

(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
2021 年 1 月 28 日 (28.01.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/013116 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 3/56 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/102919

(22) 国际申请日: 2020 年 7 月 20 日 (20.07.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910666070.3 2019 年 7 月 23 日 (23.07.2019) CN

(71) 申请人: 西安热工研究院有限公司
(XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO.LTD) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。

(72) 发明人: 李江 (LI, Jiang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。唐丽英 (TANG, Liying); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。周荣灿 (ZHOU, Rongcan); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。詹英杰 (ZHAN, Yingjie); 中国山东省威海市荣成市石核路 9 号, Shandong 264309 (CN)。龚兵 (GONG, Bing); 中国山东省威海市荣成市石核路 9 号, Shandong 264309 (CN)。王庆武 (WANG, Qingwu); 中国山东省威海市荣成市石核路 9 号, Shandong 264309 (CN)。徐安 (XU, An); 中国山东省威海市荣成市石核路 9 号, Shandong 264309 (CN)。李季 (LI, Ji); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710048 (CN)。王博涵 (WANG, Bohan); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi

(54) Title: HIGH-TEMPERATURE AND HIGH-PRESSURE WATER SLOW TENSILE STRESS CORROSION TEST SYSTEM FOR METAL TUBE FULL-TUBE SAMPLE

(54) 发明名称: 一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统

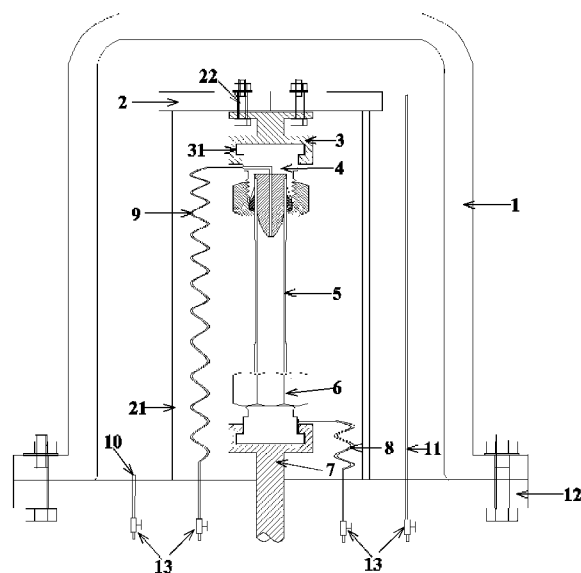


图 1

(57) Abstract: A high-temperature and high-pressure water slow tensile stress corrosion test system for a metal tube full-tube sample, comprising upper and lower joints (3, 7), upper and lower clamps (4, 6), a metal tube full-tube sample (5) and so on. The upper and lower clamps (4, 6) are installed at upper and lower ends of the metal tube full-tube sample (5) respectively, and clamp a sample by means of an inner plug (41) and an outer clamping ring (43). The upper and lower clamps (4, 6) are each internally provided with a water injection hole (421). High-temperature and high-pressure water enters the inside of the metal tube full-tube sample (5) by means

710048 (CN)。 侯淑芳(HOU, Shufang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。 宁娜(NING, Na); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路136号, Shaanxi 710048 (CN)。

(74) 代理人: 西安通大专利代理有限责任公司(XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市高新区锦业路32号, Shaanxi 710075 (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

of a sample inner cavity inlet tube (8), and then flows out by means of a sample inner cavity outlet tube (9), and a flow is formed in a sealed cavity of the metal tube full-tube sample (5). The entire clamping system and the sample are placed in an autoclave, and the autoclave provides a high-temperature and high-pressure water environment outside of the metal tube full-tube sample (5). The present test system is ingeniously designed and simple and convenient to operate, and may be installed on various high-temperature and high-pressure water slow tensile testing machines commonly used in laboratories. Slow tensile stress corrosion testing may be carried out in high-temperature and high-pressure water environments that have different temperatures, pressures, and water chemical parameters (dissolved oxygen, conductivity and pH) on the inner and outer sides of the metal tube full-tube sample.

(57) 摘要: 一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统, 包括上下接头(3,7)、上下夹具(4,6)和金属全管样(5)等, 上下夹具(4,6)分别安装在金属全管样(5)上下两端, 通过内塞头(41)和外部夹紧环(43)夹紧试样; 上下夹具(4,6)内均设置注水孔(421), 高温高压水通过试样内腔入水管(8)进入金属全管样(5)内侧, 再通过试样内腔出水管(9)流出, 在金属全管样(5)内的密封腔内形成流动; 整个夹持系统及试样置于高压釜内, 高压釜提供金属全管样(5)外部的高温高压水环境。该试验系统设计巧妙, 操作简单方便, 可以安装于实验室常见的各种高温高压水慢拉伸试验机上, 可实现金属管全管样在内外侧不同温度、压力、水化学参数(溶解氧、电导率、pH)的高温高压水环境中进行慢拉伸应力腐蚀试验。

一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统

【技术领域】

5 本发明属于金属材料应力腐蚀试验研究领域，具体涉及一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统。

【背景技术】

金属薄壁管构件已经广泛应用于核电一回路的关键部件，如压水堆蒸汽发生器传热管，而蒸发器传热管在高温高压水环境中的应力腐蚀开裂已成为其最主要的失效形式，目前已经成为核工业界面临的重要问题。在研究材料应力腐蚀开裂
10 敏感性时，慢拉伸是一种常用且可靠性高的试验方法，它通过缓慢的应变速率（ $10^{-5} \sim 10^{-8} s^{-1}$ ）来施加应力，直至试样发生断裂。通常利用慢拉伸方法评价材料的应力腐蚀敏感性采用标准试样（如 GB/T 15970、ASTM G129 中给出的棒状、板状试样），但由于形状效应，标准试样无法反应金属薄壁管的形状、尺寸因素对其应力腐蚀敏感性的影响，目前常用的方法为：将薄壁管试样对中剖开，加工
15 成扁舟状试样，然后设计相关夹具进行高温高压水中的应力腐蚀试验（参见中国发明专利：201611028719.1 和 201320175058.0），但是这种方法的试样对中性往往满足不了要求，试样尺寸测量和截面积无法精确计算，试验结果偏差会很大，数据分散性大。

除此之外，目前高温高压水中的应力腐蚀试验通常直接将试样置于高压釜内，
20 传热管试样内侧与外侧在相同的温度、压力及水化学环境中进行试验，往往忽略了实际服役工况下传热管由于内外侧温度、压力、水化学参数不同而导致的服役性能变化，然而已有研究表明传热管内外侧温度、压力、水化学条件不同对其应

力腐蚀性能往往有着重要影响，在单一环境中进行试验，其结果必然会有一定误差，从而限制了相应构件进行比较准确的性能评估。

25 【发明内容】

本发明的目的是为了克服现有技术中的以上弊端，提供了一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统。

本发明采用如下技术方案来实现的：

一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，包括由高压釜体和
30 高压釜盖组成的高压釜，试样内腔入水管，试样内腔出水管，高压釜入水管，高压釜出水管，以及用于设置在高压釜内的加载支撑架、上接头、上夹具、金属全管样、下夹具和下接头；其中，

试验时，上夹具和下夹具分别安装在金属全管样上下两端，上接头两端分别与上夹具和加载支撑架连接，下接头一端与下夹具连接，另一端穿过高压釜盖后
35 与慢拉伸试验机连接；上夹具和下夹具内均开设有注水孔，高温高压水通过与下夹具连接的试样内腔入水管进入金属全管样的内侧，再通过与上夹具连接的试样内腔出水管流出高压釜，在金属全管样内的密封腔内形成流动；高压釜入水管和高压釜出水管均穿过高压釜盖与高压釜内连通；高压釜体与高压釜盖形成密封空间提供金属全管样外部的高温高压水环境，整套系统能够实现金属全管样在内外
40 侧不同温度、压力及水化学参数的高温高压水环境中进行慢拉伸应力腐蚀试验，其中水化学参数包括溶解氧、电导率和 pH。

本发明进一步的改进在于，上夹具包括内塞头、夹具本体、夹紧环和螺母，内塞头安装在金属全管样内，夹具本体置于金属全管样外，内塞头和夹具本体分别开设有内塞头注水孔和夹具本体注水孔，且两者相连通，夹具本体通过连接接

45 头与试样内腔出水管密封连接；下夹具与上夹具结构相同，其与试样内腔入水管连接。

本发明进一步的改进在于，上夹具夹紧时通过拧紧螺母将夹紧环推入夹具本体与金属全管样之间的间隙，使得金属全管样向内凹陷变形，形成夹紧；下夹具的夹紧方式与上夹具相同。

50 本发明进一步的改进在于，试样内腔入水管和试样内腔出水管均采用可伸缩的螺旋盘管结构，且最大形变量大于金属全管样由于慢拉伸而导致的伸长量；试样内腔入水管和试样内腔出水管在高压釜盖外一端通过截止阀与一套高温高压循环水系统相连，与此同时，高压釜入水管和高压釜出水管通过截止阀与另外一套高温高压循环水系统相连，两套高温高压循环水系统能够分别调节温度、压力
55 和水化学参数。

本发明进一步的改进在于，加载支撑架通过支撑杆与高压釜盖固定连接，与上接头通过固定螺栓连接，上夹具设有夹具轴肩，安装时使得夹具轴肩卡在上接头开设的 U 形槽内，下接头与下夹具连接方式与上接头与上夹具的连接方式相同。

本发明进一步的改进在于，高温高压水环境是指亚临界或者超临界水环境。

60 本发明进一步的改进在于，为保证试验的成功率，金属全管样标距段能够通过机械加工将壁厚减薄处理。

与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

1、本发明通过将上夹具和下夹具分别安装在金属全管样上下两端，上接头两端分别与上夹具和加载支撑架连接，下接头一端与下夹具连接，另一端穿过高压釜盖后与慢拉伸试验机连接；上夹具和下夹具内均开设有注水孔，高温高压水
65 通过与下夹具连接的试样内腔入水管进入金属全管样的内侧，再通过与上夹具连

接的试样内腔出水管流出高压釜，在金属全管样内的密封腔内形成流动；高压釜入水管和高压釜出水管均穿过高压釜盖与高压釜内连通；高压釜体与高压釜盖形成密封空间提供金属全管样外部的高温高压水环境，进而可以实现金属管全管样
70 在高温高压水环境中的慢拉伸应力腐蚀性能测试，克服了现有技术中扁舟状试样对中性差、试验结果分散性大等弊端。

2、本发明可在金属全管样内侧和外侧都形成流动的高温高压水环境，可实现金属全管样在内外侧不同温度、压力、水化学参数（溶解氧、电导率、pH）的高温高压水环境中进行慢拉伸应力腐蚀试验。

75 3、本发明设计巧妙，操作简单方便、价格低廉，可以安装于实验室常见高温高压水慢拉伸试验机上，应用广泛。

【附图说明】

图 1 为本发明的总装配图。

图 2 为上夹具的装配图。

80 附图标记说明：

1 为高压釜体；2 为加载支撑架；21 为支撑杆；22 为固定螺栓；3 为上接头；
31 为 U 形槽；4 为上夹具；5 为金属全管样；6 为下夹具；7 为下接头；8 为试样
内腔入水管；9 为试样内腔出水管；10 为高压釜入水管；11 为高压釜出水管；12
为高压釜盖；13 为截止阀；41 为内塞头；411 为内塞头注水孔；42 为夹具本体；
85 421 夹具本体注水孔；422 为连接接头；423 夹具轴肩；43 为夹紧环；44 为螺母。

【具体实施方式】

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述

的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，不是全部的实施例，而并非要限制本发
90 明公开的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免
不必要的混淆本发明公开的概念。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员
在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护
的范围。

在附图中示出了根据本发明公开实施例的各种结构示意图。这些图并非是按
95 比例绘制的，其中为了清楚表达的目的，放大了某些细节，并且可能省略了某些
细节。图中所示出的各种区域、层的形状及它们之间的相对大小、位置关系仅是
示例性的，实际中可能由于制造公差或技术限制而有所偏差，并且本领域技术人
员根据实际所需可以另外设计具有不同形状、大小、相对位置的区域/层。

本发明公开的上下文中，当将一层/元件称作位于另一层/元件“上”时，该
100 层/元件可以直接位于该另一层/元件上，或者它们之间可以存在居中层/元件。另
外，如果在一种朝向中一层/元件位于另一层/元件“上”，那么当调转朝向时，该
层/元件可以位于该另一层/元件“下”。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、
“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该
105 理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能
够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”
以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或
单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，
而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步
110 骤或单元。

下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

如图 1 和图 2 所示，本发明提供的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，包括高压釜体 1、加载支撑架 2、上接头 3、上夹具 4、金属全管样 5、下夹具 6、下接头 7、试样内腔入水管 8、试样内腔出水管 9、高压釜入水管 10、高压釜出水管 11、高压釜盖 12 和截止阀 13，其中，上夹具 4 包括内塞头 41、夹具本体 42、夹紧环 43 和螺母 44。

试验时，本发明的具体安装步骤如下：

首先，将内塞头 41 塞于金属全管样 5 内，依次将螺母 44、夹紧环 43 安装于金属全管样 5 上，然后将试样插入夹具本体 42 的凹槽内，使得内塞头注水孔 411 与夹具本体注水孔 421 对正且连通，拧紧螺母 44 将夹紧环 43 推入夹具本体 42 与金属全管样 5 之间的间隙，使得金属管向内凹陷变形，形成夹紧，下夹具 6 与上夹具 4 结构相同，且上下夹具分别安装在金属全管样 5 上下两端。

高压釜体 1 内设有加载支撑架 2，加载支撑架 2 通过支撑杆 21 与高压釜盖 12 固定连接，加载支撑架 2 通过固定螺栓 22 与上接头 3 固定连接，上夹具 4 设有夹具轴肩 423，安装时使得夹具轴肩 423 卡在上接头 3 的 U 形槽 31 内，将上夹具 4、金属全管样 5 和下夹具 6 所形成的整体悬挂在上接头 3 上。下接头 7 上也设有 U 形槽，调节下接头 7 与下夹具 6 的相对位置，使得下夹具 6 的夹具轴肩卡在下接头 7 的 U 形槽内，下接头 7 的另一端穿过高压釜盖 12 后，与慢拉伸试验机相连。

将试样内腔出水管 9 的一端通过连接接头 422 与上夹具本体 42 螺纹密封连接，用相同的方式将试样内腔入水管 8 与下夹具 6 密封连接，高温高压水通过与下夹具 6 连接的试样内腔入水管 8 进入金属全管样 5 的内侧，再通过与所述上夹

具 4 连接的试样内腔出水管 9 流出，在金属全管样 5 内的密封腔内形成流动，试样内腔入水管 8 和试样内腔出水管 9 的另一端穿过高压釜盖 12 后通过截止阀 13
135 与一套高温高压循环水系统相连。

与此同时，高压釜设有高压釜入水管 10、高压釜出水管 11，且通过截止阀 13 与另外一套高温高压循环水系统相连，整个夹持系统及试样置于高压釜内，所述高压釜体 1 与高压釜盖 12 形成密封空间提供金属全管样 5 外部的高温高压水环境，两套高温高压循环水系统可分别调节温度、压力和水化学参数（溶解氧、
140 电导率、pH），可实现金属全管样 5 在内侧不同温度、压力、水化学参数（溶解氧、电导率、pH）的高温高压水环境中进行慢拉伸应力腐蚀试验。

为了保证试验的成功率，可将金属全管样 5 标距段通过机械加工方式将壁厚略减薄，保证慢拉伸应力腐蚀试验最终在标距段区域内断裂。

以上内容仅为说明本发明的技术思想，不能以此限定本发明的保护范围，凡是按照本发明提出的技术思想，在技术方案基础上所做的任何改动，均落入本发明
145 明权利要求书的保护范围之内。

1. 一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，其特征在于，
包括由高压釜体（1）和高压釜盖（12）组成的高压釜，试样内腔入水管（8），
试样内腔出水管（9），高压釜入水管（10），高压釜出水管（11），以及用于设置
在高压釜内的加载支撑架（2）、上接头（3）、上夹具（4）、金属全管样（5）、下
5 夹具（6）和下接头（7）；其中，

试验时，上夹具（4）和下夹具（6）分别安装在金属全管样（5）上下两端，
上接头（3）两端分别与上夹具（4）和加载支撑架（2）连接，下接头（7）一端
与下夹具（6）连接，另一端穿过高压釜盖（12）后与慢拉伸试验机连接；上夹
具（4）和下夹具（6）内均开设有注水孔，高温高压水通过与下夹具（6）连接
10 的试样内腔入水管（8）进入金属全管样（5）的内侧，再通过与上夹具（4）连
接的试样内腔出水管（9）流出高压釜，在金属全管样（5）内的密封腔内形成流
动；高压釜入水管（10）和高压釜出水管（11）均穿过高压釜盖（12）与高压釜
内连通；高压釜体（1）与高压釜盖（12）形成密封空间提供金属全管样（5）外
部的高温高压水环境，整套系统能够实现金属全管样（5）在内外侧不同温度、
15 压力及水化学参数的高温高压水环境中进行慢拉伸应力腐蚀试验，其中水化学参
数包括溶解氧、电导率和 pH。

2. 根据权利要求 1 所述的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试
验系统，其特征在于，上夹具（4）包括内塞头（41）、夹具本体（42）、夹紧环
（43）和螺母（44），内塞头（41）安装在金属全管样（5）内，夹具本体（42）
20 置于金属全管样（5）外，内塞头（41）和夹具本体（42）分别开设有内塞头注
水孔（411）和夹具本体注水孔（421），且两者相连通，夹具本体（42）通过连
接接头（422）与试样内腔出水管（9）密封连接；下夹具（6）与上夹具（4）结

构相同，其与试样内腔入水管（8）连接。

25 3. 根据权利要求 2 所述的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，其特征在于，上夹具（4）夹紧时通过拧紧螺母（44）将夹紧环（43）推入夹具本体（42）与金属全管样（5）之间的间隙，使得金属全管样（5）向内凹陷变形，形成夹紧；下夹具（6）的夹紧方式与上夹具（4）相同。

30 4. 根据权利要求 1 所述的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，其特征在于，试样内腔入水管（8）和试样内腔出水管（9）均采用可伸缩的螺旋盘管结构，且最大形变量大于金属全管样（5）由于慢拉伸而导致的伸长量；试样内腔入水管（8）和试样内腔出水管（9）在高压釜盖（12）外一端通过截止阀（13）与一套高温高压循环水系统相连，与此同时，高压釜入水管（10）和高压釜出水管（11）通过截止阀（13）与另外一套高温高压循环水系统相连，两套高温高压循环水系统能够分别调节温度、压力和水化学参数。

35 5. 根据权利要求 1 所述的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，其特征在于，加载支撑架（2）通过支撑杆（21）与高压釜盖（12）固定连接，与上接头（3）通过固定螺栓（22）连接，上夹具（4）设有夹具轴肩（423），安装时使得夹具轴肩（423）卡在上接头（3）开设的 U 形槽（31）内，下接头（7）与下夹具（6）连接方式与上接头（3）与上夹具（4）的连接方式相同。

40 6. 根据权利要求 1 所述的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，其特征在于，高温高压水环境是指亚临界或者超临界水环境。

7. 根据权利要求 1 所述的一种金属管全管样高温高压水慢拉伸应力腐蚀试验系统，其特征在于，为保证试验的成功率，金属全管样（5）标距段能够通过机械加工将壁厚减薄处理。

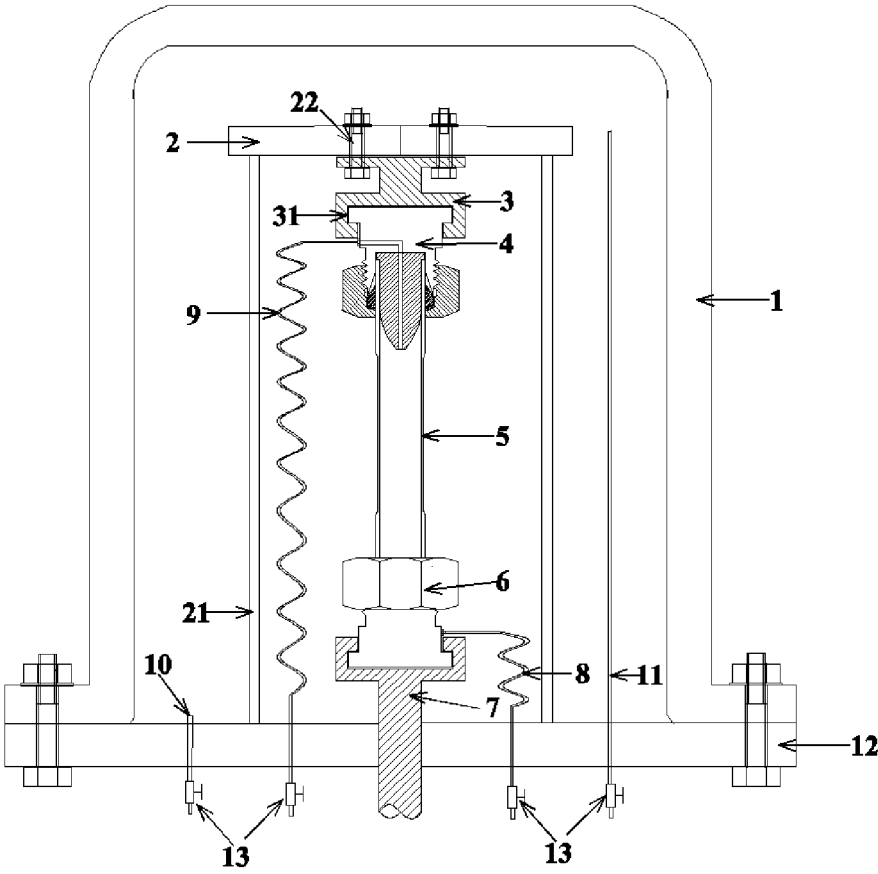


图 1

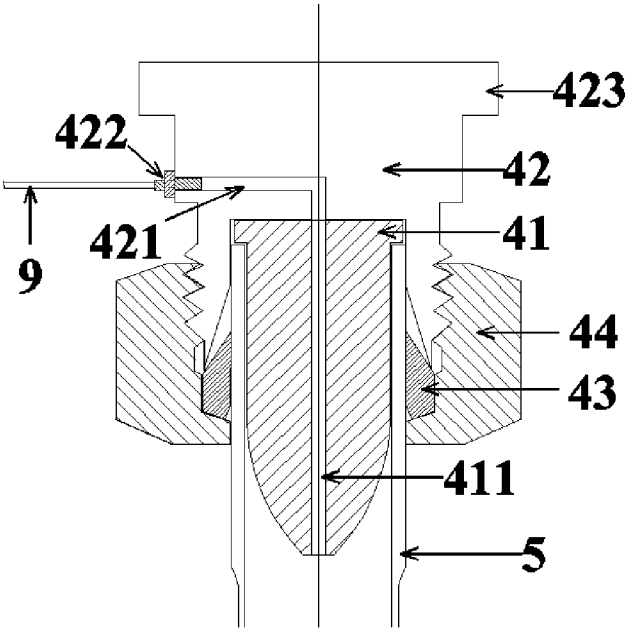


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/102919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 3/56(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)

G01N3/-

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 西安热工研究院有限公司, 华能山东石岛湾核电有限公司, 管, 高温, 高压, 水, 腐蚀, 慢拉伸, 核电, 高压釜, 上夹具, 下夹具, 上夹持, 下夹持, tube, pipe, low, tensile, stress, corrosion, high, temperature, pressure, clamp, upper, lower, water, inlet, outlet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110286050 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 27 September 2019 (2019-09-27) claims 1-7	1-7
PX	CN 210322657 U (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 14 April 2020 (2020-04-14) claims 1-7	1-7
X	CN 104458470 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 25 March 2015 (2015-03-25) description paragraphs [0002], [0006]-[0013], figure 1	1, 4-7
Y	CN 104458470 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 25 March 2015 (2015-03-25) description paragraphs [0002], [0006]-[0013], figure 1	2-3
Y	CN 108844810 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 20 November 2018 (2018-11-20) description, paragraphs [0029]-[0035], and figures 1-2	2-3



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

30 September 2020

Date of mailing of the international search report

21 October 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/102919

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107290229 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 24 October 2017 (2017-10-24) entire document	1-7
A	CN 204924790 U (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 30 December 2015 (2015-12-30) entire document	1-7
A	CN 201993271 U (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 September 2011 (2011-09-28) entire document	1-7
A	CN 104458400 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 25 March 2015 (2015-03-25) entire document	1-7
A	EP 1887341 A1 (Institute of Nuclear Energy Research Atomic Energy Council) 13 February 2008 (2008-02-13) entire document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/102919

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110286050	A	27 September 2019	None	
CN	210322657	U	14 April 2020	None	
CN	104458470	A	25 March 2015	CN 104458470	B 10 May 2017
CN	108844810	A	20 November 2018	None	
CN	107290229	A	24 October 2017	CN 107290229	B 11 June 2019
CN	204924790	U	30 December 2015	None	
CN	201993271	U	28 September 2011	None	
CN	104458400	A	25 March 2015	CN 104458400	B 20 June 2017
EP	1887341	A1	13 February 2008	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/102919

A. 主题的分类 G01N 3/56 (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) G01N3/- 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)) CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 西安热工研究院有限公司, 华能山东石岛湾核电有限公司, 管, 高温, 高压, 水, 腐蚀, 慢拉伸, 核电, 高压釜, 上夹具, 下夹具, 上夹持, 下夹持, tube, pipe, low, tensile, stress, corrosion, high, temperature, pressure, clamp, upper, lower, water, inlet, outlet																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110286050 A (西安热工研究院有限公司 等) 2019年 9月 27日 (2019 - 09 - 27) 权利要求1-7</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 210322657 U (西安热工研究院有限公司 等) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 权利要求1-7</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104458470 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0002]、[0006]-[0013]段, 附图1</td> <td>1, 4-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104458470 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0002]、[0006]-[0013]段, 附图1</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 108844810 A (西安热工研究院有限公司 等) 2018年 11月 20日 (2018 - 11 - 20) 说明书第[0029]-[0035]段, 附图1-2</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107290229 A (西南石油大学) 2017年 10月 24日 (2017 - 10 - 24) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 204924790 U (西安热工研究院有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 110286050 A (西安热工研究院有限公司 等) 2019年 9月 27日 (2019 - 09 - 27) 权利要求1-7	1-7	PX	CN 210322657 U (西安热工研究院有限公司 等) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 权利要求1-7	1-7	X	CN 104458470 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0002]、[0006]-[0013]段, 附图1	1, 4-7	Y	CN 104458470 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0002]、[0006]-[0013]段, 附图1	2-3	Y	CN 108844810 A (西安热工研究院有限公司 等) 2018年 11月 20日 (2018 - 11 - 20) 说明书第[0029]-[0035]段, 附图1-2	2-3	A	CN 107290229 A (西南石油大学) 2017年 10月 24日 (2017 - 10 - 24) 全文	1-7	A	CN 204924790 U (西安热工研究院有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-7
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 110286050 A (西安热工研究院有限公司 等) 2019年 9月 27日 (2019 - 09 - 27) 权利要求1-7	1-7																								
PX	CN 210322657 U (西安热工研究院有限公司 等) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 权利要求1-7	1-7																								
X	CN 104458470 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0002]、[0006]-[0013]段, 附图1	1, 4-7																								
Y	CN 104458470 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 说明书第[0002]、[0006]-[0013]段, 附图1	2-3																								
Y	CN 108844810 A (西安热工研究院有限公司 等) 2018年 11月 20日 (2018 - 11 - 20) 说明书第[0029]-[0035]段, 附图1-2	2-3																								
A	CN 107290229 A (西南石油大学) 2017年 10月 24日 (2017 - 10 - 24) 全文	1-7																								
A	CN 204924790 U (西安热工研究院有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-7																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																						
* 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 2020年 9月 30日		国际检索报告邮寄日期 2020年 10月 21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 陈优 电话号码 86-(10)-53962457																								

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
A	CN 201993271 U (华东理工大学) 2011年 9月 28日 (2011 - 09 - 28) 全文	1-7
A	CN 104458400 A (北京科技大学) 2015年 3月 25日 (2015 - 03 - 25) 全文	1-7
A	EP 1887341 A1 (Institute of Nuclear Energy Research Atomic Energy Council) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 全文	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/102919

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	110286050	A	2019年 9月 27日	无	
CN	210322657	U	2020年 4月 14日	无	
CN	104458470	A	2015年 3月 25日	CN 104458470	B 2017年 5月 10日
CN	108844810	A	2018年 11月 20日	无	
CN	107290229	A	2017年 10月 24日	CN 107290229	B 2019年 6月 11日
CN	204924790	U	2015年 12月 30日	无	
CN	201993271	U	2011年 9月 28日	无	
CN	104458400	A	2015年 3月 25日	CN 104458400	B 2017年 6月 20日
EP	1887341	A1	2008年 2月 13日	无	