**《**铜合金无缝盘管**》**

**Copper alloy seamless coil tubes**

**标准（送审稿）编制说明**

1. 任务来源

# **根据工业和信息化部《工业和信息化部办公厅关于印发2019年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2019〕126号）和全国有色金属标准化技术委员会《关于转发2019年第二批有色金属国家、行业、协会标准制（修）订项目计划的通知》（有色标委[2019] 73号）,其中附件2《2019年第二批有色金属行业标准项目计划表》序号第12项（项目计划号2019-0175T-YS）。《铜合金无缝盘管》行业标准由金龙铜管集团河南龙辉铜业有限公司、浙江海亮股份有限公司、江阴和宏精工科技有限公司等共同起草制定，完成年限2021年6月。**

1. 工作简况

2.1 立项的目的和意义

# **本文件产品主要包含白铜合金管、黄铜合金管，应用于海水淡化、舰船制造、石油化工、安全导线电缆、铁路等行业和领域。随着铜合金管市场的快速发展，超长、超重铜合金管已经成为市场发展的主要需求，主要表现为：**

# **白铜合金盘管主要应用于铜合金管的生产及加工，在海水淡化、舰船制造、石油化工等行业和领域有广泛的应用和需求。BFe10-1-1(T70590)、BFe10-1.4-1(C70600)主要应用于石油化工等行业和领域；BFe10-1.6-1( T70620)主要应用于海水淡化、舰船制造等行业和领域。目前的主要使用市场为换热器、合金高效管等；**

# **黄铜合金盘管主要作为铁路贯通地线的外护套使用，广泛应用于铁路等行业的升级改造，使用前景广阔：根据国家铁路局的测算：每公里电气化铁路需使用贯通地线5Km。未来15年，国家规划新建和改造电气化铁路6.1万Km，年均使用贯通地线2万Km，市场需求巨大。**

# **有关铜合金管的国家标准、行业标准不能满足目前无缝盘管的生产和市场需求，为规范铜合金盘管的生产加工，统一标准，急需制定铜合金无缝盘管标准。本文件将有助于提升国家有色金属管材行业向超长、超重方向发展，推动国家有关有色金属铜合金管材行业的优胜劣汰，助力海水淡化、铁路等行业及综合利用稳步发展。**

* 1. 申报单位简况

# ****河南龙辉铜业有限公司**成立于2010年10月，是由金龙精密铜管集团股份有限公司投资11亿元兴建。公司拥有“一种超长铜合金管的加工方法”等多项国家专利，可实现年产15000吨铜及铜合金管材的生产和销售。龙辉公司拥有光谱仪、万能拉伸试验机、水压测试仪、洛氏硬度计、维氏硬度计、电子天平、金相显微镜等国际先进的测试和检测设备，能够满足铜及铜合金加工过程中的项目检测需要。除做好自身的技术工作外，龙辉公司还积极与中科院精密铜管研究中心开展合作、强强联合，推动铜合金管材向超重、超长方向发展。**

# **河南龙辉铜业有限公司主动承担铜合金管材行业发展的责任，组成标准制定小组，对YS/T XXX-20XX铜合金无缝盘管有色金属行业推荐标准设计的产品种类进行了论证，制定的YS/T XXX-20XX铜合金无缝盘管有色金属行业推荐标准，对该行业供需双方创新、节能、增效具有重大意义。**

**浙江海亮股份有限公司**成立于1989年，海亮股份是全球最大的铜管、铜棒、铜管件研发、生产和供应基地，国际知名铜加工企业。目前总资产2486918万元，现有员工7130余名。2019年度，公司总收入4104873亿元，同比上涨1.37%，利润总额127075万元，同比上涨16.20%。

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。企业连续多年荣获浙江省信用AAA级企业、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。

**江阴和宏精工科技有限公司**是江苏华宏集团下属的骨干企业，注册资本为30800万元人民币，占地约7.5万平方米，职工510余名。是江苏省民营科技企业，公司始终致力于产品开发、技术创新、工艺创新，有着完善的生产流程，齐备的检测手段。主要产品有高技术、高性能特种铁路贯通地线、耐腐蚀铜合金管、无氧铜及蒙乃尔合金等系列材料，至今已形成年产1.5万多吨铜制品的生产能力，形成五大系列产品。和宏精工依托耐蚀铜合金系列产品，在海水淡化、核电、酸碱盐化工等领域得到广泛应用。公司还被广东美的集团评为标杆供应商，产品出口20多个国家和地区。

公司已有二十余项国家专利，其中发明专利六项，填补了国内空白。近年公司自行研发的铁路贯通地线用铜合金环保耐蚀铜合金材料，具有良好的耐蚀性能；研究开发的环保耐蚀铜合金整体无缝（非焊接）护套贯通地线生产工艺，护套管与绞线缆芯均匀无缝紧密的包覆。该铜合金以及生产工艺的成功研究开发，消除了焊接法包覆时的护套管焊缝组织微观不均匀性引起的性能不均匀性缺陷和采用连续浇铸包覆时的不均匀性缺陷。此项目公司拥有2条生产线，并引进具有国际先进水平的连铸连轧设备、三辊轧机、盘拉机、退火炉、连续拉拔机组等大型生产设备及国内外一流的精密检测仪器。

* 1. 主要工作过程
     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：金龙铜管集团河南龙辉铜业有限公司总负责及客户和同行业信息收集、资料汇总及执笔；浙江海亮股份有限公司、江阴和宏精工科技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、客户使用方面的相关技术数据，比较全面和准确地了解铜合金无缝盘管应用领域的需求及其技术要求，为本文件的制定提供了依据。本文件在制定过程中，与客户进行了多次沟通，以此来保证本文件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。**

* + 1. 主要起草过程

# **经过标准编制组对国内外标准、资料的收集、分析，国内外与本文件相近的标准主要有：GB/T 1527-2017《铜及铜合金拉制管》、GB/T 8890-2015《热交换器用铜合金无缝管》、EN12451:2012《热交换器用无缝圆形管》、ASTM B466/B466M:2009《铜镍合金无缝管》及ASTM B135M:2010《无缝黄铜管》等六项标准。**

# **经过对国内外标准、资料的分析，标准编制组对YS/T XXX-20XX 《铜合金无缝盘管》制定主要内容如下：**

# ——**范围：规定了铜合金无缝盘管的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容，适用于海水淡化、舰船制造、石油化工、安全导线电缆、铁路等行业用铜合金无缝盘管。**

**——规范性引用文件：引用了GB/T 34505-2017 铜及铜合金材料 室温拉伸试验方法、GB/T 242 金属管 扩口试验方法等标准中的条款。**

# ——**标准要求：包括产品牌号、状态、规格、化学成分、尺寸及允许偏差、力学性能、工艺性能、晶粒度、涡流探伤、残余应力和表面质量等。**

# ——**试验方法：包括对化学成分、尺寸及允许偏差、力学性能、工艺性能、晶粒度、涡流探伤、残余应力和表面质量的试验方法及标准。**

# ——**检验规则：包括检查与验收、组批、检验项目、取样标准及检测结果判定。**

# ——**标志、运输和贮存：包括管材的标志、包装、运输、贮存及随行文件等。**

# ——**订货单内容：包括产品名称、牌号、供货状态、规格、数量及其他性能要求等信息。**

# **按照以上编制思路，2020年8月标准编制组起草、制定了YS/T XXX-20XX《铜合金无缝盘管》讨论稿。**

# **2020年9月，在四川成都召开标准讨论工作会，对本文件《讨论稿》进行初审，与会专家对标准《讨论稿》提出许多修改意见，会后起草单位对照修改意见进行了修改，并向参与起草单位征集了主要技术要求的测试数据，数据分析见第4.2.5条具体内容。根据测试数据对本文件的部分内容进行修订。使本文件趋于完善，经过修改后，于2021年3月形成本文件《预审稿》及《预审稿编制说明》。**

# **2021年3月，在海南琼海召开标准预审工作会议，对标准预审稿进行了预审来自有色金属工业协会、业内专家对标准提出了相关意见和建议：**

1. 预审会议意见处理

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节号 | 建议 | 是否采纳 | 修改情况 |
| 1 | 1 | 修改本文件适用范围的描述 | 采纳 | 适用于海水淡化、舰船制造、石油化工、安全导线电缆、铁路等行业用铜合金无缝盘管 |
| 2 | 3 | 增加盘卷和大散卷的术语和定义 | 采纳 | 详见4.2 |
| 3 | 4.1.1 | 将表1和表3合并 | 采纳 | 详见标准表1 |
| 4 | 5.1 | 对表4中的化学成分与美标对照 | 采纳 | 取消标准中的表4，按照GB5231执行，符合美标要求 |
| 5 | 5.3 | 删除表5中的注释说明 | 采纳 | 详见标准表3 |
| 6 | 5.4.1 | 将扩口试验的要求改为应进行扩口试验 | 采纳 | 软化退火（O60）态的管材，应进行扩口试验 |
| 7 | 5.6.2 | 将进行涡流探伤的盘管改为管材，描述一致 | 采纳 | 经过涡流探伤的管材，应在缺陷位置打印不小于300mm长的深色标记，缺陷数由供需双方协商确定 |
| 8 | 6.7 | 将白铜管和黄铜管的残余应力试验方法单列 | 采纳 | 详见标准6.7 |
| 9 | 7.1 | 将表7中的工艺性能分扩口和压扁 | 采纳 | 详见标准表5 |
| 10 | 7.4 | 外形尺寸和外表面取样方案，按照GB/T2828.1的接收质量限AQL=4改为AQL=2.5 | 采纳 | 详见标准表6 |

# **会后，标准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，于2021年5月形成本标准《送审稿》及送审稿《编制说明》。**

1. 编制原则

# **本文件本着提升产品质量、推动行业发展的编制原则，以助力海水淡化、铁路及综合利用稳步发展，不断推动我国有色金属铜合金管材行业向超长、超重方向发展为目标，按照GB/T 1.1-2020《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GB/T 1527-2017《铜及铜合金拉制管》、GB/T 8890-2015《热交换器用铜合金无缝管》、EN12451:2012《热交换器用无缝圆形管》、ASTM B466/B466M:2009《铜镍合金无缝管》、ASTM B135M:2010《无缝黄铜管》及我国铜合金无缝盘管的实际生产情况进行编制。**

1. 标准主要内容及论据
   1. 标准题目及适用范围

# **4.1.1 本文件立项名称为“****铜合金无缝盘管”，英文名称“Copper alloy seamless coil”,在标准征求意见的过程中考虑到中英文翻译的因素，英文名称调整为“Copper alloy seamless coil tubes。**

# **4.1.2 规定了本文件的适用范围：适用于海水淡化、舰船制造、石油化工、安全导线电缆、铁路等行业用铜合金无缝盘管。**

* 1. 术语和定义

为区分标准名称盘管和标准内盘管和大散盘，对散卷和大散卷给出定义：

* + 1. 盘卷 Level Wound Coil

管材生产后，以水平缠绕机缠绕生产，成品以平绕盘卷的形式供货，也称盘管。

* + 1. 大散卷 Big Bulk volume

管材生产后，以拉伸机成卷下料，在料筐内形成一种无规则排序方式的超长、超重的散卷，也称大散盘。

* 1. 要求
     1. 产品分类

按照产品生产和市场需求情况，本文件主要采用了铜镍合金管（俗称白铜管）及黄铜管两类材质，具体的牌号包括：铜镍合金管：BFe10-1-1（T70590）、BFe10.1.4-1（C70600）、BFe10-1.6-1（T70620）；黄铜管H65（T27000）、H68（C26300）。

1. 管材的牌号、状态、规格、盘重

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 号 | 代号 | 状 态 | 种类 | 规格  mm | | 盘重  kg | |
| 外径 | 壁厚 | 最小 | 最大 |
| BFe10-1-1  BFe10-1.4-1  BFe10-1.6-1 | T70590  C70600  T70620 | 软化退火（O60）  轻拉（H55)  拉拔（硬）（H80) | 盘卷 | 3～20 | 0.3～2.5 | 100 | 300 |
| 大散卷 | 10～35 | 1.0～2.5 | 200 | 600 |
| H65  H68 | T27000  C26300 | 软化退火（O60）  常规拉拔（H58)  拉拔（硬）（H80) | 盘卷 | 6～30 | 0.3～1.25 | 100 | 300 |
| 大散卷 | 10～35 | 0.8～1.5 | 200 | 600 |

由于文件要求是盘管交货，对盘卷的尺寸要求如下：

表3 盘卷的内外径尺寸 单位为毫米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 最小内径 | 最大外径 | 卷高 |
| 盘卷 | 600 | 1150 | >200 |
| 大散卷 | 1500 | 2800 | - |
| **注**：表中“-”对应的卷高没有限定值。 | | | |
|  | | | |

* + 1. 化学成分

新版GB/T5231的标准增加了BFe10-1.4-1的牌号成分，故本标准中管材的化学成分应符合GB/T 5231的规定。

* + 1. 尺寸偏差

根据实际生产情况，管材的尺寸及允许偏差应符合GB/T 16866的规定。

* + 1. 力学性能

为确定管材的力学性能指标，标准编制组在编制前收集了金龙铜管集团河南龙辉铜业有限公司、浙江海亮股份有限公司、江阴和宏精工科技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、伸长率%和硬度HV。为保证各项性能指标的合理性，标准编制组对收集数据进行了整理、分析和研究，具体分析内容如下：

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1)软化退火(O60)态的抗拉强度性能频数和频率分布表及分布图：

表4 实测白铜管O60抗拉强度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [290 300] | 295 | 0 | 0 |
| 2 | [300 310] | 305 | 0 | 0 |
| 3 | [310 320] | 315 | 21 | 0.095 |
| 4 | [320 330] | 325 | 34 | 0.155 |
| 5 | [330 340] | 335 | 58 | 0.264 |
| 6 | [340 350] | 345 | 88 | 0.400 |
| 7 | [350 360] | 355 | 19 | 0.086 |
|  |  |  | 220 |  |

由上图及表4可知，白铜管软化退火（O60）态抗拉强度全部在290MPa以上，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1) 软化退火(O60)态的伸长率性能频数和频率分布表及分布图：

表5 实测白铜管O60伸长率性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [30 32] | 31 | 0 | 0 |
| 2 | [32 34] | 33 | 0 | 0 |
| 3 | [34 36] | 35 | 0 | 0 |
| 4 | [36 38] | 37 | 8 | 0.036 |
| 5 | [38 40] | 39 | 88 | 0.400 |
| 6 | [40 42] | 41 | 67 | 0.305 |
| 7 | [42 44] | 43 | 36 | 0.164 |
| 8 | [44 46] | 45 | 12 | 0.055 |
| 9 | [46 48] | 47 | 7 | 0.032 |
| 10 | [48 50] | 49 | 2 | 0.009 |
|  |  |  | 220 |  |

由上图及表5可知，白铜管软化退火（O60）态伸长率全部在30以上，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1) 软化退火(O60)态的硬度性能频数和频率分布表及分布图：

表6 实测白铜管O60硬度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [75 80] | 77.5 | 7 | 0.032 |
| 2 | [80 85] | 82.5 | 45 | 0.205 |
| 3 | [85 90] | 87.5 | 92 | 0.418 |
| 4 | [90 95] | 92.5 | 45 | 0.205 |
| 5 | [95 100] | 97.5 | 26 | 0.118 |
| 6 | [100 105] | 102.5 | 5 | 0.023 |
| 7 | [105 110] | 107.5 | 0 | 0 |
|  |  |  | 220 |  |

由上图及表6可知，白铜管软化退火（O60）态硬度全部在75～110之间，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1)轻拉(H55)态的抗拉强度性能频数和频率分布表及分布图：

表7 实测白铜管H55抗拉强度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [345 355] | 350 | 3 | 0.022 |
| 2 | [355 365] | 360 | 8 | 0.059 |
| 3 | [365 375] | 370 | 28 | 0.207 |
| 4 | [375 385] | 380 | 47 | 0.348 |
| 5 | [385 395] | 390 | 41 | 0.304 |
| 6 | [395 405] | 400 | 8 | 0.059 |
|  |  |  | 135 |  |

由上图及表7可知，白铜管轻拉（H55）态抗拉强度全部大于345MPa，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1) 轻拉(H55)态的伸长率性能频数和频率分布表及分布图：

表8 实测白铜管H55伸长率性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [10 12] | 11 | 0 | 0 |
| 2 | [12 14] | 13 | 0 | 0 |
| 3 | [14 16] | 15 | 0 | 0 |
| 4 | [16 18] | 17 | 0 | 0 |
| 5 | [18 20] | 29 | 21 | 0.156 |
| 6 | [20 22] | 32 | 45 | 0.333 |
| 7 | [22 24] | 23 | 63 | 0.467 |
| 8 | [24 26] | 25 | 6 | 0.044 |
|  |  |  | 135 |  |

由上图及表8可知，白铜管轻拉（H55）态伸长率全部大于10，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1) 轻拉(H55)态的硬度性能频数和频率分布表及分布图：

表9 实测白铜管H55硬度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [105 110] | 107.5 | 5 | 0.037 |
| 2 | [110 115] | 112.5 | 15 | 0.111 |
| 3 | [115 120] | 117.5 | 26 | 0.193 |
| 4 | [120 125] | 122.5 | 31 | 0.230 |
| 5 | [125 130] | 127.5 | 47 | 0.348 |
| 6 | [130 135] | 132.5 | 11 | 0.081 |
|  |  |  | 135 |  |

由上图及表9可知，白铜管轻拉（H55）态硬度全部大于105，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1) 拉拔硬(H80)态的抗拉强度性能频数和频率分布表及分布图：

表10 实测白铜管H80抗拉强度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [480 490] | 485 | 2 | 0.013 |
| 2 | [490 500] | 495 | 10 | 0.065 |
| 3 | [500 510] | 505 | 7 | 0.045 |
| 4 | [510 520] | 515 | 23 | 0.148 |
| 5 | [520 530] | 525 | 38 | 0.245 |
| 6 | [530 540] | 535 | 54 | 0.348 |
| 7 | [540 550] | 545 | 21 | 0.135 |
|  |  |  | 155 |  |

由上图及表10可知，白铜管拉拔(硬)（H80）态抗拉强度全部大于480，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 白铜管(牌号BFe10-1-1、BFe10-1.4-1、BFe10-1.6-1) 拉拔硬(H80)态的硬度性能频数和频率分布表及分布图：

表11 实测白铜管H80硬度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [150 152] | 151 | 2 | 0.013 |
| 2 | [152 154] | 153 | 15 | 0.097 |
| 3 | [154 156] | 155 | 23 | 0.148 |
| 4 | [156 158] | 157 | 42 | 0.271 |
| 5 | [158 160] | 159 | 52 | 0.335 |
| 6 | [160 162] | 161 | 14 | 0.090 |
| 7 | [162 164] | 163 | 1 | 0.006 |
| 8 | [164 166] | 165 | 6 | 0.039 |
|  |  |  | 155 |  |

由上图及表11可知，白铜管拉拔(硬)（H80）态硬度全部大于150，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68)软化退火(O60)态的抗拉强度性能频数和频率分布表及分布图：

表12 实测黄铜管O60抗拉强度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [290 310] | 300 | 1 | 0.008 |
| 2 | [310 330] | 320 | 6 | 0.048 |
| 3 | [330 350] | 340 | 13 | 0.104 |
| 4 | [350 370] | 360 | 32 | 0.256 |
| 5 | [370 390] | 380 | 52 | 0.416 |
| 6 | [390 410] | 400 | 21 | 0.168 |
|  |  |  | 125 |  |

由上图及表12可知，黄铜管软化退火（O60）态抗拉强度全部大于290MPa，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68)软化退火(O60)态的伸长率性能频数和频率分布表及分布图：

表13 黄铜管O60伸长率性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [43 46] | 44.5 | 0 | 0 |
| 2 | [46 49] | 47.5 | 6 | 0.048 |
| 3 | [49 52] | 50.5 | 29 | 0.232 |
| 4 | [52 55] | 53.5 | 47 | 0.376 |
| 5 | [55 58] | 56.6 | 23 | 0.184 |
| 6 | [58 61] | 59.5 | 14 | 0.112 |
| 7 | [61 64] | 62.5 | 4 | 0.032 |
| 8 | [64 67] | 65.5 | 2 | 0.016 |
| 9 | [67 70] | 68.5 | 0 | 0 |
|  |  |  | 125 |  |

由上图及表13可知，黄铜管软化退火（O60）态伸长率全部大于43，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68)软化退火(O60)态的硬度性能频数和频率分布表及分布图：

表14 实测黄铜管O60硬度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [55 60] | 57.5 | 0 | 0 |
| 2 | [60 65] | 62.5 | 3 | 0.024 |
| 3 | [65 70] | 67.5 | 18 | 0.144 |
| 4 | [70 75] | 72.5 | 13 | 0.104 |
| 5 | [75 80] | 77.5 | 32 | 0.256 |
| 6 | [80 85] | 82.5 | 42 | 0.336 |
| 7 | [85 90] | 87.5 | 14 | 0.112 |
| 8 | [90 95] | 92.5 | 3 | 0.024 |
|  |  |  | 125 |  |

由上图及表14可知，黄铜管软化退火（O60）态硬度全部在55～95之间，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68)常规拉拔(H58)态的抗拉强度性能频数和频率分布表及分布图：

表15 实测黄铜管H58抗拉强度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [370 380] | 375 | 67 | 0.319 |
| 2 | [380 390] | 385 | 38 | 0.181 |
| 3 | [390 400] | 395 | 62 | 0.295 |
| 4 | [400 410] | 405 | 35 | 0.167 |
| 5 | [410 420] | 415 | 8 | 0.038 |
| 6 | [420 430] | 425 | 0 | 0 |
|  |  |  | 210 |  |

由上图及表15可知，黄铜管常规拉拔（H58）态抗拉强度全部大于370MPa，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68) 常规拉拔(H58)态的伸长率性能频数和频率分布表及分布图：

表16 实测黄铜管H58伸长率性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [18 20] | 19 | 64 | 0.305 |
| 2 | [20 22] | 21 | 51 | 0.243 |
| 3 | [22 24] | 23 | 18 | 0.086 |
| 4 | [24 26] | 25 | 45 | 0.214 |
| 5 | [26 28] | 27 | 27 | 0.129 |
| 6 | [28 30] | 29 | 5 | 0.024 |
| 7 | [30 32] | 31 | 0 | 0 |
|  |  |  | 210 |  |

由上图及表16可知，黄铜管常规拉拔（H58）态伸长率全部大于18，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68) 常规拉拔(H58)态的硬度性能频数和频率分布表及分布图：

表17 黄铜管H58硬度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [95 100] | 97.5 | 21 | 0.1 |
| 2 | [100 105] | 102.5 | 40 | 0.190 |
| 3 | [105 110] | 107.5 | 28 | 0.133 |
| 4 | [110 115] | 112.5 | 58 | 0.276 |
| 5 | [115 120] | 117.5 | 28 | 0.133 |
| 6 | [120 125] | 122.5 | 12 | 0.057 |
| 7 | [125 130] | 127.5 | 23 | 0.110 |
| 8 | [130 135] | 132.5 | 0 | 0 |
|  |  |  | 210 |  |

由上图及表17可知，黄铜管常规拉拔（H58）态硬度全部在95～135之间，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68)拉拔硬(H80)态的抗拉强度性能频数和频率分布表及分布图：

表18 实测黄铜管H80抗拉强度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [420 440] | 430 | 0 | 0 |
| 2 | [440 460] | 450 | 8 | 0.044 |
| 3 | [460 480] | 470 | 23 | 0.126 |
| 4 | [480 500] | 490 | 75 | 0.410 |
| 5 | [500 520] | 510 | 38 | 0.208 |
| 6 | [520 540] | 530 | 27 | 0.148 |
| 7 | [540 560] | 550 | 12 | 0.066 |
|  |  |  | 183 |  |

由上图及表18可知，黄铜管常规拉拔硬（H80）态抗拉强度全部大于420MPa，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

* + - 1. 黄铜管(牌号65、H68)拉拔硬(H80)态的硬度性能频数和频率分布表及分布图：

表19 实测黄铜管H80硬度性能频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [110-120] | 115 | 0 | 0 |
| 2 | [120-130] | 125 | 23 | 0.126 |
| 3 | [130-140] | 135 | 56 | 0.306 |
| 4 | [140-150] | 145 | 31 | 0.169 |
| 5 | [150-160] | 155 | 23 | 0.126 |
| 6 | [160-170] | 165 | 35 | 0.191 |
| 7 | [170-180] | 175 | 15 | 0.082 |
|  |  |  | 183 |  |

由上图及表19可知，黄铜管拉拔硬（H80）态硬度全部大于110，本标准要求制订合理，该产品属于成熟产品。

根据以上数据分析整理，确定了本标准力学性能数据，具体指标如下表：

表20 管材的力学性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 抗拉强度Rm  Mpa | 伸长率A  ％ | 硬度  HV |
| 不小于 | 不小于 |
| BFe10-1-1  BFe10-1.4-1  BFe10-1.6-1 | 软化退火（O60) | 290 | 30 | 75～110 |
| 轻拉（H55) | 345 | 10 | ≥105 |
| 拉拔（硬）（H80) | 480 | - | ≥150 |
| H65  H68 | 软化退火（O60) | 290 | 43 | 55～95 |
| 常规拉拔（H58) | 370 | 18 | 95～135 |
| 拉拔（硬）（H80) | 420 | - | ≥110 |

* + 1. 工艺性能

4.3.5.1 软化退火（O60）态的管材，应进行扩口试验：顶心锥度为45°，扩口率为30%。试验后的管材不应有肉眼可见的裂纹和裂口。

4.3.5.2 软化退火（O60）态的管材可进行压扁试验，压扁后的内壁间距等于壁厚。试验后不应出现肉眼可见的裂纹或裂口。

* + 1. 晶粒度

根据实际生产情况，在本文件中晶粒度仅作为参考性能指标，管材的平均晶粒度由供需双方协商确定。

* + 1. 涡流探伤

4.3.7.1 盘卷应进行涡流探伤，大散卷的涡流探伤可可由供需双方协商确定。

4.3.7.2 经过涡流探伤的盘卷，应在缺陷位置打印不小于300mm长的深色标记，缺陷数可由供需双方协商确定。

4.3.7.3 涡流探伤的标准人工缺陷应为通孔，其钻孔直径应符合GB/T 5248中的规定。

* + 1. 残余应力

管材应进行残余应力试验，试验后的管材不应有肉眼可见的裂纹。

* + 1. 表面质量

4.3.9.1 管材的内外表面应光滑、清洁，不允许有裂纹、起皮、气泡、夹杂、、粗拉道、针孔和分层等影响使用的缺陷。

4.3.9.2 管材允许有轻微的、局部的拉伸细划纹、凹坑和斑点等缺陷。

1. 标准水平分析

# **本文件是初次起草、制定，是根据我国铜合金无缝盘管实际生产及客户使用情况，和结合国内外相关产品标准GB/T 1527-2017 《铜及铜合金拉制管》、GB/T 8890-2015 《热交换器用铜合金无缝管》、EN12451:2012 《热交换器用无缝圆形管》、ASTM B466/B466M:2009 《铜合金无缝管》和ASTM B552:2012《海水淡化工厂用无缝和焊接铜合金管》进行制订的。**

# **根据对比结果，本文件的整体内容填补了GB/T 1527-2017 《铜及铜合金拉制管》、GB/T 8890-2015 《热交换器用铜合金无缝管》标准的空白，标准整体内容达到国际先进水平。**

1. 与国际标准、国外同类标准水平的对比情况

# ****6.1** 与GB/T 1527-2017 《铜及铜合金拉制管》标准的主要技术指标不同之处如下：**

# ——**增加盘卷、大散卷铜合金管材的供货形式，并对的力学性能、工艺性能做出明确的要求；**

# ——**解决客户对超长、超重铜合金管材的需求的标准要求。**

# ****6.2** 与GB/T 8890-2015 《热交换器用铜合金无缝管》标准的主要技术指标不同之处如下：**

# ——**增加了轻拉（H55）、常规拉拔（H58）的产品状态，并对其力学性能、工艺性能做出明确的要求；**

# ——**增加盘卷、大散卷等供货形式，且没有长度限制。管材更长、更重，尤其满足在长度上有更高要求的客户需求，减少焊接次数，降低泄露风险；**

# ——**非破坏性试验仅保留涡流探伤一项，不要求做水压试验和气压试验。**

1. 与国内有关现行法律、法规和强制性标准的关系

# **本文件的制定过程、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

# **本文件建议作为推荐性行业标准。**

1. 标准实施贯彻的建议

# **本文件是以我国超长、超重铜合金无缝盘管生产现状为基础，结合国内、外订货合同及技术标准要求而进行制定而成。标准全面覆盖了铜合金无缝盘管材产品的技术要求，建议相关生产及使用单位组织专项标准宣贯会进行系统学习。本文件发布后，各企业应积极宣传和贯彻，并按照标准要求进行组织生产，以保证产品质量，满足国内、外市场及客户的需要。**

1. 预期效果

# **本文件在国内生产企业及国内外客户使用需求的基础上，参照国内外相关产品标准、规范制定的，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本文件发布后，将更好的推动我国有色金属铜合金管材行业向超长、超重方向发展，提高铜合金无缝盘管材在国内、外市场上的竞争力，给生产企业带来更大的经济效益。**

《铜合金无缝盘管》标准编制组

2021年5月13日