

西北地区管道建设 生态保护指标体系研究

陈宏坤 李兴春 李春晓
(中国石油集团安全环保技术研究院)

摘要 我国西北地区生态环境脆弱,指标体系的建设是生态模型的开发和相关信息系统研究的基础。作者结合我国西北地区生态环境和长输管道建设的特点,选择气候、地表植被、土壤、地形、建设参数五大类指标建立了“西北地区管道建设生态保护指标体系”。介绍了指标的选择、指标体系的构成与分析及其计算机动态实现,对我国西北地区管道生态保护模型体系和决策信息系统的建设具有一定的借鉴作用。

关键词 西北地区 管道 生态保护 指标体系

0 引言

管道工程地理跨度长,占地面积大,对生态系统的结构和功能影响较大。我国西北地区存在大量的生态敏感区,如沙漠、戈壁、黄土高原、退化草原和湿地等。它们涉及地域广阔,生态系统类型复杂,环境脆弱,任何不合理的人类活动和资源利用都可能导致不可恢复的生态退化。在西部管道开发过程中,生态环境保护是实现工程建设与自然环境和谐发展的重要保障,2004年进行了中国石油集团公司科研项目“西部管道生态保护技术研究”工作,其目的是建立GIS、RS和生态模型相结合的管道建设生态保护信息系统,开展管道建设生态保护指标体系研究。

1 长输管道工程特点及其对生态系统的影响

从环境影响角度看,长输管道有如下特点^[1]:

- ◆ 长输管道工程一般管线较长,管径较大,临时占地面积大,弃土石方分散且量大,影响面广。
- ◆ 长输管道建设过程的作业线路清理将破坏地貌,其经过的地貌复杂多样,因此存在着不同的特点。如荒漠区生态系统不稳定,土壤和植物的恢复能力差;黄土塬区为水土流失的敏感区等。
- ◆ 作业线路的清理还可能涉及居民搬迁,穿过林带的线路区域的使用功能发生改变等。
- ◆ 输送的介质为天然气、原油、成品油等,具有较大的危险性^[2]。

2 指标的选择标准

指标是评价的基本尺度和衡量标准,指标体系是生态环境综合评价和生态模型的根本条件和理论基础。各个地区所处的自然、社会经济情况不同,研究人员所处的背景不同,很难有统一的评价指标体系。指标体系的构建成功与否决定了模型评价和预测效果的真实性和可行性。本研究进行指标体系选择的基本原则如下^[3]:

- ◆ 整体完备性和精炼原则 从各角度和侧面反映生态系统的影响因素,所建立的指标体系不能有原则性的遗漏,同时要突出管道生态问题的主要特征并精简指标体系;
- ◆ 尺度匹配原则 指标体系能够适用于不同的尺度,不同的尺度在进行同一生态模型分析时所选用的指标可能不同;
- ◆ 科学性原则 指标体系应科学地反映生态系统对外界胁迫而产生响应特征的实质内涵;
- ◆ 可操作性原则 即在实践中具有可行性,特别是在数据的采集和结果的运算方面;
- ◆ 层次性原则 指标体系结构清晰、便于使用;
- ◆ 相对独立性原则 要求层次之间、指标之间相对独立,减少不必要的冗余和信息交叠。

对于同一指标,在参与不同模型的计算时,由于考虑的角度不同,其量化结果也可能有所不同,例如土壤类型指标在水土流失敏感性模型中主要考虑

土壤稳定性；而在生态质量评价中主要考虑的是其肥力指标、流失系数、平均水蚀侵蚀模数；在弃渣量计算中考虑的主要是流失系数；在水土流失量计算中考虑的是平均侵蚀模数。为了处理这一类情况，在指标系统中引入了“子指标”的概念，来表示指标的具体生态特征和物理含义，如土壤类型具有可蚀性、稳定性、肥力、流失系数、平均水蚀侵蚀模数五个子指标；土地利用类型具有可蚀性和稳定性两个子指标。

3 主要指标分析

我国西北部地区的生态环境问题主要表现为：植被稀少、缺少生态屏障、水土流失、土地荒漠化、盐渍化等土地退化严重的现象；生物多样性减少；水生态失调、水资源贫乏，河流断流，湖泊枯竭日益加重；泥石流、滑坡、山洪、干旱以及沙尘暴等自然灾害时有发生。

影响西北地区生态环境的因素可以归纳为自然因素和人为因素两大类^[3]。由于西北地区管道建设经过的大部分地区都是欠开发地区，而且出于安全和经济原因考虑都要尽量避让村庄。因此人为因素并非西北地区管道建设生态环境保护的主导因素，为精简指标体系并使之具有较高的可操作性，研究主要考虑自然因素，人为因素集中体现在土地利用类型指标中。基于管道建设的特点和影响西北地区的主要生态环境因素，本研究选择了气候、植被、土壤、地形、建设参数五大类指标，见表1。

3.1 气候

水资源的丰沛程度直接影响着生态系统的各个方面。它不仅受降雨量、降雨稳定性、地下水量、地表径流量等的影响，也受该地区热量资源的影响。热量资源不仅本身直接影响生态环境，而且还通过与水资源配合状况影响着生态环境。为了操作方便、简化评价工作，坚持可比性、精炼性原则，本研究选择直观易得的年均降水量，及超过 10℃ 的连续积温作为系统的水资源和热量资源评价指标，以两者综合计算后得到的干燥度作为衡量该地区水资源和热量资源的指标。干燥度越大，生态环境越脆弱。

年均大风天数是指一年中风速大于 18 m/s 的天数。年均大风天数直接影响着一个地区的风蚀侵蚀量，我国的西北地区多为干旱、半干旱地区，气温高、温差大，年均大风天数多在 30 d 左右。

3.2 地表植被

施工过程中，管沟范围内的植物地上部分与根系均被铲除，同时还会伤及近旁植物的根系，施工带其它部位的植被，由于挖掘出的土石堆放、人员践踏、施工车辆和机具的碾压，造成植被地上部分破坏甚至去除，但其根系仍可保留。从普遍的意义讲，生态质量或脆弱度与植被有较好的相关关系，生态环境脆弱度与地表植被状况成负相关关系。地表植被状况，可以用多种指标表示，常用的有：覆盖度、森林覆盖率、从遥感获得的植被指数、平均绿色植物生物量等。由于我国西北地区森林覆盖率普遍较低，因此本研究

表1 指标体系

主题	指标	子指标或说明
气候	植被指数 植被盖度(%) 平均绿色生物量(kg/m ²)	风速大于 18 m/s 的天数 两者经过简单计算后形成干燥度
地表植被	植被指数 植被盖度(%) 平均绿色生物量(kg/m ²)	由用户选择三者之一
土壤	≥10℃ 积温(℃) 年均降雨量(mm)	可蚀性、稳定性、肥力、流失系数、平均水蚀侵蚀模数 可蚀性、稳定性
地形	坡度(度) 坡向	易蚀性
建设参数	施工区域 建设类型	开挖带、施工带、潜在影响区域
其他	环境敏感区域 道路和河流分布、动物迁徙路线	主要用于评价区域的划分和 空间分析模型

没有将其纳入到指标体系中。而覆盖度、植被指数、平均绿色植物生物量三者反映的本质是相同的。在进行相关模型计算时,可只选择三者之中的一个作为衡量地表植被状况的指标。这主要取决于用户获得的数据的情况。

3.3 土壤

管道工程主要是地埋管道铺设工程,也有部分隧道和高架管道。地埋管道最直接、最重要的影响就是对土壤环境的影响。由于施工要在大面积范围内各种不同的土壤类型上进行开挖和填埋,对土壤的影响程度主要随土壤的类型和地表的植被状况而不同,因此主要采用土壤类型和土地利用类型两大指标。

土壤是植被生长的载体,直接反映了大量的生态信息,如气候、水土流失状况、生态稳定性、生态恢复能力等。衡量土壤对生态的影响,本研究采用以下几个子指标对其进行不同角度的量化评价:可蚀性、稳定性、**质量肥力**、流失系数、平均水蚀侵蚀模数,其中后两个指标主要用于计算和预测水土流失量。

土地利用状况集中反映了人类活动对生态环境的干扰程度,自然状态下的土地利用类型也反映了地表植被的概况。结合西部地区生态环境实际情况,土地利用类型的生态环境质量的大致顺序为:林地>灌丛>草地>草甸>水田>水体>旱地>城镇居民点和交通工矿用地>未利用土地>戈壁>沙漠。

3.4 地形

在西北地区,坡度对水土流失和生态质量都有比较大的影响。一般情况下,生态质量和坡度呈负相关,水土流失侵蚀量和坡度呈正相关。对于 $0\sim 25^\circ$ 之间的斜坡,坡度越大,侵蚀越强。大约在 25° 左右存在一个临界值,坡度大于 25° 时,坡度越大,侵蚀反而减弱,但趋势不明显。同时坡度也是选择生态保护措施的重要依据。坡向对水蚀也存在一定影响。

3.5 建设参数

管道建设可分为管线施工和伴行路施工两大建设类型。不同建设类型的不同施工区域由于对地表的破坏程度不同,对生态的影响也不尽相同,因此引入了建设类型和施工区域两个指标。对于管道建设可把施工干扰在空间上详细的分成以下几个不同的区域:伴行公路施工区;管沟的开挖带;施工作业区;对管道和伴行公路附近地区,本研究称为潜在影响区。

4 指标体系的计算机化及动态化

在完成了指标体系的设计后,要在信息系统中实现该设计就需要借助软件技术。同时考虑到不同区域的指标体系和指标的量化标准都可能会存在不同,这就要求实现指标体系及其量化标准的动态化和可扩展性。动态化的指标体系就需要在系统启动时动态加载指标体系,结合其他部分的设计,本系统采用了数据库的方式来实现此功能^[4]。利用两张关联的数据表来实现该体系及其量化。系统启动过程中会根据指标汇总表进行指标体系的初始化,在模型计算过程中会根据指标详细信息表对各指标进行量化。用户可以根据区域的生态现状对两表进行修改,从而使系统可以应用于多种类型的生态系统并根据当地的具体条件进行指标的量化。

5 结束语

以西北地区管道建设生态保护的评价和预测及其信息系统建设为目的,综合考虑管道建设的特点和西北地区的环境状况,建立了“西北地区管道建设生态保护指标体系”,并在“西部管道生态保护技术研究”项目中得到了成功应用。本文介绍了指标的选择标准并对各类指标进行了逐一分析。这套指标体系充分考虑了指标的易获性和精炼性,反映了西北地区管道建设对生态环境质量影响的不同方面,具有整体完备性、可操作性等特点。根据指标体系的结构利用数据库和编程技术实现了指标体系的计算机化和动态化。研究成果进一步推动了生态模型和 GIS 等信息技术在数字化管道建设中的应用,提高了管道建设生态评价、生态影响预测和生态保护措施的定量化水平。

参考文献

- [1] 李兴春等. 从西气东输工程看长输管线工程环境影响评价[J]. 第一届环境影响评价国际论坛论文集. 2005, 7
- [2] 毕晓丽, 洪伟. 生态环境综合评价方法的研究进展[J]. 农业系统科学与综合研究, 2001, 17(2): 122~126
- [3] 赵跃龙等. 脆弱生态环境定量评价方法的研究[J]. 地理科学, 1998, 2, 18(1): 73~78
- [4] 穆从如等. 石油长输管道工程对生态环境的影响[J]. 环境科学, 1999, 16(2): 83~87

(收稿日期 2008-08-25)

(编辑 李娟)