



中华人民共和国国家军用标准

FL 0190

GJB 5854—2006

材料、零件和焊接件渗透 及磁粉检验验收要求

**Inspection, liquid penetrant and magnetic particle, soundness
requirements for materials, parts and weldments**

2006—12—15 发布

2007—05—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

前 言

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由中国航天科技集团公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国航天标准化研究所、中国航天科工集团公司 159 厂和中国航空工业第一集团公司北京航空材料研究院。

本标准主要起草人：宫润理、刘志盈、任学冬。

材料、零件和焊接件渗透 及磁粉检验验收要求

1 范围

本标准规定了材料、零件和焊接件渗透及磁粉检验时的质量分级和验收要求。

本标准适用于板材、棒材、管材、型材、锻件、铸件和焊接接头等渗透及磁粉检验验收。被检件可以以机械加工或非机械加工状态，并可以为在制件或在役件。

本标准不适用于钎焊焊接接头磁粉检验验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 12604.3—1990 无损检测术语 渗透检测

GB/T 12604.5—1990 无损检测术语 磁粉检测

GJB 2028 磁粉检验

GJB 2029 磁粉检验显示图谱

GJB 2367 渗透检验

HB/Z 359 荧光渗透检测典型显示图谱

3 术语和定义

GB/T 12604.3—1990、GB/T 12604.5—1990、GB/T 5611、GB/T 3375 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

显示 indication

在无损检测中，需要对其形成原因和重要性做出解释的响应和形迹。磁粉检验中被检件表面上的磁粉痕迹；渗透检验中被检件表面上的渗透剂痕迹。

3.2

线形显示 elongated indication

长轴和短轴之比等于或大于3的显示。

3.3

圆形显示 circular indication

长轴和短轴之比小于3的显示。

3.4

相关显示 relevant indication

与被检件验收有关的缺陷所引起的显示。

3.5

非相关显示 nonrelevant indication

与被检件验收无关的因素所引起的真实显示。磁粉检验中,由于被检件截面的突变、局部冷作硬化、材料组织不匀,磁写,磁化电流过大等原因,使被检件表面形成的磁粉显示;渗透检验中,由于被检件的键槽、装配缝隙、搭接焊缝等外形结构的原因,装配压痕、铆接印痕、划痕、毛刺等表面的原因,使被检件表面产生的渗透显示。

3.6

假显示 false indication

不适当的方法和不适当的操作引起的显示。磁粉检验中,由于被检件表面的不洁净、粗糙、凹陷,磁悬液浓度过大等原因引起的磁粉堆积和磁粉痕迹;渗透检验中,由于操作者的手、工作台、工具、材料被渗透剂污染及渗透剂清洗水的飞溅等原因,使被检件的表面被污染,产生渗透剂痕迹。

3.7

缺陷 discontinuity, defect, flaw

被检件的外形或材料组织的间断。间断既可能因其尺寸、形状、取向、位置或性质影响了零件的可用性,不满足验收标准的要求,也可能不影响被检件的可用性而满足验收标准的要求。典型缺陷及特征参见附录 A。

4 一般要求

4.1 质量分级

渗透或磁粉检验时,材料、零件、焊接接头应按规定的质量等级进行验收。渗透检验分为 A、B、C、D 四个质量等级;磁粉检验分为 A、B、C 三个质量等级。各个质量等级的适用范围见表 1。

表 1 渗透及磁粉检验质量等级

质量等级	适用范围
A 级	适用于要求严格、特殊材料制造的精加工件或承受动态应力的关键件。
B 级	适用于承受高静态应力(但分布良好)的部件。
C 级	适用于承受中等应力的部件。
D 级	只适用于铸件。 主要用来检验和控制与 A、B、C 级区域相邻的低应力区的质量。有时也用于铸件全部区域的检验。

4.2 质量等级的规定

渗透检验和磁粉检验的质量等级应在产品的图样、采购合同或其他有关文件中规定。如未作规定,则质量等级均按 C 级确定。

4.3 严格区域

产品设计者应根据产品所受载荷、应力及使用环境等情况,在产品的图样中标明质量要求更严格的区域和质量等级。

4.4 制造阶段

原材料和毛坯件中的某些缺陷有可能被后续加工工序去除,产品制造阶段的验收质量等级不必与成品终检时的验收质量等级完全一致。

4.5 检验比例

除另有规定外,一般应百分之百地进行检验。任何抽检方案均应经承制单位和采购单位认可。

5 详细要求

5.1 检验方法

5.1.1 渗透检验

渗透检验应按检验部门的工艺规程进行。工艺规程应符合 GJB 2367 或相关的行业标准规定。

5.1.2 磁粉检验

磁粉检验应按检验部门的工艺规程进行。工艺规程应符合 GJB 2028 或相关的行业标准规定。

5.2 观察与解释

5.2.1 应按照 GJB 2367、GJB 2028 或相关的行业标准所规定的观察条件和方法，观察和记录显示。可借助于放大镜、塞规、缺陷比较尺等工具，确定显示的真伪性、相关性和严重程度。

5.2.2 应根据显示的形态、分布、部位，被检件的工艺过程和使用条件，参照附录 A、附录 B、GJB 2029、HB/Z 359 等，识别和确定显示的类别和形成原因。

5.2.3 对于具有可疑显示的被检件，当尺寸公差和其它条件允许时，可轻微地锉修或打磨表面，重新进行检验，以便核查可疑显示。

5.3 质量评定

5.3.1 锻轧件

锻轧件各个级别允许的表面和近表面缺陷显示最大尺寸及分布见表 2。

表 2 锻轧件允许的缺陷显示最大尺寸及分布

单位为毫米

典型缺陷		质量等级		
		A 级	B 级	C 级
圆形夹杂	表面	直径 $D \leq 0.8$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.2$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.6$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$
	近表面 ^a	直径 $D \leq 1.2$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.6$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 2.4$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$
线形夹杂	表面	长度 $L \leq 3.2$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$	长度 $L \leq 9.5$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$	长度 $L \leq 19.0$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$
	近表面 ^a	长度 $L \leq 4.8$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$	长度 $L \leq 12.7$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$	长度 $L \leq 28.6$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$
发纹或折叠	非加工表面	长度 $L \leq 12.7$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$	长度 $L \leq 25.4$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$	长度 $L \leq 38.0$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$
	加工表面	0	0	长度 $L \leq 6.4$ 纵向间距 $d_1 \geq 12.7$ 横向间距 $d_2 \geq 6.4$
扩展型缺陷 (裂纹、白点、 分层等)	加工或 非加工表面	0	0	0
^a 仅用于磁粉检验。				

5.3.2 铸件

铸件各个级别允许的表面和近表面缺陷显示最大尺寸及分布见表 3。

表3 铸件允许的缺陷显示最大尺寸及分布

单位为毫米

典型缺陷		质量等级			
		A 级	B 级	C 级	D 级 ^b
圆形非金属夹杂	表面	直径 $D \leq 0.8$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.2$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.6$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 3.2$ 间距 $d \geq 2 D_{\max}$
	近表面 ^a	直径 $D \leq 1.2$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.6$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 2.4$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	不适用
单个气孔、缩孔	表面	直径 $D \leq 0.8^c$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.2^c$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.6^c$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 3.2^{c,d}$ 间距 $d \geq 2 D_{\max}$
	近表面 ^a	直径 $D \leq 1.2^c$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 1.6^c$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 2.4^c$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	不适用
宏观偏析	表面	直径 $D \leq 3.2$	直径 $D \leq 9.5$	直径 $D \leq 38.0$	不适用
	近表面 ^a	直径 $D \leq 6.4$	直径 $D \leq 12.7$	直径 $D \leq 38.0$	不适用
海绵状收缩区域 (可含有小孔洞、纤维状孔洞)		直径 $D \leq 6.4$	直径 $D \leq 9.5$	直径 $D \leq 16.0$	直径 $D \leq 32.0^d$
疏松(显微缩松) 最大聚集群		直径 $D \leq 1.6$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 4.8$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 8.0$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$	直径 $D \leq 9.5$ 间距 $d \geq 3 D_{\max}$
裂纹、冷隔、线形夹杂		0	0	0	长度 $L \leq 6.4^d$
穿透性缩松		0	0	0	直径 $D \leq 6.4^d$
^a 仅用于磁粉检验。 ^b 仅用于渗透检验。 ^c 当孔洞的尺寸小于规定最大尺寸的 0.5 倍, 且间距不小于规定最大尺寸 1.5 倍时, 则该孔洞不计。 ^d 铸件横截面上, 距外部边缘 13mm 范围内不允许有收缩类缺陷。					

5.3.3 焊接接头

焊接接头各个级别允许的缺陷显示最大尺寸及分布见表 4。对于一般焊接接头, 焊缝两侧母材金属的检验区域宽度应不小于 13mm。

表4 焊接接头允许的缺陷显示最大尺寸及分布

单位为毫米

典型缺陷		质量等级		
		A 级	B 级	C 级
焊缝或母材金属裂纹(纵向裂纹、横向裂纹、星形或弧坑裂纹等)		0	0	0
咬边或焊道边缘未熔合 ^a	母材金属厚度 $\delta < 4.8$	深度 $h \leq 0.4$ 长度 $L \leq 3.2$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	深度 $h \leq 0.4$ 长度 $L \leq 6.4$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	深度 $h \leq 0.8$ 长度 $L \leq 6.4$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$
	母材金属厚度 $\delta \geq 4.8$	深度 $h \leq 0.8$ 长度 $L \leq 3.2$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	深度 $h \leq 0.8$ 长度 $L \leq 6.4$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	深度 $h \leq 1.2$ 长度 $L \leq 9.5$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$
圆形孔洞、圆形夹杂	母材金属厚度 $\delta < 4.8$	直径 $D < 0.4$ 间距 $d \geq 5 D_{\max}$	直径 $D < 0.8$ 间距 $d \geq 5 D_{\max}$	直径 $D < 1.6$ 间距 $d \geq 5 D_{\max}$
	母材金属厚度 $\delta \geq 4.8$	直径 $D < 0.8$ 间距 $d \geq 5 D_{\max}$	直径 $D < 1.6$ 间距 $d \geq 5 D_{\max}$	直径 $D < 3.2$ 间距 $d \geq 5 D_{\max}$

表 4 (续)

典型缺陷		质量等级		
		A 级	B 级	C 级
线形孔洞、 线形夹杂	母材金属厚度 $\delta < 4.8$	长度 $L < 1.6$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 3.2$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 4.8$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$
	母材金属厚度 $\delta \geq 4.8$	长度 $L < 3.2$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 6.4$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 9.5$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$
未熔合或未焊透	母材金属厚度 $\delta < 4.8$	长度 $L < 1.6$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 3.2$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 4.8$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$
	母材金属厚度 $\delta \geq 4.8$	长度 $L < 3.2$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 6.4$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$	长度 $L < 9.5$ 间距 $d \geq 5 L_{\max}$
注：表中规定的母材金属厚度为实测值。				
* 缺陷深度值可采用其他方法测试，如对比试块法等。				

5.4 接收或拒收

5.4.1 在规定的质量等级下，缺陷符合表 2、表 3、表 4 规定的被检件应接收，并按 GJB 2367 和 GJB 2028 规定的方法进行标识。缺陷超过表 2、表 3、表 4 规定的被检件应拒收，并进行标识和做相应处理。

5.4.2 如果可以验证引起显示的缺陷能被后续的加工工序去除，则具有这类显示的被检件不应拒收。

5.4.3 非相关显示及显微偏析引起的显示不作为拒收的依据。

附 录 A
(资料性附录)
典型缺陷及特征

A.1 夹杂 inclusion

夹杂属于工艺缺陷。夹杂可出现在铸件、焊接件、锻件和轧制件等各种产品内部或表面上。夹杂可分为金属和非金属两类：金属夹杂为成分、密度、硬度与基体材料、焊缝材料不同的金属颗粒；非金属夹杂为氧化物、硫化物、熔渣或其它非金属外来物。夹杂的危害性取决于其性质、大小、形状、位置和分布，非金属、特大的、线形的、处于棱边或孔边的、聚集分布或串列分布的夹杂危害大。夹杂的磁粉显示和渗透显示为线形或圆形。轧制件中的非金属夹杂一般形成沿主延伸方向分布的直长线形显示。

A.2 裂纹 crack

裂纹属于工艺缺陷或服役缺陷。裂纹可出现在各种金属零件的内部或表面上，由过高的扩展应力所致。属于工艺缺陷的裂纹包括原材料、铸件、锻件、焊接件制作过程中产生的热裂纹、冷裂纹、热处理裂纹、磨削裂纹、氢脆裂纹和焊接裂纹等；属于服役缺陷的裂纹包括疲劳裂纹、应力腐蚀裂纹及工作环境引起的氢脆裂纹等。裂纹为扩展型缺陷，危害极大。裂纹的磁粉显示和渗透显示一般为线形，其特征是长宽比大，端头尖细。短而深的裂纹，有时也能形成圆形渗透显示。

A.3 发纹 hair-line seam

发纹属于工艺缺陷。发纹出现在轧制的板材、管材、棒材、型材及其机械加工零件的内部或表面上，也可能出现在锻件中。发纹是金属坯料，特别是钢铁坯料中的气孔、疏松、裂纹等缺陷，在轧制和锻造变形过程中，沿主延伸方向，形成细如发丝的紧密裂纹。在轧制和锻造变形过程中，延伸的非金属夹杂，也可归于发纹一类。发纹的危害性取决于其长度、深度和分布。发纹的磁粉显示和渗透显示多为线形，连续或断续的直线状，单独或成簇沿主延伸方向分布。在管材、棒材中偶尔可发现螺旋形发纹显示。

A.4 折叠 lap

折叠属于工艺缺陷。折叠出现在锻件和热轧材料的表面上，像重叠的斜切缝，以小角度进入零件表面，不紧密，呈开口状，内部常伴有污染物。折叠是由于轧制和锻造时，改变尺寸操作不当，模具不当，材料填充过度而形成的缺陷。其危害程度取决于长度和深度。折叠的磁粉显示和渗透显示为线形，呈直线形，弧线形或波浪线形。

A.5 白点 flake

白点也称为发裂，属于工艺缺陷。白点出现在合金钢的热轧材料或锻件内部。热加工后的冷却工艺不当时，氢的析出导致材料内部形成小的开裂面，在断口面上观察呈圆形或椭圆形银白色斑点状，故称为白点。白点是危害性较强的扩展性缺陷。在暴露出缺陷的加工表面上，白点的磁粉显示和渗透显示呈弯曲线形，一般长度不大，方向不定，成组出现。

A.6 分层 lamination

分层属于工艺缺陷。分层出现在板材、型材及其机械加工零件的内部或表面上。分层是坯料中较大的缩孔、气孔、夹杂或偏析等，在轧压变形过程中被延展而形成的缺陷。分层是危害较大的扩展性缺陷。在暴露出缺陷的材料和零件表面（一般为横断加工表面）上，分层的磁粉显示和渗透显示为线形，一般平行或接近平行于轧压表面，连续或断续，与长的线形夹杂相似。

A.7 冷隔 cold shut

冷隔属于工艺缺陷。冷隔出现在金属铸件中,常出现在远离浇口的薄壁处,金属流汇合处,冷铁激冷处。冷隔一般显露于铸件的表面,呈边缘圆滑的缝隙状,有时伴有浇不足类缺陷。冷隔是由于铸模内两股半熔的金属流汇聚到一起未熔合而形成,是危害性较强的扩展性缺陷。冷隔的磁粉显示和渗透显示为较长的流线形。

A.8 气孔 gas hole porosity

气孔类缺陷属于工艺缺陷。气孔出现在金属铸件或焊缝的表面和内部,一般呈圆形、椭圆形或梨形,内表面光滑,有时单独出现的大孔洞,也有成组出现的小气孔。铸件中可能在较大面积内出现弥散分布的细小气孔,称为针孔。气孔类缺陷是熔融金属吸收的气体在凝固期间析出而形成。在裸露出缺陷的零件表面上,气孔的渗透显示为圆形。只有气孔密集成组时才能形成磁粉显示。

A.9 收缩 shrink, shrinkage

收缩类缺陷属于工艺缺陷。收缩出现在铸件的内部,也可能出现在焊接件的焊缝中,由补缩不足而形成。收缩类缺陷对材料性能的影响随形态的不同而异。收缩类缺陷具有多种特征:缩孔是单个出现,较大,形状极不规则,内表面粗糙并带有枝状晶的孔洞,一般出现在最后凝固的部位,其磁粉或渗透显示多为不规则圆形;海绵状缩松是在一个小的局部区域,较集中地分布着小的,细小的,形状不一的收缩孔洞,使材料的致密度变差,性能降低,一般出现在后凝固的部位,其磁粉或渗透显示多为不规则圆形,有时也出现圆形与线形混杂的情况;疏松(也称显微缩松)是在较大区域内,弥散分布着显微缩松、针孔和粗大组织等混合缺陷,出现在铸件缓慢冷却凝固部位,其磁粉或渗透显示多为弥散的小圆形。在疏松区的中部一般出现混合缺陷聚集群,此处混合缺陷的孔隙尺寸较大,分布较密集,磁粉显示浓重,渗透显示几乎连成一片,具有较高的亮度。

A.10 偏析 segregation

偏析属于工艺缺陷。偏析出现在铸件中,是因零件各部分化学成分不均匀,使金相组织也不均匀的冶金现象。偏析分为宏观偏析(区域偏析)和显微偏析两类。宏观偏析根据其形成机理和形态的不同分为重力偏析、正偏析、反偏析、方形偏析、V型偏析、带状偏析、点状偏析等。宏观偏析不能用热处理和变形加工的方法消除,而相组织的不均匀,导致材料力学性能的降低,点状偏析往往是疲劳裂纹源。在铁磁性材料中,不同金相组织的磁导率等磁性能不同,磁粉检验时,宏观偏析可形成边缘不很清晰的线形或圆形显示。显微偏析分为晶间和晶内偏析,用热变形和扩散退火的方法能改善材料的均匀性,对材料的性能影响不大。磁粉检验时,在精加工后的铁磁性材料表面上,显微偏析呈细线形显示,如果将零件表面去掉几十微米,显示往往就消失了。应准确判别显微偏析显示,第一次遇到这类显示时,应采用金相等其他方法进行验证试验。

A.11 未焊透 incomplete joint penetration

未焊透属于工艺缺陷。未焊透出现在熔焊接头的焊道中,是焊接时接头根部未完全熔透的现象。对于单面焊接的对接接头,未焊透出现在底面,是钝边或根部未熔透;对于双面焊的对接接头,未焊透出现在内部,是钝边未熔透。对于角焊或丁字焊接头,角顶未熔透或熔深不足,都称未焊透。未焊透是有扩展倾向的缺陷,出现在底面的未焊透其磁粉或渗透显示为直线形,有时是断续的,一般可直接观察到;铁磁性材料焊接接头内部未焊透的磁粉显示为较宽的直线形,有时是断续的。

A.12 未熔合 incomplete fusion, lack of fusion

未熔合属于工艺缺陷。未熔合出现在焊接接头中。熔焊时,焊道与母材之间,焊道与焊道之间,未完全熔化结合的部分称未熔合;电阻焊时,母材与母材之间未完全熔化结合的部分称未熔合。未熔合是

有扩展倾向的缺陷。熔焊时，焊道与母材之间未熔合的磁粉或渗透显示为线形，弯曲地沿熔合线分布，或长或短，往往伴有线形夹杂。焊道之间的未熔合很难用磁粉和渗透的方法检出。电阻焊的未熔合一般用破坏的方法检验。

附录 B
(资料性附录)
焊接接头缺陷

焊接接头的表面或近表面缺陷，用渗透或磁粉检验方法可检出，其示意图见图 B.1。

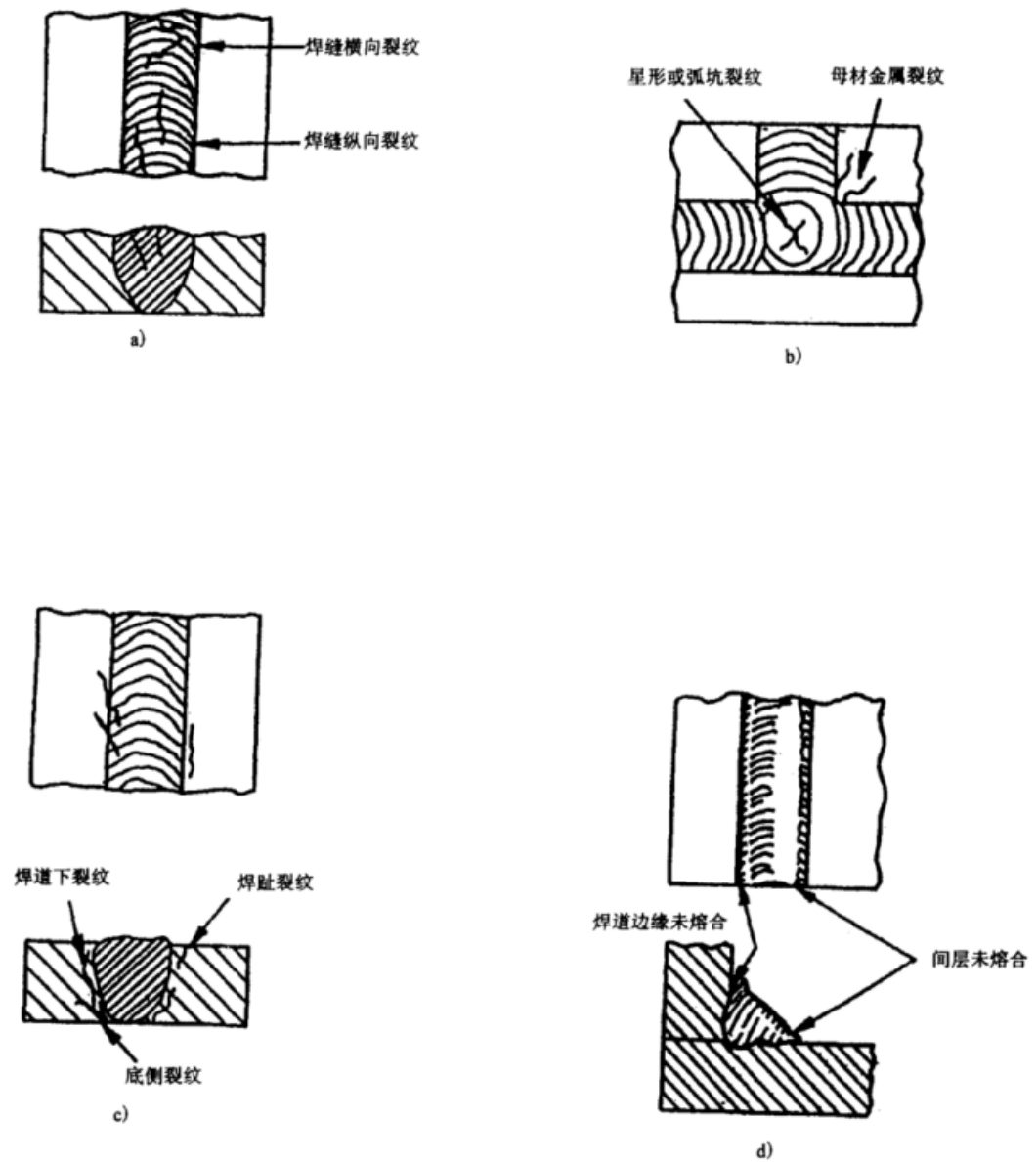
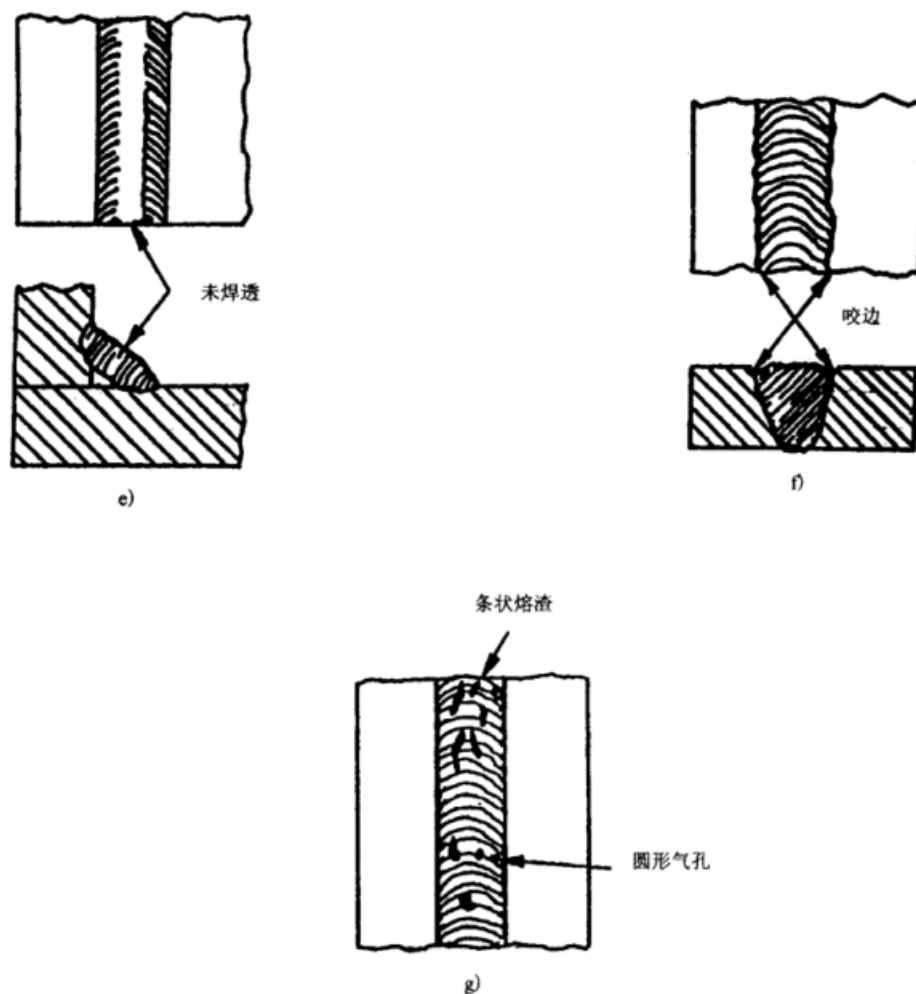


图 B.1 焊接接头缺陷



注 1: 在图 B.1a)~c)中, 当裂纹出现焊缝或母材金属表面上时, 磁粉显示相对清晰而突出。近表面裂纹的显示较宽, 不易判别。

注 2: 在图 B.1d)~g)中, 未焊透和近表面未熔合的磁粉显示一般较宽而不易判别。气孔和夹杂的磁粉显示则随它们的大小和在表面下所处位置的不同而变化。

图 B.1 (续)

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
材料、零件和焊接件渗透
及磁粉检验验收要求
GJB 5854—2006

*

国防科工委军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷
国防科工委军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 28 千字
2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷
印数 1—500

*

军标出字第 6852 号 定价 10.00 元

