

高纯铜铸锭

编制说明

（送审稿）

2024 年 5 月 15 日

高纯铜铸锭编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

根据工业和信息化部办公厅关于印发 2023 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〔2023〕18 号的文件精神，《高纯铜铸锭》由有研亿金新材料有限公司牵头修订，金川集团股份有限公司、有研亿金新材料（山东）有限公司、山东有研国晶辉新材料有限公司、兰州金川科技园有限公司、宁波江丰电子材料股份有限公司、哈尔滨同创普润集团有限公司参与编写。项目计划编号（2023-0248T-YS），项目周期 18 个月，计划完成年限 2024 年。技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

1.2 修订目的和意义

半导体是当今信息技术产业高速发展的基础和原动力，已经高度渗透与融合到经济和社会发展的各个领域，其技术水平和发展规模已经成为衡量一个国家产业竞争力和综合国力的重要标志之一。在国内宏观经济运行良好的驱动下，国内集成电路产业继续保持快速、平稳增长态势，2021 年我国集成电路产业首次突破万亿元。半导体行业协会统计，2021 年我国集成电路产业销售额为 10458.3 亿元，同比增长 18.2%。受益于全球疫情的逐步可控，移动通信终端、PC、汽车等众多应用领域需求持续走强，预计未来几年市场规模将进一步增长。然而，国产集成电路在全球市场占比较低，直至 2019 年才突破 10%；国产集成电路在国内的市场占比也仅有 30%，自给率严重不足。2021 年中国集成电路产品进出口都保持较高增速。根据海关统计，2021 年中国进口集成电路 6354.8 亿块，同比增长 16.9%；进口金额 4325.5 亿美元，同比增长 23.6%。2021 年中国集成电路出口 3107 亿块，同比增长 19.6%，出口金额 1537.9 亿美元，同比增长 32%。我国集成电路自身的技术落后于国外至少 2 代，同时集成电路产能缺口巨大、自给率低，已成为制约我国国民经济发展的“卡脖子”领域，因此芯片国产化的需求越来越迫切。

目前全球半导体制造向着 45 nm 及以下制程发展的趋势已不可阻挡，集成电路行业领军企业三星电子（Samsung）已经实现 7 nm 工艺量产，全球最大的芯片代工企业台积电（TSMC）主流技术也已进入 7 nm 工艺，正在进行 5~3 nm 工艺的研制。大陆企业中芯国际从 2012 年开始量产逻辑用 40 nm 工艺芯片，2015 年开始量产 28 nm 工艺，2019 年试生产 14 nm 工艺芯片，由此宣告正式进入 AI 芯片制造领域。IC 芯片电路的金属线宽越来越小，互联线层数越来越多，2020 年实现 14nm 实现量产。长江存储在 2018 年宣布，32 层

3D NAND 闪存芯片实现量产；2019 年 9 月份，基于 Xtacking 架构的 64 层 256 Gb TLC 3D NAND 闪存正式量产，以满足固态硬盘、嵌入式存储等主流市场应用需求，2020 年 128 层 3D NAND 闪存正式量产。

现行的高纯铜铸锭标准为 2013 年发布的《YS/T 919-2013 高纯铜铸锭》，起草单位为有研亿金新材料有限公司。标准对高纯铜铸锭进行了分类，主要包括 4N5、5N、6N、6N5 四类高纯铜铸锭，并对每一类的高纯铜铸锭的杂质元素含量进行了规定。受限于当时的高纯铜提纯技术，市场上没有成熟批量化生产的 7N 高纯铜铸锭，因此原标准未对 7N 高纯铜铸锭纳入分类并进行杂质元素规定。近些年，随着阴极铜提纯技术以及真空熔炼铸造技术的进步，7N 高纯铜铸锭以及可以批量生产和应用，从而满足下游集成电路制造企业对于超高纯铜靶材的需求。下图为有研亿金新材料有限公司生产的 7N 高纯铜铸锭的检测报告。同时，鉴于集成电路制造技术的不断发展和进步，对于 8~12 英寸的生产线，高纯铜铸锭的纯度需要达到 99.999%（5N）以上，4N5 高纯铜铸锭逐渐被市场淘汰，市场需求量小，因此在修订稿中将 4N5 牌号的高纯铜铸锭及其化学成分要求删除。标准修订稿建议对高纯铜铸锭进行分类，主要包括 5N、6N、6N5、7N 四类高纯铜铸锭，并对每一类的高纯铜铸锭的杂质元素含量进行了规定，从而整体上提升高纯铜铸锭产品的质量要求。

综上所述，为满足集成电路产业对高纯铜金属更高纯度、更高品质的需求，进一步提升高纯铜铸锭的产品规范，本项目修订现有 YS/T 919-2013《高纯铜铸锭》标准。

1.3 工作单位简介

有研亿金新材料有限公司是央企中国有研的下属公司，拥有集成电路关键材料国家工程研究中心、国家技术创新示范企业、北京市高纯金属溅射靶材工程技术研究中心、国家知识产权示范企业等众多荣誉、资质。累计承担国家科技重大专项、工业强基工程等国家项目 57 项；获国家/省部级奖 20 项；授权专利 230 余项；制修订国家/行业标准 112 项，国际标准 2 项。在集成电路关键材料领域，公司是国内领先、全球知名的靶材供应商，先后开发出超高纯铝及铝合金、铜及铜合金、钛、钴、镍及镍合金、钽、金、银、铂、钨及钨合金等超百款靶材，满足先进制程逻辑、存储等高端集成电路制造及先进封装；建成集成电路用高端靶材制备综合化、垂直一体化完整产业链；超高纯铜及铜合金靶、高纯钴靶、贵金属镍及合金靶及蒸镀材料国内市场份额第一。2021 年，高纯金属靶材销售收入 8.68 亿元，营业利润 1.86 亿元；2022 年、2023 年，公司高纯金属靶材销售收入、利润保持持续增长。公司高纯铜及合金、钴、镍铂等 300mm 晶圆用靶材销售收入增幅显著，是中芯国际、长江存储、华虹宏力、长鑫存储、广州粤芯等国内主要的芯片厂的主力供应商。

金川集团股份有限公司是由甘肃省人民政府控股的特大型采、选、冶、化、深加工联合企业，主要生产镍、铜、钴、铂族贵金属及有色金属压延加工产品、化工产品、有色金属化学品、有色金属新材料等，具备镍 23 万吨、铜 110 万吨、钴 1.7 万吨、铂族金属 10 吨、黄金 30 吨、白银 600 吨、硒碲 220 吨和化工产品 600 万吨的生产能力，拥有世界第五座、亚洲第一座镍闪速熔炼炉，世界首座富氧顶吹镍熔炼炉等国际领先的装备和工艺技术。金川集团拥有一支高素质、年轻化、专业化的研发团队，形成了以镍钴资源综合利用国家重点实验室、国家镍钴新材料工程技术中心、甘肃省镍钴资源高效利用及新产品开发创新联合体等为主的产学研用一体的联合攻关平台，长期与国内相关高校、科研院所等保持紧密联系，有完善高效的科技创新体制机制。累计获得省部级以上科技奖励 180 项，1989 年“金川资源综合利用”获得国家科技进步特等奖，2019 年“冶金炉窑强化供热关键技术及应用”、“镍阳极泥中铂钯铑绿色高效提取技术”获国家科技进步二等奖；拥有授权专利 2311 项；获得计算机软件著作权 186 项；修制订国家标准 74 项、行业标准 186 项，主持制订国际标准 1 项，参与制订国际标准 3 项。

有研亿金新材料（山东）有限公司是有研亿金新材料有限公司的全资子公司，为中央直属企业中国有研科技集团有限公司下属公司。公司于 2021 年 9 月 23 日注册成立，注册资金 50000 万元。公司位于德州市天衢新区，占地面积 138.8 亩，主要从事集成电路用高纯溅射靶材等电子专用材料研发、制造、销售。公司产品广泛应用于电子、信息等领域。公司一期项目投资近 6 亿元，打造集成电路用高纯铜及铜合金、高纯铝及铝合金、高纯钴、高纯钼、高纯镍及合金靶材以及粉末冶金靶材的研发、生产基地，一期项目设计产能 4.3 万块/年。截止 2023 年 12 月，总资产 45374 万元，资产负债率 22.99%。公司现有职工 200 余人，汇聚了稀有和贵金属领域内众多一流的科研生产人才，专业技术人员超过员工总数的 30%，同时拥有一支技术过硬经验丰富的技术工人队伍。

山东有研国晶辉新材料有限公司成立于 2019 年 3 月 27 日，基于有研新材料创新及成果转化基地项目，该项目是德州市投资促进局联合乐陵市招商局、乐陵市循环经济示范园区于 2019 年招商引资的乐陵市重点项目，2020 被列入山东省“双招双引”重点签约项目，位于山东省乐陵市循环经济示范园，注册资本 26900 万元。项目由中央企业中国有研科技集团（简称“中国有研”）控股上市公司有研新材料股份有限公司投资建设，旨在建成具有国际先进水平的新材料创新及成果转化基地，重点围绕国家重大战略需求，开发满足国防军工、集成电路、智能制造等领域发展亟需关键材料及产业化制备技术，为我国相关领域发展提供优质可靠的材料和技术支撑。项目一期计划总投资 2.69 亿元，总占地面积 100 亩，

总建筑面积 29401.89 平方米。项目于 2020 年 4 月正式开工，2021 年 4 月完成竣工验收，2022 年 6 月吸收合并山东有研新材料科技有限公司，现有 200 吨/年超高纯铜、10 吨/年超高纯钴、3.1 吨/年贵金属化合物、15 吨/年红外晶体材料及器件、30 吨/年医用钛镍丝材 5 条生产线。公司产品主要涉及超高纯稀有金属及化合物、高端晶体材料及器件和医用材料三大领域。公司自成立以来营业收入一直呈稳步增长趋势，2023 年实现营业收入超 2 亿元，自有资金充足，银行信用良好，无外部借款，负债率较低，属稳健性经营，具备持续发展的财务基础。

兰州金川科技园有限公司成立于 2002 年，是金川集团依托省会城市在信息、人才、科研、金融、交通等方面的优势，设立的有色金属新材料研发、转化、应用基地，承担着金川集团加快科技进步、调整产业布局、延伸产业链、发展战略性新兴产业的任务。公司主要致力于锂电池正极材料、废旧二次电池回收及处理、高纯金属、贵金属深加工、银材料、各类检验检测等领域的研究及产业化。目前已形成由兰州、金昌、南通三地组成，从新产品研发、分析检测到工程化应用的完整技术创新体系，拥有正极材料制备、贵金属催化剂制备、高纯金属制备、银资源二次回收、废旧电池资源化、增材制造用合金粉末等中试和产业化平台，具备 50000 吨/年正极材料、5000 吨/年废旧电池回收再利用、350 吨/年系列高纯金属、2000 吨/年系列银产品、5000 公斤/年系列贵金属材料的生产能力。拥有“国家镍钴新材料工程技术研究中心”、“高性能电池材料国家地方联合工程实验室”、“甘肃省镍钴新材料及资源综合利用技术创新中心”、“高端半导体用超高纯镍钴铜铁材料研发甘肃省国际科技合作基地”等国家、省级创新平台，科技成果获省部级以上科技进步奖励 37 项；拥有授权专利 102 件；负责制修订国家标准 17 项，有色金属行业标准 35 项。

宁波江丰电子材料股份有限公司成立于 2005 年，是由国家海外高层次人才引才计划专家姚力军博士领导的海外高层次归国留学人员组成的创业团队所创立的一家高科技企业，专业从事集成电路、平板显示器和太阳能用超高纯材料及溅射靶材研发、生产和销售。公司先后承担了国家 02 重大专项、863 计划、稀土专项、彩电专项、工信部电子发展基金工业强基等国家级科研及产业化项目，获“国家制造业单项冠军示范企业”、“国家技术创新示范企业”、“国家战略性新兴产业”、“国家技术发明二等奖”、“中国标准创新贡献奖”、“浙江省技术发明一等奖”、“中国有色金属工业协会一等奖”、“中国半导体创新产品和技术奖”等荣誉奖项。江丰电子研发的超大规模集成电路用溅射靶材在国际领先的 3nm 技术进入量产应用，产品市场占有率位居全球第二，国内第一，2017 年公司在深交所创业板上市（股票代码 300666），公司拥有国家企业技术中心、博士后科研工作站、院士专家示范工作站，

浙江省重点实验室、浙江省级企业研究院、浙江省高新技术企业研究开发中心等研发平台，与中芯国际、浙江大学、哈尔滨工业大学、重庆大学、京东方等多家单位形成产学研用联盟。江丰电子拥有完整自主知识产权，已取得授权专利 984 项（其中发明 537 项，实用新型 447 项），起草制定已颁布国家及行业标准 32 项。

哈尔滨同创普润集团有限公司是一家专业从事靶材关键原材料高纯（5N、6N）金属材料生产企业，拥有铜及铜合金从材料提纯到高纯铜铸锭及棒、带材制备等多条生产线，具备集成电路用超高纯铝、铜、钽制备技术和量产交付能力。产品线涵盖高纯和超高纯铝、铜、钽和先进铝合金，服务于半导体、航空航天、医疗、新能源、汽车、国防等领域的高性能材料需求，攻克“卡脖子”技术，实现国产替代。拥有全球先进的高纯材料分析检测中心等的实验室，先后从国外引进了 50 台(套)先进的设备和检测仪器，为有色金属产品的研制和生产打下了坚实的基础。公司拥有一支高素质的科研技术研发队伍，具备丰富的生产技术经验和技術能力。铜及铜合金板带箔材生产技术成熟，产品质量稳定、性能满足用户使用要求，有较好的技术基础和能力。

1.4 主要工作过程

1.4.1 预研阶段

1.4.1.1 标准调研

2022 年 3 月，由全国有色金属标准化技术委员会组织项目编制单位牵头讨论标准的技术要求，并征求相关企业意见。2022 年 4 月-2023 年 12 月，有研亿金新材料有限公司作为主编单位对国内外高纯铜铸锭市场情况、生产情况及使用情况进行了详细的调研，了解了国内外高纯铜铸锭生产的技术水平、应用情况及未来发展趋势，与行业内的相关人员深入讨论标准修订工作的技术要求、试验要求、建议要求等，通过整理归纳相关企业的制造水平、产品规格、检测手段、应用要求等，由主编单位整理并编制形成了《高纯铜铸锭》（修订）标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。根据此次调研情况，由主编单位整理并完善形成标准草案稿。

1.4.1.2 标准工作会议

由全国有色金属标准化技术委员会组织召开标准工作会议。会议对有研亿金新材料有限公司为主编制单位提出修订高纯铜铸锭行业标准计划进行认真讨论，广泛征求参会人员的意见和建议，会上经讨论后同意向国标委提交申报，经过公示后同意决定由有研亿金新材料有限公司作为主编单位，牵头修订《高纯铜铸锭》标准，并向国标委提报修订申请。

1.4.2 立项阶段

2023 年 4 月，工信部下达了修订《高纯铜铸锭》行业标准任务，计划号为 2023-0248T-YS，计划完成年限为 2024 年，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

1.4.3 起草阶段

2023 年 5 月成立《高纯铜铸锭》标准起草小组，对标准进行前期的调研与准备工作，完成了资料收集分析、及行业状况调研等工作。主要进行如下工作：1) 确立《高纯铜铸锭》行业标准起草遵循的基本原则，2) 对供应商、客户纯度要求进行调研、收集资料，3) 查阅相关标准，3) 确定主要技术内容，5) 确定仲裁分析方法等。

本标准起草期间，标准主编制单位通过电子邮件、电话、微信等方式，不定期开展标准进展完成情况通报及问题沟通，请各参与单位严格把关，形成标准讨论稿。

1.4.4 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、发送邮件、电话沟通、标准会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

2023 年 12 月由全国有色金属标准化技术委员会主持，在四川成都召开了有色金属标准工作会议，来自金川集团股份有限公司、有研亿金新材料（山东）有限公司、广东先导稀材股份有限公司、峨眉半导体材料研究所等国内二十余家单位专家对本标准（讨论稿）进行了认真、细致的讨论，针对技术要求部分提出了修改意见和建议。标准编制组及时对讨论稿意见进行了汇总和整理，形成《高纯铜铸锭》预审稿。

2024 年 3 月由全国有色金属标准化技术委员会主持，在广东珠海召开了有色金属标准工作会议，来自峨眉山市峨半高纯材料有限公司、金川集团股份有限公司、山东有研国晶辉新材料有限公司、有研亿金新材料（山东）有限公司等多家单位专家对本标准（预审稿）全文进行了认真、细致的讨论，提出了修改意见和建议。标准编制组及时对预审稿意见进行了汇总和整理，形成《高纯铜铸锭》征求意见稿。

2024 年 3~5 月，本标准征求意见阶段，共发函 10 家相关生产单位、科研院所、用户单位，回函单位 10 家，有意见单位 8 家，无意见单位 2 家，详细情况见《标准征求意见稿意见处理表》。根据各生产企业、用户、相关行业的专家意见，再次修改了标准主要技术要求，包括化学成分、外形尺寸、外观质量、内部质量、试验方法、检验规则、检验结果判定等，形成了《高纯铜铸锭》（修订）的送审稿。

1.4.5 审查阶段

1.4.5.1 技术专家审查

1.4.5.2 委员审查

1.4.6 报批阶段

二、标准修订原则

被修订的 YS/T 919-2013《高纯铜铸锭》是推荐性行业标准，应按照 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，有色金属标准化技术委员会针对最新版的标准起草要求做了深入的培训，按照培训要求及编写示例编写本标准。

本次修订应重点关注和解决在生产和经营使用实际情况中的技术要求、试验方法、检验要求，准确体现和反应行业现状和要求及发展要求，对高纯铜铸锭的生产、贸易、使用等环节的各项工作要求起到指导作用。

《高纯铜铸锭》修订标准的要求和内容，要统一考虑国际、国内两个市场的供需情况，标准的制定尽量采用国际国外先进标准，与国际接轨，制定出的标准既可以给行业提供执行和规范要求并且执行和使用清晰明了，也可以让行业之外的其他部门了解行业状况。

三、标准修订工作的时间安排

3.1 标准工作的时间安排

2022 年 4 月～2023 年 11 月：完成调研工作，形成讨论稿；

2023 年 12 月：召开讨论会；

2024 年 3 月：召开预审会；

2024 年 6 月：召开审定会。

3.2 标准工作的任务安排

任务落实会议结束后，有研亿金新材料有限公司牵头随即成立了《高纯铜铸锭》行业标准编制组，确定了起草单位和参与起草单位，并对标准编制工作组成员进行了职责分工，各起草人职责分工见下表 1。

3.3 标准工作主要起草人及工作职责

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作单位	工作职责分工
王兴权	有研亿金新材料有限公司	标准总策划人，负责标准编制过程工作计划制定、人员分工安排、各方资源协调、总体进度把握
王宇	有研亿金新材料有限公司 有研亿金新材料（山东）有限公司	标准执笔人，负责标准编制过程中各方案得编制、各种文件的编制、指标的汇总计算及指标确定
杨文魁	有研亿金新材料（山东）有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
滕海涛	有研亿金新材料有限公司 有研亿金新材料（山东）有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
万小勇	有研亿金新材料有限公司 有研亿金新材料（山东）有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
张巧霞	有研亿金新材料有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
张博厚	有研亿金新材料有限公司 有研亿金新材料（山东）有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
尚再艳	有研亿金新材料有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
贺昕	山东有研国晶辉新材料有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
高岩	有研亿金新材料有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
曾浩	有研亿金新材料有限公司	对标准文本中各项内容提出建议
揭华琳	山东有研国晶辉新材料有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
雷俊元	山东有研国晶辉新材料有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
胡家彦	金川集团股份有限公司 兰州金川科技园有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
白延利	金川集团股份有限公司 兰州金川科技园有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
张亚东	金川集团股份有限公司 兰州金川科技园有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
杨晓艳	金川集团股份有限公司 兰州金川科技园有限公司	协助提供相关资料和对标准文本中各项内容提出建议
姚力军	宁波江丰电子材料股份有限公司	负责江丰高纯铜产品数据的归集和指标验证，指标确定
慕二龙	宁波江丰电子材料股份有限公司	负责江丰高纯铜产品数据的归集和指标验证，指标确定
郭廷宏	哈尔滨同创普润集团有限公司	负责江丰高纯铜产品数据的归集和指标验证，指标确定
廖培君	哈尔滨同创普润集团有限公司	负责江丰高纯铜产品数据的归集和指标验证，指标确定

四、标准修订的主要内容和修订依据

4.1 高纯铜铸锭牌号的确定

根据国内外原材料的种类，高纯铜原材料纯度主要有 99.99999wt%、99.99995wt%、99.9999wt%和 99.999wt%，共计四类，通过调研国内市场及客户的需求，把高纯铜铸锭按照化学成分分为四个牌号：Cu-7N、Cu-6N5、Cu-6N 和 Cu-5N。

4.2 高纯铜铸锭化学成分的确定

根据国内高纯铜铸锭产品制造企业，7N 高纯铜铸锭的化学成分统计数据见表 2 和表 3；6N5 高纯铜铸锭的化学成分统计数据见表 4 和表 5；6N 高纯铜铸锭的化学成分统计数据见表 6 和表 7；5N 高纯铜铸锭的化学成分统计数据见表 8 和表 9。产品数据表明本文件对四个牌号的杂质成分要求合理。

表 2 国内 7N 高纯铜铸锭的化学成分检测结果汇总表

数据来源			A公司	A公司	A公司	A公司	A公司	B公司	B公司	B公司	B公司	B公司
牌号		7N	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6	实测7	实测8	实测9	实测10
铜含量不小于 （质量百分 数）/%		99.99999	99.999997	99.999999	99.999998	99.999997	99.999998	99.999993	99.999995	99.999995	99.999993	99.999993
杂质元 素含 量，不 大于 （质量 百分 数） /×10 ⁻⁴ %	Ag	0.05	0.02	<0.005	0.008	0.02	0.01	0.044	0.035	0.033	0.038	0.050
	Al	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	0.005	<0.001	<0.001	0.005
	As	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Au	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	B	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Be	0.005	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Bi	0.005	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Ca	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.001	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Cd	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Cl	0.01	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Co	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Cr	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Fe	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.010	0.008	0.009	0.010	0.010
	Ga	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01
	Ge	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Hg	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005
	K	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Li	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Mg	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Mn	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Mo	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Na	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Nb	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Ni	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	P	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Pb	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Sb	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

	Se	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05
	Si	0.02	<0.001	<0.001	0.005	0.005	<0.001	0.006	<0.005	0.003	0.015	<0.005
	Sn	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Te	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Th	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Ti	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004
	U	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	V	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Zn	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Zr	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
杂质总含量/ ($\times 10^{-4}\%$), 不大于		0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

表 3 国内公司 7N 高纯铜锭中碳、氮、氧、氢、硫杂质元素含量检测结果汇总表

数据来源			A公司	A公司	A公司	A公司	A公司	B公司	B公司	B公司	B公司	B公司
牌号	7N		实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6	实测7	实测8	实测9	实测10
铜含量不小于（质量百分数）/%	99.99999		99.99999	99.99999	99.99999	99.99999	99.99999	99.99999	99.99999	99.99999	99.99999	99.99999
气体杂质含量/ ($\times 10^{-6}$), 不 大于	C	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	N	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	O	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	H	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	S	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

表 4 国内 6N5 高纯铜铸锭的化学成分检测结果汇总表

数据来源			A公司	A公司	A公司	A公司	B公司	B公司	B公司	C公司	C公司	C公司
牌号	6N5		实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6	实测7	实测8	实测9	实测10
铜含量不小于（质量百分数）/%	99.99995		99.99998	99.99998	99.99998	99.99998	99.99998	99.99998	99.99998	99.99998	99.99998	99.99998
杂质元素含 量, 不 大于 (质量 百分 数) $/\times 10^{-4}\%$	Ag	0.1	0.08	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.07	0.07	0.06
	Al	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002
	As	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Au	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	B	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Be	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Bi	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Ca	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Cd	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Cl	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.009	0.007	<0.005	0.01
	Co	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Cr	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Fe	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04
	Ga	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Ge	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/

	Hg	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	K	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	Li	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Mg	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Mn	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	Mo	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Na	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	Nb	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Ni	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	P	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.003	0.007	0.004	0.003	0.003
	Pb	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	0.001
	Sb	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	Se	0.05	0.008	0.007	0.01	0.009	0.007	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	Si	0.05	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	< 0.005	0.007	0.006	0.006	0.006
	Sn	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	Te	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	Th	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
	Ti	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	U	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
	V	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	Zn	0.02	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	Zr	—	—	—	—	—	—	/	/	/	/	/
杂质总含量/ (×10 ⁻⁴ %), 不大于		0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

表 5 国内公司 6N5 高纯铜锭中碳、氮、氧、氢、硫杂质元素含量检测结果汇总表

数据来源		A公司	A公司	A公司	A公司	B公司	B公司	B公司	C公司	C公司	C公司
牌号	6N5	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6	实测7	实测8	实测9	实测10
铜含量不小于（质量百分数）/%		99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995
气体杂质含量/ (×10 ⁻⁶), 不 大于	C	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	N	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	O	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	H	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	S	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

表 6 国内公司 6N 高纯铜铸锭的化学成分检测结果汇总表

数据来源		A公司	A公司	A公司	A公司	B公司	B公司	B公司	C公司	C公司	C公司
牌号	6N	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6	实测7	实测8	实测9	实测10
铜含量不小于（质量百分数）/%	99.9999	99.9999	99.99996	99.99997	99.99997	99.99997	99.99997	99.99997	99.99996	99.99997	99.99997
杂质元素含	Ag	0.3	0.23	0.18	0.24	0.19	0.15	0.22	0.26	0.2	0.23
	Al	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	0.007	0.010	< 0.005
	As	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005

量，不 大于 （质量 百分 数） /×10 ⁻⁴ %	Au	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Be	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bi	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Ca	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Cd	—	—	—	—	—	—					
	Cl	—	—	—	—	—	—					
	Co	—	—	—	—	—	—					
	Cr	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Fe	0.1	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.07	0.04	0.05	0.04
	Ga	—	—	—	—	—	—					
	Ge	—	—	—	—	—	—					
	Hg	—	—	—	—	—	—					
	K	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Li	—	—	—	—	—	—					
	Mg	—	—	—	—	—	—					
	Mn	—	—	—	—	—	—					
	Mo	—	—	—	—	—	—					
	Na	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Nb	—	—	—	—	—	—					
	Ni	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	P	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Pb	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb	0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Se	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Si	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.019	0.021	0.021	0.018	0.015
	Sn	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Te	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Th	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Ti	—	—	—	—	—	—					
	U	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	V	—	—	—	—	—	—					
	Zn	0.05	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Zr	—	—	—	—	—	—					
杂质总含量/ （×10 ⁻⁴ %）， 不大于		1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

表 7 国内公司 6N 高纯铜锭中碳、氮、氧、氢、硫杂质元素含量检测结果汇总表

数据来源			A公司	A公司	A公司	A公司	B公司	B公司	B公司	C公司	C公司	C公司
牌号		6N	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5	实测6	实测7	实测8	实测9	实测10
铜含量不小于（质量百分数）/%		99.9999	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995
气体杂质含量/	C	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	N	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

(×10 ⁻⁶), 不 大于	O	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	H	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	S	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

表 8 国内公司 5N 高纯铜铸锭的化学成分检测结果汇总表

数据来源		D公司	D公司	D公司	D公司	D公司
牌号	5N	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5
铜含量不小于(质量百分数)/%	99.999	99.9998	99.9998	99.9998	99.9998	99.9998
杂质元素含量, 不大于 (质量百分数)/×10 ⁻⁴ %	Ag	2	1.3	1.4	1.2	1.1
	Al	0.5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	As	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Au	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—
	Be	—	—	—	—	—
	Bi	0.2	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Ca	0.5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Cd	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Cl	—	—	—	—	—
	Co	0.3	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Cr	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Fe	0.5	0.02	0.01	0.02	0.01
	Ga	—	—	—	—	—
	Ge	—	—	—	—	—
	Hg	—	—	—	—	—
	K	—	—	—	—	—
	Li	—	—	—	—	—
	Mg	—	—	—	—	—
	Mn	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Mo	—	—	—	—	—
	Na	—	—	—	—	—
	Nb	—	—	—	—	—
	Ni	0.5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	P	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Pb	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Se	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Si	0.5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sn	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Te	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Th	—	—	—	—	—
	Ti	—	—	—	—	—
	U	—	—	—	—	—
	V	—	—	—	—	—

	Zn	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Zr	—	—	—	—	—	—
杂质总含量/($\times 10^{-4}\%$), 不大于		10	1.32	1.41	1.22	1.51	1.11

表 9 国内公司 5N 高纯铜锭中碳、氮、氧、氢、硫杂质元素含量检测结果汇总表

数据来源			D公司	D公司	D公司	D公司	D公司
牌号		5N	实测1	实测2	实测3	实测4	实测5
铜含量不小于(质量百分数)/%		99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995	99.99995
气体杂质含量/($\times 10^{-6}$), 不大于	C	1	<1	<1	<1	<1	<1
	N	1	<1	<1	<1	<1	<1
	O	1	<1	<1	<1	<1	<1
	H	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	S	1	0.1	0.2	0.7	0.8	0.3

4.3 高纯铜铸锭几何尺寸的确定

目前国内生产高纯铜铸锭的设备为非标设备，多为自行设计和研制，因此铸锭的熔炼方式、尺寸大小各不相同，难以统一。但根据国内客户需求现状，高纯铜铸锭形状一般为圆柱型，直径（ D ）大于150 mm，长度（ L ）大于400 mm。其外形尺寸及允许偏差，可根据需方要求提供或由供需双方协商。

4.4 高纯铜铸锭外观质量的确定

根据国内客户需求现状，高纯铜铸锭表面为机加工表面。铸锭表面应洁净，无裂纹、无毛刺、无夹杂、无孔洞和其他沾污。

4.5 高纯铜铸锭内部质量的确定

高纯铜铸锭内部应连续一致，内部应无气孔、疏松、缩孔和夹杂等缺陷，如图 1 所示，由供方生产工艺保证。

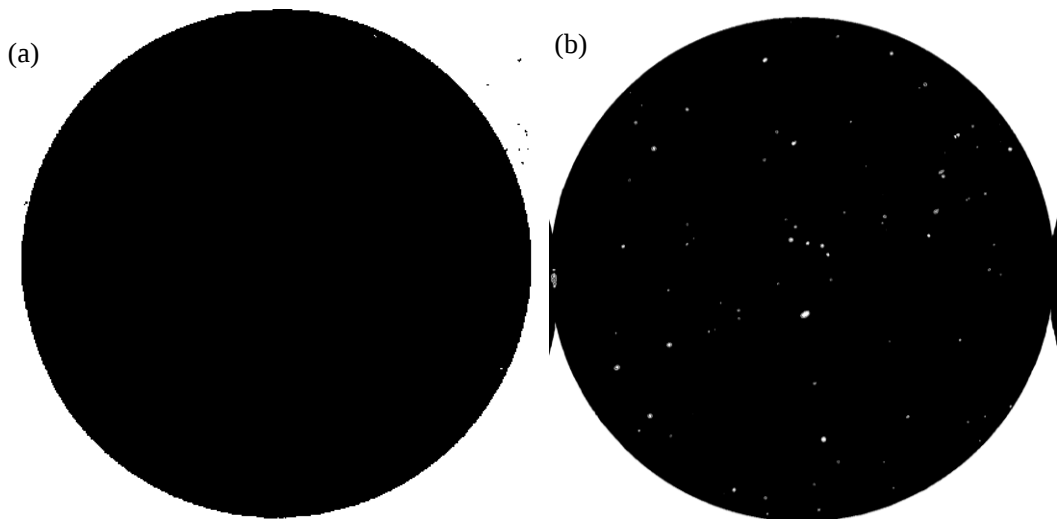


图 1 国内企业高纯铜铸锭 C 扫图示例: (a)无缺陷, (b)气孔、疏松、缩孔和夹杂缺陷

4.6 高纯铜铸锭试验方法的确定

- (1) 高纯铜铸锭中金属杂质元素、硼、氯、磷的分析方法按照 YS/T 922 的规定执行。
- (2) 高纯铜铸锭中气体杂质元素碳、硫的分析方法按照 GB/T 5121.4 的规定执行。
- (3) 高纯铜铸锭中气体杂质元素氮、氧、氢的分析方法按照 GB/T 5121.8 的规定执行。
- (4) 高纯铜铸锭的形状和尺寸由相应精度的量具检测。
- (5) 外观质量用目视检测，如发现异常现象，在 10 倍放大镜下目视检查。
- (6) 高纯铜铸锭内部缺陷检查按 YS/T 585 的规定进行。

4.7 高纯铜铸锭检验结果的判定

化学成分、外形尺寸、外观质量、内部缺陷检验结果不合格时，判定该锭不合格。

五、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。本文件起草过程中没有检索到专利和知识产权问题，如果涉及到专利和知识产权时请使用单位与专利和知识产权方协商，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

六、预计达到的经济效益、社会效益等情况

本标准参照了国际先进的高纯铜铸锭制造企业产品要求。通过文献检索，网上查询，国内外并没有高纯铜铸锭的相关国家、行业标准。在标准修订过程中，总结国内外高纯铜铸锭制造商的实际生产水平，并调研了国内外半导体等应用领域客户对产品的基本要求，对半导体行业用的高纯铜铸锭修订了标准。本标准适用于制造半导体铜靶材所需的高纯铜铸锭，为半导体用高纯铜铸锭提供可以依据参考的规范，同时其他行业所需的高纯铜铸锭也可参照使用。本标准的总体标准水平达到了国内先进水平。

半导体产业不仅有重要的经济意义，更关乎国家安全，在《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中明确提出要发展集成电路等战略性半导体产业。作为半导体用高纯铜铸锭，本标准涉及的产品具有很高的技术先进性，市场需求较大，通过本标准的修订，有助于高纯铜铸锭产品转型升级和质量提升，为制造业高质量发展提供保障。同时，对于规范半导体用高纯铜铸锭产品市场，推动高纯铜铸锭的应用，提高产品在国内外市场上的竞争力，有着重要的意义。

七、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准属于专业基础标准，本标准的修订符合现行法律、法规的要求，并与其他同类国家标准、国家军用标准、行业标准无冲突、重叠和不协调之处。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准属于高纯铜铸锭领域专业基础产品标准，编制组根据起草前确定的编制原则进行了标准起草，标准起草过程中未发生重大分歧意见。

九、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

本标准属于制造半导体、显示等溅射靶材所需的高纯铜铸锭的基础标准，本标准中的内容全面覆盖了高纯铜铸锭的一般性通用要求，但由于具体应用不同，对质量控制点要求也不尽相同，对各项指标要求程度也不相同，在订货过程中，供需双方还要对特殊要求进行进一步的明确。因此，建议本标准作为推荐性行业标准发布实施。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准属于制造半导体、显示等溅射靶材所需的高纯铜铸锭的基础标准，全面覆盖了该产业的一般要求，建议相关单位组织专项标准宣贯会进行系统的学习与贯彻实施。如果需方或对产业有特殊要求时，建议供需双方在本标准基础上对特殊要求在订货合同中进行详细的约定或起草专项技术协议。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准发布实施之日起，代替 YS/T 919-2013《高纯铜铸锭》。

十二、其他主要内容的解释和其他需要说明的事项

无。

《高纯铜铸锭》编制组

2024年5月15日