

## 铝合金铸件

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了铸件的分类和铸件的表面质量、内部质量以及铸件的缺陷修正等技术要求与检验规则。

本标准适用于验收航空产品批生产的铝合金砂型、金属型、熔模、石膏型、壳型等铸件。

本标准的技术要求也适用于试生产的铝合金铸件。

本标准不适用于铝合金压铸件。

## 2 引用标准

GB11346	铝合金铸件 x 射线照相检验针孔(圆形)分级
HB962	铸造铝合金
HB6103	铸件尺寸公差
HB5210	铸造铝合金低倍试验方法
HB5143	金属室温拉伸试验方法
HB/Z61	荧光检验说明书
HB5395	铝合金铸件 x 射线照相检验长形针孔分级标准
HB5396	铝合金铸件 x 射线照相检验海绵状疏松分级标准
HB5397	铝合金铸件 x 射线照相检验分散疏松分级标准
HB5168	金属布氏硬度试验方法

## 3 铸件分类

3.1 根据铸件工作条件、用途和使用过程中损坏所造成的危害程度分为三类,其定义和检验项目见表 1。

3.2 铸件类别由设计部门或用户在图样中规定。未注明类别的铸件视为 III 类铸件。表示方法如下:

HB963—90—1

## 4 技术要求

## 4.1 化学成分

合金的化学成分应符合 HB962—86 的规定。

## 4.2 供应状态

4.2.1 铸件按 HB962—86 表 2 的规定,呈铸态或热处理状态供应。

4.2.2 铸件的供应状态由设计部门或用户在图样中规定。

## 4.3 力学性能

4.3.1 单铸或附铸试样的力学性能应符合 HB962—86 的要求。

表 1

类别	工作条件	检验项目	
		合金	铸件
I	承受大载荷,工作条件复杂,用于关键部位的铸件。该铸件损坏将直接危及整机的飞行安全。	化学成分; 力学性能。	尺寸精度;设计指定部位切取试样的力学性能;表面质量;内部质量;其它附加检验项目。
II	承受中等载荷,用于重要部位的铸件。该铸件损坏将影响部件的正常工作。	化学成分;力学性能。	尺寸精度;表面质量;内部质量;其它附加检验项目。
III	承受低载荷,用于一般部位的铸件。	化学成分或力学性能。	尺寸精度;表面质量。

#### 4.3.2 铸件应按其类别检验力学性能。

4.3.2.1 从铸件上切取试样检验力学性能,三根试样的抗拉强度和延伸率的平均值,分别不低于 HB962—86 表 2 的 75%和 50%。允许其中一根试样的性能偏低,I类铸件设计指定部位分别不低于表 2 规定值的 70%和 40%,I类铸件非指定部位和 II类铸件分别不低于表 2 规定的 65%和 40%。

表 2

铸件种类	铸件表面积(cm <sup>2</sup> )	单个孔洞		成组孔洞			孔洞边缘距铸件边缘的距离(mm)
		在 10cm×10cm 单位面积上孔洞总数不多于(个)	孔洞边距不小于(mm)	一个铸件上的孔洞总数不多于(个)	以 3cm×3cm 单位面积为一组其孔洞数不多于(个)	在一个铸件上组数不多于(组)	
小型件	<1000	3	10	4	3	2	不小于孔洞最大直径的 2 倍
中型件	1000~3000	3	10	6	3	2	
	>3000~6000	3	10	10	3	2	
大型件	>6000~8000	3	10	15	3	2	
	>8000~30000	3	10	18	3	2	
	>30000~100000	3	10	20	3	2	

注:在非加工表面上最大直径小于 1 毫米,加工后表面上最大直径小于 0.5 毫米的单个孔洞不予计算。

4.3.2.2 当设计部门要求 I 类铸件切取试样的力学性能高于上述要求时,应取得冶金部门的同意。

4.3.3 按图样或有关文件上的规定,对铸件进行硬度检验,其硬度值不得低于 HB962—86 表 2 中的规定。

#### 4.4 铸件尺寸

铸件的尺寸和几何形状应符合铸件图的要求,铸件尺寸公差应符合 HB6103—86 的规定。

#### 4.5 表面质量

4.5.1 铸件应清理干净,不得有毛刺、飞边。非加工表面上的浇冒口应清理与铸件表面齐平。待加工面上浇冒口的残留量一般不得高出铸件表面 5 毫米,但不得影响射线检查。

4.5.2 铸件表面可进行喷砂或喷丸处理。

4.5.3 铸件表面上不允许有冷隔、裂纹、缩孔和穿透疏松。

4.5.4 铸件待加工表面上,允许有经加工可去掉的任何缺陷。但裂纹必须打磨干净。

4.5.5 铸件上作为加工基准所用的部位应平整。

4.5.6 在金属型铸件的非加工表面上,允许有铸型分型、错箱、顶杆及排气塞等痕迹,但凸出表面不超过1毫米或凹下表面不超过0.5毫米。

4.5.7 砂型、金属型、壳型铸件的非加工表面和加工后表面,一般允许有:

a. 在非加工表面上,单个孔洞的最大直径不大于3毫米,深度不超过壁厚的1/3,在安装边上不超过壁厚的1/4,且不大于1.5毫米。在上述缺陷的同一截面的反面,不得有类似缺陷。

成组孔洞。对于I、II类铸件,最大直径不大于1.5毫米,深度不超过壁厚的1/3,且不大于1毫米。对于III类铸件,最大直径不大于2毫米,深度不超过壁厚的1/3,且不大于1.5毫米。

b. 在加工后表面上,单个孔洞的最大直径不大于1.5毫米,深度不大于1毫米。

上述缺陷的数量、边距等应符合表2的规定。

4.5.8 对在液压或气压下工作并贮存液体的铸件,在其与密封物、堵塞或阀接触的表面上不允许有孔洞。不同于上述要求的铸件,可按专用技术条件验收。

4.5.9 飞机和发动机的液压或气压砂型、金属型和壳型铸件的加工表面上,一般按附图的2级针孔验收。局部允许3级针孔,但不得超过受检面积的25%。当气密性试验满足设计要求时,允许按3级针孔验收。其它砂型和金属型铸件则按3级针孔验收。

4.5.10 熔模和石膏型铸件的非加工和加工后表面上,经清理干净后允许有:

a 最大直径不大于1毫米,深度不大于0.5毫米的单个孔洞,在3cm×3cm面积上数量不多于3个,且边距不小于10毫米。在一个铸件的非加工表面上孔洞总数不多于5个,加工后表面上不多于3个。直径和深度不大于0.3毫米的单个孔洞不计。

b. 直径和深度不大于0.3毫米的密集小孔,其分布区域面积不得超过铸件受检面积的10%。

4.5.11 螺纹头四个牙距之内不允许有缺陷。四个牙距之外是否允许有缺陷及允许缺陷的大小、数量按专用技术文件规定。

4.5.12 对于不同于本标准规定的铸件表面缺陷,由专用技术标准规定。

4.5.13 铸件非加工表面上的铸字和标志应清晰可辨,位置和字体应符合图样要求。

## 4.6 内部质量

4.6.1 x射线照相检验时,铸件的圆形针孔按GB11346—89,长形针孔按HB5395—88,海绵状疏松按HB5396—88,分散疏松按HB5397—88评定级别。一般按表3的规定验收。

有特殊要求的铸件,所允许的验收等级应在图样或专用技术条件中规定。

4.6.2 低倍试验时,按本标准附图评定针孔等级。I类铸件设计指定部位按2级验收,I类铸件非指定部位和II类铸件按3级验收,对于液压和气压附件按2级验收,局部允许3级针孔,但不得超过受检面积的25%。当气密性试验满足设计要求时,允许按3级验收。

表 3

标准代号	缺陷名称	检 验 规 则
HB11346—89	圆形针孔	(1) I类铸件设计指定部位按2级验收。 (2) I类铸件非指定部位和II类铸件按4级验收。 (3) 对于液压和气压附件按2级验收,局部允许4级针孔,但不得超过受检面积的25%,当气密性试验满足设计要求时,允许按4级验收。

HB5395—88	长形针孔	(1) I 类铸件设计指定部位按 I 级验收。 (2) I 类铸件非指定部位和 II 类铸件按 2 级验收。
HB5396—88	海绵状疏松	(1) I 类铸件设计指定部位按 1 级验收。 (2) I 类铸件非指定部位和 II 类铸件按 2 级验收。
HB5397—88	分散疏松	(1) I 类铸件设计指定部位按 1 级验收。 (2) I 类铸件非指定部位和 II 类铸件按 2 级验收。

4.6.3 铸件内部的气泡、夹渣当无特殊规定时,可参照 4.5.7.a 条的要求进行检验。但单个气泡或夹渣的边距不小于 30 毫米。成组孔洞之间的距离不小于 50 毫米。熔模和石膏型精密铸件的气泡、夹渣按专用技术文件验收。

4.6.4 铸件内部不允许有裂纹。

4.6.5 铸件内部的偏析,按专用技术标准验收。

4.6.6 要求气密性的铸件,应按图样或专用技术文件的要求进行气密性试验。必要时,允许对铸件进行浸润处理。

#### 4.7 缺陷修正

4.7.1 可用打磨的方法排除任何缺陷,但打磨后的尺寸应符合铸件尺寸公差的要求。

4.7.2 翘曲的铸件允许用机械方法进行校正,校正后全部检查有无裂纹。

4.7.3 允许用焊补的方法修复任何缺陷,除设计部门规定不允许焊补的部位外,其它部位只要便于焊补、打磨和检验均可焊补。

4.7.4 当采用钨极氩弧焊焊补时,径扩修后允许焊补的面积、深度、个数和间距一般应符合表 4 的规定。特殊情况下的焊补,由冶金部门或用户在专用技术文件中规定。

表 4

铸件种类	铸件表面积 (cm <sup>2</sup> )	焊补面积不大于 (cm <sup>2</sup> )	焊补处数 (个)	焊补最大深度 (mm)	一个铸件上的焊补总处数 (个)
小型件	<1000	10(φ36mm)	3	/	3
中型件	1000~3000	10	3	/	5
		15 (φ44mm)	2	/	
	>3000~6000	10	4	/	10
		15	3	/	
20	2	10	8		
25 (φ56mm)	1	8			
大型件	>6000	10	4	/	13
		15	4	/	
		20	3	10	
		25	2	8	

注:①焊补面积是指扩修后的面积;

②焊补面积小于 2 平方厘米的焊区,不计入焊补处数。

③“/”表示对焊补最大深度不要求。

4.7.5 同一处的焊补次数不得超过 3 次。

4.7.6 焊区边缘间距(包括反面的焊区)不得小于两相邻焊区直径之和。

4.7.7 凡以热处理状态供应的铸件,焊补后需按原状态热处理,热处理后的铸件应重新检验单铸试样或附铸试样的力学性能。当氩弧焊区面积小于 2 平方厘米时,焊区间距不小于 100 毫米,经冶金部门同意,焊后可不经热处理,但在一个铸件上不得多于 5 处。

对于 ZL301 合金铸件,焊补后均应按原状态热处理。

4.7.8 焊补区不得有裂纹、未焊透、未熔合等缺陷。在任一焊区中允许有最大直径不大于 2 毫米,且不超过壁厚 1/3 的气泡和夹渣 3 个。边距不小于 10 毫米,直径小于 0.5 毫米的分散气泡和夹渣不计。

4.7.9 凡经焊补的铸件应在焊补处标记,或在有关技术文件中标注在示意图上以备检验。

4.1.10 铸件焊补按专用焊补工艺说明书或工艺规程进行。

## 5 试验方法和检验规则

### 5.1 化学部分

5.1.1 合金化学成分的检验方法应符合 HB962—86 中 3.1 条的规定。

5.1.2 当用几个熔融炼炉次的熔金属浇注一个铸件时,每炉都要检验化学部分。

5.1.3 合金化学成分第一次分析不合格,允许重新取样分析不合格元素。若第二次分析仍不合格时,铸件为不合格件。

### 5.2 力学性能

5.2.1 I 类铸件除用每熔炼炉次的单铸或附铸试样检验其力学性能外,还应根据设计部门或用户的要求从铸件上切取试样检验力学性能。同一图样的铸件,大件不多于 20 件,中小件不多于 50 件抽查一件。对于不同于上述要求的铸件,根据专用技术文件抽查。

5.2.1.1 当铸件的一个取样部位不能切取三根试样时,其抗拉强度和延伸率均不得小于 4.3.2.1 条中规定的平均值。

5.2.1.2 当铸件不能切取试样时,由设计部门和冶金部门共同商定检验方法。

5.2.1.3 铸件上切取试样,选用 HB5143—80 中直径不小于 6 毫米的短试样。当不能切取圆试样时,允许按专用标准切取其它比例试样。

5.2.2 II 类铸件用同熔炼炉次的单铸或附铸试样测定力学性能。

5.2.3 III 类铸件检查同熔炼炉次的化学成分。是否检查单铸或附铸试样力学性能由冶金部门确定。

5.2.4 每熔炼炉次取三根单铸或附铸试样测定抗拉强度和延伸率,若有两根力学性能符合 HB962—86 表 2 的规定时,则认为合格。当对硬度有特殊要求时,才需测定合金的硬度值。

5.2.5 单铸或附铸试样必须与铸件同炉热处理。

5.2.6 如果一个熔炼炉次中同一热处理状态的铸件,在不同的热处理炉次中进行热处理,并且该熔炼炉次的试样已在一个热处理炉次中经检验合格,则另一热处理炉次中该熔炼炉次的铸件可按同热处理炉次中任一熔炼炉次的合格试样交付。

5.2.7 单铸或附铸试样第一次试验不合格时,允许将铸件重复热处理,随后取样进行试验,若又不合格,允许进行第三次热处理,若试验结果仍不合格时,则此炉次铸件报废。

每次热处理后,若单铸试样不合格,铸件上切取的力学性能合格时,则该熔炼炉次铸件为合格件。

5.2.8 由于试验本身的故障或试样断口上有目视可见的夹渣、气泡而造成试验结果不合格时,应补试

样重新试验。

5.2.9 以铸态提供的铸件,当力学性能不合格时,允许对铸件进行适当的热处理,其力学性能仍按原铸态指标验收。

5.2.10 硬度检验按 HB962—86 中 2.2.2 条进行。铸件可在同一热处理炉次中抽查硬度(抽查数量由供需双方商定),如不合格,抽查数量加倍,再不合格可重复热处理复验,第三次热处理仍不合格,铸件报废。

5.2.10.1 硬度试验按 HB5168—81 的规定进行。

5.2.10.2 铸件上硬度检验部位及抽查方法,应符合图样及有关文件规定。

5.2.10.3 如果热处理炉次中包括几个熔炼炉次的铸件,则该热处理炉中的各熔炼炉次的铸件均应抽查硬度。

5.2.10.4 由于硬度不合格而重复热处理时,除检验硬度外,还应按原要求检验单铸或切取试样的抗拉强度和延伸率。

5.2.10.5 当对铸件的硬度值有特殊要求时,在征得冶金部门同意后,在图样上标明。铸件的热处理规范可作适当的调整。

5.2.1.1 对铸件有其它力学性能要求时,其技术要求和验收方法由设计部门和冶金部门协商后,在图样或有关技术文件中规定。

### 5.3 铸件尺寸

铸件易变动的尺寸应逐件检验,其它尺寸进行抽查。不解剖无法检验的尺寸,由检验部门定期解剖检验。

### 5.4 表面质量

铸件均应目视(或使用 10 倍以下放大镜)检验表面质量,并根据供、需双方的商定按 HB/Z61—81 进行荧光检查或煤油浸润等检查。

### 5.5 内部质量

5.5.1 低倍试验方法按 HB5210~82 的要求进行。

5.5.2 I、II 类铸件应按图样或有关技术文件的规定,进行 x 射线检验。其检验部位和比例由设计部门和冶金部门商定。检验数量按每个熔炼炉次所浇注的铸件数计算。

5.5.3 当 x 射线照相检验抽查有不合格时,应取双倍。如仍有不合格,全部铸件逐个进行检验。

5.5.4 当用低倍试验方法检验内部缺陷时,按专用技术文件验收。

5.5.5 铸件焊补后需经荧光和 x 射线照相(或其它的方法)检验。检查面积不得小于焊补面积的两倍。

对于焊补面积不大于 2 平方厘米的焊区,且不能 x 射线检验时,经冶金部门同意可不 x 射线检验。

5.5.6 要求气密性的铸件,按图样或专用技术文件规定的要求进行气密性试验。

### 5.6 工艺检验

5.6.1 工艺检验的目的是全面检查批生产铸件的质量情况,以便及时采取措施保证产品质量。

5.6.2 经生产试制、定型,转入批生产的铸件,连续生产三个月进行一次工艺检验。停产半年以上恢复生产时,首批铸件也需进行检验。

5.6.3 工艺检验的项目:包括合金化学成分的全面分析、全面的 x 射线检验、荧光检查、煤油浸润、从铸件上切取性能、低倍和金相检验等。

根据生产情况,允许冶金部门和检验部门协商选取上述部分项目进行检验。

5.6.4 冶金部门根据上述要求制定工艺检验专用技术文件,检验部门按专用文件进行工艺检验。工艺检验中发现有不符合铸件工艺定型的质量要求时,应改进工艺、采取措施,达到质量要求后方可继续生产。对于已生产的铸件由检验部门会同冶金部门协商处理。

## 6 铸件交付

6.1 铸件应附有合格证。

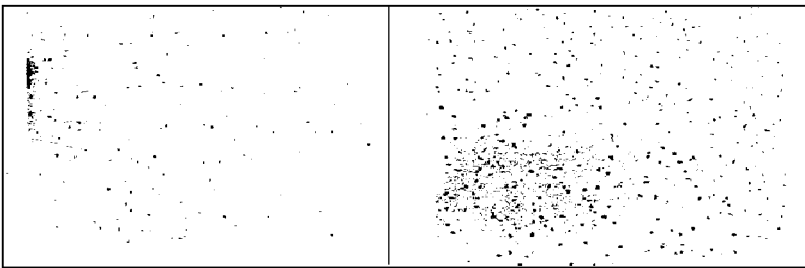
6.2 铸件上应打有检验印记、热处理印记、熔炼炉号等。印记应打在图样指定的部位。尺寸小的铸件不能打全部印记时,可仅打检验印记或挂标签。

6.3 铸件的包装应保证在运输过程中和存放期间无锈蚀和机械损伤。



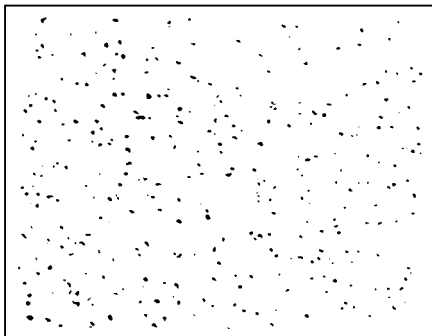
1 级

2 级



3 级

4 级



5 级

附图 圆形针孔低倍图片

## 中华人民共和国第三机械工业部部标准

HB 5131—1979

# 结构钢精密铸件内部疏松

## X 光透视分级标准

本标准适用于航空产品中用熔模、壳型和陶瓷型铸造的抗拉强度指标小于 130 公斤/毫米<sup>2</sup> 的结构钢铸件。

### 1 组别、类型、分级、适用厚度范围：

本标准由三组、六种疏松类型的十套 x 光透视底片组成。其组别、类型、分级、适用厚度范围如表。

组 别	疏 松 类 型	分 级	适用厚度范围
第一组	条形件中心线疏松	1、2、3、4、5	≤6.5 毫米
	枝晶状疏松	1、2、3、4、5	
	层状疏松	1、2、3、4、5	
	分散海绵状疏松	1、2、3、4、5	
	集中海绵状疏松	2、3、4、5	
	纤维状疏松	2、3、4、5	
第二组	枝晶状疏松	1、2、3、4、5	6.5~13 毫米
	分散海绵状疏松	1、2、3、4、5	
	集中海绵状疏松	1、2、3、4、5	
第三组	海绵状疏松	1、2、3、4、5	>13~25 毫米

### 2 使用规则：

2.1 铸件的 x 光透视方法及灵敏度应符合专用的 x 射线检验技术文件的规定。

2.2 凡设计要求 x 光透视的铸件，若无特殊规定时，其疏松级别：在重要受力部位上不允许超过本标准 1 级；在一般受力部位上不允许超过本标准 2 级。

注：铸件的重要受力部位应在产品图纸或有关技术文件中规定。若无规定，则按一般受力部位处理。

2.3 凡工艺要求（指试制定型和工艺检查）x 光透视的铸件，若无特殊规定，其疏松级别：Ⅱ类铸件不允许超过本标准 2 级，Ⅲ类铸件不允许超过本标准 3 级。

2.4 对于某些铸件的疏松检验问题，允许各厂做特殊规定或制订专用标准。

2.5 铸件的疏松级别，以其疏松最严重的部位与疏松标准底片相对照进行评定。

3. 本标准用工业Ⅲ型 x 光胶片制成。



## 附 录

铸件各级疏松标准的强度降低率(%)如表。

级 别	强度降低率(%)
1	8
2	15
3	20
4	25
5	30

注:强度降低率按 HB5001—73 抗拉强度指标进行计算。