



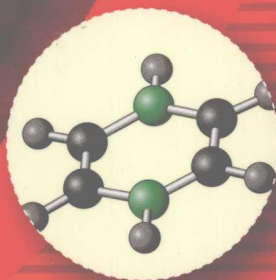
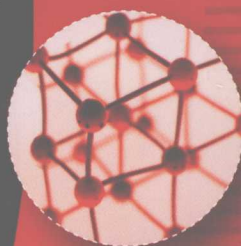
第二十四届 全国青少年科技创新大赛

获奖作品集

中国科协青少年科技中心 编

本书汇集了获得本届大赛创新成果竞赛项目一等奖和优秀科技实践活动一等奖（包括“十佳”科技实践活动）的全部作品以及创新成果竞赛项目和优秀科技实践活动二等奖、三等奖的获奖名单

光盘中收录了获得本届大赛创新成果竞赛项目一等奖、二等奖、三等奖，优秀科技实践活动一等奖（包括“十佳”科技实践活动）、二等奖、三等奖，以及少年儿童科学幻想绘画一等奖的全部作品



化学工业出版社

第二十四届

全国青少年科技创新大赛获奖作品集

中国科协青少年科技中心 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书汇集了获得第二十四届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目一等奖和优秀科技实践活动一等奖(包括“十佳”科技实践活动)的全部作品,较为详细地介绍了创新成果竞赛项目的创作目的、基本思路、制作或研究过程、最终成果等,以及优秀科技实践活动的活动主题、活动目的、活动内容、活动形式、活动过程、活动收获等;附录中刊登了获得本届大赛创新成果竞赛项目和优秀科技实践活动二等奖、三等奖的获奖名单。

随书光盘中收录了获得本届大赛创新成果竞赛项目一等奖、二等奖、三等奖,优秀科技实践活动一等奖(包括“十佳”科技实践活动)、二等奖、三等奖,以及少年儿童科学幻想绘画一等奖的全部作品,绝大部分作品包含较完整的项目资料,可供广大青少年科技活动爱好者及科技辅导员或教师借鉴与参考。

图书在版编目(CIP)数据

第二十四届全国青少年科技创新大赛获奖作品集
中国科协青少年科技中心编. —北京:化学工业出版社, 2010.1

ISBN 978-7-122-06995-5

ISBN 978-7-89472-191-4 (光盘)

I. 第… II. 中… III. 青少年-创造发明-科技成果-中国 IV. N19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 198574 号

策划编辑:王思慧

装帧设计:王晓宇

责任编辑:孙 炜 李 萃 张素芳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 27 字数 660 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:65.00 元(含 1DVD-ROM)

版权所有 违者必究

序

全国青少年科技创新大赛是一项具有 30 年历史的全国性青少年科技创新和科学研究项目的竞赛，它秉承着推动青少年科技活动的蓬勃开展，培养青少年的创新精神和实践能力，提高青少年的科技素质，鼓励优秀人才涌现的根本宗旨，已成为目前我国面向全体在校中小学生规模最大、层次最高、最具有示范性和导向性的全国青少年科技教育活动之一。举办这样大型的青少年科普活动不仅为众多热爱科学、勇于创新的青少年提供了科学展示和科技交流的舞台，更重要的是通过这种竞赛与交流活动的推动，使广大青少年的科学素养得到培养与提高。

经国务院批准，由中国科协、教育部、科技部、国家发展和改革委员会、环境保护部、国家体育总局、共青团中央、全国妇联、国家自然科学基金委员会和山东省人民政府共同主办的第二十四届全国青少年科技创新大赛于 2009 年 7 月 19 日至 7 月 24 日在济南举行。本届大赛的主题是“创新、体验、成长”。有来自全国 30 个省、自治区、直辖市以及香港特别行政区、澳门特别行政区、新疆生产建设兵团和军队子女学校共 34 支代表队的 543 名学生、189 名科技辅导员参加了为期四天的展示、问辩和测评。同期来自美国、法国、斯洛伐克、瑞典、挪威、瑞士、印度、匈牙利、韩国、泰国、丹麦、奥地利、爱尔兰、爱沙尼亚 14 个国家、48 名青少年和科技教师参加了交流和展示。今年恰逢邓小平同志为青少年科技竞赛活动题词：“青少年是祖国的未来，科学的希望！”30 周年，大赛特别设立了专题展览。

大赛期间，有 110 位主办单位领导、嘉宾、新闻媒体和 70 名领队参加，有来自全国各地的 5 千多名观摩代表和本地约 2 万多名公众观摩了大赛，大赛取得了圆满成功。

在为期 6 天的竞赛中，参赛选手通过公开展示、封闭问辩、素质测评、技能测试等评审环节，经过评审委员会科学、公平、公正的评审，共评出学生科技创新竞赛项目一等奖 75 项，二等奖 150 项，三等奖 200 项；辅导员科教创新竞赛项目一等奖 26 项，二等奖 46 项，三等奖 69 项，评选出“十佳”优秀科技辅导员 10 人；省级优秀组织单位 15 个；优秀科技实践活动一等奖 50 项（包括“十佳”科技实践活动奖 10 项），二等奖 120 项，三等奖 127 项；优秀少年儿童科学幻想绘画一等奖 100 幅，二等奖 200 幅，三等奖 586 幅；优秀科学 DV 作品一等奖 15 项，二等奖 20 项，三等奖 33 项。这些优秀项目充分展示了当代中学生的科技创新水平和关注社会、热爱生活、勇于探索、积极进取的人生态度和求知热忱。

本作品集记录了第二十四届全国青少年科技创新大赛青少年科技创新活动所取得的丰硕成果，集中体现了我国现阶段中小学生的科技活动水平，展示了新世纪我国青少年的科学素养。它的出版对推动我国青少年科技创新活动的普及，激发青少年的创新灵感和方便科技辅导员的教学活动起着积极、有益的作用。

青少年朋友们，让我们携起手来，崇尚科学，追求真知，勤奋学习，锐意进取。让科学的精神永存，让创新的智慧闪光！

中国科协科普资源共建共享办公室主任



目 录

第二十四届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目（一等奖）

地球与空间科学

基于三亮度比差法使用照相机测量大气能见度.....	2
---------------------------	---

动物学

鳞翅目昆虫幼虫雌雄辨别方法探究.....	6
白颊长臂猿“晶晶”对游客的选择性攻击行为研究.....	10
2,4-二氯苯酚对蚯蚓生理代谢的影响及蚯蚓对 2,4-二氯苯酚的清除作用研究	13
生防真菌对柑橘害螨的生物防治研究.....	16
萝卜蚜对天敌捕食的行为反应和繁殖.....	19
水仙鳞茎提取物对动物毒性作用及机理探讨.....	23
秉氏环毛蚓再生的探究	27

工程学

智能车辆水浸预警通报及断电保护系统.....	31
家电通用集成化遥控器的设计.....	33
逃生动力驾驶舱模型设计及验证.....	36
气泡控制与信息显示装置设计与试验.....	39
可以自动调节平衡的担架	43
仿生学——机械手一号	45
纵列式双涵道垂直起降陆空交通工具.....	48
个性化指纹识别技术的研究及应用.....	52
太阳能光伏、光热及制冷一体机.....	56
智能公交投币机	59
服装真假干洗研究及其判别装置.....	61
鱼塘生态水立方图生成机器人.....	65
聋哑人音乐视“听”施教装置.....	68
多通道“绿色”挂衣护理板	72
隐子五子棋	75
复杂管系钻道鼠	76
基于视觉与协同的上海世博会引导系统.....	80
边坡崩塌预警装置的研究	83
节能环保（长寿命）应急 U 盘小手电.....	87

精确到千分之一毫升的滴定器/量液器	89
-------------------------	----

化学

特种高吸水树脂的合成及在抗洪抢险中的应用	91
以废治废,降低废水处理成本	94
纳米级无机盐为基础的复合材料的制备及抑菌活性研究	97

环境科学

无磷洗衣粉对农业环境生物影响的研究	100
北京育才学校油松死亡和生长不良的原因探究	103
让虫虫落入“色”“味”陷阱	107
微生物燃料电池逆向探究的新发现	110
电子噪声监测警示装置研制及公共场所等室内电子噪声污染调查	113
石油污染土壤的微生物修复研究	116
“限塑令”前后西安市民塑料袋使用情况追踪调查	119
用不完的牙膏	123

计算机科学

操作简易的听力测试系统	125
视力测试智能化的尝试	127
基于计算机控制的光碟智能存取装置	130
家庭智能语音系统	134

社会科学

让我们 DIY 做玩具,重拾创造乐趣	137
福州市中小学德育基地使用问题调查与思考	139
传承民间艺术奇葩——粤剧的调查研究	142
天堂草原,魅力生活——蒙古族传统造型艺术在现代生活中的应用	145
关于中学生社团活动与创新型人才素质培养的调查研究	148
“坝”——中国最古老乐器的保护与传承探究	151
云南省师范大学附属小学六(4)班与新平县大沐浴村小学生学习生活状况调查比较研究	155

生物化学

单卷大疣蛛两种毒素成分的分离与鉴定	158
环境因素对中江丹参丹参酮含量及其合成相关基因表达的影响	161
研究不同茶叶的抗氧化剂含量	165

数学

等积及等周的曲线变形	167
------------------	-----

微生物学

马齿苋的抑菌性能观察及其防腐效果实验.....	172
一株高效反硝化细菌的分离鉴定及其在废水中脱氮效果研究.....	175
虫草菌株诱变选育、培养条件优化及抗疲劳活性初步研究.....	178

物理学

蜜蜂飞行特性的实验研究	183
真空式抽水机	186
家用电炊具哪个更省电的实验研究.....	188
感应起电机正转与反转起电的实验探究及新的解释	190
环保节能智能灭害灯	193
酒精焊枪	195

医药与健康学

慢性心理应激对健康影响的分子机制探究.....	197
网瘾青少年脑部可疑病变的发现与初步探究.....	200
一种新的腓骨肌萎缩症致病基因突变的发现与研究.....	203
不同运动方式对肥胖小鼠减肥效果的研究.....	206

植物学

西兰花和黄瓜轮作对黄瓜枯萎病及其生长和产量的影响.....	210
北京金山四种植物的相关生长研究.....	213
夹竹桃叶提取液杀虫效果的探究.....	216
威灵仙药材野生转家种试验研究.....	218
耐盐植物绒毛白蜡抗菌活性物质研究.....	221
新疆野生沙葱生长现状及与栽培种的繁殖比较.....	224
蒜苗生长的秘密	226
秋茄生长对赤潮影响的实验研究.....	228

第二十四届全国青少年科技创新大赛“十佳”科技实践活动

澳门古树考察	232
爱粮惜粮 节粮行动	236
农五师中学师生徒步考察荒漠原生态.....	239
厦门快速公交运营系统(BRT)调查研究	242
珠海食虫植物猪笼草考察	246
走入衡水湖,探索湿地奥秘	249
中牟县木本植物调查报告	251

“需求与创新”科技设计	256
节能小当家——2008 年上海市杨浦区青少年家庭节能实践活动	259
节约你的口袋 绿色你的脑袋	262

第二十四届全国青少年科技创新大赛优秀科技实践活动（一等奖）

节粮行动，从我开始	265
节能环保我能行	268
科学避震 学会自救	270
垃圾分类——让城市环境更美好	273
蓝天集结号 承载飞天梦——记“我的飞行器”科普实践活动	276
漫游五彩纸世界，感悟绿色环保情——“有趣的纸世界”科技实践活动	278
木工模型结构设计与制作	281
快乐·体验	284
农村固体垃圾污染及综合治理	287
同饮一江水，共护母亲河——绿色西部行系列科普活动	291
“限塑”你我他 环保靠大家	294
关注农村场镇水源污染 推动城乡环境综合治理——管村场镇水污染现状调查	297
可再生能源之地热能在南宁市的应用	300
探究城墙历史，传承古都文化	303
城市垃圾情况调查活动	306
计算机节能行动	309
“MY BAG”实践与创新活动	312
降温地球——我们能做什么？——青少年环保体验实践活动	316
“节粮在我身边”科技实践活动	319
“求知”走向清水河实践活动	323
创新在我身边	326
方框里的科学与人文——长宁区青少年摄影实践系列活动	328
关爱上海的母亲河系列活动	331
航天英雄成就梦想 家乡人民为你自豪	335
合水县土壤速效养分的调查	338
现代都市小农夫在行动	342
人与自然和谐发展	345
认草种草养草爱心草 让生活的绿色多一点——农资科技实践活动	349
探究纸的神奇，体验纸的力量——纸的拉力和撑力实验	353
探秘种子王国——科技实践系列活动	357
《还有多少？》——探究本土野生植物的回归	360
同饮长江水，珍惜水资源	364
垃圾废物再利用 变废为宝好处多	367

定点观测沙尘暴	370
一杯水和两支管的实验探究活动.....	372
走科学发展之路 保障波斯腾湖区生态安全.....	376
天空中的眼睛——麻雀繁殖习性及其栖息地保护对策的研究.....	379
探索植物科学之美——植物科学摄影与科幻画创作	382
体验杠杆	385
走进竹乡 走近自然 走向科学.....	388
 附录 1 第二十四届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目二、三等奖获奖名单	390
附录 2 第二十四届全国青少年科技创新大赛优秀科技实践活动二、三等奖获奖名单	409

第二十四届全国青少年科技创新大赛
创新成果竞赛项目（一等奖）

基于三亮度比差法使用照相机测量大气能见度

华东师范大学第二附属中学 苏子牧

指导老师 王保卫

一、研究内容

本课题使用手动调节参数的数码相机测量大气能见度，并创立了三亮度比差法。该法采用标准大气气溶胶散射模型，通过计算在一定程度上消除了多项干扰——背景光、漫射光、目标视线方向天光背景、相机暗电流及目标物反射光幅值的影响，并在此基础上做出了误差分析和实际测量。相比于数字摄像法的双亮度法，三亮度比差法从理论上消除了难以明确测量且对测量结果影响较大的因素——目标物视线方向天光亮度的影响，并提出测量主体为单一目标物不同拍摄点的新的测量方式。

二、测量方法

1. RGB 色值与灰度值的转化

根据所用相机，选用简化的 sRGB-IEC61966-2.1RGB 空间，转换公式为：

$$Gray = (0.2126R^{2.2} + 0.7152G^{2.2} + 0.0722B^{2.2})^{\frac{1}{2.2}} \quad (1)$$

2. 二色散射大气模型

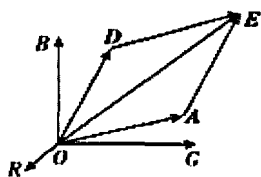


图1 二色散射大气模型

二色大气散射模型可以用来描述空气中存在大量气溶胶粒子的情况下拍摄物体得到的 RGB 色值。令 R、G、B（红、绿、蓝三色）为 X、Y、Z 坐标轴，建立三维坐标系，二色大气散射模型表明，一台数码相机在空气中存在大量气溶胶粒子情况下，拍摄得到的目标物视见色值 E 可以是大气光色值 A 和目标物反射光色值 D 的线性组合，即 D、A 和 E 在 RGB 坐标系中位于相同的二色平面，如图 1 所示。

3. Kochmieder 公式的应用

对于一个距拍摄点为 1 的黑色目标，假定目标物与拍摄点间的大气为均匀湍流介质，并由很多均匀的小散射体组成，忽略衍射和地球曲率效应，且散射体对光的散射作用不互相干扰，则它的视见亮度即空气中大气气溶胶导致的散射光强度，可由 Kochmieder 式 (2) 表示。

$$B = B_0(1 - e^{-u}) \quad (2)$$

4. 三亮度比差法测量大气能见度

三亮度比差法通过多点拍摄抵消了漫射光、相机暗电流、背景光、目标视线方向天光亮度及目标物幅值，能在一定程度上减小测量误差。进行一系列假设后，可以由式(3)求得能见度。

$$V = \frac{3.912}{k} \quad (3)$$

5. 测量方式

三亮度比差法的测量主体可以由一个目标和3个拍摄点组成，如图2所示。

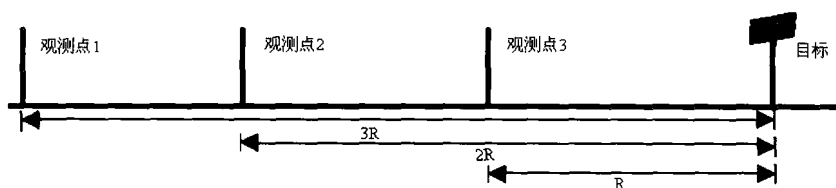


图2 三亮度比差法测量方式

三、干扰和误差

1. 照相机参数的影响

控制照相机通光量的参数有曝光时间、感光度、光圈、暗电流。其中，通过实验得到的曝光时间、感光度、光圈与拍摄得到的物体灰度的关系，将提供使用不同相机参数测量大气能见度的理论。

2. 基于三亮度比差法公式的误差分析

三亮度比差法公式为：

$$\frac{B_1 - B_2}{B_2 - B_3} = \frac{e^{-kL_1} - e^{-kL_2}}{e^{-kL_2} - e^{-kL_3}}$$

上式可以转化为：

$$\frac{B_1 - B_2}{B_2 - B_3} = e^{kR} \quad (4)$$

由此分析可以得出如下结论。

(1) 目标物视见亮度允许误差的绝对值与能见度相对误差的绝对值变化趋势相同，从而在对能见度要求更严格的情况下，目标物视见亮度的允许误差更小。

(2) 相同能见度相对误差范围内，目标物视见亮度的允许误差随能见度与一倍拍摄距离比值的变化趋势相反。所以，在高能见度的情况下，对于测量环境的要求也就更严格。

(3) 若在某时拍摄目标物, 能见度 V 不变, 为缩小 s 值 ($s=V/R$), 可以增加可变量 R 。所以, 在观测场地以及环境允许的情况下, 可以尽量延长拍摄距离, 以扩大能见度测量的允许误差。

(4) 在 CCD 线性范围内, 可以尽量增加相机通光量, 以扩大能见度测量的允许误差。

(5) 在较低能见度的情况下, 一倍拍摄距离下, 能见度测量的允许误差比在两倍、三倍处大, 从而相对于在两倍、三倍拍摄距离下拍摄, 对拍摄环境的要求也就比较宽松。

3. 周围环境的影响

主要是对目标物反射光、漫射光和背景光, 目标视线方向的天光亮度差异对视线仰角的要求, 空气中散射体的不均匀性, Kochmieder 公式的应用范围等几个方面的因素进行了研究。

四、能见度测量

1. 数据

为验证三亮度比差法应用于实际测量的可行性, 本课题选取在不同天气并在同一地点拍摄测量能见度。由于在宽阔的路面上拍摄, 周围环境基本以多层建筑和建筑空地为主, 保证了拍摄点及拍摄点与目标物连线周围环境、地形的一致性。在同一地点不同天气的影响下, 能见度有着显著的不同, 多云与晴朗天气状况下的能见度基本高于阴雨天天气状况下的能见度。通过拍摄得到的多组能见度数值显示, 样本标准差为 429.1681m, 与平均值相比误差为 5.71%, 误差可能来源于在不同拍摄点漫射光、背景光、相机暗电流、目标物反射光幅值的差异或是曝光时间与相机通光量线性不平稳带来的影响等。综上所述, 本次实际测量初步验证了三亮度比差法的可行性。

2. 与专业仪器的数据对比

为进一步验证使用三亮度比差法测量大气能见度的可行性, 本课题的测量数据与专业仪器进行了对比。对比得知, 使用三亮度比差法测量能见度与激光雷达测量相比, 误差大致在 15% 内, 且测得的能见度变化趋势与专业仪器相比大致相同, 误差可能来源于天光的迅速变化以及种种影响因素。因此, 三亮度比差法用于大气能见度的测量是可行的。

五、讨论

1. 另一种测量方式

另一种测量方式如图 3 所示。



图 3 三亮度比差法的另一种测量方式

该测量方式可以由一个拍摄点和 3 个目标物组成。理想条件下, 拍摄点与三个目标物高度相同, 目标物接近于绝对黑体且反射率相同, 在方位角上基本重合, 周围的环境、地形以及日照条件基本相同; 拍摄点与目标物的距离分别为 R 、 $2R$ 、 $3R$, 故 3 个目标物可以拍摄在同一照片内。若拍摄点与 3 个目标物的高度不同, 要考虑目标视线方向天光亮度的差异, 这与 3 个目标与观测点的视线仰角差有关。

相比于前一种测量方式, 该测量方式更难应用于实地测量。因为现实中很难找到 3 个反射率几乎相同、间隔达到数百米以上的目标物, 但该方式相比于前一种方式误差更小, 从而适用范围更广。由于器材和场地限制, 本课题采用前一种测量方式, 并尽量减少误差范围。

2. 对实际测量的讨论

(1) 天气以及早晨傍晚时段的影响。若采用三点一物的测量方式, 须考虑前后在 3 个拍摄点拍摄时, 日照条件(与背景光、漫射光及目标物反射光幅值有关)应尽量相同。在多云天气或早晨傍晚时分, 日照情况变化迅速, 故拍摄时间间隔应尽量短, 否则会引起较大的能见度相对误差; 在阴天或太阳高度角较高时, 日照条件较为均匀, 产生能见度相对误差的可能性相对于多云天气较小。若采用三物一点的测量方式, 可以避免日照强度随时间变化带来的影响。

(2) 拍摄距离。如果延长拍摄距离, 可以减小误差发生的可能性, 故在保证观测场地允许, 漫射光、背景光强度近似, 视线仰角差尽量小, 以及拍摄时间间隔尽量短的前提下, 观测距离应尽量长。

(3) 目标物。考虑目标物在远距离被拍摄时, 在照片中所占的像素长应满足处理数据的要求, 且使测量条件更近似于理想条件, 目标物应是颜色较深的高大建筑物, 且反光不能过强, 因此不能选用有玻璃幕墙的或是颜色较浅的建筑物。

(4) 漫射光以及空气中散射体均匀性的影响。若采用三点一物的测量方式, 必须考虑拍摄点以及拍摄点与目标连线周围的环境、日照条件、地形尽量相似, 从而使得不同拍摄地点漫射光的强度相同, 并满足 Kochmieder 公式的假定条件, 即空气中散射体必须均匀, 故 3 个拍摄地点应全部选在建筑物的阴影里或是全部选在日光下, 且在开阔的路面上进行亦可; 若采用三物一点的测量方式, 可以忽略不同拍摄点漫射光强度的差异带来的误差, 只需保证拍摄点与目标连线周围的环境、光照条件、地形尽量相似即可。

鳞翅目昆虫幼虫雌雄辨别方法探究

中国人民大学附属中学分校 陈睿敏

指导老师 虞国跃 孙欣 范克科

一、选题背景

米虫即印度谷螟的幼虫，无翅，足不明显，而它的成虫有带鳞片的翅，外貌与幼虫完全不同，属于全变态昆虫鳞翅目。许多鳞翅目幼虫的表皮下都有类似“标记”的斑纹，如松实小卷蛾幼虫以及小菜蛾幼虫等。以往的研究发现这种“标记”斑纹，会因性别不同而有所差异，即“标记”的出现往往与特定的性别相关，这就可以在研究与实践中提早鉴定昆虫的性别。而全变态昆虫幼虫的雌雄分辨是比较困难的，若能准确区分幼虫的雌雄，不但有利于计算昆虫种群的性别比和繁殖率，推测种群的发展趋势，而且还为种群调控提供基础，进而达到利用益虫并及早消灭害虫的目的。

二、实验内容

1. 实验材料、观察仪器

(1) 实验材料：印度谷螟老熟幼虫、小菜蛾幼虫（3~4龄）、菜青虫老熟幼虫；红枣、大米、小米、卷心菜、白菜；培养皿（直径为8cm、11cm玻璃器皿）。

(2) 观察仪器：解剖显微镜（XSJ-16型），生物显微镜（XSP-00型）和光学显微镜（尼康SMZ1500）。

(3) 实验温度及湿度：实验期间室内温度为15~27℃，相对湿度40%~75%。

2. 实验方法

通过印度谷螟、小菜蛾、菜青虫3种昆虫老熟幼虫及蛹、成虫的饲养观察，研究分析其身上“标记”与性别的对应情况，进而探讨通过皮下“标记”辨别鳞翅目昆虫幼虫性别方法的普遍适用性。每种昆虫实验中，分别采用单独饲养和对照饲养两种方法进行观察、验证。此外，还观察了野外其他昆虫的形态，进行对比分析。

三、实验结果及分析

1. 印度谷螟的实验

选择体长为10mm左右的幼虫10条进行喂养，对老熟幼虫、蛹生长过程中皮下浅褐色“标记”变化情况进行观察，通过成虫性别的鉴定（显微镜观察），归纳幼虫皮下“标记”与性别的相关情况。

通过实验发现，老熟幼虫（倒数第4~5节之间）的浅褐色皮下“标记”与其性别有非

常强的相关性，因此，基本可以确认该浅褐色“标记”为印度谷螟的睪丸组织。

皮下“标记”只有在老熟幼虫阶段才能用肉眼观察到。分析原因，应该是幼虫的相关组织随其“年龄”生长，至老熟幼虫阶段，皮下睪丸组织已经成熟，所以可以用肉眼观察到。上述实验中第一组幼虫皮下浅褐色“标记”的逐步显现充分说明了这一点。

肉眼观察到有皮下“标记”的幼虫可以确定为雄虫，但没有观察到的不一定就是雌虫，其原因可能是皮下“标记”颜色浅，或观察上存在欠缺。如第二组实验中一条雄虫始终没有观察到皮下“标记”。

进行了两组重复实验，观察结果归纳如表 1 所示。

表 1 印度谷螟观察实验记录

项 目	实 验			重复实验		
基本情况	10 条老熟幼虫，其中 2 条可见皮下浅黄色“标记”，按照此“标记”的有无将幼虫分为 2 组			10 条老熟幼虫，其中 5 条可见皮下浅黄色“标记”		
分组	1 组（有“标记”）	2 组（无“标记”）	备注	1 组（皮下有浅黄色“标记”）	2 组（皮下无浅黄色“标记”）	备注
幼虫数量（条）	2	8		5	5	
化蛹前约 10 天	至化蛹，幼虫身上浅黄色“标记”一直清晰可见	本组幼虫中有 3 条皮下出现浅黄色“标记”		至化蛹，幼虫身上浅黄色“标记”一直清晰可见	至化蛹，幼虫身上一直无浅黄色“标记”	1 条无“标记”幼虫“逃跑”了
化蛹时浅黄色“标记”幼虫数量（条）	2	3		5	4	
化蛹	初期幼虫吐丝并将自己包裹在其中，颜色由米黄变为浅翠绿后变为深褐色					
羽化	成虫（存活 10 天左右）	成虫（存活 10 天左右）		成虫（存活 10 天左右）	成虫（存活 10 天左右）	
成虫性别鉴定	雄性：1（1 条因成虫标本被蚕食而无法辨认性别）	雄性：4 雌性：4	其中 1 条雄虫一直没有观察到有皮下“标记”	雄性：5	雄性：1 雌性：3	其中 1 条雄虫一直没有观察到有皮下“标记”
对应情况（%）	100%	87.5%		100%	75%	
备注	吃掉成虫标本的是一种棕色的甲虫，体长约 1mm，身上有光亮					

由实验可知，无“标记”雄虫占实验样本总数的 10%左右，重复实验的数据吻合性较好。

2. 小菜蛾的实验

选择 3~4 龄的幼虫进行实验，观察结果归纳如表 2 所示。

表 2 小菜蛾观察实验记录

项 目	实 验		说 明
实验准备	8 条老熟幼虫,其中 5 条可见身上倒数 4、5 节皮下有淡黄色“标记”,按照皮下“标记”的有、无分组		20 条幼虫,但由于喂养环境过于潮湿,部分虫子死了,于是选择 3~4 龄老熟幼虫观察
分组	有(1 组)	无(2 组)	
幼虫数量(条)	5	3	
化蛹、羽化	小菜蛾首先吐丝将自己包裹在内,并很快由翠绿色变为土黄色的蛹		
化蛹时幼虫“标记”情况	5	3	
成虫性别鉴定	雄性: 5	雄性: 1; 雌性: 2	1 条雄虫始终没有观察到皮下“标记”
对应情况(%)	100%	67%	
备注	随着幼虫的长大,自 3 龄开始,可以观察到皮下睾丸组织(“标记”)若隐若现,至 4 龄清晰可见		

由实验结果分析发现:小菜蛾自 3 龄开始,可以观察到皮下睾丸器官(但处于若隐若现状态,需要仔细观察),随着幼虫的长大(至 4 龄),皮下睾丸组织比较清晰可见;观察到的小菜蛾皮下“标记”与其性别的对应关系较好,但也出现了雄虫幼虫阶段无明显皮下“标记”的现象。

3. 菜青虫的实验

考虑到印度谷螟、小菜蛾实验的一致性,现仍选择一批老熟菜青虫的幼虫进行观察实验。通过观察可以发现,菜青虫幼虫皮下黄色“标记”与其性别的对应也很好。第 1 组实验中,幼虫阶段能够观察到有皮下“标记”的幼虫都是雄虫;而第 2 组实验中,有 3 条在幼虫阶段未观察到皮下“标记”,除 2 条为雌性外,还有 1 条为雄性。菜青虫实验观察结果如表 3 所示。

表 3 菜青虫观察实验记录

项 目	实 验		备 注
实验准备	40 条大小不一幼虫。因培养皿内生长环境潮湿,大部分虫子死了,于是选择老熟幼虫 10 条		
分组	有(1 组)	无(2 组)	按照倒数第 4、5 节是否有黄色皮下“标记”分别喂养
幼虫数量(条)	6	4	
化蛹	用丝把自己固定在容器壁上		丝非常细,分左右两侧将相对硕大的蛹挂在光滑的容器壁上
化蛹时“标记”对应情况(条)	6	4	