

前 言

本标准版本是国家标准 GB 4181—84《钨丝》的第一次修订版。

本修订版中,删除了牌号 WAL3 及各牌号用途一栏,补充了用(B)表示白丝;将白丝的最大直径由 12 μm 改为 350 μm ,并对每根钨丝的最短长度分别做了修改。增加了直径为 12 μm ~20 μm 绕丝性能要求;同时,对直径大于 120 μm ~500 μm 的绕丝性能也作了规定;推拉检验改为推拉五段,三段不断为合格;对抗拉强度单位由 gf/mg 改为国际单位制 N/mm^2 ,为便于操作,同时列出 N/mg ;高温性能中,增加了 $\phi 0.4$ mm 钨丝下垂性能、金相要求及其检验方法,原标准抗蠕变试验及高温退火试验及其金相检查作为供需双方认可下使用;在检验规则中用 GB 2828 一次正常抽样方案代替原标准中的百分比抽样。另外,根据 GB/T 1.1—1993 的要求,对原国家标准 GB 4181—84 作了编辑性修改。

本标准从实施之日起,同时代替 GB 4181—84。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B、附录 C 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准起草单位:电子工业部标准化研究所、成都虹波实业股份有限公司、国营曙光钨钼材料厂。

本标准主要起草人:李晓英、周继奎、孙小平、侯伍满。

中华人民共和国国家标准

钨 丝

Tungsten wires

GB/T 4181—1997

代替 GB 4181—84

1 范围

本标准规定了钨丝的分类与命名、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。
本标准适用于电光源及电子器件中灯丝、热丝、栅极、弹簧、钨铰丝及支架用的黑白钨丝。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 2828—87 逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)

GB 4105—83 钨丝下垂试验方法

GB 4194—84 钨丝蠕变试验、高温处理及金相检查方法

GB 4324—84 钨化学分析方法

3 分类与命名

钨丝各牌号按不同方法检验其绕丝性能进行分类。其牌号命名、类型应符合表 1 规定。

表 1

牌 号	类 型
WAL1	T、L、W
WAL2	T、L、W
W1 W2	—

注：“T”类型钨丝采用“推拉”法或低倍芯线绕螺旋检验其绕丝性能；“L”类型钨丝采用绕螺旋检验其绕丝性能；“W”类型钨丝采用弯折试验检验其脆性。牌号前加(B)表示白钨丝。

4 要求

4.1 尺寸

4.1.1 各种牌号的钨丝最小直径、最大直径应符合表 2 的规定。

表 2

 μm

牌 号	WAL1, WAL2		W1, W2
	黑 丝	白 丝	
最小直径	12	5	400
最大直径	1 800	350	1 800

4.1.2 直径及允许偏差应符合表 3 规定。

表 3

直 径 d μm	200 mm 丝段重量 mg	200 mm 丝段重量偏差 %			直径偏差 %		
		0 级	I 级	II 级	I 级	II 级	III 级
$5 \leq d \leq 12$	0.075~0.44	—	± 4	± 5	—	—	—
$12 < d \leq 18$	$> 0.44 \sim 0.98$	—	± 3	± 4	—	—	—
$18 < d \leq 40$	$> 0.98 \sim 4.85$	± 2	± 2.5	± 3	—	—	—
$40 < d \leq 80$	$> 4.85 \sim 19.39$	± 1.5	± 2.0	± 2.5	—	—	—
$80 < d \leq 300$	$> 19.39 \sim 272.71$	± 1.0	± 1.5	± 2.0	—	—	—
$300 < d \leq 350$	$> 272.71 \sim 371.19$	—	± 1.0	± 1.5	—	—	—
$350 < d \leq 500$	—	—			± 1.5	± 2.0	± 2.5
$500 < d \leq 1\ 800$	—	—			± 1.0	± 1.5	± 2.0

注：直径大于 $12\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ 钨丝，每根丝任两处 200 mm 丝段重量差不超过同级公差的一半。
直径大于 $250\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ 钨丝，每根丝任两处 200 mm 丝段重量差不超过 II 级公差的一半。

4.1.3 每根钨丝最短长度应符合表 4 规定。

表 4

直 径 d μm	200 mm 丝段重量 mg	最短长度 m
$5 \leq d \leq 12$	0.075~0.44	350
$12 < d \leq 60$	$> 0.44 \sim 10.91$	700
$60 < d \leq 100$	$> 10.91 \sim 30.30$	400
$100 < d \leq 150$	$> 30.30 \sim 68.18$	250
$150 < d \leq 200$	$> 68.18 \sim 121.20$	150
$200 < d \leq 350$	$> 121.20 \sim 371.19$	100
$350 < d \leq 700$	—	相当于 150 g 重量的长度
$700 < d \leq 1\ 800$	—	相当于 200 g 重量的长度

每提交批中按表 4 规定的最短长度的盘数应不超过总盘数的 5%。

4.2 化学成分

钨丝的化学成分应符合表 5 规定。

表 5

牌 号	钨含量不低于 %	杂质元素总和不大于 %	每种杂质元素含量不大于 %
WAL1、WAL2	99.95	0.05	0.01
W1	99.95	0.05	0.01
W2	99.92	0.08	0.01

注：钾不作为杂质含量；钨含量是由 100 减去铁、钼及不挥发成分后的剩余部分。

4.3 绕丝性能

4.3.1 “L”类型钨丝需按规定进行绕丝，不得分层与脆断。

4.3.2 “T”类型钨丝直径为 $12\ \mu\text{m}$ ~ $60\ \mu\text{m}$ 按规定用低倍芯线进行绕丝，不得分层与脆断；直径大于 $60\ \mu\text{m}$ ~ $120\ \mu\text{m}$ 的黑钨丝进行推拉检验，推拉五段中有三段不断为合格，如第一次不合格允许去掉 $3\ \text{m}$ ~ $5\ \text{m}$ 以后再推拉五段，其中有三段不断为合格，否则为不合格；直径大于 $120\ \mu\text{m}$ ~ $500\ \mu\text{m}$ 的黑钨丝由供需双方协商。

4.3.3 “W”类型的电子管折叠热丝用钨丝需进行弯折检验，在弯折处不得开裂。

4.4 抗拉强度

“W”类型钨丝抗拉强度应符合表 6 规定。

表 6

直 径 d μm	200 mm 丝段极限抗拉强度下限	
	N/mg	N/mm ²
$5 \leq d \leq 12$	0.931 6	3 578
$12 < d \leq 26$	0.882 6	3 389
$26 < d \leq 36$	0.853 2	3 276
$36 < d \leq 40$	0.794 3	3 050
$40 < d \leq 45$	0.764 9	2 937
$45 < d \leq 55$	0.706 1	2 711
$55 < d \leq 112$	0.666 9	2 561
$112 < d \leq 140$	0.647 2	2 485
$140 < d \leq 200$	0.588 4	2 260

注：特殊用途的电子管栅极用钨丝要求同一轴丝抗拉强度波动值不大于 $0.05\ \text{N/mg}$ ($188\ \text{N/mm}^2$)。

4.5 直线性

钨丝应很容易地从线轴上放出，其曲环直径应符合表 7 规定。

表 7

直 径 d μm	曲 环 直 径 mm
$5 \leq d \leq 12$	≥ 5
$12 < d \leq 18$	≥ 3
$18 < d \leq 30$	≥ 5
$30 < d \leq 60$	≥ 10
$d > 60$	≥ 15

当对白丝的直线性能有特殊要求时,由供需双方协商。

4.6 高温性能

4.6.1 $\phi 0.4$ mm 钨丝下垂性能应符合表 8 规定。

表 8 mm

牌 号	WAL1	WAL2
下垂值 Δh	≤ 4.0	≤ 8.0

4.6.2 $\phi 0.4$ mm 钨丝下垂试验后,其牌号 WAL1 的金相组织不得低于图 1,牌号 WAL2 的金相组织不得低于图 2,否则,表 8 中丝料的牌号将作降级处理。

4.6.3 在供需双方认可的情况下,高温性能允许采用下述规定:

$\phi 1.25$ mm 钨丝高温抗蠕变性能应符合表 9 规定。

表 9 mm

牌 号	WAL1	WAL2
蠕变残余伸长	≤ 2	≤ 4

高温处理后,WAL1 牌号 $\phi 1.25$ mm 钨丝金相组织不低于图 3, $\phi 0.4$ mm 钨丝金相组织不低于图 1; WAL2 牌号 $\phi 0.4$ mm 钨丝金相组织不低于图 2,否则按 W2 处理。

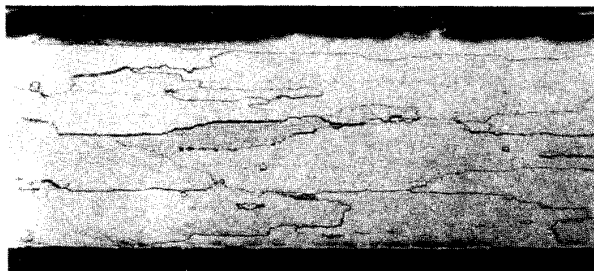


图 1 WAL1 $\phi 0.4$ mm 钨丝金相组织(放大 100 倍)



图 2 WAL2 $\phi 0.4$ mm 钨丝金相组织(放大 100 倍)

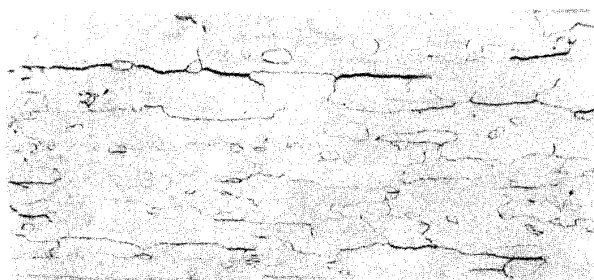


图3 WAl1φ1.25 mm 钨丝金相组织(放大100倍)

4.7 热脆性能

WAL1及WAL2牌号钨丝经高温加热处理后弯折不脆断。

4.8 表面质量

4.8.1 钨丝表面应光滑,呈均匀的黑色,应无霉点及影响使用的裂纹、毛刺、划伤、凹坑,直径小于150 μm的钨丝,手摸不应有曲丝,W2牌号钨丝允许有小毛刺,但每根丝不超过10处,每处不超过15 mm。

4.8.2 白钨丝表面应为银白色,不能有污染及明显氧化现象。

4.9 线轴及复绕

每轴丝应该是连续一根整丝,直径小于等于350 μm的钨丝应绕在线轴上,复绕均匀,外线头要固定好。整轴丝不能满盘,以防止崩丝,散丝。直径大于350 μm的钨丝,绕成线卷,不得扭结成“8”字形,每卷用软金属丝捆3~4处,或重量≥1 kg可绕在线轴上,线轴及线卷规格应符合表10规定。

表10

直径 d μm	线轴或线卷规格 mm		
	线轴尺寸		线卷直径
	内 径	宽	
$5 \leq d \leq 12$	20~30	15~20	—
$12 < d \leq 30$	20~30	20	—
$30 < d \leq 100$	40	20	—
$100 < d \leq 350$	85	15	—
$350 < d \leq 450$	210	26	或 135
$450 < d \leq 750$	—	—	210
$750 < d \leq 1\ 250$	—	—	350
$1\ 250 < d \leq 1\ 800$	—	—	600

4.10 特殊要求

对有特殊要求用途的钨丝可经供需双方协商另议。

5 试验方法

5.1 尺寸

5.1.1 直径大于350 μm的钨丝测量其直径,采用I级千分尺,在距离端部1 m处在相互垂直的方向上测量三点,直径小于350 μm的钨丝为丝段重量测量,在200 mm圆周测定卡上切取200 mm丝段,用相应精度的扭力天平或电子天平测量,首尾两端均需称两个样品,合格后取其平均值,为200 mm丝段

重量,天平称量范围应符合表 11 规定。

表 11

200 mm 丝段重量 mg	<2	≥2~5	>5~10	>10~25	>25~50	>50~100	>100~250	>250
天平称量范围 mg	0~2	0~5	0~10	0~25	0~50	0~100	0~250	0~500

5.1.2 直径大于 350 μm 的钨丝以重量为长度测量值,直径小于等于 350 μm 的钨丝以复绕机计数器读数为长度测量值。

5.2 化学成分按 GB 4324 进行。

5.3 绕丝性能检验

5.3.1 绕丝方法按表 12 进行绕丝。绕丝机精度见附录 B(提示的附录)。

表 12

牌 号	类型	直 径 d μm	200 mm 丝段重量 mg	绕 丝 条 件			
				芯线倍数	绕丝机转速 r/min	绕丝长度 m	绕丝反拉力 N/mm ² (N/mg)
WAL1 WAL2	L	12 ≤ d ≤ 14	0.44~0.59	5	5 000	30	抗拉力的 10%~15%
		14 < d ≤ 18	>0.59~0.98	4	5 000	30	
		18 < d ≤ 25	>0.98~1.89	3	5 000	30	
		25 < d ≤ 50	>1.89~7.57	2.5	5 000	30	
		50 < d ≤ 80	>7.57~19.39	2	3 000	30	—
		80 < d ≤ 200	>19.39~121.2	2	3 000	20	—
		200 < d ≤ 320	>121.2~310.28	3	1 000	20	—
	320 < d ≤ 800	—	3	加热 500℃~600℃手工绕 150 mm 螺旋			
T	12 ≤ d ≤ 20	0.44~1.21	3	5 000	30	抗拉力的	
	20 < d ≤ 60	>1.21~10.91	1.8	5 000	30	10%~15%	

注

- 1 绕丝时螺距为钨丝直径的 1.5 倍,且均匀。
- 2 绕丝合格后,对直径 80 μm~800 μm 的螺旋丝,清洗掉石墨乳后在 25 倍显微镜下观察。

5.3.2 推拉检验方法是将受检一轴钨丝放在平板上,将钨丝的外端引出,在推拉工具的芯线上绕一圈,按表 13 规定进行推拉试验。

表 13

芯线直径	钨丝直径的 3.5 倍
芯线材料	要以自由转动的直弹簧丝
推拉丝长度	每次推拉约 0.8 m
推拉速度	约 0.2 m/s
推拉器内两摸子间距离	芯线的 1~2 倍
进出丝的夹角	约 180°

5.3.3 弯折检验方法是取 400 mm 钨丝,用曲率半径约为 0.2 mm 的镊子,在相距 10 mm 以上不同地方弯折 10 处,直径大于 80 μm ~320 μm 的钨丝弯折 90°检查,小于等于 80 μm 的钨丝弯折 90°再拉直。目视观察不允许有两处开裂,如第一次不合格则加倍检验。不允许再有两处开裂。

5.4 抗拉强度试验是取 1 m 长试样在拉力机上按附录 A(标准的附录)方法测量两次,两次合格后取其平均值,为其抗拉强度值。栅极等特殊用途的钨丝取 2 m 长试样测三次,三次均合格后,取其平均值为其抗拉强度值。

5.5 直线性检验用目视与量尺检验。

5.6 下垂试验按 GB 4105 规定进行;蠕变残余伸长及金相检查按 GB 4194 规定进行。

5.7 热脆性能试验对于 WAL1 牌号小于 350 μm 的钨丝和 WAL2 牌号小于 200 μm 的钨丝,各切取 1 m 长的钨丝绕在钨板上,用 20% 氢氧化钠溶液煮去钨丝表层的石墨乳,清水洗净,按表 14 的条件加热,冷却后在未弯折的直丝上用曲率半径约为 0.2 mm 镊子弯折 90°,每个试样弯折五处不得脆断。

表 14

牌 号	规 格 μm	加热温度 $^{\circ}\text{C}$	保持时间 min	保护气体
WAL1	200~350	1 600	5~7	湿氢
WAL1	<200	1 675	5~7	湿氢
WAL2	<200	1 550	5~7	湿氢

注:温度测量误差 $\pm 25^{\circ}\text{C}$ 。

5.8 表面质量用目测与手感检验,有争议时去掉石墨乳后用 10 倍放大镜检验。

5.9 线轴及复绕用目测检查。

6 检验规则

6.1 检验部门

产品由供方质量检验部门进行检验,保证产品符合本标准,并填写质量合格证或产品商标。

6.2 检验分类

产品检验只进行质量一致性检验。

6.3 质量一致性检验

6.3.1 检验项目

质量一致性检验项目按表 15 进行。

表 15

检验与试验项目	要求的条款号	检验与试验方法的条款号
A 组		
尺寸	4.1	5.1
直线性	4.5	5.5
表面质量	4.8	5.8
线轴及复绕	4.9	5.9
B 组		
绕丝性能	4.3	5.3
抗拉强度	4.4	5.4
热脆性能	4.7	5.7
C 组		
化学成分	4.2	5.2
高温性能	4.6	5.6

6.3.2 检验批

同一牌号、类型、规格及生产批号的产品为一检验批。

6.3.3 抽样及合格判定

6.3.3.1 A组、B组“T”型绕丝性能及栅极等特殊要求的钨丝抗拉强度按100%检验,剔除不合格品。

6.3.3.2 B组检验按GB 2828—87一次正常抽样方案,“L”、“W”绕丝性能的检查水平Ⅱ,AQL值为6.5;抗拉强度及热脆性能的检查水平Ⅰ,AQL值为6.5。

6.3.3.3 C组检验在每检验批中或每生产批中任取一个试样进行分析、试验。如不符合要求,可加倍取样,仍有一个不合格,则该批为不合格。

6.4 复验

需方在收到产品之日起,黑丝在六个月内,白丝在三个月内按本标准进行复验,如检验结果与质量合格证或产品商标所标的牌号类型不符合时,经双方鉴定后仍不合格,则为不合格。

7 包装、标志、运输、贮存

7.1 直径为350 μm及小于350 μm的钨丝,应绕在干燥的胶木轴或铝金属轴上,表面用蜡光纸封贴后,装入纸盒或塑料盒内,直径大于350 μm的钨丝绕成卷(盘)后,用防潮纸或塑料布条包扎严密。

白钨丝应采用真空包装。

7.2 每个线轴、线卷上均应附有标签或产品合格证,并标明:

- a) 材料名称及牌号;
- b) 生产批号;
- c) 规格(200 mm 丝段重量或直径)和精度要求;
- d) 长度或重量;
- e) 检验分类标记;
- f) 生产日期、出厂日期;
- g) 检验部门印记;
- h) 本标准编号及生产厂名称;
- i) 每提交批附一张质量证明书。

7.3 钨丝按规定包装后存放在干燥的相对湿度不大于65%和不含酸性气体的房间内。

7.4 包装好的钨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及雨雪损坏。

附录 A
(标准的附录)
钨丝抗拉力测试方法

A1 设备

10 N、30 N、300 N 拉力机。

A2 测试方法

A2.1 根据钨丝直径选择不同的测量设备及测量范围。

A2.2 拉力机上下夹头距离调至 200 mm 长度。

A2.3 测量速度一般应符合下表规定。

直径 d μm	≤ 30	$>30\sim 100$	$>100\sim 200$
测量速度 mm/min	50~70	80~100	130~150

A2.4 丝在夹头根部拉断时应重测。

A2.5 测得的抗拉力除以被测丝的 200 mm 丝段重量(mg)其值为抗拉强度。

附录 B
(提示的附录)
绕丝机精度

绕丝机精度见表 B1。

表 B1

直径 d μm	200 mm 丝段重量 mg	绕丝机主轴径向跳动不大于 mm	绕丝机主轴轴向串动不大于 mm
≤ 38.6	≤ 4.5	0.015	0.015
> 38.6	> 4.5	0.03	0.02

附录 C
(提示的附录)

200 mm 丝段的钨丝重量换算为平均直径的公式

200 mm 丝段的钨丝重量换算为平均直径的换算公式如(C1)：

$$d = \sqrt{\frac{P \times 10^6 \times 4}{\pi L \gamma}} \dots\dots\dots (C1)$$

式中： d ——钨丝直径， μm ；
 P ——丝段重量，mg；

π ——常数(≈ 3.14);

L ——每段钨丝长度=200 mm;

γ ——钨丝密度(参考值:19.3 g/cm³)。

$$d = K \sqrt{P} \quad \dots\dots\dots(C2)$$

式中: K ——常数(18.17)。
