

《烧结金属衬套 径向压溃强度的测定》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1 任务来源

本项目是根据国家标准化管理委员会国标委发【2025】43号“国家标准委关于下达2025年第七批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知”，项目名称“烧结金属衬套 径向压溃强度的测定”进行修订，计划编号20253884-T-604，主要起草单位：合肥波林新材料股份有限公司、东睦新材料集团股份有限公司、有研增材技术有限公司、合肥工业大学、华南理工大学、南京理工大学、陕西亿创钛锆检测有限公司，项目周期12个月。

2 主要工作过程

起草阶段：2025年8月，该项目成立了《烧结金属衬套 径向压溃强度的测定》标准编制组，明确了起草人和任务，制定了工作计划及制定原则。2025年9月~11月，编制组收集相关信息，查阅国内外相关资料，经过初步讨论和修改，完成了标准的草案稿。2025年12月~2026年2月，标准编制组对国内外烧结金属衬套径向压溃强度测定方法进行了充分调研，并选取多种烧结金属衬套样品分送多家单位进行了测试验证工作，起草了标准的工作组讨论稿。后经修改完善形成了标准征求意见稿提交标分会秘书处。

主要讨论和修改内容：

（1）草案稿修改采用ISO 2739:2012

国家标准GB/T 6804-2008，修改采用ISO 2739:2006,MOD。ISO 2739当前有效版本为ISO 2739:2012，因此，草案稿修改采用ISO 2739:2012。

（2）引用文件“GB/T 8170-1987 数值修约规则”修改为“GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定”

国家标准GB/T 8170当前有效版本为GB/T 8170-2008，标准名称也发生了变化，因此，引用文件“GB/T 8170-1987 数值修约规则”修改为“GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定”。

（3）重新规定了试验的加载速率

ISO 2739:2012规定试验的加载速率“以不超过5 mm/min的速率（压板速度）缓慢施加径向载荷”，草案稿中采用ISO 2739:2012的规定，做出对应的修改，提升标准的可操作性。

（4）纠正“精确性说明”部分的翻译错误

国家标准GB/T 6804-2008中，“精确性说明”存在翻译错误，关键词语翻译阐明如下：

repeatability (r)在GB/T 6804中被翻译为“重复性实验标准（偏）差（r）”。根据GB/T 6379.1-2004《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）》第1部分 总则与定义》（ISO 5725-1:1994, IDT）；第3.13条，“重复性”是一个专业术语，英文为repeatability，意思是，在重复性条件下的精密度；该术语含义和英文均与GB/T 6804-2008相同，但“重复性”没有规定用某个符号表示。GB/T 6379.1-2004，第3.14条，规定了“重复性条件”，英文为：Repeatability conditions，含义是：在同一实验室，由同一操作员使用相同的设备，按相同的测试方法，在短时间内对同一被测对象相互独立进行的测试条件；第3.16条，规定“重复性限”，英文为：Repeatability limit，含义是：一个数值，在重复性条件下，两个测试结果的绝对差小于或等于此数的概率为95%（引自GB/T 3358.1-1993），并明确指出，重复性限用r来表示。因此，ISO 2739:2012中的repeatability (r)，宜翻译为重复性限（r）。

reproducibility (R)在GB/T 6804中被翻译为“复现性标准偏差（R）”，GB/T 6379.1-2004，第3.17条，再现性：reproducibility，在再现性条件下的精密度；第3.18条，再现性条件：reproducibility conditions，在不同的实验室，由不同的操作员使用不同设备，按相同的测试方法，对同一被测对象相互独立进行的测试条件；第3.20条，再现性限：reproducibility limit，一个数值，在再现性条件下，两个测试结果的绝对差小于或等于此数的概率为95%（引自GB/T 3358.1-1993）；再现性限用R来表示。因此，ISO 2739:2012中的reproducibility (R)，宜翻译为再现性限（R）。

（5）试验要求，增加“淬火产品，脆性较大，增加安全防护装置，如金属网帘”

工程上通常按伸长率的大小把材料分成两大类，伸长率 $\delta > 5\%$ 的材料称为塑性材料，如碳钢、黄铜、铝合金等；而把伸长率 $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料。国家标准 GB/T 19076-2022（ISO 5755: 2012, IDT）《烧结金属材料规范》给出了多种烧结金属材料的伸长率数值，大部分烧结状态的烧结金属材料伸长率 $\delta < 5\%$ ，热处理状态的烧结金属材料，伸长率均 $\delta \leq 1\%$ 。因此，大部分烧结金属材料属于脆性材料，特别是热处理状态（淬火）产品，脆性较大，增加安全防护装置，以避免对操作人员或其它物品造成伤害。

3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准主要起草单位：合肥波林新材料股份有限公司、东睦新材料集团股份有限公司、有研增材技术有限公司、合肥工业大学、华南理工大学、南京理工大学、陕西亿创钛锆检测有限公司。

主要成员：李其龙、徐 伟、毛增光、王林山、程继贵、肖志瑜、申小平、魏江雯。

所做的工作：李其龙任组长负责标准修订以及与相关单位组织协调等工作；徐 伟、毛增光、王林山、程继贵、肖志瑜、申小平、魏江雯等负责资料收集、现状调研、方法研究、标准草案撰写及测试方法验证等工作。

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准格式按照 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》要求进行编写。

本标准遵循科学性、先进性、统一性和合理性的原则，以国内企事业单位的实际情况为前提，兼顾方法的实践性、适应性和规范性，便于方法的推广应用和标准的贯彻实施。

2 标准主要内容

本文件描述了圆筒形烧结金属衬套径向压溃强度的测定方法。

本文件适用于纯金属粉末或合金粉末制成烧结衬套的测试。

3 主要技术差异

与 GB/T 6804-2008 对比，主要差异有如下几个部分：

（1）修改了规范性引用文件（见第2章）

引用文件“GB/T 8170-1987 数值修约规则” 修改为“GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定”。

（2）增加了试验负荷测量装置的精度要求（见4.2）

增加负荷测量装置的精度要求：精度和读数可识别到满量程的0.1%，应使用可提供可测量结果的最低测试量程。

（3）增加了加载板的要求（见4.3）

两块足够大的经过热处理硬化并进行过平面磨加工的钢板，可固定在压板上并保持平行，测试样品置于两平板之间。

（4）修改了试样尺寸测量的要求（见6.1，2008版6.1）

试样尺寸测量的要求，与 ISO 2739:2012 保持一致。

（5）修改了试验的加载速率要求（见6.3，2008版6.2.1）

ISO 2739:2012 规定试验的加载速率“以不超过5 mm/min的速率（压板速度）缓慢施加径向载荷”，草案稿中采用 ISO 2739:2012 的规定，做出对应的修改，提升标准的可操作性。

（6）增加了“淬火产品，脆性较大，宜增加安全防护装置，如金属网帘”（见6.3）

大部分烧结金属材料属于脆性材料，特别是热处理状态（淬火）产品，脆性较大，宜增加安全防护装置，以避免对操作人员或其它物品造成伤害。

（7）修订了负载的测量值精度（见 6.4，2008 版 6.2.2）

采用 ISO 2739:2012 负载的测量值应精确到压溃负荷的 0.1%。

（8）修改了“精确性说明”（见 8，2008 版 9）

GB/T 6904-2008 第 9 条“精确性说明”存在翻译错误，草案稿进行了重新翻译。

4 解决的主要问题

本标准于 1986 年首次发布，2002 年第一次修订，2008 年第二次修订，本次为第三次修订。原标准的科学性和规范性已不能满足现行的技术需求。本次修订，修改采用 ISO 2739:2012，解决了原标准老化的问题，通过规范标准的文档结构和表达方式，修订了规范性引用文件、试样尺寸测量要求、加载速率要求、负载的测量值精度、精确性说明等要求，增加了试验负荷测量装置的精度、加载板、安全防护装置等要求，使测定方法更加科学规范、具有更强的指导性。

三、主要试验（或验证）情况

标准编制组组织并实施了试验验证，试验验证邀请了 3 家单位，抽取不同牌号的烧结金属衬套进行测试，检测项目为径向压溃强度，测试依据为《烧结金属衬套 径向压溃强度的测定》（工作组讨论稿）。

1 仪器设备

采用微机控制电子式万能材料试验机；精度等级：1 级；最大试验力为 100KN，试验速度调节范围：0.05-200mm/min，缓慢施加径向载荷。试样的长度、外径、壁厚采用游标卡尺检测。

2 试样规格

试样由合肥波林新材料股份有限公司制备，采用模具压制成型，根据 ISO 2739:2012 的要求，试样采用的标准为 MPIF 55，1998：《粉末冶金试验试样的径向压溃强度测定》。根据 MPIF 55，1998，推荐的试样尺寸为：

外径，D：20-51 毫米；

内径，d：13-25 毫米；

长度，L：6-25 毫米。

模具采用波林股份现有产品模具，模具编号 A1061-10，拟压制样件尺寸为 $\phi 32 * \phi 20 * 10$ ，

符合 MPIF 55, 1998 的规定。

3 试样材料

根据 MPIF 55, 1998, 三种材料为 CTG-1001-K23 、 FC-1000-K20、 FC-0208-50, 试验选取 FC-1000-K20、 FC-0208-50 牌号, 经查询 MPIF 相关标准, 材料的成分如下:

FC-1000-K20, Cu 9-11%, 石墨 0.0-0.3, 其余为铁, 干密度为 5.96g/cm^3 ;

FC-0208-50, Cu 1.5-3.9%, 石墨 0.6-0.9, 其余为铁; 干密度为 6.76g/cm^3 ;

波林股份按照 FC-1000-K20 (Cu 10%, 石墨 0.3%, 余量为铁)、 FC-0208-50 (Cu 3%, 石墨 0.8%, 余量为铁), 进行试样的制作, 实测 FC-1000-K20, 烧结干密度约 5.83g/cm^3 ; FC-0208-50, 烧结干密度为 6.82g/cm^3 。

4 试验过程

试验程序和试验参数按照《烧结金属衬套 径向压溃强度的测定》(工作组讨论稿)中相关规定执行:

(1) 负荷测量装置, 精度和读数可识别到满量程的 0.1%。

(2) 试验速度选择 2mm/min 的速率(压板速度)。

(3) 清洁试样表面的油污, 测量试样的外径、内径和长度, 误差控制在 0.5%以内。

对于试样外径小于 10 mm, 外径测量精确到 0.05mm。

对于试样内径小于 10 mm, 内径测量精确到 0.05mm。

对于试样长度为 $\geq 2\text{ mm}$ 且 $< 10\text{mm}$, 长度测量精确到 0.05 mm。

对于试样长度为 $< 2\text{mm}$, 长度测量精确到 0.01 mm。

完成规定的试验后, 最大压溃负荷与圆筒形试样尺寸的关系式计算径向压溃强度, 按 GB/T 8170-2008 的规定修约至个位。

4、结果与讨论

5 家单位对 FC-1000-K20、 FC-0208-50 材料的烧结金属衬套进行了测试, 每家试验要求至少有 5 个有效试验数值, 其测试结果见表 1 和表 2 的数据。计算表 1 和表 2 数据的重复性限和再现性限, 并与 MPIF 标准 55, 1998: 《粉末冶金试验试样的径向压溃强度测定》精确性数据进行对比, 详细数据见表 3, 通过对比可以发现, 两者的数据很接近。

验证试验表明: 本标准规定的试验方法可以满足烧结金属衬套径向压溃强度的测定, 测试后的数据可以作为产品质量监督的依据。

表 1 材料 FC-1000-K20 的测试结果

序号	测试单位	外径 mm	内孔 mm	长度 mm	最大压溃负荷 KN	压溃强度 MPa
1	A	32.25	5.88	10.01	5.369	409.09
		32.24	5.88	9.98	5.353	408.94
		32.22	5.87	10.02	5.51	420.52
		32.22	5.87	10.01	5.634	430.41
		32.19	5.89	10.01	5.800	439.26
2	B	32.2	5.88	10.02	5.387	409
		32.22	5.86	10.00	5.457	419
		32.22	5.88	9.98	5.530	422
		32.22	5.88	10.00	5.651	431
		32.2	5.90	10.02	5.767	435
3	C	32.21	5.88	10.03	5.265	399.75
		32.22	5.88	10.03	5.4309	412.51
		32.21	5.88	10.03	5.522	419.27
		32.21	5.88	10.06	5.5633	421.14
		32.23	5.87	10.04	5.5524	423.07
4	D	32.14	5.82	10.02	5653	438.4
		32.18	5.81	9.93	5124	403.1
		32.18	5.87	10.01	5219	398.1
		32.17	5.91	9.99	5222	393.0
		32.23	5.92	10.00	5557	417.2
5	E	32.22	10.08	5.85	5.452	416.77
		32.21	10.03	5.85	5.724	439.57
		32.22	10.05	5.86	5.492	419.48
		32.4	10.04	5.86	5.472	421.23
		32.22	10.05	5.85	5.670	434.73

表 2 材料 FC-0208-50 的测试结果

序号	测试单位	外径 mm	内孔 mm	长度 mm	最大压溃负荷 KN	压溃强度 MPa
1	A	32.11	5.87	10	11.138	848.19
		32.1	5.88	10.06	11.373	857.34
		32.1	5.88	10.02	11.465	867.73
		32.1	5.88	10.03	11.521	871.1
		32.1	5.88	10.03	11.645	880.47
2	B	32.12	5.9	10.02	11.453	861
		32.1	5.88	10.00	11.388	864
		32.12	5.9	10.00	11.578	872
		32.12	5.9	10.06	11.756	880
		32.1	5.88	10.02	11.766	891
3	C	32.06	5.87	10.03	11.1531	845.19
		32.08	5.89	10.00	11.2759	851.25
		32.1	5.88	10.01	11.4075	864.24

		32.1	5.88	10.00	11.5556	876.34
		32.08	5.87	10.04	11.6273	880.92
4	D	32.02	5.77	9.92	11406	906.6
		32.04	5.82	9.94	11537	898.4
		32.00	5.77	9.94	11353	899.9
		32.05	5.76	9.93	11239	896.9
		32.01	5.78	9.91	11315	896.4
5	E	32.09	10.04	5.88	11.920	900.03
		32.09	10.07	5.87	11.116	839.99
		32.08	10.04	5.86	11.574	880.21
		32.09	10.05	5.87	11.626	880.28
		32.08	10.03	5.86	11.378	866.17

表 3 重复性限和再现性限对比

材料	MPIF 标准 55, 1998			验证试验		
	K	r	R	K	r	R
FC-1000-K20	400	34	45	419	35.5	36.7
FC-0208-50	785	48	48	875	40.6	54.5

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准规定了烧结金属衬套径向压溃强度的测定方法，该测定方法能够满足各主要应用领域中的烧结金属衬套径向压溃强度的检测，能够为使用单位以及第三方检测机构提供科学可靠的测定方法。

修订后的标准将提高烧结金属衬套径向压溃强度测定的科学性，提高其测定的准确性，从而帮助使用单位提高产品的质量水平。

修订后的标准将提高测定方法和要求的规范性，有助于减少产品质量测定差异，有效减少供应商和客户之间因测定差异造成的纠纷。

通过对本标准的修订和实施，能够进一步促进行业发展，将产生巨大的经济效益和社会效益。

六、与国际、国外对比情况

本标准修改采用 ISO 2739:2012 标准。

本标准制定过程中未测试国外的样品、样机。

本标准水平为国际先进水平。

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

本专业领域标准体系框图见附图。

本标准属于“粉末冶金制品”下的“铁铜基材料及制品”。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准实施后，代替 GB/T 6804-2008。

十二、其他应予说明的事项

无。

粉末冶金制品标准体系框图

