

# 团 体 标 准

T/CFA 0206 - 2025

## 汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件技术规范

Technical specification for austenitic heat resistant steel castings with  
chromium, manganese, nickel and nitrogen for automotive

(公告稿)

2025 - 12 - 29 发布

2026 - 06 - 28 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..... 2

4 技术要求..... 2

4.1 化学成分..... 2

4.2 力学性能..... 3

4.3 金相组织..... 4

4.4 热处理..... 3

4.5 几何形状、尺寸和尺寸公差..... 4

4.6 表面质量..... 4

4.7 铸造缺陷..... 4

4.8 无损检测..... 5

4.9 清洁度..... 6

4.10 气密性..... 6

4.11 重量公差..... 6

5 试验方法..... 6

5.1 化学成分分析..... 6

5.2 力学性能及硬度检测..... 6

5.3 金相检测..... 6

5.4 几何形状和尺寸检测..... 6

5.5 表面质量检测..... 6

5.6 铸造缺陷检测..... 7

5.7 无损检测..... 7

5.8 清洁度检测..... 7

5.9 气密性试验..... 7

5.10 重量检测..... 7

6 检验规则..... 7

6.1 取样批次..... 7

6.2 检测要求..... 7

6.3 验收要求..... 8

6.4 复检与判定..... 8

7 质量保证书、标志、防护、包装、贮存和运输..... 8

7.1 质量保证书、标志..... 8

7.2 防护、包装、贮存和运输 ..... 9

附录 A （资料性） 铸钢件气密性试验的湿式与干式试漏法 ..... 10

参考文献 ..... 13

表 1 铬锰镍氮奥氏体耐热铸钢件化学成分 ..... 2

表 2 铸钢件单铸试样室温铸态拉伸性能及硬度 ..... 3

表 3 铸钢件本体试样室温铸态拉伸性能及硬度 ..... 3

表 4 铸钢件单铸试样高温力学性能 ..... 4

表 5 铸钢件非加工面上多肉类缺陷允许值 ..... 4

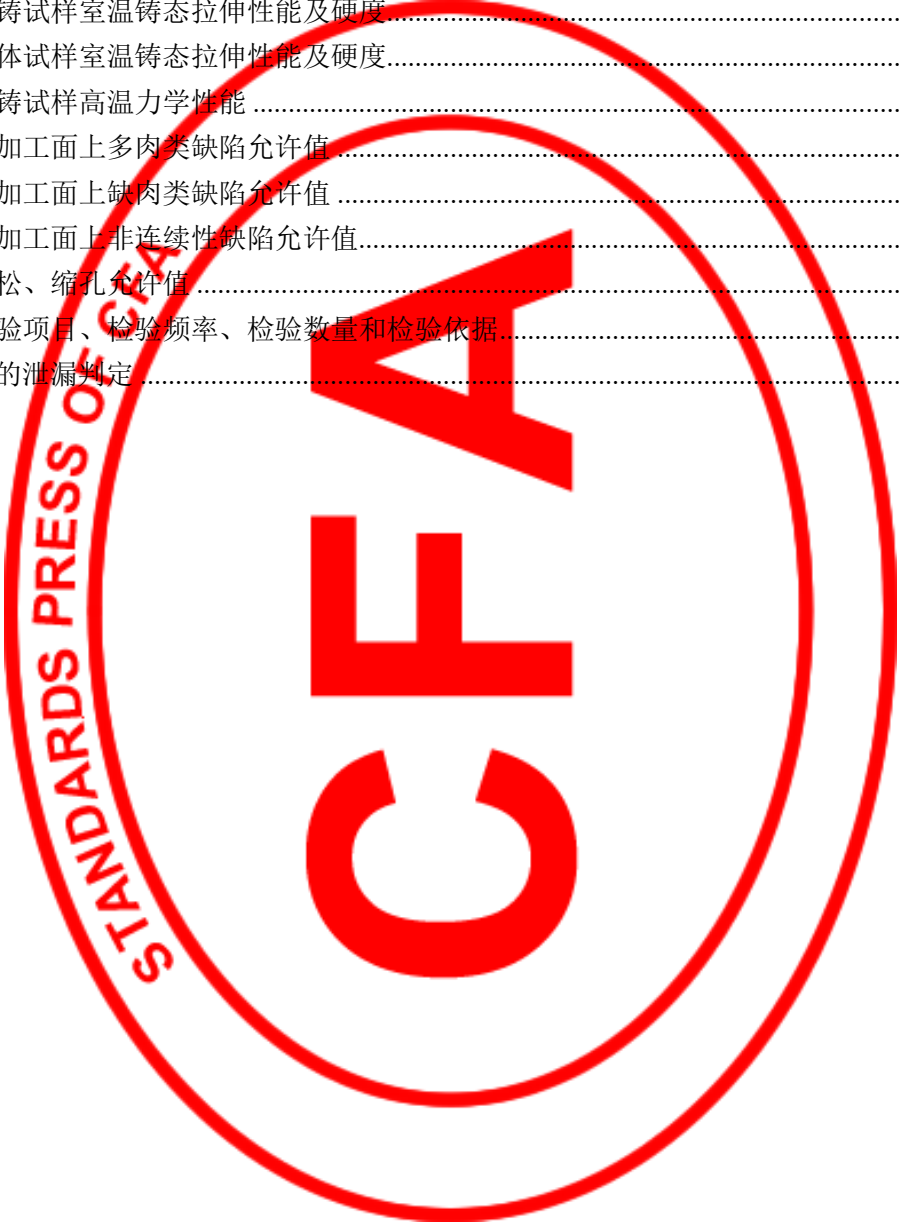
表 6 铸钢件非加工面上缺肉类缺陷允许值 ..... 5

表 7 铸钢件非加工面上非连续性缺陷允许值 ..... 5

表 8 铸钢件缩松、缩孔允许值 ..... 5

表 9 铸钢件检验项目、检验频率、检验数量和检验依据 ..... 7

表 A.1 铸钢件的泄漏判定 ..... 11



## 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。

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铸钢工作委员会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件负责起草单位：飞龙汽车部件股份有限公司、西峡飞龙汽车部件有限公司、西峡飞龙特种铸造有限公司、南阳飞龙汽车零部件有限公司

本文件主要起草人：冯长虹、刘松奇、王瑞金、张旭、杨海龙、彭德楼、王延召、曹红磊、高严柯、刘书彦、张建立、贾建法、王迪。

本文件为首次发布。



## 引 言

汽车排气系统作为内燃机关键部件，长期处于高温氧化及热循环工况，对耐热钢铸件的力学性能与耐久性提出严苛要求。传统铬镍基奥氏体耐热钢虽具备优异的高温稳定性，但镍元素作为战略稀缺资源，其价格波动导致材料成本居高不下，制约汽车轻量化及节能减排技术发展。

铬锰镍氮奥氏体耐热钢通过氮元素合金化实现镍当量替代，在保持与铬镍基材料相当的常温及高温（600℃~1000℃）力学性能前提下，显著降低镍含量（降幅达40%~60%），有效降低原材料成本并提升制造经济性。经行业验证，该材料可满足国六排放标准对排气系统耐热性的严苛要求，具备规模化应用潜力。

鉴于国内尚无针对铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的专项技术标准，生产企业面临成分控制、工艺优化及质量验收等环节缺乏统一规范的问题，导致产品性能一致性不足。为规范该新型材料的应用，推动汽车耐热钢铸件产业技术升级，特制定本标准。

本文件旨在为汽车排气系统铸件的设计选材、生产制造及质量控制提供标准化依据，助力我国汽车耐热材料向低成本、高性能方向创新发展。

# 汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件技术规范

## 1 范围

本文件规定了汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件（以下简称铸钢件）的技术要求、试验方法、检验规则及质量保证书、标志、防护、包装、贮存和运输。

本文件适用于汽车涡轮增压器壳体、排气歧管等铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的生产和检验，其他耐热钢铸件可参考使用。

## 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 222—2025 钢及合金 成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.13 钢铁及合金化学分析方法 硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量
- GB/T 223.38 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-重量法测定铌量
- GB/T 223.60 钢铁及合金 硅含量的测定 重量法
- GB/T 223.63 钢铁及合金 锰含量的测定 高碘酸钠(钾)分光光度法
- GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法 测定硫含量
- GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分:高温试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法
- GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测定方法
- GB/T 5611 铸造术语
- GB/T 5677 铸件 射线照相检测
- GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法〈常规法〉
- GB/T 11351—2017 铸件重量公差
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 14203 火花放电原子发射光谱分析法通则

- GB/T 15056 铸件表面粗糙度 评定方法
- GB/T 15749 定量金相测定方法
- GB/T18851.2 无损检测 渗透检测 第 2 部分：渗透材料的检验
- GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）
- GB/T 30512 汽车禁用物质要求
- GB/T 40805 铸钢件 交货验收通用技术条件
- GB/T 42124.3—2025 产品几何技术规范（GPS） 模制件的尺寸和几何公差 第 3 部分：铸件尺寸公差、几何公差与机械加工余量
- NB/T 47013.8—2012 承压设备无损检测 第 8 部分:泄漏检测

3 术语和定义

GB/T 5611 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**多肉类缺陷** metallic projections  
铸件表面各种多肉缺陷的总称。  
注:包括飞翅、毛刺、抬型、胀砂、冲砂、外渗物等。  
[来源: GB/T 5611—2017, 9.2.1,有修改。]

3.2

**缺肉类缺陷** lack metallic projections  
铸件表面各种缺肉缺陷的总称。  
注: 包括掉砂、砂眼、芯刺、表面针孔等。  
[来源: GB/T 5611—2017, 9.3.1,有修改。]

4 技术要求

4.1 化学成分

4.1.1 铸钢件化学成分见表 1。

表 1 铬锰镍氮奥氏体耐热铸钢化学成分

单位为质量分数（%）

材料牌号		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
化 学 成 分	碳（C）	0.30~0.50	0.30~0.50
	硅（Si）	1.50~2.10	1.50~2.10
	锰（Mn）	9.50~11.50	9.50~11.50
	磷（P）	≤0.04	≤0.04
	硫（S）	≤0.03	≤0.03



表 1 (续)

材料牌号		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
化 学 成 分	铬 (Cr)	21.00~23.00	20.00~22.00
	镍 (Ni)	5.00~7.00	3.00~5.00
	钼 (Mo)	< 0.20	0.20~0.40
	铌 (Nb)	0.55~0.70	0.40-0.60
	钒 (V)	≤0.20	≤0.20
	氮 (N)	0.20~0.40	0.08~0.25

4.1.2 需方对铸钢件化学成分有特殊要求时,应在产品图样或供货合同中规定。

4.1.3 铸钢件禁限用元素的含量应符合GB/T 30512 的规定。

## 4.2 力学性能

### 4.2.1 室温力学性能及硬度

4.2.1.1 铸钢件试样取自单铸试棒时,形状和尺寸应符合 GB/T 40805 — 2021 中图 1 的要求,试样类型及尺寸的选择由供需双方商定。铸钢件单铸试样室温铸态力学性能及硬度要求见表 2。

表 2 铸钢件单铸试样室温铸态力学性能及硬度

材料牌号	抗拉强度 Rm/ MPa	规定塑性延伸强度 R <sub>p0.2</sub> /MPa	断后伸长率 A/%	布氏硬度 /HBW
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	≥550	≥380	≥6	200-270
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	≥500	≥380	≥6	200-270

4.2.1.2 铸钢件试样取自本体时,试样尺寸及所要求的本体力学性能,由供需双方商定。若需方未规定取样位置,供方可自行选取取样位置和试样尺寸。铸钢件本体试样室温铸态拉伸性能及硬度要求见表 3。

表 3 铸钢件本体试样室温铸态力学性能及硬度

材料牌号	抗拉强度 Rm/MPa	规定塑性延伸强度 R <sub>p0.2</sub> /MPa	断后伸长率 A/%	布氏硬度 HBW
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	≥500	≥350	≥5	200-270
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	≥450	≥350	≥5	200-270

### 4.2.2 高温力学性能

铸钢件高温力学试样取自单铸试棒,形状和尺寸应符合 GB/T 40805—2021 中图 1 的要求,试样类型及尺寸的选择由供需双方商定。铸钢件单铸试样高温力学性能要求见表 4。

表 4 铸钢件单铸试样高温力学性能

材料牌号	温度 ℃	抗拉强度 R <sub>m</sub> /MPa	规定塑性延伸强度 R <sub>p0.2</sub> /MPa	断后伸长率 A/%
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	1000	≥80	≥60	≥15
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	1000	≥70	≥50	≥15

4.3 金相组织

铸钢件的金相组织是奥氏体基体，带有枝晶间碳化物，碳化物含量不大于 20 %，并均匀分布；金属间化合物 σ 相小于 2.5 %。

4.4 热处理

当需方无明确要求时，铸钢件以铸态供货。当需方要求铸钢件热处理时，由供需双方商定，并在订购协议中明确。

4.5 几何形状、尺寸和尺寸公差

4.5.1 铸钢件的几何形状尺寸应符合图样的要求，若图样上未进行明确要求，铸件尺寸公差应不低于 GB/T 42124.3-2025 中表 7 DCTG 9 级。有特殊要求时，由供需双方商定。

4.5.2 铸钢件的机械加工余量应符合产品图样或技术要求规定，无明确要求时铸钢件机械加工余量可由供方确定。有特殊要求时，由供需双方商定。

4.6 表面质量

4.6.1 铸钢件应清理干净，浇冒口残余、结疤、飞边、毛刺等的修整应符合图样或供需双方订货协议。

4.6.2 铸钢件内外表面的粗糙度应依据需方图样要求。图样无规定时，外表面的粗糙度不大于 Ra 25，流道内表面粗糙度不大于 Ra 12.5。

4.6.3 铸钢件应经抛丸处理，内外表面光洁、平滑，色泽均匀一致。

4.7 铸造缺陷

4.7.1 铸钢件非加工面及内部允许的缺陷类型、位置区域、数量、大小、间距以及排列方式应符合表 5、表 6 和表 7 的规定。如有特殊要求时，由供需双方商定。

4.7.1.1 铸钢件非加工面的多肉类缺陷允许值见表 5。

表 5 铸钢件非加工面的多肉类缺陷允许值

缺陷类型	允许值		
	最大高度/mm	最大直径/mm	最多数量/个
内表面分型线	1.0	1.0 (宽度)	不适用
外表面分型线	1.5	3.0 (宽度)	不适用
内表面凸起	1.5	2.0	4
外表面凸起	2.0	3.0	10

4.7.1.2 铸钢件非加工面的缺肉类缺陷允许值见表 6。

表 6 铸钢件非加工面的缺肉类缺陷允许值

缺陷类型	允许值			
	最大深度/mm	最大直径/mm	最多数量/个	缺陷间距/mm
外表面	2.0	4.0	4.0	≥6.0
	1.0	不适用	20 cm <sup>2</sup> 内许多	不适用
内表面	2.0	2.0	4.0	≥6.0
	1.0	不适用	20cm <sup>2</sup> 内许多	不适用
注：深度不应超过该部位壁厚的 1/3，且周围、底部必须是可见的。				

4.7.1.3 铸钢件非加工面的非连续性缺陷允许值见表 7。

表 7 铸钢件非加工面的非连续性缺陷允许值

缺陷类型	关键区域			其他区域		
	允许缺陷尺寸 X/mm			允许缺陷尺寸 X/mm		
	0.2 ≤X ≤ 0.7	0.7<X ≤ 1.0	1.0<X ≤ 2.0	0.2 ≤X ≤ 0.7	0.7<X ≤ 1.0	1.0<X ≤ 2.0
	最多数量/个			最多数量/个		
非金属夹渣，氧化皮	5	3	1	8	5	3
皮下气孔	8	5	2	11	8	5
裂缝，冷隔	不允许			不允许		
每个区域内允许的缺陷总数量	≤ 15			≤ 20		
注：1. 表中关键区域指需方（图纸或技术要求）规定的关键区域位置； 2. 尺寸< 0.2 mm 的缺陷不计算在内。						

4.7.2 铸钢件缩松、缩孔类缺陷允许值见表 8。

表 8 铸钢件缩松、缩孔允许值

缺陷区域	最大区域缩松或最大单个缩孔尺寸
壁厚≤7 mm	受检区域缩松百分比≤ 5 %，最大缩孔孔径≤ 1.5 mm
壁厚>7 mm	受检区域缩松百分比≤ 50 %，最大缩孔孔径≤ 2.0 mm
注：1. 评估显微孔洞的区域必须位于最大孔洞区域； 2. 用于评估受检区域的几何形状为正方形，为整个正方形平面所能包含的最大区域。	

4.7.3 不影响铸钢件使用性能的非关键部位缺陷允许修补，关键部位及严重影响铸钢件使用性能的缺陷修补技术要求由供需双方商定。

4.8 无损检测

铸钢件无损检测按图样或产品技术要求进行，无明确要求由供需双方协商。

#### 4.9 清洁度

铸钢件的清洁度应符合图样的要求或GB/T 3821 的规定。如有特殊要求时，由供需双方商定。

#### 4.10 气密性

铸钢件应按产品图样或技术要求做气密性试验。以毛坯供货时，气密性试验应由需方加工后进行；以成品供货时，气密性试验应在供方加工后或双方商定后进行。

#### 4.11 重量公差

铸钢件的重量公差应符合图样的规定。如图样未规定时，重量公差不低于GB/T 11351—2017 中表 1 MT 8 级要求。

### 5 试验方法

#### 5.1 化学成分分析

5.1.1 铸件化学成分分析采用光谱分析法时应按 GB/T 11170 或 GB/T 14203 的规定执行。

5.1.2 铸钢件的化学成分分析采用化学分析法应按 GB/T 223.3、GB/T 223.11、GB/T 223.13、GB/T 223.23、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.36、GB/T 223.38、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.68 和 GB/T 223.71 的规定执行。

5.1.3 铸钢件的氮含量宜采用氧氮氢分析仪检测，按 GB/T 20124 规定执行。

5.1.4 铸钢件的化学成分分析误差按国家标准 GB/T 222—2025 规定执行

#### 5.2 力学性能及硬度检测

5.2.1 铸钢件的室温拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。

5.2.2 铸钢件的高温拉伸试验按 GB/T 228.2 的规定执行。

5.2.3 铸钢件布氏硬度试验方法按 GB/T 231.1 的规定执行。

5.2.4 铸钢件硬度如取自本体，取样部位由供需双方商定。

#### 5.3 金相检测

5.3.1 铸钢件金相试样取自本体，检测按照 GB/T 13298 或 GB/T 15749 规定执行。

5.3.2 铸钢件检测的频次和位置由供需双方商定。

5.3.3 铸钢件金相组织应符合本文件 4.3 的要求。

#### 5.4 几何形状和尺寸检测

5.4.1 铸钢件的几何形状及尺寸应符合本文件 4.6 的要求，可采用 3D 扫描、三坐标、人工划线等检测方法。

5.4.2 铸钢件检测的频次和数量由供需双方商定，首批供货样件按图样规定逐件检查。

#### 5.5 表面质量检测

- 5.5.1 铸钢件的表面质量检测采用目测的方法，表面粗糙度的评定按照 GB/T 15056 的规定执行。
- 5.5.2 如有特殊要求时，由供需双方商定。

5.6 铸造缺陷检测

- 5.6.1 铸钢件表面缺陷可用目视、对比样件、缺陷对比卡等方法检测，如有特殊要求时，由供需双方商定。
- 5.6.2 铸钢件缩松、缩孔、皮下气孔缺陷检验可用 X 射线、切片着色探伤等方法检测；缩松、缩孔缺陷的评定应符合本文件 4.7.2 要求。如有特殊要求时，由供需双方商定。
- 5.6.3 铸钢件铸造缺陷检测的频次和数量由供需双方商定。

5.7 无损检测

铸钢件的无损检测方法由供需双方商定，射线检测按 GB/T 5677 的规定执行，着色探伤按 GB/T18851.2 的规定执行。

5.8 清洁度检测

铸钢件内腔的清洁度测定按 GB/T 3821 的规定执行。如有特殊要求时，由供需双方商定。

5.9 气密性试验

铸钢件的气密性试验试验方法由供需双方商定，可选用湿式或干式试漏法进行，见附录 A。

5.10 重量检测

铸钢件的重量检测评定按 GB/T 11351 规定执行。

6 检验规则

6.1 取样批次

- 6.1.1 同一炉钢液浇注的铸钢件为一个批量，构成一个取样批次。
- 6.1.2 供需双方也可商定取样批次。
- 6.1.3 供方的生产过程应有连续的检验方法，如炉前金相检验、光谱分析等，并具有可追溯性的检验记录。

6.2 检测要求

- 6.2.1 每个取样批次都进行试验。
- 6.2.2 铸钢件检验项目、检验频率、检验数量和检验依据见表 9。

表 9 铸钢件检验项目、检验频率、检验数量和检验依据

检验项目	生产检验	出厂检验	交付验收	检验频率	检验数量	执行条款
化学成分	1 次/炉	√	√	1 次/批	1件	4.1
拉伸性能	1 次/批	√	√	1 次/批	1根	4.2

表 9 （续）

检验项目	生产检验	出厂检验	交付验收	检验频率	检验数量	执行条款
硬度	1 次/批	√	√	1 次/批	1个	4.2
金相组织	1 次/批	√	√	1 次/批	1件	4.3
几何形状和尺寸公差	1 次/批	√	√	1 件/12000 模	1件	4.5
表面质量	100%	√	√	100%	100%	4.6
粗糙度	1 次/批	√	√	1 次/批	3件	4.6
表面缺陷	100%	√	√	100%	100%	4.7
疏松、缩孔缺陷	1 次/批	√	√	1 次/批	2件	4.7
无损检测	1 次/批	√	√	1 次/批	10件	4.8
清洁度	2 件/班	√	√	2 件/班	2件	4.9
气密性	100%	√	√	100%	100%	4.10
重量公差	1 次/12000模	√	√	1 次/12000 模	10件	4.11

### 6.3 验收要求

- 6.3.1 提交需方的检测试样数量、取样部位由供需双方商定。
- 6.3.2 检测试样应随同批货提交需方。
- 6.3.3 首批样件应按图样规定逐件检查尺寸和几何形状；批量生产的铸钢件检测频次和数量按照表 8 执行，如有特殊情况，可由供需双方另行商定。

### 6.4 复检与判定

- 6.4.1 当化学成分试验结果不符合表 1 要求，需从同一批次铸件中取两个试样进行试验，如两个试样结果均符合表 1 的规定，则该批量铸钢件的化学成分仍为合格。若复验中仍有一个试样结果不合格，则本批次视为不合格。
- 6.4.2 当试样力学性能试验结果不符合要求，应从同一批次中取两个备用拉伸试样进行试验，如两个试验结果均符合规定，则该批量铸钢件的力学性能仍为合格。若复验中仍有一个试样结果不合格，则判定本批次不合格。
- 6.4.3 当供需双方对检验结果有分歧时，通过第三方裁决。

## 7 质量保证书、标志、防护、包装、贮存和运输

### 7.1 质量保证书、标志

- 7.1.1 每个铸钢表面应做可以进行质量追溯的标志。
- 7.1.2 出厂的铸钢件应附有检验部门出具的产品合格证或者质量合格证书，包含但不限于以下内容：
- a) 供方名称和地址；

- b) 商标;
- c) 铸钢件名称及图号;
- d) 材质牌号及生产日期;
- e) 检验报告;
- f) 订货合同号;
- g) 出厂日期。

## 7.2 防护、包装、贮存和运输

- 7.2.1 铸钢件在检验合格后应进行防护处理和包装。
- 7.2.2 铸钢件的防护、包装和贮存方式应符合订货合同的规定。



## 附录 A

### (资料性)

#### 铸钢件气密性试验的湿式与干式试漏法

A.1 本附录为资料性附录，依据 NB/T 47013.8 — 2012 编制，规定铸钢件气密性试验中湿式、干式试漏法的原理、设备、操作及判定要求，适用于各类铸钢件的气密性检测。

#### A.2 术语和定义

##### A.2.1

###### 湿式试漏法

将充压后的铸钢件浸入液体介质或在表面涂刷发泡液，通过观察气泡产生情况判断泄漏的方法，包括浸液法和皂液法。

##### A.2.2

###### 干式试漏法

不使用液体介质，通过压力降、气体浓度分析、流量监测等手段定量检测铸钢件泄漏率的方法，包括压力降法、流量法等。

##### A.2.3

###### 泄漏率

单位时间内通过泄漏通道的气体体积或质量，单位为 mL/min、mbar.L/s。

#### A.3 湿式试漏法

##### A.3.1 试验原理

向铸钢件内腔充入带压气体，利用气体泄漏至液体介质中产生气泡的现象，定性判断泄漏位置，定量评估泄漏速率。

##### A.3.2 试验设备

试验设备应有：

- 1) 压力源:压缩空气机/惰性气体瓶，压力调节范围（0 ~ 1.0）MPa，精度 $\pm 0.01$  MPa;
- 2) 密封装置:适配铸钢件接口的橡胶堵头法兰密封垫、夹具;
- 3) 介质容器:清水槽(容积 $\geq$ 试件体积的 2 倍);
- 4) 发泡剂:中性皂液(发泡率  $\geq 80\%$ ，破泡时间  $\geq 30$ s)。

##### A.3.3 操作步骤

应按下列操作步骤进行。



- 1) 试件准备:清除铸钢件表面油污、砂粒毛刺,封堵所有非测试接口,密封面涂抹凡士林增强密封性;
- 2) 压力调节:将压力源与试件测试接口连接,缓慢升压至试验压力常规(0.1~0.6) MPa,或按供需双方协议试验压力;升压速率 $\leq 0.1$  MPa/;
- 3) 检测实施:
  - 浸液法:将试件完全浸入常温清水(5~35)°C 中,液面高于试件最高点 $\geq 50$  mm,保压(30~60) s,观察气泡产生情况;
  - 皂液法:在试件待检表面均匀涂刷皂液,涂层厚度(0.5~1)mm,保压(30~60) s:观察皂泡生成及破裂情况;
- 4) 记录:标记泄漏位置,记录气泡产生频率单位:个/min。

#### A.3.4 判定准则

对铸钢件泄漏的判定见表 A.1。

表 A.1 铸钢件的泄漏判定

泄漏等级	气泡特征	判定结果
无泄漏	无气泡/皂泡产生	合格
微泄漏	每 30s 产生 $\leq 3$ 个气泡,皂泡无连续膨胀	合格(协议允许)
明显泄漏	连续产生气泡流,皂泡快速膨胀破裂	不合格

#### A.4 干式试漏法

##### A.4.1 压力降法

操作步骤如下:

- 1) 原理:向试件充压至设定值后关闭气源通过监测保压期内的压力变化,计算泄漏率。
- 2) 设备:精密压力表,精度 0.4 级;压力数据记录仪,采样频率 1 Hz;
- 3) 操作:升压至试验压力后保压(30~300) s,记录初始压力  $P_1$  和终止压力  $P_2$ ;
- 4) 计算:泄漏压降 $\Delta P = P_1 - P_2$ ,允许压降按协议设定,常规 $\leq 5$  kPa/5min;
- 5) 判定:  $\Delta P \leq$ 允许压降为合格。

##### A.4.2 流量法

操作步骤如下:

- 1) 原理:保持试件内部压力恒定,通过流量计测量补充气体的流量,该流量即为试件泄漏量;
- 2) 设备:质量流量计:量程(0~500) mL/min<sup>2</sup>、精度 $\pm 1\%$ ,压力调节阀;
- 3) 操作:调节压力调节阀使试件内压力稳定在试验值,记录流量计读数;
- 4) 合格判定:常压铸钢件:泄漏流量 $\leq 50$  mL/min、涡轮增压器涡壳铸钢件: $\leq 20$  mL/min。

#### A.5 试验注意事项

试验过程中应注意：

- 1) 试验前需校核铸钢件的设计承压能力，试验压力不应超过铸件额定工作压力的 1.5 倍；
- 2) 湿式试漏后应用压缩空气吹干铸件内腔水分，喷涂防锈剂防止锈蚀；
- 3) 干式试漏的检测设备应每年校准一次，压力表每半年校准一次；
- 4) 试验压力、保压时间、允许泄漏值等关键参数，优先遵循供需双方技术协议；
- 5) 气压试验时，试件周围 1.5 m 范围内应禁止站人，防止试件破裂伤人。

### 参考文献

- [1] BS ISO 16247:2006 Road vehicles-Detection of exhaust systems leaks—Helium test method and detection device specification 道路车辆.排气系统泄漏的检测.氦试验方法和探测装置规范

