

水保监测(云)字第 0001 号

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程

水土保持监测总结报告

建设单位：景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇二〇年一月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

单位名称：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

法定代表人：罗松

单位等级：★★★★(4星)

证书编号：水保监测(云)字第0001号

有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018年09月30日



本证书此次仅供橄榄坝

至景哈乡澜沧江大桥工程项

目中使用，再次复印无效！



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书

(正本)

单位名称：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

法定代表人：罗松

单位等级：★★★★★(5星)

证书编号：水保方案(云)字第0024号

有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018年09月30日



设计单位地址：昆明市二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座二楼

设计单位邮编：650000

项目负责人：张 鹏 15912584226

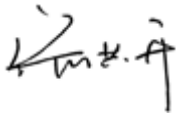
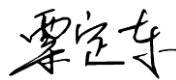
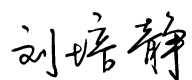
项目联系人：栗定东 15987108101

传真：0871—65392953

电子邮箱：1328166232@qq.com

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测总结报告责任页

昆明龙慧工程设计咨询有限公司

批准：	张洪开		副总经理	
核定：	王 晶		总经理助理	
审查：	保春刚		总工	
校核：	栗定东		副总工	
项目负责人：	杨平		工程师	
编写：	杨平		工程师	报告编写
	刘培静		工程师	参加监测人员
	徐源艺		助理工程师	参加监测人员

目录

前言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况	5
1.1 建设项目概况	5
1.2 项目区概况	50
1.3 水土流失防治工作情况	55
1.4 监测工作实施情况	61
2 监测内容与方法	67
2.1 监测内容	67
2.2 监测方法	69
3 重点对象水土流失动态监测	73
3.1 防治责任范围监测	73
3.2 取料监测结果	77
3.3 弃土弃渣监测结果	77
3.4 土石方流向情况监测结果	78
4 水土流失防治措施监测结果	81
4.1 工程措施监测结果	81
4.2 植物措施监测结果	85
4.3 临时防护措施监测结果	87
4.4 水土保持措施防治效果	89
5 土壤流失情况监测	95
5.1 水土流失面积	95
5.2 土壤流失量	95
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	103
5.4 水土流失危害	104
6 水土流失防治效果监测结果	105
6.1 扰动土地整治率	105
6.2 水土流失总治理度	106
6.3 拦渣率与弃渣利用率	106

6.4 土壤流失控制比	107
6.5 林草植被恢复率	107
6.6 林草覆盖率	107
7 结论	109
7.1 水土流失动态变化	109
7.2 水土保持措施评价	109
7.3 存在问题及建议	110
7.4 综合结论	110

附件

附件 1: 监测委托书;

附件 2: 云南省发展和改革委员会《关于橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程可行性研究报告的批复》云发改基础〔2014〕772 号文;

附件 3: 云南省水利厅关于准予橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持方案的行政许可决定书, 云水保许〔2013〕552 号;

附件 4: 景洪市人民政府办公室《关于成立橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部的通知》景政办发〔2014〕86 号;

附件 5: 云南省交通运输厅关于橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥两阶段施工图设计批复, 云交基建[2015]190 号;

附件 6: 《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测实施方案》技术论证专家审查意见;

附件 7: 景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部《关于勐罕镇人民政府申请橄榄坝大桥桥底地块管理权的恢复》景哈复〔2019〕37 号;

附件 8: 景洪市人民政府《关于取消景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设项目南岸连接线工程批复》景政复〔2018〕644 号;

附件 9: 监测照片集。

附图

附图 1: 橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程地理位置示意图;

附图 2: 橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程总平面布置图;

附图 3: 橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持措施竣工图及监测点布置图

前言

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程（下称“景哈大桥”）地处景洪市东南部，距景洪市 28 公里的澜沧江上，桥西位于景哈乡、桥东位于勐罕镇。起点位于勐罕镇曼岗井路与景哈公路交叉的“丁”字路口，沿曼岗井路向南，经过农贸市场街、傣园路后穿过勐罕镇政府所在地，后于既有的澜沧江护堤末端位置向南跨越澜沧江，南岸至电信铁塔下游约 40m 处，主线直向南至冲沟处稍向右转跨过冲沟后于景允加油站东侧接既有 XK04 线。

景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥全长约 1399.807 米，其中，澜沧江大桥长约 1002.5 米（主桥 150+400+150 米，引桥 302.5 米），引道长约 397.307 米。主线采用双向四车道一级公路标准，主线路基和桥梁宽度为 23 米（不含桥梁拉索区），桥涵设计汽车荷载公路-I 级，主桥宽度组成：1.5 米（索区）+1.5 米（人行道）+2.0 米（非机动车道）+0.75 米（安全设施带）+2×3.5 米（机动车道）+0.5 米（中间带）+2×3.5 米（机动车道）+0.75 米（安全设施带）+2.0 米（非机动车道）+1.5 米（人行道）+1.5 米（索区）=26 米；引桥及桥头路基段去掉拉索区，采用 20.5 米宽度。景哈大桥由主体工程区、弃渣场区、施工便道区、施工场地区四部分组成。

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程于 2015 年 10 月开工，2019 年 7 月主体工程完工，建设总工期 42 个月。工程概算总投资为 6.49 亿元，其中土建投资 4.38 亿元。工程实际完成（未决算）投资 6.5 亿元，其中土建投资 4.42 亿元。

2013 年 2 月中交通力建设股份有限公司完成了《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程可行性研究报告》的编制工作；2013 年 8 月，招商局重庆交通科研设计院有限公司接受委托进行本项目的水土保持方案报告书编制工作，2013 年 11 月 18 日，云南省水利厅以“云水保许〔2013〕552 号”文件对本项目水土保持方案予以批复。

2014 年 8 月 7 日，景洪市人民政府发布《景洪市人民政府办公室关于成立橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部的通知》“景政办发〔2014〕86 号”，成立橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部，指挥部负责工作包含水土保持监测、验收等工作。后期，又对“橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部”更改为“景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部”。

中交通力建设股份有限公司承担本项目的初步设计、施工图设计任务，设计单位于 2015 年 5 月底完成《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程两阶段施工图设计》。2015

年 8 月 4 日，云南省交通运输厅以“云交基建〔2015〕190 号”文件对本项目两阶段施工图设计予以批复。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》等有关法律法规的要求，建设单位景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部于 2016 年 1 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目的水土保持监测工作。我单位在接受委托后，于 2016 年 1 月 19 日成立了水土保持监测工作组对现场进行了踏勘和资料收集。同年 2 月，监测组根据关规定和项目的实际情况编制完成了橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程监测实施方案《（送审稿）》（以下简称《监测设计（送审稿）》），2016 年 5 月 9 日云南省交通运输厅在昆明组织对《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测实施方案》进行了技术论证。

在监测过程中，监测项目组严格按照《水土保持监测技术规程》及制定的《监测实施方案》实施监测，监测的对象和目标是工程水土流失防治责任范围。监测内容涉及防治责任范围、弃土弃渣量、水土流失量、土壤侵蚀形式、水土流失危害、拦渣工程及植物措施工程的防治作用、效果等。根据工程具体情况采用侵蚀沟样方、侵蚀钉样方、植物样方、水体泥沙含量测量等监测方法进行监测。截止 2019 年 12 月，我单位监测项目组共进行现场监测 18 次，按照相关规范，提交《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测实施方案》、《水土保持监测季度报告》（2015-2019 年度共 16 期）、《水土保持监测年度报告》（2016-2018 年度共 3 期）、《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程监测总结报告》等成果，同时针对工程水土保持工作的不足和存在的问题，向建设单位提出完善各项水土保持措施的建议。2020 年 1 月，监测项目组汇总工程监测资料，编制完成《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测总结报告》。

景哈大桥工程施工期防治责任范围面积为 7.59hm^2 。主要为项目建设区 7.59hm^2 ，其中主体工程区 4.91hm^2 、弃渣场区 0.55hm^2 、施工场地区 1.81hm^2 、施工便道区 0.32hm^2 。

工程建设产生的土石方开挖总量为 6.93万 m^3 （包括收集表土 1.27万 m^3 ），填方 6.70万 m^3 （表土回填 1.27万 m^3 ），外购路基回填土石方 2.40万 m^3 ，产生永久弃渣 2.63万 m^3 ，主要堆存于规划 1#弃渣场，其中 0.55万 m^3 弃渣堆存与协议村民自家鱼塘回填。

截止 2019 年 12 月，本项目完成的水土保持措施包括：主体设计及计列工程措施为浆砌片石边沟 435m^3 ，混凝土排水沟 3698m^3 ，混凝土砖砌筑网格护坡 650m^3 ，混凝土边坡防护 850m^3 ，钢筋石笼 1940.4m^3 ，江堤混凝土护坡 2630m^3 ，排水涵管 20m ，沉

砂池 2 座，复耕 600m^2 ，园林绿化 0.6hm^2 ，植草护坡 5820m^2 ，辅道绿化 1.08km ，临时绿化 1492m^2 ，绿化恢复 1.60hm^2 ，网格植草砖 200m^2 ，土质排水沟 950m ；方案新增工程措施实施为场地清理 31062m^2 ，表土工程 12662m^3 ，复耕 5500m^2 ，临时覆盖 4500m^2 ，彩钢挡板 3150m^2 ，场地清理 12540m^2 ，编制土袋 300m ，泥浆沉淀池 8 座。

通过各项水土保持措施的实施，六项防治指标中扰动土地整治率 99.73% ，水土流失总治理度 99.42% ，土壤流失控制比 1.14 ，拦渣率 99.80% ，林草植被恢复率 99.29% ，林草覆盖率 36.63% ，六项指标达到水土保持方案确定的目标值。随着各防治区内植物措施的逐步恢复，覆盖度不断增加，水土流失防治效果将得到充分发挥。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程									
建设规模	景哈大桥全长 1399.807m，主线由北岸道路+引桥+主桥+南岸道路组成。采用 7 跨双塔双索面混合式叠合梁斜拉桥，其跨径布置为 40.5+42.5+67+400+67+42.5+40.5=700m。主桥采用“H”型主塔，主梁边跨采用混凝土梁形式，中跨采用双边“上”字型钢主梁结合混凝土桥面板结构形式。				建设单位、联系人		景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部刀宣翔				
					建设地点		景洪市景哈乡、勐罕镇				
					所属流域		澜沧江流域				
					工程总投资		6.5 亿元				
					工程总工期		42 个月（2015.10—2019.7）				
水土保持监测指标											
监测单位		昆明龙慧工程设计咨询有限公司			联系人及电话			栗定东/15987108101			
自然地理类型		侵蚀-堆积类型的河谷地貌和阶地地貌			防治标准			建设类项目一级标准			
监测内容	监测指标		监测方法（设施）			监测指标		监测方法（设施）			
	1.水土流失状况监测		实地调查			2.防治责任范围监测		资料结合实地调查			
	3.水土保持措施情况监测		实地调查			4.防治措施效果监测		实地调查			
	5.水土流失危害监测		宏观调查及走访询问			水土流失背景值		727.14/km ² •a			
方案设计防治责任范围		13.00hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a				
方案设计水土保持投资		530.75 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a				
防治措施		主体设计及计列工程措施为浆砌片石边沟 435m ³ ，混凝土排水沟 3698m ³ ，混凝土砖砌网格护坡 650m ³ ，混凝土边坡防护 850m ³ ，钢筋石笼 1940.4m ³ ，江堤混凝土护坡 2630m ³ ，排水涵管 20m，沉砂池 2 座，复耕 600m ² ，园林绿化 0.6hm ² ，植草护坡 5820m ² ，辅道绿化 1.08km，临时绿化 1492m ² ，绿化恢复 1.60hm ² ，网格植草砖 200m ² ，土质排水沟 950m；方案新增工程措施实施为场地清理 31062m ² ，表土工程 12662m ³ ，复耕 5500m ² ，临时覆盖 4500m ² ，彩钢挡板 3150m ² ，场地清理 12540m ² ，编制土袋 300m，泥浆沉淀池 8 座。									
监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95%	99.73%	防治措施面积	3.41hm ²	建筑物及硬化面积	3.89hm ²	扰动土地面积	7.59hm ²	
		水土流失总治理度	97%	99.42%	防治责任范围面积		7.59hm ²	水土流失总面积	7.59hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	1.14	工程措施面积		0.63hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² •a		
		拦渣率	95%	99.80%	植物措施面积		2.80hm ²	监测土壤流失情况	439.01t/km ² •a		
		林草植被恢复率	99%	99.29%	可恢复林草植被面积		2.8hm ²	林草类植被面积（达标）	2.78hm ²		
		林草覆盖率	27%	36.63%	实际拦挡弃土（石、渣）量		2.08 万 m ³	总弃土（石、渣）量	2.63 万 m ³		
	水土保持治理达标评价		根据核实，六项指标均满足水土保持方案确定的目标值。且随着各防治区区内植植物措施的逐步恢复，覆盖度不断增加，水土流失防治效果将得到充分发挥。								
	总体结论		工程措施保存基本完整，植被长势较差，需要加强管护。								
主要建议		1) 由于绿化时间较短，施工场地及施工便道区局部绿化未达标，建设单位需要对植物措施加强管护，针对成活率较低区域及时进行补植补种，使其尽快发挥水土流失防治效果；尽快完善预留勐罕镇集镇停车场项目用地及 1#弃渣场的移交手续。 2)加强运行期已建水土保持措施管护工作，确保其发挥正常的水土保持功能。									

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程“景哈大桥”地处景洪市东南部，距景洪市 28 公里的澜沧江上，桥西位于景哈乡、桥东位于勐罕镇。地理坐标介于：东经 100°55'38.14"~100°55'42.56"、北纬 21°50'48"~21°50'42"之间。起点位于勐罕镇曼岗井路与景允公路交叉的“丁”字路口，沿曼岗井路向南，经过农贸市场街、傣园路后穿过勐罕镇政府所在地，后于既有的澜沧江护堤末端位置向南跨越澜沧江，南岸至电信铁塔下游约 40m 处，主线直向南至冲沟处稍向右转跨过冲沟后于景允加油站东侧接既有 XK04 线。项目地理位置及交通情况详见附图 1。

1.1.1.2 建设性质、工程规模与等级

景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥全长约 1399.807 米，其中，澜沧江大桥长约 1002.5 米（主桥 150+400+150 米，引桥 302.5 米），引道长约 397.307 米，北岸大桥桥下两侧辅道长约 1142.88 米（左侧 578.604 米，右侧 564.278 米）。主线采用双向四车道一级公路标准，主线路基和桥梁宽度为 23 米（不含桥梁拉索区），桥涵设计汽车荷载公路-I 级。设计时速均采用 60 公里/小时。

工程综合经济技术指标表见表 1-1。

表 1-1 项目特性表

一、项目的基本情况				
1	项目名称	橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥		
2	建设地点	景洪市勐罕镇与景哈乡	所在流域	澜沧江流域
3	工程等级	主线一级公路	工程性质	新建项目
4	建设单位	景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部		
5	建设规模	主线长 1393.892m，其中：桥梁 1166m ，引道 227.892m。		
6	总投资	6.5 亿元	土建投资	4.42 亿元
7	建设期	计划于 2015 年 10 月开工，2019 年 7 月底建成通车，施工工期 3.5 年		
二、主要技术指标				
指标名称		采用标准		
汽车荷载等级		公路—Ⅰ级		
桥梁全长		1166m		
路基宽度		主桥面总宽 26m、南岸主线路基总宽度为 23m,引桥及北岸路基标准宽度为 20.5m， 辅道路基标准宽度为 10.5m		
最大纵坡		2.4%		
设计基准年		100 年		
跨径		40.5+42.5+67+400+67+42.5+40.5=700m		
设计速度		60km/h		
设计洪水频率		1/300（大桥）、1/100(主线涵洞)		
地震动峰值加速		0.20g		
通航标准		内河Ⅳ级航道，通航净高不小于 12m		
拆迁		11668.86 平方米		

1.1.2 项目组成

景哈大桥工程由主体工程、施工便道、施工场地及弃渣场组成。主体工程主要包括主桥、引桥、引道、辅道、管理服务中心几部分。

1.1.2.1 主体工程

根据《水保方案》设计主体工程主要包括主桥、引桥、引道、辅道、连接线几部分组成, 总占地面积为 6.11hm^2 。根据景洪市人民政府文件“景政复〔2018〕644号”《关于取消景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设项目南岸连接线工程批复》中批示, 本项目南岸连接线纳入景哈乡集镇道路规划统一实施, 本工程不在进行修建。且为了后期大桥的运营管理, 在景哈岸施工场地内新建管理局一处, 位于原景哈乡施工场地内, 占地纳入主体工程中。因此实际建设中主体工程主要包括主桥、引桥、引道、辅道及管理服务中心, 占地面积 4.91hm^2 。

(1) 勐罕岸引道、引桥及辅道

勐罕岸引道起点位于勐罕镇曼岗井路与景允公路交叉的“丁”字路口，沿曼岗井路向南，在 K0+114 设置引桥，经过农贸市场街、傣园路后穿过勐罕镇政府所在地，于既有的澜沧江护堤末端 (K0+414) 接主桥。勐罕岸引道长 114m，路基宽度为 23m，为收回坡脚，确保路基的稳定，在部分引道及引道与桥梁过渡段设置仰斜式路肩墙；引桥长 330m，桥梁宽 23m，上部结构采用 (6×27+5×27)m 的现浇连续箱梁结构，梁高 1.6 米，桥墩采用钢筋混凝土柱+式墩，桩基采用钢筋混凝土钻孔灌注桩。勐罕岸引道及引桥两侧各布设 8.5m 辅道，路线总宽度 40m，辅道长 1142.88m (主线左侧辅道为 ZK0+000 ~ ZK0+578.604，路线长 578.604m；主线右侧辅道为 YK0+000 ~ YK0+564.278，路线长 564.278m。)，辅道边坡采用植草进行绿化。

(2) 景哈岸引桥、引道

景哈岸引桥及引道设置在 K1+144 ~ K1+399.807 范围内，总长度长度为 255.807m，引桥上部结构采用 4×27m 的现浇连续箱梁结构，梁高 1.6 米，桥墩采用钢筋混凝土柱式墩，桩基采用钢筋混凝土钻孔灌注桩。景哈引道起点位于引桥终点，终点在景允加油站东侧接既有 XK04 线，引道皆为填方路基，宽度为 23m，边坡直接植草防护。景哈岸不设置辅道。

(3) 主桥

本项目主桥采用 7 跨连续的预应力混凝土双塔双索面斜拉桥，跨度布置为 (150+400+150) m，半漂浮体系，边跨设置 2 个辅助墩，主桥全长 700m。边、中跨之比为 0.45，桥塔呈花瓶形索塔。桥梁全宽 26.0m，其中两侧锚索区各 1.5m。主桥各塔均布置 24 对索以及纵、横桥向限位装置。

①主梁中跨采用双边箱断面，主梁中心高 3.0m，桥面板厚 0.3m，桥面板设 2% 的双向横坡。风嘴部分宽为 0.5m。边箱箱底板宽 3.0m，三角部分宽 5.0m，主梁标准段长度为 8.0m，标准段底板、腹板厚为 0.4m，三角部分底板、顶板厚为 0.3m，在标准段两边箱间不设底板，顶板与腹板及三角区设置 1.0×0.3m 的倒角，底板与腹板相交处设 0.3×0.3m 的倒角；索塔区梁段长度为 30.0m，该区梁段桥面板及箱梁顶板、腹板加

厚至 0.6m，三角部分底板厚为 0.45m，两箱间设底板，在与相邻的两个梁段设底板过渡；为改善边跨受力，边跨采用单箱三室断面，三角部分、顶底板、腹板及桥面板厚度基本同中跨标准段箱梁。每对斜拉索与主梁相交处均设横梁，横梁间距与拉索间距对应，全桥横梁共 5 种类型。横梁在桥梁中心线处高 3.0m，拉索处横梁厚度有 0.3m，其中边跨辅助墩顶横梁加厚为 1.0m，梁端处 1.9m 范围设置端横梁，桥塔处设置 3.0m 厚中横梁，全桥横梁均采用预应力混凝土结构。

②索塔

索塔呈花瓶形，总高 127m，桥面以上塔高 95m。上塔柱、中塔柱为变壁厚矩形单箱单室结构，下塔柱采用单箱双室结构。桥塔上塔柱横桥向宽度 4.0m，顺桥向宽度为 7m，中塔柱横桥向宽度由 4.0m 变为 4.5m，顺桥向宽度为由 7.0m 变为 8.0m，下塔柱横桥向宽度由 4.5m 变为 5.0m，顺桥向宽度为由 8.0m 变为 11.0m。为了改善外观及利于抗风，桥塔矩形截面的四角设 $R=0.3m$ 的圆弧倒角。上塔柱为斜拉索的锚固区，顺桥向外壁厚 1.3m，横桥向外壁厚 0.7m。斜拉索锚固点布置于塔壁内侧齿块上。在锚索区塔柱内布置环向预应力束，以平衡由斜拉索引起的水平分力。塔身设置三道预应力混凝土箱式结构横梁，分别设在主梁底面附近、塔中部位、及塔上部。塔柱和基础之间设 2.0m 厚的实体塔座，以使塔柱根部压力有效扩散到承台上。

③拉索

斜拉索采用密索体系，呈扇形布置。全桥共 4×24 对索。根据受力大小共分 6 种类型的斜拉索，即 PES7-055，PES7-151，PES7-241，PES7-301，PES7-349 和 PES7-379。斜拉索在主梁上的标准索距为 8m，边跨 A1 ~ A6 索的索距为 3.8m。斜拉索在索塔上的标准索距为 2m。斜拉索的减振采用外置阻尼器、减振橡胶块及防风雨振双螺旋线共同作用的方式。

④过渡墩、辅助墩及基础

过渡墩按左右幅分别设置，采用矩形实体墩，墩中心线间距 11.5m。过渡墩采用 $3.50m \times 2.50m$ 的矩形截面，靠近引桥一侧设长 6.25m、高 1.4m、宽 1.2m 的盖梁。基础采用桩基接承台式基础。承台厚 2.0m，承台下设 4 根 $\phi 1.5m$ 的钻孔灌注桩。边跨分别

在 54m 处, 110m 处各设置一处辅助墩; 辅助墩按左右幅分别设置, 采用矩形实体墩, 墩中心线间距 11.5m。辅助墩采用 2.0m×2.0m 矩形截面, 端部采用 R-50cm 圆角。基础采用桩基接承台式基础, 承台厚度 2.0m, 承台下设 2 根 $\phi 1.5\text{m}$ 的钻孔灌注桩。

(4) 管理服务中心

为了便于本工程竣工后运行管理, 为后期运营维护提供有力保障, 工程在景哈岸原施工场地内布置景哈大桥管理服务中心一处, 服务中心占地 1.12hm^2 , 包括建构筑物占地、道路及硬化占地及绿化区, 绿地率 46%, 容积率 0.33。

建构筑物区主要包括办公生活楼、餐厅、维修间及门卫室; 道路硬化区主要包括混凝土硬化道路、硬化地表、透水砖道路、网格植草砖停车场; 绿化区主要包括景观; 绿化区、复垦区域。

表 1-2 管理服务中心一览表

序号	名称		占地面积 hm ²	建筑面积 m ²	备注
1	建构筑物	办公生活楼	0.11	2860	层数为 2-4 层
2		餐厅	0.02	200	层数 1 层
3		维修间	0.03	300	层数 2 层
4		门卫室	0.002	20	层数 3 层
5		小计	0.162	3380	
6	道路硬化区	混凝土硬化道路	0.11		
7		硬化地表	0.21		
8		透水砖道路	0.02		
9		网格植草砖停车场	0.02		
10		小计	0.33		
11	绿化区	景观绿化区	0.54		
12		复垦区域	0.06		蔬菜种植
13		小计	0.53		
合计			1.12	3380	



勐罕岸引桥（2019.4）



勐罕岸引桥（2019.4）



勐罕岸引道（2020.1）



勐罕岸引桥配套人行天桥（2020.1）



勐罕岸主桥（2019.12）



勐罕岸主桥（2019.11）

	
勐罕岸左侧辅道（2020.1）	勐罕岸右侧辅道（2020.1）
	
景哈岸主桥（2019.12）	景哈岸主桥（2019.11）
	
景哈岸引道（2019.12）	景哈岸引道回填边坡（2019.4）

	
景哈岸引桥（2019.11）	景哈岸引桥（2018.9）
	
管理服务中心（2019.12）	管理服务中心（2020.1）

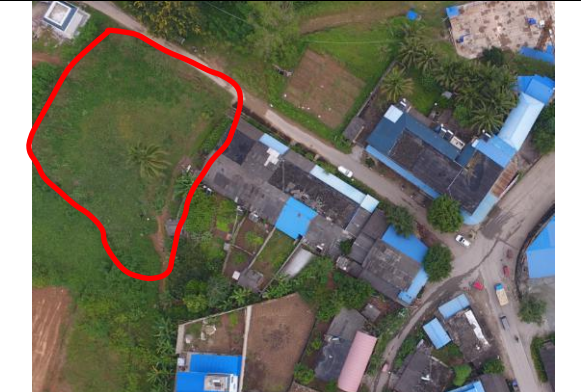
1.1.2.2 施工场地

本项目施工场地主要是拌合场、堆料场、施工营地等，北岸的施工场地（拌合场）布置在政府拆迁空地，南岸的施工场地（包括拌合场、预制场）布置在南桥头上游。2处施工场地施工期共占地 2.93hm^2 ，目前勐罕岸施工场地已对施工临时建筑进行拆除并对场地进行平整后局部硬化，局部绿化。根据《景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部关于勐罕镇人民政府申请橄榄坝大桥桥底地块管理权的回复》（景哈桥复〔2019〕37号）及《景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部关于景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设项目景观及绿化工程调整会议纪要》（2018年12月20日），勐罕岸引桥桥底区域，将规划作为勐罕集镇停车场建设，初步确定建设单位为景洪市国有资产投资有限公司，目前正在办理相关手续；景哈岸原施工场地修建管理服务中心，占地计列入主体工程，施工扰动平台进行平整后绿化。截止2019年12月，本工程南北两岸施工场地占地面积 1.81hm^2 。

	
勐罕岸施工场地（2020.1）	勐罕岸主桥施工扰动区域（2019.11）
	
景哈岸原施工场地（2019.12）	景哈岸施工扰动区域（2019.11）

1.1.2.3 弃渣场

《水保方案》共设计 2 个弃渣场，总占地 0.98hm²，总设计容量 3.78 万 m³。根据监测组现场调查及资料分析，由于实际建设与设计相比，工程建设土石方量产生了变化和征占地条件等一些因素，本项目实际建设过程中只启用了 1#弃渣场，占地面积 0.55hm²，1#弃渣场原地貌属于洼地，本项目弃渣堆放至周边高程齐平，截止 2019 年 12 月已由当地村民种植柑橘等经济作物；2#弃渣场主要堆放景哈岸连接线建设产生弃渣场，由于连接线由景哈乡统一建设，本工程并未进行修建，且 2#弃渣场位于军事用地区域，因此未启用。

	
1#弃渣场 (2019.11)	1#弃渣场 (2020.1)
	
2#弃渣场 (2016.7)	2#弃渣场 (2016.11)

1.1.2.4 施工便道

结合《两阶段施工图设计》及项目实际情况，项目区位于勐罕镇、景哈乡、交通较为便利。北岸（勐罕岸）既有街道基本可满足项目施工进场要求，不需要新建施工便道；南岸（景哈岸）新建临时便道 450m 到达施工区。施工便道路基宽 7.0m，占地面积 0.32hm²，截止 2019 年 12 月，景哈岸施工便道已进行平整绿化。

	
景哈岸施工便道 (2018.1)	景哈岸施工便道 (2020.1)

1.1.3 施工组织

(1) 交通条件

桥梁南岸为国边防公路 XK04 线，北岸为省道 S327 线，沿线乡村便道较发达，主要运输方式为汽车运输，主要运输道路为现有老路。本项目在南岸新修 450m 施工便道与已有乡村公路相接作为施工便道使用。上述道路满足本项目施工交通运输需要。

(2) 施工用电

项目沿线乡镇、村庄分布较多，且所经路段附近区域也架设有电网线路，在施工过程中就近搭接，此外，项目施工时还配备自发电源，作为应急时使用。

(3) 施工用水

沿线河流、沟溪发育，村镇分布较多，且水体基本未受到污染，水量、水质均能满足本项目建设需要，在施工过程中均就近取用景哈乡及勐罕镇集镇供水管网中。

(4) 施工排水：本项目施工排水主要包括施工生产和施工生活排水，施工生产用水多为循环利用，排水量极少，雨季期间场地内排水经沉砂池沉淀后，从公路排水沟和就近沟道排放，排水多数会被蒸发，不会对周边环境造成影响。

(5) 施工通讯

项目区中国移动、联通、电信信号已全面覆盖，能够满足本项目施工通讯要求，电话、传真等通讯由各参见单位自行购买。

(6) 施工材料

本工程施工所需的石料均从景哈乡的回坡石料场，橄榄坝的允帮石料场母岩均为石灰岩，经分选后可作为片块石使用，采用鄂式碎石机破碎，可生产 1~3cm、2~4cm 碎石，以及机制砂和石粉，并可根据需要调整各种碎石的规格和产量，其中回坡石料场月产量为 2 万方，允帮石料场年产量 20 万方，产量满足项目建设需要。两石料场沿线交通十分便利，不需新建便道，上路距离分别为 8 公里、20 公里。

砂、砂砾料：本公路路基填筑所需的土料和石料将优先考虑利用开挖方，挖方不能满足或运距很远时，考虑就近从现在合法开采的料场购买。

根据项目资料和现场调查，本项目跨越澜沧江，沿江两侧均有江砂供应，主要为中粗砂，产量大、运输方便，此地江砂均属闽盛砂场所有，另外在景洪市的曼达地区有河砂生产。

其他材料：沿线木材较为丰富，均就近采购，运输便利。钢材、油料由昆明等地采购，水泥由景洪市华新水泥厂提供，采用汽车运输，于本项目大体积混凝土方量较大，为有效降低混凝土水化热，保证混凝土质量，承台混凝土用水泥可采用符合国家标准的中热水泥。

（7）拆迁安置

实际建设过程中拆迁主要位于勐罕岸引桥及引道区域，共涉及拆迁数量 11668.86m²，本项目拆迁安置采用经济补偿方式解决，拆迁安置费用由建设单位统一交给地方政府，由地方政府解决拆迁问题，负责由此而新增水土流失的治理。业主在与当地政府签订的拆迁包干合同中要明确其水土保持责任。

1.1.4 土石方平衡情况

1.1.4.1 主体工程土石方情况

根据工程施工组织设计分析统计，工程总开挖土石方 6.93 万 m³（包括收集表土 1.27 万 m³），填方 6.70 万 m³（表土回填 1.27 万 m³），外购路基回填土石方 2.40 万 m³，产生永久弃渣 2.63 万 m³，主要堆存于规划 1#弃渣场，其中 0.55 万 m³弃渣堆存与协议村民自家鱼塘回填。

（1）主体工程区

主体工程区挖方 5.33 万 m³，其中建筑物拆除产生 0.55 万 m³建筑垃圾，表土剥离 0.25 万 m³。整体回填利用 5.46 万 m³，其中外购路基回填土石方 2.40 万 m³，自身开挖利用 2.46 万 m³，表土回填 0.60 万 m³。实际产生永久弃渣 2.63 万 m³，主要堆存于 1#弃渣场，其中 0.55 万 m³弃渣堆存与协议村民自家鱼塘回填，目前已堆存完毕。

（2）施工便道

施工便道挖方 0.24 万 m³，其中剥离表土 0.12 万 m³，回填利用 0.24 万 m³，表

土剥离后施工期间主要堆存与表土堆场，施工结束后回填至施工便道封场区域。

(3) 弃渣场

本工程根据施工过程实际弃渣产生情况，仅启用了 1#弃渣场，弃渣场未进行表土剥离，1#弃渣场施工期间接纳弃渣 2.08 万 m³。

(4) 施工场地

施工场地挖方 1.32 万 m³，其中表土剥离 0.90 万 m³，整体回填利用 1.00 万 m³，其中表土回填 0.55 万 m³，剥离表土调入主体工程管理服务中心利用 0.36 万 m³，无弃渣产生。

工程土石方总平衡与表土平衡见下表 1-4。

1.1.4.2 表土资源保护及利用情况

根据现场调查，目前，已实施表土工程 12662m³，未实施 4728m³；其中主体工程收集表土 2450m³（已实施），覆土 6010m³，其中施工场地调入 3560m³；施工便道收集 1200m³（已实施），临时道路覆土 1200m³；施工场地收集 9012m³（已实施），施工场地覆土 5452m³；相较《水保方案》设计表土剥离量减少 4728m³，减少量达 27.19%，主要原因为实际剥离表土区域较原设计减少，2#弃渣场取消，1#弃渣场属于洼地原地貌为鱼塘未进行剥离。本工程覆土情况见表 1-3。

表 1-3 工程绿化及植被恢复覆土情况表

分区	表土收集/ 剥离	覆土	调出	去向	调入	来源	表土堆场设置			
							位置	占地面积 (hm ²)	平均堆 高 (m)	表土来 源
主体工程	2450	6010			3560	施工场 地				
施工便道	1200	1200					施工场 地	0.12	1~6	主体工 程、施 工场地
施工场地	9012	5452	3560	主体工程 (管理服务 中心)			施工场 地	0.12	1~6	主体工 程、施 工场地
弃渣场	0	0								
合计	12662	12662	3560	0	3560					

表 1-4 土方总平衡表单位：万 m³

序号	起讫桩号		位置	挖方	填方	调入（m³）		调出（m³）		借方（m³）		弃方（m³）	
				（m³）	（m³）	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	主线	基础开挖		45392	48578	0				23981	外购	20795	W-1 弃渣场 20795m³、村民 鱼塘填筑 5502m³
2		建筑垃圾		5502	0							5502	
3		小计		50894	48578	0	0	0	0	23981	0	2697	
4	连接线	基础开挖		0	0			0				0	
5		建筑垃圾		0								0	
6		小计		0	0			0				0	
7	施工便道			1215	1215							0	
8	施工场地			4517	4517							0	
合计				56626	54310	0	0	0	0	23981	0	26297	

注：（1）表中方量均为自然方；（2）表中土石方平衡计算公式为：开挖+调入+借方=填方+调入+废弃方；

1.1.5 项目占地

根据实际征地范围及现场施工总布置场地布置情况，工程总占地 7.59hm^2 ，其中工程永久占地 4.91hm^2 ，主要是主体工程；工程施工临时占地 2.68hm^2 ，包括施工便道、弃渣场、施工场地等占地。占地类型包括梯坪地、林地、园地、建设用地、草地、交通运输用地和水域及水利设施用地。根据“云水保〔2010〕103号”文件要求，将“河滩地”名称规范为“水域及水利设施用地”工程占地具体见表 1-5。

表 1-5 工程占地一览表单位： hm^2

占地性质	防治区		行政区属	梯坪地	林地	园地	建设用地	交通运输用地	草地	水域及水利设施用地	小计
永久占地	主体工程区	主线	勐罕镇	0.04	0.05	0.01	1.85	0.59	0.00	0.06	2.60
			景哈乡	0.00	0.09	0.89	0.12	0.00	0.00	0.09	1.19
			小计	0.04	0.14	0.90	1.97	0.59	0.00	0.15	3.79
		连接线	景哈乡	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
		管理服务中心	景哈乡	0.00	0.14	0.84			0.14		1.12
		合计		0.04	0.28	1.74	1.97	0.59	0.14	0.15	4.91
临时占地	弃渣场	勐罕镇	0.15	0.10					0.30		0.55
		景哈乡									0.00
		小计	0.15	0.10	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.55	
	施工便道	景哈乡		0.06	0.22			0.04		0.32	
	施工场地	勐罕镇				0.53				0.53	
		景哈乡	0.00	0.06	1.16	0.00	0.00	0.06		1.28	
		小计	0.00	0.06	1.16	0.53	0.00	0.06	0.00	1.81	
	合计		0.15	0.22	1.38	0.53	0.00	0.40	0.00	2.68	
拟建项目			勐罕镇	0.19	0.15	0.01	2.38	0.59	0.3	0.06	3.68
			景哈乡	0.00	0.35	3.11	0.12	0.00	0.24	0.09	3.91
			合计	0.19	0.50	3.12	2.50	0.59	0.54	0.15	7.59

1.2 项目区概况

1.2.1 地形地貌

项目区位于澜沧江下游，澜沧江在橄榄坝盆地河道变宽，一般在 $300 \sim 500\text{m}$ ，多呈“U”字形宽谷。路线主线（橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥）走向呈北东南西向，在橄榄坝盆地内布设，整体属侵蚀凹岸，河流作用以下切侵蚀作用为主，伴有侧向侵蚀作用，地形平坦、地势开阔，平均海拔约 535m 左右；路线连接线位于景哈乡一侧，走向呈西南东北向，沿橄榄坝盆地南缘布设，地形略有起伏，地势开阔，平均海拔 545m 左右。橄榄坝盆地周边低山丘陵环绕，属怒山山系南段东部余脉地段。路线所经地区

主要地貌为侵蚀-堆积类型的河谷地貌和阶地地貌。

1.2.2 地质构造

1、地质构造

项目区大的区域地质构造处于青藏高原“歹”字型构造体系中段与三江经向构造带复合部位，以澜沧江断裂束为主体的“歹”字型构造形迹。景洪盆地以北构造线为 $320^{\circ}\sim 340^{\circ}$ ，向南以弧形弯曲转向为 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，以勐阿岩体岩基为砥柱，呈向东出的弧形构造。橄榄坝盆地西北部边缘基底为上二叠统安山岩、火山角砾岩，山系属半坡寨背斜东翼并几经破坏的单斜构造。兰达山-曼龙占断裂压扭性断裂沿澜沧江以北北西向进入盆地西北隅，菜阳河-曼秀压扭性断裂于盆地东缘延伸区外，中部近南北向的中大海仰冲断裂从盆地南部潜入。它们曾先后多次活动，共同控制着勐罕盆地的形成和发展。

项目区地处断陷盆地西南部，项目区附近的主要断裂为中大海断裂，中大海断裂近南北走向，断裂为正断裂，位于项目场区以西约 3 公里，不具有近代活动性质。项目区区域地质稳定性较好，中大海断裂对路线基本无影响，线路地质构造条件相对简单，项目区区域地质稳定性较好。

2、地层岩性

从项目所处区域地表调查及钻孔揭露表明，勘察区地层主要为第四系松散沉积物和上二叠统火山岩组（P2）地层组成。

第四系松散沉积物主要分布于桥位北东部一带，上部以粘性土为主，中部为粉土（其中临江岸边坡脚为新近冲积粉土），下部为卵石。呈角度不整合覆盖于上二叠统火山岩组（P2）之上。

二叠统火山岩组（P2）：上部为英安岩、玄武岩夹安山凝灰岩、蚀变玄武安山凝灰岩，下部为角砾状凝灰岩和火山角砾岩。

3、不良地质现象

项目区内不良地质类型主要为软弱土，主要分布于 K1+269 ~ K1+315，长约 46 米。项目区内软弱土层厚约 4.0m，黄褐色 ~ 深灰色，呈软塑状。该段软土上部为填土，填土层厚约 13.4 米，对下部的软弱土有压实作用，且软土埋深较深，本段软土对路基基

本无影响。

4、水文地质条件

项目区地下水按岩组及其赋存形式、水理性质及水力特征划分，主要为松散岩类孔隙水，贮存于澜沧江河谷阶地中的第四系冲积含水岩组中，主要接受大气降水、及其支流纳木塞河上游地表水下渗，迳流途径短，排泄于澜沧江中。项目区地处盆地边缘，第四系松散堆积层相对厚度较薄，一般 30~40m，受古地理环境影响，该含水层厚度自盆地边缘向盆地中央逐步增大，项目区内地下水位埋深一般介于 10~20m 之间，一般不具承压性。

5、地震

本区位于澜沧-勐海及普（洱）-思（茅）两个地震带之间，属青藏高原地震区南部的滇西南地震带，地震地质背景复杂，在工程区外围分布有多个潜在震源区，地震活动频繁。但工程区附近地震活动微弱，其地震基本烈度的大小主要受外围强震的影响。据已有地震记录，本区没有发生过破坏性地震的记录。1997 年 1 月 25 日在勘察区附近发生过 5.3 级地震，震中距勘察区 8 km，由于震源较深，勘察区地震烈度不高，没有造成破坏性灾害，除此之外橄榄坝盆地曾发生过 6.1 级的地震，但没有时间记载。

根据中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），本合同段地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，相应的地震基本烈度为Ⅷ度，构造物应按此设计抗震设防。

1.2.3 气象

项目区属热带季风气候区，年均气温在 21.1℃-22.3℃之间，最冷月平均气温在 12.6℃-15℃左右，最热月平均气温一般在 22℃-28℃左右，极端最高气温 41.1℃，极端最低气温-0.7℃，≥10℃的年均积温为 8057.6℃。雨季集中在 5 月-9 月，年降雨量 1067.9mm，年相对湿度 80%-86%，年雾日 115-145 天，年均风速 0.5-1.5 m/s，风向多为西南风。项目区 20 年一遇最大 1 h 降雨量为 75.42 mm，最大 6 h 降雨量为 116.28 mm，最大 24 h 降雨量为 125.28 mm，50 年一遇最大 1 h 降雨量为 81.26 mm。

1.2.4 水文

项目区主线以桥梁形式横跨澜沧江，澜沧江江面宽约 330m，调查期间（3 月份）水深约 1.5-2.5 m，水质较清澈，流速较缓，主要受大气降水补给。项目区内气候温暖潮湿，每年 5 月至 11 月降水充沛，大气降水多以地表径流方式汇入澜沧江或下渗入第四系覆盖层中，地下水较为富集。本项目桥位位于澜沧江下游河段，河道较顺直稳定，U 形断面，砂质、卵石河床。汇水面积为 137948 km²（水文计算报告 144325 km²），平均坡度在 2% 左右，流速一般为 0.8-1.2 m/s，洪水期偶然达 3 m/s 以上，1969 年-1978 年年平均流量在 1750 m³/s，年径流量 552.08 亿 m³（主要为过境流量）。最高峰流量 1280 m³/s（1966 年），最枯流量 395 m³/s（1960 年）。橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥常水位 523.127 米，最高通航水位 537.91 米，1/10 水位为 535.80 米，1/100 水位为 544.06 米，1/300 设计水位 550.34 米。

经过现场考察以及向当地水利部门调查咨询，在桥梁桥位上游 100m 和桥位下游 1000m 河段内无取水口，本项目不涉及地表水饮用水源保护区。

区内河流沟谷水的主要来源为大气降水和冰雪融水，随季节变化明显，工程区内属亚热带湿润季风气候区，降水丰富，多集中在 6~10 月，旱雨季节分明，对地下水的交替循环有着明显影响。

1.2.5 土壤

项目区所在地景洪市地处世界热带边缘，属北热带湿润季风气候区，土壤类型主要有砖红壤、赤红壤、冲积土、水稻土等。

1.2.6 植被

根据现场实地调查与踏勘，项目区的植被可以分自然植被和人工植被两大类型，自然植被是未经人为种植而自然形成的植被类型，人工植被是由人工种植形成的植被。参考《中国植被》、《云南植被》等专著，将评价内出现的自然植被类型划分为 2 个植被型，3 个群系。

1.2.7 侵蚀类型与强度

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程属橄榄坝盆地内侵蚀凹岸，主要土壤赤红壤和水

稻土等，全区的水土流失类型主要为水力侵蚀。本工程水土流失特点如下：

（1）工程建设所引起水土流失区域主要为弃渣场、主体工程区域，由于工程施工挖损破坏及占压地表，使其地形地貌、植被、土壤发生较大变化而引起的水土流失，属典型的人为加速侵蚀，且工程施工面紧邻澜沧江，具有流失潜在危害大、流失形式多样等特点，并主要集中在工程施工期间；

（2）水土流失具有集中性及季节性，主要集中在项目建设过程中的裸露边坡及施工扰动区域，流失时段主要为雨季。

1.2.8 水土流失重点防治区划

《水保方案》水土流失防治目标根据《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（云政发【2007】165号）：项目区所在地景洪市属云南省水土流失重点预防保护区及重点监督区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008），确定本项目执行建设类水土流失一级防治标准。

根据现行规范及条例进行水土流失防治目标划分，根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅，办水保〔2013〕188号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》（第49号），景洪市属于西双版纳省级水土流失重点预防区，依据《开发建设项目水土流失防治等级标准》（GB50434-2008）相关规定，本工程水土流失防治标准应按建设类一级标准执行。

1.2.9 项目区水土流失现状

经监测组现场调查，工程于2015年10月开工建设，2019年7月主体工程完工。工程建设中，根据主体和水土保持方案设计，针对性的实施了一些水土保持工程措施、植物措施和临时措施，一定程度防治了工程区水土流失情况。根据监测组现场调查，项目各组成区水土流失现状简述如下：

（一）主体工程区：主体工程在施工期间采用临时排水沟、临时覆盖、临时绿化等措施，有效控制施工过程中造成的水土流失。随着工程建设进度推进，河堤钢筋石笼拦挡浆砌石护坡，混凝土网格护坡、混凝土排水沟等永久措施的实施，根据现场调

查，主体工程区开挖扰动区域均已得到有效治理，形象面貌得到了大大改善，区域水土流失得到了明显控制，由于勐罕岸桥下扰动区域为后期停车场硬化使用，目前为地表已平整但部分裸露，景哈岸回填坡面及管理服务中心绿化长势较好，覆盖率已达标。整体主体工程区区域现状侵蚀强度判读为微度。

（二）施工场地：施工期间施工场地采用临时排水沟、临时绿化、临时覆盖及临时沉沙等措施有效防治施工期间建设产生的水土流失。随着施工场地使用结束后，施工临时建筑相距拆除，截止 2019 年 12 月，勐罕岸施工场地地面建筑已拆除，拌合站区域为硬化地表，其他区域基本被主体工程区域建筑占用；景哈岸施工场地临时建筑全部拆除以后，原拌合站及钢筋加工场占地上，修建了管理服务中心，其他区域均已平整绿化。现状侵蚀强度判读为微度。

（三）弃渣场区：本项目原设计 2 座弃渣场，分别位于勐罕岸 1#弃渣场，景哈岸 2#弃渣场。实际建设过程中启用 1#弃渣场，由于弃渣场地处洼地，堆渣高度与周边地形持平，截止 2019 年 12 月，1#弃渣场已堆渣结束并归还后，由当地村民种植经济果木林，主要种植柑橘。2#弃渣场未启用。弃渣场侵蚀强度判读为微度。

（四）施工便道：实际实施施工便道主要为景哈岸施工场地，施工过程中临时排水及坡面临时绿化均较好的防治水土流失，后期施工结束后，进行平整恢复，截止 2019 年 12 月，施工便道已与施工场地一同平整恢复植被，侵蚀强度判读为微度。

1.3 水土流失防治工作情况

1.3.1 建设单位水土保持管理

根据《中华人民共和国水土保持法》，自水土保持方案报水行政主管部门批准后，为保证水土保持方案的顺利实施，建设单位派专人负责本项目建设过程中水土保持的领导、管理和实施工作；并配合地方水行政主管部门对本建设项目水土保持措施的实施情况进行监督和管理，搞好本项目的水土保持工作。

在工程建设过程中，把水土保持工作列入重要议事日程，并认真组织方案的实施和管理。在施工过程中要求施工单位应采取各种有效措施，防治在其防治范围内发生水土流失，避免对其范围外的土地进行扰动、破坏地表植被，避免对周边生态环境的

影响；要求监理单位履行自己应承担的职责，为水土保持措施保质、按期和限额完成提供服务。

1.3.2 三同时制度落实

2013 年 2 月中交通力建设股份有限公司完成了《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程可行性研究报告》的编制工作；2013 年 8 月，招商局重庆交通科研设计院有限公司接受委托进行本项目的水土保持方案报告书编制工作，2013 年 11 月 18 日，云南省水利厅以“云水保许〔2013〕552 号”文件对本项目水土保持方案予以批复。中交通力建设股份有限公司承担本项目的初步设计、施工图设计任务，设计单位于 2015 年 5 月底完成《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程两阶段施工图设计》。2015 年 8 月 4 日，云南省交通运输厅以“云交基建〔2015〕190 号”文件对本项目两阶段施工图设计予以批复。主体工程施工过程中，建设单位把水土保持措施纳入主体工程土建施工中由施工单位负责统一实施；目前，水土保持措施随主体工程建设完成。在施工过程中，建设单位、设计单位、施工单位和监理单位加强水土保持法等法律法规的学习，水土保持措施与主体工程同时设计，同时施工，同时投产使用，景哈大桥建设期间，主体工程施工与水土保持施工安排基本遵循“三同时”的原则，实施进度安排合理，满足水土流失防治要求。

1.3.3 水土保持方案编报及变更

（1）水土保持方案编报情况

西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司曾于 2009 年 4 月完成了《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥水土保持方案可行性研究报告》（原水保方案），并于 2009 年 7 月获得云南省水利厅水保函〔2009〕148 号文批复。由于原水保方案中采用的桥型方案为双肢中承式无推力钢箱系杆拱桥，不能一跨过江，存在着一定的通航安全隐患。2012 年 3 月，景洪市交通局又委托中交通力建设股份有限公司编制了橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程可行性研究报告，2013 年 2 月中交通力建设股份有限公司完成了该项目的工程可行性研究报告编制工作，采用的桥型方案为双塔混凝土斜拉桥方案，并在桥头增加引道和连接线。

鉴于主体工程发生重大变更,根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持技术规范》以及云南省有关法律法规的要求,需重新编报水土保持方案。为此,2012年10月景洪市交通局委托招商局重庆交通科研设计院有限公司承担了该项目水土保持方案的编制工作,接到委托书后,编制单位随即开展了现场踏勘和资料收集工作,并于2013年8月根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》的要求编制完成了《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持方案报告书》(送审稿)。2013年8月15日,云南省交通厅在昆明市主持召开了《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持方案报告书》(送审稿)的评审会。会后,编制单位项目组根据评审意见,补充了相关资料,修改完善了报告书内容,于2013年9月完成了《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持方案报告书》(报批稿),2013年11月18日,云南省水利厅以“云水保许〔2013〕552号”文件对本项目水土保持方案予以批复。

(2) 项目变更情况

本项目地点、规模、弃渣未发生重大变化,根据“办水保〔2016〕65号”文件要求,未达到水土保持方案未做变更方案或补充方案。根据监测过程,本项目实际建设较水保方案发生以下变化:

一、主体工程变化

《水保方案》编制阶段主要依据工程可行性研究报告资料:主线全长1393.892m,按双向四车道一级公路标准进行建设,主桥宽26m,桥梁全长1166m,引道长227.892m,引桥和引道宽23m,辅道长1115.126m(其中左侧长550.467m,右侧长564.659m),设计速度为60km/h。连接线长1208.477m,采用二级公路标准,路基宽度10m,设计速度为60km/h。《两阶段施工图》设计阶段:主线全长1399.807m,按双向四车道一级公路标准进行建设,主桥宽23m,桥梁全长1002.5m,引道长397.307m,引桥和引道宽20.5m,辅道长1142.88m(其中左侧578.604m,右侧564.278m),设计速度为60km/h。连接线长1210.935m,采用二级公路标准,路基宽度10m,设计速度为60km/h。

主体工程实际建设与《两阶段施工图》对比,主要是连接线由景哈乡政府统一修建而本项目未进行修建,连接线占地面积减少2.32hm²;在原景哈岸施工场地新增管理服务中心一处。其他各项参数及建设内容与《两阶段施工图》基本一致。

二、弃渣场变化

《水保方案》共设计 2 个弃渣场，总占地 0.98hm^2 ，总设计容量 3.78万 m^3 。根据监测组现场调查及资料分析，由于实际建设与设计相比，工程建设土石方量产生了变化和征占地条件等一些因素，本项目实际建设过程中只启用了 1#弃渣场，占地面积 0.55hm^2 ，1#弃渣场原地貌属于洼地，本项目弃渣堆放至周边高程齐平，截止 2019 年 12 月已由当地村民种植柑橘等经济作物；2#弃渣场主要堆放景哈岸连接线建设产生弃渣场，由于连接线由景哈乡统一建设，本工程并未进行修建，且 2#弃渣场位于军事用地区域，因此未启用。

三、施工场地变化

本项目施工场地主要是拌合场、堆料场、施工营地等，北岸的施工场地（拌合场）布置在政府拆迁空地，南岸的施工场地（包括拌合场、预制场）布置在南桥头上游。2 处施工场地施工期共占地 2.93hm^2 ，目前勐罕岸施工场地已对施工临时建筑进行拆除并对场地进行平整后部分硬化，部分绿化；景哈岸原施工场地修建管理服务中心，占地计列入主体工程，施工扰动平台进行平整后绿化。本工程施工场地后期验收占地面积为 1.81hm^2 。

四、施工工期调整

原设计工期 30 个月，工程计划于 2013 年 10 月开工建设，2016 年 5 月竣工。实际工程于 2015 年 10 月开工，2019 年 7 月主体工程完工交工验收，总工期 42 个月，主要由于工程建设难度相对较大，技术要求高，且位于澜沧江沿岸敏感区域，受到景洪雨季较长的影响，导致施工工期增加。

五、占地面积变化

由于工程实际建设过程中分区布局存在调整，临时占地及永久占地都有一定程度变化，工程建设整体扰动面积减少，主要表现在：景哈岸连接线取消建设，占地面积减少 2.32hm^2 ；主体工程新增管理服务中心一处，建设地点位于原施工期使用的景哈岸施工场地，占地面积增加 1.12hm^2 ；施工场地在施工期间使用结束以后计划进行封场复垦及恢复植被，由于景哈岸施工场地区域新增管理服务中心永久占用，占用占地面积计列入主体工程区，施工场地占地面积整体由 2.96hm^2 减少至 1.81hm^2 ；由于原设

计 2#弃渣场主要接纳连接线产生弃渣，连接线取消后，2#弃渣场未启用，占地减少 0.43hm^2 ；

工程占地变化均在征占地范围内进行调整，未出现超出防治责任范围的情况出现，且连接线及 2#弃渣场取消，总体扰动面积减少，减少植被破坏、地表扰动，相对工程建设区域水土保持具有利好的作用。

六、土石方量调整

本项目建设过程中产生土石方的环节主要有主线引道及辅道、桥梁基础开挖、锚锭基坑开挖、建筑垃圾拆除、连接线、施工便道、施工场地、表土收集几部分。《水保方案》设计项目挖方 76560m^3 (含剥离表土量 17390m^3)，填方 21383m^3 ，弃方 55177m^3 (含临时表土弃方量 17390m^3 、永久弃渣 37787m^3)。实际建设过程中总开挖土石方 6.93 万 m^3 (包括收集表土 1.27 万 m^3)，填方 6.70 万 m^3 (表土回填 1.27 万 m^3)，外购路基回填土石方 2.40 万 m^3 ，产生永久弃渣 2.63 万 m^3 ，主要堆存于规划 1#弃渣场，其中 0.55 万 m^3 弃渣堆存与协议村民自家鱼塘回填。相较《水保方案》设计表土剥离量减少 4728m^3 ，减少量达 27.19% ，主要原因为实际剥离表土区域较原设计减少，2#弃渣场取消，1#弃渣场属于洼地原地貌为鱼塘未进行剥离。

1.3.4 水土保持监测意见及落实情况

根据现场踏勘结合主体资料显示，工程建设中，根据主体和水土保持方案设计，针对性的实施了一些水土保持工程措施、植物措施和临时措施，一定程度防治了工程区水土流失情况。监测组多次对现场详细踏勘监测后，针对现场提出整改意见为：

(1) 在项目建设过程中要加强领导和管理，组建专门的水保工程建设领导小组，提高施工人员的水土保持意识，落实水保资金，确保水土保持方案的有效实施；

(2) 建设单位在进行施工、监理招标时，在标书中明确施工过程中产生的水土流失防治责任，要求施工方做到对造成水土流失的区域，及时进行措施治理。

(3) 项目建设单位需要定期针对施工单位组织水土保持专项工作会议，并邀请水土保持监理、监测单位参加，以提高施工单位的水土保持意识；

(4) 在施工过程中要注重水土保持临时措施的实施，以最大限度地减少施工期间的水土流失；

(5) 要注意对施工征地范围以外土地的保护, 严禁扰动、占压征地范围以外的土地;

(6) 优化施工工艺, 采用对地面扰动最小的施工方式施工建设;

(7) 项目土石方工程结束后, 建设单位需立即组织实施植物措施, 尽量减少地表裸露时间。

1.3.5 水土保持监督检查意见落实情况

一、自 2018 年 8 月 24 日收悉《云南省水利厅关于开展省级生产建设项目水土保持自检自查工作通知》后, 建设单位高度重视, 认真贯彻文件精神, 并于 9 月 10 日成立《自检自查工作领导小组》(景哈桥发[2018]53 号), 按照文件工作要求, 开展了橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持自检自查工作, 并按照通知要求提交了自检自查相关材料。

二、根据云南省水利厅关于对水土保持方案实施情况及水土保持设施运行情况, 水土保持补偿费征收情况开展随机抽查的通知“云水保[2018]58 号”, 2018 年 11 月 9 日云南省水利厅、云南省水土保持监测总站组织市水务局对本项目进行监督检查, 现场提出的意见为:

(1) 对施工区域内的临时及永久排水沟进行巡查, 出现淤堵区域尽快进行清理, 保障项目区地表径流的顺畅排导;

(2) 对项目存在的变更区域进行复核, 完善相关手续。

2018 年 11 月底, 监测单位协助建设单位完成了水土保持监督监督检查现场所提意见的整改, 具体如下。

(1) 施工单位对项目区内所有永临排水沟进行了排查, 对破损及堵塞区域进行了清理及修复, 并制定相应的巡查机制, 纳入日常管理中;

(2) 监测单位对工程建设扰动区域产生的变更内容进行统计并进行讨论, 主要变更为连接线取消及 2#弃渣场未启用, 新增管理服务中心一处, 通过对比“办水保[2016]65 号”文件要求, 未达到水土保持方案未做变更方案或补充方案; 连接线取消也有景洪市人民政府文件“景政复[2018]644 号”《关于取消景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧

江大桥建设项目南岸连接线工程批复》作为依据；

三、2018 年 12 月 3 日水土保持司联合省水利厅、市水务局来本项目进行检查，监测单位协助建设单位顺利完成检查，各级领导对项目建设水土保持防治工作给予了高度肯定。现场检查组对后期提出进一步加强后续水土保持工作的要求。

1.3.6 水土流失危害事件及处理情况

通过现场监测及调查询问，本项目从开工到项目竣工期间未发生水土流失危害事件。

1.4 监测工作实施情况

1.4.1 监测项目组设置

1.4.1.1 监测任务委托

根据水利部 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（2002 年 10 月 22 日）、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（水利部 2007 年 11 月 8 日）有关规定，2015 年 10 月，景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司对景哈大桥进行水土保持监测，及时全面的掌握建设过程中水土流失发生的时段、强度等情况，采取相应防控措施，最大限度地减少水土流失，为下阶段水土保持设施专项验收提供依据，（监测委托书见附件 1）。

1.4.1.2 进场及监测工作开展情况

昆明龙慧工程设计咨询有限公司（以下简称“我单位”）于 2015 年 10 月接受景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部委托开展橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测工作，监测时段为 2015 年 10 月~2019 年 12 月，共 4.25 年。

监测单位接到委托后立即组织相关专业的技术人员成立监测组，于 2015 年 10 月初对工程建设区域进行全面调查，主要调查工程布置、水土流失防治分区等，为编制水土保持监测实施计划收集资料。并于 2015 年 11 月向云南省水土保持生态环境监测总站提交了本项目的《云南省生产建设项目水土保持监测备案表》。根据实际踏勘情况，结合水土保持方案中的防治分区，完善水土保持保持监测分区、重点监测区和监测技术路线，向业主单位了解项目建设的基本情况。在上述基础上，按照水土保持监

测法律、法规，监测技术规程等，于 2016 年 2 月编制完成《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测监测实施方案》，2016 年 5 月 9 日云南省交通运输厅在昆明组织对《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测实施方案》进行了技术论证。指导今后的水土保持监测工作。

依据《监测实施方案》自 2015 年 10 月至 2019 年 12 月，监测组基本做到了每季度监测 1 次，每次外业监测后编制监测季度报告，每年 12 月之前完成监测年度报告。目前已提交 2015 年、2016 年、2017 年、2018 年、2019 年水土保持监测季度报表、水土保持监测季度报告和三期年度报告。

在此基础上，项目组通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式，结合建设方提供的基础技术资料 and 工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，于 2020 年 1 月完成《橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测总结报告》，为工程水土保持设施专项验收提供技术依据。

1.4.1.3 监测组技术人员配备情况

为保障监测工作高质量、高效率完成，我单位组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富水土保持监测队伍，成立橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测项目组，针对项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与当地水土保持主管部门联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。

我单位对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，由分管副总和总工负责对项目进行统筹安排及技术把关。监测项目组分为水土流失因子监测组、水土流失状况监测组和防治效果监测组。

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测具体人员及分工见表 1-6。

表 1-6 水土保持监测人员组织安排和分工表

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	罗 松	高级工程师	法人代表/水工	项目管理
	张洪开	高级工程师	水工	成果审查
水土流失因子监测组	刘富平	高级工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
	宁 何	工程师	地质	负责水土流失因子监测
水土流失状况监测组	栗定东	高级工程师	水土保持	水土流失状况监测组组长，负责监测报告编写
	杨宏亮	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	胡治军	工程师	水工	水土流失防治效果监测组组长，项目负责人，负责监测报告统稿
	段兴凤	工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.4.2 监测设施设备

根据工程水土流失特点和项目区水土流失现状，实际使用的监测设备主要有：全站仪、激光测距仪、GPS、罗盘、无人机、数码相机、笔记本电脑等。用于该项目水土保持监测的设施主要有：标准径流小区、米积小区、简易水土流失观测场、植被标准地样方等。详见表 1-7。

表 1-7 橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持监测设施和设备一览表

序号	设施和设备	型号、规格	数量	备注
一	监测设施			
1	简易水土流失观测		4	用于观测水土流失量
2	简易坡面量测		8	用于观测水土流失量
3	植被样方		8	用于观测植被生长情况
4	沉沙池		8	用于观测水土流失量
5	泥沙收集量筒		4	用于收集含泥沙用水
二	仪器、设备、材料			
1	激光测距仪	台	1	便携式
2	土壤水分仪	套	1	测 4 个深度
3	电子天平	套	1	1/500g
4	土壤刀、铝盒、环刀、酒精	套	1	用于土壤含水率、容重等的量测
5	手持式 GPS	台	2	监测点、场地、渣场的定位量测
6	罗盘、塔尺		1	
7	雨量计	台	1	
8	数码照相机	台	2	用于监测现场的图片记录
9	数码摄像机	台	1	用于监测现场的影像记录

序号	设施和设备	型号、规格	数量	备注
10	笔记本电脑	台	1	用于数据处理
11	大疆精灵 4 无人机	台	3	用于检测现场的图片及影像记录
12	钢钎、监测牌、木桩			简易水土流失观测场
13	易耗品			样品分析用品、玻璃器皿等
14	监测人员劳保用品	套	6	衣物等

1.4.3 监测点布设

（1）监测重点地段

在充分考虑水土流失强度、防护规模等情况的基础上，按照监测时段和水土流失预测成果确定本工程重点监测区域为弃渣场、施工场地、主体工程。

（2）监测点布设

监测项目组在实地踏勘的基础上，针对工程实际情况，根据工程水土保持监测分区，在监测布布设时考虑在重点监测区域设置定位监测点，其他区域设置调查监测点与巡查监测相结合的方式监测点的布设。

针对橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程施工特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，累计共布设 15 个监测点，其中定位监测点 3 个，调查监测点 12 个。监测点布置情况见附图，监测点数量统计表详见表 1-8。

表 1-8 橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程调查监测点布设统计表

监测点布设位置	监测点编号	监测点布设时间	采用监测设施	监测设施布设情况
表土堆场	1#监测点	2016 年 4 月	侵蚀钉观测样方	主要监测临时表土堆放的土壤流失侵蚀量
南北两岸近河区域	2#监测点	2016 年 4、7 月	泥沙含量监测	主要监测南北两岸近河区域上下游 50m 泥沙含量对比
1#弃土场	3#监测点	2016 年 1 月	未布设相关监测设施，调查为主	主要基于调查监测基础上，重点进行观测水土流失危害
周边影响区	4#监测点	2016 年 1 月	调查为主	防治责任范围监测
场地内排水设施	5#监测点	2016 年 1 月	调查监测	主要监测工程措施防护效果
临时施工道路边坡	6#监测点	2016 年 9 月	调查监测	植物措施防护效果
勐罕岸河堤施工区	7#监测点	2017 年 3 月	调查监测	施工面扰动情况及河堤防护效果
景哈岸河堤施工区	8#监测点	2017 年 3 月	调查监测	施工面扰动情况及河堤防护效果

监测点布设位置	监测点编号	监测点布设时间	采用监测设施	监测设施布设情况
弃土弃渣拉运情况	9#监测点	2017 年 3 月	调查监测	弃渣拉运情况
建筑拆除施工场地情况	10#监测点	2017 年 6 月	调查监测	拆除范围、拆除建筑处置情况，临时防护措施防护情况
引道边坡	11#监测点	2018 年 10 月	调查监测	边坡防护情况
引道施工场地	12#监测点	2018 年 10 月	调查监测	施工场地防护情况
景哈岸施工场地	13#监测点	2019 年 3 月	调查监测点	封场恢复
1#弃渣场	14#监测点	2019 年 9 月	调查监测点	封场恢复
管理服务中心	15#监测点	2019 年 10 月	植被样方观测点	植被恢复情况



1#监测点布置——表土堆场侵蚀钉



2#监测点布置——南北岸近河施工平台泥沙含量水样采集

 2016 年 1 月	 2016 年 1 月
调查监测点	
 2016 年 7 月	 2016 年 7 月
7#监测设施观测（景哈岸河堤）	8#监测设施观测（勐罕岸河堤）
 2016 年 9 月	 2018 年 7 月
无人机影像收集	



2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程批复的水土保持方案报告要求和工程建设和工程水土流失特点，按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2008]187号）和水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保〔2015〕139号）的要求，本工程监测内容主要包括以下四方面：

- （1）项目建设区水土流失影响因子，包括地形、地貌和水系的变化情况，主体工程施工进度、建设项目占地面积、扰动地表面积，项目挖方、填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积，项目区林草覆盖率。
- （2）水土流失状况，包括水土流失形式及面积、水土流失量、水土流失程度的变化情况，以及对周边区域造成的危害及其趋势。
- （3）水土保持防治效果，包括水土保持工程防治措施的数量和质量，林草措施成活率、保存率、生长情况及盖度，防护工程稳定性、完好程度和运行维护情况以及各项防治措施的拦渣、保土效果。
- （4）水土流失危害，对于局部施工区域因侵蚀性降雨引起的地表径流冲刷造成局部坍塌、淤积等情况，及时进行现场调查，调查发生面积、坍塌（淤积）量和对周边区域的影响。

水土保持监测内容均对应具体监测指标，针对不同监测内容及其指标应采取不同的监测方法。结合本工程施工进展、水土流失特点及现场条件，监测方法为调查监测和地面观测。其中，调查监测包括查阅资料、询问、巡查、典型调查和抽样调查，地面观测包括测针观测场和侵蚀沟量测。

本工程具体监测指标及方法详见表2-1。

表 2-1 景哈大桥水土保持监测指标及具体方法

序号	监测内容	监测指标		具体监测方法
		指标名称	指标内容	
1	水土流失影响因子	自然因素	包括降雨量、地形地貌、地表组成物质、植被等	收集附近气象站资料，分析降雨情况 实地勘测、查阅资料 抽样调查，土壤采用手测法、环刀法，植被采用照相法、样线法等
2		地表扰动情况	包括工程对原地貌、植被的占压、毁损等情况	查阅相关技术文件 实地巡查、调查，影像、文字记录扰动现状
3		水土流失防治责任范围	包括征占地情况、防治责任范围变化	收集、查阅项目征占地文件 实测法，使用测尺、GPS 设备量测 绘图法，采用实际调查、大比例尺测绘
4		弃土弃渣	渣场扰动占地面积及弃土（渣）量	查阅相关技术文件 实地量测占地面积，结合堆渣体形状测算渣量
6	水土流失状况	水土流失类型	水土流失类型、形式及分布情况	收集资料，综合分析各区段水土流失类型 实地调查，选取各区段的典型部位调查
7		水土流失面积	轻度以上土壤侵蚀面积	抽样调查法即选取典型地段、典型区域和部位进行调查后综合分析
8		土壤侵蚀强度	各监测分区的土壤侵蚀强度及趋势	根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）分析确定各分区侵蚀强度级别
9		水土流失量	典型地段或重点部位的水土流失量	设置固定观测设施，获得不同时段的水土流失量 综合分析各类监测结果，推算工程水土流失量
10	水土保持防治效果	施工进度	包括主体工程和各项水土保持措施的实施进展	查阅施工、监理等资料 实地调查、询问
11		临时措施	措施类型、数量及效果	查阅施工、监理等资料 实地调查、拍摄照片或录像
12		工程措施	措施类型、数量、完好程度及防护效果	查阅施工、监理等资料 抽样调查工程措施，使用卷尺、测距仪等对尺寸进行核查，拍摄照片或影像记录外观质量，综合分析措施防护效果
13		植物措施	植物种类、面积、成活率、保存率、生长状况及林草覆盖率	查阅技术资料和设计文件 抽样调查植物措施，设置植物样方，使用照相法、网格法等综合分析绿化及水土保持效果
14		对主体工程安全建设和运行发挥的作用		以巡查为主，汛期前后及暴雨后及时调查评价

序号	监测内容	监测指标		具体监测方法
		指标名称	指标内容	
		用		
15		对周边水土保持生态环境发挥的作用		以调查为主，施工期及试运行期各开展一次
16	水土流失危害	对主体工程造成危害的数量和程度等		水土流失危害面积采用实测法或绘图法 水土流失危害数量采用实地调查、询问 水土流失危害程度采用实地调查、测量、询问
17		掩埋冲毁农田、居民点等的数量和程度		
18		其他危害		

2.2 监测方法

2.2.1 调查监测

(1) 调查监测是指定期采取全区域调查的方式，通过现场实地勘测，采用GPS定位仪结合1:5000地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按照标段测定不同工程和标段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表登记每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦渣工程、护坡工程、土地整治等）实施情况。

①面积监测：本工程主要对渣场、主体工程区及施工场地区等较为集中的区域采用手持GPS进行定位监测。首先对调查区按扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，同时在监测记录簿上记录调查点名称、工程名称扰动类型和监测数据编号等。然后沿着分区边界走一圈，通过GPS记录所走区域的形状（边界坐标点数据），然后将GPS记录的监测数据结果转入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积（如果是实时差分技术的GPS接收仪，当场即可显示面积）。对弃土弃渣量测量，把堆积物近似看成多面体，通过测一些特征点的坐标，再模拟原地面形态，即可求出堆积物。

②植被监测：选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林20m×20m、灌木林5m×5m、草地2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为：

$$D=fd/feC=f/F$$

式中：D——林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C——林（或草）植被覆盖度，%；

fe——样方面积，m²；

fd ——样方内树冠（草冠）垂直投影面积， m^2 ；

f ——林地（或草地）面积， hm^2 ；

F ——类型区总面积， hm^2 。

需要注意：纳入计算的林地或草地面积，其林地的郁闭度或草地的盖度都应大于20%。关于标准地的灌丛、草本覆盖度调查，采用目测方法按国际通用分级标准进行。

2.2.2 地面观测法

对不同地表扰动类型，侵蚀强度的监测，采用地面观测方法。如桩钉法、侵蚀沟样方测量法、泥沙含量测量，米积小区等，并以桩钉法和侵蚀沟法为主。同时采用自记雨量计观测降雨量和降雨强度。

（1）桩钉法：将直径2cm、长50cm、类似钉子形状的木桩相距1m，分上中下、左中右纵横各3排（共9根）沿坡面垂直方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。景哈大桥项目共设置1个桩订小区，主要布设于表土堆场。针对每个桩订小区，在每次现场监测时测出钉帽出露地面高度，并作好记录，结合上一次监测时记录的对应钉帽出露地面高度，计算出前后两次监测期间的侵蚀深度，再计算出土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。计算公式采用： $A=ZS/1000\cos\theta$ ，式中 A ——土壤侵蚀量， Z ——侵蚀深度（mm）， S ——侵蚀面积（ m^2 ）， θ ——坡度值。

（2）侵蚀沟样方法：在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取5~10m宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽>100cm）、中（沟宽30~100cm）、小（沟宽<30cm）分三类统计，每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。侵蚀沟样方法通过调查实际出现的水土流失情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。必须及时了解工程进展和施工状况，通过照相、录像等方式记录、确认水土流失的实际发生过程。

（3）水体泥沙含量量测法：因主体工程施工需要，在沿河滩涂和河岸等处沉放、施打大量的管桩基础。在沉放和施打管桩的过程中，必然会影响水文勘测数据，同时，改变水域泥沙运移的自然状态，其中包括管桩对水体悬移质和推移质搬运过程的阻滞，改变河床底泥稳定状态，产生新的悬移质和推移质，江潮和降水冲刷滩涂将泥沙带入

水体，河岸受到凿击后碎屑掉入水域等。主桥钻孔施工过程中，需不断向管桩内加水稀释管桩内的泥浆，然后由水泵抽至中转台，再由中转台抽至运输车，外运至附近泥浆池，或者由泥浆船驳运至指定地点。如未能够安排足够数量的运输车或泥浆船，将会造成中转台泥浆满溢，流入水体中，污染水环境。钢筋笼固定好之后，混凝土浇筑时，如不合理控制加水比例，亦可能使管桩中的泥浆满溢进入水体。因此，钻孔灌注桩是水域桥梁施工过程中最容易产生水土流失的过程。此外，承台和墩身施工过程中需进行泥浆灌注和现场混凝土浇筑，若钢套筒或模板防护不到位，泥浆和混凝土很可能落入水体。因此，沿河滩涂和河(海)岸成为水土流失发生的主要部位。

水体泥沙含量监测法主要分为两类，直接测定法和间接测定法，综合考虑两种方法的优缺点，结合工程建设特性，本设计选用直接测定法进行水体泥沙含量监测。

直接测定法是通过在主桥塔基施工面上游50m，下游50m分别从水体中取样，除去泥沙中的水分，以确定其含沙量。直接测定法中应用最广泛的是烘干法，该方法通过在施工水域上下游取样，过滤、称重、求差，来反映施工扰动产生的水土流失。通过一些同类工程水土保持监测工作实践，发现该方法设备简单、易行，精度较高。

2.2.3 临时监测

当有水土流失危害发生和遇降大雨、暴雨，应增加监测频次，进行临时监测。对水土流失危害情况进行调查，并及时上报有关部门，若遇降暴雨，应增加对水土流失的临时观测，并对相关数据进行整理和分析。

2.2.4 巡查

在进行调查监测的同时，还采取对现场巡查，及时掌握各种可能出现的水土流失问题，及时向项目建设单位汇报和提出相应的处理意见，由建设单位根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的实效。巡视方法采取定期或不定期方式。

2.2.5 无人机遥感监测法

无人机遥感监测具有工作高效、调查全面、数据准确的优势，能适应水土保持监测信息化发展的要求。尤其是对于橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程的重点监测区域(表土堆场、弃渣场等)的水土保持监测，可快速获取扰动土地面积和坡度等水土流失因

子，估算取弃土方量和水保措施工程量，监测水土流失危害，评估水土流失状况，在一定程度上解决了监测数据获取难的问题。

在传统监测技术手段的基础上，从2016年开始我公司通过无人机遥感监测技术对橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程区进行了监测，选择DJI Phantom4系列无人机作为主要的机型，无人机监测流程主要包括影像数据获取、数据处理和成果数据应用。

（1）影像数据获取。利用无人机对弃渣场进行航拍作业，在航拍前需要对无人机进行调试，根据成果数据的精度要求设置一定的飞行高度，根据弃渣场的形状和大小进行飞行航线规划，拍摄时应保证航向重叠度大于75%，旁向重叠度大于60%。此外还可以对弃渣场内的重点区域进行单独拍摄并录制视频。

（2）数据处理。利用Photo-scan或Pix4D软件对无人机采集的原始影像进行处理，导入原始影像数据后，软件自动进行三维重建、点云密集匹配、地形建模等过程，最终导出监测需要的DOM和DEM等中间成果，以便后续分析测量使用。

（3）成果数据应用。利用GIS软件对监测中间成果数据（DOM和DEM）进行量测、分析，可以获得弃渣量、面积、堆高、措施工程量等监测指标，根据获取的监测指标快速评价弃渣场的水土流失状况；利用GIS软件的制图功能制作弃渣场的扰动范围图、措施分布图等监测成果图件。

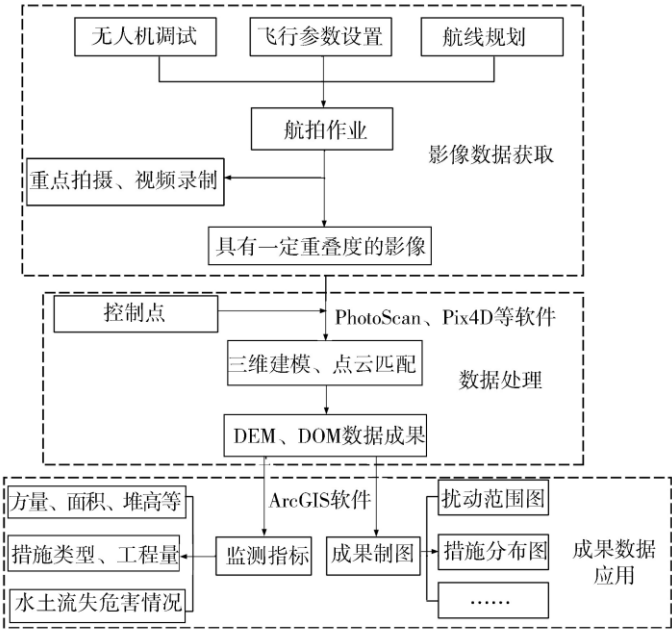


图 2-1 无人机遥感监测流程

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

《水保方案》及其批复文件“云水保许〔2013〕552 号文”，批复防治责任范围面积 13.00hm²，其中：

1、项目建设区

项目建设区为开发建设项目建设征地、占地、使用及管辖的地域。景哈大桥工程项目建设区总面积 10.34hm²，包括主体工程区 6.11hm²、弃渣场区 0.98hm²、施工场地区 2.93hm²、施工便道区 0.32hm²。

2、直接影响区

本工程直接影响区主要指工程建设区以外因施工而可能造成水土流失及直接危害的区域，包括桥梁、路基、施工便道、施工场地等周边区域。拟建道路各防治区的直接影响区范围界定可类比云南省已建成公路和在建公路直接影响区现场调查结果，同时结合有关项目水土保持监测和工程建设实际经验确定。各防治区直接影响区的界定如下：

（1）桥梁区：本项目在水中未设置桥墩，不计桥梁在水中的直接影响区。陆地部分桥梁按施工区两侧各 5m 范围作计入，其中：北岸引桥两侧布设辅道部分，按辅道两侧各 5m 的范围计入，未布设辅道部分，按桥梁施工区两侧各 5m 计入；南岸引桥不设置辅道，按桥梁施工区两侧各 5m 计入。

（2）引道及连接线区：由于北岸引道两侧布设辅道，按辅道两侧各 3m 范围计入。南岸引道和连接线填方路段的填方高度均小于 8m 的，按路段两侧各 3m 范围计入；挖方路段，按路段两侧各 3m 范围计入；半填半挖路段，按路段两侧各 3m 范围计入。

（3）施工场地区：本项目施工场地在平地，按场地周边 3m 范围计入。

（4）弃渣场区：位于缓坡地的渣场除拦渣坝下游按 10~20m 范围计入，其它周边按 3m 范围计入；位于洼地内的渣场按其周边 3m 范围计入。

（5）施工便道区：按新修施工便道两侧各 3m 的范围计入。

确定景哈大桥工程水土流失防治责任范围直接影响区面积为 2.66hm²。

表 3-1 《水保方案》水土流失防治责任范围面积表

占地性质	防治区		行政区属	项目建设区	直接影响区	防治责任范围
永久占地	主体工程区	主线	勐罕镇	2.60	0.55	3.15
			景哈乡	1.19	0.36	1.55
			小计	3.79	0.91	4.70
		连接线	景哈乡	2.32	0.73	3.05
		管理局	景哈乡		0.00	0.00
		合计		6.11	1.64	7.75
临时占地	弃渣场	勐罕镇	0.55	0.40	0.95	
		景哈乡	0.43	0.07	0.50	
		小计	0.98	0.47	1.45	
	施工便道	景哈乡	0.32	0.27	0.59	
	施工场地	勐罕镇	0.53	0.09	0.62	
		景哈乡	2.40	0.19	2.59	
		小计	2.93	0.28	3.21	
	合计		4.23	1.02	5.25	
拟建项目		勐罕镇	3.68	1.04	4.72	
		景哈乡	6.66	1.62	8.28	
		合计	10.34	2.66	13.00	

3.1.1.2 防治责任范围监测结果

根据现场踏勘量测，结合建设单位提供的征占地资料，工程实际扰动产生的防治责任范围为 7.59hm²。主要为项目建设区 7.59hm²，其中主体工程区 4.91hm²、弃渣场区 0.55hm²、施工场地区 1.81hm²、施工便道区 0.32hm²。

表 3-2 实际水土流失防治责任范围面积表

占地性质	防治区		行政区属	项目建设区	直接影响区	防治责任范围
永久占地	主体工程区	主线	勐罕镇	2.60	0.00	2.60
			景哈乡	1.19	0.00	1.19
			小计	3.79	0.00	3.79
		连接线	景哈乡	0.00	0.00	0.00
		管理局	景哈乡	1.12	0.00	1.12
		合计		4.91	0.00	4.91
临时占地	弃渣场		勐罕镇	0.55	0.00	0.55
			景哈乡	0.00	0.00	0.00
			小计	0.55	0.00	0.55
	施工便道		景哈乡	0.32	0.00	0.32
	施工场地		勐罕镇	0.53	0.00	0.53
			景哈乡	1.28	0.00	1.28
			小计	1.81	0.00	1.81
	合计		2.68	0.00	2.68	
拟建项目		勐罕镇	3.68	0.00	3.68	
		景哈乡	3.91	0.00	3.91	
		合计	7.59	0.00	7.59	

3.1.1.3 防治责任范围变化情况

通过对工程实际扰动水土流失防治责任范围面积与《水保方案》对比，存在一定变化，较方案批复的水土流失防治责任范围面积为 10.34hm² 减少至 7.59hm²。工程水土流失防治责任范围面积对比情况见表 3-3。

表 3-3 水土流失防治责任范围对比情况

占地性质	防治区		行政区属	方案确定防治责任范围		实际防治责任范围		变化情况	
				项目建设区	直接影响区	项目建设区	直接影响区	项目建设区	直接影响区
永久占地	主体工程区	主线	勐罕镇	2.60	0.55	2.60	0.00	0.00	-0.55
			景哈乡	1.19	0.36	1.19	0.00	0.00	-0.36
			小计	3.79	0.91	3.79	0.00	0.00	-0.91
		连接线	景哈乡	2.32	0.73	0.00	0.00	-2.32	-0.73
		管理局	景哈乡	0.00	0.00	1.12	0.00	1.12	0.00
		合计		6.11	1.64	4.91	0.00	-1.20	-1.64
临时占地	弃渣场	勐罕镇	0.55	0.40	0.55	0.00	0.00	-0.40	
		景哈乡	0.43	0.07	0.00	0.00	-0.43	-0.07	
		小计	0.98	0.47	0.55	0.00	-0.43	-0.47	
	施工便道	景哈乡	0.32	0.27	0.32	0.00	0.00	-0.27	
	施工场地	勐罕镇	0.53	0.09	0.53	0.00	0.00	-0.09	
		景哈乡	2.40	0.19	1.28	0.00	-1.12	-0.19	
		小计	2.93	0.28	1.81	0.00	-1.12	-0.28	
	合计		4.23	1.02	2.68	0.00	-1.55	-1.02	
拟建项目		勐罕镇	3.68	1.04	3.68	0.00	0.00	-1.04	
		景哈乡	6.66	1.62	3.91	0.00	-2.75	-1.62	
		合计	10.34	2.66	7.59	0.00	-2.75	-2.66	

水土流失防治责任范围的变化是主要是以下几个因素的变化而造成的：

（1）主体工程区对比《水保方案》设计减少 1.20hm²，主要是由于实际建设过程中，连接线被景哈乡政府纳入旅游景观道路规划统一建设，因此本项目未进行建设，因此占地面积减少 2.32hm²；由于便于后期本工程的管理运营，在原景哈岸施工场地区域修建管理服务中心一处，因此将该区域面积纳入主体工程区计列，导致占地总体占地面积增加 1.12hm²。

（2）《水保方案》共设计 2 个弃渣场，总占地 0.98hm²，工程建设土石方量产生了变化和征占地条件等一些因素，本项目实际建设过程中只启用了 1#弃渣场，占地面积 0.55hm²，2#弃渣场主要堆放景哈岸连接线建设产生弃渣场，由于连接线由景哈乡统一建设，

本工程并未进行修建，因此弃渣场占地面积减少 0.43hm²，相应直接影响区也减少 0.07hm²。

（3）《水保方案》设计 2 处施工场地施工期共占地 2.93hm²，后期施工结束后施工场地已对施工临时建筑进行拆除并对场地进行平整后部分硬化，部分绿化；景哈岸原施工场地修建管理服务中心，占地计列入主体工程，导致施工场地较少 1.12hm²，相应直接影响区减少 0.09hm²。

（4）通过实际过程监测统计，工程施工未对项目红线范围以外的区域扰动并造成影响，直接影响区对比《水保方案》设计减少 2.66hm²。

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

按照监测实际介入情况，通过对项目区现场踏勘，对工程水土流失情况进行分析，监测工作组并利用 GPS、测距仪、皮尺等量测工具，结合工程施工、监理和工程平面布置等资料，对工程区建设期扰动地表的面积进行量化，本项目实际建设中，工程建设扰动土地面积与《水保方案》相比减少 2.75hm²。

表 3-4 工程建设扰动地表面积统计表

占地性质	防治区		行政区属	水保方案设计	实际扰动	增减 (+、-)	备注
永久占地	主体工程区	主线	勐罕镇	2.6	2.6	0	
			景哈乡	1.19	1.19	0	
			小计	3.79	3.79	0	
		连接线	景哈乡	2.32	0	-2.32	纳入景哈乡政府景观道路规划统一修建，本项目未进行建设
		管理局	景哈乡	0	1.12	1.12	新增管理服务中心位于原景哈乡施工场地，占地面积计列入主体工程区
		合计		6.11	4.91	-1.2	
临时占地	弃渣场	勐罕镇	0.55	0.55	0		
		景哈乡	0.43	0	-0.43	连接线取消，弃渣场未启用	
		小计	0.98	0.55	-0.43		
	施工便道	景哈乡	0.32	0.32	0		
	施工场地	勐罕镇	0.53	0.53	0		
		景哈乡	2.4	1.28	-1.12	管理服务中心占用区域，占地面积计列入主体工程区	
		小计	2.93	1.81	-1.12		
	合计		4.23	2.68	-1.55		
总计			10.34	7.59	-2.75		

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

《水保方案》设计本项目所需的路基回填，建筑使用施工材料均采用外购形式获取，不涉及取土取石场设置，扰动范围表土剥离进行剥离，剥离量为 17930m^3 。设计选择外购石料及砂石料主要考虑景哈乡回坡石料场及闽盛砂场。

景哈乡的回坡石料场，橄榄坝的允帮石料场母岩均为石灰岩，经分选后可作为片块石使用，采用鄂式碎石机破碎，可生产 $1\sim 3\text{cm}$ 、 $2\sim 4\text{cm}$ 碎石，以及机制砂和石粉，并可根据需要调整各种碎石的规格和产量，其中回坡石料场月产量为 2 万方，允帮石料场年产量 20 万方，产量可满足项目建设需要。两石料场沿线交通十分便利，不需新建便道，上路距离分别为 8 公里、20 公里。

本项目跨越澜沧江，沿江两侧均有江砂供应，主要为中粗砂，产量大、运输方便，此地江砂均属闽盛砂场所有，另外在景洪市的曼达地区有河砂生产，此地区有多家规模较小砂场，砂含泥量低，质量较好，但价格较贵，可参考使用。

3.2.2 取料监测结果

实际建设过程中，建筑材料及路基回填用料外购均由施工单位进行统一采购，根据调查，施工单位实际建设过程中，所需石料主要是从景哈乡回坡石料场购买，砂料主要从闽盛砂场，均已签订相关购买合同，未设置单独的砂石料采场，扰动范围内的可剥离表土区域均进行了表土剥离，实际剥离量 12662m^3 。

3.3 弃土弃渣监测结果

3.3.1 设计弃土弃渣情况

根据水土保持方案批复，景哈大桥工程建设过程中产生废弃土石方总量 37787m^3 ，其中：勐罕岸产生弃渣量 19503m^3 ，景哈岸产生弃渣量 18284m^3 ，在现场踏勘的基础上，方案编制单位与项目业主、主体工程设计单位共同协商，全线共设置 2 处弃渣场，本工程计划剥离表土 17390m^3 ，施工期间分别堆放与勐罕及景哈两岸施工场地一角。

(1) 1#弃渣场

1#渣场在本项目起点东北约 1.2Km，位于景仑公路 K36+700 左侧约 600m 处的一缓坡平地内。乡村道路密集，可为弃渣运输提供较为便利的条件。建设期间接收勐罕岸道桥建

设产生弃渣，计划接收弃渣 19503m³，占地面积 0.55hm²，最大对渣高度 6m。

(2) 2#弃渣场

2#弃渣场位于连接线起点右侧 50 米处一洼地内，主要接收连接线建设产生弃渣场，计划接收弃渣 18284m³，占地面积 0.43hm²，最大对渣高度 6m。

表 3-5 《水保方案》设计弃渣场特性表

序号	弃渣场编号	位置	规划堆渣量(m ³)	可堆渣量(m ³)	最大堆渣高度(m)	堆渣高程	占地面积(hm ²)	位置及地形状况	地质概况
1	W-1	勐罕岸	19503	26900	6	537m~543m	0.55	位于拟建景仑公路 K36+700 左侧约 600m 处的一缓坡平地内	岩性以粘土、砂卵砾石层、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩为主
2	W-2	景哈岸	18284	21975	6	537.5m~546m	0.43	位于连接线 LK0+100 右侧约 50m 处一洼地内。	岩性以粘土、砂卵砾石层、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩为主

3.3.2 弃渣监测结果

景哈大桥工程实际建设过程中启用了 1 个弃渣场，为 1#弃渣场，位于景仑公路 K36+700 左侧约 600m 处的一洼地内，占地面积 0.55hm²，1#弃渣场原地貌属于洼地，现状为当地村民鱼塘，本项目弃渣堆放至周边高程齐平，实际堆渣量为 20795m³，截止 2019 年 12 月已由当地村民种植柑橘等经济作物，勐罕岸涉及建筑物拆除，产生建筑垃圾 5502m³，施工单位与当地村民签订相关协议，用于村民自家鱼塘填筑；2#弃渣场主要堆放景哈岸连接线建设产生弃渣场，由于连接线由景哈乡统一建设，本工程并未进行修建，且 2#弃渣场位于军事用地区域，因此未启用。工程施工前期共剥离表土 12662m³，勐罕岸临时堆放与施工场地北侧，景哈岸剥离表土量较多，统一堆放至施工场地南侧靠近景哈乡加油站，施工期间均采用临时覆盖及临时绿化进行防治，后期均进行综合利用。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 方案设计土石方流向情况

本项目建设过程中产生土石方的环节主要有主线引道及辅道、桥梁基础开挖、锚锭基坑开挖、建筑垃圾拆除、连接线、施工便道、施工场地、表土收集几部分。《水保方案》设计项目挖方 76560m³（含剥离表土量 17390m³），填方 21383m³，弃方 55177m³（含临时

表土弃方量 17390m³、永久弃渣 37787m³)。

3.4.2 实际土石方流向情况

根据工程施工组织设计分析统计，实际建设过程中总开挖土石方 6.93 万 m³（包括收集表土 1.27 万 m³），填方 6.70 万 m³（表土回填 1.27 万 m³），外购路基回填土石方 2.40 万 m³，产生永久弃渣 2.63 万 m³，主要堆存于规划 1#弃渣场，其中 0.55 万 m³弃渣堆存与协议村民自家鱼塘回填。

3.4.3 土石方流向变化情况

相较《水保方案》设计土石方开挖量总体减少 0.73 万 m³，填方量总体增加 4.56 万 m³，新增外购土方 2.40 万 m³。弃渣总量减少 2.89 万 m³，主要原因为：

1、原设计施工景哈岸连接线，由于纳入景哈乡政府旅游道路规划统一实施，本工程未施工，开挖量减少 1.63 万 m³；

2、《水保方案》设计阶段为可行性研究阶段，受到设计深度限制，土石方开挖量根据实际地质情况有所调整，项目靠近澜沧江，未满足压实土方的要求，换填路基方量增大，需外购复核路基填筑标准的填料，导致实际开挖及回填量增加且新增土方外购。

3、《水保方案》设计中将表土作为弃方统计，且连接线未施工，连接线产生的弃渣也相应减少，上述原因就是弃渣量减少主要原因

4、表土剥离量减少 4728m³，减少量达 27.19%，主要原因为实际剥离表土区域较原设计减少，2#弃渣场取消，1#弃渣场属于洼地原地貌为鱼塘未进行剥离。

表 3-6 实际发生土石方量布置表

分区或分段		开挖			填方			弃渣		
		设计	实际	与设计对比	可研	变更	与设计对比	可研	变更	与设计对比
主 线	基础开挖	27031	45392	18361	11092	48578	37486	21564	20795	-769
	建筑垃圾	7217	5502	-1715	0	0	0	7217	5502	-1715
	小计	34248	50894	16646	11092	48578	37486	28781	26297	-2484
连接线	基础开挖	13969	0	-13969	1691	0	-1691	6653	0	-6653
	建筑垃圾	2353	0	-2353	0	0	0	2353	0	-2353
	小计	16322	0	-16322	1691	0	-1691	9006	0	-9006
施工便道		1600	1215	-385	1600	1215	-385	0	0	0
施工场地		7000	4517	-2483	7000	4517	-2483	0	0	0
合 计		59170	56626	-2544	21383	54310	32927	37787	26297	-11490
剥离表土	主体工程	2850	2450	-400	0	6010	6010	2850	0	-2850
	施工临时道路	1600	1200	-400	0	1200	1200	1600	0	-1600
	施工场地	10000	9012	-988	0	5452	5452	10000	0	-10000
	弃渣场	2940	0	-2940	0	0	0	2940	0	-2940
	小计	17390	12662	-4728	0	12662	12662	17390	0	-17390
总计		76560	69288	-7272	21383	66972	45589	55177	26297	-28880

4 水土流失防治措施监测结果

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土流失防治措施监测内容主要包括各项防治措施的类型、数量、质量，同时对工程措施的稳定性、完好程度及运行情况；植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度进行监测，结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，与《水保方案》中设计的防治措施进行对比分析，反映项目建设区水土流失防治措施实施情况及其效果。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据《水保方案》及批复工程措施情况

主体设计：

主体工程：路堑边沟(M7.5 浆砌片石)730.8m³，路堤边沟(M7.5 浆砌片石)2168m³；

方案新增：

主体工程区：表土剥离 2850m³，表土回填 2850m³；

弃渣场区：表土剥离 2940m³，表土回填 2940m³，复耕 5800m²，挡渣墙 242m，截水沟 543m，平台排水沟 317m，沉砂池 3 座，场地平整 9800m²；

施工便道区：表土剥离 1600m³，表土回填 1600m³，场地清理 3200m²，复耕 3200m²，浆砌片石排水沟 599m³；

施工场地：表土剥离 10000m³，表土回填 10000m³，场地清理 29300m²，复耕 3200m²，浆砌片石排水沟 473m³。

设计的水土保持工程措施量变更调整对比见表 4-1。

表 4-1 水土保持设计工程措施工程量统计表

防治分区	措施类型	措施名称		单位	工程量	备注
主体工程防治区	工程措施	浆砌片石边沟		m ³	2898.8	主体设计
		剥离表土		m ³	2850	方案新增
		表土回填		m ³	2850	方案新增
弃渣场防治区	工程措施	挡渣墙	长度	m	242	方案新增
			挖基	m ³	719	方案新增
			M7.5 浆砌片石	m ³	1438	方案新增
			10cmPVC 管	m	526	方案新增
		截排水沟	长度	m	543	方案新增
			挖基	m ³	853	方案新增
			M7.5 浆砌片石	m ³	464	方案新增
		平台排水沟	长度	m	317	方案新增
			挖基	m ³	171	方案新增
			M7.5 浆砌片石	m ³	143	方案新增
		沉砂池	数量	座	3	方案新增
			挖基	m ³	36	方案新增
			浆砌红砖	m ³	13.2	方案新增
			C20 混凝土	m ³	3.6	方案新增
		表土剥离		m ³	2940	方案新增
		场地平整		m ²	9800	方案新增
		表土回填		m ³	2940	方案新增
		复耕		m ²	5800	方案新增
施工便道防治区	工程措施	排水沟	长度	m	950	方案新增
			挖基	m ³	836	方案新增
			M7.5 浆砌片石	m ³	599	方案新增
		表土剥离		m ³	1600	方案新增
		回填表土		m ³	1600	方案新增
		场地清理		m ²	3200	方案新增
		复耕		m ²	3200	方案新增
施工场地防治区	工程措施	排水沟	长度	m	750	方案新增
			挖基	m ³	660	方案新增
			M7.5 浆砌片石	m ³	473	方案新增
		表土剥离		m ³	10000	方案新增
		表土回填		m ³	10000	方案新增
		场地清理		m ²	29300	方案新增
		复耕		m ²	24000	方案新增

4.1.2 工程措施实施情况

根据监测现场调查统计,结合建设单位提供资料分析,截止 2019 年 12 月,橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程完成主要水土保持工程措施为:主体设计及计列工程措施为浆砌片石边沟 435m³,混凝土排水沟 3698m³,混凝土砖砌筑网格护坡 650m³,混凝土边坡防护 850m³,钢筋石笼 1940.4m³,江堤混凝土护坡 2630m³,排水涵管 20m,沉砂池 2 座,复耕 600m²;方案新增工程措施实施为场地清理 31062m²,表土工程 12662m³,复耕 5500m²。具体各防治分区措施措施工程量详见下表 4-2。

表 4-2 水土保持工程措施工程量设计及实际实施对比表

防治分区	主体设计/设计新增	防治措施/措施类型	单位	措施量/工程量		措施量/工程量增减(+、-)	原因
				设计	实际		
主体工程防治区	主体设计/计列	浆砌片石边沟	m ³	2898.8	435	-2463.8	排水沟形式调整,总量增加
		混凝土排水沟	m ³		3142	3142	
		混凝土边坡防护	m ³		850	850	南北两岸主塔开挖及回填边坡防护标准等级提高
		混凝土砖砌筑网格护坡	m ³		650	650	
		钢筋石笼	m ³		1940.4	1940.4	两岸主桥紧邻澜沧江两岸,为了减少对澜沧江减少影响,且保护主塔基础免受江水侵蚀,新增防护
		江堤混凝土护坡	m ³		2630	2630	
		排水涵管	m		20	20	
		沉砂池	座		2	2	新增管理服务中心一处,相应水土保持防治措施增加
		复耕	m ²		600	600	管理服务中心种植蔬菜
	方案新增	剥离表土	m ³	2850	2450	-400	
		表土回填	m ³	2850	6010	3160	管理服务中心绿化区域进行表土覆盖
弃渣场防治区	方案新增	复耕	m ²	5800	5500	-300	由于弃渣场位于一洼地内,堆渣高度齐平两侧原地貌,未形成边坡,目前平台上已复垦并种植经济作物,并布置了临时排水沟排导地表径流
		挡渣墙	m	242		-242	由于启用的 1#弃渣场位于洼地内,现状是一处当地村民鱼塘,堆渣齐平四周地形,堆渣结束后进行了复垦,2#弃渣场未启用相应的水保措施取消
		截排水沟	m	543		-543	
		平台排水沟	m	317		-317	
		沉砂池	座	3		-3	
		表土剥离	m ³	2940		-2940	
		场地平整	m ²	9800		-9800	
		表土回填	m ³	2940		-2940	
施工便道	方案新增	排水沟	m ³	599		-599	
		表土剥离	m ³	1600	1200	-400	

防治分区	主体设计/设计新增	防治措施/措施类型	单位	措施量/工程量		措施量/工程量增减(+、-)	原因
				设计	实际		
防治区		表土回填	m ³	1600	1200	-400	
		场地清理	m ²	3200	2560	-640	
		复耕	m ²	3200		-3200	
施工场地防治区	主体设计/计列	混凝土排水沟	m ³		556	556	排水沟形式由浆砌石调整为混凝土，总量增加
	方案新增	排水沟	m ³	473		-473	排水沟形式由浆砌石调整为混凝土，总量增加
		表土剥离	m ³	10000	9012	-988	
		表土回填	m ³	10000	5452	-4548	
		场地清理	m ²	29300	28505	-795	
		复耕	m ²	24000		-24000	由于勐罕岸施工场地后期作为勐罕镇街道停车场统一规划，目前该区域为土石硬化，未进行复垦及绿化；景哈岸施工场地部分区域被管理服务中心占用，部分区域与施工便道统一进行撒草绿化。

4.1.3 工程措施完成情况对比分析

在水保方案编报后，随着工程设计的不断优化，工程建设进行了局部调整，根据项目实际实施措施统计，建设方根据项目特性调整部分措施实施量，主要原因为：

（1）由于工程建设紧靠澜沧江两岸，为了最大限度减少工程施工及后期运行对澜沧江造成影响，且也为了保证澜沧江两岸主桥安全运营，主体工程相对《水保方案》设计新增大量工程措施防护主桥区域，包括新增钢筋石笼挡墙、江堤混凝土护坡、混凝土边坡护坡排水涵管等，上述措施的实施即达到主体工程安全防护，也起到重要水土流失防治作用。

（2）根据景洪市人民政府文件“景政复〔2018〕644号”关于取消景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设项目南岸连接线工程批复中批示，本项目南岸连接线纳入景哈乡集镇道路规划统一实施，因此连接线相应设计措施均为实施。

（3）为了便于大桥后期运营维护，主体工程新增管理服务中心一处，占地为原景哈岸施工场地的拌合站及钢筋加工场区域，未新增占地，管理服务中心建设后，区域现状为建筑物硬化占地、绿化占地及措施占地，措施量计入主体工程区，因此导致施工场地实际实施措施量减少。

（4）由于连接线取消建设，且原设计 2#弃渣场位于军事用地区域，征占地手续办理困难，因此 2#弃渣场未启用，相应设计措施均未实施；启用的 1#弃渣场实际地形

为一个洼地区域，为当地村民自建鱼塘，实际堆渣过程中，堆渣高度堆放至四周齐平，未形成边坡，原设计挡渣墙及截排水沟均未实施，堆渣结束进行整地复垦后交还当地村民，目前村民进行经济作物种植。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

一、水保方案设计情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持植物措施为：

主体设计：

主体工程区：植草护坡 2262.7m²，连接线路肩铺设草皮 1442m²，辅道绿化 1.115km²，连接线绿化 1.208km，种植灌木 1000 株；

方案新增：

主体工程区：种植灌木 1000 株。

弃渣场区：种植乔木 501 株，种植灌木 1501 株，植草 4000m²，幼林抚育 4000m²，临时撒播草籽 1000m²；

表 4-3 水土保持植物措施工程量设计情况统计表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	工程量	备注
主体工程防治区	植物措施	植草护坡	m ²	2262.7	主体设计
		连接线路肩铺草皮	m ²	1442	
		辅道绿化	km	1.115	
		连接线绿化	km	1.208	
		植灌木	株	1000	方案新增
弃渣场防治区	植物措施	乔木	株	501	方案新增
		灌木	株	1501	方案新增
		植草	m ²	4000	方案新增
		幼林抚育	m ²	4000	方案新增
		撒播草籽	m ²	1000	方案新增

4.2.2 植物措施实施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截止 2019 年 12 月，橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程完成主要水土保持植物措施为：主体设计及计列绿化措施为园林绿化 0.6hm²，植草护坡 5820m²，辅道绿化 1.08km，临时绿化 1492m²，绿化恢复 1.60hm²，网格植草砖 200m²。具体各防治分区措施措施工程量详见下表 4-4。

表 4-4 水土保持植物措施工程量设计及实际实施对比表

防治分区	主体设计/设计新增	防治措施/措施类型	单位	措施量/工程量		措施量/工程量增减(+、-)	原因
				设计	实际		
主体工程防治区	主体设计/计列	园林绿化	hm ²		0.6	0.6	新增管理服务中心一处,相应水土保持防治措施增加
		植草护坡	m ²	2262.7	5840	3577.3	根据实际边坡区域实施,景哈乡引道两侧路基边坡区域增多
		辅道绿化	km	1.115	1.08	-0.035	
		连接线路肩铺草皮	m ²	1442	0	-1442	连接线纳入景哈乡景观道路规划统一建设,本项目未进行建设,相应连接线相关水土保持措施全部取消
		连接线绿化	km	1.208	0	-1.208	
		网格植草砖	m ²		200	200	管理服务中心停车区域
	方案新增	植灌木	株	1000		-1000	纳入国投公司勐罕岸停车场规划,未进行绿化,场地已平整初步硬化
弃渣场防治区	方案新增	乔木	株	501		-501	由于启用的 1#弃渣场位于已洼地内,现状是一处当地村民鱼塘,堆渣齐平四周地形,堆渣结束后进行了复垦,2#弃渣场未启用相应的水保措施取消
		灌木	株	1501		-1501	
		植草	m ²	4000		-4000	
		幼林抚育	m ²	4000		-4000	
		撒播草籽	m ²	1000		-1000	
施工便道防治区	主体设计/计列	临时绿化	m ²		842	842	由于施工便道属于临时占地,且施工便道与施工场地位置紧邻,后期恢复以后进行统一绿化。
		绿化恢复	hm ²		0.32	0.32	
施工场地防治区	主体设计/计列	临时绿化	m ²		650	650	

4.2.3 植物措施完成情况对比分析

在水保方案编报后,随着工程设计的不断优化,工程建设进行了局部调整。实际实施过程中,由于现场实际实施工程量与设计存在一定差异。主要原因是:

1、根据《景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部关于勐罕镇人民政府申请橄榄坝大桥桥底地块管理权的回复》(景哈桥复〔2019〕37号)及《景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设指挥部关于景洪市橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥建设项目景观及绿化工程调整会议纪要》(2018年12月20日),勐罕岸引桥桥底区域,将规划作为勐罕集镇停车场建设,初步确定建设单位为景洪市国有资产投资有限公司,目前正在办理相关手续,勐罕岸引桥下侧辅道内侧空地及施工场地拆除平整部分区域均被纳入了,勐罕集镇停车场建设项目,建设单位为景洪市国有资产投资有限公司,目前正在

办理相关手续，因此导致原设计种植灌木取消。

2、原设计施工场地及施工便道平整以后均采取绿化未进行复耕，因此绿化面积整体增加，复耕面积减少。由于新建管理服务中心位于景哈岸施工场地设计复耕区域，也是导致复耕面积减少的原因。

3、由于连接线取消由景哈乡纳入集镇道路规划，本项目取消建设，原设计主要堆放连接线建设弃渣的 2#弃渣场未启用，相应 2#弃渣场布置措施未实施。

4、《水保方案》设计阶段为可研阶段，受到设计深度影响，引道边坡绿化面积按照实际实施下来比设计增多 3577.3m²。

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

一、水保方案设计情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持临时措施为：

方案新增

主体工程区：临时覆盖 2900m²，彩钢挡板 6940m²，场地清理 5000m²，编制土袋 250m，泥浆沉淀池 4 座；

弃渣场区：编制土袋 180m；

施工场地区：临时覆盖 7000m²，编织土袋 560m。

表 4-5 水土保持临时措施工程量设计情况统计表

防治分区	措施类型	措施名称		单位	工程量	备注
主体工程防治区	临时措施	临时覆盖		m ²	2900	方案新增
		彩钢挡板		m ²	6940	方案新增
		场地清理		m ²	5000	方案新增
		编织土袋	装土量	m ³	85	方案新增
			长度	m	250	方案新增
		泥浆沉淀池	数量	座	4	方案新增
			挖方量	m ³	144	方案新增
			红砖	m ³	26.7	方案新增
			C20 砼	m ³	14.4	方案新增
弃渣场防治区	临时措施	编织土袋	装土量	m ³	153	方案新增
			长度	m	180	方案新增
施工场地防治区	临时措施	临时覆盖		m ²	7000	方案新增
		编织土袋	装土量	m ³	476	方案新增
			长度	m	560	方案新增

4.3.2 临时措施实施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截止 2019 年 12 月，橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程完成主要水土保持临时措施为：主体设计及计列临时措施为土质排水沟 950m，方案新增实施临时措施为临时覆盖 4500m²，彩钢挡板 3150m²，场地清理 12540m²，编制土袋 300m，泥浆沉淀池 8 座。具体各防治分区临时措施工程量详见下表 4-6。

表 4-6 水土保持临时措施工程量设计及实际实施对比表

防治分区	主体设计/设计新增	防治措施/措施类型	单位	措施量/工程量		措施量/工程量增减(+、-)	原因
				设计	实际		
主体工程防治区	方案新增	临时覆盖	m ²	2900	850	-2050	
		彩钢挡板	m ²	6940	3150	-3790	
		场地清理	m ²	5000	12540	7540	管理服务中心等区域存在二次清理
		编织土袋	m	250	80	-170	
		泥浆沉淀池	座	4	8	4	
弃渣场防治区	主体设计/计列	土质排水沟	m		430	430	由于弃渣场位于一洼地内，堆渣高度齐平两侧原地貌，未形成边坡，目前平台上已复垦并种植经济作物，并布置了临时排水沟排导地表径流
	方案新增	编织土袋	m	180		-180	由于启用的 1#弃渣场位于已洼地内，现状是一处当地村民鱼塘，堆渣齐平四周地形，堆渣结束后进行了复垦，2#弃渣场未启用相应的水保措施取消
施工便道防治区	主体设计/计列	土质排水沟	m		520	520	由于施工便道属于临时占地，考虑到后期进行恢复，将原设计浆砌片石排水沟更换为土质排水沟
施工场地防治区	方案新增	临时覆盖	m ²	7000	3650	-3350	实际施工尽量避开雨季，因此雨季施工扰动较小，原设计措施量减小
		编织土袋	m	560	220	-340	

4.2.3 临时措施完成情况对比分析

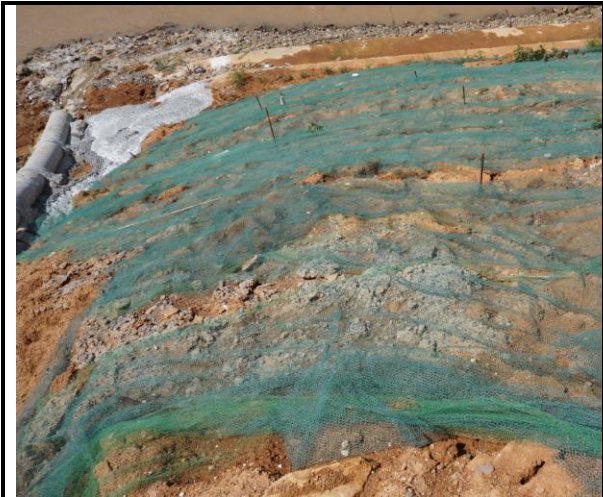
实际实施临时措施数量有所变化。变化原因为：由于景洪市降雨充沛，雨季历时较长，且项目施工区域紧靠澜沧江，因此为了尽量避开雨季施工，工程施工期延长，因此雨季期间，临时措施有所减少，但是泥浆沉淀池等措施有所增加，实施的土质排水沟、临时覆盖等措施，基本完成了建设期水土流失防治任务。

4.4 水土保持措施防治效果

一、主体工程区

主体设计根据实际情况调整，建设期间使用编制土袋，临时覆盖，开挖边坡混凝土护坡，彩钢挡板等措施，对施工期间主体工程区水土流失进行有效防治，工程结束后在原设计措施基础上新增引道路基边坡实施混凝土砖砌网格护坡，江堤钢筋石笼及江堤混凝土护坡等工程措施，提高防护标准，且进一步防止水土流失，边坡绿化、辅道种植乔木、管理服务中心园林绿化等绿化恢复措施，形象面貌得到了大大改善，在改善区域生态环境的同时达到了永久保持水土的目的。

	
景哈岸主桥施工开挖边坡混凝土护坡	勐罕岸主桥施工开挖边坡混凝土护坡
	
景哈岸钢筋石笼挡墙	编制袋挡墙

	
临时覆盖	彩钢挡板
	
表土剥离	管理服务中心网格植草砖
	
引道路基边坡绿化及排水沟	路面排水沟

	
引道路基边坡混凝土砖砌网格护坡	江堤混凝土护坡
	
辅道绿化	管理服务中心绿化

二、弃渣场区

根据监测，1#弃渣场地形为洼地，弃渣堆渣后与周边地形齐平，场地平整以后由当地村民种植了经济作物，且在弃渣场平台上布置了临时排水沟，水土流失得到有效治理。

	
1#弃渣场平台土质排水沟	1#弃渣场种植经济作物

三、施工便道区

根据监测，建设期间，施工便道设置临时排水沟排导地表径流，避免冲刷造成水土流失，且对临时便道两侧边坡进行撒草临时绿化。施工结束后对施工便道进行平整绿化。

	
施工便道临时排水沟	施工便道临时绿化



四、施工场地区

根据监测，施工场地建设期间进行表土剥离，混凝土排水沟、临时覆盖、临时绿化等措施对场地扰动区域进行防治，施工结束后，景哈施工场地区域部分为管理服务中心占用，剩余部分进行了植被恢复；勐罕岸施工场地拆除建筑后进行硬化作为后期勐罕镇集镇停车场项目使用。



	
施工场地混凝土排水沟	临时覆盖
	
泥浆沉淀池	临时绿化
	
景哈岸施工场地绿化	勐罕岸施工场地硬化

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

根据监测资料，本项目属于新建项目，建设期内整个工程占地区域均造成了新的扰动和水土流失。经过程监测分析，本项目在施工期造成水土流失总面积为 7.59hm^2 ，施工期结束后，进入自然恢复期，建筑物覆盖、硬化部分无裸露地表，水土流失轻微，造成水土流失的主要为景观绿化措施实施区域、后期勐罕镇集镇停车场项目预留场地，自然恢复期造成的水土流失面积为 2.8hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

一、原地貌侵蚀单元划分

项目区位于澜沧江下游，澜沧江在橄榄坝盆地河道变宽，一般在 $300 \sim 500\text{m}$ ，多呈“U”字形宽谷。路线主线（橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥）走向呈北东南西向，在橄榄坝盆地内布设，整体属侵蚀凹岸，河流作用以下切侵蚀作用为主，伴有侧向侵蚀作用，地形平坦、地势开阔，平均海拔约 535m 左右；路线连接线位于景哈乡一侧，走向呈西南东北向，沿橄榄坝盆地南缘布设，地形略有起伏，地势开阔，平均海拔 545m 左右。橄榄坝盆地周边低山丘陵环绕，属怒山山系南段东部余脉地段。路线所经地区主要地貌为侵蚀-堆积类型的河谷地貌和阶地地貌。

根据项目设计资料调查结果显示，景哈大桥建设区域水土流失强度为轻度～中度侵蚀，根据项目区的原地貌及植被情况，结合《水保方案》及其批复文件，土地利用类型主要为梯坪地、林地、园地、建设用地、草地、交通运输用地和水域及水利设施用地，土壤背景侵蚀模数为 $727.14\text{ t/km}^2\cdot\text{a}$ ，侵蚀强度属于轻度。

二、地表扰动类型划分

根据施工期间地表扰动类型和土壤侵蚀强度的差异，不同的扰动地表类型具有不

同的水土流失特点，为了客观地反映建设项目的水土流失特点，根据监测工作的实际需要和本项目的工程特点，在实地调查的基础上，对建设项目的地表扰动进行分类。施工期间，扰动后的地表主要表现为施工扰动平台、开挖坡面、回填坡面、堆渣体及无危害扰动五种不同的地表扰动类型，各扰动类型具有不同的水土流失特点，施工结束后，自然恢复期的地表主要表现为建筑物及硬化覆盖、平台绿化、边坡绿化级无危害扰动区。根据监测工作的实际需要和本项目的特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，施工期分为 5 类地表扰动类型，自然恢复期分为 4 类地表扰动类型，项目区地表扰动类型划分详见表 5-1，5-2。

表 5-1 项目区施工期地表扰动类型划分表

名称	地表扰动类型				
扰动地表形态	开挖坡面	回填坡面	堆渣体	施工平台	无危害扰动
主要存在区域	主体工程区、施工便道	主体工程区	表土堆场、弃渣场	主体工程、施工场地区	施工场地
特征描述	土质坡面由于表层裸露，主要水土流失形式为沟蚀	土质回填边坡，土体松散，表面裸露主要水土流失为沟蚀	堆土体表层土较为松散，易受降水冲刷形成水土流失	因其经常受施工、交通等影响，地表裸露，主要水土流失形式为面蚀	建设期间被建筑物及硬化地表覆盖，基本不存在水土流失

表 5-2 项目区自然恢复期地表扰动类型划分表

扰动类型	平整场地	场地绿化	边坡防护	无危害扰动
主要存在区域	主体工程区、施工场地区	主体工程区、施工场地区、施工便道区、弃渣场区	主体工程区	主体工程区
侵蚀对象形态	场地建筑物拆除，平整	植被覆盖	工程护坡，灌木绿化边坡	建筑物及硬化地表覆盖、达标绿化区域
特征描述	场地平整未进行硬化及绿化，表面裸露，存在水土流失	绿化初期，覆盖度达不到一定程度，存在水土流失	绿化边坡初期覆盖度达不到一定程度，存在水土流失	被原生植被覆盖，建设期间不造成扰动、基本不存在水土流失

三、防治措施分类

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土流失防治措施划分为工程措施、植物措施和临时措施三大类。

工程措施：主要包括主体工程区的混凝土边坡防护、江堤防护、排水工程；施工场地混凝土排水工程，表土剥离等。工程完成主要主体设计及计列工程措施为浆砌片石边沟 435m^3 ，混凝土排水沟 3698m^3 ，混凝土砖砌筑网格护坡 650m^3 ，混凝土边坡防护 850m^3 ，钢筋石笼 1940.4m^3 ，江堤混凝土护坡 2630m^3 ，排水涵管 20m ，沉砂池 2 座，复耕 600m^2 ；方案新增工程措施实施为场地清理 31062m^2 ，表土工程 12662m^3 ，复耕 5500m^2 。

植物措施：包括主体工程区、施工便道区、施工场地区绿化。工程完成主要主体设计及计列绿化措施为园林绿化 0.6hm^2 ，植草护坡 5820m^2 ，辅道绿化 1.08km ，临时绿化 1492m^2 ，绿化恢复 1.60hm^2 ，网格植草砖 200m^2 。

临时防护措施：主要为主体工程区及施工场地区临时覆盖、编织袋挡墙、彩钢挡板、泥浆沉淀池；施工便道及弃渣场临时排水。工程完成主体设计及计列临时措施为土质排水沟 950m ，方案新增实施临时措施为临时覆盖 4500m^2 ，彩钢挡板 3150m^2 ，场地清理 12540m^2 ，编制土袋 300m ，泥浆沉淀池 8 座。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

监测项目组通过对项目区及项目区周边进行现场调查，收集了有关项目区及周边的占地、植被状况等文字及影像资料，结合《水保方案》中原生水土流失量预测成果，确定区内各地类的平均土壤侵蚀模数：梯坪地平均坡度为 $0\sim 5$ 度之间，其土壤侵蚀模数取值为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；林地原生乔木，覆盖度平均在 70% 之间，其土壤侵蚀模数取值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；园地主要种植橡胶及香蕉，其土壤侵蚀模数取值为 $800\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；建设用地主要为硬化宅基地，其土壤侵蚀模数取值为 $300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；交通运输用地主要为原有水泥路，土壤侵蚀模数为 $300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；草地平均坡度为 $0\sim 8$ 度之间，植被覆盖度均小于 70% ，综合考虑土壤侵蚀模数取值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；水域及水利设施用地地表裸露，为极强度流失，土壤侵蚀模数取值为 $10000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过计算，景哈大桥平均原生侵蚀模数为 $727.14\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

表 5-3 原地貌侵蚀模数取值

序号	地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	备注
1	梯坪地	$0^\circ \sim 5^\circ$ 之间	400	微度侵蚀
2	林地	70%覆盖率的原始有林地	500	微度侵蚀
3	园地	橡胶及香蕉种植	800	轻度侵蚀
4	建设用地	居民宅基地及庭院	300	微度侵蚀
5	交通运输用地	原有水泥路面	300	微度侵蚀
6	草地	自然草本植物覆盖, 覆盖率较高	500	微度侵蚀
7	水域及水利设施用地	地表裸露	10000	极强度侵蚀

表 5-4 土壤侵蚀模数背景值计算表

分区	占地类型	占地面积 (hm^2)	土壤侵蚀背景值 ($t/km^2 \cdot a$)	面积合计 (hm^2)	平均土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
主体工程区	梯坪地	0.04	400	4.91	791.45
	林地	0.28	500		
	园地	1.74	800		
	建设用地	1.97	300		
	交通运输用地	0.59	300		
	草地	0.14	500		
	水域及水利设施用地	0.15	10000		
弃渣场	梯坪地	0.15	400	0.55	472.73
	林地	0.1	500		
	草地	0.3	500		
施工便道	林地	0.06	500	0.32	706.25
	园地	0.22	800		
	草地	0.04	500		
施工场地	林地	0.06	500	1.81	633.70
	园地	1.16	800		
	建设用地	0.53	300		
	草地	0.06	500		
合计		7.59		7.59	727.14

5.2.2.2 扰动后侵蚀模数

监测介入后, 监测组根据现场勘察结果, 对不同的扰动类型采用简易水土流失观测场对其产生的水土流失量进行了测定, 推算出项目区内各扰动类型在监测时段内产生的水土流失量和各扰动类型侵蚀强度。具体情况如下:

1、施工期间各侵蚀单元土壤流失量分析

(1) 开挖边坡扰动类型土壤流失量分析

施工期间, 主要产生开挖坡面为主桥施工平台开挖坡面, 及施工便道两侧开挖坡面, 由于施工扰动频繁, 不具备布置观测场, 主要采用巡查监测对开挖边坡进行监测,

主要通过采用调查监测对扰动面进行监测，根据同类工程经验，分析确定其侵蚀模数，扰动开挖期间施工平台区域侵蚀模数为 $3500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

(2) 回填边坡扰动类型土壤流失量分析

施工期间，监测项目组在主体工程回填边坡布设简易水土流失观测场对其进行监测，记录侵蚀订样方数据，再计算分析得出回填边坡土壤侵蚀模数。监测时段内回填边坡监测数据计算表详见表 5-6。

表 5-5 开挖边坡土壤侵蚀模数计算表

监测点位置	景哈岸引道回填边坡		监测设施类型
样方编号		2#侵蚀钉量测样方	
样方尺寸		2.4m×2.4m	
样方坡度		40°	
监测观测时间		2018 年 6 月中旬	2019 年 6 月中旬
侵蚀钉		侵蚀针顶端至地表的高度（mm）	
桩钉	1#	26	27.4
	2#	25.8	27.2
	3#	26.3	27.7
	4#	25.6	26.9
	5#	25.7	26.8
	6#	26	27.2
	7#	26.3	27.8
	8#	26.6	28.2
	9#	26.1	27.6
平均侵蚀深度（mm）		1.378	
水平投影面积（m²）		7.093	
土壤流失量计算公式		A=rZS/1000cosØ	
水土流失量（t）		0.016558043	
监测时段（a）		1	
土壤侵蚀模数（t/km².a）		2334.50	

(3) 堆渣体扰动类型土壤流失量分析

施工期间，监测项目组在景哈岸表土堆场堆土边坡布设侵蚀钉观测样方对其进行监测，记录侵蚀样方内侵蚀钉数据，再计算分析得出堆土坡面土壤侵蚀模数。监测时段内堆土坡面监测数据计算表详见表 5-6。

表 5-6 堆渣体土壤侵蚀模数计算表

监测点位置	景哈岸表土堆场		监测设施类型
样方编号		1#侵蚀钉量测样方	
样方尺寸		2.4m×2.4m	
样方坡度		22°	
监测观测时间		2016 年 6 月中旬	2017 年 6 月中旬
侵蚀钉		侵蚀针顶端至地表的高度（mm）	
桩钉	1#	24.9	25.8
	2#	25.6	26.6
	3#	25.7	26.6
	4#	25	25.8
	5#	24.8	25.9
	6#	24.8	25.9
	7#	26.3	27.1
	8#	25.9	26.7
	9#	24.9	25.7
平均侵蚀深度（mm）		0.911	
水平投影面积（m²）		6.235	
土壤流失量计算公式		A=rZS/1000cosØ	
水土流失量（t）		0.012131507	
监测时段（a）		1	
土壤侵蚀模数（t/km².a）		1945.59	

(4) 施工扰动平台类型土壤流失量分析

施工平台类扰动形式在工程建设内存在形式很多，主要存在于航站区、滑行道，根据工程建设需要，一般就近选择较平坦的场地，因其经常受施工、交通等影响，人为扰动较为频繁，土壤侵蚀模数主要由降雨以及施工平台扰动程度决定。

工程监测期间，施工平台扰动较为频繁，因此项目组未布设定位监测样方，主要通过采用调查监测对扰动面进行监测，根据同类工程经验，分析确定其侵蚀模数，扰动开挖期间施工平台区域侵蚀模数为 4500t/km² a。

(5) 无危害扰动类型土壤流失量分析

无危害扰动类型主要指项目征占地范围内，初期进行临时建筑物建设及地表硬化区域，随着工程建设部分区域被永久建筑物覆盖，土壤侵蚀较原生土壤侵蚀模数进一步降低，综合区域随着建设时间逐步降低的特性，该部分区域土壤流失量忽略不计。

2、自然恢复期各侵蚀单元土壤流失量分析

(1) 平整场地类型土壤流失量分析

自然恢复期，勐罕岸引桥下侧区域及勐罕岸施工场地区域由于作为勐罕镇集镇停车场项目作为预留，目前仅拆除建筑物部分为混凝土硬化，部分为土石硬化地表，依

然存在水土流失，由于周边区域已经修建排水沟及带状绿化，因此综合考虑分析，目前平整场地土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 $1100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

（2）平台绿化类型土壤流失量分析

自然恢复期，主体工程区、施工场地区及施工便道区空地已撒播草籽绿化；但由于绿化时间较短，小部分区域绿化覆盖度还不能满足要求，弃渣场复耕及绿化不达标区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 $900\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，达标绿化区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 $300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

（3）边坡防护类型土壤流失量分析

自然恢复期，边坡防护包括工程护坡及植物护坡，工程护坡主要为混凝土砖砌网格护坡及混凝土护坡，基本不产生水土流失。该类型区包括的引道回填边坡绿化区域为植草覆盖，该时段为植被恢复初期，仍存在微度的水土流失，根据现场监测调查情况，结合植被覆盖度、土壤侵蚀分类分级标准，该区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

（4）无危害扰动类型土壤流失量分析

无危害扰动类型主要指项目征占地范围内，不进行开挖扰动，主要为建筑物及硬化地表覆盖，且空地区域进行绿化，绿化效果较好，覆盖度满足验收要求，现状土壤侵蚀模数较原生土壤侵蚀模数进一步降低，基本不产生水土流失。

表 5-7 监测时段内项目区土壤侵蚀模数计算表

监测分区		项目占地面积 (hm^2)	主要涉及区域情况	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
施工期 (2015 年 10 月~2019 年 7 月)	开挖坡面	0.27	包括主桥施工区域及施工便道开挖边坡	3500
	回填坡面	0.61	景哈岸引道路基回填边坡及江堤回填护岸	2334.5
	堆渣体	0.67	表土堆场及弃渣场	1945.6
	施工扰动平台	4.59	主体工程区、施工场地区及施工便道区	4500
	无危害扰动	1.45	施工场地施工期建筑及硬化区域覆盖	——
小计		7.59		3924.71
自然恢复期 (2018 年 6 月~2019 年 4 月)	平整场地	0.12	主体工程区及勐罕岸施工场地区场地平整未进行硬化及绿化	1100
	平台绿化	弃渣场复耕	弃渣场	900
		不达标绿化	施工场地区及施工便道区	
		达标绿化		300
	边坡防护	工程护坡	景哈岸引道路基回填边坡及江堤回填护岸	
		植物护坡	景哈岸引道路基回填边坡	450
	无危害扰动	建筑物硬化覆盖	主体工程区	——
小计		7.59		453.03

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

本工程为建设类项目，结合该工程建设实际监测过程，对监测时段内产生的土壤流失量与原生土壤流失量进行对比分析。

5.2.3.1 原生土壤流失量监测结果及分析

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），本工程属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程沿线水土流失状况实地调查资料，结合监理资料和《水保方案》确定的侵蚀模数进行分析，项目区平均原生侵蚀模数为 $727.14\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，采用公式：流失量=Σ侵蚀单元面积×侵蚀强度，对各阶段水土流失情况进行计算，计算时段按监测时段 2015 年 10 月至 2019 年 12 月计算,即 4.25a。

项目建设区原生土壤流失量详见表 5-8。

表 5-8 原生土壤流失量汇总表

分区	占地类型	占地面积 (hm^2)	土壤侵蚀背景值 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	时间 (a)	侵蚀量 (t)
主体工程区	梯坪地	0.04	400	4.25	0.68
	林地	0.28	500	4.25	5.95
	园地	1.74	800	4.25	59.16
	建设用地	1.97	300	4.25	25.12
	交通运输用地	0.59	300	4.25	7.52
	草地	0.14	500	4.25	2.98
	水域及水利设施用地	0.15	10000	4.25	63.75
弃渣场	梯坪地	0.15	400	4.25	2.55
	林地	0.1	500	4.25	2.13
	草地	0.3	500	4.25	6.38
施工便道	林地	0.06	500	4.25	1.28
	园地	0.22	800	4.25	7.48
	草地	0.04	500	4.25	0.85
施工场地	林地	0.06	500	4.25	1.28
	园地	1.16	800	4.25	39.44
	建设用地	0.53	300	4.25	6.76
	草地	0.06	500	4.25	1.28
合计		7.59			234.59

5.2.3.2 建设期土壤流失量分析

根据项目建设占地类型、建设情况及工程建设相关资料，结合以上调查的水土流失现状及监测点量测的监测数据计算，并参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），监测时段为 2015 年 10 月~2019 年 12 月，其中施工期为 2015 年 10 月~2019 年 7 月，

自然恢复期为 2019 年 8 月~2019 年 12 月。通过统计监测时段内监测季报记录的水土流失量，统计建设期水土流失量为 439.01t。自然恢复期水土流失量通过 5.2.3.1 各侵蚀单元侵蚀模数的确定，采用公式：流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度，经计算，自然恢复期项目区水土流失量为 6.60t。

施工区土壤流失量统计见表 5-9，自然恢复土壤流失计算过程见表 5-10。

表 5-9 建设期各年度土壤流失量汇总表

序号	分区	土壤流失量					合计
		2015 年四季度 (t)	2016 年 (t)	2017 年 (t)	2018 年 (t)	2019 年 (1~3) 季度 (t)	
1	主体工程区	6.22	65.95	72.16	47.97	22.57	214.87
2	弃渣场	1.1	9.76	6.21	4.5	1.58	23.15
3	施工便道	1.17	94.22	57.03	31.68	6.78	190.88
4	施工场地	1.17	5.23	1.64	1.36	0.71	10.11
	合计	9.66	175.16	137.04	85.51	31.64	439.01

表 5-10 自然恢复期土壤流失量计算表

项目分区		水土流失面积 (hm ²)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失量 (t)
平整场地		0.12	0.42	1100	0.55
平台绿化	弃渣场复耕	0.55	0.42	900	2.08
	不达标绿化	0.03	0.42	900	0.11
	达标绿化	2.19	0.42	300	2.76
边坡防护	工程护坡	0.08	0.42	——	
	植物护坡	0.58	0.42	450	1.10
无危害扰动	建筑物硬化覆盖	4.04	0.42	——	
合计		7.59			6.60

5.2.3.3 水土流失情况对比分析

经对比分析，项目区原生平均土壤侵蚀模数为 727.14/km²·a，施工期间平均土壤侵蚀模数为 3962.15t/km²·a，自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 453.03t/km²·a，水土流失量由施工期间 439.01t 减少为 6.60t，与原地貌对比，施工期间项目的施工扰动造成了一定程度的水土流失，随着工程施工完成，通过各项水土保持措施的实施，各项水土保持措施发挥效益，本项目产生的水土流失危害减少，且比原生水土保持情况有所提高，因此本工程水土保持措施可满足水土保持要求。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

监测组经过现场调查复核，本项目实际建设中建筑材料及路基回填土石方全部为外购，为设置取土场；《水保方案》设计 2 座弃渣场，实际启用 1 座弃渣场为位于勐

罕镇 1#弃渣场，弃渣场原地貌为当地村民鱼塘，堆渣结束后，弃渣堆放齐平周边标高，已整地以后由当地村民种植经果林，且在平台上布设临时排水沟进行排导地表径流。综合分析，1#弃渣场潜在水土流失量较小。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查，监测组针对橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程在建设过程中未发现直接或间接对所在流域水系内的水体、周边农田等因水土流失造成危害。监测结果显示工程在建设期间未产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

《水保方案》水土流失防治目标根据《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（云政发【2007】165号）：项目区所在地景洪市属云南省水土流失重点预防保护区及重点监督区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008），确定本项目执行建设类水土流失一级防治标准。

根据现行规范及条例进行水土流失防治目标划分，根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅，办水保〔2013〕188号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》（第49号），景洪市属于西双版纳省级水土流失重点预防区，依据《开发建设项目水土流失防治等级标准》（GB50434-2008）相关规定，本工程水土流失防治标准应按建设类一级标准执行。具体防治目标为：扰动土地整治率达到95%以上，水土流失总治理度达到97%以上，土壤流失控制比达1，拦渣率达到95%，林草植被恢复率达到99%以上，林草植被覆盖率达到27%。

表 6-1 景哈大桥水土流失防治目标值

项目	扰动土地整治率(%)	水土流失总治理度(%)	土壤流失控制比	拦渣率(%)	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
批复方案确定目标值	95	97	1	95	99	27

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目防治责任范围内的扰动土地整治面积占扰动土地总面积的百分比。扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地治理面积，是指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物面积。

项目建设扰动面积 7.59hm²，在扣除勐罕镇集镇停车场项目预留区域占地面积 0.27hm²后，实际扰动治理面积 7.32hm²，其中实施植物措施面积为 2.80m²（其中植物措施达标面积为 2.78hm²，植物措施未达标面积为 0.02hm²），实施永久建筑物及道路硬化面积为 3.89hm²、实施边坡工程防护及土地复垦面积为 0.63hm²。

经计算，本工程扰动土地整治率为 99.73%，满足水土保持方案确定的 95%防治目标要求。扰动土地治理率计算详见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表 单位：hm²

防治区名称	项目建设区 (hm ²)			扰动土地整治面积					扰动土地整治率%
	项目建设区面积	预留停车场项目面积	扣除预留停车场项目面积	水土保持措施面积		永久建筑物及硬化占地面积	小计	植物覆盖未达标面积	
				工程措施	植物覆盖达标面积				
(参数代号)			a	c	d	e	f		h
(计算公式)							c+d+e		f/b*100
主体工程区	4.91	0.15	4.76	0.08	1.20	3.48	4.76		99.99%
弃渣场区	0.55		0.55	0.55			0.55		99.99%
施工便道区	0.32		0.32		0.31		0.31	0.01	96.88%
施工场地区	1.81	0.12	1.69		1.27	0.41	1.68	0.01	99.41%
合计	7.59	0.27	7.32	0.63	2.78	3.89	7.3	0.02	99.73%

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。本工程项目建设区内自然恢复期仍存在水土流失区域为施工场地和施工便道实施植物措施区域，面积为 0.02hm²，实际完成的水土保持措施达标面积 3.41hm²，水土流失总治理度为 99.42%。水土流失总治理度计算详见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算表 单位：hm²

防治区 名称	项目建设区			永久建 筑物及 硬化占 地面积	水土保持措施面积				水土流失治理 情况		水土流 失总治 理度%
	项目 建设 区面 积	预留停 车场 项目 面积	扣除预 留停 车场 项目 面积		工程 措施	植物覆 盖达 标面 积	小计	植物覆 盖未 达 标面 积	水土 流失 面 积	水土保 持措施 面 积	
(参数 代号)			a	b	c	d	e		g	h	i
(计算 公式)							c+d		a-b	e	h/g*100
主体工程区	4.91	0.15	4.76	3.48	0.08	1.20	1.28	0	1.28	1.28	98.44%
弃渣场区	0.55	0	0.55	0	0.55	0	0.55	0	0.55	0.55	100.00%
施工便道区	0.32	0	0.32	0	0	0.31	0.31	0.01	0.32	0.31	96.88%
施工场地区	1.81	0.12	1.69	0.41	0	1.27	1.27	0.01	1.28	1.27	99.22%
合计	7.59	0.27	7.32	3.89	0.63	2.78	3.41	0.02	3.43	3.41	99.42%

6.3 拦渣率与弃渣利用率

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程建设过程中产生弃渣量 2.63 万 m³，其中 1#弃渣场弃渣 2.08 万 m³，剥离并堆存表土 1.02 万 m³，弃渣堆放与 1#弃渣场，表土集中堆放

于景哈乡施工场地内，经监测项目组现场核实，弃渣流失主要发生在渣场堆渣过程流失，监测总流失 0.0041 万 m³，经计算，拦渣率为 99.08%，满足水土保持方案确定的 95%拦渣率要求。

表 6-4 拦渣率计算表

项目	流失原因	弃渣量	监测流失量		拦渣率（%）
		（万 m³）	流失量（万 t）	折合方量（万 m³）	
渣料	收集运输堆存过程	2.08	0.0023	0.00414	99.80%
表土		1.02	占地纳入施工场地，流失量计入施工场地		/
合计		3.1	0.0023	0.00414	99.80%

备注：渣土容重取 1.8。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目区容许土壤流失量与水保措施实施后土壤侵蚀强度之比。项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，容许土壤流失量为 500t/km².a。通过各水土保持工程措施和植物措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。各项防治措施实施后，项目区加权平均土壤流失强度降到 439.01t/km².a，经计算项目区土壤流失控制比为 1.14。

6.5 林草植被恢复率

林草恢复率为植物措施面积与可绿化面积的比值，本项目可绿化面积为 2.80hm²，植物措施达标面积为 2.78hm²，林草恢复率达 99.29%。随着已绿化区域逐步恢复，绿化达标面积逐步增加，随着植被恢复时间增长，周边环境绿化效果将逐步提高。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值，项目建设区总面积为 7.59hm²，水土保持植物措施、主体绿化工程实施后，项目区林草植被达标面积为 2.78hm²，林草覆盖率为 36.63%。能够达到水土保持方案确定的防治目标的要求。待经过一定恢复时间，植被恢复区域及土地复耕农作物覆盖后，本项目林草覆盖率将逐步提高。

表 6-5 林草恢复率及林草覆盖率计算表

防治区名称	项目建设区 (hm ²)			可绿化面积 (hm ²)	水土保持植物措施面积 (hm ²)		林草植被恢复率	林草覆盖率
	项目建设区面积	预留停车场项目面积	扣除预留停车场项目面积		植物覆盖达标面积	植物覆盖未达标面积		
主体工程区	4.91	0.15	4.76	1.2	1.20	0	99.99%	24.44%
弃渣场区	0.55	0	0.55	0	0	0		
施工便道区	0.32	0	0.32	0.32	0.31	0.01	96.88%	96.88%
施工场地区	1.81	0.12	1.69	1.28	1.27	0.01	99.22%	70.17%
合计	7.59		7.32	2.8	2.78	0.02	99.29%	36.63%

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

根据监测结果，在项目区水土流失强度变化主导因子是降雨情况，随着雨季旱季的更替增大减小，项目区的水土流失强度有明显变化。项目区水土流失量随着时间的增加累积。防治目标达标情况能反映项目区防治措施的到位情况，项目施工初期水土流失强度最大，随着各项水土保持措施的实施，水土流失强度逐渐减小，通过各项水土保持措施的实施，截止2019年12月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表7-1。

表 7-1 六项指标值达标情况表

序号	防治指标类型	防治标准值 (%)	方案确定目标值 (%)	监测指标 (%)	达标情况
1	扰动土地治理率 (%)	95	99.6	99.73	达标
2	水土流失治理度 (%)	97	99.3	99.42	达标
3	土壤流失控制比	1	1	1.14	达标
4	拦渣率 (%)	95	96.8	99.80	达标
5	林草植被恢复率 (%)	99	97.6	99.29	达标
6	林草覆盖率 (%)	27	15.7	36.63	达标

从表中可以看出，本项目六项指标达到了方案批复的目标值。项目建设实施的水土保持工程措施、植物措施、临时措施有效，一定程度地遏制了新增水土流失量，具有一定的生态效益。

7.2 水土保持措施评价

(1) 水土保持方案报告书将项目防治责任范围分为4个防治区，即主体工程区、弃渣场区、施工便道区、施工场地区等。其中主体工程区及施工场地区为水土流失防治的重点区域。

在施工过程中，遵守“三同时”原则，分区采取了较适宜的水土保持防治措施，水土保持工程的总体布局较合理，效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

(1) 监测结果表明,主体工程区及施工场地区是该项目主要的水土流失源,水土保持方案将主体工程区和施工场地区作为重点防治区是合适的,施工期间临时措施的实施,配合后期实施的永久措施较好的完成了水土流失防治任务。

(2) 由于施工场地植被恢复时间较短,局部植物措施实施效果不明显,且部分区域成活率较低,因此需要加强后期管护。

(3) 水土保持工程措施主要采用浆砌石挡墙、护坡、截排水以及绿化措施等,有效地控制了水土流失,而且也保证了工程的安全运行,因此,主体工程和水土保持方案中所设计的水土保持措施是可行的,且主体工程针对主体工程区及施工场地区新增的江堤护坡、钢筋石笼等工程措施,进一步的对扰动区域水土流失进行了防治,且高标准的工程措施对工程安全及紧靠澜沧江施工区起到了很好的防治效果。

总体上看,景哈大桥水土保持方案针对项目特点,设计的各种防治措施较切合实际,新增的措施针对性比较强,水土保持方案效果较显著。

7.3 存在问题及建议

橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程在施工建设过程中实施了一系列水保措施后,对本工程水土流失防治工作起到了积极作用,有效减少了水土流失。但是在监测过程中发现,部分区域仍然存在一些问题,针对此部分提出建议,具体如下:

(1) 橄榄坝大桥勐罕岸桥底地块已调整使用功能,主体工程竣工验收前需完成相关建设内容;

(2) 景哈岸的施工场地区及施工便道区存在部分未达标绿化面积,需加强管护;

(3) 1#弃渣场目前已由当地村民种植经果林,需完善移交手续;

(4) 加强对现有水土保持设施管护工作,保障其功能正常发挥。

7.4 综合结论

监测结果表明,橄榄坝至景哈乡澜沧江大桥工程水土保持方案的设计基本上合理可行。在工程施工过程中,建设单位基本能按照批复的水土保持方案和有关法律法规要求开展水土流失防治工作,且根据自身特点对部分措施标准进行提高,保障水土保持投资专项使用,有效控制了工程的水土流失。

截至 2019 年 12 月,随着工程区各项水保措施已完全发挥防护作用,取得了较好

的水土保持防护效果。通过项目区巡查及查阅工程资料，项目建设未发生水土流失危害，六项指标均达到了方案批复目标值。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，符合交付使用要求。