



宝山钢铁股份有限公司企业标准

Q/BQB 232—2023
代替 Q/BQB 232—2018

油气井射孔枪用无缝钢管

Seamless tube for perforating gun in oil and gas well

2023-04-09 发布

2023-07-01 实施

宝山钢铁股份有限公司 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。

本文件根据本企业产品和工艺特点制定。

本文件代替Q/BQB 232—2018。本文件与Q/BQB 232—2018相比，除编辑性改动外，主要变化如下：

- 更改了规范性引用文件，修改适用的最新版本，部分标准改为不注日期方式引用（见第2章，2018年版的第2章）；
- 增加了“3 术语、定义和符号”章节（见第3章，2018年版5.2的注）；
- 增加了常规可供规格 $\phi 178.00\text{mm} \times 12.65\text{mm}$ （见表1，2018年版的表1）；
- 更改了冷轧（拔）管的外径允许偏差、不圆度、壁厚允许偏差、同一横截面的壁厚不均的要求（见6.2和表2，2018年版的5.2和表2）；
- 更改了外径不小于101.6 mm的钢管弯曲度要求（见6.4.2，2018年版的5.4）；
- 新增牌号BG130P、BG140P、BG155P及相应技术条件；
- GB/T 18253—2018中的检验文件类型“3.1”代替GB/T 18253—2000中检验文件类型“5.1 B”（见9.2.1，2018年版的8.2.1）。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部提出。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部归口。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部起草。

本文件主要起草人：许晴。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：Q/BQB 232—1997、Q/BQB 232—1999、Q/BQB 232—2003、Q/BQB 232—2009、Q/BQB 232—2014、Q/BQB 232—2018。

油气井射孔枪用无缝钢管

1 范围

本文件规定了油气井射孔枪用的无缝钢管的尺寸、外形、重量、技术要求、检验与试验、包装、标志和检验文件。

本文件适用于宝山钢铁股份有限公司生产的供制造油气井射孔枪枪体用的无缝钢管。

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；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。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

GB/T 18253—2018 钢及钢产品 检验文件的类型

ASTM A370 钢制品机械性能标准试验方法和定义 (Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products)

ASTM A751 钢制品化学分析的标准试验方法和操作 (Standard test Methods and Practices for Chemical Analysis of Steel Products)

ASTM E23 金属材料缺口冲击试验的标准试验方法 (Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials)

ASTM E29 使用有效数字确定试验数据与规范的符合性的标准作法 (Standard practice for using significant digits in test data to determine conformance with specifications)

ASTM E213 金属管超声检测的标准作法 (Standard practice for ultrasonic testing of metal pipe and tubing)

ASTM E309 钢管产品磁饱和涡流检测的标准作法 (Standard practice for eddy current examination of steel tubular products using magnetic saturation)

ASTM E570 铁磁性钢管产品漏磁检测的标准作法 (Standard practice for flux leakage examination of ferromagnetic steel tubular products)

ASTM E709 磁粉检测标准指南 (Standard guide for magnetic particle testing)

3 术语、定义和符号

3.1 下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 不圆度

钢管的不圆度指在钢管同一横截面上最大实测外径与最小实测外径的差值。

3.1.2 壁厚不均

钢管的壁厚不均指同一横截面上最大实测壁厚与最小实测壁厚的差值。

3.2 下列符号适用于本文件。

- $A_{50\text{mm}}$ 表示原始标距 (L_0) 为 50 mm 的断后伸长率
- KV_8 V 型缺口试样使用 8 mm 摆锤锤刃测得的冲击吸收能量
- $R_{p0.2}$ 规定塑性延伸率为 0.2% 时的强度
- R_m 抗拉强度

4 牌号表示方法

本文件的牌号 (钢级) 按 “BG+强度级别特征值+用途特征字母” 命名。

其中, “BG” 由宝钢股份中 “宝” 的拼音字母首位 “B”、管材中 “管” 的拼音字母首位 “G” 组成。强度级别特征值为规定最小屈服强度 (单位为 ksi) 的数值。使用性能特征字母为 P, 代表其适用于射孔枪 (英文 perforating guns 首字母)。

5 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括但不限于下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 钢的牌号 (对于 BG110P, 如用户指定材质 32CrMo4, 则需在订货时注明, 见 7.1.2);
- d) 订货规格;
- e) 订购数量;
- f) 制造方法 (热轧或冷拔、冷轧);
- g) 特殊要求。

6 尺寸、外形及重量

6.1 尺寸规格

钢管的外径和壁厚应符合表 1 的规定。经供需双方协商, 亦可供应表 1 以外规格的钢管。

表 1

单位为毫米

| 外径/ D | 壁厚/ S |
|---------|--------------------------|
| 60.30 | 5.00、5.50 |
| 63.50 | 6.30 |
| 68.00 | 5.50、6.30、6.50 |
| 73.00 | 5.51、6.00、6.50、7.82、9.19 |
| 79.30 | 7.92 |
| 82.50 | 9.00 |

表 1 (续)

单位为毫米

| 外径/ D | 壁厚/ S |
|---------|--------------------------------------|
| 83.00 | 9.00 |
| 85.70 | 9.50 |
| 88.90 | 6.45、7.10、8.00、8.80、9.19、10.00、12.00 |
| 95.00 | 8.00、10.00 |
| 96.00 | 10.00 |
| 101.60 | 7.00、9.00、9.50、10.00、11.00 |
| 108.00 | 8.00 |
| 114.30 | 8.50、9.50、10.00、11.10、12.50、13.00 |
| 127.00 | 9.50、11.00、12.50、13.00 |
| 159.00 | 12.00、12.50、13.00 |
| 178.00 | 12.00、12.65 |

6.2 钢管的外径和壁厚允许偏差、不圆度和壁厚不均

钢管的外径和壁厚允许偏差、不圆度和壁厚不均应符合表 2 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可生产表 2 规定以外尺寸允许偏差、不圆度和壁厚不均的钢管。

表 2

单位为毫米

| 钢管制造方法 | 外径允许偏差 | 不圆度 | 壁厚允许偏差 | 同一横截面的壁厚不均 |
|--------|--------------|---------------|---|--------------|
| 热轧 | $\pm 1\%D$ | $\leq 1.2\%D$ | $D \leq 130$ 时，为 $+12.5\%S$; -10 $D > 130$ 时，为 $\pm 12.5\%S$ | $\leq 15\%S$ |
| 冷轧（拔） | $\pm 0.8\%D$ | $\leq 1.0\%D$ | $\pm 8\%S$ | $\leq 12\%S$ |

6.3 长度

6.3.1 通常长度

钢管的通常长度为 7 000 mm~12 500 mm。

6.3.2 定尺长度和倍尺长度

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。钢管的定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内，定尺长度和倍尺总长度的允许偏差为 $+100_0$ mm；每个倍尺长度应留出切口余量 5 mm~10 mm。

6.4 弯曲度

6.4.1 外径小于 101.6 mm 的钢管，每米弯曲度应不大于 1.5 mm/m，全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。

6.4.2 外径不小于 101.6 mm 的钢管，弯曲度应满足以下要求：

——对于 BG110P 和 BG115P 钢级，每米弯曲度应不大于 1.2 mm/m，全长弯曲度应不大于钢管长度

的 0.10%;

——对于其他钢级，每米弯曲度应不大于 1.5 mm/m，全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。

6.5 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直，切口毛刺应予清除。

6.6 交货重量

钢管以实际重量交货。

7 技术要求

7.1 钢的牌号及化学成分

7.1.1 钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表 3 的规定。钢管的化学成分按熔炼成分验收。

7.1.2 对于 BG110P，如需方指定材质 32CrMo4 并在合同中注明，则按表 3 的 32CrMo4 规定成分；如果需方未规定材质，则由供方选择采用表 3 规定的 32CrMo4 或其他成分的材质。

7.1.3 当需方要求做成品分析时，应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.1.4 根据需方要求，经供需双方协商，可生产其它牌号的钢管。

表 3

| 牌号 (钢级) | 材质 | 化学成分（熔炼分析），%（质量分数） | | | | | | | |
|--------------|----------------------|---|-----------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|--------------------|
| | | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | 其它 |
| BG110P | 32CrMo4 ^a | 0.29~0.36 | 0.17~0.37 | 0.50~ 0.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | 0.90~ 1.20 | 0.20~ 0.30 | Ni≤0.30 Cu≤0.20 |
| | ^b | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | ≤1.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤1.00 | ≤0.50 | — |
| BG115P | — | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | ≤1.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤1.00 | ≤0.50 | — |
| BG125P | — | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | ≤1.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤1.00 | ≤0.50 | — |
| BG130P | — | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | ≤1.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤1.00 | ≤0.50 | — |
| BG140P | — | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | ≤1.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤1.50 | ≤1.50 | — |
| BG155P | — | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | ≤1.80 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤1.50 | ≤1.50 | — |
| ^a | | 如用户指定材质 32CrMo4，或者用户未指定材质而由供方选择采用材质 32CrMo4 时，应符合此化学成分要求。 | | | | | | | |
| ^b | | 当采用 32CrMo4 以外的其他材质时，应符合此化学成分要求。 | | | | | | | |

7.2 制造方法

7.2.1 冶炼方法

钢应采用电炉或氧气转炉冶炼，若需方无特别指定，则冶炼方法由供方确定。

7.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧或冷拔（轧）无缝方法制造。需方指定一种方法制造钢管时，应在合同中注明。

7.3 交货状态

钢管应以调质状态交货。

7.4 力学性能

7.4.1 拉伸性能

7.4.1.1 交货状态钢管的室温纵向拉伸性能应符合表 4 的规定。

7.4.1.2 对于外径小于 101.60 mm 的管子，试样宽度应约为 19 mm；对外径为 101.60 mm~193.68 mm 的管子，试样宽度约为 25 mm；对于规格大于 193.68 mm 的管子，试样宽度约为 38mm。拉伸试样应代表所截取管子的整个壁厚，且试验时应不将试样压平。

表 4

| 牌号 (钢级) | 材质 | 拉伸性能 | | | 冲击吸收能量 KV_2/J | |
|------------|----------------------|----------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|----|
| | | 规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}/MPa$ | 抗拉强度 R_m/MPa | 断后伸长率 $A_{50mm}/\%$ | 纵向 | 横向 |
| | | 不小于 | | | | |
| BG110P | 32CrMo4 ^a | 758~1000 | 862 | 14 | 80 | 60 |
| | ^b | 758~1000 | 862 | 14 | 100 | 80 |
| BG115P | — | 793~1034 | 896 | 14 | 100 | 80 |
| BG125P | — | 862~1069 | 931 | 14 | 100 | 80 |
| BG130P | — | 896~1103 | 965 | 13 | 100 | 80 |
| BG140P | — | 965~1172 | 1034 | 13 | 80 | 60 |
| BG155P | — | 1069~1276 | 1138 | 13 | 80 | 60 |

^a 如用户指定材质 32CrMo4，或者用户未指定材质而由供方选择采用材质 32CrMo4 时，应符合此力学性能要求。
^b 当采用 32CrMo4 以外的其他材质时，应符合此力学性能要求。

7.4.2 冲击性能

7.4.2.1 当外径 < 73.03 mm 时，不作冲击试验；当 73.03 mm ≤ 外径 < 101.6 mm 时，作纵向冲击试验；当外径 ≥ 101.6 mm 时，作横向冲击试验。冲击试验的试验温度为 0 °C。3 个冲击试样的平均值应不小于表 4 中的规定值，仅允许 1 个冲击试样的吸收能量小于规定值，但不应低于规定值的三分之二。

7.4.2.2 应采用 10mm、7.5 mm 或 5.0 mm 中尽可能的较大尺寸的试样。对于要求做纵向试验的规格，当钢管尺寸不足以截取厚度为 5 mm 的纵向试样时，冲击试验不作要求。对于要求做横向试验的规格，当钢管不足以截取厚度为 5 mm 的横向试样时，应采用 10mm、7.5 mm 或 5.0 mm 中尽可能的较大尺寸纵向试样，如果钢管尺寸仍不足以截取厚度为 5 mm 的纵向试样时，冲击试验不作要求。

7.4.2.3 7.5 mm 和 5.0 mm 小尺寸试样的最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求应分别为本表中的全尺寸试样冲击吸收能量要求值乘以递减系数 0.80 和 0.55。

7.4.2.4 无论试验前或试验后，发现试样制备有缺陷或有与试验目的无关的材料缺欠，则该试样可报废，并用从同一件产品上制备的另一试样来代替。不应仅仅因为不满足最小吸收能要求而将试样简单地判定为有缺陷。

7.5 无损检测

钢管应逐根全长进行涡流（或外表面纵向漏磁）探伤和内外表面纵横向超声波探伤。管端盲区应采用超声波探伤或磁粉探伤或切除。探伤类别及验收等级应符合表 5 的规定。

表 5

| 序号 | 探伤类别 | 验收等级 | 参考标样刻槽最大深度 ^a | 参考标样刻槽全深度处最大长度 | 参考标样刻槽最大宽度 |
|--|------|---------------------------------|-------------------------|----------------|------------|
| 1 | 涡流 | 涡流探伤参考标样钻孔 $\varnothing 3.2$ mm | / | / | / |
| 2 | 漏磁 | L2 | 5% S | 50 mm | 1 mm |
| 3 | 超声波 | L2 | 5% S | 50 mm | 1 mm |
| ^a 刻槽深度是以规定公称壁厚 S 的百分数表示的。刻槽深度的允许偏差应为计算刻槽深度的 $\pm 15\%$ ，最小刻槽深度为 0.3 mm ± 0.05 mm。 | | | | | |

7.6 表面质量

钢管的内外表面不应有裂缝、折叠、轧折、离层和结疤，这些缺陷应完全清除掉，但清理处的实际壁厚不应小于壁厚所允许的最小值。允许存在由于制造方式所造成的轻微凸起、凹陷或浅的辊痕，但钢管的外径和壁厚必须在允许的尺寸偏差之内，且不影响钢管的使用性能。

8 检验与试验

8.1 尺寸检验

钢管的尺寸应用合适的量具逐根进行测量。

8.2 外观检查

钢管的内、外表面需在充分照明下用肉眼逐根进行检查。

8.3 钢管的检验项目、试验方法、取样方法及取样数量

钢管的检验项目、试验方法、取样方法及取样数量应符合表 6 的规定。

表 6

| 序号 | 试验项目 | 试验方法 | 取样方法 | 取样数量 |
|----|----------------|------------|------------|-----------------|
| 1 | 化学成分 (熔炼分析) | ASTM A 751 | ASTM A 751 | 每炉一个试样 |
| 2 | 拉伸试验 | ASTM A 370 | ASTM A 370 | 每批一个试样 |
| 3 | 冲击试验 | ASTM E 23 | ASTM A 370 | 每批在一根钢管上取一组三个试样 |
| 4 | 涡流探伤 | ASTM E 309 | — | 逐根 |
| 5 | 漏磁探伤 | ASTM E 570 | — | 逐根 |
| 6 | 超声波探伤 | ASTM E 213 | — | 逐根 |
| 7 | 管端磁粉探伤 | ASTM E 709 | — | 逐根（两端） |

8.4 组批规则

8.4.1 钢管按批进行检查、检验和验收。每批钢管应由同一规格、同一牌号、同一炉号和同一热处理制度的钢管组成。

8.4.2 钢管每批为不超过 200 根，剩余钢管的根数不小于 100 根时，单独为一批；小于 100 根时，可并入同一规格、同一牌号、同一炉号和同一热处理制度的相邻一批中。

8.5 复验与判定原则

8.5.1 拉伸试验

拉伸试验如有一项试验结果（包括该项试验所要求的任一指标）不合格，则应将该根钢管剔除，并从同一批钢管中重新取 2 根钢管复验不合格的项目，复验结果即使有一个指标不合格，则整批钢管不予验收。

供方可对复验不合格的钢管进行调质处理，作为新的一批提交验收。

8.5.2 冲击试验

若一个试验结果不符合表 4 的规定要求，而且不具备按 6.4.2.4 规定重新试验的条件，则从该批中另外 3 件的每件上再取 3 个试样。若追加的所有检验件均符合要求，则除最初不合格的那一件外，该批合格。若追加检验件有一件以上不符合规定要求，则制造厂可选择将该批剩余检验件逐件检验，或将该批重新热处理并按新批检验。

9 包装、标志和检验文件

9.1 包装和标志

钢管的包装和标志应符合 GB/T 2102 的规定。

9.2 检验文件

9.2.1 通常情况下，检验文件的类型应符合 GB/T 18253—2018 中检验文件类型“3.1”的规定。即由制造厂授权的、独立于生产部门的检验代表，根据规定的检验和试验要求进行检验和试验，并出具检验文件。经供需双方协商，并在合同中注明，也可提供其它类型的检验文件。

9.2.2 每批交货钢管必须开具检验文件。检验文件的内容，可按需要注明：商标、供方名称、订货单位名称、产品名称、产品订货标准、产品规格、合同号、牌号、炉号、交货状态、捆数、重量、标准中规定的各项试验结果、检验文件签发日期、交货日期、质量管理部门负责人签字等。

10 数值修约规则

数值修约规则应符合 ASTM E29 的规定。