

大型切边压力机的合理选择

中国联合工程公司 (浙江杭州 310022) 喻兴娟 叶建阳 李绍海 甘军明

【摘要】近几十年来,由于模锻件的大型化,对切边压力机的吨位要求也越来越大。鉴于制造大型机械切边压力机有困难,国内外都设计制造了大型切边液压机。

模锻(开式模锻)成形后的锻件一般都带有飞边和连皮,为了得到合格的锻件,需要采用切边设备配备专用的切边模、冲孔模将飞边切除。切边设备的选用,应根据车间设备、锻件形状,以及生产批量等条件综合考虑。

切边分为热切、冷切两种。热切边是在模锻后利用锻件余热立即进行。为了利用余热,需与模锻设备按照一定的生产节拍配合进行,切边生产率受到模锻设备生产率的限制,热切所需的压力比冷切小得多,材料塑性好,切口也不易产生裂纹,但易产生变形。冷切边是在一批锻件模锻完成后于室温下集中进行的,切边设备不在模锻机组内。冷切边不受模锻设备生产节拍的限制,切边所需冲切力大,塑性差的材料切口还容易产生裂纹。模锻件的切边方式、设备,应根据锻件的材料性质、形状尺寸及工序间的配合等因素综合分析确定。

1. 切边方式的选择

(1) $w_c \geq 0.6\%$ 的高碳钢、高合金钢、镁合金、钛合金和高温合金,一般应采用热切边。

(2) 中低碳钢、低合金钢、铝合金、铜合金等,

如锻件尺寸不大,一般采用冷切边;有些低合金钢锻件还必须在正火后冷切边。

(3) 大型模锻件,即使是低碳钢材料也应采用热切边,以减小所需的切边力,降低设备吨位。

(4) 切边后还需热弯或热校正的锻件,为了减少加热次数,应采用热切边。

(5) 飞边较厚的锻件,应采用热切边。

(6) 叉形锻件,叉口内毛刺不易打磨,一般应采用冷切边。

综上所述,对于尺寸较大的锻件、变形抗力大的合金钢锻件一般利用断后余热进行热切边,而尺寸较小或精度要求较高的锻件及铝合金锻件,切口光洁,锻件变形小,常用冷切。

2. 切边力的计算

切边力的计算公式有多种,但都为经验公式,使用较多、计算结果较为贴近实际的计算公式为:

$$P = (1.7 \sim 2.0) \sigma_b F$$

$$\text{或者: } P = (1.7 \sim 2.0) \sigma_b LT$$

σ_b ——切边温度下的强度极限, Pa;

F ——剪切断面面积, mm^2 ;

L ——剪切断面长度, mm;

T ——剪切断面厚度(飞边厚度), mm。

3. 切边压力机吨位的选择

根据上述计算结果,以及锻压设备系列规格参

数,切边模具安装高度,以及进出机械手操作所需空间,选择切边压力机规格。

根据锻造行业常规操作习惯,及设备选择匹配经验数据,切边压力机的吨位约为主变形模锻设备吨位的8%~10%。常规匹配数据如表1所示,供参考。

表 1

主变形模锻设备/MN	31.5	60.0	80.0	100	125	160
切边设备/MN	3.15	6.0	8.0	10.0	12.5	16.0

4. 切边压力机选型分析

切边压力机按传动方式有两种:

(1) 机械切边压力机 属曲柄压力机的一种,机身采用钢板焊接整体框架式结构,属于封闭框架力系,压力机工作过程中对地基冲击小,地基基本不承受工作

载荷。采用曲柄传动,有上止点和下止点,不同规格的压力机有不同的滑块行程。由于采用曲柄传动,装模高度相对较小,装模高度调节量有限。

根据切边工件大小来确定所需工作台大小,切边压力机有闭式单点、双点之分。目前国内大多数厂家设计制造的最大机械切边压力机规格为12.5MN,少部分厂家可提供的机械切边压力机最大规格为16MN。根据一重、二重、太重等几大重型锻压设备制造厂方案的介绍,大于16MN的大型切边压力机若采用机械传动,为保证整个压机的刚性及稳定性,机身框架非常庞大,设备重量大,造价很高;另外,由于采用曲柄传动,装模高度有限,所以需要大型切边压力机上切边的零件,因重量较大,一般都在几百千克及以上,其工序间的上下料操作往往需要借助机械手、操作机器人才能完成。JB/T1769-1999闭式单点、双点切边压力机基本参数如表2所示。

表2 JB/T1769-1999 闭式单点、双点切边压力机基本参数

公称压力 P_g /MN		5.0	6.3	8.0	10.0	12.5
公称压力行程/mm		16	16	18	18	20
滑块行程 S_g /mm		315	400	400	400	500
滑块行程次数 n (次)		35	28	28	20	20
最大装模高度 H_1 /mm		620	620	700	700	880
装模高度调节量 ΔH_1 /mm		140	140	160	160	180
工作台前后尺寸 B /mm		1250	1400	1600	1600	1850
工作台左右尺寸 L /mm	单点	1100	1100	1300	1300	1500
	双点	1850	1850	2150	2150	2500

从上述基本数据可以明显地看出,机械切边压力机的装模高度明显偏小,而大型机械切边压力机在设计、制造上的难点在于:既要满足较大产品切边模的安装空间要求,又要满足机械手、操作机器人的进出料操作空间要求。几大锻压设备制造厂都认为压力吨位超过16MN的大型切边压力机采用机械传动不合理,而采用液压传动较为合理。

(2) 切边液压机 属于液压机的一种,采用液压传动。主要由上横梁、下横梁、4个立柱和16个内外螺母组成一个封闭框架,框架承受全部工作载荷。目前,国内能生产制造热锻用液压机的厂家很多,压力机规格最大可达几万吨,其中二重、太重、沈重等厂家规模较大、产品较多。

液压传动的切边压力机在结构上易实现较大作用力、较大工作空间、较长工作行程,并且在行程的任何位置均可产生额定的最大压力,滑块行程在一定范围内

可变,滑块行程的下转换点可根据压力或行程的位置进行控制或改变,无固定的下止点,这对要求实现机械化操作的大规格切边压力机无疑是很利。表3切边液压机的基本参数充分说明了这点。

由于切边液压机在飞边切断的瞬间,液压机突然失荷,积蓄在液压油和液压机机身的弹性变形压缩势能瞬时释放,引起液压机剧烈的振动,产生较大的噪声,活动横梁还要下冲一段距离。同时强烈的液压冲击,还可能危及液压机的液压系统。据相关实测数据,最大剪切力出现在切入毛边深度的50%~70%范围内,在切边完成的瞬间,振动的振幅可达3~3.6mm,严重影响设备的使用寿命,甚至损坏模具。

我国切边液压机早在20世纪60年代就开始应用,主要是配合大型模锻锤(10t、16t)和较大的对击锤(25tm以上)等设备进行热切边。以前由于液压缓冲减振这一难题没有得到很好的解决,使大型模锻锤、对击锤配套

表3 JB/T1881—1999 切边液压机基本参数

公称压力 P_g /MN	10	20	31.5	50	80	
活动横梁最大行程 S /mm	800	900	1000	1250	1600	
最大净空距 H /mm	1600	1800	2200	2700	3000	
工作台尺寸	B /mm	1400	1600	2000	2500	3000
	L /mm	1800	2500	3000	4000	5000
回程缸工作压力 /MN	1	2	3.2	5	8	
空行程速度 v_k /mm·s ⁻¹	200	150	150	150	150	
工作行程速度 v_g /mm·s ⁻¹	≥15	≥10	≥10	≥10	≥10	
回行程速度 v_h /mm·s ⁻¹	150	100	100	100	100	

的大型切边液压机,在使用中尚存在一些问题。

为了适应切边、冲裁的工艺特点,压力机能在突然失荷状态下顺利工作,而不致有过大的冲击振动,必须从引起压力机在突然失荷产生冲击振动的内因上寻找解决问题的方法。近几年研制的先进气液缓冲、减振控制装置有效地解决了这一难题。一方面采用主动减振的方法对液压机设计进行改造,通过改变液压机的进出口油的流量,控制滑块速度,使冲裁过程积蓄在液压油及液压机机身的弹性变形能量在工件断裂前基本释放出来,最大限度地减轻液压机冲裁引起的振动;与此同时,采用气液缓冲垫、回程缸回路节流、限位开关、限位套或工作缸瞬时快速泄压等措施,主动吸收工作缸瞬间卸荷时释放的能量,从根本上解决切边冲裁引起的振动问题。

气液缓冲是国际上的一项先进的缓冲技术,最初应用于军用飞机起落架的设计,后转为民用。气液缓冲器是一种为应用该项技术而研制出的以压缩空气、液压油为工作介质的吸收冲击能量的缓冲减振装置。气液缓冲器与弹簧、橡胶缓冲器相比,具有吸收冲击能量效率高、产生的反作用力小、使用寿命长等优点。减振控制装置包括截止阀、行程流量阀、单向阀、二位二通阀及蓄能器。蓄能器依次通过单向阀、行程流量阀、截止阀与液压机主油缸的进油口连接,二位二通阀连接在截止阀的进油口与蓄能器之间,液压机主油缸的滑块上固定有楔块,行程流量阀的滑轮置于楔块的旁侧,当滑块下降,凸模即将接触工件时,行程流量阀的滑轮与固定在滑块上的楔块接触。通过进口旁路节流的方式实现液压机冲裁过程中凸模速度的有效控制,从而减少液压机冲裁时的振动,保护设备,提高模具寿命,改善工作环境,无需额外的附加液压系统,且旁路节流的能量可以

回收。

由于模锻件的大型化,对切边压力机的吨位要求也越来越大。鉴于制造大型机械切边压力机的困难,而成熟的切边液压机又有上述很多优点,近几年来国内外许多大型模锻生产线配套的大规格切边压力机均采用液压传动的切边液压机。尽管切边液压机行程次数相对较低,但整条模锻生产线的生产节拍有限,完全可以满足要求。

5. 切边液压机设计使用中应注意的主要问题

(1) 由于实际生产中锻件毛边厚度不一、毛边温度高低不一、切边模刃口质量的差异,以及更换切边模引起闭合高度的改变,对减振缓冲措施的效果产生一定影响,应在使用过程中及时进行调整。

(2) 液压机加压时间较长,切边模寿命相对较低。由于液压系统各个阀门动作需要一定时间,如充液阀关闭,溢流阀由卸荷状态转入工作状态,均使工作缸内升压时间较长,从而使切边模刃口长时间与热毛边接触,降低了模具的使用寿命。为此改善液压系统设计,缩短高压管道,采用时滞小、响应快,以及从控制系统上提前发出指令,均有可能缩短加压时间。

6. 应用实例

(1) 某厂低速柴油机连杆模锻生产线 主变形模锻设备:160MN电动螺旋压力机;切边设备:16MN切边液压机。

(2) 某厂铁路车辆钩尾框模锻生产线 主变形模锻设备:80MN摩擦压力机;切边(兼校正)设备:20MN切边液压机。

(3) 某厂核电叶片模锻生产线 主变形模锻设备:355MN离合器式螺旋压力机;切边设备:31.5MN切边液压机。MW (20100510)