

团 体 标 准

T/CFA XXXX--202X

汽车空调用电动压缩机壳体铸件

Motor compressor casting shell for automotive air conditioning

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国铸造协会 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 通用要求.....	2
5 技术要求.....	2
5.1 化学成分.....	2
5.2 力学性能.....	2
5.3 尺寸和形状.....	2
5.4 加工余量.....	4
5.5 重量公差.....	4
5.6 表面质量.....	4
5.7 内部质量.....	5
5.8 气密性.....	5
5.9 清洁度.....	5
6 试验方法.....	6
6.1 化学成分检验.....	6
6.2 力学性能检验.....	6
6.3 尺寸、角度及形位公差的检验.....	6
6.4 加工余量检验.....	6
6.5 重量公差检验.....	6
6.6 表面质量检验.....	6
6.7 内部质量检验.....	6
6.8 气密性检验.....	6
6.9 清洁度检验.....	6
7 检验规则.....	7
7.1 检验类型.....	7
7.2 型式试验.....	7
7.3 出厂检验.....	7
7.4 组批与抽样.....	7
7.5 判定规则.....	8
8 标志、质量证明书、包装、运输.....	8
8.1 标志.....	8
8.2 质量证明书.....	8
8.3 包装.....	9
8.4 运输.....	9

附录A（资料性）汽车空调压缩机用压铸件化学成分.....	10
附录B（资料性）A 型拉伸试样力学性能(压铸试棒)	11
附录C（规范性）压铸产品致密度等级要求.....	12
附录D（规范性）K-MOLD检验检验流程.....	13
附录E（规范性）铝液测氢作业规程.....	14
附录F（规范性）铝液氢气含量检测比对方案.....	18
表 1 铝合金材料夹渣(K值)要求.....	2
表 2 铝合金材料单位密度含氢量要求.....	2
表 3 电动压缩机壳体铸件坯件尺寸公差.....	2
表 4 电动压缩机壳体铸件坯件锥度公差和角度公差.....	3
表 5 电动压缩机壳体铸件坯件平面度公差.....	3
表 6 电动压缩机壳体铸件表面缺陷的质量控制.....	4
表 7 电动压缩机壳体压铸件加工表面气孔缺陷.....	5
表 8 汽车用空调壳体压铸件气密泄漏试验要求.....	5
表 9 汽车用空调壳体压铸件清洁度要求.....	5
表 10 汽车用空调壳体压铸件检验项目.....	7
表 11 汽车用空调壳体压铸件组批与抽样方法.....	7
表A.1 汽车空调压缩机用压铸件化学成分.....	10
表B.1 A 型拉伸试样力学性能(压铸试棒)	11
表C.1 压铸产品致密度等级要求.....	12
表D.1 K-MOLD检验检验流程.....	13
表E.1 铝液测氢作业规程.....	14
表F.1 铝液氢气含量检测比对方案.....	18

前 言

本文件依据 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。

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。

本文件由中国铸造协会压铸分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件起草单位：重庆顺多利机车有限责任公司、重庆大学、重庆庆铃铸铝有限公司。

本文件起草人：邓力、辜诚、雷阳阳、赵建华、毛臣超、王亚军、 。

本文件为首次制定。

引 言

汽车产销量直接决定着汽车空调压缩机的需求量。电动汽车空调压缩机壳体铸件相比燃油车壳体铸件集成度更高、结构更复杂，壳体质量对系统的运行性能、噪声、振动、安全和使用寿命等有着直接影响。目前市场上无标准可循，致使产品质量良莠不齐，迫切需要制定行业相关标准规范及质量要求，以促进和引导市场的健康发展，提高国内新能源汽车关键零部件的核心竞争力。

本文件针对汽车空调用电动压缩机壳体铸件普遍性、特殊性要求做出的规定，是汽车空调用电动压缩机壳体铸件的生产、检验、使用、质保服务等方面的重要技术依据，有助于提升电动汽车压缩机壳体铸件的质量，保证高质量的电动压缩机。

汽车空调用电动压缩机壳体铸件

1 范围

本文件规定了汽车空调用电动压缩机壳体铸件的技术要求、试验方法、检验规则、以及标志、质量证明书、包装和运输。

本文件适用于汽车空调用独立式和非独立式电动驱动、发动机和电机混合驱动的压缩机壳体铸件的生产控制和质量检验。燃油汽车空调用压缩机壳体铸件可参照本标准执行。

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 228.1 金属材料拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
- GB/T 231.1 金属材料布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法
- GB/T 2828 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表
- GB/T 2934 联运通用平托盘 主要尺寸及公差
- GB/T 5611 铸造术语
- GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 第 1 部分：铸造表面
- GB/T 6060.3 表面粗糙度比较样块 第 3 部分：电火花、抛（喷）丸、喷砂、研磨、锉、抛光 加工表面
- GB/T 6414 铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量
- GB/T 6544 瓦楞纸板
- GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
- GB/T 11351 铸件重量公差
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13822 压铸有色金属试样
- GB/T 15056 铸件表面粗糙度评定方法
- GB/T 15114 铝合金压铸件
- GB/T 15823 无损检测氦泄漏检测方法
- GB/T 17432 变形铝及铝合金化学成分分析取样方法
- GB/T 20975 铝及铝合金化学分析方法
- GB/T 22068 汽车空调用电动压缩机总成
- GB/T 23704 二维条码符号印制质量的检验

3 术语和定义

GB/T 5611、GB/T 22068 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动压缩机壳体 shell of electrically driven compressor

压缩机的密闭壳体，装有用于压缩机运转的前置机械装置和电动设备等，一般由排气壳体、机体壳体、驱动器壳体三部分组成，结构紧凑，对密封性要求严格。

孔隙度 porosity

孔隙面积与指定区域最大面积之比。

4 通用要求

4.1 汽车空调用压缩机壳体铸件（以下简称铸件）应按规定程序的图样和技术文件协议制造。

4.2 当供需双方对铸件的技术要求和试验方法在合同或协议中有其他特殊规定时，供方应以合同或协议的规定为准。

5 技术要求

5.1 化学成分

5.1.1 铸件宜采用 YL112、YL113、YL102 牌号的压铸铝合金，也可采用 ADC12、A380、ENAC47100，化学成分参考附录 A；当需方有特殊要求时，由供需双方协商。

5.1.2 铝合金材料夹渣（K 模）应符合表 1 的规定。

表1 铝合金材料夹渣（K 模）要求

铝合金液质量	一级（合格）	二级（合格）	三级（合格）	不合格
K 值	0	≤0.1	0.1~0.2	>0.2

5.1.3 铝合金材料氢气含量应符合表 2 的规定。

表2 铝合金材料单位密度含氢量要求

铝合金氢气含量	A 级（合格）	B 级（合格）	不合格
密度 ρ / (g/cm ³)	$\rho > 2.65$	$2.60 \leq \rho < 2.65$	$\rho < 2.60$
注：材料含氢量用单位合金密度表示。			

5.2 力学性能

力学性能参考附录 B，客户有特殊要求的，由供需双方自行商定。

5.3 尺寸和形状

5.3.1 尺寸公差

5.3.1.1 铸件坯件的线性尺寸公差应按表 3 执行。

表3 电动压缩机壳体铸件坯件尺寸公差

铸件坯件基本尺寸/mm		铸件坯件尺寸公差等级 CT					
大于	至	3	4	5	6	7	8

—	10	0.18	0.26	0.36	0.52	0.74	1.0
10	16	0.2	0.28	0.38	0.54	0.78	1.1
16	25	0.22	0.30	0.42	0.58	0.82	1.2
25	40	0.24	0.32	0.46	0.64	0.9	1.3
40	63	0.26	0.36	0.50	0.70	1.0	1.4
63	100	0.28	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6
100	160	0.30	0.44	0.62	0.88	1.2	1.8
160	250	0.34	0.50	0.72	1.0	1.4	2.0
250	400	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2

5.3.1.2 加工部位的毛坯尺寸公差等级应符合 GB/T 6414 – 2017 的 CT4 级规定。

5.3.1.3 定位孔的预留抽芯孔中心位置尺寸公差带应为 ± 0.10 mm。除非另有说明，公差带应相对于基本尺寸对称分布。

5.3.1.4 其他非机加部位，其尺寸宜符合 GB/T 6414 -- 2017 的 CT6 级规定。

5.3.2 锥度公差和角度公差

铸件坯件锥度公差和角度公差应符合表 4 规定。锥度公差应按锥体母线长度决定，角度公差应按角度短边长度决定，拔模斜度和重要结构的角度尺寸公差应按 1 级，一般结构的角度公差可按 2 级执行。

表4 电动压缩机壳体铸件坯件锥度公差和角度公差

精度等级	公 称 尺 寸 mm (锥体母线长度 L)									
	~3	3~6	6~10	10~18	18~30	30~50	50~80	80~120	120~180	180~260
	角 度 和 锥 度 偏 差 $\Delta\alpha$									
1	$\pm 1^{\circ}30'$	$\pm 1^{\circ}15'$	$\pm 1^{\circ}00'$	$\pm 0^{\circ}50'$	$\pm 0^{\circ}40'$	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}25'$	$\pm 0^{\circ}20'$	$\pm 0^{\circ}15'$	$\pm 0^{\circ}12'$
2	$\pm 2^{\circ}30'$	$\pm 2^{\circ}00'$	$\pm 1^{\circ}30'$	$\pm 1^{\circ}15'$	$\pm 1^{\circ}00'$	$\pm 0^{\circ}50'$	$\pm 0^{\circ}40'$	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}25'$	$\pm 0^{\circ}20'$

5.3.3 形位公差

5.3.3.1 铸件坯件的平面度公差应符合表 5 的规定，其他表面形状公差应控制在尺寸公差范围内。

表5 电动压缩机壳体铸件坯件平面度公差

被测量部位尺寸/mm	公差值/mm
~25	0.05
>25~63	0.10
>63~100	0.15
>100~160	0.20
>160~250	0.25
>250~400	0.30

5.3.3.2 铸件坯件位置公差应符合 GB/T 15114 的规定。

5.4 加工余量

铸件坯件的机械加工余量应不低于GB/T 6414 – 2017 的C级要求。

5.5 重量公差

5.5.1 铝合金压铸件坯件重量公差应按 GB/T 11351 -- 2017 的 MT5 级规定执行。

5.5.2 当铸件坯件重量公差的上偏差和下偏差相同时，应标注为：GB/T 11351 MT5 级；当重量公差的上偏差和下偏差不相同，应标注为：GB/T 11351 MT4/6级。

5.6 表面质量

5.6.1 铸件表面粗糙度应符合图样规定要求。

5.6.2 铸件表面需作抛丸、钝化、阳极氧化、化学氧化处理时，应在图样上注明或与用户商定。

5.6.3 铸件表面应色泽均匀，无霉斑，不允许有较明显的碰伤、拉伤、凹陷、缺肉、龟纹、毛刺等缺陷。

5.6.4 铸件外表面部位应打磨平整。表面缺陷程度应符合表 6 的规定。

表6 铸件表面缺陷的质量控制

缺陷项目	外表面部位	内腔表面部位	
	缺陷程度	缺陷程度	每平方米内缺陷数量
拉伤（面积×深）	不允许修补	< (10 mm ² ×0.2 mm)	≤2 处（内外壁都不加工）
		不允许	0 处(壁一侧有加工，则另一侧毛坯面就不允许有拉伤)
		< (6 mm ² ×0.5 mm)	≤ 2 处
凹陷（面积×深）		< (6 mm ² ×0.4 mm)	≤ 2 处
缺肉（面积×深）		< (6 mm ² ×0.4 mm)	≤ 2 处
霉斑、锈蚀、油污、花纹	清理打磨后不允许	允许有轻微的花纹，其他不允许	
龟纹、毛刺、飞边	残留高度<0.15mm	残留高度<0.25mm	
裙边拉缺、压塌；凸瘤	不允许		
嵌件未加工端面	不允许存在铝皮		
推杆痕迹	非加工面允许 0~-0.5 mm； 加工面允许 0~1.0 mm； 装饰面不允许		
浇口、溢流口残留高度	待加工表面允许≤1.0 mm； 不加工内腔表面允许≤0.20 mm； 非加工面允许 0~0.30 mm		

5.6.5 凸纹、网纹及文字和标志

5.6.5.1 铸件坯件凸纹的纹路应平行于脱模方向，网纹的形状应有利于模具制造和坯件脱模。

5.6.5.2 铸件坯件文字和标志的大小及位置应符合产品图样规定，文字和标志突出高度应大于（0.5±0.1）mm，笔画线条宽度宜不小于凸出高度的 1.5 倍，线条间距离应大于 0.3 mm。

5.6.5.3 铸件坯件脱模斜度应为 10° ~15°，标记和生产时间标记及客户标识，其位置、大小应以尺寸确定，样式、文字内容、图案、线条笔划粗细深浅等应与客户沟通确认并满足用户要求。

5.6.5.4 在压缩机壳体铸件上打印二维码，打印二维码之前应在产品上扫白底，以保证二维码清晰可见；二维码应按 GB/T 23704 进行评级，二维码评级应≥ 2 级。

5.7 内部质量

5.7.1 铸件内腔不应有裂纹、欠铸、杂质等缺陷。

5.7.2 产品内部质量应该满足客户图纸和协议要求，若无规定，由供需双方自行商定。

5.7.3 铸件内部气孔缺陷，宜选用表 7 的规定。

表7 汽车用空调壳体压铸件加工表面气孔缺陷

缺陷项目		缺陷部位		
		铸件一般加工部位	铸件的加工重要部位	铸件的密封部位
气孔缺陷 的投影平 均直径 mm	最大投影平均直径 mm	气孔个数	气孔个数	气孔个数
	$\leq \phi 0.3$	忽略不计	≤ 4 个	≤ 2 个
	$0.3 < \phi \leq 0.5$	≤ 4 个	≤ 2 个	≤ 1 个
	$0.5 < \phi \leq 1$	≤ 2 个	≤ 1 个	不允许
铸件非加工部位		允许有不影响使用性能的气孔存在；气孔间距 ≥ 6 mm， ≤ 0.2 mm 的非串联性气孔忽略不计		

5.7.4 对于有泄漏风险的区域，铸件内部致密度应满足附录C的要求。

5.8 气密性

铸件经机械加工和浸渗后，应采用氦气进行泄漏检查，泄漏试验应符合表 8 要求。

表8 汽车用空调壳体压铸件气密泄漏试验要求

介质	压力/MPa	保压时间/S	泄漏量/ Pa.m ³ /s	
氦气	1.8~2.2	30~35	$\leq 1.0 \times 10^{-6}$ (超出泄漏量报警)	2 g/year

5.9 清洁度

铸件型腔内不应有油污、锈蚀、霉斑、飞皮及铝屑等杂物。清洁度要求应符合表 9 的规定。

表9 汽车用空调壳体压铸件清洁度要求

项目	要求	数量	检测工具
金属颗粒规格	> 600 um	0 颗	显微镜
	400 um ~ 600 um	≤ 5 颗	显微镜
	< 400 um	≤ 40 颗	显微镜
非金属颗粒规格	> 600 um	0 颗	显微镜
	400um ~ 600 um	≤ 32 颗	显微镜
	< 400 um	≤ 500 颗	显微镜
清洁度	mg /件	≤ 10 mg	天平秤

6 试验方法

6.1 化学成分检验

- a) 取样应按每炉每批次制备试样，做好批次标记，同时应符合 GB/T 17432 的规定。
- b) 铸件试样的化学成分的检验应按 GB/T 20975 或 GB/T 7999 的规定执行。
- c) 铸件夹渣的检验应按 K-MOLD 检验作业标准，见附录 D。
- d) 铸件氢含量的检验应按铝液测氢作业标准，见附录 E。
- e) 当结果存在争议时，应按 GB/T 20975 中的规定进行仲裁。
- f) 供需双方可商定其他检测方法。

6.2 力学性能检验

制取的试样应符合 GB/T 13822 的规定。铸件单铸试样力学性能的检验应按照 GB/T 228.1 的规定执行。铸件硬度的检验应按照 GB/T 231.1 的规定执行；如本体取样，则由供需双方自行商定。

6.3 尺寸、角度及形位公差的检验

铸件的尺寸、角度及形位公差的检验可采用 3D 扫描、三坐标检查仪及常规游标卡尺、高度仪等符合准确度等级的量具检验，或按供需双方认可的测量方法进行检验。

6.4 加工余量检验

铸件的加工余量宜按供需双方认可的方法进行检验。

6.5 重量公差检验

铸件重量公差的检验可采用称量法。铸件的公称重量（ $10\text{ kg} \leq X < 100\text{ kg}$ 偏差 $\pm 1\%$ ； $1\text{ kg} \leq X < 10\text{ kg}$ 偏差 $\pm 2\%$ ； $100\text{ g} \leq X < 1\text{ kg}$ 偏差 $\pm 3\%$ ； $1\text{ g} \leq X < 100\text{ g}$ 偏差 $\pm 10\%$ ）和被检铸件的重量应选择同一精度等级的计量器具称量。

6.6 表面质量检验

6.6.1 铸件可见的铸造缺陷、残留、加工面缺陷及外观质量可采用目测方法检测。

6.6.2 铸件的表面粗糙度检验和评定应按 GB/T 6060.1 和 GB/T 15056 的规定执行，或采用粗糙度轮廓仪进行检测。

6.6.3 二维码的检验使用扫码枪，具体方式由供需双方商定。

6.7 内部质量检验

取样部位为泄漏风险高或者客户有特殊要求的区域。铸件的致密度以指定区域的孔隙面积与指定区域剖面的最大外形面积之比，可以使用 CT 或者其他探伤方式进行检验。

6.8 气密性检验

铸件的气密性检验应按照 GB/T 15823 的规定执行。

6.9 清洁度检验

铸件的清洁度检验宜按供需双方认可的方法进行检验。

7 检验规则

7.1 检验类型

7.1.1 铸件应进行检验，检验项目见表 10。

表 10 汽车用空调壳体压铸件检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验
1	化学成分	√	—
2	力学性能	√	—
3	尺寸和形状	√	—
4	加工余量	√	√
5	重量公差	√	√
6	表面质量	√	√
7	内部质量	√	—
8	气密性	√	—
9	清洁度	√	—

注：“√”表示为应检验项目，“—”表示为非检验项目

7.1.2 每批铸件产品应经厂质量检验部门检验合格后方可出厂，并向需方提供产品检验报告。

7.2 型式试验

铸件型式检验项目为本文件规定的所有项目，有下列情况之一时应做型式检验：

- a) 新产品或者产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产以 6 个月为一周期，应进行型式检验；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 停产 12 个月后恢复生产时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时；
- g) 用户提出进行型式检验的要求时。

7.3 出厂检验

每批铸件产品应经厂质量检验部门检验合格后方可出厂，并向需方提供产品检验报告。

7.4 组批与抽样

7.4.1 铸件组批与抽样方法应按表 11 执行。

表 11 汽车用空调壳体压铸件组批与抽样方法

检验项目	组批与抽检方法
化学成分	化学成分的检验频率，每炉次取样一组（3 个）。如有特殊要求，由供需双方商定。试样应保留 6 个月，以备复查

力学性能	单铸试样检验时，每炉次取试样一组 3 根。本体试样检验时，取样部位、试样尺寸由供需双方商定
尺寸和形状	铸件尺寸进行抽验，抽检方法按 GB/T 2828、GB/T 2829 的规定进行
加工余量	铸件尺寸进行抽验，抽检方法按 GB/T 2828、GB/T 2829 的规定进行
重量公差	铸件重量进行抽检，抽检方法按 GB/T 2828、GB/T 2829 的规定进行
表面质量	全检
内部质量	每批次取 3 件进行内部质量检查
气密性	全检
清洁度	全检

7.4.2 根据用户要求和图样及技术协议，可协商采用其他手段检验铸件。

7.5 判定规则

7.5.1 铸件化学成分第一次检验不合格，允许重新取样，如仍不合格，则该炉（批次）合金成分不合格。

7.5.2 铸件力学性能受检的 3 根试样中有 1 根力学性能不合格，则判定该批铸件性能不合格；允许进行第二次检验；如果第二次检验中仍有 1 根试样不合格，但总的平均值合格时，可认为该批铸件性能合格。如不合格的试样多于 2 根，则认为该炉次（或该批）铸件性能不合格。

7.5.3 尺寸公差等的抽检结果应符合 GB/T 15114 的 3.3 条款的规定。

7.5.4 铸件表面质量检验结果应符合 GB/T 15114 的 3.5 条款规定。需喷丸、抛丸、喷砂加工的表面粗糙度应按 GB/T 6060.3 的规定执行。

7.5.5 内部质量的致密度的检验判定应按附录 C 中 1 级～ 4 级执行；5 级及以上的则判定为不合格。

7.5.6 铸件实称重量在公差范围之内，则被检铸件的重量合格。

7.5.7 铸件时效处理后的硬度由供需双方商定。

8 标志、质量证明书、包装、运输

8.1 标志

铸件应在合适的部位加上铭牌标志，标志内容应按需包含以下内容：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 标准的编号及名称；
- c) 铸件名称和合金牌号(代号)；
- d) 炉批号；
- e) 数量(件数)、铸件批号；
- f) 出厂日期。

8.2 质量证明书

每批交货的铸件应经制造厂质量部门出厂检验合格后，附有质量证明书。质量证明书应按需包括以下内容：

- a) 制造厂名称；

- b) 需方名称；
- c) 合同号；
- d) 产品标准号；
- e) 材料的牌号；
- f) 品种名称、规格和质量等级；
- g) 产品标准中所规定的各项检验结果（包括参考性指标）；
- h) 技术质量监督部门标记；
- i) 质量证明书签发日期或发货日期。

8.3 包装

- 8.3.1 铸件宜采用瓦楞纸箱包装，产品层之间用横隔板保护；楞纸板应符合 GB/T 6544 的要求。
- 8.3.2 每箱包装产品总质量不应超过 100 kg。
- 8.3.3 应采用平托运输包装，木质平托盘的结构形式宜参照 GB/T 13384 和 GB/T 2934 的规定执行。
- 8.3.4 包装箱内应附有产品质量证明书和安装使用书。

8.4 运输

铸件运输时应安装固定支架，并适当增加防腐蚀、防潮和防震等保护措施。

附录A
(资料性)

汽车空调压缩机用压铸件化学成分

表A.1 汽车空调压缩机用压铸件化学成分

序号	合金牌号	合金代号	化学成分 (%)											对照牌号	
			Si	Cu	Fe	Mn	Mg	Zn	Sn	Ni	Ti	Pb	Cr		Al
3	YZAl Si12	YL10 2	11~1 3.5	0.8~1 .2	0.6~0 .9	≤0.5	≤0.35	≤0.5	≤0.1	≤0.3	≤0.2	≤0.2	≤0.1	其余	EN AC4710 0 (欧盟)
1	YZAl Si11C u3	YL11 3	10~1 2	1.8~3 .5	0.6~0 .9	≤0.4	0.2~0 .3	≤0.9	≤0.2	≤0.4	-	≤0.15	-	其余	ADC12 (日本)
2	YZAl Si9Cu 4	YL11 2	8~9.5	3~3.5	0.6~0 .9	≤0.45	0.07~ 0.1	0.5~1	≤0.15	≤0.4	-	-	-	其余	A380 (美国)

附录B

(资料性)

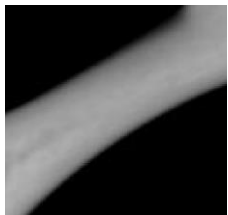
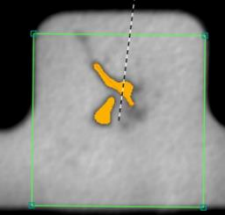
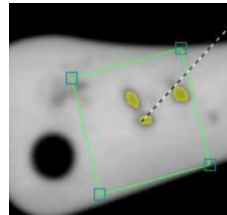
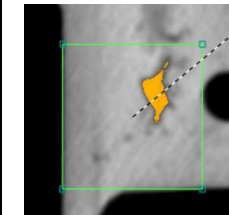
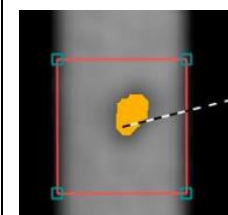
A 型拉伸试样力学性能(压铸试棒)

表B.1 A 型拉伸试样力学性能(压铸试棒)

序号	合金牌号	合金代号	拉伸性能		布氏硬度 HBW
			抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A /%	
2	YZAlSi12	YL102	220	2	60
1	YZAlSi9Cu4	YL112	320	3.5	85
3	YZAlSi9Cu3	YL113	230	1	80

附录C
（规范性）
压铸产品致密度等级要求

表C.1 压铸产品致密度等级要求

等级	1 级 (孔隙度 $\leq 1\%$)	2 级 ($1\% < \text{孔隙度} \leq 2\%$)	3 级 ($2\% < \text{孔隙度} \leq 3\%$)	4 级 ($3\% < \text{孔隙度} \leq 4\%$)	5 级 (孔隙度 $\geq 5\%$)
图例					
判定	合格	合格	合格	合格	NG



附录D
(规范性)
K-MOLD检验检验流程





表D.1 K-MOLD检验检验流程





编号	作业步骤	工作内容	关键要素
6.1	准备工作	1. 准备好取样工具：K模模具、汤勺、铁锤； 2. 穿戴好劳保用品。 3. 检查模具内外是否干净，重合两面要擦拭干净。 4. 将模具放在转水包上预热。	1. 模具完好。 2. 取样工具齐全、穿戴好劳保。 3. 预热5分钟以上。
6.2	制取试样	1. 将铝汤浇注到模具中，浇注时要除去铝液上的氧化物，并稳定倒入。 2. 待铝液完全凝固时，才可撬开模具。 3. 打开模具，检查试样是否完整，如不完整应重新制取，做齐之后，送交检测室进行判定。 4. 待试样冷却后，切掉浇冒口，并用铁锤断成小块，每个试样断开数量为5块。 5. 仔细检查样品是否含有黄褐色氧化渣、黑色、灰色非金属夹杂物、溶剂夹渣、纯白色颗粒，并用记号笔将渣点圈出。	1. 去除铝液上的氧化物，并匀速浇注。 2. 试样要完整。 3. 20个断面，1块为1个断面（对试样所用到的断面进行编号），用四个K模同时取样，共20个端面；每小时采样一次；当K值有效控制在<0.1以下时，自动更改为1次/4小时。 4. 光线良好，清点要准确（必要时用高倍放大镜）。 注：由于含硅量过高，或铝液温度造成样块中间有收缩、疏松不属于渣点范畴。
6.3	K值计算	1. 含渣数量用N表示，检查的断面数（小块数量20）用S表示，则K值计算法为： $K值=N/S$	1. 计算要准确。
6.4	结果判定	1. K值=0时，为非常纯净的铝液，结果判定为一级； 2. K值<0.1时，为纯净的铝液，结果判定为二级； 3. K值0.1-0.2时，为比较纯净的铝液，结果判定为三级，一级、二级、三级属于合格； 4. K值>0.2时，为不纯净（有污染）的铝液，结果判定为四级，属不合格。	1. K值在0.2以下或符合客户要求为合格品。 2. K值在0.1以下频次自动更新至1次/4小时。K值在0.1以上0.2以下频次自动更新至1次/1小时。 3. 结果记录，当出现超差时，按反应计划执行。 注：当铝液K值不合格时，将所添加该批次铝液的保温炉抽样检查两个值，当抽样合格时，判定该批次铝液合格；当不合格时，对保温炉进行除渣处理，并进行再次抽样检查，同时对产品进行成分分析，合格产品正常流转。



附录E
(规范性)
铝液测氢作业规程

表E.1 铝液测氢作业规程

设备名称	测氢仪	极限真空度	-0.097 Mpa
测量方法	减压凝固检验法(定性法)	设备单次采样时间	≈5 min
序号	操作步骤	图片说明	操作说明
1	清洁真空室底座及真空罩密封圈		<p>1.1 打开电源开关对机器进行预热, 预热时间≥10min;</p> <p>1.2 检查及清洁真空罩密封圈部位以及真空室底座结合部位;</p> <p>1.3 当检查发现真空罩密封圈出现破损、缺口时, 应第一时间进行更换</p>
2	检查坩埚		<p>2.1 检查镍质坩埚是否完好, 锅口有无缺口及不圆;</p> <p>2.2 用手轻拭坩埚表面查看是否有被覆剂粉末;</p> <p>2.3 若被覆剂不够时应将坩埚放在转水包上10cm范围内预热10min后刷被覆剂并烘干, 刷一次被覆剂可操作8~10次;</p> <p>☆被覆剂位置及刷涂可咨询熔炼班长或熔炼主管;</p>
3	保温炉注水口除渣		<p>3.1 带上隔热手套将除渣勺放置于铝水表面4~6cm处用转水包辐射热烘干预热30s;</p> <p>3.2 用烘干预热好的除渣勺轻轻舀去转水包铝液表面浮渣, 直至转水包表面浮渣清理干净;</p>

4	坩埚预热		<p>4.1 用坩埚钳夹紧坩埚边缘部位将坩埚放置于铝水表面4~6cm处烘干预热30~45s确保坩埚及坩埚钳完全烘干并预热；</p> <p>☆ 确保坩埚钳钳齿完全夹紧坩埚，防止坩埚掉入铝水中；</p>
5	舀取铝水		<p>5.1 握紧坩埚钳左右晃动扫开表面浮渣，再将预热好的坩埚浸入铝水中3~5cm深，静置5s后舀取4/5坩埚铝水；</p> <p>☆ 为确保安全及测量结果准确性，舀取的铝水不能太满或太浅，原则上舀取的铝水需占坩埚的2/3至4/5位置；</p>
6	放置坩埚在真空底座上		<p>6.1 舀取铝水后在15s内将盛有铝水的坩埚放置在真空底座隔热棉上；</p> <p>☆ 盛有铝水的坩埚在移动前必须确保无人在转移路线上，且做好铝水泼洒的预防及防护措施；</p>
7	盖上真空罩		<p>7.1 第一时间盖上清理好的真空罩；</p> <p>☆ 冬、春季节及梅雨季节需注意真空罩不能有任何水分，机器在10℃以下工作时需预热真空罩；</p>

<p>8</p>	<p>启动真空泵</p>		<p>8.1 按下绿色启动按钮启动真空泵及时间继电器；</p> <p>（★真空负压压力表压力-0.08~-0.1Mpa，真空保压时间3.5~5分钟）；</p> <p>☆ 操作者不允许调整真空压力及保压时间。</p>
<p>9</p>	<p>减压凝固</p>		<p>9.1 真空泵处于工作状态时绿色启动灯亮，时间继电器开始计时；</p> <p>9.2 坩埚试样内氢原子结合开始析出氢气，试样进入减压凝固阶段，此阶段真空室内处于相对真空状态；</p>
<p>10</p>	<p>关闭机器</p>		<p>10.1 保压时间达到预定时间后真空泵停止工作，“停止”指示灯亮，机器正上方报警灯闪烁（1次/秒）；</p> <p>10.2 轻按“停止”按钮关掉机器，报警灯停止闪烁，计时器清零；</p>
<p>11</p>	<p>移开试样</p>		<p>11.1 揭开真空罩、用坩埚钳及时移开坩埚及试样至安全位置；</p> <p>※：为防止真空室及真空罩部位过热，及时移走坩埚及试样可以缩短机器连续操作间隔时间；</p>

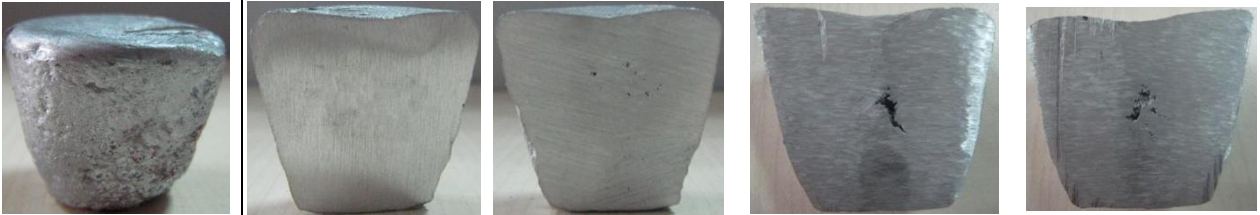
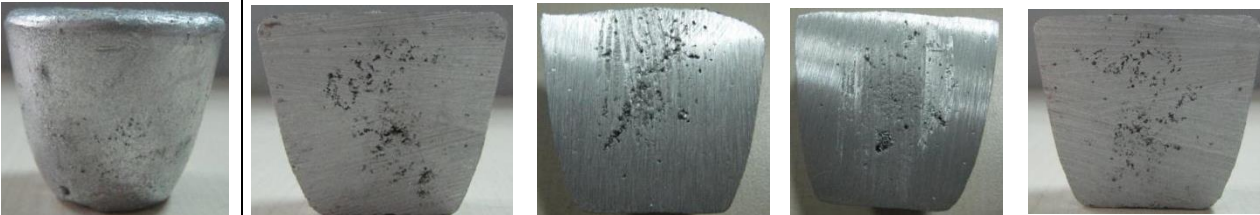

12	冷却、取出试样		<p>12.1 待试样冷却1.5~2min后用坩埚钳夹持坩埚倒出试样；</p> <p>☆ 严禁暴力磕出试样，以免磕伤坩埚；</p>
13	◆ 测量试样密度		<p>13.1 取出的试样在常温下冷却或放在水中冷却，严禁将试样与坩埚一起放在水中冷却；</p> <p>13.2 将冷却后的试样编号并用专用天平测试试样密度；</p>
14	◆解剖试样		<p>14.1 将试样解剖后与标准进行对比以确定含氢量并作好记录；</p>

注：

- 1、密度测量使用YP601N专用电子天平测量试样实际重量 W_1 和在水中重量 W_2 ，则简化后的密度测量公式为 $\rho = W_1 / (W_1 - W_2)$ ；
- 2、密度标准及解剖后试样氢气含量标准参见附录E-2《铝液氢气含量检测对比标准》；
- 3、机器不适合长时间连续运作，10~30℃两次操作机器休息10min，30℃/40℃最小间隔15min；
- 4、☆所示内容为需特别注意内容，不按照要求操作会对人身安全及机器造成危害。

附录F
(规范性)
铝液氢气含量检测比对方案

表F.1 铝液氢气含量检测比对方案

等级	A级(1级)	判定标准	试样呈凹陷状态, 试样解剖后无气孔; 允许有1~5个缩孔; 如下图所示	密度	$\rho > 2.65 \text{ g/cm}^3$
					
等级	B级(2级)	判定标准	试样平整或轻微凹陷, 解剖后气孔在 $\phi 3\text{mm}$ 以下; 允许有 $\phi 4.5\text{mm}$ 以下的缩孔; 气缩孔主要集中在中间区域, 如下图所示	密度	$2.60 \leq \rho < 2.65$
					
等级	C级(3级)	判定标准	试样轻微凸起、试样解剖后整个表面都分布有大小不等的气孔或者缩孔, 如下图所示;	密度	$\rho < 2.60$
					
等级	A级	B级	C级		
密度	$\rho > 2.65 \text{ g/cm}^3$	$2.60 \leq \rho < 2.65$	$\rho < 2.60$		
等级判定及反应措施	正常放行 产品进行密度检测	正常放行 产品进行密度检测	NG, 反应计划: 2.1-重新进行旋转除气后放行, 重新除气时间不低于 3M 2.2-正常放行, 但需要跟踪加水机台的后续质量状况(冬季)		