贵州省山水林田湖草生态保护修复工作指南（试行）

贵州省自然资源厅

2019 年 9 月

前 言

构建山水林田湖草生命共同体，是践行习近平生态文明思想的重要举措，是落实习近平总书记“人的命脉在田、田的命脉在水、水的命脉在山、山的命脉在土、土地的命脉在树和草”重要指示精神的具体体现。加快山水林田湖草生态保护修复，实现格局优化、系统稳定、功能提升，关系生态文明建设和美丽中国建设进程，关系国家生态安全和中华民族永续发展。

为统一贵州省山水林田湖草生态保护修复工程技术要求，保证修复质量和效果，特制定《贵州省山水林田湖草生态保护修复工作指南》（以下简称《指南》）。

《指南》参考了国内多部门制定发布的自然资源调查评价、生态环境修复治理的相关技术标准，规定了工程实施流程、各环节的目的、任务及主要内容、综合监测工程及保护修复技术要求、工程验收、绩效评估等。

本《指南》主要用于指导贵州省山水林田湖草生态保护修复工作。根据项目开展情况，适时对本《指南》进行修编，使之更具可操行性，更具指导意义。

起草单位：贵州省地质环境监测院

发布单位：贵州省自然资源厅

目　录

1. 总则.....1
1.1. 目的.....1
1.2. 适用范围.....1
1.3. 定义.....1
1.4. 工作依据.....1
1.5. 基本原则.....4
1.6. 工作目标.....5
1.7. 绩效目标.....6
1.8. 工程施工标段划分原则.....6
2. 工作流程与管理要求.....7
2.1. 总体工作流程.....7
2.2. 管理要求.....9
3. 调查与评价.....10
3.1. 山水林田湖草综合调查内容.....10
3.2. 山水林田湖草综合调查方法.....12
3.3. 生态系统划分与服务功能分析.....15
3.4. 生态系统关键问题识别.....15
4. 生态保护修复规划.....17
5. 实施方案.....18
5.1. 矿山环境恢复治理.....18
5.2. 土地复垦与土壤污染修复.....20
5.3. 生物多样性保护.....24
5.4. 流域水环境保护治理.....29
6. 项目实施.....39
6.1. 项目程序.....39

6.2. 项目招投标.....39
6.3. 项目质量和进度保障措施.....39
7. 验收归档..... 41
7.1. 保护工程验收.....41
7.2. 保护修复工程资料归档.....44
8. 后期管护..... 45
9. 监测评估..... 46
9.1. 监测目的.....46
9.2. 监测任务.....46
9.3. 综合监测网络建设原则.....46
9.4. 监测对象及方法.....47
9.5. 监测周期.....54
9.6. 监测成果.....54
9.7. 生态修复绩效评估.....55
10. 成果总结..... 62
11. 附录.....63
11.1. 附录 1、山水林田湖草生态保护修复工程工作方案提纲.....63
11.2. 附录 2、山水林田湖草生态保护修复工程实施方案提纲.....66
11.3. 附录 3、山水林田湖草生态保护修复规划提纲.....69
11.4. 附录 4、山水林田湖草生态保护修复引用标准目录表.....72
11.5. 附录 5、山水林田湖草生态保护修复初步验收资料.....77
11.6. 附录 6、山水林田湖草生态保护修复工程竣工验收资料.....78
11.7. 附录 7、山水林田湖草生态保护修复工程资料归档目录.....79

1. 总则

1.1. 目的

为贯彻习近平生态文明思想，落实国家生态文明战略，指导我省有效开展山水林田湖草生态保护修复工作，依据有关法律法规及相关规定，制定本指南。

1.2. 适用范围

本工作指南适用于贵州省山水林田湖草生态保护修复工程。主要用于指导生态保护修复项目关键生态问题识别、全方位系统综合治理修复方案制定及保护修复工程实施、生态修复绩效评估与考核、长效机制建立与政策保障等工作。

1.3. 定义

山水林田湖草生态保护修复工程，指通过整合各类资金，综合工程技术、园艺、生物等多种措施，调整土地利用结构， 优化“三生”布局，对区域国土空间特别是重点生态功能区进行保护保育和修复治理，实现格局优化、系统稳定、功能提升的国土空间综合整治与生态保护修复活动。

1.4. 工作依据

（1）政策文件

1） 中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见（中发〔2015〕12 号）

2） 中共中央国务院印发《生态文明体制改革总体方案》

3） 中共中央《关于全面深化改革若干重大问题的决定》

4） 中共中央《关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》

5） 中共中央办公厅、国务院办公厅《关于设立统一规范的国家生态文明试验区的意见》

6） 中共中央办公厅、国务院办公厅《国家生态文明试验区（贵州）实施方案》

7） 中共中央国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见（中发〔2017〕4 号）

8） 中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见（中发〔2018〕17 号）

9） 中共中央国务院关于统一规划体系更好发挥国家发展规划战略导向作用的意见（中发〔2018〕44 号）

10） 中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见

11） 中共中央国务院关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系指导意见

12） 中共中央国务院关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见

13） 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》

14） 中共中央办公厅国务院办公厅印发《党政领导干部生态环境损害责任追究办法（试行）》

15） 中共中央办公厅国务院办公厅印发《生态文明建设目标评价考核办法》

16） 国务院办公厅关于印发生态环境监测网络建设方案的通知（国办发〔2015〕56 号）

17） 财政部关于印发《重点生态保护修复治理资金管理办法》

的通知（财建〔2019〕29 号）

18） 财政部国土资源部环境保护部关于推进山水林田湖生态保护修复工作的通知（财建〔2016〕725 号）

19） 国土资源部、中央编办、财政部、环境保护部、水利部、农业部、国家林业局关于印发《自然资源统一确权登记办法（试行）》的通知（国土资发〔2016〕192 号）

20） 国土资源部关于印发《自然生态空间用途管制办法（试行）》的通知（国土资发〔2017〕33 号）

21） 关于印发《建立市场化、多元化生态保护补偿机制行动计划》的通知（发改西部〔2018〕1960 号）

22） 国家标准委关于印发《生态文明建设标准体系发展行动指南（2018-2020 年）》的通知（国标委工一〔2018〕50 号）

23） 贵州省人民代表大会常务委员会《贵州省生态文明建设促进条例》

（2）技术标准

山水林田湖草生态保护修复工程建设应遵循现有国家、行业和地方标准（详见附录4），涉及山体、水体、森林、农田、湖泊、湿地、草原以及农村、城镇等生态系统。

（3）规划与相关资料

1）《贵州省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》

2）《贵州省“十三五”生态建设规划》

3）《贵州省主体功能区规划》

4）《贵州省矿产资源总体规划》（2016-2020）》

5）《贵州省乌江流域水环境保护规划（2015-2020年）》

6）《贵州省赤水河流域环境保护规划（2013—2020年）》

7）《乌蒙山片区（贵州省）区域发展与扶贫攻坚“十三五”实施规划》

8）《贵州省湿地保护发展规划（2014～2030年）》

1.5. 基本原则

1.5.1. 坚持系统修复，整体推进

按照生态系统的整体性、系统性及其内在规律，统筹考虑自然生态各要素，采用整体到局部的分析方法、局部再到整体的综合方法，把维护水源涵养、土壤保持、洪水调蓄、生物多样性保护等生态功能作为核心，明确保护与修复目标，突出主导功能提升和主要问题解决，保障区域生态安全。实施跨区域、跨部门整体推进、系统保护、全面修复山水林田湖草生态诸要素。

1.5.2. 坚持统筹布局，分步实施

采用空间分析和地理信息系统技术，识别生态保护修复重点区域空间分布和主要结构特征，对区内山水林田湖草生态保护修复工程实施范围进行修

复区域划分，与各部门、各行业、各区县相关规划有机衔接、系统整合。根据各分区特点和主要问题，明确具体项目布局、主要建设内容、实施计划安排等，科学确定保护修复的布局、任务与时序。

1.5.3. 坚持创新制度、长效机制

以国家大力推进山水林田湖草生态保护修复为契机，按照生态文明体制改革总体方案要求，建立生态系统保护修复的制度体系。制定配套政策措施，建立稳定持续的资金筹措机制；强化绩效评估和考核，积极发挥政策的激励、约束和引导作用。

1.5.4. 坚持因地制宜、突出特色

按照生态功能重要性，合理安排项目布局。紧紧围绕区域主导生态功能和生态系统结构特征，制定系统性的保护修复方案和实施路线图。在实施生态保护修复工程的同时，因地制宜为生态旅游、生态农业等提供良好生态环境支撑，提高绿色发展水平，实现区域生态产品供给能力和经济发展质量双提升。

1.5.5. 坚持生态保护、产业调整

坚持保护优先，注重与生态修复、产业扶贫、乡村振兴有机结合，实现让生态效益转化为经济效益、让生态优势转化为发展优势的绿色发展路径，因地制宜发展生态农业、生态旅游、健康产业，完善生态补偿机制，助推绿色发展。

1.6. 工作目标

通过项目实施，基本解决重要生态功能区域内的重大生态环境问题，生态环境质量得到有效改善，生态功能支撑和生态涵养明显增强，生态系统服务与保障功能明显提升，生态廊道系统功能提升。

1.7. 绩效目标

山水林田湖草生态保护修复目标应与区域自然生态环境要素相结合，实现生态系统安全、健康、稳定、无污染， 推动自然资源可持续保护和利用，促进人与自然和谐共生。依据国家生态文明建设战略部署要求、法律法规及相关规定、技术标准等，提出山水林田湖草生态保护修复工程项目绩效指标（详见附录 5），作为各地编制并实施山水林田湖草生态保护修复工程实施方案（以下简称实施方案）的依据。

1.8. 工程施工标段划分原则

（1）设计工程相对集中的原则上不能再分标段，应划分为一个标段。

（2）设计工程分散的应根据工程布置情况划分标段。

（3）污水处理站根据实际情况可以单独划分标段。

（4）河道治理项目应根据流域单元单独划分标段。

2. 工作流程与管理要求

2.1. 总体工作流程

总体工作流程：资料收集→编制工作大纲→开展现场调查评价→（编制规划）→制定实施方案→工程实施→验收归档→后期管护→监测评估→成果总结。

1、资料收集：通过多种途径收集项目区自然地理、流域水文概况、社会经济现状、水环境质量现状、土地利用现状、矿产开发现状、地质环境背景以及生态系统现状等基础资料。

2、编制工作大纲：综合整理、归纳总结收集的资料，初步分析存在的生态环境问题，理清工作思路，明确工作内容，编制工作大纲。

3、开展现场调查评价：采用地理信息、卫星遥感等手段，通过资料收集、现场勘查、生态监测、专家咨询、群众访谈等，全面掌握工程区域生态环境现状、自然资源利用、土地权属、相关规划、社 会经济发展等情况，重点调查分析生态系统类型、结构、功能以及受损情况，准确识别生态系统存在的主要问题、原因及其对区域生态系统的影响。从自然资源、生态系统的完整性、系统性出发，依据国土空间规划及相关生态保护修复规划，针对生态系统存在的问题，结合自然资源利用和权属、资源环境承载力、社会经 济状况等开展综合评价，提出生态保护修复的目标任务、重点区域、措施建议等。

4、制定实施方案：在全面调查评价的基础上，科学编制山水林田湖草生态保护修复规划和工程实施方案。实施方案要打破行政界限，以独立的流域、山体为单位，体现整体性、系统性、科学性、可行性，目标任务可量化、可考核，实施措施合理经济，生态效益明显，兼顾社会和经济效益。实施方案应包含：实施区域基本情况，重要性与必要性分析，目标任务（包

括建设范围、建设目标与内容、实施期限等），可行性分析（包括区域生态问题分析与诊断、技术路线、保护修复分区和工程布局、工程措施与子项目安排），投资估算与资金筹措，年度计划（建设时序与进度安排），效益评估与风险防控，制度科技创新和组织保障等。

5、工程实施：按照国家有关要求，依据年度计划组织实施工程建设，加强工程实施的全程监管；为保障工程实施和工程质量，在工程建设前遴选有资质、有经验的施工单位；工程建设过程中应开展工程协调监督，确保工程质量。

6、验收归档：工程实施结束后，组织专家对工程建设任务完成情况、工程质量、相关制度建设情况、资金筹措、资金使用是否合理合法、工程建设成效等方面进行全面总结；并将整体验收意见报有关部门备案。

建立档案资料管理制度，及时将有关管理、技术等文件，以及工程施工、质量监督等过程资料进行立卷归档，保证归档文件及时、完整登记。

7、后期管护：工程项目验收合格后，按照“谁受益，谁负责”的原则，明确管护责任主体，做好工程后期管护，确保工程发挥长期效益。需要进行工程移交的，按规定办理资产移交手续。积极探索建立规模化、专业化、社会化运营管护机制，落实管护责任人和经费，确保修复工程建成并稳定运行。

8、监测评估：在工程实施过程中及工程验收通过后，均应对生态环境问题变化趋势、自然资源保护利用情况、生态环境治理改善情况、生态系统服务功能提升情况，以及工程所取得的生态效益、经济效益、社会效益等进行监测；工程通过验收一段时间后，遴选有资质、有经验的效果评估机构，制定评估方案后进行效果评估并出具评估报告。

9、成果总结：注重总结组织管理、实施模式、工程技术、科技应用、制度建设和机制创新等方面的好做法，及时推广典型经验，建立健全山水林田湖草保护修复制度体系、技术体系。

对于调查区域大、治理工程集中连片的山水林田湖草项目，要求编制《治理规划》，且在《治理规划》通过验收后方能制定《实施方案》。

2.2. 管理要求

1、资料管理：工程建设过程中有关管理、技术等文件，以及工程施工、质量监督等过程资料进行立卷归档，保证归档文件及时、完整登记。

2、质量管理：按照国家有关要求，依据年度计划组织实施工程建设，加强工程实施的全程监管。可运用信息化手段，对生态保护修复工程计划、实施、验收等进行全过程跟踪管理。

3、技术管理：各子项目要严格实行统一的技术管理制度，执行统一的技术思路和技术路线，统一的技术标准和技术规范。

4、长效管理：为保障生态保护修复效果的长效性，需确定管理机构，做好工程运行维护，并定期进行监测考核和信息发布，加强社会监督。

5、安全管理：为保证项目的顺利实施、确保工作人员的安全，工作过程中要严格执行国家安全生产监督局《地质勘探安全规程》及其他安全生产相关规定。

6、资金管理：财政资金投资项目应依法依规执行项目法人制、招投标制、监理制、合同制、公告制等制度，加强施工现场管理，强化工程质量控制，切实做到程序合法、责任明确、监管到位。

3. 调查与评价

调查评价工作目的是查明调查区域生态环境现状、自然资源利用、社会经济发展等情况，重点调查分析生态系统类型、结构、功能以及受损情况，准确识别生态系统存在的主要问题、原因及其对生态系统的影响，提出生态保护修复的目标任务、重点区域、措施建议等。

3.1. 山水林田湖草综合调查内容

3.1.1. 自然资源特征调查

自然资源特征调查包括但不限于土地资源、水资源、生物资源、矿产资源、气象资源、旅游资源等，具体调查内容如下：

1、土地资源：查明调查区域内土地利用现状，重点分析区内基本农田、耕地、林地、草地等的面积及空间分布，结合土地利用规划和生态地质环境问题，分析调查区潜在土地资源。

2、水资源：查明调查区域内地表水系特征、地下水水文地质条件，地表地下水水质现状，开发利用条件等；计算区内地表地下水资源量、可开采量。如区内存在地下水富水区域，应准确划分富水区地下水系统，分析系统内地下水补径排条件，提出地下水开采潜力和开采靶区。

3、生物资源：调查区域内陆生植物、陆生动物、水生植物水生动物、大型真菌等的种类，重点分析区内各类动植物的优势科、优势属，重点描述区内珍惜濒危动植物。

4、矿产资源：调查区域内矿产资源禀赋与开发利用现状。针对历史矿产集中开采区，应重点评价其可利用浅层资源量，评估其潜在经济价值。若区内由煤矸石堆、磷石膏堆、锰渣堆、铅锌渣堆等，需查明堆积体的空间分布和体量，从尾矿资源回收利用方向开展分析。应查明调查区域内地热地质条件，初步评价地热水资源，查明地热勘察类型及可勘探性，推荐

地热勘探靶区。

5、气象资源：收集调查区域内 30 年的降水，光照，风力风速风向资料，掌握调查区域内光照资源现状水平，风力基础状况，区域主导风向，结合区域内已有项目以及乡镇发展规划，初步评估区内气象资源特征。

6、旅游资源：收集调查区域内已开发旅游资源单体、综合体资料，查明区内旅游资源现状，开发中与待开发旅游资源状况；初步评估区内旅游资源单体、综合体吸引游客的要素，各旅游资源单体与综合体之间相互联系、呼应的要素。

3.1.2. 生态环境问题调查

生态环境问题调查包括但不限于地质灾害、土壤污染、土地占压与损毁、水污染与水资源枯竭、地貌景观破坏、地表河网与河道破坏、水土流失与石漠化、生物物种多样性减少等，具体调查内容如下：

1、地质灾害：查明调查区域内滑坡、崩塌、地面塌陷、地裂缝、泥石流等地质灾害点的空间分布，调查地质灾害点的规模、形态、活动历史等特征，调查分析地质灾害点的诱发因素、分布规律、形成机理等，评价地质灾害点的稳定性、危险性和危害性。

2、土壤污染：调查调查区内土壤类型、厚度、结构、成因、组分等；成土母质结构、有机质、矿物质组分等；土壤有机质、含水量、易溶盐、pH 等；评价调查区内土壤质量与污染现状。

3、土地占压与损毁：调查区内土地压占与损毁情况，包括废弃工矿场地、尾矿库、堆渣场、弃土场、垃圾弃场等对土地压占与损毁。查明各类地表堆积物的空间分布、规模、种类等，评价地表堆积物的稳定性及其对周边水土的影响。

4、水污染与水资源枯竭：调查区域内污染源类型、空间分布、污染物排放等特征，查明调查区域内污染处理设施及运行情况；查明地表地下水

体水质现状，评价地表地下水体污染情况。对比历史数据，调查区域内地表地下水体流量减少、干涸，天然泉点消失、损毁情况，尤其是矿山集中开展区，应充分查明地下开采巷道、采空区及老窑小窑分布，分析区域含水层破坏情况及其对地下水水质水量的影响。

5、地貌景观破坏：调查区域内地貌景观破坏情况空间分布、规模、影响程度及其成因。包括矿山开采、重大工程、人工建筑等对改变地形地貌，造成的山体破损、岩石裸露及植被破坏等现象。

6、地表河网与河道破坏：调查区域内主要地表河流形态、河道淤堵侵占、河提垮塌、主要河段河提环境等，分析影响程度及成因。

7、水土流失与石漠化：调查区域内基岩裸露度、植被类型、植被综合盖度和土层厚度等，综合评价调查区域石漠化程度。查明调查区域土壤侵蚀模数、土壤厚度、土壤干密度，计算不同区域土壤抗蚀年限，根据土壤抗蚀年限开展区内水土流失现状评价；根据平均坡度、土壤母岩类别及土壤厚度评价调查区域内水土流失隐患等级。

8、生物物种多样性减少：调查区域内生物入侵状况、人类活动造成的生物群落迁徙物种种数减少，珍稀物种的种数变化情况。计算调查区域物种外来入侵度，分析人类活动、环境污染、生态破坏对物种多样性的损害程度。

9、植被退化：收集调查区域内的林地影像，调查区内植被变更情况，结合土壤污染，地貌变化等资料分析植被退化的主导因素，定性评价区内植被退化情况。

3.2. 山水林田湖草综合调查方法

调查方法包括但不限于资料收集整理、遥感解译、地面调查、地球物理勘探、地质钻探、样品采集与测试等，主要内容如下：

1、资料收集整理

资料收集、整理分析是山水林田湖草综合调查工作开展的重要基础。应在工作开展前充分了解调查区域内已经完成的相关工作，并通过合法渠道、遵循保密条例收集相关资料，对收集到的资料应及时分类整理，同类资料和数据应以最新成果为准。资料收集包括但不限于规划类、国土调查类、地质类、自然资源类、生态环境类等，部分资料明细见下表：

表 1 山水林田湖草综合调查工作收集资料清单（包括但不限于）

序号	一级分类	二级分类	序号	一级分类	二级分类
1	规划类	乡镇总体规划	15	自然资源类	林业草原资源资料
2		土地利用规划	16		基本农田资料
3		环境保护规划	17		水源地与取水点
4		水利规划	18		矿产资源
5	国土调查类	第一次全国地理国情普查	19		生物资源
6		第二次国土调查及变更调查数据	20		旅游资源
7		第三次国土调查	21	生态环境类	生态保护红线
8		卫星影像图	22		河道治理
9		航测遥感图	23		土壤污染调查评价
10	地质类	区域地质	24		采煤沉陷区
11		水文地质	25		矿山环境保护与治理
12		地质灾害	26		地下水污染调查评价
13		矿产地质	27		石漠化调查监测
14		耕地质量地球化学调查	28		污染源普查

2、遥感解译

遥感解译是获取地表自然资源及生态环境要素的重要手段，能极大提高地面调查工作效率和准确性。应充分收集调查区域各阶段高清遥感影像，解译分析调查区域建设用地、重大工程、农用地、植被覆盖、石漠化、地表堆积物等分布现状和历史变化情况。根据调查区域遥感影像覆盖及历史工作情况，部署航摄及正射影像图制作、倾斜摄影测量建模及数据量算等工作，为地面调查提供高清影像、为地表三维数据模型提供矢量数据、为调查区域生态环境综合监测提供起始资料。

3、地面调查

为查明调查区域矿产资源赋存开展现状及生态环境现状，在资料收集遥感解译基础上，部署地面调查工作。根据调查区域历史工作程度及生态

保护修复目标，在一般调查区域合理部署 1 至 2 项 1:50000 水文地质调查、1:50000 环境地质调查、1:50000 生态地质调查、1:50000 工程地质调查、1:50000 地质灾害调查等工作。根据实际需求，在重点区合理部署 1:10000 矿山环境地质测绘、1:10000 水文地质测绘、1:10000 生态地质测绘、1:10000 地热地质调查等工作。地面调查工作应严格依据相应规范执行，当部署多项调查工作时，可按草测标准执行规范要求。

4、地球物理勘探

地球物理勘探主要服务于地面调查，目的是结合地质条件分析，做出物探结果的地质解译，推断探测对象在地下赋存的位置、大小范围和产状，以及反映相应物性特征的物理量等。在研究调查区域地下水赋存、地热地质条件、地下水采空区及老窑小窑分布等工作时，可以合理部署地球物理勘探工作。

5、地质钻探

为进一步验证地球物理勘探结果，定深采集岩、矿、土、水等样品，开展现场试验获取矿产地质、工程地质、水文地质等工作所需参数，可在关键区域合理部署地质钻探工作。钻探工作必须贯彻执行先地面调查与物探，后钻探施工；并坚持“先踏勘、后设计”和“先设计、后施工”的工作程序；水文地质钻孔应满足国家地下水监测井施工要求，以便于后期作为地下水长期监测井使用。

6、样品采集与测试

为查明调查区域内矿物含量、岩土参数、土壤质量、地表地下水质量等，应合理部署矿石、岩石、土壤、水样采集测试等工作。采集的各类样品必须具有代表性，能够准确反映区内自然资源与生态环境特征；应按规范要求采集、运输各类样品，并及时送往实验室开展测试。

7、 监测监管系统

构建贵州省山水林田湖草生态保护修复工程监测监管平台，实现调查

评价、勘察设计、建设施工、生态环境综合监测等全数据入库与管理，平台构架包括软硬件基础层、数据层、数据中心管理层、系统应用层、用户层、标准规范安全保障体系以及系统用户六大部分。调查区域所有收集资料、调查评价数据、监测数据等均应及时录入数据库，并开展检查核实，确保数据的准确性、完整性。

3.3. 生态系统划分与服务功能分析

在综合调查成果基础上们根据不同区域生态环境特征、生态环境敏感性和生态服务功能的差异性和相似性，将调查区域划分为农村农业生态系统、森林生态系统、草地生态系统、城镇生态系统、、河流生态系统、湖泊生态系统等类型。为了充分体现山水林田湖草生命共同体理念，而水又是联系各要素的纽带，因此将以地表流域（地下水系统）为基本单元，对上述类型进行流域生态系统分区，作为综合研究及修复治理的基本单元。其中矿山生态系统应充分考虑矿产开采影响范围、城镇生态系统要将规划区一并划入、湖泊河流生态系统要覆盖主要补给区域。

生态系统的基础功能为生物生产、物质循环和能量流动三方面，生态系统服务功能主要表现为人类提供许多社会、经济和文化生活必不可少的物质资源和良好的生存条件。在调查区域生态系统划分的基础上，应从产品提供、人居保障、生态调节三大功能的基础上，根据调查区域特征可详细划为能源供应、水源供应、农业生产、人居保障、水源涵养、珍稀动植物保护、生物栖息、原材料供应、水土保持、休闲娱乐等方面，对每个生态系统进行服务功能分析，明确目前最生态服务功能主次。

3.4. 生态系统关键问题识别

准确识别各生态系统内的关键问题是合理布置生态保护修复工作的重要依据。关键问题的识别应在区域环境背景、自然资源特征、人类活动现状等条件基础上，结合生态系统类型及其服务功能，重点分析系统内生态

环境问题之间的内在关系、形成原因及其对服务功能的影响，综合得出造成生态系统损坏或破坏的关键问题及主导因素。生态系统关键问题识别流程见下图，主要包括三个部分：

影响分析：从生态环境问题现状出发，结合生态系统结构、类型及服务功能，分析生态环境问题对生态系统的影响，判断生态服务功能受损情况，重点分析生态服务功能影响的可逆性、可替代性、可补偿性、影响范围和影响期限。

成因分析：在区域环境背景、自然资源特征、人类活动现状的基础上，分析各系统内生态环境问题的形成原因，追溯生态环境问题的最终源头。

生态环境问题相互关系分析：同一个生态系统中的生态环境问题是相互关联、相互影响、相互作用，并存在多级因果关系。应建立生态环境问题之间的逻辑关系，结合不同生态环境问题对生态服务功能的影响特征，准确识别系统内的关键问题。

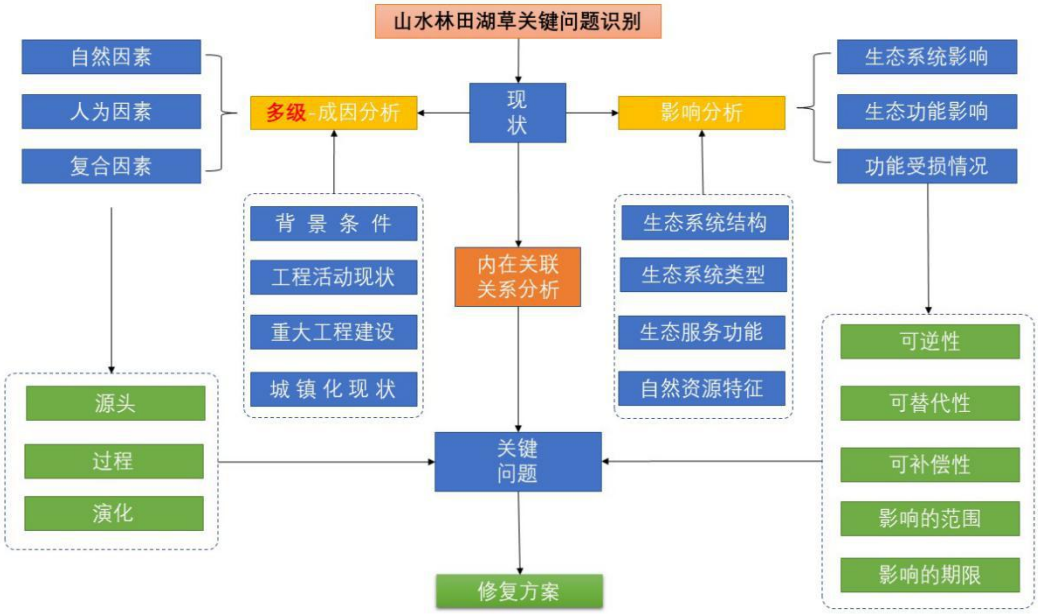


图 1 生态系统关键问题识别流程示意图

在关键问题识别的基础上，划分生态系统重建区、过渡区、保护区，并有针对性的提出保护修复对策，为调查区域生态保护修复工程部署提供依据。

4. 生态保护修复规划

自然资源行政主管部门根据项目重要程度、复杂程度以及上级主管部门要求，酌情考虑编制《XXX 区域山水林田湖草生态保护修复规划》。

生态保护修复规划编制参考内容如下：

1. 明确规划范围、规划水平年；

2.了解区域自然、社会经济概况、区域地质条件、已实施相关山水林田湖草生态保护修复相关工程概况、区域相关规划的情况及实施概况；

3.对规划范围内山、水、林、田、湖、草各要素现状存在问题进行调查及评价，识别存在的关键环境问题；

4.明确规划任务、确定规划目标；

5.制定山水林田湖草生态保护修复方案，明确工程总体布局。根据现状调查与评价结果，存在关键问题和制定的修复目标，合理选用相应的修复技术。并制定工程和非工程管理方案。

6.对工程实施的环境影响因素进行评价；

7.估算工程投资，说明资金来源；

8.明确工程项目库、工程建设时序、建设模式及分年度安排；

9.分析规划实施效益及保护修复目标可达性；

10.明确工程实施保障措施，包括法制、组织、管理、资金及技术等保障措施；

11.总结规划结论，提出规划实施建议。

山水林田湖草生态保护修复规划参考提纲见附录 3。

5. 方案设计

5.1. 矿山环境恢复治理

5.1.1. 地质灾害防治

5.1.1.1. 滑坡

滑坡治理可采用清理滑坡体以恢复场地，或者修筑截排水工程和支挡工程防止形成新的滑坡体；对于潜在的滑坡隐患应根据滑坡体特征、地质环境条件、气象条件，综合分析其发展趋势、危害程度等，采取截排水沟、挡墙、抗滑桩、削方减载、锚索（杆）、格构和植被防护等工程措施以消除隐患。

5.1.1.2. 崩塌

崩塌治理可采用清理碎石土和危岩以恢复场地，或者修筑拦挡工程和排水工程防止形成新的安全隐患；潜在的崩塌灾害，可采用清除危岩（土）体、柔性防护网、锚固、灌浆、支撑、支挡、截排水等工程措施进行边坡加固，消除崩塌隐患。

5.1.1.3. 泥石流

泥石流治理，可采用清理泥土石以恢复场地，或者修筑拦挡工程防止形成新的泥石流物源；潜在的泥石流隐患可采用疏导、拦挡或固化泥石流物源，以筑坝的形式减少或消除引发泥石流的水动力条件。

5.1.1.4. 地面塌陷

地面塌陷治理应根据地面塌陷的类型、规模、发展变化趋势、危害 大小等特征。对开采地面塌陷（地面沉陷）区，未达到稳沉状态的，宜采取监测、示警及临时工程措施，消除安全隐患；达到稳沉状态的，应采取防渗处理、削高填低、回填整平、挖沟排水、植被重建等综合治理措施。对岩溶区，可采取注浆、回填等措施控制塌陷的发展，减少危害。

5.1.1.5. 地裂缝

地裂缝治理应根据地裂缝的规模和危害程度采取不同的措施。规模 和危害程度较小的，采用土石填充并夯实，防渗处理等措施；规模和危害程 度较大的，可采取填充、灌浆等措施。

5.1.2. 含水层破坏修复

含水层破坏治理可采用地表回填防渗、防污处理，破坏区周边采取防渗帷幕、防渗墙等工程措施，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量。

5.1.3. 地形地貌景观修复

山区地形地貌景观破坏治理可采用边坡加固、采坑回填、植树种草或者挂网客土喷播等工程措施，以修复景观；平缓地区可采用清理废石（渣）、采坑（塌陷坑）回填、整平、覆土、复绿、造景等工程措施进行生态重建。

5.1.4. 废（污）水治理

矿废（污）水治理应采取有效的清污分流和防渗措施，减少降水入渗和污水外排；并采用沉淀法、中和法、硫化法、微生物法、膜分离法等方法处理矿废（污）水，各类废水排放应达到 GB8978、GB20426、GB25465、GB25466、GB25467、GB25468、GB26451、GB28661 等标准要求，矿山水环境质量应符合 GB3838、GB/T14848 标准要求；污废水处理后作为农业和渔业用水的，应符合 GB5084、GB11607 标准要求。

5.1.5. 矿渣/尾矿处理

矿渣/尾矿应尽可能采取综合利用的处理方式，按照《国家工业固体废物资源综合利用产品目录》及《工业固体废物资源综合利用评价管理暂行办法》进行矿渣/尾矿的综合利用评价；对于难以进行综合利用的矿渣/尾矿应对其应进行危险性物质鉴别，经鉴别属于危险废物的应按照 GB18597、

GB18598 等标准要求进行处置，属于一般工业固体废物的应按照 GB18599、DB52/865 等标准要求进行处置。

矿渣/尾矿处理过程中应采取有效的转运、贮存和覆盖措施，防止造成二次污染。

5.2. 土地复垦与土壤污染修复

5.2.1. 土地复垦

5.2.1.1. 复垦责任范围确定

复垦责任范围指复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。应依据现场资料收集与调查、土地损毁分析与预测结果，合理确定复垦责任范围。

5.2.1.2. 复垦单元划分

复垦单元指复垦方向、标准、措施基本一致的待复垦土地单元。应根据适宜性评价结果，结合原土地利用现状、复垦方向、复垦标准及措施，划定复垦单元。土地复垦适宜性评价方法与步骤应符合《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》TD/T 1031.1-2011 的有关规定。

5.2.1.3. 复垦资源调查与评价

复垦资源调查应参照本指南 3.1 和 3.3 的要求。在复垦资源调查的基础上，应结合复垦区表土情况、复垦方向、标准和措施，进行表土资源的质量和供需平衡评价。需外购土源的，还应对外购土源的数量、质量、来源、土源位置、土源可采量进行评价。

5.2.1.4. 复垦方案确定

依据土地利用总体规划及相关规划，按照因地制宜的原则，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，在此基础上确定复垦方案。复垦方案应符合《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》TD/T 1031.1-2011

的有关规定；露天煤矿、井工煤矿、金属矿、石油天然气矿、铀矿还应分别符合《土地复垦方案编制规程 第2部分：露天煤矿》TD/T 1031.2-2011、《土地复垦方案编制规程 第3部分：井工煤矿》TD/T1031.3 -2011、《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》TD/T1031.4-2011、《土地复垦方案编制规程 第5部分：石油天然气(含煤层气)项目》TD/T1031.5-2011和《土地复垦方案编制规程 第7部分：铀矿》TD/T1031.7 -2011 的有关规定。

5.2.1.5. 复垦工程设计

应根据确定的土地复垦方向和《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013 对不同复垦方向的质量要求,针对不同土地复垦单元不同措施进行复垦工程设计。复垦工程措施类型主要包括工程措施、生物措施、化学措施、监测措施和管护措施。

（1）工程措施设计

工程措施主要包括表土剥覆工程、土地平整工程、充填工程、农田水利工程、道路工程、防排水工程等。工程措施的设计内容包括：确定各种措施的主要工程形式及其主要技术参数。工程措施的设计可根据项目类型、生产建设方式、地形地貌、区域特点等有所侧重，主要工程设计应附平面布置图、剖面图、典型工程设计图。

（2）生物措施设计

生物措施的设计内容包括：植物种类筛选、苗木（种籽）规格、配置模式、密度（播种量）、土壤生物与土壤种子库的利用、整地规格等。

（3）化学措施设计

化学措施的设计内容包括：复垦土地改良以及污染土地修复等。

（4）监测措施设计

针对不同复垦单元应制定合理的土地损毁、复垦效果等的监测措施。监测措施的设计内容包括：监测点的数量、位置及监测内容（土地损毁情

况与土地复垦效果）。

（5）管护措施设计

根据项目特点以及所在区域的自然特征，应提出复垦土地以及主要复垦工程的针对性管护措施。管护措施的设计内容包括：管护对象、管护年限、管护次数及管护方法。

5.2.2. 土壤污染修复

对污染土壤进行修复前，应以污染土壤所在地区土地利用总体规划等文件，确定污染土壤的使用功能，通过污染区土壤的采样检测确定土壤污染物的含量，并根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）两个标准确定污染土壤修复标准，再选择下列修复措施进行污染土壤修复。

5.2.3. 植物修复

植物修复技术包括利用植物超累计植物或积累性植物吸收修复、利用植物根系控制污染扩散和恢复生态功能的植物稳定修复、利用职务代谢功能的植物降解修复、利用植物转化功能的植物挥发修复、利用植物根系吸附的植物过滤修复等多种修复技术。可以针对多种类型的土壤污染物（如重金属、有机污染物、石油类污染物等）进行治理与修复。植物修复具有投资较低、运行维护方便等优势，但是同时由于修复时间较长，因此不适用于需短期修复完成后二次开发利用的地块，较适用于修复后作为景观绿地使用的地块。

5.2.3.1. 微生物修复

该技术以微生物利用有机污染物作为碳源或能源或与其他有机质进行共代谢的能力分解土壤中有机污染物以达到修复土壤污染的目的，具有针对性强、高效快捷、成本较低等特点。该技术目前较广泛应用于农田土壤

的农药残留以及石油类污染物的治理与修复中。

5.2.3.2. 热脱附

该技术利用高温使土壤中有机污染组分蒸发并与土壤介质分离以达到去除土壤中污染物的目的，目前主要应用于土壤中有机污染物的处理，具有处理范围广、设备移动性强、修复后土壤可再利用等优点，针对多氯联苯类（PCBs）污染物处理效果较好。但是目前该技术存在设备价格昂贵、处理时间较长且成本较高的问题，目前应用较为受限。

5.2.3.3. 土壤蒸汽浸提（SVE）

该技术利用注射井将空气注入污染区域，并同时利用真空泵抽吸产生负压使空气在污染区域流通，利用流动空气使污染物从土壤介质解吸并夹带污染物回流至地表并被收集后净化回用。该技术与热托福技术一样主要应用于土壤中的有机污染物的处理，具有成本较低的优势。但是目前该技术对尾气净化的技术还需进一步完善，污染物去除率还未达到最优，因此应用较少。

5.2.3.4. 固化/稳定化技术

该技术是目前较为普遍应用的土壤重金属污染修复技术，是利用固化剂与污染物反应后降低污染物迁移转化的能力，使其处于稳定状态进而减少污染物的危害。该技术成本较为低廉，且能应用于多重重金属复合污染土壤的处理。常用的固化剂有飞灰、石灰、沥青和硅酸盐水泥等。该技术目前较为广泛应用于非敏感区土壤重金属污染治理，实践经验及技术参数均较为成熟。

5.2.3.5. 淋洗技术

该技术是将淋洗剂注入污染土壤，利用淋洗剂洗脱土壤介质中的污染物以达到去除土壤中污染物的目的。常用的淋洗剂有水、含冲洗助剂的水溶液、酸/碱溶液、络合剂及表面活性剂等，可用于土壤重金

属污染或多重复合污染的治理与修复。该技术由于需要使用水，因此对场地位置的要求较高，需要靠近水源，且由于处理后的淋洗剂需使用废水处理措施进行处置，因此该技术成本较高。

5.3. 生物多样性保护

5.3.1. 水生生物多样性保护措施及技术

5.3.1.1. 就地保护

就地保护措施:自然保护区划定及建设；水产种质资源保护区建设；禁渔区及禁渔期规划等。

（1）自然保护区划定及建设：完善现有自然保护区的建设和管理，在现有各类保护区的基础上扩大保护区的面积，提标保护区的级别，增加保护区的数量。定期对自然保护区人类活动进行遥感监测和实地核查。在科学评估基础上，根据保护和管理实际，整合现有资源，适时调整部分保护区范围、分区与等级。具体按照《自然保护区类型与级别划分原则》、《自然保护区功能区划技术规程》及《重点流域水生生物多样性保护方案》实施。

（2）水产种质资源保护区建设：加强现有水产种质资源保护区的建设和管理，推动增设水产种质资源保护区。加强保护区能力建设，改善保护区管护基础设施，强化保护区管理，切实有效发挥保护区功能。对各类保护对象建立完善的监测评估机制。具体按照《水产种质资源保护区管理暂行办法》实施。

（3）禁渔区及禁渔期规划：根据贵州省的实际情况合理规划禁渔区和禁渔期。加强捕捞证，准运证，驯养繁殖许可证，经营加工许可证等证件的监管。对野生动植物及其产品的经营流通加强执法监管。严格执行禁渔期、禁渔区等制度，逐步扩大制度落实范围，坚决打击非法捕捞行为。具体按照《贵州省渔业条例》及《重点流域水生生物多样性保护方案》实施

执行。

5.3.1.2. 迁地保护

迁地保护措施：水族馆建设；珍稀鱼类苗种繁育中心建设等。

（1）水族馆建设：贵州水生生物资源丰富，仅鱼类品种达 232 种之多，其中濒危鱼类品种达到 11 种、长江上游珍稀特有鱼类 26 种、贵州特有鱼类 18 种、两栖类动物达到 68 种。应推进加强以科学教育，科学研究和物种繁育保护等为目的的属地水族馆开发建设。水族馆水生哺乳动物驯养设施设备、水质等具体要求按照《水族馆术语》、《水族馆水生哺乳动物饲养水质》、《水生哺乳动物谱系记录规定》、《水生哺乳动物饲养设施要求》、《水族馆水生哺乳动物驯养技术等级划分要求》五项标准实施。

（2）珍稀鱼类苗种繁育中心建设：贵州鱼类品种达 232 种之多，其中濒危鱼类品种达到 11 种、长江上游珍稀特有鱼类 26 种、贵州特有鱼类 18 种。应推进加强珍稀鱼类苗种繁育中心建设，提升贵州省对珍稀特有鱼类物种储备，驯养繁育和增殖放流等能力。

5.3.1.3. 种质资源保护

种质资源保护措施：基因资源库建设、外来物种入侵防治。

基因资源库建设：包括各类物种基因库、保种场等建设管理。加强对水产遗传资源、特别是珍稀水产遗传资源的保护，加强水生生物遗传资源的开发与利用研究，提升生物遗传资源的可持续利用水平。应按照现行国家规范和技术要求建设管理。

外来物种入侵防治：规范外来养殖水生生物引进行为，建立外来物种入侵防控预警体系。具体参考《外来物种环境风险评估技术导则》实施。

5.3.1.4. 水生生境修复

水生生境修复措施：生态湿地修复；洄游通道建设与恢复；鱼类增殖放流；水域生境修复改造等。

（1）生态湿地修复：技术手段包括湿地基底环境恢复；水生态修复；

湿地植物群落构建；湿地动物群落栖息地营造（包含湿地鸟类、湿地鱼类、湿地两栖类和湿地底栖类）；湿地景观打造等。

（2）洄游通道建设与恢复：对于珍稀濒危水生生物的洄游通道，应根据实际情况，适当限制闸坝等阻隔鱼类洄游的水利设施。技术手段包括洄游通道恢复、过鱼设施建设等，应按照国家现行的相关技术标准要求建设实施。

（3）鱼类增殖放流：建设鱼类增殖放流站，应满足国家现行相关的鱼类增殖放流站规范标准；选择以净水、增加种群数量与鱼类多样性以及改善景观效果为目的的放流鱼类品种。根据工程河段鱼类资源状况、工程运行后鱼类生境条件、鱼类亲本可获得性、人工驯养繁殖技术基础，合理确定放流对象，并根据水域生境条件、生态承载力、放流对象生存力等因素综合确定放流规模及放流规格。具体参考《水生生物增殖放流管理规定》实施。

（4）水域生境修复改造：包括内源污染治理，水生动植物群落构建，鱼类越冬场，产卵场，索饵场环境构建等。

5.3.2. 陆生生物多样性保护措施及技术

5.3.2.1. 就地保护

就地保护措施:自然保护区划定及建设；国家公园建设；饮用水水源地保护；公园绿地建设；禁猎区及禁猎期规划等。

（1）自然保护区划定及建设：完善现有自然保护区的建设和管理，在现有各类保护区的基础上扩大保护区的面积，提标保护区的级别，增加保护区的数量。具体按照《自然保护区类型与级别划分原则》、《自然保护区功能区划技术规程》实施。

（2）国家公园建设：包括国家森林公园，国家地质公园，国家矿山公园，国家湿地公园，国家城市湿地公园，国家级自然保护区，国家级风景

名胜区，国家考古遗址公园等建设。统筹考虑自然生态系统的完整性和周边经济社会发展的需要，合理划定单个国家公园范围。具体可参照《建立国家公园体制总体方案》实施。

（3）饮用水水源地保护：应完善界标，警示牌，宣传牌等设施。加强隔离栏防护建设，构建植被绿化防护工程。饮用水水源保护区界标的设立位置应参照《饮用水水源保护区划分技术规范》划定，饮用水水源保护区标志样式参照《饮用水水源保护区标志技术规范》进行设立。

（4）禁猎区及禁猎期规划：根据贵州省的实际情况合理规划禁猎区和禁猎期。加强猎捕证，准运证，驯养繁殖许可证，经营加工许可证等证件的监管。对野生动植物及其产品的经营流通加强执法监管。严格按照《国家野生动物保护法》执行。

5.3.2.2. 迁地保护

迁地保护措施：动物园建设；植物园建设；野生动植物救护繁育中心建设等。

动物园建设：建设内容包括城市动物园和野生动物园。具体可按照《动物园设计规范》进行建设实施。

植物园建设：建设内容包括科研系统植物园；教育系统植物园；园林系统植物园；生产系统植物园等。具体可按照《植物园设计规范》进行建设实施。

野生动植物救护繁育中心建设：工作内容为对珍稀濒危动植物进行繁育，以保护物种资源；对由于自然灾害或人为原因造成伤病、受困、迷途的野生动物实施救治和保护；开展野生动植物科学研究和开发利用工作；进行野生动植物疫源疫病监测、防控工作。

5.3.2.3. 种质资源保护

种质资源保护措施：种质资源保护区（库）建设；种子，基因资源库建设；野生动物苗种繁育中心建设；外来物种入侵防治。

（1）种质资源保护区（库）建设：包括各类物种基因库、保种场等建设管理。种质资源保护区（库）尽量邻近农业科研单位，并有适量的耕地，以便进行育种；交通方便，水电供应可靠，位于污染源的上游或上风向。

（2）种子，基因资源库建设：包括各类种子库、物种基因库、保种场等建设管理。

（3）野生动物苗种繁育中心建设：对珍贵经济动物的行为、生态、饲养、繁殖、育幼、生理生化、内分泌、遗传、疾病防治、人工复壮、野化放归、种群监测等领域的基础和应用研究。

（4）外来物种入侵防治：规范外来养殖水生生物引进行为，建立外来物种入侵防控预警体系。具体参考《外来物种环境风险评估技术导则》实施。

5.3.2.4. 陆生生境修复

陆生生境修复措施：栖息地生态修复；野生动物食物源基地建设；生态廊道及野生动物迁徙通道建设；林地生态景观修复；滨水生态景观修复；湿地景观恢复;农田生态系统修复；草原生态景观修复等。

（1）栖息地生态修复：栖息地植物多样性应注意乔灌草有机结合，加强高大乔木的种植。加强湿地环境的治污除污能力，垃圾清理和垃圾处理能力建设。设置招引设施，如人工鸟巢，人工饮水箱，人工投饵等。完善防火，保护标识牌等设施建设。可参考《中国生物多样性保护战略与行动计划》实施。

（2）野生动物食物源基地建设：包括食源林建设和人工投食点建设。应选择结果型园林植物，丰富野生动物食物源。人工投食应注意季节性，冬季适量增加投食量与投食点。加强自然水体保护和人工储水设施设备的完善。

（3）生态廊道及野生动物迁徙通道建设：推进绿地系统连通工程和生态廊道规划建设，对已经破坏的跨区域生态廊道进行恢复。野生动物迁徙

通道建设应按照《国家野生动物保护法》执行。

（4）林地生态景观修复：包括防护林，岸坡生态林，封育林，生态护坡等修复。可以采用人工植苗，直播，飞播，封山育林等技术措施。改善水源涵养功能，有效遏制土地沙化趋势。应按照《贵州省森林条例（2017修订）》及《贵州省林木种苗条例》执行。

（5）滨水生态景观修复：措施包括滨水景观环境改造，生态护坡，外源污染治理，滨水植物群落构建等。

（6）湿地景观修复：包括人工湿地技术，水生态修复，湿地动植物群落构建，湿地景观修复改造等。应按照《贵州省湿地保护条例》执行。

（7）农田生态系统修复：包括农业面源污染综合防治；土壤污染修复；沙漠化防治；农村，农田道路修复改造；农田防护林带建设；农村污水治理；农村景观环境改造；高标准农田建设等。高标准农田建设按照《高标准农田建设技术规范》实施。

（8）草原生态景观修复：采取各种措施，恢复草原综合植被盖度。

5.4. 流域水环境保护治理

5.4.1. 水体纳污能力及环境容量核定

应根据《水域纳污能力计算规程（GB/T25173）》、《全国水环境容量核定技术指南》进行水体纳污能力及环境容量核定。应包含以下内容：

分析计算流域的环境容量、水体纳污能力和容许排污量。

分析估算污染物入河湖量。

基本查明分析河湖水文—水动力—水质相互关系。

5.4.2. 外源污染治理

5.4.2.1. 截污纳管

应根据《室外排水设计规范》GB50014 中排水管渠和附属构筑物设计要求进行污水、雨水纳管。

5.4.2.2. 污水处理

污水处理根据进出水水质、水量，并结合当地地质地貌等自然条件选用厌氧生物滤池、生物接触氧化、稳定塘、氧化沟、人工湿地、土地渗滤及膜生物反应器等工艺进行污水处理。详细工艺设计参考《给水排水设计手册》、《室外排水设计规范》GB50014 等。

5.4.2.3. 面源污染治理

面源污染是指没有固定污染排放点，以面积形式分布、排放污染物造成水体污染。面源污染涉及范围广、不确定性大，防治非常困难，已成为影响水环境治理质量的重要污染源。主要包括初期雨水污染和农业面源污染两方面。

（1）初期雨水污染治理

初期雨水径流污染控制措施从控制位置上分为源头削减、过程控制和末端控制。分别从地表径流开始前、雨水进入管网中和雨水排放前对初期雨水污染进行控制和调节，以期达到在雨水进入受纳水体前削减污染物总量和污染物浓度的目的。

针对雨水径流污染，非常有效的方法是植被控制，通过种植草皮沉淀、过滤污染物质，费用很低，并且能提高地表渗透能力。在不适宜种植草皮的区域，可建造滞留池调节水量和沉淀。湿地也是一种高效控制地表径流污染的措施，主要是沉淀截留和植物吸附。湿地分为人工湿地（特指径流处理人工湿地而非普遍意义的污水处理人工湿地）和天然湿地，适用于水层浅、水流缓慢的区域，去除效率受地理位置、气候、水力参数、湿地类型等多种因素影响。

以上措施可结合使用，提高污染物去除效率，如植被控制作为径流的收集和输送系统，与渗滤系统结合，可在径流进入渗滤系统前滤除悬浮物，与滞留池或湿地结合，可在径流进入时减少对地表的侵蚀和冲刷。

（2）农业面源污染治理

农业污染主要包括农业生产污染和农村生活污染。

农业生产污染主要来源于农田耕种施肥、畜禽及水产养殖形成泥沙、氮磷营养物、农药及其他有机无机污染物，在降水或灌溉过程中，通过农田地表径流、壤中流、农田排水和地下渗漏，进入水体而形成面源污染。针对农业面源污染治理，可参考环境保护部编制的《农田面源污染防治技术指南》。

农村生活污染主要指农村生活污水污染。由于村镇居民居住分散，生活污水不能定点排放，应鼓励农户自行建造低能耗小型分散式污水处理设施，庭院式小型湿地、沼气净化池和小型净化槽等。对于人口相对密集的村落，可选用前节叙述的污水处理工艺。

5.4.3. 内源污染治理

5.4.3.1. 底泥疏浚

目前国内通过的河道、湖泊清淤方式较多，主要分为干法清淤、水下清淤两大类。干法清淤主要指通过设置临时围堰将水抽排后进行干地清淤，清淤机械以挖掘机、水力冲挖为主。水下清淤一般指将清淤机具装备在船上，由船作为施工平台在水面上操作清淤设备的一种清淤方式，底泥一般通过管道输送至岸上堆场中，具体形式包括绞吸式挖泥船、耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船、水陆两用挖掘机、水陆两用搅吸泵、小型环保清淤船等。

5.4.3.2. 底泥处理

河道内源治理方式根据治理过程中原状底泥是否移动，分为原位治理和异位治理两大类。

（1）底泥原位治理

1）原位物理控制

原位物理控制技术采用原位覆盖技术，覆盖材料上覆于底泥上，将底泥与上覆水隔离，阻止底泥污染物向上覆水体的释放；同时，覆盖材料可

稳固污染底泥，防止其再悬浮或者迁移。覆盖技术适用于多种有机和无机污染底泥，不仅可以有效控制底泥中氮、磷等营养盐的释放，还可控制重金属及 PCBs、PAHs、苯酚等持久性有机物的释放。

原位覆盖虽将底泥与上覆水隔离，但同时阻隔了溶解氧的交换，加速了底泥层的厌氧反应和反硝化反应，造成覆盖层逐步侵蚀，容易形成污染反弹；同时，在水体流动较快的水域，覆盖材料易发生变动，影响覆盖效果。

2）原位化学控制

底泥化学修复是向受污染水体中投加化学氧化剂，以达到对底泥进行原位修复的目的，对污染物的去除效果较快。目前使用较多的氧化剂主要有高锰酸盐、双氧水、硝酸钙等，其中硝酸钙应用最为成熟。向底泥中投加硝酸钙可氧化底泥中的有机污染物，抑制底泥中磷的释放，同时还可以有效地去除底泥的黑臭现象。

目前底泥原位化学控制技术的工程案例缺乏，注入的药剂量控制难度大；同时，底泥原位化学处理短期效果较好，但耐久性不足，需长期投加化学药剂，维护难度大。

3）原位生物修复

原位生物修复技术是利用天然的或经人工驯化的微生物通过对底泥污染物进行氧化、还原作用等将污染物降解、或转化成其他无害物质，实现对污染底泥的治理。采用生物修复手段，由于人为向水中引入了外来优势菌群，存在一定的环境风险，目前仍存在较多的争议，且河道径流变化对处理效果影响较大。

（2）底泥异位治理

底泥异位治理是指通过水力或机械方法挖除河流湖泊底泥表层的污染物，进行输移处理，减少底泥污染物释放的一种内源治理方式，是目前底泥处理的主流方法。异位治理根据其处理方法可分为自然干化、土工管袋

脱水、真空预压、搅拌固化、机械脱水及热处理法等，处理以后的余土可进行资源化利用，或直接固化填埋。

1）自然干化

自然干化法是指通过蒸发去除淤泥中大部分水分，并加入适量添加剂进行处理，处理后底泥可用作填土材料。淤泥吹填上岸后，等其自然干化、表面固结，但淤泥在自然干化的几年、甚至几十年中，虽表面固结，但其内部实际仍为流质状淤泥。

2）土工管袋脱水

土工管袋脱水发是从底泥自然干化演变过来的一种方法，利用土工管袋等径孔径具有的过滤功能，通过添加净水药剂促进泥和水分离，水渗出管袋外，淤泥留存在管袋内。由于底泥渗透系数低，土工管袋法脱水工期较长，适用于气候干燥、无工期及占地要求、周边环境卫生条件允许的地区。

3）真空预压

真空预压法是通过覆盖于地面的密封膜下抽真空，使膜内外形成气压差，从而使底泥层产生固结压力，即在总应力不变的情况下，通过减小孔隙水压力来增加有效应力的脱水方法。真空预压法可有效缩短底泥固结周期，底泥固结处理后承载力较高，但其占地面积较大，真空预压后的底泥容易二次泥化。

4）搅拌固化

搅拌固化法是指在河道清淤底泥中加入固化剂，搅拌均匀，待充分固化后，底泥含水率降低，强度变高。其处理成本较低，能将污泥无害化、稳定化，同时还能实现资源利用，减少土地占地。固化后的淤泥需养护处理，周期较长。

5）机械脱水

淤泥机械脱水法主要原理是通过改善淤泥的透水性，采用专用压滤脱

水机对淤泥实施高压作用，促使淤泥中的泥质和水质迅速分离，从而实现淤泥脱水干化。淤泥经机械脱水后体积可缩小 50%左右，经脱水后的泥饼含水量可控制在 30%~60%之间。

根据淤泥脱水设备不同，可分为离心式机械脱水法、带式压滤机械脱水法、板框压滤机械脱水法、叠螺式机械脱水法等，其中应用较广、效率较高的为板框压滤机械脱水法。

机械脱水清淤效率较高，相对环保，泥饼无需养护，压滤后的淤泥体积可有效减小，可直接资源化利用，但其脱水固化处理单价较高。

6）热处理法

淤泥焚烧是一种常见的处置方法，它可以破坏全部有机物，杀死病原体，并最大限度的减少淤泥体积。当淤泥自身的燃烧值较高，或淤泥有毒物质含量高，不能被综合利用时，可采用燃烧处置。

热处理法可用来烧制砖瓦或陶粒，也可用来焚烧发电，但其设备昂贵，且处理量有限，最终发电可用热量相对较小，需额外消耗大量辅助燃料，难以为国内市场所接受，且不完全燃烧带来的二次污染问题也难以解决。

5.4.4. 水生态修复

5.4.4.1. 生境修复

（1）河道形态保持

参考《湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》《上海市河道生态治理设计指南》

采用营造深潭浅滩、水下微地形改造、人工鱼巢、砾石河床等，形成多样性的河床基底及流态，改善河道的生境条件。

（2）生态护岸

参考《湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》及《城市河道岸坡生态治理技术指南》

（3）基底改良

清淤：河湖由于多年来的长期污染，河床底部沉积了大量的垃圾、淤泥等污染物，这些污染物将长期影响河道水质，应针对底泥监测的相关指标，清除中重度污染源，轻度污染通过河湖的生态系统降解。

化学药剂：采用沸石粉和锁磷剂主要用来吸附净化水体的 N、P 等营养盐物质，抑制底泥中 N、P 的释放；底质氧化剂用来改善底泥中的氧化还原状态，营造适宜有益微生物以及植物根系适宜的生存条件；病原体消杀剂主要用来消杀底泥中的有害微生物、有害螺卵、鱼卵等，改善水生植物种植环境。

（4）水质净化

1）原位净化

物理：人工打捞、引水稀释

化学：化学除藻（论证对生物及生态无影响后实施）

生物-生态技术：增氧曝气、生物膜、微生物附着基、生态浮岛

2）异位净化

人工湿地、前置库、氧化塘、稳定塘、PGPR 原位修复

5.4.4.2. 生态系统修复与重建

（1）水生植物群落多样性修复

沉水植物群落构建：沉水植物作为水生态系统食物网链的初级生产者，也是使湖泊从浮游植物为优势的混水态转换为以大型植物为优势的清水态的关键。在其生长发育过程中，其对水体的营养盐（污染物质）具有吸收、吸附、促沉降，防底泥再悬浮的功能，可见沉水植物的生长发育过程就是吸收水中营养盐（污染物质）的过程，也是不断净化水质的过程。因此人们将沉水植物比喻为水体中的“天然净化器”。另一方面，沉水植物的根茎叶均可为微生物提供良好的附着环境，从而在植物体上形成高净化效率的微生物，在植物叶片、根际光合作用下，为水生生物在植物体周围及根

际处形成良好的生存环境，因此沉水植物又被形象地称为“水下森林”。

挺水植物群落构建：挺水植物是水生植物的主要组成部分，能给许多其他生物提供生长环境，增加生态系统的多样性和稳定性。挺水植物的根系发达，可以通过根系向沉积物输送氧气，改善沉积物氧化还原条件，减少氮、磷等营养盐的释放，减少沉积物再悬浮，增加水体的净化能力。同时经过合理配置，挺水植物具有很强的观赏性，能够起到美化湖泊的功能。另一方面，利用挺水植物作为生态护坡，可以使得坡面与当地生态环境融为一体，具有保水、抗蚀、增加坡面强度以及截流面源等多项功能，不仅能为植物生长持续提供充足稳定的养分和良好的生长环境，同时很好的联系了土壤与水体的关系，使水系与土地及生物环境相结合，从而避免了环境 “生态短路”问题的发生。

（2）水生动物群落多样性修复

大型底栖动物群落构建：生态系统运行后，各水生动植物会有死亡、沉降，在湖底形成沉积物的过程，则生态系统工程设计中必须有有机物循环功能群的设计。从生态系统完整性考虑，需要投放具有有机碎屑摄食能力不同梯度的有机物分解功能群落。另一方面，沉水植物附着物过厚会影响沉水植物的光合作用，使得沉水植物生长减缓，净化效果降低。通过投放大型底栖动物，可以适度扰动沉水植物，以达到利用水体冲洗沉水植物的目的，从而为沉水植物清除附着物，促进其生长。

（3）缓冲带构建

参考《河岸植被缓冲带建设技术规程》

（4）湖滨带/消落带生态修复

参考《湖滨带生态修复工程技术指南》

（5）水源涵养林构建技术

参考《水源涵养林建设规范》

5.4.4.3. 生态系统优化调控

生态系统结构的形成是缓慢的，在完成沉水植物群落构建、大型底栖动物群落构建、鱼类群落构建、挺水植物群落构建等工程后，初期系统还不够稳定，必须予以群落结构优化调整，使各种群之间与周边环境协调发展、有机融合后才能形成稳定的清水态生态系统，以长久保持水质清澈。

在系统优化调整过程中，通过对系统中各个要素的连续监测来分析影响生态系统正常运行的内外因素，同时优化水生高等植被结构、食物网结构和底栖生态系统结构，统筹协调生态系统各营养级，最终建立稳定、长效的清水态生态系统。

（1）生物量调控

（2）食物链调控

（3）生物多样性调控

（4）生态系统结构调控

5.4.5. 河湖水系连通

水系连通是指在自然和人工形成的江河湖库水系基础上，维系、重塑或新建水流连接通道，维持流域水文循环、物质循环和能量循环，以支撑经济社会可持续发展。河湖水系连通是在确定工程任务的前提下，通过无坝引水枢纽工程、有坝引水枢纽工程、河道整治工程、泵站工程、隧洞工程、输水管道工程、渠系建筑物工程等一系列工程措施来构建蓄泄兼顾、丰枯调剂、引排自如、多源互补、生态健康的河湖水系连通网络体系。

具体方案设计参照《水工设计手册》（第 2 版）、《灌溉与排水渠系建筑物设计规范》、《室外给水设计规范》、《泵站设计规范》、《河道整治设计规范》等。

5.4.6. 地下水污染修复

地下水污染修复技术主要包括原位修复、异位修复和监测自然衰减技

术。

异位修复是将受污染的地下水抽出至地表再用化学物理方法、生物反应器等多种方法治理。异位修复技术在短时间内处理量大，处理效率高，能够彻底清除地下水中的污染，缺点是长期应用普遍存在严重的拖尾、反弹等现象，降低处理效率，且严重影响地下水所处的生态环境，处理成本高。

自然衰减法是充分利用自然自净能力的修复技术，是一种被动的修复方法，它依赖自然过程使污染物在土壤和地下水中降解和扩散。缺点是修复时间长，且对很多有机物效果比较低，特别是氯化有机物。

地下水原位修复技术是在人为干预下省去抽出过程，在原位将受污染地下水水修复的技术，其以修复彻底、时间相对较短、处理污染物种类多等优势在今天得到广泛应用。包括原位曝气技术、生物曝气技术、可渗透反映墙技术、原位生态修复、原位化学氧化技术等。

选择修复技术时，需要考虑污染物的性质、运移及其反应产物。不同修复技术的应用，实际上是考虑到了污染物和水文地质条件共同作用的复杂性。特别是遇到混合污染羽或场地之间由明显的水力联系问题时，必须严格选择修复技术。地下水修复在使用过程中，必须建立监测系统，确认修复工程的长期运行。为保证修复系统达到设计要求，对含水层的性质，地球化学的可逆性、污染物的分布和流量进行详细评价和监测非常必要。

6. 项目实施

6.1. 项目程序

（1）严格执行项目实施管理的法人、招投标、公告、 合同、监理、审计等制度。

（2） 项目申报单位即为项目承担单位。项目承担单位履行项目法人义务，组织项目实施工作。项目承担单位可委托具体的项目实施单位，但须报省级自然资源管理部门同意并备案。

（3）项目承担单位在接到项目设计批复和项目投资计划后，组织编制项目实施方案。项目实施方案纳入项目档案管理，作为对项目实施监督检查的依据。省级项目实施方案应分别报送省级自然资源管理部门审核和项目所在市（州）、县（市、区、特区）自然资源和同级财政部门 、备案。

6.2. 项目招投标

（1）项目承担单位应按照招投标法的规定依法进行招投标。省级项目工程施工应纳入市（州）级以上公共资源交易机构依法公开招投标。施工单位拟派项目经理（或项目负责人）必须是登记在本单位的注册建造师，且不得同时在两个及 两个以上的建设工程项目上担任施工单位项目经理（或项目负 责人）。监理单位应按照确定的工程招投标组织形式，在有关部门监督下进行确定。

（2） 项目施工前应按规定缴纳履约保证金、工程质量保证金和务工人员工资保障金。

6.3. 项目质量和进度保障措施

（1）项目开工前，项目承担单位或实施单位应组织项目设计单位、监理单位、施工单位等有关单位对项目进行技术交底和图纸会审，并形成会议纪要。

（2） 项目建设应严格按照项目实施方案要求的工程进度进行。项目建设实行月报制度，项目承担单位应在每月 30 日前，将工程进度、完成情况、质量状况等编制成月报报送至省级自然资源管理部门。

7. 验收归档

7.1. 保护工程验收

7.1.1. 工程质量检验评定

7.1.1.1 工程单元的划分

根据建设任务、施工管理和质量检验评定需要，应在施工准备阶段将治理工程项目划分为单位工程、分部工程和分项工程。

1、单位工程：保护修复区的全部修复工程划归为一个单位工程；修复工程中具有独立生态系统功能划分为子单位工程；当多家施工单位在保护修复区中各自签约承担相对独立的工程时，可按子单位工程划分。

2、单位工程包括保护修复区中的所有子单位工程。子单位工程包括所属范围内的所有分部工程。

3、分部工程：在单位（子单位）工程中按系统功能、工程部位、结构型式、施工特点等划分的工程。

4、分项工程：在分部工程中按不同生物物种、施工方法、施工工艺、工序和分段的工程。

7.1.1.2 施工单位应在每道工序或分项工程完成后进行自检和验收，监理工程师必须参加，并做好隐蔽工程现场记录（包括文字记录、素描图、可视化影像等），不合格时严禁进入下道工序施工。重要的中间工程和隐蔽工程检查验收，业主、调查评价、设计单位代表和监理工程师共同参加。

7.1.1.3 工程完成后，施工单位应对工程质量进行自检和评定，自检合格后，将竣工自验报告和有关资料提交监理单位。由监理单位协助建设单位组织调查评价、设计、施工、及建设单位进行初步验收，重点检查工程实体是否全部完工，是否达到设计修复的目标，并对工程质量进行评定。工程初步验收合格或整改合格后，施工单位将相关资料提交建设单位，由

建设单位或主管单位组织专家，业主单位、监理单位、调查评价和设计单位参与，对工程质量进行检查、验收和质量评定。

7.1.1.4　工程质量等级评定方法

工程质量等级评定分为优良、合格和不合格三个等级，应按分项、分部、单位工程和项目工程逐级评定。

7.1.2.　工程初步验收

7.1.2.1 初步验收应具备条件

1、完成了施工图设计要求及合同约定的各项工作内容；

2、各分部、分项工程，均已由施工承包单位进行了自检，隐蔽的分部、分项工程已通过中间验收，且都符合设计、合同和有关规范的要求。

3、各类工程结构，均按设计要求通过了现场试验检测，有真实、齐全的测量数据和文字记录。

4、竣工图已按有关规定如实绘制，验收的必备技术资料已经齐全，施工竣工档案按要求进行了整理。

7.1.2.2 工程初步验收时，施工单位应提供的资料（**见附录 5**）

7.1.2.3 理工程完工后，具备初步验收条件时，由施工单位向监理提出初步验收申请，监理单位协助建设单位组织建设单位、施工单位、监理单位、设计单位、调查评价单位等参建单位对工程进行初步验收，并共同签署初步验收意见。

7.1.2.4 初步验收意见若有整改意见时，施工单位应及时按照要求进行整改。验收合格后，由建设单位向项目主管单位申请工程竣工验收。

7.1.3.　工程竣工验收

7.1.3.1 工程竣工验收应具备条件

1、完成了施工图设计要求及合同约定的各项工作内容，初步验收合格；

2、工程质量控制资料齐全完整；

3、有关安全和功能的检验和抽样检测结果符合相关规定；

4、工程观感质量符合设计要求；

5、建设、施工、监理、设计、调查评价、生态环境监测与评估等单位工程技术档案整理齐全完整；

6、施工单位已签署并向业主单位提交了《工程质量保修书》。

7、调查评价、设计、监理、生态环境监测与评估及建设等参建单位在施工单位自评质量等级的基础上，对工程质量进行了检查核定；

7.1.3.2 工程竣工验收时，应提供的资料（**见附录 6**）：

7.1.3.3 工程竣工验收由建设单位组织（或建设单位向工程主管单位提出申请，由主管单位组织）专家，建设单位、监理单位、勘查和设计单位参与，对工程质量进行检查、验收和质量评定。专家组出具专家意见，并会同各方共同签署验收备案表。

7.1.3.4 工程竣工验收意见若有整改意见时，项目参建单位应及时按照要求进行整改。竣工验收合格后，由建设单位组织，施工单位向工程运行管理维护单位办理移交手续。

7.1.3.5 工程移交后，由工程建设单位委托相应资质单位对区域生态环境进行 3-5 年的生态环境监测与评估。

7.1.4. 项目最终验收

7.1.4.1 项目验收应具备条件

1、工程竣工验收合格后，经历了 3-5 年的生态修复效果监测；

2、业主、施工、监理、设计、调查评价和生态环境监测与评估等单位工程技术档案整理齐全完整；

3、完成了工程审计结算和项目决算工作；

7.1.4.2 竣工验收时，应提供下列资料：

1、工程竣工验收备案表和专家意见，以及竣工验收时所提供的全部资

料；

2、工程竣工验收合格后，3-5 年的生态环境监测与评估，提交项目实施的生态环境效益评估报告；

3、建设单位对项目概况、项目及预算调整情况、项目实施情况、预算执行情况进行总结，提出项目合同尾款拨付或使用意见，对项目最终成果和绩效进行自评，提交工程审计报告和项目决算报告；

7.1.4.3 竣工验收由建设单位向工程主管单位提出申请，由主管单位组织专家，建设单位、监理单位、调查评价单位、生态环境监测与评估单位、设计单位和项目运营管护单位参与，对工程质量进行核验，对项目运行情况、实施成效进行验收。专家组出具项目最终验收专家意见。

7.2. 保护修复工程资料归档

工程项目实施过程中，要同步进行资料的归档与管理，资料归档的目录清单见**附录 7**。

8. 后期管护

项目后期管护是实现山水林田湖草生态保护修复工程综合效益长期发挥的保证，也是推动可持续发展的有效措施。项目后期管护应制定具体的后期管理制度，以制度促进管理目标的实现、以制度提高管理的综合效率。后期管理制度的制定应遵循以下几项内容：

（1）**明确责任**。工程项目验收合格后，按照“谁受益，谁负责”的原则，明确管护责任主体，建立各级主体责任制度，理清各主体的责任义务，做好工程后期管护，确保工程发挥长期效益。需要进行工程移交的，按规定办理资产移交手续。

（2）**制度细化**。由于山水林田湖草生态保护修复工程包含多个单项治理工程，而不同的治理工程亦具有各自相对独立的特点。因此，在后期管护制度的建立上，应根据不同的工程类别提出其具体的管理制度。

（3）**落实经费**。落实相关管护经费来源、渠道，实行专款专用，确保各类设施建成并稳定运行，避免项目工程有人建，无人管，有人用，无人修的现象发生。

（3）**机制探索**。坚持经济、合理、实用的原则，因地制宜，积极探索建立规模化、专业化、社会化运营管护机制，在确保各类设施建成并稳定运行的基础上降低后期维护的人力及资金成本。

9. 监测评估

9.1. 监测目的

在综合调查评价的基础上对重要生态系统及重要生态功能区内的生态敏感因子有选择地部署监测网点，进一步认清区域生态环境问题，评估区域生态环境问题动态变化，预测生态环境发展趋势，为区域生态环境保护修复和发展规划、后期生态修复绩效评估提供基础数据，为政府部门下一步工作提供决策依据。

9.2. 监测任务

生态环境综合监测网络建设任务：

1、对自然资源的数量、质量、空间分布和利用状况进行监测；

2、对生态环境问题的规模、分布、动态变化进行监测；

3、对人类工程、资源开发活动引起的生态环境变化进行监测；

4、对生态环境修复治理过程及竣工验收后进行监测；

5、综合分析监测数据，研究生态环境问题的变化规律和发展趋势，为绩效评估工作奠定基础。

9.3. 综合监测网络建设原则

9.3.1. 覆盖全面的原则

生态环境综合监测网络建设应把控整个调查区域的生态环境状况，全面覆盖生态环境的各个组成要素，对山水林田湖草、气候、生物等自然资源和人类工程活动进行全方位、全面的监测。

9.3.2. 突出重点的原则

生态环境综合监测网络建设应对重点流域、重点区域、重点生态功能区、重点开发区等各功能区内生态敏感因子影响对象的重要程度，实行分

级别监测，依据监测级别，确定监测点网密度，监测频率，确保监测精度。

9.3.3. 问题导向的原则

生态环境综合监测网络应重点监测生态环境问题突出的区域，在矿山生态地质环境问题、流域水环境问题、土地资源与土壤污染问题、生物多样性等生态环境问题集中分布、且危害严重、动态变化较大的区域，加大监测点网布设密度和频率的原则。

9.3.4. 继承发展的原则

为保证监测资料延续性和完整性，考虑经济成本，充分利用已有的气候、地质灾害、水资源、生物、土壤等自然资源监测站点和监测数据，以现有的监测站网为基础，进行监测站点的补充建设，构建完整的生态环境综合监测网络。

9.3.5. 科学先进的原则

密切跟踪国内国际上生态环境监测的新技术、新方法、新仪器，在充分借鉴国内外先进经验的基础上，依靠科技进步，采用先进的技术手段和仪器设备，提高生态环境监测系统的科技含量，提升监测系统的自动化监测能力，使区内的生态环境监测信息系统具有先进水平。

9.4. 监测对象及方法

9.4.1. 气候环境监测

1、监测要素与目的

对区内的气温、降水量、风、日照、蒸发、湿度等常规气象要素和酸雨、总辐射、紫外线等非常规气象要素进行监测，掌握其时空变化情况和特征，统计分析区域气候变化情况。

2、监测方法

气候环境监测利用区内现有的气象站、水文站的监测站点为主，其监测密度和频率满足区内生态环境监测的需求，不再新设站点，通过建立数据传输共享渠道，为调查区域提供气候资源监测数据。

9.4.2. 水环境监测

1、监测要素与目的

（1）水量监测

对区内重要地表水干流、矿山集中开采区水系出口、地下含水层典型露头（天然泉点）、集中供水水源地、入河排污口进行水量监测，以掌握区域水资源量的分布特征和动态变化、开发利用情况，调整优化水源地供水方案，监测矿山开采对地表、地下水资源的疏干影响，监督人口集中区生活污水、工矿企业生产废水的排放情况。

（2）地下水水位监测

对区内富水性好的地下含水层和矿山开采集中区的地下水含水层进行地下水水位监测，以掌控区域地下水水位的波动情况和规律，分析地下水资源量变化趋势，监控矿山开采对地下含水层的影响程度和范围。

（3）水质监测

对区内的集中供水水源地、地下含水层典型露头（天然泉点）、入河排污口、工业、生活固体废物处置场淋滤液、重要地表水系干流进行水质监测，以掌握区内水质的分布特征和动态变化情况，保障居民用水安全，监控工矿企业分布区和人口集中区产生的水体污染。

2、监测方法

（1）水量监测

水量监测方法采用建立自动化流量监测站法和人工手动测量法相结合，在施工条件好、法律法规允许、经济成本适宜的地方建自动化流量监测站，实时传输流量数据至设备终端；其他地区采用人工手动测量，最低测量频率

为一个水文年中两次，枯季丰季各一次，根据监测点控制区域范围、反映问题适当提高监测频率。

（2）地下水水位监测

地下水水位监测采用建立自动化水位监测站点的方法，利用钻机向地下钻进监测孔，配备自动化监测设备和井口保护装置，进行全自动的地下水水位监测。

（3）水质监测

水质监测采用人工采样送检的方法，对集中供水水源地、地下含水层典型露头（天然泉点）、重要地表水系干流每个水文年采样两次，枯季丰季各一次；对入河排污口、工业、生活固体废物处置场淋滤液每个水文年取样一次。

9.4.3. 土地资源及土壤环境监测

1、监测要素与目的

（1）土地资源数量监测

对区内土地的用途、性质、分布面积、土体厚度等进行监测，以掌控区内土地的面积、厚度分布及变化情况，分析其变化趋势，为土地复垦的方向提供基础数据。

（2）土壤环境质量监测

对区内土壤的微量元素、重金属元素、有机污染物、水溶性盐、粒径、绝对含水量、导电率、酸碱度、碱化度等要素进行监测。以掌握区内土壤质量状况，为区内土壤质量改良、恢复治理提供基础数据和指导。

2、监测方法

（1）土地资源数量监测

采用遥感监测法，通过卫星遥感数据解译获取土地面积分布信息，每年进行一次。土壤厚度监测则采用人工手动测量法，在监测点现场开挖土壤剖面测量其厚度，每年测量一次。

（2）土壤环境质量监测

土壤理化特征监测和环境质量监测采用人工采样送检的方法，每年采取一次土壤样品送往专业的实验室分析检验。

9.4.4. 矿产资源环境监测

1、监测要素与目的

（1）矿产资源量监测

对区内矿产开采企业的开采量进行监测，掌握矿区已开采量、保有资源量、计划开采量信息，计算区域矿产资源量台账，对区域矿产资源量的现状和变坏趋势进行全面把控。

（2）矿产资源采掘范围监测

对区内矿产开采过程中的巷道掘进工程、采空区分布进行监测，以掌控区域开挖采动面的分布和变动情况，监控是否存在越界开采、非法开采活动，计算开采活动对周边环境的影响范围和程度。

（3）矿区地表环境监测

对区内矿产及其加工企业的工业广场、堆渣场、煤矸石堆、尾矿库的分布面积、体积、表面特征进行监测，以掌控矿产开采及加工过程中产生的污染性固体堆积体分布变动情况，防止不稳定堆体的产生，监督矿区对周边土地的压占、破坏情况。

（4）矿区地面移动变形监测

对矿山开采影响范围内的地面区域进行移动变形监测，监测参数包括水平、垂向位移值和变形值等，以掌控矿区开采对地表的影响破坏情况，分析矿区地面移动变形规律，为矿区开采规划设计和环境影响评价提供数据。

2、监测方法

（1）矿产资源量监测

矿产资源量监测方法以资料收集分析为主，物探、钻探工程为辅。通过整理分析区内矿产开采企业的最新储量核实报告、开采年报等资料，获取矿产资源的储量、开采量、保有量信息，进行矿产资源量监测，每年对区域矿产资源量进行一次统计分析。对于未进行过矿产资源勘察详查或资料丢失缺乏的区域，则利用物探、钻探工程查明矿产分布情况，计算资源量。

（2）矿产资源采空区、巷道掘进监测

采空区、巷道掘进监测方法以资料收集分析为主，物探、钻探工程为辅。通过整理分析区内矿产开采企业的采掘工程平面图、井上井下对照图、开采年报等资料，获取采空区、巷道的分布、规模等特征信息，进行采空区、巷道掘进监测，每年对区域矿产资源采空区、巷道掘进行一次统计分析。对于资料丢失或缺乏的开采区域，则利用物探、钻探工程查明采空区、巷道分布特征。

（3）矿区地表环境监测

矿区地表环境监测主要采用遥感监测的方法，每个月获取一次矿区地表环境卫星遥感影像数据，进行解译分析，统计矿区污染性固体堆积体表面特征、分布变化与土地压占、土地破坏情况。

（4）矿区地面移动变形监测

矿区地面移动变形监测以单个矿区为基本单位，根据矿区面积、采空区分布布设监测点，采用人工监测的方法，每半个月对矿区地面移动变形值进行一次测量。

9.4.5. 林地环境监测

1、监测要素与目的

（1）林地数量监测

对林地的面积、林木种类、数量进行监测，以掌控林地覆盖面积、密度，不同林木的规模和分布，了解林地结构组成现状，统计调查区域林业资源和利用情况。

（2）林地质量监测

对各类型林木的生长状况、病虫害分布进行监测，监测指标包括林木的胸径、树高、树叶损失率等指标，以掌控林地资源健康状况，及时治理病虫害。

2、监测方法

（1）林地数量监测

林地数量监测方法以遥感监测为主，并利用现场抽样调查方法对遥感解译数据进行核实和校对，监测频率为每年一次。

（2）林地质量监测

林地生长状况监测以现场抽样调查为主，现场测量统计不同类型林木的健康指标，每年进行一次；病虫害监测以无人机遥感监测为主，通过高精度的无人机遥感影像，分辨病木、死木，从而发现病虫害分布位置、规模，监测频率每年 2 次。

9.4.6. 草地环境监测

1、监测要素与目的

（1）草地数量监测

对草地的面积、植被种类、数量，进行监测，以掌控草地覆盖面积、分布特征，了解草地结构组成现状，统计调查区域草地资源量。

（2）草地质量监测

对草地植被生长现状进行监测，以掌控草地资源健康状况。

2、监测方法

（1）草地数量监测

草地数量监测方法以遥感监测为主，并利用现场抽样调查方法对遥感解译数据进行核实和校对，监测频率为每年一次。

（2）草地质量监测

草地植被生长状况监测以现场抽样调查为主，现场测量统计不同草本植物的生长现状指标，监测频率为每年一次。

9.4.7. 生物多样性和生境监测

1、监测要素与目的

生物多样性和生境监测主要在物种、生态系统和景观 3 个水平上进行：在物种水平，主要选择濒危物种、经济物种和指示物种等，监测其种群动态和主要影响因素；在生态系统水平，通过选择重要的生态系统类型并在其典型地段建立一定面积的长期固定监测样地，实现对生态系统组成、结构、功能以及关键物种、濒危物种等的监测；在景观水平，主要通过遥感手段和地理信息系统对一定的区域的景观格局和过程及其影响因素进行监测。

1、监测方法

在 GIS 的支持下以遥感影像、无人机对调查区域进行大范围、全覆盖的生物多样性监测为主，以传统的现场人工抽查为辅，监测频率为每年一次。

9.4.8. 地质灾害监测

1、监测要素与目的

对区内的崩塌、滑坡、不稳定斜坡、地裂缝、地面塌陷、泥石流等地质灾害隐患点进行监测，实时监控地质灾害隐患点的变形值、位移量、含水率、应力等指标，建立地质灾害自动化智能化预警体系，以提高区域地质灾害防治能力，最大限度避免和减少地质灾害造成人员伤亡和经济财产损失。

2、监测方法

地质灾害监测方法以自动化监测为主，以专业人工监测为辅，结合遥感远程监控。充分利用区内现有的地质灾害隐患自动化监测点，对新列入的重

大地质灾害隐患点进行补充安装自动化监测设备，对不具备安装监测设备条件的隐患点进行遥感监测和专业人工监测。此外，卫星遥感监测应覆盖整个调查区域，对人力无法覆盖的区域进行地质灾害进行动态监测，监测频率正常情况下每 15 天一次，比较稳定的可每月一次，在汛期、雨季、预报期、防治工程施工期等情况下应加密监测，宜每天一次或数小时一次直至连续跟踪监测。

9.4.9. 地形地貌景观破坏监测

1、监测要素与目的

对区内由于人类工程活动引起的剥离岩土体体积、植被损坏面积、危岩治理体积、绿化面积等进行监测，以掌握区内地形地貌景观破坏治理恢复情况。

2、监测方法

主要采用遥感影像、摄影摄像、GPS 定位法等进行监测。监测频率为每年一次。

9.5. 监测周期

监测周期为综合调查评价后，工程保护修复恢复治理期和工程竣工验收后 3-5 年。监测周期可根据监测成果视工程需要予以延长。

9.6. 监测成果

以贵州省山水林田湖草生态保护修复信息管理平台为载体，建立以子项目为目标的自然资源特征、生态环境问题特征数据库，存储各层次、各类别的监测数据序列，监测数据应开展检查核实，确保数据的准确性、完整性，在信息管理平台的支持下，根据需要对监测数据进行综合统计、分析、编制季度、年度监测成果报告。依据成果报告可获取功能区生态质量变化趋势，以分析和评估其修复治理过程及质量提供有力的数据保障，为生态修复绩效评估提供数据支撑。

9.7. 生态修复绩效评估

9.7.1. 评估目的

生态修复绩效评估要结合工程特性以综合评价工程实施的效率和效果，发现工程实施、管理、监督等过程存在问题，从而有针对性提出对策建议，为同类工程的进一步实施提供决策建议，有效的将受损的生态系统的平衡进行恢复和重建，使生态系统向良性循环方向发展，消除已经产生的环境问题和不再产生新的危及人民群众生命财产安全与社会经济发展的环境问题为主要任务，且与当地社会、经济、环境发展相适应，与城市建设、生态建设、土地利用相吻合，生态环境和景观环境与周围相协调；其次，通过绩效追踪，发现该区域是否能达到自我修复，及时反馈，及时修整，最终巩固生态恢复的成果及恢复生态系统服务功能，达到经济效益和生态效益同步发展。

9.7.2. 评估程序

坚持人与自然和谐共生，坚持绿水青山就是金山银山，以“山水林田湖草是一个生命共同体”的重要理念，以保护优先、自然恢复为主，通过山水林田湖草生态系统保护修复工程实施后，编制山水林田湖草绩效评估实施方案，并通过监测综合生态系统指标并评估是否解决了生态环境问题，是否提升或恢复了生态系统稳定性和服务功能。具体程序为：

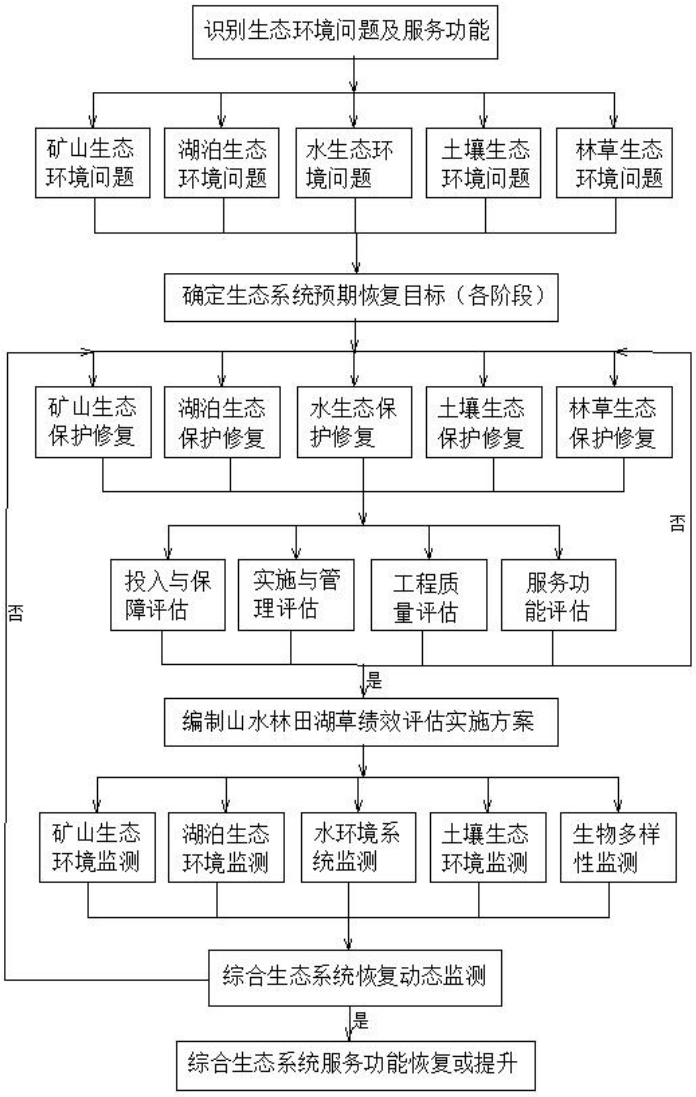


图 9-1　　生态修复绩效评估流程图

9.7.3.　评估内容与方法

9.7.3.1 评估内容

开展山水林田湖草生态保护修复，应充分认识生态系统结构、过程、功能等基本特性，以生态系统功能保护恢复为重点，评估生态安全阈值和生态重要性、敏感性、脆弱性，由传统线性思维转变为非线性思维方法，分层次、分区域开展保护修复。通过开展综合评价，综合权衡水源涵养、防风固沙、土壤保持、生物多样性保护、污染净化、固碳等生态服务功能供给和需求，确定生态产品供给数量、质量和空间布局要求。根据生态修复的不同对象、不同受损程度和不同阶段，须在一定尺度空间内将各要素

修复工程串联成一个相互独立、彼此联系、互为依托的整体，在对物种进行保护和恢复的基础上，对生态系统结构进行重建或修复，结合社会、经济、环境等因素，从大气、水、土壤、生物等维度出发，促进生态系统服务功能的逐步恢复，实现点、线、面修复的叠加效应，实现多维度、立体式推进。

山水林田湖草保护生态修复工程绩效评估采用逻辑框架法和平衡计分卡两种常用的评估系统进行绩效评估。

逻辑框架法是美国国际开发署于 1970 年提出的一种模型，主要用于开发设计、工作计划和考核评价。该方法的核心是建立事物层次间的因果逻辑 关 系，其基本结构为“目标/影响－目的/作用－产出/结果－投入/措施”，能够较好地凸显实施流程中的关键环节，有助于系统全面地评估项目绩效。

平衡计分卡方法围绕企业战略目标制订绩效评价指标，是一种融合了组织战略的有效管理工具。我国学者运用或者结合这两种模型，展开了不同方面的工程绩效评价研究，这两种模型各有优势，对山水林田湖草保护生态修复工程绩效评价有一定的借鉴意义。

该山水林田湖草保护生态修复工程包含明确因果逻辑关系的“投入”“过程”“产出”和“效益”等环节，因此可选用逻辑框架法进行绩效评价。但考虑到绩效评价一般作用于工程实施过程中和实施结束后，项目产生的长期影响在短期内难以体现，且影响类的指标难以定量化，因此可弱化侧重于长期效益的“影响”维度，将符合工程绩效评价的框架简化成“投入 － 过程 － 作用”，并具体细化为“投入和保障”“实施和管理”“目标和效益”3 个层另外，考虑到工程为财政支出的公益项目，在建设过程中各不同层次和形式的利益相关方依据合同约束运作，其委托代理关系较复杂。为了识别能够反映工程真实绩效水平的评价因素，在构建绩效评价指标体系时，应系统梳理各参与方在工程实施过程中的关键性活动。因此，

在建立绩效评价模型时也应涉入平衡计分卡的相关理念，在“实施和管理”中强调利益相关者影响工程实施的关键因素。本指南构建的绩效评价内容见图 9-2。

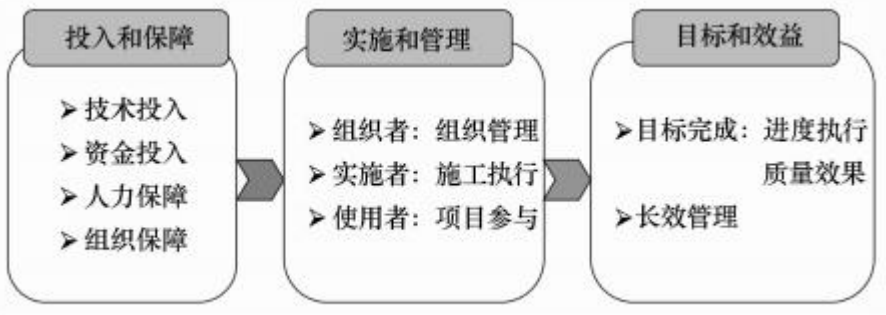


图 9-2　山水林田湖草保护生态修复工程绩效评价内容

（1）投入和保障。对于山水林田湖草保护生态修复工程在实施过程中所需的各项投入，财政资金是首要关注的资源，工程实施的各个环节均离不开资金的支配和控制；其次，此类工程技术要求较强，需要具备深入的前期研究。此过程主要体现工程的资金、技术和制度保障，具体指标包括前期研究执行率、资金筹集分配科学性、资金使用。

（2）实施和管理。山水林田湖草保护生态修复工程是各类利益主体在充分利用现有资源，特过特定行为相互协调和实施的过程，整个过程涉及组织、施工、监管、协调等多方面活动。此过程主要体现项目的效率性，具体指标包括预算执行、投资完成率、管理制度、方案实施、组织领导、项目管理、日常监管、档案管理、绩效管理、信息公开、保障措施。

（3）目标和效益。山水林田湖草保护生态修复工程的实施是为了通过采取有效措施改善工程区生态环境，提升生态质量，其绩效考核注重的是工程对立项预定目标的完成情况，包括产出目标、经济效益、社会效益、生态效益、可持续影响程度和成效。此过程主要体现工程的影响性，具体指标包括质量达标、吸引社会资本、群众满意度、水环境改善、矿山与土地环境改善、其他生态环境改善、生态系统功能、探索创新、长效机制、

发展环境。

9.7.3.2 评估方法

绩效评估领域使用的方法多样，其中层次分析法常用于建设项目管理、污染治理工程等方面的绩效评价；为了提高评价的准确性，近年来多策略评价方法成为工程绩效评价的常用方式，如层次分析法和专家咨询法的组合；另外，政府财政支出项目的绩效考核多采用计分表的形式设置指标体系，如财政部修订印发的《财政支出绩效评价管理暂行办法》（〔2011〕285 号）等。

山水林田湖草生态保护修复工程绩效评估结合逻辑框架法和平衡积分卡的相关理念，考虑管理规定、指标量化、利益相关方关键活动等因素，从“投入和保障”“实施和管理”“目标和效益”3 个方面，构建符合山水林田湖草保护修复工程工程特性的绩效评价框架。基于现有研究成果并结合工程管理要求，本指南结合专家咨询法和层次分析法将绩效考核指数设置成计分制（满分 100），从而使绩效评价的结果直观且容易发现问题。绩效考核权重分值见表 9-4。将各项绩效评价指标叠加综合分值划分成不合格（分值＜60）、合格（60≤分值＜80）、良（80≤分值＜90）、优（90≤分值≤100）4 个等级。

表 9-4 山水林田湖草保护修复工程绩效考核

目标层	准则层	指标层	权重	评价标准
投入和保障（15）	技术投入（5）	前期研究执行率	5	项目开展全面前期研究得满分；仅开展部分前期研究得分减半；未开展前期研究不得分
	资金投入（10）	资金到位率	3	上级财政补助资金到位率及本级财政资金到位率，其他资金落实情况及对工程项目实施的保障程度；全额到位得满分；到位率≥70%得分减半；＜70%不得分
		资金筹集分配科学性	3	统筹各级各部门各渠道资金发挥协同投入效应的情况，资金分配是否符合国家和省有关资金管理办法的要求；资金分配科学性得满分；资金分配不科学不得分；其余情况酌情扣分

		资金使用	4	资金使用符合有关法律和国家、省有关制度规定，无截留、挤占或闲置等问题，资金支出方向与工程实施方案、工程绩效目标等匹配、关联得满分；其余情况酌情扣分
实施和管理（25）	资金管理（7）	预算执行	2	资金的预算执行进度情况，包括应拨付到位的上级补助资金和本级预算安排的专项资金；全面执行得满分，执行不到位及财政、审计有问题酌情扣分
		投资完成率	3	根据年度计划、项目投资总计划，评价工程、项目计划投资完成情况，是否存在计划投资无法落实或完成率低等问题；全面完成得满分，完成不到位酌情扣分
		管理制度	2	是否建立资金筹集整合机制，是否完善专项资金管理、项目管理等制度，项目单位财务管理、会计核算是否规范；制度健全得满分；不全面得分减半，没有不得分
	工程施工（18）	方案实施	6	工程实施方案编制、完善情况，形成以项目为核心的有机统一工程项目体系，明确的项目建设计划、目标任务、保障措施等得满分；其余情况酌情扣分
		组织领导	2	成立组织领导机构，领导协调工作积极有力，部门协同推进、统筹山水林田湖草系统治理工作有效得满分；其余情况酌情扣分
		项目管理	2	严格执行有关法律法规和国家、省有关制度规定，落实项目法人制、合同制、招投标制、监理制、政府采购制度等项目管理制度得满分；其余情况酌情扣分
		日常监管	2	围绕推进工程绩效目标落实建立完善并落实了日常调度、监督检查等工作制度，有明确的监管责任制度机制得满分；其余情况酌情扣分
		档案管理	1	有关资料清晰完备，工程项目档案资料管理规范、齐全、可查得满分；否则不得分
		绩效管理	2	按规定加强绩效监控、开展绩效评价，按要求及时报送有关情况得满分；其余情况酌情扣分
		信息公开	1	执行有关规定做好资金分配、管理制度、绩效评价等信息公开工作得满分
		保障措施	2	突出区域生态特点、科学设计和采取修复治理措施的情况，得满分；其余情况酌情扣分
	产出目标（5）	质量达标	5	达到实施方案或项目设计标准要求，可以通过达标项目占比情况反映,完全质量达标得满分；其余情况酌情扣分
	经济效益（5）	吸引社会资本	5	吸引社会资本投入生态保护修复工程项目建设情况，可通过社会资金投入占比反映

目标和效益（60）	社会效益（5）	群众满意度	5	采取科学方式，评价区域内企事业单位、群众等社会各方面对实施山水林田湖草生态保护修复工程的满意程度，群众满意度高得满分；其余情况酌情扣分；但工程实施造成社会不公而引起纠纷、诉讼、信访、上访甚至违法犯罪的不得分
	生态效益（40）	水环境改善	10	根据水环境监测数据，评价试点区域国控断面、湖断面、湿地新增面积、城市建成区黑臭水体、城镇集中式饮用水等水质优良达标情况，评价区域内流域水环境改善情况，对有关区域水环境产生的积极影响和远期效益情况达到立项目标得满分；未完成预订目标，但改善率≥７０得分减半；＜７０％不得分
		矿山生态修复改善	10	根据矿山与土地环境监测数据，评价试点区域内采煤塌陷地治理、矿山生态修复、矿山采空区综合治理、废弃矿井治理、地质灾害防治、地质公园及遗迹保护等，矿山环境恢复治理面积、废弃矿山治理率、全国绿色矿山达标率达标得满分，未完成达标，但达标率≥７０得分减半；＜７０％不得分
		土地综合整治改善	10	评价土地整治面积、新增耕地面积等整治改善达标，对土地环境改善产生的积极影响和远期效益情况，污染土地治理、退化土地修复治理达标率达标得满分，未完成达标，但达标率≥７０得分减半；＜７０％不得分
		生态系统功能改善	10	根据监测数据，评价试点区域内物种多样性、生态系统和景观达标和改善情况，对有关区域环境改善产生的积极影响和远期效益情况，评估区域山、水、林、田、湖、草等多要素组成的生态系统整体功能提升及远期生态系统改善情况；生态系统功能改善达标得满分；未完成达标，但达标率≥７０得分减半；＜７０％不得分
	可持续影响（5）	探索创新	2	推进生态保护修复相关机制措施的创新性、示范性以及推广应用情况得满分；其余情况酌情扣分
		长效机制	3	已建成试点工程项目的验收、交付和相应长期管护制度机制建立、发挥效用的情况得满分；其余情况酌情扣分；未建成长效管护机制不得分

10. 成果总结

加强工程项目成果总结，及时发现好经验好做法，建成具有区域特点的山水林田湖草生态保护修复示范区。通过成果总结形成一批可复制、可推广的经验模式，发挥先进典型引领示范作用，以点带面推动地区乃至全省山水林田湖草生态保护修复工作。成果总结的要求有如下几点：

（1）**成果总结应形成文字报告**。成果总结的表现形式应以文字报告的方式加以展现，以利于山水林田湖草生态保护修复工程相关成果经验的共享及推广。

（2）**成果总结应注重正反两面工作总结**。成果总结应客观，注重正反两面经验、教训的归纳分析。包含风险与问题分析、采取的措施及方法、取得的成效、改进措施及建议等。

（3）**成果总结应覆盖工程项目全过程**。山水林田湖草生态保护修复工程是一个综合性的、多学科联系、交叉作用的综合体。为加快推进山水林田湖草生态保护修复工程在全省范围的推广实施，成果总结应覆盖工程项目的全过程。注重总结组织管理、实施模式、工程技术、科技应用、制度建设和机制创新等方面的好做法，及时推广典型经验，建立健全山水林田湖草保护修复制度体系、技术体系，稳步推进生态保护修复工作的全面实施。

11. 附录

11.1. 附录 1、山水林田湖草生态保护修复工程工作大纲

工作大纲编制参考提纲如下：

前言

1 基本情况

1.1 自然地理

1.1.1 地理位置、交通条件

1.1.2 气象、水文

1.2 地质环境背景

1.2.1 地形地貌

1.2.2 地层岩性

1.2.3 地质构造与地震

1.2.4 水文地质条件概况

1.2.5 工程地质条件概况

1.3 社会经济发展概况

1.4 相关规划

2 生态环境问题及影响分析

2.1 生态环境问题现状

2.1.1 矿山地质灾害

2.1.2 土地资源损毁

2.1.3 地表水资源污染

2.1.4 地下含水层的影响与破坏

2.1.5 地貌景观破坏

2.2 生态环境问题影响分析

3 总体要求

3.1 基本原则

3.2 编制依据

3.3 目标任务

3.4 技术路线

4 生态环境修复工作方案

4.1 工程部署

4.1.1 部署原则

4.1.2 工作思路

4.1.3 实施计划

4.2 保护修复工作方案

4.2.1 生态环境综合调查

4.2.2 土地复垦

4.2.3 土地复绿

4.2.4 地灾治理

4.2.5 地裂缝治理

4.2.6 污水治理

4.2.7 河道整治（含清淤）

4.2.8 废弃矿渣整治

4.2.9 含水层修复

4.3 保护修护工程实物工作量

5 投资概算与资金筹措

5.1 概算依据与标准

5.2 概算方法及结果

5.3 资金筹措

6 效益分析

6.1 政治效益

6.2 社会效益

6.3 生态效益

6.4 经济效益

7 保障措施

7.1 组织保障

7.2 管理保障

7.3 资金保障

7.4 技术保障

11.2. 附录 2、山水林田湖草生态保护修复工程实施方案提纲

实施方案编制参考提纲如下：

1 前言

1.1 任务来源

1.2 目的任务

1.3 方案编制依据

1.4 作方法及完成工作量

1.5 工作质量评述

2 自然地理与社会经济概况

2.1 自然地理概况

2.2 社会经济概况

2.3 人类工程活动

3 地质环境条件

3.1 地层与岩性

3.2 地质构造及地震

3.3 水文地质特征

3.4 工程地质特征

3.5 环境地质条件

3.6 岩溶发育情况

3.7 类工程活动

4 生态环境现状调查与评价

4.1 矿山地质环境问题调查与评价

4.2 土地资源损毁现状调查与评价

4.3 水环境与水污染现状调查与评价

4.4 生物多样性调查与评价

5 生态环境问题及影响分析

5.1 主要生态环境问题

5.2 生态环境影响分析

5.3 生态环境保护修护的必要性和紧迫性

5.4 生态环境保护修复工程方案

6 生态环境保护修复原则、目标、总体思路与技术路线

6.1 原则

6.2 目标与任务

6.3 保护修复理念及思路

6.4 技术路线

7 保护修复工程设计

7.1 总体设计与工程布置

7.2 矿山地质灾害防治工程设计

7.3 土地资源保护保护与土地复垦工程设计

7.4 含水层修复及水污染治理工程设计

7.5 生物多样性保护方案

7.6 流域水环境保护与修复工程方案

8 施工技术要求及注意事项各组负责

9 监测与管护（施工过程中）

10 投资预算与资金筹措

10.1 概算依据与标准

10.2 概算方法及结果

10.3 资金筹措与管理

11 工作部署与资金安排

11.1 标段划分

11.2 工期安排

11.3 资金安排
12 保障措施
12.1 组织保障
12.2 技术保障
12.3 资金保障
12.4 其它保障
13 效益分析
13.1 生态效益
13.2 社会效益
13.3 环境效益
13.4 经济效益

11.3. 附录 3、山水林田湖草生态保护修复规划提纲

生态保护修复规划参考提纲如下：

1 综合说明

2 区域概况

2.1 自然地理概况

2.2 社会经济概况

2.3 相关规划及已实施工程概况

3 现状调查与评价

3.1 矿山环境调查与评价

3.2 土地整治调查与评价

3.3 水环境调查与评价

3.4 生物多样性调查与评价

3.5 主要环境问题

4 规划目标、总体思路与技术路线

4.1 规划依据及原则

4.2 规划范围及水平年

4.3 规划目标与任务

4.4 规划理念及思路

4.5 技术路线

5 地质环境条件

5.1 概述

5.2 区域地质

5.3 修复区域地质条件

6 总体布局及规划工程方案

6.1 总体布局

6.2 矿山环境治理恢复方案

6.3 土地整治与污染修复方案

6.4 生物多样性保护方案

6.5 流域水环境保护治理与修复方案

7 综合管理方案

7.1 管理体制

7.2 管理机构

7.3 综合管理方案

8 环境影响评价

8.1 概述

8.2 一致性及协调性分析

8.3 规划实施的环境制约因素

8.4 主要环境影响分析

8.5 环境影响减缓措施

8.6 跟踪评价及环境监测

9 投资匡算

9.1 编制说明

9.2 投资匡算

10 实施规划

10.1 项目清单

10.2 建设时序

10.3 建设及管理模式

11 实施保障措施

11.1 法制保障

11.2 组织保障

11.3 管理保障

11.4 资金及技术保障

11.5 其他保障措施

12 结论及建议

12.1 结论

12.2 建议

11.4. 附录 4、山水林田湖草生态保护修复引用标准目录表

序号	项目	标准号	标准名称	实施日期	主管部门
1	山体（主要指矿山）	GB 51287-2018	煤炭工业露天矿土地复垦工程设计标准	2018/11/1	煤炭协会
2		TD/T 1036-2012	土地复垦质量控制标准	2013/2/1	土地
3		GB/T 22206-2008	矿山环境地质分类	2008/7/29	地质
4		HJ 682-2014	污染场地术语	2014/7/1	环境
5		HJ 25.1-2014	场地环境调查技术导则	2014/7/1	环境
6		TD/T 1049-2016	矿山土地复垦基础信息调查规程	2016/10/1	土地
7		HJ 25.2-2014	场地环境监测技术导则	2014/7/1	环境
8		HJ 25.3-2014	污染场地风险评估技术导则	2014/2/19	环境
9		DZ/T 0223-2011	矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范	2011/8/31	地质
10		TD/T 1031.1-2011	土地复垦方案编制规程	2011/5/4	土地
11		HJ 652-2013	矿山生态环境保护与恢复治理方案（规划）编制规范（试行）	2013/7/23	环境
12		HJ 651-2013	矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）	2013/7/23	环境
13		DZ/T 0312-2018	非金属矿行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
14		DZ/T 0313-2018	化工行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
15		DZ/T 0314-2018	黄金行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
16		DZ/T 0315-2018	煤炭行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
17		DZ/T 0316-2018	砂石行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
18		DZ/T 0317-2018	陆上石油天然气开采业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
19		DZ/T 0318-2018	水泥灰岩绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
20		DZ/T 0319-2018	冶金行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
21		DZ/T 0320-2018	有色金属行业绿色矿山建设规范	2018/10/1	地质
22		LY/T 2356-2014	矿山废弃地植被恢复技术规范	2014/8/21	林业
23		LY/T 2770-2016	南方有色金属矿区废弃地植被生态修复技术规程	2016/12/21	林业
24		YS/T 762-2011	岩溶堆积型铝土矿山复垦技术规范	2011/12/20	有色学会
25		YS 5029-1996	铝矿山土地复垦工程设计规程	1996/9/4	有色学会
26		YB/T 4486-2015	铁矿山排土场复垦指南	2015/10/10	有色学会
27		HJ 2015-2012	水污染治理工程技术导则	2012/3/19	环境
28		HJ 25.4-2014	污染场地土壤修复技术导则	2014/7/1	环境
29		HJ 2005-2010	人工湿地污水处理工程技术规范	2010/12/17	环境
30		DZ/T0219-2006	滑坡防治工程设计与施技术规范	2006/9/1	地质
31		DT/T0239-2004	泥石流灾害防治工程设计规范	2004/10/1	地质
32		TD/T 1044-2014	生产项目土地复垦验收规程	2014/12/30	土地

33		GB/T 50434-2018	生产建设项目水土流失防治标准	2019/4/1	水利
34		GB50433-2018	生产建设项目水土保持技术标准	2019/4/1	水利
35		SL 665-2014	北方土石山区水土流失综合治理技术标准	2014/3/19	水利
36		SL 657-2014	南方红壤丘陵区水土流失综合治理技术标准	2014/3/19	水利
37		SL 446-2009	黑土区水土流失综合防治技术标准	2009/3/9	水利
38		GB/T 50594-2010	水功能区划分标准	2010/11/3	水利
39		SL 56-2013	农村水利技术术语	2013/9/21	水利
40		GB/T 20465-2006	水土保持术语	2006/8/15	水利
41		SL 341-2006	水土保持信息管理技术规程	2006/9/9	水利
42		SL 457-2009	水资源管理信息代码编制规定	2010/2/28	水利
43		GB/T 51240-2018	生产建设项目水土保持监测与评价标准	2019/4/1	水利
44		SL 183-2005	地下水监测规范	2006/3/1	水利
45		HJ/T 91-2002	地表水和污水监测技术规范	2002/12/25	环境
46		SC/T 9102-2007	渔业生态环境监测规范	2007/9/1	水产
47		SL 592-2012	水土保持遥感监测技术规范	2012/7/31	水利
48	水体（包括水源地、水环境、水土保持）	GB/T 7420-1987	水质 PH 值的测定 玻璃电极法	1987/3/1	环境
49		GB/T 7471-1987	水质镉的测定双硫腙分光光度法	1987/8/1	环境
50		HJ 774-2015	集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范	2015/12/4	环境
51		GB/T 15772-2008	水土保持综合治理.规划通则	2009/2/1	水利
52		GB 51018-2014	水土保持工程设计规范	2015/8/1	水利
53		HJ/T 338-2018	饮用水水源保护区划分技术规范	2018/7/1	环境
54		HJ 773-2015	集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求	2015/12/4	环境
55		GB 50433-2008	开发建设项目水土保持技术规范	2008/1/14	水利
56		GB/T16453.1-2008	水土保持综合治理 技术规范 坡耕地治理技术	2008/11/14	水利
57		GB/T16453.2-20	水土保持综合治理 技术规范 荒地治理技术	2008/11/14	水利
58		GB/T 16453.3-2008	水土保持综合治理 技术规范 沟壑治理技术	2008/11/14	水利
59		GB/T 16453.4-2008	水土保持综合治理技术规范 小型蓄排引水工程	2008/11/14	水利
60		GB/T 16453.5-2008	水土保持综合治理 技术规范 风沙治理技术	2008/11/14	水利
61		GB/T 16453.6-2008	水土保持综合治理 技术规范 崩岗治理技术	2008/11/14	水利

62		LY/T 2595-2016	黄土丘陵沟壑区水土保持林营造技术规程	2016/1/18	林业
63		SL 289-2003	水土保持治沟骨干工程技术规范	2003/10/20	水利
64		SL 461-2009	岩溶地区水土流失综合治理规范	2010/3/25	水利
65		SL 534-2013	生态清洁小流域建设技术导则	2013/1/22	水利
66		SL 389-2008	滩涂治理工程技术规范	2008/11/10	水利
67		SL 336-2006	水土保持工程质量评定规程	2006/3/31	水利
68		SL 523-2011	水土保持工程施工监理规范	2011/12/26	水利
69		GB/T 15773-2008	水土保持综合治理验收规范	2008/11/14	水利
70		SL 312-2005	水土保持工程运行技术管理规程	2005/5/30	水利
71	森林	LY/T 2265-2014	林业信息术语	2014/12/1	林业
72		LY/T 2193-2013	林木种质资源原地保存林设置与调查技术规程	2014/1/1	林业
73		GB/T 35377-2017	森林生态系统长期定位观测指标体系	2018/7/1	林业
74		LY/T 2241-2014	森林生态系统生物多样性监测与评估规范	2014/8/21	林业
75		LY/T 2897-2017	天然林保护工程生态效益评估数据获取方法	2017/10/27	林业
76		LY/T 2497-2015	防护林体系生态效益监测技术规程	2015/10/19	林业
77		LY/T 1958-2011	森林可持续状况评价导则	2011/7/1	林业
78		LY/T 2004-2012	国家森林城市评价指标	2012/2/23	林业
79		GB/T 18337.2-2001	生态公益林建设规划设计通则	2001/3/14	林业
80		LY/T 2786-2017	三北防护林退化林修复技术规程	2017/6/5	林业
81		GB/T 18337-2001	生态公益林建设技术规程	2001/3/14	林业
82		GB/T 15776-2006	造林技术规程	2006/12/1	林业
83		GB/T 31733-2015	城乡环境保护林建设技术规程	2015/7/3	林业
84		LY/T 2651-2016	退化森林生态系统恢复与重建技术规程	2016/7/27	林业
85		LY/T 2964-2018	三峡库区消落带植被生态修	2018/2/27	林业
			复技术规程		
86		GB/T 23231-2009	退耕还林工程检查验收规则	2009/2/23	林业
87		LY/T 1836-2009	工业人工林生态环境管理规程	2009/6/18	林业
88	草地	GB 19377-2003	天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标	2003/11/10	农业
89		GB/T 34751-2017	天然草地利用单元划分	2017/11/1	农业
90		NY/T 2997-2016	草地分类	2016/11/1	农业
91		NY/T 2998-2016	草地资源调查技术规程	2016/11/1	农业
92		GB/T 29391-2012	岩溶地区草地石漠化遥感监测技术规程	2012/12/31	林业
93		GB/T 21439-2008	草原健康状况评价	2008/4/1	农业
94		NY/T 1342-2007	人工草地建设技术规程	2007/4/17	农业
95		GB 15618-2018	土壤环境质量 农用地土壤污	2018/8/1	环境

			染风险管控标准（试行）		
96		GB 5084-2005	农田灌溉水质标准	2006/11/1	环境
97		HJ/T 332-2006	食用农产品产地环境质量评价标准	2007/2/1	环境
98		GB/T 30600-2014	高标准农田建设通则	2014/6/25	土地农业
99		GB/T 6274-2016	肥料和土壤调理剂术语	2017/3/1	石化联合会
100	农田	HJ/T 166-2004	土壤环境监测技术规范	2004/12/9	环境
101		NY/T 395-2000	农田土壤环境质量监测技术规范	2000/12/1	农业
102		NY/T 1782-2009	农田土壤墒情监测技术规范	2009/12/22	农业
103		NY/T 395-2000	农田土壤环境质量监测技术规范	2000/8/30	农业
104		GB/T 14550-2003	土壤质量 六六六和滴滴涕的测定气象色谱法	2004/4/1	农业
105		GB/T 17136-1997	土壤质量 总汞的测定冷原子吸收分光光度法	1998/5/1	农业
106		GB/T 22105-2008	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法	2008/10/1	农业
107		GB/T 14552-2003	水、土中有机磷农药测定的气相色谱法	2004/4/1	农业
108		NY/T 1121-2006	土壤检测(含样品制备、19 种元素测定，20 个标准）	2006/6/6	农业
109		GB/T 33130-2014	高标准农田建设评价规范	2016/10/13	土地
110		DZ/T 0295-2016	土地质量地球化学评价规范	2016/9/1	地质
11		GB 50288-1999	灌溉与排水工程设计规范	1999/3/2	水利
112		GB 50599-2010	灌区改造设计规范	2011/2/1	水利
113		TD/T 1043-2013	暗管改良盐碱地技术规程	2013/10/12	土地
114		GB/T 30600-2014	高标准农田建设通则	2014/5/6	土地
115		NY/T 2949-2016	高标准农田建设技术规范	2016/10/26	农业
116		NY/T 1259-2007	基本农田环境质量保护技术规范	2007/4/17	农业
117		NY/T 1120-2006	耕地质量验收技术规范	2006/7/10	农业
118	湖泊湿地	GB/T 26535-2011	国家重要湿地确定指标	2011/9/1	林业
119		HJ 838-2017	湖泊营养物基准制定技术指南	2017/9/1	环境
120		LY/T 1755-2008	国家湿地公园建设规范	2008/12/1	林业
121		GB/T 24708-2009	湿地分类	2009/11/30	林业
122		LY/T 2181-2013	湿地信息分类与代码	2014/1/1	林业
123		GB/T 27648-2011	重要湿地监测指标体系	2011/12/30	林业
124		LY/T 2090-2013	湿地生态系统定位观测指标体系	2013/3/15	林业
125		LY/T 2901-2017	湖泊湿地生态系统定位观测技术规范	2017/10/27	林业
126		GB/T 27647-2011	湿地生态风险评估技术规范	2011/12/30	林业
127		LY/T 2899-2017	湿地生态系统服务评估规范	2017/10/27	林业
128		LY/T 1754-2008	国家湿地公园评估标准	2008/12/1	林业
129		LY/T 2794-2017	红树林湿地健康评价技术规程	2017/9/1	林业
130		LY/T 1755-2008	国家湿地公园建设规范	2008/9/3	林业
131		LY/T 1528-2016	湿地速生丰产林栽培技术规程	2016/10/19	林业

132	生物多样性（含自然保护区）	GB/T 14529-93	自然保护区类型与级别划分原则	1994/1/1	环境
133		LY/T 1814-2009	自然保护区生物多样性调查规范	2009/6/18	林业
134		LY/T 2649-2016	自然保护区生物多样性保护价值评估技术规程	2014/8/21	林业
135		LY/T 2242-2014	自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范	2014/8/21	林业
136	农村	GB 3838-2002	地表水环境质量标准	2002/6/1	环境
137		GB 5749-2006	生活饮用水卫生标准	2007/7/1	环境
138		GB/T 32000-2015	美丽乡村建设指南	2015/6/1	农业
139		TD/T 1054-2018	土地整治术语	2018/5/1	土地
140		TD/T 1050-2017	土地整治信息分类与编码规范	2017/9/1	土地
141		TD/T 1051-2017	土地整治项目基础调查规范	2017/9/1	土地
142		TD/T 1034-2012	市(地)级土地整治规划编制规程	2013/2/1	土地
143		TD/T 1035-2012	县级土地整治规划编制规程	2013/2/1	土地
144		GB 50445-2008	村庄整治技术规范	2008/3/31	建设
145		TD/T 1041-2013	土地整治工程质量检验与评定规程	2013/10/12	土地
146		TD/T 1042-2013	土地整治工程施工监理规范	2013/10/12	土地
147		TD/T 1013-2013	土地整治项目验收规程	2013/10/12	土地
148	城镇	GB 36600-2018	土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）	2018/8/1	环境
149		GB 3095-2012	环境空气质量标准	2016/1/1	环境
150		GB 50201-2014	防洪标准	2015/5/1	水利
151		GB 50137-2011	城市用地分类与规划建设用地标准	2013/2/1	建设
152		CJJ/T 85-2017	城市绿地分类标准	2018/6/1	建设
153		HJ 194-2017	环境空气质量手工监测技术规范	2018/4/1	环境
154		GB/T 50805-2012	城市防洪工程设计规范	2012/12/1	水利
155	其他	GB/T 21010-2017	土地利用现状分类	2017/11/1	土地
156		GB/T 19231-2003	土地基本术语	2003/11/1	土地
157		TD/T 1014-2007	第二次全国土地调查技术规程	2007/7/15	土地
158		GB/T 24255-2009	沙化土地监测技术规程	2009/7/8	林业
159		GB/T 31118-2014	土地生态服务评估原则与要求	2014/9/3	环境
160		HJ 192－2015	生态环境状况评价技术规范	2015/3/13	环境
161		LY/T 2508-2015	沿江（河）、滨海（湖）沙地生态系统定位观测指标体系	2015/10/19	林业
162		LY/T 2191-2013	西南岩溶石漠生态系统定位观测指标体系	2013/10/17	林业
163		LY/T 2902-2017	岩溶石漠生态系统服务评估规范	2017/10/27	林业
164		GB 50773-2012	蓄滞洪区设计规范	2012/5/28	水利
165		GB/T 21141-2007	防沙治沙技术规范	2007/10/16	林业
166		LY/T 1840-2009	喀斯特石漠化地区植被恢复技术规程	2009/6/18	林业
167		LY/T 2829-2017	喀斯特石漠化山地经济林栽培技术规程	2017/9/1	林业

11.5. 附录5、山水林田湖草生态保护修复初步验收资料

1、施工管理文件：工程概况信息表、施工企业资质与项目部管理人员名册及资质报审表、专业分包单位资质报审表、见证试验检测汇总表、施工大事记、施工日志、施工阶段例会及其它会议记录、工程质量事故处理记录及有关文件、施工总结等；

2、施工技术文件：施工组织设计及审查意见、施工安全措施、施工环保措施、专项施工方案、技术交底、图纸会审记录、设计变更申请、设计变更通知及图纸等；

3、进度造价文件：开（复）工报审表、开（复）工令、施工进度计划及报审表、工程延期申请表、合同价格及结算价格文件、工程款支付申请表、工程变更费用报审表、费用索赔申请表等；

4、施工物资文件：工程所用材料（包括水泥、钢材、钢材焊连接、钢铰线、砂、碎石、石材、预制构件、主被动防护网等）的出厂合格证、进场复试报告、使用台帐、不合格项处理记录、施焊人员上岗许可证等；

5、施工试验记录文件：试桩、试验锚杆（索）、注（压）浆等检测试验报告；

6、施工质量评定及记录文件：各分项（工序）、分部、单位工程质量检验评定表、施工记录、隐蔽工程验收记录、以及工程定位测量及复核记录等；

7、施工地质记录文件：各类工程及开挖等的地质编录及地质素描图、重要地质问题技术会议记录等；

8、施工检测成果：抗滑桩检测（验）报告、锚杆（索）抗拔检验报告、土石密实度检测结果、注（压）浆效果检测结果、地表地下排水检验报告等；

9、工程竣工测量文件：工程最终测量记录及测量成果图；

10、工程监测（观测）文件：施工期间的监测（观测）评价方案、监测（观测）评价记录、中间性监测（观测）（月、季、半年、年）评价报告、监测（观测）评价总结报告等；

11、工程验收文件：竣工图、施工竣工总结报告、验收申请等；

12、 其他必须提供的有关资料。

11.6. 附录 6、山水林田湖草生态保护修复工程竣工验收资料

1、初步验收合格证书，以及初步验收时所提供的施工资料；

2、施工单位对工程概况、施工依据、工程施工情况进行总结，对工程施工质量进行整体评价，提交施工单位工程竣工报告；

3、调查评价单位对工程概况、调查评价工作内容及成果、后期服务（跟踪验证情况、设计变更及补充调查评价情况）等进行总结，对工程质量做出评价，并对存在的问题及建议做出说明，提交调查评价单位工作总结；

4、设计单位对工程概况、设计方案、施工过程检查、设计变更、工程监测等进行总结，对工程质量做出评价，并对存在的问题、工程移交后注意事项做出说明，提交设计单位工作总结；

5、监理单位对工程概况、监理机构设置、监理设备使用、监理合同履行情况、监理工作成效、施工过程中出现的问题及处理情况进行总结，对工程施工质量做出评估，提交监理工作总结及工程质量评估报告；

6、建设单位对项目概况、实施情况、工程施工情况、工程施工费用、项目资金使用情况、预期效益实现情况进行总结和分析，提出存在的问题和建议，提交建设单位项目实施总结报告；

11.7. 附录 7、山水林田湖草生态保护修复工程资料归档目录

类别	归 档 文 件	页数	编码范围	备注
一	**工程准备阶段文件**			
1	立项文件			
2	调查评价、设计文件			
3	施工招投标及合同文件			
4	工程造价文件			
5	业主管理文件			
二	**施工文件**			
1	施工管理文件			
2	施工技术文件			
3	进度造价文件			
4	施工物资文件			
5	施工试验记录文件			
6	施工质量评定及记录文件			
7	施工地质记录文件			
8	施工检测成果			
9	工程竣工测量文件			
10	工程监测（观测）文件			
11	工程施工验收文件			
12	其他必须提供的有关资料			
三	**工程验收文件**			
1	施工单位工程质量自评报告及竣工报告			

类别	归　档　文　件	页数	编码范围	备注
2	调查评价单位工作总结			
3	设计单位工作总结			
4	监理单位工作总结及质量评估报告			
5	建设单位项目实施总结报告			
6	生态修复绩效评估报告			
7	工程审计报告和项目决算报告			
8	初步验收证书			
9	工程竣工验收专家意见及备案表			
10	项目验收专家意见及备案表			
11	工程移交证书			
四	**工程影像资料**			
1	开工前原貌、施工阶段、竣工新貌照片			
2	工程建设过程的录音、录像资料			
五	**其他工程文件**			