

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX-XXXX

工业产品一体压铸工艺技术规范

Technical specification for integrated die-casting process of industrial products

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 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 1

4 技术要求 1

5 工艺流程 3

6 质量控制 4

7 检验方法 5

8 包装与标识 6

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。

本文件由意迪特压铸科技（苏州）有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：意迪特压铸科技（苏州）有限公司。

本文件主要起草人：×××

工业产品一体压铸工艺技术规范

1 范围

本文件规定了工业产品一体压铸工艺的技术要求、工艺流程、质量控制、检验方法、包装与标识等内容。

本文件适用于采用一体压铸工艺生产的各类工业产品，包括但不限于汽车零部件、电子设备外壳、机械结构件等。

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 228.1-2021 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 231.1-2018 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 1173-2013 铸造铝合金
- GB/T 6414-2017 铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量
- GB/T 13818-2024 压铸锌合金
- GB/T 15056-2017 铸造表面粗糙度 评定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一体压铸工艺 integral die-casting process

通过压铸设备将熔融金属一次性注入模具型腔，经高压铸造形成完整、复杂工业产品的成型工艺，减少零部件组装工序，提高生产效率和产品整体性。

3.2

压射比压 injection pressure ratio

压铸过程中，压室内金属液在单位面积上所受的壓力，对产品的成型质量和内部组织有重要影响。

4 技术要求

4.1 材料要求

4.1.1 材料选择

4.1.1.1 根据工业产品的使用环境、性能要求等，选择合适的金属材料，如铝合金、锌合金等。

4.1.1.2 铝合金具有质量轻、强度高、耐腐蚀性好等优点，常用于汽车零部件一体压铸。铝合金应符合 GB/T 1173-2013 的要求。

4.1.1.3 锌合金流动性好、成型性佳，适用于形状复杂的小型工业产品。锌合金应符合 GB/T 13818-2024 的要求。

4.1.2 质量管控

4.1.2.1 对采购的金属原材料进行严格检验，包括化学成分分析、力学性能测试等。

4.1.2.2 每批次原材料应附带质量证明文件，进厂后按规定进行抽检。对于不合格原材料，严禁投入生产。

4.1.2.3 建立原材料追溯体系，便于在产品出现质量问题时追溯原材料来源。

4.2 模具要求

4.2.1 模具设计

4.2.1.1 根据工业产品的结构特点、尺寸精度要求等进行模具设计。

4.2.1.2 运用计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）等技术，对模具的浇道系统、溢流系统、冷却系统等进行优化设计。

4.2.1.3 通过 CAE 模拟分析金属液在模具型腔内的流动、填充过程，预测可能出现的缺陷，提前改进模具设计，确保产品质量。

4.2.2 模具制造

4.2.2.1 选用优质模具钢制造模具，保证模具具有足够的强度、硬度和耐磨性。

4.2.2.2 模具制造精度应符合设计要求，关键尺寸公差控制在 $\pm 0.05 \text{ mm}$ 以内，表面粗糙度 Ra 值不大于 $0.8 \text{ } \mu\text{m}$ 。

4.2.2.3 制造完成后，对模具进行全面检测，包括尺寸精度检测、表面质量检测、模具装配精度检测等，确保模具质量合格。

4.2.3 模具维护与保养

4.2.3.1 建立模具维护保养制度，定期对模具进行清洁、润滑、检查和维修。

4.2.3.2 每次压铸生产前，检查模具表面是否有损伤、变形，冷却系统是否畅通，紧固螺栓是否松动等。

4.2.3.3 生产过程中，控制模具温度在合理范围内，避免因温度过高或过低影响模具寿命和产品质量。

4.2.3.4 应定期对模具进行氮化、镀硬铬等表面处理，提高模具的抗热疲劳性能和脱模性能。

4.3 设备要求

4.3.1 压铸机选型

4.3.1.1 根据工业产品的尺寸、重量、生产批量等因素，选择合适规格和型号的压铸机。

4.3.1.2 压铸机的锁模力、压射力、压射速度等参数应满足一体压铸工艺要求。

4.3.1.3 对于大型汽车零部件一体压铸，需选用锁模力在数千吨以上的压铸机，以确保在高压铸造过程中模具闭合紧密，防止金属液溢出。

4.3.2 设备维护与保养

4.3.2.1 制定压铸机操作规程和维护保养计划，定期对压铸机的液压系统、电气系统、润滑系统等进行检查、维护和保养。

4.3.2.2 液压系统的油质、油量应定期检测和更换，确保液压系统工作稳定；电气系统的接线、控制器等应定期检查，防止出现电气故障；润滑系统应保证各运动部件得到良好润滑，减少磨损。

4.3.2.3 定期对压铸机的压射系统进行校准，应保证压射比压、压射速度等参数准确可靠。

4.4 工艺参数要求

4.4.1 压射比压

4.4.1.1 根据产品的材质、结构和尺寸等因素，合理确定压射比压。

4.4.1.2 一般情况下，铝合金一体压铸的压射比压在 30 MPa - 100 MPa 之间，锌合金一体压铸的压射比压在 20 MPa - 80 MPa 之间。

4.4.1.3 在生产过程中，通过调整压铸机的压射系统参数，精确控制压射比压，确保金属液能够快速、均匀地填充模具型腔，获得良好的产品成型质量。

4.4.2 填充时间

4.4.2.1 填充时间应根据产品的复杂程度、壁厚等因素进行优化。

4.4.2.2 对于薄壁、复杂的工业产品，填充时间一般控制在 0.05 s - 0.2 s 之间；对于壁厚较大、结构简单的产品，填充时间可适当延长。

4.4.2.3 通过调整压铸机的压射速度和模具的浇道系统，精确控制填充时间，避免金属液在填充过程中出现紊流、卷气等缺陷。

4.4.3 模具温度

4.4.3.1 模具温度对产品的成型质量和模具寿命有重要影响；铝合金一体压铸时，模具温度一般控制在 180 °C - 250 °C 之间；锌合金一体压铸时，模具温度一般控制在 150 °C - 220 °C 之间。

4.4.3.2 通过模具的冷却系统和加热系统，精确控制模具温度，确保在压铸过程中模具温度稳定，提高产品的尺寸精度和表面质量。

4.4.4 保压时间

保压时间应根据产品的材质、壁厚等因素确定。一般来说，铝合金一体压铸的保压时间在 3 s - 10 s 之间，锌合金一体压铸的保压时间在 2 s - 8 s 之间。保压过程中，持续施加一定压力，使金属液在模具型腔内充分补缩，减少产品内部缩孔、缩松等缺陷。

5 工艺流程

5.1 原材料准备

5.1.1 金属材料检验

5.1.1.1 对采购的金属原材料进行外观检查，确保无明显氧化、锈蚀、夹杂等缺陷。

5.1.1.2 按照相关标准进行化学成分分析和力学性能测试，如采用光谱分析仪检测铝合金的化学成分，使用万能材料试验机测试其拉伸性能。

5.1.2 原材料熔炼

5.1.2.1 根据产品所需合金成分，将金属原材料加入熔炉中进行熔炼。熔炼过程中，严格控制熔炼温度、时间和炉内气氛，确保合金成分均匀、纯净。对于铝合金熔炼，熔炼温度一般控制在 700 °C - 750 °C 之间；对于锌合金熔炼，熔炼温度一般控制在 420 °C - 480 °C 之间。

5.1.2.2 采用精炼剂对金属液进行精炼，去除其中的杂质和气体，提高金属液的质量。

5.2 模具安装与调试

5.2.1 模具安装

5.2.1.1 将制造好的模具安装到压铸机上，确保模具安装牢固、位置准确。

5.2.1.2 安装过程中，检查模具的定位圈与压铸机的安装孔是否匹配，模具的动模和定模是否对齐。

5.2.2 模具调试

在正式生产前，对模具进行调试。通过压铸机的开合模动作，检查模具的开合是否顺畅，各运动部件是否灵活。进行试压铸，调整压铸机的工艺参数，如压射比压、填充时间、模具温度等，观察产品的成型情况，对模具的浇道系统、溢流系统等进行优化，直至产品质量符合要求。

5.3 压铸生产

5.3.1 金属液浇注

将熔炼好的金属液通过浇包注入压铸机的压室中。浇注过程中，控制金属液的温度和浇注量，确保金属液温度在规定范围内，浇注量准确无误。

5.3.2 压铸成型

启动压铸机，压射系统将金属液以设定的压射比压和填充时间快速注入模具型腔中。在填充过程中，金属液在高压作用下填充模具型腔的各个部位，形成产品的形状。然后，压铸机保持一定的保压时间，使金属液在模具型腔内充分补缩，最后开模，顶出产品。

5.3.3 产品脱模与清理

产品脱模后，去除产品表面的浇口、飞边、溢流口等多余部分。可采用专用的切割设备、打磨工具等进行清理，确保产品表面平整、光滑。对于一些复杂结构的产品，需要采用化学腐蚀、喷砂等方法进行清理。

5.4 后处理

5.4.1 热处理

5.4.1.1 根据产品的材质和性能要求，对压铸产品进行热处理。

5.4.1.2 铝合金产品常采用时效处理，提高产品的强度和硬度；锌合金产品可采用退火处理，消除产品内部的残余应力。

5.4.1.3 热处理过程中，严格控制加热温度、保温时间和冷却速度，确保产品的热处理质量。

5.4.2 表面处理

5.4.2.1 为提高产品的耐腐蚀性、装饰性等性能，对产品进行表面处理。

5.4.2.2 常见的表面处理方法有阳极氧化、电镀、喷漆等。

5.4.2.3 阳极氧化可在铝合金产品表面形成一层坚硬、致密的氧化膜，提高产品的耐腐蚀性；电镀可在产品表面镀上一层金属，如锌、镍等，提高产品的装饰性和耐腐蚀性；喷漆可在产品表面形成一层保护膜，同时起到装饰作用。

6 质量控制

6.1 过程质量控制

6.1.1 工艺参数监控

6.1.1.1 在压铸生产过程中，实时监控压铸机的工艺参数，如压射比压、填充时间、模具温度、保压时间等。

6.1.1.2 采用传感器、数据采集系统等设备，将工艺参数实时传输到控制系统中，一旦工艺参数超出设定范围，控制系统立即发出报警信号，操作人员及时调整工艺参数，确保生产过程稳定。

6.1.2 模具状态监控

6.1.2.1 定期检查模具的表面质量、尺寸精度、冷却系统等。

6.1.2.2 在生产过程中，观察模具的开合模动作是否顺畅，有无异常声响。

6.1.2.3 通过模具表面质量检测设备，如表面粗糙度仪、探伤仪等，检测模具表面是否有损伤、裂纹等缺陷。

6.1.2.4 定期对模具的关键尺寸进行测量，确保模具尺寸精度符合要求。

6.1.3 产品质量抽检

6.1.3.1 按照一定的抽样比例，对生产出的产品进行质量抽检。

6.1.3.2 抽检项目包括产品的尺寸精度、外观质量、力学性能等。

6.1.3.3 采用量具，如卡尺、千分尺、三坐标测量仪等，测量产品的尺寸精度；通过目视检查产品的外观质量，如是否有裂纹、气孔、砂眼等缺陷；对产品进行力学性能测试，如拉伸试验、硬度测试等，确保产品的力学性能符合要求。对于抽检不合格的产品，及时分析原因，采取相应的改进措施。

6.2 成品质量检验

6.2.1 尺寸精度检验

6.2.1.1 按照产品图纸和相关标准，使用量具对产品的尺寸进行全面测量。

6.2.1.2 对于关键尺寸，测量精度应达到 $\pm 0.05 \text{ mm}$ 以内；对于一般尺寸，测量精度应达到 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以内。

6.2.1.3 尺寸公差应符合 GB/T 6414-2017 的规定，如有特殊要求，应在产品图纸上注明。

6.2.2 外观质量检验

6.2.2.1 通过目视和触摸的方式，对产品的外观质量进行检验。

6.2.2.2 产品表面应平整、光滑，无裂纹、气孔、砂眼、缩痕、飞边、毛刺等缺陷。

6.2.2.3 产品的浇口、溢流口等应清理干净，表面粗糙度应符合 GB/T 15056-2017 的规定。对于有表面处理要求的产品，检查表面处理质量是否符合相关标准。

6.2.3 力学性能检验

6.2.3.1 从成品中抽取一定数量的样品，进行力学性能测试。根据产品的材质和使用要求，进行拉伸试验、硬度试验、冲击试验等。

6.2.3.2 力学性能指标应符合产品设计要求和相关标准，如铝合金产品的力学性能应符合 GB/T 1173-2013 的规定。

7 检验方法

7.1 尺寸精度检验方法

7.1.1 量具选择

根据产品的尺寸大小和精度要求，选择合适的量具。对于较小尺寸的测量，可使用卡尺、千分尺等；对于较大尺寸或复杂形状产品的测量，可使用三坐标测量仪等高精度测量设备。

7.1.2 测量方法

按照产品图纸和相关标准规定的测量基准和测量方法，对产品的尺寸进行测量。测量时，应保证量具的测量头与产品表面接触良好，测量数据准确可靠。对于一些难以直接测量的尺寸，可采用间接测量方法，通过测量相关尺寸，计算得出所需尺寸。

7.2 外观质量检验方法

7.2.1 目视检查

在充足的光照条件下，将产品放置在检验台上，检验人员通过肉眼观察产品的表面质量，检查是否有裂纹、气孔、砂眼、缩痕、飞边、毛刺等缺陷。

7.2.2 触摸检查

检验人员用手触摸产品表面，感受表面的平整度和光滑度，检查是否有凹凸不平、划伤等缺陷。

7.2.3 表面粗糙度测量

使用表面粗糙度仪对产品表面进行测量，将测量结果与 GB/T 15056-2017 规定的表面粗糙度标准进行对比，判断产品表面粗糙度是否符合要求。

7.3 力学性能检验方法

7.3.1 拉伸试验

按照 GB/T 228.1-2021 的规定，制备拉伸试样，使用万能材料试验机对试样进行拉伸试验。在试验过程中，记录试样的屈服强度、抗拉强度、伸长率等力学性能指标，与产品设计要求和相关标准进行对比，判断产品的拉伸性能是否合格。

7.3.2 硬度试验

根据产品的材质和硬度范围，选择合适的硬度试验方法，如布氏硬度试验、洛氏硬度试验等。按照 GB/T 231.1-2018 等相关标准的规定，对产品进行硬度测试，将测试结果与产品设计要求和相关标准进行对比，判断产品的硬度是否符合要求。

8 包装与标识

8.1 包装

8.1.1 材料选择

根据产品的形状、尺寸、重量和运输要求，选择合适的包装材料。一般采用纸箱、木箱、塑料薄膜等包装材料。对于一些高精度、易损伤的产品，可在包装内添加缓冲材料，如泡沫塑料、气垫薄膜等，防止产品在运输过程中受到碰撞和损坏。

8.1.2 包装方式

将产品进行分类、整理后，装入包装容器中。对于小型产品，可采用纸盒包装，将多个产品装入一个纸盒中；对于大型产品，可采用木箱包装，确保产品在包装内固定牢固，不发生晃动。在包装过程中，应注意产品的防护，避免产品表面受到划伤、污染等。

8.2 标识

8.2.1 产品标识

8.2.1.1 在产品表面或包装上，应标注以下内容：

- a) 产品的型号、规格；
- b) 生产日期；
- c) 生产批次；
- d) 材质等信息。

8.2.1.2 产品标识应清晰、准确、牢固，便于识别和追溯。

8.2.2 质量标识

在产品包装上，标注产品的质量检验合格标志。对于经过检验合格的产品，应粘贴合格标签；对于不合格产品，应标注不合格标识，并隔离存放，防止不合格产品流入市场。
