

电工用再生铜线坯行业标准

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

2009 年赣州江钨新型合金材料有限公司（以下简称“江钨新材”）向全国有色金属标准化技术委员会提出书面申请，通过 2010 年年会审查，以有色标委【2010】4 号文件“关于编制 2010 年有色金属国家、行业标准项目计划的通知”下发，由江钨新材牵头起草“电工用再生铜线坯”行业标准。

1.2 公司介绍

江钨新材是由江西稀有稀土金属钨业集团有限公司和赣州市国有资产经营有限责任公司共同出资设立的有限责任公司，成立于 2008 年 1 月 28 日，注册资金 2.5 亿元，是国内首家采用国际领先水平的再生铜直接利用工艺技术生产高导电低氧光亮铜杆和铜线的企业。

公司设计生产规模为年产 36 万吨高导电铜杆及 10 万铜线，与江钨高铁公司年产 4 万吨高铁铜材形成年产 50 万吨再生金属加工生产基地。建成后营业收入可达 300 多亿元，税收可达 10 亿元。项目分二期建设：其中一期工程利用废紫杂铜年加工 12 万吨 $\phi 8$ 毫米铜杆产品及 3 万吨 2.6 毫米铜线，固定资产投资 2.6 亿元，已建成达产；二期工程利用废紫杂铜年加工 24 万吨 $\phi 8$ 毫米铜杆产品及 7 万吨线材，预计固定资产投资 5 亿元，正在启动建设。公司项目被列为江西省重点工程项目；一期工程被国家列为资源节约和环境保护项目。2008 年公司被中国有色金属工业协会授予全国唯一的“中国紫杂铜直接利用示范基地”。

公司全套引进欧洲先进的生产技术与装备，实现高度自动化控制和质量监控，配套引进德国先进成熟的烟尘治理技术和设备，具有资源利用率高、产品生产流程短、成本低、热效率高、能耗低、环境污染少等特点。

公司建有完整科技创新体系和 ISO 9001 质量管理体系，公司技术中心为江西省级技术中心铜材料分部，主要技术骨干为江西省有色金属冶炼与加工技术创

新团队成员。公司通过科技创新使稳定的产品质量获得行业广大用户青睐。公司已申请紫杂铜直接利用及相关专利 15 项（发明专利 6 项）；连续多年江钨集团科技先进单位；2010 年获江西省高新技术企业，2010 年获牵头组织实施科技部“废杂铜直接制杆国产化技术开发及应用”科技支撑专题，标志公司已具备紫杂铜直接利用行业领域技术领先优势，公司已逐步成为紫杂铜直接制杆行业领军企业。

1.3.1 国内再生铜线坯现状

中国为铜资源缺乏国家，铜具有良好的循环再生利用性能，节能减排效果显著，是有色金属工业发展的重要趋势。再生铜行业近几年来稳步发展，已形成相对完整的产业体系。从发达国家经验来看，再生铜产量占铜消费的比例普遍在 50~70%以上，而中国仅 25%左右，中国再生铜产业发展的潜力和空间还很巨大。中国再生铜产业虽有较大规模，但数以千计小企业的分布模式导致产业集中度低，亟待建立行业准入制度；技术水平和装备差，自动化程度低、在线检测手段或监测设施不全、产品质量不稳定，难以生产高档次产品；能耗高、环保治理形势严峻；规模化、规范化企业节能环保投入大，生产成本相对较高，在废旧有色金属原料采购竞争中处于劣势地位，生产经营困难，产能开工不足。整个行业呈现出“规模经济不出效益”、“环保科技不出效益”、“先进产能吃不饱”等不正常状态。严峻的现状给再生铜行业健康发展带来一系列问题。

从废铜直接利用形式看，即对于分类明确、成分清晰、品质较高的废杂铜直接生产成铜杆、铜棒、铜箔、铜板、五金水暖件等铜加工材，直接利用工艺生产量约占再生铜总产量的 45%，据再生金属协会和上海电缆研究所不完全统计，2010 年电线电缆行业使用超过 350 万吨的铜线杆，而再生铜线坯已占据电线电缆行业半壁江山，等于用电解铜生产连铸连轧杆与上引杆生产线的总和。但难有高档次的铜产品，特别大多铜线坯产品导电性能很难达标，但很多导电率不合格的再生铜线坯造成资源和电能的再次浪费，引起一系列的电缆起火等安全事故，特别是 2008 年北京奥运会水立方着火事件更引起国家的高度重视；国家先后配套完善政府法律法规、政策措施、标准体系等，加大规范和引导力度，促进先进技术和装备发展，淘汰落后产能，提升再生铜行业技术升级，分别出台了《有色

金属产业调整和振兴规划》(规划期为 2009—2011 年)、《再生有色金属产业发展推进计划》(工信部联节 [2011] 51 号)、十二五规划等,故针对层次不齐和快速技术发展的再生铜线坯市场,急需起草相应电工用再生铜线坯行业标准,逐步规范行业和市场的发展。

2 标准制定依据

2.1 制定企业标准

江钨新材根据紫杂铜火法精炼后直接连铸连轧生产铜杆的实际经验,为规范生产过程,制定了企业标准。公司于 2009 年起草了第一版《电工用火法精炼高导电低氧光亮铜线坯》企业标准,并在本公司生产中及客户市场使用需求不断完善、扩充,现已成熟。

2.2 本标准参照依据和原则

本标准结合多年来本公司、同行业生产水平及后续市场使用需求,并基于对未来市场发展趋势充分研究、分析的基础上制定,特别关注后续电工行业最关注的物理性能为主。

本标准(电工用再生铜线坯行业标准)格式按 GB/T1.1—2000 标准的要求编写;本标准制定主要参照国标 GB/T 3952—2008《电工用铜线坯》、欧洲 EN1977:1998《铜和铜合金—铜线坯》、美国 ASTM B49—1998《电工用铜线杆》及英国 BS 6926—1988《电工用铜高导铜线坯》标准。

3 标准主要内容确定说明

3.1 关于范围

本标准范围定义为“以紫杂铜为原料经火法精炼和连铸连轧生产的电工用再生铜线坯的要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。”,指明为紫杂铜火法精炼直接利用领域,原料可为全紫杂铜、紫杂铜配电解铜等。

3.2 牌号的确定

根据同行业生产水平及质量情况,参考国标 GB/T 3952—2008《电工用铜线坯》

也同样采用三个牌号 TH1、TH2、TH3（暂定），以示区别 T1、T2、T3 牌号。

3.3 化学成分的确

3.3.1 化学成分

因使用原料为紫杂铜，本身就千变万化，各种类型铜合金都可能混入使用，部分杂质大量存在和含量变化无常时，甚至国内业内部分专家认为火法精炼个别杂质难以去除，很难达到预期效果，影响后续使用效果。但对于后续电工用铜线坯厂家来说，最主要关心铜线坯是否影响其使用性能，特别是物理性能，如黄崇祺院士一致强调的“三性”，特别是电性能指标（见 2007 年电线电缆学术年会发言材料），而对化学成分某个具体元素并不十分特别关心，不大心铜线坯主成分含量是 99.999% 还是 99.90%。当然很多物理性能受化学成分影响，但是具体哪个元素对何种物理性能有影响及影响程度的对应关系，国内很多学者虽有研究但都少有明确量结论，更何况多种元素存在的情况下形成的多元微合金的研究更少之又少。故不建议采用国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》对某些元素进行规定，而是采用总杂质含量限定。

但根据国内同行调查情况和公司实际生产经验总结，发现当主成分（Cu+Ag）小于 99.90% 时，其导电性和扭转性能明显不合格，出现产品质量问题，留下安全隐患。但对于主成分（Cu+Ag）大于 99.90% 时，通过各家不同生产技术控制和检测，其铜线坯性能能达到合格要求，无需再化更多的财力物力来进一步提高纯度到 99.999%，形成资源和能源的浪费，更何况各种冶炼及合金技术在高速进步，故本次标准的化学成分规定为“电工用再生铜线坯化学成分中主成分以铜和银总和含量为准，主成分（Cu+Ag）不小于 99.90%，对其他杂质总和不大 0.1%”。杂质元素主要包括 As、Sb、Bi、Fe、Pb、Sn、Si、Ni、Zn、S、P、Te、Cd、Cr、Mg），无具体元素具体数值要求。化学成分与欧洲 EN1977:1998《铜和铜合金—铜线坯》中对 C11000 的规定。

3.3.2 氧含量

在实际连铸连轧生产铜线坯工艺中，不管使用电解铜还是紫杂铜为原料，都存在铜液低氧的问题，目前我国绝大部分厂家都能做到有效的控制氧含量，上述牌号的铜原料所对应的氧含量，足以氧化其中的有害杂质和消除氢的有害影响，

而过高的氧含量与微量元素形成化合物从而影响铜线坯物理性能，根据经验和参考国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》，采用“铜线坯明确了含氧量不大于 0.04%（400ppm）”。对应于国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》对 T1 铜杆的规定。

3.4 力学性能

本标准的 TH1、TH2、TH3 牌号伸长率分别与国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》对 T1、T2、T3 铜线坯参数对应。

3.5 扭转性能

铜线坯在后续使用中，加工成各种不同直径或形状的产品，故对可拉性显得极为重要，特别在走访全国唯一的电线电缆专业研究所——上海电缆研究所过程中了解到铜线坯在后续使用过程中“三性”的重要性，目前世界上仍无有效的检测手段可预见或判定线卷的可拉性，虽也不能肯定地把铜线坯的可拉性、断线率与该试验的不同结果清晰的联系起来，通过扭转试验不好的铜线坯肯定反应到后续可拉性偏差，反之不一定。从目前国内外生产经验和后续使用厂家都取得取得共识，从扭转数值、断口形状、扭转纹路及缺陷等情况可相应的影响到可拉性和使用性，他们把扭断值高的线卷挑选出来拉细线或双零线，扭断值较低的用来拉较中粗线。其实在从各国引进的连铸连轧生产线及其附带的产品检验标准中，都有扭断试验这一项，并有明确的量化判定指标，如美国南线标准：“A 级品，10 英寸标距长度，正转 25 转，反转 ≥ 20 转；B 级品，正转 25 转，反转 ≥ 17 转；C 级品，正转 25 转，反转 < 17 转。”并评价“A 级品，其质量就足以用在电磁线用铜丝上；B 级品，其质量就足以用在中等和细的铜丝上；C 级品，不小于 8 转，就可用在粗铜丝上。”作为内控指标。

故本次加严扭转指标：把 T1、T2、T3 扭断值定为正转都是 25 转，反转至断裂分别调整为 ≥ 30 转、 ≥ 25 转、 ≥ 20 转。高于国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》对 T1、T2、T3 铜线坯参数指标（ ≥ 25 转、 ≥ 20 转、 ≥ 17 转）。

3.6 电性能

使用紫杂铜为原料生产的再生铜线坯，目前国内多数厂家因工艺技术不成熟，铜线坯成分达不到 99.90%以上，从而决定了其电性能不合格，给国家造成

了大量资源和能源浪费，同时电性能不合格肯定是化学成分出问题，达不到标准，从而形成其自身特有性能。部分厂家铜线坯成分达到 99.90%以上，电导率达到 100%IACS，少数厂家能达到 99.93%以上，电导率达到 101%IACS。为鼓励先进技术并引导行业发展，本标准将电性能分为 2 档次，见下表：

牌号	状态	体积电阻率 ρ_{20° $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ，不大于	质量电阻率 ρ_{20° $\Omega \cdot \text{g}/\text{m}^2$ ，不大于
TH1	R	0.01707	0.15176
TH2、TH3	R	0.01724	0.15328

其指标等同于国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》对 T1、T2、T3

3.7 检验结果的判定

根据上述所述，因铜线坯在后续电工用中对“三性”要求高，对成分等不是特别关注，故检验结果判定为“力学性能、扭转性能、电性能不合格时，判该批为不合格品；化学成分、表面质量不合格时，判该卷为不合格品。”不同于国标 GB/T 3952-2008《电工用铜线坯》判定标准“化学成分、电性能不合格时，判该批为不合格品；力学性能、扭转性能、表面质量和尺寸偏差不合格时，判该卷为不合格品”。

3.8 其他说明

本标准中有关检验方法、检查规则、铜粉量测定、铜线坯的退火性能试验方法等均等同采用 GB/T3952-2008 相应的规定。

电工用再生铜线坯编制小组

2011、3、20