

中华人民共和国国家标准

GB/T 4357—2022

代替 GB/T 4357—2009

冷拉碳素弹簧钢丝

Cold-drawn unalloyed steel wire for springs

(ISO 8458-2:2002, Steel wire for mechanical springs—
Part 2: Patented cold-drawn non-alloy steel wire, MOD)

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和标记	2
5 订货内容	3
6 尺寸及形态要求	3
6.1 尺寸及允许偏差	3
6.2 不圆度	5
6.3 钢丝的圈形	5
6.4 直条钢丝的平直度	6
7 技术要求	6
7.1 材料	6
7.2 表面状态及要求	6
7.3 表面质量	7
7.4 力学性能	7
7.5 工艺性能	8
7.6 焊接	8
8 试验方法	13
8.1 尺寸及外形	13
8.2 镀层	13
8.3 表面质量	13
8.4 力学性能	13
8.5 工艺性能	13
8.6 其他试验方法	14
9 检验规则	14
9.1 检查与验收	14
9.2 组批规则	14
9.3 抽检和取样	14
9.4 复验	14
9.5 数值修约和判定	14
10 包装、运输、储存、标志及质量证明书	16
10.1 包装、运输和储存	16
10.2 标志和质量证明书	16

附录 A (资料性) 本文件与 ISO 8458-2:2002 结构编号对照情况	17
附录 B (资料性) 本文件与 ISO 8458-2:2002 的技术性差异及其原因	18
附录 C (资料性) 钢丝的使用参考建议	19
参考文献	21

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 4357—2009《冷拉碳素弹簧钢丝》，与 GB/T 4357—2009 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(见第2章,2009年版的第2章)；
- b) 增加了术语“索氏体化”及其定义,删除了术语“冷拉碳素弹簧钢丝”和“圈”及其定义,更改了其术语定义(见第3章,2009年版的第3章)；
- c) 更改了表1和订货内容(见表1,2009年版的第4章和第5章)；
- d) 更改了盘条技术要求内容(见7.1.1,2009年版的7.1.2和表5)；
- e) 增加了面缩率指标(见表6),更改了部分扭转性能指标(见表6,2009年版的表8),及0.40 mm~0.48 mm范围的部分强度指标(见表6,2009年版的表8)；
- f) 更改了同盘钢丝抗拉强度的允许波动范围(见表7,2009年版的7.4.2)；
- g) 增加了有关圈距的检验方法(见8.1.4)；
- h) 增加了锌铝合金镀层中铝含量的检验方法(见8.2.1)；
- i) 更改了抗拉强度所依据的“公称直径”为“实测直径”(见8.4,2009年版的7.4.1)；
- j) 更改了“检验项目、适用性、要求、抽检比例、试验方法和技术要求汇总表”(见表8,2009年版的表9)；
- k) 增加了运输和储存规定(见10.1,2009年版的10.1)；
- l) 增加了附录C,为选用钢丝提供指导建议。

本文件修改采用 ISO 8458-2:2002《机械弹簧用钢丝 第2部分：索氏体化冷拉非合金钢丝》。

本文件与 ISO 8458-2:2002 相比，在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号变化对照见附录A。

本文件与 ISO 8458-2:2002 相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因见附录B。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：新余新钢金属制品有限公司、江阴贝卡尔特钢丝制品有限公司、天津华源时代金属制品有限公司、贝卡尔特(青岛)钢丝产品有限公司、宁波名品金属制品有限公司、江苏神王集团钢缆有限公司、湖北福星新材料科技有限公司、山东鑫大地控股集团有限公司、新余市新瑞金属制品有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：段建华、周斌斌、冷明鉴、廖建、徐蓉、王勇、严磊、曹淑敏、余佳伟、黄玮颀、李龙彪、付崇建、胡继业、齐娜乔、程树茂、文军、黄建明、邓荣远、孙大勇、傅小华、任翠英、王玲君。

本文件于1984年首次发布，1989年第一次修订，2009年第二次修订，本次为第三次修订。

冷拉碳素弹簧钢丝

1 范围

本文件规定了制造冷拉碳素弹簧钢丝的分类和标记、订货内容、尺寸及形态要求、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输、储存、标志及质量证明书。

本文件适用于制造静载荷和动载荷应用的机械弹簧的圆形横截面的冷拉碳素弹簧钢丝(以下简称钢丝)。异型(如方形)弹簧钢丝的标准抗拉强度可以采用与本文件等同横截面积对应规格的值。

本文件不适用于制造高疲劳强度弹簧(如阀门簧)用钢丝。

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 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 224 钢的脱碳层深度测定法(GB/T 224—2019, ISO 3887:2017, MOD)

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法(GB/T 228.1—2010, ISO 6892-1:2009, MOD)

GB/T 239.1 金属材料 线材 第1部分:单向扭转试验方法(GB/T 239.1—2012, ISO 7800:2003, MOD)

GB/T 341 钢丝分类及术语

GB/T 342—2017 冷拉圆钢丝、方钢丝、六角钢丝尺寸、外形、重量及允许偏差(ISO 22034-2:2016, NEQ)

GB/T 1839 钢产品镀锌层质量试验方法(GB/T 1839—2008, ISO 1460:1992, MOD)

GB/T 2103 钢丝验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 2976 金属材料 线材 缠绕试验方法(GB/T 2976—2020, ISO 7802:2013, MOD)

GB/T 18253—2018 钢及钢产品 检验文件的类型(ISO 10474—2013, IDT)

GB/T 24242.1 制丝用非合金钢盘条 第1部分:一般要求(GB/T 24242.1—2020, ISO 16120-1:2017, MOD)

GB/T 24242.2 制丝用非合金钢盘条 第2部分:一般用途盘条(GB/T 24242.2—2020, ISO 16120-2:2017, MOD)

GB/T 24242.4 制丝用非合金钢盘条 第4部分:特殊用途盘条(GB/T 24242.4—2020, ISO 16120-4:2017, MOD)

GB/T 40342 钢丝热镀锌铝合金镀层中铝含量的测定

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定

3 术语和定义

GB/T 341 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

索氏体化 patented

将中碳钢或高碳钢加热奥氏体化后,进入适当温度的热浴(如铅浴、盐浴、水浴等)或强制流动的气流中冷却(如钢厂轧钢后的控制风冷),以获得索氏体组织或索氏体组织为主的热处理方法。

[来源:GB/T 7232—2012,5.50 和 GB/T 341—2008,3.3.14,有修改]

3.2

静载荷 static load

弹簧受到的恒定不变的负荷,或负荷有变化但设计应力不超过疲劳强度的 0.1 倍,或设计应力超过了疲劳强度的 0.1 倍但循环次数不到一万次的负荷。

注:“设计应力”为弹簧设计应力,对于拉簧和压簧“设计应力”是扭应力,对于扭簧“设计应力”是弯曲应力。

[来源:GB/T 23935—2009,5.1.1,有修改]

3.3

动载荷 dynamic load

弹簧受到的设计应力大于疲劳强度的 0.1 倍,负荷有变化且变化次数不少于 1 万次的负荷。

[来源:GB/T 23935—2009,5.1.2,有修改]

3.4

圈形 cast

钢丝卷中每圈钢丝在无约束条件下的形态。

[来源:GB/T 341—2008,3.6.2.4,有修改]

3.5

自由圈径 wap

将一圈钢丝摆放在光滑的水平面上,在两个互相垂直方向测得的钢丝圈外径的算术平均值。

3.6

圈距 pitch

自由悬挂的一圈钢丝的两个端头弹开后在水平方向的距离。

注:对于无法悬挂测量圈距的细丝,用在光滑水平面摆放时一整圈的头部翘高代替圈距。

4 分类和标记

4.1 分类

4.1.1 钢丝按照抗拉强度水平和弹簧载荷类型的分类和代号

对应弹簧应力水平,钢丝可分为三种强度等级,低抗拉强度(L)、中等抗拉强度(M)和高抗拉强度(H);对应弹簧承受的载荷类型,钢丝可分为 S 级(适用静载荷)和 D 级(适用动载荷或以动载荷为主,或旋绕比小,或成型时要经受剧烈弯曲)。表 1 列出了对应不同抗拉强度水平及不同弹簧载荷类型的钢丝分类及代号。

表 1 钢丝的抗拉强度水平、分类及代号

钢丝抗拉强度水平	弹簧载荷类型及钢丝代号	
	S 级	D 级
低抗拉强度	SL	—
中等抗拉强度	SM	DM
高抗拉强度	SH	DH

4.1.2 按表面状态的分类和代号

钢丝按照表面状态分为磷化(PH)、镀锌(ZN)、镀锌铝合金(ZA)及镀铜(CU)等。

4.1.3 按交货形式分类

钢丝按交货形式分为盘卷及直条。

4.2 标记

钢丝按公称直径、钢丝分类、表面状态分类和本文件编号进行标记。

示例 1:

2.00 mm 中等抗拉强度级、适用于动载弹簧的弹簧钢丝,标记为:

2.00-DM-PH- GB/T 4357—2022

示例 2:

4.50 mm 高抗拉强度级、适用于静载弹簧的镀锌弹簧钢丝,标记为:

4.50-SH-ZN- GB/T 4357—2022

5 订货内容

根据本文件订货的合同应包含下列要求:

- a) 本文件编号;
- b) 钢丝公称直径;
- c) 数量;
- d) 分类代号(表 1);
- e) 表面状态(7.2);
- f) 交货形式(10.1)及单件重量(如有特定要求);
- g) 其他要求。

6 尺寸及形态要求

6.1 尺寸及允许偏差

6.1.1 盘卷钢丝的直径允许偏差应符合表 2 的规定,直条钢丝的直径允许偏差应符合表 3 的规定。

6.1.2 直条钢丝的长度偏差应按 GB/T 342—2017 选择适当级别,无要求时默认为Ⅲ级。

表 2 钢丝公称直径及允许偏差

单位为毫米

钢丝公称直径(d)	直径允许偏差
$0.05 \leq d \leq 0.09$	± 0.003
$0.09 < d \leq 0.16$	± 0.004
$0.16 < d \leq 0.25$	± 0.005
$0.25 < d \leq 0.63$	± 0.008
$0.63 < d \leq 0.75$	± 0.010

表 2 钢丝公称直径及允许偏差（续）

单位为毫米

钢丝公称直径(d)	直径允许偏差
$0.75 < d \leq 1.00$	± 0.015
$1.00 < d \leq 1.70$	± 0.020
$1.70 < d \leq 2.60$	± 0.025
$2.60 < d \leq 4.00$	± 0.030
$4.00 < d \leq 5.30$	± 0.035
$5.30 < d \leq 7.00$	± 0.040
$7.00 < d \leq 9.00$	± 0.045
$9.00 < d \leq 10.00$	± 0.050
$10.00 < d \leq 11.00$	± 0.070
$11.00 < d \leq 13.00$	± 0.080

表 3 直条钢丝的公称直径及允许偏差

单位为毫米

钢丝公称直径(d)	直径允许偏差	
$0.26 \leq d < 0.37$	-0.010	$+0.015$
$0.37 \leq d < 0.50$	-0.012	$+0.018$
$0.50 \leq d < 0.65$	-0.012	$+0.020$
$0.65 \leq d < 0.70$	-0.015	$+0.025$
$0.70 \leq d < 0.80$	-0.015	$+0.030$
$0.80 \leq d < 1.01$	-0.020	$+0.035$
$1.01 \leq d < 1.35$	-0.025	$+0.045$
$1.35 \leq d < 1.78$	-0.025	$+0.050$
$1.78 \leq d < 2.60$	-0.030	$+0.060$
$2.60 \leq d < 2.78$	-0.030	$+0.070$
$2.78 \leq d < 3.01$	-0.030	$+0.075$
$3.01 \leq d < 3.35$	-0.030	$+0.080$
$3.35 \leq d < 4.01$	-0.030	$+0.090$
$4.01 \leq d < 4.35$	-0.035	$+0.100$
$4.35 \leq d < 5.00$	-0.035	$+0.110$
$5.00 \leq d < 5.45$	-0.035	$+0.120$
$5.45 \leq d < 6.01$	-0.040	$+0.130$
$6.01 \leq d < 7.10$	-0.040	$+0.150$
$7.10 \leq d < 7.65$	-0.045	$+0.160$

表 3 直条钢丝的公称直径及允许偏差（续）

单位为毫米

钢丝公称直径(<i>d</i>)	直径允许偏差	
$7,65 \leq d < 9,00$	-0,045	+0,180
$9,00 \leq d < 10,00$	-0,050	+0,200
$10,00 \leq d < 11,10$	-0,070	+0,240
$11,10 \leq d < 12,00$	-0,080	+0,260
$12,00 \leq d \leq 13,00$	-0,080	+0,300

6.2 不圆度

不圆度应不大于该直径公差之半。

6.3 钢丝的圈形

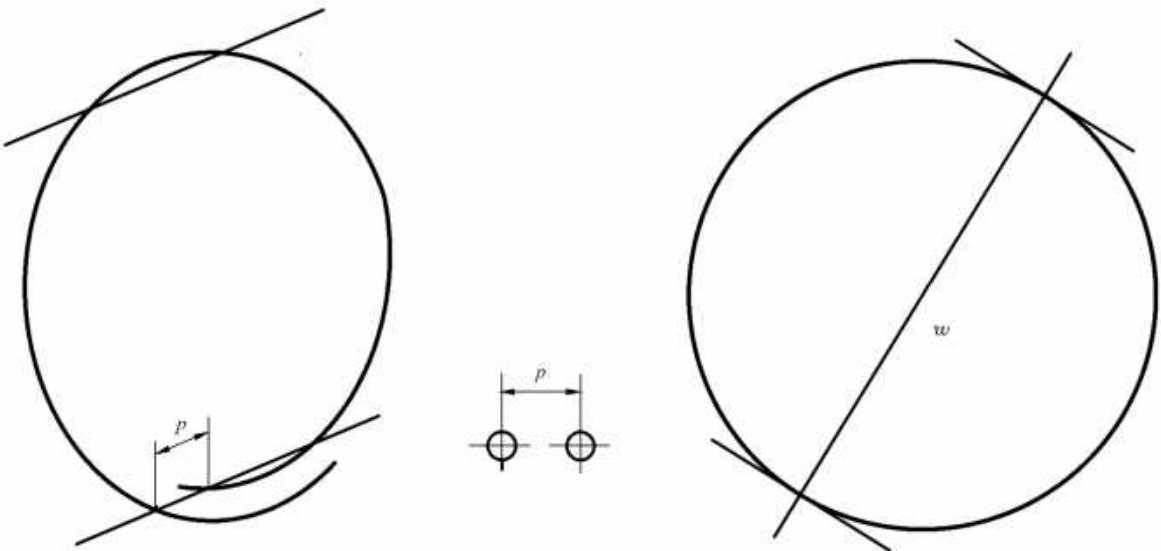
6.3.1 钢丝应有均匀规整的圈形，剪断绑扎线后不缩圈，不紊乱、不扭曲，钢丝圈可出现放大现象，但在同一卷和同一批钢丝中放大程度应大致均匀。

6.3.2 公称直径不大于 5,00 mm 的钢丝，圈距(*p*) (图 1)应符合公式(1)的要求：

$$p \leq \frac{0,2w}{\sqrt{d}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- p* —— 圈距，单位为毫米(mm)；
 - w* —— 自由圈径，单位为毫米(mm)；
 - d* —— 钢丝公称直径，单位为毫米(mm)。
- 圈距(*p*)和自由圈径(*w*)的示意图见图 1。



标引序号说明：

- p* —— 圈距，单位为毫米(mm)；
- w* —— 自由圈径，单位为毫米(mm)。

图 1 钢丝的圈形

6.4 直条钢丝的平直度

直条钢丝的平直度应符合 GB/T 342—2017 的要求。

7 技术要求

7.1 材料

7.1.1 钢丝用盘条符合如下要求：

- SL、SM 及 SH 级钢丝用盘条应符合 GB/T 24242.1、GB/T 24242.2 或质量相当的其他标准的规定；
- DM 及 DH 级钢丝用盘条应符合 GB/T 24242.1、GB/T 24242.4 或质量相当的其他标准的规定。

注：附录 C 的表 C.3 提供了质量相当牌号的参考对照。

7.1.2 钢的化学成分(熔炼分析)应符合表 4 的规定。钢丝成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。需方对牌号有要求时应在合同中注明,否则由供方确定。

表 4 化学成分(熔炼分析)

等级	化学成分(质量分数)/%					
	C ^a	Si	Mn ^b	P,不大于	S,不大于	Cu,不大于
SL、SM、SH	0.35~1.00	0.10~0.37	0.30~1.20	0.030	0.030	0.20
DH、DM	0.45~1.00	0.10~0.37	0.30~1.20	0.020	0.025	0.12
^a 规定较宽的碳范围是为了适应不同需要和不同钢丝工艺,具体应用时碳范围应更窄。						
^b 经供需双方协商,锰含量可做适当调整。						

7.1.3 所有 D 级钢丝在成品拉拔前应经过热浴索氏体化处理;S 级钢丝由供方根据具体应用与性能要求决定是否采用热浴索氏体化处理。

7.2 表面状态及要求

7.2.1 涂镀层

- 磷化为常用涂层,可以协商其他涂层。
- 镀层钢丝可以采用镀锌、镀锌铝合金或镀铜,供需双方可商定其他镀层。
- 钢丝可以涂油或不涂油。

7.2.2 镀层质量要求

7.2.2.1 对于镀锌或镀锌铝合金的弹簧钢丝,钢丝表面的锌层重量或锌铝合金层重量应符合表 5 的规定,其他镀层重量由供需双方协商确定。

表 5 锌或锌铝合金镀层的最小重量

公称直径(d) mm	镀层重量 g/m^2
$0.20 \leq d < 0.25$	20
$0.25 \leq d < 0.40$	25
$0.40 \leq d < 0.50$	30
$0.50 \leq d < 0.60$	35
$0.60 \leq d < 0.70$	40
$0.70 \leq d < 0.80$	45
$0.80 \leq d < 0.90$	50
$0.90 \leq d < 1.00$	55
$1.00 \leq d < 1.20$	60
$1.20 \leq d < 1.40$	65
$1.40 \leq d < 1.65$	70
$1.65 \leq d < 1.85$	75
$1.85 \leq d < 2.15$	80
$2.15 \leq d < 2.50$	85
$2.50 \leq d < 2.80$	95
$2.80 \leq d < 3.20$	100
$3.20 \leq d < 3.80$	105
$3.80 \leq d \leq 10.00$	110

7.2.2.2 钢丝直径不大于 5.00 mm 的镀层钢丝应进行缠绕试验,试验后镀层应不出现任何裂纹,用手指擦拭时镀层不脱落。

7.2.2.3 供需双方可协商镀层的盐雾试验及其要求。

注:通常镀层工艺会改变钢丝性能,钢丝的韧性和疲劳强度可能下降。

7.3 表面质量

7.3.1 钢丝表面应是光滑的,不应有拉痕、撕裂、生锈、毛刺等对钢丝应用有明显不利影响的表面缺陷。

7.3.2 动载荷弹簧用钢丝(DM 和 DH)应进行表面检验,裂纹或其他表面缺陷在径向的深度应符合表 6 规定。经双方协议,可以进行涡流探伤。

7.3.3 对动载荷弹簧用钢丝(DM 和 DH),横截面上不应出现全脱碳层,而部分脱碳的径向深度应不大于表 6 规定值。

7.4 力学性能

7.4.1 钢丝的抗拉强度及断面收缩率应符合表 6 的要求。

7.4.2 同一盘钢丝抗拉强度的波动范围应满足表 7 规定,表 7 不适用于镀锌及镀锌铝合金钢丝,如有要求需另外协商。

7.5 工艺性能

7.5.1 缠绕试验

需方要求时,公称直径小于 3.00 mm 的钢丝可采用缠绕试验,不出现任何裂纹。

7.5.2 扭转试验

7.5.2.1 公称直径在 $0.70\text{ mm} < d \leq 6.00\text{ mm}$ 范围的钢丝应进行扭转试验,对公称直径在 $6.00\text{ mm} < d \leq 10.00\text{ mm}$ 范围的钢丝,扭转试验由双方协商确定。钢丝按 GB/T 239.1 要求扭转 to 表 6 规定的次数时应不断裂,表面应不出现扭转裂纹或分层。

7.5.2.2 试验应进行到断裂,最初断裂面应垂直钢丝轴线而表面不应撕开。在钢丝回扭时,可能发生的第二次断裂应忽略不计。

7.5.3 弯曲试验

需方要求时,公称直径大于 3.00 mm 的钢丝可进行弯曲试验,不应有任何裂纹痕迹。

7.5.4 卷簧试验

需方要求时,公称直径 d 不大于 0.70 mm 的钢丝可进行卷簧试验,试验后试样表面应无缺陷,应不出现撕裂或裂纹,目视节距应均匀、直径应一致。

7.6 焊接

每盘钢丝应由同一炉号的一根钢丝组成。

对于盘卷及直条定尺钢丝,在最后一次索氏体化处理前可焊接,以后的焊接都应切除。如果经协议允许保留,应做出清晰标记。

表 6 直径公差、抗拉强度、面缩率、扭转次数、最大允许缺陷深度及最大允许脱碳深度的要求

钢丝公称 直径(<i>d</i>) ^a mm	抗拉强度 ^b MPa				所有级别的最小 断面收缩率 %	所有级别的最小 扭转次数	DM、DH 级的最大 允许缺陷深度 mm	DM、DH 级的最大 允许脱碳深度 mm
	SL 级	SM 级	DM 级	SH 级				
0.05	—	—	—	—	—	可按 7.5.4 做 卷簧试验	d	d
0.06								
0.07								
0.08			2 780~3 100					
0.09			2 740~3 060					
0.10			2 710~3 020					
0.11			2 690~3 000					
0.12			2 660~2 960					
0.14			2 620~2 910					
0.16			2 570~2 860					
0.18			2 530~2 820					
0.20			2 500~2 790					
0.22			2 470~2 760					
0.25			2 420~2 710					
0.28			2 390~2 670					
0.30		2 370~2 650	2 370~2 650	2 660~2 940				
0.32		2 350~2 630	2 350~2 630	2 640~2 920				
0.34		2 330~2 600	2 330~2 600	2 610~2 890				
0.36		2 310~2 580	2 310~2 580	2 590~2 890				
0.38		2 290~2 560	2 290~2 560	2 570~2 850				
0.40		2 270~2 550	2 270~2 550	2 560~2 830				

表 6 直径公差、抗拉强度、面缩率、扭转次数、最大允许缺陷深度及最大允许脱碳深度的要求 (续)

钢丝公称 直径(d) ^a mm	抗拉强度 ^b MPa				所有级别的最小 断面收缩率 %	所有级别的最小 扭转次数	DM、DH 级的最大 允许缺陷深度 mm	DM、DH 级的最大 允许脱碳深度 mm
	SL 级	SM 级	DM 级	SH 级				
0.43		2 250~2 520	2 250~2 520	2 530~2 800				
0.45		2 240~2 500	2 240~2 500	2 510~2 780				
0.48		2 220~2 480	2 220~2 480	2 490~2 760				
0.50		2 200~2 470	2 200~2 470	2 480~2 740				
0.53		2 180~2 450	2 180~2 450	2 460~2 720				
0.56		2 170~2 430	2 170~2 430	2 440~2 700				
0.60		2 140~2 400	2 140~2 400	2 410~2 670				
0.63		2 130~2 380	2 130~2 380	2 390~2 650				
0.65		2 120~2 370	2 120~2 370	2 380~2 640				
0.70		2 090~2 350	2 090~2 350	2 360~2 610				
0.80		2 050~2 300	2 050~2 300	2 310~2 560				
0.85		2 030~2 280	2 030~2 280	2 290~2 530				
0.90		2 010~2 260	2 010~2 260	2 270~2 510				
0.95		2 000~2 240	2 000~2 240	2 250~2 490				
1.00	1 720~1 970	1 980~2 220	1 980~2 220	2 230~2 470				
1.05	1 710~1 950	1 960~2 220	1 960~2 220	2 210~2 450				
1.10	1 690~1 940	1 950~2 190	1 950~2 190	2 200~2 430				
1.20	1 670~1 910	1 920~2 160	1 920~2 160	2 170~2 400				
1.25	1 660~1 900	1 910~2 130	1 910~2 130	2 140~2 380				
1.30	1 640~1 890	1 900~2 130	1 900~2 130	2 140~2 370				
1.40	1 620~1 860	1 870~2 100	1 870~2 100	2 110~2 340				

表 6 直径公差、抗拉强度、面缩率、扭转次数、最大允许缺陷深度及最大允许脱碳深度的要求 (续)

钢丝公称 直径(<i>d</i>) ^a mm	抗拉强度 ^b MPa				所有级别的最小 断面收缩率 %	所有级别的最小 扭转次数	DM、DH 级的最大 允许缺陷深度 mm	DM、DH 级的最大 允许脱碳深度 mm
	SL 级	SM 级	DM 级	SH 级				
1.50	1 600~1 840	1 850~2 080	1 850~2 080	2 090~2 310	25			
1.60	1 590~1 820	1 830~2 050	1 830~2 050	2 060~2 290				
1.70	1 570~1 800	1 810~2 030	1 810~2 030	2 040~2 260				
1.80	1 550~1 780	1 790~2 010	1 790~2 010	2 020~2 240				
1.90	1 540~1 760	1 770~1 990	1 770~1 990	2 000~2 220				
2.00	1 520~1 750	1 760~1 970	1 760~1 970	1 980~2 200				
2.10	1 510~1 730	1 740~1 960	1 740~1 960	1 970~2 180				
2.25	1 490~1 710	1 720~1 930	1 720~1 930	1 940~2 150				
2.40	1 470~1 690	1 700~1 910	1 700~1 910	1 920~2 130				
2.50	1 460~1 680	1 690~1 890	1 690~1 890	1 900~2 110	40	22	不超过线径 的 1%	不超过线径 的 1.5%
2.60	1 450~1 660	1 670~1 880	1 670~1 880	1 890~2 100				
2.80	1 420~1 640	1 650~1 850	1 650~1 850	1 860~2 070				
3.00	1 410~1 620	1 630~1 830	1 630~1 830	1 840~2 040				
3.20	1 390~1 600	1 610~1 810	1 610~1 810	1 820~2 020				
3.40	1 370~1 580	1 590~1 780	1 590~1 780	1 790~1 990				
3.50	1 360~1 570	1 580~1 770	1 580~1 770	1 780~1 980				
3.60	1 350~1 560	1 570~1 760	1 570~1 760	1 770~1 970				
3.80	1 340~1 540	1 550~1 740	1 550~1 740	1 750~1 950				
4.00	1 320~1 520	1 530~1 730	1 530~1 730	1 740~1 930	35	18		
4.25	1 310~1 500	1 510~1 700	1 510~1 700	1 710~1 900				
4.50	1 290~1 490	1 500~1 680	1 500~1 680	1 690~1 880				

表 6 直径公差、抗拉强度、面缩率、扭转次数、最大允许缺陷深度及最大允许脱碳深度的要求 (续)

钢丝公称 直径(<i>d</i>) ^a mm	抗拉强度 ^b MPa				所有级别的最小 断面收缩率 %	所有级别的最小 扭转次数	DM、DH 级的最大 允许缺陷深度 mm	DM、DH 级的最大 允许脱碳深度 mm
	SL 级	SM 级	DM 级	SH 级				
4.75	1 270~1 470	1 480~1 670	1 480~1 670	1 680~1 840	35	18		
5.00	1 260~1 450	1 460~1 650	1 460~1 650	1 660~1 830				
5.30	1 240~1 430	1 440~1 630	1 440~1 630	1 640~1 820				
5.60	1 230~1 420	1 430~1 610	1 430~1 610	1 620~1 800				
6.00	1 210~1 390	1 400~1 580	1 400~1 580	1 590~1 770	30	9°		不超过线径 的 1.5%
6.30	1 190~1 380	1 390~1 560	1 390~1 560	1 570~1 750				
6.50	1 180~1 370	1 380~1 550	1 380~1 550	1 560~1 740				
7.00	1 160~1 340	1 350~1 530	1 350~1 530	1 540~1 710				
7.50	1 140~1 320	1 330~1 500	1 330~1 500	1 510~1 680		—		
8.00	1 120~1 300	1 310~1 480	1 310~1 480	1 490~1 660				
8.50	1 110~1 280	1 290~1 460	1 290~1 460	1 470~1 630				
9.00	1 090~1 260	1 270~1 440	1 270~1 440	1 450~1 610				
9.50	1 070~1 250	1 260~1 420	1 260~1 420	1 430~1 590				
10.00	1 060~1 230	1 240~1 400	1 240~1 400	1 410~1 570				
10.50	—	1 220~1 380	1 220~1 380	1 390~1 550				
11.00		1 210~1 370	1 210~1 370	1 380~1 530				
12.00		1 180~1 340	1 180~1 340	1 350~1 500				
12.50		1 170~1 320	1 170~1 320	1 330~1 480				
13.00		1 160~1 310	1 160~1 310	1 320~1 470				
注： 本表的钢丝公称直径为推荐的优选直径系列。调直后，直条定尺钢丝的极限强度最多可能降低 10%，调直和切断作业还会降低扭转值。								
^a 中间尺寸钢丝抗拉强度值按表中相邻较大钢丝的规定执行；中间规格的最小断面收缩率及最小扭转次数按临近较小直径取值，如 7.20 mm 的最小断面收缩率取 35%。								
^b 对于具体的应用，供需双方可以协商采用合适的强度等级。								
^c 参考值，不作为验收的强制要求。								
^d 因钢丝直径太细难以准确测量没有规定值。此范围内的钢丝可以规定最大深度值。								

表 7 同一盘钢丝中抗拉强度允许波动范围

公称直径(<i>d</i>) mm	SL, SM, SH	DM, DH
$d < 0.80$	130 MPa	110 MPa
$0.80 \leq d < 1.60$	110 MPa	90 MPa
$d \geq 1.60$	100 MPa	70 MPa

8 试验方法

8.1 尺寸及外形

- 8.1.1 钢丝直径:采用外径千分尺在任意横截面上测量,取两个互相垂直方向值的算术平均值。
- 8.1.2 钢丝的不圆度:同一横截面上测得的最大直径与最小直径之差。
- 8.1.3 自由圈径:需要测量自由圈径时,将自由状态的钢丝圈放在光滑平面上用卷尺或直尺测量外径,取两个互相垂直方向值的算术平均值。
- 8.1.4 圈距:将自由状态的钢丝圈悬挂稳定后,用卷尺或直尺测量相邻圈之间在水平方向的距离。对于悬挂下垂严重无法测量圈距的细丝,将钢丝摆放在光滑水平面上,测一个整圈的一端翘高代替圈距。

8.2 镀层

- 8.2.1 锌铝合金镀层中铝含量的检验方法应按照 GB/T 40342。
- 8.2.2 镀层附着力检验方法为:钢丝在直径等于自身直径的芯棒上紧密缠绕至少六圈,目视检查是否有裂纹,用手指擦拭检查镀层是否脱落。

8.3 表面质量

- 8.3.1 外观表面质量采用目视检查。
- 8.3.2 表面缺陷深度:采用金相法在钢丝横截面上测量。对公称直径不小于 2 mm 的钢丝可采用酸浸检验,酸浸后不应有表面缺陷,有争议时用金相法检验。酸浸试验方法为:试验前试样可先进行消除应力处理,然后将常温样品浸入温度为 75 ℃、盐酸和水的体积比为 1 : 1 的溶液中,在直径减少大约 1% 后终止酸浸,目视检查有无表面缺陷。

8.4 力学性能

抗拉强度应根据实测直径计算得出。

测量计算断面收缩率所需尺寸时,测量误差不应大于±1%。

8.5 工艺性能

- 8.5.1 缠绕试验:钢丝在直径等于自身直径的芯棒上紧密缠绕至少四圈,然后目视检查表面。
- 8.5.2 弯曲试验的方法:将钢丝绕一芯棒弯 180°成 U 形后目视检查表面。对于公称直径大于 3.00 mm 但不大于 6.50 mm 的钢丝,芯棒直径为钢丝公称直径的两倍;对于公称直径大于 6.5 mm 的钢丝,芯棒直径为钢丝公称直径的三倍。
- 8.5.3 卷簧试验方法:取大约 500 mm 长的一根试样,钢丝保持较均匀的轻微拉力进行紧密缠绕,芯棒直径为钢丝公称直径的 3 倍~3.5 倍,不小于 1.00 mm,然后拉开紧挨着的钢丝圈,拉伸程度应使得卸载后的静态长度约为原始长度的 3 倍。

8.6 其他试验方法

其他试验方法应符合表 8 的规定。

9 检验规则

9.1 检查与验收

除供需双方有专项协议外所有试验应在供方的场所进行。

9.2 组批规则

除供需双方有协议外,钢丝应按批验收。

一个生产批为采用同一牌号、同一炉号(或同一生产批号)、同一形状、同一尺寸及同一交货状态的钢丝组成。

9.3 抽检和取样

取样部位为一件钢丝的任意一头,每件取一根样。

取样比例规定应符合表 8。每个生产批中取钢丝件数的 10%时,最多取 10 个,但对于 20 件或更少的批,最少取 2 个。

9.4 复验

钢丝的复验与判定规则按 GB/T 2103 的规定进行。

9.5 数值修约和判定

如试验方法中未指定,钢丝试验结果的数值修约及检测数值判定按 YB/T 081 执行。

表 8 检验项目、适用性、要求、抽检比例、试验方法和技术要求汇总表

序号	试验项目	适用钢丝直径和级别	要求 ^a	每生产批的 抽检比例	试验方法	技术要求
1	尺寸检测	全部级别和直径	+	100%	8.1.1/8.1.2	6.1、6.2
2	圆形检验	全部级别和直径	—	10%	8.1.3	6.3.1
3	圆距检测	全部级别, $d \leq 5.00$ mm	—		8.1.4 及图 1	6.3.2
4	平直度检测	仅对直条钢丝	+		GB/T 342—2017	6.4
5	镀层重量	镀锌和镀锌铝合金	+	订货时 协商	GB/T 1839	7.2.2.1
6	铝含量	镀锌铝合金	+		GB/T 40342	7.2.2.1
7	镀层附着力	镀锌和镀锌铝合金, $d \leq 5.00$ mm	+	10%	8.2.2	7.2.2.2
8	外观质量	全部级别	+		目视	7.3.1
9	表面缺陷检验	DM, DH	+		8.3.2	7.3.2
10	脱碳层检验	DM, DH	+		GB/T 224	7.3.3
11	抗拉强度 R_m	全部级别和直径	+		8.4 及 GB/T 228.1	7.4.1
12	面缩率 Z	全部级别, $d > 0.80$ mm	+	订货时 协商	GB/T 239.1	7.5.2
13	扭转试验	全部级别, 0.70 mm $< d \leq 10.00$ mm	+		8.5.1 及 GB/T 2976	7.5.1
14	缠绕试验	所有级别 $d \leq 3.00$ mm	—		8.5.2	7.5.3
15	弯曲试验	所有级别 $d > 3.00$ mm	—		8.5.3	7.5.4
16	卷簧试验	DM, SH, DH, $d \leq 0.70$ mm	—			
^a + 为必检, — 为可选。						

10 包装、运输、储存、标志及质量证明书

10.1 包装、运输和储存

弹簧钢丝可以以盘卷或直条(捆)交货,无特别要求时标准交货状态为盘卷。

如需方无特殊要求,钢丝的包装应符合 GB/T 2103 的规定。

钢丝盘卷的最小内径参考值见表 9,不作为验收依据。

表 9 盘卷最小内径的参考值

单位为毫米

钢丝公称直径 (d)	盘卷最小内径的参考值
$0,25 \leq d < 0,28$	100
$0,28 \leq d < 0,50$	150
$0,50 \leq d < 0,70$	180
$0,70 \leq d < 1,60$	250
$1,60 \leq d < 4,50$	400
$d \geq 4,50$	500

钢丝的运输和储存应符合 GB/T 2103 要求。

10.2 标志和质量证明书

10.2.1 钢丝的标志应符合 GB/T 2103 的规定。

10.2.2 除非供需双方有约定,检验文件(质量证明书)的类型可选 GB/T 18253—2018 第 8 章中的 2.1 型或 3.1 型。质量证明书应提供化学成分(可提供钢厂熔炼分析数据)。

附 录 A

(资料性)

本文件与 ISO 8458-2:2002 结构编号对照情况

表 A.1 给出了本文件与 ISO 8458-2:2002 结构编号对照一览表。

表 A.1 本文件与 ISO 8458-2:2002 结构编号对照情况

本文件结构编号	对应的国际标准结构编号
1	1
2	2
3	—
4	3
5	—
6.1~6.2	4.1
6.3	4.3
6.4	4.4
7.1	5.1
7.2	5.2
7.3	5.3
7.4	5.4
7.5	5.5
7.6	4.2
8	6.1
9	6.2
10	—
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	—

附录 B

(资料性)

本文件与 ISO 8458-2:2002 的技术性差异及其原因

表 B.1 列出了本文件与 ISO 8458-2:2002 的技术性差异及其原因的一览表。

表 B.1 本文件与 ISO 8458-2:2002 技术性差异及其原因

本文件的章条编号	技术性差异	原因
2	引用与国际标准对应的国家标准	适应我国国情
3	增加了“索氏体化”术语	便于供需双方准确理解
	对动载荷明确了载荷循环次数等要求	便于需方准确选用材料
	增加术语“圈型”、“圈距”和“自由圈径”	增加术语是便于使用标准
4	增加了标记示例	便于供需双方交货使用
5	增加了“订货内容”	指导需方采购
6.3	增加圈形的要求	指导供方控制对产品应用有影响的特性
表 4	降低 Mn 下限到 0.30%，增大 Si 上限到 0.37%	符合我国常用钢号的特性
7.2	增加“磷化为常用涂层，可以协商其他涂层。镀层钢丝可以采用镀锌、镀锌铝合金或镀铜，供需双方可商定其他涂镀层。钢丝可以涂油或不涂油。”	为使用提供多样性选择信息
	增加对镀层质量的缠绕检验方法和性能要求	便于使用本文件
表 6	修改了 1 mm 以下线径的扭转次数指标	由于 GB/T 239 中 1 mm 以下线径扭转标距于国际标准不同，扭转指标应相应调整
	修改了 0.48 mm DM 级及 0.40~0.48 mm DH 级标准强度	保持同直径条件下 DM 与 SM 标准强度一致，DH 与 SH 标准强度一致
	增加面缩率要求	满足用户的要求
	加严 10.00 mm~13.00 mm 规格的直径公差	满足用户的要求
	最大直径由 20.00 mm 降低到 13.00 mm	13 mm 以上直径的钢丝用淬回火工艺更适宜
表 7	原 8458 无同一盘钢丝内强度波动范围规定	强度波动过大影响卷簧质量
8	增加检验方法的标准号或条款号	为了更好地指导标准的使用
	表面缺陷深度检测增加“酸浸”方法	便于批量快速检测
9	增加了钢丝的检验规则	符合我国产品标准要求
10	增加了交付形式	指导用户选择
	增加了包装、储存和运输、标志及质量证明书的规定	符合我国产品标准要求
	增加了最小盘卷内径的推荐值	提供用户可参考的产品信息
附录 C	提供不同分类钢丝的推荐用途，及本文件与其他常用标准的等同用途对照	为用户提供使用指导的参考建议
	提供牌号切换参考	便于用户使用本文件

附录 C
(资料性)
钢丝的使用参考建议

C.1 不同等级弹簧钢丝的推荐用途见表 C.1。

表 C.1 不同分类弹簧钢丝的推荐用途

弹簧钢丝等级	用 途
SL	拉、压或扭簧,主要受低静载荷
SM	拉、压或扭簧,中高静载荷,或极少动载应力的情况
DM	拉、压或扭簧,中高动载荷;需要剧烈弯曲的线成型
SH	拉、压或扭簧,高静载荷,或轻度动载荷
DH	拉、压或扭簧,或线成型,承受高静载负荷或中等水平动载

C.2 本文件与其他常用标准的等同用途对照见表 C.2。

表 C.2 本文件等级与其他标准等同用途等级的对照

本文件 等级	GB/T 4357— 1989	GB/T 4357— 2009	JIS G3521; 2018	YB/T 5311— 2010	JIS G3522; 2014	EN 10270-1; 2011
SL	B	SL	SW-B	—	—	SL
SM	C	SM	SW-C	—	—	SM
DM	-	DM	-	E	SWP-A	DM
SH	D	SH	—	—	—	SH
DH	—	DH	—	F	SWP-B	DH
注:等同用途表示有相同的应用类型,适合的弹簧应力水平不一定一致,需具体比较钢丝的标准强度。						

C.3 订购表 6 中无规定抗拉强度的钢丝时,标准强度按如下方法确定。

——首先用公式(C.1)和公式(C.2)计算标准强度的平均值:

SL: $R_{av}=1\,848-305,1\times\ln d$ (C.1)

SM: $R_{av}=2\,099-307,7\times\ln d$ (C.2)

式中:

d ——公称直径,单位为毫米(mm);

R_{av} ——为抗拉强度的平均值,单位为兆帕(MPa)。

——标准强度范围的宽度选取表 6 同规格 DH 级的值。

C.4 表 C.3 给出了钢材牌号的切换对照。

表 C.3 是切换钢材牌号的参考对照表,表中列明一些传统中国牌号、日本、ISO 及欧盟牌号如何与本文件的标准牌号对应。应注意,同样抗拉强度的钢丝可以用多种牌号与热处理直径的工艺组合去制造,不必严格按碳硅锰标准范围一致去寻找替代牌号,但是磷硫含量要求要满足本文件规定,D 级对应的盘条表面缺陷深度及脱碳深度要求要满足本文件规定。

表 C.3 本文件的部分标准牌号及质量相当的其他牌号

弹簧载荷类型	本文件部分的标准牌号	质量相当的其他牌号				
		GB/T 4357—1989	JIS G3521: 2018	JIS G3522: 2014	YB/T 5311—2010	EN/ISO 10270-1:2011
S 级	C48D	45	SWRH47A,SWRH47B	—	—	C48D
	C50D	50	SWRH52A,SWRH52B	—	—	C50D
	C52D	—	SWRH52A,SWRH52B	—	—	C52D
	C56D	55	SWRH57A	—	—	C56D
	C58D	—	SWRH57B	—	—	C58D
	C60D	60	SWRH62A,SWRH62B	—	—	C60D
	C62D	—	SWRH62A,SWRH62B	—	—	C62D
	C66D	65	SWRH67A	—	—	C66D
	C68D	65Mn	SWRH67B	—	—	C68D
	C70D	70	SWRH72A,SWRH72B	—	—	C70D
	C72D	—	SWRH72A,SWRH72B	—	—	C72D
	C76D	75	SWRH77A	—	—	C76D
	C78D	—	SWRH77B	—	—	C78D
	C80D	80	SWRH82A,SWRH82B	—	—	C80D
	C82D	—	SWRH82A,SWRH82B	—	—	C82D
	C86D	85	—	—	—	C86D
	C88D	—	—	—	—	C88D
	C92D	—	—	—	—	C92D
D 级	C60D2	—	—	SWRS62A,SWRS62B	—	C60D2
	C62D2	—	—	SWRS62A,SWRS62B	—	C62D2
	C66D2	—	—	SWRS67A	—	C66D2
	C68D2	—	—	SWRS67B	65Mn	C68D2
	C70D2	—	—	SWRS72A,SWRS72B	65Mn	C70D2
	C72D2	—	—	SWRS72A,SWRS72B	—	C72D2
	C76D2	—	—	SWRS75A,SWRS75B	—	C76D2
	C78D2	—	—	SWRS77A,SWRS77B	—	C78D2
	C80D2	—	—	SWRS80A,SWRS80B	—	C80D2
	C82D2	—	—	SWRS82A,SWRS82B	—	C82D2
	C86D2	—	—	SWRS87A,SWRS87B	T8MnA	C86D2
	C88D2	—	—	SWRS87A,SWRS87B	—	C88D2
	C92D2	—	—	SWRS92A,SWRS92B	T9A	C92D2
	C98D2	—	—	—	—	C98D2

注：更低含碳量的牌号较少使用，因此未列入本表。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4357—1989 碳素弹簧钢丝
 - [2] GB/T 7232—2012 金属热处理工艺 术语
 - [3] GB/T 23935—2009 圆柱螺旋弹簧设计计算
 - [4] YB/T 5311—2010 重要用途碳素弹簧钢丝
 - [5] JIS G3521: 2018 Hard drawn steel wire(冷拔钢丝)
 - [6] JIS G3522: 2014 Piano wire(琴钢丝)
 - [7] EN/ISO 10270-1:2011 Steel wire for mechanical springs—Part 1: Patented cold drawn unalloyed spring steel wire
-