

锻锤和压力机隔振技术*

杨国泰 何成宏 揭小平

(南昌大学机电系 南昌 330029)

A

摘要 介绍了锻锤和压力机隔振技术。在锻锤和压力机与其基础之间设置的弹性和阻尼部件,能够吸收机器的振动能量,防止振动向外传播,达到改善工人劳动条件、降低厂房造价、保护居民生活环境和提高车间面积利用率等目的。

叙词: 隔振 锻锤 压力机

中图分类号: TG312

0 前言

锻锤和压力机是机械、冶金、矿山、汽车、船舶、日用电器及仪器仪表等行业广泛使用的锻压设备。锻锤和压力机按冲击原理工作,产生严重的振动与噪声,因其种类多、数量大和分布广,许多生产车间劳动条件因它而恶化,大量生产工人的健康长年受到损害。

为治理这种危害很大的工业振动公害,国内外锻压界、力学界和土木建筑界的专家长期致力于锻压设备减振隔振技术的研究。70年代末和80年代初,随着环境保护呼声的高涨和振动限制法规的严格化,不少工业化国家的大型锻压设备或停产停工,或向郊区搬迁,或将其生产任务转向第三世界,或采取减振隔振措施。德国、日本等相继开发出锻压设备砧下直接隔振装置,对若干条锻压生产线进行隔振改装,隔振效率均在90%以上。德国GERB公司的Viscodamper系列隔振器,日本三菱公司的MAV系列隔振器相继于70年代问世,但其价格均在主机价格的5%以上,且其核心技术始终是保密的。

国内冲击机械的隔振技术长期停留在50年代“基础下隔振”的水平上,成本高、投资大,无推广意义。对于机器下直接隔振技术,原江西工业大学从70年代后期广泛搜集资料进行试验研究,1984年江西省科委立项支持,1985年“模锻锤隔振装置”研制成功并投入使用。由于自由锻锤、空气锤在结构上与模锻锤有重大差别,机械压力机的振动扰力与锻锤又完全不同,江西省科委又相继于1987年、1990年和1993年立项对以上各类设备的隔振技术深入进行研究,从而建立起了自己的成套隔振技术,并开发出系列化的隔振器产品。

1 锻锤隔振技术

我国是应用锻锤数量最多的国家之一,估计拥有量达数千台。这些锻锤几乎都是采用传

* 江西省科委和机械工业部设计研究院资助项目。19950306收到初稿,19950920收到修改稿

统的在砧座下设置硬质垫木的非隔振安装方法(如图1a所示), 10 kN以上锻锤基础振动强度通常都在85 dB以上。

锻锤隔振技术, 是将常规锻锤基础砧座下的垫木改为橡胶、螺旋弹簧和叠板弹簧等弹性部件(如图1c所示), 使该弹性部件与砧座组成自振频率7 Hz~10 Hz的低频振动系统, 可使作用于基础与地基的动压力降至不隔振时的1/20~1/5, 从而有效隔离振动向外传播, 并可显著减小基础尺寸。

70年代初期, 兰州通用机器厂等单位开始使用运输胶带代替砧下垫木, 并在一定范围内得到推广, 但其主要目的在于节省高级木料。由于所用运输胶带硬而薄, 刚度与木材相当, 因而无隔振效果。

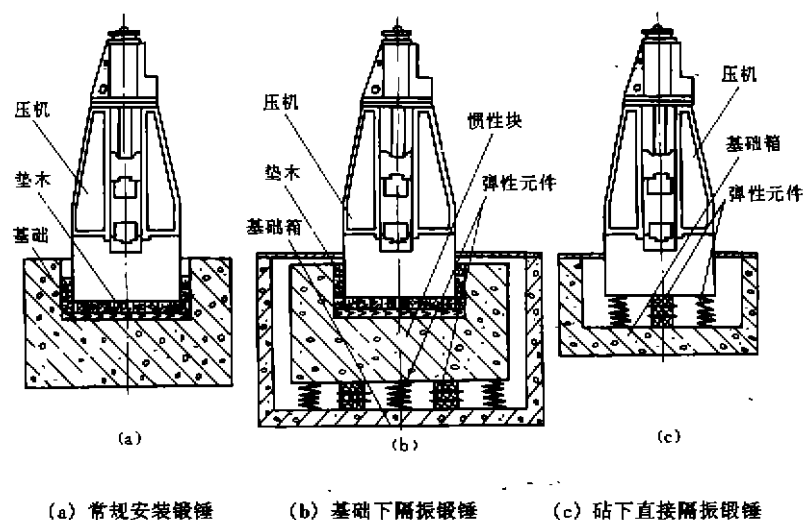


图1 锻锤安装方法

国内少量大型锻锤迫于需要不得不采用隔振措施时, 也都采用在巨大钢筋混凝土惯性块下设置弹性部件的所谓“基础下隔振”(如图1b所示)方式。这种隔振方式可将砧座振幅控制在3 mm~4 mm, 但所采用的惯性块质量约为锤头质量的100倍, 但因其成本很高、施工困难和维修不便, 难以推广。

南昌大学所掌握的锻锤隔振技术, 是国际上70年代发展起来的以砧下直接隔振为主的新技术, 一般不需惯性块, 所用弹性部件刚度小, 隔振效果好, 而砧座振幅将增至10 mm左右。但国外实践均已证实, 隔振后砧座振幅增至10 mm~20 mm并不影响生产操作。

1985年为江西锻压厂研制的“30 kN模锻锤悬吊式板簧隔振装置”(如图2所示)于1986年通过省级鉴定, 隔振效率在90%以上。该装置是将锻锤装在3根大梁上, 大梁由拉杆悬挂在板簧上, 板簧的两

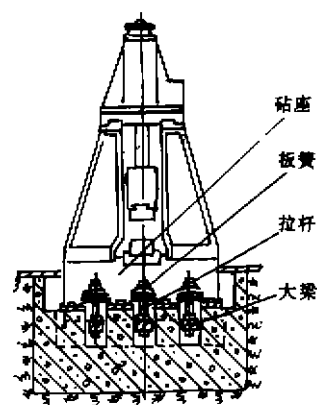


图2 30 kN模锻锤悬吊式板簧隔振装置

效率在90%以上。该装置是将锻锤装在3根大梁上, 大梁由拉杆悬挂在板簧上, 板簧的两

端可在组合垫板上滑动, 组合垫板则通过地脚螺钉固定在地基上。1988年为赣州有色冶金机械厂研制的“20 kN 自由锻锤砧下橡胶隔振装置”(如图3所示), 采用在砧座下直接布置隔振器和砧座肩部配以反压隔振器的“承垫-反压式”隔振方案, 于1989年通过省级鉴定, 隔振效率在75%以上。1988年为江西机床厂研制的“7.5 kN 空气锤悬吊-反压式板簧橡胶组合隔振装置”(如图4所示), 利用2根大梁、4根拉杆、8组叠板弹簧, 将质量9 t的砧座悬吊在基础内, 并利用6个橡胶隔振器作为反压元件, 以防止砧座跳离支承元件。该装置于1989年通过省级鉴定, 隔振效率在80%以上。上述三类隔振装置的成功使用, 从实践上解决了锻锤隔振元件的刚度选择、阻尼匹配、结构设计和施工安装等一系列技术问题。

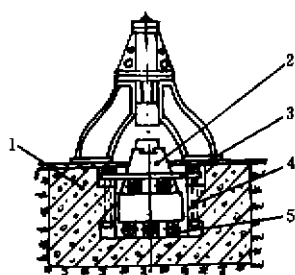


图3 20 kN 自由锻锤砧下橡胶隔振装置

1. 基础 2. 砧座 3. 压板
4. 拉杆 5. 橡胶隔振器

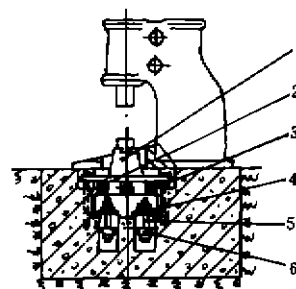


图4 7.5 kN 空气锤悬吊-反压式板簧橡胶组合隔振装置

1. 砧座 2. 压板 3. 橡胶
4. 板簧 5. 拉杆 6. 大梁

采用隔振技术后, 可使锻锤基础振幅控制在0.4 mm以下, 基础加速度降至0.1 g以下, 基础振动强度降低10 dB~20 dB。

锻锤隔振已是一项成熟的技术, 可以降低锻工车间的厂房建造标准, 减少基建投资; 可在附近布置精密设备, 提高工厂和车间面积利用率; 可节省价格昂贵、货源奇缺的高级垫木; 可避免砧座不均匀下沉, 从而避免检修造成的停工, 提高锻锤使用率。

“锻锤隔振技术”已被国家科委于1992年列入《国家级科技成果重点推广计划》项目, 已在7.5 kN~50 kN 自由锻锤和10 kN~30 kN 模锻锤上得到成功应用。“锻锤隔振技术的推广应用”于1993年获国家教委科技进步三等奖。

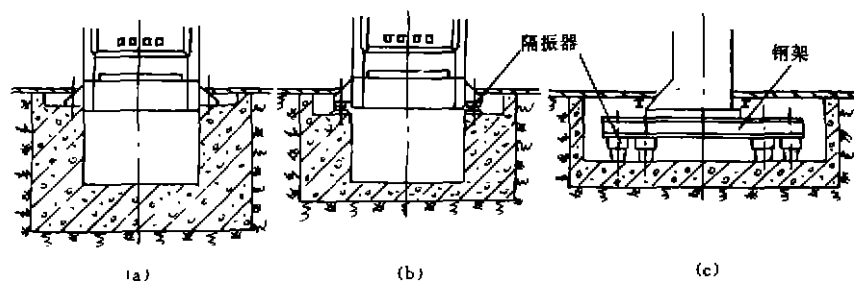
2 压力机隔振技术

机械压力机的种类多, 数量大, 分布广, 产生的振动严重损害工人健康, 是一种危害很大的工业公害。据统计, 压力机基础振动强度通常在60 dB~90 dB之间。我国《动力机器基础设计规范》规定压力机基础振幅小于0.3 mm, 基础加速度小于0.3 g^[1]。这些数值大大超过国际标准化组织ISO根据振动对人体影响而提出的小于0.03 g的忍耐极限。

压力机及其基础振动主要有两种: 离合器结合(或制动器制动)时曲柄连杆机构的惯性力冲量引起机身和基础摇摆振动; 冲裁时工件断裂突然失荷, 机身弹性恢复力引起机身伸缩并

对基础拉压而产生纵向振动。因此,压力机工作载荷虽在机身内构成封闭力系,但起动及突然失荷时均施加给基础以冲击载荷,从而激起基础、土壤和厂房的振动。

国内机械压力机几乎都是采用在压力机脚处以地脚螺钉固定在基础上的非隔振安装方式(如图5a所示),2.5 MW压力机基础振动强度通常都在75 dB以上。



(a) 压力机常规安装

(b) 压力机直接隔振

(c) 压力机钢架支承隔振

图5 机械压力机安装

压力机隔振技术,是将隔振部件直接安装在压力机机脚之下(如图5b所示)或将笨重的基础块改为一钢架结构安放在隔振部件上(如图5c所示)。这项技术能将振动能量集中在隔振部件上,从而可使基础振动强度降低10 dB~20 dB,显著改善工人劳动条件,保护附近的精密仪器及厂房;压力机隔振后产生了3 mm~5 mm以内的纵向摇晃,既不影响生产操作,也不降低压力机的运动精度;隔振安装的压力机用整机晃动代替不隔振时的弯曲变形和伸缩振动,可明显改善压力机机身应力,从而提高压力机和模具的使用寿命。

南昌大学为江西汽车制造厂研制的J36—250B型压力机碟簧式隔振装置于1992年通过省级鉴定(获1993年度江西省科技进步二等奖),基础加速度有效值下降了80%以上,基础振动强度降低了11 dB。J36—250B压力机直接弹性支承隔振采用将隔振器直接安装在其四个机脚之下的方法。隔振器(如图6所示)隔振部件采用碟形弹簧。

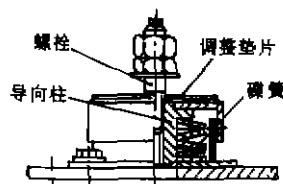


图6 隔振器简图

压力机起动或制动时的惯性力矩使压力机机身产生摇晃,测得的机身顶部最大水平摇晃峰值为2.46 mm。实际操作表明,机身的这一摇晃量不影响压力机的正常工作。

1993年为江铃汽车股份有限公司设计的“E2S4000—MB型大梁压力机隔振装置”于1994年12月通过省级鉴定。该压力机是江铃汽车股份有限公司为压制五十铃汽车大梁,并考虑到以后压制规格更大的汽车大梁,向第一重型机器厂定制的小松E2S4000—MB型双点特大型压力机。压力机长15 150 mm宽6 380 mm,地面以上高度10 500 mm,质量约 1.2×10^6 kg,滑块质量约 1.5×10^5 kg。压力机冲裁工件时,机身吸收的弹性能量很大,这种能量突然释放时将引起强烈环境振动。

通过计算E2S4000—MB型压力机的激振扰力,分析该压力机隔振前后的动态特性及振动响应时间历程,制定出隔振方案,设计了E2S4000—MB型压力机用隔振器的具体结构。

经过隔振器结构的试验模拟、中间试验与运转检验, 完成了 E2S4000—MB 型大梁压力机隔振的研究工作。图 7 为隔振安装的 40 MN 大梁压力机简图。

从有限元分析^[2]中, 可以看出以下几点。

(1) 隔振后基础振幅虽然下降不多, 但基础振动频率由几十 Hz 降至 5 Hz 以下, 因而大大降低了加速度。

(2) 隔振后, 立柱中的应力有明显改善。这是因为压力机隔振时机身的弹性恢复能量迅速转化成了隔振器弹簧的伸缩和整机运动能量, 从而改善了机身工作条件, 减少了立柱疲劳应力, 有利于提高压力机寿命。

图 8 为用于 E2S4000—MB 型压力机的多排多层可伸缩拆卸式碟簧隔振装置。它既能承受 12 MN 的静载, 又保证了组成的系统自振频率为 3 Hz~4 Hz, 并且能在每个机脚处大约 2.0 m×1.5 m 的范围内安装、调整、维修隔振器及更换隔振部件。

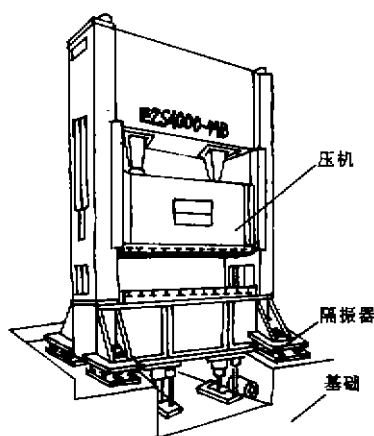


图 7 隔振安装的 40 MN 大梁压力机

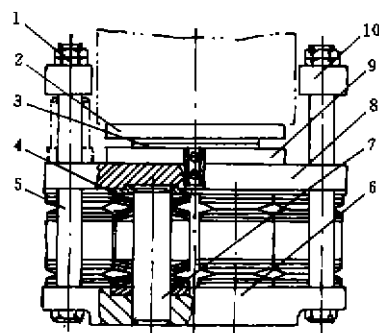


图 8 40 MN 大梁压力机隔振装置结构图

1. 螺母 2. 连接板 3. 垫板 4. 碟簧 5. 螺栓
6. 底座 7. 导柱 8. 盖板 9. 过渡板 10. 支撑板

E2S4000—MB 型压力机价格约 2 500 万元, 而隔振器成本不到 100 万元。从日本三菱公司进口同类一台压力机的隔振器需 3 500 万日元。国内制造比进口要节省 197.5 万元, 具有技术经济上的综合优越性。

对压力机采取隔振措施, 从技术进步上讲, 是将涉及基础、地基、厂房、其他设备和其他建筑物的大范围振动, 收敛为机脚下小范围的弹簧伸缩; 从经济效益上讲, 是把加大基础、加固厂房、远距离布置设备等大量投资, 减少为制造和安装隔振器的少量投资; 从社会意义上讲, 是将牺牲工人健康、干扰居民的环境, 改进为造福群众、维护安宁和创造美好环境。

上述压力机隔振装置的研究和成功使用, 不仅在理论上对压力机振动扰力、动态特性、隔振设计方法、参数控制和隔振器设计方面, 创造了我国机械压力机隔振设计理论, 而且通过制作并在实际中应用隔振器, 总结安装调试经验, 测试隔振效果, 形成了压力机隔振的实际经验。

“锻锤和压力机隔振技术”已获 1995 年国家科技进步三等奖。

3 结论

本项目是我国 70 年代末开始追踪世界研究动向, 自己独立开展的全方位研究、开发工作。从扰力计算、模型建立、计算方法到控制参数、部件结构、强度设计及安装维修, 形成了自己的成套技术。实际应用后的隔振效果可使基础振动强度下降 20 dB 以上。开发的隔振器价格约为进口同类隔振器价格的 1/3~1/2, 具有技术经济的综合优越性。锻锤和压力机隔振技术迄今已在各类锻锤和压力机上成功应用。

目前, 我国尚未掌握国外某些阻尼器中的特殊阻尼材料, 对于空气弹簧的制造技术和使用方法也缺乏经验。高性能隔振部件的开发是我们今后的课题。

参 考 文 献

- 1 机械工业部设计总院编, 动力机器基础设计手册, 北京: 中国建筑工业出版社, 1986.
- 2 南昌大学压力机隔振科研组, E2S4000—MB 型机械压力机隔振效果的简化解析计算, 南昌大学出版社, 1994.
- 3 江铃汽车股份有限公司, E2S4000—MB 型机械压力机应用情况、社会效益概述, 江铃汽车股份有限公司, 1995.

VIBRATION ISOLATION TECHNIQUES FOR FORGING HAMMER AND PRESS

Yang Guotai He Chenghong Jie Xiaoping
(Nanchang University)

Abstract The vibration isolation techniques for forging hammer and press are presented. It is possible to improve the working condition of workers, to decrease the cost of workshop building, to protect the residential environment and to increase the utilization rate of workshop area by using the vibration isolation techniques, that the elastic and damping components are mounted between the machine and its foundation in order to absorb the vibration energy of the machine and prevent the vibration from transmitting in all directions.

Key words: Vibration isolation technique Forging hammer Press

作者简介 杨国泰, 男, 1936 年 1 月出生, 南昌大学机械电子工程系教授, 主要从事锻压设备减振隔振研究, 已发表论文 30 余篇。曾获国家科技进步奖 1 项, 国家教委科技进步奖 1 项, 江西省科技进步奖 2 项及《国家级科技成果重点推广计划》项目 1 项。