

YB

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T XXXXX—XXXX

模具钢超声检测方法

Ultrasonic testing method for die steel

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	1
5 对比试块	1
6 检测仪器和设备	2
7 检测条件和方法	2
8 缺陷的测定	3
9 质量分级	3
10 检测报告	5

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。

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/TC183）归口。

本文件起草单位：钢研纳克检测技术股份有限公司、武汉中科创新技术股份有限公司、西王特钢有限公司、抚顺特殊钢股份有限公司、奥瑞视（北京）科技有限公司、冶金工业信息标准研究院、钢铁研究总院。

本文件主要起草人：张建卫、林光辉、张灵通、王丽娟、林歆博、董莉、迟宏宵、王永锋、韩志雄、张成连、卢玮、薛建忠、王涛雨、刘光磊、桂琳琳、周健、朱国庆。

模具钢超声检测方法

1 范围

本文件规定了模具钢超声检测的一般要求、对比试块、检测仪器和设备、检测条件和方法、缺陷的测定、质量分级和检测报告。

本文件适用于厚度不小于6 mm的模具钢的纵波直入射反射法手动和自动超声检测。圆棒类模具钢和其他非模具钢锻件、板材等的超声检测可参照本文件执行。

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 2970 厚钢板超声检测方法

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

JJG 746 超声探伤仪检定规程

3 术语和定义

GB/T 12604.1界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

- 4.1 被检材料表面应平整、光滑，不应有油污、腐蚀和其他污物。表面粗糙度 Ra 应不大于 $25\ \mu\text{m}$ 。
- 4.2 检测场地应避开强光、强磁场、强振动、腐蚀性气体、严重粉尘等影响超声检测仪稳定性和检测人员可靠观察的因素。
- 4.3 检测人员应取得符合 GB/T 9445 或者同等标准的超声检测专业 1 级或以上资格证书，签发检测报告者应取得超声检测专业 2 级或以上资格证书。
- 4.4 超声检测耦合方式可采用接触法或液浸法。
- 4.5 除非合同中另有规定，所采用的超声波型一般为纵波。采用其他波型时供需双方应在合同中注明。
- 4.6 经供需双方协商，应在合同中规定检测的总体积、检测范围和评定区域大小等。

5 对比试块

- 5.1 对比试块的材质、声学性能应与被检测模具钢相同或相似（声学衰减差别应在 $\pm 25\%$ 以内），内部不应存在影响检测的缺陷。
- 5.2 对比试块的厚度（即与检测面垂直方向尺寸）应在被检模具钢厚度 $-10\% \sim +20\%$ 范围内。

5.3 其它厚度对比试块中应至少包含3个不同埋藏深度的平底孔（厚度小于10 mm的对比试块应加工不少于2个不同埋藏深度的平底孔）相邻平底孔之间的间距应不小于25 mm。平底孔回波与底波应能清晰分辨，距离底面应不小于2 mm。孔的底部应经过机械或电腐蚀加工成平面。

5.4 对比试块平底孔尺寸应满足第9章质量分级的要求。

5.5 用超声自动检测方法时，动态对比试块长边应平行于主压延方向，端面应平直。动态对比试块上人工缺陷应满足检测需求。

6 检测仪器和设备

6.1 超声检测仪

超声检测仪的性能应符合 JJG 746 或其他等效标准的规定。

6.2 超声探头

探头的有效直径（长边）应在 6 mm~40 mm 范围内，探头的频率应在 1 MHz~10 MHz 之间。可选择双晶探头或单晶探头，但无论选用哪种探头都应保证有效探测区。若采用相控阵超声检测，探头的激发孔径大小也应满足以上要求。

6.3 耦合剂

6.3.1 耦合剂应具有良好的透声性和浸润性。

6.3.2 耦合剂可使用水（可带添加剂）、油等介质。

6.3.3 设备调整和检测应使用同一种耦合剂。

6.3.4 检测加工完成的工件，耦合剂不应造成工件的腐蚀。必要时，检测后应及时处理检测面。

7 检测条件和方法

7.1 检测时机

模具钢通常在热处理后进行检测。

注：开模热处理后检测不在本文件规定范围之内。

7.2 检测面

可从模具钢任一面进行检测（声束应垂直于金属流线或主延伸方向），或者多个面检测（供需双方订货时约定），但应保证整个厚度范围能被覆盖。

7.3 检测灵敏度

7.3.1 检测时，检测灵敏度应按对比试块与被检测模具钢之间的声能传输进行补偿。

7.3.2 检测时，通过不同深度平底孔制作的 DAC 曲线作为报警阈值，单晶探头可将人工缺陷最大距离处反射波调至屏幕高度 80%作为检测灵敏度，在扫查时至少提高 2 dB。材料厚度大于等于探头 3 倍近场区时，检测灵敏度可用算法或通过模具钢完好部位的第一次底面回波高度来确定。

注：也可使用纸质或仪器自带 AVG 曲线（DGS 曲线）设定检测报警阈值，需对曲线的兼容性和精度进行验证。

7.3.3 在动态自动检测状况下，根据 7.3.1~7.3.2 的方法调节每个通道检测灵敏度，利用动态试块确定动态漏报满足检测要求后进行扫查。

7.4 探头扫查形式

- 7.4.1 探头宜沿垂直于金属流线或主延伸方向进行扫查。
- 7.4.2 用双晶探头时，探头隔声层应与扫查方向垂直。
- 7.4.3 根据合同、技术协议书或图纸要求，也可进行其他形式的扫查。
- 7.4.4 自动检测也可沿平行于模具钢压延方向扫查。
- 7.4.5 手动和自动扫查应 100%覆盖，并确保至少有扫查轨迹 15%的覆盖率。

7.5 检测速度

在使用不带自动报警功能的检测装置进行扫查时，检测速度应不大于150 mm/s。自动检测时，检测速度应保证不会产生漏检。

8 缺陷的测定

8.1 缺陷显示

8.1.1 单个缺陷

用探头稳定地扫查时，该缺陷反射波在所有方向上都有均匀的振幅降低。各个级别单个缺陷平底孔当量允许的极限值应符合表 1 的规定。

表 1 允许缺陷尺寸的极限值

单位为毫米

缺陷尺寸级别	单个缺陷平底孔直径 ^a	连续缺陷平底孔直径	连续缺陷最大长度 ^b
A	14	10	80
B	10	7	60
C	7	5	40
D	5	3	30
E	3	2	30
F	2	1.2	25
G	1.2	0.8	13

^a 根据订货所要求的缺陷尺寸级别，相邻单个缺陷之间的距离应大于或等于所要求的平底孔直径的5倍，否则，该缺陷被视为连续缺陷。

^b 如果最大连续缺陷长度超过标准级别，可考虑增加数量等级。例如：缺陷连续长度为 160 mm 的 A 级，则数量为 $160/80=2$ （若数值有小数时向上取整）。

^c 缺陷尺寸级别 F 和 G 级表面粗糙度 Ra 不大于 12.5 μm 。

8.1.2 连续缺陷

用探头稳定地扫查时，该缺陷反射波至少应在一个方向上没有均匀的振幅降低，连续缺陷的指示长度由半波高度法测定。连续缺陷指示长度值应比允许的当量平底孔直径值大。各个级别连续缺陷平底孔当量和指示长度的极限值应符合表 2 的规定。测量时，应考虑探头声场特性带来的误差。

表 2 允许缺陷数量的极限值

缺陷数量级别	单个缺陷数量	连续缺陷数量
	个数, 不大于	
a	32	16
b	16	8
c	8	4
d	4	2
e	2	1
f	1	0
g	0	0

8.1.3 数量

模具钢内（或双方约定的区域）超过规定极限的缺陷数量应作为记录的缺陷数量。1 到 3 组每个合格级别应符合表 3 的规定。缺陷数量级别和尺寸级别(不同模具钢的体积截面长度和面积)应在产品标准或订货合同中明确。

表 3 超声检测的验收级别

模具钢边长或厚度 mm	合格级别		
	1 组	2 组	3 组
≤150 ^a	E/e	E/e	E/d
>150~250	E/e	E/d	D/d
>250~400	E/e	D/d	D/d
>400~800	E/e	D/d	C/c
>800~1000	D/d	C/c	C/c
>1000	协议	协议	协议

注：超声检测电弧炉冶炼合格级别符合表 3 中 3 组规定，电渣重熔钢等特殊冶炼方式合格级别符合 2 组规定，高质量要求合格级别符合 1 组规定

^a 在供方满足标准要求的前提下，可以坏代材或不进行成品超声检测。

8.2 缺陷记录

除非另有规定，检测过程中在检测灵敏度下任何超过报警门限的缺欠即判定为缺陷。除接受质量等级外，记录等级可另行规定，此时，记录等级与接受质量等级之差应大于等于 6 dB；同样，背景噪声信号幅度与记录等级之差也应大于等于 6 dB。

8.3 缺陷的边界或指示长度的测定方法

8.3.1 若需要，检测出缺陷后，在缺陷周围进行检测，以确定缺陷的延伸。

8.3.2 用双晶片探头确定缺陷的边界或指示长度时，探头移动方向应与探头的隔声层相垂直。

8.3.3 利用半波高度法确定 8.1.2 中缺陷的边界或指示长度。

8.3.4 采用自动超声方法检测时，发现可疑缺欠后，缺欠的定量定位可用手动方法进行。缺欠的指示长度及边界的精确测定采用手动方法。

9 质量分级

9.1 被检模具钢交货质量等级按相应的技术标准或双方协议执行。特殊用途模具钢超声检测的验收级别供需双方协商。

9.2 超声检测的质量分级包括尺寸级别和数量级别，允许缺陷极限值的尺寸级别和数量级应符合表1及表2的规定。

9.3 塑料模具用钢按照GB/T 2970进行超声检测以及缺陷长度和面积测量，允许缺陷的极限值应符合表4的规定。

表 4 塑料模具用钢超声检测允许缺陷的极限值

不允许存在的单个缺陷的指示长度/mm	不允许存在的单个缺陷的指示面积/cm ²	在任一1m×1m检测面积内不允许存在的缺陷面积百分比/%	以下单个缺陷指示面积不记/cm ²
≥100	≥50	>5	<15

10 检测报告

检测报告应包括下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 工件情况：材料牌号、材料规格、执行标准编号等；
- c) 检测条件：检测仪型号、探头类型、探头标称频率、晶片尺寸、耦合剂、对比试块等；
- d) 检测结果：包括缺陷位置、合格等级及其他；
- e) 检测人员、报告签发人的姓名及资格等级、检测日期、报告签发日期等。