

陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程
新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目

水土保持监测总结报告

建设单位：大唐杨凌热电有限公司

监测单位：陕西欧科生态工程咨询有限公司

2021年8月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

单位名称: 陕西欧科生态工程咨询有限公司

法定代表人: 见其超

单位等级: ★ (1星)

证书编号: 水土保持 (陕) 字第 0040 号

有效期: 自 2018 年 10 月 01 日至 2021 年 09 月 30 日

发证机构: 中国水土保持学会
发证时间: 2018 年 09 月 30 日



仅限陕西华电杨凌一期2x350MW热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏及

陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程
新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目
水土保持监测总结报告责任页

(陕西欧科生态工程咨询有限公司)

批准：见其超（法定代表人）

核定：朱 玮（高级工程师）

审查：张武强（工程师）

校核：周啟锋（工程师）

项目负责人：苑淑颖（高级工程师）

编写：苑淑颖（高级工程师）（参编第 1、2、3、4 章）

彭育权（工程师）（参编第 5、6、7、8 章）

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	5
1.1 项目概况	5
1.2 水土流失防治工作情况.....	9
1.3 监测工作实施情况.....	10
2 监测内容与方法	13
2.1 监测内容	13
2.2 监测方法与频次	14
3 重点部位水土流失动态监测	16
3.1 防治责任范围监测.....	16
3.2 取土（石、料）监测结果.....	17
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	17
4 水土流失防治措施监测结果	18
4.1 工程措施监测结果.....	18
4.2 植物措施监测结果.....	19
4.3 临时防治措施监测结果.....	20
4.4 水土保持措施防治效果.....	20
5 土壤流失情况监测	22
5.1 水土流失面积	22

5.2 土壤流失量	22
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	24
5.4 水土流失危害	24
6 水土流失防治效果监测结果	25
6.1 扰动土地整治率	25
6.2 水土流失总治理度.....	25
6.3 拦渣率	25
6.4 土壤流失控制比	25
6.5 林草植被恢复率	25
6.6 林草覆盖率	25
7 结论.....	26
7.1 水土流失动态变化.....	26
7.2 水土保持措施评价.....	26
7.3 存在问题及建议	27
7.4 综合结论	27
8 附图及有关资料.....	28
8.1 附图	28
8.2 监测影像资料	28

前 言

陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目位于杨凌区福海工业园杨凌与武功界线的东南边界处，杨凌城区远景规划的东外环路以东，西侧为杨凌工业园区建设投资有限公司，西南侧距杨凌热电联产项目东门约 0.5km，陇海铁路的南侧，厂址东侧距漆水河约 100m。项目区中心坐标为东经 108° 07′ 42.08″，北纬 34° 15′ 48.96″。场地地形平坦，交通便利。

本项目主要建设内容为建设 1 栋 1F 办公楼、1 栋 1F 材料库、1 栋 2F 总配电室、1#Φ44.5m 储存仓（粗灰储存量约 4.0 万 t）、2 座细粉储存及散装库（Ø10×28m 圆库）、粉磨车间、灰渣堆棚以及循环水泵房、空压机组等，同期建设配套的道路、管网工程、绿化等配套设施。项目总占地面积为 3.19hm²，均为永久占地，占地类型为其他土地。总建筑面积 25420.59m²，容积率 0.81，建筑密度 40%，绿地率 13.80%。

本项目包括生产区、办公区、厂内道路区、预留发展区，总占地面积 3.19hm²。工程实际土石方开挖量 0.49 万 m³（自然方，下同）、填筑量 0.49 万 m³，无借方，无弃方。

本项目于 2019 年 12 月开工建设，2021 年 4 月建成。项目概算总投资 3998.27 万元。批复的水保方案中水土保持估算总投资 154.08 万元。

项目区位于杨凌示范区，地貌类型为黄土台塬，气候类型属暖温带半湿润大陆性季风气候。项目区年平均气温 12.9℃，多年平均降雨量 630mm，无霜期 220d。项目区土壤主要是塬土、黄绵土，土层较厚，表土层厚度约 20~40cm。项目区植被属暖温带落叶阔叶林带，所在行政区域林草植被覆盖率为 7.5%。

项目区属于陕西省关中阶地、台塬基本农田水土流失重点预防区，水土流失以水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值为 400t/km²·a，属微度侵蚀，项目区容许土壤流失量为 1000t/km²·a。

2021 年 5 月，受大唐杨凌热电有限公司委托，陕西欧科生态工程咨询有限

公司承担了本项目水土保持监测任务。由于本项目水土保持监测委托时项目主体工程已完工，项目实际施工过程中未开展全程水土保持监测工作，本次监测报告主要通过已验收完成的项目经类比分析并结合现场调查、资料统计等方法形成监测数据。在对监测数据进行统计分析的基础上，我公司于 2021 年 6 月完成了《陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持监测总结报告》。

陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持监测特性表见下表。

**陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目
水土保持监测特性表**

主体工程主要技术指标										
项目名称	陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目									
建设规模	总建筑面积 107917m ² ，其中地上总建筑面积 103009m ² ，地下总建筑面积 4908m ² ，建筑基底总面积 35252m ² ，地下车库停车位 94 个，容积率 0.47，建筑密度 15.37%。			建设单位、联系人		大唐杨凌热电有限公司				
				建设地点		陕西省杨凌示范区杨凌街道办				
				所属流域		黄河流域				
				工程总投资		3998.27 万元				
				工程总工期		2019 年 12 月 ~ 2021 年 4 月				
水土保持监测指标										
监测单位		陕西欧科生态工程咨询有限公司			联系人及电话		张武强/18702968864			
自然地理类型		黄土台塬			防治标准		西北黄土高原区一级标准			
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	定位监测、调查监测			2、防治责任范围监测		调查监测			
	3、水土保持措施情况监测	调查监测			4、防治措施效果监测		调查监测			
	5、水土流失危害监测	调查监测			水土流失背景值		400t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围		3.19hm ²			土壤容许流失量		1000t/km ² ·a			
水土保持投资		154.08 万元			水土流失目标值		400t/km ² ·a			
防治措施		工程措施：雨水排水管网 1755m、蓄水池 1 座、植草砖铺装 165m ² 、土地整治 0.44hm ² 。 植物措施：景观绿化 0.32hm ² 、行道树绿化 560 株、撒播草籽 0.63hm ² 。 临时措施：密目网苫盖 28850m ² 、编织袋临时拦挡 150m。								
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	97	99	防治措施面积	0.87	永久建筑物及硬化面积	2.31	扰动土地总面积	3.19hm ²
		水土流失总治理度	97	99	防治责任范围面积	3.19hm ²	水土流失面积	3.19hm ²		
		土壤流失控制比	1.0	2.5	工程措施面积	463.75m ²	容许土壤流失量	1000(t/km ² ·a)		

前言

	林草植被恢复率	98	99	植物措施面积	0.82hm ²	监测土壤流失情况	800(t/km ² ·a)
	林草覆盖率	26	26	可恢复林草植被面积	0.83hm ²	林草植被面积	0.82hm ²
	拦渣率	95	99	实际拦挡量	0.48 万 m ³	临时堆土量	0.49 万 m ³
	水土保持治理达标评价	根据水土保持监测结果分析，六项指标均达到了水土保持方案防治目标值。					
	总体结论	建设单位比较重视水土流失防治工作，水土保持基本工作到位，各项水土保持措施布局合理，防治效果明显，有效的控制了人为水土流失的发生，土壤流失量控制在国家允许的流失量之内，水土流失防治指标达到了方案目标值，具备水土保持设施验收的条件。					
	主要建议	进一步加强水土保持设施的运行维护管理，做好绿化设施的养护、补植等工作。					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

1、地理位置

陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目位于杨凌区福海工业园杨凌与武功界线的东南边界处，杨凌城区远景规划的东外环路以东，西侧为杨凌工业园区建设投资有限公司，西南侧距杨凌热电联产项目东门约 0.5km，陇海铁路的南侧，厂址东侧距漆水河约 100m。项目区拐点坐标依次为 A 点 34° 15′ 52.10″ 北，108° 07′ 38.89″ 东，B 点 34° 15′ 51.86″ 北，108° 07′ 44.79″ 东，C 点 34° 15′ 46.23″ 北，108° 07′ 45.78″ 东，D 点 34° 15′ 45.36″ 北，108° 07′ 42.67″ 东，E 点 34° 15′ 45.05″ 北，108° 07′ 41.11″ 东，F 点 34° 15′ 45.07″ 北，108° 07′ 39.44″ 东。场地地形平坦，交通便利，工程地理位置详见图 1-1。



图 1-1 工程地理位置图

2、项目建设规模及主要经济技术指标

本项目主要由生产区、办公区、厂内道路区、预留发展区组成。生产区占地面积 1.92hm²；办公区占地面积 0.30m²；厂内道路区占地面积 0.34hm²；预留发展区占地面积 0.63hm²。项目总占地面积 3.19hm²，总建筑面积 25420.59m²。项目计划总投资 3998.27 万元，项目所需全部资金由建设单位自筹。工程主要经济技术指标见表 1-1。

表 1-1 主要技术指标

项目名称	陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配
建设性质	新建建设生产类项目
建设地点	陕西省杨凌示范区杨凌街道办
建设单位	大唐杨凌热电有限公司
建设规模和内容	本工程建设规模为年产20万t磨细粉煤灰生产线；建设内容为主要建设1栋1F办公楼、1栋1F材料库、1栋2F总配电室、1#Φ44.5m储存仓（粗灰储存量约4.0万t）、2座细粉储存及散装库（Ø10×28m圆库）、粉磨车间、灰渣堆棚以及循环水泵房、空压机站等，同期建设配套的道路、管网工程、绿化等配套设施。项目总占地面积为3.19hm ² ，均为永久占地，占地类型为其他土地。总建筑面积25420.59m ² ，容积率0.81，建筑密度40%，绿地率13.80%。
建设工期	2019年12月开工，2021年4月建成，总工期17个月
工程组成与占地积	本项目由生产区、办公区、厂内道路区、预留发展区4部分组成，工程占地面积为3.19hm ² 。

3、项目组成及占地

项目建设防治责任范围为 3.19hm²，共分为 4 个防治分区，即生产区、办公区、厂内道路区、预留发展区。

4、土石方量情况

工程实际土石方开挖量 0.49 万 m³（自然方，下同）、填筑量 0.49 万 m³，无借方，无弃方。

5、工程投资

工程概算总投资为 3998.27 万元，截至目前，工程实际完成投资 5928.60 万元（未决算）。

1.1.2 项目区概况

1、地形、地貌

项目区地处黄土台塬区：塬面开阔平坦，地形微有起伏，地面高程在 450~454m 之间。西北较高，东南较低，坡度约 3‰左右。塬边以陡坡、斜坡与河谷

阶地相接，南部斜坡、陡坡高 40~50m，北部与漆水河坎高 50~65m，原边细沟、冲沟发育，尤其在北部原边地带冲沟多呈“V”字型分布。

2、地质、地震

本项目场地范围内不存在滑坡、崩塌、泥石流、黄土落水洞、陷穴及采空等不良地质作用。

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)，本区基本地震加速度值为 0.15g，地震烈度 7 度。

3、气象

项目区属暖温带半湿润季风气候，夏热多雨，冬季干燥寒冷，多年平均气温 12.9℃，极端最高气温 42℃（1966 年 6 月 19 日），极端最低气温 -19.4℃（1977 年 1 月 13 日）； $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 4811℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 4184℃，年平均降水量为 630mm，最大冻土深度为 40cm，80% 保证率降水量为 540mm，降水主要集中在 7、8、9 三个月，占全年降水量的 54%；年平均日照时数为 2163.8h，平均无霜期为 220d；年主导风向西风，年平均风速为 1.6m/s。主要气象灾害有干旱、干热风、连阴雨、暴雨、霜冻、冰雹、大风等，以干旱发生次数最多，危害最重。项目区主要气象要素见表 1-2。

表 1-2 项目区主要气象要素表

序号	项目	单位	统计值	备注
1	多年平均气温	°C	12.9	
2	极端最高气温	°C	42	1966 年 6 月 19 日
3	极端最低气温	°C	-19.4	1977 年 1 月 13 日
4	多年平均降水量	mm	630	
5	多年平均风速	m/s	1.6	
6	年日照时数	h	2163.8	
7	多年平均无霜期	d	220	
8	$\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温	°C	4184	
9	最大冻土深度	cm	40	

4、水文

杨凌区境内及其周边分布的主要河流有渭河、漆水河、漳河。渭河从揉谷镇的姜塬村流入该区，境内 11.9km，多年平均流量 136.5m³/s，年径流总量 46.03 亿 m³。漆水河系渭河北岸一级支流，该区内流程 8.5km，多年平均流量 4.15m³/s，

年径流总量 1.31 亿 m^3 。漳河系渭河二级支流、漆水河的一级支流，境内流程 24.6km，多年平均流量 $0.46m^3/s$ ，年径流总量 1448 万 m^3 。

除上述三条天然河流以外，亦有宝鸡峡主干渠、二支渠、渭惠渠等人工灌溉渠系流经本区。其中宝鸡峡主干渠年入水量 230 万 m^3 ，渭惠渠年入水量 359.5 万 m^3 ，宝鸡峡二支渠入水量 917.1 万 m^3 ，渭河滩民堰入水量 61.3 万 m^3 。

距离本项目最近的河流为渭惠渠和漆水河。

5、土壤、植被

土壤：

陕西杨凌农业示范区所辖区域内土壤共有 7 个土类 70 个土种，按其组成用途和特性可分为三大类：塿土类：包括红油土、黑油土、斑黑油土、塿土等，主要分布在渭河二、三级阶地上；黄土类：包括黄绵土、白蟪土、游蟪土等，主要分布在塬边、土壕、沟坡及部分河谷地；水稻土类：包括水稻土、沼泽土等，主要分布在渭河、漆水河滩地土壤质地大多为壤质、壤质偏粘或壤质偏沙。

项目区土壤类型主要以塿土、黄绵土为主。

植被：

项目区植被属暖温带落叶阔叶林带，项目所在的行政区域林草覆盖率为 7.5%，植物资源有木本植物 45 科、168 个种类，草本野生植物 148 种。乔木以刺槐、泡桐、杨树、松树、柏树为主，灌木以野蔷薇、连翘、荆条、酸枣为主，草本以艾蒿、羊胡子草为代表群落，经济林有苹果、核桃、柿子、花椒等。

6、其他

项目不涉及水功能保护区，不属于饮用水源保护区。

项目区不存在发生山体滑坡、泥石流等限制项目建设的地质灾害情况，不涉及历史文化遗产、自然遗产、风景名胜、自然景观等特殊环境。

7、项目区水土流失情况

项目区水土流失类型属以水力侵蚀为主的西北黄土高原区，土壤侵蚀模数背景值为 $400t/km^2 \cdot a$ ，土壤侵蚀强度以微度为主，侵蚀形式以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $1000t/km^2 \cdot a$ 。

根据《陕西省水土保持规划》（2016~2030 年），工程所在地属陕西省关中阶地、台塬基本农田水土流失重点预防区。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持管理情况

在工程建设中,建设单位严格实行项目法人责任制、合同管理制、招投标制、工程建设监理制。对项目建设区的水土流失防治工作非常重视,严格按照该项目的水土保持方案报告书中所设计的水土保持措施落实到位,确保了水土保持工程投资,并根据工程建设过程中出现的情况因地制宜的增设了部分水土保持措施,完善了项目建设区水土流失防治体系,有效的控制了工程建设区的水土流失。

1.2.2 水土保持方案编制概况

根据《中华人民共和国水土保持法》等有关法律、法规的要求,为有效控制项目建设对周边环境的影响,防治新的水土流失,按照水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入(三同时)使用的原则,2018年7月,建设单位委托陕西绿泓生态技术咨询有限公司承担了本项目水土保持方案的编制任务,2018年9月陕西绿泓生态技术咨询有限公司编制完成《陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持方案报告书(送审稿)》,2018年9月21日,杨凌示范区水务局组织评审专家对方案进行了技术审查,并形成了审查意见,根据审查意见,编制单位对方案进行了进一步的修改和完善,于2018年9月底形成了方案报批稿。2018年9月28日,杨凌示范区水务局以杨管水发〔2018〕77号对方案报批稿予以批复;批复项目防治责任范围为3.33hm²。

1.2.3 防治工作概况

本工程建设中,建设单位和施工单位对水土保持工作十分重视,能贯彻相关的水土保持法律法规,按照“三同时”原则,认真落实水土保持方案各项水土保持措施,积极接受地方水行政主管部门的检查。施工、管理各环节十分注意工程建设对环境的影响及可能造成水土流失,科学安排挖填工程土方的临时堆放、转运及回填利用,施工工序安排合理。在汛期,能够做到及时对裸露地表及临时堆土区进行临时防护或永久防治措施挡护,有效地降低了施工期内人为水土流失的发生。能够按设计要求及时实施水土流失各项防治措施,没有发生严重的水土流失事件。

在工程措施方面,施工后期对绿化区域进行了土地平整,在项目区内沿道路

一侧修建了雨水排水管网，在场区人行步道实施了透水铺装，在地面停车场采用了植草砖停车场。工程措施的实施，保证了主体工程的安全运行，有效防治了项目区水土流失。

在植物措施方面，考虑到生产运行的需要，采取了种草绿化措施。

在临时防护措施方面，工程建设过程中的临时措施主要有临时拦挡、密目网苫盖等措施。临时防护措施贯穿于整个施工期，对防治水土流失起到了一定的作用。

本工程施工过程中，不但注意各区域的水土流失防治工作，还注重施工区域的环境建设。在进行水土流失防治的同时，美化了环境。

监测结果表明，项目区土壤流失量已控制在国家允许的流失量范围内，从扰动土地整治率等六项指标的计算结果看，六项指标均达到了方案目标值的要求。由此说明，本工程的各项水土保持防治措施实施效果良好，有效的控制了项目建设期水土流失的发生。

1.2.4 变更、备案情况

本项目水土保持方案未变更。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测工作概述

2021年5月，受大唐杨凌热电有限公司委托，陕西欧科生态工程咨询有限公司承担了本项目水土保持监测。由于委托时项目已完工，因此，本项目水土保持监测为补做。我公司接受委托后，项目负责人带领监测技术人员主要通过收集资料、现场调查、类比分析等方法，对本工程水土流失防治责任范围、土石方量、施工场地面积、水土流失防治措施实施情况、土壤流失量等内容进行调查统计，编制完成了《陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测点布设

由于水土保持监测工作委托时项目主体已完工，水土保持监测主要采用现场调查监测、类比和回顾性监测的方法，现场未布设监测点。

1.3.3 监测设备

本项目监测过程中主要使用的设施设备有：钢钎、皮尺、相机、GPS、无人

机、全站仪、测距仪等，详见表 1-3。

**表1-3 陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程新增粉煤灰、
脱硫石膏处理配套设施项目监测设备统计表**

序号	项目、名称	单位	数量	备注
1	GPS 定位仪	套	1	
2	笔记本电脑	台	1	
3	摄像机	部	1	
4	照相机	部	2	
5	无人机	台	1	
6	测距仪	个	1	
7	游标卡尺	件	1	
8	记录夹	个	5	
9	测钎	根	90	
10	皮尺	条	2	
11	钢卷尺	卷	5	
12	监测车辆	辆	1	

1.3.4 监测技术方法

由于本项目水土保持监测工作委托较晚，本次监测报告主要通过已验收完成的项目类比分析法，结合现场调查、资料统计等方法形成监测数据。

1、调查监测

①各施工区域扰动范围：对已完工的各施工扰动区域面积、损坏水土保持设施面积，通过现场查勘各施工扰动边缘痕迹进行量测，利用 GPS 定位仪、手持测距仪、皮尺等工具测量占地面积，并结合施工记录及图纸测算工程已发生的施工扰动面积情况。

②水土保持措施调查：对于已完工土地整治等工程措施，以及植被恢复等植物措施防护的数量、位置、实施时间、完好程度及运行情况采用实地量测法与抽样调查监测，并根据施工、监理记录统计核实；对已实施的临时措施采用查阅施工记录统计并核实。

2、类比分析法

①原地貌土壤侵蚀模数：原地貌土壤侵蚀模数主要通过咨询地方已验收完成的项目监测成果并结合“水土保持方案报告书”等资料综合分析确定。

②各扰动侵蚀单元侵蚀模数：由于工程施工过程中未开展现场监测工作，无扰动期监测数据。各扰动侵蚀单元侵蚀模数主要采取已完成验收的工程类比推算

的方法，并结合“水土保持方案报告书”预测模数综合分析后确定。

1.3.5 监测成果提交情况

本项目水土保持监测工作于 2021 年 5 月开展，水土保持监测为补做。我公司接受委托后，主要通过收集资料、现场调查、类比分析等方法，按照水土保持监测规范和标准的要求，补充开展了水土保持监测工作，在资料统计分析的基础上，编制完成了水土保持监测总结报告 1 份，报送建设单位。

1.3.6 监测意见及落实情况

2021 年 5 月我公司进场开展了水土保持监测工作，现场监测过程中根据本项目现阶段水土保持工作情况，提出了现场存在的问题，并针对现场存在的问题提出相关建议。建设单位针对我公司提出的问题及时与施工单位进行沟通，并要求各施工单位进行认真落实，确保水土保持工作及时完成。

建设单位督促施工单位对水土保持监测现场提出的问题进行了整改完善，整改后的水土保持措施符合水土保持方案设计及规范标准的要求。

1.3.7 重大水土流失危害事件处理情况

工程建设中，采取了有效的水土流失防治措施，未发生重大水土流失危害事件。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据批复的水土保持方案报告要求、工程建设和工程水土流失特点,按照《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)和《水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程(试行)〉的通知》(办水保〔2015〕139号)的要求,本工程监测内容主要包括以下四方面:

1、项目建设区水土流失影响因子

包括地形、地貌和水系的变化情况,主体工程施工进度、建设项目占地面积、扰动地表面积,项目挖方、填方数量及面积,弃土、弃渣量及堆放面积,项目区林草覆盖率。

2、水土流失状况

包括水土流失形式及面积、水土流失量、水土流失程度的变化情况,以及对周边区域造成的危害及其趋势。

3、水土保持防治效果

包括水土保持工程防治措施的数量和质量,林草措施成活率、保存率、生长情况及盖度,防护工程稳定性、完好程度和运行维护情况以及各项防治措施的拦渣、保土效果。

4、水土流失危害

对于局部施工区域因侵蚀性降雨引起的地表径流冲刷造成局部坍塌、淤积等情况,及时进行现场调查,调查发生面积、坍塌(淤积)量和对周边区域的影响。

水土保持监测内容均对应具体监测指标,针对不同监测内容及其指标应采取不同的监测方法。结合本工程施工进展、水土流失特点及现场条件,监测方法为调查监测,包括查阅资料、询问、巡查、典型调查和抽样调查,主要调查水土流失面积、水土流失量、水土流失危害,以及工程措施的措施类型、开竣工日期、位置、数量、运行情况等,植物措施的措施类型、数量、林草覆盖率、防治效果、抚育管理情况等,临时措施措施类型、位置、数量、防治效果等。本工程具体监测指标及方法详见表 2-1。

表 2-1 项目水土保持监测指标及具体方法

序号	监测内容	监测指标		具体监测方法
		指标名称	指标内容	
1	水土流失影响因素	自然因素	包括降雨量、地形地貌、地表组成物质植被等。	收集附近气象站资料，分析降雨情况；实地勘测、查阅资料；抽样调查，土壤采用手测法、环刀法，植被采用照相法、样线法等。
2		地表扰动情况	包括工程对原地貌植被的占压毁损等情况。	查阅相关技术文件；实地巡查、调查，影像、文字记录扰动现状。
3		水土流失防治责任范围	包括征占地情况防治责任范围变化。	收集、查阅项目征占地文件；实测法，使用测尺、GPS 设备量测；绘图法，采用实际调查、大比例尺测绘。
4		弃土弃渣	扰动占地面积及弃土（渣）量。	查阅相关技术文件；实地量测占地面积结合堆渣体形状测算渣量。
5		料场开采	料场扰动占地面积及开采量。	查阅相关技术文件；实地量测开采量和地表扰动面积。
6	水土流失状况	水土流失类型	水土流失类型形式及分布情况。	收集资料，综合分析各区段水土流失类型；实地调查，选取各区段的典型部位调查。
7		水土流失面积	轻度以上土壤侵蚀面积。	抽样调查法即选取典型地段典型区域和部位进行调查后综合分析。
8		土壤侵蚀强度	各监测分区的土壤侵蚀强度及趋势。	根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007) 分析确定各分区侵蚀强度级别。
9		水土流失量	典型地段或重点部位的水土流失量。	设置固定观测设施获得不同时段的水土流失量；综合分析各类监测结果推算工程水土流失量。
10	水土保持防治效果	施工进度	包括主体工程和各项水土保持措施的实施进展。	查阅施工、监理等资料；实地调查、询问。
11		临时措施	措施类型数量及效果。	查阅施工、监理等资料；实地调查、拍摄照片或录像。
12		工程措施	措施类型、数量、完好程度及防护效果。	查阅施工、监理等资料；抽样调查工程措施，使用卷尺、测距仪等对尺寸进行核查，拍摄照片或影像记录外观质量，综合分析措施防护效果。

2.2 监测方法与频次

2.2.1 调查监测

采用手持式 GPS 定位仪、手持测距仪、皮尺等测量工具，对扰动土地面积、水土保持措施实施情况等进行实地量测；对工程措施质量和完好程度采取巡查方法获取；对林地郁闭度、成活率、林草覆盖率先有代表性的地块作为标准地进行测量分析计算获取，标准地的面积为投影面积，草地 1m×1m。

收集临近生产建设项目监测资料，类比分析本项目土壤侵蚀模数背景值及扰

动后的土壤侵蚀模数。

2.2.2 遥感监测

通过无人机拍摄并结合现场调查，获取清晰、翔实的影像资料，经 RS、GIS 技术处理，掌握项目区的地形地貌、植被、地面物质组成，工程占地、扰动地表状况、损坏水土保持设施数量，弃土、弃渣情况，水土保持措施实施情况、运行情况等数据和资料。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

1、水保方案确定的防治责任范围

根据批复的《陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持方案报告书》(报批稿),本项目共划分为 4 个防治分区,包括生产区、办公区、厂内道路区、预留发展区,水土流失防治责任范围总面积为 3.33hm²,其中项目建设区面积 3.19hm²。详见表 3-1。

表 3-1 水土保持方案确定的防治责任范围 单位: hm²

项目区	水土流失防治责任范围 (hm ²)				合计
	项目建设区			直接影响区	
	合计	永久占地	临时占地	面积	
生产区	1.92	1.92		0.14	3.33
办公区	0.30	0.30			
厂内道路区	0.34	0.34			
预留发展区	0.63	0.63			
合计	3.19	3.19		0.14	3.33

2、工程建设期防治责任范围监测结果

根据监测结果,项目实际防治责任范围包括4个防治分区,即生产区、办公区、厂内道路区、预留发展区,面积3.19hm²,不再考虑直接影响区,详见表3-2。

表 3-2 实际防治责任范围 单位: hm²

水土流失防治分区		项目建设区		合计
		永久占地	临时占地	
1	生产区	1.92		1.92
2	办公区	0.30		0.30
3	厂内道路区	0.34		0.34
4	预留发展区	0.63		0.63
合计		3.19		3.19

3、防治责任范围对比分析

水土保持方案确定的水土流失防治责任范围为3.19hm²,项目建设实际发生的水土流失防治责任范围核定为3.19hm²。实际发生水土流失防治责任范围与水土保持方案确定的防治责任范围一致。

3.1.2 建设期扰动土地面积

本工程从2019年12月开工建设,至2021年4月竣工。通过查阅项目施工资料,2019年12月~2020年3月,该阶段地表扰动方式主要是由施工场地平整、建筑物基础开挖等为主,扰动土地面积为2.69hm²;2020年4月~2020年12月,这一阶段主体工程全面开工,扰动面积达到最大,共计3.19hm²;2021年1月~2021年4月,本阶段主要是场地硬化及绿化建设,项目扰动地表面积大部分被建筑物和硬化覆盖,水土流失面积逐步减小。

3.2 取土(石、料)监测结果

3.2.1 设计取土(石、料)情况

根据批复的《陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持方案报告书》(报批稿),本工程不需要取土取料。

3.2.2 取土(石、料)量监测结果

实际未发生取土取料情况。

3.3 弃土(石、渣)监测结果

3.3.1 设计土(石、渣)情况

根据批复的《陕西华电杨凌一期2×350MW热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持方案报告书》(报批稿),本工程总土石方量为0.90万m³,其中挖方0.45万m³,填方0.45万m³,无弃方,项目不设弃渣场。

3.3.2 弃土(石、渣)量监测结果

根据资料统计结果,本工程实际土石方开挖量0.49万m³(自然方,下同)、填筑量0.49万m³,无借方,无弃方,不设取土场。工程土石方情况详见表3-3。

表3-3 工程土石方情况表 单位:万m³

内容	设计土石方	实际土石方	变化量(+/-)	变化百分比
挖方量	0.45	0.49	+0.04	+8.89%
填筑量	0.45	0.49	+0.04	+8.89%
借方量	0	0	0	
弃方量	0	0	0	

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

1、生产区

(1) 土地整治

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程对本区绿化区域进行土地整治、平整翻松。土地整治面积为 0.27hm^2 。土地整治实施时间为 2021 年 2 月 10 日~2021 年 3 月 5 日。

(2) 蓄水池及沉沙池

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程在生产区东南部，设置一座地下式蓄水池。蓄水池为混凝土结构，尺寸为 $3.9\text{m}\times 3.9\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，蓄水池底板为 40cm 厚 C40 混凝土，下设 15cm 厚 C15 混凝土垫层，侧墙为 25cm 厚 C25 混凝土，上设 15cm 厚 C25 混凝土盖板，盖板处预留雨水篦口。蓄水池前侧为 DN100PVC 进水管，接 $2\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$ 砖砌沉沙池一座，砌筑厚度 24cm，M10 水泥砂浆抹面 2cm；蓄水池后端连接放空管、溢流管和出水管，管径均为 DN100。蓄水池及沉沙池实施时间为 2020 年 6 月 10 日~2020 年 8 月 15 日。

2、办公区

(1) 土地整治

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程对本区绿化区域进行土地整治、平整翻松。土地整治面积为 0.06hm^2 。土地整治实施时间为 2021 年 2 月 10 日~2021 年 3 月 5 日。

(2) 植草砖停车位

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程对办公楼前小汽车停车位铺设了植草砖。共铺设植草砖 165m^2 ，植草砖开孔度达 45%。植草砖铺装实施时间为 2020 年 10 月 30 日~2020 年 11 月 12 日。

3、厂内道路区

(1) 雨水排水管道

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程在绿化带及道路双侧敷设雨水管道，雨水管道为 UPVC 加筋管，雨水口采用平篦式雨水口，连接管管径 400mm，坡度为 0.003，坡向检查井。项目区内雨水采用地面散排、道路集中

的方式。地面雨水排往道路，道路设横坡，利用道路坡降排至道路两侧雨水口，汇集排至雨水排水管道。雨水排水管道实施时间为 2020 年 4 月 5 日~2020 年 8 月 25 日。

4、预留发展区

(1) 土地整治

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程对预留发展区进行土地整治、平整翻松。土地整治面积为 0.50hm^2 。土地整治实施时间为 2021 年 2 月 10 日~2021 年 3 月 5 日。

4.2 植物措施监测结果

1、生产区

(1) 种草绿化

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程在生产区建构筑物周边空地撒播黑麦草进行绿化，绿化面积 0.27hm^2 ，种草绿化实施时间为 2021 年 3 月 6 日~2021 年 3 月 16 日。

2、办公区

(1) 种草绿化

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程在办公区建构筑物周边空地撒播黑麦草进行绿化，绿化面积 0.05hm^2 ，种草绿化实施时间为 2021 年 3 月 6 日~2021 年 3 月 16 日。

(2) 植草砖绿化

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程对植草砖停车位撒播黑麦草进行绿化，绿化面积 125.21m^2 。植草砖绿化实施时间为 2021 年 3 月 6 日~2021 年 3 月 16 日。

3、预留发展区

(1) 种草绿化

通过实地调查、询问主体监理并查看相关资料，主体工程在预留发展区撒播黑麦草进行绿化，绿化面积 0.50hm^2 ，种草绿化实施时间为 2021 年 3 月 6 日~2021 年 3 月 16 日。

4.3 临时防治措施监测结果

1、生产区

(1) 临时拦挡

根据资料统计结果，项目实施的临时拦挡数量比方案增加 16m。

(2) 临时苫盖

根据资料统计结果，项目实际实施的密目网苫盖面积 1.92hm^2 ，比方案设计增加了 0.06hm^2 。

2、办公区

(1) 临时拦挡

根据资料统计结果，项目实施的临时拦挡数量比方案增加 10m。

(2) 临时苫盖

根据资料统计结果，项目实际实施的密目网苫盖面积 0.30hm^2 ，比方案设计增加了 0.075hm^2 。

3、厂内道路区

(1) 临时苫盖

根据资料统计结果，项目实际实施的密目网苫盖面积 0.34hm^2 ，比方案设计增加了 0.04hm^2 。

(2) 洗车台

根据现场调查及资料统计结果，主体工程根据实际情况在施工区域出入口布设洗车台 1 座，比方案设计增加洗车台 1 座。

3、预留发展区

(1) 临时苫盖

根据资料统计结果，项目实际实施的密目网苫盖面积 0.63hm^2 ，比方案设计增加了 0.13hm^2 。

(2) 临时绿化

根据资料统计结果，主体工程对布设在预留发展区的施工生产生活区进行临时绿化，绿化面积 0.01hm^2 ，比方案设计增加临时绿化 0.01hm^2 。

4.4 水土保持措施防治效果

工程各防治分区水土保持措施实施后，工程建设造成的新增水土流失均得到

4 水土流失防治措施监测结果

有效的治理和改善,基本达到了水土保持要求。水土保持措施监测结果详见表4-1。

表4-1 水土保持措施监测表

防治分区	措施类型	措施内容	单位	方案设计	实际完成
生产区	工程措施	土地整治	hm ²	0.27	0.27
		蓄水池	座	1	1
		沉沙池	座	1	1
	植物措施	绿化	hm ²	0.27	0.27
	临时措施	临时拦挡	m	90	106
		密目网苫盖	hm ²	1.86	1.92
办公区	工程措施	土地整治	hm ²	0.05	0.06
		植草砖停车位	m ²	165	278.25
	植物措施	绿化	hm ²	0.06	0.06
	临时措施	临时拦挡	m	60	70
密目网苫盖		hm ²	0.30	0.225	
厂内道路区	工程措施	雨水排水管道	m	1755	1193.30
		土地整治	hm ²	0.12	0
		透水铺装	m ²	0	185.50
	植物措施	行道树绿化	hm ²	0.10	0
	临时措施	临时苫盖	hm ²	0.30	0.34
		洗车台	座	0	1
预留发展区	工程措施	土地整治	hm ²	0	0.50
	植物措施	种草绿化	hm ²	0.63	0.50
	临时措施	临时苫盖	hm ²	0.50	0.63
		临时绿化	hm ²	0	0.01

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目于2019年12月开始施工准备，2021年4月竣工，本项目水土保持监测于2021年5月开展，项目施工期（含施工准备期）水土流失面积主要通过查阅相关资料获得。本项目各施工区产生水土流失总面积为 3.19hm^2 。

通过分析，项目施工期间水土流失面积逐年呈递增趋势，至2020年达到最大，2021年项目竣工后，各区域大部分完成固化硬化，各防治分区水土流失面积逐渐减小。

5.2 土壤流失量

根据水土流失特点，将防治责任范围划分为原地貌、扰动地表和实施防治措施的地表三大类侵蚀单元。原地貌为没有进行施工的区域，在施工准备期及施工初期，所占比例较高。扰动地表为各个施工阶段因各种原因开挖、占压、损坏的区域，随着工程进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少。随着工程的继续进行，主体工程及附属建筑物的建设、水土保持防治措施的逐步实施，最终扰动地表基本被建筑物及防治措施取代。在进行各阶段土壤流失量分析时，将各阶段的划分与三大类侵蚀单元划分一致，即为施工准备期（原地貌）、施工期（扰动地表）、恢复期（实施防治措施后）三个阶段。

5.2.1 原地貌侵蚀模数

本工程于2019年12月开工建设，水土保持监测工作于2021年5月开展，实际施工过程中未开展水土保持监测工作，原地貌土壤侵蚀模数主要通过咨询地方已验收完成的项目监测成果并结合“水土保持方案报告书”等资料综合分析确定。

5.2.2 扰动地表侵蚀模数

由于工程施工过程中未开展现场监测工作，无扰动期监测数据。因此，各扰动侵蚀单元侵蚀模数主要采取已完成验收的工程类比推算的方法，并结合“水土保持方案报告书”预测模数综合分析后确定。

5.2.3 各年度平均侵蚀模数

通过调查项目周边其他项目水土流失监测成果和咨询当地专家，确定本项目原地貌侵蚀模数为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，施工期侵蚀模数至2020年达到最大，往后逐年减小，各区域侵蚀模数详见见表5-1。

表 5-1 各年度平均土壤侵蚀模数表 单位: $t/km^2 \cdot a$

地貌单元		原地貌 侵蚀模数	扰动地貌平均侵蚀模数		
			2019	2020	2021
项目区	生产区	400	1000	1200	400
	办公区	400	1000	1200	400
	厂内道路区	400	1000	1200	/
	预留发展区	400	800	1200	400

5.2.4 建设期及植被恢复期土壤流失总量分析

根据监测分析计算结果, 本项目建设土壤流失总量为 93.08t, 土壤流失量详见表 5-2。从空间上分析, 水土流失主要发生在生产区, 土壤流失量为 57.60t, 占土壤流失总量的 61.88%, 其次为预留发展区, 流失量为 17.64t, 占土壤流失总量的 18.95%。从时段上分析, 水土流失主要发生在 2020 年, 土壤流失量为 38.28t, 占土壤流失总量的 41.13%; 2019 年土壤流失量为 30.64t, 土壤流失量占土壤流失总量的 32.92%。

从图 5-1 可以看出, 随着水土保持措施的逐步完成, 土壤流失量逐年减小。

表 5-2 分年度土壤流失量统计表 单位: t

地貌单元		面积	原地貌 侵蚀量	扰动地貌侵蚀量			
				2019	2020	2021	合计
项目区	生产区	1.92	7.68	19.20	23.04	7.68	57.60
	办公区	0.30	1.20	3.00	3.60	1.20	9.00
	厂内道路区	0.34	1.36	3.40	4.08	/	8.84
	预留发展区	0.63	2.52	5.04	7.56	2.52	17.64
合计		3.19	12.76	30.64	38.28	11.40	93.08

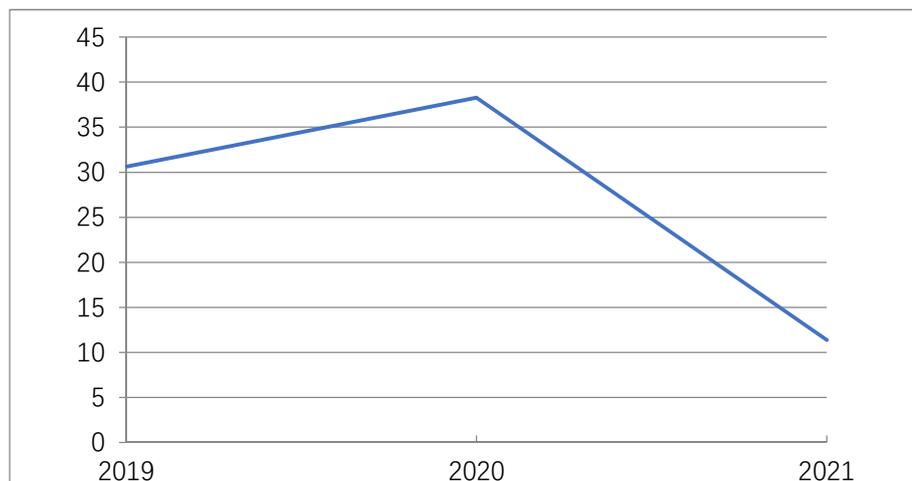


图 5-1 2019 年~2021 年年度扰动地表土壤侵蚀总量变化图

5.2.5 各扰动土地类型土壤流失量分析

根据监测结果,本项目土壤流失总量为 93.08t,其中原地貌土壤流失量 12.76t,新增土壤流失量 80.32t。

5.3 取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量

本项目无取土弃渣,无潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

工程在施工过程中因施工开挖回填等人为原因造成大量的裸露地表,植被遭到破坏,使得土地失去原有的防冲固土能力。若不对其及时加以防护,表层土继续随降水及地表径流大量流失,造成区域水土流失。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

根据调查结果，陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目实际扰动土地面积为 3.19hm²，各类建（构）筑物占地及硬化面积为 2.31hm²，水土保持工程措施治理达标面积 463.75m²，植物措施治理达标面积 0.82hm²。扰动土地整治面积 3.18hm²，扰动土地整治率为 99%。

6.2 水土流失总治理度

根据调查结果，陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目实际造成的水土流失面积为 3.19hm²，各项水土保持治理达标面积（含工程措施和植物措施）面积为 0.87hm²，各类建（构）筑物占地及硬化面积为 2.31hm²，由此计算项目建设区平均水土流失总治理度 99%。

6.3 拦渣率

根据调查结果，本项目无永久弃渣，项目施工过程中对临时堆土能够及时采取临时防护措施，减少弃渣流失，渣土防护率达到 99%。

6.4 土壤流失控制比

项目区土壤容许流失量为 1000t/km²·a。根据项目建设区土壤侵蚀监测结果，按照不同区块面积进行加权平均，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 400t/km²·a，水土流失控制比达到 2.5。

6.5 林草植被恢复率

根据监测结果，项目建设区可恢复林草植被面积 0.83hm²，林草植被治理达标面积 0.82hm²，林草植被恢复率达到 99%，达到方案确定的防治目标。

6.6 林草覆盖率

根据监测结果，项目建设区面积 3.19hm²，项目区林草植被治理达标面积 0.82hm²，林草覆盖率达到 26%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据《陕西省水土保持规划（2016~2030年）》，项目区属于陕西省关中阶地、台塬基本农田水土流失重点预防区，依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），项目区防治标准执行西北黄土高原区一级标准。

监测结果表明，在施工期，项目各防治分区侵蚀模数为 400~1200t/km²·a，实施防治措施后，平均侵蚀模数达到 400t/km²·a。由于各项防治措施的实施，土壤流失量从 2019 年的 30.64t 降到 2021 年的 11.40t，减小幅度为 62.79%。土壤流失量已控制在国家允许的流失量范围内。从水土流失治理度等六项指标的计算结果看，六项指标均达到了方案目标值的要求。由此说明，本工程的各项水土保持防治措施实施效果良好，有效的控制了建设期水土流失的发生。具体达标情况见表 7-1。

表 7-1 防治目标达标对比情况表

六项防治指标	方案目标值	实际达到值	达标情况
扰动土地整治率	97	99	达标
水土流失治理度	97	99	达标
土壤流失控制比	1.0	2.5	达标
拦渣率	95	98	达标
林草植被恢复率	98	99	达标
林草覆盖率	26	26	达标

7.2 水土保持措施评价

建设单位重视水土流失防治工作，严格执行水土保持法律法规，能够认真及时按照批复的水土保持方案报告书落实各项水土流失防治措施，控制了项目区水土流失，较好地完成了水土流失防治任务。

1、工程选择了适宜的水土流失防治措施，能够按照生产建设项目水土保持技术标准的要求落实各项水土保持防治措施，质量可靠。水土保持设施建设与主体工程基本实现了“三同时”。

2、各项水土保持措施布局合理，防治效果明显。项目区采取了种草绿化，选择适宜的草种，充分将各项防治措施有机结合，重点突出。

3、较好的完成了水土保持防治任务，有效控制水土流失的同时，提高了环境美化效果。

7.3 存在问题及建议

本项目在工程设计、施工过程中重视水土保持工作，防治效果显著。建议建设单位做好水土保持措施的管护工作。

7.4 综合结论

从现场查勘及调查结果看，本项目在施工过程中，重视项目建设区的水土保持工作，施工期间，定期安排洒水车对施工区域进行洒水，防止产生扬尘，临时堆土及时进行苫盖，有效降低了扬尘对项目区环境的影响，减少了水土流失。水土保持三色评价：绿色。

生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表

项目名称		陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程 新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目		
三色评价结论（勾选）		绿色 <input checked="" type="checkbox"/>	黄色 <input type="checkbox"/>	红色 <input type="checkbox"/>
评价指标		分值	得分	
扰动 土地 情况	扰动范围控制	15	15	
	表土剥离控制	5	5	
	弃土（石、渣）堆放	15	15	
水土流失状况		15	11	
水土 流失 防治 成效	工程措施	20	18	
	植物措施	15	15	
	临时措施	10	6	
水土流失危害		5	5	
合计		100	91	

项目施工过程中，建设单位能够按照水土保持的要求，积极做好各项水土流失防治任务，能够根据《陕西华电杨凌一期 2×350MW 热电工程新增粉煤灰、脱硫石膏处理配套设施项目水土保持方案报告书》（报批稿），随主体工程的施工及时对工程扰动区域实施与之相适应的水土保持措施；各项水土保持措施布局合理，防治效果明显，有效的控制了人为水土流失的发生；项目建设区内的土壤流失量控制在国家允许的流失量之内，随着林草措施效益的逐步发挥，水土流失治理成果将得到进一步巩固提高；水土流失防治指标基本达到了方案目标值，具备水土保持设施验收的条件。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- 1、项目区地理位置图
- 2、监测分区及监测点布设图

8.2 监测影像资料

监测影像资料



项目建设前遥感影像



项目建设后遥感影像



项目区内部绿化



项目区道路和绿化现状



项目区道路和绿化现状



项目区植草砖现状



项目区透水铺装现状