

团体标准

T/CCPMA 005-2023T/CSTM 01424—2023(IDT)

CT 球管用阳极靶盘

Anode target for CT tubes

2023-12-25 发布

2024-01-01 实施

粉末冶金产业技术创新战略联盟

中关村材料试验技术联盟

联合发布

前 言

本文件参照 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》，GB/T 20001.10 《标准编写规则 第10部分：产品标准》的规定起草。

T/CCPMA 005—2023 与 T/CSTM 01424—2023 一致程度为等同(IDT)。

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。

本文件由粉末冶金产业技术创新战略联盟和中国材料与试验标准化委员会粉末冶金标准化领域委员会（CSTM/FC90）共同提出。

本文件由粉末冶金产业技术创新战略联盟和中国材料与试验标准化委员会粉末冶金标准化领域委员会（CSTM/FC90）共同归口。

引 言

阳极靶盘作为 X 射线的产生源广泛应用于 CT 球管中，其生产制造属于核心技术。阳极靶盘的国产化是突破 CT 球管国产化最大的技术瓶颈之一，亟需解决阳极靶盘研发与制造技术难题，实现 CT 机高端医疗装备的自主可控。随着我国大力发展医疗产业，国产化靶盘的需求日趋迫切，但 CT 球管用阳极靶盘目前尚无统一标准。本文件的制定可以填补相关空白，使 CT 球管用阳极靶盘生产制造更加规范化，有利于国内 CT 球管用阳极靶盘的推广和应用。

本文件对 CT 球管用阳极靶盘的材质、技术要求、检验规范和包装发货等方面进行了规范。

CT 球管用阳极靶盘

1 范围

本文件规定了 CT 球管用阳极靶盘的发货状态、技术要求、检测方法、检验规则、标志、标签和随行文件、包装、运输和贮存等。

本文件适用于直径为 140 mm~200 mm 的 CT 球管用阳极靶盘，其它规格靶盘可参照执行。

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。

- GJB 1580A 变形金属超声检验方法
- GB/T 3850 致密烧结金属材料与硬质合金 密度测定方法
- GB/T 4324.25 钨化学分析方法 第 25 部分：氧量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外吸收法
- GB/T 4324.27 钨化学分析方法 第 27 部分：碳量的测定 高频燃烧红外吸收法
- GB/T 4325.7 钼化学分析方法 第 7 部分：铁量的测定 邻二氮杂菲分光光度法和电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 4325.9 钼化学分析方法 第 9 部分：镍量的测定 丁二酮肟分光光度法和火焰原子吸收光谱法
- GB/T 4325.12 钼化学分析方法 第 12 部分：硅量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 4325.21 钼化学分析方法 第 21 部分：碳量和硫量的测定 高频燃烧红外吸收法
- GB/T 4325.23 钼化学分析方法 第 23 部分：氧量和氮量的测定 惰气熔融红外吸收法-热导法
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
- JB/T 8133.7 电炭制品物理化学性能试验方法 第 7 部分：抗折强度
- JB/T 8133.14 电炭制品物理化学性能试验方法 第 14 部分：体积密度
- YB/T 5349 金属材料 弯曲力学性能试验方法
- IEC/TR 60788 医疗电气设备 定义术语汇编 (Medical electrical equipment—Glossary of defined terms)

3 术语和定义

IEC/TR 60788 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

CT 扫描装置 CT scanner

X射线计算机断层扫描成像设备 X-ray equipment for computed tomography

通过不同角度X射线对来自同一轴向平面的人体部位进行扫描，并将扫描的透射数据进行计算机重建，以生成人体某一部位的横截面图像的通用设备。该类型设备可能包括信号分析、显示设备、患者支架、支撑部件和附件。

[来源：IEC TR 60788]

3.2

CT 球管 CT tubes

CT球管是CT扫描装置中的X射线产生装置，由管芯、管套、驱动电机和循环冷却系统等组成。

3.3

阳极靶盘 Anode target

CT球管中受高能电子轰击的电极，其通常由高温难熔金属合金和储热体组合而成。

3.4

靶面倾角 Target angle

靶盘受电子轰击表面相对于靶平面（靶盘轴线法向）的倾斜角度。

3.5

钨铼合金 Tungsten-Rhenium alloy

以钨元素为基体，添加铼元素形成的固溶强化型合金。

3.6

TZM 合金 TZM alloy

以钼元素为基体，添加Ti、Zr、C等元素形成的钼合金。

4 发货状态

靶盘以热处理态发货。

5 技术要求

5.1 材质

5.1.1 一般要求

阳极靶盘为复合材质，由工作层、基体层和石墨层组成，工作层材质为WRe合金（简称WRe层），基体层材质为TZM合金（简称TZM层）。靶盘结构示意图如图1所示。

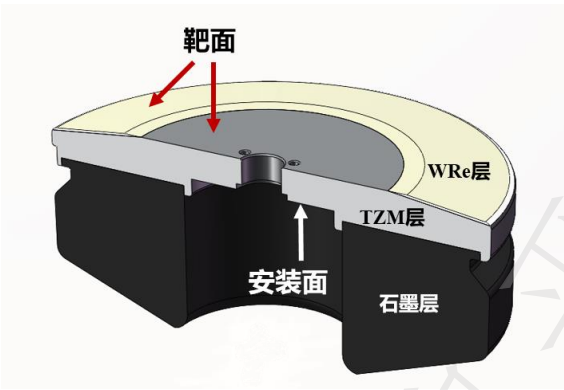


图 1 CT 球管用阳极靶盘示意图

5.1.2 工作层材质

一般为 WRe 合金，成分应符合表 1 的规定。

表 1 WRe 层化学成分

主要元素	含量/%	允许偏差/%
W	余量	—
Re	5~10	±0.5
C	≤0.005	+10%相对量
O	≤0.005	+10%相对量
注：其它杂质元素（Fe、Ni、Si 等）总含量应≤0.05%		

5.1.3 基体层材质

一般为 TZM 合金，成分应符合表 2 的规定。

表 2 TZM 层化学成分

主要元素	含量/%	允许偏差/%
Mo	余量	—
Ti	0.40~0.60	±0.05
Zr	0.06~0.12	±0.02
C	0.01~0.05	±0.005
O	≤0.050	+10%相对量
Fe	≤0.010	+0.001
Ni	≤0.005	+0.0005
Si	≤0.010	+0.002

5.1.4 石墨层材质

石墨层的性能应符合表 3 的规定。

表 3 石墨层性能要求

指标名称	密度/（g/cm ³ ）	热导率/（W/m/K）	抗折强度/MPa
目标值	≥1.8	≥120	≥45

5.2 热处理

热处理制度为：真空度 $\leq 5 \times 10^{-4}$ Pa 条件下，1 350 °C保温时间不低于 3 h。

5.3 外观

靶面应呈金属光泽，无氧化、色差、磕碰、裂纹、划伤和异物等缺陷；去重边应光滑无毛刺，光洁度满足需方图纸要求；安装面应无划伤、磕碰等，光洁度满足需方图纸要求，具体位置如图 1 所示。

5.4 尺寸

靶盘的规格见表 4。

表 4 阳极靶盘规格

名称	尺寸要求	允许偏差
靶面倾角	7°~13°	按需方图纸要求
WRe 层厚度	0.8 mm~1.5 mm	按需方图纸要求
其他尺寸	符合需方图纸要求	按需方图纸要求

5.5 动平衡

靶盘整体最大不平衡量 ≤ 3 g·cm

5.6 平均晶粒尺寸

WRe 层平均晶粒尺寸 ≤ 40 μm ，TZM 层平均晶粒尺寸 ≤ 65 μm 。

5.7 密度

WRe 层密度 ≥ 18.20 g/cm³，TZM 层密度 ≥ 9.90 g/cm³。

5.8 无损检测

WRe/TZM 复合金属坯的检测结果应符合 GJB 1580A 中 A 级要求。

5.9 焊接性能检测

焊接后 TZM/石墨层焊合率应 $\geq 90\%$ （坯料焊合面积占焊接面面积的百分比）；焊接性能的破坏性检测及其样本数量和批次由供需双方协商确定。

5.10 TZM 层抗弯强度

TZM 层抗弯强度 ≥ 900 MPa。

6 检测方法

阳极靶盘相关技术指标检测的取样位置均为靶盘本体，检测方法按表 5 中规定执行。

表 5 检测方法

技术指标			指标要求	检验方法	取样要求
化学成分	WRe层	O含量	5.1.2	GB/T 4324.25	WRe层取样品5 g以上测量
		C含量		GB/T 4324.27	WRe层取样品5 g以上测量
		Re含量		电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-AES）	WRe层取样品10 g以上测量
	TZM层	O含量	5.1.3	GB/T 4325.23	TZM层取样品5 g以上测量
		C含量		GB/T 4325.21	TZM层取样品5 g以上测量
		其他化学成分		GB/T 4325	TZM层取样品10 g以上测量，未包含的元素由供需双方协商确定
	石墨层	密度	5.1.4	JB/T 8133.14	在石墨层取样测定
		热导率		GB/T 10294	
		抗折强度		JB/T 8133.7	
外观			5.3	目视	整体检测
尺寸	WRe层厚度		5.4	无损测厚仪	整体检测
	靶盘倾角			除跳动外，使用三坐标以及其他必要检测量具；跳动在磨削完毕后，用千分表测量	
	其他尺寸				
动平衡			5.5	在转速1 000 r/min以内条件下，动平衡测试仪测试	整体检测
平均晶粒尺寸	WRe 层		5.6	GB/T 6394	WRe层取样，制备金相样品，拍照后测定平均晶粒尺寸
	TZM 层				TZM层取样，制备金相样品，拍照后测定平均晶粒尺寸
密度	WRe 层		5.7	GB/T 3850	WRe层取样品10 g以上测量
	TZM 层				TZM层取样品10 g以上测量
无损检测	WRe/TZM 复合金属坯		5.8	GJB 1580A	整体检测
焊接性能检测	无损探伤		5.9	GJB 1580A	整体检测
	焊接性能的破坏性检测			供需双方协商确定	样本数量和批次由供需双方协商确定
抗弯强度	TZM 层		5.10	YB/T 5349	TZM层取3个试样检测

7 检验规则

7.1 检验

应按照本文件第 5 章节技术要求，完成各项检测，确保物料符合要求。

7.2 组批规则

靶盘应成批交货。同一原材料、同一生产工艺确定组批。

7.3 检验项目及取样

7.3.1 一般要求

每批产品均需进行 WRe 层成分、TZM 层成分、石墨材质、外观、尺寸、动平衡、平均晶粒尺寸、密度、无损检测、焊接性能检测、TZM 层抗弯强度的检验。

7.3.2 抽样方案

靶盘的检验项目及取样应符合表 6 的规定。

表 6 靶盘检验项目抽样规定

检验项目	取样规定	要求的章条号	检验方法的章条号
化学成分	每批任取1个试样检测	5.1	6
石墨材质	每批任取1个试样检测	5.1	6
外观	逐件检验	5.3	6
尺寸	逐件检验	5.4	6
动平衡	逐件检验	5.5	6
平均晶粒尺寸	每批任取1个试样检测	5.6	6
密度	每批任取1个试样检测	5.7	6
无损检测	逐件检验	5.8	6
焊接性能检测	逐件检验（焊合率检测）	5.9	6
	供需双方协商（破坏性检测）		
TZM层抗弯强度	每批任取3个试样检测	5.10	6

7.4 判定规则

- a) 化学成分、石墨材质、平均晶粒尺寸、密度、TZM 层抗弯强度不合格时，允许双倍取样进行重复检验，若结果仍不合格判定为该批不合格。
- b) 外观、尺寸、动平衡、无损检测、焊接性能检测不合格时，判定为单件不合格。

8 标志、标签和随行文件

8.1 标识

8.1.1 打标

位置、字体和字号等信息根据需方图纸要求。

8.1.2 产品包装箱标志

应标明供方名称和地址、产品名称、质量及“轻放”、“防潮”等字样或标志。

8.2 随行文件

本文件要求提供产品的某些随行文件，应包括但不限于：

- a) 供方名称、地址；
- b) 产品名称；
- c) 产品牌号、批号、规格、数量；
- d) 各项分析检验结果及质量检验部门检印；
- e) 检验日期（或包装日期）。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

- a) 热处理后应在出炉 1 h 之内进行真空密封包装，密封袋内部放入干燥剂。
- b) 外包装推荐使用具有一定强度的防潮木箱或纸箱，并将箱体塞紧，防止晃动。

9.2 运输

产品在运输途中应防水防潮，并避免剧烈震动。

9.3 贮存

- a) 产品真空密封包装后贮存于氮气柜内。
- b) 贮存时应严格与化学品隔离存放。
- c) 贮存保质期限 6 个月。

附录 A
(资料性)
起草单位和主要起草人

本文件起草单位：安泰天龙钨钼科技有限公司、安泰科技股份有限公司、麦默真空技术无锡有限公司、昆山医源医疗技术有限公司、北京智束科技有限公司、电科睿视技术（北京）有限公司、北京粉末冶金产业技术创新战略联盟。

本文件主要起草人：董帝、熊宁、刘洁、康聚磊、王寅、弓艳飞、王铁军、王啸、杜小琴、胡银富、龚海华、汪上杰。