**《舰船用铜镍合金无缝管》**

**标准（审定稿）编制说明**

1. 任务来源

根据国标委综合[2017]128号及有色标委[2018] 2号文件《关于转发2018年第一批有色金属国家标准制（修）定项目计划的通知》，其中附件1《2018年第一批有色金属国家标准项目计划表》序号第91项（项目计划为20173791-T-610），《舰船用铜镍合金无缝管》国家标准由浙江海亮股份有限公司、江阴和宏精工科技有限公司、 无锡隆达金属材料有限公司、上虞金鹰铜业有限公司、江苏萃隆精密铜管股份有限公司、金龙精密铜管集团股份有限公司、浙江省冶金产品质量检验站有限公司、江西省铜及铜产品质量监督检验中心、山东中佳电子科技有限公司、常熟中佳新材料有限公司共同起草修订，完成年限2019年12月。

1. 工作简况
2. 立项目的和意义

铜及铜合金管在海洋工程领域中的主要应用分为两大类，一类是热交换用管，第二类是输液管道管系用管，本标准主要是应用于舰船制造等海洋工程的管道系统。管系管网管道是海洋工程各系统的重要组成部分，其不仅要求与舰船、海上采油平台等特殊的独立自给自救的生存方式和传输介质有不同水域的海水、污染海水等环境特点相适应，同时还受到海洋恶劣气候环境的影响，从而决定了舰船管路系统传输管的材质不仅要有比内陆管道用管有更高的机械性能、工艺性能，同时还要有足够的乃至稳定的耐蚀安全性。

目前， 我国加大力度发展海洋经济，船舶制造业也发展迅猛。该铜镍合金无逢管主要应用于舰船制造等海洋工程的管道系统，是舰船的重要组成部分。 GB/T 26291-2010《舰船用铜镍合金无缝管》标准于2009年组织起草，该标准已不能满足当前的产品需求，所以要对原标准进行修订。

据了解，我国舰船制造数量每年以约30%的比例递增，该铜镍合金无逢管的需求数量也是大幅度增加，但进口产品的比例还是占相当大的比例。通过该标准的修订，可以提升舰船用铜镍合金无缝管的产品质量，增加我国产品与进口产品之间的竞争力。

1. 申报单位简况

本标准编制单位为浙江海亮股份有限公司 、江阴和宏精工科技有限公司、 无锡隆达金属材料有限公司、上虞金鹰铜业有限公司、江苏萃隆精密铜管股份有限公司、金龙精密铜管集团股份有限公司、浙江省冶金产品质量检验站有限公司、江西省铜及铜产品质量监督检验中心、山东中佳电子科技有限公司、常熟中佳新材料有限公司。

浙江海亮股份有限公司（以下简称海亮股份 002203）是海亮集团有限公司(中国企业500强第110位)控股的中外合资股份有限公司，成立于1989年，目前总资产154亿元，现有员工5300余名。2017年度，公司总收入298亿元，同比上涨66.41%，利润总额77832万元，同比上涨12.40%。税收30072万元，同比上涨了68.74%。

公司现拥有浙江海亮、上海海亮、安徽海亮、越南海亮、广东海亮、中山海亮奥托、泰国海亮、重庆海亮、美国海亮等十个产地，下属浙江科宇金属材料有限公司、浙江铜加工研究院有限公司等10多家控股子公司。企业连续年荣获浙江省信用AAA级企业，公司是高新技术企业，全国企事业知识产权试点单位，国家级博士后科研工作站设站单位，省级创新型企业，省级三名示范企业、省级标准创新型企业，省绿色企业，省工业循环经济示范企业，拥有国家企业技术中心、浙江省首批省级企业研究院、省级高新技术研发中心、教育部重点实验室“海亮铜加工技术开发实验室”、省级重点创新团队。

海亮股份是全球规模最大的铜加工企业，国际知名铜加工企业。核心业务主要分为三大系列（铜管、铜棒和管件；铝型材；铜铝复合材）、八大主导产品（铜合金管、制冷用空调管、无缝铜水（气）管、精密铜棒、管件、微通道铝扁管、铝型材、铜铝复合材）。产品囊括了近百个牌号、数千种规格，广泛用于核电、航空航天、舰船及海洋工程、海水淡化、空调和冰箱制冷、建筑水管、装备制造、汽车工业、电子信息等军工和民用行业。海亮股份近年来不断推出高效能内螺纹铜管、新型铜合金管、环保型无铅精密铜棒等高端产品，使企业的产品结构日趋优化。

自2000年开始，海亮股份通过积极牵头主持、参与国家标准起草制订，为我国铜管行业的整体技术进步、行业有序发展做出突出贡献。至今，行业中铜管材产品标准80%以上由海亮股份主起草，相关行业发展的管理性标准（如能耗标准、安全生产标准等）也都由公司作为第一起草单位起草。公司还积极参与国际标准化组织的活动，是我国有色金属标准化委员会委员单位，公司总裁曹建国同志承担了国际标准化组织铜和铜合金技术委员会（ISO/TC26）主席职务，也是我国有色金属标准化委员会副主任委员，公司踊跃参加国家标准对国际标准的转化工作等。企业已牵头起草制定和计划起草制定的国家行业标准共44项，其中行业标准15项。

1. 主要工作过程

2.3.1项目分工

 标准制订计划任务正式下达后，项目成立了标准编制组，并落实起草任务，确定标准的主要起草人，拟定该标准的工作计划。具体分工为：浙江海亮股份有限公司总负责、市场和同行业信息收集、资料汇总及执笔；江阴和宏精工科技有限公司、 无锡隆达金属材料有限公司、上虞金鹰铜业有限公司、江苏萃隆精密铜管股份有限公司、金龙精密铜管集团股份有限公司、浙江省冶金产品质量检验站有限公司、江西省铜及铜产品质量监督检验中心、山东中佳电子科技有限公司、常熟中佳新材料有限公司负责补充市场信息和标准数据的验证。各企业分工明确，紧密合作，进行了全面的市场调研、资料查询，收集了产品测试、用户使用方面的相关技术数据，比较全面和准确地了解舰船用铜镍合金无缝管应用领域的需求及其技术要求，为本标准的制定提供了依据。本标准在制定过程中，与用户进行了多次沟通，以此来保证本标准的数据采集和各项技术指标的验证以及标准文本的编制任务的顺利完成。

2.3.2 主要起草过程

该铜镍合金无逢管主要应用于舰船制造等海洋工程的管道系统，是舰船的重要组成部分。目前， 我国加大力度发展海洋经济，船舶制造业迅猛发展，市场前景十分看好。

经过编制小组工作人员对国内外资料的分析，该产品国外相关标准主要有：GJB 8757-2015《舰船用白铜管材规范》、DIN 86019-2006《管道用拉制CuNi10Fe1.6Mn无缝管与精密管的尺寸》和MIL-T-16420K(SH)1988《铜镍合金无缝管及焊接管》三项相关标准。

经具体分析：GJB 8757-2015《舰船用白铜管材规范》包括一个牌号BFe10-1.6-1(T70620),一个状态O60；DIN 86019-2006《管道用拉制CuNi10Fe1.6Mn无缝管与精密管的尺寸》包括一个牌号CuNi10Fe1.6Mn（相当于中国牌号BFe10-1.6-1）；MIL-T-16420K(SH)1988《铜镍合金无缝管及焊接管》包括两个牌号C71500和C70600,包括两个状态O60和H55。

经分析国内外资料和用户的使用要求及企业的生产情况，编制小组对GB/T 26291-2010《舰船用铜镍合金无逢管》的主要修订如下：

——按新国标修改合金牌号和状态表示方法；

——增加了公称尺寸(DN)的术语和定义；

——管材种类增加了“盘管”；

——删去了Y2状态，只保留O60状态；

——扩大了规格范围：外径由8～458 mm变为4～458 mm，壁厚由为0.6～12.0mm变为0.4～12.7mm，长度由≤8000mm变为≤15000mm；

——将表3中的公称尺寸由70mm改为65mm；

——对壁厚允许偏差进行了修改：外径大于159mm管材的平均壁厚允许偏差由原来的管材名义壁厚的±12.5%修改为±公称壁厚的12%；任意壁厚允许偏差由原来的+最小壁厚的18%修改为+最小壁厚的15%；

——对直度进行了修改：管材的直度由原来的每米应不大于2mm修改为按公称外径分档规定，外径≤80mm，每米不大于2mm；>80～150mm，每米不大于3mm；>150mm，每米不大于4mm；

——力学性能增加了维氏硬度要求，提高了抗拉强度和BFe30-1-1断后伸长率指标；

——将工艺性能中的双向弯曲试验修改为双向折弯试验；

——增加了管材电化学腐蚀性能检验，试验结果要求ΔE≤0.07V；

——增加了附录A《管材电化学腐蚀性能检验方法》。

按照以上修订意见，编制小组于2018年7月形成了GB/T26291-XXXX《舰船用铜镍合金无缝管》的《讨论稿》及《编制说明》。

于2018年7月在哈尔滨召开了本标准讨论会，会上专家对该标准进行了认真详尽的讨论和沟通，给出了有效的修改意见，会后，编制小组根据专家给出的意见重新进行了数据分析和查阅相关资料，经过修改后，与2019年3月份形成了该《预审稿》及《编制说明》~~具体的修订意见见《意见处理汇总表》~~。

2019年3月，经全国有色金属标准化技术委员会组织，该标准在株洲召开了本标准预审会，会上各位相关专家对该标准《预审稿》及《编制说明》进行了激烈、认真的讨论，结合实际应用和生产情况，提出了针对性的修改意见，会后，编制小组根据专家的意见，查阅了相关资料和客户的应用情况对该标准预审稿进行了修改，与2019年X月形成了该标准《征求意见稿》及《编制说明》，发往15家有关单位征求意见，回函的单位数12个，回函并有建议或意见的单位数12个。编制组根据各单位的回函意见对标准进行修改完善，于2019年7月形成本标准《送审稿》及《编制说明》。

1. 编制原则

本标准本着提升产品质量、节能降耗、绿色环保的编制原则，以提升我国舰船制造水平为目标，按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则进行起草。同时参照了

GJB 8757-2015《舰船用白铜管材规范》、DIN 86019-2016《管道用拉制CuNi10Fe1.6Mn无缝管与精密管的尺寸》、MIL-T-16420K(SH)1988《铜镍合金无缝管及焊接管》和我国舰船用铜镍合金无缝管是实际需求进行编制。目的是满足和稳定应用市场，增强国际市场竞争力，助推我国铜镍合金无缝管技术进步。

1. 确定标准主要内容的论据

4.1标准题目与适用范围

4.1.1本标准立项名称为“舰船用铜镍合金无缝铜管”，英文名称“Copper-nickel seamless pipe for ships”,在标准征求意见的过程中未提出其他建议，仍确定为此项标准的名称。

4.1.2规定了本标准适用范围：舰船制造等海洋工程管路系统用铜镍合金无缝管材。

4.2 术语与定义

为使使用者清楚了解公称尺寸的定义和其他尺寸之间的关系，本标准增加了DN（公称尺寸）的定义，具体内容如下：

管材DN（公称尺寸）的定义应符合GB/T 1047的规定。

4.2要求

4.2.1产品分类

产品分类是对产品的牌号、状态、规格进行规定，同时规定了产品标记方法。相关情况分别说明如下：

（1）通过对实际需求及国内外资料分析确认：本标准规定三个牌号：BFe10-1-1（T70590）、BFe10-1.6-1（T70620）、BFe30-1-1（T71510）。结合生产实际情况和客户要求产品的状态为：软化退火（O60）。

（2）产品尺寸规格范围：根据目前市场需求和生产现状，确定本标准尺寸规格为：外径为4～458 mm，壁厚为0.4～12.7mm，长度≤15000mm。

（3）产品标记方法：按照GB/T 1.1-2009的规定，产品标记按产品名称、标准编号、牌号、状态、规格的顺序表示，标准中给出了管材的典型标记示例。

4.2.2化学成分

产品BFe10-1-1和BFe30-1-1的化学成分符合GB/T 5231的规定，BFe10-1.6-1的化学成分应符合表1的规定。

表1 管材的化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 牌号 | 化学成分质量分数/% |
| Ni | Fe | Mn | Cua | Pb | S | C | Zn | P |
| BFe10-1.6-1 | 9.0~11.0 | 1.5~1.8 | 0.5~1.0 | 余量 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |
| a铜与表中所列元素之和≥99.9%。 |

4.2.3尺寸偏差

4.2.3.1管材的外径及其允许偏差主要参照DIN 86019-2016《管道用拉制CuNi10Fe1.6Mn无缝管与精密管的尺寸》进行的制定，同时参照了GJB 8757-2015《舰船用白铜管材规范》，并根据我国的实际生产情况进行的制定，规定见表2。其中，按照GJB8757-2015和DIN86019:2006-02的规定，删除了76.1、88.9、193.7、219.1、323.9等5个规格，将419.1修改为419，457.2修改为458。

 表2　管材的尺寸系列及其外径允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 外径  | 壁厚 |
|  |  |
| 公称尺寸 | 公称外径 | 平均外径允许偏差 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 8.0 | 10.0 | 12.0 |
| 2 | 4 | ＋0.045－0.035 | O | O | O |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | ＋0.045－0.035 | O | O | O |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 8 | ＋0.045－0.035 |  | O | O | O | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 10 | ＋0.045－0.035 |  | O | O | O | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 | 12 | ＋0.045－0.035 |  | O | O | O | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | 15 | ＋0.045－0.035 |  | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 16 | ＋0.045－0.035 |  | — | — | O | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 16 | 18 | ＋0.045－0.035 |  | — | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20 | ＋0.055－0.025 |  | — | — | O | — | O | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 22 | ＋0.055－0.025 |  | — | — | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 25 | ＋0.055－0.025 |  | — | — | — | O | O | — | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 25 | 28 | ＋0.055－0.025 |  | — | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 30 | ＋0.055－0.025 |  | — | — | — | O | O | O | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 35 | ＋0.07－0.01 |  | — | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 38 | ＋0.07－0.01 |  | — | — | — | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 40 | 42 | ＋0.07－0.01 |  | — | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 44.5 | ＋0.07－0.01 |  | — | — | — | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 50 | 54 | ＋0.1＋0.05 |  | — | — | — | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 57 | ＋0.2＋0.12 |  | — | — | — | O | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 65 | 76 | ＋0.2＋0.05 |  | — | — | — | — | O | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 80 | 89 | ＋0.25＋0.10 |  | — | — | — | — | O | O | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 100 | 108 | ＋0.250 |  | — | — | — | — | — | O | O | — | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — |
| 125 | 133 | ＋0.5＋0.25 |  | — | — | — | — | — | O | O | O | — | — | O | — | O | — | — | — | — | — |
| 150 | 159 | ＋0.5＋0.25 |  | — | — | — | — | — | O | O | O | — | — | O | — | — | — | — | O | — | — |
| 175 | 194 | ＋0.8＋0.55 |  | — | — | — | — | — | O | O | O | O | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 200 | 219 | ＋0.8＋0.4 |  | — | — | — | — | — | — | O | O | O | O | — | O | O | — | — | — | O | — |
| 250 | 267 | ＋1.0-0.6 |  | — | — | — | — | — | — | O | — | O | O | — | — | — | — | O | — | — | O |
| 300 | 324 | ＋1.0-0.6 |  | — | — | — | — | — | — | — | — | O | O | O | O | O | — | O | O | — | — |
| 350 | 368 | ＋1.0-1.0 |  | — | — | — | — | — | — | — | — | O | O | O | O | O | O | — | O | — | — |
| 400 | 419 | ＋1.0-1.5 |  | — | — | — | — | — | — | — | — | O | — | O | — | O | — | O | O | — | — |
| 450 | 458 | ＋1.0-2.0 |  | — | — | — | — | — | — | — | — | O | O | — | — | O | — | O | — | — | — |

4.2.3.2壁厚及其允许偏差

按照实际生产情况，管材壁厚的允许偏差应按照不同的级别进行规定，具体内容如下：

表3 管材的壁厚允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称外径 | 平均壁厚允许偏差 | 任意壁厚允许偏差 |
| 4～159 | 公称壁厚的±10% | 最小壁厚的＋15% |
| >159～458 | 公称壁厚的±12% |

4.2.3.3 单位长度重量

规定单位长度重量没有实际意义，所以本版本标准删除了单位长度重量的规定。

4.2.3.4产品长度尺寸偏差

根据实际检测数据，长度允许偏差见以下内容：

表4　　管材的长度允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称外径 | 长度允许偏差 |
| ≤1000 | ＞1000～2000 | ＞2000～4000 | ＞4000～6000 | ＞6000～8000 | ＞8000～15000 |
| 4～12 | ＋20 | ＋30 | ＋40 | ＋50 | ＋60 | ＋70 |
| ＞12～57 | ＋30 | ＋40 | ＋50 | ＋60 | ＋70 | ＋80 |
| ＞57～133 | ＋40 | ＋50 | ＋60 | ＋70 | ＋80 | ＋90 |
| ＞133～267 | ＋50 | ＋60 | ＋70 | ＋80 | ＋90 | ＋100 |
| ＞267～419 | ＋60 | ＋70 | ＋80 | ＋90 | ＋100 | ＋120 |
| ＞419～458 | ＋80 | ＋100 | ＋120 | ＋150 | ＋200 | ＋250 |

4.2.4直度

经查阅GJB8757-2015和MIL-T-16420K(SH)1988，里面都是分档次对直度进行了规定，同时统计分析了公司的实际生产数据，将直度按照公称外径分为≤80mm、>80 mm ~150 mm、>150 mm三档，并按照实际使用情况进行了规定，具体见以下内容：

直管的直度应符合表5的规定，全长直度不应超过每米直度与总长度（m）的乘积。

表5 管材的直度 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称外径 | 每米直度 , 不大于 |
| ≤80 | 2 |
| >80~150 | 3 |
| >150 | 4 |

4.2.5圆度

管材的圆度应不大于公称外径的2%。

4.2.6切斜度

 4.2.6.1管材端部应锯切平整，切口在不使管材长度超出允许偏差的条件下，管材的切斜度应符合表3的规定。

4.2.6.2 当用户有要求管端为加工焊接坡口时，管材的端口应符合相应的焊接坡口型式及几何尺寸规范要求。

 表3　　管材端部的切斜度 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称外径 | 切斜度，不大于 |
| 4～30 | 公称外径的0.50% |
| ＞30～108 | 公称外径的1.4% |
| ＞108 | 公称外径的2.0% |

4.2.7室温拉伸力学性能

力学性能是衡量导电用铜棒的重要指标之一，是衡量其抗变形能力和断裂能力的指标，质量稳定产品合格的产品需要具备一定的抗变形能力。力学性能可以通过拉伸试验进行测试，测得抗拉强度和断后伸长率。基于生产实际情况和客户不同侧重点需求，标准还规定了硬度（维氏硬度），同时还规定了屈服强度。为确定管材的力学性能指标，编制小组在编制前收集了浙江海亮股份有限公司 江阴新华宏铜业有限公司 无锡隆达金属材料有限公司 上虞金鹰铜业有限公司 江苏萃隆精密铜管股份有限公司、金龙精密铜管集团股份有限公司等生产单位的生产实测数据，主要指标为抗拉强度Rm、规定塑性延伸强度Rp、伸长率%和硬度HV，具体指标数据见附表1-3。

为保证各项性能指标的合理性，编制小组对收集数据进行了整理、分析和研究，具体分析内容如下：

**4.2.7.1 BFe10-1-1铜管性能频数和频率分析**

抗拉强度频数和频率分布表及直方图如下：

表4 实测BFe10-1-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表



图1 实测BFe10-1-1 O60 抗拉强度频数直方图

根据实测BFe10-1-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到420个数据，有97%的数据是集中的分布在317～345之间，有1%的数据分布在345～352之间，有2%的数据分布在303～310之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号抗拉强度为≥270，经对比分析，本版抗拉强度确定为≥290 Mpa。

规定非比例延伸强度频数和频率分布表及直方图如下：

表5 实测BFe10-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 分割点 | 组 | 频数 | 频率 |  |
|  | 1 | 96 | [88,96] | 11 | 0.03  |  |
|  | 2 | 104 | [96,104] | 8 | 0.02  |  |
|  | 3 | 112 | [104,112] | 3 | 0.01  |  |
|  | 4 | 120 | [112,120] | 227 | 0.54  |  |
|  | 5 | 128 | [120,128] | 118 | 0.28  |  |
|  | 6 | 136 | [128,136] | 46 | 0.11  |  |
|  | 7 | 144 | [136,144] | 7 | 0.02  |  |
|  | 合计 | 　 | 　 | 420 | 　 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|

|  |
| --- |
|  |

 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

图2 实测BFe10-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数直方图

根据实测BFe10-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到420个数据，有93%的数据是集中的分布在120～136之间，有3%的数据分布在88～96之间，有2%的数据分布在96～104之间，有1%数据分布在104～112之间，有2%数据分布在136～144之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号规定非比例延伸强度为≥105，经对比分析，本版规定非比例延伸强度确定为≥90 Mpa。

断后伸长率频数和频率分布表及直方图如下：

表6 实测BFe10-1-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 分割点 | 组 | 频数 | 频率 |  |
|  | 1 | 36.6 | [35,36.6] | 11 | 0.03  |  |
|  | 2 | 38.2 | [36.6,38.2] | 31 | 0.10  |  |
|  | 3 | 39.8 | [38.2,39.8] | 39 | 0.12  |  |
|  | 4 | 41.4 | [39.8,41.4] | 54 | 0.17  |  |
|  | 5 | 43 | [41.4,43] | 150 | 0.47  |  |
|  | 6 | 44.6 | [43,44.6] | 24 | 0.08  |  |
|  | 7 | 46.2 | [44.6,46.2] | 10 | 0.03  |  |
|  | 合计 | 　 | 　 | 319 | 　 |  |



图3 实测BFe10-1-1 O60 断后伸长率频数直方图

根据实测BFe10-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到319个有效数据，有94%的数据是集中的分布在33.6～44.6之间，有3%的数据分布在35～36.6之间，有3%的数据分布在44.6～46.2之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号断后伸长率为≥35，经对比分析，本版断后伸长率确定为≥35。

维氏硬度率频数和频率分布表及直方图如下：

表7 实测BFe10-1-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表



图4 实测BFe10-1-1 O60 维氏硬度频数直方图

根据实测BFe10-1-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，有99%的数据是集中的分布在76.5～84之间，有1%的数据分布在75～76.5之间，该标准GB/T 26291-1010版中没有规定维氏硬度指标，本版新增了维氏硬度指标，经对比分析，本版指标确定为75～110。

**4.2.7.2 BFe10-1.6-1铜管性能频数和频率分析**

公称外径≥115mm管材的抗拉强度频数和频率分布表及直方图如下：

表8 实测BFe10-1.6-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表



图5 实测BFe10-1.6-1 O60 抗拉强度频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，该组数据集中在308-350之间，分布比较均匀，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号抗拉强度为≥270，经对比分析，本版抗拉强度确定为≥290。

公称外径≥115mm规定非比例拉伸强度频数和频率分布表及直方图如下：

表9 实测BFe10-1.6-1 O60 规定非比例拉伸强度频数和频率分布表



 

图6 实测BFe10-1.6-1 O60 规定非比例拉伸强度频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 规定非比例拉伸强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，该组数据集中在100-148之间，分布比较均匀，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号规定非比例拉伸强度为≥90，经对比分析，本版规定非比例拉伸强度确定为≥90。

公称外径≥115mm断后伸长率频数和频率分布表及直方图如下：

表10 实测BFe10-1.6-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表





图7 实测BFe10-1.6-1 O60 断后伸长率频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，有97%的数据是集中的分布在37.5～45之间，有2%的数据分布在36～37.5之间，有1%的数据分布在45～46.5之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号断后伸长率为≥35，经对比分析，本版断后伸长率确定为≥35。

维氏硬度率频数和频率分布表及直方图如下：

表11 实测BFe10-1.6-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表



图8 实测BFe10-1.6-1 O60 维氏硬度率频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，有99%的数据是集中的分布在76.5～84之间，有1%的数据分布在75～76.5之间，该标准GB/T 26291-1010版中没有规定维氏硬度指标，本版新增了维氏硬度指标，经对比分析，本版指标确定为75～110。

公称外径≤115mm管材的抗拉强度频数和频率分布表及直方图如下：

表12 实测BFe10-1.6-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表

![D:\Documents and Settings\88003400\Application Data\Tencent\Users\583990029\QQ\WinTemp\RichOle\QGBT]JNCG~39A@X%C9SL{UG.png]()



图8 实测BFe10-1.6-1 O60抗拉强度率频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，有33%的数据分布在312～336之间，有62%的数据分布在348～384之间，有4%的数据分布在336～348之间，有1%的数据分布在300～312之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号抗拉强度为≥270，经对比分析，本版抗拉强度确定为≥290。

公称外径≤115mm规定非比例拉伸强度频数和频率分布表及直方图如下：

表13 实测BFe10-1.6-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表





图9 实测BFe10-1.6-1 O60规定非比例延伸强度率频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到160个有效数据，有96%的数据集中分布在113～153之间，有3%的数据分布在153～161之间，有1%的数据分布在105～113之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号规定非比例延伸强度为≥105，经对比分析，本版规定非比例延伸强度确定为≥105。

公称外径≤115mm断后伸长率频数和频率分布表及直方图如下：

表14 实测BFe10-1.6-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表



图10 实测BFe10-1.6-1 O60断后伸长率频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到130个有效数据，有93%的数据集中分布在35～41之间，有2%的数据分布在41～42.5之间，有5%的数据分布在42.5～44之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号断后伸长率为≥35，经对比分析，本版断后伸长率确定为≥35。

公称外径≤115mm维氏硬度频数和频率分布表及直方图如下：

表14 实测BFe10-1.6-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表





图11 实测BFe10-1.6-1 O60维氏硬度频数直方图

根据实测BFe10-1.6-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到159个有效数据，有97%的数据集中分布在76.3～82.8之间，有2%的数据分布在75～76.3之间，有1%的数据分布在82.8～84.1之间，该标准GB/T 26291-1010版中没有关于维氏硬度指标的规定，经数据分析，本版维氏硬度指标确定为75～110。

**4.2.7.3 BFe30-1-1铜管性能频数和频率分析**

公称外径≤115mm管材的抗拉强度频数和频率分布表及直方图如下：

表15 实测BFe30-1-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表





图12 实测BFe30-1-1 O60抗拉强度频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到80个有效数据，有98%的数据集中分布在400～440之间，有1%的数据分布在390～400之间，有1%的数据分布在440～450之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号抗拉强度为≥345，经数据对比分析，本版抗拉强度指标确定为≥390。

公称外径≤115mm管材的规定非比例延伸强度频数和频率分布表及直方图如下：

表15 实测BFe30-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表



图13 实测BFe30-1-1 O60规定非比例延伸强度频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到80个有效数据，有93%的数据集中分布在154～175之间，有3%的数据分布在147～154之间，有4%的数据分布在175～182之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号规定非比例延伸强度为≥125，经数据对比分析，本版规定非比例延伸强度指标确定为≥140。

公称外径≤115mm管材的断后伸长率频数和频率分布表及直方图如下：

表16 实测BFe30-1-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表



图14 实测BFe30-1-1 O60断后伸长率频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60断后伸长率频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到80个有效数据，有99%的数据集中分布在35.5～40之间，有1%的数据分布在41.5～43之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号断后伸长率为≥30，经数据对比分析，本版规定断后伸长率指标确定为≥35。

公称外径≤115mm管材的维氏硬度频数和频率分布表及直方图如下：

表17 实测BFe30-1-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表





图15 实测BFe30-1-1 O60维氏硬度频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60维氏硬度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到80个有效数据，有98%的数据集中分布在115～130之间，有1%的数据分布在110～115之间，有1%的数据分布在130～135之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号没有规定该指标，经数据分析，本版维氏硬度指标确定为100～140。

公称外径≥115mm管材的抗拉强度频数和频率分布表及直方图如下：

表18 实测BFe30-1-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表



图16 实测BFe30-1-1 O60抗拉强度频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60 抗拉强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到99个有效数据，有94%的数据集中分布在410～440之间，有3%的数据分布在400～410之间，有3%的数据分布在440～450之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号抗拉强度为≥345，经数据对比分析，本版抗拉强度指标确定为≥390。

公称外径≥115mm管材的规定非比例延伸强度频数和频率分布表及直方图如下：

表19 实测BFe30-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表



图17 实测BFe30-1-1 O60规定非比例延伸强度频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60 规定非比例延伸强度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到99个有效数据，有93%的数据集中分布在152～180之间，有2%的数据分布在145～152之间，有5%的数据分布在180～187之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号规定非比例延伸强度为≥110，经数据对比分析，本版规定非比例延伸强度指标确定为≥140。

公称外径≥115mm管材的断后伸长率频数和频率分布表及直方图如下：

表20 实测BFe30-1-1 O60 断后伸长率频数和频率分布表





图17 实测BFe30-1-1 O60断后伸长率频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60断后伸长率频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到99个有效数据，经过数据分析发现，该组数据的频数分布比较平均，平均分布在35～44.1之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号断后伸长率为≥30，经数据对比分析，本版规定断后伸长率指标确定为≥35。

公称外径≥115mm管材的维氏硬度频数和频率分布表及直方图如下：

表21 实测BFe30-1-1 O60 维氏硬度频数和频率分布表



图18 实测BFe30-1-1 O60维氏硬度频数直方图

根据实测BFe30-1-1 O60维氏硬度频数和频率分布表及分布图的分析，可以看出，该牌号共收集到99个有效数据，有91%的数据集中分布在116～128之间，有4%的数据分布在113～116之间，有5%的数据分布在128～131之间，该标准GB/T 26291-1010版中该牌号没有规定该指标，经数据分析，本版维氏硬度指标确定为100～140。

**4.2.7.4 各牌号铜管性能指标的确定**

经以上数据分析，本版标准对管材力学性能指标进行了如下规定：

表22　　管材的力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 公称外径mm | 抗拉强度RmMPa | 规定非比例延伸强度Rp0.2MPa | 断后伸长率 A% | 硬度HV |
| BFe10-1-1 | 软化退火（O60） | 所有规格 | ≥290 | ≥90 | ≥35 | 75-100 |
| BFe10-1.6-1 | 软化退火（O60） | ＜115 | ≥290 | ≥105 | ≥35 | 75-100 |
| ≥115 | ≥290 | ≥90 | ≥35 |
| BFe30-1-1 | 软化退火（O60） | 所有规格 | ≥390 | ≥140 | ≥35 | 100-140 |

4.2.8工艺性能

当需方有要求时，管材应进行扩口试验、压扁试验或双向折弯试验。其中扩口和压扁试验是在规格上进行互补的试验方法，该两个方法检测的都是管材外表面的试验情况，而双向折弯试验检测的是管材内外表面的试验情况，属于扩口和压扁试验后的加严试验，具体规定如下：

4.2.8.1 扩口试验

外径不大于108mm的管材可进行扩口试验。试验时顶心锥度为45°，扩口率不小于30%，试验后管材不应出现肉眼可见的裂纹或破损。

4.2.8.2 压扁试验

管材应进行压扁试验，试验时压扁至两壁间距离等于壁厚，试验后不应出现肉眼可见的裂纹或破损。

4.2.8.3双向折弯试验

管材应进行双向折弯试验，试验时将试样两端180°折弯，折弯后不应出现肉眼可见的裂纹或破损。

4.2.9晶粒度

管材的平均晶粒度为0.010 mm～0.045mm。

4.2.10 非破坏性试验

 每根管材均应进行涡流探伤或水压试验。

4.2.10.1涡流探伤

管材进行涡流探伤检验时，其人工标准缺陷（钻孔直径）应符合GB/T 5248中表4的规定进行。超出标准规格范围的管材，采用水压试验。

4.2.10.2 水压试验

 管材的最大工作压力按（1）式计算。

管材进行水压试验时，其试验压力按（2）式计算。在该压力下，持续10S～15S后，管材应无渗漏和永久变形，最大试验压力不超过6.9 N/mm2，如超出由双方协商确定。

 2*S*•*t*

p= ……………………(1)

 D-0.8*t*

 p$ p$ t=np -------------------------　 (2)

式(1)、(2)中：　p　　――最大工作压力，单位为牛顿每平方毫米（N/mm2）；

 pt ――试验压力，单位为牛顿每平方毫米（N/mm2）；

　　 t ――管材名义壁厚，单位为毫米（mm）；

　　　　 D　 ――管材公称外径，单位为毫米（mm）；

　　　　 n　 ――安全系数（1.50～1.65）；

　　　　 S　 ――材料允许应力。室温条件下，取表6中相应牌号及状态Rp0.2最小值的50%。

4.2.11电化学腐蚀性能试验

管材应进行电化学腐蚀性能试验，试验结果要求ΔE≤0.07V。

* + 1. 表面质量

管材内外表面应光滑、清洁，不应有影响使用的有害缺陷。

1. 标准水平分析：

经查阅，与本标准相关的国内外相关资料有：GJB 8757-2015《舰船用白铜管材规范》、DIN 86019-2006《管道用拉制CuNi10Fe1.6Mn无缝管与精密管的尺寸》、MIL-T-16420K(SH)1988《铜镍合金无缝管及焊接管》，本标准与上述标准对比情况见附表1。

通过对比，本标准在平均外径允许偏差、平均壁厚允许偏差、直度、圆度、抗拉强度、规定塑性延伸强度、断后伸长率等方面的指标均高于或等同于国内外相关标准，本标准还规定了扩口试验、压扁试验、双向折弯试验等工艺性能试验、涡流探伤和水压试验等非破坏性试验和耐腐蚀性试验，相较于其他标准，本标准在工艺性能试验、非破坏性试验和耐腐蚀性试验等方面的检测更加全面，更具科学性，所以本标准技术水平达到了国际先进。

1. 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性：

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

无

1. 标准作为强制性或推荐性标准的建议

 本标准建议作为推荐性行业标准

1. 贯彻标准的要求和措施建议
2. 废止现行有关标准的建议

建议废止原标准：GB/T 26291-2010《舰船用铜镍合金无缝管》

11 预期效果

 2019.3.15

 舰船用铜镍合金无缝管编制小组

附表1：GB/T 26291-XXXX与国内外相关标准对比表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **GB/T 26291-XXXX** | **GJB 8757-2015** | **DIN 86019-2006** | **MIL-T-16420K(SH)1988** |
| 牌号 | BFe10-1-1BFe10-1.6-1BFe30-1-1 | BFe10-1.6-1 | CuNi10Fe1.6Mn | C71500、C70600 |
| 状态 | O60 | O60 |  | O60、H55 |
| 规格 | 直管：外径：4～458mm，壁厚：0.4～12.7mm盘管：外径：4～16mm，壁厚：0.4～2.0mm | 直管：外径：8～159mm，壁厚：1.0～3.5mm | 直管：外径：8～419mm，壁厚：1.0～4.0mm | 直管：外径：3.18～323.85mm，壁厚：0.89～10.80mm |
| 尺寸允许偏差 | **平均外径允许偏差** | 外径≤159mm时：平均外径允许偏差≤公称外径的±0.3%；外径>159～458mm时：平均外径允许偏差≤公称外径的±0.4% | 外径≤159mm时：平均外径允许偏差≤公称外径的±0.4% | 平均外径允许偏差≤公称外径的±0.4% | 平均外径允许偏差：全部负公差≤-1% |
| **平均壁厚允许偏差** | 外径≤159mm时：±公称壁厚的10%外径>159～458mm时： ±公称壁厚的12% | ±公称壁厚的12% | ±公称壁厚的12% | 不小于公称壁厚 |
| **直度** | 外径≤80mm时：≤2mm；外径>80~150 mm时：≤3mm；外径>150时：≤4mm | 外径≤89mm时：≤4‰长度（相当于8～24 mm）；外径≥89mm时：≤6‰长度（相当于12～36mm） | 2～6mm | 4～12.7mm |
| **圆度** | ≤公称外径的2% | 外径≤38mm时：≤外径允许偏差；外径≥38mm时：≤公称壁厚（相当于公称外径的3%） | ≤公称外径的2% | ≤公称外径的2%～3% |
| 力学性能 | **抗拉强度** | ≥290 MPa | ≥290 MPa |  | ≥220 MPa |
| **规定塑性延伸强度Rp0.2****MPa** | 外径＜115mm时：≥105 MPa外径≥115mm时：≥90 MPa |  |  | 外径＜115mm时：≥80 MPa外径≥115mm时：≥70 MPa |
| **断后伸长率** | ≥35% | ≥30% |  | ≥30% |
| 工艺性能 | **扩口试验** | √ |  |  | √ |
| **压扁试验** | √ |  |  | √ |
| **双向折弯试验** | √ |  |  |  |
| 非破坏性试验 | **涡流探伤** | √ | √ |  | √ |
| **水压试验** | √ |  |  | √ |
| **耐腐蚀性能试验** | √ |  |  | √ |