

关于几种低倍组织缺陷的识别

东北机器制造厂 李锦崑

内容提要 金属材料质量主要是通过酸浸试验, 检查其低倍(宏观)组织进行判定。虽然有GB1979—80《结构钢低倍组织缺陷金相评级图片》作为钢材质量评定的依据, 但实际出现的一些冶金缺陷并非都典型, 尽管比照标准图片, 有时也易发生误判, 导致不应有的损失。比如缩孔残余、中心疏松及中心碳偏析三者之间有时就容易混淆。笔者对上述低倍组织缺陷的识别, 以实例作了阐明。

I. 引言

钢材的常规检验和失效分析, 一般都离不开酸浸低倍试验。尽管当前科学技术发展很快, 普遍应用扫描电子显微镜等现代化大型精密测试仪器, 但酸浸试验法仍是测试技术的重要手段之一。

GB1979—80《结构钢低倍组织缺陷金相评级图片》对钢材中出现的各种冶金缺陷都有典型图片和定义说明。

但生产实践中, 往往出现一些并非都是典型的缺陷, 可能有不同的形态, 如不仔细分析鉴别, 在检验评定中容易混淆, 以致误判, 给工厂生产造成严重损失与浪费。现就生产实践中遇到的一些实例作一个介绍。

1. 缩孔残余与中心碳偏析的识别

按照GB1979—80对缩孔残余的解释为: “在酸浸试片的中心区域(多数情况)呈不规则的折皱裂缝或空洞, 在其上或附近常伴有严重的疏松、夹杂物(夹渣)和成份偏析等。”

“评定原则: 以裂缝或空隙大小而定。”

以上的解释是比较明确的。从标准图片, 如图1与图2上看到的特征是: 缺陷位

于中心区, 边界不规则, 呈现黑色, 里面是裂缝还是空洞, 一般观察实物比图片清晰和可靠。因为缺陷呈现黑色, 有时就分辨不清, 容易与其它缺陷混淆。

图3为D60碳钢钢锭经轧制成115毫米方钢在做纵向低倍试验时出现的缩孔残余。孔洞断续的分布于轴线上, 因为经过轧制, 缩孔残余已经变形和伸长, 甚至成断续状态。在日常检验中这种情况比较罕见, 也容易识别。

图4, D60碳钢横截面上发现的缩孔残余, 比较典型。因为它在酸浸试片中心区域, 呈现出不规则的折皱裂缝, 虽然从图片上呈现黑色, 但从里面浸润出的酸液痕迹(周围浅黑色)可以证明是比较深的裂缝, 甚至可以说是较大的空洞。符合评定原则, 故为缩孔残余。

图5, D60碳钢横截面酸浸试片上, 中心有数个不规则的空洞, 其周围有环形裂缝, 此缺陷是缩孔残余。钢锭虽经过多次轧制和热冲压加工, 中心仍未弥合, 说明空洞和裂缝里存在较多的非金属夹杂物起着隔离、分层的作用, 使得金属组织不能焊成整体。照片实物经水压试验漏水, 这些空洞和裂缝贯穿整个成品厚度, 破坏金属连续性, 严重降低金属强度性能。技术条件上规定缩孔残余是不允许的缺陷。

图6, 亦为D60钢横截面上出现的缩孔残余。单凭此图不足以肯定就是缩孔残余, 虽然从试验面上有一般疏松可以确定此试样为原钢锭的头段, 但缺陷处究竟是裂缝还是偏析? 还是中心疏松? 由于颜色暗黑和细小而看不清楚, 对其内部需要探知。在这种情

况下, 应该做辅助性试验, 作为最后判定的佐证。

将实物从中心缺陷处剖开, 检查纵向低倍组织。图 7 就是与图 6 箭头所指缺陷对应位置之纵向上发现的孔洞, 实物因经受热冲压加工, 中心区孔洞被挤压变形, 呈斜方向分布。孔洞被剖开呈现沟槽形态, 酸浸试验前后均未发现肉眼可见的非金属夹杂物, 里面是空的, 由此才可以判断图 6 缺陷是缩孔残余。

图 8, 试样为经受热冲压加工后的酸浸横截面, 观察到受酸液浸蚀程度不均匀, 有一般疏松, 说明它是属于原来钢锭的头段。中心有一不规则小裂缝, 周围有从里面浸润出的酸迹, 说明它有一定深度。可以判定为缩孔残余。为了探索其严重程度, 有条件时最好从中心再剖开, 检查纵向低倍组织, 试验方为彻底。如图 9, 横截面上的小裂缝在这纵向上是一条很深、贯穿成品厚度的长沟, 显然, 这又是一个由于缩孔残余破坏金属完整一致性的废品。

图 10, 如果按照标准图片, 如图 1 和图 2 来评定图 10 的缺陷, 只观察横截面低倍组织, 则很容易误判为缩孔残余, 因为它们, 尤其与图 2 似乎很相象, 缺陷位于中心, 边界不规则。但是, 要注意到此缺陷是实心的, 虽然呈黑色, 可受蚀程度较轻, 并不是裂缝, 更不是空洞。再检验纵向低倍组织, 发现缺陷处是明显的暗黑色条带, 本身金属组织致密, 与基体交界处是连续的整体, 没有裂纹、裂缝、空洞等破坏金属完整性的缺陷。为了给缺陷定性, 做出以下试验结果。

1. 硬度试验

中心暗色条带区: HB269—273

正常基体区: HB216—229

2. 化学成分分析

中心暗色条带区: C = 0.91%

正常基体区: C = 0.80%

3. 金相组织

中心暗色条带区: 基体都是珠光体, 图 11。

正常基体区: 珠光体 + 网状铁素体, 图 12。

从以上结果表明, 暗色条带区是高增碳区, 都是珠光体组织, 所以硬度比基体高。

4. 扫描电镜观察断口组织。暗色条带区与正常基体断口组织微观形态相同, 均为解理断裂特征, 未发现缩孔残余断裂特征。

5. 非金属夹杂物检查。暗色条带区与正常基体区非金属夹杂物含量和分布相同, 主要是硫化物, 达三级, 氧化物很少, 一级左右。暗色条带区未发现比基体有异常性质和数量的夹杂物。因此认为非金属夹杂物对此缺陷无影响。

综合起来分析, 图 10 缺陷应定为中心碳偏析。至于中心碳偏析这种缺陷, 是属于炼钢浇注时操作不正常造成的。目前还没有纳入到国家标准中来, 这在生产实践中经常遇到。

一般中心偏析是钢水在钢锭模内冷凝过程中形成的正偏析, 存在位置于缩孔之下, 即所谓 V 型偏析, 在钢坯横截面上表现为中心区域的偏析, 因偶然条件的改变, 促使含碳量突出增高, 故叫中心碳偏析。

当采用石墨渣保护浇注时, 一旦注速过快, 使上升钢液冲破渣层, 将石墨粉卷入钢液内部, 钢液受石墨粉的增碳作用, 故此区域含碳量增高, 在酸浸试片上表现为暗黑色。

为了考察中心碳偏析的影响, 做了化学成分与机械性能试验, 现列出两例数据, 供参考。

(1) 见图 13。此为 D60 之 115 方钢横截面低倍组织, 图 14 为其对应的纵向低倍组织。分别从中心碳偏析区和正常基体区取试样, 作化学成分和机械性能分析试验。试验结果见表 1 和表 2。

(2) 见图 15。此为 D60 之 115 方钢横

表 1 化学成分

化学成分(%)	C	Mn	Si	S	P
中心碳偏析区	1.04	0.58	0.28	0.052	0.019
正常基体区	0.68	0.59	0.23	0.044	0.019
YB479-67规定	0.55~0.65	0.50~0.80	0.17~0.40	≤0.05	≤0.05

表 2 机械性能(纵向)

机械性能	σ_b , kg/mm ²	σ_s , kg/mm ²	δ %	ψ %	a_K
中心碳偏析区	84.3	44.3	3.3	7.2	0.88
正常基体区	70.8	31.7	17.3	23.7	2.1

表 3

含碳量与机械性能	C %	σ_b , kg/mm ²	σ_s , kg/mm ²	δ (%)	φ (%)
中心碳偏析区	0.92	86.0	58.7	7	8.6
正常基体区	0.65	71.2	33.4	21.2	19.2

截面低倍组织。含碳量和纵向机械性能试验结果见表3。

上面数据表明,中心碳偏析能提高中心区的强度,降低韧性,破坏了钢材机械性能的均匀一致性。故是不希望有的材质缺陷。

Ⅱ. 中心疏松与中心碳偏析的识别

GB1979—80对中心疏松缺陷特征的描述是:“在酸浸试片的中心部位呈集中分布的空隙和暗点。”评定原则:“以暗点和空隙的数量、大小及聚集程度而定。”

顾名思义,中心疏松就意味着钢的中心区域组织不致密。它是有级别限制的冶金缺陷。它是钢液凝固时,体积发生收缩而引起的组织疏松。钢锭中心区最后凝固,在先结晶的树枝状晶轴间溶有析集出的气体、低熔点组元及非金属杂质。从机械加工面上观察,金属组织似乎是致密的,但经过酸浸试验后,非纯净金属都被浸蚀掉,呈现一些孔

隙,暴露组织,所谓疏松。

图16为标准里中心疏松的二级图片。中心疏松与中心碳偏析本来是有明显区别,性质截然不同的两个概念。但在实际检验评定中亦容易发生混淆。以往只要试片中心有暗黑斑点,就只可有意的往中心疏松缺陷上靠级,因为直到目前还没有比中心疏松更接近的标准图片。实质上往往发生误判。如果都象标准图片上展示的空隙和暗点那样比较小和集中也好评定,可是有时遇到数量少并位于中心的暗点,一般也按中心疏松套级评定,笔者认为这样处理不妥。比如图15和图17。通过多次试验分析,它们和中心疏松之间有着明显差别。图15中心只有一个暗点,肉眼直接观察到它是实心的,既不是缩孔残余又不象中心疏松。这个实心暗点经化学分析,含碳量高达0.92%,而正常基体含碳量为0.55%。所以定为中心碳偏析是比较实际

和合理的。

图17中心处的黑色缺陷，也是孤立的一点，并且比较小，一般也往中心疏松上套级。但对此黑点经两次化学分析，含碳量高达0.75%，而正常含碳量为0.60%，故定为中心碳偏析比较合理。它与图1很相似，也易与缩管残余相混。

实践表明，中心碳偏析是存在的，它与中心疏松既有共同点又有本质区别，中心碳偏析按中心疏松评定是不合理的。

IV. 分析试验结果时应注意到的问题

理化试验分析结果，在检验评定金属材料质量和失效分析的依据，因此试验分析结果准确无误是很重要的，是对理化工作者最基本的技术要求。为此在做试验分析之前，

既要充分理解有关技术标准的要求，又要充分考虑好试验的方法步骤。评定试验结果时，对疑难性问题，在模棱两可的情况下，要慎重。不怕麻烦的力争多做几项辅助性试验，取得进一步鉴别的参考数据。由多方面的试验结果结合标准条文进行分析，是不难获得正确结论的。

此外，某种缺陷，往往具有几个特征，比如缩孔残余，除了折皱裂缝或空洞之外，常伴有疏松、夹杂物、成分偏析的特征。在评定时，就应分清主次。有时几个特征可能同时具备，有时也可能具备特征的其一其二，应从其主要特征考虑。比如图10，尽管具有缩孔的某种特征，但本质上主要是成分偏析，定为中心碳偏析比较恰当。



图 1

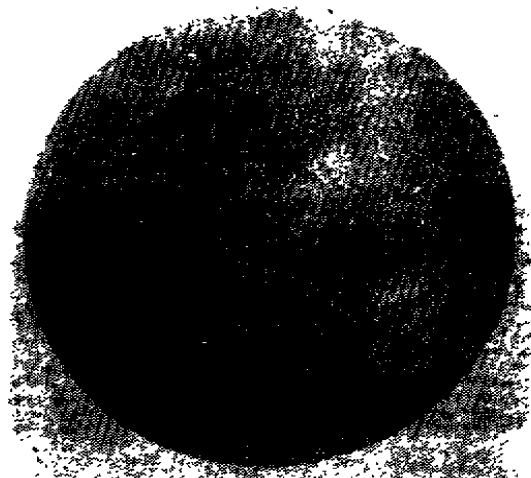


图 2

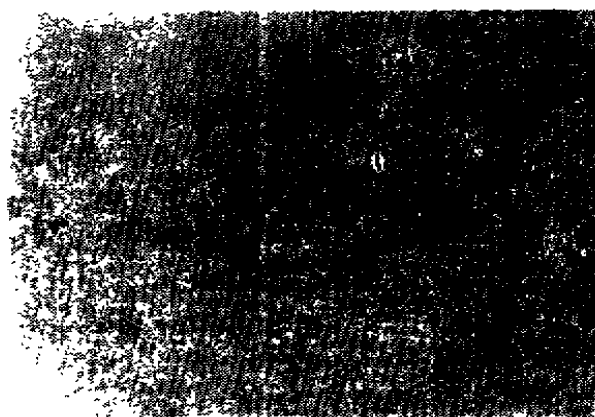


图 3

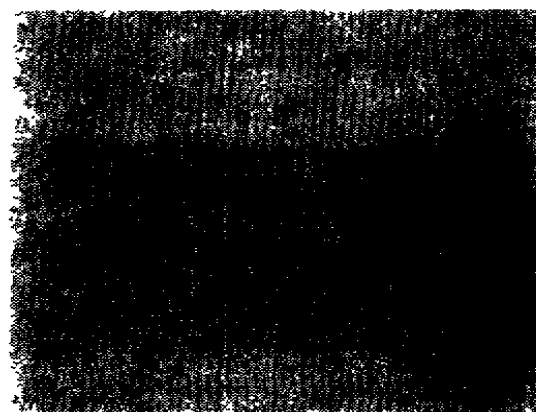


图 4

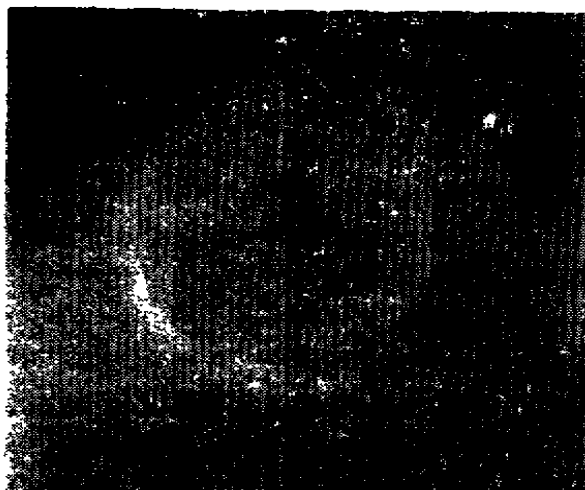


图 5

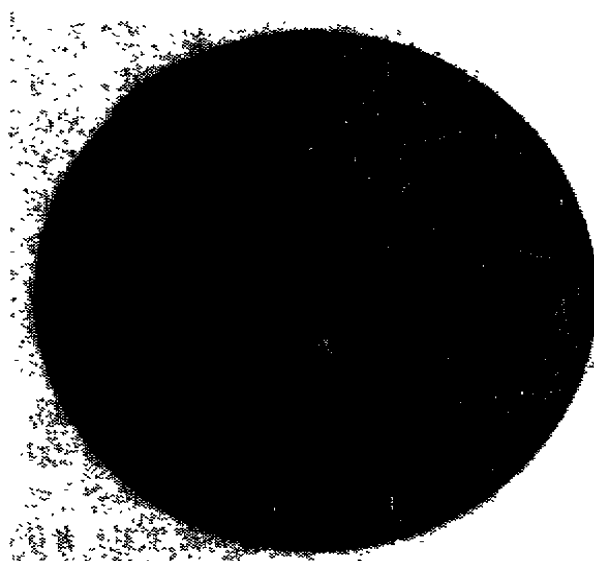


图 6

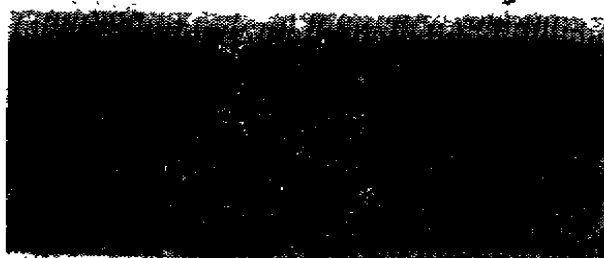


图 7

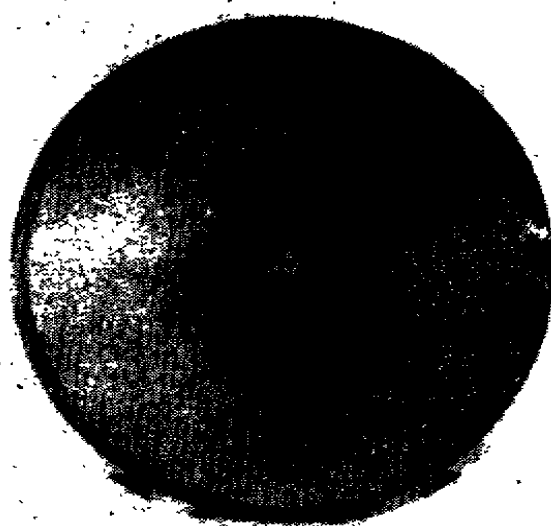


图 8



图 9

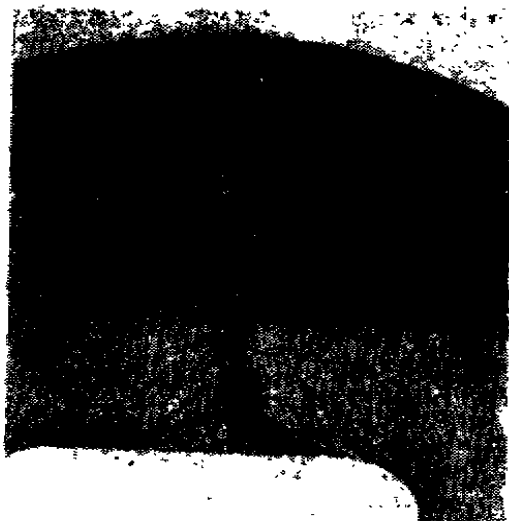


图 10

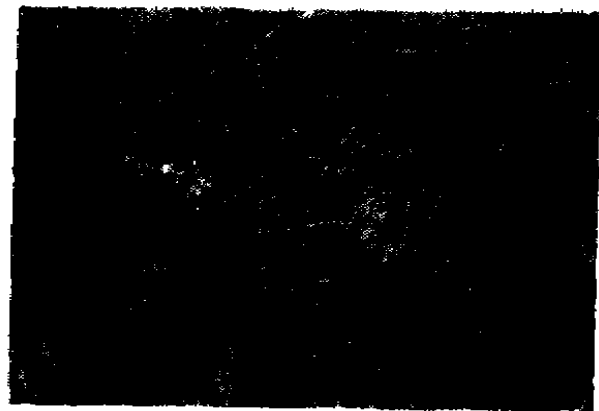


图 11



图 12

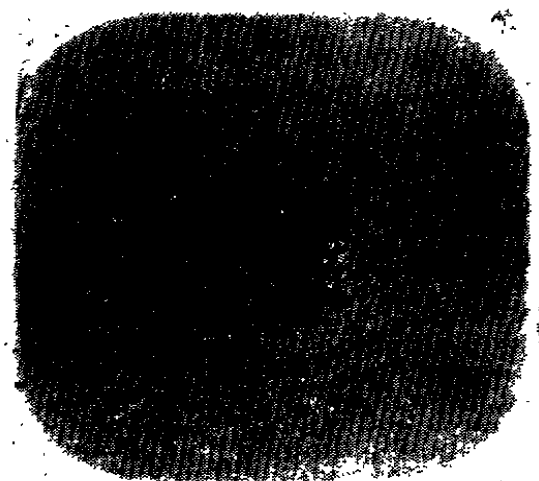


图 13

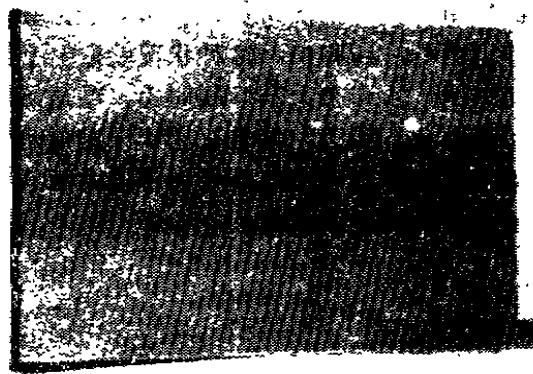


图 14

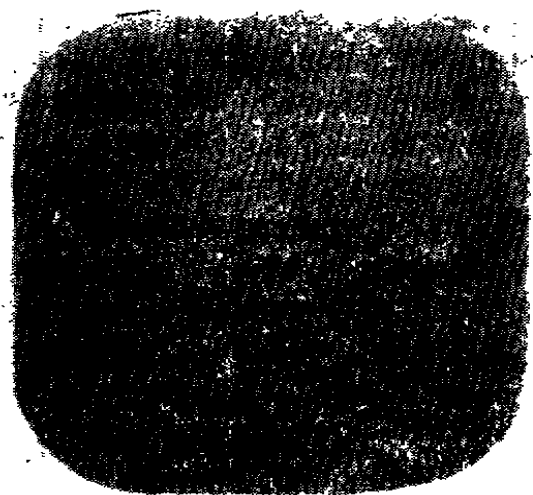


图 15

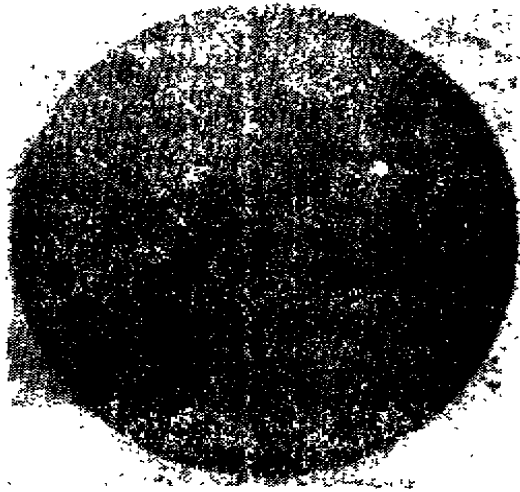


图 16

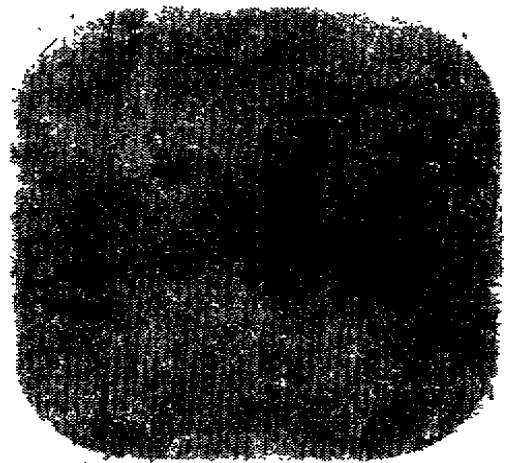


图 17

(上接第37页)

等，把日本标准化搞得形式多样，深入人心。日本规格协会大约一半的经费来源于组织会议的收费。学习日本的经验，我们也不应把标准化的管理仅仅局限于标准的制修订上。普及宣传标准化，为企业培养标准化工作者，广泛提高企业人员的标准化意识是我们的责任，也是我们一项重要的经济来源。

3. 加强标志认证制度的管理

日本从1949年以来，一直把制修订标准和实行JIS标志制度，作为日本工业标准化并行的两大任务。长期以来，我国标准化工作

主要是制修订标准，用“一条腿”走路。近年来开展的质量监督工作弥补了这方面的不足。就目前我国市场经济状况来说，国家对企业采取有效的、强制性的质量监督是很有必要的，质量监督工作机构方面也应得到充实、改革和调整。目前，在冶金系统，认证制度由冶金部钢铁司负责，而国家标准的制修订由标准所归口，这种状况就象一个人的两条腿，由两个大脑控制似的，难免出现不协调现象。所以，笔者认为认证制度也应归到标准所，至于认证检查则可以由国家批准的任何检测机关执行。