

ICS 43.060.10
T 12



ZZB

浙江制造团体标准

T/ZZB 0455—2018

汽车发动机用铝合金气缸盖

Aluminum cylinder head for automobile engines

ZHEJIANG MADE

2018 - 08 - 24 发布

2018 - 09 - 30 实施

浙江省品牌建设联合会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准由浙江省标准化研究院牵头组织制定。

本标准主要起草单位：温州瑞明工业股份有限公司。

本标准参与起草单位：浙江省标准化研究院、上汽通用五菱汽车股份有限公司、温州佳合标准化信息技术事务所、瑞安市汽车摩托车配件行业协会（排名不分先后）。

本标准主要起草人：韩玉明、韩剑、余子英、戴光永、潘德奇、徐海登、陈启略、何德道、李海河、吴光辉、李昊明、胡锋、赵葵、韩瑞雷、朱东锋、胡超、徐日忠、董磊、王飞、钱琦嘉、李胜彬、金爱蝶、杜岩、赵晓光。

本标准由浙江省标准化研究院负责解释。

ZHEJIANG MADE

汽车发动机用铝合金气缸盖

1 范围

本标准规定了汽车发动机用铝合金气缸盖的术语和定义、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输、贮存和质量承诺。

本标准适用于采用铝合金铸造工艺生产的汽车发动机用铝合金气缸盖（以下简称“气缸盖”）。

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 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 1173 铸造铝合金
- GB/T 5611 铸造术语
- GB/T 5678 铸造合金光谱分析取样方法
- GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
- GB/T 8063 铸造有色金属及其合金牌号表示方法
- GB/T 9438—2013 铝合金铸件
- GB/T 11346 铝合金铸件X射线照相检验 针孔（圆形）分级
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 15056 铸造表面粗糙度 评定方法
- GB/T 20975（所有部分） 铝及铝合金化学分析方法
- GB/T 30512 汽车禁用物质要求
- JB/T 7946.3 铸造铝合金金相 第3部分：铸造铝合金针孔
- JB/T 9218 无损检测 渗透检测方法

3 术语和定义

GB/T 5611界定的术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 5611中的某些术语和定义。

3.1

气孔 blowhole

铸件内由气体形成的孔洞类缺陷。其表面一般比较光滑，主要呈梨形、圆形和椭圆形。一般不在铸件表面露出，大孔常孤立存在，小孔则成群出现。

3.2

针孔 pinhole

一般为针头大小分布在铸件截面上的析出性气孔。铝合金铸件中常出现这类气孔，对铸件性能危害很大。

3.3

缩孔 shrinkage

铸件在凝固过程中，由于补缩不良而产生的孔洞。形状不规则、孔壁粗糙并带有枝状晶。常出现在铸件最后凝固的部位。

3.4

疏松 porosity

铸件缓慢凝固区出现的很细小的孔洞。分布在枝晶内和枝晶间，是弥散性气孔、显微缩松、组织粗大的混合缺陷，使铸件致密性降低，易造成渗漏。

3.5

裂纹 crack

铸件表面或内部由于各种原因发生断残裂而形成的条纹状裂缝，包括热裂、冷裂、热处理裂纹等。

4 基本要求

4.1 研发设计

- 4.1.1 具备铝合金材料、铸造工艺、机械加工工艺的研发设计能力。
- 4.1.2 具备产品数字化三维设计（CAD）与工艺仿真（CAE）系统应用的研究设计能力。
- 4.1.3 具备模具设计与制造的研究设计能力。

4.2 原材料

- 4.2.1 铝合金材料符合 ROHS 指令和 GB/T 30512 中对铅、汞、镉、六价铬四种禁用物质的含量限值的规定。
- 4.2.2 铝合金牌号符合 GB/T 8063 的规定。
- 4.2.3 铝合金、原砂进货时附有供应商合格证明或质量保证书。

4.3 工艺装备

- 4.3.1 具备集下芯、浇注、取件、打码于一体的模块化全自动浇注单元工艺及装备。
- 4.3.2 具备定点定位式空气淬火热处理单元的工艺及装备。
- 4.3.3 具备无机制芯、覆膜砂再生、铝屑回收再利用的绿色铸造工艺及装备。
- 4.3.4 具备五轴联动加工中心、智能机器人等自动化机械加工工艺及装备。
- 4.3.5 具备车间制造执行系统（MES）、产品全生命周期管理（PLM）、企业资源计划（ERP）高效协同与集成系统的应用和大数据分析优化处理能力。

4.4 检测能力

- 4.4.1 具备自动化在线下芯断芯和自动化在线燃烧室高度检测技术及装备。
- 4.4.2 具备化学成分、力学性能、几何形状和尺寸公差、密封性、清洁度和颗粒物等项目的检测能力。

5 技术要求

5.1 化学成分

5.1.1 气缸盖铸件化学成分主要元素应符合表 1 规定。

表1 气缸盖铸件化学成分主要元素

合金名称	主要元素（质量分数）/%						
	Si	Cu	Mg	Mn	Ti	Sr	Al
ZAlSi9Cu3	8.0~10.0	2.2~4.0	≤0.5	≤0.5	≤0.2	0.01~0.02	余量
ZAlSi7Mg0.3	6.5~7.5	≤0.1	0.25~0.45	≤0.1	0.08~0.2	0.01~0.02	余量
ZAlSi7MgCu0.5	6.5~7.5	0.4~0.6	0.28~0.4	≤0.1	0.08~0.2	0.01~0.02	余量

5.1.2 气缸盖铸件化学成分杂质元素应符合表 2 规定。

表2 气缸盖铸件化学成分杂质元素

合金名称	杂质元素（质量分数）/%					
	Fe	Zn	Ni	Pb	Sn	Zr
ZAlSi9Cu3	≤0.5	≤1.0	≤0.35	≤0.2	≤0.1	≤0.2
ZAlSi7Mg0.3	≤0.2	≤0.1	/	≤0.03	≤0.01	≤0.15
ZAlSi7MgCu0.5	≤0.2	≤0.1	≤0.05	≤0.05	≤0.05	/

5.2 力学性能

5.2.1 单铸或附铸试样力学性能应符合表 3 规定。

表3 单铸或附铸试样力学性能

合金名称	铸造方法	合金状态	抗拉强度 $R_{p0.2}$ MPa min.	屈服强度 R_m MPa min.	伸长率 A % min.
ZAlSi9Cu3	JB	T6	310	220	3
ZAlSi7Mg0.3	JB	T6	300	240	5
ZAlSi7MgCu0.5	JB	T6	300	240	5

5.2.2 本体上切取试样力学性能应符合表 4 规定。

表4 本体试样力学性能

合金名称	铸造方法	合金状态	抗拉强度 $R_{p0.2}$ MPa min.	屈服强度 R_m MPa min.	伸长率 A % min.	硬度 HBW
ZAlSi9Cu3	JB	T6	250	180	1.5	90~120
ZAlSi7Mg0.3	JB	T6	270	200	3	
ZAlSi7MgCu0.5	JB	T6	275	200	5	
		KT7	275	200	4	

注：KT7表示固溶处理加空气淬火加人工时效。

5.3 几何形状和尺寸公差

- 5.3.1 气缸盖单个燃烧室的高度公差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。
- 5.3.2 气缸盖各燃烧室之间的高度极差不大于 0.2mm 。
- 5.3.3 气缸盖气道的轮廓度不大于 0.6mm 。
- 5.3.4 气缸盖粗基准面平面度不大于 0.15mm 。

5.4 表面质量

- 5.4.1 气缸盖表面不允许有冷隔、裂纹、缩孔及穿透性缺陷。
- 5.4.2 气缸盖粗加工定位基准表面应平整，无明显缺陷；非加工表面允许存在不高于 1mm 的分型披缝、飞边、毛刺；允许有铸造分型错型、顶杆及排气塞等痕迹，但凸出处不应超过表面 1mm 或凹下处不应低于表面 0.5mm 。
- 5.4.3 气缸盖气道、燃烧室表面应光滑平整，不允许存在影响气体流动的披缝或其它杂物。
- 5.4.4 气缸盖加工表面和非加工表面上的孔洞类缺陷应符合表5规定。

表5 气缸盖加工表面和非加工表面上的孔洞类缺陷要求

检验区域		要求
燃烧室面	座圈导管安装孔	缺陷直径 $\leq 0.5\text{mm}$ ，缺陷深度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	燃烧室型腔内	阀座边缘区域：零缺陷。
		阀座边缘区域以外：缺陷直径 $\leq 0.5\text{mm}$ ，缺陷深度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，每个阀座 ≤ 2 个，2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	钢垫密封区域内	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，缺陷深度 $\leq 1\text{mm}$ ，缺陷数量 ≤ 4 个，2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
钢垫密封区域外	缺陷直径 $\leq 2\text{mm}$ ，缺陷深度 $\leq 2\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。	
凸轮轴面	缸盖螺栓支撑面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
	弹簧座支撑面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
	弹簧座安装面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
	进排气轴承座面	每个半轴承可授受缺陷：缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，数量 ≤ 2 个，2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	罩盖密封区域内	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，缺陷深度 $\leq 1\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	罩盖密封区域外	缺陷直径 $\leq 2\text{mm}$ ，缺陷深度 $\leq 2\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	轴承盖安装面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$ ，2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
水堵孔	孔内不允许有任何可见缺陷。	

表5 (续)

检验区域		要求
进气侧面	进气歧管支撑安装面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
	进气歧管密封区域内	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 缺陷深度 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	进气歧管密封区域外	缺陷直径 $\leq 2\text{mm}$, 缺陷深度 $\leq 2\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	油压传感器孔	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$
排气侧面	排气歧管密封区域内	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 缺陷深度 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	排气歧管支撑安装面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$
	排气歧管密封区域外	缺陷直径 $\leq 2\text{mm}$, 缺陷深度 $\leq 2\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	安装支撑面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
大端面	安装支撑面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
	水堵孔	孔内不允许有任何可见缺陷。
	环形密封圈(凹槽)	缺陷直径 $\leq 0.5\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
小端面	安装支撑面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
	密封区域内	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 缺陷深度 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 5\text{mm}$ 。
	油压传感器孔	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。
火花塞	火花塞安装孔	孔内不允许有任何可见缺陷。
	火花塞孔面	缺陷直径 $\leq 1\text{mm}$, 2个缺陷之间的间距 $\geq 10\text{mm}$ 。

5.4.5 气缸盖气道表面粗糙度不大于 Ra12.5; 燃烧室表面粗糙度不大于 Ra6.3。

5.4.6 气缸盖表面针孔按 JB/T 7946.3 中的 2 级针孔的规定。

5.4.7 气缸盖应清洗干净并干燥处理, 气缸盖成品清洁度不大于 47mg, 具体各关键部位的清洁度和颗粒物应符合表 6 规定。

5.5 内部质量

5.5.1 气缸盖内部不允许存在气孔、疏松、裂纹等缺陷。

5.5.2 气缸盖燃烧室二次枝晶间距不大于 25 μm , 孔隙率不大于 0.8%。

5.5.3 气缸盖内腔不允许存在异物、堵塞等现象。

5.5.4 密封性

5.5.4.1 气缸盖水道在 0.2Mpa 的气压下, 泄漏量不大于 8ml/min。

5.5.4.2 气缸盖油腔在 0.15Mpa 的气压下, 泄漏量不大于 10ml/min。

5.5.4.3 气缸盖气道在 0.2Mpa 的气压下, 泄漏量不大于 8ml/min。

5.5.4.4 气缸盖油道在 0.4Mpa 的气压下, 泄漏量不大于 6ml/min。

表6 清洁度和颗粒物

检查部位	清洁度	颗粒物	
		大小	数量
主油道	$\leq 5\text{mg}$	0.4mm~0.6mm	允许 8 个
		0.6mm~1.0mm	允许 2 个
		>1.0mm	不允许

表 6 (续)

检查部位	清洁度	颗粒物	
		大小	数量
凸轮轴室	≤8mg	0.4mm~0.6mm	允许 20 个
		0.6mm~1.0mm	允许 5 个
		1.0mm~1.5mm	允许 1 个
		>1.5mm	不允许
水道	≤12mg	>2.0mm	不允许
气道	≤5mg	0.4mm~0.6mm	允许 5 个
		0.6mm~1.0mm	允许 1 个
		>1.0mm	/

6 试验方法

6.1 化学成分

化学成分的检验方法优先采用GB/T 7999的规定执行，在保证分析精度的条件下，允许使用其他检测方法，当分析结果有争议时，应按GB/T 20975（所有部分）进行仲裁。

6.2 力学性能

6.2.1 拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。

6.2.2 硬度试验按 GB/T 231.1 的规定执行。

6.3 几何形状和尺寸公差

6.3.1 燃烧室高度差、极差采用三坐标或高度测量机进行检测。

6.3.2 气道轮廓采用高精度激光扫描仪进行检测。

6.3.3 粗基准面平面度采用三坐标测量机进行检测。

6.4 表面质量

6.4.1 表面缺陷采用目视进行检测。

6.4.2 表面粗糙度采用粗糙度检测仪进行检测，评定按 GB/T 15056 的规定执行。

6.4.3 针孔（圆形）评定按 JB/T 7946.3 的规定执行。

6.4.4 清洁度及颗粒物

6.4.4.1 检测所需设备如下：

- 分析天平：精确到四个小数点，以毫克单位读取单位重量值；
- 滤纸：不大于 10um，其中用于局部试验不大于 44um 和不大于 10um 的系列尼龙过滤器除外；
- 清洁度清洗制样专用检测设备；
- 颗粒物分析仪；
- 高效防锈型清洗剂（顾客有特殊要求的除外）。

6.4.4.2 试验程序如下：

- 将滤纸放入恒温箱中，在（50~55）℃下干燥（30~35）min，再放入干燥器中冷却（15~20）

min 后, 用分析天平称重滤纸的重量;

——将测试零件放置于清洁度清洗抽样专用设备, 进行清洗;

——清洗完毕后, 将带有杂质的滤纸放入 (50~55) °C 恒温箱中干燥 (30~35) min, 再放入干燥器中冷却 (15~20) min 后, 用分析天平对滤纸重量进行测量后对两次的重量相减即为清洁度;

——将称重后的滤纸放入颗粒分析仪进行检测。

6.5 内部质量

6.5.1 内部气孔、疏松、裂纹等缺陷按 GB/T 11346 的规定用 X 射线检测仪进行检测。

6.5.2 气缸盖解剖后按 JB/T 9218 的规定进行无损检测。

6.5.3 燃烧室二次枝晶间距、孔隙率按 GB/T 13298 的规定进行检测。

6.5.4 气缸盖内腔异物、堵塞等采用内窥镜或光学进行探照检测。

6.5.5 气缸盖内部腔体密封性能采用干式试漏机进行检测。

7 检验规则

7.1 组批

按 GB/T 9438—2013 中 6.1 的规定执行。

7.2 检验项目

7.2.1 出厂检验、型式检验的项目应符合表 7 规定。

7.2.2 当有下列情况之一时, 应进行型式检验:

- 新产品或者产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后, 气缸盖结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- 停产一年后, 恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 国家质量监督机构或用户提出进行型式检验要求时。

表7 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求条款	试验方法条款	
1	化学成分	○	√	5.1	6.1	
2	力学性能	○	√	5.2	6.2	
3	几何形状和尺寸公差	○	√	5.3	6.3	
4	表面质量	表面缺陷	△	√	5.4.1~5.4.4	6.4.1
5		表面粗糙度	○	√	5.4.5	6.4.2
6		表面针孔评级	○	√	5.4.6	6.4.3
7		清洁度和颗粒物	○	√	5.4.7	6.4.4
8	内部质量	内部缺陷	○	√	5.5.1	6.5.1~6.5.2
9		燃烧室二次枝晶间距、孔隙率	○	√	5.5.2	6.5.3
10		内腔异物	○	√	5.5.3	6.5.4
11		密封性	△	√	5.5.4	6.5.5

注: “△”表示出厂全部检验, “○”表示出厂抽样检验, “√”型式检验。

7.3 取样方法

7.3.1 化学成分

7.3.1.1 化学成分取样方法按 GB/T 5678 的规定执行。

7.3.1.2 当用几个熔炼炉次的熔融金属浇注一个铸件时，每一次炉次都要检验化学成分。

7.3.2 力学性能

7.3.2.1 检验力学性能的单铸或附铸试样应与铸件是同一批。如果一个热处理炉次中包括几个熔炼炉次的铸件，则该热处理炉次中的各熔炼炉次的铸件力学性能均需检验。

7.3.2.2 试样的抽取部位按各产品相关技术文件要求在本体或单铸试样上各抽取三根。

7.3.2.3 单铸试样的尺寸应符合 GB/T 1173 的规定，附铸试样的尺寸、工艺应由供需双方商定，铸件切取试样可采用 GB/T 228.1 中直径不小于 6mm 的圆形试样或按专用标准切取其他比例的试样。

7.3.2.4 除按图样及技术协议规定外的气缸盖铸件，应按表 4 规定抽取气缸盖铸件硬度测量部位进行检测。

7.3.3 几何形状和尺寸公差

气缸盖易变动的尺寸应逐件检验，必检尺寸由供需双方商定。无法检验的尺寸，按图样或相关技术文件的规定执行。

7.3.4 表面质量

气缸盖的表面缺陷应逐件检验，其余项目的抽样按图样或技术文件的规定。

7.3.5 内部质量

气缸盖的密封性应在生产过程中逐件检验，其余项目的抽样按图样及相关技术文件的规定。

7.4 判定及复检

7.4.1 化学成分

化学成分第一次送检分析不合格时，允许重新取样分析不合格元素。若第二次分析仍不合格，则判定该熔炼炉次合金化学成分不合格。

7.4.2 力学性能

7.4.2.1 在切取试样检测力学性能时，允许其中一根试样的性能低于表 3 或表 4 的规定。

7.4.2.2 当抽检的力学性能不合格时，按 GB/T 9438-2013 中 6.4.2.3 的规定进行复检。

7.4.3 几何形状和尺寸公差

几何形状和尺寸公差不符合 5.3 的规定，则判定为不合格。

7.4.4 表面质量

表面质量不符合 5.4 的规定，则判定为不合格。

7.4.5 内部质量

7.4.5.1 内部质量不符合 5.5 的规定，则判定为不合格。

7.4.5.2 当用 X 射线照相检验抽查有不合格时，取双倍试样或铸件。如仍不合格，应逐个检验全部铸件。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 每交付批次气缸盖包装箱上应附有发运标签，发运标签上应注明符合图样的名称、图号、检验标记、数量。

8.1.2 根据图样及相关技术文件的要求在指定部位上标注铸造、机加批次号、班号、热处理炉号等印记及追溯码。

8.2 包装

检验包装前需对气缸盖总成上粉末冶金材料的导管、座圈进行防锈处理。

8.3 运输及贮存

8.3.1 产品应存放在通风和干燥的仓库内，在正常的保管情况下，应保证产品在一年内不至锈蚀。

8.3.2 入库、出库遵循“先进先出”的原则。

8.3.3 对于库存 3 个月以上 1 年以下的产品在发货前需要加大抽检力度，确认产品有无发霉等现象。

8.3.4 贮存达 1 年以上的产品发货前需要 100% 进行开箱复检，合格后方可出库发货。

8.3.5 产品运输按双方协议执行，在运输过程中应避免剧烈震动、碰撞、堆压和雨雪淋袭。

8.3.6 每批气缸盖应附有化学成分、力学性能检测及尺寸报告等。

9 质量承诺

9.1 自产品出厂之日起，在正常的储运、保养和使用条件下，因产品质量问题而不能或未达到车辆行驶 10 万公里的正常使用时，提供免费更换服务。

9.2 若因操作不当或其他非质量问题导致产品无法正常使用，制造商应根据客户需求组织或协助解决，24 小时内做出响应。