

《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》 行业标准（送审稿）编制说明

一、工作简况

1 任务来源

根据有色标委[2022]124号文件《关于有色金属领域标准体系评估和优化试点工作的通知》的要求，统筹推动现行有色金属工业领域国家标准、行业标准和团体标准的整合、转化、废止和采信，从实际应用出发，做好顶层设计，构建新型标准体系，推动有色金属工业高质量发展。建议YS/T448《铜及铜合金铸造和加工制品宏观组织检验方法》YS/T449《铜及铜合金铸造和加工制品显微组织检验方法》两标准合并修订。

根据有色标委（2023）第131号《关于转发2023年第四批有色金属行业标准制（修）订项目计划及征集起草单位的通知》所下达的标准制定计划，《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》标准列入2023年第四批有色金属行业标准项目计划表第23号，计划编号2023-1541T-YS，起草单位为中铝洛阳铜加工有限公司、宁波长振铜业有限公司、江西耐乐铜业有限公司、阜阳市产品质量监督检验所、重庆龙煜精密铜管有限公司、聊城市产品质量监督检验所、山东中环格亿检测服务有限公司、广东龙丰精密铜管有限公司、江苏仓环铜业股份有限公司等，完成年限为2024年12月。

2 立项目的和意义

铜及铜合金具有优异的导电、导热、耐蚀等特性，是国民经济和国防建设中不可缺少的重要金属材料。

铜及铜合金的性能与其金相组织有着极为密切的内在联系。检测分析和控制不同状态下的金相组织，对提高金属材料的产品质量、改进生产工艺、研制新型材料、准确选用材料等均有重要的实际意义。

国内常用的铜及铜合金组织检测标准主要是YS/T448《铜及铜合金铸造和加工制品宏观组织检验方法》和YS/T449《铜及铜合金铸造和加工制品显微组织检验方法》，两标准起草于2002年，随年限变迁，技术进步，标准的部分条款内容、引用的标准不适用现产品检测的需要。计算机技术及数码摄像技术的发展，越来越多应用于铜合金组织的检测，原标准中座机、黑白底片等已经不再使用，原始的照相技术已经被取代；自动化程度提高，全自动抛光技术在显微组织分析样品制备中，应用越来越成熟，其便捷快速，制样质量高，传统样品制备方式不能满足快速检测的需要；YS/T448附录A中存在印刷错误，容易误导标准的执行。因此有必要修订铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法的行业标准。

通过本次标准修订，规定标准使用范围，规范标准中部分条款内容，适用现阶段产品检测需要，优化标龄，完善了国内铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法标准，使生产单位与客户之间，对产品内部质量有了一个统一的验收标准，对我国铜合金质量，起到了一定的保障作用，从而达到指导实际生产工艺调整和稳定工艺生产，提高产品质量的目的，促进国民经济的发展。

3 项目编制组及工作基础

标准修订计划任务正式下达后，中铝洛阳铜加工有限公司牵头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。编制组分工明确，紧密合作，共同完成标准的修订工作。编制组负责市场和同行业信息收集、资料汇总及执笔，分工明确，紧密合作，铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法进行了全面的市场调研、查阅了国内外有关的技术资料，比较全面和准确地了解了铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法的检测过程和基本要求，共同完成该标准的修订工作。

中铝洛阳铜加工有限公司（以下简称洛阳铜加工）是知名铜加工企业，国内具影响力的综合性铜加工企业，拥有拥有“国内领先、世界一流”的高精度电子铜带生产（引进美国、德国、意大利、日本等国家具有国际领先水平的先进生产装备）、铜及铜合金板带箔加工生产、铜及铜合金管棒加工生产、铝镁材加工生产等多条生产线，产品涉及铜及铜合金板、带、箔、管、棒、型材、铝镁板带箔材。广泛应用于电子信息通讯、新能源、汽车、海洋工程、轨道交通、电力装备等领域，为神州系列飞船、大推力火箭、区域电子对抗、JT 等国家重大战略工程提供了关键材料保障。拥有国家级企业技术中心、国家实验室认证认可监督管理委员会认可的实验室、中国有色金属工业重金属加工材质检站、河南省铜镁材料和加工技术工程研究中心、中铝集团高性能铜板带箔加工技术重点实验室、有色行业铜及铜合金材料与加工工程技术研究中心。先后从德国、美国、法国、日本、英国、意大利等十二个国家引进了 80 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。接插件用铜及铜合金异型带材生产技术成熟，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カ。

宁波长振铜业有限公司创建于 1998 年，是一家专业研发、生产高性能高精密铜合金端面型材的高新技术企业，2021 年评为国家单项冠军示范企业、2022 年被评为国家绿色工厂，2023 年被评为国家绿色设计示范企业，连续多年市场占有率在细分领域居全国第一。公司现有年产 20 万吨高性能高精密铜合金端面型材生产能力，产品广泛应用于汽车、制冷、仪器仪表、数字产业制造、电子电器、通讯接插件、五金配件等领域。公司始终坚持绿色、循环、低碳、创新发展，建有全国再生黄铜研究中心、省级重点院士工作站、省级博士后工作站、铜二次资源循环利用联合创新实验室、浙江省企业技术中心、宁波市企业研究院等 6 个研发平台，与北京科技大学、有研工程技术研究院有限公司、北方工业大学、燕山大学、中科院宁波材料所等科研院校建立了长期产学研合作关系。现有授权发明专利 39 项；制定和参与各类国家、行业等标准 38 项，其中主持起草 12 项。公司获国家火炬计划 1 项、全国有色金属技术标准优秀奖 6 项（其中一等奖 2 项）、行业协会科学技术奖 3 项（其中一等奖 2 项）、省科学技术进步奖 1 项、市科学技术奖 1 项等 10 多项技术荣誉。

江西耐乐铜业有限公司一直致力于高档铜产品（空调与制冷设备用无缝铜管、无缝内螺纹铜管、磁控管、超低氧无缝电缆管、无氧铜热管用铜合金管材等）的研发、生产、销售和服务。公司产品

可以分为光壁铜管、内螺纹铜管、直条管三大系列，广泛用于空调和冰箱制冷、建筑水管、汽车工业、电子通讯、交通运输、五金机械、电力等行业。公司拥有超大熔量工频感应水平连铸炉、三辊行星轧机、动态测控联合拉拔机、高频感应电磁解码在线热处理机和涡流探伤仪、数控多功能材料试验机、“斯派克”光谱仪、红外固体数字氧分析仪等具有国际先进水平的设备和检测仪器 100 多台套。公司是全国有色金属标准化技术委员会会员单位，先后荣获中国铜管材十强企业、国家高新技术企业、国家专精特新“小巨人”企业等荣誉。公司建立了具备精密铜管研究与开发能力的鹰潭市精密铜管工程技术研究中心，江西省省级企业技术中心、江西省精密铜管工程技术研究中心、江西省精密铜管制造工程研究中心等科研平台，取得授权专利 150 余项，其中发明专利 20 项；起草国家标准 8 项，行业标准 7 项；获得江西省科技进步奖 1 项，鹰潭市科技进步奖 3 项。

聊城市产品质量监督检验所拥有 2 个国家级质检中心，分别是国家铜铝冶炼及加工产品质量监督检验中心、国家轴承产品质量监督检验中心；还设有聊城市农药（农产品）监督检验中心等市级质检中心和聊城市重点实验室（聊城市铜铝冶炼及加工产品质量检验检测重点实验室和聊城市黑色金属产品质量检验检测重点实验室、聊城市人造板产品 VOC 治理工艺研究重点实验室、聊城市轴承产品质量检验检测重点实验室）。主持国家质检总局项目《自动加载轴承疲劳寿命试验机研究》1 项。山东省质监系统科技项目 2 项。参与制定国家标准、行业标准 14 项，其中《铜及铜合金 室温拉伸试验方法》获得 2016 年度有色金属标准一等奖。主起草行业标准 1 项《铜中含氧量的显微镜偏光检验方法》。主持制定《输送流体用无缝钢管》等六项团体标准。出版《机械制造与自动化应用研究》等 4 本著作。发表论文 4 篇。发明实用新型专利 6 项、发明专利 1 项。

阜阳市产品质量监督检验所拥有一个国家级质检中心（国家再生有色金属橡塑材料质量监督检验中心（安徽））和一个省级质检中心（安徽省粮油制品及酒类产品质量监督检验中心）。于 2004 年首次通过 CNSA 实验室认可，检测结果在国际上获得互认，具有较成熟的技术能力和质量管理体系。目前通过 CNSA 认可项目 2470 余项，通过实验室资质认定项目 3700 余项，涉及肥料、石油、金属材料、塑料、橡胶、电器、机械、食品及食品相关产品等检测领域。其中国家质检中心的检测能力和业务范围主要覆盖再生铜、再生铝、再生铅、再生橡胶、再生塑料等产品，包括：再生铜及铜合金棒、再生铝锭、再生铅及铅合金锭、再生塑料、再生橡胶产品。拥有扫描电镜/能谱仪、原子吸收分光光度计、X 荧光光谱仪、X 射线衍射仪、直读光谱仪、电感耦合等离子体原子发射光谱仪、电感耦合等离子体串联质谱仪等一批国外进口的大中型设备。目前，我所主导制定行业标准 1 项，参与制订国家标准 11 项，行业标准 14 项，团体标准 2 项，主导制定安徽省地方标准 14 项。

重庆龙煜精密铜管有限公司成立于 2006 年 8 月，公司年产铜管 6 万吨。主营空调与制冷用光面铜管、高清洁内螺纹铜管、电缆用无缝铜管、波纹管、十字管、椭圆管、矩形管、热管等管材产品，主营空调与制冷设备、通讯电缆、燃气热水器、装备制造、工程建设等行业用精密铜管的研发、生产与销售。公司目前已累计获得 127 项专利授权，其中包括发明专利 22 项、实用新型专利 101 项、外观专利 4 项。拥有国家知识产权优势企业、高新技术企业、专精特新“小巨人”企业等企业资质。

公司近年积极参与标准起草修订工作，牵头制定了《T/CNIA 0202-2023 燃气采暖热水炉换热器用无缝异形铜管》，参与T/CAME64-2024《医用气体系统管道技术与管理规范》。

广东龙丰精密铜管有限公司是国家级高新技术企业，拥有5条精密铜管生产线，年产能12万吨。建有省级“企业技术中心”“精密铜管（龙丰）工程技术研究中心”“精密铜管（高性能高精度铜及铜合金）院士工作站”、市级“精密铜管工程技术开发中心”“重点企业技术中心”等研发机构；通过“质量、环境、职业健康和安全、能源”四标一体化及“两化融合”“知识产权”“合规”“ESG”共八标管理体系认证；获得国家级“专精特新‘小巨人’企业”“绿色工厂”“知识产权优势企业”、省级“制造业单项冠军企业-紫铜管材”“专精特新中小企业”“创新型企业”“战略性新兴产业骨干企业”等资质认定。公司集各种精密铜管材的研发、制造、销售、服务于一体，生产包括无缝内螺纹铜管、电缆用无缝铜管、导电用无缝铜管、高精度薄壁铜管、热管用铜及铜合金管、热交换器用无缝翅片管、铜及铜合金散热管等管材产品，产品主要应用于空调与制冷设备、5G通信电子设备、通讯电缆、变配电、汽车、新能源、储能、装备制造、航空航天等行业。通过自主研发拥有铜管材加工领域核心专利65项，其中发明专利8项，“一种内螺纹铜管成型旋压装置”荣获第二十届中国专利优秀奖。

山东时代兴为检测服务有限公司是一家多元化、综合性的第三方检测机构。公司实验室通过检验检测机构资质认定（CMA）的综合性实验室，检验检测设备主要包括安捷伦气相色谱质谱联用仪、ICP电感耦合等离子体发射光谱仪等200余台。经过四年的积累，公司实验室集中了环境、材料、化工、食品、生物等多学科人才，为工作质量奠定扎实的专业理论基础，确保数据准确性，保证检验报告质量。公司竭力为客户提供高效、满意的服务，为共建“绿色、环保、和谐社会”贡献一份力量，竭力为企业和社会环保发展、产品安全发展做出一份努力。

宁波兴博浩广科技发展有限公司位于浙江宁波前湾新区金溪路68号，为宁波兴业盛泰集团有限公司的全资子公司，主要从事电子专用材料研发、有色金属合金研发与制造，集团公司拥有国家级企业技术中心、浙江省工程研究中心、国家级博士后科研工作站等创新平台，是国内铜板带品质系列最全的生产企业之一，已成为中国高精度铜合金板带行业的领先制造商。产品主要应用于5G通讯、电子信息、新能源汽车、航空航天、电力电气等行业。先后参与国家“863”课题、十四五/十三五国家重点研发计划等多项计划，其研发产品应用于神舟九号和天宫一号载人在轨对接工程，曾获得工信部国家单项冠军产品。公司立足于高新技术材料的研发与生产，配备国内外先进的检测设备，主要有表面光学检测系统、相显微镜、表面粗糙度测量仪、直读式光谱仪、万能拉伸试验机、红外碳硫分析仪、扫描电镜、离线板形仪和表面粗糙度仪等先进设备，满足了公司产品生产及新品研发的检测需求。

4 主要工作过程

4.1 标准预研

铜及铜合金具有优异的导电、导热、耐蚀等特性，是国民经济和国防建设中不可缺少的重要金

属材料。广泛应用于电子信息通讯、新能源、汽车、海洋工程、轨道交通、电力装备等领域。铜及铜合金的性能与其金相组织有着极为密切的内在联系。检测分析和控制不同状态下的金相组织，对提高金属材料的产品质量、改进生产工艺、研制新型材料、准确选用材料等均有重要的实际意义。

随年限变迁，技术进步，标准的部分条款内容、引用的标准不适用现产品检测的需要。计算机技术及数码摄像技术的发展，越来越多应用于铜合金组织的检测，原标准中座机、黑白底片等已经不再使用，原始的照相技术已经被取代；自动化程度提高，全自动抛光技术在显微组织分析样品制备中，应用越来越成熟，其便捷快速，制样质量高，传统样品制备方式不能满足快速检测的需要。

为规范国内铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法，使生产单位与客户之间，对产品内部质量有统一的验收标准，急需修订铜合金组织的检测标准。

4.1 标准立项

根据有色标委（2023）第 131 号《关于转发 2023 年第四批有色金属行业标准制（修）订项目计划及征集起草单位的通知》所下达的标准制定计划，《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》标准列入 2023 年第四批有色金属行业标准项目计划表第 23 号，计划编号 2023-1541T-YS, 标准修订计划任务正式下达后，立即成立了标准编制组，并落实起草任务，确定标准的主要起草人（详见表 1），拟定该标准的工作计划。具体分工为：中铝洛阳铜加工有限公司总负责，市场和铜行业信息收集、资料汇总及执笔。宁波长振铜业有限公司、江西耐乐铜业有限公司、阜阳市产品质量监督检验所、重庆龙煜精密铜管有限公司、聊城市产品质量监督检验所、山东中环格亿检测服务有限公司等负责补充标准信息 and 标准数据的验证。各企业分工明确，紧密合作，共同完成标准的修订工作。

4.2 任务落实及分工

标准主要起草人及工作职责如下：

表 1 标准编制组成员及职责

序号	起草人姓名	职责及分工
1	娄东阁	标准编制组负责人，标准执笔人，负责标准编制方案的确定；负责各种文件的编制；
2	李彤	负责标准协调管理；负责标准编制过程中各方案得编制；
3	杨忠	负责洛铜试验数据的归集和验证，参加标准讨论、预审和审定；
4		负责试验数据的归集和验证，参加标准讨论、预审和审定；
5		负责试验数据的归集和验证，参加标准讨论、预审和审定；
6		负责试验数据的归集和验证，参加标准讨论、预审和审定；
7		负责试验数据的归集和验证，参加标准讨论、预审和审定；

4.3 起草阶段

经查询，国内标准 GB/T13298-2015《金属显微组织检验方法》、GB/T3246.1-2012《变形铝及铝合金制品检验方法 第一部分：显微组织检验方法》、GB/T4296-2004《变形镁合金显微组织检验方法》等，标准对铜及铜合金针对性不强，不能满足铜合金材料检测的需要，不适用铜及铜合金显微组织检测。

ASTM E340-15《金属和合金宏观浸蚀标准方法》和 ASTM E 407-15《金属和合金显微浸蚀标准方法》在标准中部分条款适用于铜及铜合金宏观组织检测，如部分浸蚀剂的使用，但不完善标准中不包括试样制备，不能完全满足铜合金材料检测的需要等。

现标准在使用过程中存在部分问题及不完善的地方，影响了铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法的检测便捷和推广应用，为适应市场的竞争需要，提高检测标准的一致性，需修订现行标准。通过本次标准修订，规范标准中部分条款内容，规定标准使用范围，适用现阶段产品检测需要，完善了国内铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法标准，使生产单位与客户之间，对产品内部质量有了一个统一的验收标准，对我国铜合金质量，起到了一定的保障作用，从而达到指导实际生产工艺调整和稳定工艺生产，提高产品质量的目的。

本标准编制组确定后，在标准稿起草期间，由中铝洛阳铜加工有限公司组织召集标准组成员，首先梳理本企业试验结果、设备使用现状、检测基本流程，为本标准全面、系统、有效的制定奠定了良好的基础，随后编制小组会同实验室检测人员、技术研发对铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法进行了调研，全面准确地了解了组织检验的需求以及组织未来的发展趋势，了解国内实验室的检测水平和现状。

经过标准编制组及相关人员的共同努力，通过对国内外现状及发展趋势的分析，并结合国内实验室的实际情况，经过多次讨论和广泛征求意见，编制小组于2024年3月形成了《标准草案》及其编制说明。

2024年4月9日~4月12日由全国有色金属标准化技术委员会主持在江西省南昌市召开该标准的讨论会。与会专家对标准的讨论稿进行了认真、热烈的讨论，编制组根据会议要求和专家意见，对标准进行认真修改，对检测数据进行了统计、分析，并于2024年06月底形成了标准预审稿。

2024年7月17日~7月20日由全国有色金属标准化技术委员会主持在北京市召开该标准的预审会，对该标准进行了预审。编制组根据标准预审会议精神和各专家意见，对标准进行修改。根据反馈意见，对标准预审稿进行了修改和完善，于2025年1月形成了标准审定稿及编制说明。

4.4 征求意见阶段

本标准《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》于2024年4月发送《征求意见稿》，回函并有建议或意见的单位16个，回函无意见的单位4个，没有回函的单位3个；其中包括生产单位16家，科研院所5家，高校单位2家，基本覆盖该领域相关的主要单位。编制组根据会议专家意见和回函意见情况，对标准稿进行修改和完善，于2025年2月初形成本标准《送审稿》及《编制说明》。

4.5 送审阶段

4.5.1 技术专家审查

xxxx年xx月xx日~xx月xx日在xx省xx市，由全国有色金属标准化技术委员会主持，召开《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》标准审定会，共有xx个单位的xx名专家（详见有色金属标准审定会专家签名表）参加了会议。

与会专家对《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》标准的送审稿进行了认真审定，提出了xx条修改意见，编制小组会后按照专家的修改意见进行了修改，完善了《送审稿》及《送审稿编制说明》。

4.5.2 委员审查

xxxx年xx月xx日，全国有色金属标准化技术委员会在xxxxxx召开了全体委员会议。全国有色金属标准化技术委员会重金属分技术委员会（SAC/TC243/SC2）全体委员共计xxxx名，实际参与投票工作xxx名。会议经过认真的讨论，对《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》标准制修订程序、征求意见的过程以及技术内容的确定等多方面进行了仔细审查。与会xxx名委员全体投票通过，同意该标准《送审稿》及和《送审稿编制说明》通过审查，无修改意见，表决通过率为100%。

4.6 报批阶段

标准编制组对标准文本和编制说明进行完善，形成标准报批稿报送至全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）秘书处，上报至国家标准化管理委员会审批、发布。

二、标准编制原则

2.2、编制原则

1) 规范性原则。本标准根据《中华人民共和国标准化法》要求，在编写方式上执行GB/T1.1和GB/T1.3的规定，并按《有色金属加工产品国家标准、行业标准编写示例》的要求进行编制。

2) 可靠性原则。标准规定的检测方法在同一实验室检测结果具有长期稳定性，不同实验室之间的检测结果具有一致性，能有效地规范铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法。

3) 适用性原则。根据国内铜及铜合金生产和下游客户的具体情况，突出标准的实用性。对试验设备及试验条件提出了明确要求，完善试验基本流程，能普遍满足行业对铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法的要求。

4) 协调一致性原则。本标准在制订过程中，充分考虑铜及铜合金产品标准的相关内容要求，保证了标准的协调性与一致性。

2.2、编制依据

本标准主要依据以下国家指导文件、国家标准、行业标准等相关文件进行编制。

GB/T 30067-2013 金相学术语

YS/T 462-2003 铜及铜合金管棒型线材产品缺陷

三、本标准主要内容

1 范围

本文件描述了铜及铜合金铸造和加工制品宏观组织和显微组织的试样制备、试样浸蚀、组织检验及试验报告。

本文件适用于用肉眼、放大镜或体视显微镜检验铜及铜合金铸造和加工制品的缺陷等检测宏观组织及利用金相显微镜检验铜及铜合金的显微组织。

2 主要技术变化

本文件代替 YS/T 448-2002《铜及铜合金铸造和加工制品宏观组织检验方法》、YS/T 449-2002《铜及铜合金铸造和加工制品显微组织检验方法》。与 YS/T 448-2002 和 YS/T 449-2002 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

增加了规范性引用文件、术语和定义；

b) 删除了抛光剂三氧化二铬；

c) 增加了镶样的要求；

d) 增加了全自动抛光；

e) 更改了显微检验的低倍率观察范围，由“显微检验一般先由低倍率 50~100X 观察，”更改为“显微检验一般先由低倍率 25~100X 观察”；

f) 删除了“根据检验目的选择合适的黑白底片或彩色底片，底片的曝光时间依试样情况、底片性质和光线而定，必要时可采用分段曝光法进行试验”；

g) 删除了“底片和相纸应正确冲洗，以使色彩真实清晰”；

h) 增加了“宏观照相可采用数码相机或体视显微镜或计算机图像分析系统，进行照相，照片应清晰标注放大倍率或标尺，照相倍率可根据试样大小、组织缺陷情况而定”；

i) 增加了“一般采用计算机图像分析系统照相，照片应清晰标注标尺。”；

j) 增加了“照相时，可以通过景深扩展、对比度调节、划痕消除等计算机技术对图片进行处理，以使图片更为清晰，但不能影响检验结果的判定。”；

k) 附录 C 中“氯化钠重铬酸钾饱和溶液 9g”更改为“氯化钠饱和水溶液 4ml 重铬酸钾 2g”。

四 验证试验

编制了试验方案，明确样品的要求、试验方法及步骤，编制组单位进行统一试验验证，按照本文件规定的内容，对不同牌号常见铜合金进行试验。

通过对不同牌号的铜合金进行多组试验，显微组织分析试验包括制样、研磨抛光、侵蚀、成像、进行组织分析五步。实验中常出现的问题主要在研磨抛光、侵蚀、成像这三个过程中。研磨抛光过程中砂纸破损或者使用次数过多等会造成试样出现划痕，造成图片不清晰；侵蚀过程中侵蚀过浅、过重，都会出现问题，侵蚀过浅则组织不明显，需要重新侵蚀，侵蚀过重会出现浮雕，需要重新研

磨抛光侵蚀；成像过程中，由于试样不平整等原因会造成边缘模糊的问题，出现这种问题可以通过软件调节景深来解决，在拍照过程中由于参数原因等会出现照片颜色偏离正常铜合金的颜色，可以通过软件调理对比度、灰度等使得成像清晰。

实验中常出现的问题，通过计算机软件技术等，基本实现了检测目的，如成像过程中出现边缘模糊（见图1），经过调节景深使得效果更为清晰（见图2）；出现少量划痕（见图3），经过软件去痕处理，最终得到清晰图片效果（见图4）；出现边缘模糊以及划痕（见图5），经过调节景深及去除划痕，最终效果清晰（见图6），不影响检验结果的判定；出现颜色异常（见图7），经过调节对比度、亮度等使得颜色接近于铜合金本身的颜色（见图8）。在侵蚀过程中，出现侵蚀过重的情况导致出现浮雕现象（见图9），重新研磨侵蚀试样，得到清晰组织（见图10），不影响检验结果的判定。

验证试验共计进行100组试验，其中试验效果较差10组，主要是边缘模糊、腐蚀过重或轻、划痕较多等。经计算机软件处理后，边缘模糊、划痕较多基本能够得到解决，96%以上的试验结果效果较好。按照标准方案进行试验检测，能够准确呈现铜合金组织，效果清晰，不影响检验结果的判定。

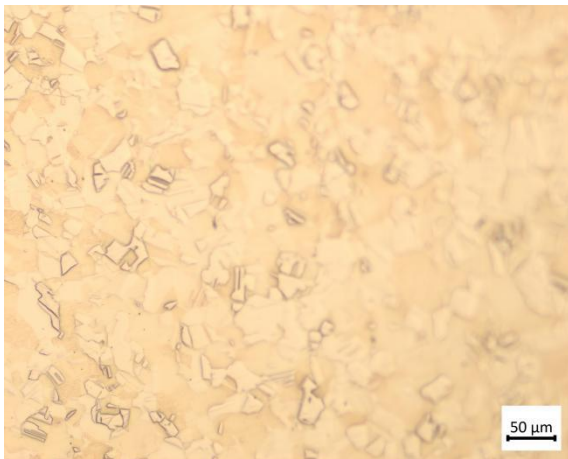


图1 边缘模糊

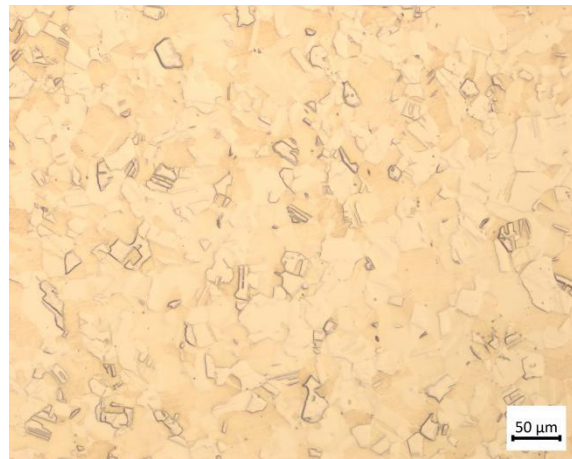


图2 软件处理后

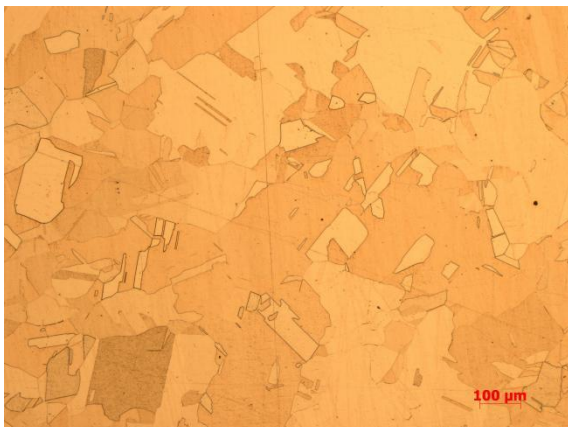


图3 划痕

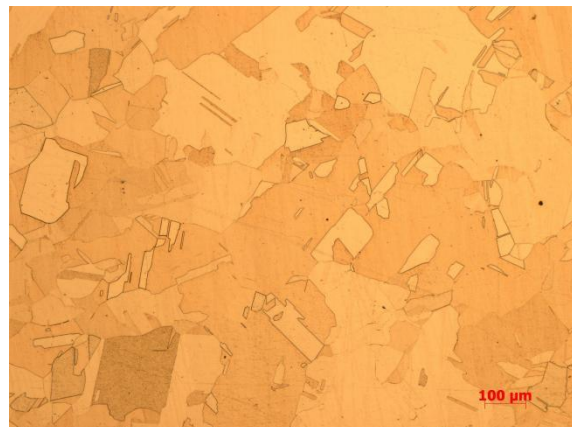


图4 去除划痕

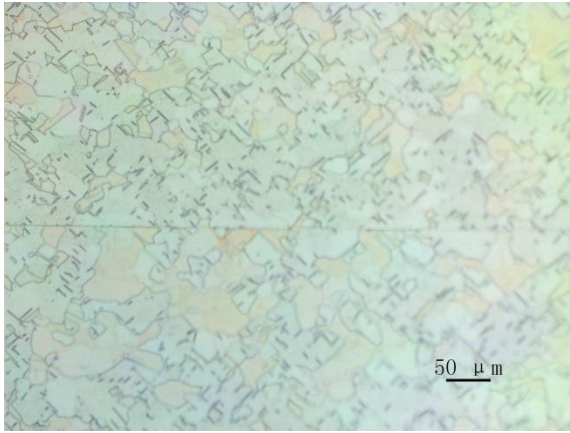


图 5 边缘模糊、划痕

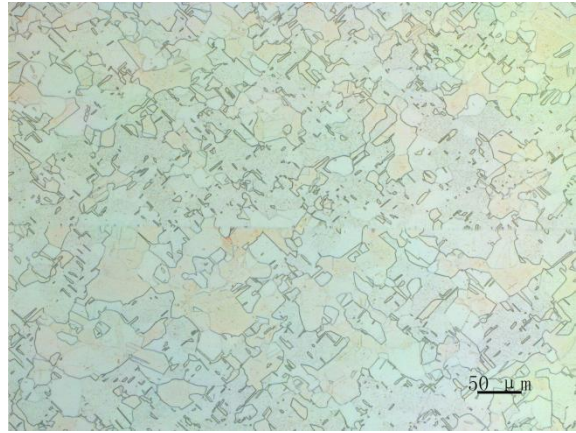


图 6 处理后

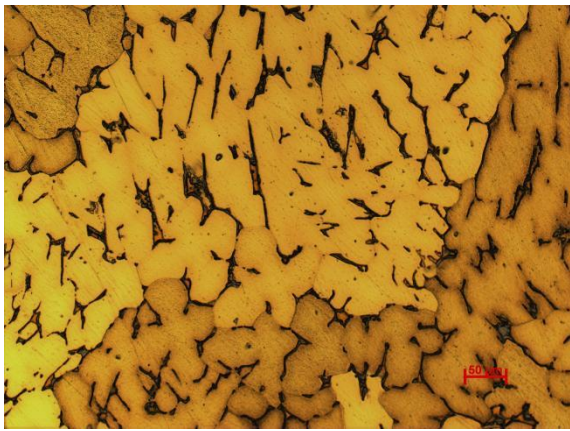


图 7 颜色异常

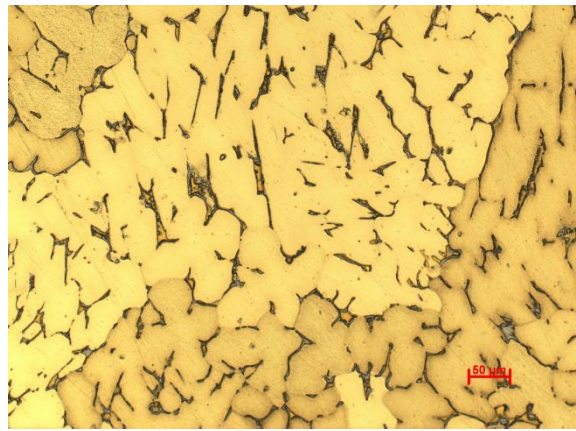


图 8 调节后

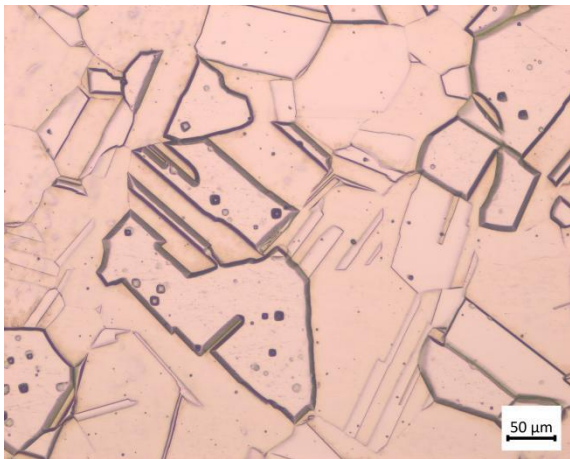


图 9 腐蚀过重浮雕



图 10 重新研磨腐蚀

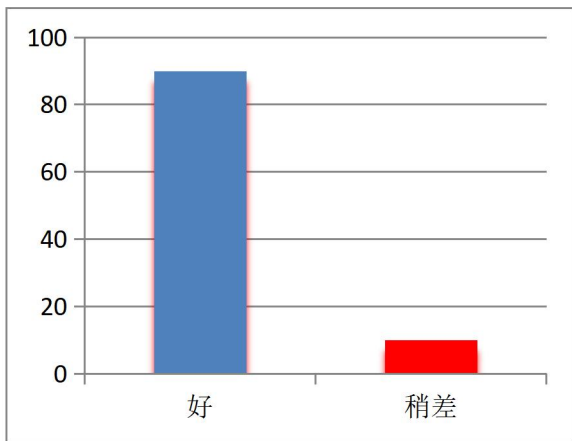


图 11 试验结果统计

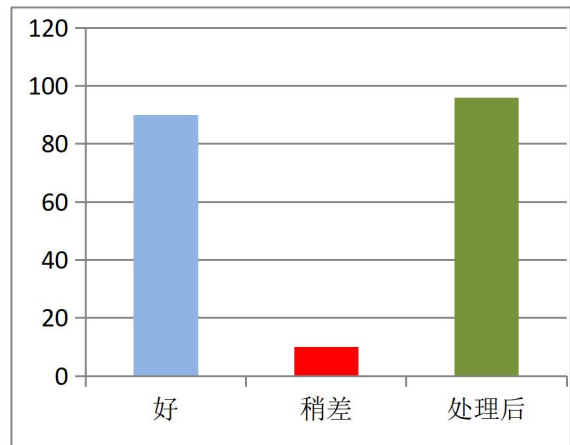


图 12 试验结果统计

五 标准水平分析

国内标准 GB/T 13298-2015《金属显微组织检验方法》、GB/T 3246.1-2012《变形铝及铝合金制品检验方法 第一部分：显微组织检验方法》、GB/T 4296-2004《变形镁合金显微组织检验方法》等，标准对铜及铜合金针对性不强，不能满足铜合金材料检测的需要，不适用铜及铜合金显微组织检测。

ASTM E340-15《金属和合金宏观浸蚀标准方法》和 ASTM E 407-15《金属和合金显微浸蚀标准方法》在标准中部分条款适用于铜及铜合金宏观组织检测，如部分浸蚀剂的使用，但标准中不包括试样制备，不能完全满足铜合金材料检测的需要等。

本标准的起草，运用先进的自动抛光技术，规范了试样制备的步骤要求，同时增加了计算机数码技术的应用，符合现阶段铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法的机械化、智能化要求。该标准方法采用后，铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法的一致性更好、实验步骤更具体，新技术的采用使铜及铜合金铸造和加工制品组织检验更为便捷快速。本标准修定后达到了国际先进标准的水平。

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

本标准属于检测方法标准修订，代替了 YS/T 448-2002《铜及铜合金铸造和加工制品宏观组织检验方法》和 YS/T 449-2002《铜及铜合金铸造和加工制品显微组织检验方法》。没有现行的法律、法规、规章制度等对其要求，本领域没有强制性标准，与现行法律、法规相协调、无冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、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。

九、贯彻标准的要求和措施建议

为使标准能更好地发挥作用，提高铜及铜合金生产企业的控制水平，建议针对本标准制订切实

可行的贯彻措施，做好宣传培训工作，使各相关单位充分掌握标准中所规定的检测方法，并加强示范推广，让标准在铜及铜合金的生产和使用过程中得以广泛应用。同时，对标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准执行中的问题，不断修改完善，提升标准水平，提高标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

十、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 448-2002《铜及铜合金铸造和加工制品宏观组织检验方法》和 YS/T 449-2002《铜及铜合金铸造和加工制品显微组织检验方法》。

十一、其它应予说明的事项

无。

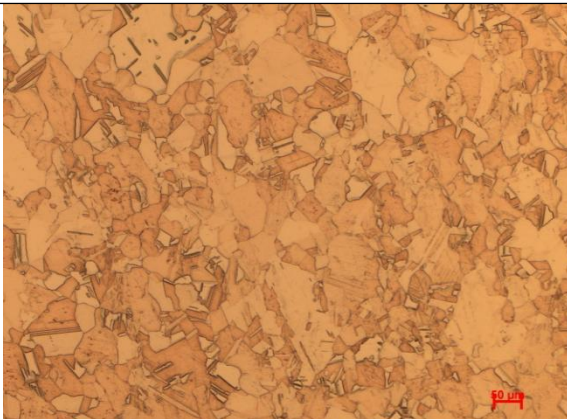
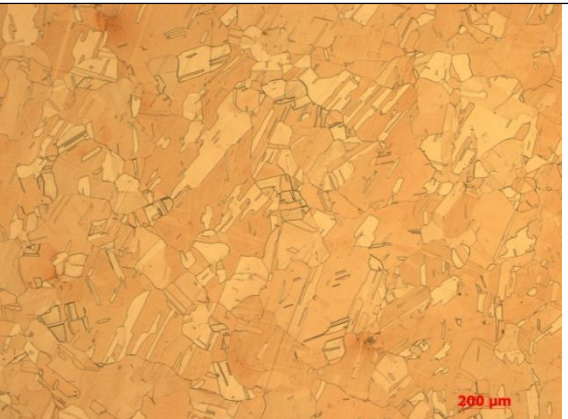
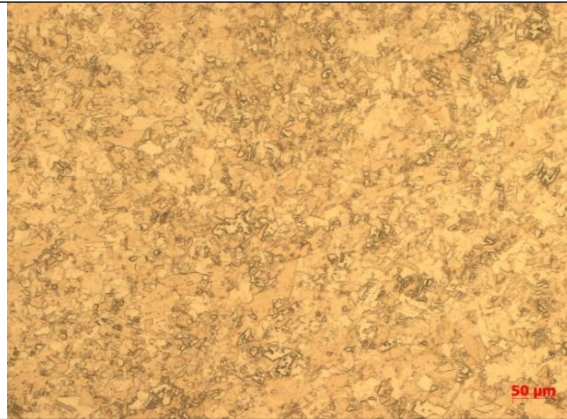
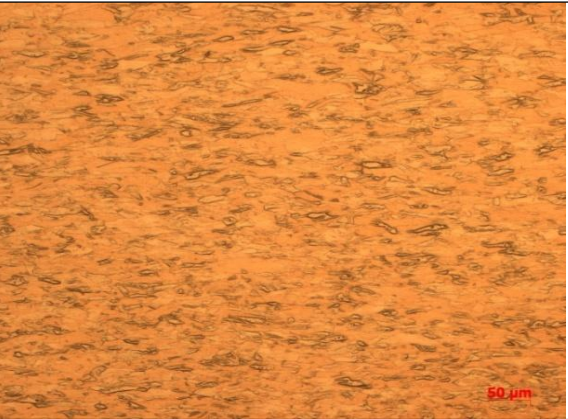


十二、预期效果

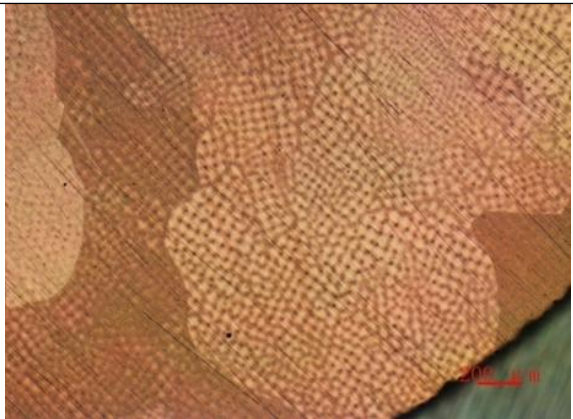



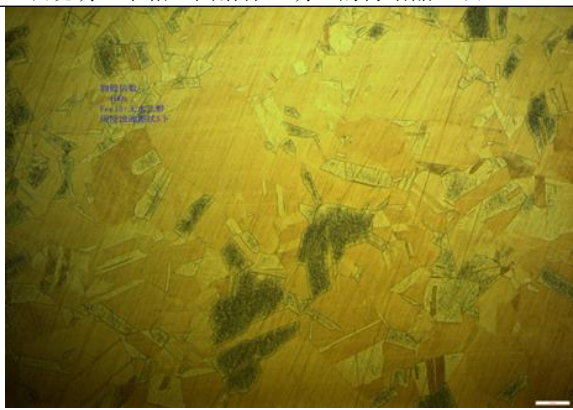

通过本次标准修订，完善了国内铜及铜合金铸造和加工制品组织检验的方法，运用先进的自动抛光技术，规范了试样制备的步骤要求，同时增加了计算机数码技术的应用，符合现阶段我国铜及铜合金铸造和加工制品组织检验的机械化、智能化要求，能够满足产品的便捷快速检验，加快实际生产工艺调整和稳定工艺生产周期，提高产品质量的目的，促进国民经济的发展。

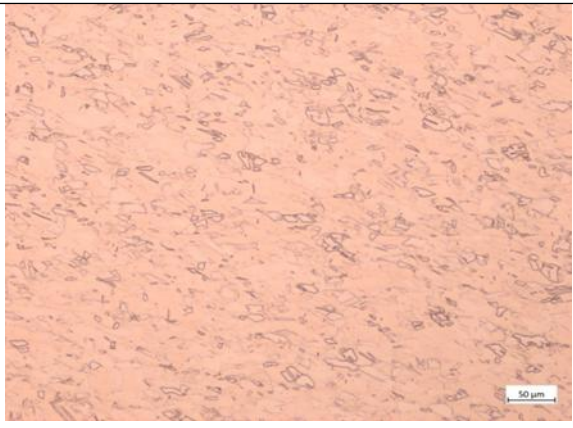
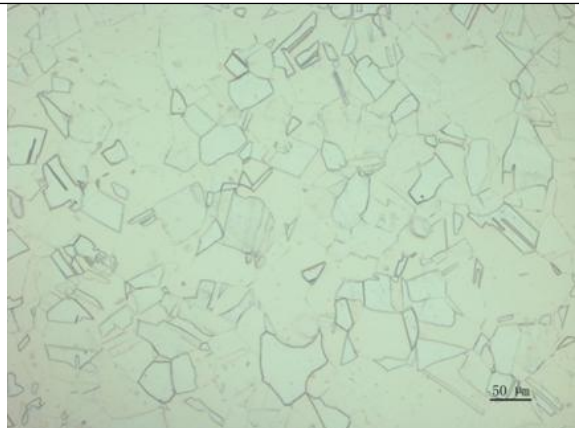
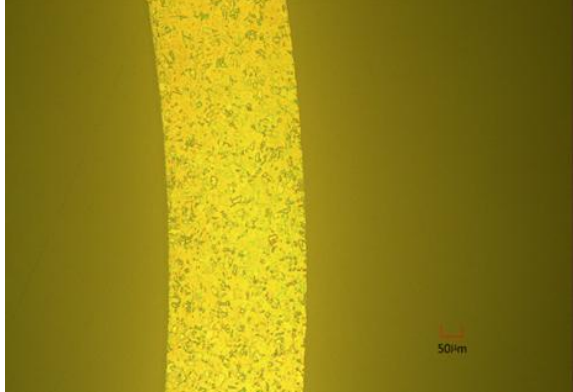
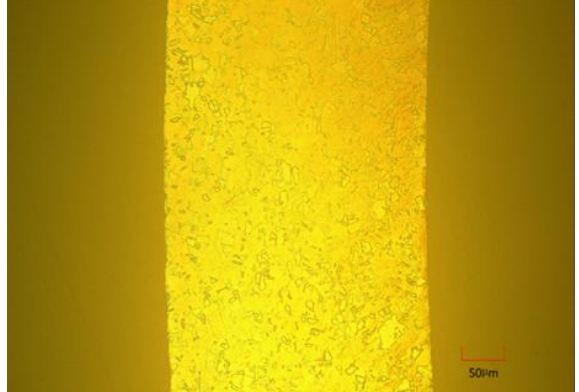


《铜及铜合金铸造和加工制品组织检验方法》

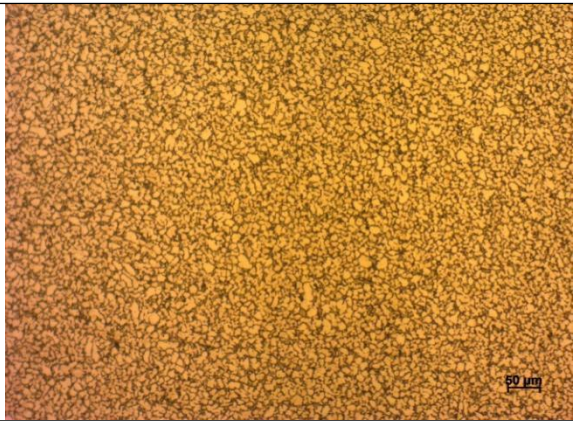
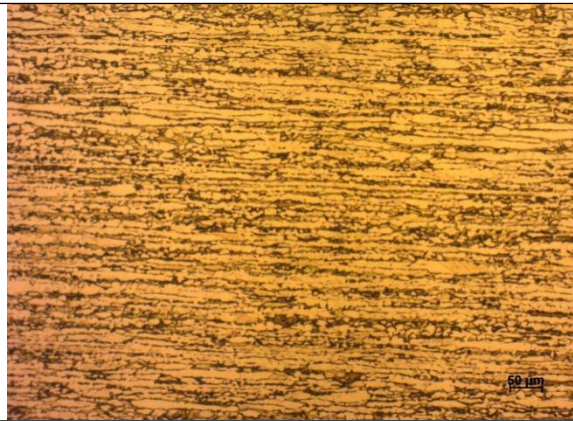
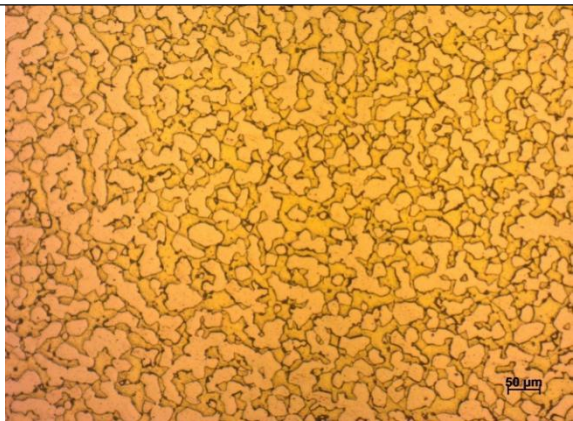

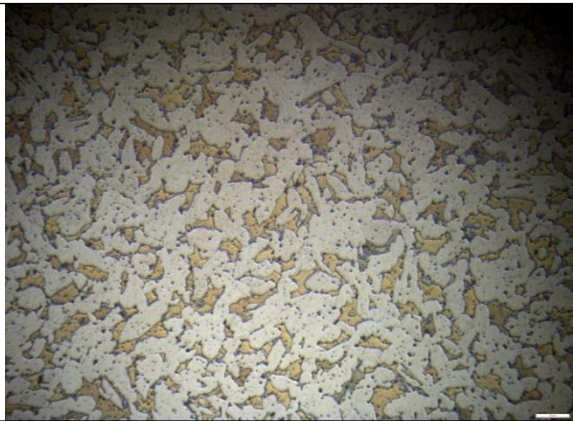
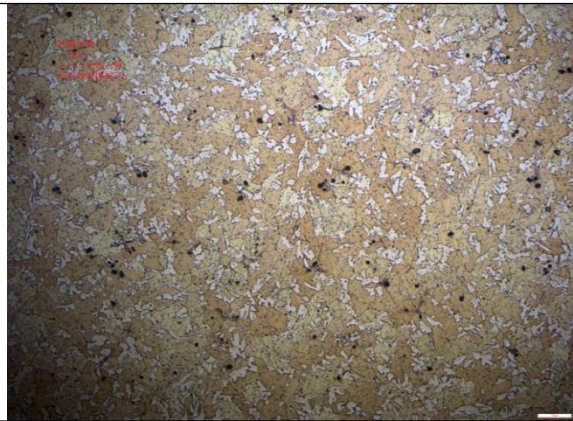
标准编制组

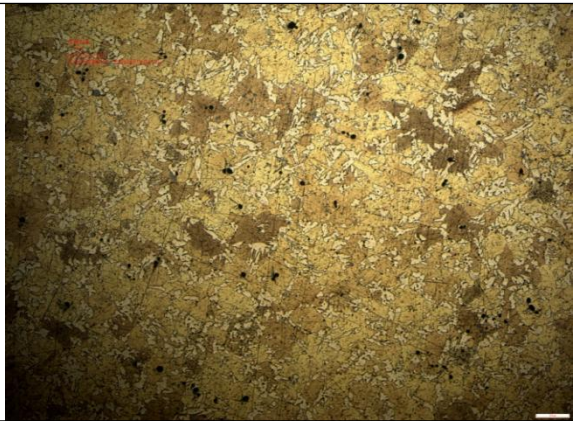
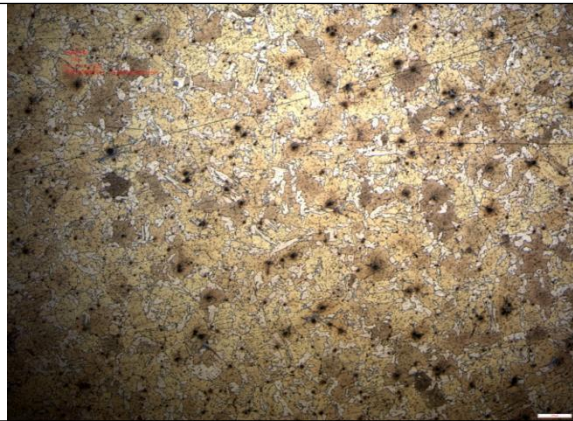
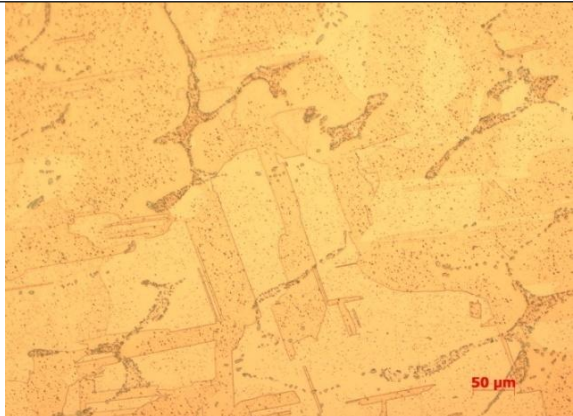

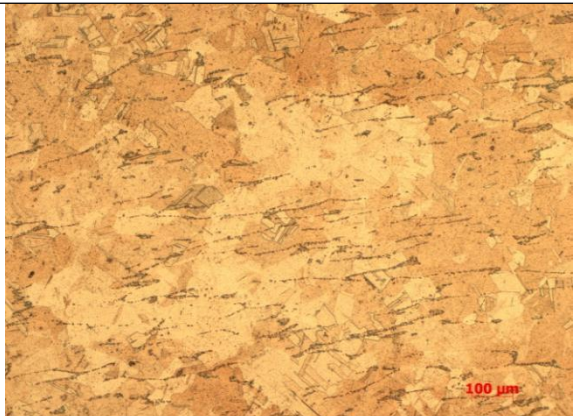
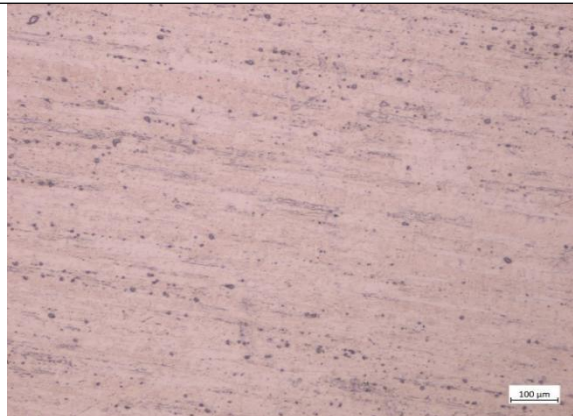
二〇二五年二月二日


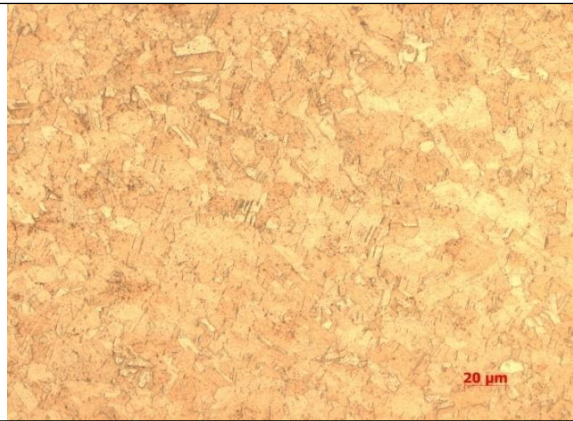


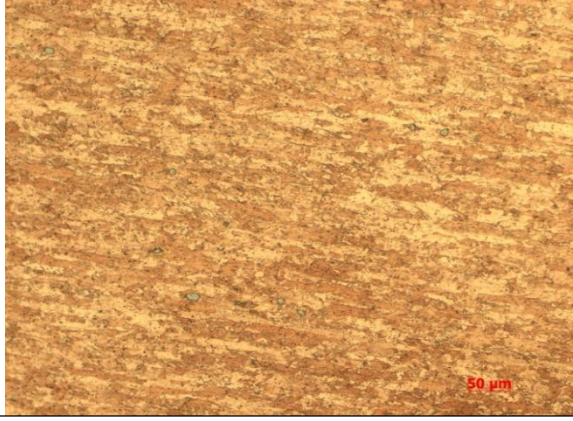
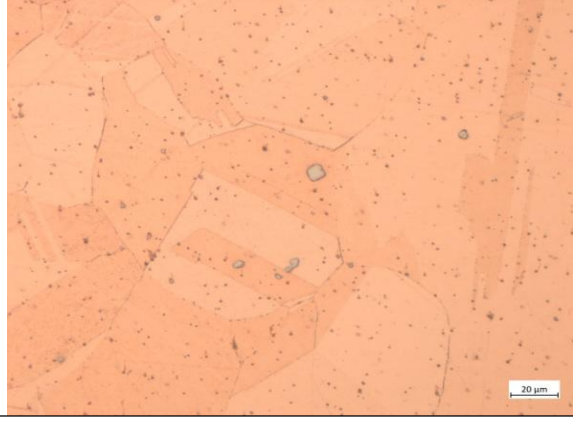
	
<p>合金牌号 C10100 倍率：200× 工艺条件 热轧 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织，晶粒平均直径约为 0.045mm。</p>	<p>合金牌号 C10100 倍率：50× 工艺条件 轧制板于 900℃保温 30 分钟 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织，晶粒粗大，晶粒平均直径约 0.150mm。</p>
	
<p>合金牌号 C10100 倍率：200× 工艺条件 精轧 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织，晶粒平均直径 0.010mm。</p>	<p>合金牌号 C10100 倍率：200× 工艺条件 冷轧板 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 加工变形组织。</p>
	
<p>合金牌号 C10100 倍率：200× 工艺条件 冷轧板经 370℃保温 30 分钟退火 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织，晶粒平均直径 0.040mm。</p>	<p>合金牌号 C10100 倍率：200× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相组织，晶粒变形。</p>



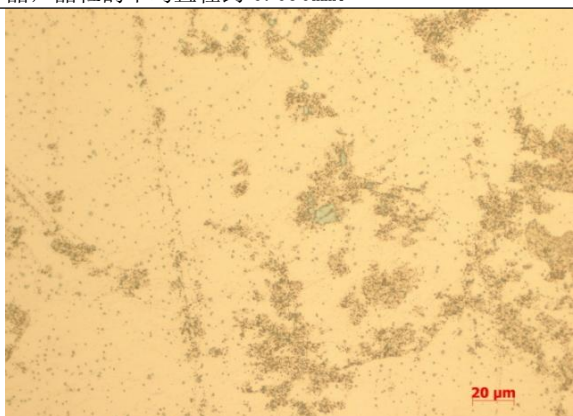
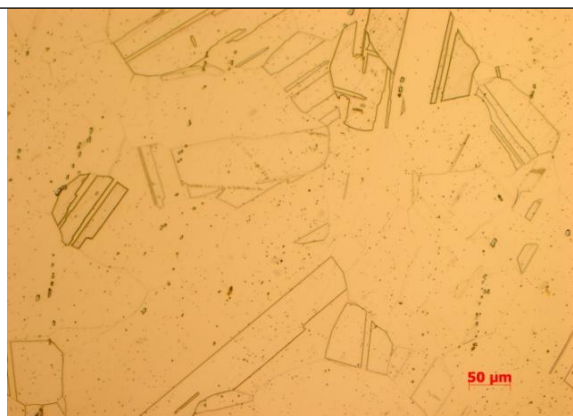
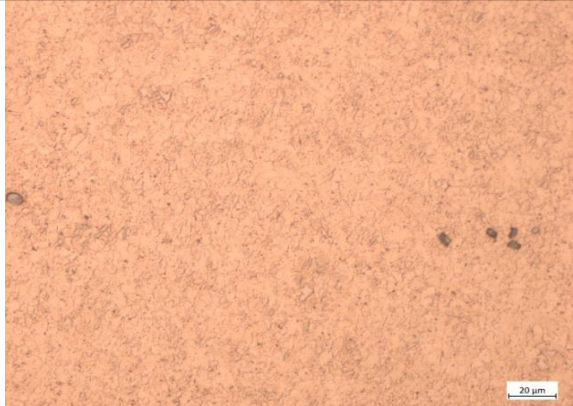

	
<p>合金牌号 TU1 单晶 倍率：50× 工艺条件 铸造 浸蚀剂 氢氟酸+硝酸+三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相组织，为粗大晶粒。</p>	<p>合金牌号 TU1 单晶 倍率：5× 工艺条件 铸造 浸蚀剂 氢氟酸+硝酸+三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相组织，沿纵向生长的粗大晶粒。</p>
	
<p>合金牌号：纯铜 倍率：100× 热处理工艺：退火态 浸蚀剂：三氯化铁乙醇溶液 组织说明：单相 α 固溶体，明显的再结晶组织</p>	<p>合金牌号：纯铜 倍率：100× 热处理工艺：退火态 浸蚀剂：正磷酸水溶液，6V 电解腐蚀 2min 组织说明：单相 α 固溶体，明显的再结晶组织</p>
	
<p>合金牌号：纯铜 倍率：100× 热处理工艺：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+无水乙醇（3g+100mL） 组织说明：单相 α 固溶体，明显的再结晶组织</p>	<p>合金牌号：纯铜 倍率：100× 热处理工艺：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+盐酸+水（1g+20mL+100mL） 组织说明：单相 α 固溶体，明显的再结晶组织</p>


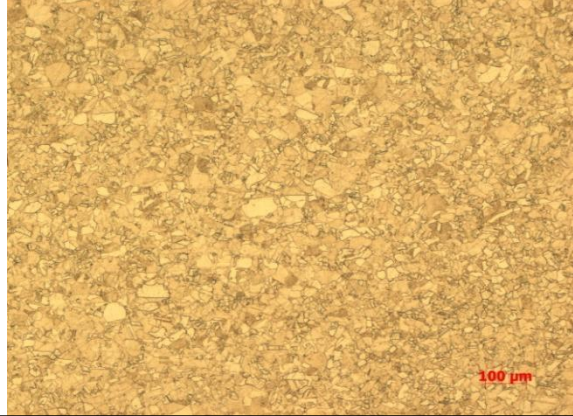
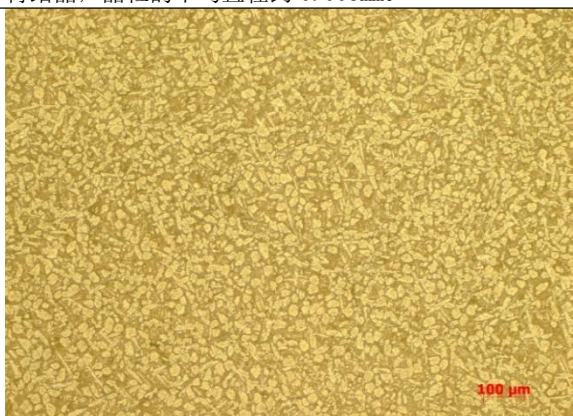
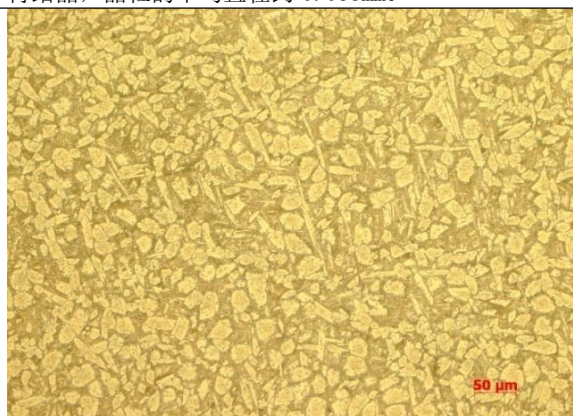
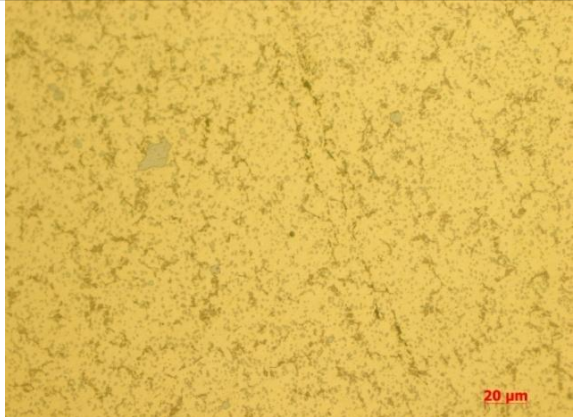
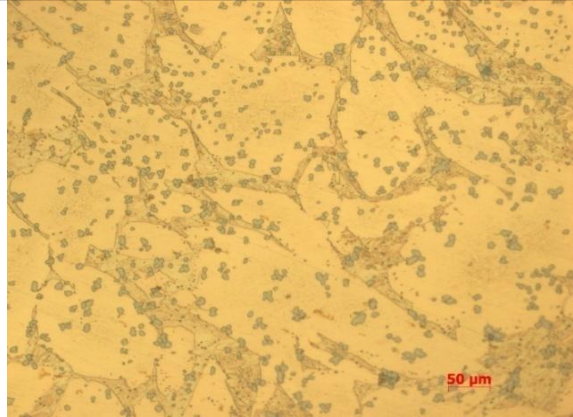
	
<p>合金牌号 LC1100 倍率: 200× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相组织, 晶粒变形。</p>	<p>合金牌号 TU1 倍率: 200× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织, 晶粒平均直径为。</p>
	
<p>牌号: TU1 倍率: 100× 工艺条件: 退火态 浸蚀剂: 硝酸铁酒精溶液 抛光方式: 机械抛光 组织说明: α 单相再结晶组织, 晶粒大小约为 0.030mm</p>	<p>牌号: TU1 倍率: 200× 工艺条件: 退火态 浸蚀剂: 硝酸铁酒精溶液 抛光方式: 机械抛光 组织说明: α 单相再结晶组织, 晶粒大小约为 0.030mm。</p>
	
<p>牌号: T2 倍率: 100× 工艺条件: 退火态 浸蚀剂: 硝酸铁酒精溶液 抛光方式: 机械抛光 组织说明: α 单相再结晶组织, 晶粒大小约为 0.040mm</p>	<p>牌号: T2 倍率: 200× 工艺条件: 退火态 浸蚀剂: 硝酸铁酒精溶液 抛光方式: 机械抛光 组织说明: α 单相再结晶组织, 晶粒大小约为 0.040mm</p>

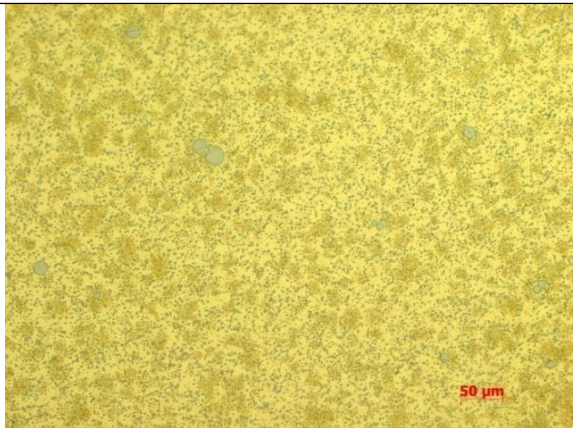
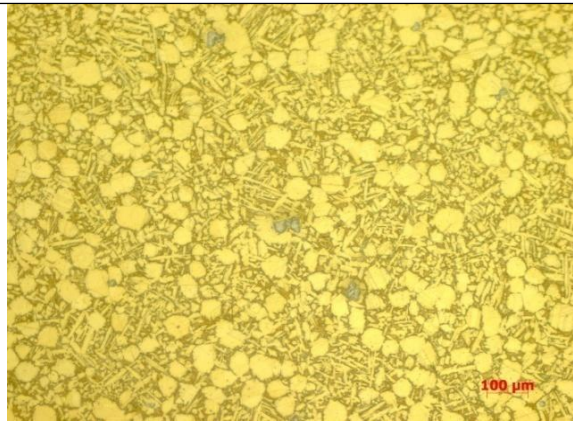



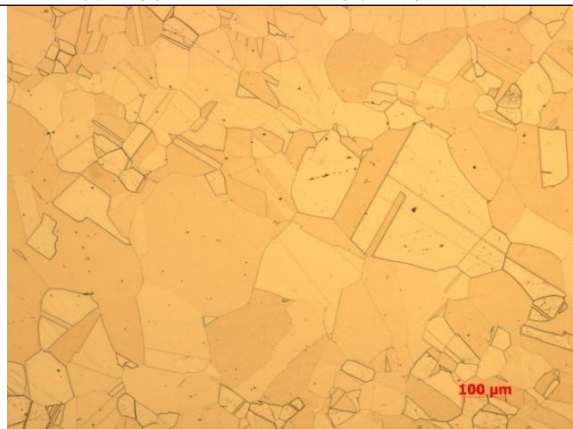
	
<p>合金牌号 HPb59-1 倍率：200× 工艺条件 Φ6.6 挤压坯-Φ5.35 延伸 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 横向组织为 α+β 相，平均晶粒度 0.015mm。</p>	<p>合金牌号 HPb59-1 倍率：200× 工艺条件 Φ6.6 挤压坯-Φ5.35 延伸 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 纵向组织沿加工方向明显拉长变形。</p>
	
<p>合金牌号 HPb59-1 倍率：200× 工艺条件 Φ2.6 延伸后退火 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 横向组织 α+β 相，晶粒平均直径为 0.025mm。</p>	<p>合金牌号 HPb59-1 倍率：200× 工艺条件 Φ2.6 延伸后退火 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 纵向组织基本回复完全的 α+β 双相等轴晶组织，晶粒平均直径约为 0.025mm。</p>
	
<p>合金牌号：铅黄铜 倍率：100× 工艺条件：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+10%盐酸水溶液 组织说明：基体为 α 相固溶体，暗色为 β 相，黑点为铅</p>	<p>合金牌号：铅黄铜 倍率：100× 工艺条件：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+无水乙醇（3g+100mL） 组织说明：基体为 α 相固溶体，暗色为 β 相，黑点为铅</p>

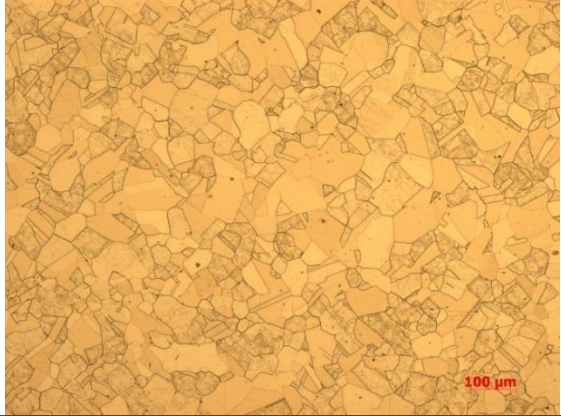

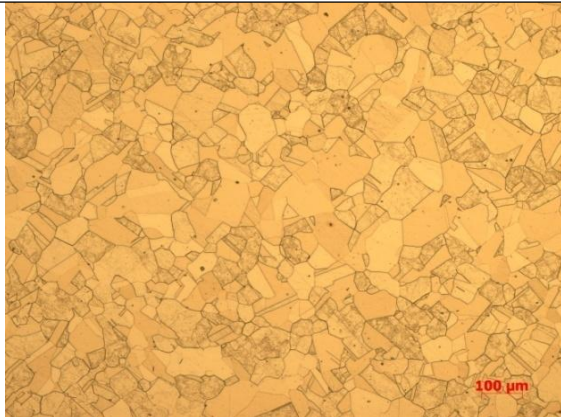
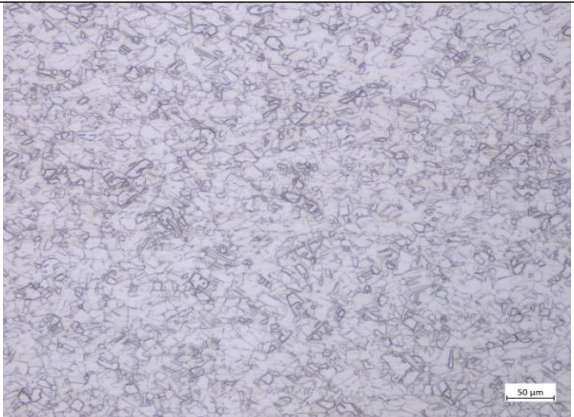
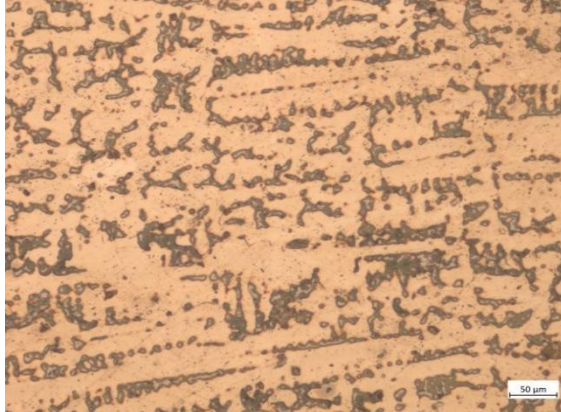
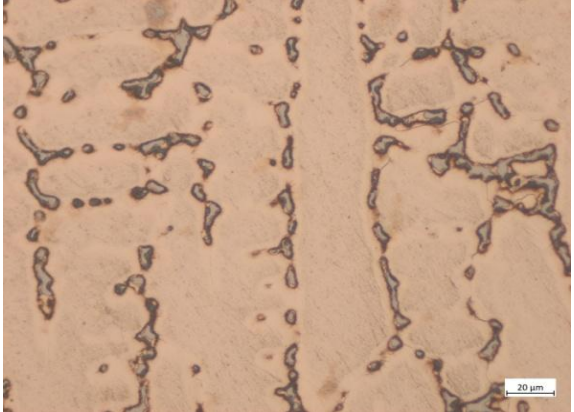
	
<p>合金牌号：铅黄铜 工艺条件：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+盐酸+水（1g+20mL+100mL） 组织说明：基体为$\alpha + \beta + \text{Pb}$相</p>	<p>合金牌号：铅黄铜 工艺条件：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+盐酸+水（1g+20mL+100mL） 组织说明：基体为α相固溶体，暗色为β相，黑点为铅</p>
	
<p>合金牌号 QCr0.8 工艺条件 铸态 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织说明 组织为$\alpha + (\alpha + \text{Cr})$共晶+Cr相</p>	<p>合金牌号 QCr0.8 工艺条件 890℃水淬+460℃/1h时效 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为$\alpha + (\alpha + \text{Cr})$共晶+Cr相</p>
	
<p>合金牌号 QCr0.8 工艺条件 热轧 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为$\alpha + \text{Cr}$相，Cr相沿加工方向分布。</p>	<p>合金牌号 C15100 工艺条件 轧制 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相，第二相铅相分布在基体中。</p>

	
<p>合金牌号 C19210 倍率：200× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相+少量的Fe相，基体α已再结晶，晶粒的平均直径约为0.015mm。</p>	<p>合金牌号 C19210 倍率：200× 工艺条件 轧制后退火 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶 抛光方式 机械抛光 组织说明 α相单相组织，晶粒的平均直径约为0.010mm。</p>
	
<p>合金牌号 C19400 倍率：200× 工艺条件 热轧 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相，第二相Fe呈颗粒状分布</p>	<p>合金牌号 C19400 倍率：500× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α+第二相Fe相。</p>
	
<p>合金牌号 C19400 倍率：500× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相+第二相Fe相，加工变形组织。</p>	<p>合金牌号 LC801 倍率：500× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α相+第二相Cr相。</p>

	
<p>合金牌号 LC801 倍率：100× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α相+第二相Cr相，基体α相已再结晶，晶粒的平均直径约0.090mm。</p>	<p>合金牌号 LC801 倍率：200× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相+第二相Cr相，加工变形组织。</p>
	
<p>合金牌号 LC801 倍率：500× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α相+第二相Cr相,Cr相有聚集现象。</p>	<p>合金牌号 LC801 倍率：200× 工艺条件 轧制后固溶时效处理 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α相+Cr相，Cr相沿加工方向分布。</p>
	
<p>合金牌号 C70250 倍率：500× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相，第二相Ni₂Si相呈颗粒状、弥散点状分布在基体中。</p>	<p>合金牌号 C70250 倍率：500× 工艺条件 轧制 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相+第二相Ni₂Si相，加工变形组织。</p>

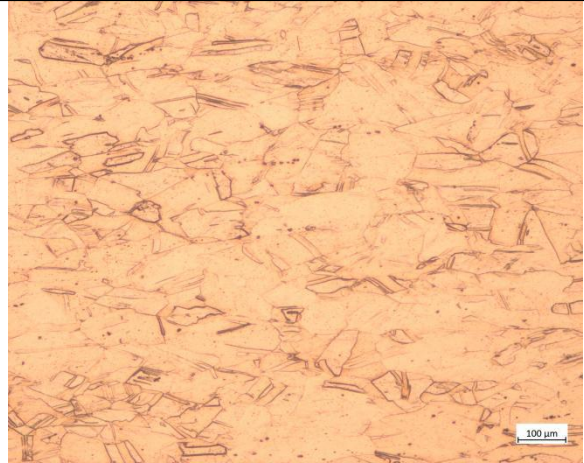
	
<p>合金牌号 C70250 倍率：200× 工艺条件 轧制后退火 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相+少量第二相Ni₂Si相，基体已再结晶，晶粒的平均直径约0.008mm。</p>	<p>合金牌号 C70250 倍率：200× 工艺条件 热轧 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 基体为α相+少量第二相Ni₂Si相，基体已再结晶，晶粒的平均直径约0.035mm。</p>
	
<p>合金牌号 QA110-5-5 倍率：100× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α+(α+K)相。</p>	<p>合金牌号 QA110-5-5 倍率：200× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α+(α+K)相。</p>
	
<p>合金牌号 QA110-3-1.5 倍率：500× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α+共析体+K相，浅色为α基体，深色为共析体，灰色块状为K相。</p>	<p>合金牌号 QA110-3-1.5 倍率：200× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为α+共析体+K相，颗粒状为K相。</p>

	
<p>合金牌号 QA19-4 倍率：200× 工艺条件 挤压至Φ25mm 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为基体α+共析体+强化相（富铁相）</p>	<p>合金牌号 QA19-4 倍率：100× 工艺条件 挤压管 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 组织为基体α+共析体+强化相铁相。</p>
	
<p>合金牌号：QSn6.5-0.1 倍率：100× 热处理工艺：退火态 浸蚀剂：三氯化铁乙醇溶液 组织说明：等轴再结晶组织，有典型退火孪晶</p>	<p>合金牌号：锡青铜 QSn6.5-0.1 倍率：100× 热处理工艺：退火态 浸蚀剂：三氯化铁+无水乙醇（3g+100mL） 组织说明：等轴再结晶组织，有典型退火孪晶</p>
	
<p>合金牌号 C7067 倍率：100× 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α单相再结晶组织，晶粒平均直径约为0.065mm。</p>	<p>合金牌号 C7067 倍率：100× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α单相再结晶组织，晶粒大小不均。</p>

	
<p>合金牌号 C7067 倍率: 100× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织, 晶粒平均直径约为 0.050mm。</p>	<p>合金牌号 C7067 倍率: 100× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织, 晶粒平均直径约为 0.040mm。</p>
	
<p>合金牌号 C7067 倍率: 100× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 三氯化铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织</p>	<p>合金牌号 BFe 10-1-1 倍率: 200× 工艺条件 挤压 浸蚀剂 三氯化铁+盐酸+酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 α 单相再结晶组织</p>
	
<p>合金牌号 C72900 (Cu-Ni-Sn 合金) 倍率: 200× 工艺条件 铸造 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 树枝状偏析的 $\alpha + (\alpha + \delta)$ 组织。</p>	<p>合金牌号 C72900 倍率: 500× 工艺条件 铸造 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液 抛光方式 机械抛光 组织说明 分布于枝晶间的 $(\alpha + \delta)$ 共析体组织。</p>



合金牌号 T2 倍率：200×
 工艺条件 直径Φ50mm 紫铜棒材冷拉至Φ25mm
 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液
 抛光方式 机械抛光
 组织说明 α 单相组织，晶粒变形拉长。



合金牌号 T2 倍率：200×
 工艺条件 直径Φ30mm 紫铜棒材冷拉至Φ25mm
 浸蚀剂 硝酸高铁酒精溶液
 抛光方式 机械抛光
 组织说明 α 单相组织，晶粒有轻微变形。