

DIN17223 弹簧用圆钢丝_弹簧用铅浴淬火冷拉碳素钢丝-技术交货条件

1 适用范围

1.1

本标准适用于专利冷拔圆碳素钢丝，这类钢丝通常用于螺旋弹簧（拉伸、压缩和扭转弹簧）、弹簧垫圈及其他线制弹簧。

注：经验表明，订购以下产品时也可参考本标准：

由弹簧钢丝矫直、定尺切断制成的非圆截面弹簧用专利冷拔钢丝；

表面处理（如镀锌、镀锡）弹簧钢丝。但需注意：本标准中规定的力学性能、尺寸精度和表面粗糙度不适用于上述产品，相关要求需另行约定。

1.2

本标准不适用于以下产品：

淬火回火弹簧钢丝及淬火回火气门弹簧钢丝（见 DIN 17 223 第 2 部分）；

不锈钢弹簧钢丝（见 DIN 17 224）；

耐热钢弹簧钢丝（见 DIN 17 225）。

1.3

除本标准规定的技术要求外，除非下文另有说明，DIN 17 010《钢及钢产品通用技术交货条件》的规定同样适用。

2 术语定义

如 DIN 17 014 第 1 部分所述，**专利处理（patenting）**指一种热处理工艺：将钢材奥氏体化后快速冷却至马氏体点以上的温度，以获得利于后续冷加工的组织。

3 牌号 / 等级分类

本标准涵盖以下钢弹簧钢丝等级（以下简称“钢丝牌号”）：

A 级：公称尺寸范围 1.00~10.00 mm；

B 级：公称尺寸范围 0.30~20.00 mm。

C 级：公称尺寸范围 2.00~20.00 mm；**D 级：**公称尺寸范围 0.07~20.00 mm。

A、B、C、D 级钢丝根据力学性能区分；其中 D 级还额外规定了特殊的表面状态要求。各级别的使用说明见第 7 章及表 6。

注：在本标准的制定讨论中，制造商表示：在过渡期内，将继续供应 1984 年废止的 1964 年 3 月版标准中规定的 II 级钢丝。

4 标记代号

4.1

符合本标准的产品，其标准代号应按以下顺序给出：

产品名称（钢丝）；

尺寸标准编号（DIN 2076）；

标识钢丝级别的字母代号（A、B、C 或 D，见表 1 和表 3）；

所需的公称直径（从表 3 中选取）。

示例：公称直径 2.5 mm、A 级、符合 DIN 17 223 第 1 部分的钢弹簧钢丝，其标准代号为：Wire DIN 2076 - A - 2,5

4.2

订货时的标记代号，除上述标准代号外，还应注明：

供货数量；

表面处理要求（若需光亮干拔磷化、光亮湿拔磷化以外的其他表面处理，见 5.2 款）；

双方达成的任何特殊协议（见带●标记的条款）。

5 技术要求

5.1 供货形式

钢丝应以盘卷或绕轴形式供货，供货状态应符合本标准第 5.6~5.8 款的规定。● 除非订货时另有约定，上述两种供货形式的选择由供方自行决定。

5.2 表面处理

5.2.1 ● 钢丝可采用以下任一种表面处理方式供货：

光亮干拔磷化（bright dry drawn and phosphatized，缩写 tr bk phr，按 DIN 1653 规定）；

光亮干拔灰膜（bright dry drawn and grey，缩写 tr bk gr，按 DIN 1653 规定）；

光亮干拔红膜（bright dry drawn and reddish，缩写 tr bk rt，按 DIN 1653 规定）；

光亮湿拔磷化（bright wet drawn and phosphatized，缩写 n bk phr*）；

光亮湿拔灰膜（bright wet drawn and grey，缩写 n bk gr，按 DIN 1653 规定）；

光亮湿拔红膜（bright wet drawn and reddish，缩写 n bk rt，按 DIN 1653 规定）。

除非订单中另有说明，材料的表面处理方式由制造商自行选择：光亮干拔磷化或光亮湿拔磷化。

5.2.2 ● 所有表面处理的钢丝，均可额外订购带油表面状态。

5.3 化学成分

5.3.1

各钢丝级别的化学成分，以铸态分析为准，应符合表 1 的规定。A 级和 B 级钢丝的原材料盘条，应采用 DIN 17 140 第 1 部分规定的盘条。

5.3.2

成品钢丝化学成分的后续复检，应符合表 2 规定的数值。

5.4 力学性能

5.4.1

A、B、C、D 级钢丝的抗拉强度和断后断面收缩率，应符合表 3 的规定。

5.4.2

同一盘卷钢丝上任意位置的抗拉强度差值，不得超过以下数值：

公称直径小于 0.80 mm：150 N/mm²；

公称直径 0.80 mm 至 1.60 mm（不含 1.60 mm）：100 N/mm²；

公称直径 1.60 mm 及以上：70 N/mm²。

以上规定仅适用于盘卷质量（单位：kg）不超过 $100 \times d$ （d 为钢丝公称直径，单位：mm）或 500 kg（取两者中较小值）的盘卷。● 对于质量超过上述限值的盘卷，供需双方应另行约定合适的技术要求。

5.4.3

弹性模量取值为 206 kN/mm²，剪切模量取值为 81.5 kN/mm²。弹簧设计时，应采用设计标准中规定的数值。

5.5 抗拉强度以外的力学性能

5.5.1 缠绕试验表现

为评定钢丝的变形均匀性和表面状态，应对直径小于 0.70 mm 的 B 级和 D 级钢丝进行缠绕试验。按本标准第 6.4.3 款规定的方法试验后，试样表面应完好无损，且塑性变形后的缠绕螺距应均匀一致。

5.5.2 扭转试验表现

为评定钢丝的变形能力、断裂特性和表面状态，应对公称直径大于 0.70 mm 至 10.00 mm 的 A、B、C、D 级钢丝进行扭转试验。公称直径不超过 7.00 mm 的钢丝，应满足表 3 规定的最小扭转次数；超过该尺寸的钢丝，表 3 中的数值为参考值。

在本标准第 6.4.4 款规定的试验中，试样断裂前应达到规定的扭转次数。A、B、C、D 级钢丝的扭转试样断口应与钢丝轴线垂直。评定时可不考虑回弹裂纹或回弹断裂（二次断裂）。A、B、C、D 级钢丝断裂后的两部分均应呈现均匀扭转（螺距不必完全一致）；D 级钢丝扭转试验后，表面不得存在肉眼可见的裂纹。

5.6 盘卷与线轴状态

5.6.1

每一盘卷或线轴上的钢丝应是整根无接头的。

5.6.2

盘卷的内径应至少达到表 4 规定的数值。

5.6.3

盘卷在去除捆扎线后，盘卷外径可能会扩大，但内径不得小于原盘卷直径。

5.6.4

弹簧钢丝应拉制成**无应力直丝状态**(dead cast)。对于公称直径小于 5 mm 的钢丝，按本标准第 6.4.5 款的方法测试盘卷两端，轴向位移不超过规定值时，视为满足该要求。

$$\backslash(f = \frac{0.2 \cdot D}{\sqrt[4]{d}})\backslash$$

式中：

f—— 轴向位移，单位：mm；

D—— 自由盘卷直径，单位：mm；

d—— 钢丝公称直径，单位：mm。

5.6.5 ●

除非订货时另有约定，单个盘卷或线轴的重量由制造商自行选择；也可参见本标准第 5.4.2 款。

5.7 表面状态与表层脱碳

5.7.1

钢丝表面应光滑。

*) 注：该表面处理方式在 1979 年 1 月版 DIN 1653 中未作规定，已提出申请将其纳入 DIN 1653 的下一版修订中。

5.7.2

A、B、C 级钢丝表面不得存在会对钢丝使用性能产生明显不利影响的划痕、凹坑及其他表面缺陷。

5.7.3

D 级钢丝的表面缺陷深度，应按本标准第 6.4.6 款规定的方法测定，其允许值见表 3。

5.7.4

D 级钢丝边缘区域不得存在脱碳层；按本标准第 6.4.7 款方法测定的脱碳层深度，不得超过表 3 规定的允许值。

5.8 尺寸及尺寸允许偏差

5.8.1

尺寸及尺寸允许偏差应符合 DIN 2076 的规定，同时需遵守本标准第 5.8.2 款的限制条件。注：表 3 中给出的公称尺寸及尺寸允许偏差与 DIN 2076 的规定一致。

5.8.2

供货状态下钢丝直径相对于订货公称直径的偏差，应在表 3 规定的限值内；该规定适用于盘卷质量（单位：kg）不超过 $100 \times d$ （d 为钢丝公称直径，单位：mm）或 500 kg（取两者中较小值）的盘卷。● 对于质量超过上述限值的盘卷，其允许偏差由供需双方另行约定。

5.8.3

椭圆度（即钢丝同一截面处最大直径与最小直径的差值），不得超过表 3 中规定的总允许偏差的 50%。

6 检验与测试

6.1 材料检验及文件约定

6.1.1

订货时可约定：每批供货需提供 DIN 50 049 规定的任一类型文件。

6.1.2

如约定提供检验报告，则报告中应包含表 1 所列元素的铸态分析结果。

6.1.3

如约定提供检验证书，则相关检验需符合本标准第 6.2~6.5 款的规定。关于抽样（见表 5 第 8 列）和检验程序（见第 6.4 款）的规定，同样适用于出现质量异议时的复检。

6.2 ● 验收检验的试验项目范围

试验项目的范围应按表 5 第 1~7 列的规定执行。

6.3 ● 抽样

抽样应按表 5 第 8 列的规定执行。抽样应始终从盘卷的两端进行。

6.4 试验方法

6.4.1

化学成分应按照《德国钢铁冶金手册（Handbuch für das Eisenhüttenwesen）》中规定的方法进行测定

6.4.2 拉伸试验

拉伸试验应按以下标准执行，且试样需保留钢丝完整横截面：

公称直径小于 6 mm 的钢丝：按 DIN 51 210 第 1 部分规定执行；

公称直径 ≥ 6 mm 的钢丝：按 DIN 50 145 规定执行。

抗拉强度的计算方式：

公称直径 > 2.00 mm 的钢丝：使用公称横截面积计算；

公称直径 ≤ 2.00 mm 的钢丝：使用实际横截面积计算。

6.4.3 缠绕试验

缠绕试验参照 DIN 51 215 标准，按以下方法进行：取长度约 500 mm 的试样，紧密缠绕在芯轴上；芯轴直径约为 $3 \times d$ （ d 为钢丝公称直径），且不得小于 1.0 mm。缠绕完成后，将试样拉伸并释放，使释放后的试样长度至少为缠绕长度的 2 倍，但不超过 4 倍。在此状态下，检查钢丝的表面状态及缠绕螺距的均匀性。

6.4.4 扭转试验

扭转试验参照 DIN 51 212 标准执行；但所有情况下，试样标距长度均为 $100 \times d$ （ d 为钢丝公称直径），且不得超过 300 mm。

6.4.5 无螺旋弯曲（直线度）试验

对于盘卷供货的钢丝，去除捆扎线后取一盘自由状态的钢丝。将其悬挂，测量盘卷直径 D 及钢丝两端的轴向位移 f 。

6.4.6 表面缺陷检查

表面缺陷检查应在盘卷两端截取试样，可采用以下两种方式之一：

1. **深浸蚀法**：试样先经脱脂，并在 500℃ 回火消除应力，再置于温度为 $(75 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的 1:1 盐酸溶液中浸蚀，直至直径减少约 1%（但减少量不得超过 0.03 mm）。
2. **横截面显微法**：对试样横截面进行显微观察。

若发现表面缺陷，可通过横截面法或轮廓法测量其深度；出现争议时，应以放大 200 倍的横截面测量结果为准。

6.4.7 脱碳层深度测定

脱碳层深度应按 DIN 50 192 规定的金相显微法，对从盘卷两端截取的试样进行测定。

6.4.8 直径及椭圆度检查

直径检查可采用 “通止规” 或千分尺。同时需检查椭圆度（即同一截面处钢丝的最大直径与最小直径的差值）

6.5 复验

复验应按 DIN 17 010《钢及钢产品通用技术交货条件》的规定执行。

7 钢丝使用说明

除了由化学成分、热处理和冷加工决定的抗拉强度外，A、B、C、D 级钢丝在表面质量和变形性能上也存在差异。表 6 中的使用说明正是基于这些差异制定的。

8 质量异议（索赔）

8.1

根据现行法律，仅当产品缺陷对其加工和使用性能造成显著不利影响时，方可提出质量异议；除非订货时另有约定，本规定均适用。

8.2

买方应向供方提供判定异议是否成立的机会，通常的合理做法是向供方提交被异议的产品或供货产品的样品，以便供方进行核查。

表 1 钢丝牌号的化学成分

钢丝牌号	公称直径范围 (mm)	碳 C	硅 Si ¹ (最大值)	锰 Mn	磷 P (最大值)	硫 S (最大值)	铜 Cu (最大值)
A	1.00 ~ 10.00	0.40 ² ~ 0.85	0.35	0.30 ~ 1.00	0.04	0.04	0.2
B	0.30 ~ 6.00	0.55 ~ 0.85	0.35	0.30 ~ 1.00	0.04	0.04	0.2
	6.30 ~ 14.00	0.40 ~ 0.85	0.35	0.30 ~ 1.00	0.04	0.04	0.2
	15.00 ~ 20.00	0.40 ~ 0.85	0.35	0.30 ~ 1.50	0.04	0.04	0.2
C	2.00 ~ 6.00	0.70 ~ 1.00	0.35	0.30 ~ 1.50	0.03	0.03	0.12
	6.30 ~ 20.00	0.50 ~ 1.00	0.35	0.30 ~ 1.50	0.03	0.03	0.12
D	0.07 ~ 6.00	0.70 ~ 1.00	0.35	0.30 ~ 1.50	0.03	0.03	0.12
	6.30 ~ 20.00	0.50 ~ 1.00	0.35	0.30 ~ 1.50	0.03	0.03	0.12

- 1、钢材应进行退火处理。
- 2、如果电线用于不显著具有定型倾向的用途，可同意采用较低碳含量。

表 2 钢丝牌号的化学成分（成品分析允许偏差）

钢丝牌号	公称直径范围 (mm)	碳 C ¹	硅 Si(最大值)	锰 Mn	磷 P(最大值)	硫 S(最大值)	铜 Cu(最大值)
A	1.00 ~ 10.00	—	0.38	0.26 ~ 1.04	0.045	0.045	0.23
B	0.30 ~ 6.00	—	0.38	0.26 ~ 1.04	0.045	0.045	0.23
	6.30 ~ 14.00	—	0.38	0.26 ~ 1.04	0.045	0.045	0.23
	15.00 ~ 20.00	—	0.38	0.26 ~ 1.55	0.045	0.045	0.23
C	2.00 ~ 20.00	—	0.38	0.26 ~ 1.55	0.035	0.035	0.14
D	0.07 ~ 20.00	—	0.38	0.26 ~ 1.55	0.035	0.035	0.14

- 1 对于根据检验报告或检验证书（见 DIN 50 049）供货的钢丝：
- 2 若铸态分析碳含量小于 0.55%，则成品分析碳含量与文件给定值的偏差允许为 **±0.03%**；
- 3 其他情况下，偏差允许为 **±0.04%**

表 3. 线材等级 A、B、C 和 D 的机械性能¹⁾ 及质量要求

表 3. 线材等级 A、B、C 和 D 的机械性能1) 及质量要求												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
导线直径 d1)	根据 DIN 2076 标准对线材等级所规定的允许偏差	质量 千克/1000米	线材等级的抗拉强度 Rm				线材等级在断裂 Z 处后面面积的最低缩减量	线材等级在扭转试验中所需的最低扭转次数	线材等级表面缺陷的允许深度	线材等级的可允许脱碳深度	线材等级 d (标称尺寸)	
标称尺寸	A和B毫米	C和D毫米	A N/mm ²	B N/mm ²	C N/mm ²	D N/mm ²	A, B, C, D %	A, B, C, D	D mm	D mm	mm	
mm												
0,07		± 0,004	0,0302			2800至3100		按照第 6.4.3 小节中规定的包装测试进行	—7)	—7)	0,07	
0,08	0,0395				2800至3100	0,08						
0,09	0,0499				2800至3100	0,09						
0,10	0,0617				2800至3100	0,10						
0,11	0,0746				2800至3100	0,11						
0,12	0,0888				2800至3100	0,12						
0,14	0,121				2800至3100	0,14						
0,16	0,158				2800至3100	0,16						
0,18	0,200				2800至3100	0,18						
0,20	0,247				2800至3100	0,20						
0,22	0,298			2770至3060	0,22							
0,25	0,385			2720至3010	0,25							
0,28		± 0,008	0,488			2680至2970				0,28		
0,30			0,555	2370至2650		2660至2940				0,30		
0,32			0,631	2350至2630		2640至2920				0,32		
0,34			0,713	2330至2600		2610至2890				0,34		
0,36	± 0,015		0,799	2310至2580		2590至2870				0,36		
0,38		± 0,010	0,890	2290至2560		2570至2850				0,38		
0,40			0,985	2270至2550		2560至2830				0,40		
			1,100	2250至2520		2530至2800				0,43		
1) 对于中间值的线材，应用针对更高级规格所规定的数值。												
由于线材直径较小，对缺陷深度或脱碳深度的测量只能较为困难地进行。有鉴于此，针对此直径范围并未规定任何最大2)值。												

1) 对于中间值的线材，应适用针对更高线材规格所规定的数值。

由于线材直径较小，对缺陷深度或脱碳深度的测量只能较为困难地进行。有鉴于此，针对此直径范围并未规定任何最大 2) 值。

表 3. (续)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
导线直径d1)			质量 千克/1000米	线材等级的抗拉强度 Rm	线材等级在断裂 Z 处后面面积的最低缩减量	线材等级在扭转试验中所需的最低扭转次数	线材等级在扭转试验中所需的最低扭转次数	线材等级表面缺陷的允许深度	线材等级的可允许脱碳深度	线材等级 d (标称尺寸)		
标称尺寸	根据 DIN 2076 标准对线材等级所规定的允许偏差											
mm	A和B毫米	C和D毫米	A N/mm ²	B N/mm ²	C N/mm ²	D N/mm ²	A, B, C, D %	A, B, C, D	D mm	D mm	mm	
0.45	±0.015	±0.010	1.25	2240至2500	-	2510至2780	按照第 6.4.3 小节中规定的包装测试进行	-	-	-	0.45	
0.48			2220至2480	2490至2760		0.48						
0.50			2200至2470	2480至2740		0.50						
0.53			2180至2450	2460至2720		0.53						
0.56	2170至2430		2440至2700	0.56								
0.60	2140至2400		2410至2670	0.60								
0.63	2130至2380		2390至2650	0.63								
0.65	2120至2370		2380至2640	0.65								
0.70	2090至2350		2360至2610	0.70								
0.75	2070至2320		2330至2580	0.75								
0.80	2050至2300	2310至2560	0.80									
0.85	2030至2280	2290至2530	0.85									
0.90	2010至2260	2270至2510	0.90									
0.95	2000 到 2240	2250至2490	0.95									
1.00	±0.025	±0.015	1720至1970	1980 至 2220	2230至2470	40	25	导线直径最大值的 1%	导线直径最大值的 1.5%	1.00		
1.05			1710至1950	1960至2200	2210至2450					1.05		
1.10			1690至1940	1950 至 2190	2200至2430					1.10		
1.20			1670至1910	1920至2160	2170至2400					1.20		
1.25			1660至1900	1910至2140	2150至2380					1.25		
1.30			1640至1890	1900至2130	2140至2370					1.30		
1.40			1620至 1860	1870至2100	2110至 2340					1.40		
1.50			1600 1 1840 0 至 1800	2090至2310	2090至2310					1.50		

For 1) and 2), see page 9.

2) Guideline values; not mandatory for acceptance inspection.

1,60	± 0.035	± 0.020	15,8	1590 to 1820	1830 to 2050	—	2060 to 2290	40	22	1 % max. of wire diameter	1,5 % max. of wire diameter	1,60		
1,70			17,8	1570 to 1800	1810 to 2030		2040 to 2260					1,70		
1,80			20,0	1550 to 1780	1790 to 2010		2020 to 2240					1,80		
1,90			22,3	1540 to 1760	1770 to 1990		2000 to 2220					1,90		
2,00			24,7	1520 to 1750	1760 to 1970		1980 to 2200					2,00		
2,10			27,2	1510 to 1730	1740 to 1960		1970 to 2180					2,10		
2,25			31,2	1490 to 1710	1720 to 1930		1940 to 2150					2,25		
2,40			35,5	1470 to 1690	1700 to 1910		1920 to 2130					2,40		
2,50			38,5	1460 to 1680	1690 to 1890		1900 to 2110					2,50		
2,60			41,7	1450 to 1660	1670 to 1880		1890 to 2100					2,60		
2,80	± 0.045	± 0.025	48,3	1420 to 1640	1650 to 1850	—	1860 to 2070	35	16	1 % max. of wire diameter	1,5 % max. of wire diameter	2,80		
3,00			55,5	1410 to 1620	1630 to 1830		1840 to 2040					3,00		
3,20			63,1	1390 to 1600	1610 to 1810		1820 to 2020					3,20		
3,40			71,3	1370 to 1580	1590 to 1780		1790 to 1990					3,40		
3,60			79,9	1350 to 1560	1570 to 1760		1770 to 1970					3,60		
3,80			89,0	1340 to 1540	1550 to 1740		1750 to 1950					3,80		
4,00			98,6	1320 to 1520	1530 to 1730		1740 to 1930					4,00		
4,25			111	1310 to 1500	1510 to 1700		1710 to 1900					4,25		
4,50			125	1290 to 1490	1500 to 1680		1690 to 1880		12			4,50		
4,75			139	1270 to 1470	1480 to 1670		1680 to 1860					4,75		
5,00	154	1260 to 1450	1460 to 1650	1660 to 1840	5,00									
5,30	173	1240 to 1430	1440 to 1630	1640 to 1820	5,30									
5,60	193	1230 to 1420	1430 to 1610	1620 to 1800	5,60									
6,00	222	1210 to 1390	1400 to 1580	1590 to 1770	6,00									
6,30	245	1190 to 1380	1390 to 1560	1570 to 1750	9		6,30							
6,50	260	1180 to 1370	1380 to 1550	1560 to 1740	9		6,50							
7,00	± 0.060	± 0.035	302	1160 to 1340	1350 to 1530		1540 to 1710					1540 to 1710	9	7,00
7,50			347	1140 to 1320	1330 to 1500		1510 to 1680					1510 to 1680	7 3/4	7,50
8,00			395	1120 to 1300	1310 to 1480		1490 to 1660		1490 to 1660			7 1/2	8,00	
8,50			445	1110 to 1280	1290 to 1460		1470 to 1630		1470 to 1630			6 3/4	8,50	

For 1) and 2), see page 5.
3) Guideline values; not mandatory for acceptance inspection.

For 1) and 2), see page 5.

3) Guideline values; not mandatory for acceptance inspection.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wire diameter d ¹⁾			Mass kg/1000 m	Tensile strength R _m for wire grades				Minimum reduction in area after fracture Z for wire grades A, B, C, D %	Minimum number of twists in the torsion test for wire grades A, B, C, D	Permis- sible depth of surface defects for wire grade	Permis- sible decarbu- rization depth for wire grade	Wire diameter d ¹⁾ (nominal size)
Nominal size	Permissible deviations as specified in DIN 2076 for wire grades											
	A and B mm	C and D mm		A N/mm ²	B N/mm ²	C N/mm ²	D N/mm ²					
9,00	± 0,070	± 0,050	499	1090 to 1260	1270 to 1440	1450 to 1610	1450 to 1610	30	6 ²⁾	1 % max. of wire diameter	1,5 % max. of wire diameter	9,00
9,50			559	1070 to 1250	1260 to 1420	1430 to 1590	1430 to 1590		5 ²⁾			9,50
10,00			617	1060 to 1230	1240 to 1400	1410 to 1570	1410 to 1570		5 ²⁾			10,00
10,50			680	—	1220 to 1380	1390 to 1550	1390 to 1550					10,50
11,00	746	1210 to 1370	1380 to 1530		1380 to 1530		11,00					
12,00	888	1180 to 1340	1350 to 1500		1350 to 1500		12,00					
12,50	963	1170 to 1320	1330 to 1480		1330 to 1480		12,50					
13,00	1042	1160 to 1310	1320 to 1470		1320 to 1470		13,00					
14,00	1208	1130 to 1280	1290 to 1440		1290 to 1440		14,00					
15,00	1387	1110 to 1260	1270 to 1410		1270 to 1410		15,00					
16,00	1578	1090 to 1230	1240 to 1390		1240 to 1390		16,00					
17,00	1782	1070 to 1210	1220 to 1360		1220 to 1360		17,00					
18,00	1998	1050 to 1190	1200 to 1340		1200 to 1340		18,00					
19,00	2225	1030 to 1170	1180 to 1320		1180 to 1320		19,00					
20,00	2466	1020 to 1150	1160 to 1300		1160 to 1300		20,00					

¹⁾ See page 5.

²⁾ Guideline values; not mandatory for acceptance.

¹⁾ See page 5.

³⁾ Guideline values; not mandatory for acceptance.

表 4 钢丝直径范围与对应盘卷最小内径

钢丝直径范围 (mm)	盘卷最小允许内径 (mm)
>0.18 ~ ≤0.28	100
>0.28 ~ ≤0.50	150
>0.50 ~ ≤0.70	180
>0.70 ~ ≤1.60	250
>1.60 ~ ≤4.50	400
>4.50	500

表 5 与试验程序和验收检验相关的要求及数据汇总

行号	试验方法	适用钢丝 牌号	验收批量	每批试 样数量	每试 样测 试段 数	每 段 试 样 数	抽样要求	试验方法 条款	技术要 求条款
1	成品化学成 分分析	A/B/C/D	每炉供应 钢丝量	1	1	1	按 SEP 1805 规定	6. 4. 1	(2)
2	拉伸试验 ⁵⁾	A/B/C/D	—	10% ⁴)	1	1	—	6. 4. 2	5. 5. 1
3	缠绕试验 ⁶⁾	B/D	—	检验项目的范围, 应在 订货时由双方约定			—	6. 4. 3	5. 5. 2 和 (3)
4	扭转试验	A/B/C/D	—				从盘卷两端 取样	6. 4. 4	5. 6. 4
5	无螺旋弯曲 试验	A/B/C/D	每生产批 次				—	6. 4. 5	5. 7. 3 和 (3)
6	表面缺陷检 查	D	每生产批 次 ³⁾				从盘卷两端 取样	6. 4. 6	5. 7. 4 和 (3)
7	脱碳层检查	D	每生产批 次 ³⁾				从盘卷两端 取样	6. 4. 7	5. 8
8	尺寸检查	A/B/C/D	—				—	6. 4. 8	—
1、o: 表示仅在约定出具检验证书 / 报告时才进行试验; n.V.: 除非订货时特别约定, 否则不强制进行。 2、若约定出具检验报告, 买方应获知表 1 中所列元素的炉前分析结果。 3、生产批次定义: 同一炉号、同一热处理状态、同一表面处理的钢丝, 不超过 2 盘 / 轴, 且不超过批量的 10%。 4、直径≤0.7mm 的钢丝适用。 5、直径>0.7mm 至 10mm 的钢丝适用。 6、直径>0.7mm 的钢丝适用。 7、SEP 1805 为德国钢铁标准抽样方法, 见相关标准文件。									

表 6 钢丝使用说明

钢丝牌号	适用工况说明
A	用于承受低静应力或极少承受动应力的拉伸、压缩、扭转或异形弹簧。
B	用于承受中等静应力和低动应力的拉伸、压缩、扭转或异形弹簧。
C	用于承受高静应力和低动应力的拉伸、压缩、扭转或异形弹簧。
D	用于承受高静应力和中等动应力的拉压弹簧, 以及承受高静应力和高动应力的扭转与异形弹簧。

标准/文件编号	名称与说明
DIN 1653	商品钢丝的表面状态；术语与缩写
DIN 2076	圆形弹簧钢丝；尺寸、质量、允许偏差
DIN 17 010	钢及钢材产品的通用技术交货条件
DIN 17 014 Part 1	黑色金属材料的热处理；技术概念
DIN 17 140 Part 1	冷拔用线材；普通钢和优质碳素钢的技术交货条件
DIN 17 223 Part 2	弹簧用圆钢丝，质量规范：淬火回火碳素弹簧钢丝、淬火回火碳素阀门弹簧钢丝
DIN 17 224	不锈钢弹簧钢丝与弹簧钢带；技术交货条件
DIN 17 225	弹簧用高温钢；质量特性
DIN 50 049	材料检验文件
DIN 50 145	金属材料试验；拉伸试验
DIN 50 192	脱碳层深度的测定
DIN 51 210 Part 1	金属材料试验；无引伸计的钢丝拉伸试验
DIN 51 212	金属材料试验；钢丝扭转试验
DIN 51 215	金属材料试验；钢丝缠绕试验，通用信息
钢铁检验手册 1805 ²⁾	钢成品分析的取样和试样制备
《钢铁冶金实验室手册》 ²⁾	第 2 卷：金属材料的检验；杜塞尔多夫 1966 年版
第 5 卷（补充卷）：A 4.4 - 推荐仲裁程序列表；B - 取样程序；C - 分析方法	

DIN 17 223 Part 1 修订说明（与旧版相比的主要变更）

c) 采用了 DIN 2076 中规定的直径允许偏差。d) 钢丝牌号仅使用字母符号标识，不再使用材料号。e) 钢丝可按盘卷或轴装两种形式供货；标准中已列出了可采用的表面处理方式。f) 化学成分方面，补充规定了 C、Si、Mn 元素的限值；A、B 级钢丝的铜（Cu）质量分数上限由 0.25% 降低至 0.20%。g) 首次新增了成品分析中 C、Si、Mn、P、S、Cu 元素的质量分数允许偏差表。h) 首次明确规定了抗拉强度、断后断面收缩率最小值及扭转试验扭转次数要求（见说明条款）。i) A 级钢丝取消了缠绕试验；此外，缠绕试验（及相应的扭转试验）的适用直径上限由 0.50 mm 提高至 0.70 mm；同时修改了缠绕试验的操作方法。j) 针对公称直径小于 5 mm 的钢丝，新增了无螺旋弯曲（直线度）要求，采用最大轴向位移公式进行控制（见说明条款）。k) 首次规定了 D 级钢丝的表面缺陷最大允许深度和表面脱碳层深度限值（见说明条款）。l) 明确规定了验收检验的试验项目范围，并补充了详细的抽样要求。m) 首次根据钢丝直径，规定了盘卷的最小内径要求。n) 修订了各牌号钢丝的使用说明。

本标准首次规定了抗拉强度值，制定过程中参考了欧共体达成的相关协议。根据本标准发布时的讨论进展，正在制定的相关欧洲标准（EURONORM）中，将采用与 DIN 17 223 Part 1 相同的抗拉强度值；但 DIN 17 223 Part 1 中 B、D 级钢丝的公称直径范围更广。DIN 17 223 Part 1 中规定的抗拉强度值，也已被提议纳入正在制定的 ISO《弹簧用铅浴淬火冷拉钢丝》标准中；在本标准发布时，相关 ISO 分委会（TC 17/SC 17）尚未对该提议进行讨论。

本标准中规定的抗拉强度值 R_m 可通过以下公式计算（其中 d 为钢丝公称直径，单位 mm）：

A 级钢丝（1.00~10.00mm）：

下限： $R_m = 1720 - 660 \lg d$

上限： $R_m = 1970 - 740 \lg d$

B 级钢丝（0.30~20.00mm）：

下限： $\sqrt{R_m = 1980 - 740 \log d}$

上限： $\sqrt{R_m = 2220 - 820 \log d}$

C 级钢丝（2.00~20.00mm）与 D 级钢丝（0.20~20.00mm）：

下限： $\sqrt{R_m = 2220 - 820 \log d}$

上限： $\sqrt{R_m = 2470 - 900 \log d}$

关于表 3 中规定的扭转试验最小扭转次数，需注意：试验标距长度已由最大 500mm 调整为最大 300mm。

关于表面缺陷和表面脱碳层允许深度的讨论遇到了特殊困难。

一方面，部分用户要求的数值极低，无法用常规测试仪器测量（金相法除外）；另一方面，钢丝制造商表示，从百分比角度，他们最多只能接受与盘条原料相同的缺陷深度限值。盘条生产商称，即便对原料进行特殊处理，以当前的生产和检测技术水平，也无法完全排除供货批次中部分产品的裂纹深度超出限值的可能。

各方均认为，旧标准中“去除捆扎线后钢丝不得高出盘卷平面”的规定不够合理。弹簧制造商表示，本标准中采用的轴向位移计算公式，是基于实测数据推导而来；根据经验，该公式仅适用于公称直径 5mm 以下的拉拔态钢丝，不适用于回火态钢丝，更不适用于后续校直过的钢丝。同时发现，即使是直线度差的钢丝，也可能满足该公式的计算结果。由于行业需要用可量化的指标替代“拉拔硬直”这一模糊概念，且无螺旋弯曲性能是后续加工的关键指标，因此决定在标准中纳入该公式。尽管制造商更倾向于简化规定，但也认可制定详细规范的必要性，尤其是该公式不适用于大直径钢丝的情况下。

1 适用范围

1.1

本标准规定了油淬回火圆钢丝的技术要求，钢丝材质为碳素钢或合金钢，主要用于制造承受扭转应力的弹簧（如压簧、拉簧），部分工况下也可承受弯曲应力（如设计用于疲劳极限或有限寿命工况的支腿弹簧，参见附录 A）。通常，碳素钢丝适用于常温工况，合金钢丝适用于高温工况。

注：目前有用户按本标准订购非圆截面弹簧钢丝，或由油淬回火弹簧钢丝定尺校直的直条产品。但需注意：本标准规定的力学性能、工艺性能、尺寸公差及表面状态要求，并不完全适用于其他截面形状的钢丝。因此，此类产品的供货条件需另行约定。

1.2

本标准不适用于铅浴淬火冷拉弹簧钢丝（参见 DIN 17 223 第 1 部分）和不锈钢弹簧钢丝（参见 DIN 17 224）。

2 定义

油淬回火弹簧钢丝：指在连续生产过程中，经奥氏体化温度油淬，随后进行回火处理的钢丝。

3 钢丝类型与牌号

本标准涵盖两类油淬回火钢丝：

VD 型（阀门弹簧用）：碳素及合金钢丝，直径范围 0.5~10 mm；

FD 型（通用弹簧用）：碳素及合金钢丝，直径范围 0.5~17 mm。

钢丝牌号见表 1。所有牌号钢丝均规定了化学成分、力学与工艺性能、表面状态（缺陷深度、脱碳层深度）要求；其中 VD 型钢丝明确规定了非金属夹杂物含量要求，FD 型钢丝的对应要求可由双方协商约定。

附录 A 的表 A.1 提供了不同钢丝牌号适用的工况条件（温度、载荷类型）说明

4.1 产品标准代号

本标准所覆盖产品的标准代号，应包含以下信息：产品名称（钢丝）、本标准编号、钢丝牌号代号（见表 1）、以及所需公称直径（需从 DIN 2076 中选取），格式示例如下。

示例：公称直径 2.5 mm 的阀门弹簧用钢丝（VD 型），其标准代号为：Wire DIN 17 223-VD-2.5

4.2 订货附加信息

除标准代号外，订单中还需注明供货数量，以及与本标准中标记为●或●●的条款 / 子条款相关的约定细节。

示例：1000 kg、公称直径 2.0 mm 的阀门弹簧用钢丝（VD 型），其订货标记为：1000 kg wire DIN 17 223-VD-2.0

表 1 钢丝牌号代号

Type of wire	Carbon steel	Alloy steel	
Valve spring steel wire	VD	VD CrV	VD SiCr
Spring steel wire	FD	FD CrV	FD SiCr

5 技术要求

5.1 ●● 供货形式

钢丝通常以盘卷形式供货，且每盘应为单根连续长度的钢丝。直条或其他形式的供货，可在订货时约定（见 5.5.1 条款）。

5.2 交货状态

5.2.1

钢丝应以油淬回火状态交货（见第 2 条款的定义）。

5.2.2 ●●

在正常运输和储存条件下，钢丝应具有适当的防锈和防机械损伤保护，具体的防锈方式由双方约定。

第 2 页 DIN17223 第 2 部分

表 2.通过钢包分析确定的化学成分

线材等级	质量百分比							
	碳	硅	锰	磷 最大值	硫 最大值	铜 最大值	铬	钒
VD	0.63 至 0.73	0.10 至 0.30	0.50 至 1.00	0,020	0,020	0,06		
VD 铬钒钢	0.62 至 0.72	0.15 至 0.30	0.50 至 0.90	0,025	0,020	0,06	0.40 至 0.60	0.15 至 0.25
VD SiCr	0.50 至 0.60	1.20 至 1.60	0.50 至 0.90	0,025	0,020	0,06	0.50 至 0.80	
FD	0.60 至 0.75	0.10 至 0.30	0.50 至 0.90 镍 0.50	0,030	0,025	0,12		
FD CrV	0.62 至 0.72	0.15 至 0.30	0.50 至 0.90	0,030	0,025	0,12	0.40 至 0.60	0.15 至 0.25
FD SiCr	0.50 至 0.60	1.20 至 1.60	0.50 至 0.90	0,030	0,025	0,12	0.50 至 0.80	

表 3.产品分析中允许的偏差范围拉德勒分析(参见表 2)

元素	线材等级	产品分析与钢包分析的允许偏差（以质量百分比表示） 1)
C	VD SiCr, FD SiCr	±0,03
	VD, VD CrV FD, FD CrV	±0,04
硅	VD SiCr, FD SiCr	±0,05
	VD, VD CrV FD, FD CrV	±0,03
锰	所有等级	±0,04
磷和硫	所有等级	+0,005
铜	所有等级	+0,02
铬	所有等级	±0,05
钒	所有等级	±0,02
1) 针对碳元素所规定的极限偏差系指测试报告、制造商的测试证书或检验证书中所显示的碳含量。对于其余元素而言，单个铸件内某一元素的偏差应仅位于所规定熔炼分析范围上限之上或下限之下，但同一铸件中不得同时既高于上限又低于下限。若已指定有最大值，则仅允许出现正偏差。		

5.2.3

盘卷或包装应防止钢丝意外松卷；盘卷的起头位置应进行标记，且钢丝两端应安装保护帽。

5.3 化学成分

钢水包（炉前）分析确定的钢丝化学成分，应符合表 2 和表 3 的规定（表 3 规定了成品分析与表 2 规定值的允许偏差范围）。碳元素的偏差限值以材料试验报告中的炉前分析值为基准，其余元素的偏差限值以表 2 中的规定值为基准。

5.4 非金属夹杂物含量

- 对 **VD 型钢丝**，按 DIN 50 602 标准中 M 法检验非金属夹杂物时，最大尺寸评级值应符合表 4 的规定。
- FD 型钢丝**的非金属夹杂物含量要求，可在订货时由双方约定（条款前的●●标记表示为需特别约定的项目）。

表 4 VD 型钢丝非金属夹杂物的最大尺寸评级

（注：表的具体数据未在图中显示，仅显示标题）

夹杂物位置	最大尺寸ra', 符合 DIN 50 60标准
表面与四分之三半径之间的区域	0.1 – 9.1
轴与四分之三半径之间的区域	0.2 – 9.2

5.5 力学性能

5.5.1 钢丝的力学性能应符合表 5 和表 6 的规定，表中数值基于钢丝的实际横截面积，且仅适用于盘卷形式供货的圆钢丝。● 校直钢丝或其他截面形状钢丝的力学性能要求，需在订货时由双方约定。

5.5.2 同一盘卷内的抗拉强度波动范围：VD 型钢丝不得大于 (50 N/mm^2) ，FD 型钢丝不得大于 (70 N/mm^2) 。

5.5.3 钢丝的弹性模量可按 (206 kN/mm^2) 取值，剪切模量可按 (79.5 kN/mm^2) 取值。

5.6 工艺性能

5.6.1 公称直径大于 0.7mm 至 7mm 的 VD 型钢丝，按 6.4.3 条款进行扭转试验时，应能承受表 5 规定的最少扭转次数。断裂主断面应垂直于钢丝轴线，断口应光滑无台阶，且钢丝不得出现轴向裂纹。

5.6.2 ●● 公称直径大于 0.7mm 至 7mm 的 FD 型钢丝，按 6.4.3 条款单向扭转至断裂时（扭转次数由订货时约定），断裂主断面应垂直于钢丝轴线，断口应光滑无台阶，且钢丝不得出现轴向裂纹。

5.6.3 公称直径 $\leq 0.70\text{mm}$ 的钢丝，按 6.4.4 条款进行缠绕试验时，钢丝表面不得出现可见缺陷，且缠绕形成的线圈螺距应均匀。

5.7 脱碳层

钢丝交货状态下的**部分脱碳层深度**（包括孤立铁素体组织）应符合表 5 和表 6 的规定。

5.8 表面状态

钢丝表面应光滑。按 6.4.5 条款检验时，表面缺陷的径向深度应符合表 5 和表 6 的规定。对于验收或后续加工中发现的内部缺陷，其允许比例可在订货时以表 5 和表 6 的要求为基础协商确定

5.9 尺寸偏差、椭圆度和质量

5.9.1 钢丝直径的极限偏差应符合表 5（VD 型）和表 6（FD 型）的规定。5.9.2 椭圆度（同一截面内钢丝直径最大值与最小值之差）不得超过表 5、表 6 中极限偏差范围的 **50%**。5.9.3 本标准覆盖钢丝的质量计算，以钢的密度 (7.85 kg/dm^3) 为基准。

6 检验

6.1 ●● 材料检验证书

6.1.1 每批供货可在订货时约定，出具 DIN 50 049 规定的其中一种证书。6.1.2 若出具试验报告，报告应包含表 2 中所列全部元素的炉前分析结果。6.1.3 检验证书的出具，需基于本标准 6.2~6.6 条款规定的检验。表 7 第 B 列规定的抽样细节，以及 6.4 条款的试验程序（部分脱碳层和表面状态检验除外），也适用于有异议时的复验。

6.2 验收检验的试验范围

试验项目应按表 7 第 1~7 列的规定执行。

6.3 抽样

抽样细节见表 7 第 8 列。

6.4 试验方法

6.4.1 化学成分按《钢铁冶金实验室手册》中规定的方法测定。

6.4.2 抗拉强度

直径 $< 6\text{mm}$ 的钢丝：按 DIN 51 210 第 1 部分进行拉伸试验；

直径 $\geq 6\text{mm}$ 的钢丝：按 DIN 50 145 进行拉伸试验，试样采用**未加工截面**（即直接使用原钢丝）。

直径 $> 1\text{mm}$ 且 $\leq 14\text{mm}$ 的钢丝，除抗拉强度外，还需测定断后断面收缩率。抗拉强度和断面收缩率的计算，均基于钢丝的实际横截面积。

6.4.3 扭转强度试验

扭转试验按 DIN 51 212 标准进行，直至试样断裂。所有直径的钢丝，试验标距长度均为 300 mm。

- VD 型钢丝：采用**双向交替扭转**，转速为 30 转 / 分钟；
- FD 型钢丝：采用**单向扭转**。

6.4.4 弯曲强度试验（缠绕试验）

弯曲试验按 DIN 51 215 标准进行，具体方法如下（即缠绕试验）：取约 500 mm 长的试样，紧密缠绕在直径约为 $3d$ （ d 为钢丝直径，且最小不小于 1 mm）的心轴上。随后将试样拉伸、释放，使自由长度至少为缠绕长度的 2 倍，但不超过 4 倍。在此状态下，检查试样表面缺陷及线圈的均匀性。

6.4.5 表面缺陷检验

6.4.5.1

从盘卷两端取样，通过深腐蚀法或金相显微镜（抛光截面）检查表面缺陷。

深腐蚀试验：试样先脱脂，再放入加热至 $(75 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的 50% 盐酸 + 50% 水溶液中腐蚀，直至直径减少约 1%（最大不超过 0.03 mm）。若发现表面缺陷，需通过抛光截面或轮廓仪法测定其深度。有争议时，以 200 倍显微镜下测得的径向深度为准。

6.4.5.2 ●

此外，直径 2.5~6.5 mm 的 VD 型钢丝，需进行**全长连续无损检测**，识别所有深度 $\geq 40 \mu\text{m}$ 的表面缺陷，并清晰、耐久地标记其位置。

直径 $< 2.5 \text{ mm}$ 或 $> 6.5 \text{ mm}$ 的钢丝，需标记的裂纹最大深度由订货时双方约定。

缺陷允许比例及每盘标记缺陷的数量，由订货时双方约定。

6.4.6 脱碳层检验

从盘卷两端取样，制备锋利边缘的金相试样，按 DIN 50 192 标准测定部分脱碳层深度。试样应为油淬回火状态，截面经硝酸酒精溶液腐蚀后，在 200 倍显微镜下观察。

VD 型钢丝：以测得的**最大值**作为脱碳层深度；

FD 型钢丝：在互相垂直的两个平面上，沿直径方向进行 4 次测量，取其**平均值**作为脱碳层深度。

6.4.7 直径测量

钢丝直径使用通止规（GO/NO GO gap gauges）或千分尺测量。

6.5 复验

若验收检验结果不符合要求，检验员有权决定后续处理方式。

6.6 ●● 复验与重提交

除非订货时另有约定，制造厂有权在复验前后，以不损害用户利益且不向用户收费的方式，修复缺陷（如剔除不合格钢丝），并将产品作为新的检验单元重新提交验收。