

民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目 水土保持监测总结报告

建设单位：武威益能太阳能发电有限公司

编制单位：甘肃润德源环境工程咨询有限公司

二〇一八年十一月





目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	5
1.1 建设项目概况.....	5
1.2 水土保持工作情况.....	10
1.3 监测工作的实施情况.....	12
2 监测内容和方法.....	27
2.1 扰动土地情况.....	27
2.2 取料（土、石）弃渣（土、石等）.....	27
2.3 水土保持措施.....	27
2.4 水土流失情况.....	28
3 重点部位水土流失动态监测.....	30
3.1 防治责任范围监测结果.....	30
3.2 取、弃土监测结果.....	34
4 水土流失防治措施监测结果.....	38
4.1 工程措施监测结果.....	38
4.2 水土保持措施防护效果.....	41
5 土壤流失量分析.....	46
5.1 各阶段土壤流失量分析.....	46
5.2 各扰动土地类型土壤流失量分析.....	58
6 水土流失防治监测结果.....	59
6.1 扰动土地整治率.....	59
6.2 水土流失总治理度.....	60

6.3 拦渣率.....	60
6.4 土壤流失控制比.....	60
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率.....	61
7 结 论.....	62
7.1 防治措施评价.....	62
7.2 防治目标评价.....	62
7.3 存在问题及建议.....	62
7.4 综合结论.....	63

附件：

附件《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书的批复》甘水利水保发

【2013】173 号。

前 言

民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目场址位于民勤县城区以西约 75km 处的红沙岗、镇工业集聚区中部的风光互补基地的三区，场址地理坐标为 N38°54'46.43"~38°55'52.63"，E102°32'24.63"~102°34'5.87"。电站西南侧与在建常州天合民勤红沙岗 50 兆瓦并网光伏发电项目场区为界，东侧与迪盛民勤红沙岗 100 兆瓦并网光伏发电项目区为邻，南侧紧邻改建的民西公路，省道 212 线从项目所在地的工业集聚区南北向通过。场址区地貌单元为山前冲洪积倾斜荒漠戈壁平原，太阳能资源丰富。该项目建成后，将有效利用当地丰富的太阳能资源和荒漠化土地资源，促进节能减排，推动地方经济、环境与社会的可持续发展，具有重要的作用。

根据民勤县清洁能源开发规划，本项目所在的红沙岗工业集聚园区将依托当地丰富的煤炭及其伴生物等矿产资源以及充足的风力、太阳能等清洁能源，以原煤开采为龙头，以煤炭及伴生资源的综合开发利用，煤电、风电、光电等新能源产业为主导，最终形成集研发、生产、销售为一体的综合性生态工业集中区。园区总体规划布置为：在红沙岗镇北侧和东侧规划了光伏发电一区（规划面积 24.2km²，装机容量 450MWp）、二区（规划面积 5.8km²，装机容量 115MWp）和三区（规划面积 40km²，装机容量 835MWp）三个光伏发电区。光伏发电区南侧为红沙岗南部风光互补发电基地，规划面积 900km²，总装机容量 6000MW（其中风电与光电各占 3000MW）；光伏发电区西侧为红沙岗百万千瓦级风电场，规划面积 350km²，总装机容量 1000MW；光伏发电区北侧为独青山风力发电规划区，规划面积 589km²，总装机容量 800MW。在东西片光伏发电中间还分布有红沙岗一矿与红沙岗二矿两座煤矿。目前园区道路、供水、供电等基础设施建设正在按

规划逐步建设实施。在园区道路建设方面，主干道已修通，计划共建成主、次干道 20km，其中 40m 宽景观道路、24m 宽主干道、18m 宽次干道全部硬化，目前大部分道路路基已经填筑完成，并在道路横穿地势低洼的冲沟时修建了混凝土过水路面。供水方面，已新打机井两眼，井深 200m，井距 600m，单井出水量 1400m³/d，专供新增人口的生活、建筑施工用水；供电线路也已架设至各光伏发电区旁边。园区管委会还计划在红沙岗镇区西南角新建污水处理厂一座，用于园区生产生活污水的处理。为了满足园区生活生产用电及供暖要求，计划建设一座 60 万 kw 热电厂，新增供暖面积 285 万 m²，另外配套新建变电所一处及相应的供电线路。本项目位于上述光伏发电三区，目前园区通往光伏电站区的道路、供电及供水等基础设施较为完善。

该项目属新建能源（电源）建设类项目，电站规划总装机容量为 100.177MWp，由 100 个 1MWp 的光伏并网发电单元组成，采用 37°最佳倾角固定方式分别安装标准功率 245Wp 与 250Wp 的多晶硅太阳能电池组件各为 20.46 万块（容量 50.127MWp）与 20.02 万块（容量 50.05MWp）。电站年均发电量 1.44 亿 kwh，年等效利用 1442h。电站按照分块发电、集中并网的方案建设实施。该工程主要由太阳能光伏电池组件、逆变与箱变及配套电气设备、场内道路，以及进场道路等组成。

该项目占地总面积 197.54hm²（其中本期建设扰动面积 170.24hm²，未扰动空地 27.3hm²），占地类型均为荒漠戈壁。工程建设土石方总开挖 6.51 万 m³，总填方 13.56 万 m³，借方 7.05 万 m³（其中外借砂砾石料 7.47 万 m³，外借种植土 0.03 万 m³），调配利用 2.59 万 m³，无弃方。工程估算总投资 9.18 亿元（单位投资 9169 元/Wp），其中土建投资 6994 万元。在总投资中，资本金占 20%，其余 80%为银行贷款。工程于 2014

年 3 月开始施工准备，2015 年 6 月建成，建设总工期 16 个月。

武威益能太阳能发电有限公司 2018 年 9 月委托我公司（甘肃润德源环境工程咨询有限公司）承担该项目的水土保持监测工作。我单位接受监测工作委托后，立即组织专业人员，成立监测小组，根据《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》等资料，参照《开发建设项目水土流失防治标准》、《水土保持监测技术规程》等相关技术标准，我们在认真研究工程设计资料的基础上，收集了工程所在区自然环境、社会环境及水土流失等方面的基础资料，在现场调查的基础上于 2018 年 11 月编制完成了该工程水土保持监测总结报告。

项目的监测方法以全面调查，定位调查为主、巡查为辅。监测人员通过多次深入现场，主要对项目区扰动土地面积、取土量、土石方开挖量、水土流失危害情况、土壤侵蚀量、措施实施的数量、质量以及水土保持设施运行及防护效果等进行相应的调查。

监测结果表明：该工程扰动土地整治率为 98.7%，水土流失总治理度为 98.3%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率为 96.5%，6 项指标除林草植被恢复率和林草覆盖率外均达到了方案设计的指标均达到相关标准要求。

在本次水土保持监测的过程中，得到了武威益能太阳能发电有限公司、地方水保单位的大力支持和协助，在此一致表示衷心的感谢！

水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标										
项目名称		民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目								
建设规模	100MWp		建设单位全称		武威益能太阳能发电有限公司					
			建设地点		武威市民勤县					
			工程等级	大型	所在流域	黄河流域				
			工程总投资	9.18 亿元	工程总工期	16 个月				
			项目建设区		光电池板区、道路区、施工生产生活区。					
建设项目水土保持工程主要技术指标										
自然地理类型	黄土高原剥蚀丘陵地貌	所属防治区		甘肃省水土流失重点治理区						
水土流失预测总量	36880.77t	水土流失容许值		1000t/km ² ·a						
防治责任范围面积	216.81hm ²	自然恢复期侵蚀值		1000t/km ² ·a						
项目建设区面积	208.53hm ²	主要防治措施		土地整治、铺压砾石、洒水等						
直接影响区	8.28hm ²	临时堆土量		6.51 万 m ³						
水土流失背景值	3500t/km ² ·a	完成水土保持投资		742.59 万元						
水土保持监测主要技术指标										
监测单位全称		甘肃润德源环境工程咨询有限公司								
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. 扰动土地整治率		现场调查		5. 林草植被恢复率		现场调查			
	2. 水土流失总治理度		现场调查		6. 林草覆盖率		现场调查			
	3. 土壤流失控制比		现场调查		7. 气象、水文资料		参照项目临近气象站资料			
	4. 拦渣率		场地巡查		8. 水保措施		测量、调查、查阅主体资料			
监测结论	分类分级指标	目标值	达到值	监测数量						
	扰动土地整治率	96.8%	98.7%	措施面积	135.25hm ²	硬化及建筑物	43.59hm ²	扰动地表面积	181.23hm ²	
	水土流失总治理度	96.8%	98.3%	措施面积	135.25hm ²		水土流失面积	137.61hm ²		
	土壤流失控制比	0.73	1.0	实际值	1000t/km ² ·a		项目区容许值	1000t/km ² ·a		
	拦渣率	95.3%	96.5%	实际拦渣量	6.28 万 m ³		临时堆土量	6.51 万 m ³		
	林草植被恢复率	96.8%	*	植物措施面积	0.25hm ²		可绿化面积	*		
	林草覆盖率	1.08	*	林草总面积	0.25hm ²		建设区面积	181.23hm ²		
	水土保持治理达标评价		项目区地处荒漠戈壁，降雨量稀少，加之土壤缺乏、无灌溉条件，植物很难成活。							
	总体结论		建设单位能够依法编报水土保持方案。除植物措施因气候、土壤条件影响未实施外，其他水土保持防治措施均全面完成，有效地控制和减少了工程在生产建设过程中的水土流失，基本达到了水土保持防治要求。							
	主要建议		(1) 对已实施的水保措施加强管护。(2) 项目区生态环境脆弱，建议业主加强对未扰动区域的保护。							

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目场址位于民勤县城区以西约 75km 处的红沙岗、镇工业集聚区中部的风光互补基地的三区，场址地理坐标为 N38°54'46.43"~38°55'52.63"，E102°32'24.63"~102°34'5.87"。电站西南侧与在建常州天合民勤红沙岗 50 兆瓦并网光伏发电项目场区为界，东侧与迪盛民勤红沙岗 100 兆瓦并网光伏发电项目区为邻，南侧紧邻改建的民西公路，省道 212 线从项目所在地的工业集聚区南北向通过。场址区地貌单元为山前冲洪积倾斜荒漠戈壁平原，太阳能资源丰富。该项目建成后，将有效利用当地丰富的太阳能资源和荒漠化土地资源，促进节能减排，推动地方经济、环境与社会的可持续发展，具有重要的作用。

根据民勤县清洁能源开发规划，本项目所在的红沙岗工业集聚园区将依托当地丰富的煤炭及其伴生物等矿产资源以及充足的风力、太阳能等清洁能源，以原煤开采为龙头，以煤炭及伴生资源的综合开发利用，煤电、风电、光电等新能源产业为主导，最终形成集研发、生产、销售为一体的综合性生态工业集中区。园区总体规划布置为：在红沙岗镇北侧和东侧规划了光伏发电一区（规划面积 24.2km²，装机容量 450MWp）、二区（规划面积 5.8km²，装机容量 115MWp）和三区（规划面积 40km²，装机容量 835MWp）三个光伏发电区。光伏发电区南侧为红沙岗南部风光互补发电基地，规划面积 900km²，总装机容量 6000MW（其中风电与光电各占 3000MW）；光伏发电区西侧为红沙岗百万千瓦级风电场，规划面积 350km²，总装机容量 1000MW；光伏发电区北侧为独青山风力

发电规划区，规划面积 589km²，总装机容量 800MW。在东西片光伏发电中间还分布有红沙岗一矿与红沙岗二矿两座煤矿。目前园区道路、供水、供电等基础设施建设正在按规划逐步建设实施。在园区道路建设方面，主干道已修通，计划共建成主、次干道 20km，其中 40m 宽景观道路、24m 宽主干道、18m 宽次干道全部硬化，目前大部分道路路基已经填筑完成，并在道路横穿地势低洼的冲沟时修建了混凝土过水路面。供水方面，已新打机井两眼，井深 200m，井距 600m，单井出水量 1400m³/d，专供新增人口的生活、建筑施工用水；供电线路也已架设至各光伏发电区旁边。园区管委会还计划在红沙岗镇区西南角新建污水处理厂一座，用于园区生产生活污水的处理。为了满足园区生活生产用电及供暖要求，计划建设一座 60 万 kw 热电厂，新增供暖面积 285 万 m²，另外配套新建变电所一处及相应的供电线路。本项目位于上述光伏发电三区，目前园区通往光伏电站区的道路、供电及供水等基础设施较为完善。

该项目属新建能源（电源）建设类项目，电站规划总装机容量为 100.177MWp，由 100 个 1MWp 的光伏并网发电单元组成，采用 37°最佳倾角固定方式分别安装标准功率 245Wp 与 250Wp 的多晶硅太阳能电池组件各为 20.46 万块（容量 50.127MWp）与 20.02 万块（容量 50.05MWp）。电站年均发电量 1.44 亿 kwh，年等效利用 1442h。电站按照分块发电、集中并网的方案建设实施。该工程主要由太阳能光伏电池组件、逆变与箱变及配套电气设备、场内道路，以及进场道路等组成。

该项目占地总面积 197.54hm²（其中本期建设扰动面积 170.24hm²，未扰动空地 27.3hm²），占地类型均为荒漠戈壁。工程建设土石方总开挖 6.51 万 m³，总填方 13.56 万 m³，借方 7.05 万 m³（其中外借砂砾石料 7.47 万 m³，外借种植土 0.03 万 m³），调

配利用 2.59 万 m³，无弃方。工程估算总投资 9.18 亿元（单位投资 9169 元/Wp），其中土建投资 6994 万元。在总投资中，资本金占 20%，其余 80%为银行贷款。工程于 2014 年 3 月开始施工准备，2015 年 6 月建成，建设总工期 16 个月。

1.1.2 项目区概况

（1）地形地貌

项目区所在的红沙岗镇东临腾格里沙漠，西、北为巴丹吉林沙漠，北依北大山，南与龙首山相望，北大山与龙首山之间为潮水东盆地。区内地形平坦而略显北高南低之势，海拔 1410m，比高一般在 5m 上下；东北部因基岩抬升而形成剥蚀残丘或沙，梁相对高差多在 10m 以内，北侧呈低山地貌。见附图（MQYN—3）。拟建光伏电站场址位于北大山前冲洪积荒漠戈壁平原上，地形平坦开阔，海拔在 1360m—1390m 之间，自然坡度约为 1.5%。总体地形为北高、南低，东西方向近似水平，发育一些北东—南西向小冲沟，呈辫状分布，时分时合。地表分布少量宽浅式小冲沟，深 0.2—0.6m，宽 2—20m，无大的自然冲沟。

（2）地质

场址区地表以第四系全新统风积物为主，地基土主要由第四系全新统、上更新统和中更新统冲洪积物构成，自上而下分述如下：

第①层：第四系全新统风积砂层，分布于场址区地表，呈土黄色，成分以石英、长石为主，松散堆积，厚度 0.1m~0.5m。

第②层：第四系全新统冲洪积砂砾层，多呈青灰色或杂色。砂砾成分以石英、长石为主，且长石多强风化，粉细砂含量约占 20%，粗砂含量约占 55%，砾石约占 25%，

磨圆度较差，呈次棱角或片状，干燥，层厚 0.2m~0.5m。

第③层：第四系上更新统冲洪积含细粒土砂砾层，多呈青灰色或杂色，下部多为微红色。该层局部夹有厚 5—20cm 的砂透镜体和 10—30cm 的砾石层透镜体，结构密实，无胶结。砾石粒径 2—8mm，含量 25—40%，级配较差；中粗砂含量约占 30—45%，成分主要为砂岩、石英岩、花岗岩等。本层顶面埋深 0.1—3.5m，厚度 2—50m，天然密度 1.84—1.87g/cm³，天然含水量 0.3—1.4%，含盐量 1116—8936mg/kg，PH 值 8.37—9.5。工程地质条件较好，是主要的持力层。

按国家地震局 2001 年 1:400 万《中国地震动反应谱特征周期区划图》及《中国地震动峰值加速度区划图》资料，电站区动峰值加速度 0.10g，地震动反应谱周期为 0.45s，相当于地震基本烈度为Ⅶ度。本区地下水类型属第四系松散岩类孔隙潜水，主要含水层由第四系砂砾石、中细砂、粉砂等构成，主要由大气降水、山区侧向径流以及凝结水补给。地下水埋深大于 35m，矿化度 0.312g/L，PH 值为 8.4。

(3) 气候与气象

项目区属温带大陆性干旱气候，降水量小，蒸发量大，风多且大，冬季较长，气温低，日温差大，夏季炎热，四季变化明显，空气干燥。根据民勤县气象站 1979~2010 年 30 年气象资料统计，年均降水量 113mm，年均蒸发量 2623mm，多年平均气温为 8.3℃，极端最高气温 41.1℃，极端最低气温-26.8℃，最大冻土深 1.3m。平均日照时数为 3073.5h，平均日照辐射量 6194.34MJ/m²；≥10℃的有效积温 2750℃，无霜期 150d，多年平均风速 2.7m/s，最大风速 23m/s，大风天数 42d，年平均沙尘暴日数 27.4d。年平均相对湿度 45%，主导风向 E 风。项目区主要气象指标见表 1-1。

表 1—1 民勤县气象站基本气象要素统计表

气象要素	指 标	备注
平均气温	8.3℃	来源民勤县 1979 年~ 2010 年气象统计资料
极端最高气温	41.1℃	
极端最低气温	-26.8℃	
平均日照时数	3073.5h	
平均日照辐射量	6194.34MJ/m ²	
平均相对湿度	45%	
年均降水量	113mm	
最大冻土深	130cm	
蒸发量	2623mm	
平均风速	2.7m/s	
最大风速	23m/s	
主导风向	E	
大风日数	42d	
沙尘暴日数	27.4d	

(4) 水文

项目区所在的民勤县地表水资源贫乏，无常年地表径流产生，石羊河为境内主要河流，为当地农业灌溉的主要水源，来源于祁连山冰川融雪水和雨水，年均径流量 618 万 m³，地下水蕴藏量 1.64 亿 m³。

石羊河属内陆河流域，其流域地处河西走廊东段，属河西走廊第三大河流。干流上游杂木河源于祁连山脉东段冷龙岭北侧的大雪山，自塔儿庄出山，入河西走廊东段为中游，过武威接纳冲积扇缘泉水复向东北，名石羊大河；红崖山以北为下游，原分为大东、大西两河，现筑成东西干渠，最后没入民勤县东镇以北的沙漠中，河长 250km 里，流域总面积 4.16 万 km²。主要支流有大景（靖）河、古浪河、黄羊河、金塔河、西营河、东大河及西大河等，均源出祁连山东段，河系以雨水补给为主，兼有冰雪融水成分。

本工程区所在的红沙岗工业园区地势较为平缓，周边无大的水系冲沟，沿园区主干

道两侧均设有排水沟，因而场外来水被排水沟排导至园区外，对工程区基本不产生影响。光伏电站场内地形较为完整，无大的冲沟，仅有少量短而浅的小冲沟，无常流水，只在夏秋季汛期暴雨来临时才可能产生一些季节性来水，对本工程影响很小。

(5) 土壤

本区土壤类型主要以灰棕漠土和风沙土为主，主要分布在荒漠戈壁区，是一种粗骨性土壤，其成土母质在山前平原上为砂砾质洪积——冲积物，土壤中夹杂细颗粒砂砾碎石，颗粒较粗，结构松散，土壤有机质含量较低，肥力较差。原生地表有一层厚约 3—10mm 的土壤结皮，抗侵蚀能力较强，一旦该结皮被扰动破坏，导致土壤质地疏松，使得抗侵蚀能力大为降低。

(6) 植被

项目区植被类型属荒漠草原植被，分布最广的是多年生荒漠草本植物，植被覆盖度较低。据实地调查，在本项目区范围内群落物种主要以矮化的小灌木、小半灌木为主，形成稀疏的荒漠灌木植物群落，主要地表零星分布有白刺、沙蒿、梭梭、珍珠、沙拐枣、红砂、泡泡刺、麻黄等植被群落，丛状疏生，林草覆盖率为 5%。绿洲区人工树种主要有杨树、沙枣、旱柳等。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理工作

武威益能太阳能发电有限公司十分重视水保、环保工作，在工程建设之初，为了加强水土保持保持工作的管理、提高施工单位对水土保持的重视程度，建设单位成立了水土保持工作组，逐级狠抓水土保持工作，同时施工单位成立对应的工作组与指挥部对接，

以保证工作落到实处。建设单位还制定了一系列规章制度，保证工作的有力执行。先后制定的相关制度共 5 项。内容涵盖了综合管理类（2 项）、工程管理类（2 项）、财务管理类（1 项）等，这些制度中基本上囊括了水土保持工作执行的各个环节，尤其是工程管理中，对于水土保持工程落实的质量、进度、检查等各环节均有详细、严格的规定，为工程的顺利、有效、保质保量地施工提供了有力保障。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

2013 年 7 月，受江苏天合太阳能电力开发有限公司委托，定西兴德生态工程规划设计院编制该项目的水土保持方案报告书。于 2013 年 8 月编制完成了《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书（送审稿）》，该报告书已于 2013 年 9 月 6 日在兰州通过了由甘肃省水利厅水土保持局委托甘肃省三木水土保持咨询评估中心组织的专家评审。2013 年 9 月底完成了《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》。2013 年 9 月 29 日，甘肃省水利厅水土保持局以甘水利水保发【2013】173 号文予以批复。

主体工程与水土保持设计做到了同时进行。批复后的水土保持方案纳入了主体设计的专章，在初步设计中考虑了水保方案的防治措施来指导后续施工建设，未进行水土保持单项初步设计和批复。

1.2.3 水土保持监测意见的落实情况

在水土保持监测工作开展过程中，针对不同时期水土保持工程的施工进度，监测人员及时发现问题，及时提出监测意见，建设单位均能够及时作出回馈和整改，有效地保证了工程建设中水土保持防治工作的开展。

(1) 2018年9月底，监测人员正式进场，布设监测点位及临时观测设施。根据第一次的现场查看，项目部就工程建设现场存在临时堆土以及场地平整不到位现象提出了监测意见和建议，并要求施工单位尽快按照方案设计要求恢复整治。对于这些意见，建设单位逐条研究并召开会议由施工单位一一解决，均收到了满意的效果。

(2) 2018年10月，监测人员对项目又进行了逐一勘察，并对本运行期有关水土保持措施的运行管护工作提出了明确的要求及建议，确保项目建设不会发生水土流失问题、不给周边群众农业生产造成危害。

1.2.4“三同时”制度及督查意见落实情况

民勤县益能100MW并网光伏发电项目于 2014年3月开工建设，2018年9月底委托了水土保持监测任务，水土保持监测工作滞后，建设过程中的水土流失未能有效采取措施防治。此监测委托进场后，建设单位根据监测人员提出的意见进行了彻底的整改，落实了水土保持方案设计的各项措施，确保在运行期水土保持措施效益的正常发挥。

1.3 监测工作的实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

1.3.1.1 监测目的

水土保持监测是通过对工程水土保持防治责任范围内采取宏观和微观监测相结合、地面定位观测和实地调查相结合、外业调查和档案资料查阅相结合的方法，及时准确地掌握项目建设期及林草恢复期的水土流失动态变化，分析工程建设对水土流失的影响，评估各项水土保持措施的实施情况，评价各种水土保持措施的防治效果和合理性；及时发现工程建设中存在的水土保持问题，总结经验教训，适时采取相应的补救措施，为本

工程水土保持责任范围内的生态环境及工程安全生产建设和运行服务；同时为水土保持管理部门进行监督管理和水土保持验收提供依据。

1.3.1.2 监测目标

(1) 对扰动土地面积、防治责任范围、水土流失量、弃土弃渣量等动态情况实施监测分析，为水土流失防治提供依据；

(2) 对水土保持措施建设进度实施动态监测和分析，为工程建设和治理提供依据；

(3) 对水土保持效果进行评价，为水土保持设施管护提供依据；

(4) 通过对工程建设期和林草恢复期的水土流失监测，测定工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率，为全面评估工程水土保持成效和水土保持竣工验收提供依据。

1.3.1.3 监测原则

(1) 合理划分监测范围，沿线巡查与重点监测相结合

结合项目区的水土流失与水土保持特点，监测工作采用重点观测与全面调查相结合的方式进行。对本工程主要水土流失部位的水土流失量、影响水土流失的主要因子以及水土保持措施进行重点监测。同时，对项目区工程防治责任范围内的水土流失状况展开调查。了解掌握工程建设水土流失变化与水土保持措施的实施情况。

(2) 科学划分监测时段，展开全过程动态监测

水土保持监测时段的划分，应与项目区水土流失发生的时间和工程建设的阶段相匹配、相适应，并且保证每个监测阶段能够持续一定时间，以便在工程建设扰动的不同阶段及时实施监测，得到工程建设全过程的相关数据，保证监测成果的完整性。建设项目

的不同水土保持防治责任分区，一般具有不同的水土流失特点，因此，在防治水土流失时都采取相应的水土保持工程。为了提高监测工作效率，在监测内容、监测方式、时段上必须能充分反映各个分区的水土流失特点和水土保持要求。

(3) 客观公正原则

监测工作必须遵循客观自然规律，公正监测，保证监测数据的真实性和准确性，不得编造和篡改监测数据，真实地反映工程的水土流失和水土保持状况。

1.3.1.4 监测实施方案实施情况

水土保持监测工作开展过程中，技术人员首先需了解和掌握项目区的水土流失背景资料，在获取背景数据的基础上进行调查勘验和水土保持分析与评价，最终提交监测成果。

接到监测任务委托后，我单位于2018年9月对工程现场进行详细调查，通过比对水土保持方案中监测任务设计章节与工程现场，对本工程水土保持调查监测、地面监测、监测点调查、项目区全面调查、资料收集观测点量测、项目区巡测水土流失影响因子，地面组成物质，水文气象资料土地利用情况地表扰动情况，弃土弃渣水土流失危害及影响水土保持措水土流失防治效果、水土流失状况水土流失面积及其发生变情况水土流失数量及其程度，地形地貌变化现场观测资料的汇总分析、工程技术资的汇总分析确定了的水土保持监测的内容、方案和布局。

(1) 监测分区

1) 监测实施方案中确定的分区

根据本工程水土保持方案报告书水土保持监测计划安排和工程实际施工情况，水保

方案中将防治责任范围化为建设区和直接影响区，结合实际施工现状，本工程属于光伏发电项目，占地类型为永久占地。

2) 监测分区落实情况

根据《水土保持监测技术规程》，依据主体工程的总体平面布置、施工进度安排和水土保持的监测内容，结合该工程特点，按照已划分的水土保持监测分区确定该项目监测范围为水土流失防治责任范围，并对防治责任范围内的水土保持生态环境变化、水土流失动态分析及水土保持防治措施实施数量、质量及效果等内容进行动态监测，并灵活掌握监测区域的变化。

(2) 监测点位布局

生产建设项目水土流失监测，要从分析主体工程建设特征、掌握工程建设过程中影响水土流失的重点环节和关键部位出发，要在充分利用现有水保监测网络，取得监测数据外，在不同的防治分区和施工区域按实际需要设立临时定位观测点与平行观测点位，依据水土流失特点进行监测，监测范围为水土流失防治责任范围。

(3) 监测的方法

1) 监测实施方法

本工程监测方法以全面调查为主，方法采取调查和地面定位观测相结合的方法。对水土流失量和拦渣保土量等指标进行定点、定位的地面观测；对项目区水土流失危害，环境状况，水土保持设施运行情况，在监测点，根据监测内容及要求布设监测小区，定时观测和典型采样相结合，获取数据。用观测结果与同类型区平均流失量及允许流失量分析比较来验证水土保持工程布局及设计的合理性。在运行过程中做必要的补充。

a. 调查监测法

通过野外实地勘测、线路调查，运用全球定位系统 GPS 等仪器，对项目防治责任范围内的环境状况、水土流失及其防治情况进行综合调查，确定防治责任范围内的各种流失类型的面积等本底数据信息，主要包括以下内容：

①项目区地形、地貌、水文和土地利用以及项目区林草覆盖度等的情况。

b) 面积监测

面积监测采用 m 尺丈量和手持式 GPS 定位仪两种方式进行。对于面积较小的区域采取 m 尺丈量，对于面积较大区域采用 GPS 测量。使用 GPS 时，手持 GPS 沿各分区边界走一圈，在 GPS 手簿上就可记录所测区域的形状（边界坐标），然后将监测结果转入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积（如果是实时差分技术的 GPS 接收仪，当场即可显示面积）。对弃土弃渣量测量，把堆积物近似看成多面体，通过测一些特征点的坐标，再模拟原地面形态，即可求出堆积物的。监测同时，填写监测表格。

c. 收集资料

收集的资料主要包括气候、地质、地貌、土壤、植被等各种文字资料、数字材料以及其它技术资料。

d. 典型调查和抽样调查:典型调查是一种在特定条件下非全面调查，是针对项目建设造成水土流失为典型对象，根据事先确定的内容，进行细致的调查，目的是揭示事物的本质规律，并提出相应的对策。典型调查适用于水土流失典型区域、典型事例及水土流失灾害的调查。抽样调查是一种非全面调查，是在被调查对象总体中，抽取一定数量的样本，对样本指标进行量测和调查，以样本统计特征值（样本统计量）对应的总体特征

值（总体参数）作出具有一定可靠性的估计和推断的调查方法。

e. 重点调查

以大面积裸露坡面等重点监测点位为重点调查对象，是从调查对象中选择部分对全局起决定性作用的重点对象进行调查。

f. 全面调查巡查

指对项目水土保持监测区内水土流失情况定期进行水土保持调查，是开发建设项目水土流失与水土保持综合调查。

g. 定点观测监测：对水土流失量的变化及水土流失程度变化采用地点观测方法进行监测。

h. 风蚀监测(包括土壤含水量及土壤紧实度监测)：对风蚀强度采用测钎法定期观测风蚀土壤深度情况。或采取集沙仪收集扬沙的方法，同时测定土壤含水量、土壤紧实度及植被覆盖度、土地利用等。

i. 其它项目监测：防护措施的效果及稳定性监测，采取实地定点测量法和实地调查相。

1.3.2 监测项目部设置

武威益能太阳能发电有限公司于 2018年9月底甘肃润德源环境工程咨询有限公司开展水土保持监测工作，为保证该项目水土保持监测工作顺利完成，我公司成立民勤县益能100MW并网光伏发电项目水土保持监测项目组，配备了4名监测人员，其中负责技术工作的1人、现场监测人员3人。针对项目实际情况，落实各项水土保持监测工作

2018年9月监测项目部人员进入施工场地，开始与武威益能太阳能发电有限公司接头。同月监测人员正式进场，布设监测点位及临时观测设施。监测人员通过现场勘察，

取得了大量第一手水土流失和水土保持监测数据和资料，包括各监测点的扰动土地面积、取土弃渣量、水土保持工程措施实施情况（包括工程量、质量、效果和保存情况）、施工期土壤侵蚀量、水土流失现状、植物措施实施情况（包括种类、数量、覆盖度、成活率和成效）、地形地貌、地质土壤、地面组成物质、坡度、坡长等水土流失因子以及大量影像资料等。监测工作开展期间，项目成员还查阅和收集了大量工程建设施工资料，包括工程征地、临时占地、土石方量及弃土弃渣量、水土保持工程量和建设时间以及有关证明材料等。在监测工作实施过程中，项目部根据工程建设过程持续查阅、积累工程建设资料，并督促建设单位按水土保持方案设计补充了未落实到位的措施。在监测工作开展期间，项目组成员参加了各级水行政主管部门的监督检查，并准备了相关汇报材料。于 2018年11月编制完成了《民勤县益能100MW并网光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

1.3.3 监测点位布设

根据本工程水土流失预测和水土保持总体布局，结合监测范围、监测分区和工程建设现状，按照 SL277-2002《水土保持监测技术规程》的规定与要求，为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，本工程水土保持固定监测点位布设5处，同时开展调查监测和档案资料查阅，了解工程扰动土地面积、防治责任范围、弃土弃渣量、水土流失因子、水土流失量、水土保持设施及保存情况、水土保持效果等方面的动态变化情况。其中光电池板区2处，道路区2处，原地貌监测点1处。

1.3.4 监测设施设备

为保证水土保持监测工作的顺利实施、提高监测数据成果的质量，监测单位为监测技

术人员配置了专用设备，配置情况详见表 1-3。

表1-3 水土保持设施监测设施、设备

序号	设施、设备、仪器、材料名称	单位	数量
一	监测设备		
1	计算机、打印机	台	1
2	GPS 全球定位仪	台	2
3	数码摄像机	台	2
4	土壤风速仪	台	1
5	测距仪	台	2
6	无人机	台	2
二	监测设施		
	简易观测场	处	6
三	消耗性材料		
1	50m 皮卷尺	个	2
2	5m 钢卷尺	套	2
3	测 钎	个	54



GPS定位仪



土壤水分速测仪



皮尺



无人机



测距仪



测 钎

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的规定、《水土保持方案报告书》以及监测任务的要求，为达到监测目的、完成监测任务，本监测工作采用了地面定点监测、调查监测、遥感监测、档案资料查阅和类比法等 5 种监测方法。

1.3.5.1 地面定点监测

（1）监测对象

地面定点监测主要对光电池板区、道路区、施工生产生活区等重点地段的水土流失状况、危害和水土流失防治及效果进行动态监测。

（2）地面定点监测方法

1) GPS（结合 RTK）、激光测距仪等仪器测量方法：工程建设区扰动地表、弃渣等施工活动引起的水土流失量，以及变化情况。

2) 目测方法：通过巡视调查，对项目区地形地貌、地质土壤、地面组成物质、植被乃至水土流失状况及水土流失侵蚀模数、弃渣量等开展动态监测。

3) 样方调查：根据项目区各分区情况布置的观测桩应在坡面上中下均匀布设，达到全面量测控制。在测量植被种类、生长情况和覆盖度等指标基础上，依据《土壤侵蚀分级分类标准》，还可以推算土壤侵蚀量。

4) 桩钉法：将直径2-4cm、长40-50cm 竹、木钎（竹、木钎通过油漆防腐处理），根据坡面面积，按一定距离（间距1m左右）分上中下、左中右纵横各3排、共9根布设，观测桩应沿坡面垂方向打入，桩顶与坡面齐平，并应在顶上涂上红漆，编号登记入册。另在每组观测桩附近做上明显记号，以便观测。通过观测桩顶与距地面高差，计算出土

壤侵蚀的土层流失深度和土壤侵蚀量（计算公式采用：SL277-2002水土保持技术规）。

计算公式为：

式中：A--土壤侵蚀数量（ m^3 ）；

Z--侵蚀厚度（mm）；

S--水平投影面积（ m^2 ）；

θ --斜坡坡度。

1.3.5.2 调查监测

（1）调查监测对象

调查监测一是对工程建设扰动地表植被面积、占用和破坏水土保持设施数量、动土石方量与调配情况、造成的水土流失面积和水土流失量、水土流失危害进行实地勘测、量测和统计；二是对水土保持设施实施的数量进行现场量测和统计，并调查各种水土保持措施的质量、稳定性和防治效果。

（2）调查监测方法

1) 调查监测原则

①调查监测，采用实地勘测，对地形、地貌、水系的变化、建设过程中的水土流失等进行动态监测。

②各监测点应在工作底图上确定其位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度GPS定位仪确定其地面位置，并确定监测范围，设置固定标志。具体工作方法，按照 SL277-2002水土保持技术规程-6进行调查。数据处理时使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理，录入计算机等成册保存。

2) 调查监测方法

①对施工开挖、弃渣堆放进行调查，实地量测并查阅施工设计、监理文件，通过计算、分析确定建设过程中的挖填方量及弃土、弃渣量。

②林草的生长情况观测，在堆渣完毕植物措施实施之后的1年内进行。在措施实施的当年按10m×10m 的样方地调查林草的成活率。对林草的生长状况主要调查苗木胸径、地径及林草结构、覆盖情况等。

林草植被恢复状况监测，应按不同类型实测地表、边坡、弃渣场顶面、坡面的植被结构、覆盖度及林草种类等，样方面积：乔木大于400m²、草地1-4 m²、灌木25-100 m²，小于样方调查规定面积的地块按实际面积监测。

道路林木生长状况调查，主要是对行道树进行调查，采取随机抽样调查（30-50株）的方式进行，主要调查林木生长情况等，方法同前。

具体方法：

a.林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定20m×20m 的标准地，用皮尺将标准地划分为5m×5m的方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

b.灌木盖度的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

c.草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取2m×2m的小样方，测绳每20cm

处用细针 ($\phi=2\text{mm}$) 做标记, 顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上, 从草的上方垂直插下, 针与草相接触即算有, 不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值, 即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值, 即为样方草地的盖度。林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为:

式中: D --林地的郁闭度 (或草地的盖度), %;

f_d --样方面积, m^2 ;

f_e --样方内树冠 (或草冠) 的垂直投影面积, m^2 。

项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度 (C) 计算公式为:

式中: C --林木 (或灌草) 植被的覆盖度, %;

F --类型区总面积, km^2 ;

f --类型区内林地 (或灌草地) 的垂直投影面积, km^2 。

纳入计算的林地 (或草地) 面积, 其林地的郁闭度或草地的盖度取大于 20% 。样方规格乔木林为 $20\text{m}\times 20\text{m}$, 灌木林为 $10\text{m}\times 10\text{m}$, 草地为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。本次监测采用的GPS定位和GIS技术, 具有对监测对象的位置、边界准确定位的高精度特性, 可在实地调查基础上, 结合对地形图件和施工图件的综合分析, 提取建设项目占地面积、地表位置及变化情况的数据信息准确可靠。

③扰动土地面积和破坏水土保持设施数量的监测, 采用设计资料分析, 结合主体工程的施工与监理资料, 实地测量。调查统计工程扰动土地植被的面积和破坏占用水土保持设施的数量, 并分类统计。

④对新建的水土保持设施的数量进行调查统计, 并对其质量和运行情况进行监测,

应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

⑤调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边地区经济、社会发展的影响，进行分析，评价建设期水土保持措施的作用与效果。

⑥水土保持效益监测，主要为水土保持设施的保土效益和拦渣效益等监测。保土效益测算应按GB / T15774-1995《水土保持综合治理效益计算方法》规定进行；拦渣效益根据拦渣工程实际拦渣量进行计算。

a.水土保持防治措施效果监测

调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的工程量、稳定性、完好程度、运行情况 and 拦渣蓄水保土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况；耕地恢复面积和恢复质量情况等。

b.水土流失防治六项指标

为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据，监测结果应计算出工程的工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率等六项防治指标值。

⑦土壤侵蚀总体监测特征值的估计，根据土地利用类型的样地数计算出不同土地利用类型的面积成数，并根据成数和调查总体面积估计土地利用类型面积现状，再根据土地利用类型与土壤侵蚀的关系，最终计算出总体的土壤侵蚀特征值。

⑧新增水土流失量监测，采用沟蚀法进行监测，根据历年来表面冲沟深度及附近的

淤积情况实地进行调查统计。

1.3.5.3 遥感监测

在监测区域采用遥感监测方法与实地调查方法相结合的方式进行水土保持监测，是为了更全面、准确的获取水土流失背景数据和建设过程中监测数据，如扰动土地面积、防治责任范围、水土保持工程量、弃土弃渣量等，而且能节省人力，缩短工作周期，提高成果精度，并且可实现项目区水土流失动态监测。

1.3.5.4 档案资料查阅

有关水土保持数据如防治责任范围、扰动土地面积、气象、土石方量、弃土弃渣量、水土保持工程量及实施进度等主要通过查阅档案资料的方式恢复、了解、掌握和分析，辅以调查监测。

1.3.5.5 现场监测

在项目建设区和直接影响区，分别对扰动土地面积、防治责任范围、水土流失现状及水土保持措施（植物措施、工程措施和临时措施）数量及其质量进行了现场监测。

1.3.6 监测结果提交情况

2018年9月底开始，项目部技术人员对工程开展了全面的监测工作，自2018年9月底起至2018年11月，监测人员深入现场，取得了大量第一手水土流失和水土保持监测数据和资料，包括监测点的扰动土地面积、临时堆土量、水土保持工程措施实施情况（包括工程量、质量、效果和保存情况）、施工期土壤侵蚀量、水土流失现状、植物措施实施情况（包括种类、数量、覆盖度、成活率和成效）、地形地貌、地质土壤、地面组成物质、坡度、坡长等水土流失因子以及大量影像资料等。在监测工作实施过程中，项目部根据

工程建设过程持续查阅、积累工程建设资料。在监测工作开展过程中，针对现场工程建设进展情况及时向建设单位提出监测意见，建设单位积极组织施工单位相关人员，对措施落实不到位的区域进行了整改，直至满足防治水土流失的要求。

2 监测内容和方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002），监测内容主要包括扰动土地面积、防治责任范围、弃土弃渣量、水土流失因子、水土流失量、水土流失危害、水土保持设施建设情况及水土流失防治效果及其动态变化等。

2.1 扰动土地情况

扰动地表面积监测是确定土壤流失量的基础，是项目水土保持监测的中心内容之一。扰动地表面积监测包括扰动类型判断和面积监测。工程实际扰动土地面积随着工程建设的进展不断发生变化，是个动态变化过程，扰动土地面积动态监测就是对项目建设区分为永久征占地和临时占地进行及时监测，了解其变化情况，确定防治责任范围。对于扰动土地的监测方法是实地量测，监测频次为每月进行一次当月新开工施工单元扰动土地的量测和统计，每季度进行一次已开工区域扰动土地的详细统计。

2.2 取料（土、石）弃渣（土、石等）

经现场实际调查、结合相关资料，本项目没有产生永久弃渣。

2.3 水土保持措施

2.3.1 工程措施监测内容及方法

本工程设计的水土保持工程措施包括土地整治和绿化换土等。按照工程建设实际情况，建设实施的水土保持工程措施类型有土地整治工程、砾石压盖等。由于本工程的建设内容相对集中，每个施工单元规模较小，因此采取的监测方法是对各点位、各施工单位进行逐项、逐个调查监测的工作方法，详细量测、记录各类工程措施的类型、开工及完工时间、实施位置、规格尺寸、数量等。

2.3.2 植物措施监测内容及方法

水土保持方案设计的水土保持植物措施包括光电池板区围墙内侧人工换土，灌木绿化，进场道路进行换土绿化，施工生产生活区的绿化美化等。实际建设的植物措施基本未能按照水土保持方案设计的类型实施，主要原因为项目区地处隔壁荒漠，降雨量小，植物生长的土壤缺乏，受自然条件限制未能实施，因此采取的监测方法是对各点位逐个调查监测的工作方法，详细量测、记录各类植物措施的物种种类、数量、苗木规格、栽植数量、生长势、成活率、开工及完工时间等。

2.3.3 临时措施监测内容及方法

水土保持方案中针对项目地处荒漠隔壁区的特点，提出了施工期间临时防护要求，设计的临时措施包括防尘网临时苫盖等，根据工程建设实际实施的措施包括临时苫盖、工地洒水等。临时措施的监测是根据措施的实施部位和进度随机进行监测，监测内容包括措施类型、工程量、开始及结束时间等。

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失面积监测

水土流失面积监测内容包括扰动地表面积、工程建设占压面积、硬化面积、产生水土流失的面积等。由于工程建设规模小、空间跨度不大，采用遥感监测无法保证合理的精确度，因此本工程水土流失面积的监测主要通过实地量测的方法进行。监测频次是以一个施工单元为一个监测面，原则上开工前监测1次，土建工程全面开展时监测1次，工程完工监测1次。本项目由于监测工作滞后，只能对已完成水土保持措施的防护效果进行监测。

2.4.2 土壤流失量的监测

土壤流失量的监测内容包括工程建设扰动地表植被面积、占用破坏水土保持设施的数量、土石方量及弃土弃渣量、流失面积和流失量、水土流失变化情况（类型、形式、流失量）等方面的监测。本工程水土流失量监测主要采取简易坡面量测法（侵蚀沟样方法）进行。简易坡面量测法主要用于暂不扰动的土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面土壤侵蚀量的测定，具体做法为在选定的坡面上根据地形坡度及物质组成等情况布设样方，每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，计算侵蚀沟的体积，通过面蚀与沟蚀的比例关系，推求监测区的土壤侵蚀模数，从而计算出各分区内的土壤侵蚀量。

2.4.3 水土流失危害监测

水土流失危害主要包括工程建设过程产生的水土流失及其对下游河道的影响；弃渣场下游河道泥沙变化及其危害；工程建设区植被及生态环境变化；工程建设对环境的影响等。本工程占用地类型绝大部分是荒漠戈壁，没有大量的产生弃土弃渣场，因此建设中未产生水土流失危害。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 方案批复水土流失防治责任范围

根据已批复的《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书》，水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。综上所述分析结果，经统计计算，该项目水土流失防治责任范围面积为 215.94hm²，其中建设区 197.54hm²（其中本期建设扰动面积 170.24hm²，未扰动空地 27.30hm²），直接影响区 18.40hm²。均属甘肃省民勤县管辖。具体见表 3-1。

表 3-1 方案批复水土流失防治责任范围表 单位：hm²

责任范围	分 区		占地面积 (hm ²)	占地类型
建设区	扰动面积	光电池板区	144.74	荒漠戈壁
		道路区	24.53	荒漠戈壁
		施工生产生活区	0.97	荒漠戈壁
		小计	170.24	
	未扰动空地		27.30	荒漠戈壁
	合 计		197.54	
直接影响区	光伏电站周边		18.00	荒漠戈壁
	进场道路两侧		0.40	荒漠戈壁
	合 计		18.40	
总 计			215.94	

3.1.2 水土流失防治责任范围监测结果

经监测，该工程实际发生的防治责任范围面积为 216.81hm²，其中：项目建设区 208.53hm²，直接影响区 8.28hm²，分别详见表 3-2、表 3-3。

表3-2 实际发生的防治责任范围监测结果表 单位: hm²

责任范围	分区	占地面积 (hm ²)	占地类型	备注
建设区	光电池板区	152.09	荒漠戈壁	
	道路区	28.17	荒漠戈壁	
	施工生产生活区	0.97	荒漠戈壁	
	未扰动空地	27.30	荒漠戈壁	
	小计	208.53		
直接影响区	各分区范围周边	8.28	荒漠戈壁	
总计		216.81		

项目建设区：主要包括项目永久征地、临时占地、租赁土地等土地权属明确，需由项目建设单位对其区域内的水土流失进行预防和治理的范围。其主要特点是必然发生、与建设项目直接相关。主要包括太阳能电池阵列、逆变器室、场内道路、临建施工场地（包括机械停放场、混凝土拌和站、施工生活区、钢筋加工厂、综合仓库等），以及围墙内未扰动空地、进场道路等扰动占地。

直接影响区：指因项目生产建设活动可能造成水土流失及危害的项目建设区以外区域。其主要特点是由项目建设所诱发、可能加剧水土流失的范围，如若加剧水土流失应由建设单位进行防治的范围。主要指工程施工对周边的影响范围。直接影响区范围确定为：光伏电站周边围墙以外 20m，进场道路两侧各 10m。

监测结果表明：实际发生的防治范围比水保批复方案确定的防治范围增加了0.87hm²，其中项目建设区增加10.99hm²，直接影响区减少10.12hm²，详见表2-3。变化原因主要有以下几点：

(1) 光电池板区：本电站光电池板区由太阳能电池阵列、逆变器室及检修通道、周

边围墙、升压站及管理区等组成。总装机容量为 100.177MWp，每个多晶硅电池方阵的规划容量为 1MWp，采用 245Wp 的多晶硅光伏电池组件 4092 块，标称容量为 1.00254Wp，每 22 块组件构成一个组串，共 186 个组串；方阵采用 250Wp 的多晶硅光伏电池组件 4004 块，标称容量为 1.001Wp，每 22 块组件构成一个组串，共 182 个组串。每个子方阵设一座逆变器室，每座逆变器室设 2 台 500KW 变压器，共设 100 座逆变器室。方案设计本区域占地为 144.74hm²。

经监测，该区域各建筑物都已完成，现场监测本区域占地面积为 152.09hm²，较方案设计增大 7.35hm²，其主要原因是部分太阳能电池阵列布设发生变化。

(2) 道路区：

进场道路：电站南侧为改建民西公路，进站道路从该公路向北接引至光伏电站场区内，长 200m，路基宽 6.5m，路面为 6m 宽混凝土路面。

场内道路：场区内除了围绕光电池板周边的环形道路外，还设置了纵向道路 11 条，横向道路 28 条，总长 56km，为路基宽 4m，路面宽 3.5m 的砂砾碎石路面。方案设计本区域占地面积为 24.53hm²。

经现场实际监测，该区域实际占地面积为 28.17hm²，较方案设计增加 3.64hm²，增加的主要原因是光伏阵列发生变化，相应的检修道路增加。

(3) 施工生产生活区

本工程施工区集中布置在电站南侧围墙内空地，主要包括办公生活营地、钢筋加工场、机械停放场、综合仓库、混凝土搅拌站等，占地 0.97hm²。

经现场实际监测，本区域在主体工程完工后已进行土地整治，实际占地面积与方案设计一致，占地面积为 0.97hm^2 。

(4) 未扰动空地

本项目区域内设计有 27.30hm^2 未扰动空地，经现场实际监测，本区域实际占地与设计一致，没有进行扰动破坏。

(5) 直接影响区：指因项目生产建设活动可能造成水土流失及危害的项目建设区以外区域。其主要特点是由项目建设所诱发、可能加剧水土流失的范围，如若加剧水土流失应由建设单位进行防治的范围。本项目直接影响区主要指工程施工对周边的影响范围。由于项目区地处风水蚀交错区，依据实地调查勘测，并结合技术规范要求，光伏电站周边围墙以外 20m，进场道路两侧各 10m。方案设计直接影响区面积为 18.4hm^2 。

在实际监测过程中，监测人员通过实际量测和数据分析计算得知，直接影响区占地面积为 8.28hm^2 ；直接影响区面积较方案设计减 10.12hm^2 。

表3-3 防治责任范围面积对比表 单位： hm^2

防治责任范围	防治分区		单位	设计占地	实际占地	增减量
	建设区	光电池板区		hm^2	144.74	152.09
道路区		hm^2	24.53	28.17	3.64	
施工生产生活区		hm^2	0.97	0.97	0	
	未扰动空地		hm^2	27.30	27.30	0.21
	合计		hm^2	197.54	208.53	10.99
直接影响区	合计		hm^2	18.40	8.28	-10.12
	总计		hm^2	215.94	216.81	0.87

3.2 取、弃土监测结果

3.2.1 设计取土、弃渣情况

根据批复的《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书(报批稿)》，以自然方计算，该工程建设土石方总开挖 65066m^3 ，总填方 135561m^3 ，借方 70495m^3 （其中外购砂砾石料 70213m^3 ，外购种植土 282m^3 ），调配利用 25913m^3 ，无弃方。方案批复方案土石方流向见表 3-4。

表 3-4

批复的水土保持方案土石方流向平衡分析表

单位: m³

防治区	编号	工程项目	挖方	填方	调入		调出		借方		弃方
					数量	来源	数量	去向	数量	来源	
光电池板区(1)	①	光电池板支架基础	13645	14332			12963	本区⑤	13650	外购砼砂砾骨料	
	②	逆变器室及箱变基础	8134	7894			3698	(2)区②	3458	外购砼砂砾骨料	
	③	电缆沟	13150	13150							
	④	除尘作业带铺压砾石		23465					23465	外购砂砾	
	⑤	场地平整	1320	14518	13198	本区①12963, ⑥235					
	⑥	绿化换土	235	235			235	本区⑤	235	绿洲区购买	
道路区(2)	①	进场道路	195	482	47	本区④			240	外购砂砾料	
	②	场内道路修筑	17920	59988	12668	本区③8970;(1) 区②3698			29400	外购路面铺压砂砾料	
	③	场内道路渗水沟	8970				8970	本区②			
	④	进场道路绿化换土	47	47			47	本区①	47	绿洲区购买	
施工生产生活区(3)	①	场地平整	1450	1450							
合 计			65066	135561	25913		25913		70495		

3.2.2 弃土（渣）监测结果

本项目在施工过程中挖填平衡，故本工程建设没有永久性弃渣存在。

3.2.3 土石方流失情况监测结果

通过查阅主体工程监理资料，结合现场调查，工程建设土石方总开挖 56096m^3 ，总填方 104726m^3 ，借方 48630m^3 ，调配利用 16943m^3 ，无弃方。

据实地调查，在项目建设过程中，经合理安排施工工序及工艺，土石方区间调配做到了优化设计，尽量充分利用已有道路，减少拆除量，施工期土石方流向见表 3-5。

表 3-5

施工期土石方流向平衡分析表

单位: m³

分区	编号	工程项目	挖方	填方	调入		调出		借方		弃方
			土方	土方	数量	来源	数量	去向	数量	来源	
光电池板区	①	光电池板支架基础	13645	14332			12963	本区④	13650	外购砂砾骨料	
	②	逆变器室及箱变基础	8134	7894			3698	(2)区②	3458	外购砂砾骨料	
	③	电缆沟	13150	13150							
	④	场地平整	1320	14518	13198	本区①12963, ⑤235					
	⑤	绿化换土	235	235			235	本区④	235	外购	
道路区	①	进场道路	195	482	47	本区③			240	外购砂砾料	
	②	场内道路修筑	17920	52618	3698	(1)区②			31000		
	③	进场道路绿化换土	47	47			47	本区①	47	外购	
施工生产生活区	①	场地平整	1450	1450							
合计			56096	104726	16943		16943		48630		

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计及监测情况

4.1.1.1 光电池板区

方案设计对本区施工结束后，施工结束后对扰动地表除建筑物和硬化区域外的空地
进行土地整治；电池板前除尘作业带铺压砾石。共计整治面积 91.3hm²，其中人工整治
56.1hm²，机械整治 35.2hm²。铺压砾石面积 46.93hm²，需砾石 23465m³。

经现场实际监测，本区域除建筑物占压面积和硬化面积外，共完成土地整治面积
108.53hm²，其中人工整治 76.34hm²，机械整治 32.19hm²，较方案设计增加 17.23hm²，土
地整治面积增加的原因是方案设计的砾石铺压没有实施，全部进行了土地整治。升压站
砾石压盖 0.21hm²，从现场实际来看，除尘作业带目前已有零星植被恢复，防护效果较好。



光电池板区现状

4.1.1.2 道路区

方案设计对本区施工结束后，对道路两侧扰动迹地土地整治、检修道路路面铺压
砂砾和渗水沟。土地整治 2.6hm²，检修道路铺压碎石路面 19.6hm²；道路渗水沟 13.8km。

经现场实际监测，本区域现场实际完成的土地整治面积为 2.77hm^2 ，较方案设计增加 0.17hm^2 ，铺压碎石路面 25.32hm^2 ，较设计增加 5.72hm^2 。土地整治面积及碎石路面增加的原因是道路区实际占地面积较设计增大，由于项目区自身所处地势以及项目区当地实际情况特殊，渗水沟没有布设。



道路区现状

4.1.1.3 施工生产生活区

方案设计对施工期的施工场地临建设施拆除后及时对扰动区域进行土地整治。本区共完成土地整治面积 0.94hm^2 ，全部为人工整治，尽量保护原生植被。

经现场实际监测，工程完工后对施工期的施工场地、临时生活区等临建设施进行拆除，清除建筑生活垃圾。本区域实际完成土地整治面积为 0.94hm^2 。

4.1.2 植物措施及实施进度

方案设计植物措施情况：

(1) 光电池板区

该项目为新能源开发项目，不良气象因素对光伏电池设备有较大影响，光电池板下面进行土地整治，自然恢复即可，不布设植物措施。因此本方案植物措施设计在电站周边围墙与检修环道之间的空地，栽植一行由耐旱灌木柽柳+红砂组成的混交林进行绿化，

可绿化长度 5860m，绿化面积 0.88hm²，株距为 2m，需怪柳与红砂苗木各 1465 株，绿化换土量约为 235m³。

(2) 道路区

该区域植物措施主要布设在进场道路两侧，在进行土地整治结合绿化穴状换土（每穴 0.35m³）的前提下，栽植 1 行刺柏和旱柳针阔混交林进行植物绿化，长度 400m，株距 3m，植物措施面积 0.06hm²，共计栽植乔木 134 株，其中刺柏 67 株，旱柳 67 株，绿化换土约 47m³。

(3) 施工生产生活区

本防治区主要对办公生活营地、钢筋加工场、机械停放场、综合仓库、混凝土搅拌站等临建施工场地，在施工结束土地整治后撒播芨芨草种籽进行植被恢复。种草面积 0.94hm²，播种量 60kg/hm²，需草种 56.4kg。

通过实际监测分析

(1) 光电池板区

本区域方案设计植物措施为在电站周边围墙与检修环道之间的空地，栽植一行由耐旱灌木怪柳+红砂组成的混交林进行绿化，经现场实际监测，由于项目区土质差，植物生长困难，方案设计的电站围墙周边及检修道路空地的混交林没有实施，只有在管理区实施了少量的绿化措施，本区域实际完成绿化措施面积为 0.23hm²。

(2) 道路区

方案设计在进场道路两侧栽植混交林绿化，经现场实际监测，该区实际完成绿化措施 0.02hm²。

(3) 施工生产生活区

本区域方案设计在施工结束土地整治后撒播芨芨草种籽进行植被恢复，经现场实际监测，本区域施工结束后进行了土地整治，由于土质较差，实施植物措施难度较大，设计的植物措施没有实施，经现场查看，目前该区土地整治已完成，防护效果较好。

4.1.3 临时措施及实施进度

方案设计临时措施：

(1) 光电池板区

设计在逆变器室及电缆沟基础开挖临时堆土苫盖、镇压，洒水降尘；对未扰动空地彩条绳进行隔离，防止扰动。苫盖密目防尘网 71800m²，镇压编织袋 36004 个，洒水 1432m³。未扰动空地拉彩条绳 4650m。

(2) 道路区

设计在扰动区洒水降尘，减轻风蚀，洒水 2656m³。

(3) 施工生产生活区

方案设计在该区洒水降尘，减轻风蚀，洒水 150m³。

本工程接受委托时主体工程已完工，监测组通过查阅主体工程施工资料及监理资料，本项目施工期采取的临时措施主要机械洒水降尘和防尘网苫盖，机械洒水 4238m³，临时苫盖 72000m²。

4.2 水土保持措施防护效果

根据实地监测，结合查阅施工合同资料，光电池板区、道路区、施工生产生活区的土地整治已全部完成，整体防护效果较好。

4.2.1 工程措施防护效果

土地整治：光电池板区、道路区、施工生产生活区等区域共计土地整治 112.24hm²，其中，光电池板区土地整治 108.53hm²，道路区土地整治 2.77hm²，施工生产生活区土地整治 0.94hm²，各区域土地整治均已以完成，防护效果较好。铺压砾石：升压站内砾石压盖 0.21hm²，铺压碎石路面 25.32hm²。

4.2.2 植物措施防护效果

光电池板区和道路区共计完成绿化措施 0.25hm²，其中光电池板区完成绿化 0.23hm²，道路区完成绿化 0.02hm²，均已以完成，防护效果较好。

4.2.3 临时措施防护效果

方案设计措施为编织袋压盖拦挡、苫盖和洒水，通过查阅主体工程施工资料及监理资料，本项目施工期主要采取了洒水降尘和防尘网苫盖措施，并贯穿工程建设全过程，施工场地和便道洒水降尘、临时堆土苫盖，可使地表形成结皮、可有效减轻风蚀。

方案设计措施工程量见表 4-1，监测实际完成水土保持措施工程量见表 4-2，实际完成与批复的水土保持方案措施工程量对比见表 4-3。

表 4-1 方案设计的工程措施水土保持措施工程量

防治区	措施类型	布设数量	铺压砾石(m ³)	机械整治(hm ²)	人工整治(hm ²)	乔木(株)	灌木(株)	草种(kg)	编织袋装土(m ³)	编织袋拆除(m ³)	防尘网(m ²)	洒水量(m ³)	挖土方(m ³)	绿化换土(m ³)	彩条绳(m)	
光电板区	工程措施	土地整治	91.3hm ²		35.2	56.1										
		除尘作业带铺压砾石	46.93hm ²	23465												
	植物措施	围墙内侧造林	0.88hm ²				2930							235		
	临时措施	苫盖										71800				
		镇压编织袋	36004 个							1800.2	1800.2					
		洒水	46.93hm ²										1432			
		未扰动空地隔离	25.7hm ²													4650
道路区	工程措施	土地整治	2.6hm ²		2.6											
		检修道路路面砂砾	19.6hm ²	29400												
		渗水沟	13.8km											8970		
	植物措施	造林	0.06hm ²			134								47		
	临时措施	洒水	22.13hm ²									2656				
施工生产生活区	工程措施	土地整治	0.94hm ²		0.75	0.19										
	植物措施	种草	0.94hm ²					56.4								
	临时措施	洒水	0.94hm ²									150				
合计			52865	35.95	58.89	134	2930	56.4	1800.2	1800.2	71800	4238	8970	282	4650	

表 4-2 实际完成的水土保持措施工程量

防治分区	措施类型	工程名称		单位	数量	备注
光电池板区	工程措施	机械整治		hm ²	32.19	
		人工整治		hm ²	76.34	
		砾石压盖		hm ²	0.21	
	植物措施	绿化面积		hm ²	0.23	
	临时措施	洒水	洒水量	m ³	1432	
		临时堆土防护	防尘网	m ²	72000	
道路区	工程措施	土地整治		hm ²	2.77	
		铺压砾石		hm ²	25.32	
		铺压砾石		m ³	31300	
	植物措施	绿化面积		hm ²	0.02	
	临时措施	洒水	洒水量	m ³	2656	
施工生产 生活防治区	工程措施	土地整治	场地平整	hm ²	0.94	
	临时措施	洒水	洒水量	m ³	150	

表 4-3 方案设计与实际监测水土保持措施完成对比表

防治分区	工程名称		方案设计量	实际完成量	增减变化
光电池板区	工程措施	土地整治 (hm ²)	91.3	108.53	16.93
		除尘作业带铺压砾石 (hm ²)	46.93	0	-46.93
	植物措施	绿化面积 (hm ²)	0.88	0.23	-0.65
	临时措施	防尘网苫盖(m ²)	71800	72000	200
		洒水 (m ³)	1432	1432	0
道路区	工程措施	土地整治 (hm ²)	2.6	2.77	0.17
		铺压砾石 (hm ²)	19.6	25.32	5.72
		渗水沟 (km)	13.8	0	-13.8
	植物措施	绿化美化 (hm ²)	0.06	0.02	-0.04
	临时措施	洒水 (m ³)	2656	2656	0
施工生产生活区	工程措施	土地整治 (hm ²)	0.94	0.94	0
	植物措施	种草 (hm ²)	0.94	0	-0.94
	临时措施	洒水 (m ³)	150	150	-0

5 土壤流失量分析

5.1 各阶段土壤流失量分析

该工程于 2014 年 3 月开始施工准备，2015 年 6 月建成，建设总工期 16 个月。2018 年 9 月下旬建设单位委托我单位开展该水土保持监测工作。合同签订后，监测人员及时进行监测工作，监测时段定为 2018 年 9 月至 2018 年 11 月底。

5.1.1 水土流失现状情况

项目区所在的民勤县地处巴丹吉林沙漠与腾格里沙漠的交汇地带，荒漠化面积占土地总面积的 94.51%，8 级以上大风年均达 42d，沙尘暴年均 27.4d，风大沙多，沙尘暴频发，风沙危害极为严重，是全国乃至全世界最干旱、荒漠化危害最严重的地区之一。近年来，随着工农业生产的快速发展，用水量大量增加，引发了严重的生态环境问题，使绿洲面积逐年萎缩，进而危及当地人民的生存，这里已成为全国最干旱、荒漠化最严重的地区之一。引起民勤绿洲生态环境恶化的因素：一是毁林毁牧、水源减少是导致民勤盆地沙漠化的根本原因；二是地下水过量开采，水位急剧下降成为生态环境恶化，导致沙漠化的潜在因素；三是石羊河上游来水量减少，使得进入民勤的径流量锐减，严重影响下游的生态环境；四是人口的过速增长和牧畜数量的成倍增加，加剧了民勤盆地生态环境的恶化。

项目区地处荒漠戈壁平原，地形平坦开阔。本区降水少，蒸发量大，风大沙多，水土流失类型主要为风力侵蚀。项目区在甘肃水土保持区划中属于河西走廊平原亚区的走廊沙漠绿洲小区，也是甘肃省人民政府公告的水土流失重点治理区。根据现场调查，项目区地处荒漠戈壁，土壤主要为灰棕漠土与风沙土，地表结皮较薄，极易被破坏。场区

植被稀疏，为荒漠草本植物，植被覆盖率 5%左右。由于土壤颗粒较细且结构松散，植被和结皮一旦遭到破坏极易产生严重的风力侵蚀。

5.1.2 建设期水土流失情况

根据主体工程布局和建设特点以及预测单元划分原则，将项目区划分为光电池板区、道路区、施工生产生活区三个水土流失预测单元。由于本项目为建设生产类项目，水土流失监测时段包括建设期和运行期，由于水土保持监测委托时，该工程已完工，对于前期的面侵蚀量的监测，只能通过选取建设类型相似、规模相近的其它项目的监测数据进行类比分析。因此建设期水土流失情况采用类比分析法。

民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目建设期类比工程，选择项目区地形、气候、土壤、植被等自然条件和工程类型、施工布置、对地表扰动破坏引起的水土流失形式相近的武威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程作为土壤侵蚀情况的类比工程，威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程监测单位甘肃润德源环境工程咨询有限公司做了本项目的监测。

威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程，2017 年 5 月已通过甘肃省水土保持局的水土保持专项验收，水保方案确定的各项措施正在发挥或初步发挥作用。民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目与威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程条件类比分析见表 5-1。

表 5-1 所选类比项目分析表

序号	项目	民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目	威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程	类比结果
1	建设地点	甘肃省武威市民勤县	甘肃省武威市民勤县	相同
2	工程类型	点型工程	点型工程	相同
3	地形地貌	荒漠戈壁区	荒漠戈壁区	相同
4	土壤类型	灰棕漠土、风沙土	灰棕漠土、风沙土	相同
5	气候类型	项目区属温带大陆性干旱气候，降水量小，蒸发量大，风多且大，冬季较长，气温低，日温差大，夏季炎热，四季变化明显，空气干燥。年均降水量 113mm，年均蒸发量 2623mm，多年平均气温为 8.3℃，极端最高气温 41.1℃，极端最低气温 -26.8℃，最大冻土深 1.3m。平均日照时数为 3073.5h，平均日照辐射量 6194.34MJ/m ² ；≥10℃的有效积温 2750℃，无霜期 150d，多年平均风速 2.7m/s，最大风速 23m/s，大风天数 42d，年平均沙尘暴日数 27.4d。年平均相对湿度 45%，主导风向 E 风。	项目区属温带大陆性干旱气候，降水量小，蒸发量大，风多且大，冬季较长，气温低，日温差大，夏季炎热，四季变化明显，空气干燥。年均降水量 113mm，年均蒸发量 2623mm，多年平均气温为 8.3℃，极端最高气温 41.1℃，极端最低气温 -26.8℃，最大冻土深 1.3m。平均日照时数为 3073.5h，平均日照辐射量 6194.34MJ/m ² ；≥10℃的有效积温 2750℃，无霜期 150d，多年平均风速 2.7m/s，最大风速 23m/s，大风天数 42d，年平均沙尘暴日数 27.4d。年平均相对湿度 45%，主导风向 E 风。	相同
6	植被	项目区植被类型属荒漠草原植被，分布最广的是多年生荒漠草本植物，植被覆盖度较低。据实地调查，在本项目区范围内群落物种主要以矮化的小灌木、小半灌木为主，形成稀疏的荒漠灌木植物群落，主要地表零星分布有白刺、沙蒿、梭梭、珍珠、沙拐枣、红砂、泡泡刺、麻黄等植被群落，丛状疏生，林草覆盖率为 5%。	项目区植被类型属荒漠草原植被，分布最广的是多年生荒漠草本植物，植被覆盖度较低。据实地调查，在本项目区范围内群落物种主要以矮化的小灌木、小半灌木为主，形成稀疏的荒漠灌木植物群落，主要地表零星分布有白刺、沙蒿、梭梭、珍珠、沙拐枣、红砂、泡泡刺、麻黄等植被群落，丛状疏生，林草覆盖率为 5%。	相同
7	侵蚀类型	风力侵蚀	风力侵蚀	相同

目前，威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程已投产使用，该项目已通过甘肃省水土保持局的水土保持专项验收，水保方案确定的各项措施正在发挥或初步发挥作用。

结合外业调查，经比较和综合分析，两项目所在地形地貌、气候特征、植被类型、水土流失现状、施工布置及施工方法以及对地表扰动破坏引起的水土流失形式等方面相

类似，因此，确定本工程水土流失情况时，采用威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程中的水土保持监测结果作为本工程土壤流失计算的类比工程是合理、可行的。综合分析项目区域的地形、地貌、降雨量、土壤类型等水土流失自然因素的影响及人为扰动情况的影响，确定本工程各施工区域建设期扰动后土壤侵蚀模数。

威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程开展了水土保持监测工作，扰动地貌土壤侵蚀模数监测点重点布设在光电池板区、风机区、厂内道路、施工便道及施工场地等扰动区域，监测方法采用简易水土流失观测场（测钎法）。具体情况详见各分区监测记录登记表。

表 5-2 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程施工期土壤流失登记表

组 别	第一组	第二组	观测场面积
			2m×2m
测钎 1	2.98	3.00	风力侵蚀量
测钎 2	2.95	2.95	风力侵蚀量
测钎 3	2.97	2.97	风力侵蚀量
测钎 4	2.96	3.02	风力侵蚀量
测钎 5	2.99	2.96	风力侵蚀量
测钎 6	2.99	2.99	风力侵蚀量
测钎 7	2.97	2.97	风力侵蚀量
测钎 8	3.03	3.03	风力侵蚀量
测钎 9	2.99	3.01	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	2.99	3.01	$H_{平均}=\sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0052	0.0052	$A=rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² .a)	5259	5201	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 (t/km ² .a)	5260		风力侵蚀量

表 5-3 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程土壤流失登记表

组 别	第一组	第二组	观测场面积
			2m×2m
测钎 1	2.97	2.96	风力侵蚀量
测钎 2	2.95	2.94	风力侵蚀量
测钎 3	2.94	2.96	风力侵蚀量
测钎 4	2.93	2.94	风力侵蚀量
测钎 5	2.95	2.96	风力侵蚀量
测钎 6	2.99	2.93	风力侵蚀量
测钎 7	2.93	2.97	风力侵蚀量
测钎 8	3.03	2.96	风力侵蚀量
测钎 9	2.93	2.94	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	2.96	2.95	$H_{平均}=\sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0052	0.0052	$A=rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² .a)	5206	5194	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 (t/km ² .a)	5200		风力侵蚀量

表 5-4 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程施工期土壤流失登记表

组别	第一组	第二组	观测场面积
			2m×2m
测钎 1	2.97	3.01	风力侵蚀量
测钎 2	2.95	2.95	风力侵蚀量
测钎 3	2.97	2.96	风力侵蚀量
测钎 4	2.96	3.02	风力侵蚀量
测钎 5	2.99	2.96	风力侵蚀量
测钎 6	2.99	2.99	风力侵蚀量
测钎 7	2.99	2.97	风力侵蚀量
测钎 8	3.03	3.03	风力侵蚀量
测钎 9	2.99	3.01	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	2.99	3.01	$H_{平均} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0052	0.0052	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² .a)	5259	5202	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 (t/km ² .a)	5260		风力侵蚀量

表 5-5 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程施工期土壤流失登记表

组 别	第一组	第二组	观测场面积
			2m×2m
测钎 1	2.95	2.95	风力侵蚀量
测钎 2	2.95	2.94	风力侵蚀量
测钎 3	2.96	2.96	风力侵蚀量
测钎 4	2.93	2.95	风力侵蚀量
测钎 5	2.95	2.96	风力侵蚀量
测钎 6	2.99	2.93	风力侵蚀量
测钎 7	2.96	2.97	风力侵蚀量
测钎 8	2.96	2.93	风力侵蚀量
测钎 9	2.93	2.94	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	2.93	2.95	$H_{平均} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0052	0.0052	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² .a)	5200	5201	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 (t/km ² .a)	5200		风力侵蚀量

经监测分析计算，本项目建设期共造成水土流失 36880.77t，建设期较原地貌新增侵蚀量 18749.37t。具体不同类型区的土壤侵量详见下表 5-6。

表 5-6 建设期各分区土壤侵蚀模数计算表 单位 hm^2

预测单元	预测时段	土壤侵蚀模数背景值 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	扰动后土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	侵蚀面积 (hm^2)	侵蚀时间(a)	背景流失量 (t)	预测流失量 (t)	新增流失量 (t)
光电池板区	施工期	3500	12000	152.09	1	5323.15	18250.8	12927.65
	自然恢复期	3500	4500	108.53	3	11395.65	14651.55	3255.9
	小计					16718.8	32902.35	16183.55
道路区	施工期	3500	12000	28.17	1	985.95	3380.4	2394.45
	自然恢复期	3500	4500	2.77	3	290.85	373.95	83.1
	小计					1276.8	3754.35	2477.55
施工生产生活区	施工期	3500	10500	0.97	1	33.95	101.85	67.9
	自然恢复期	3500	4200	0.97	3	101.85	122.22	20.37
	小计					135.8	224.07	88.27
合计						18131.4	36880.77	18749.37

5.1.3 运行期水土流失情况

由于项目水土保持措施已运行，加之本次监测时间较短，水土保持措施试运行期土壤侵蚀背景值以对比监测为主，调查监测、巡查监测等为辅，通过对比分析施工扰动区域土壤侵蚀状况，该工程水保措施实施后，工程区土壤侵蚀强度有所减小，各监测分区的土壤侵蚀模数参照 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程详见登记表。通过侵蚀模数及水土流失面积、侵蚀时段，根据监测数据分析，经计算，民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目措施实施后平均侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，具体情况详见监测记录登记表。

表 5-7 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程运行期土壤流失登记表

组 别	第一组	第二组	备 注
测钎 1	0.42	0.39	风力侵蚀量
测钎 2	0.43	0.40	风力侵蚀量
测钎 3	0.41	0.42	风力侵蚀量
测钎 4	0.44	0.41	风力侵蚀量
测钎 5	0.42	0.39	风力侵蚀量
测钎 6	0.41	0.40	风力侵蚀量
测钎 7	0.40	0.41	风力侵蚀量
测钎 8	0.41	0.42	风力侵蚀量
测钎 9	0.40	0.40	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度	0.41	0.40	$H_{\text{平均}} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	2.50	2.49	测定值
侵蚀量 (t)	0.0400	0.0399	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	1001	1000	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值	1000		风力侵蚀量

表 5-8 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程运行期土壤流失登记表

组 别	第一组	第二组	备 注
测钎 1	0.46	0.40	风力侵蚀量
测钎 2	0.44	0.40	风力侵蚀量
测钎 3	0.43	0.42	风力侵蚀量
测钎 4	0.44	0.41	风力侵蚀量
测钎 5	0.42	0.42	风力侵蚀量
测钎 6	0.44	0.40	风力侵蚀量
测钎 7	0.40	0.41	风力侵蚀量
测钎 8	0.41	0.42	风力侵蚀量
测钎 9	0.40	0.42	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度	0.44	0.42	$H_{\text{平均}} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	2.50	2.49	测定值
侵蚀量 (t)	0.0408	0.0399	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	1021	1008	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值	1010		风力侵蚀量

表 5-9 威洁源民勤红沙岗风光互补实验发电工程运行期土壤流失登记表

组别	第一组	第二组	备注
测钎 1	0.42	0.39	风力侵蚀量
测钎 2	0.43	0.40	风力侵蚀量
测钎 3	0.41	0.42	风力侵蚀量
测钎 4	0.44	0.41	风力侵蚀量
测钎 5	0.42	0.39	风力侵蚀量
测钎 6	0.41	0.40	风力侵蚀量
测钎 7	0.40	0.41	风力侵蚀量
测钎 8	0.41	0.42	风力侵蚀量
测钎 9	0.40	0.40	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度	0.41	0.40	$H_{\text{平均}} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	
容重 (t/m ³)	2.50	2.49	测定值
侵蚀量 (t)	0.0400	0.0399	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	1001	1000	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值	1000		风力侵蚀量

民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目在运行期水土流量计算结果见表 5-10。

表 5-10 措施实施后水土流失面积监测结果表 单位：hm²

防治分区	扰动面积 (hm ²)	水土流失面 积(hm ²)	侵蚀时 段(年)	水土流失量动态值				
				原地貌侵蚀 模数 (t/km ² ·a)	运行期侵蚀 (t/km ² ·a)	原地貌 侵蚀量(t)	运行期 侵蚀量(t)	侵蚀量变化 (t)
光电池板区	152.09	108.53	1	3500	1000	5323.15	1085.30	4237.85
道路区	28.17	2.77	1	3500	1000	985.95	27.70	958.25
施工生产生 活区	0.97	0.97	1	3500	1010	33.95	9.80	24.15
合 计	181.23	112.27				6343.05	1122.80	5220.25

监测结果表明，项目区在地面裸露，没有任何防护措施情况下，受风力侵蚀作用，1年内原地貌土壤流失总量为 6343.05t，在运行期水土保持方案设计的各项防护措施实施后土壤流失总量为 1122.80t，与原地貌相比，因措施实施后发挥了水土保持作用，减少土壤流失量 5220.25t。

5.2 各扰动土地类型土壤流失量分析

如表 5-6、5-10 所示本项目建设期共造成水土流失 36880.77t，建设期较原地貌新增侵蚀量 18749.37t。说明在工程建设过程中由于开挖、回填而造成的土壤流失量较大。通过水土流失防治措施的实施以及发挥相应的作用，提高了防治标准，增强了地表抗蚀能力，有效地控制了项目区的水土流。

6 水土流失防治监测结果

通过实际查勘，结合查阅施工合同资料，光电池板区、道路区、施工生产生活区等部位的土地整治已全部完成，加上绿化措施，防护效果较好。

表 6-1 项目区水土流失防治面积汇总表 单位：hm²

措施类型	光电池板区	道路区	施工生产生活区	合计
项目区占地	152.09	28.17	0.97	181.23
土地整治	108.53	2.77	0.94	112.24
铺压砾石	0.21	25.32	0	25.53
植物措施	0.23	0.02		0.25
硬化及建筑物面积	43.56	0.03	0	43.59
水土流失面积	108.53	28.14	0.94	137.61
水保措施面积	108.97	25.34	0.94	135.25

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比。扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物占压及硬化面积。

根据实地监测，本工程在建设过程中，扰动土地面积 181.23hm²，完成各类水保措施面积 135.25hm²，其中，建筑物占压及硬化面积 43.59hm²，扰动土地整治率为 98.7%，达到目标值（96.8%）。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。水土流失治理达标面积是指在水土流失总面积中实施的水土保持措施已初步发挥作用的面积，各项措施的防治面积均以投影面积计。

经监测，在建设扰动范围内完成水土保持防护措施面积 135.25 hm²，水土流失总面积 137.61hm²（扰动地表面积扣除硬化及建筑物面积），完成水土流失总治理度 98.3%，达到方案确定的目标值（96.8%）。

6.3 拦渣率

拦渣率指项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土量与工程弃土总量的百分比。因该项目无永久弃渣，故拦渣率按临时堆土量计算。

我们依据主体工程对土方换填，推算临时堆土量。根据施工过程中采取的洒水结皮、拍光压实、防尘网苫盖等减少土壤流失量的情况，以此来计算拦渣率。本工程临时堆土量约 5.61 万 m³，在堆置期虽然采取了表面拍光压实、苫盖、洒水结皮等临时措施，但因大风吹拂、降雨冲刷导致土壤流失 0.19 万 m³，因而实际拦渣量约为 5.42 万 m³，以此计算的拦渣率为 96.5%，达到目标值（95.3%）。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比：项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。项目区土壤容许流失量为 1000t/km²·a，项目区自然恢复期即各项措施发挥效应后平均土壤侵蚀模数为 1000t/km²·a，经计算土壤流失控制比为 1.0，达到目标值（0.73）。

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

林草植被恢复率：项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。

林草覆盖率是指项目建设区内的林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。本项目属典型的干旱荒漠地带，降雨量稀少，加之土壤缺乏、自然条件恶劣，植物很难存活，受自然条件限制，方案设计的植物措施大部分未能实施，故林草植被恢复率、林草覆盖率未达标，也符合项目区实际条件。

7 结 论

7.1 防治措施评价

水土保持监测除了反映建设项目水土流失状况、水土保持措施的实施情况外，也是对水土保持方案的检验。通过对方案的预测及措施进行评价，为今后开展建设项目水土保持工作提供丰富的数据和经验。

(1) 工程措施评价：光电池板区、道路区等部位的土地整治措施，均基本落实到位，防治效果显现，运行良好。

(2) 植物措施评价：项目区气候干旱少雨、多风，且土壤条件较差，气候环境极为恶劣，植物很难存活，故大部分植物措施未能按设计落实，也符合本地区实际条件，本区域水土流失的防治主要依靠工程措施来实现。

(3) 临时防护措施评价：根据现场调查，主体工程在施工过程中，能有序管理，尽可能地减少扰动面，加强施工管理，严禁随意碾压破坏施工区以外的原地貌。虽然对施工期对场区进行了洒水等措施，使其形成地表结皮，有效减轻了风蚀。

7.2 防治目标评价

经监测计算，六大指标除林草植被恢复率及林草覆盖率外，其它各指标值均达到了设计的目标值。林草覆盖率未达标的原因：项目区年降雨量小，土壤缺失，加之无灌溉条件，植物很难存活，也符合项目区实际情况。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在问题

(1) 场内个别部位整治还不到位，与高标准的水土流失防治要求还有差距。

(2) 项目建设过程中，临时措施实施缺乏，水土流失防治效果不明显。

7.3.2 建议

(1) 对土地整治不到位之处进行补充整治、完善。

(2) 在运行期，应尽可能减少对原地貌及已治理区域的二次扰动，避免造成新的水土流失危害。

7.4 综合结论

建设单位能够按照水土保持法律法规的规定，依法编报水土保持方案。逐步落实了水土流失防治措施。

在项目建设过程中，施工单位基本能够贯彻以防为主、防治结合的方针，施工时尽量减少工程开挖对周边环境的破坏，采取了一些临时防护措施。在监测过程中对工程建设引起的扰动情况、开挖情况、水土流失的变化情况、各类水土保持工程的实施情况及防治效果等，做了相应的调查、记录，为实施监督管理提供了一定的依据。

项目建设单位要在以后的开发建设项目建设中，应将水土保持工程的建设和管理纳入主体工程建设管理中，并在招投标阶段就将水土保持要求纳入标书要求，强化对施工单位的水土保持职责和对水土保持工程的管理，将水土流失防治从工程建设招投标、施工准备期就开始进行防控措施落实，要充分重视施工过程中的临时防护措施，加强监督与管理，力争使工程建设造成的水土流失对环境造成的不利影响减小到最低限度。

甘肃省水利厅水土保持局文件

甘水利水保发[2013]173号

关于民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目 水土保持方案报告书的批复

江苏天合太阳能电力开发有限公司：

“关于申请批复《民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目水土保持方案报告书》的请示”（苏天合电力发[2013]11号）收悉。根据水土保持法律法规有关规定和技术评审意见，经研究，现批复如下：

一、民勤县益能 100MW 并网光伏发电项目位于武威市民勤县红沙岗镇工业集聚区。项目主要由太阳能光伏电池组件、逆变器与箱变等配电电气设备、道路和施工生产生活区等组成，总装机容量 100MW。项目估算总投资 9.18 亿元，其中土建投资 6994 万

- 1 -

元。项目计划于 2013 年 10 月开工建设，2014 年 10 月完工，建设总工期 12 个月，水土保持方案设计水平年为 2015 年。

二、该方案编制依据充分，内容全面，水土流失防治目标明确，水土保持措施总体布局及分区防治措施基本可行，方案编制基本达到可行性研究阶段深度，符合水土保持有关技术规范、标准要求。

三、同意水土流失预测方法和预测结果。项目建设损坏水土保持设施面积 170.24hm^2 ，新增水土流失量 3.39 万 t。

四、核定水土流失防治责任范围面积 215.94hm^2 。其中项目建设区面积 197.54hm^2 （其中扰动面积 170.24hm^2 ，未扰动面积 27.30hm^2 ），直接影响区面积 18.40hm^2 。

五、同意方案报告书中确定的水土流失防治分区和分区防治措施。光电池板区、道路区和施工生产生活区等是水土流失防治的重点区域。各类施工活动要严格限定在批准的用地范围内，严禁随意占压、扰动和破坏地表植被。做好施工开挖回填土的集中堆放、拦挡和苫盖等措施。施工结束后要对施工迹地及时进行清理平整、恢复植被。加强施工组织管理和临时防护措施，严格控制施工期间可能造成水土流失。

六、基本同意水土保持监测时段、内容和方法。光电池板区、道路区和施工生产生活区等是水土保持监测的重点区域。

七、同意项目设计水平年时的水土流失防治目标。水土流失防治执行建设类项目二级标准，扰动土地整治率达到 95%，水土

流失总治理度达到 82%，土壤流失控制比达到 0.7，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达到 90%，林草覆盖率达到 0.3%。

八、同意水土保持投资估算编制依据和编制方法。核定水土保持方案总投资 1366.29 万元，其中工程措施投资 997.55 万元，植物措施投资 3.23 万元，施工临时措施投资 101.74 万元，独立费用 126.11 万元（含水土保持监测费 27.17 万元，水土保持工程监理费 25.80 万元），基本预备费 52.55 万元，水土流失危害补偿费 85.12 万元。

九、建设单位要重点做好以下工作：

1、按照方案要求做好水土保持工程后续设计、施工招标和施工组织工作。加强对施工单位的管理，切实落实水土保持“三同时”制度。

2、定期向地方水土保持管理部门通报水土保持方案实施情况，并接受地方水土保持管理部门的监督检查。

3、委托有资质的机构承担水土保持工程监理和项目区水土保持监测工作，并定期向地方水土保持管理部门提交阶段性监理报告和监测报告。

4、项目建设规模、地点及渣（料）场的位置和数量等发生重大变化时，要及时编报方案变更设计报告报我局审批。

5、按照《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定收集有关资料，土建工程完工后，及时向我局申请水土保持设施验收。

十、编制单位要按规定将批复的水土保持方案报告书分送项目所在地各级水土保持管理部门，并于 30 日内将送达回执报送我局。

甘肃省水利厅
甘肃省水利厅水土保持局
2013 年 9 月 29 日

抄送：省发展改革委，省环保厅，武威市水土保持工作站，
定西兴德生态工程规划设计院。

甘肃省水利厅水土保持局 2013 年 9 月 29 日印发

甘肃省非税收入统一票据

甘肃省 财政部监制

No 000074388

2015年 9月 6日

益能太阳能发电有限公司

项目名称	单位	数量	标准	金 额								
				千	百	十	万	千	百	十	元	角
水土保持补偿费							851	200	00	00		
金额合计(小写)				85120000								
金额合计(大写)				零仟零佰捌拾伍万壹仟贰佰零拾零元零角零分								
备 注				县水承 财务专用章								

款单位(公章): 2232200113 复核人: 收款人(盖章): 李梅英