

中国铸造协会
《光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件》
团体标准编制说明

(征求意见稿)

《光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件》团体标准起草工作组

2023年8月

中国铸造协会《光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件》团体标准 编制说明（征求意见稿）

1、任务来源及背景

（1）任务来源

由溧阳市虹翔机械制造有限公司 2023 年 4 月提出申请，中国铸造协会等温淬火分会推荐，中国铸造协会标准工作委员会批复立项，于 2023 年 5 月下发“关于中国铸造协会光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件团体标准制订的批复”[中铸协标[2023] 31 号文件，批准编制《光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件》团体标准，标准计划号 T/CFA 2023007。本标准主要起草单位：溧阳市虹翔机械制造有限公司；本标准参与起草单位：江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司、湖北谷城锐丰机械有限公司等多家公司。计划完成时间 2024 年 5 月。

（2）背景

近年来，随着太阳能光伏发电行业的迅速发展，太阳能应用的规模和范围不断地扩大，国内外光伏发电行业保持大规模、高质量发展态势，据统计，每年我国光伏发电装机容量达 80GW，占全球光伏电装机总容量的 50%，其太阳能光伏发电设备中自动回转跟踪系统装置所需关键零件蜗轮轴每年全球需要大约 200 万件。

太阳能自动回转跟踪系统装置广泛应用于光伏发电设备中，其中蜗轮轴是自动回转跟踪系统装置中的关键传动部件，用于支撑和输出蜗轮减速机的动力及转矩给太阳能面板工作机组，其工作环境较为恶劣，因此对蜗轮轴的材质性能提出了更高的要求，蜗轮轴铸件结构较为复杂，质量要求高，不允许有任何铸造缺陷，铸件需要经过等温淬火热处理，需要要经过荧光 PT、RT 探伤检测；铸件必须具有高强度、高韧性、高耐磨性及良好的低温冲击韧性；铸件重量一般在 5-50kg，铸件主要壁厚为 12mm，最大壁厚为 35mm，蜗轮轴装机使用寿命为 25 年。

目前光伏太阳能用蜗轮轴普遍采用高牌号球墨铸铁件如 QT700、QT800，或采用低牌号 ADI 球墨铸铁如 QTD800-10、QTD900-8，材质上对低温冲击韧性不做要求，这样不适用于所有的应用环境，特别是昼夜温差大的沙漠地区。现我国

及国际原有的球墨铸铁材质标准已不能满足实际需要。为此，溧阳市虹翔机械制造有限公司和国内外相关企业合作，开发了 QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L、QTD1600-1L 系列光伏太阳能用铁蜗轮轴等温淬火球墨铸铁铸件，并批量生产，成功地应用于国内外新能源太阳能光伏发电机械设备。为此，为促进我国新能源太阳能光伏发电机械设备的发展，制订光伏太阳能球墨铸铁铸件标准是非常必要的。

该产品标准的制订有助于对光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件生产企业进行管理和指导，解决了我国光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件无生产标准可依或铸件技术规范不统一的问题，拓展了蜗轮轴球墨铸铁件使用范围，特别是适应于昼夜温差大的沙漠地区，为铸造企业球墨铸铁光伏太阳能铸件制订了标准，同时也提供了质量验收依据，促进了球墨铸铁光伏太阳能铸件整体水平的提高，统一和规范了我国光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁材料的技术要求，为实现标准化生产创造条件，使我国的光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁材料在技术标准上领先一步，对推动光伏太阳能球墨铸铁铸件行业发展具有重要意义。

(3) 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

2023 年 2 月成立了标准起草工作组，工作组由溧阳市虹翔机械制造有限公司负责起草，江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司、湖北谷城锐丰机械有限公司等单位参与。

工作组及分工：

① 调研组

调研组由江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司和溧阳市虹翔机械制造有限公司的市场销售人员和技术人员组成，负责调研国内外光伏太阳能用蜗轮轴铸件的市场规模和发展趋势，了解国内外光伏太阳能用蜗轮轴的制造技术和市场应用情况。

② 开发组

开发组由溧阳市虹翔机械制造有限公司和江阴华方新能源高科设备有限公司组成，负责新能源光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁的研制、数据采集和试验验证。具体工作有：

- 1) 铁素体+奥氏体组织等温淬火球墨铸铁 QTD1050-8L、QTD1200-4L、

QTD1400-2L、QTD1600-1L 的研制；

- 2) 新能源光伏太阳能用球墨铸铁蜗轮轴铸件的铸造工艺优化；
- 3) 试验数据采集和整理；
- 4) 实际生产过程中的工艺改善和工艺文件的完善。

③ 编写组

编写工作主要由溧阳市虹翔机械制造有限公司负责，江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司派有关人员参与讨论。

标准主要编制人：纪汉成、吕燕翔、吕燕虹、……。

2、工作简要过程

(1) 起草阶段

工作组对国内外新能源光伏太阳能用球墨铸铁蜗轮轴铸件及制造技术现状与发展趋势进行全面调研，广泛搜集相关标准和国内外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，结合用户要求、市场应用情况以及实际生产和应用经验，进行全面总结和归纳，在此基础上编制了《光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件》标准初稿。

经工作组及有关专家研讨后，对标准初稿进行了认真的修改，形成标准起草稿，于 2023 年 08 月 18 日形成了《光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件》（征求意见稿）及其编制说明等相关附件，报中国铸造协会标准工作委员会。

(2) 征求意见阶段

（待补充）

(3) 送审阶段

（待补充）

(4) 报批阶段

（待补充）

3、标准制订原则

(1) 制修订标准的原则及制修订标准的原则

本标准制订与技术创新、试验和验证、产业推进、应用推广相结合，遵循“面向市场、服务产业、自主制订、适时推出”的基本原则，坚持“科学性、完整性、适用性、先进性来编写。

1) 先进性

本标准采用自主研发的等温淬火球墨铸铁 QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L、QTD1600-1L，在相同强度时，材料的塑性优于 GB/T 24733-2009《等温淬火球墨铸铁件》、ASTM A897-2016《等温淬火球墨铸铁件标准规范》标准中规定的牌号的塑性指标；且在国内外等温淬火球墨铸铁件标准的基础上增加了低温冲击韧性指标。因此，本标准的等温淬火球墨铸铁材料的力学性能优于国内外等温淬火球墨铸铁件标准中规定的同样牌号的性能指标。

本标准规定的光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件不仅要具有优异的力学性能，必须具有高强度、高韧性、高耐磨性及良好的低温冲击韧性，而且铸件必须经无损检验，确保铸件内在质量，提高了光伏太阳能蜗轮轴铸件的安全可靠性及使用寿命。按照本标准生产的光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件已获得江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司等知名品牌认可。

本标准内容与现行相关法律法规、标准等协调一致。标准的结构编排、编写格式和内容表达方法等按 GB/T 1.1-2020 等系列标准的规定编写，使标准规范化。

在技术上，本标准为产品生产技术的未来发展留有一定空间，标准具有一定的前瞻性。

2) 科学性

本标准制订坚持面向市场、服务产业的原则。对新能源光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件用户和生产企业进行大量调研的基础上，结合球墨铸铁件标准体系和有关规定；结合球墨铸铁蜗轮轴铸件的实际使用及技术验证的情况而制定的，使得标准适应市场需求，满足行业发展，为企业生产、质量检验等提供技术依据。

本标准中的关键技术指标均是根据用户以及市场发展的需要，结合铸造生产特点以及企业生产技术的实际，确定适合于球墨铸铁蜗轮轴铸件的关键技术指标，本标准涉及内容能够保证蜗轮轴铸件的产品质量，满足用户不断提高质量要求的需要。

本标准的技术要求综合考虑生产企业的技术水平和用户的利益，寻求最大的

技术经济和社会效益，体现标准在技术上的先进性、科学性和经济上的合理性。使得标准内容更加完善，并易于实施和应用。

3) 完整性

本标准应适用于**光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件**的制造、检验和验收等各个主要环节，因此本文件将规定**光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件**技术要求、检验方法、检验规则等，包含**光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件**生产到产品检验、验收过程中的各个环节。

4) 适用性

本标准充分考虑了国内外太阳能光伏发电设备制造企业**对蜗轮轴球墨铸铁件**的技术要求，同时也充分考虑了生产企业的技术水平和质量成本，是在市场需求、技术成熟的条件下制定，因此，本标准不仅适用于**光伏太阳能蜗轮轴球墨铸铁件**制造企业用于指导蜗轮轴球墨铸铁件的生产、检验和采购，也适用于其它工程机械制造企业对蜗轮轴球墨铸铁件的生产、检验和采购，具有良好的适用性。

(2) 标准化对象简要情况

太阳能光伏发电行业迅速发展，太阳能应用的规模和范围不断地扩大，国内外光伏发电行业保持大规模、高质量发展态势，据统计，每年我国光伏发电装机容量达 80GW，占全球光伏电装机总容量的 50%，其太阳能光伏发电设备中自动回转跟踪系统装置所需关键零件蜗轮轴每年全球需要大约 200 万件。

目前，国内**光伏太阳能蜗轮轴**铸件及其零部件的主要生产厂家有溧阳市虹翔机械制造有限公司、江苏万力机械股份有限公司、苏州市通润机械铸造有限公司、山西华翔集团股份有限公司、……………等等，

市场规模约 100 万件 /年，销售价约合 8 亿人民币，其中溧阳市虹翔机械制造有限公司的年生产销售量为 20 万件左右，销售价值在 1.5 亿元左右。

溧阳市虹翔机械制造有限公司已经能按本标准稳定生产，并且按照本标准生产的等温淬火球墨铸铁蜗轮轴已在江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司等的**新能源光伏太阳能自动回转跟踪系统装置**上成功应用。

溧阳市虹翔机械制造有限公司等铸件生产单位通过蜗轮轴铸件的开发研究，完全掌握了**新能源光伏太阳能蜗轮轴**铸件的生产技术，并且**新能源光伏太阳能蜗轮轴**铸件的生产技术和产品质量达到了国内外领先水平。蜗轮轴铸件的开发，企

业不仅完善了生产设备和管理体系，还添置了相应的试验和检测仪器，具备了规模化批量生产条件和能力。

新能源光伏太阳能蜗轮轴铸件的主要生产设备是中频感应电炉熔炼、自动静压线潮模砂造型、数控加工中心、等温淬火热处理自动化生产线；主要检测仪器有直读光谱仪、金相显微镜、万能拉力试验机、布氏硬度计、射线检测设备、三坐标检测仪等。

4、采用的国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试样品的相关数据对比情况

(1) 与国际、国外、国内同类标准的有关数据对比情况。

1) 国家标准：《GB/T 24733-2009 等温球墨铸铁件》规定了 6 个常用的等温球墨铸铁牌号，分别是 QTD800-10、QTD800-10R、QTD900-8、QTD1050-6、QTD1200-3、QTD1400-1，但国家标准规定的等温球墨铸铁牌号较低，韧性指标低，具有室温（23℃）冲击吸收功要求，不具有低温（-20℃、-40℃）冲击吸收功要求，不适用于蜗轮轴铸件。本标准规定的蜗轮轴等温淬火球墨铸铁牌号 QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L、QTD1600-1L，具有高强度、高韧性、高耐磨性及良好的低温冲击韧性。

2) 国际标准：《ISO 17804: 2020 等温淬火球墨铸铁-分类》与我国《GB/T 24733-2009 等温球墨铸铁件》一样，规定了 6 个常用球墨铸铁牌号，分别是 JS/800-10、JS/800-10R、JS/900-8、JS/1050-6、JS/1200-3、JS/1400-1，其国际标准规定的等温球墨铸铁牌号较低，韧性指标低，具有室温（23℃）冲击吸收功要求，不具有低温（-20℃、-40℃）冲击吸收功要求，不适用于蜗轮轴铸件。

3) 美国标准：《ASTM A897/M-2006 等温球墨铸铁件标准规范》规定了 7 种牌号的球墨铸铁，分别是分别是 750/500/11、900/650/11、1050/700/7、1200/850/4、1400/1100/2、1600/1300/1，其中 1200/850/4、1400/1100/2、1600/1300/1 牌号球墨铸铁的力学性能与本标准研制的球墨铸铁的力学性能较接近。但缺少低温（-20℃、-40℃）冲击吸收功要求，美国标准规定的等温淬火球墨铸铁的力学性能低于本标准规定的要求。

4) 欧洲标准：《EN1564-2012 铸造 奥氏体球墨铸铁》，同《ISO 17804: 2020

等温淬火球墨铸铁-分类》一样，规定了 6 个常用的等温淬火球墨铸铁牌号，分别是 EN-GJS-800-10、EN-GJS-800-10R、EN-GJS-900-8、EN-GJS-1050-6、EN-GJS-1200-3、EN-GJS-1400-1，其欧洲标准规定的等温球墨铸铁牌号较低，韧性指标低，不具有低温（-20℃、-40℃）冲击吸收功要求，不适用于蜗轮轴铸件。故此，本标准规定的蜗轮轴等温淬火球墨铸铁，其性能优于欧洲标准规定的球墨铸铁的性能。

5) 团体标准：《T/CFA 020101243 等温淬火球墨铸铁》规定了 7 种牌号的等温淬火球墨铸铁，分别是 QTD800-11、QTD850-10、QTD900-9、QTD1050-8、QTD1200-4、QTD1400-2、QTD1600-1。其团体标准牌号的韧性指标与本标准规定的蜗轮轴等温淬火球墨铸铁牌号 QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L、QTD1600-1L 相当，并具有室温（23℃）冲击吸收功要求，但不具有低温（-20℃、-40℃）冲击吸收功要求，不适用于蜗轮轴铸件。因此本标准规定的蜗轮轴等温淬火球墨铸铁的低温冲击性能优于团体标准规定的等温淬火球墨铸铁的性能。

(2) 标准水平分析

通过对国内科技文献、成功库、专利库以及 baidu 和 google 等资源进行科技查新，在 3 个关键技术具有创新：1. 未见“光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁”研发 2. “光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件”标准；3. 未见光伏太阳能用蜗轮轴材料为 QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L、QTD1600-1L 的报道，详见附件 1。因此本标准填补了“光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件”标准的空白，并具有国内领先水平。

溧阳市虹翔机械制造有限公司按照本标准生产的新能源光伏太阳能蜗轮轴铸件表面光洁，无砂眼、裂纹和凸起等肉眼可视缺陷；铸件内部致密，无缩松、气孔和夹渣等缺陷；

产品于 2023 年 5 月 10 日通过由中国铸造协会组织的专家评定，扇形蜗轮轴产品在第二十二届中国铸造博览会上荣获优质铸件奖，另，扇形蜗轮轴（中轴、顶板）产品获得高新技术产品，见附件 2。

5、标准主要技术内容确定的论据

(1) 范围和适用性

本文件规定了光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件的术语与定义、技术要求、检

验方法、检验规则、标志和质量证明、防锈、包装和和贮运。

本文件适用于砂型或与砂型相当的铸型铸造的经等温淬火热处理的蜗轮轴球墨铸铁件，其它铸造工艺生产的等温淬火蜗轮轴球墨铸铁件，可参照执行。

(2) 产品技术指标

蜗轮轴是光伏太阳能自动回转跟踪系统装置的关键传动部件，用于支撑和输出蜗轮减速机的动力和转矩给太阳能面板工作机组，其工作环境较为恶劣，因此对蜗轮轴的内在质量和表面质量要求高，特别是对材质性能提出了更高的要求，蜗轮轴铸件不允许有任何铸造缺陷，铸件需要经过等温淬火热处理，需要经过 RT 探伤检测，蜗轮轴铸件必须具有高强度、高韧性、高耐磨性及良好的低温冲击韧性。

结合对样品的开发解剖分析，本标准明确规定了蜗轮轴球墨铸铁产品的力学性能以及内在质量和表面质量，具体为：

1) 规定了产品的力学性能。产品材料的抗拉强度、屈服强度、断后伸长率、硬度及室温、低温冲击吸收功，见表 2。材料牌号根据 GB/T 5612-2008 铸铁牌号表示方法命名，如 QTD 1400-2L 表示抗拉强度 $\geq 1400\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\geq 2\%$ ，L 为低温冲击功 AK/J。

表 2 蜗轮轴球墨铸铁单铸试样力学性能要求

材料牌号	铸件壁厚/mm	抗拉强度 Rm/MPa(min)	屈服强度 Rp0.2/MPa(min)	断后伸 率 A/%	布氏硬 度 HBW	冲击吸收功 AK/J		
						23℃ ±5℃	-20℃ ±2℃	-40℃ ±2℃
QTD1050-8L	t≤30	1050	700	8	310~380	80	45	35
	30<t≤60	1000		5				
QTD1200-4L	t≤30	1200	900	4	350~430	60	35	25
	30<t≤60	1170		5				
QTD1400-2L	t≤30	1400	1100	2	380~480	35	20	15
	30<t≤60	1300		2				
QTD1600-1L	t≤30	1600	1300	1	440~550	20	15	10
	30<t≤60	1450		1				

为了保证材料的铸造性能、铸态力学性能、金相组织及等温淬火热处理力学性能，本标准还提供了蜗轮轴球墨铸铁的化学成分，见表 3。根据球墨铸铁生产技术惯

例，化学成分仅供参考。

表 3 蜗轮轴球墨铸铁化学成分要求

单位：质量百分数 %

C	Si	Mn	P	S	Cu	Sn	Cr	Mg
3.0~3.9	2.0~2.8	≤0.8	≤0.05	≤0.02	≤1.0	≤0.05	≤0.1	0.03~0.055

2) 规定了材料的金相组织。

石墨以球状石墨为主，球化率不应小于 90 %或高于 2 级，石墨球数≥180 个/m²。一般来说，在同等抗拉强度和塑性时，球化率越高、石墨颗粒数越细小，材料的疲劳强度或疲劳寿命越好，因此希望球墨铸铁具有高的球化率和细小的石墨颗粒。鉴于球墨铸铁生产技术现状，球化率不应小于 90 %或高于 2 级，石墨球数应为 180~ 300 个/m²是合适的，也是国内先进铸造企业能够做到的。

本标准规定球墨铸铁蜗轮轴铸件的基体组织为铁素体+奥氏体，就常规力学性能而言，通过调整等温淬火热处理的参数如加热温度、时间及盐浴温度、时间等完全可以达到表 2 所示的力学性能指标。

本标准规定规定了产品的内在质量。产品的内在质量是确保产品安全使用的根本，因此必须严格控制产品的内在质量。本标准规定了产品的内部气孔、夹砂和夹渣、缩孔和缩松等缺陷极限，见表 4。缺陷的评定按 ASTM E446-15 标准执行。

表 4 蜗轮轴球墨铸铁件内部质量要求

缺陷类别	缺陷名称	允许缺陷等级
A 类	气孔	≤ 2 级
B 类	砂眼	≤ 2 级
C 类	缩孔	≤ 2 级
D 类	缩松	≤ 2 级

3) 产品的尺寸公差。高精度是优质产品的基本体现，代表产品的制造水平。本标准规定了球墨铸铁蜗轮轴铸件的尺寸公差应符合 GB/T 6414—2017 规定中

的 DCTG10 级。

4) 规定了产品的表面质量。

产品的表面质量是高端产品必须具备的标注。本标准规定了铸件的表面粗糙度、铸件表面缺陷和铸件表面清理要求。

① 铸件表面粗糙度 Ra 不应大于 25 μ m；

② 铸件表面应清理干净，无缩孔、夹渣、粘砂、多肉和缺肉等铸造缺陷。飞边、毛刺、氧化皮及内腔残余物应符合技术规范或订货协定。

③ 铸件机械加工定位表面应平整光洁，浇冒口或冒口颈残留量应小于±0.5 mm。

④ 铸件不应存在线性缺陷，包括热裂、裂纹、冷隔和未熔融的芯撑等。

⑤ 铸件不应焊补。

6) 其他相关规定

本标准还规定了铸件的检验方法、检验规则、铸件的标识，并对铸件的防锈、包装和贮运等提出了相应的规定。

6、主要试验和验证结果的分析报告、技术经济论证，预期达到的经济效果等

(1) 试验、验证和统计分析

本标准产品已在溧阳市虹翔机械制造有限公司、江苏万力机械股份有限公司、苏州市通润机械铸造有限公司等公司批量生产，其中溧阳市虹翔机械制造有限公司产能为 2 万件/月左右，月销售收入 1250 万元左右。采用自动静压线潮模砂造型，中频感应炉熔炼，喂丝球化处理，等温淬火热处理自动化生产线，产品生产质量稳定，产品综合成品率达到 98% 以上。

(2) 主要试验数据分析和验证应用实例、结果和验证检验报告

表 5、表 6、表 7 列出了溧阳市虹翔机械制造有限公司 2020 年、2021 年、2022 年跟踪生产的 105 炉批次 QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L 蜗轮轴球墨铸铁铸件的力学性能。此类涡轮轴铸件的主要壁厚在 20-30mm。

如表 5、表 6、表 7 所示，跟踪生产的 105 炉批次蜗轮轴铸件的力学性能表明，材料的力学性能指标均满足了“蜗轮轴球墨铸铁铸件”标准规定。35 批次

QTD1050-8L 铸件的抗拉强度、屈服强度、断后伸长率、硬度的平均值分别为 1117.3MPa、776.4MPa、10.8 %、360.9 HBW 及 23℃93.1 J、-20℃66.9 J、-40℃ 56.1 J；35 批次 QTD1200-4L 铸件的抗拉强度、屈服强度、断后伸长率、硬度的平均值分别为 1259.3MPa、974.4MPa、5.3%、398.9HBW 及 23℃ 73.1J、-20℃ 48.9 J、-40℃ 38.1 J；35 批次 QTD1400-2L 铸件的抗拉强度、屈服强度、断后伸长率、硬度的平均值分别为 1453.4MPa、1170.4MPa、2.8%、433.9HBW 及 23℃48.1 J、-20℃33.9 J、-40℃28.1 J。

表 5 QTD1050-8L 蜗轮轴铸件单铸试样力学性能

炉号	抗拉强度 Rm/MPa(min)	屈服强度 Rp0.2/MPa(min)	断后伸 率 A/%	布氏硬 度 HBW	冲击吸收功 Ak/J		
					23℃±5℃	-23℃±2℃	-40℃±2℃
202021	1119	793	11	359	100	71	56
202022	1123	796	10.8	367	95	73	58
202023	1101	781	11.5	355	93	68	53
202024	1088	736	11.2	327	90	61	53
202025	1103	758	10.9	358	95.5	66	55
202026	1120	786	10.6	367	98	74	57
202027	1131	801	10.5	377	90	70	60
202028	1093	766	11	337	93	73	56
202029	1163	806	10.5	382	90	61	53
202030	1133	774	10.7	377	94	60	52
202121	1138	778	9.5	365	92	63	54
202122	1093	741	11.1	345	89	65	56
202123	1108	761	11.3	355	96	68	58
202124	1101	752	11	352	93	71	59
202125	1113	786	10.8	357	95	67	58
202126	1128	801	10.6	368	91	66	55
202127	1118	788	11	359	96	65	56
202128	1103	756	11.1	348	98	68	59
202129	1108	754	11	355	93	65	56
202130	1111	761	11.2	357	100	66	58
202231	1131	798	10.6	378	89	71	59
202232	1093	764	11.2	342	92	74	56

202233	1138	807	10.6	379	89	61	54
202234	1098	751	12	353	92	70	58
202235	1114	784	10.8	357	95	68	58
202236	1125	798	10.7	370	90	67	56
202237	1104	754	11	352	97	69	59
202238	1108	755	11.1	350	95	65	58
202239	1112	758	11.5	355	99	67	59
202240	1155	811	10.5	377	91	62	52
202241	1138	777	10.6	379	93	63	54
202242	1135	776	10.5	371	92	61	53
202243	1128	798	10.7	378	87	68	58
202244	1092	763	11.1	345	90	73	53
202245	1139	806	9.8	377	87	61	56

表 6 QTD1200-4L 蜗轮轴铸件单铸试样力学性能

炉号	抗拉强度 Rm/MPa(min)	屈服强度 Rp0.2/MPa(min)	断后伸 率 A/%	布氏硬 度 HBW	冲击吸收功 Ak/J		
					23℃±5℃	-23℃±2℃	-40℃±2℃
202011	1261	991	5.5	397	80	53	38
202012	1265	994	5.3	405	75	55	40
202013	1243	979	5.6	393	73	50	35
202014	1230	934	5.7	365	70	43	35
202015	1245	956	5.4	396	75.5	48	37
202016	1262	984	5.1	405	78	56	39
202017	1273	999	5.0	415	70	52	42
202018	1235	964	5.5	375	73	55	38
202019	1305	1004	5.0	420	70	43	35
202020	1275	972	5.2	415	74	42	34
202111	1280	976	5.0	403	72	45	36
202112	1235	939	5.6	383	69	47	38

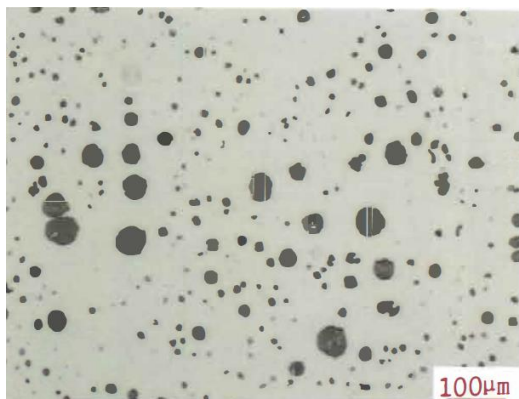
202113	1250	959	5.5	393	76	50	40
202114	1243	950	5.5	390	73	53	41
202115	1255	984	5.3	395	75	49	40
202116	1270	999	5.1	406	71	48	37
202117	1260	986	5.5	397	76	47	38
202118	1245	954	5.6	386	78	50	41
202119	1250	952	5.5	393	73	47	38
202120	1253	959	6.0	395	80	48	40
202216	1273	996	5.1	416	69	53	41
202217	1235	962	5.5	380	72	56	38
202218	1280	1005	5.1	417	69	43	36
202219	1240	949	5.6	391	72	52	40
202220	1256	982	5.3	395	75	50	40
202221	1267	996	5.2	408	70	49	38
202222	1246	952	5.5	390	77	51	41
202223	1250	953	5.6	388	75	47	40
202224	1254	956	5.5	393	79	49	41
202225	1297	1009	5.0	415	71	44	34
202226	1280	975	5.1	417	73	45	36
202227	1277	974	5.0	409	72	43	35
202228	1270	996	5.2	416	67	50	40
202229	1234	961	5.5	383	70	55	35
202230	1281	1004	5.0	415	67	43	38

表 7 QTD1400-2L 蜗轮轴铸件单铸试样力学性能

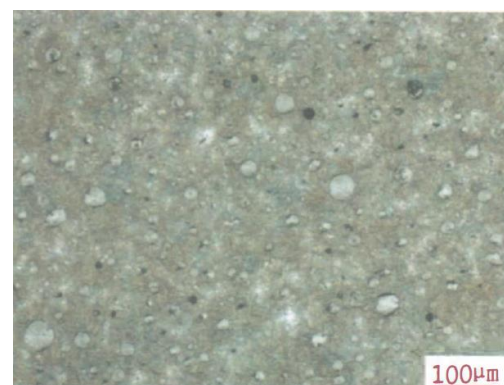
炉号	抗拉强度 Rm/MPa(min)	屈服强度 Rp0.2/MPa(min)	断后伸 率 A/%	布氏硬 度 HBW	冲击吸收功 AkJ		
					23 °C ± 5°C	-23°C±2°C	-40°C±2°C
202001	1456	1187	3.0	432	55	38	28
202002	1460	1190	2.8	440	50	40	30
202003	1438	1175	3.1	428	48	35	25
202004	1425	1130	3.5	400	45	28	25
202005	1440	1152	2.9	431	50.5	33	27
202006	1457	1180	2.6	440	53	41	29
202007	1468	1195	2.5	450	45	37	32
202008	1430	1160	3.0	410	48	40	28
202009	1480	1200	2.5	455	45	28	25
202010	1470	1168	2.7	450	49	27	24
202101	1475	1172	2.5	438	47	30	26
202102	1430	1135	3.1	418	44	32	28
202103	1445	1155	3.0	428	51	35	30
202104	1438	1146	3.0	425	48	38	31
202105	1450	1180	2.8	430	50	34	30
202106	1465	1195	2.6	441	46	33	27
202107	1455	1182	3.0	432	51	32	28
202108	1440	1150	3.1	421	53	35	31
202109	1445	1148	3.0	428	48	32	28
202110	1448	1155	3.2	430	55	33	30
202201	1468	1192	2.6	451	44	38	31

202202	1430	1158	3.0	415	47	41	28
202203	1475	1201	2.6	452	44	28	26
202204	1435	1145	3.1	426	47	37	30
202205	1451	1178	2.8	430	50	35	30
202206	1462	1192	2.7	443	45	34	28
202207	1441	1148	3.0	425	52	36	31
202208	1445	1149	3.1	423	50	32	30
202209	1449	1152	3.0	428	54	34	31
202210	1501	1205	2.5	450	46	29	24
202211	1475	1171	2.6	452	48	30	26
202212	1472	1170	2.5	444	47	28	25
202213	1465	1192	2.7	451	42	35	30
202214	1429	1157	3.0	418	45	40	25
202215	1476	1200	2.5	450	42	28	28

图3是光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件的金相组织。由图可见,球化率达90%以上(2级),石墨球数286个/m²,基体组织为铁素体+奥氏体。



(a) 石墨形态



(b) 基体

图3 光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件的金相组织

跟踪生产105炉批次的蜗轮轴铸件共5250件,其中因砂眼、气孔、夹渣缺

陷报废，其余铸件的力学性能、几何尺寸、表面质量和射线检测等检验全部合格，铸件综合成品率达 98%。

溧阳市虹翔机械制造有限公司生产的蜗轮轴铸件的力学性能经第三方检测（铸态及热处理终态），各项指标全部符合本标准要求，见附件 3。产品经江苏中信博新能源科技股份有限公司、江阴华方新能源高科设备有限公司、江阴凯迈机械有限公司等用户使用，结果表明产品质量稳定，完全能满足新能源太阳能光伏发电设备的使用要求，见附件 4。蜗轮轴具体应用于太阳能光伏发电设备中自动回转跟踪系统装置，见附件 5。

（3）预期的效果分析

1) 技术可行性

新能源光伏太阳能用球墨铸铁蜗轮轴铸件采用自动静压线潮模砂造型，中频感应炉熔炼，喂丝球化处理，等温淬火热处理自动化生产线，生产的自动化、智能化程度高，产品质量稳定，产品综合成品率达到 98% 以上。

2) 经济合理性

光伏太阳能用蜗轮轴铸件直接生产成本主要是材料费用、人工费用、动能费用。

① 主要耗材有：废钢、生铁、刀具费。

② 主要辅助材料有：潮模再生砂、混配土、砂芯、泡沫陶瓷过滤片、喂丝线、孕育剂、电解铜、锡锭、抛丸用钢丸、切割片、砂轮片、油漆、清洗液、冷却液、盐浴等。

③ 动能消耗主要是水、电、气。

④ 人工费用主要为一线员工工资。

新能源光伏太阳能用蜗轮轴每吨铸件的直接生产成本为 10758 元，具体见表 8，其中主材为 4700 元/吨，辅材为 1108 元/吨，动力能源消耗 3450 元/吨，直接人工费用 1500 元/吨，铸件的销售价格在 16500 元/T，产品毛利率 35%。

表 8 光伏太阳能用蜗轮轴直接生产成本分析 元/吨

名称	类别	单位	费用	备注
主材	生铁	按照 30% 配比	1220	

	废钢	按照 30%配比	1120	
	回炉料	按照 40%配比	1200	
	刀具	吨铸件消耗	1160	
	合计		4700	
辅材	铸造辅材	吨消耗	808	
	机加辅材	吨消耗	100	
	合计		1108	
动能	铸造&热处理 &机加工	吨消耗	3450	
直接人工费	铸造&热处理& 机加工	吨费用	1500	
总计			10758	

3) 预期的经济效益

太阳能光伏发电行业迅速发展，太阳能应用的规模和范围不断地扩大，国内外光伏发电行业保持大规模、高质量发展态势，据统计，每年我国光伏发电装机容量达 80GW，占全球光伏电装机总容量的 50%，其太阳能光伏发电设备中自动回转跟踪系统装置所需关键零件为涡轮轴及基座等。预计到 2030 年，全球新能源光伏发电设备（自动回转跟踪系统装置）的年需求量将达 200 万台（套）/年，年销售额约合 100 亿人民币。

7、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准是中国铸造协会所属的铸造产品标准。

本标准与现行法律、法规、规章及相关标准协调一致。本标准是《GB/T 1348-2019 球墨铸铁件》的补充，是针对新能源光伏太阳能蜗轮轴的特殊要求而制定的标准。

8、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

9、标准性质的建议说明

建议本标准为**中国铸造协会团体标准**。

10、标准涉及专利情况说明

本标准没有涉及专利。

11、重要内容的解释和其它应予说明的事项

无

《球墨铸铁蜗轮轴铸件》团体标准编制组

2023年08月18日

附件 1 蜗轮轴科技查新报告；

附件 2 蜗轮轴优质铸件奖及高新技术产品；

附件 3 蜗轮轴第三方检测报告（铸态和热处理终态）；

附件 4 蜗轮轴用户使用报告（3份）；

附件 5 蜗轮轴的具体应用视频。