国家标准《超粗晶粒硬质合金工程齿》讨论稿

编制说明

**一、工作简况**

**1.1 任务来源**

根据《国家标准管理委员会关于下达2022年第三批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2022]39号）的要求，国家标准《超粗晶粒硬质合金工程齿》由株洲硬质合金集团有限公司负责起草制定，项目计划编号为：20221012-T-610，计划完成年限：2024年。

**1.2 产品简介**

超粗晶粒硬质合金（硬质合金中碳化钨（WC）平均晶粒尺寸＞6.0μm）工程齿是通过钎焊的方式装配在截齿钢体尖端上，是直接旋转切削各类岩石的核心关键零部件，具有良好的耐磨性与韧性结合，广泛应用于基建工程中的桩基旋挖、煤矿采煤掘进、市政工程中的隧道掘进与沟渠开挖等国家基础性工程建设的钻掘领域。图1为工程截齿示意图。



在基建桩基旋挖领域，随着我国“一带一路”战略的的深入发展，雄安新区建设、川藏铁路、深中通道跨海大桥等国家级特大型基础工程建设的稳步推进，给了桩基旋挖市场巨大的发展机遇。而据交通运输部门的统计，目前我国的公路里程已经达到528万公里，且每年以7-8万公里的趋势稳步上升，给公路桥梁桩基旋挖市场带来较大的机遇。同时根据国家《中长期铁路网规划》，随着高速铁路“八纵八横”战略布局推进，全国高速铁路已突破4万公里，加上正在规划建设的滇藏铁路、甘藏铁路、新藏铁路等国家战略级工程的布局将持续推进铁路桥梁桩基旋挖市场的高速发展。同时，高层建筑的稳步增长进一步助推桩基旋挖市场的迅猛发展。基建桩基旋挖用超粗晶硬质合金齿的市场需求量预计超过1000吨/年，市场份额突破3亿元/年，且呈现稳步增长发展趋势。

在煤矿采煤掘进领域，中国是煤炭生产第一大国，也是煤炭消耗第一大国，因此煤矿采掘用超粗晶粒硬质合金的最大市场就在中国，尤其集中在陕西、山西、内蒙古等地区。根据中国煤炭工业协会发布的《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》，到“十四五”末，全国煤矿数量控制在 4000 处以内，建成煤矿智能化采掘工作面 1,000 处以上，建成千万吨级矿井（露天）数量 65 处、产能超过 10 亿吨/年，培育 3-5 家具有全球竞争力的世界一流煤炭企业。随着煤炭采选业科研经费不断提升以及煤矿规模扩大，我国采煤及掘进机械化程度不断提高，据统计，2015 年，我国采煤机械化率及掘进机械化率分别为76%和58%，并且根据煤炭工业“十四五”规划，2025 年我国采煤机械化程度将达到 90%，掘进机械化程度将达到 75%。采煤机与掘进机的机械化率提升，也会进一步扩大采掘核心零部件的需求。2017年初至今，煤炭价格的触底回升给煤矿采掘行业带来新的发展机遇，同时，煤矿机械的更新换代也迎来了高峰期，给采掘零部件带来更多发展机会。煤矿采掘用超粗晶硬质合金齿的市场需求量预计在400吨/年，市场份额超过1亿元/年，且呈平稳增长的发展趋势。

株洲硬质合金集团有限公司（以下简称“株硬集团”）钻头合金事业部专业从事钻掘类硬质合金的生产与经营，在钻掘类硬质合金的研发、产业化和生产线建设已经投入了巨大的人力、物力与财力，钻掘类硬质合金产销量达到1700吨/年，是全球最大的钻掘用硬质合金制造基地，主要生产矿齿合金、牙轮钻齿合金、工程齿合金、复合片基体合金等系列产品，其中超粗晶工程齿合金年产量约300吨左右，凭借产品质量稳定，且高性价比的优势，在市场上得到广泛认可,在市场占有一定的份额。

近些年来随着我国硬质合金制造技术的发展及用户要求的不断提高，随着今年来需求的快速增长，产品规格不断丰富，应用领域不断扩展，另外由于市场竞争日益激烈，各个生产厂家对超粗晶硬质合金工程齿毛坯的尺寸、化学成分、物理性能及金相组织结构等要求越来越高。超粗晶硬质合金工程齿产品已占有市场较大份额，为了统一超粗晶硬质合金工程齿命名规则，进一步规范超粗晶硬质合金工程齿质量控制标准，因此急需制定行业标准满足市场要求。有必要制定《超粗晶硬质合金工程齿》的行业标准以满足国内外实践性、适应性、先进性的需要。

**1.3 起草单位情况**

**1.3.1 株洲硬质合金集团有限公司**

株洲硬质合金集团有限公司（以下简称公司）是国家“一五”期间建设的156项重点工程之一。是五矿集团旗下硬质合金产业的核心成员之一。是有色行业集硬质合金产品的研究、设计、制造、服务于一体的专业化大型国有企业。

公司主要生产金属切削工具、矿山及油田钻探采掘工具、硬质材料、稀有金属粉末等系列产品，硬质合金年产量6000吨以上，是目前国内大型硬质合金生产、科研、经营和出口基地。公司先后被授予全国500家佳经济效益工业企业、企业技术进步奖、国家质量管理奖、全国质量效益型先进企业特别奖单位、中国100家大自营进出口企业等40多项荣誉。公司拥有国内硬质合金行业独有的国家重点实验室、国家首批认证的国家级企业技术中心、国家级分析测试中心以及工业产品（硬质合金及钨制品）质量控制与评价技术实验室。拥有湖南省第一家博士后科研工作站、中国有色金属工业硬质合金质检站及湖南省有色加工材质量监督检验授权站。公司建立了完善的质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系，通过了质量、职业健康安全和环境管理体系认证，并通过了知识产权管理体系认证。公司秉承“世界工具，财富利器”的经营理念，经营管理状态良好。

公司累计获得授权专利400余项，其中，发明专利140余项。累计承担了行业120项以上国行标制修订，公司先后获得国家级科技奖项6项，省级科技奖项40余项。

**1.4 参编单位及主要起草人工作情况**

参编单位株洲硬质合金集团有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、株洲肯特硬质合金股份有限公司提供了产品的数据，对产品标准编制提出了建设性意见，起草单位工作分工如下：

表1 起草单位、起草人及承担工作

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 起草单位 | 起草人 | 承担工作 |
| 1 | 株洲硬质合金集团有限公司 |  | 主起草单位，负责标准稿件的编制和修改 |
| 2 | 自贡硬质合金有限责任公司 |  | 参与起草、提供产品数据、修改文稿 |
| 3 | 株洲肯特硬质合金股份有限公司 |  | 参与起草、提供产品数据、修改文稿 |
| 4 | 浙江德威硬质合金制造有限公司 |  | 参与起草、提供产品数据、修改文稿 |

**1.5 主要工作过程**

**1.5.1 起草阶段**

标准计划下达后，为做好本标准的制定工作，株洲硬质合金集团有限公司成立了专门的《超粗晶粒硬质合金工程齿》国家标准制定工作组。并通过技术查询、现状调研等方式对国内产品生产、使用情况进行了调查，对当前测试水平及质量水平进行了充分论证，2023年9月形成了国家标准《超粗晶粒硬质合金工程齿》征求意见稿。

**1.5.2 征求意见阶段**

**1.5.3 审查阶段**

**1.5.4 报批阶段**

**二、标准编制原则和确定标准主要内容与论据**

**2.1 编制原则**

* + 1. **符合性**

本着与时俱进、切合实际、促进科技进步、满足市场要求，获取最大社会综合效益的基本原则。本标准严格按照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》编写。

* + 1. **适用性**

本标准在编制过程中，始终遵循满足用户需求、技术内容合理、检验方法可行的原则，充分考虑生产企业、使用单位及相关各方面的意见和建议。对国内生产企业的技术进步将产生积极的促进作用，并满足各方的使用需求。

* + 1. **先进性**

超粗晶粒硬质合金工程齿随着我国硬质合金制造技术的发展，产品已占有市场较大份额，需求也快速增长，但目前各厂家产品标准不一，且目前无行业标准和国家标准，不利于行业发展，有必要对超粗晶粒硬质合金工程齿化学成分、物理性能、金相组织结构、尺寸形位、外观等要求进行规范，体现行业内先进制造水平。本标准反映了超粗晶粒硬质合金工程齿的先进技术水平，对国内超粗晶粒硬质合金工程齿生产企业和相关行业的技术进步将起到积极作用。

1. **确定标准主要内容、论据**

**2.2.1 型号表示规则**

产品型号由系列类型代号、工程齿的形状代号、直径代号、高度代号、底部倒角高度代号、底部容气孔情况代号以及附加信息代号组成，各组成部分见示例1。

示例1：

Y V 30.0 24 50 - G 10 Q / JL

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

① 表示系列类型：S表示常规型号工程齿系列，Y表示按客户指定尺寸要求的工程齿系列。

② 表示工程齿的形状：J表示柱型齿形，C表示蘑菇型齿形，V表示锥型齿形。

③ 表示大直径（D），单位为毫米，采用两位整数加一位小数表示，不足两位时前面添“0”补位。

④ 表示小直径（d），单位为毫米，只取两位整数，不足两位时前面添“0”补足两位。柱型齿形此位缺省。

⑤表示高度（H），单位为毫米，只取两位整数，不足两位时前面添“0”补足两位。

⑥表示工程齿齿底部倒角的角度，E表示与轴心线夹角为15°或18°，F表示与轴心线夹角为30°，G表示与轴心线夹角为45°，X表示与轴心线夹角为其他值或其他底部形状。

⑦表示工程齿底部倒角的高度，数字为高度（mm）的10倍，不足两位时前面添“0”补足两位。

⑧表示工程齿底部容气孔情况，Q表示球形孔，Z表示锥形孔，J表示尖孔，T表示其他形状，无容气孔时此位缺省。

⑨表示附加信息码，1-3个字符，需要时采用，如“JL”表示需方代号。

**2.2.2 化学成分**

本标准选用的市场应用较多的超粗晶粒硬质合金工程齿牌号，其主要成分是WC和Co。本标准只规定了化学成分的大致分类，但是本标准并未明确规定具体牌号以及相应的明确参数，材质为WC和Co粉。

本标准给出了4种钴含量的产品化学成分，见表2。

表2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材质类别 | WC，质量分数% | Co，质量分数% |
| 材质1 | ＞94.0～96.0 | 4.0～＜6.0 |
| 材质2 | ＞92.0～94.0 | 6.0～＜8.0 |
| 材质3 | 90.0～92.0 | 8.0～10.0 |
| 材质4 | 88.0～＜90.0 | ＞10.0～12.0 |
| 注：产品的化学成分由承制方保证，不作订购方验收依据。 | | |

表2中不同成分组合的材质可能因为各大生产厂商的牌号体系不同而发生牌号不同的情况，考虑到行业生产实际，一般来说，对材质、性能的具体定点由双方协商更加符合行业现状，根据协商确定的化学成分，选取与各自体系相对应的牌号。

同时，硬质合金生产的特性为：根据客户要求确定材质的具体成分，在进行前道工序配比时，相关组分的含量已经精确到小数点后四位有效数字，对于后续产品合格与否，是由物理、力学性能、金相组织结构检测结果决定的，虽然理论上也可以进行合金化后的组分检验，但是合金化后的产品关注重点并不在化学成分上，从成本、行业习惯以及生产需要综合考虑，硬质合金的化学成分由承制方保证，并不作为验收依据。

**2.2.3 物理、力学性能、金相组织结构**

由于具体的牌号并未予以硬性规定，具体的技术指标也会由于配方成分的不同而不同。

一般情况下，硬质合金传统的四项（矫顽磁力、钴磁、硬度以及密度）性能以及金相组织检验项目是应要进行的。

生产商与客户协商确定材质化学成分后，会有确定的对应的技术指标，同时，客户有特殊要求的（如冲击韧性、热震性、夹粗等项目要求），也可进行协商确定。

本标准给出了产品的密度、硬度、横向断裂强度、金相组织结构的指标范围，并未限定矫顽磁力、钴磁的指标范围，主要原因在于其与生产商采用的WC种类有关，本标准作为推荐性指导文件，抓住关键指标，不适合限定客户原材料的选型，也无法给出具体的矫顽磁力、钴磁指标。

针对2.2.2条以及2.2.3条，本编制说明提供业内三家典型代表企业提供的大批生产实际典型数据见表3。

表3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号  代号 | 钴含量,% | 密度，  g/cm3 | 硬度，  HRA | 横向断裂强度,Mpa | 孔隙度、非化合碳及η相 | 平均晶粒度，  μm |
| 株硬1-1 | 5.5 | 15.01 | 86.8 | 1320 | A04 B00 C00 E00 | 6.0 |
| 株硬1-2 | 5.5 | 14.95 | 86.0 | 1250 | A04 B00 C00 E00 | 8.0 |
| 株硬2-1 | 6.0 | 14.95 | 86.5 | 1530 | A02 B00 C00 E00 | 6.0 |
| 株硬2-2 | 6.0 | 14.88 | 85.8 | 1450 | A04 B00 C00 E00 | 8.0 |
| 株硬3-1 | 8.5 | 14.67 | 85.8 | 1920 | A02 B00 C00 E00 | 6.0 |
| 株硬3-2 | 8.5 | 14.63 | 85.2 | 1820 | A02 B00 C00 E00 | 8.0 |
| 株硬4-1 | 10.5 | 14.45 | 85.0 | 2020 | A02 B00 C00 E00 | 6.0 |
| 株硬4-2 | 10.5 | 14.39 | 84.5 | 1950 | A02 B00 C00 E00 | 8.0 |
| 肯特2 | 6.0 | 14.92 | 86.4 | 2550 | A02 B00 C00 E00 | 8.0 |
| 肯特3 | 8.0 | 14.74 | 85.8 | 2650 | A02 B00 C00 E00 | 6.0 |
| 自硬3 | 8.0 | 14.72 | 85.2 | 1900 | A02 B00 C00 E00 | 6.5 |
| 德威2 | 7.0 | 14.80 | 86.5 | 2200 | A02 B00 C00 E00 | 6.0 |
| 德威3-1 | 8.0 | 14.70 | 86.0 | 2200 | A02 B00 C00 E00 | 7.0 |
| 德威3-2 | 10.0 | 14.50 | 86.0 | 2300 | A02 B00 C00 E00 | 6.0 |

**2.2.4 尺寸允许偏差的确定**

随着我国国民经济的迅速发展，国际化的市场竞争使得企业质量管理体系都得到了加强和提高，各供应商在多年的生产过程中，随着工艺水平的提升，生产的产品精度也能得到很好控制。通过对近五年的生产、销售、使用情况进行统计，同时对同行生产水平进行沟通，根据超粗晶粒硬质合金工程齿产品基本尺寸，在满足用户使用要求，满足生产控制要求的基础上制定了各尺寸的允许偏差。从合格率上兼顾生产的经济性，从使用上兼顾稳定可靠性，同时在满足使用的前提下，尽量减少单重和降低后续加工余量兼顾客户的经济性。

尺寸允许偏差主要从两个方面进行控制：

——直径（D/d）允许偏差；

——高度（H/h）允许偏差；

**2.2.5 外观质量要求**

a) 产品表面应进行喷砂或钝化处理，表面不允许起皮、鼓泡、分层、裂纹、未压好等缺陷；

b) 工作面掉边掉角深度、毛刺厚度不大于0.1mm，宽度不超过0.2 mm；柱面掉边掉角深度、毛刺厚度不大于0.15mm，宽度不超过0.3 mm；底面掉边掉角深度、毛刺厚度不大于0.5mm，宽度不超过1.0 mm。

c) 工作面痕迹、磨印、凹痕深度不大于0.1mm，柱面痕迹、磨印、凹痕深度不大于0.15mm，底面痕迹、磨印、凹痕深度不大于0.3mm。所有面的痕迹、磨印、凹痕长度不能超过0.5 mm。

d) 工作面粘料高度不大于0.1mm，柱面粘料高度不大于0.15mm，底面粘料高度不大于0.3mm。所有面的粘料长度不能超过0.5 mm。

e) 所有产品底部圆弧过渡R为0.5mm～1.0mm。

当存在上述缺陷时，产品将无法保证满足客户的加工或者使用需求。

**2.2.7 试验方法与检验规则的确定**

根据技术要求规定的内容，确定合理的试验方法以验证产品的质量情况，同时采用科学的检验规则确保质量一致性。

a) 基于硬质合金产品的特殊性，本标准规定化学成分的取样位置为混合料部分，因为烧结后发生相变，合金化，进行成分分析变得异常困难且不准确，且产品的最终性能有更直观的物理、力学性能测试，考虑经济性，不再对烧结后的产品进行成分分析；

b) 规定尺寸及允许偏差、外观质量逐件检查，不采用抽样检查方案；

c）明确产品合格的判断规则。

这些主要规则均得到客户以及各生产企业的认可。

**2.2.8 标志、包装、运输、贮存和质量证明书的规定**

制定产品的标志、包装、运输、贮存和随行文件规定，保证产品的防护、可追溯性，做出合格承诺。

**三、标准水平分析**

**3.1 采用国际标准和国外先进标准的程度**

本标准是根据我国实际情况制定的，本标准的制定适合我国国情，标准简练、操作性强。

**3.2 国际和国外同类标准水平的对比分析**

未检索到现行的国际和国外同类标准，本标准达到了国内先进水平。

**3.3 与现行的标准及制定中的标准协调配置情况**

本标准与现行的标准及制定中的标准协调配套。

**3.4 涉及国内外专利及处置情况**

经查，本标准没有涉及国内外专利。

**四、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系**

本标准与有关的现行法律、法规和强制性标准具有一致性，没有冲突。

**五、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议**

建议本标准作为推荐性行业标准。

**七、贯彻标准的要求和措施建议**

建议发布后6个月实施。

**八、其他应予说明的事项**

无。

**九、预期效果**

本标准充分考虑了我国硬质合金企业生产体系状况以及发展的要求。标准发布执行后，将引导硬质合金行业的规范发展，能够促进硬质合金企业的有序竞争，对行业的发展有着重要的指导作用。

在本标准实施后，可以积极向生产厂家及国内外用户推荐采用本标准。

《超粗晶粒硬质合金工程齿》行业标准编制小组

二〇二三年九月