锤上模锻锁扣导向结构及应用

陈闯，陆长青，吴傲宗

利用模锻锤生产锻件时，锻模分别紧固在锤头与砧座上，锤头带动上模做往复运动对坯料进行锻打。通过连续多次锤击，使金属坯料在模膛中流动成形，直至充满模具型腔得到锻件。由于模锻锤机架与砧座连接成整体，锤头带动模具在导轨中运动，从而保证了锻打时模膛正确对准。与胎模锻相比，生产出锻件的精度高、加工余量小。与锻压机模锻相比，采用锤头冲击方式使坯料成形，会造成设备振动大，导轨精度变差，使锻件易产生错移，在降低锻件精度的同时，加速锻锤导轨磨损并导致锤杆过早折断，且生产过程中需频繁调整锻件错移，增大了操作难度，影响了生产效率。

为弥补锤上模锻成形工艺的不足，在锻模上设置锁扣是一种有效的解决方法。

一、锁扣的两种基本形式

锤锻模锁扣的实质是导向装置，其有两种基本类型：一种是平衡锁扣（又称形状锁扣），用于具有高度落差的锻件上，这类锻件分模面不在一个平面上，在锤击中迫使锻模产生偏移，需设计锁扣用以平衡错移力；另一种是一般锁扣（又称平面锁扣），多用于平面分模锻模。

1. 平衡锁扣设计及应用

平衡锁扣设计形式应根据锻件分模面形状确定。当锻件分模面落差H不大时，可将锻件倾斜一个角度，使锻件两端头处于同一水平面上，如图1所示。

锻打时，锻件产生方向相反的水平错移力，两个错移力相互抵消，达到减小锻模错移的目的。为使锻件顺利脱模，需使

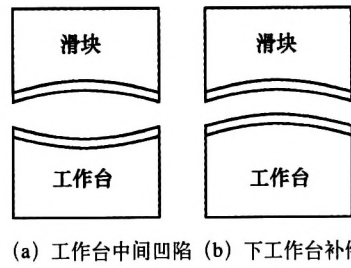
需要通过过量弯曲来调整回弹量。经过理论计算和多次试验，最终确定了大梁弯曲90°时回弹角$\Delta\alpha$=3°～4°能获得理想的成形角度。

4. 成品校正

有了以上诸多工艺措施的保证，折弯后大梁的U形开口尺寸在通长方向上基本可保证公差要求±1mm。但由于材料本身局部存在差异，可能会出现局部尺寸超差，这种可能性也是不可避免的。这时可用压力校正法校正以达到设计尺寸。

5. 结语

上述工艺流程及质量控制措施有效保证了大梁弯曲的尺寸精度，矿用车大梁现已经批量生产，取得了可观的经济效益，可供广大同行借鉴。



(a) 工作台中间凹陷 (b) 下工作台补偿

图5 折弯机弹性变形示意

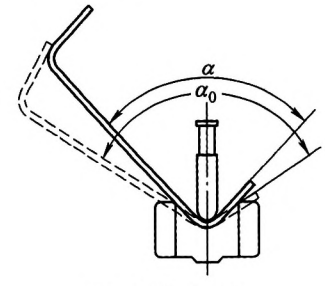


图6 弯曲时回弹

作者简介：王亚威、梁卫、张现杰，郑州宇通重工有限公司。

MW 20140317

锻件端部一部分斜度增大，一部分减小。为不使锻件脱模斜度小于3°，同时不显著增大余量而改变锻件外形，要对倾斜角度有一定要求，即此种锁扣形式，适用于倾斜角α小于7°且锻件分模面落差小于15mm时应用。当锻件分模面落差H较大时（15～60mm），应采用平衡块式锁扣来抵消错移力，锁扣高度可与锻件落差相等，锁扣厚度$B \geqslant 1.5H$，锁扣间隙δ应小于锻件允许错差1/2，通常为0.2～0.4mm，分模面斜导面间应留出1～3mm间隙，如图2所示。

当锻件分模面落差$H>50$mm时，可采用混合式设计方案，即将锻件倾斜一个角度后再设置平衡锁扣。锻件倾斜后将有效降低锁扣高度，节省锻模材料，但倾斜角度α应小于7°，如图3所示。

2. 一般锁扣设计及应用

一般锁扣多用于平面分模锻件，其目的是减小锻件错移量，提高锻件精度，便于锻模安装与调整，提高生产效率。典型锤锻模平面锁扣设计形式有以下4种。

（1）圆形锁扣。如图4所示，适用于很难判断错移方向及错移程度的圆饼类锻件，如齿轮类、链轮类锻件。可防止由于毛坯放偏而引起的错移力，且加工制造方便。考虑正常生产时下模温度高，为避免上下模因热膨胀量不同而使锻模卡住及坯料摆放、锻件脱模方便等因素，有关资料建议此种锁扣的凹部设计在下模。但实际生产中，为了方便转运锻件，通常把锁扣的凸部设计在下模。在正常设计基础上，需将飞边的仓部加宽5～10mm，防止锻打时多余金属挤入锁扣间隙损坏模具。

（2）纵向锁扣。如图5所示，主要用于具有拔长、滚挤的长轴类锻件，以限制其左右错移。长轴类锻件转动错移会在锻件长度方向上被放大，同时会导致圆轴部位切边时滚动，导致残留飞边大等缺陷，所以此类锻件常采用限制左右错移能力强的纵向锁扣。在保证足够强度的情况下，可在纵向锁扣上设计拔长、滚挤等制坯型槽，使纵向锁扣起到导向和制坯的双重作用。在一模多件的模锻中也常采用纵向锁扣。

为便于操作，通常将锁扣凸起部分做在下模。在锁扣肩部，上下模之间需留间隙0.5～1.0mm，若锻模承击面不足时也可不留间隙，但需提高模具制造精度，使上下模接触面密合。

（3）侧面锁扣。如图6所示，多用于小型锻模、单模膛锻模且锻件形状复杂的叉型锻件，工字型断面锻件，如拨叉、凸缘叉、法兰盘、万向十字轴等。此种锁扣能够防止上下模左右、前后方向错移，且对承击面影响较小，但其强度不如纵向锁扣，加工制造难度大。锁扣设计在模块两侧中部，长度约为模块长度1/2，为避免锁扣处积存氧化皮，同时考虑操作安全，通常将凸部做在下模。

（4）四角锁扣（见图7）。多用于小型锻模、单模膛锻模，可起到防止上下模相对及前后左右方向错移。对起到承击、固定及安装作用方镶块锻模模座，采用此种锁扣结构，能确保镶块锻

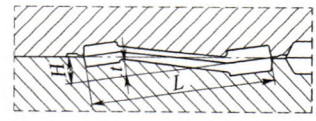


图1 锻件倾斜放置

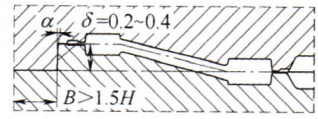


图2 平衡锁扣

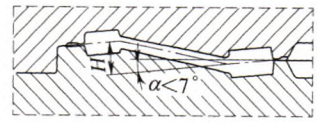


图3 锻件倾斜并设置平衡锁扣

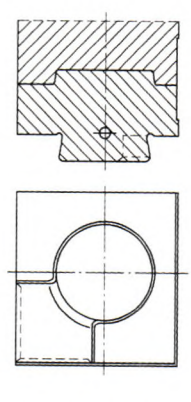


图4 圆形锁扣

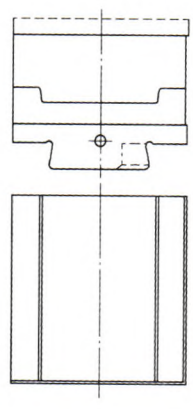


图5 纵向锁扣

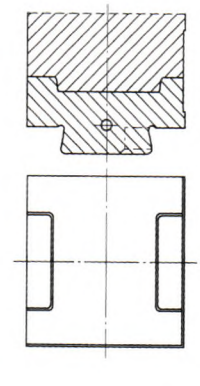


图6 侧面锁扣

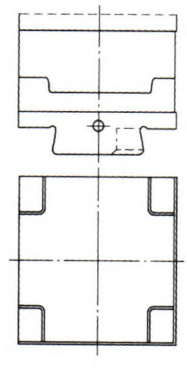


图7 四角锁扣

模使用可靠性。四角锁扣凸部一般也做在下模。此外，由两个角锁扣形成对角锁扣，常适用于单制坯工步锻模，如圆饼类锻件采用对角锁扣形式锻模生产时，具有操作方便特点。与其他3种锁扣形式相比，角锁扣制造较复杂，强度稍差一些，使用中会因某个锁扣过早损坏而导致整体导向失效。

二、多型腔模膛锁扣设计

实际生产中，多数锻件都需要多工步成形，如制坯工步（包括镦粗、压扁、拔长、滚压、弯曲等）、模锻工步（包括预锻、终锻）及切断工步，锤锻模上需相应地设计各种型腔，这涉及到多型腔模膛排布与锁扣关系。若型腔排布不合适，模锻时会产生偏心打击，易引起锻模错移。由于各型腔分布、形状不同，偏心打击位置、大小也不同，整个锻模受到水平分力及产生位移比较复杂。如果锁扣选型排布不合适，在错移力较大或连续工作的情况下，锁扣将承载往复冲击载荷，其根部就会产生疲劳裂纹，并迅速扩展，最终造成锁扣磨损加剧或损坏，失去控制锻模错移的作用。

针对多型腔锤锻模，锁扣设计需考虑以下几个方面的因素。

1. 锁扣形式选择

锤锻模上若有离锻模中心距离远的镦粗、拔长等制坯型槽，且坯料变形较大时，在偏心力矩的作用下，上模将绕着坯料转动，从而在水平方向产生不均匀位移，位移量最大地方在偏心力矩最大处，即坯料与上模接触部位。根据锻打操作习惯，通常将镦粗、拔长等制坯型腔排布在模具左后角（相对于操作者面向方向），这样在模具左后角与右前角连成的对角线上位移最大，模具右前角处锁扣工作环境最恶劣，最容易磨损或打掉。因而应避免在此薄弱区域内设置锁扣。由此可见，多型腔锻模且具有使坯料进行大变形量成形的制坯型腔时，不适用于设置纵向锁扣或角锁扣。而侧面锁扣设计在模块两侧中部，避免了对角连线上薄弱区域，实际生产中锁扣不易损坏，能起到限制锻模前后、左右错移的目的。

2. 减小偏转力矩

偏转力矩M等于金属变形阻力F与力作用点到锻模中心线距离L的乘积，只要减小F或L，就能达到减小M的目的。金属变形阻力F随着温度升高而降低，在料温允许的范围内，提高始锻温度可有效降低F。要减小L，即缩短模膛中心与锻模中心距离。对于同时具有预锻模膛、终锻模膛的锻模，需统筹考虑两个模膛偏心打击所产生的力矩，在保证两个模膛间模壁强度前提下，两个模膛中心应尽量靠近锻模中心，且终锻模膛要比预锻模膛更加靠近锻模中心一些，只有这样才能有效减小锻模错移。有关资料显示，对于平面分模锻模，终锻与预锻模膛中心至锻模中心距离之比一般为1∶2～1∶3，此时两个模膛产生的偏转力矩较小，生产中对锁扣的磨损小，锻件错移易控制，导向效果好。

3. 提高设备精度

锻打时，锤头在两侧立柱的导轨中运动，锤头摆动量与二者配合间隙密切相关。由于设备振动大，需及时调整锤头与导轨间隙，减少锤头摆动量，以保证锤头竖直打击。下模固定在砧座上，砧座水平度直接影响装模精度。若砧座倾斜，锻打时会造成锻件厚薄不均，产品质量不稳定。增大偏转力矩，会使锁扣加剧磨损，易在根部产生裂纹，甚至损坏打掉。锻模承击面不能同时贴合，因受力不均，使模具燕尾处应力集中易产生裂纹，降低模具寿命，同时不均的反作用力对导轨精度也会产生不利影响。

三、结语

设计锤锻模锁扣目的是为了平衡水平方向错移力，减少锻件错移量，提高锻件精度，同时便于调整模具，提高生产效率及保护设备。锤锻模锁扣设计形式并无固定模式，只要能达到设计锁扣的目的即可。但在具体设计过程中要根据不同锻件形状、特点，综合考虑设备状况、锻件精度、生产效率、模具寿命、操作习惯等因素，对文中叙述的4种典型锁扣形式进行改进创新，设计出符合生产实际的锤锻模锁扣形式。

作者简介：陈闯、陆长青、吴傲宗，第一拖拉机股份有限公司锻造厂。

MW 20140317