我国管道防腐层技术现状

胡士信 * 董 旭
(中国石油天然气管道工程有限公司)

胡士信 董 旭:我国管道防腐层技术现状,油气储运,2004,23(7) 4～8。

摘 要 阐述了国内外各种管道防腐层在不同时期的应用状况及其发展趋势,介绍了聚烯烃、熔结接头、液态材料和三层聚丙烯 4 种防腐层补口新技术,并根据试验室评价和现场检测结果,对各种管道防腐层性能要求及其选用方法进行了综合分析,指出我国防腐层虽然基本实现了标准化,某些技术参数已达到国外先进标准,但与国外相比,我国管道防腐层在设计、应用、材料品质、设计方案和补口技术等方面还存在一定的差距。

主题词 管道 防腐层 技术 现状 差距

一、我国管道防腐层的应用现状

控制埋地钢质管道腐蚀的主要手段是防腐层加阴极保护。在某种程度上,防腐层质量决定着管道的使用寿命。与国外一样,我国管道防腐层的应用也是从沥青类防腐层开始的,自 20 世纪 50 年代的第一条克独长输管道到 70 年代的东北输油管道等都采用了石油沥青防腐层;70 年代后期至 80 年代,国外防腐层的新技术已在我国投入应用,胶带、夹克、环氧粉末等防腐材料相继投入使用;80 年代至 90 年代中期是各种防腐层发展、竞争的时期;90 年代后期,熔结环氧粉末(FBE)和三层聚乙烯(三层 PE)两种防腐层已逐渐形成主流,作为世界最新的防腐材料,双层环氧也有少量的应用。

目前,我国防腐层基本实现了标准化,某些技术参数已经达到了国外的先进水平,已建的国内外长输管道的防腐层材料主要为熔结环氧粉末、三层聚乙烯和少量的煤焦油瓷漆;油田内部主要集输管道的防腐层材料多为熔结环氧粉末、三层聚乙烯,非主要管道的防腐层材料仍然为石油沥青类;城市供水、供气管道的防腐层材料则一般多采用环氧煤沥青和胶带。

二、国外防腐层现状及发展趋势

1865 年,埋地钢质管道刚投入使用时,由于没有解决管道外防腐问题,管道泄漏频繁发生。出于防泄漏考虑,防腐层材料使用的是煤焦油沥青及改性的煤焦油瓷漆。这种材料在管道运行温度上升的情况下会发生氧化反应,挥发一部分馏分,导致脆变和剥离,使阴极保护电流增大。

20 世纪 40～70 年代是各种防腐层材料竞争与发展的时期。石蜡、石油沥青、胶带、夹克陆续被开发出来,胶带防腐层也曾一度占据优势地位。但这种材料在腐蚀性土壤中经常发生剥离,对阴极保护电流产生屏蔽,导致应力腐蚀开裂(SCC)。上述各种防腐材料的应用并没有改变煤焦油沥青的主导地位,直到 60 年代出现双层挤塑聚乙烯结构防腐层。但随着管道运行条件的不断变化,这种双层挤塑聚乙烯防腐层逐渐暴露出易损坏、易剥离、屏蔽阴极保护电流等缺陷。

70 年代投产的阿拉斯加管道,标志着熔结环氧粉末防腐层应用时代的开始。通过改进组分和施工程序,熔结环氧粉末成为 80 年代应用最成功的防腐层。但美中不足的是其机械强度不理想。而双层熔

*065000,河北省廊坊市金光道 22 号;电话:(0316)2073520。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

结环氧粉末系统在机械强度方面进行了改进(也称为耐磨外防腐层(ARO))。

90 年代,熔结环氧粉末和由聚乙烯发展而来的三层聚乙烯逐渐替代了煤焦油瓷漆,成为管道防腐层的主导材料。据美国《管道文摘》统计,熔结环氧粉末防腐层以其优良的机械性能和防腐性能、极强的附着力和与阴极保护相融性等特点,一直是世界管道工程的首选防腐层。到 1996 年,三层聚乙烯防腐层的应用已经上升至第二位。

目前,国外的防腐层发展趋势是改进三层结构,在双层熔结环氧粉末结构上下功夫。例如,在熔结环氧粉末防腐层表面采用液态的聚氨酯或改性的环氧树脂。改性的目的是防止管道在吊装、敷设、定向钻穿越道路及河流等各种工序中发生损坏。最近有一种被称为"粗糙防腐层"的新材料,用在熔结环氧粉末和聚烯烃防腐层的外部,目的是防止管道运输中的滑移或用于混凝土加重层前的管道防腐。

据美国 1993 年统计,各种防腐层按面积计算所占的比例为,熔结环氧粉末为 29.12 %,挤塑聚乙烯为 39.27 %,煤焦油瓷漆为 15.94 %,沥青瓷漆为 0.37 %,煤焦油环氧为 0.8 %。表 1 给出了 1992～1996 年国外各类防腐层的用量。据美国《Pipeline Digest》1997 年第 3 期报道,在 14 次管道防腐层年度调查中,熔结环氧粉末的用量有 10 次位居榜首。

表 1　1992～1996 年国外各类防腐层的用量

年份	熔结环氧粉末 %	煤焦油 %	二层聚乙烯 %	三层聚乙烯 %	石油沥青 %	煤沥青 %	胶带 %	其它 %
1992	53.79	15.39	10.11		5.87	0.29	0.39	14.16
1993	42.11	19.39	18.86		0.53	1.14	1.70	16.80
1994	34.11	10.32	10.01	13.46	9.90	0.27	1.50	20.43
1995	37.33	15.60	7.30	2.00	4.17	0.11	0.20	33.39
1996	38.24	7.26	9.82	25.07	1.19	0.34	1.07	7.01 *

注　*可能有误。

三、防腐层基本性能评价及检测

应用防腐层的目的决定了对其基本性能的要求。防腐层的基本性能包括粘结力、耐土壤应力、抗微生物侵蚀、化学稳定性、机械性能、吸水性、电绝缘性和阴极剥离等。对于防腐层的基本性能,国内外都制订了相关的检测标准。多数检测都是在防腐层制作过程中进行的,由于短期的试验不可能预测出管道在各种环境条件下长期使用中可能出现的各种问题,因此使用的历史经验是一个非常宝贵的佐证材料。

1、 试验室评价

(1) 评价内容及方法

我国一些研究单位曾对常用的几种防腐层做过试验室性能综合评价,评价内容及方法见表 2。

(2) 评价结果

①熔结环氧粉末防腐层　具有极好的附着力、低阴极剥离值、相对较低的抗冲击性和适中的吸水性。当温度升高时,单层熔结环氧粉末防腐层对附着力的损失和阴极剥离的增加比较敏感,而双层熔结环氧粉末防腐层在高温条件下表现出较好的性能,其吸水率随着温度的升高而增加,但仍然处在可以接受的范围内。由于防腐层的吸水率较高,因此对阴极保护电流不会产生屏蔽作用。

②胶带防腐层　具有较高的抗冲击性、低吸水率、中高阴极剥离和适中的附着力值等特性,但在高温(60 ℃)下会出现阴极剥离超标,不能使用。在现场的土壤应力试验中,胶带耐土壤应力性能较低,在具有土壤应力的环境中不宜使用,高温沙漠地区也不宜使用。

③多层结构防腐层　具有较高的附着力和抗冲击性、低阴极剥离值和低吸水率,热水浸泡下有良好的性能,热水浸泡后仍能保持较好的附着力。

④环氧煤沥青　附着力好,抗冲击性很低,抗阴极剥离能力较强,吸水率低,在热水浸泡下的性能相对较好。但这只是对试验室制备的试片的描述,现场应用中的问题在试验室反映不出来,如固化时间长、针孔多、面积电阻低等。

⑤聚氨酯　具有较高的抗冲击性、低附着力、高阴极剥离值、低吸水率、热水浸泡性能较差。只检验了一家公司的产品,该产品不宜用于防腐。

⑥挤塑聚乙烯　具有较好的附着力、较好的抗冲击性、较低的吸水率、热水浸泡下的性能较差、可

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

接受的阴极剥离值。

表 2 试验室评价内容及方法

评价内容	评价标准及方法
附着力	ASTM D3359 ,ASTM D4541 (熔结环氧粉末) ,DIN 30670 (熔结环氧粉末、三层聚乙烯、胶带)
阴极剥离	ASTM G8 和 ASTM G42 , CAN/ CSA Z245. 20 (熔结环氧粉末)
抗冲击性能	ASTM G14
吸水性	在 25 ℃、60 ℃、95 ℃的温度下,浸泡 48 h后测定
热水浸泡	在 60 ℃和 95 ℃的温度下浸泡 48 h ,然后观察是否出现起泡、变色、软化或硬化等现象 ,再进行评价;考察 90 ℃热水浸泡后附着力的变化 (ASTM D4541)
土壤应力	现场观察土壤应力对胶带的影响 ,将防腐管暴露在高应力的岩石中 3 年

2、 现场检测

(1) 检测内容

加拿大 TCPL 公司在横贯加拿大的 10 000 km 管道上进行了防腐层现场使用性能检测评估 ,测取探坑数据 3 000 余个 ,测试项目有防腐层电导率 (取平均测试值) 、阴极保护电流密度、探坑检测和管/ 地电位。被检管道防腐层 (除聚氨酯防腐层) 长度均超过 200 km。被检管道防腐层类型及其使用时间见表 3。

表 3 被检管道防腐层类型及使用时间

使用时间 (a)	防腐层种类	管径 (mm)	使用时间 (a)	防腐层种类	管径 (mm)
12～25	聚乙烯胶带	914	25	沥青玛[illegible]脂	864
25	石油沥青	914	4	熔结环氧粉末	914
25	煤焦油瓷漆	762	4	聚氨酯	914

(2) 评价结果

①防腐层电导率 防腐层电导率是面积电阻的倒数 ,测试方法为直流电位法。为了便于比较 ,对不同时间段的防腐层都选用了 5～7 年的测量数据 ,结果见图 1。从图 1 可以看出 ,熔结环氧粉末防腐层性能最佳。

②电流密度 阴极保护电流密度与防腐层的电导率密切相关 ,电流密度数据是通过对外加电流系统的输入电流计算得来的 ,结果见图 2 (a) 和图 2 (b) 。需要说明的是 , TCPL 公司的测试报告是 1987 年发表的 ,当时熔结环氧粉末防腐层只有 5 年的数据。在后来的技术交流中 ,加拿大提供了新的数据 ,即图 2 (b) 给出的数据。

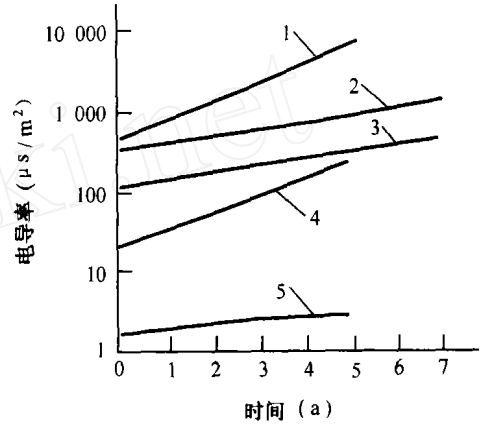
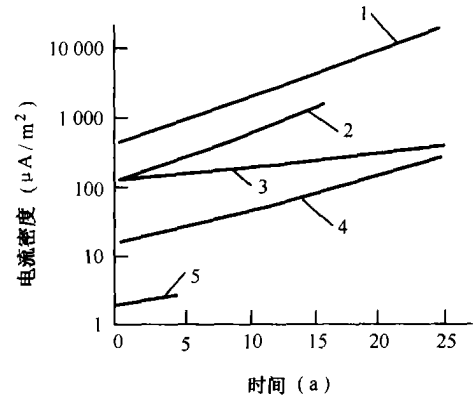
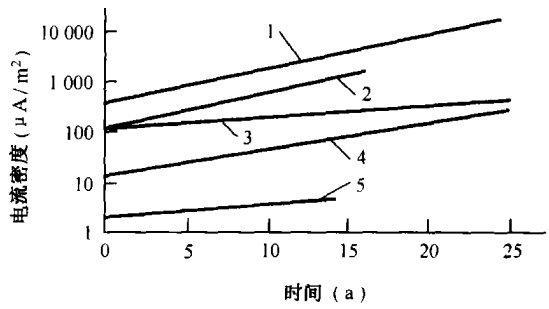


图 1 各种防腐层的电导率

1 —沥青玛[illegible]脂;2 —石油沥青;3 —煤焦油瓷漆;4 —聚乙烯粘胶带;5 —环氧粉末



(a)1987 年的检测数据



(b)2002 年的检测数据

图 2 横贯加拿大管道阴极保护电流密度的变化

1 —沥青玛[illegible]脂;2 —石油沥青;3 —煤焦油瓷漆;4 —聚乙烯粘胶带;5 —环氧粉末

③探坑检测 探坑检测比较直观 ,可以方便地进行现场可视性检测和防腐层测试。用小试样来判断大面积区域会引起争议 ,然而 ,当采用大量的检测来配合其它方法测量时 ,探坑检测是很有价值的。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

这些探坑检测结果显示,在防腐层性能不好的地区,阴极保护并不充分,腐蚀监测也不是百分之百有效。1986 年,TCPL 公司在两个地区挖掘探坑,管道防腐层为熔结环氧粉末,土壤为粘土,电阻率约为 50 Ω·m,地表电位和管道表面电位分别为1 337 mV 和 1 330 mV,没有发现任何腐蚀、起泡或松动,管道埋设时间为 1982 年。在另一处也得到了同样的结果。

④电位测量　电位测量可以精确地反映阴极保护与防腐层的关系。在上述长为 26 km 的熔结环氧粉末防腐层的管段中,测得保护电流为 300 mA,电流密度为 4 μA/m^2。在其它管道的胶带和沥青防腐层的探坑检测中找到了腐蚀的证据,测得的 - 1 000 mV 电位表明了阴极保护的屏蔽作用。在电位测量中,煤焦油、沥青玛蹄脂、熔结环氧粉末和聚氨酯防腐层没有屏蔽情况发生。根据测量结果,较好的防腐层电位曲线是平滑的,而不好的防腐层曲线是陡的,衰减很快。质量欠佳的防腐层在高电阻率环境中的电流分布不均匀,在低电阻率环境中虽然电流也可以均匀分布,但保护范围却很小。而质量好的防腐层,无论是在高电阻率环境中,还是在低电阻率环境中,都很容易获得保护。

3、 检测结论

(1)几种防腐层性能衰减的趋势,由小到大排列是熔结环氧粉末(FBE)、煤焦油、胶带、沥青、玛蹄脂。

(2)现场检测结果与试验室性能检测对应关系好的防腐层是熔结环氧粉末(FBE)和聚氨酯,其它防腐层均不良。

(3)在有电流屏蔽的地方,阴极保护可能是无效的,管/地电位显示不出屏蔽问题。

四、新建管道防腐层的选用

选用防腐层要考虑外界环境条件、管道设计寿命、防腐层的性能质量及费用 4 个因素。

加拿大国家能源局(National Energy Board)1996 年 11 月公布了一份关于加拿大埋地管道应力腐蚀开裂(SCC)的调查报告。报告指出,1977 年以来,加拿大已有 22 条管道因应力腐蚀发生破裂、穿孔,其中有 73 %的应力腐蚀开裂出现在胶带防腐层管道上,18 %的应力腐蚀开裂出现在煤焦油瓷漆和石油沥青防腐层管道上,其余 9 %的应力腐蚀开裂出现在热绝缘的管道上。为此,1996 年,加拿大13 家管道公司投入 480 ×10^{4}美元协作开展应力腐蚀开裂的研究,投资 3 000 ×10^{4}美元用于管道维护。对于新建的管道,加拿大国家能源局推荐采用熔结环氧粉末、二层聚乙烯和三层聚乙烯防腐层。

根据上述试验室检测和现场检测结果,熔结环氧粉末和三层聚乙烯是性能优良的防腐层,不仅具有良好的防腐性能,而且还能与阴极保护相融,具有保护电流密度小、保护范围大的特点。

单层熔结环氧粉末的机械性能较差,因此发展了双层熔结环氧粉末,极大地提高了防腐层的机械性能,在抗磨强度上,已经可以与三层聚乙烯相媲美。在特殊地区,例如河流穿越段,可以大胆使用。但由于其价格稍高,推广普及的程度较低。

据《亚东通讯》2001 年第 2 期报道,Toni A. Pfaff 在 CIGPE 2001 展览会上所作的专题报告中指出:“对于熔结环氧树脂来讲,其非常令人满意的工艺已经用了多年,从而是向中国管道推荐的首选防腐层系统”。他首推的防腐层材料也是熔结环氧粉末。

《油气储运》杂志 2001 年第 6 期报道,国外曾对管道防腐层应用进行调研和分析,依据各个项目的优劣程度和多年使用性能进行综合评分,熔结环氧粉末防腐层为 8 分,三层聚乙烯防腐层为 8 分,双层熔结环氧粉末防腐层为 10 分。

与熔结环氧粉末防腐层相比,三层聚乙烯和三层聚丙烯(PP)防腐层存在以下缺点。

(1)耐高温性能差,一旦出现开裂,就会产生屏蔽。三层防腐结构的生产是顺序进行的,而且时间间隔短,如果熔结环氧粉末没有完全固化,胶粘剂就会与其化学基团发生反应,反应速度和钢管表面温度决定了其涂敷时间通常为几秒钟,如果作业时间控制不好,就会影响防腐层的质量。

(2)对于螺旋焊缝管,如果压辊不能有效挤压,就容易在焊缝处产生连续空鼓。例如,在西气东输管道工程中,发现长期放置后的三层聚乙烯防腐管道的端部有大面积防腐层剥离现象。

(3)防腐层的补口较困难,补口材料难以与聚乙烯相融。

上述这些缺点,除了屏蔽问题,其它都可以通过控制施工工艺得到解决。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

五、防腐层补口技术的新发展

1、 聚烯烃补口技术

熔结环氧粉末防腐层采用熔结环氧粉末材料补口是可行的。国外的补口技术已经向多样化方向发展,例如,使用液态环氧、聚氨酯、冷缠带和收缩套用于熔结环氧粉末防腐层的补口。对于三层(熔结环氧粉末-聚烯烃)防腐层的补口,主要问题反映在与管体聚烯烃的粘结上。经过试验研究,目前已开发出熔结聚丙烯聚合物、挤塑聚丙烯片、火焰喷射聚丙烯共聚物、注模聚丙烯和合成挤压聚丙烯带 5 种不同的补口技术。这些补口技术在结构上都以熔结环氧粉末作为第一层,并在熔结环氧粉末胶化期间喷射絮状的聚丙烯共聚物与其粘结,最后涂敷外保护层。在这 5 种补口技术中,火焰喷射聚丙烯共聚物最常用,还可用于弯头上。

2、 熔结接头技术

对于三层聚乙烯和二层聚乙烯防腐层的补口,国外研究了一种新方法,称为熔结接头保护结构(F-W)。该技术是将夹克层紧贴在管子表面,用加热元件加热夹克,使补口夹克和管体上的夹克熔融在一起。该结构具有机械强度好、密封性能好、耐磨等特点,可用于定向钻和沙漠土壤应力大的环境里。加热元件是导电的金属网,加热温度在 232 ℃,电源是一台标准的电弧焊机。对于 3 mm 厚的聚乙烯防腐层,仅用 60 s 就可以完成熔结。

3、 液态材料补口技术

当采用传统的热收缩套和三层材料补口时,阴极屏蔽问题是显而易见的。一份补口材料的调查报告[1]指出,热收缩套施工合格率只有 50 %。对全部采用热收缩套补口的,一条长 370 km 的煤焦油瓷漆防腐管道和长 110 km 的三层聚乙烯防腐管道进行了调查,结果表明,有漏点的补口高达 80 %,由于补口失败,导致管道严重腐蚀。而液体材料补口可以避免此类腐蚀问题,液体补口是国外的一种较新技术,发展很快,主要有液态环氧和聚氨酯两种补口材料。

(1) 液态环氧补口涂料 现场常温施工,可机喷也可以手涂,固化时间短,夏天固化 4 h 后就可以下沟,补口层为刚性,与钢表面附着力好,一次喷涂厚度可达 200 μm,易补伤,与熔结环氧粉末粘结性好,耐碱性,造价低。其缺点为,低温下不宜使用,防腐层脆,耐冲击性和耐磨性差,不能用于三层聚乙烯防腐层。

(2) 液态聚氨酯涂料 是新近发展的新材料,可用于补口和弯管的管体上。其优点是,低温下可以施工,固化时间短,可配成弹性体或刚性体,能与三层聚乙烯配合,与钢管表面粘结性能好,一次涂敷厚度可达 1.2 mm,施工简单,易补伤,既能与熔结环氧粉末粘结,也能与三层聚乙烯粘结,有韧性,耐磨,抗拖拉,抗机械损伤,抗冲击,化学稳定性好,抗紫外线,寿命可达 50 年,成本低。缺点是,施工中对原料的配比要求严格。采用该材料补口是一种很有前途的补口技术。

4、 三层聚丙烯补口

采用三层聚丙烯补口时,材料与管体防腐层的相融是一个主要问题,因此要采用专用补口技术。据《防腐保温技术》1998 年第 4 期报道,英国 PIH (Pipeline Induction Heat) 公司已经开发了三层聚丙烯补口技术。其操作工序为,在管道表面先涂敷一层 250 μm 厚的熔结环氧粉末,然后再涂敷一层 200 μm 厚的化学改性聚丙烯粉末,最后把预先制备的 300 mm 宽的聚丙烯复合带贴到接头处,并用挤压钳夹紧。

六、我国防腐技术存在的差距

(1) 防腐层材料品质差,不论是聚乙烯材料,还是粉末材料,都落后于国外产品。在材料的生产和研究方面还有待提高。

(2) 防腐层的设计方案缺少整体观念。在防腐层的设计、选用方面,应参考加拿大 NOVA 公司研究的防腐层最低性能量化指标[2]。

(3) 防腐层补口技术落后。当前国际上液体补口技术发展很快,建议加快技术探索步伐,尽快达到国外同类技术的水平。

参 考 文 献

1, 郭生武:补口材料对埋地管道外防腐层完整性的影响,油气储运,2003,22(11)。

2, 米 琪:帕罗特涂料的性能与现场应用,油气储运,2001,20(8)。

(收稿日期:2003-06-29)

编辑:刘春阳

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

作　者　介　绍

董盛厚　高级经济师,1950 年生,1984 年毕业于中南工业大学管理工程专业,1987 年毕业于辽宁大学工业经济专业,现任中国石油管道分公司副总经理。

胡士信　高级工程师,1945 年生,1969 年毕业于哈尔滨工业大学电化学专业,现任中国腐蚀与防护学会理事、美国腐蚀工程师协会(NACE)海外会员,2003 年获首批管道专家称号,现在中国石油天然气管道工程有限公司从事长输管道腐蚀控制的设计及科研工作。

姚海元　1977 年生,2000 年毕业于石油大学(北京)机电一体化专业,获学士学位,现为石油大学(北京)油气储运工程专业在读博士生。

廉纪祥　1977 年生,2001 年毕业于曲阜师范大学物理工程学院物理教育专业,2004 年毕业于石油大学(山东)物理科学与技术学院无线电物理专业,获硕士学位,现在北京石油化工学院从事教学工作。

杨贵民　工程师,1972 年生,1996 年毕业于西南石油学院油气储运专业,现在新疆时代石油工程有限公司从事油气田地面工程工艺设计与研究工作。

卿建华　工程师,1968 年生,1991 年毕业于西南石油学院石油储运专业,现在管道储运公司安全环保监察处从事油气储运的安全生产工作。

杨　森　高级工程师,1961 年生,1982 年毕业于华东石油学院石油天然气储运工程专业,现在青岛市英派尔化学工程有限公司从事油气管道及油库的设计工作。

余建星　见本刊 2004 年第 2 期作者介绍。

周　游　1977 年生,2001 年毕业于华中科技大学(原武汉城市建设学院)环境与工程学院供热、供燃气、通风与空调工程专业,获工学学士学位,现在山东建筑工程学院空调与制冷工程系供热、供燃气、通风与空调工程专业攻读硕士学位。

高松竹　1977 年生,2002 年毕业于西南石油学院油气储运工程专业,获硕士学位,现为中国人民解放军后勤工程学院油气储运工程专业在读博士生。

张振永　见本刊 2004 年第 2 期作者介绍。

王学生　副教授,工学博士, 1965 年生,1987 年毕业于哈尔滨船舶工程学院机械工程系,获学士学位,1993 年毕业于郑州工业大学化学工程学院,获硕士学位,2001 年毕业于华东理工大学机械工程学院,获博士学位,现在上海交通大学机械与动力工程学院主要从事热能利用与过程装备强化方面的研究工作。

徐如良　高级工程师,1961 年生,1982 年毕业于浙江工学院化工过程机械专业,现在浙江大学化工机械研究所从事石油化工过程装备与控制技术管理工作。

苗　青　工程师,1969 年生,1991 年毕业于北京大学力学系流体力学专业,现在中国石油管道分公司管道科技研究中心从事管道输送工艺的研究工作。

王贺友　工程师,1969 年生,1991 年毕业于石油大学(山东)油气储运专业,现任中国石油抚顺石化分公司储运公司副经理,从事成品油长输管道技术管理工作。

冯　琦　高级工程师,1951 年生,1996 年毕业于石油大学(山东)油气储运专业,现任中国石油化工股份有限公司中原油田分公司采油工程事业部集输科科长,主要从事油气集输技术管理工作。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

OIL & GAS STORAGE AND TRANSPORTATION

(MONTHLY)

Vol. 23 No. 7 (Total No. 187) Jul. 25, 2004

CONTENTS AND ABSTRACTS

·OVERVIEW·

DONG Shenghou and LIANG Jinghua: Feasibility Analysis on Batch Transportation through Pipeline for Southern Xinjiang Crude Oil and Products, OGST, 2004, 23 (7) 1～3.

The necessity to transport the crude oil and products of Southern Xinjiang on the batch way through pipeline is described. In allusion to the problems existed in transportation ways, types of crude oil and products/physical property and batch transportation, the methods in pour point depressing, pipe cleaning and products treating is put forward. The program to batch - transport crude oil and products through pipeline is made and rational suggestions to do the job are presented. It is pointed out that the batch transportation of crude oil and products is feasible by determining a scientific batch and coordinating it into pipe cleaning technique.

Subject Headings: light crude oil, products, batch transportation, feasibility analysis

HU Shixin and DONG Xu: The Technical Status Quo and Disparities in China's Pipeline Coating Industry, OGST, 2004, 23 (7) 4～8.

The application status quo of pipeline coatings in different stages and development tendency of pipeline coatings at home and abroad are described. The authors present four new techniques for the field coating for welded joint with polyolefins, liquid epoxide/polyurethane, butt fusion joint and 3PP. The comprehensive analysis on the performances and requirements of pipeline coatings and selection of coatings is made on the basis of experimental evaluation and field examination results. It is pointed out that although the standardization of pipeline coating production and several parameters have already met foreign relative standards and codes, the disparity still can be seen in design, application, material, design scenario and the field coating for welded joint technique compared with foreign technology.

Subject Headings: pipeline, pipeline coating, coating technology, status quo, disparity

YAO Haiyuan, GONG Jing et al: Model Prediction and Measurement for Multiphase Flow Phase Holdup, OGST, 2004, 23 (7) 9～13.

During the exploitation process of the oil and gas fields, the fact that the transportation of oil - gas water three - phase flow has distinctive economic advantages has stimulated the researches on multiphase

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net