

西藏霞曲紫霞水电站

# 预可行性研究报告

1 综合说明

（咨询稿）

上海勘测设计研究院有限公司

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

2020 年 11 月



审定：

审查：

校核：

编写：



# 目 录

1 综合说明.....	1-5
1.1 前期工作概况 .....	1-5
1.1.1 工程地理位置.....	1-5
1.1.2 流域规划成果及审查意见.....	1-5
1.1.3 勘测设计依据及过程.....	1-6
1.2 工程任务和建设必要性 .....	1-7
1.2.1 工程开发任务.....	1-7
1.2.2 供电范围、负荷预测和电力电量平衡.....	1-7
1.2.3 资源合理利用和水电开发规划.....	1-8
1.2.4 工程建设必要性.....	1-8
1.3 工程建设条件 .....	1-8
1.3.1 自然地理条件.....	1-8
1.3.2 水文泥沙.....	1-9
1.3.3 工程地质.....	1-9
1.3.4 建设征地移民安置.....	1-11
1.3.5 环境影响.....	1-11
1.3.6 交通条件.....	1-13
1.4 工程规模 .....	1-13
1.4.1 河流规划.....	1-13
1.4.2 水利动能计算.....	1-14
1.4.3 水库特征水位.....	1-14
1.4.4 装机容量初选.....	1-15
1.4.5 机组机型、机组台数及额定水头初选.....	1-15
1.4.6 水库运行方式及能量指标.....	1-15
1.4.7 水库泥沙冲淤及回水计算.....	1-15
1.5 工程建设方案 .....	1-16
1.5.1 工程布置及建筑物.....	1-16

1.5.2 机电及金属结构.....	1-17
1.5.3 施工组织设计.....	错误!未定义书签。
1.5.4 建设征地移民安置.....	1-37
1.5.5 环境保护和水土保持.....	1-38
1.5.6 投资估算.....	1-49
1.5.7 经济评价.....	1-49
1.6 主要结论 .....	1-50

# 1 综合说明

## 1.1 前期工作概况

### 1.1.1 工程地理位置

紫霞水电站位于西藏昌都市边坝县与西藏那曲市嘉黎县境内的霞曲干流上，紫霞水电站为霞曲流域一级混合式开发水电站。坝址位于霞曲与其支流恩珠藏布汇口下游 0.4km 的霞曲中游干流河段（边坝县境内），厂址位于霞曲与易贡藏布干流汇口上游约 5km 霞曲干流河段（嘉黎县境内），紫霞水电站尾水与易贡藏布干流忠玉水电站衔接。

紫霞水电站地处偏远少数民族地区，经济不发达，基础设施落后。紫霞水电站外围交通条件整体较好，国道 G349（在建）沿霞曲左岸通过，外围交通运输线路主要有拉林公路、G318 国道、G214 国道、青藏铁路。但受高原地区自然气候及地质灾害影响，经常断路，进入霞曲流域内交通条件较差。

紫霞水电站地理位置详见“紫霞水电站地理位置示意图”。

### 1.1.2 流域规划成果及审查意见

（1）《西藏自治区霞曲流域综合规划报告》，西藏自治区人民政府以（藏政函〔2020〕71 号文）予以批复。主要审查意见如下：

1)、原则同意《西藏自治区霞曲流域综合规划》(以下简称《规划》)，请认真组织实施，并上报国家有关部委备案。2)、《规划》的实施要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，牢固树立新发展理念，认真做好与国家相关规划和流域内其他经济社会发展规划的衔接，妥善处理好流域开发与生态环境保护的关系，科学合理开发利用流域内水资源，为区域经济社会发展和生态环境保护提供水利支撑。3)、《规划》是流域节约、保护、开发、利用水资源和防治水灾害的重要依据。流域内各市、县(区)相关部门要加强协作，密切配合，细化完善措施，精心组织实施，认真分解落实《规划》提出的各项任务，确保《规划》目标任务落到实处，切实保障流域防洪安全、供水安全和生态安全等。

（2）《西藏自治区昌都市霞曲流域综合规划环境影响报告书》，西藏自治区人民政府环保厅以（藏环审〔2020〕21 号文）予以批复。

（3）《西藏自治区霞曲流域水电规划报告》，于 2020 年 5 月经过了咨询，目前已

形成送审稿，计划 2020 年 12 月完成审查。

(4)《西藏自治区霞曲流域水电规划环境影响报告书》，于 10 月 26 日通过了西藏自治区生态环境厅审查。

### 1.1.3 勘测设计依据及过程

#### (1) 主要依据文件

紫霞水电站预可行性研究阶段主要依据的文件：

- ①紫霞水电站预可行性研究阶段勘测设计合同；
- ②《水电工程预可行性研究报告编制规程》(NB/T10337-2019)；
- ③《西藏自治区紫霞水电站预可行性研究及可行性研究投标文件》；
- ④《西藏自治区霞曲流域水电规划报告（送审稿）》及其审查意见；
- ⑤《西藏自治区霞曲流域水电规划环境影响报告书（送审稿）》及其审查意见；
- ⑦《紫霞水电站预可行性研究阶段勘测设计工作大纲》；
- ⑧国家及行业有关方针、政策、法令、法规和技术规程、规范的要求。

#### (2) 勘测设计过程

2020 年 6 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司（以下简称成都院）完成《西藏自治区霞曲流域水电规划报告》并通过咨询；2020 年 8 月，成都院完成《西藏自治区霞曲流域水电规划环境影响报告书》并通过审查。

2020 年 9 月，三峡集团西藏能源投资有限公司通过公开招标确定三峡集团上海勘测设计研究院有限公司（以下简称上海院）和成都院联合开展紫霞水电站预可行性研究和可行性研究勘测设计工作。

2020 年 9 月，成都院和上海院（以下简称“紫霞设计联合体”）组织各专业人员对紫霞水电站进行现场综合查勘，并随即开展了现场勘测和相应的试验和设计工作。2020 年 10 月，紫霞设计联合体完成了《西藏自治区霞曲紫霞水电站预可行性研究勘测设计大纲》（以下简称《设计大纲》）。2020 年 10 月 27 日，三峡集团西藏能源投资有限公司组织专家组对《设计大纲》进行了评审，2020 年 11 月 30 日，紫霞设计联合体完成修改后提交西藏能源投资有限公司。

紫霞设计联合体根据《设计大纲》及评审意见开展了勘察和设计工作，2020 年 11 月，编制完成了紫霞水电站预可报告。



在此，对各级领导、上级主管部委、地方政府、三峡集团西藏能源投资有限公司对紫霞设计联合体的工作给予的大力支持和帮助表示衷心的感谢！

## 1.2 工程任务和建设必要性

### 1.2.1 工程开发任务

紫霞电站水能资源开发条件较好，是昌都市近期拟重点开发的水电资源，加快开发有条件于“十五五”期间建成投产，其开发建设对于促进西藏能源电力可持续发展、保障西藏优质水电电源有序开发、优化电力系统电源结构、提高西藏合理用能用电水平、满足西藏经济社会发展的清洁电力需求具有重要的作用。

紫霞电站涉及河段内灌溉、供水需求较小，根据霞曲流域综合规划，流域灌溉规划主要是发挥现有工程的作用，且规划灌溉工程方案不涉及水电规划河段，水电开发不影响灌溉工程取水，坝址下游灌溉、供水可通过泄放生态流量得到保障。

紫霞水电站位于西藏自治区霞曲流域干流河段，流域范围涉及边坝县、波密县、嘉黎县和比如县，县域经济总量偏小，发展水平较为落后。紫霞水电站工程等别为二等工程，工程规模为大（2）型，装机容量 45 万 kW，工程总投资 89 亿元，水电站的投资建设可扩大内需，并将实现多重经济效益：

综上所述，紫霞水电站的工程开发任务为：发电为主，并促进地区经济社会发展。

### 1.2.2 供电范围、负荷预测和电力电量平衡

紫霞电站梯级尾水与忠玉水电站水位衔接，厂房位于霞曲河口上游约 5km，霞曲河口上距嘉黎县县城约 83km，下距忠玉电站坝址不足 10km。根据流域地理位置、接入条件和水力资源量，同时结合易贡藏布规划梯级开发现状、开发前景和规划送电方向分析，紫霞电站建成后将供电西藏电网。

从“十三五”以来西藏电网实际负荷发展情况看，由于青藏联网输电能力受稳定运行限制，2016 年、2017 年负荷增长率略低于预测值（15%左右），2018 年藏中昌都联网投运后，青藏联网输电能力得到加强，西藏电网负荷增长率历史性高达 28%。按照该趋势判断，同时考虑到以川藏铁路为代表的西藏综合交通运输体系等基础设施的发展及其带来的辐射效应、西藏全面清洁能源电气化、民生民利改善、优势资源和高原特色优势产业发展、产业结构调整优化等各项经济社会事业长足发展的用电需求，“十四五”、“十五五”负荷需求仍将保持较快增长。

### 1.2.3 资源合理利用和水电开发规划

霞曲流域水电规划拟定水电开发利用河段为干流炯拉措国家湿地自然公园下边界~易贡藏布规划的忠玉水库在霞曲的回水末端，该河段规划一级混合式开发，即紫霞水电站。《西藏自治区霞曲流域水电规划》（送审稿）提出流域开发与保护任务为：在保护生态环境的前提下，适度开发水能资源，促进地方经济社会发展。

紫霞电站水能资源开发条件较好，是昌都市近期拟重点开发的水电资源，加快开发有条件于“十五五”期间建成投产，其开发建设对于促进西藏能源电力可持续发展、保障西藏优质水电电源有序开发、优化电力系统电源结构、提高西藏合理用能用电水平、满足西藏经济社会发展的清洁电力需求具有重要的作用。

### 1.2.4 工程建设必要性

综合上述分析，紫霞水电站的开发建设是满足西藏经济社会发展清洁用能的需要，符合国家能源发展战略和西藏能源电力发展要求，是保障西藏优质水电电源有序开发和结构优化的需要，有利于保护雪域高原生态环境和实现全国节能减排总目标，是变资源优势为经济优势、改善当地用电水平、实现富民兴藏的有效途径。同时，电站建设条件较好，技术经济指标较为优越，具备近期开发条件。因此，开发建设紫霞水电站是必要的。

## 1.3 工程建设条件

### 1.3.1 自然地理条件

霞曲流域位于西藏自治区念青唐古拉山东段，地理位置介于北纬  $30^{\circ}27'$ ~ $30^{\circ}56'$ 、东经  $93^{\circ}35'$ ~ $94^{\circ}39'$ 之间。流域西侧为易贡藏布另一支左岸支流松曲；北枕念青唐古拉山，与怒江流域相邻；东部为易贡藏布支流勒曲藏布，著名的恰青冰川、若果冰川均位于该流域与霞曲流域相邻。流域形态呈“Y”字型，平均海拔 5000 m，最高峰达 6870 m，冰雪覆盖面积约 598 km<sup>2</sup>。河源海拔高程 5340 m，河口处海拔高程 3102 m，天然落差 2238 m，平均比降 27.3‰。霞曲位于西藏自治区东部，为易贡藏布左岸一级支流，流域面积 2952km<sup>2</sup>，其中 95%以上的区域为昌都市边坝县所辖，出口段位于那曲市嘉黎县。工作区地处高原，海拔高、空气稀薄缺氧，冬季寒冷漫长，流域地处西藏东南部、雅鲁藏布江下游河段，属温带湿润高原季风气候区，降水、气温、湿度等既受地理位置影响，又受海拔高度及下垫面条件影响，时空分布复杂。

### 1.3.2 水文泥沙

经复核，忠玉、易贡、巴河桥、更张水文站的观测资料较完整，水位、流量测验符合《水文测验规范》、《河流流量测验规范》和《水文资料整编规范》等规范（标准）要求，基本资料精度较好，可供紫霞水电站也可行性研究设计使用。

霞曲流域的洪水主要由暴雨形成，全年降雨主要集中在 6~9 月，为霞曲的汛期，年最大洪水一般发生在 7~8 月。

霞曲为典型的山区河流，河流悬移质主要来自降雨径流对地表土的侵蚀。输沙量年内分配不均匀，汛期输沙量占全年的绝大部分。霞曲流域未开展悬移质泥沙测验，根据干流易贡藏布的易贡水文站资料统计，年平均含沙量  $0.359\text{kg/m}^3$ ，年平均输沙模数  $386\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

### 1.3.3 工程地质

研究区位于雅鲁藏布江结合带和怒江结合带之间的冈底斯-腾冲微陆块内，区域构造背景复杂。区域构造格架以近东西向和北西向断裂为主，由北向南，外围区域主干断裂澜沧江断裂带、怒江断裂带、边坝—洛隆断裂带、嘉黎断裂带、西兴拉断裂、鲁朗—米瑞断裂和墨脱断裂带，均具有全新世活动性。

近场区主要断裂有北西西-近东西向和北西向两组。北西西—近东西向断裂为嘉黎—易贡断裂带和边坝—洛隆断裂带，北西向断裂主要为甲贡—龙布断裂和金岭断裂。嘉黎—易贡断裂带的日卡—索通断裂（F1-1）为全新世活动断裂，色吾拉-木玉断裂（F1-2）为前第四纪的韧性剪切断裂，其它断裂为晚更新世断裂。

坝址区 5km 范围内无活动性断裂分布，25km 范围内无 4.7 级及以上地震活动，潜在震源地震本底值 6.5 级，50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度  $134.3\text{ cm/s}^2$ ，对应地震基本烈度为Ⅶ度，区域构造稳定性较好；厂址区 5km 范围内发育嘉黎-易贡断裂的分支日卡—索通断裂（F1-1），具全新世活动特征，25km 范围内，仅有一次 5.0~5.9 级地震活动，位于 7.0 级潜在震源区，50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度  $164.2\text{ cm/s}^2$ ，对应地震基本烈度为Ⅶ度，区域构造稳定性差。

水库区河谷开阔，两岸山体雄厚，无可溶性岩分布，无区域性断裂通过，库盆封闭较好，不存在永久渗漏和水库诱发地震问题。库首段主要为覆盖层岸坡，蓄水后存在局部覆盖塌岸问题；库中段阿兰多~热碰段和恩主藏布支库高位碎屑坡较发育，其结构松散稳定性差，蓄水后可能发生小规模持续、牵引式垮塌，侵占水库库容。库

尾段河谷开阔，地形较为平坦，正常蓄水位 3723m 以上结村、卓格村附近有居民及耕地分布，蓄水后存在浸没问题。

上、下坝址均为深厚覆盖建坝，覆盖层最大厚度约 150m，主要由冲积砂卵砾石层、冰积块碎石层和河湖相沉积砂层、粘土层透镜体组成。上坝址细粒土层上覆埋深仅 5m，基础承载与变形问题、抗滑稳定问题、砂土液化问题均较为突出；下坝址细粒土层上覆埋深达 40m，细粒土层影响较小，可作为坝基持力层；下坝址坝基工程地质条件优于上坝址。

下坝址坝前分布 1#、2#、3#堆积体、坝后分布 4#堆积体，蓄水后近坝库岸稳定问题突出，左坝肩 2#堆积体及坝后 4#堆积体上部基岩存在新近崩塌，对坝坡存在潜在威胁；右坝肩与 1#冲沟相距较近，季节性沟水对下游坝坡存在影响。上坝址仅左坝肩发育 1#堆积体，堆积体上部基岩基本稳定。上坝址坝肩边坡及近坝库岸工程地质条件优于下坝址。

上坝址虽因细粒土层浅埋，导致坝基工程地质条件较差，但其埋深小，层厚不大，工程处理难度较小；下坝址近坝库岸稳定问题突出，坝肩上部基岩边坡崩塌较发育，对工程的潜在威胁较大，工程处理规模大；就建坝工程地质条件而言，上坝址较优。

本阶段通过多专业综合比选，初选上坝址为代表性坝址。

工程区附近天然砂砾石料丰富，初选的结玉、边村和忠玉三个砂砾石料源均为河流相冲积堆积的河漫滩，初估地质储量共 900 万  $m^3$ ，除细骨料含泥量普遍超标外，其余指标均满足混凝土粗、细骨料质量技术要求，无用层厚度小，汛期开采可能会受到洪水影响，料源距离初拟坝、厂址较近，运输条件较好。

工程区附近石料丰富，初选料场岩石质量基本满足堆石料和人工骨料质量技术指标，运输条件较好，但岸坡高陡，植被较发育，开采难度较大，紫霞料场紧邻 G349 国道料源开采可能对现有道路存在干扰。尧拉料场紧邻通乡公路，料源开采可能对现有道路存在干扰

受高寒、降雨量偏少、风沙较大和区域地层岩性等综合因素影响，工程区附近土料匮乏。

工程区附近碳酸盐岩分布极少，在玉坝村后坡出露少量灰岩和大理岩，以岩片及透镜状形式近直立产出，范围有限，储量不大，初估地质储量共 18 万  $m^3$ ，岩层夹持于石英砂岩、石英岩地层中，开采条件差。

#### 1.3.4 建设征地移民安置

紫霞水电站建设征地主要涉及西藏自治区昌都市边坝县和那曲市嘉黎县，建设征地移民安置涉及人口 394 人，均为农业人口；房屋面积 43394.48m<sup>2</sup>，其中砖混 210 m<sup>2</sup>，藏式条石木结构 28708.81m<sup>2</sup>，藏式木结构 992.88 m<sup>2</sup>，石木(生产性用房)10530.44 m<sup>2</sup>，土石木结构 1002m<sup>2</sup>，杂房 1704.35m<sup>2</sup>；土地面积 12866.73 亩，其中耕地 852.9 亩，林地 5303.85 亩，草地 2127.4 亩，水域及水利设施用地 4143.07 亩；G349 国道 13.63km；乡道 8.62km；电信光缆 20.2 杆 km、移动光缆 9.5 杆 km；35kV 电力线路 10.8 杆 km、10kV 电力线路 22.49 杆 km；通东村村民委员会 1 处；通东村教学点 1 处；人行吊桥 5 座。企事业单位涉及金岭乡、加贡乡林业检查站各 1 处。据初步了解，建设征地范围内无压覆矿产及文物古迹。

#### 1.3.5 环境影响

紫霞水电站位于西藏自治区东部霞曲干流中下游河段。工程区属于温带湿润高原季风气候区，夏秋季节降水较丰沛、冬春季节降水相对较少。工程河段径流年内分配较为不均，丰枯差异较大，6 月~9 月为汛期。汛期河流泥沙含量大，平枯期泥沙含量较小。工程河段边坝县境内段满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III 类水域标准，嘉黎县境内段满足 II 类水域标准；地下水水质满足《地下水质量标准》III 类标准。工程区属于环境空气质量达标区域；声环境满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准，声环境质量良好。工程区域分布有暗棕壤、黑毡土、草毡土、草甸土 4 种土壤类型，以暗棕壤为主，区内无污染型工业企业分布，土壤环境质量良好。

工程河段水生生物种类组成较简单，浮游植物以硅藻门种类为主，浮游动物有少量的原生动物、轮虫和桡足类，浮游生物的密度和生物量较低；底栖动物主要由四节蜉、蚊石蛾、石蚕幼虫等节肢动物组成。评价区分布有鱼类 1 目 2 科 4 种，分别为鲤科裂腹鱼亚科的拉萨裸裂尻鱼，及鲤形目中鳅科条鳅亚科的小眼高原鳅、斯氏高原鳅、细尾高原鳅。评价区鱼类种类组成简单，全部为土著种，具有耐寒、性成熟晚、生长慢、食性杂等特点。评价区分布的 4 种鱼类中，无国家级和西藏自治区级重点保护种，无霞曲流域特有种，也无《中国濒危动物红皮书》及《中国物种红色名录》记录种；无典型洄游型鱼类，均产粘沉性卵，适宜其产卵、索饵、越冬的水域在评价区内广泛分布，其中裂腹鱼类的主要产卵繁殖期为 4 月~6 月，高原鳅类为 5 月~6 月。

评价区属于亚热带植被地带、东亚亚热带常绿阔叶林地区、藏东高山峡谷旱谷刺灌丛区、雅鲁藏布江中下游常绿阔叶林亚区、波密-易贡小区，植被发育良好、类型多样。由于河谷深切、地势起伏、山地海拔跨度大，植物区系组成成分较丰富，分布有维管束植物 98 科 425 属 1051 种；国家级重点保护野生植物虫草、松茸和油麦吊云杉 3 种；西藏自治区重点保护野生植物白花芍药 1 种；无本地特有植物。另外在阿兰多附近调查到沙棘古树 8 株、大果圆柏古树 1 株。评价区分布有陆生脊椎动物 144 种，隶属 23 目 60 科，包括两栖类 1 目 3 科 5 种、爬行类 1 目 3 科 3 种、鸟类 15 目 38 科 99 种、哺乳类 6 目 16 科 37 种。其中，国家Ⅰ级重点保护动物 10 种、国家Ⅱ级重点保护动物 22 种；自治区Ⅰ级重点保护动物 18 种、自治区Ⅱ级重点保护动物 23 种，其中 33 种同属国家级重点保护动物。

评价区生态环境以原生为主，土地利用类型以林地和草地为主，生态环境呈典型森林生态系统特征；在河流两岸山顶的高海拔地区，土地利用类型以草地为主，人为活动干扰较少，整体上生态环境保存较好。区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

紫霞水电站工程区主要位于昌都市边坝县，小部分涉及那曲市嘉黎县，工程区不属于国家级水土流失重点防治区，不属于自治区级水土流失重点防治区。边坝县水土流失类型主要为冻融侵蚀，伴有水力侵蚀，以微度侵蚀为主，其中，微度侵蚀面积占土地总面积的 78.62%，轻度侵蚀面积占 1.23%，中度侵蚀面积占 12.78%，强烈侵蚀面积占 7.37%。嘉黎县水土流失类型以轻度水力侵蚀为主，伴有冻融侵蚀，轻度以上侵蚀面积占土地总面积的 95.68%。轻度以上侵蚀面积中，轻度侵蚀面积占 52.61%，中度侵蚀面积占 47.02%，强烈侵蚀面积占 0.37%。项目区土壤侵蚀类型主要是冻融侵蚀，伴有水力侵蚀，以微度侵蚀为主，在水土保持区划上属青藏高原区中的藏东高山峡谷生态维护水源涵养区，容许土壤流失量为  $500 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ 。

受地理位置、交通条件及能源供应等限制，区域以农牧业自然经济为主体，经济总量小，社会发展总体水平较为落后。工程区土地利用类型以冰川积雪、草地和林地为主，耕地较少且主要集中在通东村以上河段，水资源、水能资源、土地资源的开发利用程度均很低。工程区人口稀少，从库尾至厂房沿线仅分布有结玉村、通东村、玉坝村 3 处居民点；民族以藏族为主，民族文化具有浓厚的宗教色彩，在居民点及道路附近经幡、白塔、玛尼堆等较为常见。目前，工程沿线正在建设国道 G349 线边坝~

嘉黎段改建工程（边坝~尼屋乡段），主线采用三级公路技术标准，计划 2021 年完工，届时区域交通条件将大为改善。根据调查，工程区内无矿产开发与开发项目。

紫霞水电站不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单的管控要求。水库回水涉及西藏边坝炯拉措国家湿地公园和永久基本农田两类环境敏感区，但根据现场调查访问，回水影响的湿地公园河段不存在制约水电开发的生态因素，水库运行后不会影响湿地公园的结构完整性与功能稳定性，对该河段湿地生态系统而言具有一定的正效益；回水影响的永久基本农田已考虑全部原址垫高防护。虽然工程占地与水库淹没影响涉及部分重点保护植物及古树的少量个体植株、部分重点保护兽类和鸟类的少量栖息生境，但可以采取减缓影响。总体上，工程建设无环境制约性因素。

### 1.3.6 交通条件

霞曲水电站位于西藏自治区易贡藏布左岸一级支流，主要位于西藏昌都市边坝县境内，工程区距青藏铁路那曲站 376km，距嘉黎县县城 165km。目前外部交通有青藏铁路、国道 G109 线、G317 线经过那曲市，省道 S305 线经过嘉黎县至国道 G109 线，工程区有国道 G349 线（在建）及省道 305 线经过至嘉黎县，对外交通情况好。由于工程区位于高海拔高山峡谷地区，远离城镇，主要材料、物资及机电设备运输距离远。本工程主要外来物资及机电设备尺寸满足铁路运输限界的重大件运输方案为：由铁路运输至那曲火车站，转汽车经国道 G109 线 22km 转 S305 线 189km 至嘉黎县县城，转国道 G349 线 172km 至紫霞水电站工程区，路线全长 383km。

国道 G349 沿着霞曲河道布置，河道两岸地形陡峭。

## 1.4 工程规模

### 1.4.1 河流规划

霞曲为易贡藏布左岸一级支流，发源于西藏自治区昌都市边坝县金岭乡僧达隆以西的嘎卜拉山，河流总体向西南流，在那曲市嘉黎县忠玉乡江巴下游约 1.5km 处汇入易贡藏布。霞曲流域面积 2952km<sup>2</sup>，干流长 82km，落差 2238m，河道平均坡降 27.3‰，河口处多年平均流量为 113m<sup>3</sup>/s，水能资源理论蕴藏量约 78.8 亿 kWh。霞曲流域 95% 以上的区域为昌都市边坝县所辖，汇口以上约 8km 河段属那曲市嘉黎县境内。

《西藏自治区霞曲流域水电规划报告》推荐霞曲流域水电开发方案为 1 级混合式

开发，即紫霞水电站，在恩珠藏布汇口下游侧干流建坝壅水形成调节水库，初拟水库正常蓄水位为 3723m，水库具有季调节性能，左岸隧洞引水至霞曲河口上游约 5km 处建地下厂房发电。电站利用落差 463m，初拟装机容量 45 万 kW，年发电量 18.99 亿 kWh。霞曲水电规划提出流域开发任务为：在保护生态环境的前提下，适度开发水能资源，促进地方经济社会发展。紫霞水电站建成后在满足当地用电的基础上，主要供电西藏电网。

紫霞水电站的开发建设对于缓解西藏未来严峻的电力供需矛盾和电源结构性矛盾、促进西藏优势可再生能源发展、将当地资源优势转化为经济优势，促进地区经济社会发展具有重要的作用，同时对于改善当地供电水平、促进流域经济社会环境协调发展意义重大。结合紫霞水电站开发条件建设和西藏电力系统迫切需要调节性能好水库电站的需求，《西藏自治区霞曲流域水电规划报告》建议抓紧开展前期工作并争取在“十四五”初期开工建设，“十五五”期间建成投产。

#### 1.4.2 水利动能计算

根据调节计算成果分析，随着装机容量的增大，紫霞水电站各装机容量方案的年发电量有所增加，但增加的基本上均是汛期电量。按照西藏电网电源建设规划，2030 年电力系统丰水期电力电量整体富余较多，其中部分可通过联网通道送出，实现西藏清洁可再生能源送出。因而从满足区内电力需求和通过通道实现清洁替代的角度，装机容量适当增加是有利的，但考虑到通道的限制，装机容量不宜过大。

从电力电量平衡计算成果分析，按照先区内再区外的原则，由于枯水期西藏电网供需矛盾较为突出，枯水期各方案电力电量均能完全发挥作用。

从方案间经济指标分析，各方案差别不大。

从总费用现值计算成果分析，45 万 kW 方案总费用限制最低。

综上所述，从电站动能经济指标、各方案容量和电量作用的发挥、总费用现值等方面综合分析，选择紫霞水电站装机容量为 45 万 kW。

#### 1.4.3 水库特征水位

本阶段推荐紫霞电站正常蓄水位仍为 3723m，与规划阶段初拟正常蓄水位一致。从经济指标分析，紫霞水电站装机容量 45 万 kW，多年平均年发电量 18.83 亿 kWh。电站静态总投资 912804.6 万元，单位电能投资 4.85 元，单位 kW 投资 20285 元。不同死水位方案经济指标差别不大。本阶段推荐死水位为 3695m。



#### 1.4.4 装机容量初选

规划阶段初拟紫霞水电站正常蓄水位 3723m、死水位 3695m、装机容量 45 万 kW。本阶段经比较论证，电站正常蓄水位及死水位与规划阶段一致。本阶段根据西藏电网需求特性、紫霞水电站调节性能和出力特性、紫霞水电站在电力系统中的合理运行方式，并参考系统中已建同类型水电站设计情况和实际运行情况，按照装机年利用小时数 4000~4500h 左右，拟定 40 万 kW、45 万 kW、50 万 kW 三个装机容量方案进行比较。

#### 1.4.5 机组机型、机组台数及额定水头初选

考虑到紫霞电站装机容量和单机容量较大、枯水期流量和出力较小、汛期过机泥沙含量较多等特点，以及电站所处西藏高海拔高寒偏远地区，宜尽量采用操作控制相对简单、运维工作量相对较小的机型，因此本阶段暂推荐采用水斗式机型。

紫霞水电站本阶段初选装设 3 台机组，单机容量为 15 万 kW。因此本阶段选择额定水头为 405m，相应水头保证率为 99%。

#### 1.4.6 水库运行方式及能量指标

水库的运行方式为：丰水期 6 月~10 月为水库蓄水期，按等流量方式发电后多余水量存蓄在水库，库水位从死水位 3695m 蓄至正常蓄水位 3723m。枯水期 11 月~翌年 5 月为水库供水期，根据电力系统需求发电，逐步消落库水位，5 月底水位消落至死水位 3695m。

#### 1.4.7 水库泥沙冲淤及回水计算

水库泥沙冲淤计算成果表明，入库推移质和大部分悬移质在库内落淤，并以三角洲形式向坝前推进。水库蓄水期，流量和流速沿程减小，过水面积和水深沿程增大，入库泥沙大量淤积，淤积洲面逐渐抬高；水库供水期，随着库水位逐渐消落，侵蚀基准面下降，在淤积三角洲和前坡将发生冲刷，淤积洲头向坝前逐渐推进。

紫霞电站为高水头电站，为减缓电站的引水防沙问题，在取水口前设置了拦沙坎，泄洪排沙洞紧邻取水口下游布置。在电站实际运行中，可加强取水口前泥沙监测，必要时开启泄洪排沙洞泄洪冲沙，及时降低取水口前的泥沙淤积高程。

为预测紫霞水库运用后，对库区公路、人口及农田等的淹没范围，根据水库淹没影响对象的洪水标准，进行了库区淤积回水计算。在水库泥沙淤积 20 年床面上，分别计算了汛期水库遭遇 25 年、20 年及 5 年一遇洪水时的洪水水面线，其相应坝前水

位为正常蓄水位 3723m。

## 1.5 工程建设方案

### 1.5.1 工程布置及建筑物

通过地形地质条件、枢纽布置、施工、工程量及投资综合比较，本阶段枢纽布置推荐右岸溢洪道方案，即沥青混凝土心墙堆石坝+右岸开敞式溢洪道+左岸泄洪冲砂洞+左岸引水发电建筑物作为本阶段的代表性枢纽布置方案。

(1) 挡水建筑物为沥青心墙堆石坝。水库正常蓄水位 3723m，死水位 3695m，设计洪水位 3723.00m，校核洪水位 3724.59m。设计坝顶高程为 3728m，建基面高程为 3670.50m，最大坝高为 57.5m，坝顶宽度为 10m，坝顶长度 330m。上、下游坝坡均为 1:1.8，上游坝坡 3692m 高程以上采用 1m 厚干砌块石护坡，下游坝坡采用 1m 厚的大块石护坡。为增强坝体及坝基的整体抗滑稳定性，在上、下游坝脚处增设 40m 长石渣压重，压重顶部高程 3687m，压重体坡比为 1:2.5。

沥青混凝土心墙轴线位于坝轴线上游 2.50m 处，心墙顶高程 3727m，底高程 3680m，顶部厚 0.5m，至 3671m 高程处逐渐加厚至 1.1m，从 3682m 高程以下至高程 3680m 为心墙放大脚，心墙底部逐渐变厚至 2.3m；心墙底部置于左岸混凝土基座、右岸和河床坝基廊道顶部，心墙与混凝土接触面之间涂抹一层沥青玛蹄脂。左岸混凝土基座置于岸坡基岩上；右岸及河床部位基座内设置观测、检查、灌浆廊道，廊道为城门洞形，净尺寸为 3m×3.5m（宽×高）。

(2) 泄水、放空、冲沙及生态供水建筑物。泄洪放空冲砂洞布置在大坝左岸，主要承担泄洪、水库放空和水库冲砂的任务，设计洪水位和校核洪水位泄流能力分别为 1421.0m<sup>3</sup>/s、1447.6m<sup>3</sup>/s。泄洪放空冲砂洞采用有压接无压型式，由进口引渠、进水口、有压洞隧洞、地下闸室、无压洞隧洞、出口消力池及海漫组成，地下闸室布置交通洞由检修平台连接至坝顶。进口引渠段底板高程 3675.00m，长约 40m，宽 18.5m。进水口采用岸塔式，进水口设置一道平板检修闸门，孔口尺寸为 10.5m×10.5m（宽×高）。有压隧洞长 373.13m，底坡  $i=0.00402$ 。隧洞断面为圆形，洞径 10.0m，采用钢筋混凝土衬砌，衬厚 1.0m。无压隧洞长 156.87m，底坡  $i=0.019124$ 。隧洞断面为圆拱直墙型，断面尺寸 10m×13.2m（宽×高），采用钢筋混凝土衬砌，衬厚 1.2m。出口消力池段总长 110m，其中前段 40m 为渐变段，后段 70m 为消力池。

(3) 溢洪道。开敞式溢洪道紧临大坝右岸坝肩布置，总长度约 300m，由进口引渠段、闸室段、泄槽段、消力池及出水渠组成。岸边开敞式溢洪道控制闸为 1 孔 12m×13m（宽×高）的闸孔，正常蓄水位和校核洪水位下最大下泄流量分别达到 943.90 m<sup>3</sup>/s、1123.90 m<sup>3</sup>/s。

(3) 引水发电系统。综合对比两岸地质条件差异，并充分考虑水能资源利用，引水建筑物布置于左岸。为了避开岸坡堆积体的影响，初拟进水口布置于坝前山脊处。在满足埋深、施工方便、水头损失小等条件下，引水隧洞尽量靠河岸布置。为了减少对当地环境及生态系统的破坏，同时考虑到厂区山体雄厚，岩性为花岗岩，埋深大于 400m，基于经验初步判断围岩完整性好，地应力高，渗透性差，地质条件良好，初拟调压室型式为气垫式。为了改善钢岔管受力，压力主管与压力支管采用卜形岔顺接。引水隧洞全长 16432.4m，由进水塔体后进洞，沿霞曲干流河段左岸山体布置，末端接气垫式调压室。此外，在引水隧洞桩号（引）0+360.3m 引出生态发电引水系统。厂址区地形狭窄，临河地带岸坡陡峻，具备地下洞室成洞条件。初步拟定采用地下厂房为代表性厂房型式。地下发电建筑物布置在左岸，与枢纽总体布置相协调，主要由主副厂房、主变室、尾闸室三大洞室及进厂交通洞、进风洞、排风洞、出线洞、尾水洞、排水廊道等附属洞室组成。主厂房、主变室、尾闸室三大洞室平行布置，主变室位于主厂房下游侧，尾闸室位于主变室下游侧。

### 1.5.2 机电及金属结构

考虑到紫霞电站装机容量和单机容量较大、枯水期流量和出力较小、汛期过机泥沙含量较多等特点，以及电站所处西藏高海拔高寒偏远地区，宜尽量采用操作控制相对简单、运维工作量及费用相对较少的机型，因此本阶段初选水斗式水轮机机型。紫霞水电站本阶段初选装设 3 台水斗式机组，单机容量为 150MW。综合考虑额定转速、单喷嘴比转速选择的合理性、转轮制造的可行性、发电机槽电流选择的合理性、主轴最大径向力、泥沙磨损及机电设备和土建投资等因素，本设计阶段暂推荐水斗式水轮机的额定转速为 250r/min、喷嘴数为 6 只，转轮节圆直径为 3.25m、单喷嘴比转速为 21.98m·kW。

根据本电站的厂区枢纽布置和地形条件，为缩短发电机电压母线（采用离相封闭母线）长度、减少电能损耗及优化厂区枢纽布置等，220kV 配电装置采用户内 GIS 设备，故在以下的电气主接线论证中均以 GIS 为基础。

本电站装机 3 台，220kV 出线 2 回，厂区枢纽布置地形狭窄，220kV 配电装置布置场地困难，220kV 配电装置推荐采用 GIS 设备。根据《水力发电厂机电设计规范》的要求，GIS 配电装置不设置旁路母线，因此 220kV 侧接线不考虑带旁路母线的方案。紫霞水电站在西藏电网中装机容量较大，在系统中占有相对重要的地位。本电站电气主接线的设计应以充分保证本电站和电力系统的安全可靠运行为主要目标，满足运行灵活、维护方便的要求，并综合考虑经济性。

本阶段暂推荐的电气主接线方案为：发电机变压器组采用单元接线，220kV 侧采用双母线接线。

### 1.5.3 施工组织设计

#### 1.5.3.1 施工导流

##### (1) 导流标准及导流方式

根据《水利水电工程施工组织设计规范》( DL/T5397-2007 ) 规定，经综合分析，本工程主要导流建筑物等级定为 4 级。

根据枢纽区地形地质条件及枢纽布置特点，本阶段拟采用围堰一次拦断河床，基坑全年施工的隧洞导流方式。

从工程规模、施工度汛安全保证性等方面综合分析，本阶段初期导流标准选用 20 年洪水重现期，相应设计流量为  $Q=961\text{m}^3/\text{s}$ 。根据《水电工程施工组织设计规范》( DL/T 5397-2007 ) 规定，参照国内已建和在建的同类工程经验，第五年 6 月~9 月大坝临时挡水度汛标准选用 100 年一遇洪水，相应设计流量  $1100\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据导流建筑物布置及施工进度，施工导流程序如下：

工程开工后的第二年 11 月初河道截流，截流后由泄洪冲沙洞过流。

第二年 11 月~第三年 5 月，进行围堰防渗墙及填筑施工。

第三年 6 月 ~ 第五年 5 月 , 利用围堰挡水 , 围堰挡水标准为全年 20 年一遇洪水重现期 , 相应流量  $Q = 961\text{m}^3/\text{s}$  , 由泄洪冲沙洞( 导流洞 ) 泄流 , 相应上游水位 3700.29m , 上游围堰顶高程 3702.00m。大坝于第五年 2 月底超过上游围堰。

第五年 6 月 ~ 9 月 , 坝体临时挡水度汛标准采用 100 年一遇洪水 , 流量  $Q=1100\text{m}^3/\text{s}$  , 由泄洪冲沙洞( 导流洞 ) 泄流 , 坝前水位 3706.12m。第五年 5 月底大坝填筑至大坝临时度汛高程 3718.40m , 此时具备蓄水至死水位 3695.00m 发电的条件。

第五年 6 月初泄洪冲沙洞( 导流洞 ) 下闸 , 水库开始蓄水至死水位 3695.00m。

第五年 7 月底初首台机组具备发电条件。

第五年 9 月底大坝填筑至坝顶高程 3728.00m , 第五年 11 月底 , 大坝施工完成。

施工导流程序见下表。

施工导流程序表

表 0-1

导 流 时 段		导流标准		导流建筑物		上游水位 (m)	堰(坝)体填筑高程 (m)	备 注
		频 率 (%)	流 量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	挡 水 建筑物	泄 水 建筑物			
截 流	第二年 11 月初	10% (月平均)	43.1		泄洪冲沙洞(导流洞)			截流最大落差约 5.28m
初期导流	第二年 11 月 ~ 第五年 5 月	5%	961	围堰	泄洪冲沙洞(导流洞)	3700.39	3703	
中后期导流	第五年 6 月 ~ 第五年 9 月	1%	1100	大坝	泄洪冲沙洞(导流洞)	3706.12	3718.40	
放空洞下闸	第五年 6 月初	1%	1100	大坝	泄洪冲沙洞(导流洞)	3706.12	3720	

## (2) 导流建筑物

导流建筑物包括上、下游围堰及导流洞。

### ① 上游围堰

采用全年 20 年一遇洪水设计标准，围堰挡水水位为 3700.29m，考虑波浪高度及安全超高后，堰顶高程取为 3702.00m，顶宽 10m，最大堰高约 29m，围堰轴线长约 240m。围堰背水侧堰脚为截流戗堤，戗堤顶高程 3679.50m，顶宽 10m，上下游边坡坡比均为 1:1.5；围堰填筑材料主要为石渣料，迎水及背水侧均在 3679.50m 高程设 5.0m 宽马道，马道以上边坡均为 1:1.75，以下边坡均为 1:1.5，并在迎水侧铺设 0.5m 厚块石护坡。

围堰防渗采用悬挂式混凝土防渗墙上接复合土工膜心墙，防渗墙施工平台高程 3679.50m，混凝土防渗墙厚 0.8m，最大深度约 40m。围堰堰肩部位采用帷幕灌浆防渗。防渗土工膜两侧设置过渡料，顶宽 4m，边坡 1:0.2。

### ② 下游围堰

下游围堰挡水水位为 3676.00m，考虑波浪高度及安全超高后，堰顶高程取为 3677.00m，顶宽 10m，最大堰高约 7m，围堰轴线长约 170m。围堰迎水侧堰脚为截流戗堤，戗堤顶高程 3673.00m，顶宽 6m，上下游边坡坡比均为 1:1.5；围堰填筑材料主要为石渣料，迎水及背水侧边坡均为 1:1.5，并在迎水侧铺设 0.5m 厚块石护坡。

围堰防渗采用悬挂式混凝土防渗墙上接复合土工膜心墙，防渗墙施工平台高程 3673.00m，混凝土防渗墙厚 0.8m，最大深度约 25m。围堰堰肩透水层采用帷幕灌浆防渗。

### ③ 导流洞

本工程施工导流泄水建筑物直接利用泄洪冲沙洞，初期导流标准为全年 20 年洪水重现期，相应流量  $Q = 961\text{m}^3/\text{s}$ ，泄洪冲沙洞泄流。

泄洪冲沙洞布置于河床左岸，总长 560m，进口采用短有压岸塔式结构，进水塔底板高程 3675.00m，塔顶高程 3728.00m，塔体内设平板检修闸门一道。洞身由有压

段和无压段组成，中间设有弧形工作闸门一道，进口高程 3675.00m，工作闸室底板高程 3673.50m，出口底板高程 3670.50m；有压段长 383.13m，隧洞底坡  $i=0.39\%$ ，无压段长 147.87m，隧洞底坡  $i=2.0\%$ ；有压段过水断面为圆形，直径为 10m；无压段过水断面为城门洞型，断面尺寸为  $10\text{m}\times 10.32\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。泄洪冲沙洞出口设置明渠渐变段及消力池段，出口消能方式为底流消能，消力池底板高程为 3665.5m。

### 1.5.3.2 料源规划

#### （1）填筑料

紫霞石料场的初查储量 800 万  $\text{m}^3$ ，储量及质量满足工程堆石料设计要求，该石料场位于坝址下游 2km，运输条件较便利，本阶段暂选择紫霞石料场作为本工程堆石料的开采料场。围堰填筑料及大坝压重料利用开挖的石渣料。

##### ① 围堰填筑料

本工程围堰填筑料约 44.0 万  $\text{m}^3$ 。围堰填筑料利用泄洪冲沙洞（兼导流洞）、引水隧洞进水口、溢洪道、施工支洞开挖的石料，可利用量约 137.3 万  $\text{m}^3$ 。

##### ② 大坝堆石料、块石护坡料及过渡料

本工程大坝堆石料、护坡块石料及过渡料共约 121.6 万  $\text{m}^3$ ；压重料 24.5 万  $\text{m}^3$ 。

大坝堆石料、护坡块石料及过渡料采用洞渣料与人工石料结合上坝，设计需要量约 98.9 万  $\text{m}^3$ 。洞挖料考虑利用 1#~5#施工支洞控制段引水隧洞开挖的可用料，共利用洞挖料 22.2 万  $\text{m}^3$ ，不足部分约 76.7 万  $\text{m}^3$  由紫霞石料场补充，紫霞石料场地质储量约 800 万  $\text{m}^3$ ，储量满足规范要求。用于大坝次堆石、细堆石料及过渡料的洞挖料先运至 4#渣场堆放，再回采用于坝体填筑。

压重料 24.5 万  $\text{m}^3$  采用引水隧洞进水口、泄洪冲沙洞、溢洪道、施工支洞开挖石渣料以及引水隧洞和厂房开挖料用于坝体填筑和混凝土骨料后剩余的石料。压重料和

围堰填筑料共计 68.5 万  $\text{m}^3$  ,料源可利用量约 222.9 万  $\text{m}^3$  ,满足设计规范 2.5 倍要求。

用于围堰填筑及大坝压重料的开挖石料先运至 1#、2#渣场堆放 ,再回采用于围堰填筑及坝体压重。

## (2) 混凝土骨料

本工程初选的天然砂砾石料以及引水隧洞和地下厂房开挖产生的大量洞碴 ,质量均基本满足混凝土骨料技术质量指标 ,混凝土骨料采用天然砂砾石骨料与洞渣料相结合的方式。边村天然砂砾石料场距离坝址最近约 2km ,质量满足要求 ,本阶段初拟采用边村砂砾石料场作为本工程天然砂砾石料源。

### ① 导流等前期工程、首部枢纽、引水隧洞前半段混凝土骨料及大坝反滤料

导流工程 ( 包括全结合的泄洪冲沙洞 )、引水进水口、施工支洞、首部枢纽及引水隧洞前半段混凝土总量 48.76 万  $\text{m}^3$  ( 含喷混凝土及防渗墙、不含沥青混凝土 ) ,需要成品骨料约 112.64 万 t ,大坝反滤料 4.05 万  $\text{m}^3$  ,需成品骨料约 8.08 万 t ,共需毛料约 156.93 万 t。

导流等前期工程、首部枢纽、引水隧洞前半段混凝土骨料以及大坝反滤料骨料料源采用边村料场 I 区、边村 II 区天然砂砾石料 ,共利用 I 区天然砂砾石料约 100 万  $\text{m}^3$  , II 区天然砂砾石料约 150 万  $\text{m}^3$  ,可提供约 475 万 t 毛料 ,满足设计规范 2.5 倍要求。

天然砂砾石料位于大坝施工时段汛期导流设计水位以下 ,首部枢纽及引水隧洞前半段混凝土骨料主要利用边村料场 II 区天然砂砾石料 ,需要在截流前或枯水期把天然砂砾石料挖出暂时堆存在 1#砂石加工系统附近。

### ② 引水隧洞后半段及厂区混凝土骨料

引水隧洞后半段及厂区混凝土总量约 17.52 万  $\text{m}^3$  ,需成品骨料约 40.47 万 t ,毛料约 52.61 万 t ( 约 20.24 万  $\text{m}^3$  ,自然方 )。



本工程引水隧洞后半段及厂区混凝土骨料初拟由厂区洞挖料及引水隧洞 6#、7# 施工支洞控制段洞渣料提供，共需要约 20.24 万  $\text{m}^3$ ，可利用洞挖料约 67 万  $\text{m}^3$ ，骨料满足设计规范 2.5 倍要求。洞挖料先运至回采料场堆放，再回采至 2#砂石骨料加工系统。

### (3) 沥青混凝土骨料

本阶段初选的玉坝料场的灰岩和大理岩质量满足碱性骨料要求，沥青混凝土骨料初拟采用玉坝料场开采的石料。

大坝心墙沥青混凝土总量约 0.89 万  $\text{m}^3$  (含坝顶沥青混凝土路面)，需成品骨料约 2.06 万 t，共需毛料约 2.68 万 t，约 1.03 万  $\text{m}^3$  (自然方)。玉坝料场合计地质储量约 18 万  $\text{m}^3$ ，满足设计规范 2.5 倍要求。

## 1.5.3.3 主体工程施工

### (1) 沥青心墙坝施工

#### ①坝肩及基础开挖

坝肩开挖采用“自上而下、梯段爆破”施工，梯段高度 9.0~12.0m。覆盖层采用 1.6 $\text{m}^3$  液压挖掘机装 20t 自卸汽车运至渣场。石方开挖采用预裂爆破，潜孔钻机钻孔，手风钻辅助，1.6 $\text{m}^3$  挖掘机装 20t 自卸汽车运至渣场。边坡喷锚支护随开挖进展及时进行。

基坑开挖自上而下分层进行，底部岩石预留 2m 厚保护层开挖。覆盖层采用 1.6 $\text{m}^3$  挖掘机开挖，大孤石先用 01-30 型手风钻钻孔，爆破解小，装 20t 自卸汽车运至渣场。

#### ②基础处理工程施工

基础处理工程包括：灌浆平洞开挖、混凝土基座及灌浆廊道浇筑、固结灌浆、帷幕灌浆、碎石桩。

坝肩灌浆平洞施工随坝肩开挖适时进行。灌浆平洞开挖采用气腿风钻钻孔,  $0.2\text{m}^3$  装岩机装渣, 人工推斗车出渣至洞口,  $2.0\text{m}^3$  装载机装 20t 自卸汽车运输出渣。

灌浆平洞混凝土采用  $6\text{m}^3$  混凝土搅拌车运混凝土至洞口转人工推斗车至工作面, HB-30 型混凝土泵泵送入仓。

河床廊道及基座混凝土采用  $6\text{m}^3$  混凝土搅拌车运输混凝土, 转溜槽入仓浇筑。

混凝土防渗墙施工分段进行, 具体分段长度依据地层特性、地下水位等因素确定。采用“三主两副”方式造孔, 造孔设备选用 CZ-30 型冲击钻, 先钻主孔后劈打副孔, 墙段连接采用接头管法, 平均日进尺约  $2.5\text{m} \sim 3.0\text{m}/\text{台}\cdot\text{日}$ 。防渗墙混凝土采用水下直升导管法, 混凝土采用混凝土罐车由首部拌和站运到作业面, 经导管直接浇筑混凝土。

固结灌浆施工分三序孔, 逐序加密灌浆, 采用 SGZ-I 型地质钻机钻孔, 孔口封闭, 孔内循环自上而下灌浆, BW-250/50 灌浆泵灌浆。固结灌浆为无盖重灌浆, 在坝肩开挖完成后即可择机进行。

防渗帷幕灌浆采用 SGZ-1 型地质钻机钻孔, BW250/50 型灌浆泵灌浆。灌浆孔按序逐渐加密的原则进行施工。帷幕灌浆施工要求在水库蓄水发电前全部完成, 帷幕灌浆于第四年 6 月 ~ 第五年 5 月进行。

坝基砂质粉土层采用碎石振冲桩处理, 先采用 CZ-22 冲击钻造孔引孔穿过含漂砂卵石层, 再采用 ZCQ-125 型振冲器施工砂质粉土层, ZCQ-125 型振冲器采用 QUY50 型履带吊起吊,  $1.0\text{m}^3$  装载机填料。孔下振冲完成后, 再在孔内回填碎石, ZCQ-125 型振冲器振冲密实。振冲碎石桩河床截流后与防渗墙施工同时进行。

### ③坝体填筑

坝料运输采用汽车运输方式, 上坝道路采用岸坡布置主干线并结合坝坡“之”字型道路。大坝所选堆石料料源为坝址区下游左岸紫霞料场及洞渣料。根据料源分布、地

形及枢纽布置特点，根据大坝填筑高程，采用下游坡面的“之”型道路运输各种填筑料。

沥青混凝土采用沥青混凝土拌和站制备，改装的 Q140 保温车水平运输，沥青混凝土摊铺机进行心墙、过渡料摊铺、初碾，心墙采用 0.5t 振动碾、过渡料采用 2.5t 振动碾终碾。沥青混凝土心墙和过渡料摊铺厚度 28cm，初碾采用摊铺机静碾 1 遍，终碾采用振动碾 10~13 遍、静碾 2 遍，碾压后厚度 25cm。每天控制碾压层数最多 2 层，日最大上升速度 50cm。

过渡料由石料场开采，10t 自卸汽车运输，与沥青混凝土心墙同步上升。过渡料与心墙同时采用沥青混凝土摊铺机进行摊铺、初碾，2.5t 振动碾终碾。

堆石料填筑：堆石料采用 3m<sup>3</sup> 液压正铲挖掘机挖装，20t 自卸汽车运输上坝，坝面采用 180kw 推土机铺料，铺料厚度 100cm~120cm，25t 自行式振动碾碾压 4~6 遍，靠近过渡料 4m 范围内堆石料采用 13.5t 振动碾碾压 2.5t 小型振动碾辅助。

## （2）开敞式溢洪道

溢洪道边坡开挖工程施工程序及方法与大坝右岸边坡相同。

溢洪道引渠段、闸室段、陡槽段混凝土浇筑采用 6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运输混凝土，SCM H3/36B 型塔式起重机吊 1~3m<sup>3</sup> 混凝土罐入仓。消力池混凝土采用 MQ600/30 型门机吊 3 m<sup>3</sup> 卧罐入仓。

## （3）环保小电站厂房施工

由于环保小电站布置在土石坝压重下游，在下游围堰保护下施工。

厂房明挖与泄洪放空洞出口施工方法相同。引水支洞石方洞挖采用手风钻钻孔、爆破，全断面开挖，洞外用 3m<sup>3</sup> 液压挖掘机装车，20t 自卸汽车运输。

利用下游围堰布置施工道路至工作面进行施工。基础部位混凝土采用汽车运输至工作面，高部位在水垫塘基坑内布置 MQ600/30 型门机吊 3 m<sup>3</sup> 卧罐入仓

进、出口土石明挖自上而下分层开挖，采用潜孔钻机钻孔，气腿风钻辅助，梯段爆破，随开挖进展及时进行边坡的喷锚支护。采用  $3\text{m}^3$  液压挖掘机装渣，20t 自卸汽车运输出渣。

泄洪放空洞进口塔体混凝土高 57m，混凝土浇筑采用  $6\text{m}^3$  搅拌车运输，C7050 塔机吊  $3\text{m}^3$  罐入仓，人工振捣浇筑。

出口混凝土采用  $6\text{m}^3$  搅拌车运输，20t 汽车履带吊吊混凝土罐入仓，人工振捣浇筑。

#### （4）泄洪冲沙洞施工

泄洪冲沙洞有压段单层开挖、闸室下游段分两层开挖，在进口设一条施工支洞、无压段从出口进入施工，工作闸室施工利用闸室交通洞。

无压洞段上层开挖采用液压凿岩台车钻孔，中导坑领进，两侧扩大跟进，周边光面爆破；下层采用潜孔钻钻垂直孔，侧墙预裂爆破。闸室第一层开挖液压凿岩台车钻孔，中导坑领进，两侧扩大跟进，周边光面爆破；第二、三层开挖采用潜孔钻钻垂直孔，侧墙预裂爆破。出渣采用  $3\text{m}^3$  装载机装渣，20t 自卸汽车运输出渣。

有压洞段混凝土衬砌采用圆形针梁台车，无压洞段顶拱、边墙混凝土衬砌均采用钢模台车，底（拱）板浇筑采用钢模。混凝土采用  $6\text{m}^3$  混凝土搅拌运输，HB-60 型混凝土泵送入仓，2.2kW 插入式振捣器振捣。洞身衬砌综合月进尺 67m/月。

进、出口土石明挖自上而下分层开挖，采用潜孔钻机钻孔，气腿风钻辅助，梯段爆破，随开挖进展及时进行边坡的喷锚支护。采用  $3\text{m}^3$  液压挖掘机装渣，20t 自卸汽车运输出渣。

泄洪冲沙洞进口塔体混凝土高 57m，混凝土浇筑采用  $6\text{ m}^3$  搅拌车运输，C7050 塔机吊  $3\text{ m}^3$  罐入仓，人工振捣浇筑。出口混凝土采用  $6\text{ m}^3$  搅拌车运输，20t 汽车履带吊吊混凝土罐入仓，人工振捣浇筑。

#### （5）引水隧洞施工

##### ①进水口

进水口开挖最大高差约 60m 左右，土石方开挖量共 26.9 万  $\text{m}^3$ 。进水口开挖采用深孔台阶爆破法，边坡预裂，台阶高 8~10m，ROC D7 型履带液压钻机钻孔，覆盖层和石渣通过  $3.0\text{ m}^3$  液压挖掘机装 20t 自卸汽车运输至渣场。为确保开挖边坡稳定，施工中应逐层开挖，并施以锚杆、喷混凝土进行边坡保护。

进水口闸室长 30.0m，高 50.5m，混凝土工程量为 3.87 万  $\text{m}^3$ 。进水口采用塔机浇筑方案。在进水口布置一台 SCM-H3/36B 型塔式起重机，由混凝土搅拌车卸入  $3\text{ m}^3$  混凝土罐，塔机吊运入仓。进水口最大浇筑强度约 0.8 万  $\text{m}^3/\text{月}$ 。

进水口闸门包括拦污栅、检修闸门和事故闸门。在进口前缘设置拦污栅，拦污栅槽所有部件均利用进水塔前的塔机安装。拦污栅采用 5t 平板拖车运输，利用塔机逐段下放至孔口。检修闸采用 60t 平板拖车运输，门槽构件利用进水塔前的塔机安装。检修闸门构件送至靠山侧塔端平台，在平台上进行拼装焊接，装配其他部件，然后利用启闭机将闸门吊入门槽安装。事故闸门安装方法同检修闸门。

##### ②引水隧洞

引水隧洞开挖直径 7.66~9.40m，衬砌厚 0~0.8m，是控制整个工程发电工期的次关键项目。

施工支洞洞挖采用液压凿岩台车全断面开挖，开挖渣料采用  $3\text{ m}^3$  侧卸式装载机装碴，20t 自卸汽车运输至碴场。月平均进尺 80m/月。

主洞石方洞挖采用液压凿岩台车全断面开挖，开挖渣料采用 3m<sup>3</sup>侧卸式装载机装碴，20t 自卸汽车运输至碴场。隧洞设计断面为圆形。

主洞Ⅱ、Ⅲ类围岩月平均进尺 90m，Ⅳ类围岩月平均进尺 45m，Ⅴ类围岩月平均进尺 25m。

洞身Ⅲ类围岩类采用随机锚杆、网喷结合永久喷锚支护作为临时支护，喷 12cm 厚混凝土，设  $\Phi 22$ ， $L=3.0m$ ，间、排距  $1.5\times 1.5m$ 。Ⅳ类围岩采用随机锚杆、网喷结合永久喷锚支护作为临时支护，喷 15cm 厚混凝土，设  $\Phi 25$ ， $L=4.5m$ ，间、排距  $1.5\times 1.5m$ ，局部较差洞段采用 I20 型钢支撑加强支护，间距 1m。Ⅴ类围岩洞段，采用喷、锚、网联合支护，采用喷 15~20cm 厚混凝土，挂  $\phi 6.5@15\times 15cm$  钢筋网，锚杆  $\Phi 25$ ， $L=4.5m$ ，间、排距  $1.0\times 1.0m$ ，钢支撑采用 I20 型钢，间距 0.8m。过沟段Ⅴ类围岩洞段增设管棚确保开挖安全顺利，管径 89mm，长 5m，间距 0.5m；每排管棚搭接长度 1.5m。

隧洞混凝土衬砌采用先边顶拱后底板的施工程序，先边顶拱（ $3/4$  断面），再底板（ $1/4$  断面）。边顶拱混凝土衬砌采用钢模台车，底板采用拉模。混凝土由 6m<sup>3</sup>搅拌运输车运输，通过 HB-60 型混凝土泵送入仓，附着式配合插入式振捣器振捣，底板采用平板振捣器和插入式振捣器振捣。底拱衬砌月进尺约 150m/月，边顶拱衬砌月进尺 70m/月。

隧洞回填灌浆分两序进行，采用预埋灌浆管及手风钻钻孔，200/15 型砂浆泵灌浆。隧洞固结灌浆在该段回填灌浆完成 7d 后进行，分两序孔施工，每排孔灌浆时，由底板开始，左右两侧对称进行，直至顶拱中部。岩层较完整的分 2 段灌浆，岩层破碎的分 3 段孔内循环灌浆。SGZ-I 型地质钻机钻孔，TBW-200/40 型灌浆机灌浆。

### ③调压室施工

气垫式调压室自上而下分为 2 层开挖，上层施工通道利用排风洞布置一条支洞至调压室上部，下层开挖从上层下卧及利用联系洞作为施工通道。调压室上层开挖采用三臂凿岩台车钻孔，中导坑领进，两侧扩大跟进，周边光面爆破；下层采用潜孔钻钻垂直孔，侧墙预裂爆破，采用 3m<sup>3</sup>装载机配 20t 自卸汽车出渣，从调压室下部经引水隧洞 7#施工支洞运输至渣场。

排风洞、调压室施工支洞石方洞挖采用气腿风钻钻孔，全断面开挖，3m<sup>3</sup>侧卸式装载机装 15t 自卸汽车运输至渣场。月平均进尺 75m/月。调压室拟将部分永久锚杆、喷混凝土等与临时支护相结合，先期使用。

混凝土衬砌在开挖完成后进行，由 6m<sup>3</sup>搅拌运输车从 7#施工支洞经引水隧洞运入，自下而上浇筑。混凝土由 HB-60 型混凝土泵送入仓，混凝土浇筑采用组合钢模板施工，钢板人工安装，人工焊接，附着式配合插入式振捣器振捣。混凝土衬砌上升速度 30m/月。

#### ④压力管道施工

压力管道施工采用顺序施工，施工顺序为：施工支洞开挖→压力管道开挖→压力管道钢管安装及回填混凝土→灌浆→支洞封堵。压力管道由进厂交通洞分岔为压力管道施工支洞进入，全断面开挖，底部垫渣（宽 5.0m）以便出渣运输。石方洞挖采用 353 型三臂凿岩台车钻孔，平行直眼掏槽，周边光面爆破。石渣由 3m<sup>3</sup>侧卸式装载机装 15t 自卸汽车运至渣场。月平均进尺 60m/月。压力管道的围岩以Ⅲ类为主，拟将部分永久锚杆、喷混凝土等与临时支护相结合，先期使用。压力管道开挖、支护完成后，压力钢管在加工厂内拼装成管节（3.0m），由拖车运输至洞口后转 10t 钢管平台车运入，由卷扬机牵引至各工作面，手动葫芦吊运就位安装。单工作面的钢管安装进尺 40m/月。

压力钢管段混凝土回填在该部位钢管安装 15~20m 后开始。混凝土回填施工滞后钢管安装 15~20m 后进行，混凝土由 6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运输，HB-60 型混凝土泵送入仓，组合钢模板施工。平段月浇筑进尺 60m/月。

压力管道灌浆次序为：先回填灌浆、后固结灌浆。接触灌浆应在衬砌混凝土浇筑结束 60 天后进行。回填、固结灌浆遵守逐渐加密的原则，均分两序进行。采用手风钻钻孔，TBW-200/40 灌浆泵灌浆。接触灌浆为采用电钻钻孔，砂浆泵灌浆。

## (6) 地下厂房系统施工

### ①主、副厂房

主厂房分为上、中、下层施工，采用先挖顶拱并完成顶拱喷锚及吊车梁混凝土浇筑，然后逐层下挖、逐层喷锚的施工方法。

上部(上1、上2层):先开挖上1层，后下卧至上2层。上1层开挖采用液压凿岩台车钻孔，顶拱光面爆破，边墙预裂，上2层采用 ROC D7 型型液压钻机钻垂直孔，边墙预裂，3m<sup>3</sup>装载机配 15t 自卸汽车经厂顶支洞运至渣场。锚杆施工采用液压凿岩台车钻孔，锚杆注浆机注浆，锚杆机安装锚杆；锚索采用 KB8070 型全液压冲击钻钻孔；喷混凝土采用混凝土喷射三联机和机械手联合施工。

中部(中层):中层直接从进厂交通洞进入施工。开挖采用 ROC D7 型液压履带钻钻垂直孔，边墙预裂，由 3m<sup>3</sup>装载机配 15t 自卸汽车经进厂交通洞运至渣场。喷锚施工方法与上部相同。

下部(下1、下2层):下部分2层施工，在2#机组位置开挖一个  $\Phi=2\text{m}$  的溜井，爆破石渣通过溜井溜至下2层，经尾水连接管，从尾水洞出渣。下1层开挖由压力管道进入，采用 ROC D7 液压钻机钻垂直孔爆破，下2层开挖由尾水连接管进入，



采用液压凿岩台车钻水平孔，石渣由 3m<sup>3</sup>装载机配 15t 自卸汽车经尾水连接管、尾水洞运至渣场。

厂房混凝土由 6m<sup>3</sup>搅拌车经进厂交通洞运至安装间，HB-60 型混凝土泵泵送入仓，组合钢模或钢模台车施工，附着式配合插入式振捣器振捣。

## ②主变室

主变室分三层（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ层）开挖。Ⅰ层从主变上层支洞（排风洞）进入施工，Ⅱ层从Ⅰ层下卧施工，Ⅲ层从进厂交通洞分岔进入施工。Ⅰ层开挖采用液压凿岩台车钻孔，光面爆破；Ⅱ、Ⅲ层开挖均采用 ROC D7 液压钻机钻垂直孔爆破，石渣由 3m<sup>3</sup>装载机配 15t 自卸汽车运至渣场。

主变室混凝土由搅拌车经交通洞运入，混凝土泵入仓。

## ③尾调室

尾调室分 3 层开挖，顶拱光面爆破，边墙预裂，逐层下挖，逐层喷锚。A 层由进厂交通洞进入，B 层由 A 层下卧施工，C 层由尾水洞进入施工。A 层开挖采用液压凿岩台车钻孔，光面爆破；B 层、C 层开挖采用 ROC D7 液压钻机钻垂直孔爆破，石渣由 3m<sup>3</sup>装载机配 15t 自卸汽车经尾水洞运至渣场。

尾调室混凝土由搅拌车运输，由进厂交通洞或尾水洞运入，混凝土泵入仓。

## ④尾水洞及尾水出口

尾水洞采用液压凿岩台车全断面开挖，开挖渣料采用 3m<sup>3</sup>侧卸式装载机装碴，20t 自卸汽车运输至碴场。混凝土由搅拌车运输，顶拱衬砌采用钢模台车，边墙采用钢模，混凝土泵入仓；底板采用拖模，搅拌车直接入仓。

尾水出口十年一遇洪水位为 3252.16m，在尾水出口修建浆砌石围堰挡水，围堰顶部高程 3253.50m，顶宽 8.00m。尾水出口明挖由 3m<sup>3</sup>装载机配 20t 自卸汽车经新修建的厂区交通桥运往上游渣场。

出口混凝土采用钢模，6m<sup>3</sup>混凝土搅拌车运输，混凝土泵入仓。

#### ⑤其他洞室

进风洞、排风洞、进厂交通洞采用液压凿岩台车钻孔，周边光面爆破，3m<sup>3</sup>装载机配 15t 自卸汽车运至渣场。出线洞、排水廊道采取气腿风钻钻孔，人工装药爆破，人工推 0.6m<sup>3</sup>斗车运渣至洞口装 20t 自卸汽车出渣。

### 1.5.3.4 施工交通运输及施工总布置规划

#### (1) 施工交通运输

##### ① 对外交通运输

霞曲水电站位于西藏自治区易贡藏布左岸一级支流，主要位于西藏昌都市边坝县境内，工程区距青藏铁路那曲站 376km，距嘉黎县县城 165km。目前外部交通有青藏铁路、国道 G109 线、G317 线经过那曲市，省道 S305 线经过嘉黎县至国道 G109 线，工程区有国道 G349 线（在建）及省道 305 线经过至嘉黎县，对外交通情况好。

外来物资运输主要采用铁路与公路联合运本工程主要外来物资及机电设备尺寸满足铁路运输限界的重大件运输方案为：由铁路运输至那曲火车站，转汽车经国道 G109 线 22km 转 S305 线 189km 至嘉黎县县城，转国道 G349 线 172km 至紫霞水电站工程区，路线全长 383km。

本工程机电设备尺寸超过铁路运输限界，不能通过铁路运输的重大件运输方案为：成都（或乐山）出发经国道 G318 线 1193km(1174km)至八宿县邦达镇邦达广场，转

G214 线 60km 至八宿县益庆乡索那村，转省道 S303 线经洛隆县 349km 至边坝线草卡镇，转国道 G349 线 49km 抵达紫霞水电站工程区，路线全长 1651km ( 1632km )。

## ② 场内交通

本工程施工期场内运输采用公路运输方式，场内公路规划依据枢纽布置、施工方法及施工布置等综合考虑。本工程的场内交通将以现有国道 G349 线为主干线，以此线为依托在合适的位置新建场内公路、桥梁接至各个施工工作面、施工企业和生产生活区。

经初步规划，本工程需新建场内公路总长 15.8km，其中永久公路 1.7km，临时公路 12.1km，永久公路中 0.6km 为隧洞道路。新建桥梁 10 座，其中 2 座为永久交通桥，8 座为临时桥。

## (2) 施工总布置规划

根据本工程枢纽布置特点、施工场地条件、料场位置、施工总布置及场地规划原则，并结合场内交通布置，拟将施工场地布置划分为首部工区、隧洞工区和厂区工区等 3 个区。

首部工区主要工作面有沥青心墙坝、泄水建筑物兼导流工程、1#及 2#施工支洞及其控制段等。主要布置有 1#砂石加工系统、1#~2#混凝土拌和站、沥青混凝土骨料加工系统及沥青混凝土拌和系统、首部金属结构加工场、1#综合修配系统及 1#施工机械停放场、1#综合加工系统、3#变电站、1#~6#供风站、1#~7#供水站、1#施工生活营地等设施。

隧洞工区分布于 3#~6#施工支洞之间河道两岸及玉坝村附近，主要布置有 3#~6#混凝土系统、7#~10#供风站、8#~12#供水站、2#砂石加工系统、回采料场，2#综合修配系统及 2#施工机械停放场、2#综合加工系统、2#变电站、2#施工生活营地及业主营地等设施。

厂区工区主要包括 7#施工支洞及其控制段、气垫室调压室、压力管道段、地下厂房洞室群，在支洞口主要布置有 7#~8#混凝土拌和站、11#~13#供风站、13#~15#供水站、3#施工生活营地、3#综合汽修系统及 3#施工机械停放场、厂区综合仓库、金属结构和机电设备安装场、3#综合加工系统、1#变电站、机电物资仓库等设施。

本工程施工临时设施总占地面积为 47.03 万  $\text{m}^2$ 。

### (3) 施工工厂布置

#### ① 砂石加工系统

根据本工程料场及水工建筑物布置特点，设置天然砂砾石料加工系统一座，人工骨料加工系统一座，沥青混凝土骨料加工系统一座。

1#砂石加工厂为天然砂砾石骨料加工系统，位于边村天然砂砾石料场 II 区，承担首部导流工程、前期施工支洞、以及首部大坝及溢洪道工程等混凝土骨料和大坝反滤料及过渡料加工，混凝土总量约 50.7 万  $\text{m}^3$ ，大坝垫层、反滤及过渡料约 14.1 万  $\text{m}^3$ ，砂石加工系统按满足混凝土高峰月浇筑强度  $3.50 \times 10^4 \text{m}^3$  设计。系统设计处理能力 350t/h，成品生产能力 280t/h。

2#砂石加工厂为人工骨料加工系统，位于引水隧洞中段墨汝弄巴沟沟口玉坝村附近，承担引水隧洞及厂区枢纽等工程的混凝土砂石骨料加工，混凝土总量约 22.4 万  $\text{m}^3$ ，根据施工总进度安排，需满足混凝土月高峰浇筑强度约 2.5 万  $\text{m}^3$  的成品骨料生产。加工厂设计处理能力 250t/h，成品料生产能力为 200t/h。混凝土骨料料源为引水隧洞及地下厂房可利用洞挖渣料。

沥青混凝土骨料加工厂位于首部大坝左岸泄洪冲沙洞出水口下游，承担大坝沥青混凝土心墙碱性骨料的加工，沥青混凝土总量约 0.9 万  $\text{m}^3$ ，需满足混凝土月高峰浇筑

强度约  $700\text{m}^3$  的成品骨料生产。加工厂设计处理能力  $12\text{t/h}$  ,成品料生产能力为  $10\text{t/h}$ 。

沥青混凝土骨料料源为玉坝灰岩料场开采料。

## ② 混凝土拌和系统

根据本工程施工工艺要求，紫霞水电站需设置常态混凝土拌合系统和沥青混凝土拌合系统。

常态混凝土拌和共设置 8 个混凝土拌和站。1 # 混凝土拌和站设置于首部大坝下游左岸，1 # 施工支洞洞口附近，承担首部枢纽、泄洪冲沙洞、引水隧洞进水口及 1 # 施工支洞工作面的混凝土供应，设计生产能力为  $100\text{m}^3/\text{h}$ ，配备一座 HL120-3F1500 型混凝土拌和楼，系统在低温时段采取加热水拌制混凝土的方式，配置电锅炉 1 台；2 #~7#混凝土拌和站分别设于 2#~7#支洞口附近，承担各支洞工作面的混凝土供应，设计生产能力均为  $15\text{m}^3/\text{h}$ ，各配备一台 JF1000 型混凝土搅拌机；8#混凝土拌和站设置于厂房尾水洞出口对岸，主要承担厂区枢纽等工作面的混凝土供应，设计生产能力为  $40\text{m}^3/\text{h}$ ，配备一座 HL75-2F1000 型混凝土拌和楼。

沥青混凝土拌合系统设在首部大坝下游导流围堰与 1#施工支洞口之间的缓坡地上，供应大坝心墙填筑所需的沥青混凝土，总量约  $0.9\text{万 m}^3$ ，高峰月铺筑强度为  $700\text{m}^3$ ，系统设计生产能力为  $20\text{t/h}$ ，配备 LB1000 沥青混凝土搅拌设备 1 套。

## ③ 施工供电、供风及供水

本工程施工用电总负荷约  $12000\text{kW}$ ，施工电源初拟由金桥水电站  $35\text{kV}$  线路送到施工现场。在厂区附近、玉坝村附近以及大坝下游附近分别设置一座  $35\text{kV}$  变电站，共设置  $35\text{kV}$  变电站三座，降压后送至厂、闸、施工支洞等工区用电部位。前期工程施工考虑柴油发电机组供电，共选用四台 DCA-220PK 型柴油发电机组，单机功率  $195\text{kW}$ 。

本工程施工供风系统在各个开挖工作面分散布置，共设 13 个供风站，供气总量为  $710 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

工程施工总水量为  $1360 \text{ m}^3/\text{h}$ ，水源取自霞曲河水，共设置 15 个供水站。

#### (4) 土石方平衡及渣场规划

本工程导流及主体工程、料场剥离土石方开挖总量约 880.0 万  $\text{m}^3$  (松方)，用于混凝土骨料约 34.4 万  $\text{m}^3$  (松方)，用于工程区场平、围堰填筑、大坝填筑共计约 186.6 万  $\text{m}^3$  (松方)，开挖方中的覆盖层约 352.1 万  $\text{m}^3$  (松方) 运输至库尾用于移民安置场地回填。本工程最终弃渣总量约 306.9 万  $\text{m}^3$  (松方)。

根据地形条件共规划 6 个渣场，渣场总容量 520 万  $\text{m}^3$ ，总占地面积 44.8 万  $\text{m}^2$ ，其中 1#、2#渣场为围堰填筑和坝体压重回采渣场，4#渣场为坝体填筑料回采渣场，回采料场剩余的渣料弃至 5#渣场。

#### (5) 施工占地规划

本工程施工用地按用地性质分为永久用地和临时用地，永久用地主要包括水工建筑物、永久公路及业主营地等；临时用地包括除永久用地外的所有施工用地。

工程区共需施工用地面积 223.1 万  $\text{m}^2$ ，其中永久用地面积约 107.9 万  $\text{m}^2$ ，临时用地面积约 115.2 万  $\text{m}^2$ 。

### 1.5.3.5 施工总进度

本工程施工总工期 56 个月，其中准备工程直线工期 20 个月，主体工程直线工期 (含水库蓄水) 32 个月，完建工程工期 4 个月。从准备工程开工至第一批机组发电 51 个月。

本工程施工工期由沥青心墙堆石坝施工控制，施工关键线路：泄洪放空洞 (导流洞) → 河床防渗墙 → 廊道及基座混凝土 → 沥青心墙浇筑及坝体填筑 → 坝顶施工。

#### 1.5.4 建设征地移民安置

##### (1) 农村移民安置

###### 1) 生产安置

推荐方案至规划水平年初步规划对需要进行生产安置的 372 人，初步规划对 357 人采取逐年货币补偿安置，15 人采取农业安置。

###### 2) 搬迁安置

推荐方案至规划水平年，紫霞水电站共需搬迁安置农村迁移人口 430 人，结合迁移人口生产安置去向、迁移人口意愿及建设征地区域情况等，本阶段拟定搬迁安置方案为 337 人采取集中安置，93 人采取自主分散建房安置。

###### 3) 临时用地复垦

推荐方案需恢复临时占用耕地 149.44 亩。

###### 4) 农村其他项目

推荐方案涉及结玉村养殖场、结玉村蔬菜基地、通东村水磨坊等农村小型专项设施和农副业设施，本阶段采取一次性补偿自行迁建方式处理；涉及通东村村民委员会、通东村教学点、擦康、白塔、玛尼堆、水转经、风转经等文教卫及宗教设施。本阶段采取对通东村村民委员会、通东村教学点进行一次性补偿自行迁建方式处理，对擦康、白塔、玛尼堆、水转经、风转经等宗教设施进行一次性补偿处理。

##### (2) 专业项目处理

###### 1) 垫高防护工程

推荐方案涉及永久基本农田 264 亩，结合库区实际情况，本阶段初步规划对淹没影响的永久基本农田采取垫高防护。

###### 2) 等级公路

###### ①G349 国道

推荐方案共涉及 G349 国道 13.63km，规划通过复建恢复其功能，复建长度为 15.9km。

###### ②Y566 乡道

推荐方案共涉及 Y566 乡道 8.62km，规划通过复建恢复其功能，复建长度为 3.7km。

###### 3) 库周交通

###### ①人行吊桥

推荐方案共涉及人行吊桥 5 座，规划通过抬高复建恢复其功能。

#### ②汽车便道

推荐方案共涉及汽车便道 2.5km，规划复建具备联通道路功能的汽车便道，复建长度为 3km。

#### ③机耕道

推荐方案共涉及机耕道 1.3km，复建具备联通道路功能的汽车便道，复建长度为 1.56km。

### 4) 电力工程设施

#### ①35kV 变电站

推荐方案共涉及 35kV 变电站 2 座，规划选择新址进行复建。

#### ②35kV 输电线路

推荐方案共涉及 35kV 输电线路 10.8km，规划通过复建恢复其功能，复建长度为 15.31km。

#### ③10kV 输电线路

推荐方案共涉及 10kV 输电线路 22.49km，规划通过复建恢复其功能，复建长度为 12.13km。

### 5) 电信工程设施

推荐方案共涉及通讯线路 29.7km，规划通过复建恢复其功能，复建长度为 22.7km。

### 6) 企事业单位

推荐方案涉及 2 家企事业单位，分别为金岭乡林业检查站和加贡乡林业检查站，本阶段规划对 2 加企事业单位按一次性补偿、自行迁建进行处理。

### (3) 库底清理

紫霞水电站库底清理为一般清理，主要针对居民迁移线以下的建筑物和构筑物的拆除和清理，正常蓄水位以下的林木砍伐和迹地清理，防止水质污染的卫生防疫清理等。

## 1.5.5 环境保护和水土保持

### 1.5.5.1 初步评价

#### 1) 水环境影响初步评价

##### (1) 水文情势



紫霞水库具有季调节性能，年平均出库流量与入库流量相同，但对河道年内流量具有一定的调蓄作用，主要表现为 6 月~7 月出库流量较入库流量减少，8 月~10 月、5 月出库流量等于入库流量，11 月~翌年 4 月，出库流量较入库流量增加。水库正常蓄水位 3723m 时，水库回水长度 16.7km，恩珠藏布支库回水长度 5.9km；干流库尾类天然河段长 0~9.5km，恩珠藏布支库库尾类天然河段长 0~3.6km；库区最大水面宽度 770m、平均水面宽度 397m，分别较天然状态增加约 0.4 倍、8.2 倍；水面面积 6.63km<sup>2</sup>，较天然状态增加约 8.1 倍；坝前水深 56m、库区平均水深 19.1m。水库形成后，库区水位抬高，库内和坝前流速缓慢，水库末端至坝前流速逐渐减小。由于水库调节性能不强，库区水量交换较频繁，加上水库总体位于峡谷河段，水库总体上呈现河道型水库特征。

电站运行后，会在坝址~忠玉水库回水末端之间形成一个长约 19.2km 的减水河段。由于工程已提前考虑生态流量，大部分年份坝下减水河段 6 月~9 月除生态流量外还有多余弃水，其余月份（10 月~翌年 5 月）维持生态基流或天然状态（当天然来流小于生态基流时，按天然来流下泄），减水河段年内水文节律与天然相近。电站运行后，减水河段水深、水面宽、流速、过水断面面积较天然状态减少，但减幅总体不大，仍然属于坡陡流急的中型河流。

### （2）泥沙情势

电站坝址河段输沙量主要集中在汛期（6 月~9 月），占全年的 91.5%。平枯期入河泥沙量小，受闸坝阻隔在库区沉降淤积，出库泥沙较天然状态减小；汛期入河泥沙量大，但上游来沙和库区淤沙将随着泄洪进入下游河道。总体上，工程运行对霞曲泥沙情势的影响较小。

### （3）水温

紫霞水电站水库水温结构为混合型，库区水量交换频繁，工程运行对水温的影响小。

### （4）水质

紫霞水电站施工期水污染源包括生产废水和生活污水两大部分，其中生产废水大部分来源于砂石骨料加工废水，另有少量的混凝土生产系统冲洗废水、综合修配系统含油污水、基坑排水及洞室排水等；生活污水主要来源于施工生活区的施工人员生活用水。工程河段边坝县境内部分为Ⅲ类水域、嘉黎县境内部分为Ⅱ类水域，施工废（污）

水应经处理达标后排放（执行Ⅲ类水域功能标准的河段）或综合利用（执行Ⅱ类水域功能标准的河段）。因此，在正常工况下不会对河流水质造成影响；但在非正常工况下，则可能对河流水质造成一定影响。

水库蓄水前将对淹没区进行清库工作，因此，虽然在水库蓄水初期土壤中的部分有机营养物质将释放进入水体，造成短期内库区水体中的氮、磷等有机物含量明显增高，但由于库区范围无工业污染源分布，人口与耕地稀少，污染负荷低，不存在库区水质恶化的可能。紫霞水电站调节能力有限，库水交换频繁，并将泄放生态流量，加之工程河段人烟稀少、污染负荷低、河流水质良好、河道平均比降及流速均较大、河流自净能力强等实际情况，预计工程运行对河流水质的影响小，水库不会发生富营养化。

#### （5）地下水

库首及库中段为高山峡谷地貌，地形陡峻，正常蓄水位附近主要为斜坡堆积的崩坡积块碎石土，不存在水库浸没问题；库尾段河谷开阔，地形较为平坦，正常蓄水位3723m以上有居民及耕地分布，蓄水后可能存在浸没问题，浸没影响面积约6.2hm<sup>2</sup>。地下工程施工过程中的渗水量占区域地下水赋存量的比例很小，且地下水渗出后大部分仍将进入其排泄基面的受纳水体，对区域地下水资源量基本无影响。

在采取妥善的施工场地硬化、防渗处理、生产废水处理、生活垃圾处置等措施后，电站施工期对区域地下水水质的影响甚微。

#### 2）大气环境影响初步评价

紫霞水电站建设对大气环境的影响主要为施工期废气影响，主要来自施工机械、燃油、炸药爆炸、砂石骨料筛分、混凝土拌和等生产过程和施工道路扬尘。废气中主要污染物为NO<sub>x</sub>和TSP等。施工开挖爆破、骨料生产及公路运输等施工活动产生的废气和粉尘，对大气环境的影响主要集中在坝址工区及料场附近。根据调查，工程施工工区仅玉坝村1处居民点，与其相邻的施工场地为2#施工生活营地、业主营地及回采料场，料场运输车辆产生的废气和扬尘会对玉坝村居民点的大气环境造成污染。此外，现场施工人员受工程施工粉尘等的影响较为突出，需采取个人防护措施。

#### 3）声环境影响初步评价

紫霞水电站建设对声环境的影响主要是施工期产生的噪声影响。工程施工过程中的钻孔、爆破、施工机械运行、汽车运输等过程，均将产生噪声污染。根据调查，工

程施工区仅玉坝村 1 处居民点，与其相邻的施工场地为 2#施工生活营地、业主营地及回采料场。施工过程中，运输骨料的汽车来往行驶产生的交通和鸣笛噪声会对玉坝村村名的正常生活作息产生一定影响。此外，现场施工人员受工程施工噪声等的影响较为突出，需针对高噪声环境施工人员配备防噪耳塞、耳罩或防噪声头盔等个人防护设备。

#### 4) 固体废物环境影响初步评价

工程施工产生的固体废弃物主要包括工程弃渣和生活垃圾。弃渣主要来源于交通工程区、场地平整及渣场区和施工生产生活区，弃渣对环境的影响主要表现为堆存期间的占地、新增水土流失和对自然景观的影响。若不采取有效的卫生清理工作及垃圾处理措施，将可能影响工区卫生和施工人员的健康，也将污染周围环境、影响景观。

#### 5) 土壤环境影响初步评价

工程建设会对区域土壤环境产生一定影响，工程施工过程中的表土剥离、开挖、占地等活动会对施工区内的土壤造成破坏，局部改变土壤的理化性质。水库蓄水后会形成新的河谷带，有利于改善区域土壤环境。同时，由于工程建设造成的区域地下水水位变化很小，不会造成区域土壤的盐化、酸化和碱化。

#### 6) 水生生态影响初步评价

工程运行后，库区水生生物的种群结构仍会保持明显的河流特征，对鱼类的影响主要为大坝对拉萨裸裂尻鱼的短距离生殖洄游及上下游鱼类种群基因交流的阻隔影响，以及水文情势变化对鱼类组成、资源的影响。

库区河段适应缓流或静水环境生活的拉萨裸裂尻鱼种群数量将增加，细尾高原鳅、斯氏高原鳅等高原鳅类种群数量将明显减少，并逐渐退向库尾流水河段。评价区内无典型洄游型鱼类，其产卵场、索饵场、越冬场在评价区内广布，水库形成将使库内原有的产卵和索饵环境淹没，但库尾及上游仍有广布的产卵环境，水库形成对鱼类繁衍影响小；库区沿岸将形成新的索饵场，整个库区也将成为良好的越冬场。减水河段由于生态流量的泄放，能够维持鱼类繁殖、索饵、越冬所需基本条件，鱼类种类组成不会发生大的变化，但资源量将有所下降。

#### 7) 陆生生态影响初步评价

紫霞水电站对陆生生态的影响主要为电站水库淹没及工程占地对陆生植被、陆生动植物和陆生生态系统的影响。通过地表扰动、开挖、回填，占用土地、改变局部地

形或土地利用方式，破坏地表植被，影响局部生态系统结构完整，进而影响生态系统内或附近野生动物的栖息或活动。

工程枢纽永久占地、施工临时用地与水库淹没总面积约 887hm<sup>2</sup>，由此造成流域植被覆盖度降低、总生物量损失、总生产力损失比例均较小，影响的植被类型及陆生植物均为当地常见种类。工程不涉及 I 级和 II 级保护林地，影响涉及的为 III 级和 IV 级保护林地、其他林地。水库淹没涉及 5 株国家二级重点保护植物油麦吊云杉、约 80 丛自治区重点保护植物白花芍药、8 株沙棘古树和 1 株大果圆柏古树，工程占地不涉及重点保护植物与古树。工程布置已避让大多数重点保护鸟类和哺乳类的主要栖息生境，但不可避免地会占用和淹没部分重点保护动物的少量栖息生境。总体上，工程建设对区域生态系统结构功能、生物多样性以及野生动物生境及繁衍的影响不大，可以通过加强施工管理和采取措施降低影响。

#### 8) 环境敏感区影响初步评价

##### (1) 西藏边坝炯拉措国家湿地公园

紫霞水电站工程占地已严格避让炯拉措湿地公园，仅水库回水涉及湿地公园。水库建成后，湿地公园内水库回水长度约 3.5km，水库与湿地公园重叠面积约 150.8hm<sup>2</sup>，占湿地公园保护保育区面积的 4.5%、占湿地公园总面积的 4.3%。

根据现场调查和走访，水库回水影响的湿地生境与库尾以上保留湿地生境相似；杜鲁弄巴汇口~结玉村河段内零散分布有鱼类适宜的产卵、索饵水域，无鱼类大规模且固定的“三场”分布；无珍稀保护植物和古树分布；周边居民来往频繁，黑颈鹤等珍稀濒危种类分布相对较少，现场调查主要记录有鸕、赤麻鸭等少量个体，大部分湿地种类主要分布在杜鲁弄巴汇口以上区域。

水库运行后，回水影响的湿地公园河段年内水文节律与天然相近，库区高水位期间水位抬升 0~11m，将淹没杜鲁弄巴汇口~结玉村河段内的河滩及部分灌木林地，在该河段形成新的湿地约 33.2hm<sup>2</sup>，其中公园内新增湿地面积约 20.5hm<sup>2</sup>，可在一定程度上增强公园的湿地生态功能；水面面积增大，可能会吸引更多的赤麻鸭、斑头雁等珍稀保护游禽个体在此活动；枯期水量增加，可以为该河段鱼类提供良好的越冬场所。

总体上，紫霞水电站水库回水影响的湿地公园河段不存在制约水电开发的生态因素，水库运行后不会影响湿地公园的结构完整性与功能稳定性，对该河段湿地生态系统而言具有一定的正效益。根据《国家林业局湿地保护管理中心关于工程建设占用国

家湿地公园有关问题的函》(林湿函〔2016〕32号),因重大工程确需占用国家湿地公园的,建设单位或相关部门在征求林业部门意见时,由省级林业主管部门组织专家评估论证并出具意见,报国家林业局备案。因此,下阶段应开展紫霞水电站对炯拉措湿地公园的生态影响专题研究,并取得西藏自治区林业主管部门的行政许可。

## (2) 永久基本农田

紫霞水电站水库淹没涉及通东村~结玉村附近约 264 亩永久基本农田,但工程已考虑对这些永久基本农田全部原址垫高防护。下阶段,应深入研究制定永久基本农田的保护方案,依法履行相关行政审批程序,确保区域永久基本农田面积不减少、土壤环境质量不下降。

## 9) 移民安置及专项设施复建影响初步评价

移民安置对环境的影响,主要是集中安置区建设会对区域生态环境产生一定的扰动,新增水土流失,施工废(污)水、生活垃圾排放,及集中安置区建成后居民点生活污水、生活垃圾排放对周围环境的影响。

道路复建工程施工期占压和开挖将扰动地表,产生新的弃渣和开挖面,若不采取有效的工程防护措施和施工迹地恢复措施,会对生态环境造成一定影响;施工开挖噪声也会对工程周围野生动物产生一定干扰;专项设施复建工程施工期生产废水排放量较小,但若不经处理直接排放将会对周边地表水环境质量产生一定影响。

## 10) 水土保持初步评价

(1) 工程选址不存在《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)中的水土流失重点防治区和重点治理区、饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。工程选址不存在制约性因素。

(2) 施工总布置考虑了施工临时用地,分析工程建设产生的土石方挖填借弃等,从现阶段资料来看,不存在国标中规定的制约性因素。

(3) 工程建设扰动地表面积共计 1099.67hm<sup>2</sup>,扰动面积较大,施工结束后采取各项工程、植物措施后,可有效恢复和改善区域生态环境,不存在制约性因素。

(4) 现阶段预测工程建设期间土壤流失量 68.73 万 t,土壤流失量大,需采取完善的水土保持措施体系,加强施工过程中的临时防护工程,最大限度控制水土流失的发生、发展。

(5) 参考类似水电站工程经验及本工程建设特点, 可将水土流失防治责任范围的项目组成划分为枢纽工程区、渣场区、料场区、交通工程区、施工生产生活区、水库淹没区及移民安置区等 7 个部分。其中移民安置区作为地方配套工程, 可不计入本水电站水土保持工作内容中。

#### 1.5.5.2 对策措施

##### 1) 水环境保护对策措施

施工期砂石骨料加工废水、混凝土生产系统冲洗废水、综合修配系统含油污水、基坑排水、洞室排水等生产废水, 及施工人员生活污水, 经处理后达《污水综合排放标准》一级标准后排放(执行Ⅲ类水域标准的工程河段边坝县境内河段)或综合利用、禁止对外排放(执行Ⅱ类水域标准的工程河段嘉黎县境内河段)。

水库蓄水前应严格执行库底清理, 清理对象主要包括常规的粪坑、畜圈、宅基、坟墓、植物等。水库运行过程中, 应及时清理库区污染物, 防止污染进一步扩散。运行期电厂及业主营地生活污水采用成套设备处理达标后综合利用(位于执行Ⅱ类水域功能标准河段的厂房管理区)或排放(位于执行Ⅲ类水域功能标准河段的闸坝管理区和业主营地)。针对机组含油废水, 电站机组在设计中应考虑集油装置, 收集机组运行和例行检修油污, 最终需将废油交由有处理资质的单位处置。

通过比选, 采用既保障生态流量下泄又合理利用水能资源的生态发电机组方案下泄生态流量, 即在大电站引水洞修建生态供水支洞、在坝后布置生态电站, 在大坝左岸泄洪放空冲砂洞左侧布置生态供水洞作为备用, 在生态电站机组检修期间向下游供水。4 月~5 月、11 月下泄不低于电站闸坝处多年平均流量的 20%, 6 月~10 月下泄不低于电站闸坝处多年平均流量的 30%, 12 月~翌年 3 月下泄不低于电站闸坝处多年平均流量的 10%。

引水隧洞、地下厂房等地下工程施工过程中, 应及时对涌水进行封堵, 并严格按照相关规范采取防渗措施, 降低对地下水的疏排。同时, 做好各类施工生产、生活废水、废油、生活垃圾等的收集与处理处置工作, 施工期油料库、装载及运输机械修理间、废油暂存点、运行期厂房废油贮存间, 及施工和运行期生活污水处理装置及生活垃圾收集池等场地应采取相应防渗措施, 避免对区域地下水水质产生不利影响。

##### 2) 环境空气保护对策措施

采取优化施工工艺、洒水降尘、喷雾器喷洒降尘、运渣车冲洗及遮盖等措施防治

施工开挖、爆破粉尘，砂石骨料与混凝土生产系统粉尘，燃油废气，交通粉尘，渣料场扬尘等。施工人员应采取佩带防尘口罩、眼罩等劳动保护和个人防护措施。

### 3) 声环境保护对策措施

选用低噪声设备和工艺，建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，控制爆破时间等，从源头控制和降低施工机械及爆破噪声。加强交通管制并设立交通标志牌、加强道路的养护和车辆的维护保养，选用达标的低噪声车辆，控制交通噪声。对于场内施工人员，应采取配备使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施。

### 4) 固体废物处理处置

建筑垃圾和辅助企业生产垃圾尽量采取回收利用，剩余一些无回收价值的一般固体废物废弃物，统一运送至临时堆料场。施工人员生活垃圾，配备垃圾桶、垃圾车，统一收集后运至金岭乡生活垃圾填埋场统一处置。

### 5) 水生生态保护对策措施

将查拉曲（长约 31.0km）、恩珠藏布源头~紫霞支库尾河段（长约 67.1km）作为鱼类栖息地进行保护，河段内禁止水电开发。

建立和完善鱼类资源保护规章制度，在电站施工区设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识，严禁施工人员下河捕捞。加强监管，严格按环保要求施工，杜绝影响鱼类和水生生物的污染事故发生。当地政府应建立健全渔政管理体系，通过宣传教育禁止将外来鱼类放生至本流域，同时设定禁渔区和禁渔期，禁止禁渔区内和禁渔期的任何渔业生产活动。

为了降低电站大坝对河流生态系统尤其是鱼类种群的阻隔影响，维持河流生态系统的连通性，维护鱼类种群遗传多样性，有必要建设过鱼设施。经研究，主要过鱼种类为拉萨裸裂尻鱼，小眼高原鳅、斯氏高原鳅、细尾高原鳅为兼顾过鱼种类，过鱼时段为 4 月~6 月。从提高基因交流保证率的角度出发，建议紫霞水电站主要过鱼种类的上行年过坝数量保证在最少 500 尾/种。经比选，本阶段初步推荐鱼道过鱼，主要由进口、明渠段、隧洞段和出口组成。

为了减缓工程建设对鱼类的影响，本阶段初步推荐每年外购 1 万尾拉萨裸裂尻鱼苗进行增殖放流，建议放流规格为 8cm~10cm。放流水域主要为鱼类栖息地保护河段，及电站库尾、闸坝下游等流水河段，其它天然河段也可以适当放流。

此外，霞曲流域综合规划提出，在地方用电电源点可替代后，流域已建的金岭电

站和加贡电站应按照流域生态环境保护要求实施退出机制，并进行河流连通性恢复等生态修复。因此，在已建金岭电站、加贡电站退出后，应落实流域综合规划要求，按照生态环境保护要求进行河流连通性修复。

#### 6) 陆生生态保护对策措施

加强工程建设的环境保护监督管理，严格控制施工人员的活动范围，严禁越界施工，保护征地范围外的陆生生境；对施工人员进行环境保护宣传教育，使其自觉保护区域环境；加强对施工人员的管理，严禁施工人员偷采兰科等珍稀保护野生植物或盗猎野生动物，对违法行为进行依法处置。

严禁设计使用有入侵风险的物种，严禁施工过程中带入外来物种，发现入侵物种及时向主管部门汇报。

合理布置和规划电站料场、渣场和施工场地等，尽量减少开挖和施工扰动，减少对动植物生长地和栖息地的破坏；采用环境友好的施工工艺和施工方法，降低对陆生动物的干扰；水库蓄水时间应避开两栖动物的冬眠期。

对电站水库淹没涉及、不具备就地保护条件的阿兰多附近 5 株油麦吊云杉、约 80 丛白花芍药、1 株大果圆柏古树、8 株沙棘古树进行移栽，为了提高成活率，初步规划就近移栽；对受工程影响的重点保护植物油麦吊云杉和白花芍药，同时通过人工繁育扩大其资源量。

施工前及蓄水前保护性驱离工程区和水库淹没区内的动物，避免其受伤。设立动物救护站，对工程及其影响区内受伤的动物进行救治。

施工期采取工程防护措施防治水土流失，剥离并保存表土资源；施工结束后，采用乡土种及时进行植被恢复；建设库岸生态防护林带。

#### 7) 环境敏感区影响减缓对策措施

为了增强紫霞水库对西藏边坝炯拉措国家湿地公园的有利影响，并减缓不利影响，规划在水库回水涉及的湿地公园河段（杜鲁弄巴汇口~结玉村）开展湿地保护修复工作。下阶段应开展紫霞水电站对炯拉措湿地公园的生态影响专题研究，研究制定具体的湿地保护修复方案，并取得西藏自治区林业主管部门的行政许可。

工程设计已考虑对紫霞水库淹没涉及的永久基本农田全部原址垫高防护，下阶段移民安置工作中，应进一步复核占用永久基本农田的位置和数量，研究制定垫高防护方案，在确保永久基本农田面积不减少的同时，确保永久基本农田的质量不降低，并



依法履行相关行政审批程序。

#### 8) 移民安置及专项设施复建影响减缓对策措施

(1) 生产安置规划需与生态建设要求相协调，在土地资源开发中，25°以上土地退耕还林，15°以上土地以林、园地建设为主；新开耕地不得占用原有林地，倡导坡改梯、土改田等土地改良措施。

(2) 集中安置需综合考虑人居功能与环境保护因素，健全生活污水及垃圾处理处置等基础设施。

(3) 道路复建过程中，产生的少量施工废水应经沉淀池处理后回用；复建道路运营过程中的污水主要为路面径流，拟通过道路两侧排水沟进行收集和沉淀处理。施工人员产生的少量生活污水由施工营地的生活污水处理设施一并处理，生活垃圾集中收集后与施工区生活垃圾一并外运处置。施工结束后，应结合水土保持措施，进行施工迹地恢复。

#### 9) 水土保持措施

参考类似水电站经验，将紫霞水电站划分为枢纽工程区、渣场区、料场区、交通工程区、施工生产生活区、水库淹没区等6个防治分区，各防治分区水土保持措施初拟如下：

##### (1) 枢纽工程区

主要采取枢纽工程边坡截排水沟，围堰堰体护坡、护脚，业主营地截排水沟等措施，这些措施可有效控制水土流失；在此基础上补充表土剥离、覆土、园林绿化、边坡马道种植槽绿化、灌溉系统、临时拦挡等措施及施工过程中的水土保持要求。

##### (2) 渣场区

本区主要为永久弃渣场、暂存料场、表土堆放场占地区，均位于大坝下游，弃渣场类型为临河型。

弃渣场、暂存料场土石堆放前对表土进行剥离，运至表土堆放场堆存。根据“先拦后弃”的原则，在坡脚处设置拦挡、防淘措施，根据坡脚与洪水位关系设置必要的坡面护坡措施，渣体周边设置截水措施，堆渣、回采结束后除主体工程已考虑复耕的土地外，其余土地进行植被恢复，同时补充施工期间的水土保持工程施工管理要求。表土堆放场采取坡脚临时拦挡、表面临时覆盖等防护措施，表土回采结束后复耕或恢复植被。

### （3）料场区

本区主要为砂砾石料场（位于库区）及块石料场（大坝上、下游）占地区。

对于砂砾石料场，主要提出水土保持要求。

对于块石料场，主体工程已设计截、排水措施，在此基础上提出水土保持要求，补充坡脚临时拦挡措施，补充库区外部分表土剥离及临时防护、覆土、边坡马道种植槽绿化、终采平台土地整治及绿化、灌溉系统等措施。

### （4）交通工程区

对场内道路已设计截(排)水及消能措施，在此基础上补充表土剥离、临时拦挡及覆盖、覆土、永久道路道旁种植行道树、永久道路及库区外临时道路边坡绿化、库区外临时道路路面拆除及植被恢复等措施。同时，提出施工过程中的水土保持要求。

### （5）施工生产生活区

该区域主要为各类施工生产及生活设施临时占地区。对场平填筑区域已设计坡脚拦挡、坡面防洪、周边截排水等防护措施，及库外场地部分复耕措施，在此基础上补充表土剥离、覆土、施工期绿化，临时截(排)水、沉沙、拦挡、覆盖，施工后期库外复耕以外区域植被恢复等措施，同时提出施工过程中的水土保持要求。

### （6）水库淹没区

主要为库岸区域建设生态防护林带措施。

#### 1.5.5.3 初步评价结论

紫霞水电站是霞曲流域水电规划环评推荐方案的唯一组成梯级，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单的管控要求。水库回水涉及西藏边坝炯拉措国家湿地公园，水库回水影响的湿地公园河段不存在制约水电开发的生态因素，水库运行后不会影响湿地公园的结构完整性与功能稳定性，对该河段湿地生态系统而言具有一定的正效益。从环境保护角度，主体工程推荐的工程方案具有一定的环境合理性，工程建设无环境制约性因素。

工程主要不利环境影响为工程占地、水库淹没、大坝阻隔和引水发电对水环境、水生生态、陆生生态和永久基本农田的影响。针对上述不利影响，本篇章初步提出了相应的环境保护对策措施，重点包括施工废（污）水处理、采用生态发电机组泄放生态流量等水环境保护措施；栖息地保护、鱼道过鱼、鱼类增殖放流等水生生态保护措施；重点保护植物与古树保护、动物驱离、动物救护、水土保持与植被恢复等陆生生

态影响减缓措施；湿地保护修复、永久基本农田原址垫高防护等环境敏感区影响减缓措施。在有效落实上述对策措施后，可以控制和减缓工程建设的不利环境影响。从环境保护角度，紫霞水电站的建设是可行的。

紫霞水电站工程建设期间，需做好相应的水土保持工作，减少因工程建设导致的水土流失，工程选址、选线不存在水土保持限制性因素，工程不占用水土保持敏感区域。从水土保持角度，工程建设合理、可行。

### 1.5.6 投资估算

投资估算根据国家能源局公告 2014 年第 4 号颁布的《水电工程投资匡算编制规定（NB/T35030-2014）》、水电水利规划设计总院可再生能源定额站可再生定额[2014] 54 号文颁布的《水电工程费用构成及概（估）算费用标准（2013 年版）》及相关配套定额，结合现行国家、地方有关政策规定，按设计初步方案成果、全内资和国内队伍施工及 2020 年三季度价格水平进行编制。

投资估算编制采用增值税模式计价，建筑安装工程费用按“价税分离”计价规则计算。

### 1.5.7 经济评价

紫霞水电站装机容量 45 万 kW，多年平均年发电量 18.83 亿 kWh。电站静态总投资 912804.6 万元，单位电能投资 4.85 元，单位 kW 投资 20285 元。

不考虑国家拨款，紫霞水电站资本金按总投资的 20% 计，按照资本金财务内部收益率 6% 计算，上网电价为 0.575 元/kWh（含税，下同）。此外，企业资本金按总投资的 20% 计，若按照定电价 0.341 元/kWh 计算，达到资本金财务内部收益率 6.0%，需国家拨款 46.2 亿元（占总投资的 47%）。从目前西藏水电开发水平看，紫霞水库电站经济指标和财务指标与西藏拟建水库电站基本相当。

工程总匡算表

编号	项目名称	投资（万元）	占总投资比例(%)
I	枢纽工程	470170.28	45.97
一	施工辅助工程	73887.70	7.22
二	建筑工程	280542.52	27.43
三	环境保护和水土保持专项工程	25040.18	2.45
四	机电设备及安装工程	68380.52	6.69
五	金属结构设备及安装工程	22319.36	2.18
II	建设征地移民安置补偿费	153075.78	14.97
一	水库淹没影响区补偿费用	147996.24	14.47
二	枢纽工程建设区补偿费用	5079.54	0.50
III	独立费用	136872.65	13.38
一	项目建设管理费	61937.44	6.06
二	生产准备费	1035.04	0.10
三	科研勘察设计费	57825.28	5.65
四	其他税费	16074.89	1.57
	一至三部分合计	760118.71	74.32
IV	基本预备费	152023.74	14.86
	工程静态总投资（I～IV部分合计）	912142.45	89.18
V	价差预备费	41042.31	4.01
VI	建设期利息	69638.18	6.81
	<b>工程总投资（I～VI部分合计）</b>	<b>1022822.94</b>	<b>100.00</b>
	开工至第一台机组发电期内静态投资	906258.92	88.60
	开工至第一台机组发电期内总投资	1014491.29	99.19
	单位千瓦静态投资（元/千瓦）	20269.83	
	单位千瓦动态投资（元/千瓦）	22729.40	

## 1.6 主要结论

合理开发利用霞曲流域水能资源，有利于促进西藏自治区清洁能源产业快速健康发展，可将地方清洁能源资源优势转化为经济优势和产业优势，同时为川藏铁路等重大基础设施建设和安全稳定运行提供电力保障，更好地服务于地方经济社会发展，开发霞曲水电是十分必要的。

霞曲流域径流丰枯差别大，若设置具有一定调节性能的水库对径流进行调节，蓄丰补枯，可增加枯水期发电能力，提高水量利用率。西藏电网用电需求冬季高夏季低，已在建水电站多数为径流式或日调节电站，枯水期电力供应不足。结合河流特性和西

藏自治区电力需求，规划设置具有一定调节性能的水库电站是必要的。

规划按照“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的原则，综合考虑流域水能资源分布特点、生态环境、水库淹没、当地经济社会发展等因素，对霞曲干流及主要支流梯级开发方案进行了研究。支流恩珠藏布初拟 1 级资源梯级，引水式开发，霞曲流域规划梯级规模适中，开发条件较好，是西藏以水能为主的清洁能源的组成部分，也是自治区和昌都市近期拟重点开发的水电资源，其开发建设是将地方资源优势转换为经济优势、提高地区自我发展能力和用能用电水平、优化电源结构、保护生态环境、满足西藏经济社会发展的清洁电力需求的重要措施。

## 附表、附件、附图目录

### 一、附表：紫霞水电站工程特性表

二、附件：流域水电规划、流域综合规划审批文件；流域环境保护支撑性文件；建设征地移民安置支撑性文件。预可研大纲评审意见。

### 三、附图

序号	图纸名称	图号
1	紫霞水电站地理位置图	ZXYK-13-1(1)
2	紫霞水电站对外交通示意图	ZXYK-13-1(1)
3	霞曲流域水系图	ZXYK-13-1(1)
4	紫霞水电站区域地质图	ZXYK-13-1(1)
5	紫霞水电站工程地质平面图	ZXYK-13-1(1)
6	紫霞水电站天然建筑材料分布图	ZXYK-13-1(1)
7	紫霞水电站水库淹没影响范围示意图	ZXYK-13-6(1)
8	紫霞水电站与炯拉措国家湿地公园、永久基本农田区位关系示意图	ZXYK-13-1(8)
9	枢纽总平面布置图	ZXYK-13-1(1)
10	首部枢纽平面布置图	ZXYK-13-1(1)
11	厂区枢纽平面布置图	ZXYK-13-1(1)
12	紫霞水电站施工总布置图	ZXYK-13-1(1)
13	施工总进度	ZXYK-13-1(1)
14	接入系统地理接线图	ZXYK-13-1(1)
15	电气主接线图	ZXYK-13-1(1)

紫霞水电站工程特性表

附表 1-1

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1. 流域面积			
全流域	km <sup>2</sup>	2952	霞曲流域
坝址以上	km <sup>2</sup>	2680	
2. 利用水文系列年限	年		
3. 多年平均年径流量	亿 m <sup>3</sup>		
4. 代表性流量			
多年平均流量	m <sup>3</sup> /s	103	
坝址设计洪水流量(P=1%)	m <sup>3</sup> /s	1100	
坝址校核洪水流量(P=0.05%)	m <sup>3</sup> /s	1600	
坝址施工导流流量(P=5%)	m <sup>3</sup> /s	961	
5. 洪水			
设计最大洪水(7 天)	亿 m <sup>3</sup>		
校核最大洪水(7 天)	亿 m <sup>3</sup>		
6. 泥沙			
多年平均年输沙量	万 t	111	悬移质
多年平均含沙量	g/m <sup>3</sup>	0.340	
二、水库			
1. 水库水位			
校核洪水位 (P=0.05%)	m	3723.00	
设计洪水位 (P=1%)	m	3723.00	
正常蓄水位	m	3723.00	
死水位	m	3695.00	
2. 正常蓄水位水库面积	km <sup>2</sup>		
3. 回水长度	km		
4. 水库容积			
总库容	亿 m <sup>3</sup>		
正常蓄水位以下库容	亿 m <sup>3</sup>	1.20	
调节库容	亿 m <sup>3</sup>	1.03	
死库容	亿 m <sup>3</sup>	0.17	
5. 调节性能			季调节
6. 库容系数	%	4	
7. 水量利用系数	%	58	单独
三、下泄流量及相应下游水位			
1. 设计洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	1100	
相应下游水位	m	3676.32	
2. 校核洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	1600	
相应下游水位	m	3677.26	
3. 装机满发最大引用流量	m <sup>3</sup> /s	126.3	

序号及名称	单位	数量	备注
相应下游水位	m	3260.00	
四、工程效益			
1. 装机容量	MW	450	3*150MW
2. 设计枯水年平均出力	MW	5.03	
3. 多年平均年发电量	亿 kW·h	18.83	
其中：丰水期电量（6~10 月）	亿 kW·h	14.61	
平水期电量（5 和 11 月）	亿 kW·h	1.89	
枯水期电量(12 月~翌年 4 月)	亿 kW·h	2.33	
4. 年利用小时数	h	4184	
五、建设征地和移民安置			
1. 耕地	亩	852.9	其中永久征收 703.46 亩
2. 林地	亩	5303.85	
3. 人口	人	394	
4. 房屋	万 m <sup>2</sup>	4.3	
5. G349 国道	km	13.63	
6. Y566 乡道	km	8.62	
六、主要建筑物及设备			
1. 挡水建筑物			
型式			沥青混凝土心墙堆石坝
地基特性			深厚覆盖层(厚度 154m)
地震基本烈度/设防烈度	度	VII/VII	
坝顶高程	m	3728	
最大坝高	m	57.5	
坝顶长度	m	271	
2. 泄水建筑物			
(1) 溢洪道			
孔数	孔	1	
底板高程	m	3710	
孔口尺寸(宽×高)	m×m	12×13	弧形门
设计泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	943.90	
校核泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	1123.90	
消能方式		底流消能	
(2) 泄洪洞			
孔数	孔	1	
进口底板高程	m	3675	
孔口尺寸(宽×高)	m×m	10.0×13.2	
设计泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	1421.0	
校核泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	1447.6	
消能方式			底流消能
3. 输水建筑物			
条数	条	1	
设计引用流量	m <sup>3</sup> /s	126.3	3 台机
(1) 进水口型式			岸塔式



序号及名称	单位	数量	备注
底板高程	m	3681.5	
4. 厂房			
型式			地下式
地基特性			花岗岩
主厂房尺寸(长×宽×高)	m	72.5×28.4×51.0	
水轮机安装高程	m	3265.10	
副厂房尺寸(长×宽×高)	m	15.90×26.8×34.0	
5.开关站			
尺寸(长×宽)	m	60×20	
6. 主要机电设备			
(1)水轮机台数及型号	台	4	HL(234)-LJ-620
额定水头	m	85	
额定流量	m <sup>3</sup> /s	303.7	
额定转速	r/min	125	
额定出力	MW	234.69	
吸出高度	m	-8.5	
(2)发电机台数及型号	台	4	SF230-48/1310
单机容量	MW	230	
功率因素		0.90	
额定电压	kV	15.75	
(3)变压器台数及型号	台	3	单相变压器组
(4)桥机台数	台	1	(400+400t L <sub>k</sub> =26.0m
7. 输电线			
电压	kV	500	
回路数	回	3	其中备用一回
七、施工			
1. 主体工程数量			
土石方明挖	万 m <sup>3</sup>		
石方洞挖	万 m <sup>3</sup>		自然方
土石方填筑	万 m <sup>3</sup>		
混凝土及钢筋混凝土	万 m <sup>3</sup>		
喷混凝土	万 m <sup>3</sup>		
钢筋/钢材	万 t		
锚杆/锚索	万根		
金属结构安装	t		
固结灌浆	万 m		
帷幕灌浆	万 m		
回填灌浆	万 m <sup>2</sup>		
2. 所需劳动力高峰人数	人		
平均人数	人		
月高峰施工人数	人		
3. 施工临时房屋	m <sup>2</sup>		
4. 施工用电高峰负荷	kW		
5. 施工导流方式			隧洞全年导流

序号及名称	单位	数量	备注
6. 施工用地	hm <sup>2</sup>		
7. 施工工期			
准备工期	月	20	
第一台机组投产工期	月	51	
总工期	月	56	
八、经济指标			
1. 静态总投资	万元		
枢纽建筑工程	万元		
机电设备及安装工程	万元		
金属结构设备及安装工程	万元		
环境保护工程	万元		
施工辅助工程	万元		
独立费用	万元		
水库淹没处理补偿费	万元		
基本预备费	万元		
2. 价差预备费	万元		
3. 建设期还贷利息	万元		
4. 总投资	万元	1022822.94	
5. 经济指标			
单位千瓦静态投资	元/kW	20269.8	
单位电能静态投资	元/kW·h		
上网电价	元/kW·h		
资本金财务内部收益率	%		
贷款偿还年限	年		
经济内部收益率	%		