

戈壁荒漠区风电及光伏发电工程 水土流失特征的对比分析

周波^{1,2}, 柴亚凡²

(1. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048; 2. 甘肃省水土保持科学研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要:以河西走廊 18 个典型风电工程和光电工程为对象,对风电场和光电工程不同防治分区的影响范围和程度进行了对比,系统分析了工程建设过程中的水土流失特征。研究结论表明,风电场工程各防治分区扰动地表面积比例从大到小依次为:道路区(63.33%)>风机区(21.85%)>集电线路区(10.47%)>施工营地区(2.93%)>监控中心区(1.42%),光电工程各防治分区扰动地表面积比例从大到小依次为:光电电池板布置区(68.72%)>道路区(27.17%)>其他防治区(1.77%)>管理区(1.18%)>施工营地区(1.15%);风电场工程各防治分区挖方量比例从大到小依次为:风机区(77.38%)>道路区(13.76%)>集电线路区(6.39%)>监控中心区(2.16%)>施工营地区(0.32%),光电工程各防治分区挖方量比例从大到小依次为:光电电池板布置区(65.09%)>道路区(30.45%)>管理区(1.82%)>施工营地区(1.48%)>其他防治区(1.15%)。风电工程和光电工程的道路区和风机区(光电电池板布置区)是施工扰动最大的区域,这些区域的基础开挖、搬运和填筑等土建工程也是产生水土流失的重点环节。戈壁荒漠区风电工程和光电工程的水土流失影响指数分别为 0.314 和 0.419,以单位产能计算,光电工程的水土流失影响指数显著高于风电工程。

关键词:戈壁荒漠区;风电工程;光电工程;水土流失

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2014)06-0140-06

中图分类号: S157.1

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.06.034

Characteristics of Soil and Water Loss in Wind Power and Photovoltaic Power Generation Projects Construction in Gobi Desert Area

ZHOU Bo^{1,2}, CHAI Ya-fan¹

(1. Institute of Water Resources and Hydro-electric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China; 2. Gansu Institute of Soil and Water Conservation Sciences, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: Eighteen typical wind power generation projects and photovoltaic power generation projects in Hexi Corridor were taken as the object. We comparatively studied the influence range and degree of different partitions under prevented and controlled, and systemly analyzed the characteristics of soil and water loss in process under construction. The conclusions are as follows: the proportion of disturbed surface area in all partitions under prevented and controlled was in the order of: road area(63.33%)>fan zone(21.85%, photoelectric cell board area)>integrated circuit area(10.47%)>construction camp area(2.93%)>monitoring center area (1.42%), photoelectric cell board area(68.72%)>road area(27.17%)>othet area(1.77%)>management area(1.18%)>construction camp area(1.15%); the proportion of excavated amount in all partitions under prevented and controlled was in the order of: fan zone(77.38%)>road area(13.76%)>integrated circuit area(6.39%)>monitoring center area(2.16%)>construction camp area(0.32%), photoelectric cell board area(65.09%)>road area(30.45%)>anagement area(1.82%)>construction camp area(1.48%)>other area(1.15%); so the road area and the fan zone were the most serious zone of disturbed engineering construction and those zones were also the key link of soil and water loss in the building projects of footing excavation, transport, and filling. The value of water and soil loss impact index in wind power generation projects and photovoltaic power generation projects construction of the Gobi desert were 0.314 and 0.419,

收稿日期:2013-10-30

修回日期:2013-12-13

资助项目:甘肃省科技支撑计划项目“风电场区域环境变化与风蚀防治技术研究应用”(1304FKCA112);甘肃省水利科研项目(2009-35)

作者简介:周波(1967—),男(汉族),甘肃省漳县人,博士,正高级工程师,主要从事水土流失监测技术研究。E-mail:zhoubo_lz@163.com。

with unit capacity calculation, the value of soil and water loss impact index of photovoltaic power generation projects was significantly higher than that of wind power generation projects.

Keywords: Gobi desert area; wind power generation projects; photovoltaic power generation projects; soil and water loss

甘肃省风能和太阳能资源丰富,开发利用前景广阔。近年来,大力发展风电和光电产业不仅有效减少了常规能源的消耗,而且还促进了当地旅游业和经济的可持续发展。但是风电和光电工程作为开发建设项目的新的建设形式,在其建设过程中难免造成了一些新的水土流失^[1],尤其是对于生态环境脆弱的河西走廊戈壁荒漠区。鉴于戈壁荒漠区风电及光伏发电工程对区域水土流失影响特征方面的研究还鲜有报道^[2],防治措施也缺乏有效的理论依据^[3-4],仍然有许多关键问题亟待解决。本研究以酒泉市戈壁荒漠区的18个典型风电和光电工程作为研究对象,通过收集资料与现场监测相结合的方法获取了工程性质、占地面积、挖填方量及施工工艺等资料,对风电工程和光电工程不同防治分区的影响因素和水土流失特征进行对比研究,为戈壁荒漠区风电和光电工程建设过程中的水土流失防治提供理论参考和技术支撑。

1 研究区概况

河西走廊东起乌鞘岭,西至星星峡,介于南山(祁连山和阿尔金山)和北山(马鬃山、合黎山和龙首山)之间,为西北—东南走向的狭长平地。地形地貌由山区河流搬运下来的物质堆积于山前,形成相互毗连的山前倾斜冲积平原。气候为干旱大陆性气候,气候干燥、昼夜温差大,风大沙多,降水自东而西逐渐减少,多在50~150 mm之间,年均气温5.8~9.3℃,日照时数2 550~3 500 h,光照资源丰富。风电和光电工程集中连片区域地表均为戈壁砾石及细砂所覆盖。土壤类型主要有灌淤土、风沙土、灰棕荒漠土、盐土等土类,表层松散,结构疏松,有机质含量低,抗冲性和抗蚀性差,遇暴雨和大风极易造成水土流失。植被属荒漠草原植被,覆盖率大多在4%左右。

2010年2月至2012年10月,选取酒泉市河西走廊的典型风电场和光电工程各9个作为研究对象,其中风电工程建设规模为49.5 MW的风电场3个,100 MW风电场1个,200 MW风电场5个,分别位于风电场分布集中连片的瓜州干河口片区、瓜州北大桥片区和玉门桥湾及地窝铺片区,单机容量均为1.5 MW;光电工程建设规模为9 MW的4个,20 MW的2个,50 MW光电工程3个,分别位于光电工程分布集中连片的张掖南滩、金塔红柳洼片区和高台高崖子

滩片区,单个光伏方阵均为1 MW。工程区周围均没有居民分布,也没有工矿企业建筑及道路、水渠等基础设施,也不涉及拆迁安置情况。

2 研究方法

2.1 施工扰动面积的测定

通过查阅主体工程设计文件,利用1:10 000地形图和工程平面布置图现场调查,采用手持GPS、激光测距仪和皮尺等工具,按不同防治分区对主体工程、临时工程以及配套的服务设施在建设期的扰动地表、占压土地面积分别进行测量和统计分析。

2.2 开挖、回填和堆土量的测定

运用GPS对监测点定位,通过查阅主体工程治理和水土流失监测文件、现场调查并随机抽查监测点位,对工程建设过程中的开挖量、回填量、堆土量和利用率等进行实际测量。

2.3 水土流失影响指数的计算及评价标准

水土流失影响指数是将水土保持损益分析中的关键影响指标(或变量)进行加权后求和,得到的用于反映建设项目水土流失影响程度大小的水土保持影响潜值,为一无量纲值,它是分析、计算和评价开发建设项目水土保持损益的核心,是定量评价、评判开发建设项目水土保持得失的结论性指标^[5]。

3 结果与分析

3.1 水土流失特征对比分析

为了对比研究风电和光电工程的水土流失特征,我们选取了施工扰动面积和挖方量两个主要的水土流失特征值,考虑到由于建设规模不同可能造成的影响并不相同,本研究以单位产能对其数据进行了折算。

如表1—2所示,对比研究风电工程和光电工程,施工扰动面积和开挖量随着工程建设规模的扩大而增加,风电工程装机规模为49.5 MW的施工扰动面积为30.94~34.49 hm²,100 MW的施工扰动面积在50 hm²左右,200 MW的扰动地表面积均为120.10~126.28 hm²之间,平均值为123.74 hm²;光电工程装机规模为9 MW的施工扰动面积为14.48~34.00 hm²,20 MW的在50 hm²左右,50 MW的扰动地表面积均在116.79~150.68 hm²之间,平均值为129.47 hm²。

表 1 各风电工程概况

项目 编号	建设规模/ MW	风机 数/台	扰动面 积/hm ²	单位产能扰动/ (hm ² ·MW ⁻¹)	总挖方量/ 10 ⁴ m ³	单位产能挖方量/ (10 ⁴ m ³ ·MW ⁻¹)	配套检修 道路/m	单位产能配套检修 道路/(m·MW ⁻¹)
1	49.5	33	34.49	0.70	5.38	0.11	13 760	278
2	49.5	33	30.94	0.63	4.88	0.10	13 000	263
3	49.5	33	32.43	0.66	6.87	0.14	18 500	374
4	100.0	67	53.66	0.54	9.73	0.10	34 600	346
5	200.0	134	120.10	0.60	16.85	0.08	82 700	414
6	200.0	134	126.23	0.63	18.27	0.09	66 500	333
7	200.0	134	122.13	0.61	16.77	0.08	62 500	313
8	200.0	134	123.95	0.62	15.89	0.08	60 000	300
9	200.0	134	126.28	0.63	18.40	0.09	62 500	313
合计/平均	1 248.50	836	770.21	0.62	113.05	0.10	414 060	332

表 2 各光电工程概况

项目 编号	建设规模/ MW	扰动面 积/hm ²	单位产能扰动面积/ (hm ² ·MW ⁻¹)	总挖方量/ 10 ⁴ m ³	单位产能挖方量/ (10 ⁴ m ³ ·MW ⁻¹)	配套检修 道路/m	单位产能配套检修 道路/(m·MW ⁻¹)
1	9	34.00	3.78	2.62	0.29	4 500	500
2	9	30.17	3.35	0.65	0.07	4 600	511
3	9	21.68	2.41	1.00	0.11	2 800	311
4	9	14.48	1.61	0.83	0.09	3 310	368
5	20	57.49	2.87	8.63	0.43	12 240	612
6	20	53.93	2.70	12.76	0.64	8 000	400
7	50	120.93	2.42	17.39	0.35	17 740	355
8	50	116.79	2.34	15.95	0.32	16 785	336
9	50	150.68	3.01	9.45	0.19	18 810	376
合计/平均	226	600.15	2.72	69.28	0.28	88 785	419

以单位产能计算,风电工程每兆瓦装机容量平均扰动地表面积为 0.62 hm²,平均挖方量为 1 000 m³,需配套检修道路平均为 332 m;光电工程每兆瓦装机容量平均扰动地表面积为 2.72 hm²,平均挖方量为 2 800 m³,需配套检修道路平均为 419 m。光电工程的施工扰动面积和挖方量均高于风电工程,这是由于风电工程在建设过程中施工扰动呈现出点状侵蚀的特征,而光电工程虽然多呈现出面状侵蚀特征,但是由于主要防治区域光电池板布置区多呈现出“地毯式”的开挖,

对所建设区域几乎是全面扰动。因此以单位产能来说光电工程的施工扰动面积和挖方量远高于风电工程。

3.2 施工扰动特征对比分析

依据工程布局、施工扰动特点和建设时序等因素,将风电项目划分为 5 个水土流失防治分区:风机区、监控中心区、集电线路区、道路区和施工营地区。将光电项目也划分为 5 个水土流失防治区:光电池板布置区、管理区、其他防治区域(围栏边界区或供电线路区)、道路区和施工营地区(表 3—4)。

表 3 各风电场建设施工扰动特征

项目 编号	扰动 面积/hm ²	风机区		监控中心区		道路区		集电线路区		施工营地区	
		扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%
1	34.49	6.60	19.14	1.02	2.96	21.50	62.34	3.26	9.45	2.11	6.12
2	30.94	6.43	20.78	1.41	4.55	18.66	60.31	2.43	7.85	2.01	6.50
3	32.43	6.73	20.75	1.52	4.69	18.65	57.51	2.86	8.82	2.67	8.23
4	53.66	12.57	23.43	0.74	1.38	36.00	67.09	1.43	2.66	2.92	5.44
5	120.10	25.36	21.12	1.00	0.83	77.01	64.12	13.96	11.62	2.77	2.31
6	126.23	29.62	23.47	0.90	0.71	77.31	61.25	15.76	12.49	2.64	2.09
7	122.13	24.36	19.95	1.95	1.60	79.87	65.40	13.84	11.33	2.11	1.73
8	123.95	27.16	21.91	1.62	1.31	80.80	65.19	11.94	9.63	2.43	1.96
9	126.28	29.47	23.34	0.80	0.63	77.94	61.72	15.17	12.01	2.90	2.30
合计	770.21	168.30	21.85	10.96	1.42	487.74	63.33	80.65	10.47	22.56	2.93

表4 各光电工程建设施工扰动特征分析

项目 编号	总扰动 面积/hm ²	光电池板布置区		管理区		道路区		施工营地区		其他区域	
		扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%	扰动 面积/hm ²	比例/%
1	34.00	27.47	80.79	0.01	0.03	6.37	18.74	0.15	0.44	0.00	0.00
2	30.17	24.51	81.24	2.85	9.45	2.64	8.75	0.00	0.00	0.17	0.56
3	21.68	18.04	83.21	0.40	1.85	2.71	12.50	0.46	2.12	0.07	0.32
4	14.48	11.18	77.21	0.40	2.76	2.44	16.85	0.46	3.18	0.00	0.00
5	57.49	34.65	60.27	0.84	1.46	19.68	34.23	1.30	2.26	1.02	1.77
6	53.93	32.46	60.19	0.84	1.56	17.00	31.52	2.70	5.01	0.93	1.72
7	120.93	74.02	61.21	0.95	0.79	40.40	33.41	0.80	0.66	4.76	3.94
8	116.79	79.91	68.42	0.82	0.70	34.49	29.53	0.20	0.17	1.37	1.17
9	150.68	110.19	73.13	0.00	0.00	37.34	24.78	0.86	0.57	2.29	1.52
合计	600.15	412.43	68.72	7.11	1.18	163.07	27.17	6.93	1.15	10.61	1.77

由表3可以看出,风电工程各防治分区扰动地表面积从大到小依次为:道路区(63.33%)>风机区(21.85%)>集电线路区(10.47%)>施工营地区(2.93%)>监控中心区(1.42%),光电工程各防治分区扰动地表面积从大到小依次为:光电池板布置区(68.72%)>道路区(27.17%)>其他防治区(1.77%)>管理区(1.18%)>施工营地区(1.15%) (表4)。风电工程和光电工程道路区和风机区(光电池板布置区)施工扰动面积分别占整个工程施工扰动面积80%和95%以上,说明道路区和风机区(光电池板布置区)是风电工程和光电工程施工扰动最大的区域。

道路作为风机和光电池板运行期间巡视与检修

的通道,也是连接各风机(光电池板)与监控中心(管理区)之间的纽带^[6]。风机区风力发电机组和箱变在风电场区内呈“点状”分布,光电池板布置区呈现出“面状”分布。风电工程的道路区一般都是以风机为中心,道路呈散射状分布,而光电工程的道路都是以光伏方阵为中心,道路呈现出网格状分布。

3.3 土石方开挖特征对比分析

风电和光伏发电工程的共同特点是开挖量都较大,在施工过程中开挖一方面破坏了地表植被和结皮,导致地表裸露;另一方面破坏了土体结构,使土体抗冲、蚀性能降低。因此按照不同防治分区对土石方量进行了统计分析(表5—6)。

表5 各风电场建设过程中土石方量计算结果

项目 编号	总挖方量/ 10 ⁴ m ³	风机区		监控中心区		道路区		集电线路区		施工营地区	
		挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%
1	5.38	3.47	64.43	0.08	1.49	1.13	21.08	0.68	12.64	0.02	0.37
2	4.88	2.82	57.83	0.06	1.23	1.46	29.89	0.49	10.03	0.05	1.02
3	6.87	2.91	42.38	0.06	0.86	3.25	47.30	0.59	8.59	0.06	0.87
4	9.73	6.65	68.35	0.49	5.04	1.80	18.50	0.72	7.40	0.07	0.72
5	16.85	14.75	87.54	0.35	2.08	1.46	8.66	0.25	1.48	0.04	0.24
6	18.27	15.45	84.57	0.36	1.97	1.58	8.65	0.85	4.67	0.03	0.15
7	16.77	13.70	81.69	0.28	1.67	1.64	9.78	1.08	6.44	0.07	0.42
8	15.89	12.27	77.22	0.41	2.58	1.65	10.38	1.54	9.69	0.02	0.13
9	18.40	15.45	83.95	0.35	1.90	1.58	8.58	1.02	5.56	0.00	0.00
合计	113.05	87.47	77.38	2.44	2.16	15.55	13.76	7.23	6.39	0.36	0.32

由表5—6可以看出,风电工程各防治分区挖方量从大到小依次为风机区(77.38%)>道路区(13.76%)>集电线路区(6.39%)>监控中心区(2.16%)>施工营地区(0.32%),光电工程各防治分区挖方量从大到小依次为光电池板布置区(65.09%)>道路区(30.45%)>管理区(1.82%)>施工营地区(1.48%)>其他防治区(1.15%),风电工程和光电工程道路区

和风机区(光电池板布置区)开挖量分别占工程总开挖量的90%和95%以上。因此这两个区域是产生水土流失的主要部位,这些区域的基础开挖、搬运和填筑等土建工程也是产生水土流失的重点环节。因此在施工过程中,应提高土石方的调配利用率,避免土石方多次倒运。尽量缩短施工时间,开挖回填后立即进行场地平整,以最大限度地减少施工过程中的水土流失。

表 6 各光电工程建设过程中土石方量计算结果

项目 编号	总挖方量/ 10 ⁴ m ³	光电池板布置区		管理区		道路区		施工营地区		其他区域	
		挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%	挖方量/ 10 ⁴ m ³	比例/%
1	2.62	1.80	68.70	0	0.06	0.82	31.23	0	0	0	0
2	0.65	0.07	10.86	0.39	60.02	0.17	27.00	0	0	0.01	2.12
3	1.00	0.69	68.92	0.14	14.04	0.03	2.69	0.13	12.95	0.01	1.39
4	0.83	0.62	74.70	0.12	14.75	0.02	2.76	0.07	7.79	0	0
5	8.63	5.07	58.77	0.18	2.12	3.15	36.49	0.20	2.26	0.03	0.36
6	12.76	9.41	73.74	0.24	1.91	2.67	20.95	0.41	3.17	0.03	0.22
7	17.39	12.02	69.13	0.10	0.56	4.56	26.23	0.08	0.46	0.63	3.62
8	15.95	11.91	74.68	0.09	0.54	3.92	24.58	0.02	0.13	0.01	0.07
9	9.45	3.50	37.01	0	0	5.75	60.86	0.13	1.37	0.07	0.77
合计	69.28	45.09	65.09	1.26	1.82	21.10	30.45	1.02	1.48	0.80	1.15

3.4 水土流失影响指数对比分析

运用水土流失影响指数的计算方法^[5],根据设计和施工资料对数据进行了整理,得到了每个工程 7 个

影响因子的原始值,考虑到风电工程和光电工程以及同类工程由于工程性质和建设规模可能造成的影响并不相同,因此以单位产能进行折算和修正^[7](表 7—8)。

表 7 各风电工程影响因子标准化值及水土流失影响指数 SWII 计算结果

项目编号	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	SWII 值
1	0.779	0.406	0	1	0.019	0	0.603	0.437
2	0.779	0.396	0	0.552	0.010	0.005	0.802	0.410
3	1	1	0	0.740	0	0.057	1	0.584
4	0.328	0.317	0	0	1	1	0	0.345
5	0.055	0.062	0	0.399	0.387	0.091	0.417	0.203
6	0.027	0.182	0	0.590	0.404	0.104	0.319	0.223
7	0	0.086	0	0.462	0.329	0.138	0.368	0.201
8	0.027	0	0	0.519	0.384	0.143	0.344	0.205
9	0.055	0.183	0	0.592	0.398	0.116	0.270	0.219
平均值	0.339	0.292	0	0.539	0.326	0.184	0.458	0.314

注:(1) X₁ 为施工期; X₂ 为土石方挖填方总量; X₃ 为弃渣量; X₄ 为工程建设区面积; X₅ 为直接影响区面积; X₆ 为预测水土流失总量; X₇ 为未恢复面积率。(2) 调查的 18 个建设工程均未有弃土(渣),更未设置专门的弃土(渣)场。下同。

表 8 各光电工程影响因子标准化值及水土流失影响指数 SWII 计算结果

项目编号	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	SWII 值
1	0.451	0.376	0	1	0.136	0.443	0.972	0.551
2	1	0	0	0.804	0.236	0.983	1	0.689
3	1	0.091	0	0.369	0.158	0.741	0.972	0.575
4	1	0.045	0	0	1	0	0.860	0.406
5	0.148	0.616	0	0.584	0.097	0.513	0.378	0.355
6	0.190	1	0	0.501	0.087	0.467	0.403	0.383
7	0	0.476	0	0.373	0.204	1	0.010	0.313
8	0.008	0.428	0	0.335	0	0.661	0.035	0.229
9	0.099	0.195	0	0.648	0.027	0.726	0	0.274
平均值	0.433	0.359	0	0.513	0.216	0.615	0.515	0.419

经计算,风电工程水土流失影响指数的最大值、最小值、平均值分别是 0.584,0.201,0.314;本次计

算的 49.5 MW 的风电场的的影响指数在 0.410~0.584 之间,100 MW 的风电场的的影响指数为 0.345,5

个 200 MW 的风电场的影响指数在 0.201~0.223 之间。可以看出 49.5 MW 风电场和 100 MW 风电场的水土流失影响指数远高于 200 MW 风电场的水土流失影响指数,这主要是因为:首先本研究选取的 3 个 49.5 MW 风电场和 1 个 100 MW 风电场由于设计施工较早,大多于 2009 年设计施工,2010 年完工,由于当地风电基地的配套设施还不完善,导致施工期较长,很多施工工艺及工序未进行优化。而 200 MW 的风电场几乎都是在 2010 年下半年开工建设,于 2011 年陆续完工,借鉴了前期风电场的设计和施工经验,对施工工艺和工序进行了优化,总体上控制了施工扰动面积和挖填方量,而且风电园区内各项配套设施都相对比较完备,为施工提供了一个良好的环境,因此总体上施工期都较短,而施工期作为水土流失影响指数计算和评价的一个关键指标(权重为 0.158),它代表了开发建设项目对区域水土流失影响的时间长短,它的大小直接影响到水土流失影响指数的大小。其次以单位产能计算水土流失影响指数,49.5 MW 风电场和一个 100 MW 风电场,虽然建设规模较小,但是监控中心、施工营地和施工道路等配套工程同样不可或缺,因此几乎相同的施工扰动面积和开挖量,建设规模越小,单位产能计算水土流失影响指数就越大。因此造成了 49.5 MW 风电场和 100 MW 风电场的水土流失影响指数远高于 200 MW 风电场的水土流失影响指数。

光电工程水土流失影响指数的最大值、最小值、平均值分别是 0.689,0.229,0.419;本研究选取的 9 个光伏发电项目,其中 4 个 9 MW 项目水土流失影响指数最小值为 0.406,最大值为 0.689,差异较大,7 个影响因子中,施工期、挖填总量和未恢复植被面积差异较小,但是建设区面积、直接影响区和预测水土流失总量差异较大,这是由于水土流失影响指数较大的项目为了二期、三期工程的建设,征占的预留土地面积较大,并且一次性完成了场平工程,而且所在区域为沙壤土,植被覆盖度低,土壤侵蚀模数较大,因此预测的水土流失量较大,以上 3 个因子直接导致水土流失影响指数的差异较大。

建设规模为 20 MW 的两个光电工程项目,水土流失影响指数差异不明显,基本代表了这个建设规模的光伏发电项目的水土流失影响指数。50 MW 建设规模的 3 个光伏项目,水土流失影响指数最大的值 0.229,最小值为 0.313,查阅监理监测资料,最小值的项目作为当地示范性项目,压缩了施工工期,并采用

了条形桩基础,虽然开挖量比最大值项目增加,但是建设区面积、直接影响区面积和未恢复面积也都比最大值项目减小,因此加权计算后水土流失影响指数较小。

综合考虑各种影响因素,建议今后在对戈壁荒漠区的风电和光伏工程建设的水土流失影响指数计算及评价时,以项目的的水土流失影响指数平均值(0.314和 0.419)作为标杆,对拟建风电场和光伏发电工程的水土流失影响指数进行对比分析。以单位产能计算,光电工程水土流失影响指数显著高于风电工程。

4 结论

(1) 风电工程水土流失具有点、线、面侵蚀并存的特点。以点状侵蚀为主;而光电工程主要表现为面状侵蚀,侵蚀区域集中。

(2) 风电工程和光电工程道路区和风机区(光电池板布置区)施工扰动面积分别占工程扰动总面积 80%和 95%以上,开挖量分别占工程开挖总量的 90%和 95%以上。因此风电工程和光电工程的道路区和风机区(光电池板布置区)是该类工程施工扰动最大的区域,这两个区域的基础开挖、搬运和填筑等土建工程也是产生水土流失的重点环节。

(3) 以单位产能计算,光电工程的施工扰动面积和挖方量均高于风电工程。戈壁荒漠区风电工程和光电工程的的水土流失影响指数分别为 0.314 和 0.419,即以单位产能计算,光电工程单位产能的水土流失影响显著高于风电工程。

[参考文献]

- [1] 周英,田园,王勇. 云南太阳能光伏发电项目水土流失特点和防治对策[J]. 中国水土保持,2013(5):34-35.
- [2] 付喆. 昌图风力发电项目主要环境影响分析[J]. 气象与环境学报,2006,22(5):47-49.
- [3] 奚同行,林圣玉,张华明,等. 环鄱阳湖区风电场工程水土流失特征及防治措施体系[J]. 中国水土保持,2012(6):63-65.
- [4] 米勇. 坝上地区风电场工程水土流失特点及防治措施[J]. 水土保持应用技术,2012(5):16-17.
- [5] 姜德文. 开发建设项目水土保持损益分析研究[M]. 北京:中国水利水电出版社,2008.
- [6] 程鹏,张志强. 风电场道路技术参数的研究[J]. 武汉大学学报:工学版,2011,44(S):21-22.
- [7] 孟宪华. 风电场工程水土流失规律及其防治技术研究[D]. 北京:中国农业科学院,2010.