



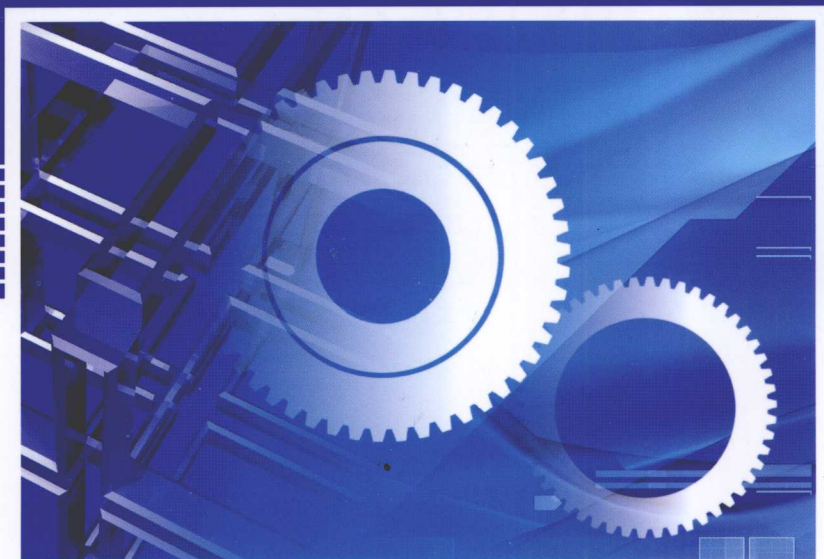
21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

机械基础实验

工程力学实验分册

jixie jichu shiyan

■ 主 编 刘 杰



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

机械基础实验包括工程力学实验、机械设计基础实验和公差、材料实验三个部分。本书为工程力学实验部分,由仪器介绍、电测基本原理、材料力学实验、机械振动基础实验四部分构成。仪器介绍部分主要介绍本书中涉及到的主要仪器的功能、工作原理和操作步骤。电测原理部分主要介绍电测法测定应力的基本原理、电桥电路的基本原理。材料力学实验部分包括:拉伸、压缩、冲击、纯弯曲梁的正应力等16组实验;机械振动基础实验部分主要介绍如何在实验室条件下进行机械振动的实践教学。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械基础实验. 工程力学实验分册/刘杰主编. —北京:
北京理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978-7-5640-2794-0

I. 机… II. ①刘… III. ①机械学—实验—高等学校—教材
②机械工程学: 工程力学—实验—高等学校—教材
IV. TH11-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 150580 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津武清高村印装厂

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 7.25

字 数 / 135 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 18.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的机电类相关操作软件,培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,为学生构建牢固的知识体系。

- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深,循序渐进的原则,重点、难点突出,以提高学生的学习效率。
- ✚ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例,使学生对当前专业发展方向有明确的了解,并提高创新能力。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力,以使理论来源于实践,并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

机械基础实验包括工程力学实验、机械设计基础实验和公差、材料实验三部分。本书为工程力学实验部分，由仪器介绍、电测基本原理、材料力学实验、机械振动基础实验四部分构成。仪器介绍部分主要介绍本书中涉及的主要仪器的功能、工作原理和操作步骤。电测基本原理部分主要介绍电测法测定应力的基本原理、电桥电路的基本原理，让学生掌握如何正确使用电测法测定应力。材料力学实验部分介绍材料力学课程相关的 15 个实验，包括拉伸实验、压缩实验、冲击实验、纯弯曲梁的正应力实验、弯扭组合实验、等强度梁实验、压杆稳定实验、电阻应变片灵敏系数的标定实验、材料弹性模量 E 和泊松比 μ 实验、材料偏心拉伸实验、悬臂梁实验、工字梁（T 形梁）正应力的分布规律实验、钢钢叠梁应力测定实验、钢铝复合梁应力测定实验、钢钢楔梁应力测定实验。机械振动基础实验部分主要介绍如何在实验室条件下进行机械振动的实践教学，为学有余力的学生进行机械振动设计实践提供条件。本书主要介绍两部分功能实验，包括机械振动认识基础和振动信号处理、频谱分析。本实验教材的编写，既考虑到基本教学需要，也考虑到了创新实践要求；既立足于学生的基本动手能力和实践能力的培养，也为学有余力的学生提供创新实践条件，实现复合型、创新型人才培养目标。

本书由第二炮兵工程学院基础实验中心的刘杰、杨创战、白永浩、王康编写，由刘杰担任主编，204 教研室王佑君主任审定。在编写过程中，204 教研室王佑君主任提出了许多指导性意见，为本书的编写提供了很多帮助，秦皇岛市信恒电子科技有限公司给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 仪器介绍	1
第一节 WE-30 型万能材料试验机	1
第二节 JB-300B 型冲击试验机	3
第三节 BWQ-1 型纯弯曲梁实验装置	7
第四节 BDQ-1 型等强度梁实验装置	8
第五节 BWN-1 型弯扭组合实验装置	9
第六节 BDCL-2 压杆稳定实验装置	11
第七节 BDCL 型材料多功能实验台	13
第八节 CML-1H 系列应变 & 力综合测试仪	15
第九节 WS-ZHT2 振动综合实验教学系统	24
第二章 电测基本原理	29
第一节 电测法简介	29
第二节 电测法电路及其工作原理	30
第三章 材料力学实验部分	34
实验 1 低碳钢、铸铁的拉伸试验	34
实验 2 压缩试验	41
实验 3 冲击试验	44
实验 4 纯弯曲梁的正应力实验	47
实验 5 弯扭组合实验	50
实验 6 等强度梁实验	55
实验 7 压杆稳定实验	58
实验 8 电阻应变片灵敏系数的标定	64
实验 9 材料弹性模量 E 和泊松比 μ 实验	66
实验 10 材料偏心拉伸实验	71
实验 11 悬臂梁实验	74
实验 12 工字梁 (T 形梁) 正应力的分布规律实验	76
实验 13 钢钢叠梁应力测定实验	79
实验 14 钢铝复合梁应力测定实验	83
实验 15 钢钢楔梁应力测定实验	87

第四章 机械振动实验部分	91
实验 1 认识机械振动	91
实验 2 简谐振动系统振幅与振动频率的测量	93
实验 3 振动系统固有频率测量	94
实验 4 机械振动系统幅频特性曲线测量	96
实验 5 单自由度振动系统动态参数测量	97
实验 6 振动系统衰减系数及相对阻尼系数的测量	99
实验 7 简支梁固有频率与振型测量（激振法）	101
实验 8 悬臂梁试验模态分析（锤击法）	102
实验 9 圆盘结构试验模态分析（锤击法）	103
附录 常用材料的机械性质	106
参考文献	108

第一章 仪器介绍

第一节 WE-30 型万能材料试验机

【构造原理】

WE-30 型万能材料试验机是一种常用的试验机，种类型号很多，但只是外形不同，基本原理是一样的。

试验机构造原理如图 1.1.1 所示。

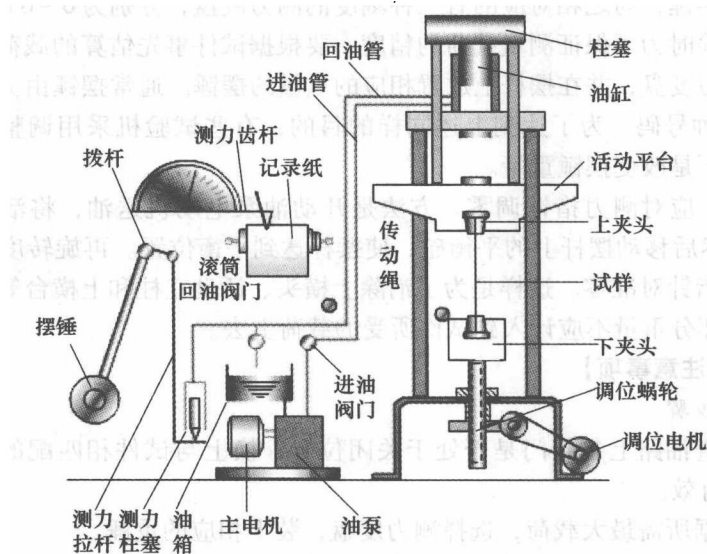


图 1.1.1 WE-30 型万能材料（液压式）试验机工作原理图

1. 加载部分

在机器底座上，装有两个固定立柱，它支承着固定横头和工作油缸。开动油泵电动机带动活塞、上横头、活动立柱和活动平台上升。若将试件两端夹在上下夹头中，因下夹头固定不动，当活动平台上升时试件就承受拉力。若把试件放在活动平台上、下垫板之间，当活动平台上升到与上垫板接触时试件就承受压力。输油管路上的送油阀门用来控制送入工作油缸中的油量，以调节对试件加载的速度。加载时送油阀置于关闭位置。回油阀打开时，则可将工作油箱中的油液泄回油箱，活动平台由于自重而下降，回到原始位置。

如果拉伸试件的长度不同，可用下夹头电动机转动底座中的蜗轮，使螺柱上

下移动,调节下夹头位置。注意当试件已经夹紧或受力时,不能再开动下夹头电动机,否则就要造成下夹头对试件加载,以致损伤机件。活动平台的行程对拉伸和压缩都有规定,使用者必须遵守。

2. 测力部分

加载时,工作油缸中的油压活塞的力与试件所受的力成正比。如果用油管将工作油缸和测力油缸连通,此时油压便推动测力活塞向下移动,使拉杆拉动摆锤,使之绕支点转动而抬起,同时摆上的推杆便推动齿轮,使齿轮和指针旋转。指针的旋转角度与油压成正比,亦与试件上所加载荷成正比,因此在测力度盘上,便可读出试件受力的大小。

如果增加或减少摆锤的重量,指针虽然旋转同一角度,但所需的油压不同。说明指针虽然在同一位置,但所示出的载荷大小与摆锤重量有关。一般试验机可以更换三种摆锤,与之相对应的有三种刻度的测力度盘,分别为0~6 t, 0~15 t, 0~30 t。实验时为了保证测量载荷的精度,要根据试件事先估算的载荷大小来选择合适的测力度盘,并在摆杆上放置相应的重量的摆锤。通常摆锤由大到小编为A, B, C三种号码。为了达到上述同样的目的,有些试验机采用调整摆杆长度的方法,而不是改变摆锤重量。

加载前,应对测力指针调零。方法是开动油泵电动机送油,将活动台升起1 cm左右,然后移动摆杆上的平衡砣,使摆杆达到平衡位置。再旋转度盘(或移动齿杆)使指针对准零。这样是为了消除上横头、活动立柱和上横台等部件的重量,因为这部分重量不应计入到试件所受的载荷上去。

【操作步骤及注意事项】

1. 操作步骤

(1) 检查油路上各阀门是否处于关闭位置;换上与试件相匹配的夹头;保险开关应当有效。

(2) 根据所需最大载荷,选择测力度盘,装上相应的重锤。

(3) 装好自动绘图仪的传动装置、笔和纸等。

(4) 开动油泵电机,检查运转是否正常。然后打开送油阀门,向工作油缸中缓慢输油。待活动台上升1 cm左右将送油阀门关到最小,并按上述方法,调整测力指针和随动指针对零。

(5) 安装试件,压缩试件必须放在垫板上。拉伸试件则需要调整下夹头的位置,使上、下夹头之间的距离与试件长度相适应后再将试件夹紧(试件夹紧之后,不能再调整下夹头)。

(6) 实验完毕,关闭送油阀并立即停车。缓慢打开回油阀,将油液泄回油箱,使活动台回到原始位置,并使机器复原。

2. 注意事项

(1) 开车前和停车后,送油阀一定要置于关阀位置。加载、卸载、加回油

均缓慢进行。

- (2) 拉伸试件夹住后, 不得再调整下夹头的位置。
- (3) 机器开动时, 操纵者不得擅自离开。实验过程中不得触动摆锤。
- (4) 使用中听到异常响声或发现故障应立刻停车。

第二节 JB-300B 型冲击试验机

【用途】

JB-300B 型冲击试验机用于测定金属材料在动负荷下抵抗冲击的性能, 以便判材料在动负荷下的性质。

JB300B 冲击试验机是按国家标准 GB/T 3808 2002《摆锤式冲击试验机》开发生产的, 按国家标准 GB/T 229—1994《金属夏比缺口冲击试验方法》对金属材料进行冲击实验。最大冲击能量为 300 J, 并带有 150 J 的摆锤一个, 所用试样为 $10 \times 10 \text{ mm}$ 。试验机具有较大的冲击能量, 所以主要对冲击韧性较大的黑色金属, 特别是钢铁及其合金进行冲击实验。

本产品的实验原理是利用摆锤冲击前位能与冲击后位能之差在刻度盘上显示出来的方式, 得到所实验试样的吸收功。操作上采用半自动控制, 操作简便、工作效率高, 利用摆锤冲断后的剩余能量即可自动扬摆, 准备做下次实验, 所以在连续做冲击实验的实验室和大量做冲击实验的冶金、机械制造厂等单位更能体现其优越性。

【主要技术规格】

- (1) 冲击能量: 300 J, 150 J
- (2) 度盘刻度范围及分度值如下:

能量范围	0 ~ 300 J	0 ~ 150 J
每小格分度值	2 J	1 J

- (3) 摆锤力矩 (冲击常数)

0 ~ 300 J

$$M = 106.7692 \text{ N} \cdot \text{m}$$

0 ~ 150 J

$$M = 80.3848 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- (4) 摆锤预扬角: 150°

- (5) 摆锤旋转中心至试样中心距离: 750 mm

- (6) 冲击速度: 5.2 m/s

- (7) 支座跨距: 40 mm

- (8) 钳口圆角: $R1 \sim 1.5 \text{ mm}$
- (9) 冲击刀刃圆角: $R2 \sim 2.5 \text{ mm}$
- (10) 试样规格: $10 \times 10 \times 55 \text{ mm}$
- (11) 试验机净重: 约 450 kg
- (12) 试验机外形尺寸: $2\,124 \times 600 \times 1\,340 \text{ mm}$
- (13) 电源: 三相四线制 $50 \text{ Hz } 380 \text{ V } 250 \text{ W}$ (主电机)

【结构简介】

变形速度不同, 材料的力学性能也会随之发生变化。在工程上常采用“冲击韧性”来表示材料抵抗冲击的能力。材料力学实验中的冲击试验采用的是常温简支梁的大能量一次冲击试验, 冲击试验机如图 1.2.1 所示。将质量为 Q 的摆锤向上摆起高度 H , 如图 1.2.2 所示, 于是摆锤便具有一定的位能, 令摆锤突然下落, 冲击安装在机座上的试件, 将试件冲断。试件折断所消耗的能量等于摆锤原来的位能 (在 α 角处) 与其冲断试件后在扬起位置 (在 β 角处) 时的位能之差。冲断试件所消耗的能量可从试验机刻度盘上直接读得, 则材料的冲击韧性为

$$\alpha_k = \frac{W}{A}$$

式中, W 为冲断试件所消耗的能量; A 为试件断口处的横截面面积。

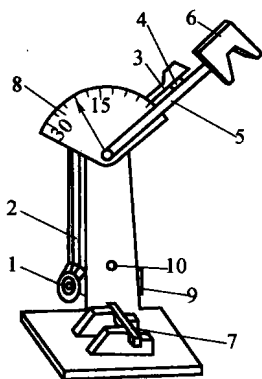


图 1.2.1 冲击试验机

- 1—电机; 2—皮带轮; 3—摆臂; 4—杆销;
- 5—摆杆; 6—摆锤; 7—试件; 8—指示器;
- 9—电源开关; 10—指示灯

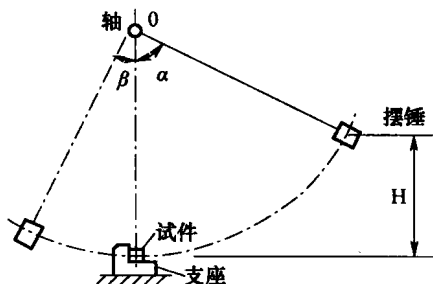


图 1.2.2 冲击原理

【电气控制】

(1) 取摆。按动 1AN 按钮, 通过继电器 1J, 2J, 3J 和离合器 CH, 1C 的动作, 接通电机 LD, 摆锤扬至最高位置后, 碰到微动开关 1WK, 电机停转, 其他电气线路复位, 保险销伸出。

(2) 退销。按动 2AN 按钮, 保险销退回。

(3) 冲击。按下 4AN 按钮, 接通阀用电磁铁 DT, 实现落摆冲击, 并能使全

部电气线路复位。

(4) 自动扬摆。在接通电源后, 伺服电机 DS 一直反时针旋转, 这样它所拖动的接点 Kb 一直处于断开状态。当摆锤处于停止或者落下方向转动时, Kb 接点也还不能接通; 当摆锤向扬摆方向转动, 并且当它的转动角速度大于伺服电机的转动角速度时, Kb 接点接通, 并使继电器 1 J, 2 J 接通; 当摆锤角速度逐渐下降至小于伺服电机角速度时, Kb 接点断开, 并使继电器 3 J 动作, 这时接通离合器 CH 和接触器 1 C, 使拖动电机转动, 进行扬摆。保证了摆锤在回摆后的最高位置处, 启动拖动电机, 将摆扬器起。

(5) 开关 K2 为开关安全, 按钮 3AN 为放摆按钮。

【安装与试车】

(1) 拆箱子清洗后, 将试验机移到预先做好的基础上, 用水平仪调整机座水平至 1000: 0.2 以内, 紧固地脚螺钉。

(2) 检查各部零件是否完整无损, 转动零件应灵活。

(3) 接上三相四线制 50 赫兹, 380 伏电源。

(4) 将按钮盒的插头插入插座。

(5) 接通电源开关, 指示灯应亮, 信号装置的伺服电机应反时针转动 (从工作位置看)。

(6) 按钮盒子上的钮子开关拨到“开”的位置, 按动“取摆”按钮, 主电机应转动 (此时若发现摆锤顺时针转动, 应停车, 改变电源相位), 电磁离合器应吸合, 动力传至摆轴扬摆。当挂钩碰压并越过挂摆脱机构后撞压阻尼杆, 微动开关应处于放松状态, 此时主电机应停转, 电磁离合器应脱开, 摆锤靠自重挂于挂脱摆机构上; 需要冲击时, 首先按动“退销”按钮, 然后再按动“冲击”按钮。当按动“冲击”按钮时, 阀用电磁铁通电, 顶动挂脱摆机构脱摆, 摆锤就落摆冲击→自动扬摆→挂摆, 保险销伸出。当需要放摆时, 按住“放摆”按钮, 保险销退回, 阀用电磁铁通电, 顶动挂脱摆机构向下转动, 电磁离合器吸合, 主动电机转动, 摆锤顺时针方向回转, 当转至铅垂位置时, 放下按钮即可停摆。

(7) 能量损失的检查。此为摩擦所致的能量损失的检查。指针、拨针位置调好后, 先按“取摆”按钮, 取摆→挂摆, 再按“退销”按钮, 然后按住“冲击”按钮 (或钮子开关拨向“关”), 使摆锤来回空摆。当第一次摆到最高位置时, 用手迅速地将指针拨回到度盘的左极限位置 (注意不要触及拨针和摆锤), 待摆锤第二次重新将指针推到度盘的右边后, 即可记下此时指针所指的数值, 两次之差 (第一次应为零) 除以 2, 即为冲击摆在一次摆动过程中消耗于摩擦阻力的能量。对于 300 J 摆锤能量损失应不大于 1.5 J, 对于 150 J 摆锤能量损失不大于 0.75 J。

(8) 支座跨距及其与刀刃的相对位置调整。

【使用与维护】

(1) 开机使用时须经空转运行, (方法应严格按“安装与试车”中的 5~8

进行),以检查机子是否正常。如果保险销不复位,须按动“退销”按钮,使保险销复位。

(2) 根据能量要求可选用 300 J 摆锤或 150 J 摆锤。换摆时先拧住压紧螺母、用拆卸器插入摆杆接头两侧的槽内,拧动丝杆,顶住摆轴端面即可退出,换上需要的摆锤。

(3) 使用时应经常注意钳口支座、摆锤等是否可靠地紧固住,以防止实验结果失准并发生意外事故。

(4) 摆锤挂钩与挂摆机构在接触长 3~4 mm 为宜,(出厂时已调好,用户不必再调)。若需调整,则需移动挂钩的位置。

(5) 扬摆过程中尚未挂于挂摆机构上时,工作人员不得在摆锤摆动范围内活动或工作,以免偶然断电而发生危险。

(6) 摆轴两端轴承出厂时已加油,使用单位不必加油。如经修理清晰后可加 1,2 滴缝纫机油或钟表油,其余动力轴承加凡士林或黄油。

(7) 电磁离合器衔铁与磁轭之间的距离以 2~3 mm 为宜,出厂时已调整好,使用单位不必再调整。如需调整时,应先打开侧盖,拧松调整螺母上的内三角螺钉,然后用一个圆钉插入调整螺母上的圆孔内,搬动调整螺母或转动皮带轮,使衔铁端面上三个钢球不接触磁轭端面即可。若断电情况下钢球擦着磁轭端面,会产生过大的能量损失。间隙调好后必须拧紧调整套上的螺钉。

(8) 实验完毕后,按住“放摆”按钮,摆锤转到铅垂位置时,松开“放摆”按钮,切断电源。

【读数与计算】

指示机构的作用是将实验的试样所吸收的功的大小显示出来,摆锤对试样所做的功的计算公式如下:

$$AK = M(\cos\alpha - \cos\beta)$$

式中, M 为摆锤力矩; α 为冲击前摆锤扬角; β 为冲断试样后摆锤的升起角。

如果不计算摩擦损失及空气阻力等因素,则消耗于冲断试样的功就等于冲击前摆锤所具有的位能减去冲击后摆锤所剩余的位能之差值。

由于摆锤的力矩 M 和冲击前摆锤的扬角 α 均为常数,因而只要已知冲断试样后摆锤的升起角 β ,即可根据上式算出消耗与冲断试样的功。本试验机已经预先根据上述公式将相当于各升起角 β 的功的数值算出来直接刻好在度盘上,因此冲击后可以直接读出消耗于冲断试样的功的数值,不必另行计算。

一般试样都有切槽,但试样切槽处的横截面积并不等于 100 mm^2 ,因而冲击后度盘上所读取的数值并不是材料的单位冲击韧性,为了求出材料的单位冲击韧性 A_k ,需要把试验后得到的数据除以试样在切槽处的断面积,即:

$$A_k = AK/F$$

在做标准试样试验时, $F = 0.8\text{ cm}^2$ 。

【操作步骤及注意事项】

1. 操作步骤

(1) 在安装试件之前先进行空打，记录试验机因摩擦阻力所消耗的能量，并校对零点。

(2) 稍抬摆锤，将试件紧贴支座放置，并使试件缺口的背面朝向摆锤刀刃，试件缺口应位于两支座对称中心，其偏差不应大于 0.5 mm。

(3) 按动“取摆”按钮，抬高摆锤，待听到锁住声后，方可慢慢松手。按动“冲击”按钮，摆锤下落，冲断试件，并任其向前继续摆动高点后回摆时，再将摆锤制动，从刻度盘上读取摆锤冲断试件所消耗的能量。

(4) 将摆锤下放到铅垂位置，切断电源，取下试件。

2. 注意事项

应先安装试件，后抬高摆锤。当摆锤抬起后，严禁身体进入摆锤的打击范围内。试件折断后，切勿马上拣动。

第三节 BWQ-1 型纯弯曲梁实验装置

【结构组成】

纯弯曲梁为低碳钢，弹性模量 E 约 210 GPa，泊松比 μ 为 0.28。图 1.3.1 和图 1.3.2 为 BWQ-1 型纯弯曲梁及贴片示意图。

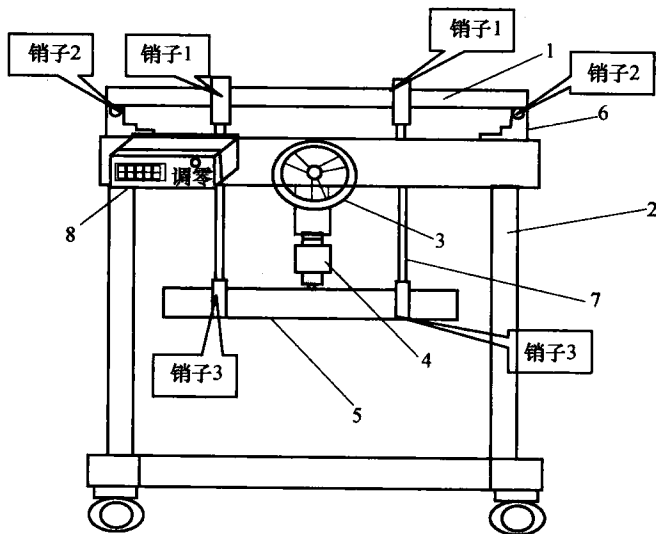


图 1.3.1 结构示意图

1—纯弯曲梁（应变片已贴好）；2—支撑框架；3—加载器（蜗轮手动）；
4—力传感器；5—承力下梁；6—支座；7—加载杆；8—测力仪（可选配）

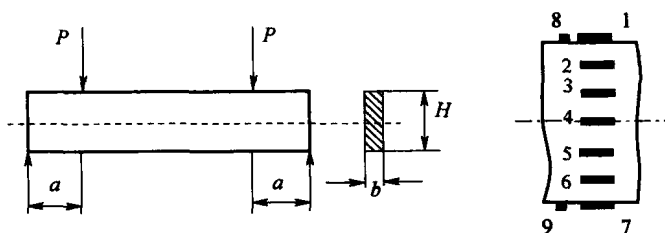


图 1.3.2 BWQ-1 型纯弯曲梁及贴片示意图

【操作步骤及注意事项】

1. 操作步骤

- (1) 开箱后将该装置上的传感器的四芯插头连接到测力仪或综合测试仪上。
- (2) 将数字测力仪开关置开，预热 10 分钟，并检查该装置是否处于正常实验状态
- (3) 将应变片按实验要求接至应变仪；
- (4) 对每片应变片用零读法，预调平衡或记录下各应变片的初读数；测力仪用螺丝刀进行调零。
- (5) 分级加载，以每级 500 N，加至 4 000 N，记录各级载荷下各应变片的应变读数（也可根据实验者需求，另定加载方案）；
- (6) 实验完毕，卸去载荷，将测力仪开关置关；
- (7) 根据实验要求进行数据处理。

2. 注意事项

- (1) 每次实验时，必须先打开测力仪，方可旋转手轮，以免损坏实验装置（如传感器、纯弯曲梁等）。
- (2) 每次实验完，必须卸载，即测力仪显示为零，再将测力仪开关置关。
- (3) 该装置只允许加 4 500 N 载荷，超载会损坏实验装置。

第四节 BDQ-1 型等强度梁实验装置

【用途】

BDQ-1 型等强度实验装置是为材料力学实验设计的。在此装置上可完成的实验有以下两种：

- (1) 测量电桥应用实验；
- (2) 等强度梁应变测定实验。

【构造】

BDQ-1 型等强度实验装置如图 1.4.1 所示。其体积小（外形尺寸 $365 \times 150 \times 270$ ），重量轻（约 4 kg），砝码加载（每级 200 g），操作轻便，加载量准确，不

易损坏，便于保管和使用。

等强度梁的变形由砝码 4 加载产生，用等强度梁上已粘贴好的应变片可完成测量电桥应用实验和等强度梁应变测定实验；若另配磁性表座和百分表，可完成等强度梁位移测定实验和位移互等定理验证实验。

等强度梁采用低碳钢材料，其弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ ， $\mu = 0.28$ 。

【操作步骤及注意事项】

1. 操作步骤

(1) 将应变片按实验要求接至应变仪。

(2) 对每片应变片用零读法，预调平衡或记录下各应变片的初读数。

(3) 分级加载，以每级 1 个砝码 10 N，加至 4 个砝码 40 N，记录各级载荷下各应变片的应变读数。

(4) 实验完毕，卸去载荷，将应变仪开关置关。

(5) 根据实验要求进行数据处理。

2. 注意事项

(1) 开箱后，将实验装置取出，安装砝码挂盘时必须把挂盘放入等强度梁的槽中（见图 1.4.1 中 A 处）。

(2) 必须调节水平调节螺钉 5，使该装置处于水平状态。

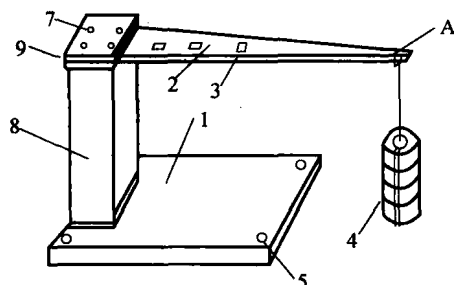


图 1.4.1 BDQ-1 型等强度梁实验装置

- 1—等强度梁座体；2—等强度梁；
3—等强度梁上下表面粘贴的五片应变片；
4—加载砝码；5—水平调节螺钉

第五节 BWN-1 型弯扭组合实验装置

【用途】

本装置是为材料力学实验设计的。在此装置上可完成的实验有以下两种：

- (1) 复合抗力下的应力、应变测定；
- (2) 受弯扭组合作用的薄管其表面任何一点主应力大小和方向的测定。

【构造】

BWN-1 型弯扭组合实验装置如图 1.5.1 所示，它由薄壁管 1（已经粘贴好应变片），扇臂 2，钢索 3，传感器 4，加载手轮 5，座体 6，数字测力仪 7 等组成。实验时，转动加载手轮，传感器受力，有信号输给数字测力仪，此时，数字测力仪显示的数字即为作用在扇臂端的载荷值，扇臂端作用力传递至薄壁管上，薄壁管产生扭矩组合应变。

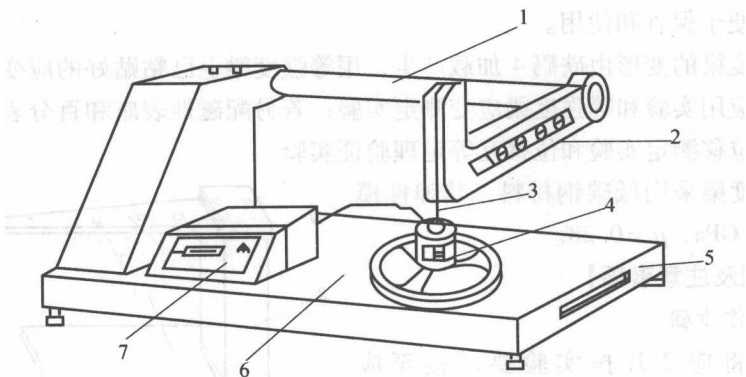


图 1.5.1 BWN-1 型弯扭组合实验装置

实验装置的架体设计采用封闭型钢及铸件配制而成，表面经喷漆处理，蜗杆及螺旋机构为内藏式。配有 S 型测力传感器，具有良好的温度特性，有较强的抗疲劳性和抗偏载力。测量范围：0 ~ 500 N；输出灵敏度：1 mV/V $\pm$ 2%；综合精度：0.05% F.S；非线性：0.02% F.S；过载能力：20%；环境温度：-10℃ ~ +40℃。实验台架一体化设计，通过旋转手轮加载，可测拉力，拉力为正，压力为负。弯扭薄壁管采用高强度铝合金精密加工而成，表面经阳极化处理，试件上所贴应变片使用 M-610 环氧树脂胶，其为高精度传感器和应力分析测量时贴应变片的专用胶。

薄壁管材料为铝合金，弹性模量 E 为 70 GPa，泊松比 μ 为 0.33。薄壁管截面尺寸如图 1.5.2 所示，截面 I—I 为被测试截面，取上下两个被测点，在每个被测点上贴一枚应变片（45°，0°，45°），共计 6 枚应变片，供不同的实验目的选用。

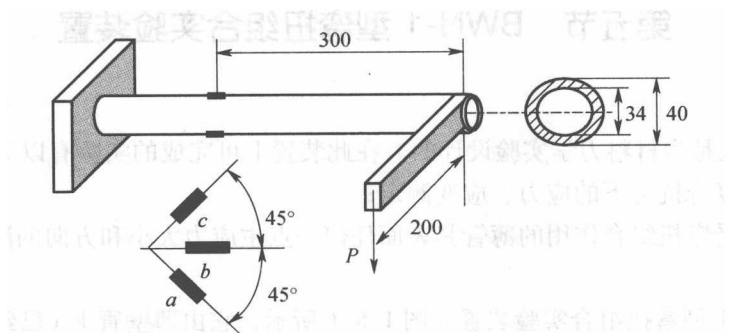


图 1.5.2 实验试件及贴应变片参考图

【操作步骤及注意事项】

1. 操作步骤

(1) 开箱后将该装置上的传感器的四芯插头连接到测力仪或综合测试仪上。