

表3-3

土石方平衡表

单位：万m³自然方

项目	开挖	回填	调入		调出	
			数量	来源	数量	去向
35KV 开关 站	构建筑物区	0.42			0.42	临时施工区
	道路广场区	0.14			0.14	绿化区
	绿化区		0.14	0.14	构建筑物区、道路广场区	
光伏 阵列 区	光伏组件区	0.22	0.42	0.20	直埋电缆区	
	逆变器室	0.30	0.26			0.04 检修道路区
	直埋电缆区	1.40	1.20			0.20 光伏组件区
	架空线路区	0.14	0.14			
	施工便道区	0.40	0.40			
	检修道路区	0.11	0.15	0.04	逆变器室	
进站道路区	0.01				0.01	临时施工区
临时施工区	0.18	0.61	0.43	构建筑物区、进站道路区		
合计	3.32	3.32	0.81		0.81	

3.2.2 实际施工土石方监测结果

本项目建设期实际土石方总量 4.28 万 m³，其中土石方开挖 2.14 万 m³，回填 2.14 万 m³。详见表 3-4。

表 3-4 工程建设期土石方情况表 单位：万 m³

序号	项目组成		挖填方 总量	挖方量	填方量	调运土方		
						数量	去向	
1	110kV 升 压站	建构筑物区	0.18	0.18		0.18	进站道路垫土， 提升标高	
		道路广场区	0.08	0.08		0.08	绿化区	
		绿化区	0.08		0.08			
2	光伏阵列 区	光伏组件区	0.12	0.06	0.06			
		逆变器室	0.56	0.3	0.26	0.04	检修道路	
		集电线路区	直埋电缆区	1.1	0.55	0.55		
			架空线路	0.28	0.14	0.14		
			施工便道	0.44	0.22	0.22		
		检修道路	1.04	0.5	0.54			
3	进站道路		0.18		0.18			
4	施工生产区		0.22	0.11	0.11			
合计			4.28	2.14	2.14	0.3		

3.2.3 土石方情况对比

方案设计建设期总土石方量为 6.64 万 m³，实际施工中总土石方量为 4.28 万 m³，较方案设计减少 2.36 万 m³，其中开挖量减少 1.18 万 m³，回填方量减少 1.18 万 m³。实际建设过程中，产生的余方全部用于提升进站道路标高及修筑检修道路，工程没有产生永久弃土弃渣。

土石方量变化情况：

①110kV 升压站

经现场调查监测及查阅资料，升压站在主体施工的过程中最大限度的利用原有地形条件，减少土石方量，开挖量减少 0.3 万 m³，回填量减少 0.06 万 m³。

②光伏阵列区

方案估算光伏方阵区域场平挖填土石方量较大，实际按原地貌架设，没有大规模场平；实际集电线路长度比方案减少，即开挖电缆沟土石方量较水保方案有所减少。光伏阵列区总土石方量减少 1.6 万 m³，开挖量减少 0.8 万 m³，回填量减少 0.8 万 m³。

③进站道路

进站道路实际进行了提升标高，因此增加了动土石方量；原方案对进站道路进行了土方开挖，实际未实施，并对该区域进行了覆土平整，对路基标高进行提升；总土石方量增加 0.17 万 m³，开挖量减少 0.01 万 m³，回填量增加 0.18 万 m³。

④施工生产区

方案设计对施工生产区进行土方开挖，将构建筑物区、进站道路区开挖土石方填筑至本区域；实际施工前进行了场地平整，未进行调配利用；因此总土石方量减少了 0.57 万 m³，开挖量减少 0.07 万 m³，回填量减少 0.5 万 m³。

土石方情况监测见表 3-5。

表 3-5 土石方情况监测表 单位：万 m³

项目分区	方案设计			监测结果			增减情况		
	土石方总量	开挖	回填	土石方总量	开挖	回填	土石方总量	开挖	回填
建设区									
110kV 升压站	0.7	0.56	0.14	0.34	0.26	0.08	-0.36	-0.3	-0.06
光伏阵列区	5.14	2.57	2.57	3.54	1.77	1.77	-1.6	-0.8	-0.8
进站道路	0.01	0.01		0.18	0	0.18	0.17	-0.01	0.18
施工生产区	0.79	0.18	0.61	0.22	0.11	0.11	-0.57	-0.07	-0.5
合计	6.64	3.32	3.32	4.28	2.14	2.14	-2.36	-1.18	-1.18

4 水土流失防治措施监测

邢台县 50 兆瓦太阳能光伏地面电站并网发电项目建设期水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果。工程措施的完好程度及运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，洒水等临时性防护措施数量、面积及其效果。

结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。

与水土保持方案中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目区建设期及生产运行初期水土流失防治措施及其效果。依据各分区防治责任范围水土流失特点并结合水土保持方案设计要求进行了实地勘测，施工结束后对各分区布设的水土保持措施综合防治监测。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

本项目方案批复的水土保持工程措施：

(1) 110kV 升压站

工程措施：浆砌石护坡 235m；

(2) 光伏阵列区

①光伏组件区。工程措施：截水沟 4km，集水池 4 个，砂砾石防冲带 110.9km；

②逆变器室。工程措施：表土剥离 260m³，浆砌石护坡 250m；

③集电线路。工程措施：表土剥离 6160m³，表土回铺 6060m³，场地平整 1.55hm²；

④检修道路。工程措施：表土剥离 1140m³，表土回铺 1540m³，浆砌石排水沟 3km，浆砌石护坡 3km；

(3) 施工生产区

工程措施：浆砌石护坡 65m，浆砌石排水沟 45m，表土剥离 1800m³，表土回铺 1800m³；

方案设计工程措施见表 4-1。

表 4-1 方案设计工程措施

分区		措施类型	水土保持措施	措施布置	
				单位	方案设计工程量
110kV 升压站		工程措施	浆砌石护坡	m	235
光伏阵列区	光伏组件区	工程措施	截水沟	m	4000
			集水池	个	4
			砂砾石防冲带	m	110900
	逆变器室	工程措施	表土剥离	m ³	260
			浆砌石护坡	m	250
	集电线路	工程措施	表土剥离	m ³	6160
			表土回铺	m ³	6060
			场地平整	hm ²	1.55
	检修道路	工程措施	表土剥离	m ³	1140
			表土回铺	m ³	1540
浆砌石排水沟			m	3000	
浆砌石护坡			m	3000	
施工生产区		工程措施	表土剥离	m ³	1800
			覆土平整	m ³	1800
			浆砌石护坡	m	65
			浆砌石排水沟	m	45

4.1.2 实际完成工程措施情况

本项目没有进行水土保持工程初步设计、施工图设计，以河北省水利厅批复的水土保持方案依据，直接利用方案设计措施并结合工程建设中的实际情况开展水土保持工作。

通过监测人员实地勘测，监测到实际实施的水土保持工程措施：

(1) 110kV 升压站区。

110kV 升压站利用原地形自然地势移挖作填，减少动土方量；基础开挖采用小型挖掘机辅以人工自上而下、分层分段施工，并作一定坡势，利于泄水。

升压站工程措施：浆砌石护坡 110m，喷锚护坡 60m，植草砖铺设 200m²。

(2) 光伏阵列区。

①光伏组件区

光伏组件区光伏板按原地貌架设，没有大规模整地；在场区排水不畅处开挖土质排水沟 560m；排水沟末端与集水池相连，收集光伏组件区雨水，修筑集水池 1 个。

②逆变器室

逆变器室基础挖填施工扰动区域进行了土地平整，以利于后期植被恢复，面积 0.08hm²；

③集电线路

电缆沟挖填及施工扰动区域进行了表土剥离、覆土平整，以利于后期植被恢复，表土剥离 1.43hm²，覆土平整面积 1.43hm²。

架空线路施工结束后对该区域进行土地平整，面积 0.22hm²；

施工便道施工结束后进行土地平整，面积 0.75hm²；

④检修道路

施工前对检修道路进行土地平整，面积 1.26hm²；

为防治雨水对检修道路冲蚀，检修道路采用长 4200m，路宽 3m 的混凝土硬化路面。

根据工程建设情况、各路段地势、雨水冲刷情况，建设单位在冲刷较严重的地段修筑浆砌石排水沟 1200m。

（3）进站道路

进站道路施工前进行了场地平整，面积 0.09hm²；根据工程建设情况、各路段地势、雨水冲刷情况，修筑长 200m，宽 5m 的混凝土硬化路面，占地面积 0.09hm²。

（4）施工生产区

施工生产区施工结束后进行了场地平整，面积 0.9hm²；在排水不畅处开挖土质排水沟 120m；在排水沟末端与排水管相连，将雨水排至坡底沟谷，埋设 PVC 排水管 30m。

实际完成工程措施见表 4-2。

表 4-2 实际完成工程措施

分区		措施类型	水土保持措施	措施布置	
				单位	实际工程量
110kV 升压站		工程措施	浆砌石护坡	m	110
			喷锚护坡	m	60
			植草砖	m ²	200
光伏阵列区	光伏组件区	工程措施	土质排水沟	m	560
			集水池	个	1
	逆变器室	工程措施	土地平整	hm ²	0.08
	集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	1.43
			表土回铺	hm ²	1.43
			土地平整	hm ²	0.97
	检修道路	工程措施	土地平整	hm ²	1.26
			混凝土硬化路面	m	4200
			浆砌石排水沟	m	1200
进站道路		工程措施	场地平整	hm ²	0.09
			混凝土硬化路面	m	200
施工生产区		工程措施	场地平整	hm ²	0.9
			土质排水沟	m	120
			埋设 PVC 排水管	m	30

4.1.3 工程措施监测结果

通过监测人员调查及实地勘测：

(1) 110kV 升压站：工程施工期间，为更有效防护升压站基础，升压站南侧修筑浆砌石护坡；北侧坡面较陡，采取了喷锚护坡工程；站内北侧铺设植草砖，控制水土流失，使雨水更好下渗。

(2) 光伏阵列区：原设计光伏组件区对在场区上游设置截水沟，截水沟末端设集雨池收集雨水；为了防止雨水及冲洗用水从太阳能电池板上流下冲刷土壤，在太阳能板水流方向下方设一条砂砾石防冲带。实际

对光伏组件区排水不畅处，开挖土质排水沟；修筑集水池 1 个，排水沟与集水池相连，收集场区雨水，用于场区绿化用水，符合水土保持要求。

逆变器室原设计对该区域进行表土剥离，逆变器室基础处于坡度较陡区域时进行浆砌石护坡。实际对逆变器室区进行了土地平整，符合水土保持要求。

工程施工期间，简化施工程序，机械或者人工开挖土由远及近堆放、由近及远回填，保证了表土回覆在地表层，但是表土没有集中堆放、没有临时防护；铺设电缆采用边施工边回填的方法，及时回铺表土，利于后期植被恢复及减少地表水土流失，符合水土保持要求。

检修道路原设计对该区域进行表土剥离，施工结束后回铺表土，对靠近山体一侧布设浆砌石排水沟，对高陡边坡路段为防止发生小范围滑坡冲毁路面，采用浆砌石护坡进行防护；实际对该区域进行了土地平整，检修道路采用混凝土硬化路面，在道路内侧汇流面积较大处修筑浆砌石排水沟，符合水土保持要求。

(3)进站道路

实际对进站道路进行了场地平整，平整面积 0.09hm²；实际根据工程建设情况、各路段地势、雨水冲刷情况，修筑混凝土硬化路面 0.09hm²。

(4)施工生产区

施工期间场平施工阶段监测及后期查阅资料均未发现剥存表土施工或相关信息、影像资料，因此没有计列。对可绿化区的土地平整利于植被恢复；在排水不畅处开挖土质排水沟，排水沟与埋设的排水管相连，将雨水排出场外，符合水土保持要求。

本项目的水土保持工程措施实施情况较好，需进一步加强场区排水工程。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

本项目方案批复的水土保持植物措施：

(1) 110kV 升压站：

工程措施完工后，对升压站空闲地采用撒播草籽的方式进行绿化，绿化面积 0.16hm²。

(2) 光伏阵列区

光伏组件区：施工结束后对破坏地表采用撒播草籽的方式进行绿化，绿化面积 34.72hm²。

集电线路：施工结束后采取播草籽的方式进行绿化，绿化面积 4.47hm²。

检修道路：施工结束后，对扰动后的土地进行表土回铺及植被恢复。采用撒播草籽的方式进行绿化，绿化面积 1.4hm²。

(3) 进站道路

进站道路两侧种植杨树 92 株。

(4) 施工生产区

施工生产区使用结束后采取撒播草籽的方式进行绿化，撒播草籽面积 0.9hm²。

方案设计植物措施见表 4-3。

表 4-3 方案设计植物措施

分区	措施类型	水土保持措施	措施布置		
			单位	方案设计工程量	
110kV 升压站	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.16	
光伏阵列区	光伏组件区	植物措施	撒播草籽	hm ²	34.72
	集电线路	植物措施	撒播草籽	hm ²	4.47
	检修道路	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.4
进站道路	植物措施	种树	株	92	
施工生产区	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.9	

4.2.2 实际完成植物措施情况

本项目实际实施的水土保持植物措施：

(1) 110kV 升压站

升压站主体建筑建设完毕，场区硬化结束，在绿化区内种草绿化 0.16hm²。

(2) 光伏阵列区

①光伏组件区：2016 年 6 月，在光伏阵列区施工扰动区域，实施种草 7.23hm²，撒播草籽 578.4kg；

②集电线路：直埋电缆区实际种草 1.03hm²，撒播草籽 82.4kg；架空线路实际种草 0.09hm²，撒播草籽 7.2kg；施工便道实际种草 0.56hm²，撒播草籽 25.09kg 。

③检修道路：2016 年 7 月，实际对该区域种草 0.68hm²，撒播草籽 54.4kg 。

(3) 进站道路：实际与方案设计相同，道路两侧共种树 92 株。

(4) 施工生产区：主体工程完工后，对场内建材及备料全部清理，对扰动区域进行种草绿化，绿化面积 0.9hm²，撒播草籽 72kg。

实际完成植物措施见表 4-4。

表 4-4 实际完成植物措施

分区	措施类型	水土保持措施	措施布置		
			单位	实际工程量	
110kV 升压站	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.16	
光伏阵列区	光伏组件区	植物措施	撒播草籽	hm ²	7.23
	集电线路	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.68
	检修道路	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.68
进站道路	植物措施	种树	株	92	
施工生产区	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.9	

4.2.3 植物措施监测结果

本项目已实施的水土保持植物措施情况较好，可起到防治水土流失和改善生态环境的作用。施工生产区边坡植被绿化成活率较低，后期应补植补栽，加强管护。

4.3 临时防护措施监测结果

据监理、施工资料，项目实施了临时遮盖、拦挡等临时措施，未统计工程量；施工过程中对项目区机械和人员频繁活动区域定期进行洒水抑尘，在一定程度上改善了施工环境，减少了水土流失发生。工程施工过程中未发现临时措施防护不当造成水土流失危害。

4.4 水土保持措施防治效果

本项目在实际施工中通过工程措施、植物措施可有效治理项目建设中产生的水土流失，改善项目区生态环境。水土保持措施监测见表 4-5。

表 4-5 水土保持措施监测表

序号	分区		措施类型	水土保持措施	措施布置				
					单位	方案设计工程量	实际工程量	变化量	
1	110kV 升压站		工程措施	浆砌石护坡	m	235	110	-125	
				喷锚护坡	m	0	60	60	
				植草砖	m ²	0	200	200	
			植物措施	撒播草籽	hm ²	0.16	0.16	0	
2	光伏阵列区		工程措施	截水沟	m	4000	0	-4000	
				集水池	个	4	1	-3	
				砂砾石防冲带	m	110900	0	-11090	
				土质排水沟	m	0	560	560	
			植物措施	撒播草籽	hm ²	34.72	7.23	-27.49	
			工程措施	逆变器室	表土剥离	hm ²	0.13	0	-0.13
					浆砌石护坡	m	250	0	-250
					土地平整	hm ²	0	0.08	0.08
			工程措施	集电线路	表土剥离	hm ²	3.08	1.43	-1.65
					表土回铺	hm ²	3.03	1.43	-1.6
					土地平整	hm ²	1.55	0.97	-0.58
			植物措施	撒播草籽	hm ²	4.47	1.68	-2.79	
			工程措施	检修道路	表土剥离	hm ²	0.57	0	-0.57
					表土回铺	hm ²	0.77	0	-0.77
					浆砌石排水沟	m	3000	1200	-1800
					浆砌石护坡	m	3000	0	-3000
					土地平整	hm ²	0	1.26	1.26
					混凝土硬化路面	m	0	4200	4200
工程措施	进站道路	场地平整	hm ²	0	0.09	0.09			
		混凝土硬化路面	m	0	200	200			
		植物措施	种植杨树	株	92	92	0		
工程措施	施工生产区	表土剥离	hm ²	0.9	0	-0.9			
		表土回铺	hm ²	0.9	0	-0.9			
		浆砌石护坡	m	65	0	-65			
		浆砌石排水沟	m	45	0	-45			
		场地平整	hm ²	0	0.9	0.9			
		土质排水沟	m	0	120	120			
		埋设排水管	m	0	30	30			
		植物措施	撒播草籽	hm ²	0.9	0.9	0		

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 施工期水土流失面积

施工期，工程建设主要为基础开挖、场地平整、道路修建、集电线路基础开挖等，工程建设对地表造成扰动将产生不同程度的水土流失。

通过估算，本项目在施工期总的水土流失面积为 36.65hm²。

表 5-1 施工期水土流失面积 单位：hm²

项目分区		水土流失面积 (hm ²)
110kV 升压站	基础建设区	0.21
	施工扰动区	0.3
光伏阵列区	基础建设区	1.7
	施工扰动区	33.45
进站道路	路面修筑区	0.08
	施工扰动区	0.01
施工生产区	基础修筑	0.25
	施工扰动区	0.65
合计/平均		36.65

5.2.2 试运行期水土流失面积

试运行期，工程建设已经结束水土项目硬化地表将不产生水土流失，其他扰动地表经过治理后，产生轻微水土流失。通过估算，本项目在试运行期总的水土流失面积为 34.41hm²。

表 5-2 试运行期水土流失面积 单位: hm²

项目分区		水土流失面积 (hm ²)
110kV 升压站	施工扰动区	0.3
光伏阵列区	施工扰动区	33.45
进站道路	施工扰动区	0.01
施工生产区	施工扰动区	0.65
合计		34.41

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌侵蚀模数

参考水土保持书中提供的资料, 原地貌水土流失情况如下表 5-3。

表 5-3 原地貌土壤侵蚀模数现状表 单位: t/km²·a

施工区域	侵蚀模数
110kV 升压站	600
光伏阵列区	600
进站道路	600
施工生产区	600

5.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数

施工期是造成水土流失加剧的主要时段, 尤其是集中在土建施工期, 由于开挖中加大了地面坡度, 改变了植被条件, 破坏了土体结构, 使土壤可蚀性指数升高, 因此各施工场所根据扰动强度不同, 在不采取任何防治措施的情况下致使土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加。

监测工作开展时工程建设已完成, 通过查阅相关资料, 各建设区的土壤侵蚀模数为 1800~2000t/(km²·a)。详见表 5-4。

5.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

土建施工结束后, 110kV 升压站、光伏阵列区、进站道路、施工生产区进行土地整治、绿化等, 土壤侵蚀模数随水土保持措施的实施而逐

渐减小，各扰动区域（扣除建构筑物 and 硬化区域）土壤侵蚀模数减少至 600t/（km²·a）或以下。详见表 5-4。

表 5-4 工程建设期及防治措施实施后地表扰动类型侵蚀模数

分区	时段及土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)		
	建设期	试运行期	
		第 1 年	第 2 年
110kV 升压站	2000	900	600
光伏阵列区	1800	900	600
进站道路	2000	800	600
施工生产区	1900	800	650

5.2.4 各阶段土壤流失量

监测统计，项目建设区内原地貌年土壤侵蚀量 632.82t，详见表 5-5。

表 5-5 项目区原地貌土壤侵蚀量统计表

分区	预测时段	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/（km ² ·a）	侵蚀时段 (a)	土壤侵蚀量 (t)
110kV 升压站	建设期	0.51	600	1	3.06
	试运行期	0.3	600	2	3.6
光伏阵列区	建设期	35.15	600	1	210.9
	试运行期	33.45	600	2	401.4
进站道路	建设期	0.09	600	1	0.54
	试运行期	0.01	600	2	0.12
施工生产区	建设期	0.9	600	1	5.4
	试运行期	0.65	600	2	7.8
合计					632.82

监测调查统计，项目建设扰动期间共产生土壤侵蚀量 661.8t；试运行期的土壤侵蚀量为 515.82t。

表 5-6 建设期各地表扰动类型土壤侵蚀量统计表

分区	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时段 (a)	土壤侵蚀量 (t)
110kV 升压站	0.51	2000	1	10.2
光伏阵列区	35.15	1800	1	632.7
进站道路	0.09	2000	1	1.8
施工生产区	0.9	1900	1	17.1
合计	36.65			661.8

表 5-7 试运行期各地表扰动类型土壤侵蚀量统计表

分区	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)		侵蚀时段 (a)	土壤侵蚀量 (t)
		第 1 年	第 2 年		
110kV 升压站	0.3	900	600	2	4.5
光伏阵列区	33.45	900	600	2	501.75
进站道路	0.01	800	600	2	0.14
施工生产区	0.65	800	650	2	9.43
小计	34.41				515.82

5.2.5 各扰动地表类型土壤流失量

从工程类型区分析，建设期间光伏阵列区产生的土壤侵蚀量最大，其次为 110kV 升压站、进站道路、施工生产区。

2016 年 11 月工程主体进入试运行期，由于工程区内各项水土流失防治措施的实施和水土保持效益的初步发挥，试运行期项目区土壤侵蚀量明显降低。经监测统计，试运行期项目区共产生土壤侵蚀量 515.82t，各工程分区中，光伏阵列区及施工生产区土壤侵蚀量较大。

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

本项目实际施工中未布设取土场、弃土场，未对周边造成影响。

5.4 水土流失危害

该项目建设过程中，由于基础开挖、回填、修建道路和临时堆积等工程，破坏了地表植被，扰动了表层或深层的岩土结构，导致土体抗蚀能力降低，土壤侵蚀加剧。水土流失危害主要表现在对生态环境的负面影响。

经过采取各项防治措施，项目试运行期防治责任范围内大部分区域其土壤流失量已小于容许土壤流失量的标准。绿化区有覆盖度较小的区域，针对这些区域应做好后续防治工作，覆盖度较小的绿化区应及时补植补种，以达到防治水土流失的作用。