

《铍片》

编制说明

（送审稿）

西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司

2026. 8

《铍片》

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

根据 2025 年 12 月 29 日工业和信息化部办公厅《关于印发 2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》(工信厅科函〔2025〕528 号)的要求,有色金属行业标准《铍片》修订项目由全国有色金属标准化技术委员会负责归口,由西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司负责起草,项目计划编号:2025-1370T-YS(工信厅科函〔2025〕528 号),项目周期为 12 个月,完成年限为 2026 年 12 月份。

(二) 项目背景

铍片具有 X 射线穿透率高、透射性好、密度低,弹性模量大,热性能优异,尺寸稳定性好,中子吸收截面小等诸多优良性能,广泛应用在科学探测、工业电子分析、医疗诊断、医学成像等高新技术领域,成为一种不可替代的材料。

近年来,随着市场对铍片的需求急速增加,铍片产品应用领域也不断扩大,参与到了国家重大科学工程项目。市场对铍片的需求逐步趋向面积尺寸大尺寸化、厚度尺寸超薄化、产品厚度尺寸均匀化、产品表面质量的高要求。为了满足当前技术和产业发展,满足市场新需求以及行业管理的需要,前期通过科技创新和产品研发,目前铍片制备工艺技术有了新突破和较大提升,所制备铍片产品面积尺寸大尺寸化、厚度尺寸超薄化、产品厚度尺寸均匀化、产品表面质量的高要求,已实现了更新换代。现有的产品标准 YS/T 41-2005《铍片》已不能满足铍片新的技术要求。

近几年,新增规格产品产能在铍片产品中占比逐年递增,目前新增规格产品产能占比已达到 30%。随着新增规格产品产能的提升,铍片产品的应用领域在不断扩大,新增规格产品广泛应用于 X 射线管、探测器、低能光子源、工业电子分析、医学成像、医疗诊断等拓展到空间天文太空 X 射线、科学卫星探测、CT 扫描、去除静电装置、X 射线解析装置、X 射线检查装置、电子显微镜等准时众多领域。

随着空间天文台、太空射线科学探测卫星等领域的发展,对铍片产品提出了更高的性能及可靠性要求,材料的使用条件越来越苛刻,可靠性要求越来越高。现有标准 YS/T 41-2005《铍片》修订后其技术内容能够满足当前技术和产业发展,以及行业管理的需要;同时可以实现本行业领域重要产品、工程技术、服务和行业管理标准的科学、规范。本文件正是满足我国空间天文台、科学探测卫星等领域重大项目对 X 射线穿过率高的配套产品铍片的各项技术指标检测、检验的标准需求,能够实现稀缺战略铍资源的高效利用和铍产业发展的绿色高

质量。

为落实《国家标准化发展纲要》《2024 年全国标准化工作要点》《2024 年国家标准立项指南》等相关政策要求，提升镀片质量标准化整体水平，使国内镀片生产工艺迈上一个新的台阶，实现科学探测卫星等高新技术领域用镀片的国产化与产业化，解决我国科学探测在相关基础材料领域里的技术瓶颈，迫切需要对现有行业标准 YS/T 41-2005《镀片》进行修订。

本标准的修订符合《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》中关于加快有色金属标准升级换代，优化材料标准制定与科技创新、产业发展协同机制的要求。符合《“十四五”原材料工业发展规划》中开展原材料工业质量提升行动，提高产品质量稳定性、可靠性和适用性；以及加强上下游衔接联动，提供一体化的材料系统化要求。

（三）主要参加单位和工作成员及其所做的工作

1. 本标准起草单位及其分工

本标准起草单位为：西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司、中色（宁夏）东方集团有限公司、中国科学院高能物理研究所、上海科颐维电子科技有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司。

西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司为标准起草负责单位，在工作前期，对镀片的使用需求和现阶段国内外产品标准进行了充分的调研和梳理，并制定了系统的研究方案；提交 YS/T 41-2005《镀片》标准修订的项目建议书、标准草案和立项报告等材料；在本文件的修订过程中，完成了标准的研究工作和试验方案制定，撰写了标准文本和编制说明，广泛征求国内同行及上下游企业的意见。中色（宁夏）东方集团有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司作为参与单位，确认了产品的技术要求，做了部分实验验证，并对标准文件提出了修改意见；中国科学院高能物理研究所、上海科颐维电子科技有限公司、新疆有色金属研究所有限公司作为参与单位和用户单位，通过对镀片产品的质量检测对标准技术要求等进行了验证和确认，反馈并提供了确定标准主要内容的论据和主要实验数据，对标准的修订提出了相关建议和意见。

西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司是国内唯一的钽材研究和生产基地，国家高新技术企业，建有稀有金属特种材料国家重点实验室。公司通过多年的自主技术研发，研制生产出的镀片产品处于国内领先，并制订相应产品及分析检测行业标准。公司钽材研究所主持及参与多项钽及钽合金国家军用标准和行业标准制修订工作。

中色（宁夏）东方集团有限公司主要从事稀有金属钽、铌、钼、钛、银、锡、锆、钨等

高新技术产品的研究、开发和生产，产品广泛应用于航空航天、核工业、电子工业、冶金化工以及大科学工程等领域，是国家重点高新技术企业、世界钽冶炼加工三强企业之一、中国唯一的钽材加工研究基地、国际钽铌研究中心(TIC)的执行委员单位。拥有稀有金属特种材料全国重点实验室、国家钽铌特种金属材料工程技术研究中心、国家级企业技术中心等国家级研发平台 20 余个。多项技术产品实现国产化替代，达到国际先进水平。主导产品超导钽材及钽射频超导腔全球市场占有率 70%以上，钽丝产品全球市场占有率 50%以上，钽粉产品全球市场占有率 25%以上。

中国科学院高能物理研究所是我国从事高能物理、粒子天体物理、加速器物理与技术、射线技术与应用研究的综合性研究基地。高能所开创并推动了中国粒子物理实验、粒子天体物理实验、粒子加速器物理与技术、同步辐射和中子散射技术及应用等学科领域的研究和发展，培养了一批优秀科学家，取得了一批高水平研究成果，研发了许多高技术产品，为国家科技事业发展做出了重大贡献。为进一步满足国家重大战略与基础科学研究需求，高能所在北京市怀柔区建设了一台高性能的第四代同步辐射光源—高能同步辐射光源，填补我国高能区同步辐射装置的空白，为国家重大科技任务开展、工业核心能力提升、基础前沿科学发展提供先进的试验平台。

上海科颐维电子科技有限公司是国内专注高端 X 射线管与核心射线器件研发、设计、制造的高新技术企业。公司深耕低能 X 射线器件领域，产品作为分析检测仪器的核心部件，广泛应用于荧光分析、X 射线成像、厚度与密度测量、衍射分析、医疗检测、工业无损检测等领域。公司具备进出口资质，坚持技术自主创新，致力于打破高端 X 射线器件进口依赖，为科研、医疗、工业检测装备提供稳定可靠的国产核心器件与解决方案，是国内 X 射线管领域的专业制造商与技术服务商。

新疆有色金属研究所有限公司成立于 1958 年 10 月，先后隶属于国家重工业部、冶金工业部、中国有色金属工业总公司。2000 年 8 月作为国家经贸委 10 个国家局直属的 242 个转制科研院所之一下划地方，现为国家发改委《有色金属资源综合利用国家地方联合工程实验室（新疆）》、自治区发改委《新疆维吾尔自治区有色金属资源综合利用工程实验室》，自治区制造业创新中心《新疆有色（稀有）金属制造创新中心》。累计完成国家 863 项目、国家科技支撑计划项目、国家 305 项目、新疆自治区高新技术攻关项目等在内的各类科研项目近 1000 余项，有 92 项获国家及省部级科技成果奖，编制并发布实施的国家标准共计 32 项，行业标准 27 项，企业标准 30 项，拥有有效的发明专利 23 项。

宁夏东方钽业股份有限公司是中色（宁夏）东方集团有限公司下属控股子公司，是中国

有色矿业集团有限公司成员单位。公司主要从事稀有金属钽、铌、钛及其合金等高新技术产品的研发、生产、销售和进出口业务，产品广泛应用于电子、通讯、航空、航天、冶金、石油、化工、体育、医疗、原子能、太阳能等领域。

2. 本标准起草人员及其工作职责

本标准主要起草人：王维一、徐平、谢垚、李军义、田青、马肖、李美岁、孟将、张杰、李舒、吴建江、周小军、王蓓、刘宁、陈方永、陈晓龙、曹赓。

各起草人在本标准编制过程中的工作职责见表 1。

表 1 工作成员及所做工作

起草人	所做工作
王维一、徐平	标准文件和编制说明编写、试验方案确定、样品测试。
邵伟、马肖	标准修订组织协调，标准文件和编制说明内容审核、修改。
李美岁、王蓓、刘宁、孟将、陈晓龙、曹赓	标准文件和编制说明核对，修改建议提出、方法验证等。
谢垚、李军义、田青、王东新、周小军	标准修订指导，技术性建议提出。
张杰、李舒、吴建江、陈方永	标准技术要求、试验方法确认，修改建议提出等。

(四) 主要工作过程

西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司在接到标准修订任务后，成立了标准编制组，召开了标准项目编制启动会议，对标准编写工作进行了部署和分工，主要工作过程经历了以下几个阶段。

1. 立项阶段

2024 年 4 月，西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司向全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分标委提交 YS/T 41-2005《镀片》标准修订的项目建议书、标准草案和立项报告等材料，经全体委员论证同意立项。随后由秘书处组织全体委员网络投票，投票通过后转报给工业和信息化部科技司，并挂网向社会公开征求意见。

2025 年 12 月 29 日工业和信息化部办公厅《关于印发 2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2025〕528 号）的要求，有色金属行业标准《镀片》修订项目由全国有色金属标准化技术委员会负责归口，由西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司负责起草，项目计划编号工信厅科函〔2025〕528 号 2025-1370T-YS，项目周期为 12 个月，完成年限为 2026 年 12 月。

2. 起草阶段

《镀片》标准由西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司负责起草，中色（宁夏）东方集团有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司、中国科学院高能物理研究所、上海科颐维电子科技有限公司、新疆有色金属研究所有限公司等单位参与。

2026 年 1 月，西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司组建了《镀片》编制小组，确定了各成员的工作职能和任务，制定了工作计划和进度安排。

2026 年 1 月至 2026 年 2 月，编制组汇总了镀片产品相关资料，经与参与单位充分沟通，召开了标准起草工作会议。会议讨论了镀片的产品分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件及订货单内容，形成了《镀片》标准文本及编制说明讨论稿。本文件规定了镀片的产品分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件及订货单内容。

3. 征求意见阶段

编制组通过发函，全国有色金属标准化技术委员会将《镀片》征求意见资料在中国有色金属标准质量信息网（www.cnsmq.com）上挂网，向社会公开征求意见。征求意见的单位包括主要生产、经销、使用、科研、第三方检验机构等单位及大专院校，征求意见单位广泛且具有代表性。

（1）2026 年 3 月初编制组对收集到的意见进行整理，共发送《征求意见稿》的单位数 16 个，收到《征求意见稿》后，回函的单位数 16 个，其中有建议或意见的单位数 8 个，详见《标准征求意见稿意见汇总处理表（讨论稿）》。

（2）2026 年 3 月 17 日～20 日由全国有色金属标准化技术委员会主持，在浙江省绍兴市召开标准讨论会，四川大学、西北有色金属研究院、西部超导科技股份有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司等参会单位 30 多位与会专家对《镀片》标准文本及《编制说明》讨论稿充分讨论，提出了修改意见及建议。会后，编制组针对会议提出的各项建议进行了讨论研究，提出具体的修改意见和采纳情况，编制了《标准征求意见稿意见汇总处理表（预审稿）》，并对《镀片》标准文本及《编制说明》讨论稿修改完善后，于 2026 年 5 月初完成了《镀片》标准文本和《编制说明》预审稿。

2026 年 3 月底编制组对收集到的意见进行整理，共发送《征求意见稿》的单位数 16 个，收到《征求意见稿》后，回函的单位数 16 个，其中有建议或意见的单位数 16 个，详见《标准征求意见稿意见汇总处理表（预审稿）》。

（2）2026 年 5 月 19 日～22 日由全国有色金属标准化技术委员会主持，在湖南衡阳市

召开标准讨论会，中科院高能所、宝钛集团有限公司、赣州有色冶金研究所有限公司、上海科颐维电子科技有限公司、厦门钨业股份有限公司、有研工程技术研究院有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、中色（宁夏）东方集团有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司等参会单位 20 多位与会专家对《铍片》标准文本及《编制说明》预审稿充分讨论，提出了修改意见及建议。会后，编制组针对会议提出的各项建议进行了讨论研究，提出具体的修改意见和采纳情况，编制了《标准征求意见稿意见汇总处理表（送审稿）》；并对《铍片》标准文本及《编制说明》预审稿修改完善后，于 2026 年 8 月初完成了《铍片》标准文本和《编制说明》送审稿。

2026 年 5 月底编制组对收集到的意见进行整理，共发送《征求意见稿》的单位数 9 个，收到《征求意见稿》后，回函的单位数 9 个，其中有建议或意见的单位数 9 个，详见《标准征求意见稿意见汇总处理表（送审稿）》。

二、标准的编制原则

（一）符合性

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》进行了编写。

（二）适用性

本文件是对 YS/T 41-2005《铍片》的修订。在充分调研国内外铍片相关产品标准及行业内铍片分析检测实际需求的基础上，进一步规范了铍片的技术要求、试验方法、检验规则。修订后技术内容能够满足当前技术和产业发展，以及行业管理的需要。同时可以实现本行业领域重要产品、工程技术、服务和行业管理标准的科学、规范。

（三）先进性

本文件正是解决当前国家大工程发展之所需，满足我国空间天文台、科学探测卫星等领域重大项目对 X 射线穿过率高的配套产品铍片的各项技术指标检测、检验的标准需求，能够实现稀缺战略铍资源的高效利用和铍产业发展的绿色高质量。

三、标准主要内容的确定及主要试验和验证情况分析

（一）确定标准主要内容的论据

市场对铍片的需求逐步趋向面积尺寸大尺寸化、厚度尺寸超薄化、产品厚度尺寸均匀化、产品表面质量的高要求。为了满足当前技术和产业发展，满足市场新需求以及行业管理的需要，前期通过科技创新和产品研发，目前铍片制备工艺技术有了新突破和较大提升，所制备铍片产品面积尺寸大尺寸化、厚度尺寸超薄化、产品厚度尺寸均匀化、产品表面质量的高要

求，已实现了更新换代。现有的产品标准 YS/T 41-2005《镀片》已不能满足镀片新的技术要求。

近几年，新增规格产品产能在镀片产品中占比逐年递增，目前新增规格产品产能占比已达到 30%。随着新增规格产品产能的提升，镀片产品的应用领域在不断扩大，新增规格产品广泛应用于 X 射线管、探测器、低能光子源、工业电子分析、医学成像、医疗诊断等拓展到空间天文太空 X 射线、科学卫星探测、CT 扫描、去除静电装置、X 射线解析装置、X 射线检查装置、电子显微镜等准时众多领域。

依据市场调研及镀片制备工艺的新突破、技术的较大提升，围绕所制备镀片产品面积尺寸大尺寸化、厚度尺寸超薄化、产品厚度尺寸均匀化、产品表面质量的高要求，确定 YS/T 41-2005《镀片》修订的主要内容是能够完全体现“面积尺寸大尺寸化、厚度尺寸超薄化、产品厚度尺寸均匀化、产品表面质量的高要求”的如下方向：1. 扩大产品厚度范围；2. 增加圆形镀片直径上限；3. 增加矩形镀片规格；4. 扩大厚度范围；5. 增加圆形片和矩形片的厚度要求，并规定其“规格和状态”及“尺寸允许偏差”；6. 增加最能表征镀片表面质量的表面粗糙度的检测及其技术要求及检验方法。本文件与 YS/T 41-2005《镀片》标准相比，修订内容如下：

a) 在规范性引用文件里增加了 GB/T 1958-2017 (外形尺寸及允许偏差检测方法标准)、GB/T 3505-2009 (真空气密性检测方法标准)、GB/T 36176-2018 (粗糙度检测方法标准) 等标准文件（见 2），分别规范了镀片外形尺寸及允许偏差、真空气密性及表面粗糙度的检测方法。

b) 更改了产品厚度范围（见 4.2，YS/T 41-2005 的 3.1.2），范围由 0.02~1.5mm 修改为 0.015~2.0mm；产品厚度范围由 0.02~1.5mm（见表 1）扩大到 0.015~2.0mm（见表 2）。

表 1、表 2 显示：所制备镀片产品厚度尺寸范围明显扩大。

表1 镀片的厚度范围

品种	状态	厚度 mm
圆形片	Y, M	0.02~0.05 （不含 0.05）
	Y, M	0.05~0.1 （不含 0.1）
	Y, M	0.1~0.5 （不含 0.5）
	Y, M	0.5~1.5 （不含 1.5）

矩形片	Y, M	0.02~0.05 (不含 0.05)
	Y, M	0.05~0.1 (不含 0.1)
	Y, M	0.1~0.5 (不含 0.5)
	Y, M	0.5~1.5 (不含 1.5)

表2 镀片的厚度范围

品种	状态	厚度 mm
圆形片	Y, M	0.015~0.02 (不含 0.02)
	Y, M	0.02~0.05 (不含 0.05)
	Y, M	0.05~0.1 (不含 0.1)
	Y, M	0.1~0.5 (不含 0.5)
	Y, M	0.5~1.5 (不含 1.5)
	Y, M	1.5~2.0 (不含 2.0)
矩形片	Y, M	0.015~0.02 (不含 0.02)
	Y, M	0.02~0.05 (不含 0.05)
	Y, M	0.05~0.1 (不含 0.1)
	Y, M	0.1~0.5 (不含 0.5)
	Y, M	0.5~1.5 (不含 1.5)
	Y, M	1.5~2.0 (不含 2.0)

c)更改了圆形片直径（见 4.2，YS/T 41-2005 的 3.1.2），上限由 150mm 修改为 200mm；

圆形片直径上限由 150mm（见表 3）增加到 200mm（见表 4）。

表 3、表 4 显示：所制备镀片面积大尺寸化，圆形镀片产品直径显著增加。

表3 圆形镀片的直径范围

厚度 mm	直径 mm
0.02~0.05 (不含 0.05)	≤50
0.05~0.1 (不含 0.1)	≤100
0.1~0.5 (不含 0.5)	≤100
0.5~1.5 (不含 1.5)	≤150

表4圆形镀片的直径范围

厚度 mm	直径 mm
0.015~0.02 (不含 0.02)	≤25
0.02~0.05 (不含 0.05)	≤50
0.05~0.1 (不含 0.1)	≤100
0.1~0.5 (不含 0.5)	≤100
0.5~1.5 (不含 1.5)	≤150
1.5~2.0 (不含 2.0)	≤200

d)更改了矩形片规格要求(见 4.2, YS/T 41-2005 的 3.1.2), 宽度上限由 100mm 修改为 150mm、长度上限由 200mm 修改为 250mm; 矩形片宽度、长度上限分别由 100mm、200mm (见表 5) 增加到 150mm、250mm。(见表 6)。表 5、表 6 显示: 所制备镀片面积大尺寸化, 矩形镀片产品外形尺寸显著增加。

表5 矩形镀片的规格范围

0.02~0.05 (不含 0.05)	≤50	≤50
0.05~0.1 (不含 0.1)	≤100	≤100
0.1~0.5 (不含 0.5)	≤100	≤150
0.5~1.5 (不含 1.5)	≤100	≤200

表6 矩形镀片的规格范围

厚度 mm	宽度 mm	长度 mm
0.015~0.02 (不含 0.02)	≤25	≤25
0.02~0.05 (不含 0.05)	≤50	≤50
0.05~0.1 (不含 0.1)	≤100	≤100
0.1~0.5 (不含 0.5)	≤100	≤150
0.5~1.5 (不含 1.5)	≤100	≤200
1.5~2.0 (不含 2.0)	≤150	≤250

e)增加了圆形片和矩形片的厚度要求“0.015~0.02 (不含 0.02)”和“1.5~2.0 (不含 2.0)” (见 5.2), 并规定了其“外形尺寸规格”及“尺寸允许偏差”。

镀片工艺技术和制备能力的提升扩大了产品厚度范围, 增加了圆形片和矩形片的厚度要

求（见表 7、表 8），从表 7、表 8 可以看出，增加了圆形片和矩形片的厚度要求“0.015~0.02（不含 0.02）”和“1.5~2.0（不含 2.0）”，并规定了其“外形尺寸规格”及“尺寸允许偏差”。

表 7 圆形铍片的规格和状态、尺寸允许偏差

厚度 mm	允许偏差 mm	直径 mm	允许偏差 mm
0.015~0.02（不含 0.02）	±0.003	≤25	-0.20
0.02~0.05（不含 0.05）	±0.005	≤50	-0.20
0.05~0.1（不含 0.1）	±0.01	≤100	-0.30
0.1~0.2（不含 0.2）	±0.02	≤100	-0.30
0.2~0.5（不含 0.5）	±0.03	≤100	-0.30
0.5~1.0（不含 1.0）	±0.05	≤150	-0.40
1.0~1.5（不含 1.5）	±0.10	≤150	-0.40
1.5~2.0（不含 2.0）	±0.15	≤200	-0.40

表 8 矩形铍片的规格和状态、尺寸允许偏差

厚度 mm	允许偏差 mm	宽度 mm	允许偏差 mm	长度 mm	允许偏差 mm
0.015~0.02（不含 0.02）	±0.003	≤25	±0.20	≤25	±0.20
0.02~0.05（不含 0.05）	±0.005	≤50	±0.20	≤50	±0.20
0.05~0.1（不含 0.1）	±0.01	≤100	±0.30	≤100	±0.30
0.1~0.2（不含 0.2）	±0.02	≤100	±0.30	≤150	±0.40
0.2~0.5（不含 0.5）	±0.03	≤100	±0.30	≤150	±0.40
0.5~1.0（不含 1.0）	±0.05	≤100	±0.30	≤200	±0.45
1.0~1.5（不含 1.5）	±0.1	≤100	±0.30	≤200	±0.45
1.5~2.0（不含 2.0）	±0.15	≤150	±0.40	≤250	±0.45

f) 删除了“铍片的化学成分”中“铍和其它单个金属杂质元素的含量不作分析，为保证值。”内容（见 5.1，YS/T 41-2005 的 3.2）；如表 9 所示：

表 9 铍片的化学成分

Be 含量/% 不小于	杂质含量/% 不大于							
	Fe	Al	Mg	Mn	BeO	Be ₂ C	Si	其它单个金属元素

98	0.15	0.14	0.08	0.02	1.5	0.2	0.07	0.03
----	------	------	------	------	-----	-----	------	------

g)删除了半圆环形镀片及其“规格和状态”、“尺寸允许偏差”(见YS/T 41-2005的3.1.2、3.3.3)。

本文件适用于以纯度不小98%的镀粉为原料,采用真空热压或冷压烧结制成坯锭,经轧制加工所制得的镀片(不包含弧形镀片和半圆环形镀片)。同时鉴于半圆环形镀片制备工艺技术的不稳定性和近年来市场的0需求,本文件删除了半圆环形镀片及其“规格和状态”、“尺寸允许偏差”(见表10、表11)。

表 10 镀片的规格和状态

品种	状态	厚度 mm	直径 mm	宽度 mm	长度 mm	角度	弧长 mm
圆形片	Y, M	0.02~0.05	≤50	—	—	—	—
	Y, M	≥0.05~0.1	≤100	—	—	—	—
	Y, M	≥0.1~0.5	≤100	—	—	—	—
	Y, M	≥0.5~1.5	≤150	—	—	—	—
矩形片	Y, M	0.02~0.05	—	≤50	≤50	—	—
	Y, M	≥0.05~0.1	—	≤100	≤100	—	—
	Y, M	≥0.1~0.5	—	≤100	≤150	—	—
	Y, M	≥0.5~1.5	—	≤100	≤200	—	—
半圆环形	Y, M	0.1~0.5	—	≤50	—	≤270°	≤150
	Y, M	≥0.5~1.5	—	≤30	—	≤270°	≤100

表 11 半圆环形镀片的尺寸允许偏差

厚度 mm	允许偏差 mm	宽度 mm	允许偏 差 mm	角度	允许偏差	弧长 mm	允许偏差 mm
0.1~0.5	±0.03	≤50	±0.20	≤270°	±1.5°	≤150	±0.40
≥0.5~1.0	±0.05	≤30	±0.20	≤270°	±1.0°	≤100	±0.30
≥1.0~1.5	±0.1	≤30	±0.20	≤270°	±1.0°	≤100	±0.30

h)在“表面质量、试验方法、检验规则、判定规则”里增加了表面粗糙度内容(见5.4.1、6.5、7.3、8.5)；

由于产品表面质量的高要求,所制备镀片表面质量有了明显的提升,粗糙度作为产品表面质量高要求的一项重要指标,在标准里的适用性在逐步加强。近年来部分镀片用户提出增加表面粗糙度检测的要求,本文件增加了表面粗糙度技术要求及检验方法。表面粗糙度技术要求及检验方法:产品表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu m$;产品表面粗糙度用粗糙度仪进行检测。抽

取 2 组各 8 个样分别进行了测试，测试数据结果见表 12，从表 12 可以看出，通过轧制制备的镀片，其表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu m$ 。

表 12 镀片表面粗糙度测试数据统计

编号	粗糙度 (μm)	编号	粗糙度 (μm)
CCD-1-1	1.20	CCD-2-1	1.59
CCD-1-2	1.31	CCD-2-2	1.28
CCD-1-3	1.58	CCD-2-3	0.98
CCD-1-4	0.92	CCD-2-4	0.87
CCD-1-5	0.88	CCD-2-5	0.83
CCD-1-6	0.85	CCD-2-6	1.15
CCD-1-7	1.60	CCD-2-7	1.37
CCD-1-8	1.42	CCD-2-7	1.53

i) 在“表面质量”里补充了“厚度小于 0.1mm 的镀片（镀箔）表面允许有因工艺因素残留的轻微的氧化、油痕和污渍”技术要求内容（见 5.4）；由于镀箔厚度太薄，表面采取化洗极易被洗漏，在制备过程中无法进行表面化洗，无法消除其表面因工艺因素残留的轻微的氧化、油痕和污渍等表面缺陷。

j) 更改了“取样”陈述方式，由逐条陈述修改为列表陈述，（见 7.3，YS/T 41-2005 的 5.3）；结果见表 13，从表中可看出，列表陈述条理更清晰、格式更规范。

表13 检验项目及取样

检验项目		取样规定	要求的章条号	试验方法的章条号
化学成分		产品的氧化铍、碳化铍从开坯后的铍板逐批取样分析；铁、铝、硅、镁、锰的含量均按开坯后的铍板数据逐批报出；铍和其它单个杂质元素的含量不作分析，为保证值。	5.1	6.1
外形尺寸及允许偏差		尺寸检验每批抽取定货总片数的 5% 进行。	5.2	6.2
物理性能	密度	密度按批随机抽取 2~3 块开坯后的铍板检验。	5.3	6.3
	气密性	真空气密性的检验，厚度不小于 0.5mm 的铍片，每批抽样不小于 3%；厚度小于 0.5mm 但不小于 0.1mm 的铍片，		6.4

		每批抽样不小于 5%；厚度小于 0.1mm 的铍片，逐片检验不漏光即可。		
表面 质量	表面粗 糙度	表面粗糙度需方有检测要求的每批抽取定货总片数的 5% 进行，需方没有提出表面粗糙度检测要求的则不做检测。	5.4	6.5
	表面 质量	表面质量逐片检验。		6.6

k)更改了取样规定（见 7.3，YS/T 41-2005 的 5.3）：产品的氧化铍、碳化铍从“热压坯料上”修改为从“开坯后铍板上”取样分析；铁、铝、硅、镁、锰的含量均按“铍粉末”数据报出修改为均按“开坯后铍板上”数据报出；

经过轧制的铍材，其化学成分会有一定的变化，对于铍片产品来说其化学成分从“开坯后铍板上”取样分析及数据报出比从“热压坯料上”取样分析及“铍粉末”数据报出更加准确、合理及规范。抽取 5 个样分别进行了主要元素含量测试，测试数据结果见表 14，从表 14 可以看出，Fe、Al、Mg、Mn、BeO、Be₂C、Si 主要元素含量分别不大于 0.15%、0.14%、0.08%、0.02%、1.5%、0.15%、0.07%，Be 含量不小于 98%，符合本文件化学成分的标准要求。

表14主要元素含量测试及Be含量推算统计

编号	主要元素含量/%（测试）及Be含量/%（推算）							
CF-1	Fe	Al	Mg	Mn	BeO	Be ₂ C	Si	Be
	0.12	0.11	0.06	0.02	1.4	0.13	0.04	98.24
CF-2	0.13	0.12	0.05	0.015	1.3	0.16	0.06	98.37
	0.11	0.13	0.06	0.009	1.1	0.18	0.04	98.49
CF-3	0.12	0.11	0.07	0.008	1.4	0.15	0.03	98.18
	0.14	0.12	0.04	0.007	1.2	0.15	0.02	98.38
CF-4	0.11	0.12	0.06	0.01	1.3	0.11	0.06	98.31
	0.12	0.13	0.07	0.018	1.3	0.14	0.05	98.24
CF-5	0.13	0.08	0.02	0.013	1.4	0.12	0.04	98.31
	0.09	0.09	0.03	0.016	1.2	0.17	0.03	98.51

修订后技术内容为了能够满足当前技术和产业发展，以及行业管理的需要；同时可以实现本行业领域重要产品、工程技术、服务和行业管理标准的科学，对如下内容进行了规范性修订：

1)更改了本文件范围的表述，由“本标准规定了铍片的要求、试验方法、检验规则、判定规则及标志、包装、运输、贮存及订货单内容。”修改为“本文件规定了铍片的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、判定规则和标志、包装、运输、贮存及订货单内容。”（见 1，YS/T 41-2005的1）；

- m)增加了“术语和定义”，（见3）；
- n)更改了“产品厚度”的表达方式，由“ $h \geq h_1 \sim h_2$ ”修改为“ $h_1 \sim h_2$ （不含 h_2 ）”，（见4.2、5.2，YS/T 41-2005的3.1.2、3.3）；
- o)“产品分类”独立成章，（见4，YS/T 41-2005的3.1）；
- p)更改了“标记及示例”的表述，另外，产品标记及示例中产品名称由“片”修改为“镀片”，（见4.3，YS/T 41-2005的3.1.3）；
- q)更改了“产品要求”的称谓及章序，由“要求”修改为“技术要求”，章序由“3”修改为“5”（见5，YS/T 41-2005的3）；
- r)在技术要求里增加了“物理性能”，将“表面质量”中“产品密度”和“产品真空气密性”列入“物理性能”，（见5.3，YS/T 41-2005的3.5、3.6）；
- s)更改了章序，将“实验方法”的章序由“4”修改为“6”，（见6，YS/T 41-2005的4）；
- t)更改了章序，将“检验规则”的章序由“5”修改为“7”，（见7，YS/T 41-2005的5）；
- u)更改了产品判定规则的称谓及章序，由“检验结果的判定”修改为“判定规则”，并独立成章，章序由“5”修改为“8”，（见8，YS/T 41-2005的5）；
- v)在“标志、包装、运输、贮存”中增加了“随行文件”，并更改了所属章序，所属章序由“6”修改为“9”，（见9，YS/T 41-2005的6）；
- w)更改了“标志”规范内容，由“产品应包装成盒，每盒上应注明：供方名称、产品名称。”修改为“产品应包装成盒，每盒上应注明：供方名称、产品名称、批号、数量、出厂日期。”，（见9.1，YS/T 41-2005的6.1）；
- x)更改了“包装、运输、贮存”规范内容，由“产品用酒精（或丙酮）清洗干净，干燥后，用塑料袋包装，严密封口后放置于铝盒中，铝盒再用木盒包装，并放入干燥剂，期间用泡膜塑料填实。”修改为“产品用酒精（或丙酮）清洗干净，干燥后，用塑料袋包装，每片分格抽空塑封，严密封口后放置于塑料盒中，塑料盒再用木盒包装，并放入干燥剂，期间用泡膜塑料填实。”，（见9.2，YS/T 41-2005的6.2）；
- y)更改了“订货单内容”规范内容，由“订购本标准所列材料的订货单（或合同），应包括下列内容：”修改为“需方可根据自身的需要，在订购本文件所列产品的订货单内，列出如下内容：”，（见10，YS/T 41-2005的7）。

（二）主要实验数据

1. 针对镀片产品，按本文件规定的方法，对主要技术指标进行了验证，由于工艺技术的进步，

镀片产品厚度尺寸范围明显扩大，外形尺寸显著增加，表面质量有了明显的提升，具体检测、验证结果如表 16~表 18 所示：

表 16 镀片产品厚度尺寸范围验证数据

编号	厚度 mm	尺寸偏差 mm	编号	厚度 mm	尺寸偏差 mm
HD-1-1	0.015	+0.003/-0.002	HD-2-1	2.0	±0.15
HD-1-2	0.016	±0.004	HD-2-2	1.8	+0.14/-0.12
HD-1-3	0.017	+0.004/-0.005	HD-2-3	1.6	±0.13
HD-1-4	0.015	±0.004	HD-2-4	1.7	+0.13/-0.12
HD-1-5	0.018	±0.004	HD-2-5	1.8	+0.14/-0.15
HD-1-6	0.019	+0.005/-0.004	HD-2-6	1.9	±0.14
HD-1-7	0.016	±0.003	HD-2-7	1.7	+0.12/-0.13
HD-1-8	0.018	+0.004/-0.003	HD-2-8	1.8	±0.12

表 17 镀片产品面积尺寸范围验证数据

编号	直径 mm	尺寸偏差 mm	编号	宽度 mm	尺寸偏差 mm	长度 mm	尺寸偏差 mm
MJ-1-1	152	-0.34	MJ-2-1	105	+0.32/-0.33	220	±0.42
MJ-1-2	166	-0.35	MJ-2-2	111	+0.34/-0.32	216	+0.42/-0.43
MJ-1-3	178	-0.32	MJ-2-3	123	±0.35	245	+0.44/-0.45
MJ-1-4	185	-0.38	MJ-2-4	145	+0.39/-0.40	250	±0.45
MJ-1-5	197	-0.40	MJ-2-5	150	+0.40/-0.38	238	+0.44/-0.43
MJ-1-6	190	-0.35	MJ-2-6	128	±0.37	249	+0.42/-0.44
MJ-1-7	185	-0.38	MJ-2-7	147	±0.34	231	+0.41/-0.43
MJ-1-8	200	-0.40	MJ-2-8	136	+0.35/-0.36	215	±0.41

表 18 铍片表面质量验证数据

编号	厚度 (mm)	粗糙度 (μm)	气密性 ($\text{Pa} \cdot \text{l/s}$)
ZL-1	2.0	1.45	1.3×10^{-6}
ZL-2	1.5	1.32	1.7×10^{-6}
ZL-3	1.0	1.21	2.1×10^{-6}
ZL-4	0.8	0.95	2.4×10^{-6}
ZL-5	0.5	1.1	2.8×10^{-6}
ZL-6	0.3	1.15	1.2×10^{-5}
ZL-7	0.2	1.2	2.5×10^{-5}
ZL-8	0.1	1.6	2.9×10^{-5}

2. 分析结论

由表 16~表 18 的实验数据分析,标准中规定的技术要求科学合理,规定的铍片的规格和范围、尺寸允许偏差、粗糙度及气密性等逐一核对适用技术要求且合理可行。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利。

依据 GB/T 20003.1-2014《标准制定的特殊程序 第一部分：涉及专利的标准》（2014 年 5 月 1 日实施）中关于专利披露的要求及实操细则,专利需披露的先决条件是所涉专利为“必要专利”——即实施该标准必须使用的专利,若不使用则无法生产出符合标准的产品。编制说明（讨论稿）“标准中涉及专利的情况”章节所列的 2 项专利（见编制说明（讨论稿）四、标准中涉及专利的情况）均为工艺方法专利,而非产品专利,且均不属于上述“必要专利”范畴,即实施本标准无需使用该两项专利,不使用也完全可生产出符合标准的产品。因此,编制说明（讨论稿）中列出的 2 项专利已取消,本标准不涉及专利。

五、预期达到的社会效益等情况

标准实施后,铍片制备工艺将会出现新突破、技术将有更大的提升,所制备铍片产品逐步大尺寸化、超薄化,铍片产品将逐步实现升级换代。铍片产品的升级换代将整体提升铍片产品的制备技术,使国内铍片生产工艺迈上一个新的台阶,将填补国内科学探测卫星等高新

技术领域用镀片制备技术的空白，同类技术达到了国外先进水平。实现科学探测卫星等高新技术领域用镀片的国产化与产业化，解决我国科学探测在相关基础材料领域里的技术瓶颈。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

无。

七、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的技术内容与现行相关法律、法规和强制性国家标准没有冲突。在标准修订过程中充分考虑到了国内外镀片相关产品标准的技术内容，修订后厚度尺寸、面积尺寸、表面质量、表面粗糙度、密度、真空气密性的测定范围完全覆盖了目前所有可能出现的镀片样品，能够与国内外现行的镀片产品标准配套使用。本标准内容全面、条款详细、格式规范，符合 GB/T 1.1-2020 的相关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

根据标准化法和有关文件规定，建议本标准性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

（一）在标准实施前应保证标准文本在镀片相关生产和应用单位及检测机构中有充足的供应，这是保证新标准贯彻实施的基础。

（二）针对标准使用的不同对象，有侧重地开展标准的宣贯培训，以保证标准的贯彻实施。

（三）对于标准使用过程中出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

（四）建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行有关标准的建议

建议废止 YS/T 41-2005《镀片》。

十二、其他应予以说明的事项

无。

《镀片》标准修订编制组

2026.8