



中华人民共和国国家军用标准

FL 6210

GJB 2299A—2005

代替 GJB 2299—1995

喉衬用钨渗铜制品规范

Specification for copper-infiltrated tungsten for rocket nozzle

2005—12—12 发布

2006—05—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

前 言

本规范代替 GJB 2299—1995《喉衬用钨渗铜制品规范》。

本规范与 GJB 2299—1995 相比的主要变化如下：

- 增加了规范性引用文件；
- 调整了两个牌号的化学成分和密度；
- 调整了断裂韧度指标；
- 修改了高温拉伸试样的外形尺寸；
- 修改了复验和判定规则；
- 增加了渗透检验表面要求；
- 增加了密度测量方法试验要求；
- 增加了密度测定结果数据修约；
- 增加了术语和定义。

本规范中的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 为规范性附录。

本规范由国家经贸委军品配套办公室提出。

本规范由冶金工业信息标准研究院归口。

本规范起草单位：钢铁研究总院、066 基地设计所、航天科技集团公司四院 43 所、冶金工业信息标准研究院。

本规范主要起草人：牟科强、邝用庚、唐安清、甘 乐、伍晓峰、原选民、戴 强。

本规范于 1995 年首次发布。

喉衬用钨渗铜制品规范

1 范围

本规范规定了喉衬用钨渗铜制品的要求、质量保证规定、交货准备等。
本规范适用于固体火箭发动机的喷管喉衬用钨渗铜制品(以下简称制品)。其他用途的钨渗铜制品可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 228-1987 金属拉伸试验方法
- GB/T 467-1997 阴极铜
- GB/T 3458-1982 钨粉技术条件
- GB/T 4161 金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验法
- GB/T 4338 金属材料 高温拉伸试验
- GB 4792 放射卫生防护基本标准
- GB/T 8170 数值修约规则
- GB 16357 工业 X 射线探伤放射卫生防护标准
- JB/T 4107.2 电触头材料化学分析方法 铜钨中铜含量的测定(碘量法)
- QJ 3186 航天用钨渗铜制品无损检测内部缺陷的判定

3 要求

3.1 材料

3.1.1 原材料

制造制品用的钨粉纯度应符合 GB/T 3458-1982 中 FW-1 牌号要求;铜的化学成分应符合 GB/T 467-1997 中标准阴极铜 Cu-CATH-2 牌号要求。

3.1.2 牌号、化学成分及密度

3.1.2.1 制品的牌号、化学成分及密度应符合表 1 规定。

表 1 制品的牌号、化学成分及密度

牌号	含铜质量百分数 α %	钨骨架相对密度 ^a r %	材料密度 ρ g/cm ³	材料相对密度 ^a R %
W-10Cu	8.0~12.0	77.0~82.0	16.5~17.5	≥97.0
W-7Cu	6.0~9.0	82.0~86.0	17.0~18.0	
^a 供方提供实测数据。				

3.1.2.2 根据需方要求，经供需双方协商，可调整表 1 中铜含量范围。

3.2 力学性能

制品的力学性能应符合表 2 的规定。

表 2 制品的力学性能

牌号	抗拉强度 σ_b , MPa		断裂韧度 K_{IC} , MPa·m ^{1/2}
	室温	800℃	
W-10Cu	≥300	≥150	15~18
W-7Cu	≥300	≥200	13~15
断裂韧性数据仅供设计参考, 不作验收指标。			

3.3 无损检验

根据需方要求, 制品的内部缺陷(裂纹、孔洞、夹杂和渗铜不均), 可使用超声波、X 射线或 γ 射线检查, 合格界限由供需双方参照 QJ 3186 标准协商确定。

3.4 外观质量

- 3.4.1 制品毛坯表面不应有目视可见的裂纹。
- 3.4.2 制品加工至成品后, 表面的孔洞和渗铜不均的要求由供需双方协商。
- 3.4.3 要求超声波和射线检验的制品, 表面粗糙度 Ra 应达到 3.2 μ m。
- 3.4.4 要求渗透检验的制品, 表面粗糙度 Ra 应达到 0.8 μ m。

3.5 制品标志

每件制品都应标记编号或每炉制品都应标记炉号。

3.6 尺寸

制品尺寸应符合订货图纸要求。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下:

- a) 首件检验;
- b) 质量一致性检验。

4.2 首件检验

下列情况需进行首件检验:

- a) 制品转厂生产;
- b) 主要原料、生产工艺、生产设备改变;
- c) 制品停产 12 个月后恢复生产;
- d) 使用过程中制品出现了严重质量问题;
- e) 合同中有规定时。

首件检验的检验项目、取样数量、取样部位以及相应要求和检验方法应符合表 3 的规定。

4.3 质量一致性检验

4.3.1 组批规则

同一批原料、同一工艺、同一炉烧结的钨渗铜制品为一炉。同一批原料、同一工艺生产的钨渗铜制品为一批。

4.3.2 检验项目、取样数量和取样部位

制品的质量一致性检验项目、取样数量、取样部位以及相应要求和检验方法应符合表 3 的规定。需方检验项目按相关技术文件规定执行。

4.3.3 复验与判定规则

4.3.3.1 化学成分

当化学成分检验不合格时, 允许逐件或逐炉复验。采用 GB/T 223.18 或 JB/T 4107.2 标准规定的方

法进行检验；若复验合格，则该件或该炉制品合格。

4.3.3.2 密度

制品的材料密度不合格时，允许逐件或逐炉复验。逐件测量的制品，若检验结果不合格，则该件制品判为不合格；逐炉测量的制品，应加倍取样复验，若复验结果有一个不合格，则该炉制品判为不合格。

4.3.3.3 抗拉强度

试样的抗拉强度检验不合格，允许在制品上重新取样检验，以制品上取样的结果为该批(炉)制品的判定依据。若不能在制品上取样的，可再取两组随炉试样复验，若其中一组试样(3个试样的平均值)不合格，则该批(炉)制品不合格。

4.3.3.4 无损检验

无损检验不合格的制品，可重新渗铜后再进行检验，符合要求者判为合格品。

4.3.3.5 外观质量和尺寸

外观质量和尺寸不合格的制品，如可以超差使用，须由需方认可后交货。

4.3.3.6 标志

制品标志不合格时，允许重新作标记，合格者交货。

表 3 检验项目、取样数量及取样部位

序号	检验项目		首件检验	质量一致性检验	取样数量	取样部位	要求章条号	检验方法章条号
1	化学成分		●	●	逐件或逐炉 ^a	制品	3.1.2	4.4.1
2	密度	钨骨架相对密度	■	■	逐件或逐炉 ^a	烧结坯及制品	3.1.2	4.4.1
		材料相对密度	■	■				
		材料密度	●	●				
3	室温拉伸		●	●	3 根/批(炉)	随炉试样	3.2	4.4.3.1
4	高温拉伸		●	●	3 根/批(炉)	随炉试样	3.2	4.4.3.1
5	断裂韧度		●	—	3 根/批(炉)	随炉试样	3.2	4.4.3.2
6	无损检验		○	○	逐件	制品	3.3	4.4.4
7	外观质量		●	●	逐件	制品	3.4	4.4.5
8	制品标志		●	●	逐件	制品	3.5	4.4.5
9	尺寸		●	●	逐件	制品	3.6	4.4.6
注：● 必检项目；■ 供方检验项目；○ 供方和需方协商检验项目；— 不检项目。								
^a 出厂检验时，单件重量大于 1000g 的制品逐件检验；单件重量小于 1000g 的制品按炉抽检，每炉任取多件，使抽取样的总重量达到 1000g 以上。								

4.4 检验方法

4.4.1 化学成分

过程检验采用附录 A 规定的方法；制品检验采用化学分析方法，按 GB/T 223.18 或 JB/T 4107.2 规定的方法之一进行(允许的测量偏差为±2.0%)。

4.4.2 密度

制品密度(包括钨骨架相对密度、材料密度和材料相对密度)测量方法按附录 A 规定，制品检验材料密度允许的测量偏差量为±0.2g/cm³。

4.4.3 力学性能

4.4.3.1 拉伸

室温拉伸试验方法按 GB/T 228—1987 标准规定；高温拉伸试验方法按附录 B 规定。

4.4.3.2 断裂韧度

断裂韧度测量方法按附录 C 规定。

4.4.4 无损检验

4.4.4.1 超声波检验方法按附录 D 规定。

4.4.4.2 X 射线检验方法按附录 E 规定。

4.4.4.3 γ 射线检验方法按附录 F 规定。

4.4.5 外观质量与制品标志

制品的外观质量与制品标志用目视检查。

4.4.6 尺寸

制品的尺寸用精度不低于 0.5mm 的量具进行检查。

5 交货准备

5.1 包装与贮存

制品用坚固木箱或铁桶包装，用防震材料加以保护。运输和贮存中应小心轻放，防水防潮，严禁酸、碱、盐等腐蚀物质接触。

5.2 标志

每包(或桶)均应带有标牌，注明制品牌号和批号。

5.3 质量证明书

每批制品应附有符合本规范和相关技术文件规定的质量证明书。质量证明书应包括以下内容：

- a) 供方名称；
- b) 需方名称；
- c) 合同号；
- d) 本规范编号；
- e) 牌号；
- f) 炉号、批号、规格、数量；
- g) 制品编号及规范中所规定的各项检验结果(包括参考性指标)；
- h) 供方有关部门的印记；
- i) 发货日期或生产日期。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的喉衬用钨渗铜制品用于制造固体火箭发动机的喷管喉衬，也适用于制造其他用途的钨渗铜制品。

需方可根据发动机的技术要求，如推进剂配方、工作时间及内弹道性能等，选用不同牌号的钨渗铜制品。对抗热震开裂要求较高的喉衬，推荐采用 W-10Cu 牌号。

6.2 订购文件中应明确的内容

订购文件应规定下列内容：

- a) 本规范的编号；
- b) 牌号、规格、数量；
- c) 力学性能；
- d) 无损检验；
- e) 外观质量；
- f) 特殊技术要求。

6.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

6.3.1

钨渗铜 copper-infiltrated tungsten

用钨粉做原料，经成型、烧结等工艺而成的具有一定孔隙度的钨基骨架，然后利用毛细现象渗铜，所制得的钨—铜两相假合金。

6.3.2**钨骨架相对密度 relative density of tungsten skeleton**

钨烧结坯密度和钨的理论密度的比值。

6.3.3**材料相对密度 relative density of material**

材料被钨、铜两相的体积填充比率，反映了钨渗铜制品的致密度。

6.3.4**裂纹 crack**

钨渗铜制品中钨骨架的线性非结合界面。

6.3.5**孔洞 hole**

钨渗铜制品中未被钨和铜填充的宏观区域，出现在制品表面的为深度大于 0.5mm 的凹坑。

6.3.6**渗铜不均 inhomogenous infiltration of copper**

钨渗铜制品内部或者表面表现的铜的不均匀分布。

附录 A
(规范性附录)
钨渗铜制品成分和密度测算方法

A.1 范围

本方法规定了钨渗铜制品的成分、密度测算方法及要求。

A.2 符号

下列符号适用于本方法。

- D_t ——测试温度下水的密度，单位为每立方厘米克(g/cm³)；
- F ——钨渗铜制品在水中受到的浮力，单位为克(g)；
- m ——钨渗铜制品用烧结坯的质量，单位为克(g)；
- M ——渗铜后的质量，单位为克(g)；
- V ——钨渗铜制品的体积(即其排开水的体积)，单位为立方厘米(cm³)；
- r ——钨骨架密度百分数；
- R ——材料相对密度百分数；
- ρ ——材料密度，单位为每立方厘米克(g/cm³)；
- ρ_w ——钨的理论密度，取 19.3g/cm³；
- ρ_{Cu} ——铜的理论密度，取 8.96g/cm³；
- α ——钨渗铜制品中铜的质量百分含量。

A.3 仪器及辅助器具

A.3.1 称量天平

天平的称量范围及其对应的感量见表 A.1。

表 A.1 天平的称量范围及其对应的感量 单位为克

称量范围	<200	200~2000	>2000	>5000	>10000
感量	多件称量	0.01	0.1	0.2	0.5

A.3.2 辅助器具

盛水容器、吊篮、清洁的水(水温 15℃~25℃)。

A.4 测量程序及要求

- A.4.1 渗铜前先称烧结坯质量，烧结坯表面的附着物需要清理干净。
- A.4.2 渗铜后再称制品质量，制品表面的附着物需要清理干净。
- A.4.3 计算得到制品的体积、成分和密度等参数。
- A.4.4 记录测量和计算结果，记录格式见图 A.1。

制品 编号	m g	M g	V cm ³	α %	r %	R %	ρ g/cm ³

图 A.1 测量和计算结果记录表格式

A. 5 测量数据的计算和处理

A. 5. 1 按式 (A.1) 计算含铜量:

$$\alpha = \frac{M - m}{M} \times 100\% \cdots \cdots (A.1)$$

A. 5. 2 按式 (A.2) 计算制品体积:

$$V = F / D_t \cdots \cdots (A.2)$$

A. 5. 3 按式 (A.3) 计算钨骨架相对密度:

$$r = \frac{m}{V \times \rho_w} \times 100\% \cdots \cdots (A.3)$$

A. 5. 4 按式 (A.4) 计算材料密度:

$$\rho = \frac{M}{V} \cdots \cdots (A.4)$$

A. 5. 5 按式 (A.5) 计算材料相对密度:

$$R = \frac{m / \rho_w + (M - m) / \rho_{Cu}}{V} \times 100\% \cdots \cdots (A.5)$$

A. 6 数据修约

修约方法按照 GB/T 8170 执行。计算得到的含铜量 α 、钨骨架相对密度 r 、材料相对密度 R 修约到 0.1%；材料密度 ρ 数修约到 0.1g/cm³。

附 录 B
(规范性附录)
钨渗铜制品高温拉伸试验方法

B.1 范围

本方法规定了钨渗铜制品的高温拉伸试验方法及要求。

B.2 试验设备及仪器

B.2.1 高温拉伸试验机

帶加熱爐的电子万能拉伸试验机。

B.2.2 加热炉

加热温度高于1000℃的真空加热炉，常用钼管或钨管做加热体。这种加热炉可在真空下使用，也可充保护性气氛，如氩气或氢气等。1000℃以下控温精度优于±5℃，1000℃以上(含1000℃)控温精度优于±10℃。加热炉内装有耐高温的试样卡具。

B.2.3 测试记录仪

拉力记录仪、真空计以及钨铼热电偶和温度显示表。

B.3 拉伸试样

拉伸试样按图 B.1 要求由钨渗铜棒材加工而成, 应达到加工精度的要求。加工时不允许过热和加工硬化, 试样标距部分不应有任何刻痕及损伤。

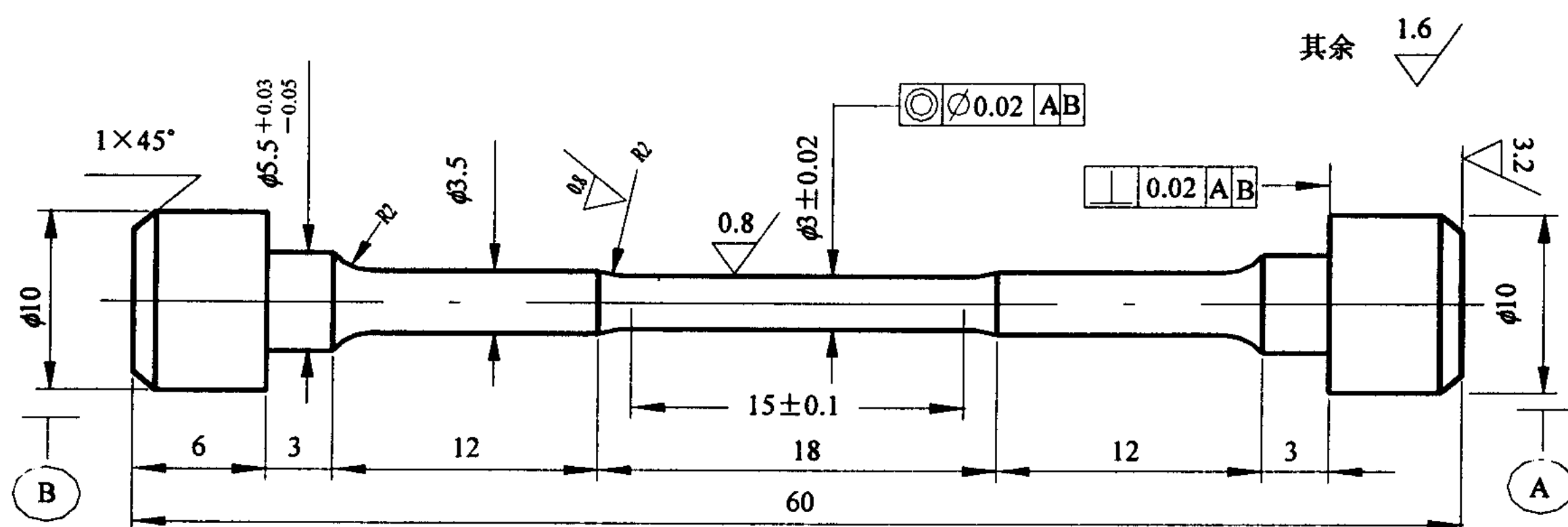


图 B.1 高温拉伸试样

B.4 试验条件

加热炉的工作真空压强应不高于 $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ，或充以保护性气氛。一般来说， 1000°C 以下试验采用真空条件； 1000°C 以上(含 1000°C)采用保护性气氛，以免在达到铜熔点(1083°C)后铜挥发，引起测量误差及设备污染。

B.5 试验程序

B.5.1 试样安装

正确安装试样，并预加一定载荷保证试样夹持稳固。

B.5.2 试验操作

B.5.2.1 加热炉通冷却水,抽真空达到B.4要求后保持真空度,或者当真空压强高于10Pa时充以保护性气体试验。按设备操作规程升温,达到测试温度后,保温5min,然后加力拉伸,拉伸速率为1.5mm/min。

B.5.2.2 在真空试验条件下，加力拉伸之前或者计算有效载荷时，需要清除或扣除因大气压差产生的附加载荷。

B.6 试验数据记录和处理

试验温度下的抗拉强度采用 3 个试样测试数据的平均值，需要记录每个试样的抗拉强度值 σ_b 。测试数据的修约、试验结果的处理及试验报告按 GB/T 4338 的相关规定。

附录 C
(规范性附录)
钨渗铜制品断裂韧性试验方法

C.1 范围

本方法规定了钨渗铜制品的断裂韧性 K_{IC} 值试验方法。

C.2 设备和仪器

断裂韧性试验机符合 GB/T 4161 要求。

C.3 断裂韧性试样

试样按图 C.1 技术要求由钨渗铜材料加工而成。

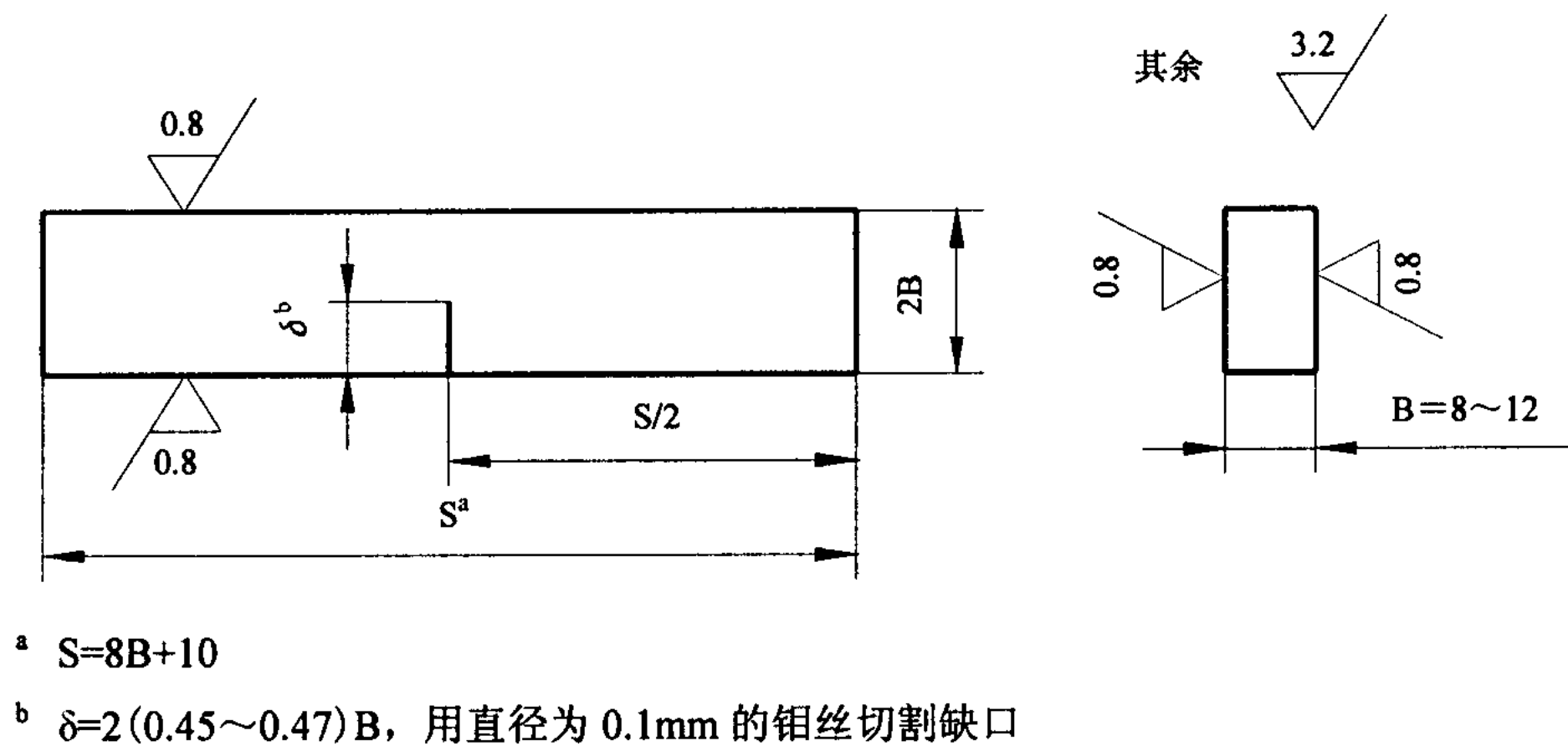


图 C.1 断裂韧性试样

C.4 试验程序

按 GB/T 4161 要求进行。

C.5 试验数据处理

每批制品应采用 3 个试样作试验，取它们的平均值作为该批制品的代表数值。试验结果的处理及试验报告按 GB/T 4161 的相关规定。

附 录 D
(规范性附录)

钨渗铜喉衬制品超声波检验方法

D.1 范围

本方法规定了用超声波对钨渗铜制品进行检验的方法及要求,可检验内部裂纹、孔洞、夹杂和渗铜不均缺陷。

D.2 受检件表面要求

受检件表面应平整光滑,粗糙度 Ra 应达到 $3.2\mu\text{m}$,表面不应有刀痕、台阶和凹坑等表面缺陷,目视检验合格。

D.3 主要仪器和材料

D.3.1 超声波探伤仪

超声波探伤仪应选用 A 型超声波探伤仪。

D.3.2 探头

探头可采用直探头、斜探头、双晶直探头和双晶斜探头,频率宜为 $2.5\text{MHz}\sim 10\text{MHz}$ 。双晶斜探头晶片推荐尺寸 $5\text{mm}\times 5\text{mm}$,内倾角 10° ,入射角 50° ,探头底面积应小于 $12\text{mm}\times 14\text{mm}$ (宽度 $\times$ 长度)。直探头推荐采用窄脉冲直探头。

D.3.3 对比试块

对比试块材料应用与受检件相同的钨渗铜材料制造,且不允许有任何自然缺陷存在。对比试块的形状和尺寸如图 D.1 和图 D.2 所示。

D.3.4 耦合剂

采用机油、甘油或无腐蚀的耦合液体。

D.4 检验方法和程序

D.4.1 探头的选择

根据受检件的形状选择合适的探头。双晶斜探头或斜探头用于喉衬的侧面扫查检验,双晶直探头或窄脉冲直探头用于喉衬的端面扫查检验。

D.4.2 灵敏度的调整

双晶斜探头或斜探头采用图 D.1 试块,以深为 9.75mm 的横通孔、波高 80%作为基准灵敏度再提高 10dB 作为探伤灵敏度。窄脉冲直探头或双晶直探头以厚度为 50mm 台阶底面的平底孔、波高 80%作为基准灵敏度再提高 8dB 作为探伤灵敏度。

D.4.3 检验程序

选用各种角度各种弧面的探头,在喉衬的内外侧面的周向和轴向逐区逐段地进行 100%的检验,在检验过程中要涂好耦合剂,并随时校验探伤灵敏度是否变动。

D.4.4 缺陷的分析、判断

在检验过程中要仔细观察荧光屏的波形变化,如发现缺陷反射波应反复检验多次,核实,对缺陷进行定位、定量和定性,作出较准确的分析和判断,并记录标出缺陷位置和大小。

D.5 检验报告

按制品技术要求和超声波检验结果签发检验报告。

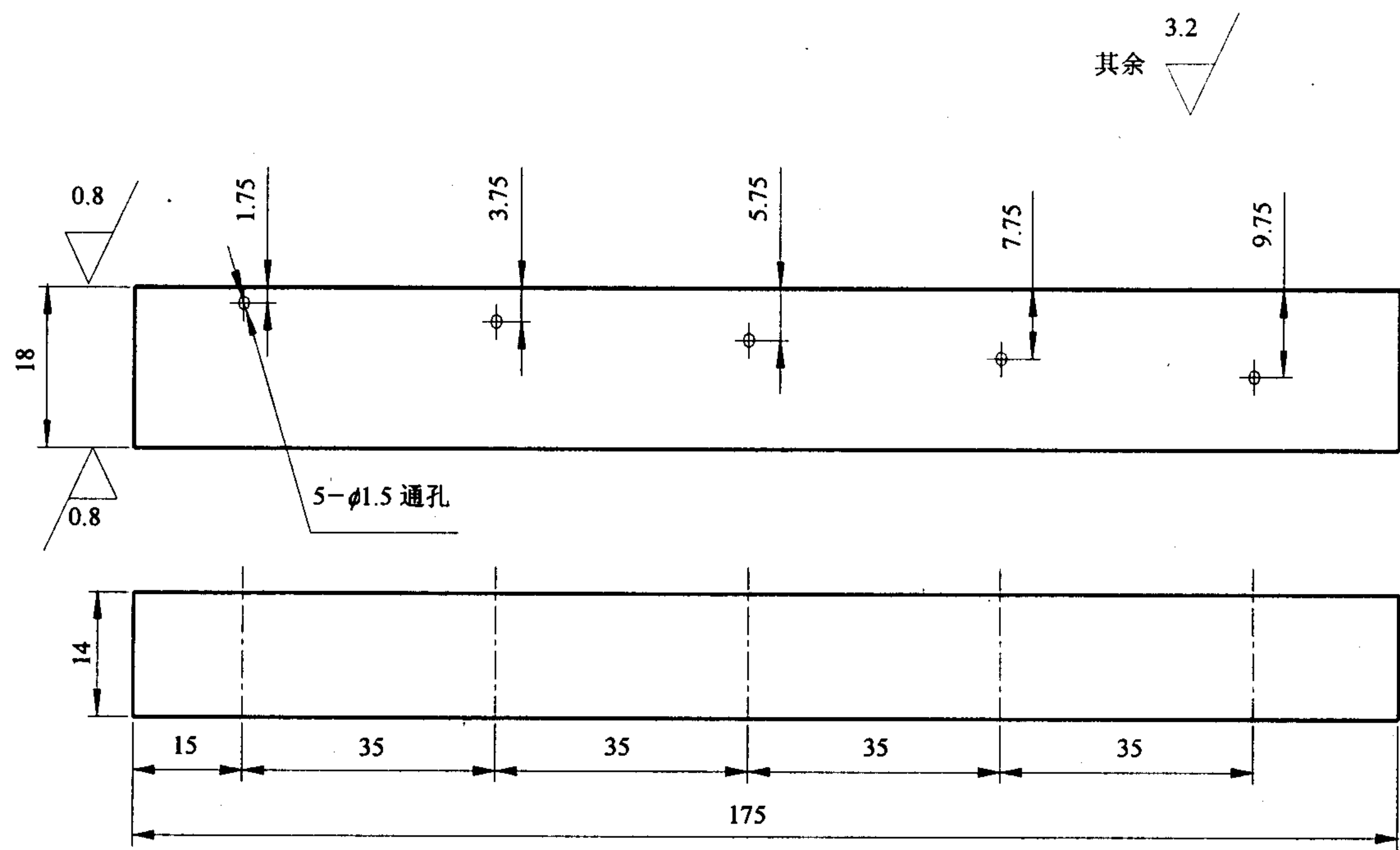


图 D. 1 对比试块 1 的形状和尺寸

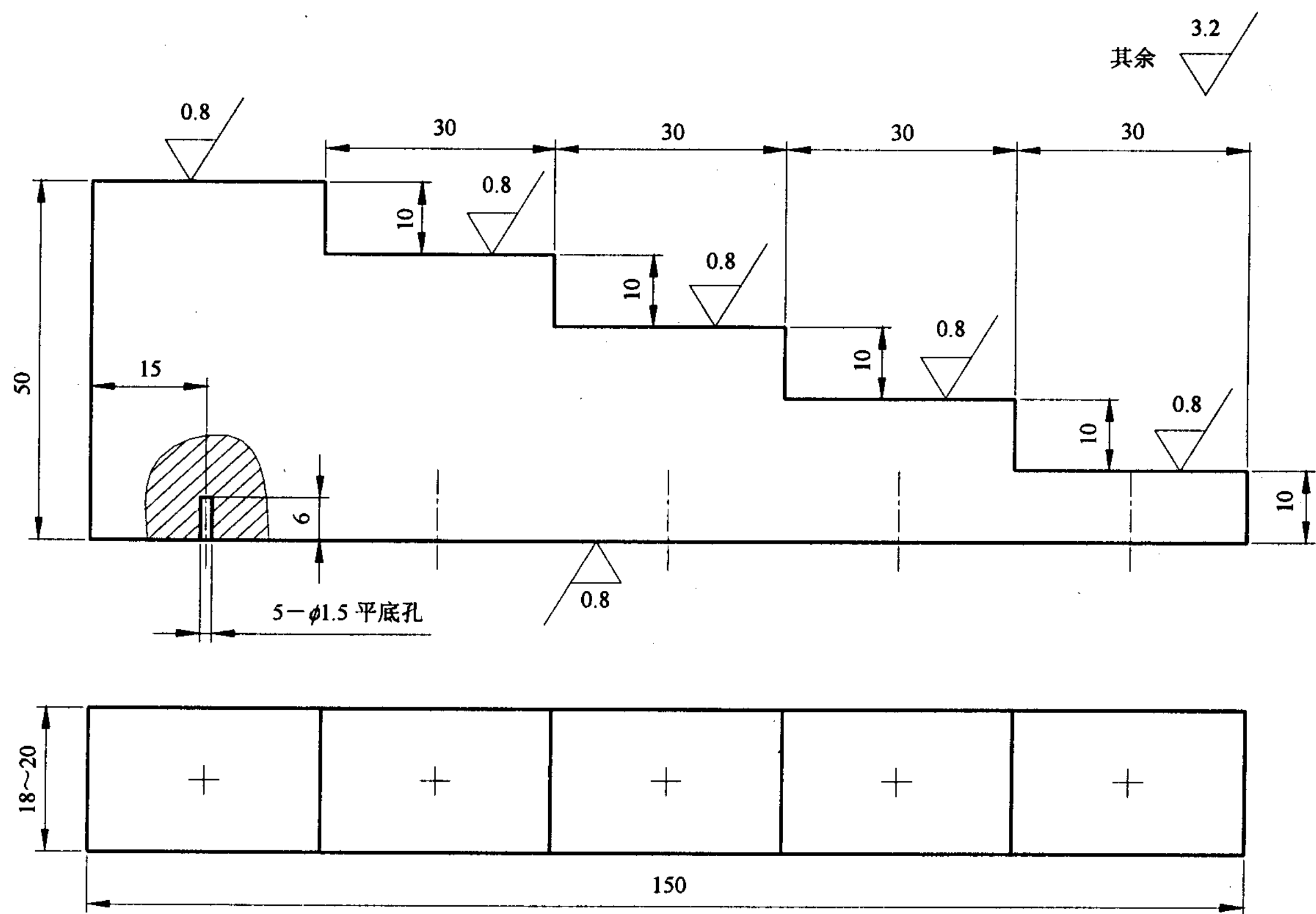


图 D. 2 对比试块 2 的形状和尺寸

附录 E
(规范性附录)
钨渗铜制品的 X 射线检验方法

E.1 范围

本方法规定了使用 X 射线对钨渗铜制品进行直接照相的方法及要求，可检验内部裂纹、孔洞、夹杂和渗铜不均缺陷。

E.2 受检件表面要求

受检件表面应平整光滑，粗糙度 Ra 应达到 3.2μm，表面不应有能在底片上造成假象的刀痕、台阶和凹坑等表面缺陷，目视检验合格。

E.3 主要设备和器材

E.3.1 射线源

采用 2MeV 以上直线加速器。

E.3.2 胶片

使用超微粒 1 型或微粒 2 型胶片，所用胶片的灰雾度小于 0.3。

E.3.3 增感屏

使用 0.25mm~0.50mm 铝箔增感屏或其他金属增感屏。

E.3.4 像质计

一般采用线型像质计，线形像质计用直径 0.10mm、0.20mm、0.30mm、0.40mm、0.50mm 的钨丝依次排列，用医用胶布粘贴在硬纸板上制成。

E.4 透照条件

E.4.1 像质计灵敏度

按式(E.1)计算像质计灵敏度：

$$S = \frac{D}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

- S——像质计灵敏度，以百分数表示(%)；
 - D——可分辨的钨丝最小直径，单位为毫米(mm)；
 - T——制品被透照处的厚度，单位为毫米(mm)。
- 当 T=8mm~12mm 时，应能分辨 D=0.2mm 的钨丝；
当 T=12mm~20mm 时，应能分辨 D=0.3mm 的钨丝。

E.4.2 对照相底片的要求

- E.4.2.1 评定部位底片的黑度范围为 1.5~4.0。
- E.4.2.2 底片上应有像质计的影象、制品编号、底片编号。

E.5 检验程序及要求

- E.5.1 根据制品大小和形状划分适当区段，定向透照。
- E.5.2 在满足清晰度的要求下，选择合适焦距。
- E.5.3 对不同形状和尺寸的制品，确定透照积分剂量。
- E.5.4 对制品的大小端部位可选用多胶片照相技术。

GJB 2299A—2005

E. 5.5 底片冲洗严格按冲洗程序工作。通常按胶片生产厂家提供的冲洗配方配制显影液和定影液。按胶片规定的冲洗温度和冲洗时间进行显影和定影。

E. 6 检验报告

按钨渗铜制品有关技术条件要求评定底片并签发检验报告。

附 录 F
(规范性附录)
钨渗铜制品 γ 射线检验方法

F.1 范围

本方法规定了钨渗铜制品的 γ 射线照相检验方法及要求，可检验内部孔洞、夹杂、裂纹及渗铜不均匀等缺陷。

F.2 受检件表面要求

受检件表面应平整光滑，粗糙度 Ra 应达到 $3.2\mu\text{m}$ ，表面不应有能在底片上造成假象的刀痕、台阶和凹坑等表面缺陷，目视检验合格。

F.3 主要设备和器材

F.3.1 γ 射线机

F.3.1.1 γ 射线源可选用 ^{137}Cs 或 ^{60}Co ，当透射厚度为 $10\text{mm}\sim 22\text{mm}$ 时， ^{137}Cs γ 源放射性活度宜不小于 10Ci ， ^{60}Co γ 源宜不小于 5Ci 。

F.3.1.2 盛装射线源的防护容器，应采用高效能防护材料贫化铀制成，容器表面射线泄露率应不大于 20MR/h 。

F.3.2 胶片

一般应选用粒度和感光速度中等的胶片，如爱克发 D7(C7)，杜邦 70、75，柯达 AA-400 等胶片。

F.3.3 像质计

一般采用线型像质计，线形像质计用直径 0.10mm 、 0.20mm 、 0.30mm 、 0.40mm 、 0.50mm 的钨丝依次排列，用医用胶布粘贴在硬纸板上制成。

F.3.4 观片灯

观片灯应有均匀的漫射光且亮度可调，最大亮度应不低于 100000Cd/m^2 。

F.4 检验程序及要求

F.4.1 透照方式

采用周向透照或定向照射方式，透照方向应使中心射线束对准制品被检的中心部位，每次透照件数可根据制品大小而定。

F.4.2 胶片与增感屏的组合

一般用双胶片照相术：用两张感光速度相同或相近的 X 光胶片，用厚度 $0.2\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ 铅箔作增感屏，与胶片同装于一个暗盒内拍照。

F.4.3 焦距

一般采用 $500\text{mm}\sim 800\text{mm}$ 的焦距。

F.4.4 透照次数

根据制品的大小和形状，划分适当区段分别进行透照。

F.4.5 像质计使用

将像质计安放到射线源一侧的制品表面上。使用线形像质计时，应将其放到制品上部边缘附近；采用周向透照方式时应在对称方向至少放 2 个像质计；采用定向透照时可放置一个像质计。

F.4.6 曝光量

以底片黑度为 $1.8\sim 3.5$ 选取适宜的曝光量。

F.4.7 像质计灵敏度

像质计灵敏度按式(F.1)计算:

$$S = \frac{D}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:

- S——像质计灵敏度;
- D——可分辨的钨丝最小直径, 单位为毫米(mm);
- T——喉衬被透照处的厚度, 单位为毫米(mm)。
- 当 T=8mm~12mm 时, 应能分辨 D=0.2mm 的钨丝;
- 当 T=12mm~20mm 时, 应能分辨 D=0.3mm 的钨丝。

F.4.8 暗室处理

一般应按 X 射线胶片制造厂家的配方进行处理。处理溶液应保持在良好的状态中, 应特别注意温度、显影定影时间和抖动对冲洗效果的影响。自动冲片时, 应按冲洗机的操作规程精心进行处理。

F.4.9 制品质量评定

根据供需双方认定的相关技术文件评定制品质量。

F.5 检验报告

- F.5.1 制品γ射线检验后, 应对检验结果详细记录, 并写出检验报告一式三份。
- F.5.2 底片及检验记录应保存 5 年以上, 以备随时查核。

F.6 γ射线防护

射线照相防护应符合 GB 4792 和 GB 16357 的有关规定, 并经当地卫生防疫部门检测合格。

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
喉衬用钨渗铜制品规范
GJB 2299A—2005

*

国防科工委军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷
国防科工委军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1½ 字数 40 千字
2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
印数 1—500

*

军标出字第 6285 号 定价 12.00 元



G J B 2 2 9 9 A - 2 0 0 5 K