

# 德国标准 系列图 (1) 2000(5) 14 用系列图片对特殊钢非金属夹杂进行显微检验—DIN50602

(德国标准 1985 年 9 月)

T6142.15 单张

铁

## 1 应用范围与目的

1.1 本标准描述了对特殊钢中硫化物和氧化物非金属夹杂进行检验的方法。为了检验钢中的非金属夹杂，可以采用宏观(或称低倍)的和微观的检验方法。微观检验可以在金相显微镜上进行，也可以使用自动检验仪检验。自动图象分析从仪器方面看目前还没能进行标准化，因为自动图象分析的发展还不够完善。在本标准中确定了一种在金相显微镜上进行微观检验的方法，该方法利用一个具有系统结构的图片系列表格，可以按照夹杂物的类型、大小(长度和宽度或者直径)和出现的频率来描述夹杂物(图片系列表格 1)。可以分别按氧化物和硫化物所占

份额或者作为总数计算出一个特征值，该特征值与大于一个规定的临界大小的夹杂物含量成正比。本标准同样考虑到夹杂物最大尺寸的测定。

1.2 根据协议，这个标准也可以用在其他的钢种上。

但是当用在低碳钢和无转变的不锈钢上时，必须注意它们的特点(见第 5.4 节)。

1.3 本标准适用于表 1 和图 1 中列举的经过变形的型钢产品。对于板、带形的扁产品和其他厚度小的产品以及具有非直线纤维形状的锻件，必须注意其特征并且应该达成取样和结果分析的协议。

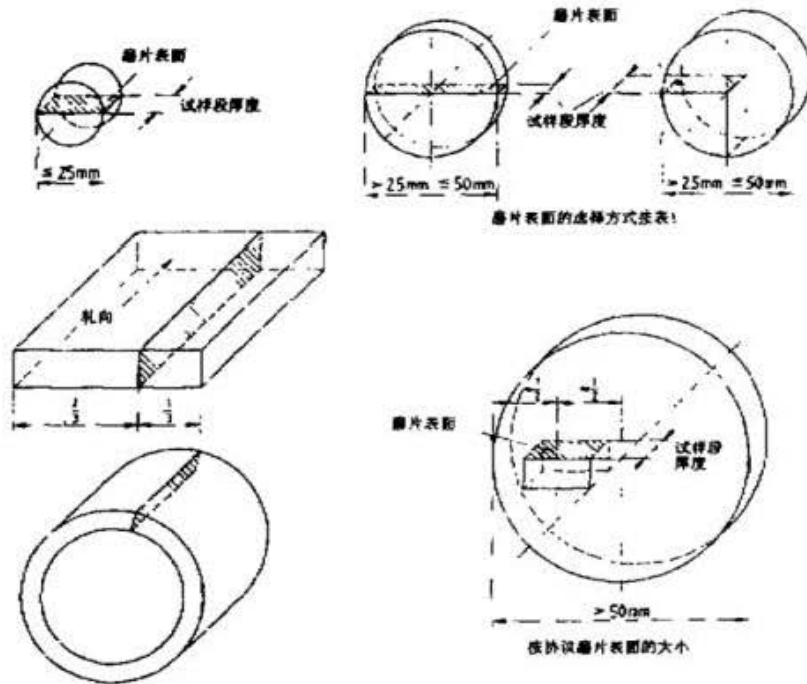


图 1 从不同规格的产品上取样

1.4 对于硫化物形状受到影响的钢种，钢铁检验卡片 1575 正在准备之中，该

卡片考虑了硫化物的长：宽比。

1.5 对易切削钢中非金属夹杂物的形

状、大小和分布进行检验必须使用钢铁检验卡片 1572—用图片系列对易切削钢的硫化物夹杂、非金属夹杂进行显微检验。

1.6 针对结构件的使用性能而对非金属夹杂的最高允许含量作出规定和对非金属夹杂作出评定并不是本标准的任务。这些工作在各种材料标准或者供货条件中进行。

## 2 概念

### 2.1 非金属夹杂

需要按本标准评定的非金属夹杂物是硫化物或氧化物成分的、典型的钢组份，这些组份是在与炉子、钢包和流道的非金属内衬接触时耐火材料熔损产生的，或是由空气或覆盖渣的氧化造成的，并且也可能是脱氧和故意添加硫造成的结果。

非金属夹杂物的种类、大小、形状和数量与钢种、冶炼和浇注工艺、脱氧方法、钢锭或连铸坯的尺寸有关，同时也与变形程度有关。非金属夹杂物的分布甚至在由同一炉钢水生产的产品中都永远不会是均匀的。

表1 在各种尺寸情况下磨片表面(磨面)的位置

尺寸(直径, 较小的侧面长度或者壁厚)	试样段中磨片表面的位置
≤25mm	磨面通过整个断面
>25mm≤50mm	磨面通过整个断面或者从边缘到纵轴
>50mm	磨面位于边缘与纵轴之间的中心或者按照协议的规定
对于宽扁平钢材, 试样磨面应该垂直于表面, 并位于产品宽度的头三分之一处, 沿着厚度方向和轧制方向; 对于管材, 磨面沿着壁厚方向和轧制方向或轴向(见图1)。对于具有非直线性纤维的零件来说, 必须对试样磨面的位置达成协议。	

### 2.2 微观夹杂物

微观夹杂物在磨面上的最大面积为  $0.03\text{mm}^2$ 。在放大倍数为 100:1 的显微镜下, 这个面积极限值相当于夹杂物长度为 100mm、宽度为 3mm, 或者在考虑了其他的变形度时, 在夹杂物面积相同情况下具有相应的长—宽比: 夹杂物的长度更短或者更长些(见第 6 节)。

### 2.3 宏观(低倍)夹杂物

低倍夹杂物的面积超过了微观夹杂物的面积极限值。本标准的图片系列表从第 8 行开始包含了部份的低倍夹杂, 在计算特征值时该表能确定总纯净度。

### 2.4 纯净度

按照以下的测定方法, 纯净度在本标准的含义中就是一个说明以硫化物和氧化物形态存在的非金属夹杂含量的数据。

a) 不同类型夹杂物的最大粒度值(方法 M)。

b) 非金属夹杂物在组织中所占的面积份额参数, 是  $1000\text{mm}^2$  面积内大于一定尺寸的夹杂物计数的累计值, 计数与面积成正比。这个参数是这些夹杂物在产品中含量的一个度量值(方法 K)。

### 2.5 图片系列表格

图片系列表格 1 是每行都按照非金属夹杂物面积的几何数列  $2^n$  建立起来的一个图片表格, 该表格表达了钢中典型的夹杂物形态, 在竖列中图与图之间夹杂物面积加倍。在同一水平行中, 除了表达出作为评定实例的夹杂物类型主系列之外, 还表达了夹杂物面积相同时其长度×宽度以及出现频率的变更。

## 3 方法的名称

按照本标准的方法 K, 从粒度指数 4 开始对夹杂物进行计数时, 对非金属夹杂物进行检验的名称为:

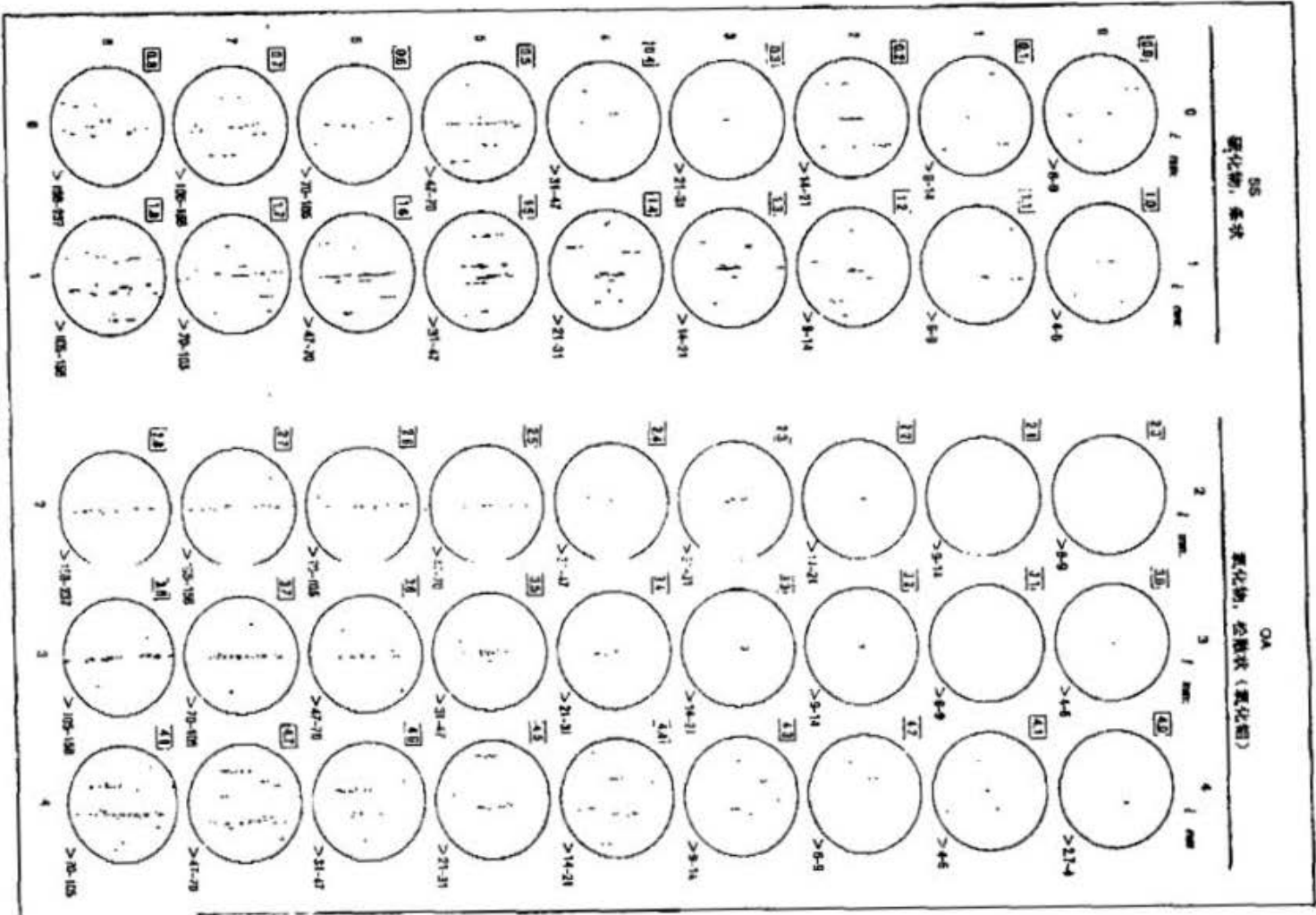
检验 DIN50602—K4

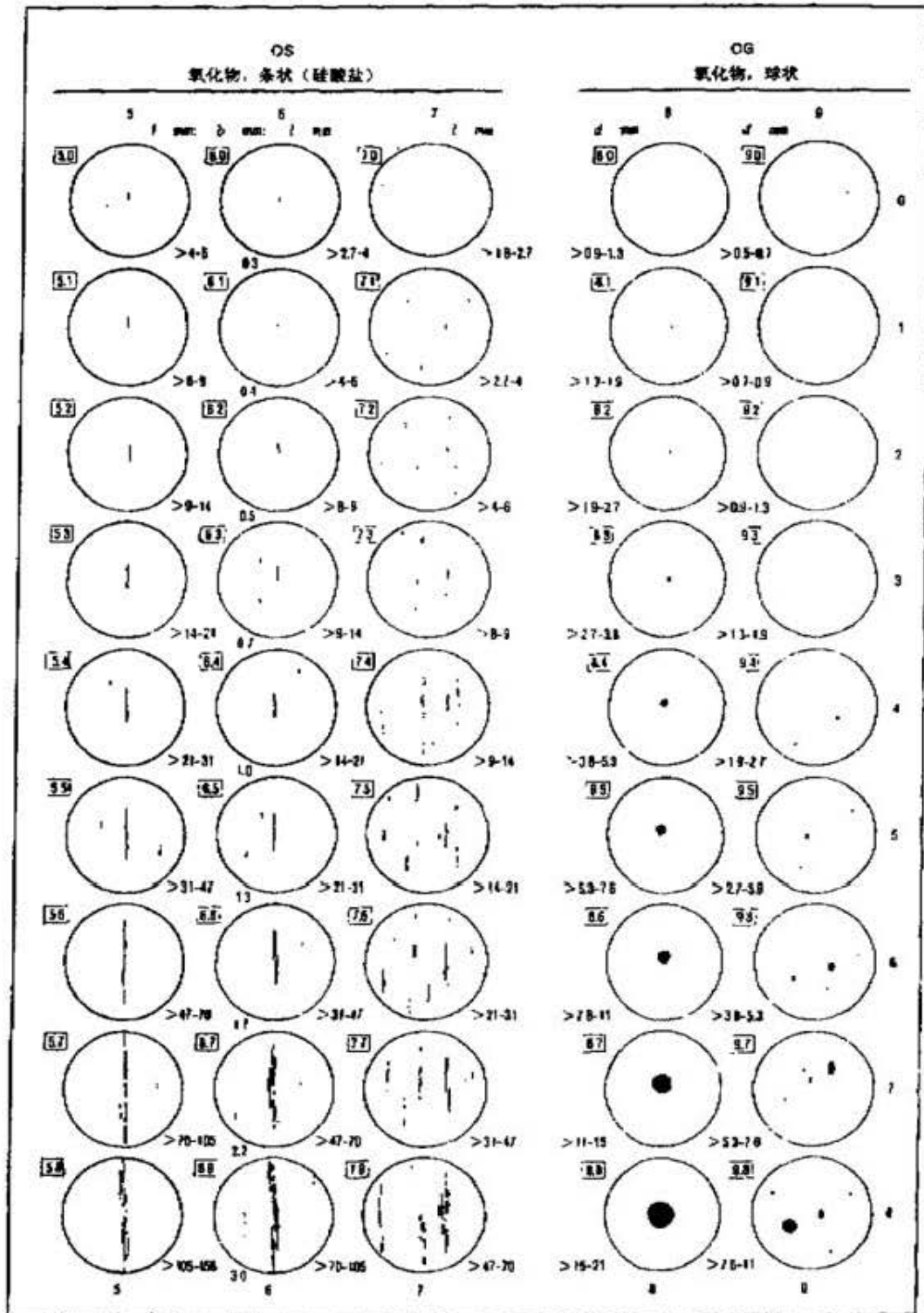
## 4 检验规模

4.1 测定一炉钢水或者一批供货钢材的纯净度, 采用单个试样是不能表明纯净度特征的, 因此必须采用多个试样进行测定。一般来说, 纯净度的检验至少要用 6 个试样。

4.2 对于每批订货都必须进行考察, 看情况是否允许将试样数量减少到 6 个以下, 这时必须考虑到: 供货量的多少, 在给定情况下所进行预成型和与原材料有关的试样位置。不符合“至少 6 个试样”的检验规模可以在供货协议中作出规定。

图片系列表格 1 按 DIN50602 对特殊钢的非金属夹杂物进行检验的图片系列, 放大率=30:1  
 为了进行分析, 必须使用放大倍数为 100:1 的原表格, 原表格可以在 Beuth Verlag GmbH 出版社,  
 Burggrafen 大街 4—10, 1000 柏林 30 得到





图片系列表格 1 按 DIN50602 对特殊钢的非金属夹杂物进行检验的图片系列, 放大率=30:1  
 为了进行分析, 必须使用放大倍数为 100:1 的原表格。原表格可以在 Beuth Verlag GmbH 出版社,  
 Burggrafen 大街 4—10, 1000 柏林 30 得到

4.3 假如提交检验的材料数量显示出一些特点,例如当工件不是出自同一炉钢水,或者当各个工件的尺寸差别很大时,那么在协商检验规模时(见第 4.2 节)必须考虑到这些特点。

## 5 取样与试样准备

5.1 试样必须按下述方式截取:使得待分析的磨片表面尽可能精确地平行于主延伸方向,并且当产品横截面为旋转对称时,磨片表面要位于通过产品轴线的平面内。这样就为在纵向变形方面对非金属夹杂进行比较提供了完美的前提条件。

5.2 表 1 与图 1 相结合,包含了圆钢、方钢、钢管和宽:厚比较小的宽扁钢材中对试样位置(取样位置)的规定。

5.3 一批提交检验的材料(一炉钢或者一批供货)的试样磨面大小与很多因素有关,例如与产品种类和横截面尺寸有关,还与分析测量的方法有关(参见第 8.2.1 节和 8.2.2 节中的有关说明)。同时还应该考虑到取样和检验时花费的工作量。因此根据图 1,当产品尺寸 $>50\text{mm}$ 时在磨面大小方面必须达成协议,例如 $12\text{mm}\times 18\text{mm}$ ,按照 ASTM E 45 标准相当于 $1/2$ 英寸 $\times 3/4$ 英寸,或者从边缘一直到纵轴。在可能的范围内试样磨面在尺寸方面要与检验设备互相适应。

5.4 在磨样时不允许将夹杂物拉扯出来或者使夹杂物形貌发生改变,也不允许将研磨剂或抛光粉的颗粒压入磨面内。必要时可以将磨面淬火。因此试样的研磨必须谨慎细心,并且要在尽可能短的时间内进行抛光。

## 6 图片系列表格的结构与应用

### 6.1 图片系列表格 1

6.1.1 图片系列表格 1 是由 4 个夹杂物系列(竖直)组成的,这 4 个系列的夹杂物形态都是最常观察到的,它们的类型指数是 1, 3, 6 和 8(基本系列),每 9 个图片的粒度指数为 0~8。图片系列表格 1 的图片比例是 100:1。各类夹杂物按下列加以区分:

SS 型夹杂物——硫化物夹杂,条状;

OA 型夹杂物——氧化物夹杂,松散状(氧化铝);

OS 型夹杂物——氧化物夹杂,条状(硅酸盐);

OG 型夹杂物——氧化物夹杂,球状。

衍生出来的图片系列 0, 2, 4, 5, 7, 和 9 将在第 6.1.2 节和 6.1.3 节中叙述。

在一个系列中粒度指数为 0~8 的 9 个图片,粒度指数为 0 的图片表示在放大倍数为 100:1 时能够观测到的最小的微观夹杂物,粒度指数为 8 时,部分夹杂物已经属于宏观(低倍)夹杂物范围。从一个图片到另一个图片夹杂物面积按几何数列 $2^n$ 加倍,这里  $n$  为粒度指数。

从一个图片到另一个图片标准夹杂物的长度增大 1.5 倍,条状组织的平均宽度也同时增大,从而使面积增加的基本公式保持不变。为了使对图片系列表格 1 中各图片的测量变得容易,还标注出了夹杂物的长度和系列 6 中夹杂物的宽度。在同样的宽度下,松散状态 OA 时的氧化物长度要比密集的线状 OS 时大,因为在粒度指数相同时夹杂物的面积可能是不同的。

粒度指数 9 属于宏观夹杂,这些夹杂物没有在图片上表达出来,因为它们的长度超出了图片的界限。

6.1.2 如果一个单个夹杂在长度相同的情况下,其宽度只有基本系列 1, 3 以及 6 的对比图片中夹杂物的一半,那么其面积也只有相应夹杂物的一半,因此粒度指数减少 1。这些夹杂通过基本系列左边的图片系列(0, 2, 5)表达。这种估算方法也适用于面积大一倍的比较厚的夹杂。其粒度指数也增加 1。

6.1.3 如果在视场中能看到更小的、粒度指数最大为 2 的非金属夹杂物,那么它们在节圆中的面积也增加了,粒度指数增加 1,正如在基本系列右边的图片系列 4 和 7 所表示的那样。硫化物常以族群状出现,因

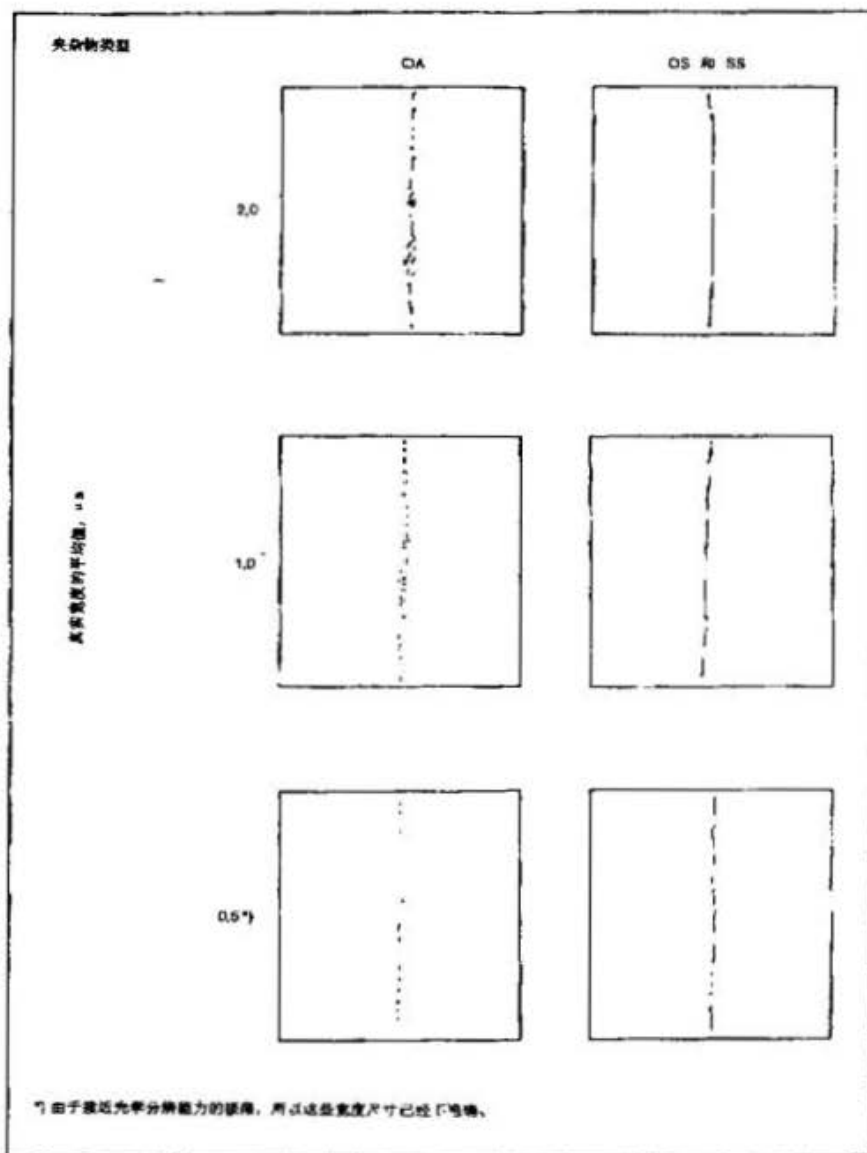


此可以放弃对单个硫化物的表达。如果硫化物是以单个状态出现，那么将 SS 图片系列中最长夹杂物的尺寸作为长度及面积估算的基础，并且粒度指数减小 1。

6.2 图片系列表格 2 和 3

6.2.1 夹杂物面积相同其粒度指数也相同的原则也适用于被拉伸得较薄和较厚的

夹杂以及比图片系列表格 1 中的分散程度更大的夹杂。因为这些夹杂在纵向延伸方面通常都超出了显微镜的视场界限(节圆)，所以在表 2 和表 3 中是用数字来描述这些夹杂物的，用它们各自的粒度指数来确定长度和宽度的不同组合。



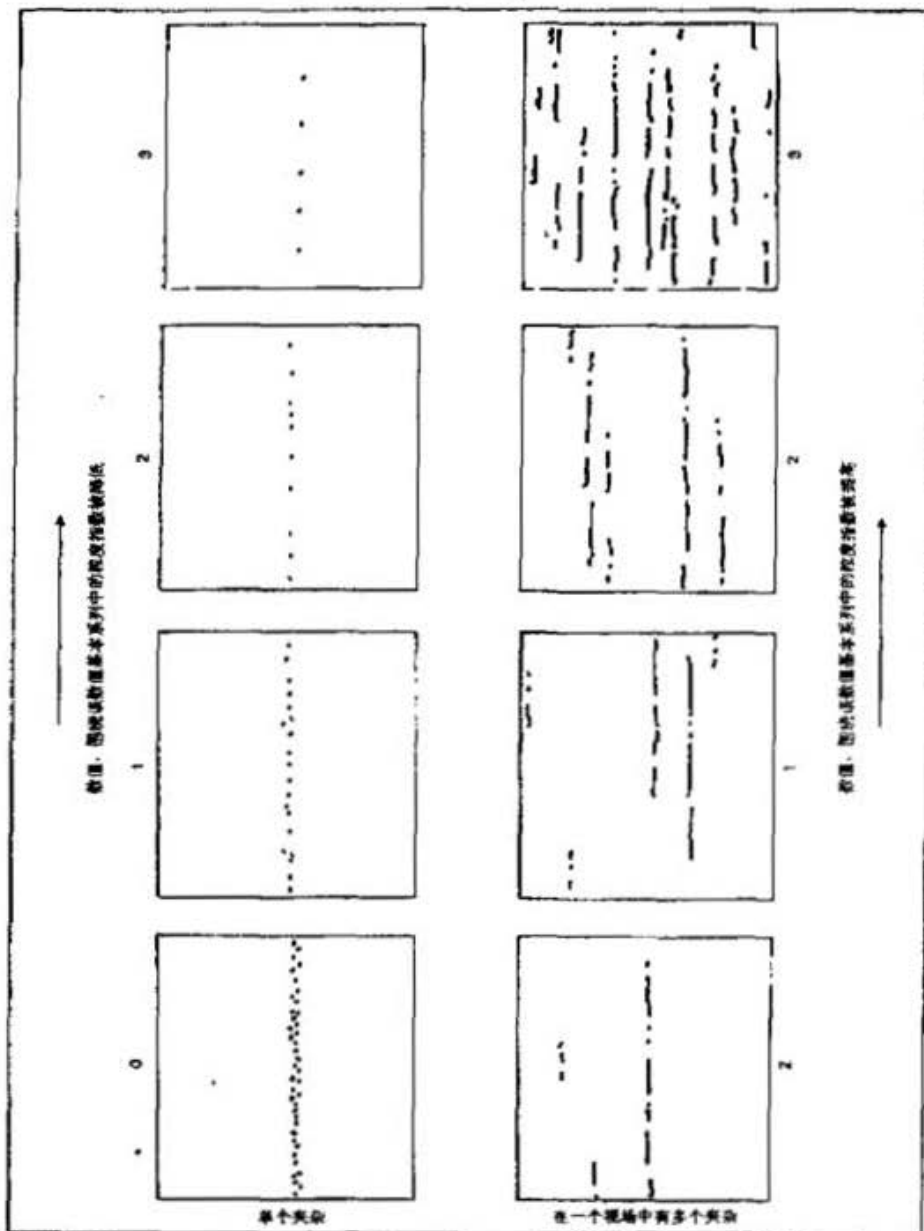
图片系列表格 2 按夹杂物宽度对夹杂物进行分类的图片系列，放大倍数 200；1

在图 2 中用图形表达了这种数字关系。 特别是可以利用这个图简单地读出这些夹杂

物的长度和宽度的中间值。

图片系列表格 2 和 3 对表格 1 起补充作用，当夹杂物形状与基本系列中的图片相对应时，对于分散得比较稀疏和比较密集的以及堆积得比较密集的夹杂物，在将变小以及变大的粒度指数进行分类排列时，图片系列

表格 2 和 3 会给予帮助。如果出现较厚的夹杂，首先按照图片系列表格 1 中的一个基本系列对其长度进行分类排列，那么根据夹杂物的面积使粒度指数相匹配的原则也是适用的。



图片系列表格 3 用于松散状的 OA 型（左系列）夹杂行列分类的图片系列，以及用来对在—个视场内出现的、属于—个粒度指数的多个 SS、OS 和 OA 型夹杂进行分类排列的图片系列，放大 200 : 1

**表2 对图片系列表格1的各行(即对粒度指数)按宽度和长度对纵向伸长的窄的非金属夹杂物进行分类排列的示意图**

行指数 (n): 粒度指数	非金属夹杂物的平均真实宽度(b), μm									面积 (A) <sup>n</sup> (放大 100:1) mm <sup>2</sup>
	0.5 <sup>n</sup>	1	2	3	5	7	10	平均真实长度(l), mm		
0	0.20	0.10	0.05	0.03	0.02	0.014	0.01	0.01	0.01	1
1	0.40	0.20	0.10	0.06	0.04	0.028	0.02	0.02	0.02	2
2	0.80	0.40	0.20	0.12	0.08	0.056	0.04	0.04	0.04	4
3	1.60	0.80	0.40	0.25	0.16	0.11	0.08	0.08	0.08	8
4	3.20	1.60	0.80	0.50	0.32	0.22	0.16	0.16	0.16	16
5	6.40	3.20	1.60	1.00	0.64	0.44	0.32	0.32	0.32	32
6		6.40	3.20	2.00	1.28	0.88	0.64	0.64	0.64	64
7			6.40	4.00	2.56	1.76	1.28	1.28	1.28	128
8				8.00	5.12	3.52	2.56	2.56	2.56	256

小方框中的数据给出了与图片系列表格1中对应图片的实例

1) 这里  $k=2^*$ .

2) 由于接近光学分辨能力的极限, 所以在这个粒度范围内夹杂物真实宽度的准确数据不再有意义。

**表3 表2中给出的非金属夹杂物平均长度的范围**

行指数(n): 粒度指数	非金属夹杂物的平均真实宽度(b), μm													
	0.5 <sup>n</sup>	1	2	3	5	7	10	平均真实长度(l)的范围, mm						
	>	<	>	<	>	<	>	<	>	<				
0	0.15	0.29	0.065	0.15	0.033	0.065	0.022	0.045	0.015	0.03	0.010	0.02	0.0065	0.015
1	0.29	0.56	0.15	0.29	0.065	0.15	0.045	0.09	0.03	0.06	0.02	0.04	0.015	0.029
2	0.56	1.10	0.29	0.56	0.15	0.29	0.09	0.15	0.06	0.12	0.04	0.08	0.029	0.051
3	1.10	2.20	0.56	1.10	0.29	0.56	0.15	0.35	0.12	0.22	0.08	0.16	0.051	0.11
4	2.20	4.40	1.10	2.20	0.56	1.10	0.35	0.66	0.22	0.44	0.16	0.32	0.11	0.22
5	4.40	8.80	2.20	4.40	1.10	2.20	0.66	1.40	0.44	0.88	0.32	0.60	0.22	0.44
6			4.40	8.80	2.20	4.40	1.40	2.80	0.88	1.66	0.60	1.20	0.44	0.88
7					4.40	8.80	2.80	5.60	1.66	3.32	1.20	2.40	0.88	1.66
8							5.60	11.20	3.32	6.64	2.40	4.80	1.66	3.32

1) 由于接近光学分辨能力的极限, 所以在这个粒度范围内夹杂物真实宽度的准确数据不再有意义。

在使用图片系列表格2和3对图片系列表格1(100:1)的基本系列进行分类排列时, 必须注意图示比例(200:1)。

6.2.2 在具有两个系列(OA 以及 OS 和 SS)的图片系列表格2中含有为测定这样一些夹杂物的宽度而提供的视觉帮助。这里没有表达出夹杂物各自的长度, 因此必须进行测量并根据表2和表3以及图2的数据对粒度指数进行分类排列。

6.2.3 图片系列表格3在左边的系列中表达出了不同分散形式的OA型夹杂。所

属的数字表明, 根据一个较大的疏松度按照总长度分类的粒度指数应当被缩小多少数值(见第7.2.3节并注意7.2.4节)。条状组织的宽度按图片系列表格2评定。

图片系列表格3的右系列用来对出现堆积的夹杂进行分类排列, 对于分类排列来说, 这类夹杂与基本系列的单个夹杂相比, 不仅数量和相互间的距离, 而且全部非金属夹杂的面积, 甚至连它们的总纵向延伸都必须加以注意。所属的数字表明, 在夹杂物聚集程度增加时粒度指数应该提高多少数值。



6.2.4 在对球状夹杂物进行分类排列时,只要这些夹杂物还没有在图片系列表格 1 中表达出来,那么当出现的夹杂物很小、很大或者出现严重堆积时,按照夹杂物的总面积进行分类排列的原则同样被作为分类的基础。

6.3 为了更好地作到一目了然和节省工作量,在足够熟练的情况下可以只使用图片系列表格 1 中的基本系列 1, 3, 6 和 8 以及图片系列表格 2 和 3 来对密度比较小的夹杂、分散程度较大的夹杂和堆积程度较大的夹杂进行检验,或者只限于这些表格的图片,因为衍生的图片系列 0, 2, 4, 5, 7 和 9 只是指出了评价实例,这些系列中的图片例如是在夹杂物纵向伸长相同时具有“1”个粒度指数的偏差。

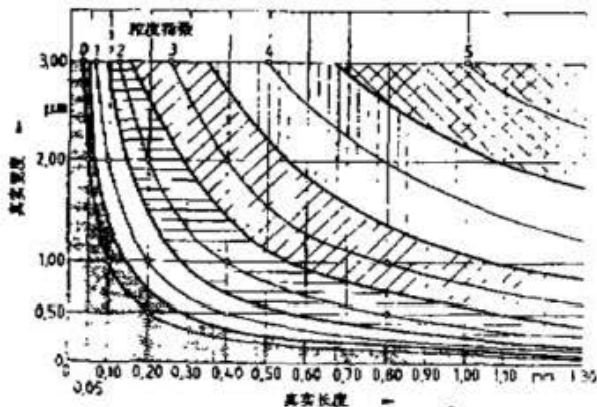


图2 根据表 2 和表 3, 夹杂物的真实宽度、真实长度和粒度指数之间的关系

## 7 检验过程

7.1 试样磨片用显微镜在放大倍数为 100:1 的情况下进行观察。这个放大倍数与图片系列表格 1 中图像的放大倍数是相同的(注:本标准后面所附的图片系列表格 1 包含的系列图片与原表格相比,其缩小比例约为 1:3。因此表格 1 只能反映出组织的概貌。对于实际的结果分析必须使用比例为 1:1 的图片系列表格,这种表格可以从

Beuth Verlag GmbH 出版社, Burggrafen 大街 4-10, 1000 柏林, 30 获得)。

观察可以在目镜上进行,也可以在投影到底片上的显微照片上进行。观察视场必须具有与图片系列表格 1 的对比图片相同的大小(尽可能是 80mm 直径;直径在 75~80mm 之间的视场也是允许的)。通过目镜中的刻度盘或者在底片上将观察视场限制在这个尺寸上是合适的。为了观察很稀的夹杂,恰当的方式是采用 200:1 的放大倍数工作。这个放大倍数与图片系列表格 2 和 3 中的图象放大倍数相同。

7.2 在对一个观察视场中的非金属夹杂物进行分类时,找出一个图片系列表格 1 中那样的图像,必要时根据图片系列表格 2 和 3 通过一个合适的、与所观察到的图像相符的图像补充。这时适当的方式是从标准夹杂物的长度测量或长度估计出发。

7.2.1 在进行结果分析时必须特别注意,在图片系列 0~6 中粒度指数为 6, 7 和 8 时,图片系列表格 1 提供了一些单个视场,在这些视场中典型非金属夹杂物的标准长度或多或少地超出了视场圆的直径。在这种情况下,对观察到的非金属夹杂物要按照位于图片下面的长度数据进行分类。如果没有其他的约定,更大长度的夹杂物(在厚度相同和厚度较大时)都统一用粒度指数 9 来标注。

7.2.2 假如在一个观察视场内各种类型和形状的夹杂物按照图片系列相互间具有明显的区别,那么就应当这样来处理这些夹杂物,就好像这些夹杂物分别出现在不同的视场中一样。

7.2.3 一个接一个成串地分布在一条直线上的 SS、OS 型条状夹杂物以及松散程度很小的 OA 型夹杂物,如果两个夹杂物之间的距离比两者中较小一个的长度还小,那么就可以认为它们之间是有关联的。测量夹杂物之间的这些间距。对于这样一个总长度的构成,不考虑点状夹杂物。

7.2.4 对于 OA 型夹杂, 图片系列表格 3(左系列)为与面积相应的粒度指数的构成给出了评价分散程度的规则, 如果这种条状夹杂物中各个颗粒之间的平均距离大于图片系列表格 3 左上图中示出的点状夹杂物的距离, 那么就要按 OG 型夹杂进行处理。从原则上讲这种表达应该表明, 疏松的条状夹杂按照氧化物的面积必须得到较低的粒度指数。通常这些夹杂又重新归入不再被记录的范围内, 例如在 K4 值时, 但是在 K1 值时还必须注意。

7.3 一般来说, 在试样上要对待分析的整个磨面面积进行研究。只有在方法 K 时(见第 8.2.2.3 节)才考虑例外, 但是在这种情况下必须专门签订协议, 并且在有关的供货条件中加以确认。

## 8 结果分析

### 8.1 原则说明

8.1.1 将所观察到的各非金属夹杂物用相关图片系列的类型指数(夹杂物的类型和形状)和按照第 6 和 7 节求出的图片系列表格 1 的粒度指数来标记, 标记时按下面排列次序进行并通过一个点相互分开, 例如 1.2, 5.3, 6.5。

不允许用分数来标记粒度——分类指数(例如 2, 5; 4 1/2)。

8.1.2 恰当的方式是用表格来登记检验结果和对结果的分析(例如按照表格 4、7 和 8 的样子)。

### 8.2 结果分析方法

第 8.2.1 节和 8.2.2 节描述了两种不同的分析方法。至于采用两种方法中的哪一种, 在有关的供货条件中应该作出规定。

#### 8.2.1 方法 M

8.2.1.1 在这种方法中应该查明, 在提交检验的材料中存在的各种类型和指定形状的夹杂物中哪一种是最大的。

按照第 5.2 和 5.3 节中的规定取样。如果协议规定的试样尺寸为  $12\text{mm} \times 18\text{mm}$ , 待分析的磨面面积约为  $200\text{mm}^2$ 。

对于大多数的生产目标来说, 这种分析方法是不够用的, 例如在生产特殊结构钢时就使用这种分析方法。

8.2.1.2 在每个试样上都要对指定进行分析的整个磨面进行搜寻, 对于图片系列表格 1 的每个图片系列(在这种情况下要借助于图片系列表格 2 和 3)都要确认, 在存在的非金属夹杂物中哪一种粒度指数最高; 将这种粒度指数最高的夹杂物记录下来。由所研究的磨片中每个图片系列查出的最高指数分别构成算术平均值。这个平均值被视为提交检验的材料在现存条件下“纯净度”的标志。在这种分析方法中没有深入讨论非金属夹杂的出现频率。因此也没有给出非金属夹杂含量的比较值。

8.2.1.3 表 4 给出了一个在这种分析范围内描述检验结果的实例, 该表根据第 6.3 节中叙述的方法将图片系列表格 1 中衍生图片系列的数值连同基本系列 1, 3, 6 和 8 的数值汇总成四种类型的夹杂物。面积相等但形态较稀疏或较分散的夹杂具有相同的粒度指数, 因此也应该根据夹杂物类型的定义一并进行计算。

8.2.1.4 在方法 M 中, 为了检验粒度指数约为 3 及其以下的硫化物非金属夹杂, 在订货时可以额外约定一种一般类型的分度器, 例如使用对照图片, 对照图片只是指明了夹杂物含量的一个确定基底。

表 4 按照方法 M 根据最大粒度指数进行分析评价时表达检验结果的实例(见第 8.2.1.3 节)

磨片序号	每个磨片和图片系列表格中每个被考虑的图片系列查明的最大粒度指数			
	SS	OA	OS	OG
1	4	5	3	3
2	5	4	4	2
3	3	4	4	2
4	4	3	3	3
5	4	4	2	1
6	3	4	4	3
7	4	3	3	4
8	5	4	3	3
9	3	5	4	2
平均值	3.9	4.0	3.3	2.6

### 8.2.2 方法 K

8.2.2.1 在某些确定的情况下, 检验从一个规定大小的夹杂物开始的全部非金属夹杂, 并通过一个标志夹杂物面积的综合参数 K(见第 2.4 节)来确定一炉钢或一批供货的纯净度的方法可能是合适的。在这种分析方法中, 待分析的试样磨面面积至少为  $100\text{mm}^2$ 。第 5.2 和 5.3 节中的说明适用于试样的取样位置和磨面大小。

8.2.2.2 对于每一次分析都必须决定, 应该从多大的粒度指数开始来检验非金属夹杂。这个最低的粒度指数主要由生产工艺(特别是冶炼工艺)决定, 以及视有关材料的使用目的和它们的尺寸而定。

根据经验和惯例可以确定表 5 中包含的一些规则, 应该尽可能地将这些规则作为签订分析方法协议的基础。

8.2.2.3 只要没有其他的约定, 每次都是要对整个待分析磨面进行检验。对硫化物夹杂和氧化物夹杂要分别计数, 并按照表 7 和表 8 中的实例进行记录。假如在待分析磨面上只检验单个的规定测量场或者测量场范围(只是在例外的情况下这样做才是合适的), 那么这个测量场或测量场范围的大小和分布就必须与统计检验的条件相符合。

8.2.2.4 在方法 K 中用于结果分析的曲线图

表 5 方法 K 时的分析规程

材料种类与冶炼工艺	在分析时必须考虑的粒度指数范围	标记	相应分析的实例
空气冶炼的特殊钢, 例如尺寸 $\geq 30\text{mm}$ 、具有特殊质量要求的滚动轴承钢以及结构钢和工具钢	$\geq 4$	K4	表 7
真空冶炼的或者在真空下重熔或采用电渣重熔法冶炼的特殊钢或合金	$\geq 1$	K1	表 8

\* 标记字母 K 后面的数字表示在分析时考虑的图片系列表格 I 中最小的粒度指数(见第 3 节)。

在本标准中给出用于推导累积参数图表的前提条件与考虑的出发点是, 为了简化计算, 使最频繁计数的粒度指数 4 获得的因数为 1。将按照几何级数  $2^{n-4}$  得出的其余粒度指数的因数修正为整数, 这样在计算时只需要加倍或者减半(在这种情况下需要移动小数点)。在计算时产生的偏差都处在实际得出的偏差之内, 钢中出现的非金属夹杂实际上是不均匀分布的。这时较大的夹杂比较准确地被计数。

表 6 给出了计算时使用的因数。

在计算累积参数时要按下述方式进行(对于这种计算也可参见表 7 和表 8 中的实例): 将按夹杂物类型(SS, OA, OS, OG)和粒度指数观察到的非金属夹杂物的数目乘以各自的因数(fg, 见表 6), 并将所得的乘积相加, 一般来说要按硫化物和全部氧化物分别相加。随后将这样获得的单个试样的“第一个中间和”对检验单元的全部试样进行相加, 这样便可得到全部试样的“第二个中间和”(mm<sup>2</sup>)。按下面公式将这个结果换算到一个  $1000\text{mm}^2$  的磨面上:

$$\frac{\text{第二个中间和} \cdot 1000}{\text{试样的总磨面面积 (mm}^2\text{)}} = \text{累计参数}$$

用这种方式对硫化物(S:)和氧化物(O:)分别计算的“累积参数”可以按照约定通过相加汇总成一个“总累积参数”。

这两个累积参数或者总累积参数标志着被研究检验单元的纯净度。在这两种情况下得到的数值应该尽可能是整数, 为此在这种情况下必须取整数。

所求得的纯净度参数总是通过字母 K 和与字母 K 结合的、能检验到的最小夹杂物的粒度指数来标志, 在必要的情况下通过夹杂物类型的标记字母来标志, 为此要避免混淆和不同内容结果的比较。

书写方式是(根据表 7):

$$K4=66(S: 26; O: 40)。$$

表 7 和表 8 各表达一个分析实例, 包括完整的分析条件数据。

表 6 在方法 K 中用于结果分析的因数  $f_g$

粒度指数 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	(9) <sup>**</sup>
因数 $F=2^{n-4}$	1/16	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32
分析时使用的因数 $f_g^{**}$	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50

\*) g 表示: 取整数  
\*\*) 见第 7.2.1 节

表 7 按照第 8.2.2 节采用方法 K4 进行分析的实例 (见表 5)  
(在空气中熔炼的 100mm 特殊钢方坯)

试样序号	被分析面积的大小 mm <sup>2</sup>	按图片系列列表第 1 的夹杂物类型	按粒度指数的夹杂物数目										乘积与第一中间和									
			因数 $f_g$										S <sup>*)</sup>	O <sup>*)</sup>								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	0.05			0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
1	450	SS OA OS OG					3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10
2	400	SS OA OS OG					4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	21
3	350	SS OA OS OG					2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	12
4	500	SS OA OS OG					5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	15
5	250	SS OA OS OG					1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	14
6	300	SS OA OS OG					4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	21
总计	2350						第二中间和										S 61	O 93				
			总计参数 K4 <sup>**)</sup>										S 26	O 40								
			总计参数 K4										66									

\*) S=硫化物, O=氧化物  
\*\*) 换算到 1000 mm<sup>2</sup> 的面积上并且取整数。

9 检验报告

在涉及本标准时, 检验报告中必须指明:

- a) 钢种和熔炼特征;
- b) 被取样产品的形状和尺寸;
- c) 根据第 2.4 节所采用的方法, 在给定情况下的特点;
- d) 分析结果, 而且按照协议
  - 在采用方法 M 时
  - 或者包括中间结果(实例见表 3), 或者只是最终结果(每个被考虑的图片系列的平

均值)

—在采用方法 K 时

被考虑的最小粒度指数的数据, 或者包括中间结果(实例见表 7 和表 8), 或者宁愿只选择按第 8.2.2.4 节的书写方式表达的最终结果(S 和 O 的累积参数或者总累积参数)。

引用的标准和其他资料

ASTM E45-81: 测定钢中夹杂物含量的方法

钢—铁检验卡片 1572: 用图片系列对易



切削钢的硫化物非金属夹杂进行显微镜检验。

**其他标准**

DIN50 600: 金属材料检验: 金相组织图片: 图像比例和尺寸

**说明**

本标准是由材料检验标准委员会(NMP)和钢铁标准委员会(FES)的联合委员会 NMP 131 / FES “金相检验”与德国钢铁工程师协会(VDEh)合作提出来的。它是从钢铁检验卡片 1570-71 “用图片系列对特殊钢中非金属夹杂进行显微镜检验”和该卡片的附录 1 “对特殊钢中纵向延伸的细长非金属夹杂进行显

显微镜检验”得来的。

由国际标准化组织于 1979 年 4 月 15 日出版了国际标准 ISO4967 第一版:

钢—测定非金属夹杂含量—采用图片系列的显微镜测量法。

这个国际标准被联邦德国否决,因为它包含的符号系统在德国没有采用,并且也不应该实施。为此用现有标准对已被证明是适用的钢铁检验卡片 1570(1971)及其附录 1(1977)作了改进。

**国际专利分类**

G 01 N 21 / 84

**表 8 按照第 8.2.2 节采用方法 K1 进行分析的实例 (见表 5)  
(在真空下重熔的 120mm 特殊钢方坯)**

试样 序号	被分析 表面的 大小 mm <sup>2</sup>	按图片系列 表格 1 的夹 杂物类型	按粒度指数的夹杂物数目										乘积与 第一中间和	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	S <sup>*)</sup>	O <sup>*)</sup>	
			因数 f <sub>3</sub>											
			0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20			
1	560	SS OA OS OG		6	1	-	-	-	-	-	-	0,6	0,1	
2	530	SS OA OS OG		5	2	-	-	-	-	-	-	0,9	0	
3	570	SS OA OS OG		7	1	-	-	-	-	-	-	0,9	0,2	
4	600	SS OA OS OG		5	3	-	-	-	-	-	-	1,2	0	
5	520	SS OA OS OG		4	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0	
6	540	SS OA OS OG		7	1	-	-	-	-	-	-	0,9	0,2	
总计	3320											第二中间和	S 5,1 O 0,5	
												统计参数 K1 <sup>**)</sup>	S 1,54 O 0,15	
												总统计参数 K1 <sup>**)3</sup>	1,7	

\*) S=硫化物;  
O=氧化物  
\*\*) 换算到 1000 mm<sup>2</sup> 的表面上。  
\*\*) 从 1,69 取整数为 1,7。

单麟天 译  
郑之旺 校