水保监测（云）字第 0001 号

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程

水土保持监测总结报告

建设单位：云南电网有限责任公司普洱供电局

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

2020 年 3 月

生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

（副本）

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 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程使用，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

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

项目负责人：刘富平 15987165630

技术负责人：王 晶 15887215541

项目联系人：姜东新 14787875112

传 真：0871—65392953

电子邮箱：lhsb02@163.com

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程

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		高级工程师
审查：	保春刚		高级工程师
校核：	粟定东		高级工程师
项目负责人：	姜东新		助理工程师
编写：	姜东新	助理工程师	报告编写
	徐源艺	助理工程师	参加监测人员

目　录

前言 2

项目简况 2

监测任务由来及监测过程 2

监测结果 3

监测结论 4

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 水土保持工作情况 12

1.3 监测工作实施情况 14

2 监测内容和方法 18

2.1 监测内容 18

2.2 监测方法 20

3 重点对象水土流失动态监测 24

3.1 防治责任范围监测 24

3.2 取料监测结果 25

3.3 弃渣监测结果 25

3.4 土石方流向情况监测结果 25

4 水土流失防治措施监测结果 27

4.1 工程措施监测结果 27

4.2 植物措施监测结果 28

4.3 临时防护措施监测结果 28

4.4 水土保持措施防治效果 29

5 土壤流失情况监测 32

5.1 水土流失面积 32

5.2 土壤流失量 32

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量 35

5.4 水土流失危害 36

6 水土流失防治效果监测结果 37

6.1 扰动土地整治率 37

6.2 水土流失总治理度 38

6.3 拦渣率 38

6.4 土壤流失控制比 38

6.5 林草植被恢复率 38

6.6 林草覆盖率 39

7 结论 40

7.1 水土流失动态变化 40

7.2 水土保持措施评价 40

7.3 存在问题及建议 41

7.4 综合结论 41

附件:

附件 1: 水土保持监测委托书;

附件 2: 《普洱市发展和改革委员会关于 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程项目核准的批复》（普发改电网〔2018〕657 号）;

附件 3: 《江城县水务局关于 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程项目水土保持方案报告表的行政许可决定书》（江水保许〔2018〕4 号）;

附件 4: 工程现场监测照片集。

附图:

附图 1: 项目区地理位置图;

附图 2: 监测分区及监测点布设图;

附图 3: 水土流失防治责任范围图。

水土保持监测特性表

<table>
<tr><td colspan="11">主体工程主要技术指标</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="9">110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">建设规模</td><td colspan="4" rowspan="5">主要建设架空线路 8.664km，塔基 28 基，直线塔 15 基，耐张转角塔 13 基（其中 1 基为已建杆塔）。</td><td>建设单位
联系人</td><td colspan="4">云南电网有限责任公司普洱供电局
联系人：颜爽 13987909283</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="4">普洱市江城县</td></tr>
<tr><td>所属流域</td><td colspan="4">红河流域</td></tr>
<tr><td>工程总投资</td><td colspan="4">721 万元</td></tr>
<tr><td>工程总工期</td><td colspan="4">2018 年 12 月~2019 年 7 月</td></tr>
<tr><td colspan="11">水土保持监测指标</td></tr>
<tr><td colspan="3">监测单位</td><td colspan="3">昆明龙慧工程设计咨询有限公司</td><td colspan="2">联系人及电话</td><td colspan="2">姜东新 14787875112</td></tr>
<tr><td colspan="3">自然地理类型</td><td colspan="3">构造剥蚀低中山地貌</td><td colspan="2">防治标准</td><td colspan="2">建设类Ⅲ级</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测内容</td><td colspan="2">监测指标</td><td colspan="3">监测方法（设施）</td><td colspan="2">监测指标</td><td colspan="2">监测方法（设施）</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.水土流失状况监测</td><td colspan="3">调查监测法</td><td colspan="2">2.防治责任范围监测</td><td colspan="2">现场调查并结合地形图</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.水土保持措施情况监测</td><td colspan="3">调查监测法</td><td colspan="2">4.防治措施效果监测</td><td colspan="2">现场调查法</td></tr>
<tr><td colspan="2">5.水土流失危害监测</td><td colspan="3">调查监测法</td><td colspan="2">水土流失背景值</td><td colspan="2">300t/km²•a</td></tr>
<tr><td colspan="3">方案设计防治责任范围</td><td colspan="3">3470m²</td><td colspan="2">容许土壤流失量</td><td colspan="2">500t/km²•a</td></tr>
<tr><td colspan="3">方案设计水土保持投资</td><td colspan="3">26.92 万元</td><td colspan="2">水土流失目标值</td><td colspan="2">500t/km²•a</td></tr>
<tr><td colspan="3">防治措施</td><td colspan="8">①工程措施：塔基区：浆砌石挡护 46m³，浆砌石排水沟 65m;
②植物措施：塔基区：植被恢复（撒播狗牙根）1448m²，施工临时占地区：植被恢复（撒播狗牙根）2700m²;
③临时措施：塔基区：表土剥离 289.6m³，临时排水沟 350m，施工临时占地区：表土剥离 405m³，临时排水沟 420m，土工布覆盖 1200m²。</td></tr>
<tr><td rowspan="8">监测结论</td><td rowspan="6">防治效果</td><td>分类指标</td><td>目标值</td><td>达到值</td><td colspan="7">实际监测数量</td></tr>
<tr><td>扰动土地整治率</td><td>90%</td><td>97.11%</td><td>防治措施达标面积</td><td>4020m²</td><td>永久建筑物及硬化面积</td><td>280m²</td><td>扰动土地总面积</td><td colspan="2">4428m²</td></tr>
<tr><td>水土流失总治理度</td><td>82%</td><td>96.91%</td><td colspan="2">防治责任范围面积</td><td>4428m²</td><td colspan="2">水土流失总面积</td><td colspan="2">4428m²</td></tr>
<tr><td>土壤流失控制比</td><td>0.6</td><td>1.05</td><td colspan="2">工程措施面积</td><td>0hm²</td><td colspan="2">容许土壤流失量</td><td colspan="2">500t/km²•a</td></tr>
<tr><td>拦渣率</td><td>90%</td><td>99%</td><td colspan="2">植物措施面积</td><td>4148m²</td><td colspan="2">监测土壤流失情况</td><td colspan="2">477.27t/km²•a</td></tr>
<tr><td>林草植被恢复率</td><td>92%</td><td>96.91%</td><td colspan="2">可恢复林草植被面积</td><td>4148hm²</td><td colspan="2">林草类植被面积</td><td colspan="2">4148m²</td></tr>
<tr><td>林草覆盖率</td><td>17%</td><td>90.79%</td><td colspan="2">实际拦挡弃渣量</td><td>0m³</td><td colspan="2">总弃渣量</td><td colspan="2">0m³</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土保持治理达标评价</td><td colspan="8">各项指标均达到了方案拟定目标值，已实施整治措施具有较好的水土保持效果及生态效益，对防治水土流失起到了重要的作用。</td></tr>
<tr><td colspan="2">总体结论</td><td colspan="8">本工程建设单位较为重视本工程水土保持工作，基本按照工程批复《水保方案》结合实地情况实施了水土流失防治措施，对抑制项目区因工程建设造成的水土流失起到了积极作用，并有效改善了项目区生态环境。</td></tr>
<tr><td colspan="3">主要建议</td><td colspan="8">后期加强植被恢复区植被抚育管理工作，避免因管理不当而影响植被的保存率；加强排水措施的日常巡视工作。</td></tr>
</table>

前言

项目简况

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程位于普洱市江城县境内，线路从 110kV 江城变往东双回路架空出线，止于哈苗水电站处的 35kV 哈整线 N1 塔；工程线路起点坐标为东经 101° 52′ 30.76″，北纬 22° 33′ 52.42″，止点坐标为东经 101° 55′ 23.08″，北纬 22° 30′ 39.73″；项目所经区域均位于江城县境内，施工期运输电缆及建筑材料等，采用公路联运方案，用大型平板车转运至江城县城，再由县城运至施工现场。沿线主要公路为江城县至曲水乡公路及乡村便道，杆塔位有部分山间小路；线路周边道路可满足工程运输要求。

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程占地面积 4428m^2，工程主要将 35kV 哈苗电站间隔调整至 35kV 戈兰滩间隔；新建线路 8.664km，单、双回路混合架设，导线采用 JL/G1A—150/25 钢芯铝绞线。随新建 35kV 江城—哈苗电站线路双回路段架设两根 24 芯 OPGW 光缆，单回路架设一根 24 芯 OPGW 光缆，光缆线路长 2×4.699km+3.965km。在哈苗电站将 35kV 哈整线上 ADSS 光缆与本期新建 OPGW 光缆连接，最终形成江城变—整康坝变的光缆通道。工程线路曲折系数 1.12；全线海拔在 900～1500m 之间，丘陵占 20%，山地占 80%；全线共计使用 28 座基塔，直线塔 15 基，耐张转角塔 13 基（其中 1 基为已建杆塔）。杆塔标准设计采用率为 100%。

工程建设区总占地总面积为 4428m^2，永久占地 1728m^2，临时占地 2700m^2，建设中施工扰动面积为 4428m^2。

项目总投资 721 万元，其中土建投资 86.5 万元。项目于 2018 年 12 月动工建设，于 2019 年 7 月完工，工期为 8 个月。

监测任务由来及监测过程

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规的规定，昆明理工大学科技产业经营管理有限公司受建设单位云南电网有限责任公司普洱供电局的委托，于 2018 年 10 月编制完成了《110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持方案报告表》（报批稿），2018 年 11 月 6 日，江城县水务局以“江水保许〔2018〕4 号”对《水保方案》进行了批复。

根据相关法律法规要求以及项目水土流失防治需要，2019 年 9 月，受建设单位云南电

网有限责任公司普洱供电局的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程的水土保持监测任务。接到任务之后，我公司即组织相关监测技术人员成立了该项目的水土保持监测组，监测时段内（2019 年 9 月至 2020 年 2 月），监测组通过现场巡查、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、监理资料、施工过程资料和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，在此基础上于 2020 年 3 月完成《110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持监测总结报告》。监测内容涉及防治责任范围、弃渣量、水土流失量、土壤侵蚀形式、水土流失危害、挡护工程及植物措施工程的防治作用、效果等。

建设单位在监测工作过程中给予了积极配合、大力支持，提供了良好的工作条件，水土保持主管部门江城县水务局也给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

监测结果

根据现场踏勘量测，结合施工、监理单位提供的征占地资料，核定防治责任范围面积为 4428m^2，其中项目建设区面积为 4428m^2，无直接影响区。

项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，土壤侵蚀模数允许值为 500t/km^2.a。通过各项水土保持措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。根据同类工程情况和当地水土流失现状得出项目区扰动面积原生侵蚀模数为 300t/km^2•a。根据监测结果，项目区经过治理后，项目区现状平均土壤侵蚀模数为 477.27t/km^2•a。

截至 2020 年 2 月，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程实际实施的水土保持措施主要有:

①工程措施:

塔基区：浆砌石挡护 46m^3，浆砌石排水沟 65m;

②植物措施:

塔基区：植被恢复（撒播狗牙根）1448m^2;

施工临时占地区：植被恢复（撒播狗牙根）2700m^2;

③临时措施:

塔基区：表土剥离 289.6m^3，临时排水沟 350m;

施工临时占地区：表土剥离 405m^3，临时排水沟 420m，土工布覆盖 1200m^2。

各项水土保持措施实施后，通过对项目区水土流失防治效果评价，该项目扰动土地整治率达到 97.11%，水土流失总治理度达到 96.91%，土壤流失控制比达到 1.05，拦渣率达

99%，林草植被恢复率达到 96.91%，林草覆盖率达到 90.79%，各项指标均达到防治目标值。

监测结论

根据监测成果分析，在工程施工建设过程中，工程施工未引起大面积严重水土流失，水土保持措施基本完好，发挥了防治因工程建设而引发水土流失的作用。

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

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程位于普洱市江城县境内，线路从 110kV 江城变往东双回路架空出线，止于哈苗水电站处的35kV哈整线N1塔；工程线路起点坐标为东经 101° 52′ 30.76″，北纬 22° 33′ 52.42″，止点坐标为东经 101° 55′ 23.08″，北纬 22° 30′ 39.73″；项目所经区域均位于江城县境内，施工期运输电缆及建筑材料等，采用公路联运方案，用大型平板车转运至江城县城，再由县城运至施工现场。沿线主要公路为江城县至曲水乡公路及乡村便道，杆塔位有部分山间小路；线路周边道路可满足工程运输要求。项目地理位置及交通示意图见附图 1。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

一、项目特性

项目名称：110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程；

建设单位：云南电网有限责任公司普洱供电局；

建设地点：普洱市江城县；

项目性质：新建建设类；

行业类别：输变电工程；

建设工期：2018 年 12 月—2019 年 7 月，共计 8 个月；

项目投资：总投资 721 万元，其中土建投资 86.5 万元；

工程占地：占地面积 4428m^2，其中永久占地 1728m^2，临时占地 2700m^2。

二、工程规模与等级

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程占地面积 4428m^2，工程主要将 35kV 哈苗电站间隔调整至 35kV 戈兰滩间隔；新建线路 8.664km，单、双回路混合架设，导线采用 JL/G1A—150/25 钢芯铝绞线。随新建 35kV 江城—哈苗电站线路双回路段架设两根 24 芯 OPGW 光缆，单回路架设一根 24 芯 OPGW 光缆，光缆线路长 2×4.699km+3.965km。在哈苗电站将 35kV 哈整线上 ADSS 光缆与本期新建 OPGW 光缆连接，最终形成江城变—整康坝变的光缆通道。工程线路曲折系数 1.12；全线海拔在 900～1500m 之间，丘陵占 20%，山地占

80%；全线共计使用28座基塔，直线塔15基，耐张转角塔13基（其中1基为已建杆塔）。杆塔标准设计采用率为100%。项目建设规模及指标统计表详见表1-1。

表1-1 项目建设规模及指标统计表

工程名称	110kV江城变35kV线路接线完善工程		
占地工程占地	总占地4428m^2，其中塔基占地1728m^2，施工临时占地2700m^2		
起止点	起于110kV江城变，止于35kV哈苗水电站		
线路长度	约8.664km，曲折系数1.12		
电压等级	35kV	回 路 数	单回路
杆塔总数	28基	平均档距	298.4m
转角次数	18次	平均耐张段长度	618m
导线	JL/G1A-150/25	最大使用张力	20795N
地线	48芯OPGW-80、24芯OPGW-50、JLB20A-50	最大使用张力	15345N
绝缘子	U70BL	防振措施	防振锤
绝缘污秽等级	C级污秽区		
主要气象条件	覆冰：5mm ，最大设计风速：25m/s。		
沿线地形	丘陵占20%，山地占80%	海拔高程（m）	900～1500m
杆塔型式	1A1Y1-ZM1、1A1Y1-J1、1A1Y1-J2、35K-L1D2-Z1D 、35K-L1D2-Z2D、35K-L1D2-J1D、35K-L1D3-JDD、35K-L2D2-Z1D、35K-L2D2-Z2D、35K-L2D2-J1D、1B2Y1-Z1、35K-L2D3-JDD		
基础型式	斜柱式基础、掏挖式基础		
汽车运距	12km	平均人力运距	0.4km

1.1.1.3 项目组成

本工程主要由塔基区、施工临时占地区和牵张场等组成。

表1-2 项目组成表

110kV江城变35kV线路接线完善工程	塔基区	架空线路8.664km，塔基28基
	施工临时占地区	施工材料堆放和混凝土搅拌场地
	牵张场	用于车辆停放

1、塔基区

塔基区主要拟建架空线路8.664km，新建塔基28基，直线塔15基，耐张转角塔13基（其中1基为已建杆塔）。杆塔标准设计采用率为100%。

2、施工临时占地区

塔基临时施工场地主要是塔基施工材料堆放和混凝土搅拌场地、剥离表土临时堆存等，工程预计设置27处塔基临时施工场地，每个施工场地占地约100m^{2}左右，共计占地面积2700m^2。

3、牵张场

本项目共需设置2个牵张场。牵张场选择地形相对平缓的场地，由于牵张场在使用期间仅用于车辆停放，一切放线工艺均在运输车箱内完成，对地表几乎不造成扰动，因此这部分面积计入直接影响区。

4、人抬路

本工程人抬路主要为建设期间施工人员运输建筑材料的道路，宽约1m。建设期间几乎不造成扰动，因此这部分面积计入直接影响区。

1.1.1.4 工程布置

1、建设内容：拟建架空线路8.664km，新建铁塔28基，直线塔15基，耐张转角塔13基（其中1基为已建杆塔）。线路全线位于江城境内。工程电压等级35kV，设计覆冰厚度C=5mm，设计基本风速V=25m/s，全线按c中污区(爬电比距2.6~3.0)设计。铁塔基础采用斜柱式基础和灌注桩基础。

2、线路路径：工程线路从110kV江城变往东双回路架空出线后，沿用已建哈江线N1—N2双回路通道跨越江城至曲水公路，右转穿越110kV江兴线，沿用已建哈江线N3—N7通道穿过国家二级公益林，然后与已建35kV哈江线平行走线，经桥头村，在瓦洛附近由双回路变为单回路，左转继续平行于已建哈江线走线，在哈苗村附近沿用已建35kV哈江线N24—N26通道至哈苗电站，并在35kV哈整线门架T接至哈整线。

3、塔杆：本工程使用杆塔型式为：1A1Y1-ZM1、1A1Y1-J1、1A1Y1-J2、35K-L1D2-Z1D、35K-L1D2-Z2D、35K-L1D2-J1D、35K-L1D3-JDD、35K-L2D2-Z1D、35K-L2D2-Z2D、35K-L2D2-J1D、1B2Y1-Z1、35K-L2D3-JDD，合计28基塔，直线塔15基，耐张转角塔13基（其中1基为已建杆塔），每种塔型占地面积约在55~65m^2。

4、基础：铁塔基础有斜柱式基础和灌注桩基础，为钢筋混凝土浇制。

5、交叉跨越：线路跨越江城至曲水柏油公路2次，10kV线路约5次，380kV线路约5次。

1.1.1.5 施工组织及工期

1、施工用水及用电

本工程施工期用电和用水均从周边道路及村庄已有的供电系统和供水系统接入使用，工程施工周边有完善的供水、供电系统，工程施工期用水用电方便。

2、临时施工场地

（1）塔基临时施工场地

塔基临时施工场地主要是塔基施工材料堆放和混凝土搅拌场地、剥离表土临时堆存等，预计设置27处塔基临时施工场地，每个施工场地占地约100m^2左右，共计占地面积2700m^2。

（2）牵张场

本项目共设置2个牵张场。牵张场选择地形相对平缓的场地，由于牵张场在使用期间仅用于车辆停放，一切放线工艺均在运输车箱内完成，对地表几乎不造成扰动，因此这部分面积计入直接影响区。

（3）跨越障碍物施工场地

本工程根据线路施工跨越障碍物次数，布设跨越障碍物施工场地但由于施工过程中不扰动地表，因此这部分面积计入直接影响区。本工程跨越的障碍物主要有通信线路、公路、河流和低压线路等。

（4）材料站

为了便于调度和保管施工材料，防治建设材料丢失和损坏，工程设置材料保管站，保管站租借线路周边居民房屋，未单独新建。

3.施工交通

项目所经区域均位于江城县境内，施工期运输均为电缆及建筑材料等，拟采用公路联运方案，用大型平板车转运至江城县城，再由县城运至施工现场。沿线主要公路为江城县至曲水乡公路及乡村便道可以利用，杆塔位有部分山间小路；线路周边道路可满足工程运输要求。

工程建设采用现有道路进行，对于人抬道路适当平整，或采用当地农耕小道即可，不会对地表造成扰动，此部分面积计入直接影响区。

4.施工工期

项目建设工期8个月，工程于2018年12月初开工，2019年7月竣工。项目实施进度详见表1-3。

表1-3 项目实施进度表

项目	2018年12月—2019年7月							
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
基坑开挖和基础混凝土浇筑	———	———	———	———				
铁塔组立、线路架线、调试			———	———	———	———	———	
运行准备								———

1.1.1.5 工程占地

根据工程实际建设情况、施工及监理资料，本工程总占地总面积为4428m^2，永久占地1728m^2，临时占地2700m^2，占地全部位于江城县境内。原始占地类型为草地和林地，其中

占用草地2480m^2、占用林地1948m^2。项目建设实际占地较《110kV江城变35kV线路接线完善工程水土保持方案报告表》批复增加了3028m^2，其中塔基占地较批复增加了1480m^2，施工临时占地较批复增加了1548m^2。

表1-4 工程实际建设占地统计表

项目分区	小计（m^2）	扰动、损坏土地类型及面积（m^2）	
		草地	林地
塔基区	1728	720	1008
施工临时占地区	2700	1760	940
合计	4428	2480	1948

1.1.1.6 土石方平衡

监测介入时，110kV江城变35kV线路接线完善工程已完成主体工程建设；通过向施工单位、建设单位咨询及收集监理资料等分析，结合实地调查监测，本工程建设共计产生开挖土石方1206.6m^3，其中开挖土石方512m^3，表土剥离694.6m^3。开挖土石方全部回填使用，剥离的表土临时堆存于施工临时占地区，后期用于植被恢复覆土。工程无永久弃渣产生。

表1-5 土石方平衡及流向具体情况表（实际） 单位：万m^3

分区	分类	开挖	回填		调入	调出	外借	废弃
			基础回填	绿化覆土				
塔基区	土石方	260	260					
	表土	289.6		289.6				
	小计	549.6	260	289.6				
施工临时占地区	土石方	252	252					
	表土	405		405				
	小计	657	252	405				
合计		1206.6	512	694.6				

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；

②上述土石方均为自然方。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

工程区位于江城哈尼族彝族自治县（简称江城县），为云南省普洱市下辖县。江城县位于云南省南部，与越南、老挝两国接壤。处横断山脉，在无量山尾端。地形起伏大，切割深，形成中低山地貌，局部为中低山及低山地貌，山体陡峻，谷窄沟深。地势呈西北高东南低，最高的狮子岩大山海拔2207m，最低的土卡河仅317m，高低相差1890m。

本工程沿线地貌属构造剥蚀低中山地貌特征，沿线山谷切割一般，沿线海拔高程在

900～1500m之间，平均海拔约1200m左右，相对高差约100～300m之间。地形自然坡度多在15～30度之间，局部山麓斜坡地带，坡度大于30°。

1.1.2.2 地质地震

1、地质构造概况

区域构造稳定性以及地震主要受控于“歹”字型构造体系及经向体系，其主要构造带及主干断裂多具活动性。自喜山期运动以来，本期新构造运动强烈，地震活动频繁。区域史上经历多次地质运动，断裂强烈，褶皱明显，造成了现代复杂多变的地质地貌。

拟建区域位于唐古拉～昌都～兰坪～思茅褶皱系南部边缘，兰坪～思茅褶皱带之云龙～江城褶皱束。西北向构造由西北方向插入，毗邻构造的相互影响和干扰，形成了区域复杂的构造格局。区内对工程影响较大的断裂有阿墨江断裂。

阿墨江断裂：呈北西～南东向延伸，该断裂带主要由大致平行的两条断裂所组成，其间由厚度巨大、中基性岩极其发育的一套石炭系和二叠系大理石及碳酸盐建造所组成。其中并断续分布着一系列镁铁岩～超镁铁岩体。断裂带东侧则大片出露志留系、下泥盆统。断裂旁侧的二叠系中尚出现较多的砾岩，表现出盆地边缘相的沉积特点。断裂带西侧则被大片中生代红层所覆盖，有的地方下伏石炭系、二叠系中出现陆相煤系或浅海相地层，显示其西部在石炭～二叠系时也是相对稳定区。由两条断裂带控制的断裂带宽20.00～30.00km，断裂带上挤压破碎十分明显，断面产状稳定，倾向北东，倾角40～80°。

2、沿线区域地震概况

拟建线路区属思茅～普洱地震区,地震活动较频繁。据统计：1965至2003年震中在江城和周围邻近地方的Ms≥2的级地震共194次，最大震级为1988年11月6日发生的“澜沧～耿马”大地震，震级为里氏7.6级。

3、地震动参数

沿线地震动峰值加速度为0.10g，对应的地震基本烈度为Ⅶ度。路径所经地区设计地震分组为第二组。

4、不良地质作用

据调查区内不良地质现象主要有为滑坡、垮塌和不稳定斜坡，但规模都较小，线路拟选路径都作了避让。

1.1.2.3 气象

江城县属亚热带湿润气候，冬夏两季短，春秋两季长。年平均气温18.7℃，最冷月1

月，月均气温12.1℃；最热月6、7月，月均气温22.2℃。年均有霜日仅2-3天。年平均降雨量2239毫米，年均降雨天数178天。年均日照1886小时，相对湿度为85%，蒸发量为1478毫米。项目区20年一遇1h降雨量62.4mm，6h降雨量为116.56mm，24h降雨量152.28mm。

1.1.2.4 河流水系

江城县境内有曼老江、勐野江、李仙江、曼连河、腊户河、土卡河等30条江河及200多条溪流。以康平乡营盘山为分水岭，营盘山以西河流注入曼老江，属澜沧江水系，营盘山以东河流注入李仙江，属红河水系。线路路径未跨越河流，附近无在建及规划的大、中型水利工程，项目线路路径所处区域为红河流域李仙江水系。

1.1.2.5 土壤及植被

全县土壤类型分棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、燥红土、石灰（岩）土、水稻土、菜园土8个土类，16个亚类，25个土属，87个土种（70个耕作土种、17个自然土种），项目建设区土壤主要为红壤。

项目区植被属于亚热带常绿阔叶林，阔叶林树种有栎类、木兰科、山茶科等八类，有编叶榕等多种野生栲胶植物及茶、竹、棕、油桐、橡胶、核桃等经济林和果树。项目区沿线植被发育良好，多为小灌木丛、亚热带阔叶林，森林覆盖率＞95％。

1.1.2.6 侵蚀类型与强度

按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，土壤侵蚀模数允许值为 500t/km^2·a。项目区原地貌占地类型为草地和林地，基本被树木和植被覆盖，地表完整结实，原地貌土壤侵蚀模数为 300t/km^2.a，水土流失程度为微度侵蚀。项目建设过程中将扰动地面产生部分水土流失，随着工程建设完工，各扰动区域水土流失得到控制和治理，根据监测数据，项目现状侵蚀模数为 477.27t/km^2•a，流失强度为微度。

1.1.2.7 水土流失重点防治区划

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》（办水保〔2013〕188号），《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（第49号），项目区所在地江城县不属国家级重点预防区及重点治理区，也不属于省级重点预防区及重点治理区，项目水土流失防治标准执行建设类Ⅲ级标准。

1.1.2.8 项目区现状水土流失情况

工程在施工过程中，由于建设活动对地表的扰动，水土流失有加剧的趋势，建设单位在施工期间在塔基扰动范围设置挡墙、排水沟，这些措施有效地降低了水土流失危害。施

工结束后对临时占地区进行植被恢复，现植被恢复情况较好。随各项防治措施的实施，特别是扰动区植被的恢复，项目区水土流失强度逐步降低。通过现场监测显示，现项目区域内水土流失程度判定为微度。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

本项目开工后，建设单位重视工程水土保持和环境保护工作，设置了安全（环保）副经理岗位领导相关工作，全面负责公司安全、水保、环保工作。建设单位自主监理的过程中积极对存在的问题及时下发通知并督促整改；自主施工过程中重视水土保持措施的实施，水土保持管理体系相对健全。工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审批制度。在项目建设过程中，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和目标层层落实，责任到人。施工管理中以加快施工进度、避免雨季施工、减少土石方活动、土石方采用即运机制和绿化覆土采用即运即填方式等举措进行控制。工程建设项目管理的办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重要的作用。

1.2.2“三同时”制度落实

本项目于2018年9月由云南恒安电力工程有限公司完成《110kV江城变35kV线路接线完善工程初步设计总说明书》，2018年9月取得云南电网有限责任公司普洱供电局文件《关于报送110kV江城变35kV线路接线完善工程初步设计评审意见的函》规划建设研究〔2018〕186号，2018年10月取得《普洱市发展和改革委员会关于110kV江城变35kV线路接线完善工程项目核准的批复》（普发改电网〔2018〕657号），在该阶段建设单位按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规要求，建设单位于2018年9月委托昆明理工大学科技产业经营管理有限公司进行水土保持方案报告表编制工作，该阶段水保方案与主体初步设计同时设计，并于2018年11月6日取得《江城县水务局关于110kV江城变35kV线路接线完善工程项目水土保持方案报告表的行政许可决定书》（江水保许〔2018〕4号）；项目完成前期工作后于2018年12月开工，于2019年7月竣工，在项目建设过程中，建设单位按照批复的水保方案，实施了浆砌石挡护、排水沟等水土保持措施，该阶段水保措施与主体工程同时实施；项目于2019年7月竣工后，实施后的永久水保措施与主体工程同时运行。

1.2.3 水土保持方案编报及批复情况

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规，确保工程建设新增水土流失得到全面有效的治理，建设单位于 2018 年 9 月委托昆明理工大学科技产业经营管理有限公司进行水土保持方案报告表编制工作，于 2018 年 10 月编制完成《110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程项目水土保持方案报告表》(以下简称“《水保方案》”)，2018 年 11 月 6 日，江城县水务局以“江水保许〔2018〕4 号”对《水保方案》进行了批复。项目建设过程中未发生较大的主体变更，水保相对应未变更。

《水保方案》批复主要内容有:

（1）基本同意《水保方案》中对工程建设占地类型的分析，工程总占地总面积为 1400m^2，永久占地 248m^2，临时占地 1152m^2，占地类型为草地、林地。

（2）基本同意《水保方案》中防治标准和目标值，防治标准执行建设类Ⅲ级标准，水土流失允许值为 500t/km^2.a。

（3）基本同意《水保方案》中水土流失防治责任范围及防治分区，项目水土流失防治责任范围总面积为 3470m^2，其中项目建设区 1400m^2，直接影响区 2070m^2。

（4）基本同意《水保方案》中水土流失的预测分析。在预测期内，扰动原地貌、损坏土地面积为 0.14hm^2，可能造成水土流失面积为 0.14hm^2，工程建设损坏水土保持设施数量为 0.14hm^2，为林地和草地。项目区原生水土流失量为 0.54t，工程建设可能产生水土流失总量为 32.33t，新增水土流失总量 31.79t。

（3）基本同意《水保方案》中防治措施总体布局及措施设计。主体工程已布设具有水土保持功能的措施及工程量为：浆砌石挡护 68m^3，浆砌石排水沟 108m。方案新增水土保持措施及工程量为：①植物措施：植被恢复 1152m^2，②临时措施：表土剥离 420.6m^3，土质排水沟 700m，土工布覆盖 1200m^2。

（4）基本同意《水保方案》中水土保持的监测内容。确定项目建设期设置 4 个监测点，监测时段为施工期和自然恢复期。本工程监测时段为施工期至设计水平年结束，共计 20 个月，其中施工期 8 个月，自然恢复期 12 个月。

（5）基本同意《水保方案》投资概算，水土保持总投资 26.92 万元，其中主体已计列水保投资 8.02 万元，方案新增水保投资 18.90 万元。水土保持总投资中，工程措施费 8.02 万元，植物措施费 0.24 万元，临时措施费 2.36 万元，独立费用 15.14 万元，基本预备费 1.06 万元，水土保持补偿费 0.10 万元。

1.2.4 变更情况

本项目变化主要为线路塔基数量调整为 28 基（其中 1 基为已建杆塔），新建线路8.664km，原设计塔基数量 27 基，新建线路 9.0km，整体变化情况尚未达到编制水土保持变更方案水平。本工程线路、规模、临时占地发生一定变化，整体变量较小，具体变化如下:

1、项目建设区总占地面积 4428m^2，其中永久占地 1728m^2，临时占地 2700m^2，较《水保方案》批复实际发生的防治责任范围面积较《水保方案》批复防治责任面积增加了 958m^2，其中项目建设区的塔基区防治责任面积增加 1168m^2，施工临时占地区防治责任面积增加1860m^2，无直接影响区。

2、较《水保方案》批复水土保持措施变化量为：主体工程已布设具有水土保持功能的措施及工程量变化为：浆砌石挡护减少 22m^3，浆砌石排水沟减少 43m。方案新增水土保持措施及工程量变化为：①临时措施：表土剥离增加 274m^3，临时排水沟增加 70m；②植物措施：植被恢复增加 2996m^2。

3、较《方案设计》水土保持投资投资减少 7.87 万，主要为工程措施量减少，对应投资减少，独立费用及预备费减少。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

监测单位自接收该项目监测委托后，于 2019 年 9 月、2019 年 12 月、2020 年 2 月到项目现场进行监测，根据现场调查结果，各项水土保持措施运行正常，项目区无水土流失隐患，可达到验收条件。

1.3 监测工作实施情况

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，在开发建设项目施工准备期之前、施工期及运行期间，需对建设项目防治责任范围内的水土流失情况进行监测，以便及时、准确的掌握工程建设所引起的水土流失状况以及工程项目对区域生态环境的影响程度，为工程建设的水土流失防治工作提供依据。2019 年 9 月受建设单位云南电网有限责任公司普洱供电局的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程的水土保持监测任务。对项目区进行实地调查，资料收集，制定了水土保持监测计划，并提交了水土保持监测完善建议以及自主验收工作建议。

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程监测时段始于 2019 年 9 月，止于 2020 年 2 月，

监测时段为6个月。在接受水土保持监测任务后，我公司监测组技术人员于2019年9月、2019年12月、2020年2月进入现场进行实地监测，结合本项目实际，主要采用调查监测和巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.1 监测计划执行情况

在接受水土保持监测任务后，我公司监测组对项目区进行实地调查，资料收集，制定了水土保持监测计划，计划对实施的水土保持措施进行监测，收集监测数据。

监测组技术人员按照监测计划频次进入现场进行实地监测，执行了以下监测计划内容:

（1）监测时段内对建设项目占地和扰动地表面积，挖填方数量及面积，项目区林草覆盖度等进行收集、统计。

（2）调查工程建设期间是否发生了水土流失危害，水土流失危害造成的损失以及对水土流失危害的处理、应对措施，水土流失危害的防护措施及运行情况。

（3）统计水土保持措施数量，监测水土保持措施防治效果。

1.3.2 监测项目部设置

为确保本项目监测工作顺利展开，我公司成立由专门的项目监测组。其中，总监测工程师全面负责监测合同的履行，主持本项目监测机构的工作，在项目执行期间保持稳定;如果遇到特殊情况，总监测工程师需要发生变化，我公司将充分征求建设单位的意见，并书面通知建设单位，陈述变更的原因。

监测组人员负责现场的监测工作。同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析以及报告的编写。监测人员组织安排见表1-6。

表1-6 水土保持监测项目部人员配备表

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	保春刚	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
	杨平	工程师	水土保持	负责水土流失因子监测
水土流失状况监测组	粟定东	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
	刘培静	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	姜东新	助理工程师	水土保持	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
	徐源艺	助理工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测时段、频次

根据《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）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)，结合工程进度情况及水土保持监测工作实际需要，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持监测时段开始于2019年9月，止于2020年2月，监测时段为6个月。

我公司于2019年9月接受委托承担本项目的水土保持监测工作，对110kV江城变35kV线路接线完善工程自然恢复过程中的水土流失情况、水土保持措施实施情况和防治效果进行监测，同时为项目水土保持设施验收提供必要的技术资料。在接受水土保持监测任务后，我公司监测项目组技术人员先后于2019年9月、2019年12月、2020年2月进行现场监测。

1.3.4 监测点布设

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对110kV江城变35kV线路接线完善工程的工程特点、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，兼顾开展水土保持监测的典型性和可操作性原则，水土保持监测主要对水土流失情况、水土保持措施实施数量及质量、水土保持措施运行情况以及植被生长状况进行监测。主要在塔基区、施工临时占地区、牵张场等具有代表性的地段布设4个监测点，布设的监测点见表1-8，监测设施见照片集。

表1-7　　工程水土保持监测点布设情况表

监测分区	监测点编号	监测点位置	监测点类型
塔基区	1#监测点	5#塔基	调查监测点
塔基区	2#监测点	14#塔基	调查监测点
施工临时占地	3#监测点	11#塔基一侧	调查监测点
牵张场	4#监测点	23#塔基一侧	调查监测点

1.3.5 监测设施设备

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测设施通用技术条件》以及相关的监测技术要求，本项目监测所选定的监测点需配备多种监测设备、工具和设施。经统计，本项目水土保持监测使用了以下设备，详见下表。

表1-8　　水土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备　注
一	设施				

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备 注
1	水土保持措施运行效果监测点	/	个	1	用于观测水土保持措施实施及运行情况
2	植物样方	1m×1m	个	1	用于观测植物措施生长情况
二	设备				
1	无人机	DJI 精灵 4pro	台	1	项目全景监测
2	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
3	测高仪		台	1	
4	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
5	罗盘		套	1	用于测量坡度
6	皮尺或卷尺		套	1	测量植物生长状况
7	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
8	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
9	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
10	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.6 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)，结合本项目监测内容及指标，确定本次水土保持监测方法主要以调查监测法为主。

1.3.7 监测成果提交情况

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》的有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件、项目实际情况，工程已于2018年12月开工，2019年7月建设完成，监测介入时已实施完成植被恢复，经监测项目组对水保措施的实施情况及防治效果进行实地查勘、调查，收集监测相关数据，为水土保持设施验收提供必要的技术资料。

（1）2019年9月，监测单位进行了第一次现场监测，针对已实施完成的水保措施进行了全面详细的巡查，设置了监测信息牌，针对水土保持措施监测结果向建设单位提出补充完善意见;

（2）2019年12月，监测单位进行了第二次现场监测，监测单位对水土保持整改及完善意见进行复核，调查其水土保持措施完善情况，对整个项目区的水土保持效果进行调查监测;

（3）2020年2月，监测单位进行了第三次现场监测，收集施工、监理资料，在此基础上于2019年3月初完成了《水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》及《水保方案》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。本工程水土保持监测内容主要包括以下几方面:

2.1.1 项目区水土流失因子监测

（1）地形、地貌、降雨、水系、土壤、林草覆盖度;

（2）建设项目实际占用地面积、扰动地表面积;

（3）损坏水土保持设施面积;

（4）工程实际挖方、填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。

2.1.2 防治责任范围动态监测

防治责任范围动态监测主要是在工程的施工期开展监测工作，主要包括项目建设区。本项目监测根据现场踏勘及业主、监理单位、施工单位提供的资料来复核项目实际发生变化的防治责任范围。

（1）项目建设区

①永久性占地

永久性占地是指项目建设征地范围内、由项目建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

②临时性占地

临时性占地是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

③扰动地表面积

扰动地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为

认真复核扰动地表面积。

（2）直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

根据项目建设区及直接影响区面积变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

2.1.3 水土流失量动态监测

根据项目实际建设情况，对工程在项目建设过程中实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测，通过对监测时段内的土壤流失量进行量化以评价项目区治理达标与否。

A 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

B 土壤侵蚀模数

土壤侵蚀模数是单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小，是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

2.1.4 水土流失防治动态监测

根据本项目现状，水土流失防治监测主要是针现有水保措施及水土流失情况开展监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。

（1）水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

（2）水土保持措施防治效果动态监测

A 防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。

B 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

C 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

水土保持措施防治效果动态监测是针对整个工程的全部区域开展的，监测工程建设实际情况是否按照《水保方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。

2.1.5 水土流失危害监测

1、产生的水土流失对下游河道、农田、乡村道路及植被的危害;

2、水土流失对周边居民的影响及危害;

3、水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象;

4、水土流失对区域生态环境影响状况;

5、重大水土流失事件监测。

对于重大水土流失事件应及时要求建设单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设现状及水土流失的特点，本项目的监测主要以调查监测法为主。

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是临时堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（排水工程、绿化工程和临时工程等）实施情况。

（一）面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如临时堆土、回填土、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。面积监测的时段主要是建设期。

（1）水土流失防治责任范围监测

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

（2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

（二）其它调查监测

（1）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性，具体监测方法如下:

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 2-1 和表 2-2。

表2-1 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量（%）		
类别	质地名称	粘粒 (<0.002mm)	粉沙粒 (0.02 ~ 0.002mm)	砂粒 (2 ~ 0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤　土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘　土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重 粘 土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表2-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成2cm直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝
土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成2cm直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝

B 土壤含水率测定

用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至

恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率：

$$土壤含水率 = \frac{湿土重 - 干土重}{干土重} \times 100\%$$

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在工程的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

2）水土流失防治动态监测

（1）水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

（2）水土保持措施防治效果

① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

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 水土流失防治责任范围

根据“江水保许〔2018〕4 号”批复情况,本项目水土流失防治责任范围总面积为 3470m^2,其中项目建设区 1400m^2，直接影响区 2070m^2。详见表 3-1。

表 3-1 《水保方案》确定防治责任范围表

项目分区	项目建设区（m^2）	扰动、损坏土地类型及面积（m^2）		直接影响区（m^2）	防治责任范围（m^2）
		草地	林地		
塔基区	560	218	342	320	880
施工临时占地区	840	473	367	1750	2590
合计	1400	691	709	2070	3470

根据现场踏勘量测，结合施工、监理单位提供的用地红线资料，本项目在建设过程中严格控制用地红线，实际发生的防治责任范围为项目建设区，其中塔基区 1728m^2，施工临时占地区 2700m^2，无直接影响区，实际发生的防治责任范围面积见表 3-2。

表 3-2 工程建设实际发生的水土流失防治责任范围统计表

项目分区	防治责任范围（m^2）	扰动、损坏土地类型及面积（m^2）	
		草地	林地
塔基区	1728	720	1008
施工临时占地区	2700	1760	940
合计	4428	2480	1948

实际发生的防治责任范围面积较《水保方案》批复防治责任面积增加了 958m^2，其中项目建设区的塔基区防治责任面积增加 1168m^2，施工临时占地区防治责任面积增加 1860m^2，直接影响区防治责任面积减少 2070m^2，见表 3-3。

表 3-3 水土流失防治责任范围对比表

项目分区		《水保方案》批复防治责任面积（m^2）	实际发生防治责任面积（m^2）	变化情况（m^2）
项目建设区	塔基区	560	1728	+1168
	施工临时占地区	840	2700	+1860
	小计	1400	4428	+3028
直接影响区	塔基区	320	0	-320
	施工临时占地区	1750	0	-1750
	小计	2070	0	-2070
合计		3470	4428	+958

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据“江水保许〔2018〕4 号”批复情况，本项目建设扰动、损坏原地貌土地的面积为

1400m^2，详见表 3-3。

表 3-3 《水保方案》扰动原地貌、损坏土地面积统计表

项目分区	小计（m^2）	扰动、损坏土地类型及面积（m^2）	
		草地	林地
塔基区	560	218	342
施工临时占地区	840	473	367
合计	1400	691	709

根据施工、监理单位提供的工程征占地资料，结合监测现场调查统计，本项目实际扰动地表、损坏土地的面积较方案批复增加了 3028m^2。具体情况详见表 3-4、3-5。

表 3-4 工程建设实际扰动原地貌、损坏土地面积统计表

项目分区	小计（m^2）	扰动、损坏土地类型及面积（m^2）	
		草地	林地
塔基区	560	218	342
施工临时占地区	840	473	367
合计	1400	691	709

表 3-5 工程建设实际扰动原地貌、损坏土地面积与《水保方案》对比表

项目分区	《水保方案》扰动原地貌、损坏土地面积（m^2）	实际扰动原地貌、损坏土地面积（m^2）	增/减情况（m^2）
塔基区	560	1728	+1168
施工临时占地区	840	2700	+1860
合计	1400	4428	+3028

3.2 取料监测结果

根据项目实际建设情况，本工程所需砂石料量较小，全部采用外购，由封闭车辆运输至施工现场，不涉及单独取料，与水保方案一致。

3.3 弃渣监测结果

根据项目实际建设情况，本工程开挖土石方全部回填使用，工程无永久弃渣产生，未设置弃渣场，与水保方案一致。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据《水保方案》，本工程建设共计产生土石方 1024.1m^3，其中开挖土石方 603.5m^3，表土剥离 420.6m^3。开挖土石方将全部回填使用，剥离表土用于工程后期植被恢复，工程产生的土石方全部回填利用，工程无永久弃渣产生。详见表 3-6。

表 3-6 《水保方案》土石方平衡及流向表 单位：m^3

分区	分类	开挖	回填		调入	调出	外借	废弃
			基础回填	绿化覆土				
塔基区	土石方	284.3	284.3					
	表土	168.5		168.5				
	小计	452.8	284.3	168.5				
施工临时占地区	土石方	319.2	319.2					
	表土	252.1		252.1				
	小计	571.3	319.2	252.1				
合计		1024.1	603.5	420.6				

根据施工、监理结算资料，项目实际建设中结合实际地形进行了土石方优化，产生土石方量与方案批复对比有所减少，共计产生土石方 792m^3，其中开挖土石方 512m^3，表土剥离 280m^3。详见表 3-7。

表 3-7 实际建设土石方平衡及流向表 单位：m^3

分区	分类	开挖	回填		调入	调出	外借	废弃
			基础回填	绿化覆土				
塔基区	土石方	260	260					
	表土	112		112				
	小计	372	260	112				
施工临时占地区	土石方	252	252					
	表土	168		168				
	小计	420	252	168				
合计		792	512	280				

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；

②上述土石方均为自然方。

经对比，本项目实际建设土石方数量发生以下变化：土石方开挖量、回填量由《水保方案》中的 603.5m^3 减少为 512m^3，减少了 91.5m^3；表土剥离收集量、绿化覆土量由《水保方案》中的 420.6m^3 减少为 280m^3，减少了 140.6m^3。土石方流向与《水保方案》基本一致。

表 3-8 土石方平衡及流向对比表 单位：m^3

项目类别	水保方案设计	实际建设发生	变化情况
土石方开挖量	603.5	512	-91.5
表土剥离收集量	420.6	280	-140.6
土石方基础回填量	603.5	512	-91.5
绿化覆土量	420.6	280	-140.6

4 水土流失防治措施监测结果

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持措施监测内容主要为：防治措施的类型、数量、质量，防护工程的稳定性、完好程度和运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，水土保持管理措施实施情况等。针对已经实施的工程措施、植物措施等，监测组通过实地测量结合资料分析的方法进行措施类型、位置、实施时间、规格、数量、防治效果的复核调查，反映项目建设区水土流失防治措施及其效果。

4.1 工程措施监测结果

一、《水保方案》批复工程措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持工程措施为：

主体设计：

塔基区：浆砌石挡护 68m^3，浆砌石排水沟 108m;

表 4-1　　水土保持方案批复的工程措施工程量表

项目分区	措　施	方案批复数量	备注
塔基区	浆砌石挡护	68m^3	主体设计
	浆砌石排水沟	108m	主体设计

二、实际实施工程措施情况

根据施工结算资料，截止 2020 年 2 月，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程实施的工程措施为：浆砌石挡护 46m^3，浆砌石排水沟 65m；实施时间为 2019 年 4 月至 2019 年 5 月。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-2。

表 4-2　　实际实施与方案批复的工程措施工程量对比表

项目分区	措　施	方案批复数量	实际实施数量	增减情况
塔基区	浆砌石挡护	68m^3	46m^3	-22m^3
	浆砌石排水沟	108m	65m	-43m

实际实施工程措施与方案批复工程措施对比有所减少，浆砌石挡护减少原因为：实际建设中根据地形优化土石方量，避免了挖填，因此减少了浆砌石挡护措施量，浆砌石排水沟减少原因为：实际建设中部分浆砌石排水沟调整为土质排水沟，因此浆砌石排水沟数量有所减少。

监测项目组认为，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持工程措施基本能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位，能满足工程水土保持防治要求。

4.2 植物措施监测结果

一、《水保方案》批复植物措施情况

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:

方案新增:

塔基区：植被恢复（撒播狗牙根）312m^2;

施工临时占地区：植被恢复（撒播狗牙根）840m^2。

表 4-3 水土保持方案批复的植物措施工程量表

项目分区	措 施	方案批复数量	备注
塔基区	植被恢复（撒播狗牙根）	312m^2	方案新增
施工临时占地区	植被恢复（撒播狗牙根）	840m^2	方案新增

二、实际实施植物措施情况

根据监测现场调查统计，结合施工结算资料，截至 2020 年 2 月，本项目水土保持植物措施实施为：塔基区植被恢复（撒播狗牙根）1448m^2；施工临时占地区植被恢复（撒播狗牙根）2700m^2，项目的水土保持植物措施实施时间为 2019 年 7 月。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-4。

表 4-4 实际实施与方案批复的植物措施工程量对比表

项目分区	措 施	方案批复数量	实际实施数量	增减情况
塔基区	植被恢复（撒播狗牙根）	312m^2	1448m^2	+1136m^2
施工临时占地区	植被恢复（撒播狗牙根）	840m^2	2700m^2	+1860m^2
合计		1152m^2	4148m^2	+2996 m^2

实际实施植物措施类型、实施时间与方案批复植物措施一致，由于扰动面积增加，植被恢复工程量较方案批复增加了 2996m^2。监测项目组认为，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持植物措施数量与方案批复植物措施有所增加，实施的植物措施保存率、成活率达标，能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位。

4.3 临时防护措施监测结果

一、《水保方案》批复临时措施情况

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:

塔基区：表土剥离 168.5m^3，临时排水沟 312m;

施工临时占地区：表土剥离 252.1m^3，临时排水沟 388m，土工布覆盖 1200m^2。

表 4-5 水土保持方案批复的临时措施工程量表

项目分区	措 施	方案批复数量	备注
塔基区	表土剥离	168.5m^3	方案新增
	临时排水沟	312m	方案新增
施工临时占地区	表土剥离	252.1m^3	方案新增
	临时排水沟	388m	方案新增
	土工布覆盖	1200m^2	方案新增

二、**实际实施临时措施情况**

根据施工结算资料，主体工程整个施工过程中，按要求进行临时措施布置，已实施的临时措施为：塔基区：表土剥离 289.6m^3，临时排水沟 350m；施工临时占地区：表土剥离 405m^3，临时排水沟 420m，土工布覆盖 1200m^2，临时措施实施进度与主体相同，具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-6。

表 4-6 实际实施与方案批复的临时措施工程量对比表

项目分区	措 施	方案批复数量	实际实施数量	增减情况
塔基区	表土剥离	168.5m^3	289.6m^3	+121.1m^3
	临时排水沟	312m	350m	+38m
施工临时占地区	表土剥离	252.1m^3	405m^3	+152.9m^3
	临时排水沟	388m	420m	+32m
	土工布覆盖	1200m^2	1200m^2	0

实际实施临时措施与方案批复临时措施对比有所变化，表土剥离增加原因为：实际建设中塔基区和施工临时占地区实际扰动面积增加，塔基区可剥离表土面积为 1448m^2，剥离厚度为 20cm，因此塔基区表土剥离工程量增加了 121.1m^3，施工临时占地区可剥离表土面积为 2700m^3，剥离厚度为 15cm，因此施工临时占地区表土剥离工程量增加了 152.9m^3；临时排水沟增加原因为：实际建设中部分浆砌石排水沟调整为临时排水沟，因此临时排水沟数量增加了 70m。

监测项目组认为，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持临时措施类型与方案批复措施一致，临时措施的实施避免了施工期间因项目建设造成水土流失影响，临时措施能够满足项目区水土流失防治要求。

4.4 水土保持措施防治效果

（1）水土保持措施实施情况汇总

经监测统计，110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程实施完成水土保持措施为：

①工程措施：

塔基区：浆砌石挡护 46m^3，浆砌石排水沟 65m；

②植物措施:

塔基区：植被恢复（撒播狗牙根）1448m^2;

施工临时占地区：植被恢复（撒播狗牙根）2700m^2;

③临时措施:

塔基区：表土剥离 289.6m^3，临时排水沟 350m;

施工临时占地区：表土剥离 405m^3，临时排水沟 420m，土工布覆盖 1200m^2。

（2）水土保持措施防治效果评价

110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持措施共划分为斜坡防护工程、防洪排导工程、植被建设工程和临时防护工程。

斜坡防护工程实施的浆砌石挡护砌体外表美观，无裂纹、缺角现象，工程质量合格。

防洪排导工程实施的浆砌石排水沟断面尺寸满足要求，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。后期运行管理中需重点巡察排洪导流设施是否出现淤积、破损，如有淤积应及时进行疏通，如有破损应及时进行维修。

植被建设工程点片状植被成活率高，草籽选择适宜，植物生长良好，发挥了较好的水土保持功能。

临时防护工程实施的临时排水沟过流能力正常，发挥施工期间临时排水的功效，土工布覆盖数量充足，起到遮盖裸露土体的作用，质量合格。

表 4-5　　水土保持工程措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分（个）	单元工程评定				分部工程质量评定	单位工程质量评定	项目工程质量评定
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%			
斜坡防护工程	工程护坡	塔基区浆砌石挡护	2	2	100	1	50	合格	合格	合格
防洪排导工程	排洪导流设施	塔基区浆砌石排水沟	2	2	100	1	50	合格	合格	合格
植被建设工程	点片状植被	塔基区、施工临时占地区植被恢复	27	27	100	12	44.44	合格	合格	合格
临时防护工程	排水	塔基区、施工临时占地区临时排水沟	16	16	100	6	37.5	合格	合格	合格
	覆盖	施工临时占地区土工布覆盖	4	4	100	1	25	合格	合格	合格
4	5		51	51	100	21	41.18	合格	合格	合格

综上所述，本项目在工程建设过程中实施的工程措施、植物措施、临时措施有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果，发挥了较好的水土保持功能。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目属于新建项目，建设期内工程造成了新的扰动和水土流失。经监测分析，本项目在施工期造成扰动的区域为塔基区、施工临时占地区，产生水土流失总面积为 4428m^2，施工期结束后，进入自然恢复期，塔基区塔基基础为混凝土硬化，其它区域进行了植被恢复，施工临时占地区也进行了植被恢复，自然恢复期水土流失面积为 4148m^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

原地貌侵蚀单元主要根据不同的土地占用类型而确定。依据 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持方案报告表，原地貌侵蚀主要为各区域占地类型的原生侵蚀，项目水土流失防治责任范围内的原生占地类型主要为：草地、林地。

表 5-1　　原地貌侵蚀单元划分情况表

项目分区	小计（m^2）	扰动、损坏土地类型及面积（m^2）	
		草地	林地
塔基区	1728	720	1008
施工临时占地区	2700	1760	940
合计	4428	2480	1948

二、地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分项目建设过程中的地表扰动类型。为了客观地反映项目的水土流失特点，对项目在建设中的地表扰动进行适当的分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为挖填边坡、建筑物、临时堆土等，具有不同的水土流失特点。根据该项目监测工作特点，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，共分为 4 类地表扰动类型，结果见下表 5-2。施工结束后，自然恢复期的地表主要表现为建构筑物、植草绿化，自然恢复期分为 2 类地表扰动类型，结果见下表 5-3。

表 5-2 施工期地表扰动现状分类表

扰动类型	临时堆土	挖填边坡	施工作业平台	建构筑物
分类	有危害扰动			无危害扰动
侵蚀对象形态	临时堆存表土	土质、风化物	堆放建筑材料的临时施工用地	混凝土浇筑
特征描述	土方，堆放高度<1m	回填坡面<2m	土质、地势平坦	无明显流失
代号	堆土	土质边坡	土石质风化物	无危害
侵蚀类型	水蚀为主	水蚀为主	水蚀	/

表 5-3 自然恢复期地表扰动现状分类表

扰动类型	建构筑物	植草绿化
分类	无危害扰动	
侵蚀对象形态	塔基混凝土硬化浇筑	空地植草
特征描述	硬化覆盖，无土体裸露	植被覆盖
代号	/	/
侵蚀类型	水蚀	水蚀为主

三、防治措施分类

依据水土保持措施防治对象，本工程水土保持措施包括工程措施、植物措施、临时措施，具体措施为:

①工程措施:

塔基区：浆砌石挡护 46m^3，浆砌石排水沟 65m;

②植物措施:

塔基区：植被恢复（撒播狗牙根）1448m^2;

施工临时占地区：植被恢复（撒播狗牙根）2700m^2;

③临时措施:

塔基区：表土剥离 289.6m^3，临时排水沟 350m;

施工临时占地区：表土剥离 405m^3，临时排水沟 420m，土工布覆盖 1200m^2。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

一、原地貌侵蚀模数

监测项目组通过对项目区及其周边进行现场调查，收集项目区及周边占地、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，确定项目区内各占地类型的原生土壤侵蚀模数，见表 5-4，结合本项目各防治区原始占地面积，加权平均后各单元的土壤侵蚀模数背景值为 300t/km^2•a，为微度侵蚀。

表 5-4 原生土壤侵蚀模数取值表

地类	自然因素	土壤侵蚀模数（$t/km^2 \cdot a$）	备注
林地	主要为灌木林，覆盖度较高	300	微度侵蚀
草地	天然草地，覆盖度较高	300	微度侵蚀

二、施工期侵蚀模数

由于监测介入滞后，无法对工程施工建设过程地表扰动侵蚀情况进行动态监测，故本次监测不对工程施工期间水土流失量进行分析统计，本次施工期监测的水土流失情况结合现场施工照片并参考同类工程进行分析评价，重点针对各分区水土流失发生原因进行分析。

项目主要包括塔杆建设及线路架设，施工过程中，项目场地平整及塔基开挖等活动将对工程占地区造成扰动和破坏，损毁地表植被，造成局部裸露地表及再塑地貌，不同程度地降低或改变其水土保持功能，造成新的水土流失。随着项目配套的排水、绿化等措施的完工，场区扰动地表基本被硬化和绿化覆盖，地表水土保持功能得以恢复，水土流失逐渐减小。牵张场在使用期间仅用于车辆停放，一切放线工艺均在运输车箱内完成，对地表扰动较轻，基本维持原地貌。人抬路主要为施工期间施工人员运输建筑材料的道路，主要延用已有的乡村便道和公路等，扰动较轻。项目水土流失主要集中在基建施工期，基建施工期土壤侵蚀分析详见表 5-5。

表 5-5 项目施工期土壤侵蚀分析表

监测分区	工程活动	破坏形式	工程中已采取措施	水土流失影响	流失类型
塔基区	场地平整 塔基开挖	地表扰动	浆砌石挡护、排水沟	塔基区位于坡面上，开挖平台及塔基开挖，造成边坡裸露，降雨易造成侵蚀。	水力侵蚀（面蚀为主）
施工临时占地	场地平整	地表扰动	植被恢复	施工临时场地开挖平整，存在裸露，降雨易侵蚀。	水力侵蚀（面蚀为主）

三、自然恢复期侵蚀模数

项目建设过程中塔基区布置了浆砌石挡护、浆砌石排水沟等工程防护措施，有效控制和治理了该区域的水土流失；塔基区空地、施工临时占地就地进行植被恢复，有效防治水土流失。目前，植被恢复区域植物长势良好、覆盖度高，通过监测情况分析，项目区水土流失程度可达到微度。牵张场、人抬路已停止使用，维持原地貌，水土流失程度较轻。

表 5-6 自然恢复期项目区土壤侵蚀模数计算表

项目分区	占地面积（hm^2）	土壤侵蚀模数（$t/km^2 \cdot a$）	平均土壤侵蚀模数（$t/km^2 \cdot a$）
塔基区	0.17	465	477.27
施工临时占地区	0.27	485	
合计	0.44		

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。

一、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《水保方案》确定的侵蚀模数进行分析，水土流失背景值为 300t/km^2•a，采用公式：流失量=Σ侵蚀单元面积×侵蚀强度，计算时段按监测时段 2019 年 9 月至 2020 年 2 月计算，即 0.5a。项目建设区原生水土流失量详见表 5-7。

表 5-7 项目区原生土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积（hm²）	流失时段（a）	平均土壤侵蚀模数（t/km²•a）	水土流失量(t)
塔基区	0.17	0.5	300	0.26
施工临时占地区	0.27	0.5	300	0.41
合计	0.44			0.67

二、监测时段内土壤流失量监测结果及分析

通过 5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定，采用公式：流失量=Σ侵蚀单元面积×侵蚀强度，对监测时段内水土流失情况进行计算对比。监测时段为 2019 年 9 月~2020 年 2 月，该时段为自然恢复期，经计算，监测时段内项目区土壤流失量为 1.05t，详见表 5-8。

表 5-8 监测时段内土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积（hm²）	流失时段（a）	平均土壤侵蚀模数（t/km²•a）	水土流失量(t)
塔基区	0.17	0.5	465	0.40
施工临时占地区	0.27	0.5	485	0.65
合计	0.44		477.27	1.05

三、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 300t/km^2·a，施工期间由于对地表扰动造成了一定的水土流失，自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 477.27t/km^2·a，水土流失量较施工期间有所减轻，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，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，本项目实际建设中未单独设置取料场，施工期间产生的土

石方全部回填利用，不产生弃渣。

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 110kV 江城变 35kV 线路接线完善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 110kV 江城变 35kV 线路接线完善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

本项目已全部施工结束，监测组根据现场踏勘及收集数据分别对现阶段的六项指标进行量化计算，检验项目区内水土保持工程是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议。

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》(办水保〔2013〕188 号)，《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(第 49 号)，项目区所在地江城县不属国家级重点预防区及重点治理区，也不属于省级重点预防区及重点治理区，项目水土流失防治标准执行建设类Ⅲ级标准。按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，土壤侵蚀模数允许值为500t/km^2•a。项目的建设对所在区域直接产生水土流失影响，因此本项目水土保持工作重点是坚持以预防为主、保护优先的方针，建立健全管护机构，制定有力措施，强化监督管理；依法实施重点监督，加强执法检查，加大宣传力度，增强法制观念，遏制人为造成的水土流失。

本项目水保方案批复水土保持防治指标作为 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程水土保持监测和后期验收的目标依据，具体情况如下表 6-1。

表 6-1　　水土保持措施（设施）分类分级评价指标

防治标准	计算方法	防治标准值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比	90
水土流失总治理度(%)	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	82
土壤流失控制比	项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比	0.6
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量与工程弃土(石、渣）总量的百分比	90
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	92
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	17

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在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。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

至监测结束，施工过程中工程扰动土地面积为塔基区和施工临时占地区，面积为4428m^2，实施植物措施面积为 4148m^2（植物覆盖度达标面积为 4020m^2），实施构筑物硬

化面积为 280m^2，经综合核定，扰动土地整治率为 97.11%，达到水土流失防治目标。具体分析见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表 单位：m^2

监测分区	建设区扰动土地总面积	植物措施达标面积	植物措施未达标面积	工程措施面积	硬化面积	扰动土地整治率（%）
塔基区	1728	1420	28	/	280	98.38%
施工临时占地区	2700	2600	100	/		96.30%
合计	4428	4020	128		280	97.11%

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塔基区和施工临时占地区实施植物措施区域，面积为 4148m^2，实际完成的水土保持措施达标面积 4020m^2，水土流失总治理度为 96.91%。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算表 单位：m^2

监测分区	水土流失面积	植物措施达标面积	植物措施未达标面积	工程措施面积	水土流失总治理度%
塔基区	1448	1420	28	/	98.07%
施工临时占地区	2700	2600	100	/	96.30%
合计	4148	4020	128		96.91%

6.3 拦渣率

根据监测调查及施工、监理资料，本工程实际建设过程中，土石方全部回填利用，未产生永久弃渣，本项目拦渣率达 99%。

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土石山区，容许土壤流失量为 500t/km^2.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 477.27t/km^2.a，经计算项目区土壤流失控制比为 1.05。

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 4148hm^2，已实施植物措施达标面积为 4020m^2，林草恢复率达 96.91%。

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，本项目植物措施达标面积为4020m^2，项目区总面积为4428m^2，林草覆盖率达90.79%。

综上所述，本工程水土保持措施实施后，工程所有指标均达到了防治目标值。各项指标达标情况见表6-4。

表6-4 水土流失防治效果监测达标情况

序号	防治指标类型	防治标准值	监测指标	达标情况
1	扰动土地治理率（%）	90	97.11	达标
2	水土流失治理度（%）	82	96.91	达标
3	土壤流失控制比	0.6	1.05	达标
4	拦渣率（%）	90	99	达标
5	林草植被恢复率（%）	92	96.91	达标
6	林草覆盖率（%）	17	90.79	达标

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 2020 年 2 月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表 7-1。

表 7-1　　六项指标监测结果与方案目标对比情况表

防治标准	方案目标值	监测值	达标情况
扰动土地治理率（%）	90	97.11	达标
水土流失治理度（%）	82	96.91	达标
土壤流失控制比	0.6	1.05	达标
拦渣率（%）	90	99	达标
林草植被恢复率（%）	92	96.91	达标
林草覆盖率（%）	17	90.79	达标

从表中可以看出，本项目各项指标均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

本项目塔基区实施了浆砌石挡护、浆砌石排水沟等工程防护，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。现状浆砌石挡护、浆砌石排水沟运行良好，排水沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅。

塔基区空地、施工临时占地区采取了植被恢复措施，减少边坡土体裸露，通过植物的生长活动达到根系加筋、茎叶防冲蚀的目的，选用草籽合理，植物生长较好，植被成活率达 100%，覆盖度达 90%，在美化环境的同时，能够有效控制项目区水土流失，发挥其水土保持效益。

施工期间实施的表土剥离、临时排水、临时覆盖等措施保护了珍贵的表土资源，减少

了因施工扰动造成的水土流失。

各项水土保持防治措施布局合理，数量充足，防治效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

通过监测，对 110kV 江城变 35kV 线路接线完善工程提出以下问题及建议:

（1）对塔基区、施工临时占地区等施工迹地植物措施加强管理，及时补植，防止水土流失加剧。

（2）在工程运行期间要重点对已有水土保持措施的管理维护，保证各项措施的有效运行，发现问题及时完善补救。

7.4 综合结论

监测结果表明，110kV 江城变 35kV 线路接线完善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，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 2020 年 2 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，各项防治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。