

LCGG

团 体 标 准

T/LCGG 001—2019

连铸圆管坯交货技术条件

Technical delivery conditions for continuously cast round billet for seamless steel tube rolling

2019-12-18 发布

2019-12-20 实施

聊城市钢管产业促进会 发布

目 次

| | |
|--------------------|----|
| 前言..... | II |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 订货内容..... | 1 |
| 4 尺寸、外形及重量..... | 2 |
| 5 技术要求..... | 3 |
| 6 试验方法..... | 11 |
| 7 检验规则..... | 11 |
| 8 包装、标志和质量证明书..... | 11 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由聊城市钢管产业促进会提出。

本标准由聊城市钢管产业促进会归口。

本标准起草单位：山东聊城中钢联金属制造有限公司、山东大洋钢管制造有限公司、山东汇通工业制造有限公司、山东中正钢管制造有限公司、山东中冶石油机械有限公司。

本标准主要起草人：邓红森、武星富、吴迪、胡明志、林战、李鹏、崔磊、王丙晴、杨亮东、窦永刚、李培达。

连铸圆管坯交货技术条件

1 范围

本标准规定了连铸圆管坯的订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于制造无缝钢管用连铸圆管坯（以下简称“管坯”）。

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。

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。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.4 钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.8 钢铁及合金化学分析方法 氟化钠分离-EDTA滴定法测定铝含量
- GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青S分光光度法
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量
- GB/T 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法
- GB/T 223.49 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-偶氮氯膦mA分光光度法测定稀土总量
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- GB/T 223.75 钢铁及合金 硼含量的测定 甲醇蒸馏-姜黄素光度法
- GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法
- GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验方法
- GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
- GB/T 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）
- GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）
- GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定
- YB/T 153—2015 优质结构钢连铸坯低倍组织缺陷评级图
- YB/T 4149 连铸圆管坯

3 订货内容

按本标准订货的合同或订单应包括下列内容：

- a) 本标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢的牌号；
- d) 尺寸规格；
- e) 交货长度；
- f) 订购重量（或数量）；
- g) 特殊要求。

4 尺寸、外形及重量

4.1 直径及允许偏差

管坯的直径及允许偏差应符合表1的规定。

表1 管坯的直径及允许偏差

单位为毫米

| 公称直径 d | 允许偏差（避开扁平区测量） |
|------------------|---------------|
| ≤ 150 | $\pm 1.6\% d$ |
| $> 150 \sim 250$ | $\pm 1.5\% d$ |
| $> 250 \sim 350$ | $\pm 1.3\% d$ |
| $> 350 \sim 500$ | $\pm 1.2\% d$ |
| > 500 | $\pm 1.1\% d$ |

注：扁平区指连铸过程中拉矫辊在管坯表面压成的平面。

4.2 长度及允许偏差

4.2.1 管坯的通常长度为 2 500 mm ~12 000 mm。经供需双方协商，并在合同中注明，亦可按其他长度交货。

4.2.2 管坯的定尺或倍尺长度应在通常长度范围内，并在合同中注明。定尺或倍尺长度的允许偏差为：

- a) 长度小于 6 000 mm， $+50 \ 0$ mm；
- b) 长度不小于 6 000 mm， $+80 \ 0$ mm。

4.3 不圆度

管坯的不圆度应符合表2的规定。

表2 管坯的不圆度

单位为毫米

| 公称直径 d | 不圆度 ^a | |
|------------------|------------------|-----------|
| | 不大于 | |
| | 不避开扁平区测量 | 避开扁平区测量 |
| ≤ 150 | $4.6\% d$ | $2.8\% d$ |
| $> 150 \sim 250$ | $4.5\% d$ | $2.5\% d$ |
| $> 250 \sim 350$ | $3.5\% d$ | $2\% d$ |
| $> 350 \sim 500$ | $3\% d$ | $1.5\% d$ |
| > 500 | $2.5\% d$ | $1.2\% d$ |

^a 不圆度的计算公式：不圆度 = $d_{max} - d_{min}$ ， d_{max} 、 d_{min} 分别为实测管坯同一截面直径的最大值和最小值。

4.4 弯曲度

管坯的每米弯曲度应不大于3 mm，全长弯曲度应不大于管坯总长度的0.4%。

4.5 端面切斜度

管坯端面应切（割）平齐，端部不允许有挂瘤或耳子。公称直径不大于500 mm的管坯，端面切斜度应不大于公称直径的4%，且最大切斜度应不超过15 mm。公称直径大于500 mm的管坯，端面最大切斜度应不大于公称直径的3%，且最大切斜度应不超过20 mm。

4.6 重量

管坯按实际重量交货，经供需双方协商，并在合同中注明，亦可按理论重量交货。管坯每米理论重量按公式（1）计算：

$$W = 0.7854 \rho d^2 / 1000 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W ——管坯每米理论重量，单位为千克每米（kg/m）；

ρ ——钢的密度，优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢、合金结构钢取7.80 kg/dm³；

d ——管坯的公称直径，单位为毫米（mm）。

5 技术要求

5.1 钢的牌号及化学成分

5.1.1 优质碳素结构钢和合金结构钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表3的规定。

5.1.2 低合金高强度结构钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表4的规定。除质量等级A外，各牌号的碳当量应符合表5的规定。碳当量（CEV）应由熔炼分析成分按公式（2）计算。

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \dots\dots\dots (2)$$

5.1.3 油套管用钢的推荐牌号和化学成分（熔炼和成品分析）参见表6。

5.1.4 锅炉石化用钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表7的规定。

5.1.5 B级（PSL1）钢推荐化学成分（熔炼分析）参见表8。

5.1.6 管线管用钢的化学成分（熔炼和成品分析）参见表9。

5.1.7 其余钢的牌号和化学成分应符合相应钢管产品标准的规定或由供需双方协商确定。

5.1.8 高压锅炉管用管坯的化学成分允许偏差应符合GB/T 5310的规定。除管线管和油井管以外，其余管坯的成品化学成分允许偏差应符合GB/T 222或相应标准的规定。

表3 优质碳素结构钢和合金结构钢的牌号和化学成分

| 序号 | 钢类 | 牌号 | 化学成分(质量分数)/% | | | | | | | | | |
|----|--------------------------|-----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|------|------|-------|-------|
| | | | C | Si | Mn | Cr | Mo | V/Ti | Ni | Cu | P | S |
| | | | 不大于 | | | | | | | | | |
| 1 | 优质碳素 结构钢 ^a | 20 | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.35~0.65 | ≤0.25 | — | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.025 |
| 2 | | 35 | 0.32~0.39 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | ≤0.25 | — | — | 0.25 | 0.20 | 0.030 | 0.025 |
| 3 | | 45 | 0.42~0.50 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | ≤0.25 | — | — | 0.25 | 0.20 | 0.030 | 0.025 |
| 4 | 合金 结构钢 ^b | 20Mn2 | 0.17~0.24 | 0.17~0.37 | 1.40~1.80 | ≤0.25 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 5 | | 20CrMnTi | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.80~1.10 | 1.00~1.30 | ≤0.10 | Ti: 0.04~0.10 | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 6 | | 35Mn2 | 0.32~0.39 | 0.17~0.37 | 1.40~1.80 | ≤0.25 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 7 | | 40Mn2 | 0.37~0.44 | 0.17~0.37 | 1.40~1.80 | ≤0.25 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 8 | | 45Mn2 | 0.42~0.49 | 0.17~0.37 | 1.40~1.80 | ≤0.25 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 9 | | 20MnV | 0.17~0.24 | 0.17~0.37 | 1.30~1.60 | ≤0.25 | ≤0.10 | V: 0.07~0.12 | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 10 | | 27SiMn | 0.24~0.32 | 1.10~1.40 | 1.10~1.40 | ≤0.30 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 11 | | 35CrMo | 0.32~0.40 | 0.17~0.37 | 0.40~0.70 | 0.80~1.10 | 0.15~0.25 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 12 | | 42CrMo | 0.38~0.45 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | 0.90~1.20 | 0.15~0.25 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 13 | | 40Cr | 0.37~0.44 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | 0.80~1.10 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 14 | | 30CrMnSi | 0.28~0.34 | 0.90~1.20 | 0.80~1.10 | 0.80~1.10 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 15 | | 50CrV | 0.47~0.54 | 0.17~0.37 | 0.50~0.80 | 0.80~1.10 | ≤0.10 | V: 0.10~0.20 | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.030 |
| 16 | | 30MnNbRE ^c | 0.27~0.36 | 0.20~0.60 | 1.20~1.60 | ≤0.30 | ≤0.10 | — | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.025 |

^a 氧气转炉冶炼的钢其氮含量应不大于0.008%。供方能保证合格时,可不作分析。未经需方同意不应有意加入本表中未规定的元素。制造厂应采取措施防止从废钢或其他原料中带入影响钢性能的元素。

^b 钢中残余钨、钒、钛含量应做分析,结果计入质量证明书。根据需方要求,可对残余钨、钒、钛含量加以限制。

^c Nb含量为0.02%~0.05%,RE的含量是指按0.02%~0.04%计算量加入钢液中。

表 4 低合金高强度结构钢的牌号和化学成分

| 牌号 | 质量等级 | 化学成分 (质量分数) ^{a, b, c} /% | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|-----------------------------------|------|---------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|-------|------------------|-------|
| | | C | Si | Mn | P | S | Nb | V | Ti | Cr | Ni | Cu | N ^d | Mo | B | Als ^e | |
| | | 不大于 | | | | | | | | | | | | | | 不小于 | |
| Q345 (Q355) | A | 1.50~ 0.20 | 0.50 | 1.20~ 1.60 | 0.035 | 0.035 | — | — | — | 0.30 | 0.50 | 0.20 | 0.012 | 0.10 | — | | |
| | B | | | | 0.035 | 0.035 | — | — | — | | | | | | — | | |
| | C | | | | 0.030 | 0.030 | — | — | — | | | | | | — | | |
| | D | 0.18 | | | 0.030 | 0.025 | 0.07 | 0.15 | 0.20 | — | — | — | — | — | — | — | 0.015 |
| | E | | | | 0.025 | 0.020 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Q390 | A | 0.20 | 0.50 | 1.70 | 0.035 | 0.035 | — | — | — | 0.30 | 0.50 | 0.20 | 0.015 | 0.10 | — | | |
| | B | | | | 0.035 | 0.035 | — | — | — | | | | | | — | | |
| | C | | | | 0.030 | 0.030 | 0.07 | 0.20 | 0.20 | | | | | | — | — | — |
| | D | | | | 0.030 | 0.025 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.015 |
| | E | | | | 0.025 | 0.020 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Q420 | A | 0.20 | 0.50 | 1.70 | 0.035 | 0.035 | — | — | — | 0.30 | 0.80 | 0.20 | 0.015 | 0.20 | — | | |
| | B | | | | 0.035 | 0.035 | — | — | — | | | | | | — | — | |
| | C | | | | 0.030 | 0.030 | 0.07 | 0.20 | 0.20 | | | | | | — | — | — |
| | D | | | | 0.030 | 0.025 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.015 |
| | E | | | | 0.025 | 0.020 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Q460 | C | 0.20 | 0.60 | 1.80 | 0.030 | 0.030 | 0.11 | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.80 | 0.20 | 0.015 | 0.20 | 0.005 | 0.015 | |
| | D | | | | 0.030 | 0.025 | | | | | | | | | | | |
| | E | | | | 0.025 | 0.020 | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | 0.025 | 0.015 | | | | | | | | | | | |
| | E | | | | 0.020 | 0.010 | | | | | | | | | | | |

a 除 Q345A、Q345B 牌号外，钢中应至少含有细化晶粒元素 Al、Nb、V、Ti 中的一种。根据需要，供方可添加其中一种或几种细化晶粒元素，最大值应符合表中规定。组合加入时， $Nb+V+Ti \leq 0.22\%$ 。

b 对于 Q345、Q390、Q420 和 Q460 牌号， $Mo+Cr \leq 0.30\%$ 。

c 各牌号的 Cr、Ni 作为残余元素时，Cr、Ni 含量应各不大于 0.30%；当需要加入时，其含量应符合表中规定或由供需双方协商确定。

d 如供方能保证氮元素含量符合表中规定，可不进行氮含量分析。如果钢中加入 Al、Nb、V、Ti 等具有固氮作用的合金元素，氮元素含量不作限制，固氮元素含量应在质量证明书中注明。

e 当采用全铝时，全铝含量 $Al_t \geq 0.020\%$ 。

表 5 低合金高强度结构钢的碳当量

| 牌号 | 碳当量 CEV (质量分数) /% | | | | | |
|------|---------------------|-------------|--------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | 公称壁厚 $S \leq 16$ mm | | 公称壁厚 $S > 16$ mm ~ 30 mm | | 公称壁厚 $S > 30$ mm | |
| | 热轧或正火 | 淬火+回火 | 热轧或正火 | 淬火+回火 | 热轧或正火 | 淬火+回火 |
| Q345 | ≤ 0.45 | — | ≤ 0.47 | — | ≤ 0.48 | — |
| Q390 | ≤ 0.46 | — | ≤ 0.48 | — | ≤ 0.49 | — |
| Q420 | ≤ 0.48 | — | ≤ 0.50 | ≤ 0.48 | ≤ 0.52 | ≤ 0.48 |
| Q460 | ≤ 0.53 | ≤ 0.48 | ≤ 0.55 | ≤ 0.50 | ≤ 0.55 | ≤ 0.50 |

表 6 油套管用钢

| 钢级 | 管体/ 接箍 | 牌号 | 化学成分(质量分数) ^a /% | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------|----------------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|--------------|--------------|
| | | | C | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | Mo | V | P | S |
| J55、K55 | 管体 | 37Mn2 | 0.35~0.40 | 0.17~0.37 | 1.30~1.55 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | ≤ 0.20 | ≤ 0.10 | — | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 |
| | | 30Mn2 | 0.27~0.32 | 0.17~0.37 | 1.40~1.80 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | ≤ 0.20 | ≤ 0.10 | — | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 |
| | 接箍 | 33MnV | 0.31~0.35 | 0.17~0.37 | 1.35~1.50 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | ≤ 0.20 | ≤ 0.10 | 0.10~0.14 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 |
| N80Q | 管体 | 27Mn | 0.25~0.32 | 0.17~0.37 | 1.20~1.45 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | ≤ 0.20 | ≤ 0.10 | — | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 |
| | | 30Mn | 0.28~0.32 | 0.17~0.37 | 1.30~1.45 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | ≤ 0.20 | ≤ 0.10 | — | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 |
| | 接箍 | 25MnV | 0.22~0.29 | 0.17~0.37 | 1.30~1.60 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | ≤ 0.20 | ≤ 0.10 | 0.07~0.12 | ≤ 0.025 | ≤ 0.025 |

^a As \leq 0.030%, Sn \leq 0.010%。当 As 或 Sn 某一元素含量不合格时, 可按 As+Sn 总量及最大含量要求控制。As+Sn 总量: $0.4As+6Sn \leq 0.072\%$, 并同时满足最大含量要求: As \leq 0.045%、Sn \leq 0.012%。

表7 锅炉、石化用钢的牌号和化学成分

| 钢类 | 序号 | 牌 号 | 化学成分 (质量分数) ^{a、b} , % | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------------|-------|-----------|-------------|-------|-------|
| | | | C | Si | Mn | Cr | Mo | V | Ni | Al _{tot} | Cu | Nb | N | P | S |
| 优质碳素结构钢 | 1 | 10 | 0.07~0.13 | 0.17~0.37 | 0.35~0.65 | ≤0.25 | ≤0.15 | ≤0.08 | ≤0.25 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 2 | 20G | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.35~0.65 | ≤0.25 | ≤0.15 | ≤0.08 | ≤0.25 | ^c | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 3 | 20MnG | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.70~1.00 | ≤0.25 | ≤0.15 | ≤0.08 | ≤0.25 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 4 | 25MnG | 0.22~0.27 | 0.17~0.37 | 0.70~1.00 | ≤0.25 | ≤0.15 | ≤0.08 | ≤0.25 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| 合金结构钢 | 6 | 15MoG | 0.12~0.20 | 0.17~0.37 | 0.40~0.80 | ≤0.30 | 0.25~0.35 | ≤0.08 | ≤0.30 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 7 | 12CrMoG | 0.08~0.15 | 0.17~0.37 | 0.40~0.70 | 0.40~0.70 | 0.40~0.55 | ≤0.08 | ≤0.30 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 8 | 15CrMoG | 0.12~0.18 | 0.17~0.37 | 0.40~0.70 | 0.80~1.10 | 0.40~0.55 | ≤0.08 | ≤0.30 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 9 | 12Cr2MoG | 0.08~0.15 | ≤0.50 | 0.40~0.60 | 2.00~2.50 | 0.90~1.13 | ≤0.08 | ≤0.30 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| | 10 | 12Cr1MoVG | 0.08~0.15 | 0.17~0.37 | 0.40~0.70 | 0.90~1.20 | 0.25~0.35 | 0.15~0.30 | ≤0.30 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.010 |
| | 11 | 10Cr9Mo1VNbN | 0.08~0.12 | 0.20~0.50 | 0.30~0.60 | 8.00~9.50 | 0.85~1.05 | 0.18~0.25 | ≤0.40 | ≤0.020 | ≤0.20 | 0.06~0.10 | 0.030~0.070 | 0.020 | 0.010 |
| | 12 | 12Cr5Mo-I、 12Cr5Mo-NT | ≤0.15 | ≤0.50 | 0.30~0.60 | 4.00~6.00 | 0.45~0.60 | ≤0.08 | ≤0.60 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 |
| 13 | 12Cr9Mo-I、 12Cr9Mo-NT | ≤0.15 | 0.25~1.00 | 0.30~0.60 | 8.00~10.00 | 0.90~1.10 | ≤0.08 | ≤0.60 | — | ≤0.20 | — | — | 0.025 | 0.015 | |

^a 除非冶炼需要, 未经需方同意, 不允许在钢中有意添加本表中未提及的元素。制造厂应采取所有恰当的措施, 以防止废钢和生产过程中所使用的其他材料把会削弱钢材力学性能及适用性的元素带入钢中。

^b As≤0.030%、Sn≤0.010%。当As或Sn某一元素含量不合格时, 可按As+Sn总量及最大含量要求控制, As+Sn总量: 0.4As+6Sn≤0.072%, 并同时满足最大含量要求: As≤0.045%、Sn≤0.012%。

^c 20G中的全铝含量不大于0.015%, 不作交货要求, 但应填入质量证明书中。4.

表 8 B 级钢化学成分 (PSL1)

| 钢级 | 壁厚 S mm | 化学成分, % | | | | | | | | | | | 碳当量 CE, % | |
|----------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------|--|
| | | C | Mn | Si | P | S | 残余元素 | | | | | | | |
| | | | | | | | Cr | Ni | Mo | V | Cu | B | | |
| B | S<15 | 0.17~0.22 | 0.37~0.65 | 0.20~0.35 | | | | | | | | | | |
| B (C、Mn) | S≥15 | 0.19~0.22 | 0.50~0.65 | 0.20~0.35 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.20 | ≤0.20 | ≤0.10 | ≤0.08 | ≤0.20 | ≤0.001 | ≤0.40 | |
| B/X42 | — | 0.14~0.18 | 1.00~1.18 | 0.20~0.35 | | | | | | | | | | |

1、对要求 Mn/C>3 的 B 钢合同按表中 B/X42 成分交货。
2、Nb、Ti、V 元素要求: Nb+V+Ti≤0.15%, Nb+V≤0.05%。
3、残余元素总量要求: Cr+Ni+Mo+V+Cu≤0.70%。
4、当合同注明“管体喷印 NACE MR0175 和 (或) NACE MR0103”标志时, 碳当量的要求才适用, 碳当量的计算公式: CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15。
5、有害元素控制要求: As≤0.045%、Sn≤0.015%。当 As 或 Sn 某一元素含量不合格时, 可按 As+Sn 总量控制, As+Sn 总量: 0.4As+6Sn≤0.108%。
6、PSL2 钢级的成品化学成分 P、S 含量应不超过表中的规定。

表9 管线管用钢化学成分

| 钢级 | 规范水平 | 状态 | 化学成分(质量分数)/% | | | | | | | | | |
|----------|------|-----|--------------|-----------|-----------|--------|--------|-------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|
| | | | C | Si | Mn | P | S | Ti | Nb | V | CE _{IIW} | CE _{Pcm} |
| B/L245 | PSL1 | / | 0.17~0.22 | 0.20~0.35 | 0.37~0.65 | ≤0.025 | ≤0.025 | — | — | — | — | — |
| | PSL2 | R、N | 0.11~0.16 | 0.20~0.35 | 0.85~1.05 | ≤0.023 | ≤0.014 | ≤0.04 | ≤0.05 | ≤0.05 | <0.42 | <<0.25 |
| | | Q | 0.11~0.15 | 0.20~0.40 | 1.20~1.40 | | | | | | | |
| X42/L290 | PSL1 | / | 0.14~0.18 | 0.20~0.50 | 1.10~1.40 | ≤0.025 | ≤0.025 | — | — | — | — | — |
| | PSL2 | R、N | 0.12~0.16 | 0.20~0.35 | 1.20~1.40 | ≤0.023 | ≤0.014 | ≤0.04 | ≤0.05 | ≤0.05 | <0.42 | <0.25 |
| | | Q | 0.11~0.15 | 0.20~0.40 | 1.20~1.40 | | | | | | | |
| X46/L320 | PSL1 | / | 0.14~0.18 | 0.20~0.50 | 1.10~1.40 | ≤0.025 | ≤0.025 | — | — | — | — | — |
| | PSL2 | N | 0.12~0.16 | 0.20~0.35 | 1.20~1.40 | ≤0.023 | ≤0.014 | ≤0.04 | ≤0.05 | ≤0.05 | <0.42 | <0.25 |
| | | Q | 0.11~0.15 | 0.20~0.40 | 1.20~1.40 | | | | | | | |
| X52/L360 | PSL1 | / | 0.14~0.18 | 0.30~0.50 | 1.25~1.40 | ≤0.025 | ≤0.025 | — | 0.03~0.05 | — | — | — |
| | PSL2 | N | 0.12~0.16 | 0.20~0.40 | 1.30~1.50 | ≤0.023 | ≤0.014 | ≤0.04 | 0.03~0.05 | ≤0.10 | <0.42 | <0.25 |
| | | Q | 0.11~0.15 | 0.20~0.40 | 1.25~1.45 | | | | | ≤0.05 | | |
| X56/L390 | PSL1 | / | 0.14~0.18 | 0.30~0.50 | 1.40~1.60 | ≤0.025 | ≤0.025 | — | 0.03~0.05 | — | — | — |
| | PSL2 | N | 0.12~0.16 | 0.20~0.40 | 1.30~1.50 | ≤0.023 | ≤0.014 | ≤0.04 | 0.03~0.05 | ≤0.10 | <0.42 | <0.25 |
| | | Q | 0.11~0.15 | 0.20~0.40 | | | | | | ≤0.05 | | |
| X60/L415 | PSL1 | / | 0.14~0.18 | 0.30~0.50 | 1.40~1.60 | ≤0.025 | ≤0.025 | — | 0.03~0.05 | — | — | — |
| | PSL2 | N | 0.14~0.20 | 0.20~0.40 | 1.30~1.50 | ≤0.023 | ≤0.014 | ≤0.04 | 0.03~0.05 | ≤0.10 | <0.42 | <0.25 |
| | | Q | 0.11~0.15 | 0.20~0.40 | | | | | | 1.40~1.60 | | |

1、对 B/L245 PSL1 钢级、BR/L245R 以及 BN/L245N PSL2 钢级：Nb+V 之和不应超过 0.06%。

2、对 PSL1 各钢级 Nb+V+Ti 之和不应超过 0.15%。

3、各钢级的残余元素应符合：Cr≤0.20%，Ni≤0.20%，Cu≤0.20%，Mo≤0.10%。

4、对 L 系列，增做 Al_t 和 N，Al_t≤0.06%，N≤0.012%且 Al_t/N≥2:1。

5、熔炼分析时根据 C 含量分别按以下公式计算碳当量 CE（仅对 PSL2 规范水平有要求）

当 C≤0.12%时，CE_{Pcm}=C+Si/30+(Mn+Cu+Cr)/20+Ni/60+Mo/15+V/10+5B；

当 C>0.12%时，CE_{IIW}=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15；

6、As、Sn 元素含量要求控制

对 PSL2 规范水平的钢 As≤0.030%，Sn≤0.010%，当 As 或 Sn 某一元素含量不合格时，按 0.4 As+6Sn≤0.072%判定。

对 PSL1 规范水平的钢 As≤0.045%，Sn≤0.015%，当 As 或 Sn 某一元素含量不合格时，按 0.4 As+6Sn≤0.108%判定。

7、PSL2 规范水平钢不应有意添加 B，残余 B≤0.001%。

5.2 制造方法

5.2.1 按表7订购的锅炉、石化用钢应采用氧气转炉加炉外精炼并经真空精炼处理，或电炉加炉外精炼并经真空精炼处理，或电渣重熔法冶炼。

5.2.2 表7以外的优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢应采用氧气转炉加炉外精炼或电炉加炉外精炼方法冶炼，并根据不同的钢种或用户要求采用相应的炉外精炼工艺。

5.2.3 表7以外的合金结构钢应采用氧气转炉加炉外精炼并经真空精炼处理，或电炉加炉外精炼并经真空精炼处理方法冶炼。

5.2.4 管坯采用弧型连铸机、水平连铸机或立式连铸机浇铸。

5.3 切头、切尾量

管坯开浇时的头部和浇注末期的尾部应切除足够的长度，切割端面应无目视可见的缩孔存在。如有特殊要求，可经供需双方协商一致，并在合同中注明。

5.4 交货状态

管坯可以连铸、连铸后缓冷或其他状态交货。

5.5 低倍组织缺陷

5.5.1 管坯横截面酸浸低倍组织试片上不应有目视可见的夹渣、异金属夹杂和翻皮。

5.5.2 管坯横截面酸浸低倍组织试片上允许存在的低倍组织缺陷类别及允许级别应符合表10的规定。其中公称直径小于500mm的管坯低倍组织缺陷级别按YB/T 153—2015附录C进行评定，公称直径不小于500mm的管坯低倍组织缺陷级别按YB/T 153—2015附录D评定。各类缺陷（或组织）的形貌特征、产生原因及评定原则应符合YB/T 153—2015的规定。

5.5.3 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应低倍组织允许缺陷级别不同于表3规定的管坯。

表 10 管坯低倍组织缺陷允许级别

| 公称直径 mm | 中心疏松 | 缩孔 | 中心裂纹 | 中间裂纹 | 皮下裂纹 | 皮下气泡 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| | 不大于 | | | | | |
| ≤500 | 1.5级 | 1.5级 | 1.5级 | 1.0级 | 1.0级 | 1.0级 |
| >500 | 2.0级 | 1.5级 | 1.5级 | 1.0级 | 1.0级 | 1.0级 |

5.6 低倍结晶组织

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，管坯可进行低倍结晶组织检验，即表层细晶区、柱状晶区、等轴晶区的厚度比例检验，等轴晶区长轴（长轴中心应为管坯的几何中心）一般不小于公称直径的25%，其推荐评级图见YB/T 4149附录A，合格级别由供需双方协商确定。

5.7 非金属夹杂物

供方应保证钢管按GB/T 10561-2005中A法进行非金属夹杂物评级，其结果应符合表11的规定（钢管合同有特殊要求的另行协商）。其他钢管产品用钢的夹杂物合格级别应符合相应钢管标准的规定。

表 11 非金属夹杂物要求

| 品种 | A类, 级 | | B类, 级 | | C类, 级 | | D类, 级 | | Ds类, 级 | (A+B+C+D)类 | |
|---|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------------|------|
| | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | | 粗系 | 细系 |
| 管线管用钢、油套管用钢、GB/T 5310、GB/T6479、GB/T 9948 标准用钢 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤6.5 | ≤6.5 |
| 其余钢管用钢 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤2.5 | ≤6.5 | ≤6.5 |

5.7 表面质量

5.7.1 管坯表面不应有目视可见的裂纹、夹杂、气孔、结疤、夹渣、耳子和深度大于 3.0 mm 的凹坑以及深度大于 2.0 mm 的机械划痕、压痕。

5.7.2 管坯表面缺陷允许清理，清理深度从实际尺寸算起应不大于公称直径的 3%，且最大清理深度应不大于 12 mm。清理处应圆滑无棱角，清理处的深、宽、长之比应不小于 1:6:8。同一截面最大清理深度只允许存在一处。

5.7.3 合金钢管坯不应采用火焰清理，宜采用风铲或砂轮清理。

5.7.4 管坯上肉眼可见的接痕和尾坯应切除。

5.7.5 管坯表面裂纹、夹杂、气孔缺陷所致废品数量大于总检查量的 10%、针状气孔大于清理支数的 50% 者，该炉不允许交货。

5.8 其他检验项目

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同注明，可进行其他项目的检验，具体检验项目和指标由供需双方协商确定。

6 试验方法

6.1 低倍组织缺陷检验的取样数量和取样部位应符合如下规定：

a) 单炉浇注时，每流浇注时各取 1 个试样；

b) 连续浇注时，每炉次任选一流（相邻炉次选不同流）取 1 个试样，每个浇次中，应保证每流至少有 1 个试样。

c) 每炉号检验结果以多个样中缺陷级别最严重的为准。

6.2 管坯检验项目的取样数量、取样部位及试验方法应符合表 12 的规定。

表12 管坯的检验项目、取样数量、取样部位及试验方法

| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样部位 | 试验方法 |
|----|--------|----------|------------|---|
| 1 | 化学成分 | 每炉取1个 | GB/T 20066 | GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 |
| 2 | 低倍组织缺陷 | 按6.1条款规定 | 按6.1条款规定 | GB/T 226、YB/T 153—2015 |
| 3 | 低倍结晶组织 | 每炉取1个 | 任意支管坯 | GB/T 226、YB/T 4149附录A |
| 4 | 尺寸、外形 | 逐根 | — | 符合精度要求的量具 |
| 5 | 表面质量 | 逐根 | — | 充分照明条件下目视 |

7 检验规则

7.1 检查和验收

管坯的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

7.2 组批规则

管坯应按批进行检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一交货状态的管坯组成。

7.3 复验与判定规则

管坯的复验和判定规则应符合GB/T 2101的规定。

8 包装、标志和质量证明书

8.1 每支管坯应标记钢的牌号、炉号、流号。管坯一个端面用油漆标识钢级色标，其色标颜色和样式应符合表 13 的规定，标记示例见图 1；另一个端面用钢字逐支打印钢的牌号和炉号。每批（炉）管坯应挂标

牌，标牌上应注明标准号、炉号、钢号、规格、重量、支数和生产日期。标志的其余要求应符合 GB/T 2101 的规定。

表 13 钢级色标

| 序号 | 钢类 | 牌号 | 标识颜色 |
|----|---------------------------|--------------------------|-----------|
| 1 | 优质 碳素 结构 钢 | 10 | 白色一条 |
| 2 | | 20 | 绿色一条 |
| 3 | | 35 | 蓝色一条 |
| 4 | | 45 | 红色一条 |
| 5 | B 级钢 | B、L245、B/X42 | 黄色一条 |
| 6 | 锅炉、 石化 用钢 | 20G | 绿色+棕色各一条 |
| 7 | | 20MnG、25MnG | 黑色+棕色各一条 |
| 8 | | 15MoG、20MoG | 白色+棕色各一条 |
| 9 | | 12CrMoG、15CrMoG | 红色+棕色各一条 |
| 10 | | 12Cr1MoVG、 | 黄色+棕色各一条 |
| 11 | | 12Cr2MoG | 蓝色+棕色各一条 |
| 12 | | 10Cr9Mo1VNbN | 蓝色+红色各一条 |
| 13 | | 12Cr5Mo-I、 12Cr5Mo-NT | 绿色+红色各一条 |
| 14 | | 12Cr9Mo-I、 12Cr9Mo-NT | 白色+红色各一条 |
| 15 | 低合 金高 强度 结构 钢 | Q345 系列 | 白色三角形 |
| 16 | | Q390、Q420、Q460 系列 | 黄色三角形 |
| 17 | 油井 管用 钢 | 37Mn2 | 绿色三条 |
| 18 | | 30Mn2 | 绿色两条+白色一条 |
| 19 | | 33MnV | 绿色两条+黑色一条 |
| 20 | | 27Mn | 红色两条+绿色一条 |
| 21 | | 30Mn | 红色三条 |
| 22 | | 25MnV | 红色两条+白色一条 |
| 23 | 合金 结构 钢 | Mn 钢 (40Mn2、45Mn2 等) | 白色两条 |
| 24 | | SiMn 钢 (27SiMn 等) | 蓝色两条 |
| 25 | | Cr 钢 (40Cr 等) | 黄色两条 |
| 26 | | CrMnSi (30CrMnSi 等) | 黑色两条 |
| 27 | | CrMo 钢 (35CrMo、42CrMo 等) | 绿色两条 |
| 28 | | CrV 钢 (50CrV 等) | 黑色两条 |

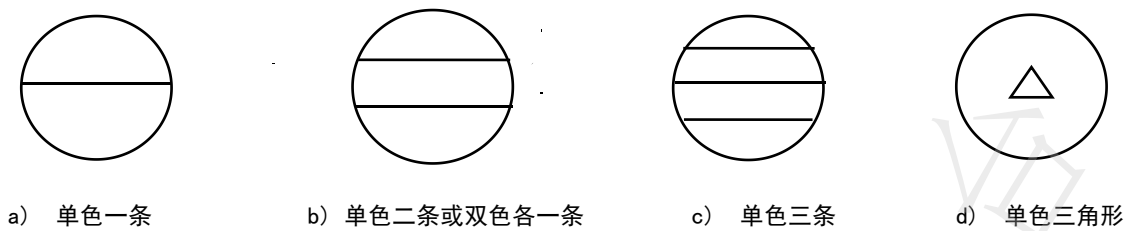


图1 钢级色标颜色和样式

8.2 管坯的包装和质量证明书应符合GB/T 2101的规定。