

GB10561-89 “钢中非金属夹杂物显微评定方法”标准的执行与理解

钟传珍 潘淑红

(大连钢厂中心试验室 116031)

非金属夹杂物是钢中不可避免的夹杂，它的存在使金属基体的连续性受到破坏，非金属夹杂物在钢中的形态、含量和分布都不同程度地影响了钢的各种性能，诸如常规力学性能、疲劳性能、加工性能等。因此，正确测定与评价钢中非金属夹杂物是提高钢材质量不可忽视的环节。

测量非金属夹杂物的方法虽已标准化，但长期以来我国一直没有相应的国家标准。1989年由于新标准 GB/T10561-1989 取代 YB25-77 而使非金属夹杂物的评定更趋详细和全面。为了更好地执行和掌握新标准的评级原则，保证新旧标准的衔接，在实际检验工作中，我们针对具体试样加深对新标准的学习与理解，现将 GB/T10561-1989 所需检验的氧化物、硫化物、硅酸盐及点状不变形夹杂物的有关问题分述如下。

1 钢中非金属夹杂物的分类

钢中非金属夹杂物种类很多，按其来源和大小大体分为两大类：

1) 显微夹杂物或称内在夹杂物，这类夹杂物是钢在冶炼或凝固过程中，由一系列物理和化学反应所生成。例如，在冶炼的过程中，由于脱氧剂的加入，而形成氧化物和硅酸盐等，这些夹杂物来不及完全上浮进入钢渣而残留于钢液中，即为内在夹杂物。

2) 宏观夹杂物或称外来夹杂物，这类夹杂物是在钢的冶炼或浇注过程中，由于耐火材料的混入造成的，其特点是大而无固定形状。其次，非金属夹杂物还可按化学成分分类，分为氧化物、硫化物和氮化物，而氧化物又可分为简单氧化物，复杂氧化物和硅酸盐详见图 1。

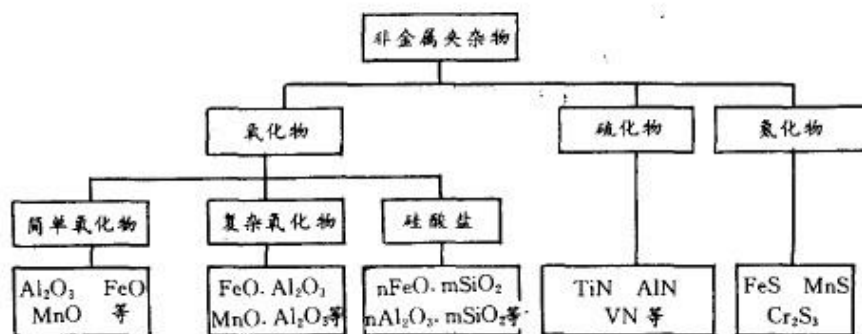


图 1

2 非金属夹杂物的测定

2.1 A 类夹杂物和 C 类夹杂物

标准 YB25-77 其检验项目只有脆性夹杂物和塑性夹杂物之分，对检验中出现的硅酸盐夹杂物按塑性变形能力和形态确定其归属。新标准 GB10561-89 则不仅有硫化物 (A 类夹杂物) 评级图片，而且明确制定了塑性硅酸盐，C 类夹杂物 (粗系和细系) 的评级图片。硫化物和硅酸盐有其相似的地方，往往容易混淆。A 类夹杂物 (硫化物) 具有良好塑性，在加工方向被拉长，在明场中反光能力较强，

在暗场中不透明，在偏振光中显各向同性（FeS 除外），多数为铁锰二元硫化物（FeS-MnS）。

C 类夹杂物（塑性硅酸盐）沿加工方向被拉长，与硫化物的主要区别是：颜色较深，呈暗灰色，而硫化物为浅灰色，在明场中是透明的，在偏振光中呈各向异性。在实际检验评级时，我们不能根据夹杂物的实际成分判定评级，而是根据它们的形态，参照标准评级图片是哪类夹杂便评哪类夹杂。

在执行标准的过渡时期，为了新旧标准的衔接，对于同一视场中出现的 A、C 类夹杂物，我们合并评定，一律以塑性硅酸盐报出。

2.2 B 类夹杂物

B 类夹杂物（氧化物）是由于用铝脱氧时所产生的细小的、难溶的、高硬度的脆性夹杂物，热加工后沿加工方向以链状分布，在明场下呈灰色。

标准 YB25-77 氧化物以集中、分散分类，评级时夹杂物以面积计算，现行标准 GB10561-89 氧化物标准图片将 B 类夹杂物以粗系，细系分类，评级时，以夹杂物长度作为评级依据。对于在一条直线上的两段夹杂 L_1 、 L_2 ，则测其间距 ΔL ，当 $\Delta L \leq 12.7\text{mm}$ 时，算作一条夹杂物， $L=L_1+L_2+\Delta L$ ，当 $\Delta L \geq 12.7\text{mm}$ 时，则算作两条夹杂物，然后对照 B 类夹杂物评级图片，以粗系或细系报出。

2.3 D 类夹杂物

除轴承钢以外，几十年来，结构钢从来未检验过 D 类夹杂物，也没有此类夹杂物的考核标准。GB10561-89 弥补了 YB25-77 标准评级图分类过于简单，级别划分不够全面，适应性受到限制的缺陷，为此，我们在执行标准 GB10561-89 的过渡期间，对我厂 1994 年全年及 1995 年 1-5 月份出现的 D 类夹杂作了数据统计，以便深入开展 D 类夹杂物对钢的使用性能影响的研究。

GB10561-89 所附的 JK 图和 ASTM 标准评级图，D 类夹杂物表现为分散多颗粒型，实际检验中的 D 类夹杂物多为单颗粒，且颗粒直径较大，与标准评级图难以对照。我们以与某级别的多颗粒夹杂物面积相等的单颗粒夹杂物直径作为该级别夹杂物的“当量直径”评定级别：

①单颗粒夹杂物的“当量直径” d_n 的计算公式由 $1/4 d_n^2 = 1/4 d_0^2$ ，

得出 $d_n = 4nd_0$ 。

d_0 —单颗球夹杂物直径， $d_0 = 12 \mu\text{m}$

n —某级别点状不变形夹杂物的个数

d_n —当量直径

根据上述公式算出 GB10561-89 标准评级图中各级别点状不变形夹杂物的当量直径如表 1 所示：

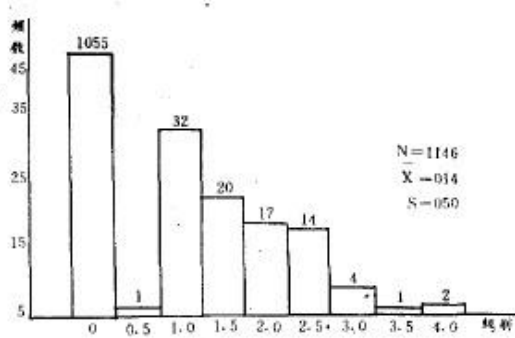
表 1

级 别	相应当量 直径 μm	夹杂 物个数
0.5	121	1
1.0	20.8	3
1.5	36	9
2.0	45	14
2.5	53.6	20
3.0	61.1	26
3.5	71	35
4.0	79.6	44

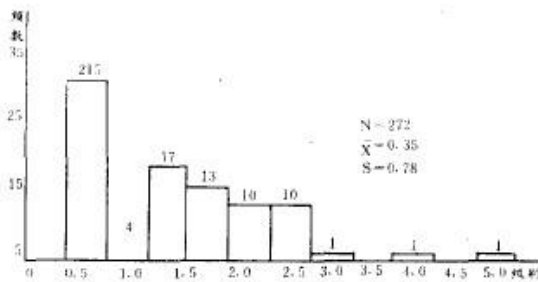
4.5	86.5	52
5.0	96	64

②质量评价

现将我厂 1994 年及 1995 年 1~5 月按 GB10561-89 标准检验的各类结构钢点状不变形夹杂物作质量分析，其直方图如下：



1994 年各类结构点状不变形夹杂物直方图



1995 年 1~5 月各类结构钢点状不变形夹杂物直方图

通过上述统计进行如下讨论：如考虑控制合格级别，点状不变形夹杂的不合格率如表 2：

表 2

控制合格级别	点状不变形夹杂物不合格率 %	
	1994 年	1995 年 1~5 月
1.0	5.06	13.24
1.5	3.22	8.46
2.0	1.83	4.46
2.5	0.61	1.10
3.0	0.26	0.74
3.5	0.17	0.74
4.0	0	0.37
4.5	0	0.37

5.0	0	0
-----	---	---

由上表可以看出，在合金结构钢中，点状不变形夹杂物的出现率是相当可观的，不仅如此，其级别分布也是分散的，从 1.0 级起直至 5.0 级，各级别均出现一定的数量。

如前所述，由于我国原有非金属夹杂物检验方法标准中，只有脆性夹杂物（氧化物或脆性硅酸盐）和塑性夹杂物（硫化物或塑性硅酸盐）之分，并无点状不变形夹杂物，因此，对点状不变形夹杂物没有明确的要求，更无合格级别。在这种情况下，对点状不变形夹杂物的评定应更为慎重，建立考核点状不变形夹杂物的合格级别界限更需进行大量工作。因此，增加一个检验项目，势必降低钢材的合格率，从而提高合格钢材的成本。从我厂的统计结果不难看出，如果合格级别为 2.5 级时，合格率为 99.39% (1994 年) 和 98.90% (1995 年)，合格级别为 2.0 时，合格率则为 98.17% 和 95.22%，当然，合格级的确定依赖于很多因素，诸如：冶炼方法，钢材尺寸，对性能的影响大小等。在诸多因素中，对性能的影响大小是至关重要的。

2.4 特殊类型夹杂物

生产检验中，往往遇到一些与标准图片不符合或者标准未详细解释的情况，对这些特殊类型的夹杂，我们是这样处理的：

①在同-视场中出现数类夹杂物时，应按夹杂物的形态和粗细分别对每类夹杂物进行评级（过渡期 A、C 类共存除外）。

②当同类粗大的或细小的夹杂物在同-视场中同时出现时，（同-直线或不同直线分布）不予分开评定，而将两系列（粗大、细小）夹杂物的长度或数量相加后按占优势的那种系列夹杂物评定级别。

③当视场中的夹杂物介于粗大和细小两系列之间时，按其最近的系列评定。

④对于出现同-视场并在同-直线上的 B 类夹杂物及大小与 B 类夹杂物相似的 D 类夹杂物合并评定，并以 B 类夹杂物报出。

⑤如果某类夹杂物一个视场未能量尽，则按该类夹杂物的高级别评定。当能定性某类夹杂就按该类夹杂物评，如不能定性，则按其形态，象哪类就按哪类评。

总之，在执行 GB10561-89 标准时，我们对标准评级图的理解是：标准评级图对夹杂物的分类，并不是根据夹杂物的成分，而是根据它们的形态。遵循的原则是：每个试样的夹杂物评级结果是试样检验面上每类夹杂物粗系和细系最严重视场的评级结果。