

关于压片机冲模的研究

唐现岭

山东天振药业有限公司

摘要：本文深入探讨了压片机冲模的相关领域。阐述了压片机冲模在制药、食品等行业中的关键作用，它是确保片剂质量和生产效率的关键组件。详细探讨了冲模的工作原理、分类以及不同种类冲模的特性。分析了冲模在应用中可能遇到的常见问题及其解决方案。进一步探讨了压片机冲模的选购、检查和维护等策略，旨在为提高片剂生产质量、降低生产成本提供指导。研究显示，合理的选型、先进的制造工艺以及科学的维护措施能显著增强压片机冲模的整体性能，对促进相关产业的发展具有深远影响。

关键词：压片机；冲模；片剂

在制药、食品、化工等多个工业领域，压片机冲模作为压片机的关键组件，直接决定了片剂的质量、生产效率以及生产成本。其性能的高低不仅影响片剂的外观、尺寸精度和硬度，还与生产过程中的稳定性和可靠性密切相关。随着现代工业的迅速发展，对片剂质量和生产效率的要求日益提高。这促使压片机冲模技术不断进行创新和升级，以适应市场多元化的需求。本文旨在对压片机冲模的相关研究进行系统性综述，为提高压片机冲模性能和推动相关行业发展提供参考。

1 冲模在压片机中的应用

片剂冲模的作用在于生产出具有特定物理特性（如形状、厚度、重量和硬度）的片剂。为了达成这一目标，中模模孔填充颗粒的深度由下冲位置决定，这直接影响每个片剂的粒料量。上冲冲头在中模的引导下进入，随后压力施加于冲顶，将物料压制成片剂。片剂的形状由中模和冲头的结构决定，而片剂的厚度和硬度则由施加在冲顶上的压力决定。片剂的重量则取决于压片前填入中模的粒料量。压片机冲模的结构如图1、图2和图3所示，图1展示的是上冲结构，

图2为下冲结构，图3为中模结构。

2 压片机中冲模的分类

2.1 按照冲模形状分类

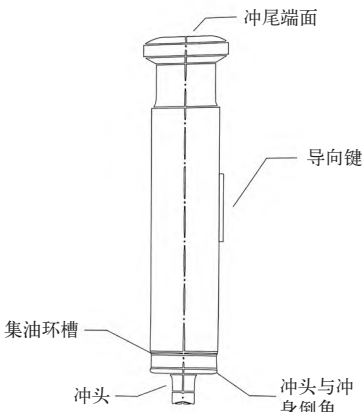


图1 上冲结构

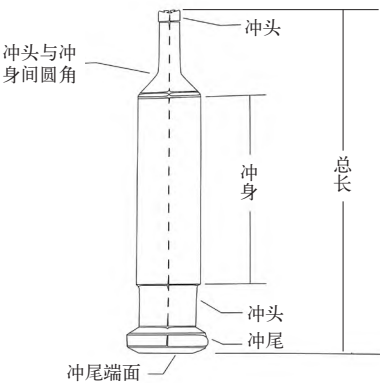


图2 下冲结构

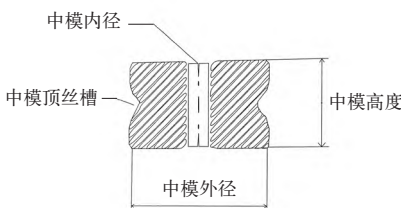


图3 中模结构

按照压片机中冲模的形状，冲模可分为圆形冲模和异形冲模。

(1) 圆形冲模：主要包括凹面冲模和平面冲模。从技术层面讲，冲模的冲杯通常是凹形的，因此生产出的片剂形状为凸面。凹面冲模可根据冲模的冲杯深度进一步细分为浅凹面、标准凹面、深凹面、超深凹面和变形球凹面。平面冲模可细分为全平面、平面倒圆、平面斜边。

(2) 异形冲模：异形冲模指的是除圆形冲模形状结构以外的冲模。

(3) 异形冲模与圆形冲模的比较：圆形冲模用于制造圆形片剂，而异形冲模则用于制造异形片剂。在确定片剂的几何形态后，期望的形态是由冲头和中模压制而成。

异形片剂的上冲有键，并插入冲筒的凹槽中。键是为了防止冲模在中模垂直上升过程中旋转，确保冲模在返回

中模时能够对齐。由于圆形结构通常不受上冲旋转的影响,因此圆形冲模很少需要键。然而,当圆形下冲有凹字时,需要采用键来防止冲模旋转和排片过程中导致凸字失真。

2.2 按照冲模尺寸分类^[1]

冲模的尺寸是按其总长度、冲筒直径以及冲顶外径尺寸分类,中模的尺寸是按其外径尺寸进行分类。

常用冲模包括B型、B2型和D型冲模。B型冲模的总长度为133.35 mm,冲顶外径为25.40 mm,上冲和下冲的冲筒直径均为19.00 mm;B2型冲模的冲筒直径为19.05 mm,冲顶为125.40 mm,上冲总长度为133.35 mm,下冲总长度为90.475 mm;D型冲模的总长度为133.35 mm,D型冲模的冲筒直径为25.40 mm。

常用中模包括BB型中模、B型中模和D型中模。BB型中模的外径为24.00 mm,这种尺寸的中模能够匹配B型和B2型冲模;B型中模的外径为30.16 mm,可以匹配B型和B2型冲模;D型中模的外径为38.10 mm,用于匹配D型冲模。

3 压片机冲模的选择^[2]

3.1 冲模选型不符合规格而产生的问题

冲模选型不符合规格会缩短冲模的使用寿命,降低压片机的工作效率,甚至可能导致冲模和压片机的严重破坏。

3.2 冲头参数选择

(1) 多头冲模:为了提高每分钟的片剂产量,当需要在一个模位中生产多个片剂时,应采用多头冲模。然而,使用多头冲模时必须注意:随着每个模位生产片剂数的增加,设备主压力和排片压力会相应增大,冲模的冲顶和凸轮承受的压力也会随之增加。

(2) 短冲头直端:短冲头直端是带有密封圈的冲模的关键参数。在某些压片机中,上冲的下部和下冲的上部装有密封圈,这些密封圈可以保持润滑油与

产品粉粒的分离。了为保证冲模密封圈的有效性,必须对上冲和下冲的冲筒密封圈进行适当的维护。

(3) 带下削槽的上冲冲头:通常,带下削槽的冲头既可用于下冲也可用于上冲。上冲冲头的下削槽有助于固定防尘杯和波纹管,但下冲槽可能会降低冲头与防尘杯的密封效果,甚至可能导致润滑油泄漏。

(4) 防尘杯:防尘杯是密封圈下的第二道防护。防尘杯是可重复使用和互换的。使用防尘杯可以防止润滑油和碎片污染粉料。上冲冲筒上设有密封槽,用于固定防尘杯。

(5) 波纹管:上冲波纹管一般是防尘和控制润滑油的首选。波纹管可以重复使用。波纹管覆盖在冲筒伸出的部分,有助于实现油污和产品的分离。上冲冲筒上设有密封槽,用于固定波纹管。

3.3 键的种类及其选择

键的作用是防止异形冲和圆形冲的旋转。异形冲的旋转可能会导致冲头与中模模孔不对齐,从而破坏冲模和压片机。圆形冲模的旋转可能会导致双层压字、平分线或凹字错位。

(1) 半圆键:分为标准半圆键和高速半圆键。标准半圆键通过大力压入冲筒而固定。高速半圆键使用销钉固定在冲筒上,在高速压片机上应用较多。

(2) 固定式平键:固定式平键是一种较长的平键,使用销钉进行固定。

(3) 键的固定位置:键的固定位置对压片性能至关重要。如果键位置过低或伸出冲筒过多,键可能会接触冲模导孔的密封圈,导致密封圈损坏并引起漏油,进而污染片剂产品。如果冲筒的键位置过高,键可能会在导孔的键槽中移出,可能引起冲模和压片机的磨损。

3.4 中模的选择

中模通常由D3钢制造。这种钢材耐性好,但韧性较差。在实际生产中,由于各种中模承受的压力不同,因此中模需要根据实际情况选择不同的材料。

(1) 碳化合金内衬中模:碳化合金内衬中模常用于压制具有研磨性或腐蚀性的配方片剂。易脆的碳化合金外部有外钢套提供保护。虽然碳化合金内衬中模的成本较高,但其抗磨性较好。使用碳化合金内衬中模可以提高片剂的质量,中模的使用寿命也会显著增加。

(2) 陶瓷内衬中模:由于陶瓷具有更高的强度,陶瓷内衬中模在工业界得到了越来越广泛的应用。药品行业中一般不使用这种材质的中模,因为陶瓷是不导电的,一旦发生故障,传统的金属探测器将无法检测到片剂中的瓷器碎片,从而可能影响片剂产品的质量。

(3) 锥形中模:除了中模模孔表面的倒角,标准中模具有固定尺寸的锥形孔贯穿模孔。使用锥形中模可以显著降低裂顶和排片压力过高的问题。

4 压片机冲模的采购、检验和维护

4.1 冲模图纸管理

在企业生产中,必须指定专人负责管理冲模图纸,并参与冲模图纸的审批工作。具体措施包括建立审批图纸的程序和保留所有审批图纸的副本。

然而,在实际生产中,常常出现冲模图纸档案丢失的情况,以及在图纸审批阶段缺乏专业技术人员的参与,导致定制的冲模无法满足生产需求。

针对上述问题,建议采取以下改善方案:①制定《模具图纸管控办法》,规范图纸的发行流程。②经主管审核、核准并加盖发行章的图纸方为有效。③对冲模管理人员进行图纸管控作业培训和考核,确保员工熟悉图纸管控流程。④图纸的审批程序需要生产部、质检部、设备部、市场部等部门审查和批准。

4.2 冲模采购

在制定压片机冲模的采购计划时,需逐项确认冲模的相关参数。例如,某生产企业计划新增维生素C片的生产,需采购相应的压片机冲模一套,在企业

内部进行以下方面的内容确认：(1) 片剂名称：维生素 C 片剂；(2) 冲模的识别代号：MT-001；(3) 冲模使用范围：用于压制直径为 7 mm 的维生素 C 片；(4) 冲模的尺寸：直径 7 mm 的圆形片剂，厚度 3 mm；(5) 冲模设计的类型：TSM 标准；(6) 压片机类型：高速旋转压片机；(7) 压片机模位数：35 个模位；(8) 模的材料：上冲和下冲采用 S7 系列通用模具钢，中模采用 D2 抗磨型模具钢；(9) 模键类型：高速半圆键。

4.3 冲模储存及日常维护

4.3.1 冲模的储存

每套冲模应进行标记并分类储存在特定环境中，以防止氧化和生锈。在实际储存中，应注意以下两个方面：

(1) 储存环境：在冲模清洁、检查、润滑后，应放置干燥通风处，避免潮湿导致生锈腐蚀。可在储存柜内放置干燥剂，理想的储存环境需满足以下条件：①温湿度适宜：温度以 15 ~ 35℃ 为宜，湿度保持在 40% ~ 60%RH。温度过高会造成冲模膨胀，影响精度；温度过低则可能使冲模变脆；湿度过高会造成冲模生锈，湿度过低则会使冲模吸附灰尘杂质。②清洁干燥：冲模储存间内应清洁、无灰尘、无油污和无腐蚀性气体。冲模储藏间要定期清扫，保持环境整洁。③避免光照：冲模储存间内应采用低照度、无紫外线的照明灯具。长时间强光直射会加速冲模表面老化、变色，影响精度与性能。

(2) 分类存放：通过类型和规格对冲模进行明确的标识，以方便查找和管理。确保标识清晰，有助于快速取用和有效管理，避免因混乱而导致模具损坏。合理地压片机冲模进行分类存放，可以提高管理效率并延长其使用寿命。以下是一些常见的整理方法：①按规格型号分类：这是基础方法。依据冲模的关键尺寸，如冲头直径、模圈内径等，将相同规格的归为一类，如把直径 10 mm 的冲模放一起，15 mm 的放另一处，并

用标签注明，便于快速查找与使用。②按使用频率分类：统计冲模使用次数，将使用频次较多的冲模放于易拿取位置，使用频次较少的冲模放置于较远或高层货架。依据此种分类方法可大大提高工作效率。③按压制片剂形状分类：根据片剂形状的差别，一般有普通圆形片冲模、异形片冲模，按此分类，能避免混淆。④特殊冲模单独存放：对于特殊冲模需单独存放于定制模具盒，用海绵、泡沫等缓冲材料保护，防止碰撞损坏。

4.3.2 冲模的日常维护

压片机冲模的日常维护至关重要^[1]，它关系到压片质量和设备寿命，以下为具体内容：

(1) 外观检查：使用肉眼或放大镜检查冲头是否有磨损、变形、裂纹、腐蚀，模圈是否有划痕、孔径变化，如有问题需及时处理或更换。

(2) 尺寸精度测量：根据测量上冲、下冲和中模的仪器测量冲模尺寸。定期使用卡尺、千分尺等量具测量关键尺寸，如冲头直径、长度，模圈内径、厚度，并与标准值比对。若偏差超出范围，则应修复或换新。

(3) 冲模的润滑：依据冲模材质与工作环境选择合适的润滑剂，如锂基润滑脂、二硫化钼润滑剂，确保良好润滑和防护。使用毛刷或涂抹器将润滑剂均匀涂于冲模表面，尤其是冲头与模圈配合处、活动部件。注意用量适中，避免过量污染药物。

(4) 冲模的清洁：①冲模拆卸：关机断电后，按照操作说明小心卸下上冲、下冲和中模，避免碰撞损伤。不同型号压片机冲模结构不同，拆卸时需特别留意。②去除药粉残留：使用软毛刷或压缩空气轻柔去除表面药粉，对于难以清除的部分，可蘸取适量酒精擦拭，但要避免酒精接触有精度要求的部件。③深度清洁：将冲模放入专用清洗液中浸泡，借助超声波清洗设备进行清洁，确保冲模缝隙、孔洞处的杂质彻底脱离。清洁

过程中使用的液体应无毒，无腐蚀性。操作员在处理清洁后的冲模时，应佩戴洁净的乳胶手套，以防手上的水分残留在冲模上而引起生锈。

5 冲模常见问题

5.1 冲模材料的疲劳失效

在循环反复的受力作用下，机械部件可能会出现疲劳失效。当受力接近材料的最大承受限度时，疲劳现象可能在数百个受力周期内显现。相反，如果受力低于最大承受限度的 50%，即使经过无数个受力周期，疲劳也不会出现。影响材料寿命的应力水平被称为材料的耐力。为了确保设计能够满足实际工作需要，冲模至少应能承受 1 百万次的受力。此外，疲劳损伤是累积性的，当某部分受力过大时，产生的微观损伤会缩短冲模的使用寿命。

5.2 冲模的涂层

5.2.1 冲模涂层的优点

特定的涂层和处理工艺能够提高模具钢的性能，在实际生产中显著减少物料粘连冲模的情况。涂层通常具有以下优点：提高模具钢的抗磨性；增强对粉料颗粒磨损的抵抗力；提高抗腐蚀性；提高对粘性产品的润滑性。

5.2.2 涂层工艺

常用的涂层工艺包括化学镀金、物理气相沉积法和离子束增强沉积法。现有的各种涂层都是基于这三种基本工艺之一进行处理的。例如，常见的金镍涂层和铬涂层是通过电镀或化学镀金工艺处理的。

5.3 冲模的维修

冲模常见的维修流程包括修复破损的冲顶，处理冲头边缘的瑕疵和伤痕，去除冲头内的毛边以及抛光冲模。只有经过培训的操作员才能执行下列操作：

(1) 修复冲顶：使用电动抛光机，将冲模固定在抛光卡盘上，启动抛光机后先使用 80 目的金刚砂布擦拭冲顶破损部分，然后用 180 目的金刚砂布抛光

冲头,施加恒定压力直至所有痕迹去除。

(2) 修复冲头边缘的缺口或伤痕: 首先使用千分尺测量冲头直径。将冲模固定在抛光卡盘上,启动抛光机后使用金刚砂片擦拭冲头外径,确保金刚砂片表面与冲头面平行。最后再次使用千分尺测量,检查去除的金属量。

(3) 去除冲头边缘内的毛边: 使用电动抛光机,将冲模固定在抛光卡盘上,启动抛光机后先使用阿肯色天然油石去除旋转冲头上的毛边,如果冲头有妨碍冲模旋转的破裂线或其他凸字,小心地沿冲头边缘移动阿肯色石。

(4) 中模维修: ①维修前应检查中模模孔的承压环、模孔磨损、粘孔、模孔腐蚀以及外径毛边和伤痕,使用干净的布擦拭中模模孔和外径。②中模模孔的抛光可能会导致冲头和中模模孔之间间隙的增加,因此中模维修应保持最小

的切削量。③在抛光羊毛轮上涂抹金刚石研磨膏,用抛光液稍微湿润研磨膏。

④使用电动抛光机,将中模固定抛光卡盘上,启动抛光机后将旋转的抛光羊毛轮插入中模模孔,轻压并来回移动抛光羊毛轮,最后使用千分尺再次测量,检查光洁度,若不合格,重复以上操作。

⑤不能把抛光羊毛轮伸出中模模孔超过其长度的1/4;否则,中模末端的模孔大小将会迅速增加。同时,不要过度抛光模孔中部;这可能会引起中凹形模孔,从而引起排片问题。

5.4 片剂生产中的常见问题

(1) 片剂生产过程中遇到的问题可能是由物料、压片机或冲模缺陷引起的。很多时候,一个组件的缺陷会导致另一组件的破损或功能无法实现。大多数生产问题都是由于忽视了以下3个原则: ①保持尽可能低的压力; ②正确清

洁和润滑设备; ③保持冲模和中模在最佳工作条件。

(2) 坚持保持冲模和中模在最佳工作条件的原则,需要注意以下影响冲模使用寿命的因素: ①产品的腐蚀; ②超载; ③凸轮磨损冲头; ④冲模损伤; ⑤冲模内部缺陷; ⑥冲模过硬; ⑦压力轮磨损; ⑧凸轮轨道磨损; ⑨压力轮无润滑油; ⑩粉料自润滑性差; ⑪冲模自动加油系统故障。

5.5 冲模的常见问题原因及校正方法

在片剂生产过程中,冲模的破损会造成很大影响。然而,通过正确使用压片机和冲模,可以避免许多问题的产生。表1列出了片剂生产中冲模的最常见问题,并为每个问题提供了可能的原因和校正操作建议。

6 结语

综上所述,压片机冲模作为压片机的核心部件,其设计、制造工艺和维护管理等方面的研究至关重要。本文详细探讨了冲模的工作原理、冲模分类、冲模采购、检查和维护措施以及冲模使用中的常见问题的解决方法。随着智能制造技术的不断发展,压片机冲模有望在精度、耐用性和智能化控制等方面取得更大突破,为制药、食品等行业的高效生产提供更坚实的保障。

参考文献:

[1] 刘晓峰. 浅谈压片机和模具的选型与使用[J]. 科技资讯, 2016, 14(3): 57-57, 59.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2016.03.057.

[2] 符琦弘. 浅析旋转式压片机的采购选型[J]. 机电信息. 2015, (29). DOI: 10.3969/j.issn.1671-0797.2015.29.006.

[3] 陈露真. 论高速压片冲模的尺寸检测[J]. 机电信息, 2007, (32): 42-46, 50.

表 1 片剂生产中冲模的最常见问题

冲模问题	原因	校正方法
冲头凸字间出现破裂或冲模凹面出现破裂	冲模过硬; 冲模承受压力过大; 应力集中在破裂线	报废冲模; 在得到合适片剂的情况下, 冲模应该在最小压力下运转; 破裂总是沿抗性最低线发生
中模模孔出现磨损	由于模孔内表面连续受到连续压力作用, 导致了正常的中模磨损	如果问题严重, 中模磨损可能导致排片问题或其他冲模过紧; 如果是压制研磨性粉料, 模具制造商可能提供更耐磨的模具
冲头边缘被磨损	在配合冲模和压片机时发生意外破损	通过抛光小心地去除破损
冲模在压片机中发生碰撞; 破损时出现有破裂线的相对冲模	上冲和下冲在压片机触碰	不要在缺粉状况下启动压片机; 手动转动中模, 直到中模全部填充了粉料
冲顶面磨损, 金属碎片从冲顶掉落	承受过大的压力以及压力轮的磨损; 在压力轮与冲顶之间发现杂质	减少压力轮压力; 维修压力轮; 彻底清洁压片机
在冲模导孔中润滑油不足或杂质存在, 引起冲筒划痕	转盘中的冲筒过紧导致划痕, 以及粘有金属颗粒导致紧固性增加; 润滑不良	清洁粉料和金属颗粒; 注意转盘上的冲模座; 在返工冲模前检查工作长度; 保证润滑油系统干净
冲模不旋转, 压力轮压得很紧, 从而引起冲顶磨损	压力轮压力过大; 润滑油不足	适当调整压力, 保证冲模和压力轮能自由移动; 检查冲顶底面的破损, 抛光冲顶; 保证润滑油充足
冲筒在压片机中被折断	由于冲头破损, 上冲进入中模时可能受阻; 冲模过紧	报废模具; 监测模具使用状态, 避免过紧和压力过大
冲头内表面有毛边	冲头和中模模孔对齐失误; 冲模导孔或中模座出现磨损	检查冲头同心度; 确保冲头-中模模孔的配合间隙符合标准
冲面表面光洁度恶化	压制磨损性或腐蚀性粉料	选择合适的模具钢; 确保粉料中的润滑剂充足