中国铸造协会《镁合金半固态注射成型机》标准 制修订编制说明(征求意见阶段)

1. 任务来源、工作简要过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

1) 任务来源

2024年12月,中铸协以中铸协标[2024]95号文对伯乐智能装备股份有限公司提出的《镁合金半固态注射成型机》团体标准做出立项批复,标准计划号为:T/CFA2024039,该项标准由中铸协半固态工作委员会组织制定。

随着新能源汽车与电子工业的发展,对产品的轻量化要求越来越高,镁合金半固态成形与传统的铸造工艺相比在安全、环境、性能、能耗等方面都具有较大优势,被称为是21世纪新一代的近净成形技术。目前我国是世界上最大的镁生产国,但大部分镁作为原材料出口,本国的需求量并不是很大,这主要是由于我国在镁合金成形技术的研究和应用方面,尤其是半固态成形技术与发达国家还有很大差距。国家相关部委发布的有关重大规划文件中,对镁合金前景做出了明确描述,为镁合金产业的发展提供了政策支持。随着镁合金半固态注射成型技术的发展的的发展和进步,原行业标准已不能适用现在的发展情况,制定新团体标准也是响应政策要求,规范和推动产业升级及发展的具体举措。

2) 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准按照中国铸造协会《标准管理办法(试行)》给出的规则起草。

本标准主要起草单位:伯乐智能装备股份有限公司、上海交通大学。

本标准参加起草单位:宝钢金属有限公司、宁波保税区海天智胜金属成型设备有限公司、伊之密股份有限公司、宁波力劲科技有限公司、苏州胜利精密制造科技股份有限公司、华孚精密科技(马鞍山)有限公司、八达新材料有限公司、江苏中翼汽车新材料科技有限公司、嘉瑞科技(惠州)有限公司、山西品诚亨晟精密有限责任公司、镁泰氮精密制造(宁波)有限公司、上汽集团、一汽铸造有限公司、东风汽车车轮有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、华为数字能源技术有限公司、上海昆悟新材料科技有限公司。

本标准主要起草人:邓俊钧、谷立东、李焕、曾小勤

本标准参加起草人:王卓、葛琪威、周俊、钱剑锋、祝超杰、王江、赵郁鎏、黄绪金、品诚、刘玉鹏、陈安红、王成刚、刘湘庆、卢松鹤、唐号然、屈雪莲。

本标准计划完成时间为2025年。

3) 工作简要过程

(1) 征求意见阶段（应描述清楚起草组的成立情况以及开展的各项作品介绍，**有专题调研报告时应将其扫描件作为附件附后**）：

本标准主要起草过程如下：

2024年8月：中国铸造协会半固态工作委员会组织，伯乐智能装备股份有限公司、上海交通大学对镁合金半固态注射成型技术与市场情况进行讨论，中国铸造协会半固态工作委员会提出计划制定本标准。计划工作会议后，标准牵头起草单位伯乐智能装备股份有限公司与上海交通大学组织了由设计、研究、检验和标准化相关人员，进行了分析和研讨，初步确定了标准修订的主要内容。

2024年8-11月：伯乐智能装备股份有限公司与上海交通大学作为主要起草单位完成了立项申请，中国铸造协会半固态工作委员会组织专家审议，同意立项。主起草单位进行了标准相关资料的收集，深入调查了解有关国内外企业的技术参数、技术特征，在此基础上，确定了标准起草原则和标准的主要技术内容，完成了标准草稿及编制说明。

2024年12月：中国铸造协会在广东珠海组织召开标准草案研讨会。会中参会单位人员对标准内容逐条进行充分讨论，并提出建议。

2025年2月：标准负责起草单位伯乐智能装备股份有限公司与上海交通大学将修改完善后的标准草案及编制说明（电子版）提交中国铸造协会。

2025年3月：中国铸造协会将该项标准草案和编制说明发送给标准起草单位，经对标准草稿的充分的讨论，共汇总14条意见，采纳9条，未采纳4条，待讨论1条，详见附件3：意见汇总表。

标准负责起草单位修改完善形成了本标准征求意见文件，与于2025年4月提交中铸协标准委，推进开展网上公开征求意见工作。

(2) 送审阶段（应描述清楚征求意见反馈情况及意见采纳情况）：

(3) 报批阶段（应描述清楚审查会的情况和必要时的函审情况）：

2. 制修订标准的原则

1) 制修订标准的依据或理由

本标准的制定是为了规范镁合金半固态注射成型机的术语和定义、基本参数、技术要

求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及订购和供货等要求，为镁合金半固态注射成型行业采购设备提供依据参照，明确核心参数要求规范化，同时保证产品质量提升，促进镁合金半固态注射成型行业向高标准、高规范化发展，增强企业对自身产品技术提升的能动性，加快企业生产效率及生产能力的改进。

2) 制修订标准的原则及制修订标准的原则

本标准在制定过程中，认真贯彻执行国家标准化管理委员会、工业和信息化部、中国铸造协会标准管理办法，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则以及标准的目的性、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性原则来进行本标准的制定工作。

本标准制定过程中，主要按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和 GB/T 1.2-2002《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》进行编写。

3. 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)

近十年来，半固态金属加工技术在工业应用已取得很大进展。世界上有许多国家都开始了半固态金属加工技术的研究和应用开发，目前，美国、意大利、瑞士、法国、英国、日本等国家处于领先地位，并已进入工业应用阶段。在欧洲，意大利是半固态加工技术商业化应用最早的国家之一。

目前触变注射成形技术是迄今唯一进入实际工业应用的镁合金半固态成形技术，1996-1999年，镁合金半固态触变注射成形技术在日本、美国、加拿大、瑞典、德国、新加坡、韩国、中国台湾等地迅速发展，主要用于汽车、消费类电子产品、电子仪器零部件以及其他消费类或工业产品。Thixotech公司采用触变注射成形技术为Borg Warner公司生产的汽车传动系统零件，生产成本比原来压铸件降低50%左右，零件重量也相应降低30%，可直接安装于汽车传动系统使用。2002年起，我国开始引入此种半固态成形设备，目前共拥有该种设备30余台。

在亚洲，日本是从事半固态镁合金研究较早的国家，其中的JSW公司是主要提供Thixomolder设备的厂家。早期JSW公司的Thixomolder设备最大做到1300T，主要用于成型消费类电子产品、电子仪器零部件。随着国内新能源汽车的发展，中控屏由原来单屏发展到两联屏再到现在的三联屏，JSW公司开发了3000T设备，理论注射重量5kg，并于

2024 年交付国内春秋电子旗下的安徽精深。

国内，由于早些年信息产业的蓬勃发展，我国台湾地区电子产品外壳的镁合金市场大增，随之也出现了大批镁合金压铸生产厂家，其中位于桃园县的华孚工业股份有限公司，1999 年从 JSW 公司引进了 12 台半固态触变成形机，后续搬至江苏昆山和安徽马鞍山，半固态触变成形机增至 40 多台，曾是世界上最大的半固态镁合金电脑外壳生产企业。近些年，国内又成长出了胜利精密，春秋电子等企业，都有 JSW 的半固态设备几十台，产业也由开始的笔记本壳等消费电子产品往新能源汽车发展。

国内半固态设备厂家，伊之密在二十世纪初就推出了 650 吨的半固态设备，并制定行业标准，但受限于技术能力和实际应用，一直无法打开市场。随着 2019 年国家相关政策的出台，推动了国内镁合金行业的发展，伯乐智能在 2019 年开始投入镁合金半固态设备的开发，并与上海交通大学成立联合研究中心，伯乐智能运用在制造装备领域的专业优势，结合对镁合金材料与成型技术的深入研究，为镁产业带来先进、高效的生产解决方案。继 2023 年推出全球最大的 9.3kg 的镁合金半固态下缸体后，2024 年又推出了全球最大的镁合金半固态设备 MTX4000D，并成功生产出 10.5kg 的副车架和 13.5kg 的新能源汽车的多合一电机壳，再次刷新记录，并成功将镁合金半固态注射成型应用从消费类电子产品、电子仪器零部件带到了大型汽车结构件。国内其他厂家海天金属、伊之密也先后推出了 3000 吨和 3200 吨设备，并计划了 5000 吨以上设备的开发。国内企业已全面超越国外企业，引领了镁合金半固态行业的发展。

4. 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。

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。

本标准没有采用国际标准，编制过程中参考了《半固态镁合金注射成型机》（JB/T 12555—2015），部分技术指标与其一致。与行业标准《半固态镁合金注射成型机》（JB/T 12555—2015）相比，本标准具有以下改进与补充：（1）增加了对射出部分大小的定义，并详细规定了射出关键技术参数射出压力、保压压力的定义和评价，填补了行业标准在该区域的空白；（2）针对设备参数，本标准提出了更全面多种吨位的设备型号，以适应当前镁合金半固态设备大型化的应用发展趋势；（3）增加了锁模部分开模位置精度，提高锁模

力偏载精度等要求，可提高设备的整体精度标准，从而推进行业高质量发展；（4）为增强不同厂家设备的通用性，避免或减少模具在不同设备上无法适配的问题，本标准补充了喷嘴与模具配合尺寸的建议，为使用设备的产品模具设计方提供了有价值的参考。

项目	中铸协标准	行业标准
主要技术参数	镁合金半固态注射成型基本定义与原理补充完善； 注射成型机的型号参数扩充，并给出推荐参数范围； 注射成型机的精度要求增加。	镁合金半固态注射成型基本定义； 注射成型机的基本参数规定了明确数据； 注射成型机的精度基本要求；
主要技术指标	增加注射当量定义； 增加注射压力，注射保压压力指标； 增加开模定位精度； 增加拉杆平行度要求按照 GB21269-2023。	
性能要求	1.删除蓄能器压力降要求； 2.拉杆受力偏差不应超过±4%； 3.注射速度响应时间螺杆直径≤100mm的不大于20ms，螺杆直径>100mm的不大于30ms。	1.蓄能器的压力降不应超过工作压力的10%； 2.拉杆受力偏差不应超过±5%； 3.注射速度响应时间不应大于30ms。
实验方法	增加开模重复精度检测。	1.按 GB/T 25371 的规定进行检测。

3) 新旧标准的对比分析（适用于修订标准）

无。

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**）

国际先进水平。

5. 标准主要技术内容确定的论据

1) 适用范围

本文件规定了镁合金半固态注射成型机的型号和基本参数、技术要求、试验方法、检

验规则，及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于单螺杆柱塞式及单螺杆、单工位和卧式镁合金半固态注射成型机（以下通称注射机）的制造与验收。

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）

- (1) 本标准规范了开模重复定位精度指标。在锁模力 $\leq 10000\text{kN}$ 条件下，开模重复定位精度 $\leq 2.0\text{mm}$ ；在锁模力 $> 10000\text{kN}$ 条件下，开模重复定位精度 $\leq 3.0\text{mm}$ 。该技术要求的设定，是根据目前行业内对高水平镁合金铸件生产的要求，开模重复精度足够小，才能保证设备与模具连续使用时的稳定性。
- (2) 本标准规范了更全面多种吨位的设备型号，以适应当前镁合金半固态设备大型化的应用发展趋势。
- (3) 本标准规范了不同吨位设备的拉杆内间距，同时规范了开模行程、最大模厚、最小模厚与最大模板距离的技术指标。该技术要求的设定，是根据用户的使用反馈，更加清晰所购置设备对于不同产品模具的满足性，方便设备的应用。
- (4) 本标准规范了不同吨位设备的顶出行程与顶出力指标，还有模具定位圈尺寸。该技术要求的设定，是根据用户的使用反馈，使用户更加方便加工模具配合尺寸，以方便生产使用。
- (5) 本标准规范了不同设备型号所对应的螺杆直径、理论注射容积、理论最大注射量和射出位置的技术指标。该技术要求的设定，是根据市场上目前镁合金应用产品的现状，在 1000T 及以下，普遍用于屏幕背板、小型支架类普遍不超过 3kg 的毛坯产品；而超过 1300T 以上的设备，普遍拓展用于中大型汽车部件、通讯散热器类产品，其注射量考虑产品克重和设备动能兼顾。
- (6) 本标准规范了注射推力、注射速率和螺杆最大转速的指标。该技术要求的设定，是根据在不同螺杆大小的条件下，设备需提供充足注射推力和注射速率，以保证不同大小的产品能实现良好成型。
- (7) 本标准规范了不同设备型号的喷嘴进入量、喷嘴孔直径。该技术要求的设定，是为了增强不同厂家设备的通用性，避免或减少模具在不同设备上无法适配的问题，本标准还补充了关于喷嘴与模具配合尺寸的附录，为使用设备的产品模具设计方提供了有价值的参考。

6. 主要试验和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**)

针对标准确定的主要内容，起草单位分别在不同吨位设备上作了测试，测试结果如下：

(1) 关于定模板和动模板模具安装面之间的平行度：

锁模力/kN	3000	8500	16500	40000
测量位置 L/mm	550	750	1200	1900
平行度/mm	0.12	0.16	0.23	0.28

(2) 关于开模重复定位精度：

锁模力/kN	3000	8500	16500	40000
开模重复定位精度/mm	0.5	0.8	1.2	1.3

(3) 关于注射速度及其响应时间：

锁模力 kN	3000	40000
螺杆/柱塞直径 mm	60	170
最大注射速度 m/s	6.1	4.2
注射速度响应时间 ms	13	28

(4) 关于整机噪声：

锁模力 kN	3000	8500	16500	40000
噪声值/dB (A)	76.3	76.8	77.5	78.2

2) 技术经济论证

(1) 技术可行性

与镁合金压铸相比，镁合金半固态注射成型具有以下优点：

- a. 安全，无熔炉，仅需将镁合金原料加热至半固态；
- b. 环保，成型温度低，不需要保护气体；
- c. 力学性能提升：强度提升 10%，延伸率提升 50%；
- d. 耐蚀性能提升：组织均匀致密，腐蚀率较压铸低 50%；
- e. 节能：能源费用节省约 50%；
- f. 无浮渣，材料烧损率<2%；
- g. 得料率在 80%以上；
- h. 致密度：不容易卷气，产品致密度高；

- i. 产品表面无氧化皮；
- j. 模具寿命较压铸高一倍以上。

综合来看，镁合金半固态注射成型较传统镁合金压铸在安全、环保、产品性能、能耗、及生产成本等方面均有显著优势，发展潜力巨大。

(2) 经济合理性

对于镁合金压铸和半固态注射成型成本作了如下测算（以某汽车结构件为分析对象，成型设备采用 3000T 设备，材料采用 AM60B）。

对比项目	半固态 镁合金/元	压铸 镁合金/元	备注
模具摊销	6	12	模具价格相同按 180 万计算，镁合金半固态模具寿命 30 万模，镁合金压铸模具寿命 15 万模；
材料成本	99	93.5	镁制产品重 5.5KG，AM60B 镁粒料单价 18 元/KG，AM60B 镁锭单价 17 元/KG；
废料兑换 耗损	7.1	11	镁合金半固态得料率 70%， $(5.5/0.7-5.5) * 3$ 元/KG=7.1 元；（回收价加 3 元/KG，铸锭再切粒） 镁合金压铸得料率 50%， $(5.5/0.5-5.5) * 2$ 元/KG=11 元；（回收价加 2 元/KG，只铸锭）
材料损耗	1.4	11.2	镁合金半固态材料烧损率 1%， $5.5/0.7*0.01*18$ 元/KG=1.4 元； 镁合金压铸材料烧损率 6%， $5.5/0.5*0.06*17$ 元/KG=11.2 元；
耗材成本	3.75	2.6	镁半固态损耗项：螺杆机筒 100 万模（价格 200 万），喷嘴 20 万模（价格 5 万），四小件 15 万模（价格 6 万），加热系统 100 万模（价格 10 万），脱模剂及水、气按 1 元/模算； 镁压铸损耗项：冲头、活塞环 2 万模（价格 2 万），保护气、润滑颗粒、脱模剂 1.6 元/模； 根据各类易耗品用量及使用次数计算；
设备折旧	12.5	6.3	镁半固态 3000T 周期 90s，按 10 年折旧计算，总额按 2400 万计算（含周边），一年 300 天，一天 16h；
电耗	5	10.6	镁半固态 0.8 度/KG（机台 0.4 度，模温及周边 0.4 度），镁压铸 1.2 度/KG（机台含炉 0.8 度，模温及周边 0.4 度）；

			按成型重量算，含模温机及周边，电价 0.8 元/度；
人工	3.3	3.3	/
厂房	9.4	9.4	镁半固态设备长但不含炉，重型场地 1m ² 按 50 元/天计算，占地 180m ² (含周边)；
总计	147.5	160.9	减少 13.4 元，降低 8%；

(3) 预期的经济效益

由于镁合金半固态注射成型的产品合格率一般为 95%左右，而镁合金压铸通常为 90%，因此镁合金半固态注射成型总体成本较镁合金压铸低约 13%。

7. 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

本标准遵守国家有关现行相关法律、法规、强制性标准，对强制性标准的应用均为现行有效标准、协调统一。

8. 对重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

9. 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）

建议本标准由中国铸造协会半固态团体标准工作委员会组织学习、宣贯实施。

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 6 个月后实施。

10. 废止有关标准的建议

无。

11. 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)

无。

12. 重要内容的解释和其它应予说明的事项

无。

中国铸造协会《镁合金半固态注射成型机》标准编制组

2025 年 4 月 14 日