ICS 77.120.20
H20

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX
代替 GB/T 23600-2009

镁合金铸件X射线实时成像检测方法

X-ray real-time radioscopic testing method formagnesium alloy castings

（送审搞）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… III
1 范围 …… 1
2 规范性引用文件 …… 1
3 术语和定义 …… 1
4 原理 …… 1
5 检测条件 …… 2
6 仪器设备 …… 2
7 样品 …… 2
8 检测技术 …… 2
9 图像存储 …… 4
10 图像处理 …… 4
11 图像评定和缺陷评级 …… 4
12 检测记录和报告 …… 4
附录 A（资料性）　镁合金铸件 X 射线探伤缺陷评定 …… 5

前　言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 23600-2009《镁合金铸件的X射线实时成像检测方法》，与GB/T 23600-2009相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a)更改了范围，将“铸件”改成了“压铸件”（见第1章，2009年版第1章）；

b)更改了术语和定义（见第3章，2009年版第4章）；

c)更改了人员要求（见5.1，2009年版第5章）；

d)更改系统分辨率的要求（见6.1.4，2009年版6.2）；

e)更改了像质计的要求（见6.2，2009年版6.3）；

f)增加了图像尺寸标定（见8.6）；

g)删除了图像观察的要求（见2009年版7.8)；

h)更改了图像存储的要求（见第9章，2009年版8.3)；

i)更改了图像评定和缺陷评级的要求（见第11章，2009年版8.2）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本文件起草单位：重庆博奥镁铝金属制造有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、上海方科汽车部件有限公司、重庆大学、宁波星源卓镁技术股份有限公司、山西银光华盛镁业股份有限公司、重庆日联科技有限公司、重庆镁业科技股份有限公司、万丰镁瑞丁新材料科技有限公司、山西八达镁业有限公司、国标(北京)检验认证有限公司、重庆光禹汽车零部件有限公司、重庆市先进轻金属研究院。

本文件主要起草人：覃显跃、何威、宋江凤、周阿蒙、马孝贵、谢胜川、冯红芬、郭俊峰、丁河明、向冬霞、陈晖红、杨眉、杨奇、李琳、吴磊、李文庆。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2009年首次发布为GB/T 23600-2009；

——本次为第一次修订。

镁合金铸件X射线实时成像检测方法

1 范围

本文件描述了镁合金压铸件X射线实时成像无损检测方法。

本文件适用于镁合金压铸件内部缺陷实时无损检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 23901.5 无损检测射线照相检测图像质量第5部分:双丝型像质计图像不清晰度的测定

GB/T 44921 铸件 工业计算机射线照相检测

GBZ 98 放射工作人员健康要求及监护规范

GBZ 117 工业探伤放射防护标准

NB/T 47013.11-2023 承压设备无损检测 第11部分:射线数字成像检测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 图像处理 image processing

检测信号经计算机数字化后按一定的格式储存在计算机内，采用连续帧叠加、灰度增强、边界锐化、平滑强度等方法提高缺陷清晰度与对比度，获得较好的图像质量和视觉效果。

3.2 系统分辨率 system resolution

成像系统能够检测的细节的能力，用每毫米线对数(LP/mm)表示。

3.3 透照厚度 penetrated thickness

以标称厚度为基础的射线束方向上材料的厚度。

4 原理

X射线实时成像检测技术是一种由射线接收/转换装置(例如，图像增强器+CCD/CMOS相机、平板探测器或线阵探测器等X射线传感器件)和监视器来代替传统射线照相中的胶片得到数字图像的无损检测技术。X射线穿透被测物后，由于物体厚度变化或密度差异，会产生不同强度的衰减，使用射线接收/转换

装置将不可见的X射线转换为数字或模拟信号，经过图像处理后得到样品内部缺陷的种类、大小、位置等信息，进行缺陷等级评定。

5 检测条件

5.1 人员要求

5.1.1 检测人员的资质应符合 GB/T 9445 或其他相关标准要求,通过数字射线检测技术培训考核,并从事与其等级要求相符的工作。

5.1.2 检测人员的健康应符合 GBZ 98 的规定,上岗前应进行辐射安全知识的培训考核。

5.2 检测环境

X射线检测室温度宜为5℃~35℃，相对湿度≤85%。

5.3 射线防护

射线照相的辐射防护应符合GB 18871、GBZ 117及相关安全防护的规定。

6 仪器设备

6.1 X 射线实时成像系统

6.1.1 X 射线实时成像系统基本构成为 X 射线机、X 射线接收/转换装置、数字图像处理和显示装置等。

6.1.2 当 X 射线机额定电压≤160 kV 时，焦点尺寸宜≤0.4 mm×0.4 mm。

6.1.3 X 射线接收/转换装置采用图像增强器+CCD/CMOS 相机、平板探测器或者线阵探测器中的一种，其分辨率应不小于 3.0 LP/mm。

6.1.4 X 射线实时成像系统分辨率应不小于 3.0 LP/mm,系统分辨率检测方法应见 GB/T 44921 附录 D。系统分辨率应定期测试。

6.1.5 图像灵敏度应满足 NB/T 47013.11-2023 中 6.2.5 图像灵敏度要求的 AB 级。

6.1.6 显示器应满足如下最低要求:亮度不低于 250 cd/m^2；灰度等级不小于 8bit；图像显示分辨率不低于 1024x768；显示器像素点距小于 0.3mm。

6.2 像质计

采用的双丝型像质计用于测量探测器和图像的空间分辨率，其型号和规格应分别符合GB/T 23901.5的规定。

6.3 检测工装

检测工装应具有较高的机械运转精度和自动化操作程序，且至少具备一个自由度。

7 样品

样品表面应清洁、光滑、连续、平整，不应有影响检验结果的机械损伤、划伤、毛刺、斑痕、金属压人、裂纹等表面缺陷。

8 检测技术

8.1 透照方式的选取

根据样品的结构特点和技术条件的要求选择适宜的透照方式,应优先选用单壁透照方式,在单壁透照不能实施的情况下,才可以采用双壁透照方式。

8.2 像质计的摆放

像质计应放置在射线源一侧的样品表面，且位于透照区内灵敏度最差（如厚度较大或几何不清晰度较大）的部位，若源侧确实无法放置，允许移至探测器侧，但须附加铅字“F”标记，其影像需与像质计同时出现在图像上。

8.3 射线透照方向的选择

射线束中心轴宜与样品透照区域的中心面相垂直，建议优先选择有利于发现缺陷的方向透照。

8.4 射线管电压的选择

在保证穿透样品的前提下,采取较低的管电压。推荐的不同透照厚度允许的X射线最高透照管电压见表1。

表 1 不同透照厚度允许的 X 射线最高透照管电压

透照厚度 mm	许用X射线最高管电压 kV
5	45
10	50
15	55
25	65
35	75
45	85
55	95
70	110
85	125
100	140
120	160

8.5 检测工装操作

应根据需要使检测工装带动被检样品做适宜的旋转和轴向平移，以完成整个区域的检测。检测工装的旋转和平移速度应以不产生过高噪声和图像畸变为限。

8.6 图像尺寸标定

使用标准尺寸物体置于样品表面，通过测量图像中已知尺寸的长度来计算放大倍率。

8.7 缺陷检测区域和位置的标记

8.7.1 应对检测区域和位置进行标记。标记的信息能在射线图像上清晰可见。

8.7.2 标记至少应包含下列信息：产品编号、区域编号、位置编号和透照日期。

8.8 缺陷尺寸测量

利用辅助测量软件对缺陷进行定量测量。

9 图像存储

9.1 图像可以正像或负像方式显示。

9.2 原始图像应储存在储存器等保存媒体中，并放置于防磁、防潮、防尘、防挤压、防划伤的环境中，宜对原始图像进行备份存储。

9.3 为对图片进行观察和评定，可对原始图像进行数字图像处理。由供需双方协商确定检测文件的保存方式。

10 图像处理

10.1 对采集的图像数据可选用以下方法进行处理，以优化图像质量：

a) 连续帧叠加；
b) 对比度增强；
c) 边界锐化；
d) 平滑强度；
e) 其他。

注：任何处理方法不得改变采集的原始数据。

10.2 图像处理可在整个图像上进行，也可在图像局部的样品缺陷区域进行。

11 图像评定和缺陷评级

检测结果推荐按附录A（探伤缺陷对照表）的规定进行缺陷类型、缺陷等级的评定。

12 检测记录和报告

检测报告必须有操作人员和评定人员的书写签名，其主要内容应包括：

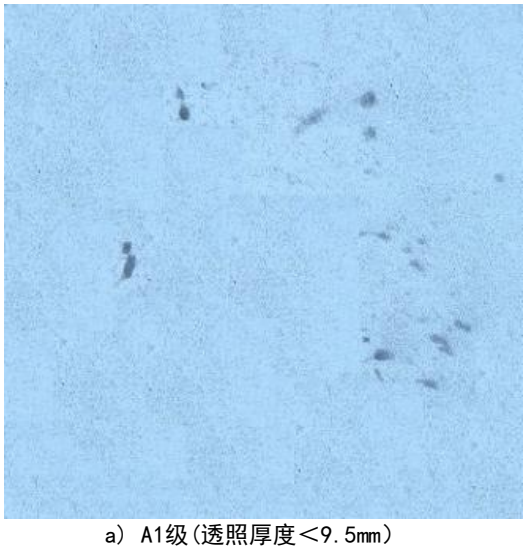
a) 产品名称；
b) 产品型号；
c) 产品材质；
d) 检测部位；
e) 检测设备型号；
f) 缺陷名称；
g) 评定等级；
h) 检测单位；
i) 检测人员、资格；
j) 检测日期；
k) 本文件编号。

附 录 A
（资料性）
镁合金铸件 X 射线探伤缺陷评定

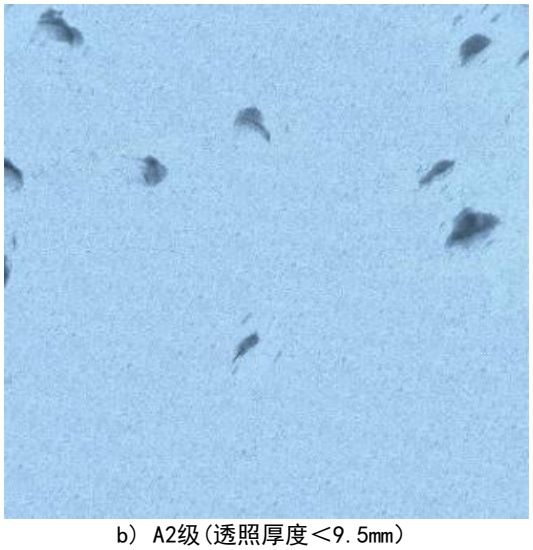
A.1 镁合金铸件 X 射线探伤气孔缺陷评定及典型图示见表 A.1。

表 A.1 镁合金铸件 X 射线探伤气孔缺陷评定及典型图示

适用透照厚度 mm	缺陷尺寸 mm	特性描述	缺陷分级	典型图示
＜9.5	＜0.5	各自独立分布或集结出现。图像呈现圆形、椭圆形或不规则点状黑影，边缘平滑轮廓清晰，中心黑度较大并向边缘逐渐减弱，整体黑度均匀。	A1	图A.1 a)
	0.5～1.0		A2	图A.1 b)
	1.0～2.5		A3	图A.1 c)
	＞2.5		A4	图A.1 d)
9.5～25.4	＜1.0	各自独立分布或集结出现。图像呈现圆形、椭圆形或不规则点状黑影，边缘平滑轮廓清晰，中心黑度较大并向边缘逐渐减弱，整体黑度均匀。	A1	图A.1 e)
	1.0～2.0		A2	图A.1 f)
	2.0～5.0		A3	图A.1 g)
	＞5.0		A4	图A.1 h)



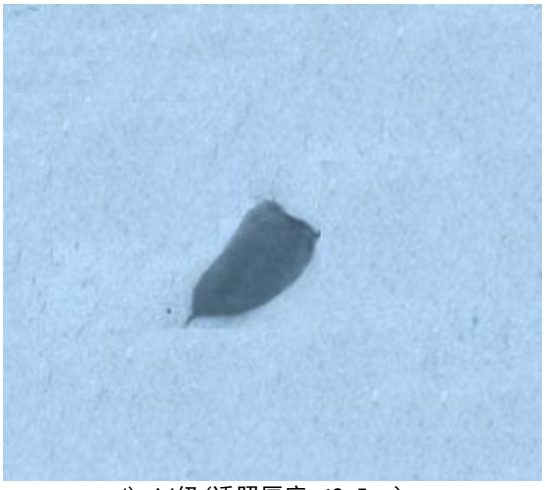
a) A1级(透照厚度＜9.5mm)



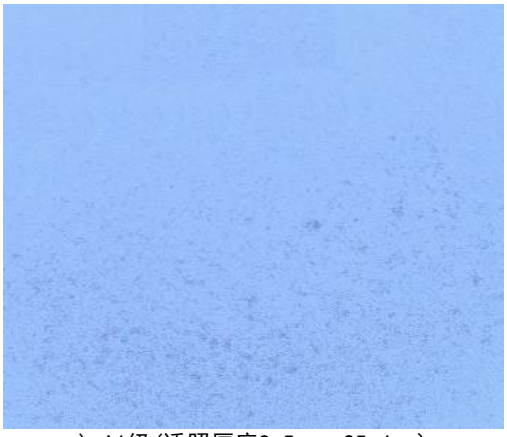
b) A2级(透照厚度＜9.5mm)



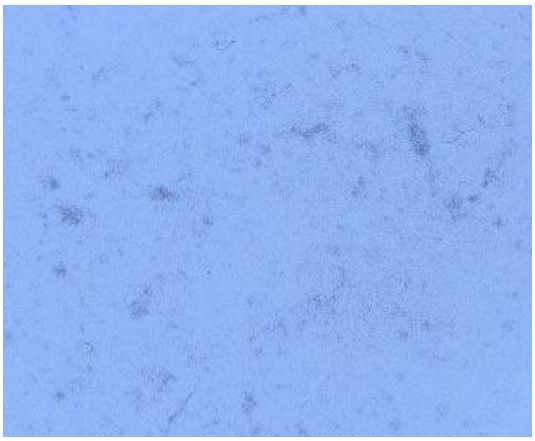
c） A3级(透照厚度＜9.5mm)



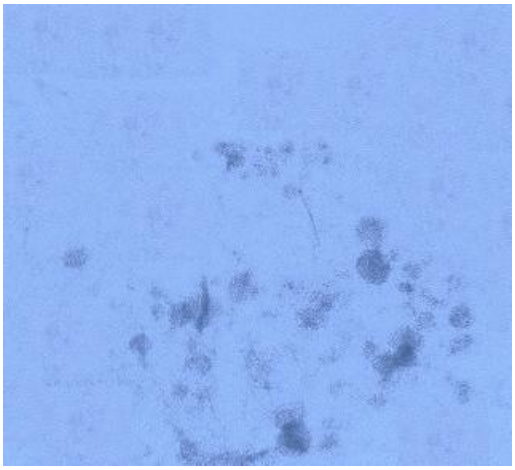
d） A4级(透照厚度＜9.5mm)



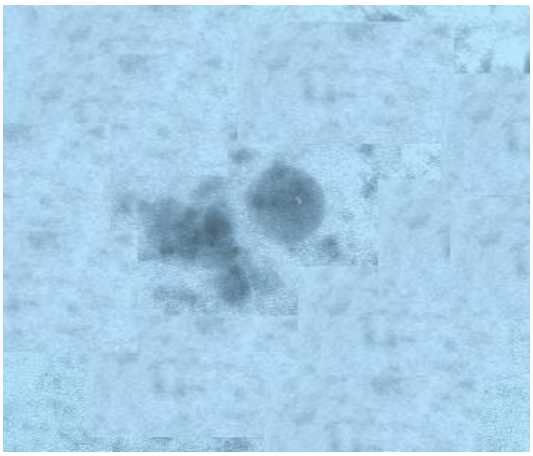
e） A1级(透照厚度9.5mm～25.4mm)



f） A2级(透照厚度9.5mm～25.4mm)



g） A3级(透照厚度9.5mm～25.4mm)



h） A4级(透照厚度9.5mm～25.4mm)

图 A.1　镁合金铸件 X 射线探伤气孔缺陷示例

A.2　镁合金铸件 X 射线探伤内部冷隔缺陷评定及典型图示见表 A.2。

表 A.2　　镁合金铸件 X 射线探伤内部冷隔缺陷评定及典型图示

适用透照厚度 mm	缺陷尺寸 mm	特性描述	缺陷分级	典型图示
＜9.5	＜2.5	其特征是金属液被氧	B1	图A.2 a)

适用透照厚度 mm	缺陷尺寸 mm	特性描述	缺陷分级	典型图示
	2.5～7.5	化膜分开，未熔合在一起，图像呈现清晰的黑线或长度、宽度不等的带状影像，边缘光滑且轮廓分明，与裂纹的尖锐边缘不同，边缘呈圆角状，形状类似液体流动时的痕迹。	B2	图A.2 b)
	7.5～17		B3	图A.2 c)
	＞17		B4	图A.2 d)



a）B1级



b）B2级



c）B3级



d）B4级

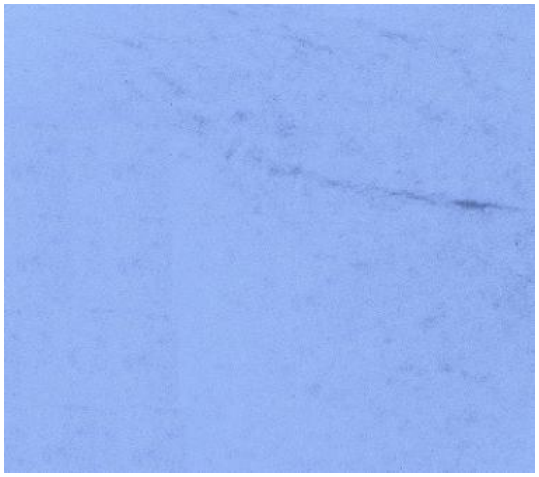
图 A.2　镁合金铸件 X 射线探伤内部冷隔缺陷示

A.3　镁合金铸件 X 射线探伤疏松缺陷评定及典型图示见表 A.3。

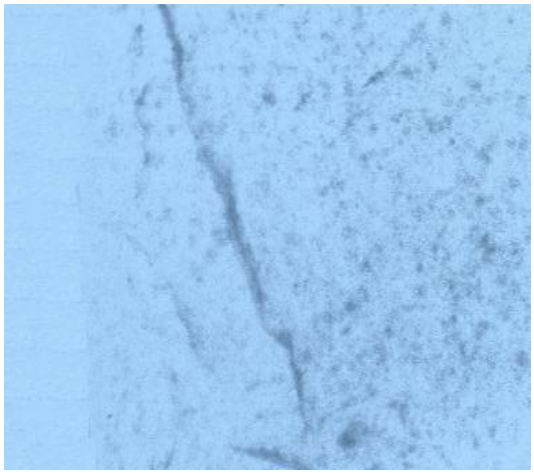
表 A.3　　镁合金铸件 X 射线探伤疏松缺陷评定及典型图示

适用透照厚度mm	特性描述	缺陷分级	典型图示
9.5～25.4	表现为细小分散的孔洞性缺陷，常见于铸件厚壁、冒	C1	图A.3 a)
		C2	图A.3 b)

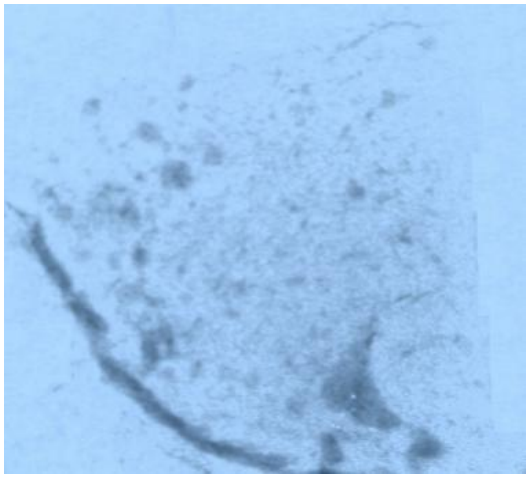
适用透照厚度mm	特性描述	缺陷分级	典型图示
	口根部或流道附近，图像呈现树枝状、羽毛状的细线或锯齿状暗区，边缘较模糊。暗斑区域灰度值低于正常金属基体。	C3	图A.3 c)
		C4	图A.3 d)



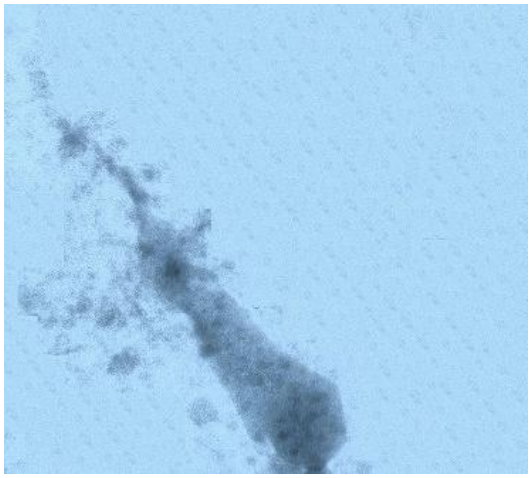
a) C1级



b) C2级



c) C3级



d) C4级

图 A.3　镁合金铸件 X 射线探伤疏松缺陷示例

A.4　镁合金铸件 X 射线探伤夹渣缺陷评定及典型图示见表 A.4。

表 A.4　　镁合金铸件 X 射线探伤夹渣缺陷评定及典型图示

适用透照厚度mm	特性描述	缺陷分级	典型图示
＜25.4	形状不规则、轮廓清晰的黑斑或白点。金属夹渣：图像呈现明亮或黑色影像，轮廓清晰。	D	图A.4



图 A.4　镁合金铸件 X 射线探伤夹渣缺陷示例