



中华人民共和国国家标准

GB/T 4182-202X
代替 GB/T 4182—2017

钼 丝

Molybdenum wire

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

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。

本文件代替 GB/T 4182-2017《钼丝》，与 GB/T 4182-2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了规范性引用文件《GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法》、《GB/T 10573 有色金属细丝拉伸试验方法》（见2）；
- b) 更改了钼丝用途，将线切割更改为电火花线切割（见表1）；
- c) 增加了电火花线切割用钼丝的直线性要求（见表5.4.3）；
- d) 更改了电火花线切割钼丝抗拉强度的要求（见表8）；
- e) 增加了电火花线切割钼丝高温抗拉强度的参考要求（见5.7）；
- f) 增加了直线性曲环法的试验方法（见6.4.3）；
- g) 增加了电火花线切割钼丝高温抗拉强度的参考测试方法作为资料性附录（见附录C）。

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本文件起草单位：厦门虹鹭钨钼工业有限公司、金堆城钼业股份有限公司、成都虹波实业股份有限公司、金堆城钼业光明（山东）股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限责任公司、安泰天龙钨钼科技有限公司。

本文件主要起草人：蔡协勇、吴维嘉、刘文婷、王峰、任柴、张建新、黄立峰、徐兴松、张丁旺、宋豪、李凤金、蒙笠、张圣杰、姚惠龙、郭鑫晴、李伟。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- 1997年首次发布为 GB/T 4182-1997，2003年第一次修订，2017年第二次修订；
- 本次为第三次修订。

钼丝

1 范围

本文件规定了钼丝的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于电火花线切割、照明用芯线、灯泡元器件及钼箔带、真空电子器件、喷涂、加热元件、焊接电极、高温构件、打印机针头等用钼丝。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL) 检索的逐批检验抽样计划

GB/T 4325 （所有部分）钼化学分析方法

GB/T 10573 有色金属细丝拉伸试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钼丝 molybdenum wire

经过拉拔后绕在线盘上或绕成线卷的钼金属丝材，或直径小于0.40 mm 的小长度钼材。

3.2

白钼丝 white molybdenum wire

通过电解、化学处理、退火等方式去除表面石墨涂层，表面呈银灰色或银白色的钼丝。

4 分类和标记

4.1 产品用途分类

钼丝按照用途及化学成分分为4个牌号，牌号和用途见表1。

表 1 产品分类

牌号	用途
Mo1	喷涂、照明用芯线、灯泡元器件及钼箔带、真空电子器件、加热元件等
MoLa	电火花线切割（以下简称“线切割”）、喷涂、照明用芯线、灯泡元器件及钼箔带、真空电子器件、加热元件、焊接电极、高温构件等
MoY	钼箔带、支架、引出线、加热元件、高温构件等
MoK	引出线、喷涂、加热元件、高温构件、打印机针头等

4.2 分级和分类

钼丝可按照直径公差要求区分为三个等级，钼丝的加工状态可包含拉制、矫直、退火、电解及化学处理。钼丝分级和分类标记方法如表 2 所示。

表 2 钼丝分级和分类标记方法

分级标记方法		分类标记方法	
分级	标记	分类	标记
I 级	I	拉制	D
II级	II	矫直	S
III级	III	退火	H
—	—	电解	E
—	—	化学处理	C

4.3 产品标记

钼丝的标记按规格、产品名称、牌号、状态的顺序表示。

示例 1：

牌号为 Mo1，加工状态为矫直、电解，公差等级为 I，直径为 0.30mm 的钼丝，
标记为：φ 0.30 mm 钼丝 Mo1 SE/I。

5 技术要求

5.1 化学成分

钼丝的化学成分应符合表3的规定。

表 3 钼丝化学成分 质量分数%

牌号	主成分				杂质元素 不大于									
	Mo	La ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	K	W	Al	Ca	Mg	Fe	Ni	Si	C	N	O
Mo1	≥99.95	—	—	—	0.02	0.002	0.002	0.002	0.010	0.003	0.005	0.006	0.003	0.008
MoLa	余量	0.02~ 2.00	—	—	0.02	0.002	0.002	0.002	0.010	0.003	0.005	0.006	0.003	—

表3 (续)

牌号	主成分				杂质元素不大于									
	Mo	La ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	K	W	Al	Ca	Mg	Fe	Ni	Si	C	N	O
MoY	余量	—	0.01~1.00	—	0.02	0.002	0.002	0.002	0.010	0.003	0.005	0.006	0.003	—
MoK	余量	—	—	0.005~0.05	0.02	0.025	0.002	0.002	0.010	0.003	0.070	0.006	0.003	—

5.2 直径

5.2.1 直径及其允许偏差

钼丝的直径及其允许偏差应符合表4的规定。

表4 钼丝直径及其允许偏差

规格范围 直径 d μm	200mm 钼丝质量偏差 %			直径偏差 %		
	I 级	II 级	III级	I 级	II 级	III级
15<d≤30	±2.0	±2.5	±3.0	—	—	—
30<d≤100	±1.5	±2.0	±3.0	—	—	—
100<d<400	±1.0	±1.5	±3.0	±0.5	±0.75	±1.5
400≤d≤700	—	—	—	±1.5	±2.0	±2.5
700<d≤5000	-	-	-	±1.0	±1.5	±2.0

5.2.2 每根钼丝任意两处直径偏差（同根差）不应超过同级偏差的 1/2。

5.3 最短长度

每轴或每卷钼丝应由一根丝绕成，钼丝最短长度应符合表5规定。

表5 钼丝最短长度

规格范围 直径 d μm	最短长度（或最小质量）
15<d≤30	2000 m
30<d≤100	1500 m
100<d<200	1000 m
200≤d≤400	300 m
d≥400	300 g

5.4 直线性

5.4.1 矫直型钼丝直线性应符合表 6 的规定。

表 6 钼丝直线性

直径 d μm	悬垂法	圆弦法
d<400	H>400 mm	-
400≤d≤1000	-	h<15 mm
注：H、h 的定义见 6.4。		

5.4.2 普通型钼丝直线性应满足曲环直径大于钼丝直径的 200 倍。

5.4.3 线切割钼丝直线性应符合表 7 的规定。

表 7 电线切割钼丝直线性

直径 d μm	曲环直径 D mm
30<d≤130	≥50
130<d≤190	≥80
190<d<350	≥120
注：D 的定义见 6.4。	

5.5 外观质量

钼丝不应存在使用上有害的劈裂、裂纹、毛刺、变色等缺陷。白钼丝表面为银白色，不应有污染及氧化。

5.6 室温抗拉强度及延伸率

5.6.1 线切割钼丝室温抗拉强度及延伸率应符合表 8 的规定。

表 8 线切割钼丝室温抗拉强度、延伸率

直径 d μm	抗拉强度 MPa	延伸率 %
30<d≤130	≥2400	1.5~3.6
130<d≤190	≥2300	1.6~3.9
190<d<350	≥1800	1.8~4.0

5.6.2 喷涂用钼丝，其抗拉强度、延伸率应符合表 9 的规定。

表 9 喷涂用钼丝抗拉强度、延伸率

直径 d μm	抗拉强度 MPa	延伸率 %
1000≤d<2000	≥850	≥3
2000≤d<3000	≥800	≥5
3000≤d<4000	≥700	≥5

5.6.3 除合同另有规定外，其他用途钼丝，其抗拉强度、延伸率应符合表 10 的规定。

表 10 其他用途钼丝抗拉强度、延伸率

直径 d μm	拉制状态		退火状态	
	抗拉强度 MPa	延伸率 %	抗拉强度 MPa	延伸率 %
30≤d<45	≥1750	≤5	≥1100	≥8
45≤d<75	≥1700	≤5	≥1000	≥8
75≤d<125	≥1600	≤5	≥900	≥10
125≤d<175	≥1500	≤5	≥850	≥10
175≤d<225	≥1400	≤5	≥800	≥10
225≤d<275	≥1300	≤5	≥750	≥12
275≤d<325	≥1200	≤5	≥700	≥12
325≤d<400	≥1100	≤5	≥700	≥12
400≤d<500	≥1000	≤8	≥650	≥10
500≤d<800	≥950	≤8	≥600	≥10
800≤d<1000	≥900	≤8	≥550	≥10

5.6.4 如有特殊要求，应由供需双方协商确定并在订货单中注明。

5.7 高温抗拉强度

5.7.1 在 1300℃的温度下，线切割钼丝抗拉强度宜符合表 11 的规定。

表 11 线切割钼丝抗拉强度

直径 d μm	抗拉强度 MPa
30<d≤130	≥700
130<d≤190	≥650
190<d<350	≥600

注：本表中规定的高温抗拉强度数值为推荐性指标，不作为产品符合本文件的强制性判定依据。

5.7.2 当客户有特殊高温力学性能要求或另有约定时，由供需双方协商确定。

5.8 热脆性能

有高温性能要求的钼丝，经高温加热处理后，弯折两次不脆断。

5.9 线轴与复绕

5.9.1 每轴（卷）钼丝应是连续一根整丝，直径小于或等于 700 μm 的钼丝除小长度钼材外应绕在塑料线盘、胶木线盘或金属线盘上；直径大于 700 μm 的钼丝应绕成线卷，不得扭结成“8”字形，每卷钼丝用软金属或塑料扎带捆扎 3~4 处。

5.9.2 每盘钼丝复绕不应太满，应低于线盘边缘 2mm。

5.9.3 复绕排线应紧密、整齐，不得压丝、堆丝、乱丝。线盘两边钼丝不应有明显的凸起或凹陷。

5.9.4 每个线盘不应有任何形式的缺口、开裂和变形。

6 试验方法

6.1 化学成分

钼丝化学成分按 GB/T 4325 的规定进行检测，未包括的元素由供需双方协商确定。

6.2 直径

6.2.1 直径大于或等于 400 μm 的钼丝用千分尺进行测量，在距离端部约 1 m 处连续测量三点，取其平均值作为钼丝直径。

6.2.2 直径小于或等于 100 μm 的钼丝，使用专用量具取 200 mm 丝段，用扭力天平或电子天平称量 200 mm 丝段质量（mg），首尾各称量两次，取平均值作为钼丝的直径。钼丝的直径（ μm ）与 200 mm 丝段质量（mg）的换算关系参见附录 A。

6.2.3 直径大于 100 μm 且小于 400 μm 的可用千分尺检测直径或天平称量 200 mm 丝段质量。

6.3 最短长度

直径小于 400 μm 钼丝长度按复绕机的长度计数器读数作为长度测量值，直径大于或等于 400 μm 的钼丝按电子天平的称重读数作为其质量测量值。

6.4 直线性

6.4.1 悬垂法

直径小于 400 μm 的矫直型钼丝，截取 500 mm 长度，自然下垂，测量其悬高 H，如图 1 所示。

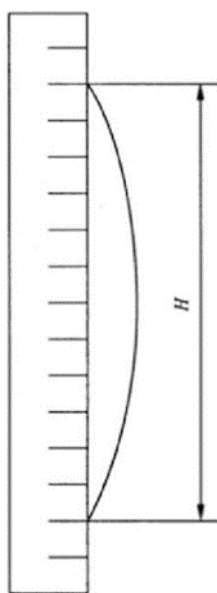


图1 悬垂法示意

6.4.2 圆弦法

直径大于或等于 $350\ \mu\text{m}$ 小于或等于 $1000\ \mu\text{m}$ 的钼丝，截取 $200\ \text{mm}$ 长度的丝段，将其放在平滑的水平面上，用直尺测量其弦长为 $100\ \text{mm}$ 所对应的弦高 h ，如图 2 所示。

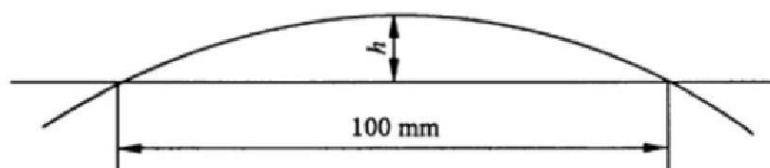


图2 圆弦法示意

6.4.3 曲环法

直径小于或等于 $350\ \mu\text{m}$ 的钼丝，取 $800\ \text{mm}\sim 1200\ \text{mm}$ 钼丝，手握钼丝两端并缓慢收缩两端距离，将其放在平滑的水平面上，钼丝自然形成曲环，用直尺测量曲环直径 D ，如图 3 所示。

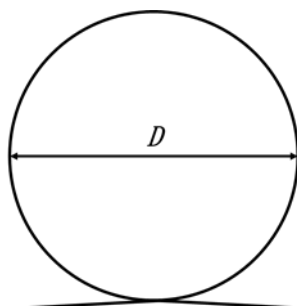


图3 曲环法示意

6.5 外观质量

钼丝外观质量用目测和手摸感觉检查，若有争议时可用 10 倍放大镜检查。

6.6 室温抗拉强度及延伸率

钼丝的室温抗拉强度和延伸率用拉力试验机按附录 B 的规定测试。

6.7 高温抗拉强度

线切割钼丝的高温抗拉强度用拉力试验机可参考附录 C 的规定测试。

6.8 热脆性能

钼丝按表12条件加热，冷却后用平口钳在直丝上弯折90° 再伸直为一次，每个试样在同一处连续弯折两次，不得脆断。

表 12 加热条件

直径 d μm	加热温度 ℃	保温时间 min	保护气体
400~1000	1500	5	湿氢
注：当客户有特殊需求时，加热条件可由供需双方协商议定。			

6.9 线轴及复绕

线轴及复绕排线质量采用目视检测。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 钼丝应由供方质量检验部门进行检验，保证产品质量符合本文件的规定要求，并填写产品质量保证书。

7.1.2 需方应对收到的产品按本文件的规定进行检验。检验结果与本文件的规定不符时，应在收到产品之日起一个月内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样在需方由供需双方共同进行。

7.2 组批

钼丝应成批提交验收，每批应由同一牌号、同一批原料、同一生产方法、同一加工状态和同一规格的丝材组成。

7.3 检验项目及取样

每批产品均应进行化学成分、直径、最短长度、直线性、外观质量、室温力学性能、热脆性能、线轴及复绕检验。

高温力学性能为推荐性指标，是否检验应由供需双方协商议定。如需检验则每批检验。

钼丝取样应符合表 13 的规定。

表 13 钼丝取样规定

检验项目	取样数量	技术要求的章条号	试验方法的章条号
化学成分	每批任取一根	5.1	6.1
直径	逐根	5.2	6.2
最短长度	逐根	5.3	6.3
直线性	逐根	5.4	6.4
外观质量	逐根	5.5	6.5
室温抗拉强度 及延伸率	GB/T 2828.1—2012 AQL=1.5,IL=II	5.6	6.6
高温抗拉强度	每批任取一根	5.7	6.7
热脆性能	每批任取一根	5.8	6.8
线轴及复绕	逐根	5.9	6.9

7.4 检验结果的判定

- 7.4.1 化学成分或热脆性能不合格时，允许重新取双倍试样进行重复试验，若仍有一次试验结果不合格，则判整批产品不合格。
- 7.4.2 直径、最短长度、直线性、外观质量、室温力学性能、线轴及复绕不合格时，判该根不合格。
- 7.4.3 室温抗拉强度及延伸率、高温抗拉强度不合格时，判该批不合格。允许供方逐根检验，合格产品重新组批交货。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 标志

每个线盘、线卷上均应附有标签或产品合格证，并标明：

- a) 产品名称及商标；
- b) 标记；
- c) 规格(200 mm 丝段质量或直径)；
- d) 数量(长度或质量)；
- e) 生产批号或产品批号；
- f) 生产日期；
- g) 检验部门印记；
- h) 供方名称。

8.2 包装

直径小于或等于 700 μm 的钼丝应复绕在干燥的线盘上，表面用蜡光纸或牛皮纸封贴或抽真空包装后装入塑料筒内或纸箱内；直径大于 700 μm 的钼丝绕成线卷后，用防潮纸或塑料布包扎严密。白钼丝应采用真空或充氮气包装。

8.3 运输

包装的钼丝应放在垫有防潮纸的木箱或纸箱内运输，箱上标有“勿抛掷”“防潮湿”等字样，运输中严防酸碱性气体侵入及雨雪损坏。

8.4 贮存

钼丝按规定包装后应存放在干燥的相对湿度不大于 65 %及不含酸性气体的仓库。黑钼丝保质期限为 18 个月，白钼丝保质期限为 6 个月。

8.5 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

a) 产品质量保证书：

- 产品的主要性能及技术参数；
- 产品获得的质量认证及带供方技术监督部门检印的各项分析检验结果。

b) 产品合格证：

- 检验项目及其结果或检验结论；
- 批量或批号；
- 检验日期；
- 检验员签名或盖章。

9 订货单内容

订购本文件所列产品的订货单应包括以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 牌号；
- c) 用途；
- d) 加工状态；
- e) 产品规格；
- f) 数量；
- g) 其他要求；
- h) 本文件编号。

附 录 A

(资料性)

钼丝直径与 200 mm钼丝质量换算关系

A.1 直径小于或等于350 μm的钼丝，直径与200 mm 钼丝质量的换算关系见式(A.1)、式(A.2)，密度取 ρ=10.4 g/cm³。

$$d = 24.746\sqrt{p} \qquad \qquad \qquad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$p = 0.001633d^2 \qquad \qquad \qquad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

d——钼丝直径，单位为微米（μm）；

p——200 mm钼丝质量，单位为毫克（mg）。

A.2 直径大于350 μm的钼丝，直径与200 mm钼丝质量的换算关系见式(A.3)、式(A.4)，密度取ρ=10.2 g/cm³。

$$d = 24.992\sqrt{p} \qquad \qquad \qquad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$p = 0.001600d^2 \qquad \qquad \qquad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

d——钼丝直径，单位为微米（μm）；

p——200 mm钼丝质量，单位为毫克（mg）。

附 录 B
(规范性)
抗拉强度、延伸率测试

B.1 设备

10 N、30 N、200 N、2500 N、10000 N电子拉力试验机。

B.2 测试方法

B.2.1 根据钼丝的直径选择不同的测量设备及测量范围。

B.2.2 拉力试验机上下夹头距离为200 mm长度。

B.2.3 试样制备按照 GB/T 10573进行。

B.2.4 拉伸测量速度为0.3 mm/s~0.8 mm/s，试验温度为20℃±5℃。

B.2.5 钼丝在距夹头根部5 mm以内拉断时测试值无效，应重测。

B.2.6 原则上抗拉强度单位应使用国际单位MPa。但为了方便可使用单位N/mg、gf/mg，换算关系参见附录D。

注：当需方有特殊需求时，可根据要求变更拉伸条件。

附 录 C
(资料性)
高温抗拉强度测试

C.1 设备

10 N、30 N、200 N、500 N高温电子拉力试验机。

C.2 测试方法

- C.2.1 根据钼丝的直径选择不同的测量设备及测量范围。
- C.2.2 拉力试验机上下夹头距离为450 mm长度。
- C.2.3 试样制备按照 GB/T 10573进行。
- C.2.4 试样通过上下夹头夹持，装夹试样时要保持试样自由下垂且平直，必要时对试样施加预张力，其大小一般不超过丝材最大力的5%。
- C.2.5 试样须穿过加热装置，在加热装置中通入足量氢气，并将空气排空至内部充满氢气。
- C.2.6 通电加热，通过辐射加热方式将试样加热至 $1300\pm 20^{\circ}\text{C}$ ，并保持1~2 min的保温。
- C.2.7 保温时间结束后，通过控制系统启动拉力机，加载拉断，拉伸测量速度为0.3 mm/s~0.8 mm/s。
- C.2.8 在操作软件上采集并记录相关检测信息，以上高温检测方法的设备简易图示可参考图4。
- C.2.9 钼丝在距夹头根部5 mm以内拉断时测试值无效，应重测。
- C.2.10 原则上抗拉强度单位应使用国际单位MPa。但为了方便可使用单位N/mg 、gf/mg，换算关系参见附录D。

注：当需方有特殊需求时，可根据要求变更拉伸条件。

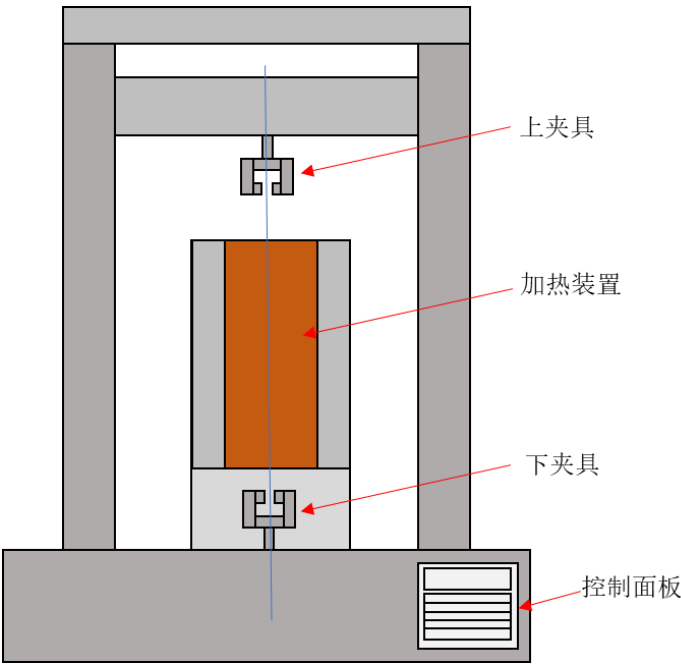


图4 高温抗拉强度检测方法设备简易图示

附 录 D

(资料性)

钼丝不同抗拉强度单位的换算关系

D.1 密度取 $\rho=10.4\text{ g/cm}^3$ ，钼丝抗拉强度单位的换算如下：

$$1\text{ N/mg}=2079.98\text{ MPa}=102.04\text{ gf/mg}$$

$$1\text{ MPa}=0.04906\text{ gf/mg}=0.0004808\text{ N/mg}$$

$$1\text{ gf/mg}=0.0098001\text{ N/mg}=20.384\text{ MPa}。$$

D.2 密度取 $\rho=10.2\text{ g/cm}^3$ ，钼丝抗拉强度单位的换算如下：

$$1\text{ N/mg}=2039.98\text{ MPa}=102.04\text{ gf/mg}$$

$$1\text{ MPa}=0.05002\text{ gf/mg}=0.0004808\text{ N/mg}$$

$$1\text{ gf/mg}=0.0098001\text{ N/mg}=19.992\text{ MPa}。$$