

# 浅谈一种六孔螺栓的工艺成型及冲孔模具结构设计

叶卓伦

(浙江科腾精工机械股份有限公司 浙江 温州 325025)

**摘要:** 冲孔设备通常采用冲压机, 俗称冲床。而在生产六孔螺栓时, 则需要采用冷锻机设备。冷锻机与冲床相似, 也被称为卧式的冲床。但在冷锻机设备里完成冲孔工艺, 产品与废芯分离的动作与冲床不完全一样, 需要考虑废芯如何排出的问题。本文就如何设计冲孔模具进行简单的分析, 同时对模具的材质选用给出建议。

**关键词:** 六孔螺栓; 冲孔; 模具

## 0 引言

螺栓被称为“工业之米”, 是工业生产和日常生活中不可或缺的紧固零件。当前, 有些六孔螺栓的制作采用双击机锻出毛坯, 然后再转运到冲床设备上冲孔来完成。这样的制作方法不仅生产周期拉长, 同时增加了运输成本, 而且冲孔后的质量也得不到保证。因此, 如何在多工位冷锻机上进行初锻与冲孔一次性完成, 降低成本、缩短生产周期、提高成品质量具有十分重要的意义。

### 1 六孔螺栓的制造工艺及设备选型分析

#### 1.1 六孔螺栓的工艺特点分析

螺栓的模锻是利用金属的流动性, 通过锻压机与模具共同将坯料锻造成螺栓的过程。按照工艺不同, 主要有冷锻和热锻两类, 也有少部分企业采取温锻的工艺。通常情况下, M20 及以下的螺栓锻件主要通过冷锻的工艺方法生产, M20 的螺栓锻件主要通过热锻的工艺方法生产, 但也有部分企业将冷锻的范围扩展到 M27 以下。冷锻在常温下进行, 具有材料利用率高、生产效率高特点, 对于螺栓而言, 重点是对螺栓头部锻锻成型, 因此对于模具的要求相对较高。

六孔螺栓的材料为低碳钢, 此款螺栓选用冷锻加工即可。该螺栓头部直径较大, 头部厚度较薄, 这就意味着锻锻力较高, 所以要选取锻锻力足够的设备。另外, 头部成型用料较多, 而且还需要有冲孔工序, 所以需要选取至少四工位的设备。

#### 1.2 六孔螺栓的设备选定

制造螺栓的设备有很多种, 比如一模二冲、二模三冲、三模三冲、四模四冲等。结合六孔螺栓的头部尺寸, 可以算出其锻锻力约为 420kN, 加上另外三工位的锻锻力为 680kN, 可以选取锻锻力为 800kN 的四模四冲设备。

## 2 六孔螺栓的工艺成型设计

### 2.1 六孔螺栓工艺成型设计需重点考虑的因素

工艺成型设计需要充分考虑坯料材质、塑形变形、

锻锻压力等因素影响, 设计不合理将直接导致生产精度不合规、良品率大幅下降, 因此在设计前, 必须综合根据零件的挤压工艺学, 如结构、材质、尺寸、公差等, 提前设计好需要锻压的部位、需要机加工的部位和加工流程。重点需要考虑的是锻锻比 (式 1)、锻锻率、许用变形程度等因素 (图 1)。

$$S = h_0/d_0$$

式中:  $S$ —锻锻比;

$h_0$ —锻锻部分的原始高度;

$d_0$ —原始直径。

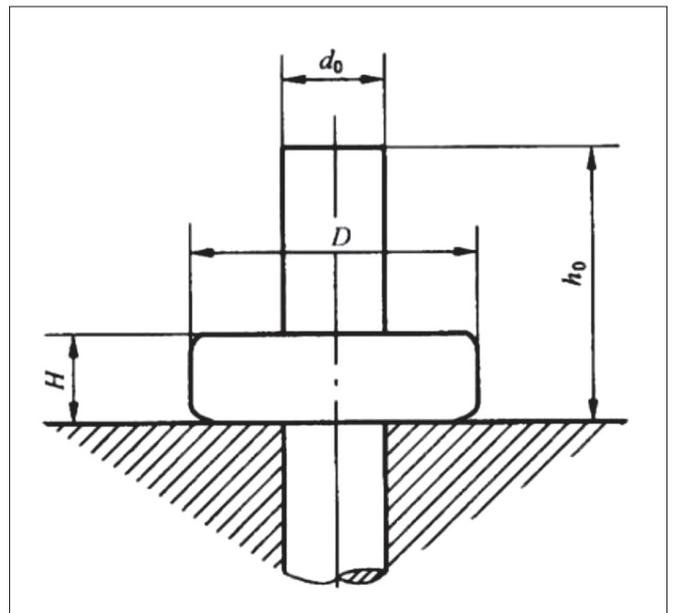


图 1 锻锻比示意图

锻锻比越大, 材料越容易发生纵向弯曲等现象, 使加工不良率上升。许用变形程度是坯料承受变形的限度, 超过此限度时, 易造成金属件发生裂纹, 从而增加不良率, 同时也会严重损害产品寿命。确定锻压的次数也很重要, 在具体生产中经常需要两次以上的锻锻才能成型, 多次锻压可以完成更加复杂的螺栓结构, 也有助于平衡金属的抗性应力, 保证产品的质量。其中, 锻锻比是比

较重要的考虑因素，一般当  $S \leq 2.5$  时，可以1次锻成型；当  $2.5 < S \leq 4.5$  时主要进行2次锻；当  $S > 4.5$  时采取3次或多次锻。

本文分析的六孔螺栓，由于头部薄、直径大，容易形成裂纹，为了防止由于锻变形比过大造成的开裂，可以选取大规格直径的原材料加工。利用“大料小变形”的原理，可以防止不良品的出现。

### 2.2 六孔螺栓的工艺设计

根据此款螺栓的制造工艺特性，可将工艺步骤分为切料、一工步强缩、二工步预锻成形、三工步头部精锻、四工步冲孔完成等（图2）。

#### 2.2.1 切料

切料工序首先要考虑送料滚轮的选用。送料工装滚轮一般选用硬度在58~60HRC的高碳工具钢或者40Cr材质，以降低坯料对滚轮的拉伤或磨损。一般而言，送料滚轮的外形和孔径尺寸由锻设备的生产厂家确定，主要考虑的是滚轮工作沟槽的尺寸。通过试验可确定，滚轮工作沟槽在线材最大直径加H10~H11的公差比较适宜，即  $R = R_{线} + (0.05 \sim 0.15) \text{ mm}$ 。R的尺寸过大易使线材产生较大形变，尺寸过小则会出现压痕（图3）。

#### 2.2.2 切料模

切料模的设计需重点考虑线材的易通过性和切刀的刃口设计。因此，在切料模的进料端通常应设计50°左右的喇叭口，避免线材刮伤模具。切料刃通常选用硬度在80~88HRA的钨钢，刃口与切料模之间的间隙宜在0.1mm左右（图4）。

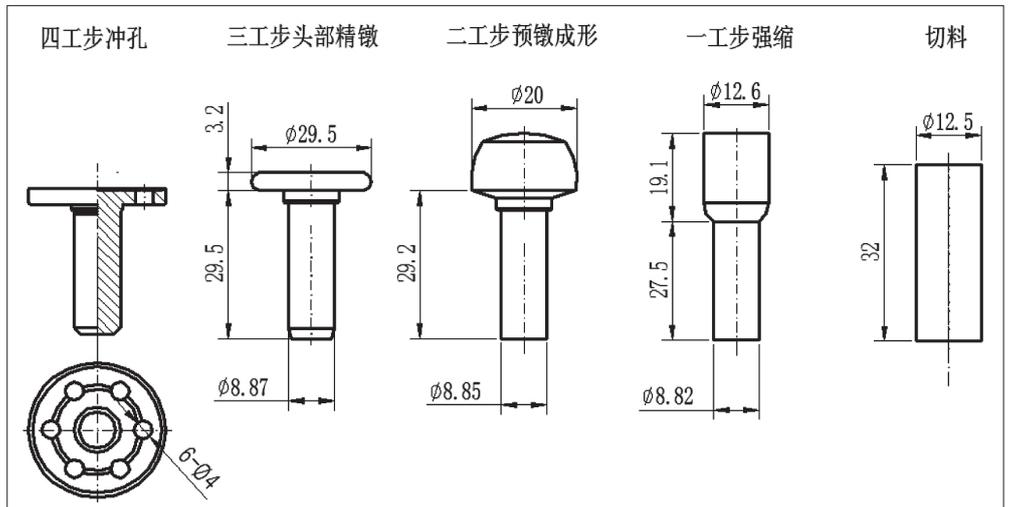


图2 成型工艺设计简图

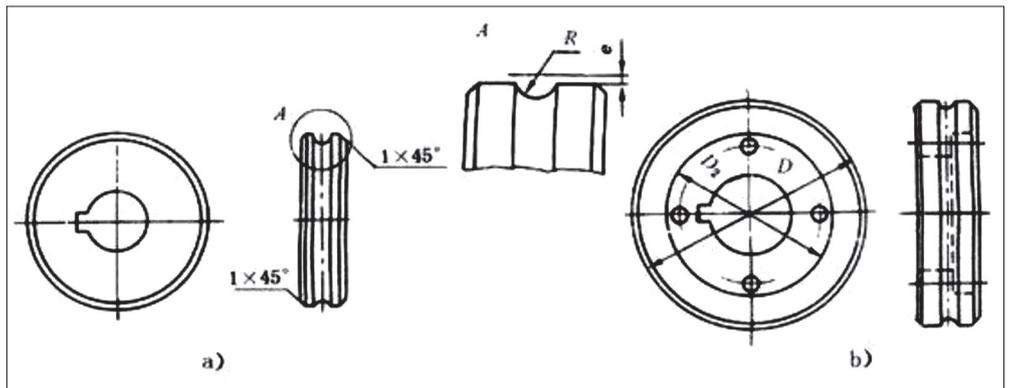


图3 送料滚轮结构图

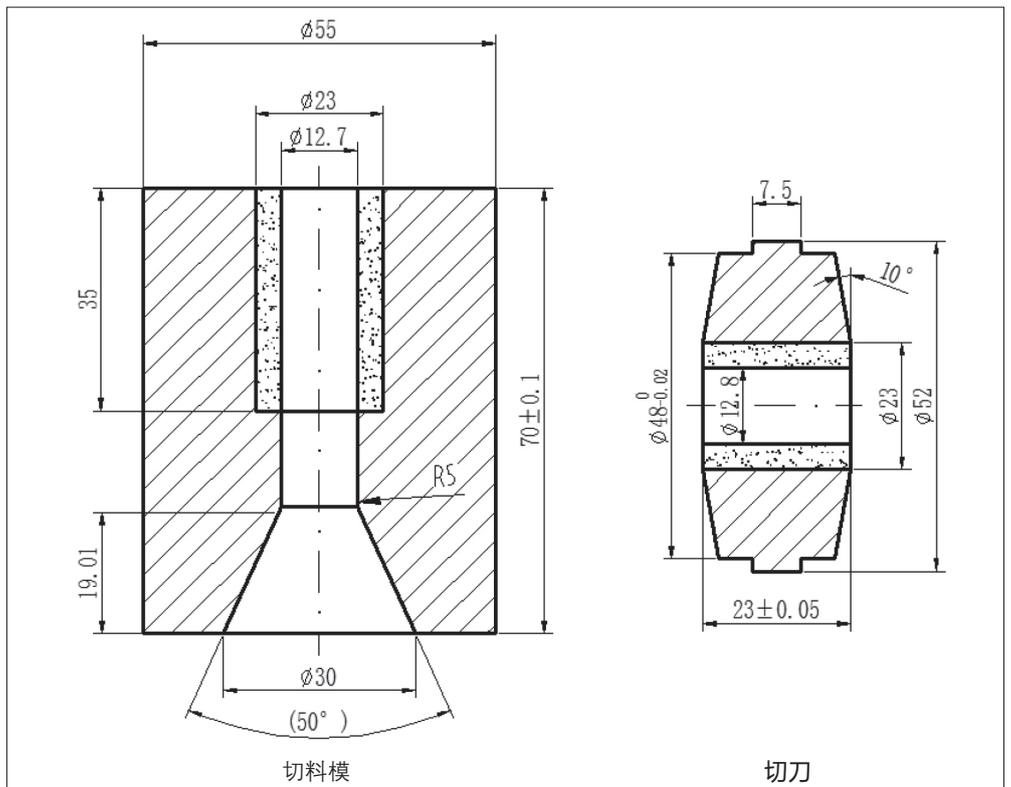


图4 切料模和切刀结构图

2.2.3 冲孔阳模

冲孔阳模也叫上模，是冲孔工步最重要的模具之一。这个模具关键是冲孔后废芯的排出问题。按照常规做法，废芯会从模具后方排出，但这样会发生废芯堵塞排屑孔，从而造成模具破裂的风险。所以，创新采用了在冲模前端排屑的方法，通过顶针将废芯推出，排出模外，让设备能够往复正常运转(图5)。

2.2.4 冲孔阴模

冲孔阴模也叫下模，是冲孔工步的关键模具，直接关系到产品冲孔后的质量，包括阴模芯子、冲孔冲针、活动弹簧、固定模垫等(图6)。

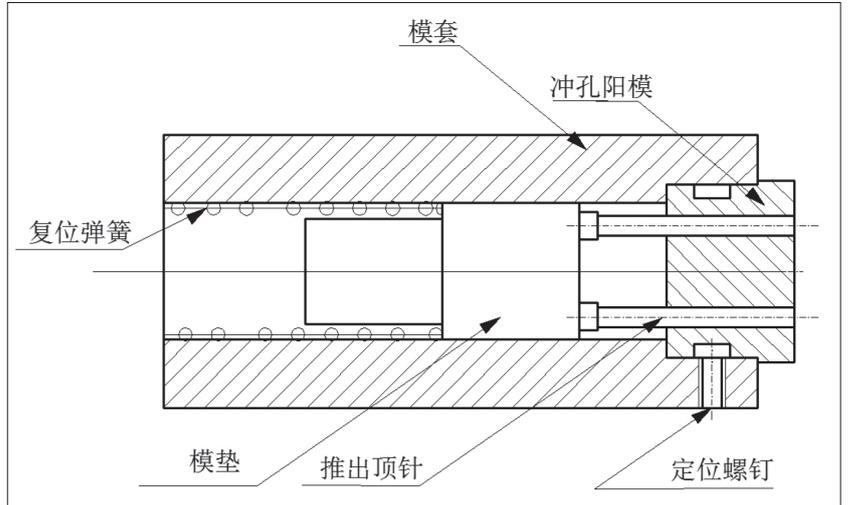


图5 冲孔阳模结构图

3 提高模具质量与精度的方法分析

3.1 优化模具材质

六孔螺栓模具往往处在高速运转、高强度压力、快速摩擦等环境下，磨损和破裂成为其失效的主要原因之一。因此，在选择模具材质时，可以选择含钴元素的合金材料碳化钨，可选材料牌号有春保 KG6、春保 VA80、新锐 XR141、新锐 XR25X、迪克 DG06、迪克 DG07 等。这类合金具有耐冲击、耐磨损、韧性强等特点，能够有效提升模具寿命 50% 以上。

3.2 优化模具设计

六孔螺栓模具设计是否合理对其寿命影响很大，在具体设计过程中应根据生产实际，科学选择分模面，预留好公差，合理分配好上/下模的型槽和凸台，尽量使各零件折损速率相当，防止出现“木桶效应”。同时，注意通过设计飞边槽尺寸，合理控制金属流动速率，提升模具的使用寿命。

3.3 优化模具精度

在螺栓模具的设计制造中，可以利用 Pro/E、CAE 等工程软件进行充分模拟仿真，确保数据准确后再进行数控加工，或综合采用“数控+点解加工”的模式，降低模具制造成本，提升模具的制造精度。经验证，采用镜面研磨加工的模具，可以将公差水平控制在 ±0.01mm 以内。

4 结语

综合分析，六孔螺栓加工制造过程较为复杂，设备选型应合理，模具的设计制造也至关重要。必须综合衡

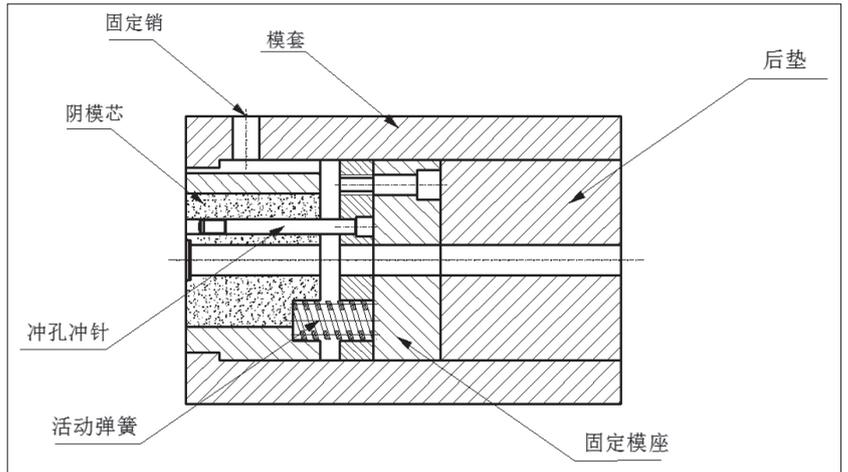


图6 冲孔阴模结构图

量温度、压力、材质特性等诸多因素，通过合理选材、规范流程、优化设计，不断提升模具的寿命、质量和精度，才能有效提升六孔螺栓的生产效率和成品质量。

参考文献:

[1] 马铁. 浅谈热锻锻螺栓头部成形模具的设计 [J]. 机械工人, 2001(12): 43-44.

[2] 三门通顺铆钉有限公司. 冷锻模具及其加工工艺: CN106955960A [P]. 2017-07-18.

[3] 王丽梅, 康宝军, 冀春晨. 螺栓锻件的模具设计和制造 [J]. 金属加工 (热加工), 2012(01): 68.

[4] 肖德恒, 曹磊. 浅谈热锻模具失效的预防 [J]. 科技致富向导, 2013(08): 233.

作者简介: 叶卓伦 (1974.11-) 男, 汉族, 四川富顺人, 本科, 工程师, 研究方向: 金属锻塑性成型。