

40000kN 热模锻压力机公称力能特性标定的特殊性和关键技术

710072 西安市 西北工业大学

付增祥 王智慧

710015 西安航空发动机(集团)公司锻造厂

王海荣 苏少博

摘要 结合标定 40000kN 热模锻压力机公称力能特性的经验,介绍了锻压设备力能特性标定的重要性。着重介绍了大吨位热模锻压力机公称力能特性标定的特殊性和几个关键技术,它们包括防止离合器打滑、闷车、协调试样尺寸和数量等内容。从而作到既能标定出设备的公称力能,又能保证每次标定打击时,能量和载荷都不超载等。

关键词 热模锻压力 力能特性 标定

中图分类号 TG316.3

近期我们先后标定过 40000kN、25000kN 热模锻压力机的力能特性,体会和总结出一些有关的理论和技术,在此以 40000kN 热模锻压力机为例,介绍力能特性标定的特殊性和关键技术。

1 力能特性标定的意义

传统概念认为,锻压设备力能特性的标定仅仅是为了所谓的出厂和验收检验,加之国内以前对设备的最佳运行状态要求不高,所以对锻压设备,尤其是大吨位设备力能特性的标定重视和实践很不够。随着全方位生产管理认识和水平的提高,尤其是精锻技术的应用,标定锻压设备力能特性的要求愈来愈迫切。这时,标定的目的,除传统概念所谓的验收与检验外,如果从优化设备运行,提高生产效率和经验等深层次考虑,锻压设备力能特性的标定还有其他更重要的意义。例如,在热模锻压力机上精锻时,无余量精锻的技术关键是要要求上下模座“过打靠”,这样可以防止因设备弹性回让造成的锻件高度误差。但当“过打靠”程度不足时,压力机提供的打击力会不够;“过打靠”程度太大,压力机就会闷车。所以,精锻前,必先要标定压力机的力能特性,再结合附加的力能测量系统,选择合适的“过打靠”量,保证精锻生产。

2 大吨位热模锻压力机力能特性标定的方法

对于小吨位的热模锻压力机,进行其力能标定可以直接用力传感器和位移传感器。但对于大吨位的热模锻压力机,要采用力传感器标定就很困难了。

因为 2000kN 以上的力传感器很少,即使能够找到,每只价格也在四五十万元,而且,这样的贵重精密仪器,还不能承受锻压设备因猛烈打击造成的振动。所以,对于大吨位热模锻压力机,只能采用打击油压缸或打击试块的方法来进行标定。但用打击油压缸的办法不现实,例如,油缸驱动压力如果按 60MPa 的高压设计,要标定 40 000kN 的打击力,油缸直径得 1m 左右,要加工这么大的一个高压油缸,造价既昂贵又花工时,所以,标定大吨位锻压设备最经济快捷的办法是打击试样法。但要准确快捷地实施该方法,必须彻底搞清楚一些基础理论和掌握一些关键技术。

所谓打击试样标定设备力能特性的实质就是:通过在常规材料力学实验机上,采用与正式标定时相同或近似的条件下压缩小圆柱试样,得出被标定试样材料的力—应变曲线(曲线下的面积对应标定用材料单位体积的应变能),再在要标定的设备上把正式标准圆柱试样(一般比小试样大很多)镦粗到一定的变形程度(该变形程度取决于要标定的力能大小),最后通过在应力(能)—应变曲线上查出对应变形的应力(单位体积的应变能),乘以正式试样镦粗后的面积(体积),便是所标设备这一次打击完成的变形力(能)。

文献[1~2]的研究和实践表明,镦粗试样法标定锻压设备最佳的方案是:采用纯铜试样,试样初始高径比为 1.5,变形程度小于 50%(纯铜在良好润滑条件下镦粗至 50%时,流动应力约为 50MPa,0~50%变形范围内的平均流动应力约 30MPa)。有关标定的基本知识和计算也请参考这几篇文献,本文不再赘述。

收稿日期:2001-02-28

作者简介:付增祥,男,38岁,副教授,博士,主攻先进塑性加工技术与模具

3 40000kN 热模锻压力机力能特性标定的特殊性和几个关键技术

打击试样法标定热模锻压力机力(能)特性时,操作者一定要充分地理解设备的特点,一定要清楚如果试样尺寸和数量设计不合理,不仅达不到标定设备的基本要求,还会出现“滑车”、“闷车”,一旦“闷车”,危害极大。如果操作者经验不足、对标定理解不透或操作马虎,很容易忽视以上几点,造成难以估量的损失。

众所周知,热模锻压力机输出的力随滑块下移(力—位移曲线)逐渐增大,而其提供的能量是较小的,如40000kN热模锻压力机提供的最大能量约为500kN·m。如果用高径比1.5的纯铜镦粗,要标定到40000kN,试样面积要力争大一些,但高度相应也增加,这时会出现变形载荷过早超过设备的力—位移曲线,造成离合器打滑或设备闷车。实际中可采用打击多个试样的办法(相当于增加试样面积)来降低试样高度,避免打击力过载引起的离合器打滑(“滑车”)。同时一定要保证每次打击标定时,预计的试样的变形抗力曲线必须在设备的打击力—位移曲线以下(如图1所示)。

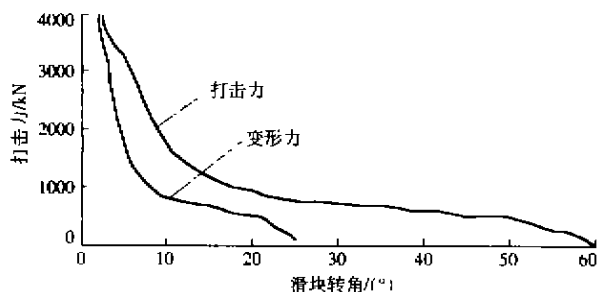


图1 40000kN 热模锻压力机打击力
与滑块转角关系

大吨位热模锻压力机力能特性标定时,这种协调往往比较困难。例如,选择5个 $\phi 100 \times 150$ 的纯铜圆柱,可以打击到40000kN,浪费这么多纯铜姑且不说,关键是这么多试样的变形能,已远远的超过500kN·m(每块约350kN·m)。如果只注意了打击力,而忽视了能量限制,一次打击这些试样,会使设备严重闷车,只有切割模座,滑块才能退回。出现这些矛盾的根本原因在于纯铜的变形抗力太小,要使总变形抗力能增加到40000kN,只能靠增加试样尺寸,试样尺寸增加,吸收能量必然也增加,就会造成能量过载。同样,如果要保证打击能量的标定,6个 $\phi 75 \times 100$ 就可以打到500kN·m(50%应变时每块的变形能约83kN·m),但打击力只有26000kN,达不到最大吨位。所以,不可能设计出一种试样尺寸和数量,在一次打击时,同时标定出设备的公称力和能

量,因而只能分开标定这两个公称值。

通过设计和实践计算发现,使用镦粗纯铜试样法要想直接标定出大吨位热模锻压力机的公称力是绝对做不到的。其原因就是,象上述计算一样,无论如何设计试样尺寸和数量,要标定公称力的试样吸收的能量总是大于设备的公称能量(文献[1]中标定了13000kN热模锻压力机,由于力和能量都较小,容易协调,所以小吨位热模锻压力机标定不会暴露这一问题)。

解决这些矛盾的简捷办法就是灵活变化试样材料和高径比,例如,仍用镦粗6个 $\phi 75 \times 100$ 纯铜试样标定热模锻压力机能量,而用20块 $\phi 40 \times 40$ 的45号钢试样标定热模锻压力机最大打击力。虽然,此时材料和试样尺寸并不符合文献[1~2]所推荐的最佳条件,但是从镦粗标定方法的基本原理上讲,室温下在一定的应变速率范围内,流动应力不变的材料都可以作为试样材料,例如,钢材、铜、铝等金属都能满足这一要求。

此外,对于试样高径比、变形程度的要求,是没有限制的,只要小试样和大试样相似,它们内部变形流动的特征就会完全一致,由小试样应力应变推算的大试样的载荷和变形能就不会产生误差。此外,试样高径比为1.5、变形程度小于50%的要求,主要是保证试样镦粗时不会产生较大的侧鼓度,否则会影响承压面积的测量。所以,当采用高径比小于1.5、变形程度小于50%的试样时,不易出现鼓度,是更有利的。

4 小结

热模锻压力机力能特性的标定对于了解设备的能力,检验和验收设备,安全和合理利用设备,延长设备寿命,提高生产效率都非常重要。标定设备的公称力能是对设备接近极限能力条件的操作,因此,操作人员一定要清晰地了解和掌握相应的基础理论和关键技术,否则,不仅达不到目的,还可能会造成机毁人亡的危害。另外,仅仅使用镦粗纯铜试样法,要想标定出大吨位热模锻压力机的公称力是绝对做不到的,因此,在标定热模锻压力机力能时,需要灵活变化试样材料和高径比。

参考文献

- 1 Waternmann D. Determination of the Available Energy in Hammers and Press with Copper Cylinders. Werkstattstechnik. Vol. 52, 1962; 95 ~ 102
- 2 Altan T, Nichols D E. Use of Small Copper Cylinders for Determination Load and Energy in Forging Equipment. Journal of Engineering for Industry, 1972(8): 769 ~ 774