

高等学校本科生教学质量与教学改革工程

首都师范大学实验室开放基金

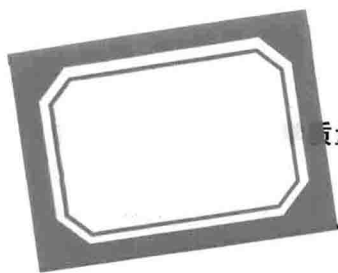
立项课题 优秀论文集

(2009~2012)

首都师范大学 条件装备处 教务处 编



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS



质量与教学改革工程

首都师范大学实验室开放基金
立项课题优秀论文集

(2009~2012)

首都师范大学 条件装备处 编
教 务 处



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

首都师范大学实验室开放基金立项课题优秀论文集:2009~2012/首都师范大学条件装备处,首都师范大学教务处编. —北京:首都师范大学出版社,2014. 1

ISBN 978-7-5656-1752-2

I. ①首… II. ①首… ②首… III. ①自然科学—文集 IV. ①N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 003092 号

SHOUDU SHIFAN DAXUE SHIYANSHI KAIFANG JIJIN LIXIANG KETI YOUXIU LUNWENJI
首都师范大学实验室开放基金立项课题优秀论文集(2009~2012)

首都师范大学 条件装备处 编
教 务 处

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京市西三环北路 105 号

邮 编 100048

电 话 68418523(总编室) 68982468(发行部)

网 址 www.cnupn.com.cn

北京集惠印刷有限责任公司印刷

全国新华书店发行

版 次 2014 年 1 月第 1 版

印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17.75

字 数 387 千

定 价 39.00 元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换

目 录

新型便携式激光测距仪的研究	王 刚 孙凌宇 薄志洋 朱 南 冯立春 (1)
气体吸附法测定固体材料的比表面和孔径分布	王玉娟 刘辰坤 文晶京 刘晓楠 杨晓白 李 建 (6)
基于 GIS 的贫困程度变化趋势监测方法研究与实现	杨灿坤 李艳芳 田金炎 (15)
成人依恋风格与情绪调节时间过程关系的研究	李 楠 (35)
影响情绪一致性效应的内外因素研究	周小帆 郭巧雯 刘俊来 (56)
新课程背景下教师 ID 的调查、分析、评价及其实施效果的研究	张一晨 刘丽南 孙丽娜 王星磊 刘雨薇 曹鑫新 刘 晗 王 艳 (68)
景泰蓝造型风格设计研究	刘怡婷 孙平平 张 岳 (76)
北京地区电子杂志盈利模式的优化和拓展	杨欣欣 闻 静 闫怡然 夏塞星 张颖颖 赵 璐 (85)
差压式液体流量计的研究	韩 雪 崔 颖 赵雨露 赵 巾 (88)
北京清水河流域现代稀性泥石流物质选释光特性	周 锐 魏明建 李东旭 张 彬 刘兆文 刘 超 何友兵 (94)
内隐工作记忆的存在：来自 ERPs 研究证据	付少丹 (103)
为学与为师——首都师范大学当代校园文化探析及专题宣传	李 倩 张 平 (113)
论述重彩材料实验性绘画研究	肖婷婷 吕显达 张玉静 (135)
丰台区“水岸经济带”文化娱乐产业发展的对比分析	李嗣莱 (142)
英语 Vox 网络教学研究	袁 林 沙浩娜 王海波 (149)
动态可重构总线数据传输管理方法设计与实现	邓 哲 朱晓燕 杜 瑞 (156)
无线非接触式体温计研究报告	刘军伶 姜 烨 杜月东 (164)
发光二极管特性研究及应用	郭丹丹 李永成 臧梦迪 (170)
The graphene nanopowder for electro-catalytic oxidation of dopamine and uric acid in the presence of ascorbic acid	Yuan Bu, Wenle Dai, Nan Li, Xinran Zhao, Xia Zuo (184)
基于体绘制的 Graph-Cuts 人机交互分割算法及应用	罗 婷 雷文静 (193)
绢质肌理情态的表现性研究	刘 洋 陈 青 邢 璐 (203)

空气湿度的测量	张秋静	王茜茜	王彤	(214)
空气特性物理量的实验研究	沈千会	姚阔	许磊	(218)
阿氏芽孢杆菌醛—酮还原酶基因的克隆与表达	魏蒙蒙	王健		(222)
通用电子信息多功能实验平台	李然	张乐婷	杨自成	李昱青 (231)
拟南芥 DNA 损伤耐受基因发掘	柳茂清	韩焕龙		(252)
情绪反应时间动力性的参数研究	彭义升	肖敏敏	朱婧菲	马雨菲 (261)
致谢				(280)

新型便携式激光测距仪的研究^{*}

王 刚 孙凌宇 薄志洋 朱 南 冯立春

指导教师：王卫宁^{**}

(首都师范大学物理系 北京 100048)

摘要：本文提出了一种新型激光测距仪的结构、测试原理和方法，该方法将激光测距技术和测角技术相结合，对传统的脉冲激光测距仪进行了改造；设计加装了2个可旋转的带有半导体激光器的手柄和一个测角仪，测角仪采用圆容栅传感器，不但可以方便测距并可以测角等，使仪器的测距方法得到改善并扩大使用功能。

关键词：激光测距；测角；圆容栅

1. 引言

自激光器发明以来，激光技术在测量领域得到广泛应用。人们研制出利用激光进行测距的各种激光测距仪。相比传统的尺子和其他光学测距方法，激光测距仪具有精度高，测量范围大，非接触测量和方便快捷等优点，被广泛应用于环境、建筑、消防、林业和户外运动等领域。激光测距仪的测距方式一般有两种：一是脉冲法，即通过记录激光在测距仪与测量物体间往返的时间，实现测距；二是相位法，即通过测量经调制的激光往返测线一次所产生的相位延迟，换算出光经往返测线所需的时间，实现测距。两种方法相比，脉冲法测距的系统较为简单，不需要合作对象，应用数字插入法测量时间间隔，可以使测距精度可达到 $\pm 1\text{ mm}$ ，并且线性好，因此其综合性能是最佳的。

目前应用的激光测距仪通过测量仪器到反射体之间的距离并用勾股定理处理数据，实现测量平面上两点间距离的功能。但因为测量中需要移动测量仪，容易引起较大的误差，此外其测试功能比较单一，使得测距仪的应用受到局限。

本文在已有的脉冲测距系统上设计加装一对带有半导体激光器的可转动手柄和一个测角仪，改善测量方法并扩大仪器的使用功能。

2. 新型便携式激光测距仪的结构、原理与应用

2.1 结构

新型便携式激光测距仪由仪器主体结构和左右两个手柄组成。手柄顶端分别安有一个用于定位的半导体激光器。手柄可以绕着手柄底端连接仪器主体的轴转动，两手柄夹角大致为 270° 。每个手柄轴连接一个测角仪。

^{*} 基金项目：国家大学生创新性实验计划项目(081002807)。首都师范大学实验室开放基金项目。

^{**} 导师简介：王卫宁，女，副教授，主要从事实验物理和激光物理教学以及太赫兹光谱与成像方面的研究。

E-mail: wwn-phy@mail. cnu. edu. cn

图 1 为新型测距仪的平面结构框图，仪器的整体结构由测距仪、测角仪、运算器、电源、显示面板和控制面板 6 部分组成。其中“1，2，3”分别为测距仪、显示面板和控制面板，是传统部件，被保留在仪器主体结构中。“4，5”分别为加装的两个手柄上的激光器，“6”为测角仪。

测距仪采用激光脉冲法测距，激光器选用半导体激光器。将脉冲自触发技术、恒比值时点判别技术以及光路系统误差修正技术相结合，可实现的高精度时间测量，测距误差约为 $\pm 1\text{mm}$ 。^[1,2,6,7,8,9,10]

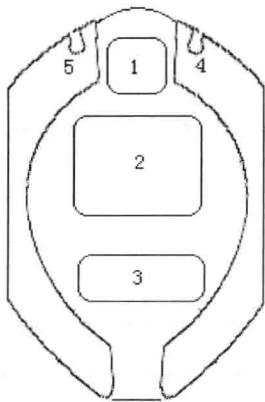


图 1 测距仪平面结构框图

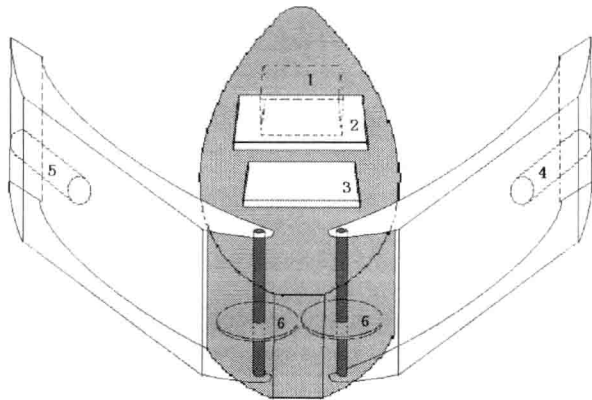


图 2 测距仪的结构图

测角仪采用圆容栅传感器设计。圆容栅的动栅盘上贴有面积、形状相同的扇形发射电极(如图 3 所示)，在动栅盘的外围是接收电极。动栅盘中央的小圆用做轴孔，用来安装动栅盘和定栅盘。设计中没有将发射电极延伸到动栅盘中心，是为了避免在发射电极的实际加工过程中造成困难，同时也可避免在电极成品中产生较大的误差。

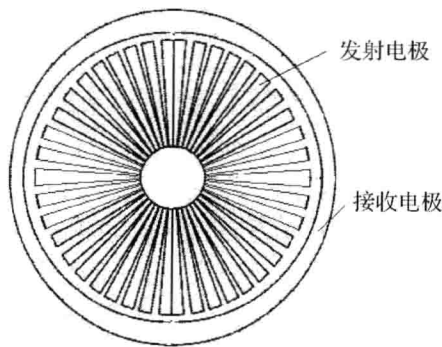


图 3 动栅盘结构示意图

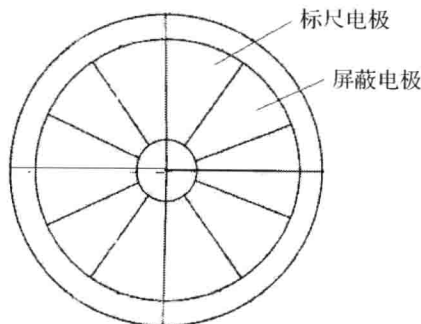


图 4 定栅盘结构示意图

圆容栅的定栅盘上贴有面积、形状相同的扇形标尺电极和屏蔽电极，彼此相连沿盘心排列(如图 4 所示)。在测量时，当动栅盘相对于定栅盘旋转时，由于发射电极与标尺电极的正对面积发生变化，使标尺电极上的感应电荷产生变化，通过接收电极的输出电

压变化,从而完成测量过程^[3]。用单片机控制的容栅测角仪结构微型化,可用电池供电。硬件主要是放大滤波电路和显示电路。主要功能依靠单片机内部功能和软件实现。测角仪的测量精度为 $\pm 3'$,测量范围 $0^\circ \sim 270^\circ$ ^[4,5,11]。

运算器的作用是根据不同的测量模式,选用相应的公式对测距仪和测角仪返回的数值进行数值运算,将结果返回给显示面板显示。电源采用锂电池供电。控制面板提供测量模式选择。

2.2 测距原理及应用

(1) 测量仪器与反射物间的距离

图5为测量光路图。当测量测距仪与反射体的距离时,采用传统激光测距仪的测量方法。使用中无需打开左右手柄,只在控制面板上选择相应的测量模式即可。测量公式:

$$D = S_1 + S_2$$

式中: S_1 和 S_2 分别为测距仪测与待测平面和测距仪到仪器主体尾端的距离。

在测量仪器到平面的距离时,用仪器的主激光在反射面上画一个十字,仪器会连续测量多组数据,取最短的一个数值输出。从而避免了由于测线与被测面不垂直造成的误差。这种测量模式是最常用的,尤其在远中距离测量中。比如测量两墙壁间的距离,就可以将测距仪尾端抵在其中一面墙壁上测量。

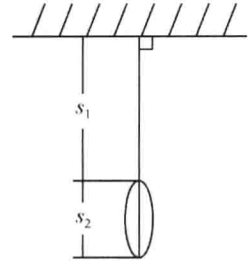


图5 点面距测量光路图

(2) 测量平面上两点距离

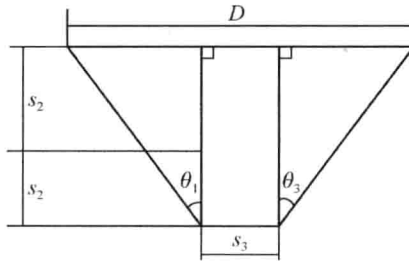


图6 测量平面上两点距离的光路图

将左右两手柄掰开,打开激光器,两手柄发出的激光分别对准待测平面上两点(图6)。测距仪到待测平面的距离 S_1 ,测角仪测量两手柄张开的角度分别为 θ_1 和 θ_2 。经过运算器的误差修正和运算,将最终结果显示在显示面板上。运算器中的运算式为:

$$D = (S_1 + S_2) \tan \theta_1 + (S_1 + S_2) \tan \theta_2 + S_3$$

式中: D 表示待测距离; S_1 表示测距仪与待测平面的距离; S_2 表示测距仪到两手柄轴所在平面的距离; S_3 表示两手柄轴间距; θ_1 表示左手柄张开的角度; θ_2 表示右手柄张开的角度。

这种测量模式是传统激光测距仪所不具备的,仅用一次测量便可实现准确测量平面上两点间距离,此方法具有操作简单快捷、精度高并且无需接触被测平面等优点。

运用不同的公式处理数据,应用此方法可以测量实际物体尺寸,两点的高度差等物理量。例如测量圆柱半径(图 7)。BC、EF 分别为两手柄射出的激光,激光束与圆柱相切。DC、DH、DE 为圆柱的半径。HG 的长度等于圆柱体到测距仪两手柄轴所在直线的距离,BG 为两手柄轴间距的一半。两手柄张开的角度相等,为 θ 。

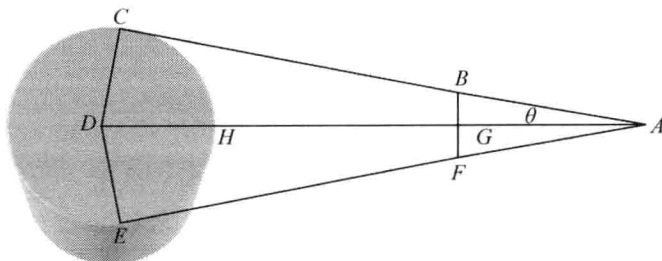


图 7 测量圆柱直径的光路图

$$\sin\theta = DC / (DH + HG + BG / \tan\theta)$$

经化简得:

$$DC = (HG \times \sin \theta + BG \times \cos \theta) / (1 - \sin \theta)$$

此外,在进行两平面夹角的测量时,只要将两手柄的直边分别与两平面充分接触,测角仪便可根据手柄转动角度测量出两平面的夹角。

2.3 误差估计

脉冲激光测距仪的测量精度为 $\pm 1\text{mm}$ ，在测量仪器与物体间的距离时，误差仅与脉冲激光测距仪有关，故此时仪器的精度为 $\pm 1\text{mm}$ 。

测角仪的测量精度为 $\pm 3'$ 。在单独使用测角仪测量两平面夹角时，待测角度等于单个手柄转动的角度的 2 倍，其测量精度为 $\pm 6'$ 。

在测量平面上两点间距离时,仪器的测量误差由测角仪和脉冲激光测距仪的误差合成。

按照式 $\Delta D = \frac{\partial D}{\partial S} \Delta S + \frac{\partial D}{\partial \theta} \Delta \theta$ 估计误差: $\Delta D = (\tan \theta_1 + \tan \theta_2) \Delta S + (S + S_1)(c \tan \theta_1 + c \tan \theta_2)(\Delta \theta_1 + \Delta \theta_2)$

假设 $S=20\text{m}$, $S_1=10\text{cm}$, $\theta_1=\theta_2=450^\circ$, $\Delta S=1\text{mm}$, $\Delta\theta_1=\Delta\theta_2=3'$, 可得误差大约为 48mm , 测量的相对误差小于 0.24% 。

3. 总结

新型便携式激光测距仪在传统激光测距仪的基础上改造而成。设计加装 2 个可旋转的带有半导体激光器的手柄和一个测角仪, 扩大了激光测距仪的使用功能, 不仅可以实现传统测距仪的功能, 还可以测量实体的尺寸和平面间夹角。测角仪采用圆容栅传感器, 测角精度高。新型激光测距仪所应用的技术已经十分成熟, 主要器件均已商品化; 其功能多、携带和操作简便等优点, 有望得到更广泛的应用。

参考文献

- [1]周武林, 岳永坚. 基于时幅转换插入法的脉冲激光测距[J]. 光电工程, 2008, 35(7): 104—108.
- [2]张捍卫, 吴斌, 许厚泽. 10^{-12} 秒精度激光测距问题的理论研究[J]. 地球物理学报, 2004, 47(4): 604—609.
- [3]杨宝生, 马修水. 圆容栅传感器原理及其误差分析[J]. 工具技术, 2003, 37(12): 57—60.
- [4]王习文, 齐欣, 宋玉泉. 容栅传感器及其发展前景[J]. 吉林大学学报(工学版), 2003, 33(2): 89—94.
- [5]吕家云, 徐磊, 蒋全胜. 容栅测角数显仪的误差分析[J]. 实验科学与技术, 2007, 2, 21—22.
- [6]冯国旭, 常保成. 高精度激光测距技术研究. 激光与红外[J]. 激光和红外, 2007, 27(11): 1137—1140.
- [7]黄震, 刘彬. 脉冲激光测距中时间间隔测量的新方法[J]. 光电子·激光, 2006, 17(9): 1153—1155.
- [8]吴刚, 李春来, 刘银年, 戴宁, 王健宇. 脉冲激光测距系统中高精度时间间隔测量模块的研究[J]. 红外与毫米波学报, 2007, 26(3): 214—216.
- [9]霍玉晶, 陈千颂, 潘志文. 脉冲激光雷达的时间间隔测量综述[J]. 激光与红外, 2001, 31(3): 136—139.
- [10]杜高社, 高玮, 赵琳. 脉冲激光测距中时间放大技术实验研究[J]. 应用光学, 2003, 24(5): 16—19.
- [11]锐鸿, 王佑. 容栅传感器刻划误差的分析计算[J]. 工具技术, 1995, (29): 41—46.

气体吸附法测定固体材料的比表面和孔径分布

王玉娟 刘辰坤 文晶京 刘晓楠 杨晓白 李 建

指导教师：王 勇

(首都师范大学化学系 北京 100048)

摘要：首先采用水热法制备了扫把形、蒲公英形、花形、刺球形、哑铃形、砒码形等六种具有不同形貌的 ZnO 结构。并采用全自动比表面积和孔隙分析仪(NOVA-1000e, 美国, 2009 年 4 月 10 日刚完成验收)测定六种 ZnO 固体材料的比表面和孔径分布, 测定过程依据国家标准“压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度第 2 部分: 气体吸附法分析介孔和大孔”(标准编号: GB/T 21650.2—2008)。通过对 ZnO 的 FESEM、比表面以及材料光催化性能的测定初步确定了 ZnO 的形貌、比表面以及光催化性能三者之间的关系。

关键词：气体吸附法; 固体材料; 比表面; 孔径分布

一、前言

多孔固体材料在催化剂、电池材料、药物载体等方面都有重要的应用, 气体吸附法是测定多孔固体材料的比表面和孔径分布的重要方法。首先, 介绍一下气体吸附法和 BET 法的基本原理。

1. 气体吸附法测定比表面积原理

气体吸附法测定比表面积原理, 是依据气体在固体表面的吸附特性, 在一定的压力下, 被测样品颗粒(吸附剂)表面在超低温下对气体分子(吸附质)具有可逆物理吸附作用, 并对应一定压力存在确定的平衡吸附量。通过测定出该平衡吸附量, 利用理论模型来等效求出被测样品的比表面积。由于实际颗粒外表面的不规则性, 严格来讲, 该方法测定的是吸附质分子所能到达的颗粒外表面和内部通孔总表面积之和, 如图 1 所示意位置。

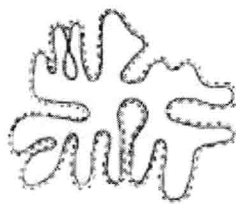


图 1 吸附质分子所能到达的颗粒外表面和内部通孔

氮气因其易获得性和良好的可逆吸附特性, 成为最常用的吸附质。通过这种方法测定的比表面积我们称之为“等效比表面积”, 所谓“等效”的概念是指: 样品的比表面积是通过其表面密排包覆(吸附)的氮气分子数量和分子最大横截面积来表征。实际测定出氮气分子在样品表面平衡饱和和吸附量(W_m), 通过不同理论模型计算出单层饱和吸附量(W_m), 进而得出分子个数, 采用表面密排六方模型计算出氮气分子等效最大横截面积(A_m), 即可求出被测样品的比表面积。计算公式如下:

$$S_t = \frac{W_m N A_m}{M} \quad (\text{式 } 1)$$

S_t : 被测样品总表面积 (m^2); W_m : 单层饱和吸附质量(g); N : 阿佛伽德罗常数

(6.02×10^{23}) ; A_m : 氮分子等效最大横截面积(密排六方理论值 $A_m = 0.162 \text{ nm}^2$); M : 氮分子的分子量。

所以, 氮吸附法计算比表面积的基本公式(被测样品总表面积除以被测样品质量):

$$S = \frac{S_t}{W} \quad (\text{式 } 2)$$

S : 被测样品总表面积 (m^2/g); W : 被测样品质量或样品实际吸附质量(g)。

由上式可看出, 准确测定样品表面单层饱和吸附量 W_m 是比表面积测定的关键。

2. BET 比表面积测定法

BET 理论计算是建立在 Brunauer、Emmett 和 Teller 三人从经典统计理论推导出的多分子层吸附公式基础上, 即著名的 BET 方程:

$$\frac{1}{W[(P_0/P) - 1]} = \frac{1}{W_m C} + \frac{C-1}{W_m C} \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (\text{式 } 3)$$

P : 吸附质分压; P_0 : 吸附剂饱和蒸汽压; W : 样品实际吸附质量 (g); W_m : 单层饱和吸附质量 (g); C : 与样品吸附能力相关的常数。

由上式可以看出, BET 方程建立了单层饱和吸附量 W_m 与多层吸附量 W 之间的数量关系, 为比表面积测定提供了很好的理论基础。

BET 方程是建立在多层吸附的理论基础之上, 与许多物质的实际吸附过程更接近, 因此测试结果可靠性更高。实际测试过程中, 通常实测 3~6 组被测样品在不同气体分压下多层吸附量 W , 以 $\frac{P}{P_0}$ 为 X 轴, $\frac{1}{W[(P_0/P) - 1]}$ 为 Y 轴, 由 BET 方程作图进行线性拟合($Y = A + BX$), 见图 2。

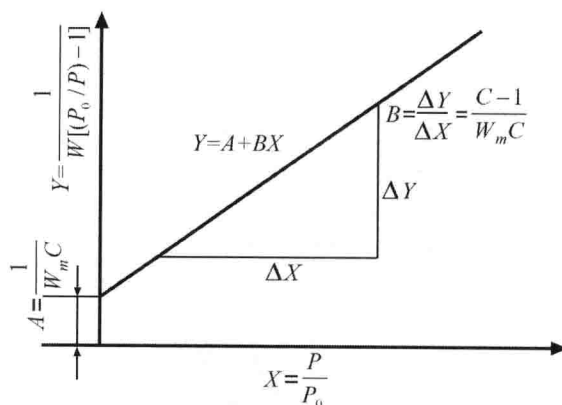


图 2 BET 方程的图的线性拟合

得到直线的斜率:

$$B = \frac{C-1}{W_m C} \quad (\text{式 } 4)$$

截距:

$$A = \frac{1}{W_m C} \quad (\text{式 } 5)$$

将(式 4)和(式 5)相加, 变换后得,

$$\text{单层饱和吸附量: } W_m = \frac{1}{A+B} \quad (\text{式 6})$$

联合(式 1)、(式 2)和(式 6), 可计算出被测样品比表面积,

$$S = \frac{S_t}{W} = \frac{W_m N A_m}{M W} = \frac{N A_m}{(A+B) M W} \quad (\text{式 7})$$

理论和实践表明, 当 $\frac{P}{P_0}$ 取点在 0.05~0.35 范围内时, BET 方程与实际吸附过程相吻合, 图形线性也很好, 因此实际测试过程中选点需在此范围内。由于选取了 3~6 组 $\frac{P}{P_0}$ 进行测定, 通常我们称之为多点 BET。当被测样品的吸附能力很强, 即 C 值很大时, 直线的截距接近于零, 可近似认为直线通过原点, 此时可只测定一组 $\frac{P}{P_0}$ 数据与原点相连求出比表面积, 我们称之为单点 BET。与多点 BET 相比, 单点 BET 结果误差会大一些。

特点: 多点 BET 理论与物质实际吸附过程更接近, 可测定样品范围广, 测试结果准确性和可信度高, 特别适合科研及生产单位使用。

二、实验装置

本实验主要采用的实验装置是美国康塔(Quantachrome)公司的全自动比表面积和孔隙分析仪, 型号 NOVA-1000e。全自动比表面积和孔隙分析仪由脱气站(包括两个加热包)、分析站(包括杜瓦瓶和升降机)和仪表控制面板组成, 装置图如图 3 所示。此外, 还包括真空泵、氮气瓶和电脑等辅助装置。

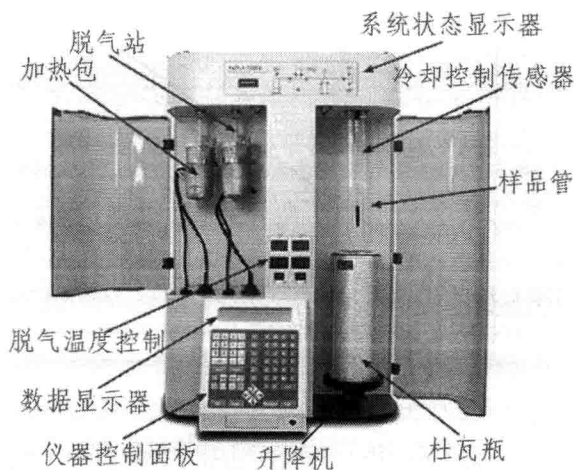


图 3 全自动比表面积和孔隙分析仪 NOVA-1000e 的装置图

三、样品的制备

本实验通过采用指导教师王勇老师制备多孔纳米材料的成熟技术, 使用水热反应釜

制备了扫把形、蒲公英形、花形、刺球形、哑铃形、砒码形等六种具有不同形貌的 ZnO，如图 4 所示。

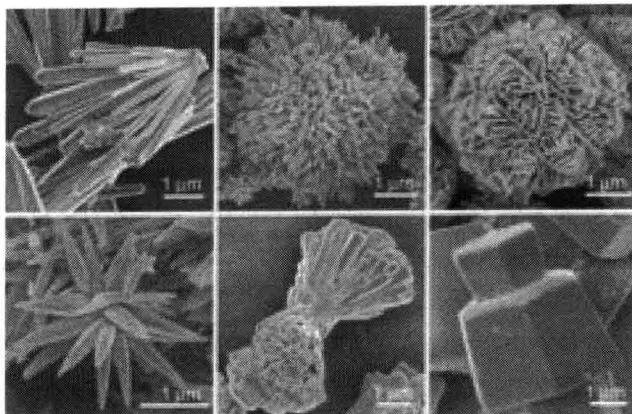


图 4 水热反应釜制备了扫把形、蒲公英形、花形、刺球形、哑铃形、砒码形等六种具有不同形貌的 ZnO

四、实验步骤

测定过程依据国家标准“压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度 第 2 部分：气体吸附法分析介孔和大孔”(标准编号：GB/T 21650.2—2008，指导教师王勇老师参加了此标准的制定)。具体如下：

1. 开机

- ① 打开真空泵(开关上有一塑料膜)；
- ② 打开氮气瓶(量程 0.4MPa 的表头压力调为 0.08MPa 以下)；
- ③ 打开测试主机；
- ④ 打开电脑。

2. 样品的脱气

本实验采用分子筛(13X)作为标准实验样品。样品在分析进行之前均需进行脱气处理，以得到纯净的样品及样品净重。

- ① 取一支干燥洁净的样品管，称出其空重并记录为 w_1 。
- ② 称取适量样品(大约 0.1 克，两粒样品)装入样品管。
- ③ 将装填了样品的样品管装在仪器脱气站上，进入仪器主菜单(main menu，可通过连续点击 Esc 键退出到 main menu 下)，依次选择 3—2—1—1，即可启动脱气操作。
- ④ 大约 10 分钟后，待快速抽空阀打开后打开加热开关进行加热，先加热到 70℃(脱水)，大约 10 分钟后，再加热到 300℃(或指定温度，低于样品烧结、变化、降解温度)，并开始计时(300℃的加热时间要超过 4 小时)。
- ⑤ 预定时间达到后关闭加热，待温度低于 50℃时，在主菜单下依次选择 3—2—1 启动卸载操作(unload，回填气过程)。

⑥ 完成后取下样品管(最好捂住管口,防止氮气溢出),取下加热包,迅速进行称重,记录重量 w_2 ,放入填充棒,装到分析站上。然后根据记录结果计算样品净重(样品重量 $w_2 - w_1$)。

3. 样品分析

点击计算机操作软件中的 operation 栏目中第一项 start analysis。填写其中各项选项。完成后在分析站的杜瓦瓶中加入适量液氮并放置在升降机上。关闭分析站门,点击 start 开始分析。

填写 start analysis 中选项的内容:

① 在 Stations-Sample 中填入样品的质量(weight)、管号(Sample,在样品管上)、测试文件名称(File Name)和 ID;

② 在 Stations-Points 中填入选点文件,可直接 Load Points,测比表面积可选“6PBET. pts”(六点 BET 文件)。

③ 点击“Start”,开始测量。

4. 关机(要等杜瓦瓶降下后,Log 分析文件显示分析结束才能关机)

① 关闭测试主机;

② 关闭氮气瓶(可以只关总阀);

③ 关闭真空泵(开关上有一塑料膜);

④ 关闭电脑。

五、结果与分析

1. 不同形貌 ZnO 的吸附脱附曲线测试

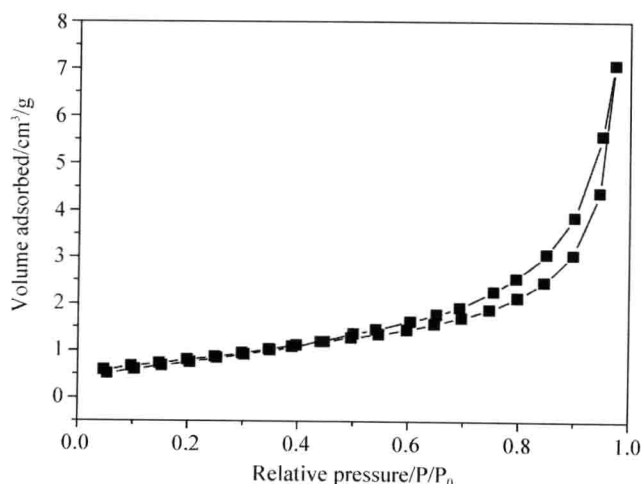


图 5 蒲公英形 ZnO 的吸附脱附曲线

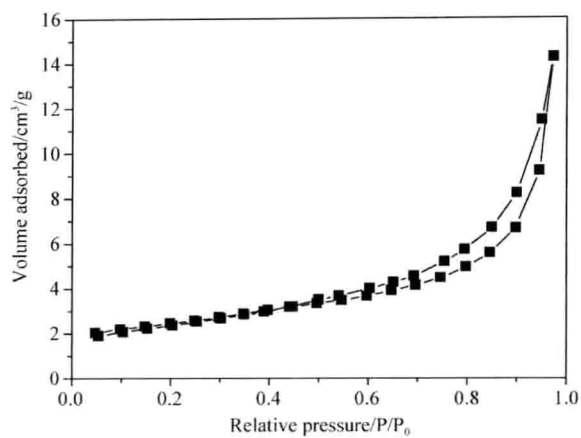


图 6 花形 ZnO 的吸附脱附曲线

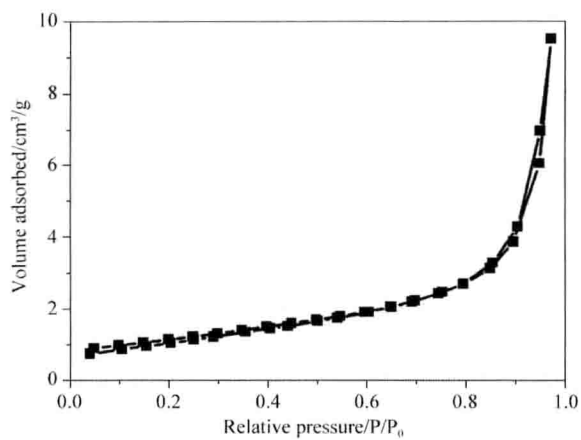


图 7 刺球形 ZnO 的吸附脱附曲线

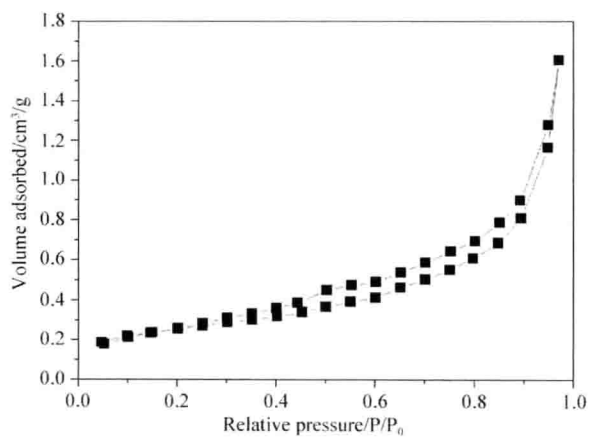


图 8 哑铃形 ZnO 的吸附脱附曲线

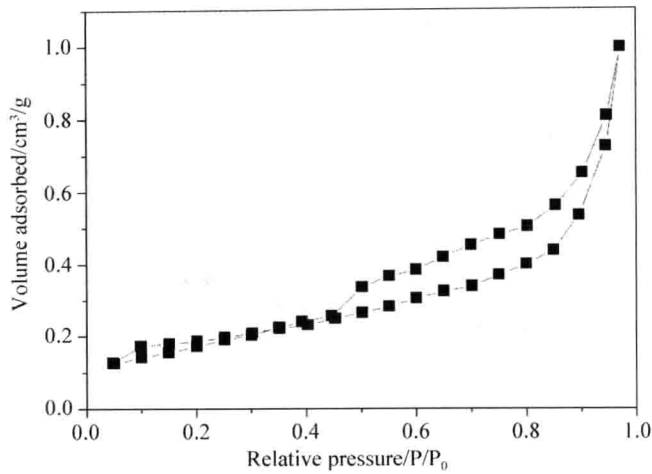


图9 砒码形 ZnO 的吸附脱附曲线

2. 不同形貌 ZnO 光催化性能研究

以染料甲基蓝作为 ZnO 光催化降解能力的指示剂，在 250mL 烧杯里装 200mL 的 $20\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的甲基蓝溶液，并加入 0.200g ZnO，使用 250W 的高压汞灯作为光催化降解光源。甲基蓝的降解能力通过紫外可见分光光度计(UV-2550, Shimadzu, 日本)在甲基蓝的最大吸收峰 665 nm 主峰的积分面积计算其降解率，以此来测定各种不同形貌的 ZnO 对染料的降解能力。

表 1 ZnO 的形貌、比表面以及光催化性能三者之间的关系

样品	A	B	C	D	E	F
形貌	扫帚形	蒲公英形	花形	刺球形	哑铃形	砒码形
BET/ $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	0.6	2.7	7.7	6.2	0.8	0.2
60 分钟的降解率/%	38.8	76.9	98.6	94.9	75.6	31.4

六、结论

通过对 ZnO 的 FESEM、比表面以及材料光催化性能的测定初步确定了 ZnO 的形貌、比表面以及光催化性能三者之间的关系。实验期间小组成员的实验设计、文献查阅、化学实验基本操作、材料合成、结构的表征、分析问题、解决问题等多方面的能力等都得到了快速有效的提高。

附：其他多孔固体材料的比表面积和孔体积

1. 介孔氧化铝