



“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

油田非金属压力管道技术

Non-metallic Pressure Pipeline Technology in Oilfields

● 孙红镜 马文琦 赵慧春 舒昌 著

73



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



“十一
材料系

工程出版规划项目
工程技术系列

油田非金属压力管道技术

孙红镜 马文琦 著
赵慧春 舒 昌

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书以油田非金属压力管道作为研究对象,主要内容包括钢骨架塑料复合管技术和玻璃钢压力管道技术两个部分。第1部分系统阐述了钢骨架塑料复合管相关理论知识和应用技术,涉及电阻焊、塑料成型等理论知识以及性能检验标准、施工规范等应用技术的内容;第2部分系统阐述了玻璃钢压力管道材料设计原则、制造工艺、压力检测与安装管理等研究内容。

本书是为油田电动机金属压力管道设计、制造、施工及管理的相关技术人员撰写的一本具有重要参考价值的工具书。

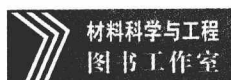
图书在版编目(CIP)数据

油田非金属压力管道技术/孙红懿等著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2014.8

ISBN 978-7-5603-4864-3

I. ①油… II. ①孙… III. ①石油管道-压力管道
IV. ①TE973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 182621 号



责任编辑 张秀华
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13.25 字数 307千字
版 次 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-4864-3
定 价 39.80元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

随着非金属压力管道在油田输送系统的广泛应用,性能优良的新型管道发挥重要作用恰逢其时。目前,应用于油田领域的新型非金属压力管道,主要包括钢骨架塑料复合管和玻璃钢压力管道两种。它们各具特点,优势明显。钢骨架塑料复合管是一种新型压力管道,它很好地结合了金属材料的刚性及塑料的韧性,具有双面防腐、耐压等优良性能,可以广泛应用于石油、化工、燃气、冶金、火力发电、制药及市政建设等行业和领域。玻璃钢压力管道,即纤维缠绕增强热固性树脂压力管道,是另一种新型压力管道,它具有轻质高强、耐腐蚀、寿命长、施工方便等特点,并具有良好的热性能和表面性能,因而广泛用于给排水、石油化工、市政建设、水利电力、海水淡化等领域,特别用于含油、含硫、含酸碱强腐蚀的管道。由于非金属压力管道的广泛应用,亟需相关技术人员系统掌握有关油田非金属压力管道输送系统的基础理论知识和应用技术方法。鉴于此,作者根据自己多年科研实践的经验,总结撰写本书,力求既有理论指导意义又有实际应用价值,以期能够满足相关技术人员的需求。

本书内容包括两部分,共12章。第1部分涉及钢骨架塑料复合管相关的理论知识和应用技术等内容;第2部分涉及玻璃钢压力管道的材料设计原则、制造工艺、压力检测与安装管理等内容。其中,第1章介绍了钢骨架塑料复合管的结构特点、性能优势及其应用领域;第2章探讨了与之相关的基础理论知识;第3章至第5章详尽阐述了钢骨架塑料复合管的生产制造工艺、成型磨具设计、压力等级确定及产品系列化等内容;第6章介绍了有关管道施工、安装及技术规范等工程技术应用方面的内容;第7章简介了玻璃钢压力管道的特点、基本性能及其应用领域;第8章探讨了玻璃钢压力管道的材料组成;第9章至第10章具体阐述了设计原则和制造工艺;第11章介绍了相关的检测方法和评价指标;第12章介绍了玻璃钢压力管道的安装与质量管理等内容。本书由孙红镡和马文琦负责撰写,赵慧春和舒昌参与了第2部分第7章至第12章内容的撰写。

本书是为油田非金属压力管道设计、制造、施工及管理的相关技术人员撰写的一本具有重要参考价值的工具书。

本书在撰写过程中,得到哈尔滨工业大学星河公司、大庆长垣管业公司的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不足与疏漏,欢迎读者批评指正。

作者
2013年9月

目 录

第 I 部分 钢骨架塑料复合管技术

第 1 章 概 述

- 1.1 塑料管材的发展与应用 3
- 1.2 钢骨架塑料复合管 5
 - 1.2.1 钢骨架塑料复合管的结构特点 6
 - 1.2.2 钢骨架塑料复合管的性能特点 7
 - 1.2.3 钢骨架塑料复合管的应用前景 9
- 1.3 钢骨架塑料复合管通过的实验与标准 11
 - 1.3.1 钢骨架塑料复合管的实验 11
 - 1.3.2 钢骨架塑料复合管的国家和部级标准 13

第 2 章 钢骨架塑料复合管制造基础理论

- 2.1 电阻焊技术 14
 - 2.1.1 电阻焊的特点与分类 14
 - 2.1.2 点焊基本原理 15
 - 2.1.3 点(凸)焊技术在钢骨架塑料复合管制造中的应用 17
- 2.2 挤出成型技术 20
 - 2.2.1 挤出成型过程 21
 - 2.2.2 挤出成型装置 21
 - 2.2.3 挤出模具设计 24
- 2.3 注塑成型技术 25
 - 2.3.1 注塑成型原理 25
 - 2.3.2 注塑成型装置 26
 - 2.3.3 注塑模具设计 27
- 2.4 塑料模具设计 CAE 技术 28
 - 2.4.1 注塑流动分析 CAE 30
 - 2.4.2 挤出流动分析 CAE 30

第 3 章 钢骨架塑料复合管制造技术

- 3.1 钢骨架塑料复合管的材料 32
 - 3.1.1 增强骨架钢丝(板) 32
 - 3.1.2 高密度聚乙烯 33

3.1.3	发热元件	35
3.2	钢骨架塑料复合管的制造技术	35
3.2.1	直管管材制造技术	35
3.2.2	管配件制造技术	37
3.3	钢骨架塑料复合管产品规格	40
3.3.1	直管管材产品规格及公称压力	40
3.3.2	管配件产品规格及公称压力	41
第4章 钢骨架塑料复合管成型模具的设计		
4.1	直管管材挤出模	48
4.1.1	直管管材复合成型机头设计	49
4.1.2	外成型机头结构设计	49
4.2	管件注塑模	51
4.2.1	管件注塑模结构	52
4.2.2	管件注塑模具设计	53
4.3	钢骨架塑料复合管模具设计 CAE	55
4.3.1	塑料熔体流动分析基本方程	55
4.3.2	塑料熔体粘性方程	55
4.3.3	挤出流动分析 CAE	57
4.3.4	注塑流动分析 CAE	58
第5章 钢骨架塑料复合管压力等级的设计		
5.1	钢骨架塑料复合管的力学分析	62
5.1.1	管道力学分析方程	62
5.1.2	有限元分析方法	64
5.1.3	复合管的受力有限元分析	66
5.1.4	复合管的力学模型建立	68
5.2	复合管强度设计理论	69
5.2.1	破坏形式	69
5.2.2	强度设计准则	70
5.2.3	强度计算公式	71
5.3	钢骨架塑料复合管强度设计	72
5.3.1	直管管材强度设计	72
5.3.2	管件强度设计	74
5.3.3	钢骨架塑料复合管强度设计流程	76
5.4	钢骨架塑料复合管承载特性	77
5.5	钢骨架塑料复合管系列化探讨	79
5.5.1	骨架钢丝网格间距的影响	80
5.5.2	骨架钢丝直径的影响	80
5.5.3	骨架钢丝强度的影响	81

5.6 钢骨架塑料复合管长期静液压强度的设计	81
5.6.1 长期静液压强度外推法	81
5.6.2 实验数据的获得	83
5.6.3 长期静液压强度性能的评定	83
第6章 钢骨架塑料复合管工程应用技术	
6.1 管道设计影响因素	87
6.2 管道水力计算	89
6.2.1 燃气管道	89
6.2.2 供水管道	89
6.3 管道安装设计	90
6.3.1 地上安装设计	90
6.3.2 地下安装设计	91
6.4 材料验收、存放、搬运和运输	92
6.5 管道安装与敷设	93
6.5.1 限制条件	93
6.5.2 管道连接准备	94
6.5.3 复合管安装要求	94
6.5.4 复合管连接	95
6.5.5 管道敷设	97
6.6 运行使用	98
6.6.1 运行前的检查	98
6.6.2 运行中的检查	99
6.7 复合管的修补、抢修及带气抽头	100
6.8 钢骨架塑料复合管道工程施工的质量保证	101
第II部分 玻璃钢压力管道技术	
第7章 绪 论	
7.1 玻璃钢压力管道的特点	105
7.2 玻璃钢压力管道的基本性能	106
7.2.1 玻璃钢压力管道的物理性能	106
7.2.2 玻璃钢压力管道的力学性能	107
7.2.3 玻璃钢压力管道的化学性能	108
7.3 玻璃钢压力管道的应用	109
7.3.1 油田方面	109
7.3.2 给排水和电站(厂)方面	110
7.3.3 其他方面	110
第8章 玻璃钢压力管道材料	
8.1 增强材料	111

8.2	基体材料	114
8.2.1	环氧树脂	114
8.2.2	环氧树脂的固化剂	116
8.2.3	不饱和聚酯树脂	119
8.2.4	酚醛树脂	121
8.2.5	乙烯基酯化树脂	123
8.3	辅助材料	124
8.3.1	偶联剂	124
8.3.2	填料	125
8.3.3	着色剂、阻燃添加剂及光稳定剂	126
第9章 玻璃钢压力管道设计原则与方法		
9.1	玻璃钢压力管道设计原则	127
9.2	玻璃钢压力管道设计方法	127
9.2.1	玻璃钢压力管道的材料选择	127
9.2.2	玻璃钢基本力学性能	128
9.2.3	玻璃钢压力管道的结构设计	141
9.3	油田玻璃钢压力管道的工程设计	143
9.3.1	油田用玻璃钢管的设计	145
9.3.2	铺层数设计计算	147
第10章 玻璃钢压力管道制造工艺		
10.1	玻璃钢压力管道制造工艺流程	149
10.1.1	喷射成型工艺	149
10.1.2	纤维缠绕成型工艺	151
10.2	玻璃钢压力管道成型工艺的影响因素	156
第11章 玻璃钢压力管道检测与评价		
11.1	玻璃钢压力管道的检测	158
11.1.1	理化性能检测	158
11.1.2	油田玻璃钢管的性能检测	161
11.2	玻璃钢管道性能的评价	173
11.2.1	定性评价	173
11.2.2	玻璃钢管道耐化学介质寿命表征	175
11.2.3	应变侵蚀条件下玻璃钢管道的寿命	176
第12章 玻璃钢压力管道的安装与质量管理		
12.1	玻璃钢压力管道的安装	179
12.1.1	玻璃钢压力管道连接的基本方式	179
12.1.2	玻璃钢管线的安装	181
12.1.3	玻璃钢压力管道的应用条件	185
12.1.4	玻璃钢压力管道的包装运输装卸及储存	185

12.2 玻璃钢压力管道的质量管理·····	186
12.2.1 玻璃钢压力管道质量管理·····	186
12.2.2 玻璃钢管道失效模式及机理·····	187
12.2.3 油田玻璃钢管失效预测预防·····	192
参考文献 ·····	196
索引 ·····	199

第 I 部分

钢骨架塑料复合管技术

第 1 章 概 述

1.1 塑料管材的发展与应用

塑料管材作为一种新型管道材料,自第二次世界大战中期开始发展,至今已成功应用了 70 余年。经过几十年的发展研究,塑料管道从生产技术到应用技术在国内外都比较完善,并且随着塑料种类多样化,产量也在迅速增长。2000 年,欧洲塑料管材产量为 1.6×10^8 t,日本为 6.5×10^8 t;美国为 2.4×10^8 t;我国自 20 世纪 80 年代初开始研制塑料管材,到 2000 年,各种塑料管材的总产量已达到 100 万吨,2010 年已经突破 2000 万吨。由于塑料管具有质量轻、耐腐蚀、水流损失小、安装方便等特点,受到了管道工程界的青睐,这种新型工程材料正在不断取代金属或其他传统的管道材料;同时因塑料管与传统金属管相比,其生产能耗少(一般小于 1:4)、环境污染小,日益受到政府及有关部门重视。

按材料区分塑料管道主要有:聚氯乙烯(PVC)管、聚乙烯(PE)管、交联聚乙烯(PE-X)管、聚丙烯(PP)管、聚丁烯(PB)管、ABS 工程塑料管、玻璃钢夹砂(RPM)管、铝塑复合(PAP)管、钢塑复合(SP)管及不同塑料复合管等品种。其中 PVC 塑料管是目前市场占有率最高的品种,PE 管的生产及应用规模仅次于 PVC,并且是发展最快、增长潜力最大的品种。

1. 硬质聚氯乙烯管

硬质聚氯乙烯(PVC-U)管具有较高的抗冲击性能和耐化学性能,并且可以根据使用要求不同,在加工过程中添加不同的添加剂,使其具有不同的物理和化学性能。根据实际需要又可生产出不同结构形式的管,如它又可分为:螺旋消声管、心层发泡管、径向加筋管、螺旋缠绕管、双壁波纹管 and 单壁波纹管。硬质聚氯乙烯管主要用于城市供水、城市排水、建筑排水和建筑给水等输送管道。国内一些城市 PVC-U 建筑排水管使用率达到 90% 以上;在城市供水管道中,已敷设 PVC-U 管道 80 000 km 以上,最大内径已达到 630 mm,并在不断增大。目前,PVC-U 生产设备已经实现了国产化。国内有 PVC-U 管生产企业 600 余家,年生产能力达到 10^7 t。

2. 聚乙烯管

聚乙烯(PE)管按其密度不同分为高密度聚乙烯(HDPE)管、中密度聚乙烯(MDPE)管、低密度聚乙烯(LDPE)管。HDPE 管具有较高的强度和刚度;MDPE 管除了有 HDPE 管的耐压强度外,还有良好的柔韧性和抗蠕变性能;LDPE 管的柔性、伸长率、耐冲击性能较好,尤其是耐化学腐蚀稳定性和抗蠕变性能良好。在国外 HDPE 管和 MDPE 管被广泛用作城市燃气管道、城市供水管道。目前,国内的 HDPE 管和 MDPE 管主要用作城市

燃气管道,少量用做城市供水管道,LDPE管则大量用做农用排灌管道。国内有PE管生产企业近150余家,年生产能力可达到 4.5×10^6 t。

3. 氯化聚氯乙烯管

氯化聚氯乙烯(PVC-C)管是由过氯乙烯树脂加工而成的一种塑料管道,具有较好的耐热、耐老化、耐化学腐蚀性。国内多用于电力电缆护套管,国外则多用于热水管、废液管和污水管。

4. 交联聚乙烯管

交联聚乙烯(PE-X)管是通过化学方法或物理方法将聚乙烯分子的平面链状结构改变为三维网状结构,使其具有优良的理化性能。主要用于建筑室内冷热水供应和地面辐射采暖。目前国内交联聚乙烯管生产企业有近100家,生产能力可达到 5×10^9 m/a。

5. 三型聚丙烯管

三型聚丙烯(PP-R)管是第三代改性聚丙烯管,即采用气相共聚法使PE在PP分子链中随机均匀地聚合,使其具有良好的抗冲击、耐温和抗蠕变性能。主要用于建筑室内冷热水供应和地面辐射采暖。国产的共聚PP原料在性能上与国外名牌PP-R管专用料相比尚有一定差距,因此目前国内生产PP-R管的原料大部分是从国外进口。

6. 聚丁烯管

聚丁烯管(PB)具有独特的抗蠕变性能,能长期承受高负荷而不变形,在化学稳定性可在 $-20 \sim 95$ °C之间安全使用。主要用于自来水、热水和采暖供热管,但由于PB树脂供应量小而价格高等原因,国内难以大量生产与应用。

7. ABS工程塑料管

ABS是丙烯腈、丁二烯、苯乙烯的三元共聚物,具有较高的耐冲击强度和表面硬度。在 $-40 \sim 100$ °C范围内仍能保持韧性和刚度,并且不受电腐蚀和土壤腐蚀。在国外通常用做卫生洁具下水管、输气管、高腐蚀工业管道。国内主要用于建筑室内冷热水和水处理的加药管道、有腐蚀作用的工业管道。

8. 玻璃钢夹砂管

玻璃钢夹砂(RPM)管是采用短玻璃纤维离心或长玻璃纤维缠绕而中间夹砂的工艺制作,管壁略厚、环向刚度较大,可用做承受内、外压的埋地管道。玻璃钢夹砂管具有强度高、质量轻、耐腐蚀等特点,可用于化工等工业管道,尤其适用于做大口径城市给排水管道。

9. 铝塑复合管

铝塑复合(PAP)管是通过挤出成型工艺而生产制造的新型复合管材。它是由聚乙烯层、胶粘剂层、铝层、胶粘剂层、聚乙烯层五层结构构成,可广泛应用于建筑室内冷热水供应和地面辐射采暖。目前国内铝塑复合管生产企业达到近300家,生产能力可达到 1.5×10^{10} m/a。

10. 钢塑复合管

钢塑复合(SP)管是由金属与塑料结构复合而成,金属部分通过界面结合承受管材的

大部分载荷,而塑料部分主要在防腐和承载小部分载荷方面起作用。它具有钢管的机械强度和塑料管的耐腐蚀性,主要应用于石油、化工、市政建设等行业和领域。目前,钢塑复合管的种类主要有如下几种:

(1)内、外衬塑料钢塑复合管。此种复合管就是在钢管内壁或外壁加一层衬(或涂覆)的塑料管。此种管材生产工艺有硫化床涂装法、静电喷涂法、真空抽吸以及塑料管内衬法等。多采用间歇式生产方式。

(2)编织钢网增强复合塑料管。它是在塑料管的外层用钢丝编织一层增强钢网,再于钢丝网上复合挤出一层塑料而成。一般内层塑料多采用 PE-X,外层采用 PE,编网钢丝直径为 0.5~0.8 mm。

(3)钢板网增强复合塑料管。它是将冲孔的钢带卷焊成钢管,再用复合挤出的方法在钢板网的内外层复合上 PE 塑料而成。此种复合塑料管可以实现连续生产,是一种有较大发展前途的新型钢塑复合管材。

(4)绕焊钢骨架塑料复合管。它是通过缠绕并连续焊接成型的管状钢丝网作为加强骨架镶嵌在热塑性塑料管壁中间而构成的结构型复合管材。这种新型管材综合性能优越,已广泛应用于输油、输水和输气的各个工业领域。

1.2 钢骨架塑料复合管

钢骨架塑料复合管是一种新型的双面防腐压力管道,如图 1.1 所示。这种新型管道很好地解决了金属管道耐压不耐腐,非金属管道耐腐不耐压,钢塑管易脱层,玻璃钢管对铺设环境要求较高、抗冲击力差等诸多缺陷。钢骨架塑料复合管的制造工艺技术与成套装置已获六项发明专利,其产品于 1996 年通过了国家部级鉴定,并被列为国家建材工业协会科技成果重点推广项目;1997 年获国家级新产品证书,并被列入“九五”《国家科技成果重点计划指南项目(四)》和国家纪委《军转民“九五”计划纲要》项目。钢骨架塑料复合管产品的发明人何轶良教授荣获 2001 年度蒋氏科技成就奖,每两年颁发一次的蒋氏科技成就奖被视为华人制造工业界最高荣誉。

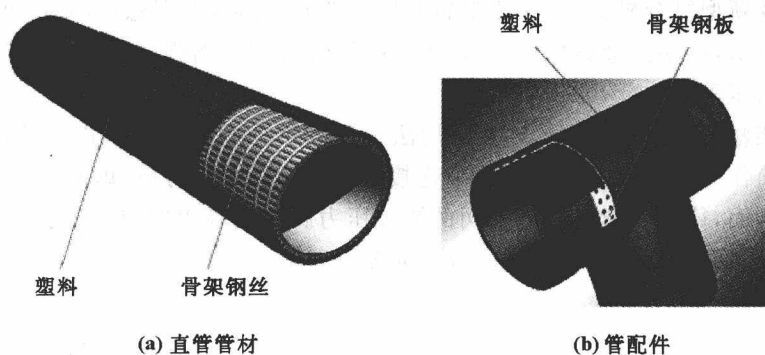


图 1.1 钢骨架塑料复合管产品

钢骨架塑料复合管的问世,为管道业的发展提供了一个新的方向,其普及推广将带动

中国乃至全球管道业的技术进步。钢骨架塑料复合管的规模化生产,不仅填补该领域内的空白,而且将带动一大批相关行业的发展。

1.2.1 钢骨架塑料复合管的结构特点

钢骨架塑料复合管采用挤出成型方式生产,即以优质低碳钢丝为增强相,高密度聚乙烯(或聚丙烯)为基体,对钢丝点焊成网与塑料挤出填注同步进行,在生产线上连续成型,经冷却、牵引得到制品,如图 1.2 所示。

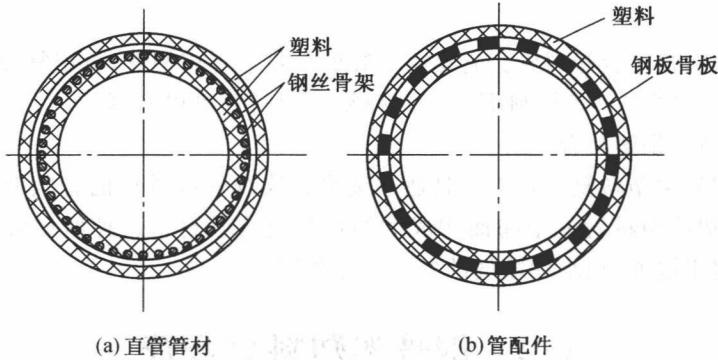


图 1.2 钢骨架塑料复合管横截面结构图

目前,塑料管道行业将钢骨架塑料复合管称为 SPE,其中的 S 代表 STEEL(钢),PE 代表高密度聚乙烯塑料;还有另外一种解释,即钢骨架塑料复合管是 SUPERPE 管的简称。从材料学的角度看,由两种不同材料通过物理方法合成的新材料可看成是复合材料,钢骨架塑料复合管恰恰具备了这一特征。同其他塑料管材相比,其显著特点是将塑料的耐腐蚀性与增强钢骨架网的高强度集于一体,即管壁的内外层塑料通过管壁中间的金属网孔连接为一体(如同钢筋混凝土的结构形式),这既解决了因双方热收缩差异较大而易剥离的问题,又提高了管材的抗腐蚀性。

在复合管直管管材的生产过程中采用国际独有的钢丝编网、高速点焊、塑料共挤同步成型技术及新型复合机头,可保证制品内外壁光滑、均匀,生产稳定,质量可靠。管件生产采用注塑技术,以多孔金属板卷筒、焊接而成的骨架作为增强体,保证了其具有与直管管材相同的耐压等级。

钢骨架塑料复合管管道的连接采用法兰和电热熔连接两种形式,如图 1.3 所示。其中电熔套筒作为最基本的连接占整个连接的 95%,采用长封口,即套筒与直管管材间的连接面为锥面,德国 Manesman 公司的爆破压力测试实验表明,良好的连接状态下,连接处的强度可达到或高于直管管材本身的强度。

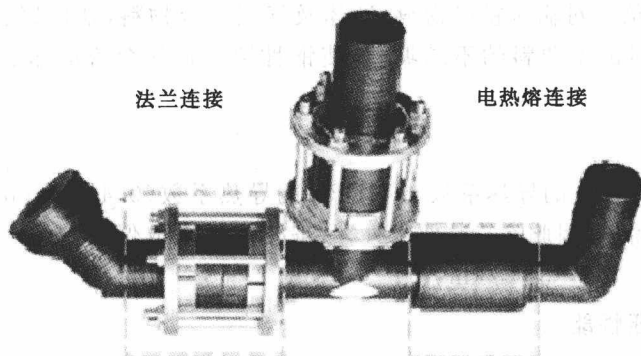


图 1.3 钢骨架塑料复合管主要连接方式

1.2.2 钢骨架塑料复合管的性能特点

市场上的塑料管材从结构形式上主要分为纯塑料管材和复合塑料管材两大类。纯塑料管材虽应用广泛,但一般存在蠕变、脆性开裂、快速开裂、耐高温性和刚性差、承压能力较低等缺点,其用途受到限制。复合管材品种虽多,但也存在一些问题,如钢塑复合管长期使用易使钢塑脱离,连接密封不可靠;铝塑复合管容易制作,但承压力低,目前仅限于小管径管材;玻璃钢塑料管存在耐冲击性差、管件不配套、不宜机械化生产、安装连接不方便等缺点。

钢骨架塑料复合管的成型工艺,是使塑料和钢骨架牢固地结合在一起,因而充分发挥了两者的优势,同时又弥补了各自的不足,使其具有其他塑料管无法比拟的多方面优良性能。

1. 耐压耐温性能

钢骨架塑料复合管的钢骨架网是主要承载体,它在管道输送介质时承担大部分压力,约束塑料的蠕变、收缩和膨胀变形,并且能把管内的径向压力转换成轴向拉力。实验证明,钢骨架塑料复合管的承载能力是相同壁厚纯塑料管的几倍。塑料管材的强度在其使用温度范围内一般随温度的提高而降低,温度每提高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,其强度降低 10% 以上。而由于钢骨架塑料复合管中钢骨架网的主要承载作用,其强度随使用温度的提高而降低的程度低于纯塑料管,实验结果表明,温度每提高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,钢骨架塑料复合管的强度降低 5% 以下。

2. 耐腐蚀性能

钢骨架塑料复合管中的钢骨架完全被塑料包覆,而塑料采用的是进口的高密度聚乙烯,具有极好的化学稳定性,在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下不溶于绝大多数无机和有机溶液,可耐大多数酸、碱、盐所引起的腐蚀,因此管材内外表面具有相同的防腐性能,且耐磨,内壁光滑使输送阻力小、不结垢、不结腊,节能效果明显,用于地理及存在腐蚀的环境下,十分经济方便。

3. 水力学性能

钢骨架塑料复合管的内壁绝对粗糙度 ($Ra = 0.22 \sim 0.47\ \mu\text{m}$) 比钢管的 ($Ra = 20 \sim$

50 μm)小约 100 倍。对输送粉状物料、液体及气固混合物料,如矿浆、煤粉、烟尘等有良好的耐磨性。同时由于塑料的不结垢性,使钢骨架塑料复合管的输送性能提高 20%~30%。

4. 保温性能

钢骨架塑料复合管的导热系数与 HDPE 的导热系数(0.43 W/(m·K))相当,比钢管的导热系数小得多,因此除特殊要求外,一般不需要采取保温措施。据测,在环境温度 -20 $^{\circ}\text{C}$ 时,热损失为 2~3 $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 。

5. 长期静液压性能

根据 1998 年 9 月美国芝加哥 Bodycote 实验室依据 ASTM D2837、D1598 和 D1599 标准试验方法对钢骨架塑料复合管进行长期静液压强度测试,在 23 $^{\circ}\text{C}$ 、60 $^{\circ}\text{C}$ 和 80 $^{\circ}\text{C}$ 下管材都具有非常高的破坏强度。通过试验数据推算,钢骨架塑料复合管在 23 $^{\circ}\text{C}$ 和 60 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下使用,10 000 h 和 50 年的长期静液压强度分别为 10.5 MPa 和 9.3 MPa。由此可预测,在 20 $^{\circ}\text{C}$ 条件下预期使用寿命可达 100 年,50 年以上允许连续使用温度高于 40 $^{\circ}\text{C}$ 。

6. 抗快速开裂和环境应力开裂性能

快速开裂是指管材在冲击应力作用下,管壁沿轴向以很快速度开裂的偶然性、突发性破坏方式,在管材直径大并且使用温度低的情况下更易发生。而环境应力开裂是指管材在与环境介质接触时或在组合应力作用下,从管材表面开始逐步产生的脆性开裂现象。世界各国的实践和测试证明,纯塑料管在使用中存在因冲击应力导致快速开裂和因环境应力诱导的慢速开裂的可能性。

钢骨架塑料复合管由于环向缠绕钢丝的存在,承受环向负载能力大大提高,从而改善了其抗快速开裂和环境应力开裂性能。比利时 BECETEL 管材管件研究中心受我方委托,依照 ISO13477(S4 试验)标准,对 DN150 复合管耐快速开裂性能进行测试,其试验结果表明,钢骨架塑料复合管具有很强的抗快速开裂性能。

7. 耐冲击性和尺寸稳定性

钢的弹性模量通常是高密度聚乙烯弹性模量的 200 倍左右,由于钢骨架的加强作用,使复合管的刚性、耐冲击性及尺寸稳定性优于任何一种纯塑料管,同时它还是一种柔性结构,从而使该管具有刚、柔并济的特点,具有很好的装卸性、运输性、安装性和可靠的运行性。地下安装可有效承受由于沉降、滑移、车辆等造成的突发性冲击载荷。

8. 钢塑两种材料复合均匀可靠

钢骨架塑料复合管中的塑料与钢骨架网状结构互相交织浑然一体,两种材料相互约束力大而均匀,复合表面积大而不规则,应力集中小。

9. 自示踪性

由于钢骨架塑料复合管中含有金属材料成分,这决定了复合管具有先天的自示踪性,可用磁性金属探测器进行寻踪,不必另外埋设跟踪或保护标记,可避免挖掘破坏,为抢险和维护提供了极大的便利条件。