行业标准《紧固件用铜合金空心型材》编制说明

**1. 任务来源**

根据工信部《工业和信息化部办公厅关于印发2022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[2021]291号）文件，由沈阳华泰铜业有限公司负责起草《舰船用耐蚀黄铜锻制棒材和饼材》行业标准，计划编号2022-0041T-YS，完成年限2024年4月。根据此项工作要求，沈阳华泰铜业有限公司标准起草小组对舰船用耐蚀黄铜锻制棒材和饼材产品的生产情况及销售情况进行综合研究，并以研究结果为依据进行标准起草工作。

**2. 工作简况：**

**2.1.立项目的和意义**

本标准涉及一种内圆外六角的易切削的铜合金空心型材，为经济断面铜型材，这种型材更适用于使用条件的特殊性，节约金属、降低成本和提高零部件制造的劳动生产率，广泛应用于各工业部门。相较于高速切削行业一直使用的六角棒材而言，近年研发的内圆外六角铜合金空心型材虽然加工工艺相对复杂，但其经济环保及降耗的优势使其日益得到行业的重视。

本标准纳入的环保铜牌号具有强度高，组织致密均匀，耐蚀性好，切削钻孔等机加工性能极佳，且具有加工铜屑均匀细小，加工表面光洁等特点。由这些牌号加工成的内圆外六角空心型材适用于高速自动加工，用于螺母、小螺丝、齿轮、阀以及精密仪表的零部件。高精度六角铜棒广泛应用于进口高档数控机床加工制造高精度零件，作为高精度六角铜棒换代产品的外六角内圆空心型材，更经济环保，正在取代部分六角铜棒的市场，避免了打孔造成的材料损失。

本标准包含多个含铅黄铜合金牌号，包括中国铅黄铜合金牌号，欧盟多个铅黄铜合金牌号，日系铅黄铜合金牌号。不同牌号的使用代表了产品的市场方向，一般与日本企业合作的厂家或出口到日本的厂家，均采用日系铅黄铜牌号，而与德国等欧盟国家合作的厂家均采用欧盟铅黄铜合金牌号，而国内厂家多采用中国铅黄铜牌号。

本标准的制定是对采用高速切削加工方式生产的紧固件提供外六角内圆空心型材原料可以依据的标准规范，同时提供了空心型材相关检测技术，提升采用高速切削生产的紧固件用外六角内圆空心型材的质量稳定性。

由于型材形状的特殊性，这种型材加工工艺与一般铜管相比较复杂，更由于其特定的应用领域，有多个技术指标高于普通铜管标准，例如，为适应高速切削的需要，对型材的直线度、型材壁厚不均度，扭拧度有较高的要求，内外径尺寸公差亦有特殊要求。

我国铜及铜合金加工材标准体系中没有紧固件用外六角内圆型材的执行标准，其技术指标国内目前没有任何标准可以参考。本标准的制定解决了我国采用高速切削加工方式的紧固件用外六角内圆型材长期没有执行标准的问题，对于行业发展有极大的促进作用。

**2.2.项目承担单位简况**

沈阳华泰铜业有限公司组建于2007年10月，是一家以生产铜及铜合金管、棒、线材为主的民营企业，公司占地70000平方米，其中建筑面积30000平方米，年设计产量5万吨。一期投资1.5亿元，建成年产3万吨铜及铜合金管、棒、线材生产线，产品覆盖紫铜、黄铜、青铜、白铜四大系列100多个牌号，近500种规格。

其中TP2大口径铜管、HMn58-2、HSn70-1、HAl77-2、BFe10-1-1、BFe30-1-1铜合金管、C18150、C18200、 C15000、C18000高强高导铜棒材作为公司的主导产品以其优异的产品质量深受用户的欢迎，大量应用于舰船、兵器、航空、航天、汽车、海水淡化、火力发电等工业领域，特别是供给大连造船厂、渤海造船厂潜艇用的TP2大口径铜管、HMn58-2黄铜棒等产品供不应求，市场潜力巨大。2017年公司实现产量1万吨，销售收入近5亿元，实现利税500万元。

我公司拥有国内先进的生产设备30多台套，主要有：1.5吨工频有芯感应炉组，0.75吨工频有芯感应炉组，1.5吨中频无芯感应炉组，XJ-2500ST铜合金挤压机，30T，20T，10T，8T，5T，3T，1T链式拉伸机，卧式真空光亮退火炉，矫直机，无氧铜杆连铸机组，两辊冷轧机组，五连罐冷拨机组等设备。

同时，为了保证产品质量达到国内先进水平，公司配备了完检测设备，主要检测设备有：单双臂电桥、RO-416高频红外碳硫仪、德国斯派克MAX光电直读光谱议，DCS-10T电子拉力试验机、CBS-60杯突试验机、KPE-3000布氏硬度计、HV-120维氏硬度计、HRD-150洛氏硬度计、SC-2000表面洛氏硬度计、HBE-3000电子布氏硬度计、JanaverT金相显微镜、超声波探伤仪、涡流导电仪等先进的检测设备。

多年来，公司致力于铜及铜合金棒型材生产，建立了一套完善的生产技术管理体系，取得了国标《GB/T19001-2006-1SO9001：2015标准》和国军标《GJB9001C-2007标准》质量管理体系认证及中国船级社认可证书。

沈阳华泰铜业有限公司是专业从事各类铜合金线、棒材生产、研究、开发的高新技术企业。公司具有雄厚的铜及铜合金管棒型材生产技术实力和产品检测能力，长期为军工，船舶等企业供应铜及铜合金管棒型材，具有丰富的实践以验。

**2.3主要工作过程**

**2.3.1起草阶段**

 标准制订计划任务正式下达后，沈阳华泰铜业有限公司起草小组研究整理了本企业产品的技术要求及产品使用现状，并会同营销人员对棒饼材的生产及应用两方面进行调研，全面、准确地了解了市场客户的需求及目前国内棒饼材生产整体水平和现状。依据大量技术资料，于2022年12月完成了本标准征求意见稿。

经过多次与相关人员开会对标准内容进行讨论，从牌号成分、状态、规格、力学性能等多方面提出制定建议。根据讨论结果，标准起草人员经过资料研究，并征求各方意见后对标准进行了修改，形成了本标准的讨论稿。

**3. 编制原则**

本标准起草单位自接受起草任务后，成立了标准编制工作组，负责收集生产统计、检验数据、市场需求及客户要求等信息。初步确定了《紧固件用铜合金型材》标准起草所遵循的基本原则和编制依据：

1）查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求；

2）根据国内铜合金空心型材企业具体情况，力求做到标准的合理性与实用性；

3）根据技术发展水平及测试数据确定技术指标取值范围；

4）完全按照 GB/T 1.1 和有色加工产品标准和国家行业标准编写示例的要求格式和结构进行编写。

**4. 标准主要内容及确定依据**

本标准紧固件用铜合金空心型材主要适用于高速速切削加工的零件。

本标准规定了紧固件用铜合金空心型材的要求﹑试验方法﹑检验规则及标志﹑包装﹑运输、贮存及合同内容等。

**4.1牌号**

产品主要合金牌号为中国牌号：TS0.4（T14700）、TTe0.5（T 14500）HPb59-1（T38100）、HPb59-3（T38300），欧盟牌号：CuZn39Pb3（CW614N）、CuZn39Pb2（CW617N）、CuZn37（CW606N）、CuZn37Pb1（CW605N）、CuZn36Pb2 Sn1（CW711N），日本牌号：hZn38Pb3 Sn1（C3604）、CuZn36Pb3 Sn1（C3602）、CuZn36Pb3（C3601）。

**4.2主要尺寸及尺寸允许偏差**

4.2.1 型材的横截面形状如图1所示。



图1 异型管横截面形状

图中： S——对边距； d2——内孔直径； S2——壁厚；

推荐的型材对边距优先尺寸系列：，，，，，，，，，，，，，，，，，，。

型材对边距及内孔直径允许偏差见表，尺寸允许偏差实测值见表2，实测型材对边距公差频数及频率分布见表3，实测型材内孔直径公差频数及频率分布见表4，图1为 型材对边距公差水平分布直方图，图2 为型材内孔直径公差水平分布直方图。

由于紧固件这个特定的应用，对于型材的外部公差的规定同，考虑到同一规格的螺母所使用的型材如采用负差供货，会给使用方降低成本的实际情况，并根据生产供货实际，本标准对型材的外部公差（对边距）规定为负差，具体见下表。其内孔因为要加工螺纹并与螺栓配合，公差不能大，否则不好用，所以本标准对内孔直径公差的规定较严，并为正负差，具体看下表数值。

表管材的对边距及内孔直径允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 对边距 | 对边距允许偏差 | 内孔直径 | 内孔直径允许偏差 |
| 高精级 | 普通级 | 高精级 | 普通级 |
| ≥～ |  |  | ≥～ |  |  |
| ～ |  |  | ～ |  |  |
| ～ |  |  | ～ |  |  |
| >50～80 | 0-0.30 | 0-0.44 | >30～50 | ±0.15 | ±0.20 |
| ―― | ―― | ―― | >50 | ±0.18 | ±0.30 |

表2 型材尺寸公差实测记录表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规格 | 对边距公差(㎜) | 内孔直径公差(㎜) |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| S27×16.5 | 26.95 | 26.97 | 26.89 | 16.55 | 16.48 | 16.47 |
| S27×16.5 | 26.88 | 26.94 | 26.99 | 16.55 | 16.55 | 16.55 |
| S27×16.5 | 26.93 | 26.90 | 26.85 | 16.55 | 16.55 | 16.48 |
| S27×16.5 | 26.95 | 26.98 | 26.95 | 16.48 | 16.49 | 16.49 |
| S27×16.5 | 26.88 | 26.98 | 26.89 | 16.47 | 16.50 | 16.44 |
| S24×13.5 | 23.98 | 23.96 | 23.89 | 13.55 | 13.55 | 13.49 |
| S24×13.5 | 23.88 | 23.87 | 23.88 | 13.44 | 13.47 | 13.52 |
| S24×13.5 | 23.88 | 23.85 | 23.80 | 13.50 | 13.44 | 13.44 |
| S24×13.5 | 23.85 | 23.80 | 23.88 | 13.52 | 13.55 | 13.55 |
| S24×13.5 | 23.82 | 23.90 | 23.90 | 13.48 | 13.40 | 13.41 |
| S20×9 | 19.88 | 19.90 | 20.01 | 9.05 | 8.94 | 9.04 |
| S20×9 | 19.87 | 19.90 | 20.01 | 9.05 | 8.90 | 9.05 |
| S20×9 | 19.82 | 19.88 | 19.99 | 9.05 | 8.91 | 9.05 |
| S20×9 | 19.98 | 19.85 | 19.88 | 9.00 | 8.97 | 9.04 |
| S20×9 | 19.99 | 19.85 | 19.85 | 8.94 | 8.94 | 9.04 |
| S20×9 | 19.88 | 19.90 | 19.90 | 8.94 | 8.96 | 9.04 |

表 3 实测型材对边距公差频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
|  | [-0.03 +0] | -0.015 | 6 | 13.9% |
| 1 | [-0.05 +0] | -0.025 | 3 | 6.9% |
| 2 | [-0.08+0] | -0.04 | 4 | 9.3% |
| 3 | [-0.10 +0] | -0.05 | 22 | 51.1% |
| 4 | [-0.15 +0] | -0.75  | 8 | 18.6% |
| 5 | [-0.20 +0] | -0.10 | 0 | 0 |
| 6 | [-0.25+0] | -0.125  | 0 | 0 |

图1 型材对边距公差水平分布直方图

由图表可知管材尺寸公差均在合格范围内。

表 4 实测型材内孔直径公差频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
|  | [0.01 +0] |  | 0 | 0% |
| 1 | [0.02 +0] |  | 2 | 9% |
| 2 | [0.03+0] |  | 3 | 13.6% |
| 3 | [0.04+0] |  | 4 | 18.2% |
| 4 | [0.05 +0] |  | 7 | 31.9% |
| 5 | [0.06 +0] |  | 6 | 27.3% |
| 6 | [0.10+0] |  | 0 | 0 |

图2 型材内孔直径公差水平分布直方图

4.2.4 壁厚不均度，见表5，本标准所涉及的紧固件用外六角内圆型材与常规铜管不同，属于厚壁型材，加工过程中易存在偏心问题，为满足高速车削加工的要求，对壁厚不均度技术指标给于较高的规定。

型材壁厚的测量应垂直于外表面的中间点，在垂直于型材的同一个平面上测得的壁厚的最大值和最小值之间的差值与最大和最小壁厚平均值的百分比为壁厚不均。

表5 壁厚不均度允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称壁厚 | 壁厚不均度，% |
| 高精级 | 普通级 |
| ≤3 | 20 | 24 |
| >3 | 16 | 20 |

4.2.5 由于高速切削领域对紧固件用外六角内圆型材直度的要求较高，因此本标准制定了较高严格的直线度指标，远高于我国普通拉制管和挤制管直度的指标。具体指标为型材的直度应不大于1.2mm/m，同时应满足直度不大于0.5mm/400mm。

4.2.6扭拧度是紧固件用外六角内圆型材重要的外形尺寸指标，本标准对于型扭拧度的测量及技术指标规定如下。表 6 型材的扭拧度 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
|  对边距 | 任何1米长的管的扭拧度V，最大 |
| ≤18 | 1.0 |
| >18～30 | 2.0 |
| >30 | 3.0 |



图3 型材扭拧度的测量

4.2.7力学性能见标准正文，实测型材抗拉强度、延伸率频数及频率分布见下表。

表 7实测型材TS0.4、TTe0.5状态HR50抗拉强度频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
|  | [260 -280] |  | 33 | 27.5% |
| 1 | [280 -300] |  | 29 | 24.2% |
| 2 | [300-320] |  | 26 | 21.7% |
| 3 | [320-340] |  | 21 | 17.5% |
| 4 | [340-360] |  | 11 | 9.2% |

图4 TTe0.5、TS0.4抗拉强度（HR50态）分布直方图

表8 实测型材TS0.4、TTe0.5状态HR50延伸率频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [8 -12] |  | 16 | 13.3% |
| 2 | [12 -16] |  | 55 | 45.8% |
| 3 | [16-20] |  | 17 | 14.2% |
| 4 | [20-24] |  | 15 | 12.5% |
| 5 | [24-28] |  | 12 | 10% |
| 6 | [28-32] |  | 5 | 4.2% |

图5 TTe0.5、TS0.4延伸率（HR50态）分布直方图

表 9 实测型材TS0.4、TTe0.5状态H04抗拉强度频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [320 -360] |  | 37 | 35.9% |
| 2 | [360 -400] |  | 32 | 31.1% |
| 3 | [400-440] |  | 22 | 21.4% |
| 4 | [440-480] |  | 10 | 9.7% |
| 5 | [480-520] |  | 2 | 1.9% |

图6 TTe0.5、TS0.4抗拉强度（H04状态）分布直方图

表 10 实测型材TS0.4、TTe0.5状态H04延伸率频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [4 -8] |  | 62 | 60.2 |
| 2 | [8 -12] |  | 34 | 33 |
| 3 | [12-16] |  | 5 | 19.4 |
| 4 | [16-20] |  | 2 | 1.9 |

图7 TTe0.5、TS0.4延伸率（H04状态）分布直方图

表 11 实测型材HPb59-3、CuZn39Pb3、CuZn38Pb3 Sn1（C3604）状态HR50抗拉强度频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [390 -420] |  | 12 | 7.7% |
| 2 | [420-450] |  | 30 | 19.4% |
| 3 | [450-480] |  | 43 | 27.7% |
| 4 | [480-510] |  | 45 | 29% |
| 5 | [510-540] |  | 15 | 9.7% |
| 6 | [540-570] |  | 10 | 6.5% |

图8 HPb59-3、CuZn39Pb3 CuZn38Pb3Sn1（C3604）状态HR50抗拉强度分布直方图

表 12 实测型材HPb59-3、CuZn39Pb3 CuZn38Pb3Sn1（C3604）状态HR50延伸率频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [9 -12] | 10.5 | 23 | 18.4% |
| 2 | [12-15] |  | 25 | 20% |
| 3 | [15-18] |  | 30 | 24% |
| 4 | [18-21] |  | 17 | 13.6% |
| 5 | [21-24] |  | 23 | 18.4% |
| 6 | [24-27] |  | 3 | 2.4% |
| 7 | [27-30] |  | 4 | 3.2% |

图9 HPb59-3、CuZn39Pb3 CuZn38Pb3Sn1（C3604）状态HR50延伸率分布直方图

表13 实测型材HPb59-1状态HR50抗拉强度频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [390 -420] |  | 12 | 8.5% |
| 2 | [420-450] |  | 5 | 3.5% |
| 3 | [450-480] |  | 20 | 14.3% |
| 4 | [480-510] |  | 40 | 28.6% |
| 5 | [510-540] |  | 43 | 30.7% |
| 6 | [540-570] |  | 20 | 14.3% |

图10 HPb59-1状态HR50抗拉强度分布直方图

表14 实测型材HPb59-1状态HR50延伸率频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [18-20] | 19 | 23 | 13.5% |
| 2 | [20-25] | 22.5 | 62 | 36.5% |
| 3 | [25-27] | 26 | 30 | 17.6% |
| 4 | [27-30] | 28.5 | 30 | 17.6% |
| 5 | [30-33] | 31.5 | 6 | 3.5% |
| 6 | [33-36] | 34.5 | 13 | 7.6% |
| 7 | [36-39] | 37.5 | 4 | 2.4% |
| 8 | [39-42] | 40.5 | 2 | 1.2% |

图11 HPb59-1状态HR50延伸率分布直方图

表15 实测型材HPb59-1状态H04抗拉强度频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [450 -480] | 465 | 3 | 2% |
| 2 | [480-510] | 495 | 27 | 18% |
| 3 | [540-570] | 455 | 60 | 40% |
| 4 | [570-600] | 485 | 40 | 26.7% |
| 5 | [600-630] | 615 | 20 | 13.3% |

图12 HPb59-1状态H04抗拉强度分布直方图

表16实测型材HPb59-1状态H04延伸率频数及频率分布表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组号 | 区间 | 组中值 | 频数 | 频率 |
| 1 | [6-9] | 7.5 | 15 | 9.3% |
| 2 | [9-12] | 10.5 | 60 | 37.5% |
| 3 | [12-15] | 13.5 | 35 | 21.9% |
| 4 | [15-18] | 16.5 | 25 | 15.6% |
| 5 | [18-21] | 19.5 | 5 | 3.1% |
| 6 | [21-24] | 22.5 | 20 | 12.5% |

图13 HPb59-1状态H04延伸率分布直方图

**五、整体标准水平说明**

随着我国加工工业的发展，各行业对紧固件的需求十分巨大，外六角内圆铜型材需求量不断上升。型材在单个企业的年订货量就达300吨以上，产品多数供应给欧盟及日本等在国内设厂的企业。我公司在生产这种产品的厂家中属于研发生产较早的企业，目前有多个厂家生产供应这种产品，年订货量更大，约在千吨以上，并且大量出口到日本欧盟等国外市场。

**六、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**

经查阅文献资料，目前国内没有类似标准，现的铜管标准YS/T662-2007《铜及铜合金挤制管》，GB/T1527-2017《铜及铜合金拉制管》中均无同类型型材的技术条件，也无同类型牌号。

**七、预期效果**

　　本标准结合我国国情，在国内生产企业及国内外用户需求的基础上，参照美国同类产品标准制定，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本标准发布后，将规范海洋环境用黄铜棒饼材的性能和技术要求，提高产品在国内、外市场上的竞争力，给生产企业带来巨大的经济效益。

沈阳华泰铜业有限公司

2022年11月28日