

# 中文版



# Pipeline Technology Journal

管道技术期刊



## THINK BIG.

Size does matter. ROSEN maintains the industry's most comprehensive technology portfolio, from hardware to software, as well as the largest tool fleet. Meaning more flexibility for you.





www.rosen-group.com

## **CORROSION PREVENTION**

We preserve values







**DEKOTEC®**Heat Shrinkable Sleeves

DENSOLID® Polyurethane Coatings

DENSO®
Petrolatum-Tapes & Mastics

MarineProtect®

VivaxCoat®
Coating System for Moist Surfaces

DENSIT®
Insulation and Sealing Tapes

## 管道规划与施工...

…已变得越来越困难,这尤其缘于政治动荡和公众对新 建管道项目日益强烈的抵触情绪



Klaus Ritter 博士 主编

## 亲爱的读者:

北美和欧洲的新管道建设速度已经放缓。越来越多的居民和环保团体表示反对建设此类管道,而他们的抗议取得了成功。这一发展动向的示例有:加拿大/美国境内的基石输油管道(Keystone Pipeline)遭遇滑铁卢,最近刚刚被废止;以及能源形势好转和液化天然气使用量增加导致欧洲对管道的需求逐步下滑。另一方面,由于可靠性、安全性和使用寿命的重要程度不断提升,维护和重建提供了新的可能性。

除了这些值得注意的发展动向以外,规划和施工企业还有诸多理由保持乐观。其中最重要的理由无疑是管道行业在南亚和北非地区急速发展。

为此,与规划和施工有关的内容不仅是本期《管道技术期刊》(简称 ptj)的讨论主题,还将在今年于柏林召开的管道技术会议(简称 ptc)上得到特别的重视与认可。与全世界交流已有的经验和最佳实践,对于创造和推广应对所有挑战所需的最先进的技术必不可少。

这让我萌生了另一个值得关注的想法:由于北非和南亚地区已向管道运营商以及技术和服务提供商展示出如此巨大的潜力,我们决定进一步拓展业务组合,酝酿召开一项针对这些新兴市场的全新会议。我们将于2017年在埃及开罗举行首届管线-管道-下水道技术(PPST)会议暨展览会。这次会议将使全球管道专业人员有机会进军一个令人关注且前景广阔的市场,并与南亚和北非地区的市场参与者及关键人物建立联系。

此外,我们正不断推进《管道技术期刊》,以满足全球管道专业人员的信息需求。ptj 又向前迈出重要的一步,现已发行中文版。我们将借此有选择地瞄准中华人民共和国 日益增长的管道市场,使国际管道专家和企业能够向一个潜力巨大、资源丰富的市场 引进其解决方案并推广其产品和服务。

您会看到,我们乐此不疲地推动管道社区持续交流,希望您能把握我们创造的广阔良机,来促进这种持续交流。

敬上

> Klaus Ritter 博士(ptj 编辑委员会/ptc 咨询委员会主席)



规划与施工一直是管道行业内的重要领域。近来,各家企业都不得不面对众多挑战。反对建设新管道的声音一浪高过一浪。为此遭遇滑铁卢的一个示例就是加拿大的基石输油管道 (KEYSTONE PIPELINE IN CANADA)。居民和环保团体的阻挠使得企业必须进行谨慎且可持续的规划。严格的监管指引在整个施工过程中亦不容忽视。

这些都是影响整个行业的重要问题。因此,无论在即将召开的柏林管道技术会议 (PTC) 上,还是在本期管道技术期刊中,它们都将得到特别的重视与认可。有关详细信息,请参阅第52页。





# 技术文章

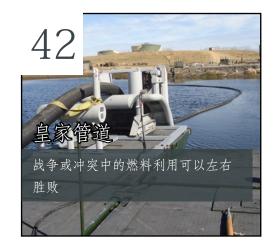
2016年5月 第09期

焦点: 规划/施工









## 本期完整目录

in	200
和	掛

1	午	1	,	与	实	胜
	I .I	.11	_		$\neg$	ルス

世界新闻	8
TransCanada 清除横亘在不列颠哥伦比亚省天然气管道投资决定前面的最后一道障碍	10
3公里长的啤酒管道受到比利时布鲁日市民的交口称赞	10
Tata Steel 通过 140 公里的墨西哥湾深海管道项目开创业界先河	11
PHMSA 被授予关闭管道和责令采用泄漏检测技术的广泛权力	11
伊朗管道行业的能力、技术经济问题与发展计划	12
NDT Global 新推出高分辨率针孔和麻点检测服务	12
A.Hak 将在第 11 届柏林 PTC 上展示创新 3 英寸超声 Piglet	13
澳大利亚 DUET Group 目前全资拥有 1530 公里的丹皮尔至班伯里天然气管道	14
DENSO Group 宣布重新启用公司网站	14

<sub>技术文章</sub> 研究/发展/技术	
BIL - 全德管道信息问询系统	16
穿越泥石流地区	22
从偏远地区到国际市场 - 大力优化的热输管道系统可运输蜡状高倾点原油等级	32
皇家管道 - 英国军用陆上和海底管道系统 - 过去、现在和未来的挑战	42

## 报告

## 会议/研讨会/展览

欢迎参加 2016 年第 11 届管道技术会议以及第 1 届管道和下水道会议	52
第 11 届 ptc/第 1 届 PASC 日程安排	54
活动日历	59





A.HAK 将在第 11 届柏林管道技术会 议上展示创新 3 英寸超声 PIGLET 第 13 页



解。

第12页

世界新闻

TRANSCANADA 清除横亘在不列颠哥伦比亚省天然气管道投资决定前面的最后一道监管障碍

TransCanada 已针对 Coastal GasLink 管道获得不列颠哥伦比 省石油和天然气委员会的最终许可;这条管道将耗资 48 亿 美元,长达 650 公里,从不列颠哥伦比亚省的东北部延伸至不

列颠哥伦比亚省的西海岸, 旨在服务于出口市场。

由壳牌公司领导的 LNG Canada 财团预计将于 2016 年底做出有关此天然气项目的最终投资决定;如获批准, TransCanada 可在明年开始管道施工。

TransCanada 的总裁兼首席执行官 Russ Girling 表示: "这是我公司项目在监管领域取得的重要里程碑。TransCanada 的发展计划包括向拟议天然气管道项目投资 130 多亿美元,以支持在不列颠哥伦比亚省海岸地区蓬勃兴起的液化天然气产业。本项目正是其中的关键组成部分。"

Girling 还补充道: "获得这 10 项许可, 表明我们坚决承诺, 按照最高环保标准开发此项目, 并在未来几十年内为不列颠哥伦比亚省和加拿大人民带来利益。"

BRITISH COLUMBIA

近 100 万平方公里的区域内仅居住着 450 万人。景观几乎从未受到破坏

13公里长的啤酒管道受到比利时布鲁日市民的交口称赞

比利时古城布鲁日的啤酒酿造厂世家继承人 Xavier Vanneste 称:"这个项目在 2010 年刚刚启动时完全是个笑话。"如今六年过去了,阵阵嘲笑已变为会心的微笑,因为 De Halve Mann 啤酒厂即将通过长达 3 公里的聚乙烯管道,将啤酒从位于市中心的啤酒厂输送到该公司位于城外的灌装车间,每小时的输送量达到 6,000 升。

布鲁日是座中世纪城市,街道非常狭窄。这家倍受欢迎的啤酒 厂的卡车往往无法在道路间通行。据《华尔街日报》报道,啤酒厂老板在看到一些工人挖路铺设电缆后,萌生了建造管道的 想法。

而全城市民的广泛关注又启发了 Vanneste 先生的另一个思路。 他以终生供应啤酒为条件,为这项 400 万欧元 (450 万美元) 的投资筹集到部分资金。啤酒爱好者们被美酒佳酿的回报所吸 引,为项目投入了大约 300,000 欧元。

他们可以选择三种方案。最贵的"黄金"会员身份价格为7,500 欧元,持有者在其余生的每一天均可享用 1 瓶 11 盎司的 Brugse Zot 啤酒(零售价 1.70 欧元),并将获赠 18 只个性化酒杯。

Philippe Le Loup 正是报名参加此方案的 21 人之一,他在风景秀丽的 Simon Stevin 广场经营一家餐厅,距离管道仅有几百码。Le Loup 先生的餐厅每年供应大约 1,850 加仑的Brugse Zot 啤酒,他表示更希望能够将啤酒从该管道直接接入餐厅。他说:"这将让我免去许多搬运酒桶的工作。"



Halve maan 啤酒厂针对啤酒管道推出众筹活动(版权所有©2016 Halve maan)

TATA STEEL 通过 140 公里的墨西哥湾深海管道项目开创业界先河

印度 Tata Steel 公司制造出 42 英寸大口径管道,将在墨西哥湾的墨西哥段以史无前例的深度铺设 140 公里,从而树立起新的行业标准。

该公司获得一份合同,将通过其位于英国哈特尔普尔(Hartlepool)的大口径 42 英寸双面埋弧焊 (DSAW) 轧钢厂,为该开发项目供应 457mm OD x 28.6mm WT API 5L PSL2 X65MO 管线用管。该项目标志着墨西哥湾的墨西哥段将首次在超过 3,000 英尺的水深铺设管道。Tata Steel 因为具有丰富的小口径厚壁深水管线用管制造经验而成为该项目的雀屏之选。

Tata Steel 的能源与电力商务经理 Richard Broughton 称: "我们对 DSAW 轧钢厂的投资和不断改进的规章制度,使我 们能够针对最具挑战性的海底和陆上项目,向客户提供完整性 极高的解决方案。"

他还认为,尽管小口径厚壁管道通常在墨西哥湾项目中"更具挑战性",他们在项目期间取得的焊接质量性能突出体现了投资的整体效益。



TATA Steel 设在哈特尔普尔的 84 英寸管道制造厂(版权所有 © 2015 Tata Steel 公司)

| PHMSA 被授予关闭管道和责令采用泄漏检测技术的广 | 泛权力

为了在立法环节进一步加强管道和危险材料安全管理局 (PHMSA) 对国家管网的管理监督, 众议院能源和商务委员会通过了被称为众议院第 5050 号议案的一系列措施, 允许 PHMSA 发布关闭管道系统的紧急命令和签发应急条例、增加跨部门审查的透明度、提高地下储气系统的标准以及责令安装 泄漏检测技术。

委员会主席密歇根州众议员 FRED UPTON 在一份声明中表示: "虽然事故的发生可能就是一瞬间,但修复破坏却需要花费许 多年,这突出表明我们需要实施强有力的安全法规。我们曾经 承诺要采取行动,而就在今天,我们通过了一项为 PHMSA 提 供五年授权的法案,这将大大有助于加强管道安全。"

在民主党人于早前一次能源和电力小组委员会会议上抱怨该法案过于顺从石油和天然气行业之后,法案体现了一种折衷的方法。共和党人同意应请求开展部分变革,包括力争增加PHMSA监管过程的透明度,而此前部分民主党人认为这些变革过于缓慢且陷入停滞状态。

众议院第5050号议案将与众议院运输和基础设施委员会于本周早些时候通过的类似立法(众议院第4937号议案)进行协调。一项全面的法案预计将在众议院通过并成为法律。



# U.S. Department of Transportation Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration

伊朗管道行业的能力、技术经济问题与发展计划

105年前(1911年),中东地区的第一条管道在 Charlie Richi 的指导下于伊朗完工,旨在将原油从马斯吉德苏莱曼 (Masjed Soleiman) 输送到阿巴丹 (Abadan)。从 1911年到现在,伊朗管道行业不但拓展出庞大的网络,还提升了管道运营的技术和工程环节。

然而,国际市场对伊朗管道行业的可观规模和深化发展潜力并不了解。导致这一情况的原因是该行业内部的信息和数据年深日久。例如,2014年底发布的OPEC年度报告中提到,伊朗拥有12,000公里的管道(8,000公里天然气管道和4,000公里石油管道)。但这项统计数据反映的是伊朗在大约40年前的情况。如今,伊朗拥有超过69,000公里的干线管道(不带支线),并计划在2025年将该数字提高到超过110,000公里。而供排水管道行业拥有超过53,000公里的金属和非金属干线管道。

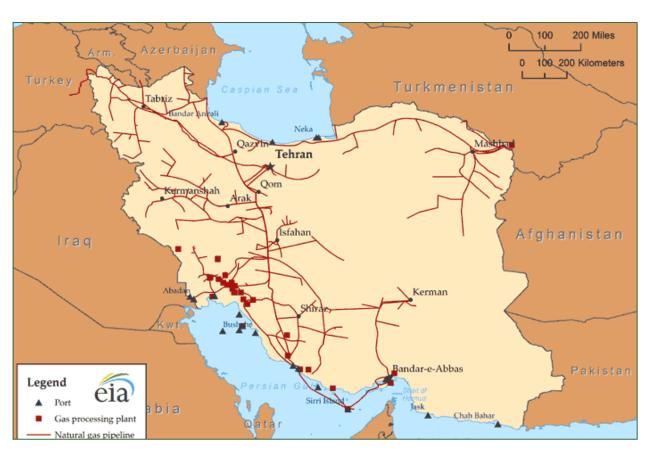
本文重点介绍伊朗管道行业所取得的成就,以及我们在设计、制造(工厂)、施工、承包和运营方面的能力。还将详细说明新建管道项目的技术挑战和经济问题、发展计划以及伊朗通过管道交换和出口石油及天然气的政策。

## NDT GLOBAL 新推出高分辨率针孔和麻点检测服务

管道运营商早就将针孔(特别是嵌入式针孔缺陷)视为其完整性管理方案中的重大风险因素。NDT Global 是超声管道检测和管道完整性管理服务的一家领先供应商。该公司宣布,其现在将提供一种高分辨率针孔和麻点 (UMp) 金属损失检测服务,以帮助运营商降低此类风险。

UMp服务能够可靠地检测出缺陷并进行低至5毫米 (0.2英寸) 的定量, 这相当于将入门级超声服务的最小定量阈值从之前的 10 毫米 (0.4 英寸) 提高了两倍, 而该服务将成为 NDT 在所有全球市场提供的标准产品。

虽然许多管道内检测 (II.I) 提供商仍然提供腐蚀检查,但这些检查都不具备检测和定量针孔缺陷所需的分辨率,其中部分超声服务仅能可靠地检测出大于 10 毫米 (0.4 英寸)的特征并定量大于 20 毫米 (0.8 英寸)的特征。分辨率更高的特征检查能够在面积更大、整体深度更浅的腐蚀区域内确定针孔形态的真实最深点。







## 管道技术期刊

www.pipeline-journal.net ptj@eitep.de

出版商

Euro Institute for Information and Technology Transfer GmbH Am Listholze 82

30177 Hannover, Germany

电话: +49 (0)511 90992-10 传真: +49 (0)511 90992-69 网址: www.eitep.de 总裁: Klaus Ritter 博士 注册法院: Amtsgericht Hannover 公司注 册号码: HRB 56648 增值税识别号码: DE 182833034

创新3英寸超声 Piglet (版权所有© 2016 AHak)

主编

Klaus Ritter 博士 电子邮件: ritter@eitep.de 电话: +49 (0)511 90992-10

编辑委员会 管道技术会议 (ptc) 咨询委员会

编辑管理、广告设计与布局 Admir Celovic 电子邮件: celovic@eitep.de 电话: +49 (0)511 90992-20

编辑人员

Dennis Fandrich: fandrich@eitep.de Mark Iden: iden@eitep.de

出版周期

每年六期, 下一期出版时间: 2016

年6月

稿件截止日期: 2016年6月15日 广告截止日期: 2016年6月30日

澳大利亚 DUET GROUP 目前全资拥有 1530 公里的丹皮尔至班伯里天然气管道

澳大利亚能源基础设施所有者 DUET Group 已同意出资 1 亿5400 万美元,买断 Alcoa of Australia 持有的丹皮尔至班伯里天然气管道 (DBNGP) 的 20% 股份。

作为交易的一部分, Alcoa of Australia 仍将比照目前的水平, 获得 DBNGP 输送容量的大约 30%, 来为其设在西澳大利亚的 三座氧化铝精炼厂供应天然气。

去年七月,DUET 斥资 10 亿美元买下 Energy Developments Ltd., 市场分析师早就预测其最终将收购 Alcoa 持有的 DBNGP 股份。DUET 的首席执行官 David Bartholomew 表示,鉴于 DUET 目前全资所有其 5 项经营业务中的 4 项,此举将有助于简化该公司的结构。

展望未来,Bartholomew 称,进一步的收购可能包括 TransAlta Australia 持有的西澳大利亚地区弗特斯克河天然气 管道 (Fortescue River Gas Pipeline) 股份。 DENSO GROUP 宣布重新启用公司网站

腐蚀防护和密封技术的领先供应商 DENSO Group Germany 启用了该公司的新网站。

该网站提供崭新的内容、优化的技术和现代化的设计。产品展示以客户需求为导向进行了重组,创新的产品查找程序有助于轻松选出适合的产品。

DENSO 公司和 DEKOTEC 公司的新网站对移动设备非常友好,在 PC/笔记本电脑、平板电脑或智能手机等任何设备上均具有高度的易用性,可为用户提供直观的导航。常务董事 Max Wedekind 表示: "开发新的门户网站时,我们的目标是专注于关键市场的客户需求。因此,我们非常高兴能够提供具有五种语言版本的多语言网站,只需单击一次即可轻松找到合适的产品并即时联系我们的销售团队。"





## **EVO SERIES 1.0**

THE FUTURE OF ULTRASONIC ILI TECHNOLOGY



## HIGHEST PERFORMANCE AT MAXIMIZED FLEXIBILITY

- No reduction of flow rate

  Up to four times faster inspection speed
- High performance crack and metal loss profiling

Up to four times higher axial resolution

- Enhanced tool operation
  Shorter tool lengths
- Customization to your needs Maximized ILI tool flexibility







成立 BIL 的动机

BIL eG 是一家注册非营利合作社。其组织形式 (eG) 可提供必要的安全法律框架。此外,eG 的法律形式可促进有关各方共同致力于提高建设活动的安全性,并旨在激励各部门可以加入合作社的管道、公用事业和电信企业支持这一举措。BIL 不追求任何商业利益,并将与运营公司和系统提供商携手合作。BIL 将向问询者提供有关管道和电缆的免费信息。

作为管道运营商,BIL eG 的创始成员因建筑行业对管道位置 缺乏了解而面临特殊的问题:如果在采取监控和检查措施的过程中检测到地下管道基础设施存在损伤,他们往往会在多年后 受到影响。此外,建筑承包商在土方工程期间意外撞到管道后, 如果需要开展民防行动(特别是在农村地区),可能会产生不 必要的成本。与此同时,名称变更、组织变迁和服务区域的未 知边界使建筑行业不大容易确定相关公司和联系人。因此,在 当前这个施工活动日益增多的时期,必须规范并简化有关管道 位置的信息请求。BIL 提供基于互联网(因而永久可用)的流 程;该流程是通过基于 IT 的工作(劳动力)管理系统,在位 置信息数字化处理的基础上构建出来的。BIL 的目标是整合运 营商的现有规划信息解决方案,从而向建筑行业提供标准化、 精简、数字化的问询程序。

## 专注于核心流程

BIL 希望专注于问询本身的核心流程,并访问运营商的在线规划信息系统,而不干扰在其中实施的内部工作流程。BIL 问询平台将使进行问询的建筑承包商能够用所有的技术细节和地理施工区域的相应位置信息输入施工申请。问询将被传递给通过 BIL 可以联系到的所有管道公司。通过比对施工区域和运营商的服务区域(对问询者不可见),BIL 可以在线核查该区域内管道/电缆的负责人,然后将相关运营商的列表发送给问询者(图 1)。负责的运营商将从 BIL 收到信息,检查其是否会受到影响,然后通过 BIL 门户网站传达所有信息。这样一来,检查管道/电缆是否会受到影响的任务将留给运营商来完成,而他们的规划信息将为问询者生成相关信息。通信与集成

BIL 基础设施的主要任务和功能是以数字方式核查某个区域的负责人,并通过门户网站传达此信息。为此,运营商只需在BIL 中输入其责任地理区域,将其指定为管道周围的通道或者其服务区域周围的区域即可。该数据将以标准的图形数据格式传送给BIL。其中仅包含自定义的区域多边形,不包含任何管道数据和管道走向。运营商负责输入并更新其责任地理区域。



图 1: BIL 问询流程的核心

如果 BIL 在此基础上确定某个运营商为特定区域的负责人,运营商可以选择通过多种方案,将 BIL 提交的数字化施工申请纳入其自己的流程。不同之处只在于该系统集成到其工作流程中的方式。运营商自身负责就哪些管道(如有)将受到影响的问题,在其数据库中分析信息:

通过管道公司的系统回复问询:数字化问询(字母数字信息和区域多边形)可通过Web界面直接传送到运营商的系统并在那里接受检查,以确定他们的基础设施是否受到影响。一旦在运营商的系统中确认其任何管道均不会受到影响,内容为"不受影响"的回复可立即发送回BIL门户网站,并通过那里传递给问询者。与问询者的信息交换通过BIL门户网站发生。这一流程还可在此服务被外包给工程师事务所或集团公司的情况下,供自身没有基础设施的参与者使用。运营商在不连接系统的情况下,直接通过BIL门户网站处理问询:

在这种情况下,相关运营商将根据系统中存储的覆盖区域,确定 其管道或系统是否将受到影响。然后,运营商可在 BIL 门户网站 中输入给问询者的内容为 "不受影响"或 "受到影响"的手动创 建回复(可能附带 .pdf 附件)。如果运营商的基础设施将受到影响,其他数字化规划信息可能会随回复一起发送。

在上述两种情况下, BIL 均不干扰运营商处理问询和检查基础设施是否受到影响的工作流程。此系统提供了以下附加值: 它允许建筑行业在线提交个别请求并筛选"非责任区域", 还允许管道运营商/公用事业部门以标准化的数字格式提供信息。

## 技术范围

BIL 通过以下功能, 为问询者(如建筑承包商、规划师、主管部门等)和参与者(管道公司)提供基于 Web 的信息解决方案:

- 界面,供建筑行业或其他问询者请求有关各类建筑工作的免费信息;
- 通信平台, 提供所需的信息和文档;
- 数据库功能,具备用于集成运营商责任地理区域的地理基准,可作为挖掘申请的一个环节分析潜在责任。

#### 整个系统由以下三部分组成:

- · 门户解决方案, 可通过互联网作为 Web 服务访问;
- 数据库驱动的信息系统,用于存储参与者的责任区域(网格区域的地理状况)和相关信息;
- 集成式 Web 地图服务 (WMS), 用于提供地理基准数据 和地图:
- 数据库后端,用于长期存储源自问询者和运营商的问询和信息数据。
- 此解决方案包括图 1 中概述的问询者和参与者之间的工作流程,并具有以下附加功能(示例):



## 研究/发展/技术

地理环境: BIL 要求根据地图材料(包括平面图和官方地图),将施工区域输入为空间多边形。坐标系统 ETRS89构成测地线基准。

施工场地类别:问询者必须通过 BIL 将建筑工程的类型告知运营商。BIL 为此提供不同类型的土木工程列表。各类建筑工作均在施工场地周围生成特定大小的缓冲区(图 2)。因此,运营商的责任地理区域受到各类建筑工程的影响程度不同。当然,针对特殊结构要观测的缓冲区比本地建筑工程应观测的缓冲区更大。

建筑行业提交的问询均将以技术上极具吸引力的方式予以免费妥善处理,以期接洽到更多的管道公司。如果从问询者处获得了有关建筑工程类型的信息,而且运营商一端已完成数字化回复流程,功能的目标将是把问询和回复信息整合到一个数字化工作流程中。

这应该有助于克服阻碍随时随地进行问询的任何潜在因素。防止损坏和运行故障可以增加经济价值,这也可能有助于提高必要基础设施项目急需的认可度。

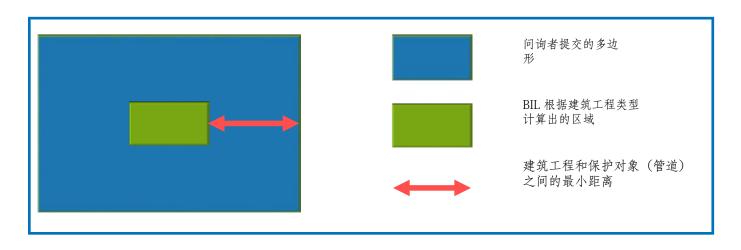


图 2: 通过通道处理施工临界性

这样一来,运营商就可以使其区域保持相对较小的状态,而 不错过任何相关问询。

归档: 所有的数据和文档均依照相关法律规定归档, 留作参考。 问询者和运营商可在日后根据这些数据开展研究。根据收集到 的数据, 可在 BIL 中生成月度和年度报告形式的统计分析。

## 优点

提高土木工程作业的安全性是 BIL eG 所有创始成员的主要动力,同时这也是建筑行业出于经济需要而非常乐意支持的必要举措。

全新"数字化"业务流程

数字化业务模型:挖掘请求的全面数字化问询,通过互联网实现

降低现有业务任务的成本

|数字化流程支持:在线责任核查,旨在减少"非责任"情况下的 通信

成本优化的服务

数字化运营模式:应用程序托管、WMS集成、数字通信、外部存档

图 3: 为能源行业提供的数字化业务流程支持

此外,在工业数字化时代,由于建筑活动增加、人员编制减少和响应选项标准化,流程需要进行优化,而 BIL 可以帮助提高流程的效率。独立运营商开发自己的规划信息门户网站是方向正确的一步;但这首先要求问询者知道向哪位运营商进行问询。BIL 希望解决这一问题,并将问询信息传递给相关运营商的系统。

## 目标与展望

BIL 勇于进取,期盼成为获取各部门运营商的管道/电缆信息的"必去门户网站"。主要的激励因素是为建筑行业简化强制问询流程,以期提供"完整的"信息。问询对于个人、建筑承包商或经营公司完全免费。系统的实施、维护和扩展将由 BIL 组织与第三方服务提供商协作开展,故而只需进行小规模的设置。因此,成立注册合作社被视为最合适的组织结构。

这样一来,各类管道和介质的运营商均可在不以营利为目的的基础上参与其中。根据关键介质运营商的经验,初步实施已经执行,并充分涵盖了基于Web的建筑问询需求。除传输系统运营商以外,BIL 还希望争取本地配电系统基础设施运营商(特别是市政公用事业和电信公司)以及沼气管道或其他介质的运营商。

## 作者

Jens Focke
BIL eG
首席执行官
jens.focke@billeitungsauskunft.de





## **The Largest Commercial Drone Show in the World!**

135+ Exhibitors • 120+ Classes and Panels • InterDrone Film Festival • Women In Drones Luncheon



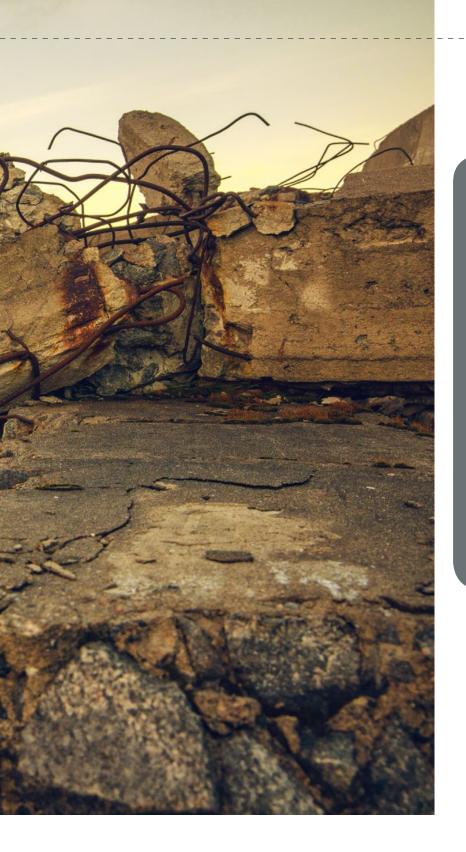






Demos • Keynotes • 100+ Industry Expert Speakers





## 摘要

泥石流 (DF) 是最危险的块体坡移事件之一。

发生 DF 事件期间, 滑动区域将经历形态变化, 而且变化的幅度往往相当大。由 DF 导致的侵蚀难以预测, 因为要考虑许多变数和不确定性以及空间和环境条件。

DF 与地下管道的相互作用分析(沟槽回填受到侵蚀且管道暴露时所处的侵蚀水平)对于管道设计人员至关重要,他们必须利用此分析来评估埋设管道经受的风险,从而确定需要采取缓和措施的区域。本文将介绍多种不同的方法来估算泥石流的冲刷深度并比较其结果,从而为管道工程师提供一些建议。

前言

要评估与 DF 有关的地质灾害给陆上埋设管道带来的影响,需要执行三项主要的工程任务:

任务 1: 泥石流评估 (DFA), 旨在确定与 DF 发生概率有关的 水力参数;

任务 2: 土壤反应评估 (SRA), 旨在确定 DF 事件结束时可能 发生的永久地面位移 (PGD);

任务 3: 管道反应评估 (PRA), 旨在确定经受 PGD 的管道的结构完整性。

DFA 的主要适用范围是从概率的角度(事件返回时间),定义 DF 开始时的水流速度 (Q) 以及一次或多次事件期间可能的物质排出量。可通过以下方法执行 DFA:将应用于确定性公式的随机方法,用于描述陡坡湍流下的固体搬运过程。所分析的固体搬运过程为洪水事件和 DF 期间的推移质搬运。本文假定,DFA由符合资格的一方执行,并提供了用于执行任务 2 的输入信息。

对于被陆上管道视为地质灾害的泥石流事件,与之相关的 PGD 的主要形式为表面侵蚀或沉淀。埋设管道在经受 PGD 时是否发生故障,在某种程度上取决于 PGD 的量和空间范围。在大多数情况下,技术知识的当前状态和河床冲刷程度评估(挖掘和局部搬运)要依赖于及时的现场反馈,才能评估河床的整体状态。这些现象的预期值估算往往是一项在很大程度上依赖于工程师的经验和敏感度的任务,工程师不得不主要依据专项检查的结果来评估河床的整体状况,因此在应用那些用于计算诱发河床侵蚀的比率时,应采取极其谨慎的态度,注意将每个比率均应用于与得出这些比率的情况类似的情况。

估算出侵蚀深度和沉积效应后,即可执行 PRA。本文不涉及PRA,但通常随后会进行应力分析和数值计算,以便为经受计算所得的PGD的管道建模。

泥石流评估 (DFA)

Pasuto 等人 [1] 提供了一种地貌标准来描述塌积扇的普遍固体搬运,该标准将所分析流域的活动分为三种行为类型:

- a) 推移质搬运;
- b) 中间态(岩屑洪流);
- c) DF<sub>o</sub>

所采用的 DF 敏感性形态指标为梅尔顿指数 (Melton Index):

Melton Index = 
$$A_b^{-0.5} \cdot (H_{\text{max}} - H_{\text{min}})$$

Ab = 流域面积:

Hmax、Hmin = 流域的最大和最小高度。

通过比照塌积扇坡度标绘梅尔顿指数,可以定义固体搬运的主要类型(图1)。

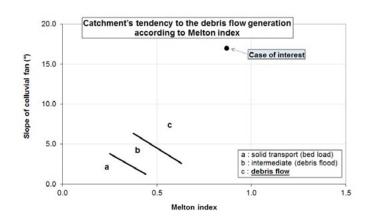


图 1: 集水区的 DF 形成倾向示例

各种情境定义完毕后, DFA 的目标将是制定数值模拟, 以便为随后的 SRA 得出 DF 的代表性参数。

## 土壤反应评估 (SRA)

对于低于 DF 触发值(由 DFA 确立)的水流,可根据经典的 Armanini [2] 和 Schoklitsh [3] 方法分别估算出被移动的块石直径 和侵蚀冲刷 smax。

DF 开始后,可通过 Egashira 的公式([4]、[5]) 估算出侵蚀速率 er; 用所得的 er 值乘以事件持续时间 T 即可计算出侵蚀深度 de, 然后再考虑塌积扇沿线最终沉积高度(由 DFA 给定)的效应,对侵蚀深度进行调整。

然后,使用用于预测河道侵蚀的实证图(该图基于从真实 DF 收集得来的数据 [6])验证由 DF 引致的侵蚀深度。

比较在上述步骤中所得的值, 以检查方法的一致性。

应考虑的最重要的假设是:

- 1. 塌积扇的形态 (剖面和坡度) 在 DF 期间不变;
- 2. 侵蚀计算中包括最大巨石的侵蚀效应 (DF 期间发生级配倒置 [7]);
- 3. 侵蚀过程发生时,水流含沙量保持不变。

可搬运碎屑的极限直径 - Armanini

Armanini 的公式 [2] 可用于确定洪流中可搬运碎屑的极限直径 (假定湍流和颗粒尺寸与水位高度 h 相当):

$$au_0 = \gamma_w R i$$

R = 水力半径;

i = 河床坡度。

侵蚀深度 - Schoklitsh

Schoklitsh 的公式 [3] 可用于确定拟议河床剖面中相对于河床初始平均深度 (smax) 的势流冲刷最大深度:

$$s_{\text{max}} = 0.378 \cdot H^{0.5} \cdot q^{0.67} + 2.15 \cdot \Delta z$$

H=紧挨孔眼的上游剖面上的水力总负荷;

q=河床中水流的单位宽度比流速 L (Qmax/L);

Tz= 孔眼上下游的河床深度差; z的应用取决于水道的几何特征,根据最大下切侵蚀处河床地面的局部梯度,并比照等于已确定洪流水位高度的长度(沿河床轴线)。

"Egashira" 方法

Egashira 侵蚀定律([4]、[5]) 基于做出以下假设的水槽试验、数值和尺寸分析:假设河床坡度在 DF 经过易蚀河床时始终调整至平衡。应用侵蚀物料屈服的质量守恒定律,得出 Egashira(图2)。

$$\frac{\tau_0}{\left[0.06 \cdot \left(\gamma_s - \gamma_w\right)\right] \cdot \delta} = 1 + 0.67 \cdot \left(\frac{\delta}{h}\right)^{0.5}$$

 $T^0 = 河床剪应力;$ 

Ys = 颗粒单位比重:

Yw = 水单位比重。

考虑匀速运动,得到TO的方法为:表达实现平移的平衡条件,将 其记录在运动方向上,介于一段水道的重力分量和剖面边缘沿线 的阻力之间:

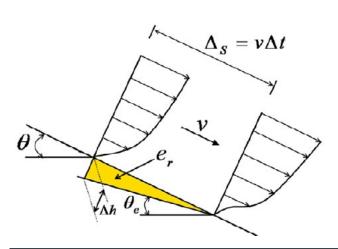


图 2: 侵蚀速率的定义略图

er = 侵蚀速率;

c\*=按床沙体积计算的含沙量(非移动层);

v = 流速;

0 = 河床坡度;

Oe = 河床平衡坡度:

$$\theta_e = \tan^{-1} \left\{ \frac{(\rho_s - \rho_w)c}{(\rho_s - \rho_w)c + \rho_w} \tan \phi \right\}$$

p<sub>s</sub> = 泥沙颗粒的质量密度;

 $p_w = 水的质量密度;$ 

c = 按 DF 容量计算的含沙量;

o=河床的内摩擦角, 近似底摩擦角 tan o;

Takahashi [7] 已通过实验证明, c 不能超过值 0.9c\* (c < 0.9c\*)。

Blanc [8] 测试了 Egashira 定律,将其应用于 1990 年和 2000 年青山泥石流的案例,但初步结果与观测结果不符,因为通过 Egashira 定律得到的侵蚀速率比实际侵蚀速率更大。因此,Blanc [8] 提出经验系数 k,以修正 Egashira 定律:

$$e_r = c_* v \tan(\theta - \theta_e)$$

对于其关注案例, k 值的适当范围介于 0.011 和 0.016 之间。

要评估事件的持续时间 T, 假设容量为 V 的 DF 作为质量和密度恒定的不断演化的平移波形向下游移动; 根据质量守恒可得[9]:

$$V = \int_{T} Q(t) dt = KQ_{max} T$$

t = 时间;

Q(t) = 水流通过的横断面的容积排出量;

Qmax = 同一横断面的最大瞬时或峰值容积排出量(来自DFA);

K = 无因次参数 (0 < K < 1); 对于三角形 DF 水文图, K = 1/2 (图 3)。

考虑一个三角形 DF 水文图:

$$T = \frac{V}{\text{KQ}_{\text{max}}} \approx 2 \frac{V}{Q_{\text{max}}}$$

V来自 DFA 的地貌和随机考虑因素。

通过 er\*和T,可以计算出侵蚀深度 de:

$$d_e = e_r^* \cdot T$$

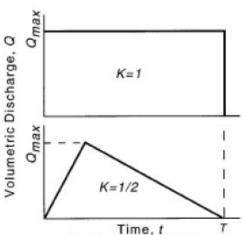


Figure 7.4: Idealized lahar hydrographs, with different shape parameters, K, defining lahar duration, T, and maximum instantaneous volumetric discharge  $Q_{\rm max}$ , for hydrographs (IVERSON et al., 1998)

图 3 - 理想化 DF 水文图,由不同的形状参数 (K) 定义持续时间 (T) 和最大瞬时容积排出量 (Qmax) [9]





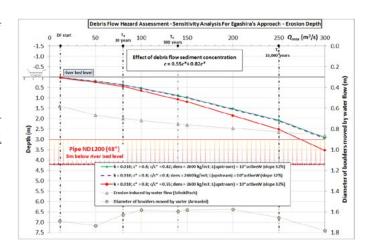
## BISEP™ | High Pressure Intervention & Isolation

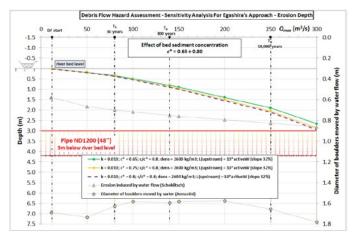
Pipeline intervention and isolation can be achieved using STATS patented leak-tight BISEP™. The BISEP™ provides fail-safe double block and bleed isolation deployed through a single full bore hot tap penetration – no additional bleed ports. The BISEP™ contains dual energised seals and the annulus zero-energy zone proves and monitors the seal integrity before and during intervention work.

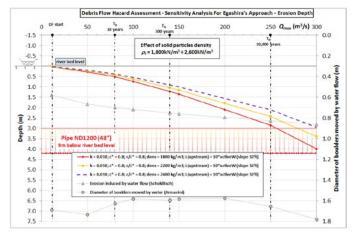
要探究参数对结果有怎样的影响,应该进行敏感性分析,即每次更改一个系数,以查看其对输出产生的影响(图4)。

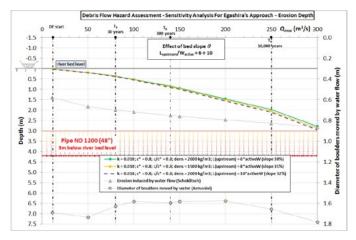
可以观测到, k和s可能对 de有很大的影响, 而其他参数  $(c^*$ 、c 和 o)对计算结果的影响可能通常较小。

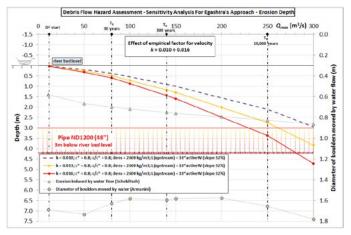
为了从概率的角度研究这些系数的整体影响和风险的影响,考虑到这些关注参数(k、c\*、c、o 和 ps)的不同类型的变化规律,可以使用 Monte-Carlo 模拟(图 5)。











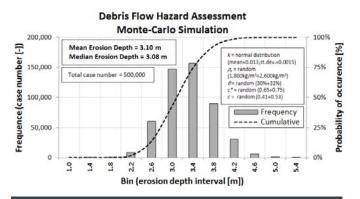


图 5 - Egashira 方法的 Monte-Carlo 模拟示例

## "经验(图解)"法

此研究 [6] 旨在建立 DF 冲刷和河道坡度之间的全局关系,采用了文献中的汇编数据,并考虑到了从河道横纵截面的详细地形测量中得出的最大 DF 冲刷深度、宽度和坡度。

研究表明,上游坡度对侵蚀的影响最大,而比例尺放大到河道宽度的 6 至 8 倍或河道冲刷宽度的 10 倍时,二者的相互关系会增加。

使用存储数百个横截面测量结果中的泥石流冲刷力、冲刷宽度和上游坡度的全局数据库时,研究提出了一个用于预测河道侵蚀的经验对数关系(图 6)。

因此,对于固定(上游)坡道的水道,可以估算出可预测规格化冲刷(深度/宽度)的范围。

一旦选定对应于管道穿越的河道剖面,要假定的最重要的参数之一就是河床坡度。

根据 [6], 考虑基准剖面的上游坡度非常有用, 而该坡度应针对长度约为河道有效宽度 8 至 10 倍的上游计算得出。

## 结果比较

可在三种不同的方法之间进行比较。图 7 提供了一个比较示例, 从中可以注意到,可以先使用得自图解法的平均值,进行快速而保守的估算,其中仅考虑河道的坡度和受侵蚀河道的宽度。

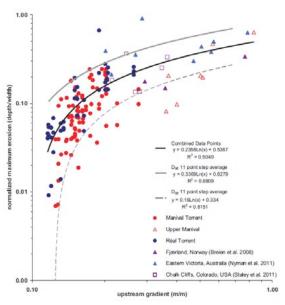


图 6 - 通过宽度规格化的最大侵蚀与通过重测横截面测得的上游坡度之间的关系 [6]。

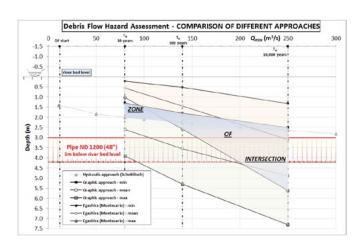


图 7 - SRA: 结果比较

#### 结论

本文提出了一种方法,用于评估地下管道涉及的泥石流 (DF) 风险,同时评估由可致管道受损的 DF 条件引致的冲刷量度,然后将该方法应用于真实案例。

土壤反应评估 (SRA) 从描述河道固体搬运过程的泥石流评估 (DFA) 入手,旨在评估与 DF 情境有关的永久地面变形 (PGD) (侵蚀和沉积);而了解管道的几何结构 (走向和河道下埋深)对于评估相关风险至关重要。

SRA 中提出了三种不同的 PGD 估算方法:

- 1. 使用经典的 Armanini 和 Schoklitsh 公式, 计算由水流速度得出的石块直径和侵蚀冲刷;
- 2. 使用 Egashira 方法得出侵蚀速率,并考虑塌积沉积效应进行最终调整,由此计算出 DF 侵蚀深度;
- 3. 使用实验图表(基于从真实 DF 收集得来的数据),通过 图解法估算规格化的侵蚀深度(深度/宽度)。

由于这些方法既需要准确的水力分析,又需要特定的假设和考虑,第一种和第二种方法比第三种方法更详尽(但也更复杂),但另一方面,第三种方法比前两种方法更迅速。

经过比较,本文发现,可以先使用得自图解法的平均值,进行快速而保守的估算,其中仅考虑受侵蚀河道的坡度和宽度。

需要基于真实事件开展进一步的分析, 以验证这一假设。

## 作者

# Diego D'Alberto Saipem SpA Diego.Dalberto@saipem.com



Carlo Caffarelli
Saipem SpA
Carlo.Caffarelli@saipem.com



Salvatore Morgante
Saipem SpA
Salvatore.Morgante@saipem.com



Agostino Napolitano
Saipem SpA
Agostino.Napolitano@saipem.com



## 参考文献

[1]. Pasuto A., Marchi L., Tecca P.R. (1992) - Tipologia del trasporto solido torrentizio su conoidi alluvionali nell' alto bacino dell' Avisio (Dolomiti). Bollettino Societ à Geologica Italiana.

[2],Armanini A. (1992). 《冲刷沉积过程导致的底沙和输沙平均直径变化》 (Variation of bed and sediment load mean diameters due to erosion deposition processes)。 《砾石床河流的动力学》 (Dynamics of gravel-bed rivers),第 351 - 358 页。

[3]. Schoklitsh A. (1935). Stauraum verlandung und kolkbewehr, Springer ed., Vienna.

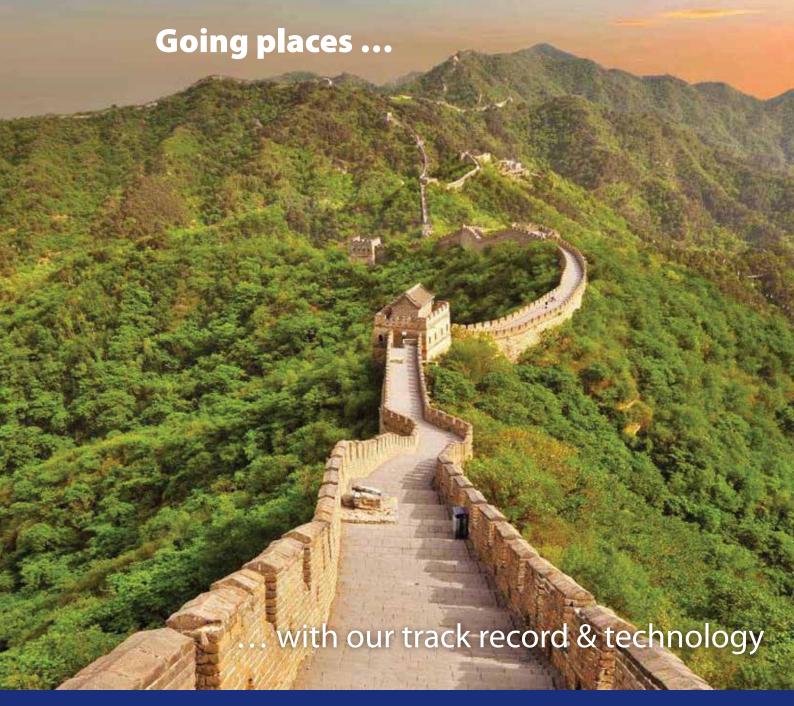
[4].Egashira, S., K. Miyamoto and T. Itoh (1997). 《混石流本构方程及其适用性》(Constitutive equations of debris flow and their applicability)。《首届混石流域实国际会议: 力学、预测与评估》(First International Conference on Debris-Flow Hazard Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment) 会议记录: 340-349 页, 纽约: ASCE。

[5].Egashira, S., N. Honda and T. Itoh (2001). 《有关进入泥石流中的河床质夹带的实验性研究》 (Experimental study on the entrainment of bed material into debris flow)。 《地球的物理与化学》 (Physics and Chemistry of the Earth) C 部分"日地和行星科学 (Solar Terrestrial & Planetary Science)", Elsevier Science Ltd。

[6].《泥石流預报系统准则》(Forecast System Guidelines Debris flow) (2012) - 《泥石流实等預报系统实施准则》(Guidelines for the implementation of Forecast System against debris flow hazard) (2012)。 《泥石流河道 冲刷的空间变异性》(Spatial variability of channel erosion by debris flow), 第 5 幸。Paramount.[7].Takahashi (1991). 《泥石流》(Debris Flow)。 Balkema Ed.

[8].Blanc Thomas (2008). 《使用 2D SPH 深度集成模型的混石流数值模拟》(Numerical simulation of debris flows with the 2D SPH depth integrated model)。 Memoire des fin d'etudes.

[9].Crosta, Calvetti, Imposinato, Roddeman, Frattini, Agliardi (2001) 《面向本地最终用户的山区流域岩屑崩坍评估》(Debrisfall assessment in mountain catchments for local end-users)。 《颗粒流和滑坡的数值建模》(Granular flows and numerical modelling of landslides)。



The Great Wall stretches more than 21,000km across the northern boundary of China. Our intelligent and cleaning PIGs have travelled more than twice that length of pipeline under the oceans all over the world. We design, build and operate our own fleet of pipeline inspection gauges (PIGs). Our products and services include:

- High resolution MFL/In-line inspection tools
- Multi-channel Caliper
- Pipeline XYZ Mapping
- Pipeline Data logger
- Various types of pipeline cleaning PIGs and customised polyurethane products

\*The Great Wall of China is the longest man-made structure ever built.





从偏远地区

到

国际市场



## 摘要

热输绝热管道系统能够将蜡状高倾点原油从偏远地区运输到国际石油市场。

解决埋设绝热管道系统(PUR 复合系统、钢套钢系统)的机械组合后,应考虑使用 (a) 大型加热站、(b) 集肤效应伴热、(c) 电阻伴热、(d) 摩擦加热、(e) 热电联产站 (CHP) 和 (f) 泵站热回收进行管道加热的各种可能性。

一种可能的加热系统包括按适当距离安装在绝热管段沿线的大型加热站,再加上作为备用加热系统的电伴热系统(适用于流量较低或停止运营后重新加热石油的情况)。然而,此类系统显示出较大的缺陷,如热损失更高、加热能源成本更高、基础设施和现场相关成本较高以及未来增减流量的灵活性较低。

建议采用一种与此系统形成鲜明对比的创新加热系统,其中包括按多达 100 公里左右的距离设立热电联产 (CHP) 站,为 CHP 站上下游的伴热系统生产电能,同时将生成的热传递到流经 CHP 站的原油旁流。此系统的优点是:降低了热损失,提高了加热系统的效率,无需安装大型加热站/承担大型加热站安装成本,CHP 站之间的距离相对较大,增减流量的系统灵活性更高,以及因无需第三方供电而避免了相关的成本和风险。泵站热回收可以整合到设计中。

为了最大限度地减少环境污染,应使用精炼液态产品或天然气代替原油,用作加热系统和待设泵站的燃料。



## 绝热和热输管道系统 - 概述

#### 前言

蜡状/高倾点原油的管道运输需要使油温始终比所谓的倾点 (PP) 高出至少一定的温度裕量,以免石油在出现计划内或计划外运输中断后快速凝固。对于某些原油等级,PP 可能高达 40°C 或 40°C 以上/2/。

这种管道设计旨在最大限度地减少管道内壁上的蜡积聚,并避免剧烈的除蜡操作措施(如频繁运行刮刀清管器),可能还需要使输油温度高于所谓的析蜡点 (WAT);而通常情况下,析蜡点预计比 PP 高出 10-20°C (K)。因此,高达 65°C 的最低输油温度要求可以代表真实的情况。

此外,应该选择足够高的油温,从而相应地降低粘度,实现经济实惠的运输。热输绝热原油管道的范例有: (建成)印度的曼加拉 MDP 原油管道系统 /3/ (WAT 约为 65°C),以及(拟建) 东非的乌干达-肯尼亚原油管道 /4/。

#### 机械构造

下文考虑了两种不同类型的绝热(优选埋设)管道系统(另请参阅图1):

- a) 一种是钢制管道复合系统: 用聚氨酯 (PUR) 泡沫绝热, 外覆聚乙烯 (PE) 涂层, 考虑到其基本构造原则, 多年来一直应用于区域供热 /5/;
- b) 另一种是钢套管道系统(也称为钢套钢或管套管系统): 在两个钢管之间的(优选真空)环状空间内,用矿物棉或其他 特殊绝缘材料进行绝缘处理,外覆聚乙烯涂层/6/。

上述两种绝热管道系统均可配备电伴热系统,而该系统的主要优势是,可以不受低流量或零流量等流量条件的影响,保持管段内的油温;伴热甚至可以重新加热长时间停用后已经冷却的管段。

图 1 中的略图显示了上述两种系统中的典型横截面 /1/。伴热元件(各系统中可能配备多个)以及钢套管道系统支撑元件的类型和数量仅在图中予以简略标示,可能因制造商而异。

## TRACE-HEATED INSULATED PE-COATED PUR COMPOUND PIPELINE SYSTEM

## TRACE-HEATED INSULATED STEEL-CASED PIPELINE SYSTEM (STEEL-IN-STEEL)

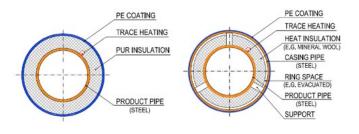
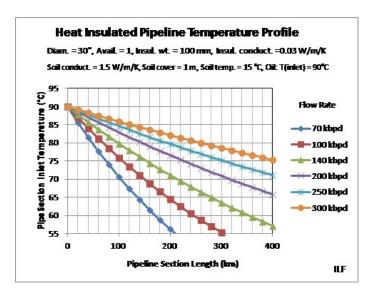


图 1: 伴热绝热管道系统中横截面的示意图 /1/

通过大型加热站加热的管道系统

在沿着绝热管段近似等距安装的所谓大型加热站中提高原油的温度,是可行的加热方法之一,可将燃料燃烧产生的热能有效地传递给原油。假设石油流量恒定,则温度曲线呈锯齿形,最高温度出现在加热站的出口,代表下一个管段的入口温度。图 2 显示了相关温度曲线,可将其视为石油流量函数的示例(100 kbpd 对应于 662.5 m³/h)。管道直径假定为 30 英寸(约 0.76 米),管段入口油温假定为 90°C。

例如,图 2 表明,为确保 100 kbpd 下最低油温为 65°C,大型加热站之间的距离不得大于约 190 公里。



通过电伴热加热的管道系统

集肤效应伴热系统

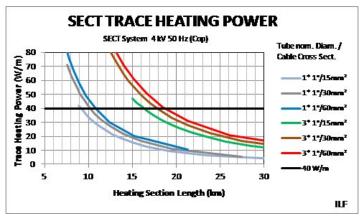
集肤效应伴热系统 /7/ (亦可依照不同首字母缩写称为 SECT、SEHTS、SEHMS 或 STS 系统)由一个或多个相对较小的铁磁"加热管" (例如,直径 0.5 至 1.5 英寸,即 20 至 50 毫米外径)组成,这些加热管通常并行铺设并与绝热运输管道热接触。

铁磁加热管内敷设一条电绝缘导体电缆,该电缆在远端串联连接到加热管,并可在高达4至5千伏的交流电压下工作。由于交变电流流过导体电缆和加热管内表面附近大约1毫米宽的层,而加热管的外表面处于地电位,加热管表面和绝缘导体之间的邻近效应可导致生成热量。

## 图 2: 石油流量对温度曲线和加热长度的影响

尽管加热站可以向输送原油高效地传递燃烧能量,通过加热站加热的管道系统展现出以下主要弊端 /1/:

- 与最低输油温度要求相比,加热站的出口油温更高,导致热量损失增加
- 石油流量低于最低限额时,管道系统无法正常工作
- 加热站无法重新加热经历长期停用的管段内的石油。



有个已经建成的原油运输系统根据集肤效应原则运行,提供高达40 W/m 左右的比热,它就是印度的 MDP 管道系统 /3/;该系统长约 670 公里,采用 24 英寸管道,用 PUR 泡沫绝热,能够不受流量的影响,保持在 65°C 以上运行,还能在恢复运输操作前,重新加热已经长期停用的管道系统。该管道系统部署在平均间距约 18 公里的发电站,而这些发电站从与输油管道同处一个铺设沟槽内的并行 8 英寸燃气管道获取天然气,并使用天然气为SECT 系统提供电能。

ILF 进行的研究表明, 针对偏远地区的 SECT 加热系统增加供电站的间距, 可以降低相关的投资和运营成本;

因此, 安装配备 2 或 3 个并行加热管的 SECT 系统, 将实现更大的加热段, 可成为一种在经济方面颇具吸引力的替代方案。

图 3 分别将配备 1 个和 3 个并行加热管的 SECT 系统的伴热比功率,显示为铜电缆横截面的函数和伴热长度的函数。此处将每个 SECT 系统的系统电压均选为 4.0 kV,将标称加热管直径选为 1 英寸。

图 3:取决于加热管数量的 SECT 系统伴热比功率和 SECT 系统 伴热长度

举例来说,图 3 呈现的计算结果表明,针对 40 W/m 的伴热比需,使用单加热管和三加热管配置可以覆盖的加热段长度,将分别为 10 公里(单加热管)和 18 公里(三加热管)左右。如果从一个供电站为方向相反的两个 SECT 电路馈电,相邻供电站的间距将为图 3 所示加热段长度的两倍。

为了防止水进入加热管,应使用套筒联轴节对其进行接合(埋设在具有高地下水位的土壤中的管道尤其应照此操作),而套筒联轴节通常(在两端均)采用角焊接,并使用氮气或压缩空气测试气密性/7/。

#### 电阻伴热系统

针对管道加热,可以考虑用电阻伴热系统替代集肤效应伴热系统。根据 Heat Trace /8/ 报告的示例,该系统的一个典型应用包括在远端采用星点连接的三相电阻加热电路配置。

图 4 显示了经计算得出的一个三相电阻加热系统的伴热比功率。为了实现与 SECT 系统类似的伴热系统防进水保护,假定并行敷设三个已像 SECT 加热管那样接合并测试气密性的 1 英寸加热管,并使其与传输管道发生热接触。每个加热管均包括一条具有适当横截面的电绝缘电阻加热电缆,而铜在此处被选定为导体材料。进一步假定三相系统的电压为 5 kV。

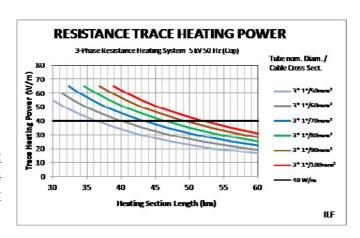


图 4: 取决于伴热长度的三相电阻加热系统伴热比功率

举例来说,图 4 呈现的计算结果表明,针对 40 W/m 的伴热比需,使用三加热管配置可以覆盖的加热段长度,将大约介于 35 公里和 50 公里之间,具体取决于每根电阻加热电缆所需的导体横截面。因此,相邻供电站的间距可能为上述加热段长度的两倍。

## 经济考虑因素

由于能够在石油流量较低时和长期停用后保持并提高管道温度, 电伴热系统可被视为非常合适的备用加热系统,例如其可以替 代通过大型加热器加热的输油系统。但由于将一次燃料能源转 化为电能的效率相对较低,(以常规方式安装的)电伴热系统 无法作为单一加热方法,经济实惠地长期应用于原油管道。



#### 油温曲线计算和摩擦加热

通过电伴热加热的管道系统

管道沿线的油温曲线

对于吸收摩擦散热 ("摩擦加热") 的管道,用于确定管道沿线油温曲线和伴热的控制方程如下所示。对于较长的管道系统,必须使用适当的平均值(如石油特性),将这些方程应用于管段。管道沿线油温曲线的基本方程为:

$$T_2 = T_{\text{inf}} + (T_1 - T_{\text{inf}}) \cdot \exp\left(\frac{-k \cdot L}{\dot{m} \cdot c_p}\right)$$

考虑绝缘材料和土壤导热率的比传热系数:

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\frac{1}{\lambda_{j}} \cdot ln\left(\frac{d_{j}}{d_{o}}\right) + \frac{1}{\lambda_{s}} \cdot ln\left(\frac{4 \cdot h}{d_{j}}\right)}$$

针对无限管长, 理论上可以达到的油温:

$$T_{\rm inf} = T_S + \Delta T_{Diss} + \Delta T_{TH}$$

由摩擦能量损失导致的比散热流:

$$\dot{q}_{Diss} = \dot{V} \cdot \Delta p_f / L = \dot{V} \cdot \frac{\lambda_f}{d_i} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2} = \frac{8 \cdot \lambda_f \cdot \dot{m}^3 \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d^5 \cdot \rho^2}$$

根据 Colebrook-White (应迭代求解) 得到的摩擦系数:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_f}} = -2 \cdot \log \left[ \frac{2,51}{\text{Re } \sqrt{\lambda_f}} + \frac{k_r}{3,71 \cdot d_i} \right]$$

雷诺数:

Re = 
$$\frac{w \cdot d_i}{v}$$

公式符号: 第 38 页 根据方程 (3), 得出"摩擦加热"效应(热耗散)的贡献:

$$\Delta T_{Diss} = \dot{q}_{Diss}/k$$

根据方程 (3), 得出伴热效应的贡献:

$$\Delta T_{\scriptscriptstyle TH} = \dot{q}_{\scriptscriptstyle TH} / k$$

根据方程 (1) 和 (3), 无限管长时理论上可以达到的油温对应于土壤温度、"摩擦加热"温度贡献以及"伴热效应"之和, 请参阅方程 (7) 和 (8)。

图 5 表明了,针对一条用各种厚度的聚氨酯  $\Delta T_{Diss}$  泡沫 (PUR) 绝热的埋设 32 英寸管道,由"摩擦加热"导致的升温效应 (T Diss)。很明显,与"常规"管道系统相比,绝热管道系统更容易因摩擦加热而出现潜在过热的情况。

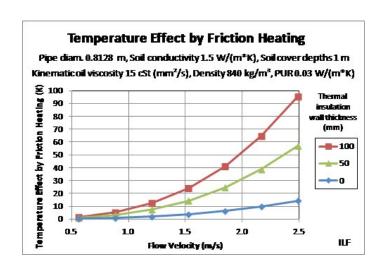


图 5: 摩擦加热导致的温度效应,取决于流速和 32 英寸管道系统的 PUR 泡沫绝缘壁厚

#### 直径和流量对系统设计的不利影响

根据方程 (4) 和 (7),由摩擦能量损失导致的比散热流和温度 贡献与流量的立方直接成正比,与管道直径的五次方成反比。然而,这一主要设计变量的组合却使系统设计对未来可能实施的流量提升限制非常敏感:如果系统仅基于考虑投资、能源、维护和其他经营成本的常规优化开展设计,所得的较小管道直径可能会妨碍未来的流量提升,因为提升流量将使其面临超出管道系统容许油温限制的风险。因此,选择比常规优化过程确定的管道直径略大些(例如 2 至 4 英寸)的管道直径,可能是明智的做法,而这样做能够使未来的流量提升容易得多。

#### 系统优化注意事项

#### 面向初始运行的设计

假设基本的系统设计已经通过选择适当的管道直径考虑到未来 可能的流量提升,加热系统的设计必须确保在初始运行阶段就 已经能够保持所要求的最低油温。对于通过大型加热站加热的 管道系统,所需的加热站间距会随着石油流量的降低显著减少 (请参阅图 2),初始运行阶段将需要数量相对较多的加热站, 这意味着项目将面临高成本所带来的影响。

以下各章将提出一个创新的解决方案,来优化相关的加热管道 系统。

#### 基本原理

建议采用的系统包括按多达 100 公里左右的距离设立热电联产站 (CHP)。图 6 显示了一个热电联产发电站的简化略图。

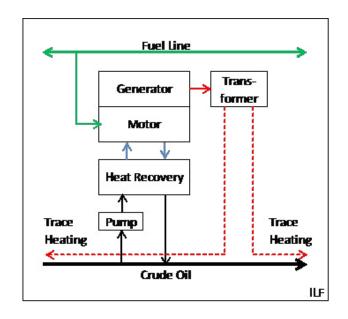
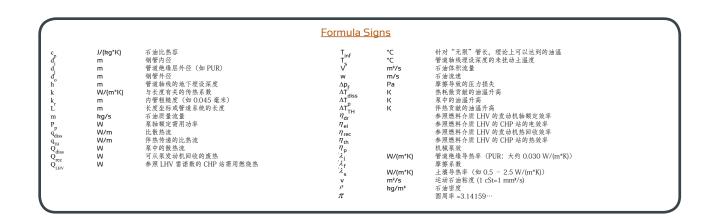


图 6: 热电联产发电站 (CHP) 的简化略图

与伴热系统结合后,CHP站不但能够实现正常运输操作期间的 石油管道加热,还可在流量较低时或系统长期停用后的重新加 热阶段实现辅助性加热。

管道正常运行期间,各 CHP 站既可以产生电能,为安装在 CHP 站上下游的伴热系统供电,又可以产生热能,并将其传 递到通过 CHP 站的原油管道的旁流。将加热后的旁流回馈到 主流中之后,混合流将离开站区,并进入下一个下游伴热管段。

参照一次燃料的 LVH, 预计 CHP 的加热效率可能高达 90%。 燃气发动机或燃气轮机的运行将驱动发电机, 其需要的燃料 可能由一条与输油管道埋设在同一个沟槽内的相对较小的燃 料管线(如液烃、天然气)提供。



使用 CHP 站和电伴热时的温度曲线计算

为了确定 CHP 加热的管段的温度条件,除了第 3.1 章所述的方程以外,还必须考虑以下方程:

CHP 站的燃料介质加热功率 (参照低热值,即 LHV):

$$\dot{Q}_{LHV} = \frac{\dot{m} \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)}{\eta_{TU}}$$

伴热系统中产生的比热:

$$\dot{q}_{\scriptscriptstyle TH} = rac{\dot{\mathcal{Q}}_{\scriptscriptstyle TH}}{L} = rac{oldsymbol{\eta}_{\scriptscriptstyle el} \cdot \dot{\mathcal{Q}}_{\scriptscriptstyle LHV}}{L}$$

L 在此处代表 CHP 站的预期间距。

将方程 (9) 的  $Q_{LHV}$  代入方程 (10), 将方程 (10) 的  $q_{TH}$  代入方程 (8), 将方程 (8) 的  $\Delta T_{TH}$  代入方程 (3), 然后再将方程 (3) 的  $T_{inf}$  代入方程 (1), 最终可将温度 T1 视为最低容许油温 T2 的函数并计算出来。

油温曲线:通过大型加热站加热和通过 CHP 加热的管段的对比

针对下面的比较,假设在流量较低时或系统长期停用后的重新加热阶段,如要实现辅助性加热,在任何情况下均需要在管道系统沿线安装电伴热装置。为了最大限度地减少伴热电源点的数量,已考虑安装电阻伴热系统(参阅第 2.4.2 章),并同时安装 CHP站(参阅第 4.2 章)。与大型加热站进行投资成本比较时,只需考虑 CHP 站热回收设备的差别成本。

下方的图 7 显示了通过大型加热站加热的管道系统以及通过 CHP 站/伴热加热的管道系统的油温曲线。假定大型加热站的间 距为 300 公里,CHP 加热站的间距为 75 公里。假定最低原油温度为 65°C(例如 WAT 为 60°C),最大输油温度为 90°C,32 英寸管道系统内的石油流速已被确定为大约 0.66 m/s,对应于大约 179 kbpd (1,183 m³/h) 的流量。假定 CHP 站装置的电效率 ( $\eta_{el}$ ) 和热效率 ( $\eta_{TH}$ ) 分别为 30% 和 60%。

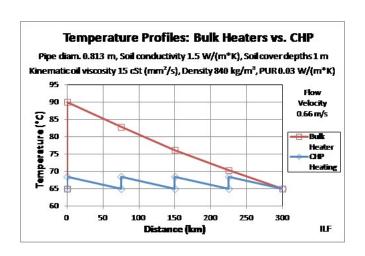


图 7:油温曲线对比:通过大型加热站加热的管道系统 vs 通过 CHP 站和伴热加热的管道系统

针对与上文所述相同的原油流量,两种加热系统(大型加热站、CHP站)均以大约 90%的效率运行,但 CHP站的入口油温、热量损失和燃料能源需求远低于大型加热站。此外,通过 CHP 加热的管段能够以高达 90%的效率在甚至更低的石油流量下运行,而低流量下大型加热站的辅助性伴热只能实现大约 30%的效率。

泵站中的油温提升和热回收

对于水平铺设的管道, 泵轴额定需用功率可以估算为:

$$\dot{P}_P = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p_f}{\eta_P}$$

可以假定此分数将在泵中消散成热量, 从而导致油温提高

$$\Delta T_{P} = \frac{\dot{Q}_{diss}}{\dot{V} \cdot \rho \cdot c_{p}} = \frac{\Delta p_{f}}{\rho \cdot c_{p}} \cdot \left(\frac{1 - \eta_{P}}{\eta_{P}}\right)$$

对于满足  $\Delta$  p<sub>f</sub> =60 bar、 $\rho$  =850 kg/m³、c<sub>p</sub> =1.9 kJ/ (kg K) 和  $\eta$  P =80% 的泵,预计泵内油温将提高多达  $\Delta$  T<sub>P</sub> =0.93 K。

假定轴额定效率为  $\eta_{\rm dr}$ , 泵发动机热回收效率为  $\eta_{\rm rec}$ , 可以使用热量分数

$$\dot{Q}_{rec} = \dot{P}_P \cdot \frac{\eta_{rec}}{\eta_{dec}} = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p_f}{\eta_{Dec}} \cdot \frac{\eta_{rec}}{\eta_{dec}}$$

将原油温度再提高

$$\Delta T_{rec} = \frac{\dot{Q}_{rec}}{\dot{V} \cdot \rho \cdot c_p} = \frac{\Delta p_f}{\rho \cdot c_p} \cdot \frac{\eta_{rec}}{\eta_P \cdot \eta_{dr}}$$

# 研究/发展/技术

如果假定发动机效率  $\eta_{\rm dr}$  =35%,假定热回收效率  $\eta_{\rm rec}$  =50%,预计通过热回收可以实现的油温提升高达  $\Delta T_{\rm rec}$  =6.63 K。

示例计算结果表明, 泵站内由耗散和回收热能导致的温度提升 可能达到 7.56 K, 并可为热输原油管道系统的热平衡做出有效 贡献。

#### 综述和结论

热输绝热管道系统能够将高于 WAT 的蜡状高倾点原油从偏远地区运输到国际石油市场。

沿绝热管段近似等距安装的大型加热站,结合低流量或石油 重新加热情况下充当备用加热系统的电伴热系统,可用于管 道加热目的,但仍然呈现出以下主要弊端:

- 大型加热站的出口油温远高于就 WAT 而言的输油要求, 导致热损失增加,从而抬高了加热能源成本
- 由于将一次燃料转化为电能的效率很低(例如仅为 30%),通过电伴热提供辅助性加热的加热成本很高
- 较大型加热站的安装需求将导致与基础设施/场地有关的 投资和运营成本高企。

建议采用一种与此系统形成鲜明对比的创新加热系统,其中包括按多达 100 公里左右的距离设立热电联产 (CHP) 站。每个CHP 站均为上下游的伴热系统提供电能,并将生成的热传递到流经 CHP 站的原油旁流,这展现出以下优点:

- 由于伴热管段沿线的油温相对要低得多,减少了管道沿 线的热损失
- 加热系统的效率高达 90% 左右,而且不受实际原油流量的影响,这导致加热能源成本相对较低
- 无需安装大型加热站。备用伴热系统所需的供电站可以配备成 CHP 站。
- 考虑安装三相电阻伴热系统时, CHP 站的间距可能相 对较大(多达大约 100 公里)
- 石油流量较低时的系统运行灵活性更高;并可通过选择适当的管道直径,提高未来流量提升时的系统灵活性,从而避免石油和管道系统的潜在过热。

此外, 以下几个方面也有助于进一步优化系统:

- 可从泵站中使用燃料的内燃机回收热量,从而降低系统的加热能源需求
- 无需为了管道伴热系统和泵站的一次燃料消耗以较低的效率从第三方获取电源供给,因而最大限度地降低了相关能源成本和潜在的电源风险。
- 为了尽量减少环境污染,应将成品油或天然气(优选)而不是原油用作提供的燃料介质,例如通过与输油管道埋设在同一个沟槽内的额外燃料管线。

#### 参考文献

/1/ Klaus-Dieter Kaufmann, ILF Consulting Engineers, 德国: 《蜡质/高领点原油管道长输的高效加热概念》(High-Efficient Heating Concept for Long-Distance Pipeline Transport of Waxy / High Pour Pour Point Crude Oil); 《管道技术期刊》-2014 年 9 月,第 44 至 52 页

/2/ C. Irani 和 J. Zajac: 《高領点百事原油的装卸》(Handling of High Pour Point West African Crude Oil), 《石油技术期刊》(Journal of Petroleum Technology), 1982 年 2 月,第 289 至 298 页。

/3/ 曼加拉开发管道(Mangala Development Pipeline, 简称 MDP, 大约 670 公里, 24 英寸),位于印度古吉拉 特邦拉贾斯坦,于 2014 年 4 月 13 日从以下网址下载:http://www.hvdrocarbons-

technology.com/projects/mangala-development-pipe- line-india-crude-oil/

/4/ 乌干达·肯尼亚原油管道,位于东非,于 2016 年 4 月 6 日从以下网址下载:https://en.wikipedia.org/wiki/ Uganda%E2%80%93Kenya\_Crude\_Oil\_Pipeline

/5/Volker Herbst: 《预维缘粘合管進系统的 PUR 泡沫质量》(Quality of the PUR Foam of Preinsulated bonded Pipe Systems)。 欧洲标准 prEN 253:2008; 由自《EuroHeat & Power》(美文版),第 6 Ⅲ 卷;第 32 至 37 页;2009 年 /6/V. Harders: Stahlmantelrohre — Aufbau、図 berwachung. Evakuierung. Leckdetektion und Korrosiorss-chutz VDI-Berichte; 11 39; 171-190; VDI-Verlag D ü sseldorf (1994)。《铜套管道— 配置、监控、排空、迷漏检测和腐蚀防护》(Steel-cased pipes — configuration, supervision, evacuation, leak detection and corrosion protection)
/// Ben C. Johnson、《设计、指定和安装集肤效应电件热系统涉及的实际问题》("The Practical Issues Involved in Designing, Specifying and In-stalling Skin Effect Current Tracing Systems"); 自 2012 年石油和化工行业散洲大会会设济文集 PCIC EUROPE):第 1 至 13 页;2012 Petroleum and Chemical Industry Conference

Europe Conference Proceedings (PCIC EUROPE) from IEEE; 2012 年(13 页) //8/ Heat Trace: 《加热长翰管道》(Heating Very Long Pipelines), 6 页, 于 2016 年 4 月 6 日从以下网址下载: http://temars/lit/

wp-content/uploads/2015/11/Heating-Very-Long-Pipelines-Mar141.pdf

# 作者

### Klaus-Dieter Kaufmann 博士 ILF Consulting Engineers

高级顾问 流程和安全工程

Klaus.Kaufmann@ilf.com





# **ENGINEERING EXCELLENCE**

# Strategic decisions require a profound basis

For decades, ILF is providing high-level consultancy and engineering services to major oil and gas companies, financing organisations in the private and public sector, as well as governmental institutions.

50 years of experience and innovation have shaped ILF into a trusted partner to support your investment decision, all over the world.

# **ILF Consulting Engineers**

Werner-Eckert-Strasse 7 81829 Munich, Germany

Tel. +49 (89) 25 55 94 - 0

Fax +49 (89) 25 55 94 - 144

E-Mail postmaster@ilf.com



>作者: Richard Costen >工艺技术顾问 >Kellogg, Brown and Root Government Services EMEA



# 研究/发展/技术

#### 第一次世界大战

一战期间,燃料需求并不是人们关注的重点,直到坦克投入使用而且车辆使用量增加。在最开始,所需燃料通过小容器和圆柱形容器提供,然后再人工倒入或泵入车辆和飞机。如果铺设任何管道,则通常将法兰接头用于长度很短的管道,直到一种新系统被设计出来。

一战结束后,英国皇家工兵部队的中尉 Ernest Tribe 完善了一种系统,并随后在 1919 年获得专利,唯特利 (Victaulic) 是机械管道接合解决方案(包括沟槽管件和联轴节)的鼻祖和世界领先生产商。原名为 The Victory Pipe Joint Company 的唯特利开始在管道行业推销一种革命性的新概念——种将啮合到沟槽中并使用垫片密封的机械螺栓联轴节。"胜利接头"(victory joint) 的概念,即用螺栓机械沟槽联轴节和沟槽管件接合管道,源于一战时期,旨在快速部署燃料和供水管线到盟军部队。后来,通过将"Victory"和"Hydraulic"两个词合并在一起,公司名称缩短为"Victaulic"。

#### 第二次世界大战

二战期间的燃料供应即使并非对全部战役也对大部分战役至关重要;燃料被用于地面运输、取暖、烹饪和飞机。二战见证了主要燃料储备的第一次实际运用,也经历了这些燃料储备的运输和保卫。临时燃料库被设置在战略位置以支持远程沙漠巡逻;使用当今被广泛采用和复制的简便油桶 (Jerry Can) 的旅级燃料供给仓库如今仍被大部分军队采用;永久性燃料存储设施也得到采用和建造。

轻装部队的出现和飞机的大量使用导致需要快速、方便而灵活的燃料系统;大部分作战地区均采用了可使用唯特利接头(Victaulic Joint) 轻松铺设和连接的沟槽式短输管道。缅甸和印度铺设了长管道,欧洲铺设了较短的管道,还使用唯特利系统建造了带泵的大型燃料库。

"自 1940 年持续至 1943 年的北非伟大战役由燃料 供应左右。幸运的是,轴心国部队耗尽了燃料。"

#### > Richard Costen

英国和美国部队均采用唯特利系统;这种联合采用单一系统的做法在大约50年后的中东沙漠地区变得非常重要。

随着战争的进行,盟军先后构想出诺曼底战役以及所有辅助性元素和从海上入侵欧洲大陆所带来的所有问题。事实证明,通过英吉利海峡将燃料运送给欧洲的部队非常困难,浮动驳船和油轮是德国空军优先打击的目标。英国军队希望军工行业能够提供一种解决方案,以便将数百万升燃油运送到欧洲大陆,而不使用船舶或驳船。这在技术层面很可能是一项不可能的任务。冥王星行动 (OPERATION PLUTO)

这一解决方案以创新的方法运用了支持大功率电缆建造的理论, 从而诞生了如今广为人知的海底管道或冥王星行动。



图 1: 冥王星管道层

实际采用的管道被制造成 40 英尺长的管段并闪速对焊在一起,然后装载到巨大的锥形筒上, "Conundrum" 一词由此应运而生。这些锥形筒长 90 英尺,直径 50 英尺,满载后具有长达 30 英里半没入水中的管道,某些锥形筒可装载长达 80 英里的管道。1250PSI下的管线流量和压力范围为每分钟 40 至 80 加仓;冥王星管道在正常泵送速度下每天可以运送 1,000,000 加仑汽油。

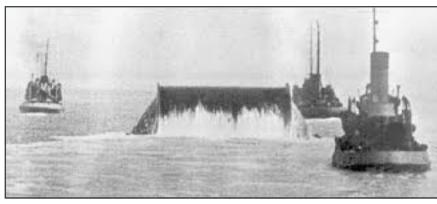




图 2: Conundrum PLUTO 部署和一个着陆于法国的锥形筒

用于泵送燃料的泵站被秘密建造和安置在房屋、简易别墅、甚至冰淇淋店等位置。

冥王星行动取得了巨大的成功,这不仅体现在管道的部署方面,还更多地体现在军工行业迅速迎难而上、勇创设计规模先河的成就上。有些人可能会说,这种类型的管道为我们如今看到的更现代的复合型粘合和非粘合可卷绕管道奠定了道路。

燃料上岸并安置在大规模部署的燃料集散站后,就需要将燃料运送到内陆以支持部队向前推进,在发生冲突的地区利用油罐车运送大量燃料从来不是也绝不会是可行的选择。盟军确认需要一条陆上管道,而供开放使用的主管道就是唯特利沟槽管道系统(Victaulic Grooved Pipeline System);该系统采用一战后设计的沟槽式接合系统,由长 20 英尺的管道接合而成。

该系统简单化,模块化,功能非常强大,运用极其灵活;事实上,正是由于此系统非常灵活,所以在工业中沿用至今,并被英美军队用作后方战区的燃料运输手段。

二战期间,远东地区建造了数千英里长的唯特利管道。应该指出的是,陆上管道在将近50年的时间里并未发生太多的变化。



图 3: 二战期间典型的 6 英寸唯特利沟槽式陆上管道

#### 燃料装卸设备

我们现在向前跨越几十年,来谈谈英国军队使用的名为应急燃料装卸设备 (EMERGENCY FUEL HANDLING EQUIPMENT) 的燃料系统。随着时间的推移以及设备的某些项目(如泵和滤水分离器)被更现代化的设备取代,该系统更名为战术燃料装卸设备

(TACTICAL FUEL HANDLING EQUIPMENT, 简称 TFHE)。此系统部署在世界各地,以支持英军在各个战区的行动,比如在欧洲大陆部署了使用油罐夹布可折叠平铺燃料软管的大型临时燃料库。此系统还可以根据需要,用长 20 英尺、直径 152 毫米的铝合金唯特利沟槽管道进行扩充。广阔的西德农田上曾建造数公里长的管道。

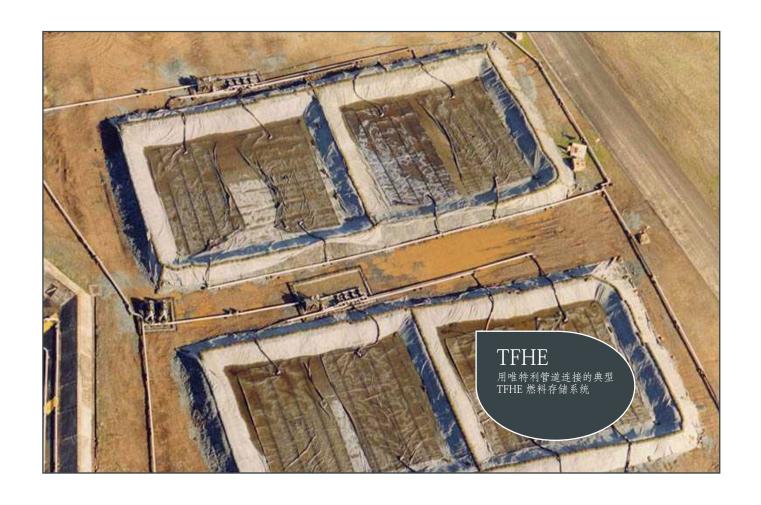
TFHE 在马岛冲突中发挥了巨大的作用,当时 DRACONE 柔性液囊被首次用于运送燃料在圣卡洛斯港上岸;TFHE 还被用于支持北约部队在北约国家北部和南部侧翼的演习和部署。TFHE 系统在低压和中等流量下运行;还可以专门构建系统,使其为鹞式战斗机、海军部队和地面车辆补给燃料。

#### 海上燃料系统

80 年代末和 90 年代初,设计并采购了两个海上燃料系统,这 些系统使英国能够安全快速地部署海上力量,并使用现役海军 舰艇部署和建造海上燃料基础设施。

这两个海上系统被称为柔性液囊卸货系统 (TFBDS), 它们可以在非常短的时间内部署完毕并随时用于传输和交付燃料。该系统仍然利用在马岛冲突中使用的 DRACONE 液囊。 DRACONE 的前端凸出部分安装了液压驱动泵; DRACONE 被系泊在岸边, 并通过平铺浮动管道连接到岸上。此系统可以传输大量航空用和地面用燃料。还可以不分昼夜地运行。

在 TFBDS 系统满足燃料需求的同时,岸边和周边地区可以安全地部署更重型的海军资产后,名为船到岸管道系统(SHIP TO SHORE PIPELINE SYSTEM,简称 SSPS)的规模更大的系统被移入战区以接管燃料运输任务。







A STATE OF THE PARTY OF THE PAR

图 4: TFBDS - 海滩一侧

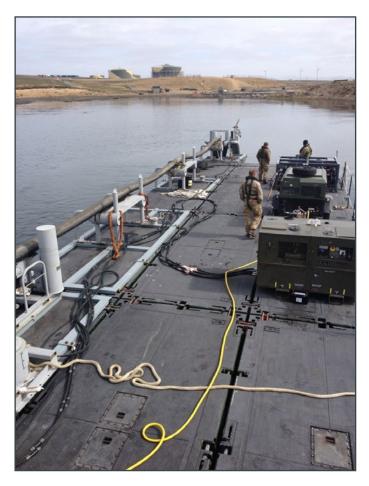
图 5: 对岸燃料运输

#### SSPS

SSPS 由美国人设计,包括由 MANOULI INDUSTRIES 制造的大口径橡胶软管;系统可部署长度约为离岸半英里。该系统还包括由英国建造的单点系泊设施,这允许大型油轮为英军的行动或演习提供支持。铺设设备能够建造在大型海上拖船或英军的 MEXE FLOTE 系统上,SSPS 从未用于作战,但被沿用至今,最后一次是去年在马岛地区使用的。通常情况下,该系统在几天内即可建造完毕,并随时用于泵送燃料(视天气情况而定)。

#### 伊拉克

海湾战争时期部署了大量的 TFHE, 我要再次强调, 燃料供应是沙漠战役中的关键! 此期间建造了大量大规模部署的燃料装置,以存储数量庞大的燃油,每个装置存储超过 100 万升燃料;设计并建造了一条英美合用的管道,这条管道被称为沙漠管道或冥王星之子 PLOD。PLOD总长 180 公里,由 20 英尺长的铝合金唯特利沟槽管道以及同样由英国提供的 6 英寸平铺管道组成;设计该管道的英国燃料专家小组被称为英国皇家工兵部队 516 专家团队 (BULK PETROLEUM)或 516 STRE (BP),这个小组堪称独一无二,世界上任何其他军队都没有类似这些人的团队。



# 研究/发展/技术

英国拥有该设备,却不具备建造设备所需的人力,人力由美国陆军提供。大约每10英里设有一处泵站,系统以每分钟超过300加仑的流速泵送燃料。从开始构思到第一滴燃料从管道末端流出,设计、建造、测试和调试工作花费了几个月的时间。通过PLOD总共泵送了140万加仑的燃料。

在第一次海湾战争结束后的几年内,燃料理念并未改变,全世界的各个角落均建造了许多管道;许多实际的燃料运输依靠 TFBDS 和 SSPS 来完成,在少数情况下,还通过使用和部署 SPM 来完成。

名为目标行动的第二次海湾战争发生后,美国修建了另一条管道,但由于存在安全的科威特港,无需再使用海上燃料运输系统,TFBDS 虽然被视为选项,但从未使用过。在局势稳定的时期,我设计了两个大型临时批量燃料装置,这些装置由516 STRE (BP) 和英国皇家工兵部队的一个中队建成。

在设计阶段, 我确定了一个事实, 那就是所谓的营地安全区域内的一条地面铺设管道易于受到道路交通的破坏, 而更重要的是易于受到间接的迫击炮攻击。

我找到一种由 Wellstream 制造的名为 Sovereign 的管道,并由此开始使用除目前在役的唯特利以外的现成设备和管道。我设计了一条燃料运输管道,来将一个大型燃料装置连接到大约 2公里外的一个零售汽油和柴油站;这条管道的埋设深度介于1.5米和2米之间,这可以确保管道不被更大规模的迫击炮攻击损坏,即时炮弹就降落在管道顶部。这条埋设管道还有另外一个优势,那就是可以充当散热件,燃料进入管道时的初始温度为 45 摄氏度,流出管道时的燃料温度被降至 15至 20 摄氏度。通常情况下,蒸发每天导致的损失超过 2000升,而这条管道将每天的损失降到低于 500升。



图 7: 200 万升 TFHE 存储和分配系统

TFHE 系统以这种形式(经过几次设备升级)应用 多年,直到 2007 年 8 月左右。在此期间,该系统 被宣布为不符合目前的危险物质和爆炸性气体环境 条例 (DSEAR)。研究表明,没有任何一个含有运 动部件或发动机的设备可被称为符合 DSEAR。

#### 联合作战燃料系统 (JOFS)

因此就需要一个新的系统。此系统由 KBR 花费 2 年的时间设计并提供,被称为联合作战燃料系统 (JOFS)。

JOFS 包括利用可以整合到全新 JOFS 作战理念中的任何 TFHE,这实际等同于 SSPS、TFBDS 和 所有旧有唯特利系统。军队设计并采购了新设备 以加强旧有的 TFHE,并以模块的形式制备和运用 这些设备,以更好地控制和设计此系统。

新推出的 JOFS 系统能够接收来自永久基础设施的燃料,或由任何其他北约成员国使用高压调节阀(或HPRV)在高压下提供的燃料。在制造商Mankenburg 以及英美军方燃料专家的见证下,KBR于德军石油训练营测试了这种阀门。

JOFS 系统还能够在燃料专家的指导下对燃料管道 "带压开孔"。新系统已允许英国军队中的所有燃料系统用户以更高的灵活性和自主性获取更多可靠 且符合法规的设备。



Figure 8: The Composite Pipe used on Op Telic

#### 未来的挑战

应选择可同时用作海底和陆上管道系统的市售管道系统,这些系统应使用 ISO 框架内的高压便携式泵,工作压力高达 100 巴或以上。管道应可使用最少的人力轻松、快速、方便地进行部署,其坚固程度应足以应付极端温度条件和满足军役的严谨性。管道铺设系统在陆地上应能够用于不同的轮式平台,在海上应能够用在适当的在役舰船或商船。唯特利沟槽系统应始终保持已提供的模块化系统的形式。

#### **Author**

Richard Costen
Kellogg, Brown and Root
Government Services EMEA
工艺技术顾问
richard.costen@kbr.com



# 下一期 ptj 内容:

管道内检测与完整性管 理

下一期 ptj 将探讨管道内检测和完整 性管理这两个重要领域的最新发展 和技术。



# 切勿错过

读者群体为 28,000 多名管道行业的高层管理者、工程师和监理。

www.pipeline-journal.net

有关广告事宜,请联系: Admir Celovic 先生

电话: +49 (0)511 90992-20 电子邮件: celovic@eitep.de



出版周期

每年六期,下一期出版时间:2016年7月稿件截止日期:2016年6月15日广告截止日期:2016年6月30日



# 拨冗莅临!

出席欧洲最大的管道会议和展览

# ptc ADVISORY COMMITTEE / ptj EDITORIAL BOARD

#### **CHAIRMAN**



Dr. Klaus Ritter, President, EITEP Institute



tor, ONTRAS Gastransport

#### **MEMBERS**



Muhammad Sultan Al-Qahtani, General Manager, Pipelines, Saudi Aramco



Arthur Braga, Director, RB&B



Dr. B.D. Yadav, Executive Director (Operations & Projects), Indian Oil Corporation



Andreas Haskamp, Pipeline Joint Venture Management, BP Europa SE



Maximilian Hofmann, Managing Director, MAX STREICHER



Dirk Jedziny, Vice President - Head of Cluster Ruhr North,



Herbert Willems, Global ILI Technology Support, NDT Global



Engineering / Operation, TÜV NORD



Hermann Rosen, President, ROSEN Group



Roger Vogel, Sales Manager - EURA, PII Pipeline



Uwe Breig. Member of the Executive Board / BU Utility Tunnelling, Herrenknecht

Pipelines, DNV GL



Dr. Hans-Georg Hillenbrand, Director Technical Service, Europipe



Dr. Thomas Hüwener, Managing Director Technical Services Open Grid Europe



Cliff Johnson, President, PRCI - Pipeline Research Council International



Reinhold Krumnack, Div. Head. entific Association for Gas & Water



enbauer, Energie- und Ressou-



Dr. Prodromos Psarropoulos, Structural & Geotechnical Engineer, National Technical University of



Juan Arzuaga, Executive Secretary, IPLOCA



Filippo Cinelli, Senior Marketing ager, GE Oil & Gas



Jens Focke, CEO, BIL



Jörg Himmerich, Managing Ing. Veenker Ing.-ges.



Mark David Iden, Director, Charterford House



Dr. Gerhard Knauf, Head of Div. Mech. Eng., Salzgitter Mannesmann Forschung / Secretary General,



Mike Liepe, Head Business Solution Line O&G Pipelines, Frank Rathlev, Manager of Network Operations, Thyssengas



Ulrich Schneider, Business Development Manager Continental Europe, KTN



Markus Rieder, Head of De partment Pipelines, TÜV SÜD

EITEP event



Prof. Dr. Jürgen Schmidt, Professor, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Steffen Paeper, Offshore Engi-



Tobias Walk, Director of Projects - Pipeline Systems, ILF Consult-

neering, South Stream

ing Engineers



Carlo Maria Spinelli, Technology Planner, eni gas & power



Heinz Watzka, Senior Advisor, EITEP Institute



Dennis Fandrich, Director Confer-



Conference Management ences, EITEP Institute







欧洲最大的管道会议和展览 — 管道技术会 议 (ptc) 将于 2016 年 5 月 23 日至 25 日召 开第 11 届会议。

在2016年,ptc 将与新创办的管道和下水道会议 (PASC) 同期举行。两项展会将共享同一个展区。所有代表均可自由选择要 聆听的技术分会,并参加会议日程安排的 所有环节 汶项油一于一的成会云集世界

各地的管线、管道和下水道专业人员,将创造众多协同效应,并促进跨国界和运输介质的经验交流。

ptc 和 PASC 这两项活动将为运营商以及技术和服务提供商提供绝佳良机,来交流最新的技术,并掌握支持全球能源战略的最新发展成果。预计将有 600 多位代表来到柏林。

会议将围绕石油、天然气、水、产品、区域加热和冷却管道、管道和下水道系 统的方方面面,带来多场讲座和演示。

请仔细查看以下各页,立即参与其中 — 预约第 11 届柏林管道技术会议 以及 第 1 届柏林管道和下水道会议的席位。

Klaus Ritter 博士 管道技术会议主席 管道和下水道会议主席 EITEP 总裁



您可在以下各页自行了解 ptc/pasc 的亮点和优势

# ptc / PASC 会议日程安排

2016年5月23日,星期一

#### 09:00-10:00 签到 (Foyer Hall C/D)

#### 10:00-10:30 开幕 (ECC Room 1)



欢迎辞

Klaus Ritter 博士, EITEP Institute 总裁, 德国

#### 10:30-11:00 专题演讲 (ECC Room 1)



专题演讲

国家和国际技术协会在为经济高效、持续发展、安全可靠和创新独到的能源解决方案保护环境中所扮演的角色" Gerald Linke 博士兼教授,董事会主席,DVGW(德国煤气与水技术科学协会),德国

#### 11:00-12:30 开幕专题讨论会"欧洲的管道供应选项"(ECC Room 1)



分会主席

Heinz Watzka, 高级顾问, EITEP Institute, 德国



专题讨论小组成员

Fuad Ahmadov, 首席执行官, SOCAR MIDSTREAM, 阿塞拜疆



专题讨论小组成员

Arno Büx, 首席文化官, Fluxys, 比利时



专题讨论小组成员

Ali Majedi 博士阁下,伊朗伊斯兰共和国驻德国大使,德国



专题讨论小组成员

Asle Venas, 全球管道总监, DNV GL, 挪威

# 2016年5月23日,星期一



分会主席: Andreas Döhrer, 咨询和业务发展部主 管 CFOMACIC 德国

14:00-15:15 (ECC Room 1)

分会 1.1 完整性管理

"高压装置资产管理: GRAID 项目 — 旨在为埋设管道的内部检测开发机器人系统的创新项目"

Gary Senior, Pipeline Integrity Engineers Ltd, 英国

"在使用 MFL 清管器进行管 道内检测期间识别的管道特征" Hossein Karbasian 博士, Salzgitter Mannesmann Forschung,德国

"管道腐蚀评估和适用性" Guy De Meurechy, Seikowave Inc.,美国 管道 议题 2

分会主席: Michael Schad, 国际管道销售总 监. Denso, 德国

14:00-15:15 (ECC Room 2)

分会 2.1 涂层/腐蚀

"介绍一款新推出的专为管道 设计的油田应用防腐系统" Michael Schad, DENSO GmbH, 德国

"新技术数据管理 -VintriPLANT & Shawcor 案例 研究" Neil Uppal, Shawcor, 美国

"测试非屏蔽涂料" Luc Perrad, ExParTech, 比 利时



分会主席: Dirk Strack, TAL Group 技术总监, Deutsche Transalpine Oelleitung, 德国

14:00-15:15 (ECC Room 3)

分今31洲漏检测

"使用基于模型的方法优化管 道泄漏检测系统" Axel Hundertmark, KROHNE Messtechnik, 德国

"在棕地环境中实施基于软件 的泄漏检测系统所面临的挑战" Szil á rd Szelmann, Yokogawa, 匈牙利 Ferenc Péterfalvi, 经理, MOL PLC., 匈牙利

"管道上的带压开孔和产品盗窃:在正常运行期间检测并定位这些点的一种方法" Rene Landstorfer, GOTTSBERG Leak Detection GmbH & Co. KG. 德国



14:00-15:15 (ECC Room 4) 分会 10 专题讨论: 法律对 管道施工的影响

分会主席/专题讨论小组成:



Heinz Watzka,EITEP Institute 高级顾问/Open Grid Europe 前 任技术服务常务董事,德国



专题讨论小组成员: Anne Pieter Dijk, 项目经理, Max Streicher, 德国



专题讨论小组成员: Nicolai Ritter 博士, 律师和合 伙人, CMS Hasche Sigle, 德 管道和下水道 议题

Klaus-Peter Gießler, 管道技术顾问. 德国

14:00-15:15 (ECC Room 5)

分会 13.1 检查

"德国的预防性燃气泄漏检测 -毫无价值还是业界基准?" Ulrich Steinacker , Schütz GmbH Messtechnik, 德国

"用于管道内部检查的管 道机器人 - 区域加热管 线的超声壁厚测定" Alexander Reiss, INSPECTOR SYSTEMS GmbH, 德国

"通过集成泄漏检测对管道进行无线电视检测" Michael Huainig,MTA Messtechnik GmbH,奥地利

#### 15:15-15:45 在展览大厅 (Exhibition Hall) 内茶歇

#### 15:45-17:30 (ECC Room 1)

#### 分会 1.2 完整性管理

"CATES(紧急状况后果评估 工具)"

Olivier Baldan, DNV GL, 挪威

"预测未来 - 应用通过反复运行 ILI 得出的腐蚀增长率" Jane Dawson, PII Pipeline Solutions(GE Oil & Gas 与 AI Shaheen 的合资企业),英 国

"MFL 检测数据如何有助于难 清管管道的完整性管理" Peter van Beugen, Pipesurvey International, 荷 →

#### 15:45-17:30 (ECC Room 2

#### 分会 2.2 涂层/腐蚀

"通过智能高性能弹性体涂料监测管道" Michael Magerstädt 博士,

ROSEN Group, 瑞士

"耐机械和化学磨损的创新涂层和内衬" Friedrich Karau 博士,DUK-TUS Rohrsysteme GmbH,德

"适用于高 H2S 和 CO2 含量 天然气集输系统的腐蚀控制技术"

Li Du 博士, 中国石化, 中国

"基于 IoT 的远程阴极保护电位测量系统的开发" Young-don Ryou 博士,

Korea Gas Safety Corporation, 韩国

#### 15:45-17:30 (ECC Room 3)

#### 分会 3.2 泄漏检测

"德国管道添味的当前主题" Kerstin Kröger, DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), 淮甸

"实现可靠的碳氢化合物泄漏 检测所面临的挑战。不同外部 泄漏感测系统的评估:现有技 术对比全新传感电缆技术" Raul Risi, TTK, 法国

"运用多方法技术的盗窃检测 和开孔点定位"

David Dingley 博士, Atmos International, 英国 Psarropoulos 博士,结构 及岩土工程师,雅典国立技 术大学,希腊

# 15:45-17:30 (ECC Room 4)

#### 分会 11.1 规划与施工

"长距离输水系统的创新和技术发展 - 沙特阿拉伯利雅得案例研究"

Alexander Heinz, ILF Consulting Engineers, 奥 地利

"英国军用陆上和海底管道系统-过去、现在和未来的挑战" Richard Costen,

Kellogg, Brown and Root, 英国

"对管道系统和阀芯预制进行工程设计,以提高工厂的施工效率和质量"

M. Kannappan, DEE Piping Systems, 印度

"流体静压试验管塞" A.G.C.M.(Ron) de Rijk, EST Group B.V.,荷兰

#### 15:45-17:30 (ECC Room 5)

#### 分会 13.2 检查

"极端工作条件下配气管道 的管道内检测" Tom Steinvoorte, ROSEN Group, 荷兰

"小口径 PVC 管材和泄漏检测技术的实地研究" Yoshiazu Tanaka, National

Yoshiazu Tanaka, National Institute for Rural Engineering, 日本

"基于振动信号分析的天然气配气管网损伤检测" Luis Antonio Zanette, Companhia Paranaense de Gás-COMPAGAS, 巴西

"一种创新的下水道系统横管 设计"

Alaa Abbas,利物浦约翰摩尔斯大学,英国



# 2016年5月24日, 星期二

议题 1

分会主席:Ulrich Schneider,欧洲大陆业务发展 经理,KTN

#### 9:00-10:15 (ECC Room 1)

#### 分会 4.1 管道内检测

"有关减少了不确定性的超声 管壁测量 Ili 技术的最新提升如 何使工程临界性评估受益的案 例研究'

Stephan Tappert, PII Pipeline Solutions, 德国

"揭示管道的 DNA:使用 ROMAT 揭露管材等级的不确 定性"

Thomas Eiken, Rosen Technology and Research Center GmbH, 德国

"超声管道内检测的最新发 展"

Herbert Willems, NDT Global, 德国



分会主席: Horstgünter Schulz 博士,Pipeline Consulting,德国

#### 9:00-10:15 (ECC Room 2)

#### 分会 5.1 泵站和压缩机站

"原油泵站 - 优化 CAPEX+ OPEX" Gerd Kloeppner 博士,

Siemens, 德国

"原油管道中的能量回收" Thomas Rother 博士, ILF Consulting Engineers, 德国

"通过原油泵送优化埃及西部 沙漠地区的柴油消费' Hesham A. M. Abdou 博 ±, Agiba Petroleum Company, 埃及

# 管道 议题3

分会主席: Axel Scherello 博士,项目负 Domaid

#### 9:00-10:15 (ECC Room 3)

#### 分会 6.1 遥感

"CHARM® 第二代的应用 初体验" Axel Scherello博士, Open Grid Europe GmbH, 德国

"用无人机展翅高飞:只是炒 作还是未来管道完整性管理中 的关键技术'

#### Josef Alois

Birchbauer, Siemens Austria, 奥地利

"使用跨平台遥感技术的危险 液体管道自动化微小泄漏检

Maria Araujo, Southwest Research Institute, 美国

#### 施工 议题 **...**5 \_

分会主席:Prodromos Psarropoulos 博士,结构及 岩土工程师,雅典国立技术 大学,希腊

#### 9:00-10:15 (ECC Room 4)

#### 分会 11.2 规划与施工

"以创新套接管系统作为 管道施工的经济型解决方 案"

Friedrich Karau 博士. DUK- TUS Rohrsysteme GmbH, 德国

"地下直流电缆链接-实施和 施工所面临的挑战" Fred Wendt, ILF Consulting Engineers, 德国

"欧洲最大深部重力下水道项 目 'Emscher Kanal' 的洞察' Robert Stein 博士, Prof. Dr.Ing.Stein & Partner GmbH, 德国

#### 管道和下水道 议题 5

ガ会主席:Peter Hartwig 士兼教授,常多差古

#### 9:00-10:15 (ECC Room 5)

#### 分会 14.1 资产管理

"优化配水网络的投资策略" Mike Beck, Fichtner Water & Transportation GmbH, 德国

"全面给排水信息系统的优

Malte Martin, Barthauer Software GmbH, 德国

"可持续的完整街道-城市设 计与地下基础设施之间的整合"

Aloisio Pereira da Silva,基 卡塔琳娜州联邦大学, 巴西

#### 10:45-12:00 (ECC Room 1)

#### 分会 4.2 管道内检测

"确定天然气管道管道内检 测间隔的必要参数 Hossein Abdi, National Iranian Gas Co. (NIGC), 伊

"ILI 超声裂纹检测的持续深度 大小检测"

Marius Grigat 博士.

ROSEN Technology and Research Center GmbH,

"横贯阿拉斯加输油管系统 (TAPS) 上不能清管的泵站管 道的机器人管道内检测" Jonathan Minder, Diakont, 美国

#### 10:45-12:00 (ECC Room 2)

"用双传动离心式管道压缩机 平衡电网" Stefan Stollenwerk 博士 Open Grid Europe, 德国 Wolfgang Faller, Solar

Turbines, 美国

英国

"管道震动问题的新颖微创式 缓和方法' Toby Miles 博士, DNV GL,

"墨西哥 SGT-750 燃气轮机案 例研究'

Douglas Petrie, Dresser Rand a Siemens Company, 美国

#### 10:45-12:00 (ECC Room 3)

"机载自动漏油检测 - 一种 新方法' Eric Bergeron, FlyScan Systems Inc., 加拿大

"使用光学卫星影像监测管道 用地"

Igor Zakharov 博士, C-CORE, 加拿大

MARINE, 法国

"空气监测项目 - 增强型管道 监测" Vincent Fournier, AIR

"适用于管道安装的各种非开 挖技术"

Michael Lubberger, Herrenknecht AG, 德国

"适用于硬地和岩石条件下管 道施工的 DTH 钢套管钻法: 技 术与案例" Jouni Jokela, Geonex Ov,

芬兰

"利用爆管非开挖更换缺陷下 水管道"

Daniel Mertens, TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG, 德国

#### 分会 14.2 资产管理

"Pipestatus - 一个涉及埋设区 域加热和供水管道状况评估的项

10:45-12:00 (ECC Room 5)

#### Mara Maria Rindelöv.

Sweden Water Research, 瑞

"大口径管道的资产管理和 防损策略" Pedro Pina, Pure Technologies, 葡萄牙

"将废水供给直接并入最终净化 - 受纳河流的优势" Peter Hartwig 博士兼教授. aqua consult Ingenieur GmbH. 德国

# 2016年5月24日, 星期二



分会主席:Gerhard Knauf 博 士,Salzgitter Mannesmann Forschung 机械工程部门负责 人/EPRG 秘书长,德国

#### 13:30-14:45 (ECC Room 1)

"用于解决周边应力腐蚀断裂挑 战的系统。

#### Roland Palmer-Iones

MACAW Engineering Ltd., 英

"以'2-巯基苯并咪唑'为抑制 剂, 减少 API-5L 的 CO2 腐蚀" Ahmad Zamani Gharag-hooshi, 石油部, 伊朗

"弯管纵向焊缝的完整性 - 相 关测试方法的选择" Marion Erdelen-Peppler 博士, Salzgitter Mannesmann



#### 13:30-14:45 (ECC Room 2)

Forschung, 德国

"管道 SCADA 虚拟化 - 白日做 梦还是实实在在的生命周期成本

Helmut Wimmer, Siemens Austria, 奥地利

"管道管理系统" Badr AlHussain, Saudi Aramco, 沙特阿拉伯

"中央控制室和多站点基础设施 SCADA 解决方案的发展" Martin te Lintelo, Yokogawa



#### 13:30-14:45 (ECC Room 3)

Europe, 荷兰

"使用 MEC™-CombiCrawler 检查 海底管道" Konrad Reber 博士, Innospection Germany GmbH, 德国

"海底管道的地震分析和设计" Andreas Antoniou 博士,雅典国 立技术大学, 希腊

"超越 3D:应用先进的模拟和预测延长海底资产的寿命" Pawel Michalak 博士,Fugro Roames, 澳大利亚

#### 15:15-17:00 (ECC Room 1)

"大直径包覆弯管的发展" Elke Muthmann, Salzgitter Mannesmann Grobblech, 德国

"通过管道壁厚优化实现材料 成本节省 一设计案例" Ahmad M. Saif, Saudi Aramco, 沙特阿拉伯

"针对 ERW 套管和管道应用 的高强度钢圈机械特性增强" Kwangseop Ro, SABIC, 沙

"通过巧妙结合各种材料实 现智能管道系统" Thorsten Späth 博士 egeplast international GmbH, 德国

#### 分会 8.2 修理恢复

"合成管道修理的长期持久 James Knights, Clock Spring Company, L.P., 英国

"资产完整性管理和维护规划 的困境" Christoph Schmidt, DNV

GL Oil & Gas, 德国

"移动式压缩机-负责任地 使用一次能源,避免破坏气候的甲烷排放" Christian Hadick, Open Grid Europe, 德国

#### 15:15-17:00 (ECC Room 3)

#### 分会 9.2 海上技术

"适用于管道和管状结构的 深水 NDT 技术" Yoann Lage 博士, TWI Ltd, 英国

"通过更新 Piramid 工具的 参数配置, 对海底管道进行 概率风险评估" ESIQIE- IPN (GAID), 墨西

"通过设计、施工和工作寿 命, 保证海底管道对接焊缝 的完整性"

Harry Cotton, Wood Group Kenny, 英国



#### 2016年5月25日, 星期三

#### 分会主席: Dennis Fandrich, 会议总监, EITEP Institute, 德国

#### 09:00-10:30 全体会议"世界管道展望:运营中的新技术" (ECC Room 1)

"伊朗管道行业:能力、技术经济问题与发展计划"

Hamidreza Ettelaie, Iranian oil Pipeline & Telecommunication Co., 伊朗

"老化管道的防腐"

Markus Seitz, APA Group, 澳大利亚

"BIL-德国实施免费挖掘申请门户网站的方法"

Jens Focke, BIL eG, 德国

#### 10:30-11:00 在展览大厅 (Exhibition Hall) 内茶歇

#### 11:00-12:30 闭幕专题讨论会"接下来是什么?全球管道行业的当前挑战和未来领域" (ECC Room 1)



分会主席

Tobias Walk, 管道系统项目总监, ILF Consulting Engineers, 德国



专题讨论小组成员

"网络运营中的挑战"

Thomas Hüwener 博士,Open Grid Europe 技术服务常务董事/DVGW(德国煤气与水技术科学协会)燃气副总裁,德国



专题讨论小组成员

"实现管道安全与完整性的协作方法" Cliff Johnson, 总裁, PRCI (国际管道研究协会), 美国



专题讨论小组成员

"管道行业中的物联网技术 - 主要优势和网络安全挑战" Serhii Konovalov,物联网垂直解决方案团队全球能源/石油天然气负责人,Cisco,美国



专题讨论小组成员

"管道完整性管理的生命周期延长战略" Hermann Rosen, 总裁, ROSEN Group, 瑞士



专题讨论小组成员

"直流电缆 - 地下技术的下一个大市场" Christoph Thiel 博士, SuedLink 总体项目经理, TenneT TSO GmbH, 德国

#### 12:30-12:40 闭幕致辞 (ECC Room 1)



闭幕致辞

Heinz Watzka, 高级顾问, EITEP Institute, 德国

#### | 12:40-14:00 在展览大厅 (Exhibition Hall) 内进行闭幕午休

#### 14:00-15:45 会后研讨会

# 第 12 届管道技术会议 02-04 2017年5月2日至4日,德国柏林、艾司特尔会议中心



欧洲领先的新管道技术会议和展览会, 在德国柏林的艾司特尔会议中心举办

#### www.pipeline-conference.com





#### Pipeline Technology Journal

PTJ 中涵盖: 有关研究、行业和实践的报告, 创新概念和技术的演示, 以及有关管道安全的专题报告。 ptj 将被发送给 27,000 多名国际决策者和管道行业专家。



下一期出版时间:

www.pipeline-journal.net

# PTJ 在合作伙伴活动上的特别派发安排 国际无人机会议暨展览会 (InterDrone) 2016年9月7日至9日 美国拉斯维加斯 对欧天然气出口全球论坛 2016年6月16日至17日 西班牙巴塞罗那 第12届管道技术会议 (ptc) 2017年5月2日至4日 德国柏林 第2届管道和下水道会议 (PASC) 2017年5月2日至4日 德国柏林









# 第 11 届管道技术会议 欧洲最大的管道会议和展览 www.pipeline-conference.com



# 第 1 届管道和下水道会议 管道和下水道技术的国际会议和展览 www.pipeandsewer.com



550+ 代表

60+ 参展商



50 个不同的国家



来自 50 多个不同管道运营商的代表团

# 2016年参展商名单

公司	国家
A.Hak Industrial Services	荷兰
Aegis 2k	意大利
AIR LLOYD	德国
AMETEK - Division Creaform	德国
Amex GmbH	德国
Applus RTD Deutschland	德国
Atmos International	英国
Barthauer Software	德国
BIL eG	德国
Borna Electronics Co.	伊朗
Clock Spring Company	美国
DEE Piping Systems	印度
DEHN +Söhne	德国
Denso	德国
DNV GL	挪威
Duktus Rohrsysteme Wetzlar	德国
DVGW	德国
Evonik Resource Efficiency	德国
Geonex	芬兰
GOTTSBERG Leak Detection	德国
GSTT	德国

公司	国家
Herrenknecht	德国
HIMA Paul Hildebrandt	德国
ILF Consulting Engineers	德国
Kebulin-gesellschaft Kettler	德国
Krohne Messtechnik	德国
KTN	挪威
MAX STREICHER	德国
MEFS	德国
Metalyte Pipeworks	英国
Monti - Werkzeuge	德国
mts Perforator	德国
NDT Global	德国
OMS	英国
OZ Optics	加拿大
Pak gostar Parand	伊朗
Pars Pamchal	伊朗
Parto Azmoon Azar	伊朗
Pergam Suisse	瑞士
PETRO IT	印度
PII Pipeline Solution	英国
Pipeline Monitors	伊朗

公司	国家
Pipesurvey International	荷兰
PLIDCO	美国
Polyguard Products	美国
PPSA	英国
PSI AG	德国
Pure Technologies	加拿大
Quest Integrity	德国
RAM-100 International	美国
ROSEN Europe	荷兰
Savay	伊朗
Schneider Electric	加拿大
Sch ü tz Messtechnik	德国
Seal For Life Industries	荷兰
Seikowave	美国
Shawcor (Pipeline Performance)	荷兰
Siemens	德国
Symrise	德国
Tracto-Technik	德国
TTK SAS	法国
Yokogawa Europe Solutions	荷兰