

胀管工艺 实践



【美国】

亚利桑那州立大学

塞缪尔·T·阿里亚拉特纳姆 博士

班尼特斯达利工程顾问

大卫·班尼特 博士

萨拉姆·克翰 硕士 等编著

蔡翰霆 编译



中国商务出版社

胀管工艺实践



【美国】

亚利桑那州立大学

塞缪尔·T·阿里亚拉特纳姆 博士

班尼特斯达利工程顾问

大卫·班尼特 博士

萨拉姆·克翰 硕士 等编著

蔡翰霆 编译

中国商务出版社

图书在版编目(CIP)数据

胀管工艺实践/[美]阿里亚拉特纳姆等编著;
蔡翰霆编译. —北京: 中国商务出版社, 2006. 3
ISBN 7-80181-501-7

I. 胀... II. ①阿... ②蔡... III. 隧道工程—工程施工
IV. U455

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 008706 号

胀管工艺实践

[美国]

塞缪尔·T·阿里亚拉特纳姆 等编著

蔡翰霆 编译

中国商务出版社出版

(北京市安定门外大街东后巷28号)

邮政编码: 100710

电话: 010-64269744 (编辑室)

010-64220120 (发行部)

网址: www.cctpress.com

Email: cctpress@cctpress.com

新华书店北京发行所发行

北京卡梅尔彩印厂印刷

880 x 1230毫米 32开本

1.875印张 36千字

2006年3月 第1版

2006年3月 第1次印刷

印数: 3000册

ISBN 7-80181-501-7

F.874

定价: 18.00元

版权专有

侵权必究

举报电话: (010) 64212247

编译者的话

非开挖技术在过去十年在中国得到猛速的发展。在上海等个别地区，其应用程度已达国际先进水平。

非开挖技术的应用既符合中国的国策及发展需要，亦顺应了世界工程技术的大趋势。翻译本书的目的是希望能将国外有关胀管工程实践的宝贵经验带给使用中文为主要语言的读者。编译工作中得到李彤先生及黄万平先生的全力支援，在此表示感谢。我亦要感谢吴宝凤小姐在校对及联系工作上的协助。最后要向塞缪尔·T·阿里亚拉特纳姆博士 (Dr Samuel T. Ariaratnam) 致敬，在他的努力争取下，此书才赖以得到授权出版。

合作编著



免责声明：我们本着职业道德提供本书所含资讯，但北美非开挖技术协会 (NASTT) 及其承认的部门对任何错误或者疏忽概不负责。读者必须根据自身需要，了解本书所含资讯是否适合自身的具体工程。

责任编辑 何连生

版式设计 张瑞文

责任校对 吴宝凤

张 宇

谢家昌

目 录

1. 概要说明与背景介绍	1
A. 胀管工艺	1
◆ 静压法	2
◆ 气动法	4
◆ 液压法	6
◆ 划管法	7
◆ 管道内爆工艺	8
◆ 内绞扩系统	9
◆ 冲击器工艺	10
◆ Tenbusch 工艺	11
B. 适用领域	12
◆ 水管	13
◆ 污水管线	13
◆ 燃气管线	13
◆ 接户支管	14
◆ 通讯电缆套管	15
C. 有关管道的考虑	15
◆ 现有管道的材料	16
◆ 更换用管道的材料	16
D. 风险和潜在问题	17

2. 规划与初步设计	19
A. 规划的重要意义	19
B. 项目分类	20
C. 初步设计各种因素的评估	21
◆ 现有管道的状况	21
◆ 扩容程度	22
◆ 胀管长度	22
◆ 胀管深度	23
◆ 弯曲与沉降	23
◆ 现有地层和管沟几何形状	24
D. 现场踏勘	25
◆ 公用设施勘查	25
◆ 地下勘查	26
◆ 应重点注意“拦路虎”	26
◆ 工作区域	27
E. 成本估算	28
 3. 设计与施工	 29
A. 扩容因素	29
B. 被置换体积的重要意义	29
C. 土壤置换	30
D. 管道应力	31
E. 胀管力分量	31

F. 方案与规范	32
G. 典型的投标项目	34
H. 提交	36
I. 旁通泵送	37
J. 质量保证 / 质量控制(QA/QC)	38
K. 许可问题	38

4. 故障处理和补救 39

A. 胀管的通常考虑	39
◆ 隆起 / 沉陷	39
◆ 意外的曲线和弯曲	41
◆ 管线沉降	41
◆ 牵拉 / 胀管作用力过大	42
◆ 高硬地层状况	42
◆ 原始的管沟几何形状	42
◆ 新产品管线损坏	43
◆ 意料之外的障碍	44
◆ 工作区域限制	44
◆ 保护现有公用设施	45
B. 补救措施	45

5. 结论与建议 50

1. 概要说明与背景介绍

常规的地下管道修复或者更换方法一般都以明挖或者内衬等施工方法为主。采用常规的开挖然后覆盖工艺进行的管道更换，可对修复项目周边民众日常生活及商业活动构成不利影响。一般说来，明挖项目往往会造成道路封闭、堵车与行车改道，无法进入商业或者居住场所，以及令人讨厌的噪音与视觉污染。采用内衬工艺对地下基础设施进行修复时，一般都会略微降低原管线的口径，这通常都会减小总体过流能力。因此当管线达到或者接近其容量时，此前唯一可以使用的管线扩容方法就是明挖更换。即使在某些情况可以采用传统的明挖施工工艺，也会因为城市化程度的提高，地下设施拥挤程度的加密而需要更高的造价。正是因为这些原因，人们清楚地认识到需要采取一种新的修复观念来改善传统施工方法的某些缺点。为此就产生了胀管工艺。本书在阐述各种胀管方法的同时，还介绍了1) 规划与初步设计 2) 设计与施工以及3) 故障处理与补救措施等相关信息。

A. 胀管工艺

胀管工艺是一种通过破碎已有管道并在原位安装一条口径相等或者更粗的全新管道来更换原有管道的非开挖施工方法，如图1所示。胀管工艺包括初始裂化，然后破碎原有管道，形成一条新的隧道并同时安装新的替换用管道。目前有多种不同的胀管方法可供使用，分别由不同的制造商提供。

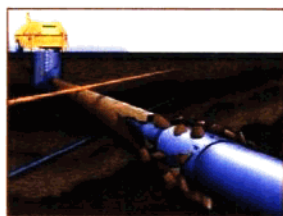


图1 采用胀管工艺破碎现有管道
(惠蒙 Earth Tool Company 提供)

◆ 静压法

静压法采用静力（也就是胀管头拉过或者推过现有管道，因为胀管头的几何形状而形成的作用力）胀裂原始管道。拉力通过拉杆、缆绳或者链条作用到锥形胀管头。这样就把胀管头拉过管道，导致地层中的现有管道因为管道内锥形头在管壁上施加的径向力而张紧，碎裂。原有管道胀裂时，胀管头在令周围土壤移位时，将管道碎片挤入土壤，这样就为新的产品管道营造了一个空腔。绝大多数静压胀管设备都根据大功率液压千斤顶改型而成，采用卧式而非立式安装。规模较小的设备通常采用两套液压缸来形成所需的拉力，而规模较大的设备则通常采用四套或者四套以上。活塞中心安装的一套机构用于在牵拉作业中抓住链条或者拉杆。机器牵拉拉杆或者链条时将被断开，夹具总成前移，抓住另外一节拉杆或者链节。这一过程一直重复，直到安装完成为止。使用缆绳时，缆绳通常由机器或者牵拉坑内的一台卷扬机进行牵拉。静压法可用于安装连续或者分段管道。典

型的静压胀管头如图2所示。图3(a)和3(b)显示了连续管道的静压胀管安装过程，其中包括高密聚乙烯管(HDPE)，聚氯乙烯管(PVC)，球墨铸铁管和钢管。静压胀管设备制造商包括：Trenchless Replacement Services; TT Technologies; TTS Northwest 以及 Earth Tool Company。

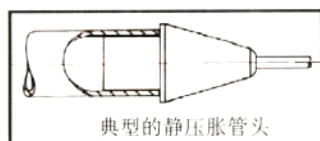


图2 典型的静压胀管头

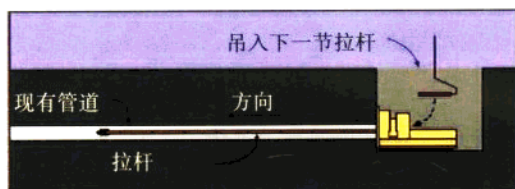


图3 (a) 连续管道静压胀管工艺原理图 (分接拉杆)

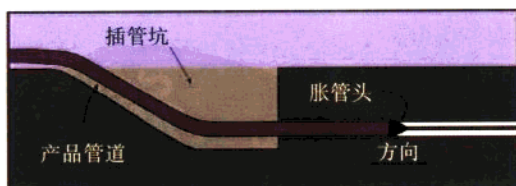


图3 (b) 连续管道静压胀管工艺原理图 (回拖)

采用混凝土、陶土或者玻璃纤维等分段管道时，有必要采用图3(c)和3(d)所示的推拉胀管系统。

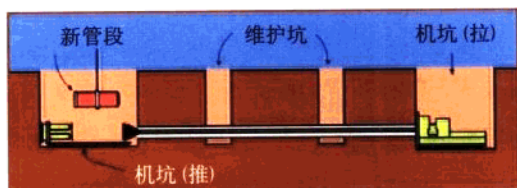


图3 (c) 静压推拉胀管工艺原理图

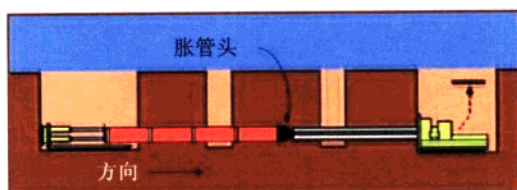


图3 (d) 静压推拉胀管工艺原理图(安装)

◆ 气动法

气动胀管方法中，来自压缩空气系统的空气形成水平冲击力，胀管头采用这种作用力令土壤移位。采用压缩空气的胀管头可形成每分钟锤击180到580次的冲击力。锥形胀管头被顶入土壤，就像在墙中钉钉子一样。胀管头在管道中冲击形成的每次锤击，均会形成冲击力，从而在管道中施加了一个“环箍”应力，导致管道张紧胀裂。此外，冲击力作用还会产生纵向作用力，令管道在撕裂时因为剪切而断裂。胀管头的形状再结合冲击作用，可将管道碎片挤入土壤，从而为产品管道的安装提供了必要的空间。

这种胀管方法采用胀管之前穿入管道的牵引缆绳,引导胀管头穿过管道。牵引缆绳固定到胀管头,采用卷扬机提供恒定的牵拉张力,保持胀管头接触原有管道并对准其路径,并有助于将新的原有管道牵拉到位。令胀管头前进并穿过管道的主作用力来自气动头自身的冲击作用。空压机和卷扬机均被设置到恒定的压力与张力,这样在管段碎裂之前的作业过程中几乎不需要操作员介入。压缩空气管线(软管)必须穿过新的产品管道方可作为胀管头提供动力。典型的气动胀管头如图4所示,图5显示的则是该过程的原理图。气动胀管设备的主要制造商包括 TT Technologies 和 Earth Tool Company。

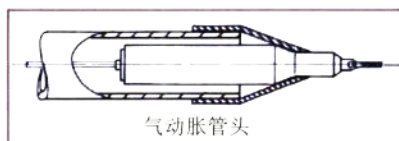


图4 典型的气动胀管头

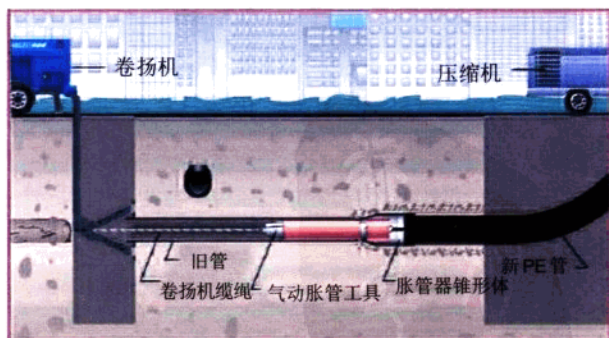


图5 气动胀管工艺原理图
(惠蒙 TT Technologies 提供)

◆ 液压法

胀管方法采用原有管道的胀碎方法加以定义。液压方法中，管道的胀裂并不是因为轴向拉力或者冲击力径向传递到管道直径面，而是因为胀管头径向膨胀而从内部破胀管道。胀管头在液压缸作用下发生膨胀而胀裂管道，然后胀管头收缩，令卷扬机牵拉缆绳，胀管头逐步前行。卷扬机(或者说缆绳上的拉力)并无助于管道的胀裂，而是牵拉胀管头，这有助于清理掉积土的形成，以及将产品管道拉入扩充后的空腔。与气动胀管系统类似，液压膨胀型的胀管头也要求动力源提供能量来胀胀管道。在这种情况下，采用地表机坑中的一台携带型动力装置为液压缸提供动力，液压软管则要通过产品管道的全长。典型的液压胀管头如图6所示。图7为液压胀管机构的原理图。目前液压胀管设备的制造商为Miller Pipeline。

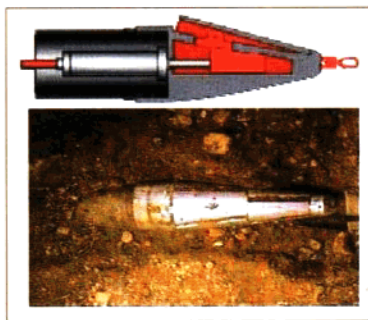


图6 典型的液压胀管头

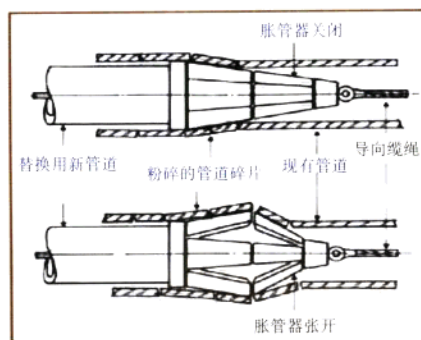


图7 液压胀管机构原理图

◆ 划管法

本方法是一种采用划管刀或者切刀的切割作用的静态牵拉工艺。在该工艺中，现有管道是被划开而非打裂的。划管法主要用于遇到钢管和(或)球墨铸铁管时，不过也适用于HDPE或者PVC管道。在划管过程中，胀管头处的划管刀(或者刀片)切割现有管道的底部或者顶部，胀管器则胀开或者翻开划开的管道，以容纳胀管器后面的新管道。典型的划管头如图8所示。图9显示了不同材料的划管。



图8 典型的划管头
(惠蒙 ConSplit 提供)

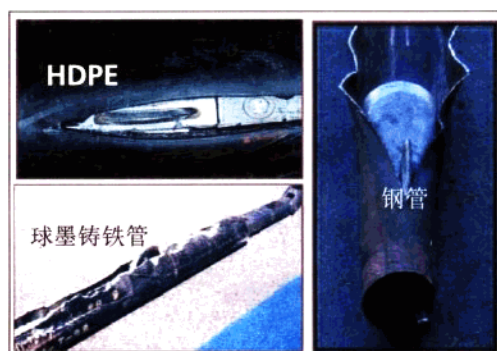


图9 采用切刀或者刀片划开不同的管道材料

◆ 管道内爆工艺

本工艺首先采用钢刀轧碎头将现有管道向内轧裂到空腔里面，然后采用胀管工具将碎片向外挤入土壤。管道内爆与静压胀管类似，新管道也是牵拉就位的；但是现有管道并不是从里面由环箍张力直接胀裂的。图10显示的是内爆胀管头，内爆工艺如图11所示。

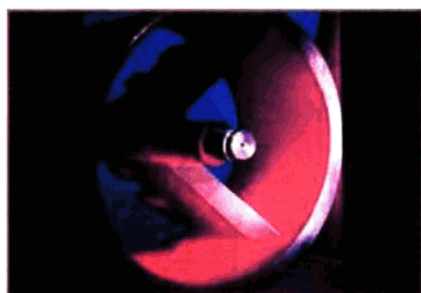


图10 内爆头