

中国铸造协会《汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件 技术规范》团体标准制修订编制说明(送审阶段)

1. 任务来源、工作简要过程、主要参加单位和工作组成员等

1) 任务来源

本项目2023年8月由飞龙汽车部件股份有限公司向中国铸造协会提出申请，于2023年9月获得中国铸造协会2023第74号文件批复准予立项，并委托中国铸造协会铸钢工作委员会进行组织实施的制修项目。项目编号为T/CFA 2023019, 项目立项名称为《铬锰铌氮奥氏体耐热钢铸件 技术条件》。主要起草单位飞龙汽车部件股份有限公司提出并起草，本标准计划完成时间为 2024年。

在项目的立项过程中，将文件的名称定为《铬锰镍氮奥氏体耐热钢汽车零部件 技术条件》。在文件的起草过程中，经过专家组技术研讨，将名称修改为《汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件 技术规范》。

2) 工作简要过程

(1) 起草(草案、调研)阶段：

该项目目前阶段处于起草(草案、调研)阶段，2023年8月由飞龙汽车部件股份有限公司向中国铸造协会提交了制定《铬锰铌氮奥氏体耐热钢铸件 技术条件》标准的项目建议书，随后中国铸造协会对建议书组织了相关专家评议，于2023 年 9 月 15 日对此标准进行了批复（中铸协标〔2023〕74号 文），飞龙汽车部件股份有限公司组织了公司技术骨干针对专家意见进行了专门的研讨，结合专家意见和建议，将标准题目修改为《铬锰镍氮奥氏体耐热钢汽车零部件 技术条件》，成立了公司内部的标准编制工作小组。工作组对国内外常用的涡轮增压器壳体材质和技术现状与发展情况进行全面调研，同时广泛搜集相关标准和国内外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，并结合实际应用经验，进行全面总结和归纳，在此基础上编制出《铬锰镍氮奥氏体耐热钢汽车零部件 技术条件》标准草案初稿。于 2023 年 11 月形成了标准征求意见稿及其编制说明等相关附件，报中国铸造协会

（铸钢工作委员）秘书处。于2024年8月2日在团体标准技术研讨会上，经过专家组的讨论将名称修改为《汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件 技术规范》。研讨会共收到22条专家意见，其中采纳22条，未采纳0条。经整理于2024年9月5日形成了标准征求意见稿及其编制说明等相关附件，报中国铸造协会标准工作委员会秘书处。

(2) 征求意见阶段：

2024年11月1日，中国铸造协会发公开征求意见通知，截止2025年2月6日，共收到6位专家合计20条意见，其中采纳18条，部分采纳1条，未采纳1条。经整理于2025年3月25日形成了标准征求意见稿及其编制说明等有关附件，报中国铸造协会标准工作委员会秘书处。

(3) 送审阶段:

(4) 报批阶段:

3) 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本文件主要起草单位: 飞龙汽车部件股份有限公司、

本文件参编单位: 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、杨海龙、彭德楼、张旭、邵光喜、贾建法、邢荣霞、王延召、曹红磊、刘书彦、高严柯、张建立等

所做的工作: 飞龙汽车部件股份有限公司为本标准主要起草单位, 负责组织本标准的起草与编制及阶段标准的审核、总结, 并进行规范和多次的实验验证。工作组成员单位负责国内外相关技术文献和资料的收集、分析及资料查证, 对产品生产工艺、性能和使用经验进行总结和归纳, 以及负责对国内外产品和技术的现状与发展情况进行全面调研, 主要起草单位负责对各方面的意见及建议进行归纳、整理。

2. 制修订标准的原则

1) 制修订标准的依据或理由

目前市场上汽车用耐热钢多为镍铬基材料, 材料价格受镍价格波动影响较大。汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢材质的常温机械性能及耐高温性能与常规镍铬基类奥氏体耐热钢材质相当, 而其化学成分中镍的含量远低于常规镍铬基材料, 该类材质的应用, 在保证产品性能的同时, 有效缓解镍金属价格波动对汽车行业健康发展造成的不利影响。

当前国内没有铬锰镍氮奥氏体耐热钢材质的相关标准, 因此有必要制定本文件以规范指导相关产品的生产与验收, 推动汽车用耐热钢材质铸件的发展。

2) 制修订标准的原则及制修订标准的原则

本标准在起草过程中, 主要按 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分: 标准的化文件的结构和起草规则》的要求编写。在确定本标准主要技术指标时, 综合考虑生产企业的能力和用户的利益, 寻求最大的经济、社会效益, 充分体现了标准在技术上的先进性和适时合理性。随着汽车排放要求进一步加严, 越来越多的排放系统零部件需要采用更高耐温的材料, 但常规镍铬基材料价格较高, 严重影响了竞争力。本材料根据金属学原理, 采用锰、氮代替镍扩大奥氏体区保证产品基体组织, 在满足排放耐温要求的同时, 降低了产品价格, 提高了产品的竞争力。

2. 标准化对象简要情况 (应分析目前行业现状、市场需求和存在问题: 涉及产品的主要种类、产量、主要生产厂家、全国目前用量等应用现状, 涉及试验方法的水平、行业内使用

情况、目前相关试验设备及仪器等)

近年来,随着全球涡轮增压技术的快速成长,镍铬基类奥氏体耐热钢材料在生产应用中存在的一些缺陷也逐步显现,镍含量较高(如1.4849材质镍含量达36-39%),受金属市场价格波动的影响较大,原材料成本剧增影响并制约了行业的发展;铬锰镍氮奥氏体耐热钢材质的机械性能及耐高温性能与常规镍铬基类奥氏体耐热钢材质相当,而其化学成分中镍的含量远低于常规镍铬基材料,该类材质的应用,能有效缓解镍金属价格波动对汽车行业健康发展造成的不利影响。

铬锰镍氮奥氏体耐热钢质的出现是市场、产品发展的需要,制定该标准,有利于规范铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的技术要求、试验方法、检验规则、标志、防护、包装、贮存和运输等;有利于提高产品质量、技术水平,更好地指导设计、生产、检验与使用;有利于促进产品发展、推广应用新技术。积极推动产品向轻量化、高效、节能、环保方向发展,对维护市场竞争和贸易的合理公平公正性,缓解市场波动因素对行业发展造成的影响,巩固已取得的科技成果,推广拓展产品的应用,推动行业健康稳步发展起到积极作用。

基于以上述目的和意义,目前铬锰镍氮奥氏体耐热钢质没有明确的相关标准,制定该标准符合市场发展的需要,也完全有必要制定该标准,以规范指导产品的发展;为铸造行业提供依据参照,促进新材料、新技术的应用,积极推动汽车行业的节能降耗、科技成果转化应用工作。为产品的设计制造、技术交流、贸易等提供统一的技术依据,更好地指导产品设计、生产、检验与使用。

3. 与国际、国外、国内标准对比情况及标准水平分析

1) 采用国际标准和国外先进标准的项目,应当详细地说明采用该标准的目的、意义,标准程度及理由。

无相关国际标准和国外先进标准可以参考。

2) 与国际、国外、国内同类标准的主要差异,或与测试的国外样品的有关数据对比情况等。(应描述清楚对比情况)

无相关同类标准。

3) 新旧标准的对比分析(适用于修订标准)

4) 标准水平分析(应给出本标准的水平:国际先进、国际领先、国内先进、国内领先,同时应将查新报告扫描件作为附件附后)

《汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件》标准的制定,规范了ZG40Cr22Mn10Ni6NbN和ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN两种的化学成分、技术要求、检验项目和检验方法、包装、运输及质量证明文件等技术条件,使汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件在生产、检验、交付过程中,有章可循、有序可依,实现铸造生产过程中金属液化学成分及铸件质量的稳定,减少生产过程中废气、废物的危害,保障生产过程的安全,提高生产效率,降低能耗,对推动铸造行业的绿色、低能、高效朝标准化有序发展,对培育汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的发展及推广普及,具有重要意义。本标准的制定实施,填补了行业标准空白,本文件水平为国内领先水平。本标准修订过

程中未查到同类国际、国外标准。本标准修订过程中未测试国外的样品、样机。

4. 标准主要内容

1) 适用范围

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，包含试验方法，检验规则及标志、防护、包装、贮存和运输等。

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。

2) 标准主要技术内容（主要性能指标、技术要求、试验方法、检验规则等）确定的论
据（应详细描述设定的理由，与现有国内外标准不一样的理由以及标准解决的主要问题等，
针对修订项目，修订部分的内容需要重点描述）

技术要求：本部分主要对汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的化学成分、单铸试样、本体试样、金相组织、热处理、几何形状与尺寸、表面质量、铸造缺陷、无损检测、清洁度、气密性、重量公差等技术要求给出了相应的规定和说明。

检验方法：本部分主要对汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件技术条件中的化学成分分析、单铸试样试验、本体试样实验、金相检测、几何形状与尺寸检测、表面质量检测、铸造缺陷检测、无损检测、清洁度检测、气密性试验、重量检测等技术参数的检测方法以及评定方法给出了相应的规定和说明。

检验规则：本部分主要对汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件技术条件中取样批次、检验批次、验收要求和复检检验规则给出了相应的规定和说明。

质量保证书、标志、防护、包装、贮存和运输：本部分主要对汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件质量保证书、标志、防护、包装、贮存和运输要求给出了相应的规定和说明。

5. 主要试验（或验证）结果的分析报告、技术经济论证，预期达到的经济效果等

1) 针对标准确定的主要内容作出相应的试验、验证、统计数据等分析，**应将检验报告、试生产验证报告等的扫描件作为附件附后**

材料性能验证：

验证方案：选取几种不同含量铬锰镍氮材料，在铸造现场生产验证，对满足要求的材料进行相关机械性能的检测，并与汽车零部件常用的耐热钢性能进行对比，确定材料的要求。

第一步：选取5种不同含量铬锰镍氮材料，在铸造现场进行生产验证。验证过程中发现有两种材料满足铸造生产要求，随后结合飞龙公司中心实验室对两种材料的室温机械性能，金相及化学成分进行了全方位检验。

表 1 铬锰镍氮材料化学成分检测

材料牌号		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
化学成份（质量分数，%）	碳（C）	0.391	0.396
	硅（Si）	1.98	1.73
	锰（Mn）	10.63	11.31
	磷（P）	0.0358	0.0332
	硫（S）	0.0061	0.0071
	铬（Cr）	21.43	20.66
	镍（Ni）	5.76	3.52
	钼（Mo）	0.186	0.317
	铌（Nb）	0.663	0.516
	钒（V）	0.13	0.102
	氮（N）	0.225	0.104

表2 铬锰镍氮材料室温机械性能试验数据

检验项目	材质					
	ZG40Cr22Mn10Ni6NbN			ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN		
抗拉强度（MPa）	773	782	779	655	678	688
规定塑性延伸 强度（MPa）	486	457	504	422	429	436
断后伸长率（%）	15.5	16	15.5	15.5	16.5	16
硬度（HBW）	236	239	240	241	244	241

表3 铬锰镍氮材料金相检测结果

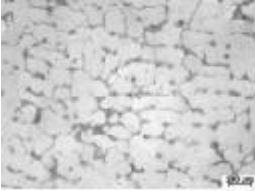
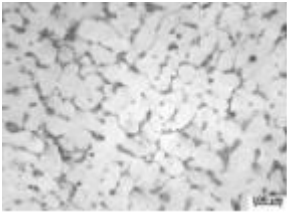
检测项目	材质	
	ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
基体组织		
	奥氏体基体	奥氏体基体
碳化物含量		
	薄壁区：7.32%	薄壁区11.86%
	厚壁区：7.81%	厚壁区13.25%
σ相含量		
	Sigma-Phases < 2,5 %	Sigma-Phases < 2,5 %

表4 关键性能指标对比

温度	材质	抗拉强度Rm MPa	规定塑性延伸 强度 MPa	断后伸长率 A%
20℃	1.4826	635.7	372.2	15.2
	ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	673.7	429	16.0
	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	778	482.3	15.7

结论：根据铸造现场实际生产验证以及飞龙公司中心实验室检测结果，铬锰镍氮材料应满足以下要求：

(1) 化学成分

表5 化学成分

材料牌号		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
化学成份 (质量分数, %)	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
	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

(2) 室温机械性能（单铸试样）

表6 室温机械性能（单铸试样）

材料牌号	抗拉强度Rm MPa	规定塑性延伸强度 MPa	断后伸长率 A%	布氏硬度 (HBW)
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	≥550	≥350	≥6	200-270
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	≥500	≥350	≥6	200-270

(3) 金相组织

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

2) 主要试验（或验证）数据分析结果（针对修订项目，修订部分的内容需要重点分析）

验证方案：根据常规耐热钢产品铸造生产流程，从浇铸工艺模具工艺设计，制芯造型，熔炼浇注，检验等5个大环节对标准各项参数进行逐一验证，验证关键技术参数有：化学成分，室温机械性能，金相组织，尺寸精度，表面质量，铸造缺陷等，并对标准的各项设计参数进行逐一验证，对验证过程中存在问题的各项参数进行修改，逐步完善标准各项参数及条款，确保标准的合理性。

具体验证流程如下：

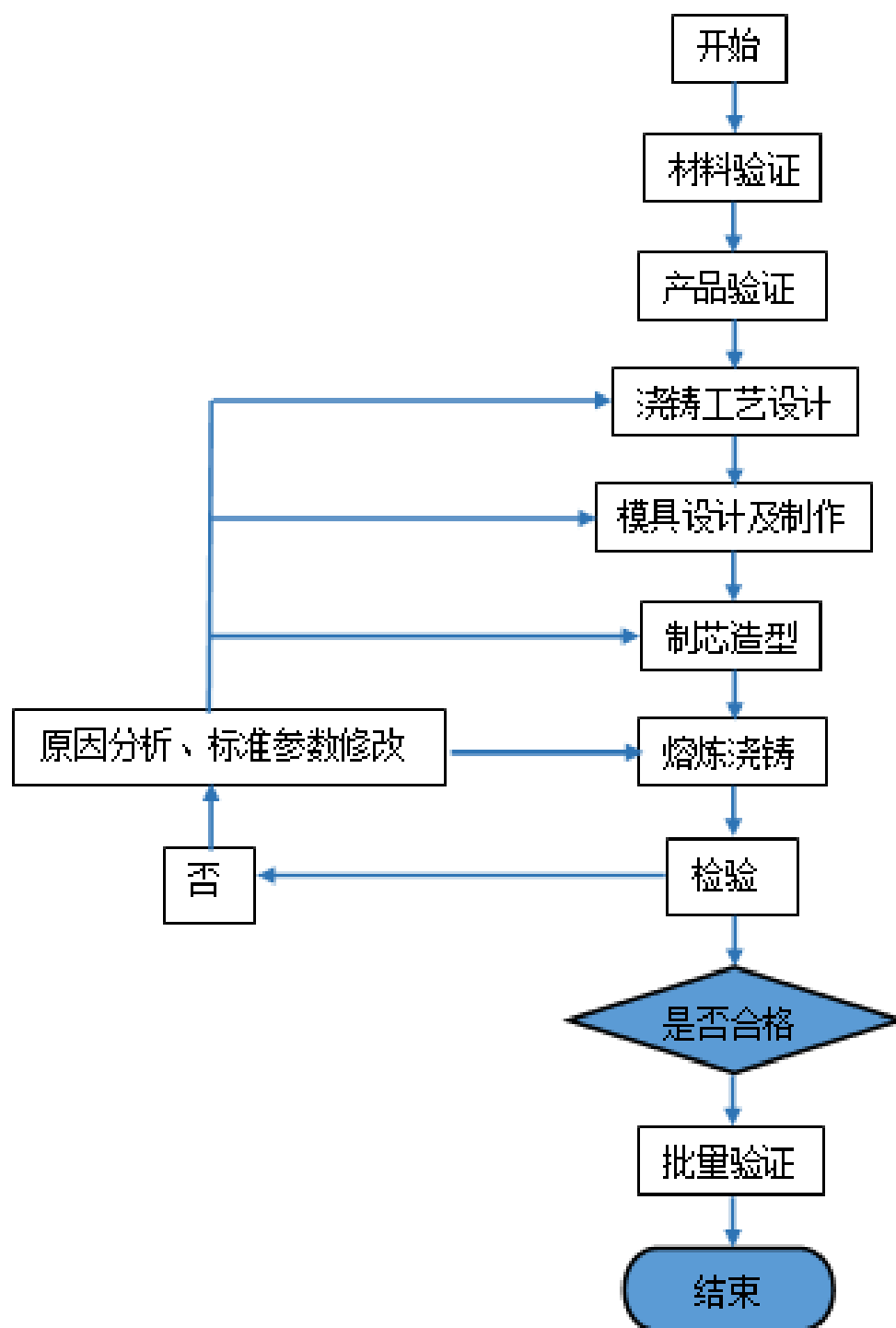


图1 铬锰镍氮材料验证流程

验证经过：

第一阶段：材料验证

验证地点：南阳飞龙铸造事业部

验证时间：2022.5-2022.8

持续时间：3个月

单铸试样的形状和尺寸应符合 GB/T 5680 附录 A 的要求。拉伸试样加工按 GB/T 228.1 规定执行。

检测结果如下：

(1) 化学成分检验：

表7 化学成分检验结果

材料牌号		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN		ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	
		标准要求	实测值	标准要求	实测值
化学成份（质量分数，%）	碳（C）	0.30~0.50	0.404	0.30~0.50	0.388
	硅（Si）	1.50~2.10	1.91	1.50~2.10	1.86
	锰（Mn）	9.50~11.50	10.16	9.50~11.50	10.87
	磷（P）	≤0.04	0.0364	≤0.04	0.0351
	硫（S）	≤0.03	0.0066	≤0.03	0.0069
	铬（Cr）	21.00~23.00	21.7	20.00~22.00	20.60
	镍（Ni）	5.00~7.00	5.49	3.00~5.00	3.56
	钼（Mo）	≤0.20	0.139	0.20~0.40	0.388
	铌（Nb）	0.55~0.70	0.656	0.40~0.60	0.45
	钒（V）	≤0.20	0.152	≤0.20	0.1472
	氮（N）	0.20~0.40	0.269	0.08~0.25	0.0941

(2) 室温机械性能检验（单铸试样）

表8 机械性能检验（单铸试样）检验结果

材料牌号		抗拉强度Rm MPa	规定塑性 延伸强度 MPa	断后伸长 率 A%	布氏硬度 (HBW)
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	标准要求	≥550	≥350	≥6	200-270
	实测值	781/774	522/504	16.0/15.0	241/239/239
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	标准要求	≥500	≥350	≥6	200-270
	实测值	655/688	419/436	14.5/16.0	241/239/241

(3) 金相检验

表9 金相检验结果

检测项目		材质	
		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
标准要求		实测	实测
基体组织	奥氏体基体	奥氏体基体	奥氏体基体
碳化物含量	≤20%	薄壁区：6.49% 厚壁区：6.55%	薄壁区11.72% 厚壁区11.81%
σ相含量	< 2,5 %	Sigma-Phases < 2,5 %	Sigma-Phases < 2,5 %

第一阶段结论：在第一阶段对铬锰镍氮材料的化学成分，机械性能（单铸试棒），以及金相做了详细的分析检验，满足设计需求，可以进入第二阶段试生产验证。

第二阶段：试生产验证验证地点：西峡飞龙特铸铸造

验证时间：2023.1-2023.4

持续时间：3个月

验证批量：20支

以壳型线验证为例，从浇铸工艺模具工艺，制芯造型，熔炼浇注，检验等5个大环节对标准各项参数进行逐一验证。验证的技术参数有尺寸精度，表面质量，表面缺陷和缩松，缩孔缺陷。初步设计过程参数参见表10

表10 铬锰镍氮材料过程设计参数

收缩率	浇注温度	排气方案	补缩方案	覆膜砂	涂料
2.1%	首箱1560℃末箱1500℃	分型面排气	发热冒口补缩	焙烧砂+Fe2O3	锆英粉涂料

验证过程

第一步：采用软件进行浇铸工艺和模具工艺设计。设计完成砂芯及模样示意图3图4

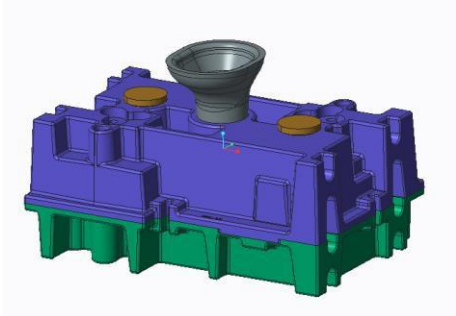


图2 砂芯示意图

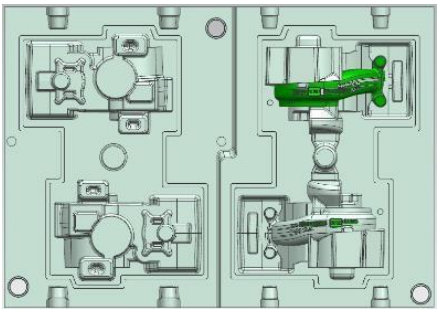


图3 模样示意图

第二步：采用焙烧砂+Fe2O3覆膜砂进行制芯，并对每个砂芯采用锆英粉涂料进行沾涂处理，烘干后进行组芯



图4 制芯示意图



图5 组芯线示意图

第三步：按照材质化学成分要求进行熔炼，随后按照设计参数进行浇铸



图6 熔炼炉示意图



图7 浇注机示意图

第四步：对浇铸出来的产品进行切割、清理抛丸等后处理；

第五步：对完成后处理的产品进行检验；

检验数据：

1. 本室温体试样机械性能检测

表11 室温本体试样机械性能检测结果

材料牌号	抗拉强度 Rm Mpa (min)	抗拉强度 Rp0.2 Mpa (min)	伸 长 率 A%(min)	布 氏 硬 度 (HBW)
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	630	510	10	235/240/239
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	570	503	9	230/236/240

2. 尺寸精度

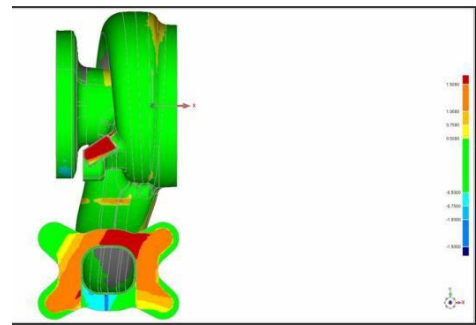


图8尺寸扫描结果

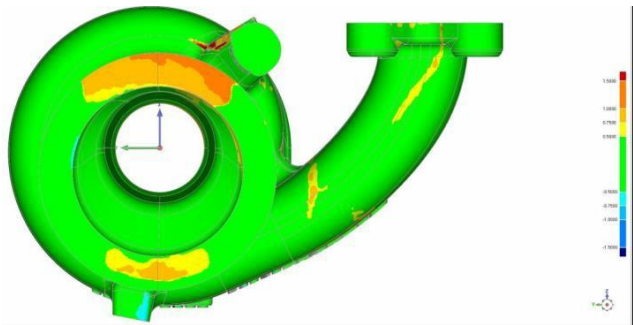


图9 尺寸扫描结果

(4) 表面质量

表12 流道内表面粗糙度Rz检测结果

序号	粗糙度测量位置				
	1#	2#	3#	4#	5#
1	52.4976	35.1786	41.1513	55.6311	35.0848
2	38.8615	48.1507	51.6501	36.0328	39.7669
3	42.2400	41.1075	43.3057	52.7758	46.9622
4	43.9146	42.1571	29.3100	45.3834	53.5029
5	48.9097	36.9538	47.3825	34.0557	67.1591

(5) 铸造缺陷

铸造缺陷检测:

表13 表面缺陷检测结果

生产数量	废品数量	主要缺陷	
		流道内腔气孔	粘砂
20	4	3	1



图10 表面缺陷示意图



图11 表面缺陷示意图

缩松缩孔缺陷检测

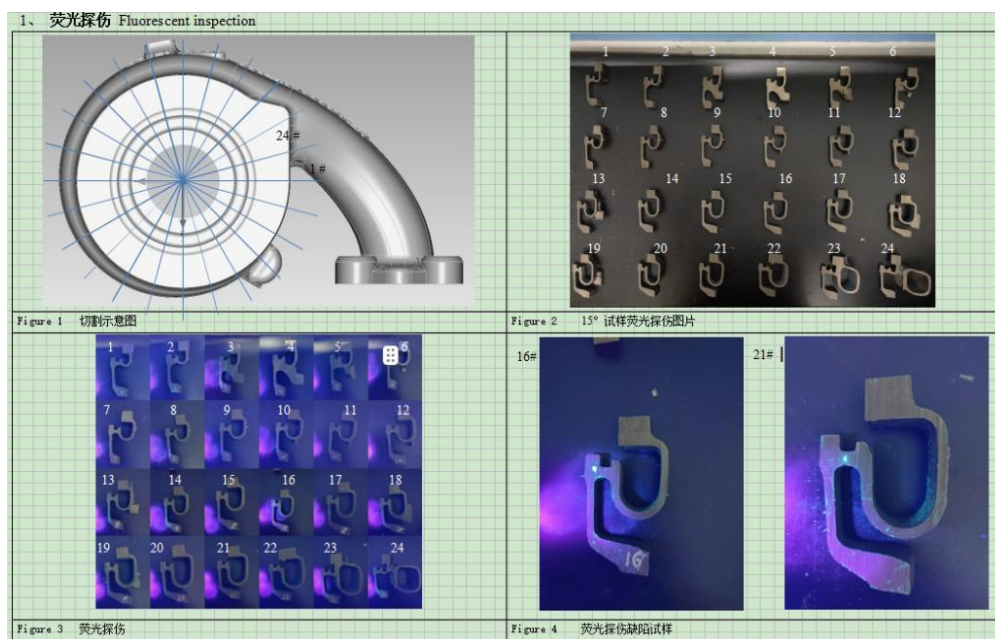


图 12 荧光检验示意图

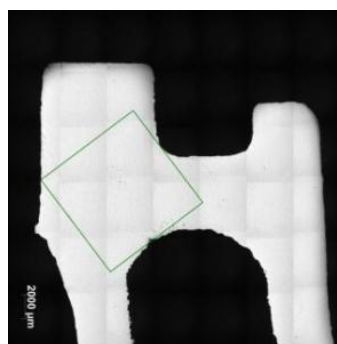


图13 切片检验示意图

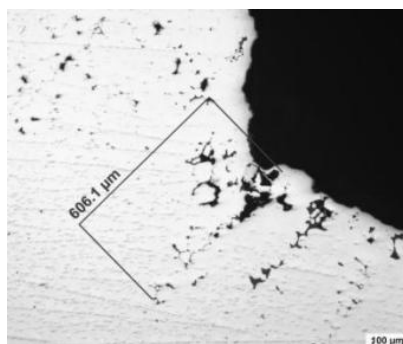


图14 切片检验示意图

16#: 壁厚>7mm, 微孔和缩松的百分比<50%的参考表面, 空隙率 0.11%, 表面缩松长度 0.606mm。

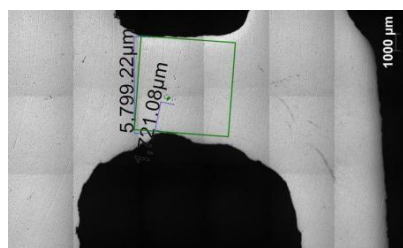


图15 切片检验示意图



图16 切片检验示意图

21#: 壁厚<7mm, 孔隙率 0.15%, 单个缩孔最大长度 0.229mm

第六步: 总结浇铸工艺模具工艺设计, 制芯造型, 熔炼浇注, 检验过程中的问题:

问题1: 产品浇铸过程中, 出现管壁气孔, 分析原因浇注温度过低, 排气通道有限, 铁水中的气体不易排出。

问题2:产品局部位置出现粗糙，粘砂问题，分析原因覆膜砂耐火度不够。

根据以上问题对铬锰镍氮材料过程设计参数进行优化改进

表14 铬锰镍氮材料过程改进设计参数

收 缩率	浇注温度	排气方案	补缩方案	覆膜砂	涂料
2.1 %	首箱1620℃， 末箱1580℃	分型面排气+ 冒口排气+管壁排 气	发热冒口 补缩	焙烧砂+ 陶粒砂	锆英 粉涂料

第二阶段结论：在第二阶段验证了20支铬锰镍氮材料产品，部分产品存在内腔气孔和局部粘砂问题，锰镍氮材料技术参数有75%符合标准的各项条款。

第三阶段：小批量验证

验证地点：西峡飞龙特铸铸造

验证时间：2023.5-2023.8

持续时间：3个月

批量验证：120件

第三阶段结论：在第三阶段验证了120支铬锰镍氮材料产品，对第二阶段修改后的各项参数进一步进行验证，验证方式与第二阶段一致，经过第三阶段验证锰镍氮材料技术参数均符合标准的各项条款。

第四阶段：大批量验证

验证地点：西峡飞龙特铸铸造

验证时间：

持续时间：3个月

批量验证：360件

第四阶段结论：在第四阶段验证了360支铬锰镍氮材料产品，对第三阶段基础上扩量进一步进行验证，验证方式与第三阶段一致，经过第四阶段验证锰镍氮材料技术参数可以用于大批量生产。

2) 主要试验数据分析和验证应用实例、结果和验证检验报告等

经过四个阶段的验证，最终形成技术参数见表 15-17

(1) 化学成分

表15 化学成分

材料牌号		ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN
化 学 成 份 （ 质 量 分 数 % ）	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
	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

(2) 室温机械性能（单铸试样）

表16 室温机械性能（单铸试样）

材料牌号	抗拉强度Rm MPa	规定塑性延伸强度 MPa	断后伸长率 A%	布氏硬度 (HBW)
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	≥550	≥350	≥6	200~270
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	≥500	≥350	≥6	200~270

(3) 室温机械性能（本体试样）

表17 室温机械性能（本体试样）

材料牌号	抗拉强度Rm MPa	规定塑性延伸强度 MPa	断后伸长率 A%	布氏硬度 (HBW)
ZG40Cr22Mn10Ni6NbN	≥500	≥350	≥4	200~270
ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN	≥450	≥350	≥4	200~270

(4) 金相组织

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

(5) 几何形状和尺寸

铸钢件的几何形状及其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 6414 中DCTG 9 级。如有特殊要求时，由供需双方商定。

(6) 表面质量

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。

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，外表面的粗糙度不应大于Ra 25/Rz100，流道内表面粗糙度不应大于Ra 20/Rz80。

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。

(7) 内部缺陷

表18 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≤7mm	受检区域缩松百分比≤ 5 %的评估参考区域, 最大缩孔孔径≤ 1.5 mm
壁厚>7mm	受检区域缩松百分比≤ 50 %的评估参考区域, 最大缩孔孔径≤ 2.0 mm

验证结论:

- (1) 铬锰镍氮材料技术要求符合本文件技术要求的条款
- (2) 本文件要求合理、有效。

3) 技术经济论证

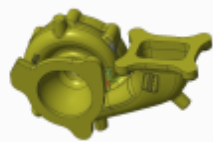
在成本分析、计算、比较的基础上, 进行定量或定性评价, 证明:

- (1) 技术可行性
- (2) 经济合理性
- (3) 预期的经济效益

铬锰镍氮材料可以替代一部分常规耐热钢材料如1.4826, 有效的降低了材料成本。自2019年开始截止现在已完成老产品试制10余款, 新项目开发8款, 实现量产3款, 已完成产值约6000余万元, 其中取代1.4826材质, 每公斤可节约7-10元, 单个产品可节约21-30元, 合计节约成本约700万元。

下表为铬锰镍氮材料生产件数

表19 铬锰镍氮材料生产件数

序号	名称	材质	铸件图	生产件数
1	涡壳	ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN		229728
2	涡壳			12160
3	涡壳			700
4	涡壳			100

5	涡壳			200
6	涡壳	ZG40Cr22Mn10Ni6NbN		1197
7	涡壳			3000

本标准中相关内容，在飞龙汽车部件股份有限公司、西峡飞龙特种铸造有限公司、西峡飞龙汽车部件有限公司、南阳飞龙汽车零部件有限公司等企业内部开展了具体的实施应用和充分的验证，内容也是在实际应用中总结和归纳出来的，吻合生产实际，具备实用性和可操作性，具有良好的指导和规范作用，能够有效地指导产品的设计、生产、检验与使用，促进了产品技术进步和质量水平的提高，为产品的设计制造、技术交流、贸易等提供统一的技术依据，对汽车产业的可持续性、高效、节能、环保发展起到积极的推动作用。

4) 预期的社会/经济效益分析

本标准是在大量实验室研发数据、性能测试数据以及现场实际应用的基础上进行制定的，充分纳入和反映了当今新产品、新技术、新工艺的先进技术成果，首次明确了汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件产品的性能指标标准，为汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的商品化、系列化打下基础。本标准的制定，为汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件工艺的推广应用提供了有力的技术支撑，为指导和规范采用汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的生产提供了保障，有利于提高我国的基础装备铸造业水平。

通过本文件的制定和实施，可推广应用到更多相关企业的产品上，可为铸造行业提供依据参照，推动行业内促进新材料、新技术的应用，积极推动汽车行业的节能降耗、科技成果转化应用工作，为企业带来一定的经济社会效益。

6. 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合国家相关的法律、法规。根据《中华人民共和国标准化法》的要求，本标准科学、合理、先进、适用，有利于提高生产企业的技术水平和经济效益，有利于保护消费者的利益，有利于保护环境，有利于合理利用国家资源，绿色发展，有利于促进对外经济技术合作和对外贸易，并符合理念上领先，技术上先进，经济上合理的要求，具有合法性、实用性、规范性、协调性。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

7. 对重大分歧意见的处理经过和依据（如有书面处理报告等，应将其扫描件作为附件 附后）

无。

8. 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容），根据国家经济、技术政策需要和该标准涉及的产品的技术改造难度等因素提出标准的实施日期的建议

1) 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

本标准作为汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件的重要成果，在标准制定过程中参照了相关承担单位的研究成果，实现了标准的协调一致。此外，在本标准发布后，将通过标准宣贯、案例演示、技术交流等方式，实现本标准的贯彻实施。

建议在实施前保证本标准文本的充足供应，让相关方及时得到文本；发布实施前建议将本标准的相关信息在相关媒体平台上广为宣传，吸纳更多的单位、企业参与进来。

2) 标准的实施日期的建议（根据国家经济、技术政策需要和该标准涉及的产品的技术改造难度等综合因素提出）

建议本标准批准发布后即可实施。

9. 废止有关标准的建议

无。

10. 标准涉及专利情况说明（包括 1、专利发布日期、专利编号、专利权人；2、专利处置情况；3、专利使用许可申明和披露申明。详细请按照 GB/T 20003.1 《标准制定的特殊程序 第 1 部分：涉及专利的标准》执行）

本标准中不涉及专利。

11. 重要内容的解释和其它应予说明的事项（如存在其他必要的论述报告等，应将其 扫描件作为附件附后）

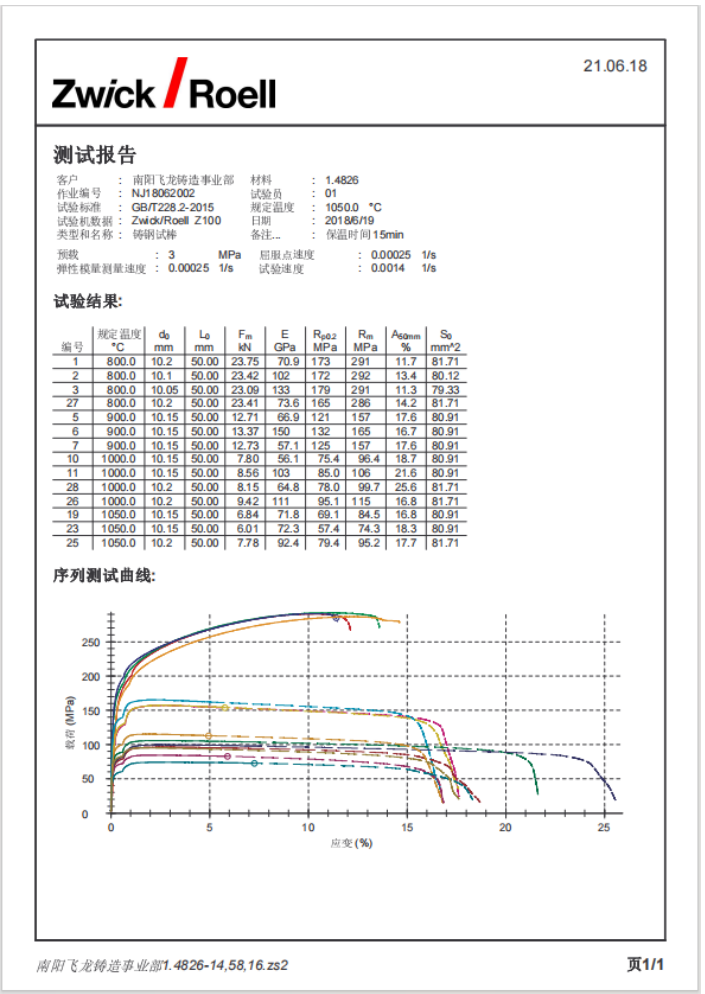
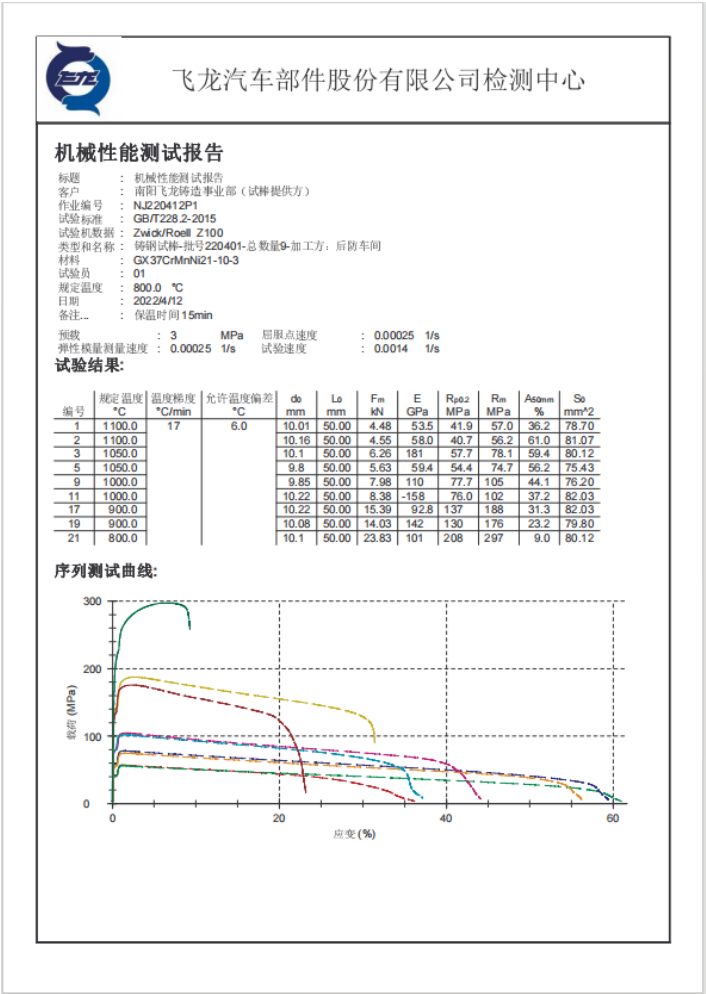
无。

《汽车用铬锰镍氮奥氏体耐热钢铸件 技术规范》团体标准编制工作组

2024 年 10 月 18 日

附录1：高温性能试验对比

高温机械性能对比						
材质	1. 4826			ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN		
试验温度	抗拉强度 Rm MPa	规定塑性延 伸强度 MPa	断后伸长率 A%	抗拉强度 Rm MPa	规定塑性延 伸强度 MPa	断后伸长率 A%
800℃	290	172	12. 65	297	208	9
900℃	159. 6	126	17. 3	182	133. 5	27. 25
1000℃	104. 3	83. 4	20. 7	103. 5	76. 9	40. 65



南阳飞龙铸造事业部1.4826-14,58,16.zs2

页1/1

高温机械性能对比						
材质	1.4837			ZG40Cr22Mn10Ni6NbN		
试验温度	抗拉强度 Rm MPa	规定塑性延 伸强度 MPa	断后伸长 率 A%	抗拉强度 Rm MPa	规定塑性 延伸强度 MPa	断后伸长率 A%
800℃	263.7	155.3	17.5	334	196	10.43
900℃	151.3	116.7	24.9	196	146	23.1
1000℃	96.5	73.78	28.9	115.7	84.8	38.5



飞龙汽车部件股份有限公司检测中心

机械性能测试报告

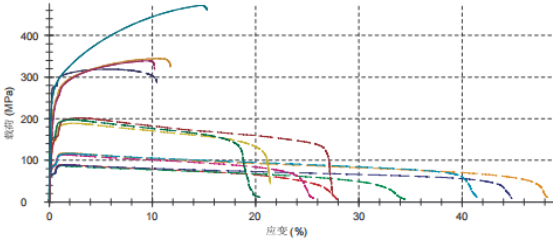
标题 : 机械性能测试报告
客户 : 南阳飞龙铸造事业部 (试件提供方)
作业编号 : NJ18041202
试验标准 : GB/T228.2-2015
试验机数据 : Zwick/Roell Z100
类型和名称 : 铸钢试样-批号220201-总数量13-加工方: 后防车间
材料 : GX40CrNiNi-21-10-6
试验员 : 01
规定温度 : 700.0 °C
日期 : 2022/2/8
备注... : 保温时间15min

预载 : 3 MPa 屈服点速度 : 0.00025 1/s
弹性模量测量速度 : 0.00025 1/s 试验速度 : 0.0014 1/s

试验结果:

编号	规定温度 °C	d ₀ mm	L ₀ mm	F _m kN	R _{0.2} MPa	R _m MPa	A _{50mm} %	S ₀ mm ²
1	1050.0	10.18	50.00	7.28	65.6	89.4	27.9	81.39
7	1050.0	10.17	50.00	7.05	65.2	86.8	34.5	81.23
11	1050.0	9.97	50.00	6.94	65.8	88.9	44.8	78.07
2	1000.0	10.19	50.00	9.59	87.5	118	48.4	81.55
8	1000.0	10.17	50.00	9.20	81.7	113	25.6	81.23
12	1000.0	10.14	50.00	9.37	85.3	116	41.4	80.75
3	900.0	10.14	50.00	15.24	142	189	21.4	80.75
13	900.0	10.11	50.00	16.19	148	202	27.4	80.28
9	900.0	10.02	50.00	15.56	148	197	20.4	79.85
6	800.0	10.11	50.00	25.50	277	319	10.2	80.28
10	800.0	10.13	50.00	27.74	227	344	11.4	80.50
14	800.0	10.18	50.00	27.59	233	339	9.7	81.39
15	700.0	10.11	50.00	37.89	261	472	14.9	80.28

序列测试曲线:



Zwick / Roell

12.04.18

测试报告

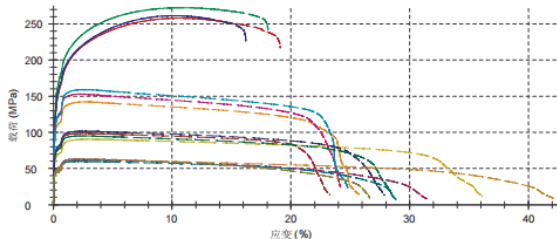
客户 : 南阳飞龙铸造事业部 材料 : 1.4837
作业编号 : NJ18041202 试验员 : 01
试验标准 : GB/T228.2-2015 规定温度 : 900.0 °C
试验机数据 : Zwick/Roell Z100 日期 : 2018/4/8
类型和名称 : 铸钢试样 备注... : 保温时间15min

预载 : 3 MPa 屈服点速度 : 0.00025 1/s
弹性模量测量速度 : 0.00025 1/s 试验速度 : 0.0014 1/s

试验结果:

编号	规定温度 °C	d ₀ mm	L ₀ mm	F _m kN	E GPa	R _{0.2} MPa	R _m MPa	A _{50mm} %	S ₀ mm ²
2	800.0	10	50.00	20.27	77.3	151	258	18.8	78.54
1	800.0	10	50.00	21.39	97.7	163	272	17.8	78.54
3	800.0	10	50.00	20.53	85.0	152	261	16.0	79.54
5	900.0	10	50.00	11.16	83.1	109	142	25.8	78.54
6	900.0	10.02	50.00	12.05	86.9	120	153	24.2	78.85
7	900.0	10	50.00	12.50	80.3	121	159	24.8	78.54
10	1000.0	10	50.00	7.10	49.3	67.6	90.4	36.1	78.54
12	1000.0	10	50.00	7.74	72.9	74.9	98.5	23.2	78.54
14	1000.0	10	50.00	7.47	64.1	74.4	95.1	28.5	78.54
15	1000.0	10.5	50.00	8.80	61.6	75.2	102	27.9	86.59
16	1100.0	10.4	50.00	5.21	43.0	47.9	61.3	42.1	84.95
17	1100.0	10.25	50.00	5.17	53.9	49.1	62.6	31.4	82.52
19	1100.0	9.68	50.00	4.41	52.2	47.9	59.9	28.8	73.59
21	1100.0	9.8	50.00	4.76	52.0	44.9	63.0	26.6	75.43

序列测试曲线:



高温试验10mm 1000度 18.4.9.zs2

页1/2

附录2 高温材料物理性能对比

三、检测所用主要仪器设备
密度电子天平 (CX-BSA-01/3142214872)
热膨胀仪 (GC-WL-02)
激光导热仪 (GC-WL-03)

四、检测结果

1、密度		
试样编号	温度(℃)	密度(g/cm³)
10-MD	25	7.78

2、线膨胀系数		
试样编号	温度(℃)	平均线膨胀系数(×10 ⁻⁶ 1/K)
10-RPZ	500~700	19.8

3、导热系数				
试样编号	温度(℃)	热扩散系数 (mm²/s)	比热容 (J/(g · K))	导热系数 (W/(m · K))
10-RKS	500	4.46	0.609	21.1
	600	4.67	0.668	24.3
	700	4.92	0.644	24.7

检测: 张力琦 校核: 李 北远
第1页 /共 2 页



三、检测所用主要仪器设备
密度电子天平 (CX-BSA-01/3142214872)
热膨胀仪 (GC-WL-02)
激光导热仪 (GC-WL-03)

ZG40Cr21Mn10NiNbMoN

四、检测结果

1、密度		
试样编号	温度(℃)	密度(g/cm³)
16-MD	25	7.69

2、线膨胀系数		
试样编号	温度(℃)	平均线膨胀系数(×10 ⁻⁶ 1/K)
16-RPZ	500~700	20.3

3、导热系数				
试样编号	温度(℃)	热扩散系数 (mm²/s)	比热容 (J/(g · K))	导热系数 (W/(m · K))
16-RKS	500	4.31	0.605	20.1
	600	4.52	0.677	23.5
	700	4.75	0.646	23.6

检测: 张力琦 校核: 李 北远
第1页 /共 2 页





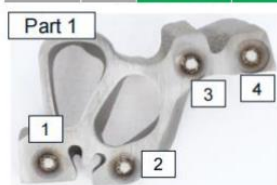
测试内容 Test Information

序号 No.	测试项目 Test Items	技术要求 Standard Requirement	测试结果 Test Result	判定 Judgment
1	Hardness Test	200-270 HBW2.5/187.5	236	√
			240	√
			231	√
2	Casting Defects Inspection	BWS63016-1	OK, see the charts	√
3	Tensile Test	Tensile Strength: Rm 500Mpa min	776	√
			753	√
			768	√
		Yield strength: Rp0.2 350Mpa min	462	√
			444	√
			437	√
		Elongation A%: Min 5%	19	√
			14.3	√
			17.2	√
4	Chemical Composition	C% 0.3-0.45	0.39	√
		Si % 1.6-2.1	2.09	√
		Mn% 9.5-11.5	9.68	√
		S% ≤0.03	0.004	√
		P% ≤0.04	0.035	√
		Mo% 0.3-0.6	0.38	√
		Cr% 20-22	20.58	√
		Ni% 3.0-4.0	3.78	√
		N% ≤0.25	0.14	√
		Cu% ≤0.25	0.042	√
		Nb% 0.4-0.6	0.58	√
		V % 0.3-0.6	0.37	√
		W% ≤1.5	<0.10	√

RZ.1.02.015_BMW_ Turbine Housing analysis

Chemical composition analysis

BWS33047-1:2022 Requirements		Alloying constituents in weight %													
Element		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Cu	Nb	N	W	Fe
Specification		0.30-0.50	1.50-2.10	9.50-11.50	Max. 0.04	Max. 0.03	21.00-23.00	Max. 0.20	5.0-7.0	Max. 0.20	Max. 0.10	0.55-0.7	0.20-0.40	Max. 1.5	Balance
Measurement point	1	0.419	1.86	11.15	0.0354	0.0092	21.40	0.184	6.27	0.132	0.03	0.615	0.267	<0.0070	Balance
	2	0.41	1.85	10.95	0.0357	0.0098	21.35	0.176	6.15	0.126	0.03	0.586	0.259	<0.0070	Balance
	3	0.377	1.84	10.51	0.0317	0.0072	21.35	0.188	6.06	0.123	0.03	0.587	0.253	<0.0070	Balance
	4	0.416	1.87	11.07	0.0384	0.0073	21.48	0.174	6.18	0.125	0.03	0.605	0.263	<0.0070	Balance
	5	0.383	1.84	10.99	0.0349	0.0093	21.30	0.175	6.16	0.133	0.03	0.584	0.259	<0.0070	Balance
	6	0.376	1.87	10.85	0.0351	0.0069	21.41	0.177	6.13	0.128	0.03	0.619	0.258	<0.0070	Balance
	7	0.375	1.89	10.80	0.0332	0.0085	21.26	0.174	6.17	0.125	0.03	0.557	0.259	<0.0070	Balance



► Examined chemical composition of the Turbine Housing does not meet the BWS 33047-1:2022 standard.

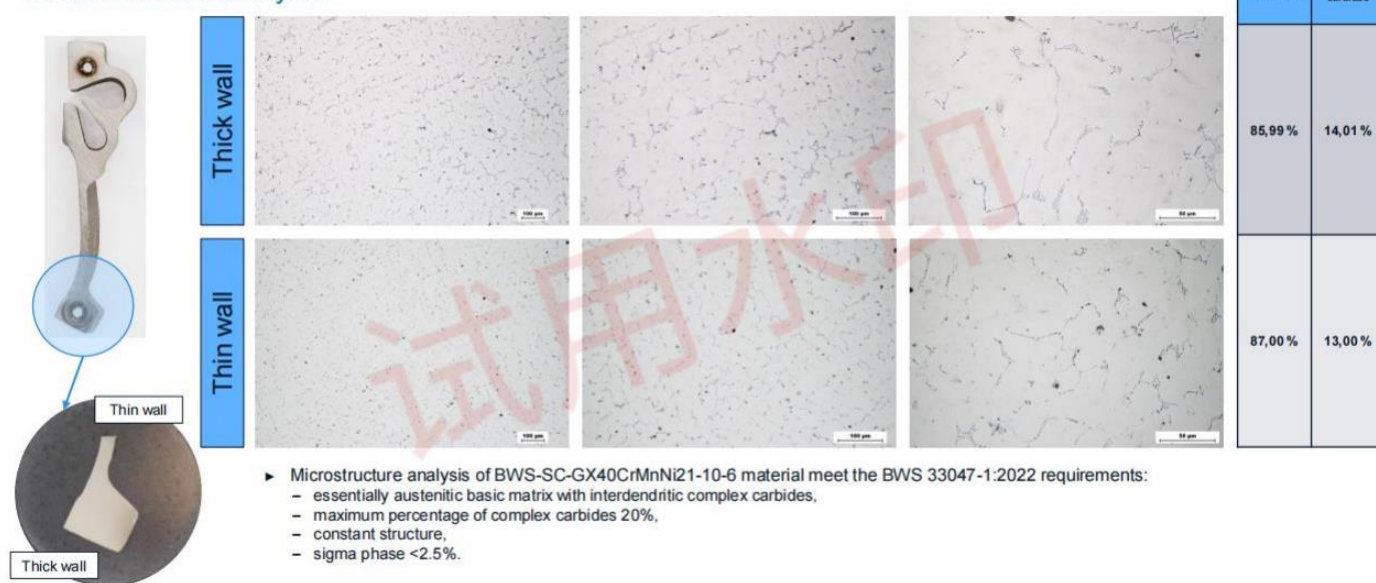
Paulina Solecka - RTC Material Laboratory

MAT-313-2023

BORGWARNER

RZ.1.02.015_BMW_ Turbine Housing analysis

Microstructure analysis



5

Paulina Solecka - RTC Material Laboratory

MAT-313-2023

BORGWARNER

科学技术成果鉴定证书

豫机学科鉴字[2020]第29号



成果名称：锰镍铌氮奥氏体耐热钢涡轮增压器壳体关键技术研发及应用

完成单位：飞龙汽车部件股份有限公司

鉴定形式：会议鉴定

组织鉴定单位：河南省机械工程学会(盖章)

鉴定日期：2020年10月24日

鉴定批准日期：2020年10月24日



河南省机械工程学会

(二〇二〇年制)

附录5 ZG40Cr21Mn10Ni4NbMoN材质客户端台架试验结果

样件信息

增压器参数:

•项目编号: JL1509

•客户件号: 5511702777

•序 列 号: E080310001

•增压器件号: 1390003026

•发动机编号: *****

LH&CO

574302

CN: 5511702777

SN: E080310001

PN: 1390003026

MADE IN CHINA

VÖFON

Model JMW-81

实验描述

•实验项目: JL1509-发动机台架600H交变负荷耐久试验

•结果反馈: 无

拆解要求:

•客户要求: 无

•工程要求: 关注压铸气封板和涡壳裂纹

3. 零部件拆解分析-涡壳

• 涡壳放气阀摇臂活动灵活，无卡滞现象；

• V型卡箍螺母力矩未见异常；

• 涡壳表面显影未见裂纹迹象。

V型卡箍螺母拆解扭矩	判定结果
① 4.41Nm	OK

26 /

