

关于天然气长输管线工程的水工保护研究

张 俊 (山西天然气有限公司, 山西 太原 030000)

摘 要: 长输天然气管道经过较复杂地貌结构时, 由于河道不同的冲刷作用, 会使得天然气管道存在外露的风险。对天然气管道进行水工防护措施是保护天然气管道安全性的重要举措, 需要根据具体的条件进行确定。本文正是建立在天然气长输管线水工保护研究的基础上, 对天然气水工保护应该采取的措施进行分析, 并结合具体实例进行分析, 总结相关的成果, 以指导天然气长输管道工程水工保护工作, 为天然气长输管道水工保护打开新局面。

关键词: 天然气; 长输管线工程; 水工防护; 措施; 评价

0 引言

当前, 我国的天然气长输管道跨度较长, 已经建成的天然气长输管道可达上千公里, 管道沿线的地貌也存在较大差异。在我国西南部地区以山地为主, 而到东部地区, 常跨过平原地区, 管道穿越的地理条件、水文气候变化与管道的结构特性有密切的关联, 加上建设条件复杂, 管道建设施工也存在地表扰动的现象, 需要改变环境现状以适应管道的稳定性, 所以管道经常因为穿越水域造成管道受力变形^[1]。例如, 洪水冲击、滑坡扰动、泥石流等均易导致管道整体变形失稳, 甚至会裸露地表, 产生极大的危险隐患。为了保护管道的安全, 需要对这些存在灾害发生的地点进行防护, 也就是所谓的天然气管道水工防护。水工保护工程可以有效地保障天然气管道安全平稳运行, 它是一项长期且艰巨的综合治理保护措施。我国是一个自然灾害多发的国家, 在不同的流域, 天然气管道受到的困扰也不相同。例如, 我国川气东送管道和西气东输管道由于其地理条件不同。它受到的困扰程度也不同。每年在水工保护方面, 不同类型的管道投资的金额也存在差异, 越是重要的管道, 投资的金额越多。

在水工防护管道工程的建设方面, 也存在一些问题需要解决:

一是水工防护管道工程的防护观念存在问题, 建设理念未与国际相接轨。从当前的实际情况来看, 不管是设计人员还是管道的管理者, 在进行长输管道水工保护施工时, 认为其是一劳永逸的工程。所以, 往往最初投资了较大的规模, 但后续由于维护等成本的增加, 不断加大支出, 影响了企业的效益, 实际的效果也达不到预期。

其次, 在水工防护方面, 目前我国的管道水工保护工程也缺乏分析研究。在管道建设的长期历史发展

过程中。天然气管道实施的水工保护虽然有一些进展, 但是, 对于一些失败的经验却未能及时吸取。在进行管道水工防护建设过程中, 需要及时总结失败的教训, 吸取一些失败的典型案例的经验, 对水工防护进行系统的分析研究。虽然每一个水工防护工程因为地貌、地质、水文条件的不同而存在差异, 但是万变不离其宗, 在分析的基本方法中找出相关的规律, 可以用于实际的研究过程中。

三是在天然气水工防护的评价阶段也缺乏科学的认识, 一些专家和管理者认为, 水工防护工程的竣工为水工防护工程建设的末端, 对于工程质量, 需要在未来实际的洪水来临的时候对水工防护工程进行检测, 不需要采取过多的客观评价和人为预测, 缺乏对工程系统评价的认识和预测, 这不利于有效地管理工程质量。在另一方面, 天然气水工防护工程也仅仅是工程的开始, 对于水工保护评价也应该至始至终存在于天然气水工管道防护工程的始末。

所以, 综合来看, 上述三类问题充分暴露了我国水天然气水工保护工程在实际的运行过程中处于高成本、低效率的运行状态。在天然气水工管道系统运行过程中, 由于维修资金缺乏以及维修资金的不必要浪费, 并且对管道维修的人工成本和材料成本的缺乏, 也无法保证天然气集输管道的安全性, 未能充分有效利用管道维护资源。

本文正是建立在天然气长输管线水工保护研究的基础上, 对天然气水工保护应该采取的措施进行分析, 并介绍水工保护的评价过程, 结合具体实例进行分析, 总结相关的成果, 以指导天然气长输管道工程水工保护工作, 为天然气长输管道水工保护打开新局面。

1 油气管道水工保护的研究概况

天然气长输管道与基础建设的道路工程一样, 也

是典型的线型工程,只是该线型工程是位于地下,其更容易受到地下暗河沟渠和地形起伏的影响,同时由于流水的坡面侵蚀也会对线型工程的地表暴露产生影响,所以需要对其进行水工保护地建设,以保护天然气管线及其配件在运行过程中的安全性。从概念的定义上来看,我国的天然气水工保护工程^[2]。界定仍然存在模糊不清的现状,最早于二十一世纪初,何利民将水工保护工程分为广义的水工保护工程和狭义的水工保护工程。其中,广义的水工保护工程是指在天然气集输管道运行过程中,为了防止管线发生水土流失等现象,避免其给管线的安全造成较大影响,对管线采取各工程保护措施,主要可以分为管线支护、冲刷防护、坡面挡护三大类。狭义的水工保护工程主要是通过管线敷设的方式,使管线不被冲毁的一种工程措施。黄金池对水工防护工程也进行了全新的定义,该定义早于何利民的定义。他认为,在管道与河流交叉过程中,管道必然会受到河流的冲刷影响,通过一定的工程措施可以保护管线不被河流的流速、流量所冲毁,对管道采取水工防护措施,便称为管道的水工防护。从这一定义上来看,与何立明的狭义管道水力水工防护工程的定义相类似。在天然气管道水力防护过程中,归根结底其最终均是为天然气生产服务,所以需要将水工保护与生产实际相结合,主要包括水工防护的坡岸工程和底部防护工程,以及防止长输天然气管道的坡面侵蚀工程和滑坡挡土墙工程等。

2 天然气水工保护应采取的措施

从管道的安全性角度上来看,随着河流的持续冲刷,河道的河床的高度持续下降,在河床下面的管道可能裸露在河水中,而水流进一步冲刷并有可能导致管道的防腐层破坏,进一步使管道破裂。另一种情况是,随着河流的冲刷,河岸持续后退,曲流河的弯曲幅度越来越大,使得天然气管道逐渐因坡岸的侵蚀后退而裸露出来,同样会受到水流冲刷的影响。对于前者而言,天然气管道的水工保护措施就是要防止河流河床逐渐下沉,后一种情况需要有效稳固河岸,避免河岸后退导致天然气管道外露,进而威胁天然气管道本体的安全。为了保护天然气管道,采取的水工工程主要包括坡岸防护工程、河底防护工程。

坡岸防护工程是针对河岸横向摆动而言的,主要包括不同的护岸模式,以保护天然气管道和地下管道的安全。抛石护岸主要是通过加大河岸的物质承载量,以提高河岸的抗冲蚀性,维护河岸的稳定,保护长输

管道的安全。河道断面的剖视范围在水位不同变化时会产生波动,下端根据地形变化而逐渐存在差异,对于河岸较远的地方可抛掷和坡底部 1/2 至 1/4 的位置。护岸的尺寸也可以根据河水流速来具体确定。抛石的厚度也需要保证河床底部沙粒的稳固性,一般以砾石的两倍直径为准。在砾石的抛落部位,抛石的厚度也相应的增加。在岸边抛石的厚度根据坡的厚度而确定,根据坡的上、中、下不同的层段来确定相应的砾石厚度。

砌石护坡是以枯水位时期的护岸工程而言的,主要采用砌石的防护模式,在河岸水流冲刷作用下,容易发生河岸的土地与沙砾侵蚀,使得下部的河床遭受破坏,因此需要注意石料的搭配和砌石材料的选择。通过对长输管道维护情况进行探究,发现在河床底部存在不同的分层,需要根据具体的分层采取不同的砌石方式,防止水流不同程度的冲刷。

堤坝护岸主要是由坝头、坝身和坝尾组成,这个工程组成了丁字形的图形,在局部水流控制下防止河岸护退。在实际工作过程中,堤坝主要由不同的图案。较为理想的坝长度为 60–120m,坝间距不超过坝长的 10 倍,一般主要为 6–8 倍为主。在坝的顶部长为 2–3m,坝尾与坝顶的宽度比为 2:1,坝的上下、左右两侧长度比分别为 1/1.5 和 1/2。通过改变水流的深度和对水流流量的冲刷来实现护岸功能,因此需要充分考虑好坝的长度和高度,还有遗留的厚度宽度,以防止坝的另一岸发生冲蚀。

水工河岸护底工程主要是防止河床冲刷下切导致管道外露的一种措施,它是在河床演变进化过程中,在深埋地下的管道发生裸露或悬空,为避免管道发生冲击以及破坏而产生的一种固定管道的措施^[3]。首先是对管桩进行的一种保护,在管庄外面加上套管,当天然气管道暴露时,在管道外夹套管,可以保护天然气管道避免冲刷。即使天然气与水相接触冲刷,也仍然具有一定的保护作用,可以实现管道在一定时间内的有效防护,这种方法对于冲刷性较大的河床,效果较差,但是不代表冲刷严重等情况不能采用该方法进行防护。第二种方法是在河床冲刷较大的水流中,为了防止冲刷进一步对管道造成影响,可以采用石笼的方式固定天然气管道,以防止管道冲刷加重。所谓的石笼一般是宽 1m、高 0.5–1m 的人工石笼,也是起到一个固管的作用,但是这种方法由于材料较重,并且其对管道外防腐层容易产生破坏,也会对管道的安全

性产生影响。在上游石块冲刷后,也需要对其进行后期的维护管理,有较大的影响。如果在该段存在天然气管道内部穿孔的情况,不好对其进行维修与放空。为了保证管道有效安全运行,需要充分考虑洪水的冲击性与下游的下泄速度,石笼若采用该方法,也需要分级做好水的落差分析,考虑好石笼的实际性能。

3 实例分析

表1 山西省临汾-长治输气管线水工防护评价数据指标

工程序号	工程名	投入指标	产出指标	
		工程投资(元)	RRI	AI
1	水工保护1	683,178	4.59	9.35
2	护岸工程	329,648	3.77	9.56
3	浆砌石挡土墙1	292,240	0.94	8.94
4	浆砌石挡土墙2	240,346	1.00	9.02
5	浆砌石挡土墙3	337,426	0.45	9.22
6	挡墙工程	377,911	0.37	8.68
7	浆砌石挡土墙4	249,863	0.38	8.00
8	水工保护2	587,185	1.97	8.91
9	水工保护3	462,000	2.06	9.27

表2 山西省临汾-长治输气管线水工防护治理措施优先级顺序

工程序号	决策单元	总排序号	构成有效面总次数	竞争力排序	相对有效性值	相对有效性值排序
4	浆砌石挡土墙2	1	7	1	1.0000	1-2
2	护岸工程	2	3	2	1.0000	1-2
7	浆砌石挡土墙4	3	0	3-9	0.8531	3
3	浆砌石挡土墙1	4	0	3-9	0.8151	4
5	浆砌石挡土墙3	5	0	3-9	0.7281	5
6	挡墙工程	6	0	3-9	0.6113	6
9	水工保护3	7	0	3-9	0.5964	7
1	水工保护1	8	0	3-9	0.5875	8
8	水工保护2	9	0	3-9	0.4043	9

我国山西省临汾-长治输气管线从2021年9月开始投入运行,从天然气水工保护层面主要采用了坡岸防护、砌石护坡工艺,在运行的一段时间后,近期专家组到该管段的水工防护现场进行调研后,发现了相关现场的进数据,对水工数据效能进行分析,采取相关具体评价模式展开分析。具体的评价数据的获取方式主要有数据查询与现场调查。临汾-长治输气管线水工防护工程的数据是通过室内查询得到水工防护工程的档案资料。从其综合层面上来看,查阅的资料主要有竣工资料、工程立项建议、工程投资结算、工程量、竣工图、施工组织资料等多个方面,但是各运营公司的投资资料仍然会有一定的差别,也存在一些问题,无法获取准确的公权费用,所以该实例选用的是总投资费用,而非直接的工程计价费用。竣工资料也是工程当前最重要的一种资料,它是真实可靠的,在本实例中也聚集了具体分析,具有充分的合理性、可操作性和一致性。从该实例中通过分析后可以发现,在效能层面,该天然气管段天然气防护工程的水工保护不需要对其进行改进。通过分析效能改进表,从同程投资RRI和AI指数等方面进行分析之后发现,RRI和AI指数均达到满分10分,从表中可以发现砌石挡土墙的改进方式比标杆工程还高。目标工程需要降低具体的投资,降低成本,所以在RRI和AI等方面均比标杆工程低,所以目标工程也需要增加RRI和AI指数。综合来看,该工程不需要对其进行改进(表1、表2)。

4 结语

长输天然气管道经过较复杂地貌结构时,由于河道不同的冲刷作用,会使得天然气管道存在外露的风险。对天然气管道进行水工防护措施是保护天然气管道安全性的重要举措,需要根据具体的条件进行确定。本文也结合了具体的评价方式和实例展开研究,对天然气管道采取的水工防护措施进行分析,提出了具体的防护措施和评价指标,指导天然气长输管道水工防护工程的实际应用。

参考文献:

- [1] 曹洋. 天然气长输管道山区段水工保护研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(13): 105-106.
- [2] 唐志华. 长输管道工程中的水工保护探讨[J]. 智能城市, 2019, 5(09): 183-184.
- [3] 邓小武, 黄岩松, 张赤赫. 浅谈黔渝地区长输管道水工保护工程施工[J]. 石化技术, 2015, 22(05): 256-257.