



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39096—2020

---

## 石油天然气工业 油气井油管用铝合金管

Petroleum and natural gas industries—Aluminium alloy pipe  
for use as tubing for wells

(ISO 13085:2014, MOD)

2020-09-29 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... Ⅲ

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语、定义和符号..... 1

    3.1 术语和定义 ..... 1

    3.2 符号 ..... 2

4 购方需提供的信息 ..... 2

5 制造工艺和交货状态 ..... 3

    5.1 总则 ..... 3

    5.2 热处理 ..... 3

    5.3 可追溯性 ..... 3

    5.4 交货状态 ..... 3

6 材料要求 ..... 3

    6.1 材料分组 ..... 3

    6.2 金相检验 ..... 4

    6.3 化学成分 ..... 4

    6.4 拉伸性能 ..... 4

7 管体的结构和尺寸 ..... 4

    7.1 结构 ..... 4

    7.2 长度 ..... 4

    7.3 管体尺寸 ..... 5

    7.4 设计质量 ..... 5

    7.5 加厚过渡带 ..... 5

    7.6 直度 ..... 6

    7.7 管体的圆度和偏心度 ..... 6

    7.8 通径 ..... 6

    7.9 内涂层 ..... 6

8 试验方法 ..... 6

9 测量方法 ..... 7

10 检验..... 7

11 标记..... 8

12 包装、运输和储存 ..... 8

13 文件..... 8

    13.1 合格证 ..... 8

    13.2 记录保存 ..... 8

14 交货状态..... 9

15 制管厂设备配置最低要求..... 9

附录 A（规范性附录） 购方检验 ..... 10

附录 B（规范性附录） 腐蚀试验 ..... 11

参考文献 ..... 12

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 13085:2014《石油天然气工业 油气井油管用铝合金管》。

本标准与 ISO 13085:2014 的技术性差异及其原因如下：

- 在第 1 章范围中增加了适用性内容，以符合我国标准制定要求；
- 修改了表 1 中的合金名称，以对应我国的合金材料体系；
- 将表 1 中的腐蚀速率单位换算为毫米每年(mm/a)，同时修改了 8.5 和 B.1 中对腐蚀速率或试样尺寸要求的表述，以适应于我国石油行业的使用习惯；
- 修改了表 3 中铝合金管的外径，以对应 API 油管规格；删除内径值，以适应于油管尺寸公差控制；
- 修改了 8.4 中式(1)中的静水压力试验因子，使静水压力测试条件与材料的实际力学性能更相符；
- B.1 中增加了“试样厚度不少于 2 mm”的要求，以保证最大的金属腐蚀减薄。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法(ISO 6892-1:2009，MOD)；
- GB/T 228.2—2015 金属材料 拉伸试验 第 2 部分：高温试验方法(ISO 6892-2:2011，MOD)；
- GB/T 29166—2012 石油天然气工业 钢制钻杆(ISO 11961:2008，IDT)。

本标准还做了下列编辑性修改：

- 删除了 3.1.3~3.1.5 的“注”。

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这些专利的责任。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本标准起草单位：中国石油集团石油管工程技术研究院、中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司、山东永利精工石油装备股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司、中国石化西北油田分公司、山东兖矿轻合金有限公司、西南铝业(集团)有限责任公司。

本标准主要起草人：冯春、朱丽娟、李宁、谢俊峰、王凯、谢斌、张华礼、葛红江、王金龙、李双贵、王玉刚、王鹏、刘永刚、韩礼红、饶茂。

# 石油天然气工业 油气井油管用铝合金管

## 1 范围

本标准规定了石油天然气工业中油管用铝合金管的交货技术条件、生产工艺、材料要求、结构和尺寸、检验、试验程序、存储运输等方面的技术要求和性能指标。

本标准适用于油气井油管用铝合金管(简称铝合金管)。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 6892(所有部分) 金属材料 拉伸试验(Metallic materials—Tensile testing)

ISO 11961 石油天然气工业 钢制钻杆(Petroleum and natural gas industries—Steel drill pipe)

ASTM G1 腐蚀试样的制备、清洗和评定标准做法(Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens)

ASTM G44 金属及合金在 3.5%氯化钠中性溶液中交替浸渍试验的标准做法(Standard practice for exposure of metals and alloys by alternate immersion in neutral 3.5% sodium chloride solution)

NACE TM 0177 金属在 H<sub>2</sub>S 使用环境中抗硫化物应力开裂和应力腐蚀开裂的实验室测试方法 [Laboratory testing of metals for resistance to sulfide stress cracking and stress corrosion cracking in hydrogen sulfide(H<sub>2</sub>S) environments]

## 3 术语、定义和符号

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**缺陷 defect**

超过本标准规定的可接受的缺欠尺寸和/或分布密度的缺欠。

#### 3.1.2

**炉批 heat**

一次熔炼的单一循环过程生产的金属产品。

#### 3.1.3

**缺欠 imperfection**

产品的不连续或不规则处。

#### 3.1.4

**批 lot**

在连续(或者批量)热处理生产过程中,通过单一热处理或不同热处理生产的、且依据满足标准要求的程序文件分类的具有相同尺寸和性能等级的管子。

### 3.1.5

**制造商 manufacturer**

对标记产品负责的厂商、公司或集团公司。

### 3.1.6

**制管厂 pipe mill**

操作制管设备的厂商、公司或集团公司。

### 3.1.7

**无缝管 seamless pipe**

通过热加工及冷加工生产出的具有一定形状、尺寸和性能的非焊接管材。

### 3.1.8

**油管 tubing**

在井下注入和产出流体的管子。

## 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$D$  管体名义外径

$D_u$  加厚端外径

$d$  管体名义内径

$f$  静水压力试验因子

$L_p$  管体长度(管端之间的距离)

$m_1$  试验前样品质量

$m_2$  试验后样品质量

$p$  标准静水压试验压力

$S$  试样表面积

$t$  管体名义壁厚

$t_t$  试验时间

$t_u$  加厚端壁厚

$V_k$  腐蚀速率

$Y_{\min}$  管体名义最小屈服强度

## 4 购方需提供的信息

### 4.1 在订购铝合金管时,购方应在订单上规定下列要求:

- a) 本标准编号;
- b) 数量;
- c) 铝合金管交货状态(见 5.4);
- d) 管体外径(见表 3);
- e) 管体壁厚(见表 3);
- f) 材料组别(见表 1);
- g) 管体长度(见表 2);
- h) 交货日期和装运说明;
- i) 购方检验(见附录 A)。

### 4.2 购方在订单上还宜注明下列条款的各项要求,这些条款由购方选择:

- a) 管体涂层(见 7.9);
- b) 无损检验(见 10.4);
- c) 泄漏检测试验(见 8.4);
- d) 铝合金体系(见表 1)。

5 制造工艺和交货状态

5.1 总则

按本标准供货的铝合金管应为采用无缝工艺制造的无缝管。

5.2 热处理

铝合金管应进行固溶热处理并随后进行人工或自然时效。铝合金管体在经过了最终热处理工序之后不应进行冷加工,除非该管体要进行正常矫直或螺纹加工。

固溶和时效热处理要求的温度和时间应根据制造商的工艺文件来确定。应记录实际炉温和加热时间以证实每一热处理炉批都满足制造商的文件要求。

5.3 可追溯性

制造商应制定并遵循一套保留炉号和(或)批号的程序,应完成所有要求按炉和(或)批的试验并证实其符合规范要求。

5.4 交货状态

铝合金管应以平端管(外加厚或内加厚但不带螺纹)形式交货。

6 材料要求

6.1 材料分组

经热处理后的铝合金管材料分为四组,各组材料性能应符合表 1 的要求:

- a) 第 I 组:无附加高强度和耐腐蚀性能的要求;
- b) 第 II 组:具有最高的室温强度;
- c) 第 III 组:具有良好的高温力学性能;
- d) 第 IV 组:具有良好的耐腐蚀性能。

表 1 铝合金管材料要求

特性	单位	材料组别			
		I	II	III	IV
合金体系	—	Al-Cu-Mg	Al-Zn-Mg-Cu	Al-Cu-Mg-Fe-Ni	Al-Zn-Mg
最小屈服强度(0.2%残余变形法)	MPa	325	480	340	350
最小抗拉强度	MPa	460	530	410	400
最小伸长率	%	12	7	8	9
最高使用温度	℃	160	120	220	160

表 1 (续)

特性	单位	材料组别			
		I	II	III	IV
在 3.5%氯化钠溶液中的最大腐蚀速率	mm/a	—	—	—	0.25
抗应力腐蚀开裂能力 (NACE TM 0177 B 法)		—	无环境腐蚀开裂	—	—
力学性能试验应根据 ISO 6892 进行。 应在采购协议中明确 NACE 试验的测试要求。NACE 试验只用于材料的质量控制,并不能保证材料适用于某些特定的酸性环境。用户需要确保产品的适用性。					
注 1: 允许采用其他铝合金系,只要购方同意且该合金满足以上四组材料中任意一组的要求。 注 2: 表中给出的合金力学性能的试验温度为 20 ℃±3 ℃。 注 3: 最高操作温度下材料暴露 500 h 后,可能导致其屈服强度降低 30%。其他操作温度下材料屈服强度的降低值参见 ISO 20312。					

6.2 金相检验

每一热处理批试样都应进行金相检验。宏观组织应均匀,没有裂纹、蚀坑、分层、缩孔、表面划伤或缩松。微观组织不应有点状缩松或固溶热处理造成的晶界共晶体熔化。

有关金相检验的术语,参见 ASTM B917。

6.3 化学成分

每一炉批都应进行化学成分分析。制造商应确定化学成分的限值,各炉批的化学成分应符合限值要求。

6.4 拉伸性能

产品应符合表 1 中规定的拉伸性能要求。除伸长率外,油管加厚端的拉伸性能应符合管体的性能要求。出现争议时,产品性能(除伸长率外)应由从加厚端取样进行拉伸性能测试的结果决定。购方应能获得上述试验的记录。

7 管体的结构和尺寸

7.1 结构

铝合金管管体结构应符合图 1 要求。

7.2 长度

管体长度应满足表 2 和图 1 的规定要求。

单位为毫米

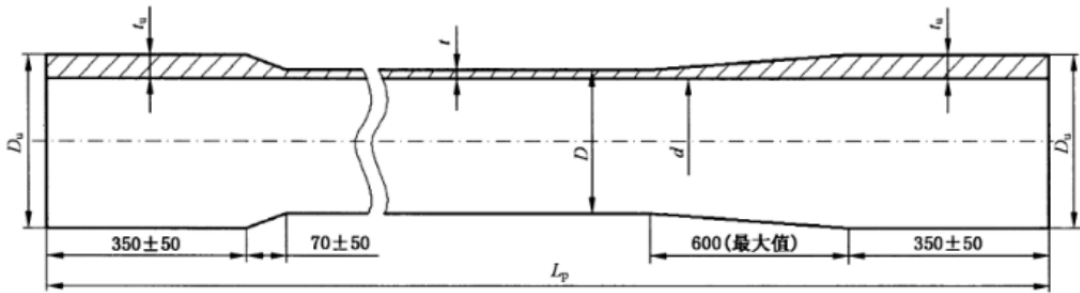


图 1 油管管体(见表 2 及表 3)

表 2 铝合金管长度

单位为毫米

管体交货时的状态	系列		
	1	2	3
$L_p$ ,公差±250	5 500~7 920	8 500~10 360	11 580~13 720
注: 根据制造商和购方的协议,可订购其他长度的管体。			

7.3 管体尺寸

表 3 给出了管体及加厚端尺寸及公差。购方及制造商协商一致时,本标准也适于其他管体及加厚端尺寸。

7.4 设计质量

表 3 给出了每米平端管体的计算质量及加厚端增加的质量。

表 3 铝合金管(见图 1)

平端管体尺寸 mm			质量 kg		加厚端尺寸 mm	
外径 $D\pm1\%$	壁厚 $t$		每米平端 管体	加厚端增加 的质量	壁厚 $t_a\pm10\%$	外径 $D_a^{+2}_{-1}$
		公差				
73.02	8	±0.8	4.64	7.6	17.5	93
88.90	9	±0.9	6.40	9.1	19	110
101.60	9	±0.9	7.36	10.2	19	122
114.30	9	±0.9	10.68	13.2	20.5	138

7.5 加厚过渡带

在加厚端和管体之间过渡部分的任何位置,允许存在横向沟槽或隆起,其高度或深度使其外径尺寸比该处的名义尺寸增加不超过 2.5 mm、减少不超过 2.5 mm,但其壁厚不小于铝合金管体的最小规定壁厚。

## 7.6 直度

除外加厚端和过渡区外,直度偏差或管体最大弯曲偏差不应超过被测长度的 0.2%(2 mm/m)。

## 7.7 管体的圆度和偏心度

管体的椭圆度和偏心度应在外径和壁厚公差范围内(见表 3)。

## 7.8 通径

每根外加厚油管都应用圆柱形通径规进行全长检验,通径规直径应比管体内径  $d$  小 3.2 mm,长度为内径的 10 倍。

## 7.9 内涂层

经制造商和购方协商一致,铝合金管可以涂覆内涂层。

## 8 试验方法

8.1 每一批管体都应在热处理后在工厂进行检验和试验。

8.2 每一批管体至少应有 5% 进行力学性能试验(但不应少于 2 根)。试验类型应根据表 1 确定。若抽检的任何一个试样不符合表 1 规定的要求,则制造商可从该批中再抽取两倍的试样进行复验。若任何一个复验的试样不符合规定的要求,则整批管子应拒收。

进行铝合金管力学性能评价的试样应从管体的加厚部分切取。宏观组织检查应在代表每批的两根管体的宏观截面上进行。

注:加厚部位的力学性能通常低于管体。

8.3 拉伸试验应按照 ISO 6892 进行。

8.4 水压试验应按照购方的要求进行。

每根油管都应承受式(1)规定的静水压力,不发生泄漏。试验条件应在全压下至少保持 5 s。

标准静水压试验压力  $p$  应按照式(1)计算,结果圆整到 0.5 MPa,且极限压力小于 69.0 MPa:

$$p = \frac{2 \times f \times Y_{\min} \times t}{D} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$f$  ——静水压力试验因子,  $f=0.5$ ;

$Y_{\min}$  ——管体名义最小屈服强度,单位为兆帕(MPa);

$t$  ——管体名义壁厚,单位为毫米(mm);

$D$  ——管体名义外径,单位为毫米(mm)。

注:上述计算静水压试验压力的式(1)适用于国际单位制和美国惯用单位制。

只有因试验设备的限制,可允许采用较低的试验压力。制造商应编制确定静水压试验设备能力极限的计算依据文件。若计算的试验压力(根据外径、壁厚和强度)高于静水压试验设备的能力,则经购方同意,制造商应采用与该试验设备能力相当的试验压力进行静水压试验。

但是,只有那些计算试验压力低于 20.5 MPa 的产品才能使用静水试验能力小于 20.5 MPa 的试验设备进行试验。

若订单有规定,并经购方与制造商协商同意,应采用替代的试验压力。

制造商应编制水压试验方法。

8.5 第 IV 组铝合金管的腐蚀速率不应超过表 1 中的规定值并通过年腐蚀深度的方法来确定。这种方

法是评估材料在试验液中每单位时间单位面积上的腐蚀深度。每批管子中至少有 2% 应进行附录 B 规定的腐蚀速率试验。

8.6 铝合金管的化学成分应采用常用的分析方法,如发射光谱技术、X 射线发射谱技术、原子吸收光谱技术、燃烧技术和湿法分析技术等。采用的校准方法应有可追溯的标准。

## 9 测量方法

9.1 管体的每一个管端都应进行尺寸测量。

9.2 管体的外径应采用卡尺或者外径规在管体中部的两个垂直平面上测量,结果应满足表 3 规定的公差范围。

9.3 加厚端外径应从管端 50 mm 到 100 mm 处的两个垂直平面上测量,结果应满足表 3 规定的公差范围。

9.4 壁厚应采用无损检验的方法沿着整个管体长度方向进行。无损检验方法由制造商自行决定,但制造商应证明采用的方法的精度能充分确保壁厚满足表 3 的要求。

9.5 所有铝合金管体应进行外观检验,对有争议的弯曲管体的直度可用直尺和绷绳(线)从平端管体的一端到另一端来测量(见图 2)。直尺应放置在最大偏差处。

在直段或弦高的偏差不应超过 7.6 中的要求。

管子直度测量精度应在  $\pm 0.5$  mm 范围以内。

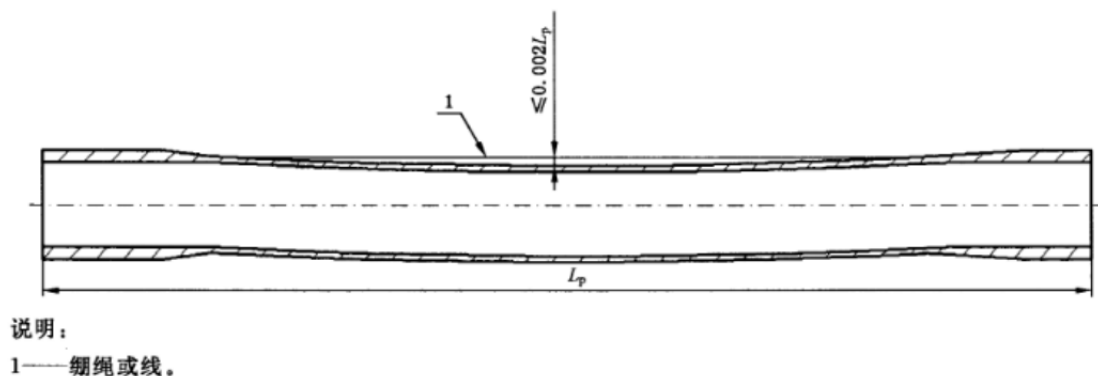


图 2 油管直度测量

9.6 每个工作班至少应对验收/拒收用所有量具的准确度进行一次校验。对于尺子、长度测量卷尺和其他不可调校测量装置的精确校验,应采用标记清楚可读以及固定基准点均匀磨损的可目测检查方法。工作量具的校对过程应形成文件。制造商的可调的和不可调的工作量具的验证程序应形成文件。

若本标准条款对校准和验证有要求的测量设备发生异常或严重影响其精度时,则在下次使用之前应对其重新校准或验证。

## 10 检验

10.1 管体的内、外表面均不应有凹坑、裂纹、分层、气泡、非金属夹杂和蚀坑。允许有划痕、凹槽、压坑和机械损伤,只要其深度在外径公差范围之内。允许表面存在局部的润滑剂痕迹。

10.2 管体外表面上的局部缺欠应用磨削或机械加工的方法处置,直至缺欠完全去除。缺欠深度不应超过指定管子壁厚的公差范围(见表 3)。

10.3 管子外表面上的缺陷不应采用局部捶打的方法处理。

10.4 无损检验应由制造商和购方达成一致。无损检验的三个等级分别是：

- PSL1, 不进行无损检验；
- PSL2, 仅过渡区进行无损检验；
- PSL3, 管体全长和过渡区进行超声波检验, 按照 ISO 11961 或购方与制造商协商的方法进行。

## 11 标记

11.1 按本标准生产的铝合金管应采用圆底打印标记。标记高度应为 10 mm, 深度在 0.3 mm~0.7 mm。管子的标记应位于加厚端的外表面上, 距离过渡区不应超过 150 mm。标记应纵向分布于每个管体外螺纹端。

11.2 标记顺序如下：

- a) 制造商的名称或商标；
- b) 本标准编号；
- c) 材料组别(见 6.1)；
- d) 规格(规定外径), 单位为毫米；
- e) 管体规定壁厚, 单位为毫米；
- f) 批号和管号。

## 12 包装、运输和储存

铝合金管可采用成捆装运。每一捆中的管子应具有相同的直径、壁厚、材料组和长度范围。铝合金管在储存过程中宜与地面保持绝缘。

## 13 文件

### 13.1 合格证

制造商应向购方提供一份合格证书, 说明材料按本标准要求制造、取样、试验和检验, 并且证实结果符合这些要求。制造商还应提供所有无损检验和破坏性试验的结果。

### 13.2 记录保存

下述信息和记录应由制造商负责保存。若要求, 从购买之日起三年内, 购方应能从制造商获取这些记录：

- a) 产地；
- b) 制造商名称或商标；
- c) 材料组别和合金名称；
- d) 管子直径、壁厚和长度；
- e) 管子总长和质量；
- f) 试验结果；
- g) 交货清单(当管体配有接头时, 应标识出接头的尺寸和是否是左旋螺纹)；
- h) 管子批号；
- i) 本标准编号；
- j) 热处理记录。

#### 14 交货状态

铝合金管应按本标准要求交货。

#### 15 制管厂设备配置最低要求

制管厂应具有一台或多台能够生产第7章所述产品的制管设备。制管厂还应有合适的管坯称重及标记设备,并负责称重和标记。

制管厂还应具备能够进行所有规定要求试验和检验的设备。或者,制管厂可选择所有试验和检验由在制管厂以外的分包商完成。在此情况下,所有试验和检验应在制管厂的监控下依据程序文件进行。

附 录 A  
(规范性附录)  
购 方 检 验

**A.1 检验通知**

代表购方的检验人员要求检验管子或见证试验时,厂方应事先将相关检验/试验进行的时间通知检验人员。

**A.2 工厂出入**

代表购方的检验人员在执行购方合同工作的任何时间内,应能自由进出制造商与订购管子生产有关的车间。制造商应向检验人员提供各种方便条件,以使检验人员确信管子是按本标准制造的。除订单上另有规定外,所有的检验宜在装运前在制造厂进行且检验不应影响车间的生产操作。

**A.3 责任**

制造商有责任遵守本标准的所有条款。购方可进行必要的调查,以确认制造商的责任性是否满足其要求,并可对不符合本标准的材料拒收。

**A.4 拒收**

除非另有规定,对在制造商进行检验或验收后发现有缺陷,或在正常使用中证明有缺陷的材料,可拒收,并通知制造商。如果要求进行材料破坏性试验,对证实不符合本标准要求的任何产品应拒收。拒收产品的处理应由购方与制造商协商。

附 录 B  
(规范性附录)  
腐 蚀 试 验

B.1 总则

由第Ⅳ组材料(见表 1)制造的铝合金管的腐蚀速率应按照 ASTM G44,采用试样在 3.5%氯化钠溶液中的厚度减少的方法来评估。试验应从油管加厚部位取 3 个试样,且试样的有效表面积不少于 100 mm<sup>2</sup>,试样厚度不少于 2 mm。尺寸测量的最大误差为 0.01 mm。试样的表面积与厚度之比宜尽可能高以保证最大的金属腐蚀减薄。试验溶液的体积应为每 1 cm<sup>2</sup> 试样表面积至少 20 cm<sup>3</sup> 溶液。

B.2 试样制备

应打磨试样表面使其粗糙度  $R$  不超过 1.6 μm。应确定试样尺寸和质量,并用丙酮对试样表面进行全面的去污渍处理。

去油渍处理后,宜用钳子移动试样。应用蒸馏水清洗试样、烘干,然后用误差低于 0.000 1 g 的分析天平称试样的质量。然后将试样置于试验溶液中。

腐蚀试验应在 21 ℃±2 ℃和常压条件下进行。经购方和制造商协商一致,可采用更高的试验温度和压力。试验周期应不低于 72 h。试验后,应目测检查试样并记录其状态,包括清洁前和清洁后的腐蚀形态。

应按照 ASTM G1 的清洁方法清洁试样。然后,应再用分析天平称试样的质量。

B.3 试验结果的处理

腐蚀速率可根据式(B.1)计算:

$$V_k = \frac{m_1 - m_2}{\rho \times S \times t_t} \quad \text{.....( B.1 )}$$

式中:

- $V_k$  —— 腐蚀速率,单位为毫米每年(mm/a);
- $m_1$  —— 试验前试样质量,单位为克(g);
- $m_2$  —— 试验后试样质量,单位为克(g);
- $\rho$  —— 试验试样密度,单位为克每立方毫米(g/mm<sup>3</sup>);
- $S$  —— 试样的表面积,单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>);
- $t_t$  —— 试验时间,单位为年(a)。

参 考 文 献

- [1] ASTM B917 Standard practice for heat treatment of aluminum-alloy castings from all processes
  - [2] ISO 20312 Petroleum and natural gas industries—Design and operating limits of drill strings with aluminium alloy components
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
石油天然气工业 油气井油管用铝合金管  
GB/T 39096—2020

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字  
2020年9月第一版 2020年9月第一次印刷

\*

书号: 155066 • 1-65634 定价 21.00 元



GB/T 39096-2020

打印日期: 2020年10月23日



如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107