

ICS 75.180.10

E 92

团体标准

T/CPI XXXX-202X

石油天然气钻采设备 可溶桥塞性能指标和检测规范

Petroleum drilling and production equipment—
Dissolvable bridge plug performance and detection method specification

(草案)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国石油和石油化工设备工业协会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会归口。

本文件起草单位：北京石油机械有限公司、北京华美世纪国际技术有限公司、石油工业井下工具质量监督检验中心、西南油气田公司工程技术研究院、大庆油田有限责任公司试油试采分公司、大庆油田有限责任公司井下作业分公司、长庆油田分公司工程技术管理部、新疆油田分公司工程技术处、新疆油田分公司开发公司、中国石油集团测井有限公司新疆分公司、四川长宁天然气开发有限责任公司、四川省威沃敦化工有限公司。

本文件主要起草人：张国田、李显义、王方明、刘宇、Peng Cheng、Jim Yue、Jason Ren、刘怀亮、米凯夫、范楷模、李兴杰、张勇、杜迎军、陈晓军、王兴燕、王瑞霄、陈省身、王丁盛、李亮亮、杨建、李明、付玉坤、程梓涵、任思龙、张自成、程晓刚、阎荣辉、张小刚、栾海军、刘卫东、宋杰、姜冰宣、石凯、肖勇军、易建国。

目 次

前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品型号表示方法.....	2
5 性能指标.....	2
5.1 设计和技术要求.....	2
5.2 可溶桥塞主要性能指标.....	3
6 检测规范.....	3
6.1 检测设备及量具.....	3
6.2 检测条件.....	5
6.3 检测方法.....	5
6.4 检测项目要求.....	7
附 录 A（资料性）可溶桥塞基本参数表.....	8
附 录 B（规范性）可溶桥塞检测记录表.....	9

石油天然气钻采设备 可溶桥塞性能指标和检测规范

1 范围

本文件规定了可溶桥塞的术语和定义、产品型号表示方法、性能指标及检测规范。
本文件适用于可溶桥塞的室内性能检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

SY/T 7462—2019 石油天然气钻采设备 可溶桥塞

3 术语和定义

SY/T 7462—2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可溶桥塞 dissolvable bridge plug

由在一定条件下能通过物理变化和（或）化学反应，在一定时间内由较大体积转化为颗粒或分子状态的材料构成的桥塞。

3.2

残留物 residues

不能在一定条件下通过物理变化和（或）化学反应，在一定时间内由较大体积转化为颗粒或分子状态的不溶固相物。

3.3

额定工作压力 specified working pressure

在一定条件下，可溶桥塞能够稳定承载的压力。

3.4

坐封行程 setting stroke

桥塞坐封时，坐封工具推筒相对坐封芯轴移动的距离。

3.5

有效密封时间 effective sealing time

在一定条件下，可溶桥塞能够承受额定工作压力的时间。

3.6

充分溶解时间 fully dissolution time

在一定条件下，可溶桥塞转化为仅剩残留物的时间。

3.7

温度范围 temperature range

对产品工作温度规定的范围。

3.8

耐压测试温度 pressure testing temperature

可溶桥塞耐压检测时的最高工作温度。

3.9

溶解测试温度 dissolution testing temperature

可溶桥塞溶解检测时的最低工作温度。

3.10

丢手力 setting force

通过坐封工具剪断可溶桥塞丢手机构，实现桥塞坐封时的力。

3.11

解封时间 release time

在一定条件下，可溶桥塞从套管中解封的时间。

3.12

标准溶液 standard solution

5000mg/L 的氯根浓度作为标准溶液。

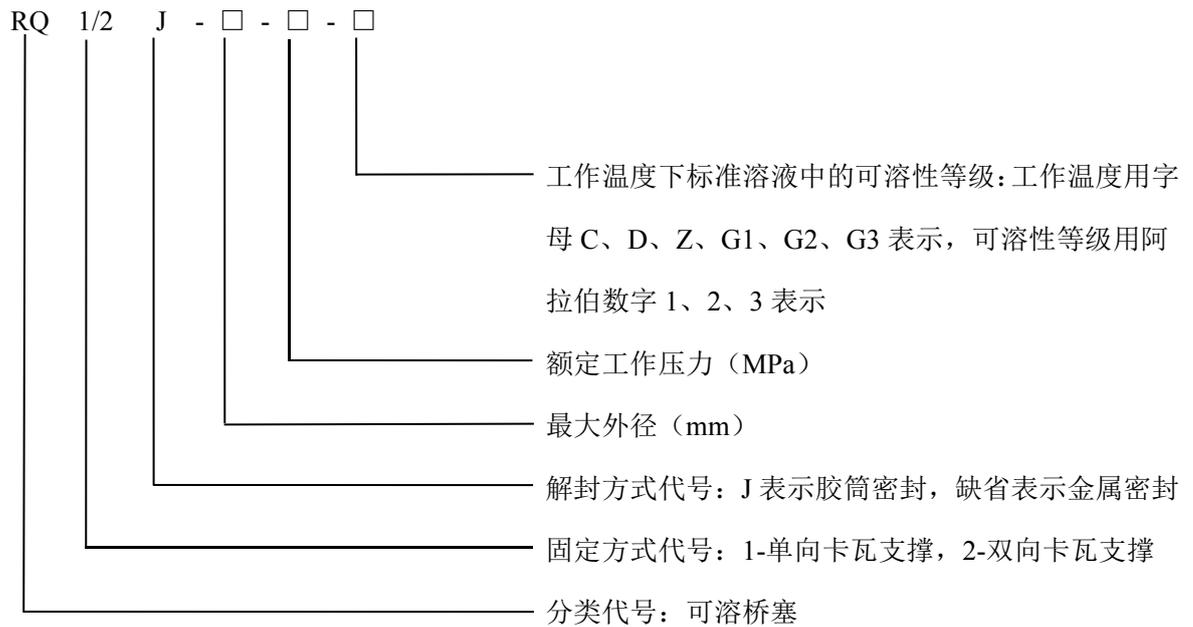
3.13

适配器 adapter

可溶桥塞与坐封工具之间的转换接头。

4 产品型号表示方法

可溶桥塞型号表示方法如下：



示例：RQ2J-103-70-D2 型可溶桥塞，表示为可溶桥塞，双向卡瓦支撑，胶筒密封，最大外径 103mm，额定工作压力 70 MPa，工作温度范围 80 ℃~120 ℃，标准溶液中有效密封时间≥24 h、充分溶解时间≤15 d。

5 性能指标

5.1 设计和技术要求

可溶桥塞与井况相匹配并能执行功能要求的各项工作，尺寸设计不应妨碍其它井下作业，可溶桥塞的基本参数参见附录A。

5.2 可溶桥塞主要性能指标

可溶桥塞工作压力分为3个等级，工作温度分为6个等级（C、D、Z、G1、G2、G3），可溶性分为3个等级（1、2、3），主要性能指标见表1。

表1 可溶桥塞主要性能指标

工作压力等级	工作温度等级	可溶性等级
50 MPa /70 MPa /105 MPa	常温（C）（30℃-50℃）	1 2 3
	低温（D）（50℃-80℃）	
	中温（Z）（80℃-120℃）	
	高温（G1）（120℃-150℃）	
	超高温（G2）（150℃-180℃）	
	特高温（G3）（180℃-220℃）	
注：可溶性等级需在标准溶液中完成测试。可溶性等级1：有效密封时间≥8h，充分溶解时间≤8d；可溶性等级2：有效密封时间≥24h，充分溶解时间≤15d；可溶性等级3：有效密封时间≥40h，充分溶解时间≤30d。		

6 检测规范

6.1 检测设备及量具

6.1.1 基本尺寸检测量具

游标卡尺、电子秤、内径百分表及高度卡尺，应定期送至专业检定机构进行校核，保证检测工具在有效期内。

6.1.2 坐封测试装置

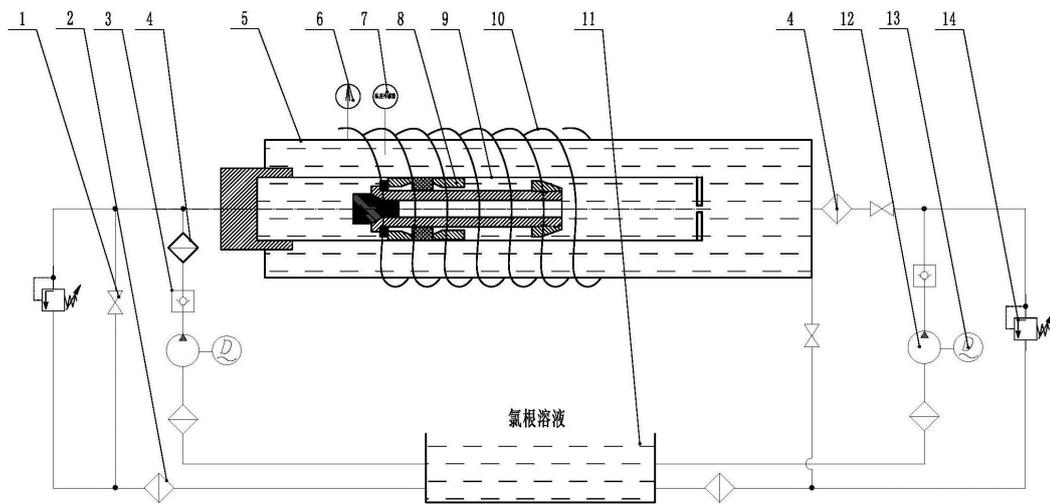
坐封测试装置宜选用电动或液压坐封工具，坐封力大于200kN，坐封工具应从专业坐封厂家采购；电动油泵能够提供大于等于25t的坐封力；测试套管的钢级及尺寸应与现场使用套管保持一致。

6.1.3 耐压测试装置

试验装置能够提供大于等于140MPa的承压环境。定期标定试压装置仪器，确保压力读数准确、稳定。

6.1.4 加热装置

温度可控，能够稳定、均匀地加热套管工装，温度范围30℃~240℃，温度误差±3℃，加热装置示意图见图1。



标引序号说明:

- 1——截止阀;
- 2——过滤器;
- 3——单向阀;
- 4——过滤器;
- 5——加热液箱;
- 6——压力表;
- 7——温度传感器;
- 8——可溶桥塞;
- 9——试验套管;
- 10——加热器;
- 11——氯根液箱;
- 12——高压泵;
- 13——电机;
- 14——溢流阀。

图1 加热装置示意图

6.1.5 溶解装置

温度可控，能够满足至少30天的溶解试验要求，控制温度范围30℃~240℃，温度误差±3℃。

6.2 检测条件

检测温度见表2。

表2 检测温度

温度等级	常温 (C)	低温 (D)	中温 (Z)	高温 (G1)	超高温 (G2)	特高温 (G3)
		30℃~50℃	50℃~80℃	80℃~120℃	120℃~150℃	150℃~180℃
耐压测试温度	50℃ (±3℃)	80℃ (±3℃)	120℃ (±3℃)	150℃ (±3℃)	180℃ (±3℃)	220℃ (±3℃)
溶解测试温度	30℃ (±3℃)	50℃ (±3℃)	80℃ (±3℃)	120℃ (±3℃)	150℃ (±3℃)	180℃ (±3℃)
注: 1.耐压测试温度基准值为温度等级的最高值或根据应用单位的要求在温度等级范围内具体选择; 2.溶解测试温度基准值为温度等级的最低值或根据应用单位的要求在温度等级范围内具体选择。						

6.3 检测方法

6.3.1 外观和质量检测

可溶桥塞的外观和质量检测应按照以下要求进行:

- a) 检查可溶桥塞表面及各零件, 确保可溶桥塞表面光滑, 零部件无变形、裂纹及伤痕, 卡瓦齿和螺纹无损伤。
- b) 检查可溶桥塞与适配器之间的连接, 其连接应紧固, 当采用其他形式连接时, 检验方式应满足相关要求或和用户协商确定。

6.3.2 几何尺寸及重量检测

可溶桥塞的几何尺寸检验应按照以下要求进行:

- a) 可溶桥塞最大外径
用游标卡尺测量可溶桥塞最大零件外径并进行记录。
- b) 可溶桥塞最小内径
用游标卡尺测量可溶桥塞中心管内径并进行记录。
- c) 可溶桥塞长度
用高度卡尺测量桥塞的长度并进行记录。
- d) 可溶桥塞总重
将可溶桥塞放在电子秤上, 电子台秤读数稳定后的数值为可溶桥塞总重并进行记录。
- f) 套管内径
用内径百分表测量套管内径3次, 取平均值作为试验套管的内径并进行记录。

6.3.3 坐封性能检测

可溶桥塞的坐封性能检测应按照以下要求进行:

- a) 连接工装: 连接坐封工具和适配器。
- b) 调试坐封工具: 将试压泵软管与液压坐封工具相连, 启动试压泵驱动坐封工具往复运动几次, 确保运行流畅无卡滞, 确定坐封套推出方向对应的换向阀位置, 调节溢流阀使泵溢流压力超过25MPa, 然后将坐封工具推筒收回至极限位置, 使泵换向阀处于中位泄压状态, 停泵。
- c) 安装桥塞: 将可溶桥塞与适配器相连, 并调节适配器坐封套顶住上桥塞推环。
- d) 坐封: 启动试压泵驱动坐封工具, 将桥塞坐封在试验套管内, 记录最大压力并计算丢手力, 丢手力计算应符合公式(1):

$$F = P \times S \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- F——桥塞的坐封丢手力，单位为千牛（kN）；
- P——液压坐封过程中的最大压力，单位为兆帕（MPa）；
- S——坐封活塞面积为，单位为平方毫米（mm²）；

- e) 计算坐封行程：移除坐封工具，试压泵等归位，测量并计算坐封行程；
- f) 观察坐封结果：观察坐封后上下卡瓦分布是否均匀、胶筒与套管是否贴合、可溶桥塞丢手螺纹是否完整均匀剪断。

6.3.4 常温耐压性能检测

可溶桥塞的常温耐压性能检测应按照以下要求进行：

- a) 投球：将可溶桥塞坐封后的套管与试压工装连接，放入可溶球或用堵头封堵中心管内孔。
- b) 灌液：在可溶桥塞上、下部按可溶桥塞测试要求灌入标准溶液，并确保检验装置无泄漏。
- c) 建立初始压力：启动低压泵，对桥塞上部加压，建立10MPa的初始压力。
- d) 常温耐压：启动高压泵，以10MPa为一级阶梯加压，升压至5.2规定的工作压力稳压5分钟后，保压15分钟，记录15分钟内压力变化。

6.3.5 耐压性能检测

可溶桥塞的耐压检测应按照以下要求进行：

- a) 加温：在6.3.4常温密封性能检测后，泄压至10MPa，打开加热装置至表2要求的耐压温度后保温。
- b) 耐压：温度稳定后，以10MPa为一级阶梯缓慢加压，升压至5.2规定的工作压力稳压5分钟后，保压15分钟，记录15分钟内压力变化。

6.3.6 有效密封时间检测

可溶桥塞的有效密封时间检测应按照以下要求进行：

- a) 保温：保持表2要求的温度。
- b) 保压：以耐压测试稳压为开始，记录表1规定的有效密封时间内，可溶桥塞的温度和压力变化。
- c) 复位：泄压，拆除套管加热装置及各试验工装并各自归位。

6.3.7 充分溶解性能检测

可溶桥塞的充分溶解性能检测应按照以下要求进行：

- a) 将完成耐压试验的套管工装平置，保持桥塞坐封状态，放入溶解测试装置。
- b) 溶解测试装置加温至表2要求温度，并保持恒温。
- c) 每隔2小时检查并补充清水，确保液量不变，每24小时更换溶解液，直至达到规定的溶解时间。
- d) 用4mm×4mm滤网过滤，滤出残留物。
- e) 用电子秤称量残留物的质量，用游标卡尺测量残留物最大单体的任意方向最大长度，记录残留物质量和残留物最大单体尺寸和残留物质量占比。残留物单体的任意方向最大尺寸应不大于20mm，采用4mm×4mm滤网过滤，滤出的残留物的质量占可溶桥塞总质量的比例小于等于5%或残留物的质量≤200g后，结束检测。计算公式(2)：

$$n = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- n——滤出的残留物的质量占比，单位为百分比（%）；

m_1 ——滤出的残留物的质量，单位为克（g）；

m_2 ——可溶桥塞总质量，单位为克（g）。

6.3.8 免钻速溶性能检测

可溶桥塞的免钻速溶性能检测应按照以下要求进行：

a) 按6.3.3坐封检测要求对可溶桥塞实施坐封。

b) 保持桥塞坐封状态，将坐封完的可溶桥塞和套管在溶解测试温度下，特定速溶介质中浸泡不超过24小时。

c) 将浸泡后的可溶桥塞及套管一同取出，观察可溶桥塞的状态，若自动脱落则终止试验。

6.4 检测项目要求

按表3规定的项目进行检测，任何一件有一项不合格，则加倍抽检，若仍有一项不合格则判定检测不合格。检测记录应符合附录B的规定。

表3 可溶桥塞检验项目要求

序号	检测项目	检测类别		检测方法	检测要求	抽检率
		出厂检测	型式检测			
1	外观和质量检测	√	√	6.3.1	1. 桥塞表面光滑。 2. 零部件无缺陷裂纹。 3. 连接螺纹完整无变形。 4. 金属芯轴和金属卡瓦的原材料通过超声探伤检测。	100%
2	几何尺寸及重量检测	√	√	6.3.2	满足相应型号要求，外径尺寸公差 $\pm 0.3\text{mm}$ ，长度尺寸公差 $\pm 3\text{mm}$ 。	
3	坐封性能检测	—	√	6.3.3	坐封力 $\leq 20t$ 。	
4	常温耐压性能检测	—	√	6.3.4	15min 压降 \leq 额定工作压力的10%。	
5	耐压性能检测	—	√	6.3.5	15min 压降 \leq 额定工作压力的5%。	
6	有效密封时间检测	—	√	6.3.6	最大瞬时压降 \leq 额定工作压力的20%，且有效密封时间内压降 \leq 额定工作压力的10%。 (有效密封时间：可溶性等级1 $\leq 8\text{h}$ ；可溶性等级2 $\leq 24\text{h}$ ；可溶性等级3 $\leq 40\text{h}$)	同一批次的可溶桥塞 $\geq 1\%$
7	溶解性能检测	—	√	6.3.7	1. 残留物单体的任意方向最大尺寸 $\leq 2\text{mm}$ 。 2. 残留物的质量占可溶桥塞总质量的比例应 $\leq 5\%$ 或残留物的质量 $\leq 200\text{g}$ 。 (可溶性等级1 $\leq 8\text{d}$ ；可溶性等级2 $\leq 15\text{d}$ ；可溶性等级3 $\leq 30\text{d}$)	
8	免钻速溶检测	—	√	6.3.8	可溶桥塞从套管内脱落，时间 $\leq 24\text{h}$ 。	同一温度等级的可溶桥塞做一次检测

附录 A

(资料性)

可溶桥塞基本参数

表 A.1 给出了可溶桥塞的基本参数。

表 A.1 可溶桥塞基本参数参考表

油套管 公称尺寸 (in)	套管 内径 mm	可溶桥塞最大外径 mm	可溶桥塞最小内径 mm
5½"	124.3~121.4	118	40
5½"	124.3~118.6	110	40
5½"	124.3~114.3	103	35
5½"、5"	118.6~107.9	98	35
5½"、5"	118.6~104.8	95	35
5½"、5"	118.6~101.6	93	35
5½"、5"、4½"	114.3~97.2	88	27
5½"、5"、4½"	114.3~97.2	83	25

附录 B

(规范性)

可溶桥塞检测记录

表 B.1 规定了可溶桥塞检测记录格式。

表 B.1 可溶桥塞检测记录表

(填写供应商/制造商名称)		可溶桥塞检测记录表	编号/顺序号	
产品型号			试验地点	
产品型号		产品编号		
序号	检测项目	检验内容	检验数据 (结果)	
1	外观质量检测	桥塞表面、零部件状态、连接螺纹情况		
2	几何尺寸检测	1. 可溶桥塞最大外径 2. 可溶桥塞最小内径 3. 可溶桥塞的长度	桥塞最大外径 (mm)	
			桥塞最小内径 (mm)	
			桥塞长度 (mm)	
3	坐封性能检测	1. 丢手力 2. 坐封行程	套管内径 (mm)	
			套管钢级	
			丢手力 (t)	
			坐封行程 (mm)	
4	常温耐压性能检测	15 分钟压降	介质	
			压力 (MPa)	
			压降 (MPa)	
5	耐压性能检测	15 分钟压降	温度 T (°C)	
			压力 (MPa)	
			压降 (MPa)	
6	有效密封时间检测	1. 最大瞬时压降 2. 24h 压降	压力 (MPa)	
			最大瞬时压降 (MPa)	
			24h 压降 (MPa)	
7	充分溶解性能检验	1. 残留物尺寸 2. 残留物质量占比 3. 充分溶解时间	介质	
			温度 T (°C)	
			残留物单体的任意方向 最大尺寸 (mm)	
			残留物质量占可溶桥塞 总质量比例 (%)	
			充分溶解时间 (h)	
8	免钻速溶性能检验	免钻速溶时间	介质	
			温度 T (°C)	
			免钻速溶时间 (h)	
试验结论:			检验员:	日期:
注 1: 本表用计算机采集数据时, 允许其格式与样表略有不同。				
注 2: 试验报告应附有水力性能曲线。				