

水保监测（辽）字第 0003 号

清河水库供水取水头部及输水改造工程 水土保持监测总结报告

建设单位：辽宁省清河水库管理局有限责任公司

编制单位：辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司

2020年7月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (副本)

单位名称：辽宁省水利水电科学研究院

法定代表人：王健

单位等级：★(1星)

证书编号：水保监测(辽)字第0003号

有效期：自2017年07月21日至2020年09月30日

发证机构：

发证时间：2017年10月12日



单位地址：辽宁省沈阳市和平区十四纬路5-4号

项目联系人：赵健

联系电话：024-62181275

清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测总结报告

责任页

编制单位：辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司

批 准：孟维忠

核 定：孟维忠

审 查：褚丽妹

校 核：张 丹

项目负责人：赵 健

编 写：赵 健 褚丽妹 陈 伟 张 丹 郭秋含

目 录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 建设项目概况	4
1.2 水土保持工作情况	11
1.3 监测工作实施情况	13
2 监测内容与方法	17
2.1 扰动土地情况	17
2.2 水土保持措施	17
2.3 水土流失情况	18
3 重点对象水土流失动态监测	19
3.1 防治责任范围监测	19
3.2 取土监测结果	22
3.3 弃渣监测结果	23
3.4 土石方流向情况监测结果	23
4 水土流失防治措施监测结果	25
4.1 工程措施监测结果	26
4.2 植物措施监测结果	31
4.3 临时防护措施监测结果	36
4.4 水土保持措施防治效果	38
5 土壤流失情况监测	45
5.1 水土流失面积	45
5.2 土壤流失量	46
5.3 弃土潜在土壤流失量	52
5.4 水土流失危害	53
6 水土流失防治效果监测结果	54
6.1 扰动土地整治率	54
6.2 水土流失总治理度	54
6.3 土壤流失控制比	55

6.4 拦渣率	56
6.5 林草植被恢复率	56
6.6 林草覆盖率	56
7 结论	58
7.1 水土流失动态变化	58
7.2 水土保持措施评价	59
7.3 存在问题及建议	59
7.4 综合结论	59

附件:

附件 1 水土保持监测调查照片

附件 2 《关于清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案的批复》(辽水保函[2011] 146 号)

附图

附图 1 清河水库供水取水头部及输水改造工程地理位置图

附图 2 清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测点位布置示意图

附图 3 清河水库供水取水头部及输水改造工程水土流失防治责任范围示意图

前言

清河水库是一座以防洪、灌溉为主，兼顾工业供水、养鱼、旅游等综合利用的大型水利枢纽工程。水库总库容 $9.68 \times 10^8 \text{m}^3$ ，为大（2）型水利枢纽工程，工程等别为 II 等，主要水工建筑物级别为 2 级。

清河水库供水取水头部及输水改造工程的工程等别为 III 等，主要建筑物取水头部、输水管线为 3 级建筑物，次要建筑物为 3~4 级建筑物。取水头部设计洪水标准为 500 年一遇，校核洪水标准为 10000 年一遇；其他建筑物根据输水流量和建筑物级别设计洪水标准采用 20~10 年一遇，校核洪水标准采用 50~30 年一遇。清河水库供水取水头部及输水改造工程设计输水规模为 30.8 万吨/天。

由辽宁省水利水电勘测设计研究院完成的《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》，于 2011 年 8 月 5 日获得辽宁省水土保持局的批复（辽水保函[2011]146 号），详见附件 2。

为适时监测和监控施工建设过程中的水土流失，了解项目水土保持方案落实情况，掌握建设生产过程中水土流失发生的时段、强度，水土流失防治措施实施进度，以及水土流失治理效果等情况。按照水行政主管部门要求，项目建设单位辽宁省清河水库管理局（现为辽宁省清河水库管理局有限责任公司）于 2019 年 4 月委托辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司承担清河水库供水取水头部及输水改造工程的水土保持监测工作。

结合该工程水土保持方案报告书，通过实地勘查和收集资料，根据工程建设实际情况，2019 年 5 月编制了《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测实施方案》。根据工程施工工艺、水土流失特点及水土保持措施布局布设监测点，主要采用资料分析法、实地量测法进行监测。根据工程建设进度和水土保持措施实施等情况，植物措施于 2019 年 5 月中旬全部完工，监测时段为 2019 年 5 月至 2020 年 6 月。监测人员在监测期内通过实地量测、资料调查、无人机航拍等监测手段，获取了现场观测数据、监测影像资料以及工程施工资料等，经过内业计算与分析，按时完成了水土保持监测季度报告表和监测年度报告，最终形成了《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测总结报告》，为项目建设期间水土保持工程评价提供可靠依据，为水土保持方案实施与监督管理提供技术服务，为项目水土保持工程竣工验收提供支撑。

通过监测，本工程实际水土流失防治责任范围为 49.73hm²，扰动土地面积为 49.73hm²，侵蚀类型以水力侵蚀为主。截至监测期末，项目区扰动土地整治率达到 99.97%；水土流失总治理度为 99.96%；土壤流失控制比达到 1.03；拦渣率为 98.61%；林草植被恢复率为 99.53%；林草覆盖率为 29.26%。

清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标									
项目名称			清河水库供水取水头部及输水改造工程						
建设规模			工程等别为Ⅲ等，主要水工建筑物等级为 3 级，次要建筑物 3-4 级		建设单位、联系人		辽宁省清河水库管理局有限责任公司、张清武		
					建设地点		辽宁省铁岭市清河区		
					所属流域		辽河流域		
					工程总投资		14023 万元		
					工程总工期		43 个月		
水土保持监测指标									
监测单位			辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司			联系人及电话		赵健 024-62181275	
监测内容	监测指标		监测方法（设施）			监测指标		监测方法（设施）	
	1.水土流失状况监测		实地量测、资料分析			2.防治责任范围监测		实地量测、资料分析、无人机监测	
	3.水土保持措施情况监测		实地量测、资料分析和巡查			4.防治措施效果监测		实地量测、巡查	
	5.水土流失危害监测		巡查			水土流失背景值		554t/km².a	
方案设计防治责任范围			49.73hm²			土壤容许流失量		200t/km².a	
水土保持投资			285.47 万元			水土流失目标值		200t/km².a	
防治措施			取水头部防治区		工程措施：修建浆砌石挡墙 216.68 m³，混凝土排水沟 272.41m³，干砌石护坡 728.29 m³，排水管 1.21t，客土回覆 160.09m³，树坑客土 43m³；植物措施：栽植五叶地锦 600 株，绿篱 164.6m，金叶榆球 5 株，爬山虎 426 株，撒播草籽 70m²；临时措施：27 m³，临时排水沟 200 m³，栽植水蜡 800 株。				
			管线防治区		工程措施：铅丝石笼 499.28m³，人工挖种植穴 1178 个，树坑客土 1276 m³，客土回覆 200m³，表土剥离与回覆 65074m³；植物措施：栽植绿篱 367m，撒播草籽 0.07hm²，栽植刺槐 1114 株，垂柳 67 株，桃树 5 株，紫穗槐 1820 丛，红瑞木 31m，桧柏球 7 株。临时措施：装土草袋拦挡 1323.25 m³。				
			配电站防治区		工程措施：表土剥离 540 m³，表土回覆 540m³；临时措施：临时排水沟 97m³，装土草袋拦挡 139.76 m³、密目网苫盖 1775m²；植物措施：配电站管理单位负责绿化。				
			道路防治区		道路防治区取消				
			施工场地防治区		工程措施：人工挖种植穴 511 个，树坑客土 511m³，客土回覆 21.8m³；植物措施：撒播草籽 0.01hm²，栽植刺槐 91 株，枣树 100 株，苹果梨 60 株，李子 10 株，山楂 30 株，苹果 20 株，鸡心果 100 株，桃树 100 株。				
监	防	分类指标		目标值	达到值	实际监测数量			

测 结 论	治 效 果	扰动土地整治率(%)	95	99.97	防治 措施 面积	32.89hm ²	永久建筑物 及硬化面积	16.82h m ²	扰动 土地 总面积	49.73hm ²
		水土流失总治理度 (%)	96	99.96	水土流失治理面 积	32.89hm ²	水土流失总面积		32.91hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.03	监测土壤流失情 况	195t/km ² .a	容许土壤流失量		200t/km ² .a	
		拦渣率(%)	95	98.61	临时堆土拦挡量	46.60 万 m ³	临时堆土		47.25 万 m ³	
		林草植被恢复率(%)	98	99.53	可恢复林草 植被面积	2.49hm ²	林草植被面积		2.48hm ²	
		林草覆盖率(%)	26	29.26	恢复植被面积	2.48hm ²	项目建设面积		8.46hm ²	
	水土保持治理达标评价		扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率均达到目标值。							
	总体结论		截至水土保持监测期末，本工程水土流失防治六项指标全部达标，各项水土保持设施运行良好，水土保持效果明显。							
	主要建议		建议在项目运行过程中加强水土保持设施管护与维修，认真做好植被抚育管理，确保水土保持措施效果。							

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

清河水库位于辽宁省铁岭市清河区境内。本工程从清河水库取水，取水头部位于清河水库库区内大坝上游右岸约 400m，管线从已有隧洞出口接引，途径清河配水站致终点开原配水站。本工程共涉及 2 市区 5 个乡镇 9 个村，即铁岭市清河区的红旗街道办事处、向阳街道办事处和张相镇的 6 个村，开原市的兴开街道办事处和新城街道办事处 3 个村。

工程地理位置见图 1-1。

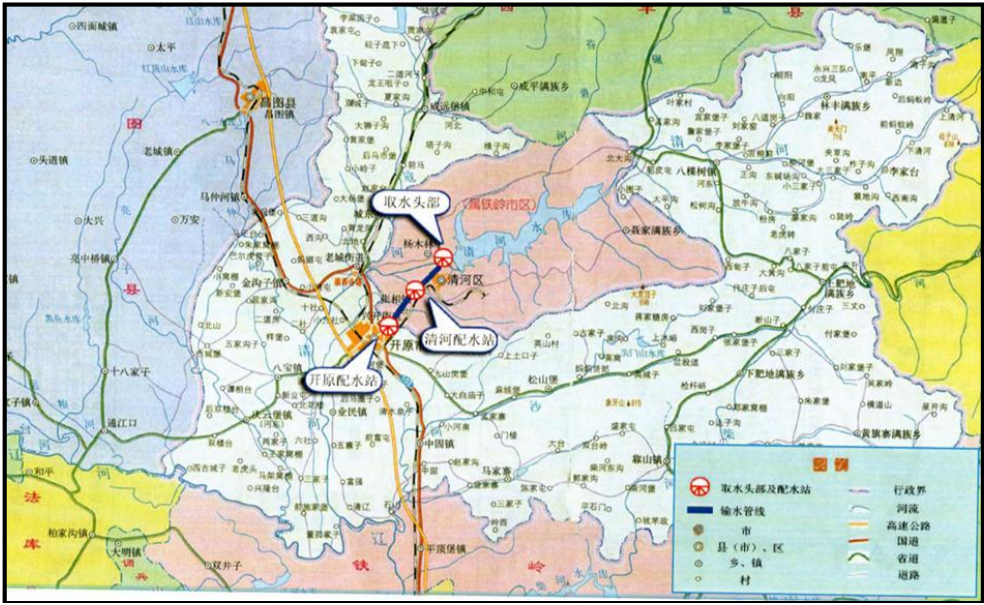


图 1-1 地理位置图

1.1.1.2 工程规模、等级及建设性质

清河水库供水取水头部及输水改造工程是利用原清河电厂闲置的发电机组冷却回水隧洞等已建设施的基础上，改造取水头部及新建输水管线工程，供给清河区及开原市的城市用水，彻底解决清河区及开原市城市供水水源短缺的问题。本工程规模为 30.8 万 m³/d，多年平均取水量为 8660 万 m³/a。

本项目为新建输水工程，建设性质为建设类项目。

根据《调水工程设计导则》 SL430-2008 对工程等别的规定，本工程按设计引

水流量 $3.56\text{m}^3/\text{s}$ 和供水对象清河区 and 开原市在地区经济社会中的重要地位，确定本工程等别为 III 等中型工程。

对于取水头部建筑物，根据《室外给水设计规范》GB50013-2006，水库取水构筑物的防洪标准应与水库大坝等主要建筑物的防洪标准相同，并应采用设计和校核两级标准。因此，本工程的取水头部构筑物防洪标准采用 1000 年一遇设计，10000 年一遇校核。

本工程主要永久性建筑物为 3 级，20 年一遇洪水设计，50 年一遇洪水校核；次要永久性建筑物为 4 级，10 年一遇洪水设计，30 年一遇洪水校核。

清河水库供水取水头部及输水改造工程特性见表 1-1。

表 1-1 清河水库供水取水头部及输水改造工程特性表

一、基本情况						
项目名称	清河水库供水取水头部及输水改造工程					
建设单位	辽宁省清河水库管理局有限责任公司					
建设地点	辽宁省铁岭市清河区					
建设性质	新建建设类					
所属流域	辽河流域					
工程等级	工程等别为 III 等，主要永久建筑物等级为 3 级，次要永久性建筑物为 4 级					
建设规模	本工程规模为 30.8 万 m³/d，多年平均取水量为 8660 万 m³/a。					
工程现状	主要由取水头部、输水隧洞、输水管道、配水站和施工场地组成。					
建设内容	取水头部	包括建筑物、取水口和岩坎等。				
	输水隧洞	隧洞长 0.78km。				
	输水管道	管线段长 12.42km。				
	配水站	包括清河配水站和开原配水站。				
	道路	设计阶段新建永久进场道路 930m，临时道路 1.50km；实施过程中取消。				
	施工场地	1 处施工场地				
二、工程占地（hm²）						
项目	工程设计阶段			工程实施阶段		
	合计	永久	临时	合计	永久	临时
取水头部	0.20	0.20		0.63	0.63	
输水管道（包括阀井）	49.94	0.23	49.71	48.69	0.23	48.46

配水站	0.67	0.67		0.22	0.22		
道路	1.42	0.37	1.05				
施工场地	0.34	0.34		0.68		0.19	
合计	52.57	1.81	50.76	49.73	1.08	48.65	
三、工程土石方量（均为自然方，单位：万 m³）							
项目	工程设计阶段			工程实施阶段			
	开挖量	回填量	弃渣量	开挖量	回填量	综合利用	弃渣量
取水头部	2.08	0.06		1.82	3.34		
隧洞改造工程	0.04						
输水管线	33.84	33.84		44.19	44.12		
配水站	0.27	0.27		0.59	0.59		
施工场地					0.05		
道路		2.06					
围堰及导流明渠	2.34	2.34		0.65	0.65		
合计	38.58	38.58		47.25	48.75		
四、施工工期	工程设计阶段			工程实施阶段			
总工期	11 个月			43 个月			
施工时段	第 1 年 10 月～第 2 年 8 月			2015 年 6 月～2016 年 10 月；2017 年 6 月～2018 年 12 月			
五、工程投资	工程设计阶段			工程实施阶段			
总投资（万元）	12645.23			14023			

1.1.1.3 项目组成

本项目方案设计中主要由取水头部、输水隧洞、输水管线、配水站、道路、施工场地 6 部分组成。在实际施工中道路工程部分取消，其纳入到清河水库除险加固工程实施。

（1）取水头部

取水头部位于清河水库区右岸大坝上游 400m，利用已开挖的原闸门井 138.1 高程的工作平台，在原主洞线上紧临已建闸门井上游侧开挖竖井，修建取水头部建筑物。

取水口单孔双层取水，每层设 1 扇工作闸门，每层进水口尺寸 4.0×4.0m(高×宽)。进口前缘竖向布置拦污栅，拦污栅孔口尺寸 18.3×6.0m(高×宽)。

取水头部结构总长 16.9m，头部上游侧施工期利用岩坎挡水，运行期挖除岩坎。

竖井开挖预留岩坎以满足取水头部施工期防洪要求，岩坎顶高程依据水库短期调度方式及水库汛限水位 127.0m 确定为 129.0m。因岩坎为水下开挖，费用较高，设计尽量减少岩坎开挖量，将竖井上游侧最大化靠近库区，但保证岩坎顶最窄处不小于 3.0m。

（2）输水隧洞

①原输水洞概况

原闸门井下游输水洞总长 706.4m，其中原闸门竖井前段长 40.5m。进、出口洞中心高程分别为 110.0m、105.0m。隧洞为钢筋混凝土衬砌的圆型断面，洞径 4.0m。

②隧洞改造

输水洞改造是对衬砌内表面进行全断面凿毛处理，然后进行全断面抹环氧砂浆，厚 60mm，处理后维持原洞径 4.0m。

③隧洞出口段钢衬及母管段

a. 原连接段概况

原隧洞与泵房连接采用钢管，其中隧洞末端的主管道长 38.0m，为 DN4000 的钢管，其余为 12 根支管通过母管与主管道连接。连接段钢管锈蚀严重已不能满足现有工程要求，需要更换。

b. 新建连接段

拆除原隧洞出口 DN4000 钢管内衬及与其连接的母管，隧洞出口更换 DN4000 钢管并在其后新建的交径母管上由东向西依次布置 DN3000 泄洪孔口、DN1600 和 DN120 发电引水孔口、DN2000 输水母管，本输水工程起点 2 根 DN1400 PCCP 管线由 DN2000 母管引出。

④调压井结构加固

a. 调压井概况

原隧洞采用阻抗式调压井，调压井顶高程 147.0m，净高 42.0m。其中下部直径 2.50 段长 30.0m，采用 300mm 厚单层配筋砼结构；上部直径 4.0m 段长 12.0m，采用 500mm 厚双层配筋砼结构。结构用砼强度等级 200#。

b. 调压井加固

调压井距隧洞末端约 52m，考虑远期利用隧洞多余引水能力修建电站，本次设计对调压井予以保留。对需要补强段先表面凿毛并清除松动块，再用环氧砂浆摸面。

(3) 输水管线

①隧洞出口至清河配水站

该管线段长 3.19km, 管线桩号 0+000-3+186。在桩号 1+007.45 以上段管线沿用北线方案, 桩号 1+007.45 处管线继续向南延伸并穿过清河水库电站回水渠, 沿回水渠南堤堤内敷设管线, 至清河配水站。

②清河配水站至开原配水站

该管线段长 9.16km, 管线桩号 3+186-12+346.57, 沿清河灌区渠道南堤堤内由东向西敷管, 在穿小清河前距离约 250m 处管线向北折转并沿南北向规划道路路西敷设, 管线向北敷设至与北线方案桩号 5+302.39 相交, 交点以后的管线沿用北线方案, 管线避开了清河发电厂的煤灰堆渣场, 管线终点至开原配水站(娄相屯)。

工程全线长 13.05km, 其中原有隧洞改造段长 706m, PCCP 管线段长 12.35km。管线段采用 2 条 PCCP 管同槽埋设, 根据清河及开原配水点用水量, 清河配水站以上管径 1.4m, 清河配水站以下管径 1.2m, 管道覆土深度 1.4m。隧洞与 PCCP 管线间采用 1 条 DN2000 钢管进行连接。

③输水管线占地宽度及构成

输水管线临时占地由管线及施工营地组成, 输水管线临时占地根据管线长度及占地宽度确定, 临时占地范围内包括运输临时道路、管材堆放、堆土场地、管槽开挖。

(4) 配水站

本工程配水站包括清河配水站和开原配水站 2 处, 总占地面积 0.67hm²。配水站总平面布置在满足使用功能的前提下, 力求布置合理、管理方便、建筑美观。主要功能分区有三个部分: 一是生产区, 二是生产辅助及生活区, 三是绿化区。主要建筑物有综合楼一座, 内设有办公室、车库、锅炉房、仓库等生活及生产辅助设施。

厂区内行车道宽 4.0m, 道路转弯半径为 9.0m, 满足生产和消防要求。

(5) 道路

①取水头部永久进场路

取水口改造后, 为方便取水头部的管理和维护, 工程新建永久进场道路 1 条, 路线利用原工程已开挖路线, 道路长 930m, 路面宽 4m。进厂路清除原有道路路基上的浮土 200mm, 道路结构由上到下为面层、基层。面层厚度 60mm, 为沥青混凝土, 基层厚度 300mm, 为水泥稳定砂砾石。道路沿线经过两处沟谷, 设置 2 个中 1.2m 的排水涵管。

②场内临时路

取水头部修建一条施工临时路，长 1.5km，泥结碎石路面，路面宽 7m，该道路主要负责连接施工场地至各作业面。

在实际施工过程中，道路工程取消，其纳入到清河水库除险加固工程实施。

(6) 施工场地

本工程施工场地 1 处，布置有混凝土拌合站、水泥库、钢筋库、小型拌和站及沙石骨料堆放场等。

1.1.1.4 工程占地

(1) 设计情况

根据《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》，工程总占地面积 52.57hm²，其中永久占地 1.47hm²，临时占地 51.10hm²，总占地面积中耕地 28.05hm²，苗圃 1.89hm²，林地 0.95hm²、建设用地 18.02hm²、荒地 3.66hm²。

(2) 实施阶段

通过调查和监测，本工程实施阶段总占地面积 49.73hm²，其中永久占地 1.08hm²，临时占地 48.65hm²。其中，耕地占地面积 30.42hm²、园地占地面积 0.75hm²、林地占地面积 0.90hm²、草地占地面积 0.60hm²、交通运输用地占地面积 0.89hm²、城镇村及工矿用地占地面积 5.31hm²、水域及水利设施用地占地面积 10.85hm²。工程实际占地情况详见表 1-2。

表 1-2 工程实际占地情况表 单位: hm²

名称		面积								占地性质	
		合计	耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	城镇村及工矿用地	水域及水利设施用地	永久	临时
项目 建设 区	取水头部	0.63			0.18				0.45	0.63	
	管线工程	48.69	30.42	0.75	0.72	0.60	0.89	5.09	10.21	0.23	48.46
	配水站	0.22						0.22		0.22	
	道路工程										
	施工场地	0.19						0.19			0.19
合计		49.73	30.42	0.75	0.90	0.60	0.89	5.31	10.85	1.08	48.65

1.1.1.5 工程土石方量

(1) 设计阶段

根据施工组织设计及土石方平衡计算,本工程土石方开挖工程总量为 38.58 万 m³ (自然方),其中土方开挖 36.51 万 m³,石方开挖 2.07 万 m³,总回填量为 38.58 万 m³。

(2) 实施阶段

工程实际土石方开挖总量 47.25 万 m³,回填及利用总量为 48.75 万 m³,无废弃土方,由清河水库除险加固工程借入土方 1.50 万 m³。实际土石方平衡见表 1-3。

表 1-3 实际土石方情况表

项目组成	开挖 (万 m ³)	回填 (万 m ³)	外借 (万 m ³)	弃方 (万 m ³)
取水头部	1.82	3.34	1.50	
管线工程	44.19	44.12		
配水站	0.59	0.59		
施工场地		0.05		
围堰及导流明渠	0.65	0.65		
合计	47.25	48.75	1.50	

注: 外借土方来源于除险加固工程剩余土方。

1.1.1.6 工程投资

工程实际投资 14023 万元。

1.1.1.7 工程施工进度

工程一标段于 2015 年 6 月开工,2016 年 10 月末主体完工;工程二、三标段于 2017 年 6 月开工,2018 年 12 月末主体完工。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 气象及水文

项目区属温带大陆性季风气候,冬季寒冷干燥,夏季温热多雨、南热同季、日照丰富、多年平均气温 6.6℃,年平均最高气温 8.6℃,年平均最低气温 6.3℃,极端最高气温 35.6℃,极端最低气温-36.3℃,≥10℃积温为 3200℃;多年平均降水量为 710mm。6-9 月降水量约占全年的 73%,年平均蒸发量 1725mm;年日照数 2601h,多年平均相对湿度 65%,多年平均风速 3.4m/s,最大风速 26.3m/s,主导风向为 SSW、S;无霜期为 141d,最大积雪深度 25cm,最大冻土深度 143cm。

清河是辽河左侧的较大支流，流域面积 4846km²，河长 171 km，比降 1.58‰，植被较好，流域地处东经 123° 52′-125° 10′，北纬 42° 18′-43° 02′。清河水库位于清河干流上，水库控制集水面积 2376km²，占清河总流域面积的 49%，坝址距下游长大铁路桥和开原市区约 13km。

1.1.2.2 土壤及植被

本工程项目区共涉及铁岭市的清河区 and 开原市 2 个区、县，项目区土壤类型多样，包括 8 个土壤类型，20 多个亚类，60 多个土种。

项目区植被属于长白植物区系，植被类型主要为针阔叶混交林及天然次生林，乡土树种有长白落叶松、油松、蒙古栎、辽东栎、核桃楸等，乡土灌木有榛子、胡枝子、土庄绣线菊、珍珠梅等。项目区林草覆盖率 38%。

1.1.2.3 水土流失现状

项目所处类型区属于辽东山地丘陵区，土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主，平均土壤侵蚀模数为 554t/km²·a，容许土壤流失量为 200t/km²·a。

1.1.2.4 水土流失重点防治区划分情况

根据水土保持方案报告，本工程主要涉及辽宁省铁岭市清河区 and 开原市。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），项目区属于东北漫川漫岗国家级水土流失重点治理区。根据《辽宁省水利厅关于印发〈全省水土保持规划省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》（辽水保〔2016〕69 号），项目区属于辽北漫川漫岗省级水土流失重点治理。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持前期工作情况

2011 年 5 月，《清河水库供水取水头部及输水改造工程项目建议书》获得辽宁省发展和改革委员会《关于清河水库供水取水头部及输水改造工程项目建议书的批复》（辽发改投资〔2011〕699 号）。

2011 年 8 月，《辽宁省清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》获得辽宁省水土保持局《关于清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方

案的批复》(辽水保函[2011]146号)。

2014年8月,《清河水库供水取水头部及输水改造工程可行性研究报告》获得辽宁省发展和改革委员会《省发展改革委关于清河水库供水取水头部及输水改造工程可行性研究报告的批复》(辽发改投资[2014]802号)。

2015年2月,《清河水库供水取水头部及输水改造工程初步设计报告》获得辽宁省发展和改革委员会《省发展改革委关于清河水库供水取水头部及输水改造工程初步设计的批复》(辽发改投资[2015]98号)。

1.2.2 主体工程设计变更

在工程招标设计阶段和实施阶段,主体工程做了设计变更。2020年2月,辽宁省水利水电勘测设计研究院有限责任公司编制完成《清河水库供水取水头部及输水改造工程设计变更及概算调整报告》。

1.2.3 水土流失防治工作概况

建设单位十分重视水土流失防治工作,具体体现在以下几个方面。

(1) 组织领导与管理

建设单位设置了水土保持管理机构,配置专职人员负责水土保持工作的组织、管理和落实,在工程开工时向水行政主管部门备案,并与地方水土保持部门取得了联系,自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。

(2) 工程招标

建设单位在主体工程招标文件中,按水土保持工程技术要求,把水土保持工程各项内容纳入招标文件的正式条款中,以合同条款形式明确承包商应承担防治水土流失的责任和义务。

(3) 后续设计

本工程水土保持方案经水行政主管部门批复后,在工程后续设计时,为了更好地实施水土保持措施,有效控制水土流失,绿化美化清河水库供水头部及输水改造涉及区域,辽宁省清河水库管理局委托辽宁省水利水电勘测设计研究院于2019年4月编制完成了《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持植物措施技施设计》。

(4) 检查与落实

建设单位在工程建设过程中,按国家水土保持工作要求和水土保持方案报告的指

导意见开展施工,落实水土保持方案中的水土保持措施。督促施工单位建立健全质量管理体系、质量保证体系和质量管理制度,要求施工单位严格按照相应的质量保证体系进行施工,从施工准备、材料进场到成品保护的一系列工作中,做好质量管理工作。认真贯彻落实“三同时”原则,保证水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用,水土保持工作小组定期不定期的对每个具体项目建设区域进行检查指导,按照水土保持方案具体要求严格落实水土保持措施,并严格监督工程质量。

(5) 水土保持工程监理与监测

建设单位按照相关法律法规要求,委托辽宁宏禹水利工程建设监理有限公司承担本工程的水土保持监理工作。委托辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司承担本工程的水土保持监测工作。

(6) 监督检查意见落实情况

辽宁省水土保持局和铁岭市水土保持局于2018年5月对该工程监督检查时提出监督检查意见:1、水土保持补偿费47.68万元未交;2、尽快完成方案中未落实的防治区植物措施;3、对成活率较低区域尽快进行补植管护。

建设单位按照监督检查意见足额缴纳了水土保持补偿费,落实了防治区植物措施,对成活率不高区域进行了补植或者更换草种。

本工程无重大水土流失危害事件发生。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

按照《中华人民共和国水土保持法》等法律、法规和文件的规定,为了对施工建设过程中的水土流失进行适时监测和监控,了解本项目水土保持方案实施情况,掌握建设生产过程中水土流失发生的时段、强度等情况,及时采取相应的防治措施,最大限度地减少水土流失。建设单位于2019年4月委托我公司承担了本工程的水土保持监测工作。

为保证清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测工作顺利完成,在接受委托后,我院成立清河水库供水取水头部及输水改造工程监测项目组,开展监测工作,根据《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》(报批稿)(以下称《水土保持方案报告书》)等设计资料了解工程情况,及时组织专业技术人员对项目区各水土流失防治责任分区进行了实地勘查和收集资料,根据工程建设实际

情况，于 2019 年 5 月编制完成了《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测实施方案》。

监测人员根据项目监测实施方案确定的监测内容、监测方法和监测频次，定期、不定期到现场进行调查、巡查监测，并根据现场情况布设临时观测点，采取实地调查、地面观测和巡查相结合等监测方法，对工程各区域水土流失、水土保持防治措施及防治效益进行全面监测，掌握工程建设过程中的扰动面积、植物措施等各项水保工程的开展情况，进行各项防治措施和施工期基本扰动类型的侵蚀强度调查，及时了解项目建设过程中的水土流失情况，并做好监测记录，为确保项目水土流失防治措施的有效性、安全性及加强项目建设过程中的水土保持监督管理工作，提供了一定依据。

1.3.2 监测项目部设置

1.3.2.1 工作组织

根据监测实施方案确定的监测工作组，并根据实际情况设置清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持监测项目部，项目部设置人员 6 人，其中项目负责人 1 名，监测工程师 2 名，监测员 3 人，并配备了若干机动监测人员。项目负责人全面负责监测工作的组织、协调、实施等。针对项目实际情况，项目组人员按照规定落实各项水土保持监测工作。水土保持监测项目组人员组成见表 1-4。

表 1-4 水土保持监测项目组人员表

职能	序号	姓名	职称	职责分工
监测项目组	1	赵健	高工	项目负责人
	2	孟维忠	教高	监测工程师（指导全面工作）
	3	褚丽妹	教高	监测工程师（技术负责）
	4	张丹	教高	监测员
	5	陈伟	高工	监测员
	6	郭秋含	工程师	监测员

1.3.2.2 工作程序

本工程水土保持监测工作主要分为三个阶段，一是前期准备阶段，二是监测实施阶段，三是成果分析阶段。

（1）前期准备阶段

由于本工程在开展水土保持监测工作之前主体工程已经建设完成，我公司接到水

水土保持监测工作任务后，立即成立了水土保持监测项目组，收集项目区气象条件等资料、工程设计资料集设计图件等。通过对资料及图件的整理分析，深入了解和掌握了项目区自然、社会经济情况，特别是工程进展和建设情况，在此基础上，研究制定监测工作计划，并进入现场进行实地调查监测，编制了水土保持监测实施方案。

(2) 监测实施阶段

根据本工程施工实际情况，对项目区进行调查，对工程建设情况、扰动土地面积、水土流失情况及水土保持措施防治效果等方面进行监测，并按拟定的工作计划，开展调查监测，并获取监测数据。按时完成水土保持监测季度报告表。

(3) 监测成果分析评价阶段

整理分析监测数据资料，在分析研究项目区环境状况、水土流失状况和水土保持防治效果等的动态变化情况的基础上，对工程建设过程中的水土保持综合防治情况进行客观评价，并对工程建设工程中的水土流失防治特点以及存在的问题等进行归纳总结，完成水土保持监测总结报告。

1.3.3 监测点布设

根据《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》及工程实际情况，本项目水土保持监测共分为 4 个监测分区，分别为取水头部防治区、管线工程防治区、施工场地防治区和配水站防治区。由于工程实际实施阶段道路工程（永久道路和临时道路）纳入到其他工程中，因此在本工程中道路工程不再划分防治区。

根据工程施工特点、水土流失特点及水土保持措施布局，共布设 5 个临时监测点。施工期监测各区域的水土流失情况根据同类工程类比计算，水土保持措施实施情况根据监理报告数据。工程植被恢复期对整个项目区植被恢复情况进行调查监测。

水土保持监测点位见表 1-5。水土保持监测位布置见附图 2。

表 1-5 水土保持监测点布设情况表

监测位置	监测点位	监测点数（个）
取水头部防治区	绿化区域	1
管线工程防治区	耕地、绿化	2
施工场地防治区	施工场地	1
配水站防治区	清河配水站	1
合计		5

1.3.4 监测设施设备

按照监测内容和监测方法的要求，本次水保监测主要配备了以下设备：GPS 定位仪、无人机、卷尺、摄像机、照相机等。

1.3.5 监测技术方法

本工程水土保持监测技术方法主要为资料分析法、类比法、实地量测法、巡查法、无人机航拍法。

1.3.6 监测阶段成果提交情况

项目组接到工程监测任务后，按时完成水土保持监测季度报告表和水土保持监测年度报告。分别完成了 2019 年第二、三、四季度，2020 年第一、二季度的水土保持监测季度报告表和 2019 年年度报告。

2 监测内容与方法

水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发,运用多种手段和方法,对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持效果等进行动态的观测和分析。为了反映该项目防治责任范围内的水土流失及其防治情况,掌握水土保持工程实施过程与投入使用初期水土流失现状及对周围环境的影响,分析水土保持工程的防治效果,为水土保持监督管理提供科学依据。

本工程水土保持监测主要内容包括扰动土地、水土保持措施、土壤流失量等情况。监测方法主要包括资料分析法、实地量测法、巡查法、无人机航拍等方法。

2.1 扰动土地情况

扰动土地情况监测主要包括扰动土地范围、面积、土地利用类型及其变化情况等监测内容。在监测过程中,监测工程永久和临时占地范围的变化,并与水土保持方案确定的水土流失防治责任范围进行对比分析变化原因。

根据工程水土保持方案、监测实施方案、主体设计、主体变更设计、水土保持施工图设计等资料和现场查勘情况,主要采用实地量测、资料分析方法进行监测,监测后期采用了无人机航拍监测。

扰动土地情况主要监测方法与频次见表 2-1。

表 2-1 扰动土地情况主要监测方法与频次表

监测内容	监测方法	监测频次
扰动土地范围、面积、土地利用类型及其变化情况	实地量测、资料分析、无人机航拍	植被恢复期监测记录 1 次。

2.2 水土保持措施

由于主体工程已完工,水土保持措施监测对完成的工程措施和植物措施进行全面监测,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、防治效果、运行状况等。临时措施采用监理报告中的数据。

工程措施:本工程水土保持工程措施主要有表土剥离、表土回覆、浆砌石挡墙、排水沟等。工程措施监测指标主要包括工程措施工程量、保存率、完好程度、运行情况、施工进度等。采用实地量测、资料分析和巡查的方法。监测时以主体设计、水土保持方案、水土保持施工图设计等设计资料为基础,通过现场实地量测,取得各项监

测指标数据，并通过施工和监理资料进行对照核查实施情况，之后对各项措施的稳定性、完好程度及运行情况采用巡查法进行监测。

植物措施：本工程水土保持植物措施有栽植乔灌木、撒播草籽等。植物措施监测指标主要包括植物类型及面积、植物成活率、保存率及生长状况、植被盖度（郁闭度）等。其中，植物类型及面积采用调查法监测；成活率、保存率及生长状况采用抽样调查的方法确定；植被盖度（郁闭度）采用实地量测和资料分析的方法进行监测。

临时措施：临时措施指标主要包括临时措施工程量、完好程度、运行情况、施工进度等。采用资料分析的方法。监测时以水土保持方案等设计资料为基础，通过施工和监理等资料进行对照实施情况。

水土保持措施主要监测方法与频次见表 2-2。

表 2-2 水土保持措施监测方法与频次表

监测内容	监测方法	监测频次
工程措施及防治效果	实地量测、资料分析、巡查	植被恢复期每季度记录一次。
植物措施生长情况	实地量测（抽样调查）、资料分析	植被恢复期每季度监测记录 1 次。
临时措施	资料分析	植被恢复期监测记录 1 次。

2.3 水土流失情况

水土流失情况的监测内容主要包括土壤流失面积、土壤流失量、弃土潜在土壤流失量和水土流失危害等。

水土流失情况监测主要采用类比观测、实地量测和资料分析等方法。工程建设期土壤流失量采用同类工程类比方法进行计算，类比 2019 年验收的清河水库除险加固工程建设期同类防治分区的侵蚀模数。植被恢复期采用实地量测和资料分析的方法进行预测。

水土流失情况主要监测方法与频次见表 2-3。

表 2-3 水土流失情况监测方法与频次表

监测内容	监测方法	监测频次
土壤流失面积	实地量测、资料分析	植被恢复期每季度 1 次。
土壤流失量、弃土潜在土壤流失量	实地量测、类比观测	植被恢复期每季度 1 次。

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

3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据已批复的《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》，确定的清河水库供水取水头部及输水改造工程水土流失防治责任范围总面积为 67.24hm^2 ，其中项目建设区面积为 52.57hm^2 ，直接影响区 14.67hm^2 。

水土保持方案的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 水土保持方案设计的水土流失防治责任范围表 单位: hm^2

序号	分区名称	内容	责任范围面积	工程建设区面积	直接影响区面积	备注
1	取水头部防治区	建筑物及回车场永久占地	0.27	0.18	0.09	场界周边 5m
2	管线占地防治区	管线两侧临时占地	62.31	49.96	12.35	管线两侧各 5m
3	配水站防治区		1.13	0.67	0.46	
(1)	清河配水站	建筑永久占地	0.69	0.43	0.26	场界周边各 10m
(2)	开原配水站	建筑永久占地	0.44	0.24	0.20	
4	道路防治区		3.12	1.42	1.70	
(1)	临时道路	施工道路临时占地	2.55	1.05	1.50	两侧各 5m
(2)	永久道路	取水头部进场道路占地	0.57	0.37	0.20	
5	施工场地防治区	取水头部施工场地及管线施工营地	0.41	0.34	0.07	场界周边 5m
合计			67.24	52.57	14.67	

3.1.1.2 水土保持监测的防治责任范围

通过监测组对施工期防治责任范围的调查监测结果表明，本工程防治责任范围与水土保持方案报告书确定的防治责任范围相比发生变化，监测防治责任范围总面积为 49.73hm^2 。

水土保持监测的防治责任范围详见表 3-2、附图 3。

表 3-2 水土保持防治责任范围表

名称		面积								占地性质	
		合计	耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	城镇村及工矿用地	水域及水利设施用地	永久	临时
项目建设区	取水头部	0.63			0.18				0.45	0.63	
	管线工程	48.69	30.42	0.75	0.72	0.60	0.89	5.09	10.21	0.23	48.46
	配水站	0.22						0.22		0.22	
	道路工程										
	施工场地	0.19							0.19		0.19
合计		49.73	30.42	0.75	0.90	0.60	0.89	5.31	10.85	1.08	48.65

3.1.1.3 工程防治责任范围变化情况

根据水土保持方案，本项目水土流失防治责任范围为 67.24hm²，项目建设区 52.57hm²，直接影响区 14.67hm²。根据工程建设特点，结合工程施工区布局，将该项目划分为 5 个水土流失防治区，分别为取水头部防治区、管线工程防治区、配水站防治区、道路防治区和施工场地防治区。实际监测中项目建设区面积 49.73hm²，直接影响区面积 0hm²，合计监测防治责任范围面积为 49.73hm²，与方案相比面积减少了 17.51hm²。各分区防治责任范围对比详见表 3-3。

表 3-3 水土流失防治责任范围对比表

单位：hm²

序号	分区	防治责任范围 (hm ²)								
		方案设计			实际发生			对比情况 (实际-设计)		
		建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计
1	取水头部	0.18	0.09	0.27	0.63		0.63	0.45	-0.09	0.36
2	管线工程	49.96	12.35	62.31	48.69		48.69	-1.27	-12.35	-13.62
3	配水站	0.67	0.46	1.13	0.22		0.22	-0.45	-0.46	-0.91
4	道路工程	1.42	1.7	3.12				-1.42	-1.70	-3.12
5	施工场地	0.34	0.07	0.41	0.19		0.19	-0.15	-0.07	-0.22
合计		52.57	14.67	67.24	49.73		49.73	-2.84	-14.67	-17.51

注：“-”为减少，“+”为增加

实际监测的防治责任范围与方案设计防治责任范围面积不同的原因:

(1) 取水头部增加了混凝土检修道路、干砌石护坡及其他硬化区域,使建设区占地面积有所增加。

(2) 管线工程部分明挖段变更为顶管施工,使占地面积减少 1.76hm^2 。

(3) 配水站位于其他单位管理区,实际扰动面积比设计占地面积减少了 0.45hm^2 。

(4) 方案设计中的道路工程纳入到清河水库除险加固工程中,在本项目占地中取消,致使面积减少了 1.42hm^2 。

(5) 施工场地变为 1 处,实际占地比设计减少了 0.15hm^2 。

综上所述,本项目实际发生的水土流失防治责任范围为 49.73hm^2 ,均为项目建设区,无直接影响区。实际发生的防治责任范围面积较水土保持方案设计防治责任范围面积减少 17.51hm^2 ,其中建设区面积减少了 2.84hm^2 ,直接影响区面积减少了 14.67hm^2 。

3.1.2 建设期扰动土地面积**3.1.2.1 扰动土地总面积**

扰动土地面积监测是确定土壤流失量的基础,是生产建设项目水土保持监测的中心内容之一。本工程扰动土地面积与项目实际防治责任范围面积相同,扰动总面积为 49.73hm^2 ,工程建设期扰动土地总面积监测结果见表 3-4。

表 3-4 工程建设期扰动土地总面积监测结果表**单位: hm^2**

区域	分区	防治责任范围	扰动土地面积
项目建设区	取水头部	0.63	0.63
	管线工程	48.69	48.69
	配水站	0.22	0.22
	道路工程		
	施工场地	0.19	0.19
	合计	49.73	49.73

3.1.2.2 扰动土地面积动态监测

主体工程在监测组进场前已经全面完工,建设期扰动面积动态监测数据无法获得,在植被恢复期内 5 个季度对工程建设扰动后占地进行调查。扰动土地面积动态监测结果详见表 3-5。

表 3-5 工程植被恢复期扰动土地面积动态监测结果表

时段		监测区	扰动土地面积				
			耕地	裸露地表	林草	硬化、渠道及建筑物覆盖	合计
2019 年	第二季度 (4 月-6 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.05	2.03	16.20	48.69
		施工场地防治区		0.13	0.06		0.19
		配水站防治区		0.21		0.01	0.22
		小计	30.42	0.39	2.10	16.82	49.73
	第三季度 (7 月-9 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	48.69
		施工场地防治区			0.19		0.19
		配水站防治区			0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82	49.73
	第四季度 (10 月-12 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	48.69
		施工场地防治区			0.19		0.19
		配水站防治区			0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82	49.73
2020 年	第一季度 (1 月-3 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	48.69
		施工场地防治区			0.19		0.19
		配水站防治区			0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82	49.73
	第二季度 (4 月-6 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	48.69
		施工场地防治区			0.19		0.19
		配水站防治区			0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82	49.73

3.2 取土监测结果

本工程没有设置取土（石、料）场，工程所需的建筑材料均外购。

3.3 弃渣监测结果

本工程无弃渣，设计阶段未设置弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

通过调查监测，本工程实际土石方开挖量 47.25 万 m³，回填利用量 48.75 万 m³，无弃渣，外借除险加固工程剩余土方 1.50 万 m³。实施阶段开挖量较设计阶段增加 8.67 万 m³，填方总量增加 10.17 万 m³。工程土石方情况监测结果与方案中土石方情况对比见表 3-6。

表 3-6 土石方情况监测表 单位：万 m³

序号	工程名称	方案设计			监测结果			增减情况		
		开挖	回填利用	弃方	开挖	回填利用	弃方	开挖	回填	弃方
1	取水头部	2.08	0.06		1.82	3.34		-0.26	3.28	
	隧洞改造工程	0.04						-0.04		
2	管线工程	33.84	33.84		44.19	44.12		10.35	10.28	
3	配水站	0.27	0.27		0.59	0.59		0.32	0.32	
4	施工场地					0.05			0.05	
5	道路工程		2.06						-2.06	
6	围堰及导流明渠	2.34	2.34		0.65	0.65		-1.69	-1.69	
合计		38.58	38.58		47.25	48.75		8.67	10.17	

实际监测与方案设计土石方不同的原因：

（1）取水头部防治区：开挖土石方主要为竖井、建筑物等土石方量。在施工过程中，土石方全部用于浆砌石挡墙、干砌石护坡、排水沟、场地平整等利用，没有废弃土方。由管线工程防治区调入表土 0.02 万 m³用于绿化覆土。另外，防治区收纳了来自清河水库除险加固工程 1.5 万 m³土石方。

（2）隧洞改造工程土石方纳入到清河水库除险加固工程中。

（3）管线工程防治区：管线工程开挖土石方主要为管线沟槽开挖、伴行施工便道表土剥离等，除少部分调出到取水头部防治区和施工场地防治区外，全部自身回填。管线工程开挖土方增加主要为工程预留供水口变更开挖回填量增加。

（3）配水站防治区：配水站开挖回填方主要为清河配水站和开原配水站表土剥

离、表土回覆、建筑物基础开挖回填及场地平整等。

(4) 道路工程防治区：本区在工程布置中取消，纳入到其他工程中。

(5) 施工场地防治区：本区原地貌土层薄，夹杂石块，不具备剥离表土条件。在施工结束后，利用管线工程调运的表土进行树坑客土等。

4 水土流失防治措施监测结果

根据《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》，该工程布置的水土流失防治措施包括人工挖种植穴、浆砌石挡墙、抛石防护等工程措施，栽植垂柳、杨树、撒播草籽等植物措施，装土草袋防护、临时排水沟、密目网覆盖等临时措施，水土流失防治措施体系见表 4-1。

表 4-1 水土流失防治措施体系表

防治分区	措施分类	措施名称	单位	数量	备注
取水头部防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	107	方案设计
		浆砌石挡墙	m ³	87.5	主体设计
		抛石防护	m ³	894	主体设计
		场地平整	m ²	650	主体设计
		地面植草方砖	m ²	1390	主体设计
	植物措施	栽植垂柳	个	26	方案设计
		栽植龙爪槐	株	15	方案设计
		栽植桧柏	株	26	方案设计
		栽植迎春	丛	40	方案设计
	临时措施	装土草袋围堰	m ³	32	方案设计
		装土草袋拆除	m ³	32	方案设计
管线防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	1936	方案设计
		铅丝石笼	m ³	4703.43	主体设计
		围堰块石护坡	m ³	150	主体设计
		表土剥离及回覆	m ³	74000	主体设计
	植物措施	栽植杨树	株	1936	方案设计
		撒播草籽	hm ²	0.99	方案设计
	临时措施	装土草袋围堰	m ³	2400	方案设计
		装土草袋拆除	m ³	2400	方案设计
配水站防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	850	方案设计
		表土剥离	m ³	1330	方案设计
		表土回覆	m ³	1330	方案设计
		场地平整	项	1	主体设计

防治分区	措施分类	措施名称	单位	数量	备注
	植物措施	栽植龙爪槐	株	230	方案设计
		栽植桧柏	株	230	方案设计
		栽植丁香	丛	260	方案设计
		栽植云杉	株	130	方案设计
		爬山虎	株	2000	方案设计
		栽植绿篱	m	440	方案设计
		铺种草皮	m ²	2400	方案设计
	临时措施	临时排水沟开挖	m ³	364	方案设计
		装土草袋围堰	m ³	280	方案设计
		装土草袋拆除	m ³	280	方案设计
		密目网覆盖	m ²	2140	方案设计
道路防治区	工程措施	表土剥离	m ³	2100	方案设计
		表土回覆	m ³	2100	方案设计
		人工挖种植穴	个	466	方案设计
		临时泥结碎石路面	km	1.5	主体设计
		永久路浆砌石排水沟	m ³	510	主体设计
	植物措施	栽植杨树	株	466	方案设计
		撒播草籽	hm ²	1.05	方案设计
	临时措施	临时排水沟开挖	m ³	1050	方案设计
		装土草袋围堰	m ³	253	方案设计
		装土草袋拆除	m ³	253	方案设计
施工场地防治区	工程措施	表土剥离	m ³	280	方案设计
		表土回覆	m ³	280	方案设计
	植物措施	栽植杨树	株	60	方案设计
		撒播草籽	hm ²	0.12	方案设计
	临时措施	装土草袋围堰	m ³	43	方案设计
		装土草袋拆除	m ³	43	方案设计

4.1 工程措施监测结果

按照监测分区对水土保持工程措施进行全面监测,采取的监测方法为实地量测和资料分析法。在对工程设计资料以及施工报告、工程监理资料调查分析的基础上,通

过现场巡查以及实地量测的方法进行水土保持工程措施监测。

4.1.1 工程措施设计情况

(1) 取水头部防治区：方案阶段主体设计的具有水土保持功能并纳入水土流失防治措施体系的工程措施为浆砌石挡墙、抛石防护、场地平整和植草方砖。方案设计的工程措施为人工挖种植穴。

(2) 管线工程防治区：方案设计新增的工程措施为人工挖种植穴，主体设计纳入水土流失防治措施体系的工程措施为铅丝石笼、围堰块石护坡、表土剥离及回覆。

(3) 配水站防治区：方案设计措施为人工挖种植穴、表土剥离和表土回覆，主体设计纳入水土流失防治措施体系的水土保持工程措施为场地平整。

(4) 道路防治区：方案设计措施为人工挖种植穴、表土剥离和表土回覆，主体设计纳入水土流失防治措施体系的水土保持工程措施为临时碎石泥结实路面和浆砌石排水沟。

(5) 施工场地防治区：方案设计措施为人工挖种植穴、表土剥离和表土回覆。

4.1.2 工程措施实施情况

在工程实施建设中，工程措施实施如下：

(1) 取水头部防治区：工程实施了浆砌石挡墙、干砌石护坡、混凝土排水沟、排水管和客土回覆等。

(2) 管线工程防治区：工程实施了人工挖种植穴、树坑客土、客土回覆、铅丝石笼、表土剥离与回覆。

(3) 配水站防治区：工程实施了表土剥离与表土回覆。

(4) 道路防治区：防治区取消。

(5) 施工场地防治区：工程实施了人工挖种植穴、树坑客土和客土回覆。

4.1.3 监测结果

本工程人工挖种植穴措施与植物措施同期施工，施工时间为 2019 年 4 月-5 月。其他工程措施实施时间为 2017 年 6 月-2018 年 12 月。

根据监测调查结果，主要完成的水土保持工程措施工程量为：

(1) 取水头部防治区：浆砌石挡墙 216.68m^3 ，干砌石护坡 728.29m^3 ，混凝土排水沟 272.41m^3 ，排水管 16m，树坑客土 43m^3 ，客土回覆 160.09m^3 。

(2)管线工程防治区:人工挖种植穴 1178 个,树坑客土 1276m³,客土回覆 200m³,铅丝石笼 499.28m³,表土剥离及回覆 65074m³。

(3)配水站防治区:表土剥离 540 m³,表土回覆 540m³。

(4)道路防治区:防治区取消,未实施。

(5)施工场地防治区:人工挖种植穴 511 个,树坑客土 511m³,客土回覆 21.8m³。

水土保持工程措施监测结果见表 4-2,工程措施实施效果见图 4-1 和 4-2。

表 4-2 水土保持工程措施监测结果表

措施分类	防治分区	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
工程措施	取水头部防治区	人工挖种植穴	个	107		-107
		浆砌石挡墙	m ³	87.5	216.68	129.18
		干砌石护坡	m ³		728.29	728.29
		抛石防护	m ³	894		-894
		混凝土排水沟	m ³		272.41	272.41
		排水管	m		16	16
		客土回覆	m ³		160.09	160.09
		场地平整	m ²	650		-650
		植草方砖	m ²	1390		-1390
		树坑客土	m ³		43	43
	管线防治区	人工挖种植穴	个	1936	1178	-758
		树坑客土	m ³		1276	1276
		客土回覆	m ³		200	200
		表土剥离与回覆	m ³	74000	65074	-8926
		铅丝石笼	m ³	4703.43	499.28	-4204.15
		围堰块石护坡	m ³	150		-150
	配水站防治区	人工挖种植穴	个	850		-850
		表土剥离	m ³	1330	540	-790
		表土回覆	m ³	1330	540	-790
		场地平整	项	1		-1
		人工挖种植穴	个	466		—

措施分类	防治分区	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
	道路防治区	表土剥离	m ³	2100		—
		表土回覆	m ³	2100		—
		临时碎石路	km	1.5		—
		浆砌石排水沟	m ³	510		—
	施工场地防治区	表土剥离	m ³	280		-280
		表土回覆	m ³	280		-280
		人工挖种植穴	个	60	511	451
		树坑客土	m ³		511	511
		客土回覆	m ³		21.8	21.8

工程措施实际监测结果与方案不同的原因：

(1) 根据取水头部实际情况，主体设计对措施进行了优化设计，增加了浆砌石挡墙长度，抛石防护变更为干砌石护坡，增加了混凝土排水沟和排水钢管，增加了客土回覆措施。

(2) 管线工程人工挖种植穴与实际绿化乔木相对应，与设计工程量稍有减少；在实际施工中对绿化植被前采取客土回覆措施；管道穿越大清河利用已有箱涵穿越，不使用围堰进行导流，铅丝石笼的工程量大幅减少，只有管线穿越小清河段处使用部分铅丝石笼防护；由于管线线路优化设计，使表土剥离及回覆工程量稍有减少。

(3) 由于配水站防治区位于清河自来水厂和开原自来水厂内，其有自身、统一、专项的实施措施。本工程在施工期对可剥离表土区域采取了表土剥离措施与回覆措施。

(4) 道路防治区纳入到清河水库除险加固工程防治范围中，防治区措施在本工程内全部取消。

(5) 施工场地不具备表土剥离条件，因此在施工前没有进行表土剥离，在施工后期对其采取了表土回覆措施。

	
干砌石护坡	浆砌石挡墙、混凝土排水沟、排水管
	
人工挖种植穴	
	
人员监测	

图 4-1 工程措施图（监测日期：2019.5）



图 4-2 工程措施图（监测日期：2019.9）

4.2 植物措施监测结果

按照防治分区进行监测，对工程各区全面调查统计植物措施实施情况、种类、分布及面积，抽样调查植物措施生长情况。

4.2.1 植物措施设计情况

本工程水土保持方案设计的植物措施：

- （1）取水头部防治区：植物措施为栽植垂柳、龙抓槐、桧柏、迎春等。
- （2）管线工程防治区：植物措施为栽植杨树和撒播草籽。
- （3）配水站防治区：植物措施为栽植龙抓槐、桧柏、丁香、草坪、绿篱等。
- （4）道路防治区：植物措施为栽植杨树和撒播草籽。
- （5）施工场地防治区：植物措施为栽植杨树、枣树、鸡心果和撒播草籽等。

2019 年 4 月，根据《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持植物措施技施设计》，对本工程项目建设区可绿化区域做了细化设计。

4.2.2 植物措施实施情况

在工程实施建设中，根据工程实际、坚持适地适树、因地制宜的原则，主体工程对植物措施进行了优化，具体实施情况如下：

(1) 取水头部防治区：撒播草籽、栽植五叶地锦、绿篱、金叶榆球等。

(2) 管线工程防治区：栽植绿篱、刺槐、垂柳、桃树、紫穗槐、红瑞木、撒播草籽等。

(3) 配水站防治区：因其有其他管理单位统一的专项绿化措施，主体工程未实施。

(4) 道路防治区：防治区纳入到清河除险加固工程中，措施取消未实施。

(5) 施工场地防治区：栽植刺槐、枣树、苹果梨、李子、鸡心果、撒播草籽等。

4.2.3 监测结果

本工程水土保持植物措施施工于 2018 年 7 月和 2019 年 4-5 月完工。

根据监测调查结果，工程完成的水土保持植物措施主要工程量：

(1) 取水头部防治区：撒播草籽 70m²、栽植五叶地锦 600 株、绿篱 164.6m、金叶榆球 5 株、爬山虎 426 株。

(2) 管线工程防治区：栽植绿篱 367m、刺槐 1114 株、垂柳 67 株、桃树 5 株、紫穗槐 1820 丛、红瑞木 31m、桧柏球 7 株、撒播草籽 0.07hm²，草籽 6.80kg。

(3) 配水站防治区：因其有其他管理单位统一的专项绿化措施，方案设计植物措施取消。

(4) 道路防治区：防治区纳入到清河除险加固工程中，方案设计植物措施取消。

(5) 施工场地防治区：栽植刺槐 91 株、枣树 100 株、苹果梨 60 株、李子 10 株、山楂 30 株、苹果 20 株、鸡心果 100 株、桃树 100 株、撒播草籽 0.01hm²，草籽 0.73kg。

水土保持植物措施监测结果见表 4-3，植物措施实施效果见图 4-3。

表 4-3 水土保持植物措施监测结果表

措施分类	防治分区	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
植物措施	取水头部防治区	栽植垂柳	个	26		-26
		栽植龙爪槐	株	15		-15
		栽植桧柏	株	26		-26
		栽植迎春	丛	40		-40
		全面整地	hm ²	1.19		-1.19
		播撒草籽	m ²		70	70
		栽植五叶地锦	株		600	600
		绿篱	m		164.6	164.6
		金叶榆球	株		5	5
		爬山虎	株		426	426
	管线防治区	绿篱	m		367	367
		刺槐	株		1114	1114
		垂柳	株		67	67
		桃树	株		5	5
		紫穗槐	丛		1820	1820
		杨树	株	1936		-1936
		红瑞木	m		31	31
		桧柏球	株		7	7
		播撒面积	hm ²	0.99	0.07	-0.92
		草籽	kg	49.50	6.80	-42.70
		全面整地	hm ²	31.15		-31.15
	配水站防治区	龙爪槐	株	230		-230
		桧柏	株	230		-230
		丁香	丛	260		-260
		云杉	株	130		-130
		铺种草皮	m ²	2400		-2400
		绿篱	m	440		-440

措施分类	防治分区	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
	道路防治区	爬山虎	株	2000		-2000
		杨树	株	466		—
		播撒面积	hm ²	1.05		—
	施工场地防治区	杨树	株	60		-60
		刺槐	株		91	91
		枣树	株		100	100
		苹果梨	株		60	60
		李子	株		10	10
		山楂	株		30	30
		苹果	株		20	20
		鸡心果	株		100	100
		桃树	株		100	100
		播撒面积	hm ²	0.12	0.01	-0.11
		草籽	kg	6	0.73	-5.27



2019.5



2019.9

取水头部防治区

 2019. 5	 2019. 9
施工场地防治区	
 2019. 5	 2019. 9
 2019. 5	 2019. 9

 2019. 5	 2019. 9
管线工程防治区	
 2019. 5 清河配水站	 2019. 9 清河配水站
 2019. 5 开原配水站	 2019. 9 开原配水站
配水站防治区	

图 4-3 植物措施监测图

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

本工程水土保持方案设计的临时措施具体为：

- (1) 取水头部防治区：装土草袋围堰及拆除；
- (2) 管线工程防治区：装土草袋围堰及拆除；
- (3) 配水站防治区：装土草袋围堰及拆除、密目网覆盖；
- (4) 道路防治区：临时排水沟、装土草袋围堰及拆除；
- (5) 施工场地防治区：装土草袋围堰及拆除。

4.3.2 实施情况

本工程实施的临时措施具体为：

- (1) 取水头部防治区：装土草袋围堰及拆除、临时排水沟和栽植水蜡；
- (2) 管线工程防治区：装土草袋围堰及拆除；
- (3) 配水站防治区：装土草袋围堰及拆除、临时排水沟、密目网覆盖；
- (4) 道路防治区：防治区纳入到其他工程中，措施取消未实施；
- (5) 施工场地防治区：无临时措施。

4.3.3 监测结果

本工程水土保持临时措施一标段施工于 2015 年 9 月-2017 年 8 月，二三标段施工于 2017 年 6 月-2018 年 12 月完工。

根据监测调查结果，工程完成的水土保持植物措施主要工程量：

- (1) 取水头部防治区：装土草袋围堰及拆除 27 m^3 、临时排水沟 200 m^3 和栽植水蜡 800 株；
- (2) 管线工程防治区：装土草袋围堰及拆除 1325.25 m^3 ；
- (3) 配水站防治区：装土草袋围堰及拆除 139.76 m^3 、临时排水沟 97 m^3 、密目网覆盖 1775 m^2 ；
- (4) 道路防治区：防治区纳入到其他清河水库除险加固工程中，措施取消；
- (5) 施工场地防治区：无临时措施。

水土保持临时措施监测结果见表 4-4。

表 4-4 水土保持临时措施监测结果表

措施分类	防治分区	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
临时措施	取水头部防治区	装土草袋临时防护	m ³	32	27	-5
		临时排水沟	m ³		200	200
		栽植水蜡	株		800	800
	管线防治区	装土草袋拦挡	m ³	2400	1323.25	-1076.75
	配水站防治区	临时排水沟	m ³	364	97	-267
		装土草袋拦挡	m ³	280	139.76	-140.24
		密目网苫盖	m ²	2140	1775	-365
	道路防治区	临时排水沟	m ³	1050		—
		装土草袋拦挡	m ³	253		—
	施工场地防治区	装土草袋拦挡	m ³	43		-43

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施监测实施情况汇总

水土保持措施监测实施情况汇总情况见表 4-5。

表 4-5 水土保持措施监测表

防治分区	措施分类	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
取水头部防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	107		-107
		浆砌石挡墙	m ³	87.5	216.68	129.18
		干砌石护坡	m ³		728.29	728.29
		抛石防护	m ³	894		-894
		混凝土排水沟	m ³		272.41	272.41
		排水管	m		16	16
		客土回覆	m ³		160.09	160.09
		场地平整	m ²	650		-650
		植草方砖	m ²	1390		-1390
		树坑客土	m ³		43	43
	植物措施	栽植垂柳	个	26		-26
		栽植龙爪槐	株	15		-15
		栽植桧柏	株	26		-26
		栽植迎春	丛	40		-40
		全面整地	hm ²	1.19		-1.19
		播撒草籽	m ²		70	70

防治分区	措施分类	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
		栽植五叶地锦	株		600	600
		绿篱	m		164.6	164.6
		金叶榆球	株		5	5
		爬山虎	株		426	426
	临时措施	装土草袋临时防护	m ³	32	27	-5
		临时排水沟	m ³		200	200
		栽植水蜡	株		800	800
管线防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	1936	1178	-758
		树坑客土	m ³		1276	1276
		客土回覆	m ³		200	200
		表土剥离与回覆	m ³	74000	65074	-8926
		铅丝石笼	m ³	4703.43	499.28	-4204.15
		围堰块石护坡	m ³	150		-150
	植物措施	绿篱	m		367	367
		刺槐	株		1114	1114
		垂柳	株		67	67
		桃树	株		5	5

防治分区	措施分类	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
		紫穗槐	丛		1820	1820
		杨树	株	1936		-1936
		红瑞木	m		31	31
		桧柏球	株		7	7
		播撒面积	hm ²	0.99	0.07	-0.92
		草籽	kg	49.50	6.80	-42.70
		全面整地	hm ²	31.15		-31.15
	临时措施	装土草袋拦挡	m ³	2400	1323.25	-1076.75
配水站防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	850		-850
		表土剥离	m ³	1330	540	-790
		表土回覆	m ³	1330	540	-790
		场地平整	项	1		-1
	植物措施	龙爪槐	株	230		-230
		桧柏	株	230		-230
		丁香	丛	260		-260
		云杉	株	130		-130
		铺种草皮	m ²	2400		-2400

防治分区	措施分类	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
		绿篱	m	440		-440
		爬山虎	株	2000		-2000
	临时措施	临时排水沟	m ³	364	97	-267
		装土草袋拦挡	m ³	280	139.76	-140.24
		密目网苫盖	m ²	2140	1775	-365
道路防治区	工程措施	人工挖种植穴	个	466		—
		表土剥离	m ³	2100		—
		表土回覆	m ³	2100		—
		临时碎石路	km	1.5		—
		浆砌石排水沟	m ³	510		—
	植物措施	杨树	株	466		—
		播撒面积	hm ²	1.05		—
	临时措施	临时排水沟	m ³	1050		—
		装土草袋拦挡	m ³	253		—
施工场地防治区	工程措施	表土剥离	m ³	280		-280
		表土回覆	m ³	280		-280
		人工挖种植穴	个	60	511	451

防治分区	措施分类	措施名称	单位	方案设计工程量	实际工程量	工程量增减
		树坑客土	m ³		511	511
		客土回覆	m ³		21.8	21.8
	植物措施	杨树	株	60		-60
		刺槐	株		91	91
		枣树	株		100	100
		苹果梨	株		60	60
		李子	株		10	10
		山楂	株		30	30
		苹果	株		20	20
		鸡心果	株		100	100
		桃树	株		100	100
		播撒面积	hm ²	0.12	0.01	-0.11
		草籽	kg	6	0.73	-5.27
	临时措施	装土草袋拦挡	m ³	43		-43

4.4.2 水土保持措施防治效果分析

本工程实施建设中，基本落实了水土保持方案和后续设计中的水土流失防治措施，对取水头部采取浆砌石挡墙、干砌石护坡、排水沟、客土回覆；对管线工程采取人工挖种植穴、客土回覆；对配水站采取了表土剥离与回覆；对施工场地采取了客土回覆。对项目建设各防治区进行了栽植乔灌木、撒播草籽等措施。此外，施工过程中对临时堆土采用了临时拦挡、苫盖及排水措施。这些措施都很好的起到了防治水土流失作用，治理了项目建设区的裸露区域，美化绿化了工程及周边的环境，有效防治了工程建设造成的水土流失，防治效果比较明显。

5 土壤流失情况监测

清河水库供水取水头部及输水改造工程位于辽宁省铁岭市清河区境内，根据原水土保持方案项目区属于国家水土流失重点治理区和辽宁省水土流失重点治理区。本工程性质为建设类工程，在工程施工中，不可避免地破坏项目区的原地貌，并造成不同程度的水土流失。

5.1 水土流失面积

项目在水土保持方案中确定的建设区范围为 52.57hm²，根据现场监测、外业调查、工程设计及施工资料，本工程施工过程中实际扰动土地面积 49.73hm²。在工程施工期水土流失面积 49.73hm²。

在工程建设后期随着植被的逐年恢复，扰动地表水土流失量会逐年递减，水土流失呈现先强后弱的特点，水土流失面积迅速减少。水土流失面积监测结果见表 5-1。

表 5-1 植被恢复期水土流失面积监测结果表

时段		监测区	植被恢复期水流失面积 (hm ²)			硬化、渠道 及建筑物等 覆盖	合计
			耕地	裸露地表	林草		
2019 年	第二季度 (4 月-6 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.05	2.03	16.20	48.69
		施工场地防治区		0.13	0.06		0.19
		配水站防治区		0.21		0.01	0.22
		小计	30.42	0.39	2.10	16.82	49.73
	第三季度 (7 月-9 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	48.69
		施工场地防治区			0.19		0.19
		配水站防治区			0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82	49.73
	第四季度 (10 月-12 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	48.69
		施工场地防治区			0.19		0.19

时段	监测区	植被恢复期水流失面积 (hm^2)			硬化、渠道 及建筑物等 覆盖	合计
		耕地	裸露地表	林草		
	配水站防治区			0.21	0.01	0.22
	小计	30.42	0.02	2.48	16.82	49.73
2020 年	第一季度 (1 月-3 月)	取水头部防治区		0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	16.20	48.69
		施工场地防治区		0.19		0.19
		配水站防治区		0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	16.82	49.73
	第二季度 (4 月-6 月)	取水头部防治区		0.02	0.61	0.63
		管线工程防治区	30.42	0.02	16.20	48.69
		施工场地防治区		0.19		0.19
		配水站防治区		0.21	0.01	0.22
		小计	30.42	0.02	16.82	49.73

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤侵蚀模数

(1) 原地貌土壤侵蚀背景值

由于监测工作进场时主体工程已经施工完工,原地貌土壤侵蚀背景值参照方案设计数据、工程周边地类现状及已经验收相关工程数据综合分析得出。项目区属于国家级和省级水土流失重点治理区。项目所处类型区均属于辽宁省辽东山地丘陵区,土壤侵蚀类型以轻度水力侵蚀为主,原地貌土壤侵蚀模数为 $554\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 土壤侵蚀容许值均为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(2) 施工期土壤侵蚀模数的确定(2015.6-2016.10, 2017.6-2018.12)

由于监测工作进场时主体工程已经施工完工,施工期土壤侵蚀模数借鉴类比 2019 年验收的清河水库除险加固工程建设期同类型防治分区的侵蚀模数。各防治分区施工期侵蚀模数见表 5-2。

表 5-2 施工期侵蚀模数表

时段	防治分区	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
2015. 6-2016. 10	取水头部防治区	1544
2017. 6-2018. 12	管线防治区	2425
	配水站防治区	648
2015. 6-2018. 12	施工场地防治区	648

(3) 植被恢复期土壤侵蚀模数的确定 (2019.5-2020.6)

由于大部分水土保持植物措施在 2019 年 4-5 月完工,植被恢复期监测时段为 2019 年 5 月-2020 年 6 月。采用简易水土流失观测场观测法进行观测,各防治分区植被恢复期侵蚀模数见表 5-3。

表 5-3 植被恢复期侵蚀模数表

时段	防治分区	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)		
		裸露地表	绿化	耕地
2019 年 4 月-6 月	取水头部防治区		286	
	管线防治区	521	335	335
	配水站防治区		451	
	施工场地防治区		553	
2019 年 7 月-9 月	取水头部防治区		195	
	管线防治区	485	220	304
	配水站防治区		230	
	施工场地防治区		215	
2019 年 10 月-12 月	取水头部防治区		195	
	管线防治区	451	199	289
	配水站防治区		205	
	施工场地防治区		200	
2020 年 1 月-3 月	取水头部防治区		195	
	管线防治区	451	199	280
	配水站防治区		205	
	施工场地防治区		200	
2020 年 4 月-6 月	取水头部防治区		185	
	管线防治区	440	199	
	配水站防治区		195	
	施工场地防治区		190	

5.2.2 土壤流失量

通过计算，本工程水土流失总量为 2005.37t，原地貌水土流失量为 767.99t，新增水土流失量为 1237.38t。建设期水土流失量估算见表 5-4，植被恢复期水土流失量统计见表 5-5。

表 5-4 建设期水土流失量估算表

时段	防治分区	水土流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	监测时段 (a)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
2015.6-2016.10	取水头部防治区	0.63	1544	544	1.42	4.86	13.78	8.93
2017.6-2018.12	管线防治区	48.69	2425	544	1.58	419.35	1869.34	1449.99
	配水站防治区	0.22	648	544	1.58	1.89	2.26	0.36
2015.6-2018.12	施工场地防治区	0.19	648	544	3.58	3.70	4.41	0.71
合计		49.73				429.80	1889.79	1459.99

表 5-5 植被恢复期水土流失量统计表

时段		监测区	水土流失面积 (hm ²)				监测时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)				原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	原地貌水土流失量 (t)	水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
			耕地	裸露地表	林草	硬化、渠道及建筑物覆盖		裸露地表	绿化	耕地	硬化、渠道及建筑物覆盖				
2019 年	第二季度 (4 月-6 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.25		286			544	0.86	0.01	-0.84
		管线工程防治区	30.42	0.05	2.03	16.20	0.25	521	335	335		544	66.22	27.24	-38.98
		施工场地防治区		0.13	0.06		0.25		451			544	0.26	0.06	-0.19
		配水站防治区		0.21		0.01	0.25		553			544	0.30		-0.30
		小计	30.42	0.39	2.10	16.82							67.64	27.32	-40.32
	第三季度 (7 月-9 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.25		195			544	0.86	0.01	-0.85
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	0.25	485	220	304		544	66.22	24.28	-41.95
		施工场地防治区			0.19		0.25		230			544	0.26	0.11	-0.15
		配水站防治区			0.21	0.01	0.25		215			544	0.30	0.11	-0.19
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82							67.64	24.50	-43.13
	第四季度 (10 月-12 月)	取水头部防治区			0.02	0.61	0.25		195			544	0.86	0.01	-0.85
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	0.25	451	199	289		544	66.22	23.02	-43.20
		施工场地防治区			0.19		0.25		205			544	0.26	0.10	-0.16
		配水站防治区			0.21	0.01	0.25		200			544	0.30	0.11	-0.19
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82							67.64	23.23	-44.40

时段		监测区	水土流失面积（hm ² ）				监测时段（a）	侵蚀模数（t/km ² ·a）				原地貌侵蚀模数 （t/km ² ·a）	原地貌水土 流失量（t）	水土流失 量（t）	新增水土 流失量（t）
			耕地	裸露地表	林草	硬化、渠道及 建筑物覆盖		裸露 地表	绿化	耕地	硬化、渠 道及建筑 物覆盖				
2020 年	第一季度 （1月-3月）	取水头部防治区			0.02	0.61	0.25		195			544	0.86	0.01	-0.85
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	0.25	451	199	280		544	66.22	22.34	-43.88
		施工场地防治区			0.19		0.25		205			544	0.26	0.10	-0.16
		配水站防治区			0.21	0.01	0.25		200			544	0.30	0.11	-0.19
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82							67.64	22.55	-45.09
	第二季度 （4月-6月）	取水头部防治区			0.02	0.61	0.25		185			544	0.86	0.01	-0.85
		管线工程防治区	30.42	0.02	2.06	16.20	0.25	440	199	220		544	66.22	17.78	-48.45
		施工场地防治区			0.19		0.25		195			544	0.26	0.09	-0.17
		配水站防治区			0.21	0.01	0.25		190			544	0.30	0.10	-0.20
		小计	30.42	0.02	2.48	16.82							67.64	17.98	-49.66
合计												338.19	115.58	-222.60	

根据工程实际特点,通过类比和监测确定本工程建设期、植被恢复期土壤侵蚀模数,从而计算其土壤流失量。

2015年6月-2016年10月为取水头部工程施工建设阶段。在该阶段工程土建施工活动频繁场地平整、工程设施基础开挖等工程施工全面展开,项目建设区地表全部被扰动。经计算,施工期原地貌土壤流失量为4.86t,实测水土流失量为13.78t,新增土壤流失量为8.93t。

2017年6月-2018年12月为管线工程和配水站施工建设期,经计算该阶段管线工程原地貌土壤流失量为419.35t,实测水土流失量为1869.34t,新增土壤流失量为1449.99t;配水站原地貌土壤流失量为1.89t,实测水土流失量为2.26t,新增土壤流失量为0.36t。

2015年6月-2018年12月,施工场地一直在运行,经计算该阶段原地貌土壤流失量为3.70t,实测水土流失量为4.41t,新增土壤流失量为0.71t。

2019年5月-2020年6月为植被恢复期,各个防治区布设的水土保持措施均开始发挥效益,经计算该阶段原地貌土壤流失量为338.19t,实测水土流失量为115.58t,土壤流失量减少为222.60t。

扰动地貌可能产生的水土流失量监测

根据工程各项目区可能引发水土流失面积以及工程施工期时间,依据扰动地貌土壤侵蚀模数预测在工程建设水土流失量,经计算水土流失量为2005.37t,管线工程为重点水土流失区域。

新增水土流失量监测

经计算分析,本工程新增水土流失量1237.38t,工程施工期水土流失量远大于植被恢复期,是水土流失重点防护时段,必须制定切实可行的工程、植物措施以及临时防护措施,对可能造成水土流失的地段进行针对性的合理治理,以有效控制水土流失。

5.3 取弃土潜在土壤流失量

本工程无取弃土,无取弃土潜在土壤流失量。

建设项目产生的临时堆土的边坡松散,稳定性差,抗蚀性差,容易形成面蚀或沟蚀,侵蚀强度为剧烈。建设项目对土壤环境的影响是由于施工开挖使土壤裸露造成的侵蚀,以及项目建成后,土壤植被条件的变化改变了地面径流条件而造成的侵蚀。

在工程建设过程中，开挖形成的坡面是最主要的土壤流失成因，需要及时防护处理，使开挖坡面不裸露，并及时覆土加以利用。通过有效的工程措施与植物措施相结合，减少取土过程中的土壤流失。

5.4 水土流失危害

通过实地巡查以及查阅相关资料等，未发现项目建设引起基础设施或民用设施损毁事件，未发现水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害发生。

6 水土流失防治效果监测结果

通过水土保持实际监测，对监测数据进行综合分析，得出扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率 6 项防治指标的实际值，与《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》（报批稿）确定的 6 项防治目标值进行对比分析，反映本工程水土流失防治效果。

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。扰动土地是指开发建设项目在项目建设区内因建设产生的开挖、占压、堆放所占用和破坏的土地资源（未扰动土地不计入内）。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，包括永久建筑物面积，其计算公式如下：

扰动土地整治率(%)= (水土保持措施面积+永久建筑物及硬化占地面积) / 建设区扰动地表面积 ×100%

本工程扰动土地总面积为 49.73hm²。本工程扰动土地整治面积包括工程防护面积、植物措施面积、建筑物及硬化面积等。至监测期末，扰动土地整治面积为 49.71hm²。由此计算得出项目建设区综合扰动土地整治率为 99.97%。

扰动土地整治率分析结果见表 6-1。

表 6-1 扰动土地整治率分析结果表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			土地整治面积 (hm ²)			扰动土地整治面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)
				植物措施	工程措施	小计	恢复农地	土地平整	小计		
取水头部防治区	0.63	0.63	0.61	0.02		0.02				0.63	100.00
管线工程防治区	48.69	48.69	16.20	2.06	30.42	32.48	30.42			48.67	99.98
施工场地防治区	0.19	0.19		0.19		0.19				0.19	100.00
配电站防治区	0.22	0.22	0.01	0.21		0.21				0.22	100.00
合计	49.73	49.73	16.82	2.48	30.42	32.89	30.42			49.71	99.97

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。各项措施的防治面积均以投影面积计，不重复计算。计算公式如下：

$$\text{水土流失总治理度}(\%) = \frac{\text{水土流失治理面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

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。

水土流失治理达标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流失量以下的土地面积。

至监测期末，项目区水土流失面积（扣除项目区内建筑物及硬化等面积）为 32.91hm²，水土流失治理达标面积为 32.89hm²。经计算，项目建设区综合水土流失总治理度为 99.96%。水土流失总治理度分析结果见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度分析结果表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	建筑物及场地道路硬化 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			土地整治面积 (hm ²)			水土流失总治理度 (%)
					植物措施	工程措施	小计	恢复农地	土地平整	小计	
取水头部防治区	0.63	0.63	0.61	0.02	0.02		0.02				100.00
管线工程防治区	48.69	48.69	16.20	32.49	2.06	30.42	32.48	30.42		30.42	99.96
施工场地防治区	0.19	0.19		0.19	0.19		0.19				100.00
配水站防治区	0.22	0.22	0.01	0.21	0.21		0.21				100.00
合计	49.73	49.73	16.82	32.91	2.48	30.42	32.89	30.42		30.42	99.96

6.3 土壤流失控制比

土壤流失控制比为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。其计算公式如下：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{项目建设区容许土壤流失量}}{\text{治理后的平均土壤流失强度}}$$

本工程所在区域属北方土石山区，容许土壤流失量为 200t/km²·a。通过各项防治措施的实施，至监测期末，项目建设区内的土壤流失得到控制，项目建设区的平均土壤侵蚀模数达到 195t/km²·a，项目建设区综合土壤流失控制比为 1.03。土壤流失控制比分析结果见表 6-3。

表 6-3 土壤流失控制比分析结果表

分区	平均土壤侵蚀强度 ($t/km^2 \cdot a$)	容许土壤流失量 ($t/km^2 \cdot a$)	土壤流失控制比
取水头部防治区	185	200	1.1
管线工程防治区	195	200	1.0
施工场地防治区	190	200	1.0
配水站防治区	192	200	1.0
综合	195	200	1.03

6.4 拦渣率

拦渣率是指项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量与工程弃土(石、渣)总量的百分比。其计算公式如下:

$$\text{拦渣率}(\%) = \frac{\text{采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量}}{\text{建设区工程弃土(石、渣)总量}} \times 100\%$$

根据监测资料,工程建设过程中的土石方量调查结果,工程挖方 47.25 万 m^3 , 在施工过程中实施了有效地拦挡措施,使土壤流失量降到了最低,有效拦挡临时堆土量 46.60 万 m^3 , 拦渣率为 98.61%。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。可恢复植被面积是指在当前经济、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。其计算公式如下:

$$\text{林草植被恢复率}(\%) = \frac{\text{项目建设区内林草类植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$$

经调查本工程项目建设区内可恢复林草植被面积为 2.49 hm^2 , 至监测期末,项目建设区林草植被面积为 2.48 hm^2 。经计算,项目建设区综合林草植被恢复率为 99.53%。林草植被恢复率分析结果见表 6-5。

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。其计算公式如下:

$$\text{林草覆盖率}(\%) = \frac{\text{项目防治责任范围内林草面积}}{\text{建设区面积}} \times 100\%$$

本项指标中，建设区面积为防治责任范围面积扣除需恢复耕地面积及需恢复为水域及水利设施面积，即 8.46hm²。至监测期末，林草植被面积为 2.48hm²。经计算，项目建设区综合林草覆盖率为 29.26%。林草覆盖率分析结果见表 6-5。

表 6-5 林草覆盖率分析结果表

分区	项目建设区面积 (hm ²)	可恢复植被 面积 (hm ²)	已恢复植被 面积 (hm ²)	林草植被恢 复率 (%)	林草覆盖 率 (%)
取水头部防治区	0.63	0.02	0.02	100.00	8.33
管线工程防治区	48.69	2.07	2.06	99.44	25.57
施工场地防治区	0.19	0.19	0.19	100.00	100.00
配水站防治区	0.22	0.21	0.21	100.00	95.45
合计	49.73	2.49	2.48	99.53	29.26

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据《清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》确定的水土流失防治目标,分析本工程六项防治指标达标情况。

(1) 扰动土地整治率

工程防治责任范围内扰动土地总面积为 49.73hm^2 , 扰动土地整治面积为 49.71hm^2 , 综合扰动土地整治率为 99.97%, 达到并超过目标值。

(2) 水土流失总治理度

随着工程的不断进行造成水土流失面积不断增大,相应的水土保持措施面积也不断增加,随着主体工程结束,后期的绿化措施实施,治理度逐渐提高。至监测期末,综合水土流失总治理度为 99.96%, 达到并超过目标值。

(3) 拦渣率

截至监测期末,项目建设区综合拦渣率为 98.61%, 达到目标值。

(4) 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),本工程所在区域属北方土石山区,容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过各项防治措施的实施,至监测期末,土壤流失控制比为 1.03, 达到目标值。

(5) 林草植被恢复率

项目建设区内可恢复林草植被面积为 2.49hm^2 , 林草植被面积为 2.48hm^2 , 综合林草植被恢复率为 99.53%, 达到目标值。

(6) 林草覆盖率

项目建设区面积(扣除需恢复耕地面积及需恢复为水域及水利设施面积)为 8.46hm^2 , 林草植被面积为 2.48hm^2 , 林草覆盖率为 29.26%。达到目标值。

水土流失治理达标情况见表 7-1。

表 7-1 水土流失治理达标情况表

序号	治理目标	目标值 (%)	实际值 (%)	达标情况
1	扰动土地整治率	95	99.97	达标
2	水土流失总治理度	96	99.96	达标
3	土壤流失控制比	1	1.03	达标
4	拦渣率	95	98.61	达标
5	林草植被恢复率	98	99.53	达标
6	林草覆盖率	26	29.26	达标

7.2 水土保持措施评价

项目实施的水土保持措施体系基本按照水土保持方案和后续设计进行。项目建设过程中，在水土流失防治分区的基础上，水土保持措施统筹布置，全局考量，做到了主体工程设计与水土保持方案相结合，工程措施与植物措施相结合，重点治理与综合防护相结合，点、线、面相结合，有效控制工程建设造成的新增水土流失，项目建设区原有水土流失得到基本治理，形成了布局合理、结构完整的水土保持综合防治体系。

方案中设计的水土保持措施在项目建设过程中基本得到落实，实施的措施量与方案相比，有增有减，总体上水土保持措施体系完整，水土保持功能未降低。截至监测期末，本工程水土保持措施运行良好，未发生水土流失危害，水土流失防治效果明显。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在问题

施工场地栽植的乔木有未成活植株。

7.3.2 建议

建议在项目运行过程中加强水土保持设施管护与维修，认真做好植被抚育管理，确保水土保持措施防治效果。

7.4 综合结论

项目建设单位对工程建设中的水土保持工作给予充分重视，按照水土保持法律法规等相关规定配置专职人员负责水土保持工作的组织、管理和落实工作，开展了水土保持监理监测工作，施工过程中基本按照水土保持方案和水土保持施工图设计

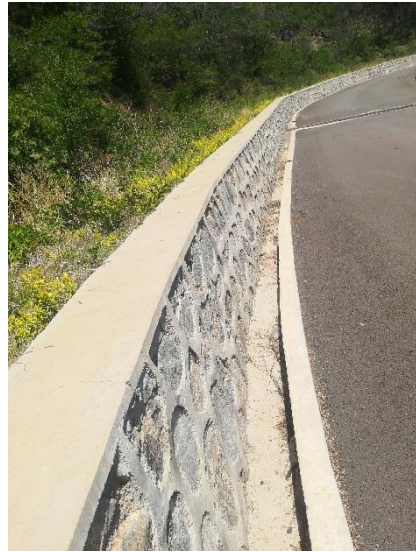
落实水土保持防治措施。

截至水土保持监测期末，本工程水土流失防治六项指标全部达标，各项水土保持设施运行良好，水土保持效果明显。

附件 1



干砌石护坡



浆砌石挡墙、混凝土排水沟、排水管



人工挖种植穴



人员监测



干砌石护坡



浆砌石挡墙、混凝土排水沟、排水管



人员监测



2019. 5



2019. 9

取水头部防治区



2019. 5



2019. 9

施工场地防治区



2019. 5



2019. 9



2019. 5



2019. 9



2019. 5



2019. 9

管线工程防治区



2019. 5 清河配水站



2019. 9 清河配水站



2019. 5 开原配水站



2019. 9 开原配水站

配水站防治区

附件 2

辽宁省水土保持局

辽水保函〔2011〕146号

关于辽宁省清河水库供水取水头部及输水改造工程 水土保持方案的复函

辽宁省清河水库管理局：

你单位报送的《关于申请审查批复辽宁省清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书的函》（辽清管建〔2011〕45号）收悉。我局委托省水土保持学会对《辽宁省清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方案报告书》进行了技术审查，根据审查意见的要求，该方案经修改、完善后，依据充分，内容全面，符合水土保持法律、法规和技术规范、标准的要求。经研究，现函复如下：

一、项目建设内容和组成

辽宁省清河水库位于辽宁省铁岭市清河区境内。本工程从清河水库取水，取水头部位于清河水库库区内大坝上游右岸约400米，管线从已有隧油出口接引，途经清河配水站至终点开原配水站。该工程属建设类项目，项目组成主要包括：取水头部、输水隧洞、输水管线、配水站、道路、施工场地等。该工程估算总投资为12645.23万元，

其中土建投资 7995.57 万元；工程总占地面积 52.57 公顷，其中永久占地 1.47 公顷，临时占地 51.10 公顷；工程挖方总量为 38.58 万立方米，填方总量为 38.58 万立方米。

二、项目区概况

同意项目区概况及水土流失现状分析。项目区属中低山及清河辽河冲积平原区，气候类型属温带大陆性季风气候，年平均气温为 6.3℃，多年平均降雨量 710 毫米，最大冻土深度为 1.43 米。年平均风速 3.4 米/秒，项目区土壤类型为暗棕壤、棕壤、黑土、风沙土、草甸土等，植被属长白植物区系，林草覆盖率 38%。水土流失类型以轻度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。属国家及省级水土流失重点治理区。

三、项目建设总体要求

（一）基本同意主体工程水土保持评价。

（二）基本同意水土流失防治责任范围为 67.24 公顷，其中项目建设区 52.57 公顷，直接影响区面积为 14.67 公顷。

（三）同意项目水土流失防治执行建设类项目一级标准。

（四）基本同意水土流失防治分区和分区防治措施。

（五）基本同意水土流失预测方法和预测内容。预测工程新增水土流失量为 891.73 吨，损坏水土保持设施面积 52.57 公顷。

（六）基本同意水土保持监测时段、内容和方法。进一步搞好监测设计，落实监测重点，细化监测内容。

（七）基本同意水土保持投资估算原则、依据和方法。本工程水

水土保持估算总投资为 426.43 万元，其中主体工程已列投资 226.68 万元，新增投资 199.75 万元。新增投资包括工程措施投资 7.91 万元，植物措施 17.99 万元，施工临时投资 54.81 万元，水土保持补偿费 47.68 万元，水土保持监测费 17.14 万元，水土保持监理费 16 万元，其它 38.22 万元。水土保持补偿费由我局征收。

（八）同意水土保持方案实施进度安排，要严格按照批复的水土保持方案所确定的进度组织实施水土保持工程。各类施工活动要严格控制在地表范围内，严禁随意占压、扰动和破坏地表，加强施工管理和临时防护，严格控制施工期间可能造成水土流失。铁岭市水土保持站、清河区水土保持局监督该方案的实施。

四、建设单位在工程建设中要重点做好以下工作：

（一）按照批复的方案抓紧落实资金、管理等保证措施，做好本方案下阶段的工程设计、招投标和施工组织工作，加强对施工单位的监督与管理，切实落实水土保持“三同时”制度。

（二）定期向我局、铁岭市水土保持站、清河区水土保持局报告水土保持方案的实施情况，并接受各级水土保持部门的监督检查。

（三）委托有相应水土保持监测资质的单位承担水土保持监测任务，并按规定向我局提交监测报告。

（四）落实并做好水土保持监理工作，确保水土保持工程建设质量。

五、建设单位要按照《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定，在工程投入运行之前及时向我局申请水土保持设施验收。

附件：辽宁省清河水库供水取水头部及输水改造工程水土保持方
案报告书

二〇一一年八月五日

抄送：水利部水保司，辽宁省发展和改革委员会，辽宁省环保厅，
铁岭市水土保持站、清河区水土保持局，辽宁省水利水电勘
测设计研究院。

辽宁省水土保持局办公室

2011年8月5日印发