

长输管道水工保护工程 施工技术手册

王 鸿 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

长输管道水工保护工程 施工技术手册

王 鸿 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

长输管道水工保护工程施工技术手册/王鸿主编.

北京: 中国计量出版社, 2005. 12

ISBN 7-5026-2259-4

I. 长… II. 王… III. 长输管道—管道施工—技术手册
IV. U175-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 137687 号

内 容 提 要

本手册是一本系统总结了我国长输管道行业水工保护工程施工和设计领域经验的实用工具书。内容涉及长输管道的坡面防护、冲刷防护和支挡防护三个方面,包括了各类水工保护方案的适用条件、典型图、施工技术要求、工程质量标准及控制等方面的内容。

本手册比较全面地总结了近几年国内长输管道水工保护工程设计与施工方面的丰富经验与科技成果,并借鉴了公路、铁路等行业的相关手册中的资料,内容丰富系统、科学实用、通俗易懂,具有较强的实用性和可操作性。

本手册可供广大从事长输管道水工保护工程的施工、设计、监理、管理人员使用和参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京长宁印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm×1168 mm 32 开本 印张 7.875 字数 217 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

*

印数 1—1 500 定价:28.00 元

编 委 会

主 任：鲍 宇

副 主 任：马纳新 吴建中 高发光 魏国欣

委 员：(以姓氏笔画为序)：

王雪琳	刘同龄	乔增华	李秀萍	李顶发
宋江卫	杨树人	张浩良	张 敏	赵经东
赵爱锋	贾胜利	梁春芳		

本手册组织和编写人员

主 编：王 鸿

副 主 编：吴建中 李 波

编写人员：(以姓氏笔画为序)

马纳新	王雪琳	王志伦	王贵涛	王 莉
王 鹏	叶可仲	代炳涛	卢 毅	刘同龄
刘 刚	刘海革	乔增华	吴建中	李少青
李秀萍	李顶发	李 波	李海鹏	李维恒
宋江卫	杨树人	杨秀珍	张文峰	张洪洲
张浩良	陈文备	何鉴森	庞保华	赵经东
赵爱锋	赵燕平	高发光	贾胜利	夏海涛
梁春芳	曹轶辉	韩 勇	韩 峰	鲍 宇
魏国欣				

前 言

近十年以来,随着改革开放的深入,中国的油气管道建设迅猛发展。根据我国油气干线发展规划,在未来的十年内,我国将基本建成油气管道网络运输的整体框架。据中国石油天然气管道工程有限公司的不完全统计,截至到 2004 底,该公司就承担了国内外 30 000 多公里大口径长距离输送各种介质的管道设计任务。

调查表明,与长输管道工程其它行业领域相比,其水工保护工程的设计和施工等方面的技术发展还不能与之相匹配,主要存在以下两个方面的问题:

1. 水工保护设防理念亟待更新

就目前来看,无论是设计人员、施工人员,还是管线的建设者和管理者,都或多或少地存在这样一种观点,即长输管道的水工保护工程必须是一劳永逸的“万年”工程,不应该出现任何程度的破坏。这一观念导致的后果往往是水工保护工程越做越大,投资也大幅度增加,实际应用效果往往达不到预期目的。实际上,长输管道的水工保护工程在某种程度上来讲是一种具有“牺牲”性质的工程,其根本目的是保证管线的安全。因此,水工保护工程本身的安全性并不是第一位的。从这一理念出发,水工保护工程无论是在建设期还是在运营过程中,都需要不断的补充和完善,水工保护工程不可能在建设期就做到一劳永逸。无论是设计人员还是管线的建设者和管理者,都应在思想上有明确的认识。但是,在建设期必须要杜绝重大事故的发生,应从根本上避免给今后的管线的运营管理遗留重大事故的隐患,因为在运营期水工保护工

程的实施受管线在役的影响,已不可能大规模的进行施工。

2. 设计施工中缺乏统一的依据

目前,长输管道水工保护工程的施工与设计工作尚无统一的依据可言,造成局面较为混乱。设计人员大多凭自己的经验来进行设计,或者不加消化吸收地照搬照抄相关行业和部门的方案。施工单位往往无施工依据可依,监理人员又不知该以何种标准和程序对水工保护工程进行规范化的监理和验收工作。所有以上混乱局面的形成,究其原因是由于缺乏统一的水工保护工程设计和施工依据,同时,还缺乏真正地与实际紧密联系的研究。

本手册结合近些年国内大型长输管道工程中出现的一些实际问题和作者对一些具体问题的研究,在总结前人的研究成果的基础上,参考并借鉴了公路、铁路等行业的相关设计和施工手册,结合我国管道工程的现状,着重阐述了长输管道各类水工保护方案的实际应用条件、典型图、施工技术要求、工程质量标准及控制等方面的内容。

本手册中部分内容引用了公路、铁路等相关行业的公开出版物中的部分章节,在此对出版单位及作者谨表示衷心感谢。我们的工作还只是初步成果,由于时间仓促及我们水平有限,书中难免存在一些问题,敬请各位读者批评指正。

作 者

2005年5月27日

目 录

第一篇 坡面防护

第一章 长输管道坡面防护工程概述	(3)
第一节 坡面侵蚀及其对管线构成的危害	(3)
第二节 坡面防护措施分类	(6)
第二章 坡面防护生态措施	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 植草	(12)
第三节 土工格室植被护坡	(16)
第四节 植生带护坡	(19)
第五节 三维植被网护坡	(24)
第六节 浆砌石拱形骨架植被护坡	(30)
第七节 卵石方格网植被护坡	(32)
第三章 坡面防护工程措施	(35)
第一节 概述	(35)
第二节 抹面	(36)
第三节 捶面	(39)
第四节 冲土墙.....	(42)
第五节 混凝土预制块护坡	(44)
第六节 喷浆护面	(46)
第七节 锚杆钢筋网喷射混凝土.....	(49)
第八节 草袋护面	(53)
第九节 勾缝与灌浆	(55)

第十节 草袋护坡	(56)
第十一节 干砌石护坡	(57)
第十二节 浆砌石护坡	(59)
第十三节 浆砌石实体护面墙	(62)
第十四节 锚杆钢筋混凝土护面	(65)
第十五节 浆砌石拱圈	(68)
第十六节 截水墙	(69)
第四章 坡面防护工程质量标准和质量控制	(72)
第一节 植被防护	(72)
第二节 抹面与捶面	(72)
第三节 喷浆防护	(73)
第四节 砌石(混凝土预制块)防护	(74)
第五节 浆砌石骨架防护	(77)
第六节 草袋护面、护坡	(78)
第七节 锚杆钢筋混凝土护面	(79)
第五章 砌石施工技术要求	(81)
第一节 施工材料	(81)
第二节 干砌	(87)
第三节 浆砌	(88)
第四节 冬季施工	(91)
第五节 夏季施工	(93)
第二篇 冲刷防护	
第六章 长输管道冲刷防护工程概述	(97)
第一节 河床的演变及其对管线构成的危害	(97)
第二节 冲刷防护措施的类型及适用条件	(99)
第七章 护岸措施	(105)
第一节 概述	(105)
第二节 植被措施	(108)

第三节	木结构护岸	(110)
第四节	双层干砌石护岸	(112)
第五节	抛石护岸	(114)
第六节	石笼护岸	(117)
第七节	混凝土板护岸	(120)
第八节	浆砌石坡式护岸	(122)
第九节	浆砌石挡墙式护岸	(124)
第十节	石笼挑流坝	(126)
第八章	护底措施	(129)
第一节	概述	(129)
第二节	过水面	(131)
第三节	混凝土柔性板护坦	(133)
第四节	混凝土连续浇筑稳管	(135)
第五节	浆砌石地下防冲墙	(137)
第六节	浆砌石谷坊	(138)
第七节	植物谷坊	(141)
第九章	水渠	(143)
第一节	土渠加固	(143)
第二节	三(四)合土加固土渠	(145)
第三节	单层干砌石	(147)
第四节	单层栽砌卵石	(149)
第五节	浆砌石梯形渠	(151)
第六节	浆砌石矩形渠	(152)
第七节	浆砌石单边渠	(154)
第八节	混凝土预制板渠	(155)
第九节	浆砌石跌水	(157)
第十节	急流槽	(160)
第十章	冲刷防护工程质量标准和质量控制	(163)
第一节	导流工程	(163)

第二节	土沟	(164)
第三节	浆砌石沟渠	(164)
第四节	石笼防护	(166)

第三篇 支挡防护

第十一章	长输管道支挡防护工程概述	(169)
第一节	挡土墙防护简介	(169)
第二节	挡土墙构造与一般要求	(172)
第十二章	重力式挡土墙	(179)
第一节	概述	(179)
第二节	基本构造	(181)
第三节	材料要求	(183)
第四节	挡土墙基础施工	(188)
第五节	挡土墙墙身砌筑	(191)
第六节	墙背填料填筑	(197)
第十三章	薄壁式挡土墙	(200)
第一节	概述	(200)
第二节	基本构造与钢筋布置	(202)
第三节	钢筋骨架及模板的制作与安装	(208)
第四节	墙身混凝土浇筑	(210)
第十四章	加筋挡土墙	(214)
第一节	概述	(214)
第二节	基本构造	(215)
第三节	加筋体材料要求	(217)
第四节	条带式加筋土挡土墙施工	(220)
第十五章	支挡防护工程质量检测项目与评定标准	(232)
第一节	薄臂式挡土墙	(232)
第二节	加筋类挡土墙	(235)
参考文献	(239)

第一篇

坡面防护

长输管道在经过地形起伏较大的边坡时，由于施工过程中人为的扰动作用，对原始边坡的地形地貌破坏较大。管线敷设于此类边坡时，由于管沟内回填土料多处于松散状态，在降雨条件下，沟内回填的虚土极易在坡面径流的冲刷下发生流失，严重时会造成管线裸露甚至悬空。因此，必须采取一定的水工保护措施设防。

本篇在详尽论述长输管道坡面防护的生态措施和工程措施的同时，还对坡面侵蚀机理、坡面防护工程质量标准和质量控制以及砌石施工技术要求进行了阐述。

第一章 长输管道坡面防护工程概述

第一节 坡面侵蚀及其对管线构成的危害

一、边坡侵蚀发育过程

裸露的天然边坡、人工土坡，如山坡、河坡等常会因受到风雨的侵蚀而造成水土流失，逐渐使坡面受到损害直至破坏。就边坡而言，对输油气管道工程形成危害的土壤侵蚀方式，主要是以由气候因素（多为降雨）所造成的水力侵蚀为主。

水力侵蚀的早期发育形式为面蚀。面蚀包括雨滴的击溅侵蚀、降雨产流初期的鳞片状侵蚀和细沟侵蚀。击溅侵蚀是指雨滴直接打击地面所产生的土粒溅散位移现象。其过程首先是雨滴直接打击土体，雨滴着落处的土块被击碎，然后，离散的土粒或土块随溅散的雨滴跃起散落四周。雨滴的溅蚀除移走土粒外，对地表土壤的物理性质也有破坏作用，使土壤表面形成泥浆薄膜，堵塞土壤孔隙、阻止雨水下渗，为产生坡面径流和坡面侵蚀创造了条件；鳞片状侵蚀是片状水流在坡地上引起的侵蚀，降雨产流初期或在分水岭地带，地面的薄层水流向坑洼处汇聚，使地面发生不均匀侵蚀。在植被稀疏的坡地上，地面抗蚀性不均匀，最容易发生这种侵蚀；细沟侵蚀是鳞片状侵蚀进一步发育的结果，深度和宽度变化于几厘米至几十厘米之间，无固定汇水面积，成网格状分布；随着细沟侵蚀的进一步发展，具有一定汇水面积的切沟形态就会出现。须特别指出的是：已形成的细沟起到为切沟汇水的作用，而切沟就会因水力的集中冲刷，而以沟底下切、沟岸扩张

和沟头前进等方式对坡面进行重新塑造，使地貌发生变化，尤其对于我国西部黄土地区而言，这种因水力侵蚀而发生的坡面地貌变化特别迅速、复杂。

二、影响边坡水土流失的因素

水是形成水力破坏的物质基础，土体和岩体是在坡面水土流失过程中被破坏的直接对象，地形是形成水的破坏力和土体抵抗力的根源。生物，尤其是植物常对坡面水土流失起到缓冲和控制作用。

(1) 有资料表明，降水和坡面水土流失的关系如下：降雨量、降雨强度和前期降雨量愈大，则水土流失量愈大。

(2) 土壤和地质因素与坡面水土流失的关系是：胶结能力强的原状土的抗蚀能力要大大强于松散的扰动土。

(3) 地形是决定坡面水土流失量大小的一个重要因素。通常情况下，在边坡坡度大于 5° 的地形条件下，坡面水土流失就会明显发生。一般而言，地形坡度越大，土壤流失量也越大。在坡度相同的条件下，坡长越长，汇流的径流量也越大，流速也将增加，冲蚀力加大，坡面水土流失也更严重。但这种关系也受到其它的因素（土壤透水性、含水量等）的影响和制约。如：当降雨量不大，在坡度较缓的坡面上，土壤的吸附力较强时，随坡长的增加，径流量和流失量反而减小，形成径流退化现象。

(4) 影响坡面水土流失的另一个不可忽视的因素是植被。植被对水土流失的作用如下：减免暴雨直接打击地面；增加地面粗糙度，减缓流速；根系密集成网增强了地表抗冲强度。

(5) 人为活动的影响是加剧坡面水土流失的一个非常重要因素。长输管道所经过的坡面所发生的水土流失，无一不是人为因素在其间起着根本性作用。

三、长输管道坡面敷设的类型及所遭受的侵蚀破坏

长输管线通过坡面时，常以横坡敷设（平行等高线）和顺坡敷设（交叉等高线）两种埋地方式通过（如图 1—1 所示）。

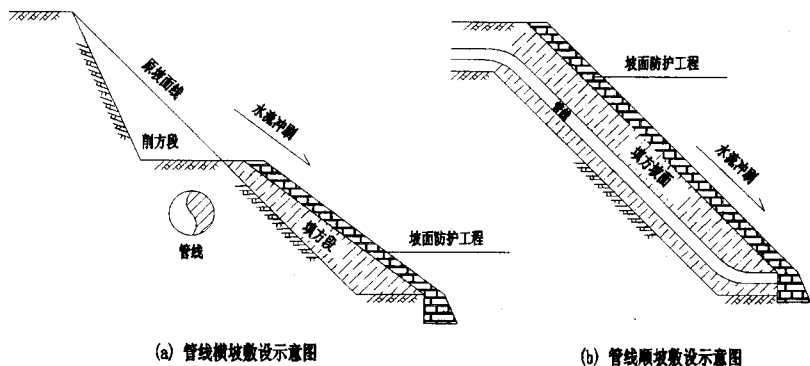


图 1—1 管线通过坡面敷设方式

(1) 当管线横坡敷设通过坡面施工时，首先要进行作业带的扫线工作。为了能清理出便于管线布管和安装的作业平台，不可避免地要对上部边坡进行削方处理，石质边坡通常又采用对原地貌扰动较大的爆破方式进行。而削方后的土石方料通常会堆积在坡面的下部，形成松散的堆积物，形成填方。长输管道横坡敷设时，这种半削半填的坡面处理方式极为普遍。

在管线横坡敷设的情况下，坡面下部的填方段是最易遭受水力冲刷侵蚀的部位。松散的虚土（渣）堆积体的原有胶结性能大大降低，抗冲蚀能力下降。如不采取坡面防护措施，在坡面径流的冲刷下，堆积体极易发生水土流失。一旦填方段的回填土被冲刷殆尽，会造成管线侧壁薄弱，严重时会造成长距离露管。

(2) 当管线顺坡通过坡面时, 管沟的倾向与坡面倾向基本一致, 因此具有了形成水力冲刷的地形条件。为了保证管线埋深, 大量虚土被回填进管沟。管沟回填土与原状土相比, 其物理力学性能已大为降低, 抗冲蚀能力减弱。因此, 在管线顺坡敷设情况下, 在坡面径流的冲刷作用下, 管沟回填土是最容易流失的。其侵蚀过程是由面蚀向沟蚀的发展。沟蚀发展的最终阶段会造成整个管沟回填土全部流失, 从而使管线暴露甚至悬空。

总之, 无论长输管道以何种方式通过坡面, 如不采取恰当的坡面防护措施, 都会不可避免地存在水力侵蚀的破坏作用, 从而使得坡面水土流失发生, 继而会造成管线的暴露甚至悬空, 对管线危害较大。而形成水力侵蚀的主要原因在于人为的扰动开挖, 破坏了原有地形、地貌条件下的土壤抗冲能力, 在坡面径流、地形等条件都具备的情况下, 抗蚀能力弱的松散回填土, 会发生较为严重的水土流失。

第二节 坡面防护措施分类

长输管道的坡面防护主要是保护影响管线安全的边坡免受雨水冲刷, 防止和延缓坡面岩土的风化、碎裂、剥蚀, 保持边坡的整体稳定性。在一定程度上还应兼顾边坡美化和协调自然环境。常用的坡面防护措施有生态防护和工程防护两类。生态防护主要包括: 植草、土工格室植被护坡、植生带护坡、三维植被网护坡、浆砌石拱形骨架植被护坡、卵石方格网植被护坡; 工程防护主要包括: 抹面、捶面、冲土墙、喷浆护面、锚喷挂网护面、草袋护面、锚杆钢筋混凝土护面、草袋护坡、干砌石护坡、浆砌石护坡、浆砌石护面墙、混凝土预制块护面、勾缝与灌浆、截水墙等。坡面防护类型及其适用范围见表 1—1。

表 1—1 坡面防护类型及适用范围表

防护类型		适用范围
生态防护	植草	1. 各类土质边坡； 2. 边坡坡度较缓（缓于 1:1），而且边坡高度不宜过高； 3. 雨量充沛，适于草籽生长。
	土工格室	1. 各类稳定的土质边坡； 2. 边坡坡度以不陡于 1:1 为宜，特殊条件下不得陡于 1:0.75； 3. 干旱、半干旱地区应保证一定时期的用水供给。
	植生带	1. 各类稳定的土质边坡，土石料混合边坡经处理后可用； 2. 边坡坡度不宜陡于 1:1.25，单级坡高不易超过 10m； 3. 干旱、半干旱地区应保证用水的供给。
	三维植被网	1. 各类稳定的土质边坡、强风化岩石边坡，土石料混合边坡经处理后可用； 2. 边坡坡度不宜陡于 1:1.25，单级坡高不易超过 10m； 3. 干旱、半干旱地区应保证用水的供给。
	浆砌石拱形骨架	1. 易受雨水冲刷的土质或易风化剥落的岩质边坡； 2. 边坡坡度不宜陡于 1:0.5； 3. 用于防护范围较大、较高边坡时，可节约大量圬工； 4. 根据土质，骨架内可采用铺草皮或捶面。
	卵石方格网	1. 各类表层易发生溜塌的土质边坡； 2. 边坡坡度为 1:1~1:1.5； 3. 雨量充沛，适于植被生长。
工程防护	抹面	1. 各种易于风化的岩质边坡； 2. 地下水不发育，坡面比较干燥； 3. 已严重风化岩层或成岩作用差的粘土岩不适用； 4. 当地有炉渣、石灰，便于就地取材（采用水泥砂浆抹面时不受此限）。
	捶面	1. 易受雨水冲刷的土质（包括黄土）边坡或易于风化的岩石边坡； 2. 边坡坡度以不大于 1:0.5 为宜； 3. 当地有石灰、水泥、炉渣来源。
	冲土墙（盖面）	1. 边坡为易风化剥落的页岩、泥岩、胶结砂岩以及易受表水冲刷并发生溜塌的砂卵石、黄土边坡； 2. 边坡坡度为 1:0.5~1:1，墙高不超过 10m； 3. 边坡无地下水，干旱少雨地区。