

ICS 27.100  
K 52  
备案号: 33092-2011

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 297 — 2011

---

## 汽轮发电机合金轴瓦超声波检测

The ultrasonic testing for alloy bearing of in-service turbo-generator

2011-07-28 发布

2011-11-01 实施



国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 检测人员 .....	1
4 检测设备 .....	1
5 准备工作 .....	2
6 检测工艺 .....	2
7 检测 .....	3
8 缺陷的定量和评定 .....	3
9 记录 .....	4
10 检测报告 .....	4
附录 A (规范性附录) 轴瓦超声波检测校准试块 .....	5
附录 B (规范性附录) 轴瓦超声波检测参考试块 .....	6
附录 C (资料性附录) 反射回波 .....	7
附录 D (资料性附录) 轴瓦超声波检测记录 .....	9
附录 E (资料性附录) 轴瓦超声波检测报告 .....	10

## 前 言

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站金属材料标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：西安热工研究院有限公司、湖南省电力公司试验研究院、华能玉环电厂、安徽省电力科学研究院、徐州电力试验中心、济宁瑞祥模具有限责任公司、浙江省诸暨申发轴瓦有限公司。

本标准主要起草人：蔡晖、龙毅、刘鸿国、陈立、王亦民、王维东、王亮、魏忠瑞、许国林。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 汽轮发电机合金轴瓦超声波检测

## 1 范围

本标准规定了在役汽轮发电机合金轴瓦超声波检测方法和结果的评定。

本标准适用于锡基和铅基合金厚度不小于 1mm 的轴瓦安装和检修时的检测。

本标准不适用于距轴瓦、油孔和油槽边缘探头半径范围内区域的检测，如在轴瓦结合面上带有燕尾槽，则不适用于在沿燕尾槽边缘区域的检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件对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。

DL/T 675 电力工业无损检测人员资格考核规则

JB/T 9214 A 型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法

JB/T 10061 A 型脉冲反射式超声探伤仪 通用技术条件

JB/T 10062 超声探伤用探头 性能测试方法

## 3 检测人员

3.1 按本标准从事无损检测的人员，应按 DL/T 675 的规定取得Ⅱ级及以上超声波检测资格证书，检测报告应由Ⅱ级及以上的超声波检测资格人员签发。

3.2 检测人员应熟悉本标准的各项规定和被检设备结构及相关技术规范，并能按规定的检测工艺熟练操作。

## 4 检测设备

### 4.1 超声波探伤仪

4.1.1 应采用 A 型脉冲反射式数字超声波探伤仪。超声波探伤仪的工作频率范围至少应为 1MHz~10MHz，应具有 80dB 以上的连续可调衰减。水平线性误差应不大于 1%，垂直线性误差应不大于 5%，实时采样频率应不小于 100MHz，其余性能指标应符合 JB/T 10061 的规定。

4.1.2 超声波探伤仪应有足够的存储能力和通信接口，可通过界面程序与计算机进行数据和波形交换。

4.1.3 超声波探伤仪应具有合格的证明文件。

### 4.2 超声波探头

4.2.1 超声波探头性能应按 JB/T 10062 的规定进行测定。

4.2.2 超声波探头声束轴线水平偏离角应不大于 2°，探头主波束在垂直方向不应有明显的双峰或多峰。

4.2.3 超声波探头的中心频率与标称频率允许偏差应为 $\pm 0.5\text{MHz}$ 。

### 4.3 探伤仪和探头组合的系统性能

探伤仪和探头组合的系统性能应按 JB/T 9214 和 JB/T 10062 的规定进行测试，并应符合下列规定：

a) 组合频率与标称频率误差应为 $\pm 10\%$ ；

b) 在所检测工件最大声程处，有效检测组合灵敏度余量应大于 10dB；

c) 直探头远场组合分辨力应不小于 30dB。

### 4.4 试块

4.4.1 校准试块，用于校核探头声束会聚中心深度、仪器时基线调整等，见附录 A。

4.4.2 参考试块，用于确定检测灵敏度，试块合金层的厚度与被检轴瓦合金层的厚度应基本相同，见附录 B。

## 5 准备工作

### 5.1 检测准备

5.1.1 检测前应了解设备的名称、轴瓦结构类型、规格、材质等；应查阅制造厂出厂和安装时有关质量资料；应查看被检轴瓦的产品标识。

5.1.2 检测面表面粗糙度 ( $Ra$ ) 宜不大于  $5\mu m$ ，应清洁无污垢。

5.1.3 耦合剂应具有良好的透声性能和润湿能力，且对工件无害，易清除。可选择甘油、机油或水质糊等。

### 5.2 探头选用

应根据被检轴瓦合金层的厚度和曲率，选择探头的频率、晶片尺寸及对应的声束会聚中心深度。可在检测面内径变化 20mm 范围内（内径最大值与最小值之差小于 20mm）选用同一种规格弧度的探头。应采用曲率半径小的探头探测曲面半径大一挡的试件（一挡为 20mm）。推荐使用的探头见表 1。

表 1 推荐使用的探头

合金厚度 mm	类型	频率 MHz	晶片尺寸 mm
1~5	单晶	5~10	$\phi 4 \sim \phi 8$
>5	双晶	5	4×4（双晶）~10×10（双晶）

### 5.3 扫描时基线比例的调整

5.3.1 合金层厚度为 1mm~5mm 时，应将衬背底面第一次反射波调整为基线满刻度的 20%~30%。

5.3.2 合金层厚度大于 5mm 时，应将合金与衬背材料结合良好部位第一次界面反射波调整为基线满刻度的 20%~30%。

### 5.4 检测灵敏度

5.4.1 合金层厚度为 1mm~5mm 时，探头应置于参考试块合金与衬背材料结合良好部位，将底波调整至满屏的 80%，增益为 10dB~12dB。

5.4.2 合金层厚度大于 5mm 时，探头应置于参考试块合金与衬背材料结合良好部位，将界面波调整至满屏的 80%，增益为 4dB~6dB。

## 6 检测工艺

### 6.1 通用工艺规程

6.1.1 通用工艺规程应由超声波 II 级或 III 级人员根据相关法规、产品标准、有关的技术文件和本标准的要求编制，由无损检测责任工程师审核，由本单位技术负责人批准。无损检测通用工艺规程修订、更改时应履行本条规定的程序。

6.1.2 通用工艺规程至少包括以下内容：

- a) 适用范围；
- b) 引用标准、法规；
- c) 检测中有关安全、环境和健康的要求；
- d) 检测人员资格；
- e) 检测设备、器材和材料；
- f) 被检轴瓦表面状况；

- g) 检测工艺和检测技术;
- h) 检测结果的评定;
- i) 检测记录、报告和资料存档;
- j) 编制人、审核人和批准人;
- k) 编制日期。

6.2 检测工艺卡

- 6.2.1 实施轴瓦合金超声波检测的人员应按检测工艺卡进行操作。
- 6.2.2 检测工艺卡应由超声波Ⅱ级或Ⅲ级人员根据通用工艺规程、产品标准、有关技术文件和本标准的要求编制，无损检测由责任工程师审核。检测工艺卡修订、更改时应履行本条规定的程序。
- 6.2.3 检测工艺卡应包括以下内容：

- a) 工艺卡编号;
- b) 轴瓦的名称、型号、产品编号、规格、材质等;
- c) 检测设备和器材，包括超声波探伤仪的型号、探头规格及编号等;
- d) 检测工艺参数，包括检测方法、检测比例、检测部位、校准试块、参考试块等;
- e) 检测技术标准;
- f) 检测程序;
- g) 检测部位示意图;
- h) 编制人和审批人;
- i) 编制日期。

7 检测

- 7.1 检测应在合金表面进行。
- 7.2 探头应与检测面吻合良好。
- 7.3 扫查速度应不超过 100mm/s。
- 7.4 典型的反射回波参见附录 C，缺陷的判别参见附录 C 图 C.1～图 C.6。

8 缺陷的定量和评定

- 8.1 应按照本标准进行检测结果的评定，应只计入面积不小于晶片面积 50%的结合处缺陷。
- 8.2 如衬背中存在缺陷，应在检测报告中注明。
- 8.3 应用半波高度法（6dB 法）确定缺陷的边界。相邻缺陷之间的距离不大于 10mm 时，视为连续缺陷。
- 8.4 缺陷的评级见表 2。

表2 缺陷的评级

缺陷组别	结 合 面	
	单个缺陷面积不大于 mm <sup>2</sup>	全部缺陷所占面积不大于 %
I	0	0
II	$L_1b^a$	1
III	$L_2b$	1
IV	$L_2b$	2
V	$L_3b$	5
注：若单个缺陷面积所占的百分比超过表中规定全部缺陷所占面积允许的百分比，则按照后者评级		
<sup>a</sup> “b” 的单位是 mm，指径向轴瓦或推力瓦的宽度； $L_1=0.75\text{mm}$ ， $L_2=2\text{mm}$ ， $L_3=4\text{mm}$		

8.5 缺陷评定方面, 承载区域应为 I 级合格, 其他区域应为 III 级合格。

注: 对于径向轴瓦, 当载荷为垂直向下时, 承载区域为  $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$  范围内的滑动表面。

## 9 记录

每次检测应作好原始记录, 并详细记录检测结果, 检测记录示例参见附录 D。记录内容至少应包括下列信息:

- a) 委托单位;
- b) 受检部件的名称、编号、材质、规格等;
- c) 检测设备, 包括探伤仪、探头、试块;
- d) 采用工艺参数, 包括执行标准、表面状况和检测灵敏度等;
- e) 缺陷的详细参数, 包括缺陷的大小、位置及分布示意图;
- f) 检测人员的签名及日期。

## 10 检测报告

轴瓦的超声波检测报告参见附录 E, 检测报告至少应包括如下内容:

- a) 依据的标准;
- b) 轴瓦的规格、材料、合金层厚度;
- c) 超声波探伤仪的型号、编号、探头规格;
- d) 检测灵敏度和检测范围;
- e) 缺陷状况和缺陷评级;
- f) 检测人员和检测日期。

附录 A  
(规范性附录)  
轴瓦超声波检测校准试块

A.1 校准试块

轴瓦合金试块，简称 ZW-HJ 试块，用于轴瓦超声波检测仪器、探头校准，如图 A.1 所示。

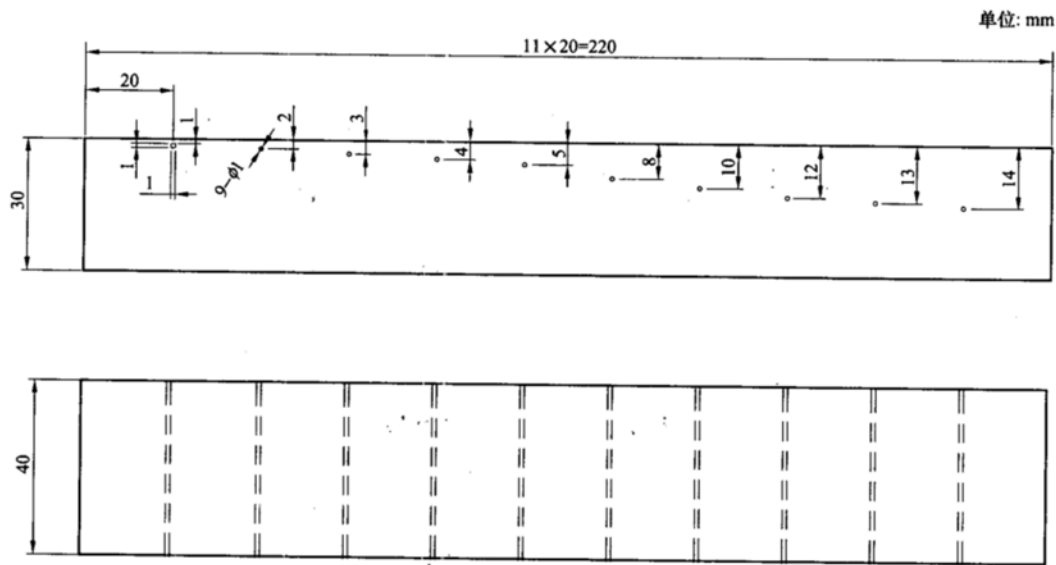


图 A.1 轴瓦合金试块

A.2 技术要求

试块应符合下列技术要求：

- a) 试块材料为 ZChSnSb11-6，内部应无缺陷；
- b) 试块外形的垂直度和平行度误差应为 $\pm 0.05\text{mm}$ ，孔径误差应为 $\pm 0.05\text{mm}$ ，探测面表面粗糙度应为 $1.6\mu\text{m}$ ，其余表面粗糙度应为 $3.2\mu\text{m}$ ，试块尺寸及缺陷位置尺寸公差应为 $\pm 0.1\text{mm}$ ；
- c) 试块应经计量部门检定合格。



**附录 B**  
(规范性附录)  
**轴瓦超声波检测参考试块**

**B.1 参考试块**

轴瓦超声波检测 I 参考试块简称 ZW-I，轴瓦超声波检测 II 参考试块简称 ZW-II，如图 B.1 和图 B.2 所示。

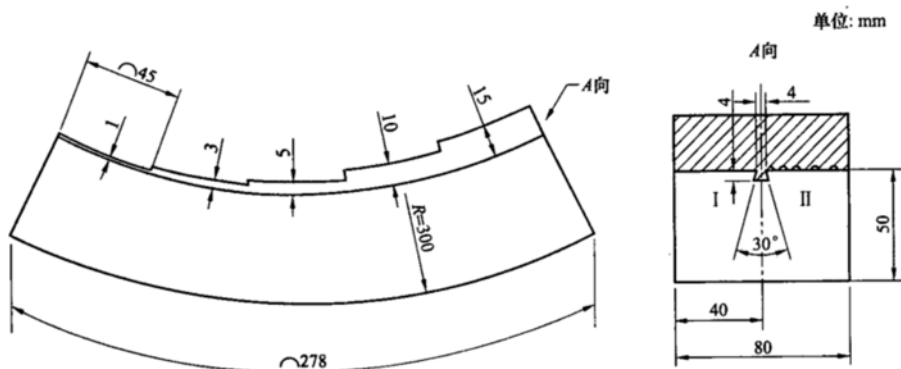


图 B.1 ZW-I 参考试块

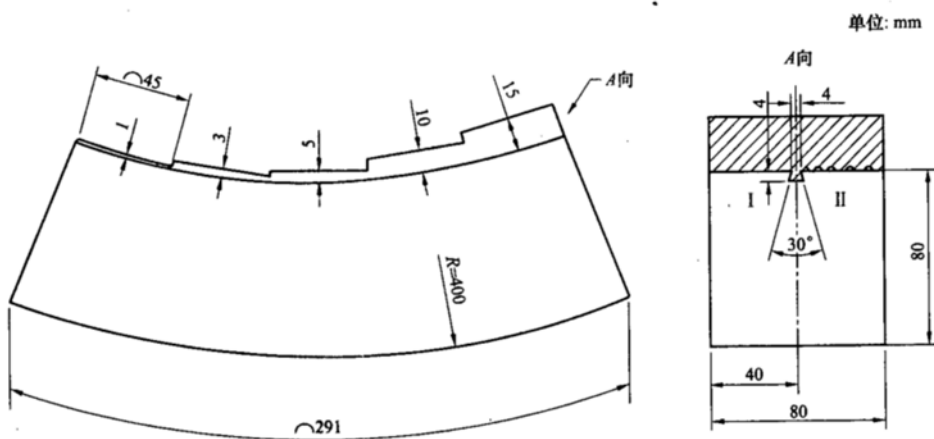


图 B.2 ZW-II 参考试块

**B.2 技术要求**

试块应符合下列技术要求：

## a) 试块材料：

- 1) 衬背材料为 35 钢；
- 2) 合金材料为 ZChSnSb11-6；
- 3) 衬背厚度方面，当  $R=300\text{mm}$  时， $T=50\text{mm}$ ，当  $R=400\text{mm}$  时， $T=80\text{mm}$ 。

## b) 试块 I 侧为结合良好区域，II 侧为结合不良区域。

c) 外形垂直度、平行度误差应为  $\pm 0.05\text{mm}$ ，探测面表面粗糙度为  $1.6\mu\text{m}$ ，其余表面粗糙度为  $3.2\mu\text{m}$ ，试块各尺寸公差应为  $\pm 0.1\text{mm}$ 。

## d) 试块应经计量部门检定合格。

附录 C  
(资料性附录)  
反 射 回 波

反射回波如图 C.1 至图 C.6 所示。

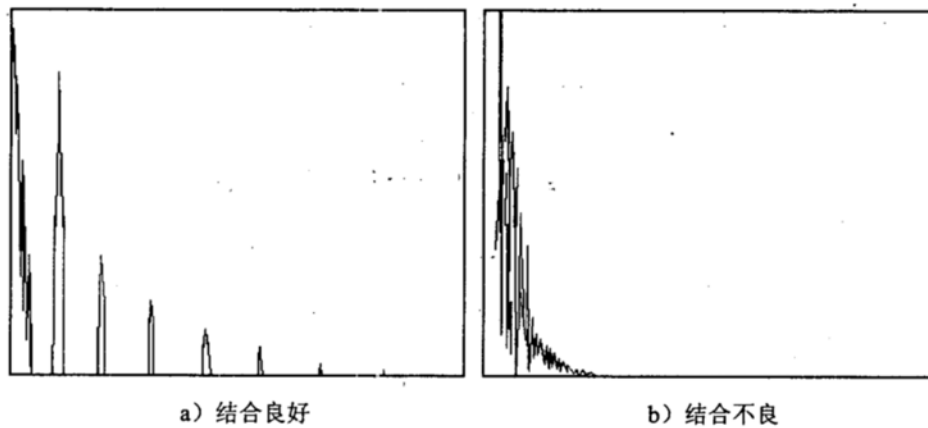


图 C.1 合金层厚度为 1mm 时的反射回波

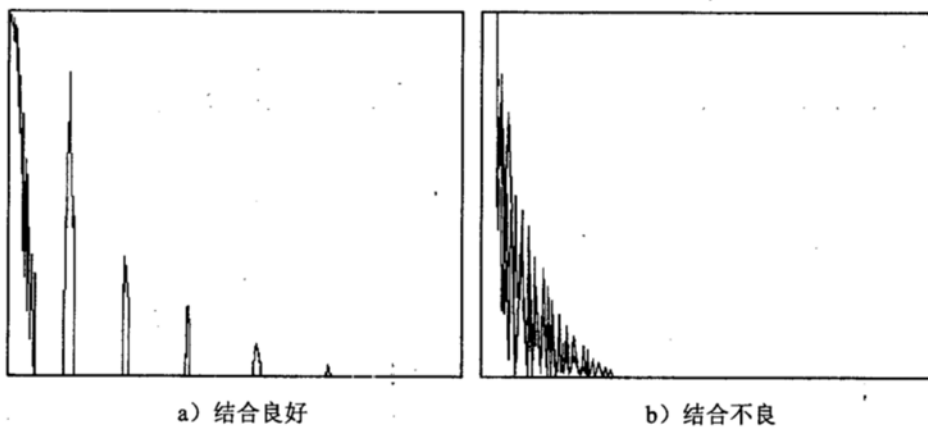


图 C.2 合金层厚度为 2mm 时的反射回波

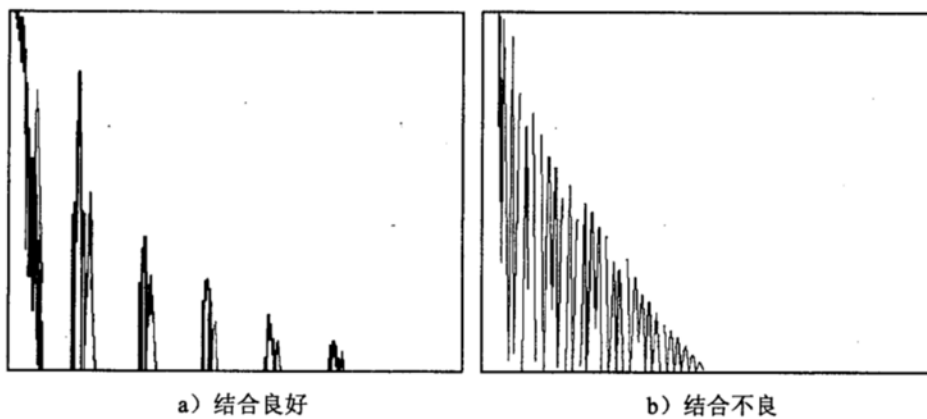


图 C.3 合金层厚度为 3mm 时的反射回波

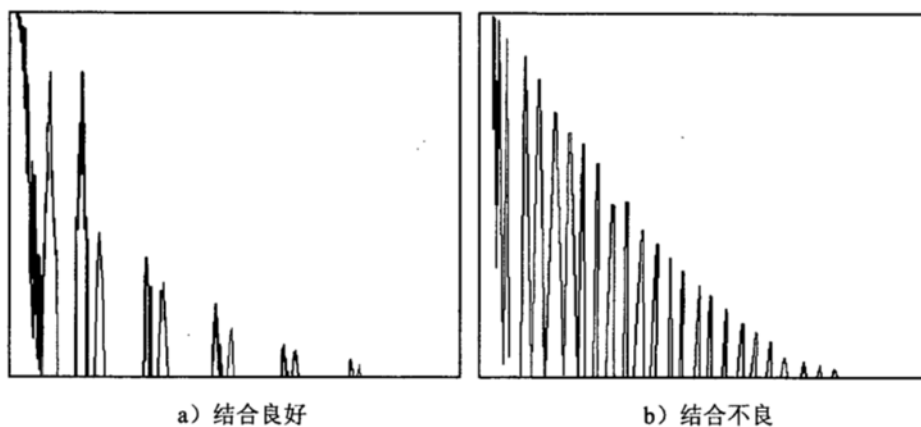


图 C.4 合金层厚度为 5mm 时的反射回波

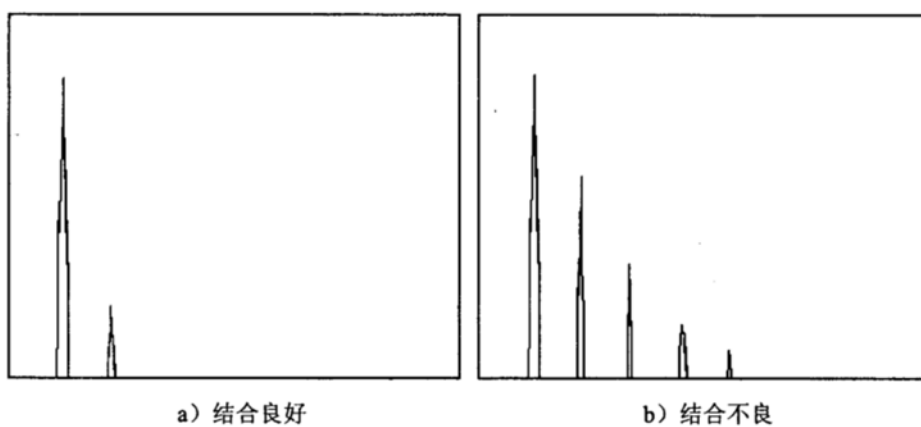


图 C.5 合金层厚度为 10mm 时的反射回波

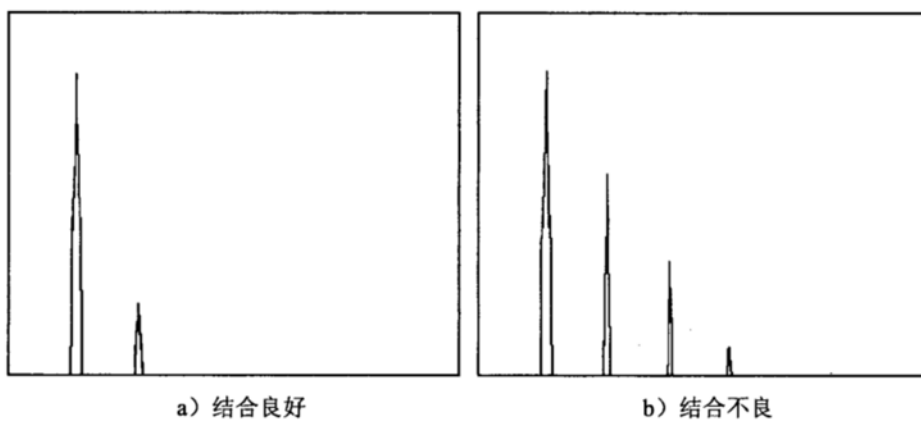


图 C.6 合金层厚度为 15mm 时的反射回波

**附 录 D**  
**(资料性附录)**  
**轴瓦超声波检测记录**

轴瓦超声波检测记录见表 D.1。

**表 D.1 轴瓦超声波检测记录**

编号:

委托单位		部件名称/编号		频率 (MHz)	
部件材质		部件规格		晶片尺寸	
仪器型号		表面状况		探头类别	
仪器编号		试块型号		耦合剂	
依据标准		检测灵敏度		合金层厚度	
示意图:					
缺陷编号	缺陷状况			备注	
检测人员			日期		
复核人员			日期		

附 录 E  
(资料性附录)  
轴瓦超声波检测报告

轴瓦超声波检测报告见表 E.1。

表 E.1 轴瓦超声波检测报告

报告编号:

受检部件		检测部位	
部件材料		表面状况	
部件规格		检测标准	
仪器型号/编号		探头型号	
试块型号		耦合剂	
检测灵敏度		合金层厚度	
检验结果			
轴瓦编号	缺陷状况		缺陷评定
备注:			
检测人员		审核人员	
日期		日期	



中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
汽轮发电机合金轴瓦超声波检测  
DL/T 297—2011

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2011年10月第一版 2011年10月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 22千字  
印数 0001—3000册

\*

统一书号 155123·691 定价 9.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.691

上架建议：规程规范/  
电力工程/火力发电