

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 200mm 以下的球墨铸铁曲轴。

JB/T 10554.1 所规定的球墨铸铁材料和工件的超声检测方法及其质量分级等基本原则，适用于 JB/T 10554 的本部分。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 JB/T 10554 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

JB/T 10554.1—2006 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

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 是一个有六个连杆轴颈的球墨铸铁曲轴示意图。

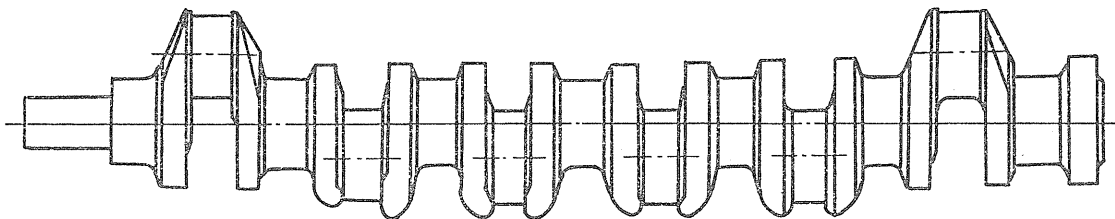


图 1 球墨铸铁曲轴示意图

3.2 曲轴区域的划分

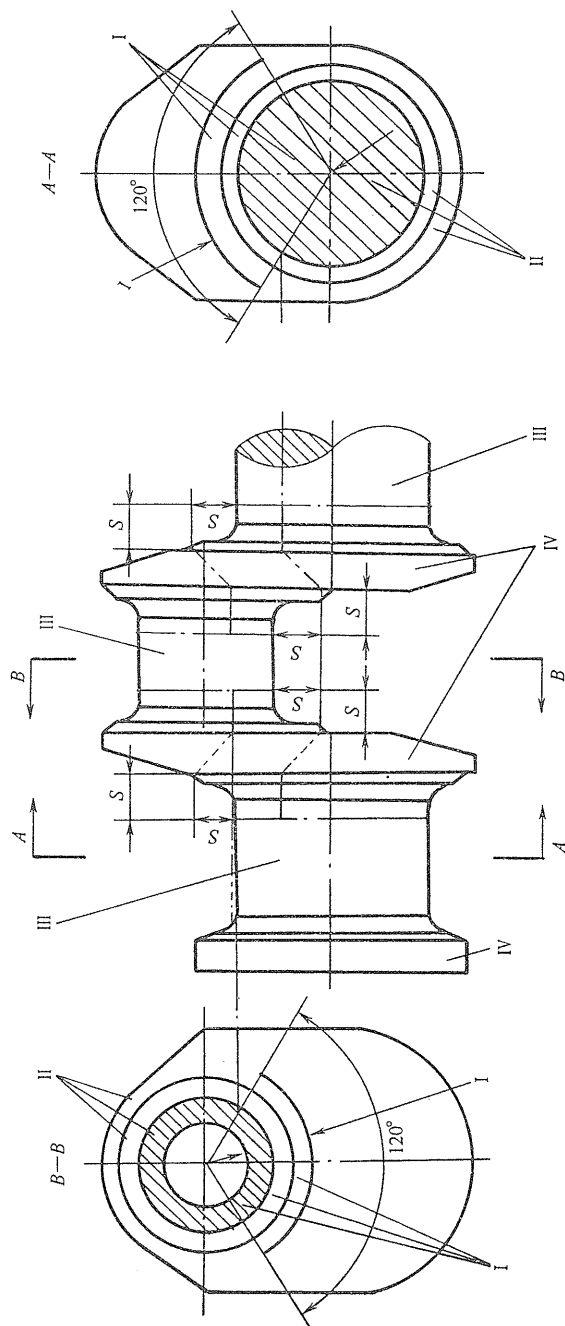
根据曲轴在运转过程中所受应力不同，把每个曲轴颈分为 I、II、III、IV 四个区域，曲轴区域划分如图 2 所示，各区域范围大小如下：

- 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；
- 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 以外的各轴颈部位；
- IV 区为除 I、II、III 区外的其余部位。

4 人员要求

从事球墨铸铁曲轴超声检测的人员，应：

- a) 按 GB/T 9445 要求进行资格鉴定与认证，并取得相应等级的证书；



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 区的在轴颈上深度为轴颈直径 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

声明：本资料仅供学习和交流，严禁用于商业用途！目录下载：<http://biaozhun.ys168.com>

- b) 了解球墨铸铁曲轴的铸造、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 根曲轴的探伤实践，具有熟练的操作技能，才能独立进行曲轴的超声检测工作；
- c) 得到雇主或责任单位的工作授权。

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 型钢制成翻转架上，使曲轴可以作 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，以保证检测人员对曲轴任意部位的检测。

5.3 曲轴球化率及珠光体含量的超声检测

5.3.1 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—2006 中 9.4 和 9.5 规定进行检测。

5.3.2 曲轴内缺陷的质量分级按 JB/T 10554.1—2006 中第 11 章进行。

5.4 曲轴轴颈 R 部位 I 区和 II 区的超声检测

5.4.1 灵敏度的校准

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

5.4.2 缺陷定位和定量

在 R 部位 6mm 以内缺陷不允许存在，在 6mm 以外缺陷波高超过 60% 幅度，记录其面积范围大小，按 T 级要求进行评级。

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 所述的 QZ-1 型试块上的 R60 外圆面上，测出四次背面回波反射后（JB/T 10554.1 中的 U1 级）作为 III 区的起始灵敏度。

也可在被检测曲轴颈上，选择一块无缺陷部位，测出有四次背面回波反射，达到 U1 级作为 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发现有 U 级缺陷出现，记下级别；再测量缺陷在声束轴线上投影面积大小，确定 T 级缺陷的级别，作为评级依据。

5.6 曲轴 IV 区的超声检测

5.6.1 灵敏度的校准

用 2.5P14Z 直探头在附录 A 所述的 QZ-1 型试块上的 R30 与 R40 的平面部分，测出有四次底波反射波达到 U1 级，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和小头部位，其中各曲柄销外表面又常是非加工面，可用化学浆糊（羧甲基纤维素水溶液）作耦合剂进行检测，其检测面的耦合损失，以实测值进行补偿（dB 值）。发现有 U 级缺陷，T 级缺陷，作出记录，进行评级。

5.7 缺陷的记录

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

6 质量分级

6.1 分级方法

按 JB/T 10554.1—2006 的第 11 章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，把曲轴质量分为四级。

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。

对于缸径小于 200mm 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 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 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T1 级缺陷
III 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T3 级缺陷
IV 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷, 距表面 6mm 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 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 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T1 级缺陷
II 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有两处 U2 级-T2 级缺陷
III 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有两处 U3 级-T3 级缺陷
IV 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷, 距表面 6mm 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 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 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有两处 U2 级-T1 级缺陷
II 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有两处 U3 级-T2 级缺陷
III 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 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 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 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有一处 U2 级-T2 级缺陷
II 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 外, 每个区域最多有一处 U3 级-T3 级缺陷
III 区	距表面 6mm 范围内不存在缺陷; 距表面 6mm 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。

声明：本资料仅供学习和交流，严禁用于商业用途！目录下载：<http://biaozhun.ys168.com>

6.6.2 裂纹是危险性缺陷，各级曲轴的内部不应存在任何方向裂纹。

6.6.3 对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，应作不合格处理。

6.6.4 对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%的应作不合格处理。

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，应重新校准仪器灵敏度，使之达到 U1 级反射波形，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作超声检测，否则会造成误判。

7 检测报告

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

- 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；
- c) 超声仪器型号、检测方法、探头规格代号；
- d) 检测结果，按第 6 章内容的要求，对曲轴质量进行评级，作出结论。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-700-3 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% 以上，无磷共晶碳化铁。

A.1.3 试块内不允许有大于 $\Phi 1$ 平底孔当量缺陷。

A.1.4 试块表面粗糙度 $R_a \leq 1.6\mu\text{m}$ 。

A.1.5 试块 R30 与 R60 之间有 R5 过渡，R40 与 R60 之间有 R8 过渡。R30、R40、R60 曲面厚度各为 15mm。

A.1.6 试块 R60 面上的 20° 、 40° 、 60° 位置上，与外圆面相距分别为 3mm、5mm、7mm 处各钻 $\phi 2$ 横通孔。

A.1.7 试块 R40 面上的 20° 、 40° 、 60° 位置上，与外圆面相距分别为 3mm、5mm、7mm 处各钻 $\phi 2$ 横孔，孔深 20mm。

A.1.8 试块 R30 面上的 30° 、 50° 、 70° 位置上，与外圆面相距分别为 3mm、5mm、7mm 处各钻 $\phi 2$ 横孔，孔深 20mm。

A.1.9 其他尺寸如图 A.1 所示。

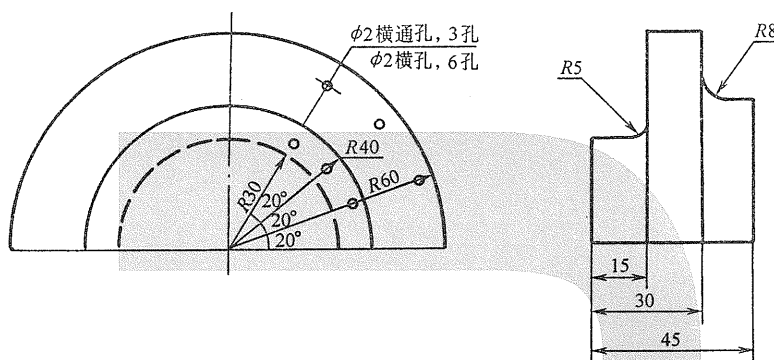


图 A.1 QZ-1 型球墨铸铁曲轴试块

A.2 QZ-1 型曲轴试块的使用方法

A.2.1 利用 R30 与 R60 之间 R5 过渡区及 R40 与 R60 之间的 R8 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 $\phi 2$ 横孔，检测曲轴颈 R 部位内部缺陷的声程。

A.2.2 声程为 2mm、4mm、6mm 处三个 $\phi 2$ 横孔，分别代表曲轴 R 部位内部同声程当量直径分别为 2.8mm、4mm、4.9mm 气孔缺陷。

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

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