

第一章 绪论

一、昆虫王国的骄子

蝴蝶，在动物分类学中属节肢动物门、昆虫纲、鳞翅目、锤角亚目，是昆虫纲中的华丽家族，以其鲜艳美丽的鳞被和翩然多姿的体态(见图 1-1、1-2、1-3、1-4)，自古以来就受到人们的喜爱。并被誉为大自然的精灵，会飞的花朵，动物王国里最娇艳的生命，同时它也被视作和平、幸福和爱情忠贞的象征。古往今来，作家、诗人、画

家都把蝴蝶作为讴歌的对象，写下了不少脍炙人口的诗篇。随着社会的发展和人们物质生活水平的提高，精神、文化生活的享受也变得越来越丰富，返璞归真又成为人类回归自然、与大自然和谐共处的审美情趣的追求。蝴蝶以其动人的色彩而倍受人们青睐。



图 1-1 五色梅花蜜的达摩凤蝶 *Papilio damoleus*



图 1-2 访花的虎斑蝶 *Danaus genutia*



图 1-3 正在沙滩吸水的巴黎翠凤蝶
Papilio paris Linnaeus



图 1-4 访花的蕾青斑蝶
Tirumala septentrionis (Butler)

二、蝴蝶的价值

1. 经济价值

(1) 出口创汇

世界最大的蝴蝶出口基地分别是南美的巴西、秘鲁；太平洋地区的巴布亚新几内亚、马来西亚；中部非洲的喀麦隆、刚果以及我国台湾等地。其中，巴西蝴蝶出口历史最长，已有100多年。出口蝴蝶的大多是一些盛产蝴蝶的国家和地区，而消费国的蝴蝶种类大都十分贫乏。在这些国家，每只蝴蝶标本价格为数十到数百美元，珍稀种可达万美元以上。目前，国际蝴蝶贸易额每年为数亿美元，还有大量民间贸易无法统计，也有人估计实际贸易额超过10亿美元以上。

(2) 加工制作蝴蝶工艺美术品

现代，由于人们对回归自然的需要，对自然物品的喜爱，也促使了他们偏爱五彩缤纷的蝴蝶制品，如蝶翅画等工艺品(见图1-5)。盛产蝴蝶的国家和地区，在开展蝴蝶标本出口的同时，不同程度地对蝴蝶进行生产、加工和开发，生产出各种工艺美术制品。其中以台湾蝴蝶产品制作最为精美，价格最高。蝴蝶制品的消费国主要有日本、美国以及欧洲的英、法、德等发达国家。

2. 旅游观赏价值

20世纪80年代以来，结合旅游业的开展，世界各地都在举办蝴蝶展览，这些展览以蝴蝶标本展览为基本形式，主要是将蝴蝶及各种昆虫知识以文字或图片形式陈列于馆内，还备有各种宣传资料，使公众在欣赏美丽的蝴蝶的同时学习自然科普知识，并接受热爱自然、保护自然的宣传教育，还可向游客出售各种精美的蝴蝶工艺品。

近年来，有少数的蝴蝶展览馆别出心裁地开展活蝴蝶展览，给蝴蝶展览行业注入了生机与活力。当人们步入展览馆，各种各样五彩缤纷的蝴蝶在花丛、水边追逐嬉戏、翩翩起舞，给人们一个动态的鲜活的感受，让人们在轻松愉快的气氛中学习更多的生态学知识。这些“活蝴蝶展览馆”特别受在校学生和学龄前儿童的欢迎，有的展览馆还允许孩子捕捉部分蝴蝶，使游客增添娱乐性和参与性。但规定捉到的蝴蝶不得伤害，也不准带出馆外，必须在馆内放飞。活蝴蝶展览馆在出售各种精美的蝴蝶工艺品的同时还出售各种活蝴蝶和蛹，让游客带回家去

張果老

壬申冬



图1-5 精美的蝴蝶翅画卡: 张果老倒骑驴

繁殖、观赏和研究。一般活蝴蝶展览馆内都安装有空调设备,以保证蝴蝶交配、繁殖、孵化、幼虫生长和成虫生活的温度和湿度。同时可为深入研究蝴蝶生理生态创造良好的环境条件。当然,这样的展览馆成本也会更高一些。

总体看来,开展以蝴蝶为主的展览其经济效益是巨大的。这是一种引导人们认识自然、保护自然、寓教于乐的理想途径。也给我们提供一种推行人与自然和谐发展的生动、典型的例子。

3. 科研、教学价值

采集和养殖的蝴蝶,均可为科研、教学单位提供成套的蝴蝶标本、生活史系列标本、实验实习材料和教具。教学单位可用这些标本向学生讲授有关昆虫知识;科研单位可根据蝴蝶的色彩研究其色谱,用色谱进行各种图案、色彩的设计,还可研究蝴蝶的保护色、拟态等,应用于仿生学;同时还可结合实际情况,开展科普宣传活动。

在蝴蝶进行研究的过程中,不断有新的发现。蝴蝶家族之所以如此兴旺,要归功于那高超的伪装艺术,它利用翅膀上色彩斑斓的不同纹饰,蒙骗食蝶的鸟类的眼睛,以达到保护自己的目的。近年来,人们惊奇地发现,蝴蝶翅膀上的纹饰的许多怪异现象,如美国动物摄影师基尔·桑维德近年发现有的蝴蝶翅膀上的纹饰,居然是全套的英文字母表,有的则是从0到9的阿拉伯数字的纹饰。还有人发现,在蝴蝶翅膀上竟神奇地显示出一些简单的中文字和符号,如“田”、“王”、“口”、“八”、“⊙”、“=”“≈”、“×”、“~”等等。气候决定蝴蝶形态,一位在毛里求斯工作的英国科学家H·曼杰勒斯对蝴

蝶进行分类,并留下了155种蝴蝶标本,包括一些稀有物种。同时,他还坚持每昼夜两次记录下了当地的气温与雨量。后来,一些生物学家在研究这些标本和记录时发现,同种蝴蝶形态的差别,与当地气温、湿度有一定关系,但这个假说一直未被认可。不久前,有人用数理统计的方法,重新分析了这些标本与气候记录后,不仅完全证明了这个假说,而且得出一个肯定的结论:蝴蝶形态的差别,取决于它从蛹变为成虫前2~3周内的气温和湿度。

当今世界毒品泛滥,使许多国家当局大伤脑筋。秘鲁一位科学家发现,一种白色小蝴蝶,专门啃咬可卡因树,凡被它吸咬过的可卡因树,很快就枯死,为扫除毒品提供了新的途径。蝴蝶成了扫毒卫士。

1992年,有人在红锯蛱蝶(*Cethosia biblis*)的双翅上发现了20个引吭高歌的人像,每翅五个,其中前翅从下往上数第一个酷似美国60年代著名影星玛丽莲·梦露,因此,将这种蝴蝶起名为“梦露蝶”。这是人类第一次在蝶翅上找到了自己的形象,此蝶也因此而身价倍增(1998,吴云)。

4. 自然生态价值

蝴蝶成虫在吸取花蜜的过程中,充当了多种植物传粉的重要媒介,而大多数的幼虫又为其他昆虫、鸟类、两栖类等动物提供了食物,因此,可以说蝴蝶是维持自然生态平衡的一大类重要物种,是生态系统食物链不可缺少的环节,是生物多样性的重要组成部分。同时,因蝴蝶对周围环境的变化特别敏感,因而它们也成了环境变化的重要生态学指标。

5. 医药价值

据明代李时珍《本草纲目》(虫部第四十卷)(人民卫生出版社1989年版)有如下记载:

蛱蝶·纲目

【释名】蝴蝶(时珍曰)蛱蝶轻薄,夹翅而飞,然也。蝶美于须,蛾美于眉,故又名蝴蝶,俗谓须为胡也(见图1-6)。

【集解】(时珍曰)蝶,蛾类也。大曰蝶,小曰蛾。其种甚繁,皆四翅有粉,好嗅花香,以须代鼻,交则粉退。古今注谓橘蠹化蝶,尔雅翼谓菜虫化蝶,列子谓乌足之叶化蝶,埤雅谓蔬菜化蝶,酉阳杂俎谓百合花化蝶,北户录谓树叶化蝶如丹青,野史谓彩裙化蝶,皆各据其所见者而言尔。盖不知囊诸虫,至老俱各蜕而为蝶、为蛾,如蚕这必羽化也。朽衣物亦必生虫而化。草木花叶之

化者,乃气化、风化也。其色亦各随其虫所食花叶,及所化之物色而然。杨慎丹铅录云:有草蝶、水蝶在水中。岭南异物志载:有人浮南海,见蛱蝶大如蒲帆,称肉得八十斤,啖之极肥美。

【气味】阙

【主治】小儿脱肛。阴干为末,唾调半钱涂手心,以瘥为度。

【发明】(时珍曰)胡蝶古方无用者,惟普济方载此方治脱肛,亦不知用何等蝶也。

6. 食用价值

在非洲,白粉蝶的幼虫被作为食物,墨西哥喜食弄蝶的幼虫,而日本人则食用凤蝶的幼虫。在印度尼西亚的巴厘岛上,人们吃烘烤的蝴蝶和飞蛾的幼虫。当然,作为食用的蝴蝶必须是能大量繁殖的种群。



图 1-6 吸水的优越斑粉蝶
Delias hyparete Linnaeus

第二章 蝴蝶的生物学特性

一、蝴蝶的形态

蝶类属于“身体分为头胸腹、两对翅膀三对足、头上一对感觉须、骨骼长在肉外头”的昆虫(见图2-7)。蝶类最大的特点是,翅的正反面布满大小不同、形状各异的很象鱼鳞一样排列着



图2-7 蝴蝶身体结构图

的色彩斑斓的细鳞片,因此称为鳞翅目。鳞翅目包括蝶和蛾,蝴蝶与蛾子的最大区别是:蝴蝶的触须是棒锤状的,而蛾的触须有羽状、丝状等不同形态。因而,蝶类又被列为锤角亚目。

蝴蝶身体部位名称:

头:是控制蝴蝶生活的神经中枢,由复眼、触角、口器(幼虫为咀嚼式,成虫为虹吸式)组成。

(1)复眼:由很多小眼组成,如凤蝶的复眼,由17000个小眼组成。复眼司视觉,对运动物体敏感。

(2)触角:蝶类触角为棒状。司感觉。在寻找食物和配偶时触角起嗅觉和听觉的作用。例如,雄蝶凭借触角可在几百米距离外嗅到雌蝶分泌的雌性信息素的气味,从而飞向雌蝶进行交配。

(3)胸:是连接蝶体和翅的部位,肌肉发达,司运动。蝴蝶的胸部分为前胸、中胸和后胸三小段,在三个胸节的腹面,各节上生长着一对支撑身体和可附着在物体上的足,由于蝶类的足,特别是前足,不甚发达,因而爬行的功能不强,而且不同种类的蝴蝶也有变化。在中胸和后胸两侧的翅基片上,生长着两对翅,生在中胸上的叫前翅,生在后胸上的叫后翅。

(4)腹:主要由消化系统和生殖系统构成。蝶类的腹部细长,一般由10节组成,各节由节间膜相连接,背面和腹面称为背板和腹板,两板之间由柔软的侧板相连,这样巧妙的构造使整个腹部有较大的伸缩和自由弯曲的活动能力。腹部的末端,雌蝶生长着肛孔突、交配孔和产卵孔;雄蝶生有钩状突、抱雌器和阳茎,这些都属于繁殖后代的生殖器官。

(5)翅:由翅膜、翅脉和鳞片组成。蝶类的双翅宽大,善于飞翔,前翅一般呈三角形,后翅扁圆,外缘多成弧形。翅的构造像是一只风筝,中间有宽大透

明的翅膜，膜内纵贯着许多条翅脉，纵脉间还有横脉，将翅膜分隔成不同形状的脉室。脉室的形状、大小及分支部位都是分科的主要特征。翅膜上覆盖着一层形状不同、颜色各异的鳞片，组成五颜六色的美丽斑纹。

二、分类与分布

1. 分类

全世界有16000多种蝴蝶，分为40个总科，17科。据《中国蝶类志》记载，我国已知的蝶类有12科，368属，1223种，1853亚种。占世界蝴蝶种数的10%左右，是世界上蝶类最多的国家之一。我国所有的蝴蝶分别属于凤蝶科(*Papilionidae*)、绢蝶科(*Parnassiidea*)、粉蝶科(*Pieridae*)、斑蝶科(*Danaidae*)、环蝶科(*Amathusiidae*)、眼蝶科(*Satyridae*)、蛱蝶科(*Nymphalidae*)、喙蝶科(*Libytheidae*)、珍蝶科(*Acraeidae*)、蚬蝶科(*Riodinidae*)、灰蝶科(*Lycaenidae*)、弄蝶科(*Hesperiidae*)。

中国蝴蝶的分科：

按照蝴蝶的身体结构，将各类蝴蝶进行比较，把相对应的特征并列地列出，得到以下蝴蝶分科检索表：

- 1a 触角端部弯曲，末端尖，钩状明显，头比胸部宽或一样宽……………弄蝶科 *Hesperiidae*
- 1b 触角端部膨大，末端圆，呈棒状，头较狭……………2
- 2a 两性的前足发育正常；前、后翅的中室闭式……………3
- 2b 雄性前足较退化，跗节常不分节，常无爪……………5
- 3a 后翅有两条臀脉，臀缘凸出；

- 前足胫节无突起；爪分裂或有齿……………粉蝶科 *Pieridae*
- 3b 后翅有1条臀脉，臀缘凹入；前足胫节有一突起；爪完整……………4
- 4a 前翅在肘脉与臀脉间有一横脉，径脉5支；触角不被鳞片；翅三角形；后翅通常有尾状突起……………凤蝶科 *Papilionidae*
- 4b 前翅在肘脉与臀脉间无横脉，径脉4支；触角被有鳞片；翅卵形；后翅无尾状突起……………绢蝶科 *Parnassiidea*
- 5a 雌前足正常，爪发达；一般小型……………6
- 5b 雌前足退化，无爪；后翅有翅肩……………8
- 6a 下唇须和胸部一样长，向前伸出，第三节多毛；眼圆；后翅有肩脉；前翅顶角向外缘钩状突出……………喙蝶科 *Libytheidae*
- 6b 下唇须比胸部短，眼有凹陷……………7
- 7a 后翅肩角不加厚，通常无肩脉；后翅常有尾状突起……………灰蝶科 *Lycaenidae*
- 7b 后翅肩角加厚，有肩脉；后翅通常无尾状突起……………蚬蝶科 *Riodinidae*
- 8a 前翅通常有1~3条脉纹基部膨大；后翅中室闭式；至少后翅后面有两个眼状斑……………眼蝶科 *Satyridae*
- 8b 前翅纹基部不膨大……………9
- 9a 后翅中室闭式……………10
- 9b 后翅中室开式，或闭式有很细的横脉……………11
- 10a 前翅比后翅短，中室闭式；后翅有眼斑；翅色多暗淡，眼有毛；多在黄昏或林荫中活动……………环蝶科 *Amathusiidae*

10b 前翅比后翅长，中室闭或开式；无眼状斑；翅色鲜艳，眼无毛；多在白天活动……………斑蝶科 *Danaidae*

11a 前翅宽，只略长过后翅……………
……………蛱蝶科 *Nymphalidae*

11b 前翅狭，明显长过后翅，多小型种类……………珍蝶科 *Acraeidae*

2. 分布

我国幅原辽阔，蝴蝶种类繁多，全国范围内均有分布。蝴蝶种类的多少，受到多种生态因子的限制，由于蝴蝶是变温动物，它们的生长发育和各种活动，其所需能量的受温度变化的影响，气温成为蝴蝶分布和生命活动的主要限制因子。从水平地带性来看，由于我国植被分布的水平地带性变化极为显著，植物多样性由北向南、由西向东有逐渐增加的趋势，因而，蝴蝶的种类也是由北向南、由西向东逐渐增多。在植物多样性程度高的地区，为蝴蝶生态位的特化奠定了良好的物质基础，因而蝴蝶的种类较多。从海拔的垂直分布来看，低海拔的地区较高海拔地区的种类多。从季节性发生来看，春夏季发生的蝴蝶种类要比秋冬季节发生的种类多，数量也较大。

三、蝴蝶的生活史

蝴蝶属于完全变态昆虫，其一生中非常明显地分为卵、幼虫、蛹和成虫四个阶段。

1. 卵

卵是胚胎期，多半呈球形、纺锤形。刚产出的卵，颜色较淡，随着发育颜色逐渐加深，有的种类还出现各种颜色的斑点或带纹。一般种类卵产下后即开始发育，发育完成时间在3~10

天不等。发育完成时，幼虫即孵化出来。有的种类则有滞育现象，即发育经过一定时期就停止，必须经过一定低温阶段以后，当温度上升到一定时才结束休眠继续发育。有的种类则发育完成以后在卵内越冬，到第二年，幼虫才破壳而出。

雌蝶产卵，通常产在可以作为在幼虫食物的植物叶片上（正面或背面）（见图2-8）。为躲避天敌，有的蝴蝶偶尔也会将卵产在幼虫可食植物的附近，但不会离得太远。



图2-8 产于卵叶马兜铃 *Aristolochia tagala* 上的金裳凤蝶 *Troides aeacus* Linnaeus 的卵

2. 幼虫

卵内胚胎发育成幼虫后，即会自己咬破卵壳爬出来。不少种类有吞食卵壳的习性。刚孵出的幼虫，首先将卵壳吃掉，再开始吃寄主植物体。绝大多数蝴蝶幼虫都以植物叶片为食。少数种类也会以花、果实、茎、树皮或卷须为食。幼虫处于生长期，口器及消化系统特别发达，并不断进食。幼虫一般要经历五次蜕皮，才能发育为老熟幼虫，龄期的长短也因种而异。如金裳凤蝶 (*Troides aeacus*) 的龄期为15天，蜕皮时间分别在第2、5、9、13、15天；而红锯蛱蝶 (*Cethosia biblis*) 的龄期为10天，分别在第2、5、7、9、10天。少

到3~4个或多至7~8个龄期的蝶种是极少数。一般来说,当营养条件差时,蜕皮次数会增加,龄期数也增加。不同龄期的幼虫,身体大小不一样,在头壳的宽度上差异特别明显,随着龄期的增加,头壳的宽度呈几何级数递增。因此,我们可以根据头壳的宽度来鉴别某一蝶种幼虫的龄期,或已知某蝶种两个龄期幼虫头壳的宽度,推测其龄期间隔的时间。同时,随着龄期的增加,幼虫的食量也猛增数倍以至数十倍。幼虫的营养直接影响到成虫的产卵量,营养充足则以后成虫的产卵量就大,反之就小。

蝴蝶幼虫的生活方式有单体(见图2-9)和群体生活两种(见图2-10),这主要来源于雌蝶产卵的方式:集中产卵的为群体生活;散产的为单独生活。人工饲养蝴蝶的主要任务就是为蝴蝶幼虫提供适宜的生活场所及所需要的饲用植物,使它们能正常地完成生长、蜕皮和化蛹。整个过程一般需要20~30天,根据蝴蝶种类不同而异。

3. 蛹

末龄幼虫到一定时间就会停止进食,寻找适宜(安全、安静、避光、避雨、避天敌等)的场所蜕皮化蛹。化蛹的地点有的在树枝下、有的在树皮上、有的在卷叶中。有的种类还吐丝作为安全带将自身固定悬在空中。蝶蛹多为被蛹,即蛹的触角、翅和足的芽体都包被在幼虫最后一次蜕皮时分泌的粘滞蜕皮液所形成的包被中,只有末后几个腹节能够活动。从蛹可看到成虫的各种外部结构,在头部和胸部常有突起,腹部末端有刺状突起,称为臀棘,有的还有钩状毛。触角、翅、足长



图2-9 正在寻找化蛹场所的达摩凤蝶 *Papilio damoleus* 的老熟幼虫



图2-10 集体采食西番莲属 *Passiflora* spp. 植物的白带锯蝶蛾 *Cethosia cyane* (Drury) 的二龄幼虫

度的比例和臀棘钩状毛的特征,对蛹的种类鉴定具有价值。被蛹又分为悬蛹和缢蛹,悬蛹利用腹部末端的臀棘和丝垫,把身体倒挂起来,如斑蝶科、环蝶科、蛱蝶科、眼蝶科和喙蝶科的大部分的蝶蛹(见图2-11);缢蛹从腹部末端的臀棘附丝粘附着植物上,腰部再缠一道丝,呈直立状态,如凤蝶科、粉蝶科、蛱蝶科和灰蝶科的蛹(见图2-12)。

弄蝶科的种类则多在化蛹前结成丝质的茧,化蛹时常利用植物叶片卷曲成筒状,将蛹体藏在幼虫丝巢(苞)内,以保护自己;绢蝶科种类多分布于高山,在石砾中化蛹,有薄的丝茧。

化蛹的过程往往是末龄幼虫先吐



图2-11 悬挂于枯叶下的幻紫斑蝶 *Euploea core* (Cramer)的悬蛹



图2-12 刚化成的玉带凤蝶 *Papilio polytes* Linnaeus的蛹及刚羽化后留下的蛹壳

丝将自己(头朝上尾朝下)固定在树枝或其他的物体上,但有个别蝶种在化蛹时是尾朝上头朝下地倒吊着,然后进入静置状态,这时体内进行着复杂的生理变化。这一过程的持续时间一般为10~28小时左右,其持续时间的长短也是因种而异,幼虫的皮从背部中央崩裂,裂缝逐渐变大,最后整张皮从幼虫的身体上脱落下来,悬挂着的已不再是幼虫而是一个新鲜的蛹壳包被的蛹了。

蛹壳的形状和颜色差异很大,且常有色斑。有的种类形成模仿自然叶片或树枝等的拟态,而有的种类却蜕变成绿色或浅黄色,成为与新鲜植物或枯萎卷曲叶片相似的保护色。蛹期也

因蝶种不同而异,一般为10~20天。越冬蛹,有的超过100天。在将要羽化为成蝶前,蛹大都会变为深色,有的变成褐色或黑色,蛹壳的透明度增加,有的种类已能清晰地看到蝴蝶翅的形状和翅脉。

4. 成虫

在蛹期内,蝶蛹在蛹壳内发育为蝴蝶,挣开蛹壳出来。蛹壳通常在早晨裂开。蝴蝶出壳后先悬垂于蛹壳上振翅晾干(见图2-13),约2~3小时后,蝶体干燥时才能飞行。成蝶的活动多在白天,对强光为正趋性。



图2-13 正在晾翅的刚羽化玉带凤蝶 *Papilio polytes* Linnaeus

四、蝴蝶的飞行

成蝶夜间静止休息。白天不断活动,飞行是其主要活动形式。蝴蝶因其飞行的目的不同,飞行的方式也不同,成蝶飞行可分为下列各种:

1. 移位飞行

用飞翔来达到移动位置之目的。移位飞行不快不慢,飞行中有相当高的警戒性。

2. 觅食飞行

在供蜜植物区内寻找蜜源(见图2-14、2-15),此时警戒性很低。

3. 避敌飞行

受到天敌侵扰时的盲目、快速的飞行，警戒性很高。

4. 求偶飞行

雄蝶追求雌蝶的行为。假如雌蝶接受雄蝶追求，飞行缓慢，形成双双对对翩翩起舞的美丽姿态。如果雌蝶不接受，即以避敌方式飞行躲避。求偶飞



图2-14 正在蜜源植物大戟科一品红 *Euphorbia puleherrima* 上吸食花蜜的美凤蝶 *Papilio memnon* Linnaeus



图2-15 正在扶桑花心中采食花蜜的橙粉蝶 *Ixias pyrene* (Linnaeus)

行中警戒性很低。

5. 婚前舞蹈

雌蝶决定接受求爱时，停在植物体上，雄蝶即以雌蝶为中心进行钟摆状来回飞行、绕圈飞行或停止于空中不移动。此时完全无警戒性，不久即进入交配。

6. 产卵飞行

在幼虫食用植物区，寻找适当叶片、嫩芽、枝条产卵，此时警戒性很低。

7. 攻击飞行

生活在树林的雄蝶，常有自己的领地范围，只许同种异性飞入。如有其他蝴蝶或小昆虫飞过，即以快速飞翔突袭将其驱逐出境。

五、成蝶的采食

“蝶绕香丝住”(唐·宋之问)：“蝶戏脆花心”(唐·李世民《赋得李》)。蝴蝶爱花的缘由，初看是爱花艳丽的色彩。然而，真正使蝴蝶倾心的，却是花蕊中的蜜。

蝴蝶属完全变态昆虫，它的成虫阶段，担负着繁殖后代的任务，需采蜜或吸食高蛋白物质补充营养。成蝶在繁殖期间，一方面吸食花蜜、树汁、果汁、肉汁等食物，一方面寻找异性交配、产卵、繁衍后代。

六、产卵行为

蝴蝶成虫产卵在幼虫取食的植物上，从现象看，似乎它们具有植物分类学的天赋，并且考虑到后代的营养条件。但实际上它们是受一种化学物质的引诱，是一种趋化性的表现。蝴蝶通过触角来感知各种植物特定内含物的气味，从中找出幼虫赖以生存的寄主植物。例如，菜粉蝶在十字花科植物上

产卵，是由于十字花科植物含有芥子油，这种气味是它所喜好的，也是其幼虫所喜好的。

蝴蝶产卵，大多产在叶片的下方(见图2-16)，有的则产在离寄主植物不远的与卵色相同或相近的植物体上，这样可避免天敌侵害，有利于对卵及幼虫的保护。



图2-16 正在集中产卵的白带锯蛱蝶 *Cethosia cyane* (Drury)

七、蝴蝶的化学通讯

由于蝴蝶的诸多行为都与化学通讯有关，下面介绍一些化学通讯的基础知识。

(一)昆虫化学信息的分类(见图2-17)

昆虫本身没有思维能力，在其整个生命周期中的许多行为活动是受化学信息所调节和控制的。化学信息是

由昆虫本身或其他机体释放的一种或多种化学物质，能刺激、诱导昆虫或其他有机体产生某种行为，使之有益于释放者或接受者。散居于林间、田间的雌蝶释放微量的雌性信息素引诱同种雄蝶前来幽会，雄蝶则借助于头部的一对触角感觉这类“求偶”信息，循迹

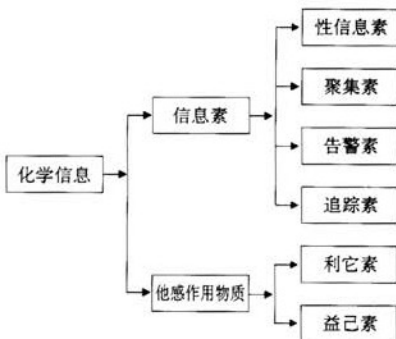


图2-17 昆虫化学信息分类图示

追踪，前来交尾。也有由雄蝶分泌和释放雄性信息素引诱雌蝶的，雄蝶的雄性信息素的分泌器官位于翅上。

(二)昆虫信息素的生物学

1. 信息素腺体的生理学

(1)信息素腺体的构造和部位：

①鳞翅目雌性信息素腺体：一般位于腹部第八和第七腹节间，由特化的节间膜所组成，腺体的形状随种类而不同。

②鳞翅目雄性信息素腺体主要位于腹部和翅上。腺体形状有毛刷状和鳞片状。

2. 信息素的生理合成

(1)信息素生物合成的前体(起始原料或中间体)按来源分为两种：

①来源于寄主植物：利用寄主植

物中存在的特殊组分作前体，其前体是取自于寄主植物中的吡咯烷生物碱，经体内的简单转化而生成吡咯烷信息素。典型例子是斑蝶科(*Danaidae*)的雄性信息素。

②利用特殊腺体组织的类脂体：大多数鳞翅目蝶类性信息素的前体主要是腺体组织中的类脂体。例如雄性信息素腺体中存在着信息素碳链长短、不饱和双键数目以及双键位置相同的脂肪酸前体。这类脂肪酸前体是以酯链、酰基丙三醇和磷酸酰基丙三醇的形式存在于腺体中，是信息素腺体细胞膜的一种结构成分。在雌蝶性成熟后，利用这些前体经不同的生物合成途径合成雌性信息素。

(2)信息素的化学结构：多数已知的鳞翅目昆虫雌性信息素在化学结构上很相似，都是由10~18碳的不饱和直链脂肪族化合物，带有不同的末端功能团，诸如醇、醛、酸等所组成。

(3)昆虫内分泌系统的调节作用：昆虫释放和合成信息素受多种环境和生理因素的影响。一般来讲，昆虫在性成熟之前是不会释放信息素的，它和卵巢发育程度相关。交配后，信息素的合成就终止了。鳞翅目雌蝶释放雌性信息素仅在每天的求偶活动期间。因此，昆虫性信息素的生物合成显然有一个生物节律的周期。据目前的研究结果表明，由咽侧体、心侧体和卵巢参与控制和调节昆虫的信息素的生物合成；而有些种类却并不受激素的调节。

3. 昆虫产生信息素的数量和影响因素

鳞翅目雌蝶产生性信息素的量极微。一般每只雌蝶体内含有0.5~1000

毫微克的性信息素。但就这样极微量的物质却能将几十米、几百米、甚至数千千米外的雄蝶诱来，可见，雌性信息素产生的生物效应是巨大的。

影响因素：一般情况下，鳞翅目昆虫在蛹期并不含有性信息素，在成虫交尾期才形成和分泌性信息素，而成虫一经交配受精后，再也不分泌和释放性信息素。

4. 昆虫释放信息素的刺激因素

昆虫释放信息素的刺激因素大致包括光周期、气温、声音、化学因素等。一般情况下，雄蝶两翅和腹部具有相当发达的翅腺或味刷器官，足以和自然界的花香和颜色竞争，从而吸引雌蝶。例如：大林螺钿蛱蝶(*Argynnis paphia*)、紫罗兰螺钿蛱蝶(*Argynnis dippe*)、暗褐贝母蛱蝶(*Argynnis glaja*)、蓓苜粉蝶(*Colias eurytheme*)和云纹粉蝶(*Colias philodice*)。斑蝶科(*Danaidae*)雄蝶，其味刷器官位于腹部，形如毛笔，有时也称腹刷器官(见图2-18)。当雄蝶在追逐雌蝶，向雌蝶求偶的过程中，雄蝶不住地伸缩味刷器官，释放出雄性信息素，吸引雌蝶，更



图2-18 雄性异型紫斑蝶 *Euploea mulciber* (Cramer)的味刷器官

能使雌蝶接受求偶而达到交尾的目的。

八、蝴蝶与植物的关系

长久以来,人们按传统的观念将生物学分为植物学和动物学,甚至研究有机体与其环境相关的生态学也沿着两条不同的道路发展,分为植物生态学和动物生态学。事实上,植物与动物已经共同发展了上亿年,它们之间存在着最复杂的相互作用和相互依存的关系。就蝴蝶而言,这种关系尤其显得突出。下面介绍一些有关蝴蝶与植物的关系。

1. 起源上的相关性

在地球历史中,中生代的白垩纪,被子植物开始出现,在这一阶段,蝴蝶才开始出现。到了新生代的渐新世,地球上呈现热带气候,温暖湿润的环境条件使以显花植物为主的森林发展极为繁盛,此期也正是以蝴蝶为代表的鳞翅目昆虫大发展的时期。化石证据表明,其主要原因是以蝴蝶为代表的鳞翅目昆虫的消化道的机能更能适应以植物为食,以及取食时对植物器官或组织的选择适应,这种适应造成了以蝴蝶为代表的鳞翅目昆虫的繁荣。因此,蝴蝶的系统发生和功能演化与植物的发生与演化是紧密相关和同时发生的。

2. 蝴蝶多样性与植物多样性的关系

植物不仅是蝴蝶的食源,还是蝴蝶的隐蔽场所,同时也可作为蝴蝶两性相遇、交配及雌蝶产卵的底物和媒介。在中国大陆,现存植物分布具有明显的水平地带性,随热量和水分的经纬度变化,呈现出经度上从西向东、纬

度上从北向南植物多样性渐次增加。而现存的蝴蝶的种类多样性也是从西向东、从北向南渐次增加,体现出植物分布与蝴蝶分布的趋向一致。这种相关性也是一个值得深入研究的课题。

3. 蝴蝶食性与植物的关系

植物在长期的进化过程中产生了一系列的次生性化学物质,这些物质或作为毒素、拒食剂,或作为昆虫激素,本身是用来防卫蝴蝶幼虫取食的,它们对于昆虫的取食行为、繁殖和发育有复杂的影响。另一方面,蝴蝶的适应使它们可以从植物中获取并积累这些化学物质来防御其他捕食者。例如,以马兜铃属(*Aristolochia spp.*)植物为食的凤蝶科裳凤蝶属(*Troides spp.*)和麝凤蝶属(*Atraphonura spp.*)的幼虫对马兜铃属植物中的马兜铃酸具有选择性贮存,而青凤蝶属(*Graphium spp.*)则在体内贮存樟科(*Lauraceae*)植物中的樟脑,以此对抗捕食它们的鸟类。斑蝶科(*Danaidae*)的许多种蝶类幼虫取食萝藦科(*Asclepiadaceae*)和夹竹桃科(*Apocynaceae*)的植物,这些植物中含有苦味的、有毒的强心苷(*Cardiac glycosides*),斑蝶的幼虫取食后在体内组织中积聚,而幼虫本身对强心苷却是免疫的。羽化成蝶后,体内仍遍布此类物质,一旦被鸟或其他动物捕食后,可造成这些动物的严重不适和呕吐,从而可避免幼虫被捕食者捕食。粉蝶亚科(*Pieridinae*)的大多数蝶类幼虫在十字花科(*Cruciferae*)、白花菜科(*Capparidaceae*)等几个相近科的植物上取食,这些科的植物具有共同的特征:产生辛辣的芥子油,这种芥子油对大多数昆虫却是驱虫剂或毒

素,由此,可防止被其他昆虫捕食。另外,蝴蝶寄主植物的挥发性物质还可与蝴蝶的分泌物相混合,形成吸引异性的性信息素。

4. 蝴蝶与植物花的适应

蝴蝶具有虹吸式口器,善于吸食花蜜,它们虽也吮吸其他液汁,但以花蜜为主。植物以三种因素即花的气味、花的颜色和花蜜的质地将蝴蝶从远距离吸引到花上采食。蝴蝶一般在白天活动,喜趋往色彩鲜艳、花蜜较多的花。蝴蝶在从一株植物飞到另一株植物去采食过程中,由其身体携带或附着,将花粉进行了传递,从而帮助植物完成授粉过程。在长期的进化过程中,部分植物特化成为依赖蝴蝶传粉的蝶媒花。而蝴蝶也演化成传粉昆虫。这样,蝶媒花依靠蝴蝶传授花粉完成授粉过程,蝴蝶从植物获得花蜜作为食物,两者形成了密切的互惠互利的共生关系。

5. 蝴蝶的避敌行为与植物的关系

为了逃避以眼睛搜索捕捉为主要方式的天敌的捕食,蝴蝶在自然选择的压力下,形成和演化发展了许多以植物为背景的保护色,或以植物的茎、叶等器官的形状为伪装的拟态现象,在进化的自然选择中,表现出了高度的适应性。例如,蛱蝶科的枯叶蛱蝶属(*Kalima spp.*)的几种蝴蝶对凋落的树叶的拟态就是大家所熟悉的保护色完美的典型例子。而蛹的保护色也是蝴蝶的一种很重要的普遍存在着的生物学特性,如裳凤蝶属(*Troides spp.*)的几种蝴蝶以独特的方式演化形成绿色

和褐色两种色型的蛹,这两种蛹色型的产生决定于化蛹前的环境颜色。一般来说,绿色蛹大多发生在绿色叶片的附近,而褐色蛹大多发生在枯萎的树枝或褐色的茎上,由于两种蛹的颜色与环境颜色相似,因而都具有隐伏的作用。

在创办蝴蝶养殖场时,蝴蝶养殖与植物种植是同时进行的。从实践上来看,既是种植业,也是养殖业。因此,在开展蝴蝶养殖前或养殖的过程中,掌握和研究蝴蝶和植物的关系,对更好地办好蝴蝶养殖场是十分必要和重要的。

第三章 蝴蝶资源调查

一、调查的目的

在开展蝴蝶养殖之前，需要对本地区的蝴蝶资源进行较全面的调查，包括收集已有的调查资料 and 进行实地调查。

蝴蝶资源的调查是了解掌握蝴蝶资源状况、蝴蝶个体形态、生态、行为及蝴蝶种群结构、种群生态等一系列基础资料的重要手段。通过对某一新地域蝴蝶的实地调查，能获得现有资料中无法查询到的新内容、新物种，填补蝴蝶生物学领域的空白。通过调查，人们可掌握被调查地区的蝴蝶种群结构、资源蕴藏量等，为制定该地区蝴蝶资源保护及合理开发利用规划、有效建立蝴蝶产业等提供可行的基础资料。

同时，通过调查，还可更深入的获取蝴蝶物种组成及其生物学特性的有关资料，包括它们的寄主植物、幼虫采食、成虫交尾、雌蝶产卵、卵的孵化等一系列特性，从而可积累蝴蝶生物学和生态学知识。

蝴蝶饲养者通过掌握调查资料，就可以在不破坏野生蝶类资源的前提下，做到有计划、高效地进行成蝶采集、蝶蛹搜集、蝶卵孵化、幼虫饲养繁殖等，实施综合开发利用蝴蝶资源的方案，做到有的放矢，实现蝴蝶资源的永续利用。

二、调查方法和技巧

野生蝴蝶资源的调查主要是对蝴蝶形态、生态特征的观察，及生境的了解，并把蝴蝶的生物学的有关基本知识应用于调查之中。调查了解蝴蝶需要掌握一系列方法，而且，每一种方法都相互关联。对蝴蝶的研究，可加深调查者对其生态环境和植被的了解，包括幼虫采食植物和成蝶采蜜的蜜源植物，并促进蝴蝶调查工作进行顺利，提高调查效率，获得满意的调查结果。

1. 天气状况对蝴蝶活动的影响

首先应清楚一个最简单的事实，即由于蝴蝶有趋光性，并且是变温动物，因而对环境温度有很强的依赖性，环境温度在 $25^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 或稍高温度下，蝴蝶活动最为频繁，好的天气是蝴蝶出来活动的最佳气候条件，也是人们观察蝴蝶的最好时机。

在野外调查时，很可能由于环境温度的几度之差或调查时间的几小时、几天之隔都会导致调查资料的截然不同。因此，应在对某地区调查中尽量做到全天调查或在不同环境条件下多次重复调查。只有这样才有可能取得翔实、满意的结果。如果你打算某一天到野外去观察蝴蝶，那么，你最理想的选

择是阳光明媚，天气暖和的日子。但是，如果突然遇到天气变化，如乌云密布和狂风暴雨，所有的蝴蝶会立即消失。这些蝴蝶并没有飞走，它们都躲藏或是潜伏在植物的叶片下面或其他隐蔽的地方。当乌云散去，暴风雨停止，太阳又出来时，蝴蝶又忙于采蜜和飞行。因此，观察者不要因天气的一时变化而丧失信心，应耐心等待雨过天晴后好时机的到来。

2. 蝴蝶的活动规律随季节的变化而变化

一般来说，每年的春末夏初到中秋是蝴蝶活动的旺盛季节，而且，在雨季开始和结束后的两个时间段活动最为频繁。调查蝴蝶是有季节性的，要抓住蝴蝶活动的旺季，方能事半功倍。

3. 掌握蝴蝶活动规律的重要性

通常，观察蝴蝶不需要在清晨拂晓前或傍晚到野外。因为绝大多数蝴蝶很少在上午9:00前和下午5:00后活动。根据实地考察发现，在炎热的夏季，中午气温较高的时候，蝴蝶会选择一个较荫凉的地方，如有流水的小溪旁的沙滩上吸水或停在树叶下休息。因此，仲夏正午时间，调查者无需跑到野外阳光暴晒的地方去观察蝴蝶，因为这样做是徒劳无获的。

在花园或野外，上午9:00~12:00是蝴蝶飞行活动的最佳时间，下午活动相对较少。大多数蝴蝶通常在下午恢复体力。但蝴蝶的活动规律存在着种间差异，如裳凤蝶(*Troides helena* L.)、燕尾凤蝶(*Lamproptera curia* Fabricius)等，总是在早晨最先飞出来活动，而且

在午后也活动频繁，在气温较低或多云的天气里也出来活动。而弄蝶科的蝴蝶则与上述蝴蝶不同，它们需要高温，通常在环境气温高于25℃时才出来活动。但也有例外，早春的一些蝶种，往往在早晨出来活动，中午至下午却很难发现它们的踪迹。

在野外，应根据你事先掌握的某种蝴蝶的行为、习性、食性去寻找它，应始终留心调查路线上的水坑、动物尸体、腐烂的水果、果皮和果汁、动物抛弃物等，因为这些地方对大多数蝴蝶都具有诱惑力。春末及夏季降雨天，可沿着调查线路搜寻水坑边的蝴蝶。如果在干涸的水坑边遇到了蝴蝶，那很可能在这个坑中曾有动物撒过尿，蝴蝶停在那里吸取矿物元素。令你兴奋不已的是，在炎热的夏季，有个别蝴蝶很可能将你流汗潮湿的手臂当成田野，爬在那里吸取水分和盐分；有的蝴蝶则从动物腐烂的尸体上获得水分和养分；有的则从动物（如庭院中的狗、森林里的熊等）抛弃物上吸取水分和养分。草地上的牛粪、羊粪或马粪都对一些蝴蝶具有诱惑力，调查者根据蝴蝶的以上这些特点在野外进行调查，可使你获得丰富的调查资料。

应引起调查者注意的是：有的蝴蝶能飞行较长的距离到相毗邻的其他生境中去采取花蜜，然后再飞回自己原来的生境中；而多数蝴蝶种类始终生活在它特有的生境内。鉴于此，调查者应对每一特有生境或相邻地区蜜源丰富的生境以及某目标蝴蝶的特殊食物区一一进行实地调查，否则，会导致资料不全，从而降低了调查资料的实际应用价值。

4. 蝴蝶的发生规律对调查结果的影响

不仅环境温度会影响蝴蝶的调查结果，蝴蝶飞行活动的具体飞行时间也可使调查结果发生很大的差异，特别是那些寿命较短而体形较小的蝴蝶更是如此。在实地调查中常有这样的情况：在森林中，第一次穿过一片森林时，只观察到一只某种蝴蝶，而在数个星期后重新到这片森林时，却看到数百只这种蝴蝶。其他地方（如峡谷）也有类似的现象：在某一天调查时可能会见到数百只蝴蝶，几天后再去这个地方却只看到几十只。鉴于此，要求蝴蝶调查者掌握各种蝴蝶的活动规律，对这类地区须重复多次调查才能获得与实际相符合的调查资料。

5. 不同生态环境中蝴蝶的种类

对不同生态环境进行调查，会发现蝴蝶的种类不同。如对森林中、林缘、沼泽、盐碱地、草地、草原、河流、溪流及池塘岸边等生境调查，会获得不同的蝴蝶种群及数量资料。因此，在调查前应先查阅调查区域所包括的生境类型，制定合理的调查路线，使调查资料更完善和充实。

6. 蝴蝶观察的技巧

在野外调查蝴蝶时要求观察者既要细心，又要耐心。在调查中宜漫步行走，一边走一边留意观察从你前后左右飞行的蝴蝶；对于蜜源丰富的地区应借助优质、高效双筒望远镜进行观察，而且必须仔细观察。因为，有的小体形蝴蝶，加之它们有与环境一致的保护色，而且爬在较隐蔽的地方一动

不动，就很容易被调查者忽略或遗漏。

此外，蝴蝶的复眼对环境很敏感，在野外用手指指蝴蝶这么一个简单的动作就可能把蝴蝶惊飞。因此，当你需要接近蝴蝶进行观察时，你的身体必须放低些，尽可能弯腰前进，不要让身体的影子遮盖蝴蝶。只要巧妙地应用这条观察技巧，你就可以慢慢地接近蝴蝶，甚至可以用裸眼直接观察到蝶翅上的细小的鳞片。或者，将你的手洗净，在指尖上涂上少许蝴蝶喜食的蜜汁，也有可能引诱蝴蝶飞过来停在你的手指上，让你仔细观察个够。

7. 蜜源植物的分布对调查结果的影响

成蝶的营养主要依赖于植物的花蜜。通常，蜜源丰富的地方蝴蝶的分布也较为集中。因此，调查者还要了解蜜源植物所产生的花蜜如何受环境温度、湿度、光照、风速等众多生态因子的作用。通常，凉爽的夜晚蜜源植物可以产生优质的花蜜，而在严寒刮大风的天气则抑制花蜜的产生。温暖的阳光可促进花蜜的产生，在中午花蜜最多。当阳光充足时，蜜源植物可为蝴蝶提供大量的花蜜。

综上所述，影响蝴蝶调查的因素有：环境温度、植被、阳光、海拔高度、坡度坡向、风速、蜜源植物、蝴蝶自身的活动规律和调查者的经验等等，这就要求在实践过程中不断学习、摸索和创新。

三、蝴蝶的捕捉

为获得全面系统的调查资料，在野外进行调查过程中需要适当采集蝴蝶。