

团体标准
《铝合金液锻模技术条件》
编制说明书

2024年6月

《铝合金液锻模技术条件》编制说明

一、工作简况

1、任务来源

2024年3月18日，中国国际科技促进会标准化工作委员会发布《关于开展〈铝合金液锻模技术条件〉团体标准立项的通知》（【2024】中科促标字第0187号），项目计划编号为CI2024082。

2、项目背景

液态模锻是金属材料的一种先进成形技术，属于特种锻造范畴，也属于特种铸造范畴，它是铸造和锻造之间的一种精密成形技术，也叫挤压铸造。液态模锻作为一种特种锻造和特种铸造技术已经形成了产业化应用，特别是近5年来，液态模锻技术及其装备已经实现了专业化。据不完全统计，国内液态模锻设备多达200多台，分布在东北、天津、山东、江苏、安徽、浙江、广州、福建等地，产能近1亿模/年，平均每模产量按照2 kg计算，年产量已达20万吨以上规模。目前，液态模锻的材料主要是铝合金，产品应用于汽车零件、电子通信、轨道交通及航天军工。

液锻模是液态模锻模具的简称，它是液态模锻技术中必不可少的工装，它是液态模锻工艺方案得以顺利实现的基本保证。液锻模是液态模锻行业目前的“卡脖子”环节，它的技术水平高低决定了液态模锻生产的顺畅性及其产品品质。然而，目前国内外尚无液态模锻模具的技术标准。模具工程师只能参照压铸、低压铸造、固态模锻等相关的模具标准进行试验性设计、制造验收，导致液态模锻生产企业的模具质量和水平处于失控状态，产品质量稳定性差，亟需制定液态模锻模具的标准。

材料不同，其液态模锻的模具有很大差异，所以液态模锻的模具标准需要区别对待。近年来，铝合金的应用范围急速扩大。铝合金件的成型工艺主要包括铸造和锻造两大类，其铸造工艺包括高压压铸、低压铸造、挤压铸造（即液态模锻）、差压铸造、重力铸造、半固态流变压铸等，锻造工艺包括热模锻、冷模锻、半固态模锻以及液态模锻等。铝合金液态模锻已经成了一个新产业，其他材料如钢铁、锌合金、镁合金等的液态模锻应用正在扩大，尚处于发展中。以铝合金为材料对象的液态模锻称为铝合金液态模锻，相应地，铝合金液态模锻用的模具称为铝合金液态模锻模具，简称铝合金液锻模。

铝合金液态模锻实现的技术路线是：熔炼合格的铝合金液浇入液态模锻机的料筒内，依靠液态模锻机的压射系统将料筒内的铝合金液按照设定的加压制度压入液态模锻的模具

腔内，保压凝固成型。与压铸相比，铝合金液态模锻的特点是高压、低速，主要用来生产高性能结构件。其压力比高压压铸高约1倍，达到了150MPa以上，其压射充型速度不足压铸的1/10，只有0.1~1.0m/s。相应地，液态模锻模具与压铸模具也就存在了很大的区别，两者无法通用。

目前尚无铝合金液锻模的相关标准。国标《GB/T 43139-2023铸造铝合金液减压凝固试样密度检测》是一种铝合金液含气量的检测方法，与铝合金液态模锻模具没有相关性。国标《GB/T 40809-2021 铸造铝合金 半固态流变压铸成形工艺规范》的适用范围是铸造铝合金半固态流变压铸。铝合金半固态流变压铸是一种半固态成型工艺，它是将铝合金液首先进行特殊的处理，形成含有5%~40%非枝晶固相的固液混合物，然后利用这种混合物的流变特性在压铸机的压力作用下压入压铸模具腔，并保压凝固成型。该工艺与液态模锻是完全不同的另一类工艺，其工艺规范及其模具不能适用于铝合金液态模锻。

本标准的制定符合“十四五”规划和2035远景目标中“推动传统产业高端化、智能化、绿色化，发展服务型制造。完善国家质量基础设施，加强标准、计量、专利等体系和能力建设，深入开展质量提升行动”的要求。此外，本标准的制定符合《中国制造2025》中的“质量为先”的指导思想：建设法规标准体系、质量监管体系、先进质量文化，营造诚信经营的市场环境，走以质取胜的发展道路，改善锻压行业和铸造行业液态模锻模具无标准、自由发展的现状。本标准的制定也可以有力地促进落实《工业和信息化部等三部委关于推动铸造和锻造行业高质量发展的指导意见》【工信部联通装[2023]40号】中列出的“发展先进铸造工艺与装备”中“轻合金高压/挤压/差压/低压/半固态/调压铸造”重点任务。

3、已有标准情况说明

2019年铸造协会发布了“铝合金挤压铸造件”团体标准T/CFA0102031-2019。该标准规定了铝合金挤压铸造件的定义、术语、一般规定、技术要求、检验规则、试验方法和交货准备，没有涉及液锻模的内容。

有国家标准“压铸模技术条件”GB/T 8844，该标准自1992年首次发布以来，更新了3次，但都只限于压铸（die casting）模具，未涉及液态模锻模具。

4、起草单位

本标准起草单位有：

广州和德轻量化成型技术有限公司、宁波瑞博模具有限公司、肇庆市鑫兴模具制造有限公司、东莞超顺模具有限公司、北京交通大学、武汉理工大学、苏州大学、哈尔滨理工

大学、华南理工大学、山东宏和轻量化科技有限公司、哈尔滨吉星机械工程有限公司、广州金邦液态模锻技术有限公司、科欧瑞新材料技术（苏州）有限公司、广州立中锦山合金有限公司、华劲新材料研究院（广州）有限公司、宁波孝方新材料科技有限公司、洛臣新材料科技（中山）有限公司、广州和德智能装备制造有限公司。

本文件主要起草人：石洪伟、邢书明、罗继相、张海、吉泽升、胡茂良、赵海东、杨卫、柯希富、陈伟香、西守、范卫忠、杨鹏、薛永来、叶细荣、赵志刚、赖燕山、黄毅、汪长勤、黄昌明、刘彬彬、叶安荣、吕建钢、程峰、肖亚军、谢德强、钟志豪、岳涛、上官涛涛、范卫忠、何贵举、石和强、张誉献。

5、标准编制过程

5.1 起草阶段

5.1.1 成立标准制定工作组

2023年6月3日成立了标准制定工作组。由牵头起草单位总经理石洪伟工程师任组长，北京交通大学邢书明教授任副组长并执笔。工作组分为文稿撰写组、文献资料组、同行调研组以及专家顾问组四个小组。其中文稿撰写组由邢书明教授任组长，组员包括广州和德轻量化成型技术有限公司的肖亚军、钟志豪、谢德强等；文献资料组由肖亚军担任组长，成员包括杨卫、陈伟香、张誉献等3人，同行调研组由石洪伟任组长，包括宁波瑞博模具有限公司的薛永来总经理和技术总监上官涛涛，东莞众鑫模具有限公司的叶细荣总经理、科欧瑞新材料技术（苏州）有限公司的汪长勤总经理、山东宏和轻量化科技有限公司的杨鹏总经理和模具工程师黄昌明、肇庆市鑫兴模具制造有限公司、广州金邦液态模锻技术有限公司的黄毅工程师、华劲新材料有限公司的范卫忠等；专家顾问组由武汉理工大学罗继相教授担任，成员包括哈尔滨理工大学教授吉泽升教授、华南理工大学赵海东、日本宇部公司资深工程师西守广州立中锦山合金有限公司的刘彬彬、宁波孝方新材料科技有限公司的总经理叶细荣、广州众山精密科技有限公司的总工程师吕建钢等。

5.1.2 确定工作计划、查阅资料

2023年6月-2023年8月，完成相关标准资料的查询与分析；

2023年9月-2024年2月，形成项目计划，完成同行企业的调研与分析，确定标准草案大纲及主要内容；

5.1.3 编写标准草案

2024年3月18日，本标准成功立项并公示；

2024年3月19日召开起草单位联席会，组织讨论标准草案技术内容的编写工作；

2024年3月20日-3月31日，试验验证组进行标准主要技术内容的验证试验；

2024年4月-2024年6月，结合验证试验的结果，进一步修改标准草案，形成征求意见稿。

5.2 征求意见阶段

2024年6月，本标准由中国国际科技促进会标准化工作委员会在全国团体标准信息平台，面向社会进行公开征求意见。同时由标准编制工作组组织向相关机构、单位进行定向征求意见。

5.3 审查阶段

5.4 报批阶段

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订标准时，还包括修订前后技术内容的对比

1、标准的编写原则

本标准编写坚持如下原则：

(1) 先进性原则。根据我国铝合金液锻模行业的实际生产现状与技术改进需求，将先进的技术与工艺纳入标准。通过标准的引领作用，促进我国铝合金液态模锻技术与产品的提高与发展。

(2) 与相关法规、标准等协调一致原则。

(3) 适用性和可操作性原则。根据铝合金液态模锻生产实际和应用，使本标准在模具结构、材料成分、热处理和质量要求等方面力求科学、合理、全面，具有可操作性，便于推广应用。

(4) 根据国情，结合我国标准的体系和有关规定等进行制定，提高标准的综合水平。

(5) 规范性原则。标准结构、格式和表达方法等按照GB/T 1.1的要求和规定进行编写。

2、提出本标准的依据

本标准的技术内容要求提出的依据主要是行业的液锻模设计、制造和应用经验；以及大量的液锻模试模数据和相关文献报道三方面。标准中技术要求的具体参数值，来源于大量实践经验的总结和现有技术水平的统计结果。取中上水平。

本标准紧密结合国内外铝合金液态模锻件的研究与应用成果，并根据行业多年生产实践积累的经验 and 资料确定了主要技术要求。

主要参考文献如下：

[1] 罗继相，间接挤压铸造模具设计特点及研究，特种铸造及有色合金.2002,(1)

[2] 中国模具工程大典第7卷压力铸造及金属型铸造模具设计，第一篇，压铸模设计，2007年3月，北京：电子工业出版社。

[3] 罗守靖，齐丕骧，陈晓光.液态模锻与挤压铸造技术与应用，化学工业出版社，2006.

[4] 邢书明，鲍培玮.金属液态模锻，国防工业出版社，2011.

[5] 邢书明，鲍培玮.高能效绿色铸锻技术——液态模锻及其应用，兵器工业出版社，2014.

鉴于液态模锻在铸造领域被称为“挤压铸造”，《铝合金挤压铸造件》团体标准已经在铸造行业公布的事实，本标准明确“液态模锻”又称“挤压铸造”，但是站在特种锻造的高度来建立其概念体系和分类。这样有利于引领液态模锻技术在铸造和锻造两大行业向高端发展。

此外，考虑到标准间的协调一致，避免标准篇幅过长，本标准的一些技术内容规范性引用了如下标准：

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：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 4678 （所有部分）压铸模 零件

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 8541 锻压术语

GB/T 8844 压铸模 技术条件

GB/T 8845 模具 术语

GB/T 34565.1 热作模具钢 第1部分：压铸模具用钢

3、制定本标准的基础

本标准的牵头起草单位广州和德轻量化成形技术有限公司是一家铝基轻量化产品综合解决方案的高新技术企业，为客户提供结构设计、材料设计、成型工艺设计、模具设计、成型装备设计服务，并提供设计验证与量产等全流程服务。2019.3获得全国铸造装备创新

奖，2022.8荣获国家级专精特新“小巨人”企业认定，2018年建成了广东省液态模锻工程技术研发中心，2024年获批增城区创新领军团队。

本标准的工作组成员都是长期从事液态模锻研究与应用的专家和工程师。北京交通大学邢书明教授自1989年就开始从事液态模锻的工艺设计、模具设计和产品开发，著有液态模锻专著两部，拥有液态模锻模具及产品的发明专利20多件，指导液态模锻方面的博士和硕士研究生50多人，作为主要编写人之一参与编写了《铝合金挤压铸造件》团体标准。开发成功了几十个产品的液锻模锻，主持设计了其相应的液锻模，与国内十多个企业建立了密切合作的产学研协作机制，进行液态模锻技术的推广应用。曾获得科技合作奖、自然科学奖以及科技进步奖多项。

广州合德轻量化技术总经理石洪伟工程师，长期从事液态模锻技术的开发和应用，曾在日本宇部公司进行液锻模锻技术与装备培训1年，目前仍利用业余时间在职培训深造。主持开发几十个汽车零件液态模锻成套技术，为本标准的编制积累了丰富的数据和经验。

4、实验内容

本标准规定了铝合金液态模锻模具的技术要求、试验方法、包装和运输等内容，适用于铝合金液态模锻模具的设计、审核、制造与验收。

本标准的实验内容除了模具材料性能试验、几何精度试验、表面粗糙度试验以及分型面合模试验等模具的常规实验外，把热态试模作为关键实验内容，并将用户最关心、最能体现模具技术水平的工艺出品率、良品率和工作稳定性作为验收指标，有利于持续提升液锻模具的设计与制造水平，促进行业健康发展。

这些热态试模的验收指标实验验证主要针对副车架、空气弹簧顶座、控制臂、X1减震塔，上气室类，上座类，下座类，铝骨架类，金属压盖类，上盖板类，压盖类等几十种汽车铝合金零件，十多种马达座、肩盖、把立等自行车零件和十多个摩托车零件进行的液锻试模验证。验证试验表明，该标准技术要求恰当、可行。

5、实际应用效果

本标准在起草单位的近百个铝合金液锻模的设计、制造和使用中取得了应用。应用结果表明：

(1) 该标准的技术要求合理、可行，对液锻模的设计、制造和验收具有恰当的指导意义；

(2) 不满足该标准技术要求的液锻模在使用中会出现大量的废品，良品率不足70%，工艺出品率不足30%；相反，符合本标准要求的液锻模，均可达到满意的应用效果。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

1、主要试验或验证的分析

标准编制工作组组织了15人组成的验证试验小组，针对30多个汽车零件液锻模的设计，进行了本标准的公式、参数、技术指标的验证试验。结果表明：

(1) 本标准的4个公式计算结果，经试模验证，正确率100%；

(2) 本标准推荐的技术要求（第5章）各项指标可行，按此要求设计制造的液锻模试模合格率达到98%以上。

(3) 本标准提出的试验方法简便、可行。

2、预期的经济效果

本标准对液锻模设计提供了依据，结束了没有液锻模设计依据的历史。它的实施，具有突出的经济效果。预期的经济效果主要是如下三方面：

(1) 减少试模次数。该标准执行前，液锻模的试模次数可达3—5次；依据本标准sheji制造液锻模，试模次数可减少为1—2次。每次试模费用约5000元。按年生产液锻模10万套计算，仅此一项可以减少经济损失5亿元。

(2) 工艺出品率提高。依据本标准设计模具，工艺出品率可以提高10—15个百分点，即节约材料烧损0.45%，减少熔化与精炼能耗10%-15%。按照年产5万吨铝合金液锻件计算，可以节约材料225吨，单价按2万元计算，效益可达450万元。吨铝合金熔炼耗能价值约800元/吨，则5万吨规模可以减少熔制费用400万元。两项合计经济效益可达850万元。

(3) 提高模具寿命。模具寿命是液锻件成本的重要组成，约占液锻件价格的20%。本标准的实施，在模具材料相同的情况下，将提高模具寿命20%以上。铝合金液锻件规模按5万吨计算，平均单价按8万元/吨计算，则节约模具费可达1.6亿元。

3、真实性验证

无。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

1. 本标准符合我国目前法律法规的规定，本标准与其他相关标准没有矛盾之处。

2. 参照相关法律法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

3. 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》要求进行编写。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、涉及专利的有关说明

无。

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议 等措施建议

本标准发布后，计划采取线下、线上相结合的方式进行宣传、解读和培训。具体措施包括在行业年会、展会上进行专题报告解读；举办培训班进行专题培训；编写宣传册、海报、视频等在行业技术交流活动进行宣传；计划撰写一篇专稿，由《特种铸造及有色合金》或《锻压与冲压》杂志发表，扩大《铝合金液锻模. 技术条件》标准的知名度、影响力和应用率。

为了充分发挥该标准在科学研究、生产加工、市场营销、人才培养等方面的指导和引领作用，计划与设有模具专业的高校（特别是高职院校）合作，开设一门选修课《液态模锻及其模具设计》，促进液态模锻人才的培养；计划与液态模锻行业相关企业、大学、有色金属科研院所等建立一个学术交流群，及时交流标准推广应用中的问题，定期评估标准的宣贯效果，收集整理修改建议和意见。

十、其他应当说明的事项

无。