

典型建设项目区(迪那2气田)水土流失控制措施研究

吕惠明 (西北农林科技大学水土保持研究所 陕西杨凌 712100)

摘要 为处理迪那2气田工程建设与生态环境的关系,有效防治建设中新增水土流失,根据工程项目布局,水土流失分布和自然、社会经济条件,采用调查分析法,在现场勘测和分析相关资料、文件的基础上,对工程沿线新增水土流失防治措施进行统筹安排。坚持分区防治的原则,根据工程经过地自然地带、所属水土流失防治分区,确定指导性防治措施,为合理布设迪那2气田项目水土保持与生态修复措施提供了科学依据和技术支撑。

关键词 典型建设项目区;迪那2气田;生态环境;水土流失;控制措施

中图分类号 S181.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2012)30-14909-05

Soil Erosion Control Measures of Typical Construction Project Area in Dina 2 Gas Field

LV Hui-ming (Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract To treat the relationship between project construction and ecological environment and effectively prevent new soil erosion during the construction, according to the project layout, soil erosion distribution as well as natural, socio-economic conditions, the control measures of newly increased soil erosion along the project were carried out based on site survey and analysis of relevant information. In addition, adhering to the principle of partition prevention and treatment, some guiding prevention and control measures of the natural zone passed by the project and soil erosion control district were determined, which provided scientific references and technical support for the rational layout of water and soil conservation and ecological restoration measures in Dina 2 gas field.

Key words Typical construction project area; Dina 2 gas field; Ecological environment; Soil erosion; Control measures

我国最大凝析气田——位于新疆塔里木盆地的迪那2气田累计产气量超过100亿 m^3 ,为我国东中部地区用气提供了充足、稳定的气源保障。迪那气田于2001年4月29日被发现,位于新疆阿克苏地区库车县和巴音郭楞蒙古自治州轮台县境内,是我国目前发现的最大凝析气田。迪那2气田自2009年投产以来,一直保持高产稳产态势,截至目前累计生产天然气已超过100亿 m^3 ,累计生产凝析油(含轻烃)81万吨、液化气7.82万吨。迪那2气田是继西气东输主力气源——克拉2气田和英买力气田后的又一大主力气田,目前气田开井20口,平均日产天然气1459万 m^3 、凝析油799t、液化气145t。近年来,我国天然气需求量快速攀升。作为国内目前最大的凝析气田,迪那2气田不断投产新井,以满足供气需求。2011年,该气田先后投产5口新井,以保证国内用气需求和西气东输平稳供气。迪那气田建成后,不仅可缓解克拉等气田供气压力,有利于塔里木盆地天然气更为科学地开发,更为重要的是将为我国西气东输安全稳定供气提供更有有力保障。笔者为处理迪那2气田工程建设与生态环境的关系,有效防治建设中新增水土流失,笔者根据工程项目布局,水土流失分布和自然、社会经济条件,对工程沿线新增水土流失防治措施进行统筹安排,并坚持分区防治的原则,根据工程经过地自然地带、所属水土流失防治分区确定指导性防治措施,以期合理布设迪那2气田项目水土保持与生态修复措施提供了科学依据和技术支撑。

1 水土保持措施总体布局及控制措施的改良

1.1 水土保持措施总体布局 迪那2气田(图1)井数多且分散,气田区域地广人稀,交通极为不便,自然条件十分恶

劣,水土流失、生态破坏等问题制约了迪那2气田进一步发展^[1]。中央一号文件明确指出,搞好水土保持和水生态保护、加强水资源的合理利用是经济社会可持续发展的关键,这为新疆资源开发和生态环境的可持续发展注入了动力^[2]。在水土流失地区,水土保持措施为保护、改良与合理利用水土资源而采用的农业耕作措施、林草措施和工程措施的总称^[3]。水土保持农业耕作措施包括等高耕作、带状耕作、沟垄耕作,及保留作物残茬、秸秆覆盖、少耕、免耕、砂田等抗旱保墒耕作方法,以达到增加降水入渗、减少土壤水分蒸发和保水、保土、保肥的目的,从而提高作物单位面积产量。水土保持林草措施有造林种草、封山(沟)育林育草和天然草地改良等,其作用是增加地面植物覆盖,免遭暴雨溅蚀和径流冲刷,改善土壤物理化学性质,同时也为当地人民提供一定的木料、燃料、肥料、饲料或其他林副产品。水土保持工程措施按其分布的位置和作用可分为山坡水土保持工程(包括水平梯田、鱼鳞坑、山坡截流沟、水窖、涝池和挡土墙)、山沟治理工程(包括沟头防护工程、谷坊、拦沙坝、淤地坝、排洪沟、导流堤以及山区小型水利工程等),这些工程措施的作用主要是改变小地形,蓄水保土,排洪防涝,蓄水灌溉,除害兴利,为发展农、林、牧业生产创造条件。为处理工程建设与生态环境的关系,有效防治建设中新增水土流失,根据工程项目布局、水土流失分布和自然、社会经济条件,对工程沿线新增水土流失防治措施进行统筹安排。坚持分区防治的原则,根据工程经过地自然地带、所属水土流失防治分区,确定指导性防治措施。在各防治分区以侵蚀地貌划分治理单元,提出各治理单元的主导性防治措施体系;在各治理单元,根据主要的侵蚀部位系统论证推荐布置安全经济的防治措施及组合。在防治措施布置上,充分利用工程措施的控制性和速效性,同时发挥生物措施的后效性和长效性,针对该工程线路长、主体工程设计阶段深度与水土保持设计段深度不衔接的问

作者简介 吕惠明(1953-),男,陕西南郑人,工程师,从事高速公路建设管理及高速公路生态、绿化研究, E-mail: 530243904@qq.com。

收稿日期 2012-05-18

题 拟对不同水土流失分区的典型段进行典型设计 ,以代表 该段的水土保持治理方向。总体布局见图 2。

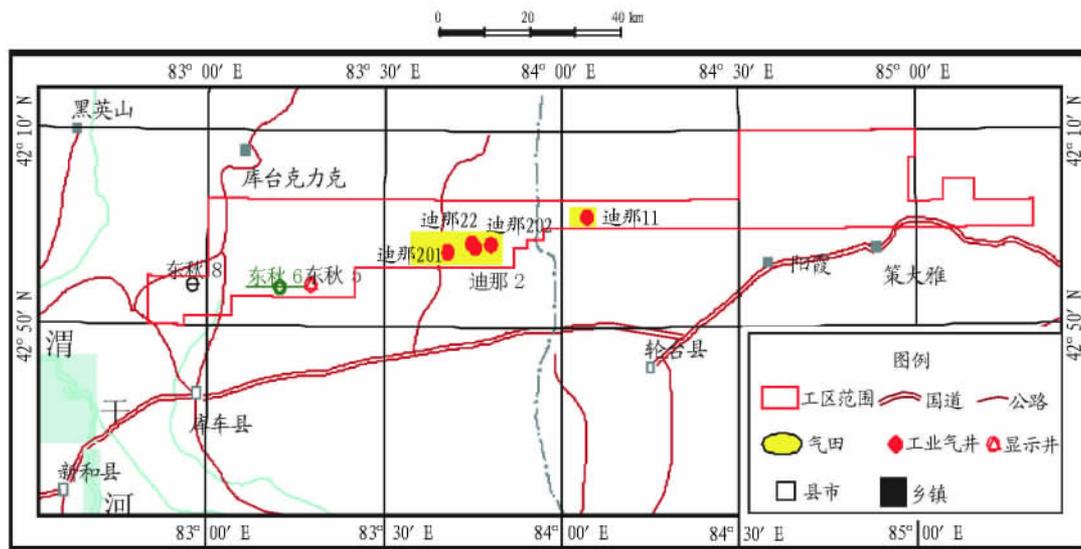


图 1 迪那 2 气田地理位置及区块位置



图 2 迪那 2 气田水土保持总体布局

1.2 分区防治措施

1.2.1 山区丘陵区防治措施(I区)。

1.2.1.1 站场防治区水土保持措施(Ia区)。该区防治责任范围面积为 3.54 hm²,包括迪那 1 井站、迪那 1 集气站、迪那 1 阀室及迪那 2 井站。该区水土保持措施以土石方就地平整为主要原则,结合工程设计中已经考虑的挡土墙、护坡、排水沟、绿化等措施防治水土流失。其主要工程量表现为土地平整、挡土墙工程、护坡工程及绿化工程(表 1)。

表 1 Ia 区防治措施工程量

工程措施	主体工程已列数量/m ³	实施年份
人工挖沟槽	960	2007
浆砌块石挡土墙	3 200	2007
浆砌块石护坡	6 400	2007
人工挖排水沟	1 890	2007
浆砌块石排水沟	1 050	2007
土地平整	22 050	2007
站场绿化	3 730	2008

注:土地平整和站场绿化工程量单位为 m²。

1.2.1.2 管道防治区水土保持措施(Ib区)。该区域防治责任范围面积为 138.79 hm²,包括迪那1内输管道区及迪那2内输管道区。线路管道采用沟埋敷设,管顶埋深不小于冻土层深度,管沟采取分段开挖分段回填的方式,尽量减少临时弃土的堆放时间。管沟回填埋土时,覆土高度高于地面约 300 mm。该区水土保持措施为:①对施工队伍进行管理,约束施工场地,严禁施工机械和施工作业面扩大到锁定施工作业带宽度外。②根据地形情况,适当设置挡土墙、护坡、排水沟等水工构筑物。③管沟开挖时的临时弃渣,根据地形情况,在适当地使用临时挡土墙,以避免水土流失。工程量详见表 2。

表 2 Ib 区防治措施工程量

工程措施	数量//m ³		实施年份
	新增	主体工程已列	
人工挖沟槽		1 350	2007
浆砌块石挡土墙		4 500	2007
浆砌块石护坡	2 740		2009
人工挖排水沟	1 080		2007
浆砌块石排水沟	600		2007
管沟覆土修整	199 600		2007

注:管沟覆土修整的新增工程量单位为 m²。

1.2.2 荒漠区防治措施。荒漠区管线长 65 km,防治面积 313.07 hm²,占用的土地为库车县和轮台县的荒漠戈壁等。该区防治重点是工程沿线因工程建设造成的风蚀沙化对项目及周边环境的危害。外输管线在荒漠区,根据工程设计资料,管顶埋深大于最大冻土深度(1.0~1.2 m),管沟回填土应高出地面 300 mm 以上,用来弥补土层沉降的需要,其宽度为管沟上开口宽度,并应做成梯形。外输管线区水土保持措施为:

1.2.2.1 回填土堆放。根据工程设计资料管道开挖原则,在预计管道顶宽 3 m 的基础上,经计算外输管线工程回填土高出地面高度约为 0.5 m。对高出地面部分做出水土保持要求,要求高出地面部分回填土堆按梯形堆放于管线上部,堆放后人工进行修整、拍实(码实),估算修坡工程量 9.4 万 m³。为防治管沟回填土堆地表自然恢复前在风蚀作用下产生流失,管沟回填后应通过经常洒水对回填土堆及管线施工作业带进行养护,使其尽快形成新的地表结皮,并配备洒水车一辆。同样,当管线经过老迪那河下游汇水区时,如不在此高出地面部分做处理,必然导致该回填土堆被水冲毁。因此,凡遇汇流坡面,外输管线应设置过水通道。拟采取将坡底部高出地表部分方量集中堆于过水通道两侧,形成梯形土牛,迎水面修整成圆形;沟底管线上方暂定为堆放铅丝笼。

1.2.2.2 沙障固沙。该区轮南末站附近管线经过区有固定、半固定沙丘分布,长约 3 km,沙丘呈孤立丘状,比高一般 2~5 m。该区地处塔克拉玛干沙漠北部边缘,管道敷设将使地表层结构变得更为疏松,使原来固定、半固定沙丘变为流动沙丘,不仅引起新的沙化,而且会危及管道稳定,必须采取沙障固沙,增加管线地表粗糙度,形成风蚀基准面,减缓或阻止沙丘移动。①沙障类型选择。该区采用低立式沙障,透风结构。沙障采用较软的柴草,露出地面 0.2~0.3 m,埋入地下 0.15~0.20 m。②沙障平面配置。根据主风向、沙丘形

态、管道防护要求,在管沟表面以及管道两侧布置沙障。由于风向与管道方向垂直,所以沙障呈行、带状布设,并与风向垂直。配置形式采取行列状、菲字状、鱼刺状等多种形式相结合的方式。③沙障间距。4#以下的平缓沙地,低立式沙障间距为 2~4 m。在沙丘迎风坡面设置的沙障,其间距应使下一列沙障顶端比上一列沙障基部高出 5~8 cm。④沙障施工。将柴草按设计长度切好,顺设计沙障条带线均匀放置线上,草的方向与带线正交。柴草埋入沙内 0.10~0.15 m,两端翘起,高 0.2~0.3 m,用手扶正,基部培沙。

1.2.2.3 绿化措施。由于该区干旱缺水,降雨少,蒸发强,使其地表水及地下水相当缺乏,难以满足植物的生长需要。因此,对管线经过的区域,以植被的自然恢复为主,对有水源的轮南末站区可因地制宜的实施绿化美化工程。在主体工程中,轮南末站站内绿化占地面积考虑为 20%,绿化以辅助生产区为重点,种植富于观赏性、当地常见的常绿乔木、灌木、草皮,条件允许的可设置花坛、花架等建筑小品。建构筑物、道路、装置区、绿化以外的空置场地铺及配砂石。由于该区为多风沙区,生态环境极为恶劣,绿化可以起到净化空气、减缓风速、调节小气候的作用,还可以起到一定的蓄水保土、防风固沙的水土保持作用。为有效降低项目区风蚀危害,该设计中考虑施工结束后在站外进站路两侧布置防风林,长 500 m。

1.3 典型水土保持措施设计

1.3.1 工程措施。

1.3.1.1 挡渣(土)墙。挡渣(土)墙一般设在管沟开挖区和施工道路区等。采用浆砌重力式挡土墙,设计要求为:挡渣(土)墙一般高度为 1~3 m,采用 M7.5 浆砌块石;基础开挖深度应达到基岩或坚硬土层,临土面边坡一般采用 1.0:0.4~1.0:0.5;墙高为 1.0 和 1.5 m 时,在底部设置一排水孔,墙高 2~3 m 时,在垂直方向隔 1 m 设置二排排水孔,最低一排孔设在地面高程以上 0.1 m 处,排水孔水平间距为 2~3 m;挡土墙水平方向每隔 8~12 m 设置一道伸缩缝,缝宽为 2 cm,缝中嵌柏油沥青杉板。

1.3.1.2 护坡工程。护坡工程主要有植物护坡、工程护坡和综合护坡 3 种类型,主要用于管道敷设和施工道路区。工程护坡采用干砌块石,厚 0.3 m,其下铺碎石垫层,厚 0.1 m,护坡高度 1~2 m,边坡 1:1,坡脚砌 0.3 m×0.4 m 的镇墩,外侧布设一排水沟;工程护坡的水平方向每隔 20~30 m 设置纵向排水沟 1 条,其断面尺寸为 30 cm×40 cm;工程护坡上部裸露面需采用植物护坡措施,种植林草,种植宽度视边坡宽度,一般为 1~2 m。

1.3.1.3 排水沟。排水沟主要布设在挡土墙、护坡脚址、坡面排水。排水沟多采用 M7.5 浆砌块石,采用 2 种排水沟,一种是沟底宽 0.6 m、深 0.7 m 的矩形排水沟,另一种是沟上宽 1.6 m、渠底宽 1 m、深 1 m、边坡为 1:0.5 的梯形排水沟。排水沟一般布设在坡面、坡脚及排水口位置上,用以排除地表径流和沉淀后的浊水,排水沟的终端连接天然排水道;坡面上的排水沟比降较大,比降由设计边坡或地形坡度而定,并

在坡脚布设跌水坎,作为防冲措施;平地区排水沟比降一般为1‰~2‰,排水沟起点为蓄水池和抽水管口,终端接天然水道。

1.3.2 植物措施。

1.3.2.1 种草。该项目种草有管沟面覆土层种草、渣面种草、草地恢复、护坡种草及草坪。管沟面覆土层种草(指原为林地、草地和荒地的区域)、弃渣场面种草及护坡种草,一般采用栽植、埋植或直播。直播有条播、撒播、穴播和混播几种方式,部分植物护坡可采用网格状种草。

1.3.2.2 种树。堤脚压浸台渣场种树方式为坑穴种植,乔木株行距为3 m×3 m,坑穴尺寸0.6 m×0.6 m×0.6 m,乔木间种草;行道树种植采用坑穴种植,行距4 m×4 m,坑穴尺寸0.6 m×0.6 m×0.6 m。

1.4 水土保持措施实施进度安排 坚持水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的原则,根据主体工程施工进度及水土保持工程特点,确定完成全部防治工程的期限和年度安排^[4]。具体安排时,一是安排随时都将产生水土流失地段的防治措施;二是部分在主体工程建设前就应布设的水土保持措施,如施工开挖的弃土石渣应在主体工程建设的同时建好挡渣墙、护坡和排水沟等;三是滞后于主体工程安排的措施,如植物措施及输气站场工程的水土保持措施。另外,水土保持措施在安排时序上,一般是先采取临时性措施,其次为工程措施和土地整治措施,最后是植物措施。

1.5 控制措施的优化模式 该项目工程水土流失主要集中在建设期,尤其是管道及道路工程中造成大量的弃土石渣,占工程水土流失总量的一半以上,以上区段是该项目工程水土流失的防治重点和难点。在施工过程中,工程施工单位严格按照工程施工平面布置图和水土保持方案报告的要求,在征地范围内施工,工程也无大的技术变更。但在实际施工中防治责任范围发生一定变化,经实际监测,防治责任范围由方案中的780.96 hm²变为实际监测的591.96 hm²(工程占地485.06 hm²,直接影响区占地106.9 hm²)。减少的面积主要在管道和料场,由于业主和施工单位的重视,管道铺设施工临时占地及料场占地大大减少了。项目建设区分为永久征占地和临时占地,永久征占地面积在项目建设前已经确定,施工阶段及项目运行阶段保持不变,临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化。因此,可以从减少水土流失防治责任范围的角度来防治水土流失,同时也说明了工程建设中可以改进和提高水土保持措施实施质量,有效地减少当地及周边的水土流失。此外,在工程水土流失防治上,戈壁地区应以植物措施为主;山区应采取工程、植物和土地整治等综合性措施,同时还应注重项目区所选物种的适宜性问题。

2 水土流失控制措施效益评价

2.1 生态效益 总体上看,该工程水土保持措施的实施极大地改善了项目区内的生态环境,生态效益显著。采用水土流失防治目标中的6个量化指标来反映生态效益,分别是扰动土地治理率、水土流失治理度、土壤流失控制比、拦渣率、

植被恢复系数和林草覆盖率(表4)。

2.1.1 扰动土地整治率。水土保持措施面积工程临时占地面积迹地恢复和厂区绿化面积为343.00 hm²,实际监测建筑物(路基、厂区、站场)占地面积为124.01 hm²,水土保持面积与建筑面积之和为467.01 hm²;扰动地表面面积为工程建设土建设扰动地表面面积,为485.06 hm²,则扰动土地治理率为96%(表4)。

2.1.2 水土流失治理度。该工程防护措施主要包括过水路面、防护堤、土地平整、绿化措施占地、管堤修筑、便道砂砾石覆盖。该工程实际监测永久占地面积为124.01 hm²,其中道路工程施工洒水防护可列为水土保持防治面积为71.39 hm²;临时占地面积为361.05 hm²,主要为管道开挖回填工程占地,管道回填后洒水防护,所以临时占地基本得到恢复,可列为水土保持面积361.05 hm²,共计水土保持措施防治面积为432.44 hm²,而该工程实际造成水土流失面积为485.06 hm²,所以水土流失治理度为89.15%(表4)。

2.1.3 土壤流失控制比。根据SL190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》,该工程所在区域属于自治区重点监督区,土壤容许流失量为2 000 t/(km²·a)。土壤侵蚀模数平均值为3 300 t/(km²·a),所以土壤流失控制比为0.61,基本满足二级防治目标0.60的要求。

2.1.4 拦渣率。该工程设计弃土弃渣量为135.11万m³,工程弃渣丘陵区就地平整和平原区弃往道路取料场料坑内,无弃渣堆放,可得拦渣率为100%。

2.1.5 植被恢复系数。该工程只有中央处理厂区有水源保证可以绿化,所以只能在中央处理厂空地绿化,可绿化面积为7.86 hm²,实际绿化总面积为7.55 hm²,所以植被恢复系数为96.1%。

2.1.6 林草覆盖率。该工程实际绿化总面积为7.75 hm²,实际扰动地表面面积为485.06 hm²,由于扰动地表面面积较大,又无植被生长条件,所以只对中央处理厂区进行了绿化措施。因此,该工程林草覆盖率为1.55%,无法达到目标要求。由表4可知,6项防治目标指标值有5项达标,可见工程建设区内的水土流失得到了基本治理。工程施工中破坏的原地貌通过采取水土保持措施后,大部分区域得到恢复,水土保持工程实施后,防治责任范围内的水土流失得到了一定的治理,项目区生态环境得到了一定的改善,减轻了因为工程建设和人为活动对自然环境的破坏,为恢复项目区的生态环境创造了有利条件。

表4 水土流失防治目标值实现情况

评估指标	目标值	监测值	评估依据
扰动土地治理率//%	95	96	(水土保持面积+建筑面积)/扰动地表面面积
水土流失治理度//%	80	89.15	水土保持防治面积/造成水土流失面积
土壤流失控制比	0.60	0.61	侵蚀模数容许值/方案土壤侵蚀模数平均值
拦渣率//%	95	100	设计拦渣量/弃渣量
植被恢复系数//%	95.0	96.1	绿化总面积/可绿化面积
林草覆盖率//%	10.00	1.55	绿化总面积/扰动地表面面积

2.2 社会效益 该工程水土保持方案实施后,项目区的水土流失得到有效的防护,减少水土流失的危害,可进一步保证气田的安全,延长气田的寿命;该工程在建设过程中修筑的施工便道及水土保持防护工程,都是尽量结合群众生产生活需要修建的,一定程度上改善了当地的交通条件,方便了群众生活;项目区环境的绿化美化,有利于生态环境的改善,促进了当地及周边社会经济的持续发展^[5-7]。

3 水土保持损益分析

开发建设项目水土保持损益分析是指对开发建设项目及周边地区的水、土资源可持续利用、生态环境状况、水土保持功能、水土流失危害、环境及耕地人口容量、水土保持成本等方面,进行较为全面的损失和效益分析^[8],对水土保持损失与收益进行系统分析和综合评价,衡量开发建设项目在水土资源和生态环境等方面的利与弊,特别是水土保持功能、作用的损益分析。开发建设项目水土流失影响指数(SWII)是在水土保持损益分析的基础上,定量计算和评价建设项目水土流失影响大小的一个标准尺度^[9]。该项目的水土流失影响指数 SWII 值计算公式为:

$$SWII = \sum_{i=1}^n \mu_i \times x_i$$

式中 μ_i 为第 i 个因子的权重; x_i 为第 i 个因子数据归一化处理后的值; $i=1, 2, \dots, 5$ 。

3.1 原始值 x_i 的获取 根据《迪那凝析气田地面工程开发项目(水土保持方案报告书)》,该项目中永久占地面积 x_{d1} 、临时占地面积 x_{d2} 分别为 137.036、536.98 hm^2 ,挖方总量 x_{d6} 、填方总量 x_{d7} 、废弃物量 x_{d9} 分别为 479.85 万、516.53 万、137.57 万 m^3 ,水土保持影响时段 x_{d32} 为 18 个月,预测水土流失总量 x_{d35} 为 25.82 万 t,水土流失治理面积 x_{d38} 、影响范围面积 x_{d40} 分别为 455.4、106.94 hm^2 。根据工程总长度(311.95 km),将上述变量分别换算为单位长度的值进行如下计算:占地面积与影响范围 $x_1 = a_1(x_{d1} + x_{d2}) + a_2x_{d40} = 0.69(x_{d1} + x_{d2}) + 0.31x_{d40} = 1.60$,对地表的扰动强度 $x_2 = a_3(x_{d6} + x_{d7}) + a_4x_{d9} = 0.44(x_{d6} + x_{d7}) + 0.56x_{d9} = 1.65$,影响时间 $x_3 = x_{d32} = 18$,造成的水土流失总量 $x_4 = x_{d35} = 827.70$,不可恢复比例 $x_5 = 1 - x_{d38}/(x_{d1} + x_{d2}) = 0.32$ 。

3.2 原始值 x_i 的标准化处理 按照 $x_i' = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$ 对 x_i 的原始值进行标准化处理后, $x_1' = 0.26$, $x_2' = 1.22$, $x_3' = 0.40$, $x_4' = 0.29$, $x_5' = 0.53$ 。

3.3 SWII 计算 水土流失影响指数 $SWII = 0.215x_1' +$

$0.228x_2' + 0.158x_3' + 0.194x_4' + 0.205x_5' = 0.5622$ 。介于调查统计的输油输气管线项目影响指数 0.0462 ~ 0.8548 范围内,但是超出平均值(0.2686)的 109.31%。这主要是由于工程建设对地表的扰动强度大、工程建设历时较长以及项目临时占地面积较大造成的,因此可以从以上 3 个方面进行工程建设和水土保持优化。例如,在项目监测报告结果中明确提出,由于业主和施工单位的重视,管道铺设施工临时占地及料场占地大大减少了,且减少的面积主要在管道和料场,相应地提高了工程水土保持效应。

4 结语

迪那凝析气田地面工程严格按照施工图施工,水土保持工程建设得到了业主和施工单位的重视,施工中加大了对监理人员和施工人员的水土保持宣传,工程建设无重大水土流失危害,道路工程和管道铺设建设后现状运行良好,中央处理厂施工后进行了大量绿化,施工迹地也进行了土地平整恢复。监测结果显示,水土保持工程措施和植物措施实施后,施工过程中产生的新的水土流失和原地貌水土流失得到控制,施工扰动和损坏的面积得到了防止和治理,工程区侵蚀量较施工初期有所降低,水土保持效益显著。

参考文献

- [1] 四川石油管理局. 新疆迪那 2 气田获得重大发现[J]. 石油矿场机械, 2001(6): 55.
- [2] 包琦玮, 张均任. 道路工程技术标准体系[C]//第七次城市道路与交通工程学术会议论文集. 北京: [出版者不详] 2002.
- [3] 蔡晓东. 萝岗区水土流失现状及防治对策[J]. 福建水土保持, 2002(3): 41-43.
- [4] 曹学章, 唐晓燕, 刘庄, 等. 开发建设中生态保护与恢复标准的技术要求及其确定方法初探[J]. 生态与农村环境学报, 2008, 24(1): 77-82.
- [5] 程序. 农牧交错带研究中的现代生态学前沿问题[J]. 资源科学, 1999, 21(5): 1-8.
- [6] 丁琦. 开发建设项目水土流失监测点布设研究[D]. 西安: 西北大学, 2008.
- [7] 樊鸿章, 董建辉. 秦巴山区高速公路生态恢复规划设计研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 149-153.
- [8] 郭索彦, 苏仲仁. 开发建设项目水土保持方案编写指南[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.
- [9] 姜德文. 开发建设项目水土流失影响分析研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [10] 杨万盈. 汉水流域安康段的水土流失及对环境影响分析[J]. 内蒙古农业科技, 2010(3): 22-23.
- [11] NAN L, GUO F F, WANG X D, et al. Effect of typical vegetation restoration pattern on soil and water conservation in Yuanmou Dryhot Valley of Yunnan Province[J]. Agricultural Science & Technology, 2010, 11(11-12): 167-171, 201.
- [12] 殷学鸣. 浅析骆驼井区水土流失现状与对策[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(7): 89-90.

(上接第 14885 页)

- [3] 方建刚, 白爱娟, 陶建玲, 等. 2003 年陕西秋季连阴雨降水特点及环流条件分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(4): 509-517.
- [4] 冯建民, 纪晓玲, 陈晓娟, 等. 干旱区一次连阴雨过程中暴雨天气的多普勒雷达图像特征[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2010, 46(S1): 90-95.
- [5] 欧阳首承, 张葵, 郝丽萍, 等. 非规则时序信息的结构转换及演化的细化分析[J]. 中国工程科学, 2005, 7(4): 36-41.
- [6] 欧阳首承. 天气演化与结构预测[M]. 北京: 气象出版社, 1998.

- [7] 欧阳首承, 麦克内尔, 林益. 走进非规则[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
- [8] 欧阳首承. 运动流体的断裂与天气预测的若干问题[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1994.
- [9] 王洪丽, 张秀珍. 一次局地暴雨天气的多普勒雷达回波分析[J]. 内蒙古农业科技, 2012(3): 104-106.
- [10] 柳航, 蒲章绪. 浅盆地暴雨灾害分析[J]. 农业灾害研究, 2011, 1(1): 82-84.