

目 录

1 综合说明.....	1
1.1 项目简况.....	1
1.2 编制依据.....	4
1.3 设计水平年.....	5
1.4 水土流失防治责任范围.....	5
1.5 水土流失防治目标.....	6
1.6 项目水土保持评价结论.....	8
1.7 水土流失预测结果.....	10
1.8 水土保持措施布设成果.....	10
1.9 水土保持监测方案.....	12
1.10 水土保持投资及效益分析成果.....	13
1.11 结论.....	14
2 项目概况.....	18
2.1 项目组成及工程布置.....	18
2.2 施工组织.....	27
2.3 工程占地.....	36
2.4 土石方平衡.....	38
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建.....	43
2.6 施工进度.....	43
2.7 自然概况.....	43
3 项目水土保持评价.....	52
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价.....	52
3.2 建设方案与布局水土保持评价.....	55
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定.....	69
4 水土流失分析与预测.....	71
4.1 水土流失现状.....	71
4.2 水土流失影响因素分析.....	71
4.3 土壤流失量预测.....	73

4.4	水土流失危害分析.....	85
4.5	指导性意见.....	87
5	水土保持措施.....	88
5.1	防治区划分.....	88
5.2	措施总体布局.....	89
5.3	分区措施布设.....	96
5.4	施工要求.....	115
6	水土保持监测.....	123
6.1	监测范围和时段.....	123
6.2	监测内容和方法.....	123
6.3	监测点位布设.....	128
6.4	实施条件和成果.....	129
7	水土保持投资估算及效益分析.....	134
7.1	投资估算.....	134
7.2	效益分析.....	147
8	水土保持管理.....	149
8.1	组织管理.....	149
8.2	后续设计.....	149
8.3	水土保持监测.....	149
8.4	水土保持监理.....	150
8.5	水土保持施工.....	150
8.6	水土保持设施验收.....	151

附表：

- 1、单价分析表
- 2、分行政区防治责任范围表

附件：

- 1、《国家电网有限公司关于安徽芜湖 1000 千伏变电站扩建等 5 项输变电工程可行性研究报告的批复》（水保函[2020]60 号）
- 2、《水利部关于昌都电网与四川电网联网输变电工程水土保持方案的批复》（水保函[2013]169 号）
- 3、《水利部关于金沙江上游巴塘水电站工程水土保持方案的批复》（水保函[2016]161 号）
- 4、《水利部关于金沙江上游苏洼龙水电站工程水土保持方案的批复》（水保函[2014]427 号）
- 5、华电金沙江上游水电开发有限公司巴塘分公司文件：关于《关于苏洼龙水电站 500kV 送出工程余土接纳申请的函》的复函
- 6、华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司文件：关于《关于苏洼龙水电站 500kV 送出工程余土接纳申请的函》的复函
- 7、现场照片
- 8、国网四川省电力公司建设分公司文件：《关于做好四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程弃渣处置承诺书》

附图：

- 1、项目区地理位置图
- 2、项目区水系图
- 3、项目区土壤侵蚀强度分布图
- 4、项目区与自然保护区位关系图
- 5、线路工程路径图
- 6、巴塘 500kV 变电站扩建工程总平面布置图
- 7、铁塔一览表
- 8、基础一览表
- 9、分区防治措施总体布局图
- 10、水土保持典型措施布设图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

金沙江上游干流河段上起青海玉树的巴塘河口下至云南迪庆的奔子栏，规划装机容量约1437.6万kW。苏洼龙水电站位于四川省巴塘县与西藏芒康县境内，是金沙江上游河段规划一库13个梯级中的第10级电站，装机容量4×30万kW，年均发电量约52亿kWh，年利用小时数约4300h。四川苏洼龙水电站500kV送出工程致力于满足苏洼龙水电站电力送出，对于促进金沙江上游水电开发，满足电网负荷增长需要，实施“藏电外送”、“川电外送”，加快西藏自治区和四川经济发展具有重大意义，作为苏洼龙水电站的配套送出线路，其建设的意义巨大。

四川苏洼龙水电站500kV送出工程由巴塘500kV变电站扩建工程和苏洼龙水电站～巴塘500kV变电站线路工程组成。本项目建设性质为新（扩）建建设类项目，建设规模和建设地点如下：

巴塘500kV变电站站址位于巴塘县夏邛镇象鼻山，站址距东南面巴塘县城直线距离约4.3km，在巴塘县城附近的G318国道有简易的乡村道路通往变电站内，交通方便。巴塘500kV变电站已于2014年建成投运。本期在原变电站围墙内预留的场地上扩建一回500kV间隔至苏洼龙水电站，利用巴塘500kV变电站内预留的间隔进行扩建，在1#、2#主变低压侧预留场地各扩建1组60Mvar并联电抗器，总占地面积约0.20hm²，变电站扩建涉及土建工作主要为构支架基础。

苏洼龙水电站～巴塘500kV变电站线路工程起于在建苏洼龙水电站500千伏升压站出线构架，止于巴塘500kV变电站对应进线构架，线路总长度约73.9km，新建136基铁塔，其中双回路线路长度约2×64.7km（本期两侧挂线、单边运行），单回线路长度约9.2km，路线途经四川省甘孜州巴塘县境内（线路长度约43.9km，新建82基铁塔）、西藏自治区昌都市芒康县（线路长度约30km，新建54基铁塔）。苏洼龙水电站升压站由华电金沙江上游水电发展有限公司苏洼龙分公司进行建设，不包含在本工程中，截止目前尚未进行建设。

经统计，本工程总占地面积为26.05hm²，其中永久占地5.47hm²，临时占地

20.58hm²，占地类型以耕地、林地、草地、公共管理与公共服务用地为主。

本工程土石方总工程量为挖方 4.94 万 m³（自然方，下同，其中表土剥离 0.48 万 m³），填方 3.29 万 m³（其中表土利用 0.48 万 m³），余方 1.65 万 m³。其中巴塘变电站扩建工程余方 0.02 万 m³ 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放，线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m³ 拟于塔基区内摊平处置（平摊高度约 25~30cm），余土摊平于塔基区内对塔基安全无影响，其余较陡或产生余土较多的塔基余土 1.0 万 m³ 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。余土采用运距就近原则的方式分别运送至巴塘水电站 1 号弃渣场（余土 0.5 万 m³）和苏洼龙水电站 1 号弃渣场（余土 0.5 万 m³）。

线路工程将拆迁房屋建筑面积 1510m²（12 户）。拆迁安置费用由建设单位一次性补偿后，由地方政府负责落实居民拆迁安置问题，拆迁安置不纳入本工程责任范围。本工程不涉及专项设施改（迁）建。

工程计划于 2021 年 4 月开工，2022 年 6 月建成投运，总工期 15 个月。

本工程由国网四川省电力公司进行投资建设，工程总投资 72552 万元，其中土建投资 16808 万元。投资来源：自有资本金 20%，银行贷款 80%。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2019 年 9 月 17 日，电力规划设计总院在成都市主持召开了四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程可行性研究报告评审会议。于 2019 年 10 月 29 日印发了评审意见：《关于印发四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程可行性研究报告评审意见的通知》（电规规划[2019]376 号）。

2019 年 9 月，成都城电电力工程设计有限公司编制完成《四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程可行性研究阶段报告》（收口版）。

2020 年 2 月 12 日，国家电网有限公司出具《关于安徽芜湖 1000 千伏变电站扩建等 5 项输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2020〕60 号）（含四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程）。

2020 年 2 月，成都城电电力工程设计有限公司编制完成《四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程初步设计报告》。

2020 年 12 月，我公司（四川省电力设计院有限公司）正式受国网四川省电

力公司委托编制本工程水土保持方案报告书。接受委托后，我公司立即组建项目组，与主体设计及时并反复沟通，同步开展水土保持方案编制工作。

通过对主体设计资料的整理分析，并结合现场实际情况，2021年2月，我公司完成了《四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

本项目区域地貌属“川西高山、高原区”中的金沙江东岸极高山亚区，线路沿金沙江走线。按地貌成因及特征划分，沿线地貌主要为中高山地貌类型。受构造及岩性的控制明显，山梁谷地延伸方向与构造线基本一致，表现为山高、坡陡、谷深，河谷冲刷切割作用强烈，多呈“V”型谷，局部呈“U”型谷。线路海拔高程在 2400~3850m 之间，相对高差一般在 300~600m，最大高差达 800m。其中四川省甘孜州巴塘县线路海拔高程在 2400~3500m 之间，线路海拔较低区域主要为苏洼龙水电站附近，西藏自治区昌都市芒康县线路海拔高程在 2783m~3850m 之间。

项目区属高原温带半湿润季风型气候区。项目区多年平均气温 12.8~16.1℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 1615.2~1900℃，多年平均日照时数 1698~2186h，多年平均降水量 485~489.2mm，5 年一遇 10min 最大降雨量 9.11~9.27mm，10 年一遇 10min 最大降雨量 11.22~11.48mm，降水主要集中在 5~10 月，占全年降水量的 70~80%，多年平均风速为 1.2m/s，全年主导风向为 SE 和 E，冻土深度为 48~62cm。

本项目区土壤类型主要为山地褐土、灰褐土、山地棕壤、山地暗棕壤。

项目所在地区属于干旱河谷灌丛带，落叶阔叶灌丛林带，针叶阔叶混交林带，亚高山针叶林带。项目区林草覆盖率约 55%左右。

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属青藏高原区—藏东-川西高山峡谷区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀模数背景值约为 $1173\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，以轻度水力侵蚀为主。根据《水利部办公厅关于印发〈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〉的通知》（办水保[2013]188号），四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区。

本项目位于国家级水土流失重点预防区且无法避让，此外，不涉及其他水土保持敏感区域。

1.2 编制依据

1.2.1 水土保持法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第 39 号，1991 年 6 月 29 日通过，2010 年 12 月修订，2011 年 3 月 1 日起施行）

(2) 《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（四川省人大常委会第 77 号，1993 年 12 月 15 日通过，1997 年 10 月 17 日修正，2012 年 9 月 21 日修订，2012 年 12 月 1 日起施行）

(3) 《西藏自治区实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（西藏自治区第十届人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2013 年 7 月 25 日）

(4) 《水利部关于修改开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（中华人民共和国水利部令第 5 号，1995 年 5 月 30 日发布，根据 2005 年 7 月 8 日水利第 24 号令修改；2017 年 12 月 22 日水利部令第 49 号第二次修改）

(5) 《生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定(试行)》（办水保[2018]135 号）

1.2.2 技术标准

(1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）

(2) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）

(3) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）

(4) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）

(5) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》（SL73.6-2015）

(6) 《防洪标准》（GB50201-2014）

(7) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）

(8) 《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）

(9) 《输变电项目水土保持技术规范》（SL 640-2013）

(10) 《水土流失危险程度分级标准》（SL 718-2015）

(1)《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)

(2)《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018)

1.2.3 技术资料

(1)《四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程可行性研究报告》(成都城电电力工程设计有限公司, 2019 年 9 月)

(2)《四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程初步设计报告》(成都城电电力工程设计有限公司, 2020 年 2 月)

(3)《四川省水土保持规划(2015—2030 年)》(四川省水利厅, 2016 年 11 月)

(4)《西藏自治区水土保持规划(2019-2030 年)》(西藏自治区水利厅, 2019 年 9 月)

1.3 设计水平年

本工程属建设类项目,建设总工期为 15 个月,工程计划于 2021 年 4 月开工,2022 年 6 月建成投运。其水土保持方案设计水平年为主体工程完工后当年,即 2022 年。

1.4 水土流失防治责任范围

经统计,本工程水土流失防治责任范围 26.05hm²(其中永久占地 5.47hm²,临时占地 20.58hm²),其中四川省甘孜州巴塘县 15.29hm²、西藏自治区昌都市芒康县 10.76hm²。详见下表。

表 1-1 水土流失防治责任范围表 单位: hm^2

行政区	占地性质	项目组成	占地类型						
			耕地	林地			草地	公共管理与公共服务用地	合计
			旱地	乔木林地	灌木林地	小计	其他草地	公共设施用地	
四川省巴塘县	永久占地	巴塘变扩建占地						0.20	0.20
		塔基占地	0.24	0.4	1.24	1.64	1.2		3.08
		小计	0.24	0.4	1.24	1.64	1.2	0.20	3.28
	临时占地	塔基施工临时占地	0.46	0.7	2.18	2.88	2.41		5.75
		牵张场			0.44	0.44	1.1		1.54
		跨越施工临时占地			0.05	0.05	0.15		0.2
		索道			0.53	0.53	0.98		1.51
		人抬道路			0.85	0.85	1.56		2.41
		施工简易道路			0.17	0.17	0.43		0.6
		小计	0.46	0.7	4.22	4.92	6.63		12.01
	合计		0.70	1.1	5.46	6.56	7.83	0.20	15.29
西藏自治区芒康县	永久占地	塔基占地	0.16	0.29	0.88	1.17	0.86		2.19
		小计	0.16	0.29	0.88	1.17	0.86		2.14
	临时占地	塔基施工临时占地	0.32	0.48	1.49	1.97	1.65		3.94
		牵张场			0.44	0.44	0.88		1.32
		索道			0.37	0.37	0.67		1.04
		人抬道路			0.56	0.56	1.03		1.59
		施工简易道路			0.2	0.2	0.48		0.68
		小计	0.32	0.48	3.06	3.54	4.71		8.57
	合计		0.48	0.77	3.94	4.71	5.57		10.76
共计			1.18	1.87	9.4	11.27	13.4	0.20	26.05

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程属于建设类项目。四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区。本工程位于国家级水土流失重点预防区内，沿线所经区域自然条件基本一致，且输变电工程本身也不属于破坏性较大的建设项目，因此工程水土流失防治标准执行青藏高原区一级标准。

1.5.2 防治目标

1、本项目水土流失防治应达到下列基本目标：

- (1) 本项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；
- (2) 水土保持设施应安全有效；
- (3) 水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；

(4) 水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434) 的规定。

2、本项目水土流失防治六项指标目标值如下:

本工程水土流失防治标准指标值按青藏高原区一级标准制定,基本目标值见下表。

表 1-2 本项目基本目标值

防治指标	青藏高原区防治标准	
	施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	—	85
土壤流失控制比	—	0.80
渣土防护率 (%)	85	87
表土保护率 (%)	90	90
林草植被恢复率 (%)	—	95
林草覆盖率 (%)	—	16

根据相关因素调整目标值如下:

(1) 水土流失治理度(%), 林草植被恢复率(%), 林草覆盖率(%)

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018) 4.0.6 第 2 款, 本工程所在区域属于干旱地区, 故水土流失治理度(%), 林草植被恢复率(%), 林草覆盖率 (%) 可降低 3~5%, 考虑本项目无法避让国家级水土流失重点预防区, 暂不进行调整。

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 3.2.4 第 4 款, 对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目, 林草覆盖率应提高 1~2%, 本方案修正值取提高 2%。

(2) 土壤流失控制比

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018) 4.0.7, 本工程区侵蚀强度为轻度, 土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不低于 1.0, 修正为 1.0。

(3) 渣土防护率(%)

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018) 4.0.8, 项目区地形地貌总体以中高山为主, 渣土防护率可减少 3%, 但考虑项目实际情况, 不

做相应调整。

表 1-3 水土流失防治指标值

防治指标	青藏高原区 防治标准		按干旱程度修 正		按土壤 侵蚀强度修正		按其他修正（两区 范围）		采用标准	
	施工 期	设计 水平 年	施工 期	设计 水平 年	施工 期	设计 水平 年	施工期	设计水 平年	施工期	设计 水平 年
水土流失 治理度 (%)	—	85	—	—	—	—	—	—	—	85
土壤流失 控制比	—	0.80	—	—	—	+0.20	—	—	—	1.0
渣土防护 率 (%)	85	87	—	—	—	—	—	—	85	87
表土保护 率 (%)	90	90	—	—	—	—	—	—	90	90
林草植被 恢复率 (%)	—	95	—	—	—	—	—	—	—	95
林草覆盖 率 (%)	—	16	—	—	—	—	—	+2	—	18

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

本工程选址（线）不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；鉴于线路工程位于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区且无法避让，本方案将采取设置索道运输材料、余土在塔基范围内和水电站弃渣场处理、采用塔基高低腿和掏挖式、人工挖孔桩基础减少土石方，减少地表扰动和植被破坏，同时加强防护、治理措施，提高植物措施、截排水、拦挡等工程措施标准。故主体选线无影响线路工程成立的制约性因素。除此之外，线路沿线不涉及水功能一级区的保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园等水土保持敏感区域。

1.6.2 建设方案与布局评价

本期巴塘变电站扩建工程在变电站围墙内预留用地内扩建，不需站外征地，扰动面积相对较小，开挖土石方工程量较小，有效减少了对原地貌、地表植被的扰动，符合水土保持要求。

线路工程建设方案与布局评价如下：线路工程铁塔设计充分利用地形条件采用全方位长短腿，配合长短柱基础使用，避免大量开方降基面，对地表扰动范围较小，有利于水土保持，线路经过林区时采用高塔跨越方式通过，尽量减少树木的砍伐，保护植被。工程建设方案符合水土保持要求。

工程占地本着“尽量少用耕地、少占农田”的原则，永久占地面积控制严格，同时在施工结束后采取一定的复垦措施恢复土地，对土地生产力影响较小；严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被，对周边产生的影响较小，符合水土保持少占地的原则；对于临时占地在使用后尽量恢复至原状，工程占地符合水土保持要求。

工程建设中尽可能利用开挖土石方，将开挖土石方作为回填料使用，减小了土方量及占地面积，降低新增水土流失量。巴塘变电站扩建工程和线路工程余土亦在塔基占地区平摊和水电站弃渣场堆放，两个水电站弃渣场正在进行堆渣，在本项目土石方施工期间尚未闭库，施工时序满足相应外运堆渣要求。但由于各工程开挖、回填施工时序的不同，项目在建设过程中要加强临时堆土的防护措施设计。从水土保持角度分析，土石方调配合理，符合水土保持要求。

本工程不设置单独的取土（石、料）场，减少了新增水土流失。

线路工程铁塔基础施工经历雨季，雨水冲刷是本区域造成水土流失的主要因素，在没有任何防护措施的前提下，该时段进行土建施工将大大增加工程建设造成的水土流失量，同时可能产生因水土流失引发的堆土垮塌、沟道淤塞等问题，增加工程的施工难度。因此，本方案建议建设单位合理安排施工工期，将主要土建施工时段避开雨季，若不能避开雨季，则应避免在暴雨天气施工。平时应做好塔基、施工临时道路及施工临时堆土的挡护措施和临时排水措施。

主体工程已设计了护坡、排水、主动防护网等措施，具有一定的水土保持功能，有利于减少水土流失，但还不足以控制工程施工期间的水土流失，本方案将针对造成水土流失的重点部位和环节补充布设相应的水土保持措施，以形成完整的水土流失防治措施体系。

通过对主体工程的选（址）线、总体布置、占地情况、土石方工程量、施工方法与工艺方面等进行分析和评价，认为本项目建设方案符合水土保持要求，建

设方案与布局合理可行。

1.7 水土流失预测结果

本工程扰动地表面积 26.05hm^2 、损毁林草植被面积为 24.67hm^2 。经水土流失预测，本工程建设期及自然恢复期在不采取任何水土保持措施的前提下，可能造成的水土流失量为 3886t ，新增水土流失量为 2059.1t 。从分区看塔基及塔基临时占地区新增水土流失量最大，为 1124.8t ，占新增水土流失总量的 54.62% ，其次是施工临时道路工程区，新增水土流失量 505t ，占新增水土流失总量的 24.52% ；扰动最轻的为变电站扩建工程区，新增水土流失量为 1.9t 。

预测时段看施工准备及施工期较自然恢复期新增的水土流失较大，施工及施工准备期扰动后新增水土流失量 1237.4t ，占新增水土流失总量的 60.09% ，可见虽然本工程施工期较短，但因项目建设引起的新增水土流失仍然主要产生在施工及施工准备期。

水土流失主要集中在塔基及塔基施工临时占地区、施工临时道路区，因此以上区域将作为本方案的重点防治部位。

项目建设及运行中如果不采取有效的水土保持措施，将对项目区及周边水土资源及生态环境带来不利影响，其可能的危害主要有：占用土地资源、降低土地生产力；导致河流泥沙含量增加，雨季抬高河道，易造成洪涝灾害；施工中形成的边坡有滑塌的危害；造成区域生态环境退化等。

1.8 水土保持措施布设成果

本工程所处区域主要为中高山地貌，本工程的水土流失防治分区可按工程性质划分为变电站工程防治区和线路工程防治区 2 个一级分区；二级分区则按照各施工区的空间位置的不同及施工扰动特点等划分为变电站扩建工程防治区、塔基及塔基施工临时占地防治区、牵张场防治区、跨越施工临时占地防治区、索道占地防治区及施工临时道路工程防治区（包括人抬道路和施工简易道路）6 个防治区。根据各防治分区特点，本方案采取了工程措施、植物措施和临时措施相结合的措施体系，并加强施工中的临时防护，合理安排施工时序，对防治对象进行综合治理。

各防治区措施布设情况及主要工程量如下:

(1) 变电站扩建工程区

施工中对变电站扩建开挖临时堆土采用彩条布进行苫盖,施工后期对扩建地坪进行铺设碎石。

工程措施: 铺设碎石 $0.18\text{hm}^2/174\text{m}^3$;

临时措施: 彩条布苫盖 100m^2 。

(2) 塔基及塔基施工临时占地区

施工前对余土平摊在塔基范围内的塔基永久占地全部进行剥离表土,余土外运的塔位仅对基础开挖及其周边范围剥离表土,部分位于斜坡的塔位或余土较多的塔位设置浆砌石护坡进行防护,对于塔基上边坡较陡的采用主动防护网进行防护,汇水面积较大的塔位修建浆砌石排水沟,采用彩条布对扰动较轻的地表进行铺垫,施工中产生的临时堆土采用彩条布进行苫盖,并采用编织土袋进行拦挡,施工后期对场地进行土地整治、表土回覆后灌草结合绿化或复耕。

工程措施: 浆砌石护坡 $342\text{m}^3/456\text{m}^2$, 浆砌石排水沟 $398\text{m}/180\text{m}^3$, 主动防护网 500m^2 , 表土剥离 3340m^3 , 表土回覆 3340m^3 , 土地整治 14.91hm^2 , 复耕 0.78hm^2 ;

植物措施: 撒草绿化面积 14.13hm^2 (撒播草籽两次), 草籽量 2826kg , 栽植灌木 21825 株;

临时措施: 彩条布铺垫、苫盖 163360m^2 , 编织土袋挡护 $6230\text{m}^3/5933\text{m}$ 。

(3) 牵张场区

施工前小型器具占压或扰动较轻区域铺设彩条布隔离地表,大型器具场地铺设钢板隔离,施工后期对场地进行土地整治后,对场地进行恢复植被。

工程措施: 土地整治 2.86hm^2 ;

植物措施: 撒草绿化面积 2.86hm^2 , 草籽量 286kg , 栽植灌木 3960 株;

临时措施: 彩条布铺垫、苫盖 27300m^2 , 铺设钢板 2600m^2 。

(4) 跨越施工临时占地区

施工前将搭建脚手架、材料堆放占压或扰动较轻区域铺设彩条布隔离地表,对施工后期对场地进行土地整治后,对场地进行恢复植被。

工程措施：土地整治 0.20hm²；

植物措施：撒草绿化面积 0.20hm²，草籽量 20kg，栽植灌木 225 株；

临时措施：彩条布铺垫 2000m²。

(5) 索道占地区

施工前将占压或扰动较轻区域铺设彩条布隔离地表，施工过程中余土中转场采用彩条布进行苫盖，并采用编织土袋进行挡护，施工后期对场地进行土地整治后，对场地进行恢复植被。

工程措施：土地整治 2.55hm²；

植物措施：撒草绿化面积 2.55hm²，草籽量 255kg，栽植灌木 4050 株；

临时措施：彩条布铺垫、苫盖 31950m²，编织土袋 481.6m³/1720m。

(6) 施工临时道路工程区

施工前对占用的林草地剥离表土，表土装袋用于道路下边坡临时挡护，施工中对于施工简易道路汇水面较大区域下坡侧开挖临时排水沟，边坡采用彩条布进行苫盖，施工结束后对场地进行土地整治后，施工简易道路和人抬道路进行恢复植被。

工程措施：土地整治 5.28hm²，表土剥离 1465m³，表土回覆 1465m³；

植物措施：撒草绿化面积 5.28hm²，草籽量 528kg，栽植灌木 1665 株；

临时措施：编织土袋 1465m³/5232m，彩条布苫盖 8000m²，临时排水沟 4000m/540m³。

1.9 水土保持监测方案

本工程监测内容主要包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。

监测时段从施工准备期至设计水平年结束，即 2021 年 4 月~2022 年 12 月，施工准备期应进行本底值监测。

本工程为点型项目和线型项目，地处中高山区，线路工程长度 > 20km，结合输变电工程特点，针对不同监测内容和重点，综合采取地面观测、实地调查量测、资料分析、遥感监测、巡查等多种方式进行监测。

水土保持监测分区与水土流失防治分区基本一致,将本工程分为变电站扩建工程区、塔基及塔基施工临时占地区、牵张场区、跨越施工临时占地区、索道占地区、施工临时道路工程区(包括人抬道路和施工简易道路)六个监测单元。每个有植物措施的监测分区至少布设 1 个监测点,工程措施监测点线路工程布置护坡、排水沟塔位布设监测点位,土壤流失量每个监测分区至少布设 1 个监测点,共布设 13 个监测点位(其中变电站扩建工程区 1 个监测点位,塔基及塔基施工临时占地区 6 个监测点位,牵张场区 2 个监测点位、跨越施工临时占地区 1 个监测点位、索道占地区 1 个监测点位,施工临时道路工程区 2 个监测点位),其余监测内容(如水土流失影响因素、危害、水土流失类型等)不布设固定监测点位,通过实地调查等监测方式获取监测结果。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持总投资 1229.51 万元,水土保持总投资中,工程措施 108.10 万元,植物措施 227.95 万元,临时措施 632.81 万元,独立费用 155.03 万元(水保监理费 26.40 万元,水保监测费 51.45 万元),基本预备费 67.45 万元,水土保持补偿费 38.169 万元。

其中四川段水土保持总投资为 725.99 万元,其中工程措施 62.63 万元,植物措施 133.55 万元,临时措施 377.07 万元,独立费用 92.89 万元,基本预备费 39.97 万元,水土保持补偿费 19.877 万元。

西藏自治区段水土保持总投资为 503.71 万元,其中工程措施 45.47 万元,植物措施 94.40 万元,临时措施 255.74 万元,独立费用 62.34 万元,基本预备费 27.48 万元,水土保持补偿费 18.292 万元。

至设计水平年水土保持措施实施并初步发挥效益后,水土流失治理面积 26.05hm²,林草植被建设面积 24.02hm²,可减少水土流失量 3173t,渣土挡护量 5.64 万 m³,可保护表土量 4805m³,表土保护量 4805m³。防治目标可达到:水土流失治理度 99.9%,土壤流失控制比 1.0,渣土防护率 95%,表土保护率 99.9%,林草植被恢复率 99.1%,林草覆盖率 92.2%,均达到方案确定的青藏高原区一级防治标准目标值。

工程区内被破坏的水土保持设施中除永久建筑物和硬化地面外,都将得到有效治理,可恢复工程区的植被,提高林草覆盖率,防治产生新的水土流失,促进区域生态环境的改善,使工程区域的社会效益、生态效益、经济效益等方面有了较大的改善和提高。

1.11 结论

(1)结论

根据《中华人民共和国水土保持法》、《关于严格开发建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》([2007]184号文)、《生产建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2018)等相关规定,本工程位于国家级水土流失重点预防区且无法避让,本方案将优化施工工艺,减少地表扰动和植被破坏,加强防护、治理和补偿措施。无其他水土保持制约性因素。

主体设计方案合理可行,建设方案及布局、工程占地、土石方工程量及工程施工组织设计等方面均符合水土保持要求。本方案界定出主体工程设计中具有水土保持功能的水保措施,并提出方案应补充的措施,通过主体工程设计已列和方案新增措施有机结合,形成综合防治体系,可有效的防治工程建设造成的水土流失。

本方案水土保持措施实施后,至设计水平年六项指标均达到目标值,总体上可有效地治理工程建设及完工后续阶段的新增和原有水土流失,保护和改善工程区的生态环境,恢复工程区内的林草植被,对保障工程安全运行和促进区域可持续发展起到重要作用。

由以上分析可知:本工程通过方案的水土保持措施治理后,项目建设是可行的。

(2)要求

①对建设管理的要求

为保证工程在建设过程中尽量减小扰动地表与植被的面积,将水土流失降到最低程度,尽快恢复和改善工程区生态环境,实现输变电工程建设与生态环境的可持续发展,建设单位应设置专门的水土保持管理机构,并会同地方水行政主管

部门负责处理组织、监督工程区水土保持措施的实施和及时认真落实水土保持监理和水土保持监测工作，保证工程质量。

②对工程设计的要求

本方案批复后，将方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程后续设计中，并单独成章或成册。

③对水土保持施工要求

应在施工招标中将水土保持方案措施落实到招标文件中，使水土保持措施真正做到“三同时”。施工单位应加强组织学习《中华人民共和国水土保持法》、加大宣传力度，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。同时配备水土保持专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地水行政主管部门的监督检查；在主体工程施工中，必须按照水土保持方案要求实施水土保持措施，保证水土保持工程效益的充分发挥。

四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程水土保持方案特性表

项目名称		四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程		流域管理机构		长江水利委员会	
涉及省（市、区）		四川省、西藏自治区	涉及地市或个数	四川省甘孜州、西藏自治区昌都市	涉及县或个数	巴塘县、芒康县	
项目规模		巴塘变电站扩建一个间隔至苏洼龙水电站，在 1#、2#主变低压侧预留场地各扩建 1 组 60Mvar 并联电抗器；新建 500kV 线路总长度约 73.9km。	总投资（万元）	72552	土建投资（万元）	16808	
动工时间		2021 年 4 月	完工时间	2022 年 6 月	设计水平年	2022 年	
工程占地（hm ² ）		26.05	永久占地（hm ² ）	5.47	临时占地（hm ² ）	20.58	
土石方量（万 m ³ ）			挖方	填方	借方	余（弃）方	
巴塘 500kV 变电站扩建工程			0.03	0.01	-	0.02	
苏洼龙水电站～巴塘 500kV 变电站线路工程			4.91	3.28	-	1.63	
合计			4.94	3.29	-	1.65	
重点防治区名称			金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区				
地貌类型			中高山	水土保持区划		青藏高原区	
土壤侵蚀类型			水力侵蚀	土壤侵蚀强度		轻度	
防治责任范围面积（hm ² ）			26.05	容许土壤流失量 [t/(km ² ·a)]		500	
土壤流失预测总量（t）			3886	新增土壤流失量（t）		2059.1	
水土流失防治标准执行等级			青藏高原区一级标准				
防治指标	水土流失治理度（%）		85	土壤流失控制比		1.0	
	渣土防护率（%）		87	表土保护率（%）		90	
	林草植被恢复率（%）		95	林草覆盖率（%）		18	
防治措施及工程量			工程措施		植物措施		临时措施
项目区	变电站扩建工程区		铺设碎石 0.18hm ² /174m ³				彩条布苫盖 100m ²
	塔基及塔基施工临时占地区		浆砌石护坡 342m ³ /456m ² ，浆砌石排水沟 398m/180m ³ ，主动防护网 500m ² ，表土剥离 3340m ³ ，表土回覆 3340m ³ ，土地整治 14.91hm ² ，复耕 0.78hm ²		撒草绿化面积 14.13hm ² （撒播草籽两次），草籽量 2826kg，栽植灌木 21825 株		彩条布铺垫、苫盖 163360m ² ，编织土袋挡护 6230m ³ /5933m
	牵张场区		土地整治 2.86hm ²		撒草绿化面积 2.86hm ² ，草籽量 286kg，栽植灌木 3960 株		彩条布铺垫、苫盖 27300m ² ，铺设钢板 2600m ²
	跨越施工临时占地区		土地整治 0.20hm ²		撒草绿化面积 0.20hm ² ，草籽量 20kg，栽植灌木 225 株		彩条布铺垫 2000m ²
	索道占地区		土地整治 2.55hm ²		撒草绿化面积 2.55hm ² ，草籽量 255kg，栽植灌木 4050 株		彩条布铺垫、苫盖 31950m ² ，编织土袋 481.6m ³ /1720m
	施工临时道路工程区		土地整治 5.28hm ² ，表土剥离 1465m ³ ，表土回覆 1465m ³		撒草绿化面积 5.28hm ² ，草籽量 528kg，栽植灌木 1665 株		编织土袋 1465m ³ /5232m，彩条布苫盖 8000m ² ，临时排水沟 4000m/540m ³
投资（万元）			108.10		227.95		632.81
水土保持总投资（万元）			1229.51		独立费用（万元）		155.03
监理费（万元）		26.40	监测费（万元）		51.45	补偿费（万元） 38.169	
四川省措施费（万元）			725.99		四川省补偿费（万元）		19.877

西藏自治区措施费（万元）	503.71	西藏自治区补偿费（万元）	18.292
方案编制单位	四川省电力设计院有限公司	建设单位	国网四川省电力公司
法定代表人	李涛	法定代表人	谭洪恩
地址	四川省成都市青华路 22 号	地址	成都市蜀绣西路 366 号
邮编	610072	邮编	610041
联系人及电话	湛春 028-87336406	联系人及电话	彭健伟 13980826356
传真	028-87336406	传真	028-84456080
电子信箱	84829448@qq.com	电子信箱	-

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

四川苏洼龙水电站500kV送出工程由巴塘500kV变电站扩建工程和苏洼龙水电站～巴塘500kV变电站线路工程组成。

巴塘500kV变电站站址位于巴塘县夏邛镇象鼻山，站址距东南面巴塘县城直线距离约4.3km，在巴塘县城附近的G318国道有简易的乡村道路通往变电站内，交通方便。巴塘500kV变电站已于2014年建成投运。本期在原变电站预留的场地上扩建一回500kV间隔至苏洼龙水电站，利用巴塘500kV变电站内预留的间隔进行扩建，在1#、2#主变低压侧预留场地各扩建1组60Mvar并联电抗器，占地面积约0.20hm²。

苏洼龙水电站～巴塘500kV变电站线路工程起于在建苏洼龙水电站500千伏升压站出线构架，止于巴塘500kV变电站对应进线构架，线路总长度约73.9km，新建136基铁塔，其中同塔双回路线路长度约2×64.7km（本期两侧挂线、单边运行），单回线路长度约9.2km，路线途经四川省甘孜州巴塘县境内（线路长度约43.9km，新建82基铁塔）、西藏自治区昌都市芒康县（线路长度约30km,新建54基铁塔）。苏洼龙水电站升压站由华电金沙江上游水电发展有限公司苏洼龙分公司进行建设，不包含在本工程中，截止目前尚未进行建设。

四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程主要特性详见表 2-1。

表 2-1 四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程项目组成及主要技术指标表

一、项目简介						
项目名称	四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程					
工程等级	大型					
工程性质	新（扩）建建设类项目					
建设地点	四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县					
建设单位	国网四川省电力公司					
工程总投资	项 目	单位	总投资	其中土建投资		
	巴塘 500kV 变电站扩建工程	万元	2337	51		
	苏洼龙水电站~巴塘 500kV 变电站线路工程	万元	70215	16757		
	合 计	万元	72552	16808		
建设工期	2021 年 4 月~2022 年 6 月（15 个月）					
建设规模	巴塘 500kV 变电站扩建工程	扩建一回 500kV 间隔至苏洼龙水电站，在 1#、2#主变低压侧各扩建 1 组 60Mvar 并联电抗器。				
	苏洼龙水电站~巴塘 500kV 变电站线路工程	线路总长度约 73.9km，新建 136 基铁塔，其中同塔双回路线路长度约 2×64.7km（本期两侧挂线、单边运行），单回线路长度约 9.2km，路线途经西藏自治区昌都市芒康县（线路长度约 30km）、四川省甘孜州巴塘县境内（线路长度约 43.9km）。				
二、工程组成及占地情况 单位：hm ²						
项目组成		永久占地	临时占地	合计	备注	
巴塘 500kV 变电站扩建工程		0.20		0.20	扩建一个间隔至苏洼龙水电站，在 1#、2#主变低压侧各扩建 1 组 60Mvar 并联电抗器。	
苏洼龙水电站~巴塘 500kV 变电站线路工程	塔基区	5.27		5.27	136 基铁塔	
	塔基施工临时占地		9.69	9.69	136 处塔基临时施工占地	
	牵张场占地		2.86	2.86	牵张场 13 处，按 2200m ² /处计	
	跨越施工临时占地		0.20	0.20	跨越公路共 5 次，按 400m ² /处计	
	索道占地		2.55	2.55	索道 102 处，按 250m ² /处计	
	人抬道路		4.00	4.00	长度约 40km，宽度 1m	
施工临时道路			1.28	1.28	长度约 6.5km，为原有道路上拓宽，拓宽路面宽度 1m	
合计		5.47	20.58	26.05		
三、工程土石方量（自然方，万 m ³ ）						
项目	挖方		填方		余方	
	数量	其中表土	数量	其中表土	总量	去向
巴塘 500kV 变电站扩建工程	0.03		0.01		0.02	余土运至巴塘水电站已有弃渣场堆放
苏洼龙水电站~巴塘 500kV 变电站线路工程	4.91	0.48	3.28	0.48	1.63	其中 0.63 万 m ³ 余土在塔基区平摊，其余余土运至巴塘水电站和苏洼龙水电站已有弃渣场堆放
合计	4.94	0.48	3.29	0.48	1.65	
四、工程居民拆迁情况 单位：m ²						
项目		拆迁		户数	备注	
苏洼龙水电站~巴塘 500kV 变电站线路工程		拆迁房屋建筑面积 1510m ²		12 户	交由地方政府组织实施	

2.1.1 依托工程

本项目依托工程为巴塘 500kV 变电站、苏洼龙水电站和巴塘水电站。

巴塘 500kV 变电站站址位于巴塘县夏邛镇象鼻山，站址距东南面巴塘县城直线距离约 4.3km，在巴塘县城附近的 G318 国道有简易的乡村道路通往变电站

内，交通方便。巴塘 500kV 变电站已于 2014 年建成投运。巴塘变电站终期主变容量为 $2\times 750\text{MVA}$ ，现有主变容量为 $2\times 750\text{MVA}$ ；500kV 出线最终规模为 12 回，已建 4 回（2 回至芒康变电站，2 回至乡城变电站）；500kV 高压并联电抗器：已建 2 回至芒康、2 回至乡城线路均配置线路侧高压电抗器。2013 年 6 月，水利部以《水利部关于昌都电网与四川电网联网输变电工程水土保持方案的批复》（水保函[2013]169 号）对昌都电网与四川电网联网输变电工程（其中含巴塘 500kV 变电站）予以批复。2016 年，水利部以《水利部关于印发昌都电网与四川电网联网输变电工程水土保持设施验收鉴定书的函》（水保函[2016]48 号）对昌都电网与四川电网联网输变电工程（其中含巴塘 500kV 变电站）水土保持设施进行验收。目前变电站内各项水保设施完善、正常运行，能持续发挥水保效益。

苏洼龙水电站位于四川省和西藏自治区交界的金沙江上游河段，电站左岸为四川省巴塘县；右岸为西藏自治区芒康县。苏洼龙水电站是金沙江上游规划 13 个梯级电站中的第 10 级，上游为巴塘水电站，下游为昌波水电站。苏洼龙水电站水库正常蓄水位 2475m，死水位 2471m，正常蓄水位水库库容 6.38 亿 m^3 ，死水位水库库容 5.66 亿 m^3 ，调节库容 0.72 亿 m^3 。电站额定水头 83m，多年平均年发电量 53.98 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。电站安装 4 台单机容量 300MW 的水轮发电机组，总装机容量为 1200MW。初步确定苏洼龙水电站的供电范围为华中电网和华东电网。枢纽主要建筑物由沥青混凝土心墙堆石坝、右岸岸边开敞式溢洪道和泄洪洞、左岸进水口、引水隧洞、地面厂房和生态流量泄放洞组成。拦河坝坝顶高程 2480m，最大坝高 112m；溢洪道布置于右坝肩，采用五孔开敞式溢洪道，泄洪洞进水塔布置于溢洪道引渠右侧石质开挖边坡内，泄洪洞采用有压接无压型式；引水系统采用一管一机供水方式，4 条引水洞平行布置，地面厂房布置在苏洼龙沟口上游左岸缓坡地带，主要包括主厂房、副厂房、主变开关楼、尾水副厂房和尾水渠等。目前正在建设中，水电站大坝沥青混凝土心墙铺筑至高程 2464m，坝体堆石填筑共 712 万 m^3 ，完成 692.48 万 m^3 ，剩余填筑量约 19.52 万 m^3 ；引水隧洞混凝土总量为 7.85 万 m^3 ，已完成 6.73 万 m^3 ，完成率 85.7%，剩余混凝土量约 1.12 万 m^3 ；厂房混凝土总量为 28.7 万 m^3 ，已完成 22.37 万 m^3 ，完成率 77.9%，剩余混凝土量约 6.32 万 m^3 。升压站正在建设过程中，正在进行 4 号主变和 GIS 电气装置基

础土建施工，预计水电站于 2021 年底投产发电。2014 年 12 月 9 日，水利部以《水利部关于金沙江上游苏洼龙水电站工程水土保持方案的批复》（水保函[2014]427 号）批复苏洼龙水电站工程（含苏洼龙水电站 1 号弃渣场）。目前苏洼龙水电站 1 号弃渣场已设置挡渣坝、钢筋石笼挡护，排水导流隧洞。

巴塘水电站位于川藏交界的金沙江上游河段，左岸属四川省巴塘县，右岸属西藏自治区芒康县。巴塘水电站是金沙江上游河段 13 级开发的第 9 级电站，沿 318 国道经巴塘县城可至巴楚河口，巴楚河口至代表坝址约 700m。巴塘水电站工程规模为二等大（2）型工程。开发任务以发电为主，坝址控制集水面积 17.64 万 km²，坝址处多年平均流量 853.00 m³/s，正常蓄水位为 2545m，相应库容 1.55 亿 m³；死水位 2541m，相应库容 1.35 亿 m³，调节库容 0.2 亿 m³，为日调节水电站。电站装机容量为 750MW，与上游电站联合运行多年平均发电量为 33.93 亿 kW·h，装机年利用小时 4524h。巴塘水电站已完成大江截留，目前已全面进入主体工程施工期，导流洞已过流，泄洪放空洞洞身边顶拱混凝土累计完成 95%。左岸边坡开挖支护完成 95%，正在进行溢洪道、厂房、进口坝段的开挖施工；上游围堰填筑完成 70%，下游围堰填筑完成 90%。2016 年 4 月 27 日，水利部以《水利部关于金沙江上游巴塘水电站工程水土保持方案的批复》（水保函[2016]161 号）批复巴塘水电站工程（含巴塘水电站 1 号弃渣场）。目前巴塘水电站 1 号弃渣场已设置挡渣墙。

2.1.2 巴塘 500kV 变电站扩建工程

2.1.2.1 本期扩建规模

本次在巴塘 500kV 变电站扩建 1 回 500kV 间隔至苏洼龙水电站，利用巴塘 500kV 变电站围墙内预留的间隔进行扩建，在 1#、2#主变低压侧预留场地各扩建 1 组 60Mvar 并联电抗器，土建主要扩建电气设备构支架及基础，后期变电站站内场地地坪采用铺设碎石方式进行恢复，总占地面积约 0.20hm²。

2.1.2.2 工程平面及竖向布置

巴塘变电站采用站区长轴方向北偏东 25°布置，站区东北至东南面布置 500kV 户内配电装置及高抗场地；站区西南侧布置 220kV 户内配电装置区；110kV 户内配电装置区南面布置 220kV 主变、10kV 开关柜及站用电室、电容电抗器场地；主控通信楼、500kV 主变及 35kV 户外配电装置区布置于 220kV 与 500kV 配电装置场

地之间；站区北面布置警卫传达室，变电站出入口设置于站区北面、警卫传达室西面。本工程系在围墙内预留场地扩建，不需征地，不涉及拆迁等内容。站区布置在山间洪积扇上，地势平缓，竖向布置按平坡式布置。本期扩建的500kV出线间隔和扩建60Mvar并联电抗器不改变原变电站的平面及竖向布置。

2.1.2.3 给排水系统、供电系统、通信系统、对外交通

本期系在围墙内预留场地扩建，可利用巴塘变电站原有给排水系统、供电系统、通信系统和进站道路（站址北面）以满足施工要求。

2.1.2.4 现有变电站水土保持措施实施情况

目前变电站各项主体工程中已具有水土保持功能的措施（如排水、铺设碎石、护坡等措施）和采取的水土保持工程措施实施良好，能达到预防和治理水土流失的效果，通过这些措施的实施可有效降低变电站站区水土流失。在本期扩建中需采取各项临时措施和扩建完成后的铺设碎石措施，之后初期运行中运行单位只需加强工程措施的巡检，即可满足水保要求。

2.1.2.5 经济技术指标

巴塘 500kV 变电站扩建工程主要经济技术指标详见表 2-2。

表 2-2 巴塘 500kV 变电站扩建工程主要经济技术指标表

序号	项目		单位	数量
1	巴塘 500kV 变电站扩建工程占地面积		hm ²	0.20
2	铺设碎石		hm ²	0.18
3	扩建工程土石方	挖方	万 m ³	0.03
		填方	万 m ³	0.01
		余方	万 m ³	0.02
4	总投资		万元	2337
5	土建投资		万元	51

2.1.3 苏洼龙水电站～巴塘 500kV 变电站线路工程

2.1.3.1 苏洼龙水电站～巴塘 500kV 变电站线路工程线路路径方案

线路从苏洼龙水电站升压站东北侧出线后折向西北跨越金沙江至西藏芒康县索多西乡，避开索多西乡和华电苏洼龙水电站营地后折，向东北再次跨越金沙江至四川省巴塘县南戈村，平行已建500kV塘乡一二线经拉扎西、呷亚顶。由于跨越点地质地形限制，线路在曲弄龙附近折向西北，跨越金沙江至西藏芒康县角比西，沿经郭山山脉走线至老农附近，继续平行500kV塘乡一二线走线，线路经琼冲阁、阿察顶、萨温、草地贡村。线路在日君岗附近平行500kV塘芒一二线、

500kV塘乡一二线走线，利用原川藏联网工程为本工程预留通道，东北向跨越金沙江至四川省巴塘县竹巴龙乡。后线路平行已建500kV塘芒一二线、500kV塘乡一二线，利用其两回线路中间位本工程预留通道走线，经拉扎西村、三各贡村、水磨沟村。线路在旺各顶处折向东北钻越500kV塘乡一二线然后平行在其东侧走线，线路在茶树山附近跨越国道318和巴楚河进入巴塘500kV变电站。

线路长度约 73.9km,新建 136 基铁塔,其中同塔双回路线路长度约 $2 \times 64.7\text{km}$ (本期两侧挂线、单边运行),单回线路长度约 9.2km,路线途经四川省甘孜州巴塘县境内(线路长度约 43.9km,新建 82 基铁塔)、西藏自治区昌都市芒康县(线路长度约 30km,新建 54 基铁塔)。线路工程主要技术经济指标见下表。

表 2-3 线路工程主要技术经济指标表

项目			苏洼龙水电站～巴塘 500kV 变电站线路工程
路径长度（km）			73.9
铁塔数量			136 基
海拔高度（m）			2400～3850
平均档距（m）			543
铁塔型式			酒杯型塔、干字型塔、鼓型塔
基础型式			掏挖式基础、挖孔桩基础
地形划分			中高山
永久占地面积（hm ² ）	塔基占地	巴塘县	3.08
		芒康县	2.19
	小计		5.27
临时占地面积（hm ² ）	塔基施工临时占地	巴塘县	5.75
		芒康县	3.94
		小计	9.69
	牵张场	巴塘县	1.54
		芒康县	1.32
		小计	2.86
	跨越施工临时占地	巴塘县	0.20
		小计	0.20
	索道	巴塘县	1.51
		芒康县	1.04
		小计	2.55
	人抬道路	巴塘县	2.41
		芒康县	1.59
		小计	4.00
	施工简易道路	巴塘县	0.60
		芒康县	0.68
		小计	1.28
合计		25.85	
土石方量（万 m ³ ）	挖方	4.91	
	填方	3.28	
	余方	1.63	
投资（万元）	土建投资	16757	
	总投资	70215	

2.1.3.2 线路交叉跨越

本工程主要交叉跨越情况见下表:

表 2-4 全线主要交叉跨越情况表

项目	主要交叉跨越	四川省甘孜州巴塘县		西藏自治区芒康县		合计	
		跨越(处)	面积(hm ²)	跨越(处)	面积(hm ²)	跨越(处)	面积(hm ²)
苏洼龙水电站~巴塘500kV变电站线路工程	国道	2	0.08			2	0.08
	县道	3	0.12			3	0.12
	小计	5	0.20			5	0.20

线路工程跨越国道、县道共 5 处(均位于四川省甘孜州巴塘县境内)需采用脚手架进行跨越,其余跨越均可利用有利地形条件进行一档跨越,不需设置脚手架。综合平均每处跨越脚手架临时占地约 400m²,全线跨越施工临时占地约 0.20hm²。

2.1.3.3 沿线林区情况

线路涉及林区主要在四川境内巴塘变~金沙江跨越点~海通沟以北、丘打冲、香堆村附近,林区长度约39.5km,其中西藏段为15.1km,其余段均位于四川。沿线植被茂盛,林木以松树、杉树、杂灌为主。本线路工程所经区域无一级保护林地和一级公益林地。

线路通过林区时尽量采用高塔跨越方式,仅砍伐塔基处的树木,主体工程线路在通过林区和集中树林时,按树木自然生长高度 18m 进行跨越。

2.1.3.4 铁塔型式

线路工程共使用铁塔 136 基(直线塔 65 基、耐张塔 71 基),其中西藏自治区芒康县境内 54 基,直线塔 25 基、耐张塔 29 基;四川省巴塘县境内 82 基,直线塔 40 基、耐张塔 42 基。具体塔型和数量见下表。

表 2-5 铁塔型号及占地面积统计表

行政区	塔型		呼高 (m)	全高 (m)	根开 (m)	边长 (m)	单基占地 面积(m ²)	数量	塔基占地 面积(m ²)
四川省 甘孜州 巴塘县	双回路 直线塔	5XZB1-SZC1G	45	76.8	13	15.1	228.01	1	228.01
		5XZB1-SZC2G	42	74.3	12.6	14.7	216.09	1	216.09
			45	77.3	13.2	15.3	234.09	1	234.09
			48	80.3	13.8	15.9	252.81	4	1011.24
			51	83.3	14.4	16.5	272.25	2	544.5
		5XZB1-SZC3G	39	72	12.9	15	225	1	225
			45	78	14.2	16.3	265.69	1	265.69
			48	81	14.8	16.9	285.61	2	571.22
			51	84	15.5	17.6	309.76	1	309.76
			57	90	16.8	18.9	357.21	1	357.21
		5XZB1-SZC4G	42	76.8	13.7	15.8	249.64	2	499.28
			48	82.8	15.1	17.2	295.84	1	295.84
			51	85.8	15.8	17.9	320.41	1	320.41
			60	94.8	17.7	19.8	392.04	1	392.04
			63	97.8	18.4	20.5	420.25	1	420.25
			66	100.8	19	21.1	445.21	1	445.21
		5XZB1-SZCKG	54	87.1	16.3	18.4	338.56	2	677.12
			60	93.1	17.5	19.6	384.16	3	1152.48
			63	96.1	18.2	20.3	412.09	2	824.18
			69	102.1	19.5	21.6	466.56	1	466.56
			75	108.1	20.8	22.9	524.41	1	524.41
	双回路 耐张塔	5XZB1-SJC1	39	77.2	17.5	19.6	384.16	1	384.16
			42	80.2	18.4	20.5	420.25	1	420.25
		5XZB1-SJC2	39	77.2	18.4	20.5	420.25	1	420.25
			42	80.2	19.3	21.4	457.96	5	2289.8
			45	83.2	20.3	22.4	501.76	5	2508.8
			48	86.2	21.2	23.3	542.89	7	3800.23
			59	97.2	24.8	26.9	723.61	1	723.61
		5XZB1-SJC3	33	71.6	16.6	18.7	349.69	1	349.69
			39	77.6	18.6	20.7	428.49	1	428.49
			42	80.6	19.5	21.6	466.56	2	933.12
		5XZB1-SJCK1	42	83	19.5	21.6	466.56	1	466.56
			45	86	20.5	22.6	510.76	2	1021.52
			48	89	21.4	23.5	552.25	5	2761.25
	小计							64	26488.32
	单回路 直线塔	5XZA1-ZBC1	42	49.3	10	12.1	146.41	1	146.41
		5XZA1-ZBC2	48	55.3	11.4	13.5	182.25	3	546.75
		5XZA1-ZBC4	54	61.3	12.9	15	225	1	225
			60	67.3	14.2	16.3	265.69	1	265.69
			66	73.3	15.5	17.6	309.76	1	309.76
		5XZA1-ZBCK	54	60.5	12.8	14.9	222.01	1	222.01
			60	66.5	14.1	16.2	262.44	1	262.44
	单回路 转角塔	5XZA2-JC1	36	53	14	16.1	259.21	1	259.21
			39	56	14.8	16.9	285.61	2	571.22
		5XZA2-JC2	39	56	14.8	16.9	285.61	1	285.61
			42	59	15.6	17.7	313.29	1	313.29
		5XZA2-JC3	24	41	10.7	12.8	163.84	2	327.68
			33	50	13.2	15.3	234.09	1	234.09
			42	59	15.7	17.8	316.84	1	316.84
	小计							18	4286
合计							82	30774.32	

行政区	塔型		呼高 (m)	全高 (m)	根开 (m)	边长 (m)	单基占地 面积(m ²)	数量	塔基占地 面积(m ²)
西藏自治区昌都市芒康县	双回路 直线塔	5XZB1-SZCKG	63	96.1	18.2	20.3	412.09	1	412.09
		SZC35311	42	74	12.6	14.7	216.09	2	432.18
			45	77	13.2	15.3	234.09	1	234.09
		SZC35312	42	74.5	12.8	14.9	222.01	2	444.02
		SZC35313	42	75.2	13.7	15.8	249.64	1	249.64
			48	81.2	15.1	17.2	295.84	3	887.52
			54	87.2	16.3	18.4	338.56	2	677.12
			57	90.2	17	19.1	364.81	2	729.62
		SZC35314	45	79.7	14.6	16.7	278.89	1	278.89
			60	94.7	17.9	20	400	2	800
			63	97.7	18.6	20.7	428.49	3	1285.47
			66	100.7	19.2	21.3	453.69	1	453.69
		SZC35315	57	90.2	17.1	19.2	368.64	3	1105.92
			60	93.2	17.7	19.8	392.04	1	392.04
	双回路 耐张塔	5XZB1-SJC2	42	80.2	19.3	21.4	457.96	1	457.96
		5XZB1-SJCK1	42	83	19.5	21.6	466.56	2	933.12
		5XZB1-SJC1	39	77.2	17.5	19.6	384.16	1	384.16
			42	80.2	18.4	20.5	420.25	3	1260.75
		5XZB1-SJC2	36	74.2	17.4	19.5	380.25	2	760.5
			42	80.2	19.3	21.4	457.96	3	1373.88
			45	83.2	20.3	22.4	501.76	1	501.76
			48	86.2	21.2	23.3	542.89	2	1085.78
		5XZB1-SJC3	36	74.6	17.6	19.7	388.09	1	388.09
			39	77.6	18.6	20.7	428.49	1	428.49
			42	80.6	19.5	21.6	466.56	2	933.12
		5XZB1-SJCK1	39	80	18.6	20.7	428.49	1	428.49
			42	83	19.5	21.6	466.56	2	933.12
			45	86	20.5	22.6	510.76	3	1532.28
			48	89	21.4	23.5	552.25	4	2209
		小计							54	21992.79
共计							136	52767.11	

2.1.3.5 基础型式规划

各种基础均按高低基础规划设计，配合铁塔长短腿，尽可能减少土石方的开挖量，防止水土流失，以利保护环境。本项目塔基基础型式主要有掏挖式基础、挖孔桩基础等类型。结合工程地形地貌及地质条件，各单元地质情况推荐的基础型式如下：

(1) 掏挖式基础

掏挖式基础主要用于在施工中可采用人工开挖成形的塔位，适用于无地下水的可、硬塑粘性土及丘陵软质岩石地质条件。掏挖式基础由于发挥了原状土的粘聚力及侧向土抗力，以及在施工中避免了大开挖及支护模板，经济效益及对环境的保护方面优势较为明显。

(2) 挖孔桩基础

挖孔桩基础主要用于地形坡度较陡的塔位，在铁塔采用最大级差的长短腿仍然不能满足地形高差时采用挖孔桩基础的露出高度进行调节，达到不开施工基面保护塔基稳定和环境的目的，保证基础的边坡距离。该基础同掏挖基础一样采用人工开挖，但因埋深较大，在开挖时必须护壁。对个别塔位地形十分恶劣、基础露高较大、且铁塔基础作用力巨大时可采用承台式挖孔桩基础进行调节，以满足工程实际需要。

挖孔桩能有效的降低基坑开挖量及小平台开挖量，减少施工弃土对表土的破坏，降低施工对环境的破坏，保护塔基周围的自然地貌。对位于陡坡地形的塔位在安全性、经济效益及对环境的保护方面具有明显的优势。

2.2 施工组织

2.2.1 施工总布置

2.2.1.1 巴塘变电站扩建工程区

(1) 交通条件

巴塘 500kV 变电站扩建工程主要利用原有变电站北侧进站道路进行施工，交通条件好。

(2) 施工临时占地

变电站扩建工程施工临时占地充分利用站区扩建空闲场地，不在站外租地，施工结束后及时清理场地。本扩建工程开挖土石方量较少，临时开挖土堆放在基础开挖空地，待回填后及时将余土运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放。

(3) 生活区布置

变电站扩建工程距离格布通顶村和巴塘县城较近，施工生活区采用租用当地现有民房即可解决，不新增水土流失，因此租用当地民房作为生活区的面积不计入本方案工程建设区内。

(4) 水源、电源及通讯条件

变电站扩建工程施工可利用变电站站区水源、电源及通信设备。

(5) 材料供应

工程所用砂、石考虑就近在当地合法的砂石厂购买，在砂石运输过程中做好

挡护,防止砂石料在运输过程中的流失,并在合同中明确水土流失防治责任由相应砂、石料场开采商负责。

2.2.1.2 线路工程区

(1) 交通条件及道路布置

线路工程可利用的施工道路主要为S501省道、乡道Y572、G318国道、G214国道、苏洼龙水电站的进站道路、附近乡村道路、巴塘~乡城500kV线路工程及芒康~巴塘500kV线路工程施工道路,整体可以利用的道路较多。部分路段乡村道路不能满足施工要求,需进行拓宽,拓宽施工简易道路长度约6.5km,拓宽路面宽度1m,其余为边坡宽度,占地面积为1.28hm²。

主体设计尽量靠近现有乡村公路走线,改善线路交通条件。但部分塔基远离道路,需临时开辟人抬道路,以满足人抬或畜力运输要求,估算新修人抬道路40km(宽1m),占地面积4.00hm²。施工简易道路及人抬道路布置情况见下表。

表 2-6 施工简易道路及人抬道路布置统计表

行政区域		施工简易道路(拓宽)		人抬道路	
		数量(km)	面积(hm ²)	数量(km)	面积(hm ²)
四川省	巴塘县	3.0	0.60	24.1	2.41
西藏自治区	芒康县	3.5	0.68	15.9	1.59
合计		6.5	1.28	40	4.00

(2) 塔基施工临时占地

在塔基施工过程中需设置施工场地,用来临时堆置土方(包括表土)、砂石料等材料和工具,单基临时堆土面积在200~250m²左右,塔基临时堆土总面积约3.12hm²,堆高不超过2m,采用小型搅拌机进行混凝土搅拌,每处塔基都有一处施工临时用地作为施工场地,共布设施工场地136处,占地面积9.69hm²。施工场地会占压和扰动原地表植被,施工完成后应清理场地,及时复耕或恢复植被。

(3) 牵张场

为满足施工放线需要,沿线设置牵张场,牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位,地形应平坦,能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。

牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、压接区、工具集放区、工棚布置区、休息区等,各区域四周采用硬围栏封闭,区域之间用红白三角旗隔开。

本工程根据沿线实际情况每隔 5~6km 设置一处牵张场地，共设牵张场 13 处，平均每处面积约 2200m²，总占地面积为 2.86hm²，其中四川省甘孜州巴塘县境内占地为 1.54hm²（7 处），西藏自治区昌都市芒康县境内占地面积为 1.32hm²（6 处）。

（4）材料站

线路工程拟设集中材料站 3 处以满足线路的施工材料供应要求，线路沿线经过乡镇较多，主要有苏哇龙乡、索多西村、呷顶村、角比西村、达嘎顶村草地贡村、竹巴龙乡、水磨沟村，材料站租用乡（镇）内带院落的民房，不另占地，使用完后，拆除搭建的临时棚库，交还业主，不新增水土流失，该面积不计入本方案工程建设区内。此外，每处塔基材料均堆放于塔基施工临时占地范围内，其产生的水土流失及防治纳入塔基施工临时占地区内。

（5）跨越施工临时占地

当被跨越物不太高，且下方地形较为平坦坚实时，可以采用搭设钢管跨越架、木杆跨越架或竹杆跨越架的方式进行跨越，俗称脚手架。当搭设跨越架较为困难时，可以在跨越档两侧铁塔上横挂抱杆作为操作平台，在两塔之间搭设索桥封网，从而保护了下方的跨越物。

每处占地面积约 400m²，线路需设跨越架 5 处，跨越施工临时占地共计 0.20hm²。详见 2.1.1.2：线路交叉跨越。

（6）索道

索道施工临时占地一般在索道两端，一端靠近公路一端靠近塔基，主要用途为架设索道运输设备及旁边临时堆放器材、工具、材料等，面积计算考虑索道下侧施工临时占地、索道上侧架设临时占地和索道支护架临时占地，本工程设置索道共 102 处，每处考虑 250m²，总占地面积 2.55hm²。索道一般设置在塔基较陡的区域，塔基在位于相对较陡的区域施工，经过回填后所剩余土全部进行外运至水电站弃渣场。索道布置情况见下表。

表 2-7 索道布置统计表

行政区域		索道	
		数量（处）	面积（hm ² ）
四川省	甘孜州巴塘县	74	1.85
西藏自治区	昌都市芒康县	28	0.70
合计		102	2.55

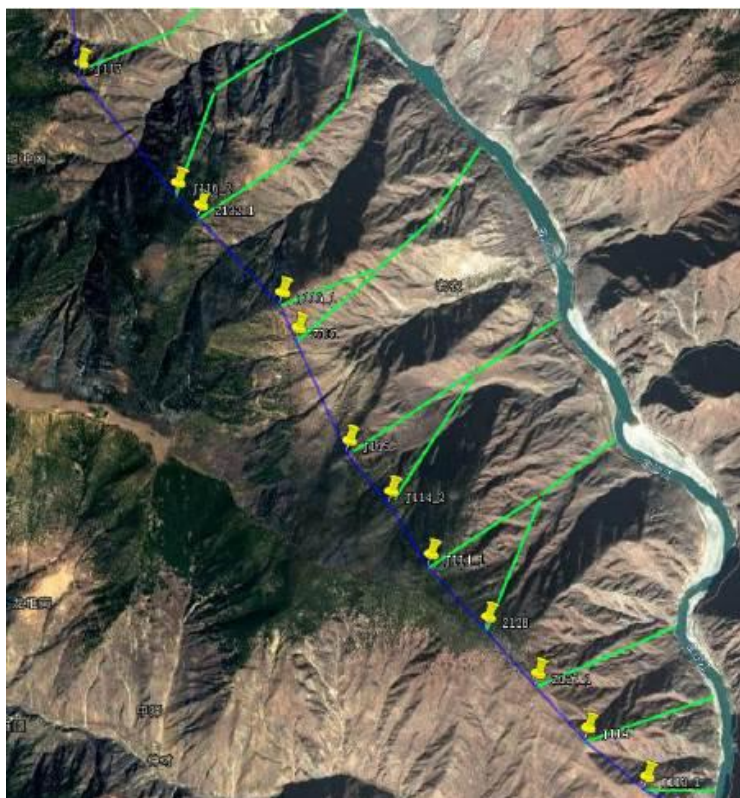


图 2-1 索多西乡段索道计划图

(7) 余土临时中转场

塔基立塔区域地形条件较陡（坡度 $>25^{\circ}$ ），如果将余方堆放在塔基区范围内，主体工程增加挡土墙或护坡进行挡护存在不稳定因素，可能带来新的水土流失。主体工程考虑采用索道或人抬道路将较陡或产生较多余土塔位从塔基运送至索道下侧的余土临时中转场，待余土收集完毕后由汽车运送至水电站弃渣场。全线共设余土临时中转场 43 处，全部位于索道下侧施工场地范围内，每处余土临时中转场占地面积约 $100 \sim 150\text{m}^2$ ，每处堆放余土量为 $200 \sim 300\text{m}^3$ ，堆放高度为 $2 \sim 2.5\text{m}$ 之间，总占地面积约 5500m^2 。

(8) 生活区布置

线路工程施工呈点状分布，每点施工周期短，生活区租用每处所到地（乡镇）

现有民房，不新增水土流失，因此租用当地民房作为生活区的面积不计入本方案工程建设区内。

(9) 施工用水、用电

线路基础施工用水量较少，可就近在塔位附近河流、村庄居民用水取用。

塔基施工用电采用柴油发电机进行供电。

2.2.2 取土（石、砂）场

工程所用块石、碎石及砂料等购买至当地合法的料场，购买和运输均很方便，并在合同中明确水土流失防治责任由料场开采商负责。

本工程不设置单独的取土（石、料）场，减少了新增水土流失。

2.2.3 弃土（石、渣）场

本工程产生余土约 1.65 万 m^3 ，其中巴塘变电站扩建工程余方 0.02 万 m^3 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放，线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m^3 拟于塔基区内摊平处置（平摊高度约 25~30cm），余土摊平于塔基区内对塔基安全无影响，其余较陡或产生余土较多的塔基余土 1.0 万 m^3 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。其中塔基余土约 0.5 万 m^3 堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场，余土外运时间段为 2021 年 5 月至 2021 年 10 月；塔基余土约 0.5 万 m^3 堆放至苏洼龙水电站 1 号弃渣场，余土外运时间段为 2021 年 5 月至 2021 年 10 月，后期弃渣场水土保持措施由华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司、巴塘分公司负责实施。较陡或产生余土较多的塔基考虑采用索道或人抬道路（平均人抬运距约 800m）将余土从塔基运送至索道下侧余土临时中转场，待余土收集完毕后由汽车运送至水电站弃渣场。两个水电站弃渣场正在进行堆渣，在本项目土石方施工期间尚未闭库，施工时序满足相应外运堆渣要求。

巴塘水电站 1 号弃渣场位于坝址上游右岸 I 级阶地，属库底型弃渣场，距坝址约 3.2km，弃渣场面积约 49.00 hm^2 ，弃渣场容量 850.00 万 m^3 （松方），规划弃渣量 825.38 万 m^3 （松方），1 号弃渣场完全可以容纳本项目弃渣 0.52 万 m^3 ，目前弃渣场已设置浆砌石挡渣墙、钢筋石笼挡墙。2016 年 4 月 27 日，水利部以《水利部关于金沙江上游巴塘水电站工程水土保持方案的批复》（水保函[2016]161 号）批复巴塘水电站工程（含巴塘水电站 1 号弃渣场）。截至目前，1#渣场堆存渣料约 619

万 m^3 （自然方），1号堆渣场堆渣分台阶高度10m，马道排水沟、渣场坡脚挡墙、挡土墙、钢筋石笼已全部施工实施完成。桩号K0+856.03~K2+619.14m范围内渣场坡脚挡墙全部施工完成，桩号K1+250~K2+619.14m范围内钢筋石笼挡墙施工完成。完成桩号K1+250~K2+619.14m范围浆砌石约2万 m^3 。

苏洼龙水电站1号弃渣场位于大坝右岸上游2.1km处索多西沟内，为沟道型渣场，占地面积38.32 hm^2 ，渣场规划容量567万 m^3 （松方），最终堆渣量437.0万 m^3 （松方），1号弃渣场完全可以容纳本项目弃渣0.5万 m^3 ，目前弃渣场已设置挡渣坝、钢筋石笼挡护，排水导流隧洞。2014年12月9日，水利部以《水利部关于金沙江上游苏洼龙水电站工程水土保持方案的批复》（水保函[2014]427号）批复苏洼龙水电站工程（含苏洼龙水电站1号弃渣场）。苏洼龙1号渣场堆渣按台阶布置，高程2465m以下共有3级台阶，从坡脚开始每20m设置一级马道，马道台阶宽3m，沟内设置有永久挡渣坝及永久排水导流隧洞。1号渣场高程2465m以上作为有用料暂存区，结合大坝填筑、砂石加工系统有用料回采，目前剩余有用料回采16.6万 m^3 ，待有用料回采完毕后回填至高程2480m用于土地复垦。弃渣场挡渣坝坝轴线长70m，最大坝高14m。挡渣坝主要由堆石料、垫层料、过渡料和砂保护层料组成。挡渣坝迎水面为70cm厚浆砌石，坝基采用帷幕灌浆防渗。排水导流隧洞采用城门洞型，过水断面尺寸：K0+000.0~K0+020.0段为渐变段4.0×6.0~4.0×4.5m（宽×高），K0+020.0~K0+699.2m段为4.0×4.5m（宽×高），进口高程2502.0m，出口高程2474.0m，全长699.2m，K0+000.0~K0+515.0段平均纵坡1.7%，K515.0~K0+699.2段平均纵坡10.4%。

综上，本工程不单独设置的弃土（石、渣）场，减少了新增水土流失。

2.2.4 施工方法与工艺

2.2.4.1 巴塘变电站扩建工程

变电站扩建工程施工主要由土建工程和安装工程组成。

(1) 土建工程

变电站扩建工程的土建工程施工主要包括：构筑物基础——构筑物上部结构——站区零星土建收尾。土石方工程基础采用机械结合人工开挖、回填的方式进行施工。

基坑回填须待各构筑物结构施工完且验收合格后方可进行，避免重复开挖。土方回填时事先抽掉积水，清除淤泥杂物，回填土利用开挖的原土，并清除掺入的有机质和过大的石粒，回填土的含水率控制在 15%~25% 之间。回填应逐层水平填筑，逐层碾压。宜避开雨季施工，严禁大雨期间进行回填施工，并应做好防雨及排水措施。

(2) 安装工程

安装工作在建构筑物施工完成后进行，主要安装工程包括建筑物、电气设备及构支架等。站区内的安装工作视土建部分进展情况机动进入，大件设备一般采用吊车施工安装，在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，还需严格按厂家设备安装及施工技术要求进行安装。

2.2.4.2 线路工程

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及调整几个阶段。对水土流失影响较大的是施工准备及基础施工两个阶段。

(1) 施工准备

施工准备阶段涉及水土保持的有准备建筑材料，设置生产场地、生活用房（租赁）、剥离表土等。

在剥离表土前，对开挖区域内的树桩、树根、杂草、垃圾等进行彻底清除，进行土壤质量检测并确定表土剥离的厚度，考虑到本工程剥离区域分散，每处剥离数量较少，主要采用人工方式进行剥离，除地形坡度较大的塔基外，大部分塔基的临时堆土就近堆放在塔基施工区内，并布设临时挡护、遮盖、排水等措施，避免暴雨淋刷使土壤大量流失。

(2) 基础施工

①塔腿小平台开挖：设置挡土墙、排水沟时包括挡土墙基面、排水沟开挖；位于斜坡的塔基表面应回填成斜面，恢复自然排水，对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统。

②砌筑挡土墙、护坡。

③开挖塔腿基础坑。凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

④开挖接地槽，对位于附近人口稀少的塔位，接地沟开挖可不形成封闭环形（允许开断一点），以避免沿垂直方向开挖接地沟从而形成冲沟危及塔位边坡的安全。

⑤绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

⑥基坑回填，余土处置。基坑回填时采取“先粗后细”方式，方便地表迹地恢复。较缓的塔位降基面及基坑开挖的余土置于塔位范围内进行平摊处理，较陡的塔位降基面及基坑开挖的余土全部外运至苏洼龙水电站和巴塘水电站已有弃渣场进行堆放。

本工程基础施工工期安排约 5 个月，但单个塔位基础施工时间较短。大部分混凝土在塔基施工临时占地区进行现场搅拌。

各种基础施工方法如下：

为了减少土石方量、保护自然环境，铁塔采用全方位长短腿设计，塔基基础型式主要有挖孔桩基础、掏挖式基础等类型。

a. 挖孔桩基础施工

施工时序：场地整平→放线、定桩位→挖第一节桩孔土方→绑扎钢筋→支模→浇筑砼→浇筑坑口砼地坪→校核标高及桩位十字轴线→安装土方吊运设备→拆上节模板→挖第二节桩孔土方→修整桩孔土壁→校核桩孔垂直度和直径→绑扎钢筋→支模→浇筑砼→依次循环作业至设计深度→清理持力层→排除积水→隐验→接下道工序施工(吊放钢筋笼等)。

挖孔桩基础具有人工施工，基础开挖范围精确，挖孔桩能有效的降低基坑开挖量及小平台开挖量，减少施工弃土对表土的破坏，降低施工对环境的破坏，保护塔基周围的自然地貌。对位于陡坡地形的塔位在安全性、经济效益及对环境的保护方面具有明显的优势。

b. 掏挖式基础施工

施工时序：复测放线定位→人工开挖土方→测量控制→挖土至设计深度→基底验收→安放钢筋笼浇注混凝土。

(3) 组塔

当塔基础混凝土强度达到设计值的 70%以上后，便可在塔位上组装铁塔组件

成塔。本阶段在塔基区仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装，在搬运过程对地面略有扰动，造成的水土流失轻微。

(4) 放紧线和附件安装

架线施工的主要流程：施工准备（包括通道清理）——放线——紧线——附件及金具安装。

架线主要采取张力放线的方式，首先将导线穿过铁塔挂线处，然后用牵张机进行张力牵放方法牵张。

牵张场施工对水土流失的影响较小，跨越林区时，本工程铁塔采用架线高跨，可减少树木的砍伐。

土石方及基础施工流程见框图 2-2、图 2-3。

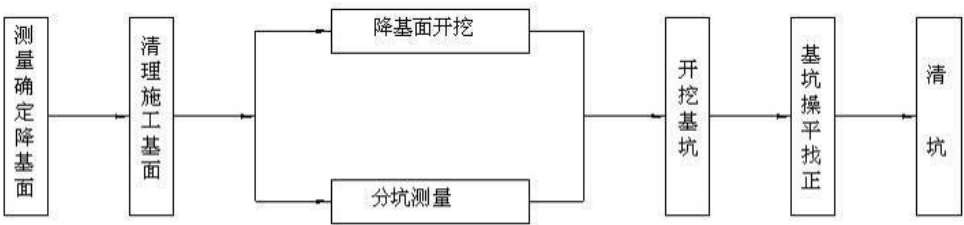


图 2-2 土石方施工流程图

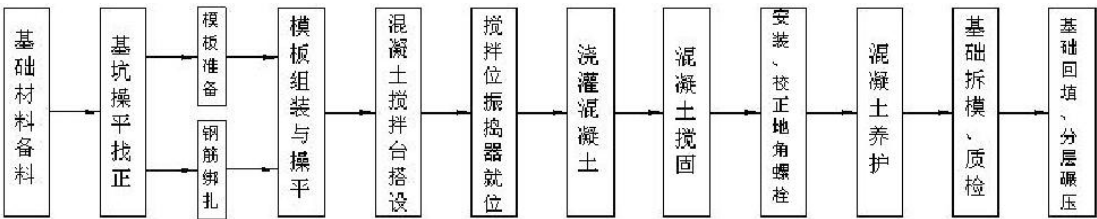


图 2-3 基础工程施工流程图

(5) 跨越施工工艺

当跨越道路或线路时，可以采用搭设钢管跨越架、木杆跨越架或竹杆跨越架的方式进行跨越，俗称脚手架。

搭设脚手架跨越施工工艺：施工准备——跨越架搭设、地线展放——紧线及附件安装——拆除跨越系统——清理现场。

采用脚手架跨越，需要的器具少，占地面积小，施工工艺较为简单。

目前飞艇、动力伞、直升机和无人机放线技术在输电线路施工中也得到了广泛应用，主要应用于线路穿越集中林地、山区和江河跨越段，可免除或减少砍伐

放线通道等代价高昂的作业。

对于人可通行的稀疏林区，跨越时可少量砍伐，人工牵线。

(6) 施工简易道路及其施工方法

线路工程翻越部分山地及茂密林区时，交通条件较差或现有道路不满足施工运输要求，需拓宽部分施工简易道路。

半填半挖路基为路基与路堑过渡段的一种形式，为防止结合部的不均匀沉降，填挖结合部路堑进行超挖回填，超挖底面和顶面铺设土工格栅以加强整体稳定性。大致流程为施工准备→清除表层土→基底处理→开挖台阶→压实→检测压实度→达到合格标准→进入下道工序。

(7) 索道施工

索道的选线必须避开跨越电力线路、通讯线及民房。

架空索道运输系统的安装与调试流程:机具运输→清理通道（清除影响运输的障碍物）→埋设地锚→支撑架安装→承力索架设→牵引系统安装→提料斗安装（吊装动滑车组安装）→系统调试→原材料运输。

2.3 工程占地

根据主体设计资料结合现场调查，本项目总占地面积 26.05hm^2 ，其中永久占地 5.47hm^2 ，临时占地 20.58hm^2 ，主要占用耕地、林地、草地、公共管理与公共服务用地等，占地区属四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县管辖，详见表 2-8、2-9。

表 2-8 工程占地面积及类型统计表 单位: hm^2

项目组成		占地性质			占地类型							备注
		永久占地	临时占地	合计	耕地	林地			草地	公共管理 与公共 服务 用地	合计	
						旱地	乔木 林地	灌木 林地		小计			其他 草地	公共设 施用地
巴塘变 电站	扩建工程	0.20		0.20						0.20	0.20	
	小计	0.20		0.20						0.20	0.20	
苏洼龙 水电站~巴 塘 500kV 变电站 线路工 程	塔基占地	5.27		5.27	0.4	0.69	2.12	2.81	2.06		5.27	共 136 基
	塔基施工 临时占地		9.69	9.69	0.78	1.18	3.67	4.85	4.06		9.69	
	牵张场		2.86	2.86			0.88	0.88	1.98		2.86	13 处，2200m²/处
	跨越施工 临时占地		0.20	0.20			0.05	0.05	0.15		0.20	5 处，400m²/处
	索道		2.55	2.55			0.9	0.9	1.65		2.55	102 处，250m²/处
	人抬道路		4.00	4.00			1.41	1.41	2.59		4	40km，宽 1m
	施工简易 道路		1.28	1.28			0.37	0.37	0.91		1.28	6.5km，拓宽路面 宽度 1.0m
	小计	5.27	20.58	25.85	1.18	1.87	9.4	11.27	13.4		25.85	
合计		5.47	20.58	26.05	1.18	1.87	9.4	11.27	13.4	0.20	26.05	

表 2-9 各行政区占地面积统计表 单位: hm^2

行政区	占地性质	项目组成	占地类型						
			耕地	林地			草地	公共管理与公共服务用地	合计
			旱地	乔木林地	灌木林地	小计	其他草地	公共设施用地	
四川省巴塘县	永久占地	巴塘变扩建占地						0.20	0.20
		塔基占地	0.24	0.4	1.24	1.64	1.2		3.08
		小计	0.24	0.4	1.24	1.64	1.2	0.20	3.28
	临时占地	塔基施工临时占地	0.46	0.7	2.18	2.88	2.41		5.75
		牵张场			0.44	0.44	1.1		1.54
		跨越施工临时占地			0.05	0.05	0.15		0.2
		索道			0.53	0.53	0.98		1.51
		人抬道路			0.85	0.85	1.56		2.41
		施工简易道路			0.17	0.17	0.43		0.6
		小计	0.46	0.7	4.22	4.92	6.63		12.01
合计		0.70	1.1	5.46	6.56	7.83	0.20	15.29	
西藏自治区芒康县	永久占地	塔基占地	0.16	0.29	0.88	1.17	0.86		2.19
		小计	0.16	0.29	0.88	1.17	0.86		2.14
	临时占地	塔基施工临时占地	0.32	0.48	1.49	1.97	1.65		3.94
		牵张场			0.44	0.44	0.88		1.32
		索道			0.37	0.37	0.67		1.04
		人抬道路			0.56	0.56	1.03		1.59
		施工简易道路			0.2	0.2	0.48		0.68
		小计	0.32	0.48	3.06	3.54	4.71		8.57
	合计		0.48	0.77	3.94	4.71	5.57		10.76
共计			1.18	1.87	9.4	11.27	13.4	0.20	26.05

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土平衡分析

(1) 剥离原则及区域

本方案拟对工程塔基区和施工简易道路区开挖占用的耕地、林地、草地的表土进行剥离，对施工扰动较轻的区域以及不涉及土石方开挖扰动的区域表土按少扰动、少破坏的原则采取就地保护，余土平摊在塔基范围内的塔基永久占地全部进行剥离表土，余土外运的塔位仅对基础开挖及其周边范围剥离。

(2) 剥离数量分析

本方案补充考虑施工前对塔基区和施工简易道路区耕地、林地、草地进行表土剥离，剥离表土面积为 3.59hm^2 ，其中塔基区面积为 2.31hm^2 （余土平摊在塔基范围内的塔基剥离表土面积为 1.76hm^2 ，剥离基础开挖及其周边范围区域面积为 0.55hm^2 ），施工简易道路区面积为 1.28hm^2 ，根据现场调查，项目区耕地表土层厚度为 $0.2\text{—}0.3\text{m}$ 之间，林地表土层厚度为 $0.1\text{—}0.2\text{m}$ 之间，草地表土层厚度约为 0.1m ，塔基区和施工简易道路区表土剥离厚度采取耕地剥离 0.3m ，林地剥离 0.15m ，草地剥离 0.1m ，共计剥离表土约 0.48 万 m^3 。

(3) 剥离表土保存及保护

本工程剥离表土施工期结束后回覆，临时堆存即可。

本方案考虑按就近分散堆放原则，各塔基涉及表土剥离的区域剥离表土堆放于塔基施工临时占地范围内，减少运输和新增扰动占地。施工简易道路区剥离表土采用土袋进行装袋，堆放于道路下边坡进行拦挡。

表土堆存期间，因地制宜设置临时拦挡措施、临时覆盖措施等。

表 2-10 表土平衡表

项目组成		表土剥离情况	可表土剥离				表土剥离			表土回覆			备注	
		占地类型	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离量 (m ³)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离量 (m ³)	措施内容	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)		
四川省巴塘县	巴塘变扩建工程												现状为碎石覆盖，不具备剥离表土条件	
	塔基区	耕地	0.11	0.30	330	0.11	0.30	330	绿化	1.19	0.14	1735	余土平摊在塔基范围内的塔基永久占地全部进行剥离表土，其余塔基采用剥离塔基开挖基础四周扰动区域	
		林地	0.65	0.15	975	0.65	0.15	975						
		草地	0.43	0.10	430	0.43	0.10	430						
		小计	1.19		1735	1.19		1735		1.19		1735		
	塔基施工临时占地												占压、不剥离表土	
	人抬道路												占压、不剥离表土	
	施工简易道路	林地	0.17	0.15	255	0.17	0.15	255	绿化	0.60	0.11	685	道路拓宽侧进行剥离表土	
		草地	0.43	0.10	430	0.43	0.10	430						
		小计	0.60		685	0.60		685		0.60		685		
其它施工临时占地												占压、不剥离表土		
西藏自治区芒康县	塔基区	耕地	0.09	0.30	270	0.09	0.30	270	绿化	1.12	0.14	1605	余土平摊在塔基范围内的塔基永久占地全部进行剥离表土，其余塔基采用剥离塔基开挖基础四周扰动区域	
		林地	0.61	0.15	915	0.61	0.15	915						
		草地	0.42	0.10	420	0.42	0.10	420						
		小计	1.12		1605	1.12		1605		1.12		1605		
	塔基施工临时占地												占压、不剥离表土	
	人抬道路												占压、不剥离表土	
	施工简易道路	林地	0.20	0.15	300	0.20	0.15	300	绿化	0.68	0.11	780	道路拓宽侧进行剥离表土	
		草地	0.48	0.10	480	0.48	0.10	480						
		小计	0.68		780	0.68		780		0.68	0.11	780		
	其它施工临时占地												占压、不剥离表土	
合计			3.59		4805			4805		3.59		4805		

2.4.2 土石方平衡分析

经统计，本工程土石方总工程量为挖方 4.94 万 m^3 （自然方，下同，其中表土剥离 0.48 万 m^3 ），填方 3.29 万 m^3 （其中表土利用 0.48 万 m^3 ），余方 1.65 万 m^3 。其中巴塘变电站扩建工程余方 0.02 万 m^3 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放，线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m^3 拟于塔基区内摊平处置（平摊高度约 25~30cm），余土摊平于塔基区内对塔基安全无影响，其余较陡或产生余土较多的塔基余土 1.0 万 m^3 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。余土采用运距就近原则的方式分别运送至巴塘水电站 1 号弃渣场（余土 0.5 万 m^3 ）和苏洼龙水电站 1 号弃渣场（余土 0.5 万 m^3 ）。

主体工程设计考虑把较陡或产生余土较多的的塔基分别运送至苏洼龙、巴塘水电站 1 号弃渣场。塔基立塔区域地形条件较陡（坡度 $>25^\circ$ ），如果将余方堆放在塔基区范围内，主体工程增加挡土墙或护坡进行挡护存在不稳定因素，可能带来新的水土流失。主体工程设计考虑采用索道或人抬道路（平均人抬平均运距约 800m）将较陡或产生较多余土塔位从塔基运送至附近索道下侧余土中转场，待余土收集完毕后由汽车运送至水电站弃渣场。巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场均有桥梁和连接已有现有道路，无需新修运渣道路，其中最小运距为 1km，最大运距为 38km，大部分余土运距在 15km 左右，余土外运是可行的，在运送过程中应做好余土遮盖，避免运输过程散落。

余土外运塔基位桩号、余方量及运距情况见下表。

表 2-11 余土外运塔基位桩号、余方量及运距情况表

行政区	外运塔位桩号	外运基数	外运方量	弃土去向	平均汽车运距	最小汽车运距	最大汽车运距
四川省甘孜州巴塘县	Z110,Z111,J109,J110,J111,Z116,J112-1,Z120,Z121,Z122,Z123,Z124,J112-2,Z125,J112-3,Z125-1,J112-5	17	1800	苏洼龙水电站 1 号渣场	7km	4	10
	J33, Z68, Z69, J35, Z72, Z74, Z76, Z77, Z79, J37, Z81, Z82, Z83, Z84, Z87, Z88, Z89, J39, J39-1, J39-2, Z93, Z94, J40, Z95-1, J40-1, J40-2, J41, Z98, J42, Z101, J44	31	3300	巴塘水电站 1 号渣场	17km	8	26
	J45, J46, Z107, Z108, Z109-2, J48, Z110-2, Z111-2, Z113, J49-1, J50, Z116-2, J51, Z118	14	1100	巴塘水电站 1 号渣场	15km	8	22
西藏自治区昌都市芒康县	J104,J105	2	400	苏洼龙水电站 1 号渣场	2km	1	3
	J114-2, J115, Z131, J116-1, Z132-1, J116-2, J117, Z136, Z140-1, J119, J120, J121, Z143, Z144, Z146, J123-1, Z148, J124, Z150, J125, Z151, J126, Z152, Z153, Z153-1	25	2800	苏洼龙水电站 1 号渣场	25km	12	38
	Z61, J30, J31	3	600	巴塘水电站 1 号渣场	25km	20	30
小计		92	10000				

土石方平衡详见下表 2-12 和表 2-13。

表 2-12 土石方平衡汇总表 单位: 万 m³

项目组成			挖方		填方		余方	
			总量	其中表土剥离	总量	其中表土利用	总量	去向
变电站	巴塘 500kV 变电站	扩建工程	0.03		0.01		0.02	运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放
	小计		0.03		0.01		0.02	
线路工程	塔基区	基坑	3.10	0.33	1.70	0.33	1.40	其中 1 万方余土堆放至苏洼龙水电站 1 号弃渣场和巴塘水电站 1 号弃渣场，塔基占地范围内平摊处理
		接地槽	1.12		1.12			
		挡土墙及排水沟	0.26		0.03		0.23	
	施工简易道路	拓宽道路	0.43	0.15	0.43	0.15		
	小计		4.91	0.48	3.28	0.48	1.63	
合计			4.94	0.48	3.29	0.48	1.65	

表 2-13 分行政区土石方平衡表 单位：万 m³

项目组成				挖方		填方		余方	
				总量	其中表土剥离	总量	其中表土利用	总量	去向
四川省巴塘县	变电站	巴塘500kV变电站	扩建工程	0.03		0.01		0.02	运至巴塘水电站1号弃渣场进行堆放
		小计			0.03		0.01	0.02	
	线路工程	塔基区	基坑	1.71	0.17	0.94	0.17	0.77	其中0.50万方余土堆放至苏洼龙水电站1号弃渣场，其余在塔基占地范围内平摊处理
			接地槽	0.60		0.60			
			挡土墙及排水沟	0.14		0.02		0.12	
		施工简易道路	拓宽道路	0.23	0.07	0.23	0.07		
		小计			2.68	0.24	1.79	0.24	0.89
	合计			2.91	0.24	2.00	0.24	0.91	
西藏自治区芒康县	线路工程	塔基区	基坑	1.39	0.16	0.76	0.16	0.63	其中0.50万方余土堆放至巴塘水电站1号弃渣场，其余在余土塔基占地范围内平摊处理
			接地槽	0.52		0.52			
			挡土墙及排水沟	0.12		0.01		0.11	
		施工简易道路	拓宽道路	0.20	0.08	0.20	0.08		
		小计			2.23	0.24	1.49	0.24	0.74
	合计			2.91	0.24	2.00	0.24	0.91	
总计				4.94	0.48	3.29	0.48	1.65	

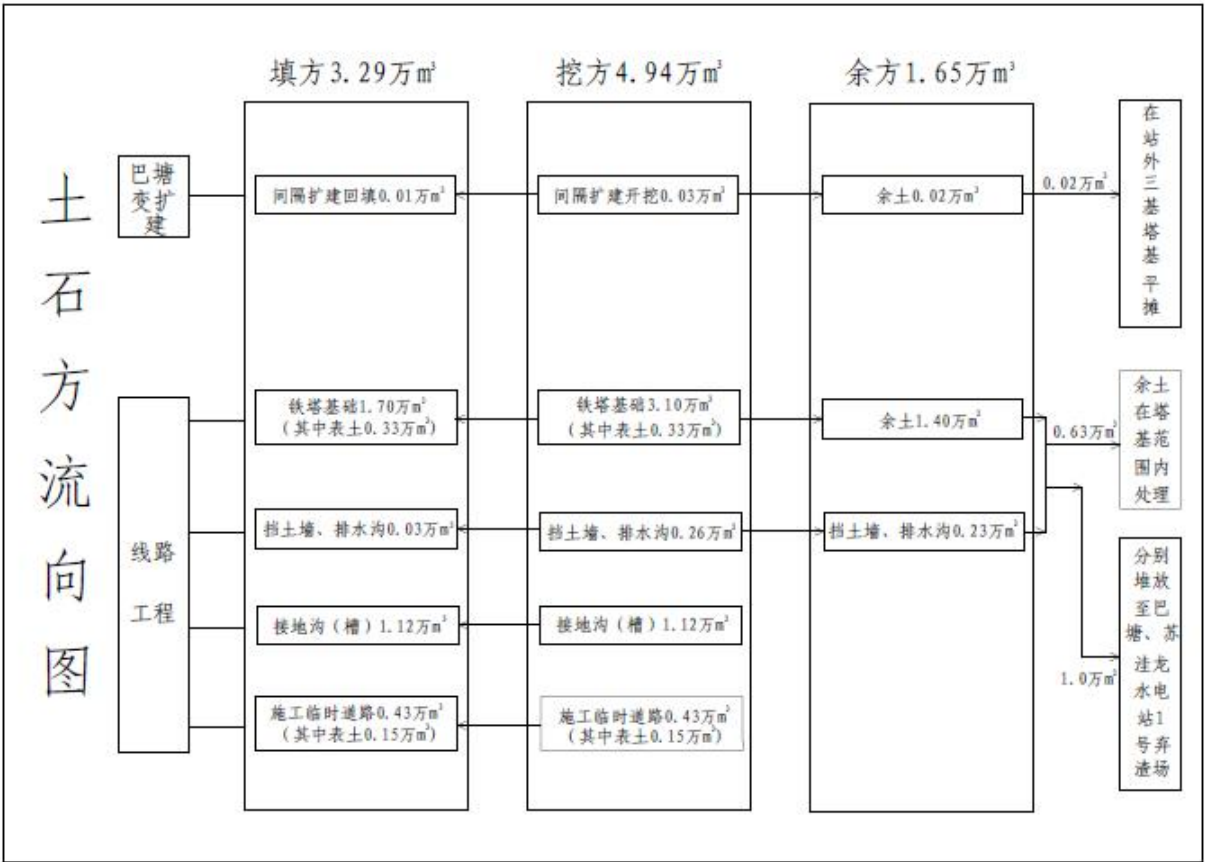


图 2-4 土石方平衡流向框图

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

线路工程附近主要为砖混结构房屋、砖石结构房等房屋，单户房屋面积多在 100~200m² 范围。本线路工程主要在国道 214 公路附近山腰上走线，房屋主要分布在巴塘 500kV 变电站出线段，线路不易避让，拆迁建筑面积 1510m²（12 户）。

拆迁安置费用由建设单位一次性货币补偿后，由地方政府负责落实居民拆迁安置问题，拆迁安置不纳入本工程责任范围。

本工程不涉及专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

本工程计划于 2021 年 4 月开工，2022 年 6 月建成投运，总工期 15 个月。
主体工程施工综合进度详见表 2-14。

表 2-14 主体工程施工进度表

项目		2021 年									2022 年					
		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
巴塘变电站扩建工程	施工准备	■														
	土建工程		■	■	■											
	安装及调试				■	■	■	■								
线路工程	施工准备	■														
	基础工程		■	■	■	■	■									
	杆塔工程					■	■	■	■				■	■	■	
	架线工程							■	■				■	■	■	■

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

巴塘 500kV 变电站站址区为高山峡谷地貌区山顶台地，台地总体地形平坦，微地形表现为东西两侧高，中间低，呈微槽状地形，地形坡度在 5°左右，高差在 15~20m 之间；台地东西方向宽度在 250m~350m 之间，呈现为南宽北窄，其北侧东西两侧边坡坡度较陡，约 25°~30°，南面东西两侧边坡坡度相对较缓，约 10°~15°，地面生长着稀疏的低矮灌木。目前工程已经投运，本期扩建场地位于变电站围墙内的预留区域，现状铺设有碎石地坪。

本线路区域地貌属“川西高山、高原区”中的金沙江东岸极高山亚区，线路沿金沙江走线。按地貌成因及特征划分，沿线地貌主要为中高山地貌类型。受构造及岩性的控制明显，山梁谷地延伸方向与构造线基本一致，表现为山高、坡陡、

谷深，河谷冲刷切割作用强烈，多呈“V”型谷，局部呈“U”型谷。线路海拔高程在 2400~3850m 之间，相对高差一般在 300~600m，最大高差达 800m。其中四川省甘孜州巴塘县线路海拔高程在 2400~3500m 之间，线路海拔较低区域主要为苏洼龙水电站附近，西藏自治区昌都市芒康县线路海拔高程在 2783m~3850m 之间。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造及岩性

项目区位于青藏高原东部地区，大地构造单元属松潘~甘孜地槽褶皱系之玉树~义墩优地槽褶皱带与三江地槽褶皱系江达~巴塘优地槽褶皱带的接合部位，为川滇断块强烈活动断裂构造区的西缘，并处于川滇菱形断块边界断裂~金沙江断裂带东侧，即三江弧形构造带之热达复向斜南北构造带与赠科~稻城反“S”型构造带之间的构造带内。

(1) 巴塘 500kV 变电站扩建工程

巴塘 500kV 变电站站址场地内无断裂构造通过，站址与莫西~巴塘断层 F3 距离较远，场地区域地质稳定，站址内主要地层为表层的残坡积（Qel+dl）粘性土。

(2) 苏洼龙水电站~巴塘 500kV 变电站线路工程

本线路基本平行巴塘断裂及金沙江断裂带走线，特别是在水磨沟~竹巴龙一段基本与金沙江断裂带重合，线路主体位于巴塘断裂上盘及金沙江断裂的下盘走线。巴塘断裂在第四系晚更新世及全新世均有强烈的地震活动，为典型的强烈全新活动断裂；金沙江断裂带为典型的第四系全新活动断裂。

线路工程区内两岸山体植被不发育，大部分基岩裸露。出露地层主要为二迭系下统变质岩和岩浆岩。二迭系地层为冰峰组上段（P₁^c）和中段（P₁^b），其岩性主为：基性火山岩、大理岩、绢云母石英片岩、云母石英片岩、石墨片岩、石英岩及石英片岩等；岩浆岩主要为：印支期中粗粒黑云斜长花岗岩（γβ_{s1-c}）、海西期中粗粒石英闪长岩（δo）、燕山期石英二长岩（ηo）。

2.7.2.2 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》

(GB 50011-2010, 2016 年版), 项目区地震动反应谱特征周期为 0.40s, 地震动峰值加速度为 0.20g, 对应地震基本烈度为Ⅷ度, 设计地震分组为第二组。

2.7.2.3 地下水

项目区地形地貌复杂, 地层岩性多样, 地下水主要有基岩裂隙水和孔隙潜水两大类型。

基岩裂隙水主要赋存于岩体裂隙中, 以大气降水及冰雪融水渗入补给为主, 局部存在裂隙承压水及上层滞水。由于金沙江上游为干热河谷, 降雨量较小, 地下水补给来源不足, 地下水埋深一般较深, 地下水水力坡降较缓。故该类地下水对线路塔基设计及施工无影响。

孔隙潜水主要分布在河流及其支流的第四系松散堆积层中, 透水性较好, 主要靠大气降水补给。多为就地补给, 就地排泄。故该类地下水对线路塔基设计及施工无影响。

根据项目区区域水文地质资料及相关工程经验, 地下水对混凝土结构具微腐蚀性, 对钢筋混凝土中的钢筋有弱腐蚀性, 对钢结构有弱腐蚀性。

2.7.2.4 不良地质工程情况

线路沿线的不良地质作用和地质灾害主要为滑坡、泥石流、不稳定斜坡和崩塌为主。具体分布如下:

(1) 滑坡

项目区内滑坡类型为松散土体滑坡, 滑体物质为第四系松散堆积物, 多分布于斜坡表层或坡脚地带, 其岩性软弱, 结构松散, 抗水作用能力低, 遇水后易软化, 可塑性增强, 向软塑、流塑方向转化, 易形成蠕滑或流动。项目区内滑坡规模一般以小-中型为主, 大型滑坡占少数, 由于工程线路主体沿区内河谷第一斜坡走线, 且谷底公路建设等人类工程活动频繁, 该段属滑坡集中发育地段, 线路主体工程选线设计时, 已采取先避后跨的原则。

(2) 泥石流

项目区内坡面型泥石流主要发生在G318国道及巴塘-苏洼龙公路沿线, 主要发生在坡度大于30°植被不发育的松散堆积较厚的斜坡上, 在暴雨情况下, 斜坡上松散堆积层受水冲刷和浸泡发生垮塌, 形成坡面型泥石流。

项目区内沟谷型泥石流规模一般较大，其形成区一般呈瓢形或漏斗形围谷，山坡陡峻，支沟呈树枝状，植被稀少，岩石风化严重，松散固体物质丰富，常有滑坡、崩塌发生。工程区暴雨频繁，受岩性和地形控制，具有多发性、突发性和周期性等特点，对线路有一定影响，主体工程设计线路塔位选择已尽量避让泥石流易发的边坡、沟谷及沟口。

(3) 不稳定斜坡

项目区内潜在不稳定斜坡以坡度大于 25° 的松散层斜坡为主。斜坡松散堆积物结构松散、力学强度低，其粘土矿物含量较高，吸水性强，遇水浸泡易软化形成软弱结构面（带），坡面冲沟发育。上述地层斜坡地带分布有厚度不等的崩坡积、残坡积等松散堆积层，在自然或人为因素作用下，上部松散层往往沿下伏基岩接触面或顺坡向发育的软弱结构面产生移动形成不稳定斜坡，随时可能发生滑塌现象，甚至诱发不稳定斜坡产生滑坡，对线路影响较大，因此，线路主体工程设计时，已尽量少在覆盖层较厚、岩体破碎或边坡较陡的斜坡地段立塔，避让下部存在临空面的斜坡。不稳定斜坡主要位于苏洼龙变电站出站后，向北四川巴塘境内一侧存在范围较广的不稳定斜坡，为了避让此不稳定斜坡，主体工程设计采用线路跨越金沙江，在金沙江右岸西藏自治区境内走线。

(4) 崩塌

工程区崩塌发生在节理裂隙发育的坚硬岩石组成的陡峻山坡与峡谷陡岸上，陡崖上的岩体由于自身重量产生卸荷作用，当卸荷作用力大于岩体力学强度产生的抗力时，岩体内部进行应力调整，沿节理、裂隙等薄弱部位发生一定位移变形，甚至在应力集中部位产生新的裂隙，随着裂隙的扩展、延伸直至连通，岩坡变形增大，脱离母岩的岩石形成危岩。一旦受暴雨、地震作用或人工活动等外力影响，岩坡失稳而发生崩塌。

由于崩塌发生地段地形陡，不适宜线路建设，线路设计已避让了地形陡峭的地段。

2.7.3 气象

项目区属高原温带半湿润季风型气候区，其气候特点是：气温偏低，年差较小，春秋相连，冬季较长；降水量偏少，水热同季，旱雨季分明；晴天多，日照

长，辐射强，昼夜温差大；立体气候显著，灾害性天气较多。

根据西藏自治区昌都市芒康县和四川省甘孜州巴塘县气象站 1953 年～2006 年气象资料统计，多年平均气温 12.8～16.1℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 1615.2～1900℃，多年平均日照时数 1698～2186h，多年平均降水量 485～489.2mm，5 年一遇 10min 最大降雨量 9.11～9.27mm，10 年一遇 10min 最大降雨量 11.22～11.48mm，降水主要集中在 5～10 月，占全年降水量的 70～80%，多年平均风速为 1.2m/s。

项目区气候特征详见表 2-15。

表 2-15 项目区气候特征表

项 目		芒康县	巴塘县
气温 (°C)	多年平均气温	16.1	12.8
	极端最高气温	39.2	38.5
	极端最低气温	-4.5	-3.7
	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	1900	1615.2
降雨量 (mm)	多年平均降水量	485.0	489.2
	5 年一遇 10min 最大降水量	9.11	9.27
	10 年一遇 10min 最大降水量	11.22	11.48
湿度 (%)	多平均相对湿度	60.4	55.2
风速	多年平均风速 (m/s)	1.2	1.2
	全年主导风向	SE	E
	大风日数 (d)	25.3	24.2
其它	多年平均日照时数 (h)	2186	1698
	无霜期 (d)	90	120
	多年平均蒸发量 (mm)	1624.1	1720.0
	最大冻土深度 (cm)	62	48

2.7.4 水文

(1) 项目区河流情况

① 巴塘县

工程区巴塘县境内所涉及水系主要有金沙江及其支流巴楚河。

② 芒康县

工程区芒康县境内所涉及水系主要有金沙江及其支流巴曲。

本工程涉及的河流属于长江流域，线路跨越主要河流为金沙江、巴楚河（金沙江支流）。输电线路在跨越河流时，均不在水中立塔，避免线路对航运、河道泄洪能力的影响，并按相应的最高通航水位及最大空载船舶高度设计考虑足够的安全净空，以利航运安全。输电线路经过的河流重要跨越情况详见下表。

表 2-16 工程沿线主要河流概况及重要跨越情况汇总表

流域	行政区	跨越河流	河流概况
长江流域	四川省、西藏自治区	金沙江	金沙江流域包括青藏高原东部和横断山脉区，向南至滇北高原、向东至四川盆地西南边缘的广阔地区，全长2316km，流域面积340000km ² ，金沙江地形极为复杂，众多高山深谷相间并列，河床窄，岸坡陡峭，呈“V”型河床，具有“高、深、窄、曲、陡”的特点，为典型的高山深谷型河道。 本工程线路分别于在巴塘县竹巴龙乡下游2km处、芒康县角比西村上游1km处、南戈村附近、苏哇龙村上游0.5km处4次一档跨越金沙江。跨越处河段河谷深切，河宽分别为98m、100m、60m、68m，两岸山势较高，拟建铁塔均在两岸山坡走线，塔位高于金沙江正常水位大于100m；工程不受金沙江百年一遇洪水影响。
		巴楚河	巴楚河是金沙江上游左岸一级支流，发源于理塘县扎金甲博冰川，自东南向西北流，在拉隆公玛汇口上游约600m处进入巴塘县境内，在措普与右岸汇入的章柯汇合后始称巴楚河，并折向西南流，经茶洛、措拉、列衣、波戈溪、松多、莫多、党巴、巴塘县城等地于桃园子水文站以下的茶树山汇入金沙江。河道全长约147km，天然落差3090m，流域面积3250km ² 。 本工程线路在巴塘水电站上游约2km茶雪村附近跨越巴楚河，跨越巴楚河时，跨越河段河谷深切，河宽为45m，两岸山势较高，拟建塔位与巴楚河正常水位高差一般大于100m，工程不受巴楚河百年一遇洪水影响。
		西曲河	西曲河发源于弄洼优者甲浪湖、模公各一带的山麓，流经芒康县东北部，于朱巴龙乡的朱巴龙村汇入金沙江，全长124km，流域面积1246km ² ，落差为1278m。 本工程线路在巴塘县竹巴龙乡沃伊贡处一档跨越西曲河，跨越断面均为深切河谷，水面宽约50m，两侧均有山头可利用，河流洪水对路径方案无影响。

(2) 水功能区划

本工程所在区域属于长江流域，输电线路跨越河流时按照防洪法、河道管理条例、内河航道标准等法律法规和规程规范进行设计。本工程输电线路均利用地形采用空中跨越方式、不在河道范围内建塔，也均不影响通航和行洪。根据各省公布的水体功能区划，本工程跨越河流水库水功能区划情况参见表 2-17。

表 2-17 本工程输电线路跨越主要河流水功能区划一览表

序号	名称	跨越地点	跨越水体方式	水质标准	是否涉及饮用水水源保护区
1	金沙江	第一次跨越：巴塘县竹巴龙乡下游 2km 处； 第二次跨越：芒康县角比西村上游 1km 处； 第三次跨越：南戈村附近； 第四次跨越：苏哇龙村上游 0.5km 处	一档跨越	III	否
2	巴楚河	巴塘水电站上游约 2km 茶雪村	一档跨越	III	否
3	西曲河	巴塘县竹巴龙乡沃伊贡处	一档跨越	III	否

2.7.5 土壤

项目区土壤类型主要为山地褐土、灰褐土、山地棕壤、山地暗棕壤，各土壤分布情况如下。

(1) 褐土类（巴塘县、芒康县）

褐土主要分布于金沙江及其支流河谷海拔 2600~3700m 的阶地冲积扇和坡

裙上，其土壤多为棕褐色，轻壤，有较强的碳酸盐反映和石灰淀积。这是干暖河谷地带的代表性土类。

(2) 灰褐土类（巴塘县）

灰褐土主要分布于北溪沟中上部山涧、平地 and 干溪坡，以南分布极少。为暗棕色，轻壤，腐殖层明显，有碳酸钙粉末沉淀或石灰块，砾石含量多。

(3) 棕壤土类（巴塘县、芒康县）

棕壤土分布于海拔 3000m~3400m 范围内的局部沟谷中小型洪积扇与坡裙上，为黄色，中壤，有碳酸盐淀积和粘化过程，土体较厚，厚地较好，但坡度大，含石砾多。

(4) 暗棕壤土类（巴塘县）

暗棕壤土类分布于海拔 3600m~3900m 寒冷潮湿的山体中上部，为暗棕色，中壤，土层较厚，有微细的硅质粉末和轻微的铁锰胶膜，但坡地多，质地较粘。

根据现场调查，项目区表土层厚度为 0.1—0.3m 之间，可剥离范围主要为塔基区及施工简易道路区，面积为 6.55hm²，其他区域扰动深度小于 20cm 可采取铺垫措施保护表土资源。表土厚度分布情况见下表。

表 2-18 项目区表土厚度分布情况表

占地类型	可剥离占地面积（hm ² ）	表土厚度（m）	分布区域
耕地	0.40	0.2—0.3	主要位于达嘎顶村、角比西村、贡巴村附近
林地	3.18	0.1—0.2	主要位于草地贡村、竹巴龙乡附近
草地	2.61	0.1	主要位于呷顶村、索多西村、巴塘变电站、巴塘水电站附近

2.7.6 植被

项目沿线各县植被分布如下：

(1) 巴塘县

项目所在区内植被具垂直分布和发育不均性。由于气候、地形、地层岩性的差异，植物随海拔的增高而呈带状有规律更替，在海拔2200~2800m 之间，为干旱河谷灌丛带；2800~2900m，为落叶、阔叶灌丛和稀树灌丛林带；2900~3300m，为针叶、阔叶混交林带；3300~4200m，为亚高山针叶林带。

项目所处海拔在2400m~3500m左右，为干旱河谷灌丛带，落叶阔叶灌丛林带，针叶、阔叶混交林带，亚高山针叶林带，区域植被较多，主要为地衣、苔藓

及少量低矮灌木、杂草，少量乔木。植被破坏后极不易恢复，应注意对原有地表植被的保护，尽量减少破坏。

(2) 芒康县

项目区植物系属高山灌丛植被、暗针叶林植被和森林植被。工程沿线植被类型以乔木林和灌木林为主，主要植物群系有川滇高山栎群系、高山松群系、白桦群系、川西云杉群系、白刺花灌丛群系等。沿线主要植被类型以川滇高山栎、高山松、白桦、川西云杉、白刺花灌丛等为主，工程所在阳坡为川滇高山栎矮林为主，高山栎矮林之下为白刺花、蔷薇、小檗灌丛，阴坡为川西云杉、白桦为主。

根据现场调查项目区的林草覆盖率为 55% 左右。工程区树木种类繁多。工程适生树草种见下表。

表 2-19 项目区适生树、草种特性表

种名	分类	主要形态特性	主要适生地区	适宜立地条件
马尾松	松柏目 松属乔木	一年生板条淡黄褐色，无毛；冬芽褐色。针叶每束 2 根细长而柔韧，边缘有细锯齿，长 12-20 厘米，先端尖锐；树脂管 4-7 个，边生；叶鞘膜质。花单性，雌雄同株；雄花序无柄，柔荑状，腋生在新枝的基部，雄蕊螺旋状排列；雌花序球形，一至数个生于新枝的顶端或上部。	北自河南及山东南部，南至两广、湖南（慈利县）、台湾，东自沿海，西至四川中部及贵州，遍布于华中华南各地。一般在长江下游海拔 600-700m 以下，中游约 1200m 以上，上游约 1500m 以下均有分布。	阳性树种，不耐庇荫，喜光、喜温。适生于年均温 13-22℃，年降水量 800-1800 毫米，绝对最低温度不到 -10℃。根系发达，主根明显，有根菌。对土壤要求不严格，喜微酸性土壤，但怕水涝，不耐盐碱，在石砾土、沙质土、粘土、山脊和阳坡的冲刷薄地上，以及陡峭的石山岩缝里都能生长。
侧柏	侧柏属 乔木	常绿乔木，树皮红褐色，纵裂。小枝扁平。叶鳞片状，小形。球花单生枝顶。球果近卵形。种子长卵形，无翅。	产于中国内蒙古南部、吉林、辽宁、河北、山西、山东、江苏、浙江、福建、安徽、江西、河南、陕西、甘肃、四川、云南、贵州、湖北、湖南、广东北部及广西北部等省区。西藏德庆、达孜等地有栽培。	较耐寒，耐干旱，喜湿润但不耐水淹，耐贫瘠
云杉	松科云杉属 乔木	高达 45m，胸径达 1m；树皮淡灰褐色或淡褐灰色，裂成不规则鳞片或稍厚的块片脱落；小枝有疏生或密生的短柔毛，或无毛，一年生时淡褐黄色、褐黄色、淡黄褐色或淡红褐色，叶枕有白粉，或白粉不明显，二、三年生时灰褐色，褐色或淡褐灰色。	以华北山地分布为广，东北的小兴安岭等地也有分布。产于陕西西南部（凤县）、甘肃东部（两当）及白龙江流域、洮河流域、四川岷江流域上游及大小金川流域。	云杉耐阴、耐寒、喜欢凉爽湿润的气候和肥沃深厚、排水良好的微酸性沙质土壤，生长缓慢，属浅根性树种。
金露梅	蔷薇科 委陵菜属	株高约 1.5m，树冠球形，树皮纵裂、剥落，分枝多。幼枝被丝状毛。羽状复叶集生，长椭圆形至条状长圆形，全缘边缘外卷。花单生或数朵排成伞房状，黄色，径 2~3cm。	分布于中国黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、陕西、甘肃、新疆、四川、西藏。	生性强健，耐寒，喜湿润，但怕积水，耐干旱，喜光，在遮阴处多生长不良，对土壤要求不严，在沙壤土、素沙土中都能正常生长，喜肥而较耐瘠薄。
白刺花	豆科 苦参属	植株丛生或单生，株高 2 至 3 米，树干深黑褐色，有纵裂新枝绿	分布于华北、陕西、甘肃、河南、江苏、	喜光，耐寒，耐干旱贫瘠。

种名	分类	主要形态特性	主要适生地区	适宜立地条件
		色，有短毛，老枝褐色，枝条有锐利的针状刺；奇数羽状复叶，托叶针刺状，宿存，小叶11至21枚，叶片椭圆形或长倒卵形，长0.4至1.2cm，宽0.4至0.7cm，色墨绿，背面颜色稍浅，有短柔毛。	浙江、湖北、湖南、广西、四川、贵州、云南、西藏等地。	
胡枝子	蝶形花科	速生，根系发达，生有根瘤菌，萌芽力强	华北和东北南部、华中、华东以及西北部分地区的土石山区，海拔2000m以下的沟谷、河岸、丘陵、低山、阴坡	极耐寒，耐旱，耐瘠薄，耐轻度盐碱
黑麦草	早熟禾科	一年生或多年生草本。株高70~100cm，有时可达1米以上。茎秆丛生，质地较软。叶在芽中呈折叠状，叶鞘光滑，叶耳细小，叶舌短而不明显。穗状花序，小穗含小花6~11朵，无外颖。无芒，内稃与外稃等长。	西南地区及四川盆地均有不同面积的分布。	喜温暖湿润气候，适宜生长在冬无严寒、夏无酷暑的地区，气温25℃左右，年降雨量在1000~1500mm生长最适宜，10℃亦能较好生长，能耐-15℃的低温。要求肥沃粘壤土，沙质土壤生长不良，适宜土壤PH值为6~7，耐热性差。
茅草	禾本科	匍匐根状茎黄白色，细长，横走地下，甜而可食。节上生褐色鳞片和不定根。秆直立，高30~80厘米，具2~3节节上有长柔毛。叶片线形或线状披针形，叶背有坚硬而突出的主脉，叶鞘无毛或鞘口具纤毛，叶舌小，干膜质。	产于中国河南、辽宁、河北、山西、山东、陕西、新疆、四川等地。	耐干旱和瘠薄。
冷地早熟禾	禾本科	秆直立或有时基部稍膝曲，高15~60cm，直径0.5~1mm，具2~3节。叶鞘平滑，基部者紫红色；叶舌膜质，长0.5~3mm；叶片质较硬，内卷或对折。圆锥花序，狭窄，短小，长圆形，长2~15cm，宽约1cm。颖果纺锤形，成熟后褐色。千粒重0.36~0.50g。	分布于中国西藏东南部、四川西部、甘肃南部、青海、新疆和云南。	具有广泛的生态适应性，抗旱能力较强，耐盐碱，耐瘠薄，在pH7-8.3的土壤上种植，生长良好。抗寒，幼苗能耐-5至3℃低温成株，冬季-38.5℃也能安全越冬
高羊茅	乔本科羊茅属	秆密丛生，具条棱，高30~60cm。叶片内卷成针状，质地软。圆锥花序紧缩，长2~5cm，分枝常偏向一侧，小穗椭圆形，绿色或淡紫，含3~6朵小花。	分布于中国广西、四川、贵州。	中旱生，耐低温、瘠薄。
披碱草	禾本科	短期多年生草本植物，须根系，茎直立，疏丛状，株高70~85cm，叶鞘无毛，包茎，叶披针形，扁平或内卷，呈灰绿色。	能适应北方各种类型的土壤，在我国主要分布在东北、华北、西北等地。	具有抗寒、抗旱、耐盐碱、抗风沙性，喜湿润和排水良好的土壤，但对土壤要求不严，耐瘠薄。

2.7.7 其他

本工程不涉及自然保护区、生态功能保护区、森林公园、河流两岸、湖泊和水库周围的植物保护带等需要特殊保护的地区，亦无珍稀动植物栖息地或特殊生态系统、重要湿地等生态敏感与脆弱区。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》、《关于严格开发建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》（[2007]184号文）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）等相关规定，本工程选址（线）水土保持制约性因素分析见下表。

表 3-1 工程与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

序号	约束性条件	本工程情况	分析评价
1	第十七条：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	不涉及	符合要求
2	第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	不涉及	符合要求
3	第二十条：禁止在 25 度以上陡坡地开垦种植农作物	本工程不属农林开发项目，同时迹地恢复不在 25 度以上陡坡地开垦种植农作物，符合要求	符合要求
4	第二十一条：禁止毁林、毁草开垦和采集发菜。禁止在水土流失重点预防区和重点治理区铲草皮、挖树兜或者滥挖虫草、甘草、麻黄等	本项目建设会占用一定的林地、草地和耕地，但不涉及铲草皮、挖树兜或者滥挖虫草、甘草、麻黄等	符合要求
5	第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防和重点治理区，无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失	本工程所经的四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县在两区划分的金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区内，本方案将按青藏高原区一级标准防治，优化施工工艺，如采用挖孔桩、掏挖式基础、塔基高低腿，提高目标值，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理措施以减小因工程建设带来的不利影响	符合要求
6	第二十五条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应该编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土方案，采取水土流失预防和治理措施	建设单位已委托我公司开展本工程的水土保持方案编制工作	符合要求
7	第二十六条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的，生产建设项目不得开工建设	不涉及	符合要求
8	第二十八条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害	本项目余土 0.63 万方在塔基范围平摊处理，其余堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场，两个水电站的弃渣场均为水利部水保方案批复的弃渣场。	符合要求
9	第三十二条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理	工程建设将损坏水土保持设施，本方案将计列水土保持补偿费，由建设单位缴纳，专项用于水土流失预防和治理	符合要求
综上所述，本工程符合水保法的相关规定			

表 3-2 工程与 184 号文的符合性分析

序号	约束性条件	本工程情况	分析评价
1	在山区、丘陵区、风沙区的开发建设项目，对原自然地貌的扰动率超过 70%，或对林草植被的破坏率超过 70%的方案技术评审不予通过	工程建设之前对表层土进行人工剥离，并加强了堆存期间的防护措施，施工结束后可以利用作为绿化表土回覆	符合评审要求
2	工程的土石方平衡、废弃土石渣利用达不到规范要求	本工程土石方挖方尽量用于回填，线路工程塔基余土 0.63 万方在塔基范围平摊处理，其余堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。	符合评审要求
3	《促进产业结构调整暂行规定》（国发[2011]9 号）、国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录》中限制类和淘汰类产业的开发建设项目	本工程不属于《促进产业结构调整暂行规定》中限制类和淘汰类产业的开发建设项目	符合评审要求
4	《国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》确定的禁止开发区域内不符合主体功能定位的开发建设项目	本工程不属于《国民经济和社会发展规划第十四个五年规划纲要》确定的禁止开发区域	符合评审要求
5	分期建设的开发建设项目，其前期工程存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的方案不予批准	不涉及	符合评审要求
6	同一投资主体所属的开发建设项目，在建及生产运行的工程中存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的方案不予批准	不涉及	符合评审要求
7	处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区内可能严重影响水质的开发建设项目，以及对水功能二级区的饮用水源区水质有影响的开发建设项目方案不予批准	不涉及	符合评审要求
综上分析，本工程符合 184 号文规定			

表 3-3 工程与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

项目	规范所列约束性规定	本工程情况	分析评价
项目约束性规定	1 主体工程选址（线）应避免 1、水土流失重点预防区和重点治理区；2、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；3、全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	本项目经过的四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，本方案将按青藏高原区一级防治标准，同时提高防治标准值，优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理措施，工程选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周围的植物保护带；项目沿线占地范围内没有监测站、试验站和观测站。	工程选线、选址能满足约束性规定的要求
	2 山丘区输电工程塔基应采用不等高基础，经过林区的应采用加高杆塔跨越方式。	塔基区采用不等高基础。尽量避开林区，穿越林区，采用采用加高杆塔跨越，减少林木砍伐。	符合要求
	3 对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目，建设方案应符合下列规定：1、应优化方案，减少工程占地和土石方量。2、截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。3、宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。4、提高植物措施标准，林草覆盖率应提高1个~2个百分点。	1、采取设置索道运输材料、余土在塔基范围内和水电站弃渣场处理、采用塔基高低腿和掏挖式、人工挖孔桩基础减少土石方，减少地表扰动和植被破坏。2、临时堆土采取了彩条布铺垫、苫盖等措施，采用机械化施工，严控水土流失，同时提高截排水工程设计标准至2级。3、本工程为输电线路工程，塔基分散且占地较小，塔基区已采取排水沟和消能措施，不需布设沉沙措施。4、林草覆盖率提高了2个百分点。	符合要求
不同水土流失类型区的特殊规定	青藏高原区应符合下列规定：①应严格控制施工扰动范围，保护地表、植被；②高原草甸区应注重草皮的剥离、保护和利用；③防护措施应考虑冻害影响。	①采用索道运送材料减少修筑道路长度带来新的扰动和破坏植被；②本项目未涉及高原草甸；③在工程措施中充分考虑冻害的影响。	符合要求

经表 3-1、3-2、3-3 分析，本工程选址（线）不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；鉴于线路工程位于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区且无法避让，本方案将采取设置索道运输材料、余土在塔基范围内和水电站弃渣场处理、采用塔基高低腿和掏挖式、挖孔桩基础减少土石方，减少地表扰动和植被破坏，同时加强防护、治理措施，提高植物措施、截排水、拦挡等工程措施标准。故主体选线无影响线路工程成立的制约性因素。主体工程采取优化施工工艺和建设方案减少扰动和土石方对比情况见下表。

表 3-4 优化施工工艺和建设方案减少扰动和土石方对比情况表

施工工艺和建设方案	常规扰动面积或土石方量	优化后扰动面积或土石方量	变化情况
索道运输材料	人抬道路 80km，占地面积 8hm ²	人抬道路 40km，占地面积 4hm ²	减少扰动面积 4hm ²
余土在塔基范围内和水电站弃渣场处理	分散选用弃渣场占地面积约 0.83hm ²	未新增占地	减少扰动面积 0.83hm ²
采用塔基高低腿和掏挖式、挖孔桩基础	单基大开挖式基础、斜柱式基础挖方在 130~160m ³ 之间，填方在 60~80m ³ 之间，弃方在 70~90m ³ 之间。线路工程挖方约 8.4 万 m ³ ，填方 4.05 万 m ³ ，余方 4.35 万 m ³	单基掏挖式基础、挖孔桩式基础挖方在 70~110m ³ 之间，填方在 50~70m ³ 之间，弃方在 25~40m ³ 之间。线路工程挖方约 4.68 万 m ³ ，填方 3.48 万 m ³ ，余方 1.63 万 m ³	线路工程土石方减少量：挖方约 3.72 万 m ³ ，填方 0.57 万 m ³ ，余方 2.72 万 m ³

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

3.2.1.1 本工程与水土保持敏感区位置关系

本项目经过的四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区且无法避让，本方案将提高防治指标值，优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理措施。

本线路工程最近塔基（跨江塔）距离竹巴笼自然保护区实验区约 350m，不在自然保护区实验区内设置临时施工场地和施工简易道路，对其不会产生影响。本项目主体工程设计线路选线为了避让竹巴笼省级自然保护区和区域内的Ⅰ级保护林地，于曲弄龙附近折向西北，跨越金沙江至西藏芒康县角比西，在西藏自治区芒康县境内沿金沙江右岸山顶走线，然后在四川省巴塘县竹巴龙乡南侧跨越金沙江向北走线。

3.2.1.2 工程建设方案

(1) 巴塘变电站扩建工程建设方案

本期扩建工程在变电站预留场地内扩建，不需站外征地，扰动面积相对较小，开挖土石方工程量较小，有效减少了对原地貌、地表植被的扰动，符合水土保持要求。

(2) 线路工程建设方案

本工程线路地处中高山区，结合以往工程经验余土采用在塔基区采取措施平摊和水电站弃渣场堆放，减小并节约占地，符合水土保持要求。主体工程设计中

优先考虑掏挖式、挖孔桩基础及高低腿组合，减小了平台基面和基础开挖量，设计方案合理，有利于水土保持。

线路经过林区时采用高塔跨越方式通过，线路在通过林区和集中树林时，按树木自然生长高度 18m 进行跨越。尽量减少树木的砍伐，保护植被。

线路工程可利用的施工道路主要为 S501 省道、乡道 Y572、G318 国道、G214 国道、苏洼龙水电站的进站道路、附近乡村道路、巴塘~乡城 500kV 线路工程及芒康~巴塘 500kV 线路工程施工道路，整体可以利用的道路较多。部分区域不能满足施工要求，尽量利用原有道路，对其进行拓宽以满足施工需要，尽量减小了新修施工简易道路造成的地表扰动，施工交通布局合理。根据线路走向及长度，结合以往同地区线路工程建设经验，采用索道运输施工材料，施工时仅对部分区域需砍除沿线灌木杂草修建人抬道路，尽量减小了新修道路造成的地表扰动，施工交通布局合理。

线路工程无法避让金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，已将截排水工程提高为 2 级标准，同时提高植物措施标准为 1 级植被建设工程，林草覆盖率已提高 2 个百分点。

综上所述，本工程建设方案和布局合理。

3.2.2 工程占地评价

本工程总占地面积 26.05hm²，其中永久占地 5.47hm²，临时占地 20.58hm²，其中永久占地占总用地的 21.00%，主要是巴塘变电站扩建工程和线路工程塔基占地，施工结束后主要形成塔基立柱硬化面积和变电站扩建区域硬化面积，部分区域为塔基区绿化、排水沟、挡墙等；巴塘变电站扩建地坪铺设碎石；临时占地在施工结束后一般可恢复为土地原有用途。

根据主体工程设计资料分析，本项目主体工程设计只统计了巴塘变电站扩建工程和塔基区占地数量，部分临时占地主体工程设计未单独计列具体占地面积数量，本方案根据主体工程资料重新统计了塔基施工临时占地、牵张场、人抬道路、索道、跨越施工临时占地、施工简易道路等施工临时占地面积。

根据《电力工程项目建设用地指标》(建标[2010]78 号)要求，增加 1 回 500kV 变电站间隔扩建用地指标为不超过 0.44hm²，巴塘 500kV 变电站扩建工程用地面

积为 0.20hm²，符合电力工程建设用地指标要求。本工程线路塔基永久占地约 0.071hm²/km，与工程区内同类工程基本相当。总体，土地占用面积在用地指标控制范围内。经现场踏勘，结合区域土地利用现状图分析，本工程占地情况如下：

表 3-5 项目占地类型表 单位：hm²

项目组成		占地性质			占地类型							备注
		永久占地	临时占地	合计	耕地	林地			草地	公共管理与公共服务用地	合计	
					旱地	乔木林地	灌木林地	小计	其他草地	公共设施用地		
巴塘变电站	扩建工程	0.20		0.20						0.20	0.20	
	小计	0.20		0.20						0.20	0.20	
苏洼龙水电站~巴塘500kV变电站线路工程	塔基占地	5.27		5.27	0.4	0.69	2.12	2.81	2.06		5.27	共 136 基
	塔基施工临时占地		9.69	9.69	0.78	1.18	3.67	4.85	4.06		9.69	
	牵张场		2.86	2.86			0.88	0.88	1.98		2.86	13 处，2200m²/处
	跨越施工临时占地		0.20	0.20			0.05	0.05	0.15		0.2	5 处，400m²/处
	索道		2.55	2.55			0.9	0.9	1.65		2.55	102 处，250m²/处
	人抬道路		4.00	4.00			1.41	1.41	2.59		4	40km，宽 1m
	施工简易道路		1.28	1.28			0.37	0.37	0.91		1.28	6.5km，拓宽路面宽度 1.0m
	小计	5.27	20.58	25.85	1.18	1.87	9.4	11.27	13.4		25.85	
合计		5.47	20.58	26.05	1.18	1.87	9.4	11.27	13.4	0.20	26.05	

说明：部分临时占地主体工程设计未单独计列具体占地面积数量，本方案根据主体资料重新统计相关占地面积，黑体字表示本方案补充面积。

本项目占用的土地类型主要为林地、耕地、草地、公共管理与公共服务用地等，未占用基本农田、高生产耕地和 I 级保护林，根据输变电工程的特点，工程永久占地为巴塘变电站扩建工程区及塔基区，施工结束后，除塔基立柱硬化外，塔基占用面积都恢复植被；施工期间塔基施工临时占地、牵张场、人抬道路、索道、跨越施工临时占地、施工简易道路等施工临时占地为工程建设而设置的，施工临时场地区数量和施工道路等满足本项目施工要求，临时面积占总占地面积的 71.3%，施工期间扰动土地在结束后临时占地有条件恢复至原土地利用方式，区域景观的恢复度较高。

综上，从水土保持角度出发，工程占地类型主要是林地、耕地、草地、公共管理与公共服务用地，在施工结束后采取迹地恢复措施，基本可以满足用地要求；严格控制用地范围，对周边产生的影响较小，符合水土保持少占地的原则，临时占地亦满足施工要求。

3.2.3 土石方平衡评价

经统计,本工程土石方总工程量为挖方 4.94 万 m^3 (自然方,下同,其中表土剥离 0.48 万 m^3),填方 3.29 万 m^3 (其中表土利用 0.48 万 m^3),余方 1.65 万 m^3 。其中巴塘变电站扩建工程余方 0.02 万 m^3 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放,线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m^3 拟于塔基区内摊平处置(平摊高度约 25~30cm),余土摊平于塔基区内对塔基安全无影响,其余较陡或产生余土较多的塔基余土 1.0 万 m^3 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。

3.2.3.1 表土平衡分析

(1) 可剥离表土量分析

本工程主要占地类型为耕地、林地、草地、公共管理与公共服务用地等,根据现场踏勘情况,项目区可剥离的表土厚度约为 10~30cm。考虑到项目所处区域及项目建设特点,方案中根据项目区不同土地类型的立地条件进行剥离,根据工程建设对地表的扰动程度、可剥离区域以及剥离厚度,分析项目区的表土剥离量。

线路工程除塔基区和施工简易道路有土建活动,对地表的损坏严重,综合考虑原占地类型、土壤条件及施工可操作性,以及尽量减小新的扰动和破坏等因素,对这两个区域可根据土地类型剥离相应厚度的表土。本方案拟对余土平摊在塔基范围内的塔基永久占地全部进行剥离表土,余土外运的塔位仅对基础开挖及其周边范围剥离,施工简易道路拓宽侧全部剥离表土。其余临时用地区域都是临时占地且无土石方的开挖、回填,扰动时间较短,因此在采取一定的临时铺垫措施前提下,尽量减少对原地表的扰动破坏,本着预防保护的原则,可不剥离表土。

(2) 需土量分析

主要对塔基区和施工简易道路区剥离表土,在施工结束后,按恢复使用用途的不同,覆相应厚度表土,进行恢复植被。

结合主体资料分析及相似工程经验,本项目需要表土回覆的区域主要为塔基撒播种草绿化迹地恢复和施工简易道路后期植被恢复需要表土回覆的区域。

(3) 表土堆放位置分析评价

线路工程塔基区剥离表土 0.33 万 m^3 堆放在塔基施工临时占地区，用于后期表土回覆绿化。施工简易道路区剥离表土 0.15 万 m^3 采用土袋进行装袋，堆放于道路下边坡进行拦挡。表土堆存期间，因地制宜设置临时拦挡措施、临时覆盖措施等。

各涉及表土剥离的区域剥离表土尽量堆放于周边空闲区域内，均考虑按就近集中统一堆放原则，临时堆存即可，堆存期间不对工程施工造成影响。减少运输和新增扰动占地，在施工结束后及时表土回覆绿化。

综上所述，本工程表土剥离表土量和堆放位置合理。

3.2.3.2 主体工程的土石方平衡

经统计，本工程土石方总工程量为挖方 4.94 万 m^3 （自然方，下同，其中表土剥离 0.48 万 m^3 ），填方 3.29 万 m^3 （其中表土利用 0.48 万 m^3 ），余方 1.65 万 m^3 。

巴塘变电站扩建工程：产生余方 0.02 万 m^3 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放。

线路工程：线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m^3 拟于塔基区内摊平处置（摊平高度约 25~30cm），每基铁塔产生余土在余土 90~200 m^3 之间，摊平于塔基区内对塔基安全无影响，其余余土 1.0 万 m^3 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场，同时可以减少设置弃渣场占地，减少水土流失，而且两个水电站弃渣场正在进行堆渣，在本项目土石方施工期间尚未闭库，施工时序满足相应外运堆渣要求。

主体工程设计考虑把较陡或产生余土较多的塔基分别运送至苏洼龙、巴塘水电站 1 号弃渣场。塔基立塔区域地形条件较陡（坡度 $>25^\circ$ ），如果将余方堆放在塔基区范围内，主体工程增加挡土墙或护坡进行挡护存在不稳定因素，可能带来新的水土流失。主体工程设计考虑采用索道或人抬道路（平均人抬平均运距约 800m）将较陡或产生较多余土塔位从塔基运送至附近索道下侧余土中转场，待余土收集完毕后由汽车运送至水电站弃渣场。巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场均有桥梁和连接已有现有道路，无需新修运渣道路，其中最小运距为 1km，最大运距为 38km，大部分余土运距在 15km 左右，余土外运是可行

的，在运送过程中应做好余土遮盖，避免运输过程散落。

塔基临时开挖土用在塔基施工临时占地进行临时堆放，单基临时堆土面积在 $200 \sim 250\text{m}^2$ 左右，塔基临时堆土总面积约 3.12hm^2 ，堆高不超过 2m ，堆放过程中采用编织土袋进行临时挡护。

从水土保持角度分析，工程建设中尽可能利用开挖土石方，将开挖土石方作为回填料使用，减小了弃方量及占地面积，降低工程投资和新增水土流失量。本项目余方尽量在塔基占地区内就地回填平摊处理，其余弃方运送至水电站弃渣场进行堆放，减少弃方堆放面积和扰动程度，处理方式合理可行。但由于各工程开挖、回填施工时序的不同，项目在建设过程中要加强临时堆土的防护措施设计。另外，结合工程地形特点，建议在后续设计阶段继续优化设计，减少土石方量。

综上所述，本工程土石方平衡合理。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

工程区不需单独设置取土（石、料）场，本工程所用砂、石考虑就近在有开采许可证的采砂、采石场购买。其水土流失防治责任相应由砂、石料场自行负责，避免了工程单独开挖采石、采砂造成的水土流失。

3.2.5 弃渣场设置评价

本项目未单独设置弃渣场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 巴塘变电站扩建工程施工方法与工艺

扩建变电站的土建工程施工主要包括：构筑物基础——构筑物上部结构——站区零星土建收尾。土石方工程基础均采用人工开挖、人工回填的方式。基坑回填须待各构筑物结构施工完且验收合格后方可进行，避免重复开挖，土石方尽量做到随挖随填，土石方开挖和扰动面积较小，符合减少水土流失的要求。

本工程临时施工占地在变电站内即可解决，可减少施工场地在站外租地带来新的扰动，符合减少扰动面积的水保要求。

施工用水可利用原有变电站站内生活用水。

建筑材料来源：本工程所用砂、石考虑就近在有开采许可证的采砂、采石场

购买。其水土流失防治责任相应由砂、石料场自行负责。

变电站工程施工工艺和方法基本符合水土保持要求。在施工中应根据实际情况进一步加强采取相应的临时措施以最大限度的减小新增水土流失。变电站采用先进的施工工艺可适当减少土石方开挖和回填所带来的水土流失,同时建筑材料购买成品料,避免了工程新增料场占地,同样减少了水土流失,因此基本符合水保要求。

3.2.6.2 线路工程施工方法与工艺

(1) 施工布置情况

线路工程可利用的施工道路主要为S501省道、乡道Y572、G318国道、G214国道、苏洼龙水电站的进站道路、附近乡村道路、巴塘~乡城500kV线路工程及芒康~巴塘500kV线路工程施工道路,整体可以利用的道路较多。部分路段乡村道路不能满足施工要求,需进行拓宽,拓宽施工简易道路长度约6.5km,拓宽路面宽度1m,占地面积为1.28hm²。施工过程中采取彩条布进行坡面临时防护,后期采用灌草结合进行绿化以确保边坡稳定。填方地段主要利用开挖路基的土石方进行填筑,施工过程中采取彩条布进行坡面临时防护,后期采用灌草结合进行绿化以确保边坡稳定。

主体设计尽量靠近现有乡村公路走线,改善线路交通条件。但部分塔基远离道路,需临时开辟人抬道路,以满足人抬或畜力运输要求,估算新修人抬道路40km(宽1m),占地面积4.00hm²。

总体上,水保方案提出人抬道路和施工简易道路占地边坡施工结束后进行土地整治和迹地恢复。

牵张场设置:线路架线时采用张力放线,减少了架线时对通道走廊林草植被的砍伐。

跨越施工临时占地:线路在跨越其它输电线路等时搭建简易脚手架采用空中跨越方式架线,远距离跨越时采取飞艇放线,减少了跨越施工的扰动范围,施工组织方式合理。

材料站设置:线路工程拟集中设置多处材料供应站以满足线路的施工材料供应要求,材料站租用城(镇)内带院落的民房,不另占地,使用完后,拆除搭建

的临时棚库，交还业主，不新增水土流失，该面积不计入本方案工程建设区内。

索道设置：全线设置索道 102 处运输线路施工材料，可有效减少新修人抬道路长度，减少扰动地表面积。余土中转场布置在索道下侧占地范围内可减少新增扰动地表面积。

生活区布置：线路工程施工呈点状分布，每点施工周期短，线路土石方工程施工时大都雇用当地民工，生活区租用民房，减少了设置专门生活区产生的扰动。

以上施工布置较为合理，既满足工程建设需要，同时也减少了施工扰动，减少了对水土保持设施的损坏。

线路工程铁塔基础、施工简易道路拓宽施工经历雨季，雨水冲刷是本区域造成水土流失的主要因素，在没有任何防护措施的前提下，该时段进行土建施工将大大增加工程建设造成的水土流失量，同时可能产生因水土流失引发的堆土垮塌、沟道淤塞等问题，增加工程的施工难度。因此，本方案建议建设单位合理安排施工工期，将主要土建施工时段避开雨季，若不能避开雨季，则应避免在暴雨天气施工。平时应做好塔基、施工简易道路及施工临时堆土的挡护措施和临时排水措施。

(2) 施工方法与施工工艺评价

线路工程施工工艺：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及调整几个阶段。对水土保持影响较大的是施工准备、基础施工两个阶段。

(1) 施工准备期预先剥离表土可保护土壤熟土耕作层不被破坏殆尽。

(2) 铁塔基础开挖前设置挡土墙或开挖出小平台，除保障施工安全外还可很好的减少水土流失；同时先修砌排水沟，防止施工期间地表径流对开挖面和临时堆土冲刷。

(3) 对施工严格要求：凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

(4) 表土剥离工艺

本工程施工准备期预先剥离表土，有利于表土资源的再利用。

在剥离表土前，需对开挖区域内的树桩、树根、杂草、垃圾、废渣等有碍物进行人工彻底清除；塔基区和施工简易道路区采用人工开挖的方式剥离表土，剥

离后将表层土装袋，在施工期做挡护用，施工结束时用做绿化用土。

表土剥离平整、堆放平整时应采取就近原则，开挖及回填时应保证表土回填前土块有足够的保水层。

(5) 塔基临时开挖土挡护及外运余土防散落工艺

在平台、基础等土石方施工时，开挖出的土石方堆放在塔基施工空隙地（平缓区和较陡区），为避免在施工活动的扰动下产生流失，将剥离表土全部装袋，对临时堆土采用编制土袋进行挡护。

主体工程设计考虑采用索道或人抬道路（平均人抬平均运距约 800m）将较陡或产生较多余土塔位从塔基运送至附近索道下侧余土中转场，待余土收集完毕后由汽车运送至水电站弃渣场。在运送过程中应做好余土遮盖，避免运输过程散落。

施工时先进行挡土墙、排水沟施工，遵循了“优先保护、先挡后弃”的原则，排水措施实施适时；施工中采用掏挖式、挖孔桩基础与高低腿结合的方式，尽量减少了土石方开挖量；以上施工方法及工艺均符合减少水土流失的要求。

3.2.7 主体工程设计中具有水保功能工程的评价

3.2.7.1 巴塘变电站扩建工程

经现场调查，巴塘变电站站址范围内已按主体设计要求修建了好护坡、排水沟并采取铺设碎石等措施，基本能达到相应的水土保持要求。变电站需坚持有效维护，并重视本期扩建工程扰动范围内的治理。

变电站扩建工程中具有水保功能措施如下：

(1) 扩建场地内绝缘地坪

扩建区域混凝土绝缘操作地坪起到了固土硬化、防止水土流失的效果。但该工程仍以主体防护功能为主，不计入水土流失防护体系。

(2) 铺设碎石

根据现场调查，变电站站内扩建建设场地为铺设碎石，本期建设结束后，对扩建区内扰动破坏的地表，应恢复原貌。只需合理的安排施工工序，该措施计入水土保持投资。

综上所述，因本期变电站扩建在站内预留场地建设，不存在工程选址和场地

平整问题，同时前期工程设计的拦挡防护体系，雨水排水汇流系统及站区铺设碎石，对于本期工程建设都有较好的防止水土流失的作用。

通过合理的施工工艺流程能满足水保要求，对于施工中的临时堆土虽然采取了集中堆放，但缺少临时挡护措施，如顶面用彩条塑料布覆盖。这些均在本方案进行补充。

3.2.7.2 线路工程

(1) 塔基区具有水土保持功能措施的分析与评价

本工程目前设计阶段塔位具体位置尚未完全确定，主体工程设计采取的挡土墙、护坡、排水沟等数量都是估列，对于护坡、排水沟设置的具体位置，型号、规格、尺寸以及结构方式和标准均按常规设计方法进行计列，由于项目区地处青藏高原边缘，建议在水泥砂浆中添加抗冻材料。

① 边坡防护工程

对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上边坡均采用浆砌块石护坡防护。

浆砌石护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用块石砌筑，对塔基边坡起保护作用。塔位护坡可能是大面积的，也可能是局部范围的，应根据现场具体情况而定。护坡坡脚一般置于原状土土层上，山坡坡度小于 50° ，用 M5 水泥砂浆砌筑、勾缝，并每隔 2m 设一个泄水孔。本工程线路护坡主要布设在局部高陡边坡塔位，浆砌石护坡外露高度不大于 6m，当边坡高度大于 6m 时，采取分级护坡。主体设计塔基浆砌石护坡工程量为 $342\text{m}^3/456\text{m}^2$ ，其中巴塘县境内浆砌石护坡工程量为 $190\text{m}^3/253\text{m}^2$ ，芒康县境内浆砌石护坡工程量为 $152\text{m}^3/203\text{m}^2$ 。浆砌石护坡具有良好的水土保持功能，界定为主体工程已列水土保持措施。

② 挡土墙工程

在部分塔位降基开挖基面土方若破坏了原有土体稳定平衡状态，或高低腿间斜坡因基础面积小无法放坡，或少数塔位因受线路走廊限制，不可避免地位于土体稳定较差的地段等，由于上述几种情况基面坡度陡，若砌筑护坡不能起挡土作用时，主体工程设计会采取浆砌挡土墙的措施进行挡护。

挡土墙的结构形式较多，在线路上一般采用仰斜型重力式挡土墙，毛石强度等级选用 MU20 块石，砂浆强度等级选 M5，墙体高度 3m 以内居多，墙体尺寸根据工程地质、地形情况、塔的大小等因素选用。

挡土墙的墙基应在原状土层上，并每隔 2m 设一个泄水孔，预埋设 $\phi 50$ 的 PVC 塑料管。当墙体较长时，每隔 10~20m 设置伸缩缝。当地基有变化时，需加设沉降缝。本工程线路挡土墙主要布设在局部高陡边坡塔位，挡墙型式采用直立式挡土墙，主体设计塔基浆砌石挡土墙工程量 801m³，其中巴塘县境内浆砌石挡土墙工程量 445m³，芒康县境内浆砌石挡土墙工程量 356m³。浆砌石挡土墙具有良好的水土保持功能，主要为了主体工程安全设计，不界定为主体工程已列水土保持措施。

③ 塔基排水沟

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离 ≥ 4 m 处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。大多数情况下只需开设 1 道排水沟，当汇水面范围很大时，需开设 2 道排水沟，且沟的横断面尺寸应加大。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处，主体共布设浆砌石排水沟工程量 398m/180m³，其中巴塘县境内浆砌石排水沟工程量 243m/110m³，芒康县境内浆砌石排水沟工程量 155m/70m³。根据地貌和降水情况不同，排水沟断面尺寸范围为 300mm $\times$ 300mm。塔基排水沟具有良好的水土保持功能，界定为主体工程已列水土保持措施。

a. 排水沟型式

排水沟均采用浆砌石，沟底纵坡 2~4%，施工时根据实际地形情况作适当调整，以保证排水沟水流顺畅。

b. 排水沟坡面洪峰流量的确定

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)，排水沟按 3 级标准进行设计，采用为 3 年一遇短历时暴雨排水工程设计标准。由于本工程经过的四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县在两区划分的金沙江岷江上游及三江并流

国家级水土流失重点预防区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》中规定：截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。故排水沟按 2 级标准进行设计，采用为 5 年一遇 10min 最大降雨量暴雨排水工程设计标准。

坡面洪水设计径流量公式：

$$Q_m = 16.67 \Phi q F$$

式中： Q ——设计径流量(m^3/s)；

Φ ——径流系数；

q ——设计重现期平均 1min 降雨强度(mm/min)；

F ——汇水面积(km^2)。

根据相关水文气象资料计算并结合工程区实际地形地貌，径流系数 Φ 取 0.70。根据提供的降雨资料显示项目区内 5 年一遇 10min 最大降雨强度为 9.27mm（取两个地区的最高值）。根据现场踏勘调查、咨询当地施工单位及对比周围类似工程，得知单基塔的汇水面积一般在几百到几千平方米不等，个别会超过一万平方米（主体选线都会尽量避开这种位置），以最不利情况考虑，汇水面积取 0.01 km^2 。经计算，坡面洪水设计洪峰流量为 0.11 m^3/s 。

c. 排水沟排水能力校核

$$A = \frac{Q_b}{C\sqrt{Ri}}$$

截水沟排水能力按明渠均匀流公式计算

式中： A ——排水沟的断面面积；

C ——谢才系数；

R ——水力半径， $R = 0.10m$ ；

i ——排水沟坡降， $i = 2\% \sim 4\%$ 。

拟定排水沟断面尺寸为：300mm×300mm。经计算，其 Q_b 值为 0.16 ~ 0.23 m^3/s ，大于设计洪峰流量 0.11 m^3/s ，因此，设计排水沟可以通过降雨形成的坡面径流。

④ 主、被动网挡护

主动防护网是以柔性网覆盖包裹在所需防护斜坡或岩石上，以限制坡面岩石土体的风化剥落或破坏以及危岩崩塌（加固作用），或将落石控制于一定范围内运动（围护作用），主要结构为：边沿（或上沿）钢丝绳锚杆+支撑绳+缝合绳。

主动网是为了防止破碎岩体崩落而危及塔基安全而设置。

临近公路的塔基下边坡布设被动防护网。被动网以钢柱和钢丝绳网连接组合构成一个整体，对所防护的区域形成面防护，从而阻止崩塌岩石土体的下坠而危及公路行车安全。被动防护网的布设以安全为主。主体工程设计共采用主动网 500m²(芒康县境内 204m²,巴塘县境内 296m²),被动网 750m²(芒康县境内 326m²,巴塘县境内 424m²)。被动网挡护具有良好的水土保持功能，主要为了主体工程安全设计,不计列为具有水土保持功能的措施。主动网挡护可有效防治水土流失,具有良好的水土保持功能，计列为具有水土保持功能的措施。

结论:为减少施工过程中引起的水土流失,本方案将补充设计相应剥离表土和后期迹地恢复等措施。

(2) 塔基施工临时占地区的水土保持分析与评价

塔基施工临时占地主要用于堆放塔基临时堆土及各种施工材料。由于各种材料的堆放,占压了原地表,特别是临时堆土的堆放极易引起水土流失,主体工程中没有设计具有水保功能的相关措施。

结论:为减少施工过程中引起的水土流失,本方案将补充设计相应临时防护措施、迹地恢复措施。

(3) 牵张场区水土保持功能分析与评价

线路工程导线架设采用张力放线,全线需设置牵引场和张力场,场地靠近公路,地形开阔、平坦易于平整和排水。每处牵张场地占地面积都较小,主要用于牵、张机械工作、线材装卸、堆放。场地在使用过程中处于裸露状态,使用时间短。

在架线施工的短时间(一般不大于一个月)内,总体上对周边造成的水土流失影响较小。

结论:牵张场使用历时较短,扰动相对较轻,施工过程中需补充铺垫措施,使用结束后经清理、平整、翻挖即可恢复原来的使用状态,对原占地进行迹地恢复。

(4) 跨越施工占地

本工程在施工期间对跨越施工临时占地产生一定的扰动,搭建的脚手架对地

表植被造成一定的破坏,主体工程设计中没有采取其它的水保措施,在暴雨时段,仍然有水土流失问题。

结论:施工过程中需补充铺垫措施,使用结束后需增加对场地进行清理、平整,并采取迹地恢复措施。

(5) 索道

本工程在施工期间对架设索道临时占地产生一定的扰动,搭建的索道构架、堆放材料和外运余土临时堆放对地表植被造成一定的破坏,主体工程设计中没有采取其它的水保措施,仍然可能存在水土流失问题。

结论:施工过程中需补充铺垫措施,对外运余土临时堆放采取苫盖、临时挡护措施,使用结束后需增加对场地进行清理、平整,并采取迹地恢复措施。

(6) 人抬道路区

本工程的人抬道路仅对影响人员通行的少量灌木进行砍伐,对不便行走的(坡)地面作局部修整、压实,由于材料运输等引起的人为活动可能会产生较大的水土流失问题。

施工后期应针对地面损坏程度采取植物恢复措施,减少可能产生的水土流失。

结论:需增加植被恢复措施。

(7) 施工简易道路区水土保持功能分析与评价

对于本工程需拓宽的施工简易道路道路引发的水土流失主要产生在路面填筑、拓宽、平整过程中,施工简易道路拓宽施工中,应减少施工作业面,同时妥善堆放临时开挖土石方,必要时采取临时挡护措施。

结论:施工前应进行剥离表土,施工过程中应采取临时措施,施工结束后进行迹地恢复。

根据现场调查及对后续施工设计的分析,主体对施工期可能产生水土流失的防治措施不够完善,变电站扩建区还需补充临时防护措施;塔基区缺少施工前剥离表土,临时拦挡和苫盖措施以及施工结束后应补充土地整治并回覆表土,植草恢复植被;塔基及塔基施工临时占地区缺少施工前铺垫以及施工结束后应补充土地整治,植灌草恢复植被或复耕;人抬道路区缺少使用结束后的土地整治,植草

恢复措施；施工简易道路缺少施工前剥离表土，施工中边坡临时苫盖措施、下边坡临时拦挡、临时排水沟，施工结束后应补充土地整治，植灌草恢复植被；牵张场还需补充施工中铺垫措施、临时苫盖措施。施工结束后，应进行土地整治，植灌草恢复植被。索道施工过程中需补充铺垫措施，对外运余土临时堆放采取苫盖、临时挡护措施。施工结束后，应进行土地整治，植灌草恢复植被。跨越施工临时占地还需补充施工中铺垫措施措施。施工结束后，应进行土地整治，植灌草恢复植被。故在主体工程设计已有水保措施分析基础上，本方案补充完善水土保持措施体系。

表 3-6 水土流失防治措施总体布局

防治分区	具有水土保持功能的措施	本方案需补充完善新增水土保持措施
变电站扩建工程防治区	扩建场地铺碎石	施工场地彩条布遮盖
塔基及塔基施工临时占地防治区	塔基护坡、浆砌石排水沟、主动防护网	塔基表土剥离；场地清理、坑凹平整、松土；表土回覆、复耕；土袋挡护临时堆土；扰动较轻区域铺垫；彩条布遮盖临时堆土；灌草结合或撒草绿化
施工临时道路防治区	——	人抬道路进行土地整治；撒播草籽植被恢复；施工简易道路施工前剥离表土，施工中边坡临时苫盖措施、下边坡临时拦挡，施工结束后应补充土地整治，植灌草恢复植被
牵张场防治区	——	采用彩条布进行铺垫，牵张场铺垫钢板隔离电缆机具；土地整治；灌草结合或撒草绿化
索道防治区	——	采用彩条布进行铺垫、临时苫盖措施、土袋挡护，土地整治；灌草结合或撒草绿化
跨越施工临时占地防治区	——	采用彩条布进行铺垫，土地整治；灌草结合或撒草绿化

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 主体工程设计水土保持措施界定原则

(1) 以防治水土流失为主要目的的防护工程，应界定为水土保持工程。以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程，不纳入水土流失防治措施体系，仅对其进行水土保持分析与评价；当不能满足水土保持要求时，可要求主体设计修改完善，也可提出补充措施（纳入水土流失防治措施体系）。

(2) 对建设过程中的临时占地，因施工结束后需归还当地群众或政府，水土流失防治责任将发生转移，须通过水土保持验收予以确认，各项防护措施均应界

定为水土保持工程，纳入水土流失防治措施体系。

(3) 对永久占地区内主体设计功能和水土保持功能难以直观区分的防护措施，可按破坏性试验原则进行排除：假定没有这项措施，主体设计功能仍旧可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，该项防护措施应界定为水土保持工程，纳入水土流失防治措施体系。

3.3.2 主体工程中具有水土保持功能措施的工程量及投资

根据水土保持措施界定原则，线路工程区的塔基护坡、排水沟、主动防护网等为具有水土保持功能的工程措施。主体工程中具有水土保持功能措施的工程量及投资详见表 3-7 中所列。

表 3—7 主体工程中具有水保功能措施工程量及投资表

行政区	工程	措施	单位	数量	投资（万元）
四川省甘孜州巴塘县	巴塘变电站扩建工程	铺设碎石	m ² /m ³	1800/174	2.93
	线路工程	护坡	m ³ /m ²	190/253	16.79
		主动防护网	m ²	296	11.84
		浆砌石排水沟（0.3m×0.3m）	m/m ³	243/110	9.72
		小计			41.28
西藏自治区昌都市芒康县	线路工程	护坡	m ³ /m ²	152/203	13.43
		主动防护网	m ²	204	8.16
		浆砌石排水沟（0.3m×0.3m）	m/m ³	155/70	6.19
		小计			27.78
合计					69.06

综上所述，主体工程设计中能够适当处理工程建设与水土保持和生态环境之间的关系，充分考虑安全、经济、环保等因素，在工程设计中采取了一些有关的预防和保护措施，这些措施在为主体工程服务的同时，具有一定的水土保持功能。同时，按照建设项目对水土保持方面的要求，工程设计在水土保持方面尚需要本方案补充和完善。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区水土流失侵蚀类型区属于以水力侵蚀为主的青藏高原区,区域土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,项目所经四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,根据全国土壤侵蚀第二次遥感普查报告,工程所经过各行政区域水土流失现状统计见下:

表 4-1 工程所经区域水土流失现状表 单位: km^2

侵蚀强度 \ 行政区划	巴塘县		芒康县	
	面积 (km^2)	比例 (%)	面积 (km^2)	比例 (%)
微度水力侵蚀	3946.6	50.27	9023.26	78.94
轻度水力侵蚀	1685.5	21.47	1838.1	16.08
中度水力侵蚀	1605.5	20.45	139.23	1.22
强烈水力侵蚀	583.7	7.43	418.79	3.66
极强烈水力侵蚀	27.1	0.35	11.35	0.10
剧烈水力侵蚀	2.1	0.03	0.27	0.00
幅员面积	7850.5	100	11431.0	100

4.2 水土流失影响因素分析

本输变电工程位于康藏高原东部、川西南横断山系东缘,处于四川盆地与云贵高原之间,地势陡峭。项目建设过程中,将不可避免的改变原有地形、地貌,扰动或破坏原有地表和植被,损坏原有的水土保持设施,导致土壤结构破坏,林草退化,降低了表层土壤的抗蚀性,造成新增水土流失。根据项目组成、工程特性及建设特点,不同的施工区域所具有的水土流失特点也各不相同。

本工程为水电站送出项目,组成包含变电站扩建工程和线路工程,输变电工程的兴建对项目区水土流失的影响主要表现在工程建设期的施工活动。变电站扩建工程、塔基区、塔基施工临时占地、施工临时道路等场地的开挖平整和基础清理,开挖土石方及剥离表土的临时堆存,牵张场、跨域施工临时占地区、索道占地区等施工活动对地表的开挖、扰动和再塑,使表层植被受到破坏,失去固土保水的能力,造成新增水土流失。

表 4-2 工程区水土流失因素分析

流失时段 流失单元	施工准备期及施工期	自然恢复期
变电站扩建区	水土流失主要发生基础开挖, 侵蚀形式以细沟侵蚀等水力侵蚀为主	建成后地表已铺设碎石, 不再产生水土流失
塔基及塔基临时占地区	塔基基础、基面及排水沟、挡墙、护坡的土石方开挖、回填工程极易发生水土流失, 铁塔基础浇筑施工, 在一定程度上破坏塔基周围地表、植被, 施工平台、施工器具、材料及临时堆土的堆放将占压地表, 增加水土流失量	建成后由于铁塔已组立、挡土墙、护坡、排水沟等措施已完善, 塔基施工临时占地区已经拆除临建设施, 清理平整, 但地表仍裸露于外, 若不尽快恢复植被将新增水土流失
牵张场占地	施工准备期将堆放施工所用的相关机械器材, 占压地表, 扰动、破坏植被, 增加水土流失量; 施工过程中设置牵张机、等活动对地表进行占压, 破坏地表植被, 增加水土流失量	施工结束后, 场地已清理、平整, 但由于施工占压, 地表植被恢复较慢, 易发生水土流失
跨越施工临时占地	施工准备期将堆放施工所用的相关机械器材, 占压地表, 扰动、破坏植被, 增加水土流失量; 施工过程中搭设脚手架等活动对地表进行占压, 破坏地表植被, 增加水土流失量	施工结束后, 场地已清理、平整, 但由于施工占压, 地表植被恢复较慢, 易发生水土流失
索道占地	施工准备期将堆放施工所用的相关机械器材, 占压地表, 扰动、破坏植被, 增加水土流失量; 施工过程中搭设索道等活动对地表进行占压, 破坏地表植被, 增加水土流失量	施工结束后, 场地已清理、平整, 但由于施工占压, 地表植被恢复较慢, 易发生水土流失
施工临时道路区	施工过程中, 路面的开挖和填筑形成坡面及地表裸露, 破坏植被, 造成水土的流失, 影响雨水入渗, 施工材料的运输、车辆的碾压、人为踩踏易引起水土流失	施工结束后, 地表仍裸露于外, 若无植被覆盖, 极易发生水土流失

变电站扩建工程在自然恢复期地表已铺设碎石, 基本不再产生水土流失。输电线路在自然恢复期因塔基护坡、挡土墙及排水沟, 以及余土的堆放处理等措施的完善, 使新增水土流失得到了有效控制, 但植物措施不能在短期内完全发挥作用, 因此在植被恢复过程中仍然会有少量的新增水土流失。

本工程扰动地表面积 26.05hm^2 , 损毁林草植被面积为 24.67hm^2 。详见表 4-3。经统计, 本工程土石方总工程量为挖方 4.94 万 m^3 (自然方, 下同, 其中表土剥离 0.48 万 m^3), 填方 3.29 万 m^3 (其中表土利用 0.48 万 m^3), 余方 1.65 万 m^3 。其中巴塘变电站扩建工程余方 0.02 万 m^3 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放, 线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m^3 拟于塔基区内摊平处置 (平摊高度约 $25 \sim 30\text{cm}$), 余土摊平于塔基区内对塔基安全无影响, 其余较陡或产生余土较多的塔基余土 1.0 万 m^3 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。

表 4-3 扰动地表、损毁植被面积统计表 单位:hm²

行政区	占地性质	项目组成	占地类型						
			耕地	林地			草地	公共管理与公共服务用地	合计
			旱地	乔木林地	灌木林地	小计	其他草地	公共设施用地	
四川省巴塘县	永久占地	巴塘变扩建占地						0.20	0.20
		塔基占地	0.24	0.4	1.24	1.64	1.2		3.08
		小计	0.24	0.4	1.24	1.64	1.2	0.20	3.28
	临时占地	塔基施工临时占地	0.46	0.7	2.18	2.88	2.41		5.75
		牵张场			0.44	0.44	1.1		1.54
		跨越施工临时占地			0.05	0.05	0.15		0.2
		索道			0.53	0.53	0.98		1.51
		人抬道路			0.85	0.85	1.56		2.41
		施工简易道路			0.17	0.17	0.43		0.6
		小计	0.46	0.7	4.22	4.92	6.63		12.01
合计		0.70	1.1	5.46	6.56	7.83	0.20	15.29	
西藏自治区芒康县	永久占地	塔基占地	0.16	0.29	0.88	1.17	0.86		2.19
		小计	0.16	0.29	0.88	1.17	0.86		2.14
	临时占地	塔基施工临时占地	0.32	0.48	1.49	1.97	1.65		3.94
		牵张场			0.44	0.44	0.88		1.32
		索道			0.37	0.37	0.67		1.04
		人抬道路			0.56	0.56	1.03		1.59
		施工简易道路			0.2	0.2	0.48		0.68
		小计	0.32	0.48	3.06	3.54	4.71		8.57
合计		0.48	0.77	3.94	4.71	5.57		10.76	
共计			1.18	1.87	9.4	11.27	13.4	0.20	26.05

4.3 土壤流失量预测

本工程水土流失预测基础是在工程建设扰动地表,且不采取水土保持措施等最不利情况下,预测可能造成的土壤流失量及其危害。本方案水土流失预测的主要内容如下:

①划分水土流失预测单元。

②时段预测。

③可能产生的水土流失量预测,包括项目建设区原地貌侵蚀量、施工建设期新增土壤侵蚀量、施工建设期采取各项防治措施后减少水土流失量的预测。

④可能造成水土流失危害分析。

4.3.1 预测单元

本方案水土流失预测的范围包括整个工程建设所占用和扰动区域的永久占地和临时占地,预测单元与水土流失防治分区基本一致,在此基础上按地形地貌、扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征相近的原则划分预测单元。

本工程区预测单元根据工程路径走向结合地形图确定；预测单元可分为：变电站扩建工程区、塔基及塔基施工临时占地区、牵张场区、跨越施工临时占地区、索道占地区、施工临时道路工程区。如表 4-4 所示。

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 要求，开发建设项目可能产生的水土流失量应按施工期（含施工准备区）、自然恢复期两个时段进行预测，每个预测单元的预测时段按最不利的情况考虑，经历完整雨季的预测时段按全年计算，未超过雨季长度的按占雨季长度的比例计算。项目所在地区雨季为 5~10 月，共 6 个月。

本工程计划于 2021 年 4 月开工，2022 年 6 月建成投运，总工期 15 个月，由于各预测单元施工准备期较短，最多为 1 个月，且施工准备期内容包括道路拓宽等内容等为主体工程服务的一系列准备工作，涉及地表扰动、破坏及土石方开挖，与主体工程施工特点类似，因此将施工准备期纳入施工期一并预测，故水土流失预测时段分施工准备及施工期、自然恢复期两个时段。

施工准备及施工期：为 2021 年 4 月~2022 年 6 月，塔基区及塔基施工临时占地区预测时段按 1 年预测；施工临时道路区、牵张场区、跨越施工临时占地区和索道占地区从新建到使用结束经过 1 个完整雨季的，按最不利因素进行考虑，水土流失预测时段按 1 年预测，塔基及塔基施工临时占地区虽然总体施工期较长，但根据经验，塔基施工属于分段施工，塔基及塔基施工临时占地区土石方堆积体的堆放不会超过 3 个月，故堆积体预测时段按 0.5 年预测；自然恢复期：自然恢复期大规模的土建施工活动都已结束，各施工场地已采取了有效地水土流失防治措施，塔基立柱等永久占地面积已硬化，基本不产生水土流失，不再对此部分进行水土流失预测。根据《中国气候区划名称与代码气候带和气候大区》(GB/T 17297)，本项目多年平均年干燥度为 3.35~3.52，取最不利值 3.52，位于 3.5~16 之间，故本工程区属于干旱区，自然恢复期水土流失按 5 年预测。

表 4-4 水土流失预测范围及单元划分

预测单元	土壤流失类型	施工及施工准备期		自然恢复期	
		预测面积 (hm ²)	预测时间 (年)	预测面积 (hm ²)	预测时间 (年)
变电站扩建区	地表翻扰型-一般扰动地表	0.20	0.5		
塔基及 塔基施工临时占地区	地表翻扰型-一般扰动地表	14.96	1		
	植被破坏型-一般扰动地表			14.91	5
	工程堆积体	3.12	0.5		
牵张场区	植被破坏型-一般扰动地表	2.86	1	2.86	5
跨越施工临时占地区	植被破坏型-一般扰动地表	0.20	1	0.20	5
索道占地区	植被破坏型-一般扰动地表	2.55	1	2.55	5
施工临时道路工程区	地表翻扰型-一般扰动地表	5.28	1		
	植被破坏型-一般扰动地表			5.28	5
合计		26.05		25.80	

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 扰动前土壤侵蚀模数确定

项目区土壤侵蚀模数背景值的确定主要参考了中科院水利部成都山地灾害与环境研究所提供的四川省土壤侵蚀遥感图以及项目所经区域的水土保持规划，根据现场踏勘结合站区和线路的地貌类型、地质、土壤类型、地区的降雨情况、植被覆盖状况、地面组成物质及管理措施等因子，项目区土壤侵蚀类型属于水力侵蚀西南土石山区，水土保持规划中的青藏高原区，容许土壤流失量为500t/km²•a。综合分析确定原地貌土壤侵蚀模数背景值 1173t/km²•a。工程区各预测单元扰动前土壤侵蚀模数背景值见表 4-5。

表 4-5 工程扰动前土壤侵蚀模数背景值表

防治分区		耕地	林地		草地		公共管理与公共服务用地	合计	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	流失量 (t/a)
		旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地	其他草地	公共设施用地			
		5~8	8~15	8~15	8~15	15~25	0~5			
变电站扩建工程防治区	面积						0.2	0.2	300	0.6
	林草覆盖度		45-60	45-60	45-60	45-60				
	侵蚀强度	轻度	轻度	轻度	轻度	中度	微度			
	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1200	800	900	1100	2600	300			
塔基及塔基施工临时占地区	面积	1.18	1.87	5.79	4.2	1.92		14.96	1185	177.35
	林草覆盖度		45-60	45-60	45-60	45-60				
	侵蚀强度	轻度	轻度	轻度	轻度	中度	微度			
	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1200	800	900	1100	2600	300			
牵张场区	面积			0.88	1.98			2.86	1038	29.7
	林草覆盖度		45-60	45-60	45-60	45-60				
	侵蚀强度	轻度	轻度	轻度	轻度	中度	微度			
	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1200	800	900	1100	2600	300			
跨越施工临时占地区	面积			0.05	0.15			0.2	1050	2.1
	林草覆盖度		45-60	45-60	45-60	45-60				
	侵蚀强度	轻度	轻度	轻度	轻度	中度	微度			
	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1200	800	900	1100	2600	300			
索道占地区	面积			0.9	1.65			2.55	1029	26.25
	林草覆盖度		45-60	45-60	45-60	45-60				
	侵蚀强度	轻度	轻度	轻度	轻度	中度	微度			
	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1200	800	900	1100	2600	300			
施工临时道路工程区	面积			1.78	2.5	1		5.28	1317	69.52
	林草覆盖度		45-60	45-60	45-60	45-60				
	侵蚀强度	轻度	轻度	轻度	轻度	中度	微度			
	平均侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1200	800	900	1100	2600	300			
合计		1.18	1.87	9.4	10.48	2.92	0.2	26.05	1173	305.52

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数选取

项目施工建设将损坏原有地形地貌和植被,增加土壤的可侵蚀性;另一方面,由于线路基础开挖时,挖、填土方不仅造成裸露地面,而且会改变原地形,形成土体堆积,增大侵蚀扰动表面积。施工期土壤流失量根据《生产建设项目土壤流

失量测算导则》（SL773-2018）推荐公式计算，扰动后的土壤侵蚀因子可根据项目区地形地貌、气候（降雨）、土地利用、植被情况等实际情况结合输变电工程特点，参照《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）确定取值，原地貌土壤侵蚀模数背景值 1173t/km²•a，详见表 4-6～4-7。

表 4-6 本工程土壤流失预测计算公式表

项目土壤流失类型 (水力作用)	水土流失量计算公式	备注
植被破坏型一般扰动地表土壤流失	$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$	式中 M_{yz} 为植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量(t)， R 为降雨侵蚀力因子， K 为土壤可蚀性因子， L_y 为坡长因子， S_y 为坡度因子， B 为植被覆盖因子， E 为工程措施因子， T 为耕作措施因子， A 为计算单元的水平投影面积。
地表翻扰型一般扰动地表土壤流失	$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA$	式中 $K_{yd}=NK$ ， M_{yd} 为地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量(t)， K_{yd} 为地表翻扰后土壤可蚀性因子， N 为地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无条件实测时可取 2.13，其他同上。
上方有来水工程堆积体	$M_{dy}=F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy}A+M_{dw}$	式中 M_{dy} 为上方有来水工程堆积体计算单元土壤流失量(t)， F_{dy} 为上方有来水工程堆积体径流冲刷力因子， G_{dy} 为上方有来水工程堆积体土石质因子， L_{dy} 为上方有来水工程堆积体坡长因子，无量纲， S_{dy} 为上方有来水工程堆积体坡度因子，无量纲

表 4-7 本工程计算单元土壤流失因子取值表

土壤流失因子	巴塘	芒康
降雨侵蚀力因子 R (用多年平均降雨量求 R_d)	1112.1	1097.6
土壤可蚀性因子 K	0.0063	0.0063
坡长因子 L_y	水平投影长度取 30-50m	
坡度因子 S_y	各类型地表坡度取值见表 4-5	
植被覆盖因子 B	农地 B 取 1，根据扰动后程度草地 B 取 0.516，林地 B 取 0.614	
工程措施因子 E	均取 1	
耕作措施因子 T	原地貌农地 $T=T_1\times T_2=0.152\times 0.42=0.0638$ 或 $=0.431\times 0.42=0.181$ ，扰动后均为非农地 T 取 1	
工程堆积体土石质因子	壤土	
流失面积 A	各预测单元占地面积	
单宽次来水总量	0.10m ³ /m	

自然恢复期由于地表翻扰活动已结束，土石方已回填或综合利用，故土壤流失类型均为植被破坏型一般扰动地表。

4.3.4 预测结果

4.3.4.1 预测公式

主要采用实地调查和图面直接测量相结合的方法进行。根据主体工程初设报告的工程占地资料、施工道路布设等相关资料，利用设计图纸，结合实地分区抽样调查，计算确定扰动地表及损毁植被的面积。

新增土壤流失量预测公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ij} \times M_{ij} \times T_{ij}$$

式中：

W ——土壤流失量，t；

j ——预测时段， $j=1, 2$ ，指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

i ——预测单元， $1, 2, 3, \dots, n-1, n$ ；

F_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的的面积， km^2 ；

M_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

T_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的时段长（a）。

4.3.4.2 可能造成水土流量预测

本工程建设区水土流失类型主要为水力侵蚀，分不同的扰动类型采用数学模型法确定，土壤流失量的主要影响因子根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018）计算，水土流失预测结果见表 4-8～4-12。

施工准备及施工期水土流失面积为 26.05hm^2 ，预测的水土流失量为各种水土流失类型的总计，水土流失预测结果见表 4-8～4-9。

表 4-8 施工期各区域土壤流失量预测

预测单元	地类	流失面积 A (hm ²)	Myd (t)	土壤侵蚀因子							调查时 段 (a)
				Rd	Kyd	Ly	Sy	B	E	T	
变电站扩建 工程防治区	公共设施用 地	0.2	2.2	1112.1	0.011	0.98	0.92	1	1	1	1
塔基及塔基 施工临时占 地区	耕地	0.7	10.4	1112.1	0.0134	1	1	1	1	1	1
		0.48	7.1	1097.6	0.0134	1	1	1	1	1	1
	乔木林地	1.11	55.7	1112.1	0.0134	1.35	4.06	0.614	1	1	1
		0.76	37.6	1097.6	0.0134	1.35	4.06	0.614	1	1	1
	灌木林地	3.44	172.5	1112.1	0.0134	1.35	4.06	0.614	1	1	1
		2.35	116.3	1097.6	0.0134	1.35	4.06	0.614	1	1	1
	其他草地	3.63	307.5	1112.1	0.0134	1.35	8.16	0.516	1	1	1
		2.49	208.2	1097.6	0.0134	1.35	8.16	0.516	1	1	1
	小计	14.96	917.5								
牵张场区	灌木林地	0.44	10.4	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.614	1	1	1
		0.44	10.2	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.614	1	1	1
	其他草地	1.1	43.8	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.516	1	1	1
		0.88	34.6	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.516	1	1	1
	小计	2.86	99.0								
跨越施工临 时占地区	灌木林地	0.05	1.2	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.614	1	1	1
			0.0	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.614	1	1	1
	其他草地	0.15	6.0	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.516	1	1	1
			0.0	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.516	1	1	1
	小计	0.2	7.2								
索道占地区	灌木林地	0.53	12.5	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.614	1	1	1
		0.37	8.6	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.614	1	1	1
	其他草地	0.98	39.0	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.516	1	1	1
		0.67	26.3	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.516	1	1	1
	小计	2.55	86.5								
施工临时道 路工程区	灌木林地	1.02	51.2	1112.1	0.0134	1.35	4.06	0.614	1	1	1
		0.76	37.6	1097.6	0.0134	1.35	4.06	0.614	1	1	1
	其他草地	1.99	168.6	1112.1	0.0134	1.35	8.16	0.516	1	1	1
		1.51	126.2	1097.6	0.0134	1.35	8.16	0.516	1	1	1
	小计	5.28	383.6								
合计		26.05	1495.9								

表 4-9 塔基施工临时占地区施工期工程堆积体土壤流失量预测

预测单元	地类	流失面积	土壤流失量 (t)	土壤侵蚀因子					预测时段
		A (hm²)	上方无来水 Mdw	X	R	G _{dw}	L _{dw}	S _{dw}	a
塔基及塔基施工临时占地区				0.92	1112.1	0.046	1.74	0.2421	0.5
				0.92	1097.6	0.046	1.74	0.1348	0.5
		A (hm²)	上方有来水 Mdy	F _{dy}	G _{dy}	L _{dy}	S _{dy}	M _{dw}	
	耕地	0.18	2.4	1122	0.063	0.4673	0.1945	3.57	0.5
		0.07	0.8	1122	0.063	0.4673	0.4014	0.76	0.5
	乔木林地	0.24	3.2	1122	0.063	0.4673	0.1945	4.76	0.5
		0.14	1.7	1122	0.063	0.4673	0.4014	1.53	0.5
	灌木林地	0.67	8.8	1122	0.063	0.4673	0.1945	13.28	0.5
		0.51	6.2	1122	0.063	0.4673	0.4014	5.56	0.5
	其他草地	0.84	11.0	1122	0.063	0.4673	0.1945	16.65	0.5
		0.47	5.7	1122	0.063	0.4673	0.4014	5.12	0.5
	合计	3.1	39.7						

表 4-10 索道架设临时占地施工期工程堆积体土壤流失量预测

预测单元	地类	流失面积	土壤流失量 (t)	土壤侵蚀因子					预测时段
		A (hm²)	上方无来水 Mdw	X	R	G _{dw}	L _{dw}	S _{dw}	a
索道架设临时占地				0.92	1112.1	0.046	1.74	0.2421	0.5
				0.92	1097.6	0.046	1.74	0.1348	0.5
		A (hm²)	上方有来水 Mdy	F _{dy}	G _{dy}	L _{dy}	S _{dy}	M _{dw}	
	灌木林地	0.18	2.4	1122	0.063	0.4673	0.1945	13.28	0.5
		0.07	0.8	1122	0.063	0.4673	0.4014	5.56	0.5
	其他草地	0.18	2.4	1122	0.063	0.4673	0.1945	16.65	0.5
		0.12	1.4	1122	0.063	0.4673	0.4014	5.12	0.5
	合计	0.55	7.0						

自然恢复期因塔基立柱硬化和变电站扩建区域地坪铺设碎石，不再产生水土流失，自然恢复期预测面积为 25.80hm²，水土流失预测结果见表 4-10。

表 4-10 自然恢复期可能造成水土流失量表

预测单元	地类	流失面积 A (hm ²)	Myd (t)					Rd	Kyd	Ly	Sy	B					E	T	调查时段 (a)
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年					第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年			
塔基及塔基施工临时占地区	耕地	0.7	2.01	1.72	1.62	1.32	1.18	1112.1	0.0063	1	1	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.48	1.36	1.16	1.10	0.90	0.80	1097.6	0.0063	1	1	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	乔木林地	1.11	17.48	14.92	14.07	11.51	10.23	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.76	11.81	10.08	9.51	7.78	6.91	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	灌木林地	3.42	53.85	45.97	43.34	35.46	31.52	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		2.34	36.36	31.04	29.27	23.95	21.28	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	其他草地	3.62	114.55	97.79	92.20	75.44	67.05	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		2.48	77.45	66.12	62.34	51.01	45.34	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	小计	14.91	314.87	268.79	253.43	207.35	184.31												
牵张场区	灌木林地	0.44	6.93	5.91	5.58	4.56	4.06	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.44	6.84	5.84	5.50	4.50	4.00	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	其他草地	1.1	34.81	29.71	28.02	22.92	20.38	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.88	27.48	23.46	22.12	18.10	16.09	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	小计	2.86	76.06	64.93	61.22	50.09	44.52												
跨越施工临时占地区	灌木林地	0.05	0.79	0.67	0.63	0.52	0.46	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	其他草地	0.15	4.75	4.05	3.82	3.13	2.78	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	小计	0.2	5.53	4.72	4.45	3.64	3.24												

预测单元	地类	流失面积 A (hm ²)	Myd (t)					Rd	Kyd	Ly	Sy	B					E	T	调查时段 (a)
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年					第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年			
索道占地区	灌木林地	0.53	8.34	7.12	6.72	5.50	4.88	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.37	5.75	4.91	4.63	3.79	3.37	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	其他草地	0.98	31.01	26.47	24.96	20.42	18.15	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.67	20.93	17.86	16.84	13.78	12.25	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	小计	2.55	66.03	56.37	53.15	43.48	38.65												
施工临时道路工程区	灌木林地	1.02	16.06	13.71	12.93	10.58	9.40	1112.1	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		0.76	11.81	10.08	9.51	7.78	6.91	1097.6	0.0063	1.35	4.06	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	其他草地	1.99	62.97	53.76	50.68	41.47	36.86	1112.1	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
		1.51	47.16	40.26	37.96	31.06	27.61	1097.6	0.0063	1.35	8.16	0.41	0.35	0.33	0.27	0.24	1	1	1
	小计	5.28	138.00	117.81	111.07	90.88	80.78												
合计		25.8	600.49	512.62	483.32	395.45	351.51												

注：自然恢复地类均按非农地考虑，故 T=1

本工程水土流失预测量汇总见表 4-11。

表 4-11 本工程可能造成水土流失量汇总分析表 单位: t

预测单元	调查时段	原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	预测面积 (hm ²)	预测时间 (年)	扰动前流失量 (t)	扰动后流失量 (t)	新增流失量(t)
变电站扩建工程区	施工预测期	300.0	0.2	0.5	0.3	2.2	1.9
	小计				0.3	2.2	1.9
塔基及塔基施工临时占地区	施工预测期	1186	14.96	1	177.4	957.2	779.8
	自然恢复期	1186	14.91	5	883.8	1228.8	345.0
	小计				1061.1	2185.9	1124.8
牵张场区	施工预测期	1039	2.86	1	29.7	99.0	69.3
	自然恢复期	1039	2.86	5	148.5	296.8	148.3
	小计				178.2	395.8	217.6
跨越施工临时占地区	施工预测期	1050.0	0.20	1	2.1	7.2	5.1
	自然恢复期	1050.0	0.20	5	10.5	21.6	11.1
	小计				12.6	28.7	16.1
索道占地区	施工预测期	1029	2.55	1	26.3	93.5	67.2
	自然恢复期	1029	2.55	5	131.3	257.7	126.4
	小计				157.5	351.2	193.7
施工临时道路工程区	施工预测期	1317	5.28	1	69.5	383.6	314.1
	自然恢复期	1317	5.28	5	347.6	538.5	190.9
	小计				417.1	922.1	505.0
合计	施工预测期				305.2	1542.6	1237.4
	自然恢复期				1521.6	2343.4	821.7
	小计				1826.9	3886.0	2059.1

表 4-12 本工程可能造成水土流失量百分比表

预测分区	施工预测期			自然恢复期			合计	
	占施工期水土流失量比例	占施工期新增水土流失量比例	占总水土流失量比例	占自然恢复期水土流失量比例	占自然恢复期新增水土流失量比例	占总水土流失量比例	占总水土流失量比例	占新增水土流失量比例
变电站扩建工程区	0.14	0.15	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.09
塔基及塔基施工临时占地区	62.05	63.02	25.02	52.44	41.98	31.62	56.64	54.62
牵张场区	6.42	5.60	2.22	12.67	18.05	7.64	9.86	10.57
跨越施工临时占地区	0.46	0.41	0.16	0.92	1.35	0.56	0.72	0.78
索道占地区	6.06	5.43	2.16	11.00	15.39	6.63	8.79	9.41
施工临时道路工程区	24.87	25.38	10.08	22.98	23.24	13.86	23.93	24.52
合计	100.00	100.00	39.70	100.00	100.00	60.30	100.00	100.00

上述表中看出,本工程建设期及自然恢复期在不采取任何水土保持措施的前提下,可能造成的水土流失量为 3886t,新增水土流失量为 2059.1t。从分区看塔基及塔基临时占地区新增水土流失量最大,为 1124.8t,占新增水土流失总量的 54.62%,其次是施工临时道路工程区,新增水土流失量 505t,占新增水土流失总量的 24.52%;扰动最轻的为变电站扩建工程区,新增水土流失量为 1.9t。

预测时段看施工准备及施工期较自然恢复期新增的水土流失较大,施工及施工准备期扰动后新增水土流失量 1237.4t,占新增水土流失总量的 60.09%,可见虽然本工程施工期较短,但因项目建设引起的新增水土流失仍然主要产生在施工及施工准备期。

由于该地区山高坡陡,原地貌的水土流失较大,局部可达到强烈,施工活动后自然恢复条件较差,一旦扰动后,自然恢复时间长,在自然恢复期内,各区水土流失量及新增水土流失量虽然逐年较少,其造成的总的水土流失量可达 2343.4t,占工程水土流失总量的 60.3%。从预测结果显示工程在自然恢复期的水土流失主要还是来源于塔基及塔基施工临时占地区,自然恢复期内五年水土流失为 1228.8t,占自然恢复期水土流失总量的 41.98%。

从以上分析可以得出,本工程主要防治区域是塔基及塔基施工临时占地区及施工临时道路区,在施工过程中应及时采取临时防护措施和工程措施相结合的水土保持措施,施工结束后及时布置植物措施,要有效的控制工程建设期和自然恢复期各种水土流失的发生,并在项目区建立完善的水土流失防治体系。

鉴于水土流失主要集中在塔基及塔基施工临时占地区、施工临时道路区,因此,以上区域将作为水土保持监测的重点区域。

4.4 水土流失危害分析

本项目建设过程中,项目用地范围内的地表将受到不同程度的破坏,局部地貌将发生较大的改变,具有影响范围及时段集中的特点,如不采取水土保持措施,开挖形成裸露地面和松散堆土产生的水土流失,很容易对区域土地生产力,区域生态环境、工程本身等造成不同程度的危害,其具体表现为以下几个方面:

4.4.1 对区域生态环境的影响

输变电工程水土流失的危害集中表现在原地表植被遭到破坏,由于植被附着

的土层被直接剥离、压埋，使得土地肥力和生产力下降。同时，塔基和平台等处开挖、填筑形成的裸露边坡，可能造成局部的崩塌、滑坡等水土流失形式发生，本工程余土堆放在塔基范围内汛期容易受径流和降雨影响而发生坍塌，破坏了生态平衡，致使生态环境恶化。主要表现在以下几个方面：

(1) 对土地资源和土地生产力的影响分析

线路工程除了塔基立柱外，其余占地施工结束后均可恢复原状，恢复原有土地生产力。

施工过程中若不注意规范施工，乱堆弃渣，也会造成土地资源的浪费，因此应加强施工建设管理。

(2) 对河流行洪、防洪影响分析

本工程线路跨越了部分河流，工程在跨越河流时虽未占用河流的行洪断面，但施工时需提前做好防护措施，避免工程建设产生的临时开挖土、余土进入河流内，导致河流泥沙含量增加，造成洪涝灾害。

线路工程中余土在塔基范围内和水电站弃渣场堆放处理，主体工程设计了护坡、排水沟等工程措施，一定程度上可减轻余土产生的水土流失；本工程变电站扩建工程和塔基的余土在塔基区摊平和水电站弃渣场处置，充分考虑了该地区山高谷深的具体情况，也符合水土保持要求。此外，施工中对产生的余土应遵循先拦后弃原则。

(3) 对周边环境可能造成的影响分析

建设中若不做好水土保持工作将不可避免的破坏地表植被，影响周边景观。

(4) 对水资源的影响分析

因塔基修筑开挖，破坏基面的植被和微地貌，使原有的水土保持功能降低或丧失，地表径流系数增大，地下水源的涵养和补给受到阻碍，地表径流汇流时间缩短，强度增大，在产生强地表径流的同时，加剧对裸露地表土壤的侵蚀。

4.4.2 对工程本身可能造成的危害

项目的土石方工程有变电站扩建工程、塔基基础、接地槽、排水沟的开挖回填，机械碾压、道路边坡及路面修整等施工行为将影响这些单元土层的稳定性，为水土流失的加剧创造了条件。如果不及时做好相应治理，极易对工程周边植被

产生影响，造成原地表形态的改变，对工程的正常运行造成影响。

综上所述，工程建设产生的水土流失可能对周边社会、经济、生态环境造成一定的影响，应严格按照水土保持“三同时”制度落实水土保持防护措施，以减少因工程建设造成的水土流失。

4.5 指导性意见

本工程水土流失的重点环节是塔基及塔基施工临时占地区、施工临时道路区。因此本方案应加强建设期施工区的水土保持监管和临时防护措施设计，同时要结合项目区以水力侵蚀为主，水土流失分散的特点，做好挡护工程、排水工程及植被恢复工程的施工组织设计，适时提高使用植物措施加强防护。

4.5.1 对水土流失的防治意见

根据预测结果，施工期是水土流失较为严重的时期，应合理进行施工组织设计，有效减少扰动影响范围，缩短施工时间；塔基及塔基施工临时占地区、施工临时道路区新增水土流失量较多，应重点布设水保措施并进行后期监测。防治措施应与主体工程同步进行，做到“先拦后弃”，此外，植物措施应结合主体工程施工进度的安排分期实施。

4.5.2 对水土保持监测的指导性意见

由水土流失预测分析可知，本方案施工期及运行期水土流失重点监测区域为塔基及塔基施工临时占地区、施工临时道路区。

综上所述，在本项目建设及生产工程中，应加强水土流失的防治，采取工程措施与植物措施、永久措施与临时措施相结合的水土保持措施，有效控制因项目建设引起的新增水土流失，将项目建设对区域生态产生的负面影响降到最小程度，实现区域生态环境的良性循环。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区原则

水土流失防治分区划分遵循以下原则：

- (1)各区之间具有显著差异性；
- (2)同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；
- (3)根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级；
- (4)一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；
- (5)各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 防治分区划分结果

根据本工程水土流失防治责任范围，依据本工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性和水土流失影响等综合因素进行水土流失防治分区。

本工程虽经过西藏自治区和四川省两省区，但基本沿金沙江左、右岸走线，自然环境、生态环境、水土流失等因素基本一致，本工程的水土流失防治分区可按工程性质划分为变电站工程防治区和线路工程防治区 2 个一级分区；二级分区则按照各施工区的空间位置的不同及施工扰动特点等划分为变电站扩建工程防治区、塔基及塔基施工临时占地防治区、牵张场防治区、跨越施工临时占地防治区、索道占地防治区及施工临时道路工程防治区(包括人抬道路和施工简易道路) 6 个防治区。本工程水土流失防治分区结果详见表 5-1。

表 5-1 水土流失防治分区 单位：hm²

防治分区		水土流失防治责任范围		
一级分区	二级分区	永久占地	临时占地	合计
变电站工程防治区	变电站扩建工程防治区	0.20		0.20
线路工程防治区	塔基及塔基施工临时占地防治区	5.27	9.69	14.96
	牵张场防治区		2.86	2.86
	跨越施工临时占地防治区		0.20	0.20
	索道占地防治区		2.55	2.55
	施工临时道路工程防治区		5.28	5.28
	小计	5.27	20.58	25.85
合计		5.47	20.58	26.05

5.2 措施总体布局

5.2.1 水土保持措施布设原则

本工程在水土流失防治措施布设中遵循以下原则：

(1)防治结合，因害设防的原则

水土流失防治措施应根据各水土流失防治类型区的特点及新增水土流失的形式，确立各类型区防治、防护措施的配置。

(2)综合防治的原则

水土流失防治措施设计应综合考虑建设区的自然生态环境和人为活动影响，依据工程施工建设特点，采取工程和植物措施相结合的综合防治措施。以工程措施为先导，尽快控制大面积、高强度的水土流失，发挥工程措施的速效性和保障作用，并为植物措施和土地清理、平整复耕措施的实施创造条件，结合当地农业生产、耕作种植等特点长远考虑，使其起到长期稳定的水土保持作用。同时各项措施合理配套，提高水保效益、节省工程投资、改善生态环境。

(3)经济、有效、可持续发展的原则

对各防治区确定的水土保持治理措施，做到投资节约，工程有效可行，水保效果显著，促进当地区域生态环境和经济的协调可持续发展。

(4)整体性原则

主体工程设计中已具有水土保持功能的设计项目纳入本防治方案，作为水土保持防治体系的一部分，统一进行监督管理。

(5)科学设计、合理安排的原则

在广泛收集有关资料的基础上，利用已有水土保持治理经验、科研成果和调查资料，根据施工活动引发水土流失的情况合理安排施工时序，尽量采取临时措施和永久措施相结合的方式，防治工程兴建引起的新增水土流失。

(6)工程措施设计应根据主体工程布局和产生水土流失的特点，贯彻“预防为主、防治结合、先拦后弃”的原则。

采用相应的工程措施来防治因工程建设可能引起的冲刷、滑塌等水土流失，对堆土或高陡边坡采取适宜的挡护措施，迹地恢复防治水土流失。

(7)植物措施配置时，依据原用地类型和周边区域景观现状，按照“适地适

树”的原则，做到景观协调性和实用性。

在能满足线路安全运行的前提条件下主要选择有较好的生态特性、能适应当地立地条件的乡土树种和草种；其次，种植技术简单，容易成活；再次，苗木为苗木公司常见的种类，方便购买，且价格低廉，节约投资；四则方便栽植及具体实施，选择的树草种不宜过多过杂；五是能尽快提高植被覆盖度、短时间内达到保持水土的目的，改善并维护区域生态环境的良性循环发展。

从项目区分布的生长良好的植物中选取以下草种及灌木：本工程新建线路沿线海拔在 2400~3850m 之间。海拔 3000m 以下区域，灌木选择金露梅，草种拟选用茅草和冷地早熟禾；海拔 3000m 以上区域，灌木选择白刺花，草种拟选用披碱草和高羊茅。

5.2.2 水土流失防治措施布设总体思路

根据当地的自然条件并结合输变电工程的实际情况和项目水土流失特点，本着“因地制宜，因害设防”的要求，本工程的措施布设主要从工程措施、植物措施和临时措施有机结合的形式进行有效的综合防护。

(1)工程措施：变电站扩建区主体设计了铺设碎石，补充对临时堆土的苫盖措施；线路工程主体设计对需要的塔位采取了浆砌石护坡和浆砌石排水沟等措施，对局部塔位的高陡边坡设计了主动防护网拦挡措施；施工前对塔基占地范围和施工简易道路拓宽区域进行表土剥离，用于施工结束后绿化表土回覆。施工结束后进行土地整治，对临时占用的耕地进行复耕。

(2)植物措施：线路工程施工结束后在占地区恢复植被，栽植当地适生灌、草种，可有效防治新增水土流失。树草种为适宜当地气候地理环境的植物。

(3)临时措施：在施工过程中，开挖土、回填土的临时堆放依据具体情况设置了编织土袋拦挡、彩条布苫盖及隔离等防护措施，牵张场重型机械占压处铺垫钢板隔离，施工简易道路上边坡设置临时苫盖，下边坡采用编织土袋拦挡（装表土）；对受径流影响区域开挖临时土质排水沟。

(4)余土处理：本项目变电站扩建工程余土 0.02 万 m^3 运至巴塘水电站 1 号弃渣场进行堆放，线路工程较平缓的塔位余土 0.63 万 m^3 拟于塔基区内摊平处置（平摊高度约 25~30cm），余土摊平于塔基区内对塔基安全无影响，其余较陡或产生

余土较多的塔基余土 1.0 万 m^3 拟堆放至巴塘水电站 1 号弃渣场和苏洼龙水电站 1 号弃渣场。余土采用运距就近原则的方式分别运送至巴塘水电站 1 号弃渣场（余土 0.5 万 m^3 ）和苏洼龙水电站 1 号弃渣场（余土 0.5 万 m^3 ），在运送过程中应做好余土遮盖，避免运输过程散落。

在工程施工期间，应先做好相应的水土保持措施，水土保持工程必须与主体工程同时施工，并切忌“点上治理、面上破坏；边治理，边破坏；先破坏，后治理”的现象，防止工程建设引起的水土流失。

5.2.3 水土流失防治措施体系和总体布局

5.2.3.1 工程等级与设计标准

(1) 防洪排导工程

本工程排水沟设计标准按坡面截排水工程设计 2 级标准，采用 5 年一遇 10min 最大暴雨值，校核按 10 年一遇短历时暴雨校核。

(2) 土地整治工程

本工程土壤侵蚀类型属于水力侵蚀青藏高原区，表土回覆厚度按恢复耕地 0.3m，林地 0.15m，草地 0.1m 的标准。

人为扰动后的土地，整治后的立地条件应具备绿化、耕种需要，采取人工施肥、畜力耕翻地和机械耕翻地等土壤改良措施：恢复为耕地的应增施有机肥、复合肥等，整治后符合土地复垦有关标准的规定；恢复为林草地的优先选择绿肥植物。

(3) 植被恢复与建设工程等级

参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），本工程输电线路的植被恢复与建设工程级别为 1 级。

1 级植被建设工程应根据生态防护和环境保护要求，按园林绿化标准执行。

植物配置尽量采用灌草结合的方式，保持生物多样性。造林方式采用植苗造林，苗木质量等级为二年生 I 级苗，造林初始密度 4500 株/ hm^2 。恢复草地尽量采用多草种混播，撒播密度标准为 100kg/ hm^2 。

表 5-2 主要树（草）种生物学特性

种名	分类	主要生物学特性	适宜立地条件
金露梅	蔷薇科委陵菜属	株高约 1.5m，树冠球形，树皮纵裂、剥落，分枝多。幼枝被丝状毛。羽状复叶集生，长椭圆形至条状长圆形，全缘边缘外卷。花单生或数朵排成伞房状，黄色，径 2~3cm	生性强健，耐寒，喜湿润，但怕积水，耐干旱，喜光，在遮阴处多生长不良，对土壤要求不严，在沙壤土、素沙土中都能正常生长，喜肥而较耐瘠薄
白刺花	豆科苦参属	植株丛生或单生，株高 2 至 3m，树干深黑褐色，有纵裂新枝绿色，有短毛，老枝褐色，枝条有锐利的针状刺；奇数羽状复叶，托叶针刺状，宿存，小叶 11 至 21 枚，叶片椭圆形或长倒卵形，长 0.4 至 1.2cm，宽 0.4 至 0.7cm，色墨绿，背面颜色稍浅，有短柔毛	喜光，耐寒，耐干旱贫瘠
茅草	禾本科	匍匐根状茎黄白色，细长，横走地下，甜而可食。节上生褐色鳞片和不定根。秆直立，高 30~80cm，具 2~3 节节上有长柔毛。叶片线形或线状披针形，叶背有坚硬而突出的主脉，叶鞘无毛或鞘口具纤毛，叶舌小，干膜质	耐干旱和瘠薄
冷地早熟禾	禾本科	秆直立或有时基部稍膝曲，高 15~60cm，直径 0.5~1mm，具 2~3 节。叶鞘平滑，基部者紫红色；叶舌膜质，长 0.5~3mm；叶片质较硬，内卷或对折。圆锥花序，狭窄，短小，长圆形，长 2~15cm，宽约 1cm。颖果纺锤形，成熟后褐色。千粒重 0.36~0.50g。	具有广泛的生态适应性，抗旱能力较强，耐盐碱，耐瘠薄，在 pH7-8.3 的土壤上种植，生长良好。抗寒，幼苗能耐-5 至 3℃低温成株，冬季-38.5℃也能安全越冬
高羊茅	禾本科	秆成疏丛，直立，粗糙，幼叶折叠；叶舌呈膜状，长 0.4~1.2cm，平截形；叶耳短而钝，有短柔毛；叶片条形，扁平，挺直，近轴面有背且光滑，具龙骨，稍粗糙，边缘有鳞	性喜寒冷潮湿，不耐高温。是最耐寒和耐践踏的冷季型草坪，喜光，耐半阴，对肥料反应敏感，抗逆性强，耐酸、耐瘠薄，抗病性强
披碱草	禾本科	短期多年生草本植物，须根系，茎直立，疏丛状，株高 70~85cm，叶鞘无毛，包茎，叶披针形，扁平或内卷，呈灰绿色	具有抗寒、抗旱、耐盐碱、抗风沙性，喜湿润和排水良好的土壤，但对土壤要求不严，耐瘠薄

5.2.3.2 水土流失防治措施总体布局

为达到有效防治水土流失的目的，根据工程总体布置、地形地貌、地质条件等环境状况和各项建设分区的水土流失特点及状况，本工程的水土保持措施布局按照综合防治的原则进行规划，确定各区的防治重点和措施配置。水土保持防治措施由工程措施、植物措施和临时措施组成。

(1) 变电站扩建工程防治区

本区为巴塘变电站扩建工程，土建主要扩建电气设备构支架及基础，开挖土临时堆放在施工场地空闲处，本方案补充彩条布苫盖临时堆土。施工结束后场地地坪采用铺设碎石方式进行恢复。

(2) 塔基及塔基施工临时占地防治区

主体设计对线路工程需要的塔位采取了浆砌石护坡和浆砌石排水沟等措施，对局部塔位的高陡边坡设计了主动防护网拦挡措施。方案补充在塔基施工临时占地铺设彩条布进行隔离保护；施工前对塔基占地范围进行表土剥离（余土就地平

摊的塔位塔基区全部剥离，余土外运的塔位仅对基础开挖及其周边范围剥离），表土及其他一般土石方临时集中堆存于塔基施工临时占地内（表土与一般土石方分开堆存），临时堆土表面采用彩条布苫盖，周边采用编织土袋拦挡；施工结束后，对本区进行土地整治，表土回覆至塔基区后撒草绿化，塔基施工临时占地则根据占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化、复耕以恢复迹地。

(3) 牵张场防治区

本区地表扰动较轻微，不进行表土剥离，采用彩条布对场地进行铺垫隔离；对牵张机具或零星开挖土搭设彩条布进行苫盖，大型机械底部铺垫钢板进行隔离防护；施工结束后对场地进行土地整治，根据本区占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化恢复迹地。

(4) 跨越施工临时占地防治区

本区主要为跨越架搭设临时占地，地表扰动较轻微，不进行表土剥离，采用彩条布对场地进行铺垫隔离；施工结束后对场地进行土地整治，根据本区占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化恢复迹地。

(5) 索道占地防治区

本区主要为索道架设临时占地，地表扰动较轻微，不进行表土剥离，采用彩条布对场地进行铺垫隔离；塔基余土外运时会将部分索道下侧占地范围作为余土临时中转场，余土将暂存于本区内，需苫盖彩条布，并采用编织土袋对临时堆土进行挡护；施工结束后对场地进行土地整治，根据本区占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化恢复迹地。

(6) 施工临时道路工程防治区

本区包括人抬道路和施工简易道路，人抬道路扰动较轻微，地表可不采用隔离防护，施工简易道路拓宽前进行表土剥离，全部装入编织袋对道路下边坡进行挡护，上边坡采用彩条布苫盖，上边坡较陡和汇水面较大的路段路基一侧设置土质排水沟；施工结束后对场地进行土地整治，人抬道路撒草恢复迹地，施工简易道路拓宽区域根据占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化恢复迹地。

本工程的水土流失防治措施总体布局详见表 5-3。防治体系框图见图 5-1。

表 5-3 水土流失防治措施总体布局

防治分区		防治措施	措施类型
一级分区	二级分区		
变电站工程防治区	变电站扩建工程防治区	铺设碎石	工程措施
		彩条布苫盖	临时措施
线路工程防治区	塔基及塔基施工临时占地防治区	浆砌石护坡	工程措施
		浆砌石排水沟	
		主动防护网	
		表土剥离、表土回覆	
		土地整治	
		复耕	
		灌草结合绿化	植物措施
		撒草绿化	
		彩条布铺垫、苫盖	临时措施
		编织土袋拦挡	
	牵张场防治区	土地整治	工程措施
		灌草结合绿化	植物措施
		撒草绿化	
		铺垫钢板	临时措施
		彩条布铺垫、苫盖	
	跨越施工临时占地防治区	土地整治	工程措施
		灌草结合绿化	植物措施
		撒草绿化	
		彩条布铺垫	临时措施
	索道占地防治区	土地整治	工程措施
		灌草结合绿化	植物措施
		撒草绿化	
		彩条布铺垫、苫盖	临时措施
		编织土袋拦挡	
	施工临时道路工程防治区	表土剥离、表土回覆	工程措施
		土地整治	
		灌草结合绿化	植物措施
		撒草绿化	
		编织土袋拦挡	临时措施
		临时排水沟	
		彩条布苫盖	



图 5-1 水土流失防治措施体系框图

5.3 分区措施布设

5.3.1 变电站扩建工程防治区

经现场调查，巴塘变电站站址范围内已按主体设计要求修建了挡土墙、排水沟并采取铺设碎石等措施，基本能达到相应的水土保持要求。本次在巴塘 500kV 变电站扩建 1 回 500kV 间隔至苏洼龙水电站，利用巴塘 500kV 变电站内预留的间隔进行扩建，在 1#、2#主变低压侧预留场地各扩建 1 组 60Mvar 并联电抗器，土建主要扩建电气设备构支架及基础，变电站扩建场地内现状为碎石地坪。



图 5-2 变电站配电装置区碎石地坪示例

(1)工程措施

铺设碎石

根据原变电站场地现状和设计情况，巴塘 500kV 变电站采用碎石覆盖站内构支架下空隙地，因此在本期变电站扩建施工结束后应尽快铺压碎石恢复原有地坪型式，防止地面裸露。

恢复碎石面积为 1800m²，铺碎石量 174m³。

(2)临时措施

彩条布苫盖

对于变电站扩建施工过程中的临时堆土，应集中堆放，并采用彩条布临时苫盖。共采用彩条布 100m²。

表 5-4 变电站扩建工程防治区水保措施工程量表

防治分区	措施类型			单位	工程量
变电站扩建工程防治区	工程措施	铺设碎石	面积	m ²	1800
			碎石量	m ³	174
	临时措施	彩条布苫盖		m ²	100

5.3.2 塔基及塔基施工临时占地防治区

本工程线路为苏洼龙水电站～巴塘 500kV 变电站线路工程，涉及铁塔 136 基，全线地形地貌主要为中高山地貌类型，沿线海拔在 2400～3850m 之间。

分类典型设计

平缓地区塔位：全线估算此类铁塔数量约占 32%，铁塔数为 44 基。

根据工程经验，由于塔基及附近施工场地较平整，基坑土石方采取在基面范围内平铺回填堆放处置，平均堆高 $\leq 0.3\text{m}$ 。余土压实后基面做成龟背形，土石方边缘按 1:2 放坡，以防止积水。施工完毕后回覆预先剥离开挖区域表土并撒草恢复基面植被，基面外的临时用地则根据占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化或复耕。



图 5-3 平缓塔位典型示例 1: 余土堆放在基面内



图 5-4 平缓塔位典型示例 2: 结合挡墙处置余土

坡地型塔位：位于斜坡的塔位，塔基采用高低腿，当坡面塔位上坡侧汇水对其冲刷影响较大的设置环状排水沟，并引至附近自然沟道排泄或直接散排。排水沟通常根据塔位具体地形和基础配置设置，在方案中已由主体估列线路塔位处浆砌石排水沟工程量 398m/180m³（其中巴塘县 243m/110m³，芒康县 155m/70m³），断面尺寸为 0.3m×0.3m，计入水土保持措施体系。

塔位边坡的处理方式分为下列三种：

①当地基条件较好（为岩层、塑性土），地下水位较低，放坡开挖时有足够的场地（上陡下缓）时一般是通过调整和控制边坡的高度和坡度削坡，无须采取其他加固措施。此类塔位约 46 基。

由于该类塔基所在区域地质条件好，一般采用人工掏挖基础、挖孔桩基础，余土很少，根据地形堆放在本区的坑凹或低洼处回填，余土堆放坡度在 15%以内。

堆放完毕后对基面表土回覆撒草恢复植被，防止基面裸露带来水土流失，基面外的临时用地则根据占地类型分别采取灌草结合绿化、撒草绿化或复耕。

②处于土质或强风化岩质边坡或上侧坡面较陡的塔位，则考虑浆砌块石护坡，当支挡高度较高时需加筋处理。塔基挖方余土可结合护坡回填于其内，浆砌石护坡由主体设计，工程估算此类塔约 26 基，护坡计量 $342\text{m}^3/456\text{m}^2$ （其中巴塘县 $190\text{m}^3/253\text{m}^2$ ，芒康县 $152\text{m}^3/203\text{m}^2$ ）。

③对于局部塔位的高陡边坡，主体工程设计了主动防护网进行挡护。主动防护网是以柔性网覆盖包裹在所需防护斜坡或岩石上，以限制坡面岩石土体的风化剥落或破坏以及危岩崩塌（加固作用），或将落石控制于一定范围内运动（围护作用），主要结构为：边沿（或上沿）钢丝绳锚杆+支撑绳+缝合绳。主动网是为了防止破碎岩体崩落而危及塔基安全而设置。工程估算此类塔位约 20 基，主动防护网工程量 500m^2 （其中巴塘县 296m^2 ，芒康县 204m^2 ）。



图 5-5 坡地典型示例 1：余土根据地势填至低洼坑凹处



图 5-6 坡地典型示例 2：结合挡墙堆放的余土



图 5-7 坡地典型示例 3：高陡边坡设主动防护网



图 5-8 坡地典型示例 4：修建排水沟

(1)工程措施

①浆砌石护坡

主体工程设计对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上边坡均采用浆砌块石护坡防护。浆砌石护坡通常沿塔位周围自然山坡或基面挖方后的缓坡面用块石砌筑，对塔基边坡起保护作用。塔位护坡可能是大面积的，也可能是局部范围的，应根据现场具体情况而定。护坡坡脚一般置于原状土土层上，山坡坡度小于 50° ，用 M5 水泥砂浆砌筑、勾缝，并每隔 2m 设一个泄水孔。本工程线路护坡主要布设在局部高陡边坡塔位，采用浆砌石砌筑，护坡厚度约 30cm，主体设计塔基浆砌石护坡工程量 342m^3 （其中巴塘县 190m^3 ，芒康县 152m^3 ），浆砌石护坡面积约 456m^2 （其中巴塘县 253m^2 ，芒康县 203m^2 ）。

②浆砌石排水沟

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。大多数情况下只需开设 1 道排水沟，当汇水面范围很大时，需开设 2 道排水沟，且沟的横断面尺寸应加大。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处，主体共布设浆砌石排水沟 $398\text{m}/180\text{m}^3$ （其中巴塘县 $243\text{m}/110\text{m}^3$ ，芒康县 $155\text{m}/70\text{m}^3$ ），排水沟采用矩形断面，净空尺寸为 $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ ，衬砌厚 0.25m，汇水引至周边自然排水冲沟及低洼处下泄或直接散排。排水沟汇流演算参数和计算结果详见 3.2.7.2③，经计算，排水沟断面尺寸满足排水要求。

主体设计考虑了塔基排水沟的设计，本方案从水土保持角度，对主体设计排水沟提出相应的要求，对坡度较陡排水沟，采用消能坎排水沟，另外在排水沟与自然冲沟衔接处采用喇叭口进行衔接，喇叭口长 1.0m，入水端口宽 0.3m，出水端口宽 0.7m，排水沟采用喇叭口衔接方式具有较好的消能作用，排水沟工程量已包含喇叭口渐变工程量。

③主动防护网

对于局部塔位的高陡边坡，主体设计了主动防护网进行挡护，以限制坡面岩石土体的风化剥落或破坏以及危岩崩塌（加固作用），或将落石控制于一定范围内运动（围护作用），主要结构为：边沿（或上沿）钢丝绳锚杆+支撑绳+缝合绳。主动网是为了防止破碎岩体崩落而危及塔基安全而设置。主动防护网工程量 500m^2 （其中巴塘县 296m^2 ，芒康县 204m^2 ）。

④表土剥离、表土回覆

为保护表土资源，同时利于施工后工程区域的植被恢复，对占用的林草地和耕地的表土应预先剥离保护。方案拟将余土就地平摊的塔位塔基全区域和余土外运的塔位基础开挖区域及其周边的表层土壤进行剥离。本区表土剥离面积 2.31hm^2 （其中巴塘县 1.19hm^2 ，芒康县 1.12hm^2 ），根据项目区立地条件，表土剥离厚度为耕地剥离 0.3m ，林地剥离 0.15m ，草地剥离 0.1m ，共剥离表土 3340m^3 （其中巴塘县 1735m^3 ，芒康县 1605m^3 ）。剥离表土集中堆存于塔基施工临时占地范围内，采用临时苫盖和拦挡措施进行防护。

施工完毕后为满足铁塔基面绿化要求，以人工挑抬运土作业为主，将表土均匀回覆在已整平的塔基区表土剥离区域表面，覆土厚度约 14cm ，覆土后立即实施人工种草，避免裸露土层的水力侵蚀。将该区剥离的表土全部回覆至塔基范围内剥离区域，表土回覆面积约 2.31hm^2 （其中巴塘县 1.19hm^2 ，芒康县 1.12hm^2 ），共回覆表土 3340m^3 （其中巴塘县 1735m^3 ，芒康县 1605m^3 ）。

⑤土地整治

主体工程施工结束后，为满足铁塔基面绿化及基面外绿化或复耕要求，对本区硬化的表层地坪进行铲除，清理的残渣就地填埋，场地清理后削凸填凹平整地面。本区土地整治面积包含两部分：塔基区永久占地土地整治面积 5.22hm^2 （其中巴塘县 3.05hm^2 ，芒康县 2.17hm^2 ，巴塘县和芒康县分别扣除塔基立柱占地 0.03hm^2 、 0.02hm^2 ），塔基施工临时占地区域土地整治面积 9.69hm^2 （其中巴塘县 5.75hm^2 ，芒康县 3.94hm^2 ）。本区土地整治面积共计 14.91hm^2 （其中巴塘县 8.80hm^2 ，芒康县 6.11hm^2 ）。

场地清理：清理并收集建筑垃圾、废弃物等，对占压区域进行坑凹回填、整平改造，恢复利用。

整地：包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等。翻地以秋翻为主，翻地宜深，多在 $15\sim 20\text{cm}$ ，春翻 $10\sim 12\text{cm}$ 。通过整地可以改善土壤理化性状，给作物生长尤其是根的发育创造了适宜的土壤条件。

⑥复耕

对于塔基施工临时占用耕地区域，施工结束后进行场地清理、坑凹回填，人工施肥，机械耕翻地后可满足作物生长需要。塔基施工场地临时占地中耕地全部

恢复，耕地恢复面积 0.78hm^2 （其中巴塘县 0.46hm^2 ，芒康县 0.32hm^2 ）。

(2)植物措施

本区主体工程设计未布设植物措施，因此方案新增种草措施对塔基基面进行植被恢复，对塔基施工临时占地占用林地和草地区域分别采用灌草结合绿化和撒草绿化恢复迹地。

灌草结合绿化：本区占用原土地类型为林地的施工临时用地，在土地整治后采取灌草结合的方式恢复植被。海拔 3000m 以下灌木选择金露梅，草籽选择茅草和冷地早熟禾；海拔 3000m 以上灌木选择白刺花，草籽选择高羊茅和披碱草。灌木栽种密度为 $4500\text{株}/\text{hm}^2$ ，草籽采用双草种 1:1 混播，草籽撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

考虑到项目处于干旱区，水热条件不佳，且本区施工占压扰动较大，植被恢复难度相对不易，植物措施共实施两次：第一次在铁塔基础施工结束后及时整地绿化，本次考虑后续材料堆放和人为踩踏影响暂不栽种灌木，本次撒草绿化面积为 4.85hm^2 （其中巴塘县 2.88hm^2 ，芒康县 1.97hm^2 ），撒草籽 485kg [其中巴塘县 288kg （茅草和冷地早熟禾共 158kg ，高羊茅和披碱草共 130kg ），芒康县 197kg （茅草和冷地早熟禾共 39kg ，高羊茅和披碱草共 158kg ）]；第二次在线路架线施工结束时实施，本次灌草结合绿化面积为 4.85hm^2 （其中巴塘县 2.88hm^2 ，芒康县 1.97hm^2 ），栽种灌木 21825株 [其中巴塘县 12960株 （金露梅 7128株 ，白刺花 5832株 ），芒康县 8865株 （金露梅 1773株 ，白刺花 7092株 ）]，撒草籽 485kg [其中巴塘县 288kg （茅草和冷地早熟禾共 158kg ，高羊茅和披碱草共 130kg ），芒康县 197kg （茅草和冷地早熟禾共 39kg ，高羊茅和披碱草共 158kg ）]。

综上，本区共计实施灌草结合绿化面积为 4.85hm^2 （其中巴塘县 2.88hm^2 ，芒康县 1.97hm^2 ），共栽种灌木 21825株 [其中巴塘县 12960株 （金露梅 7128株 ，白刺花 5832株 ），芒康县 8865株 （金露梅 1773株 ，白刺花 7092株 ）]，撒草籽 970kg [其中巴塘县 576kg （茅草和冷地早熟禾共 316kg ，高羊茅和披碱草共 260kg ），芒康县 394kg （茅草和冷地早熟禾共 78kg ，高羊茅和披碱草共 316kg ）]。

撒草绿化：在基面永久征地范围和占草地的临时用地进行撒播草籽恢复，海拔 3000m 以下草种选择茅草和冷地早熟禾，海拔 3000m 以上草种选择高羊茅和披碱草，不同海拔范围所选草种均按 1:1 混播。考虑到项目处于干旱区，水热条

件不佳，且本区施工占压扰动较大，植被恢复难度相对不易，植物措施共实施两次，实施时间同上述灌草结合绿化。单次撒草绿化面积为 9.28hm^2 （其中巴塘县 5.46hm^2 ，芒康县 3.82hm^2 ；巴塘县和芒康县分别扣除塔基立柱占地 0.03hm^2 、 0.02hm^2 ），撒草籽 928kg [其中巴塘县 546kg （茅草和冷地早熟禾共 300kg ，高羊茅和披碱草共 246kg ），芒康县 382kg （茅草和冷地早熟禾共 76kg ，高羊茅和披碱草共 306kg ）]。

综上，本区共实施撒草绿化面积 9.28hm^2 （其中巴塘县 5.46hm^2 ，芒康县 3.82hm^2 ；巴塘县和芒康县分别扣除塔基立柱占地 0.03hm^2 、 0.02hm^2 ），共撒草籽 1856kg [其中巴塘县 1092kg （茅草和冷地早熟禾共 600kg ，高羊茅和披碱草共 492kg ），芒康县 764kg （茅草和冷地早熟禾共 152kg ，高羊茅和披碱草共 612kg ）]。

考虑项目实际，草籽在铁塔基础完工及架线施工结束后分两次进行播种，播深 $2\sim 3\text{cm}$ ，撒播草籽是将草籽先用表土搅拌，撒播后表土回覆 $1\sim 2\text{cm}$ ，并轻微压实，防止播撒被风吹散，以保持土壤水分，达到固土、绿化的效果。旱季时注意浇水和补种。

种草技术：若施工期间仅对该区域造成占压、踩踏等扰动，完工后把地表翻松、整理后，能满足种草要求，不再表土回覆；若对该区域形成了硬化表面或对其进行大的开挖扰动的，完工后需对其表面进行清理，深耕后平整后回覆 14cm 左右的表土。草籽在施工结束后进行播种，播深 $2\sim 3\text{cm}$ ，撒播后表土回覆 $1\sim 2\text{cm}$ ，并轻微压实，以保持土壤水分，达到固土、绿化效果。

按本线路工程进度计划，本区绿化实施时间安排在 2021 年 9~10 月和 2022 年 4~5 月，共实施两次。

(3)临时措施

塔基施工临时用地在施工期间主要以人为踩踏、材料及堆土临时堆放为主，扰动深度小于 20cm ，施工前可不对该区域进行表土剥离，对其表面采用彩条布铺垫（全面覆盖）即可，单个塔基施工临时占地铺垫彩条布约 712.5m^2 ，共需铺垫彩条布 96900m^2 （其中巴塘县 57500m^2 ，芒康县 39400m^2 ）；本方案设计仅对余土就地平摊的塔位塔基全区域和余土外运的塔位基础开挖区域及其周边的表层土壤进行剥离，剥离面积 2.31hm^2 （其中巴塘县 1.19hm^2 ，芒康县 1.12hm^2 ），未剥离表土区域采取彩条布铺垫隔离地表，塔基区铺垫彩条布约 29600m^2 （其中巴

塘县 18900m²，芒康县 10700m²)。综上，塔基及塔基施工临时占地区共铺垫彩条布 126500m² (其中巴塘县 76400m²，芒康县 50100m²)。

在平台、基础等土石方施工时，剥离的表土和基础开挖出的土石方堆放在塔基施工空隙地的相对平缓区 (需外运的部分余土也要临时堆放)，表土和一般土石方分开堆存，为避免在施工活动的扰动下产生流失，将部分基础开挖土方装入编织袋，用于挡护临时堆土。土体堆存边坡不大于 1: 1.75，本区属中高山区，考虑在堆土的下边坡设置编织土袋拦挡，断面型式为等腰梯形，断面尺寸: 0.35m (上底) ×1.00m (高) ×1.75m (下底)，对堆体表面采用彩条布进行苫盖，最大限度减少水土流失。需使用编织土袋 6230m³/5933m (其中巴塘县 3738m³/3560m，芒康县 2492m³/2373m)，彩条布苫盖约 36860m² (其中巴塘县 22116m²，芒康县 14744m²)。

综上，塔基及塔基施工临时占地区共计使用编织土袋 6230m³/5933m (其中巴塘县 3738m³/3560m，芒康县 2492m³/2373m)，使用彩条布 163360m² (其中巴塘县 98516m²，芒康县 64844m²)。



图 5-9 平地临时堆土土袋挡护示例



图 5-10 坡面土袋挡墙挡护示例



图 5-11 塔基施工临时占地铺垫隔离示例



图 5-12 塔基施工临时占地堆土临时防护示例

塔基及塔基施工临时占地防治区水土保持措施工程量见下表。

表 5-5 塔基及塔基施工临时占地防治区水保措施工程量表

防治分区	措施类型			单位	工程量		
					巴塘县	芒康县	小计
塔基及塔基施工临时占地防治区	工程措施	浆砌石护坡		m ³ /m ²	190/253	152/203	342/456
		浆砌石排水沟	长度	m	243	155	398
			浆砌石量	m ³	110	70	180
		主动防护网		m ²	296	204	500
		表土剥离		m ³	1735	1605	3340
		表土回覆		m ³	1735	1605	3340
		土地整治		hm ²	8.80	6.11	14.91
		复耕		hm ²	0.46	0.32	0.78
	植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	2.88	1.97	4.85
			茅草、冷地早熟禾	kg	316	78	394
			披碱草、高羊茅	kg	260	316	576
			小计	kg	576	394	970
		灌木	金露梅	株	7128	1773	8901
			白刺花	株	5832	7092	12924
			小计	株	12960	8865	21825
		撒草绿化	面积	hm ²	5.46	3.82	9.28
			茅草、冷地早熟禾	kg	600	152	752
			披碱草、高羊茅	kg	492	612	1104
			小计	kg	1092	764	1856
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖		m ²	98516	64844	163360
		编织土袋拦挡		m ³ /m	3738/3560	2492/2373	6230/5933

5.3.3 牵张场防治区

本区扰动主要以人为踩踏、临时机械器具占压为主，扰动深度小于 20cm，施工前该区域表土可不进行剥离，对其表面采取铺垫隔离措施即可。

(1)工程措施

土地整治

在施工结束后，应及时拆除临时设施及清理施工现场，平整施工迹地并深翻土层，以便后期绿化恢复迹地。土地整治面积 2.86hm²（其中巴塘县 1.54hm²，芒康县 1.32hm²）。

场地清理及整地内容同 5.3.2（1）⑤。

(2)植物措施

本区全部占用林草地，绿化面积为 2.86hm²（其中巴塘县 1.54hm²，芒康县 1.32hm²），施工后进行迹地恢复。考虑到本区扰动相对较小，且施工时间较短，植物措施在牵张场使用结束后实施一次即可，后期对生长情况不良的区域进行补植。

灌草结合绿化：对牵张场临时占用林地部分（ 0.88hm^2 ）采取灌草结合恢复植被；施工结束后先对其进行翻松、平整，然后对占用的林地进行灌草结合绿化。灌草结合绿化面积为 0.88hm^2 （其中巴塘县 0.44hm^2 ，芒康县 0.44hm^2 ），共栽种灌木 3960 株[其中巴塘县 1980 株（金露梅），芒康县 1980 株（白刺花）]，共撒播草籽 88kg[其中巴塘县 44kg（茅草、冷地早熟禾），芒康县 44kg（披碱草、高羊茅）]。

撒草绿化：对牵张场临时占用草地部分（ 1.98hm^2 ），完工后采取撒草绿化，种草绿化面积 1.98hm^2 （其中巴塘县 1.10hm^2 ，芒康县 0.88hm^2 ），共撒播草籽 198kg[其中巴塘县 110kg（茅草和冷地早熟禾共 44kg，披碱草和高羊茅共 66kg），芒康县 88kg（茅草和冷地早熟禾共 22kg，披碱草和高羊茅共 66kg）]。

灌草结合绿化及种草技术同前 5.3.2（2）小节。

按本线路工程进度计划，本区绿化实施时间安排在 2022 年 5~6 月。

（3）临时措施

该区域场地将放置电缆、机具等，对堆放的临时小器具底部和其他扰动轻微区域铺设彩条布进行隔离，对牵张机具或零星开挖土搭设彩条布进行苫盖，特殊地段大型机械底部铺垫钢板进行隔离防护。本工程共设置 13 处牵张场（其中巴塘县 7 处，芒康县 6 处），单处牵张场铺垫钢板面积 200m^2 ，使用彩条布面积 2100m^2 （其中铺垫 2000m^2 ，苫盖 100m^2 ）。经估算，牵张场共铺垫钢板 2600m^2 （其中巴塘县 1400m^2 ，芒康县 1200m^2 ），需彩条布约 27300m^2 （其中巴塘县 14700m^2 ，芒康县 12600m^2 ）。



图 5-13 牵张场彩条布苫盖、铺垫钢板



图 5-14 在牵张机具下铺设草垫示例

牵张场防治区水土保持措施工程量见下表。

表 5-6 牵张场防治区措施工程量

防治分区	措施类型			单位	工程量				
					巴塘县	芒康县	小计		
牵张场防 治区	工程措施	土地整治			hm²	1.54	1.32	2.86	
	植物措施	灌草结 合绿化	面积		hm²	0.44	0.44	0.88	
			草籽	茅草、冷地早熟禾		kg	44		44
				披碱草、高羊茅		kg		44	44
				小计		kg	44	44	88
		灌木	金露梅		株	1980		1980	
			白刺花		株		1980	1980	
			小计		株	1980	1980	3960	
		撒草绿 化	面积		hm²	1.10	0.88	1.98	
			草籽	茅草、冷地早熟禾		kg	44	22	66
				披碱草、高羊茅		kg	66	66	132
				小计		kg	110	88	198
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖			m²	14700	12600	27300	
		铺垫钢板			m²	1400	1200	2600	

5.3.4 跨越施工临时占地防治区

本区扰动主要以人为踩踏、跨越架占压为主，扰动深度小于 20cm，施工前该区域表土可不进行剥离，对其表面采取隔离铺垫措施即可。

(1) 工程措施

土地整治

在施工结束后，应及时拆除临时设施及清理施工现场，平整施工迹地并深翻土层，以便后期绿化恢复迹地。土地整治面积 0.20hm²，全部位于巴塘县境内。

场地清理及整地内容同 5.3.2 (1) ⑤。

(2) 植物措施

本区全部占用林草地，绿化面积为 0.20hm² (全部位于巴塘县境内)，施工后进行迹地恢复。考虑到本区扰动相对较小，且施工时间较短，植物措施在跨越场地使用结束后实施一次即可，后期对生长情况不良的区域进行补植。

灌草结合绿化：对跨越施工临时占用林地部分 (0.05hm²) 采取灌草结合恢复植被；施工结束后先对其进行翻松、平整，然后对占用的林地进行灌草结合绿化。灌草结合绿化面积为 0.05hm²，共栽种灌木 225 株 (金露梅)，撒播草籽 5kg (茅草、冷地早熟禾)，全部位于巴塘县境内。

撒草绿化：对跨越施工临时占用草地部分 (0.15hm²)，完工后采取撒草绿化，种草绿化面积 0.15hm²，共撒播草籽 15kg (茅草和冷地早熟禾共 7kg，披碱草和高羊茅共 8kg)，全部位于巴塘县境内。

灌草结合绿化及种草技术同前 5.3.2 (2) 小节。

按本线路工程进度计划, 本区绿化实施时间安排在 2022 年 5~6 月。

(3)临时措施

本区扰动主要以人为踩踏、跨越架占压为主, 扰动较轻微, 采取彩条布铺垫隔离地表。本工程共需搭设 5 处跨越架, 单处跨越场地铺垫彩条布面积 400m², 共铺垫彩条布约 2000m², 全部位于巴塘县境内。

跨越施工临时占地防治区水土保持措施工程量见下表。

表 5-7 跨越施工临时占地防治区措施工程量

防治分区	措施类型		单位	工程量		
				巴塘县	芒康县	小计
跨越施工临时占地防治区	工程措施	土地整治	hm ²	0.20		0.20
	植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	0.05	0.05
			草籽(茅草、冷地早熟禾)	kg	5	5
			灌木(金露梅)	株	225	225
		撒草绿化	面积	hm ²	0.15	0.15
			茅草、冷地早熟禾	kg	7	7
			披碱草、高羊茅	kg	8	8
			小计	kg	15	15
	临时措施	彩条布铺垫	m ²	2000		2000

5.3.5 索道占地防治区

本区扰动主要以人为踩踏、索道架设和材料临时占压为主, 扰动深度小于 20cm, 施工前该区域表土可不进行剥离, 对其表面采取隔离铺垫措施即可。

(1)工程措施

土地整治

在施工结束后, 应及时拆除临时设施及清理施工现场, 平整施工迹地并深翻土层, 以便后期绿化恢复迹地。土地整治面积 2.55hm² (其中巴塘县 1.51hm², 芒康县 1.04hm²)。

场地清理及整地内容同 5.3.2 (1) ⑤。

(2)植物措施

本区全部占用林草地, 绿化面积为 2.55hm² (其中巴塘县 1.51hm², 芒康县 1.04hm²), 施工后进行迹地恢复。考虑到本区扰动相对较小, 且施工时间较短, 植物措施在索道使用结束后实施一次即可, 后期对生长情况不良的区域进行补植。

灌草结合绿化: 对索道临时占用林地部分 (0.90hm²) 采取灌草结合恢复植

被；施工结束后先对其进行翻松、平整，然后对占用的林地进行灌草结合绿化。灌草结合绿化面积为 0.90hm^2 （其中巴塘县 0.53hm^2 ，芒康县 0.37hm^2 ），共栽种灌木 4050 株[其中巴塘县 2385 株（金露梅 1419 株，白刺花 966 株），芒康县 1665 株（金露梅 1165 株，白刺花 500 株）]，撒播草籽 90kg[其中巴塘县 53kg（茅草和冷地早熟禾共 32kg，披碱草和高羊茅共 21kg），芒康县 37kg（茅草和冷地早熟禾共 26kg，披碱草和高羊茅共 11kg）]。

撒草绿化：对索道临时占用草地部分（ 1.65hm^2 ），完工后采取撒草绿化，种草绿化面积 1.65hm^2 （其中巴塘县 0.98hm^2 ，芒康县 0.67hm^2 ），共撒播草籽 165kg[其中巴塘县 98kg（茅草和冷地早熟禾共 60kg，披碱草和高羊茅共 38kg），芒康县 67kg（茅草和冷地早熟禾共 47kg，披碱草和高羊茅共 20kg）]。

灌草结合绿化及种草技术同前 5.3.2（2）小节。

按本线路工程进度计划，本区绿化实施时间安排在 2022 年 5～6 月。

（3）临时措施

本区扰动主要以人为踩踏、索道架设和材料临时占压为主，扰动较轻微，采取彩条布铺垫隔离地表。由于线路余土外运需在索道下侧占地范围内临时堆放，需要对临时堆土采取苫盖和拦挡措施。本工程共设置 102 处索道（其中巴塘县 74 处，芒康县 28 处），43 处余土临时中转场（索道占地范围内，其中巴塘县 29 处，芒康县 14 处）。单处索道铺垫彩条布面积 250m^2 ，单处余土临时中转场彩条布苫盖面积 150m^2 ，余土临时拦挡采用双排双层编织土袋，断面尺寸为 0.7（宽） $\times$ 0.4（高），单处余土临时中转场使用编织土袋 $11.2\text{m}^3/40\text{m}$ 。

经估算，索道占地区共铺垫彩条布约 25500m^2 （其中巴塘县 18500m^2 ，芒康县 7000m^2 ）；余土临时中转场共苫盖彩条布 6450m^2 （其中巴塘县 4350m^2 ，芒康县 2100m^2 ），共使用编织土袋拦挡 $481.6\text{m}^3/1720\text{m}$ （其中巴塘县 $324.8\text{m}^3/1160\text{m}$ ，芒康县 $156.8\text{m}^3/560\text{m}$ ）。

索道占地防治区水土保持措施工程量见下表。

表 5-8 索道占地防治区措施工程量

防治分区	措施类型			单位	工程量			
					巴塘县	芒康县	小计	
索道占地防治区	工程措施	土地整治			hm ²	1.51	1.04	2.55
	植物措施	灌草结合绿化	面积		hm ²	0.53	0.37	0.90
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	32	26	58
				披碱草、高羊茅	kg	21	11	32
				小计	kg	53	37	90
				灌木	金露梅	株	1419	1165	2584
			白刺花		株	966	500	1466
			小计		株	2385	1665	4050
			撒草绿化	面积		hm ²	0.98	0.67	1.65
		草籽		茅草、冷地早熟禾	kg	60	47	107
				披碱草、高羊茅	kg	38	20	58
				小计	kg	98	67	165
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖			m ²	22850	9100	31950
		编织土袋拦挡			m ³ /m	324.8/1160	156.8/560	481.6/1720

5.3.6 施工临时道路工程防治区

5.3.6.1 人抬道路

本工程新建人抬道路约 40.0km，主要用于人抬或畜力运输材料等，路面宽计列 1.0m，临时占地面积共计 4.0hm²，该区的扰动以踩踏和伐疏枝条为主，对部分凹凸不平的地方进行简单的填凹削凸，扰动深度小于 20cm，该区表土可不进行剥离，防治措施以土地整治加以植物措施引导恢复方式为主。

(1)工程措施

土地整治：人抬道路经踩踏后部分板结或形成坑凹，需平整翻松后进行迹地恢复。主体工程施工结束后，对板结的表层地坪进行翻松整地，翻松表层土 20～30cm；形成坑凹的，填凹削凸进行平整。土地整治面积为 4.00hm²（其中巴塘县 2.41hm²，芒康县 1.59hm²）。

(2)植物措施

人抬道路全部占用林草地，绿化面积为 4.00hm²，施工后进行迹地恢复。考虑到本区扰动相对较小，且有施工人员持续踩踏占压，植物措施在人抬道路使用结束后实施一次即可，后期对生长情况不良的区域进行补植。

人抬道路临时占用林草地在完工后采取撒草绿化恢复迹地，种草绿化面积 4.00hm²（其中巴塘县 2.41hm²，芒康县 1.59hm²），草籽约 400kg[其中巴塘县 241kg（茅草和冷地早熟禾共 133kg，披碱草和高羊茅共 108kg），芒康县 159kg（茅草和冷地早熟禾共 32kg，披碱草和高羊茅共 127kg）]。种草技术同前 5.3.1（2）节。

5.3.6.2 施工简易道路

本工程附近乡村道路部分路段不能满足施工要求，需进行拓宽，拓宽施工简易道路长度约 6.5km，拓宽路面宽度 1m，边坡排水等宽度约 0.97m，占地面积为 1.28hm²，该区施工前要进行表土剥离，并装入编织袋拦挡道路下边坡，后期用于道路拓宽区域绿化表土回覆。

(1) 工程措施

土地整治：施工简易道路拓宽路面经施工车辆碾压后板结，需平整翻松覆土后进行迹地恢复。主体工程施工结束后，对该区域板结的表层地坪进行翻松整地，翻松表层土 20~30cm；形成坑凹的，填凹削凸进行平整。土地整治面积为 1.28hm²（其中巴塘县 0.60hm²，芒康县 0.68hm²）。

表土剥离、表土回覆：为保护表土资源，同时利于施工后工程区域的植被恢复，对施工简易道路拓宽占用的林草地的表土应预先剥离保护。表土剥离面积 1.28hm²（其中巴塘县 0.60hm²，芒康县 0.68hm²），根据项目区立地条件，表土剥离厚度为林地剥离 0.15m，草地剥离 0.1m，共剥离表土 1465m³（其中巴塘县 685m³，芒康县 780m³）。剥离表土全部装入编织袋，作为施工简易道路下边坡的临时拦挡。

施工结束后，以人工挑抬运土作业为主，将表土均匀回覆在已整平的施工简易道路拓宽区域，表面覆土厚度约 11cm 左右，表土回覆后立即实施植物措施，避免裸露土层的水力侵蚀。共回覆表土 1465m³（其中巴塘县 685m³，芒康县 780m³）。

(2) 植物措施

施工简易道路拓宽区域全部占用林草地，绿化面积为 1.28hm²，施工后进行迹地恢复。考虑到本区有施工人员及车辆持续踩踏、占压，植物措施在施工简易道路使用结束后实施一次即可，后期对生长情况不良的区域进行补植。

灌草结合绿化：对施工简易道路占用林地部分（0.37hm²）采取灌草结合恢复植被；施工结束后先对其进行翻松、平整，然后对占用的林地进行灌草结合绿化。灌草结合的绿化面积为 0.37hm²（其中巴塘县 0.17hm²，芒康县 0.20hm²），共栽种灌木 1665 株[其中巴塘县 765 株（金露梅），芒康县 900 株（金露梅）]，共撒播草籽 37kg[其中巴塘县 17kg（茅草、冷地早熟禾），芒康县 20kg（茅草、

冷地早熟禾)]。

撒草绿化: 对施工简易道路占用草地部分 (0.91hm^2)，完工后采取撒草绿化，种草绿化面积 0.91hm^2 (其中巴塘县 0.43hm^2 ，芒康县 0.48hm^2)，草籽约 91kg [其中巴塘县 43kg (茅草、冷地早熟禾)，芒康县 48kg (茅草、冷地早熟禾)]。

灌草结合绿化及种草技术同前 5.3.1 (2) 小节。

(3)临时措施

临时防护: 方案考虑将施工简易道路拓宽区域剥离的表土全部装入编织袋，对道路拓宽区域的下边坡设置双排双层土袋挡墙，施工结束后用作施工简易道路绿化表土回覆。土袋挡墙为矩形断面，断面尺寸为 0.7m (宽) $\times$ 0.4m (高)，对道路填方边坡进行挡护，最大限度减少水土流失。共需使用编织土袋 $1465\text{m}^3/5232\text{m}$ (其中巴塘县 $685\text{m}^3/2446\text{m}$ ，芒康县 $780\text{m}^3/2786\text{m}$)。

施工简易道路拓宽区域内边坡采用彩条布苫盖，需彩条布约 8000m^2 (其中巴塘县 3750m^2 ，芒康县 4250m^2)。

临时排水沟: 在施工简易道路较陡和汇水面较大的路段路基一侧设置用于排水的土质边沟，梯形断面尺寸为：深 $\times$ 底宽 $\times$ 上口宽= $0.3\text{m}\times0.3\text{m}\times0.6\text{m}$ 。据估算共需修土质排水沟 4000m (其中巴塘县 1875m ，芒康县 2125m)，开挖土方 540m^3 (其中巴塘县 253m^3 ，芒康县 287m^3)。

施工临时道路工程防治区水土保持措施工程量见下表。

表 5-9 施工临时道路工程防治区水保措施工程量表

防治分区		措施类型	措施名称			单位	工程量		
							巴塘县	芒康县	小计
施工临时道路工程防治区	人抬道路	工程措施	土地整治			hm ²	2.41	1.59	4.00
		植物措施	撒草绿化	面积		hm ²	2.41	1.59	4.00
				草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	133	32	165
					披碱草、高羊茅	kg	108	127	235
					小计	kg	241	159	400
	施工简易道路	工程措施	表土剥离			m ³	685	780	1465
			表土回覆			m ³	685	780	1465
			土地整治			hm ²	0.60	0.68	1.28
		植物措施	灌草结合绿化	面积		hm ²	0.17	0.20	0.37
				草籽（茅草、冷地早熟禾）	kg	17	20	37	
				灌木（金露梅）	株	765	900	1665	
			撒草绿化	面积		hm ²	0.43	0.48	0.91
				草籽（茅草、冷地早熟禾）	kg	43	48	91	
		临时措施	编织土袋拦挡			m ³ /m	685/2446	780/2786	1465/5232
			彩条布苫盖			m ²	3750	4250	8000
			临时排水沟	长度		m	1875	2125	4000
土方开挖				m ³	253	287	540		

5.3.7 各防治分区水土保持措施工程量

本工程通过采取各种工程措施、植物措施、临时措施等综合防治措施，既保证了工程本身的安全建设和运行，又恢复了工程区的植被、合理利用了水土资源、保护了生态环境，最大可能的防治了新增及原有水土流失的产生。本工程水土保持措施工程量统计见表 5-10~5-14。

表 5-10 水土保持工程措施量汇总表

防治分区	措施类型		单位	工程量		
				巴塘县	芒康县	小计
变电站扩建工程防治区	铺设碎石	面积	m ²	1800		1800
		碎石量	m ³	174		174
塔基及塔基施工临时占地防治区	浆砌石护坡		m ³ /m ²	190/253	152/203	342/456
	浆砌石排水沟	长度	m	243	155	398
		浆砌石量	m ³	110	70	180
	主动防护网		m ²	296	204	500
	表土剥离		m ³	1735	1605	3340
	表土回覆		m ³	1735	1605	3340
	土地整治		hm ²	8.80	6.11	14.91
	复耕		hm ²	0.46	0.32	0.78
牵张场防治区	土地整治		hm ²	1.54	1.32	2.86
跨越施工临时占地防治区	土地整治		hm ²	0.20		0.20
索道占地防治区	土地整治		hm ²	1.51	1.04	2.55
施工临时道路工程防治区	人抬道路	土地整治	hm ²	2.41	1.59	4.00
	施工简易道路	表土剥离	m ³	685	780	1465
		表土回覆	m ³	685	780	1465
		土地整治	hm ²	0.60	0.68	1.28

表5-11 水土保持植物措施量汇总表

防治分区		措施类型		单位	工程量		
					巴塘县	芒康县	小计
塔基及塔基施工临时占地防治区		灌草结合绿化	面积	hm ²	2.88	1.97	4.85
			茅草、冷地早熟禾	kg	316	78	394
			披碱草、高羊茅	kg	260	316	576
			小计	kg	576	394	970
			金露梅	株	7128	1773	8901
			白刺花	株	5832	7092	12924
			小计	株	12960	8865	21825
		撒草绿化	面积	hm ²	5.46	3.82	9.28
			茅草、冷地早熟禾	kg	600	152	752
			披碱草、高羊茅	kg	492	612	1104
			小计	kg	1092	764	1856
牵张场防治区		灌草结合绿化	面积	hm ²	0.44	0.44	0.88
			茅草、冷地早熟禾	kg	44		44
			披碱草、高羊茅	kg		44	44
			小计	kg	44	44	88
			金露梅	株	1980		1980
			白刺花	株		1980	1980
			小计	株	1980	1980	3960
		撒草绿化	面积	hm ²	1.10	0.88	1.98
			茅草、冷地早熟禾	kg	44	22	66
			披碱草、高羊茅	kg	66	66	132
			小计	kg	110	88	198
跨越施工临时占地防治区		灌草结合绿化	面积	hm ²	0.05		0.05
			草籽（茅草、冷地早熟禾）	kg	5		5
			灌木（金露梅）	株	225		225
		撒草绿化	面积	hm ²	0.15		0.15
			茅草、冷地早熟禾	kg	7		7
			披碱草、高羊茅	kg	8		8
			小计	kg	15		15
索道占地防治区		灌草结合绿化	面积	hm ²	0.53	0.37	0.90
			茅草、冷地早熟禾	kg	32	26	58
			披碱草、高羊茅	kg	21	11	32
			小计	kg	53	37	90
			金露梅	株	1419	1165	2584
			白刺花	株	966	500	1466
			小计	株	2385	1665	4050
		撒草绿化	面积	hm ²	0.98	0.67	1.65
			茅草、冷地早熟禾	kg	60	47	107
			披碱草、高羊茅	kg	38	20	58
			小计	kg	98	67	165
施工临时道路工程防治区		人抬道路	面积	hm ²	2.41	1.59	4.00
			茅草、冷地早熟禾	kg	133	32	165
			披碱草、高羊茅	kg	108	127	235
			小计	kg	241	159	400
		施工简易道路	面积	hm ²	0.17	0.20	0.37
			草籽（茅草、冷地早熟禾）	kg	17	20	37
			灌木（金露梅）	株	765	900	1665
		撒草绿化	面积	hm ²	0.43	0.48	0.91
			草籽（茅草、冷地早熟禾）	kg	43	48	91

表5-12 水土保持临时措施量汇总表

防治分区		措施类型		单位	工程量		
					巴塘县	芒康县	小计
变电站扩建工程防治区		彩条布苫盖		m ²	100		100
塔基及塔基施工临时占地防治区		彩条布铺垫、苫盖		m ²	98516	64844	163360
		编织土袋拦挡		m ³ /m	3738/3560	2492/2373	6230/5933
牵张场防治区		彩条布铺垫、苫盖		m ²	14700	12600	27300
		铺垫钢板		m ²	1400	1200	2600
跨越施工临时占地防治区		彩条布铺垫		m ²	2000		2000
索道占地防治区		彩条布铺垫、苫盖		m ²	22850	9100	31950
		编织土袋拦挡		m ³ /m	324.8/1160	156.8/560	481.6/1720
施工临时道路工程防治区	施工简易道路	编织土袋拦挡		m ³ /m	685/2446	780/2786	1465/5232
		彩条布苫盖		m ²	3750	4250	8000
		临时排水沟	长度	m	1875	2125	4000
			土方开挖	m ³	253	287	540

表 5-13 本工程水土保持措施工程量表

防治分区	措施类型			单位	工程量	各行政区工程量		
						巴塘县	芒康县	
变电站扩建工程防治区	工程措施	铺设碎石	面积	m ²	1800	1800		
			碎石量	m ³	174	174		
	临时措施	彩条布苫盖			m ²	100	100	
塔基及塔基施工临时占地防治区	工程措施	浆砌石护坡		m ³ /m ²	342/456	190/253	152/203	
		浆砌石排水沟	长度	m	398	243	155	
			浆砌石量	m ³	180	110	70	
			主动防护网		m ²	500	296	204
		表土剥离		m ³	3340	1735	1605	
		表土回覆		m ³	3340	1735	1605	
		土地整治		hm ²	14.91	8.80	6.11	
		复耕		hm ²	0.78	0.46	0.32	
	植物措施	灌草结合绿化	面积		hm ²	4.85	2.88	1.97
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	394	316	78
				披碱草、高羊茅	kg	576	260	316
				小计	kg	970	576	394
			灌木	金露梅	株	8901	7128	1773
				白刺花	株	12924	5832	7092
				小计	株	21825	12960	8865
		撒草绿化	面积		hm ²	9.28	5.46	3.82
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	752	600	152
				披碱草、高羊茅	kg	1104	492	612
				小计	kg	1856	1092	764
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖			m ²	163360	98516	64844
		编织土袋拦挡			m ³ /m	6230/5933	3738/3560	2492/2373
牵张场防治区	工程措施	土地整治			hm ²	2.86	1.54	1.32
	植物措施	灌草结合绿化	面积		hm ²	0.88	0.44	0.44
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	44	44	
				披碱草、高羊茅	kg	44		44
				小计	kg	88	44	44
			灌木	金露梅	株	1980	1980	
				白刺花	株	1980		1980
				小计	株	3960	1980	1980
		撒草绿化	面积		hm ²	1.98	1.10	0.88
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	66	44	22
				披碱草、高羊茅	kg	132	66	66
				小计	kg	198	110	88
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖			m ²	27300	14700	12600
		铺垫钢板			m ²	2600	1400	1200
跨越施工临时占地防治区	工程措施	土地整治			hm ²	0.20	0.20	
	植物措施	灌草结合绿化	面积		hm ²	0.05	0.05	
			草籽（茅草、冷地早熟禾）		kg	5	5	
			灌木（金露梅）		株	225	225	
		撒草绿化	面积		hm ²	0.15	0.15	
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	7	7	
				披碱草、高羊茅	kg	8	8	
				小计	kg	15	15	
临时措施	彩条布铺垫			m ²	2000	2000		
索道占地防治区	工程措施	土地整治			hm ²	2.55	1.51	1.04
	植物措施	灌草结合绿化	面积		hm ²	0.90	0.53	0.37
			草籽	茅草、冷地早熟禾	kg	58	32	26
				披碱草、高羊茅	kg	32	21	11
				小计	kg	90	53	37
			灌木	金露梅	株	2584	1419	1165

施工临时道路工程防治区	人抬道路			白刺花	株	1466	966	500
				小计	株	4050	2385	1665
			撒草绿化	面积	hm ²	1.65	0.98	0.67
				茅草、冷地早熟禾	kg	107	60	47
				披碱草、高羊茅	kg	58	38	20
				小计	kg	165	98	67
		临时措施	彩条布铺垫、苫盖		m ²	31950	22850	9100
			编织土袋拦挡		m ³ /m	481.6/1720	324.8/1160	156.8/560
	施工简易道路	工程措施	土地整治		hm ²	4.00	2.41	1.59
		植物措施	撒草绿化	面积	hm ²	4.00	2.41	1.59
				茅草、冷地早熟禾	kg	165	133	32
				披碱草、高羊茅	kg	235	108	127
				小计	kg	400	241	159
		工程措施	表土剥离		m ³	1465	685	780
			表土回覆		m ³	1465	685	780
			土地整治		hm ²	1.28	0.60	0.68
		植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	0.37	0.17	0.20
				草籽(茅草、冷地早熟禾)	kg	37	17	20
			撒草绿化	灌木(金露梅)	株	1665	765	900
				面积	hm ²	0.91	0.43	0.48
		临时措施	临时排水沟	草籽(茅草、冷地早熟禾)	kg	91	43	48
				编织土袋拦挡	m ³ /m	1465/5232	685/2446	780/2786
				彩条布苫盖	m ²	8000	3750	4250
				长度	m	4000	1875	2125
				土方开挖	m ³	540	253	287

表 5-14 本工程水土保持措施分年度工程量表

防治分区	措施类型		单位	工程量	年份	
					2021 年	2022 年
变电站扩建工程防治区	工程措施	铺设碎石	面积	m ²	1800	1800
			碎石量	m ³	174	174
	临时措施	彩条布苫盖		m ²	100	100
塔基及塔基施工临时占地防治区	工程措施	浆砌石护坡		m ³ /m ²	342/456	342/456
		浆砌石排水沟	长度	m	398	398
			浆砌石量	m ³	180	180
		主动防护网		m ²	500	500
		表土剥离		m ³	3340	3340
		表土回覆		m ³	3340	3340
		土地整治		hm ²	14.91	14.91
		复耕		hm ²	0.78	0.78
	植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	4.85	(4.85)
			茅草、冷地早熟禾	kg	394	197
			披碱草、高羊茅	kg	576	288
			小计	kg	970	485
		灌木	金露梅	株	8901	8901
			白刺花	株	12924	12924
			小计	株	21825	21825
		撒草绿化	面积	hm ²	9.28	(9.28)
			茅草、冷地早熟禾	kg	752	376
			披碱草、高羊茅	kg	1104	552
			小计	kg	1856	928
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖		m ²	163360	163360
		编织土袋拦挡		m ³ /m	6230/5933	6230/5933
牵张场防治区	工程措施	土地整治		hm ²	2.86	2.86
	植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	0.88	0.88
			茅草、冷地早熟禾	kg	44	44
			披碱草、高羊茅	kg	44	44
			小计	kg	88	88
		灌木	金露梅	株	1980	1980
			白刺花	株	1980	1980
			小计	株	3960	3960
		撒草绿化	面积	hm ²	1.98	1.98
			茅草、冷地早熟禾	kg	66	66
			披碱草、高羊茅	kg	132	132
			小计	kg	198	198
	临时措施	彩条布铺垫、苫盖		m ²	27300	4200
		铺垫钢板		m ²	2600	400
跨越施工临时占地防治区	工程措施	土地整治		hm ²	0.20	0.20
	植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	0.05	0.05
			草籽(茅草、冷地早熟禾)	kg	5	5
			灌木(金露梅)	株	225	225
		撒草绿化	面积	hm ²	0.15	0.15
			茅草、冷地早熟禾	kg	7	7
			披碱草、高羊茅	kg	8	8
			小计	kg	15	15
	临时措施	彩条布铺垫		m ²	2000	800
索道占地防治区	工程措施	土地整治		hm ²	2.55	2.55
	植物措施	灌草结合绿化	面积	hm ²	0.90	0.90
			茅草、冷地早熟禾	kg	58	58
			披碱草、高羊茅	kg	32	32
			小计	kg	90	90
		灌木	金露梅	株	2584	2584
			白刺花	株	1466	1466

施工临时道路工程防治区	人抬道路	撒草绿化	草籽	小计	株	4050		4050
				面积	hm ²	1.65		1.65
				茅草、冷地早熟禾	kg	107		107
				披碱草、高羊茅	kg	58		58
			小计	kg	165			165
		临时措施	彩条布铺垫、苫盖		m ²	31950	18000	13950
			编织土袋拦挡		m ³ /m	481.6/1720	481.6/1720	
	施工简易道路	工程措施	土地整治		hm ²	4.00		4.00
		植物措施	撒草绿化	面积	hm ²	4.00		4.00
				茅草、冷地早熟禾	kg	165		165
				披碱草、高羊茅	kg	235		235
				小计	kg	400		400
		工程措施	表土剥离		m ³	1465	1465	
			表土回覆		m ³	1465		1465
			土地整治		hm ²	1.28		1.28
		植物措施	灌木结合绿化	面积	hm ²	0.37		0.37
				草籽(茅草、冷地早熟禾)	kg	37		37
				灌木(金露梅)	株	1665		1665
			撒草绿化	面积	hm ²	0.91		0.91
				草籽(茅草、冷地早熟禾)	kg	91		91
		临时措施	编织土袋拦挡		m ³ /m	1465/5232	1465/5232	
			临时排水沟	彩条布苫盖	m ²	8000	8000	
				长度	m	4000	4000	
				土方开挖	m ³	540	540	

注：表中括号表示塔基及塔基施工临时占地区植物措施实施了两次，绿化面积不重复计列。

5.4 施工要求

5.4.1 施工组织设计原则

(1)根据水土保持工程与主体工程“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设、土石方工程施工进度相适应，及时防治新增水土流失。

(2)坚持以“预防为主，防治结合”的原则，做到边施工、边防护，严格控制和及时防治施工过程中的水土流失。

(3)与主体工程相互配合、协调，在施工过程中尽量利用主体工程已有的水、电、交通等临时设施，减小临时工程量。

(4)拦渣工程中的弃土堆放应做到“先拦后弃”的原则进行施工。先施工挡墙等措施，后堆放弃土，堆放进度不得超过防护进度；各类临时占地区占用完毕后需及时拆除并进行场地清理、整治；植物措施在具备条件后应尽快实施。

(5)本工程地处干旱、高寒地区，线路工程浆砌石挡墙护坡及排水沟砌筑时，水泥砂浆中应掺入防冻剂以防止工程措施在冬季发生冻裂；项目区虽然干旱，但工程施工跨雨季，仍须在雨季来临前布设好本方案制定的各项临时防护措施，防止在雨季产生较大水土流失。

5.4.2 工程条件

5.4.2.1 交通条件

线路工程可利用的施工道路主要为 S501 省道、乡道 Y572、G318 国道、G214 国道、苏洼龙水电站的进站道路、附近乡村道路、巴塘~乡城 500kV 线路工程及芒康~巴塘 500kV 线路工程施工道路，整体可以利用的道路较多。部分路段乡村道路不能满足施工要求，需进行拓宽。

主体设计尽量靠近现有乡村公路走线，改善线路交通条件。但部分塔基远离道路，需临时开辟人抬道路，以满足人抬或畜力运输要求。

5.4.2.2 施工临时设施

变电站扩建工程已有完建供水供电工程可利用；新建线路的水保工程施工用水用电量较小，可就近在塔位附近河流、村庄居民用水取用，用电采用柴油发电机进行供电。用水用电均能够满足施工要求。

由于线路工程塔基呈点状分布，依此而布置的水保工程也有其特点。本线路水保工程施工临时设施占地面积较小，不再临时建房，临时生活、生产住房在沿线村镇租用现有民房即可满足要求。

5.4.2.3 材料供应

水保工程所需的建筑材料块石、砂石骨料、水泥以及汽（柴）油均可由主体工程在线路沿线的县（镇）购买一并供应。苗木、草种在当地农林部门或苗圃统一购买。

5.4.3 水土保持工程施工

5.4.3.1 工程措施

本工程水土保持建筑工程主要有土地整治、护坡工程和截排水工程等。

表土剥离、回覆：施工前期对区内的表土层采用人工镐锹等进行剥离。塔基区剥离表土临时堆存于塔基施工临时占地范围，堆放期间严禁人为踩踏，采取临时拦挡、苫盖等措施进行防护；施工简易道路拓修区域剥离的表土人工装入编织袋，作为施工简易道路下坡侧的临时拦挡措施。施工结束后，将表土人工回覆到塔基区、施工简易道路拓宽区的绿化区域，根据种植草种、树种以及前期剥离表土量的不同进行表土回覆厚度的规划。

浆砌石排水沟：浆砌石排水沟施工工艺包括沟槽开挖、砌筑、抹面等。排水沟沟槽开挖采用机械配合人工开挖方式，出渣采用手推车运送。排水沟所需块石由主体工程一并购买，人工砌筑并修整，水泥砂浆由小型拌和机械现场拌制，排水沟出水口采用 C15 素混凝土做成喇叭口以消能。

水泥砂浆抹面：在拌和机拌制水泥砂浆，机动翻斗车运输直接入仓，人力摊铺，机械碾压的方法施工。

浆砌石护坡施工：坡面修平、夯实——护坡放样——基础开挖——基底清除松散结构、洒水——基底平整密实后铺设砂垫层——护坡挂线砌筑并设置伸缩缝和沉降缝——砂浆初凝后洒水养护一到两周。各类材料主要是汽车运输，当道路不满足要求时人工搬运，人工拌合砂浆，人工砌筑。砌体与坡面紧密结合，砌体片石咬口紧密、错缝砂浆饱满，不得有通缝、叠砌、贴砌和浮塞，砌体勾缝要牢固美观。

5.4.3.2 植物工程

撒播灌草种、培肥、灌溉等都以人工为主。

整地：包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等。翻地以春翻为主，翻地宜深，多在 15~30cm。

撒草籽：土地平整——耙地整平——施肥——撒播草籽。塔基及塔基施工临时占地区需要在基础完工时撒播一次，在施工结束后的当年雨季再次撒播，以确保成活率，其余绿化区域在施工结束的当年雨季撒播草籽即可。草籽播深 2~3cm，撒播后表土回覆 1~2cm，并轻微压实，以保持土壤水分，达到固土、绿化的效果。

造林季节与方法：栽种时间根据本工程施工进度，可安排在施工结束第二年的 4~5 月进行，根据当地水源条件和气候条件可适当进行调整。灌木采用植苗造林方式挖穴栽植，苗木等级均为二年生 I 级苗。苗木在栽植前应修剪部分嫩枝叶和伤残、过长侧根，栽种时在坑内先回填部分细表土，使根系沾泥浆保持湿润，做到窝大底平、苗正根深的要求，浇灌适量定根水，提高成活率。

抚育管护：撒播草籽和栽种灌木一年后调查灌草成活率，成活率低时应及时补植；灌木定时修枝；加强抚育管理。

5.4.3.3 临时措施

本工程水土保持临时工程主要有编织土袋由人工装土、架子车或汽车装卸、人工堆砌、铺设，彩条布、钢板由人工铺设。土质排水沟由人工开挖，线形平顺，转弯处做成弧形，不能扰动沟底及坡面原土层，保证沟底的顺向纵坡度，不得超挖，保证无浮土。

线路工程余土采用人工作业或小推车运送方式平摊于塔基区，平摊时结合塔基区地形处置，表面平整后回覆预先剥离的表土，及时实施植物措施恢复塔基区迹地。

5.4.4 水土保持措施实施进度安排

本工程施工总工期 15 个月，2021 年 4 月开工，2022 年 6 月建成投运。方案实施进度安排，遵循工程措施在先，随后实施植物措施的原则，遵循拦挡工程措施先于土石回填的原则。

针对输变电工程施工点分散、施工时间分散、各施工点施工时间不长的特点，各施工点水土保持措施应在各点施工期间或施工结束后立即实施，不能等到全线施工结束后才实施。

本工程施工进度表详见表 5-15。

表 5-15 主体工程与水土保持措施实施进度双横道图

项目			时间		2021 年							2022 年					
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
主体工程	巴塘变电站扩建工程	施工准备	■														
		土建工程		■	■	■											
		安装及调试				■	■	■	■								
	线路工程	施工准备	■														
		基础工程		■	■	■	■	■	■								
		杆塔工程					■	■	■	■				■	■		
		架线工程							■	■				■	■	■	■
水土保持工程	变电站扩建工程防治区	铺设碎石				.....											
		彩条布苫盖		.....													
	塔基及塔基施工临时占地防治区	浆砌石护坡		.....	.....												
		浆砌石排水沟		.....	.....												
		主动防护网			.....	.....											
		表土剥离	.....	.....													
		表土回覆						.....									
		土地整治						.....									
		复耕												.....	.....		
		灌草结合绿化						.....							.....	.....	
		撒草绿化						.....							.....	.....	
		彩条布铺垫、苫盖		.....	.....												
		编织土袋拦挡		.....	.....	.....											
	牵张场防治区	土地整治													.....	.....	
		灌草结合绿化														.....	.....
		撒草绿化														.....	.....
		彩条布铺垫、苫盖							.....					.....	.....		
		铺垫钢板							.....					.....	.....		
	跨越施工临时占地防治区	土地整治													.....	.....	
		灌草结合绿化														.....	.....
		撒草绿化														.....	.....
		彩条布铺垫							.....					.....	.....		
	索道占地防治区	土地整治													.....	.....	
		灌草结合绿化													.....	.....	
		撒草绿化													.....	.....	
		彩条布铺垫、苫盖		.....	.....									.....	.....		
		编织土袋拦挡			.....	.....											
施工临时道路工程防治区	人抬道路	土地整治													.....	.....	
		撒草绿化														.....	.....
	施工简易道路	表土剥离	.....	.....													
		表土回覆													.....	.....	
		土地整治													.....	.....	
		灌草结合绿化														.....	.....
		撒草绿化														.....	.....
		编织土袋拦挡		.....	.....												
		彩条布苫盖		.....	.....												
		临时排水沟		.....	.....												

注：实线为主体工程进度，虚线为水土保持工程进度。

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为水土流失防治责任范围,包括变电站工程和线路工程占用的永久和临时占地区域(变电站扩建工程区、塔基及塔基施工临时占地防治区、牵张场防治区、跨越施工临时占地防治区、索道占地防治区、施工临时道路工程区防治区)。本工程水土流失防治责任范围为 26.05hm²,即水土保持监测范围为 26.05hm²。

水土保持监测分区与水土流失防治分区基本一致,将本工程分为变电站扩建工程区、塔基及塔基施工临时占地防治区、牵张场防治区、跨越施工临时占地防治区、索道占地防治区、施工临时道路工程区防治区 6 个监测单元。

6.1.2 监测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、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》(GB/T 51240-2018)等要求,本工程属建设类项目,监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束,即从 2021 年 4 月至 2022 年 12 月,共计 21 个月。监测时段分为施工准备期(2021 年 4 月)、施工期(2021 年 5 月~2022 年 6 月)和设计水平年(2022 年 7 月~2022 年 12 月)。在施工准备期前应进行本底值监测。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)的规定,并结合《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号)文件相关要求,确定本项目水土保持监测内容包括水土流失自然影响因素、全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害。

(1) 水土流失自然影响因素监测

气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；

(2) 扰动土地情况监测

项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地（永久、临时占地）和水土流失防治责任范围变化情况；项目余土（石、渣）量及堆放方式。

(3) 水土流失状况监测

水土流失类型、形式、面积、分布及强度；各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

(4) 水土流失防治成效监测

工程措施的类型、数量、分布和完好程度；植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；临时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

(5) 水土流失危害监测

水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度；水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；对输变电工程造成的危害；生产建设项目造成的崩塌、滑坡、泥石流等灾害；对生态保护区和江河湖泊的危害等。

6.2.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）等要求，并结合输变电工程特点，监测单位应针对不同监测内容和重点，综合采取地面观测、实地调查量测、资料分析、遥感监测、巡查等多种方式进行监测。

本工程对重点塔基区及施工区做定点监测，其他点位以调查巡查监测为主。建设项目在整个建设期（含施工准备期内）必需全程开展监测。

6.2.2.1 地面观测

根据项目建设区实际情况设置定位观测点，主要采用简易径流小区法监测。

选择具有代表性且交通方便观测便利的地势变化较大的塔基坡面，采取简易

坡面量测，量测坡面形成初期的坡度、坡长、地面组成物质等，量测每次降雨或多次降雨后侵蚀沟。具体是在监测重点地段对一定面积内（实测样方面积根据具体情况定，一般为 $2 \sim 5\text{m}^2$ 的侵蚀沟数量进行统计，并选择有代表性的侵蚀沟，每条侵蚀沟的上中下三段选择若干个典型断面，对每个断面的宽度、深度进行测量，并以梯形或三角形等断面形式计算断面面积，断面面积平均值，再乘以沟长和土壤容重即得单条沟的沟蚀量。对于小侵蚀沟，用与坡面土壤一致的干细土，当坡面有细沟产生时，可在雨后人工将备用干细土回填于沟中，并稍压实后用刮板与沟面刮平，直到全部细沟填平，求得细沟回填土的重量即为细沟侵蚀量。

6.2.2.2 实地调查量测及资料分析

场地占用土地面积和扰动地表面积：对地形、地貌的变化情况、建设项目占用土地面积、扰动地表面积情况的监测，由监测人员进行实地调查、量测记录，并结合设计文件资料，进行对比核实，计算场地占用土地面积和扰动地表面积。

项目挖方、填方数量，弃渣数量及堆放面积：采用查阅设计文件资料，沿扰动边缘进行跟踪作业，结合实地情况调查，地形测量分析，进行对比核实，计算项目区挖方、填方数量，各个施工阶段所产生的弃土、弃渣数量及堆放面积。人工开挖边坡坡度、临时堆土体高等采用地形测量法。

植被生长状况：项目区林草覆盖度采用抽样调查、测量等方法，选择有代表性的地块，分别确定调查地样方，并进行现场测量和计算。

水土保持措施的实施面积、数量和质量：采用抽样调查的方式，通过实地调查核实。对于工程措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中规定的方法，并参照相关规定进行调查；植物措施主要调查林草的成活率、保存率、生长发育情况及其植物覆盖度的变化。植被调查样方布设：灌木林应为 $2 \times 2\text{m} \sim 5 \times 5\text{m}$ 、草地 $1 \times 1\text{m} \sim 2 \times 2\text{m}$ ，样行长不小于 20m 。植被类型及面积在综合分析相关资料的基础上，每季度实地调查 1 次，栽植 6 个月后抽样调查成活率，且每年调查 1 次保存率及生长状况。

水土流失防治成效监测：水土流失防治效果监测主要通过实地调查和核算的方法进行；水土保持措施的保土效益，拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

6.2.2.3 遥感监测

遥感监测适用于大面积、长距离的线性项目，通过对项目区高分辨率遥感影像的解译，能够及时、快速、客观、周期性地获取水土保持相关信息。本项目利用遥感技术监测建设项目地表扰动、水土保持措施布局、水土流失面积、水土流失强度及分布等内容。

卫星遥感监测主要通过收集卫星遥感卫片，利用图像判读和解译的方法，达到对项目水土流失进行监测的目的，监测精度应满足遥感监测流程、质量要求、成果汇总等满足《水土保持遥感监测技术规范（SL592-2012）》要求。

无人机遥感监测主要利用先进的无人驾驶飞行器技术、遥感传感器技术、遥测遥控技术、通讯技术、GPS 差分定位技术和遥感应用技术，实现自动化、智能化、专用化快速获取空间遥感信息。监测方法是以监测区域地形、地貌设计航摄方案，利用无人机进行野外航摄，整理航摄范围内航片，通过遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正等处理，得到水土保持监测结果。

6.2.2.4 巡查监测

对生产建设的各个环节进行巡视，从而全面把握进程，及时发现问题的一种最佳方法。巡视人员对施工方法和施工时序十分清楚的情况下，就能通过现场巡查法及时发现建设中存在的问题。

6.2.3 监测频次

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）规定，并结合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）和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）文件相关要求，本工程监测频次如下：

(1)水土流失影响因素

降雨和风力等气象资料通过监测范围内或附近条件类似的气象站、水文站收集，统计每月的数据。

地形地貌整个监测期 1 次。

地表组成物质施工准备期和试运行期各监测 1 次。

植被状况施工准备期前监测 1 次。

地表扰动情况、水土流失防治责任范围：线路工程全线巡查每季度不少于 1 次，典型地段监测每月 1 次。

(2)水土流失状况

水土流失类型及型式每年不少于 1 次。

水土流失面积监测变电站工程每季度不应少于 1 次，线路工程每季度 1 次。

土壤侵蚀强度在施工准备期前和监测期末各 1 次，施工期每年不应少于 1 次。

土壤流失量每月应不少于 1 次，遇暴雨、大风等应加测。

(3)水土流失防治成效

植物类型及面积每季度调查 1 次。成活率、保存率及生长状况应在栽植 6 个月 after 调查，且每年调查 1 次保存率及生长状况。郁闭度与盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次。

工程措施重点区域每月监测 1 次，整体状况巡查每季度 1 次。

临时措施在查阅工程施工、监理等资料基础上，实地调查，并拍摄照片或录像。

本方案根据水土流失预测结果，特别对于线路工程塔基及塔基施工临时占地、施工临时道路工程等重点流失区域及时进行监测，施工期作为水土流失重点监测时段。

(4)水土流失危害

水土流失危害事件发生后 1 周内应完成监测工作。

表 6-1 监测内容、方法及频次表

监测内容		监测要求		监测程序
		监测方法	监测频次	
水土流失影响因素	气象水文	查阅资料	每月 1 次	1、根据水土保持方案，结合项目建设特点，收集区域相关资料，同时开展现场调查。 2、工程建设过程中，按照监测方法和频次监测各分区的扰动情况，填写记录表。 3 汇总水土流失影响因素情况监测结果，编写监测季度和年度报告。
	地形地貌	实地调查、查阅资料	共 1 次	
	地表组成物质	实地调查	共 2 次	
	植被状况	实地调查	共 1 次	
	地表扰动情况、水土流失防治责任范围	实地调查、查阅资料、遥感监测	线路工程每季度 1 次，典型地段每月 1 次	
	弃土量	实地调查、查阅资料	每季度 1 次	
水土流失状况	水土流失类型及形式	实地调查、遥感监测	每年 1 次	1、根据水土保持方案，结合施工组织设计和平面布局图，实地界定生产建设项目防治责任范围。 2、工程建设过程中，按照监测方法和频次监测各分区的扰动情况，填写记录表。并与水土保持方案确定的防治责任范围进行对比，分析变化原因。 3 分析汇总扰动情况监测结果，提出监测意见，编写监测季度和年度报告。
	水土流失面积	实地调查、遥感监测	变电站每季度不应少于 1 次，线路每季度 1 次	
	土壤流失强度	实地调查	每月 1 次，暴雨、大风时加测	
	土壤流失量	实地调查、查阅资料	每月 1 次，暴雨、大风时加测	
水土流失危害		实地调查、遥感监测	事件发生后一周完成监测	1、工程建设前，根据水土保持方案，监测防治责任范围内土壤流失面积。 2、工程建设过程中，根据监测分区、监测点和设施布设情况，按照监测频次，监测水土流失情况，采集影响资料，填写记录表。 3、发现水土流失危害事件，应现场通知建设单位，并开展监测，填写水土流失危害监测记录表，5 日内编制水土流失危害事件监测报告并提交建设单位。 4、按监测分区，整理记录表，获得水土流失情况，编写监测季度和年度报告。
水土保持措施	植物措施	实地调查（植物样方）、查阅资料、遥感监测	每季度 1 次	1、根据水土保持方案、施工组织设计、施工图等，建立水土保持措施名录。主要包括各类措施的数量、位置和实施进度等。 2、工程建设过程中，应按监测方法和频次，开展水土保持措施监测，填写记录表。 3、分析汇总水土保持措施监测结果，提出监测意见，编写监测季度和年度报告。
	工程措施	实地调查、查阅资料	每月 1 次	
	临时措施	实地调查、查阅资料	不定	

6.3 点位布设

监测点布设按监测分区，根据监测重点布设，同时兼顾项目所涉及的行政区，综合布设。

植物措施监测点布设：可根据抽样设计确定，每个有植物措施的监测分区应

至少布设 1 个监测点。

工程措施监测点布设：线路工程布置护坡、排水沟塔位布设监测点位。

土壤流失量监测：线路工程每个监测分区布设 1 个监测点。

其余监测内容（如水土流失影响因素、危害、水土流失类型等）不布设固定监测点位，通过实地调查等监测方式获取监测结果。

在实地踏勘基础上，针对本项目工程特点、施工布置、水土流失特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测与管理的方便性，选择具有代表性的地段或场地布设监测点位，共布设 13 个监测点位。具体水土保持监测点位布设详见表 6-2。

表 6-2 水土保持监测点位布设表

监测分区	监测点位	数量	监测时段	监测内容	监测方法	监测频次/年
变电站扩建区	四川省巴塘县巴塘变扩建区域	1	2021.4 ~ 2021.12	扰动地表面积、土石方及余土量、余土处理方式、临时堆土量、水土流失量、水土保持措施（含临时措施）及质量	实地调查、资料分析	4~6 次
塔基及塔基施工临时占地区	西藏自治区芒康县索多西乡	1	2021.4 ~ 2022.12	扰动地表面积、土石方及余土量、余土处理方式、临时堆土量、水土流失量、水土保持措施（含临时措施）及质量	地面观测、实地调查、遥感监测、资料分析	12 次
	西藏自治区芒康县草地贡村	1				
	四川省巴塘县南戈村	1				
	四川省巴塘县竹巴龙乡	1				
	西藏自治区芒康县跨金沙江塔位	1				
	四川省巴塘县跨巴楚河塔位	1				
牵张场	西藏自治区芒康县草地贡村	1	2021.10 ~ 2022.12	背景值监测、扰动地表面积、水土流失量、水土保持（含临时措施）及质量	实地调查	4~12 次
	四川省巴塘县竹巴龙乡	1				
跨越点	四川省巴塘县跨 318 国道	1				
索道	四川省巴塘县苏洼龙乡岗达村	1	2021.4 ~ 2022.12	背景值监测、扰动地表面积、水土流失量、临时堆土、水土保持（含临时措施）及质量	实地调查、巡查	
施工临时道路	西藏自治区芒康县朱巴乡草地贡村	1	2021.4 ~ 2022.12	扰动地表面积、水土流失量及危害、水土保持措施（含临时措施）实施情况	实地调查、遥感监测	4~12 次
	四川省巴塘县水磨沟村	1				
合计		13				

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施设备

为准确获得各项定位观测及调查数据，水土保持监测必须采取现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结果

更合理，如利用全球定位系统 GPS，监测仪器设备主要由监测单位提供，监测采用的主要设备及材料见表 6-3。

表 6-3 水土保持监测设备及材料汇总表

序号	类别	项目	单位	数量
1	监测设备	GPS 全球定位仪	台	2
		无人机	台	2
		数码相机	台	2
		摄像机	台	2
		全站仪	个	2
		坡度仪	个	2
		泥沙分析器	个	2
		红外线（激光）测距仪	台	2
		便携式植被覆盖度测量仪	台	2
		磅秤	台	4
		天平	台	4
		烘箱	台	4
		简易土工试验仪器	组	4
2	监测设施	标志、警示牌	个	9
		定位观测场	个	9
		监测设施系统	套	9
3	监测资料	遥感影像资料	套	1
4	消耗性材料	记录夹	个	10
		米尺	条	10
		皮尺	卷	10
		钢卷尺	卷	10
		量筒（量杯）	个	20
		其他消耗性材料	%	10

6.4.2 监测机构及人员配备

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）要求，本工程必须进行水土保持监测工作，建设单位可自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。在工程水土保持监测工作开展前，监测单位应根据工程实际情况按《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）编制较为详细的水土保持监测实施方案，对上述问题和要求进一步明确。

依据监测内容和点位布设，对监测人员进行以下安排：

由于进行水土流失监测需要观测或调查人员、记录人员及校核人员，所以本方案计划配备 4 名监测人员。监测项目部人员包括总监测工程师、监测工程师和监测员三类。

其中总监测工程师 1 名，作为项目部负责人；监测工程师 1 名，负责整个监测过程数据的汇总、校核，并编制相应的监测报告等；监测员 2 名，负责整个监

测过程数据的采集和整理。监测人员要定期进行水土保持监测工作。监测人员主要工作内容就是使用不同的调查方法获得监测数据,根据获得的监测数据编报监测月报和监测报告。

6.4.3 监测成果

为贯彻党中央国务院生态文明建设精神和水利部新时代水利发展改革总基调,根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号),申请人可按照要求自行编制水土保持监测报告,也可委托具有水土保持监测能力的单位开展监测。监测单位定期向水行政主管部门报告监测成果,同时接受水土保持生态监测管理机构的业务指导和管理。

6.4.3.1 监测成果及要求

(1)监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表(册)影像资料等。

(2)在施工准备期之前应进行现场查勘和调查,并应根据相关技术标准和水土保持方案编制《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

(3)水土保持监测报告应包括季度报告表、专项报告和总结报告。监测期间,应编制《生产建设项目水土保持监测季度报告表》,季度报告表格式应按《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)要求执行。发生严重水土流失灾害事件时,应于事件发生后一周内完成专项报告。监测工作完成后,应编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》,并在水土保持设施验收前编制完成。

(4)监测单位应及时向生产建设单位提出控制施工过程中水土流失的意见建议,并按规定向水行政主管部门定期报送监测情况。

(5)监测单位需在监测季报和总结报告中明确水土保持监测“绿黄红”三色评价结论。

(6)图件应包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区与监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。

(7)数据表(册)应包括原始记录表和汇总分析表。

(8)影像资料应包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及治理措施实施情况的照片、录像等。

(9)监测成果应采用纸质和电子版形式保存，做好数据备份。

6.4.3.2 水土保持监测三色评价

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号），生产建设项目水土保持监测需实行三色评价。生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测成果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。三色评价采用评分法，满分为100分；得分80分及以上的为“绿”色，60分及以上不足80分的为“黄”色，不足60分的为“红”色。

监测季报三色评价得分为本季度实际得分，监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

6.4.3.3 监测成果报送制度

水土保持监测单位接受监测任务后，应于施工前向相关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》，工程建设期间，应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，同时现场照片和影像资料，因降雨、大风或爆破等人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后1周内报告有关情况。水土保持监测任务完成后，应于3个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

6.4.3.4 监测成果应用

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号），生产建设单位要根据水土保持监测成果和三色评价结论，不断优化水土保持设计，加强施工组织管理，对监测发现的问题建立台账，及时组织有关参建单位采取整改措施，有效控制新增水土流失。对监测总结报告三色评价结论为“红”色的，务必整改措施到位并发挥效益后，方可通过水土保持设施自主验收。

各流域管理机构和地方各级水行政主管部门对监测季报和总结报告三色评价为“绿”色的，可不进行现场检查和验收核查；三色评价为“黄”色的，应随机抽

取不少于 20%的项目开展现场检查和验收核查；三色评价为“红”色的，应进行现场检查和验收核查。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

水土保持工程投资估算由工程措施费、植物措施费、施工临时工程费、独立费用四部分及预备费、水土保持补偿费构成。

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1)水土保持投资估算的价格水平年、人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率与主体工程保持一致。本工程投资估算水平年确定为 2020 年第四季度。

(2)主体工程估算定额中未明确的,应采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率。

7.1.1.2 编制依据

(1)《关于颁发<水土保持工程概(估)算编制规定和定额>的通知》(水总[2003]67号)

(2)《财政部 税务总局 海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号)

(3)四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知(川发改价格[2017]347号)

(4)《西藏自治区发展和改革委员会、财政厅、水利厅联合印发关于调整水土保持补偿费征收标准的通知》(藏发改价格[2017]929号)

(5)《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》(发改价格[2015]299号)

(6)《西藏地区电网工程预算定额估价表 第三册 输电线路》(2013 年版)及《西藏地区电网工程建设预算编制与计算规定》(2013 年版)

(7)《西藏地区电网工程预算定额估价表》(2013 版)

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

7.1.2.1.1 编制方法和计算标准

一、基础单价及标准

(1) 基础单价

① 人工预算单价

本工程位于四川省甘孜州巴塘县、西藏自治区昌都市芒康县境内，海拔高程在 2400~3850m 之间，人工预算单价采用主体工程已有单价（西藏定额），四川段和西藏段水保措施人工单价计算表见表 7-1~7-2，计算后统一采用工程措施人工工时预算单价 12.07 元/工时，植物措施人工工时预算单价 8.85 元/工时。（西藏定额中已包含海拔高程调整系数扩大人工单价部分）

表 7-1 四川段水保措施人工单价计算表

1	工程措施人工工时预算单价（元/工时）	75 元/工日×1.2879/8	12.07
2	植物措施人工工时预算单价（元/工时）	55 元/工日×1.2879/8	8.85

表 7-2 西藏段水保措施人工单价计算表

1	工程措施人工工时预算单价（元/工时）	75 元/工日×1.2878/8	12.07
2	植物措施人工工时预算单价（元/工时）	55 元/工日×1.2878/8	8.85

② 主要材料估算价格

本方案材料预算价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，采用当下市场价格。

水土保持工程植物措施所需树种、草籽的单价，以现场调查当地市场实际价格为准。

③ 施工机械使用费

施工机械使用费采用《水土保持工程概算定额》附录中施工机械台时费定额计算。

二、工程措施、植物措施单价

工程主要材料价格、机械台时费、主要工程单价均为当地市场现行价，单价中的有关费率与主体工程相一致（计算标准同主体工程）。主体工程概（估）算中未明确的，查当地造价信息确定，或参照相关行业标准。本估算涉及这些单价时参照《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》、《水土保持工程概算定额》、

《水土保持工程施工机械台时费用定额》计取，工程单价在预算基础上扩大 10%。

(1) 费用构成及计算方法

工程措施和植物措施单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金、扩大费组成，费用构成及计算方法详见表 7-3。

表 7-3 工程措施、植物措施单价费用构成及计算方法

序号	费用项目	计算方法
一	直接费	直接费+其它直接费+现场经费
1	基本直接费	人工费+材料费+机械使用费
(1)	人工费	定额劳动量(工时)×人工预算单价(元/工时)
(2)	材料费	定额材料用量(不含苗木、草及种子费)×材料预算单价
(3)	机械使用费	定额机械使用量(台时)×施工机械台时费
2	其它直接费	基本直接费×其它直接费费率
3	现场经费	基本直接费×现场经费费率
二	间接费	直接费×间接费率
三	企业利润	(直接费+间接费)×企业利润率
四	税金	(直接费+间接费+企业利润)×税率
五	扩大费	(直接费+间接费+企业利润+税金)×扩大费费率
六	措施单价	直接工程费+间接费+企业利润+税金+扩大费

(2) 工程单价费率

工程单价费率采用《水土保持工程概(估)算编制规定》计取，详见表 7-4。

表 7-4 投资估算费率表

序号	工程类别	其他直接费	间接费	企业利润	税金	扩大系数
一	工程措施	2.3%	5.5%	7%	9%	10%
二	植物措施	1%	3.3%	5%	9%	10%

7.1.2.1.2 费用构成

第一部分：工程措施费用

工程措施估算按照设计工程量乘以工程单价进行编制。

第二部分：植物措施费用

植物措施费由种苗费及种植费组成。

①种苗费：按照种苗估算价格乘以设计用量进行编制。

②种植费：按照《水土保持工程概算定额》进行编制。

第三部分：施工临时工程费用

①临时防护工程：施工期为防止水土流失采取的临时防护措施，按设计方案工程量乘以单价进行编制。

②其它临时工程：按第一部分～第三部分投资的 2%编制。

第四部分：独立费用

①设管理费：（第一至第四部分之和） $\times 2\%$ 。

②科研勘测设计费：按合同进行计列。

③工程建设监理费：按照市场询价，所聘用监理工程师类别计费，其中高级工程师按 400 元/人 $\cdot$ 天计费，工程师按 240 元/人 $\cdot$ 天计费，人员安排按 1 名高级工程师和 2 名工程师考虑。水土保持监理费计算期从施工准备期开始至工程施工结束，按 1 年计算（一年按 240 天有效工作日计算）。

④竣工验收报告编制费：以实际价格进行计列。

⑤水土保持监测费：按监测人工费、监测设备折旧费、消耗性材料费之和计算。总监测工程师 9.0 万元/年计算，监测工程师 6.0 万元/年计算，监测员 4.0 万元/年计算。水土保持监测费计算期从施工准备期开始至设计水平年结束，按 1.75 年计算。

预备费

①基本预备费：为解决在工程施工过程中，经上级批准的设计变更和为预防意外事故而采取的措施所增加的工程项目和费用，按主体工程《电网工程建设预算编制与计算规定》（2013 年版）。基本预备费按一至四部分投资合计的 6% 计算。

②价差预备费：根据国家发改委会计投资[1999]1340 号文，价差预备费暂不计列。

③建设期融资利息：本工程暂不计列建设期融资利息。

水土保持补偿费

根据《四川省发展和改革委员会 四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》（川发改价格[2017]347 号）和《西藏自治区发展和改革委员会、财政厅、水利厅联合印发关于调整水土保持补偿费征收标准的通知》（藏发改价格[2017]929 号）计征。

四川省建设类项目按照征占用土地面积 1.3 元/ m^2 一次性计征，西藏自治区建设类项目按照征占用土地面积 1.7 元/ m^2 一次性计征。本工程总占地面积约 26.05 hm^2 ，其中四川省甘孜州巴塘县水土保持补偿费为 19.877 万元，西藏自治区昌都市芒康县水土保持补偿费为 18.292 万元。

表 7-5 各行政区水土保持补偿费统计表

行政区域		工程占地面积 (hm ²)	补偿标准 (元/m ²)	水土保持补偿费 (元)
四川省	甘孜州巴塘县	15.29	1.3	198770
西藏自治区	昌都市芒康县	10.76	1.7	182920
合计		26.05		381690

7.1.2.2 估算成果

本项目水土保持总投资 1229.51 万元，水土保持总投资中，工程措施 108.10 万元，植物措施 227.95 万元，临时措施 632.81 万元，独立费用 155.03 万元（水土保持监理费 26.40 万元，水土保持监测费 51.45 万元），基本预备费 67.45 万元，水土保持补偿费 38.169 万元。

其中四川段水土保持总投资为 725.99 万元，其中工程措施 62.63 万元，植物措施 133.55 万元，临时措施 377.07 万元，独立费用 92.89 万元，基本预备费 39.97 万元，水土保持补偿费 19.877 万元。

西藏自治区段水土保持总投资为 503.72 万元，其中工程措施 45.47 万元，植物措施 94.40 万元，临时措施 255.74 万元，独立费用 62.34 万元，基本预备费 27.48 万元，水土保持补偿费 18.292 万元。

本工程水土保持工程总估算表、分部工程估算表如下：

表 7-6 投资估算总表 单位: 万元

序号	工程或费用名称	方案新增投资				
		建安工程 费	设备 费	植物措施费	独立费 用	合计
	第一部分 工程措施	108.10				108.10
(一)	变电站扩建工程防治区	2.93				2.93
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区	91.10				91.10
(三)	牵张场防治区	2.25				2.25
(四)	跨越施工临时占地防治区	0.16				0.16
(五)	索道占地防治区	2.00				2.00
(六)	施工临时道路工程防治区	9.66				9.66
	第二部分 植物措施			227.95		227.95
(一)	塔基及塔基施工临时占地防治区			156.81		156.81
(二)	牵张场防治区			26.83		26.83
(三)	跨越施工临时占地防治区			1.63		1.63
(四)	索道占地防治区			27.47		27.47
(五)	施工临时道路工程防治区			15.21		15.21
	第三部分 施工临时工程	632.81				632.81
(一)	变电站扩建工程防治区	0.07				0.07
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区	445.72				445.72
(三)	牵张场防治区	55.27				55.27
(四)	跨越施工临时占地防治区	1.50				1.50
(五)	索道占地防治区	63.35				63.35
(四)	施工临时道路工程防治区	54.49				54.49
(五)	其他临时工程	12.41				12.41
四	第四部分 独立费用				155.03	155.03
1	建设管理费				19.18	19.18
2	科研勘察设计费				23.00	23.00
3	水土保持监理费				26.40	26.40
4	水土保持监测费				51.45	51.45
5	水土保持设施验收报告编制费				35.00	35.00
	第一部分~第四部分合计	740.91		227.95	155.03	1123.89
五	基本预备费					67.45
六	水土保持补偿费				38.169	38.169
	总投资					1229.51

表 7-7 投资估算总表（四川省） 单位：万元

序号	工程或费用名称	方案新增投资				
		建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
一	第一部分 工程措施	62.63				62.63
(一)	变电站扩建工程防治区	2.93				2.93
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区	52.21				52.21
(三)	牵张场防治区	1.21				1.21
(四)	跨越施工临时占地防治区	0.16				0.16
(五)	索道占地防治区	1.18				1.18
(六)	施工临时道路工程防治区	4.94				4.94
二	第二部分 植物措施			133.55		133.55
(一)	塔基及塔基施工临时占地防治区			94.17		94.17
(二)	牵张场防治区			14.19		14.19
(三)	跨越施工临时占地防治区			1.63		1.63
(四)	索道占地防治区			16.12		16.12
(五)	施工临时道路工程防治区			7.45		7.45
三	第三部分 施工临时工程	377.07				377.07
(一)	变电站扩建工程防治区	0.07				0.07
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区	268.19				268.19
(三)	牵张场防治区	29.76				29.76
(四)	跨越施工临时占地防治区	1.50				1.50
(五)	索道占地防治区	44.67				44.67
(六)	施工临时道路工程防治区	25.49				25.49
(七)	其他临时工程	7.39				7.39
四	第四部分 独立费用				92.89	92.89
1	建设管理费				11.47	11.47
2	科研勘察设计费				13.66	13.66
3	水土保持监理费				16.41	16.41
4	水土保持监测费				30.56	30.56
5	水土保持设施验收报告编制费				20.79	20.79
	第一部分～第四部分合计	439.70		133.55	92.89	666.14
五	基本预备费					39.97
六	水土保持补偿费				19.877	19.877
	总投资					725.99

表 7-8 投资估算总表（西藏自治区） 单位：万元

序号	工程或费用名称	方案新增投资				
		建安工程 费	设备 费	植物措施费	独立费 用	合计
一	第一部分 工程措施	45.47				45.47
(一)	塔基及塔基施工临时占地防治区	38.90				38.90
(二)	牵张场防治区	1.04				1.04
(三)	索道占地防治区	0.81				0.81
(四)	施工临时道路工程防治区	4.72				4.72
二	第二部分 植物措施			94.40		94.40
(一)	塔基及塔基施工临时占地防治区			62.64		62.64
(二)	牵张场防治区			12.64		12.64
(三)	索道占地防治区			11.36		11.36
(四)	施工临时道路工程防治区			7.76		7.76
三	第三部分 施工临时工程	255.74				255.74
(一)	塔基及塔基施工临时占地防治区	177.54				177.54
(二)	牵张场防治区	25.51				25.51
(三)	索道占地防治区	18.68				18.68
(四)	施工临时道路工程防治区	29.00				29.00
(五)	其他临时工程	5.01				5.01
四	第四部分 独立费用				62.34	62.34
1	建设管理费				7.91	7.91
2	科研勘察设计费				9.34	9.34
3	水土保持监理费				9.99	9.99
4	水土保持监测费				20.89	20.89
5	水土保持设施验收报告编制费				14.21	14.21
	第一部分~第四部分合计	301.21		94.40	62.34	457.95
五	基本预备费					27.48
六	水土保持补偿费				18.292	18.292
	总投资					503.72

表 7-9 分部工程水保措施投资表（四川省）

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
一	第一部分 工程措施				62.63
(一)	变电站扩建工程防治区				2.93
1	铺撒碎石	m ³	174.00		2.93
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区	m			52.21
1	浆砌石护坡	m ³	190.00		16.79
2	浆砌石排水沟	m ³	110.00		9.72
3	主动防护网	m ²	296.00		11.84
4	表土剥离(30cm)	m ²	1100.00	4.49	0.49
5	表土剥离(15cm)	m ²	6500.00	2.24	1.46
6	表土剥离(10cm)	m ²	4300.00	1.57	0.68
7	表土回覆	m ³	1735.00	22.24	3.86
8	土地整治	hm ²	8.80	7852.03	6.91
9	复耕	hm ²	0.46	10069.63	0.46
(三)	牵张场防治区				1.21
1	土地整治	hm ²	1.54	7852.03	1.21
(四)	跨越施工临时占地防治区				0.16
1	土地整治	hm ²	0.20	7852.03	0.16
(五)	索道占地防治区				1.19
1	土地整治	hm ²	1.51	7852.03	1.19
(六)	施工临时道路工程防治区				4.94
1	人抬道路				1.89
1.1	土地整治	hm ²	2.41	7852.03	1.89
2	施工简易道路				3.05
2.1	表土剥离(10cm)	m ²	4300.00	1.57	0.68
2.2	表土剥离(15cm)	m ²	1700.00	2.24	0.38
2.3	表土回覆	m ³	685.00	22.24	1.52
2.4	土地整治	hm ²	0.60	7852.03	0.47
二	第二部分 植物措施				133.55
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区				94.17
1	栽植灌木(白刺花)	株	5832.00	58.18	33.93
2	栽植灌木(金露梅)	株	7128.00	65.28	46.53
3	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)二遍	hm ²	4.58	15788.80	7.23
4	撒草绿化(披碱草、高羊茅)二遍	hm ²	3.76	17222.60	6.48
(三)	牵张场防治区				14.19
1	栽植灌木(金露梅)	株	1980.00	65.28	12.93
2	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.88	7894.40	0.69
3	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	0.66	8611.30	0.57
(四)	跨越施工临时占地防治区				1.63
1	栽植灌木(白刺花)	株	0.00	58.18	0.00
2	栽植灌木(金露梅)	株	225.00	65.28	1.47
3	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.12	7894.40	0.09
4	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	0.08	8611.30	0.07
(五)	索道占地防治区				16.12
1	栽植灌木(白刺花)	株	966.00	58.18	5.62
2	栽植灌木(金露梅)	株	1419.00	65.28	9.26
3	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.92	7894.40	0.73
4	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	0.59	8611.30	0.51
(六)	施工临时道路工程防治区				7.45
1	人抬道路				1.98
1.1	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	1.33	7894.40	1.05
1.2	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	1.08	8611.30	0.93

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
2	施工简易道路				5.47
2.1	栽植灌木(金露梅)	株	765.00	65.28	4.99
2.2	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.60	7894.40	0.47
三	第三部分 施工临时工程				377.07
(一)	变电站间隔扩建工程防治区				0.07
1	彩条布苫盖	m ²	100.00	7.48	0.07
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区				268.19
1	彩条布铺垫、苫盖	m ²	98516.00	14.95	147.30
2	土袋拦挡	m ³	3738.00	323.40	120.89
(三)	牵张场防治区				29.76
1	彩条布铺垫、苫盖	m ²	14700.00	14.95	21.98
2	铺设钢板	m ²	1400.00	55.57	7.78
(四)	跨越施工临时占地防治区				1.50
1	彩条布铺垫	m ²	2000.00	7.48	1.50
(五)	索道占地防治区				44.67
1	彩条布铺垫、苫盖	m ²	22850.00	14.95	34.17
2	土袋拦挡	m ³	324.80	323.40	10.50
(六)	施工临时道路工程防治区				25.49
1	施工简易道路				25.49
1.1	土袋拦挡	m ³	685.00	323.40	22.15
1.2	彩条布苫盖	m ²	3750.00	7.48	2.80
1.3	土质排水沟	m ³	253.00	21.02	0.53
(七)	其他临时工程	%	2.00	369.67	7.39
	第一部分~第三部分合计				573.25

表 7-10 分部工程水保措施投资表(西藏自治区)

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
一	第一部分 工程措施				45.47
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区	m			38.90
1	浆砌石护坡	m ³	152.00		13.43
2	浆砌石排水沟	m ³	70.00		6.19
3	主动防护网	m ²	204.00		8.16
4	表土剥离(30cm)	m ²	900.00	4.49	0.40
5	表土剥离(15cm)	m ²	6100.00	2.24	1.37
6	表土剥离(10cm)	m ²	4200.00	1.57	0.66
7	表土回覆	m ³	1605.00	22.23	3.57
8	土地整治	hm ²	6.11	7851.38	4.80
9	复耕	hm ²	0.32	10068.80	0.32
(三)	牵张场防治区				1.04
1	土地整治	hm ²	1.32	7851.38	1.04
(五)	索道占地防治区				0.82
1	土地整治	hm ²	1.04	7851.38	0.82
(六)	施工临时道路工程防治区				4.72
1	人抬道路				1.25
1.1	土地整治	hm ²	1.59	7851.38	1.25
2	施工简易道路				3.47
2.1	表土剥离(10cm)	m ²	4800.00	1.57	0.75
2.2	表土剥离(15cm)	m ²	2000.00	2.24	0.45
2.3	表土回覆	m ³	780.00	22.23	1.73
2.4	土地整治	hm ²	0.68	7851.38	0.53
二	第二部分 植物措施				94.40
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区				62.64
1	栽植灌木(白刺花)	株	7092.00	58.18	41.26
2	栽植灌木(金露梅)	株	1773.00	65.28	11.57

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
3	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)二遍	hm ²	1.15	15788.80	1.82
4	撒草绿化(披碱草、高羊茅)二遍	hm ²	4.64	17222.60	7.99
(三)	牵张场防治区				12.64
1	栽植灌木(白刺花)	株	1980.00	58.18	11.52
2	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.22	7894.40	0.17
3	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	1.10	8611.30	0.95
(五)	索道占地防治区				11.36
1	栽植灌木(白刺花)	株	500.00	58.18	2.91
2	栽植灌木(金露梅)	株	1165.00	65.28	7.61
3	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.73	7894.40	0.58
4	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	0.31	8611.30	0.27
(六)	施工临时道路工程防治区				7.76
1	人抬道路				1.35
1.1	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.32	7894.40	0.25
1.2	撒草绿化(披碱草、高羊茅)	hm ²	1.27	8611.30	1.09
2	施工简易道路				6.41
2.1	栽植灌木(金露梅)	株	900.00	65.28	5.88
2.2	撒草绿化(茅草、冷地早熟禾)	hm ²	0.68	7894.40	0.54
三	第三部分 施工临时工程				255.74
(二)	塔基及塔基施工临时占地防治区				177.54
1	彩条布铺垫、苫盖	m ²	64844.00	14.95	96.95
2	土袋拦挡	m ³	2492.00	323.38	80.59
(三)	牵张场防治区				25.51
1	彩条布铺垫、苫盖	m ²	12600.00	14.95	18.84
2	铺设钢板	m ²	1200.00	55.57	6.67
(五)	索道占地防治区				18.68
1	彩条布铺垫、苫盖	m ²	9100.00	14.95	13.61
2	土袋拦挡	m ³	156.80	323.38	5.07
(六)	施工临时道路工程防治区				29.00
1	施工简易道路				29.00
1.1	土袋拦挡	m ³	780.00	323.38	25.22
1.2	彩条布苫盖	m ²	4250.00	7.48	3.18
1.3	土质排水沟	m ³	287.00	21.02	0.60
(七)	其他临时工程	%	2.00	250.73	5.01
	第一部分~第三部分合计				395.60

表 7-11 分年度投资估算表(四川省+西藏自治区) 单位: 万元

编号	工程或费用名称	总投资	分年度投资	
			2021 年	2022 年
一	工程措施	108.10	81.08	27.03
二	植物措施	227.95	45.59	182.36
三	临时工程	632.81	506.25	126.56
四	独立费用	155.03	31.01	124.02
	一至四部分合计	1123.89	663.92	459.97
	基本预备费	67.45	20.23	47.22
	水土保持补偿费	38.169	38.169	
	水保总投资	1229.51	722.32	507.19

表 7-12 监测费用汇总表

序号	分 类	项 目	监测情况	数 量	总费用 (万元)
1	监测 人工费	总监 1 人、监测工程师 1 人 和监测员 2 名	监测时间 1.75 年	总监 9 万/年、监测 工程师 6 万/年，监 测员 4 万/年	40.25
2	监测设施、 设备使用 及消耗性 材料费	无人机、GPS、全站仪、电脑、 简易土工试验仪器、烘箱、 泥沙分析器、便携式植被覆 盖度测量仪、红外线（激光） 测距仪、皮尺、卷尺、玻璃 仪器、遥感影像资料、定位 观测场等	/	部分设备按照使用 期间的折旧费按 10~50%计，其余 按照实际投资计划	11.2
合 计					51.45

表 7-13 独立费用汇总表

编号	项 目	计算标准及公式	金 额（万元）		
			四川省	西藏自治区	小计
一	建设管理费	(第一至第三部分之和)×2%	9.01	6.25	15.26
二	科研勘测设计费	根据本工程实际情况，与业主协商	13.66	9.34	23
三	工程建设监理费	高级监理工程师 1 人：400 元/人·天， 监理工程师 2 人：240 元/人·天	16.41	9.99	26.4
四	水土保持监测费	见表 10.1-9	30.56	20.89	51.45
五	水土保持设施验收报 告编制费	根据本工程实际情况	20.79	14.21	35.0
	合 计		90.43	60.68	151.11

表 7-14 主要材料单价汇总表

序号	名 称	单 位	预算价
1	彩条布	m ²	3.5
2	茅草、冷地早熟禾草籽	kg	50
3	披碱草、高羊茅	kg	55
4	灌木白刺花	株	40
5	灌木金露梅	株	45
6	农家土杂肥	m ³	25
7	编织袋	m ²	1.2
8	粘土	m ³	20
9	钢板	kg	4.5

表 7-15 工程单价汇总表

序号	工程名称	单位	单价	其 中									
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	现场经费	间接费	利润	价差	税金	扩大
	新增工程单价												
1	表土剥离（30cm）	m ²	4.49	289.75	28.98		3.19	9.56	18.23	24.48		33.68	40.79
2	表土剥离（15cm）	m ²	2.24	144.88	14.49		1.59	4.78	9.12	12.24		16.84	20.39
3	表土剥离（10cm）	m ²	1.57	101.41	10.14		1.12	3.35	6.38	8.57		11.79	14.28
4	表土回覆	m ³	22.23	1504.30	75.21		15.80	47.39	90.35	121.31		166.89	202.12
5	土地整治	hm ²	7851.38	50.71	5.07		0.56	1.67	3.19	4.28		5.89	7.14
8	复耕	hm ²	10068.80	7062.71	90.31		71.53	214.59	409.15	549.38		755.79	915.35
7	撒草绿化（茅草、冷地早熟禾）	hm ²	7894.40	531.24	5250.00		57.81	231.25	200.32	313.53		592.57	717.67
8	撒草绿化（披碱草、高羊茅）	hm ²	8611.30	531.24	5775.00		63.06	252.25	218.51	342.00		646.39	782.85
9	栽植灌木（白刺花）	株	58.18	97.39	4162.99		42.60	170.42	147.62	231.05		436.69	528.88
10	栽植灌木（金露梅）	株	65.28	97.39	4683.19		47.81	191.22	165.65	259.26		490.01	593.45
11	彩条布苫盖（或铺垫）	m ²	7.48	120.73	399.46		11.96	26.01	24.56	40.79		56.12	67.96
12	土袋拦挡	m ³	323.38	16057.09	6444.05		517.53	1125.06	1062.32	1764.42		2427.34	2939.78
13	铺设钢板	m ²	55.57	120.73	3746.22		88.94	193.35	182.57	303.23		417.15	505.22
14	土质排水沟	m ³	21.02	1419.78	42.59		33.63	73.12	69.04	114.67		157.76	191.06
15	彩条布铺垫、苫盖	m ²	14.95	241.46	798.91		23.93	52.02	49.12	81.58		112.23	135.92

7.2 效益分析

7.2.1 效益分析原则

通过对主体工程水土保持分析评价结合现场调查,对各水土流失防治分区特别是水土流失重点区域布设了工程、植物及施工中的临时防护措施,形成了综合、完善的防治措施体系。本方案根据设计的工程措施、植物措施的数量进行六项指标计算。

计算原则:

(1)工程措施面积为工程措施的投影面积。

(2)植物措施为投影面积,本方案植物护坡面积已转换计算。

(3)水土保持措施总面积中,土地整治与植物措施面积、复耕面积不重复计算。

7.2.2 效益分析结果

本方案水土保持综合治理措施效益计算与评价,采用《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)进行分析计算。

据分析,方案实施后,水土流失治理面积 26.05hm²,林草植被建设面积 24.02hm²,可减少水土流失量 3173t,渣土挡护量 5.64 万 m³,可保护表土量 4805m³,表土保护量 4805m³。

水土保持方案防治效果计算如下:

表 7-16 设计水平年各类工程指标表

项目分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)	造成水土流失面积 (hm ²)	永久建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土保持措施 (hm ²)		渣土量 (万 m ³)		表土 (m ³)	
				工程措施面积	植物措施面积	永久弃渣	临时堆土	可保护表土 (m ³)	保护表土量 (m ³)
变电站扩建工程区	0.20	0.18	0.02	0.18			0.03	-	-
塔基及塔基施工临时占地	14.96	14.91	0.05	14.91	13.13	1.00	4.48	3340	3340
牵张场区	2.86	2.86		2.86	2.86			-	-
跨越施工临时占地	0.20	0.20		0.20	0.20			-	-
索道	2.55	2.55		2.55	2.55			-	-
施工临时道路区	5.28	5.28		5.28	5.28		0.43	1465	1465
合 计	26.05	25.98	0.07	25.98	24.02	1.00	4.94	4805	4805

表 7-17 设计水平年目标值计算表

防治指标	指标值	计算公式	实现值	评估结果
水土流失治理度（%）	85	水土流失治理达标面积/造成水土流失总面积	99.9	达标
土壤流失控制比	1.0	容许土壤流失量/治理后每平方公里年平均土壤流失量	1.0	
渣土防护率（%）	87	采取措施实际挡护的（永久弃渣+临时堆土）数量/（永久弃渣+临时堆土）总量	95.0	
表土保护率（%）	90	保护的表土数量/可保护表土总量	99.9	
林草植被恢复率（%）	95	林草类植被面积/可恢复林草植被面积	99.1	
林草覆盖率（%）	18	林草类植被面积/总面积	92.2	

8 水土保持管理

8.1 组织管理

为了保证方案提出的各项水土保持措施顺利实施,建立强有力的组织管理体系是十分必要的,也是关键的。建设单位应成立“四川苏洼龙水电站 500kV 送出工程水土保持管理机构”,确定专职人员,并设专人负责水土保持工作,对相关人员进行培训,强化水土保持意识,明确水土流失防治责任和义务。

该机构负责组织实施审批的本水土保持方案,开展水土保持方案的实施检查,全力保证该项工程的水土保持工作按年度、按计划进行,并主动与当地水土保持行政主管部门密切配合,自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。

具体管理措施包括:在维护管理中,贯彻执行水土保持法律法规和有关标准;在建设项目运行期间,制定水土保持管理的规章制度,并监督执行情况;必要时对管理人员实施水土保持专业技术培训,提高人员素质和管理水平;定期总结并向当地水行政主管部门汇报水土保持工程维护管理的工作情况。

8.2 后续设计

水土保持方案经水行政主管部门批复后,建设单位应委托设计单位按设计程序进行水土保持工程的初步设计及施工图设计工作,落实方案确定的防治措施和投资,编制单册或专章,主体工程初步设计审查时应同时审查水土保持初步设计,并有水土保持专业技术人员参加。如有重大措施变更则按规定程序另行编制水土保持方案,并报水利部审查,经批复同意后方可实施。

8.3 水土保持监测

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保[2019]160号)、《水土保持生态环境监测网络管理办法》、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保[2020]161号)文规定,编制水土保持方案报告书的项目,应当依法开展水土保持监测工作。建设单位可自行开展也可通过招标确定具有相应能力的水土保持监测单位依据方案设计的监测内容、方法和时段对工程建设实施水土保持监测。

监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表（册）、影像资料等。

实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论，监测成果应当公开，建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门对监测评价结论为“红”色项目，纳入重点监管对象。

8.4 水土保持监理

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保[2019]160号），凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理，其中征占地面积在20公顷以上或者挖填土石方总量在20万立方米以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师。征占地面积在200公顷以上或者挖填土石方总量在200万立方米以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。

本工程占地面积为26.05hm²，挖填土石方总量8.63万m³，故可由主体工程监理单位一并开展水土保持监理，但应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师，也可由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担水土保持监理任务。

8.5 水土保持施工

8.5.1 招投标

水土保持方案实施过程中应采取“三制”质量保证措施，即实行项目管制、工程招投标制和工程监理制，以保证水土保持方案的顺利实施，达到预期的防治目标。

建设单位在主体工程招标文件中，按水土保持工程技术要求，把水土保持工程各项内容纳入招标文件的正式条款中，明确承包商应承担的防治水土流失的责任范围、义务和惩罚措施。

在主体工程施工中，必须按照水土保持方案要求实施水土保持措施，保证水土保持工程效益的充分发挥。中标单位在实施本水保方案时，对设计内容如有变

更，应按有关规定实施报批、备案程序。

8.5.2 施工管理

严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被，建设单位应当加强对施工单位的管理，在招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。

各级水行政主管部门应把施工管理作为监督检查的重要内容。

8.5.3 监督管理

建设单位和个人是人为水土流失防治的责任主体，水土保持技术服务单位和施工单位分别对其技术成果、工程施工过程和质量负责并承担相应责任。对生产建设中发生的水土保持问题，各级水行政主管部门要依据水土保持法和水土保持问题责任追究办法等规定，确定违法违规情形，认定责任单位并经责任单位确定，依法严肃追究生产建设单位、技术服务单位和施工单位等相关单位和个人的责任。

在方案实施过程中，建设单位应加强与水行政主管部门合作，自觉接受地方水行政主管部门的监督管理。建设单位对水行政主管部门的监督检查中发现的问题应及时处理。工程措施施工时应对施工质量适时检查，对不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求为止。植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，清除杂草，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

8.6 水土保持设施验收

水土保持设施验收内容、程序等按《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保[2017]365号）执行。

依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制验收报告。验收报告编制完成后，建设单位应当组织成立验收工作组，验收工作组由建设单位、水土保持方案编制、设计、施工、监测、监理及验收报告编制等单位代表组成，需请水土

保持专家参加验收组，严格按照“现场检查—资料查阅—召开会议”开展自主验收。

对验收合格的项目，除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应在 10 个工作日内将水土保持设施验收鉴定书、水土保持监测总结报告、水土保持设施验收报告通过其官方网站或上级单位网站、行业网站、项目所属地方政府部门网站向社会公开，公示时间不少于 20 个工作日，并注明项目建设单位和水土保持设施验收报备机关的联系电话，对公众反应的主要问题和意见，应及时处理或回应。

建设单位在向社会公开水土保持设施验收材料后、建设项目投产使用前，向水土保持设施验收报备机关报备验收材料。对生产建设单位报备的水土保持设施验收材料完整、符合格式要求且已向社会公示无异议的项目，水土保持设施验收报备机关应当在收到报备材料后 5 个工作日内出具水土保持设施验收报备证明，并定期在其门户网站进行公告，对报备材料不完整或不符合要求的，应当在 5 个工作日内一次性告知建设单位予以补充。

建设单位在取得报备证明后 5 个工作日内填报建设项目基本信息、水土保持设施验收情况等相关信息。

水土保持工程验收后，应由项目法人负责对项目建设区的水土保持设施进行后续管护与维修，运行管护维修费用从生产运行费中列支。