

ICS 19.100
J 04
备案号: 49958—2015



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10554.2—2015
代替 JB/T 10554.2—2006

无损检测 轴类球墨铸铁超声检测 第2部分: 球墨铸铁曲轴的检测

**Nondestructive testing—Ultrasonic testing of nodular cast iron
—Part 2: Testing of nodular cast iron crankshafts**

2015-04-30 发布

2015-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
无 损 检 测 轴 类 球 墨 铸 铁 超 声 检 测
第 2 部 分：球 墨 铸 铁 曲 轴 的 检 测
JB/T 10554.2—2015

*

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 • 0.75 印 张 • 23 千 字

2016 年 1 月 第 1 版 第 1 次 印 刷

定 价：15.00 元

*

书 号：15111 • 12837

网 址：<http://www.cmpbook.com>

编 辑 部 电 话：(010) 88379399

直 销 中 心 电 话：(010) 88379693

封 面 无 防 伪 标 均 为 盗 版

版 权 专 有 侵 权 必 究

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 球墨铸铁曲轴概况.....	1
3.1 曲轴概述.....	1
3.2 曲轴区域的划分.....	1
4 人员要求.....	2
5 检测.....	2
5.1 检测时机.....	2
5.2 曲轴的现场检测.....	2
5.3 曲轴球化率及珠光体含量的超声检测.....	3
5.4 曲轴轴颈 R 部位 I 区和 II 区的超声检测.....	3
5.5 曲轴轴颈 III 区的超声检测.....	3
5.6 曲轴 IV 区超声检测.....	3
5.7 缺陷的记录.....	3
6 质量分级.....	4
6.1 分级方法.....	4
6.2 1 级曲轴评定方法.....	4
6.3 2 级曲轴评定方法.....	4
6.4 3 级曲轴评定方法.....	4
6.5 4 级曲轴评定方法.....	5
6.6 非正常波形的判断.....	5
7 检测报告.....	5
附录 A (规范性附录) QZ-1 型球墨铸铁曲轴试块.....	7
A.1 QZ-1 型曲轴试块的技术要求.....	7
A.2 QZ-1 型曲轴试块的使用方法.....	7
图 1 球墨铸铁曲轴示意图.....	1
图 2 曲轴轴颈区域划分示意图.....	2
图 A.1 QZ-1 型球墨铸铁曲轴试块.....	7
表 1 1 级曲轴各区域内缺陷评定表.....	4
表 2 2 级曲轴各区域内缺陷评定表.....	4
表 3 3 级曲轴各区域内缺陷评定表.....	5
表 4 4 级曲轴各区域内缺陷评定表.....	5

JB/T 10554.2—2015

前 言

JB/T 10554《无损检测 轴类球墨铸铁超声检测》分为两个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：球墨铸铁曲轴的检测。

本部分为JB/T 10554的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替JB/T 10554.2—2006《无损检测 轴类球墨铸铁超声检测 第2部分：球墨铸铁曲轴的检测》，与JB/T 10554.2—2006相比主要技术变化如下：

- 修改了范围（见第1章，2006年版的第1章）；
- 修改了规范性引用文件（见第2章，2006年版的第2章）；
- 修改了球墨铸铁曲轴概况（见第3章，2006年版的第3章）。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国无损检测标准化技术委员会（SAC/TC56）归口。

本部分起草单位：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。

本部分主要起草人：孙岳宗、章怡明、金宇飞。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 10554.2—2006。

无损检测 轴类球墨铸铁超声检测

第 2 部分：球墨铸铁曲轴的检测

1 范围

JB/T 10554 的本部分规定了球墨铸铁曲轴的超声检测方法及其质量分级。

本部分适用于发动机缸径在 300 mm 以下的球墨铸铁曲轴。

GB/T 5616 规定的应用无损检测时应遵循的基本规则适用于本部分。

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 5616 无损检测 应用导则

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

JB/T 10554.1 无损检测 轴类球墨铸铁超声检测 第 1 部分：总则

3 球墨铸铁曲轴概况

3.1 曲轴概述

在内燃机高速运转过程中，曲轴受到拉伸、压缩应力和摩擦作用。因此，选用珠光体球墨铸铁来铸造内燃机的曲轴。

曲轴由轴颈和曲柄构成。轴颈分为主轴颈和连杆轴颈两种。根据气缸的数量，连杆轴颈的数量相应为 1、2、4、6、8 个或更多。

图 1 所示为一个有 6 个连杆轴颈的球墨铸铁曲轴示意图。

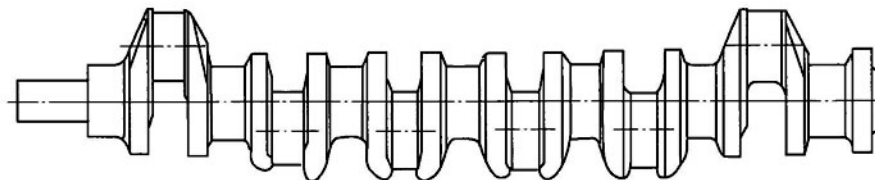


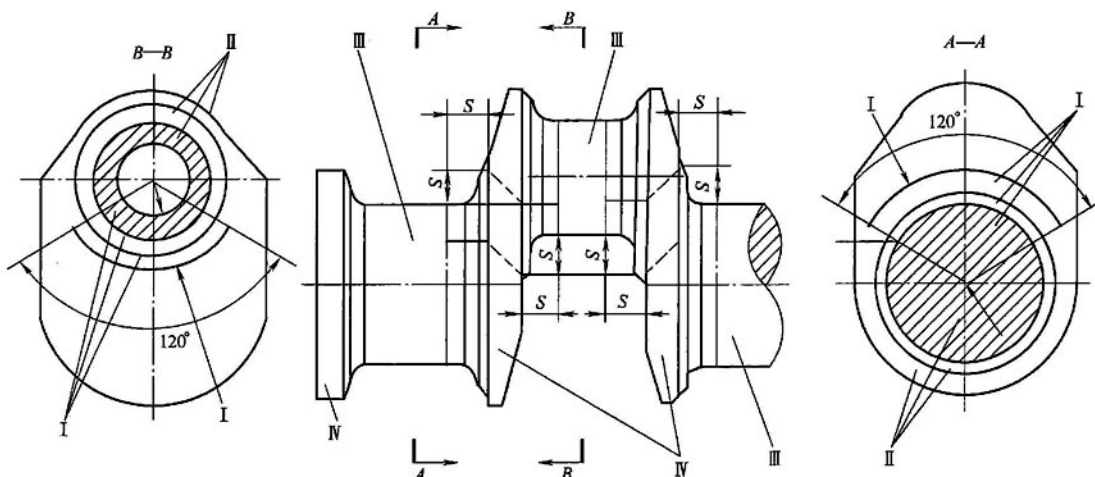
图 1 球墨铸铁曲轴示意图

3.2 曲轴区域的划分

根据曲轴在运转过程中所受应力的不同，把每个曲轴颈分为 I、II、III、IV 四个区域。曲轴区域划分如图 2 所示，各个区域范围大小如下：

——I 区为各曲轴颈与曲柄交界的 120° 范围内的 R 部位。I 区是曲轴应力集中的部位，I 区内的缺陷会直接导致曲轴断裂。

JB/T 10554.2—2015



- 注 1: 区域宽度 $S=0.2\phi$ (ϕ 为曲轴主轴颈或连杆轴颈的直径)。
- 注 2: 各主轴颈与连杆轴颈相交圆角 R 部位 120° 范围内的为 I 区, 其余 240° 范围内的为 II 区。
- 注 3: 各轴颈 I 区和 II 区在轴颈上的宽度为各曲柄表面经圆角 R 到轴向距离为 S 的范围, 在曲柄上的宽度为各轴颈表面经圆角 R 到曲柄径向距离为 S 的范围。各轴颈除 I 区、II 区以外部分为 III 区。
- 注 4: 各轴颈 I 区和 II 区在轴颈上的深度: 对实心轴颈, 为轴颈外表面到轴颈中心; 对空心轴颈, 为轴颈的壁厚。III 区在轴颈上的深度为轴颈直径 ϕ 。
- 注 5: 各轴颈 I 区在曲柄上的深度: 为主轴颈与连杆颈在曲柄上 S 宽度范围内二者连线所包围的区域。
- 注 6: 各轴颈 II 区在曲柄上的深度: 为曲柄上 S 宽度除 I 区深度范围以外的其余部位。

图 2 曲轴轴颈区域划分示意图

- II 区为除 I 区外各曲轴颈与曲柄交界的 240° 范围内的 R 部位。
- III 区为除 I、II 区以外的各区轴颈部位。
- IV 区为除 I、II、III 区以外的其他部位。

4 人员要求

从事球墨铸铁曲轴超声检测的人员, 应:

- 按 GB/T 9445 的要求进行资格鉴定与认证, 并取得相应的等级证书;
- 了解球墨曲轴的铸造、热处理、冷加工等工艺, 并经过球墨铸铁曲轴超声检测专业技术培训和考试合格, 再经过 400 根曲轴的超声检测实践, 具有熟练的操作技能, 才能独立进行曲轴的超声检测工作;
- 得到雇主或责任单位工作授权。

5 检测

5.1 检测时机

球墨铸铁曲轴的超声检测应在最终的热处理之后, 油孔加工之前进行。

5.2 曲轴的现场检测

现场超声检测球墨铸铁曲轴时, 曲轴应放置在两个 V 形钢制成的翻转架上, 使曲轴可以做 360° 方

向自由翻转，超声检测仪及整个翻转架应放在固定平台上，以保证检测人员可以对曲轴的任意部位进行检测。

5.3 曲轴球化率及珠光体含量的超声检测

5.3.1 对每根曲轴，首先进行球化率、珠光体和铁素体含量的超声检测，检测方法按 JB/T 10554.1 中 9.4 和 9.5 的规定。

5.3.2 曲轴内缺陷的质量分级按 JB/T 10554.1 中第 11 章的规定。

5.4 曲轴轴颈 R 部位 I 区和 II 区的超声检测

5.4.1 灵敏度校准

用双晶聚焦专用曲轴探头，在附录 A 规定的 QZ-1 型试块上的 R30 mm（或 R40 mm）与 R60 mm 过渡区的 R5 mm（或 R8 mm）曲面上，使声程为 6 mm 的 $\phi 2$ mm 长横孔反射波高达到 60% 幅度，以此作为起始灵敏度。

5.4.2 缺陷定位和定量

在 R 部位 6 mm 以内不允许有缺陷波出现，在 6 mm 以外缺陷波高超过 60% 幅度时记录其面积范围大小，按 T 级的要求进行评级。

5.5 曲轴轴颈 III 区的超声检测

5.5.1 灵敏度的校准

选择 2.5P14Z 直探头，在附录 A 规定的 QZ-1 型试块上的 R60 mm 外圆面上测出四次背面回波的幅度（JB/T 10554.1 规定的 U1 级），以此作为 III 区的起始灵敏度。

5.5.2 缺陷定位和定量

在各曲轴颈超声检测时发现 U 级缺陷，则记下缺陷级别；再测量缺陷在声束轴线方向的投影面积大小，确定 T 级缺陷的级别，将其作为评级依据。

5.6 曲轴 IV 区超声检测

5.6.1 灵敏度的校准

用 2.5P14 直探头，在附录 A 规定的 QZ-1 型试块上的 R30 mm 与 R40 mm 的平面部分测出有四次底波反射达到 U1 级，将其作为起始灵敏度。

5.6.2 缺陷定位和定量

曲轴 IV 区主要是曲轴各曲柄销和大头法兰及小头部位，其中各个曲柄销外表面又常是非加工面，可用化学糨糊（羧甲基纤维素水溶液）做耦合剂进行检测，其检测面的耦合损失以实测值（dB 值）进行补偿。若发现有 U 级缺陷、T 级缺陷，则做出记录，进行评级。

5.7 缺陷的记录

曲轴各区域经按 5.4、5.5 和 5.6 的规定检测后，应分别对每个区域内的缺陷 U 级、T 级做出记录，然后对曲轴质量进行分级。

JB/T 10554.2—2015

6 质量分级

6.1 分级方法

按 JB/T 10554.1 中第 11 章的规定, 缺陷严重程度分为四个级别 (U1 级至 U4 级) 和缺陷投影面积大小分为五个级别 (T1 级至 T5 级), 质量分级由 U 级与 T 级相互组合而成。

根据曲轴各区域应力不同和所允许存在的缺陷大小不同, 把曲轴分为四级。

对每根曲轴各轴颈的缺陷, 以其中最差的缺陷级别作为整根曲轴评定的级别。

对缸径小于 200 mm 发动机的球墨铸铁曲轴, 在评定曲轴级别时, 其 T 级缺陷面积大小应乘以系数 K ($K=d/200$, d ——被检测发动机的缸径)。

6.2 1 级曲轴评定方法

1 级曲轴按表 1 的规定进行评定。

表 1 1 级曲轴各区域内缺陷评定表

曲轴区域	1 级曲轴的允许缺陷级别
I 区	不存在任何 U 级、T 级缺陷
II 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T1 级缺陷
III 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T3 级缺陷
IV 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有一处 U3 级-T4 级缺陷

6.3 2 级曲轴评定方法

2 级曲轴按表 2 的规定进行评定。

表 2 2 级曲轴各区域内缺陷评定表

曲轴区域	2 级曲轴的允许缺陷级别
I 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T1 级缺陷
II 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有两处 U2 级-T2 级缺陷
III 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有两处 U3 级-T3 级缺陷
IV 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷; 距表面 6 mm 外, 每个区域最多有两处 U3 级-T4 级缺陷

6.4 3 级曲轴评定方法

3 级曲轴按表 3 的规定进行评定。

表 3 3 级曲轴各区域内缺陷评定表

曲轴区域	3 级曲轴的允许缺陷级别
I 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷；距表面 6 mm 外，每个区域最多有两处 U2 级-T1 级缺陷
II 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷；距表面 6 mm 外，每个区域最多有两处 U3 级-T2 级缺陷
III 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷；距表面 6 mm 外，每个区域最多有两处 U4 级-T3 级缺陷
IV 区	每个区域最多有两处不裸露的 U4 级-T4 级缺陷

6.5 4 级曲轴评定方法

4 级曲轴按表 4 的规定进行评定。

表 4 4 级曲轴各区域内缺陷评定表

曲轴区域	4 级曲轴的允许缺陷级别
I 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷；距表面 6 mm 外，每个区域最多有一处 U2 级-T2 级缺陷
II 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷；距表面 6 mm 外，每个区域最多有一处 U3 级-T3 级缺陷
III 区	距表面 6 mm 范围内不存在任何 U 级、T 级缺陷；距表面 6 mm 外，每个区域最多有两处 U4 级-T4 级缺陷
IV 区	每个区域最多有两处不裸露的 U4 级-T5 级缺陷

6.6 非正常波形的判断

6.6.1 在曲轴超声检测过程中，若发现曲轴内有非正常波形出现，则超声检测人员不应受上述分级方法的限制。

6.6.2 裂纹是危险缺陷，各级曲轴的内部不应存在任何方向的裂纹。

6.6.3 空心曲轴由于铸造原因而产生偏心时，会产生非正常反射波，当偏心量大于壁厚 20%时，应做不合格处理。

6.6.4 实心曲轴的中心部位若有密集气孔，其范围超过曲轴直径 8%的应做不合格处理。

6.6.5 超声纵波检测实心曲轴颈时，在第一次底波后面 1.33 倍和 1.67 倍直径（声程）处会出现两个变型波的迟到信号，可用这两个反射波的变化检测出曲轴颈的表面缺陷。

6.6.6 超声纵波检测空心曲轴颈时，由于空心曲轴内壁对超声波是凸面反射，使反射声束发散，故应重新校准仪器灵敏度，使之达到 U1 级反射波形，并将其作为检测起始灵敏度。

6.6.7 在相同灵敏度下，检测经加工后空心曲轴的内孔壁与非加工的空心曲轴的内孔壁，其底波反射次数是不同的。当非加工空心曲轴内壁有残留泥芯时，对超声波吸收十分严重，应清除残留泥芯后再做超声检测，否则会造成误判。

7 检测报告

每批曲轴经超声检测后，应根据检测结果，按第 6 章的规定进行质量分级，由 2 级以上超声检测人员出具检测报告，其内容为：

JB/T 10554.2—2015

- a) 曲轴名称、规格型号、件号、数量、配主机型号、验收标准；
- b) 曲轴材料牌号、生产批号、工序号、热处理工艺；
- c) 超声检测仪器型号、检测方法、探头规格代号；
- d) 检测结果，按第 6 章的要求对曲轴质量进行评级，做出结论，必要时应绘出曲轴内部缺陷位置示意图；
- e) 检测人员、报告审核人员的技术资格等级、签名，报告日期，盖检测报告专用章。

附录 A
(规范性附录)
QZ-1 型球墨铸铁曲轴试块

A.1 QZ-1 型曲轴试块的技术要求

- A.1.1 试块材料为经正火处理的 QT 700-2 球墨铸铁。
- A.1.2 试块球化率 3 级以上，基体组织中珠光体含量 85%（体积分数）以上，无磷共晶碳化铁。
- A.1.3 试块内不允许有大于 1 mm 平底孔当量缺陷。
- A.1.4 试块表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu\text{m}$ 。
- A.1.5 在试块 R30 mm 与 R60 mm 之间有 R5 mm 过渡，在 R40 mm 与 R60 mm 之间有 R8 mm 过渡。R30 mm、R40 mm、R60 mm 曲面厚度各为 15 mm。
- A.1.6 在试块 R60 mm 面上的 20° 、 40° 、 60° 位置上，与外圆面相距分别为 3 mm、5 mm、7 mm 处各钻 $\phi 2$ mm 横通孔。
- A.1.7 在试块 R40 mm 面上的 20° 、 40° 、 60° 位置上，与外圆面相距分别为 3 mm、5 mm、7 mm 处各钻 $\phi 2$ mm 横孔，孔深 20 mm。
- A.1.8 在试块 R30 mm 面上的 30° 、 50° 、 70° 位置上，与外圆面相距分别为 3 mm、5 mm、7 mm 处各钻 $\phi 2$ mm 横孔，孔深 20 mm。
- A.1.9 其他尺寸如图 A.1 所示。

单位为毫米

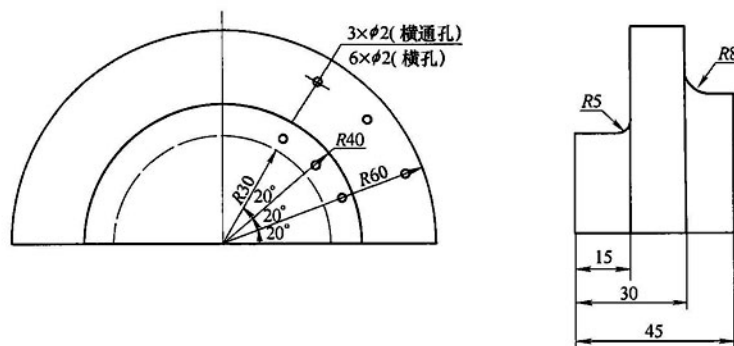


图 A.1 QZ-1 型球墨铸铁曲轴试块

A.2 QZ-1 型曲轴试块的使用方法

- A.2.1 利用 R30 mm 与 R60 mm 之间的 R5 mm 过渡区及 R40 mm 与 R60 mm 之间的 R8 mm 过渡区，模拟不同直径的曲轴径与曲柄之间的 R 部位，利用不同声程 $\phi 2$ mm 横孔，检测曲轴 R 部位内部缺陷的声程。
- A.2.2 声程为 2 mm、4 mm、6 mm 处三个 $\phi 2$ mm 横孔分别代表曲轴 R 部位内部同声程当量直径分别

JB/T 10554.2—2015

为 2.8 mm、4 mm、4.9 mm 气孔缺陷。

A.2.3 利用 R60 mm 外圆面及 R30 mm、R40 mm 平面可调节直探头多次反射的灵敏度。

A.2.4 利用 R30 mm 和 R60 mm 外圆面的反射波的位置，测出探头中有机玻璃声程值。



JB/T 10554.2-2015

版权专有 侵权必究

*

书号：15111·12837

定价：15.00 元

打印日期：2016年7月12日 F009B