

ICS 号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CMES XXXX—20XX

无损检测

再制造发动机缸体涡流检测方法

Non-destructive testing—Eddy current testing of
remanufactured engine cylinder

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

中国机械工程学会标准征求意见稿

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

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 方法概要	1
5 检测人员要求	2
6 检测系统	2
7 检测程序	3
8 检测结果判定	5
9 检测记录和报告	5
附录 A （资料性附录） 发动机缸体缸筒自动化测漏检测	7
附录 B （资料性附录） 发动机缸体专用测漏检测探头	8

中国机械工程学会标准征求意见稿

前 言

本标准依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》的有关要求编写。

本标准起草单位：

本标准起草人：

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何类别专利的鉴别。

本标准首次制定。

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会标准征求意见稿

无损检测 再制造发动机缸体涡流检测方法

1 范围

本文件规定了再制造发动机缸体（以下简称缸体）涡流检测的方法概要、检测人员要求、检测系统、检测程序、检测结果判定、检测记录和报告。

本文件适用于发动机缸体再制造前及再制造后的涡流检测。

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 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.6 无损检测 术语 涡流检测

GB/T 14480.1 无损检测仪器 涡流检测设备 第1部分：仪器性能和检验

GB/T 14480.2 无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验

GB/T 14480.3 无损检测仪器 涡流检测设备 第3部分：系统性能和检验

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

GB/T 28619-2012 再制造 术语

3 术语和定义

GB/T 12604.6、GB/T 20737 和 GB/T 28619 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 28619-2012 中的某些术语和定义。

3.1

再制造 remanufacturing

对再制造毛坯进行专业化修复或升级改造，使其质量特性不低于原型新产品水平的过程。

注1：其中质量特性包括产品功能、技术性能、绿色性、经济性等。

注2：再制造过程一般包括再制造毛坯的回收、检测、拆解、清洗、分类、评估、修复加工、再装配、检测、标识及包装等。

[GB/T 28619—2012，定义 2.2]

4 方法概要

发动机缸体通常是采用铸铁材料或高性能合金（如铝合金、镁合金等）铸造而成。缸体在高压与高温环境下工作，因此需检查其表面和近表面缺陷。在再制造之前，应对发动机缸体进行涡流检

测，包括外部表面和内部孔道，以评估其状况及可修复性，确定其再制造价值，或针对其损伤状态进行有针对性的再制造；再制造之后，应对修复区域和关键部位进行涡流检测，以确认修复效果，检查其再制造质量。

5 检测人员要求

执行本文件实施检测的人员，应按照 GB/T 9445 规定的或合同各方同意的体系进行资格鉴定与认证，并由雇主或其代理对其进行岗位培训和操作授权。

6 检测系统

6.1 概述

检测系统应包括涡流检测仪、涡流检测探头和标准试块，必要时还应包括检测辅助装置，如自动扫查装置等。

检测新系统应满足 GB/T 14480.3 的要求，并进行系统性能校验。

6.2 涡流检测仪

涡流检测仪应满足 GB/T 14480.1 的要求，且具备以下功能：

- a) 频率范围：应能满足缸体材料的检测要求，至少在 1 kHz~1 MHz 可选择；
- b) 相位旋转：360° 连续可调，步长不大于 1°；
- c) 信号显示：具有线性时基和阻抗平面两种显示，且能对信号进行示踪冻结；
- d) 信号分析：能对阻抗平面上任一测量信号进行相位和幅度分析，并与先前存储的参考信号进行对比。

6.3 涡流检测探头

应根据缸体检测部位，选取相应的涡流检测探头（见附录 B）。涡流探头应满足 GB/T 14480.2 的要求，且还需满足如下要求：

- a) 工作频率应满足指定缸体材料的检测要求；
- b) 与被检件的接触面宜安装保护层，例如陶瓷片或耐磨胶带，以防止探头磨损。

6.4 标准试块

标准试块用于对涡流检测设备进行参数设定和校验。标准试块应采用与缸体同类型的材料制作，材料应无影响校验的缺陷。标准试块的长度应至少为 100 mm。除合同有关各方另有约定之外，标准试块上应采用电火花加工深度分别为 0.2 mm、0.5 mm 和 1.0 mm 的矩形槽，槽与槽的间距应至少为 20 mm，两端槽距标准试块边沿的距离应至少为 20 mm，深度允许误差为 ±0.05 mm，槽的宽度应不大于 0.03 mm。标准试块的尺寸见图 1 所示。

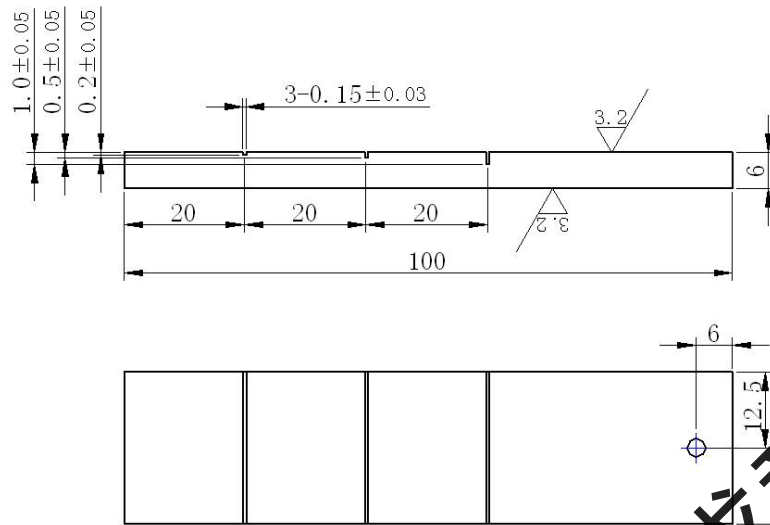


图1 标准试块

6.5 检测辅助装置

高温检测时，应配备高温保护装置或配备专用高温涡流检测探头。

自动扫查时，应配备位置记录装置和自动扫查装置，如探头旋转移动装置（见附录 A）。

6.6 检测系统的维护和校验

应制定书面规程，对检测系统进行周期性维护、校验和检查，以保证仪器功能。检测系统应至少每年进行一次校验。

7 检测程序

7.1 检测前的准备

检测准备工作要求如下：

- 被检件表面应光滑，无毛刺，不应有影响涡流检测的粉尘、污染物和铁磁性粉屑。如不满足要求，应加以清除，清除时不应损坏被检工件表面。再制造前的被检件若存在偏磨等几何形状缺陷，应进行机加工圆整化；
- 再制造发动机缸体涡流检测不应在影响正常工作的强磁、震动、高频、灰尘大、有腐蚀性气体的地点进行；
- 工作地点的温度及湿度应控制在仪器设备及被检工件所允许的范围内。

7.2 检测作业指导书或工艺卡的编制

应用单位应根据使用的仪器和现场实际情况，按照本文件的要求分别编制再制造前以及再制造后的检测作业指导书或工艺卡，其内容应至少包括以下要素：

- 被检缸体：名称、规格、编号；
- 检测技术要求：检测技术等级、检测部位；
- 检测设备：检测仪器和探头类型、规格，标准试样规格及人工伤尺寸；
- 检测工艺参数：频率、增益、相位、滤波等；
- 检测操作程序及扫查次序；

f) 检测记录、检测示意图及波形评定的具体要求。

7.3 检测步骤

7.3.1 检测系统校验

在检测前，应按照 GB/T 14480.3 要求采用本文件规定的标准试块对涡流检测系统进行检验，以确认系统性能满足检测要求。

对再制造前的被检件，应采用经供需双方认可的、带有自然缺陷或人工缺陷的同材质对比试样设定检测灵敏度，也可以采用本文件规定的标准试块上 0.2 mm 深刻槽设定检测灵敏度。

对再制造后的被检件，应采用经双方认可的、带有人工缺陷的对比试样设定检测灵敏度。

7.3.2 缸体的检测

7.3.2.1 基本扫查方法

缸体形状复杂，通常采用人工检测，对于大表面与大曲面也可进行自动扫查（见附录 A）。

以下为缸体的基本扫查方法：

- a) 确定缸体表面状态，设置探头和扫查覆盖区域；
- b) 将涡流检测探头垂直置于缸体的表面；
- c) 确定扫查方向，通过多次扫查，100%覆盖被检区域；相邻的两次扫查应保证涡流检测探头覆盖区域有 10% 的重叠；
- d) 在缸体表面上确定存在涡流检测信号的异常部位，并进行标识。

在保证涡流检测探头与缸体表面良好接触的情况下应尽量少用力，或在探头工作部位粘贴一层耐磨胶带或普通胶带（须重新校验灵敏度），以减少探头的磨损。

必要时，对上述部位进行垂直方向的扫查检测。

7.3.2.2 缸体平面扫查

将涡流检测探头置于缸体平面上，沿一方向平行扫查（见图 2），扫查速度应匀速、且不大于 0.5 m/s，扫查间距应不大于 5 mm。在保证探头与工件接触的情况下应尽量少用力，或在探头工作部位粘贴一层耐磨胶带或普通胶带（须重新校验灵敏度），以减少探头的磨损。

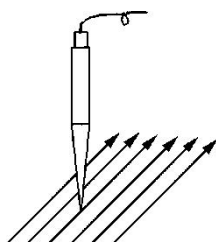


图 2 缸体平面扫查示意图

7.3.2.3 缸体圆弧面扫查

将涡流检测探头垂直置于缸体圆弧面上，沿 R 方向曲线和轴向直线方向平行扫查（见图 3），扫查速度应匀速、且不大于 0.3 m/s，扫查间距应不大于 5 mm。

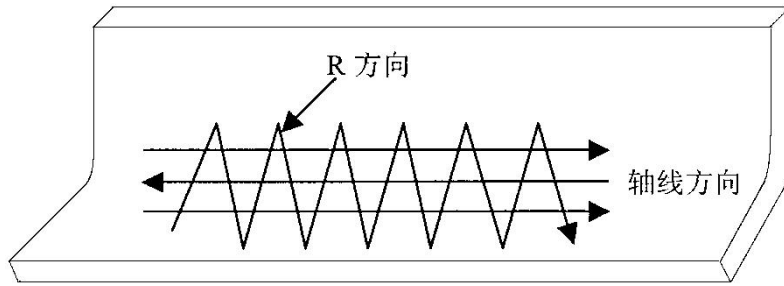


图3 缸体圆弧面扫查示意图

7.3.2.4 缸体缸筒内壁扫查

将涡流检测探头置于缸体缸筒内壁中，调整定位套圈位置并固紧螺栓，均匀地扫查整个圆周（见图4），直至整个缸筒的底部。扫查速度应不大于 0.2 m/s，扫查间距应不大于 3 mm。

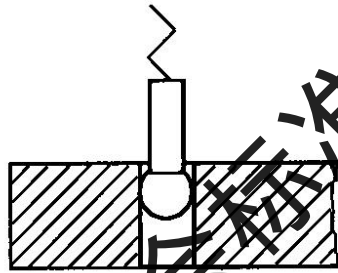


图4 缸体缸筒内壁检测示意图

7.4 检测数据的实时分析与处理

当在涡流检测中发现缺陷信号时，应对出现缺陷信号的区域进行反复扫查，以确定缺陷长度，并记录缺陷的长度。如有可能，应沿着垂直于缺陷长度方向进行扫查，以确定缺陷信号的幅度，并记录最大缺陷幅度。

8 检测结果判定

对于检出缺陷，可通过响应信号幅值与标准试块上不同深度人工缺陷响应信号幅值的比较评定缺陷的深度，响应信号的相位可作为判定检出缺陷深度的参考依据。

应根据相关产品的技术条件或与委托方商定的验收准则，对被检测工件给出合格与否的结论。当产品技术条件和相关技术协议未给出验收准则时，仅对所发现缺陷给出定量的评定，而不给出合格与否的结论。

9 检测记录和报告

9.1 检测记录

应按检测工艺规程的要求记录检测数据和有关信息，记录内容应至少支撑检测报告中的内容，并按法规、文件和（或）合同要求保存所有记录。

9.2 检测报告

检测报告的内容应当根据检测要求制定，应至少包括以下内容：

- a) 被检缸体名称、编号、规格、材质、表面状态；
- b) 委托单位；
- c) 检测单位；
- d) 检测标准及验收等级；
- e) 检测区域和范围；
- f) 检测工艺卡编号；
- g) 检测仪器设备：检测仪器型号及编号、探头类型及尺寸、试块型号等；
- h) 仪器检测参数；
- i) 缺陷检测情况：缺陷位置简图、缺陷位置、尺寸、波幅等；
- j) 检测结果及结论；
- k) 检测人员和审核人员签字及其资格；
- l) 报告签发日期。

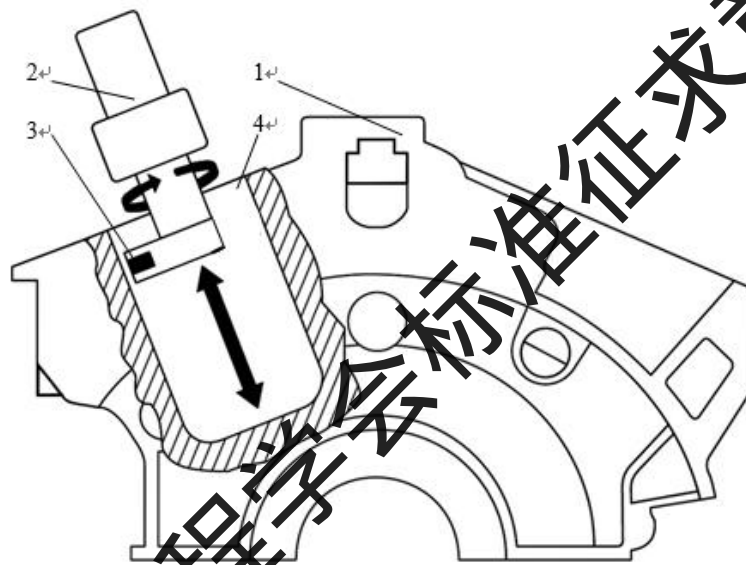
中国机械工程学会标准征求意见稿

附录 A

(资料性附录)

发动机缸体缸筒自动化涡流检测

发动机缸体中的缸筒是活塞高速运动的区域，它承受着高压和高温的环境。为确保性能，缸筒的内表面和近表面不能有任何缺陷。因此，在发动机缸体检测中，对缸筒内表面的缺陷进行检测至关重要。由于缸筒内表面呈圆柱形曲面，故可以采用自动化方法进行检测，如图 A.1 所示。采用旋转涡流检测探头在缸筒内进行螺旋扫查，这种方法具有扫查全面、精度高、效率高等优点。



标引序号说明：

1——缸体；

2——探头旋转移动装置；

3——探头；

4——缸筒内表面。

图 A.1 发动机缸体缸筒自动化涡流检测示意图

附录 B

(资料性附录)

发动机缸体专用涡流检测探头

发动机缸体为复杂形状工件，需使用如下特殊专用涡流检测探头进行扫查检测。

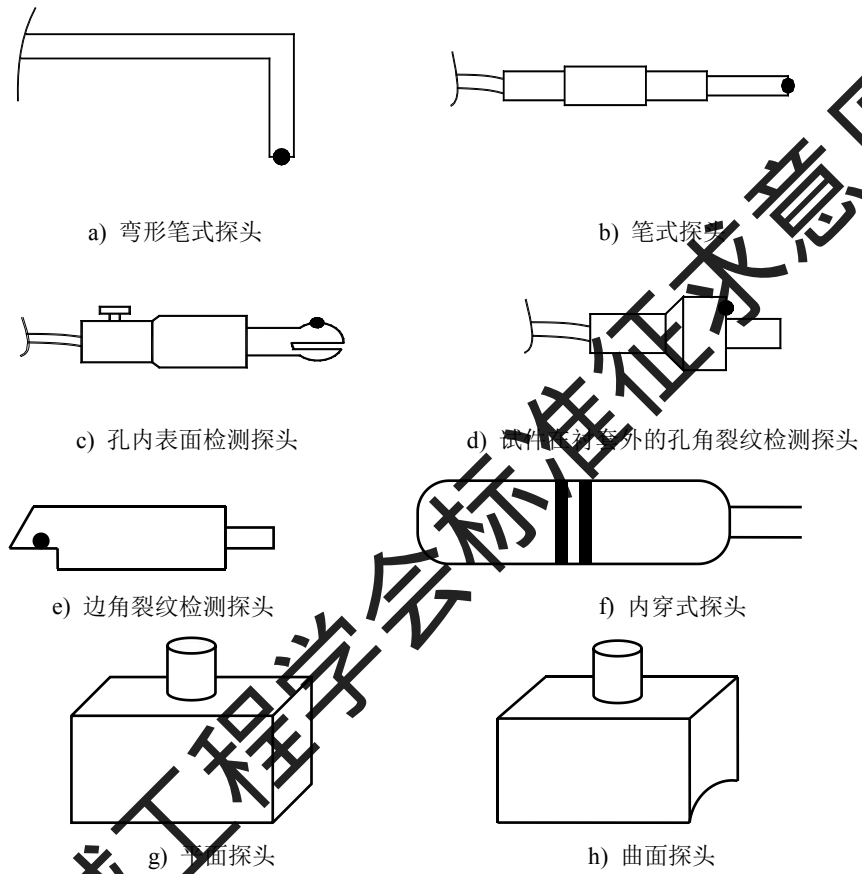


图 B.1 发动机缸体专用涡流检测探头

中国机械工程学会标准征求意见稿

ICS 号

中国标准文献分类号

关键词：中国机械工程学会、模板
