

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 1 月 9 日 (09.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/006947 A1

- (51) 国际专利分类号:
B32B 1/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/113507
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 1 日 (01.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810705266.4 2018年7月2日 (02.07.2018) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园,
Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 王法承 (WANG, Facheng); 中国北京
市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 于
- 清 (YU, Qing); 中国北京市海淀区清华园,
Beijing 100084 (CN)。
- (74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL
PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: CARBON STEEL-CONCRETE/CEMENT MORTAR-STAINLESS STEEL COMPOSITE SUBMARINE PIPELINE

(54) 发明名称: 一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道

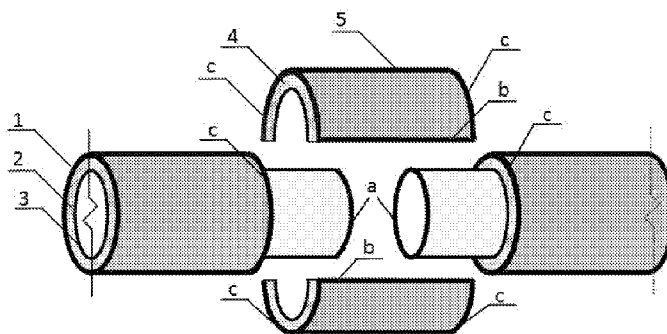


图 2

(57) Abstract: A carbon steel-concrete/cement mortar-stainless steel composite submarine pipeline belongs to the technical field of marine structure engineering. The composite submarine pipeline is formed by connecting several composite sub-pipelines provided in sequence along the axial direction of the pipeline, each composite sub-pipeline has the same structure and comprises an outer carbon steel pipe and an inner stainless steel pipe which have a circular cross section and are concentrically placed, and the space between the outer carbon steel pipe and the inner stainless steel pipe is filled with concrete or cement mortar to form a sandwiched structure with a circular ring-shaped cross section. Between two adjacent composite sub-pipelines, the weld seam on the inner stainless steel pipe is covered by the concrete/cement mortar, and the fatigue performance of the inner stainless steel pipe at the weld seam can be effectively improved.

(57) 摘要: 一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道, 属于海洋结构工程技术领域。该复合海底管道由沿该管道轴向依次设置的若干个复合子管道拼接而成, 各复合子管道结构相同, 均包括具有圆形横截面且同心放置的外层碳素钢管和内层不锈钢管, 外层碳素钢管和内层不锈钢管之间填充混凝土或水泥砂浆形成具有圆环形横截面的夹层结构。相邻的两复合子管道之间通过混凝土/水泥砂浆覆盖内层不锈钢管道焊缝, 可以有效提高焊缝处内层不锈钢管的疲劳性能。

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道

技术领域

本发明属于海洋结构工程技术领域，具体涉及一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道。

5

背景技术

海底管道是海洋油气开发的一种重要结构组成，通过材料强度和耐腐蚀特性，保护管道内传输介质免受管道外和管内复杂环境的影响，保障了油气等资源的不间断传输，承担着大部分油气田输送的重要任务。但是，在服役过程中，海底管道受到内部或外部、人为或自然因素的影响，可能发生结构损伤与材料老化，这种损伤的积累可能导致海底管道发生断裂破坏、腐蚀泄漏等事故。近年来，油气介质中二氧化碳（CO₂）或硫化氢（H₂S）易腐蚀成分变化造成管道腐蚀泄漏、海洋活动产生落锚造成管道结构损伤等事故日益频繁，尽管海底管道技术经过长足的发展，但目前海底管道结构形式难以满足力学性能和耐腐蚀性的要求，事故日益增加。比如传统单层和双层海底管道，在传输含有一定二氧化碳（CO₂）或硫化氢（H₂S）成分的油气介质时，通过设计腐蚀裕量的方法难以满足耐腐蚀性要求。双金属复合管，通过内层不锈钢管提升结构耐腐蚀性。但内层不锈钢管和外层混凝土在计算管道整体力学性能时，因其分别通过机械复合和外包粘结连接碳素钢管，一般不作考虑，使得双金属复合管在恶劣环境下可能难以满足力学性能的要求。

发明内容

本发明的目的是为了克服已有技术的不足之处，提供一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道结构，本发明可显著提高管道整体的力学性能和耐腐蚀性，又兼具保温性能。

为实现上述目的，本发明采用的技术方案如下：

本发明提出的一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道，其特征在于，由沿该管道轴向依次设置的若干个复合子管道拼接而成，各复合子管道结构相同，均包括具有圆形横截面且同心放置的外层碳素钢管和内层不锈钢管，所述外层碳素钢管和内层不锈钢管之间填充混凝土或水泥砂浆形成具有圆环形横截面的夹层结构。

进一步地，相邻两所述复合子管道之间按照以下方式连接：连接处的两个复合子管道的内层不锈钢管轴向长度均超出外层碳素钢管和夹层结构第一长度，内层不锈钢管对准后采用环向焊接；将长为 2 倍第一长度的两个连接结构分别覆盖在连接处的内层不锈钢管外侧，各连接结构均由同心放置的内层混凝土或水泥砂浆半圆环和外层碳素钢半圆环一体

成型，且内层混凝土或水泥砂浆半圆环的内侧与连接处的内层不锈钢管外侧紧密接触；将两个外层碳素钢半圆环对准后进行轴向焊接；将焊接好的两个外层碳素钢半圆环和两侧复合子管道的外层碳素钢管对准后进行环向焊接。

本发明的有益效果为：夹层混凝土或水泥砂浆与内外钢管的组合作用，可显著提高管道整体的力学性能；内层不锈钢管的材料特性提供了优异的耐腐蚀性；采用混凝土或水泥砂浆提供了一定的保温性能；通过混凝土或水泥砂浆覆盖内层管道焊缝，可以有效提高焊缝处内层不锈钢管的疲劳性能。本发明的内层不锈钢的中空夹层钢管混凝土海底管道结构可应用于服役环境恶劣和油气腐蚀的海洋环境中。

附图说明

图 1 是本发明实施例中复合子管道的横截面示意图；

图 2 是本发明实施例中相邻两复合子管道的连接示意图。

具体实施方式

以下结合附图和实施例对本发明进一步详细说明如下：

本发明实施例的一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道，由沿该管道轴向依次设置的若干个复合子管道拼接而成，各复合子管道结构相同，其横截面参见图 1，均包括具有圆形横截面且同心放置的外层碳素钢管 1 和内层不锈钢管 3，外层碳素钢管 1 和内层不锈钢管 3 之间填充混凝土或水泥砂浆形成具有圆环形横截面的夹层结构 2。

外层碳素钢管 1 直径在 6-60 寸，直径与壁厚比小于等于 45，直径与壁厚比的最小值由经济性和产品工艺决定，一般大于 15。外层碳素钢管 1 直径与内层不锈钢管 3 直径比值为 0.25~0.75。填充物为混凝土或者水泥砂浆，夹层结构 2 厚度大于等于 30mm，夹层结构 2 厚度的最大值满足外层碳素钢管 1 直径与内层不锈钢管 3 直径比取值范围。当夹层填充混凝土时，一般要求夹层结构 2 厚度大于等于混凝土中骨料粒径的 3 倍。内层不锈钢管 3 壁厚不小于 2mm。外层碳素钢管 1 直径 D_o 与其壁厚 t_o 的比值 D_o/t_o 小于内层不锈钢管 3 直径 D_i 与其壁厚 t_i 的比值 D_i/t_i ，以保障轴压极限荷载作用下，外层碳素钢管先于内层不锈钢管达到其极限轴向承载能力。

进一步地，本发明实施例中相邻两复合子管道之间的连接方式如图 2 所示，连接处的两个复合子管道的内层不锈钢管 3 轴向长度均超出外层碳素钢管 1 和夹层结构 2 约 200-400mm（根据具体工程拟定，本实施例为 250 mm），内层不锈钢管 3 对准后采用环向 a 焊接，将长约为 400-800mm（根据具体工程拟定，本实施例为 500 mm）的两个连接结构分别覆盖在连接处的内层不锈钢管 3 两外侧，两个连接结构均由同心放置的内层混凝土或水

泥砂浆半圆环 4 和外层碳素钢半圆环 5（该外层碳素钢半圆环的尺寸与两侧外层碳素钢管的尺寸相等）一体成型，且内层混凝土或水泥砂浆半圆环 4 的内侧与连接处的内层不锈钢管 3 外侧紧密接触，再将两个外层碳素钢半圆环 5 对准后进行轴向 b 焊接，最后将焊接好的两个外层碳素钢半圆环 5 和两侧复合子管道的外层碳素钢管 1 对准后进行环向 c 焊接。

5 本发明实施例中的各组成部件均采用市售材料通过常规制备工艺得到，其中，混凝土采用普通混凝土、轻骨料混凝土或再生混凝土中的任意一种。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并非限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换、改进等，均包含的本发明的保护范围内。

10

15

20

25

30

权利要求书

1、一种碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道，其特征在于，由沿该管道轴向依次设置的若干个复合子管道拼接而成，各复合子管道结构相同，均包括具有圆形横截面且同心放置的外层碳素钢管和内层不锈钢管，所述外层碳素钢管和内层不锈钢管之间填充混凝土或水泥砂浆形成具有圆环形横截面的夹层结构。

2、根据权利要求1所述的碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道，其特征在于，相邻两所述复合子管道之间按照以下方式连接：连接处的两个复合子管道的内层不锈钢管轴向长度均超出外层碳素钢管和夹层结构第一长度，内层不锈钢管对准后采用环向焊接；将长为2倍第一长度的两个连接结构分别覆盖在连接处的内层不锈钢管两外侧，各连接结构均由同心放置的内层混凝土或水泥砂浆半圆环和外层碳素钢半圆环一体成型，且内层混凝土或水泥砂浆半圆环的内侧与连接处的内层不锈钢管外侧紧密接触；将两个外层碳素钢半圆环对准后进行轴向焊接；将焊接好的两个外层碳素钢半圆环和两侧复合子管道的外层碳素钢管对准后进行环向焊接。

3、根据权利要求2所述的碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道，其特征在于，所述第一长度的取值为200-400mm。

4、根据权利要求1~3中任意一项所述的碳素钢-混凝土/水泥砂浆-不锈钢复合海底管道，其特征在于，所述混凝土采用普通混凝土、轻骨料混凝土或再生混凝土中的任意一种。

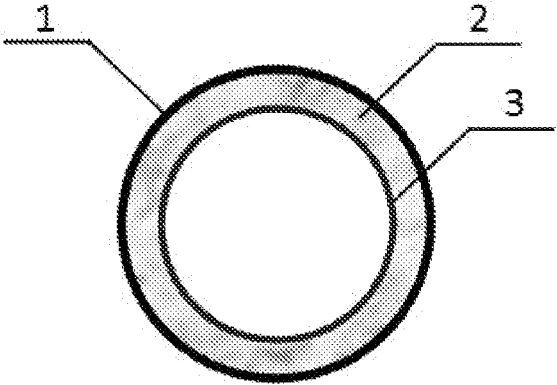


图 1

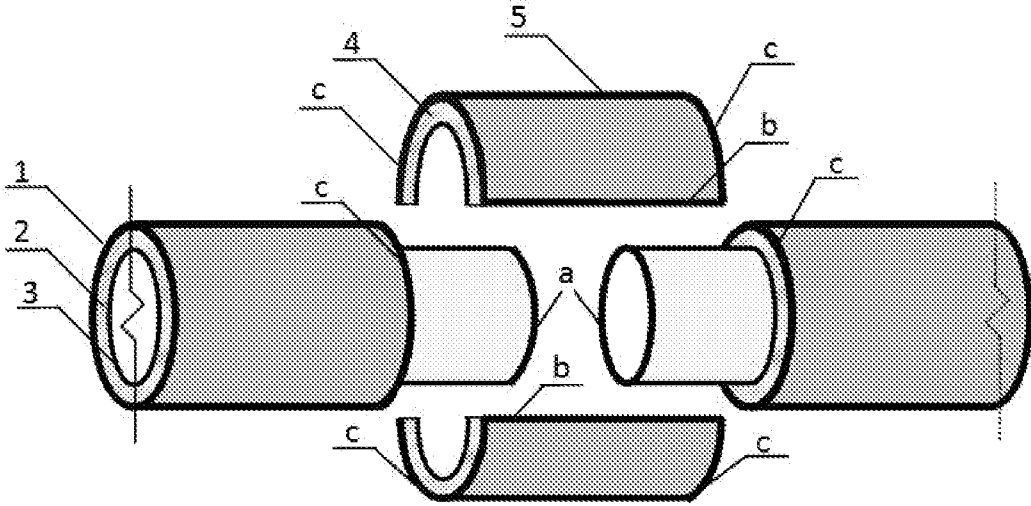


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/113507

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B32B 1/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B32B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; DWPI; GOOGLE; 中国期刊网全文数据库, CJFD; 读秀, DUXIU; 海底, 管, 夹层, 碳钢, 碳素钢, 不锈钢, 混凝土, 砂浆, mortar-stainless steel, cabon steel, concrete, pipeline

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108638591 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 12 October 2018 (2018-10-12) claims 1-4	1-4
Y	CN 204942783 U (TIANJIN TIANZHU LYUTONG BUILDING MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 January 2016 (2016-01-06) description, paragraphs [0006]-[0011]	1, 4
Y	CN 206170776 U (MENG, QINGLIAN ET AL.) 17 May 2017 (2017-05-17) description, paragraph [0010]	1, 4
A	CN 203905299 U (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 29 October 2014 (2014-10-29) description, paragraphs [0009]-[0013]	1-4
A	CN 205171830 U (TSINGHUA UNIVERSITY) 20 April 2016 (2016-04-20) description, paragraphs [0005]-[0011]	1-4
A	CN 204062205 U (ZHANG, TANWEI) 31 December 2014 (2014-12-31) description, paragraphs [0005]-[0008]	1-4
A	US 2009107553 A1 (E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY) 30 April 2009 (2009-04-30) the abstract	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 March 2019

Date of mailing of the international search report

22 March 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/113507

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108638591	A	12 October 2018	None			
CN	204942783	U	06 January 2016	None			
CN	206170776	U	17 May 2017	None			
CN	203905299	U	29 October 2014	None			
CN	205171830	U	20 April 2016	None			
CN	204062205	U	31 December 2014	None			
US	2009107553	A1	30 April 2009	CA	2703162	C	11 September 2012
				CN	101842226	B	20 August 2014
				CN	101842226	A	22 September 2010
				US	2009107572	A1	30 April 2009
				RU	2010121926	A	10 December 2011
				WO	2009059108	A1	07 May 2009
				RU	2483925	C2	10 June 2013
				CA	2703162	A1	07 May 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/113507

A. 主题的分类

B32B 1/08 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

B32B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS; CNTXT; DWPI; GOOGLE; 中国期刊网全文数据库; 读秀: 海底, 管, 夹层, 碳钢, 碳素钢, 不锈钢, 混凝土, 砂浆, mortar-stainless steel, carbon steel, concrete, pipeline

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 108638591 A (清华大学) 2018年 10月 12日 (2018 - 10 - 12) 权利要求1-4	1-4
Y	CN 204942783 U (天津天筑禄通建材科技有限公司) 2016年 1月 6日 (2016 - 01 - 06) 说明书第[0006]-[0011]段	1, 4
Y	CN 206170776 U (孟庆连 等) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 说明书第[0010]段	1, 4
A	CN 203905299 U (中南大学) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29) 说明书第[0009]-[0013]段	1-4
A	CN 205171830 U (清华大学) 2016年 4月 20日 (2016 - 04 - 20) 说明书第[0005]-[0011]段	1-4
A	CN 204062205 U (张谭伟) 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31) 说明书第[0005]-[0008]段	1-4
A	US 2009107553 A1 (E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY) 2009年 4月 30日 (2009 - 04 - 30) 摘要	1-4

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 3月 12日

国际检索报告邮寄日期

2019年 3月 22日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

张金磊

电话号码 86-(10)-53962698

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/113507

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108638591	A	2018年 10月 12日	无	
CN	204942783	U	2016年 1月 6日	无	
CN	206170776	U	2017年 5月 17日	无	
CN	203905299	U	2014年 10月 29日	无	
CN	205171830	U	2016年 4月 20日	无	
CN	204062205	U	2014年 12月 31日	无	
US	2009107553	A1	2009年 4月 30日	CA 2703162 C	2012年 9月 11日
				CN 101842226 B	2014年 8月 20日
				CN 101842226 A	2010年 9月 22日
				US 2009107572 A1	2009年 4月 30日
				RU 2010121926 A	2011年 12月 10日
				WO 2009059108 A1	2009年 5月 7日
				RU 2483925 C2	2013年 6月 10日
				CA 2703162 A1	2009年 5月 7日