

德国钢铁厂商会颁布的钢铁超声波检测标准 SEP 1921

(1984年12月)

直径或边缘长度大约100毫米或以上的锻件及锻钢棒料的超声波检测。

钢及铁检测标准 1921号
版本 1

1. 检测标准的目的与性质

本检测标准涉及一般用途的锻件及钢棒料(以下简称锻件)的超声波检测的规范,主要目的是以脉冲回波(探伤)法检测其内部缺陷。超声波检测为反射部位提供其位置、大小、程度及频率等方面的资料。本检测标准提供指引,以确定待检测锻件的检测范围及验收水平(见6.2节)。本标准描述与各种检测系统相关的检测方法和所需检测条件、待测工件状况以及检测结果的分级。

2. 范围

本检测标准适用于检测形状恰当、已加工和未加工、未处理及已经过热处理的合金与非合金钢锻件(见6.1节)。

对于必须满足更严格要求的锻件,则须采用 SEP 0000^{*)}标准。

若本检测法是应用于非相变钢材制成的锻件,则声波衰减及其它原因会削弱本检测法的适用性。在此情况下,必须规定可达致的记录及验收水平,以便能评估进行检测的可能性。若检测的可能性不存在,应向买方或买方代表咨询,就如何进行下去取得协议。

3. 分级

锻件检测按检测范围(见6.2节)分为四个检测组,按允许的信号量级及长度(见6.4及6.5节,表1)分为五个尺寸等级。同样,允许的信号频率再细分为五个频率等级(见6.4.3节)。

^{*)} 正在制订

4. 待测锻件的制备

待测锻件应制备成毛坯锻件，形状简单或旋转对称〔见 DIN（德国工业标准）54126 第 1 部分，第 6 章〕。用于反射的检测表面及其它表面的凹凸及粗糙度必须能让探头适当地耦合到锻件上。

表面光滑、没有氧化皮，只要能让探头充分耦合，即可作检测。若表面必须加工，其准则是平均粗度指数 Ra 必须等于或少于 $20\mu\text{m}$ ，符合 DIN 4762 标准。

对于未经热处理的钢材，必须确保工件的声波衰减的程度，足以使协议验收水平（或记录水平）在测试过程中能够被测出。只要钢材容许相变，可先对锻件进行热处理以减少声波衰减。

待测锻件的表面和结构状态以及任何相关的加工与热处理，必须作到相互配合，确保能够测出缺陷及规定尺寸等级的信号（表 1）。

5. 检测系统

5.1 检测仪器

超声波检测仪器必须利用脉冲 - 回波探伤法，同时必须能够借助以分贝（dB）为单位校准的增益控制元件，以 ± 2 分贝精度测量出回波 - 波峰比。其放大器不许显出任何增益阈或在使用的仪器灵敏度范围内出现任何饱和状态。

检测仪器所需的调节范围，必须可以设定。在已设定的调节范围内，线性度的允许偏差最大为 2%。

5.2 探头

探头的标称频率必须适应检测圆型反射体的大小、声通道长度及待测工件的声波衰减。一般情况下，进行检测采用的频率是 1 至 4MHz，当然，只要验收限定值，如 6.5 节所规定的限定值可以测出的话，也可以采用其它频率。

1) 对于检测系统的要求，其详细内容包括在 DIN 54126 标准 - 超声波检测的一般处理 - 第 1 部分 - 对检测系统的要求及第 2 部分 - 检测工作的实施。

通常采用直射波束探头。也可以附加使用发送器 - 接受器 (TR) 探头或斜射波束探头等其它类型的探头, 用于检测接近表面的反射部位, 以改善锻件难于接近区段、空心部位及罕见缺陷部位等的信号分辨率。这种作法特别适用于第 3 及第 4 产品组 (见 6.2 节) 。

每一种类型的探头需列明其距离 - 增益 - 尺度 (DGS) 示意图, 以便能以毫米为单位的圆型反射体尺度评估信号。

5.3 检测系统的检验

以 DIN 54126 第 1 部分标准为基础。必须配备按 DIN 54120²⁾ 规定的校准块 1, 用于调校仪器以及监控仪器功能和探头。

按 DIN 54122³⁾ 规定的校准块 2, 或者, 带基准反射体的其它合适的校准块, 也可用于检验检测系统。

5.4 耦合剂

工件表面必须用耦合剂 (也请参见 DIN 54126 第 1 部分, 5.6 节) 全部润湿。为此目的可采用水 (最好掺入增粘剂)、机油及浆等。设立检测系统以及后续的所有检测作业所使用的耦合剂必须同类。若检测的是成品锻件, 探头不许造成腐蚀性损伤。必要时, 检测后检测表面必须洗净及凉干。

6. 进行检测

6.1 什么时候进行检测

必须尽早进行预检测, 以确定锻件是否具备可测性及可用性。用户应尽可能在锻件未成形的状态下进行检测, 但应在热处理之后, 因为这对材料特性有关键影响, 此外, 或者是在议定的预备性生产阶段进行检测。

²⁾ DIN 54120 - 校准块 1 与超声波 - 脉冲回波仪的使用与校准。

³⁾ DIN 54122 - 校准块 2 与超声波 - 脉冲回波仪的使用与校准。

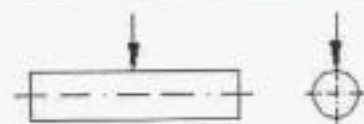
6.2 检测范围

根据对锻件的不同要求，检测工作可以分为四个检测组。机械加工的类型若无紧要，则可以忽略。

检测组 1:

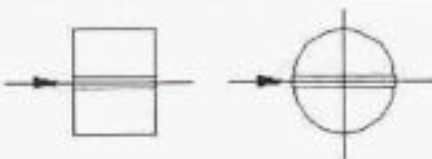
利用直射波束探头，在表面全长的外侧表面上，对宽度不超过 50 毫米的一道或多道扫描道进行检测（若为圆片，也需检测表面）；一般情况下，扫描范围应涵盖横截面中心区。

例:



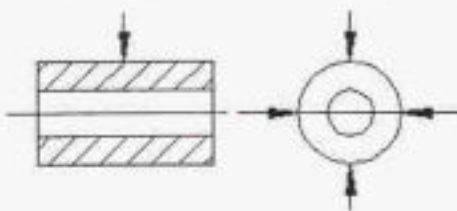
纵向一道扫描道

棒状



表面一道扫描道及周边一道扫描道

圆饼状



纵向四道轴向扫描道

管状或圆环状

检测组 2:

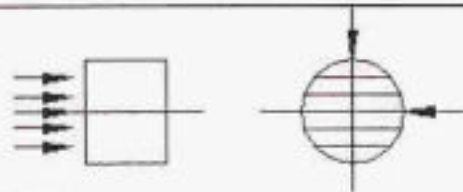
对于表面有格栅纹的圆片，利用直射波束探头在表面全长或整个周边，对宽度不超过 50 毫米的两道或多道扫描道进行检测，扫描范围涵盖横截面中心区及中心区容积以外的一部分。

例:



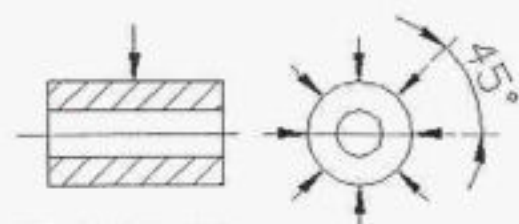
相互成直角的纵向两道扫描道

棒状



在周边上及格宽 200 毫米的格栅表面上的
两道或多道扫描道

圆饼状



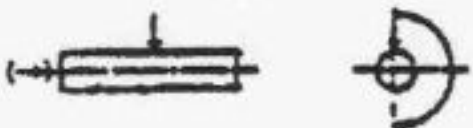
纵向四道以上的轴向扫描道

管状或圆环状

检测组 3 :

在锻件可以通达并涵盖最大容积的外表面上，从相互垂直方向，以直射波束探头进行检测。其它类型探头可用于评估信号。

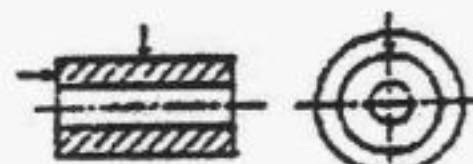
例：

	全长上至少半个圆周；必须特别议定以进行某一表面的轴向检测
---	------------------------------

棒料

	至少半个圆周及整个表面
---	-------------

圆片

	整个外圆周及一个表面
---	------------

管材及圆环

产品组 4 :

若有特别检测要求时，检测整个可通达的容积。检测范围、应采用的数种类型探头，以及检测和波束方向等通常是厂家与买方之间已有协议或者由客户提出特别要求而定。

注：

若有特殊检测要求，可能需遵守 SEP0000^{*)}标准。

6.3 检测程序

检测工作应符合 DIN 54126 第 2 部分。待测锻件表面应按其检测组别相对应的方式进行扫描。首先需设定所有仪器系统，并在典型部位加以测试（平面 - 平行区或旋转对称区），以确定锻件的结构有可能以选定的标称频率作检测。可以用下列方法作此工序：

- 1) 从距离-增益-尺度示意图¹⁾确定必要的增益，计入声波衰减及传递损失，或
- 2) 在一个基准或校准块里设定相应的基准反射体，必要时应计入声波衰减及传递损失。

^{*)} 正在制订

⁴⁾ 待测材料的几何形状和（或）尺寸对所使用的距离-增益-尺度法会有某些限制（侧壁效应、邻近-探头缺陷、曲面）。

若噪音容限相对于记录水平（见 6.6 节）小于或等于 5 分贝，厂家与买方需协商如何继续检测工作。必须记录的信号应以毫米为单位圆型反射体信号表示，或作为相对于基准反射体的回波 - 波峰超出额以分贝表示。

检测灵敏度必须适当调节，使必须记录的信号至少占据屏幕高度的 1/5。若作不到这一点，必须在检测报告中指出。

若检测期间须观察屏幕，检测速度不许超过每秒 100 毫米。若采用自动化检测，则检测速度及脉冲频率须相互调准，使允许信号尺寸及长度（表 1）确实可以找到。

若某一检测区必须全部扫描，如检测组 3 与 4，扫描道必须重叠大约 15%。

6.4 信号

6.4.1 非延长信号

非延长信号是某一探头均匀扫描检测部位时，从反射部位接受到的回波并在各方向显示相同波幅的衰减。其尺寸是由可接受的圆型反射体按表 1 所列的直径表述。

6.4.2 延长信号

延长信号无各方向上相同波幅的衰减。延长度是由半值法确定。延长度大于可接受圆型反射体的直径。关于验收水平，表 1 列出每一尺寸等级的最大长度。探头的声场特性必须计入。

6.4.3 信号频率

信号频率是锻件容积里或来自协议区域（见 6.5 节）的记录水平以上的信号数目。表 2 将频率等级分布分为 a 至 e。检测单必须规定频率等级及基准变数（整个锻件的容积、纵向区段或不同应力区域）。

6.4.4 后壁回波衰减

若有可评估的后壁回波（后壁回波波幅减小，直至达到记录水平），必须以另一种检测频率及另一个波束方向检查有关的区域。

6.5 验收水平

信号可接受性的限定值必须由厂家与买方之间议定，并符合表 1 列出的尺寸等级及表 2 所列的频率等级。若某一锻件的某些部分预加不同的应力，则需视表 1 及表 2 的等级分布，可以分别区分出可接受的不同信号尺寸及频率的区域。

6.6 记录水平

除非另行议定，否则记录水平应与相应的验收水平相等（见表 1）。在这种情况下，无需规定信号频率。记录水平可以在验收水平基础上进一步约定。在这种情况下，相关的验收水平/记录水平至少必须为 6 分贝。记录水平的噪音容限至少也必须是 6 分贝（见第 2 章）。

7. 检测报告

检测报告必须包含下列资料：

- a) 待测件的特性数据；
- b) 检测指引数据；
- c) 检测仪器的类型及探头的类型；
- d) 检测区的状态；
- e) 耦合剂；
- f) 每一检测组的检测范围；
- g) 记录限定值及验收限定值；
- h) 检测结果。

高于议定的记录限定值的超声波信号，必须按检测单要求，在位置、大小、范围及频率等方面加以描述，或者必要时以该锻件或其截面的标度示意图加以说明，或以表面显影图显示。对于检测组 3 及 4，调节类型、波束方向、声波衰减及传递补偿也必须加以规定。若同意某些区域须以不同方式评估，也必须以图表适当说明。

9. 关于评估工作的资料

对于以此检测标准为基础提出的检测单，必须在检测组、尺寸等级方面达成协议，合适的话，协议应包括允许频率（见尺寸等级 6.4.3 节）、记录水平、表面的状况以及必要的热处理状态等等。

表 1： 可接受的信号限定值的尺寸等级
(见 6.4.1 及 6.4.2 节)

尺寸等级	验收水平		最大延长度 以 mm 为单位 ³⁾
	非延长信号 ¹⁾ 以 mm 为单位 CR ²⁾	延长信号 以 mm 为单位 CR ²⁾	
A	14	10	80
B	10	7	60
C	7	5	40
D	5	3	30
E	3	2	30

- 1) 视尺寸等级，非延长信号应有 5 x mm 圆型反射体的间隔。如果间隔较短，信号应被视为“延长信号”。可接受频率必须按表 2 议定。
- 2) CR=圆型反射体。尺寸等级的分级以大约 6 分贝的幅差为基础。
- 3) 按协议，超越最大延长度的信号可加以考虑，同时计入可接受频率。例如，尺寸等级为 A 的信号的延长度若达 160mm，则频率相当于 $160 : 80=2$ 。

表 2：频率等级 (见 6.4.3)

频率等级	验收水平 ¹⁾	
	非延长信号 的数目	延长信号 的数目
a	32	16
b	16	8
c	8	4
d	4	2
e	2	1

- 1) 视锻件的尺寸、区域或长度，应就基准变数事先议定。