

ICS 19.100
J 04
备案号: 44421—2014

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10555—2013
代替 JB/T 10555—2006

无损检测 气门超声检测

Nondestructive testing—Ultrasonic testing of aivs

2013-12-31 发布

2014-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 人员要求.....	1
5 方法概要.....	1
6 检测系统.....	1
6.1 超声检测系统性能.....	1
6.2 探头.....	2
6.3 耦合剂.....	2
7 检测准备.....	2
7.1 表面清理.....	2
7.2 表面粗糙度.....	2
7.3 检测环境.....	2
8 检测灵敏度.....	2
8.1 气门杆身超声检测灵敏度的调节.....	2
8.2 气门大、小头堆焊层超声检测灵敏度的调节.....	3
9 检测.....	3
9.1 检测时机.....	3
9.2 气门杆身内部缺欠的检测.....	3
9.3 气门小头堆焊层的检测.....	4
9.4 气门大头工作面堆焊层的检测.....	4
10 结果解释和评价.....	5
11 质量分级.....	5
11.1 气门杆身质量分级.....	5
11.2 气门小头堆焊层质量分级.....	5
11.3 气门大头工作面堆焊层质量分级.....	6
11.4 气门综合质量分级.....	6
12 检测报告.....	6
附录 A (规范性附录) JM-1 型气门试块.....	7
A.1 JM-1 型试块的技术要求.....	7
A.2 JM-1 型试块的使用方法.....	7
图 1 气门示意图.....	IV
图 2 气门大、小头堆焊层示意图.....	V
图 3 气门杆身超声检测及反射波形示意图.....	3
图 4 气门小头堆焊层焊接超声检测及反射波形示意图.....	4
图 5 气门大头堆焊层焊缝超声检测及反射波形示意图.....	4

JB/T 10555—2013

图 A.1 JM-1 型气门试块.....	7
表 1 整体气门杆身质量分级.....	5
表 2 摩擦焊接气门杆身质量分级.....	5
表 3 气门小头堆焊层质量分级.....	5
表 4 气门大头工作面堆焊层质量分级.....	6

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替JB/T 10555—2006《无损检测 气门超声检测》，与JB/T 10555—2006相比主要技术变化如下：

- 修改了方法概要（见第5章，2006年版的第6章）；
- 修改了超声检测系统性能要求（见6.1，2006年版的7.1）；
- 修改了探头的性能要求（见6.2，2006年版的7.2）；
- 调整了检测灵敏度（见第8章，2006年版的第10章）；
- 增加了结果解释和记录（见第10章）；
- 修改了质量分级（见第11章，2006年版的第11章）；
- 删除了气门概况（2006年版的第4章）。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国无损检测标准化技术委员会（SAC/TC56）归口。

本标准起草单位：上海泰司检测科技有限公司、无锡市苏台工业检测技术研究所、上海材料研究所。

本标准主要起草人：孙岳宗、章怡明、金宇飞。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 10555—2006。

引 言

气门分为进气门和排气门两大类，它是用来控制发动机气缸的进气和排气的部件，气门由气门杆和大头托盘组成。气门小头堆焊层和大头工作面堆焊层焊缝及杆身摩擦焊缝的质量是气门实施超声检测的重点部位，如图1所示。

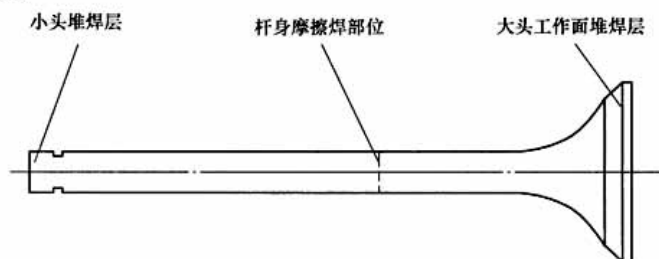


图 1 气门示意图

由于气门几何形状的特殊性：气门的超声检测，分为气门大、小头堆焊层焊缝的检测和气门杆身的检测这两大部分，只有这两大部分检测均合格的气门，才能是整体上合格的气门。

气门是发动机气缸的门户，在“进气-压缩-火花爆炸-排气”四冲程发动机的高速运转过程中，气门始终在高温、高压状态下工作。为了提高气门的使用寿命，在制造气门的工序中特地把气门小头端部和气门大头工作面的圆周部位加工成凹槽，再用不锈钢进行焊接填满这些凹槽，从而形成不锈钢焊缝的堆焊层。因为不锈钢在620℃~780℃时，强度最高。经过不锈钢堆焊处理的气门，其使用寿命大大提高。但是，如果气门大、小头不锈钢堆焊层内部产生缺欠未能及时检测出来，则会给高速运转的发动机造成安全隐患。

为了检测出气门大、小头不锈钢堆焊层内部缺欠，经过大量实验，研制出一种专门用来检测气门大、小头不锈钢堆焊层焊缝质量的双晶聚焦超声波探头，从而解决了气门大、小头不锈钢堆焊层焊缝的超声检测技术问题（见图2），这是贯彻实施本标准的关键技术。

气门是一种细而长的部件，图2是以“解放牌”载货汽车用6气缸，缸径为 $\phi 110$ mm的6110型发动机为例，其气门杆的长度为137 mm，气门杆直径为9 mm，而气门小头锁片处直径为7 mm，气门小头堆焊层直径为9 mm，焊缝厚度为2.5 mm；气门大头工作面堆焊层宽度为4 mm，焊缝厚度为3.5 mm，如图4和图5所示，其他型号的发动机气门也都是细而长的相似形。气门这种特殊的几何形状决定了超声检测气门杆身时，选择检测灵敏度的方法的特殊性；它不能选用平底孔当量法作起始灵敏度，否则会引起很大误差，这是因为当选择一个单晶片的直径与气门杆直径相当的直探头，从气门小头入射到气门杆身内部进行超声检测时，由于超声波指向角 θ 的影响（ $\theta = \arcsin 1.22 \frac{\lambda}{D}$ ，式中： D ——探头晶片直径； λ ——波长）；会使超声束在气门杆内壁上产生多次往复的侧壁反射，从而对主声束进行干扰，它不满足平底孔的边界条件：即工件直径有足够大，当超声束入射到工件底面时，尚未扩散到工件的侧壁。而气门是细长工件，不能满足平底孔的孔径 ϕ 与声程 S 的关系按40 lg规律变化： $40 \lg \left(\frac{\phi}{\phi_2} \right) + 40 \lg \left(\frac{S_2}{S_1} \right) = \Delta \text{dB}$ ，

从而引起的计算缺欠当量产生误差。所以在检测气门杆身时，本标准不采用平底孔来做起始灵敏度，而选用气门本体调节仪器灵敏度，经过大量试验（3万根气门的超声检测、解剖、实验）证明：本标准选择方法是可行的。这是在现场生产检测中本标准又一个技术特点。

JB/T 10555—2013

单位为毫米

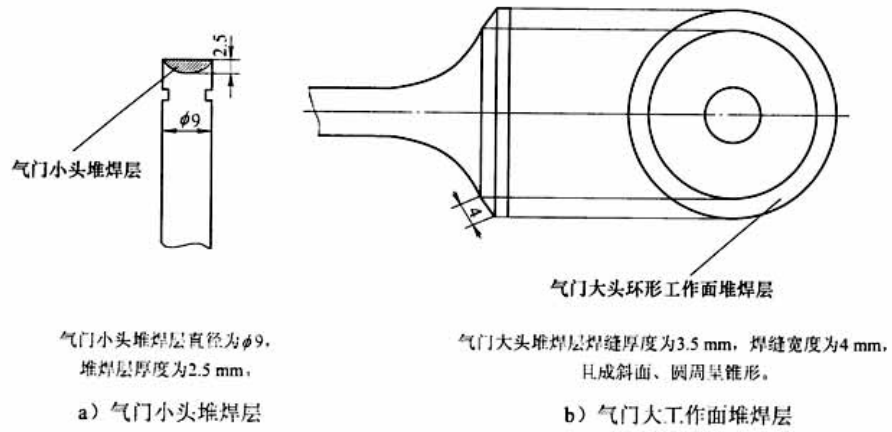


图2 气门大、小头堆焊层示意图

无损检测 气门超声检测

1 范围

本标准规定了进、排气门的超声检测方法及质量分级。

本标准适用于发动机缸径在 200 mm 以下的进、排气门，也适用于摩托车发动机气门。

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 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

GB/T 23905 无损检测 超声检测用试块

JB/T 9214 无损检测 A 型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法

3 术语和定义

GB/T 12604.1 和 GB/T 20737 界定的术语和定义适用于本文件。

4 人员要求

按本标准实施检测的人员，应按 GB/T 9445 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职位专业培训和操作授权。

对从事气门超声检测的人员进行职位专业培训的内容应包括：

a) 了解气门的加工、热处理和焊接工艺；

b) 经过气门超声检测的专业技术培训和实践（不少于 5 000 支气门的超声检测）。

5 方法概要

5.1 气门的超声检测可采用接触式，其中：

a) 气门大、小头堆焊层用双晶聚焦探头检测；

b) 气门杆身用单晶直探头检测。

5.2 由于气门本身几何形状的特殊性，气门的超声检测分为杆身检测和大、小头堆焊层的检测。

6 检测系统

6.1 超声检测系统性能

应按 JB/T 9214 对超声检测系统性能进行测试，并符合下列要求：

JB/T 10555—2013

- 水平线性偏差不大于 1%；
- 垂直线性偏差不大于 5%；
- 动态范围不小于 30 dB；
- 灵敏度余量不小于 45 dB（在 GB/T 23905 所述的 CS-1 试块上的 $\phi 2/200$ 平底孔上测得）；
- 分辨力（ X 值）不小于 24 dB；
- 衰减器不小于 100 dB。

6.2 探头

- 6.2.1 探头为单晶直探头和双晶聚焦探头。
- 6.2.2 单晶直探头的频率为 2.5 MHz，探头晶片直径与气门杆直径相当。
- 6.2.3 双晶聚焦探头的频率为 5 MHz。

6.3 耦合剂

宜采用机油或化学浆糊（羧甲基纤维素的水溶液）作耦合剂。

7 检测准备

7.1 表面清理

被检气门表面应干净、光滑。凡不利于超声波传入及与耦合剂不浸润的表面都应清理干净后，方可进行超声检测。

7.2 表面粗糙度

气门杆身、大小头堆焊层的表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu\text{m}$ 。

7.3 检测环境

气门超声检测现场环境应有水源、电源装置，光线适中，且置于无强磁场、无振动、无高温、无灰尘、无噪声和无腐蚀气味环境中。场地大小应便于工作，且气门运输进出方便，以保证超声检测人员能正常进行操作。

8 检测灵敏度

8.1 气门杆身超声检测灵敏度的调节

8.1.1 本标准选用气门本体来调节超声检测灵敏，这种检测方法的优点是：既消除了人工试块与气门不同批号之间衰减系数 μ 不同而导致检测结果的差异；也消除了每一批气门材料晶粒度不同引起检测结果的差异，从而真实反应气门质量的优劣。

8.1.2 从每批被检测气门中任选 10 根气门。

8.1.3 按 6.2.2 要求对选好的 10 根气门逐一从气门小头端部进行超声检测。

8.1.4 调节衰减器使其气门大头背面回波高度为 80% 满幅度。

8.1.5 再次调节衰减器，使灵敏度提高 8 dB，重复检测上面 10 根气门，若无缺欠波出现，则此时衰减器读数的 dB 值即为仪器对气门杆身超声检测的起始灵敏度。

8.1.6 对摩托车发动机气门，将 8.1.5 中仪器灵敏度提高 8 dB 改为灵敏度提高 4 dB，即可作为摩托车发动机气门杆身超声检测的起始灵敏度。

8.1.7 在 8.1.5 中, 当调节仪器衰减器读数, 使灵敏度提高 8 dB 时, 若发现 10 根气门中多数有缺欠波出现, 则需另选 10 根气门, 用 8.1.3 和 8.1.4 方法进行检测, 直到满足 8.1.5 的要求为止。

8.1.8 在每批气门检测之前和连续检测 2 h 后, 均应校准一次仪器灵敏度。一旦发现仪器灵敏度发生变化, 应及时重新校准仪器灵敏度。在发现灵敏度变化前检测的气门, 应全部重新检测。

8.2 气门大、小头堆焊层超声检测灵敏度的调节

用 6.2.3 中双晶聚焦探头在附录 A 所述的 JM-1 型气门试块上, 调节仪器与双晶聚焦探头组合灵敏度, 使声程为 3 mm 的 $\phi 1 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ 长横孔反射波高达到 80% 幅度, 作为起始灵敏度, 对气门大、小头堆焊层进行检测。连续检测 2 h 后, 应重新校准一次灵敏度。

9 检测

9.1 检测时机

应在被检气门大、小头堆焊层磨加工完成后进行。

9.2 气门杆身内部缺欠的检测

9.2.1 概述

气门杆身分为用一种材料制成整体杆身和用两种不同材料摩擦焊接制成杆身两大类。

9.2.2 整体杆身的检测

用品片直径与杆身直径相当的直探头, 施加稳定的力压在气门小头端, 使纵波从气门小头入射, 穿过气门杆, 到气门大头反射回来, 从而确定缺欠位置。必要时也可从气门大头底部入射纵波进行验证缺欠大小和位置。

9.2.3 摩擦焊接杆身的检测

用两种材料摩擦焊制成的气门杆身, 当按 9.2.2 检测时, 由于两种材料的声阻抗 Z 不相同 ($Z = \rho C$, 式中 ρ ——材料密度, C ——材料声速), 则在摩擦焊接部分会有一反射波。此反射与摩擦焊缝中的缺欠反射波的位置相同, 但波幅高度不同。在相同灵敏度下, 每根气门声阻抗反射波高度基本一致 (见图 3),

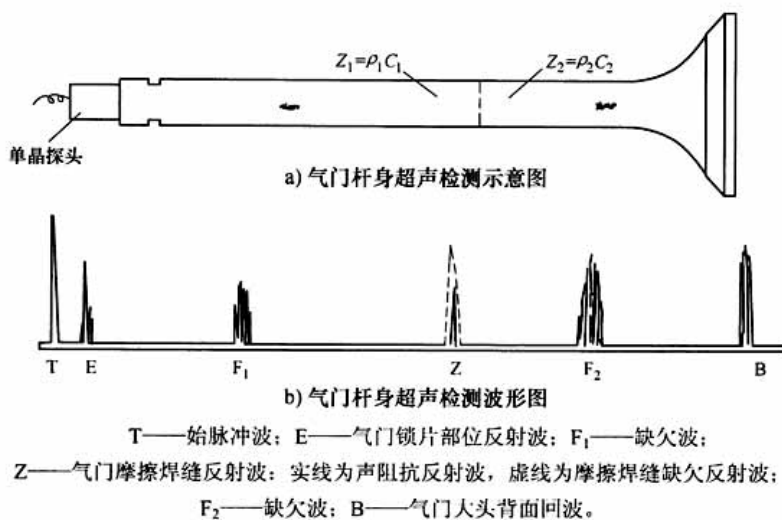


图 3 气门杆身超声检测及反射波形示意图

JB/T 10555—2013

图 3 b) 中 Z 反射波: 实线波形表示声阻抗反射波, 虚线波形表示摩擦焊缝中缺欠波高。一旦有缺欠反射波, 则声阻抗反射波消失。

9.3 气门小头堆焊层的检测

用 6.2.3 中双晶聚焦探头, 由气门小头端部入射, 对整个堆焊层部位进行超声检测 [见图 4 a)], 气门小头堆焊层反射波形见图 4 b)。

单位为毫米

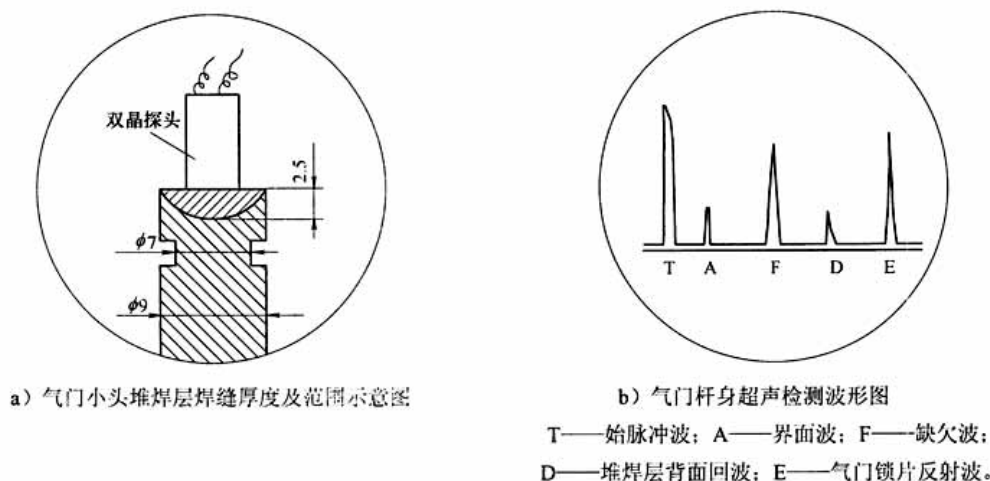


图 4 气门小头堆焊层焊接超声检测及反射波形示意图

9.4 气门大头工作面堆焊层的检测

9.4.1 用 6.2.3 中双晶聚焦探头在气门大头工作面堆焊层上沿圆周方向进行检测 [见图 5 a)]。气门大头堆焊层反射波形如图 5 b) 所示。

9.4.2 必要时, 也可用双晶聚焦探头在气门大头底部 (堆焊层背面), 沿圆周方向, 对气门大头堆焊层进行检测。

单位为毫米

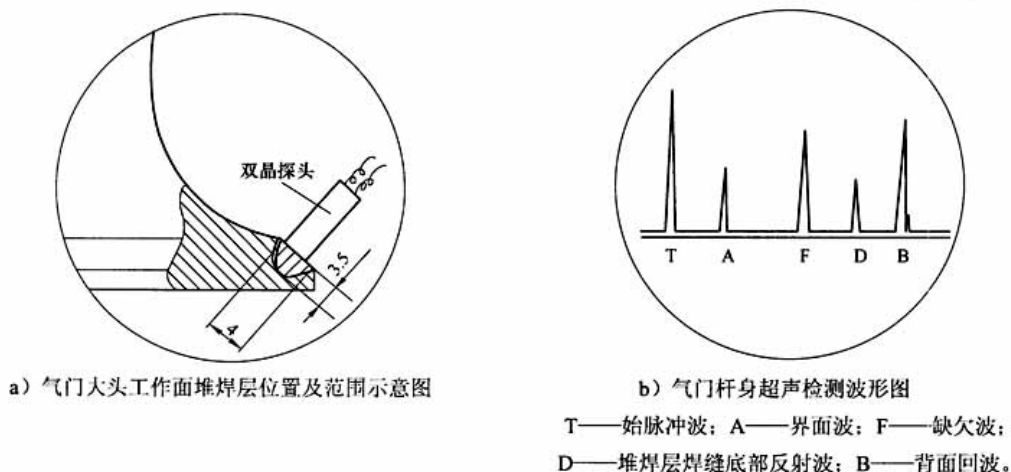


图 5 气门大头堆焊层焊缝超声检测及反射波形示意图

10 结果解释和评价

如果出现一个缺欠反射回波，则评为单个缺欠。应记录单个缺欠的最大回波幅度。

如果出现两个或两个以上缺欠反射回波，则评为多个缺欠（或群缺欠）。应记录多个缺欠中的最大回波幅度。

应观察和记录气门背面回波幅度的变化。

11 质量分级

11.1 气门杆身质量分级

11.1.1 整体气门杆身质量分级

按 8.1 校准的灵敏度，用 9.2.2 方法，对整体气门杆身进行超声检测，若发现气门杆身内有缺欠反射回波或背面回波下降的，按表 1 进行评级。

表 1 整体气门杆身质量分级

质量级别	单个缺欠的最大回波幅度	多个缺欠的最大回波幅度	背面回波的下降幅度
1	≤40%	≤30%	≥70%，<90%
2	>40%，≤80%	>30%，≤60%	≥50%，<70%
3	>80%，≤95%	>60%，≤80%	≥20%，<50%

11.1.2 摩擦焊接气门杆身质量分级

按 8.1 校准的灵敏度，用 9.2.3 的方法，对摩擦焊接气门杆身进行超声检测，若发现气门杆身内有缺欠反射回波或背面回波下降的，按表 2 进行评级。

表 2 摩擦焊接气门杆身质量分级

质量级别	摩擦焊缝中缺欠的最大回波幅度	杆身中单个缺欠的最大回波幅度	杆身中多个缺欠的最大回波幅度	背面回波的下降幅度
1	>20%，≤50%	≤30%	≤20%	≥60%，<80%
2	>50%，≤80%	>30%，≤60%	>20%，≤50%	≥40%，<60%
3	>80%，≤95%	>60%，≤90%	>50%，≤80%	≥20%，<40%

11.2 气门小头堆焊层质量分级

按 8.2 校准的灵敏度，用 9.3 的方法，对气门小头堆焊层进行超声检测，若发现缺欠，按表 3 进行评级。

表 3 气门小头堆焊层质量分级

质量级别	缺欠的最大回波幅度
1	≤30%
2	>30%幅度，≤50%
3	>50%幅度，≤80%

JB/T 10555—2013

11.3 气门大头工作面堆焊层质量分级

按 8.2 校准的灵敏度，用 9.4 的方法，对气门大头堆焊层进行超声检测，若发现缺欠，按表 4 进行评级。

表 4 气门大头工作面堆焊层质量分级

质量等级	缺欠回波高度
1	缺欠回波高度小于等于 40%幅度
2	缺欠回波高度大于 40%幅度，小于等于 60%幅度
3	缺欠回波高度大于 60%幅度，小于等于 90%幅度

11.4 气门综合质量分级

综合气门杆身质量分级、气门小头堆焊层质量分级、气门大头工作面堆焊层质量分级后，整根气门的质量级别，应以其中最差的级别作为整根气门的综合质量级别。

12 检测报告

气门超声检测后，根据检测结果，按第 11 章进行分级，应由 2 级或 2 级以上超声检测人员编写检测报告，其内容应至少包括：

- a) 气门名称、型号、数量、件号、配主机型号、验收标准；
- b) 气门材料、成型工艺、工序号、热处理；
- c) 超声波仪器型号、检测方法、探头规格代号；
- d) 检测结果，评定级别，结论，绘出缺陷草图；
- e) 检测人员、报告审核人员签字、资格证书级别，报告日期，盖检测报告专用章。

附 录 A
(规范性附录)
JM-1 型气门试块

A.1 JM-1 型试块的技术要求

A.1.1 材料：与被检气门的材料相同或相类似，热处理工艺相同。

A.1.2 试块内不允许有大于 $\phi 0.8$ mm 平底孔当量的缺陷。

A.1.3 试块表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu\text{m}$ 。

A.1.4 试块尺寸为：12 mm \times 12 mm \times 120 mm，在离检测面 1.5 mm、2.5 mm、3.5 mm、4.5 mm、5.5 mm 各孔水平间距为 20 mm 钻 $\phi 1$ mm 横通孔，五个横孔长度均为 12 mm，如图 A.1 所示。

A.1.5 五个横通孔离检测面声程分别为 1 mm、2 mm、3 mm、4 mm 和 5 mm；距反面声程分别为 6 mm、7 mm、8 mm、9 mm 和 10 mm。

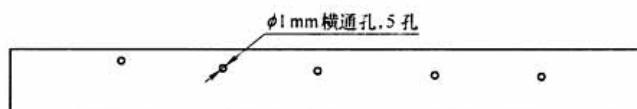


图 A.1 JM-1 型气门试块

A.2 JM-1 型试块的使用方法

A.2.1 JM-1 型试块用来校准仪器灵敏度和确定缺陷离检测面的深度。

A.2.2 JM-1 型试块上五个 $\phi 1$ mm 横孔代表 10 个不同距离，即从 1 mm 到 10 mm 每间隔 1 mm 就有一个。

A.2.3 $\phi 1$ mm \times 12 mm 横通孔。

A.2.4 用双晶聚焦探头检测出离检测面为 3 mm 的一个 $\phi 1$ mm \times 12 mm 的横通孔，作为起始灵敏，确定缺欠波位置（格数），然后，即可用来检测气门大、小头堆焊层焊缝的质量。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
无 损 检 测 气 门 超 声 检 测
JB/T 10555—2013

*

机械工业出版社出版发行
北京市百万庄大街 22 号
邮政编码：100037

*

210mm×297mm·1 印张·25 千字
2014 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
定价：18.00 元

*

书号：15111·11602

网址：<http://www.cmpbook.com>

编辑部电话：(010) 88379778

直销中心电话：(010) 88379693

封面无防伪标均为盗版



JB/T 10555-2013

版权专有 侵权必究