

中 华 人 民 共 和 国 民 用 航 空
行 业 标 准
航 空 器 无 损 检 测
涡 流 检 测
MH/T 3015—2006

*

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081
电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行
北京长宁印刷有限公司 印刷

版权专有 不得翻印

开本:880毫米×1230毫米 1/16 印张:1 字数:22千字
2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷
印数:1—500册 定价:15.00元
统一书号:175046·1006/1909

目 次

前 言

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 1

5 一般要求 2

6 详细要求 4

7 质量控制 5

附录 A（规范性附录） 涡流检测孔壁对比试样 7

附录 B（规范性附录） 涡流检测标准试样 8

前 言

本标准代替 MH/T 3002.5—1997《航空器无损检测 涡流检测》。

本标准与 MH/T 3002.5—1997 相比主要变化如下：

- 引用了 BSS 7048《对不连续性的涡流检测》，并保留了 MH/T 3002.5—1997 的合理部分；
- 章条结构进行了调整，本标准增加了一章“分类”（见第 4 章），第 5、6、7 章分别对应 MH/T 3002.5—1997 的第 4、5、6 章；
- 增加了附录 B。将 MH/T 3002.5—1997 的附录 A“试件”分别拆分为本标准的附录 A“涡流检测孔壁对比试样”和附录 B“涡流检测标准试样”；
- 在第 2 章“规范性引用文件”中增加了 ASTM E543《对无损检测机构的评估标准》和 BSS 7048《对不连续性的涡流检测》；
- 在第 3 章“术语和定义”中增加了五个定义（见 3.1～3.5）；
- 删除了 MH/T 3002.5—1997 对涡流检测环境的要求（1997 版的 4.3）；
- 删除了 MH/T 3002.5—1997 对铁磁性材料涡流检测的限制（1997 版的 4.7）；
- 删除了 MH/T 3002.5—1997 对涡流探头夹持装置的要求（1997 版的 4.8）；
- 增加了“代理资格”（见 5.3）；
- 增加了对近表面不连续性涡流检测的要求（见 5.5.4.2 和 6.3.3）。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准由中国民航无损检测人员资格鉴定与认证委员会提出。

本标准由中国民用航空总局航空安全技术中心归口。

本标准起草单位：中国国际航空公司工程技术分公司成都维修基地、北京飞机维修工程有限公司、厦门航空公司、广州飞机维修工程有限公司。

本标准主要起草人：许万忠、郑勇、王学民、张晓、张循。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：MH/T 3002.5—1997。

航空器无损检测

涡流检测

1 范围

本标准规定了用涡流检测法检验民用航空器所用金属材料及零部件表面和近表面不连续性的最低要求。本标准适用于民用航空器所用金属材料及零部件的涡流检测。

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(不包括勘误的内容)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 12604.6—1990 无损检测术语 涡流检测

MH/T 3001 航空器无损检测人员资格鉴定与认证

JJG(民航) 0061—2001 涡流探伤仪检定规程

ASTM E543 对无损检测机构的评估标准(ASTM E543 Standard practice for agencies performing nondestructive testing)

BSS 7048 对不连续性的涡流检验(BSS 7048 Eddy current inspection discontinuities)

3 术语和定义

GB/T 12604.6—1990 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

不连续性 discontinuity

固有或人为地使材料的自然结构或外形发生突然变异。

3.2

缺陷 defect

超过允许规定界限的不连续性。

3.3

被认可的工程机构 cognizant engineering organization

对要求涡流检测的系统或零件负责设计或最终使用的公司、代理商或其他被授权的机构。

注：该机构包括设计、材料、工艺、应力分析、无损检测或质量组织及其他相关的人员。

3.4

自动检测系统 automatic inspection system

通过自动旋转或移动检测探头或装置来完成全过程检验，且能够通过配置的报警或记录系统自动记录缺陷显示的系统。

3.5

半自动检测系统 semiautomatic inspection system

由一台涡流设备和具有自动旋转或扫查能力的探头所组成，且能够通过配置的报警或记录系统自动记录缺陷显示的系统。

4 分类

4.1 涡流检测包括以下 3 类：

—— 1 类：孔壁不连续性的检验；

- 2 类:表面不连续性的检验;
- 3 类:近表面不连续性的检验。

4.2 除非另有规定,孔壁不连续性检验采用附录 A 的类型规定。

5 一般要求

5.1 人员资格

从事涡流检测的人员应按 MH/T 3001 要求通过相应的资格鉴定与认证,或按合同或采购单中的规定执行。

5.2 代理资格

当合同提出要求时,应按 ASTM E543 或相关标准对无损检测的代理机构进行认证和评估。合同中应指明 ASTM E543 或相关标准的适用版本。

5.3 检验程序

涡流检测应按相应的检验程序进行。检验程序应满足本标准的要求。应能够检验出验收标准中所规定的拒收不连续性。如果检验程序适用于所有的被检金属材料及零部件,并且符合本标准的要求,则可作为通用程序。检验程序应经涡流检测 3 级人员批准,如果需要,应提交被认可的工程机构审核和(或)批准。无论是直接使用或参考使用的文件,检验程序应包括以下要素:

- a) 检验程序的编号;
- b) 受检零件的名称、材料;
- c) 适用的技术文件;
- d) 设备及型号;
- e) 探头型号;
- f) 对比试样图样;
- g) 检测频率;
- h) 相位角;
- i) 提离补偿;
- j) 对比试样上不连续性的最小信号响应幅度;
- k) 被检件的验收要求。当被检件被分区检验时,应规定每一区域的验收要求;
- l) 检验的部位或区域;
- m) 扫查间距;
- n) 缺陷评估说明;
- o) 检验后的记录方式和标记方法。

5.4 检验记录

涡流检测的结果均应记录。记录应具有可追溯性。

5.5 设备

5.5.1 涡流检测系统

5.5.1.1 涡流检测系统应至少包含:

- 涡流仪;
- 测试探头;
- 对比试样。

5.5.1.2 涡流检测系统可以是自动的、半自动的或者手动的。

5.5.1.3 检测系统的灵敏度应满足当测试探头扫查到对比试样上已知不连续性时,以下信号响应能被重复检测出来:

- 对比试样上指定尺寸的不连续性的信号响应幅度不低于满刻度的 20%;

——在指定尺寸的不连续性的信号响应与对比试样上完好区的信号响应至少有 5：1 的信噪比。

5.5.2 涡流仪

- 5.5.2.1 涡流仪应能检验出由于不连续性导致的导体中涡流的变化。
- 5.5.2.2 涡流仪应能进行提离补偿或相位鉴别。
- 5.5.2.3 涡流仪的显示宜使用阻抗平面式,也可使用指针式或时基式。
- 5.5.2.4 对于孔壁的 1 型不连续性,宜使用自动或半自动检测系统检验;对于孔壁的 2、3 型不连续性,宜使用自动或半自动检测系统检验,也可采用手动扫查检验。
- 5.5.2.5 在具有可燃气体的环境中使用的涡流仪应具有防爆的性能。

5.5.3 探头

- 5.5.3.1 探头与仪器的连接方式可以是桥式或反射式;线圈类型可以是绝对式或差动式。
- 5.5.3.2 探头可为屏蔽式的和非屏蔽式的。
- 5.5.3.3 正常的操作压力变化不应引起探头线圈产生干扰信号。
- 5.5.3.4 探头应标有生产厂家的件号或其他参数。

5.5.4 试样

5.5.4.1 标准试样

- 5.5.4.1.1 标准试样用于涡流仪或涡流检测系统的性能测试及灵敏度调整。
- 5.5.4.1.2 标准试样的尺寸和材料见附录 B,并由被证明有资格的机构检定合格后,方可使用。

5.5.4.2 对比试样

- 5.5.4.2.1 对比试样用于涡流仪的标定和检测结果的比较。
- 5.5.4.2.2 工程技术部门负责确定对比试样的图纸,图纸上应标注需要检定或校准的主要参数。
- 5.5.4.2.3 对表面不连续性,当工程技术文件没有规定不连续性的尺寸时,不连续性的长度为 5 mm (0.2 in),深度为 0.8 mm (0.030 in),如果其他尺寸的不连续性在标定过程中确立的灵敏度能够检测出上述不连续性,则其他尺寸的不连续性也可使用。
- 5.5.4.2.4 表面不连续性的宽度不超过 0.18 mm (0.007 in),近表面不连续性的宽度不超过 0.8 mm (0.030 in)。
- 5.5.4.2.5 表面不连续性的长度、深度的公差为±0.05 mm(±0.002 in);近表面不连续性的长度、深度的公差为规定尺寸的±10%。
- 5.5.4.2.6 孔壁不连续性尺寸要求见附录 A。
- 5.5.4.2.7 对比试样上的不连续性的位置和形状应与被检零部件相似。
- 5.5.4.2.8 对比试样的粗糙度应满足试样上不连续性的信号与噪声信号之比至少达到 5：1 的信噪比。
- 5.5.4.2.9 表面不连续性对比试样应采用表 1 所列的其中一种合金制造。

表 1 表面不连续性对比试样的常用材料

检验材料	对比试样材料
所有电导率值大于 15%IACS 的非铁磁性金属或合金	电导率值在被检验材料电导率值的±15%IACS 范围内且不低于 15%IACS 的非铁磁性金属或合金
所有电导率值处于 0.8%IACS 至 15%IACS 范围内的非铁磁性金属或合金	电导率值不高于被检验材料电导率值 0.5%IACS 且不低于 0.8 %IACS 的非铁磁性金属或合金
高磁导率钢和高磁导率不锈钢	4130,4330,4340 或任何热处理状态下的相似高磁导率合金
低磁导率钢	退火后的 17-7 PH

- 5.5.4.2.10 近表面不连续性对比试样应由同种基体和相同特性的合金或者是由具有相似电导率、结构、形状的合金制成,应由 3 级人员确认对比试样是否适用。

5.5.4.2.11 当机械加工或钻孔改变了对比试样的电导率并影响涡流信号响应时,试样应重新热处理。

5.5.4.2.12 对比试样可用实际零部件制成。

6 详细要求

6.1 被检件的准备

6.1.1 除非技术文件规定或工程技术部门批准,不应去除零部件或组件表面的保护层。

6.1.2 不应在粗糙度超过 250 Ra 的表面上进行检验。被检表面应满足对比试样上不连续性的信号与检验表面上获得的噪声信号之比至少为 3 : 1。

6.1.3 被检表面不应存在油脂、油、脏物、锈斑、划伤或可能妨碍涡流检测的其他物质。在检验非铁磁性金属零部件时,应特别注意清除其表面的磁性金属及磁性氧化物杂质。

6.1.4 表面有非导电涂层的零部件,当涂层厚度不大于 0.15 mm(0.006 in)并且厚度均匀、无剥落时,可带涂层检验;当涂层厚度大于 0.15 mm(0.006 in)时,需证明所用方法能将涂层最厚处的最小不允许不连续性检验出来,方可带涂层检验。无论何种情况,均应制作表面带同等厚度非导电层的对比试样,非导电层厚度的误差不应超过 ± 0.08 mm(± 0.003 in)。应在该试样上调节涡流检测系统灵敏度,使其达到程序规定的灵敏度要求。

6.1.5 除非另有规定,表面有镉、镉-钛、铬等电镀层的钢件不应采用涡流检测法检验。

6.2 涡流检测系统的标定

6.2.1 按照 5.3 要求制定的检验程序或技术文件进行标定。

6.2.2 涡流检测系统每连续工作 2 h 或每次检验结束后均应重新标定,若发现检验灵敏度低于程序的要求,则自上次标定正常至此次检验之间所有检验的被检件应重新进行检验。检测系统的任何部分改变或检验参数变化,系统应重新标定。

6.2.3 标定过程中对比试样的信号响应幅度不应低于初始标定的幅度。

6.3 检验

6.3.1 检验要求

6.3.1.1 应按检验程序或技术文件的规定进行检验。

6.3.1.2 检验过程中的探头扫查速度应与标定过程中的探头扫查速度相一致。

6.3.1.3 应将被检件上不连续性的信号响应与对比试样上不连续性的信号响应进行比较。

6.3.1.4 被检件边缘的影响不应使信噪比低于 3 : 1。

6.3.2 孔壁的检验

6.3.2.1 确定探头扫查的速度与在深度方向上的进给量应满足对比试样上的不连续性至少被有效扫查两次。

6.3.2.2 当进行手动孔壁检验时,每增加一次深度进给量,都应进行 360° 的扫查。

6.3.2.3 当进行自动或半自动孔壁检验时,扫查速度应保证扫查至对比试样上不连续性时能可靠地触发报警。

6.3.2.4 扫查过程中,探头的提离不应超过标定过程中探头提离 0.13 mm(0.005 in)。

6.3.2.5 对于可调的探头,探头直径应调整至与内壁贴合。

6.3.2.6 对于不可调的探头,探头直径不应小于被检孔内径 0.13 mm(0.005 in)。

6.3.2.7 当使用与高速旋转的探头驱动器配合的孔探头时,探头直径不应小于被检孔内径 0.25 mm(0.01 in)。

6.3.2.8 自动和半自动旋转探头驱动器旋转速度的设置应满足相关规定,当工程技术文件没有规定时,应设置在 1 000 r/min 以上。

6.3.3 表面和近表面检验

6.3.3.1 除非另有规定,扫查被检区域时,扫查间距应符合以下规定:

- a) 当最小不允许不连续性的长度大于测试线圈的直径时,扫查间距不应超过绝对式探头测试线圈的直径或差动式探头中并行排列的单个测试线圈的直径;
- b) 当最小不允许不连续性的长度小于测试线圈的直径时,扫查间距不应超过测试线圈直径的一半。

6.3.3.2 探头最大扫查速度应使对比试样上不连续性的信号幅度不低于标定值的 90%。

6.3.3.3 探头扫查方向应尽量与被检件上可能存在的不连续性的方向相垂直。

6.3.3.4 检验形状复杂的零部件时,应将被检表面按形状的不同划分出检验区域,使每个被检区域的形状基本一致。

6.3.3.5 对于有信号响应的任何被检区域应进行重复扫查,观察信号响应的重复性,需要时可采用其他无损检测方法进行验证。

6.4 评定

被检件应按规定的验收要求进行评定,确定验收或拒收。

6.5 缺陷显示记录

6.5.1 用文字、图表或其他的方式记录缺陷的位置、长度、方向和缺陷的数量。

6.5.2 对于表面开口的缺陷,可采用着色渗透或荧光渗透的方法使缺陷显现出来,然后照相记录。

6.6 合格零部件的标记

当检验程序或技术文件有要求时,经涡流检测合格的零部件应进行标记。标记应醒目,经得起经常拆装。标记应置于组装后可见的位置,若后道工序会去掉标记,则应有适当的标记加盖在伴随成品件的记录单上。标记方式和位置不应影响零部件的使用和以后的检验。对于不便作出标记的零部件,应填写检验报告或有关工作单卡,详细说明被检零部件的质量状况。

6.7 检验记录

检验记录应包括以下内容:

- a) 送检单位和日期;
- b) 被检件名称、图号(或件号)、检验部位、数量;
- c) 仪器、探头的型号、编号和对比试样件号;
- d) 检验参数;
- e) 检验程序的编号和验收要求;
- f) 检验结果;
- g) 检验日期;
- h) 检验人员签字或盖章。

6.8 检验报告

当检验程序或技术文件有要求时,应签发检验报告,检验报告至少应包括 6.7 的内容。

6.9 记录和报告的保存期限

检验记录和检验报告的保存期限按有关规定执行。

7 质量控制

7.1 涡流仪

7.1.1 除非另有规定,涡流仪应每年进行校准或检定。不合格的涡流仪不应继续使用。

7.1.2 以下情况,涡流仪应及时进行校准或检定:

- 首次使用;
- 经过可能影响其性能的修理后;
- 怀疑其工作不正常时。

7.1.3 涡流仪的校准或检定应送指定机构按 JJG(民航) 0061—2001 进行或送该仪器制造厂家进行。

7.2 探头

7.2.1 新购探头应连接到一台经检定合格的涡流仪上,按照 JJG(民航) 0061—2001 的规定对其灵敏度、信噪比进行测试;孔探头应在附录 A 所示的 2、3 型对比试样上进行测试,如果性能达不到要求,则该探头不应使用。

7.2.2 在使用过程中,应随时检查探头的磨损情况,发现探头严重磨损,致使线圈裸露时,则该探头不应继续使用。

7.3 试样

7.3.1 标准试样的检定

标准试样的工作表面不应有明显划伤和其他损伤。除非另有规定,标准试样应每 3 年检定一次。

7.3.2 对比试样的校准

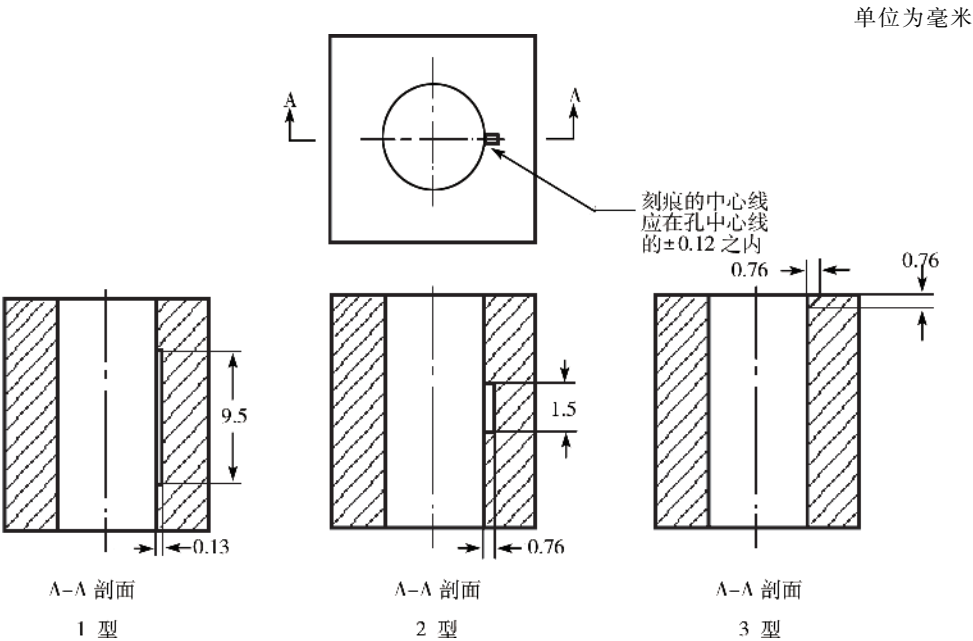
7.3.2.1 除非另有规定,对比试样初始使用前应进行校准。在每次使用前,检验人员应对对比试样工作表面的机械损伤、腐蚀、目视可见磨损等可能改变不连续性尺寸的损伤进行检查,若发现损伤,应由涡流检测 3 级人员进行评定,确定是否可用。

7.3.2.2 经校准的对比试样应有证书,证书应注明:

- 不连续性的长度、深度和宽度;
- 图样规定的临界尺寸和材料特性。

附录 A
(规范性附录)
涡流检测孔壁对比试样

- A.1 材料见表 1。
A.2 尺寸及公差见图 A.1。



注:公差位于表 A.1 中。

图 A.1 涡流检测孔壁对比试样

- A.3 孔壁的不连续性类型见表 A.1。

表 A.1 孔壁不连续性类型表

类型	不连续性尺寸		
	mm		
	长度	深度	最大宽度
1 型	9.5 ± 0.95	0.13 ± 0.01	0.18
2 型	1.5 ± 0.15	0.76 ± 0.07	0.18
3 型	0.76 ± 0.07	0.76 ± 0.07	0.18

B.1.2 尺寸及公差见图 B.1。

Technical drawing of a three-span continuous beam. The beam has a total length of 60 units, divided into four segments: 15 ~ 35, 15 ~ 30, 15 ~ 30, and 15 ~ 35. The beam is supported by four vertical supports. The dimensions and tolerances for the beam segments are as follows:

- Segment 1 (15 ~ 35): 0.2 ± 0.05
- Segment 2 (15 ~ 30): $0.12 \begin{smallmatrix} +0.01 \\ -0.02 \end{smallmatrix}$
- Segment 3 (15 ~ 30): $0.12 \begin{smallmatrix} +0.01 \\ -0.02 \end{smallmatrix}$
- Segment 4 (15 ~ 35): $0.12 \begin{smallmatrix} +0.01 \\ -0.02 \end{smallmatrix}$

The beam is shown in two views: a top view and a side view. The top view shows the beam with a width of 5 ~ 15 and a height of 20 ~ 40. The side view shows the beam with a width of 5 ~ 15 and a height of 20 ~ 40. The beam is supported by four vertical supports, each with a width of 3.2. The beam is shown in a perspective view, with the top view and side view. The beam is shown in a perspective view, with the top view and side view.

图 B.1 涡流检测铝标准试样

B.2.2 尺寸及公差见图 B.2。

图 B.2 涡流检测钢标准试样

