

JLW-800 型屏显式落锤冲击试验机的设计

邓永红¹, 庞国栋²

(1. 济南大学机械工程学院, 济南 250022; 2. 济南东测试验机技术有限公司, 济南 250022)

摘 要:详细介绍了 JLW-800 型屏显式落锤冲击试验机的设计。该试验机主要由主机、电气控制柜、手持式操作按钮盒、加速度计、计算机数据采集及处理系统等部分组成,其中主机包括锤体升降机构、导向机构、自动夹紧和释放机构、防二次冲击机构、安全防护机构、组合冲击锤等部分。并对现有的防二次冲击机构进行了改进设计。

关键词:冲击试验机;落锤;设计

中图分类号:TH879

文献标志码:A

产品质量如何,不但要设计合理结构、制定正确加工工艺、处理规范等方面,而且合理的选择材料也是不容忽视的,要到达物尽其用,就必须知道各种材料金属、非金属、各种新型的高温合金、高分子化合物及复合材料的性能;研究新型材料、新工艺,也需测定材料的机械性能;对新型机器或受力部件,必须考虑所用的材料及结构设计、工艺选择是否合理等,都需要试验机来测量相关参数。总之,试验机对合理利用地原材料、降低生产消耗、节约成本、对保障安全生产起着不可替代作用,同国家经济建设、国防建设、科学研究及人民生活都有密切关系,并随着他们的发展,试验机也必将得到发展^[1]。

落锤式冲击试验机适用于对各类金属、非金属材料及各种零部件进行落体冲击试验。本文从落锤自动提升释放机构、防二次冲击系统、同步带传动系统、自动送样、组合冲击锤等方面进行了详细设计。

1 试验内容和技术参数

1.1 试验内容

JLW-800 型落锤冲击试验机适用于对各类金属、非金属材料及各种零部件进行落体冲击试验,通过更换附具,也可用于对多种零部件进行扭转冲击试验。

1.2 试验机的主要技术参数

(1)最大冲击高度: ≥ 500 mm。

(2)冲击锤质量:10×80 Kg(最大可组合至 800 Kg 进行冲击试验)。

(3)位移测量精度: $\pm 1\%$ 。

(4)最大冲量:3000 Kg·m/S(据此安排地基)。

(5)最大冲击加速度:20 g。

(6)显示方式:计算机屏幕显示冲击高度、冲击锤质量、试样吸收能量等,计算机打印试验报告。

(7)试验机主机外形尺寸(约):1300 mm×800 mm×2500 mm(长×宽×高)。

2 试验机的组成

JLW-800 型屏显式落锤冲击试验机系统由机械结构系统和电测系统两大部分组成。该试验机全系统主要由主机、电气控制柜、手持式操作按钮盒、加速度传感器及加速度计、计算机数据采集及处理系统等部分组成^[2-3]。

2.1 试验机主机

试验机主机包括龙门式承力框架、导向机构、锤体升降机构、自动夹紧和释放机构、防二次冲击机构、安全防护机构、组合冲击锤等部分^[4],其结构如图 1 所示。

主机主体承受试验机的全部冲击负荷,为龙门式框架

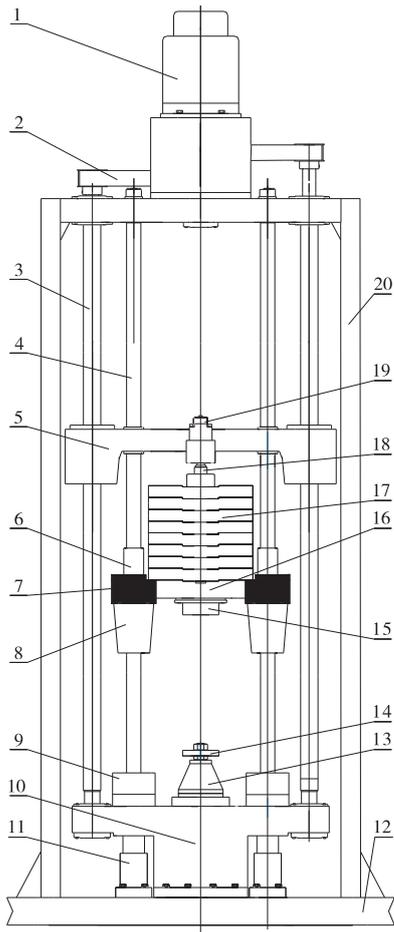


图 1 JLW-800 型屏显式落锤冲击试验机结构图

1. 电机; 2. 同步传动带; 3. 滚珠丝杠; 4. 导向立柱;
5. 提锤横梁; 6. 导向; 7. 电磁铁; 8. 捕捉套; 9. 捕捉架;
10. 底座; 11. 气缸; 12. 地基板; 13. 砧座; 14. 试样; 15. 锤头;
16. 锤架; 17. 砝码; 18. 锤体; 19. 气缸; 20. 龙门框架

结构,由底板、焊接式立柱、横梁等部分组成。底板为整体铸造后精加工而成,其上加工 T 型槽;立柱为焊接式槽型结构;横梁为整体钢板加工而成。整体结构稳定、重心低,能充分满足进行大质量的落锤冲击试验要求。

导向机构采用双立柱、导向套结构导向。导向立柱与龙门框架的连接采用预拉应力结构,导向立柱承受拉应力,无弯曲变形,导向性好;下落锤体通过导向套沿导向立柱自由下落,导向套为铜质材料,与导向立柱的配合为大间隙、大轴径比结构,该结构具有导向性好、摩擦力小的特点,充分保证冲击锤体的自由落体运动。

锤体升降机构采用电动控制减速电机,通过同步传动带带动丝杠转动从而带动提锤横梁升降。减速电机具有断电自锁功能,保证锤体升降安全可靠,其通过限位开关限制最大提升高度,并配置光电编码器测量锤体位移(冲击高度)。

自动夹紧和释放机构如图 2 所示。冲击锤体与升降机构的连接与脱开(释放锤体)采用卡板式结构。卡

板进入,将冲击锤体与升降机构连接在一起,用于提升冲击锤至需要的冲击高度;卡板退出,将冲击锤体与升降机构脱开(释放锤体)进行自由落体的冲击试验。卡板的进入和退出通过气动控制方式实现,气缸及电磁阀等关键气动元器件选用进口产品。

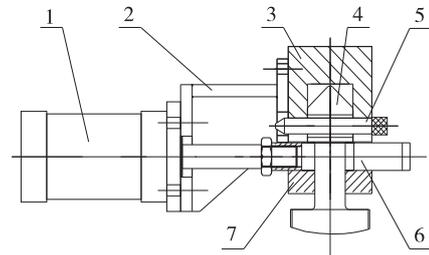


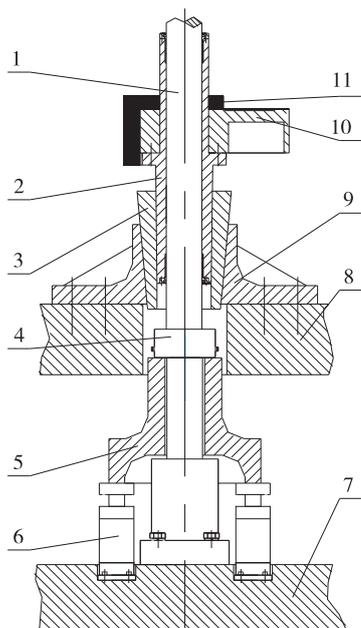
图 2 自动夹紧和释放机构示意图

1. 气缸; 2. 气缸支架; 3. 提锤横梁; 4. 锤柄;
5. 安全销; 6. 卡板; 7. 挡板

在目前的落锤冲击试验机上,主要是以电磁或者气动方式捕捉落锤。其中,电磁捕捉落锤原理是以电磁铁作为捕捉机构动力源,锤体下落经过滑板后,电磁铁带动滑板移位把反弹后的锤体挡住。其主要缺陷是这种方式不是严格的避免了二次冲击,虽然二次冲击很小但依然存在,而且,捕捉落锤的时机难以把握,存在滑板碰撞锤体的现象。气动捕锤以气缸作为捕捉机构动力源,原理和电磁捕锤相似。除了捕锤时机难以把握,由于气缸的速度的限制,还需要设计增速机构,一般结构比较复杂。这种结构也需要配备电磁或者气缸的动力源^[5]。本文防二次冲击机构采用:在锤架和试样底座之间的导向立柱上设有圆锥自锁组合体,圆锥自锁组合体至少由导向套、捕捉套和捕捉架组成,导向套固定在锤架并套置在导向立柱上,且导向套外侧面与捕捉套内侧面进行圆锥面配合,可以方便的对捕捉套进行更换,捕捉架固定在试样底座上,且所述捕捉套外侧面与捕捉架内侧面进行圆锥面配合;在试样底座下侧设有将上捕捉套自下捕捉架顶起而分离的顶起装置;还包括一电磁铁,电磁铁用于固定在锤架上用于直接吸合与释放捕捉套。整个捕捉状态如图 3 所示。

本文直接将捕捉机构设计为锥形的捕捉套与锥形的捕捉架,利用捕捉套的自身重量以及落锤与捕捉套下落时间差,进行自动捕捉落锤。因此,它不需要外加动力源,也不需要设置捕捉落锤的控制信号,克服了捕捉落锤时机难以掌握的难题,彻底解决了对试样的二次冲击,提高了落锤式冲击试验设备的试验精度,大大降低了制造试验机的成本。同时,在导向立柱底部装有顶出装置,这就可以解决落锤被捕捉后,卡在捕捉架里面难以分离的问题,此时,起动机缸即可将导向套和捕捉套顶出捕捉架进行下一次

试验。另外,在锤架两端装有电磁铁,用于自动提升捕捉套至相应高度,保证落锤与捕捉套同时释放。



1. 导向立柱; 2. 导向套; 3. 捕捉套; 4. 卡套; 5. 顶套环;
6. 气缸; 7. 地基板; 8. 底座; 9. 捕捉架; 10. 锤架; 11. 电磁铁

图3 捕捉状态示意图

安全防护机构从三处进行了设计:锤体提升过程中带有安全销;减速电机提升装置具有断电自锁功能;整个试验机设有全封闭的防护网,可以有效防止断裂试样飞溅,也可以防止试验人员在试验时进入试验机内部。防护网设有门限位开关,在防护门打开的情况下,试验机会自锁,主要操作无效,从而防止误操作,保证试验人员的安全^[6]。

组合冲击锤是由冲击锤按多组等质量锤体(十级)组合使用,以满足不同质量的冲击试验要求。

2.2 电气控制系统

电气控制系统设备采用德国西门子 PLC 来设计,采用高精度的旋转编码器来获取锤体的提升高度^[7]。由于 PLC 的抗干扰能力极强,因而该系统具有可靠、稳定、数据准确等特点。该控制系统集机、电、自动控制技术于一体,实现了抓锤、定位、提锤、落锤的全自动化过程,大大降低了操作人员的劳动强度,提高了工作效率及操作安全。将整个系统置于电控柜内,电控柜内装有电气控制元器件和用于锤体夹紧的气动控制装置,各种操作、指示按钮位于面板上,读数直观,便于试验者操作和观察。

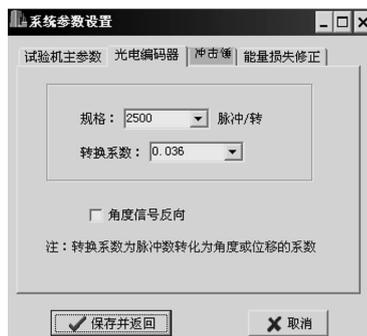
2.3 加速度传感器

加速度传感器与冲击锤头安装在一起,对冲击加速度进行检测^[8]。

2.4 计算机数据采集及处理系统

系统工作在 Windows98/XP/2000 平台下,全中文操

作界面。计算机屏幕显示冲击锤质量、冲击高度(位移)、试样吸收能量、冲击加速度等试验数据,自动描绘冲击加速度曲线,并进行数据处理;计算机具有屏幕标定、清零等功能;采用高速数据采集技术,实现多通道的高速数据采集;系统具有完整的文件操作功能用于试验数据的储存^[9-12]。系统界面如图4所示。



(a) 参数设置界面



(b) 系统监视界面

图4 测试系统界面

JLW-800型屏显式落锤冲击试验机实物,如图5所示。



图5 JLW-800型屏显式落锤冲击试验机

3 试验机工作原理

落锤式冲击试验机一次冲击试验过程如下:安装好试验试样,设定冲击高度等试验参数,启动试验机,提锤横梁下落,丝杠反转,落锤上升,落锤到达预定位置,释放落锤,落锤冲击试样,自动捕捉落锤,检查试验试样^[13]。

电机通过同步带轮组驱动丝杠转动,因丝杠螺母联

接在提锤横梁上,从而带动提锤横梁上下运动,横梁进而携带落锤上升^[14]。根据已设定的脉冲步距和丝杠螺距,由光电编码器测出转动脉冲数,即可将锤提升至设定高度。释放落锤,锤体自由下落冲击试样。当冲击头冲击试样后,与整个锤体联接部分一起反弹,然后捕捉套进入捕捉架直到把导向套卡住,最后锤体落在捕捉架上。

自动捕捉落锤过程如下:落锤提升时,启动电磁铁,带动捕捉套同时上升,释放落锤的同时断开电磁铁,待冲击试样时,锤头先碰撞试样后反弹,锤体反弹速度必然小于,此时捕捉套与导向套分离,捕捉套继续下落,然后捕捉套下端开始进入捕捉架内,捕捉动作开始,直至锥形捕捉套卡紧于导向套和导向立柱,最后整个锤体卡在捕捉架上。当继续进行试验时,锤体已被捕捉套卡紧,此时,启动底部气缸,即可推动导向套与捕捉套,进而提升至下一次试验所需高度。

4 结 论

本文设计的 JLW-800 型屏显式落锤冲击试验机,在落锤捕捉方面,与现有技术相比,具有实质性的特点和进步,使设备在关键技术上了有了新的突破,具有较强的实施应用效果。主要表现在:

(1)结构简单,具备实时数据采集功能,可以同时采集和分析冲击速度、接触压力、应变及位移等。

(2)设计的捕捉机构不需要外加动力源,也不需要设置捕捉落锤的控制信号。它克服了捕捉落锤时难以掌握的难题^[5],彻底解决了对试样的二次冲击,提高了落锤式冲击试验设备的试验精度,大大降低了制造试验机的成本。

(3)实际使用证明,该试验机性能稳定可靠、操作方便,完全达到设计要求。

参 考 文 献:

- [1] 王 荣.基于 PC 机的扭转试验机控制系统设计[D].宁夏:宁夏大学,2009.
- [2] 黄宝清,王印宝.LC-450 型落锤式冲击试验机的设计与应用[J].橡胶工业,2000,36(10):623-625.
- [3] 毛 铸,桂良进,范子杰.落锤式冲击试验系统的设计开发[J].试验技术与管理,2003,20(5):22-29.
- [4] 邱自学,袁 江.落锤式冲击试验机及其多参数测试系统[J].电子测量与仪器学报,2006,20(1):52-55.
- [5] 王树强,刘希敏,朱 畅.落锤式冲击试验设备中的捕捉机构的改造与分析[J].维修与改造,2005,32(1):60-61.
- [6] 鹿建召.冲击试验机保护装置[J].理化检验—物理分册,1999,35(2):87-87.
- [7] 霍家辉,张英杰.JL-30000J 落锤冲击试验机控制系统改造[J].宽厚板,2006,12(5):28-30.
- [8] 唐义号,杨建国,罗国仁,等.复合材料冲击试验机的研制及相关试验[J].直升机技术,2008(4):48-51.
- [9] 孙 虹.高速实时大容量数据采集系统的设计与实现[D].天津:天津理工大学,2009.
- [10] 祝红军,李军民.基于 DSP 的远程数据采集系统设计[J].西华大学学报:自然科学版,2010,29(4):12-14.
- [11] 徐 斌,张 斌,周红卫.落锤式冲击试验机数据采集与分析系统[J].试验技术与试验机,1999,39(3):55-56.
- [12] 罗 毅,李 莺,姚 毅.基于 AD652 的高精度数据采集系统[J].四川理工学院学报:自然科学版,2011,24(3):338-340.
- [13] 朱 明,赵桂范,张 亮.基于 LabVIEW 的落锤式冲击试验台设计[J].机械设计,2010,27(2):93-95.
- [14] 魏燕定.冲击落锤自动提升释放机构设计[J].机械设计,2000,17(3):27-28.

Design of JLW-800 On-screen and Dropped-weight Impact Testing Machine

DENG Yong-hong¹, PANG Guo-dong²

(1. School of Mechanical Engineering, University of Jinan, Jinan 250022, China;

2. Jinan East Testing Machine Co., Ltd., Jinan 250022, China)

Abstract: The design of JLW-800 on-screen dropped-weight impact testing machine is described. The testing machine is mainly controlled by the host, electrical cabinets, handheld of operating button box, accelerometer, computer data acquisition and processing system components, in which the host includes a hammer lifting mechanism, the guide mechanism, the automatic gripping and releasing mechanism, the anti-secondary impact mechanism, security agencies, combinations impact hammer and other parts. And the design of existing anti-secondary impact mechanism is improved.

Key words: impact testing machine; dropped-weight; design