

多位顶料机构的锻造模架

姚凤胜

摘要：模架是装夹锻模和承受冲击力的关键部件，应稳定可靠、维护简单，且能保证产品质量和适应生产效率的要求。为解决传统模架上锻件出模变形和出模方式的不足，根据工厂的产品系列制订了多位顶杆结构的模架方案，并阐述了模架的适用范围和要求。对模架在不同模锻设备上的实现方案进行了表述，选取一种模锻设备进行了使用验证，并进行了模架性能和产品质量统计分析。结果证明，模架达到了稳定可靠、降本增效的预期。与传统模架相比，锻件合格率、生产效率都得以提高，使用者对模架也有较高好评，从而说明了模架具有较强的实用性与良好的经济效益。

关键词：锻造；模架；出模机构；热模锻；摩擦压力机

在模锻件生产过程中，减少单件生产所用时间是降低生产成本、提高生产效率的首选策略，同时也减少了热锻件在模腔的停留时间，利于提高模具寿命。减少模锻件单件生产时间一个重要的因素就是如何锻后迅速可靠地使其出模，方便工人或机械手将其转移到下个工序。保证锻件及时出模，除工艺设计、模具结构、模具润滑等因素之外，高效可靠的带顶杆机构的模架是必不可少的。一套高效可靠的顶杆机构可以保证锻件及时脱模，减少锻件变形，从而提高生产效率和提高模具寿命[1]。

1. 模架设计思路的出发点

模锻设备如热模锻、摩擦压力机、电动螺旋压力机等使用的顶料方式有滑块拉杆式、气缸式、液压缸式等，这些顶料方式基本一致，通过置于工作台下方的活塞缸或拉杆机构传递顶升力到锻模里的顶料杆，使锻件脱模（见图1）。这样的顶料方式适用范围单一，往往更适用于中心顶料的锻件；如果是需要多点顶料的产品（见图2），则需要顶升块来兼顾各顶料杆[2]，这样不

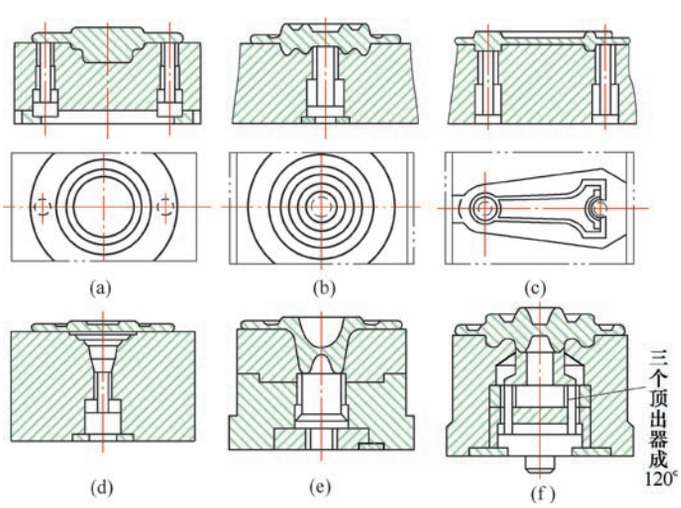


图1　中心顶料模架顶出器位置

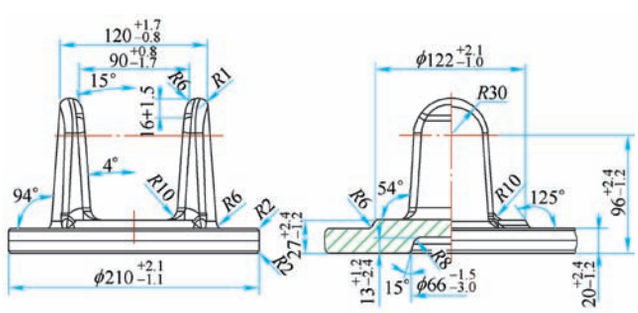


图2　突缘叉锻件

利于模具或模架的结构整体性，也不易保证各顶料杆的同步和顶升力的一致。

由图1可看出，当传统模架实现多点顶料时，由于各顶料位置所需的顶升力可能不同，会造成顶升块偏载，顶出时间不一致，导致锻件翘曲变形，甚至报废，严重时顶料机构卡死，影响生产。根据在以往使用过程中发现缺陷问题的总结，本着全过程控制锻件质量的思想，故考虑一种既兼顾中心顶料，又可实现多点同步顶料的模架形式。

2. 适用范围

（1）对设备和产品范围的要求　新模架主要适用于热模锻、摩擦压力机及电动螺旋压力机上封闭高度偏小的产品，如饼块类锻件、变断面复杂形状的长轴线锻件以及短筒类锻件，尤其适用于批量生产的汽车典型锻件[3]，如突缘叉、轮毂法兰盘和外圈类，不适用于立锻长杆类、镦头伞类锻件[4]的生产。

（2）对环境和辅助设施的要求　为保证模架中的顶杆机构正常灵活的工作，在出坯和预锻过程中尽可能多地除去坯料表面的氧化皮，及时清理生产过程中掉落的氧化皮和石墨残渣等。在拆卸模架后，应对顶杆机构进行保养，做到关键部位不缺油、不咬死。

顶杆动作的驱动力，可以是气缸、液压缸、拉杆等方式，日常设备保养时，要做好这些机构的可靠性保障工作，如果模架使用在自动化的生产时，还应带有可靠的电气保护装置。

（3）对操作工人的要求　新模架装配和操作简单，在第一次装配时需对操作工予以讲解和指导安装，在以后模架装卸时简单快捷，相对于传统模架装配散件多的缺点，此模架整体性好，每次拆装均是一个整体，故对操作工人无特别的能力要求。

（4）对产品质量　新模架减少了传统出模方式中锻件的翘曲变形，对高精要求的锻件生产适应性强。

3. 顶料机构

（1）原理　顶料机构采用杠杆原理，如图3所示。

由图可知，杠杆结构为省力杠杆形式，以充分利用顶料驱动力，提高单个顶杆的顶料力，在不考虑摩擦力等因素影响下，应存在$F_1 \geqslant F_0$。

（2）受力关系分析　受力及顶杆运动关系，如图4所示。

图中，L_0为设备顶杆中心到支点的距离；L_1为模具顶杆中心到支点的距离；F_0为设备顶杆的驱动力；F_1为传递给模具顶杆的顶升力；h_0为设备顶杆的顶升距离；h_1—模具顶杆的顶升距离；ΔL_0为设备顶杆中心到支点的距离水平变化量；ΔL_1为模具顶杆中心到支点的距离水平变化量；α为横梁运动的转角；β为横梁运动引起设备驱动力力矩的变化角度。

图中，根据“等腰三角形的一腰上的高与底边的夹角等于顶角的一半”，

可知$\beta = \alpha/2$；

$\tan\alpha = h_0/(L_0 - \Delta L_0)$，$\tan\beta = \Delta L_0/h_0$，根据三角函数公式　$\tan\alpha = 2\tan(\alpha/2)/[1-\tan^2(\alpha/2)]$，代入

经推导 $(\Delta L_0)^2 - 2 \times L_0\Delta L_0 + (h_0)^2$

根据韦达定理，得到有效实根 $\Delta L_0 = L_0 - (L_0^2 - h_0^2)^{-2}$

当$L_0 > 10h_0$时，ΔL_0可忽略不计；此时存在$F_1 \approx F_0L_0/L_1$，$h_1 \approx (L_1/L_0)h_0$

通过上述公式可以看出模具顶升力、顶升距离与设备顶杆之间的关系，通常情况下锻件脱模只需3～10mm，结合设备顶杆的行程，就可以确定L_0和L_1的尺寸范围。如果需要更多的顶出行程，只需将杠杆调成费力杠杆，使设备顶杆施力位置设在杠杆转轴和模具顶料杆之间即可。

（3）多杠杆联动　当锻件需要两个或者以上位置顶料时，如图2所示锻件类，或模架上设置预锻、终锻工位时，可以设置多杠杆形式，并通过铰接的方式使其联动，其形式可以根据锻件大小、顶料位置来选择杠杆的数量和布排杠杆的位置及顶杆孔的位置，也可兼顾不同大小的锻件而预留不同分布圆的顶杆孔。

只有终锻工位的模架。摩擦

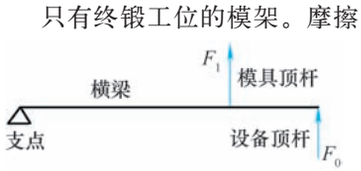


图3　杠杆式顶料机构原理

F_0—— 设备顶杆驱动力

F_1—— 传递到模具顶杆上的顶升力

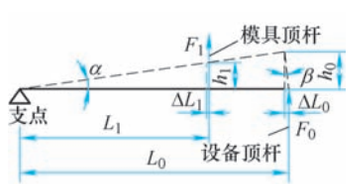


图4　顶杆受力分析

压力机具有模锻锤和曲柄压力机双重工作特性，因而摩擦压力机所用的模架既可以采用锤上模锻锻模结构，也可采用曲柄压力机模锻锻模结构。模架的性能直接影响到生产顺畅与否及产品质量，正确地选择和设计模架是相当重要的[5]。考虑到摩擦压力机通常只布置一个终锻工位，即顶料只是针对终锻的，这样就可以根据所生产的锻件产品结构来设置多杠杆的布排。顶料的位置可以选取中间位置顶料，当考虑到锻件的变形和出模受力的均衡性，就必须考虑多位顶料了。多位顶料的杠杆布排方式优先选用对称形式，以便利于模架的制作和锻造时模架受力的均衡，如图5所示的几种形式。

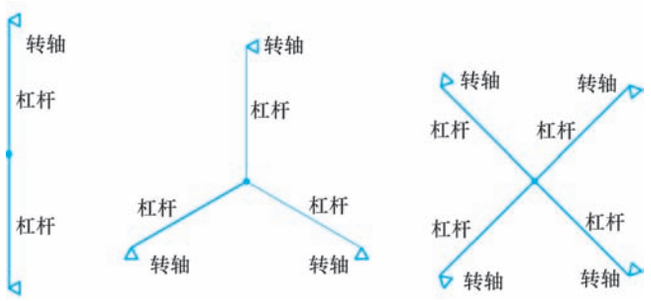
以图2突缘叉锻件为例，设计下模架结构如图6所示。

模架在装到设备前，首先根据预设的中心顶料杆行程来调整设备顶杆的行程使其一致，即设备顶杆顶升的上限是工作台平面，复位后的行程不小于中心顶料杆的行程。为保证锻件迅速及时地出模，一般使二者一致。由图可看出，当设备顶杆顶升左右杠杆的铰接处时，杠杆绕两端的转轴转动，从而带动各顶杆顶升。由于左右杠杆铰接，所以左右顶杆运动速度一致、所分配的力一致、顶升行程一致，从而保证锻件被平顶出模，顶升后如图7所示。

图7中，s_E为设备顶杆顶升距离，s_C为中心顶杆顶升距离，s_L为左顶杆顶升距离，s_R为右顶杆顶升距离。

模架底平面上结构和横梁杠杆的形式如图8所示。

设置预锻和终锻工位的模架。热模锻压力机、电动螺旋压力机设备上可以布置一个以上的锻造工位，如镦粗、预锻、终锻等工位，预锻和终锻工位的位置根据锻件的结构和大小而定，一般情况下终锻工位靠近设备锻造



(a) 两点顶料　(b) 三点顶料　(c) 四点顶料

图5 单锻造工位的杠杆布排形式

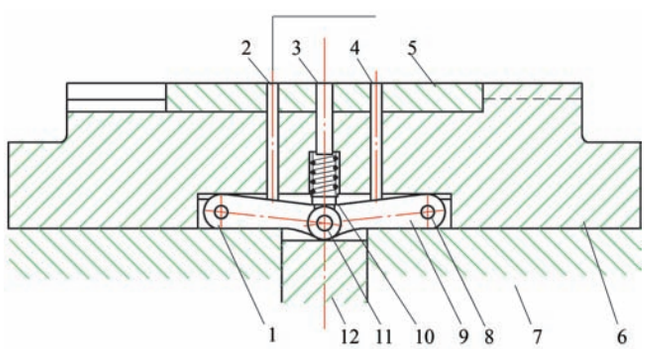


图6 多点顶料机构的装配

1. 左杠杆 2. 左顶杆 3. 中心顶料杆 4. 右顶杆 5. 锻模垫板 6. 下模座
7. 摩擦压力机工作台 8. 杠杆转轴 9. 右杠杆 10. 复位弹簧 11. 铰轴 12. 设备顶杆

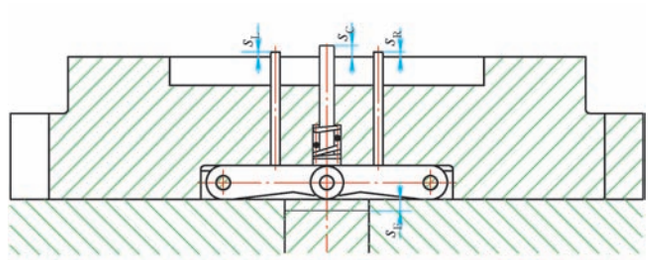
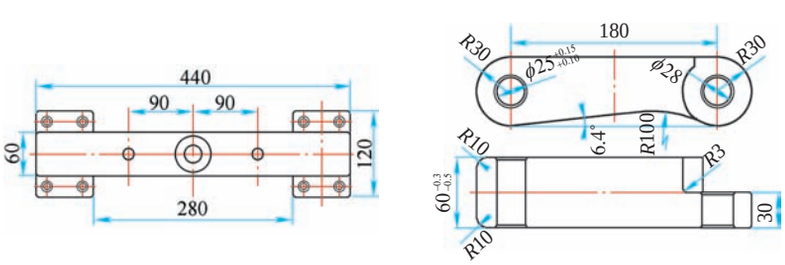


图7 顶升后的顶杆机构示意图



(a) 模架底平面顶杆机构　(b) 杠杆（左右对称）

图8 杠杆机构和杠杆示意

中心，预锻放置在一侧。对于略复杂锻件，在预锻时就需要顶料。现以带预锻和终锻工位、均需要顶料出模的情况、锻件仍以图2突缘叉锻件为例来设计模架的顶料机构，如图9所示。

图9中，L_1为终锻模腔顶杆中心到模架中心的距离，L_2为预锻模腔顶杆中心到模架中心线的距离，s_1为终锻模腔两顶杆对称距离，s_2为预锻模腔两顶杆对称距离。

根据锻件大小和锻模尺寸，我们可以订出L_1、L_2、s_1、s_2的值；如果锻件顶料位置不对称，可以灵活调整各杠杆的相对角度，但需要保证顶杆中心落在同一个分布圆上；如果针对一个型腔，顶杆数量多于2个时，则需要增加杠杆数量或者桥接两个杠杆即可。

4. 电气控制的顶杆结构

现在模锻设备基本实现了电气化控制，顶杆机构也多以自动化形式工作。新模架顶杆机构电气化控制与传统模架无异，考虑到模架顶杆机构应反应迅速及时，可对设备自带的顶料缸进行改造。将设备自带的单作用气缸改为双作用带缓冲气缸，并增加快速排气阀，如图10所示 。

5. 使用多位杠杆机构模架的锻件生产情况统计分析

生产过程中对于模架使用过程的数据、相关的质量特性应进行必要的监控和记录，对相关数据要进行统计和分析，以便于过程异常能被及时发现并调整，持续改进产品和过程[7]。通过新模架投入到16MN摩擦压力机上一个多月时间的试用，进行了数据统计，并与传统模架的性能进行了对比，结果见附表。

通过数据，可以看出平均班产量和产品质量得到了比较明显的提高，模具寿命也得以增加，工人对新模架的认可度良好。

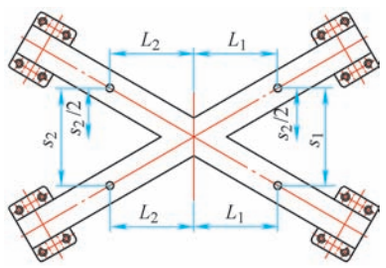


图9 两工位顶料时杠杆布置（模架底平面）

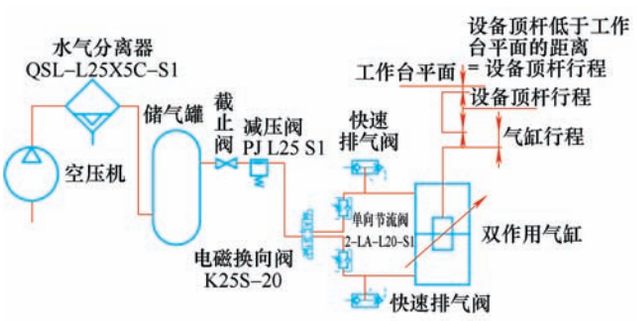


图10 电控气压驱动顶料示意

传统模架和新模架使用对产品质量情况分析对比

	平均班产量/件	平均模具正常寿命①/件	锻件变形超差百分率（%）	操作工人好评率（%）
传统模架	687	927	3.63	72.1
新模架	806	1132	0.52	98.3

注：①模具正常寿命，指模具正常失效前，生产出的合格产品的数目[8]。

6. 结语

不同的锻造模架都有其适用产品的优越性和产品结构的局限性，选取适应本厂产品的锻造模架对减少不合格品和提高生产效率大有好处。工艺性设计是影响产品质量和生产效率的重要因素[9]，提高产品质量和生产效率也是工艺设计之出发点，其中可靠的工艺装备是必不可少的。在实践中不断发现问题，并进行改进，使之转化为实际应用是工艺人员工作内容之一。在工业化水平不断提高和竞争加强的今天，如何增效减耗、降低报废是每个企业面临的考验。只有在日常生产过程中，切实完善每个生产环节的细节和可靠性，才能使产品质量不断提高，使企业更具有市场竞争力。

参考文献

[1] 徐胜利，徐竹. 如何提高热锻模寿命[J]. 模具制造，2009，9（4）:67-70.

[2] 胡亚民，等. 锻造工艺过程及模具设计[M]. 北京：中国林业出版社，2006.



60MN模锻压力机的装配创新解决方案

冯明豪

摘要：60MN四立柱式预应力机架结构模锻压力机，安装高度要求严格，正常装配方式无法进行安装，采用拉柱、立柱同时起吊，主缸与上横梁倒装等方式，很好地合理利用了现有厂房、设备等条件，顺利按节点完成了生产任务，保证了产品的质量。

关键词：模锻压机；四柱式预应力机架；装配

一、项目简介

1. 项目来源

60MN模锻压力机采用四立柱式预应力机架结构，我厂为大连船舶重工制作，主要用于管坯的冲孔，曲轴的模锻及其他模锻件的生产。高刚度四柱式预应力机架，高导向精度的自适应式加载系统，可以保证产品的尺寸精度。

2. 研究攻关要解决的关键技术

该产品安装后设备总高度为20.03m，安装高度24m以上。一般厂房高度无法安装，需解决设备的装配问题。

二、主要研究内容

1. 主要研究攻关方案（采用的技术路线）

我厂现有工装设备及厂房高度，无法安装。这就需要在编制加工及装配工艺过程中，考虑如何装配，需要制作什么样的工装设备。采用何种技术方案，以满足图样设计要求。

2. 研究攻关内容（包括理论计算、分析、相关试验、验证）

（1）拉杆规格 ϕ430mm×18 530mm，重量21.112t，立柱重量33.78t，长12 000mm，现有设计图样拉杆端面M72mm×6mm起吊孔1处、M72mm吊环承重20t，立柱端面M80mm×6mm起吊孔2处。单M80mm吊环承重25t。两起吊孔起吊角度小于15°。

工装工具要求：起吊21t钢丝绳一根、缠绕后1.5m以内，

[3]中国锻压协会.汽车典型锻件生产[M]. 北京：国防工业出版社, 2009.
[4] 马璟，等. 锻压手册[M]. 3版. 北京：机械工业出版社，2007.
[5] 杨清海.摩擦压力机通用模架的设计[J]. 锻压技术，2009, 34（1）：113-114.
[6] 成大先，等.机械设计手册[M]. 5版. 北京：化学工业出版社，2008.
[7] 中国标准化委员会GB/T 25135—2010 锻造工艺质量控制规范[S].北京：中国质检出版社，2014.
[8] 程培源. 模具寿命与材料[M]. 北京：机械工业出版社，1999.
[9] 吴从好. 浅析产品工艺性对生产效率及质量的影响[J]. 电子世界，2014（22）：446-446.

作者简介：姚凤胜，济南星越机械有限公司。

MW 20170306