技术规范及参数要求

鄂尔多斯市2026年水土保持监测项目任务包括：一是开展2026年度水土保持遥感监测工作，以归一化植被指数（NDVI）为主要监测指标，融合卫星遥感、矢量、气象与地面监测点数据，每月生成1期NDVI等监测分析报告，全年共12期，依托鄂尔多斯市水土保持管理平台的“水土保持遥感监测”进行WebGIS可视化展示。二是开展2026年度水土保持专项监测工作，对已建成的入黄泥沙监测点、入黄风沙监测点、生态监测点、淤地坝监测点进行常规监测，并对监测设施设备进行维修保养。受洪水影响，对西柳沟入黄泥沙监测点索道副塔基础、哈什拉川入黄泥沙监测点索道主、副塔及取样箱基础进行重建，对东柳沟入黄泥沙监测点副塔基础进行干砌石防护。

一、水土保持遥感监测

鄂尔多斯地域广阔，地貌环境多样，单靠布设监测站点进行观测有难度和一定局限性，必须综合采用多种技术手段，遥感技术的应用，可以迅速获得广大地区的全面、客观、准确的第一手资料。利用遥感技术进行水土保持与生态环境状况调查可以克服传统手段高投入、长周期、低效率的缺点，可快速准确地进行区域水土保持与生态环境状况调查，提供快捷、全面、宏观的生态环境本底资料，为水土保持与生态环境评价提供科学的数据，对水土保持与生态环境可持续发展具有重要的意义。

1.1 遥感监测内容

2026年水土保持遥感监测内容主要以NDVI植被指数为主。NDVI

植被指数包括植被指数分析、NDVI 遥感指数分析等。

1.2 监测方法及频次

利用卫星遥感数据、GIS 矢量数据、气象数据、地面监测点等多源数据，获取上述数据指标；以栅格数据、矢量数字地图、数据表格、数据图表等多种方式通过 WebGIS 进行展示，运用遥感技术、地理信息技术、人工智能、大数据分析等技术实现遥感信息可视化。

监测频次：每月一次对植被指标内容进行解译分析，全年 12 次。

1.3 遥感数据获取

利用卫星遥感数据、GIS 矢量数据、气象数据、地面监测点等多源数据，获取遥感数据，示例数据准备等。

1.4 遥感监测工作量

遥感影像处理与分析鄂尔多斯市 8.7 万平方公里，每月一次，共 12 次，包括野外验证、数据分析、信息可视化等。

1.5 技术要求

1.5.1 遥感指数分析

（1）技术要求：

通过以下指数计算与可视化，值域限定在[-1,1]或[0,1]，采用渐变色呈现，确保精度与可解释性：

植被指数：白到绿，值越大植被覆盖越茂盛，通过动态阈值调整，适配不同生态区划。

输出影像兼容多场景对比（双屏/多屏）与时序演化，通过矢量/栅格格式导出，适配 GIS 平台集成。

（2）成果规范：

指数影像数据:具有色彩映射表的栅格影像，按照不同的等级进行色彩映射，具有很高的可读性，格式为 tif/tiff。

主成分协方差矩阵数据:记录四指数的相关性和贡献占比，按照不同贡献占比进行协同运算，格式为 txt。

指数统计报表:统计遥感指数在不同程度下的所占比例和具体地理面积，格式为 excel/pdf。

专题图册:有明确的主题(指数主题)、对应不同程度的色彩、所占比例和地理面积，格式为 png。

1.5.8 影像查看与分析功能

1.5.1.1 交互式双屏对比功能

利用水土保持管理系统中的“分屏功能”划分屏幕为左右独立区域，通过加载多时段、多源数据（如 NDVI、NDWI、卫星影像），兼容栅格/矢量格式（GeoJSON、Shapefile 等）。

提供动态分割条控件，启用拖动交互对比，通过多尺度缩放、多视角切换及局部差异可视化。

集成遥感影像、三维模型等，通过多维度分析，适配多终端（PC、平板），确保响应式布局与触摸交互。

生成高性能交互式双屏对比视图，适配跨时段或跨区域数据分析，输出优化矢量成果。

（1）成果规范：

影像查看与分析平台（Web 应用）。

用户操作手册（PDF）与交互功能演示视频（MP4）。

平台源代码（JavaScript/Python）与部署指南，通过本地与云端部署。

示例数据集（2023-2025 年 NDVI/NDWI 影像，tif 格式）与分析报告（PDF）。

（2）综合要求：

功能集成于统一平台，界面直观，交互高效，通过多终端适配（PC、平板）。

成果兼容多格式（栅格/矢量），确保高精度、高清晰度，适配精细分析与快速比较场景。

系统优化数据加载与处理性能，确保大规模遥感数据高效响应，兼容主流 webGIS 平台。

1.5.1.2 多屏同步对比功能

屏幕划分为四块独立区域，各区域通过加载异构数据类型或同场景多时段影像，兼容多格式输入（GeoJSON、Shapefile、栅格/矢量）。

每区域通过独立缩放、平移、视角调整，提供个性化交互操作。

生成四屏同步对比视图，清晰呈现差异，通过用户标注高亮差异区域，适配多时段或多区域分析。

1.5.1.2.1 时间序列动态演化功能

提供时间序列交互控件，通过自定义时间粒度（日、月、季、年），兼容多时段数据加载（NDVI、NDWI 等），通过 GeoJSON、Shapefile

等格式。

实现自动播放、暂停、定格及节点跳转功能，鼠标悬停显示节点元数据（时间、数值）。

生成时间序列动态演化视图，通过多尺度缩放、多视角旋转，精确展示时序变化趋势，适配趋势与细节分析。

二、水土保持专项监测

2.1 入黄泥沙监测

2.1.1 入黄泥沙监测内容

主要在十条入黄孔兑口布设的 10 处入黄泥沙监测点，分别对每条孔兑入的降雨、径流量、泥沙量进行常规监测。

2.1.2 入黄泥沙监测方法及监测频次

（1）降雨监测以雨量站实时获取降雨数据，对降雨量进行全年观测，并实时将监测数据传输至监测信息化平台；

（2）径流量监测以雷达流速仪并辅助水位监测仪，通过在线测量测算与数据无线传输，实现流域径流量监测；

（3）泥沙量监测主要是通过布设在河道上的索道，人工远程控制取样，再进行人工分析获取数据，并将监测数据传输至监测信息化平台。

监测频次：入黄泥沙监测时段主要在 5 至 10 月份，重点监测时段在汛期的6至9月份。对每次形成有效径流的始末进行全过程监测。降雨实时监测。

工作量：每个点需 2 名一般技术人员，全年 360 个工日。

2.1.3 入黄泥沙监测工作量

（一）入黄泥沙监测运行

入黄泥沙监测运行包括：信息传输、观测与取样、数据分析等。

（1）信息传输：依托 4G 无线物联网，实时传输监测数据及监控运行情况。

（2）观测与取样：野外观测主要在 5 月至 10 月间，确保对每一次洪水的全过程进行全面监测，人工远程并辅助现场取样，及时将样品取回进行过滤、烘干、称重等处理。

（3）取样不论白天还是晚上必须有专业人员驻扎现场。

（4）测绘与数据分析：每次形成有效径流之前和之后，计算、绘制监测点位置河道横断面图，并绘制河道水位、雨量和断面、流速、径流量、泥沙含量等的关系图；并包括资料收集、数据统计、报告编制、成果分析评价与咨询。

（5）入黄泥沙动态模型模拟：根据全年历次雨量、径流量和泥沙流失量的相关入黄泥沙数据等，生成入黄泥沙相关动态模型并做模型模拟。

（二）入黄泥沙监测设施设备维修养护

入黄泥沙监测设施设备维修养护包括：

（1）自动雨量站、自动水位站、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备、缆道取样设备、样品存储设施设备等。

（2）定期清理雨量计里面的泥沙、杂草等异物，防止雨量计被

这些异物堵塞雨量计进水口。

（3）定期用量杯校准雨量计的采集误差；

（4）定期检查并清理取样瓶，把里面的泥沙等杂物清理干净，防止取样瓶堵塞，并消除内部已有沉淀泥沙对取样的误差干扰。

（5）定期检查缆道及智能无人车机械结构的控制、刹车、行走等运行情况；由于每次产流后河床高程的变化，因此在每次河道每次产流后要去校准水位计的空高，进而校准水位计采集水位的精度；每次产流后及时去现场取出采集的水样，然后送到实验室进行泥沙分析；

（6）定期去现场清理太阳能板上的沙尘、鸟屎等异物，保证太阳能板正常发电；

（7）定期检查仪器设备的安放状态、电池状态，是否存在机械故障，发现问题进行及时更换、维修或上报；

（8）经常检查观测场等区域的植被生长状况，及时进行修剪、清理或补植；对存储的各项监测数据及时进行下载、整理和统计分析；严格按照监测技术标准、规程、规范、制度，做好运行记录。

（9）所有入黄泥沙监测站点设备必须汛前进行巡检。

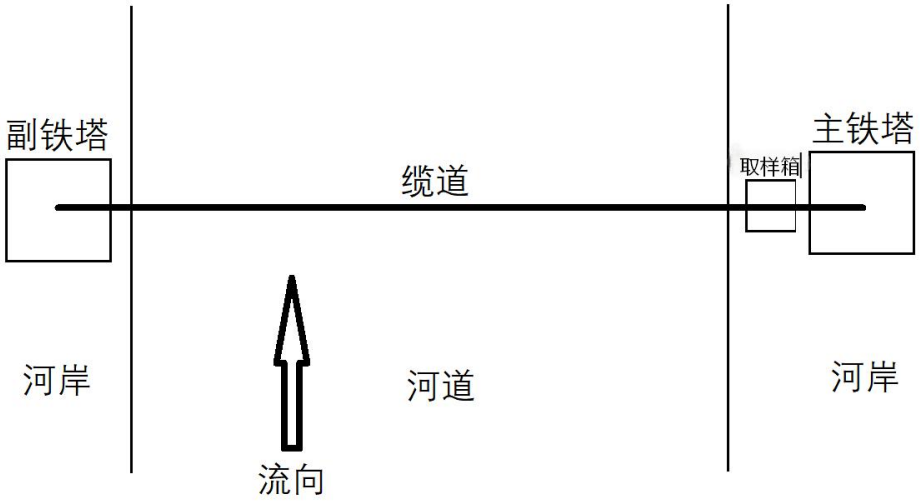
（三）土建工程

该工程分两部分，一是对西柳沟入黄泥沙监测点索道副塔基础、哈什拉川入黄泥沙监测点索道主副塔及取样箱基础进行移址重建；二是对东柳沟入黄泥沙监测点副塔基础进行干砌石防护。

（1）工程结构：

主副铁塔基础及取样箱基础，采用 C25 混凝土浇筑，塔基基础浇

筑长 4.2m、宽 4.2m、深 2.0m，取样箱基础浇筑长 2.5m、宽 2.5m、深 1.0m。



东柳沟入黄泥沙监测点岸坡采用格宾石笼护坡，格宾网格护坡厚度 0.40m，护坡顶高程以现状岸坡顶为准，边坡 1:2，下设 0.10m 砂砾石垫层，垫层下铺设非织造土工织物。坡脚设干砌石基础，埋深 1.0m，宽度 1.0m。具体见下表 1

表 1　　基础及护坡工程设计表

工程名称	基础（米）			护坡（米）坡比 1：2			
	长	宽	深	长	底宽	顶宽	高
铁塔基础	4.2	4.2	2				
取样箱基础	2.5	2.5	1				
东柳沟护岸	30	1	1	30	0.4	0.4	2

（2）工程量

入黄泥沙工作量统计表见表 2、3。

表 2　　入黄泥沙监测工作量统计总表

项目名称	单位	数量	备注

入黄泥沙监测	通信	处	10	主要用于采购 4G 流量卡
	驻点观测、取样、测绘、数据分析及动态模型	工日	360	每处监测点，需 2 名技术人员，汛期按 180 天计，需 360 工日。
	设备维修养护	处	10	设备主要包括自动雨量站、自动水位站、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备、缆道取样设备、样品存储设备等

表 3　　土建工程量表

工程名称		单位	数量	备注
铁塔基础	挖方	m^3	70.56	主塔 1 处、副塔 2 处，共计 3 处
	填方	m^3	70.56	
	混凝土	m^3	38.16	
	砂砾石垫层	m^3	3.53	
	钢筋制作与安装	t	1.81	
	模板安装及拆卸	m^2	52.8	
	合计			
取样箱基础	挖方	m^2	6.25	取样箱基础 1 处
	填方	m^3	6.25	
	混凝土	m^3	6.25	
	砂砾石垫层	m^3	0.625	
	模板安装及拆卸	m^2	10	
	合计			
护坡	开挖土方	m^3	30	东柳沟护坡 1 处
	回填土方	m^3	30	
	砌石基础	m^3	30	
	铺设土工布	m^2	60	
	格宾石笼	m^3	24	
	合计			

2.1.4 入黄泥沙监测技术要求

1、入黄泥沙动态模型模拟

入黄泥沙动态模型模拟基于高精度断面计算，模拟十大孔兑入黄处的河道水流情况，提供高保真、可交互的仿真环境。以下为详细功

能要求与技术规格：

（1）模型参数配置

参数独立性与可配置性：模型需要支持独立配置参数（流速、水位、河水可见度）和地形参数（河床宽度、高程变化），需要支持多组参数集的动态切换。

参数调试界面：基于 Vue 开发的交互式调试窗口，需要支持参数实时调整、隐藏/显示切换，并集成参数校验功能和河道预处理采集功能，防止无效输入。

版本管理：要求需要采用 Git 版本控制机制，需要支持参数集的保存、回溯和对比，兼容 JSON 格式存储。

（2）时间轴与水位动态

时间轴精度：时间轴需要支持秒至天、月的时间分辨率，每组产流时间点绑定水位、流速等数据，基于现场产流采集的原始数据处理后的时序数据。

水位动态调节：通过数值插值算法（线性或样条插值）实现水位高度的动态调整，需要支持手动数据调整动态更新。

同步可视化：时间轴与三维视图和二维曲线图实时同步，需要支持调用水位关系数据流更新。

（3）多模型与多场次推演

多模型并行：需要支持同时加载多个现场三维模型和高精度倾斜摄影地理可视化框架，基于容器化技术实现模型隔离，每个模型独立运行不同参数集。

多场次推演：每个模型需要支持多次推演（根基实际产流场次产生的数据展示），用户通过下拉菜选择特定场次。

（4）真实水流模拟

流体模拟：需要采用河道多点采样模型，模拟三维水流场，耦合泥沙输移模型计算实时地形流动效果。

地形贴合：需要基于高分辨率数字高程模型，通过有限体积法确保水流路径贴合河道地形，减少穿模现象。

边界约束：需要通过边界条件限制水流在河道范围内，结合高程数据优化流场稳定性。

（5）数据图表展示

产流场次：需要基于 echart.js 绘制，横轴为时间（需要支持时间戳格式），纵轴为水位（m），集成水位-时间关系曲线。

断面水位变化：需要展示对应模型的大断面数据实时展示水位随时间变化，需要支持多曲线叠加显示，展示断面横轴点、高程水位（m）和动态水深（m）。

（6）声音效果

水流音效：需要集成逼真的水流音效库，通过 Web Audio API 实现动态播放。

音效控制：需要提供开关按钮，需要支持静音功能，兼容主流浏览器（Chrome）。

（7）动态可视化展示

三维渲染：要求基于 Three.js 和 WebGL，实时渲染水流和地形

交互，需要支持粒子动画。

变化趋势：需要通过颜色梯度、场景光照效果和粒子轨迹，动态展示水位、流速和流量的时空变化。

交互性：需要支持多视角切换（俯视、侧视、任意角度）、鼠标/触控缩放和时间轴快进/回退，高帧率展示（与硬件有关）。

（8）数字化三维模型

定期模型更新：根据最新的三维模型数据和倾斜摄影模型，同步处理数据并展示。基于最新监测数据更新三维模型，需要采用标准流程，确保数据一致性。

示范点联动：在关键河段部署，通过 WebGIS 平台同步展示三维模型与实时数据（水位、流速、泥沙相关数据）。

设备数据演示：监测设备通过水文协议实时上传数据，与三维模型映射，展示河道动态数据。

2、入黄泥沙数据分析技术要求

A、河道大断面图：

（1）数据准备：

需要支持河底宽度-高程数据，等设备数据。

需要支持多断面数据批量导入及 GIS 集成展示。

（2）数据处理：

按采集顺序连接数据点，生成平滑剖面曲线。

识别并标注极值点，判断两岸（基于河流流向）。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示，需要支持断面切换、与水位数据的联动。

（4）输出格式：

高分辨率 PDF、交互式 HTML 及 WebGL。

数据导出需要支持 pdf。

B、水位-河道断面面积关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持河底宽度-高程数据，兼容多断面数据集，输入至平台的参数配置文件。

（2）数据处理：

基于分段线性回归生成河床剖面方程，计算各水位对应的断面面积。

进行非线性拟合，优化拟合精度。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示，需要支持水位筛选及与径流量数据联动。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

C、水位-降雨量关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持降雨量（mm）和水位（m）数据，水位需在降雨稳定期采集。

兼容雨量计及水位传感器数据，校准时间滞后。

（2）数据处理：

将水位转换为变化量，聚合降雨量与水位变化量数据集。

进行分段线性回归，需要支持时间滞后分析。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示，需要支持时间筛选及与径流量数据联动。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

D、水位-径流量关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持水位（m）和径流量（m^3/s）数据，同时段采集。

兼容多传感器数据融合，校准。

（2）数据处理：

按时间聚合数据，生成水位-径流量数据集。

进行分段线性回归，需要支持非线性拟合。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

E、水位-流速关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持水位（m）和流速（m/s）数据，同时段采集。

兼容多点流速测量，校准。

（2）数据处理：

按时间聚合数据，生成水位-流速数据集。

进行分段线性回归，需要支持幂律拟合。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

F、水位-泥沙含量关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持水位（m）和泥沙含量（g/L）数据，同时段采集。

兼容浊度计及泥沙传感器数据。

（2）数据处理：

按时间聚合数据，生成水位-泥沙含量数据集。

进行分段线性回归，需要支持非线性拟合。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

2.2 入黄风沙监测

2.2.1 入黄风沙监测内容

主要在库布齐沙漠沿黄段建成入黄泥沙监测点 7 处（其中 3 处沙通量塔与集沙仪同址共建），监测内容包括气象监测、风沙量监测。

2.2.2 入黄风沙监测方法与监测频次

（1）气象监测以气象站实时获取气象因子数据，包括 2m 风速、4m 风速、风向、大气温度、大气湿度、大气压力、雨量、蒸发、10cm 土壤温度、10cm 土壤湿度、20cm 土壤温度、20cm 土壤湿度、40cm 土壤温度、40cm 土壤湿度等，并实时传输监测数据至现有监测信息管理平台；

（2）风沙量监测主要采取人工取样和自动监测相结合的方式开展，分为 2 种模式，一是智能型风沙流侵蚀通量观测塔监测系统（沙通量塔），主要监测下垫面 2m 以上不同高度的风速、风向、沙通量完成数据传输，并实时计算风速廓线、沙通量、输沙率、侵蚀模数、入河风沙量等风蚀指标；二是智能型定方位多梯度风沙流运移监测系统，主要是监测下垫面 2m 高度范围内风沙侵蚀的起始时间、强度、风剖面沉淀物随时间变化的累计量，并实时监测沙通量、输沙率、侵蚀模数、入河风沙量等风蚀指标；并将监测数据实时传输至现有监测信息管理平台。

监测频次：监测时段 1 至 12 月份。每个月末，对每个站点所有梯度集沙盒内沙量取样、烘干、称重。气象实时监测。

工作量：每个点需 1 名一般技术人员，全年 365 个工日。

2.2.3 入黄风沙监测工作量

（一）入黄风沙监测运行

入黄风沙监测运行包括：信息传输、观测与取样、数据分析等。

（1）信息传输：依托 4G 无线物联网，实时传输监测数据及监控

运行情况。

（2）取样校核

每个月底及时收集不同梯度风沙量数据，对采集回来的风沙样进行称重、校核，本工程涉及到通量塔高空取样作业。

（3）入黄风沙数据分析

入黄风沙数据分析主要是对对样品数据进行计算及分析，对监测结果进行校验，以及数据统计、成果分析评价；并绘制梯度和风速关系表和方程、风向玫瑰图、梯度和沙通量关系表、计算入黄风沙运移量等。

（4）入黄风沙动态模型模拟：根据全年入黄风沙量监测成果，生成入黄风沙动态三维风场模型，并做模型模拟。

（二）入黄风沙监测维护

入黄泥沙监测设施设备维修养护包括：

（1）自动气象站、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备、自动集沙仪、自动沙通量塔等。

（2）定期清理雨量计里面的泥沙、杂草等异物，防止雨量计被这些异物堵塞雨量计进水口。

（3）定期用量杯校准雨量计的采集误差；

（4）定期检查并清理取样盒（集沙盒），每次把里面的杂物清理干净；月末准时去现场取出集沙盒内沙样，然后送到实验室进行风沙分析；

（5）定期去现场清理每层梯度集沙盒轴承的沙尘，保证其灵活、

正常的运转；

（6）定期去现场清理太阳能板上的沙尘、鸟屎等异物，保证太阳能板正常发电；

（7）定期检查仪器设备的安放状态、电池状态，是否存在机械故障，发现问题进行及时更换、维修或上报；

（8）经常检查观测场等区域的植被生长状况，及时进行修剪、清理或补植；对存储的各项监测数据要及时下载备份、整理和统计分析；严格按照监测技术标准、规程、规范、制度，做好运行记录。

（9）所有入黄风沙监测站点必须在汛前进行巡检。

（三）入黄风沙监测工作量统计表见下表。

入黄风沙监测工作量统计表

项目名称		单位	数量	备注
入黄风沙监测	通信	处	7	4G 流量卡
	观测、取样、校验、数据分析	工日	365	每处需 1 名技术人员，每年 365 工日。
	设备维修养护	处	7	设备主要包括自动气象站、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备、自动集沙仪、自动沙通量塔等。

2.2.4 入黄风沙监测技术要求

1、入黄风沙动态模型模拟

三维风沙风场模型，对十大孔兑入黄处风蚀监测点的动态模拟，提供高精度风向、风速和沙量分析功能。以下为详细功能与技术规格：

（1）风场数据配置

数据加载：需要支持独立加载风场数据（风速、风向），兼容数据向量化、GRIB 和 CSV 格式，数据需二次算法处理。

数据校验：集成数据清洗工具（基于 Pandas），需要支持异常值检测和缺失值插补（KNN 或线性插值）。

预处理管道：通过 Apache Airflow 自动化数据预处理，需要支持批量导入和格式转换。

（2）时间轴与风场演进

时间轴精度：以月为节点（需要支持自定义时间间隔），基于时序数据存储风场数据。

播放控制：需要支持播放、暂停、快进/倒退功能，时间轴与三维视图同步。

数据同步：需要采用事件驱动架构（Event-Driven），确保时间轴与风场视图数据一致。

（3）风向与风速展示

风向指针：需要支持 0°~360°八个方位指针，基于实时风向数据实时更新。

风速仪表：通过 SVG 绘制指针式或数字式仪表盘，实时显示风速（m/s），以及对应风速颜色等级图例。

多点位展示：需要支持在 WebGIS 上选择多个监测点并加载风蚀倾斜模型，分别渲染各点位的风向和风速，需要采用格式存储点位信息。

（4）模型可视化

三维渲染：基于 WebGL 和 Three.js，渲染高保真风场效果，需要支持 webGpu。

动态效果：风沙颗粒轨迹基于风速和风向实时计算，需要采用算法优化运动轨迹。

多视角需要支持：需要支持俯视、侧视和任意角度切换视角交互。

（5）动态可视化展示

实时动态：通过风矢量图，动态呈现风速、风向的时空变化。

交互功能：需要支持拖拽、缩放和时间轴操作，兼容多端（PC、平板）响应式设计。

（6）数字化数据演示

定期模型更新：每月基于最新风场数据更新三维模型，实现自动化部署。

示范点联动：在风沙高发区典型风蚀点位部署，通过WebGIS平台同步展示三维倾斜摄影模型与实时数据（风速、风向、沙量）关联。

设备：风速传感器、集沙仪通过水文协议上传数据，与三维模型映射，反映设备状态和风场动态。

2、入黄风沙数据分析技术要求

A、风向玫瑰图

（1）数据准备：

需要支持导入风向传感器数据，格式为度（°），采样频率每10分钟一次，每日144条记录。

兼容多种数据格式（如 CSV、JSON、Excel）及数据库接口（如 MySQL、PostgreSQL）。

需要支持批量上传及实时数据流处理。

（2）数据处理：

将风向从度转换为弧度，划分 16 个方位，计算各方位频率。

提供时间尺度选择（日、月、季、年）及自定义时间范围（如任意 30 天）。

需要支持风速分级统计（如 0-2 m/s、2-5 m/s、5-10 m/s 等），生成频率分布。

数据异常检测（如缺失值、极端值）并提供预处理选项（插值、剔除）。

（3）展示方式：

集成知识图谱，动态展示玫瑰图，按照时间顺序展示。

图表需标注标题、时间范围、风速区间图例、比例尺及数据准备。

（4）输出格式：

高分辨率矢量图（PDF）、光栅图（PNG/JPEG）及交互式 HTML5（基于 D3.js 或 ECharts）。

数据导出需要支持 pdf。

B、入黄风沙运移量关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持通量塔同时段采集的沙通量（g/m²/s）和风速（m/s）数据，兼容高频采样（秒级至分钟级）。

需要支持多传感器数据融合，校准时间戳。

（2）数据处理：

按时间段（日、月、季、年）聚合数据，需要支持自定义时间粒度。

进行分段线性回归，优化拟合精度，提供 R^2、均方误差等统计指标。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示，需要支持时间筛选、曲线对比及多维度关联分析（与植被数据联动）。

图表需标注标题、时间范围、单位、拟合参数及数据准备。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF 渲染。

数据导出需要支持 pdf。

C、梯度-沙通量关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持通量塔 2 米、4 米、6 米、8 米、10 米高度的沙通量数据，同时段采集。

提供数据校验功能，检测传感器异常（如缺失数据、异常数据）

（2）数据处理：

按高度和时间聚合数据，需要支持多高度组合分析。

进行分段线性回归，需要支持非线性拟合选项。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

D、梯度-风速关系曲线图

（1）数据准备：

需要支持通量塔各高度风速数据，兼容多传感器同时段采集。

提供数据平滑处理选项（如移动平均）。

（2）数据处理：

按高度和时间聚合数据，需要支持自定义时间。

进行分段线性回归，需要支持对数或幂律拟合。

（3）展示方式：

知识图谱动态展示。

（4）输出格式：

高分辨率 PNG/PDF。

数据导出需要支持 pdf。

2.3 生态监测

2.3.1 生态监测内容

主要分布在罕台川、西柳沟、黑赖沟等流域，共 12 处。监测内容包括降雨、土壤含水量、植被盖度等。

2.3.2 生态监测方法及频次

（1）每个生态监测点布设 1 处自动雨量站，对降雨量进行全年观测；

（2）每个生态监测点布设 1 处土壤监测站，布设三套土壤含水量传感器，定时采集地面以下 10cm、20cm、40cm 处的土壤含水量进行全年观测，并实时将监测数据传输至监测数据管理平台对土壤含水量进行全年观测；

（3）每个生态监测点布设 1 处植被监测站，数据采集器每天定时（默认每天 15:30）对监测区域进行拍照，数据采集器以内置定制编译版 opencv 库为基础，以基于神经网络的图像识别算法为计算方法，配合颜色自动分类算法和植被分类算法，实时计算照片的植被盖度，计算结果实时传输到后台软件，对植被覆盖度进行全年观测，并实时将监测数据传输至监测数据管理平台。

监测频次：全面实时监测。

2.3.3 生态监测工作量

生态监测运行包括信息传输，依托 4G 无线物联网，实时传输监测数据及监控运行情况。

生态监测维护主要包括

（1）自动雨量站、土壤水分仪、植被盖度仪、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接收处理设备、网络互联设备等。

（2）定期清理雨量计里面的泥沙、杂草等异物，定期用量杯校准雨量计的采集误差；

（3）定期去现场清理太阳能板上的沙尘、鸟屎等异物，保证太阳能板正常发电；

（4）定期检查仪器设备的安放状态、电池状态，是否存在机械

故障，发现问题进行及时更换、维修或上报；

（5）对存储的各项监测数据要及时下载备份、整理和统计分析；严格按照监测技术标准、规程、规范、制度，做好运行记录。

（6）所有的生态监测站点必须在汛前进行巡检。

生态监测工作量统计表见下表。

生态监测工作量统计表

项目名称		单位	数量	备注
生态监测	通信	处	12	依托 4G 无线物联网，实时传输监测数据
	设备维修养护	处	12	设备主要包括自动雨量站、土壤水分仪、植被盖度仪、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备等。

2.4 淤地坝监测

2.4.1 淤地坝监测内容

目前，市级建成淤地坝监测点 210 处，其中杭锦旗淤地坝监测点 28 处、达拉特旗淤地坝监测点 55 处，准格尔旗淤地坝监测点 57 处，伊金霍洛旗淤地坝监测点 48 处，东胜区淤地坝监测点 16 处，康巴什区淤地坝监测点 6 处。监测内容包括降雨、水位、坝体环境监测（视频监控）等。

2.4.2 淤地坝监测方法及频次

（1）降雨监测主要是布设自动雨量站，对降雨量进行全年观测。

（2）水位监测主要是对库区水位采用雷达水位计进行实时监测，并实时自动传回数据。

（3）坝体环境监测主要用高清视频设备监测坝体周边环境情况，工作人员可以远程通过本设备，360 度无死角对坝体进行全面监控。

监测频次：监测时段 5 至 10 月份，重点监测时段为 6 月至 9 月，实时监测。

2.4.3 淤地坝监测工作量

淤地坝监测运行包括信息传输，依托 4G 无线物联网，实时传输监测数据及监控运行情况。

淤地坝监测维护主要包括

（1）自动雨量站、自动水位站、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备等。

（2）定期清理雨量计里面的泥沙、杂草等异物，定期用量杯校准雨量计的采集误差；

（3）定期去现场清理太阳能板上的沙尘、鸟屎等异物，保证太阳能板正常发电；

（4）定期检查仪器设备的安放状态、电池状态，是否存在机械故障，发现问题进行及时更换、维修或上报；对存储的各项监测数据要及时下载备份、整理和统计分析；严格按照监测技术标准、规程、规范、制度，做好运行记录。

（5）所有淤地坝监测站点必须在汛期前进行巡检。

淤地坝监测工作量统计表见下表。

淤地坝监测工作量统计表

项目名称	单位	数量	备注

淤地坝监测	通信	处	210	依托 4G 无线物联网，实时传输监测数据
	设备维修养护	处	210	设备主要包括自动雨量站、自动水位站、自动视频监控站、太阳能供电设备、数据接受处理设备、网络互联设备等。

2.5 土建工程

一、三处塔基(西柳沟副塔、哈什拉川主塔/副塔)

（1）结构设计要点

塔型：自立式四角钢管塔，塔高 20m(标准段 4×5m)(根据勘测最终调整)。

基础：C30 钢筋混凝土独立基础，基础顶面高出地面 0.3m，埋深≥1.5m 并低于当地冻土深度，基础平面尺寸 2.5m×2.5m×1.8m(根据勘测最终调整)。

塔身：钢管，主材法兰连接，塔身垂直度偏差。

防雷接地：避雷针高出塔顶，接地电阻；土壤电阻率高时增设降阻剂或扩展接地网。

爬梯与平台：塔身设安全爬梯+护笼。

（2）施工工艺流程

测量放线 → 基坑开挖(机械+人工修整) → 地基承载力检测 → 钢筋绑扎与模板 → 混凝土浇筑(预留地脚螺栓) → 养护 → 塔身分段吊装 → 螺栓紧固与垂直度校核 → 防雷接地施工 → 设备安装与调试 → 验收。

二、哈什拉川取样箱

（1）结构与功能设计

取样箱本体：按照原箱规格设计。

（2）施工要点

支墩基础须开挖至原状土，地基承载力满足要求。

三、东柳沟护坡

（1）设计参数

护坡型式：下部浆砌片石+上部格宾笼复合结构。

护坡尺寸：长约 80m,高 3—5m(随沟岸地形变化)，坡比 1:0.75。

基础：埋深≥1.0m 且置于冲刷线以下 0.5m，基础宽 1.2m，C20 混凝土垫层 0.1m。

反滤层：土工布(200g/m²)+ 0.2m 厚碎石反滤。

（2）施工工艺

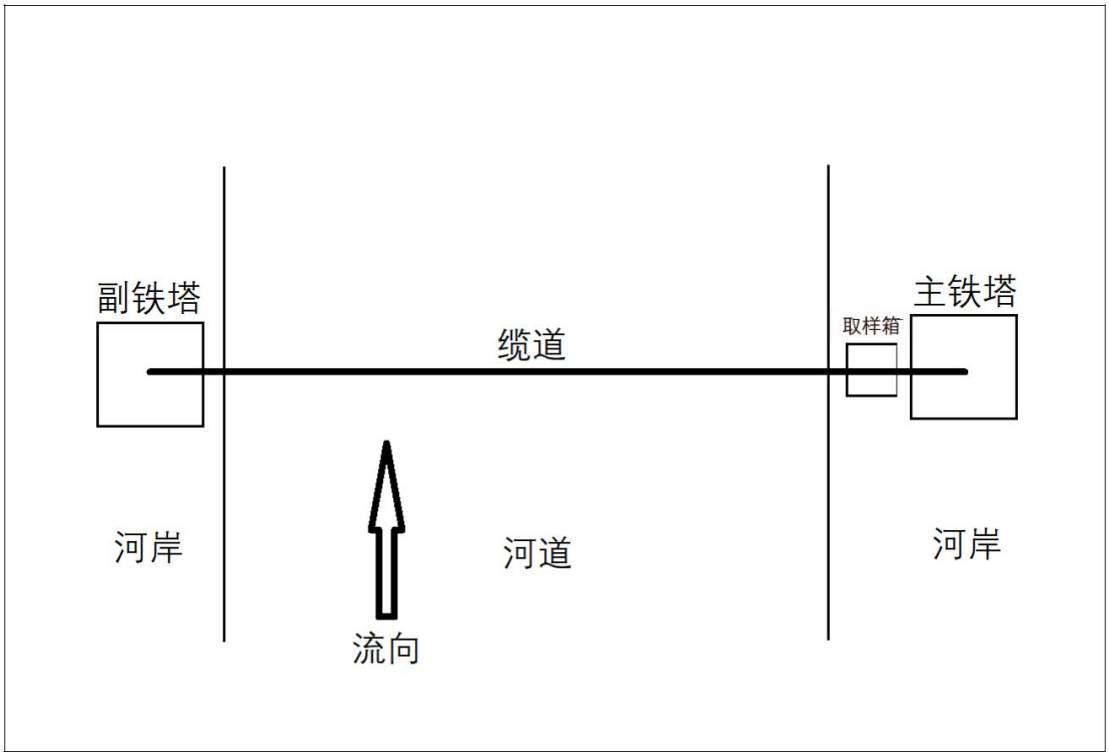
清基与边坡整修 → 基础开挖与垫层浇筑 → 浆砌片石分层砌筑 → 土工布与反滤层铺设 → 格宾笼组装与填石 → 坡顶截水沟施工 → 坡面清理与验收。

2.6 数据管理

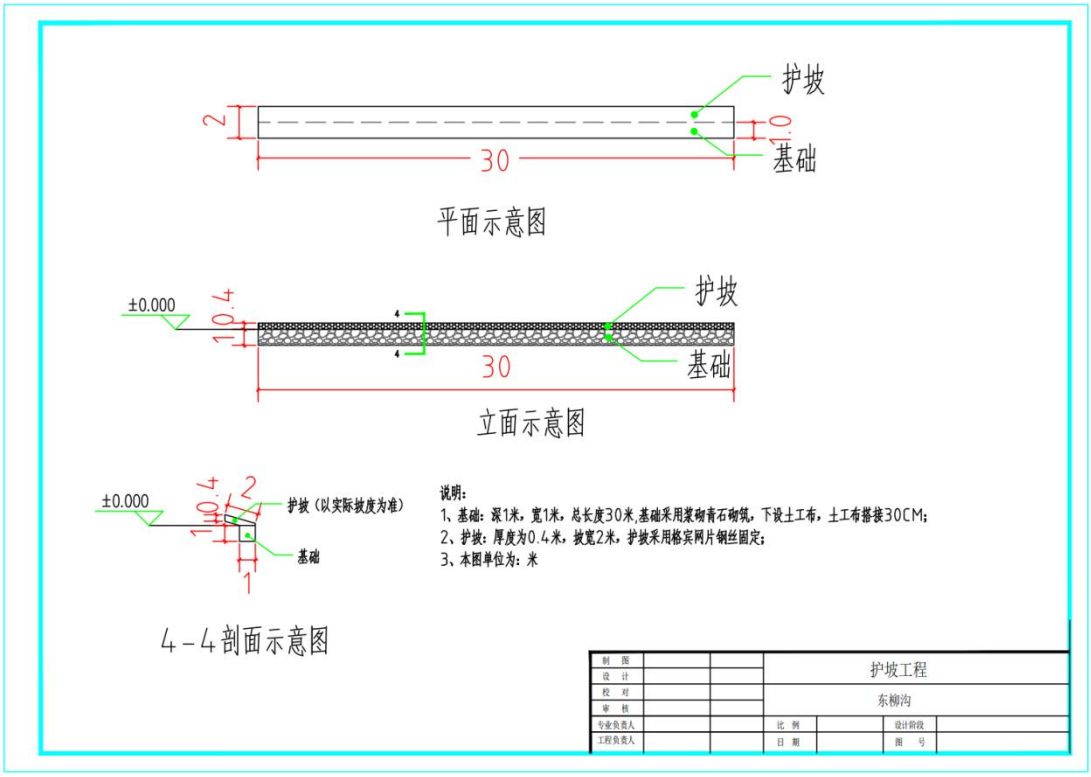
按照水土流失监测技术规程、规范等相关要求，整理基础数据、资料表格，制作专题图件，形成具有一定精度的整编成果，为生态治理、决策和科研等提供真实、可靠的数据支撑。及时掌握鄂尔多斯市水土流失状况，充分发挥监测成果的决策支撑作用，提高监测成果应用水平。创新开展水土保持专项监测工作，推动构建布局合理、功能完备、系统科学、技术先进的全市水土保持监测站网体系，进一步提升监测站网自动化观测水平。加强人才队伍建设，全面提升水土保持监测能力和水平。为进一步分析水土流失规律奠定理论基础，为客观评价水土保持综合治理成效提供依据。分析鄂尔多斯入黄泥沙量和输沙规律、水沙关系等。

三、图纸

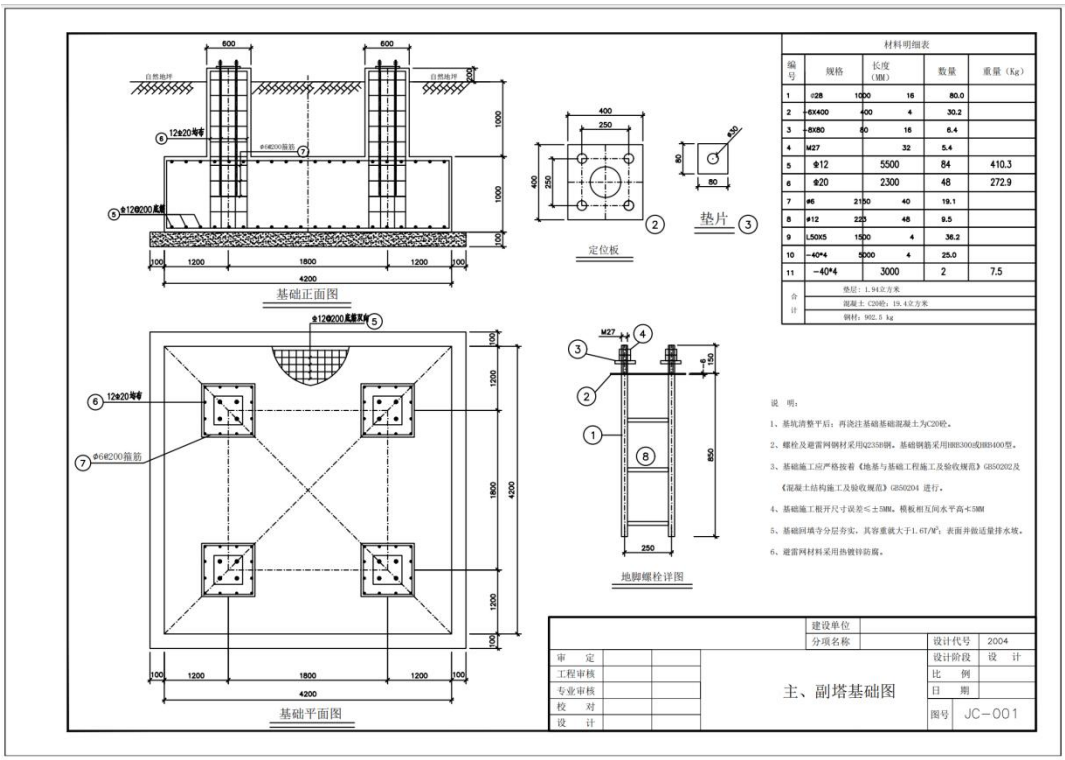
3.1 水蚀设备整体布置示意图



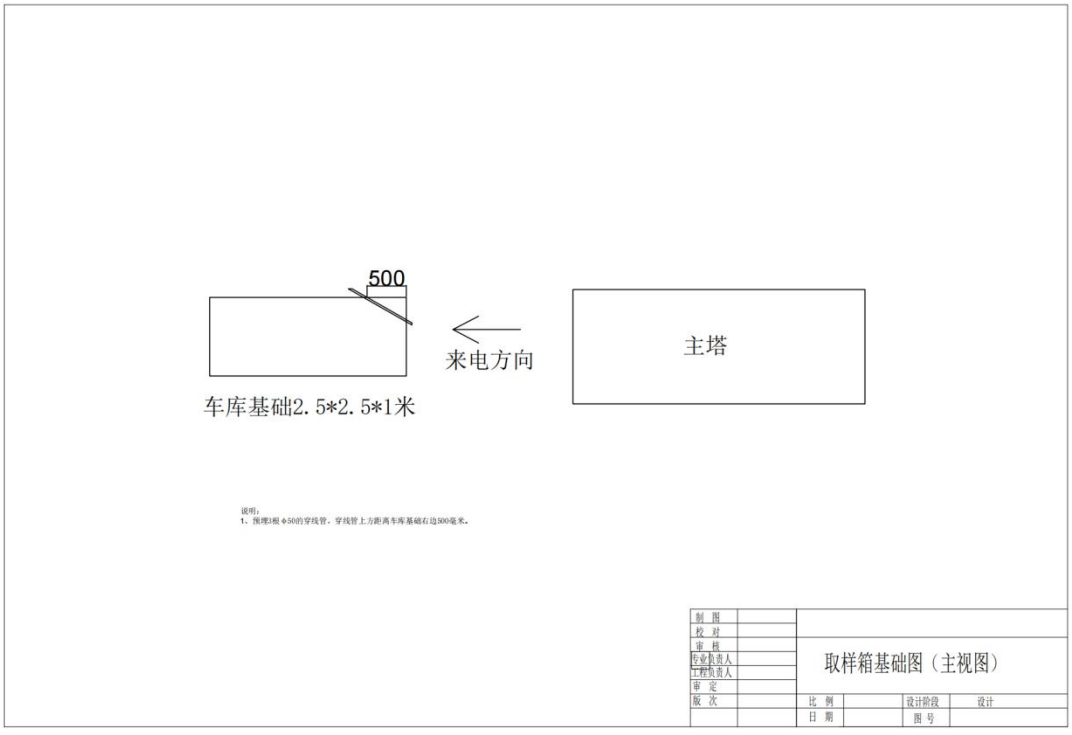
3.2 东柳沟护坡-模型图



3.3 主、副塔基础图



取样箱基础图



3.4 现场照片

现场照片-西柳沟副塔


验真/导航
西柳沟 水蚀
天 气：晴 17℃ 东南风2级
地 点：达拉特旗·西柳沟特大桥
经 度：109.687401°E
纬 度：40.469412°N
今日水印
相机


验真/导航
西柳沟 水蚀
天 气：晴 17℃ 东南风2级
地 点：达拉特旗·西柳沟特大桥
经 度：109.687401°E
纬 度：40.469412°N
今日水印
相机


验真/导航
西柳沟 水蚀
天 气：晴 17℃ 东南风2级
地 点：达拉特旗·西柳沟特大桥
经 度：109.687069°E
纬 度：40.469207°N
今日水印
相机


验真/导航
西柳沟 水蚀
天 气：晴 17℃ 东南风2级
地 点：达拉特旗·西柳沟特大桥
经 度：109.687192°E
纬 度：40.469428°N
今日水印
相机

现场照片-哈什拉川主、副塔



现场照片-哈什拉川取样箱



现场照片-东柳沟副塔护坡

