

融安县石门水库除险加固工程

水土保持监测总结报告

建设单位：融安县水利局

监测单位：广西俊宸项目管理有限公司

2023年7月



统一社会信用代码
91450203MA5QDL9L7B (1-1)



扫描二维码登录
'国家企业信用
信息公示系统'
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

营业执照

(副本)

名称 广西俊宸项目管理有限公司

注册资本 贰佰万圆整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2021年04月09日

法定代表人 蔡凌云

营业期限 长期

经营范围 一般项目：工程管理服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；水资源管理；水文服务；水土流失防治服务；水利相关咨询服务；城市绿化管理；工程技术服务（规划管理、勘察、设计、监理除外）；对外承包工程；园林绿化工程施工；农副产品销售；日用百货销售；文具用品批发；劳动保护用品销售；日用品销售；办公设备销售；文具用品零售；计算机软硬件及辅助设备零售；五金产品零售；机械零件、零部件销售；园艺产品销售；软件销售；办公用品销售；日用杂品销售；云计算装备技术服务；标准化服务；环境保护监测；地质勘查技术服务；基础地质勘查；机械设备租赁；建筑工程机械与设备租赁；环保咨询服务；会议及展览服务；政府采购代理服务；招投标代理服务；餐饮服务；单位后勤管理服务；生态资源监测；规划设计管理；专业设计服务；网络技术服务；软件开发；软件外包服务；信息技术咨询服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

住所 柳州市西江路24-1号西江苑2栋2单元2-1

登记机关

2021 04 09
年 月 日



此复印件仅《融安县石门水库除险加固工程》水土保持监测总结报告专用

注册号：450203000172130
鱼峰档案号：539542

<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年 1月1日 至 6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家企业信用信息公示系统网址：

国家市场监督管理总局监制

编制单位：广西俊宸项目管理有限公司

项目联系人：吴尉

联系电话：18007729936

电子信箱：gxjczxgs@163.com

融安县石门水库除险加固工程

水土保持监测总结报告责任页

广西俊宸项目管理有限公司

事 项	姓 名	职务或职称	章节、分工	签 名
批 准	吴祖烘	高级工程师		
核 定	吴祖烘	高级工程师		
审 查	曾星荣	工程师		
校 核	黄巍	工程师		
项目负责人	吴尉	工程师		
编 写	吴尉	工程师	全部章节及图纸	

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 项目基本情况	4
1.2 项目区概况	13
1.3 水土保持工作情况	18
1.4 监测工作实施情况	19
2 监测内容和方法	23
2.1 扰动土地情况	23
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	23
2.3 水土保持措施监测	23
2.4 水土流失情况监测	24
3 重点对象水土流失动态监测	27
3.1 防治责任范围监测	27
3.2 取料监测结果	30
3.3 弃渣监测结果	30
3.4 土石方平衡情况监测结果	30
3.5 其他重点部位监测结果	32
4 水土流失防治措施监测结果	33
4.1 工程措施监测结果	33
4.2 植物措施监测结果	35
4.3 临时措施监测结果	35
4.4 水土保持措施防治效果	36
5 土壤流失情况监测	38

5.1 水土流失面积	38
5.2 土壤流失量	39
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	39
5.4 水土流失危害	39
6 水土流失防治效果监测结果	40
6.1 扰动土地整治率	40
6.2 水土流失总治理度	40
6.3 拦渣率	41
6.4 土壤流失控制比	41
6.5 林草植被恢复率	41
6.6 林草覆盖率	42
6.7 水土流失防治措施达标情况	42
7 结论	44
7.1 水土流失动态变化	44
7.2 水土保持措施评价	44
7.3 存在问题及建议	45
7.4 综合结论	46
8 附件及附图	48
8.1 附件	48
8.2 附图	48

前 言

石门水库位于柳州市融安县大良镇石门村旁的融江支流石泘河上。坝址地理位置为东经 109°23′，北纬 24°52′28″，水库距大良镇 7.00km，距融安县城约 53.00km，距柳长公路(G209)约 7.00km。对外交通尚便利。

本工程水土流失防治责任范围为 0.41hm²，其中永久占地 0.39hm²，临时占地 0.02hm²，本项目建设土石方挖方总量为 1.05 万 m³，填方总量为 1.05 万 m³，无借方，无余（弃）方。本项目土石方均换算为自然方。

项目于 2012 年 3 月开工建设，2022 年 2 月完工，建设期 132 个月；总投资 1124.55 万元（初结算），其中土建工程投资 853.56 万元，本工程建设资金主要来源于申请中央补助资金及地方配套资金。

2008 年 12 月，融安县水利局（以下称业主）委托广西壮族自治区柳州市水利电力勘测设计研究院编制完成《融安县石门水库大坝安全评价报告》。2011 年 2 月由广西壮族自治区柳州市水利电力勘测设计研究院编制完成《融安县石门水库除险加固工程初步设计报告》。2011 年 2 月 22 日在南宁由水利部珠江水利委员会组织有关专家进行了复核，形成广西壮族自治区水利厅桂水技函[2011]24 号文《关于转送广西融安县石门水库除险加固工程初步设计复核意见的函》，并于 2011 年 4 月 25 日取得批复桂发改农经[2011]338 号《广西壮族自治区发展和改革委员会关于融安县石门水库除险加固工程初步设计的批复》。

柳州市水土保持监测分站于 2012 年 6 月编制完成了《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书(送审稿)》。2012 年 7 月，

柳州市水利局组织有关专家对《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书(送审稿)》进行技术评审。柳州市水土保持监测分站于2012年7月完成了《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书(报批稿)》。2012年8月24日,柳州市水利局以《关于融安县石门水库除险加固工程水土保持方案的批复》(柳水利水保[2012]20号)对本项目水土保持方案进行了批复。

在工程建设过程中,建设单位成立了专门机构,组织人员管理、实施本工程水土保持方案,并与水行政主管部门密切配合、作好监督、检查等工作。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》和水利部第16号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》、水利部187号文《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》和广西水利厅[2017]14号文《水利厅关于加强生产建设项目水土保持设施验收事中事后监管的通知》等法律、法规和文件的规定,融安县水利局委托广西俊宸项目管理有限公司开展本项目的水土保持监测工作。接受到监测委托后,我公司立(以下简称我公司)开展本项目的水土保持监测工作。通过查阅水土保持方案报告书、招标投标文件、施工组织设计、施工技术总结、监理报告和相关资料,并结合现场调查推算本项目工程建设扰动土地面积、水土流失情况及水土保持工程建设等情况,开展水土保持效果监测。我公司经认真分析研究,于2023年7月编制完成《融安县石门水库除险加固工程水土保持监测总结报告》。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		融安县石门水库除险加固工程								
建设规模	项目总占地面积 0.41hm ²	建设单位		融安县水利局						
		建设地点		柳州市融安县						
		所在流域		珠江流域						
		工程投资		结算总投资 1124.55 万元						
		工程总工期		2012 年 3 月至 2022 年 2 月 总工期 132 个月						
水土保持监测指标										
监测单位		广西俊宸项目管理有限公司			联系人及电话			吴尉/18007729936		
自然地理类型		低山丘陵地貌			防治标准			一级		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标			监测方法（设施）		
	1.水土流失状况监测		调查监测、巡查		2.防治责任范围监测			调查监测、巡查		
	3.水土保持措施情况监测		调查监测、巡查		4.防治措施效果监测			调查监测、巡查		
	5.水土流失危害监测		调查监测、巡查		水土流失背景值			568t/km ² a		
方案设计防治责任范围		1.03hm ²			土壤容许流失量			500t/km ² a		
水土保持投资		24.96 万元			水土流失目标值			500t/km ² a		
防治措施		工程措施：截排水沟 205m；土质排水沟 25.0m；土地整治 0.02hm ² 。 临时措施：临时覆盖 850m ² 。								
监测结论	分类指标		目标值（%）	达到值（%）	实际监测数量					
	扰动土地整治率		95	99.76	防治措施面积	0.119hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.29hm ²	扰动土地总面积	0.41hm ²
	水土流失总治理度		97	99.17	防治责任范围面积		0.41hm ²	水土流失总面积		0.119hm ²
	土壤流失控制比		1.0	1.0	工程措施面积		0 hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² a
	拦渣率		95	-	植物措施面积		0.119hm ²	监测土壤流失情况		500t/km ² a
	林草植被恢复率		99	99.17	可恢复林草植被面积		0.12hm ²	林草类植被面积		0.119hm ²
	林草覆盖率		27	29.02	实际拦挡弃土（石、渣）量		0 万 m ³	总弃土（石、渣）量		0 万 m ³
	水土保持治理达标评价		水土保持工程措施布置基本完善，水土流失防治效果均达到预定目标。							
总体结论		建设单位在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，符合交付使用要求。								
主要建议		加强运行期水土保持设施的管理维护，保证各项措施最大限度发挥水土保持效益。								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目基本情况

1.1.1 项目地理位置

石门水库位于柳州市融安县大良镇石门村旁的融江支流石泘河上。坝址地理位置为东经 $109^{\circ}23'$ ，北纬 $24^{\circ}52'28''$ ，水库距大良镇 7.00km，距融安县城约 53.00km，距柳长公路(G209)约 7.00km。对外交通尚便利。

1.1.2 工程特性

项目名称：融安县石门水库除险加固工程

建设单位：融安县水利局

建设性质：改建项目

建设地点：柳州市融安县

建设工期：2012 年 10 月开工建设，2022 年 2 月完工，建设期 132 个月

建设规模：项目占地为 0.41hm^2 ，该工程属 III 等中型水库工程，其主要水工建筑物：大坝为 3 级建筑物，输放水塔为 4 级建筑物，防汛抢险道路按四级公路设计。洪水标准按 50 年一遇设计，500 年一遇校核。

1.1.3 项目组成

石门水库除险加固工程建筑物由大坝（包括溢流坝、非溢流坝）、输水建筑物（放水塔、输水隧洞等）、防汛抢险道路及管理区等组成。

1、大坝

大坝原占地面积 0.04hm^2 ，本次大坝新增占地面积 0.01hm^2 ，总

占地面积 0.05hm^2 。

现在未进行内坡加固处理，正处于施工准备阶段，工程存在水土流失隐患。

(1) 工程现状：大坝于 1969 年 9 月开工建设，1976 年 8 月建成并投入运行，坝型为浆砌石重力溢流坝。现状溢流坝段最大坝高 50.50m，坝顶长 32.00m，堰顶高程 215.50m。溢流坝段在平面布置上呈“头大尾小”，溢流净宽 22.00m，尾部鼻坎挑水处宽 14.0m。其剖面为克一奥型实用堰，堰顶高程 215.500m，迎水面为铅直坡，克一奥型堰面曲线后接坡度为 1:0.7 的直线段，直线段后与反弧（半径 $R=17.00\text{m}$ ，圆心角 $86^\circ 03'$ ）相接，形成挑水鼻坎，鼻坎高程 188.593m，挑射角 $\theta=25^\circ$ 。溢流坝靠近上游面设有 1.0m 混凝土防渗心墙，心墙底端厚 1.0m，顶厚 0.4m。

(2) 除险加固设计

1) 坝体充填灌浆

拆除 208.00m 高程以上坝体部分，拆除左右非溢流坝段，非溢流坝段跟溢流坝段拆成相同坡度，下游鼻坎处拆至 182m 高程，此平台顺水流方向长 17.32m。在平台上用机钻钻孔灌浆，灌浆范围在两个平台上，共布置 10 排孔：1#~3#孔为竖直灌浆孔，孔距：2.0m 排距 1.25m，梅花型布置，孔径 120mm，共 52 孔，1#~3#孔均钻至建基面；4#~6#孔为斜孔，孔距 2.5m，排距 2.5m，梅花型布置，孔径 120mm，共 35 孔，灌浆孔均钻至建基面；7#~10#孔为竖直灌浆孔，孔距 2.5m，排距 4.0m，梅花型布置，孔径 120mm，共 31 孔，灌浆孔均钻至建基面，灌浆孔在构缝处应偏离结构缝 0.5m，并偏离廊道边 0.5m。坝体充填灌浆造孔进尺 4342m，灌浆进尺 4342m，按《水工建筑物水泥灌

浆施工技术规范》(DL/T 5148-2001)的有关要求, 灌注纯水泥浆。当吃浆量较大时, 可加入粉细砂作为掺和料。

2) 坝基及坝肩防渗处理

坝基帷幕灌浆孔布置在第 2 排充填灌浆孔底部, 同孔施灌, 孔径 120mm, 单排布置, 共 17 孔, 帷幕深度按 0.7 倍坝高控制, 灌至坝基以下 35m;帷幕灌浆范围延伸至两边山体内各 10m, 帷幕灌浆造孔进尺 2952m, 灌浆进尺 2952m, 按《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T5148-2001) 的有关要求, 灌注水泥浆+速凝剂。速凝剂的数量, 应通过室内浆材试验和现场灌浆试验确定。

3) 新建溢流面板

灌浆完毕, 先浇筑一层 C20 砼溢流堰体, 然后外包一层 C20 钢筋砼溢流面板, 混凝土跟原浆砌石接触处用 $\phi 20$ 锚筋锚固, 锚筋伸入浆砌石 2.00m, 间距 1.00m, 梅花型布置。堰项曲线为 WES 型, 堰顶高程 215.50m, 斜坡段坡比为 1: 0.7, 反弧段半径 15.00m, 挑射角 29.15° ; 鼻坎高程为 185.83m, 溢流面板顶宽 32.00m, 鼻坎处净宽 15.00m。

4) 大坝导墙

在溢流坝两岸全段设置 C20 钢筋砼导墙, 导墙混凝土与两岸接触处用 $\phi 20$ 锚筋锚固, 锚筋伸入两岸岩石山体 2.00m, 间距 1.00m, 梅花型布置, 控制段高程 223.70m, 出口段导墙高程为 190.43m, 导墙厚度 1.00m。

5) 大坝下游导墙护脚

经复核溢流坝挑流消能冲刷坑后坡度满足规范要求, 不会危及大坝安全, 所以大坝下游不做导流墙护脚。

2、输水设施

输水建筑物原占地面积 0.02hm^2 ，本次新增占地面积 0.01hm^2 ，总占地面积 0.03hm^2 。现在未进行输水设施加固处理，正处于施工准备阶段，工程存在水土流失隐患。

(1) 工程现状：输水建筑物由放水塔和输水隧洞组成，全长 1304.00m ，布置在水库左岸，放水塔距大坝 250m 左右，输水隧洞出口在大良镇樟木村后的山坳口。放水塔为钢筋混凝土结构，塔身长 5.00m ，宽 3.50m ，内设有工作闸门、检修闸门各一道，闸门尺寸 $b \times h = 1.70 \times 1.50\text{m}$ ，为平板钢闸门。放水塔进水口底板高程为 200.000m ，起闭高程为 220.500m 。放水塔后接 1304m 长的有压隧洞，隧洞比降 $i = 1/500$ ，其出口高程为 195.163m ，隧洞采用城门洞式断面，开挖断面尺寸为 $(b \times h) 2.15 \times 2.675\text{m}$ 。洞壁围岩主要为白云岩、白云灰质岩、泥灰岩、泥灰岩夹薄层页岩，目前隧洞进口 20.00m 和出口 9.00m 洞段作钢筋混凝土衬砌，进口段为圆形断面，直径 $D = 1.70\text{m}$ ，出口段为城门洞断面。其余 1275.00m 未衬砌，均为城门洞式断面。

(2) 除险加固设计

1) 放水塔

由于放水塔混凝土局部碳化、剥蚀严重，表面有龟纹裂缝，特别是在放水塔下部，长期处于漏水状态。放水闸门为平板钢闸门，闸门锈蚀严重，闸门止水装置失效，启闭设备老化，交通桥桥面板砼剥蚀严重。放水塔结构已不安全，难以局部凿除后修复，因此，有必要将整个放水塔拆除后在择址重建。

在距原放水塔 62.35m 处，重新修建放水塔，同时将原放水塔 202.2m 高程以上结构拆除，新建放水塔为 C20 钢筋砼圆形竖井式结

构。在 218.5m 高程以下圆形竖井直径为 6m，在 218.5 ~ 219.5m 高程间圆形竖井直径由 6m 递变为 7m，在 219.5m 以上高程圆形竖井直径为 7m，竖井中间设隔墙，将竖井筒壁分为检修、工作闸门井。竖井内设检修、工作闸门门槽各一道，检修闸门槽中心线中距竖井上游侧边线为 1.55m，距工作门槽中心线 2.75m，工作门槽中心线距竖井下游侧边线为 1.7m。检修及工作闸门孔口尺寸均为 1.6m×1.6m(b×h)，底槛高程 197.92m，闸室顶高程为 201.72m，工作闸门后设有通气孔管（铸铁管，Dg=200mm），管顶高程为 219.3m。工作闸门井内壁设有钢筋爬梯。检修平台设在竖井顶部 219.5m，室内高程为 219.5m，通过钢爬梯与工作平台连接。启闭平台设在竖井顶部 224.0m 处，室内高程为 224.0m，室外高程为 223.50m，在启闭平台进口处设三级踏步与室外通行；启闭平台内布置 2 台固定卷扬式启闭机，检修门启闭机型号为 QP-250kN，工作门启闭机型号为 QP-250Kn，分别用于检修、工作闸门的启闭。新建放水塔塔顶高程为 230.15m，从建基面到塔顶高度为 33.23m。

2) 输水建设物

由于输水隧洞洞未全断面衬砌，局部段围岩稳定性差，洞隙发育，出现剥落和掉块；衬砌段隧洞砼保护层过薄，未达规范要求衬砌厚度要求，且砼表面碳化严重，内部钢筋锈蚀，结构已不安全，由于已衬砌段洞断面较小（D=1.65m），在洞（管）内进行修补加固，难度非常大，且加固质量难以保证。因此，本次除险加固将根据各隧洞段围岩情况对隧洞进行加固衬砌，加固后输水隧洞仍为无压隧洞。

拆除原放水塔 202.2m 高程以上结构，保留 202.2m 高程以放水塔闸室结构作为输水隧洞进口结构。在桩号输 0-071.350 ~ 桩号输

O-042.350 间，此段隧洞断面为圆形结构，内空直径为 1.7m，采用 C20 钢筋砼衬砌，衬砌厚度为 0.2m，衬砌砼外观尚好，此段隧洞断面形式及衬砌结构维持不变。在桩号输 0-042.350 ~ 桩号输 O±000.000 间，因原隧洞断面为城门洞型结构，衬砌质量差且厚度薄，受力性差，本次设计将此段改建为圆形断面结构，新建圆形隧洞内空直径为 1.7m，采用 C20 钢筋砼衬砌，衬砌厚度为 0.3m。塔前及塔后隧洞洞与新建放水塔均设铜片止水一道。新建放水塔出口设消力池，采用下挖式结构，消力池斜坡段长 3m，池长 3m，池深 0.5m，池壁及底板厚度均为 0.4m，消力池后接输水隧洞。消力池后输水隧洞断面为城门洞型，此段隧洞全长 1229.25m，本次除险加固将根据此段隧洞段围岩情况对隧洞进行加固衬砌。桩号输 0+012.400 ~ 输 0+156.000 间隧洞内壁采用 0.25m 厚 C20 钢筋砼衬砌，隧洞重新衬砌后进行回填灌浆，衬砌后内空宽为 1.65m，高 2.325m，此段衬砌隧洞长 143.600m。桩号输 0+156.000 ~ 输 0+758.650 间隧洞内壁采用喷锚支护，锚杆采用 $\phi 20$ 直径钢筋，布置@1000，筋要求深入岩层 1.5m，外露 0.1m，挂 $\phi 6@200$ 钢筋网，洞顶设 $\phi 60$ PVC 排水管，梅花布置@1500，支护后内空宽为 1.85m，高 2.425m，此段喷锚支护隧洞长 602.65m。桩号输 0+758.650 ~ 输 1+241.650 间隧洞内壁采用 0.25m 厚 C20 钢筋砼衬砌，隧洞重新衬砌后进行回填灌浆，衬砌后内空宽为 1.65m，高 2.325m，此段衬砌隧洞长 483.00m。整个输水隧洞全长 1313.0m，隧洞进口底高程为 198.00m，出口底高程 195.16m，洞底纵坡 $i=0.002$ ，设计流量仍为 $4.77 \text{ m}^3/\text{s}$ 。隧洞出口直接与电站厂房进口前池衔接。

3、防汛抢险道路

防汛抢险公路原占地面积 0.31hm^2 ，总占地面积 0.31hm^2 。新建的防汛抢险道路在原来占地内建。现在正进行道路加固处理，交通隧道正在施工，尚无水土保持措施，水土流失较为严重。

(1) 工程现状：柳长公路(G209)经融安县大良集镇，大良集镇至新和村 4km，通有乡村公路（混凝土路面），路况较好；新和村至石门水库管理所通有简易公路，该路段长 2km，道路狭窄，路面坑洼不平，行车比较困难；现有简易道路仅通到水库管理处，尚有 0.5km 未通车至坝首。现布置于大坝左岸山崖处的上坝人行道路因山崖崩塌已被切断，防汛抢险物资无法及时运送到位。

(2) 除险加固设计

防汛抢险道路从混凝土路面的岔路口接起，通过一段简易公路，新开路面（依次经过一段长 214.00m 的新开路面、一座长 70.00m 的交通隧道、一座长 34.00m 的跨河交通桥、一段新开路面）至坝首右岸回车场，总长 380.742m。防汛抢险道路按四级公路设计，路基宽 4.5m，路面宽 3.7m，C20 砼路面。

4、水库管理区

水库管理区经变更取消，本次加固未对水库管理用房进行修整。

1.1.4 项目附属工程布置

除险加固工程主要建筑物有大坝与新建输水设施两建筑物间距离较近，距离约为 300m。本着方便管理、施工布置相对集中的原则，本工程设一个施工附属企业区，施工附属企业区主要有简易拌和系统、材料堆放场、仓库、加工厂和施工生活区等，根据情况加工厂和施工生活区场地设于大坝左岸离坝约 300m 上坝公路旁的坡地上，临时占地为 0.02hm^2 ，占地类型为草地。项目验收时，施工附属企业区

已经使用完毕，施工结束后对场地进行土地整治，场地目前已经自然恢复，场地植被良好。

1.1.5 项目投资及施工期

本项目总投资 1124.55 万元(初结算)，其中土建工程投资 853.56 万元，本工程建设资金主要来源于申请中央补助资金及地方配套资金。

项目于 2012 年 3 月开工建设，2022 年 2 月完工，建设期 132 个月。

1.1.6 占地面积及土石方量

1、占地面积

根据现场调查，本项目占地面积为 0.41hm²，其中永久占地 0.39 hm²，临时占地 0.02hm²，各占地类型详见表 1.1-3。

表 1.1-3 工程占地情况表

工程分区		占地性质	占地类型及面积 (hm ²)			合计
			林地	草地	未利用地	
枢纽工程区	拦河坝	永久	0.04		0.01	0.05
	输水建筑物	永久	0.03			0.03
	防汛抢险道路	永久	0.2	0.11		0.31
	小计		0.27	0.01	0.01	0.39
施工附属企业区		临时		0.02		0.02
合计			0.27	0.03	0.01	0.41

2、土石方量情况

据调查资料，本项目建设土石方挖方总量为 1.05 万 m³，填方总量为 1.05 万 m³，无借方，无余（弃）方。本项目土石方均换算为自然方。

本项目工程土石方量情况见下表。

表 1.1-4

土石方情况表

单位: 万 m³

单项工程		挖方数量			填方数量			调入方	来源	调出方	去向	借方数量		废弃方	
		耕表土	土石方	合计	耕表土	土石方	小计					普通土	来源	永久弃方	去向
枢纽工程区	拦河坝		0.21	0.21						0.21	防汛路				
	输水建筑物		0.19	0.19		0.19	0.19				防汛路				
	防汛抢险道路		0.65	65		0.86	0.86	0.21	拦河坝						
合计			1.05	1.05		1.05	1.05	0.21		0.21		0	0	0	0
注: ①表中土石方均为自然方。②表中挖方+调入方+借方=填方+调出方+废弃方。															

1.1.7 移民安置和专项设施改（迁）建情况

本工程不涉及移民安置和专项设施改（迁）建情况。

1.2 项目区概况

1.2.1 地形地貌

库区位于珠江水系融江流域，石泘河为融江支流，发源于融安县东起乡的白云岭，流域内地形呈南北向狭长型，其干流至英村长 21km，此段河宽平均 10~15m，流向由北往南，在英村以南，流进英村岩洞成为伏流，长约 2~3km，在流零附近出口转为明流，进出口高差 40m，向南 2km 在石门村下游 1km 处与都月河汇流，后折向西南流向，在下游约 1km 即进入石门岩洞，（本工程坝址即建于该岩洞的进口处）。英村岩洞口至石门岩洞口河长 9km，主河道平均坡降 1.99%，平均河宽 15~18m。

石门岩洞口坝址上游约 0.9km 的河段以伏流为主，由三个相连的岩洞组成，其间为天窗，全长 850m，该段河流呈明流与伏流交替，洞内一般宽 15~18m，最窄处约 1.8m，洞内坡降 1/150，水深 3~11m。出洞后又为明流，距出口 800 米处为建好的石门拦河滚水坝，其回水至岩洞内，从石门拦河滚水坝下行经峙洞、潭头、红岭，在达东村西北约 3km 处注入融江河，全长 65km。区内小冲沟发育，多有泉眼出露，建库前石泘河为常年流水，水库集雨面积约 135km²。

区内属中低山丘陵区，地形较低缓，局部略为陡峻。山顶高程在 300~875m 之间，沟谷高程 200~250m，高差 100~650m，沟谷呈“u”字型。区内山峦重叠，地势表现为南北与东部高，坝址下游较低，相对开阔，属岩溶峰丛地貌。植被以灌木为主，覆盖率低。

(1)地质

坝址区附近无大型断裂和破碎带通过，岩层走向与河床斜交，倾向下游略偏左岸，倾角 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，但受区域地质构造影响，右坝肩见有一次级的断裂 F_4 通过，呈 NE 向延伸长约 150m，属性质不明断层。区内节理裂隙构造较为发育，大部分为 $NE60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 走向，少量为 NW 向，呈近直立状发育，河谷沿该组节理裂隙发育而成，其特点是切割深，延伸长，坝址两岸均有分布。据现场调查及原有资料，右岸比左岸发育，右岸坝肩可见 5 条此方向平行分布的节理裂隙，间距为 5~15m，其中坝端 233m 高程的裂隙带，岩石溶蚀风化剧烈呈白云岩砂状，宽度达 1.0~1.5m，深度在 2.0m 以上。另外，右岸接近坝肩下游戏处，有一条与岸坡近于正交（交角 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ）的垂直裂隙，略倾向上游偏右岸，该裂隙在 208m 高程以下，裂隙表面宽 10~15cm，往岸边深部逐渐减少，呈张开状，无充填；208m 以上，裂隙多为石灰钙华充填。

左坝肩至原溢洪道进口处，为断层 F_5 通过，断层走向为 $NE71^{\circ}$ ，倾向 NW，倾角 70° ，为张性节理构造性质，其主要特征：沿断层走向，溶蚀裂隙呈带状分布，同时具有明显的水平位移现象，分析认为，其性质不明。

(2)地震

该区位于广西山字型构造脊柱东侧，地质构造线呈北北东向，褶皱构造发育，形成一系列的背斜和向斜，岩层产状变化频繁，走向大致为 $NE10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，局部为北西和近东西向，倾向北西或南西，倾角 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ；断裂构造较为发育，测区西侧为三江—融安区域性大断裂，距坝址约 5.0km，与其平行分布的有（流零）石门—桥头断裂，走向呈南北—北北东向，倾向西，均为逆断层，后者从库区穿过。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001), 本区地震动峰值加速度为 0.05g, 震基本烈度 VI 度区, 区域地震动反应谱特征周期为 0.35s。

1.2.2 水文

石门水库位于柳州市融安县大良镇石门村旁的柳江流域融江的支流石泘河上, 坝址地理位置为东经 109° 23' , 北纬 24° 53' , 水库距离大良镇约 7km, 距离融安县城约 53km, 水库有乡村公路与外界连通, 交通较方便。

石泘河(又称石门河、牛岭河)发源于融安县东起乡白云糍, 自北向南流经上甲、下樟、东岭、东皇、东起、竹洞门、良村等村屯, 在英村进入溶洞(俗称英村溶洞), 从英村溶洞出来后, 途径石门村, 在石门村下游约 2km 处折向西南, 在石门水库坝址下游又进入溶洞(俗称石门溶洞), 从石门溶洞出来后流经石家、大良、潭头等村屯, 在潭头乡附近折向北流, 后流经江岸、西浔、回龙、红岭街、大塘等村屯, 在融水县融水镇东华村附近汇入融江。石泘河流域集雨面积 372km², 主河道长度 77.7km, 平均坡降 2.90‰。

英村溶洞位于东起乡石泘河中游, 溶洞以上集雨面积 90km²(占石门水库坝址以上集雨面积的 66.7%), 河流长度约 21km, 溶洞长约 1.75km, 洞内宽阔, 泄流能力较强。石门溶洞位于石门水库坝址下游, 该洞由三个联通的溶洞组成, 洞与洞之间有天然天窗, 洞内明亮、三个连通洞都比较大, 可以行走小木船, 石门溶洞以上集雨面积 135km², 溶洞以上河长 28.8km, 溶洞全长约 800m。

石门水库无泥沙实测资料, 只能采用间接方法推算求。经查《广西地表水资源》中的悬移质多年平均输沙量模数分区图, 得流域重心

处的年侵蚀模数为 $50/\text{km}^2$ ，则石门水库坝址处输沙量为 0.675 万 t。

项目区水补给来源有两方面，一是大气降水，库区小冲沟发育，水源丰富，低洼处及冲沟常见泉眼出露，为非季节性水流，常年流水，流量稳定，并以上升泉为主，主要靠大气降水补给。二是地下水，以岩溶水为主，其次为岩基裂隙水，水量较为丰富。泥盆系上统的灰岩和白云质灰岩及白云岩，以及石炭系下的灰岩和泥灰岩，岩溶较为发育，由于化学风化形成的溶洞、溶蚀裂缝等岩溶通道，呈不规则网状分布，连通性较好，是地下水的贮存、运移以及排泄的良好通道。寒武系的砂岩和页岩是良好的隔水层，但岩石风化破碎，节理裂缝呈网状分布是地下水运移的良好通道。两者的补给主要来源于大气降水的补给。

1.2.3 气象

石门水库流域内无气象站实测资料，仅以距离水库最近的融水县气象观测站和融水水文站的实测资料作为参考。

石门水库属于亚热带海洋性季风气候区，受季风及太平洋暖流影响，气候温和，雨量充沛，多年平均降雨量 1762mm，最大年降雨量 2592mm，最小年降雨量 1367.1mm，降雨多集中在 5 月~7 月。10 年一遇 1h 最大降雨量 79.8mm，6h 最大降雨量 198.5mm，24h 最大降雨量为 306.0mm。多年平均蒸发量为 1643.8mm。多年平均气温 19.3°C ，1 月份最低，平均气温 9.2°C ；7 月份最高，平均气温 27.9°C ，极端最高气温 38.6°C ，极端最低气温 -3.0°C 。多年平均风速 2.3m/s，多年平均最大风速 20m/s，出现年月是 1967 年 3 月，最多风向为 NE 方向。多年平均相对湿度 79%，年平均日照时数 1379.7h，年平均无霜期 320 天。

暴雨成果详见表 1.2-1。

表 1.2-1 石门水库设计暴雨成果表

时段	频率 P(%)及对应的雨量(mm)				
	0.1	0.2	1	2	3.33
10 分钟	49.1	45.9	38.4	35.0	30.1
1 小时	156	145	118	107	97.9
6 小时	310	287	231	206	187
24 小时	460	424	342	305	278

1.2.4 土壤

本工程所在的融安县境内主要的成土母质有石灰岩、硅质岩、砂页岩、河流冲积物、洪积物、第四系沉积物、砂岩、砾岩等。不同的母质经过长期的风、水、化学物质和各种微生物的作用形成多种土壤类型。融安县境内土壤以水稻土、红壤、赤红壤、黄壤、石灰（岩）土、冲积土为主，其中，红壤分布最广，分布地域占全县土壤总面积的 56.15%，主要分布在县境内海拔 500 以下的低丘岗地，其次为石灰（岩）土，占全县土壤总面积的 32.20%，广泛分布于石灰岩下坡方，水稻土约占全县土地总面积的 4.10%，主要分布于地势较为平坦的坡地、台地、地势较高的梯田及河流两岸阶地；冲积土包括河流冲积土和洪积土，约占全县土地面积的 2.05%，主要分布在河流和小溪沿岸。

项目所在区域土壤以红壤为主，质地多为沙壤土和壤土，土层较厚，场地稳定。

1.2.5 植被

经现场调查，项目区植被主要有构树、桉树、栎树、松树及杂草等作物。植被覆盖率为 24%。生态用水来源主要是大气降雨。

项目建设用地以林地、草地等为主。

1.2.6 水土流失及水土保持情况

根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保[2013]188号）和《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区和重点治理区的通知》（桂政发[2017]5号），项目所在地位于柳州市融安县，融安县属于柳江上游自治区级水土流失重点预防区。

项目所在区域属于全国土壤侵蚀类型Ⅱ级区划的南方红壤丘陵区，属自治区水土保持规划分区的桂中土石山区，土壤容许流失量为500t/(km² a)。

根据广西壮族自治区2022年水土保持公报，土壤侵蚀分级面积统计见表1.2-2。

表 1.2-2 柳州市融安县土壤侵蚀分级面积统计表 单位：km²

行政区	水土流失面积	水力侵蚀									
		轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈	
		面积	占总面积(%)	面积	占总面积(%)	面积	占总面积(%)	面积	占总面积(%)	面积	占总面积(%)
融安县	417.14	251.42	60.27	101.79	24.40	40.17	9.63	18.03	4.32	5.73	1.37

注：以上数据来源于《广西壮族自治区2022年水土保持公报》。

1.3 水土保持工作情况

2012年6月柳州市水土保持监测分站编制完成了《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书(送审稿)》。

2012年7月，柳州市水利局组织有关专家对《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书(送审稿)》进行技术评审。

2012年7月柳州市水土保持监测分站编制完成了《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

2012年8月24日，柳州市水利局以《关于融安县石门水库除险

加固工程水土保持方案的批复》（柳水利水保[2012]20 号）对本项目水土保持方案进行了批复。

根据批复的水土保持方案报告书及批复文件要求，建设单位内部设立了工程部，有专职人员负责工程水土保持工作，将水土保持措施纳入到主体工程施工计划中，严格落实水土保持各项防护措施，做到“三同时”，已完成的水土保持设施布设基本完善，防治效果较好，无明显水土流失现象。

工程于 2012 年 3 月开始施工，2022 年 2 月建成，工程建设期间，建设单位根据施工过程中发现的水土流失问题，积极整改并落实完善相应的水土保持措施，采取的水土保持措施取得一定的保持水土的效果。

实施的水土保持措施和投资如下：

土质排水沟 25.0m；截排水沟 205m；土地整治 0.02hm²；临时覆盖 850m²。共完成水土保持投资 24.96 万元，其中工程措施投资 8.20 万元，植物措施投资 0 万元，临时措施投资 0.34 万元，独立费用 15.57 万元，水土保持补偿费 0.37 万元。

1.4 监测工作实施情况

根据相关法律、法规和文件的规定，建设单位委托广西俊宸项目管理有限公司开展融安县石门水库除险加固工程的水土保持监测工作。通过查阅水土保持方案报告书、招标投标文件、施工组织设计、施工技术总结、监理报告和相关图片等资料，并结合现场调查推算本项目工程建设扰动土地面积、水土流失情况及水土保持工程建设等情况，开展水土保持监测。

考虑到本工程已施工完毕，监测人员主要采取现场巡查监测法对

工程进行实地踏勘，并通过查阅相关资料及座谈等方法了解和掌握工程水土流失防治情况。

1.4.1 监测内容

本项目水土保持监测的内容包括防治责任范围监测、水土流失防治监测两个部分。

①防治责任范围监测

工程水土流失防治责任范围包括项目永久征地和临时占地，工程永久征地主要通过土地部门的批复文件确定；临时占地面积和直接影响区随工程的开展会发生变化，因此防治责任范围监测主要通过监测临时占地的面积变化情况，确定工程实际的水土流失防治责任范围，并与水土保持方案的水土流失防治责任范围相比较，分析变化原因。

②水土流失防治监测

调查监测工程水土流失防治责任范围内水土保持措施实施情况，包括工程措施、植物措施和临时措施。调查内容包括水土保持工程措施和临时措施的实施数量、质量、进度、运行情况、保存完好程度及拦渣保土效果，植物措施的实施面积、苗木种类、数量、质量、实施进度、成活率、植被生长情况以及养护情况等。

1.4.2 监测点布设

本工程在建设单位委托开展水土保持监测工作时已完工，我公司对现场进行了调查监测。根据本项目水土流失的特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测与管理的

便利性，对主体工程区采用调查监测、遥感监测、巡查监测等，并进行了抽样调查监测，监测点位置详见表 1.4-1。

表 1.4-1 工程水土流失监测点布设表

序号	监测点位置	监测方法	监测内容
1	枢纽工程区	调查监测、遥感监测、巡查监测	治责任范围监测、水土流失防治监测
2	施工附属企业区	调查监测、遥感监测、巡查监测	治责任范围监测、水土流失防治监测

1.4.3 监测设施设备

本项目水土保持监测设备主要有 GPS、数码相机、摄像机等设备，详见表。

表 1.4-2 水土保持监测设备和仪器一览表

分类	设施和设备	单位	数量
一	设备		
1	手持 GPS	台	1
2	摄像机	台	1
3	数码相机	台	1
4	笔记本电脑	台	1
5	坡度仪		
二	消耗性材料费		
1	皮尺		
2	米尺	条	4
3	钢卷尺	条	4
4	记录夹	本	4
5	2m 抽式标杆	根	2
三	其他		
1	1.5mSPOT6 卫星图	km ²	1

1.4.4 监测技术方法

本工程水土保持监测以调查监测为主，通过现场实地勘测，利用 GPS 结合 1: 5000 地形图、照相机、标杆、尺子等工具，实地核对工

程扰动范围，调查已实施的水土保持工程和植物措施的工程量、工程质量、植被恢复程度以及防治效果等。

2 监测内容和方法

本项目监测内容主要有土地扰动情况、取土（石、料）弃土（石、渣）、水土保持措施、水土流失情况等；监测方法主要有采用实地测量、地面观测和资料分析等。

2.1 扰动土地情况

根据现场调查及监测分析，本工程扰动土地面积详细情况见表 2.1-1。

表2.1-1 工程扰动面积监测结果表

工程分区		占地性质	占地类型及面积 (hm ²)			合计
			林地	草地	未利用地	
枢纽工程区	拦河坝	永久	0.04		0.01	0.05
	输水建筑物	永久	0.03			0.03
	防汛抢险道路	永久	0.2	0.01		0.21
	小计		0.27	0.01	0.01	0.29
施工附属企业区		临时		0.02		0.02
合计			0.27	0.03	0.01	0.31

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本项目建设过程中的土石方已内部挖填平衡，无外借和弃运土石方，故未设置弃渣场和取土场。

2.3 水土保持措施监测

本项目水土保持措施应对工程措施、植物措施和临时措施进行全面监测。监测内容包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行状况等。水土保持措施监测采用实地量测、遥感监测和资料分析的方法。本项目实施

的水土保持工程措施有土质排水沟 25.0m；截排水沟 205m；土地整治 0.02hm²；临时覆盖 850m²。



项目水土保持措施监测

2.4 水土流失情况监测

本项目是水土流失情况监测主要采用地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法。水土流失面积监测采用实地量测、遥感监测相结合的方法；土壤流失量监测采用侵蚀沟样方测量的方法。水土流失危害采用资料分析和现场测 的方法进行监测。水土流失监测情况，详见表 2.4-1。

表 2.4-1 水土流失情况监测内容、方法及频次表

分区	水土流失面积 (hm ²)	监测频次	监测方法	水土流失危害	监测时间	监测项目
枢纽工程区	0.29	1 次/季度	实地监测、资料分析	无	2022.1-2022.3	防治分区水土流失面积、水土流失量等
施工生产生活区	0.02	1 次/季度				
合计	0.31					

2.4.1 监测方法

2.4.1.1 遥感监测

按照《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012), 选择影像清晰、反差适中、时相好、各项指标均能符合要求、容易辨别地类地物的遥感影像。通过专业软件提取数据, 包括项目区扰动面积、基础开挖边坡等, 对项目区进行长期性、持续性的观测。

2.4.1.2 实地测量

(1) 地形、地貌、植被的扰动面积、扰动强度的变化采用实地勘测、线路调查、地形测量等方法, 结合 GIS 和 GPS 技术的应用, 对地形、地貌、植被的扰动变化进行监测。调查监测是指定期或不定期通过现场实地勘测, 采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、标杆等工具, 按不同地貌类型分区测定扰动地表类型及扰动面积, 填表记录每个扰动类型区的基本特征(扰动土地类型、开挖面坡长、坡度)及水土保持措施(土地整治工程等)实施情况。

(2) 建设项目占地面积、扰动地表面积

采用查阅设计文件资料, 利用 GIS 和 GPS 技术, 沿扰动边缘进行跟踪作业, 集合实地情况调查、地形测量分析、进行对比核实, 计算场地占用面积, 扰动地表面积。

2.4.1.3 地面观测

(1) 植被监测

根据植被覆盖情况目估覆盖度，对所有植被覆盖度求均值，即为该调查样方的植被覆盖度。选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为水平投影面积，要求乔木林 20×20m、灌木林 5×5m、草地 2×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和各类型区林草覆盖率。

计算公式为： $D=f_d/F_e$ $C=f/F\times 100\%$

式中：D—林地郁闭度（或草地盖度）；

C—林草覆盖度，%；

f_d —样方内树冠（草冠）投影面积， m^2 ；

F_e —样方面积， m^2 ；

f—林草地面积， hm^2 ；

F—类型区总面积， hm^2 。

(2) 水土流失动态监测

监测内容包括措施的数量和质量；林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度；防护工程的稳定性、完好程度和运行情况，措施的拦渣保土效果。采用实地勘测、地块调查、地形测量等方法，结合 GIS 和 GPS、皮尺、相机等工具，对水土保持措施实施情况进行监测。

2.4.1.4 资料分析

复核项目土石方挖方、填方数量及面积。查阅施工资料，结合实地情况调查，对地形做测量分析，进行对比核实，计算项目挖方、填方数量及面积。

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

a) 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书（报批稿）》。及柳州市水利局以《关于融安县石门水库除险加固工程水土保持方案的批复》（柳水利水保[2012]20号）批复的防治责任范围总面积为 1.03hm^2 。方案批复的水土流失防治责任范围详见表 3.1-1。

表 3.1-1 方案批复水土流失防治责任范围表

工程分区		新增占地类型及面积 (hm^2)			合计	直接影响区	总计
		林地	草地	未利用地			
枢纽 工程 区	拦河坝	0.04		0.01	0.05	0.01	0.06
	输水建筑物	0.03			0.03	0.01	0.04
	防汛抢险道路	0.2	0.11		0.31	0.07	0.38
	管理区	0.05	0.06		0.11	0.02	0.13
	小计	0.32	0.17	0.01	0.5	0.11	0.61
取土场区		0.13			0.13	0.02	0.15
弃渣场区			0.1		0.1	0.03	0.13
施工附属企业区		0	0.12	0	0.12	0.02	0.14
合计		0.45	0.39	0.01	0.85	0.18	1.03

b) 监测的防治责任范围

根据查阅交工验收报告材料及现场监测确认，本工程的水土流失防治责任范围为 0.41hm^2 ，详见表 3.1-2。

表 3.1-2 实际水土流失防治责任范围表

工程分区		占地性质	占地类型及面积 (hm ²)			合计
			林地	草地	未利用地	
枢纽工程区	拦河坝	永久	0.04		0.01	0.05
	输水建筑物	永久	0.03			0.03
	防汛抢险道路	永久	0.2	0.11		0.31
	小计		0.27	0.01	0.01	0.39
施工附属企业区		临时		0.02		0.02
合计			0.27	0.03	0.01	0.41

c) 变化情况及原因

根据查阅交工验收报告材料及现场监测确认,本工程的水土流失防治责任范围面积共计 0.41hm²,较方案减少 0.62hm²。水土流失防治责任范围变化情况详见表 3.1-3。

表 3.1-3 水土流失防治责任范围变化情况表 单位: hm²

序号	项目工程分区		方案面积	实际面积	实际与方案增减
一	项目建设区		0.85	0.41	-0.44
1	主枢纽工程区	拦河坝	0.05	0.05	0
2		输水建筑物	0.03	0.03	0
3		防汛抢险道路	0.31	0.31	0
4		管理区	0.11	0	-0.11
5	取土场区		0.13	0	-0.13
6	弃渣场区		0.1	0	-0.1
7	施工附属企业区		0.12	0.02	-0.1
二	直接影响区		0.18	0	-0.18
1	枢纽工程区	拦河坝	0.01		-0.01
2		输水建筑物	0.01		-0.01
3		防汛抢险道路	0.07		-0.07
4		管理区	0.02		-0.02
5	取土场区		0.02		-0.02
6	弃渣场区		0.03		-0.03
7	施工附属企业区		0.02		-0.02
合计			1.03	0.41	-0.62

实际发生的水土流失防治责任范围面积较原方案批复面积稍有变化，原因主要有：由于主体变更，建设时未对管理区进行扰动，管理区面积减少 0.11 hm^2 ；取土场区和弃渣场区在建设时未启用，面积相对减少 0.23 hm^2 ；经现场调查，施工附属企业区实际较少，面积相对减少 0.10 hm^2 ；经过多年的自然恢复期，项目区直接影响区基本恢复原地貌，实际直接影响区为 0 hm^2 ，直接影响区减少 0.18 hm^2 。

3.1.2 背景值监测

调查监测结果显示，工程区原始地貌主要为平地丘陵地貌，占地类型主要为草地、林地、未利用地，土壤侵蚀类型为水力侵蚀为主。按照《土壤侵蚀分类分级标准》，工程区内土壤侵蚀强度以轻中度侵蚀为主。

结合《融安县石门水库除险加固工程水土保持方案报告书（报批稿）》，并选择在项目区周边未扰动区域进行调查监测，占用的林地，植被覆盖率较好，土壤侵蚀模数背景值约为 $550 \text{ t}/(\text{km}^2 \text{ a})$ ；占用的草地长满灌草丛，土壤侵蚀模数背景值约为 $600 \text{ t}/(\text{km}^2 \text{ a})$ ；占用的未利用地基本不存在水土流失，土壤侵蚀模数背景值约为 $0 \text{ t}/(\text{km}^2 \text{ a})$ 。根据各扰动地类面积，加权平均计算得项目区内原地貌平均土壤侵蚀模数背景值为 $568 \text{ t}/(\text{km}^2 \text{ a})$ 。

3.1.3 建设期扰动土地面积

根据现场调查监测分析，本项目累计扰动原地貌、损坏土地和植被总面积为 0.41 hm^2 ，其中 0.39 hm^2 为永久占地， 0.02 hm^2 为临时占地，占地类型主要是草地、林地、未利用地。工程扰动面积监测情况如表 3.1-5。

表 3.1-5 工程扰动面积监测情况表

工程分区		占地性质	占地类型及面积 (hm ²)			合计
			林地	草地	未利用地	
枢纽工程区	拦河坝	永久	0.04		0.01	0.05
	输水建筑物	永久	0.03			0.03
	防汛抢险道路	永久	0.2	0.11		0.31
	小计		0.27	0.01	0.01	0.39
施工附属企业区		临时		0.02		0.02
合计			0.27	0.03	0.01	0.41

3.2 取料监测结果

根据建设单位提供的相关资料和现场调查, 本项目建设过程中未设置取土场。

3.3 弃渣监测结果

根据建设单位提供的相关资料和现场调查, 本项目建设过程中的土石方已内部挖填平衡, 无弃运土石方, 故未设置弃渣场。

3.4 土石方平衡情况监测结果

据调查资料, 本项目建设土石方挖方总量为 1.05 万 m³, 填方总量为 1.05 万 m³, 无借方, 无余 (弃) 方。本项目土石方均换算为自然方。

本项目工程土石方量情况见表 3.4-1。

表 3.4-1

土石方情况表

单位: 万 m³

单项工程		挖方数量			填方数量			调入方	来源	调出方	去向	借方数量		废弃方	
		耕表土	土石方	合计	耕表土	土石方	小计					普通土	来源	永久弃方	去向
枢纽工程区	拦河坝		0.21	0.21						0.21	防汛路				
	输水建筑物		0.19	0.19		0.19	0.19				防汛路				
	防汛抢险道路		0.65	65		0.86	0.86	0.21	拦河坝						
合计			1.05	1.05		1.05	1.05	0.21		0.21		0	0	0	0
注: ①表中土石方均为自然方。②表中挖方+调入方+借方=填方+调出方+废弃方。															

3.5 其他重点部位监测结果

1、施工附属企业区

除险加固工程主要建筑物有大坝与新建输水设施两建筑物间距较近，距离约为 300km。本着方便管理、施工布置相对集中的原则，本工程设一个施工附属企业区，施工附属企业区主要有简易拌和系统、材料堆放场、仓库、加工厂和施工生活区等，根据情况加工厂和施工生活区场地设于大坝左岸离坝约 300m 上坝公路旁的坡地上，临时占地为 0.02hm²，占地类型为草地。项目验收时，施工附属企业区已经使用完毕，施工结束后对场地进行土地整治，场地目前已经自然恢复，场地植被良好。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

通过查阅完工资料、现场查勘和复核，结合水土保持监测、监理和施工单位相关报告。水土保持工程措施总量为：排水沟 320m；土地整治 0.02hm²。

一、枢纽工程区

1、输水建筑物

工程措施：土质排水沟 25.0m；

2、防汛抢险道路

工程措施：截排水沟 205m；

二、施工附属企业区

工程措施：土地整治 0.02hm²。

水土保持工程措施实施情况详见表 4.1-1。

表 4.1-1 各项目区工程措施实施情况对比表

序号	项目	单位	水土保持方案	实际实施	实际实施较方案增减
一	枢纽工程区				
1	输水建筑物				
1.1	浆砌石排水沟	m ³	15		-15
1.2	土质排水沟	m		25	+25
2	防汛抢险道路				
2.1	表土剥离	万 m ³	0.05		-0.05
2.2	覆种植土	万 m ³	0.03		-0.03
2.3	浆砌石排水沟	m ³	25		-25
2.4	截排水沟	m		205	+205
2.5	浆砌石挡土墙	m ³	887.0		-887.0
3	管理区				设计变更取消
3.1	表土剥离	万 m ³	0.02		-0.02
3.2	覆种植土	万 m ³	0.01		-0.01
3.3	浆砌石排水沟	m ³	44.73		-44.73
二	取土场				未启用
2.1	覆种植土	万 m ³	0.04		-0.04
三	弃渣场区				未启用
3.1	覆种植土	万 m ³	0.03		-0.03
3.2	浆砌石排水沟	m ³	33.12		-33.12
3.3	浆砌石挡土墙	m ³	72.36		-72.36
四	施工附属企业区				
4.1	覆种植土	万 m ³	0.04		-0.04
4.2	土地整治	hm ²		0.02	+0.02

本项目水土保持工程措施变化的主要原因有：

- 1、输水建筑物周边的排水沟根据现场调查采用的是土质排水沟，因此使得浆砌石排水沟的量减少；
- 2、防汛抢险道路在开挖时基本都

是石头，表土厚度较薄，无法对表土进行收集，因此表土剥离量减少；由于道路周边回填的土方土质较好，基本满足植被生长要求，无需另外进行绿化覆土，因此绿化覆土减少；根据新规范规范，浆砌石挡土墙不界定为水土保持措施，因此减去浆砌石措施的工程量；施工时根据项目地形地貌及周边排水沟情况，在交通隧道一侧布设有排水沟，在道路靠近山边一侧布设截排水沟，使得排水沟工程量增加。3、管理区由于工程变更已取消该分区，因此工程量减少。4、取土场和弃渣场在施工时未使用，因此工程量减少。5、施工附属企业区经土地整治后基本满足植被种植要求，因此不进行绿化覆土，工程量减少。

水土保持工程措施设计实施进度要求与主体工程建设进度同步实施。于2012年3月开始施工，2022年2月完成。实际实施的水土保持工程措施均在主体工程建设期内，水土保持工程措施实际实施进度基本与主体工程“三同时”。

4.2 植物措施监测结果

通过查阅完工资料、现场查勘和复核，结合水土保持监测、监理和施工单位相关报告，本工程的植物措施均为自然恢复，目前各分区内植被较好，水土流失情况为微度。

4.3 临时措施监测结果

通过查阅完工资料、现场查勘和复核，结合水土保持监测、监理和施工单位相关报告，本工程的临时措施有：临时覆盖 850m²；

一、枢纽工程区

1、防汛抢险道路

临时措施：临时覆盖 750m²；

二、施工附属企业区

临时措施：临时覆盖 100m²；

表 4.3-1 水土保持临时措施工程量对比表

序号	项目	单位	水土保持方案	实际实施	实际实施较方案增减
一	枢纽工程区				
1	防汛抢险道路				
1.1	临时排水沟	m	81	-	-81
1.2	沉沙池	个	2	-	-2
1.3	临时覆盖	m ²	750	750	
二	弃渣场				未启用
1	临时挡墙	m	63		-63
2	沉沙池	个	75	75	
三	施工附属企业区				
	临时排水沟	m	55		-55
	沉沙池	个	2		-2
	覆盖覆盖	m ²	100	100	

本项目水土保持临时措施变化的主要原因有：

1、防汛抢险道路在开挖时基本都是石头，无法在布设临时临时排水沟和沉沙池，因此工程量减少。2、弃渣场在施工时未使用，因此工程量减少。3、施工附属企业区布设的地质较高，周边有山坡阻挡，雨水未对场地进行冲刷，因此未布设临时排水沟和沉沙池，因此工程量减少。

4.4 水土保持措施防治效果

通过现场调查量测和查阅资料，根据项目水土流失防治分区及各分区水土流失特点，采取的水土保持措施主要有：

一、枢纽工程区

1、输水建筑物

工程措施：土质排水沟 25.0m;

2、防汛抢险道路

工程措施：截排水沟 205m;

临时措施：临时覆盖 750m²;

二、施工附属企业区

工程措施：土地整治 0.02hm²。

临时措施：临时覆盖 100m²。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 影响水土流失的气象因素分析

(1) 风力：在监测时段，根据柳州气象站多年实测资料，其多年平均气温为 19.6℃。极端最高气温为 38.6℃，极端最低气温为 -3.0℃。流域内盛行南北风，少有东西风，全年主导风向 NNW，多年平均风速 2.3m/s。

(2) 降雨：项目区在监测期内降雨日数 1485 日，总降水量 27541mm，最大日降水量 98.6mm（2018 年 7 月 16 日）。年内 4~9 月份为降雨高峰期，本项项目建设跨越 44 个雨季，为产生水土流失的主要时段。项目工程在 2012 年 3 月至 2022 年 2 月建设期间，工程施工期间未发生水土流失危害事件，各项水土保持措施运行正常。

5.1.2 各阶段水土流失面积监测结果

根据水土流失特点和主体施工进度，将本项目水土流失分为三个阶段，分别为施工准备期、施工期和试运行期。施工准备期较短，且主要是施工技术的熟悉和施工预算编制等，因此，本项目前期准备工作不涉及扰动地表面积，所以水土流失面积忽略不计。在施工初期，原地貌面积所占比例较高，随着项目进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少，即水土流失面积逐渐增大；在施工中期，土建工程的全面开展，扰动地表面积增加到最大，经实地测量和遥感监测，本项目施工期的水土流失面积为 0.41 hm²；运行期大部分场地及道路硬化，扰动地表面积为施工期扰动面积减去硬化面积，即为自然恢复期的水土流失面积，经实地测量和资料分析，建筑物及道路硬

化面积 4.68hm²，所以本项目自然恢复期的水土流失面积为 1.88hm²。

5.2 土壤流失量

通过水土流失现场监测以及项目区降雨资料，2012年3月-2022年2月，项目产生总水土流失量为 204.78t，其中枢纽工程区产生水土流失量为 193.75t，施工附属企业区为 11.03t。

本项目 2012年3月开工，至 2022年2月完工。由于水土保持监测工作委托滞后，这段施工期数据通过典型调查及类比同期建设的同类工程监测成果，结合气象资料等综合分析确定，通过测算计算出本项目水土流失量

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本项目在建设过程中未设置取土场和弃渣场。

5.4 水土流失危害

通过项目区调查监测、巡查，走访当地群众的过程中，未发现与本工程相关的水土流失危害，工程水土流失防治责任范围均在可控制范围内，不对周边环境有直接的水土流失危害，项目总体水土保持情况良好。

6 水土流失防治效果监测结果

截止 2022 年 2 月，水土保持工程防治措施已全部实施，通过六项水土流失量化指标可以反映出整个防治效果。通过防治指标的对比分析，可对项目建设期末水土保持防治措施实施后的防治效果做出合理的分析与评价，以总结项目建设期的水土流失防治状况，评定项目防治目标的达标情况。

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比，本工程建设期实际扰动土地面积为 0.41hm^2 ，各分区内扰动土地整治面积 0.119hm^2 。经计算，项目区平均扰动土地治理率为 99.76%。各监测分区扰动土地整治率计算结果见表 6.1-1。

表 6.1-1 扰动土地整治率

防治区		扰动地表总面积 (hm^2)	水保措施防治面积 (hm^2)	永久建筑物面积 (hm^2)	计算公式	扰动土地整治率 (%)
枢纽工程区	拦河坝	0.05	-	0.05	(水土保持措施防治面积 + 永久建筑物面积) / 扰动地表总面积	100
	输水建筑物	0.03	-	0.03		100
	防汛抢险道路	0.31	0.099	0.21		99.68
施工附属企业区		0.02	0.02	0		100
综合效益		0.41	0.119	0.29		99.76

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度是指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。工程完工后，扣除建筑物、硬化占地面积，实际的水土流失总面积为 0.12hm^2 ，各项水土保持工程和植物措施治理面积合计为 0.119hm^2 ，由此计算项目区水土流失治理度为 99.17%。各监测分区水土流失治理度计算结果见表 6.2-1。

表 6.2-1 水土流失总治理度

防治区		造成水土流失面积(不含永久建筑物) (hm ²)	水保措施防治面积 (hm ²)	计算公式	水土流失总治理度(%)
枢纽工程区	拦河坝	-	-	水保措施防治面积/造成水土流失面积(不含永久建筑物及水面等面积)	-
	输水建筑物	-	-		-
	防汛抢险道路	0.1	0.099		99.00
施工附属企业区		0.02	0.02		100.00
综合效益		0.12	0.119		99.17

6.3 拦渣率

拦渣率 = 实际拦渣量（采取措施后实际拦挡的弃土（渣）量）/ 弃渣总量 × 100%

根据现场调查及业主提供的资料，本项目建设过程中未产生弃渣，因此，拦渣率不作计算。

6.4 土壤流失控制比

项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。根据监测，本项目各项水土保持措施完全发挥效益后，项目区无明显水土流失，参考本项目水土保持监测结果，土壤侵蚀模数减至 500t/(km²·a)。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目工程所在区域属南方红壤丘陵区，容许土壤流失量为 500t/(km²·a)。得出土壤流失控制比为 1.0。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被（目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。项目建设期末通过实施土地整治，以为植被的自然恢复创造较好的条

件，据现场踏勘，各扰动区地表植被得到了改善，已绿化面积为 0.119hm^2 ，可绿化面积为 0.12hm^2 ，工程建设区林草植被恢复率为 99.17%。各监测分区林草植被恢复率计算结果见表 6.6-1。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。项目已恢复绿化面积为 0.119hm^2 ，项目建设区面积为 0.41hm^2 ，工程建设区植被覆盖率达到 29.02%。各监测分区林草覆盖率计算结果见表 6.6-1。

表 6.6-1 植被恢复情况表

防治区		项目建设区面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	林草植被面积 (hm^2)	计算公式	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
枢纽工程区	拦河坝	0.05	-	-	①林草植被恢复率=林草植被面积/可恢复林草植被面积②林草覆盖率=林草植被面积/项目建设区面积	-	-
	输水建筑物	0.03	-	-		-	-
	防汛抢险道路	0.31	0.1	0.099		99.00	31.94
施工附属企业区	0.02	0.02	0.02	100.00		100.00	
综合效益	0.41	0.12	0.119	99.17		29.02	

6.7 水土流失防治措施达标情况

本工程水土流失防治措施达标情况见表 6.7-1。

表 6.7-1 防治目标达标情况表

防治标准	方案确定值	实际目标值	实际达到值	达标情况
扰动土地整治(%)	95	95	99.76	达标
水土流失总治理度(%)	97	97	99.17	达标
水土流失控制比	1.0	1.0	1.0	达标
拦渣率(%)	95	-	-	不作计算
林草植被恢复率(%)	99	99	99.17	达标
林草覆盖率(%)	27	27	29.02	达标

根据以上可知，项目建设过程中各防治分区均进行了合理的防治措施。通过实施工程措施和植物措施，各防治区地表植被得到了有效的改善，项目区水土流失得到根本控制，水土流失强度较低，使区域生态环境发生明显改善，除拦渣率不作计算，其他各项指标均达到了确定的防治目标值。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

融安县石门水库除险加固工程水土流失防治责任范围有 2 个防治分区,分别为主枢纽工程区、施工附属企业区。受施工扰动的影响,各防治分区地表植被遭破坏后,土壤抗侵蚀能力降低,在水力及人为因素的综合作用下,扰动地表土壤流失量较原地貌状态土壤流失量明显增加,通过各项防治措施的实施,损坏的水土保持设施面积逐渐恢复,土壤侵蚀模数明显减小。在植被恢复期,大部分区域土壤流失得到有效控制,特别是工程措施和林草植物措施治理区域,土壤侵蚀强度降至原地貌侵蚀强度以下,水土流失得到有效治理。

据调查资料,本项目建设土石方挖方总量为 1.05 万 m^3 ,填方总量为 1.05 万 m^3 ,无借方,无余(弃)方。本项目土石方均换算为自然方。本项目涉及土方开挖与回填量较大,通过土方合理调运,实现了挖填平衡。实际开挖和回填土方量与原方案设计变化不大,同时在施工过程中,在土方的运输、调配和堆放过程中,采取相应的防护措施,减少了水土流失。

7.2 水土保持措施评价

本项目于 2012 年 3 月开始动工,2022 年 2 月完工,植物措施相对滞后于主体工程,但通过植物防治措施的实施,场区内取得了明显的绿化美化和水土保持效果,基本达到了水土保持方案设计要求。

项目建设区内扰动土地整治率 99.76%,水土流失总治理度 99.17%,土壤流失控制比 1.0,林草植被恢复率 99.17%,林草覆盖率 29.02%,除拦渣率不作计算,其他各项指标均达到了方案确定的防治目标值。

7.2.1 水土流失防治效果评价

从水土流失防治效果监测结果看，项目实际完成的水土流失防治指标全部达到了水土保持开发建设项目水土流失防治设计标准，随着项目区植被建设的加强，林草植被度的逐步提高，水土流失防治效果将会更好。

7.2.2 水土保持措施评价

本项目建设过程中，建设单位对水土保持工作十分重视，落实了水土保持方案确定的各项防治措施，实际完成的水土保持措施有土质排水沟 25.0m；截排水沟 205m；土地整治 0.02hm²；临时覆盖 850m²。通过现场勘查项目区内各项工程措施和植物措施质量优良，管护措施落实，运行状态良好，有效地维护了项目区良好的生态环境，为安全文明运行创造了有利条件。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在的问题

根据监测结果，为进一步完善水土保持措施，发挥水土保持措施最大效益，保护水土资源，改善项目区环境，确保工程安全运行，现提出以下要求：

(1) 工程运营单位继续认真做好经常性的水土保持措施管护工作，明确组织机构、人员和责任，确保水保设施完好并长期发挥作用，防止发生新的水土流失。

(2) 总结水土保持工程实施的经验和教训，为运行期水土保持工程的维护提供指导。

(3) 运行单位组织管理人员加强水土保持知识的学习，树立人与自然的和谐共处的良好生态意识，为水土保持工程长期稳定运行并

发挥效益提供人员和技术保障。

7.3.2 建议

(1) 在今后运行过程中加强管理，进行必要的抚育，提高林草覆盖率，创造良好的生态环境。

(2) 总结水土保持措施实施的经验和教训，为运行期水土保持措施的维护提供指导，同时加强对水土保持设施的管理维护和植物养护，确保其发挥长远水土保持效益；组织管理人员加强水土保持知识的学习，树立人与自然和谐共处良好生态意识，为水土保持工程长期稳定运行并发挥效益提供人员和技术保障。

(3) 由于本工程主体工程施工结束后才开展水土保持监测，施工期水土流失情况只能通过施工及监理记录了解，后续工程开工前应及时开展水土保持监测，确保监测工作全程实施。

7.4 综合结论

本项目建设单位对工程建设中的水土保持工作给与了充分重视，按照水土保持法律法规的规定，依法编报了水土保持方案。根据本项目水土保持方案报批稿，建设单位委托了专门的水土保持监测单位开展水土保持监测工作，体现了建设单位对本项目水土保持工作的高度重视。

建设单位在项目建设中较好地开展了水土流失防治工作，实施了排水沟，临时覆盖等水土保持措施，切实落实了该项目《水土保持方案报告书》中所设计的水土保持措施，并根据项目建设过程中出现的情况因地制宜地增设了部分水土保持措施，合理安排土方挖填工程，施工工序安排合理，没有乱倒乱弃现象，有效地控制了项目建设区的水土流失。

项目建设区内水土保持措施布局合理，水土保持工程质量管理体系基本健全，数量和质量达到了该项目《水土保持方案报告书》的设计要求，林草措施的生长情况良好。新增水土保持措施中，工程措施和植物措施符合设计和规范要求、质量合格。施工过程中采取了一些水土保持措施，水土流失得到了有效地控制，对周边环境并未产生明显的水土流失危害，达到了防治水土流失的目的，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。

水土保持措施实施后，本项目的各类开挖、临时堆放等得到了有效整治，效果良好，项目区的生态环境有了明显改善，各项治理指标满足防治标准要求。水土保持设施的管理维护责任明确，可以保证水土保持功能的持续有效发挥。

从总体分析，融安县石门水库除险加固工程通过科学施工，规范管理，重点保护，对防治责任范围内的水土流失进行了全面、系统的整治，较好地完成了水土保持防治目标中确定的各项防治任务，项目的各类扰动面得到了及时整治，受损的植被得到了及时恢复，水土保持工程运行效果良好，人为水土流失得到了基本控制。水土保持工程的实施明显改善了项目区的原有生态环境，总体上发挥了较好的保持水土、改善环境的作用，也对当地生态环境改善做出了较大贡献。融安县石门水库除险加固工程建设期水土保持措施基本得到落实，水土流失防治指标基本满足要求，达到了水土保持专项验收标准。

8 附件及附图

8.1 附件

- 1、柳州市水利局以《关于融安县石门水库除险加固工程水土保持方案的批复》（柳水利水保[2012]20号）
- 2、水土保持（设施）补偿费缴纳凭证
- 3、水土保持监测照片

8.2 附图

- 1、项目区地理位置图
- 2、监测分区及监测点布设图
- 3、防治责任范围图