



中华人民共和国国家标准

GB/T 18329.4—2021

滑动轴承 多层金属滑动轴承 第4部分：合金厚度 ≥ 0.3 mm 的 结合质量超声穿透无损检测

Plain bearings—Metallic multilayer plain bearings—
Part 4: Non-destructive ultrasonic transmission testing of bond of
thickness greater than or equal to 0.3 mm

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 符号和缩略语	1
4 检测方法	2
4.1 径向滑动轴承类检测	2
4.2 止推法兰和平面导轨类检测	3
5 检测系统	4
5.1 超声波探伤仪	4
5.2 液浸探头	4
5.3 对比试块	4
5.4 仪器校准与系统综合性能测试	4
6 人员资格	5
7 检测程序	5
7.1 工件表面要求	5
7.2 检测系统调试	5
7.3 产品检测	7
7.4 检测灵敏度核查	7
7.5 仪器参数和检测速度设置	7
8 结合缺陷判别	7
8.1 根据穿透波高进行判别	7
8.2 结合缺陷分类	8
9 缺陷显示及标记	9
9.1 缺陷报警	9
9.2 自动显示及记录	9
9.3 人工记录	9
10 产品图上的标记	9
11 检测报告	9
附录 A (规范性附录) 对比试块	10
附录 B (资料性附录) 检测报告	13

前 言

GB/T 18329《滑动轴承 多层金属滑动轴承》分为以下 4 部分：

- 第 1 部分：结合强度的超声波无损检验；
- 第 2 部分：合金厚度 ≥ 2 mm 的结合强度破坏性试验；
- 第 3 部分：无损渗透检验；
- 第 4 部分：合金厚度 ≥ 0.3 mm 的结合质量超声穿透无损检测。

本部分为 GB/T 18329 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国滑动轴承标准化技术委员会(SAC/TC 236)归口。

本部分起草单位：合肥波林新材料股份有限公司、中机生产力促进中心、上海材料研究所、烟台大丰轴瓦有限责任公司、成都圣三强铁路配件有限公司、常州超声电子有限公司、金华市程凯合金材料有限公司、太原重工股份有限公司油膜轴承分公司、湖北安达精密工业有限公司、宜兴市环宇轴瓦制造有限公司、浙江长盛滑动轴承股份有限公司、浙江双飞无油轴承股份有限公司、浙江显峰汽车配件有限公司。

本部分由全国滑动轴承标准化技术委员会负责解释。



滑动轴承 多层金属滑动轴承

第4部分：合金厚度 ≥ 0.3 mm的结合质量超声穿透无损检测

1 范围

GB/T 18329 的本部分规定了用液浸超声穿透法确定轴承合金与衬背之间结合质量的检测方法。

本部分规定了置于衬背外侧的接收探头,接收来自合金层内侧的发射探头所发射的穿透波的评定方法。如采用发射探头在外、接收探头在内的方式,其信号处理方法相同。

本部分适用于合金层厚度 ≥ 0.3 mm、内径 ≥ 40 mm 带铜背、钢背的无法兰轴瓦和轴套,以及合金层厚度 ≥ 0.3 mm 带铜背、钢背的止推法兰及平面导轨类矩形滑动轴承的结合质量检测。铸铁衬背类轴承可参考本部分。

由于滑动轴承两端内倒角及其附近、对口面边缘、油孔、油穴、油槽、定位唇等结构周围,以及燕尾槽两侧边缘部位,均存在不确定反射波而影响穿透波强度,故该方法不适用于此类区域的检测。这些部位衬背与合金层结合质量的评价方法见 GB/T 18329.3。

本部分只对轴承衬背与合金层结合质量作定性评价。以超声波穿过衬背与合金结合面的穿透波高作为评定结合质量的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 9445 无损检测 人员资格鉴定及认证

GB/T 18329.3 滑动轴承 多层金属滑动轴承 第3部分:无损渗透检验

JB/T 10061 A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

JB/T 12466 无损检测 超声探头通用规范

3 符号和缩略语

表1给出的符号和缩略语适用于本文件。

表1 符号和缩略语

符号	定义	单位
A_{th}	对比试块人工缺陷理论面积	mm^2
A_m	对比试块人工缺陷测试面积	mm^2
B	轴承宽度	mm

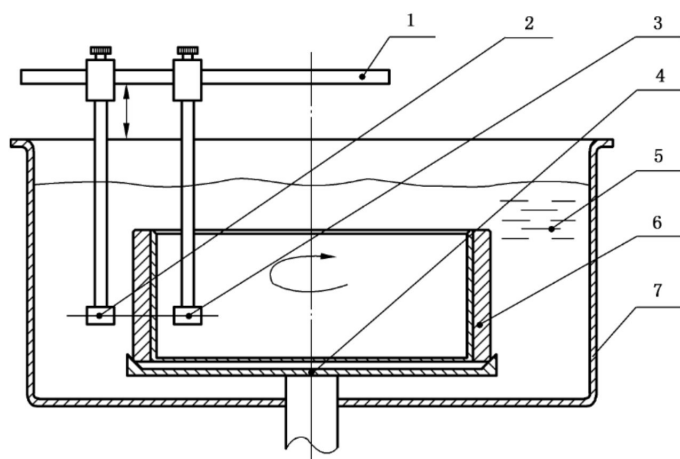
表 1 (续)

符号	定义	单位
b	轴承滑动面有效宽度 ^a	mm
b_1	一类孔至倒角距离	mm
b_2	二类孔至一类孔距离	mm
b_G	油槽宽度	mm
C	滑动表面倒角宽度	mm
$D_H(D_O)$	轴瓦(轴套)径向轴承外径	mm
d	二类孔直径	mm
H	超探仪屏幕满幅高度	%
h	穿透波高	%
IS	输入信号	
L	结合面长度 ^b	mm
L_1	二类孔周向间距	mm
l_G	油槽长度	mm
S_1	轴承衬背厚度	mm
S_3	轴承厚度	mm
TH	穿透波	
^a $b = B - 2C - b_G$ 。 ^b 轴套, $L = \pi(D_O - 2S_1)$; 轴瓦, $L = \pi(D_H/2 - S_1)$ 。		

4 检测方法

4.1 径向滑动轴承类检测

工件旋转,探头平行于旋转中心做连续或间歇直线运动(见图 1),形成螺旋或平行扫描轨迹。



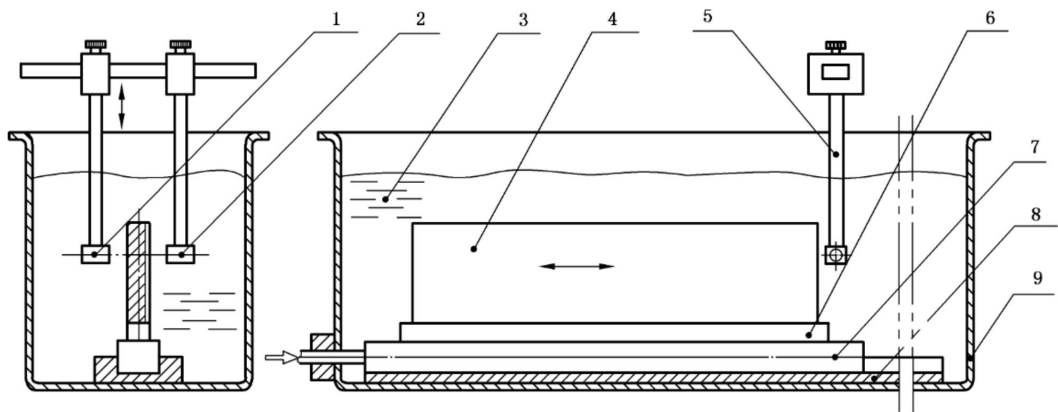
说明:

- 1——探头架及导轨;
- 2——接收探头;
- 3——发射探头;
- 4——工件定位盘;
- 5——液体;
- 6——受检工件;
- 7——液体容器。

图 1 径向滑动轴承检测

4.2 止推法兰和平面导轨类检测

工件以侧面定位安装并做水平往复直线运动;对置探头中心连线垂直于滑动表面安装,并做上下往复间歇直线运动(见图 2),形成平行扫描轨迹。



说明:

- 1——接收探头;
- 2——发射探头;
- 3——液体;
- 4——受检工件;
- 5——探头架;
- 6——工件定位装置;
- 7——滑板;
- 8——底座及导轨槽;
- 9——液体容器。

图 2 止推法兰和平面导轨类检测

5 检测系统

5.1 超声波探伤仪

超声波探伤仪性能应符合 JB/T 10061 的要求。

5.2 液浸探头

探头性能应符合 JB/T 12466 的要求。

推荐采用点聚焦探头,也可采用其他适用探头。推荐发射探头焦区宽度或声束直径 ≤ 4 mm,推荐探头频率 2.5 MHz~10 MHz,晶片直径根据发射探头焦区宽度要求选定。

5.3 对比试块

对比试块为带有人工缺陷的滑动轴承。每种试块只适用于一种轴承的检测。对比试块的材质及制造方法、形状尺寸应与被检产品相同。其衬背与合金层结合强度,应符合产品轴承的技术条件。用超声检测试块不同部位时,在同一灵敏度下的穿透波高度变化幅度不大于 20%(见图 3)。

人工缺陷包括两类:一类孔用以测试超声检测系统探测最小缺陷的能力,直径 $\phi 2$ mm;二类孔用以测试超声检测系统的工作稳定性,直径范围为 8 mm~20 mm。可以同样方法增加若干不同直径的人工缺陷参考孔,各人工缺陷中心周向间距应不小于 $2d$ 。对比试块要求详见附录 A。

5.4 仪器校准与系统综合性能测试

5.4.1 超声波探伤仪应定期由有资质部门进行校准检定,周期不超过一年。

5.4.2 自动超声检测系统应定期进行系统综合性能测试,测试周期应经由制造商与用户商定。

5.4.3 自动超声检测系统通常应满足如下性能指标要求:

- 检测最小缺陷直径 $\leq 2\text{ mm}$;
- 检测人工缺陷面积示值误差: $-10\%A_{th} \leq (A_{th} - A_m)/A_{th} \times 100\% \leq 10\%A_{th}$;
- 系统稳定性:系统连续工作 24 h 后,检测灵敏度与 24 h 前相比波动不得大于 2 dB。

6 人员资格

按本部分实施超声检测的人员,应按 GB/T 9445 进行资格鉴定与认证,取得超声检测相关工业门类的资格等级证书。

7 检测程序

7.1 工件表面要求

待检工件表面,不得有影响检测的局部凹陷和凸起;合金层表面和衬背表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\text{ }\mu\text{m}$;安装面表面粗糙度 $Ra \leq 6.3\text{ }\mu\text{m}$;待检工件应经清洗和擦拭。

7.2 检测系统调试

7.2.1 按附录 A 的要求,输入对比试块相关参数。

7.2.2 将符合 5.3 要求的对比试块安放于工件定位装置上。

7.2.3 根据试块厚度,调整对置发射和接收探头,使焦点落在结合层处,并保持探头与试块垂直。

7.2.4 调整两探头的起始位置,使其运动行程至少各超出轴承宽度 B 两端半个探头直径。

7.2.5 调整仪器增益或衰减使得结合最良好区域穿透波高度 $h = 80\%H$ (见图 3),以此为检测灵敏度。

7.2.6 自动扫查对比试块 $\phi 2\text{ mm}$ 人工缺陷部位, h 应 $\leq 40\%H$ (见图 4)。

注:对于不同类型检测设备,也可采用供需双方协商选定的 h 最大限定数值作为缺陷判定依据。

7.2.7 三次自动扫查对比试块,并打印检验记录。每处二类人工缺陷(二类孔)面积示值误差应符合 5.4.3 的规定。

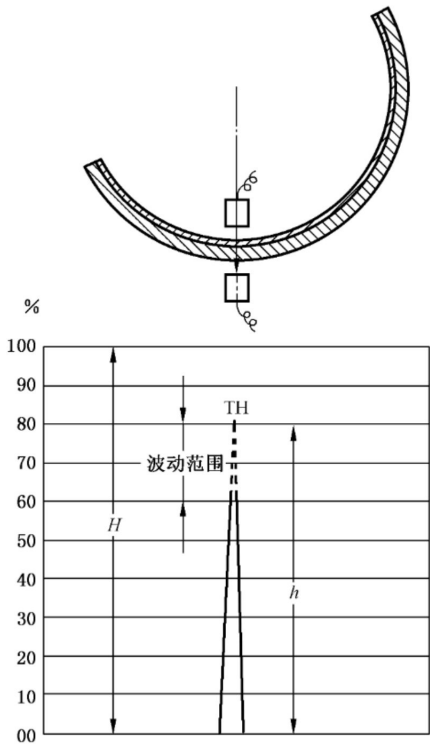


图 3 调整试块结合良好区域波高

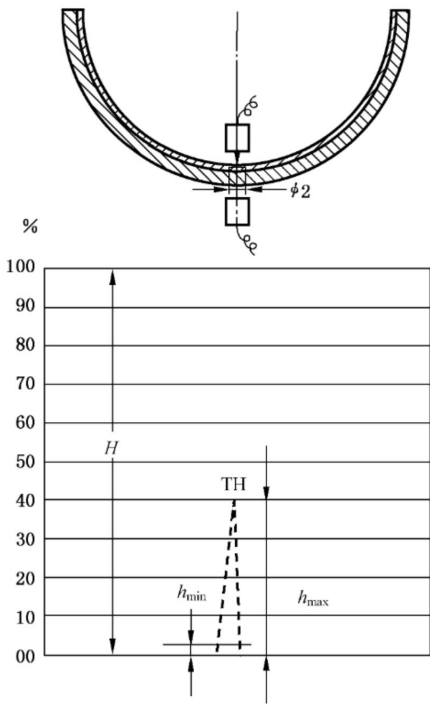


图 4 扫查试块 $\phi 2$ mm 人工缺陷区域波高

7.3 产品检测

7.3.1 被检工件安装

取下对比试块,换装待检产品。若为轴瓦产品宜成对安装,且根据自由弹张量使两者两端对口面之间保持大致相等的间隙,以使被检工件表面基本呈正圆状态。

7.3.2 工件扫查

启动检测系统设备,带动被检工件及探头协调运动,对工件进行扫查,确保被检表面 100% 覆盖。扫查参数如下:

- a) 工件为旋转运动时,探头沿工件轴向方向做连续或间歇匀速运动,扫描重叠宽度 \geq 聚焦探头焦区宽度或声束直径的 20%。
- b) 工件为直线运动时,探头在工件完成一纵向行程后平行于工件表面做横向间歇运动,扫描重叠宽度 \geq 聚焦探头焦区宽度或声束直径的 20%。
- c) 在满足检测灵敏度和系统性能要求的前提下,扫查参数也可经协商确定。

7.4 检测灵敏度核查

7.4.1 工件检测每隔 2 h 及每天工作结束时,应采用对比试块对系统的检测灵敏度进行核查。结合最良好区域穿透波高与开始时相比下降不得大于 2 dB。否则应对设备重新调试和测试,达到要求后再对上一次核查后所检测的工件进行重检。

7.4.2 在被检工件规格更换、系统关键零部件更换、检测人员变更、检测参数变更及系统故障修复后,均需对检测灵敏度和其他性能参数进行核查。

7.5 仪器参数和检测速度设置

在检测系统调试、产品检测、检测灵敏度核查过程中,仪器参数和检测速度均应保持一致。

8 结合缺陷判别

8.1 根据穿透波高进行判别

当被检区域穿透波高 $h \leq 40\% H$ (见图 5) 时,即认定为结合缺陷区域,并以此区域范围确定缺陷面积。

注:对于不同类型检测设备,也可采用供需双方协商选定的 h 最大限定数值作为缺陷判定依据。

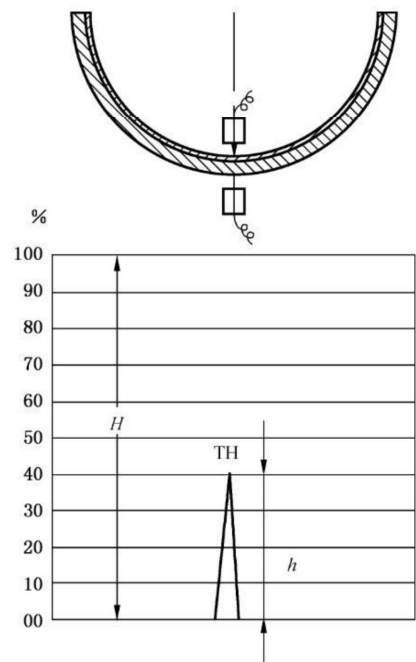


图5 产品结合缺陷波形

合金及衬背材料中的气孔、夹杂、裂纹等缺陷,均视作结合不良缺陷。
距离 $\leq 10\text{ mm}$ 的若干缺陷视为单个缺陷,面积等于各缺陷之和。

8.2 结合缺陷分类

表2给出了五种不同的结合缺陷级别。适用的缺陷级别应在产品图上按照第10章给出的方式进行标记。轴承的不同区域可根据载荷的种类、大小和方向选择不同的结合缺陷级别[例如,轴承 120° 高载荷区域的A级结合缺陷和轴承剩余区域的B1级结合缺陷,或受力瓦(下主轴瓦或上连杆瓦)的B1级结合缺陷和非受力瓦(上主轴瓦或下连杆瓦)的B2级结合缺陷等]。产品图上无缺陷类别规定时,由制造商与用户商定。

表2 结合缺陷级别

级别	全部扫查区域 ^a 内	
	单个缺陷面积 mm ²	总缺陷面积在宽度 b 区域面积中的占比 %
A	0	0
B1	$\leq 0.75b$	≤ 1
B2	$\leq 2b$	≤ 1
C	$\leq 2b$	≤ 2
D	$\leq 4b$	≤ 5

^a 扫查区域是指径向轴承、止推轴承或导轨类元件的滑动表面。

9 缺陷显示及标记

9.1 缺陷报警

宜设自动报警功能,穿透波高度一旦达到设定缺陷范围,仪器会立即声、光报警。

9.2 自动显示及记录

优先采用自动显示及记录,实现计算机控制、检测结果的实时显示及检测记录打印。显示及记录中应标明单个最大缺陷准确位置——即在扫查面积示意图上的 X、Y 坐标值,以及单个最大缺陷面积和总缺陷面积等;不合格则标明废品标识:✕(记录格式参见附录 B)。

9.3 人工记录

对规定为 A 类缺陷的产品,也可不进行自动记录。只对判定存在结合缺陷的产品,用手工做出废品标识。

10 产品图上的标记

依据本部分,按如下方式表示轴承缺陷级别。

B2 级缺陷:检测 GB/T 18329.4 B2



11 检测报告

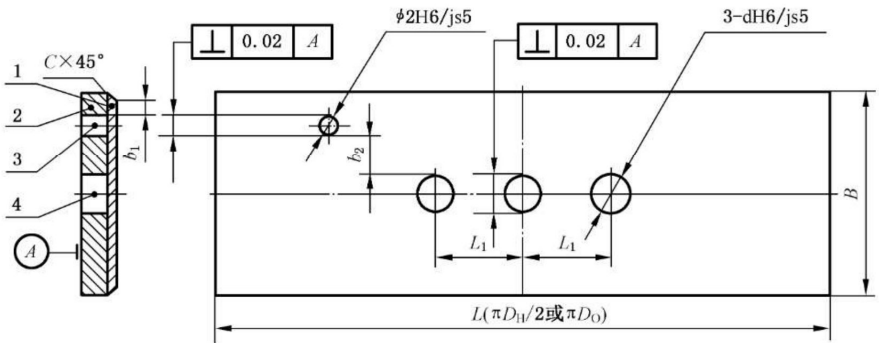
检测报告中应包括如下内容:

- a) 检测标准;
- b) 轴承外形尺寸和材料;
- c) 超声波探伤仪型号和编号;
- d) 探头型号和编号;
- e) 超声波探伤仪脉冲重复频率、检测系统检测速度;
- f) 检测结果:批次数量、合格数量、各类缺陷数量及情况简述;
- g) 轴承制造厂商;
- h) 检测人员及资质和检测日期;
- i) 对所有结合缺陷超标轴承,应给出附有自动记录图形的检测报告(参见附录 B)。

附录 A
(规范性附录)
对比试块

A.1 概述

对比试块的形状、尺寸、材料与待检测产品相同,其合金层与衬背结合质量应符合要求。借助其上面的人工缺陷(见图 A.1),进行周期性仪器校准与系统综合性能测试、产品检验的检测系统调试、结合缺陷判别及灵敏度核查。人工缺陷的制造方法和要求如下。



说明:

- 1——合金层;
- 2——钢背层;
- 3——一类孔封堵销;
- 4——二类孔封堵销。

图 A.1 对比试块示意图

A.2 人工缺陷孔加工要求

A.2.1 孔加工方向

推荐在衬背上钻平底孔,孔底厚度为合金层最大厚度。当合金厚度较厚时,也可在合金层钻孔。孔深至背层。

A.2.2 孔的位置

A.2.2.1 周向位置

一类孔:1个,直径2 mm,轴瓦类试块的孔边沿与对口面距离,或卷制轴套类试块孔边沿与接缝距离为12 mm±2 mm。

二类孔:3个,直径为d,轴瓦试块的孔应以试块90°为中心对称分布,卷制轴套试块应以接缝对面180°为中心对称分布。

其他类型产品用试块周向位置不限。但均应符合中心间距 $L_1 \geq 2d$ 的要求。

A.2.2.2 轴向位置

一类孔与端面距离: $b_1 \geq 10 \text{ mm} + C \text{ mm}$; 二类孔与一类孔距离 $b_2 \geq 5 \text{ mm}$ 。

A.2.3 人工缺陷直径尺寸

A.2.3.1 孔与填充销直径尺寸

人工缺陷孔直径与填充销选配公差见表 A.1。

表 A.1 人工缺陷孔直径与填充销选配公差

单位为毫米

受检产品直径 $D_0(D_H)$		d	填充销选配公差范围 (按 H6/js5 选配)
$>$	\leq		
—	80	8	$+0.010$ -0.003
80	120	10	$+0.011$ -0.004
120	160	12	$+0.014$ -0.005
160	200	14	$+0.014$ -0.005
250	315	16	$+0.014$ -0.005
315	400	18	$+0.014$ -0.005
400	500	20	$+0.017$ -0.005

A.2.3.2 倒角

孔口倒角 $0.5 \times 15^\circ$, 孔底圆角 $r \leq 0.1$ 。

A.2.4 表面粗糙度

孔内圆表面 R_a 为 $6.3 \mu\text{m}$, 底面 R_a 为 $12.5 \mu\text{m}$ 。

A.3 填充销加工要求

A.3.1 材料

与被填充孔体材料相同或相近。

A.3.2 加工要求

填充销直径, 应根据 H6/js5 的极限间隙或过盈范围, 按照实际孔径值选配加工。外圆面表面粗糙

度 Ra 为 $1.6\ \mu\text{m}$ 。销的高度等于孔深。装入端面的倒角 $0.1\times 10^\circ$, 表面粗糙度 Ra 为 $12.5\ \mu\text{m}$ 。

A.4 填充封堵要求

A.4.1 装入

仔细将填充销与孔口对正, 以手按入后用木榔头轻轻敲实。填充封堵过程中, 严禁出现倾斜啃边现象; 封堵时, 可事先在孔底垫一层打印纸片, 以确保存在一定气隙。

A.4.2 表面加工



封堵完成后, 衬层和背层表面应重新进行切削加工, 达到表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\ \mu\text{m}$ 。

A.5 试块标记

A.5.1 试块编号

试块应在端面标有可长期保持的编号, 编号内容应包含制造日期和适用产品的代号。

A.5.2 尺寸标记

试块应在端面标有其主要尺寸 (D_H 或 D_O 或 L), 滑动表面有效宽度 b , 以及准确值 $0.01\ \text{mm}$ 的人工缺陷直径 d 。

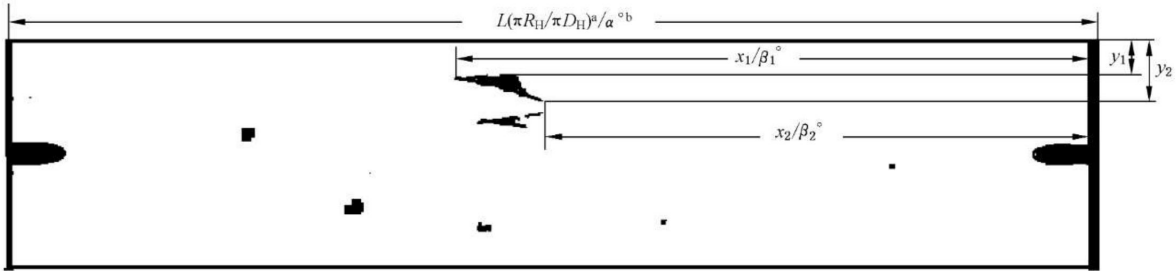
附 录 B
(资料性附录)
检测报告

采用本部分进行结合质量检测,可按表 B.1 给出的报告格式进行记录。

表 B.1 结合质量超声检测记录

轴承制造厂商:

报告编号:

产品名称	材料及工艺	材料生产单位	产品主尺寸 ^a mm			有效宽度 <i>b</i> mm	厚度 <i>S</i> ₃ mm
			$D_H/2-S_1$	D_O-2S_1	<i>L</i>		
检测标准及设备							
检测标准		超声波探伤仪 型号和编号	探头型号和编号		脉冲重复频率	检测速度	
GB/T 18329.4—2021							
检测结果							
允许存在 缺陷 mm ²	单个最大		实际检测 缺陷 mm ²	单个最大		结果 判定	
	总面积			总面积			
<p>缺陷示意图:</p>  <p>单个缺陷最大面积:×××× 缺陷总处数:×× 总面积:×××(%) 检验序号:××× 检验员代号:×× 年 月 日</p>							
检测结果简述:							
检测:(签字及日期) 填写:(签字及日期) 审核:(签字及日期) 批准:(签字及日期)							
<p>^a 产品主尺寸:<i>D</i>_H/2 指轴瓦;<i>D</i>_O 指轴瓦;<i>L</i> 指矩形导轨。 ^b 主尺寸 <i>b</i> 为 <i>D</i>_H/2, $\alpha=180^\circ$。</p>							