生物课创新教学实验设计与探索





科学方法训练实验（二）

王拥军 编著



需要全本请访问 www.ertongbook.com

目录

在实践中探索生物教学改革之路.....1
生物的变异.....42
探索·实践·创新.....60
茎的结构和茎的输导作用.....79
血管和心脏的结构.....89
泌尿系统.....96
严以治学，精以育人.....102
高中《生物》绪论.....139
减数分裂与有性生殖细胞的形成.....146
生物的新陈代谢(复习课).....151
苔藓植物.....155
《动物学》绪论教案.....163
节肢动物适于陆地生活的研究.....177

在实践中探索生物教学改革之路

一、对农村中学生物教学改革的尝试

(一)农村需要科学，农民渴求知识

广大农民渴望掌握先进的农业科学技术，以便最大限度地挖掘和解放农村生产力，促进农村的物质文明建设。农业科学技术是农民改变落后的农业生产面貌和发家致富的金钥匙。

广大农民渴望学得科学知识，以便提高他们的科学素质,促进农村移风易俗和加强精神文明建设,农民缺乏生命科学知识，是难以摆脱愚昧境界和厄运的。

农村需要农业科学技术使他们脱贫致富，农民渴求科学知识使他们摆脱愚昧的境界。那么，一个农村中学的生物教师应做哪些力所能及的工作呢?一方面我坚守在农村中学生物教学第一线，不断探索农村中学生物教学改革的方向和途径,努力为农业实现现代化培养人才；另一方面在各级部门和领导的支持下,为实现农业生产、科学试验和科普教育三者的有机结合尽一份力量。

(二)生物教学要加强理论联系实际

在农村中学的多年生物教学实践使我逐渐明确，为实现农业现代化培养四有新人，是农村中学生物教学改革的根本宗旨；加强理论联系实际，是生物教学改革的关键；改革教学内容和方法，创建良好的教学环境，是中学生物教学改革的有力措施。

1 从农村需要出发编写乡土教材

统编教材强调加强基础知识和基本技能的教学，但

在理论联系实际方面有一定的局限性，这就要求因地制宜的编写部分乡土教材来弥补，尤其是农村中学应从农村的生产实际需要出发来编写乡土教材。

例如某一地区当时有 35 个自然村,三万多亩农田具有良好的灌溉条件，适宜农林牧副渔业全面发展。为了使学生学到农村急需的生产技术知识，在反复调查研究的基础上，我们取得专业科技人员和有丰富实践经验的农民的密切配合，编写了冬小麦、夏玉米、水稻和棉花的栽培技术教材，以及土粮仓的建筑、仓库害虫防治的粮食保管教材；编写出果树的育苗和修剪、甘薯的温床育苗、土豆和甘薯的冬季贮藏等教材；编写出北京鸭、紫貂、猪的养殖技术教材。此外，我们还拟定出高中生物乡土教材的编写计划，内容包括土壤分析、颗粒有机肥的制作、合理灌水、杂交制种、植物生长调节剂和农业气象等，并完成了其中的部分编写计划。

乡土教材的使用形式有三种：一是统编教材中相关内容的更新和补充，使学生学得的知识密切联系具体实际或比较完善；二是在教学大纲规定的教学时间内，选讲部分乡土教材，使学生学到生产急需的知识；三是作为学生课外的自学教材，使学生扩大知识面并学到自己感兴趣的科技常识。

2 办好教学试验园地

为了加强生物课的理论联系实际，牛栏山一中曾开垦和建起生物试验园地、养猪试验场、微生物培养室，并有一个设备齐全的生物实验室，从而创建了一个良好的教学环境。

比如某一中学有 20 亩教学试验田，以后扩展到 45 亩，后来又在荒滩上开垦出近 60 亩稻田和林场。在这百

亩教学试验田里，根据生物教学的理论联系实际的需要进行规划，有丰产栽培试验区、小麦育种区、水稻良种繁育区、蔬菜栽培区和林场。丰产栽培区主要开展冬小麦、夏玉米一年两熟的栽培试验，以及棉花的高产栽培试验。在小麦育种区里，师生在市农科院有关专家的指导下,开展冬小麦的杂交育种试验和春小麦的引种试验。在水稻良种繁育区里，主要进行水稻优良品种的比较鉴定试验，以及原种保纯和良种繁育试验。蔬菜栽培区里，除进行引种试验外，还进行赤霉素的应用、抗生菌肥的使用、以菌治虫或以虫治虫等试验。林场里主要进行北京杨、加拿大杨和果树育苗。总之，在教学试验园地里形成了育种、栽培、新技术使用的一套教学试验体系。

这一中学养猪试验场，主要进行瘦肉型优种猪的繁育，以及中曲发酵饲料和青贮饲料喂养试验。微生物培养室则进行苏芸金杆菌、赤霉菌、白地霉菌的科学试验，以及制作抗生菌肥和培育紫灵芝等。

教学试验园地由生物教研组和总务组共同负责管理，试验计划的制定主要由生物教师负责，人力和物力的安排由总务组负责。学生在教学试验园地的活动，则由生物教师和教务组统一安排。学生的活动有三种形式：一是假期安排部分学生参加园地劳动；二是每周两课时的劳动技术教育；三是乡土教材部分的教学实习。优种猪的喂养试验和微生物培养试验，以及部分作物育种试验，由生物教师指导各自的科技小组开展活动。

生物教学试验园地,不仅促进了教学理论联系实际，而且产生了很大的社会影响。试验园地每年向农民提供上万斤各种作物的优良品种，并成为本地区培训农村科技员的教学场所之一。总之，学校教学试验园地的建立，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

对农业新技术起着示范作用，对作物优良品种起着推广作用，对农业科技人才的培养起着推动作用。

3 以多种形式开展生物教学活动

在良好的教学环境下，生物教学活动坚持以课堂教学为主，以学生为主体，以教师为主导，多种教学形式有机结合的原则，努力使学生学到一些生物科学基础知识，培养他们具有一技之长。为了便于课堂教学与实验教学结合、课堂教学与实际操作结合、校内教学与校外实习结合、专职教师讲课与兼职教师辅导结合，我们适当地调整了课程内容的次序，根据季节安排教学计划，实行专题和分段教学。这样，为教学的理论联系提供了有力的保证。

课堂教学与实验教学相结合，有利于加强基础知识和培养实验能力。例如，在农业微生物的专题教学中，在讲解微生物的类群基础上，组织学生进行显微观察实验；讲解微生物培养的基础上，让学生练习制作培养基、高温灭菌和无菌接种。在植物叶的教学中，除进行叶的结构观察实验外，让学生到小麦试验田里取样，测定小麦的叶面积系数。在植物花的教学中，让学生解剖观察棉花、小麦、高粱和水稻等多种作物花的结构。这样，为进一步学习作物丰产栽培和育种技术打下了基础。

在作物栽培和育种知识的教学中，课堂教学和实际操作的有机结合，有利于学生的基本技能的训练。例如，在水稻育苗的教学中，讲授半旱育秧的技术要点之后，在劳动技术教育课的时间，让学生参加整修苗床、温汤浸种、播种和秧田管理等劳动。在小麦冬后各生育期栽培管理的教学中，讲解麦株叶、茎和穗的发育特征之后，让学生定期抽样测定叶面积系数、度量主茎各节的长度、

观察主茎的穗分化状况，从而掌握小麦丰产栽培管理的形态指标。在小麦杂交育种的教学中，讲述有性杂交程序之后，让学生按照规定的杂交组合进行人工去雄、套袋隔离、采集花粉和授粉等实际操作。

为了弥补教学试验园地的局限性，还采取校内教学与校外实习或参观相结合的教学形式。例如，高中讲过杂交高粱制种知识后,组织学生到农村制种田进行实习，使他们明确制种隔离区的具体要求、不育系繁殖区和制种区的播种计划安排，掌握不育系、保持系和恢复系的幼苗鉴别和去杂方法等。在甘薯栽培和储藏的教学中，我们将学生分成实习小组，分别到各村去参加甘薯的温床育秧或越冬储藏等实习劳动。此外，讲述了中曲发酵饲料和青贮饲料制作知识之后，让各个实习小组的学生回村协助饲养员开展有关实验。校内教学与校外实习有机结合的教学形式，使学与用密切联系起来，充分调动起学生的学习积极性，并使一些农业生产的先进技术得到迅速推广。

为了完善校内教学与校外实习相结合的教学形式，我们还聘请多名有实践经验的兼职教师或辅导教师。例如，土粮仓的建立和仓库害虫的防治等知识，由粮库的技术员进行现场教学，猪病的防治请畜牧师讲课。棉花整枝的教学，先由教师讲解整枝原理和技术要领，再由农村的棉花技术员辅导学生的实际操作。

多种教学形式的有机结合，不仅使学生学得一些农业科学基础知识，而且使他们深入了解农业生产实际和科学技术对农业发展的促进作用，也进一步增强学生与农村干部和群众之间的理解和信任。许多学生毕业回村后被群众推选为干部，或者担任农业科技员及饲养员，

锻炼成为一支农业科技的生力军。他们有的被抽调到市农科院小麦组，县农科所作物育种组，乡良种繁育场等科研单位工作，有的多次去海南省培育玉米单交种。牛栏山地区的农业科学实验活动迅速地普及开来，粮食产量逐年上升，林牧副渔业也得到了发展。

(三)生物教师要为农、科、教三结合做贡献

大量的事实表明，将农业生产、科学试验和科普教育有机地结合起来,是加速农业现代化的一项有效措施，农村中学的生物教师都应为实现农科教三结合尽一份力量。我在牛栏山一中任教期间，牛栏山地区的领导干部从促进农业迅速发展的需要出发，取得牛栏山一中领导和教师的大力支持，在一中办起农业机械和科学技术业余学校。我被聘请为该校农业科技班的教师，与乡农业科技干部一起负责主讲作物栽培技术,培训农村科技员，担任农作物栽培的技术顾问。

农业科技班持续办了 4 年，每年培训一期学员，先后培训农业科技员 300 多人次。农业科技班的学员来自本地区 35 个自然村，学员除各村农业科技员外，也有一些主管农业生产的村干部。学员为不脱产进修，农闲时集中讲授作物栽培和育种等基础知识，播种或栽培管理季节有组织地进行现场教学。学员不仅要坚持系统地业务进修，而且要承担本村专业组的技术培训，以及指导农业生产活动。因此，举办农业科技班对于本地区的农业科学知识的普及教育，农业科学试验的广泛开展，农业生产的迅速发展起着巨大的推动作用。作为该校农业科技班的主讲教师之一，我们主要从下述几个方面开展教学工作：

1 广泛搜集农业科技信息，为农业科学的普及教育，

当好宣讲员

为了向学员们讲授先进的作物栽培技术，我多次走访市县农业科研部门，向专业科技人员和专家们学习，广泛地搜集各种农业技术资料。到东北旺、双桥和张喜庄等国营农场、岳各庄和李各庄等农村参加实践活动。在学习和实践的基础上，先后编写出冬小麦、夏玉米、水稻、棉花和甘薯等作物栽培的讲授提纲约 10 万多字，每次讲课之前都将装订成册的资料发给学员。在讲授过程中，不但向学员介绍这些资料的实用性和可行性，而且说明这些资料的来源，以便提醒他们注意有关科技发展的新动向，并进一步搜集农业科学的新信息。

2 亲自开展相应的农业科学试验，为普及农业科学知识做出示范

在农村普及农业科学知识“ 百闻不如一看，百看不如一干 ”。为了使学员们相信理论教学的实用性和可行性。一方面，在学校的教学试验园地里进行了各种作物的丰产栽培试验；另一方面，与一些农村科技员配合，在他们分管的地块里开展单项农业科学试验。校内外的有关科学试验活动均取得成功,在试验田的示范作用下，使理论教学对学员产生了极大的吸引力。

3 协助科技员搞好示范田和制种田

在农村开展农业科学试验是有一个过程的，既不能包办代替，也不能强迫命令。协助农业科技员搞好他们负责的示范田和制种田，对于农村开展科学试验起着促进作用。

4 做好作物栽培技术的咨询或指导工作

某一地区近三万亩土地，其中冬小麦和套种玉米的种植面积达到 2.8 万亩，其余为水稻、棉花、蔬菜、甘

薯和果树等。农业科技班的培训工作，以小麦、水稻和棉花的丰产栽培为主要课题。每逢这些作物生长发育的关键时期，农业科技班则以现场教学为主。此时，由主管农业的乡干部(兼校长)亲自带队，由主讲教师带领部分骨干学员，深入到各村的每块丰产方，逐块地进行苗情诊断，同负责该地块的专业科技员和群众一起，制定出因地制宜和因苗管理的具体措施，从而把丰产栽培技术落到实处。

每一期学员的现场教学约有 5 次，每一次现场教学活动大约持续 3 天。在这样的现场教学过程中，不仅要进行理论讲述，而且要示范技术操作。在每个田间地头，不仅有科技班的学员，而且有干部和群众。他们随时会提出一些疑难问题来。此时，主讲教师和骨干学员将这些问题解答。因此，为取得现场教学的良好效果，主讲教师和骨干学员事先分别进行调查研究，并经过充分地讨论做到心中有数。这样，现场教学不仅起到技术咨询的作用，而且起到技术指导作用。现场教学使作物丰产栽培技术得到普及和推广，一支既有知识又懂技术的农业科技队伍逐渐形成，有力地促进了农业发展。

此外，在本地区还逐步推广了矮壮素的使用，小麦的叶面喷磷、水稻的半旱育秧、棉花的营养钵育苗、甘薯的温床育秧、杂交玉米的套种等栽培管理技术。在有些村推广了植物生长素的使用、土豆二季作和种薯的沟藏、杂交高粱的制种等。总之，农村中学的生物教师，为农业现代化培养了人才。

二、更新教学观念，深化教学改革

(一)制定和完善高中生物课程计划

以往的高中生物课程基本上只有必修课一种类型，

不利于学生生动活泼地发展和形成特长，此外，高中生物课程对实验技能和理论联系实际的技术教育重视不够。因此，推动生物教学改革的进程，必须相应的调整课程计划。在学校的统一计划和大力支持下，从学生水平和教学设备条件出发，通过反复实践和探索，将我校的高中生物课程划分为：必修课、选修课、技术课和兴趣课四种类型。

1 高中生物必修课

高中一年级开设生物必修课，教学时间为每周 3 课时。按照高中生物学教学大纲的要求，必修课的教学必须使全部学生达到会考目标。针对现行高中生物课本存在的实验内容偏少，知识趣味性差，文字表述繁琐等缺陷，适当的增加实验内容，尽量采用知识与实验同步的教学形式，以及运用现代化电教手段等。

2 任选课和必选课

高一和高二开设生物任选课，教学时间为每周 2 课时，每学年共计 60 课时。高一生物任选课程内容为生物实验技术，高二为生物医学和遗传学的实验技术。选修生物和医学实验技术的学生，多数是生物爱好者，或抱有继续学习生命科学的志向。开设实验技术选修课程的目的，在于对生物爱好者加强实验技能的训练，为他们继续学习生命科学打下比较扎实的基础。高三理科班开设生物必选课，教学时间为每周 3 课时。这类必修课带有高考总复习性质，高考科目取消生物学之后，高三理科的生物必选课停开。

3 技术教育课

按照学校课程计划的统筹安排，高中二年级的技术教育课程含有部分生物学内容,教学时间为每周 2 课时，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

共计 30 课时。从学校实际出发，技术教育课程内容有：制作生物玻片标本、植物组织培养、无土栽培、切花技术、校园绿化等。上述技术课程的教学目的，在于使学生初步学会生命科学研究常用的石蜡切片技术，以及几种非切片制片技术，初步掌握与绿化和美化环境有关的植物组织培养等基本技术。

4 兴趣活动课

高一和高二年级部分学生参加的兴趣活动课，教学时间为每周 2 课时，每学期共计 30 课时。兴趣活动课实际上是部分学生参加的生物学科小组，根据学习目标的不同，分为科技活动组和特长生培训组两种。科技活动组的课程内容以植物组织培养为主，学生进行专题性科学实验。学生经过一年或两年的学习和实践，能够比较熟练地掌握植物组织培养的基本技术，并取得某些科学实验的成果。特长生培训组的课程内容与市生物奥林匹克学校的课程内容一致，主要是对学生进行学习指导。

上述高中生物课程计划，是经过八年时间逐步制定和不断完善起来的，近两年的高中生物教学全面实施这个课程计划。实践表明，高中生物课程实现多样化，为学生的个性发展提供可靠的保证，为进一步培养社会主义现代化建设所需要的专门人才奠定了较扎实的基础。我校历年来的理科考生中，考入重点大学的生物学和医学专业的人数约占 20%左右。有的考生被直接选送到国外名牌大学，学习生物工程和脑科学等尖端专业。

(二)制定高中生物教学目标

教学目标是指导教学活动的具体行为准则。制定高中生物必修课的教学目标，是我们采取的深化学科教学改革的重要措施之一。这项教学改革工作从 1985 年开

始，经过四年时间，一边学习一边实践，从我校的教学设备、教师素质和学生质量的实际水平出发，制定出生物教学目标，以它作为指导教学活动的准则和评价教学质量的根据，对深化教学改革和提高教学质量起着推动作用。

1 全面提高学生素质是教学目标的根本

学科教学目标是根据学校教育总目标而制定的具体教学目标，它是贯彻和落实中学教学大纲精神的重要措施之一。因此，制定学科教学目标，既要以教学大纲为根据，又要与学校教育总目标保持一致。根据教学大纲的规定，高中生物的教学目的和任务可概括为：激发兴趣、获得知识、形成技能、培养能力、陶冶思想和促进健康六个方面。总之，高中生物教学要立足于全面提高学生素质，为培养社会主义现代化建设所需要的专门人才，奠定比较扎实的基础。因此，制定高中生物教学目标，又必须以全面提高学生素质为根本。具体要求如下：

(1)激发学习兴趣。兴趣是学习动机的主要诱因之一，学习动机则是促进学生主动学习的动力。激发学生的学习兴趣有多种途径和方法,但课堂教学是主要途径。在课堂教学过程中，教师应重视以系统性强和富有趣味性知识内容，新颖多样和富有吸引力的教学方法来组织教学，使学生既获得知识又感到轻松愉快，从而产生一种探究生命奥秘的潜在欲望，并不失时机地利用各种诱因,将学生兴趣和动机由潜伏状态转入持久的活动状态，从而调动他们的学习积极性和自觉性。

(2)获得生物学基础知识。高中生物课程内容，主要阐述生命的本质和活动规律，以及生物界的发生、发展和现状。通过课堂教学等活动，应使学生理解生物区别

于非生物的基本特征，生命物质和能量的转变，结构和功能的相互作用及其动态变化，内稳态及其调节，遗传信息的编码、传递、表达和改变，进化及其生物的多样性和适应性，以及生物与环境之间相互依存和相互制约的复杂关系。总之，使学生获得达到预期教学目标所必需的基础知识。

(3)形成生物学基本技能。基本技能是在掌握必要的基础知识的基础上，通过反复实践而逐渐形成的。它既是继续学习和掌握知识的重要条件之一，又是将知识转化为能力的中间环节。生物学的基本技能主要包括：进行生物观察、记载和整理资料的技能；采集和制作简单生物标本或模型的技能；绘制简单的生物结构图、模式图、示意图和图解的技能；进行生物实验设计、准备和操作，积累和整理实验结果的技能；与生命科学有关的某项生产技术操作技能。

(4)培养生物学基本能力。培养能力归根结底在于发展学生智力，智力则是以科学思维为核心的多学科基本能力的综合体现。中学生物教学的能力培养目标，就是最大限度地培养学生的观察能力、实验能力、自学能力和思维能力，为发展学生智力打基础。观察能力包括：对生物体结构的微观观察、对生物与环境关系的宏观观察，以及对各种直观教具的观察；实验能力包括简单实验的设计和准备、实验操作或野外采集、实验观察和记录、实验结果的预测或分析等。自学能力主要指独立学习基础知识的能力，包括掌握学习的基本方法，具有良好的学习习惯，能够独立地收集、加工、储存、提取和表述知识信息，自学效率高。思维能力主要指能够正确理解生物学的基本概念和原理，灵活运用于实际，并能

够发现问题、分析问题和解决问题。

(5)陶冶思想和情操。生物学知识中蕴含着许多德育因素，对学生树立正确的人生观和价值观，形成科学的思想方法有着密切联系。高中生物教学特别要重视将爱国主义教育、道德品质教育、科学世界观和方法论教育，寓于知识教学之中，以陶冶学生的思想，形成良好的道德情操，以及自我教育的能力。此外，应使学生树立生态学观点，增强环境保护意识。

(6)促进身心健康发展。生物学是研究生命的本质和活动规律的科学，高中学生正处于青春后期发育阶段，是增强体质和促进生理与心理健康发展的黄金时期。高中生物教学必须重视学生的保健教育，使之具有健康的体魄和心理素质，形成健康的审美观念和能力，提高自我调节的能力，从而能够适应现代化的生活环境。

2 掌握教材体系和单元知识结构

教学目标作为指导教学活动的具体行为准则，主要包括知识和能力两个方面。这里所谓的知识是指学科教材中的各个课题内容，它的范围决定着教学和评估教学质量的广度；所谓能力是指教学活动使学生达到的认知水平,它的预期目标决定着教学和评估教学质量的深度。由此可见，学科教学目标的制定必须遵循知识结构与认知结构统一的原则。知识结构既是教学目标的基本组成部分之一，又是确定认知目标的基础。因此，掌握教材体系和知识结构，是制定教学目标的具体任务之一。

(1)高中生物的教材体系。学科教材体系由知识体系、技能体系和活动方法体系组成，其中，知识体系是教材的基本框架和主体部分。高中生物教材的知识体系是指各章课题的基本内容按其内在规律的编排顺序，也

就是教材的逻辑结构。

高中生物学的知识体系，以生命的基本特征、生命的发生发展、生物与环境为主线，按直线式编排而成的，各章的课题内容基本上不重复。但是，学生难以理解的某些基本概念或原理，在不同章节中有适当的重复，以螺旋式的编排方式逐渐扩大概念的内涵或外延，有利于学生深入理解和掌握概念。例如，细胞有丝分裂→减数分裂→配子生成；叶绿体→叶绿体色素→光合作用过程；DNA 分子的基本元素种类→基本组成物质种类→基本结构单位→化学结构→空间结构(包括主链和碱基对的构成方式、排列关系和动态变化)。

技能体系是指以形成技能为主的实验内容；活动方法体系是指以科学思维方式训练为主的课程内容，包括生命科学简史、生命科学的基本研究方法、科学家发现问题和解决问题的思维活动方式等。技能体系和活动方法体系是现行教材的薄弱环节，甚至还没有形成各自的体系,这表明高中生物课本不适应落实培养目标的需要，因而影响到提高学生素质。

(2)高中生物学知识的分类。我认为，高中生物学基础知识按其性质可分为：事实性知识、方法性知识、概念性知识和应用性知识。

事实性知识包括：描述生物界或生物体的各种具体事实和现象，以及有关的生物学术语。生物事实是生物界或生物体客观存在的实体，生物事实在发展变化中显示出的外在表现和内在的联系通常叫做生物现象，而描述生物事实和现象的专门用语或词汇，就称为生物学术语。可见，事实性知识具有直观性。例如，人体有 206 块骨，每块骨都有一定的形态、结构、功能和存在部位，

以及发生、生长和发育的过程，骨与骨之间以一定方式相连结，都属于生物具体事实。但是，骨的加长和增粗是生长现象；在骨骼肌收缩的牵引下骨绕着关节运动则是运动现象。骨和骨连结等属于专业术语。

方法性知识包含组织、处理和研究各种生物事实和现象的基本方法、技巧、步骤和准则性知识。这些知识是人们认识生物界或生物体的客观存在，将感性认识上升到理性认识，以及将抽象认识具体化的方法。方法性知识处于略为抽象的水平,有时与应用性知识难以区分。例如,研究细胞结构和功能的玻片标本制作和显微观察、细胞亚显微结构的分部离心、同位素示踪和放射自显影、细胞离体培养等方法；研究内分泌功能的腺体切除或移植、腺体分泌物制剂的注射或饲喂等动物实验法，以及内分泌功能异常病变及治疗的临床观察法等。许多方法性知识蕴寓于生命科学史中，如研究植物生长素的燕麦幼芽鞘试验法，研究遗传基本规律的杂交试验法等。

概念性知识包括基本概念、原理、法则、学说、模型和理论等，这些知识是由感性认识上升到理性认识的抽象性知识，通常是单元课题的教学重点和难点。概念是人脑反映客观事物的关键特征、本质属性的思维形式。生物学基本概念是对生物界或生物体的生命活动过程中同类事实或现象共同的关键特征的概括。例如，光合作用这个复杂概念，高度概括了绿色植物将无机物转变为有机物、将光能转化为化学能的代谢过程的本质特征。应激性这个比较简单的概念，则概括了刺激——反应这类生物现象的关键特征。所谓掌握概念，就是要明确概念与相关事实的关系，抽出其内涵的组成要素，以定义形式确切而简明地表述概念要素，揭示概念体系中相关

需要全本请访问 www.ertongbook.com