

(8) 资源量评估

参考《淡水渔业资源调查规范 河流》(SC/T9429-2019)中渔业资源评估方法,结合本次调查情况,利用单位捕捞努力量渔获量(CPUE)法评估该水域渔业资源量。

本次调查时间为丰水期,调查水域河流长约20km,平均河宽15m,那么调查河段总面积(A)为 $3.0 \times 10^5 \text{m}^2$ 。单次捕捞作业面积即单个地笼网(长6m、宽0.25m)面积(S)为 1.5m^2 。单次采样时间(t)为24h。渔具个数(N)为14个。网具总渔获量(C)为1.291kg,合计100尾。

$$\text{按生物量计} \quad \text{CPUE} = \frac{C}{N \times t} = 3.84 \times 10^{-3} \text{ kg / net} \cdot \text{h}$$

$$F = \text{CPUE} \times \frac{A}{S} \times \frac{365 \times 24}{24} = 2.8 \times 10^5 \text{ kg}$$

调查水域总渔业资源量约为280吨,主要渔业生物半刺光唇鱼的渔业资源量为79.5吨。

$$F_i = F \times W_i \% = 2.8 \times 10^5 \text{ kg} \times 28.4 \% = 7.952 \times 10^4 \text{ kg}$$

(9) “三场一通道”

根据调查期间对杯溪流域鱼类产卵场、索饵场和越冬场的实地调查,以及咨询霞浦县海洋与渔业局与当地渔民进行补充调查,经询问该区域没有特定的或珍稀的鱼类产卵场、索饵场和越冬场。

杯溪中上游为典型的山涧溪流特征,水流湍急,水位浅,多处河床的滩礁、砾石或卵石裸露,水中或河流两岸植被丰富;历史记载洄游性鱼类能抵达杯溪上游及支流的只有花鳢和日本鳢这两种。现场调查未捕获,经询问当地村民称花鳢已三十多年也未见,日本鳢本已多年未见,但近年偶有捕获,在杯溪河口段附近建有养鳢场(目前已经清退),近年才开始养殖日本鳢,因此,可见确定偶有捕获的日本鳢是从日本鳢养殖场逃逸而来,杯溪现有土著性鱼类均为定居性鱼类,不具有洄游特性。

从当地渔民和村干部处了解到,在龙凤店村附近河段有捕获到香鱼,说明可从河口洄游至此,上世纪80年代在杯溪上游柏洋乡的林洋村境内修建柏洋引水工程,由于建设年代较早,没有考虑过鱼设施的建设,已存在鱼类回游通道阻隔的情况,而且这种影响已成为不可逆的影响。

(10) 保护、易危及主要经济鱼类生物学特征

表 4.9-38 保护、易危及主要经济鱼类生物学特征一览表

序号	名称	保护类别	生态特性			
			水层	食性	产卵类型	洄游性
1	花鳗鲡 <i>Anguilla marmorata</i> Quoy et Caimard	国家Ⅱ级重点保护野生动物	底层	肉食	浮性	降河洄游
2	香鱼 <i>Plecoglossus altivelis</i>	福建省保护鱼类, 《中国生物多样性红色名录》中濒危(EN)物种	中上	杂食	粘性	溯河洄游
3	鲟鱼 <i>Tenualosa reevesii</i>	《中国生物多样性红色名录》中濒危(EN)物种	中上	杂食	浮性	溯河洄游
4	日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	底层	肉食	浮性	降河洄游
5	光倒刺鲃 <i>Spinibarbus hollandi</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	中下	杂食	漂流性	定居
6	花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	中上	肉食	浮性	洄游
7	鲫 <i>Carassius auratus</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	中下	杂食	粘性	定居
8	斑鳢 <i>Channa maculata</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	底层	肉食	浮性	定居
9	青虾 <i>Macrobrachium nipponense</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	底层	杂食	-	定居
10	中华绒螯蟹 <i>Eriocheir sinensis</i>	国家重点保护经济水生动植物资源名录(第一批)	底层	杂食	-	洄游

① 花鳗鲡 *Anguilla marmorata* Quoy et Caimard



分类地位：鳗鲡目 (*Anguiliformes*)、鳗鲡科 (*Anguillidae*)、鳗鲡属 (*Anguilla*)，国家二级保护水生野生动物。

形态特征：体长粗壮，圆筒状，尾部稍偏扁。头较大，前部圆钝，稍平扁。吻短扁。眼小，约位于上颌中部上方。前鼻孔管状。口宽大，前位，口裂深。下颌稍突出。牙尖细，排列成带状。舌钝尖，游离。体被细鳞，埋于皮下，体表富含粘液。侧线孔明显。背、臀鳍低长，与尾鳍相连续。胸鳍长椭圆形。尾鳍圆钝。无腹鳍。体侧及鳍上散有不规则灰黑色斑块。背鳍和臀鳍后部边缘黑色。

生态习性：花鳗鲡为降河入海生殖洄游鱼类。生活于江河干、支流的上游，常栖息于山涧、河流和水库的乱石洞穴中，多在夜间活动。体壮有力，性凶猛，可离水觅食，以小鱼、虾、蟹、蠕虫等为食，也可食蛙类、蛇类、鸟禽类及动物尸体等。大者 15kg~20kg。每年 3~9 月营穴居生活，10-11 月开始向河口移动，生殖习性与日本鳗鲡相似。3~4 月幼鳗进入河口，并上溯山涧溪流中。

② 香鱼 *Plecoglossus altivelis*



分类地位：鲑形目 (*Salmoniformes*)、香鱼科 (*Plecoglossidae*)、香鱼属 (*Plecoglossus*)，为易危物种 (VU)，福建省级重点保护水生野生动物。

形态特征：体延长，稍侧扁。头较小。吻中长。向前倾斜，形成吻钩。眼中大，上侧位。口大，下颌两侧前端各有一突起，突起之间呈凹形。口关闭时，吻钩与凹陷正相

吻合。上下颌生有宽扁的细齿，口底有一队大形的褶膜。体密被细小圆鳞。侧线平直，位于体侧中部。背鳍后方有一个小脂鳍。与臀鳍后端相对，体背部青灰色，体侧和腹部银白色。

生态习性：香鱼是一种溯河产卵的洄游性鱼类，每年秋季在江河中产卵，当年孵山的幼鱼入海越冬。冬天在平静的沿岸越冬。翌年春季，体长大约为 46 毫米的香鱼白海里上溯至河流饵料丰富地带育肥，此时全体透明。上溯时一天可达 20 千米以上的旅程，并能超越过相当大的障碍。上溯一般分三四批，而第一批个体最大。如上游无冷水，香鱼的上溯可接近发源地。香鱼进入育肥并产卵的江河必须是地势陡峻，水流湍急，深度不大，水流有声，水温在 27℃ 以下，水质清亮透明度大，河床为石砾底质，附生藻类多，没有泥沙附着的通海河流。香鱼生长较快，香鱼生命周期短，1+龄性成熟产卵后即死亡。香鱼的幼鱼以浮游动物为食，可用毛钩钓取。进入淡水后，以刮食岩石上的硅藻、蓝藻等植物性为主，同时也摄食昆虫类和浮游动物，故渔民常以拟饵钩捕获。

③ 鲢鱼 *Macrura reevesii*



分类地位：鲱形目 Clupeiformes、鲱科 Clupeidae、鲢属 *Macrura*，为易危物种(VU)。

形态特征：体长椭圆形，侧扁。腹部窄而尖，具棱鳞。头较大，头背光滑。吻钝尖。眼小被厚脂睑，仅露出中央一裂缝。口中大，口裂向后伸达眼中部或后部下方。上颌稍长，上颌正中有一缺刻，与下颌骨正中的突起相吻合。体被薄圆鳞，尾鳍基部具小鳞片，胸鳍、腹鳍基部具腋鳞。无侧线。体背和头部呈青褐色，中上侧略带蓝绿色光泽，下侧及腹部银白色，腹鳍、臀鳍灰白色，其它各鳍暗蓝色。

生态习性：鲢鱼为我国沿海洄游性中上层鱼类。平时生活于海中，春季溯河而上，在江河的中下游产卵繁殖。生殖后亲鱼仍游归海中，幼鱼进入支流或湖泊中肥育；至秋季才入海生活。摄食浮游生物。产卵期为 4-8 月，卵浮性。

④ 日本鳗鲡 *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel



分类地位：鳗鲡目(*Anguiliformes*)、鳗鲡科(*Anguillidae*)、鳗鲡属(*Anguilla*)。

形态特征：体延长，前部近圆筒状，后部稍侧扁。头中大，前部稍扁平。吻中长，圆钝。眼小，埋于皮下。口大，微斜，前位，口裂伸达眼后缘下方。下颌略长于上颌。牙细小，尖锐，排列成带状。唇厚。舌钝尖，游离。体隐被细鳞，埋于皮下。粘液腺发达，体表光滑。侧线孔明显。背鳍起点在肛门上方。臀鳍起点与背鳍起点间的距离小于头长。背鳍、臀鳍发达，与尾鳍相连续。胸鳍短小，宽阔。尾鳍圆钝。体背侧暗绿色，有时隐具暗色斑块；腹侧为白色。背鳍和臀鳍后部边缘黑色，胸鳍淡白色。

生态习性：日本鳗鲡为降河性洄游鱼类。平时栖息于江河、湖泊、水库和静水池塘的土穴、石缝里。喜暗怕光，昼伏夜出，有时从水中游上陆地，经潮湿草地移居异地。摄食小鱼、田螺、蛭、蚬、沙蚕、虾、蟹、桡足类和水生昆虫等。雄鱼在河口生长，雌鱼上溯进入江河的干、支流水体中生长，5~8年开始性成熟。每年秋末冬初，亲鳗的性腺尚处于II—III期时，即从淡水水域向河口移动，相互缠绕成鳗球，随流出海进行降河生殖洄游。

⑤ 光倒刺鲃 *Spinibarbus hollandi*



分类地位：鲤形目 (*Cypriniformes*)、鲤科 (*Cyprinidae*)、倒刺鲃属 (*Spinibarbus*)

形态特征：体延长，前邻近圆筒形，后部侧扁。背腹缘均为浅弧形。吻圆钝，吻皮

止于上唇基部，与上唇分离。口亚下值，一卜颌稍长于下颌。上下唇稍肥厚，包在颌外表，在口角处相连，唇后沟在颈部中断。鼻孔近眼前缘。眼侧位、偏于头的前部；眶间平坦，眼间隔宽。须2对，较发达，吻须可达眼前缘，口角须略长于吻须，接近或达眼后缘。鳃盖膜于眼后缘的垂直线下方与峡部相连。鳞大。侧线完全，前段略下弯后较平直地伸入尾鳍基中央。背鳍及臀鳍基具鳞鞘，腹鳍基外侧具狭长的腋鳞。背鳍外缘平截，起点之前有一平卧的例刺，未根不分枝细条为软条；其起点至吻端较至尾鳍基的距离较小或相等。胸鳍末端远不达腹鳍起点。腹鳍位于背鳍起点之后下方，其起点至臀鳍起点较胸鳍起点略近。臀鳍末端不达尾鳍基，起点至尾鳍基较腹鳍起点为近，尾鳍叉形。鳃耙短小而尖，内线有锯齿状突起，排列稀疏。下咽齿稍侧扁，末端尖而稍弯曲。鳃2室。腹膜微黑色。浸制标本背侧灰褐色，腹部黄褐色，体侧及背部鳞片外缘有褐色边，背鳍和尾鳍灰褐色，背鳍外缘有黑色边，其它各鳍浅黄色。

生态习性：一般栖息于底质多乱石而水流较湍急的江河中的中下层，尤喜在水色清澈的水域中生活，它属于杂食性鱼类，以水生植物为主，兼食水生昆虫及其幼虫，也取食一些坠入水中的陆生昆虫和虾等。4-5月间在水流缓慢、水草较多处产粘性卵。成熟年龄为3龄，亲鱼性腺在冬季处于II期和III期，5-8月性腺都处于IV期，为繁殖盛期。

⑥ 花鲈 *Lateolabrax maculatus*



分类地位：鲈形目 (*Perciformes*)、真鲈科 (*Percichthyidae*)、花鲈属 (*Lateolabrax*)

形态特征：体长、侧扁。口大、倾斜。下颌长于上颌，上颌骨长，末端到眼后下缘。两颌、梨骨、腭骨具绒毛状齿。前鳃盖骨的后缘有细锯齿，后角有一个大棘，下缘向后下方有3个大棘，鳃盖骨有一个大棘。具两个背鳍，第一背鳍以第5鳍棘最长。幼体的体侧及背鳍棘部有若干黑色斑点，成熟个体逐渐消失。

生态习性：花鲈是近岸浅海鱼类，性情凶猛，能在浅水中生活。渤海的花鲈每年3月下旬至4月游到近岸及河口索饵，产卵后则到较深水域的海区越冬。孵出的幼鱼在海区越冬，翌年春天幼鱼成群进入河口、内湾及近岸。在自然水域中。花鲈摄食以吞食活体动物为主。故属于肉食性鱼类。花鲈摄食的种类很多，其中以游泳动物为主，故也称为游泳动物食性的鱼类。花鲈摄食种类在一年之内有明显的季节变化，甚至各月之间的变化也非常明显。花鲈的成鱼和幼鱼的食物组成有很大差异。早期的幼鱼以浮游动物为食，食性转变后以小虾、小鱼和等足类为食，成鱼食物组成中主要是鱼，其次是虾。

⑦ 鲫 *Carassius auratus*



分类地位：鲤形目 (*Cypriniformes*)、鲤科 (*Cyprinidae*)、鲫属 (*Carassius*)

形态特征：体长椭圆形，侧扁，背鳍始点处体最高，腹缘窄而无皮棱；眼侧中位，后缘距吻端较近。眼间隔宽凸。前、后鼻孔相邻，位于眼稍前方。口前位，斜形，下颌较上颌略短。唇发达。无须。鳃孔大，侧位，下端达前鳃盖骨角下方。鳃盖膜相连且连鳃峡。鳃耙外行发达，有许多小突起；内行宽短。螺分2室。肛门位于臀鳍始点略前方。背鳍始于体正中央的稍前方；臀鳍短，始于倒数第6-7背鳍条基下方；最后硬刺似背鳍硬刺；胸鳍侧位而低；腹鳍始于背鳍始点略前方；形似胸鳍；除少数小鱼外，均不达肛门。尾鳍深叉状，叉钝圆。

生态习性：鲫为温水性鱼类。鲫喜在水的底层活动。鲫对低氧的适应能力很强，是杂食性鱼类，幼鱼阶段食性与成鱼相似。鲫的成鱼主要食有机碎屑、水草、植物种子，另有相当数量的摇蚊幼虫、枝角类和桡足类，也食商品饲料。

⑧ 斑鳢 *Channa maculata*



分类地位：鲈形目 (*Perciformes*)、鱧科 (*Channidae*)、鱧属 (*Channa*)

形态特征：体长而肥胖，稍侧扁。头长，头背宽平，向吻端倾斜，吻短钝。眼位于头的前部，侧上位，靠近吻端。两对鼻孔，前后分离；前鼻孔呈管眼状。靠近吻端。口近上位，口裂大，颌角超过眼后缘的下方。舌尖游离。下颌稍长于上颌。上、下颌外缘有细齿。背鳍基部甚长，起点靠近胸鳍基部的上方。鳍条末端超过尾鳍基部。胸鳍呈扇形，末端也超过尾鳍基部。尾鳍呈圆形。侧线白头后沿体侧上部后行。全身被鳞。头部鳞片不规则，黏液孔较小。体侧上部呈暗绿带褐色，下部呈淡黄色。头部从眼到鳃盖后缘各有两条黑色条纹。体侧有两列不规则的黑色斑块。背鳍于臀鳍上有许多不连续的白色斑点，尾柄和尾鳍基部有数列黑白相间的斑条。偶鳍稍带橘红色。

生态习性：斑鱧为淡水底层鱼类。喜栖息于沿岸水草多和淤泥底质浅水区。对水质、温度及其它外界环境条件适应性强。斑鱧是典型的肉食性鱼类，食性随鱼体大小而变化，100 毫米以下的幼鱼主要以桡足类、枝角类、水生昆虫、仔鱼、小虾为食，成鱼则以各种小型野杂鱼为食，主要有鲫、泥鳅等。

⑨ 青虾 *Macrobrachium nipponense*



分类地位：十足目 (*Decapoda*)、长臂虾科 (*Palaemonidae*)、沼虾属 (*Macrobrachium*)

形态特征：青虾身体分为头胸部与腹部，甲壳在头胸部称头胸甲，身体由 20 节组成，头部 5 节，胸部 8 节，头胸部的体节已经愈合，共同演化成头胸部各器官和体节。腹部 7 节，第二腹节的侧甲边缘覆盖在第一和第三腹甲上，至体尾时渐细，尾节呈三角形演化成部分尾扇。除腹部第七节外，每个体节各有附肢一对。成体雄虾的第二对步足比雌虾强大。雌虾的生殖孔开口于第三对步足内侧，外观呈一小突起，生殖孔四周有刚毛。雄虾输精管开口于第五对步足基部内侧，另外，第二腹肢的内肢内缘有一棒状突起，而雌虾却没有。

生态习性：青虾属纯淡水产，生活于江河、湖沼、池塘和沟渠内，冬季栖息于水深处，春季水温上升后，始向岸边移动，夏季在沿岸水草丛生处索饵和繁殖。产卵期自 4 月至 9 月初，盛期为 6、7 两月。适宜的水温是 18—28℃。越冬后的母虾，在 4—7 月间可连续产卵二次。当第一次所产的卵孵化时，卵巢又已成熟，接着进行蜕皮、交配和第二次产卵。两次产卵所隔的时间约 20—25 天左右。当年的新虾群中，有部分虾（体长一般在 24—35 毫米间）在 8 月份性成熟并抱卵，而它们所生的后代在当年是不能产卵的。

⑩ 中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis*



分类地位：十足目（Decapoda）、弓蟹科（）、绒螯蟹属

形态特征：体型较大；头胸甲长为 47 毫米，宽 53 毫米；头胸甲呈圆方形，边缘有细颗粒前半部窄于后半部，背面较隆起，前面有 6 枚突起，前后排列，前者 2 枚较大后者 4 枚小，居中间 2 枚较小而不明显，各个突起均有细颗粒；额分为 4 齿，齿缘有锐颗粒；眼窝缘近中部的颗粒较锐；前侧缘具 4 齿，第 1 齿最大，末齿最小，由此向内后侧方引入 1 条斜行颗粒隆线，侧缘附近也具同样隆线；后缘宽而平直；螯足粗壮；长节背

缘近末端有一齿突，内、外缘有小齿腕节内缘末半部具 1 颗粒隆线向后伸至背面基部，内末角具一锐刺，刺后又有颗粒。雄性掌、指节基半部的内、外面均密具绒毛，而雌性的绒毛只在外侧存在，内侧无毛。

生态习性：中华绒螯蟹在不同的生长发育阶段，栖息的特点也有较大的差别。胚胎发育之后的蚤状幼体阶段，需在半咸水或海水里，过浮游生活；进入大眼幼体阶段时既可在沿海河口的半咸水中生活，又可在淡水里生活，既可在水面游动，还可沿河坡爬行；到幼蟹以后，则主要是生活在淡水的河流湖泊，进行隐居与穴居生活。中华绒螯蟹是杂食性动物。在蚤状幼体时食性就比较杂，以浮游植物为主，可捕食单细胞藻类，还食轮虫、担轮幼虫、沙蚕幼体、蛋黄、豆浆、豆腐等。大眼幼体以后的生长发育阶段，偏爱动物性食物，尤其是鱼、虾、螺、蚌、蚬、蠕虫、蚯蚓、昆虫等，对腐臭的动物尸体也很爱食。

(11) 小结与评价

① 杯溪水域现场调查共调查渔业生物 25 种，其中鱼类 22 种、虾类 1 种、蟹类 2 种，无国家和省级珍稀、濒危保护鱼类。物种绝大多数为我国淡水水域习见物种，主要经济鱼类半刺光唇鱼和光倒刺鲃也广泛分布福建各大水系，且国内已有人工养殖。据对周渔民及村干部的访谈（详见附表 10），介绍杯溪流域有保护物种花鳗鲡（国家 II 级）和香鱼（省级），本次调查未捕获到。

② 从鱼类群落生态类型看，杯溪鱼类仍以定居性鱼类为主，而洄游性或河口鱼类主要集中在靠近河口的江段。大部分鱼类产沉性卵（具强粘性），它们大都粘附在砾石或沙上。大部分鱼类为底层、肉食性鱼类，多以小鱼、虾和水生昆虫等为食。

③ 优势种有半刺光唇鱼和切尾鲩 2 种，常见种 6 种。

④ 上游的 BX-1 站位生物多样性较丰富，而其他 3 个站位生物多样性一般。

⑤ 调查水域渔业生物资源量为 280 吨，主要渔业生物半刺光唇鱼资源量为 79.5 吨。

⑥ 杯溪鱼类“三场一通道”情况。通过渔获物统计分析得知，杯溪鱼类大都为广布种，且为沉性卵，一般情况下，这些鱼类对产卵场地要求不高，生殖季节寻找合适的水域分散产卵。洄游鱼类中日本鳗鲡、花鲈的幼苗从河口洄游至河流进行索饵，产卵场都在海里，且大都集中在杯溪下游的赶潮河段。

据当地渔民讲述，杯溪流域有保护鱼类花鳗鲡和香鱼。花鳗鲡为典型降河洄游鱼类，生长在河口、沼泽、河溪、湖塘、水库等内，河湖内性腺不发育，于成年时降河洄游到

江河口附近性腺才开始发育，而后入深海进行繁殖。而香鱼为溯河洄游性鱼类，产卵时可上溯接近发源地，产卵场一般是地势陡峻，水流湍急，深度不大，水流有声，水温在27℃以下，水质清亮透明度大，河床为石砾底质，附生藻类多，没有泥沙附着的通海河流。而且据我们调查中发现，杯溪几个支流也符合香鱼产卵条件，产卵场分布需进一步调查研究。

4.9.5.9 环三都澳湿地水禽红树林自然保护区（盐田港片）

本次环评对环三都澳湿地水禽红树林自然保护区盐田港片的调查主要以收集《环三都澳湿地水禽红树林自然保护区总体规划（2015年调整）》及《环三都澳湿地水禽红树林自然保护区调整部分科学考察报告（2015年）》等资料为主。

环三都澳湿地水禽红树林自然保护区位于宁德市三都湾，行政区域涉及蕉城区的八都镇、漳湾镇和三都镇，福安市的下白石镇、溪尾镇，霞浦县的盐田畲族乡等3个县（市、区）6个乡镇。保护区总面积2408.47hm²，分为3片区，后湾片、云淡片、盐田港片。保护区划定的核心区、缓冲区均位于后湾片。云淡片、盐田港片仅涉及试验区。评价范围内本项目下游涉及的是盐田港片，盐田港片位于福安市溪尾镇和霞浦县盐田畲族乡的滩涂和水域。具体范围为：东至沈海高速公路杯溪大桥、盐田海堤外侧、盐田畲族乡何山鼻；西至钓岐码头与溪尾镇塘楼村靠盐田港的山尖连线；南靠何山鼻至钓岐码头的盐田港南岸；北接溪尾镇塘乾头、鱼岐、石狮岐、杯溪大桥之间的盐田港北岸。地理坐标：26° 49'31"~26° 51'18"N，119° 47'20"~119° 51'18"E，面积730.56hm²。

1、保护区性质

环三都澳湿地水禽红树林保护区是以保护国家重点保护的野生动物物种、红树林、湿地为宗旨，全面保护湿地、红树林资源、珍稀濒危野生动物物种及其栖息地，是集物种与生态保护、科普宣传教育、科学研究、永续利用自然资源等多功能于一体的自然保护区。

2、保护区保护对象

环三都澳湿地水禽红树林自然保护区的主要保护对象为湿地、红树林、珍稀鸟类和中华白海豚等，即以红树林和滨海湿地生态系统、珍稀濒危动物和国际候鸟保护物种为主要保护对象。

（1）红树林和滨海湿地生态系统

保护区内分布有秋茄 1 种红树植物，在保护区内红树林面积有 13.92hm²。其中，盐田港片 3.92hm²。

三都湾湿地是中国重要湿地之一，是福建海湾型滨海湿地的典型代表之一。保护区内湿地生态系统为水鸟、海洋哺乳动物和爬行动物提供了良好的栖息地，是迁徙水鸟的较重要驿站地和越冬地。

(2) 珍稀濒危动物和国际候鸟保护物种

A.国家重点保护动物有 17 种，其中国家一级保护动物有中华白海豚 1 种，国家二级保护动物有花鳗鲡、蠵龟、太平洋丽龟、绿海龟、赤颈鸕鹚、岩鹭、黑翅鸢、鸢、赤腹鹰、雀鹰、普通鸢、鸮、白腹鸮、红隼、游隼、褐翅鸦鹃等 16 种。福建省重点保护动物 23 种。

B.列入世界自然保护联盟（IUCN，2013）名单的物种有 4 种，其中极危种（CR）有绿海龟 1 种，濒危物种（EN）有蠵龟、太平洋丽龟 2 种，易危种（VU）有黑嘴鸥 1 种。列入《中国濒危动物红皮书》名单中的物种有 7 种，其中濒危种（EN）1 种，易危种（VU）3 种，稀有种（R）3 种。

C.国际候鸟保护网，“中日候鸟保护协定”种类有 64 种，“中澳候鸟保护协定”种类有 31 种。

3、保护区类型

环三都澳湿地水禽红树林自然保护区确定为：“自然生态系统”类别中的“海洋与海岸生态系统类型”的自然保护区。

4、保护区生境

保护区在一定程度上能够有效维护三都湾生态系统的正常结构和功能，能达到保护区内主要保护物种的正常繁衍或生存所需的最低面积。

保护区具有广阔的滩涂，底栖生物丰富，为陆生生物提供丰富的饵料，是三都湾湿地生物多样性较丰富的区域，适合湿地水鸟栖息，水鸟种类多，是东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上的较重要驿站地和越冬地，亦能够为水鸟越冬栖息所需的面积。盐田港片位于河口区咸淡水的交接处，处于杯溪入海口，是保护区现有红树林主要分布区，同时高潮位时水域面积广阔，中华白海豚等水生哺乳动物经常出没区，适合水生生物生存。

5、水生动植物调查

本次引用宁德海洋环境监测中心站于 2020 年 03 月 27 日的调查结果，共计 20 个站

位，其中 QT01 位于环三都澳湿地水禽红树林自然保护区，QT02 位于保护区西南海域。

表 4.9-39 调查站位坐标

站位	经度 E	纬度 N	站位	经度 E	纬度 N
QT01	119°48.356'	26°49.984'	QT11	119°42.922'	26°45.704'
QT02	119°46.585'	26°48.633'	QT12	119°42.324'	26°46.888'
QT03	119°46.271'	26°47.407'	QT13	119°40.466'	26°42.740'
QT04	119°49.097'	26°47.392'	QT14	119°42.246'	26°42.033'
QT05	119°47.504'	26°46.640'	QT15	119°45.427'	26°41.126'
QT06	119°46.729'	26°45.896'	QT16	119°46.913'	26°41.980'
QT07	119°46.775'	26°44.911'	QT17	119°46.762'	26°39.511'
QT08	119°46.745'	26°43.567'	QT18	119°48.827'	26°39.974'
QT09	119°45.397'	26°43.149'	QT19	119°45.455'	26°37.932'
QT10	119°43.953'	26°44.207'	QT20	119°49.859'	26°37.960'

6、引用的调查结果

(1) 叶绿素

2020 年 3 月调查海域叶绿素含量平均值为 0.90 $\mu\text{g/L}$ ；调查海域初级生产力平均值为 47.20 $\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

(2) 浮游植物

2020 年 3 月调查海域，共鉴定出浮游植物种类有 52 种（属）。硅藻门 47 种、甲藻门 4 种和蓝藻门 1 种。浮游植物的优势种为琼氏圆筛藻、中华盒形藻、布氏双尾藻和横滨盒形藻，浮游植物种类数均值为 20 种；浮游植物细胞密度均值为 $3.64\times 10^5\text{cells/m}^3$ ；多样性指数 H' 均值为 1.83；均匀度指数 J' 均值为 0.43；丰度指数 d 均值为 1.04。

(3) 浮游动物

2020 年 3 月调查海域共鉴定浮游动物（含浮游幼虫）41 种，分别隶属于 11 类，其中桡足类最多，浮游动物的优势种为太平洋纺锤水蚤、短尾类溞状幼虫、鱼卵和中华哲水蚤，各站位浮游动物种类数平均为 11 种。个体密度平均值为 36.41 ind/m^3 ，各站位平均生物量为 29.99 g/m^3 。多样性指数 H' 平均值为 2.16；均匀度指数 J 平均值为 0.65；丰度 d 平均值为 2.61。

(4) 浅海大型底栖动物

2020 年 3 月调查海域共获得大型底栖动物 55 种，分别隶属于 6 个类群。其中环节

动物种类最为丰富，共 39 种，大型底栖动物的优势种为深钩毛虫、双栉虫、短鳃树蛭虫、后指虫。各站位大型底栖动物种类数平均为 12 种。调查海域大型底栖动物栖息密度平均值为 153 ind/m^2 。调查海域大型底栖动物生物量平均值为 22.17 g/m^2 。多样性指数 H' 平均值为 2.91；均匀度指数 J' 平均值为 0.83；丰度 d 平均值为 1.48。

(5) 潮间带生物

2020 年 3 月调查海域共获得潮间带生物 49 种，分别隶属于 7 个类群。其中甲壳动物种类最为丰富，共 15 种，潮间带生物的主要优势种为短拟沼螺、背毛背蚓虫、绿螂一种、弧边招潮、日本大眼蟹和双齿围沙蚕，平均栖息密度为 220 ind/m^2 ，平均生物量 170.57 g/m^2 ；种类多样性指数 H' 平均值为 2.10，均匀度指数 J' 平均值为 0.67，丰度指数 d 平均值为 1.08。

(7) 鱼类浮游生物

2020 年 3 月调查海域共鉴定出鱼卵 4 种，平均密度为 4.92 ind/m^3 ；仔稚鱼 3 种，平均密度为 0.45 ind/m^3 。

(8) 游泳动物

2020 年 3 月，张网调查共鉴定出游泳动物 107 种。其中，鱼类 70 种，虾类 23 种，蟹类 9 种，头足类 5 种。游泳动物中鱼类的主要优势种为须鳗鰕虎鱼、短吻鲷、孔鰕虎鱼、大黄鱼、髯鰕虎鱼、口虾蛄、鲷鱼、拟矛尾鰕虎鱼、棘头梅童鱼、食蟹豆齿鰕、褐菖鲉、裸鳍虫鰕、六丝矛尾鰕虎鱼；蟹类的主要优势种为日本蟳、双斑蟳；虾类的主要优势种为鲜明鼓虾、双凹鼓虾。张网渔业资源尾数密度平均值为 1065648 ind/km^3 ($996296 \text{ ind/km}^3 \sim 1210185 \text{ ind/km}^3$)。调查海域张网渔业资源重量密度平均值为 7522.63 kg/km^3 ($6549.95 \text{ kg/km}^3 \sim 8399.81 \text{ kg/km}^3$)。各站位渔获中鱼类数量比例和重量组成比例最大，虾类次之，蟹类第三，其他类（头足类）最低。以尾数密度计多样性指数 (H') 均值为 4.10 (4.01~4.22)；丰富度指数 (d) 均值为 6.40 (5.89~6.84)；均匀度指数 (J') 均值为 0.77 (0.75~0.78)；以重量密度计多样性指数 (H') 均值为 4.16 (4.01~4.30)；丰富度指数 (d) 均值为 4.41 (4.12~4.72)；均匀度指数 (J') 均值为 0.78 (0.75~0.80)。

第 5 章 环境影响预测与评价

5.1 区域水资源开发利用影响

5.1.1 需水量预测

5.1.1.1 供水范围

田螺岗水库供水范围为：溪南半岛、东冲半岛、盐田乡部分区域（河口地区、盐田工业集中区及周边），盐田乡现状用水来自杯溪流域，不属于跨流域调水，因此，跨流域调水仅包含溪南半岛、东冲半岛。

5.1.1.2 溪南半岛需水量预测

溪南半岛现状集镇和工业园区面积合计 133.5hm²，根据《海西宁德工业区（溪南半岛）发展规划》，溪南半岛工业区规划建设用地 5385hm²，其中城市建设用地 3838hm²。溪南半岛现状工业较少，主要为饮料制造、食品加工、水产养殖等，根据发展规划，溪南半岛工业区将重点建设临港高端装备、冶金新材料、商品港航物流基地、海洋经济特色产业基地及宁德产业结构优化升级承接区。

溪南半岛需水预测结果：基准年 2019 年需水量为 194 万 m³，全面发展阶段（2021-2035 年）中期 2030 年需水量为 3976 万 m³，末期 2035 年需水量为 5839 万 m³。

5.1.1.3 东冲半岛需水量预测

东冲半岛需水主要是旅游区、城镇和工业区的工业及居民生活用水。

东冲半岛包括长春镇、下浒镇和北壁乡三个乡镇，现状集镇面积为 196.8hm²，现状工业主要为交通运输设备制造、农副食品加工、食品制造等，根据霞浦县总规和各乡镇规划，规划水平年 2030 年各集镇建设面积为 1433.9hm²，且东冲半岛规划为滨海休闲旅游经济区，主要发展旅游、物流、海产品养殖及深加工、新能源等产业。下浒镇北部规划有铁矿石码头和造船基地。

东冲半岛需水预测结果：基准年 2019 年需水量为 300 万 m³，2030 年需水量为 2272 万 m³，2035 年需水量为 2386 万 m³。

表 5.1-1 溪南半岛需水量预测表

用地性质	2019 年			2030 年			2035 年		
	用水量指标	用地面积	日用水量	用水量指标	用地面积	日用水量	用水量指标	用地面积	日用水量
	(m ³ /d·公顷)	(公顷)	(万 m ³ /d)	(m ³ /d·公顷)	(公顷)	(万 m ³ /d)	(m ³ /d·公顷)	(公顷)	(万 m ³ /d)
居住用地	80	30.3	0.24	80	357.2	2.86	80	446.5	3.57
公共管理设施用地	70	26.7	0.19	60	46.3	0.28	60	66.2	0.40
商业设施	—	—	—	50	120.1	0.60	50	184.8	0.92
工业用地	60	27.8	0.17	60	1257.9	7.55	60	1935.2	11.61
物流仓储用地	30	5.5	0.02	40	412.4	1.65	40	634.5	2.54
道路交通用地	25	32	0.08	30	241.3	0.72	30	344.7	1.03
公用设施用地	25	3.4	0.01	35	91.7	0.32	35	131	0.46
绿地与广场用地	15	7.8	0.01	15	122.7	0.18	15	175.3	0.26
小计	/	133.5	0.69	/	2649.7	14.16	/	3918.2	20.80
最高日用水量	/	/	0.69	/	/	14.16	/	/	20.80
平均日用水量	日变化系数取 1.3	/	0.53	日变化系数取 1.3	/	10.89	日变化系数取 1.3	/	16.00
年需水量 (万 m ³)	194			3976			5839		

表 5.1-2 东冲半岛需水量预测表

用地性质	2019 年			2030 年			2035 年		
	用水量指标	用地面积	日用水量	用水量指标	用地面积	日用水量	用水量指标	用地面积	日用水量
	(m ³ /d·公顷)	(公顷)	(万 m ³ /d)	(m ³ /d·公顷)	(公顷)	(万 m ³ /d)	(m ³ /d·公顷)	(公顷)	(万 m ³ /d)
居住用地	80	84.7	0.68	80	3.06	382.72	80	401.86	3.21
公共管理设施用地	60	31.9	0.19	60	1.39	231.8	60	243.39	1.46
工业用地	40	10.1	0.04	60	3.00	500	60	525.00	3.15
物流仓储用地	30	1.3	0.00	40	0.03	6.75	40	7.09	0.03
对外交通用地	20	13.7	0.03	25	0.12	46.7	25	49.04	0.12
镇区道路交通用地	30	27	0.08	20	0.24	121.13	20	127.19	0.25
公用设施用地	25	4.7	0.01	35	0.07	18.81	35	19.75	0.07
绿地与广场用地	15	23.4	0.04	15	0.19	125.99	15	132.29	0.20
小计	/	196.8	1.07	/	8.09	1433.9	/	1505.60	8.50
最高日用水量	/	/	1.07	/	8.09	/	/	/	8.50
平均日用水量	日变化系数取 1.3	/	0.82	日变化系数取 1.3	6.23	/	日变化系数取 1.3	/	6.54
年需水量(万 m ³)	300			2272			2386		

5.1.2 受水区现状可供水量

5.1.2.1 溪南半岛可供水量

溪南半岛水资源分区范围内现状已建蓄水工程有2座小(1)型水库,1座小(2)型水库,均为农田灌溉水库,兴利库容合计622.5万m³;规模以上城乡供水的引水工程14处;规模机井13眼,一般机(人力)井约400眼。目前溪南镇自来水厂规模为0.12万t/d,水源为红山山涧水。

表 5.1-3 溪南半岛现状可供水量表 单位: 万 m³

工程类型	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
引、提水	178	156	132	113
地下水	32	32	32	32
合计	210	188	164	145

5.1.2.2 东冲半岛可供水量

现状供水工程可供水量东冲半岛水资源分区范围内现状已建蓄水工程有3座小(1)型水库,12座小(2)型水库,兴利库容合计628.3万m³,具有城乡生活供水功能的水库只有大桥水库、大坑里水库和大墩里水库等3座;规模以上城乡供水的引水工程18处,规模机井25眼,一般机(人力)井约690眼。东冲半岛三个乡镇自来水厂只有长春镇和下浒镇水厂水源为水库水,其中长春镇水厂水源为大坑里水库,目前水厂规模为0.10万t/d;下浒镇水厂水源为大桥水库,目前水厂规模为0.30万t/d;北壁乡自来水厂水源为洋坪溪山涧水,目前水厂规模为0.20万t/d。

表 5.1-4 东冲半岛现状可供水量表 单位: 万 m³

工程类型	项目	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
蓄水工程	大桥水库	49	42	36	30
	大坑里水库	77	67	57	47
	大墩里水库	247	211	176	153
引、提水	全部	198	176	154	135
地下水	全部	56	56	56	56
合并		627	552	479	421

5.1.3 受水区供需平衡分析

5.1.3.1 现状供水体系下水资源供需分析

(1) 溪南半岛

溪南半岛工业区现状基准年 2019 年城镇生活、工业及生态需水量为 194 万 m^3 ，目前均由引提水或地下水供水， $P=50\%$ 、 $P=75\%$ 、 $P=90\%$ 、 $P=95\%$ 保证率的缺水率分别为 0%、3.1%、15.5%、25.3%。溪南半岛水资源匮乏，且降水主要集中在汛期，各工程对洪水的调蓄作用有限，根据溪南半岛工业区发展规划和溪南镇区发展规划，用水量将有较大增长，到设计水平年 2035 年 $P=95\%$ 保证率缺水量将达到 5694 万 m^3 ，缺水率 97.5%。

因此，必须通过区外调水才能满足溪南半岛工业区的需水要求。

(2) 东冲半岛

东冲半岛各镇区和旅游景区基准年 2019 年需水量为 300 万 m^3 ，在大桥水库、大坑里水库和大墩里水库供水后，可满足基准年的用水需求。但东冲半岛同样水资源匮乏，降水主要集中在汛期，蓄水工程调蓄能力有限，东冲半岛主要规划为滨海休闲旅游经济区，随着旅游的开发和各乡镇的发展，城镇生活、工业和旅游用水量将增加，到设计水平年 2035 年 $P=95\%$ 保证率缺水量将达到 1965 万 m^3 ，缺水率 82.4%。

因此，东冲半岛也需要从区外调水才能解决岛内发展需水要求。

表 5.1-5 现状供水体系下水资源供需平衡表 单位：万 m³

水平年	项目	溪南半岛				东冲半岛				合计			
		P=50%	P=75%	P=90%	P=95%	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
2019 年	需水量	194	194	194	194	300	300	300	300	494	494	494	494
	可供水量	210	188	164	145	627	552	479	421	837	740	643	566
	缺水量	0	-6	-30	-49	0	0	0	0	343	246	149	72
	缺水率	0	-3.1%	-15.5%	-25.3%	0	0	0	0	69.4%	49.8%	30.2%	14.6%
2030 年	需水量	3976	3976	3976	3976	2272	2272	2272	2272	6248	6248	6248	6248
	可供水量	210	188	164	145	627	552	479	421	837	740	643	566
	缺水量	-3766	-3788	-3812	-3831	-1645	-1720	-1793	-1851	-5411	-5508	-5605	-5682
	缺水率	-94.7%	-95.3%	-95.9%	-96.4%	-72.4%	-75.7%	-78.9%	-81.5%	-86.6%	-88.2%	-89.7%	-90.9%
2035 年	需水量	5839	5839	5839	5839	2386	2386	2386	2386	8225	8225	8225	8225
	可供水量	210	188	164	145	627	552	479	421	837	740	643	566
	缺水量	-5629	-5651	-5675	-5694	-1759	-1834	-1907	-1965	-7388	-7485	-7582	-7659
	缺水率	-96.4%	-96.8%	-97.2%	-97.5%	-73.7%	-76.9%	-79.9%	-82.4%	-89.8%	-91.0%	-92.2%	-93.1%

5.1.3.2 规划工程实施后供需平衡分析

杯溪流域水资源在满足本流域需水要求后，本次新建田螺岗水库通过溪南引水工程向溪南半岛、东冲半岛和盐田乡部分区域供水。

根据供需平衡分析，溪南半岛设计水平年 2035 年 P=95%保证率年需水量 5839 万 m³，当地水源 P=95%保证率年可供水量 145 万 m³，年缺水量 5694 万 m³；东冲半岛各镇区、工业园区和旅游景区设计水平年 2035 年 P=95%保证率年需水量 2386 万 m³，当地水源 P=95%保证率年可供水量 421 万 m³，年缺水量 1965 万 m³。合计缺水量为 7659 万 m³（折合日缺水量 20.98 万 t/d）。

基于田螺岗水库上游柏洋引水工程是既有的跨流域引水工程，该引水工程是霞浦县历史上境内水资源配置的一项重要工程，对提升罗汉溪上的溪西水库供水能力和以霞浦县城及霞浦经济开发区为主要供水对象的中线供水具有重要支撑保障作用。故在分析田螺岗水库供水能力时，应合理扣除柏洋引水工程的引走水量，该引水工程最大引水能力为 6.0m³/s，当东岭溪水库（F=40.8km²）及仁溪引水坝（F=7.50km²）处合计来水流量小于 6.0m³/s 时，扣除即时泄放的引水坝坝下生态流量 0.108m³/s 后，经过东岭溪水库和仁溪引水坝蓄水塘调节，来水可全部引调进入溪西水库。

经分析计算，扣除即时泄放的引水坝坝下生态水量 340 万 m³ 后，柏洋引水工程多年平均引水量为 3391 万 m³。由此，田螺岗水库 P=95%保证率向溪南半岛、东冲半岛和盐田乡部分区域可供水量为 7336 万 m³（折合日供水 20.1 万 t/d），扣除分配给盐田乡部分区域水量 365 万 m³（折合日供水 1.0 万 t/d），两个半岛供水区设计水平年 2035 年将缺水 688 万 m³，缺水率 8%，介于微缺水与轻度缺水之间，偏向微缺水。

表 5.1-6 设计水平年 2035 年水量供需平衡

项目		P=95%保证率水量（万 m ³ ）
需水量	溪南半岛	5839
	东冲半岛	2386
	盐田乡部分区域	365
	合计	8590
可供水量	田螺岗水库	7336
	当地城乡供应及生活供水水源	566
	合计	7902

项目	P=95%保证率水量 (万 m ³)
缺水量	-688
缺水率	-8%

综合以上分析，远期仅靠引调杯溪流域水资源补充供给溪南半岛和东冲半岛仍欠不足，尚需通过中线供水系统引调罗汉溪上规划建设的吴坑水库、桐油溪水库水量至东冲半岛，补充田螺岗水库的供水缺额，减轻田螺岗水库供水压力。

5.1.4 跨流域调水规模合理性分析

田螺岗水库建成后，后续溪南引水工程调水至流域外的溪南半岛、东冲半岛，跨流域调水量为 6971 万 m³，杯溪多年平均径流量 2.667 亿 m³，对应跨流域调水比例为 26.1%。水资源开发利用率为多年平均供水量占水资源总量的比率，田螺岗水库建成后 2035 年流域多年平均供水量为 7336 万 m³（含流域内盐田乡供水部分），对应杯溪流域水资源开发率为 27.5%，流域水资源开发强度低于国际公认的 30%合理线和 40%警戒线，本流域水资源开发利用是合理的。

5.1.5 对坝下游河段水资源影响分析

为分析田螺岗水库建成后对区域水资源的影响，选择坝址、崇溪汇入口、梅溪汇入口、入海河口断面 4 个断面作为典型断面，进行水资源影响分析。

表 5.1-7 典型断面一览表

编号	断面名称	与田螺岗坝址距离(km)	典型性分析
1	田螺岗坝下	0	拟建田螺岗坝址控制断面
2	崇溪汇入口	6	最大支流崇溪汇入河口控制断面
3	梅溪汇入口	15	最第二大支流梅溪汇入河口控制断面
4	官尾岭桥断面（入海口）	17.6	杯溪河口控制断面

杯溪各代表断面的年内水资源总量的变化情况见下表。

表 5.1-8 各典型断面年水资源量的变化一览表 单位：万 m³

典型断面	特征年	天然水资源量	调水后水资源量	水资源量变化	变化比例
田螺岗坝址	丰水年	13216.21	8675.03	-4541.184	34.36%
	平水年	10576.91	6035.73	-4541.184	42.93%

典型断面	特征年	天然水资源量	调水后水资源量	水资源量变化	变化比例
崇溪汇入口	枯水年	7277.98	2794.09	-4483.894	61.61%
	丰水年	20768.87	16581.15	-4187.718	20.16%
	平水年	16714.43	12362.99	-4351.442	26.03%
梅溪汇入口	枯水年	11408.66	7147.88	-4260.776	37.35%
	丰水年	22463.31	18831.06	-3632.257	16.17%
	平水年	18215.18	14163.58	-4051.598	22.24%
入海河口 (官岭尾桥)	枯水年	12297.90	8386.87	-3911.027	31.80%
	丰水年	28467.02	24526.62	-3940.405	13.84%
	平水年	22936.14	18721.73	-4214.418	18.37%
田螺岗坝址	枯水年	15630.22	11523.34	-4106.884	26.28%
	丰水年	28467.02	24526.62	-3940.405	13.84%
	平水年	22936.14	18721.73	-4214.418	18.37%

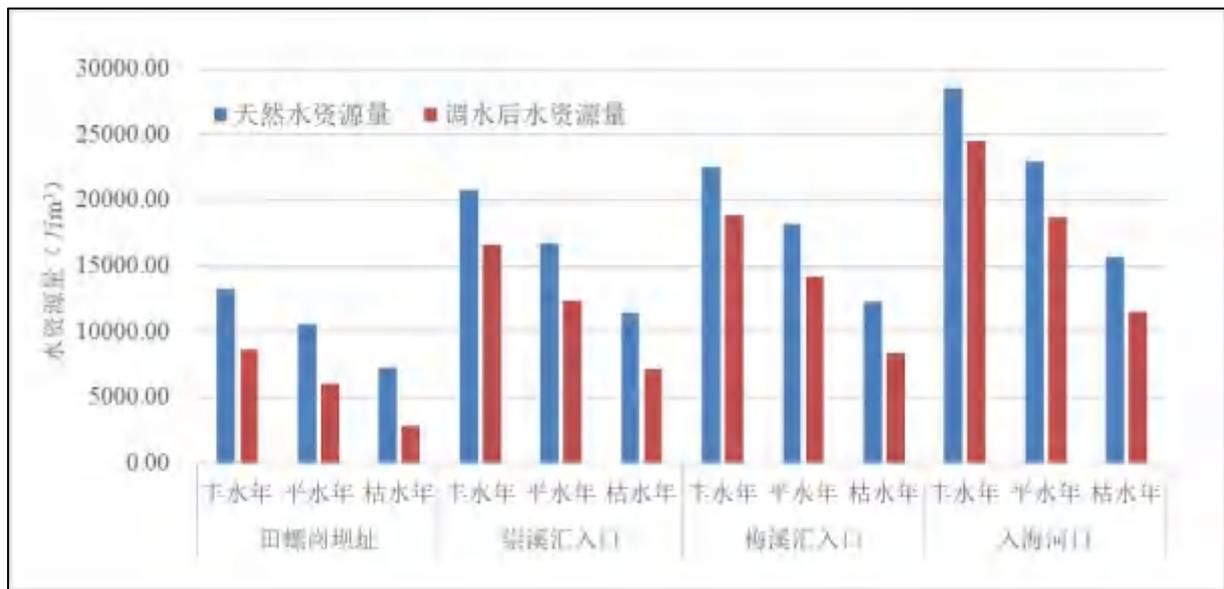


图 5.1-1 各典型断面断面年水资源总量的变化情况

根据上图表分析，25%保证率下田螺岗坝址、崇溪汇入口、梅溪汇入口、入海河口断面水资源分别降低约 34.36%、20.16%、16.17%、13.84%；50%保证率下田螺岗坝址、崇溪汇入口、梅溪汇入口、入海河口断面水资源分别降低约 42.9%、26.03%、22.24%、18.37%；75%保证率下田螺岗坝址、崇溪汇入口、梅溪汇入口、入海河口断面水资源分别降低约 61.61%、37.35%、31.80%、26.28%。

总体上看，本工程的实施对杯溪水资源量影响相对较大，田螺岗坝址处年水资源量枯水年外减小超过 50%；随着杯溪两大支流（崇溪、梅溪）的汇入，水资源较小量分别降低至 16.17~37.35%，到入海河口时，水资源量较小量在 13.84~26.28%左右，影响逐渐

降低，但仍有一定的影响。

5.2 水文情势影响分析

5.2.1 施工期水文情势影响分析

本工程施工期截流不完全截断河道，对下游水文情势无影响。

施工导流采用河床一次断流，枯水期低水围堰挡水，隧洞导流的方式，导流洪水设计标准采用 5 年重现期，枯水期（10 月~3 月）洪峰流量 $102\text{m}^3/\text{s}$ ，丰水期（4 月~9 月）洪峰流量 $126\text{m}^3/\text{s}$ ，导流全过程分为五个阶段：

第一阶段：第一个枯水期（第一年 10 月至第二年 4 月），为围堰挡水，导流隧洞导流时段。围堰可挡枯水期 5 年一遇洪水，相应洪峰流量为 $102\text{m}^3/\text{s}$ ，大坝在第二年 4 月底以前，将度汛断面填筑至 62.0m 高程，坝体预留缺口。

第二阶段：第一个汛期（第二年 5 月至第二年 9 月），此时的度汛标准为 10 年一遇洪水，汛期洪水由导流隧洞和坝体预留缺口进行联合下泄。

第三阶段：第二个枯水期（第二年 10 月至第三年 4 月），坝体填筑至 104m 高程，相应的拦洪库容为 3093 万 m^3 ，来水由导流隧洞泄向下游。

第四阶段：第二个汛期（第三年 5 月至第三年 9 月），大坝临时度汛标准为 20 年一遇洪水，相应的设计流量为 $1830\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期洪水通过导流洞下泄。

第五阶段：第三个枯水期（第三年 10 月至第四年 4 月），坝体填筑至坝顶高程，具备永久的挡水和泄洪能力，对导流洞进行封堵，洪水经调蓄后由已建的溢洪道泄流。

综上，在施工导流期间，下泄流量不发生变化。截流后上游来水经导流设施下泄至河道，对下游水文情势基本无影响。

5.2.2 蓄水期水文情势影响分析

根据施工总进度计划，并考虑下游生态用水需求，导流洞下闸、水库蓄水拟安排在第四年 3 月底进行。

本工程生态取水管进口高程为 56m，相应的库容为 116.6 万 m^3 。按保证率 85% 的 4 月份平均来水量 $2.3\text{m}^3/\text{s}$ ，蓄水时间为 5.9 天，当水位在取水管进口以下蓄水的时间内无法正常下泄生态流量，即大坝下游河道将产生 5.9 天的脱水时间。为保障生态流量不间

断下泄，拟临时采用一台每小时抽 2280m³（H=20m）的水泵抽水至取水管进口，通过引水钢管排往下游河道，下泄流量为 0.63m³/s，由于蓄水的同时下泄生态流量，蓄水时间延长至约 7.3 天，通过临时抽水泵作为蓄水初期的临时放水设施，可保证下游河道不断流。

5.2.3 运行期水文情势影响分析

5.2.3.1 对库区河段水文情势影响

（1）水域形态变化

根据《福建省霞浦县田螺岗水库工程可研性研究报告（报批稿）》，田螺岗水库坝址多年平均流量水位线为 42.8m，水库形成后，水库正常蓄水位 120m 时，坝前比天然河道水位抬高约 77.2m，干流回水长度为 9977m，水面宽 270~310m，河谷宽高比 3.5~4.0，库区水面面积 164.81.hm²，水库正常蓄水位时相应库容 5409 万 m³。由于河谷区水面变宽，库区水体流速将明显减缓，使库区河段水域环境从河道急流型转为湖泊缓流型。

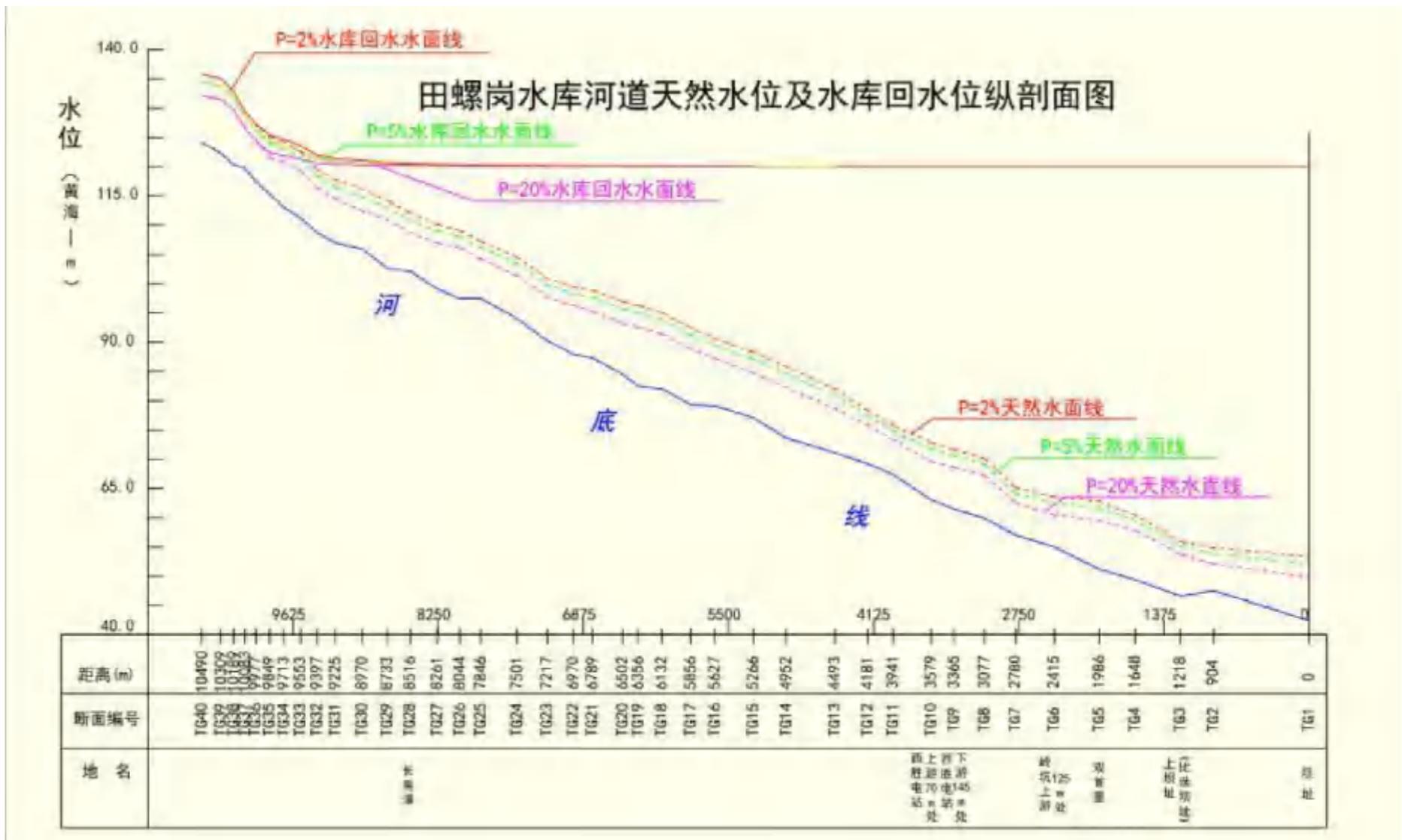


图 5.2-1 天然河道水位及水库回水位纵剖面图

(2) 库区水位变化

杯溪径流由降水形成，天然情况下，因流量随降水的季节变化，河道水位汛期高，枯季低。水库建成蓄水后，将根据杯溪的水文状况及田螺岗水库的特性拟定水库运行方式，届时库区水位将随水库调节运行变化，从而改变了天然状况。

杯溪水库调节性能为多年调节，水库在下泄足够生态基流的情况下，以满足下游生产生活供水为主。因此库区水位根据上游来水情况，将在死水位与正常蓄水位间变动，年最大变幅约 60m，形成面积约 0.586km²的消落带，水库水位变化见图 5.2-2，从图中可以看出，水库水位在 60~120m 之间变化。

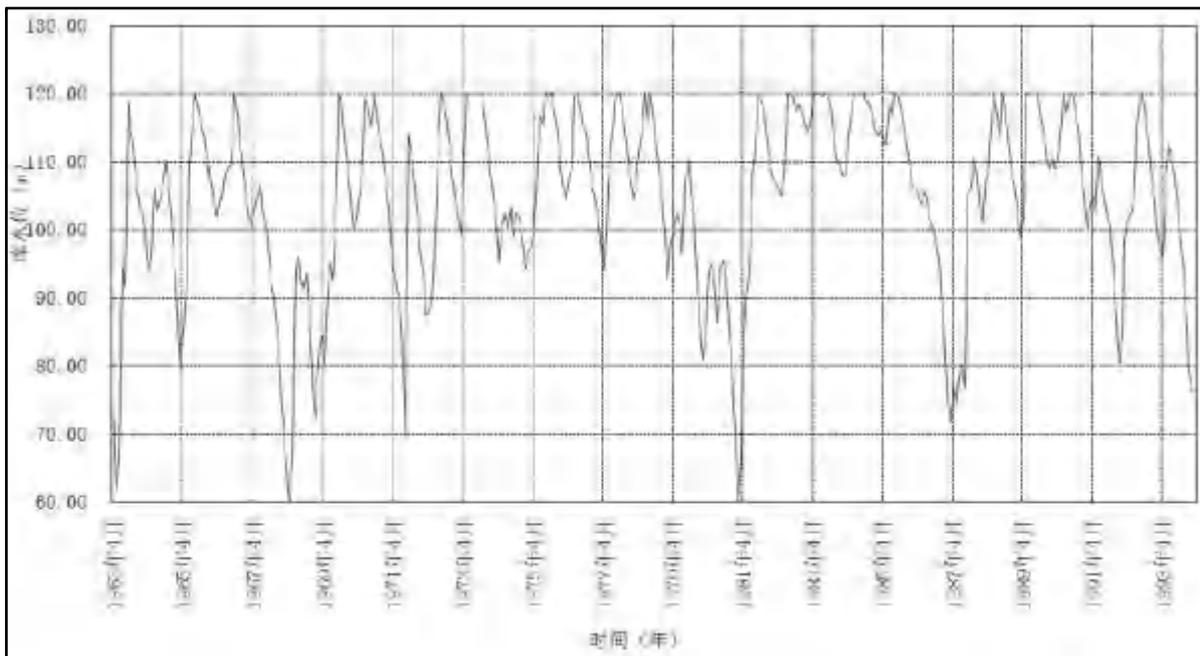


图 5.2-2 田螺岗水库库水位变化过程线

(3) 库区典型断面的水深、水面宽和流速变化影响

与水库建成前相比，田螺岗水库建成后，库区近坝段和库中段的水位抬高较大，库尾段水位变化较小；水库大坝的近坝段和库中段库区流速减少较大，库尾段水位变化较小。本次评价选取库尾、库中以及坝前三个断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况进行分析，详见表 5.2-1。

田螺岗水库建设后，库区河段水位均较原水位有不同程度的抬升，越靠近坝址抬升越明显。在多年平均条件下，干流库尾断面平均水位标高由 121.6m 提高到 122.38m，提高了 0.78m；平均水面宽度由 12.92m 增加到 13.02m，增加了 0.10m；流速由 0.1296m/s 降低到 0.0039m/s，降低了 0.1257m/s。库中断面（坝址上游 5km 处）平均水位标高由 82.33m 提高到 120m，提高了 37.67m；平均水面宽度由 26m 增加到 102.53m，增加了

76.53m；流速由 0.0644m/s 降低到 0.0005m/s，降低了 0.0639m/s。坝前断面平均水位标高由 49.87m 提高到 120m，提高了 70.13m；平均水面宽度由 48.49m 增加到 415.26m，增加了 366.77m；流速由 0.0345m/s 降低到 0.0001m/s。

因水位抬升，坝前水深增加、水面变宽，库区河段的水域面积由原河道的 0.36km²，增加至正常蓄水位时的 1.65km²，是天然状态下的 4.6 倍。大坝阻隔导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓，越靠近坝址减缓越明显，至坝前接近为 0。

表 5.2-1 库区典型断面的水深、水面宽和流速变化一览表

断面	水位(m)			水面宽度 (m)			流速 (m/s)		
	建成前	建成后	增加	建成前	建成后	增加	建成前	建成后	降低
坝前	49.87	120	70.13	48.49	415.26	366.77	0.0345	0.0001	0.0344
坝中	82.33	120	37.67	26	102.53	76.53	0.0644	0.0005	0.0639
坝尾	121.6	122.38	0.78	12.92	13.02	0.10	0.1296	0.0039	0.1257

5.2.3.2 对坝下游河段水文情势影响分析

本工程实施后，对下游流域各代表断面的年内水资源总量的变化情况见图 5.2-3~图 5.2-5。

丰水年情况下，田螺岗坝址处各月的径流量均有所降低，降低幅度为 27.26%~8.3.71%。崇溪汇入口处各月的径流量均有所降低，降低幅度为 17.06%~52.38%。梅溪汇入口断面各月的径流量均有所降低，降低幅度为 15.42%~47.34%。杯溪入海河口处各月的径流量均有所降低，降低幅度为 15.42%~47.34%。

平水年情况下，田螺岗坝址处 4 月、12 月的径流量略有增加，增幅分别为 3.84%、10.75%；其余月份均有所降低，降低幅度为 7.06%~82.96%。崇溪汇入口处 4 月、12 月的径流量略有增加，增幅分别为 2.40%、6.73%；其余月份均有所降低，降低幅度为 4.42%~51.91%。梅溪汇入口处 4 月、12 月的径流量略有增加，增幅分别为 2.16%、6.08%；其余月份均有所降低，降低幅度为 3.99%~46.91%。杯溪入海河口处 4 月、12 月的径流量略有增加，增幅分别为 1.2%、3.36%；其余月份均有所降低，降低幅度为 2.21%~25.93%。

枯水年情况下，田螺岗坝址处 4 月、7 月径流量有所增加，增幅在 30.29%~106.69%；1 月、2 月径流量变化不大，其余月份径流量均有所降低，减幅在 6.34%~90.79%。崇溪汇入口处 4 月、7 月径流量有所增加，增幅在 18.95%~66.75%；1 月、2 月径流量变化不大，其余月份径流量均有所降低，减幅在 3.97%~56.81%。梅溪汇入口处 4 月、7 月径流

量有所增加，增幅在 17.13%~60.33%；1 月、2 月径流量变化不大，其余月份径流量均有所降低，减幅在 3.59%~51.34%。杯溪入海河口处 4 月、7 月径流量有所增加，增幅在 9.47%~33.35%；1 月、2 月径流量变化不大，其余月份径流量均有所降低，减幅在 1.98%~28.38%。

总体上看，本工程实施后，田螺岗坝址处年径流量大幅减少，除了汛期泄洪外，其余月份基本为生态流量的下泄；下游各断面的年内径流过程受田螺岗水库的影响，随着崇溪、梅溪等支流的汇入，影响逐渐降低，田螺岗发挥多年调节水库的作用，起到年际间跨年丰枯调剂和年内蓄丰补枯调节作用，提高了杯溪水资源支撑保障能力，在保证生态流量的情况下，对杯溪流域水环境的影响是可接受的。

表 5.2-2 典型断面年内径流过程影响分析一览表

典型断面		坝址				崇溪汇入口				梅溪汇入口				入海河口			
特征年	月份	天然径流量	水库建成后	变化量	变化率	天然径流量	水库建成后	变化量	变化率	天然径流量	水库建成后	变化量	变化率	天然径流量	水库建成后	变化量	变化率
丰水年	4月	590.98	344.48	-246.50	-41.71%	944.51	698.01	-246.50	-26.10%	1045.11	798.61	-246.50	-23.59%	1487.99	1241.49	-246.50	-16.57%
	5月	618.71	355.96	-262.75	-42.47%	988.83	726.08	-262.75	-26.57%	1094.16	831.41	-262.75	-24.01%	1979.51	1716.75	-262.75	-13.27%
	6月	1622.59	344.48	-1278.12	-78.77%	2593.25	1315.13	-1278.12	-49.29%	2869.48	1591.36	-1278.12	-44.54%	5191.33	3913.21	-1278.12	-24.62%
	7月	591.93	355.96	-235.97	-39.86%	946.03	710.06	-235.97	-24.94%	1046.79	810.83	-235.97	-22.54%	1893.81	1657.85	-235.97	-12.46%
	8月	4633.63	3265.92	-1367.71	-29.52%	7405.54	6037.82	-1367.71	-18.47%	8194.36	6826.65	-1367.71	-16.69%	14824.86	13457.15	-1367.71	-9.23%
	9月	2747.52	1998.43	-749.09	-27.26%	4391.13	3642.04	-749.09	-17.06%	4858.86	4109.77	-749.09	-15.42%	8790.43	8041.34	-749.09	-8.52%
	10月	452.65	118.65	-334.00	-73.79%	723.43	389.43	-334.00	-46.17%	800.49	466.49	-334.00	-41.72%	1448.21	1114.21	-334.00	-23.06%
	11月	300.67	114.83	-185.85	-61.81%	480.54	294.69	-185.85	-38.67%	531.72	345.88	-185.85	-34.95%	961.97	776.13	-185.85	-19.32%
	12月	310.69	118.65	-192.04	-61.81%	496.56	304.51	-192.04	-38.67%	549.45	357.41	-192.04	-34.95%	994.04	802.00	-192.04	-19.32%
	1月	345.51	118.65	-226.86	-65.66%	552.20	325.34	-226.86	-41.08%	611.02	384.16	-226.86	-37.13%	1105.44	878.58	-226.86	-20.52%
	2月	316.92	107.17	-209.74	-66.18%	506.50	296.75	-209.74	-41.41%	560.45	350.70	-209.74	-37.42%	1013.94	804.20	-209.74	-20.69%
	3月	728.52	118.65	-609.87	-83.71%	1164.34	554.47	-609.87	-52.38%	1288.36	678.49	-609.87	-47.34%	2330.85	1720.97	-609.87	-26.17%
平水年	4月	331.78	344.48	12.70	3.83%	530.25	542.95	12.70	2.40%	586.73	599.43	12.70	2.16%	1061.49	1074.19	12.70	1.20%
	5月	383.01	355.96	-27.05	-7.06%	612.13	585.08	-27.05	-4.42%	677.34	650.29	-27.05	-3.99%	1225.41	1198.36	-27.05	-2.21%
	6月	852.77	344.48	-508.29	-59.60%	1362.91	854.61	-508.29	-37.29%	1508.08	999.79	-508.29	-33.70%	2728.35	2220.06	-508.29	-18.63%
	7月	2466.81	753.56	-1713.25	-69.45%	3942.49	2229.24	-1713.25	-43.46%	4362.43	2649.18	-1713.25	-39.27%	7892.31	6179.07	-1713.25	-21.71%
	8月	500.86	355.96	-144.90	-28.93%	800.48	655.58	-144.90	-18.10%	885.75	740.85	-144.90	-16.36%	1602.46	1457.55	-144.90	-9.04%
	9月	4095.36	2805.48	-1289.88	-31.50%	6545.26	5255.38	-1289.88	-19.71%	7242.45	5952.57	-1289.88	-17.81%	13102.71	11812.83	-1289.88	-9.84%
	10月	220.97	118.65	-102.31	-46.30%	353.15	250.84	-102.31	-28.97%	390.77	288.46	-102.31	-26.18%	706.97	604.65	-102.31	-14.47%
	11月	171.59	114.83	-56.76	-33.08%	274.24	217.47	-56.76	-20.70%	303.45	246.68	-56.76	-18.71%	548.99	492.22	-56.76	-10.34%
	12月	107.14	118.65	11.52	10.75%	171.23	182.74	11.52	6.73%	189.46	200.98	11.52	6.08%	342.77	354.29	11.52	3.36%
	1月	337.48	118.65	-218.83	-64.84%	539.36	320.54	-218.83	-40.57%	596.81	377.99	-218.83	-36.67%	1079.73	860.90	-218.83	-20.27%
	2月	628.99	107.17	-521.82	-82.96%	1005.26	483.44	-521.82	-51.91%	1112.34	590.52	-521.82	-46.91%	2012.40	1490.58	-521.82	-25.93%
	3月	433.90	118.65	-315.25	-72.65%	693.47	378.22	-315.25	-45.46%	767.33	452.09	-315.25	-41.08%	1388.22	1072.98	-315.25	-22.71%
枯水年	4月	166.67	344.48	177.81	106.69%	266.37	444.18	177.81	66.75%	294.74	472.55	177.81	60.33%	533.23	711.04	177.81	33.35%
	5月	921.37	355.96	-565.41	-61.37%	1472.55	907.14	-565.41	-38.40%	1629.40	1063.99	-565.41	-34.70%	2947.83	2382.42	-565.41	-19.18%
	6月	1902.53	344.48	-1558.05	-81.89%	3040.65	1482.60	-1558.05	-51.24%	3364.53	1806.48	-1558.05	-46.31%	6086.96	4528.91	-1558.05	-25.60%
	7月	353.55	355.96	2.41	0.68%	565.05	567.46	2.41	0.43%	625.23	627.64	2.41	0.39%	1131.15	1133.56	2.41	0.21%
	8月	921.37	355.96	-565.41	-61.37%	1472.55	907.14	-565.41	-38.40%	1629.40	1063.99	-565.41	-34.70%	2947.83	2382.42	-565.41	-19.18%
	9月	1013.47	344.48	-669.00	-66.01%	1619.75	950.75	-669.00	-41.30%	1792.28	1123.28	-669.00	-37.33%	3242.51	2573.51	-669.00	-20.63%
	10月	1288.31	118.65	-1169.66	-90.79%	2059.00	889.34	-1169.66	-56.81%	2278.32	1108.66	-1169.66	-51.34%	4121.83	2952.17	-1169.66	-28.38%
	11月	195.18	114.83	-80.35	-41.17%	311.94	231.58	-80.35	-25.76%	345.16	264.81	-80.35	-23.28%	624.45	544.10	-80.35	-12.87%
	12月	126.69	118.65	-8.04	-6.34%	202.48	194.44	-8.04	-3.97%	224.04	216.01	-8.04	-3.59%	405.33	397.29	-8.04	-1.98%
	1月	91.07	118.65	27.59	30.29%	145.54	173.13	27.59	18.95%	161.05	188.63	27.59	17.13%	291.36	318.94	27.59	9.47%
	2月	106.69	107.17	0.48	0.45%	170.51	170.99	0.48	0.28%	188.67	189.15	0.48	0.26%	341.33	341.82	0.48	0.14%
	3月	209.99	118.65	-91.33	-43.49%	335.60	244.27	-91.33	-27.21%	371.35	280.02	-91.33	-24.59%	671.83	580.50	-91.33	-13.59%

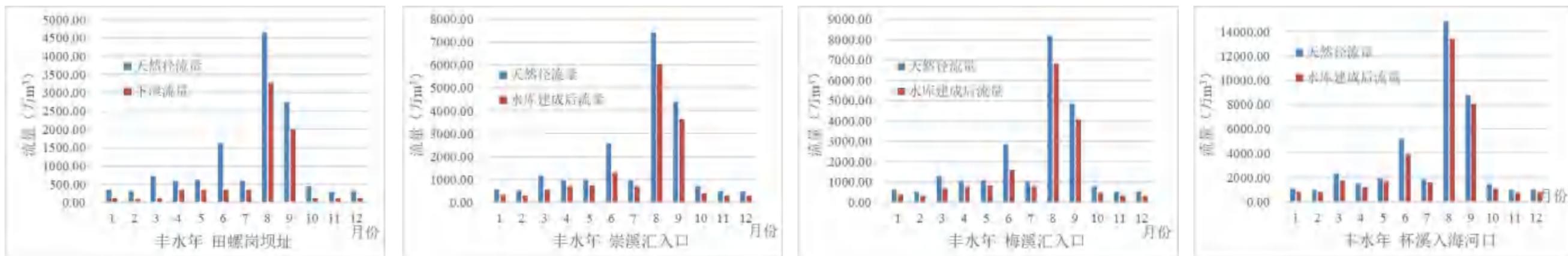


图 5.2-3 丰水年各断面年内径流过程变化情况

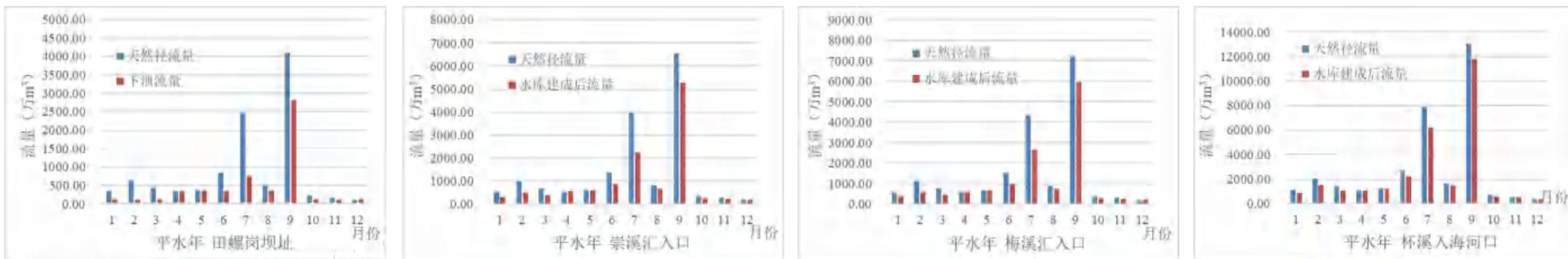


图 5.2-4 平水年各断面年内径流过程变化情况

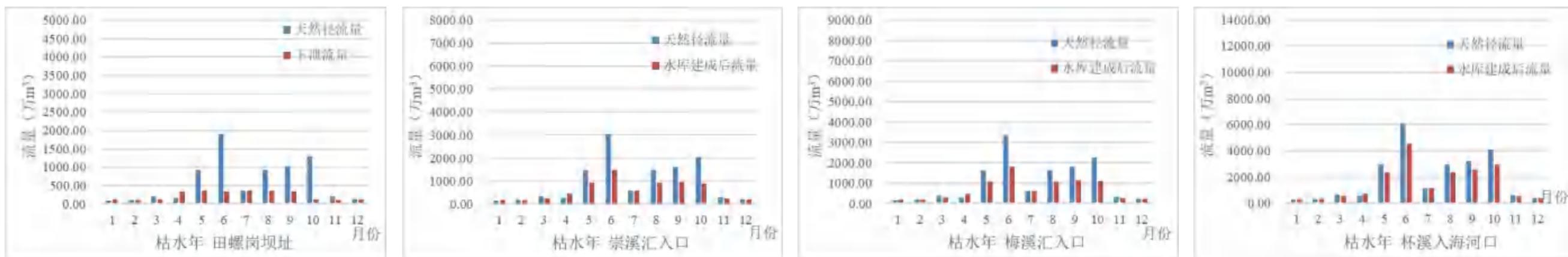


图 5.2-5 枯水年各断面年内径流过程变化情况

(3) 对受水区水文情势影响

水库工程建成后结合后续溪南引水工程（另行评价）对水资源进行配置，向溪南半岛、东冲半岛、盐田乡部分区域进行供水，受水区河流大多为独流入海的小河流，初步判断对受水区的水文情势影响较小，由溪南引水工程环境影响文件进一步分析。

5.2.4 坝下河道生态流量的确定

本项目运营之后将改变田螺岗水库坝址下游流量过程，取水过程使下泄流量减少，为保证下游用水，需计算下游最小需水量，计算范围至坝址下游入海河口。

5.2.4.1 坝址下游河段用水需求分析

(1) 维持水生生态系统稳定所需水量

根据水生生态调查结果，在田螺岗水库坝址下游无集中的产卵场分布，主要分布有草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼、胡子鲶、泥鳅、黄鳝等经济鱼类。为维持鱼类在该河段内正常的生存、产卵繁殖、休息，就必须保证一定的流量，因此，需考虑水生生态需水要求。

(2) 维持河流水质的最小稀释净化水量

为维持下游河段水质，需要保持河道内一定流量。

(3) 水面蒸发量

本工程所在河段为山区型河流，径流来自降水，减水河段水面较窄，水面蒸发消耗的水量对于减水区间汇流量而言很少，故由此引起的水量损耗不予考虑。

(4) 维持地下水位动态平衡所需要的补给水量

工程坝址以下河段地下水与地表水的关系基本为地下水单向补给地表水，因此，不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

(5) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

根据《福建省霞浦县杯溪流域综合规划修编报告》，下游规划有杯溪水利风景区，涉及水上娱乐、渔排需要，因此在满足其他用水条件的前提下，需要考虑水上娱乐、渔排需水要求。

(6) 工农业生产及生活需水量

由于本项目建设主要目的是为下游生产生活供水，因此这部分需水不再重复考虑。

(7) 河道外生态需水量

根据水文地质查勘结果，坝下游河段为工程区地下水最低排泄基准面，地下水接受大气降水补给，向河床排泄，不存在河道补给山体坡面的情况。因此，河谷两岸的植被需水主要由大气降水补给和岸坡地下水补给，河道减水不会危及对两岸植被的生存。

(8) 防止咸潮上溯所需水量

本工程所在河段位于杯溪的中上游，距离入海河口约 17.6km，需考虑防止咸潮上溯所需水量。

综上，本次最小下泄流量计算重点考虑维持水生生态系统稳定需水和维持河流水环境功能需水量、水上娱乐和渔排需水量、防止咸潮上溯所需水量要求。

5.2.4.2 生态流量计算方法比选

根据《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）》推荐的维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法，结合杯溪流特征，采用水文学法中的 Tennant 法和最小月平均径流法、水力学法中的湿周法、R2-Cross 法等方法进行比选。

(1) 水文学法，又称为历史流量法，是以河道的历史流量为基础，采用简单的水文指标对河流流量进行设定。最常用的代表性方法是 Tennant 法和最小月平均径流法。

① Tennant 法

Tennant 法也叫蒙大拿（Montana）法，是在对美国东部、西部和中西部 11 条河流的生境和用途参数进行广泛现场调查的基础上于 1976 年提出的。Tennant 法根据水文资料和现场调查结果，以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。Tennant 法推荐的流量标准见表 5.2-3，其保护目标为鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬虫动物、两栖动物、软体动物、水生无脊椎动物和相关的与人类争水的生命形式。

表 5.2-3 保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

流量状况描述	枯水期推荐的基流 (%年平均流量)	丰水期推荐的基流 (%年平均流量)
泛滥或最大		200 (48~72/小时)
最佳范围	60~100	60~100
非常好	40	60
很好	30	50
好	20	40
一般或退化	10	30

流量状况描述	枯水期推荐的基流 (%年平均流量)	丰水期推荐的基流 (%年平均流量)
差或最小	10	10
严重退化	0~10	0~10

② 最小月平均径流法

最小月平均径流法属水文学计算法的一种，一般采用 90%保证率下最枯月平均流量作为生态基流。保证率法比较适合水量较小，同时开发利用程度较高的河流，要求有较长序列（一般不低于 20 年）的水文观测资料。保证率法计算出来的生态基流在某种意义上维持了河流水质标准，更适合于生态环境需水要求。

(2) 水力学法

水力学法认为一定流量下河流断面的水力参数可以来指示鱼类栖息地的情况，这些参数包括：湿周、水深、流速、水面宽度等，并以这些参数来设定栖息地的保护标准。水力学法主要有湿周法和 R2-Cross 法。

① 湿周法

湿周法采用湿周作为衡量水生生物栖息地质量的指标，该法认为湿周长与可以获得的栖息地之间存在对应关系，保护好临界区域的水生生物栖息地的湿周，就能满足水生生物的正常生存需求，也将对非临界区域的栖息地提供足够的保护。临界栖息地区域指的是水流变化对栖息地影响相对比较显著的区域，通常是以浅滩为主的断面。

湿周法通过绘制临界栖息地湿周与流量的关系曲线，将湿周~流量关系曲线中的增长变化发生转折处所对应的流量作为推荐流量。

② R2-Cross 法

R2-Cross 法是由美国科罗拉多州水务局开发应用的。该法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地。该方法采用河流宽度、平均水深、平均流速以及平滩湿周率(湿周长与平滩水位对应的湿周长的百分比)等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。

R2-Cross 法确定了平均深度、平均流速以及平滩湿周率作为冷水鱼栖息地指数，认为如能在浅滩类栖息地保持这些参数在足够的水平，将足以维护鱼类和水生无脊椎动物在深潭和正常河道处的水生生境。

R2-Cross 法的最小流量设定标准见表 5.2-4。

表 5.2-4 R2-Cross 法确定最小流

河宽(m)	平均水深(m)	平滩湿周率(%)	平均流速(m/s)
0.3~6.3	0.06	50	0.3
6.3~12.3	0.06~0.12	50	0.3
12.3~18.3	0.12~0.18	50~60	0.3
18.3~30.5	0.18~0.3	≥70	0.3

(3) 生态流量计算方法选择

水文学方法虽然没有明确考虑食物、栖息地、水质和水温等因素，但由于其设定的状态是河流实际存在或发生过的状态，故认为该流量能维持现存的生命形式或保障河流的水质。本次计算同时采用 Tennant 法和最小月平均径流法。

水力学法中，R2-Cross 法适用于浅滩栖息地类型的河流，其原始的水力参数标准适用于冷水鱼类，其他种类水生生物对流速、水深的偏好各不相同；本工程河段中的淡水鱼类大多属于南方平原区系复合体和中国江河平原区系复合体，热带性和河流性特征明显。R2-Cross 法对该流域不完全适用。湿周法主要考虑河流的水力特征，不针对特定种类的水生生物，不需要水生生物的具体生境资料，使用方便，获得了广泛的应用和工程验证，本次计算拟采用湿周法。

综上，根据规划河段的水文特征和水生生态特点，采用 Tennant 法、最小月平均径流法和湿周法对规划河段维持水生生态系统稳定所需水量进行分析，以确定合理的生态流量值。

5.2.4.3 生态流量计算

(1) Tennant 法

根据本工程坝址断面的径流数据统计，田螺岗水库坝址多年平均流量为 $4.43\text{m}^3/\text{s}$ (含柏洋引水流量 $1.07\text{m}^3/\text{s}$)，Tennant 法将全年分为两个时段，4 月~9 月为丰水期，10 月~翌年 3 月为枯水期。

根据多年平均流量百分比和河道内生态环境状况的对应关系，直接计算维持河道一定功能的生态需水量，丰水期一般选取多年平均流量的 30%，枯水期通常选取多年平均流量的 10% 作为河道生态流量。根据该方法计算，田螺岗水库丰水期生态流量为 $1.329\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期生态流量为 $0.443\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 最小月平均径流法

通过对坝址断面 1963-1993 年共 31 年每年的最枯月平均流量进行频率分析，计算

得到 P=90%对应的最枯月平均流量为 0.251m³/s（多年平均流量的 5.6%），作为 Q_p 法的推荐流量。

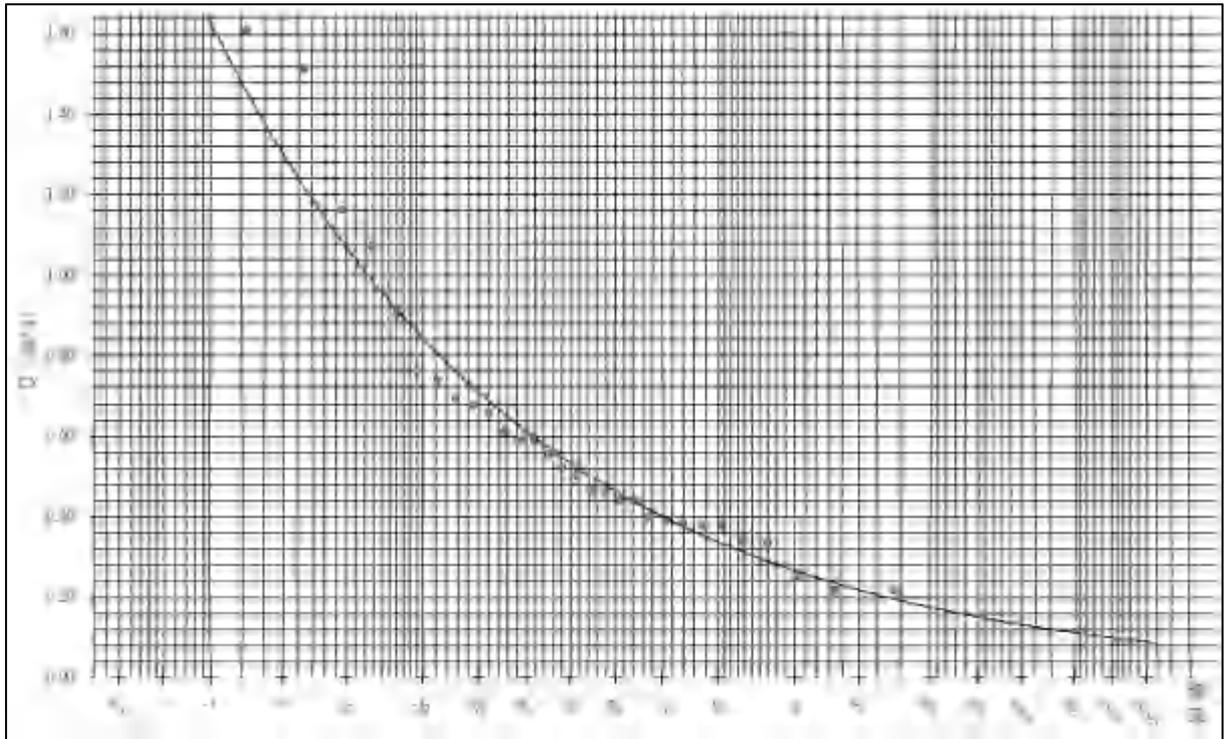


图 5.2-6 田螺岗坝址最小月平均流量频率曲线图

(3) 湿周法

水力学法中的湿周法适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线形河道，适用于本项目。本次评价选取坝址断面，分析湿周与流量之间的关系，建立湿周一流量关系曲线，将曲线中斜率为 1 出的点对应的流量作为河道生态需水量。

由谢才公示和曼宁公式推导河道基流 Q:

$$\begin{aligned}
 v &= C\sqrt{RJ} \\
 Q &= AC\sqrt{RJ} \\
 C &= \frac{1}{n}R^{\frac{2}{3}} \\
 Q &= \frac{J^{\frac{1}{2}}A^{\frac{5}{3}}}{nI^{\frac{2}{3}}}
 \end{aligned}$$

式中：Q 为流量，m³/s

v 为流速，m/s

n 为糙率

R 为水力半径，m

C 为谢才系数

A 为过水断面, m^2

P 为湿周, m

为水力坡度 (比降), 根据可研成果, 取 0.1%

根据可研报告的成果, 计算参数中糙率 $n=0.04$, 水力坡度 (比降) $J=0.1\%$, 通过计算绘制湿周与流量关系曲线, 选取关系曲线上斜率为 1 的点所对应的流量作为河道的基本生态流量, 其转折点即生态流量为 $0.41 m^3/s$ 。

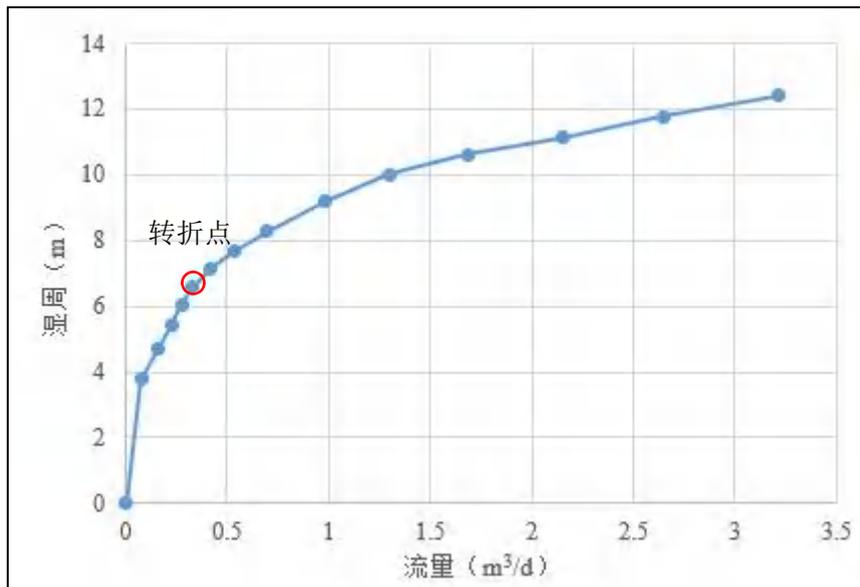


图 5.2-7 田螺岗坝址断面湿周一流量关系图

表 5.2-5 田螺岗水库生态流量计算结果汇总表

生态基流				生态流量推荐值	
Tennant 法		最小月平均径流法	湿周法	丰水期	枯水期
丰水期	枯水期				
1.329	0.443	0.251	0.41	1.329	0.443

5.2.4.4 生态流量复核

(1) 流域综合规划及规划环评中相关要求

根据《福建省霞浦县杯溪流域综合规划修编》、《福建省霞浦县杯溪流域综合规划修编环境影响报告书》，明确田螺岗水库最小生态用水流量 Q_i 为 $0.443 m^3/s$ 。

(2) 项目可研的评审意见

根据省水利厅项目评审中心对项目可研的评审意见, 田螺岗水库最小下泄生态流量

为 0.443m³/s。

(3) 本工程下泄流量取值

通过三种方法计算河道生态基流对比,并结合流域综合规划及规划环评、省水利厅项目评审中心对项目可研的评审意见,本次论证田螺岗水库丰水期生态流量为 1.329m³/s,枯水期生态流量为 0.443m³/s。

5.3 泥沙情势影响分析

5.3.1 水库泥沙淤积分析

河道泥沙主要由暴雨冲刷侵蚀地表及河道切割而产生,河道泥沙输沙率变化与河道径流洪水具有同步性。由于杯溪流域区内土壤侵蚀类型主要为水蚀,因此河流输沙与降水具有较好的一致性。区内降水主要集中在 4~9 月份,导致河段年内输沙主要集中在雨季 4~9 月份。

拟建的田螺岗水库坝址控制流域面积 144km² (与上游柏洋引水工程引水坝区间流域面积 95.7km²),多年平均流量 3.36m³/s (已扣除柏洋引水工程跨流域平均引水流量 1.07m³/s),年径流量 10576 万 m³ (已扣除柏洋引水工程跨流域年平均引水量 3391 万 m³)。柏洋引水工程的东岭溪水库为小(2)型水库,调节库容 15.85 万 m³,仁溪引水坝调节库调节库容约 2.0 万 m³,经过三十多年的运行,泥沙淤积基本处于平衡状态,故计算田螺岗水库入库泥沙时可忽略东岭溪水库、仁溪引水坝调节库的泥沙进一步拦截作用。田螺岗水库坝址多年平均悬移质年输沙量为 2.16 万 t,多年平均推移质输沙量为 0.65 万 t,年总输沙量 2.81 万 t,水库总库容 5880 万 m³,根据工程可研报告的计算结果,田螺岗水库库沙比为 2092,远大于 100,泥沙淤积极轻微水库。

影响水库淤积形态的因素是多方面的,主要包括:水库的运用方式、水库地形特点、进库水沙条件、支流汇入情况等。分析水库泥沙淤积形态采用的判别式为:

$$\alpha' = \frac{V}{W_s J_0}$$

式中: α' ——淤积形态判别系数。如 $\alpha' < 2.2$,为锥体淤积;如 $\alpha' > 2.2$,为三角洲或带状淤积;

V——库容 (m³)。对长时期的淤积而言,用总库容;

W_s——入库沙量 (m³)。对长时期的淤积而言,指多年平均入库沙量;

J₀——库区原河道比降,以万分率计。

计算得：田螺岗水库淤积形态判别系数 $\alpha'=33.24>2.2$ ，通过对水库库水位变动情况、库形、入库沙量、泥沙颗粒的进一步分析，可判别田螺岗水库泥沙淤积形态基本上以带状淤积为主。

通过以上分析，田螺岗水库建成后，库沙比远大于 100，水库泥沙问题不严重，水库蓄水后，将形成的回水长度约 10km，由于水库的作用改变了水沙的特性，使泥沙在库中淤积当正常蓄水位为 120m，推移质全部被拦截，悬移质部分被拦截，水库多年平均拦沙率以 94%计，则田螺岗水库坝址处年输沙减量为 0.611 万 t，泥沙容重取 1.3t/m^3 ，则每年的淤积量占正常蓄水位下库容的 0.014%，50 年后的淤积量占正常蓄水位下库容的 0.7%，水库泥沙问题不严重，汛期水库尽量低水位运行，以利于排沙减淤；此外，加强上游的泥沙观测，视上游水情、沙情来确定闸洞的开启，尽可能延长水库使用年限。

5.3.2 下游泥沙冲刷分析

田螺岗建坝后，悬移质泥沙一般可随下泄流量、生活生产取水等途径排出，而推移质泥沙颗粒较粗，进入库区后，由于流速减小，大多淤积在库底，为尽量减少库区泥沙淤积，结合河流的水量及沙量集中于汛期的特点，可在汛期充分利用大洪水能携带大量泥沙自然传吐的性能。及时加大下泄水量，以达到排沙清淤的效果。

水库蓄水后的一段时间，因水的流速在库区减小，泥沙淤积会增多，水库在建设时预留一定的库容供泥沙淤积，当泥沙淤积量达到一定规模时，泥沙淤积量与冲刷量相当，河流将再度达到新的冲淤平衡。

由于田螺岗水库的拦截作用，坝下泥沙泄量比蓄水前将大幅减小，悬移质级配改变，清水下泄对原有河床冲刷力度将有所加强，改变了原有河道的冲淤平衡，坝下一段距离内，河床底质将逐渐转化为砾石，河床的下切，自然河床演变趋势可能有一定程度的改变。

5.3.3 底泥冲淤分析

随着水库运行时间的延长，累积淤积量增加，运行到了一定的时间，水库冲淤会达到一定平衡。悬浮物的密度比泥沙小，当汛期泥沙被洪水冲刷时，底泥会同时被扰动进入水体，在洪水期被带走，当枯水期泥沙（悬移质）沉积时，水体中悬浮物会同时沉降，因此含重金属的底泥在河流里的冲淤与泥沙的冲淤有类似的过程，即水库运行到一定时间，河床底泥量将达到一定平衡，根据水库运行特点和泥沙淤积分析，每年沉积于库区

的底泥大部分会在沉积在水库内，因此应定期关注库内底泥质量，避免底泥污染造成库区水质污染。

5.4 地表水环境影响分析

5.4.1 水温影响预测分析

5.4.1.1 水库水温结构判定

水库水温结构的判别采用 α 、 β 法，公式如下：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{总库容}}$$

$$\beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{总库容}}$$

当 $\alpha \leq 10$ 时为分层型，此时若遇 $\beta \geq 1$ 时的洪水，则为临时性的混合型； $\beta \leq 0.5$ 的洪水，对水温的结构无太大影响； $0.5 < \beta < 1$ 的洪水，对水温分层虽有影响，但仍难于破坏水温分层结构。另外，当 $10 < \alpha < 20$ 时为过渡型； $\alpha \geq 20$ 时为混合型。

田螺岗水库总库容（校核水位以下）为 5880 万 m^3 ，多年平均年径流量 10602 万 m^3 ，水库径流库容比为 $\alpha = 1.80$ 。各频率下的 β 值详见表 5.4-1。

表 5.4-1 β 计算结果表

频率	2%	5%	10%	20%
24h 洪量（亿 m^3 ）	0.8899	0.3525	0.1719	0.1089
β 值	1.51	0.60	0.29	0.19

由上表 α 、 β 计算值可知，田螺岗水库为稳定分层型水库，5 年一遇和 10 年一遇的洪水不会破坏水温分层结构；20 年一遇的洪水对水温分层虽有影响，但仍难于破坏水温分层结构，50 年一遇的洪水将会破坏水温分层，成为临时性的混合型。

5.4.1.2 水库垂向水温分布预测

根据《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》，采用东堪院计算方法对田螺岗水库垂向水温分布进行预测，计算公式如下：

$$\begin{cases} T_y = (T_0 - T_b)e^{-\frac{y}{x}} + T_b \\ n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35} \\ x = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37(1+0.1m)} \end{cases}$$

式中： T_y ——水深 y 处的月平均水温， $^{\circ}\text{C}$

T_0 ——月平均库表水温， $^{\circ}\text{C}$

T_b ——月平均库底水温， $^{\circ}\text{C}$

m ——计算月份，月

y ——计算点水深， m

该公式优点为应用简便，所需资料少，只需各月的库表、库底水温即可计算出各月的垂向水温分布，且库底、库表水温可由气温水温相关法或维度水温相关法推算，适用于我国东南部海拔较低的中小型水库各层月平均水温的初步估算。田螺岗水库位于我国东南沿海，海拔较低，该公式方法适用。

月平均库表水温 T_0 引用宁德市洪口水库库表多年平均库表水温统计成果，洪口水库位于田螺岗水库西侧约 53km 处，洪口水库纬度为 $\text{N } 26^{\circ}53'$ ，田螺岗水库纬度为 $\text{N } 26^{\circ}56'$ ，基本位于同一纬度，具有可类比性，洪水水库库表水温详见下表。

表 5.4-2 引用的洪水水库库表水温一览表 单位： $^{\circ}\text{C}$

月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
T_0	17.3	21.0	23.1	25.8	25.5	24.7	21.5	17.1	12.7	10.8	11.1	14.0

月平均库底水温 T_b 参考《水利水电工程水文计算规范》(SL/T 278—2020) 中估算方法，即：

$$T_b = T_0 - K' \cdot N$$

式中： T_b 为月平均库底水温， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_0 和 K' 为系数，具体取值见表 5.2-8；

N 为工程所在纬度，本次取为北纬 26° 。

表 5.4-3 库底水温计算公式中参数取值一览表

月份	4~5			6~8			9		
水深/m	20	40	60	20	40	60	20	40	60
T _b '	30.4	25.6	23.6	35.4	29.9	22.9	37.3	30.0	23.6
K'	0.48	0.48	0.47	0.42	0.43	0.44	0.44	0.43	0.44
月份	10			11			12	1~3	
水深/m	20	40	60	20	40	60	—	—	
T _b '	33.1	28.0	23.6	37.4	30.9	24.1	31.5	24.0	
K'	0.45	0.43	0.44	0.61	0.52	0.44	0.64	0.49	

根据计算，田螺岗水库各月份在水深 20m、40m、60m 条件下的库底水温，详见下表。

表 5.4-4 田螺岗水库库底水温计算一览表

月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
T _{b20}	17.92	17.92	24.48	24.48	24.48	25.86	21.4	21.54	14.86	11.26	11.26	11.26
T _{b40}	13.12	13.12	18.72	18.72	18.72	18.82	16.82	17.38	14.86	11.26	11.26	11.26
T _{b60}	11.38	11.38	11.46	11.46	11.46	12.16	12.16	12.66	14.86	11.26	11.26	11.26

5.4.1.3 生态放水水温预测

本工程采用叠梁门取水方案，叠梁门孔口尺寸为 1.8m×60m，闸门型式为潜孔式平面叠梁滑动门，布置 15 节叠梁门，总高 60m，每节高 4m，叠梁门从下至上底板高程为：56m、60m、64m、68、72、76、80、84、88、92、96、100、104、108、112m。门顶最小过流水深取 2m，最大水深为 6m，即门顶水深低于 2m，需提出一节叠梁门，门顶水深高于 6m，需放下一节叠梁门，叠梁闸门通过设置闸门挡水高度指示装置，采用门机进行自动抓梁操作，可实现自动化控制，使得取水口出水均为水库表层水体。

根据田螺岗水库丰水年、平水年、枯水年的逐月经流调节成果表，统计得田螺岗水库各典型年的月末坝前水位，根据水位值推求坝前水深，据此插值得到库底水温值。并根据库底水温以及水温计算公式计算得取水水深条件下的生态取水水温。

表 5.4-5 丰水年水温计算结果一览表

月份	月末水位高程 (m)	库底水深 (m)	库底水温 (°C)	取水闸门底板高程 (m)	取水水深 (m)	取水水温 (°C)	与天然水温温差 (°C)
4	113.52	57.52	11.60	108.00	5.52	17.47	0.17

月份	月末水位 高程 (m)	库底水深 (m)	库底水温 (°C)	取水闸门底 板高程 (m)	取水水 深 (m)	取水水温 (°C)	与天然水温温 差 (°C)
5	112.50	56.50	11.68	108.00	4.50	20.31	-0.69
6	118.16	62.16	10.68	112.00	6.16	23.53	0.43
7	117.00	61.00	11.10	112.00	5.00	25.47	-0.33
8	120.00	64.00	10.01	112.00	8.00	25.09	-0.41
9	120.00	64.00	10.83	112.00	8.00	25.16	0.46
10	118.06	62.06	11.68	112.00	6.06	21.47	-0.03
11	115.24	59.24	12.84	108.00	7.24	18.71	1.61
12	112.18	56.18	14.86	108.00	4.18	13.15	0.45
1	109.19	53.19	11.26	104.00	5.19	10.92	0.12
2	106.35	50.35	11.26	100.00	6.35	11.15	0.05
3	106.90	50.90	11.26	100.00	6.90	13.05	-0.95

表 5.4-6 平水年水温计算结果一览表

月份	月末水位 高程 (m)	库底水深 (m)	库底水温 (°C)	取水闸门底 板高程 (m)	取水水 深 (m)	取水水温 (°C)	与天然水温温 差 (°C)
4	72.26	16.26	17.18	68.00	4.26	17.43	0.13
5	61.67	5.67	23.21	56.00	5.67	20.13	-0.87
6	66.20	10.20	22.42	60.00	6.20	23.53	0.43
7	94.64	38.64	19.11	88.00	6.64	25.36	-0.44
8	91.77	35.77	19.94	84.00	7.77	25.10	-0.40
9	118.71	62.71	11.26	112.00	6.71	25.09	0.39
10	115.25	59.25	12.33	108.00	7.25	21.46	-0.04
11	111.39	55.39	13.75	104.00	7.39	18.74	1.64
12	106.60	50.60	14.86	100.00	6.60	13.41	0.71
1	103.15	47.15	11.26	96.00	7.15	10.96	0.16
2	102.64	46.64	11.26	96.00	6.64	11.15	0.05
3	99.73	43.73	11.26	92.00	7.73	12.94	-1.06

表 5.4-7 枯水年水温计算结果一览表

月份	月末水位 高程 (m)	库底水深 (m)	库底水温 (°C)	取水闸门底 板高程 (m)	取水水 深 (m)	取水水温 (°C)	与天然水温温 差 (°C)
4	94.02	38.02	13.60	88.00	6.02	17.49	0.19
5	95.76	39.76	13.18	88.00	7.76	19.80	-1.20
6	106.26	50.26	15.00	100.00	6.26	23.53	0.43

月份	月末水位 高程 (m)	库底水深 (m)	库底水温 (°C)	取水闸门底 板高程 (m)	取水水 深 (m)	取水水温 (°C)	与天然水温温 差 (°C)
7	102.86	46.86	16.74	96.00	6.86	25.35	-0.45
8	104.18	48.18	16.36	100.00	4.18	25.29	-0.21
9	106.39	50.39	15.36	100.00	6.39	25.07	0.37
10	110.32	54.32	13.48	104.00	6.32	21.47	-0.03
11	106.21	50.21	14.97	100.00	6.21	18.48	1.38
12	100.86	44.86	14.86	96.00	4.86	13.22	0.52
1	94.58	38.58	11.26	88.00	6.58	10.95	0.15
2	87.75	31.75	11.26	80.00	7.75	11.16	0.06
3	79.58	23.58	11.26	72.00	7.58	12.96	-1.04

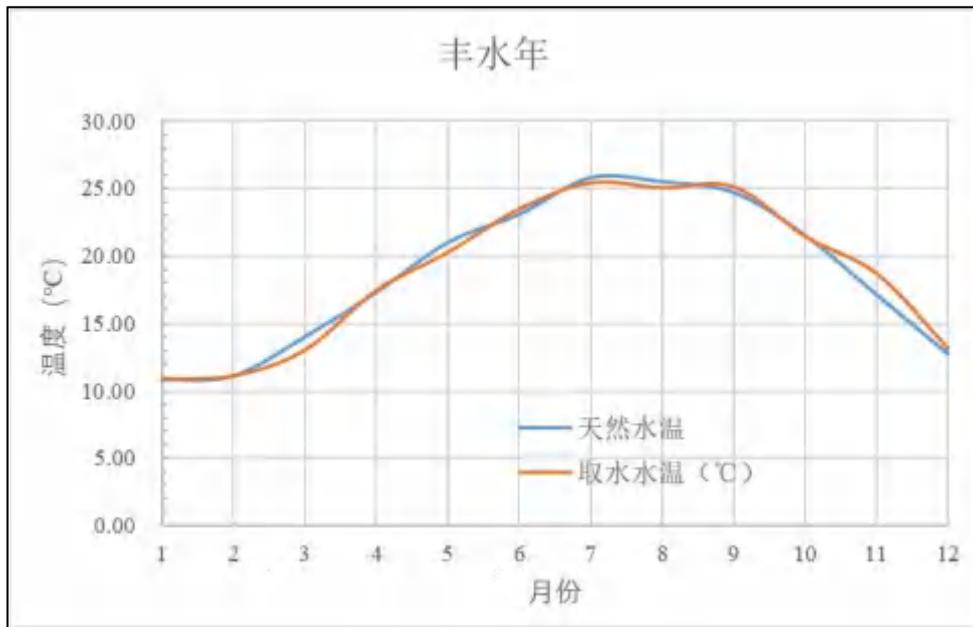


图 5.4-1 丰水年生态取水水温预测结果

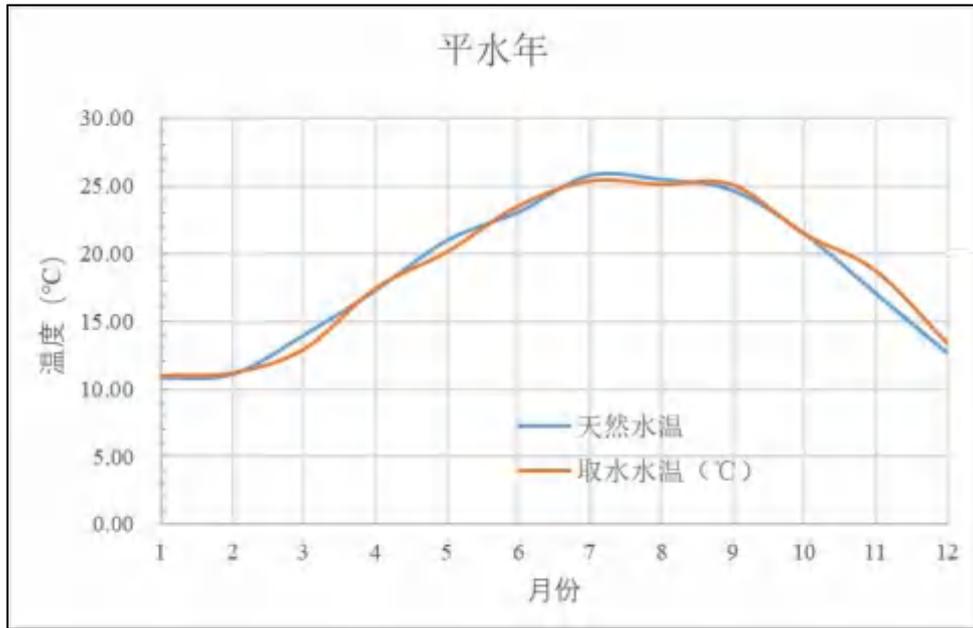


图 5.4-2 平水年生态取水水温预测结果

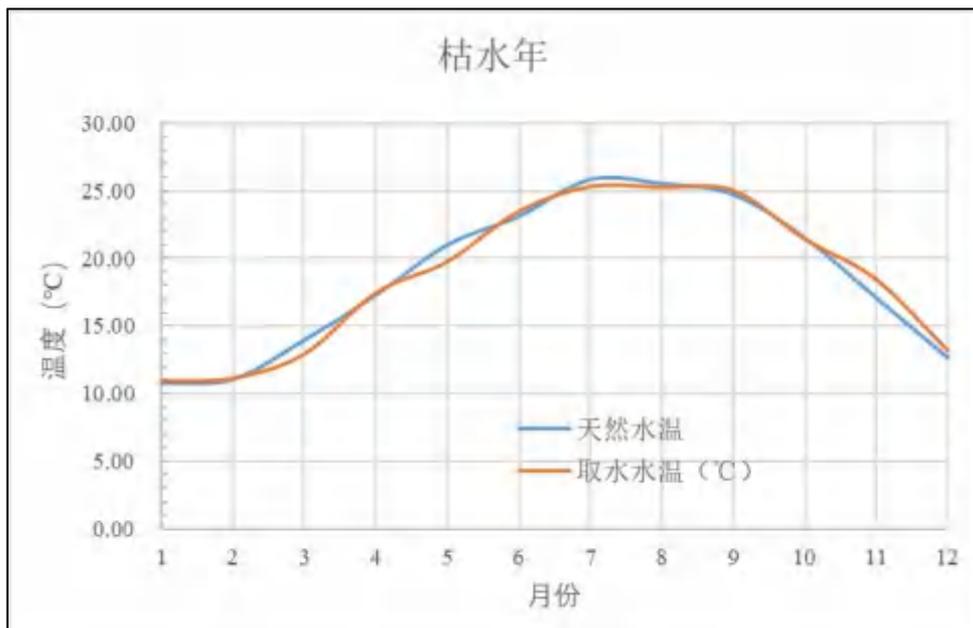


图 5.4-3 枯水年生态取水水温预测结果

根据计算结果，可以看出：

- (1) 丰水年取水水温与天然水温差在-0.95~1.61°C之间，最大温差出现于11月，库水深达 59.24m，取水水深 7.24m，取水水温 18.71°C，与天然水温温差 1.61°C。
- (2) 平水年取水水温与天然水温差在-1.06~1.64°C之间，最大温差出现于11月，库水深达 55.39m，取水水深 7.39m，取水水温 18.74°C，与天然水温温差 1.64°C。
- (3) 枯水年取水水温与天然水温差在-1.2~1.38°C之间，最大温差出现于11月中旬，

库水深达 50.21m，取水水深 6.21m，取水水温 18.48℃，与天然水温温差 1.38℃。

综上所述，在采取叠梁门分层取水措施下，叠梁闸门通过自动化控制，可控制取水口取水水深，将取水水温温差控制在 2℃ 以内，下泄水温与天然水温差别较小，对下游鱼类的影响相对较小。

5.4.1.4 低温水下泄水影响分析

(1) 低温下泄水对鱼类的影响

本流域大部分淡水鱼类的繁殖季节在 4~6 月份，水温在 18℃ 以上。根据预测，当落实分层取水方案后，本工程 4~6 月份下泄水温为 17.43~23.53℃；下泄水温与天然水温差别较小，对下游鱼类的影响相对较小。

(2) 低温水对后续供水的影响

经过长距离的输水过程水温可基本得到恢复，不会影响后续供水，因此，本工程经后续溪南引水工程引调水对受水区供水影响较小。

5.4.2 施工期水质影响预测分析

项目施工期 42 个月，施工期的水环境影响主要产生的废水主要包括砂石料冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、含油废水、基坑排水和隧洞施工废水、施工人员产生的生活污水。

(1) 砂石料冲洗废水

本项目砂石料加工系统布置在 1#工业场地，高峰期砂石料加工废水产生量分别为 40m³/h，主要污染物为 SS，浓度可达 30000mg/L 左右。若砂石料冲洗废水直接排放，水体中大量悬浮物将影响受纳水体杯溪水质。为减轻对水环境的影响，需要根据《水电水利工程施工环境保护技术过程》（DL/T 5260-2010）、《水电工程砂石加工系统设计规范》（DL/T 5098-2010）和《水利水电工程环境保护设计规范》（SL 492-2011）等相关规定，采取沉淀、澄清、絮凝等环境保护措施，处理达标后回用于砂石料加工生产用水，不外排，对水环境影响较小。

(2) 混凝土拌和系统冲洗废水

本项目混凝土拌和系统布置在 2#工业场地，设有 2×3.0m³ 拌合楼 2 座和 2×1.0m³ 拌和楼 1 座，设备的总设计生产能力为 300m³/h，临建设施和零星工程砼另设 0.4~0.8m³ 砼拌和机供应（以 6 台计）。混凝土拌和系统废水日废水产生量约为 36m³/d，pH 值在

9~12 之间，并含有较高的 SS，浓度一般为 3000~10000mg/L，若直接排放，碱性且高 SS 废水，将会对周边土壤、水体等造成一定影响，本环评要求建设单位在施工区内设置中和沉淀池，废水经中和沉淀后回用于生产，不外排，对水环境影响较小。

（3）含油废水

工程含油废水主要来自机械修配厂机修废水和施工机械设备停放场的洗车废水，主要含 SS 和石油类。施工期不是很长，机械及车辆大中修可利用霞浦县城区现有机修厂，工地仅设机械修配厂及保养站，负担日常维护及小修。产生的含油废水主要污染物为石油类和 SS，根据类似工程实测结果，其浓度分别约为 100mg/L 和 1000mg/L。本工程施工期 42 个月，则施工期含油废水总产生量约 20884.5m³。

废水直接排入河道，会污染河道，致使纳污水体 SS 及石油类污染物浓度增加。施工期间应加强对施工机械、车辆等的管理，冲洗废水集中处理，防止含油废水进入河道。同时，根据废水水量设置隔油沉淀池，汽车和机械冲洗废水经隔油沉淀后全部回用，不外排，对水环境影响较小。

（4）基坑排水和隧洞施工废水

基坑排水包括初期排水和经常性排水。初期排水包括围堰闭气后基础及围堰渗水、基坑积水等。经常性排水包括施工期降水、基础和围堰渗水、隧洞开挖废水、洞室渗水、施工弃水等。初期排水水质与河流水质基本相似，经常性排水包含了大量的渗水及降水，导致含有 SS 和少量石油类等物质。

围堰施工废水为施工时围堰内的围堰渗水、开挖面废水及降雨等造成的基坑积水等。围堰施工产生的水体悬浮物经过一段时间会因自然沉降而降低，且围堰施工在枯水期进行；围堰修筑、拆除施工对河流水环境的影响是局部的、暂时的，一旦施工完成，其对水环境的影响也将消失。基坑排水的主要污染物为 SS，SS 浓度在 2000mg/L 左右，围堰施工区附近修建沉淀池，基坑排水沉淀后冲洗地面或周边林地绿化，以减少对下游河道水质产生影响。因此，围堰施工对河流水质影响轻微。

隧洞施工废水主要由隧洞施工（开挖）废水和洞室渗水构成，隧洞施工废水具有 SS 浓度高、水量小等特点，其 SS 浓度约为 2000mg/L。本环评要求隧洞出口设置沉淀池，隧洞废水进入沉淀池沉淀处理后回用于隧洞施工（开挖）用水或施工道路洒水，不外排，对水环境影响较小。

（5）施工生活污水

施工生活污水来自施工办公生活区的粪尿、食堂、公用设施等排放污水，施工高峰

期生活污水排放量为 91.32m³/d，主要污染浓度为：COD：400mg/L、BOD₅：200mg/L、SS：220mg/L、NH₃-N：35mg/L，本环评要求在施工期办公生活区设置生活污水经化粪池和成套生活污水处理设施处理后用于洒水、降尘，剩余部分农用或绿化。在施工区设置移动厕所收集，并定期请环卫部门清理污秽物。通过以上措施使得施工营地和施工场地的生活污水得到有效处理，减轻和降低生活污水排放对周边环境的影响。

5.4.3 蓄水初期水库水质预测分析

本工程淹没区土地利用现状主要为林地，集水区域内没有工业企业，水库上游主要分布有柏洋乡大部分居民点和耕地，上游来水水质主要受农村生活污水和农业面源污染影响。因此，初期蓄水水库水质主要受上游来水水质、库周林地落叶腐烂和土壤释放出的有机质的影响。在水库蓄水初期，水库新增淹没区残留的腐烂物质（如杂草、树木和枝叶等）、土壤均会分解释放出有机质，有机质分解使水体中 BOD₅、COD、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，水质会更差。

因此，一方面，应按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL 644-2014），保证清理彻底；另一方面，在库底清理和初期蓄水过程中，加强水质监测，水质达标后方可供水。本报告要求在取水口配套水质在线监测系统，如水质无法满足供水水质要求，田螺岗水库可暂时先作为工业用水水源。

5.4.4 运行期水库水质预测分析

5.4.4.1 杯河流域污染物削减目标

（1）水环境管理指标

根据污染源调查结果，进入库区的污染源主要来自分散的农村生活污染源、禽畜养殖污染源、农业面源污染源、水土流失面源污染源等。

根据《霞浦县杯河流域水污染防治规划（2022-2030年）》，流域水环境管理控制指标如下表所示。

表 5.4-8 水环境管理指标表

指标	目标值（2025年）
污水收集率（%）	≥60

指标	目标值（2025年）
农村生活污水处理率（%）	≥75
农村生活垃圾处理率（%）	≥95
非法畜禽养殖整治率（%）	100

（2）汇水区削减量分析

通过实施《霞浦县杯溪流域水污染防治规划（2022-2030年）》提出的农村生活污染源整治、畜禽养殖污染控制、农业面源污染控制等一系列工程措施。

① 农村生活污染源：预测水平年，污水收集率达60%，生活污水处理效率达75%，农村生活垃圾处理率达95%。

② 畜禽养殖污染源：考虑污染防治规划实施后，畜禽养殖污染现状入河有所改善，按照清退70%养殖数，剩余30%进行整改，做到生态零排放，预测水平年入河系数综合取0.12。

③ 农业面源：农业径流污染主要来源于农田化肥、农药施用不当，加上不合理的农田灌溉，导致氮、磷污染物流失进入河流水体，预测水平年农田面积变化不大，按2025年削减5%计算。

坝址上游汇水区域预计可削减量为COD：700.445t/a、氨氮：75.342t/a、总氮：159.576t/a、总磷：68.62t/a。

坝址下游汇水区域预计可削减量为COD：295.008t/a、氨氮：32.055t/a、总氮：65.836t/a、总磷：27.037t/a。

根据《霞浦县杯溪流域水污染防治规划（2022-2030年）》的水环境管理指标进行计算，在采取相应措施的前提下，流域污染物削减情况详见下表。

表 5.4-9 田螺岗水库各控制单元规划目标年削减量一览表

控制单元	名称	现状排放量 (t/a)				削减量 (t/a)				削减后排放量 (t/a)			
		COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
控制单元① 杯溪源头至 东岭溪水库 坝址	生活污水	4.003	0.383	0.621	0.045	1.039	0.12	0.23	0.016	2.964	0.263	0.391	0.029
	生活垃圾	1.29	0.19	0.265	0.066	1.161	0.171	0.239	0.059	0.129	0.019	0.026	0.007
	畜禽养殖	30.381	3.26	6.932	2.999	29.287	3.143	6.682	2.891	1.094	0.117	0.25	0.108
	农业面源	2.862	0.573	0.954	0.073	0.143	0.029	0.048	0.004	2.719	0.544	0.906	0.069
	小计	38.536	4.406	8.772	3.183	31.63	3.463	7.199	2.97	6.906	0.943	1.573	0.213
控制单元② 三墩溪	生活污水	3.8	0.344	0.524	0.038	1.376	0.129	0.204	0.015	2.424	0.215	0.32	0.023
	生活垃圾	0.876	0.129	0.18	0.045	0.788	0.116	0.162	0.041	0.088	0.013	0.018	0.004
	畜禽养殖	4.12	0.442	0.942	0.407	3.972	0.426	0.908	0.392	0.148	0.016	0.034	0.015
	农业面源	1.896	0.379	0.632	0.069	0.095	0.019	0.032	0.004	1.801	0.36	0.6	0.065
	小计	10.692	1.294	2.278	0.559	6.231	0.69	1.306	0.452	4.461	0.604	0.972	0.107
控制单元③ (东岭溪水 库坝址至田 螺岗水库坝 址)	生活污水	4.398	0.414	0.658	0.047	1.027	0.115	0.213	0.014	3.371	0.299	0.445	0.033
	生活垃圾	1.501	0.221	0.308	0.076	1.351	0.199	0.277	0.068	0.15	0.022	0.031	0.008
	畜禽养殖	398.19	42.724	90.811	39.306	383.855	41.186	87.542	37.891	14.335	1.538	3.269	1.415
	农业面源	4.585	0.917	1.528	0.117	0.229	0.046	0.076	0.006	4.356	0.871	1.452	0.111
	小计	408.674	44.276	93.305	39.546	386.462	41.546	88.108	37.979	22.212	2.73	5.197	1.567
控制单元④ (南溪)	生活污水	1.173	0.11	0.175	0.013	0.228	0.026	0.05	0.004	0.945	0.084	0.125	0.009
	生活垃圾	0.341	0.05	0.07	0.017	0.307	0.045	0.063	0.015	0.034	0.005	0.007	0.002
	畜禽养殖	304.19	32.638	69.37	30.027	293.239	31.463	66.873	28.946	10.951	1.175	2.497	1.081
	农业面源	0.668	0.134	0.223	0.017	0.033	0.007	0.011	0.001	0.635	0.127	0.212	0.016
	小计	306.372	32.932	69.838	30.074	293.807	31.541	66.997	28.966	12.565	1.391	2.841	1.108

控制单元	名称	现状排放量 (t/a)				削减量 (t/a)				削减后排放量 (t/a)			
		COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
坝址上游 合计	生活污水	13.374	1.251	1.978	0.143	3.67	0.39	0.697	0.049	9.704	0.861	1.281	0.094
	生活垃圾	4.008	0.59	0.823	0.204	3.607	0.531	0.741	0.183	0.401	0.059	0.082	0.021
	畜禽养殖	736.881	79.064	168.055	72.739	710.353	76.218	162.005	70.12	26.528	2.846	6.05	2.619
	农业面源	10.011	2.003	3.337	0.276	0.5	0.101	0.167	0.015	9.511	1.902	3.17	0.261
	合计	764.274	82.908	174.193	73.362	718.13	77.24	163.61	70.367	46.144	5.668	10.583	2.995
控制单元⑤ 崇溪	生活污水	31.106	2.814	4.283	0.312	11.685	1.09	1.72	0.125	19.421	1.724	2.563	0.187
	生活垃圾	8.993	1.324	1.848	0.458	8.094	1.192	1.663	0.412	0.899	0.132	0.185	0.046
	畜禽养殖	59.939	6.431	13.678	5.917	57.781	6.199	13.186	5.704	2.158	0.232	0.492	0.213
	农业面源	13.587	2.717	4.529	0.345	0.679	0.135	0.226	0.017	12.908	2.582	4.303	0.328
	小计	113.625	13.286	24.338	7.032	78.239	8.616	16.795	6.258	35.386	4.67	7.543	0.774
控制单元⑥ 田螺岗水库 坝址至杯溪 口	生活污水	11.203	1.021	1.567	0.114	4.039	0.385	0.621	0.045	7.164	0.636	0.946	0.069
	生活垃圾	5.795	0.854	1.191	0.295	5.215	0.769	1.072	0.265	0.58	0.085	0.119	0.03
	畜禽养殖	222.062	23.826	50.645	21.92	214.068	22.968	48.822	21.131	7.994	0.858	1.823	0.789
	农业面源	4.303	0.861	1.434	0.123	0.215	0.043	0.071	0.006	4.088	0.818	1.363	0.117
	小计	243.363	26.562	54.837	22.452	223.537	24.165	50.586	21.447	19.826	2.397	4.251	1.005
坝址下游 合计	生活污水	42.309	3.835	5.85	0.426	15.724	1.475	2.341	0.17	26.585	2.36	3.509	0.256
	生活垃圾	14.788	2.178	3.039	0.753	13.309	1.961	2.735	0.677	1.479	0.217	0.304	0.076
	畜禽养殖	282.001	30.257	64.323	27.837	271.849	29.167	62.008	26.835	10.152	1.09	2.315	1.002
	农业面源	17.89	3.578	5.963	0.468	0.894	0.178	0.297	0.023	16.996	3.4	5.666	0.445
	小计	356.988	39.848	79.175	29.484	301.776	32.781	67.381	27.705	55.212	7.067	11.794	1.779

5.4.4.2 规划实施后杯溪水质预测分析

(1) 预测因子

本次主要以超标的总磷作为预测因子，预测规划实施后杯溪干流超标因子达标情况。

(2) 预测模型

本次采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）附录 E 中推荐河流均匀混合模型，基本方程式：

$$C = \frac{Q_p C_p + Q_h C_h}{Q_r - Q_p}$$

式中：Q_h——河流流量，m³/s。

Q_p——排入河流的废水流量，m³/s；

C——预测断面河水平均污染物浓度，mg/L；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

C_h——河水污染物浓度，mg/L；

(3) 计算参数

选取 1985 年 4 月-1986 年 3 月（丰水年）、1963 年 4 月-1964 年 3 月（平水年）、1964 年 4 月-1965 年 3 月（枯水年）作为典型年的月径流量进行计算，根据杯溪水质常规监测数据，对应不同的水平年浓度值进行计算。

(4) 情景设置

本次预测根据不同措施实施进度及削减目标达成情况，设定了 5 种不同情境下，各情境设置情况详见下表。

表 5.4-10 预测情景设定一览表

编号	措施及削减目标	总磷	
		削减量 t/a	削减后排放量 t/a
情景 1	2023 年底前，削减量达目标的 60%；	42.220	31.142
情景 2	2024 年底前，削减目标达成 70%	49.257	24.105
情景 3	2025 年底前，削减目标达成 80%	56.294	17.068
情景 4	2025 年底前，削减目标达成 90%	63.330	10.032
情景 5	远期 2030 年底前，削减目标达成 100%	70.367	2.995

(5) 预测结果

本次以田螺岗水库坝址断面为预测断面，不同情景和特征水文年的预测结果详见下表。

表 5.4-11 总磷预测结果一览表

情景	预测浓度 (mg/L)					
	丰水年		平水年		枯水年	
	汛期	非汛期	汛期	非汛期	汛期	非汛期
流量 (m ³ /s)	6.83	1.56	5.48	1.23	3.35	1.27
情景 1	0.50	1.58	0.68	1.91	0.91	1.86
	Ⅲ类	V类	Ⅲ类	V类	Ⅳ类	V类
情景 2	0.53	1.22	0.58	1.47	0.74	1.43
	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅳ类
情景 3	0.45	0.88	0.48	1.04	0.58	1.01
	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅳ类
情景 4	0.38	0.60	0.40	0.67	0.45	0.66
	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅲ类
情景 5	0.35	0.46	0.36	0.50	0.38	0.49
	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅲ类

根据预测结果可知，随着《霞浦县杯溪流域水污染防治规划（2022-2030年）》各项措施的开展，水质改善预测情况如下：

2023 年底前（情景 1），清退所有禁养区养殖场，逐步对可养区生猪限期整改，做到生态零排放，垃圾收集、农业面源削减、农村生活污水收集取得初步成果时，目标水质在总磷、总氮汛期可达Ⅲ~Ⅳ类水标准，非汛期水质仍然较差，为Ⅳ~劣Ⅴ类。

2024 年底前（情境 2），生猪养殖污染得到有效控制，农村生活污水、农业面源、垃圾收集进一步得到有限控制，目标水质在总磷汛期可达Ⅲ类水标准，非汛期可达Ⅳ类水标准，在最不利水文条件下仅为Ⅴ类，总氮汛期可达Ⅱ~Ⅲ类水标准，平水年和枯水年非汛期为Ⅳ类水标准。

2025 年底前（情境 3），基本完成规划目标 80%的情况下，总磷、总氮水质指标可达Ⅱ~Ⅲ类水标准，在最不利水文条件下总磷仅为Ⅳ类；完成规划目标 90%的情况下，（情景 4），水质可稳定达到Ⅲ类水标准。

远期 2030 月底前（情景 5），完成规划目标情况下，水质可达到Ⅱ~Ⅲ类水标准。

5.4.4.3 规划目标可达性分析

(1) 规划水平年污染物总量控制可达性分析

按照《霞浦县杯溪流域水污染防治规划（2022-2030年）》，在各污染控制工程正常实施并发挥效益后，规划范围2025年杯溪干流COD、氨氮、TP、TN入河量均小于其最大允许入河量，规划年污染物总量控制目标可达。

表 5.4-12 流域水质达标分析表

编号	单元名称	水质目标	污染因子	90%保证率最枯月			平均径流量下情况	
				单位污染物环境容量	消减后污染物排放量	目标可达性	单位污染物环境容量	目标可达性
③	东岭溪水库坝址至田螺岗水库以上	II	COD	115.01	4.40	可达	536.12	可达
			氨氮	3.21	0.44	可达	14.09	可达
			总氮	3.52	0.75	可达	15.34	可达
			总磷	0.40	0.12	可达	1.84	可达
④	南溪	III类	COD	16.95	1.53	可达	78.85	可达
			氨氮	0.71	0.18	可达	3.12	可达
			总氮	0.78	0.30	可达	3.39	可达
			总磷	0.09	0.04	可达	0.41	可达

(2) 规划水质目标的可达性

根据预测结果可知，2025年底前，在规划的各项措施实施后，杯溪水质可逐步达III类水标准，远期2030年水质可达II~III类水标准，田螺岗水库的建设周期为42个月，最快建成蓄水时间为2026年，因此，规划水质目标的可达的。

(3) 管理层次的目标可达性

《霞浦县杯溪流域水污染防治规划（2022-2030年）》基于水环境功能区划、污染物入河量及当地经济社会发展水平，综合确立得出的各计算单元污染物削减量及削减措施属于技术范畴，削减后可保证水环境目标技术性可达。此外，从污染物的产生和迁移途径的管理角度上看，为实现综合考虑点源和面源污染负荷的削减目标，需要环境保护行政主管部门加强污染源的监管、各乡镇加快污水收集及处理设施的建设、农业部门的共同配合、完善相应的法律、法规建设等。在规划管理措施落实到位后，水环境目标的可达性增强，管理层次的目标可达。

5.4.4.4 水库水质预测

1、预测模型

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），结合本工程水库特征和入流情况，采用湖库均匀混合模型预测水库水质，采用狄龙模型估算总磷、总氮浓度。

(1) 湖库均匀混合模型

假设为顶端入口附近排入废水的狭长湖库，基本方程式如下：

$$V \frac{dC}{dt} = W - QC - f(C)V$$

式中：V ——水体体积，m³；

t ——时间，s；

W ——单位时间污染物排放量，g/s；

Q ——水量平衡时流入与流出湖（库）的流量，m³/s；

f(C) ——生化反应项，g/(m³·s)；

如果生化过程可以用一级动力学反应表示， $f(C) = -kC$ ，上式存在解析解，当稳定时：

$$C = \frac{W}{Q + kV}$$

式中：k ——污染物综合衰减系数，s⁻¹；

(2) 狄龙模型

$$[P] = \frac{I_p(1-R_p)}{Q} = \frac{L_p(1-R_p)}{QH}$$

$$R_p = 1 - \frac{\sum q_i [P]_i}{\sum q_i [P]}$$

$$r = Q/V$$

式中：[P] ——湖（库）中氮、磷的平均浓度，mg/L；

I_p ——单位时间进入湖（库）的氮（磷）质量，g/a；

L_p ——单位时间、单位面积进入湖（库）的氮、磷负荷量，g/(m²·a)；

H ——平均水深，m；

R_p ——氮、磷在湖（库）中的滞留率，量纲一；

q_a ——一年出流的水量， m^3/a ；

q_i ——一年入流的水量， m^3/a ；

$[P]_a$ ——一年出流的氮（磷）平均浓度， mg/L ；

$[P]_i$ ——一年入流的氮（磷）平均浓度， mg/L ；

Q ——湖（库）年出流水量， m^3/a ；

2、预测因子

水库水质选择 COD、氨氮、总磷和总氮 4 个水质因子进行预测分析。

3、预测工况及边界条件

选取 1985 年 4 月-1986 年 3 月（丰水年）、1963 年 4 月-1964 年 3 月（平水年）、1964 年 4 月-1965 年 3 月（枯水年）的进行预测，由于田螺岗库尾现状年水质较差，COD、 NH_3-N 按照实测水质数据作为入流水质边界条件；由于 TP、TN 现状年实测水质超过 III 类水质标准，本次按照规划年库区在严格实施《霞浦县杯溪流域水污染防治规划（2022-2030 年）》的各项措施后，杯溪水质达到 III 类水质的情景下进行预测，即 TP、TN 入流水质浓度取值分别按照规划目标值（TP 为 $0.2mg/L$ 、TN 为 $1mg/L$ ）进行计算。

表 5.4-13 田螺岗水库库区水质预测工况

典型年	项目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
丰水年	入库流量	2.28	2.31	6.26	2.21	17.30	10.60	1.69	1.16	1.16	1.29	1.31	2.72
	供水流量	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
	下泄流量	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
	库区水位	113.52	112.50	118.16	117.00	120.00	120.00	118.06	115.24	112.18	109.19	106.35	106.09
	库容	4376.00	4225.00	5101.00	4913.00	5409.00	5409.00	5085.00	4636.00	4178.00	3758.00	3384.00	3351.00
平水年	入库流量	1.28	1.43	3.29	9.21	1.87	15.80	0.83	0.66	0.40	1.26	2.60	1.62
	供水流量	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
	下泄流量	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
	库区水位	72.26	61.67	66.20	94.64	91.77	118.71	115.25	111.39	106.60	103.15	102.64	99.73
	库容	608.00	243.00	377.00	2097.00	1840.00	5193.00	4638.00	4064.00	3416.00	2993.00	2933.00	2607.00
枯水年	入库流量	0.64	3.44	7.34	1.32	3.44	3.91	4.81	0.75	0.47	0.34	0.44	0.78
	供水流量	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
	下泄流量	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
	库区水位	94.02	95.76	106.26	102.86	104.18	106.39	110.32	106.21	100.86	94.58	87.75	79.58
	库容	2039.00	2204.00	3372.00	2959.00	3114.00	3389.00	3913.00	3366.00	2731.00	2092.00	1517.00	976.00

4、模型主要参数

根据《可研报告》，率定河道糙率为 0.04，同时参考文献资料及环境保护部环境规划院“突发水环境事件典型污染物水质模拟工具开发”课题研究报告，天然湖泊和水库类水体氨氮、COD、总磷、总氮等可溶性污染物指标的综合衰减系数 K 取值范围，库区综合衰减系数 K，COD、高锰酸盐指数取 $0.004d^{-1}$ ，氨氮取 $0.0045d^{-1}$ 。

5、水质影响预测结果分析

根据上述模型和计算参数，经计算得到霍口水库建库后丰、平、枯典型年水库各预测因子的预测浓度详见表 5.4-14。

从水质预测结果可见，建库后，各典型年建库后，各典型年田螺岗水库各月 COD、高锰酸盐指数、氨氮浓度均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类以上水质标准。

汛期受入流水质影响，由于来流及出流流量较大，水体交换充分，丰水年总磷基本可满足 II 类水质要求，平水年基本可满足 III 类水质要求，来流较大的 6~9 月可满足 II 类水质要求，枯水年 4 月水质较差无法满足 III 类水质要求；总氮除枯水年 4 月不利水文条件下只满足 III 类水质要求，汛期（4~9 月）基本可满足 II 类水质标准。

非汛期由于入库流量减少，流速变缓，水质因子扩散能力减弱，水体无法得到充分交换，总磷、总氮易滞留在水库中，影响水体水质，丰水年 11~2 月，总磷仅满足 III 类水质标准，平水年 11~12 月，总磷无法满足 III 类标准，枯水年大部分时间无法满足 III 类水质标准。

表 5.4-14 田螺岗水库各典型年预测成果表 单位: mg/L

预测因子	典型年	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	标准	
														II类	III类
COD	丰水年	10.23	10.23	10.21	10.21	10.20	10.20	10.23	10.24	10.26	10.28	10.30	10.30	15	20
	平水年	10.37	10.39	10.38	10.31	10.32	10.21	10.24	10.27	10.30	10.32	10.32	10.34		
	枯水年	10.31	10.30	10.26	10.28	10.27	10.26	10.27	10.30	10.33	10.37	10.41	10.45		
高锰酸盐指数	丰水年	3.13	3.13	3.11	3.11	3.10	3.10	3.13	3.14	3.16	3.18	3.20	3.20	4	6
	平水年	3.27	3.29	3.28	3.21	3.22	3.11	3.14	3.17	3.20	3.22	3.22	3.24		
	枯水年	3.21	3.20	3.16	3.18	3.17	3.16	3.17	3.20	3.23	3.27	3.31	3.35		
氨氮	丰水年	0.201	0.202	0.199	0.199	0.198	0.198	0.200	0.202	0.205	0.207	0.209	0.210	0.5	1
	平水年	0.220	0.223	0.222	0.211	0.213	0.198	0.202	0.205	0.209	0.212	0.212	0.215		
	枯水年	0.212	0.211	0.205	0.207	0.207	0.205	0.206	0.209	0.214	0.219	0.224	0.229		
总磷	丰水年	0.018	0.017	0.006	0.018	0.002	0.004	0.024	0.034	0.034	0.031	0.031	0.015	0.025	0.05
	平水年	0.031	0.028	0.012	0.004	0.021	0.003	0.048	0.060	0.100	0.032	0.015	0.025		
	枯水年	0.062	0.012	0.005	0.030	0.012	0.010	0.008	0.053	0.085	0.118	0.091	0.051		
总氮	丰水年	0.149	0.147	0.054	0.154	0.020	0.032	0.201	0.293	0.293	0.264	0.260	0.125	0.5	1
	平水年	0.266	0.238	0.103	0.037	0.182	0.022	0.412	0.514	0.850	0.270	0.131	0.210		
	枯水年	0.529	0.099	0.046	0.258	0.099	0.087	0.071	0.452	0.719	1.000	0.771	0.434		

5.4.4.5 库区富营养化预测与评价

(1) 预测模型

叶绿素浓度预测模型如下：

$$C_{\text{hla}} = 0.37P_{\lambda}^{0.79}$$

式中： P_{λ} ——入库平均总磷量， mg/m^3 ；

C_{hla} ——年均叶绿素浓度， mg/m^3 。

但水库库湾易发生藻类爆发，叶绿素年峰值预测模型如下：

$$C_{\text{hla max}} = 0.64P_{\lambda}^{1.05}$$

水库蓄水初期、营运期时水库坝址叶绿素 α 预测浓度估算详见下表。

表 5.4-15 水库叶绿素 α 预测浓度估算值

时期		P_{λ} (mg/m^3)	C_{hla} (mg/m^3)	
			平均值	年峰值
丰水年	丰水期 (4-9 月)	12.714	2.758	9.240
	枯水期 (10-3 月)	28.167	5.170	21.301
平水年	丰水期 (4-9 月)	21.000	4.100	15.650
	枯水期 (10-3 月)	46.667	7.704	36.194
枯水年	丰水期 (4-9 月)	19.857	3.922	14.757
	枯水期 (10-3 月)	67.667	10.332	53.465

(2) 营养水平预测

① 评价方法

根据中国环境科学研究院 2006 年 6 月发布的《全国饮用水水源地环境保护规划编制技术大纲》，采用综合营养状态指数法进行水库富营养化状况评价。综合营养状态指数采用卡尔森指数方法，计算公式如下：

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

式中： $TLI(\Sigma)$ ——综合营养状态指数；

W_j ——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

$TLI(j)$ ——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 C_{hla} 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^m r_{ij}}$$

式中： r_{ij} ——第 j 种参数与基准参数 C_{hla} 的相关系数；

m ——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 C_{hla} 与其它参数之间的相关关系 r_i 及 r_{ij}^2 详见下表。

表 5.4-16 中国湖泊（水库）部分参数与 chl_a 的相关关系 r_{ij} 、 r_{ij}^2 及 W_j

参数	C_{hla} (叶绿素 a)	TP (总磷)	TN (总氮)	SD (透明度)	IMn (高锰酸盐指数)
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889
W_j 权重	0.2663	0.1879	0.1790	0.1834	0.1834
备注	引自金相灿等著(中国湖泊环境), 表中 r_{ij} 来源于中国 26 个主要湖泊调查数据的计算结果				

单个项目营养状态指数计算公式：

$$TLI_{(chl)}=10[2.5+1.086\ln(chl)]$$

$$TLI_{(TP)}=10[9.436+1.624\ln(TP)]$$

$$TLI_{(TN)}=10[5.453+1.694\ln(TN)]$$

$$TLI_{(SD)}=10[5.118-1.94\ln(SD)]$$

$$TLI_{(IMn)}=10[0.109+2.66\ln(IMn)]$$

式中：叶绿素 a 的单位为 mg/m^3 ，透明度 SD 单位为 m，其它指标单位均为 mg/L 。

② 参评指标

选用总磷、总氮、高锰酸盐指数、叶绿素 a、透明度共计 5 个因子为参评指标，透明度取 1.0m。

③ 湖泊水库营养状态分级

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊营养状态进行分级，包括：贫营养、中营养、富营养、轻度富营养、中度富营养和重度富营养，与污染程度关系详见下表：

表 5.4-17 水质类别与评分值对应表

营养状态分级	评分值 TLI (Σ)
贫营养	$0 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 30$
中营养	$30 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 50$
(轻度) 富营养	$50 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 60$
(中度) 富营养	$60 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 70$
(重度) 富营养	$70 < \text{TLI} (\Sigma) \leq 100$

④ 评价结果

根据水质预测结果计算各典型年丰水期和枯水期的营养状态指数，计算结果详见下表。

表 5.4-18 水质类别与评分值对应表

时期		类型	综合营养状态指数 TLI(Σ)	水库营养状态
丰水年	丰水期 (4-9 月)	年平均	31.19	中营养
		年峰值	34.68	中营养
	枯水期 (10-3 月)	年平均	38.48	中营养
		年峰值	42.58	中营养
平水年	丰水期 (4-9 月)	年平均	35.08	中营养
		年峰值	38.95	中营养
	枯水期 (10-3 月)	年平均	43.16	中营养
		年峰值	47.64	中营养
枯水年	丰水期 (4-9 月)	年平均	36.57	中营养
		年峰值	40.40	中营养
	枯水期 (10-3 月)	年平均	46.35	中营养
		年峰值	51.10	(轻度) 富营养

由上表可知，田螺岗水库建成后，库区营养状态总体水平属中营养化，在枯水年枯水期，营养状态总体水平属（轻度）富营养。

5.4.5 运行期对坝址下游水质预测分析

水库建成运行后在水库调度及供水条件下，将会减少下游地区环境用水量，对下游河道水环境造成一定影响，因此需对工程运行后的下游河道水质影响进行预测分析。

(1) 预测模型

鉴于下游地区水质变化的特点，对于库区下游河段的水质模拟预测，将主要采用完全混合水质模型预测。

完全混合水质模型：

$$C = \frac{Q_p C_p + Q_h C_h}{Q_p + Q_h}$$

式中： Q_h ——河流流量， m^3/s 。

Q_p ——排入河流的废水流量， m^3/s ；

C ——预测断面河水平均污染物浓度， mg/L ；

C_p ——污染物排放浓度， mg/L ；

C_h ——河水污染物浓度， mg/L ；

(2) 预测参数

将水库出库水质浓度作为边界条件，将沿岸污染源、支流均作为源项进行处理。据调查，田螺岗水库坝址下游入河污染物主要为盐田乡、崇儒乡生活污染源、农业面源污染、畜禽养殖污染源，盐田乡工业区污水经霞浦县盐田乡合成革污水处理厂处理后循环再生利用，不排入杯溪；因此，排入河流的污染物质根据表 5.4-9 的统计结果，即 COD 356.988t/a、氨氮 39.848t/a、总氮 79.175t/a、总磷 29.484t/a，规划目标年 COD 55.212t/a、氨氮 7.067t/a、总氮 11.794t/a、总磷 1.779t/a。

区间废水排放量 Q_p 取田螺岗坝址至杯溪入海河口间流域各典型年汇水流量，杯溪下游干流不涉及取水口，因此选择杯溪入海河口断面（省考核断面）进行水质预测。

(3) 预测结果

预测结果详见下表。

表 5.4-19 杯溪入海河口断面各典型年预测成果表 单位: mg/L

预测因子	典型年	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	标准
		III类												
坝址到入海河口汇入流量 (m ³ /s)	丰水年	3.46	3.51	9.50	3.35	26.26	16.09	2.57	1.76	1.76	1.96	1.99	4.13	/
	平水年	1.94	2.17	4.99	13.98	2.84	23.98	1.25	1.00	0.61	1.91	3.95	2.46	
	枯水年	0.98	5.22	11.14	2.00	5.22	5.93	7.30	1.14	0.72	0.52	0.67	1.19	
COD	丰水年	5.26	5.22	2.84	5.33	1.25	1.89	5.31	6.26	6.28	6.03	6.00	4.14	20
	平水年	6.77	6.52	4.39	2.14	5.81	1.35	7.06	7.54	8.45	6.11	4.26	5.48	
	枯水年	8.14	4.24	2.54	6.64	4.23	3.91	2.83	7.30	8.21	8.75	8.39	7.31	
高锰酸盐指数	丰水年	1.61	1.60	0.87	1.62	0.38	0.57	1.63	1.92	1.94	1.87	1.87	1.29	6
	平水年	2.14	2.07	1.39	0.67	1.82	0.41	2.17	2.33	2.63	1.91	1.33	1.72	
	枯水年	2.54	1.32	0.78	2.06	1.31	1.21	0.87	2.27	2.57	2.76	2.67	2.35	
氨氮	丰水年	0.104	0.103	0.055	0.104	0.024	0.037	0.104	0.124	0.126	0.122	0.122	0.085	1
	平水年	0.144	0.140	0.094	0.044	0.120	0.026	0.140	0.151	0.172	0.126	0.088	0.114	
	枯水年	0.168	0.087	0.051	0.134	0.085	0.078	0.057	0.149	0.171	0.185	0.181	0.161	
总磷	丰水年	0.009	0.009	0.002	0.009	0.000	0.001	0.013	0.021	0.021	0.018	0.018	0.006	0.05
	平水年	0.020	0.018	0.005	0.001	0.012	0.000	0.033	0.044	0.082	0.019	0.006	0.013	
	枯水年	0.049	0.005	0.001	0.019	0.005	0.004	0.002	0.038	0.068	0.100	0.073	0.036	
总氮	丰水年	0.077	0.076	0.015	0.081	0.003	0.006	0.105	0.180	0.180	0.155	0.152	0.051	1
	平水年	0.174	0.150	0.044	0.008	0.103	0.003	0.285	0.378	0.698	0.160	0.055	0.112	
	枯水年	0.418	0.041	0.012	0.167	0.041	0.034	0.020	0.321	0.572	0.844	0.622	0.304	

(5) 影响分析

由预测结果可知，正常下泄生态流量时坝址下游水质可符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

5.4.6 运行期机组检修含油废水的影响

运行期间污废水除管理人员和生产办公人员生活污水外，还有机组检修时产生的少量含油生产废水。

为便于电站安全运行，消除事故隐患，本工程消能电站厂房不布置大型油库。根据水轮机结构、油系统设置管理情况和类似工程运行实例，机组采用密闭式系统，油不会与过机水流接触，对水体不会产生污染。

厂房内机组检修时，会产生一些含少量油污的废水，废油均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的HW08 废矿物油，应按照危废管理要求规范收集、处置，健全台账，设立危废识别标志，并交由有资质的单位处置。运行期电站将加强管理，尽量避免油的泄漏。

电站事故漏油可能产生的设备位于机组和主变，电站内设有油务室，出现运行机组漏油时，漏油将排入厂房内的临时收集池。出现事故漏油时，漏油通过主变下方的集油坑，连通站内事故油池。废油为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的HW08 废矿物油，应交由有对应危废类别经营资质的单位进行处置。电站事故漏油发生的概率极低，在做好油水收集和处理后，对下游水环境影响较小。

5.4.7 管理区生活污水排放影响分析

水库运行本身不产生水污染物，运行期污水主要为水库管理区工作人员产生的生活污水。生活污水产生量为 $3.36\text{m}^3/\text{d}$ ，主要为粪便污水、淋浴污水、食堂污水及公用设施产生的污水，主要污染物为COD、BOD₅、氨氮、总磷等，该部分污水水量少，生活污水经化粪池预处理后用于管理区绿化带绿化和周边林地浇灌，其对下游河段水环境不会产生影响。