**编制说明中不用重复列出标准正文中的内容，只是进行说明：**

《电真空器件结构材料用铜镍合金棒》**草案编制说明**

1.任务来源

根据国标委综合〔2016〕80号和有色标委[2017]1号文件《关于转发2017年第一批有色金属国家行业标准制（修）订项目计划通知》下达了《电真空器件结构材料用铜镍合金棒》标准制定任务（项目编号为20161864-T-610），由沈阳有色金属研究所有限公司负责主起草，中国电子科技集团公司第十二研究所、南京三乐集团有限公司共同制定。

我公司为电真空器件结构材料铜镍合金的生产厂家，有从真空熔炼到板带棒加工的完整生产线，产品质量获得广大电子器件生产厂家的好评。

2.工作简况

2.1立项的目的和意义

电真空用铜镍棒材不同于一般用途的铜镍棒材，主要用于制造微波电子管，在大功率高频率和宽频带方面，微波电子管能力优于半导体器件。微波管金属管壳等结构件需要足够的机械强度、无磁性，良好的热传导性，还需要保证材料气密性，符合电真空行业的要求，在成分控制方面要求较严格，成品棒材需要特殊的加工工艺控制其内部组织和最终产品性能，其加工工艺控制难度较大。随着无线电技术的不断发展，电真空器件结构材料使用不断增加，同时，也对材料的使用性能提出了更高的要求。

随着无线电技术不断发展，电真空器件结构材料的使用数量增加，同时也对电真空结构材料的性能也提出了更高的要求。因没有专用的相关标准，在生产中会经常参考同类牌号的标准，但对所需牌号使用性能并不适合，造成产品控制模糊，另外，因标准中对某些牌号的性能值规定为实测值，并未规定范围，这对使用要求严格的产品，要求变的宽泛，同时也给供货，验收和使用带来一定的麻烦，造成产品的稳定性差。根据与客户的交流，在此次标准编写中给材料的性能都规定了具体的范围，并且对Nu40-2-1新增了H02状态，完善了使用单位对材料不同状态的需求。

现有通用的铜镍棒材国家标准，其牌号、规格、尺寸公差等均不适用于电真空行业特定要求。本标准的制定解决了我国电真空行业铜镍材料长期没有执行专用标准的问题，对于行业发展有极大的促进作用。本标准规定了电真空器件用材料及零部件用铜镍及镍铜合金棒材的要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存及订货单内容。主要牌号为BMn40-1.5、B30、B19、B30-1-1、NCu40-2-1等牌号。本标准主要适用于电真空器件制造行业用的铜镍合金棒材。

主起草单位沈阳有色金属研究所有限公司建立所以来就致力于研制各种高性能铜镍合金，其后又经过近十几年的发展，铜镍合金棒材生产系统日臻完善，工艺已成熟稳定，其铜镍棒材产品通过真空电子器件的气密性检测，产品质量稳定，其产品在国内占有60%以上的市场份额。

2.2申报单位简况

沈阳有色金属研究所有限公司（原名沈阳难熔金属研究所）从事铜及铜合金、镍及镍合金、钛及钛合金、贵金属合金和钎焊料等复杂的板、带、棒、管、线、型材的研发及生产。我公司整合了沈阳有色金属加工厂研究所部分优秀的企业管理人员和生产技术人员，企业现拥有中高级技术人员33人，位于沈阳市南部的苏家屯区。

经过多年的发展，已建成较为完善的科研体系、严谨的科研队伍和完备的生产、实验、检测设备140多套，取得了多项国家发明专利和科技成果；做为国家标准委会员单位，先后起草、编制了多项国家标准及行业标准；企业管理水平逐渐提高，已通过中国新时代认证中心《质量管理体系》和《武器装备质量体系》认证，取得了“保密资格”等多项军工资格认证。目前生产有色金属牌号400余种，规格一万多种，并开发出多种有色金属高科技材料在航空航天、船舶制造、微波传输、电子通讯、雷达探测、精密仪器仪表、兵器制造等领域得到广泛应用，现处于独家状态，多种材料实现国产化替代进口。我公司先后被列为兵器、航空、航天、船舶集采平台的合格供应商。

中国电子科技集团公司第十二研究所始建于1957年，地处北京市中关村科技园电子城科技园区中心地区，占地23万平方米，是我国成立最早、规模最大、体系完备的以研制微波电真空器件为主的国家骨干研究所。　主要从事电真空器件的研制生产，产品包括行波管、磁控管、速调管、闸流管、加速管、X射线管、电力开关管等，广泛用于通信、医疗、集装箱在线检测、工业无损探伤、电力开关柜等。与此同时，十二所人运用自身优势，大力开拓市场，在电子陶瓷、真空设备等领域取得了较好成效。

南京三乐集团有限公司，前身是1935年原国民政府资源委员会设立的电气研究室，1951年扩建为我国第一个专业电子管工厂，被誉为中国真空电子行业的摇篮。公司建有国内最大的电子生产科研基地，是国家重点支持的微波电真空器件专业研制生产单位之一。七十多年以来，公司为中国真空电子产业的发展、为中国国防和现代化建设进程作出卓越贡献。主要从事真空电子器件、微波能应用整机系统、特种玻璃和陶瓷、电真空专用设备等多门类高技术产品的研发和生产。公司的真空电子产品广泛应用于国防和民用领域。

成都国光电气股份有限公司（原国营国光电子管厂、国营七七六厂、成都国光电气总公司），始建于1958年，是我国“一五”时期苏联援建的国家156项重点建设项目之一，为我国综合性微波电子管厂、国家大型军工骨干企业。 国光公司80年代开始军转民，2000年公司改制为股份公司，是集科、工、贸为一体的股份有限公司，拥有总资产5亿，年销售总收入2.5亿，员工总数1600余人，中高级技术人员占35%。主要经营各类微波电真空器件、特种漆包线、真空接触器及断路器、微波能应用设备、微波源、彩色显像管排气设备、民航进餐推车、各种非标准机电设备、激光医疗器械、各类真空规管等产品的研制和生产。

2.3主要的工作过程

2.3.1标准的立项

自2016年标准计划下达后，我们立即着手收集、查阅相关电真空器件结构材料用铜镍合金棒的技术资料，并与一部分生产企业和用户进行交流，结合实际生产状况和用户的需求，按照GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》和《有色金属冶炼产品、加工产品、化学分析方法国家标准、行业标准编写示例》的要求对标准进行修订，通过多次讨论，广泛征求各方意见之后，形成了标准讨论稿及编制说明，本标准为首次制订。

2.3.2项目分工

为了完成《电真空器件结构材料用铜镍合金棒》标准的制定任务，成立了标准编制小组，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：沈阳有色金属研究所有限公司负责市场和同行业信息收集、执笔及试验数据的汇总整理，中国电子科技集团公司第十二研究所、成都国光电气股份有限公司和南京三乐集团有限公司，负责补充市场信息及标准试验数据的验证，以及产品质量的回馈。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，收集了大量的产品测试，用户使用方面的相关技术数据，比较全面和准确地了解了电真空器件结构材料用铜镍合金棒这个领域的需求及其技术要求，为本标准的制定提供了依据。本标准制定过程中，与十二所、成都国光电气股份有限公司及南京三乐等用户进行了多次沟通，以此来保证本标准的数据和各项指标的验证以及标准的编制任务的顺利完成。

2.3.3主要起草过程

经过标准编制组及相关人员的共同努力，通过对国内外应用现状及发展趋势分析，参照国外的美国标准ASTM-B301《易切削铜棒、铜条、线材、型材的规格标准规范》、ASTMB249《可锻铜和可锻铜合金棒、条、型材及锻件的总要求的标准规范》、国内标准GB/T 5231《加工铜及铜合金牌号和化学成分》、GB/T 5235《加工镍及镍合金化学成分和产品形状》、《镍及镍合金棒材》、《铜及铜合金棒材》、等标准，并结合国内外生产企业的实际生产技术数据，根据市场需求和客户的特殊要求，编制小组于2016年4月起草完成了该标准的讨论稿。

2017年4月25日~4月27日，全国有色金属标准化技术委员会主持在江苏扬州进行该标准的讨论工作。与会专家对标准的《讨论稿》进行了认真热烈的讨论。对产品的状态、尺寸允许偏差的表示方法，主要的性能指标等提出了宝贵意见和建议。2017年5月~6月，编制小组根据扬州会议要求，起草单位在此基础上对标准进行了认真的修改，并对本标准涉及的数据进行调研和统计，同时对各项性能指标进行了检测数据对比，7月修改完善形成了《预审稿》。

3编制原则

本标准本着积极态度，采用国际先进标准原则，ASTM-B301《易切削铜棒、铜条、线材、型材的规格标准规范》、ASTMB249《可锻铜和可锻铜合金棒、条、型材及锻件的总要求的标准规范》、国内标准GB/T 5231《加工铜及铜合金牌号和化学成分》、GB/T 5235《加工镍及镍合金化学成分和产品形状》、《镍及镍合金棒材》、《铜及铜合金棒材》、等标准，标准编制工作组负责收集生产、检验数据、市场需求及完成要求等信息，确定了《电真空器件结构材料用铜镍合金棒》国家标准的编制原则和编制依据。

1. 查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求。
2. 根据国内电真空器件结构材料用的铜镍棒的消费特点，力求做到标准的合理性与实用性。
3. 根据产品工艺的成熟与完善，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/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》和《有色金属冶炼产品、加工产品、化学分析方法国家标准、行业标准编写示例》 的要求进行格式和结构编写。

4确定标准主要内容的论据

4.1标准题目、适用范围与规范性引用文件

4.1.1本标准立项名称为《电真空器件结构材料用铜镍合金棒》，英文名称“Rods of copper nickel alloy fof vacuum electron devices structure material”在标准征求意见的过程中未提出其他建议，故确定为此项目的名称。

4.1.2本标准适用于电子工业部门使用的专用铜镍合金棒材，可生产各种微波管，应用于微波中继通信、卫星通信、电视广播、导航、能量传输、工业和民用加热、科学研究等方面。

~~4.1.3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。~~

~~GB/T228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分： 室温试验方法~~

~~GB/T2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划~~

~~GB/T 3310 铜合金棒材超声波探伤方法~~

~~GB/T 5121 铜及铜合金化学分析方法(所有部分）~~

~~GB/T 8647 （所有部分）镍化学分析方法~~

~~GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分~~

~~GB/T 5235 加工镍及镍合金 化学成分和产品形状~~

~~GB/T 8888 重有色金属加工产品的包装、标志、运输和贮存~~

~~GB/T 26303.2 铜及铜合金加工材外形尺寸检测方法 第2部分 棒、线、型材~~

~~YS/T 336 铜、镍及其合金管材和棒材断口检验法~~

~~YS/T 482 铜及铜合金分析方法 光电发射光谱法~~

~~YS/T 483 铜及铜合金分析方法 X射线荧光光谱法（波长色散型）~~

~~YS/T 668 铜及铜合金理化检测取样方法~~

~~YS/T 815 铜及铜合金力学性能和工艺性能试样的制备方法~~

4.2要求

4.2.1产品分类

产品分类是对棒材产品的牌号、状态、形状、规格的规定，同时规定了产品的标记方法。相关情况分别说明如下：

1. 我国目前生产的电真空器件结构材料用铜镍棒材产品截面形状主要是圆形，以直径划分不同的规格。
2. 依据GB/T 29091-2012《铜及铜合金牌号和代号表示方法》定义，表示棒材牌号。
3. 本标准主要整合国内使用电真空器件用的铜镍合金棒材，通过大量调研，国内主要使用的合金牌号有BMn 40-1.5、BFe30-1-1、B30、B19、NCu40-2-1、NCu28-2.5-1.5、NCu30-4-2-1，产品的供货状态有H04、H02、O60、M30、M10、M05。
4. 截面尺寸规格：根据目前市场需求现状，确定本标准截面尺寸规格为5~200mm，长度为300~6000mm，经供需双方协商，也可供应其他规格的产品。
5. 产品标注方法：按照GB/T 1.1-2009规定，产品标记按产品名称、标准标号、牌号状态，规格的顺序表示，标准中给出典型标记示例。

表1 牌 号、状 态 和 规 格

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 号 | 代号 | 状 态 | 直径/mm | 长度/mm |
| BMn 40-1.5 | T71660 | 软化退火(O60) | 5～40 | 300～6000 |
| 硬(H04) |
| 热挤(M30) | 35～120 |
| BFe30-1-1  B30  B19 | T71510  T71400  T71050 | 热挤(M30) | 35～120 |
| 热锻(M10) | 30～200 |
| 软化退火(O60)  硬(H04) | 5～40 |
| NCu40-2-1  NCu28-2.5-1.5 |  | 热挤(M30) | 35～120 |
| 热锻(M10) | 30～150 |
| 硬(H04)  半硬(H02)  软化退火(O60) | 5～40 |
| NCu30-4-2-1 |  | 铸造态（M05） | 160~190 |
| 注：经双方协商，可供应其他规格的棒材，具体要求应在合同中注明。 | | | | |

~~标记示例~~

~~产品标记按产品名称、标准编号、牌号、状态和规格的顺序表示。标记示例如下：~~

~~示例1：用BMn 40-1.5制造、状态为软060、普通级、直径为25mm、长度为2500mm圆形棒材标记为：~~

~~圆形棒 GB/T ××× BMn 40-1.5 060 φ25×2500~~

~~4.2.2化学成分~~

~~棒材的化学成分符合标准GB/T 5231和GB/T 5235的规定。~~

4.2.3尺寸偏差

每批棒材在出厂前，企业须对产品外形尺寸进行严格抽样检测，直径检测数据统计如下表：

表2 H04、H02、O60状态棒材产品的实际直径检测数据统计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 直径规格（mm） | 样品数量/个 | 直径检测结果范围 | 数据偏差范围 |
| 6 | 100 | 5.97~6.05 | -0.03~+0.05 |
| 8 | 100 | 7.96~8.06 | -0.04~+0.06 |
| 10 | 100 | 9.97~10.07 | -0.03~+0.07 |
| 12 | 100 | 11.96~12.08 | -0.04~+0.08 |
| 14 | 100 | 13.95~14.05 | -0.05~+0.05 |
| 16 | 100 | 15.96~16.07 | -0.04~+0.07 |
| 18 | 100 | 17.95~18.05 | -0.05~+0.05 |
| 20 | 100 | 19.94~20.09 | -0.06~+0.09 |
| 22 | 100 | 21.96~22.06 | -0.04~+0.06 |
| 24 | 100 | 23.94~24.10 | -0.06~+0.9 |
| 26 | 100 | 25.9~26.06 | -0.1~+0.06 |
| 28 | 100 | 27.95~28.09 | -0.05~+0.09 |
| 29 | 100 | 28.95~29.08 | -0.05~+0.08 |
| 31 | 100 | 30.95~31.07 | -0.05~+0.07 |
| 32 | 100 | 31.93~32.10 | -0.07~+0.1 |
| 34 | 100 | 33.94~34.09 | -0.06~+0.09 |
| 35 | 100 | 34.95~35.08 | -0.05~+0.08 |
| 36 | 100 | 35.92~36.10 | -0.08~+0.1 |
| 38 | 100 | 37.93~38.08 | -0.07~+0.08 |
| 39 | 100 | 38.94~39.09 | -0.06~+0.09 |

表3 M30状态棒材实际直径检测数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 直径规格（mm） | 样品数量/个 | 直径检测结果范围 | 数据偏差范围 |
| 36 | 100 | 35.91~36.1 | -0.09~+1.0 |
| 38 | 100 | 36.8~38.1 | -1.2~+1.0 |
| 40 | 100 | 39.91~41.2 | -0.09~+1.2 |
| 45 | 100 | 44~46.1 | -1~+1.1 |
| 47 | 100 | 46.1~48 | -0.09~+1 |
| 49 | 100 | 48~49.9 | -1~+0.09 |
| 52 | 100 | 50.8~53.5 | -1.2~+1.5 |
| 54 | 100 | 53~55.5 | -1.0~+1.5 |
| 58 | 100 | 57~59.2 | -1.0~+1.2 |
| 60 | 100 | 59.1~61 | -0.9~+1.0 |
| 75 | 100 | 73.8~76.2 | -1.2~+1.2 |
| 78 | 100 | 77~79 | -1.0~+1.0 |
| 82 | 100 | 81~83.5 | -1.0~+1.5 |
| 90 | 100 | 88.5~92 | -1.2~+2 |
| 110 | 100 | 109~111.5 | -1.0~+1.5 |

表4 M10、M05状态棒材实际直径检测数据统计

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 直径规格（mm） | 样品数量/个 | 直径检测结果范围 | | 数据偏差范围 | |
| 锻造 | 机械加工 | 锻造 | 机械加工 |
| 30 | 100 | 29~31.5 | 29.5~30.5 | -1~+1.5 | -0.5~+0.5 |
| 40 | 100 | 38.5~41.5 | 39.5~40.5 | -1.5~+1.5 | -0.5~+0.5 |
| 50 | 100 | 48~51.5 | 49.6~50.5 | -2.0~+1.5 | -0.4~+0.5 |
| 60 | 100 | 57~62.5 | 59.55~61.5 | -3.1~+2.5 | -0.45~+1.5 |
| 80 | 100 | 77.5~83 | 79.5~81.5 | -2.5~+3.0 | -0.5~+1.5 |
| 90 | 100 | 86.5~93 | 89.5~91 | -3.5~+3.0 | -0.5~+1 |
| 110 | 100 | 107~113 | 109.5~115.5 | -3.0~+3.0 | -0.5~+1.5 |
| 120 | 100 | 116.5~122.5 | 118.5~121.5 | -3.5~+2.5 | -1.5~+1.5 |
| 150 | 100 | 145~154 | 149~152 | -5~+4 | -1.0~+2 |
| 200 | 100 | 195~205.5 | 199.5~202 | -5~+5.5 | -0.5~+2 |
| 250 | 100 | 244~256 | 249.5~251.5 | -6~+6 | -0.5~+1.5 |

根据表中实际检测棒材产品尺寸数据反映的生产控制水平和用户不同使用要求，规定的棒材产品直接允许偏差为普通级和高精级，棒材各状态的直径及其允许偏差如下表：

表5 H04、H02、O60状态棒材的直径及其允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 直径 | 允许偏差a | |
| 高精级 | 普通级 |
| 5～10 | ±0.04 | ±0.06 |
| >10～18 | ±0.05 | ±0.08 |
| >18～30 | ±0.06 | ±0.10 |
| >30～40 | ±0.09 | ±0.13 |
| a需方要求允许偏差全为（+）或（-）单向偏差时，其值为表中数值的二倍。 | | |

表6 M30状态棒材的直径及其允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 直径 | 允许偏差a | |
| 高精级 | 普通级 |
| >35～50 | ±1.0 | ±1.20 |
| >50～80 | ±1.20 | ±1.55 |
| >80～120 | ±1.55 | ±2.00 |
| a需方要求允许偏差全为（+）或（-）单向偏差时，其值为表中数值的二倍。 | | |

表7 M10、M05状态棒材的直径允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 直径 | 允许偏差a | |
| 锻造 | 机械加工 |
| 30～50 | ±2.00 | ±1.0 |
| >50～80 | ±3.00 | ±1.5 |
| >80～120 | ±3.50 | ±1.5 |
| >120～160 | ±5.00 | ±2.0 |
| >160～200 | ±6.50 | ±2.0 |
| >200～254 | ±7.00 | ±3.0 |
| a需方要求允许偏差全为（+）或（-）单向偏差时，其值为表中数值的二倍。  注：铸态棒材机械加工后，进行供货。 | | |

4.2.4 棒材的直度

棒材的直度检测是把不同长度的棒材试样放到测试平台上，然后用塞尺测出在试样长度方向的棒材表面与平台间的最大距离h,如图1所示：

测试平台

长度方向

被测棒材

h

1000m

图1

棒材产品的直度实际测量范围值列于表8中，依据实测数据和不同用户的使用要求规定棒材产品的直度，棒材的直度要求列于表9中。

表8 棒材直度实际测量范围值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 规格/mm | 样品数量（个） | 直度检测结果mm/m | 规格/mm | 样品数量（个） | 直度检测结果范围mm/m |
| 10×500 | 100 | 0.3~2 | 18×500 | 100 | 0.1~0.8 |
| 10×1500 | 100 | 0.2~2.1 | 18×1500 | 100 | 0.2~2.0 |
| 10×2000 | 100 | 0.2~2.4 | 18×2000 | 100 | 0.2~2.1 |
| 10×3000 | 100 | 0.2~2.5 | 18×3000 | 100 | 0.2~2.3 |
| 25×500 | 100 | 0.1~0.8 | 30×500 | 100 | 0.2~0.8 |
| 25×1500 | 100 | 0.3~1.2 | 30×1500 | 100 | 0.2~1.3 |
| 25×2000 | 100 | 0.1~1.8 | 30×2000 | 100 | 0.2~2.3 |
| 25×3000 | 100 | 0.2~2.5 | 30×3000 | 100 | 0.3~2.5 |
| 42×500 | 100 | 0.1~1.4 | 42×800 | 100 | 0.2~1.5 |

表9 棒材的直度 单位为毫米

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 长度 | 10～20 | | >20～40 | | >40 | |
| 全长直度 | 每米直度 | 全长直度 | 每米直度 | 全长直度 | 每米直度 |
| 300~1000 | ≤3 | ≤3 | ≤2.5 | ≤3 | ≤1.5 | ≤2 |
| 1 000～＜2 000 | ≤3 | ≤3 | ≤2 | — | — | — |
| 2 000～＜3 000 | ≤6 | ≤3 | ≤4 | ≤3 | — | — |
| ≥3 000 | ≤12 | ≤3 | ≤8 | ≤3 | — | — |

4.2.5 参照GB/T 4423《铜及铜合金拉制棒》的要求，本标准规定的铜镍合金棒材的圆度不得超过直径允许公差之半，测量时取同意切面直径最大值与最小值之差即为圆度，实测圆度值如表10：

表10 棒材产品的圆度实测统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 规格/mm | 样品数量（个） | 圆度检测结果范围/mm | 规格/mm | 样品数量（个） | 圆度检测结果范围/mm |
| 10 | 100 | 0.01~0.02 | 18 | 100 | 0.01~0.03 |
| 25 | 100 | 0.01~0.04 | 35 | 100 | 0.01~0.05 |

4.2.6切斜度的要求，根据实际测量得出对应规格的要求。直径小于40mm，端面切口允许有不大于3mm的切斜度，直径在40~100之间，端面允许有不大于3.5的切斜度，>100~250之间的允许有不大于5mm的切斜度。

4.2.7 力学性能

力学性能是电真空器件结构材料用铜镍合金棒所设计的重要技术指标，力学性能包含抗拉强度、断后伸长率，可以通过拉伸试验进行检测，棒材产品的力学性能实际检测统计数据列于表11及表12中，规定的棒材产品的力学性能列于表13中，图2是抗拉强度直方图列举图，图3是断后伸长率直方图列举图。

表11 棒材产品的室温力学性能检测统计表（抗拉强度）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径或对边距/mm | 样品数量（个） | 抗拉强度检测范围MPa | 抗拉强度下限值U | 平均值 | 标准偏差 | 正态分布曲线左边 | | 正态分布曲线右边接收概率% | 标准指标接收概率% |
| 标准指标系数u1 | 接受概率% |
| BMn 40-1.5 | H04 | 5～20 | 100 | 553~623 | 540 | 584.22 | 15.65 | 2.83 | 49.77 | 50.00 | 99.77 |
| >20～30 | 100 | 504~574 | 490 | 540.12 | 19 | 2.64 | 49.59 | 50.00 | 99.59 |
| >30～40 | 100 | 455~530 | 440 | 493.1 | 20.38 | 2.61 | 49.55 | 50.00 | 99.55 |
| M30  060 | 35～120 | 100 | 345~405 | 345 | 380.9 | 13.19 | 2.72 | 49.67 | 50.00 | 99.67 |
| BFe30-1-1  B30 | H04 | ≤12 | 100 | 560~610 | 550 | 581.7 | 11.37 | 2.79 | 49.74 | 50.00 | 99.74 |
| >12～25 | 100 | 529~599 | 515 | 563.16 | 16.57 | 2.91 | 49.82 | 50.00 | 99.82 |
| >25～40 | 100 | 494~564 | 480 | 524.1 | 13.98 | 3.15 | 49.92 | 50.00 | 99.92 |
| O60 | ≤12 | 100 | 370~420 | 360 | 383.4 | 13.49 | 2.69 | 49.64 | 50.00 | 99.64 |
| >12～25 | 100 | 340~390 | 330 | 365.6 | 11.39 | 3.12 | 49.91 | 50.00 | 99.91 |
| >25～40 | 100 | 320~360 | 310 | 340.5 | 9.03 | 3.38 | 49.97 | 50.00 | 99.97 |
| M30  M10 | 35～200 | 100 | 320~360 | 310 | 340.5 | 8.8 | 3.46 | 49.97 | 50.00 | 99.97 |
| B19 | H04 | 5～20 | 100 | 460~510 | 450 | 486.5 | 44.57 | 3.157 | 49.92 | 50.00 | 99.92 |
| >20～30 | 100 | 420~470 | 410 | 446.5 | 11.13 | 3.27 | 49.95 | 50.00 | 99.95 |
| >30～40 | 100 | 390~440 | 380 | 416.6 | 10.845 | 3.37 | 49.96 | 50.00 | 99.96 |
| O60 | >12～25 | 100 | 360~410 | 350 | 382.1 | 10.39 | 3.09 | 49.9 | 50.00 | 99.9 |
| >25～40 | 100 | 340~390 | 330 | 361 | 9.58 | 3.23 | 49.94 | 50.00 | 99.94 |
| M30  M10 | 35～200 | 100 | 305~420 | 30 | 398.15 | 27.93 | 3.51 | 49.98 | 50.00 | 99.98 |
| NCu40-2-1  NCu28-2.5-1.5 | H04 | 5～20 | 100 | 640~665 | 635 | 653.2 | 5.29 | 3.44 | 49.97 | 50.00 | 99.97 |
| >20～40 | 100 | 595~620 | 590 | 609.05 | 5.16 | 3.69 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| H02 | 5～15 | 100 | 555~580 | 550 | 569.25 | 5.09 | 3.77 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| >15～30 | 100 | 510~560 | 500 | 538.6 | 5.73 | 4.05 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| >30～40 | 100 | 455~480 | 450 | 469.5 | 5 | 3.9 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| O60 | >5～40 | 100 | 395~420 | 390 | 409.6 | 4.85 | 4.04 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| M30  M10 | 40～200 | 100 | 395~420 | 390 | 409.6 | 4.85 | 4.04 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| NCu30-4-2-1 | M05 | 160~190 | 100 | 605~630 | 600 | 618.15 | 5.21 | 3.49 | 49.98 | 50.00 | 99.98 |

图2产品抗拉强度直方图列举

表12 棒材产品的室温力学性能检测统计表（断后伸长率）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径或对边距/mm | 样品数量  （个） | 伸长率检测范围% | 伸长率下限值U | 平均值 | 标准偏差 | 正态分布曲线左边 | | 正态分布曲线右边接收概率% | 标准指标接收概率% |
| 标准指标系数u1 | 接受概率% |
| BMn 40-1.5 | H04 | 5～20 | 100 | 8~16.8 | 5 | 14.66 | 2.04 | 4.7 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| >20～30 | 100 | 10~22 | 8 | 16.71 | 3.14 | 2.77 | 49.74 | 50.00 | 99.97 |
| >30～40 | 100 | 11~21 | 10 | 15.92 | 2.72 | 2.18 | 48.54 | 50.00 | 99.54 |
| M30  060 | 35～120 | 100 | 25~48 | 25 | 38.36 | 5.28 | 2.53 | 49.43 | 50.00 | 99.43 |
| BFe30-1-1  B30 | H04 | ≤12 | 100 | 10~20 | 8 | 15.66 | 2.28 | 3.36 | 49.96 | 50.00 | 99.96 |
| >12～25 | 100 | 12~22 | 10 | 17.12 | 2.37 | 3.00 | 49.87 | 50.00 | 99.87 |
| >25～40 | 100 | 12~27 | 10 | 20.55 | 2.99 | 3.53 | 49.98 | 50.00 | 99.89 |
| O60 | ≤12 | 100 | 20~30 | 18 | 26.82 | 2.69 | 3.28 | 49.95 | 50.00 | 99.95 |
| >12～25 | 100 | 25~50 | 20 | 42.9 | 6.07 | 3.77 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| >25～40 | 100 | 25~50 | 22 | 44.15 | 5.95 | 3.73 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| M30  M10 | 35～200 | 100 | 24~48 | 18 | 35.7 | 5.2 | 3.35 | 49.96 | 50.00 | 99.96 |
| B19 | H04 | 5～20 | 100 | 10~35 | 5 | 21.75 | 5.78 | 2.89 | 49.81 | 50.00 | 99.81 |
| >20～30 | 100 | 11~41 | 5 | 25.1 | 6.68 | 3.00 | 49.87 | 50.00 | 99.87 |
| >30～40 | 100 | 5~47 | 5 | 28.38 | 7.59 | 3.07 | 49.89 | 50.00 | 99.89 |
| O60 | >12～25 | 100 | 18~68 | 18 | 46 | 10.11 | 2.77 | 49.74 | 50.00 | 99.74 |
| >25～40 | 100 | 18~66 | 18 | 49.2 | 7.66 | 4.06 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| M30  M10 | 35～200 | 100 | 25~55 | 25 | 44.65 | 5.28 | 3.71 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| NCu40-2-1  NCu28-2.5-1.5 | H04 | 5～20 | 100 | 4~34 | 4 | 20.8 | 5.29 | 3.17 | 49.92 | 50.00 | 99.92 |
| >20～40 | 100 | 5~35 | 5 | 20.95 | 5.16 | 3.09 | 49.90 | 50.00 | 99.90 |
| H02 | 5～15 | 100 | 8~38 | 8 | 23.75 | 5.093 | 3.09 | 49.91 | 50.00 | 99.91 |
| >15～30 | 100 | 15~45 | 15 | 30.7 | 5.1 | 3.29 | 49.95 | 50.00 | 99.95 |
| >30～40 | 100 | 20~56 | 20 | 38.6 | 6 | 3.1 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |
| O60 | >5～40 | 100 | 25~55 | 25 | 40.4 | 4.85 | 3.17 | 49.92 | 50.00 | 99.92 |
| M30  M10 | 40～200 | 100 | 25~55 | 25 | 40.4 | 4.85 | 3.17 | 49.92 | 50.00 | 99.92 |
| NCu30-4-2-1 | M05 | 160~190 | 100 | 3~15 | 3 | 9.74 | 2.08 | 3.24 | 49.94 | 50.00 | 99.94 |

图3产品断后伸长率直方图列举

表13 棒材的力学性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直 径 | 抗拉强度Rm,MPa | 断后伸长率A% |
| BMn 40-1.5 | H04 | 5～20 | ≥540 | ≥5 |
| >20～30 | ≥490 | ≥8 |
| >30～40 | ≥440 | ≥10 |
| M30  060 | 35～120 | ≥345 | ≥25 |
| BFe30-1-1  B30 | H04 | ≤12 | ≥550 | ≥8 |
| >12～25 | ≥515 | ≥10 |
| >25～40 | ≥480 | ≥10 |
| O60 | ≤12 | ≥360 | ≥18 |
| >12～25 | ≥330 | ≥18 |
| >25～40 | ≥310 | ≥18 |
| M30  M10 | 35～200 | ≥310 | ≥18 |
| B19 | H04 | 5～20 | ≥450 | ≥5 |
| >20～30 | ≥410 | ≥5 |
| >30～40 | ≥380 | ≥5 |
| O60 | >12～25 | ≥350 | ≥18 |
| >25～40 | ≥330 | ≥18 |
| M30  M10 | 35～200 | ≥300 | ≥25 |
| NCu40-2-1  NCu28-2.5-1.5 | H04 | 5～20 | ≥635 | ≥4 |
| >20～40 | ≥590 | ≥5 |
| H02 | 5～15 | ≥550 | ≥8 |
| >15～30 | ≥500 | ≥15 |
| >30～40 | ≥450 | ≥20 |
| O60 | >5～40 | ≥390 | ≥25 |
| M30  M10 | 40～200 | ≥390 | ≥25 |
| NCu30-4-2-1 | M05 | 160~190 | ≥600 | ≥3 |

4.2.8内部质量

金属棒材作为电真空器件结构材料使用对其内部质量要求非常严格，故在半成品加工过程中，需要进行超声波探伤试验，初步确定材料的内部缺陷，避免后续加工及使用，对缺陷要求为不允许有超出GB/T3310规定的缺陷。材料成品进行断口试验，要求棒材断口应致密，无缩尾。不允许有超出YS/T 336 中规定的气孔、夹杂和分层等缺陷，也可以选择横向低倍组织试验，要求低倍组织应没有裂纹、缩尾、气孔、金属或非金属夹杂、影响使用的偏析及其他目视可见的冶金缺陷。

材料使用过程中需方要求且供方有能力做，可进行气密性的检测，此种情况需要在合同中注明。具体气密性的检测。检测方法按附录1进行。

4.2.9表面及外观质量

棒材除M10、M30热加工棒材，表面光亮，不允许有裂纹、起皮、气泡、夹杂物和有手感的环状痕等缺陷。允许有局部的、不使棒材直径超出允许偏差的划伤、凹坑、斑点和压入物等缺陷。轻微的矫直痕、细划伤、氧化色、发暗和水迹、油迹不作为报废依据。

5标准水平对比

针对于电真空器件结构专用材料标准，目前国内外均没有对此类材料做出规定，此标准的发布，填补电真空行业对材料使用标准的空白。对于此行业使用的材料，本标准比GB/T 4435-2010《镍及镍合金棒》对NCu40-2-1的状态进行细致的分类，更符合实际的应用，同时给出明确的性能值范围。本标准相比于GB/T 13808-92《铜及铜合金挤制棒》及GB/T 4423-2007《铜及铜合金拉制棒》对B30、B19牌号性能值进行了详细的划分。根据此行业对材料使用的特性，同时增加了气密性的检测，使标准更具适应性。

6与现行相关法律、法规、规定及相关标准，特别是强制性标准的协调性

我公司《沈阳有色金属研究所有限公司》为国内第一家对电真空器件用铜镍合金进行详细汇总并进行细致分类的企业。对BMn40-1.5、BFe30-1-1、B30、NCu40-2-1牌号性能值进行细化，并新添加了B19性能以及NCu40-2-1的H02态的性能值，此标准目前是国内第一份也是唯一的一份关于电真空器件专用材料的产品标准，国内外无相关标准替代，填补了这部分的空白。

7重大分歧意见的处理经过和依据

无。

8作为强制性国家标准的建议

本标准建议不作为强制性标准，而建议作为推荐性标准。

9贯彻标准的要求和措施建议

本标准是以我国电真空器件结构材料用的铜镍合金棒实际生产现状为基础，结合国内订货合同要求及相关的技术协议的基础上编写制定的本标准，同时参照了标准GB/T5231《加工铜及铜合金牌号和化学成分》、GB/T4423《铜及铜合金拉制棒》标准等标准进行制定的。标准全面覆盖了电真空器件结构材料用的铜镍合金棒材产品的一般要求，建议相关单位组织专项标准进行系统学习。本标准发布后，各企业应积极宣传贯彻，并立即采用新标准订货，以保证产品质量，满足国内外市场及用户的需求。

10废止现行有关标准的建议

无。

11其他应与说明的事项

本标准根据目前国内电真空器件用的铜镍合金棒材的实际生产现状和订货合同情况确定采用的牌号、规格和性能，考虑随着新材料的开发和使用和新的生产装备的更新，如果以后生产或订货合同中有其他牌号、规格及性能等需求可在下一版中进行补充修订。

12预期效果

铜镍合金棒材生产系统日臻完善，工艺已成熟稳定，其铜镍棒材产品通过真空电子器件的气密性检测，产品质量稳定，其产品在国内占有60%以上的市场份额。

现有通用的铜镍棒材国家标准，其牌号、规格、尺寸公差等均不适用于电真空行业特定要求。本标准的制定解决了我国电真空行业铜镍材料长期没有执行专用标准的问题，对于行业发展有极大的促进作用。

《电真空器件结构材料用铜镍合金棒》

标准编制小组

2017年10月