

# 线状工程建设项目的水土保持监测

## ——以西气东输项目为例

赵永军, 姜德文, 袁普金

(水利部水土保持监测中心, 北京 100053)

**摘 要:** 以西气东输项目为例, 在分析项目区及不同工程部位水土流失特点的基础上, 以水土保持措施布局分区为依据, 对大型跨区域线形建设项目水土保持监测类型区进行了划分。采用监测类型区与监测工程区正交布点的方式确定监测点位, 具有较强的代表性。监测时段分为施工前期、施工建设期和运营初期, 给出了各时段的确定方法。分时段提出了不同工程类型区的监测内容和监测方法。

**关键词:** 建设项目; 水土保持监测; 监测内容; 方法

**中图分类号:** S157

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2005)06-0071-05

# On Soil and Water Conservation Monitoring of Linear Stretched Civil Engineering

## ——In Case of West- East Gas Pipeline Project

ZHAO Yong-jun, JIANG De-wen, YUAN Pu-jin

(Soil and Water Conservation Monitoring Center of Water Conservancy Ministry, Beijing 100053, China)

**Abstract:** Taking the West- East Gas Pipeline Project as example, by analyzing the characteristic of soil and water losses in project area and its different positions, and according to the layout of soil and water conservation measures, it is dealt with the division of soil and water conservation monitoring type-districts of the civil project, which was large-sized by crossing many regions in a linear shape. Meanwhile, a normal way has been used to layout the every monitoring points between the monitoring type-districts and the project area with a high representation. Monitoring period could be divided into preparing stage, construction stage and early stage of running, and a determining method of stages was derived. Finally, the content of monitoring, the method of monitoring in different stages and at different project type-districts was point out.

**Key words:** civil project; the monitoring of soil and water conservation; monitoring content; monitoring method

## 1 前 言

水土保持监测是一项以保护水土资源、改善和维护良好的生态环境为目标, 为规划设计和实施水土流失防治措施提供定性定量依据的基础性工作, 对于贯彻水土保持法规, 搞好水土流失监督管理, 科学有效地控制水土流失具有重要作用。2002年10月水利部颁发了《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002), 随即开始进行持证单位和个人的上岗培训, 从而使水土保持监测工作步入有法可依、有规可循、规范性建设与实施阶段。建设项目水土保持监测是水土保持方案中的一项重要内容, 由业主出资委托具有资质的单位进行, 其目的在于及时、准确、全面地反映项目建设和运营过程中水土流失发生状况及水土保持措施实施的防治效果, 为建设项目水土流失预测、防治措施布设和水土保持管理提供依据。但目前由于业主对监测工作重视不够, 大部分水土保持方案报告书中监测章节的设计内容不具体, 可操作性差, 又缺乏较详细的便于实施操作的技术指导文本, 因此, 建设项目水土保持监测开展的十分不普遍。本文以西气东输项目为例,

旨在探讨跨区域、复杂、大型线状工程建设项目的水土保持监测体系、内容及技术。

## 2 线状工程项目及水土流失特点

线状建设项目一般有公路、铁路、输水、输气等工程项目, 由于路线长, 跨越区域引发水土流失的因素多, 地貌类型复杂, 施工过程中动土(石)量大, 是一类水土流失极为严重、流失类型多样、防治措施复杂的大型工程, 水土保持监测内容和方法必须依据其水土流失特点和防治措施内容来定。

### 2.1 工程及跨越区域

西气东输(新疆轮南- 郑州荥阳段)全长2 945.2 km, 工程内容主要包括19座工艺站场、输气管线、新建公路934 km、扩建公路150 km, 动用土方2 995万 $m^3$ 、石方1 048万 $m^3$ , 穿越黄河等大中型河流40余次, 穿越公路400余次, 铁路20余次。主要施工工艺, 大部分管线采用地埋敷设, 部分山丘段通过隧道穿行, 与大中型河流交汇处, 根据地形地质情况选择大开大挖埋式、跨越式和定向钻三种方式通过。此外在黄土丘陵沟壑区与冲沟相交时, 根据具体地质条件采用跨

\* 收稿日期: 2004-12-13

作者简介: 赵永军(1969- ), 男, 河北省石家庄市人, 水利部水土保持监测中心咨询评估处副处长, 长期从事水土保持规划和管理工作的。

越、深埋等方式。

## 2.2 项目区水土流失状况

该项目线路长,跨越多个气候、土壤和植被类型区,水土流失表现出以下主要特点:

(1) 侵蚀类型复杂。根据气候及侵蚀营力,项目区大致分为三种主要侵蚀类型:新疆轮台—宁夏中卫段,地势平坦,气候干燥,沙漠化严重,植被稀少,土壤侵蚀以风力侵蚀为主;宁夏中卫—陕西靖边段,地形平缓,气候干旱,以沙地、农地和覆沙黄土丘陵沟壑为主,天然植被稀疏,为风蚀水蚀交错侵蚀区;陕西靖边—郑州荥阳段,地形起伏较大,黄土深厚,包括黄土丘陵沟壑区、残塬沟壑区、平原阶地区区和土石山区,区内自西北向东年降雨量逐渐增多,植被覆盖较好,土壤侵蚀以水力侵蚀为主。项目区内土壤侵蚀除表现出上述大区域侵蚀类型的特点之外,在局部区域由于地貌、土壤、植被及人为作用强度仍然存在较大差异,大区域特点与小区域特征和人为活动因素交互作用的结果,使土壤侵蚀类型、方式、侵蚀强度更加复杂。项目区内风力侵蚀主要分布于地形平缓而干旱多大风的西部地区,并伴有冻融侵蚀;水力侵蚀主要发生在降雨量较多、地形起伏较大、土壤抗蚀较弱的东部黄土丘陵区、黄土丘陵沟壑区和土石山区,多为面蚀与沟蚀,部分地段伴有重力侵蚀发生,重力侵蚀分布与沟道分布大体吻合,崩塌多发生在60°以上的侵蚀沟陡崖,滑坡多出现在35°以上的斜坡上。

(2) 侵蚀强度大。项目区内吐哈盆地风沙区年风蚀模数为 $5\,000\sim 8\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ,风蚀厚度达 $25\sim 50\text{ mm}/\text{a}$ ;甘肃的河西走廊地区年平均沙尘暴日数约33 d,侵蚀模数 $2\,500\sim 5\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ;黄土高原地区,侵蚀模数在 $5\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以上的面积有 $15.6\text{ 万 km}^2$ , $5\,000\sim 10\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 的有 $7.9\text{ 万 km}^2$ , $10\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以上的 $7.7\text{ 万 km}^2$ ,严重部位侵蚀模数高达 $20\,000\sim 30\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。强烈的土壤侵蚀导致河流泥沙含量大,如黄河中游的清涧河流域和昕水河流域多年平均汛期含沙量高达 $100\text{ kg}/\text{m}^3$ 以上。

(3) 侵蚀过程集中。土壤侵蚀类型不同,侵蚀发生的主要时期也不同。大风天气多出现在春季和夏初季节,加之此时植被枯萎、土壤裸露、土质结构松散,极易受风力侵蚀,因此风蚀以春季和夏初季节最为强烈;水力侵蚀主要发生在6~9月,尤以7、8月最为突出,这是由于年降水量的70%以上和几乎所有暴雨集中在这一时期所致。

## 2.3 工程建设引发的水土流失特点

线状工程呈线状分布,线上又分布着点。“线”包括主体工程输气管线、为施工新修建的永久或临时施工道路;“点”指场站、隧道、跨河跨沟、以及软弱地基施工、取土场、弃渣场、料场、施工队伍集中驻地等容易发生水土流失的地点。

施工所造成的水土流失因管线经过的侵蚀类型区以及施工地段不同,侵蚀方式有很大差异。

(1) 管线:一般要先清基、开挖管沟,然后将开挖出的渣土在管沟两侧临时堆置,待管道下沟覆土施工结束后,将剩余渣土运至弃渣场。管线开挖,会扰动、损坏原有地貌和植被。在风力侵蚀区,施工期间,堆置于管沟两侧的临时弃土,由于坡度较大,遇大风时,迎风面受力大,加之土体结构脆弱,很容易产生剧烈的风力侵蚀。再者,管线经过地段,风力侵蚀区一般生境条件恶劣,干旱、多风、植被稀疏矮小,植物生长缓慢,地面一经扰动植被遭受破坏之后,很容易引起生态系统崩溃,还可能使原来固定、半固定的沙地变为流动沙地。即使采取人工恢复植被等措施,由于受生境条件限制,实施相当困难,甚至可能造成永久性不可逆的生态灾难。因此,工程完工后,严重的风力侵蚀仍然会持续相当长时间。在水力侵蚀区,因扰动面土

质疏松、堆置土坡度大,极易引起面蚀和细沟侵蚀。

(2) 开挖边坡和填筑边坡:线状工程在穿越山丘、沟谷与河流时,不可避免地会产生大量开挖或人工填筑边坡。在边坡开挖或填筑过程中,如果施工不当,尤其在破碎岩体地段施工时,很容易破坏坡体支撑,而引起崩塌、滑坡,产生严重的重力侵蚀。即使是稳定坡面,一般由于坡陡、土质结构差,无植被覆盖,也会成为面蚀、细沟侵蚀或风蚀严重发生的地段。

(3) 跨河、跨沟施工:跨河、跨沟段大开大挖地埋式管道工程施工、公路、铁路跨河桥墩施工是造成水土流失的重要地段。尤其在常年流水的河道或洪水期施工,管沟开挖出的土渣或钻孔灌注桩施工排出的泥浆都可能被水冲蚀。为防止河水直接冲刷施工场地影响施工,跨河管线、桥墩基础等施工时一般先使用围堰进行导流,围堰疏窄河床后,水流冲力会增大。对于跨越大型河流的工程,因施工单位考虑经济投入问题,多采用省时省工的土石围堰,土石围堰在填筑与拆除过程中,由于土体受搅乱和水流冲刷双重作用,冲蚀现象会更加严重,加上围堰拆除是在水下作业,清除不彻底还会有残留泥沙存在,其危害是污染河水,淤积河床,最终导致降低河道排洪能力,引发洪水灾害。

(4) 隧道施工:隧道施工要出渣,施工期间,出渣一时间无法运出去,会在洞口临时堆置一段时间,此间如遇暴雨,会与其它地段堆放土体一样产生严重的面蚀和细沟侵蚀。洞脸处由于坡体切削,加上开挖隧洞时爆破的震动,还可能产生崩塌、落石等重力侵蚀。

(5) 施工道路、施工营地:平原区施工道路的修建,会扰动地面,破坏土体结构,增大面蚀和细沟侵蚀或风蚀的潜在危险性;山丘区临时道路一般沿坡体而建,通常是上部削坡开级产生土渣,倾倒在坡体下端形成填筑边坡,切削部分容易引发崩塌等重力侵蚀,填筑部分由于土体疏松,面蚀、细沟侵蚀都很严重。更严重的是在将土渣往下边坡倾倒过程中,土渣顺坡流泻,会形成比路宽多几倍甚至几十倍的斜坡面,下层植被被埋压,上层土渣猛流失,产生的危害面大、环节多。对环境破坏十分严重。

(6) 取土场:取土一般有两种形式,一是山丘地掘进式取土,另一种是平原区深挖式取土。掘进式取土会形成陡立的切削面和取土后的平坦地。切削面有产生重力侵蚀的危险性,取土后退出的平坦地,实际上仍然具有一定坡度,由于面积大、土质疏松,因而是面蚀和细沟侵蚀危害发生的重要地段。对于平原区深挖式取土,为少占耕地,取土一般比较深,形成硕大深坑,坑壁直立,坑壁容易坍塌,坑底易积水,形成死水坑,给当地群众生产、生活带来不便甚至极大危险。

(7) 弃土弃渣场:平原区弃土弃渣一般堆弃于坑凹地或季节性排洪河道两岸;山丘区由于受地形及交通运输条件限制,往往堆弃到施工地附近沟谷或路、河之间的河滩地。因土石渣结构松散,渣面遇降雨容易产生面蚀和细沟侵蚀,弃渣坡脚易被集中水流冲蚀,或被河道水流冲刷失稳,引起大面积渣体向河道中坍塌等危害。

总之,不论哪种线状工程,线路主体、跨河桥涵施工、取土采料、弃土弃渣等活动都将不可避免地扰动和损坏原有地貌,导致土壤结构破坏,林草植被毁坏,降低土体的抗蚀性,引起水土流失。不同工程部位引发水土流失的形式与程度不同,而对于同类工程,在不同区域施工时,由于侵蚀营力不同,产生的水土流失形式和程度也是不同的。

西气东输工程从侵蚀营力上跨越了风力侵蚀区、风蚀水蚀交错区和水力侵蚀三个大区域,在每一大区域下,由于地貌特点、土壤类型的差异,仍然可再分小区。大区域侵蚀营力

的差异、小区域地貌特点和土壤类型的差异以及不同工程内容水土流失特点的差异,交互作用相互影响,使该工程水土流失的形式和程度更加多样化和复杂化。

3 水土流失防治措施布局与特点

根据侵蚀营力,首先对项目建设区和直接影响区进行了大区域划分,再根据地形地貌与土质特点,分区提出了水土流失防治措施如表 1 所示。

跨区域大型线状工程水土保持措施体现出以下特点:工程措施类型多,布局分散;植物措施采用的品种多,绿化斑块不规则,面积大。

4 跨区域大型线状工程水土保持监测

4.1 监测时段

根据公路、铁路、输水、输气等线状工程的施工和运营特点,该类工程产生水土流失的时间主要集中在施工建设期。工程完工后,施工活动引发水土流失的各种因素将会逐渐消失,并随时间的推移各项水土保持措施功能日益得到发挥,工程建设新增水土流失得到控制,最终达到新的平衡。但是运营初期,水土保持植物措施还不能完全恢复而充分发挥作用。

为弄清工程建设产生的新增水土流失及其危害以及水土保持设施的运行情况和防治效果,监测时段应分为三个阶段:施工前期,对项目建设区和直接影响区开工扰动前的现状水土流失情况及水土保持状况进行监测,在工程动工前进行;施工建设期,不同建设项目,施工年限不同,施工期监测时段应根据工程项目具体的施工时段确定;运营初期,一般,运营初期是指从水土保持工程完工到植物措施生长至正常发挥水土保持作用所需年限。不同区域的建设项目运营初期所用年限不等,可根据项目所在区域的气候条件、植被恢复的难易程度来定,北方少雨干旱区为 3~5 年,半干旱半湿润区为 2~3 年,南方多雨区为 1~2 年。

4.2 水土保持监测内容及监测方法

对于大型线状建设工程而言,由于发生水土流失的空间面广、量大、类型多,我们不可能不分巨细、一丝不漏地对每一部分的水土流失进行测定,往往是以部分代表性点位的监测结果来反映总体的水土流失情况和危害,这就要求监测点位必须具有代表性,确定的点位数量必须合理,每一点位监测结果的精度要高。

4.2.1 监测点位布设及监测内容设计遵循的原则

(1) 代表性原则:所布设的点位和监测内容,必须能提供足够的代表监测范围内水土流失的状况,而且又不造成过大的经济负担。

(2) 全面性原则:所布设的点位和监测内容,应充分考虑区域特征和工程特点,不仅能反映建设项目水土流失共性,还能获取不同工程项目水土流失的个性信息。

(3) 充分考虑自然环境特征原则:点位和内容设计还必须考虑监测范围内的自然环境特征及各种环境条件对水土流失作用的区别。

(4) 危害大地段重点监测原则:水土流失问题实质上是一个社会问题,点位和内容的布设应充分考虑监测范围内的社会经济特征,水土流失发生对社会经济生活造成重大影响的地段,应适当增设监测点位和监测内容。

(5) 可行性原则:进行点位布设和内容设计时,还必须充分考虑实施的可行性。

表 1 西气东输项目水土流失防治措施布局				
侵蚀营力分区	工程类型	防治亚区	防治部位	防治措施
风力侵蚀区	管线	戈壁区	倾斜戈壁	防风蚀、防冲工程措施
			平原戈壁	防风蚀工程措施
			绿洲农地	防风蚀林带、土地整治、复垦
		石质山地沟道	护坡、护岸工程	
			平缓沙漠	机械防沙措施
	新修道路	沙漠区	沙丘地	机械防沙措施
			盐碱地	排水、土地改良、植被恢复
			沼泽地	排水、恢复植被
			永久性道路	护坡工程、扰动面砾石覆盖工程
			临时便道	防风蚀砾石覆盖、土地整治复垦
风力水力交错侵蚀区	河流穿跨工程	同管线		导流工程、墩台防护
	弃渣场	同管线		挡渣工程、渣面砾石覆盖
	固定设施	同管线		周边设风蚀沙障造林、空地部分绿化美化
	施工营地	同管线	农地	土地整治、改良、复垦
			风蚀荒地	砾石覆盖
	管线	风蚀沙地	流动沙地	沙障造林
			半固定沙地	沙障造林
			固定沙地	造林
		平原区	盐碱地	排水、土地改良、植被恢复
			农耕地	土地整治、改良、复垦
水力侵蚀区	新修道路	黄土区	农田防护、防风林带	林带补植
			覆沙黄土梁峁	防风林、防蚀林
		同管线	黄土沟道	防冲、防重力侵蚀工程措施与造林绿化植物措施
			永久性道路	护坡工程、排水工程、行道绿化工程
			临时便道	土地整治、复垦或绿化
	大型河流穿跨工程	同管线		导流工程、墩台防护工程
	弃渣场	同管线		挡渣工程、排水工程、渣面整治与植物种植
	固定设施	同管线		绿化美化
	施工营地	同管线		土地整治、复垦或绿化
	管线	黄土丘陵区、黄土残塬区	边坡、沟坡、塬坡	截排水工程、工程护坡、坡面绿化工程
			塬面	土地整治、复垦、防护林带补植
			冲沟	谷坎、桥涵排水、工程护坡、林草固沟护坡
		土石山区	河谷川台地	土地整治、复垦、防沙林带补植
			植被扰动面	整地、植被恢复
水力侵蚀区	新修道路	同管线	沟岸段	挡墙、护坡工程
			农地	土地整治、复垦、防护林带补植
			阶坡	排水工程、林草种植
		同管线	平原及阶地	土地整治、复垦、防护林带补植
			永久道路	护坡工程、排水工程、行道绿化工程
	大型河流穿跨工程、隧道	同管线	临时便道	土地整治、复垦或绿化
	弃渣场	同管线	河流	导流工程、墩台防护工程
	固定设施	同管线	隧道	堆渣临时防护工程、洞脸防护工程
	施工营地	同管线		挡渣工程、排水工程、渣面整治与植物种植
				绿化美化
水力侵蚀区	新修道路	同管线		土地整治、复垦或绿化
		同管线		
	大型河流穿跨工程、隧道	同管线		
	弃渣场	同管线		
	固定设施	同管线		
	施工营地	同管线		

4.2.2 监测指标体系的确定

(1) 监测区域划分。与水土流失防治措施布局中的区域划分一样,首先根据侵蚀营力,对项目建设区和直接影响区进行侵蚀营力区域划分,再根据地形地貌特点划分地貌类型区,对应于水土保持措施防治类型区,划分出监测类型区。以监测类型区为单元,再根据不同工程部位施工特点和水土流失特征进行监测点位布设。

(2) 监测的工程项目区。对线状工程主要监测以下容易发生水土流失的区段。

表2 西气东输项目水土保持监测区域划分

侵蚀营力区	地貌类型区	监测类型区
风力侵蚀区	戈壁区	倾斜戈壁
		平原戈壁
		绿洲农地
		石质山地沟道
		平缓沙漠
	沙漠区	沙丘地
		盐碱地
		沼泽地
		风蚀荒地
		流动沙地
风力水力 交错侵蚀区	风蚀沙地	半固定沙地
		固定沙地
		盐碱地
	平原区	农地
		覆沙黄土梁峁
	黄土区	黄土沟道
		边坡、沟坡、塬坡
	黄土丘陵区、 黄土残塬区	塬面
		冲沟
		河谷川台地
植被扰动面		
水力侵蚀区	土石山区	沟岸段
		农地
		阶坡
	平原阶地区	平原及阶地

主体工程开挖土临时堆放区。  
主体工程切削边坡和填筑边坡。  
附属永久道路切削边坡、填筑边坡。  
附属临时施工便道切削边坡、填筑边坡、路面。  
跨河工程墩台基础施工区。  
取土区。  
采料区。  
弃土弃渣区。  
施工营地。

10 环境影响敏感区。

(3) 监测内容及监测方法

施工前期:

项目区及直接影响区生态环境现状监测。按监测类型区对项目区及直接影响区的生态现状, 主要指植被状况进行监测, 可采用最新高分辨率遥感影像, 结合典型样地植物调查结果进行判读的方法, 对各类型区植被状况做定量监测。

项目区和直接影响区水土流失现状监测。以监测类型区为单元, 到当地水土保持部门收集包括降雨、风力、温度、地形地貌、地面组成物质及结构、植被类型及覆盖度、不同监测类型区的土壤侵蚀强度在内的所有资料。

如收集不到相关资料, 则需在项目区之外与项目区相同的监测类型区上(为排除施工干扰)设简易标准径流试验小区, 小区为20 m(水平投影长)×5 m(水平宽), 对泥沙流失量观测1~2 a, 并对其它项目进行实地调查。此外, 对每一监测类型区内有无崩塌、滑坡、泥石流等重力侵蚀, 其规模、危害有多大, 可根据主体工程的调查勘测结果和对其危害性的评价, 按水土保持要求做出监测评价。主体工程中调查勘测结果不能满足水土保持要求时, 监测部门必须进行实地调查和测量。根据试验小区泥沙实测值、重力侵蚀状况及生态环境现状, 分析给出不同监测类型区的土壤侵蚀模数。

项目区和直接影响区现有水土保持设施监测。线状工程的特点是线路长, 而线路两侧的扰动和影响范围则较小, 采用最新高分辨率遥感影像进行判断, 结合巡查和GPS定位, 对项目区施工前的水土保持工程设施进行定位与定量。

施工建设期:

(1) 代表性监测点位布设。采用下表监测类型区与监测工程区正交布点的方式确定监测点位, 工程现场交叉组合不存在的部位不设监测点。

(2) 代表性监测点位监测项目的确定及监测方法

主体工程开挖土临时堆放区。在该工程区内, 根据侵蚀营力和可能发生的侵蚀形式, 应考虑对风蚀量和水蚀量进行测定。

对于风蚀量, 临时堆置土堆放时间长时, 一般常采用地面标志物法、铜钎法等, 在大风集中季节, 进行测定, 需要观测的时间相对较长。在临时堆置土堆放时间短时, 可使用集沙仪, 对一、两次大风天的风蚀状况进行测定。或两者结合使用。

对于水蚀量, 因堆置土属临时堆放, 一般根据堆置情况, 可设置大小规格不一的简易径流小区, 从末端用集沙桶或集沙槽收集暴雨后的流失泥沙量进行测量。此外, 还可在大面积堆土的出水口, 设置沉淀池, 对一定时段内沉淀池中沉积的泥沙量进行测定。再有, 在主体工程施工现场布设的径流小区因受施工进度影响, 易遭破坏, 数据观测受降雨条件限制, 而难以获取, 因此也可辅以小型简易人工降雨器进行测定。

主体工程切削边坡和填筑边坡。在该工程区内, 根据侵蚀营力和可能发生的侵蚀形式, 应考虑对风蚀量、水蚀量和重力侵蚀量进行测定。

风蚀量、水蚀量的测定方法同临时堆土区。

施工过程中的滑坡、崩塌等重力侵蚀产生的危害大, 其侵蚀量可通过直接量测体积的方法获取, 对造成的危害可用定性、定量两种形式进行评价。

附属永久道路切削边坡、填筑边坡与主体工程切削和填筑边坡一样, 施工过程中, 根据侵蚀营不同, 可能产生风蚀、水蚀或重力侵蚀, 应考虑对风蚀量、水蚀量和重力侵蚀量进行监测。测定方法同上。

附属临时施工便道切削边坡、填筑边坡、路面。附属临时施工便道除根据侵蚀营力, 考虑对边坡的风蚀量、水蚀量和重力侵蚀量进行测定之外, 路面因车辆的碾压和扰动也是水土流失发生的重要场所, 对路面的水蚀、风蚀量也应进行测定。测定方法同上。

跨河工程墩台基础施工区。在常年流水的河道或洪水期施工时, 管沟开挖、跨河工程墩台基础施工都可能被水冲刷, 对水质造成污染。该工程区监测内容有围堰设置状况调查、钻孔桩基础施工抽排泥浆量、排放位置, 管沟开挖段土渣量及堆放位置、处理方法, 施工场地附近河水含泥量等。

使用现场直接调查量测法。对于河水含泥量的测定, 可采集水样在实验室分析, 也可使用便携式浊度仪在现场直接测定。

取土区。对掘进式取土场根据侵蚀营力和可能发生的侵蚀形式, 应考虑对风蚀量、水蚀量及重力侵蚀量进行测定, 对风蚀、水蚀及重力侵蚀产生的危害进行评价。

深挖式取土场, 坑壁容易坍塌, 坑底易积水形成死水坑, 但侵蚀泥沙一般流失不到取土场占地范围之外。对该类取土场根据侵蚀营力和可能发生的侵蚀形式, 应考虑对风蚀量、坑壁坍塌量进行测定, 对土坑给当地群众带来的危险性以及景观的破坏进行评价。

不管哪种方式的取土场, 根据现场调查结果并结合主体工程提供的取土资料, 对取土场的占地面积及取土量做进一步核实。

表 3 西气东输项目施工期水土保持监测点位布设正交表

监测类型区		风力侵蚀区									风蚀水蚀交错区							水力侵蚀区								
		戈壁区			沙漠区						风蚀沙地				平原区	黄土区	黄土丘陵区、黄土残塬区			土石山区			平原阶地区			
		倾斜戈壁	平原戈壁	绿洲农地	石质山地沟道	平缓沙漠	沙丘地	盐碱地	沼泽地	风蚀荒地	流动沙地	半固定沙地	固定沙地	盐碱地	农地	覆沙黄土梁卯	黄土沟道	边坡、沟坡、塬坡	塬面	冲沟	河谷川台地	植被扰动面	沟岸段	农地	阶坡	平原及阶地
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
主体工程开挖																										
土临时堆放区		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
主体工程切削																										
边坡和填筑边坡		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
附属永久道路切																										
削边坡、填筑边坡		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
附属临时施工便道切削																										
边坡、填筑边坡、路面		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
跨河工程墩台																										
基础施工区		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
取土区																										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
采料区																										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
弃土弃渣区																										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
施工营地																										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
环境影响敏感区		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y

注: 交叉组合代表设置监测点的条件, 交叉组合不存在的地方, 不设监测点。

监测方法, 采用現地调查量测法, 对于大规模取土场, 使用测绳、皮尺等工具量测有困难时, 可考虑使用高精度 GPS 和全站仪进行定位和测量。

采料区。采料区产生的侵蚀形式与掘进式取土类似, 区别在于, 掘进式取土后形成的下垫面为土面, 而采料迹地则为石渣或沙石面, 对该类工程, 应考虑对水蚀量和重力侵蚀量进行监测。对因采石、采料造成的景观破坏进行评价。监测方法同上。

弃土弃渣区。弃土弃渣场区是建设项目中水土流失最为严重的一个工程地段, 因此也是水土流失的重点监测对象。弃渣一般堆放于荒坡、沟道(河床)、河滩、沟坡(河岸)和洼地, 顶部有汇水平盘, 周围形成倾倒斜坡面。根据侵蚀营力及可能产生的侵蚀形式, 应考虑对风蚀量和水蚀量进行监测。

侵蚀营力、弃渣位置及方式不同, 监测的难易程度和监测方法也不相同。应根据弃渣场的实际情况确定监测方法。对于风蚀量的监测, 可采用地面标志物法、铜钎法等, 在大风集中季节, 进行测定。也可使用集沙仪或两者结合使用。

对于弃渣面局部水土流失量的监测, 可采用径流小区观测法, 施工期间用简易径流小区, 施工结束后设固定式长期观测径流小区。弃土弃渣如集中在一个或几个流域(集水区), 应在流域出口设控制站, 对流失的土沙总量进行监测, 还应设置原地地貌控制站, 做对比。在对弃渣进行控制站法和径流小区法监测的同时, 还可采用侵蚀沟体积调查法。也可辅以可移动式人工模拟降雨器进行测定。

根据现场调查结果并结合主体工程提供的弃土弃渣资

料, 对弃渣场的占地面积及弃土弃渣量做进一步核实。

施工营地。施工营地一般设置在较平坦的地段, 根据侵蚀营力及可能产生的侵蚀形式, 应考虑对风蚀量和水蚀量进行监测。

10 环境影响敏感区。对工程施工产生的直接影响范围、面积、影响方式、危害程度, 如风蚀沙埋、项目区外扰动埋压范围、崩塌、滑坡阻塞交通等危害, 通过巡查和典型样段的调查, 进行确认。

(3) 施工建设期水土流失总体情况预估与分析。上述各工程区的监测内容为普通监测, 如遇大型水土流失灾害, 如大型滑坡、泥石流、区域生态环境严重退化等事件时, 应对发生灾害区域的详细背景、发生原因、过程、灾害后果和造成的经济损失等做重点详细调查分析。

进行上述项目风蚀量、水蚀量及重力侵蚀量监测的同时, 还需在不同监测类型区取土样, 对其物理性质进行测定。结合不同点位监测结果及工程施工总体情况的巡查结果, 应用模型技术对施工建设期的总体水土流失状况进行预测, 从区域角度对水土流失危害作出评价。

### 5 运营初期

运营初期的水土保持监测有以下三个方面:

(1) 水土流失量的监测。水土流失量的监测, 在点位布设和监测方法上与施工建设期大致相同, 运营初期工程已经完工, 监测点位、监测小区、控制站的布设应是固定式的。

(下转第 253 页)

土地结构: 采用第三次全国土壤侵蚀遥感调查数据源——1999年度土地结构GIS数据库。数据格式为ARC/INFO/coverage, 双标准纬线等面积割圆锥投影。

上述专题数据提取到GIS平台ARC/INFO环境下, 转换为等面积双标准纬线割圆锥投影体系, 使之实现统一的数学空间基础。采用GIS叠置分析技术, 对土壤类型层面、地貌层面、土地利用层面进行矢量叠加运算, 生成黑龙江省土层厚度要素本底图层。

### 2.3 土层厚度影响要素归类分析

在ARC/INFO环境下, 对土层厚度要素集成GIS数据库的属性记录按照唯一性原则进行归类提取, 鉴于本次调查的地理尺度要求(1:10万), 在不降低精度的前提下, 对面积成数小于1/10 000的特征类型予以忽略。共提取典型土壤土层厚度影响要素类型113种, 遴选主要类型83种, 覆盖面积434 483 km<sup>2</sup>, 占调查面积的95.58%。

### 2.4 野外踏勘及数据整编

野外踏勘应用GPS精确定位技术, 依据要素样点的地理坐标, 采取野外实地定位进行土壤剖面调查。填写样点剖面调查表, 录入数据管理平台。

以合并生成的土层厚度影响要素GIS数据库为本底, 通过对要素合集类型的归纳分类, 建立类型样本-类型总体间的数据关联, 使之由样点数据推广到面上图斑, 进而生成全省土壤厚度分布GIS空间数据库。该库在1:10万地理尺度上, 对全省不同立地条件下典型土壤的有效土层厚度作以全面评估。

### 参考文献:

- [1] 解运杰, 王岩松. 东北黑土区水土流失重点治理区农耕地侵蚀现状与潜在危险程度分析[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 78-80.
- [2] 杨华. 基于GIS和RS的土地利用变化趋势研究[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 144-147.
- [3] 曾昭顺. 黑龙江土壤[M]. 哈尔滨: 黑龙江出版社, 1962.
- [4] 席承藩. 中国土壤志[M]. 北京: 中国农业出版社, 1988.

(上接第75页)

(2) 水土保持设施运行情况的监测。水土保持设施运行情况的监测, 应以基于侵蚀营力、地貌类型和水土保持防治措施布设而划分的水土保持监测类型区为单元, 对每一单元内的重点水土保持工程设施如挡渣墙、拦渣坝、护坡等工程的质量、完好性、稳定性进行普查, 对截排水沟、沉沙池等工程质量实施抽查, 对拦渣、沉沙工程的拦渣淤泥量进行抽样调查, 对不同植物措施的成活率、生长状况等, 设置样方进行调查。对于植物措施保存面积、保存率等指标的监测, 因植物措施面积大, 形状不规则, 现地量测困难, 可考虑结合样方调查结果使用最新的遥感影像进行判读, 用地理信息系统(GIS)进行统计和分析。

根据监测结果, 对水土保持设施运行情况做综合评价。

(3) 水土保持效益的监测。开发建设项目水土保持效益分三个方面: 防治效果, 社会效益, 经济效益。

对于防治效果, 应根据前述项目的监测结果, 并运用一定的模型技术对扰动土地治理率、造成水土流失面积的治理度、水土流失控制比、拦渣率、植被恢复系数、植被覆盖率等六项指标进行定量计算。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利行业标准. 水土保持监测技术规程[S]. 2002. 10.
- [2] 姜德文, 刘朝辉. 开发建设项目水土流失监测[A]. 全国第一届水土保持监测学术研讨会论文集[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001. 67-72.

## 3 结果与分析

本项调查选取全省5个水土保持分区的21个流域和自然村屯, 计完成土壤剖面调查258个。典型土壤土层厚度调查结果如下:

由上述数据可见, 由于严重的水土流失, 黑龙江省典型黑土(黑土、黑钙土)土层厚度已在开发初期60~80 cm基础上发生了速度惊人的土壤损失, 目前黑土层残存厚度在40~60 cm的土地面积为72 km<sup>2</sup>, 仅占黑土土壤面积的0.1%。黑土层残存厚度在20~40 cm的土地面积为68 139 km<sup>2</sup>, 占黑土土壤面积的94.7%。局部陡坡耕地黑土层残存厚度<20 cm的土地面积3 802 km<sup>2</sup>, 占黑土土壤面积的5.3%。受同类因素影响, 黑龙江省典型林业土壤—暗棕壤, 在局部毁林开荒地、低价次生林及疏幼林地的土壤流失有上升趋势, 目前暗棕壤残存土层厚度<20 cm的土地面积为7 177 km<sup>2</sup>, 占土壤总面积的4.5%。

## 4 结 语

黑龙江省作为我国重要的农业大省和商品粮生产基地, 其土壤资源的质量及数量对于农业强省建设和实施农业可持续发展战略具有重要影响, 在当前黑土层加速变薄和逐渐消失的严峻形势下, 全面加快水土流失治理进度, 保护珍贵的黑土资源已成为关系全省农业兴衰乃至东北地区粮食安全和生态安全的重大举措, 势在必行。

对于社会效益, 可通过向社会发放问卷, 进行调查。

对于经济效益, 有直接的经济收入, 尤其是植物措施, 还有间接的经济效益分析。

## 6 结 语

跨区域大型线性建设项目, 引发水土流失的因素多, 产生水土流失的空间广、数量大、形式多, 水土保持措施类型复杂。我们不可能不分巨细、一丝不漏地对每一部分的水土流失及水土保持状况进行测定, 往往是以部分代表性点位的监测结果来反映总体的情况, 这就要求监测点位必须具有代表性, 确定的点位数量必须合理, 每一点位监测结果的精度要高。

本文首先根据侵蚀营力、地貌类型及水土保持措施布设分区对监测单元进行了划分, 在每一监测单元内, 侵蚀营力、地貌类型和土质基本一致, 然后根据不同工程部位土壤侵蚀特点, 对监测点位进行了布设, 再针对每一点位上可能发生的侵蚀形式和危害以及水土保持特点提出了监测的内容和主要的监测方法。