|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 77.140.35 |
| CCS | |  | | --- | |  |   H 40 |

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

高磁导率低矫顽力软磁合金

high magneticpermeability and saturation magnetic induction soft magnetic alloys

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国特钢企业协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc160616107)

[引言 IV](#_Toc160616108)

[1 范围 1](#_Toc160616109)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc160616110)

[3 术语和定义 1](#_Toc160616111)

[4 牌号表示方法 1](#_Toc160616112)

[5 订货内容 1](#_Toc160616113)

[6 冶炼方法 2](#_Toc160616114)

[7 交货状态 2](#_Toc160616115)

[8 外形 2](#_Toc160616116)

[8.1 弯曲度 2](#_Toc160616117)

[8.2 不圆度 2](#_Toc160616118)

[9 要求 2](#_Toc160616119)

[9.1 化学成分 2](#_Toc160616120)

[9.2 尺寸及允许偏差 2](#_Toc160616121)

[9.3 磁性能 3](#_Toc160616122)

[9.4 低倍组织 3](#_Toc160616123)

[9.5 塔形发纹 3](#_Toc160616124)

[9.6 表面质量 3](#_Toc160616125)

[9.7 超声探伤 3](#_Toc160616126)

[10 试验方法 4](#_Toc160616127)

[10.1 化学成分 4](#_Toc160616128)

[10.2 尺寸 4](#_Toc160616129)

[10.3 磁性能 4](#_Toc160616130)

[10.4 低倍组织 4](#_Toc160616131)

[10.5 塔形发纹 4](#_Toc160616132)

[10.6 表面质量 4](#_Toc160616133)

[10.7 超声探伤 4](#_Toc160616134)

[11 检验规则 4](#_Toc160616135)

[11.1 检查和验收 4](#_Toc160616136)

[11.2 组批规则 4](#_Toc160616137)

[11.3 取样数量和取样位置 4](#_Toc160616138)

[11.4 复验和判定规则 4](#_Toc160616139)

[11.5 数值修约规则 5](#_Toc160616140)

[12 包装、标志和质量证明书 5](#_Toc160616141)

[附录A（资料性） 推荐的试样热处理制度 6](#_Toc160616142)

[附录B（资料性） 材料典型性能 7](#_Toc160616143)

1. 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。

本文件由中国特钢企业协会、中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟联合提出并归口。

本文件起草单位：北京北冶功能材料有限公司、冶金工业规划研究院、北冶功能材料（江苏）有限公司、有研资源环境技术研究院（北京）有限公司、国标（北京）检验认证有限公司。

本文件主要起草人：杨帆、徐明舟、李重阳、薛佳宁、闫国庆、马朝辉、张建东、张顺利、孙凤仙、陈映纯、陈畅。

1. 引言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到一种高性能铁镍软磁合金[CN109524191B]、一种高磁导率高磁感的铁镍软磁合金及其制备方法[CN113265565B]专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：北京北冶功能材料有限公司

地址：北京市海淀区清河小营东路1号院

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

高磁导率高饱和磁感强度软磁合金

* 1. 范围

本文件规定了高磁导率低矫顽力软磁合金的牌号表示方法、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。

本文件适用于截面尺寸（直径、边长、厚度或对边距离）为3.0mm～250mm的高磁导率低矫顽力软磁合金棒材（圆钢、方钢、扁钢等的总称）。

* 1. 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。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

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 223.20 钢铁及合金化学分析方法 电位滴定法测定钴量

GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量

GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α-安息香肟重量法测定钼量

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 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠（钾）光度法测定锰量

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法

GB/T 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图

GB/T 4162 锻轧钢棒超声检测方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 13012 软磁材料直流磁性能的测量方法

GB/T 13297 精密合金包装、标志和质量证明书的一般规定

GB/T 14986.1 软磁合金 第1部分：一般要求

GB/T 15711 钢中非金属夹杂物的检验塔形发纹酸浸法

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 36164 高合金钢 多元素含量的测定 X射线荧光光谱法(常规法)

GB/T 38939 镍基合金 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱分析法（常规法）

* 1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

* 1. 牌号表示方法

合金的牌号为1J72和1J73。

* 1. 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

1. 本文件编号；
2. 产品名称；
3. 牌号；
4. 尺寸规格；
5. 重量（或数量）；
6. 交货状态；
7. 特殊要求；
   1. 冶炼方法

合金应经真空或非真空感应炉冶炼，也可采用能满足本标准要求的其它方法冶炼。

* 1. 交货状态

合金以热轧或热锻状态交货。

* 1. 外形
     1. 弯曲度

合金成品应平直，弯曲度每米应小于等于4 mm，总弯曲度应小于等于总长度的0.4%。

* + 1. 不圆度

成品圆棒的不圆度应小于等于直径公差的70%，方棒在同一截面对角线之差应小于等于边长公差之半。

* 1. 要求
     1. 化学成分

合金的化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定。

1. 合金的牌号及化学成分（熔炼分析）

| 牌号 | 化学成分（质量分数）  % | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Si | Mn | P | S | Cu | Cr | Ni | Mo | Fe |
| 1J72 | ≤0.03 | 0.15～0.30 | 0.30～0.60 | ≤0.02 | ≤0.02 | — | — | 74.00～75.00 | — | 其余 |
| 1J73 | ≤0.03 | 0.15～0.40 | 0.20～0.80 | ≤0.02 | ≤0.02 | ＜2.00 | 0.10～0.40 | 70.00～73.50 | 0.50～2.00 | 其余 |

合金的成品化学成分允许偏差应符合GB/T 222—2006的规定。

* + 1. 尺寸及允许偏差

合金热锻/轧棒材（圆钢、方钢）成品的尺寸及允许偏差应符合表2的规定。成品定尺或倍尺交货时，应在合同中注明，其长度允许偏差为。

1. 尺寸及允许偏差（圆钢、方钢）

单位为毫米

| 公称直径或边长 | 允许偏差 |
| --- | --- |
| 15～35 | ±2.0 |
| ＞35～50 | ±3.0 |
| ＞50～80 | ±4.0 |
| ＞80～100 | ±6.0 |
| ＞100～250 | ±10.0 |

合金热锻/轧扁材成品的尺寸及允许偏差应符合表3的规定。成品定尺或倍尺交货时，应在合同中注明，其长度允许偏差为。

1. 尺寸及允许偏差（扁材）

单位为毫米

| 公称厚度 | 厚度允许偏差 | 公称宽度 | 宽度允许偏差 |
| --- | --- | --- | --- |
| 3.0～4.0 | ±0.20 | 100～250 | +3.0～-2.0 |
| ＞4.0～7.0 | ±0.30 |
| ＞7.0～13.0 | ±0.40 |
| ＞13.0～22.0 | ±0.50 |

* + 1. 磁性能

合金经热处理后的直流磁性能应符合表4的规定。推荐的试样热处理制度参见附录A。

1. 合金经热处理后的磁性能

| 牌号 | μ0.001/（mH/m） | μm/（mH/m） | Bs/（T） | Hc/（A/m） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1J72 | ≥20 | ≥200 | ≥1.15 | ＜2.0 |
| 1J73 | ≥18 | ≥150 | ≥1.10 | ＜2.5 |
| 注：Bs在20Oe测试 | | | | |

* + 1. 低倍组织

合金的低倍组织应按GB/T 1979—2001检验并评级。在合金成品横向酸浸低倍试片上不允许有缩孔、气泡、翻皮、疏松、内裂和肉眼可见的夹杂等冶金缺陷，中心疏松、一般疏松、锭型偏析的合格级别应符合表5的规定。

1. 合格级别

| 类型 | 中心疏松 | 一般疏松 | 锭型偏析 |
| --- | --- | --- | --- |
| 合格级别，  不大于 | 2.0 | 1.5 | 1.0 |

* + 1. 塔形发纹

经供需双方协商，并在合同中注明，合金成品可进行塔形发纹酸浸试样检验。发纹的数量和长度应符合表6的规定。

1. 钢棒的塔形发纹

| 类型 | 发纹总条数  条 | 发纹最大长度  mm | 发纹总长度  mm | 每阶发纹条数  条 | 每阶发纹总长度  mm |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 要求  小于等于 | 5 | 6 | 20 | 3 | 10 |

* + 1. 表面质量

合金成品的表面不允许有裂纹、折叠、斑疤。允许有不超出尺寸偏差的划痕、小斑疤、凹痕。局部缺陷允许通过修磨予以清除，清除后应保证最小允许尺寸。

供机械加工用棒材（圆钢、方钢）或扁材的表面上缺陷深度不得超过允许偏差之和的3/4。

* + 1. 超声探伤

合金成品的超声探伤质量应达到GB/T 4162—2022中表4质量等级中B级的规定。

直径或边长不超过80cm的棒材（圆钢、方钢）或扁材，采用液浸聚焦探头或联合双探头进行检测。

直径超过80cm的棒材（圆钢、方钢），采用接触法或以液浸法进行检测。

* 1. 试验方法
     1. 化学成分

合金的化学成分分析通常按GB/T 20123—2006、GB/T 223.20—1994、GB/T 36164—2018、GB/T 38939—2020或其他通用方法进行，仲裁时按GB/T 223.5—2008、GB/T 223.20—1994、GB/T 223.25—1994、GB/T 223.28—1989、GB/T 223.62—1988、GB/T 223.63—2022、GB/T 223.85—2009、GB/T 223.86—2009的规定进行。

* + 1. 尺寸

尺寸应采用能够保证精度的卡尺、千分尺等通用量具进行测量。

* + 1. 磁性能

应按GB/T 13012—2008进行试验。

* + 1. 低倍组织

应按GB/T 226—2015、GB/T 1979—2001进行试验。

* + 1. 塔形发纹

应按GB/T 15711—2018进行试验。

* + 1. 表面质量

应通过目测法进行检查。

* + 1. 超声探伤

应按GB/T 4162—2022进行试验。

* 1. 检验规则
     1. 检查和验收

合金成品的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。需方有权对本标准或合同中所规定的任一检验项目进行检查和验收。

* + 1. 组批规则

合金成品应成批验收。每批由同一牌号、同一炉号、同一加工方法、同一交货状态、同一规格和同一热处理炉次的钢材组成。

* + 1. 取样数量和取样位置

每批合金的取样数量和取样部位见表7。

1. 检验项目表

| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样部位 | 试验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 化学成分 | 1个/炉 | GB/T 20066 | 10.1 |
| 2 | 尺寸 | 逐支 | 整支合金成品 | 10.2 |
| 3 | 磁性能 | 1个/批 | GB/T 14986.1-2018中9.3.2 | 10.3 |
| 4 | 低倍组织 | 2个/批 | 相当于钢锭头部不同支钢棒或钢坯 | 10.4 |
| 5 | 塔形发纹 | 2个/批 | 不同根合金成品 | 10.5 |
| 6 | 表面质量 | 逐支 | 整支合金成品 | 10.6 |
| 7 | 超声探伤 | 逐支 | 整支合金成品 | 10.7 |

* + 1. 复验和判定规则

合金成品的复验与判定应符合GB/T 14986.1—2018中9.4的规定。

* + 1. 数值修约规则

应采用修约值比较法进行修约，修约规则应按GB/T 8170—2008的规定执行。

* 1. 包装、标志和质量证明书

合金成品的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 13297—2021的规定。

2. （资料性）  
   推荐的试样热处理制度

试样应在氢气或真空（余压不大于 0.1Pa、露点不高于-60℃）气氛中进行。

退火后的试样应光洁，退火过程中不允许互相粘结和机械变形。

推荐的热处理制度见表A1。

* 1. 推荐的热处理制度

| 项目 | 加热温度  ℃ | 保温时间  h | 冷却速度  ℃/h |
| --- | --- | --- | --- |
| 要求 | 1150～1200 | 5～6 | 以100 ℃/h～200℃/h的速度冷却到700℃～750℃后，以大于等于400℃/h的冷速快冷至200℃出炉。 |

1. （资料性）  
   材料典型性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | 性能 | 参考值 |
| 1J72 | 密度（g/cm3） | 8.5 |
| 电阻率 (μΩ·cm) | 25 |
| 屈服强度Rp0.2（MPa） | 240 |
| 抗拉强度Rm（MPa） | 530 |
| 延伸率A（%） | 35 |
| 断面收缩率Z（%） | 50 |
| 1J73 | 密度（g/cm3） | 8.4 |
| 电阻率 (μΩ·cm) | 35 |
| 屈服强度Rp0.2（MPa） | 220 |
| 抗拉强度Rm（MPa） | 500 |
| 延伸率A（%） | 30 |
| 断面收缩率Z（%） | 45 |

