.2~2.2	开挖/衬砌
4.发电厂			
型式			引水地面式
主厂房尺寸	m×m	29.60×18.0	
5.主要机电设备			
水轮机台数	台	2	
单机容量	MW	5	
额定出力	MW	5.2083	
6.管理用房及生活用房	m <sup>2</sup>	3500	
七、施工			
1.主体工程量			
土石方明挖	万m <sup>3</sup>	39.4	
石方洞(井)挖	万m <sup>3</sup>	3.3	
土石方填筑	万m <sup>3</sup>	2.5	
砼和钢筋砼	万m <sup>3</sup>	33.5	
2.主要建筑材料			
水泥	t	100000	
钢筋/钢材	t	1133	
3.所需劳动力			
总工日	万工日	100	
高峰施工人数	人	1200	
4.施工动力及来源			由顺溪镇变电所接入
供电	kVA	1800	
5.对外交通			
主要方式		铁路、公路	
平阳至坝址距离	km	54.5	
6.施工导流			
导流方式	围堰一次断流、导流洞与导流底孔联合导流		
导流洞尺寸	m	6.0×7.0	1条,城门洞型
导流底孔尺寸	m	5.0×5.0	2孔,城门洞型
7.施工临时占地	亩	120	
8.总工期	月	42	包括施工准备期

八、经济指标			
1.静态总投资	万元	54151	
其中：环境保护投资	万元	3444	

### 2.2.3 枢纽布置

顺溪水利枢纽工程枢纽由挡水建筑物、泄水建筑物、发电引水系统及发电厂房等组成。工程枢纽布置详见图 2-4。

#### 1、挡水建筑物

挡水建筑物为抛物线型常态砼双曲变厚拱坝，按 100 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核，水库正常蓄水位 175.00m，大坝设计洪水位 191.79m。大坝坝顶高程 195.00m，防浪墙顶高程 196.20m，最大坝高 101.00m，坝顶中心线弧长 330.40m，坝顶宽度 8.00m。共 22 个坝段，横缝间距 15.00m~16.00m。

大坝坝内设灌浆排水廊道，高程为 173.00m~105.00m，出口高程为 173.00m、149.00m 和 122.50m。大坝下游面在高程 173.00m、149.00m 和 122.50m 处各设置一层坝后交通便桥，坝后交通便桥采用悬臂梁板式，桥面宽 1.25m，悬臂梁间距一般为 2.00m。

#### 2、泄水建筑物

泄水建筑物采用表孔结合中孔泄洪方式，表孔共 3 孔，单孔净宽 10.00m，总净宽 30.00m，设三孔弧形闸门控制，溢流堰堰顶高程 186.00m，表孔最大泄量 1464m<sup>3</sup>/s。

中孔布置于表孔右侧，共 2 孔，中孔底高程 136.50m，孔身尺寸 3.60m×4.00m，至下游孔口压坡至 3.60m×3.60m；出口由弧形钢闸门控制，由液压启闭机启闭，泄洪中孔最大泄流量 784m<sup>3</sup>/s。

消能防冲采用挑流消能，并结合二道坝形成的水垫塘进行消能。二道坝位于拦河坝下游 200m 处，坝顶高程 104.00m，考虑到避免泄洪对坝脚的淘刷，大坝两岸下游 70.00m 范围设 1.00m 厚砼护坡。

#### 3、发电引水系统

发电引水系统由进水口、引水隧洞和压力管道等组成，布置于坝址下游河道约 1km 的河道转弯处右岸。发电引水系统自事故检修闸门门槽中心线至岔管

中心水平投影长 719.569m，其中引水隧洞长 705 m。进水口在大坝上游约 55m 处，为竖井式，自进水口喇叭口始端至事故检修闸门门槽中心线长 37.00m，底高程为 126.00m。有压引水隧洞由平洞段、钢板内衬段和岔管段组成，平洞段长 548.00m，衬砌后洞径 3.20m，开挖洞径 4.20m；衬砌段长度长 135.00m，衬砌后洞径 3.20m，开挖洞径 4.20m；隧洞出口接 Y 形内加强月牙肋岔管，主管、支管直径分别为 2.20m、1.50m。

#### 4、发电厂房

电站厂区由发电厂主厂房、副厂房、尾水渠及进厂公路等组成，电站形式为地面引水式，厂址处设计洪水位为 88.80m，校核洪水位为 90.10m，厂区地坪高程定为 91.85m。根据地形地质条件，主副厂房由右向左呈“一”字形布置，主副厂房朝东偏北，厂房纵轴线与引水管道轴线正交。进厂公路由平吴公路通过新建进厂公路桥与厂区衔接，交通便利。

主厂房长 29.60m，宽 18.0m，建筑面积 532.80m<sup>2</sup>，厂内布置二台 5MW 立轴混流式水轮发电机组；副厂房位于主厂房左侧，长 16.6m，宽 18.0m，建筑面积 298.8m<sup>2</sup>，副厂房按运行要求分为二层，地面以下 88.0m 高程为电缆层，地面以上 92.0m 高程主要布置中控室、35kV 开关室、6kV 开关室、通讯室以及值班室等。在副厂房的左侧布置一台 S10-12500/35 主变及 35kV 出线构架。

电站管理区和生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。

### 2.2.4 施工布置

#### 1、施工工厂布置

##### (1)砂石料筛分系统

砂石料系统布置在库区内溪口料场附近，整个系统采用台阶式集中布置。

##### (2)砼拌和系统

根据水工建筑物的布置和施工工作面情况，本工程砼拌和系统分别在坝区和厂区处设置。

##### (3)综合加工系统

综合加工厂包括钢筋加工厂、木材加工厂以及钢材加工厂，综合加工厂位于大坝下游公路旁。

#### (4)机械修配系统

施工运输车辆可就近在水头镇修配厂进行，工程施工区不设置机械修配厂。

#### (5)职工生活区

**职工生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。**

#### 2、仓库系统

由于本工程所在区域环境较为敏感，工程下游为五十丈水源地，若发生油料泄漏等事故，油料极易流入顺溪中，可能对顺溪水体水质造成较大的影响。工程区域不设置油库，工程所需油料利用坝址下游顺溪镇加油站。**仓库系统未建设。**

#### 3、办公及生活区布置

**电站管理区和生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。**

顺溪水利枢纽工程施工总布置见图 2-6。

### 2.2.5 物料来源

#### 1、砂石料场

由于政策处理原因，原设计的溪口村溪口料场（距大坝上游右侧约 1500m）未启用，改为溪口村距大坝上游左侧约 300m 的取料场。

#### 2、块石料场

顺溪水利枢纽工程为砼拱坝，工程所需块石料不大，约 0.2 万 m<sup>3</sup>，所需块石料利用发电引水隧洞、导流洞、大坝、厂房等石方开挖料，不设置块石料场。

### 2.2.6 移民安置

根据调查，工程涉及顺溪镇处基村、中山村、溪口村、知音村、富溪村、上顺溪村 6 个行政村 14 个自然村。征（占）用各类土地 1375.71 亩，其中永久占地 1255.71 亩（耕地 21.27 亩、林地 747.98 亩、水域及水利设施用地 430.41 亩、交通用地 32.11 亩、住宅用地 23.09 亩、特殊用地 0.85 亩），临时征用林地 120.00 亩；淹没影响人口 465 户 1848 人（其中淹没人口 192 户 770 人，影响人口 273 户 1078 人）；房屋面积 3.33 万 m<sup>2</sup>；通村公路 8.56km；电力线路 2.67km；广播电视线路 7.20km 等专项设施。

## 第三章 生态环境影响调查及评价

### 3.1 水生生态调查与评价

#### 3.1.1 监测布点

水生生态委托杭州师范大学调查，本次调查从顺溪水库大坝下游的 JW 采样站点至戈场电站 JZ 采样站点，河道总长度为 9.25km，落差约 237m，河道平均坡降约为 25.6%。从顺溪水库回水处 JX 至戈场电站 JZ，河道长度 3.95km，落差约 128m，河道平均坡降约为 32.4%。梯级电站所在的石柱溪属于典型的峡谷型溪流。溪流流经高山峡谷，水流湍急曲折、河道弯曲狭窄。顺溪水库坝下河道渐宽（10~35m），水流平缓。

本项目调查站点设4个采样站点（图1）。

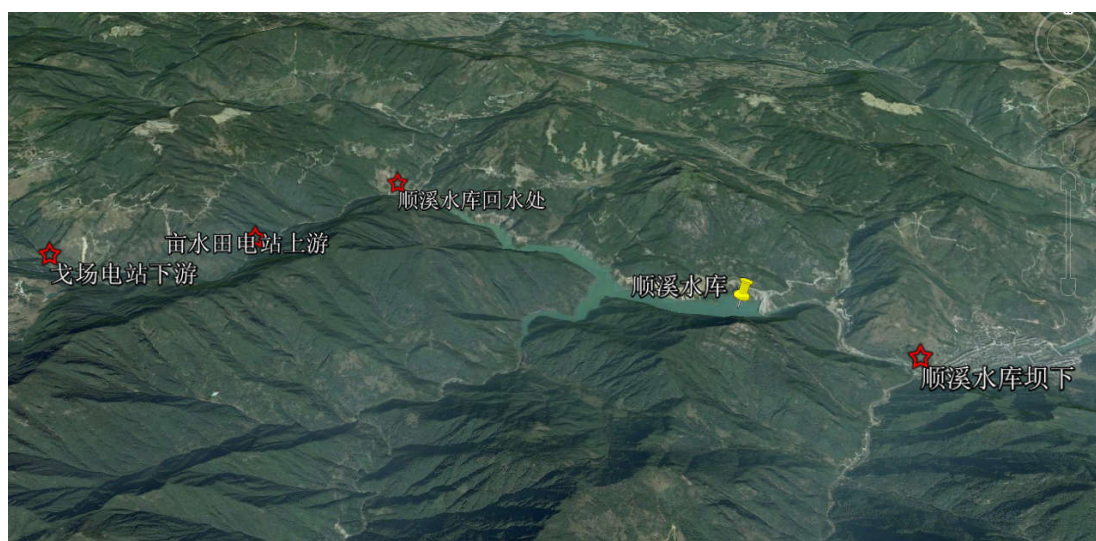


图 3.1-1 调查站点分布

顺溪水库及其梯级电站，其主要任务为防洪、灌溉和利用水位落差势能保障用电供应。水库竣工、蓄水，对所在河流的水生生物不可避免地产生影响。我们对顺溪水库上下游 4 个断面的水生底栖无脊椎动物、水生维管束植物、浮游藻类、浮游动物和鱼类资源进行了调查，并就水库、电站建设对水生生物产



生的影响进行初步的评价。现将调查结果分述如。

### 3.1.2 环境状况

采样站点所在河段，以山体岩层、巨石、砾石、沙砾底质为主，河床狭窄，深浅交替，有部分河段断流。溪流流经的河床，少有水生植物，有湿生植物，河床以上山坡植被完好。调查期间，水库水位下降，消落区宽度约 4m 左右，溪流泥沙含量极少，水体清澈见底。

表 3.1-1 采样站点分布与水环境特点

采样点	宽度/m	水深/cm	流速 m/s	海拔	坐标
顺溪水库坝下 JW					
顺溪水库回水处 JX					
亩水田电站上游 JY					
戈场电站下游 JZ					

### 3.1.3 生物调查数据分析

#### 1、生物多样性指数

(1)Shannon-Wiener 生物多样性指数。

$$H = -\sum (P_i) \times (\log P_i)$$

(2)Margalef 多样性指数

$$D = S - 1 / \ln(N)$$

S 表示种类数，N 表示总密度。D<0.15 表示重污染，0.15—1 之间表示中污染，1—2 之间表示轻污染，D>2.15 表示清洁水体。

#### 2、群落均匀度指数

采用 Pielou 的均匀度指数公式

$$J = H / H_{max} = H / \log S$$

H 为实测多样性，H<sub>max</sub> 最大多样性指数。

#### 3、群落相似性指数

$$\text{Jaccard 指数: } C_j = \frac{c}{a+b-c}$$

a、b 为两群落的物种数，c 为两群落共有的物种数。用于反映群落间物种的相似性程度

#### 4、优势度

$$K = N_{\max} / N$$

$N_{\max}$ 为群落中数量最多的物种个体数。

### 3.1.4 维管束植物多样性

#### 1、调查方法

2016年9月2日~7日，在工程建设区内选取4个采样点进行水生维管束植物的采集工作。调查区域内，真正意义上的水生维管束植物极为少见/缺乏，离水体较近的也是湿生植物，这些植物在溪流、水库周边多为零散，在溪流边的石滩上成簇分布。因此，在各采样站点均采用定性调查为主。

#### 2、采样、分类和鉴定

在各采样站点，采集上下各50m范围内的水生维管束植物，清洗干净，拍摄主要器官图片，现场鉴定、测量并记录、标记。

#### 3、调查结果

##### (1)种类组成

分类结果表明，该区内维管束植物主要由被子植物构成，总计30科，51属，60种。具体名录见附表。

##### (2)各样点对比分析

各采样站点普遍缺乏典型的水生维管束植物，仅见湿生植物。本次调查将河道两岸主要植物分草、木本鉴定列出。“\*”表示湿生植物。

JW 采样站点共有维管束植物18种，隶属于11科，17属，其中木本植物仅小构树1种，草本植物有17种。隶属于10科，16属。草本层植物的平均高度为0.3~0.7m，最优势种为稗 *Echinochloa crusgali*，盖度达到28%，次优势种马蓼 *Polygonum longisetum*，盖度达到25%，弯曲碎米荠 *Cardamine flexuosa* 和五节芒 *Miscanthus floridulus* 也具有一定的优势，此外伴生种还有酢浆草 *Oxalis*

*corniculata*、波斯婆婆纳 *Veronica persica*、猪殃殃 *Galium aparine var.tenerum* 等常见杂草。

表 3.1-5 JW 各层维管束植物盖度

层次	物种	盖度/%	层次	物种	盖度/%
----	----	------	----	----	------

JX 采样站点共有维管束植物 21 种，隶属于 15 科，19 属，其中木本植物仅水竹 *Phyllostachys heteroclada* 和蓬蘽 *Rubus hirsutus* 2 种，草本植物有 19 种，隶属于 14 科，18 属。草本层植物的平均高度为 0.1~0.5m，最优势小飞蓬 *Conyza canadensis*，盖度达到 8%，次优势种狗牙根 *Cynodon dactylon*，盖度达到 25%，山麦冬 *Liriope spicata*、小野芝麻 *Galeobdolon chinense*、知风草 *Eragrostis ferruginea*、垂盆草 *Sedum sarmentosum* 等零星分布。

灌木层植物的平均高度为 0.8~2.5m，主要优势种水竹 *Phyllostachys heteroclada* 盖度达到 45%，还有蓬蘽 *Rubus hirsutus*，盖度达到 8%。

表 3.1-6 JX 各层维管束植物盖度

层次	种	盖度/%	层次	物种	盖度/%
----	---	------	----	----	------

JY 采样站点共有维管束植物 29 种，隶属于 19 科，27 属，其中木本植物有 9 种，隶属于 6 科，8 属，草本植物有 20 种，隶属于 14 科，19 属。草本层植物的平均高度为 0.1~0.5m，各物种盖度如表 2，其中盖度最高的植物为五节芒 *Miscanthus floridulus*，达到 30%，芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、稗 *Echinochloa crusgali*、看麦娘 *Alopecurus aequalis* 和狗牙根 *Cynodon dactylon* 也具有一定分布，紫花地丁 *Viola philippica*、野老鹳草 *Geranium carolinianum*、球序卷耳 *Cerastium glomeratum*、小飞蓬 *Conyza canadensis* 等零星分布。灌木层植物的平均高度为 0.8~2m，各物种盖度如表 2.1，其中盖度最高的植物为五节芒掌叶覆盆 *Rubus pentagonus*，达到 10%，伴生种有三花悬钩子 *Rubus trianthus*、中华绣线菊 *Spiraea chinensis*、山鸡椒 *Litsea cubeba*、檫木 *Loropetalum chinense* 等。

表 3.1-7 JY 采样站点各层维管束植物盖度

层次	物种	盖度/%	层次	物种	盖度/%
----	----	------	----	----	------

JZ 采样站点共有维管束植物 26 种，隶属于 15 科，23 属，其中木本植物有 7 种，隶属于 4 科，5 属，草本植物有 19 种，隶属于 13 科，18 属。草本层植物

的平均高度为 0.2~0.6cm，各物种盖度如表 1，其中盖度最高的是堇菜 *Viola verecunda*，达到 15%，次优势种羊蹄 *Rumex japonicus*，盖度达到 13%，繁缕 *Stellaria media*、蛇含委陵菜 *Potentilla kleiniana*、紫花地丁 *Viola philippica*、知风草 *Eragrostis ferruginea* 等也有相当的分布。灌木层高度 0.5~1.8m，其中盖度最高的是阔叶箬竹 *Indocalamus latifolius*，达到 30%，次优势种蓬蘽 *Rubus hirsutus*，盖度到达 12%，窄基红褐柃 *Eurya rubiginosa var.attenuata*、椴木 *Aralia chinensis*、水竹 *Phyllostachys heteroclada* 等零星分布。

表 3.1-8 JZ 采样站点各层维管束植物盖度

层次	物种	盖度/%	层次	物种	盖度/%
----	----	------	----	----	------

4 个采样站点近水处的维管束植物优势种均为湿生植物，优势度明显。JW 为稗、马蓼，JX 为水竹，JY 为五节芒，JZ 为阔叶箬竹。各采样站点均缺少典型水生维管束植物，湿生植物受水流速度、流量的影响，种类较多，但数量较小，且分布零散。

个采样站点近水处的维管束植物组成与分布特点：(1)以广布、常见种为主；没有地域性特有种和保护种植物。(2)优势种的数量较大，为分布区域内的单优势种，其它种类的数量明显要少于优势种。(3)由于优势种之外的种类个体数量少，均匀度低，所以维管束植物的多样性程度相对比较低。(4)以

泥沙底质、水流缓慢或静水、近水岸边隐蔽处出现率较高。

由于电站截流蓄水，发电泄水为间断性，河道生态需水量不足，再加上河床多为岩石、巨石、砾石、沙砾，不适合典型水生维管束植物生长。

### 3.1.5 鱼类多样性

#### 1、调查方法

2016年9月2日~7日，在各采样站点进行鱼类捕捞、栖息环境观察。鱼类捕捞雇佣当地渔民。

#### 2、采样、分类和鉴定

在各样站点上下游各50~100m河段内，根据环境状况随机选定2~3个作业样地，电捕2小时。在驻地对标本进行鉴定，测量形态学指标（卡尺精度0.1mm）、体重（感量0.1g电子称），并记录。分类鉴定参考《中国鱼类系统检索》（成庆泰 郑葆珊主编）和《浙江省动物志—淡水鱼类分册》（毛节荣主编）。

#### 3、调查结果

##### (1)种类组成

分类结果表明，该区域内鱼类由鲤形目 *Cypriniformes*、鲇形目 *Siluriformes*、鲈形目 *Perciformes* 组成，共12种，隶属5科12属。具体名录如下：

表 3.1-9 各采样站点鱼类名录及分布表

目	科	种名
---	---	----

各采样站点鱼类主要以小型溪涧性鱼类为主。个体数量相对较多的种类为宽鳍鱲、拟腹吸鳅和温州厚唇鱼，是出现采样站点的优势种，均为典型的喜急流鱼类。宽鳍鱲在水流相对较缓的中下游，温州厚唇鱼则在水流相对较急的中上游，拟腹吸鳅多在合适的水环境中，对流速的选择性相对较宽。

由于对社会对无污染的溪流性鱼类的需求量大，顺溪流域鱼类的市场出售价格较高，刺激当地居民对鱼类捕捞强度的增加（电捕、毒鱼）。由此导致渔获物中的个体普遍小于 10g。调查期间，有渔民在顺溪水库坳下溪上游用丝网捕获 20kg，主要种类为温州厚唇鱼、南方马口鱼、切尾拟鲮和侧条厚唇鱼，个体均在 30g 左右。坳下溪上游鱼类个体较大的主要原因是交通不便，需要用船，限制了一般渔民进入捕捞。渔民反映坳下溪大规格鱼类也在逐年减少。

表 3.1-10 各采样站点鱼类数量组成与分布

种	JW		JX		JY		JZ	
	尾数	重量 g	尾数	重量 g	尾数	重量 g	尾数	重量 g

## (2)鱼类生长

对捕获的宽鳍鱲测量、解剖，拟合其生长方程。从图 2 可以看出顺溪流域的宽鳍鱲生长速度比省内其它溪流中的宽鳍鱲生长要快（A、B、C 为省内其它同类型水体宽鳍鱲的生长拟合曲线）。表明了顺溪水库各采样站点的水生态环境（包括食物）要优于省内同类型的溪流。主要表现为河段宽、水深、水流、

水温及食物来源适合宽鳍鱲栖息。

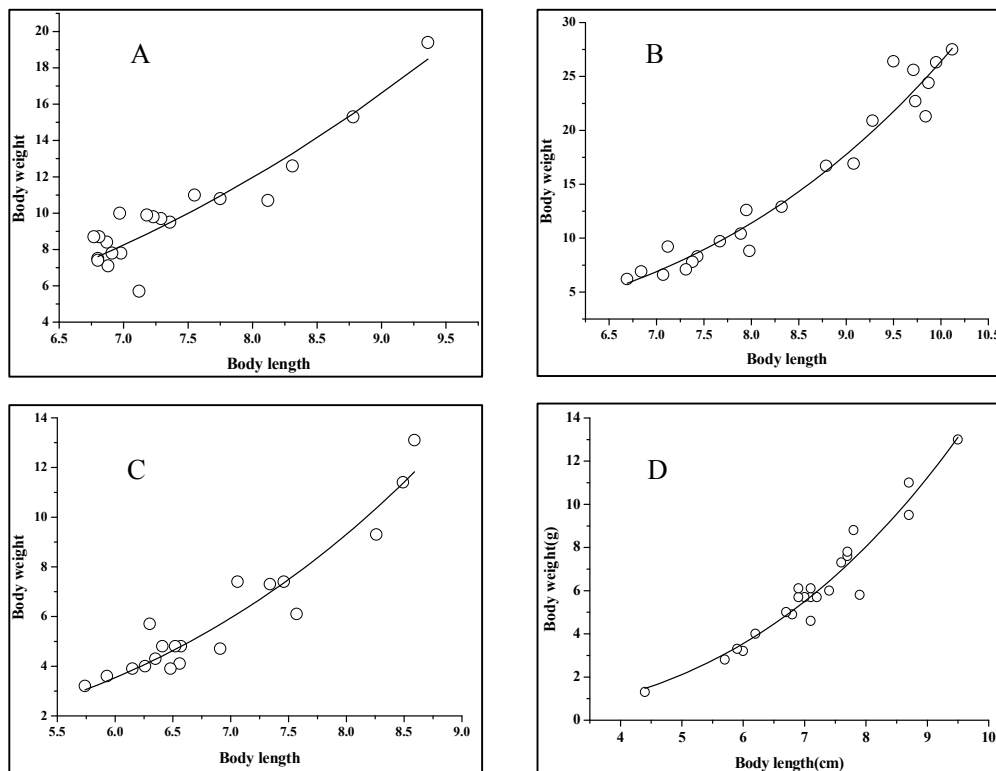


图 3.1-2 顺河流域与省内其它溪流宽鳍鱲

### (3)各样点对比分析

根据调查结果分析，各采样站点的鱼类组成的特点为：

a、溪流性鱼类在鱼类群落组成中占绝对优势地位，表明采样站点的水体溪流性特征明显。

b、优势种宽鳍鱲栖息在有一定流速的溪流中，温州厚唇鱼则喜急流环境。

c、鱼类种类极其贫乏，这与人们对野生溪流性鱼类的喜好所导致的过度捕捞有很大关系。温州厚唇鱼在当地每斤价格百余元，宽鳍鱲价格略低。由溪流性鱼类价格可以看出，山区鱼类资源已近枯竭。

d、水库回水处及水库坝下的河道相对较宽，水流平缓，鱼类的多样性程度明显高于上游河段。下游河段有农田施肥、居民生活污水排放，水体中营养物质较为丰富，适合缓流型鱼类，如鰕虎鱼、切尾拟鲮栖息。

e、宽鳍鱲、温州厚唇鱼都属于典型的溪流性鱼类，但对流速的适应能力是



不同的，从两种鱼在溪流中的分布可以看出，JX 与 JY 之间的河段为两种鱼分布的界限。宽鳍鱲适应低流速，而温州厚唇鱼则喜好急流环境。

f、由于环境改变及捕捞强度大，鱼类种类和数量都非常少，加之上游河道本身狭窄，如果再不加以保护，鱼类会趋于灭绝。

#### (4)关于鱼类的“三场”

调查区域内的鱼类生长过程具有以下特点：

a、3、4 月鱼性腺发育成熟，开始产卵，多在浅滩处。

b、6、7 月水温上升，饵料生物数量大，鱼类活动范围大，数量也开始增加，在浅滩、潭都有。

c、9、10 月水温下降，鱼类在潭里比较多，浅滩出现很少。

d、水面宽且有一定深度的溪流段的流水性鱼类数量较多。

溪流性鱼类大多数产卵类型为沉、粘性卵，可以黏附在砾石、卵石以及近水石滩的湿生植物根丛中，在水流的冲刷下孵化。所以，溪流砾石、卵石、浅滩可以为溪流性鱼类提供多样化的产卵场，潭（或水流相对较缓的深水河道）、巨石水下的缝隙等均可以作为鱼类的越冬场。溪流性鱼类并无固定的索饵场，水库的岸边、有机物（碎屑）丰富的河段都能成为鱼类索饵的场所。

从实地对环境的观察结果看，梯级电站分段拦截流切断了鱼类游动路线、阻隔种群个体间的交流。溪流性鱼类产卵经水流带动会沉在近溢流坝的底层，因为缺少流水的直接冲洗，受精卵表面容易粘附污物从而阻碍受精卵的气体和物质交换，使鱼卵不能孵化。这也是溪流鱼类减少的主要因素。

各采样站点主要是定居性鱼类，这些鱼类在浙江省的东部山区溪流中属于广布种。除了调查发现的鱼类，没有其它洄游性鱼类存在。因此，目前梯级电站的分布，需要考虑满足下游的生态需水量，并采取严格护鱼措施（隔年捕捞，开捕的年份要控制对大规格个体的捕捞，否则鱼类个体会越来越小）。

### 3.1.6 浮游藻类多样性

#### 1、调查方法

2016年9月2日~7日，在顺溪水域上游设立 JW、JX、JY、JZ 等 4 个采样站点点进行浮游藻类的采集工作。

#### (1)浮游藻类标本采集与鉴定

用 5L 塑料容器采集水样，现场加鲁哥氏液固定，带回驻地静置 24h，抽取上清液，沉淀转入 500ml 容器静置 24h，抽取上清液后，沉淀转入 60ml 标本瓶，加 3ml 福尔马林摇匀后保存；(2)用 5L 塑料容器采集水样 4 次，共计 20L，倒入 25 号筛绢（镜检平均孔径 $<27\mu\text{m}$ ）的浮游植物网过滤，收集滤过液注入 60ml 标本瓶，加 3ml 福尔马林摇匀后保存。每个站点均选取不同的生境采集 3 次。野外采集、室内鉴定等均参照《淡水浮游生物研究方法》（张宗涉主编）和《湖泊生态调查观测与分析》（黄祥飞主编）。

#### (2)叶绿素含量测定

每个站点均选取不同的生境（水层）采集 3 次，用浮游植物分类荧光仪（德国 PHYTO-PAM）现场测定。

## 2、调查结果

### (1)浮游植物种类组成与分布

本次调查共检出藻类 37 种，隶属于 6 门，以绿藻门和硅藻门为主（附表 1）。其中绿藻门和硅藻门均为 14 种，总占种数的 37.84%；蓝藻门有 6 种，占总种数的 16.22%；甲藻门、隐藻门和黄藻门种类数均为 1 种，占总种数的 2.70%（表 11）。

表 3.1-11 各采样站点浮游植物种数

JW	JX	JY	JZ	合计	比例 (%)
----	----	----	----	----	--------

各采样站点均以绿藻门和硅藻门的种类数最多，符合一般溪流性浮游藻类

组成的特点。JZ 采样站点种类数量高出其它采样站点所属河段水体浮游藻类种类数的一倍以上，与该河段溢流坝阻隔所形成相对较深的静水水体类型有关。

## (2)丰度

本次调查附着藻总的平均丰度为  $26.92 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，在丰度组成中硅藻最高为  $13.58 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，依次是绿藻  $6.84 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，蓝藻  $6.28 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，隐藻  $0.12 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，甲藻门  $0.06 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，黄藻门  $0.04 \times 10^4 \text{cells/L}$ （表 12）。

在各采样站点中，JZ 的采样点丰度最高  $64.69 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，JY 的采样点丰度最低， $7.41 \times 10^4 \text{cells/L}$ （表 12，图 3）。

表 3.1-12 各样点浮游植物丰度 ( $\times 10^4 \text{cells/L}$ )

种	JW	JX	JY	JZ
---	----	----	----	----

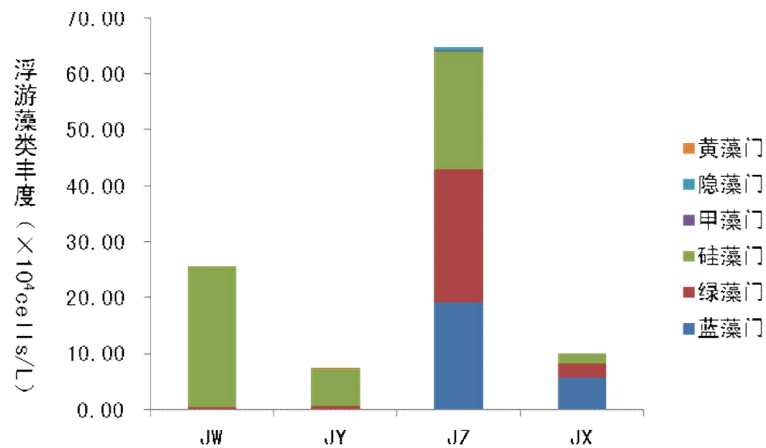


图 3.1-3 各样点浮游藻类的丰度变化

4 个采样站点浮游藻类的个体数量与流速有关。随着流速的提高，个体数量减少。硅藻门的个体数量在多数采样站点较多，与水温、水文条件及河流形态有一定的关系。JX、JZ 采样站点蓝藻数量多，并非是水中营养物的影响，可能与种类对环境的适合度有关。

### (3)生物量

本次调查浮游植物的平均生物量为 1.5648mg/L，在生物量组成中硅藻最高为

1.4985 mg/L，依次是蓝藻 0.0371 mg/L，绿藻 0.0231mg/L，黄藻 0.0048 mg/L，甲藻 0.0012 mg/L，隐藻 0.0002 mg/L。

在各采样站点中，JW 的采样点生物量最高 3.7740mg/L，JX 的采样点丰度最低，0.1129mg/L（表 13，图 4）。

表 3.1-13 各采样站点浮游植物生物量变化(mg/L)

种	JW	JX	JY	JZ
---	----	----	----	----



图 3.1-4 各采样站点浮游藻类生物量变化

4 个采样站点浮游藻类的生物量均以硅藻站绝对优势，这与山区溪流水温、流速等因素有关，适合较大型的浮游藻类生存。

(4)优势种

表 3.1-14 浮游植物优势种和优势度

优势种	优势度
-----	-----

浮游植物优势种变化如表 3.1-14 所示。优势种 6 种，多为硅藻门，其中异

极藻(0.08)、舟形藻(0.09)为富营养化水体耐污种。此外蓝藻门的颤藻(0.03)为中污染水体优势种。由此可以得出,在各采样站点的水体中,已经存在或出现富营养化。

#### (5)多样性指数

浮游植物各采样站点多样性指数如表所示,香浓威尔指数平均值为 2.10,其中 JZ 站点最大,为 2.76, JX 的最小为 1.62;丰富度指数平均值为 1.35,其中 JZ 站点最大值为 2.24, JW 和 JX 站点相近,为 2.10;均匀度指数平均值为 0.52,其中 JY 和 JZ 站点最高为 0.56, JX 最低为 0.44。

表 3.1-15 各采样站点浮游植物多样性指数变化

	JW	JY	JZ	JX	平均
Shannon-Wiener					
Margalef					
Pielou					

#### (6)叶绿素

水体叶绿素含量测定结果, JW、JX 藻类的组成与显微镜观察结果一致。JY、JZ 藻类的组成与显微镜观察结果出入较大。

表 3.1-16 各采样站点叶绿素含量 ( $\mu\text{g/L}$ )

	蓝藻	绿藻	硅藻	合计
JW				
JX				
JY				
JZ				

水体叶绿素含量测定,藻类含量的总体水平比较低。可能与采样站点所处的海拔较高,以及水温较低有一定的关系。

从上述分析,可以得到以下的结论:

a、各采样站点的水环境存在一定程度的连续性和相似性。

b、总体而言,各采样站点的浮游藻类物种和数量的丰富度比较低,根据生物多样性指数、个体数量的丰富度以及污染指示种的个体数量, JW、JZ 可以划为轻污染型, JX、JY 可以划为轻污染型。

c、对流域周边居住村民还应加强环境保护的宣传和教育，在发展农村旅游经济的同时应注意对水环境和生物多样性的保护。

### 3.1.7 附着藻类多样性

#### 1、调查方法

2016年9月2日~7日，在顺溪水域上游设立SW、SX、SY、SZ等4个采样站点进行附着藻类的采集工作。

标本采集 在各采样站点选定一合适采集、环境生态多样的断面，采集位于水中不同环境中的、可移动的小型砾石或石块，用牙刷刷取表面上的附着物。刷取面积为标本瓶盖的覆盖面积（ $r=14\text{mm}$ ， $S=154\text{mm}^2$ ），共取 $100\text{cm}^2$ 。采集标本时，用标本瓶盖压紧，刷净瓶盖外周的附着物，并用溪水冲洗，再用纯净水清洗1遍。移开瓶盖，将其中的附着物刷入广口容器并用净水冲刷入容器。采集结束，现场加鲁哥氏液固定，带回驻地静置24h后，抽取上清液，转入60mm标本瓶，加3ml福尔马林保存。

#### 2、调查结果

##### (1)附着藻种类组成与分布

本次调查共检出附着藻类25种，隶属于3门，以硅藻门、绿藻门和蓝藻门为主。其中硅藻门种类数最高，为12种，占总种类数的48%；其次是绿藻门为12种，总占种数的32%；蓝藻门有5种，占总种数的20%（表17）。

此外，JX站点总种类数最高，为17种；其次是JY和JZ，均为16种；种类数最低的是JW，为14种（表3.1-17）。

表 3.1-17 各采样站点附着藻种数

	JX	JW	JY	JZ	合计	比例 (%)
蓝藻门						
绿藻门						
硅藻门						
合计						

各采样站点均以硅藻门的种类数最多，符合一般溪流性浮游藻类组成的特点。各采样站点硅藻门的种类及种类数基本相同，反映溪流底质的水环境特点



比较一致。

## (2) 丰富度

本次调查附着藻总的平均丰度为  $1119.14 \times 10^6 \text{ cells/m}^2$ ，在丰度组成中硅藻门最高为  $629.42 \times 10^6 \text{ cells/m}^2$ ，依次是蓝藻门  $400.88 \times 10^6 \text{ cells/m}^2$ ，绿藻门  $88.83 \times 10^6 \text{ cells/m}^2$ ，（表 3.1-18）。

表 3.1-18 各样点附着藻的丰度 ( $\times 10^6 \text{ cells/m}^2$ )

种	JW	JX	JY	JZ
---	----	----	----	----

在各采样站点中，JW 采样点丰度最高  $1885.19 \times 10^6 \text{ cells/m}^2$ ，JY 的采样点

丰度最低， $165.64 \times 10^6 \text{ cells/m}^2$ （图 3.1-5）。

JW、JX、JY 采样站点个体丰富度均以硅藻门占绝对优势，JZ 则以蓝藻门个体数量居多。这可能与 JZ 底层水流相对静止、水较换少、营养物较多有关。

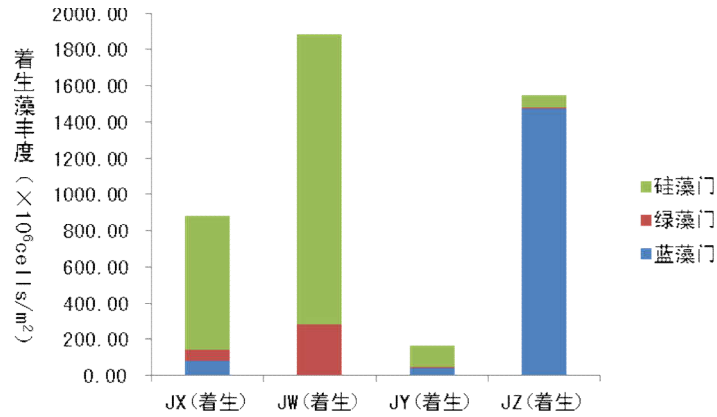


图 3.1-5 各样点附着藻的丰度变化

### (3) 生物量

本次调查附着藻的平均生物量为  $14804.98 \text{ mg/m}^2$ ，在生物量组成中硅藻最高为  $13356.46 \text{ mg/m}^2$ ，依次是绿藻  $922.12 \text{ mg/m}^2$ ，蓝藻门  $526.40 \text{ mg/m}^2$ （表 3.1-19）。

表 3.1-19 各采样站点附着藻生物量变化( $\text{mg/m}^2$ )

种	JW	JX	JY	JZ
---	----	----	----	----

在各采样站点中，JW 的采样点生物量最高 36157.17mg/ m<sup>2</sup>，JY 的采样点丰度最低，1225.95 mg/ m<sup>2</sup>（图 3.1-6）。这可能与 JW 位于水库大坝下游，水面宽、水流平缓，库底发电下泄水营养物含量较高有关。

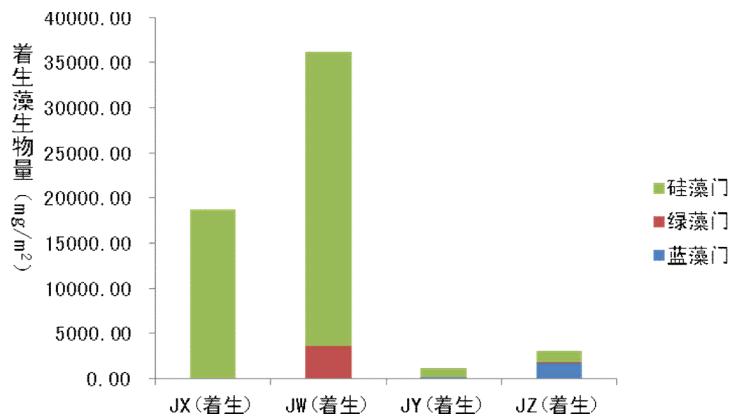


图 3.1-6 各采样站点附着藻生物量变化

(4)优势种

表 3.1-20 附着藻优势种和优势度

优势种	优势度
-----	-----

附着藻优势种变化如表 3.1-21 所示。优势种 9 种，多为硅藻门，其中硅藻门中的异极藻（0.17）和舟形藻（0.07）等均为喜富营养水平耐污种；此外蓝藻门的颤藻（0.26）为中污染水体优势种；而绿藻门中的丝藻（0.03）则是耐 Cu、Zn、Pb 重金属的种类。主要优势种为污染指示种，表明采样站点所在水体营养物的沉积和水流交换较少。

(5)多样性指数

附着藻各采样站点多样性指数如表所示，香浓威尔指数平均值为 1.68，其中 JX 站点最大，为 2.15，JZ 的最小为 0.30；丰富度指数平均值为 0.72，其中 JY 站点最大值为 0.79，JW 站点最低为 0.61；均匀度指数平均值为 0.42，其中 JW 站点最高为 0.55，JZ 最低为 0.07。其中 JZ 站点除丰富度指数与其他站点相近外，香浓威尔指数和均匀度指数均远小于其他站点。

表 3.1-21 各采样站点附着藻多样性指数变化

	JW	JX	JY	JZ	平均
Shannon-Wiener					
Margalef					
Pielou					

3.1.8 浮游甲壳动物多样性

1、调查方法

2016 年 9 月 2 日~7 日，在顺溪水域上游设立 SW、SX、SY、SZ 等 4 个采样站点点进行浮游甲壳动物的采集工作。

在兼顾河流特性和季节特征的基础上，每个站点均选取不同的生境采集 3 次。浮游甲壳动物的调查用 25#浮游生物网过滤 15L 水样收集样本，用甲醛溶液固定带回实验室镜检。

水样带回实验室后，定量至 50ml，取个部水样于计数框中，在 10×10 显微镜下计数并测量体长，计算出单位体积内的浮游动物数量和生物量。标本的采集与处理依据《淡水浮游动物研究方法》(章宗涉等, 1991)和《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法—湖泊生态调查观测与分析》(孙鸿烈等, 1999)进行。

本文研究的浮游甲壳动物包括枝角类和桡足类，主要依据《中国动物志—淡水枝角类》和《中国动物志—淡水桡足类》，分类和计数在显微镜和解剖镜下完成，一般鉴定到种。定量标本采用全过数法，除桡足类中的无节幼体外，每只个体在显微镜下用测微尺测定体长(测微尺目镜每格 0.025 mm)，并依据公式进行生物量计算。

每个样本数量采用全过数法，用所得数据除所采水样体积得出样本密度。枝角类和桡足类的生物量是通过分别测量各种浮游甲壳动物的体长，每个种类测量 30 个以上，然后根据体长体重回归方程换算(陈雪梅, 1981; 黄祥飞等, 1986)，无节幼体取各期的平均值每个按 0.003mg 计算，数据统计和分析用 Excel 完成。

## 2、调查结果

### (1)种类组成

调查期间在定量样本中，共发现浮游动物动物 2 种。其中枝角类和桡足类各 1 种，还有无节幼体和桡足类幼体。

优势种方面，枝角类优势种为简弧象鼻溞 (*Bosmina coregoni*) 和颈沟基合溞 (*Bosminopsis deitersi*)；桡足类数量小，只检测到广布中剑水蚤 (*Mesocyclops leuckarti*)。

简弧象鼻溞分类地位：枝角类 Cladocera，象鼻溞科 Bosminidae，象鼻溞属 *Bosmina*。

广布中剑水蚤分类地位：剑水蚤目 Cyclopoida，剑水蚤科 Cyclopidae，中剑水蚤属 *Mesocyclops*。

从群落的种类组成看，本次调查点位浮游动物的优势种群中，枝角类优势种简弧象鼻溞属于  $\beta$  一中污带指示种；桡足类的优势种广布中剑水蚤也属于  $\beta$  一中污带指示种 (Bick、Liebmamn、王家楫、魏崇德等)。所以，从浮游动物

群落的优势种构成，指示在一定程度上处于有机污染状态，从浮游甲壳动物的种类数量上来看，种类少。广布中剑水蚤为常见的浮游性种类，分布于各种类型的水域中，系一暖水性种类，夏秋两季繁殖最盛，为肉食性种类，以纤毛虫、甲壳类幼体及轮虫为食。嗜寒性。简弧象鼻溞大多栖息在大型湖泊与水库的敞水区，有时也出现在沿岸区，此外，池塘、水潭以及在缓流的江河中也有分布。

## (2)浮游动物密度和生物量

4 个采样站点的浮游甲壳动物种类组成简单，数量少。群落密度和生物量最大在 JY 采样站点，最低在 JZ 采样站点。幼体的数量低于成体，表明种群的稳定性比较差。两种甲壳动物更为喜欢栖息在流速较大、有一定营养物含量的水体。两种甲壳动物在 4 个采样站点均有出现，表明对于甲壳动物的栖息环境而言，水生态环境比较相似。

表 3.1-22 各采样站点浮游甲壳动物数量与生物量组成

	密度 ind./L				生物量 µg/L			
	JW	JX	JY	JZ	JW	JX	JY	JZ
无节幼体								
幼体								
简弧象鼻溞								
广布中剑水蚤								
合计								

从调查的结果看，顺河流域内的水体浮游节肢动物的种类和数量都非常有限，溪流中更缺乏，桡足类无节幼体和其它甲壳动物均出现在 JW、JX、JY 三个采样站点，也可能是因为 JY 至 JZ 的坡降增加、流速较大的影响。总体而言，溪流浮游节肢动物种类和数量少与流速大、水温低、缺少充足的饵料生物有一定关系；桡足类无节幼体和甲壳动物幼体在出现的站点存在一定的数量，与它们滤食的摄食方式有关。一些甲壳动物幼体除了滤食，还可以栖息在水流平缓的砾石上刮食附着藻。

许多研究结果表明，在溪流状态下，桡足类成体是非常少的。这与其捕食食性有关，溪流中缺少适口的饵料生物。两种耐污种类均在 4 个采样站点出现，

表明水体中存在一定数量的悬浮有机颗粒，可以提供枝角类滤食。两种浮游甲壳动物在国内淡水水体中属于广布种、习见种，栖息于湖泊、溪流的沿岸的水草丛、岩石缝隙中。

### 3.1.9 轮虫生物多样性

#### 1、调查方法

2016年9月2日~7日，在顺溪水域上游设立 SW、SX、SY、SZ 等 4 个采样站点点进行浮游轮虫的采集工作。

采集的方法与处理与浮游藻类的方法相同。

#### 2、调查结果

##### (1)种类组成

4 个采样站点的水样共鉴定出轮虫 4 科 7 属 8 种，以寡污-β 中污型种类为主，无明显优势种。

其中 JW 样点共检出轮虫 2 科 4 属 4 种，JX 样点共检出轮虫 2 科 2 属 2 种，JY 样点共检出轮虫 2 科 3 属 3 种，JZ 样点共检出轮虫 3 科 5 属 6 种。

表 3.1-23 各采样站点原生动物种类组成

科	属	种	JW	JX	JY	JZ
---	---	---	----	----	----	----

##### (2)数量与生物量组成

4 个采样站点的轮虫密度以 JZ 最高，JX 最低。各采样站点浮游轮虫的种类数在已报道的同类型水体中属于正常水平，个体数量 JW、JX 采样站点较低，JY、

JZ 在同类型水体中属于正常。数量与生物量显著相关，表明个体规格相近或各采样站点种类组成相似度较高，有较好的连续性分布。JW 采样站点的营养物及浮游植物数量、生物量都高于 JY，但轮虫密度与生物量都低于 JY 采样站点，说明有其它环境条件限制了浮游轮虫的群落结构、种群数量。

螺形龟甲轮虫为寡污-β 中污性指示种，在 JW、JZ 采样站点出现数量相对较大，说明该站点的水体营养水平相对较高；角突臂尾轮虫为 β 中污性指示种，但由于数量较少，也只能说明 JW、JZ 采样站点水体存在富营养化的潜在风险。

表 3.1-24 各采样站点浮游轮虫数量与生物量组成

种	密度 ind./L				生物量 mg/L			
	JW	JX	JY	JZ	JW	JX	JY	JZ

JZ 采样站点的轮虫不论密度还是生物量都高于其余各样点的总和（其余3个采样站点之和，密度为20ind./L，生物量为8.16 mg/L），表明静水水体在适合的环境条件下更有利于轮虫的生长。针簇多肢轮虫多出现在有一定营养水平的静水水体（武汉东湖浮游轮虫优势种即为针簇多肢轮虫）。从调查的轮虫各项数据以及环境条件、水质检测的结果综合分析，各调查站点水体基本属于轻微污染的营养水体，存在向中营养水平发展的趋势。

轮虫的饵料生物主要为原生动物、藻类 and 水中悬浮营养颗粒。

采样站点中的轮虫种类组成简单，主要种类均为小型个体，在 3 个采样站点都有出现的螺形龟甲轮虫属于寡污-β 中污性，说明各采样站点水体在向中营养型过渡。应该注意到已经出现的中污带个体类型。



顺溪水库截流蓄水，静水水体水面扩大，下游水流基本由发电用水补充。下游水交换急剧减少，营养物沉积，加之附近生活、农田污水排放，水体富营养化趋势明显。库区上游梯级电站，使河床分段集水，溢流坝阻隔所形成的静水水体也存在富营养化的趋势。JZ 采样点至库尾回流段，有明显的水流，溪流特征明显。

### 3.1.10 原生动物多样性

#### 1、调查方法

2016年9月2日~7日，在顺溪水域上游设立 SW、SX、SY、SZ 等 4 个采样站点进行原生动物的采集工作。调查、取样方法与浮游植物相同。

#### 2、调查结果

##### (1)原生动物种类、数量组成与分布

调查共采集到原生动物 9 种，分属于 5 目 7 属。全部种均只在 1 个采样站点出现（除瓶砂壳虫在 JX、JZ 同时出现之外）。表明各采样站点的水体微环境各不相同。

表 3.1-25 各采样站点原生动物种类组成

目	科	属	种	JW	JX	JY	JZ
---	---	---	---	----	----	----	----

4 个采样站点原生动物不论个体数量还是生物量都处于较低水平。瓶砂壳虫和球形砂壳虫为寡污性种，淡水筒壳虫指示水体轻污染。由于数量水平较低，总体而言，上游 3 个采样站点水质情况较好，仅存在轻微的有机污染。

表 3.1-26 各采样站点原生动物数量与生物量组成

种	密度 ind./L				生物量 $\mu\text{g/L}$			
	JW	JX	JY	JZ	JW	JX	JY	JZ

有研究表明，富营养化程度越高，纤毛虫的丰度越大。浮游纤毛虫丰度大小可以间接反映湖泊的富营养化程度。浮游纤毛虫的丰度除了受到富营养化程度的影响外，还受到气候和天然食物的影响，在气候比较温暖地区浮游纤毛虫的丰度比气候恶劣地区的丰度高，季节（温度和光照）变化对纤毛虫的生长有一定的影响，天然食物对某些种类也有一定的限制作用。本次采样，没有发现纤毛虫种类，可以说明水体的营养水平较低。

### (2)各采样站点比较分析

总体而言，各采样站点原生动植物多样性水平较低，种类出现率较低。在水库上游的 3 个采样站点都发现有耐污指示种，但个体绝对数量较小，优势度并不是很明显，因此，调查区域内的水体总体水质并未受大的污染。

### 3.1.11 底栖动物多样性

#### 1、调查方法

2016 年 9 月 2 日~7 日，在顺溪水域上游设立 SW、SX、SY、SZ 等 4 个采样站点进行底栖动物的采集工作。

在溪流水体采集底栖动物时，用  $30 \times 30\text{cm}$  的手拨网在每个站点随机选择 3~5 个采集点，将围框内的石块洗入底网。采集到的底栖动物放入封口塑料袋，带回驻地分离沙砾、杂物，挑出的底栖动物装入标本瓶，加福尔马林固定。24h 后，换 75%酒精保存。

#### 2、调查结果

### (1)种类组成

对底栖动物标本进行分类、鉴定，结果表明，各采样站点的底栖无脊椎动物的种类主要以水生昆虫纲为主，有 9 种；蛛形纲 1 种；软体动物腹足纲 3 种。

表 3.1-27 底栖动物名录

目	科	属	种
---	---	---	---

### (2)底栖动物数量及生物量组成与分布

数量组成以 JW、JX 最高，生物量则以 JY 最大。生物量低，主要是缺乏大型底栖动物。

依据 Carlander 底栖动物生物量评价标准， $0.2-1.7\text{g}/\text{m}^2$  为贫营养型， $2.5-6.25\text{g}/\text{m}^2$  为中营养型， $10-25\text{g}/\text{m}^2$  为富营养型。则 JW、JX、JZ 为贫营养型，JY 为中营养型。

JW 采样站点河道宽、水浅、水流缓，从营养物和水化学检测分析，底质有机物丰富、着生藻类生物量高，是比较适合大型底栖动物生存的。但是，采集结果生物量较低。这与水库下泄水量小，大部分河床干涸，水流仅在河道中央流动。底栖动物数量、生物量水平低，会影响溪流中以底栖动物为食的鱼类种类、种群数量。

表 3.1-28 各采样站点底栖动物数量与生物量分布

种	密度 ind./m <sup>2</sup>				生物量 g/m <sup>2</sup>			
	JW	JX	JY	JZ	JW	JX	JY	JZ

(3)多样性

表 3.1-29 各采样站点底栖动物多样性

	JW	JX	JY	JZ
Margalef 多样性指数				
均匀度				
Shannon-weaver 指数				
Simpon 多样性指数				

Shannon-weaver 指数所确立的水质标准为： $H' > 2$  为清洁，1-2 为轻污染；0-1 为重污染。对照表可知，4 个采样站点的 Shannon-weaver 指数值属于轻污染。本次采样 4 个采样站点均未采集到寡毛类，根据 Goodnight-Whitley 生物指数  $I_{GW}$  ( $I_{GW} = 100 \times \text{寡毛类密度} / \text{底栖动物总密度}$ ): 0-30 (清洁)，30-60 (轻污染)，60-80 (中污染)， $> 80$  (重污染)。则 4 个采样站点均应属于清洁水体。由于 4 个采样站点的底质为岩石、巨石、卵石和沙砾构成，加之一定的流速，并不是寡毛类适宜的生境，即使有丰富的有机营养物。

毛翅目昆虫幼体大多在清洁水体中出现，除 JW 采样站点之外，其余各采样站点水体均采集到毛翅目昆虫，囊翅石蛾和纹石蛾同时出现在 JX、JY 采样站点，

JZ 出现纹石蛾，可以说明这些采样站点水环境清洁。

#### (4)影响评价

顺溪水库对下游河段水生生物的影响已经明显表现。发电所用的水库底层水有机可溶性营养物含量较高，在空气的氧化作用下分解释放，造成 JW 采样站点底质卵石、岩石、砾石表面着生藻类数量增加。因为间断性地泄水，水生生物不能持续生长，造成水生生物群落演替不能正常地进行。

调查区域内所涉及的溪流各河段的水生底栖无脊椎动物异质性程度较高，仅 JX、JY 两个采样站点之间相似度达 0.571，其余相邻采样站点之间底栖动物相似度基本近似于零。

调查发现的水生底栖无脊椎动物在其它地区的同类型水体中亦有分布，并非顺溪流域内的特有种。因此，从物种的保护观点出发，顺溪水库及上游梯级电站即使长期维持使用，也不会导致这些物种的消亡。

### 3.1.12 顺溪水库对水生生物总体影响

溪流的非生物环境除了水体理化因子及光、空气等之外，水动力学条件是不可忽视的重要因素。电站上下库上游段的水源主要来自集雨区地表径流水和地下水汇集形成的山涧溪流。电站下游的溪流基底多为砾石、巨石，河床比降大、河弯多、山坡陡峭，由此形成河床形态复杂。

溪流生态系统与相邻的山林生态系统接触紧密，其水体的物质组成也因此受两岸的山林、耕地、村庄影响，水陆系统之间由于物质和能量的传递而形成复杂的复合生态系统。

顺溪水库建设之前的鱼类调查渔获物种类为 15 种，此次调查渔获物种类数为 12 种，与之前调查结果比较，少了黄尾鲮 (*Xenocypris davidi*)、鲫 (*Carassius auratus*)、细纹颌须鲈 (*Gnathopogon taeniellus*)、沙塘鳢 (*Odontobutis obscurus*)、叉尾斗鱼 (*Macropodus opercularis*)，多了南方马口鱼和侧条厚唇鱼。鲫、细纹颌须鲈、沙塘鳢、叉尾斗鱼主要在坝下水流较缓、水面相对较宽、有一定水深的河段，黄尾鲮在交溪大桥附近水潭捕获，当时估计可能为上游小水库养殖鱼

类，随水库泄水逃逸。南方马口鱼和侧条厚唇鱼在坳下村水库坝下数量较多、个体较大。

顺溪水库工程生态环评与此次调查鱼类种类组成比较，相同种类共有 10 种，相似系数为 0.588。鱼类群落结构变化较大，主要原因是水库坝下缓流型种类消失。有水库建坝的影响，也有渔民过度捕捞的作用。

从调查得到的全部水生生物种类来看，各采样站点种类总数平均为 62（54~79），差别不是很大。与水库建造环评的种类平均数低 10 种。

表 3.1-30 各样站点生物类群种类数组成与分布

类群	JW	JX	JY	JZ
轮虫				
浮游甲壳动物				
附着藻类				
浮游藻类				
鱼类				
底栖动物				
湿生维管束植物				
原生动动物				
总计				

对物种总种类数贡献最大的来自附着藻类、维管束植物和浮游植物。

根据采样站点水流特征，可以划分 3 类：静水型，JZ；急流型：JX、JY，缓流型 JW。根据水生生物的种类与数量组成特征以及相关的评价指标，4 个采样站点的水体均为贫营养型。

根据全部数据综合分析，各采样站点的溪流水生生物组成，受水流速度、流量和河床环境复杂程度的影响比较大。JZ 水潭底部相对静止，水交换发生在上层水面，因此营养物及其它指标评价其营养水平稍高于 JY、JX 采样站点。这些营养物在溪流下行中，由于受到浅滩曝气氧化，深潭沉积，急流冲击、搅动，砾石阻挡吸附、过滤等，使营养物逐渐降解。所以，水流在向下流动过程中，即使吸纳一定量污染物，对溪流水质的整体影响表征上也不是十分的明显。这也是为什么调查区域内水生生物组成没有明显规律性的原因。

调查区域的水体位于浙东象山港南岸，四季的降水相对其它地区充沛，受干旱影响较小。在自然状态下，溪流不会出现断流现象。但是，梯级电站存在不可避免地造成溪流生态需水量的不足，经常出现下游断流是产生对溪流水生生物资源影响的关键。

顺溪水库的建成蓄水，使坝上 3.95km 河段因蓄水成为静水区，原来适应溪流性生活的水生生物群落消失。尤其是溪流性鱼类，活动区域被极大地压缩，繁殖环境被极大地改变，各种溪流性鱼类的种群规模即使是在完全禁捕的情况下，也不可能达到原有的规模。从本次调查的数据可已看出，鱼类的饵料生物减少，生存空间压缩，种群规模萎缩。

但是，顺溪水库蓄水，带来一个意外的好处是，增加了渔民进入坳下溪捕鱼的难度。坳下溪溪流性鱼类在蓄水期间在没有外部干扰的情况下建立较大规模的种群。为了保护溪流性鱼类，应严格禁止渔民进入坳下溪。或者给部分渔民发证，规定渔具和捕鱼频次、渔获量，以保障溪流性鱼类有稳定的种群数量。

从此次调查的数据分析，除了着生藻类硅藻门的种类在各个采样点出现基本一致，其它类群的种类分布在各个采样站点差异较大（相似度较低），反映调查区域各河段的空间异质性较大。尤其坝下与上游的水生生物不同类群的数量变化较大。表明水库对水生生物群落组成的影响。基于这样的考虑，在今后的水库运行过程中，应在坝下建溢流坝，使下泄水经过曝气后流入河床；其次，通过调度增加下泄水量，确保下游河段不断流（尽可能使水面加宽），扩大水生生物生存空间；第三，要采取严格禁渔措施，对电捕捞要加重处罚力度，保证下游河道鱼类资源的恢复。

根据调查结果分析，梯级电站对水体水生生态系统产生的影响，主要有以下 4 个方面：

- 1、目前，调查的溪流段属于典型的山涧溪流，具有水源充足、水流清澈、坡降较大、水流急缓交替、水温低等特点。溪流两岸植被发育良好，既提供溪流生物必要的养分，又保持土壤不被冲刷。一般而言，溪流下游水流趋缓，水生生物多样性程度会更高。本次调查坝下的底栖无脊椎动物的种类数、密度以

及生物量较过去已有所减少。

2、调查区域内各采样站点河道宽度、坡度变化并不均等，砾石堆砌、巨石交错拦截、改变了溪流的原生态环境，水体流速、水深、水质、底质都有不同程度的改变。在自然状态下，降雨量的变化会影响集雨区内的地表径流，各溪流段的浅滩处会有不同程度的脱水影响。溪流脱水有短期脱水与长期脱水、局部脱水与大面积脱水之分。短期的、局部的脱水，对水体内的生物影响是可逆的；长期的、大面积脱水，对水体内的水生生物影响有时可能是致命的、不可逆的。目前情况是的溪流断水、脱水、干涸，则增加了人为因素。

但是，梯级电站的建设，唯一对水生生物有利的是，在自然状态缺水的旱季，电站能否提供一定的水量，保障下游的生态需水？如果可以，则可以避免干旱对溪流水生生物的灾难性影响。

3、顺溪水库建成蓄水，已经把流水河段的溪流变为静水区，上游的回水区泥沙和有机物在水体中淤积会增加，水中的悬浮颗粒物会不断地沉积库底，导致库底有丰富的有机营养物。这些营养物在底部缺氧的条件下厌氧分解，会导致发电下泄水恶臭，这已经在坝下采样站点表现出来。坝下水体水生生物更容易获得养分，生物量增加，典型的溪流型生物逐渐减少。库区喜营养的蓝藻门浮游藻类数量在静水区增加，蓝藻门附着藻类数量也会在回水区增加。好氧、喜急流的硅藻门种类将相应地在库区减少或消失。库区的形成，喜富营养水体的环节动物与摇蚊幼虫渐增，而适应富氧、急流的蜉蝣目、毛翅目等稚虫相应消失。

4、浮游动物、底栖动物的种类、个体数量和生物量都相对较低，表明：(1)浮游植物的数量并不能提供溪流水生动物足够的食物；(2)附着藻类、水中悬浮营养颗粒物、沉积在河床上的有机碎屑是溪流水生动物的主要食物来源；(3)水库已经较大地改变上游溪流较宽河段的流速和流量，静水类型的水生生物群落结构会替代原有的溪流性水生生物群落。

由于顺溪水库防洪、发电的功能决定水库服务于下游的社会、经济发展，这已不能改变。应考虑在静水区水体的水生生物资源利用。建议：在大坝与坳



下溪之间设立自浮式拦鱼网，在网的上游放养滤食性鱼类，严禁人工投喂养殖鱼类的模式。捕捞方法可采用垂钓、刺网、扳罾等渔法，开放垂钓，需要告诫生活垃圾的自行处置或几种处置。这样可以通过滤食性鱼类的输出带走水库中的营养物输入。

5、上游梯级电站需要注意周边的山体滑坡治理。戈场电站上游的防砂（石）土坝，阻拦了溪流性鱼类的活动及其它水生生物群落之间的交流，对整个溪流生态发育是不利的。各梯级电站之间的溢流坝应以不阻碍鱼类上下活动为原则，或修建可供鱼类游动的通道；保证溪流性鱼类在繁殖期间受精卵孵化有充足的水流。

调查期间发现，虽然有水潭存在，可以提供鱼类暂时栖息的空间，但潭之间的溪流通道狭窄，水流湍急，整个河道水位低，鱼类在河道上下游动能消耗巨大，用于生长的营养、能量减少，所以渔获物的规格普遍较小。根据渔民的反映，以前上游溪流大规格鱼类还是比较多的，这当然有过度捕捞的影响。

上游各梯级电站之间主要是要避免人为造成繁殖季节溪流浅滩脱水、溪流流量与流速减小，这将对已经面对严酷水环境的溪流性鱼类交配、产卵、孵化产生严重的影响，也会使鱼类的栖息、活动范围大大缩减。

冬季，溪流性鱼类多生活在相对较大的水潭中（潭内有相对静止的区域），岩石的缝隙、水生维管束植物的根丛都是良好的越冬、索饵和繁殖场所。溪流性鱼类喜氧、具有适于急流的体形和运动器官、产粘性卵，是这些鱼类能够在急流中生存、繁衍的最主要因素。

从已经建设的一些水工程对环境的影响结果看，对下游的溪流经常性给予一定水量的补充，并不会造成水生生物的全部灭绝。而且调查到的全部水生生物并不是调查区域内的特有种，在相同环境类型的水体中也存在，从大尺度生态空间考察，物种的多样性不会因此而改变。但是，局部的生态条件，会因为频繁的人为活动的干预、污水排放、梯级电站维护的废弃物，对水体环境、水生生物类群也会产生比较大的改变。这在梯级电站以后的生产过程中，必需给予足够的关注和重视。

## 3.2 陆生生态调查与评价

### 3.2.1 调查方法和过程

#### (1) 资料收集和走访

资料收集以以往调查成果资料为主，结合收集相关调查研究资料，研究和分析植被的分布、野生保护动植物的种类和分布等；同时通过走访林业工人、技术人员以及群众了解野生保护动植物的种类和分布。

#### (2) 实地调查

##### ① 调查时间

采用浙江省林科院对工程评价区陆生生态环境现状进行了实地调查。

##### ② 调查内容和方法

室内研究与野外调查相结合，以野外调查为主，点线结合，路线调查与重点样方调查相结合。

##### a、样方调查

根据评价区植被外貌特征，工程占地涉及到 5 种植被类型，采用样方法对工程占地涉及的植被类型进行实地详细调查，在典型地段选择 22 个具有代表性的样地，其中水库淹没区和工程占地区均设有样地，样地设置情况见表 3.2-1 所示。其中乔木层样方面积 20m×20m，采用每木调查法记录样方内所有乔木的种类、数量、胸径、树高、冠幅、郁闭度、茂盛度及生活型；在每个乔木样方中设置 4 个面积为 2m×2m 样方进行灌木层和草本层调查，记录灌木、草本和藤本的种类、多度（盖度）、茂盛度、生活型等。

表 3.2-1 植被样方设置情况

编号	东经	北纬	植被类型	位置	海拔	郁闭度	坡向


b、珍稀保护植物调查

本次调查以平阳县古树名木普查建档成果资料为基础，进行全面复查，对普查中遗漏的古树名木采用社会访问与实地调查相结合的方法进行补充调查。对评价区珍稀濒危植物调查采取野外实地调查和民间访问相结合的方法进行。

c、生物量和生产力测定方法

森林生态生物量测定通常有回归分析法、收割法等，根据该地区实际情况，该地区植被生物量测定采用这两种方法结合，乔木层生物量用收割法实测较为困难，采用回归模型法测定，在样地调查资料基础上，根据相关回归方程计算各植被类型乔木层的生物量，各植被类型生物量回归模型如表 3.2-2 所示。

表 3.2-2 乔木层生物量计算采用的回归模型

植被类型	模型	参考文献
杉木林	$W_{干}=0.1243(D^2H)^{0.68}$	叶镜中等. 苏南丘陵杉木人工林的生物量结构. 生态学报, 1983.
马尾	$W_{总}=1.0715D^{1.3633}H^{0.151}$	林开敏等. 杉木和马尾松林生物产量模型的研究. 福

松林	2	建林学院学报, 1993
阔叶林	$W_{干}=0.0233(D^2H)^{0.9849}$	陈启瑞. 青冈林生产力研究. 杭州: 杭州大学出版社, 1992.
毛竹林	$W_{总}=0.1574D^{2.3049}/2.3079+0.1574 D^{2.3049}$	郑郁善. 毛竹经营学. 厦门: 厦门大学出版社. 1998.

其中 D 为调查样地的平均胸径, H 为调查样地的平均树高。

### 3.2.2 调查范围

由于工程所在区域为河谷性溪流, 陆生生态调查范围为电站厂址~水库库尾顺溪第一道山脊线范围(具体调查范围见调查范围图), 以水库淹没区、工程施工区、弃渣场、场内施工道路为调查重点。

### 3.2.3 植被

根据实地调查结果, 工程评价区内主要植被类型可分为暖性常绿针叶林、针阔混交林、常绿阔叶林、竹林、山地常绿阔叶灌丛等 5 个植被类型。通过对工程所在地植被的实地踏勘和 22 个样地的样方调查可见, 暖性常绿针叶林以马尾松、杉木、柳杉为主, 针阔混交林以石栎、山矾为主, 常绿阔叶林以杨梅、木荷、石栎为主, 山地常绿阔叶灌丛以水团花、檫木、石竹、油茶为主, 竹林以毛竹为主。

各群落特征主要为:

#### ① 暖性常绿针叶林

暖性常绿针叶林是评价区分布面积最大的植被类型, 主要群落有马尾松林、柳杉林以及杉木林。

#### A. 马尾松林

该群落高度为 15m, 群落总盖度为 80%, 样地中共记录植物种类 61 种。乔木层高度为 15m, 层盖度为 80%, 主要种类有马尾松、杉木。灌木层高 1.5m, 层盖度为 75%, 主要种类有石竹、杜鹃、杜茎山、铁线莲、毛冬青、网络崖豆藤、菝葜、玉叶金花。草本层高度 0.55m, 层盖度为 75%, 主要种类有芒萁、翠云草、荩草、狗脊、五节芒、陀螺紫菀、淡竹叶、乌蕨莓。

#### B. 柳杉林

该群落高度为 17m，群落总盖度为 85%，样地中共记录植物种类 57 种。乔木层高度为 17m，层盖度为 80%，主要种类有柳杉、杉木、石栎、红楠、马尾松。灌木层高 1.8m，层盖度为 75%，主要种类有杜茎山、天仙果、红楠、木莓、藤葡蟠、海金砂、茶、寒莓、隔药铃。草本层高度 0.55m，层盖度为 80%，主要种类有芒萁、翠云草、荇草、狗脊、五节芒、陀螺紫菀、淡竹叶、乌蕨莓。

### C. 杉木林

该群落高度为 18m，群落总盖度为 85%，样地中共记录植物种类 40 种。乔木层高度为 17m，层盖度为 85%，主要种类有杉木、马尾松、柳杉、红楠。灌木层高 3.5m，层盖度为 75%，主要种类有石竹、玉叶金花、杉木、杜茎山、红褐铃、栎、枇杷叶紫珠。草本层高度 0.55m，层盖度为 70%，主要种类有芒萁、五节芒、陀螺紫菀、淡竹叶。

#### ② 针阔混交林

该植被类型主要群落有柳杉—杜茎山—芒萁群落、马尾松—杜茎山—芒萁群落以及杉木—石竹—芒萁群落。

##### A. 柳杉—杜茎山—芒萁群落

该群落高度为 17m，群落总盖度为 85%，样地中共记录植物种类 57 种。乔木层高度为 17m，层盖度为 80%，主要种类有柳杉、杉木、石栎、红楠、马尾松。灌木层高 1.8m，层盖度为 75%，主要种类有杜茎山、天仙果、红楠、木莓、藤葡蟠、海金砂、茶、寒莓、隔药铃。草本层高度 0.55m，层盖度为 80%，主要种类有芒萁、翠云草、荇草、狗脊、五节芒、陀螺紫菀、淡竹叶、乌蕨莓。

##### B. 马尾松—杜茎山—芒萁群落

该群落高度为 15m，群落总盖度为 80%，样地中共记录植物种类 61 种。乔木层高度为 15m，层盖度为 80%，主要种类有马尾松、杉木。灌木层高 1.5m，层盖度为 75%，主要种类有石竹、杜鹃、杜茎山、铁线莲、毛冬青、网络崖豆藤、菝葜、玉叶金花。草本层高度 0.55m，层盖度为 75%，主要种类有芒萁、翠云草、荇草、狗脊、五节芒、陀螺紫菀、淡竹叶、乌蕨莓。

##### C. 杉木—石竹—芒萁群落

该群落高度为 17m，群落总盖度为 90%，样地中共记录植物种类 34 种。乔木层高度为 16m，层盖度为 85%，主要种类有杉木、柳杉、蜀豆、马尾松、木荷、枫香。灌木层高 3.0m，层盖度为 85%，主要种类有四川山矾、黄瑞木、拔葵、矩形叶鼠刺、刺毛杜鹃、蝴蝶荚蒾。草本层高度 0.6m，层盖度为 80%，主要种类有芒萁、五节芒、狗脊、鳞毛蕨。

### ③ 常绿阔叶林

该植被类型主要群落有石栎—中华野海棠—苔草群落、木荷—玉叶金花—芒萁群丛群落以及杨梅—石竹—芒萁群丛群落。

#### A. 石栎—中华野海棠—苔草群落

该群落高度为 10m，群落总盖度为 80%，样地中共记录植物种类 38 种。乔木层高度为 10m，层盖度为 80%，主要种类有石栎、硬斗石栎、桃叶石楠、矩形叶鼠刺。灌木层高 1.2m，层盖度为 75%，主要种类有中华野海棠、野桂花、三叉苦、玉叶金花、赤楠、十大功劳、蔓胡颓子。草本层高度 0.45m，层盖度为 85%，主要种类有苔草、络石、翠云草、鳞毛蕨、灯蕊草、少花马蓝、淡竹叶、萹草。

#### B. 木荷—玉叶金花—芒萁群丛群落

该群落高度为 25m，群落总盖度为 90%，样地中共记录植物种类 39 种。乔木层高度为 22m，层盖度为 85%，主要种类有木荷、马尾松、四川山矾、山杜英、红楠。灌木层高 2.7m，层盖度为 85%，主要种类有玉叶金花、杜茎山、菝葜、毛冬青、窄基红褐柃。草本层高度 0.50m，层盖度为 85%，主要种类有芒萁、淡竹叶、鳞毛蕨、狗脊。

#### C. 杨梅—石竹—芒萁群丛群落

该群落高度为 13m，群落总盖度为 85%，样地中共记录植物种类 52 种。乔木层高度为 13m，层盖度为 75%，，主要种类有杨梅、油桐、杉木、竹柏、樟树。灌木层高 1.4m，层盖度为 75%，主要种类有石竹、茶、杜茎山、梵天花、拔葵、赤楠、寒莓。草本层高度 0.50m，层盖度为 75%，主要种类有芒萁、淡竹叶、鳞毛蕨。

④ 竹林

该植被类型主要为毛竹林群落，群落高度为 17m，群落总盖度为 100%，样地中共记录植物种类 54 种。乔木层高度为 17m，层盖度为 95%，主要种类有毛竹、杉木、绿竹、马尾松、香樟。灌木层高 0.60m，层盖度为 60%，主要种类有杜茎山、隔药柃、算盘子、玉叶金花、茜草、乌饭、寒莓、虎刺、玉叶金花、牛膝、海金沙、山蚂蝗。草本层高度 0.55m，层盖度为 65%，主要种类有芒萁、络石、地菘、五节芒、苔草、铁线蕨、海芋、翠云草、鱼腥草、荇草。

⑤ 山地常绿阔叶灌丛

该植被类型主要群落为水团花—芒萁群丛，群落高 1—2m，群落总盖度 90%，灌木层高 1-2m，层盖度 70%，2 个样地中共记录种类 48 种，主要灌木种类有继木、水团花、盐肤木、梾子、柃木、石竹，草本种类主要为铁芒萁、五节芒和狗哇花，主要层间植物种类有香花崖豆藤、海金沙和木防己。

3.2.4 陆生植物

(1)植物区系组成及其特点

①区系组成

根据调查统计结果，本区有维管束植物 70 科 86 属 129 种，该区域植物区系组成详见表 3.2-3，陆生植物中以被子植物种类最多，约占 89.92%；其次为蕨类植物，约占 5.43%。

表 3.2-3 评价区植物（维管束）区系组成

门类	科		属		种	
	数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
蕨类植物						
种子植物	裸子植物					
	被子植物					
合计						

②区系特点

根据吴征镒（吴征镒.中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究. 1991, 增刊IV: 1-139）的中国种子植物属的分布区类型系统，对评价区植物区系进行地

理成分的分析，见表 3.2-4。从中可以看到，评价区种类地理成分复杂，除地温带亚洲分布、中海区分布、中亚分布外，本区木本植物具有其余 12 个分布区类型。泛热带成分、北温带成分、东亚成分、东亚分布成分是组成本区植物区系的主要部分，而本区植物区系是以温带性分布属为主，同时热带性分布也有相当的比重，这充分说明本评价区处于温带和热带分布的过渡区，地理成分的分析表明，本评价区植物区系具有亚热带特性和地理成分复杂的特征。

表 3.2-4 评价区植物（维管束）区系特点

分布区类型	属数	占总属数百分比%
世界分布		
泛热带分布		
热带亚洲和热带美洲间断分布		
旧世界热带分布		
热带亚洲至热带大洋洲分布		
热带亚洲至热带非洲分布		
热带亚洲(印度-马来西亚)分布		
北温带分布		
东亚和北美洲间断分布		
旧世界温带分布		
东亚分布		
中国特有分布		
合计		

## (2)珍稀保护植物

### ①国家重点保护野生植物

根据现状调查，工程评价区分布国务院 1999 年 8 月 4 日批准的《国家重点保护植物名录》中 I 级保护野生植物南方红豆杉，共有 3 株，在评价区的洋尾村、田里村和石柱村分别有 1 株。

根据现状调查，以上 3 株国家重点保护野生植物均距离库区和施工区较远，本工程建设不会对其产生影响。工程评价区国家重点保护野生植物情况见表 3.2-5。

表 3.2-5 评价区国家重点保护野生植物分布一览表



编号	分布位置	中文名	地理位置	海拔(m)	生境	生长势	年龄(a)	高度(m)	胸径(cm)

注：南方红豆杉（编号 1）既是国家 I 级保护植物，又是古树名木

② 古树

根据现状调查，工程评价区共分布有登记在册古树 25 株，其中枫香 8 株、猴欢喜 5 株，枫杨 2 株，金桂 2 株，桃叶石楠 2 株，柳杉 2 株，米楮、红楠、蕁树和红南方红豆杉各 1 株，评价区登记在册古树分布情况见表 4.2-6 所示，部分古树现状见图 3.2-4 所示。

通过现场实地调查，位于水库淹没区的登记在册古树有 1 株米楮和 2 株枫香，另有 12 株古树（枫香、桃叶石楠、蕁树、猴欢喜、红楠、金桂）位于淹没区以上，但距离淹没线相对较近。

表 3.2-6 评价区登记在册古树分布情况一览表

分布位置	种名	地理位置	海拔(m)	生境	生长势	年龄(a)	高度(m)	胸径(c m)	冠幅(m)


3.2.5 陆生动物

(1) 种类组成

采用实地样线调查和走访县林业局、乡林业站、村干部及老农等相结合的方法进行详细调查，评价区陆生动物组成为：

① 兽类

评价区共有兽类 6 目 14 科 17 种，以小型森林类型的兽类动物为主，大型兽类动物较少，主要种类有华南兔、赤腹松鼠、鼯鼠、中华竹鼠、狗獾、猪獾、

豹猫、野猪、小鹿、黄鼬、黄胸鼠、普通伏蝠等。

②鸟类

评价区共有鸟类 11 目 23 科 41 种，主要种类有池鹭、普通翠鸟、白胸翡翠、山斑鸠、家燕、棕背伯劳、北红尾鸲、大苇莺、灰胸竹鸡、环颈雉、杜鹃、黑枕绿啄木鸟、云雀、灰鹊鸲、白头鹎、松鸦、灰喜鹊、喜鹊、灰树鹊、画眉、黄腹山雀等。

③爬行类

评价区共有爬行类 3 目 7 科 16 种，主要种类有石龙子、蓝尾石龙子、北草蜥、滑鼠蛇、草游蛇、乌游蛇、乌梢蛇、五步蛇、竹叶青、银环蛇、乌龟、平胸龟、蹼趾壁虎、多疣壁虎等。

④两栖类

两栖类动物 1 目 4 科 7 种，有中华大蟾蜍、中国雨蛙、泽蛙、黑斑蛙、大树蛙等。

(2)珍稀保护动物

通过对该区域陆生动物调查资料的收集，以及走访群众和实地踏勘，并结合各类野生动物的生态习性，评价区共有国家 I 级保护动物 1 种，为白肩雕，国家 II 级保护动物 10 种，为穿山甲、小灵猫、水獭、豺、松雀鹰、普通鵟、白鹇、领角鸮、领鸺鹠以及虎纹蛙，省级重点保护动物 19 种，分别为鼯鼠、豪猪、豹猫、白鹭、杜鹃、中杜鹃、大杜鹃、三宝鸟、黑枕绿啄木鸟、棕背伯劳、虎纹伯劳、喜鹊、灰喜鹊、松鸦、滑鼠蛇、眼睛蛇、五步蛇、平胸龟、大树蛙。

评价区珍稀保护动物分布情况见表 3.2-7 所示。

表 3.2-7 评价区珍稀濒危野生保护动物统计

类 群	国家 I 级 重点保护种	国家 II 级 重点保护种	浙江省级 重点保护动物	合计 物种数

--	--	--	--	--

### 3.2.6 顺溪水库对陆生生态总体影响

#### (1) 水库淹没区和工程占地区主要植被类型

##### ① 水库淹没区

根据实地调查结果，水库淹没区植被类型主要为暖性针叶林、针阔混交林丛、常绿灌丛以及毛竹林，其中针叶林主要以马尾松群落为主，另有少量的杉木林和柳杉林，针阔混交林主要为马尾松和其它阔叶树种混交，在水库淹没区有少量分布，常绿灌丛主要以水团花、檫木为优势种类，在水库淹没区内有较多分布，毛竹林主要分布于溪口村、处基村等村落附近。

##### ② 工程占地区

本工程永久占地为大坝、厂房以及枢纽管理区，施工临时占地包括施工场地、辅助企业、生活管理用地、砂砾石料场以及弃渣场占地。

#### (2) 水库淹没和工程占地区

由于水库淹没区和工程占地区受人为干扰较大，水库淹没区和工程占地区陆生动物种类较少，根据现状调查，水库淹没区和工程占地区主要陆生动物种类为：

##### ① 兽类

由于水库淹没区和工程占地区紧靠路边或村庄，受人为干扰较大，陆生动物种类以小型森林类型的兽类动物为主，无大型兽类动物，主要种类有华南兔、赤腹松鼠、鼬鼠、中华竹鼠、黄鼬、黄胸鼠、普通伏蝠等，在生境调查中未发现兽类集中栖息地。

**水库淹没区和工程占地区内无国家级和省级重点保护兽类。**

##### ② 鸟类

由于鸟类活动范围相对较大，根据现状初步调查，水库淹没区和工程占地区出现活动鸟类有普通翠鸟、山斑鸠、家燕、棕背伯劳、灰胸竹鸡、环颈雉、杜鹃、黑枕绿啄木鸟、云雀、喜鹊、画眉、黄腹山雀、松雀鹰、杜鹃、领角鸮，在调查中未发现鸟类集中栖息地。

其中松雀鹰和领角鸮为国家Ⅱ级重点保护动物，棕背伯劳、杜鹃、喜鹊以及黑枕绿啄木鸟为浙江省级重点保护动物。

### ③爬行类

根据现场实地调查和访问记录，水库淹没区和工程占地区爬行类种类主要有石龙子、北草蜥、草游蛇、乌游蛇、乌梢蛇、五步蛇、竹叶青、乌龟、蹼趾壁虎、多疣壁虎。其中五步蛇为浙江省级重点保护动物，无国家级重点保护爬行类。

### ④两栖类

根据现场实地调查和访问记录，水库淹没区两栖类种类较少，主要为溪流和村庄类，为中华大蟾蜍、中国雨蛙、泽蛙、大树蛙。其中大树蛙为浙江省重点保护动物，无国家级重点保护两栖类。

## 第四章 水文、泥沙情势调查及分析

### 4.1 顺溪流域水文调查

#### 4.1.1 顺溪流域水文调查

顺溪水库坝址径流是利用埭头站实测流量按面积比及逐年雨量比推求得，系列为 1957 至 2004 年共 48 年。设计年径流主要成果为：多年平均降水量  $P=2176\text{mm}$ ；多年平均年径流深  $R=1520\text{mm}$ ；多年平均流量  $Q=4.45\text{m}^3/\text{s}$ ；多年平均径流总量  $W=1.40$  亿  $\text{m}^3$ ；多年平均径流系数  $\alpha=0.70$ ； $c_v=0.39$ ； $c_s/c_v=2.5$ 。

顺溪水利枢纽工程水库正常蓄水位 175m，水库正常蓄水位水库面积  $0.78\text{km}^2$ ，相应库容 2341 万  $\text{m}^3$ ，防洪库容 2500 万  $\text{m}^3$ ，调节库容 1917 万  $\text{m}^3$ ，具有年调节性能。顺溪水库坝址各月多年平均流量成果见表 4.1-1。

表 4.1-1 顺溪水库多年月平均流量表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
平均	1.08	2.00	3.42	4.07	5.46	7.71	5.61	9.42	9.08	3.02	1.50	0.97	4.45

顺溪水利枢纽建成后由于水库的防洪作用，使坝址处 10 年一遇洪峰流量从  $1230\text{m}^3/\text{s}$  削减为  $503\text{m}^3/\text{s}$ ，20 年一遇洪峰流量从  $1498\text{m}^3/\text{s}$  削减到  $550\text{m}^3/\text{s}$ 。使下游埭头处 10 年一遇的洪峰流量从  $3120\text{m}^3/\text{s}$  削减为  $2106\text{m}^3/\text{s}$ ，20 年一遇洪峰流量从  $3780\text{m}^3/\text{s}$  削减为  $2558\text{m}^3/\text{s}$ ，满足水头镇近期 10 年一遇防洪标准，减轻 20 年一遇的洪水淹涝损失。且由于水库在汛期的防洪调度，水库水位超过 191.25m 之前下泄流量趋于均化，减轻下游的洪水淹涝灾害。

#### 4.1.2 五十丈引水工程

五十丈引(供)水工程位于坝址下游 10km 五十丈村处，在南雁五十丈附近设取水泵房，引水处集水面积  $196.35\text{km}^2$ ，多年平均径流量 2.93 亿  $\text{m}^3$ 。取鳌江上游水，通过管道和隧洞输送到腾蛟、水头、桃源、南湖、萧江、麻布、钱仓、鳌江等乡镇，但遇干旱缺水现象仍较严重，现状乡镇生活供水保证率仅 80%，水头镇工业供水保证率仅 66%。

## 4.2 水文情势影响分析

### 4.2.1 坝下减水段生态流量

工程下游顺溪镇居民生产生活用水均取支流水，下泄流量不需要考虑该部分。本工程坝址下游河段最小生态环境需水量考虑范围主要为维持水生生物生态系统稳定所需要的生态基流量和维持河流水环境功能的最小稀释净化水量。根据工程可研设计报告，确定的最小下泄流量为  $0.59\text{m}^3/\text{s}$ 。

水库运行期间，在大坝底部埋设钢管，并在钢管出口设闸阀，以控制下泄流量。下泄流量  $0.59\text{m}^3/\text{s}$ 。能够满足减水段的最小生态流量要求。

### 4.2.2 泥沙淤积情况分析

顺溪水利枢纽坝址以上流域多年平均悬移质含沙量  $0.116\text{kg}/\text{m}^3$ ，推移质含沙量为悬移质的 20%计，推算得多年平均输沙率为  $0.619\text{kg}/\text{s}$ ，多年平均年输沙量为 2.0 万 t。按照利用年限 50 年考虑，水库淤积量 100 万 t（相当于  $66.7\text{万 m}^3$ ）水库正常库容 2341 万  $\text{m}^3$ ，死库容 424 万  $\text{m}^3$ 。不会对电站正常运行产生影响。

## 第五章 水环境影响调查与分析

### 5.1 施工期水环境影响调查

工程施工期对水环境影响主要来自砂石加工系统废水、基坑排水、混凝土拌和系统冲洗以及生活污水等生产过程，工程建设期间各类污废水均进行处理并回用，不排入顺溪。

### 5.2 营运期水环境影响调查

#### 5.2.1 监测布点

为了解运营期水质现状，委托瑞安市新纪元检测技术有限公司进行监测（**检测报告：17-09-1462、17-09-1463**）。监测时间：2017年9月25~26日。

采样及监测分析方法按国家有关标准和国家环保局颁布的《水和废水监测分析方法》有关规定执行。质量保证措施按《浙江省环境监测质量保证技术规范》执行，具体监测分析方法如下：

水质 pH值的测定 玻璃电极法 GB/T 6920-1986

水质 溶解氧的测定 电化学探头法 HJ 506-2009

水质 高锰酸盐指数的测定 GB/T 11892-1989

水质 五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)的测定 稀释与接种法 HJ 505-2009

水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009

水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB/T 11893-1989

水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 HJ 636-2012

水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ 503-2009

水质 硫酸盐 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006

水质 氯化物 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T



5750.5-2006

水质 硝酸盐 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T

5750.5-2006

水质 粪大肠菌群的测定 水和废水监测分析方法（第四版增补版） 国家环保总局（2006）

## 5.2.2 监测结果

表 5.2-1 项目所处地表水水质调查结果（单位：mg/L 除注明外）

检测项目	单位	II 类标准限值	9.25		9.26	
			监测值	达标性	监测值	达标性
pH 值（无量纲）		6-9		达标		达标
溶解氧	mg/L	≥6		达标		达标
高锰酸盐指数	mg/L	≤2		达标		达标
五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）	mg/L	≤3		达标		达标
氨氮（NH <sub>3</sub> -N）	mg/L	≤0.15		达标		达标
总磷（以 P 计）	mg/L	≤0.01		达标		达标
总氮（湖、库以 N 计）	mg/L	≤0.5		达标		达标
挥发酚	mg/L	≤0.002		达标		达标
粪大肠菌群	个/L	≤200		达标		达标
硫酸盐（以 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 计）	mg/L	≤250		达标		达标
氯化物（以 Cl <sup>-</sup> 计）	mg/L	≤250		达标		达标
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	≤10		达标		达标

由监测结果可知：顺溪水库水质指标均符合 II 类水质标准限值要求。

## 5.2.5 历史资料对比分析

根据《平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书（报批稿）》：2008 年 10 月 9 日~10 日，顺溪镇下游（SS1）、电站厂址（SS2）两个断面水质均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 I 类标准，满足水环境功能区要求 II 水质保护目标。水库坝址（SS3）断面水质属于 II 类，定类指标总磷；溪口（两条溪交汇口，SS4）断面水质属于 II，定类指标总磷和粪大肠菌群；水库库尾亩水田二级电站（SS5）断面水质属于 III 类，定类指标挥发酚；处基村（SS6）断

面水质属于 II 类，定类指标总磷；四个断面水质均不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 I 类标准要求。

验收调查期间，2017 年 9 月 25~26 日；相同站位顺溪水库水质（对应 SS3）符合 II 类水质标准限值要求；工程建设前后顺溪沿线水质变化不大。

## 第六章 大气环境影响调查与分析

### 6.1 施工期大气环境影响调查

工程施工期间平整土地、材料运输、装卸等均产生不同程度的扬尘污染。建设单位要求施工单位在施工过程中采取了施工路段洒水等多项减缓措施（详见前述环保措施落实情况章节）。随着工程的结束，影响也随之消失。

### 6.2 营运期大气环境影响调查

#### 6.2.1 监测布点

##### (1) 监测布点

为了解营运期环境空气质量现状，委托温州新鸿检测技术有限公司进行监测（检测报告：XH(HJ)-1609007）。根据区域环境特征、气象特点、敏感点分布，共布设 2 个监测点位。监测时间：2016 年 9 月 3~9 日，共 7 天。监测因子：SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>。监测点位设置情况见表 6.2-1，监测项目及监测频次见表 6.2-2。监测点位分布图详见图 5.2-1。

表 6.2-1 监测点位设置情况

编号	测点名称	向对方位	备注
1#	顺溪山庄	E	溪流上游
2#	戈场村	W	溪流下游

表 6.2-2 监测项目及监测频次

监测项目	监测频次
SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	监测7天，每天监测4次(时间02、08、14、20)
PM <sub>10</sub>	监测7天，日均值

采样及监测分析方法按国家有关标准和国家环保局颁布的《空气和废气监测分析方法》有关规定执行。质量保证措施按《浙江省环境监测质量保证技术规范》执行，具体监测分析方法见下表 6.2-3。

表 6.2-3 各监测项目的监测分析方法

序号	监测项目	分析方法	检出限
1	SO <sub>2</sub>	甲醛吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法 HJ482-2009	0.007mg/m <sup>3</sup>
2	NO <sub>2</sub>	盐酸萘乙二胺分光光度法HJ479-2009	0.015mg/m <sup>3</sup>
3	PM <sub>10</sub>	重量法HJ618-2011	0.010mg/m <sup>3</sup>

## (2) 污染指数

为定量描述和掌握项目周围环境空气质量现状，本评价采用单项污染指数法评价环境空气质量。单项评价指数是指某大气污染物的监测值被该污染物的环境质量标准除得的商值，其表达式为： $P_i=C_i/S_i$

式中： $P_i$ ：污染物的单项评价指数；

$C_i$ ：污染物实测浓度，mg/m<sup>3</sup>；

$S_i$ ：污染物的环境质量标准，mg/m<sup>3</sup>。

单项评价指数反映了污染物的相对污染程度，可以据其大小判定其污染程度，当指数大于 1 时，表明污染物已超标。

## (3) 监测结果

表 6.2-4 项目所处区域 SO<sub>2</sub> 监测结果（单位：mg/m<sup>3</sup>）

监测点位	采样时间	采样日期						
		9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9
1#	02:00~03:00							
	08:00~09:00							
	14:00~15:00							
	20:00~21:00							
2#	02:00~03:00							
	08:00~09:00							
	14:00~15:00							
	20:00~21:00							

表 6.2-5 项目所处区域 NO<sub>2</sub> 监测结果 (单位: mg/m<sup>3</sup>)

监测点位	采样时间	采样日期						
		9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9
1#	02:00~03:00							
	08:00~09:00							
	14:00~15:00							
	0:00~21:00							
2#	02:00~03:00							
	08:00~09:00							
	14:00~15:00							
	20:00~21:00							

表 6.2-6 项目所处区域 PM<sub>10</sub> 监测结果 (单位: mg/m<sup>3</sup>)

监测点位	采样时间	采样日期						
		9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9
1#	00:00~24:00							
2#	00:00~24:00							

## (4) 评价结果

表 6.2-7 项目所处区域环境空气评价结果

监测因子	监测点位	个数	1小时平均			
			浓度范围	评价标准	评价指数	超标率(%)
SO <sub>2</sub>	1#	28		0.5		0
	2#	28		0.5		0
NO <sub>2</sub>	1#	28		0.2		0
	2#	28		0.2		0
监测因子	监测点位	个数	24小时平均			
			浓度范围	评价标准	评价指数	超标率(%)
PM <sub>10</sub>	1#	7		0.15		0
	2#	7		0.15		0

根据监测结果,各测点 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 小时浓度满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准中 1 小时平均浓度限值,PM<sub>10</sub> 日均浓度满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准中 24 小时平均浓度限值。

#### 6.2.4 历史资料对比分析

根据《平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书（报批稿）》：2008年10月7日~11日，敏感点顺溪山庄，SO<sub>2</sub>浓度范围<0.006mg/m<sup>3</sup>、NO<sub>2</sub>浓度范围0.003~0.021mg/m<sup>3</sup>、TSP浓度范围0.02~0.05mg/m<sup>3</sup>，均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中一级标准要求。

本次验收调查期间，敏感点顺溪山庄，SO<sub>2</sub>浓度范围0.007~0.023mg/m<sup>3</sup>、NO<sub>2</sub>浓度范围0.005~0.009mg/m<sup>3</sup>、PM<sub>10</sub>浓度范围0.065~0.103mg/m<sup>3</sup>，均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中一级标准要求。工程建设前后敏感点环境空气质量有所下降。

## 第七章 声环境影响调查与分析

### 7.1 施工期声环境影响调查

施工期采取了一定的环境噪声减缓措施（详见前述环保措施落实情况章节），使工程作业区对周边的声环境影响尽量降至最低。总体上说，工程施工期间对周边声环境的影响是暂时性的，随着工程的结束，影响随之消失。

### 7.2 营运期声环境影响调查

#### 7.2.1 监测布点

为了解营运期声环境质量现状，委托温州新鸿检测技术有限公司进行监测（检测报告：XH(HJ)-1609009、XH(HJ)-1711061）。监测时间：2016年9月4~5日、2017年11月10日，监测项目及频次：等效声级 Leq。

#### 7.2.2 监测结果

表 7.2-1 电站厂界及敏感点噪声监测

测点位置及时间	检测值	1类标准	达标性	超标量
厂界东北侧		55	超标	4.2
厂界东南侧		55	超标	5.2
厂界西南侧		55	达标	
厂界西北侧		55	达标	
敏感点顺溪山庄		55	达标	

根据监测结果，敏感点顺溪山庄达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求，电站厂界超出《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准，超标量在 4.2~5.2dB，鉴于电站周边无敏感点，故不会对周边声环境产生影响。

### 7.2.3 历史资料对比分析

根据《平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书（报批稿）》：2008年10月9日~10日，敏感点顺溪山庄昼间噪声48.7~58.0dB、夜间噪声48.6~51.7dB，超出《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准，昼间超标3dB、夜间超标6.7dB要求。

验收调查期间，2016年9月4~5日、2017年11月10日；敏感点顺溪山庄达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，电站厂界超出《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中1类标准，超标量在4.2~5.2dB，鉴于电站周边无敏感点，故不会对周边声环境产生影响。



## 第八章 固废环境影响调查与分析

### 8.1 施工期固体废物处置

经调查，施工期产生的固体废物均得到了妥善的处理（详见环保措施落实情况章节），对沿线环境影响不大。

### 8.2 营运期固体废物处置

现场调查可见，电站管理区和生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。生活垃圾纳入顺溪镇生活垃圾清运系统，由环卫部门清运处置。不会对周围环境产生明显影响。

## 第九章 社会环境影响调查

### 9.1 移民安置情况调查

根据调查，工程涉及顺溪镇处基村、中山村、溪口村、知音村、富溪村、上顺溪村 6 个行政村 14 个自然村。征（占）用各类土地 1375.71 亩，其中永久占地 1255.71 亩（耕地 21.27 亩、林地 747.98 亩、水域及水利设施用地 430.41 亩、交通用地 32.11 亩、住宅用地 23.09 亩、特殊用地 0.85 亩），临时征用林地 120.00 亩；淹没影响人口 465 户 1848 人（其中淹没人口 192 户 770 人，影响人口 273 户 1078 人）；房屋面积 3.33 万 m<sup>2</sup>；通村公路 8.56km；电力线路 2.67km；广播电视线路 7.20km 等专项设施。

### 9.2 移民安置落实情况

根据《平阳县顺溪水利枢纽工程蓄水阶段移民安置终验验收报告》：截止到 2014 年 5 月 14 日，所有移民均已迁出。

#### 1、生产安置落实情况

有土安置 638 人已经完成土地调剂，正在进行土地分配工作；基本生活保障安置 6 人已落实；货币补偿结合失地农民社会保障安置 1352 人也已落实。

#### 2、农村移民安置点建设情况

移民安置均在万全镇（原郑楼镇）古农村进行集中安置，万全镇古农村安置点移民安置房建设工作已完成且通过验收，配套工程建设已完成。

#### 3、专业项目复建情况

交通设施：目前顺溪镇至交溪通村公路补偿费用已兑付，根据平阳县交通网布局确定的顺溪镇至交溪复建公路正在施工。

广播电视线路：采用货币补偿，平阳县广播电视局已对线路进行了拆除处理。

电信线路：采用货币补偿，中国电信平阳分公司已对线路进行了拆除处理。

输变电路：采用货币补偿，平阳县供电局已对线路进行了拆除处理。

古树名木：11 株古树已经处理完成，其中 1 株米楮已移植到万全镇古农村安置点；8 株古树（1 株金桂、1 株红楠、1 株蕈数、4 株猴喜欢、1 株枫香）已采取防护措施；2 株古枫香已经浙江省林业厅批准做信息保护及砍伐处理。平阳县林业局出具了古树名木处理符合相关要求。

## 第十章 公众意见调查

为了客观的反映工程在施工期和运营期的影响，了解受影响区域公众的意见和要求，并明确工程设计、建设过程中遗留的环境问题，以便提出解决对策建议。在该项目环境保护设施竣工验收调查期间，通过发放意见调查表的形式征求当地公众的意见。

### 10.1 调查对象

本次调查共发放公众意见表 77 份，其中 12 份团体调查表（涉及移民上顺溪村、下顺溪村、知音村、中山村、富溪村，安置地万顺村）、65 份个人调查表（安置村民代表）。

### 10.2 调查结果

调查结果显示，公众对平阳县顺溪水利枢纽工程的总体满意程度较高，表示满意和基本满意的居民占 100%。说明工程涉及村庄及村民代表对本工程建设支持支持态度。各项调查结果详见表 10-1 和 10-2。

#### 1、个人意见表调查结果分析

表 10-1 是本次公众调查结果个人意见表的统计汇总。

表 10-1 个人意见表结果统计

序号	调查内容	调查结果		
		数量	所占比例(%)	
1	顺溪水利枢纽是否有利于经济发展、提高人民生活水平	有	64	98
		没有	1	2
		变化不大	0	0
		不知道	0	0
2	顺溪水利枢纽工程是否对南雁荡山风景名胜区的环境产生不利影响	较大影响	0	0
		影响可接受	20	31
		没影响	45	69
3	顺溪水利枢纽工程是否对平阳县饮水水源地环境保护产生不利影响	较大影响	0	0
		影响可接受	18	28
		没影响	46	72
4	施工期主要环境影响	噪声	25	43
		废气	0	0
		废水	0	0
		生态	2	3
		其他	31	54
5	施工期您对施工厂布置是否满意	满意	52	80
		不满意	7	11
		不知道	6	9
6	顺溪水利枢纽工程完工后的运营情况是否满意	满意	39	61
		基本满意	25	39
		不满意	0	0
7	移民安置是否给您生活和工作带来不利影响	有	4	6
		没有	59	92
		不知道	1	2
8	您对平阳县顺溪水利枢纽工程环保执行情况总体满意程度	满意	27	42
		基本满意	38	58
		不满意	0	0

## 2、团体意见表调查结果分析

表 10-2 是本次公众调查结果团体意见表的统计汇总。

表 10-2 团体意见表结果统计

序号	调查内容	调查结果		
		数量	所占比例(%)	
1	顺溪水利枢纽是否有利于经济发展、提高人民生活水平	有	12	100
		没有	0	0
		变化不大	0	0
		不知道	0	0
2	顺溪水利枢纽工程是否对南雁荡山风景名胜区的环境产生不利影响	较大影响	0	0
		影响可接受	1	9
		没影响	10	91
3	顺溪水利枢纽工程是否对平阳县饮水水源地环境保护产生不利影响	较大影响	0	0
		影响可接受	0	0
		没影响	12	100
4	施工期主要环境影响	噪声	1	33
		废气	0	0
		废水	0	0
		生态	0	0
		其他	2	67
5	施工期您对施工厂布置是否满意	满意	11	100
		不满意	0	0
		不知道	0	0
6	顺溪水利枢纽工程完工后的运营情况是否满意	满意	6	50
		基本满意	6	50
		不满意	0	0
7	移民安置是否给您生活和工作带来不利影响	有	0	0
		没有	11	92
		不知道	1	8
8	您对平阳县顺溪水利枢纽工程环保执行情况总体满意程度	满意	11	92
		基本满意	1	8
		不满意	0	0

## 第十一章 环境管理检查

### 11.1 检查内容及方法

表 11.1-1 环境管理检查内容

序号	项目与内容
1	环评批复落实情况
2	环保管理机构、人员和环保管理制度
3	环保设施投资运行
4	风险防范及应急措施检查
5	“三同时”落实情况

由建设方提供表 11.1-1 有关资料，根据现场监测、调查进行综合评价。

### 11.2 “三同时”执行情况

根据国家建设项目环境管理的有关规定和浙江省环境保护厅的批复意见，企业履行了建设项目环保审批手续，执行了建设项目环境保护“三同时”的有关要求。工程总投资 54151 万元，环保投资估算 3444.13 万元（含征地和移民安置费），其中枢纽部分水土保持工程费用 457.32 万元，水环境保护措施费用 610.8 万元，大气环境保护措施费用 167.2 万元，声环境保护措施费用 79 万元，生态环境保护措施 249.4 万元。占工程总投资的 6.36%。

### 11.3 环保管理机构设置

平阳县顺溪水利枢纽工程建设指挥部负责该项目的前期审批、政策处理和建设管理等工作。项目的环境保护工作，以单位法人为第一责任人，环境保护工作由项目建设开发人员兼职。

工程完工后，交由温州顺溪水利工程投资有限公司负责日常的环保管理工作。

## 11.4 环境监理落实情况

根据 2009 年 9 月 22 日浙江省环境保护局下发《关于平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书审查意见的函》（浙环建[2009]102 号）：该项目必须委托有环境保护监理资质的监理单位进行工程环境监理，对施工期环境保护措施的落实情况进行有效监督。有关环境监理计划、资料报当地环保部门备案。工程完成后，环境监理总结报告应作为环保竣工验收的材料之一。

平阳县顺溪水利枢纽工程建设指挥部委托浙江环境监测工程有限公司负责环境监理，目前已出具《平阳县顺溪水利枢纽工程环境监理阶段报告》。

## 11.5 风险防范及应急措施

工程水库库区地形地质条件较好，不存在水库渗漏、浸没、库岸稳定等问题。坝址为坚硬的熔结凝灰岩组成，地质构造较简单，具有兴建拱坝、面板堆石坝的工程地质条件，发电引水系统及厂房区工程地质条件良好。

2015 年 4 月 26 日晚 10 点前后，平阳县顺溪水利枢纽工程二道坝中部坝底基础下部发生漏水，二道坝基础出现部分淘空。根据专家组分析，二道坝发生漏水事故原因主要是在开挖结束验槽过程中，河床段建基面未开挖至弱风化基岩，清基不彻底，导致二道坝河床段基础在水压力持续作用下，细颗粒不断流失，孔隙不断扩大，最终导致事故的发生。

平阳县顺溪水利枢纽工程大坝蓄水前，已经通过国家能源局南京水利科学研究院蓄水安全鉴定和省水利厅组织蓄水验收；根据大坝蓄水安全鉴定结论和大坝现有监测数据分析，大坝处于安全运行状态。

平阳县顺溪水利枢纽工程建设指挥部委托浙江瑞阳环保科技有限公司编制《平阳县顺溪水利枢纽工程突发环境事件应急预案》，并于 2016 年 4 月经平阳县环境保护局备案。



## 11.6 环保措施落实情况

经检查，建设项目基本落实了环评报告中要求的主要环保措施，具体落实情况见表 11.6-1。

表 11.6-1 环评提出的环保措施落实情况

项目	阶段	类型	环评要求	落实情况
水环境	施工期	隧洞排水	隧洞排水采用自然沉淀法，废水进入沉淀池静止沉淀 2h 后上清液抽排即可。上清液可用于拌和站的冲洗，也可用于施工道路的洒水。	经沉淀后，上清液用于施工道路洒水以及建筑物洒水活化用。
		基坑排水	基坑排水经多级沉淀处理后回用于混凝土系统冲洗水、闸坝养护、路面洒水。剩余部分经地方环保部门批准后排放。	全部回用于混凝土系统冲洗水、闸坝养护、路面洒水。
		砂石料冲洗水	由于工程涉及顺溪河段为 II 类水环境功能，废水不得排入顺溪，因此生产废水需进行处理后回用于砂石料系统。	与环评一致
		混凝土系统冲洗水	针对混凝土冲洗废水水量少，采用简易过滤池进行处理，废水回用。	与环评一致
		含油废水	机械修配厂废水先由小型隔油池进行除油处理，而与其它施工工厂废水汇合进行进一步的气浮处理，以进一步去除乳化油和悬浮颗粒，回用。	未设置隔油池，经简单过滤池沉砂处理洒水回用。
		生活污水	根据施工人员宿舍楼的布置情况，设置化粪池，将职工生活区每幢楼的粪便污水就近排入化粪池。利用地形高差，食堂、宿舍等各类生活污水自流至污水处理站统一处理，站内设生活污水生化处理设施。	职工生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。纳入顺溪镇城镇污水系统。
		库底清理	清库须按照《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007)执行。工程初期蓄水前需由环保部门参加实施验收。	已验收

	运行期	生活污水	工程管理区将作为水库运行永久办公生活区，其住宿人员规模不会超过施工期，因此施工期修建的生活污水处理设施可以继续用来处理运行期的生活污水，工程管理区位于顺溪镇，所在顺溪河段为水源地二级保护区，将生活区生活污水处理后回用于管理区绿化。	电站管理区和生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。纳入顺溪镇城镇污水系统。
		油污防治	机组检修时，油管、轴承等设备中的污油进行专门收集，储存于污油罐，能回用的污油经过透平油处理机处理后回用，不能回用的污油外运返还油料加工厂。	设置污油罐，设置应急池
环境空气	施工期	砂石骨料系统	施工区大气污染源众多且分散，难以采取集中末端处理，这就要求大气环境保护措施与施工组织密切结合，从施工工艺、施工技术、施工设备、污染物削减、施工区及外环境敏感区防护等多渠道减缓大气环境污染的影响。	已落实
		施工噪声	根据施工区噪声污染源数量多且分散的特点，声环境保护措施主要从噪声源控制、传声途径和敏感对象保护等多方面着手，最大限度减免施工噪声影响。此外，场内施工人员需采取使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施。	已落实
固体废物	施工期	生活垃圾	平阳县生活垃圾处理场有能力和容量处置整个施工期的生活垃圾。	已落实
		废弃物	对于工程废弃物中有用的下脚料，若金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用。可回收废物包括报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等。剩余一些无回收价值的固体废弃物，统一运送至平阳县生活垃圾处理场。	已落实
	运行期	固体废物	运行期固体废弃物主要为厂房、业主营地的生活垃圾和机组检修等产生的含油废纸、废布等。由于垃圾量较小，可直接由平阳县垃圾清运车进行垃圾收集并运送至平阳县生活垃圾处理场处置。	已落实

生态环境	施工期	鱼类保护	施工期大量施工人员入住顺溪沿岸,将带来鱼类消费需求量的增加,可能使施工期对鱼类的捕捞量有较大的增加,并可能会出现酷鱼滥捕,将使工程区所在河段的鱼类资源下降乃至枯竭。因此,施工期应做好宣传与引导工作,加强对施工人员的教育和管理,禁止施工人员下河捕鱼。	已落实
		古树名木	通过现场实地调查,位于水库淹没区的古树名木有1株米楮和2株枫香,其中米楮胸径78.6cm,树高13m,2株枫香胸径分别为74.8cm和90.1cm,树高均为25m,为避免水库淹没对3株古树影响,需采取迁移保护措施。	实际涉及11株,其中1株米楮已移植到万全镇古农村安置点;8株古树(1株金桂、1株红楠、1株蕈数、4株猴喜欢、1株枫香)已采取防护措施;2株古枫香已经浙江省林业厅批准做信息保护及砍伐处理。
	运行期	生态流量	在水库初期蓄水和运行期间,采用通过设置于大坝底部钢管最小下泄0.59m <sup>3</sup> /s生态流量,并根据下游五十丈水源地供水和北港引水工程要求调整下泄流量。	已落实
景观保护	景观保护		由于工程位于南雁荡山风景名胜区内,工程施工区主要布置于风景名胜区内,其中施工工厂和施工营地位于规划景点云祥寺、招凉洞和渡鹰桥附近,工程施工过程会对附近景点产生一定影响,为避免工程施工过程中对附近景点产生影响,建议下阶段对施工工厂和施工营地进一步优化,尽量远离景点和减少占地,施工区实行封闭施工,严格控制非占地和施工作业区之外的施工行为。	方案优化。原设计的溪口村溪口料场(距大坝上游右侧约1500m)未启用,改为溪口村距大坝上游左侧约300m的取料场。顺溪水利枢纽工程为砼拱坝,工程所需块石料利用发电引水隧洞、导流洞、大坝、厂房等石方开挖料,不设置块石料场。

移民安置	移民安置	到规划水平年 2012 年，移民总人数为 2115 人，确定平阳县萧江镇淡蒲村和郑楼镇古农村为集中安置点。	淹没影响人口 465 户 1848 人（其中淹没人口 192 户 770 人，影响人口 273 户 1078 人）。所有移民均已迁出。移民安置均在万全镇（原郑楼镇）古农村进行集中安置，万全镇古农村安置点移民安置房建设工作已完成且通过验收，配套工程建设已完成。
环境风险	环境风险	制订环境风险应急预案并报当地环保部门备案。	已落实

## 11.7 环评批复意见落实情况

2009年9月22日浙江省环境保护局下发《关于平阳县顺溪水利枢纽工程环境影响报告书审查意见的函》（浙环建[2009]102号），同意该项目在拟建地点建设。经检查，建设项目基本落实了环评批复内容，具体落实情况见表11.7-1。

表 11.7-1 批复要求落实的环保措施

序号	批复要求	落实情况
一	根据相关部门的意见和环评结论，按照环评报告书所列建设项目的性质、规模、地点、施工工艺、环保对策措施及要求，原则同意该项目在拟建地点建设。	
二	你部在项目建设过程中要认真落实环评报告书提出的各项污染防治措施，严格执行温州市、平阳县环保局提出的有关环境质量和污染物排放标准，确保污染物达标排放。重点做好以下工作：	
(一)	合理调度，确保区域生态环境用水需求。工程建设将改变顺河流域的水文状况，应按照经水行政主管部门审批的水资源论证报告及其批复意见，保证坝址下泄流量不小于0.59m <sup>3</sup> /s。合理调度水库运行方案，并根据下游五十丈水源地供水和北港引水工程要求，调整下泄流量，确保下游生态环境用水需求。	已落实
(二)	加强项目施工期的环境保护，制定文明施工方案。施工期生产废水必须收集处理后回用，隧洞施工废水、机械修配厂含油污水、砂石料冲洗水、围堰基坑排水等经沉淀后回用于绿化和道路冲洗，生活污水经污水处理站生化处理后回用于绿化和道路洒水，大型施工现场、砂石料堆场、临时弃渣场周围须设置集水沟和沉砂池，严禁废水未经处理直接排入附近水体。采取有效措施控制物料运输、装卸、堆放、拌合等过程产生的扬尘，工程回填土和废弃物堆放于指定地点，场地周围设置围挡，防止二次污染。选用低噪声施工机械和施工工艺，合理安排施工作业时间，禁止夜间开山放炮。落实各类公示，无施工工艺特需，夜间不得施工。	已落实

(三)	加强生态恢复工作，落实生态修复措施。合理选择弃土场、弃渣场和临时堆土场、淤泥干化场、取料场等场地，做好弃土弃渣场、施工营地、临时施工占地等的生态恢复。合理利用表层耕土，妥善处置拆迁的建筑垃圾。按水行政主管部门批准的水保方案落实好水保措施。基本农田、林地占用、文物保护等按有关规定办理。	已落实
(四)	水库蓄水前必须按照《水电工程水库淹没处理规划设计规范》要求进行水库清理，并按《水库库区清理办理》进行验收后方可蓄水。	已落实
(五)	加强营运期污染防范工作。工程投入运行后，水库管理部门及发电站产生的生活废水必须经处理达标后回用于农田灌溉。生活垃圾由当地环卫部门及时清运。合理布置发电站总平，选用低噪声型的机械设备，泵房、电机等高噪声源应采取隔声、消声、减震等措施，确保厂界噪声达标排放。	已落实。
(六)	项目建成后，应加强库区集雨区内的自然植被、森林资源的保护和生态建设，提高绿地覆盖率；禁止向库区水体倾倒工业废渣、生活垃圾等废弃物，加强对水库上游集雨区内工业、农业、畜禽养殖及生活污染源的严格控制和管理，禁止可能污染库区水体的旅游活动和其他活动，防止水库水质恶化和富营养化现象。加强水库监测，在库尾、坝址各设一个常规水质监测断面，定期进行水质监测。	已落实。
(七)	加强水库日常管理和安全防范，做好工程环境风险事故防范工作。成立事故应急领导小组，加强大坝工程质量管理，确保下游人畜安全。制订环境风险应急预案并报当地环保部门备案，相关部门须按照应急预案要求落实资金、人员和器材，进行必要的培训，定期举行应急演练，落实环境风险事故防范措施。	已落实
三	当地政府有关部门应加强该项目等水利工程的运行监督工作，确保枯水期坝下河段不出现脱水现象；按照《鳌江流域防护规划报告》等，做好有关流域堰坝等水利工程的实施工作。	已落实
四	根据《浙江省建设项目环境保护管理办法》，该项目必须委托有环境保护监理资质的监理单位进行工程环境监理，对施工期环境保护措施的落实情况进行有效监督。有关环境监理计划、资料报当地环保部门备案。工程完成后，环境监理总结报告应作为环保竣工验收的材料之一。	由浙江环境监测工程有限公司负责环境监理

## 第十二章 结论及建议

### 12.1 结论

#### 12.1.1 环境保护执行情况

平阳县顺溪水利枢纽工程建设指挥部在项目建设中落实了国家建设项目管理的有关规定和省环保局对该项目的有关批复意见，履行了建设项目环境影响审批手续，执行了建设项目环境保护“三同时”的有关要求。

#### 12.1.2 水生生物总体影响结论

从已经建设的一些水工程对环境的影响结果看，对下游的溪流经常性给予一定水量的补充，并不会造成水生生物的全部灭绝。而且调查到的全部水生生物并不是调查区域内的特有种，在相同环境类型的水体中也存在，从大尺度生态空间考察，物种的多样性不会因此而改变。但是，局部的生态条件，会因为频繁的人为活动的干预、污水排放、梯级电站维护的废弃物，对水体环境、水生生物类群也会产生比较大的改变。这在梯级电站以后的生产过程中，必需给予足够的关注和重视。

#### 12.1.3 陆生生态调查结论

料场和弃渣场方案进行优化调整。原设计的溪口村溪口料场（距大坝上游右侧约 1500m）未启用，改为溪口村距大坝上游左侧约 300m 的取料场。顺溪水利枢纽工程为砼拱坝，工程所需块石料利用发电引水隧洞、导流洞、大坝、厂房等石方开挖料，不设置块石料场。

实际涉及 11 株，其中 1 株米楮已移植到万全镇古农村安置点；8 株古树（1 株金桂、1 株红楠、1 株蕈数、4 株猴喜欢、1 株枫香）已采取防护措施；2 株古枫香已经浙江省林业厅批准做信息保护及砍伐处理。

#### 12.1.4 水文、泥沙情势调查结论

水库运行期间，在大坝底部埋设钢管，并在钢管出口设闸阀，以控制下泄

流量。下泄流量  $0.59\text{m}^3/\text{s}$ 。能够满足减水段的最小生态流量要求。

按照利用年限 50 年考虑，水库淤积量 100 万 t（相当于  $66.7\text{万 m}^3$ ）水库正常库容  $2341\text{万 m}^3$ ，死库容  $424\text{万 m}^3$ 。不会对电站正常运行产生影响。

### 12.1.5 水环境影响调查结论

验收调查期间，2017 年 9 月 25~26 日；相同站位顺溪水库水质（对应 SS3）符合 II 类水质标准限值要求；工程建设前后顺溪沿线水质变化不大。

### 12.1.6 大气环境影响调查结论

本次验收调查期间，敏感点顺溪山庄， $\text{SO}_2$  浓度范围  $0.007\sim 0.023\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $\text{NO}_2$  浓度范围  $0.005\sim 0.009\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $\text{PM}_{10}$  浓度范围  $0.065\sim 0.103\text{mg}/\text{m}^3$ ，均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中一级标准要求。工程建设前后敏感点环境空气质量有所下降。

### 12.1.7 声环境影响调查结论

验收调查期间，2016 年 9 月 4~5 日、2017 年 11 月 10 日；敏感点顺溪山庄达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求，电站厂界超出《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 1 类标准，超标量在  $4.2\sim 5.2\text{dB}$ ，鉴于电站周边无敏感点，故不会对周边声环境产生影响。

### 12.1.8 固废环境影响调查结论

经调查，施工期产生的固体废物均得到了妥善的处理（详见环保措施落实情况章节），对沿线环境影响不大。

现场调查可见，电站管理区和生活区未建设，租用顺溪镇原顺溪中学。生活垃圾纳入顺溪镇生活垃圾清运系统，由环卫部门清运处置。不会对周围环境产生明显影响。

### 12.1.9 社会环境影响调查结论

根据《平阳县顺溪水利枢纽工程蓄水阶段移民安置终验验收报告》：截止到 2014 年 5 月 14 日，所有移民均已迁出。万全镇古农村安置点移民安置房建设工作已完成且通过验收，配套工程建设已完成。



### 12.1.10 公众参与意见调查结论

调查结果显示, 98%的被调查对象对平阳县顺溪水利枢纽工程环保执行情况总体满意程度表示满意, 2%的被调查对象表示不满意。说明周边居民及企事业单位对本工程建设持支持态度。

### 12.1.11 环境管理检查结论

本项目建立了环境管理机构, 并制定了部分环保规章制度, 建立了应急预案, 落实了环境监理, 各种批复文件和资料基本齐全, 环评批复意见和环保措施基本落实。

## 12.2 总结论

经现场查验, 项目环评手续齐备, 技术资料齐全, 环境保护设施及其他措施等已按批准的环境影响报告书和设计文件的要求建成, 其污染防治能力和生态保护措施适应主体工程的需要, 具备环境保护竣工验收条件。经审议, 验收工作组同意通过该项目竣工环境保护验收, 将正式投入使用。

## 12.3 建议

- 1、按照监测计划, 做好跟踪监测。
- 2、加强水库的巡查与管理, 特别是针对台风等恶劣气象, 要认真做好防台紧急避险工作。