

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程

# 水土保持设施验收报告

北京水保生态工程咨询有限公司

二〇一八年二月 北京

## 目 录

前 言.....	1
1 项目及项目区概况.....	4
1.1 项目概况.....	4
1.1.1 地理位置及线路走向.....	4
1.1.2 主要技术指标.....	7
1.1.3 工程投资.....	8
1.1.4 项目组成及布置.....	8
1.1.5 施工组织及工期.....	19
1.1.6 土石方情况.....	27
1.1.7 工程占地.....	32
1.1.8 移民安置及专项设施改（迁）建.....	36
1.2 项目区概况.....	37
1.2.1 自然条件.....	37
1.2.2 水土流失及水土保持情况.....	47
2 水土保持方案和设计情况.....	51
2.1 主体工程设计.....	51
2.2 水土保持方案.....	51
2.3 水土保持方案变更.....	52
3 水土保持方案实施情况.....	53
3.1 水土流失防治责任范围.....	53
3.1.1 方案批复的水土流失防治责任范围.....	53
3.1.2 工程实际防治责任范围.....	53
3.1.3 防治责任范围变化情况.....	53
3.1.4 扰动控制情况.....	55
3.2 弃渣场设置.....	59
3.3 取土场设置.....	59
3.4 水土保持措施总体布局.....	59
3.4.1 《水保方案》设计的水土保持措施总体布局.....	59

3.4.2	工程实际的水土保持措施总体布局.....	59
3.4.3	变化情况.....	59
3.4.4	实际实施的水土保持措施体系的完整性和合理性评价.....	60
3.5	水土保持设施完成情况.....	63
3.5.1	水土保持工程措施完成情况.....	63
3.5.2	水土保持植物措施完成情况.....	72
3.5.3	水土保持临时措施完成情况.....	76
3.5.4	水土保持投资完成情况.....	80
4	水土保持工程质量.....	89
4.1	质量管理体系.....	89
4.1.1	建设单位质量管理体系.....	89
4.1.2	设计单位质量管理体系.....	89
4.1.3	监理单位质量管理体系.....	90
4.1.4	质量监督单位质量管理体系.....	90
4.1.5	施工单位质量管理体系.....	91
4.2	各防治分区水土保持工程质量评定.....	91
4.2.1	质量评价标准.....	91
4.2.2	水土保持工程质量评定项目划分.....	91
4.2.3	工程措施质量评价.....	94
4.2.4	植物措施质量评价.....	96
4.3	弃渣场稳定性评估.....	97
4.4	总体质量评价.....	97
5	项目初期运行及水土保持效果.....	98
5.1	初期运行情况.....	98
5.2	水土保持效果.....	98
5.2.1	扰动土地整治率.....	98
5.2.2	水土流失总治理度.....	98
5.2.3	拦渣率.....	99
5.2.4	土壤流失控制比.....	99
5.2.5	林草植被恢复率.....	99

5.2.6 林草覆盖度.....	99
5.3 公众满意度调查.....	103
6 水土保持管理.....	104
6.1 组织领导.....	104
6.2 规章制度.....	105
6.3 建设管理.....	105
6.4 水土保持监测.....	106
6.5 水土保持监理.....	107
6.6 水土保持补偿费缴纳情况.....	107
6.7 水土保持设施管理维护.....	107
7 结论.....	109
7.1 结论.....	109
7.2 遗留问题及建议.....	110
7.2.1 遗留问题.....	110
7.2.2 建议.....	110
8 附件及附图.....	112
8.1 附件.....	112
8.2 附图.....	112

## 前 言

作为“十二五”云南电力外送工程中的重要部分，云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程的建设符合国家能源战略，是进一步落实国家“西部大开发”战略、实现南方电网西电东送总体规划目标、促进区域内资源优化配置的一项重要举措。根据工程建设方案论证结论，云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程（以下简称“本工程”）的建设意义如下：

- (1) 是落实科学发展观的战略性举措
- (2) 是实现南方电网资源优化配置，满足南方电网“十二五”西电东送的需要。
- (3) 满足云南金沙江中游梨园、阿海及滇西北水电站送出的需要。
- (4) 是充分利用水电、节能环保的需要。
- (5) 满足广西用电负荷持续快速增长的需要。

国家能源局文件国能电力〔2009〕357号《国家能源局关于同意中国南方电网有限责任公司开展第五批输变电工程项目前期工作的函》同意本工程开展前期工作。中国南方电网有限责任公司以南方电网计函〔2009〕8号《关于开展云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程可行性研究工作的委托函》委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院、中南电力设计院、云南省电力设计院、广西电力工业勘察设计研究院、贵州电力设计研究院完成了本工程的选站、选线和可研设计工作，并于2010年7月由中国电力工程顾问集团在重庆主持召开了本工程可行性研究报告评审会议，经修改后完成可研收口报告编制工作。2010年11月份中南院、西南院对主体可研报告进行了修订，于2010年12月16日通过可研审查，2013年10月8日国家发展和改革委员会出具了“国家发展和改革委员会关于云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程项目核准的批复(发改能源〔2013〕1968号)”对本项目进行核准。

根据《水保方案》本工程计划于2011年7月开工建设，2013年6月建设完成，总工期24个月；工程实际于2014年4月开工建设，2016年6月建设完成，总工期27个月。工程建设过程中共分为18个施工标段进行建设，分别为金官换流站土建标、柳州换流站土建标和线路施工1~16标（1标和16标包括接地极）；施工单位分别为云南省送变电工程公司、辽宁省送变电工程公司、湖北送变电工

程公司、吉林省送变电工程公司、江西省送变电工程公司、河南送变电工程公司、甘肃送变电工程公司、广东省送变电工程公司、贵州送变电工程公司、广东火电工程总公司、黑龙江省送变电工程公司、江西省送变电建设公司、青海送变电工程公司、广西送变电建设公司、江西水电工程局等 15 个单位。

按照《中华人民共和国水保法》、《开发建设项目水土保持方案编制管理规定》的要求，受中国南方电网有限责任公司的委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院和中国电力工程顾问集团中南电力设计院承担了本项目的水土保持方案编制工作，中国电力工程顾问集团西南电力设计院为牵头单位；方案编制单位于 2010 年 8 月对本工程所在区域及其周围的自然环境、生态环境以及水土保持现状进行了调研勘察工作，向沿线各县市（区）水土保持局、水保站专家进行了汇报并收集了项目建设区所在地的相关水土保持现状和规划资料。利用卫片解译手段分析了工程区域土壤侵蚀现状，并结合工程的实际情况，在对水土流失预测的基础上，制定了本工程水土保持方案措施、水土保持方案设计以及投资估算，编制完成了《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案报告书》（送审稿）。2010 年 10 月 28 日，水利部水土保持监测中心在北京市主持召开了《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案报告书（送审稿）》审查会，并形成了审查会评审意见。中国电力工程顾问集团西南电力设计院和中国电力工程顾问集团中南电力设计院根据评审意见并结合 2010 年 12 月份主体可研报告的修改，对报告书进行了修改完善，于 2011 年 1 月完成《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案报告书》（报批稿），2011 年 5 月 27 日中华人民共和国水利部以“关于云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案的复函（水保函〔2011〕154 号）”对本项目的水土保持方案报批稿进行批复。

根据水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定，为做好云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持工作，中国南方电网有限责任公司超高压输电公司于 2014 年 9 月通过招投标的形式委托云南润滇节水技术推广咨询有限公司和广西壮族自治区水土保持监测总站分别对本项目云南境和广西境进行水土保持监测工作；监测单位于 2017 年 12 月完成了本项目的水土保持监测总结报告（云南润滇节水技术推广咨询有限公司汇总）。

工程未委托单独的水土保持监理，主体监理在监理过程中执行水土保持监理

的职责，工程主体监理分为 9 个监理标段，主要由广东创诚建设监理咨询有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广东天安工程监理有限公司、广东天广工程监理咨询有限公司等 4 个单位。

2017 年 10 月根据建设单位、监理单位、施工单位等对本项目的水土保持设施进行自查初验，本工程水土保持设施共划分为 4 个单位工程、6 个分部工程、11872 个单元工程，验收结论为合格。

## 1 项目及项目区概况

### 1.1 项目概况

#### 1.1.1 地理位置及线路走向

##### 1.1.1.1 金官换流站地理位置

金官换流站站址位于丽江市区东南约 98km 处，属于永胜县三川镇杨伍村委会管辖，南距面三川镇约 1.20km。站址北侧为丽攀公路，东侧为丽攀公路至三川镇的道路，西侧为三川（金官）坝子北缘。

站址处四周非常开阔，目前为一般农田和基本农田，场地海拔 1616m 左右。站址场地范围内占用了机耕路，建站时新建建机耕路 720m。

##### 1.1.1.2 柳州换流站地理位置

柳州换流站站址位于柳州市柳江县穿山镇新兴农场月亮塘队，西距黑泥塘队约 750m；东南方向距离月亮塘队约 1km，南距响文队约 1km，距离在建养猪场约 240m。北距柳州市约 25km，南距柳江县穿山镇约 9km，西北距离柳江县城约 20km。

站址处四周非常开阔，属丘陵地貌，自然地面标高约 125~145m，站址地表大部分种植甘蔗，另有小部分桉树和松树。站址场地范围内占用了机耕路，建站时新建机耕路 750m，同时拆除还建换流站东侧 10kV 线路 5km。

##### 1.1.1.3 顺州接地极地理位置

顺州接地极极址位于云南省丽江市永胜县顺州乡，其西侧距顺州乡政府所在地约 2km，西北侧距丽江市城区约 43km，东侧距永胜县城约 18km，东北侧距金官换流站约 18.5km。场地地貌为低中山盆地，地形平坦，南北长约 2km，东西宽约 2.5km，可用面积大，高程在 2193~2200m 之间，高差较小，多为水田，主要种植水稻等。

##### 1.1.1.4 马鞍山接地极地理位置

马鞍山接地极极址位于广西壮族自治区来宾市象州县罗秀镇要村、中王村及马鞍山之间，与象州县城直线距离约 28.5km，在象州县至荔浦县公路(S307 省道)



南面，与柳州换流站（月亮塘站址）直线距离约 57km。

新建极址区域地形平坦开阔，极址范围内主要是水田，部分为旱地和鱼塘。

#### 1.1.1.5 金官换流站～顺州接地极线路走向

金官换流站～顺州接地极线路起于金官换流站站址，止于顺州接地极极址，线路路径全长约 28km，曲折系数 1.51，全线位于云南省永胜县境内，均为 5mm 冰区，按同塔双回架设。路径方案如下：

金官站址向东南方向出线后，连续左转后向西走线，先后跨越 S308 省道、110kV 丽江～梨儿园线路、35kV 线路、钻越 500kV 进线（包括备用 1 回、阿海 2 回、梨园 1 回、太安 2 回，共 6 回 4 个路径）后，至翁家埂转向西南方向，在翁家埂～山田之间穿越三川坝子西北角（长约 1.5km），至山田后转向南走线，跨越拟建丽江～攀枝花高速公路，钻越 500kV 金安桥～楚雄线路（2 回，在建），先后经过永胜县六登坪铜矿普查区东侧边缘地带（长约 3km）、永胜县大安一金官铜矿普查区东侧边缘地带（长约 1km）、跨越 220kV 丽江～华坪线路（在建），避开永胜县高寨铜铅多金属普查区，经马场坪水库东侧，再转向西南方向，先后跨越 35kV 线路、金官～顺州乡村公路后至顺州接地极极址。

#### 1.1.1.6 柳州换流站～马鞍山接地极线路走向

柳州换流站～马鞍山接地极线路从换流站出来后，一路向东前行，避让沿途的村庄、高山，在金坪村以南约 700 米跨越柳江，在下路村附近改向东南方向行走，在弯龙村附近跨过省道后，经上大周村、要村进入马鞍山接地极。接地极线路途经广西柳州市柳江县、来宾市象州县，线路全长约 59km，曲折系数约为 1.054。

#### 1.1.1.7 直流输电线路

##### （1）云南段

本工程云南段路径起点为云南省丽江市永胜县金官换流站，终点为云南省与广西壮族自治区交界的西林县马蚌镇夜得村。

线路自金官换流站向东出线后，折向北避让灵源附近地磁观测台影响范围和仙源旅游规划区后沿 S220 省道到达宁蒗县战河镇，并经过全线海拔最高处大火山丫口（H=3440m）后沿县道进入华坪县。此后线路折向东南，避让果子山矿区及金矿普查区后跨越金沙江到达楚雄市大姚县，然后平行金沙江走向到达永仁

县西北角永兴镇。线路路径进入永仁县后，路径折向东南，平行在建 500kV 金安桥-楚雄线路北侧走线，经永仁县城南侧宜就镇折向东，经过元谋县北侧，连续跨越 108 国道及成昆铁路后进入武定县环州乡，之后折向东南沿县道和 108 国道走线，在避让武定县和禄劝县城规划区后线路向东进入富民县，经过东村镇到达寻甸县；在寻甸县，线路避让黑颈鹤自然保护区，从其南面通过，并跨越待昆高速公路后，线路折向东南，沿寻甸嵩明边界走线。在嵩明县境内的匡郎附近钻越±800kV 云广直流、跨越 500kV 厂曲 I、II 回后，从八里铺向西南方向基本平行古城村~马街的县道，经黄猫箐、阿东山，在平田跨越县道后，绕开马街，从西边村西面通过后左转至草房，平行于马街~贾家村的县道走线。在香树坡左转，经小龙洞绕过九乡旅游规划区至耿家营。走宜良县规划局画定的路线穿过耿家营和宜良县规划区的边缘至新街向东沿南盘江，经龙兑坡头、大塘子后右转，经螺丝塘、林口铺、大片田，白土坡后，在避让宜良县国家级九乡旅游规划区和陆良机场净空保护范围后，跨过南盘江，从雄壁镇以南穿越煤矿带后进入师宗县。在师宗、罗平交界处，喀斯特“峰丛”地貌密布，已建 110kV 及以上线路众多，已无走廊通道可利用，且该段属 20mm 及以上重冰区，线路通道紧张、交叉跨越将更加困难，故路径须避让这一区域，故线路在师宗县继续向南连续跨越 500kV 七罗 I、II 回后进入罗平县最南端舍腊乡，在八大河镇再次跨越南盘江和清水江后平行已建云广直流、罗百线南侧进入广西西林县，止于马蚌镇夜得村。此段路径线路长度约 552.6km。

本工程直流输电线路云南段线路全长 552.6km，全部为单回架设，线路途径丽江市永胜县、宁蒗县、华坪县、楚雄市大姚县、永仁县、元谋县、武定县、昆明市禄劝、寻甸县、富民县、嵩明县、宜良县、石林县、曲靖市陆良县、师宗县、罗平县 16 个县（市、区）。

## （2）广西段

本工程广西段路径起点为广西西林县马蚌镇与云南省交界的夜得村，终点为广西柳州柳江县月亮塘换流站。

线路自广西西林县马蚌镇与云南省界的分界点进入广西后，向东至黄果园，然后转向东南跨过 500kV 罗百 I、II 回，紧接着钻过±800kV 云广特高压后转向东平行云广特高压线路走线。从南边经过西林县城后继续向东，平行云广特高压在驼娘江北岸山区走线，经过那劳镇进入田林县。在田林县福达镇附近跨过

±500kV 天广直流线路后，继续向东平行云广特高压前进。在八桂附近稍稍远离云广特高压向东走线，在田林县城东南约 5km 处连续跨过天广 I、II、III 回，南昆铁路，在建隆百高速、324 国道后，在百色市右江区百启村转向东南平行云广特高压走线，进入凌云县后，在岭站乡跨过±500kV 贵广 II 回线路后，再次穿过百色市右江区，进入巴马县境内。线路继续向东，在巴马县甲篆附近跨过 500kV 龙平线后转向东北走线，经西山镇进入东兰县武篆镇，继续向东北经三石镇、长乐镇至河池县九圩镇，经九圩、堡平进入都安县板岭镇，然后转向东继续平行龙沙向东走线，经三只羊镇进入宜州市龙头镇，然后与龙沙线分开，偏向东南经石别镇，平行 500kV 岩沙线穿过忻城县欧洞镇及宜州市屏南镇后，进入柳江县土博镇，在土博以东跨过岩沙线向东南走线，经三都、百朋进入柳江县新兴农场月亮塘村的月亮塘换流站。

本工程直流输电线路广西段线路全长 552.8km，均采用单回路架设，线路途经广西壮族自治区百色市（西林县、田林县、右江区、凌云县），河池市（巴马县、东兰县、金城江区、都安县、宜州市），来宾市（忻城县），柳州市（柳江县）等 11 个县（市、区）。

### 1.1.2 主要技术指标

- (1) 项目名称：云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程；
- (2) 建设地点：云南省和广西壮族自治区；
- (3) 建设单位：中国南方电网有限责任公司超高压输电公司；
- (4) 建设性质：新建建设类项目；
- (5) 工程规模：新建±500kV 直流输电线 1139km、2 座换流站（送端金官换流站和受端柳州换流站）、2 个接地极（顺州和马鞍山接地极）；新建金官换流站～顺州接地极线路 28km、柳州换流站～马鞍山接地极线路 59km；
- (6) 工程占地：工程总占地面积为 332.07hm<sup>2</sup>，其中永久占地 61.25hm<sup>2</sup>，临时占地 270.82hm<sup>2</sup>；
- (7) 总投资：本工程设计总投资为 87.41 亿元，实际总投资为 72.76 亿元；
- (8) 建设工期：计划 2011 年 7 月开工建设，2013 年 6 月建成，总工期 24 个月；实际于 2014 年 4 月开工建设，2016 年 6 月建设完成，总工期 27 个月。

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程特性见表 1-1。

表 1-1 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程项目组成及工程特性表

一、项目的基本情况			
1	项目名称	云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程	
2	建设单位	中国南方电网有限责任公司超高压输电公司	
3	设计单位	中国电力工程顾问集团西南电力设计院、中国电力工程顾问集团中南电力设计院、云南省电力设计院、广西电力工业勘察设计研究院、贵州电力设计研究院	
4	建设地点	云南省、广西壮族自治区	
5	工程等级	输变电工程一级	
6	工程性质	新建建设类项目	
7	工程投资	工程总投资为 72.76 亿元，其中土建工程费用约为 12 亿元。	
8	建设工期	工程计划 2014 年 4 月开工，2016 年 6 月建成，总工期 27 个月。	
9	建设规模	换流站	金官换流站 金官换流站为送端换流站，建设规模最终为 3200MW 额定直流电压 ±500kV；单回路架设，至广西柳州市。柳州换流站交流出线规模为远期出线 8 回。
		换流站	柳州换流站 直流输送功率 3200MW，额定直流电压 ±500kV；±500kV 直流出线 2 回；500kV 交流出线最终按 7 回考虑，本期 3 回（新建换流站~柳东 1 回、换流站~沙塘 1 回、换流站~来宾 1 回线路），备用 4 回，暂考虑南备用 2 回、向东北备用 2 回，换流站容性无功总容量暂考虑为 2100Mvar，分 3 大组、12 小组，每小组容量约 175Mvar（容性无功补偿装置额定电压按 525kV 考虑）。
		接地极	顺州接地极 双环圆形布置，内环半径 350m，外环半径 400m，环长共计约 4715m，外环埋深约 3m，内环埋深约 2.5m，外环焦炭边长 0.9m，内环焦炭边长约 0.7m。
			马鞍山接地极 采用三同心椭圆布置浅埋沟型布置，外环长轴 640m，短轴 455m。环间系数按 0.8 考虑，从外到内三椭圆的周长分别约为 3597m、2878m、2303m。外极环埋深为 5m，中极环及内极环埋深为 4m。
		接地极线路	金官换流站~顺州接地极新建双极双回同塔接地极线路 28km，立塔 67 基，全线位于丽江市永胜县境内；柳州换流站~马鞍山接地极线路途经广西柳州市柳江县、来宾市象州县长 59km，立塔 147 基。
		直流线路	±500kV 直流线路经过云南、广西两省（区）8 个地级市的 27 个县，（南二方案）全长约 1105km，均为单回架设，共设各类铁塔 2123 基。
10	施工场地规划	换流站施工场地可利用站区空地搭设临建设施，不另行租地；输电线路设置牵张场 180 处；材料场 22 处；修建施工道路 112.6km，开辟人抬道路 408.29km。	
11	地貌类型	山丘地貌约占 99.5%，平原地貌约占 0.5%。	
12	工程拆迁	估算拆迁共 1792 户，拆迁人口 7799 人，居民房屋拆迁面积共 359780m <sup>2</sup>	

### 1.1.3 工程投资

根据《水保方案》本工程动态总投资为 874109 万元，土建投资为 112541.6 万元；工程实际总投资为 72.76 亿元，土建投资约为 12 亿元；由中国南方电网有限责任公司超高压输电公司出资建设。

### 1.1.4 项目组成及布置

根据《水保方案》本工程主要由换流站区（包括金官换流站、柳州换流站（施工期为柳南换流站，运行期为桂中换流站））、接地极区（包括顺州接地极、马鞍山接地极）、线路区（包括金官换流站~顺州接地极线路、柳州换流站~马鞍山

接地极线路和直流线路)三部分组成;工程实际建设过程中与《水保方案》设计基本一致,主要由换流站区(包括金官换流站、柳州换流站(建设期为柳南换流站,运行期为桂中换流站))、接地极区(包括顺州接地极、马鞍山接地极)、线路区(包括金官换流站~顺州接地极吸线路、柳州换流站~马鞍山接地极线路和直流线路)三部分组成。

#### 1.1.4.1 换流站区

##### 一、金官换流站

###### (1) 建设规模

金官换流站为送端换流站,其建设规模为3200MW规模。额定直流电压 $\pm 500\text{kV}$ ;本期1回单回路架设,至广西柳州地区。换流站交流出线规模为远期出线8回,其中至梨园电站方向1回,至阿海2回,至太安开关站各3回,向东方向备用2回,梨园、阿海电站之间通过1回500kV线路相联;换流站本期出线5回,其中至梨园电站方向1回,至阿海、太安开关站各2回。

本期装设1960MVar容性无功,分3大组布置,小组容量约140Mvar(额定电压525kV),换流站站用变低压侧装设4 $\times$ 60Mvar低压电抗器。远期总共需装设3780MVar容性无功,分5大组布置,小组容量约140Mvar(额定电压525kV),换流站站用变低压侧装设6 $\times$ 60Mvar低压电抗器。

此外,站内还设有交流控制保护设备、系统交流保护设备、远动及自动化控制设备、系统通信设备、避雷器等一些辅助设备。

###### (2) 站址地理位置

金官站址位于丽江市区东南约98km处,属于永胜县三川镇杨伍村委会管辖,南距面三川镇约1.2km。站址北侧为丽攀公路,东侧为丽攀公路至三川镇的道路,西侧为三川(金官)坝子北缘。

站址处四周非常开阔,目前为一般农田和基本农田,场地海拔1616m左右。站址场地范围内占用了机耕路,建站时新建机耕路3.02km。

###### (3) 平面布置

换流站站址北侧有约6m宽的丽攀三级公路从站址北侧通过。考虑到大件设备从丽江方向进站,进站道路从丽攀公路引接,新建进站道路长度为0.24km。500kV线路向东北出线,直流线路向西南出线。

站区总平面按照五个功能分区规划布置：交流滤波器场地、500kV 交流开关场、阀厅及换流变压器区域、直流开关场以及站前区。

500kV 采用户外 GIS 设备布置，布置在站区东北侧，向东北方向出线，交流滤波器场地分别布置在站区西北侧、东北侧；直流开关场布置在西南侧，向西南方向出线，阀厅及换流变压器区域布置在交流滤波器和 500kV 交流开关场之间；站前区布置在站区东南侧，站前区布置有综合楼、综合水泵房及水池等建构物，出入口位于站区东南侧，进出比较方便。新建进站道路长度约为 0.24km，路面宽度为 6m，两边各考虑 0.25m 硬路肩，采用水泥混凝土路面。同时还建站址占用的乡村道路 3.02km。道路采用 4m 宽的混凝土结构路面。

站内道路的设置以满足生产运行、检修、施工安装和安全消防的需要，其道路路面设计宽度为：阀厅和主变压器的运输道路采用 6m，转弯半径为 25m；环形道路采用 4m，其它道路为 3m，转弯半径为 7—9m。道路设计荷载等级按公路一 II 级，采用水泥混凝土路面，所有道路均按郊区型道路。

#### (4) 竖向布置

竖向采用平坡式布置方案，场地的标高为 1616.20m，站区场地平整的挖方量为 36.25 万 m<sup>3</sup>，填方量为 37.19 万 m<sup>3</sup>，包括建构物（包括道路及沟道）的基槽余方 70000m<sup>3</sup>，站区场地清淤 7000m<sup>3</sup>，地基换填 15500m<sup>3</sup>；站外道路区挖方量为 8800m<sup>3</sup>，填方量为 8800m<sup>3</sup>；站外供排水管线区挖方 4.41 万 m<sup>3</sup>，填方量为 3.47 万 m<sup>3</sup>，整个换流站的挖方量为 41.54 万 m<sup>3</sup>，填方 41.54 万 m<sup>3</sup>，土石方量就地平衡。站内场地最大填方高度为 6m，最大挖方高度为 6m。换流站站区周围采用浆砌石护坡，下设浆砌石挡墙以满足稳定性要求。

站址防洪为百年一遇标准设计。

#### (5) 站区给排水

##### ① 给水

换流站人员编制按 50 人计，阀外冷却系统采用水冷。站区生活及工业日平均用水量为 1078.28m<sup>3</sup>/d，平均时用水量约为 45.0m<sup>3</sup>/h，最大时用水量为 50.34m<sup>3</sup>/h。金官站址引用永胜县自来水管线的自来水。

永胜县自来水厂至站址直线距离约 14km，管线距离约 21km，水厂较站址高约 600m，采用自流输水。根据地形，从自来水厂出水干管上接管后，中途设置减压阀和减压水池，减压后送入站内水池，补给水系统主要建筑物有：减压水池

2座，减压阀4个，DN150补给水管一根。地下铺设，埋深约1.0m，施工时采用人工开挖，开挖断面为梯形，其尺寸为上顶宽1.5m、下底宽0.6m、高1.1m，施工作业带按宽4.5m计，开挖临时堆土堆在管线一侧的工作带内，管线另一侧工作带作为施工场地。

## ②排水

换流站站区内排水均采用雨水、污水分流制排水系统。

站区生活污水经污水管道汇集自流至地理式污水处理装置，先进入其调节池均匀污水浓度，然后由污水泵提升至组合式污水处理装置内的接触氧化池，在好氧的条件下，有机物通过池内填料上的生物膜进行生物代谢，老化而分解，沉淀老化的生物膜进入其沉淀池沉淀，最后进入其消毒池进行消毒，经二级生物氧化处理并进行消毒后的出水排入站区雨水排水管道。

站区雨水经雨水口汇集后进入雨水排水管道，金官站址站内雨水排至站外东侧的板山河。站区围墙外排水管采用钢筋混凝土管，长1000m（包括与自然沟道衔接），DN1200，管顶埋深约1.0m，施工断面为梯形，其尺寸为上顶宽4.6m、下底宽2m、高2.3m，施工作业带按宽11.1m计。

金官换流站建设过程中，站区面积减少了12.37hm<sup>2</sup>；金官换流站站外道路区还建机耕路增加到3.02km；金官换流站站外供排水管线区中的供水管线减少了3km，排水管线减少1.0km，占地面积减少了3.12hm<sup>2</sup>。

## 二、柳州换流站

### (1) 建设规模

柳州换流站为本工程新建受端换流站，其建设规模为直流输送功率3200MW，额定直流电压±500kV；±500kV直流出线2回；500kV交流出线最终按7回考虑，本期3回（新建换流站~柳东1回、换流站~沙塘1回、换流站~来宾1回线路），备用4回，向南备用2回、向东北备用2回，本期建设3回（另行立项），在每回备用出线上各预留装设1组线路高抗位置；直流主接线方式按每极1个12脉动阀组考虑，本期换流变配置暂按12组单相双绕组变压器考虑，另考虑2组备用；换流站容性无功总容量暂考虑为2100Mvar，分3大组、12小组，每小组容量约175Mvar（容性无功补偿装置额定电压按525kV考虑）。此外，站内还设有交流控制保护设备、系统交流保护设备、远动及自动化控制设备、系统通信设备、避雷器等一些辅助设备。

## (2) 站址地理位置

柳州±500kV换流站站址位于柳州市柳江县穿山镇新兴农场月亮塘队，西距黑泥塘队约750m；东南方向距离月亮塘队约1km，南距响文队约1km，距离在建养猪场约240m。北距柳州市约25km，南距柳江县穿山镇约9km，西北距离柳江县城约20km。

站址处四周非常开阔，属丘陵地貌，自然地面标高约125~145m，站址地表大部分种植甘蔗，另有小部分桉树和松树。站址场地范围内占用了机耕路，建站时需还建机耕路750m，同时需拆除还建换流站东侧10kV线路5km。

## (3) 总平面布置

根据地形条件和换流站±500kV直流出线、500kV交流出线和220kV出线方向的需要，站区采用短轴北偏东16°方向布置，500kV交流配电装置布置于站区的南侧，向东、西、南三个方向出线，阀厅主控楼位于站区中央位置，直流场布置于站区的西侧，±500kV直流及接地极向西出线，3大组12小组交流滤波器场集中布置500kV配电装置的北侧，辅助生厂区及综合楼布置于极2阀厅的北侧、交流滤波器场的西侧；220kV采用户外GIS设备布置于站区的东侧向东出线，在220kV和500kV配电装置之间布置降压变压器及35kV配电装置。户外直流场布置于阀厅和主控楼的西侧，主控制楼位于极1和极2阀厅之间，主立面及入口向西朝向户外直流场。辅助生产区位于站区的西北角，区内主要布置综合楼、综合水泵房和消防水池、检修备品库、汽车库、生活污水处理装置，换流变储油罐布置于外引备用电源变压器旁的场地上。进站大门设置警传室。进站大门与站内换流变运输通道顺接，便于站内运输应换流变压器和干式平波电抗器。

站内道路呈环型布置，采用220mm厚公路型C30水泥混凝土路面，根据换流变压器和平波电抗器运输的需要，自大门到搬运轨道场地的道路采用5.5m宽路面，其他主要道路采用4.0m宽的路面，转弯半径为9.0m，以满足站内车辆行驶和消防通道；500kV配电装置区内和交流滤波器场地的相间道路宽度为3.0m，转弯半径6m。

进站道路可由国道G209引接，全长1614m，其中新建进站道路长度472m，改建机耕路路段1142m，进站道路采用6.0m宽混凝土路面，按四级公路标准修建，道路结构层采用公路型水泥混凝土路面，路基为碎石基层；同时还建站址占用的机耕路750m。



站区总用地面积为 33.49hm<sup>2</sup>，围墙内占地面积为 14.79hm<sup>2</sup>，其中站前区占地面积 1.11hm<sup>2</sup>，本期道路和硬化地面面积 18935m<sup>2</sup>，站区围墙长度 1762m。

站址属于响文水库集雨范围，场地平整标高为 138.2m，高于响文水库坝顶高程 125.3m，因此不受洪水威胁，站址处亦无大面积山洪汇集影响。

#### (4) 竖向布置

站区竖向布置采用平坡式布置，场地平整标高为 138.20m，场地表层雨水排水坡度由基槽余土在二次平整时形成，坡度不小于 0.5%。站区挖方工程量为 40.92 万 m<sup>3</sup>，填方工程量为 40.01 万 m<sup>3</sup>，进站道路挖方为 5000m<sup>3</sup>，填方为 10450m<sup>3</sup>。站址地质条件良好，挖方区场地的构筑物基础可作天然地基，填方地段可按墩基础或人工挖孔桩处理。边界处最大挖方深度为 19.3m，其边坡可按 1:1.5 浆砌块石进行边坡防护，填方地段最大填方高度为 15.50m，其边界的防护可按 1:2 土工格栅挡墙面层植草进行边坡防护，并在坡底设置 2m 高重力式挡土墙进行防护，以满足坡脚稳定和防火要求。

站址防洪标准为百年一遇。

#### (5) 站区给排水

##### ①给水

换流站站区供水系统包括生活、工业及消防给水系统，共计 800m<sup>3</sup>/d。

站址区域无可取用地下水，用水可考虑采用自来水，分别从站址北部的新兴工业园自来水管网和从站址南部的穿山镇水厂引接两路水源，供水管道长度分别约 13km、12km。采用钢丝网骨架塑料聚乙烯复合管，引水管道长为 25km，D200，地下铺设，埋深约 1.0m，施工时采用人工开挖，开挖断面为梯形，其尺寸为上顶宽 1.5m、下底宽 0.6m、高 1.1m，施工作业带按宽 4.5m 计，开挖临时堆土堆在管线一侧的工作带内，管线另一侧工作带作为施工场地。

##### ②排水

换流站站区排水采用有组织分流制排水体制，即雨水及工业废水排水系统、生活污水排水系统和事故排油系统。

站区雨水经设置在道路边场地上的雨水口收集，通过地下排水管道排出站外，最终通过站外排水沟排至站址东侧响文水库。

站内工业废水主要是阀外冷却系统的排污水，水质仅含盐量稍高，但符合国家灌溉水水质标准，排至雨水管网。

生活污水处理系统负责将主/辅控楼、综合楼和警卫传达室内的生活污水通过管道收集并送至埋地式一体化污水处理装置内进行处理后回用于站区绿化，不外排。

换流变压器、站用变压器等带油设备的事故排油，经下部的油坑收集，并通过地下排油管道汇入事故集油池内，进行油水分离后，水排出至雨水排水管网，事故油由设备提供单位回收利用。

站区围墙内雨水管道总长 8100m，采用 FRPP 异形肋模压排水管，DN500，地下铺设，埋深约 2.2m。

站区围墙外采用钢筋混凝土管，排水管长 1000m（包括与自然沟道衔接），DN1200，顶管埋深约 1.0m，施工断面为梯形，其尺寸为上顶宽 4.6m、下底宽 2m、高 2.3m，施工作业带按宽 11.1m 计。

站区上游方向一侧修建浆砌片石截洪沟（明沟）来分流上游雨洪水，截洪沟总长 1280m（包括与自然沟道衔接），断面尺寸为 1.0×1.0m，施工作业带按宽 6m 计。

工程实际建设的柳州换流站与《水保方案》设计的柳州换流站基本一致。

#### 1.1.4.2 接地极区

##### 一、顺州接地极

###### （1）极址地理位置

顺州极址位于云南省丽江市永胜县顺州乡，其西侧距顺州乡政府所在地约 2km，西北侧距丽江市城区约 43km，东侧距永胜县城区约 18km，东北侧距金官换流站约 18.5km。场地地貌为低中山盆地，地形平坦，南北长约 2km，东西宽约 2.5km，可用面积大，高程在 2193~2200m 之间，高差较小，多为水田，主要种植水稻等。

###### （2）接地极布置形式

顺州接地极为双环圆形布置，内环半径 350m，外环半径 400m，环长共计约 4715m，外环埋深约 3m，内环埋深约 2.5 米。外环焦炭截面边长为 0.9m，外环焦炭截面边长为 0.7m。施工时采用人工开挖，开挖临时堆土堆在管线一侧的工作带内，管线另一侧工作带作为施工场地，开挖断面为梯形，其中外极环开挖断面尺寸上顶宽 9m、下底宽 1m、高 4m，施工作业带按宽 27m 计，中极环开挖断

面尺寸上顶宽 8m、下底宽 1m、高 3.5m，施工作业带按宽 24m 计。挖方量为 8.49 万 m<sup>3</sup>，填方量为 8.49 万 m<sup>3</sup>。

由于极址区域为农田，应尽量降低地表跨步电压至满足相应标准以保证居民安全。接地极平面布置示意图见图 1-1。

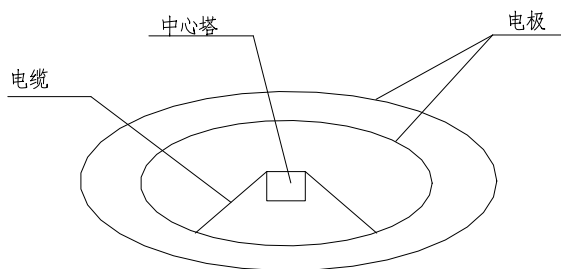


图 1-1 金官接地极平面示意图

### (3) 极址排水

接地极极址处为耕地，土壤含水率较高，施工时需修建临时排水沟收集施工时渗水至周围自然沟道，根据现场踏勘极址施工场地及周围自然沟道位置，需修建临时排水沟长 860m（包括与自然沟道衔接），排水沟断面梯形，其断面尺寸上底宽 0.4m，下底宽 0.3m，深 0.25m。临时排水沟内侧用苫布覆盖，两侧边缘用草袋压盖，在排水沟与自然沟道衔接处设置沉砂池，末端与自然沟道连接。

## 二、马鞍山接地极

### (1) 极址地理位置

马鞍山极址位于广西壮族自治区来宾市象州县罗秀镇要村、中王村及马鞍山之间，与象州县城直线距离约 28.5km，在象州县至荔浦县公路(S307 省道)南面，与柳州换流站（月亮塘站址）直线距离约 57km。

新建极址区域地形平坦开阔，极址范围内主要是水田，部分为旱地和鱼塘。

### (2) 接地极布置形式

马鞍山接地极采用三同心椭圆浅埋沟型布置，具体导流方式为采用 1 个进线中心塔，外环分为 4 段，中环分为 4 段，内环分为 4 段，每段分别采用双根埋地电缆从进线中心塔引流。引流电缆型号 6kV YJV63-6-1×240，引流电缆采用直埋敷设，馈电棒的接续采用热弧焊。

接地极外环长轴 640m，短轴 455m。环间系数按 0.8 考虑，从外到内三椭圆的周长分别约为 3597m、2878m、2303m。外极环埋深为 5m，中极环及内极环

埋深为 4m。极环馈电棒采用  $\phi 60$  圆钢，填充材料为焦炭，截面为  $1\text{m}\times 1\text{m}$ 。施工采用人工开挖，开挖临时堆土堆在管线一侧的工作带内，管线另一侧工作带作为施工场地，开挖断面为梯形，其中外极环开挖断面尺寸上顶宽 9m、下底宽 2m、高 6m，施工作业带按宽 27m 计，中极环及内极环开挖断面尺寸上顶宽 8m、下底宽 2m、高 5m，施工作业带按宽 24m 计。挖方量为 31.19 万  $\text{m}^3$ ，填方量为 31.19 万  $\text{m}^3$ 。由于极址区域为农田，降低地表跨步电压至满足相应标准以保证居民安全。接地极平面布置示意图见图 1-2。

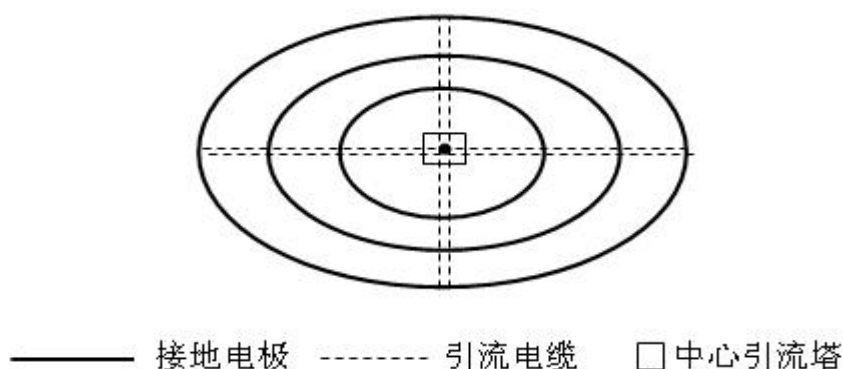


图 1-2 马鞍山接地极平面示意图

### (3) 极址排水

接地极极址处为耕地，土壤含水率较高，施工时需修建临时排水沟收集施工时渗水至周围自然沟道，根据现场踏勘极址施工场地及周围自然沟道位置，需修建临时排水沟长 1280m（包括与自然沟道衔接），在排水沟与自然沟道衔接处设置沉砂池，末端与自然沟道连接，排水沟水力坡降取 5%，断面为梯形，其断面尺寸为上顶宽 0.4m，下底宽 0.3m，高 0.25m。

顺州接地极和马鞍山接地极工程实际建设过程中与《水保方案》设计一致。

## 1.1.4.3 线路区

### 一、金官换流站～顺州接地极线路

接地极线路起于金官站址，止于顺州极址，线路路径全长约 28km，曲折系数 1.51，全线位于云南省永胜县境内，均为 5mm 冰区，按同塔双回架设。路径如下：

金官站址向东南方向出线后，连续左转后向西走线，先后跨越 S308 省道、110kV 丽江～梨儿园线路、35kV 线路、钻越拟建的 500kV 进线（包括备用 1 回、

阿海 2 回、梨园 1 回、太安 2 回，共 6 回 4 个路径)后，至翁家埂转向西南方向，在翁家埂~山田之间穿越三川坝子西北角(长约 1.5km)，至山田后转向南走线，跨越拟建丽江~攀枝花高速公路，钻越 500kV 金安桥~楚雄线路(2 回，在建)，先后经过永胜县六登坪铜矿普查区东侧边缘地带(长约 3km)、永胜县大安一金官铜矿普查区东侧边缘地带(长约 1km)、跨越 220kV 丽江~华坪线路(在建)，避开永胜县高寨铜铅多金属普查区，经马场坪水库东侧，再转向西南方向，先后跨越 35kV 线路、金官~顺州乡村公路后至顺州极址。金官换流站~顺州接地极线路《水保方案》设计架设各类塔基 74 基，工程实际建设过程中实际架设各类塔基 67 基。

## 二、柳州换流站~马鞍山接地极线路

本线路从换流站出来后，一路向东前行，避让沿途的村庄、高山，在金坪村以南约 700m 跨越柳江，在下路村附近改向东南方向行走，在弯龙村附近跨过省道后，经上大周村、要村进入马鞍山接地极。

接地极线路途经广西柳州市柳江县、来宾市象州县，线路全长约 59km，曲折系数约为 1.054。

柳州换流站~马鞍山接地极线路《水保方案》设计架设各类塔基 166 基，工程实际建设过程中实际架设各类塔基 147 基。

## 三、直流线路

### (1) 云南段

本工程云南段起点为云南省丽江市永胜县金官换流站，终点为云南省与广西壮族自治区交界的西林县马蚌镇夜得村。

线路自金官换流站向东出线后，折向北避让灵源附近地磁观测台影响范围和仙源旅游规划区后沿 S220 省道到达宁蒗县战河镇，并经过全线海拔最高处大火山丫口(H=3440m)后沿县道进入华坪县。此后线路折向东南，避让果子山矿区及金矿普查区后跨越金沙江到达楚雄市大姚县，然后平行金沙江走向到达永仁县西北角永兴镇。线路路径进入永仁县后，路径折向东南，平行在建 500kV 金安桥-楚雄线路北侧走线，经永仁县城南侧宜就镇折向东，经过元谋县北侧，连续跨越 108 国道及成昆铁路后进入武定县环州乡，之后折向东南沿县道和 108 国道走线，在避让武定县和禄劝县城规划区后线路向东进入富民县，经过东村镇到达寻甸县；在寻甸县，线路避让黑颈鹤自然保护区，从其南面通过，并跨越待

昆高速公路后，线路折向东南，沿寻甸嵩明边界走线。在嵩明县境内的匡郎附近钻越±800kV 云广直流、跨越 500kV 厂曲 I、II 回后，从八里铺向西南方向基本平行古城村～马街的县道，经黄猫箐、阿东山，在平田跨越县道后，绕开马街，从西边村西面通过后左转至草房，平行于马街～贾家村的县道走线。在香树坡左转，经小龙洞绕过九乡旅游规划区至耿家营。走宜良县规划局画定的路线穿过耿家营和宜良县规划区的边缘至新街向东沿南盘江，经龙兑坡头、大塘子后右转，经螺丝塘、林口铺、大片田，白土坡后，在避让宜良县国家级九乡旅游规划区和陆良机场净空保护范围后，跨过南盘江，从雄壁镇以南穿越煤矿带后进入师宗县。在师宗、罗平交界处，喀斯特“峰丛”地貌密布，已建 110kV 及以上线路众多，已无走廊通道可利用，且该段属 20mm 及以上重冰区，线路通道紧张、交叉跨越将更加困难，故路径须避让这一区域，故线路在师宗县继续向南连续跨越 500kV 七罗 I、II 回后进入罗平县最南端舍腊乡，在八大河镇再次跨越南盘江和清水江后平行已建云广直流、罗百线南侧进入广西西林县，止于马蚌镇夜得村。此段路径线路长度约 552.6km。

本工程直流输电线路云南段线路全长 570km，全部为单回架设，线路途径丽江市永胜县、宁蒗县、华坪县、楚雄市大姚县、永仁县、元谋县、武定县、昆明市禄劝、寻甸县、富民县、嵩明县、宜良县、石林县、曲靖市陆良县、师宗县、罗平县 16 个县（市、区）。

## （2）广西段

本工程广西段起点为广西西林县马蚌镇与云南省交界的夜得村，终点为广西柳州柳江县月亮塘换流站。

线路自广西西林县马蚌镇与云南省界的分界点进入广西后，向东至黄果园，然后转向东南跨过 500kV 罗百 I、II 回，紧接着钻过±800kV 云广特高压后转向东平行云广特高压线路走线。从南边经过西林县城后继续向东，平行云广特高压在驼娘江北岸山区走线，经过那劳镇进入田林县。在田林县福达镇附近跨过±500kV 天广直流线路后，继续向东平行云广特高压前进。在八桂附近稍稍远离云广特高压向东走线，在田林县城东南约 5km 处连续跨过天广 I、II、III 回，南昆铁路，在建隆百高速、324 国道后，在百色市右江区百启村转向东南平行云广特高压走线，进入凌云县后，在岭站乡跨过±500kV 贵广 II 回线路后，再次穿过百色市右江区，进入巴马县境内。线路继续向东，在巴马县甲篆附近跨过 500kV

龙平线后转向东北走线，经西山镇进入东兰县武篆镇，继续向东北经三石镇、长乐镇至河池县九圩镇，经九圩、堡平进入都安县板岭镇，然后转向东继续平行龙沙向东走线，经三只羊镇进入宜州市龙头镇，然后与龙沙线分开，偏向东南经石别镇，平行 500kV 岩沙线穿过忻城县欧洞镇及宜州市屏南镇后，进入柳江县土博镇，在土博以东跨过岩沙线向东南走线，经三都、百朋进入柳江县新兴农场月亮塘村的柳州换流站。

本工程直流输电线路广西段线路全长 525km，均采用单回路架设，线路途经广西壮族自治区百色市（西林县、田林县、右江区、凌云县），河池市（巴马县、东兰县、金城江区、都安县、宜州市），来宾市（忻城县），柳州市（柳江县）等 11 个县（市、区）。

根据《水保方案》设计本工程直流线路区共设各类铁塔 2510 基，工程实际建设过程中共设各类塔基 2123 基。

## 1.1.5 施工组织及工期

### 1.1.5.1 施工组织

#### 一、土建施工标段划分

本工程建设过程中土建施工共分为 18 个施工标段，分别为金官换流站土建标、柳州换流站土建标和线路施工 1~16 标（1 标和 16 标包括接地极）；施工单位分别为云南省送变电工程公司、辽宁省送变电工程公司、湖北送变电工程公司、吉林省送变电工程公司、江西省送变电工程公司、河南送变电工程公司、甘肃送变电工程公司、广东省送变电工程公司、贵州送变电工程公司、广东火电工程总公司、黑龙江省送变电工程公司、江西省送变电建设公司、青海送变电工程公司、广西送变电建设公司、江西水电工程局等 15 个单位。

#### 二、施工临时占地区

在塔基施工过程中设置施工场地，用来临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等，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占地作为施工场地，本工程直流输电线路单个塔基施工场地占地按塔基外扩 5m 计，接地极线路单个塔基施工场地占地按塔基外扩 3m。施工场地会占压和扰动原有地表。施工完成后清理场地，以消除砂石及混凝土残留，利于植被尽快恢复生长。

本工程施工场地与塔基数量一致。

### 三、牵张场

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，一般牵张场可利用当地道路，当塔位离道路较远或不能满足要求时需根据工程实际情况设置牵张场。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。

为避开居民区、风景区、城镇规划区等区域，山丘区塔位多定位在荒草地，平原区多位于较为空旷区域。塔位一般距离能满足牵引机、张力机工作的道路较远，为满足牵引机、张力机工作，根据沿线实际情况各施工标段内每隔 7km 设置一处牵张场地，全线共设置牵张场 178 处，平均每处占地面积约为 0.28hm<sup>2</sup>。牵张场布置形式见图 1-3。

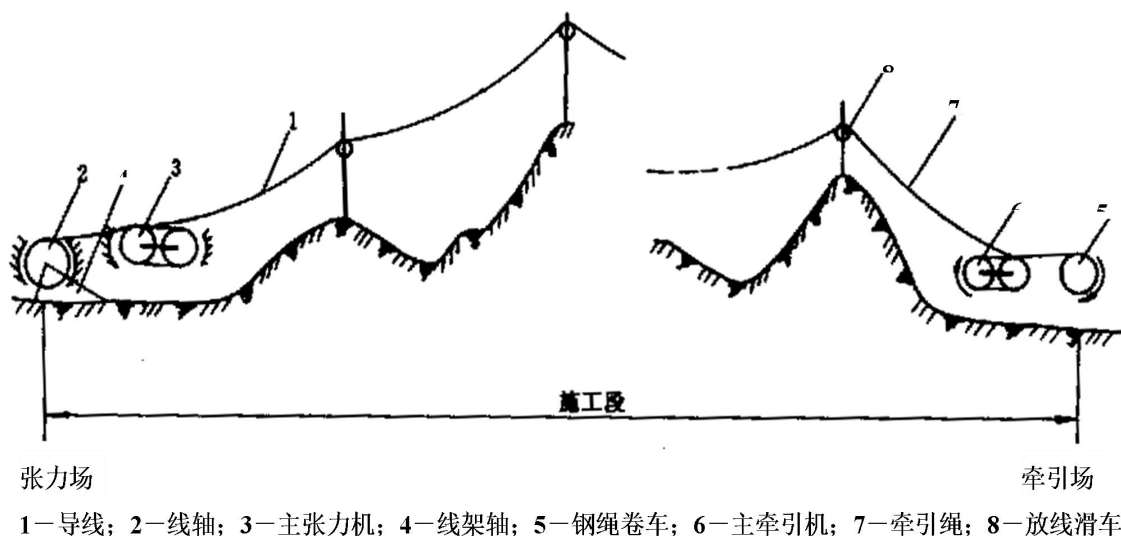


图 1-3 牵张场布置图

### 四、材料场

为了便于输电线路各施工标段内施工材料的集中购置、堆放，结合线路路径走向，本工程沿线平均每隔 60km 设一处材料场，主要在线路附近就近租用当地村镇仓库，估计全线需设置材料场 22 处，平均每处占地面积约为 4000m<sup>2</sup>。

### 五、施工道路

为了将施工材料运至塔基处，修建一定长度的施工道路和开辟临时人抬便道，施工道路主要是在现有机耕路基础上进行加固或修缮，以便机动车运输施工材料和设备；人抬道路是在车辆无法到达的地段，开辟利用现有人行便道或砍去荆棘形成通道，方便施工人员和畜力运送材料和设备，尽量减少扰动地表面积。根据主体工程可研设计资料并结合现场踏勘情况，山丘区由于地形比较复杂，施工道



路长度按线路长度约为7~10%，人抬道路长度约为线路长度30~35%，平原区由于地形单一，交通较方便，施工道路长度约为线路长度0.3~0.5%，人抬道路长度约为线路长度的3~5%，从减少扰动地表面积考虑，施工道路是在利用原有机耕路基础上加固或修缮修建的。确定本工程需修建施工道路约为112.6km(宽度为3m)，开辟人抬道路约为408.29km(宽度为1m)。

## 六、施工电源、水源及通讯

### (1) 施工电源、水源

换流站及基地施工电源考虑永临结合方案，将站外电源提前施工，作为施工电源。施工用水同样考虑永临结合方案，将永久水源提前施工，作为施工水源。

### (2) 施工通讯

站址及基址附近有通讯线路通过，施工单位进驻现场后，可直接引接附近已有通讯线路，施工过程中内部联系配合可采用无线报话机或旗语等方式。

## 1.1.5.2 施工工艺

### 一、土石方工程与地基处理

换流站土建工程地基处理包括场地平整、边坡、排水沟、排洪沟段、挡土墙基础、直流开关场、换流装置区、交流滤波器装置区、技术交流中心、输电线路抗冰试验室、特高压试验大检修大厅、计量检测中心以及综合办公楼和生活辅助楼等建（构）筑物基础以及500kV构架及其支架基础开挖回填碾压处理等。

填土来源于边坡、排水沟、各建（构）筑物基础开挖的土方。除建（构）筑物基础以外，以上工程务必同时进行，以确保场地平整工程顺利进行。为节省施工费用和施工时间，直接用挖掘机装车运至填方区；填方区场地平整用推土机、压路机压实，对靠近围墙、围墙转角的填土，采用蛙式打夯机夯实。

场地平整顺序：将场地有机物和表层耕植土清除至指定的地方，将填方区的填土分层夯实填平，整个场地按设计进行填方平整。挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行，随时作一定的坡度以利泄水。由于填土较深，为保证质量，回填土的含水率应严格控制，防止形成橡皮土；若土质过干，洒水湿润再压实。回填土最佳含水率(重量比)：19%~23%，最大干密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )：1.58~1.70。分层填土后，经检查合格方可铺填上层土。

场地平整时宜避开雨季施工，严禁大雨期进行回填施工，并应做好防雨及排

水措施。

土石方工程主要包括挡土墙、排洪沟、边坡护坡加固。挡土墙施工应先于土方回填，挡土墙砌筑露出地面 1.5m 后，机械方能施工，施工时务必注意泄水孔设置和墙背滤水层及填土要求。

### (2) 混凝土工程

为了保证混凝土质量，工程开工伊始，主动与气象部门联系，掌握近期气候情况，尽量避开大的异常天气，做好防雨措施。同时根据原材料供应情况进行混凝土试配，根据不同的需要按设计要求提前做好实际施工配合比模拟实验，以便施工中使用符合设计强度要求、具有良好施工性能的高强、高性能混凝土。基础施工期，以先打桩、再开挖、后做基础为原则。

### (3) 电气施工

建筑物内的电气设备视土建部分进展情况机动进入，但须以保证设备的安全为前提。另外，须与土建配合的项目，如接地母线敷设、电缆通道安装等可与土建同步进行。

### (4) 设备安装

在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，尚需严格按厂家设备安装及施工技术要求进行安装。

## 二、接地极施工工艺

### (1) 施工方法

本工程电缆采用直埋敷设方式。施工时不能损伤绝缘，也不能有电缆续接现象（亦即由电缆附设起点到终点应采用同一根电缆，其间不应有接头），否则会引入很大的泄漏电流，从而导致电缆很快地被腐蚀断。

### (2) 焦炭铺设

在开挖沟道时，先将电极埋处的表层适合耕种的带有杂草的(0.3m~0.4m)土壤铲去，集中堆放起来，待电极铺设完毕后，再将它搬移到回填土上面。铺设焦炭的基面应平坦，成型良好，沟内不得有明显的凸凹不平现象和杂物(包括浮土)。回填土不能有卵石，尤其是紧靠电极(0.5m)的回填土不但不能有卵石，而且要求土质细，否则有可能破坏电极(焦炭)形状。回填土中不能有明显的空隙，并适度夯实。回填土表层应是开挖时的表层土壤，以利于完工后植被恢复。

### (3) 引流井及检测井施工

在检测管的底部应填入适量的砂子，应夯实检测井周围的回填土，尤其是要夯实上层的回填土，否则有可能引起防护罩沉陷。夯实程度为不导致防护罩沉陷即可。

#### (4) 临时排水施工

接地极址施工时需修建临时排水沟收集施工时渗水至周围自然沟道。

### 三、输电线路施工工艺

#### (1) 选线时的设计优化

本工程路径选择时，尽量避开林区，减少林木砍伐。对不能避开的林区，仅砍伐林木，遗下树根及灌木草丛，防止出现裸地而发生水土流失。线路走廊中山坡上的林木和道路两旁的树木，原则上不砍伐。在考虑树种最终树高、树冠与导线之间的垂直距离(或净空距离) $<7\text{m}$ 时采用加高铁塔的方法处理。杆塔塔位尽可能避开村庄、果园、经济作物田地，并尽量缩短线路长度。通过采取设计优化，采用加高铁塔跨越的方案，较大程度地减少了林木砍伐；通过路径优化缩短了线路长度，不但节约了工程投资，而且减少了对水土保持设施的破坏，对防止植被破坏，减少水土流失具有十分重要的意义。

#### (2) 合理确定基面范围

输电线路塔基基面范围的大小，直接关系到降基的多少，基面范围的确定与地质条件、杆塔类型、基础的作用力、基础类型及计算方法等因素有关。对特殊情况，如转角大的耐张转角塔内角侧和终端转角塔线路的永久性下压基础，基面范围可比永久性上拔腿基础小些。

#### (3) 优先考虑原状土基础

使用掏挖桩基础或人工挖孔桩基础等原状土基础，可避免基坑大开挖，充分利用原状土力学性能，提高基础抗拔能力，同时减少地表植被破坏，节省开挖及回填工作量，保护生态环境。

#### (4) 尽量避开陡坡和不良地质段

线路选线和塔基定位时，塔位尽量避开陡坡和不良地质段。通过选用转角塔、利用塔头间隙及负荷允许条件下带小转角的直线塔等优化设计可避开陡坡和不良地质段。输电线路对陡坡的避让有助于减少基础根开工程量，大大减少扰动破坏地表面积及弃土弃渣量。不良地质段土体内部受力极不稳定，外界活动易诱发土体失稳，通过避让可避免滑坡、崩塌、泻溜等重力侵蚀的发生。

(5) 采用全方位高低腿塔及主柱加高基础

山丘区地形起伏较大，通过采取长短腿配合高低基础(全方位采用高低腿)来适应坡地、阶地地形，可基本做到基面不开挖土石方而维持原地貌，很大程度上减少了扰动破坏原地貌、植被的面积及弃土弃渣量，有效地减少了水土流失。

四、施工准备

(1) 材料运输及施工道路建设

施工准备阶段主要是施工备料及施工道路的建设。工程建设所需砂石材料均在当地购买，采用汽车运输，为满足材料运输及堆放要求，输电线路沿线共设置材料场 22 处，平均每处占地面积约为 4000m<sup>2</sup>。本工程新修施工道路 112.6km，人抬道路 408.29km。

(2) 牵张场等临时施工用地布设

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、导线及施工操作等要求。一般牵张场可利用当地道路，当塔位离道路较远或不能满足要求时需设置牵张场，输电线路设置牵张场 180 处，平均每处占地面积约为 2800m<sup>2</sup>。

五、基础施工

基坑开挖及基础施工流程见图 1-4、图 1-5。

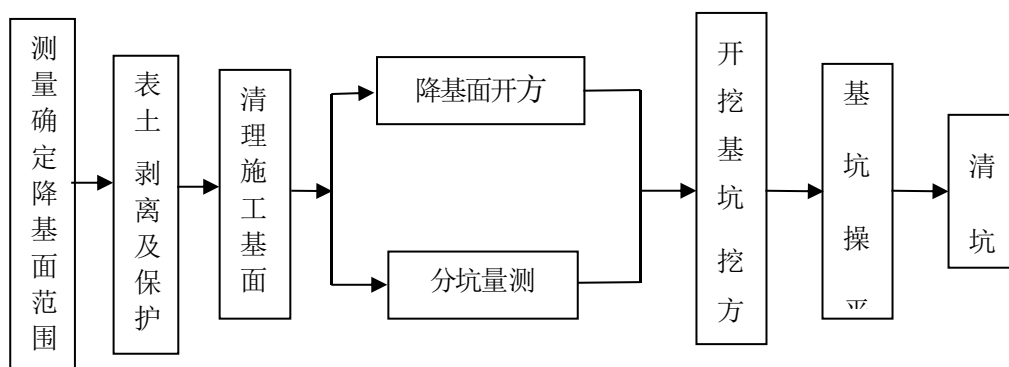


图 1-4 基坑开挖流程图

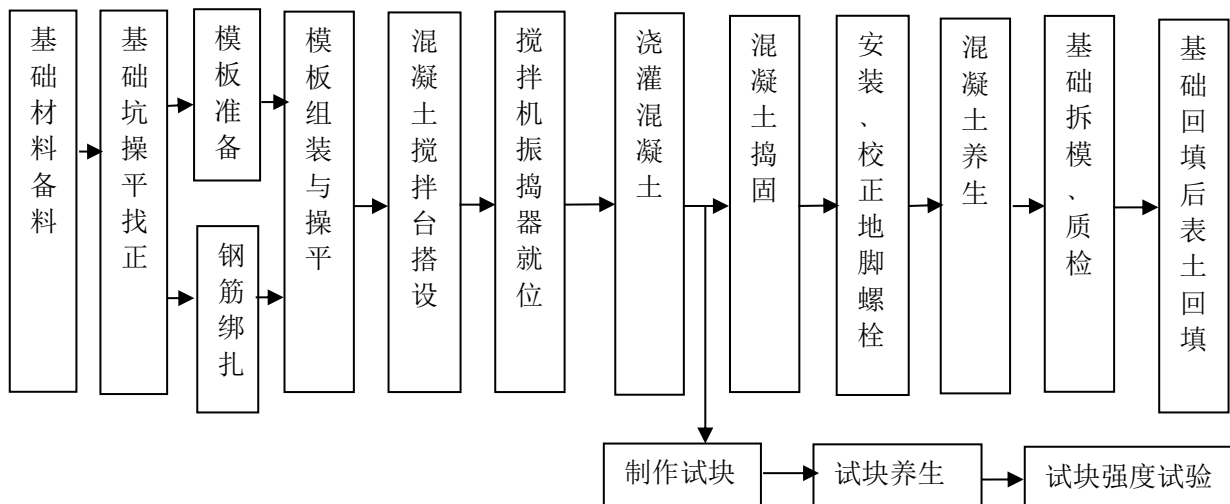


图 1-5 塔基施工流程图

## 六、铁塔组立、架线及附件安装

铁塔组立施工流程见图 1-6，架线及附件安装流程见图 1-7。

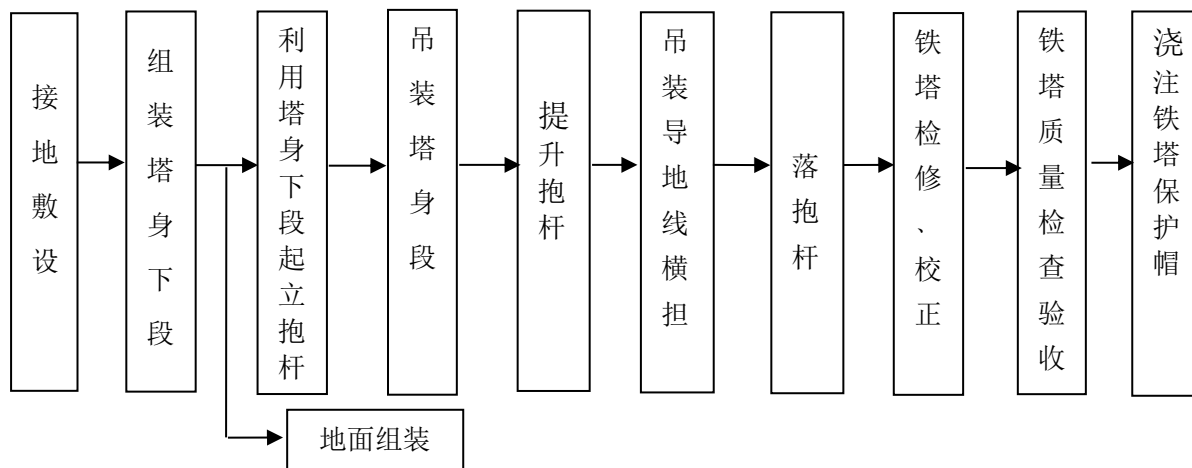


图 1-6 铁塔组立施工流程图

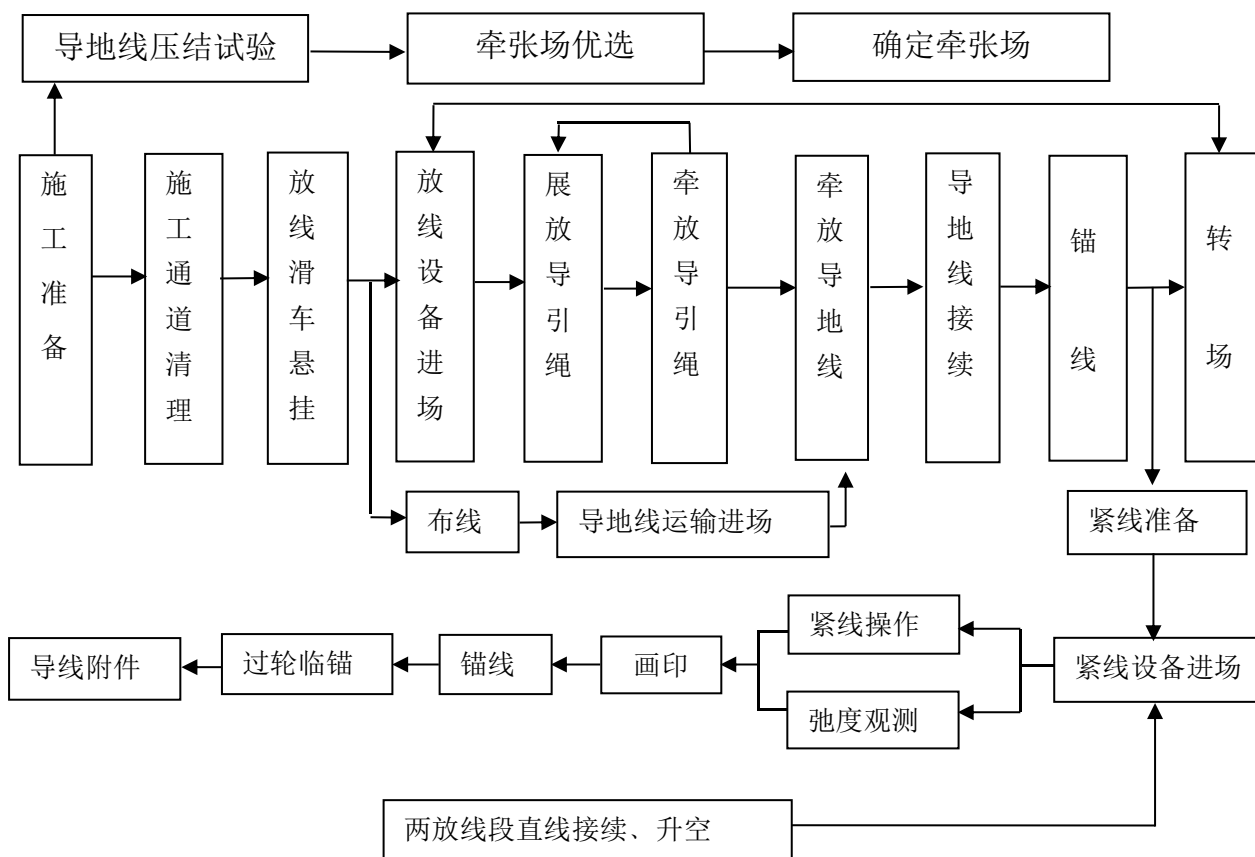


图 1-7 架线施工流程图

随着科学技术的进步，新材料、新技术的不断出现，飞艇、动力伞和直升机放线技术在输电线路放线施工中得到了广泛应用，具体施工工艺如下：

飞艇放线是先在牵引场将飞艇准备就绪，将已缠在放线轮上的迪尼玛绳（单重 5g/m，破断力 8kN，具有很好的防紫外线和抗化学腐蚀性、耐疲劳磨损和耐弯曲性）连在飞艇尾部，遥控飞艇沿线路飞向张力场，把迪尼玛绳放到沿线铁塔的放线滑车槽中，飞艇飞到张力场后降落，迪尼玛绳就放通了整个架线区段，再用细绳牵粗绳，一绳牵多绳相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。

飞艇放线程序是：飞艇—迪尼玛绳—引绳—导引绳—牵引绳—导线。

直升飞机放线一般是在机身下悬挂一平衡重物，导引绳连接其上，在地面展放机械的配合下牵引飞过塔位。由塔上人员配合或机上操作人员借助导杆将导引绳放入牵引滑车槽内，再用导引绳牵牵引绳，通过相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。

飞艇、直升飞机放线应用在线路穿越林地、山区和江河跨越段，可免除或减少砍伐放线通道和封江断航等代价高昂的作业。

## 七、跨越施工方法

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程跨越的金沙江和南盘江等江灌大跨越采用飞艇放线，对于线路跨越的高速公路、铁路，两边搭建临时脚手架。每个跨越点搭两个，每个占地 50m<sup>2</sup>。施工结束后，及时拆除脚手架。对占用的跨越施工临时占地进行迹地恢复。

### 1.1.5.3 施工工期

根据《水保方案》本工程计划于 2011 年 7 月开工建设，2013 年 6 月建设完成，总工期 24 个月；工程实际于 2014 年 4 月开工建设，2016 年 6 月建设完成，总工期 27 个月。

## 1.1.6 土石方情况

### 1.1.6.1 《水保方案》设计的土石方情况

根据《水保方案》本工程挖方总量为 213.48 万 m<sup>3</sup>，填方总量为 194.78 万 m<sup>3</sup>，弃方总量为 18.7 万 m<sup>3</sup>，弃方主要来自线路基础开挖过程中产生的余土，余土原地整平，不设弃渣场。本工程表土剥离共 17.83 万 m<sup>3</sup>，用于施工完毕后绿化覆土。本工程《水保方案》土石方工程量见表 1-2。

### 1.1.6.2 工程实际土石方情况

根据建设单位、监理单位、监测单位及现场调查结果本工程挖方总量为 176.27 万 m<sup>3</sup>，填方总量为 165.92 万 m<sup>3</sup>，弃方总量为 10.35 万 m<sup>3</sup>，弃方主要来自线路基础开挖过程中产生的余土，余土原地整平，不设弃渣场。本工程表土剥离共 20.94 万 m<sup>3</sup>，用于施工完毕后绿化覆土。本工程《水保方案》土石方工程量见表 1-3。

### 1.1.6.3 变化情况

根据《水保方案》设计工程土石方与工程实际土石方对比情况（详见表 3-7），本工程总挖方量为减少了 37.21 万 m<sup>3</sup>（其中表土剥离增加了 3.11 万 m<sup>3</sup>、基础开挖减少了 40.32 万 m<sup>3</sup>），填方总量减少了 28.86 万 m<sup>3</sup>（其中表土回覆增加了 3.11 万 m<sup>3</sup>、基础回填减少了 31.18 万 m<sup>3</sup>），弃渣减少了 8.35 万 m<sup>3</sup>。发生这一变化的主要原因为：

①金官换流站站区面积从 22.55hm<sup>2</sup> 减少到 11.87hm<sup>2</sup>，减少了 12.37hm<sup>2</sup>，因此土石方开挖回填量也相应的减少；

②金官换流站给排水长度变短，因此土石方量减少；

③金官~顺州接地极线路、柳州换流站~马鞍山接地极线路及直流线路与设计情况相比塔基数量减少，因此土石方开挖回填量也相应的减少；

④工程实际剥离的表土比《水保方案》设计剥离量大。



云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

表 1-2 《水保方案》设计工程土石方情况（单位：万 m<sup>3</sup>）

项目分区		挖方			填方			调入	调出	借方	弃方	
		表土剥离	基础挖方	小计	表土回填	基础回填	小计				数量	去向
金官换流站	站区	1.90	34.35	36.25	1.90	35.29	37.19	0.94				土地平整
	站外道路区	0.08	0.80	0.88	0.08	0.80	0.88					
	站外供排水管线	1.40	3.01	4.41	1.40	2.07	3.47		0.94			
	小计	3.38	38.16	41.54	3.38	38.16	41.54	0.94	0.94			
柳州换流站	站区	2.28	41.19	43.47	2.28	40.28	42.56		0.91			
	站外道路区	0.06	1.13	1.18	0.06	2.03	2.09	0.91				
	站外供排水管线	1.26	2.39	3.65	1.26	2.39	3.65					
	站外 10kV 线路塔基区	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01					
小计	3.60	44.71	48.31	3.60	44.70	48.31	0.91	0.91				
顺州接地极	极址区	1.20	7.29	8.49	1.20	7.29	8.49					土地平整
马鞍山接地极	极址区	2.22	28.97	31.19	2.22	28.97	31.19					
顺州接地极线路	塔基区	0.10	2.15	2.25	0.10	1.03	1.13				1.12	原地平整
	施工道路		0.40	0.40		0.40	0.40					
	小计	0.10	2.55	2.65	0.10	1.43	1.53				1.12	原地平整
马鞍山接地极线路	塔基区	0.20	0.50	0.70	0.20	0.13	0.33				0.37	
	施工道路		0.17	0.17	0.00	0.17	0.17					
	小计	0.20	0.67	0.87	0.20	0.30	0.50				0.37	就地平整
直流线路	塔基区	7.13	65.73	72.86	7.13	47.74	55.65				17.21	就地平整
	施工道路		7.57	7.57	0.00	7.57	7.57					
	小计	7.13	73.30	80.43	7.13	55.31	63.22				17.21	
合计		17.83	195.65	213.48	17.83	176.16	194.78	1.85	1.85		18.70	

表 1-3 工程实际土石方情况（单位：万 m<sup>3</sup>）

项目分区		挖方			填方			调入	调出	借方	弃方	
		表土剥离	基础挖方	小计	表土回填	基础回填	小计				数量	去向
金官换流站	站区	1.55	14.49	16.04	1.55	14.99	16.54	0.50				土地平整
	站外道路区	0.07	1.20	1.27	0.07	1.20	1.27					
	站外供排水管线	0.21	1.52	1.73	0.21	1.02	1.23		0.50			
	小计	1.83	17.21	19.04	1.83	17.21	19.04	0.50	0.50			
柳州换流站	站区	2.34	41.04	43.38	2.34	41.04	43.38		0.14			
	站外道路区	0.06	0.23	0.29	0.06	0.23	0.29	0.14				
	站外供排水管线	1.25	2.32	3.57	1.25	2.32	3.57					
	站外 10kV 线路塔基区	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01					
	小计	3.65	43.60	47.25	3.65	43.60	47.25	0.14	0.14			
顺州接地极	极址区	0.85	6.48	7.33	0.85	6.48	7.33					土地平整
马鞍山接地极	极址区	5.51	27.97	33.48	5.51	27.97	33.48					土地平整
顺州接地极线路	塔基区	0.11	1.98	2.09	0.11	0.92	1.03				1.06	原地平整
	施工道路		0.30	0.30		0.30	0.30					
	小计	0.11	2.28	2.39	0.11	1.22	1.33				1.06	原地平整
马鞍山接地极线路	塔基区	0.18	0.46	0.64	0.18	0.32	0.5				0.14	原地平整
	施工道路		0.17	0.17		0.17	0.17				0	
	小计	0.18	0.63	0.81	0.18	0.49	0.67				0.14	原地平整
直流线路	塔基区	8.81	51.94	60.75	8.81	42.79	51.6				9.15	原地平整
	施工道路	0	5.22	5.22	0	5.22	5.22					原地平整
	小计	8.81	57.16	65.97	8.81	48.01	56.82				9.15	原地平整
合计		20.94	155.33	176.27	20.94	144.98	165.92	0.64	0.64	0	10.35	原地平整

表 1-4 《水保方案》设计土石方与工程实际土石方对比情况表 (万 m<sup>3</sup>)

项目分区		《水保方案》设计土石方情况									工程实际土石方情况									变化情况								
		挖方			填方			调入	调出	弃方	挖方			填方			调入	调出	弃方数量	挖方			填方			调入	调出	弃方数量
		表土剥离	挖方	小计	表土回填	回填	小计				表土剥离	挖方	小计	表土回填	回填	小计				表土剥离	基础挖方	小计	表土回填	基础回填	小计			
金官换流站	站区	1.90	34.35	36.25	1.90	35.29	37.19	0.94			1.55	14.49	16.04	1.55	14.99	16.54	0.50			-0.35	-19.86	-20.21	-0.35	-20.30	-20.65	-0.44		
	站外道路区	0.08	0.80	0.88	0.08	0.80	0.88				0.07	1.20	1.27	0.07	1.20	1.27				-0.01	0.40	0.39	-0.01	0.40	0.39			
	站外供排水管线	1.40	3.01	4.41	1.40	2.07	3.47		0.94		0.21	1.52	1.73	0.21	1.02	1.23		0.50		-1.19	-1.49	-2.68	-1.19	-1.05	-2.24		-0.44	
	小计	3.38	38.16	41.54	3.38	38.16	41.54	0.94	0.94		1.83	17.21	19.04	1.83	17.21	19.04	0.50	0.50		-1.55	-20.95	-22.50	-1.55	-20.95	-22.50	-0.44	-0.44	
柳州换流站	站区	2.28	41.19	43.47	2.28	40.28	42.56		0.91		2.34	41.04	43.38	2.34	41.04	43.38		0.14		0.06	-0.15	-0.09	0.06	0.76	0.82		-0.77	
	站外道路区	0.06	1.13	1.18	0.06	2.03	2.09	0.91			0.06	0.23	0.29	0.06	0.23	0.29	0.14			0.00	-0.90	-0.89	0.00	-1.80	-1.80	-0.77		
	站外供排水管线	1.26	2.39	3.65	1.26	2.39	3.65				1.25	2.32	3.57	1.25	2.32	3.57				-0.01	-0.07	-0.08	-0.01	-0.07	-0.08			
	站外 10kV 线路塔基区	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01				0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01					0.01			0.01				
	小计	3.60	44.71	48.31	3.60	44.70	48.31	0.91	0.91		3.65	43.60	47.25	3.65	43.60	47.25	0.14	0.14		0.05	-1.11	-1.06	0.05	-1.10	-1.06	-0.77	-0.77	
顺州接地极	极址区	1.20	7.29	8.49	1.20	7.29	8.49				0.85	6.48	7.33	0.85	6.48	7.33				-0.35	-0.81	-1.16	-0.35	-0.81	-1.16			
马鞍山接地极	极址区	2.22	28.97	31.19	2.22	28.97	31.19				5.51	27.97	33.48	5.51	27.97	33.48				3.29	-1.00	2.29	3.29	-1.00	2.29			
顺州接地极线路	塔基区	0.10	2.15	2.25	0.10	1.03	1.13			1.12	0.11	1.98	2.09	0.11	0.92	1.03			1.06	0.01	-0.17	-0.16	0.01	-0.11	-0.10			-0.06
	施工道路		0.40	0.40		0.40	0.40					0.30	0.30		0.30	0.30				0.00	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	-0.10			
	小计	0.10	2.55	2.65	0.10	1.43	1.53			1.12	0.11	2.28	2.39	0.11	1.22	1.33			1.06	0.01	-0.27	-0.26	0.01	-0.21	-0.20			-0.06
马鞍山接地极线路	塔基区	0.20	0.50	0.70	0.20	0.13	0.33			0.37	0.18	0.46	0.64	0.18	0.32	0.50			0.14	-0.02	-0.04	-0.06	-0.02	0.19	0.17			-0.23
	施工道路		0.17	0.17	0.00	0.17	0.17					0.17	0.17		0.17	0.17				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00
	小计	0.20	0.67	0.87	0.20	0.30	0.50			0.37	0.18	0.63	0.81	0.18	0.49	0.67			0.14	-0.02	-0.04	-0.06	-0.02	0.19	0.17			-0.23
直流线路	塔基区	7.13	65.73	72.86	7.13	47.74	55.65			17.21	8.81	51.94	60.75	8.81	42.79	51.60			9.15	1.68	-13.79	-12.11	1.68	-4.95	-4.05			-8.06
	施工道路		7.57	7.57	0.00	7.57	7.57				0.00	5.22	5.22	0.00	5.22	5.22			0.00	0.00	-2.35	-2.35	0.00	-2.35	-2.35			0.00
	小计	7.13	73.30	80.43	7.13	55.31	63.22			17.21	8.81	57.16	65.97	8.81	48.01	56.82			9.15	1.68	-16.14	-14.46	1.68	-7.30	-6.40			-8.06
合计		17.83	195.65	213.48	17.83	176.16	194.78	1.85	1.85	18.70	20.94	155.33	176.27	20.94	144.98	165.92	0.64	0.64	10.35	3.11	-40.32	-37.21	3.11	-31.18	-28.86	-1.21	-1.21	-8.35

## 1.1.7 工程占地

### 1.1.7.1 《水保方案》设计情况

根据《水保方案》本工程总占地面积为 361.78hm<sup>2</sup>；其中换流站占地面积为 70.64hm<sup>2</sup>（其中金官换流站占地面积为 37.15hm<sup>2</sup>、柳州换流站占地面积为 33.49hm<sup>2</sup>）、接地极占地面积为 39.38hm<sup>2</sup>（其中顺州接地极占地面积为 11.31hm<sup>2</sup>、马鞍山接地极占地面积为 28.07hm<sup>2</sup>）、线路区占地面积为 251.76hm<sup>2</sup>（其中金官换流站～顺州接地极线路占地面积为 4.94hm<sup>2</sup>，包括塔基区占地面积 0.40hm<sup>2</sup>、施工临时占地区 0.92hm<sup>2</sup>、材料场区 0.40hm<sup>2</sup>、牵张场区占地面积为 1.40hm<sup>2</sup>、施工道路区占地面积为 0.84hm<sup>2</sup>、人抬道路区占地面积为 0.98hm<sup>2</sup>；柳州～马鞍山接地极线路占地面积为 8.71hm<sup>2</sup>，包括塔基区占地面积 0.86hm<sup>2</sup>、施工临时占地区 1.63hm<sup>2</sup>、材料场区 0.40hm<sup>2</sup>、牵张场区占地面积为 0.96hm<sup>2</sup>、施工道路区占地面积为 1.46hm<sup>2</sup>、人抬道路区占地面积为 1.84hm<sup>2</sup>；直流线路线路占地面积为 238.11hm<sup>2</sup>，包括塔基区占地面积 37.20hm<sup>2</sup>、施工临时占地区 76.70hm<sup>2</sup>、牵张场区占地面积为 46.48hm<sup>2</sup>、材料场区 8.00hm<sup>2</sup>、跨越临时施工占地 0.20hm<sup>2</sup>、施工道路区占地面积为 31.46hm<sup>2</sup>、人抬道路区占地面积为 38.07hm<sup>2</sup>）；永久占地面积为 83.12hm<sup>2</sup>、临时占地面积为 278.66hm<sup>2</sup>。《水保方案》设计占地情况详见表 1-5。

### 1.1.7.2 工程实际占地情况

根据建设单位、施工单位、监理单位、监测单位提供数据及现场监测调查情况，本工程总占地面积为 318.27hm<sup>2</sup>；其中换流站占地面积为 56.87hm<sup>2</sup>（其中金官换流站占地面积为 23.62hm<sup>2</sup>、柳州换流站占地面积为 33.25hm<sup>2</sup>）、接地极占地面积为 39.61hm<sup>2</sup>（其中顺州接地极占地面积为 11.31hm<sup>2</sup>、马鞍山接地极占地面积为 28.30hm<sup>2</sup>）、直流线路及接地极线路区占地面积为 221.79hm<sup>2</sup>（其中金官换流站～顺州接地极线路占地面积为 2.10hm<sup>2</sup>，包括塔基区占地面积 0.37hm<sup>2</sup>、施工临时占地区 0.86hm<sup>2</sup>、材料场区 0.1hm<sup>2</sup>、牵张场区占地面积为 0.24hm<sup>2</sup>、施工道路区占地面积为 0.32hm<sup>2</sup>、人抬道路区占地面积为 0.21hm<sup>2</sup>；柳州～马鞍山接地极线路占地面积为 6.30hm<sup>2</sup>，包括塔基区占地面积 0.76hm<sup>2</sup>、施工临时占地区 1.45hm<sup>2</sup>、材料场区 0.10hm<sup>2</sup>、牵张场区占地面积为 1.12hm<sup>2</sup>、跨越施工临时占地 0.08hm<sup>2</sup>、施工道路区占地面积为 1.32hm<sup>2</sup>、人抬道路区占地面积为 1.47hm<sup>2</sup>；直流线路线路占地面积为 213.39hm<sup>2</sup>，包括塔基区占地面积 27.95hm<sup>2</sup>、施工临时占

地区 61.45hm<sup>2</sup>、牵张场区占地面积为 39.14hm<sup>2</sup>、材料场区 5.40hm<sup>2</sup>、跨越临时施工占地 0.14hm<sup>2</sup>、施工道路区占地面积为 40.19hm<sup>2</sup>、人抬道路区占地面积为 39.12hm<sup>2</sup>；按占地性质划分本工程设计占用永久占地面积为 64.05hm<sup>2</sup>、临时占地面积为 254.22hm<sup>2</sup>；按占地类型划分本工程设计占用耕地 92.39hm<sup>2</sup>、林地 92.92hm<sup>2</sup>、商服用地 5.50hm<sup>2</sup>、草地 77.45hm<sup>2</sup>、园地 9.18hm<sup>2</sup>、交通运输用地 40.83hm<sup>2</sup>。

工程实际占地面积详见表 1-6。

### 1.1.7.3 变化情况

根据《水保方案》设计工程占地面积与工程实际占地面积对比情况（详见表 1-7），本工程总占地面积减少了 43.53hm<sup>2</sup>，其中换流站区面积减少了 13.77hm<sup>2</sup>（金官换流站面积减少了 13.53hm<sup>2</sup>，柳州换流站面积减少了 0.24hm<sup>2</sup>）；接地极面积增加了 0.23hm<sup>2</sup>（马鞍山接地极面积增加了 0.23hm<sup>2</sup>）；线路区面积减少了 29.97hm<sup>2</sup>（金官换流站~顺州接地极线路面积减少了 2.84hm<sup>2</sup>；柳州换流站~马鞍山接地极线路面积减少了 2.41hm<sup>2</sup>；直流线路区面积面积减少了 24.72hm<sup>2</sup>）。导致工程实际占地面积比《水保方案》设计占地面积变化的原因为：

（1）金官换流站区在实际建设过程中实际征地面积比《水保方案》设计面积减少了 13.53hm<sup>2</sup>，给排水工程在实际建设过程中长度均缩短，进场道路长度缩短，还建机耕路长度增加；

（2）柳州换流站区在实际建设过程中与《水保方案》设计相比变化不大，实际征地面积比《水保方案》设计面积减少 0.24hm<sup>2</sup>；

（3）金官换流站~顺州接地极线路在实际建设过程增加了塔基之间的挡距，塔基实际只架设了 67 基，比《水保方案》设计的 74 基减少了 7 基，因此各个子分区的面积也减少；

（4）柳州换流站~马鞍山接地极线路工程在实际建设过程与《水保方案》设计的塔基数量减少了 19 基，因此各个子分区的面积也减少；

（5）直流线路区塔基数量从《水保方案》设计的 2510 基减少到 2123 基，因此塔基区、施工临时占地区、牵张场区、材料场和跨越临时施工场地的面积也相应的减少；在工程实际建设过程增加了施工道路和人抬道路的面积，因此直流线路区面积减少。

表 1-5 《水保方案》设计本工程占地情况表（单位：hm<sup>2</sup>）

工程项目		占地类型					占地性质		合计		
		耕地	林地	商服用地	草地	园地	交通运输用地	永久		临时	
换流站	金官换流站	27.92	5.03		3.90		0.30	23.68	13.47	37.15	
	柳州换流站	18.62	10.34		1.73		2.80	20.96	12.53	33.49	
	小计	46.54	15.37		5.63		3.10	44.64	26.00	70.64	
接地极	顺州接地极	11.31						0.01	11.3	11.31	
	马鞍山接地极	27.41					0.66	0.01	28.06	28.07	
	小计	38.72					0.66	0.02	39.36	39.38	
线路区	金官换流站~顺州接地极线路	塔基区	0.07	0.24		0.09			0.40		0.40
		施工临时占地区	0.16	0.55		0.21				0.92	0.92
		材料场			0.40					0.40	0.40
		牵张场		1.04		0.36				1.40	1.40
		施工道路						0.84		0.84	0.84
		人抬道路		0.72		0.26				0.98	0.98
		小计	0.23	2.55	0.4	0.92		0.84	0.4	4.54	4.94
	柳州~马鞍山接地极线路	塔基区	0.2	0.5		0.16			0.86		0.86
		施工临时占地区	0.38	0.95		0.3				1.63	1.63
		牵张场		1.56		0.96				2.52	2.52
		材料场			0.40					0.40	0.40
		施工道路						1.46		1.46	1.46
		人抬道路		1.01		0.83				1.84	1.84
	小计	0.58	4.02	0.40	2.25		1.46	0.86	7.85	8.71	
直流线路区	塔基区	4.81	18.12		12.01	2.26		37.2		37.20	
	施工临时占地区	9.84	37.01		25.39	4.46			76.7	76.70	
	牵张场		24.75		21.08	0.65			46.48	46.48	
	材料场			8.00					8.00	8.00	
	跨越临时施工占地	0.01	0.07		0.12				0.20	0.20	
	施工道路						31.46		31.46	31.46	
	人抬道路	1.44	18.08		16.74	1.81			38.07	38.07	
	小计	16.10	98.03	8.00	75.34	9.18	31.46	37.20	200.91	238.11	
合计	16.91	104.6	8.80	78.51	9.18	33.76	38.46	213.3	251.76		
全线总计		<b>102.17</b>	<b>119.97</b>	<b>8.80</b>	<b>84.14</b>	<b>9.18</b>	<b>37.52</b>	<b>83.12</b>	<b>278.66</b>	<b>361.78</b>	

表 1-6 工程实际占地面积情况表 (单位: hm<sup>2</sup>)

工程项目		占地类型					占地性质		合计	
		耕地	林地	商服用地	草地	园地	交通运输用地	永久		临时
换流站区	金官换流站	17.51	2.79		3.02		0.3	13.27	10.35	23.62
	柳州换流站	18.603	10.3		1.67		2.68	20.8	12.453	33.253
	小计	36.113	13.09		4.69		2.98	34.07	22.803	56.873
接地极区	顺州接地极	11.31					0	0.01	11.3	11.31
	马鞍山接地极	27.42					0.88		27.41	28.3
	小计	38.73					0.88	0.01	38.71	39.61
顺州接地极线路	塔基区	0.07	0.24		0.06			0.37		0.37
	塔基临时占地区	0.16	0.55		0.15				0.86	0.86
	材料场			0.1					0.1	0.1
	牵张场	0.18			0.06				0.24	0.24
	施工道路	0.2	0.04		0.08				0.32	0.32
	人抬道路	0.12	0.05		0.04				0.21	0.21
	小计	0.73	0.88	0.1	0.39	0	0	0.37	1.73	2.1
柳州接地极线路	塔基区	0.18	0.44		0.14			0.76		0.76
	塔基施工临时占地	0.34	0.84		0.27				1.45	1.45
	牵张场	0.56	0.28		0.28				1.12	1.12
	跨越临时施工道路	0.05			0.03				0.08	0.08
	材料场	0.1							0.1	0.1
	施工道路						1.32		1.32	1.32
	人抬道路	0.08	0.68		0.71				1.47	1.47
	小计	1.31	2.24	0	1.43	0	1.32	0.76	5.54	6.3
直流线路	塔基区	4.12	12.32		9.25	2.26		27.95		27.95
	塔基临时占地区	9.94	25.82		21.23	4.46			61.45	61.45
	牵张场		17.75		20.74	0.65			39.14	39.14
	材料场			5.4					5.4	5.4
	施工临时跨越	0.01	0.05		0.08				0.14	0.14
	施工道路		1.64		2.9		35.65		40.19	40.19
	人抬道路	1.44	19.13		16.74	1.81			39.12	39.12
	小计	15.51	76.71	5.4	70.94	9.18	35.65	27.95	185.44	213.39
合计		92.393	92.92	5.5	77.45	9.18	40.83	64.05	254.223	318.273

表 1-7 工程实际占地与《水保方案》设计占地情况对比表 (单位: hm<sup>2</sup>)

工程项目		《水保方案》设计占地	工程实际占地	变化情况	
换流站	金官换流站	37.15	23.62	-13.53	
	柳州换流站	33.49	33.25	-0.24	
	小计	70.64	56.87	-13.77	
接地极	顺州接地极	11.31	11.31	+0.00	
	马鞍山接地极	28.07	28.30	+0.23	
	小计	39.38	39.61	+0.23	
线路区	金官换流站~顺州接地极线路	塔基区	0.40	0.37	-0.03
		施工临时占地区	0.92	0.86	-0.06
		材料场	0.40	0.10	-0.30
		牵张场	1.40	0.24	-1.16
		施工道路	0.84	0.32	-0.52
		人抬道路	0.98	0.21	-0.77
		小计	4.94	2.10	-2.84
	柳州换流站~马鞍山接地极线路	塔基区	0.86	0.76	-0.10
		施工临时占地区	1.63	1.45	-1.18
		材料场	2.52	0.10	-2.42
		牵张场	0.40	1.12	+0.72
		施工道路	1.46	1.32	-0.14
		人抬道路	1.84	1.47	-0.77
		小计	8.71	6.30	-2.41
	直线路区	塔基区	37.20	27.95	-9.25
		施工临时占地区	76.70	61.45	-15.25
		牵张场	46.48	39.14	-7.34
		材料场	8.00	5.4	-2.60
		跨越临时施工占地	0.20	0.14	-0.06
		施工道路	31.46	40.19	+6.53
		人抬道路	38.07	39.12	+1.05
		小计	238.11	213.39	-24.72
	合计		251.76	221.79	-29.97
	全线总计		<b>361.78</b>	<b>318.27</b>	-43.53

### 1.1.8 移民安置及专项设施改(迁)建

根据《水保方案》本项目需拆迁户共 1792 户, 拆迁人口 7799 人, 居民房屋拆迁面积共 359780m<sup>2</sup>; 工程实际建设过程中所涉及的拆迁全部由建设单位出资, 当地政府和个人建设, 防治责任不属于本项目。



## 1.2 项目区概况

### 1.2.1 自然条件

#### 1.2.1.1 地形地貌

##### (1) 金官换流站

金官站址属侵蚀堆积地貌中的山间盆地，位于永胜县三川镇（金官）北面约1km处，目前为一般农田和基本农田，场地地面高程为1605~1624m，整个场地西南低、东北高。相对高度12m，接地极线路所经区域地形地貌主要为侵蚀、剥蚀构造中高山地貌，植被良好，树种主要为松树、桉树。

##### (2) 柳州换流站

站址在地貌上属溶蚀堆积孤峰平原区，四周非常开阔，主要地貌为丘陵，自然地面标高为125~145m，地表大部分种植甘蔗，另有小部分桉树和松树。

##### (3) 顺州接地极及接地极线路

极址场地地貌为低中山盆地，地形平坦，南北长约2km，东西宽约2.5km，高程在2193~2200m之间，高差较小，多为水田，主要种植水稻等。

接地极线路所经区域地形地貌主要为侵蚀、剥蚀构造中高山地貌，植被良好，树种主要为松树、桉树。

##### (4) 马鞍山接地极及接地极线路

极址为一片水稻田及少量旱作物，极址区域东西长约1100m，南北长约1100m，地势较平坦，内有宽6m的水泥路。

接地极线路经过的地貌主要为丘陵地貌、中—低山地貌、岩溶峰（林）丛、溶蚀准平原等地貌，沿线山地地形起伏较大，所经地区植被良好，林地长度约90km，以松树为主。

##### (5) 直流输电线路

云南境内线路地势上总体西北高东南低，海拔高度在100~3500m。沿线以高山大岭、山地为主，线路总体跨越了云贵高原西缘、云贵高原东部及南部的滇东高原、滇中高原及黔西高原等地貌单元，受地质构造、岩性、侵蚀和剥蚀作用的影响，区内主要地貌类型可分为侵蚀堆积地貌，侵蚀构造地貌，构造侵蚀、剥蚀、溶蚀地貌及岩溶地貌。

丽江段地跨横断山脉和滇西北高原滇西北横断山脉中断，属高山峡谷及山原

地貌。

楚雄段地处滇中高原北部，地势西高东低，形成了山原、高山峡谷、丘陵同山间小盆地相间的立体地貌。

昆明段地处滇东高原中南部，地势北高南低，高低悬殊较大。地形复杂多样，包括山原、山间盆地、河谷、喀斯特岩溶地貌等。

曲靖段地处滇东岩溶高原东南部，地势西北高，东南低。地貌呈现高原山地、丘陵、盆地、河谷、岩溶地貌、构造侵蚀溶蚀地貌相间分布的特征。

广西境内线路经过地区地形总体呈北西高，南东低之势。沿线主要有以下几种地貌：

①碎屑岩中一低山地貌：此地貌广泛分布于中西段的西林、田林、百色等地，巴马、东兰、都安、宜山等地局部也有分布，约占线路总长的 50%。沿线高程约 700m~1300m，高差一般 50m~300m，地势沿着线路由西往东总体逐渐变低，山体大多呈浑圆状，山体坡度一般 20°~45°，地表植被较发育。

②灰岩山地地貌：线路所经地区东兰、巴马、宜山等地分布较多，约占南方案 15%。该地貌地形陡峭，局部呈陡崖或悬崖状，山体高差一般 50m~150m，植被稀少，一般只生长少量荆棘，山体表面一般溶蚀作用强烈，溶沟溶槽发育，溶沟溶槽内局部有粉质粘土充填。

③岩溶峰丛地貌：主要分布于线路路径月亮塘支方案的的宜州、柳江一带，多呈条带状零星分布，另外黄村支方案的洛东、马山一带亦有分布。

该地貌岩溶山峰断续分布、间有数峰基座相连，峰丛间为狭长的谷地或串珠状洼地。山峰与谷地高差一般 50m~200m，地形较陡，坡度 30°~50°之间，局部为直立陡崖。基岩大部分裸露，植被稀少。

④溶蚀准平原地貌：主要分布于线路黄村支方案的的宜山及其以东的柳城、鹿寨一直至黄村站址一带的大部分地段。该地貌地形较平坦开阔，地面高程一般介于 90m~150m 之间，相对高差一般小于 10m，地表多种有玉米、甘蔗、水稻等经济植物。局部地段见石芽状出露的基岩及低矮的溶蚀残丘。

### 1.2.1.2 地质条件

#### (1) 金官换流站

工程场地地处在扬子准地台 I、丽江台缘褶皱带 I1、鹤庆—洱海台褶束的

东部边缘 I 11, 区域构造复杂, 断裂发育。受印度板块与欧亚板块碰撞的影响, 伴随青藏高原的隆升, 藏南和藏北壳幔物质流向南南东方向的推挤, 新构造运动较为活跃。站址场地处在我国西部鲜水河—滇东地震带的永胜—宾川次级地震带内, 活动断裂发育。根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306—2001 图 A1) 及《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB 18306—2001 图 B1), 站址区域地震动峰值加速度为 0.20g, 对应地震基本烈度为 VIII 度。金官换流站场地地面高程为 1605~1624m, 整个场地西南低、东北高, 地形平坦开阔。场地上覆第四系全新统 (Q<sub>4</sub>) 坡积、冲积、湖积卵砾石、圆砾及粘性土, 下伏基岩为三迭系上统中桂组 (T<sub>3zh</sub>) 灰色长石石英砂岩、页岩。

#### (2) 柳州换流站

在大地构造上拟建站址位于南华准地台, 桂中~桂东台陷, 桂中凹陷之来宾断褶带内, 站址与区域发震断裂的距离均大于 2km。根据《中国地震动参数区划图》GB18306—2001, 建设场地 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度小于 0.05g, 对应地震基本烈度小于 6 度, 地震动反应谱特征周期均为 0.35s。站址内上部分布厚度不等第四系上更新统冲积、洪积形成的粘性土层, 中部为第四系坡残积层 (Q<sub>4</sub><sup>st+el</sup>) 含碎石粘性土, 下伏基岩为二迭系孤峰组 (P<sub>1g</sub>) 薄层状泥岩、泥质粉砂岩及灰岩。

#### (3) 顺州接地极及接地极线路

顺州极址场地地层属第四系全新统 (Q<sub>4</sub>) 坡积、冲积、洪积、湖积砾石、砂砾及粘土。由上至下, 地表为耕土, 厚度约 0.4m, 至深度约 2.5m 为褐黄色可塑状粉质粘土, 局部地段可见薄层泥炭。以下至深度 9.0m 左右为灰黑色软塑状粉质粘土, 下至 11.0m 为褐黄色可塑状粉质粘土。场地周边山体见粉质砂岩出露。

金官~顺州接地极线路沿线地形起伏较大, 区内出露的地层主要为二叠系 (P)、三叠系 (T) 砂岩、泥岩、灰岩、白云岩、玄武岩等, 以及金官换流站站址及顺州接地极极址的第四系冲积、洪积层。线路所经区域地形坡度较大, 一般在 25~30° 之间, 山脊较单薄, 沿线不良地质作用不发育。

#### (4) 输电线路

云南境内沿线地层以硬质岩石为主, 其次为软质岩石。出露的地层岩性有: 砂岩、灰岩、白云质灰岩、泥岩、页岩、玄武岩和变质岩等, 多为强~中风化。沿线的河谷地带覆盖层为第四系冲积、残坡积及冰水堆积物, 其岩性主要有砂砾

石、碎块石、卵石、粘性土等，局部地段分布有砂土和粉土，粘性土多为可塑状，软土一般分布在高程较低的河滩和冲沟底部、溶蚀准平原、低洼谷地及河流两岸地段。

沿线地层以侏罗系（J）、三迭系（T）、二迭系（P）、泥盆系（D）、石炭系（C）、志留系（S）和震旦系（Z）为主，在侵蚀堆积山间盆地及河谷堆积地貌区大量分布有第四系地层（Q）。

第四系地层：主要有冲洪积、残坡积及河流堆积的粘土、砂质粘土、粘质砂土、松散砂、砂砾卵石、碎块石混合堆积层，主要分布在区内几大河流沿岸阶地以及山间盆地内，其次在沟谷沟口、平缓山脊及坡脚零星分布，约占全线的 5%。

碎屑岩地层：主要为侏罗系（J）、三迭系（T）及寒武系（ $\epsilon$ ）粉砂岩、砂质泥岩、泥页岩，以软质岩石为主，在线路沿线广泛分布，约占全线的 35%。

碳酸盐岩地层：主要为三迭系（T）、二迭系（P）、石炭系（C）、泥盆系（D）及寒武系（ $\epsilon$ ）灰岩、白云岩、白云质灰岩等，以硬质岩石为主，岩体完整性较好，占全线的 40%。

煤系地层：主要分布在三迭系（T）、二迭系（P）及石炭系（C）部分地层中，一般以夹层形态出现，地表出露较为零星。

火山岩及其它类岩石：以二迭系玄武岩组玄武岩（P2 $\beta$ ）为主。

工程区以西线路路径穿越了滇藏歹字型构造体系、北东向构造带、经向构造体系、川滇南北向构造带、云南山字型构造带；中部线路穿越了川滇经向构造带及华夏系、新华夏系构造；东部线路处于黔桂经向构造带，东与南岭纬向构造带及广西山字型西翼反射弧延伸部位相接。线路在云南境内所经地区地震烈度高，构造运动正在延续，新构造运动明显，主要表现为抬升运动、沉降运动、掀斜运动，部分地区表现强烈。云南段地震动峰值加速度及地震基本烈度见表 4-1。

表 1-8 云南段地震动峰值加速度及地震基本烈度表

丽江换流站~仙源小冷山	0.20	VIII
仙源小冷山~永胜县清水河	0.30	VIII
永胜县清水河~战河乡以东	0.20	VIII
战河乡以东~湾碧乡大村以西	0.15	VII
湾碧乡大村以西~武定县安德村	0.10	VII
武定县安德村~东村乡汤朗阱以东	0.15	VII
东村乡汤朗阱以东~可朗乡大四子	0.20	VIII
可朗乡大四子~羊街乡余家屯	0.30	VIII
羊街乡余家屯~新街乡大平地	0.40	IX
新街乡大平地~马街乡咨卡	0.30	VIII
马街乡咨卡~陆良县小雨堡	0.20	VIII
陆良县小雨堡~陆良县羊洞	0.15	VII
陆良县羊洞~师宗县大起丫	0.10	VII
师宗县大起丫~云广交界	0.05	VI

广西段线路在广西境内所处构造部位属南华准地台范畴,线路穿越的二级构造单元为右江再生地槽及桂中—桂东台隆,穿越的次级构造单元为桂西凹陷中的西林百色断褶带、南丹断褶带及都阳山隆起。

线路附近对深大断裂带有:右江断裂带、巴马~博白断裂带、南丹~马山断裂带、宜山~柳城断裂带。

根据《广西通志地震志》,本线路绝大部分位于桂西北强震地震构造区,线路东段河池一带位于桂中低强震地震构造区。

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)(2008版),《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306—2001),《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB50011—2001),沿线地震动反应谱特征周期均为0.35,线路经过地区百色市附近动峰值加速度0.10,地震烈度VII,其余地段动峰值加速度0.05,地震烈度VI。

### 1.2.1.3 水文状况

线路经过长江流域和珠江流域,跨越较大的河流有金沙江、南盘江、红水河等均为一档跨越,不在河道范围内立塔,其中红水河跨越断面处规划为IV级航道,要求通航净空高8m,并另加安全超高。

#### (1) 金沙江

金沙江发源于青海境内唐古拉山脉的格拉丹冬雪山北麓,至四川宜宾市岷江口以下称为长江,全长2316km,流域面积34万km<sup>2</sup>。金沙江河谷地貌特征以德

格县白曲河口和马塘县玛曲河口附近分为上、中、下三段。其中上段为峡宽相间河谷段，中段为深切峡谷段，下段为峡谷间窄谷段。金沙江落差 3,300m，水力资源一亿多瓩，占长江水力资源的 40%以上。流域内矿物资源丰富，但流急坎陡，江势惊险，航运困难。由于河床陡峻，流水侵蚀力强，金沙江是长江干流宜昌站泥沙的主要来源。本工程线路在云南丽江市华坪县螃蟹箐跨越金沙江到楚雄州大姚县下那纳。

### (2) 南盘江

为珠江正源，发源于曲靖市沾益县马雄山东麓，流经曲靖、陆良、宜良、华宁、弥勒、开远、泸西、罗平等县，汇入黄泥河后出省境为贵州、广西的界河，经珠江三角江，于广州附近的磨刀门注入南海。在云南境内长 677km，流域面积 4.33 万 km<sup>2</sup>，天然落差为 1414m，常年平均水量为 164.2 亿 m<sup>3</sup>，折合多年平均流量为 521m<sup>3</sup>/秒。本工程线路在云南省曲靖市师宗县跨越南盘江到达罗平县六鲁。

### (3) 红水河

红水河位于广西壮族自治区西北部，为西江上游的别称。其上游为南盘江，在贵州省望谟县与北盘江汇合后称为红水河，下游与柳江汇合后称黔江。因流经红色岩系地区，河水呈红褐色，故名红水河。红水河全长 638km，流域面积 3.32 万 km<sup>2</sup>，年平均径流量为 696 亿 m<sup>3</sup>，落差 756.5m，年平均降水量 1200mm。本工程线路在广西东兰县弄合坪县跨越红水河。

#### 1.2.1.4 气候与气象

本段线路工程沿西北~东南方向横穿整个云南省。在广西向东走线。云南为低纬度高海拔地区，属于亚热带湿润季风气候，雨量充沛，年平均气温在 15℃左右，年雨量在 800~1500mm 之间，5~10 月的降水量占全年的 85%以上，而 11 月到次年 4 月的降水量不到全年的 15%，干湿季分明。

线路在广西壮族自治区境内所经地区纬度低，北回归线横贯中部，南濒热带海洋，北接南岭山地，西延云贵高原，属云贵高原向东南沿海丘陵过渡地带，处于中、南亚热带季风气候区，气候温暖，热量丰富。

根据工程所经的云南、广西 1978-2005 年的气象统计手册查得，工程沿线主要气象要素统计见表 1-9~表 1-10。

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

表 1-9 本工程云南省境内沿线主要气象要素统计表(1978-2005)

地区 项目	永胜县	华坪县	宁蒗县	大姚县	永仁县	元谋县	武定县	富民县	宜良县	石林县	嵩明县	禄劝县	寻甸县	陆良县	师宗县	罗平县	
极端最高气温℃	32.3	41.8	31.1	33	37.7	42	34.5	33.4	35.6	32.7	34	38	34.6	33.9	32.6	31	
极端最低气温℃	-11.2	-2.1	-9.7	-6.2	-4.4	-0.1	-6.4	-7	-10.1	-5.3	-15.8	-14	-13.9	-9.8	-15	-12	
多年平均气温℃	13.6	19.8	12.7	15.6	17.7	21.9	13.2	15.8	16.3	16.1	14	15.8	14.4	14.7	13.8	15.1	
≥10℃的积温℃	4085	7107.8	3788.3	4875	5934	7847.5	4709.4	4937.3	5226.4	5100.8	4163.6	4707	4356.6	4550.3	4571	4537.8	
平均相对湿度%	60	60	63	65	64	53	75	72	75	73	75	74	72	74	80	75	
多年平均蒸发量 mm	2030.3	2250	2384.9	2800	2794.4	3640.5	1800.5	1189.5	2078.5	2097.9	1380.2	1863.9	1260.4	1346.6	1470	1485	
多年年平均风速 m/s	2.1	3	2.5	3.5	2.5	2.5	2.5	2.1	2.8	3	2.8	1.9	3	2.7	3.17	2	
全年主导风向	S	NW	SW	S	SW	S	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	
多年年平均降水量 mm	940	1061	920	796.3	833.9	613.8	935.6	846.5	912.2	952.5	993	1035.9	1009.3	976.3	1235.57	1743.9	
100年一遇24h最大 降水量 mm	138.6	147.7	143.4	151.2	176.4	115.5	134.4	104.4	164.4	161.7	231	134.4	191.8	161.7	134.4	211	
10年一遇24h最大 降水量 mm	91.8	102.9	93.6	96	112	76.5	98	80.4	99.6	107.1	153	98	116.2	107.1	98	147	
24h最大降水 量 mm	20 年 一 遇	106.8	116.9	109.2	112.8	131.6	89	109.9	87.6	119.4	124.6	178	109.9	139.3	124.6	109.9	167
12h最大降水 量 mm		104.6	108	106.9	100.5	117.3	82.2	97.9	80	106.4	111	156.6	97.9	127.2	115.1	102.8	148.8
6h最大降水 量 mm		92.8	91.3	94.9	81.9	95.5	69.5	79.8	66.5	86.7	90.5	125.3	79.8	105.7	97.3	88.2	121.2
1h最大降水 量 mm		68.1	57.9	69.7	48.4	56.5	44.1	47.1	41.4	51.2	53.5	72.4	47.1	65.9	61.7	58	71.6

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

表 1-10 本工程广西壮族自治区内沿线主要气象要素统计表(1978-2005)

项目	行政区												
	西林县	田林县	右江区	凌云县	巴马县	东兰县	金城江区	都安县	宜州市	忻城县	柳江县	象州县	
极端最高气温℃	38.5	42.2	42.5	38.4	39.4	40.2	40	38.9	39.9	39.3	38.9	39.1	
极端最低气温℃	-4.3	-7.3	-2	-2.4	-3.7	-3.2	-5.4	-3.5	-2.9	-3.3	-3.4	-1.2	
多年平均气温℃	19.1	21	22.5	20.5	20.4	20.6	20.4	19.6	20.3	20.7	20.4	20.8	
≥10℃的积温℃	6020	6050	6102	6085	7280	7345	7361	7395	7402	7510	6800	6821	
平均相对湿度%	19.1	21	22.5	20.5	20.4	20.6	20.4	19.6	20.3	20.7	20.4	20.8	
多年平均蒸发量 mm	1351	1380	1395	1407	1423	1400	1453	1436	1408	1450	1420	1721	
多年年平均风速 m/s	1.6	1.5	1.2	1.5	1.9	1.5	1	1.2	1.5	2	2.2	2.3	
全年主导风向	SE	SE	SE	SE	SE	S	S	S	S	S	N	N	
多年年平均 降水量 mm	1100	1204	1054	1718	1230	1380	1470	1700	1400	1353.8	1476.3	1550	
100年一遇 24h 最大洪水位	207.9	231.2	202.4	324.7	232.5	265	277.8	321.3	264.6	255.9	279	293	
10年一遇 24h 最大降水量 mm	102.3	112	98	159.8	114.4	128.3	136.7	158.1	130.2	125.9	137.3	144.2	
24h 最大 降水量 mm	20年一遇	133.7	146.3	128.1	208.7	149.4	167.7	178.6	206.6	170.1	164.5	179.4	188.3
12h 最大 降水量 mm		122.2	133.7	117	190.8	136.6	153.3	163.2	188.8	155.5	150.3	163.9	172.1
6h 最大降 水量 mm		111.3	121.8	106.6	173.8	124.4	139.6	148.7	172	141.6	136.9	149.3	156.8
1h 最大降 水量 mm		65.4	71.6	62.7	102.2	73.2	82.1	87.4	101.1	83.3	80.5	87.8	92.2



### 1.2.1.5 土壤

本项目线路长，跨度大，沿线土壤类型复杂、多样。根据调查，线路经过的各县（市、区）土壤类型列于表 1-11。

表 1-11 工程沿线土壤类型表

省	县（区）	土壤
云南省	永胜县	分为亚高山草甸土、棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、燥红土、石灰岩土、冷积土、盐碱土、水稻土 10 个土类、18 个亚类
	华坪县	分为 8 个土类、15 个亚类、30 个土属、40 个土种。主要土壤类型为红壤。
	宁蒗县	分为亚高山寒漠土、亚高山草甸土、暗棕壤、棕壤、黄棕壤、红壤、石灰土、紫色土、沼泽土、冲击土、水稻土等 11 个土类，20 个亚类，30 个土属，39 个土种。
	大姚县	主要有棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、冲击土、石灰土和水稻土等。
	永仁县	分为棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、冲击土、石灰土和水稻土 7 个土类，14 个亚类，24 个土属，45 个耕作土种。
	元谋县	共分棕壤、黄棕壤、红壤、燥红土、冲击土、紫色土、石灰土、盐土、水稻土 9 个土类，14 个亚类，25 个土属，51 个土种。
	武定县	共有棕壤、黄棕壤、红壤、燥红土、紫色土、石灰岩土、冲击土和水稻土 8 个土类、14 个亚类、26 个土属。
	富民县	共有红壤、紫色土、水稻土、棕壤 4 个土类，7 个亚类，16 个土属，25 个土种。红壤和紫色土居多。
	宜良县	主要有水稻土、红壤、黄棕壤、紫色土、冲击土 5 个土类
	石林县	共有黄棕壤、红壤、紫色土、冲击土和水稻土 5 个土类，8 个亚类，13 个土属，48 个土种。其中红壤面积最大
	嵩明县	分为红壤、棕壤、紫色土、冲击土、沼泽土和水稻土 6 个土类，14 个亚类，29 个土属，51 个土种。
	禄劝县	分为亚高山草甸土、棕色针叶林土、暗棕壤、棕壤、黄棕壤、紫色土、石灰土、红壤、燥红土、水稻土 10 个土类、14 个亚类、24 个土属、28 个土种。主要土壤类型为紫色土和红壤。
	寻甸县	分为亚高山草甸土、暗棕壤、棕壤、红壤、黄棕壤、石灰岩土、沼泽土、冲击土、水稻土、紫色土。
	陆良县	分为红壤、棕壤、紫色土、草甸土、沼泽土、石灰（岩）土、水稻土 7 个土类，15 个亚类，32 个土属，66 个土种。其中红壤面积最大。
	师宗县	分为赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤、紫色土、石灰土、冲击土、草甸土、水稻土 9 个土类，15 个亚类，33 个土属，75 个土种。
罗平县	分为赤红壤、红壤、黄壤、山地黄棕壤、紫色土、石灰土、冲击土、草甸土、水稻土 9 个土类，19 个亚类，35 个土属，81 个土种。	
广西壮族自治区	西林县	工程沿线土壤类型有水稻土、红壤、黄壤、石灰土、冲积土等 5 类。
	田林县	工程沿线主要以土壤以山地黄壤为主，类型有红壤、黄壤、水稻土、石灰土、冲积土等。
	右江区	工程沿线主要以红壤、赤红壤为主。
	凌云县	工程沿线主要以赤红壤、红壤为主。
	巴马县	工程沿线主要有红壤、黄壤、石灰土、冲积土等四大土类。
	东兰县	工程沿线主要以水稻土、红壤土、冲积土、石灰土等为主。
	金城江区	工程沿线主要以水稻土、红壤土、冲积土、石灰土等为主。
	都安县	工程沿线主要以水稻土、红壤土、冲积土、石灰土等为主。
	宜州市	工程沿线主要以水稻土、红壤土、冲积土、石灰土等为主。
	忻城县	工程沿线主要以红壤、石灰土、石砾、水稻土为主。
	柳江县	工程沿线主要有水稻土、红壤、石灰性土、冲积土等 4 个土类。
象州县	工程沿线主要以红壤、石灰土、石砾土、潮土、水稻土为主。	

### 1.2.1.6 植被

本工程所经过地区主要植被类型为亚热带常绿季雨林和亚热带石灰岩山地常绿、落叶针阔混交林，树种以树种有思茅松、云南松、马尾松、杉、桉木棉、枫、喜树等为主。沿线各地的植被类型及代表性植物见表 1-12。

表 1-12 工程沿线植被类型表

省	县（区）	植被类型	林草覆盖率%
云南省	永胜县	工程沿线林木植被主要是云南松、高山松、冷杉、铁杉、油杉。经济林木主要有：桑、茶、竹、甘蔗、桃、梨等。	46.4
	华坪县	林地植被主要有：云南松，攀枝花、油杉、橄榄、刺桐。经济树种有柑橘、梨、桃、石榴、葡萄等。	44
	宁蒗县	工程沿线林木植被主要有云南松、高山松、冷杉、云杉等。经济作物有苹果、花椒、烤烟、酸梅、油料、香料等。	43.2
	大姚县	工程沿线林木植被主要有云南松、油杉、华山松、思茅松、桉木、椿树等。经济林果主要有核桃、板栗、油桐和梨等。	68
	永仁县	工程沿线林木植被主要有云南松、油杉、华山松、思茅松、桉木、椿树等。经济作物有板栗、核桃、樱桃、石榴、葡萄等。	28.1
	元谋县	工程沿线林木植被主要有松、栎、酸角树、小柑子、思茅、栗树、山茶、马樱花等。经济作物有甘蔗、芒果、西瓜、荔枝、枣类、咖啡、核桃、酸角等。	45
	武定县	工程沿线林木植被主要有油杉、华山松、云南松、杉木、柳杉、刺柏、樟木、楠木、梧桐、早冬瓜、麻栎等。经济作物有大麻、烤烟、油菜等	54
	富民县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、桉木、黄栎、麻栎、云杉、野胡椒、黄杨木山茶等。经济作物有板栗、柑橘、香椿、桃、梨等。	48.7
	宜良县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、栎类、柳杉、杉松、杉木、桉木、柏树、桉树。经济林木主要有：板栗、山楂、柑橘、苹果、石榴、梨、桃、李、红枣、柿、茶、香椿、核桃、油茶等	55.4
	石林县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、云南油杉、圆柏、扁柏、刺柏、麻栎、早冬瓜、水冬瓜等。经济林木主要有：板栗、山楂、柑橘、苹果、石榴、梨、桃等	35
	嵩明县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、滇油杉、早冬瓜、烂桉、山杨、元江栲、麻栎、柏树、竹等。经济作物有烤烟、油菜、蔬菜、麻等。	47.6
	禄劝县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、油杉、冷杉、黄杉、铁杉、红豆杉、早冬瓜、白栎、柳、槐、黄杨木、马桑等。经济林木有油桐、油橄榄、山渣、花椒、苹果、桔子、板栗、核桃等。	44.5
	寻甸县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、云南油杉、桉木、麻栎、元江栲、早冬瓜、山柳、黄杨木等。经济作物有油菜、烤烟、花生、大麻、药材、大蒜、甘蔗、生姜、桑蚕等	41
	陆良县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、栎树、早冬瓜、油杉、柳、槐、梧桐等。经济林木有核桃、板栗、油茶、苹果、梨、桃、李、柿、软枣、拐枣、皂角、桑、棕、竹等。	31
	师宗县	工程沿线林木植被主要有云南松、华山松、杉木、柏树、栎类、早冬瓜、滇杨、柳、桉、榕树、梧桐、樟树、柚木等。经济作物有猕猴桃、杨梅、梅子、山楂、桃、杏、梨、苹果、核桃、板栗、柿子、橙子、芭蕉、香蕉、芒果等。	47
罗平县	工程沿线林木植被主要有华山松、云南松、扁柏、圆柏、刺扁、刺杉、油杉、椿、桑、梧桐、樟、酸枣、水冬瓜、柳、杨、冬青等。经济作物有杏、桃、梨、李、柿、樱桃、核桃、山楂、枇杷、甘蔗、油菜等。	46.8	

省	县（区）	植被类型	林草覆盖率%
广西壮族自治区	西林县	工程沿线植被类型为亚热带常绿季雨林和亚热带石灰岩山地常绿、落叶针阔混交林。经济林主要有油桐、油茶、八角、紫胶、山植、板栗以及各种水果林、竹林、栲胶等。	78.00
	田林县	境内植物有 187 科 1600 多种，沿线树种主要有泡桐、梓木、白花木、椿木、桦木、苦楝、栎、松、杉等。	80.90
	右江区	工程沿线植被类型为亚热带常绿季雨林和亚热带石灰岩山地常绿、落叶针阔混交林。农作物主要有稻谷、玉米、豆类、麦类，经济作物有油茶、甘蔗、柑桔、橙等。	80.20
	凌云县	工程沿线植被类型为亚热带常绿季雨林和亚热带石灰岩山地常绿、落叶针阔混交林。主要农产品有白毫茶、八角、板栗、茶油、桃、牛心李、川木瓜等。	75.30
	巴马县	工程沿线植被种类主要有以桉树为主，另有部分松、杉、针叶林及竹类等，农业植被以水稻为主。	80.20
	东兰县	工程沿线植被种类主要有以桉树为主，另有部分松、杉、针叶林及竹类等，农业植被以水稻为主。	73.40
	金城江区	工程沿线植被种类用材林主要树种有松、杉、桉、香椿、等，经济林树种主要有油桐、油茶、八角、竹子等。	77.20
	都安县	工程沿线植被种类用材林主要树种有松、杉、桉、香椿、牛尾、樟、任豆、苦楝、先王、木棉、枫、喜树等，经济林树种主要有油桐、油茶、构树、板栗、青檀、八角、竹子等。	69.20
	宜州市	工程沿线自然植被群落为次生林、灌木林、灌丛林和旱生中生型草类，林木以人工种植马尾松为主，杉、桉树次之。	81.30
	忻城县	工程沿线植被类型为亚热带常阔叶林和常绿阔叶落叶混交林为主。	72.40
	柳江县	工程沿线天然森林属常绿阔叶林，原生植被破坏严重，以次生植被为主，荒山土丘以草本植物为主	47.60
	象州县	工程沿线天然植被有禾本科草类、灌木林、常绿阔叶林、针叶林等，人工植被有人工造林，农作物等。	17.80

## 1.2.2 水土流失及水土保持情况

### 1.2.2.1 项目区水土保持分区

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》的规定，工程沿线各省、区、县（区）对水土保持工作高度重视，成立了水土保持主管部门，专门进行水土流失的防治和水土保持的监督管理工作。根据水利部《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）本项目经过金沙江下游国家级水土流失重点治理区（包括永仁县、元谋县、禄劝县、寻甸县）和滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区（包括宜良县、石林县、罗平县、西林县、田林县、凌云县、巴马县、金城江区、都安县）；根据《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第49号）本项目经过金沙江下游国家级水土流失重点治理区（永仁县、元谋县、禄劝县、寻甸县）、滇东岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区（宜良县、石林县、罗平县）和滇中北省级水土流失重点治理区（永胜县、宁蒗县、华坪县、大姚县、武定县）；根据《广西壮族自治区

人民政府关于划分我区水土流失重点预防保护区和重点治理区的通告》（桂政发〔2017〕5号）本项目经过桂西北岩溶石漠化自治区级水土流失重点治理区（右江区）和桂中低山丘陵自治区级水土流失重点治理区（柳江县、象州县）。

### 1.2.2.2 项目区原生水土流失情况

根据《水保方案》及现场调查情况本工程沿线大部分地区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，土壤侵蚀强度以轻度侵蚀和中度侵蚀为主，山丘区原地貌土壤侵蚀模数为750~1800t/km<sup>2</sup>·a，加权平均计算后原地貌侵蚀模数为1147t/km<sup>2</sup>·a；平原区原地貌土壤侵蚀模数为500t/km<sup>2</sup>·a；项目所经区域包括西南土石山区和南方红壤丘陵区，其容许土壤流失量均为500t/km<sup>2</sup>·a。

工程沿线水土流失现状及土壤侵蚀模数取值见表1-13。

表1-13 广西境内工程沿线土壤侵蚀模数一览表

行政区		地貌类型	总面积 hm <sup>2</sup>	原地貌侵蚀模数 t/km <sup>2</sup> ·a	
云南省	丽江市	永胜县	山丘区	57.95	1248
		宁蒗县	山丘区	10.74	1046
		华坪县	山丘区	9.42	1388
	楚雄州	大姚县	山丘区	1.62	1701
		永仁县	山丘区	13.02	1577
		元谋县	山丘区	5.64	1518
		武定县	山丘区	10.89	1453
	昆明市	禄劝县	山丘区	8.59	1506
		富民县	山丘区	4.15	1362
		寻甸县	山丘区	9.28	1524
		嵩明县	山丘区	3.86	1229
		宜良县	山丘区	9.22	1394
	曲靖市	石林县	山丘区	5.46	984
		陆良县	山丘区	6.4	1307
		师宗县	山丘区	16.62	1425
广西壮族自治区	百色市	罗平县	山丘区	2.57	1087
		西林县	山丘区	25.88	1600
		田林县	山丘区	17.04	1600
		右江区	山丘区	6.68	1500
	河池市	凌云县	山丘区	5.53	1200
		巴马县	山丘区	9.61	1200
		东兰县	山丘区	9.51	1250
		金城江区	山丘区	5.01	1250
		都安县	山丘区	5.9	1100
		宜州市	山丘区	13.81	900
	来宾市		平原区	1.02	500
		忻城县	山丘区	3.16	850
		象州县	山丘区	5.46	750
	柳州市	柳江县	平原区	28.45	500
			山丘区	48.36	750
		平原区	0.93	500	

### 1.2.2.3 项目区水土保持情况

#### (1) 云南省

云南地处长江、珠江、澜沧江、怒江、红河、伊洛瓦底江等大江大河上游，是我国水土流失最严重的省份之一。据云南省第三次土壤侵蚀遥感调查结果显示：云南省水土流失面积比 1999 年减少 7072km<sup>2</sup>，全省水土流失面积 13.4km<sup>2</sup>，年流失土壤 5 亿多吨，是全国年流失土壤总量的 10%。金沙江流域水土流失面积呈现明显下降趋势，比 1987 年水土流失面积减少了 4049.55km<sup>2</sup>，其中轻度流失面积减少了 2914.67km<sup>2</sup>，中度流失面积减少了 920.48km<sup>2</sup>；红河流域水土流失面积减少了 337.82km<sup>2</sup>，伊洛瓦底江流域减少了 196.22km<sup>2</sup>，珠江流域减少了 346.09km<sup>2</sup>，澜沧江流域减少了 217.93km<sup>2</sup>。而怒江流域水土流失面积增加了 50.90km<sup>2</sup>。总体上，土壤侵蚀总量、土壤侵蚀模数、年均侵蚀深度都有不同程度减少，全省水土流失恶化趋势得到有效遏制，重点防治区生态环境明显改善，林草覆盖率明显提高。但是由于地形、降雨及人为因素等影响，云南省仍是全国水土流失严重的省份之一。

从水土流失区域分布特点分析，强度以上流失区域主要发生在采矿、采砂、取土、取石而未采取监督防御措施的地方；中度流失区主要分布在滇东北、滇中及滇南部分地区，绝大多数出现在 25°以下的坡耕地上；轻度流失区域在全省广泛分布，多以荒山、荒坡和较缓的坡耕地形式出现。

工程所在的云南省昭通地区自 1989 年开始被列入“长治”工程区以来，通过采取工程措施、植物措施，开展天然林保护和流域综合治理等工程，水土流失面积减少 15.38%。

#### (2) 广西壮族自治区

“十五”以来，广西各级有关部门深入贯彻《水土保持法》，以开发建设项目为切入点，着力抓好水土流失监管工作，采取以“预防为主、保护优先”的工作方针，积极推进依法行政，强化水土保持预防监督，加大对违法行为的查处力度，减少生产、开发建设过程中造成新的人为水土流失，从源头上遏制生态环境恶化的趋势。另外还坚持抓好抓实宣传工作；以报纸、电视、广播、网络、公益活动等形式，开展水土保持宣传，并把每年的 6 月定为宣传月，6 月的最后一周定为宣传周，6 月 29 日定为宣传日，宣传教育覆盖面达 85%以上，有效地提高

了全民水土保持意识和法制观念，广西水土保持工作得到进一步加强。据不完全统计，“十五”以来，广西全区共审批各类水土保持方案 4668 个，督促生产建设项目单位投入水土流失防治经费 118.2 亿元，防治水土流失面积 982.4 平方公里，查处水土保持违法案件 1185 起，人为水土流失在一定程度上得到遏制，为维护良好环境，改善民生，建设生态文明广西作出有力贡献。7 年时间防治水土流失 982.4km<sup>2</sup>。

## 2 水土保持方案和设计情况

### 2.1 主体工程设计

国家能源局文件国能电力〔2009〕357号《国家能源局关于同意中国南方电网有限责任公司开展第五批输变电工程项目前期工作的函》同意本工程开展前期工作。中国南方电网有限责任公司以南方电网计函〔2009〕8号《关于开展云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程可行性研究工作的委托函》委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院、中南电力设计院、云南省电力设计院、广西电力工业勘察设计研究院、贵州电力设计研究院完成了本工程的选站、选线和可研设计工作，并于2010年7月由中国电力工程顾问集团在重庆主持召开了本工程可行性研究报告评审会议，经修改后完成可研收口报告编制工作。2010年11月份中南院、西南院对主体可研报告进行了修订，于2010年12月16日通过可研审查，2013年10月8日国家发展和改革委员会出具了“国家发展和改革委员会关于云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程项目核准的批复(发改能源〔2013〕1968号)”对本项目进行核准。

### 2.2 水土保持方案

按照《中华人民共和国水保法》、《开发建设项目水土保持方案编制管理规定》的要求，受中国南方电网有限责任公司的委托中国电力工程顾问集团西南电力设计院和中国电力工程顾问集团中南电力设计院承担了本项目的水土保持方案编制工作，中国电力工程顾问集团西南电力设计院为牵头单位；方案编制单位于2010年8月对本工程所在区域及其周围的自然环境、生态环境以及水土保持现状进行了调研勘察工作，向沿线各县市（区）水土保持局、水保站专家进行了汇报并收集了项目建设区所在地的相关水土保持现状和规划资料。利用卫片解译手段分析了工程区域土壤侵蚀现状，并结合工程的实际情况，在对水土流失预测的基础上，制定了本工程水土保持方案措施、水土保持方案设计以及投资估算，编制完成了《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案报告书》(送审稿)。2010年10月28日，水利部水土保持监测中心在北京市主持召开了《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案报告书（送审稿）》审查会，并形成了审查会评审意见。中国电力工程顾问集团西南电力设计院和中国电

力工程顾问集团中南电力设计院根据评审意见并结合 2010 年 12 月份主体可研报告的修改，对报告书进行了修改完善，于 2011 年 1 月完成《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案报告书》（报批稿），2011 年 5 月 27 日中华人民共和国水利部以“关于云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案的复函（“水保函〔2011〕154 号”）”对本项目的水土保持方案报批稿进行批复。已批复的《水保方案》报批稿为可研阶段。

工程实际的水土保持初步设计和施工图设计与主体工程同时设计、同时批复。

## 2.3 水土保持方案变更

根据建设单位、施工单位、监理单位提供资料及现场调查情况，本工程在《水保方案》编报时工程线路和整体布置发生了一定的变化，方案编制单位将已变化的工程情况统计进入《水保方案》中，因此本工程实际建设过程中未发生重大变更。

工程实际建设过程中部分区域发生了一定的变化，分别为：

（1）金官换流站区在实际建设过程中实际征地面积比《水保方案》设计面积减少了 13.53hm<sup>2</sup>，给排水工程在实际建设过程中长度均缩短，进场道路长度缩短，还建机耕路长度增加；

（2）金官换流站~顺州接地极线路在实际建设过程增加了塔基之间的挡距，塔基实际只架设了 67 基，比《水保方案》设计的 74 基减少了 7 基，因此面积减少了 0.09hm<sup>2</sup>；

（4）柳州换流站~马鞍山接地极线路工程在实际建设过程与《水保方案》设计的塔基数量减少了 19 基；

（5）直流线路区塔基数量从《水保方案》设计的 2510 基减少到 2123 基。

上述变化情况未超过“水利办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（实行）》的通知（办水保〔2016〕65 号）文件”相关规定的要求，因此本项目未编报变更报告和变更备案文件。



### 3 水土保持方案实施情况

#### 3.1 水土流失防治责任范围

##### 3.1.1 方案批复的水土流失防治责任范围

根据《水保方案》及其批复,本工程水土流失防治责任范围面积为 495.52hm<sup>2</sup>,其中项目建设区面积为 361.78hm<sup>2</sup>,直接影响区面积为 97.74hm<sup>2</sup>。《水保方案》确定的防治责任范围详见表 3-1。

##### 3.1.2 工程实际防治责任范围

在工程建设过程中,实际防治责任范围、扰动面积有所变化;水土保持设施验收时,实际防治责任范围、扰动面积等根据变化情况确定。根据工程征占地资料、完工资料及现场调查情况,工程实际防治责任范围为 318.27hm<sup>2</sup>,全部为项目建设区。工程实际责任范围详见表 3-2。

##### 3.1.3 防治责任范围变化情况

根据对比得出防治责任范围面积实际值较设计值减少 141.25m<sup>2</sup>,其中项目建设区减少 43.51hm<sup>2</sup>、直接影响区减少 97.74hm<sup>2</sup>。水土流失防治责任变化情况详见表 3-3。变化原因如下:

###### (1) 项目建设区

①金官换流站在设计时考虑规模为 2×3200MW (其中本期建设一回 3200MW,远期建设一回 3200MW),工程实际建设过程中未考虑远期建设,因此站区面积从 22.55hm<sup>2</sup>减少到 11.87hm<sup>2</sup>,减少了 12.37hm<sup>2</sup>;金官换流站站外道路区还建机耕路增加到 3.02km,实际建设进站道路长度为 0.24km,因此实际面积增加了 0.27km;金官换流站站外供排水管线区中的供水管线从 25km 变为 22km,排水管线从 2.0km 变为 1.0km,因此占地面积减少了 3.12hm<sup>2</sup>。

②柳州换流站站区、进站道路、站外 10kV 线路塔基区、站外 10kV 线路施工作业区、站外供排水管线区实际建设过程与《水保方案》设计时基本一致,实际征地面积为 33.25hm<sup>2</sup>,比《水保方案》设计 33.49hm<sup>2</sup>减少了 0.24hm<sup>2</sup>。

③顺州接地极实际建设过程中征占地面积与《水保方案》设计一致。

④马鞍山接地极实际建设过程与《水保方案》设计时基本一致,实际征地面

积为 28.30hm<sup>2</sup>，比《水保方案》设计 28.07hm<sup>2</sup>增加了 0.23hm<sup>2</sup>。

⑤金官换流站~顺州接地极线路与《水保方案》设计相比主要变化于塔基数量从原设计的 74 个塔基变更为 67 个塔基，因此金官~顺州接地极线路塔基区面积减少了 0.03hm<sup>2</sup>，塔基施工临时场地区面积减少了 0.06hm<sup>2</sup>；牵张场数量由原设计的 5 个变为 4 个，其中 2 个为当地硬化路面，面积不计入本项目占地，另外 2 个占地面积为 0.24hm<sup>2</sup>，因此牵张场面积减少了 1.16hm<sup>2</sup>；工程实际建设过程中由于塔基数量减少，施工道路大部分采用已有道路，条件不好区域采用轮滑等技术运输，因此金官换流站~顺州接地极线路区施工道路和人抬道路面积分别减少了 0.52hm<sup>2</sup>和 0.77hm<sup>2</sup>。

⑥柳州换流站~马鞍山接地极线路与《水保方案》设计相比主要变化为塔基数量从原设计的 166 个塔基变更为 147 个塔基，因此柳州换流站~马鞍山接地极线路塔基区面积减少了 0.10hm<sup>2</sup>；塔基施工临时占地区面积减少了 0.18hm<sup>2</sup>；牵张场数量由原设计的 9 个变为 8 个，实际占地面积为 1.12hm<sup>2</sup>，因此牵张场面积减少了 1.40m<sup>2</sup>；跨越施工临时施工道路实际建设过程中占地面积远远比《水保方案》设计少，实际占地面积为 0.08hm<sup>2</sup>，因此面积减少了 0.32hm<sup>2</sup>；工程实际建设过程中由于塔基数量减少，施工道路大部分采用已有道路，条件不好区域采用轮滑等技术运输，因此柳州换流站~马鞍山接地极线路施工道路和人抬道路面积分别减少了 0.14hm<sup>2</sup>和 0.37hm<sup>2</sup>。

⑦直流线路与可行性研究阶段的设计情况相比主要变化于塔基数量从原设计的 2510 个塔基变更为 2123 个塔基，因此直流线路塔基区面积减少了 9.25hm<sup>2</sup>，塔基施工临时场地区面积减少了 15.25hm<sup>2</sup>；工程建设过程中部分牵张场采用公路等硬化区域不计入占地面积，牵张场数量减少了 4 个，因此牵张场面积减少了 7.34hm<sup>2</sup>；工程实际的材料场实际占地面积比《水保方案》减少了 2.60hm<sup>2</sup>；跨越施工临时施工道路实际建设过程中占地面积远远比《水保方案》设计少，实际占地面积为 0.14hm<sup>2</sup>，因此面积减少了 0.06hm<sup>2</sup>；工程实际建设过程中由于塔基数量减少，塔基位置发生了一定变化，因此工程实际使用的施工道路和人抬道路面积也发生了一定的变化，故直流线路施工道路和人抬道路面积分别增加了 8.73hm<sup>2</sup>和 1.05hm<sup>2</sup>。

所以本本工程项目建设区共减少了 43.15hm<sup>2</sup>。

## (2) 直接影响区

①工程实际建设过程建设单位非常重视水土保持,实际建设过程中对直接影响区基本没有扰动,即使扰动的区域已并入项目建设区,因此本项目的直接影响区为0;故直接影响区减少了61.76hm<sup>2</sup>。

②拆迁安置区在实际建设过程中由业主出资政府建设,防治责任属于相应的政府,因此本工程拆迁安置区为0。

所以本工程直接影响区减少了97.74hm<sup>2</sup>。

综上所述本工程水土流失防治责任范围减少了141.25hm<sup>2</sup>。

### 3.1.4 扰动控制情况

本工程建设严格控制在红线范围内施工,在项目区红线内布置有彩旗或栏杆标识,换流站工程区在进行场地平整后,在永久建筑范围实施有围墙,使施工建设处于封闭区域内;站外供排水工程外设管道开挖土方临时堆存于管道两侧,因施工工期短,待埋设管道后即进行土方回填,目前已进行复耕并移交给当地村民。塔基施工控制在塔基及施工区域范围内,塔基开挖采用掏挖式开挖尽量减少土方量,开挖土方临时堆存于塔基周边,单个塔基施工周期短,待塔基基础浇筑后将尽快进行回填,剩余土方堆存于塔基范围内垒高铺垫;跨越施工场地及牵张场选择宽阔平整空地内,场地内铺设彩条布铺垫,尽量减少扰动地表。

表 3-1 《水保方案》确定的防治责任范围表 (单位: hm<sup>2</sup>)

项目	项目建设区	直接影响区	防治责任范围	
金官换流站	站区	22.55	1.69	24.24
	站外道路区	1.13	0.4	1.53
	站外供排水管线	13.47	5.4	18.87
	小计	37.15	7.49	44.64
柳州换流站	站区	17.64	1.24	18.88
	进站道路	3.32	0.95	4.27
	站外 10kV 线路塔基区	0.003		0.003
	站外 10kV 线路施工作业区	0.17	0.07	0.24
	站外供排水管线	12.36	10.4	22.76
	小计	33.49	12.66	46.15
顺州接地极	极址区	0.01	0.04	0.05
	施工场地区	11.3	1.88	13.18
	小计	11.31	1.92	13.23
马鞍山接地极	极址区	0.01	0.04	0.05
	施工场地	28.06	2.16	30.22
	小计	28.07	2.2	30.27
金官换流站 ~ 顺州接地极线路	塔基区	0.4		0.4
	塔基施工临时占地	0.92	0.91	1.83
	材料场	0.4		0.4
	牵张场	1.4		1.4
	施工道路	0.84	0.56	1.4
	人抬道路	0.98		0.98
	小计	4.94	1.47	6.41
柳州换流站 ~ 马鞍山接地极线路	塔基区	0.86	0.00	0.86
	塔基施工临时占地	1.63	1.75	3.38
	牵张场	2.52	0.36	2.88
	跨越临时施工道路	0.40	0.05	0.45
	材料场			
	施工道路	1.46	0.97	2.43
	人抬道路	1.84	0.00	1.84
	小计	8.71	3.13	11.84
直流线路	塔基区	37.2		
	塔基施工临时占地	76.7	46.27	122.97
	牵张场	46.48		46.48
	材料场	8		8
	跨越临时施工道路	0.2		0.20
	施工道路	31.46	22.6	54.06
	人抬道路	38.07		38.07
	小计	238.11	68.87	306.98
拆迁安置区		35.98	35.98	
总计	361.78	97.74	459.52	

表 3-2 工程实际防治责任范围表 (单位: hm<sup>2</sup>)

项目	项目建设区	直接影响区	防治责任范围	
金官换流站	站区	11.87	0.00	11.87
	站外道路区	1.40	0.00	1.40
	站外供排水管线	10.35	0.00	10.35
	小计	23.62	0.00	23.62
柳州换流站	站区	17.60	0.00	17.60
	进站道路	3.20	0.00	3.20
	站外 10kV 线路塔基区	0.00	0.00	0.00
	站外 10kV 线路施工作业区	0.15	0.00	0.15
	站外供排水管线	12.30		12.30
	小计	33.25	0.00	33.25
顺州接地极	极址区	0.01	0.00	0.01
	施工场地区	11.30	0.00	11.30
	小计	11.31	0.00	11.31
马鞍山接地极	极址区	0.01	0.00	0.01
	施工场地	28.29	0.00	28.29
	小计	28.30	0.00	28.30
金官换流站 ~ 顺州接地极线路	塔基区	0.37	0.00	0.37
	塔基临时占地区	0.86	0.00	0.86
	材料场	0.10	0.00	0.10
	牵张场	0.24	0.00	0.24
	施工道路	0.32	0.00	0.32
	人抬道路	0.21	0.00	0.21
	小计	2.10	0.00	2.10
柳州换流站 ~ 马鞍山接地极线路	塔基区	0.76	0.00	0.76
	塔基施工临时占地	1.45	0.00	1.45
	牵张场	1.12	0.00	1.12
	跨越临时施工道路	0.08	0.00	0.08
	材料场	0.10	0.00	0.10
	施工道路	1.32	0.00	1.32
	人抬道路	1.47	0.00	1.47
	小计	6.30	0.00	6.30
直流线路	塔基区	27.95	0.00	27.95
	塔基临时占地区	61.45	0.00	61.45
	牵张场	39.14	0.00	39.14
	材料场	5.40	0.00	5.40
	施工临时跨越	0.14	0.00	0.14
	施工道路	40.19	0.00	40.19
	人抬道路	39.12	0.00	39.12
	小计	213.39	0.00	213.39
合计	318.27	0.00	318.27	

表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况统计表

分区		防治责任范围 (hm <sup>2</sup> )								
		方案设计			监测结果			增减情况		
		项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区	小计
金官换流站	站区	22.55	1.69	24.24	11.87	0.00	11.87	-10.68	-1.69	-12.37
	站外道路区	1.13	0.40	1.53	1.40	0.00	1.40	0.27	-0.40	-0.13
	站外供排水管线	13.47	5.40	18.87	10.35	0.00	10.35	-3.12	-5.40	-8.52
	小计	37.15	7.49	44.64	23.62	0.00	23.62	-13.53	-7.49	-21.02
柳州换流站	站区	17.64	1.24	18.88	17.60	0.00	17.60	-0.04	-1.24	-1.28
	进站道路	3.32	0.95	4.27	3.20	0.00	3.20	-0.12	-0.95	-1.07
	站外 10kV 线路塔基区	0.003	0.00	0.003	0.003	0.00	0.003	0.00	0.00	0.00
	站外 10kV 线路施工作业区	0.17	0.07	0.24	0.15	0.00	0.15	-0.02	-0.07	-0.09
	站外供排水管线	12.36	10.40	22.76	12.30		12.30	-0.06	-10.40	-10.46
	小计	33.49	12.66	46.15	33.25	0.00	33.25	-0.24	-12.66	-12.90
顺州接地极	极址区	0.01	0.04	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	-0.04	-0.04
	施工场地区	11.30	1.88	13.18	11.30	0.00	11.30	0.00	-1.88	-1.88
	小计	11.31	1.92	13.23	11.31	0.00	11.31	0.00	-1.92	-1.92
马鞍山接地极	极址区	0.01	0.04	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	-0.04	-0.04
	施工场地	28.06	2.16	30.22	28.29	0.00	28.29	0.23	-2.16	-1.93
	小计	28.07	2.20	30.27	28.30	0.00	28.30	0.23	-2.20	-1.97
金官换流站~顺州接地极线路	塔基区	0.40		0.40	0.37	0.00	0.37	-0.03	0.00	-0.03
	塔基施工临时占地	0.92	0.91	1.83	0.86	0.00	0.86	-0.06	-0.91	-0.97
	材料场	0.40		0.40	0.10	0.00	0.10	-0.30	0.00	-0.30
	牵张场	1.40		1.40	0.24	0.00	0.24	-1.16	0.00	-1.16
	施工道路	0.84	0.56	1.40	0.32	0.00	0.32	-0.52	-0.56	-1.08
	人抬道路	0.98		0.98	0.21	0.00	0.21	-0.77	0.00	-0.77
	小计	4.94	1.47	6.41	2.10	0.00	2.10	-2.84	-1.47	-4.31
柳州换流站~马鞍山接地极线路	塔基区	0.86	0.00	0.86	0.76	0.00	0.76	-0.10	0.00	-0.10
	塔基施工临时占地	1.63	1.75	3.38	1.45	0.00	1.45	-0.18	-1.75	-1.93
	牵张场	2.52	0.36	2.88	1.12	0.00	1.12	-1.40	-0.36	-1.76
	跨越临时施工道路	0.40	0.05	0.45	0.08	0.00	0.08	-0.32	-0.05	-0.37
	材料场				0.10	0.00	0.10	0.10	0.00	0.10
	施工道路	1.46	0.97	2.43	1.32	0.00	1.32	-0.14	-0.97	-1.11
	人抬道路	1.84	0.00	1.84	1.47	0.00	1.47	-0.37	0.00	-0.37
	小计	8.71	3.13	11.84	6.30	0.00	6.30	-2.41	-3.13	-5.54
直流线路	塔基区	37.20		37.32	27.95	0.00	27.95	-9.25	0.00	27.95
	塔基施工临时占地	76.70	46.27	122.97	61.45	0.00	61.45	-15.25	-46.27	-61.52
	牵张场	46.48		46.48	39.14	0.00	39.14	-7.34	0.00	-7.34
	材料场	8.00		8.00	5.40	0.00	5.40	-2.60	0.00	-2.60
	跨越临时施工道路	0.20		0.20	0.14	0.00	0.14	-0.06	0.00	-0.06
	施工道路	31.46	22.60	54.06	40.19	0.00	40.19	8.73	-22.60	-13.87
	人抬道路	38.07		38.07	39.12	0.00	39.12	1.05	0.00	1.05
	小计	238.11	68.87	306.98	213.39	0.00	213.39	-24.72	-68.87	-93.59
拆迁安置区			35.98	35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	-35.98	-35.98
总计		361.78	97.74	459.52	318.27	0.00	318.27	-43.51	-97.74	-141.25

## 3.2 弃渣场设置

根据《水保方案》，本项目设计无弃渣场，在实际施工过程中通过土石方调运回填利用，多余的渣土进行就地平整，因此本项目实际不涉弃渣场。

## 3.3 取土场设置

根据《水保方案》，本项目设计无取土场，在实际施工过程中通过土石方调运回填利用，多余的渣土进行就地平整，因此本项目实际不涉取土场。

## 3.4 水土保持措施总体布局

### 3.4.1 《水保方案》设计的水土保持措施总体布局

《水保方案》确定的水土保持措施总体布局遵循方案防治区划分，按方案的水土保持体系对各防治区进行措施布设，主要采取拦挡工程、边坡防护工程、土地整治工程、排水工程和植被建设工程等类型。《水保方案》设计的水土保持措施体系详见表 3-4。

### 3.4.2 工程实际的水土保持措施总体布局

根据建设单位、施工单位、监理单位及现场调查情况，工程建设过程中基本实施了《水保方案》设计所有水土保持措施，包括拦挡工程、边坡防护工程、土地整治工程和植被建设工程等。工程实际实施的水土保持措施体系表详见表 3-5。

### 3.4.3 变化情况

根据表 3-4 和表 3-5 对比可以看出，本工程实际建设过程中与《水保方案》设计的水土保持措施总体布局发生了一定的变化，主要变化情况和主要原因如下：

(1) 金官换流站站区临时措施减少了基槽土拦挡防护，因为基槽土堆放于围墙内侧，因此施工方未实施拦挡措施，仅实施了临时拦挡。

(2) 金官换流站站外道路区减少了浆砌石消力池和表土临时防护。变化原因为工程实际建设过程中金官换流站站外道路区处于平地内实施没有实施浆砌石消力池，由于站外道路区与站区较近，因此表土运至站区表土堆放区一起堆放和防护。

(3) 金官换流站站外供排水管线区减少了浆砌石消力池和种植乔灌木。变化的原因为工程实际建设过程中站外供排水管线主要在施工时间较短，因此在实

施工过程中未实施浆砌石消力池；工程在实施过程中占对周围乔灌木破坏较小，在进行植被恢复过程中只进行了撒播草籽绿化。

(4) 柳州换流站站外 10kV 线路施工作业区在实际施工过程中减少了表土剥离防护；变化原因为实际建设过程中将该区域的表土运至站区一起堆放和防护。

(5) 直流线路及接地极线路塔基区在实际建设过程中减少了浆砌石消力池；主要变化原因为直流线路及接地极线路塔基区施工扰动时段较短，再加上基础开挖大部分在旱季施工，因此取消了浆砌石消力池的修建。

(6) 直流线路及接地极线路塔基临时占地区在施工过程中减少了种植灌木和撒播灌木措施；主要变化原因为工程施工过程中工程占用的林地主要为乔木林地，植被覆盖度较高，恢复林地影响工程后期运行，因此只实施了撒播草种绿化。

(7) 直流线路及接地极线路牵张场区增加了土地复垦和减少了种植灌木和撒播灌木措施；主要变化原因为工程建设过程采用的牵张场部分区域采用复垦进行原地貌恢复，其余的区域实施了撒播草籽绿化；

(8) 直流线路及接地极线路人抬道路区减少了种植灌木和撒播灌木措施；变化原因为大多为当地村民的人走乡间小路，施工过程中新增的人抬道路宽度较窄，若种植灌木长势不好，因此只实施了撒播草籽绿化；

(9) 直流线路及接地极线路跨越施工临时占地减少了种植灌木和撒播灌木措施；变化主要原因为施工过程中占地面积较小，对林地的破坏比《水保方案》设计预测小，因此只实施了撒播草籽绿化。

#### 3.4.4 实际实施的水土保持措施体系的完整性和合理性评价

工程建设过程中增加了直流线路及接地极线路牵张场的复垦等措施，减少了浆砌石消力池、种植灌木和撒播灌木树种等措施。根据工程实际施工时段、施工地点、施工现状分析，工程增加复垦完善了《水保方案》措施的不足，丰富了工程水土保持措施的完整性，对工程水土保持来说是合理的。减少浆砌石消力池、种植灌木和撒播灌木虽然未按《水保方案》设计实施，但是工程实施大量的浆砌石挡墙、浆砌石排水沟及撒播草籽绿化使工程的水土保持效果能达到《水保方案》预期的效果，不破坏《水保方案》设计的水土保持措施防治措施体系的完整性，因此减少了浆砌石消力池、种植灌木和撒播灌木树种等措施还是较为合理的。



表 3-4 《水保方案》确定的水土保持措施防治体系表

分区		防治措施	
金官换流站	站区	工程措施	浆砌石挡土墙、浆砌石排水沟、浆砌石护坡、站外排洪沟、表土临时防护
		植物措施	撒播草籽
		临时措施	基槽土拦挡防护、临时排水沟、临时沉沙池
	站外道路区	工程措施	浆砌石排水沟、浆砌石消力池、表土临时防护
		植物措施	种植行道树、播撒草籽
	站外供排水管线	工程措施	浆砌石消力池、土地整治、土地复耕、表土临时防护
		植物措施	种植乔灌木、播撒草籽
		临时措施	临时堆土拦挡防护
	柳州换流站	站区	工程措施
植物措施			种植灌木、土工格栅护坡植草
临时措施			临时堆土拦挡防护、临时排水沟、临时沉沙池
站外道路区		工程措施	浆砌块石挡土墙、浆砌片石排水沟、沉沙池、表土剥离防护
		植物措施	种植行道树
站外 10kV 线路塔基区		工程措施	土地整治、表土剥离防护
		植物措施	播撒草籽
		临时措施	临时堆土拦挡防
站外 10kV 线路施工作业区		工程措施	土地整治、表土剥离防护
		工程措施	钢筋混凝土排水管、沉沙池、表土剥离防护、土地整治
		植物措施	播撒草籽
站外供排水管线		临时措施	临时堆土拦挡防护
	工程措施	土地整治、土地复耕、表土临时防护	
	临时措施	临时堆土防护、临时沉沙池、临时排水沟	
顺州接地极	工程措施	土地整治、土地复垦、表土临时防护	
	临时措施	临时堆土拦挡防护、临时排水沟、临时沉沙池	
马鞍山接地极	工程措施	土地整治、土地复垦、表土临时防护	
	临时措施	临时堆土拦挡防护、临时排水沟、临时沉沙池	
直流输电线路及接地极线路	塔基区	工程措施	浆砌石挡土墙、浆砌石排水沟、浆砌石消力池、土地整治、表土剥离防护
		植物措施	播撒草籽
		临时措施	临时堆土拦挡防护
	塔基临时占地区	工程措施	土地整治、土地复耕
		植物措施	种植灌木，播撒灌木种子、草种
		临时措施	临时排水沟
	牵张场	工程措施	土地整治
		植物措施	种植灌木，播撒灌木种子、草种
	施工道路	临时措施	土质排水沟
	人抬道路	工程措施	土地整治、土地复耕
		植物措施	种植灌木，播撒灌木种子、草种
	跨越施工临时占地	工程措施	土地整治、土地复垦
		植物措施	播撒灌木种子、草种

表 3-5 工程实际实施的水土保持措施防治体系表

分区		防治措施		
金官换流站	站区	工程措施	浆砌石挡土墙、浆砌石排水沟、浆砌石护坡、站外排洪沟、表土临时防护	
		植物措施	撒播草籽	
		临时措施	临时堆土拦挡防护、临时排水沟	
	站外道路区	工程措施	浆砌石排水沟	
		植物措施	种植行道树、播撒草籽	
	站外供排水管线	工程措施	土地整治、土地复耕、表土临时防护	
植物措施		播撒草籽		
临时措施		临时堆土拦挡防护		
柳州换流站	站区	工程措施	土工格栅护坡、浆砌块石挡土墙、FRPP 异形肋模压排水管、土地整治、表土剥离防护、浆砌块石排洪沟、浆砌石跌水坎	
		植物措施	种植灌木、土工格栅护坡植草	
		临时措施	临时堆土拦挡防护、临时排水沟、临时沉沙池	
	站外道路区	工程措施	浆砌块石挡土墙、浆砌片石排水沟、沉沙池、表土剥离防护	
		植物措施	种植行道树	
	站外 10kV 线路塔基区	工程措施	土地整治、表土剥离防护	
		植物措施	播撒草籽	
		临时措施	临时堆土拦挡防护	
	站外 10kV 线路施工作业区	工程措施	土地整治、土地复垦	
		站外供排水管线	工程措施	钢筋混凝土排水管、沉沙池、表土剥离防护、土地整治
			植物措施	播撒草籽
	临时措施		临时堆土拦挡防护	
顺州接地极	工程措施	土地整治、土地复耕、表土临时防护		
	临时措施	临时堆土防护、临时沉沙池、临时排水沟		
马鞍山接地极	工程措施	土地整治、土地复垦、表土临时防护		
	临时措施	临时堆土拦挡防护、临时排水沟、临时沉沙池		
直流输电线路及接地极线路	塔基区	工程措施	表土剥离防护、浆砌石挡土墙、浆砌石排水沟、土地整治	
		植物措施	播撒草籽	
		临时措施	临时堆土拦挡防护	
	塔基临时占地区	工程措施	土地整治、土地复垦	
		植物措施	撒播草籽	
		临时措施	临时排水沟	
	牵张场	工程措施	土地整治	
		植物措施	撒播草籽	
	施工道路	临时措施	临时排水沟	
	人抬道路	工程措施	土地整治、土地复耕	
		植物措施	撒播草籽	
	跨越施工临时占地	工程措施	土地整治、土地复垦	
植物措施		撒播草籽		

## 3.5 水土保持设施完成情况

### 3.5.1 水土保持工程措施完成情况

#### 3.5.1.1 《水保方案》设计的水土保持工程措施情况

《水保方案》设计的水土保持工程措施如下：

(1) 换流站：土工格栅护坡 10100m<sup>2</sup>，FRPP 异形肋模压排水管 8100m；浆砌石护坡中 9408m<sup>3</sup>；浆砌石挡土墙 14601m<sup>3</sup>；钢筋混凝排水管 1000m；浆砌石排水沟需浆砌石 8375m<sup>3</sup>；浆砌石消力池 10m<sup>3</sup>；沉砂池 10 座；土地整治 23.792 hm<sup>2</sup>；土地复垦 2.49hm<sup>2</sup>；表土剥离防护及临时堆土防护草土袋 17223 个，草土袋装土 2480m<sup>3</sup>，苫布覆盖 32284m<sup>2</sup>。

(2) 接地极：土地整治 39.37hm<sup>2</sup>；土地复垦 38.71hm<sup>2</sup>；表土苫布覆盖 24884m<sup>2</sup>。

(3) 接地极线路及直流线路：浆砌石排水沟 22610m；浆砌石挡土墙 12322m<sup>3</sup>；浆砌石消力池 150 座；土地整治 198.71hm<sup>2</sup>；土地复垦 11.83hm<sup>2</sup>；表土剥离防护草袋装 217536 个，草土袋装土 31325m<sup>3</sup>，苫布覆盖 102059m<sup>2</sup>。

本工程《水保方案》设计水土保持工程措施量详见表 3-6。

#### 3.5.1.2 工程实际实施的水土保持工程措施情况

根据建设单位、施工单位、监理单位、水保监测单位及现场调查，本项目水土保持工程措施实施时段为 2014 年 4 月~2016 年 3 月，已实施的水土保持工程措施如下：

(1) 换流站：土工格栅护坡 10100m<sup>2</sup>，FRPP 异形肋模压排水管 8000m，浆砌石护坡中 7894m<sup>3</sup>，浆砌石挡土墙 10379m<sup>3</sup>，钢筋混凝排水管 900m，浆砌石排水沟需浆砌石 4198m<sup>3</sup>，沉砂池 2 座，浆砌石消力池 1 座，浆砌石跌水坎 880m，浆砌石排洪沟 4115m<sup>3</sup>，土地整治 24.68hm<sup>2</sup>，土地复垦 2.47hm<sup>2</sup>，表土剥离防护及临时堆土防护草土袋 15140 个，草土袋装土 2826m<sup>3</sup>，苫布覆盖 29429m<sup>2</sup>。

(2) 接地极：土地复垦 39.59hm<sup>2</sup>，表土剥离防护苫布覆盖 4250m<sup>2</sup>，草土袋装土 17576m<sup>3</sup>。

(3) 接地极线路及直流线路：浆砌石排水沟 17156m，浆砌石挡土墙 5640m<sup>3</sup>，土地整治 144.93hm<sup>2</sup>，土地复垦 29.43hm<sup>2</sup>，沉砂池 60 座，表土剥离防护及临时堆土防护草土袋 78056 个，草土袋装土 14570m<sup>3</sup>，苫布覆盖 52600m<sup>2</sup>。

本工程《水保方案》设计水土保持工程措施量详见表 3-7。

### 3.5.1.3 变化情况

根据工程实际实施的水土保持措施和《水保方案》设计的水土保持措施对比（详见表 3-8），本工程水土保持工程措施变化为：

一、本报告在统计工程量时将进行土地复垦的区域不计入土地整治面积，避免工程占地面积重复计算。

二、换流站区：

#### （1）金官换流站

金官换流站站区实际实施的工程措施量除还建道路浆砌石排水沟比《水保方案》增多外，其他的水土保持工程措施均比《水保方案》设计的量少，发生这一情况的主要原因为：①金官换流站站区面积减少了 12.37hm<sup>2</sup>；②金官换流站站外道路区还建机耕路增加到 3.02km；③金官换流站站外供排水管线区中的供水管线从 3km，排水管线减少 1.0km，占地面积减少了 3.12hm<sup>2</sup>；④进站道路浆砌石消力池实际建设过程中没有建设。

#### （2）柳南换流站

①FRPP 异形肋模压排水管、站外浆砌石排洪沟、表土剥离防护等措施略有减少，但是变化不大；②工程实际建设过程中土地整治面积增加了 1.22hm<sup>2</sup>；③工程实际建设过程中站外道路区未实施浆砌石挡墙；④工程实际建设过程中实施的沉砂池数量比设计的减少了 2 个；⑤站外供排水管线措施略有减少，但是变化不大。

二、接地极

#### （1）顺州接地极

顺州接地极实际建设过程中土地整治和土地复垦面积之和与《水保方案》一致，表土临时覆盖实际建设过程中减少了 1210m<sup>2</sup>；

#### （2）马鞍山接地极

马鞍山接地极实际建设过程中土地整治和土地复垦面积和《水保方案》基本一致，表土拦挡实际建设过程中减少了 1848m<sup>3</sup>；

三、直流线路及接地极线路

直流线路及接地极线路实际建设过程中塔基区水土保持工程措施比《水保方

案》设计措施量减少，主要原因为①塔基数量有所减少；②塔基区在实际建设过程中只实施了临时覆盖，未实施临时拦挡；③工程大部分塔基位于平地内，因施工时间较短，因此未实施临时覆盖；④浆砌石消力池实际建设过程未实施；⑤塔基区处于平地区域内的没有必要实施浆砌石排水沟和挡墙。⑥塔基临时占地区、跨越施工临时占地区、人抬道路区实际土地复垦面积比《水保方案》设计量小。

截至 2016 年 12 月，工程措施中已实施挡墙、排水沟、护坡质量合格，无断裂、裂缝、不均匀沉降等现象发生，拦挡区域无土石方外溢到挡墙外侧的现象，挡墙的拦挡效果显著。已实施的排水措施能够有效疏导地表径流，在防治地表径流对本项目造成冲刷和侵蚀方面起到了显著效果，基本达到了《水保方案》设计的水土保持功能和效果。

表 3-8 工程实际实施的水土保持工程措施量与《水保方案》设计情况对比表

分区		防治措施监测结果	单位	方案设计	实际完成	增减情况		
换流站区	金官换流站	浆砌石挡土墙	m <sup>3</sup>	4677	3879	-798		
		浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	9408	7894	-1514		
		浆砌石排水沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	3160	2348	-812	
			土石方	m <sup>3</sup>	1896	1278	-618	
		站外浆砌石排水沟	长度	m	1800	1000	-800	
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	1720	980	-740	
			土石方	m <sup>3</sup>	3450	1720	-1730	
		表土剥离防护	数量	处	1	1	0	
			草袋	个	6667	3000	-3667	
			草袋土方量	m <sup>3</sup>	960	560	-400	
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	10000	4000	-6000	
		站外道路区	进站道路浆砌石排水沟	浆砌石量	m <sup>3</sup>	334	60	-274
				土石方量	m <sup>3</sup>	201	38.6	-162.4
	进站道路浆砌石消力池		数量	座	1	1	0	
			浆砌石量	m <sup>3</sup>	5	5	0	
	还建道路浆砌石排水沟		长度	m	720	3000	2280	
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	360	1100	740	
			土石方量	m <sup>3</sup>	216	650	434	
	表土剥离防护		数量	处	2	0	-2	
			草袋	个	251	0	-251	
草袋土方量			m <sup>3</sup>	36	0	-36		
苫布覆盖面积			m <sup>2</sup>	1175	0	-1175		
站外供排水	浆砌石消力池	数量	座	1	0	-1		

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

分区		防治措施监测结果		单位	方案设计	实际完成	增减情况
柳州换流站	管线区	浆砌石量		m <sup>3</sup>	5	0	-5
		土地整治		hm <sup>2</sup>	11.25	11.15	-0.1
		土地复垦		hm <sup>2</sup>	2.32	2.32	0
		表土剥离防护	数量	处	2	0	-2
	苫布覆盖面积		m <sup>2</sup>	4650	0	-4650	
	站区	土工格栅护坡		m <sup>2</sup>	10100	10100	0
		浆砌石挡土墙		m <sup>3</sup>	6500	6500	0
		FRPP 异形肋模压排水管		m	8100	8000	-100
		站外浆砌石排洪沟	长度	m	1280	930	-350
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	1382	700	-682
			土石方	m <sup>3</sup>	2662	632	-2030
		表土剥离防护	数量	处	1	1	0
			草袋	个	10108	12140	2032
			草袋土方量	m <sup>3</sup>	1456	2266	810
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	10816	21020	10204
		土地整治		hm <sup>2</sup>	0.01	1.23	1.22
		站外道路区	浆砌石挡土墙		m <sup>3</sup>	3424	0
	沉砂池		数量	座	4	2	-2
			砖	块	1080	540	-540
	浆砌石排水沟		长度	m	3114	930	-2184
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	1401	700	-701
	表土剥离防护		土石方	m <sup>3</sup>	1868	632	-1236
			数量	处	1	0	-1
			草袋	个	197	0	-197
	表土剥离防护		草袋土方量	m <sup>3</sup>	28	0	-28
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	943	0	-943
		土地整治		hm <sup>2</sup>	0.002	0.002	0
	站外 10kV 线路塔基区	表土剥离防护	数量	处	25	25	0
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	50	50	0
	站外 10kV 线路施工作业区	土地整治		hm <sup>2</sup>	0.17	0	-0.17
		土地复垦		hm <sup>2</sup>	0.17	0.15	-0.02
	站外供排水管线	钢筋混凝土排水管		m	1000	900	-100
沉砂池		数量	座	1	1	0	
		砖	块	2700	2700	0	
表土剥离防护		数量	处	2	2	0	
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	4650	4359	-291	
土地整治		hm <sup>2</sup>	12.3	12.3	0		

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

分区		防治措施监测结果		单位	方案设计	实际完成	增减情况	
接地极区	顺州接地极	土地整治		hm <sup>2</sup>	11.31	0	-11.31	
		土地复垦		hm <sup>2</sup>	11.31	11.3	-0.01	
		表土剥离防护	数量	处	1	1	0	
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	5460	4250	-1210	
	马鞍山接地极	土地整治		hm <sup>2</sup>	28.06	0	-28.06	
		土地复垦		hm <sup>2</sup>	27.4	28.29	0.89	
表土剥离防护		数量	处	3	3	0		
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	19424	17576	-1848		
接地极线路及直流输电线路	塔基区	表土剥离防护	数量	处	2676	2860	184	
			草袋	个	217536	78056	-139480	
			草袋土方量	m <sup>3</sup>	31325	14570	-16755	
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	102059	52600	-49459	
		浆砌石挡墙		m <sup>3</sup>	12322	5640	-6682	
		浆砌石排水沟	长度	m	22610	17156	-5454	
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	8994	7350	-1644	
			土石方量	m <sup>3</sup>	12023	6416	-5607	
		浆砌石消力池	数量	座	150	0	-150	
			浆砌石量	m <sup>3</sup>	750	0	-750	
		沉砂池	数量	座	139	60	-79	
			砖	块	37530	16200	-21330	
		土地整治		hm <sup>2</sup>	37.54	19.42	-18.12	
		土地复垦		hm <sup>2</sup>		9.66	9.66	
		塔基临时占地	土地整治		hm <sup>2</sup>	69.68	48.86	-20.82
			土地复垦		hm <sup>2</sup>	10.38	14.9	4.52
	跨越施工临时占地	土地整治		hm <sup>2</sup>	0.2	0.19	-0.01	
		土地复垦		hm <sup>2</sup>	0.01	0.03	0.02	
	牵张场区	土地整治		hm <sup>2</sup>	40.89	39.11	-1.78	
		土地复垦		hm <sup>2</sup>		1.39	1.39	
	人抬道路	土地整治		hm <sup>2</sup>	40.89	37.35	-3.54	
		土地复垦		hm <sup>2</sup>	1.44	3.45	2.01	

表 3-6 《水保方案》设计的水土保持工程措施量情况表

防治区		项目	长度 (m)	浆砌块石 (m <sup>3</sup> )	浆砌石消力池 (座)	土石方 (m <sup>3</sup> )	土地整治面积 (hm <sup>2</sup> )	土地复垦 (hm <sup>2</sup> )	护坡面积 (m <sup>2</sup> )	数量 (座)	砖 (块)	草袋 (个)	草袋土方量 (m <sup>3</sup> )	苫布覆盖面积 (m <sup>2</sup> )	
换流站区	金官换流站	站区	浆砌石挡土墙		4677										
			浆砌石护坡		9408										
			浆砌石排水沟		3160		1896								
			站外浆砌石排水沟	1800	1720		3450								
			表土剥离防护								1		6667	960	10000
		站外道路区	进站道路浆砌石排水沟		334		201								
			进站道路浆砌石消力池		5	1									
			还建道路浆砌石排水沟	720	360		216								
			表土剥离防护								2		251	36	1175
		站外供排水管线	浆砌石消力池		5	1									
	土地整治						11.25								
	土地复垦							2.32							
	表土剥离防护									2				4650	
	柳州换流站	站区	土工格栅护坡	2244						10100					
			浆砌块石挡土墙	946	6500										
			FRPP 异形肋模压排水管	8100											
			浆砌片石排洪沟	1280	1382		2662								
			表土剥离防护								1		10108	1456	10816
			土地整治					0.01							
		站外道路区	浆砌块石挡土墙	1174	3424										
沉砂池										4	1080				
浆砌片石排水沟			3114	1401		1868									
表土剥离防护												197	28	943	
站外 10kV 线路塔基区		土地整治					0.002								
		表土剥离防护								25				50	
站外 10kV 线路施工作业区		土地整治					0.17								
		土地复垦					0.17								
站外供排水管线		钢筋混凝土排水管	1000												



			沉砂池							1	270				
			表土剥离防护								2				4650
			土地整治					12.36							
接地极区	顺州接地极	极址	土地整治					11.31							
			土地复垦						11.31						
			表土剥离防护								1				5460
	马鞍山接地极	极址	土地整治					28.06							
			土地复垦						27.4						
			表土剥离防护								3				19424
接地极线路及直流输电线路	塔基区		表土剥离防护								2676		217536	31325	102059
			浆砌石挡土墙	2918	12322										
			浆砌石排水沟	22610	8994		12023								
			浆砌石消力池		750	150									
			沉砂池									139	37530		
			土地整治					37.54							
	塔基施工临时占地	土地整治					69.68								
		土地复垦						10.38							
	跨越施工临时占地	土地整治					0.2								
		土地复垦						0.01							
	牵张场	土地整治					50.4								
	人抬道路	土地整治					40.89								
		土地复垦						1.44							
	合计				45906	54442	152	22316	289.442	25.46	10100	2857	38880	234759	53229

表 3-7 工程实际实施的水土保持工程措施量情况表

防治区			项目	长度 (m)	浆砌块石 (m³)	浆砌石消力池 (座)	土石方 (m³)	土地整治面积 (hm²)	土地复垦 (hm²)	护坡面积 (m²)	数量 (座)	砖 (块)	草袋 (个)	草袋土方量 (m³)	苫布覆盖面积 (m²)
换流站区	金官换流站	站区	浆砌石挡土墙		3879										
			浆砌石护坡		7894										
			浆砌石排水沟		2348		1278								
			站外浆砌石排水沟	1000	980		1720								
			表土剥离防护								1		3000	560	4000
		站外道路区	进站道路浆砌石排水沟		60		38.6								
			进站道路浆砌石消力池		5	1									
			还建道路浆砌石排水沟	3000	1100		650								
		站外供排水管线	土地整治					9.03							
			土地复垦						2.32						
	柳州换流站	站区	土工格栅护坡	2244							10100				
			浆砌块石挡土墙	1000	6500										
			浆砌石跌水坎	880	238										
			FRPP 异形肋模压排水管	8000											
			浆砌片石排洪沟	2230	4115		1700								
			表土剥离防护								1		12140	2266	21020
			土地整治					1.23							
		站外道路区	沉砂池								2	540			
			浆砌片石排水沟	930	700		632								
		站外 10kV 线路塔基区	土地整治					0.002							
			表土剥离防护								25				50
		站外 10kV 线路施工作业区	土地整治												
			土地复垦						0.15						
站外供排水管线	钢筋混凝土排水管	900													
	沉砂池								1	2700					
	表土剥离防护								2				4359		
	土地整治					12.3									
合计				20184	27819	1	6018.6	24.682	2.47	10100	32	3240	15140	2826	29429
接地极区	顺州接地极	极址	土地复垦						11.3						

防治区		项目	长度 (m)	浆砌块石 (m³)	浆砌石消力池 (座)	土石方 (m³)	土地整治面积 (hm²)	土地复垦 (hm²)	护坡面积 (m²)	数量 (座)	砖 (块)	草袋 (个)	草袋土方量 (m³)	苫布覆盖面积 (m²)
马鞍山接地极	极址	表土剥离防护								1				4250
		土地复垦						28.29						
		表土剥离防护								3			17576	
合计			0	0	0	0	39.59	0	0	4	0	0	17576	4250
接地极线路及直流输电线路	塔基区	表土剥离防护								2860		78056	14570	52600
		浆砌石挡土墙	1618	5640										
		浆砌石排水沟	17156	7350		6416								
		沉砂池								60	16200			
		土地整治					19.42							
		土地复垦						9.66						
	塔基施工临时占地	土地整治					48.86							
		土地复垦						14.9						
	跨越施工临时占地	土地整治					0.19							
		土地复垦						0.03						
	牵张场	土地整治					39.11							
		土地复垦						1.39						
	人抬道路	土地整治					37.35							
		土地复垦						3.45						
合计			18774	12990	0	6416	144.93	29.43	0	2920	16200	78056	14570	52600
总计			38958	40809	1	12434.6	169.612	71.49	10100	2956	19440	93196	34972	86279

### 3.5.2 水土保持植物措施完成情况

#### 3.5.2.1 《水保方案》设计的水土保持植物措施情况

(1) 换流站：种植乔木 4715 株；灌木 9750 株；土工栅格植草 0.81hm<sup>2</sup>；播撒草籽 1711.28kg。

(2) 接地极线路及直流线路：种植乔木 75244 株；种植灌木 179625 株，播撒灌木种子 3154kg；播撒草籽 7761.6kg、种植龙眼 17317 株。

本工程《水保方案》设计水土保持植物措施量详见表 3-9。

表 3-9 《水保方案》设计的水土保持植物措施量情况表

防治区		树草种	单位	苗木量	
换流站区	金官换流站	站区	狗牙根（草籽）	kg	400
		站外道路	柏树（乔木）	株	145
			狗牙根（草籽）	kg	10.4
		站外供排水管线	云南松（乔木）	株	360
			杜鹃（灌木）	株	9750
		狗牙根（草籽）	kg	312	
	柳州换流站	站区	小叶女贞	株	60
			九里香	株	60
			土工格栅护坡植草（百喜草）	hm <sup>2</sup>	0.81
		站外道路区	小叶榕	株	946
		站外 10kV 线路塔基区	狼尾草（草籽）	kg	0.03
			类芦（草籽）	kg	0.05
		站外排水管线	狼尾草（草籽）	kg	329.6
			类芦（草籽）	kg	659.2
接地极线路及直流线路	塔基区	狗牙根（草籽）	kg	1507.2	
		狼尾草（草籽）	kg	498.7	
		类芦（草籽）	kg	997.3	
	施工临时占地区	杜鹃（灌木）	株	76050	
		狗牙根（草籽）	kg	2433.6	
		龙眼（果树）	株	11150	
	牵张场	胡枝子	kg	1699.5	
		杜鹃（灌木）	株	59275	
		狗牙根（草籽）	kg	896.8	
		龙眼（果树）	株	1625	
		湿地松	株	75244	
	跨越临时施工场	胡枝子（灌木）	kg	455.5	
		狗牙根（草籽）	kg	4.8	
		狼尾草（草籽）	kg	1.9	
		类芦（草籽）	kg	3.7	
	人抬道路	胡枝子	kg	3	
		杜鹃（灌木）	株	44300	
		狗牙根（草籽）	kg	1417.6	
		龙眼（果树）	株	4542	
			胡枝子	kg	996

### 3.5.2.2 工程实际实施的水土保持植物措施情况

根据建设单位、施工单位、监理单位、水保监测单位及现场调查，本项目水土保持植物措施实际实施时段为 2015 年 6 月~2016 年 6 月，已实施的水土保持工程措施如下：

(1) 换流站区：种植乔灌木 148 株，撒播草籽 1228.89kg；

(2) 直流输电线路及接地极线路：撒播草籽 9804kg。

本工程《水保方案》设计水土保持植物措施量详见表 3-10。

表 3-10 工程实际实施的水土保持植物措施量情况表

防治区		树草种	单位	苗木量
金中换流站	站区	狗牙根（草籽）	kg	184
	站外道路	云南松（乔木）	株	48
		狗牙根（草籽）	kg	4
	站外供排水管线	狗牙根（草籽）	kg	446
柳州换流站	站区	小叶女贞	株	50
		九里香	株	50
		百花蛇草（草籽）	kg	89.60
	站外 10kV 线路塔基区	狗尾草（草籽）	kg	0.08
		类芦（草籽）	kg	0.01
	站外排水沟	狗尾草（草籽）	kg	492
类芦（草籽）		kg	13.2	
直流输电线路及 接地极线路	塔基区	狗牙根（草籽）	kg	1036
		狗尾草（草籽）	kg	518
		类芦（草籽）	kg	1292
	塔基临时占地区	狗牙根（草籽）	kg	2585
		狗尾草（草籽）	kg	1302
	牵张场区	狗牙根（草籽）	kg	1043
		狗尾草（草籽）	kg	521
	跨越临时施工场地	狗牙根（草籽）	kg	3
		狗尾草（草籽）	kg	5
		类芦（草籽）	kg	5
	人抬道路	狗牙根（草籽）	kg	996
		狗尾草（草籽）	kg	498

### 3.5.2.3 变化情况

根据工程实际实施的水土保持植物措施和《水保方案》设计的水土保持植物措施对比（详见表 3-11），本工程水土保持植物措施变化为：

#### （1）金官换流站区

①站区撒播草籽减少了 216kg，发生这一现象的主要原因为金官换流站站区面积减少了 12.37hm<sup>2</sup>；

②站外道路区柏树减少了 145 株、撒播草籽减少了 6.40kg、云南松减少了 312 株，发生这一现象的主要原因为工程实际建设过程中可绿化面积减少，实际建设过程中除了进站道路种植行道树外其他区域均未种植乔木；

③站外供水管线区乔灌均未实施，撒播草籽面积增加了 134kg；

#### （2）柳州换流站

①站区实际种植的小叶女贞和九里香均减少了 10 株，实际建设过程中采用百花蛇草代替百喜草种植；

②站外道路区实施未实施灌木种植；

③站外道路区、站外 10kV 线路塔基区、站外排水管线种植草本植被面积与《水保方案》基本一致，草种数量有略少变化。

#### （2）直流线路及接地极线路

①塔基区、牵张场区、人抬道路区乔灌木及果树在实际建设过程中均未实施；

②塔基数量减少，导致塔基区和塔基临时占地区可绿化面积减少；

③牵张场区、跨越临时场地和人抬道路区复耕面积增加，所以可绿化面积减少，因此上述两个区域的撒播草籽数量也相应减少。

截至 2016 年 12 月，植物措施实施区域中绝大部分区域植被长势良好，仅有少部分区域植被恢复较慢，植物措施能够较好地起到了本项目保水固土的效果，水土保持效果明显，对项目区生态环境起到了积极的推动作用。虽然工程部分乔灌木措施未实施，但是增加了草被植被的种植，弥补《水保方案》要求乔灌木措施水土保持工程；基本达到了《水保方案》要求的水土保持效果。

表 3-11 工程实际实施的水土保持植物措施量与《水保方案》设计情况对比表

序号分区		防治措施监测结果	单位	方案设计	实际完成	变化情况		
换流站区	金官换流站区	站区	狗牙根（草籽）	kg	400	184	-216	
		站外道路区	柏树（乔木）	株	145	0	-145	
			狗牙根（草籽）	kg	10.40	4	-6.4	
		站外供排水管线	云南松（乔木）	株	360	48	-312	
			杜鹃（灌木）	株	9750	0	-9750	
			云南松（乔木）	株	3144	0	-3144	
	柳南换流站	站区	狗牙根（草籽）	kg	312	446	134	
			小叶女贞	株	60	50	-10	
			九里香	株	60	50	-10	
			土工格栅护坡植草（百喜草）	hm <sup>2</sup>	0.81	0	-0.81	
		站外道路区	小叶榕	株	946	0	-946	
		站外 10kV 线路塔基区	狼尾草（草籽）	kg	0.03	0.08	0.05	
			类芦（草籽）	kg	0.05	0.01	-0.04	
		站外排水管线	狼尾草（草籽）	kg	329.6	492	162.4	
			类芦（草籽）	kg	659.2	13.2	-646	
		直流输电线路及接地极线路	塔基区	狗牙根（草籽）	kg	1507.20	1036	-471.2
				狼尾草（草籽）	kg	498.7	518	19.3
				类芦（草籽）	kg	997.3	259	-738.3
塔基临时占地区	杜鹃（灌木）		株	76050	0	-76050		
	狗牙根（草籽）		kg	2433.60	2086	-347.6		
	龙眼（果树）		株	11150	0	-11150		
	胡枝子		kg	1699.5	0	-1699.5		
	狼尾草（草籽）		kg	0	1302	1302		
牵张场区	杜鹃（灌木）		株	59275	0	-59275		
	狗牙根（草籽）		kg	896.80	1043	146.2		
	龙眼（果树）		株	1625	0	-1625		
	湿地松		株	75244	0	-75244		
	胡枝子（灌木）		kg	455.5	0	-455.5		
	狼尾草（草籽）		kg	0	521	521		
跨越临时施工场地	狗牙根（草籽）		kg	4.80	5	0.2		
	狼尾草（草籽）		kg	1.9	3	1.1		
	类芦（草籽）		kg	3.7	5	1.3		
	胡枝子		kg	3	0	-3		
人抬道路	杜鹃（灌木）		株	44300	0	-44300		
	狗牙根（草籽）		kg	1417.60	996	-421.6		
	龙眼（果树）		株	4542	0	-4542		
	胡枝子		kg	996	0	-996		
	狗尾草（草籽）		kg	0	498	498		

### 3.5.3 水土保持临时措施完成情况

#### 3.5.3.1 《水保方案》设计的水土保持临时措施情况

(1) 换流站：临时排水沟 2446m；临时沉沙池 4 座；临时堆土防护草土袋 34211 个，草土袋装土 4927m<sup>3</sup>，苫布覆盖 62763m<sup>2</sup>。

(2) 接地极：临时排水沟 2140m；沉砂池 4 座；临时堆土防护草土袋 6943 个；草土袋装土 1000m<sup>3</sup>，苫布覆盖 58977m<sup>2</sup>。

(3) 接地极线路及直流线路：临时排水沟 178840m；临时堆土防护草袋 526784 个；草袋装土拦挡 75856m<sup>3</sup>，苫布覆盖 356328m<sup>2</sup>。

本工程《水保方案》设计水土保持工程措施量详见表 3-12。

表 3-12 《水保方案》设计的水土保持临时措施量情况表

项目			单位	数量	草袋 (个)	草袋 土方量 (m <sup>3</sup> )	苫布覆 盖面积 (m <sup>2</sup> )	土方量 (m <sup>3</sup> )	砖(块)	
换流站区	金官换流站	站区	基槽土临时防护	处	1	12333	1776	31000		
			临时排水沟	m	1140			100		
			临时沉沙池	座	2				252	
	柳州换流站	站外排供水 管线区	临时堆土拦挡防护	处	2	6000	864	10850		
			临时堆土场拦挡	处	1	9728	1401	10000		
		站区	临时排水沟	m	1306				114	
			临时沉砂池	座	2					540
	接地极区	顺州接地极	极址区	临时堆土拦挡防护	处	2	2627	378	13655	
临时排水沟				m	860				75.25	
沉砂池				座	2					252
接地极区	马鞍山接地极	极址	临时堆土拦挡防护	处	3	4316	622	45322		
			临时排水沟	m	1280				112	
			临时沉砂池	座	2					540
接地极线路及直流 线路	塔基区	临时堆土拦挡防护	处	2676	526784	75856	356328			
	塔基临时占 地区	临时排水沟	m	133800				11707		
	施工道路	临时排水沟	m	45040				3941		
合计						567938	81783	478068	16049.25	1584



### 3.5.3.2 工程实际实施的水土保持临时措施情况

根据建设单位、施工单位、监理单位、水保监测单位及现场调查，本项目水土保持临时措施实际实施时段为 2014 年 4 月~2016 年 6 月，已实施的水土保持工程措施如下：

(1) 换流站：临时排水沟 2735m，临时沉沙池 3 座，临时堆土防护草土袋 13640 个，草土袋装土 2010m<sup>3</sup>，苫布覆盖 20420m<sup>2</sup>。

(2) 接地极：临时排水沟 5120m；临时堆土防护草土袋 11154 个，草土袋装土 6680m<sup>3</sup>，苫布覆盖 10700m<sup>2</sup>。

(3) 接地极线路及直流线路：临时排水沟 48151m；临时堆土防护草袋 38185 个；草袋装土拦挡 22911m<sup>3</sup>，苫布覆盖 69600m<sup>2</sup>。

本工程《水保方案》设计水土保持工程措施量详见表 3-13。

表 4-14 本工程实际实施的水土保持临时措施统计表

项目			单位	数量	草袋 (个)	草袋土方 量 (m <sup>3</sup> )	苫布覆 盖面积 (m <sup>2</sup> )	土方量 (m <sup>3</sup> )	砖 (块)	
换流站区	金官换流站	站区	临时覆盖	处	1		5000			
			临时排水沟	m	1000	1000	600	100		
	柳州换流站	站区	临时覆盖	处	2			8000		
			临时堆土场拦挡	处	1	12340	1000	4500		
			临时排水沟	m	1735				890	
		站外 10kV 线路塔基区	临时沉砂池	座	1					200
			临时堆土场拦挡	处	16	180		500	220	
站外供排水管线	临时堆土拦挡防护	处	5	3000	410	2820				
接地极区	顺州接地极		临时堆土拦挡防护	处	2	10000	6000			
			临时排水沟	m	1000			100		
	马鞍山接地极		临时堆土拦挡防护	处	4	1154	680	10700		
			临时排水沟	m	4120			82		
			临时沉砂池	座	2				400	
接地极线路及直流线路	塔基区	临时堆土拦挡防护	处	2693	38185		69600			
	施工临时占地区	临时排水沟	m	47929				6345		
	施工道路	临时排水沟	m	222				1631		
合计					58733	16364	50195	101120	15368	600

### 3.5.3.3 变化情况

根据工程实际实施的水土保持植物措施和《水保方案》设计的水土保持植物措施对比（详见表 3-14），本工程水土保持植物措施变化为：

#### （1）金官换流站

①站区工程设计的临时拦挡和临时沉沙池实际未实施，由于站区面积减少，因此相应的临时覆盖面积也减少；

②站外供排水管线区临时拦挡实际未实施，施工时间较短因此未做临时覆盖；

#### （2）柳州换流站

①站区临时拦挡高度量增加，拦挡面积减少；设计的临时沉沙池在实际施工过程中只实施了一个；临时排水沟长度增加；

②站外 10kV 线路塔基区实际建设过程中临时拦挡和临时覆盖均增加；

③站外供排水管线临时堆土区域数量增加到 5 个，临时拦挡高度和临时覆盖面积减少；

#### （3）顺州接地极

①顺州接地极临时拦挡和临时沉沙池未实施，由于该区域地势较为平坦，因此实际实施的临时覆盖面积比《水保方案》少；

②顺州接地极实际实施的临时排水沟比《水保方案》设计量大；

#### （4）马鞍山接地极

①马鞍山接地极由于地势平坦，临时拦挡措施和临时覆盖面积比《水保方案》设计减少；

②马鞍山接地极临时沉砂池未实施；

③马鞍山接地极实际实施的临时排水沟比《水保方案》设计量大；

#### （5）直流线路和接地极线路

①塔基区由于施工时间较短，部分区域于旱季施工，因此临时堆土区临时拦挡措施和临时覆盖措施与《水保方案》设计相比大大减少；

②塔基临时占地区施工时间较短因此实施临时排水沟与《水保方案》设计相比大大减少；；

③工程部分施工道路采用现有的机耕路就能满足要求，因此部分区域未实施临时排水沟。

工程已实施的水土保持临时措施在实际施工过程中有增有减,整体来说基本完成了《水保方案》设计的临时措施,基本达到了《水保方案》要求的水土保持效果。

表 3-14 工程实施的水土保持临时措施量与《水保方案》设计情况对比表

分区		防治措施监测结果		单位	方案设计	实际完成	变化情况		
换流站区	金官换流站	站区	基槽土临时防护	数量	处	1	1	0	
				草袋	个	12333		-12333	
				草袋土方量	m <sup>3</sup>	1776		-1776	
				苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	31000	5000	-26000	
		临时排水沟	长度	m	1140	1000	-140		
			土方量	m <sup>3</sup>	100	100	0		
		临时沉沙池	数量	座	2		-2		
			砖	块	252		-252		
		站外供排水管线区	临时堆土拦挡防护	数量	处	2	2	0	
				草袋	个	6000		-6000	
				草袋土方量	m <sup>3</sup>	864		-864	
				苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	10850	8000	-2850	
		柳南换流站	站区	临时堆土场拦挡	数量	处	1	1	0
					草袋	个	9728	12340	2612
	草袋土方量				m <sup>3</sup>	1401	1000	-401	
	苫布覆盖面积				m <sup>2</sup>	10000	4500	-5500	
	临时排水沟			长度	m	1306	1735	429	
				土方量	m <sup>3</sup>	114	890	776	
	临时沉砂池			数量	座	2	1	-1	
				砖	块	540	200	-340	
	站外 10kV 线路塔基区		临时堆土场拦挡	数量	处	25	16	-9	
				草袋	个	150	500	350	
				草袋土方量	m <sup>3</sup>	22		-22	
				苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	63	500	437	
	站外供排水管线		临时堆土拦挡防护	数量	处	2	5	3	
				草袋	个	6000	3000	-3000	
		草袋土方量		m <sup>3</sup>	864	410	-454		
		苫布覆盖面积		m <sup>2</sup>	10850	2820	-8030		
接地极区	顺州接地极	临时堆土拦挡防护	数量	处	2	2	0		
			草袋	个	2627		-2627		
			草袋土方量	m <sup>3</sup>	378		-378		
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	13655	10000	-3655		

分区		防治措施监测结果		单位	方案设计	实际完成	变化情况	
马鞍山接地极		临时排水沟	长度	m	860	1000	140	
			土方量	m <sup>3</sup>	75.25	100	24.75	
		临时沉沙池	数量	座	2		-2	
			砖	块	252		-252	
		临时堆土拦挡防护	数量	处	3	4	1	
			草袋	个	4316	1154	-3162	
			草袋土方量	m <sup>3</sup>	622	680	58	
			苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	45322	10700	-34622	
		临时排水沟	长度	m	1280	4120	2840	
			土方量	m <sup>3</sup>	112	82	-30	
	临时沉沙池	数量	座	2	0	-2		
		砖	块	252	0	-252		
	接地极线路及直流线路	塔基区	临时堆土拦挡防护	数量	处	2676	2693	17
				草袋	个	525784	38185	-487599
草袋土方量				m <sup>3</sup>	75856	22911	-75856	
苫布覆盖面积				m <sup>2</sup>	356328	69600	-286728	
塔基临时占地区		临时排水沟	长度	m	133800	47929	-85871	
			土方量	m <sup>3</sup>	11707	6345	-5362	
施工道路		临时排水沟	长度	m	45040	222	-44818	
			土方量	m <sup>3</sup>	3941	1631	-2310	

### 3.5.4 水土保持投资完成情况

#### 3.5.4.1 水保方案批复投资

根据《水保方案》及批复文件，本工程建设期水土保持投资为 5570.57 万元。水保投资中防治措施费用为 3750.07 万元，防治措施中工程措施投资为 2176.16 万元，植物措施投资为 259.12 元，临时措施投资为 1314.79 万元。水土保持投资中独立费用为 1245.7 万元（其中水土保持监理费 312 万元，水土流失监测费 320.02 万元），基本预备费为 299.75 万元，损坏水土保持设施补偿费为 275.05 万元（其中云南段 205.19 万元，广西段 69.86 万元）。

水保方案》批复投资详见表 3-15。

表 3-15 方案批复水土保持工程投资总估算表

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施费		独立费用	合计
			栽(种)植 费	苗木、草、 种子费		
第一部分 工程措施		2176.16				2176.16
一、金官换流站		504.44				504.44
1	站区	474.72				474.72
2	站外道路区	17.8				17.8
3	站外供排水管线	11.92				11.92
二、柳州换流站		492.17				492.17
1	站区	327.01				327.01
2	进站道路	146.46				146.46
3	站外供排水管线	18.62				18.62
4	站外 10kV 线路塔基区	0.02				0.02
5	站外 10kV 线路施工作业区	0.05				0.05
三、顺州接地极		13.18				13.18
1	极址	13.18				13.18
四、马鞍山接地极		29.42				29.42
1	极址	29.42				29.42
五、输电线路		1136.95				1136.95
1	塔基区	1121.83				1121.83
2	塔基施工临时占地区	7.75				7.75
3	牵张场	3.86				3.86
4	跨越施工临时占地	0.021				0.021
5	人抬道路	3.512				3.512
第二部分 植物措施			65.44	193.68		259.12
一、金官换流站			1.02	4.95		5.97
1	站区		0.08	0.88		0.96
2	站外道路区		0.1	0.4		0.5
3	站外供排水管线		0.84	3.67		4.51
二、柳州换流站			5.16	4.46		9.61
1	站区		4.72	0.17		4.9
2	站外道路区		0.26	3.12		3.39
3	站外 10kV 线路塔基区		0.00001	0.00012		0.00013
4	站外供排水管线		0.17	1.16		1.33
三、输电线路			59.26	184.27		243.53
1	塔基区		0.573	5.07		5.64
2	塔基施工临时占地区		24.722	48.12		72.84
3	牵张场		22.1802	103.312		125.492

**云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告**

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施费		独立费用	合计
			栽(种)植 费	苗木、草、 种子费		
4	跨越施工临时占地		0.0022	0.022		0.022
5	人抬道路		11.3004	25.052		36.343
第三部分 临时措施		1314.79				1314.79
一、金官换流站		52.81				52.81
1	站区	36.66				36.66
2	站外供排水管线	16.15				16.15
二、柳州换流站		36.59				36.59
1	站区	21.56				21.56
2	站外 10kV 线路塔基区	0.29				0.29
3	站外供排水管线	14.74				14.74
三、顺州接地极		10.59				10.59
1	极址	10.59				10.59
四、马鞍山接地极		25.4				25.4
1	极址	25.4				25.4
四、输电线路		1167.74	0	0	0	1167.74
1	塔基区	1129.21				1129.21
2	施工临时占地区	29.37				29.37
3	施工道路	9.164				9.164
其他临时措施		21.66				21.66
一至三部分合计		3490.95	65.44	193.68		3750.08
第四部分 独立费用					1245.7	1245.7
1	建设单位管理费				75	75
2	工程建设监理费				312	312
3	工程勘察设计费				377.4	377.4
4	水土保持监测费				320.02	320.02
5	水土保持设施竣工验收技术评 估报告编制费				151.2	151.2
6	水土保持技术文件技术咨询服 务费				10.08	10.08
一至四部分合计		3490.95	65.44	193.68	1245.7	4995.78
第五部分 基本预备费						299.75
静态总投资						5295.53
第六部分 价差预备费						
第七部分 损坏水土保持设施补偿费						275.05
1	云南段					205.19
2	广西段					69.86
工程总投资						5570.57

### 3.5.4.2 工程实际完成投资

本项目实际完成水土保持总投资为 4157.57 万元,其中工程措施投资 2643.84 万元,植物措施投资 82.17 万元,临时措施投资 436.45 万元,独立费用 720.07 万元,水土保持补偿费 275.05 万元(其中云南段 205.19 万元,广西段 69.86 万元)。工程实际完成投资情况详见表 3-16。

表 3-16 实际水土保持投资表

序号	项目	单位	工程量	合价(万元)	
一	第一部分 工程措施			2643.84	
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	20.94	251.28	
1	金官换流站区			683.67	
1.1	站区			624.71	
	浆砌石挡土墙	m <sup>3</sup>	3879	147.41	
	浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	7894	299.98	
	浆砌石排水沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	2348	105.66
		土石方	m <sup>3</sup>	1278	7.03
	站外浆砌石排水沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	980	44.10
		土石方	m <sup>3</sup>	1720	9.46
	表土剥离防护	草袋	个	3000	0.60
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	560	4.48
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	4000	6.00
1.2	站外道路区			56.22	
	进站道路浆砌石排水沟	浆砌石量	m <sup>3</sup>	60	2.70
		土石方量	m <sup>3</sup>	38.6	0.21
	浆砌石消力池	m <sup>3</sup>	5	0.23	
	还建道路浆砌石排水沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	1100	49.50
		土石方量	m <sup>3</sup>	650	3.58
1.3	站外供排水管线区			2.74	
	土地整治	hm <sup>2</sup>	8.03	1.61	
	土地复垦	hm <sup>2</sup>	2.32	1.14	
2	柳州换流站			687.90	
2.1	站区			636.57	
	土工格栅护坡	m <sup>2</sup>	10100	80.80	
	浆砌石挡土墙	m <sup>3</sup>	6500	247.00	
	浆砌石跌水坎	m	880	22.00	
	FRPP 异形肋模压排水管	m	8000	40.00	
	站外浆砌石排洪沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	4115	185.18

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

序号	项目		单位	工程量	合价(万元)
		土石方	m <sup>3</sup>	1700	9.35
	表土剥离防护	草袋	个	12140	2.43
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	2266	18.13
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	21020	31.53
	土地整治		hm <sup>2</sup>	1.23	0.15
2.2	站外道路区				35.13
	沉砂池	砖	块	540	0.16
	浆砌石排水沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	700	31.50
		土石方	m <sup>3</sup>	632	3.47
2.3	站外 10kV 线路塔基区				0.08
	土地整治		hm <sup>2</sup>	0.002	0.00
	表土剥离防护	苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	50	0.08
2.4	站外 10kV 线路施工作业区				0.08
	土地复垦		hm <sup>2</sup>	0.15	0.08
2.5	站外供排水管线				16.04
	钢筋混凝土排水管		m	900	13.50
	沉砂池	砖	块	270	0.08
	土地整治		hm <sup>2</sup>	12.3	2.46
3	顺州接地极				12.03
	土地复垦		hm <sup>2</sup>	11.3	5.65
	表土剥离防护	苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	4250	6.38
4	马鞍山接地极				154.76
	土地复垦		hm <sup>2</sup>	28.29	14.15
	表土剥离防护	草袋土方量	m <sup>3</sup>	17576	140.61
5	接地极线路及直流输电线路				854.20
5.1	塔基区				819.21
	表土剥离防护	草袋	个	78056	23.42
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	14570	116.56
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	52600	78.90
	浆砌石挡墙		m <sup>3</sup>	5640	214.32
	浆砌石排水沟	浆砌块石	m <sup>3</sup>	7350	330.75
		土石方量	m <sup>3</sup>	6416	35.29
	沉砂池	砖	块	16200	11.26
	土地整治		hm <sup>2</sup>	19.42	3.88
	土地复垦		hm <sup>2</sup>	9.66	4.83



云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

序号	项目	单位	工程量	合价(万元)
5.2	塔基临时占地			17.22
	土地整治	hm <sup>2</sup>	48.86	9.77
	土地复垦	hm <sup>2</sup>	14.9	7.45
5.3	跨越施工临时占地			0.05
	土地整治	hm <sup>2</sup>	0.19	0.04
	土地复垦	hm <sup>2</sup>	0.03	0.02
5.4	牵张场区			8.52
	土地整治	hm <sup>2</sup>	39.11	7.82
	土地复垦	hm <sup>2</sup>	1.39	0.70
5.5	人抬道路			9.20
	土地整治	hm <sup>2</sup>	37.35	7.47
	土地复垦	hm <sup>2</sup>	3.45	1.73
二	第二部分 植物措施			82.17
1	金官换流站			7.52
1.1	站区			3.20
	狗牙根(草籽)	kg	400	3.20
1.2	站外道路区			0.75
	云南松(乔木)	株	48	0.72
	狗牙根(草籽)	kg	4	0.03
1.3	站外供排水管线			3.57
	狗牙根(草籽)	kg	446	3.57
2	柳州换流站			5.55
2.1	站区			2.49
	小叶女贞	株	50	0.25
	九里香	株	50	0.45
	百花蛇草(草籽)	kg	89.6	1.79
2.2	站外10kV线路塔基区			0.00
	狼尾草(草籽)	kg	0.08	0.00
	类芦(草籽)	kg	0.01	0.00
2.3	站外排水管线			3.06
	狼尾草(草籽)	kg	492	2.95
	类芦(草籽)	kg	13.2	0.11
3	接地极线路及直流线路			69.10
3.1	塔基区			18.63
	狗牙根(草籽)	kg	1036	8.29
	狼尾草(草籽)	kg	518	2.59
	类芦(草籽)	kg	1292	7.75

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告

序号	项目		单位	工程量	合价(万元)
3.2	施工临时占地区				28.49
	狗牙根(草籽)		kg	2585	20.68
	类芦(草籽)		kg	1302	7.81
3.3	牵张场				10.95
	狗牙根(草籽)		kg	1043	8.34
	狼尾草(草籽)		kg	521	2.61
3.4	跨越临时施工场				0.07
	狗牙根(草籽)		kg	3	0.02
	狼尾草(草籽)		kg	5	0.03
	类芦(草籽)		kg	5	0.03
3.5	人抬道路区				10.96
	狗牙根(草籽)		kg	996	7.97
	类芦(草籽)		kg	498	2.99
三	第三部分 临时措施				436.45
1	金官换流站				20.05
1.1	站区				8.05
	基槽土临时防护	苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	5000	7.50
	临时排水沟	土方量	m <sup>3</sup>	100	0.55
1.2	站外供排水管线区				12.00
	临时堆土拦挡防护	苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	8000	12.00
2	柳州换流站				75.80
2.1	站区				22.18
	临时堆土场拦挡	草袋	个	12340	2.47
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	1000	8.00
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	4500	6.75
	临时排水沟	土方量	m <sup>3</sup>	890	4.90
	临时沉砂池	砖	块	200	0.06
2.2	站外 10kV 线路塔基区				0.79
	临时堆土场拦挡	草袋	个	180	0.04
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	500	0.75
2.3	站外供排水管线				52.83
	临时堆土拦挡防护	草袋	个	3000	0.60
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	6000	48.00
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	2820	4.23
3	顺州接地极				9.55

**云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施验收报告**

序号	项目		单位	工程量	合价(万元)
	临时堆土拦挡防护	草袋土方量	m <sup>3</sup>	6000	9.00
	临时排水沟	土方量	m <sup>3</sup>	100	0.55
4	马鞍山接地极				22.17
	临时堆土拦挡防护	草袋	个	1154	0.23
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	680	5.44
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	10700	16.05
	临时排水沟	土方量	m <sup>3</sup>	82	0.45
5	接地极线路及直流线路				308.88
5.1	塔基区				265.01
	临时堆土拦挡防护	草袋	个	38185	7.64
		草袋土方量	m <sup>3</sup>	19121	152.97
		苫布覆盖面积	m <sup>2</sup>	69600	104.40
5.2	塔基临时占地区				34.90
	临时排水沟	土方量	m <sup>3</sup>	6345	34.90
5.3	施工道路区				8.97
	临时排水沟	土方量	m <sup>3</sup>	1631	8.97
	一至三部分合计				3162.45
四	第四部分 独立费用				720.07
1	建设单位管理费				75.00
2	工程建设监理费				100.00
3	工程勘察设计费				377.40
4	水土保持监测费				75.67
5	水土保持设施竣工验收技术评估报告编制费				82.00
6	水土保持技术文件技术咨询服务费				10.00
	一至四部分合计				3882.52
五	第五部分 基本预备费				
六	第六部分 损坏水土保持设施补偿费				275.05
1	云南段				205.19
2	广西段				69.86
七	总投资				4157.57

### 3.5.4.3 实际投资与方案设计投资对比

根据项目建设单位提供的财务资料以及主体工程和水土保持设计资料分析，项目建设水土保持措施实际投资为 4157.57 万元，比《水保方案》设计投资总额 5570.57 万元减少了 1412.82 万元，其中工程措施费增加了 467.68 万元、植物措

施减少了 176.95 万元、临时措施费减少了 878.64 万元、独立费用减少了 525.63 万元；基本预备费减少了 299.75 万元；水土保持补偿费为 275.05 万元，水土保持补偿费已向水行政主管部门缴纳。

本工程《水保方案》设计投资与工程实际投资对比情况见表 3-17。

表 3-17 方案设计投资与实际投资对比表

序号	工程或费用名称	水土保持投资（万元）		
		方案设计	实际投资	变化情况
1	工程措施	2176.16	2643.84	467.68
2	植物措施	259.12	82.17	-176.95
3	临时措施	1314.79	436.15	-878.64
4	独立费用	1245.7	720.07	-525.63
	一至四合计	4995.78	3162.45	-1833.33
第五部分	基本预备费	299.75	0	-299.75
第六部分	水土保持设施补偿费	275.05	275.05	0
	合计	5570.57	4157.75	-1412.82

导致水土保持工程投资变动的具体原因分析如下：

（1）工程建设过程中工程措施单价比《水保方案》设计时单价高，因此工程措施费增加了 467.68 万元；

（2）工程建设过程中大部分种植乔灌木未实施，加上金官换流站、直流线路及接地极线路面积减少，因此本工程植物措施费减少 176.95 万元；

（3）工程对地表的扰动大部分处于旱季，因此部分临时措施未实施，因此临时措施费减少了 878.64 万元；

（4）本工程未委托单独的水土保持监理单位对水土保持工程进行监理，因此本工程实际建设过程中水土保持监理由主体监理共同监理，因此水土保持监理费减少了 237 万元；

（5）本工程水土保持监测通过招投标的形式委托实际委托费用为 75.67 万元，因此水土保持监测费减少了 244.35 万元；

（6）工程已建设结束，设计的基本预备费已计列在其他工程费用中，不在重复计列。

（7）《水保方案》及其批复的水土保持设施补偿费为 275.05 万元，项目建设单位在将已向水行政主管部门缴纳。

## 4 水土保持工程质量

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程建设初,建设单位中国南方电网有限责任公司超高压输电公司组建了工程管理部、办公室、财务部,把水土保持工作纳入主体工程管理体系,并制定相应的工程招投标、质量审核、工程结算等管理制度,形成管理文件。

工程建设单位通过招投标,进行择优选用。项目实施过程中,由监理单位严格把关,全过程对工程质量进行控制和监督,并做好工程监理报告的记录。为了及时掌握质量信息,加强质量管理,在工程建设过程中,工程部及时主动地到施工现场进行现场监督管理,了解工程施工、质量情况,一旦发现问题立即要求建立和施工单位进行处理。

工程建设完毕后,监理单位会同施工单位,建设单位共同进行工程完成情况及质量的全面检查,经自检验收合格后,办理交付手续。工程运行期间,由专人负责日常的水土保持措施管理与维护工作,包括定期安全巡逻、苗木养护等。

### 4.1 质量管理体系

#### 4.1.1 建设单位质量管理体系

项目实施过程中,建设单位始终把加强质量管理、确保工程质量放在首要位置,实行全过程的质量控制和监督。施工过程中全面实行了项目法人责任制、招标投标制和工程监理制,建立健全了“项目法人负责,监理单位控制,承包商保证,政府监督”的质量保证体系。工程质量管理过程中实行计划调度会议制度、现场协调会议制度、现场碰头会议制度、监理工地例会制度、技术设计审查制度、技术设计交底制度、施工组织设计审查制度、安全措施方案审查制度、工程建设安全管理制度、质量检查抽查制度、工程质量监督管理制度、工程计划统计管理制度、工程预结算管理制度等 14 项管理制度。水土保持工程的建设与管理亦纳入了整个工程的建设管理体系中。工程质量检验资料齐全,程序完善,均有监理、施工单位的签章,符合质量管理的要求。

#### 4.1.2 设计单位质量管理体系

工程设计是工程建设最重要的阶段。其质量的优劣,直接影响建设项目的功能和使用价值,只有设计工作做好了,才能为保证整个工程建设质量奠定基础。

设计是整个工程项目建设的灵魂，工程质量在很大程度上取决于设计质量。建设项目能否满足规定要求和具备所需要的特征和特性，主要靠设计的质量来体现。设计单位从组织上、制度上、工程程序和方法等方面来保证设计质量，只有通过建立为达到一定的质量目标而通过一定的规章制度、程序、方法、机构，把质量保证活动加以系统化、程序化、标准化和制度化的质量保证体系，才能保证设计成果质量，从而担负起设计单位的质量责任。

#### 4.1.3 监理单位质量管理体系

项目建设前期进行了工程监理招标，最终委托广东创诚建设监理咨询有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广东天安工程监理有限公司、广东天广工程监理咨询有限公司等承担该工程的主体工程建设监理及水土保持监理，为确保水土保持工程有序进行，保证工程建设中水土保持措施的落实，因此监理公司成立了相应的水土保持监理部，在开展监理业务时，监理部制定了一套全面细致、科学合理的质量管理体系。从保证工程质量全面履行工程承建合同出发，审查施工单位上报的施工组织设计、施工技术措施，指导监督合同中有关质量标准、要求的实施；在施工过程中，把好每道工序的质量关，实行严格的巡视检查与工序验收制度，无论是重要项目还是一般项目都要经过工序验收后，方可进行下道工序施工。监理程序严格依照监理规范实施。

#### 4.1.4 质量监督单位质量管理体系

本项目质量监督单位为云南省电力基本建设工程质量监督中心站和广西电力建设工程质量监督中心站。从工程开工建设起，两家中心站就派员驻场监督，根据专业质量监督管理实施细则的要求检查施工现场；与建设单位、设计、监理和施工单位进行座谈、交换意见；查阅参建各方的自查材料、抽查部分施工记录和工程档案材料；经巡视专家组讨论研究，形成质量监督巡视报告或阶段质量监督报告。

质量监督巡视报告和阶段质量监督报告对工程质量管理状况和工程实体质量状况进行评价，提出改进的意见和建议，要求建设各方进行整改，对工程建设发挥了促进作用。

### 4.1.5 施工单位质量管理体系

在项目建设过程中，为保证工程结构质量安全，工程外观质量总体符合设计要求，施工单位建立了以项目经理为第一质量责任人的质量保证体系，制定了完善的岗位质量规范。对工程施工进行全面的质量管理。层层建立质量责任制，明确各施工人员的具体任务和责任，层层落实质量关，并在施工过程中加强质量检验工作，认真执行“三检制”，委派专业质量检验工程师，配合监理单位，对工程施工质量进行全面检查。对检查不合格的项目，坚决进行返工、返修，保证达到规范和使用的条件标准，切实有效的保证工程施工质量。

本项目主体工程施工单位为云南省送变电工程公司、辽宁省送变电工程公司、湖北送变电工程公司、吉林省送变电工程公司、江西省送变电工程公司、河南送变电工程公司、甘肃送变电工程公司、广东省送变电工程公司、贵州送变电工程公司、广东火电工程总公司、黑龙江省送变电工程公司、江西省送变电建设公司、青海送变电工程公司、广西送变电建设公司、江西水电工程局。

施工单位已根据相关质量管理体系要求标准，工程建设制定了相应的质量管理体系，并形成文件，在施工过程中，加以实施和保持，保障了施工质量，基本上做到了与主体工程“三同时”实施，使水土流失得以及时控制。工程现行的水土保持管理体系符合水土保持工作的需要，保证项目区水土流失防治责任范围内水土保持工作有序的开展，对工程建设、质量控制等工作的事实均具有良好的保障作用，并达到有效防止水土流失的目的。

## 4.2 各防治分区水土保持工程质量评定

### 4.2.1 质量评价标准

根据《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）等国家、行业有关技术标准，结合业主建设单位提供相关资料进行评价。评价内容包括单位工程、分部工程及单元工程，质量等级评定标准见表 4-1。

### 4.2.2 水土保持工程质量评定项目划分

根据《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）中，工程质量评定项目划分标准，本工程水土保持措施共划分为 4 个单位工程，6 项分部工程，11872 项单元工程。

①单位工程：按照工程类型和便于质量管理的原则，按本项目实际情况划分为拦渣工程、斜坡防护工程、植被建设工程、临时防护工程；

②分部工程：在单位工程的基础上按照功能相对独立，工程类型的原则，划分为点片状植被、线网状植被、截（排）水、沉沙、覆盖；

③单元工程：主要按规范规定，结合工种、工序、施工的基本组成划分，是工程质量评定、工程计量审核的基础。工程质量评定项目划分标准见表 4-2，工程项目划分情况表 4-3。

表 4-1 质量等级评定标准

项目	质量等级	评定标准
单元工程	合格	检查项目符合质量标准；检测项目的合格率不小于 80%
	优良	检查项目符合质量标准；检测项目的合格率不小于 90%
分部工程	合格	单元工程质量全部合格；中间产品质量及原材料质量全部合格
	优良	单元工程质量全部合格，其中有 50%以上达到优良，主要单元工程质量优良，且未发生过质量事故
单位工程	合格	分部工程质量全部合格，中间产品质量及原材料质量全部合格施工质量检验资料基本齐全
	优良	分部工程质量全部合格，其中有 50%以上达到优良，主要分部工程质量优良，且未发生过质量事故，中间产品质量及原材料质量全部合格，施工质量检验资料齐全

表 4-2 工程质量评定项目划分标准

单位工程	分部工程	单元工程划分	备注
拦渣工程	基础开挖与处理	每个单元工程长 50m~100m，不足 50m 的可单独作为一个单元工程，大于 100m 的划分为两个以上单元工程	参照《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006)
	墙体	每个单元工程长 30m~50m，不足 30m 的单独作为一个单元工程，大于 50m 的可划分为两个以上单元工程	
	防洪排水	按施工面长度划分单元工程，每 30m~50m 划分为一个单元工程，不足 30m 的单独作为一个单元工程，大于 50m 的划分为两个以上单元工程	
斜坡防护	工程护坡	1. 基础面清理及削坡开级，坡高度在 12m 以上的长度每 50m 作为一个单元工程，坡面高度在 12m 以下的每 100m 作为一个单元工程 2. 浆砌石、干砌石或喷涂水泥砂浆，相应坡面护砌高度，按施工面长度每 50m 或 100m 作为一个单元工程 3. 坡面有涌水现象时，设置反滤体，相应坡面护砌高度，以每 50m 或 100m 作为一个单元工程 4. 坡脚护砌或排水渠，相应坡面护砌高度，每 50m 或 100m 作为一个单元工程	
	截（排）水	按长度划分单元工程，每 30m~50m 划分一个单元工程。按 50m 为一个单元工程，不足 50m 单独作为一个单元工程	
植被建设工程	点片状植被	本项目点片状植被：按图斑设计，每 0.1hm <sup>2</sup> ~1hm <sup>2</sup> 作为一个单元工程，超过 1hm <sup>2</sup> 可划分为两个以上单元工程	
	线网状植被	按长度划分，每 100m 作为一个单元工程	
土地整治工程	场地整治	每 0.1~1hm <sup>2</sup> 作为一个单元工程，不足 0.1hm <sup>2</sup> 的可单独作为一个单元工程，大于 1hm <sup>2</sup> 的可划分为两个以上单元工程	



表 4-3 水保措施质量评定单位工程、分布工程划分情况表

单位工程	分部工程	布置位置	单元工程划分
拦渣工程	坝（墙、堤）体	金官换流站站区	20
		柳州换流站站区	53
		柳州换流站站外道路区	5
		马鞍山接地极	3
		直流线路及接地极线路塔基区	2676
斜坡防护	工程护坡	金官换流站站区	31
		柳州换流站站区	18
		直流线路及接地极线路区塔基区	583
	截（排）水	金官换流站站区	60
		金官换流站站外道路区	66
		柳州换流站站区	188
		柳州换流站站外道路区	64
		柳州换流站站外供排水管线	2
	直流线路及接地极线路区塔基区	643	
土地整治工程	场地整治	金官换流站站外供排水管线区	11
		柳州换流站站区	1
		柳州换流站站外 10kV 线路塔基区	1
		柳州换流站站外 10kV 线路施工作业区	2
		顺州接地极	12
		马鞍山接地极	29
		直流线路及接地极线路区塔基区及塔基临时占地区	2123
		直流线路及接地极线路区跨越施工临时占地	94
		直流线路及接地极线路区牵张场区	82
		直流线路及接地极线路区人抬道路区	1268
植被建设工程	点片状植被	金官换流站站区	15
		金官换流站站外道路	2
		柳州换流站站区	18
		柳州换流站站外 10kV 线路塔基区	4
		接地极线路及直流线路塔基区及塔基临时占地区	2123
		接地极线路及直流线路牵张场	82
		直流线路及接地极线路区跨越施工临时占地	94
		直流线路及接地极线路区人抬道路区	1268
	线网状植被	金官换流站站外供排水管线	221
		柳州换流站站外排水管线	10
合计			11872

### 4.2.3 工程措施质量评价

#### (1) 竣工资料检查情况

验收单位检查了水土保持工程质量检验和工程质量评定资料。包括主要原材料的检验、施工单位“三检”、监理工程师初验、建设单位工程竣工验收等环节的资料。

#### (2) 现场抽查情况

工程措施质量评定是在分部工程竣工验收的基础上，根据施工记录、监理记录、工程外观和处理缺陷等进行综合评定。本着认真、公正、负责的原则，对工程中各项水土保持项目给予了公正的评定。

本次现场检查对象主要为换流站工程区和输电线路工程区，检查其工程措施的实施情况、运行状况，植物措施的恢复状况；主体工程区中的水土保持工程措施，检查其工程外观质量、轮廓尺寸及缺陷等。

本项目水土保持工程措施单元工程质量评定结果如表 4-4 所示，分部工程质量评定结果如表 4-5 所示，单位工程质量评定结果如表 4-6 所示。

#### (3) 水土保持工程措施质量综合评价结论

根据工程的实际情况，验收单位共对换流站工程区和输电线路工程区中具有水土保持功能的工程措施进行了抽样检查，共抽取了 8035 个样本，全部单元工程质量合格率 100%，优良 7123 个，优良率为 89%，质量评定结果为合格。

本工程竣工资料符合相关规范要求，无遗漏缺失，施工质量检验资料齐全，水泥砂浆抗压强度试验、原材料试验等质量试验、检验资料齐全，从而判定全部分部工程质量为合格、全部单位工程质量评定结果为合格。

表 4-4 水土保持工程措施单元工程质量评定结果

单位工程	分部工程	单元工程抽样质量情况					
		位置	抽样数	合格数	合格率(%)	优良数	优良率(%)
拦渣工程	坝(墙、堤)体	金官换流站站区	20	20	100	18	90
		柳州换流站站区	53	53	100	46	87
		柳州换流站站外道路区	5	5	100	4	80
		马鞍山接地极	3	3	100	2	67
		直流线路及接地极线路塔基区	2676	2676	100	2365	88
斜坡防护	工程护坡	金官换流站站区	31	31	100	24	77
		柳州换流站站区	18	18	100	16	89
		直流线路及接地极线路区塔基区	583	583	100	545	93
	截(排)水	金官换流站站区	60	60	100	40	67
		金官换流站站外道路区	66	66	100	56	85
		柳州换流站站区	188	188	100	165	88
		柳州换流站站外道路区	64	64	100	50	78
		柳州换流站站外供排水管线	2	2	100	1	50
		直流线路及接地极线路区塔基区	643	643	100	535	83
		土地整治工程	场地整治	金官换流站站外供排水管线区	11	11	100
柳州换流站站区	1			1	100	1	100
柳州换流站站外10kV线路塔基区	1			1	100	1	100
柳州换流站站外10kV线路施工作业区	2			2	100	1	50
顺州接地极	12			12	100	10	83
马鞍山接地极	29			29	100	25	86
直流线路及接地极线路区塔基区及塔基临时占地	2123			2123	100	1864	88
直流线路及接地极线路区跨越施工临时占地	94			94	100	91	97
直流线路及接地极线路区牵张场区	82			82	100	76	93
直流线路及接地极线路区人抬道路区	1268			1268	100	1179	93
合计			8035	8035	100	7123	89

表 4-5 分部工程质量评定

单位工程	分部工程	单元工程抽样检查情况	评定结论
渣场工程防护	坝（墙、堤）体	单元工程全部合格，未发生质量事故，单元工程优良率<50%，施工质量检验资料不够齐全	合格
斜坡防护工程	工程护坡	单元工程全部合格，未发生质量事故，单元工程优良率<50%，施工质量检验资料不够齐全	合格
	截排水沟	单元工程全部合格，未发生质量事故，单元工程优良率<50%，施工质量检验资料不够齐全	合格
土地整治工程	场地整治	单元工程全部合格，未发生质量事故，单元工程优良率<50%，施工质量检验资料不够齐全	合格

表 4-6 单位工程质量评定表

单位工程	分部工程评定结论	单位工程评定结论
拦渣工程	分部工程质量全部合格；中间产品及原材料质量合格；未发生质量事故；施工质量检验资料不够齐全。	合格
斜坡防护工程	分部工程质量全部合格；中间产品及原材料质量合格；未发生质量事故；施工质量检验资料不够齐全。	合格
土地整治工程	分部工程质量全部合格；中间产品及原材料质量合格；未发生质量事故；施工质量检验资料不够齐全。	合格
临时防护工程	分部工程质量全部合格；中间产品及原材料质量合格；未发生质量事故；施工质量检验资料不够齐全。	合格

#### 4.2.4 植物措施质量评价

植物措施的质量评定以成活率、保存率为主要评定依据，评估组在工程现场共抽查实施植物措施区域 3852 处，包括换流站工程区、接地极区和输电线路工程区域。本项目水土保持植物措施单元工程质量评定结果如表 4-7 所示，分部工程质量评定结果如表 4-8 所示，单位工程质量评定结果如表 4-9 所示。

表 4-7 水土保持植物措施单元工程质量评定结果表

单位工程	分部工程	单元工程抽样质量情况					
		位置	抽样数	合格数	合格率 (%)	优良数	优良率 (%)
植被建设工程	点片状植被	金官换流站站区	100	10	67	100	10
		金官换流站站外道路	100	1	50	100	1
		柳州换流站站区	100	17	94	100	17
		柳州换流站站外 10kV 线路塔基区	100	3	75	100	3
		接地极线路及直流线路塔基区及塔基临时占地区	100	1556	73	100	1556
		接地极线路及直流线路牵张场	100	46	56	100	46
		直流线路及接地极线路区跨越施工临时占地	100	62	66	100	62
		直流线路及接地极线路区人抬道路区	100	568	45	100	568
		金官换流站站外供排水管线	100	98	44	100	98
	线网状植被	柳州换流站站外排水管线	100	8	80	100	8
		金官换流站站区	100	12	80	100	12
合计		3852	3852	100	2382	62	

表 4-8 水土保持植物措施分部工程质量评定

单位工程	分部工程	单元工程抽样检查情况	评定结论
植被建设工程	点片状植被	单元工程全部合格，未发生质量事故，单元工程优良率>50%，施工质量检验资料不够齐全	合格
	线网状植被	单元工程全部合格，未发生质量事故，单元工程优良率>50%，施工质量检验资料不够齐全	合格

表 4-9 水土保持植物措施单位工程质量评定

单位工程	分部工程评定结论	评定结论
植被建设工程	分部工程质量全部合格；中间产品及原材料质量合格；未发生质量事故；施工质量检验资料不够齐全。	合格

验收单位对项目区域内的水土保持植物措施进行了抽检，共抽取了 3853 个样本。全部单元工程质量合格率 100%，优良率为 62%，质量评定结果为合格。

经实地调查和统计，本工程植树成活率约为 95%，保存率约为 90%，草地盖度达到 60%以上。

### 4.3 弃渣场稳定性评估

本工程设计无弃渣场，在实际建设过程中也未涉及弃渣场。

### 4.4 总体质量评价

工程质量评定的组织和管理中，单元工程由承建单位质检部门组织评定，建设单位复核；重要隐蔽工程及工程关键部位由承建单位自评合格后，由建设、质量监督、设计、承建单位等组织评定小组，核定其质量等级；分部工程和单位工程质量评定在承建单位自评的基础上，由建设单位复核，报质量监督机构审查审定。

根据工程质量监督检查报告，本项目已完成的各项水土保持工程措施质量均达到了设计和规范的要求，质量合格。本项目的浆砌石排水沟外形美观、勾缝严密、无裂痕、运行状况良好，条播草籽成活率较高，绿化效果较好，抚育管理措施到位。

综上所述，本工程水土保持措施建设已经完成了预期要求，项目区内相应水土保持措施布局基本到位，水土保持措施质量符合设计和规范要求，建筑物尺寸结构规则，外表美观，质量符合设计要求，各项水保设施的运行对防治项目区水土流失、改善生态环境起到了重要的作用。

## 5 项目初期运行及水土保持效果

### 5.1 初期运行情况

本工程水土保持措施建设已经完成了预期要求,各项水保设施的运行对防治项目区水土流失、改善生态环境起到了重要的作用。目前各项水土保持措施结构稳定、质量合格,各项水土保持设施保存基本完好,运行情况正常。

同时,建设单位安排了工作人员对项目区实施的水土保持措施采取定期巡查的方式进行管理维护,确保各项措施水土保持功能的长效发挥,在不危及主体安全的基础上努力做到消除人工痕迹,美化环境。

### 5.2 水土保持效果

#### 5.2.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地,均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积,指对扰动土地采取各类整治措施的面积。

根据建设单位、施工单位、监理单位、监测单位及现场调查情况,本工程截至2017年12月本工程扰动面积为 $318.27\text{hm}^2$ ,扰动面积为 $318.27\text{hm}^2$ ,水土流失整治面积为 $314.46\text{hm}^2$ ,其中建筑物及场地道路硬化 $62.45\text{hm}^2$ 、植物措施面积为 $176.43\text{hm}^2$ 、工程措施面积为 $4.32\text{hm}^2$ 、复耕面积为 $71.26\text{hm}^2$ ,因此本工程扰动土地整治率为98.8%。

扰动土地整治率计算工程详见表5-1。

#### 5.2.2 水土流失总治理度

水土流失面积包括因开发建设项目生产建设活动导致或诱发的水土流失面积,以及项目建设区内尚未达到容许土壤流失量的未扰动地表水土流失的面积。水土流失防治面积是指对水土流失区域采取水土保持措施,并使土壤流失量达到容许土壤流失量或以下的面积,以及建立良好排水体系,并不对周边产生冲刷的地面硬化面积和永久建筑物面积。

根据监理单位提供资料及现场监测情况,本工程项目建设区面积为 $318.27\text{hm}^2$ ,扰动面积为 $318.27\text{hm}^2$ ,建筑物及场地道路硬化区 $62.45\text{hm}^2$ ,复耕面

积为 71.26hm<sup>2</sup>，水土流失面积为 184.56hm<sup>2</sup>；治理达标面积为 180.75hm<sup>2</sup>，其中植物措施面积为 176.43hm<sup>2</sup>、工程措施面积为 4.32hm<sup>2</sup>，因此本工程水土流失总治理度为 97.9%。

水体流失总治理度计算工程详见表 5-2。

### 5.2.3 拦渣率

根据云南润滇节水技术推广咨询有限公司汇总的《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持监测总结报告》本工程挖方总量为 176.27 万 m<sup>3</sup>，填方总量为 165.92 万 m<sup>3</sup>，弃方总量为 10.35 万 m<sup>3</sup>，弃方主要来自线路基础开挖过程中产生的余土，余土原地整平，不设弃渣场。本工程表土剥离共 20.94 万 m<sup>3</sup>，用于施工完毕后绿化覆土。弃方进行临时拦挡，根据现场监测调查拦渣量为 9.98 万 m<sup>3</sup>；因此本工程实际的拦渣率为 96.43%。

### 5.2.4 土壤流失控制比

根据云南润滇节水技术推广咨询有限公司汇总的《云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持监测总结报告》本工程土壤流失控制比为 1.0。

### 5.2.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为林草类植被面积与可恢复林草植被面积的比值，其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积，不含国家规定应恢复农耕的面积。

根据建设单位、施工单位、监理单位、监测监测单位及现场调查结果结果，本工程项目建设区面积为 318.27hm<sup>2</sup>，项目区可恢复面积约 177.55hm<sup>2</sup>，已恢复植被面积约 176.63hm<sup>2</sup>，通过计算得项目区内的林草植被恢复率为 99.4%。

林草植被恢复率计算过程详见表 5-3。

### 5.2.6 林草覆盖度

林草面积是指开发建设项目项目区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。

根据监测结果，本工程项目建设区面积为 318.27hm<sup>2</sup>，工程已实施绿化面积为 176.430hm<sup>2</sup>，通过计算得项目区内的林草覆盖率为 55.4%。

林草覆盖度计算过程详见表 5-3。

表 5-1 扰动土地整治率计算表

分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	建筑物及场地道路硬化 (hm <sup>2</sup> )	水土流失治理面积 (hm <sup>2</sup> )			土地整治面积 (hm <sup>2</sup> )			扰动土地整治面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动土地整治率 (%)	
				植物措施	工程措施	小计	复耕面积	土地整平	小计			
金官换流站	站区	11.87	11.87	6.56	4.80	0.50	5.30			0.00	11.86	99.9
	站外道路区	1.4	1.4	1.02	0.10	0.25	0.35			0.00	1.37	97.7
	站外供排水管线	10.35	10.35		8.03		8.03	2.12		2.12	10.15	98.1
柳州换流站	站区	17.6	17.6	7.56	6.44	3.15	9.59			0.00	17.15	97.4
	进站道路	3.2	3.2	2.64		0.42	0.42			0.00	3.06	95.6
	站外 10kV 线路塔基区	0.003	0.003		0.00		0.00			0.00	0.00	66.7
	站外 10kV 线路施工作业区	0.15	0.15				0.00	0.15		0.15	0.15	100.0
	站外供排水管线	12.3	12.3		12.30		12.30			0.00	12.30	100.0
顺州接地极	极址区	0.01	0.01	0.01			0.00			0.00	0.01	100.0
	施工场地	11.3	11.3				0.00	11.30		11.30	11.30	100.0
马鞍山接地极	极址区	0.01	0.01	0.01			0.00			0.00	0.01	100.0
	施工场地	28.29	28.29				0.00	28.29		28.29	28.29	100.0
金官换流站 ~ 顺州接地极线路	塔基区	0.37	0.37		0.25		0.25	0.12		0.12	0.37	100.0
	塔基临时占地区	0.86	0.86		0.60		0.60	0.26		0.26	0.86	100.0
	材料场	0.1	0.1	0.1			0.00			0.00	0.10	100.0
	牵张场	0.24	0.24		0.12		0.12	0.12		0.12	0.24	100.0
	施工道路	0.32	0.32	0.28			0.00			0.00	0.28	87.5
	人抬道路	0.21	0.21		0.09		0.09	0.12		0.12	0.21	100.0
柳州换流站 ~ 马鞍山接地极线路	塔基区	0.76	0.76		0.76		0.76			0.00	0.76	100.0
	塔基施工临时占地	1.45	1.45		1.45		1.45			0.00	1.45	100.0
	牵张场	1.12	1.12		0.84		0.84	0.28		0.28	1.12	100.0
	跨越临时施工道路	0.08	0.08		0.08		0.08			0.00	0.08	100.0
	材料场	0.1	0.1	0.1			0.00			0.00	0.10	100.0
	施工道路	1.32	1.32	1.09			0.00			0.00	1.09	82.6
	人抬道路	1.47	1.47		1.38		1.38	0.09		0.09	1.47	100.0
直流线路	塔基区	27.95	27.95		18.21		18.21	9.54		9.54	27.75	99.3
	塔基临时占地区	61.45	61.45		46.81		46.81	14.64		14.64	61.45	100.0
	牵张场	39.14	39.14		38.15		38.15	0.99		0.99	39.14	100.0
	材料场	5.4	5.4	5.4			0.00			0.00	5.40	100.0
	施工临时跨越	0.14	0.14		0.14		0.14			0.00	0.14	100.0
	施工道路	40.19	40.19	37.68			0.00			0.00	37.68	93.8
	人抬道路	39.12	39.12		35.88		35.88	3.24		3.24	39.12	100.0
项目区综合	318.27	318.27	62.45	176.43	4.32	180.75	71.26		71.26	314.46	98.8	



表 5-2 水土流失总治理度计算表

分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	建筑物及场地道路硬化 (hm <sup>2</sup> )	水土流失面积 (hm <sup>2</sup> )	自然恢复面积 (hm <sup>2</sup> )	水土流失治理面积 (hm <sup>2</sup> )			土地整治面积 (hm <sup>2</sup> )			水土流失总治理度率 (%)	
						植物措施	工程措施	小计	复耕面积	土地整平	小计		
金官换流站	站区	11.87	11.87	6.56	5.31		4.80	0.50	5.30			0.00	99.8
	站外道路区	1.40	1.40	1.02	0.38		0.10	0.25	0.35			0.00	92.1
	站外供排水管线	10.35	10.35		8.23		8.03		8.03	2.12		2.12	97.6
柳州换流站	站区	17.60	17.60	7.56	10.04		6.44	3.15	9.59				95.5
	进站道路	3.20	3.20	2.64	0.56			0.42	0.42			0.00	75.0
	站外 10kV 线路塔基区	0.00	0.00										
	站外 10kV 线路施工作业区	0.15	0.15						0.00	0.15		0.15	0.0
	站外供排水管线	12.30	12.30		12.30		12.30		12.30			0.00	100.0
顺州接地极	极址区	0.01	0.01	0.01									
	施工场地	11.30	11.30							11.30		11.30	
马鞍山接地极	极址区	0.01	0.01	0.01									
	施工场地	28.29	28.29							28.29		28.29	
金官换流站 ~ 顺州接地极 线路	塔基区	0.37	0.37		0.25		0.25		0.25	0.12		0.12	100.0
	塔基临时占地	0.86	0.86		0.60		0.60		0.60	0.26		0.26	100.0
	材料场	0.10	0.10	0.10	0.00				0.00			0.00	
	牵张场	0.24	0.24		0.12		0.12		0.12	0.12		0.12	100.0
	施工道路	0.32	0.32	0.28	0.04							0.00	0.0
	人抬道路	0.21	0.21		0.09		0.09		0.09	0.12		0.12	100.0
柳州换流站 ~ 马鞍山接地 极线路	塔基区	0.76	0.76		0.76		0.76		0.76			0.00	100.0
	塔基施工临时占地	1.45	1.45		1.45		1.45		1.45			0.00	100.0
	牵张场	1.12	1.12		0.84		0.84		0.84	0.28		0.28	100.0
	跨越临时施工道路	0.08	0.08		0.08		0.08		0.08			0.00	100.0
	材料场	0.10	0.10	0.10	0.00				0.00			0.00	
	施工道路	1.32	1.32	1.09	0.23				0.00			0.00	0.0
	人抬道路	1.47	1.47		1.38		1.38		1.38	0.09		0.09	100.0
直流线路	塔基区	27.95	27.95		18.41		18.21		18.21	9.54		9.54	98.9
	塔基临时占地	61.45	61.45		46.81		46.81		46.81	14.64		14.64	100.0
	牵张场	39.14	39.14		38.15		38.15		38.15	0.99		0.99	100.0
	材料场	5.40	5.40	5.40									
	施工临时跨越	0.14	0.14		0.14		0.14		0.14			0.00	100.0
	施工道路	40.19	40.19	37.68	2.51				0.00			0.00	0.0
	人抬道路	39.12	39.12		35.88		35.88		35.88	3.24		3.24	100.0
项目区综合	318.27	318.27	62.45	184.56		176.43	4.32	180.75	71.26		71.26	97.9	

表 5-3 林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	可恢复植被面积 (hm <sup>2</sup> )	已恢复植被面积 (hm <sup>2</sup> )	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖度 (%)	
金官换流站	站区	11.87	4.81	4.80	99.8	40.4
	站外道路区	1.4	0.13	0.10	76.9	7.1
	站外供排水管线	10.35	8.23	8.03	97.6	77.6
柳州换流站	站区	17.6	6.89	6.44	93.5	36.6
	进站道路	3.2				
	站外 10kV 线路塔基区	0.003	0.00	0.00		66.7
	站外 10kV 线路施工作业区	0.15				
	站外供排水管线	12.3	12.30	12.30	100.0	100.0
顺州接地极	极址区	0.01				
	施工场地区	11.3				
马鞍山接地极	极址区	0.01				
	施工场地	28.29				
金官换流站 ~ 顺州接地极线路	塔基区	0.37	0.25	0.25	100.0	67.6
	塔基临时占地	0.86	0.60	0.60	100.0	69.8
	材料场	0.1				
	牵张场	0.24	0.12	0.12	100.0	50.0
	施工道路	0.32				
	人抬道路	0.21	0.09	0.09	100.0	42.9
柳州换流站 ~ 马鞍山接地极线路	塔基区	0.76	0.76	0.76	100.0	100.0
	塔基施工临时占地	1.45	1.45	1.45	100.0	100.0
	牵张场	1.12	0.84	0.84	100.0	75.0
	跨越临时施工道路	0.08	0.08	0.08	100.0	100.0
	材料场	0.1	0.00			0.0
	施工道路	1.32	0.23			0.0
	人抬道路	1.47	1.38	1.38	100.0	93.9
直流线路	塔基区	27.95	18.41	18.21	98.9	65.2
	塔基临时占地	61.45	46.81	46.81	100.0	76.2
	牵张场	39.14	38.15	38.15	100.0	97.5
	材料场	5.4				0.00
	施工临时跨越	0.14	0.14	0.14	100.0	100.0
	施工道路	40.19				
	人抬道路	39.12	35.88	35.88	100.0	91.7
项目区综合	318.27	177.55	176.43	99.4	55.4	

### 5.3 公众满意度调查

根据验收有关规定和要求，在验收工作过程中，验收单位向项目所涉及的村委会进行了水土保持公众调查，调查范围为项目区周边 2km 范围内。目的在于了解项目建设对当地经济影响以及项目建设过程中弃土弃渣管理等水土保持工作对周边环境的影响，同时通过民众监督，对该项目建设过程水土保持工作进行公开评价，促进水土保持宣传的同时，使开发建设项目水土保持工作达到“业主负责、社会监督”的作用，从而作为本次验收工作的参考依据。

根据对项目区建设 100 位群众进行问卷调查，并进行分析，详见表 5-5。通过调查数据显示，该工程建设水土保持工作好评度高，充分显示项目建设对周边环境影响较小，且水土保持工作基本到位，可以满足防治要求。

表 5-5 项目区水土保持公众调查表

调查年龄段		20-30 岁		30-50 岁		50 岁以上		男	女
调查总数	100 人	24		32		44		55	45
职业		农民		工人		干部		学生	
人数		63		12		11		14	
调查项目评价		好	%	一般	%	差	%	不知道	%
对当地经济影响		35	35	60	60	0	0	5	5
对当地环境影响		78	78	22	22	0	0	0	0
对弃土弃渣管理		65	35	5	5	0	0	30	30
林草植被建设		85	85	12	12	0	0	3	3
土地恢复情况		69	69	1	1	0	0	30	30
造成水土流失治理情况		88	88	11	11	0	0	1	1

调查结果表明，项目区周围群众多数认为工程对促进当地经济发展有良好的促进作用，在项目建设过程中，利用工程措施、植物措施使工程建设造成的水土流失得到有效治理，林草植被建设较好。

## 6 水土保持管理

### 6.1 组织领导

水土保持工程作为项目建设的重要组成部分，其组织和管理纳入主体工程管理体系中。

#### (1) 业主项目部

组织业主项目部及参建单位人员贯彻执行本单位的管理体系文件，确保单位管理体系在工程中有效运行；组织贯彻国家、地方、企业技术标准，规范各项施工活动，确保施工管理文件齐全、有效；协调工程项目的物资、机械、人员及施工进度，参与资金分配；参加重大不合格品和较大不合格品的调查、评审和处置，有权制止不合格工程项目的施工；组织编制和评审本项目一般项目的作业指导文件，组织编制重大施工项目的作业指导文件；确保按照施工组织设计、作业指导文件及有关法律、法规及其它要求组织工程施工等。

#### (2) 施工项目部

认真执行本单位管理体系文件及有关法律、法规和其他要求；配合项目总工的日常工作，组织填写项目部施工技术记录等技术质量资料；组织施工图审核和技术交底工作；参加审核工程项目的作业指导文件；与各施工队相配合，参与组织工程关键工序的施工；参加项目部建设过程、最终检验和试验工作。

#### (3) 财务部门

对工程合同进行管理和控制；为工程质量体系提供财务支持；制定、检查与考核项目质量成本计划。

#### (4) 安监部门

负责工程质量管理体系的控制管理工作；配合工程质量内部审核，并对各施工队实施的质量情况提出奖惩建议；负责进行内部质量检查和质量验收评定；负责为监理工程师和由监理工程师组建的验评小组提供检测工具、劳力和生活便利。

#### (5) 物资处

对建设单位提供的材料，协助到厂进行验收和复检；负责对产品的采购、运输、贮存、标识及全过程的质量控制；负责收集和整理产品试验报告及合格证。

#### (6) 施工队

负责在现场施工过程中落实质量计划和体系文件，按作业指导书的要求进行施

工，保证施工的工序过程符合质量要求；负责质量检查工作。

## 6.2 规章制度

在项目建设期间，建设单位建立了以质量管理为核心的一系列规章制度。形成了施工、监理、设计、建设管理单位各尽其职、密切配合的合作关系，并在工程建设过程中给予逐步完善，水土保持工作也作为基本内容纳入主体工程的管理中。在项目计划合同管理方面，本工程制定了招投标管理、施工管理、财务管理等办法，逐步建立了一整套行之有效的管理制度和体系，依据制度建设和体系管理，避免了人为操作的随意性。在施工质量保证的制度和体系方面，本工程则进一步明确明确了施工检验、检查的具体方法和要求，落实了质量责任，防止建设过程中不规范的行为。

**质量责任制：**实施质量责任终身责任制；施工单位管理手册规定了各级质量第一责任人的职责，以及质量管理体系各要素的负责人、协助人、职能主管部门和负责人、主要参与管理者。

**质量施工过程审核制度：**由体系审核部负责，实行常驻现场过程审核和分阶段集中过程审核的制度，以过程的优良来确保结果的优质。严格执行单位施工质量过程处罚条例。

**施工质量验收检查制：**实行三级验收检查制度，即施工队自检、项目部专检、单位抽检。对有特殊要求的施工项目按要求进行特殊检查。

**施工质量奖惩制度：**实行单位和项目部两级分别进行质量奖罚，由质量管理部门进行操作。

## 6.3 建设管理

### 1、水土保持工程招标投标过程

工程水土保持建设项目纳入主体工程土建发包标书中，与主体工程项目一起采用邀请招标方式进行招标，公开开标，择优选择施工队伍；其它水土保持工程项目，项目法人根据工程建设的特点，通过邀请招标的方式，择优选择相关专业的施工队伍进行施工。

### 2、合同及执行情况

本工程水土保持工程项目承包合同均为估计工程量固定单价合同，项目单价以通过招标确定的合同单价和经发包单位审核批准的新增项目单价为准，工程量

已经监理签证、发包单位认可的实际发生量为准。

由于工程建设区地质条件复杂，实际完成的工程量、工程项目和工程造价与合同工程量、合同项目和合同造价相比有增有减，最终以结算金额为准，总投资控制在概预算范围内。

### 3、施工材料采购及供应

项目所在区域交通较为方便，施工材料的运输都有现成的交通道路可利用，施工过程中所需要的砂石料都是到当地具有合法开采权的砂石料场购买，施工单位对所使用的施工材料（碎石、砂、水泥、水、钢筋、导线、地线等）在使用前经有资质的国家检测部门进行质量检验，并向监理部提交检验报告，合格后才投入使用。

严把开工及原料进场关，每个分部工程开工前对各承包人进场机械设备及人员情况进行查验，对不符合施工要求的提出整改意见，直到各施工条件达到合同要求为止。

## 6.4 水土保持监测

根据水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定，为做好云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持工作，中国南方电网有限责任公司超高压输电公司于 2014 年 9 月通过招投标的形式委托云南润滇节水技术推广咨询有限公司和广西壮族自治区水土保持监测总站分别对本项目云南境和广西境进行水土保持监测工作；监测单位分别于 2017 年 11 月和 2017 年 12 月完成了本项目的水土保持监测总结报告，并于 2018 年 4 月由云南润滇节水技术推广咨询有限公司汇总。

监测单位接受监测任务后，成立了专门的水土保持监测项目组，同时开展监测工作，并对现场进行了踏勘和资料的收集与分析。

资料表明：监测工作主要采用调查监测、巡查监测和临时监测的方法，通过分析项目施工期影像和其他资料，2014 年 12 月起，截止 2017 年 12 月，监测单位项目监测组分别现场监测 10 次，根据现场情况，对施工单位在建设过程中水土流失防治不足的区域提出整改意见，建设单位根据监测单位提出的整改意见完善后，取得很好的防治效果。监测单位于 2017 年 12 月完成了监测总结报告，完成了对项目水土流失调查、防治措施调查、水土流失数据以及相关资料的收集，

实现了对工程建设水土流失状况的监测。

监测单位采用监测方法可行，且从工程建设初期开始监测，工作的开展符合相关规范的要求，取得的监测数据可信，能够有效地将监测数据及时反馈建设单位，对防治水土流失起到积极作用。

## 6.5 水土保持监理

本项目水土保持监理直接纳入主体工程建设监理，本项目主体工程建设监理单位为广东创诚建设监理咨询有限公司、云南电力建设监理咨询有限责任公司、广东天安工程监理有限公司、广东天广工程监理咨询有限公司。

监理单位与建设单位签订监理合同后，建立健全现场监理组织机构，完善监理制度，规范监理实施程序。为了有效对施工阶段现场实行全方位、全过程施工监理，监理公司专门成立了工程项目监理部，派出了有丰富监理经验和专业技术水平的监理工程师、监理员组成的监理队伍，对施工阶段现场实施监理。并根据工程的要求制定和完善了各岗位的职责、工作守则；同时，根据监理总目标和总的指导思想，为了做到严格监理，完善监理制度，在《监理大纲》的基础上编制完成了《监理规划》，并在《监理规划》的指导下编制了《监理细则》，对施工有效的进行过程“事前、事中、事后”的监控，主要是做好事前预控制定了相应措施，为实现监理工作的制度化、标准化和程序化，使监理工作有法可依、有章可循提供了依据，为工程顺利开展奠定了基础。

根据《水利水电工程施工监理规范》监理单位对监理工程师的职责要求，监理实行“三控制，两管，一协调”，坚持事前控制、中间检查、验收把关，对工程实施全面、全过程监理。监理人员始终恪守“科学、公正、廉洁”的职业准则，使监理工作健康、顺利开展。

## 6.6 水土保持补偿费缴纳情况

《水保方案》及其批复的水土保持设施补偿费为 275.05 万元，项目建设单位已向云南省水利厅和广西壮族自治区水利厅缴纳。

## 6.7 水土保持设施管理维护

依据水利部第 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（2002 年 10 月，2005 年 7 月水利部第 24 号令修改）的规定，水土保持设施作为主体

工程的一部分，开发建设项目水土保持设施经验收合格后，该项目方可正式投入生产或使用。

工程防治责任范围内的水土保持设施在试运行期间和竣工验收后其管理维护工作由中国南方电网责任公司广东超高压输电公司要求其中国南方电网责任公司广东超高压输电公司大理局、中国南方电网责任公司广东超高压输电公司昆明局、中国南方电网责任公司广东超高压输电公司曲靖局、中国南方电网责任公司广东超高压输电公司天生桥局、中国南方电网责任公司广东超高压输电公司白色局、中国南方电网责任公司广东超高压输电公司柳州局等单位负责管理、维护。除保证工程正常运转外，还负责保护、维修水土保持设施，做到了组织落实、制度落实、任务落实、经费落实，保证了水保设施的正常运行和水保效益的持续发挥。

水土保持单位工程完工后，由建设单位牵头，各施工单位、监理人员参与，对水土保持工程完成情况及质量进行全面检查，经验收合格后，方可投入正常运行。项目建成后，指派专人负责项目区内日常的水土保持设施管理与维护工作，包括定期安全巡逻、苗木养护等。

验收报告编制单位通过查阅施工期管理资料认为：主体工程在施工过程中，制定了质量管理体系，保障了施工质量，水土保持措施与主体工程同时进行，基本上做到了水保措施与主体工程“三同时”原则，有效保障了水土保持工作顺利开展，使水土流失得以及时、有效的控制。运行期间，指派专人负责日常的水土保持工作，对项目区内水保措施质量状况、运行情况进行巡查，并对工程运行期间出现的问题及时向上级部门汇报。项目相关水土保持工作主管部门针对出现的问题，迅速给予反馈意见，并组织或派遣相关工程技术人员，及时进行处理。工程项目区现行的水土保持管理措施符合水土保持工作的需要，可以保证水土保持设施正常运行，能达到防治水土流失的目的。



## 7 结论

### 7.1 结论

云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程在项目建设过程中,建设单位较为重视水土保持工作,按照国家和云南省制定的有关水土保持和生态环境建设的法律法规规定,编报了《水土保持方案报告书》,并报水利部批准。项目建设将水土保持工作作为重点纳入到项目建设管理体系中,防治思路明确,要求严格。同时,加强设计监理和施工监理,强化设计和施工管理,使水土保持工程设计随主体工程的设计而不断优化,确保了水土保持方案的实施,保证了水土保持工程任务的完成。

通过建设单位提供数据,结合本公司实地调查、验收单位认为,工程建设单位在工程建设过程中,水土保持审批手续齐备,管理组织机构完善,制度建设及档案管理规范。工程现已建设完毕,水土保持措施总体布局为工程措施、植物措施、临时防护措施与管理措施相结合,形成完整的防护体系。目前实施措施主要包括工程措施、植物措施和临时措施,其中工程措施有土工格栅护坡 10100m<sup>2</sup>, FRPP 异形肋模压排水管 8000m, 浆砌石护坡中 7894m<sup>3</sup>, 浆砌石挡土墙 16019m<sup>3</sup>, 钢筋混凝排水管 900m, 浆砌石排水沟需浆砌石 21354m, 沉砂池 62 座, 浆砌石消力池 1 座, 浆砌石跌水坎 880m, 浆砌石排洪沟 4115m<sup>3</sup>, 土地整治 169.61hm<sup>2</sup>, 土地复垦 71.26hm<sup>2</sup>, 表土剥离防护及临时堆土防护草土袋 93196 个, 草土袋装土 34972m<sup>3</sup>, 苫布覆盖 86279m<sup>2</sup>; 植物措施有种植乔灌木 148 株, 撒播草籽 22032.89kg; 临时措施有临时排水沟 56006m, 临时沉砂池 3 座, 临时堆土防护草土袋 62979 个, 草土袋装土 31601m<sup>3</sup>, 苫布覆盖 100720m<sup>2</sup>。

本项目实际完成水土保持总投资为 4157.57 万元,其中工程措施投资 2643.84 万元,植物措施投资 82.17 万元,临时措施投资 436.45 万元,独立费用 720.07 万元,水土保持补偿费 275.05 万元(其中云南段 205.19 万元,广西段 69.86 万元)。

通过各种防治措施的有效实施和运行,使本项目的扰动土地整治率达 98.8%,水土流失总治理度达 97.9%,土壤流失控制达 1.0,拦渣率达 96.43%,林草植被恢复率达 99.4%,林草覆盖率达 55.4%,各项指标均达到《水保方案》设计的目标值。

现场调查表明：

(1) 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程按照水土保持法律要求，及时编报了水土保持方案报告书，并审查通过，获得云南省水利厅批复，水土保持方案的编报、审批手续完备。

(2) 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程建设单位按照水土保持有关要求，委托了具有监测资质的单位开展了水土保持监测工作，监测程序基本。

(3) 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持工程纳入了工程的招投标和施工组织设计中，明确了建设过程中项目法人、施工单位和监理单位各自的水土保持职责。水土保持工程设计、施工、监理、质量评定、财务资料完备。

(4) 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施以批准的水土保持方案为基础，在工程建设中根据实际情况，进行了局部调整和优化，建成的各项水土保持设施能够结合项目实际情况，对工程造成的水土流失进行有效防治，各项水土保持设施质量合格，运行有效，各单位工程自查初验合格，符合主体工程和水土保持的要求。

(5) 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持投资使用符合审批要求，管理制度健全，水土保持工程投资得到落实。

(6) 云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持设施的后续管理、维护措施已经落实，具备正常运行条件，符合交付使用要求。

综上所述，本项目水土保持设施布局合理，实施的水土保持措施质量总体合格，水土流失防治效果明显，六项指标达到水保方案确定的目标值，已建水土保持设施运行情况总体良好，后期水土保持设施的管理维护责任明确，具备验收条件。

## 7.2 遗留问题及建议

### 7.2.1 遗留问题

(1) 工程部分施工迹地植被长势不好；

### 7.2.2 建议

(1) 建议对植被长势不好的区域加强管护，必要时进行补植补种；

(2) 加强对已实施水土保持措施的管护工作，使之更好的发挥拦挡及排水效益；

(3) 加强已建水土保持措施运行管理工作，特别是加强雨季的水土保持措施巡查维护工作，保障今后水土保持措施的良好运行；

(4) 与当地水行政主管部门共同配合，进一步加强水土保持监督执法、广泛传播水土保持知识，提高当地群众水土保持意识，以利于本项目水土保持的开展和维护。

## 8 附件及附图

### 8.1 附件

- (1) 项目建设及水土保持大事记;
- (2) 国家发展和改革委员会关于云南金沙江中游电站送电广西直流输电工程项目核准的批复（发改能源〔2013〕1968号，2013年10月8日）;
- (3) 中华人民共和国水利部关于金沙江中游电站送电广西直流输电工程水土保持方案的复函（水保函〔2011〕154号，2011年5月27日）
- (4) 水土保持补偿费凭证
- (5) 分部工程和单位工程验收签证资料
- (6) 重要水土保持单位工程验收照片

### 8.2 附图

- (1) 主体工程总平面布置图
- (2) 水土流失防治责任范围
- (3) 水土保持措施布设竣工验收图
- (4) 项目建设前、后遥感影像图