



中华人民共和国国家标准

GB/T 4182—2017
代替 GB/T 4182—2003

钼 丝

Molybdenum wire

2017-07-12 发布

2018-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 4182—2003《钼丝》。本标准与 GB/T 4182—2003 相比主要变化如下：

- 增加了钼丝及白钼丝的定义；
- 增加了 MoLa、MoY 及 MoK 牌号和要求；
- 增加了线切割、喷涂钼丝的室温力学性能要求；
- 增加了直径 1 800 μm ~5 000 μm 的尺寸要求；
- 提高了直径大于 400 μm 最短长度要求；
- 增加了热脆性能要求及测试方法；
- 增加了贮存中的保质期的要求。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准起草单位：厦门虹鹭钨钼工业有限公司、金堆城钼业股份有限公司、金堆城钼业光明(山东)股份有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、北京天龙钨钼科技有限公司、北京矿冶研究总院。

本标准主要起草人：彭福生、李凤金、潘小峰、汤瑾、吴建洪、李世伟、黄立峰、董萍、苏国平、钟铭、王卢燕、张圣杰。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 4182—1997、GB/T 4182—2003。

钼 丝

1 范围

本标准规定了钼丝的产品分类和标记、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、贮存、运输及质量证明书、合同(或订货单)内容。

本标准适用于照明用芯线、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、线切割、打印机针头等用钼丝。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2828.1—2012 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

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 钼丝分级和分类

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1所示。

表1 钼丝分级和分类标记方法

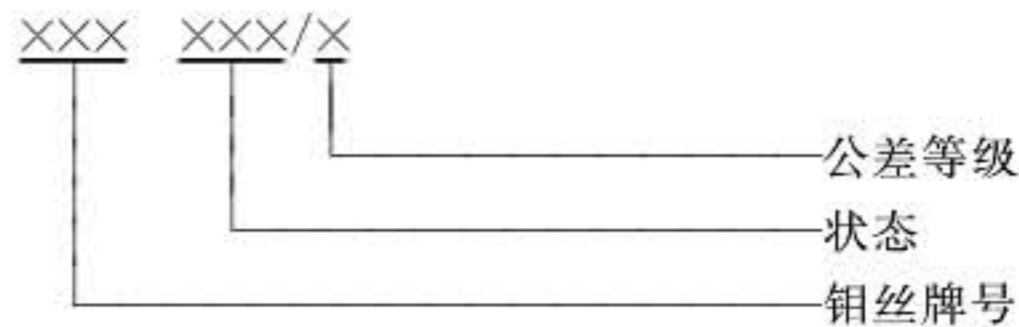
分级标记方法		分类标记方法	
分级	标记	分类	标记
I级	I	拉制	D
II级	II	矫直	S

表 1 (续)

分级标记方法		分类标记方法	
分级	标记	分类	标记
Ⅲ级	Ⅲ	退火	H
—	—	电解	E
—	—	化学处理	C

4.2 标记示例

钼丝标记为：



示例：

牌号为 Mo1, 加工状态为矫直、电解, 公差等级为 I 的钼丝, 其标记为: 钼丝 Mo1 SE/ I

其中:

Mo1——牌号为 Mo1;

SE ——加工状态为拉制(D)、矫直(S)、电解(E);

I ——公差等级为 I 级。

注: 若钼丝经过矫直、退火、电解或化学处理时, 标记中可不体现拉制状态(D)。

5 要求

5.1 牌号及化学成分

钼丝按照用途及化学成分分为 4 个牌号, 牌号用途见表 2, 化学成分应符合表 3 规定。

表 2 钼丝用途

牌号	用途
Mo1	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、线切割等
MoLa	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、线切割等
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

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	—
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 钼丝的直径允许偏差应符合表 4 规定。

表 4 钼丝直径允许偏差

规格范围 直径 d μm	200 mm 丝段重量偏差 %			直径偏差 %		
	I 级	II 级	III 级	I 级	II 级	III 级
$15 < d \leq 30$	±2.0	±2.5	±3.0	—	—	—
$30 < d \leq 100$	±1.5	±2.0	±3.0	—	—	—
$100 < d < 400$	±1.0	±1.5	±3.0	±0.5	±0.75	±1.5
$400 \leq d \leq 700$	—	—	—	±1.5	±2.0	±2.5
$700 < d \leq 5\ 000$	—	—	—	±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(或最小重量)
$15 < d \leq 30$	2 000 m
$30 < d \leq 100$	1 500 m
$100 < d \leq 200$	1 000 m
$200 < d < 400$	300 m
$d \geq 400$	300 g

5.4 直线性

5.4.1 矫直型钼丝直线性应符合表 6 规定。

表 6 钼丝直线性

直径 d μm	悬垂法	圆弦法
$d < 400$	$H > 400 \text{ mm}$	—
$400 \leq d \leq 1\,000$	—	$h < 15 \text{ mm}$
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。

5.5 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，不应有污染及明显氧化现象。

5.6 室温力学性能

5.6.1 MoLa 牌号线切割钼丝抗拉强度应符合表 7 规定，其他牌号线切割钼丝抗拉强度由供需双方协商确定。

表 7 线切割钼丝抗拉强度

直径 d μm	抗拉强度 MPa
$30 < d \leq 130$	$\geq 2\,100$
$130 < d \leq 190$	$\geq 1\,900$
$190 < d < 350$	$\geq 1\,600$

5.6.2 喷涂用钼丝，其抗拉强度、延伸率应符合表 8 规定。

表 8 喷涂用钼丝抗拉强度、延伸率

直径 d μm	抗拉强度 MPa	延伸率 %
$1\,000 \leq d < 2\,000$	≥ 850	≥ 3
$2\,000 \leq d < 3\,000$	≥ 800	≥ 5
$3\,000 \leq d < 4\,000$	≥ 700	≥ 5

5.6.3 除合同另有规定外，其他用途的钼丝，其抗拉强度、延伸率应符合表 9 规定。

表 9 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 %
$30 \leq d < 45$	$\geq 1\ 750$	≤ 5	$\geq 1\ 100$	≥ 8
$45 \leq d < 75$	$\geq 1\ 700$	≤ 5	$\geq 1\ 000$	≥ 8
$75 \leq d < 125$	$\geq 1\ 600$	≤ 5	≥ 900	≥ 10
$125 \leq d < 175$	$\geq 1\ 500$	≤ 5	≥ 850	≥ 10
$175 \leq d < 225$	$\geq 1\ 400$	≤ 5	≥ 800	≥ 10
$225 \leq d < 275$	$\geq 1\ 300$	≤ 5	≥ 750	≥ 12
$275 \leq d < 325$	$\geq 1\ 200$	≤ 5	≥ 700	≥ 12
$325 \leq d < 400$	$\geq 1\ 100$	≤ 5	≥ 700	≥ 12
$400 \leq d < 500$	$\geq 1\ 000$	≤ 8	≥ 650	≥ 10
$500 \leq d < 800$	≥ 950	≤ 8	≥ 600	≥ 10

5.6.4 当客户有特殊室温力学性能要求时,由供需双方协商确定。

5.7 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。

5.8 线轴与复绕

5.8.1 每轴(卷)钼丝应是连续一根整丝,直径小于或等于 $400\ \mu\text{m}$ 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 $700\ \mu\text{m}$ 的钼丝应绕成线卷,不得扭结成“8”字形,每卷钼丝用软金属丝或塑料扎带捆扎 3~4 处。推荐使用表 10 规定的线盘或线卷规格。

表 10 钼丝复绕线盘或线卷规格

钼丝直径 d μm	线盘或线卷规格 mm		
	线盘尺寸		线卷直径
	内径	宽	
$15 < d \leq 100$	40	15~25	—
$100 < d \leq 400$	85	15~50	—
$400 < d \leq 700$	210	15~50	—
$700 < d \leq 1\ 250$	—	—	400
$1\ 250 < d \leq 1\ 800$	—	—	600
$1\ 800 < d \leq 5\ 000$	—	—	1\ 000

5.8.2 每盘钼丝复绕不应太满,应低于线盘边缘 2 mm。

5.8.3 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。

5.8.4 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 $400\ \mu\text{m}$ 的钼丝用千分尺进行测量,在距离端部约 $1\ \text{m}$ 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 $100\ \mu\text{m}$ 的钼丝,使用专用量具取 $200\ \text{mm}$ 丝段,用扭力天平或电子天平称量 $200\ \text{mm}$ 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 $200\ \text{mm}$ 丝段质量(mg)的换算关系参见附录 A。

6.2.3 直径大于 $100\ \mu\text{m}$ 且小于 $400\ \mu\text{m}$ 的可用千分尺检测直径或天平称量 $200\ \text{mm}$ 丝段质量。

6.3 最短长度

直径小于 $400\ \mu\text{m}$ 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 $400\ \mu\text{m}$ 的钼丝以其质量测量值作为长度的测量值。

6.4 直线性

6.4.1 悬垂法

直径小于 $400\ \mu\text{m}$ 的矫直型钼丝,截取 $500\ \text{mm}$ 长度,自然下垂,测量其悬高 H ,如图 1 所示。

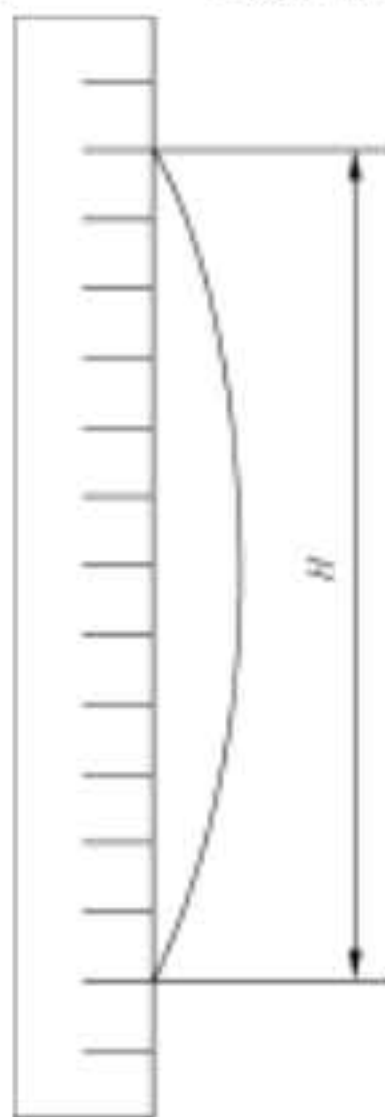


图 1 悬垂法示意图

6.4.2 圆弦法

直径大于或等于 $400\ \mu\text{m}$ 小于或等于 $1\ 000\ \mu\text{m}$ 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。

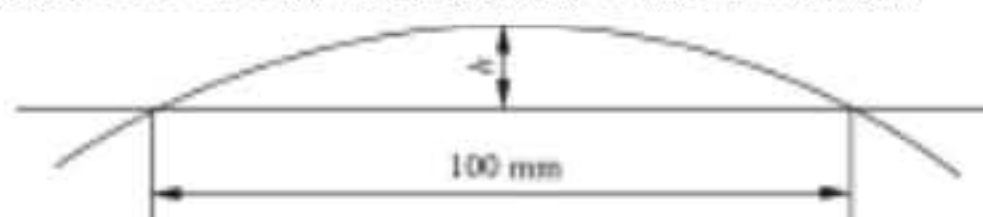


图 2 圆弧法示意图

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 室温力学性能

钼丝的室温力学性能用拉力试验机按附录 B 方法测试。

6.7 热脆性能

钼丝按表 11 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 11 加热条件

直径 μm	加热温度 $^\circ\text{C}$	保温时间 min	保护气体
400~1 000	1 500	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。

6.8 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标准(或合同)的规定要求, 并填写质量证明书。

7.1.2 需方应对收到的产品按本标准(或合同)规定进行检验。检验结果与本标准(或合同)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

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。

7.4 取样

钼丝取样应符合表 12 的规定。

表 12 钼丝取样规定

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	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
室温力学性能	GB/T 2828.1—2012 AQL=1.5,IL=II	5.6	6.6
热脆性能	每批任取一根	5.7	6.7
线轴及复绕	逐根	5.8	6.8

7.5 检验结果的判定

7.5.1 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。

7.5.2 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。

7.5.3 室温力学性能不合格时,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 包装、标志、贮存、运输及质量证明书

8.1 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。

8.2 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(长度或重量);
- 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。

8.3 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% 及不含酸碱性气体的仓库。黑钼丝保质期限为 18 个月,白钼丝保质期限为 6 个月。

8.4 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,运输中严防酸性气体浸入及雨雪损坏。

8.5 质量证明书

每批产品应附有质量证明书,注明:

- 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(长度或重量);
- e) 生产批号或产品批号;
- f) 包装日期;
- g) 化学成分;
- h) 检验部门印记;
- i) 供方名称;
- j) 本标准编号。

9 合同(或订货单)内容

订购本标准所列产品的合同(或订货单)应包括以下内容:

- a) 产品名称;
- b) 牌号;
- c) 供应状态、用途;
- d) 加工状态;
- e) 产品规格;
- f) 数量;
- g) 其他要求;
- h) 本标准编号。

附录 A
(资料性附录)

钼丝直径与 200 mm 丝段重量换算关系

A.1 直径小于或等于 350 μm 的钼丝,直径与 200 mm 丝段重量的换算关系见式(A.1)、式(A.2),密度取 $\rho=10.4 \text{ g/cm}^3$ 。

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

$$p = 0.001\ 633d^2 \quad \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

式中:

d ——钼丝直径,单位为微米(μm);

p ——200 mm 丝段重量,单位为毫克(mg)。

A.2 直径大于 350 μm 的钼丝,直径与 200 mm 丝段重量的换算关系见式(A.3)、式(A.4),密度取 $\rho=10.2 \text{ g/cm}^3$ 。

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

$$p = 0.001\ 600d^2 \quad \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

式中:

d ——钼丝直径,单位为微米(μm);

p ——200 mm 丝段重量,单位为毫克(mg)。

附 录 B
(规范性附录)
抗拉强度、延伸率测试

B.1 设备

10 N、30 N、200 N、2 500 N、10 000 N 电子拉力试验机。

B.2 测试方法

B.2.1 根据铂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 228.1 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 °C ±5 °C。

B.2.5 铂丝在距夹头根部 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 C。

注: 当需方有特殊需求时, 可根据要求变更拉伸条件。

附 录 C

(资料性附录)

钼丝不同抗拉强度单位的换算关系

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

$$1 \text{ N/mg}=2\,079.98 \text{ MPa}=102.04 \text{ gf/mg}$$

$$1 \text{ MPa}=0.049\,06 \text{ gf/mg}=0.000\,480\,8 \text{ N/mg}$$

$$1 \text{ gf/mg}=0.009\,800\,1 \text{ N/mg}=20.384 \text{ MPa}$$

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

$$1 \text{ N/mg}=2\,039.98 \text{ MPa}=102.04 \text{ gf/mg}$$

$$1 \text{ MPa}=0.050\,02 \text{ gf/mg}=0.000\,490\,2 \text{ N/mg}$$

$$1 \text{ gf/mg}=0.009\,800\,1 \text{ N/mg}=19.992 \text{ MPa}$$

