

团 体 标 准

T/CFA 020101211—2024

光伏太阳能用蜗轮轴球墨铸铁件

Ductile iron castings of worm gear shaft for photovoltaic solar energy

公告稿

2024—08—28 发布

2024—10—27 实施

中 国 铸 造 协 会

发 布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 牌号表示方法.....2

5 技术要求.....2

6 试验方法4

7 取样.....5

8 检验规则.....6

9 标志和质量证明书.....7

10 防锈、包装、贮存和运输.....7

参考文献.....8

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3

表 4 蜗轮轴球墨铸铁件表面质量检验项目及检验方法5

表 5 蜗轮轴球墨铸铁件检验项目检验频率和检验数量6



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。

本文件制定参考了我国 GB/T 24733--2023《等温淬火球墨铸铁件》、美国ASTM A 897 M—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。

本文件与GB/T 24733 -- 2023 及T/CFA 020101243 -- 2021 相比，主要技术变化如下：

——规定了QTD 1050、QTD 1200 、QTD 1400的低温冲击吸收能量。

本文件由中国铸造协会等温淬火铸件分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件负责起草单位：溧阳市虹翔机械制造有限公司、广东金志利科技股份有限公司、昌坚工业（安徽）有限公司、禹州市恒利来新材料有限公司、内蒙古科学技术研究院、郑州机械研究所有限公司。

本文件主要起草人：纪汉成、吕燕翔 、徐德安、龚旭东、闫启栋、卜二军、李克锐。

本文件为首次发布。

引 言

蜗轮轴球墨铸铁件是太阳能光伏发电设备的关键部件，铸件应具有高强度、高韧性、高耐磨性、高接触疲劳强度及良好低温冲击韧性，根据现有涡轮轴产品规格及使用工况特性，特制订本标准。

本标准设置了 3 个蜗轮轴球墨铸铁件材料牌号，并规定了抗拉强度，屈服强度、断后伸长率及室温和低温的冲击吸收能量等技术指标。



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（简称铸件）的术语与定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志和质量证明书，以及防锈、包装、贮存和运输。

本文件适用于砂型铸造并经等温淬火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考使用。

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 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法
GB/T 1348 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 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 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
T/CFA 010604-2--2014 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

蜗轮轴 worm gear 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关键部件。

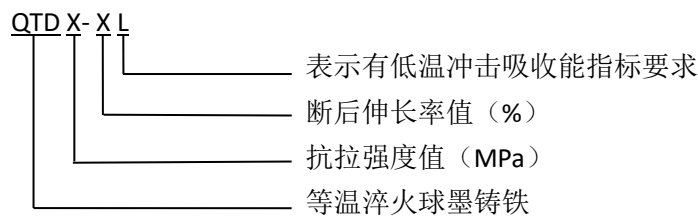
3.2

球墨铸铁等温淬火热处理 austempering heat treatment for ductile iron

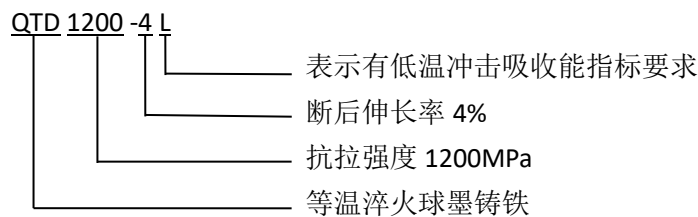
将球墨铸铁加热到奥氏体化温度区间内并保持一定时间，然后以避免产生珠光体的冷却速度冷却至一定温度（马氏体开始转变时的温度以上）并保温一定时间，使球墨铸铁基体组织转变为以针状铁素体和富碳奥氏体为主要基体组织的一种热处理工艺。

4 牌号表示方法

4.1 蜗轮轴球墨铸铁牌号表示如下：



4.2 示例



5 技术要求

5.1 原则

蜗轮轴球墨铸铁件应按图样和技术要求制造。其生产方法、化学成分应由供方确定，生产方法和化学成分的选取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 牌号

5.2.1 蜗轮轴球墨铸铁件的牌号表示方法应符合 GB/T 5612 的规定。

5.2.2 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件分为 3 个牌号：QTD1050-8L、QTD1200-4L、QTD1400-2L。

5.3 化学成分

铸件化学成分可参考表 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	2.2~2.7	≤0.4	≤0.04	≤0.02	≤0.8	≤0.02	≤0.1	0.03~0.055

5.4 力学性能

5.4.1 铸件力学性能应满足表 2 规定，采用单铸 Y 型试块、附铸试块应符合 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 R_m /MPa(min)	屈服强度 $R_{p0.2}$ /MPa(min)	断后伸长率 $A/\%$	布氏硬度 HBW	冲击吸收能 K_{W2} /J		
						23℃ ±5℃	-20℃ ±2℃	-40℃ ±2℃
QTD1050-8L	t≤30	1050	750	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		3				
QTD1400-2L	t≤30	1400	1100	2	380~480	35	20	15
	30<t≤60	1300		2				

注：室温及-20℃、-40℃冲击吸收功 K_{W2} 应采用无缺口试样测定。

5.4.2 铸件等温淬火处理后本体的力学性能及检验位置应由供需双方商定。

5.5 金相组织

5.5.1 石墨形态

石墨以球状为主，球化率不应小于 90%，石墨颗粒数应不少于 120 个/mm²。

5.5.2 基体组织

基体组织为针状铁素体+富碳奥氏体；碳化物+磷共晶应不大于 1%。

5.5.3 内部缺陷

铸件内部气孔、夹砂和缩孔、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
A 类	气孔	≤ 2 级
B 类	砂眼	≤ 2 级
C 类	缩孔	≤ 2 级
D 类	缩松	≤ 2 级

5.6 几何形状及尺寸公差

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。

5.7 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，不应存在飞边、毛刺、粘砂、氧化皮、气孔、缩孔、裂纹、冷隔、夹渣、多肉、缺肉等缺陷。

5.9.3 铸件机械加工定位表面应平整光洁。

5.9.4 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，可重新进行热处理，但重新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

铸件拉伸试验的方法应按 GB/T 228.1 的规定执行。

6.1.2 冲击试验

6.1.2.1 冲击试样应符合 GB/T 1348 的规定。

6.1.2.2 铸件冲击吸收能检验应按 T/CFA 010604-2--2014 的规定执行。

6.1.2.3 根据供需双方协议，可在铸件指定部位取样。

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 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。

6.1.4 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 铸件金相组织应在不低于铸件表面的 1.5 mm 处检验。

6.1.5 化学分析

- 6.1.5.1 铸件成分光谱检测应按 GB/T 24234 的规定执行。
- 6.1.5.2 铸件成分化学分析应按 GB/T 223.3、GB/T 223.4 和 GB/T 223.60 的规定执行。

6.2 几何形状、尺寸和尺寸偏差

- 6.2.1 铸件的几何形状、尺寸和尺寸偏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 铸件样件、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 表面质量

铸件表面质量检验项目、检验方法和检验频次应按表 4 执行。

表 4 蜗轮轴球墨铸铁件表面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或本体解剖，在提交样件时进行；在生产工艺稳定的条件下，由供需双方协商定期无损检测的方式。射线探伤应按 GB/T 5677 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。

7 取样

7.1 取样方法

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

7.2 取样批次构成和取样数量

- 7.2.1 取样批次应按 GB/T 1348 规定构成同一批次铸件，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。
- 7.2.2 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。

7.2.3 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 检验规则

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

8.2 型式检验

8.2.1 型式检验应为本文件第 5 条款中全部项目。

8.2.2 以铸件低温冲击吸收能量作为验收依据或产品有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 更改关键工艺、设备和场地时；
- c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- d) 客户需要时。

8.3 判定与复验

8.3.1 一次交验

如各项指标检验合格，则该批产品合格。

8.3.2 复验

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。

9 标志和质量证明书

9.1 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。

9.2 出厂包装箱内应附有供方质检人员签章质量证明书。证明书应包括但不限于下列内容：

- 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。

10 防锈、包装、贮存和运输

10.1 铸件防锈、包装和贮存方式应由供需双方商定。

10.2 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] ASTM E 446-2015 厚度不大于 2 英寸的铸钢件射线标准参考底片
 - [3] EN 1564—2016 铸造奥铁体球墨铸铁
-