

ICS 75.180.10

E 92

备案号: 27441—2010



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5211—2009

代替 SY/T 5211—2003, SY/T 5287—2000

压裂成套设备

Fracturing unit

2009—12—01 发布

2010—05—01 实施

国家能源局 发 布

SY/T 5211—2009

目 次

前言

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 设计	3
4.1 设备工作环境温度	3
4.2 设备设计强度分析	3
4.3 应力分布和应力集中的简化	3
4.4 设备或零部件的承载能力	3
4.5 剪切屈服强度与抗拉屈服强度	3
4.6 特殊设备	3
4.7 设计文件	3
5 设计验证	3
5.1 总则	3
5.2 设计验证试验	3
5.3 设计验证功能试验	4
5.4 设计验证压力试验	4
6 材料要求	4
6.1 力学性能	4
6.2 材料验证试验	4
6.3 加工	5
6.4 化学成分分析	5
7 焊接要求	5
7.1 概述	5
7.2 焊接鉴定	5
7.3 书面文件	5
7.4 焊接材料管理	5
7.5 焊接性能	5
7.6 焊后热处理	5
7.7 焊缝质量	5
7.8 特殊要求——补焊	5
8 质量控制	6
8.1 总则	6
8.2 质量控制人员资格	6
8.3 测试设备	6
8.4 特殊设备和零部件的质量控制	6
8.5 尺寸检测	6

SY/T 5211—2009

8.6	设备试验	6
9	设备	7
9.1	设备成套型式与基本要求	7
9.2	压裂车 (橇).....	8
9.3	混砂车 (橇).....	13
9.4	管汇车 (橇).....	17
9.5	仪表车	20
9.6	运砂车	22
9.7	供液车	24
9.8	高压管汇元件	25
9.9	车装设备行驶性能要求及试验方法	32
9.10	设备标志、包装、运输、贮存.....	33
附录 A (资料性附录)	活接头推荐的主要配合尺寸.....	35
附录 B (资料性附录)	砂泵推荐选用型号.....	36
附录 C (资料性附录)	活动弯头示意图.....	37
参考文献		39

SY/T 5211—2009

前 言

本标准代替 SY/T 5211—2003《压裂成套设备》和 SY/T 5287—2000《混砂车》。

本标准与 SY/T 5211—2003 相比，主要变化如下：

- 对混砂车相关内容进行了整合（9.3）；
- 扩大了功率范围（9.9.1）；
- 增加了网络控制系统基本要求（9.1.5）。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会（SAC/TC96）提出并归口。

本标准起草单位：中国石化集团江汉石油管理局第四机械厂。

本标准参加起草单位：南阳二机石油装备（集团）有限公司、中油特种车辆有限公司、河南石油勘探局井下作业公司。

本标准主要起草人：王峻乔、吴汉川、池胜高、乔春、王庆群、叶纪东、许亚彬、游艇、王平、郑满圈、蒋文波、朱凯军、李莉莉、彭平生。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SY/T 5211—1987，SY/T 5211—1993，SY/T 5211—2003；
- SY/T 5260—1991；
- SY/T 5287—1991，SY/T 5287—2000；
- SY/T 5441—1992；
- SY/T 5463—1992；
- SY/T 5493—1992；
- SY/T 5884—1993；
- SY/T 6114—1994。

压裂成套设备

1 范围

本标准规定了压裂成套设备的术语和定义、设计、设计验证、材料要求、焊接要求、质量控制、设备成套型式与基本要求,以及各配套设备的型式与基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于陆地及海洋石油天然气开采用车装或橇装压裂设备的设计、制造、检验验收和质量评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法 (GB/T 228—2002, ISO 6892:1998(E), EQV)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法 (GB/T 229—2007, ISO 148—1:2006, MOD)
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢 (GB/T 700—2006, ISO 630:1995, NEQ)
- GB/T 1348 球墨铸铁件
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备 (GB/T 2975—1998, ISO 377:1997, EQV)
- GB/T 3077 合金结构钢 (GB/T 3077—1999, DIN EN 10083—1:1991, NEQ)
- GB/T 3766 液压系统通用技术条件 (GB/T 3766—2001, ISO 4413:1998, EQV)
- GB 3847 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法
- GB/T 4162 锻轧钢棒超声检测方法 (GB/T 4162—2008, ASTM E2375:2004, NEQ)
- GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定 (GB 4785—2007, ECE R48:2001, NEQ)
- GB/T 4798.5 电工电子产品应用环境条件 第5部分:地面车辆使用 (GB/T 4798.5—2007, IEC 60721—3—5:1997, MOD)
- GB/T 5677 铸钢件射线照相检测 (GB/T 5677—2007, ISO 4993:1987, IDT)
- GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法
- GB/T 5796.1 梯形螺纹 第1部分:牙型 (GB/T 5796.1—2005, ISO 2901:1993, MOD)
- GB/T 5796.2 梯形螺纹 第2部分:直径与螺距系列 (GB/T 5796.2—2005, ISO 2902:1977, MOD)
- GB/T 5796.3 梯形螺纹 第3部分:基本尺寸 (GB/T 5796.3—2005, ISO 2904:1977, MOD)
- GB/T 5796.4 梯形螺纹 第4部分:公差 (GB/T 5796.4—2005, ISO 2903:1993, MOD)
- GB 5920 汽车及挂车前位灯、后位灯、示廓灯和制动灯配光性能

SY/T 5211—2009

- GB 6067 起重机械安全规程 (GB 6067—1985, NF E52—122:1975, NEQ)
- GB/T 6068 汽车起重机和轮胎起重机试验规范
- GB/T 6402 钢锻件超声检测方法 (GB/T 6402—2008, EN 10228—3:1998, EN 10228—4:1999, MOD)
- GB 7258—2004/XG 3—2008 《机动车运行安全技术条件》国家标准第 3 号修改单
- GB/T 9253.2 石油天然气工业 套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验 (GB/T 9253.2—1999, API Spec 5B:1996(第 14 版), IDT)
- GB 9439 灰铸铁件
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB 11567.1 汽车和挂车侧面防护要求 (GB 11567.1—2001, ECE R73: 1988, IDT)
- GB 11567.2 汽车和挂车后下部防护要求 (GB 11567.2—2001, ECE R58: 1983, NEQ)
- GB/T 12467.2 金属材料熔焊质量要求 第 2 部分: 完整质量要求 (GB/T 12467.2—2009, ISO 3834—2:2005, IDT)
- GB/T 12534 汽车道路试验方法通则
- GB/T 12536 汽车滑行试验方法
- GB/T 12538 两轴道路车辆 重心位置的测定 (GB/T 12538—2003, ISO 10392:1992, MOD)
- GB/T 12539 汽车爬陡坡试验方法
- GB/T 12540 汽车最小转弯直径、最小转弯通道圆直径和外摆值测量方法
- GB/T 12541 汽车地形通过性试验方法
- GB/T 12542 汽车热平衡能力道路试验方法
- GB/T 12543 汽车加速性能试验方法
- GB/T 12544 汽车最高车速试验方法
- GB/T 12547 汽车最低稳定车速试验方法
- GB/T 12673 汽车主要尺寸测量方法
- GB/T 12674 汽车质量(重量)参数测定方法
- GB 12676 汽车制动系统结构、性能和试验方法
- GB/T 12677 汽车技术状况行驶检查方法
- GB/T 13306 标牌
- GB 14023 车辆、船和由内燃机驱动的装置 无线电骚扰特性 限值和测量方法 (GB 14023—2006, CISPR 12:2005, IDT)
- GB 15741 汽车和挂车号牌板(架)及其位置 (GB 15741—1995, EEC 70/222, NEQ)
- GB/T 17350 专用汽车和专用挂车术语、代号和编制方法
- GB 18099 汽车及挂车侧标志灯配光性能
- SY/T 5127 井口装置和采油树规范 (SY/T 5127—2002, API Spec 6A, IDT)
- SY/T 5676 石油钻采机械产品用高压锻件通用技术条件
- SY/T 5715 石油钻采机械产品用承压铸钢件通用技术条件
- SY/T 6194 石油天然气工业 油气井套管或油管用钢管 (SY/T 6194—2003, ISO 11960:2001, IDT)
- SY/T 6270 石油钻采高压管汇件的使用与维护
- ANSI/AWS D1.1 钢结构焊接规范
- ANSI B1.5 美国标准梯形螺纹
- ANSI B1.8 美国标准短齿梯形螺纹

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

砂液比 sand-liquid ratio

支撑剂与基液的体积比。

3.2

添加剂 additive

在基液中添加的化学药剂。

3.3

胶联比 gel ratio

胶联剂与基液的体积比。

4 设计

4.1 设备工作环境温度

设备的设计工作环境温度为一20℃～45℃，除非第9章另有规定或者协议双方另有书面商定。

4.2 设备设计强度分析

设备的设计强度分析以弹性理论为基础。另一方面，在设计文件认为合理的地方，可以用极限强度（塑性）分析。

4.3 应力分布和应力集中的简化

应力分布和应力集中可采用通常可接受的作法、经验或试验进行简化。

4.4 设备或零部件的承载能力

没有可靠的分析方法时，设备或零部件的承载能力应由试验来确定。

4.5 剪切屈服强度与抗拉屈服强度

设计计算考虑剪切时，剪切屈服强度与抗拉屈服强度的比值应取0.58。

4.6 特殊设备

参见第9章特殊设备设计要求。

4.7 设计文件

设计文件应包括设计方法、假设、计算和设计要求。设计要求包括但不限于尺寸、试验、工作压力、材料、环境和API规范的要求以及其他有关的设计要求，也包含对设计变更文件的要求。

5 设计验证

5.1 总则

为了验证设计和有关计算的准确性，应对设备进行设计验证试验。

5.2 设计验证试验

设计验证试验应根据程序文件执行。

5.2.1 设计验证试验人员

设计验证试验应由对产品的设计和制造没有直接责任且具有进行该项工作资格的人员执行或验证。

5.2.2 设计验证试验项目

设计验证试验项目包括：

- a) 功能试验。
- b) 压力试验。

SY/T 5211—2009

5.3 设计验证功能试验

5.3.1 试验取样

凡是利用零件的连续运动传递力、运动或能量的设备，应在每种类型的设备中选一台（套）进行功能试验。

5.3.2 试验程序

制造厂家应建立试验周期、应用载荷和试验速度的程序文件。对于连续运转的设备，试验样机应在额定速度下最少试验运转 2h。对于间断运转或周期运转的设备，除第 9 章另有规定外，应在额定速度下按等效的工作周期运转至少 2h。

5.3.3 合格条件

设备运转应没有显著的动力损耗，试验过程中，性能参数应在设计文件规定的范围内。

5.4 设计验证压力试验

5.4.1 试验取样

每一个承压项目或第 9 章规定的主承压件应进行设计验证静水压试验，液压动力传递部件不在本试验之内。

5.4.2 试验压力

试验压力应为额定工作压力的 1.5 倍，清水、加入添加剂的水或其他工作中通常使用的液体可作为试验液体。试验步骤按 8.6.2 的要求进行。

5.4.3 合格条件

在每次加压试验后不应出现渗漏或永久变形，并按 8.4.5 的规定进行无损检测。不满足本要求或过早失效，应重新进行试验，重新评价设计。

5.4.4 单个零件

如果试验装置的加载情况适用于组件中的零件，这些单个零件可以单独进行试验。

5.4.5 记录

所有的设计验证的记录和数据应按规定的程序文件保存。

6 材料要求

6.1 力学性能

6.1.1 冲击吸收能量

冲击吸收能量应按 GB/T 229 的要求进行冲击试验。

为了验证某一额定温度使用的材料，该冲击试验应在其分级范围的最低温度或低于该温度下进行。

每个试样的冲击值均应等于或超过所要求的最小平均值。

至少应试验三个冲击试验以评定一炉材料。这些试验确定的冲击性能应满足制造厂商的规范要求。

6.1.2 厚度方向的性能试验

设计要求厚度方向的性能时，应执行 GB/T 228 对材料进行厚度方向断面收缩试验。最小收缩率应为 25%。

测量时如需要，将试样断裂部分仔细地配接在一起，使其轴线处于同一直线上。对于圆形横截面试样，在缩颈最小处相互垂直方向测量直径，取其算术平均值计算最小横截面积；对于矩形横截面试样，测量缩颈处的最大宽度和最小厚度，两者之乘积为断后最小横截面积。原始横截面积与断后最小横截面积之差除以原始横截面积的百分率得到断面收缩率。

6.2 材料验证试验

本标准所要求的力学性能试验，应在与所有代表零件相同热处理且属同一批次的试棒上进行，试

SY/T 5211—2009

验应按 GB/T 229 的要求,在材料最终热处理状态下进行。为了材料验证试验的目的,焊后消除应力不看做是热处理。材料验证试验可在消除应力之前,低于改变热处理状态的温度下进行。

零件验证试验用试棒按 GB/T 2975 的规定执行。

6.3 加工

本标准对加工有以下要求:

- a) 制造工艺应确保重复性生产的零部件符合本标准的要求。
- b) 承受高压的锻件材料应符合 SY/T 5676 的要求。
- c) 热处理应在制造厂家或工艺人员根据要求认可的设备内进行。热处理炉内任一零件应不影响到热处理批次中其他零件的热处理特性,热处理的温度和时间应符合制造厂家或工艺人员的书面规范。实际热处理温度和时间应有记录,记录应对有关零件具有追溯性。

6.4 化学成分分析

化学成分分析按 GB/T 222 的要求进行,分析结果按钢铁的种类应分别符合 GB/T 3077, GB/T 699, GB/T 1348, GB 9439 和 GB/T 11352 的要求。

7 焊接要求

7.1 概述

本章介绍关键部件的焊接要求。

7.2 焊接鉴定

部件上的所有焊接应符合 GB/T 12467.2 或公认的类似工业标准的工艺规程。

焊接工作只能由上述标准认证合格的焊工或焊接操作人员进行。焊接工艺和技术也应符合上述标准。

7.3 书面文件

应按适用标准编制的焊接工艺规程进行焊接。焊接工艺规程应规定适用标准列出的全部基本参数。

应按适用标准评定焊接工艺规程。工艺规程评定记录应记录合格试验用的焊接工艺规程的全部基本和补充基本(需要时)参数。焊接工艺规程和工艺规程评定记录应作为文档保存。

7.4 焊接材料管理

焊接用材料应符合相应国家标准或材料制造商的规范。制造商应具有焊接材料的贮存和管理的书面规程。

7.5 焊接性能

对于所有需要评定的工艺规程,由工艺规程评定试验确定的焊接力学性能,至少应满足设计要求的最低规定力学性能。若对于基体材料要求冲击试验时,冲击试验也应是工艺规程评定的一项要求。焊缝和基体材料热影响区域的试验结果应满足基体材料的最低要求。

全部焊接试验应在适用的焊后热处理条件下用试验焊件进行。

7.6 焊后热处理

应根据适用的、经鉴定合格的焊接工艺规范进行零件的焊后热处理。

7.7 焊缝质量

所有焊缝应符合 GB/T 12467.2 或公认的类似工业标准的规定。

7.8 特殊要求——补焊

除 7.2 ~ 7.7 中的规定要求以外,还适用以下要求:

方法:应有一个合适的方法来评定、去除和检验需要进行补焊的不合格状况。

溶合:所选择的焊接工艺规程和适合的补焊方法应确保与基体材料完全溶合。

热处理:评定补焊所采用的焊接工艺规程应考虑补焊的实际顺序和对于被修补零件的热处理。

SY/T 5211—2009

8 质量控制**8.1 总则**

本章规定了设备和用于主承载件和承压件材料的质量要求。所有质量控制工作应按制造厂家规定的规程进行,该规程应包括相应的方法、定量和定性的验收准则。

设备、零件和材料的验收状态应在设备、零件和材料的追溯文件上予以表明。

8.2 质量控制人员资格

质量控制人员应取得相应资格和(或)证书。

8.3 测试设备

用于检查、测试或检验材料的设备或其他设备,应按国家以及行业相关标准和制造厂家制定的程序文件进行鉴定、控制、校准和定期调试,以保证所需精度。

8.4 特殊设备和零部件的质量控制**8.4.1 适用范围**

本条的质量控制要求适用于所有主承载件和承压件,另有规定的除外。

8.4.2 化学成分

化学成分应符合设计图纸和相关国家标准或行业标准的要求。

8.4.3 力学试验

力学试验应符合 6.1 的规定。

8.4.4 追溯性

热加工或热处理批次的标志应使零部件具有可追溯性,材料或零部件上的标识应在其制造的全过程中保持完好。制造厂家应明文规定追溯性标记和标识的维护、替代和控制记录方法。紧固件和管接头可无追溯性要求,但应根据认可的工业标准做出标记。

8.4.5 无损检测

每一完工零部件的所有可接近表面在最终热处理和最终机加工后,应进行磁粉探伤或射线探伤。

若设备需进行载荷试验,则应在载荷试验之后进行无损检测。对于制造厂家证明延迟撕裂敏感的材料,无损检测应在载荷试验 24h 后进行。设备应解体进行该项检测,检测之前应除去表面涂层。

材质为圆钢、管材、锻件的无损检测应符合 GB/T 4162, GB/T 5777 和 GB/T 6402 的规定。

材质为铸件的应进行射线探伤,射线探伤应符合 GB/T 5677 的规定。

8.5 尺寸检测

尺寸检验应按国家和行业相关标准进行。所有重要承载和压力密封螺纹应按相应的螺纹规范要求进行检测,整机实际出厂外观尺寸应与上报公告目录的一致。

8.6 设备试验**8.6.1 负荷试验**

设备要求满负荷试验时,应按第 9 章的有关试验方法进行。

8.6.2 静水压试验

静水压试验介质为清水,静水压试验时应按以下要求进行试验:

- a) 初始压力保持期。
- b) 降压至零。
- c) 二次压力保压期。

两次压力保持期均不低于 5min。压力保持期应从已达到试验压力、设备和压力测试仪表与压力源切断开始计时。

试验中用于校准的压力表和记录仪、记录栏中应签字并注明日期,使试验设备具有追溯性。

特殊的静水压试验要求按第 9 章的试验方法进行。