

团 体 标 准

T/CFA XXX—20XX

光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件

Ductile iron castings of turbine shaft for photovoltaic solar energy

(征求意见稿)

202× - ×× - ××发布

202× - ×× - ××实施

中国铸造协会

发布

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 牌号表示方法.....	2
5 技术要求.....	2
6 试验方法	4
7 取样.....	6
8 检验方法.....	6
9 检验规则.....	8
10 标志和质量证明书.....	9
11 防锈、包装、贮存和运输.....	9
参考文献.....	10
表 1 蜗轮轴球墨铸铁件化学成分要求	3
表 2 蜗轮轴球墨铸铁件单铸试样和附铸试样力学性能要求.....	3
表 3 蜗轮轴球墨铸铁件内部质量要求.....	4
表 4 蜗轮轴球墨铸铁件外观质量检验项目及检验方法.....	6
表 5 蜗轮轴球墨铸铁件检验项目检验频率和检验数量.....	7

前 言

本文件按照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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件与国家标准 GB/T 24733-2009 及团体标准T/CFA 020101243-2021相比，主要技术变化如下：

——增加了QTD 1050、QTD 1200 和 QTD 1400 、 QTD 1600的低温冲击吸收功性能指标。

本文件由中国铸造协会等温淬火分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件主要起草单位：溧阳市虹翔机械制造有限公司、……、……。

本文件主要起草人：纪汉成、吕燕翔 、吕燕虹、 、 。

本文件为首次发布。

引 言

蜗轮轴球墨铸铁件是新能源太阳能光伏发电设备的关键部件，铸件必须具有高强度、高韧性、高耐磨性、高接触疲劳强度及良好低温冲击韧性，但现有国内外标准规定的球墨铸铁牌号及其性能，特别是强度、塑性、耐磨性及冲击韧性等综合指标不能满足蜗轮轴铸件的使用要求。为此，特制订本文件。

本文件规定了蜗轮轴球墨铸铁件材料牌号及基体组织，保证了蜗轮轴铸件具有高强度、高韧性、高耐磨性、高接触疲劳强度及良好低温冲击韧性。本文件制定参考了我国 GB/T 24733 -- 2009《等温淬火球墨铸铁件》、美国 ASTM A897M -- 2016《等温淬火球墨铸铁件标准规范》、欧盟 EN 1564 -- 2016《铸造奥铁体球墨铸铁》和中国铸造协会 T/CFA 020101243 -- 2021《等温淬火球墨铸铁件》等国内外标准的一些条款。

本文件的制订有助于对光伏太阳能用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，促进了光伏太阳能用球墨铸铁件整体技术质量水平的提高，为实现标准化生产创造条件，推动太阳能光伏发电设备制造行业快速发展。

光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件

1 范围

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（以下简称：蜗轮轴），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 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.4 钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法
- GB/T 231.2 金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准
- GB/T 231.3 金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分：标准硬度块的标定
- GB/T 1348 球墨铸铁件
- GB/T 24733 等温淬火球墨铸铁件
- GB/T 5611 铸造术语
- GB/T 5612 铸造牌号表示方法
- GB/T 5677 铸件 射线照相检测
- GB/T 5678 铸造合金光谱分析取样方法
- GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 铸造表面
- GB/T 6414 铸件 尺寸公差与机械加工余量
- GB/T 7233 铸钢件超声探伤及质量评级方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9441 球墨铸铁金相检验
- GB/T 11351 铸件重量公差
- GB/T 24234 铸铁 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第一部分：总则
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

T/CFA XXXX—20XX

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）
T/CFA 010604 耐磨钢铁冲击试验方法

3 术语和定义

GB/T 5611 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏太阳能用蜗轮轴 turbine shaft

太阳能光伏发电设备中涡轮蜗杆回转跟踪机构的减速机的关键传动部件。

3.2

球墨铸铁等温淬火热处理 aus-tempering heat treatment of ductile iron

将球墨铸铁加热到奥氏体化温度区间内并保持一定时间，再以避免产生珠光体的冷却速度冷却至一定温度（马氏体开始转变时的温度以上）并保温一定时间，使球墨铸铁基体组织转变为以针状铁素体和富碳奥氏体为主要基体组织的一种热处理工艺。

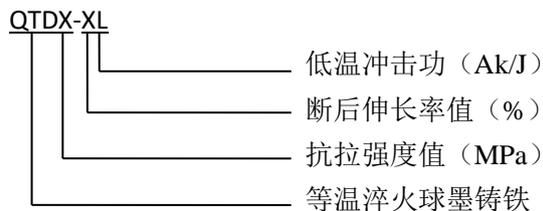
3.3

蜗轮轴球墨铸铁件 turbine shafts of ductile iron casting

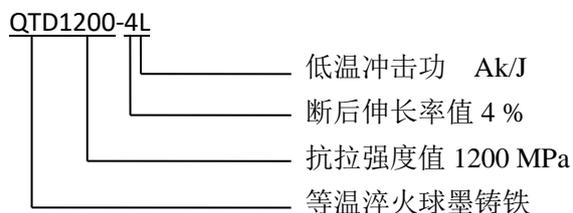
采用等温淬火热处理获得以基体组织主要为铁素体+奥氏体、并具有高强度、高韧性、高耐磨性及良好低温冲击韧性的球墨铸铁蜗轮轴。

4 牌号表示方法

4.1 蜗轮轴球墨铸铁的牌号表示方法应符合 GB/T 5612-2008 的规定，其牌号表示如下：



示例：



4.2 按单铸或附铸试块加工的试样测定的拉伸性能分级，将光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁分为 4 个牌号：QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L 和 QTD1600-1L。

5 技术要求

5.1 原则

蜗轮轴球墨铸铁件应按图样和技术文件制造。其生产方法、化学成分由供方确定，生产方法和化学成分的选择应保证铸件材料符合本文件所规定的性能指标，蜗轮轴球墨铸铁件化学成分不作为铸件验收依据；若需方有特殊要求时，应由供需双方协商确定。

5.2 化学成分

蜗轮轴化学成分可参考表 1。除非另行规定，化学成分不作为铸件验收依据。

表 1 蜗轮轴球墨铸铁件化学成分要求

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

5.3 力学性能

5.3.1 铸件力学性能应满足表 2 规定，采用单铸 Y 型试块、附铸试块符合 GB/T 1348 规定。

表 2 蜗轮轴球墨铸铁件单铸或附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			主要基体组织
						23℃ ±5℃	-20℃ ±2℃	-40℃ ±2℃	
QTD1050-8L	t≤30	1050	700	8	310~380	80	45	35	铁素体+奥氏体
	30<t≤60	1000		5					铁素体+奥氏体
QTD1200-4L	t≤30	1200	900	4	350~430	60	35	25	铁素体+奥氏体
	30<t≤60	1170		3					铁素体+奥氏体
QTD1400-2L	t≤30	1400	1100	2	380~480	35	20	15	铁素体+奥氏体
	30<t≤60	1300		2					铁素体+奥氏体
QTD1600-1L	t≤30	1600	1300	1	440~550	20	15	10	铁素体+奥氏体
	30<t≤60	1450		1					铁素体+奥氏体

注 1：由于铸件复杂程度和各部分壁厚不同，其性能是不相同的。
注 2：上述数据均为经过等温淬火热处理后的数据。
注 3：材料牌号是按壁厚 t≤30 mm 试块测得力学性能而确定的。
注 4：室温及-20℃、-40℃冲击吸收功 Ak 采用无缺口试样测定。

5.3.2 铸件铸态本体的力学性能及检验位置应由供需双方商定；铸件铸态单铸或附铸试样的力学性能应由供需双方商定。

5.3.3 铸件等温淬火热处理后本体的力学性能及检验位置应由供需双方商定。

5.4 金相组织

5.4.1 石墨形态

T/CFA XXXX—20XX

石墨以球状为主，球化率不应小于 90%，石墨球数不应小于 180 个/mm²。

5.4.2 基体组织

基体组织为铁素体+奥氏体；碳化物、夹渣、缩松等铸造缺陷要小于 5%。

5.5 内部质量

铸件内部气孔、夹砂和夹渣、缩孔和缩松等缺陷应符合表 3 的规定等级，缺陷类别及其等级应按 ASTM E446-15 评定。

表 3 蜗轮轴球墨铸铁件内部质量要求

缺陷类别	缺陷名称	允许的缺陷等级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
A 类	气孔	≤ 2 级	允许	允许	不允许	不允许	不允许
B 类	砂眼	≤ 2 级	允许	允许	不允许	不允许	不允许
C 类	缩孔	≤ 2 级	允许	允许	不允许	不允许	不允许
D 类	缩松	≤ 2 级	允许	允许	不允许	不允许	不允许

5.6 几何形状及尺寸公差

5.6.1 铸件几何形状及其尺寸应符合零件图样或技术要求的规定。

5.6.2 铸件尺寸公差应符合 GB/T 6414 -- 2017 规定中的 DCTG10 级。

5.7 机械加工余量

铸件的机械加工余量应符合产品图样或技术要求规定，或小于 GB/T 6414 – 2017 中规定的 G 级。

5.8 重量偏差

铸件的重量偏差应符合零件图样或有关技术要求。无特殊要求时，应符合 GB/T 11351 的规定。

5.9 表面质量

5.9.1 铸件表面粗糙度 Ra 不应大于 25 μm。

5.9.2 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。

5.9.3 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。

5.9.4 铸件不应存在线性缺陷，包括热裂、裂纹、冷隔等。

5.9.5 铸件不应焊补。

5.10 热处理

铸件进行等温淬火热处理。等温淬火热处理后力学性能不符合本文件技术要求时，应重新进行热处理，热处理次数不应超过 2 次。

6 试验方法

6.1 理化性能

6.1.1 拉伸试验

6.1.1.1 铸件拉伸试验的方法应按 GB/T 228.1 的规定执行。

6.1.1.3 拉伸试样取自铸件单铸的 Y 型试块或附铸试块，试块制备应符合 GB/T 1348 的规定。

6.1.1.4 根据供需双方协议，可在铸件铸态本体或铸件等温热处理后本体指定部位取样。

6.1.2 冲击试验

6.1.2.1 铸件冲击功检验应按 T/CFA 010604 及 GB/T 229 的规定执行。

6.1.2.2 冲击试样尺寸为 55 mm，横截面为 10 mm×10 mm 方形截面，无缺口冲击试样，试样长度 L (55 ± 0.6) mm，试样宽度 W (10 ± 0.075) mm。

6.1.2.3 试验温度：常温冲击试验应在 23 °C ± 5 °C 进行，低温冲击试验应在 -20 °C ± 2 °C、-40 °C ± 2 °C 进行。

6.1.2.4 冲击试样取自铸件单铸的 Y 型试块或附铸试块且经过等温淬火热处理，试块制备应符合 GB/T 1348 的规定。

6.1.2.5 根据供需双方协议，可在铸件等温热处理后本体指定部位取样。

6.1.3 硬度测试

6.1.3.1 铸件的硬度测试方法应按 GB/T 231.1、GB/T 231.2 和 GB/T 231.3 的规定执行。

6.1.3.2 铸件硬度应在不低于铸造表面 1.5 mm 处测试。

6.1.3.3 硬度试样应取自铸件单铸的 Y 型试块或附铸试块且经过等温淬火热处理。

6.1.3.4 根据供需双方协议，可在铸件等温热处理后本体指定部位取样。

6.1.4 金相试验

6.1.4.1 铸件金相检验方法应按 GB/T 9441 的规定执行。

6.1.4.2 金相试样应取自铸件单铸的 Y 型试块或附铸试块且经过等温淬火热处理，也可在铸件等温热处理后本体指定部位取样检验。

6.1.4.3 铸件金相组织应在不低于铸造表面 1.5 mm 处检验。

6.1.5 化学分析

6.1.5.1 铸件化学成分应优先采用光谱化学分析法，应按 GB/T 24234 的规定执行。

6.1.5.2 铸件化学成分分析也可按 GB/T 223.3、GB/T 223.4 和 GB/T 223.60 的规定执行。

6.2 几何形状、尺寸和尺寸公差

6.2.1 铸件的几何形状、尺寸和尺寸公差应采用满足测量精度要求的计量器具，或综合专用检具检测。检测时，应结合零件图样以及技术要求规定执行。

6.2.2 铸件样品、试生产铸件应进行全尺寸检验。

6.2.3 批量生产时，应检验铸件的关键尺寸，其检验频率和数量宜由供需双方商定。

6.3 外观质量

铸件外观质量检验项目、检验方法和检验频次应按表 4 执行。

表 4 蜗轮轴球墨铸铁件外观质量检验项目及检验方法

序号	检验项目	检验方法	检验频次
1	表面粗糙度	GB/T 6060.1—2018 的样板	抽样数量不应少于 15 %
2	表面有无飞边、毛刺、粘砂、氧化皮、气孔、缩孔、裂纹、冷隔、夹渣、多肉、缺肉等缺陷	目视	全检
3	非加工面和内腔铸造缺陷	目视+卡尺	全检
4	加工面铸造缺陷	目视+卡尺	全检
5	浇冒口或冒口颈残留量	目视+卡尺	全检

6.4 内部缺陷

铸件内部缺陷应采用无损检测，原则上在提交样件时进行；在生产工艺稳定的条件下，可由供需双方协商定期无损检测的方式。

- a) 射线探伤应按 ASTM E 446-15 及 GB/T 5677 的规定执行；
- b) 超声探伤应按 GB/T 7233 的规定执行；
- d) 渗透探伤应按 GB/T 18851.1 的规定执行。

6.5 重量偏差

铸件重量偏差应按 GB/T 11351 的规定执行。检验频率和数量宜由供需双方商定。

6.6 标志

铸件的标志应清晰，标志位置、尺寸和字体应符合图样或技术要求的规定。

7 取样

7.1 取样规则

试样应尽可能代表铸件主要壁厚部位，使用何种取样方法（单铸试样、并排浇铸试样、附铸试样和本体试样）应由供需双方商定。

7.2 取样方法

- 7.2.1 力学性能检测试样取样方法应按 GB/T 1348 的规定执行。
- 7.2.2 常规化学分析取样方法应按 GB/T 20066 的规定执行。
- 7.2.3 光谱取样方法应按 GB/T 5678 的规定执行。

7.3 取样批次构成和取样数量

7.3.1 取样批次构成应按规定 GB/T 1348 构成的同一批次铸件，并经同一热处理炉次铸件或者用同一热处理炉中并采用相同等温淬火工艺处理铸件。

7.3.2 每批次取光谱试样 1 件，拉伸试样、硬度和金相试样各 2 件，冲击试样 4 件。

7.3.3 对取样批次和取样数量有特殊要求时，应由供需双方商定。

8 检验方法

8.1 批次划分

8.1.1 单包铁水构成一个批次。

8.1.2 在稳定生产条件下，经供需双方商定，可把若干个批次的铸件并成一组进行验收。生产过程中应有其它连续检测方法，确保球化处理稳定、符合要求。

8.1.3 经热处理的铸件，应以同一取样批次检测。同一取样批次铸件壁厚明显不同时，不同批次相同壁厚的铸件构成一个取样批次。

8.2 检验项目及检验频率

铸件检验分型式检验和出厂检验，检验项目、检验频率和检验数量见表 5。

表 5 蜗轮轴球墨铸铁件检验项目检验频率和检验数量

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	检验频率
1	拉伸性能（铸态试样）	√	√	每批次检验 1 件
	拉伸性能（热处理试样）	√	√	每批次检验 1 件
	拉伸性能（铸件铸态本体）	√	/	同型式检验
	拉伸性能（铸件热处理本体）	√	/	同型式检验
	冲击韧性（铸件热处理本体）	√	/	同型式检验
2	硬度（铸态试样）	√	√	每批次检验 1 件
	硬度（铸件铸态本体）	√	/	同型式检验
	硬度（铸件热处理本体）	√	/	同型式检验
3	金相（铸态试样）	√	√	每批次检验 1 件
	金相（铸件铸态本体）	√	/	同型式检验
	金相（铸件热处理本体）	√	/	同型式检验
4	化学成分	√	√	每批次检验 1 件
5	表面质量	√	√	全检
6	内在质量（射线探伤）	√	/	全检
7	浇冒口残留量	√	√	全检
8	加工定位表面	√	√	全检
9	几何形状、尺寸和尺寸公差	√	供需双方商定检验频率和数量	

10	重量偏差	√	供需双方商定检验频率和数量
----	------	---	---------------

8.3 结果判定

8.3.1 一次交验

如各项指标检验合格，则该批产品合格，化学成分可不作为铸件验收依据。

8.3.2 复验条件

如力学性能、金相组织的首次检验结果中任一项指标不合格时，可在同批产品中重新加倍抽样，对不合格项进行复检。若复检结果全部合格，则该批产品合格；如复验结果仍有不合格项，则该批产品不合格。

8.3.3 试验的有效性

由于以下原因之一造成的试验结果不符合要求时，拉伸试验应无效：

- a) 试验机操作不当；
- b) 试样在试验机上的装夹不当；
- c) 拉伸试样在标距外断裂；
- d) 试样断口存在明显的铸造缺陷。

8.3.4 不合格项修复

浇冒口残留量过大，或飞边、毛刺、粘砂、氧化皮、多肉等清理不合格时，应进行修复。修复合格后，可判定为合格；不能修复或修复不合格的，则判定为不合格。

8.4 试验结果的修约

铸件化学成分和力学性能的试验结果可按 GB/T 8170 规定的原则加以修约。

9 检验规则

9.1 出厂检验

9.1.1 检验依据

- a) 产品图样；
- b) 技术要求；
- c) 合同中规定的相关条款。

9.1.2 检验内容

- a) 力学性能；
- b) 表面质量；
- c) 几何形状、尺寸公差；
- d) 重量公差；

- e) 内部缺陷;
- f) 供需双方商定的其他检验内容。

9.1.3 检验报告

提交成品时, 供方应向需方提交力学性能报告及需方要求的其他检验报告。

9.2 检验批次数量

- 9.2.1 对每个批次都应进行检验。
- 9.2.2 或由供需双方商定检验批次数量。

9.3 复检及验收规则

复检及验收规则应按 GB/T 1348 的规定执行。

10 标志和质量证明书

10.1 应有供方标志。标志的内容、位置、尺寸(字号、凸凹)和方法按产品图样规定或供需双方共同商定。

10.2 出厂包装箱内应附有供方质检人员签章质量证明书。证明书应包括下列内容:

- a) 供方名称、地址、标识;
- b) 零件名称、零件号、批次号;
- c) 材质牌号及执行标准号;
- d) 检验日期。

11 防锈、包装、贮存和运输

11.1 铸件防锈、包装和贮存方式应由供需双方商定。

11.2 对于长途运输铸件, 应按运输条例的规定, 由供需双方商定包装和运输方式。

参 考 文 献

- [1] ASTM A897M—2016 《等温淬火球墨铸铁件标准规范》
 - [2] EN 1564—2016 《铸造奥铁体球墨铸铁》
 - [3] GB/T 24733—2009 《等温淬火球墨铸铁件》
 - [4] T/CFA 020101243—2021 《等温淬火球墨铸铁件》
 - [5] ASTM E 446-2015 《探伤标准图谱》
-