

团 体 标 准

T/CFA ××××—202×

镁合金半固态注射成型机

Magnesium alloy thixomolding machine

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利上连同支持性文件一并附上。

202×--××--××发布

202×--××--××实施

中国铸造协会 发布

目 次

前言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....2

4 型号和基本参数.....3

5 技术要求.....3

6 试验方法.....6

7 检验规则.....8

8 标志、包装、运输和贮存.....8

附录 A（规范性）注射机的基本参数.....10

附录 B（资料性）喷嘴结构与模具的配合.....12

图 B.1 离间喷嘴结构示意图.....12

图 B.2 不离间喷嘴结构示意图.....12

图 B.3 离间喷嘴模具配合示意图.....12

图 B.4 不离间喷嘴模具配合示意图.....13

表 1 开模重复定位精度.....4

表 2 注射速度响应时间.....4

表 3 开模速度和行程区间设定值.....7

表 A.1 注射机的基本参数表.....10

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》和 GB/T1.2-2020 《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》的规定编写。

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半固态铸造分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件负责起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

在全球制造业向轻量化、高性能方向深度转型的大趋势下，镁合金因具备密度低、比强度高、减震性能优良等突出特性，已成为材料领域的焦点。特别是半固态注射成型工艺的应用，成功克服传统压铸过程中气孔、缩孔等质量顽疾，生产出组织更为致密、性能更为优越的铸件，极大地拓展了镁合金在汽车、航空航天、电子通信等关键行业的应用边界，释放出巨大的产业潜能。

在此产业蓬勃发展的关键时期，《镁合金半固态注射成型机标准》正式发布。本标准旨在为镁合金半固态产业全链条提供全面、系统且权威的技术规范。从生产环节来看，标准对镁合金半固态注射成型机的工艺参数设定、生产设备选型与维护、操作流程规范等方面进行了详细且精准的规定，有助于企业优化生产组织，提升生产效率，降低废品率，实现生产成本的有效控制与生产效益的显著提升。在检测与质量管控层面，标准明确了统一、科学、可操作的检测技术与质量判定标准，确保市场流通的镁合金半固态产品质量稳定一致，有力维护了市场秩序，增强了用户对产品质量的信心。

本标准的突出特点在于其兼具前瞻性与实用性。一方面，标准密切关注国际先进技术发展动态，充分吸收行业前沿科研成果，为镁合金半固态技术的持续创新升级预留了充足空间，引领产业技术发展方向。另一方面，标准制定过程深入产业实际，充分考虑不同规模企业的生产条件与发展需求，确保各项条款切实可行，无论是大型企业的规模化生产，还是中小企业的专业化发展，均可依据本标准获得具有针对性的指导。

从市场推广角度而言，“践行镁合金半固态标准，开启轻量化制造新时代”这一理念具有重大价值。在全球积极践行节能减排、绿色发展理念的当下，轻量化制造已成为各行业转型升级的核心路径。本标准的实施，将有力推动镁合金半固态技术的广泛应用与普及，助力企业把握市场机遇，提升产品竞争力，对我国制造业在全球产业链中迈向高端、实现可持续发展具有深远的指导意义。

镁合金半固态注射成型机

1 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 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 191 包装储运图示标志

GB/T 2893.2 图形符号 安全色和安全标志 第 2 部分：产品安全标签的设计原则

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 3766 液压系统通用技术条件

GB 5083 生产设备安全卫生设计总则

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

GB 5611 铸造术语

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 7932 气动系统通用技术条件

GB/T 7935 液压元件 通用技术条件

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14039 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB 16754 机械安全 急停 设计原则

GB 21269 冷室压铸机

GB 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离

GB/T22530-2022 《橡胶塑料注射成型机安全要求》

GB/T 25157 橡胶塑料注射成型机检测方法

GB/T 25371 铸造机械 噪声声压级测量方法

GB/T 25717—2021 镁合金热室压铸机

3 术语和定义

GB 5611 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

镁合金半固态注射成型 magnesium alloy thixomolding

粒子状镁合金在重力或负压作用下，从料斗进入机筒，通过螺杆的螺旋输送作用从机筒的入口向螺杆前输送，过程中受到机筒外加热器的加热和螺杆的剪切作用，在机筒中镁合金受螺杆压缩段挤压产生热塑性变形，实现密实化；通过精确控制温度，当镁合金抵达至螺杆前端的储料段时，其状态转变为部分熔融的含有近似球形固相的半固态浆料。在注射阶段，液压缸驱动螺杆快速向前推进，将前端的镁合金浆料通过喷嘴注入模具中，完成成型过程。

3.2

射出当量 injection equivalent

在一定注射压力条件下的理论注射容积。（50MPa）

3.3

理论注射量 theoretical injection shot weight

注射时螺杆/柱塞所能排出的镁合金熔体理论最大重量。

3.4

实际注射量 practical injection shot weight

在连续生产状态下，注射装置所能达到的最大镁合金熔体注射质量。

3.5

注射压力 injection pressure

注射时，螺杆或柱塞端部作用在镁合金熔体单位面积上的最大压力。

3.6

保压压力 holding pressure

在注射转保压后，螺杆或柱塞端部作用在镁合金熔体单位面积上的压力。

3.7

转保压 switchover

注射过程中，注射切换为保压阶段的控制点。

3.8

理论最大注射速度 theoretical maximum injection speed

在机筒内无金属的条件下，注射螺杆所能达到的最大空射出速度。

3.9

融化率 melting rate

在连续生产状态下，平均每分钟能融化镁合金的重量。

3.10

螺杆直径 screw diameter

注射机螺杆的外径。

3.11

注射位置 injection position

注射喷嘴相对定模板中心所处的位置，一般由注射喷嘴位于定模板中心时的位置以及按自中心向下

的距离所确定的可调位置组成。

3.12

螺杆熔料转速 screw back feeding speed

粒子状镁合金熔融时注射机螺杆的转速。

3.13

喷嘴进入量 enter length of nozzle

注射部分移动至前端时，喷嘴伸出定模板模具安装面的距离。

3.14

喷嘴 nozzle

在机筒/注射装置前端，与模具注料孔相吻合的注出镁合金熔体的零件。

3.15

离间式喷嘴 separable nozzle

喷嘴与模具注料孔球面接触密封，在注射完成后开模前都会分离开的喷嘴。

3.16

不离间式喷嘴 non-separable nozzle

喷嘴与模具注料孔通过热胀接触密封，在成型过程始终不分离的喷嘴。

4 型号和基本参数

4.1 注射机主参数为锁模力。

4.2 注射机的基本参数应符合附录 A 的规定。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 注射机应符合本标准的要求，并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.1.2 液压系统和液压元件应符合 GB/T 3766 和 GB/T 7935 的规定。

5.1.3 电气系统应符合 GB 5226.1 的规定。

5.1.4 气动系统应符合 GB/T 7932 的规定。

5.1.5 注射机上应有铭牌和指示液压、气动等系统的操作、润滑、安全等要求的标牌。铭牌和标牌的内容、标志应正确，并符合 GB/T 13306 的规定。

5.1.6 注射机应采用集中润滑系统，并应有检测功能和声光报警提示。

5.1.7 注射机注射液压缸应有工艺参数测试用传感器接口。

5.1.8 液压系统应畅通无渗漏，在连续工作时工作液温度不应超过 55℃，当超过上述温度时应自动报警并停机。

5.1.9 注射机液压系统清洁度应符合 GB/T 14039-2002 规定的等级代码-/18/15 的要求。

5.1.10 注射机应有手动、半自动、自动工作模式。

5.1.11 对有承压通道的铸件，应经过耐压试验，试验压力为额定压力的 1.5 倍，保压时间为 3 min，不应有渗漏及零件损坏等不正常现象。

5.1.12 注射机随机供应的技术文件应包括但不限于使用说明书、合格证明书和装箱单，使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定。

5.2 精度要求

5.2.1 动模板与定模板的模具安装面间的平行度误差不应大于 GB/T21269-2023 中表 B.1 的 a 值。

5.2.2 喷嘴中心与定模板定位环中心的同轴度测量值不应大于 0.1 mm，可参考附录 B。

5.2.3 开模重复定位精度应符合表 1 的规定。

表1 开模重复定位精度

锁模力/kN	≤10000	>10000
开模重复定位精度/mm	≤2.0	≤3.0

5.3 主要注射性能与要求

5.3.1 最大空注射速度不应小于明示值。

5.3.2 注射速度应灵敏并可数字化调整。

5.3.3 空载条件下注射速度响应时间符合表 2 要求。

表 2 注射速度响应时间

螺杆/柱塞直径 mm	≤100	>100
最大注射速度 m/s	5	4.5
注射速度响应时间 ms	≤20	≤30

5.4 蓄能器

蓄能器系统应设有释放或切断蓄能器液体压力的装置，蓄能器应充氮气。

5.5 整机噪声

在空运转条件下，整机噪声的声压级不应大于 80 dB(A)。

5.6 安全要求

5.6.1 安全卫生设计应符合 GB 5083 的规定，注射机的安全标志应符合 GB/T 2893.2、GB/T 2894 的规定。安全距离应符合 GB 23821 的规定。各类防护装置的选用、设计和安装要求应符合 GB/T 15706 的规定。

5.6.2 锁模机构应使用电气、液压安全联锁保护装置。

5.6.3 注射机应有防止机器误动作的可靠措施。急停装置应灵敏可靠，符合 GB 16754 的规定。

5.6.4 机器运行中的危险区域应加保护罩或保护网。

5.6.5 管道在设计和安装时应防止将其作为阶梯和踏板利用，也不应用来支撑部件，任何情况下在管道和管接头上不应施以拉力。

5.6.6 须固定安装的阀应固定到机体、阀板等物体上，不允许依靠管道支撑。

5.6.7 电缆线的布置应充分考虑被熔融金属灼烧的可能性，必要时应提供防护装置，并应在说明书中加以说明。

5.6.8 外露的高压油管应有防止松脱的安全装置。

5.6.9 注射模具危险区的安全保护要求：

- a) 注射机的锁模机构应在锁模后保证注射模具可靠锁紧。锁模程序应与注射程序联锁，以避免未完成锁模程序前进行注射；
- b) 注射区应设置防护装置（防护门、防护罩或挡板），防护门、防护罩或挡板需要有电气保护装置以便与注射程序联锁，保证防护门、防护罩或挡板打开时不能进行注射、熔料和射移动作，以对所有易遭受危险的人员（操作、调节、维修、润滑、清洁或其他有可能进入的人员）提供安全保障；
- c) 防护装置应同控制系统保护联锁，在防护装置未进入正确位置时，注射机不应启动锁模动作。防护装置定位后，应能防止人体任何部位进入锁模注射危险区；
- d) 注射机的设计应能保证在熔融金属被注射入注射型后至少达到工艺要求的最短时间后开模，在这段时间中，注射机所有的其他控制均应处于联锁状态；
- e) 注射喷嘴应采取防护装置，防护装置需要有电气保护装置以便与注射程序联锁，保证打开时不能进行注射、熔料和射移动作，防止喷嘴周围喷溅金属液对人造成伤害；
- f) 应能确保即使分型面有熔融金属喷射出也不会造成人身伤害事故；
- g) 对可人体全身进入模具区的机器，应符合 GB/T22530-2022 中 4.2.8 的要求。

5.7 整机外观质量

5.7.1 整机外观应清洁美观，外表面不应有明显的凸起、凹陷、粗糙不平缺陷。

5.7.2 注射机的涂漆应符合技术文件的规定。

5.7.3 外露焊缝应平滑、均匀，表面溅沫应清理干净，并应打磨平整，不应有脱焊、虚焊现象。

5.7.4 外露加工表面不应有磕碰、划伤和锈蚀现象。

5.7.5 相配零、部件外露结合面的边缘应整齐，不应有明显的错位现象。

5.7.6 装入沉孔的螺钉不应凸出零件表面，定位销一般应略凸出零件表面，螺栓尾端应略凸出螺母端面。

5.7.7 电镀、发黑零件的保护层应完整，不应有褪色、脱落和锈蚀现象。

5.7.8 机器上的各种管路、线路的外露部分，应布置紧凑、排列整齐、固定牢靠，不应与其他零部件发生摩擦或碰撞。

5.8 螺杆、料筒要求

5.8.1 注射机的螺杆、料筒等耐热零件应采用耐高温模具钢制造。

5.8.2 喷嘴推荐采用结构，见附录 B。

5.9 空运转要求

5.9.1 注射机在出厂前，应进行连续空运转试验，空运转时间不应少于 4h 或 3000 次（试验中若发生故障，则试验时间或次数应从故障排除后重新开始计算）。

5.9.2 开、锁模速度应灵敏可调。

5.9.3 注射速度应灵敏可调。

5.9.4 注射机紧固联接处不应松动。

5.9.5 电气控制系统应灵敏可靠。

5.9.6 急停装置必须灵敏可靠。

5.9.7 油泵电动机的旋转方向应正确。

5.10 负荷运转要求

5.10.1 注射机在负荷运转前应进行空运转试验，空运转时间不应少于 4h。

5.10.2 在正常工作条件下，实物注射过程中，各种参数应符合设计要求。

5.10.3 注射机在进行实物注射过程中，应达到本文件 5.9.2~5.9.7 规定的要求。

5.10.4 拉杆受力偏差不应超过±4%。

6 试验方法

6.1 基本参数的检测

线性尺寸表示的参数，包括顶出行程、拉杆之间的内尺寸、螺杆直径、注射位置、喷嘴尺寸、喷嘴进入量等可用相应的长度测量工具直接测量。

6.2 锁模力的检测

锁模力采用专用锁模力测试装置进行检测。

注：锁模力重复精度、拉杆受力偏差可同时检测。

6.3 理论注射量的检测

理论注射量 W 由公式（1）计算确定：

$$W = K \frac{\pi D^2}{4} L \rho \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

W ——理论注射量，单位为克（g）；

K ——料筒的充填系数，取 0.95；

D ——料筒内径，单位为毫米（mm）；

L ——注射最大行程，单位为毫米（mm）；

ρ ——镁合金熔融密度，单位为克每立方毫米（g/mm³）。

6.4 注射速度的检测

使注射机全行程进行对空注射，用示波器检测并观察速度-时间曲线，直接读取注射机的最大注射速度。

6.5 注射速度响应时间的检测

使注射机全行程进行对空注射，用示波器检测并观察速度-时间曲线，读取速度从零到速度最大值的 90%所用的时间。如此检测三次，取三次检测结果的算术平均值，作为注射速度响应时间值。

6.6 整机噪声的检测

按 GB/T 25371 的规定进行检测。

6.7 液压系统的检测

6.7.1 工作油温检测条件

工作油温检测条件如下：

- a) 开机连续运行 4 h 以上进行在线检测；
- b) 检测位置在油箱（泵）的吸油侧；
- c) 使用专用检测仪器进行检测。

6.7.2 系统渗漏检测

采用目测。负荷试验完毕后进行，不应有漏油现象。

6.7.3 系统压力检测

将液压系统的工作压力设定为额定值，动作功能和显示仪表应准确、正常。

6.8 电气系统的检测

电气系统应按 GB/T 25717—2010 中 6.8 的规定检测。

6.9 开模重复定位精度的检测

6.9.1 检测条件

开模重复定位精度检测应具备以下条件：

- a) 位置测量仪器应为精度为 0.1 mm 以上的量具或测量系统；
- b) 机器进入稳定工作状态 2h 后。

6.9.2 检测方法

- a) 应将运行模式设置为手动模式，设定最大开模行程的 70 % 为模板开距，并将开模行程设为三个阶段，每个阶段的速度和行程区间设定值见表 3。
- b) 应连续进行 10 次循环动作，测量每次循环结束时动模板的实际位置和目标位置的差值，并按式（2）计算开模重复定位精度。

表 3 开模速度和行程区间设定值

	第一段	第二段	第三段
行程区间	0 %～10 %的模板最大行程	10 %～60 %的模板最大行程	60 %～70 %的模板最大行程
速度	最大开模速度的 20 %	最大开模速度的 80 %	最大开模速度的 20 %

$$S_L = 4 \times \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2} \cdots \cdots (2)$$

式中：

T/CFA ××××—202×

L_i ——第*i*次测得的动模板实际位置和目标位置的差值，单位mm；

$\bar{L}$ ——10次测得的动模板实际位置和目标位置差值的算术平均值，单位mm；

S_L ——开模重复定位精度，单位mm；

n ——测量次数。

6.10 喷嘴中心与定模板定位环中心的同轴度的检验

应按 GB/T 25157—2010 中 3.1.8 的规定检验。

6.11 整机外观的检查

采用目测方式检查。

6.12 拉杆受力偏差的检测

应采用应力应变仪，对 4 根拉杆的受力进行测量，取 4 个测量值的算术平均值为基准值，然后将 4 个测量值逐个与基准值进行比较。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台产品应经制造厂质检部门检验合格后方能出厂。

7.2.2 每台机在连续运转试验前应按本文件 5.1.1~5.1.7、5.1.10、5.2.1~5.2.2、5.3~5.7 检查，在运转试验中应按本文件 5.1.8、5.1.11、5.2.3、5.3、5.5 检查。

7.2.3 每台注射成型机出厂前，应进行不少于 4h 或 3000 次的带试验块的连续运转试验。

注：在试验中若发生故障，则试验时间或次数应从故障排除后重计；

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验应对本文件规定的基本参数和要求全部进行检验。

7.3.2 型式检验应在下列情况之一时进行：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

每台产品应在适当明显位置固定产品标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定，并有下列内容：

- a) 制造厂名称、商标和地址；
- b) 产品名称、型号及执行标准号；
- c) 产品编号及出厂日期；
- d) 主要技术参数，至少包括锁模力和注射容量。

8.2 包装

产品包装应符合 GB/T 13384 的规定，在产品包装箱内，应装有下列技术文档（装入防水的袋中）：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱单。

8.3 运输

产品运输，要适合陆路、水路等运输及装载要求，并应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

8.4 贮存

产品应贮存在干燥通风处，避免受潮。如露天存放时，应有防雨措施。

附录A
(资料性)
注射机的基本参数

注射机的基本参数见表A. 1。

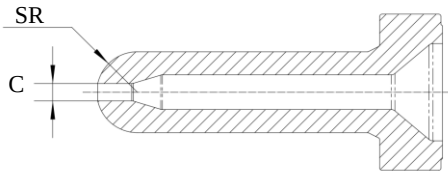
表A. 1 注射机的基本参数

13000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	50000
1150×1150	1250×1250	1400×1400	1550×1550	1650×1650	1750×1750	1850×1850	1950×1950
1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2100
1200	1400	1650	1800	1900	2000	2100	2300
500	550	700	800	850	850	900	1100
2500	2800	3150	3400	3600	3800	4000	4400
200	250	350	400	400	400	400	500
360	560	750	1000	1000	1000	1000	1300
Ø 250	Ø 250	Ø 250	Ø 250	Ø 250	Ø 250	Ø 250	Ø 350
120-135	120-135	120-135	150-170	150-170	150-170	150-170	190-220
1000.0	1000.0	1000.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	2800.0
4500	4500	4500	10000	10000	10000	10000	15000
6750	6750	6750	15000	15000	15000	15000	22500
45000	45000	45000	70000	70000	70000	70000	90000
150	150	150	100	100	100	100	100
250	250	250	300	300	350	350	400
Ø 30	Ø 30	Ø 30	Ø 40	Ø 40	Ø 40	Ø 40	Ø 45
0, -175, -350	0, -175, -350	0, -225, -450	0, -225, -450	0, -225, -450	0, -300, -600	0, -300, -600	0, -300, -600

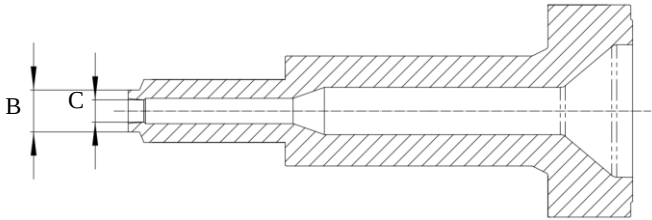
锁模力 KN≥	1200	2800	4500	6500	8500	10000
拉杆内间距 mm×mm≥	400×400	500x 500	750×750	850×850	950×950	1050×1050
开模行程 mm≥	420	530	650	800	900	1200
最大模厚 mm≥	450	560	700	900	950	1100
最小模厚 mm≤	180	250	320	350	400	500
最大模板距离 mm≥	870	1090	1350	1700	1850	2300
顶出行程 mm≥	100	125	150	150	150	200
顶出力 KN≥	80	120	160	240	240	360
模具定位圈尺寸 mm	Ø120	Ø120	Ø175	Ø175	Ø175	Ø200
螺杆直径 mm	51-60	51-60	84-92	84-92	100-110	100-110
注射推力 KN≥	200.0	200.0	500.0	500.0	600.0	600.0
理论注射容积 cm ³	450	450	1500	1500	2000	2000
理论最大注射量 g≥	675	675	2250	2250	3000	3000
注射速率 cm ³ /sec≥	10000	10000	27000	27000	39000	39000
螺杆最大转速 r/min≥	250	250	250	250	200	200
喷嘴进入量 mm≥	175	175	200	200	200	200
喷嘴孔直径 mm≥	Ø13	Ø13	Ø16	Ø16	Ø18	Ø18
射出位置 mm	0, -80	0, -100	0, -160	0, -175	0 , -175	0, -150, -300

附录B
(资料性)
喷嘴结构与模具的配合

B.1 喷嘴结构

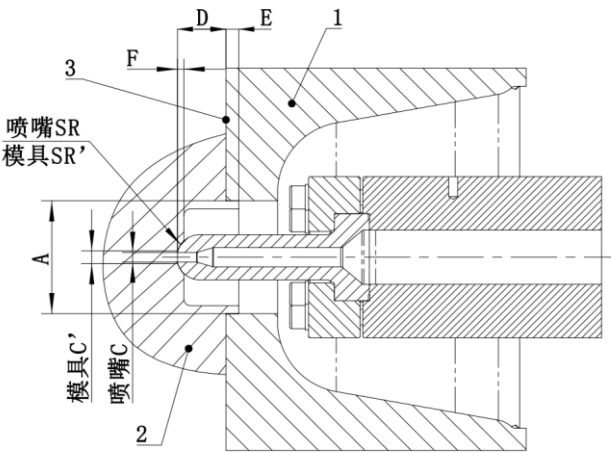


图B.1 离间喷嘴结构示意图



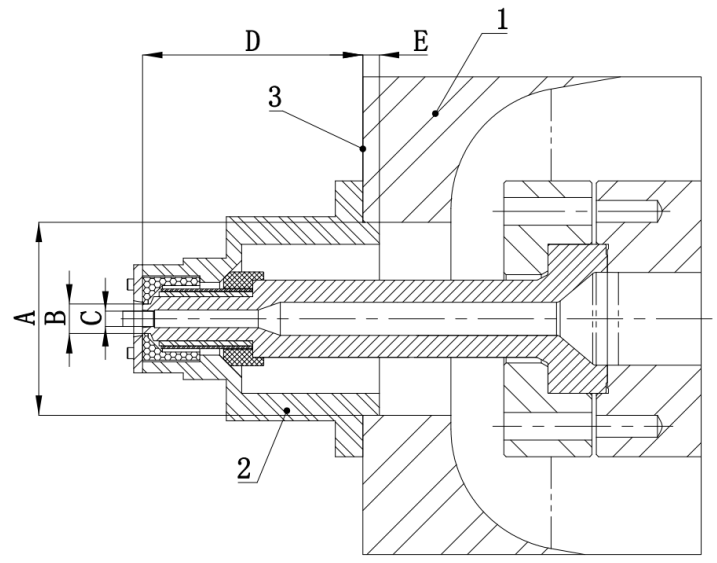
图B.2 不离间长喷嘴结构示意图

B.2 喷嘴与模具的配合



1.固定模板 2.模具 3.模具安装面

图 B.3 离间喷嘴模具配合示意图



1.固定模板 2.模具 3.模具安装面

图 B. 4 不离间喷嘴模具配合示意图