

高等学校试用教材

北京师范大学 合编  
华东师范大学



58.1-45

高等教育出版社

高等学校试用教材  
**动物生态学实验指导**

北京师范大学 合编  
华东师范大学

\*

高等教育出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
北京印刷三厂印装

\*

开本 850×1168 1/32 印张 5.25 字数 120,000

1983年10月第1版 1984年3月第1次印刷

印数 00,001—7,000

书号 13010·0927 定价 0.62 元

## 前 言

六十年代初期，国内一些高等院校生物系开设了动物生态学课程，并开始进行实验教学。使用的教材多参考 Н. И. Калабухов (1951) 的 *Методика Экспериментальных Исследований по Экологии Наземных Позвоночных* (陆生脊椎动物生态学实验研究法, 孙儒泳译)、М. А. Бескровный (1953) 的 *Практикум по Экологии Животных* (动物生态学实验) 和 И. А. Шиллов (1961) 的 *Практикум по Экологии Наземных Позвоночных Животных* (陆生脊椎动物生态学实验) 三书，结合学校实际可行的条件而编写的。实验内容多偏重于个体生态或生理生态学方面。在六十年代中期，这门课程停止开设。七十年代末期教学计划中重新恢复了动物生态学课程，并提出实验教学任务。在这些年中，国外相继出现一些生态学的实验手册，如 G. W. Cox (1972) 的 *Laboratory Manual of General Ecology* (普通生态学实验手册, 蒋有绪译)、Z. Brower (1977) 的 *Field and Laboratory Methods for General Ecology* (普通生态学野外和实验室研究方法) 以及 S. D. Wratten and G. L. A. Fry (1980) 的 *Field and Laboratory Exercises in Ecology* (生态学野外和实验室实习) 等。实验的内容由个体生态或生理生态方面扩展到种群、群落和生态系统的研究。本实验指导系在北京师范大学和华东师范大学生物系有关教师的努力下，以本校实验讲义为基础，并参考国外有关文献资料编写而成的。实验内容同过去的教材相比有了很大扩充，其中实验 1—9 属于个体生态或生理生态范畴，多数在某些学校六十年代的实验教材中已有反映，但在实验仪器及方

法上有很多改进,如实验3、4、8等;实验10介于生理生态和生态系统次级生产力研究之间;实验11—16属种群生态学方面;实验17—21属群落和生态系统研究。

参加本实验指导设计和编写工作的有北京师范大学的孙儒泳、张玉书、徐汝梅、范继芳(实验3、4、5、6、7、8、10、12、14、16、19、20、21)和华东师范大学的钱国楨、王培潮、祝龙彪、赵实(实验1、2、3、8、9、11、12、13、14、15、17、18)。

在编写过程中,我们注意了下列各点:

1. 选入的实验必须切实可行。因此,我们对每个实验都重复做过几次,并在教学中试用过。

2. 由于不少院校的动物生态学课程是新开设的,实验条件受到一定限制。我们在选择实验内容时,注意到各校情况,不追求复杂的仪器设备。

3. 为了可供各校按具体条件安排实验,我们尽量多编入一些实验内容以供选择。例如,耗氧量测定是动物热能代谢、对环境温度适应和生态系统中消费者能流研究中常用的方法,我们分别介绍了适用于陆生和水生动物的多种方法。

4. 统计技术是生态学工作者必需掌握的,但为避免与其它课程重复,并考虑已有不少统计学参考书籍,因此,未编入专门实验。在教学过程中,教师应尽量引导学生应用统计技术分析实验结果和文献上的资料,让学生练习并掌握必要的统计方法。例如用 $t$ 测验检验各种动物耗氧量的差别,用回归分析法分析变温动物体温或常温动物耗氧量与环境温度的关系,用 $\chi^2$ 测验检验分布型中实测值与理论值的吻合等。

5. 通过每个实验,不仅要掌握一些生态学研究方法,而且尽可能对生态学原理有所验证,以便使学生把理论知识和实际操作更紧密地结合起来。实验中的结果分析和思考题,都是培养学生

整理数据,联系课堂所学理论进行分析、综合的独立工作能力的。根据我们组织教学的经验,教师可增加一些文献中已报导过的数据,让学生思考、分析、综合,这对培养独立工作能力很有帮助。

6. 生态学的许多研究往往要搜集大量资料,工作量巨大,要求条件较多,通过一次实验课难以达到。但整理分析结果的方法,尤其是近代生态学方法,是生态学工作者所必需掌握的。为此,本书某些实验采用模拟的方法,如研究捕食者与被食者种群的相互作用的著名的 Holling 沙盘试验。有些实验通过直接提供数据由学生进行分析的方法,例如寄生物与宿主种群的相互作用,这个实验也包括了电子计算机的使用。

编写中的缺点和错误,希读者批评指正。

编者

1983年于北京

# 目 录

## 前言

实验一	环境温度对动物体温的影响	1
实验二	动物对环境温度的选择	5
实验三	陆生脊椎动物耗氧量的测定方法	8
实验四	水生动物耗氧量的测定方法	24
实验五	动物体表面积和毛皮传热性的测定	33
实验六	陆生脊椎动物肺皮失水量的测定方法	40
实验七	缺水对啮齿动物尿量和尿浓度的影响	45
实验八	光照周期对陆生脊椎动物昼夜活动的影响	48
实验九	动物血糖值的测定	60
实验十	用代谢笼测定动物的能量收支	64
实验十一	估算种群大小的标志重捕法	69
实验十二	生命表及其编制	79
实验十三	种群在有限环境中的逻辑斯谛增长	85
实验十四	种群的扩散和巢区	89
	(一) 种群的扩散	89
	(二) 巢区面积的估算方法	91
实验十五	种群内分布型的测定	100
实验十六	两个相互作用的种群	110
	(一) 捕食者与被捕食者	110
	(二) 寄生物与宿主的关系	113
实验十七	物种多样性的测定	121
实验十八	几种土壤动物的测定	126
实验十九	水体初级生产力的测定	128
实验二十	水质分析	132

实验二十一 系统分析.....	141
附参考表.....	151
参考文献.....	160

## 实验一 环境温度对动物体温的影响

### 一、实验目的

1. 了解环境温度对动物体温的影响。其影响因动物的种类、个体差异、年龄及性别而异, 并与其体表被盖物的性质及干湿度有关。
2. 了解动物对不良环境温度的忍受能力。

### 二、实验材料

1. 实验器材 水族箱、玻璃呼吸室、导电表、继电器、冰箱、恒温箱、半导体点温计、台天平、鼠笼、纱布袋或小铁丝笼。
2. 实验动物 小白鼠、黑线姬鼠、长爪砂土鼠、麻雀、鸽子、蝮蛇、蜥蜴或蛙、小白鼠幼仔或兔幼仔等, 按条件选择数种。

### 三、一般说明

在实验室中建立人工环境温度的方法较多, 可根据实验室的设备条件而定。有条件的可设立不同等级的恒温室或分级温箱。本实验采用二种方式。

A 式 采用空气调节的恒温室、冰箱、恒温箱等, 分别建立  $40^{\circ}$ 、 $30^{\circ}$ 、 $20^{\circ}$ 、 $10^{\circ}$ 、 $0^{\circ}$ 、 $-5^{\circ}\text{C}$  等环境温度。

B 式 采用水浴方式。用水族箱若干只。每只水族箱中放入一只以真空干燥器制成的玻璃呼吸室。有的水族箱中加冰, 有的以电热管(或电热丝)加热(用控温仪或导电表来控温), 以建立不同等级的环境温度。

### 四、实验步骤

(一) 观测环境温度对动物体温的影响 不论采用 A 式或 B 式, 都必须按照下列步骤进行。

1. 建立不同等级的环境温度。
2. 对实验动物称重, 鉴别年龄(成年或幼年)与性别, 测量体温等。
3. 把实验动物分别暴露在每个环境温度等级中 20 或 30 分钟。经暴露在每个温度等级后, 迅速以半导体点温度计测体温, 分别登记在表 1-1 中。

表 1-1 环境温度对动物体温影响记录表

动物名称	性别	年龄	体重(克)	在不同环境温度中的体温(°C)							
				-5	0	10	20	30	40	45	

环境温度对动物体温影响的实验程序, 最好从室温开始, 渐次移向低温, 或渐次移向高温。例如, 室温为  $20^{\circ}\text{C}$  左右, 即由  $20^{\circ}\rightarrow 10^{\circ}\rightarrow 0^{\circ}\rightarrow -5^{\circ}\text{C}$ , 或由  $20^{\circ}\rightarrow 30^{\circ}\rightarrow 40^{\circ}\text{C}$ 。

## (二) 观察动物对高温与低温的忍受能力

1. 取 10 只小白鼠, 先放在  $30^{\circ}\text{C}$  的环境中, 然后, 逐步使温度升高至  $45^{\circ}\text{C}$ 。观察在  $45^{\circ}\text{C}$  条件下, 死亡数超过 50% 以上所需的时间? 死亡动物的平均体温为多少?

2. 观察变温动物(蛙或蜥蜴)在  $40^{\circ}\text{--}45^{\circ}\text{C}$  环境条件下, 其死亡数超过 50% 以上所需的时间? 死亡动物的平均体温为多少?

3. 观察小白鼠与蜥蜴在  $-5^{\circ}\text{C}$  时, 死亡数超过 50% 以上所需的时间? 死亡动物的平均体温为多少?

## 五、结果与分析

1. 把动物放在  $-5^{\circ}\text{C}$  至  $40^{\circ}\text{C}$  的条件下, 观察动物体温与环

境温度两者之间的关系,作图并进行分析。环境温度作横座标,动物体温作纵座标(图 1-1)。

2. 比较几种动物在高温( $40^{\circ}$ 或 $45^{\circ}\text{C}$ )时,死亡率与时间的关

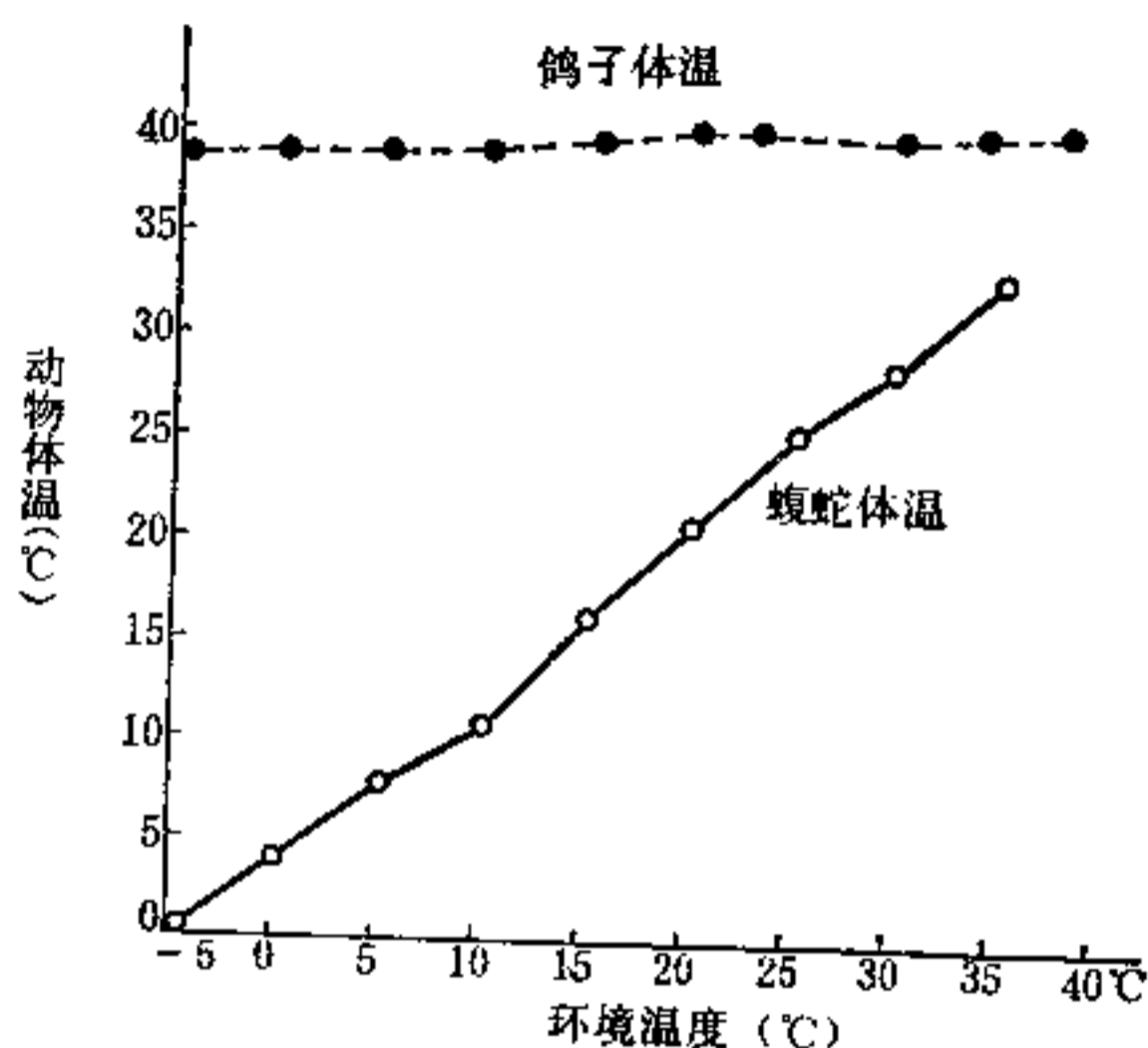


图 1-1 动物体温与环境温度的关系

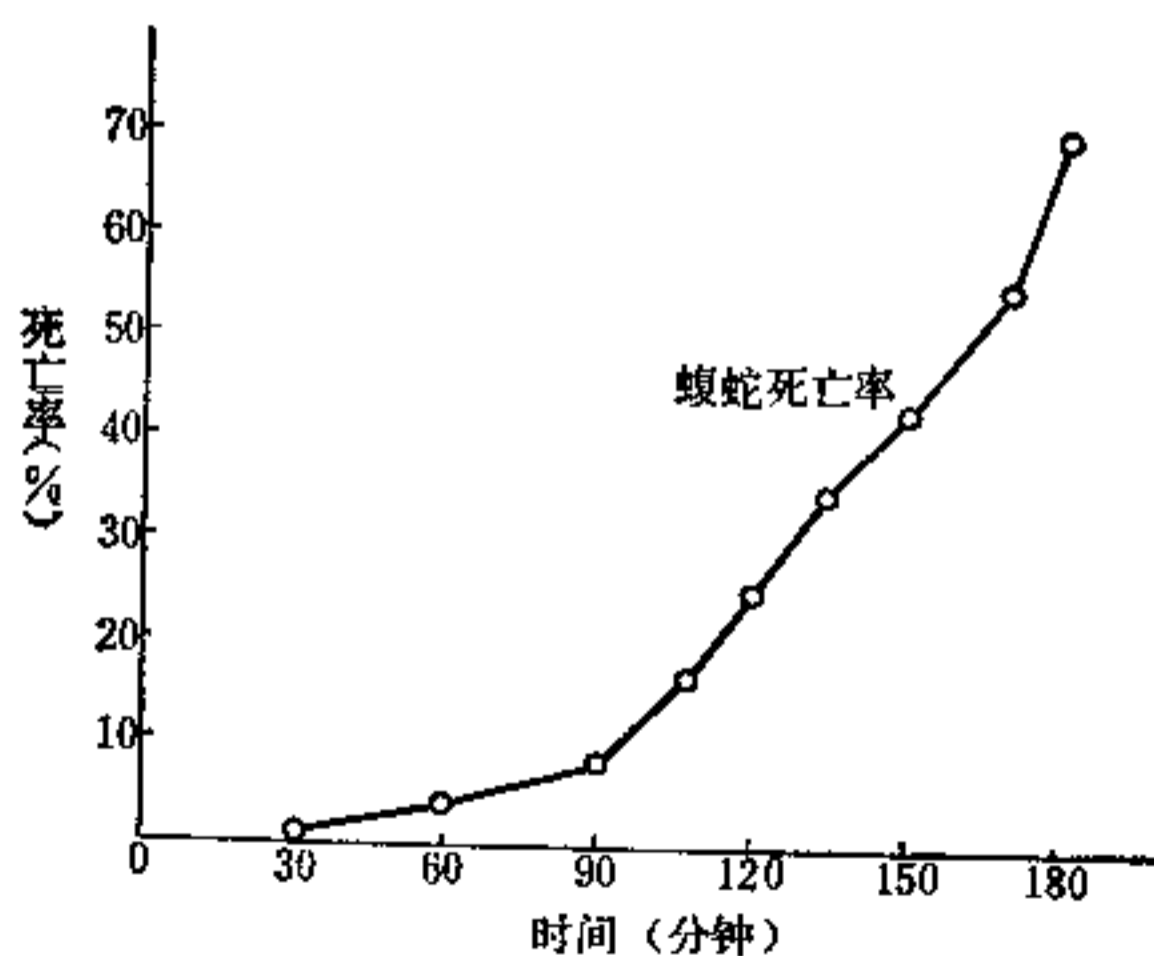


图 1-2 在  $40^{\circ}\text{C}$  条件下,蝮蛇死亡率与忍受时间的关系

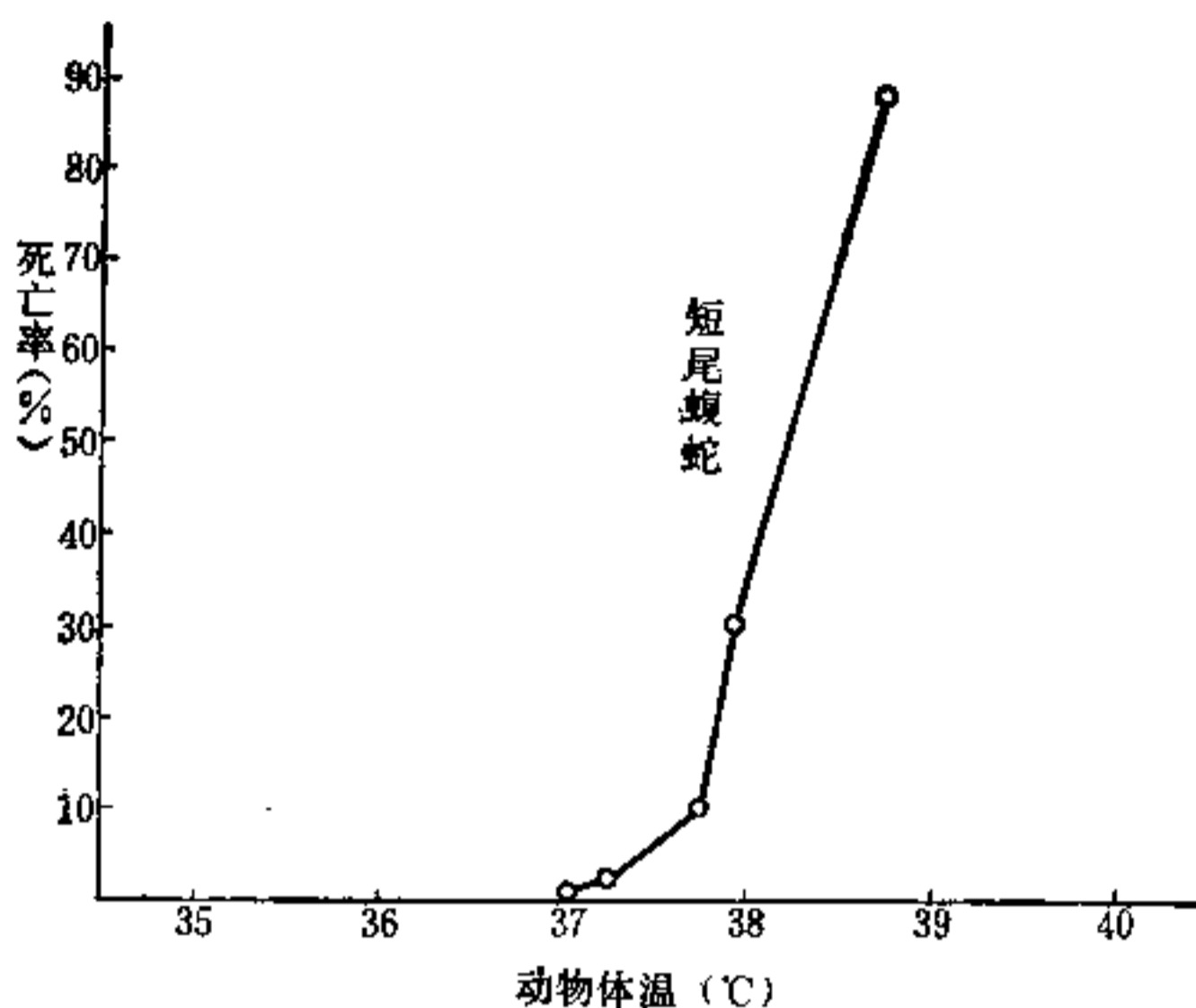


图 1-3 在 40°C 条件下, 动物死亡率与死亡时体温的关系

系(图 1-2), 以及死亡时与体温的关系(图 1-3)。

3. 把几种动物在  $-5^{\circ}\text{C}$  时死亡率(%)与忍受时间, 以及死亡时的体温, 分别作图并进行分析。比较各种动物对低温的忍受能力。

## 实验二 动物对环境温度的选择

### 一、实验目的

了解测定陆生脊椎动物对环境温度选择的方法，以及进一步了解动物选择最适环境温度的生物学意义。

### 二、实验材料

1. 实验器材 温度等级器、冰水槽、可调温的热水槽、天平及砝码、冰、食盐、玻璃酒精温度计、半导体点温计等。

2. 实验动物 小白鼠。

### 三、一般说明

环境温度在动物的生命活动过程中有相当大的影响，不同种动物对环境温度的选择不同，同一种动物的同一个体，在不同的生活时期所要求的最适温度亦不同。

测定动物要求最适环境温度的方法很多。本实验采用温度等级器的方法，测定小型四足陆生脊椎动物对环境温度的选择。

温度等级器的温梯金属板是用厚的金属板作底，一端加热，另一端冷却，因金属板的导热性则构成了一个“温梯”，动物可以在温梯金属板上自由活动，选择其“喜欢”的环境温度。

本实验使用的温度等级器是一个由 120 厘米长的金属的温梯板。其上有一个有机玻璃罩（图 2-1）。在玻璃罩的两头，各有一个门。温梯板的厚度至少 8 毫米，应均匀一致。温梯板两端弯成直角，分别浸入冰水槽和热水槽中。热水槽可用电热丝加热，以导电表或控温仪调节温度。动物停留在温梯板区域的中点，作为动物选择温度的记录。

#### 四、实验步骤

(一)了解并熟悉仪器。

(二)建立仪器的“温梯”。

1. 最好先用温水倒入热水槽,这样可以迅速调节所要求的高温。

2. 根据实验要求,把热水槽中的导电表调节至需要的温度,并打开电源开关,使水槽内保持恒定的温度。注意温梯板的一端应浸入水中。

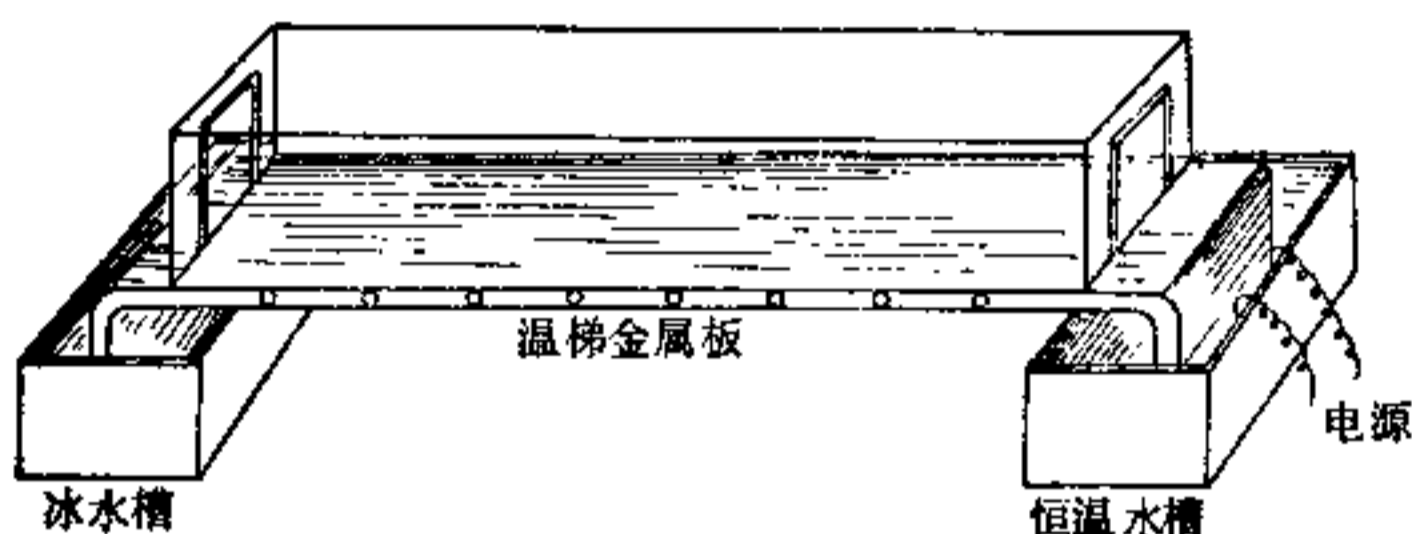


图 2-1 温度等级器

3. 在冰水槽中加入少量冰块及少量食盐,使温梯板的另一端浸入冰水中。然后盖上冰水槽盖。

4. 10 分钟后,分别依次测定温梯板的温度,重复测几次,当“温梯”建立(即稳定的“温梯”),把已称重的小白鼠放入温度等级器中。

5. 小白鼠放入温度等级器后,通常产生定向反射。在仪器中到处跑,然后,逐渐安静下来,洗脸、静坐、入睡等状态。动物停留的中点即为选择温度值。每隔 2 分钟记录一次(表 2-1),实验持续一小时。

#### 五、记录整理分析

1. 把小白鼠在温梯板上停留的中点温度作为横座标,在温梯

表 2-1 实验记录

观察者\_\_\_\_ 动物名称\_\_\_\_ 性别\_\_\_\_  
 体 重\_\_\_\_ 观察日期\_\_\_\_ 时间\_\_\_\_

顺序	时间	动物停留位置	动物停留处中点温度	动物状态
1				
2				
3				
4				
5				

板停留的中点温度的动物出现次数, 或即百分比作为纵座标, 作分布曲线图(图 2-2)。

2. 对比不同种动物或不同个体大小动物的选择温度值。加以解释。

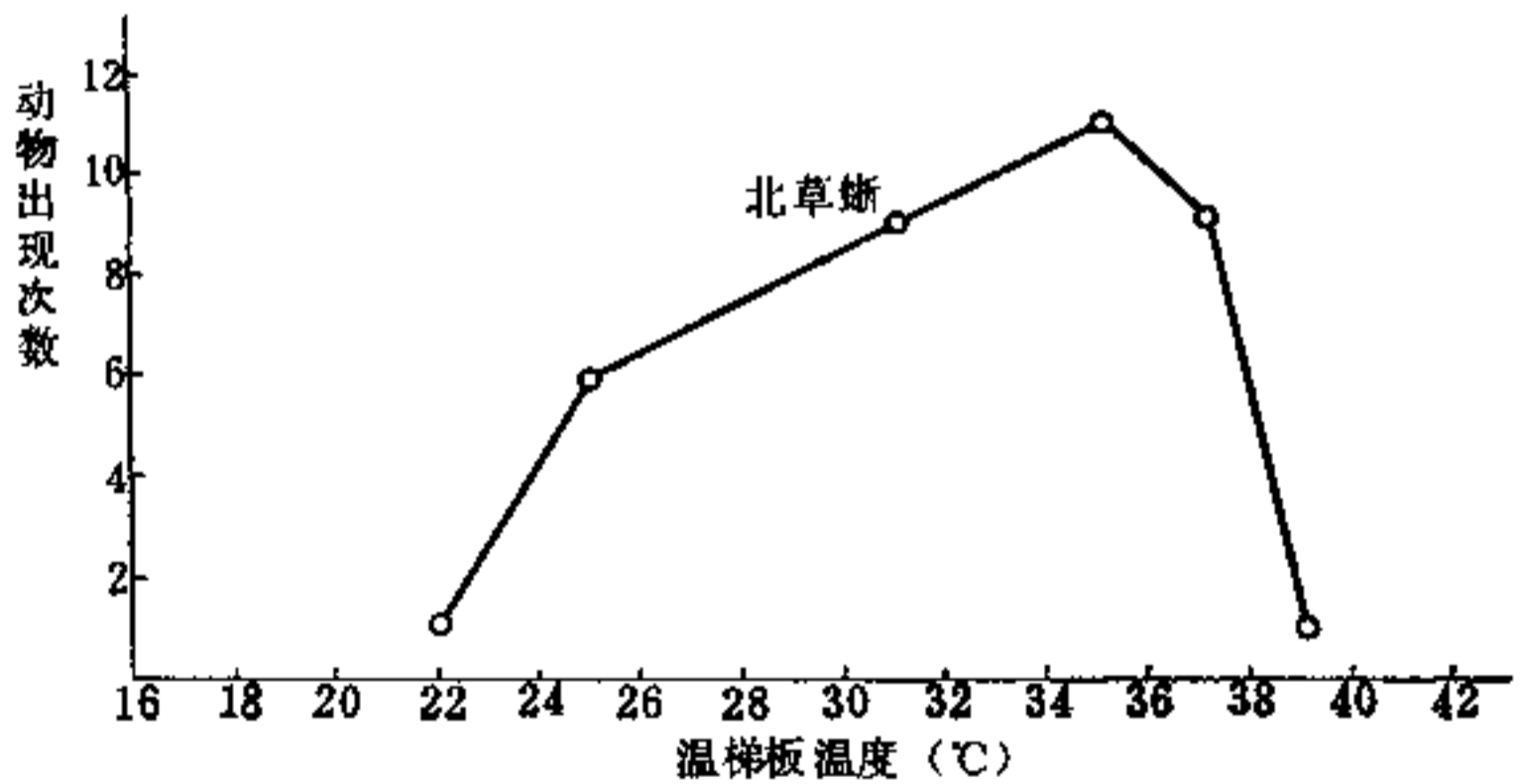


图 2-2 动物在温梯板上停留区的温度与动物出现次数

## 实验三 陆生脊椎动物耗氧量的测定方法

### 一、实验目的

1. 了解测定陆生脊椎动物耗氧量的几种呼吸仪结构和原理,掌握其用法。
2. 了解在不同环境温度下外热动物和内热动物气体代谢改变的特征。

### 二、实验材料

1. 实验器材 呼吸仪及其附属装置,控温仪及电热棒、半导体点温计,气压计,温度计,天平、鼠笼、氧气袋,止血钳、秒表、烧杯、洗耳球、氢氧化钠(氢氧化钾或钠石灰)、冰、食盐。
2. 实验动物 蛙或蟾蜍、蜥蜴、鸟、鼠等。

### 三、一般说明

动物能量代谢强度的测定方法,有直接测热法和间接测热法两大类。直接测热法是直接测量动物在一定时间中散放到周围环境的全部热量。间接测热法是一种测量气体代谢的方法(耗氧量或二氧化碳排出量)。由于直接测热法仪器装置庞大,操作复杂,误差较大,目前已很少应用。

目前应用于测量气体代谢的呼吸仪,分为开放式和封闭式两种类型。开放式呼吸仪是形成通过呼吸室的气流,用气体分析仪测定呼吸室进口和出口的气体成分变化,结合气流速度,计算动物的耗氧量或二氧化碳排出量。封闭式呼吸仪中,有的是通过分析密闭呼吸室在实验前后气体成分改变,估算耗氧量(或二氧化碳排出量);有的是以补氧系统补充被动物消耗的氧来估算耗氧量。本

实验将介绍国内外广泛应用的、具自动滴水补氧装置的 Калабухов-Скворцов 呼吸仪和华东师范大学生物系的耗氧量简易测定装置测耗氧量的方法。

另外,附带介绍用国产半自动气体分析器研究耗氧量的方法。

#### 四、自动滴水补氧装置测耗氧量

(一) 结构原理和使用方法 测定小形陆生脊椎动物耗氧量的仪器(图 3-1)是由一个放置实验动物的密闭小室(呼吸室 A)、贮存替补气体的玻璃管 B 和自动地向玻璃管 B 滴水来取代消耗氧气的装置 C 三部分构成。A 的底部有一培养皿 1, 内盛氢氧化钠(或氢氧化钾或钠石灰), 用以吸收动物 2 所呼出的  $\text{CO}_2$ 。动物放在用铁丝网做的小室 3 中, 以限制动物过分的活动。A 的顶盖密封, 以保证不漏气。盖上或侧面有两个孔, 一个插温度计 4, 用以测定呼吸室内的温度; 另一个用橡皮管 6 与玻璃管 B 相通。橡皮管中间经过两个三通管, 第一个三通管 7 除联络 6 和 9 以外, 又分出一

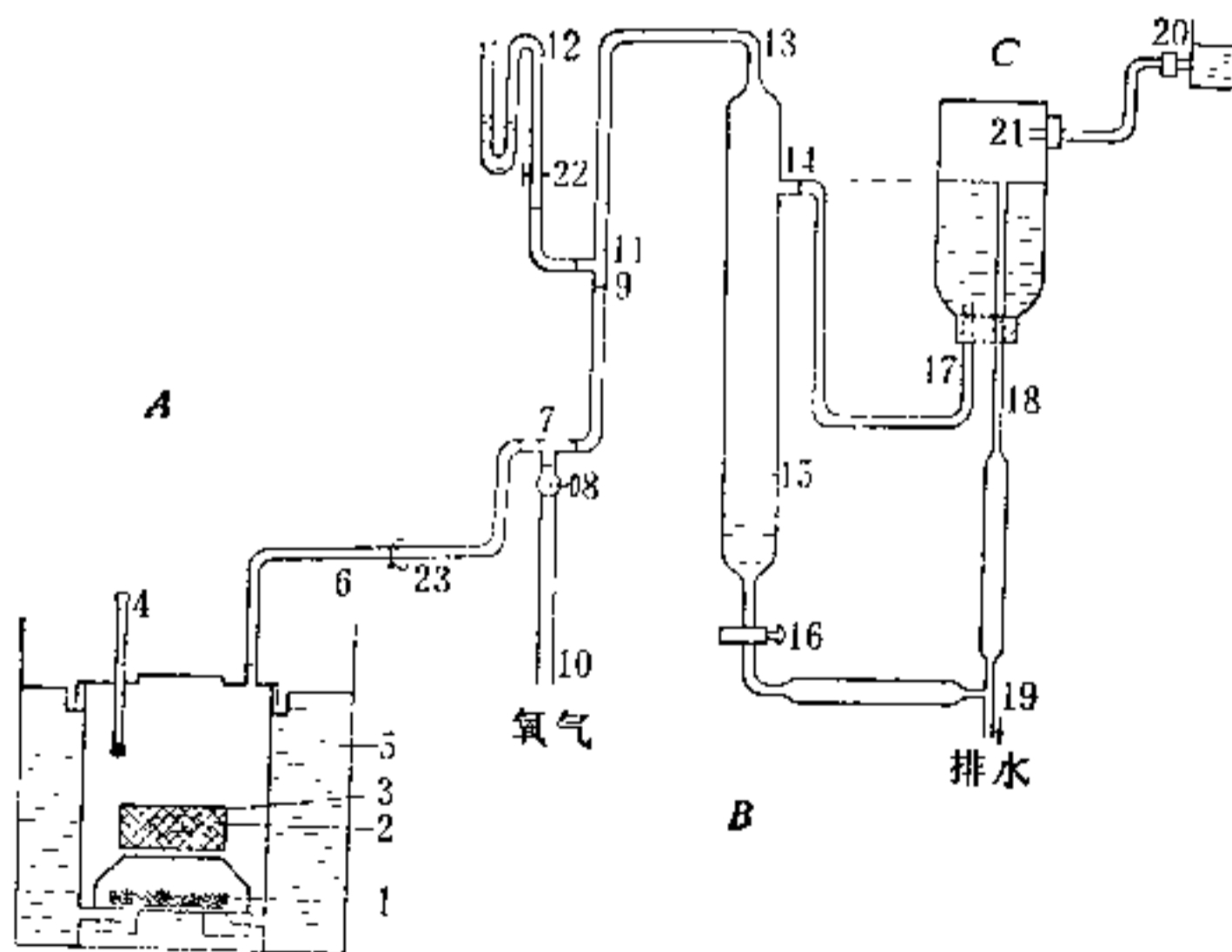


图 3-1 具自动送氧系统的呼吸室(说明见正文)

支通向氧气袋 10, 并可用开关 8 关闭; 另一个三通管 11 除联络呼吸室 A 与玻璃管 B 以外, 又联一“U”形气压计 12, 以检定呼吸室内的气压是否与外界相等, 并可借开关 22 关闭。在进行实验时, 把呼吸室沉入控温水槽或温箱 5 中, 以维持呼吸室内稳定的温度。为了保持温度稳定, 控温水槽可以用加冰或加热水的方法, 也可以用恒温箱或控温仪加热的装置。

玻璃管 B 的上下端共具三个通路, 上端通路 13 借 11、9、7、6 与呼吸室 A 相连, 当呼吸室内的氧气因动物呼吸而减少时, 可将氧气补入; 上端侧面另一通路 14 与自动滴水装置 C 相连, 当玻璃管 B 内氧气减少时, 水即可由 C 流入。经过一定时间实验后, B 中的液体水平面 15 即随动物消耗的氧量而上升。管壁上具有刻度 (毫升), 根据水平面 15 上升的高度即可测定动物在该时间内消耗的氧量。玻璃管 B 下端的开关 16 是在向 B 充氧气时排水用的。

C 是一倒置玻璃下口瓶 (或有机玻璃管), 下端通出两个玻璃管, 一个玻璃管 17 经 14 通入 B 中, 另一个玻璃管 18 通到排水处 19。玻璃管 18 的上端必须与 14 保持在同一水平上, 由自来水 20 通过 21 不断向下口瓶加水, 超过 18 和 14 水平面的水即由玻璃管 18 经 19 排出。注意一定要使玻璃管 18 的上端与贮存氧气的玻璃管 B 的 14 保持在一个水平上 (如图中虚线所示)。如果是在一个水平面上, C 中的水就不会自行流入 B 中; 如果 18 的位置过高, 水即将经 17、14 流入 B 中, 并且 18 的位置越高, 水就流得越快; 相反, 如果 18 的位置过低, 14 处见不到水面, 就不能完全保证在 B 管内氧气减少时自动用水来补充。通常, 当在 14 处可以看到水正处于将流入而未流入 B 管中的水平面时, 则证明 14 和 18 处于一个水平面上。

当一个实验结束时, 水已装满了 B 管, 为了进行下一个实验, 必须重新装入氧气。此时, 可打开开关 8, 并且关闭气压计的通路