

花背蟾蜍胚胎发育的初步观察*

赵 振 芳

(兰州铁路一中, 兰州 730000)

摘要 花背蟾蜍是最为常见的两栖类动物, 本文对其胚胎发育过程进行了反复, 细致地观察, 制定出胚胎发育全过程时程表, 并绘制了线条图和较详细地描述了各期发育时的形态特征。为花背蟾蜍的研究提供了科学依据。

1983—1986 年间将自然环境中已抱对的花背蟾蜍 (*Bufo raddei*) 捉回, 在室内待其自然产卵, 从受精卵到变态完成均在室内进行。现将结果介绍如下。

一、材料与方 法

早期胚胎发育(1—25 期) 于 1984 年 4 月 5 日—6 月 10 日, 对 8 对蟾蜍进行过 8 个批次的观察。观察期间分别记录了排卵、受精和发育时间, 并按发育分期、分批地用 3—5% 福尔马林固定, 以备细观察、记述各期胚胎发育的形态特征。

胚后发育(26—39 期) 观察方法大致同前。

本文量度数据是用 XTD-01 型双筒体显微镜、加测微尺测得。分期以 60% 的蝌蚪开始显露某期的主要特征为准, 即为前期结束, 又为后期开始。在同一期个体差异不大时, 其量度以选 10 个求其平均值; 差异大时, 则选取 20 个求其平均值。

二、观察与结果

(一) 花背蟾蜍的胚胎发育时程 花背蟾蜍的胚胎发育全过程共分为 39 个时期。其中, 早期发育分为 25 期历时 10.56 天, 胚后发育分为 14 期, 历时 71.23 天(见表 1); 全过程约需 81.79 天。

(二) 花背蟾蜍胚胎发育各期特征 早期

胚胎发育(1—25 期, 见图 A 和 B16—25)。

1. 受精卵期 自受精卵起至第一次卵裂沟开始出现止。胚胎的动物极次已翻转向上面, 角形由钝变圆(见图 A1)。

2. 二细胞期 自第一次卵裂沟出现起至第二次卵裂沟开始出现止。受精卵径裂一次, 成为 2 细胞胚胎(见图 A2)。

3. 四细胞期 自第二次卵裂沟出现起至第三次卵裂沟开始出现止。再径裂一次, 成为 4 个细胞的胚胎(见图 A3)。

4. 八细胞期 自第三次卵裂沟出现起至第四次卵裂沟开始出现止。纬裂一次, 分为八个细胞, 动物极 4 个细胞较小, 植物极 4 个细胞较大(见图 A4)。

5. 十六细胞期 自第四次卵裂沟出现起至第五次卵裂沟开始出现止。由动物极至植物极, 两径裂沟同时经裂, 成为 16 细胞的胚胎(见图 A5)。

6. 三十二细胞期 自第五次卵裂沟出现至第六次卵裂沟出现止。在动物极和植物极, 两纬裂沟同时进行纬裂, 成为 32 个细胞的胚胎(见图 A6)。

7. 囊胚早期 自胚胎细胞分为 64 个细胞起至植物极卵裂沟开始呈龟纹状止。胚胎为 64 个细胞, 此期细胞界线分明(见图 A7)。

8. 囊胚中期 自植物极卵裂沟呈龟纹状起

* 本文蒙兰州大学生物系王子仁同志热情帮助和指导, 衷心致谢。

表 1 花背蟾蜍胚胎发育时程表*

早期胚胎发育分期	开始时龄	阶段内时数	胚后发育分期	开始时龄	阶段内时数	阶段发育温度
1. 受精卵期, 图 A 1	0.0		26. 半圆形肢芽期, 图 B 26	15.01	4.45	16.75
2. 二细胞期, 图 A 2	1.2	1.2	27. 圆锥形肢芽期, 图 B 27	22.64	7.63	18.89
3. 四细胞期, 图 A 3	1.7	0.5	28. 膝关节肢芽期, 图 B 28	35.32	12.68	20.69
4. 八细胞期, 图 A 4	2.3	0.8	29. 匙状肢芽期, 图 B 29	39.53	4.21	15.67
5. 十六细胞期, 图 A 5	3.3	1.0	30. 第四、五趾出现期, 图 B 30	42.42	2.89	19.50
6. 三十二细胞期, 图 A 6	4.3	1.0	31. 第三趾出现期, 图 B 31	46.00	3.58	21.26
7. 囊胚早期, 图 A 7	5.3	1.0	32. 第一、二趾出现期, 图 B 32	51.37	5.37	19.63
8. 囊胚中期, 图 A 8	7.3	2.0	33. 内瞳突出现期, 图 B 33	57.56	6.19	20.50
9. 囊胚晚期, 图 A 9	13.3	6.0	34. 外瞳突出现期, 图 B 34	62.06	4.50	21.26
10. 原肠早期, 图 A 10	20.3	7.0	35. 肛管消失期, 图 B 35	66.38	4.32	22.96
11. 原肠中期, 图 A 11	23.3	3.0	36. 出前肢期, 图 C 36	70.79	4.41	20.80
12. 原肠晚期, 图 A 12	25.3	2.0	37. 肩关节露出期, 图 C 37	73.79	3.00	21.89
13. 神经板期, 图 A 13	35.3	10.0	38. 肩基部愈合期, 图 C 38	77.79	4.00	20.83
14. 神经褶期, 图 A 14	44.7	9.4	39. 变态完成期, 图 C 39	81.79	4.00	21.35
15. 胚胎转动期, 图 A 15	50.0	5.3				
16. 神经管期, 图 B 16	57.0	7.0				
17. 尾芽期, 图 B 17a-b	73.0	2.4				
18. 肌肉感应期, 图 B 18a-b	89.3	16.3				
19. 心跳期, 图 B 19a-b	109.3	20.0				
20. 腮血循环期, 图 B 20a-b	128.3	19.0				
21. 开口期, 图 B 21a-b	147.3	19.0				
22. 尾血循环期, 图 B 22a-b	173.3	26.0				
23. 鳃盖褶期, 图 B 23a-b	190.5	17.2				
24. 右侧鳃盖闭合期, 图 B 24a-b	223.5	33.0				
25. 鳃盖封闭期, 图 B 25a-b	253.5	33.0				

说明 (71.23 天)

1. 观察次数: 自雌蟾排卵, 雄蟾排精完成至第一次卵裂开始的卵裂阶段, 连续观察其全过程, 囊胚期以后, 由于阶段时间加长, 每天观察 3—5 次, 特征快要出现时增加观察次数。
2. 开始时令: 系指从雌蟾排卵、雄蟾排精时起。
3. 数据单位: 早期发育: 单位: 小时; 晚期发育: 单位: 天

注: 气温 18±℃, 10.56 天; * 表内 1—39 期各期说明适用于表 2。

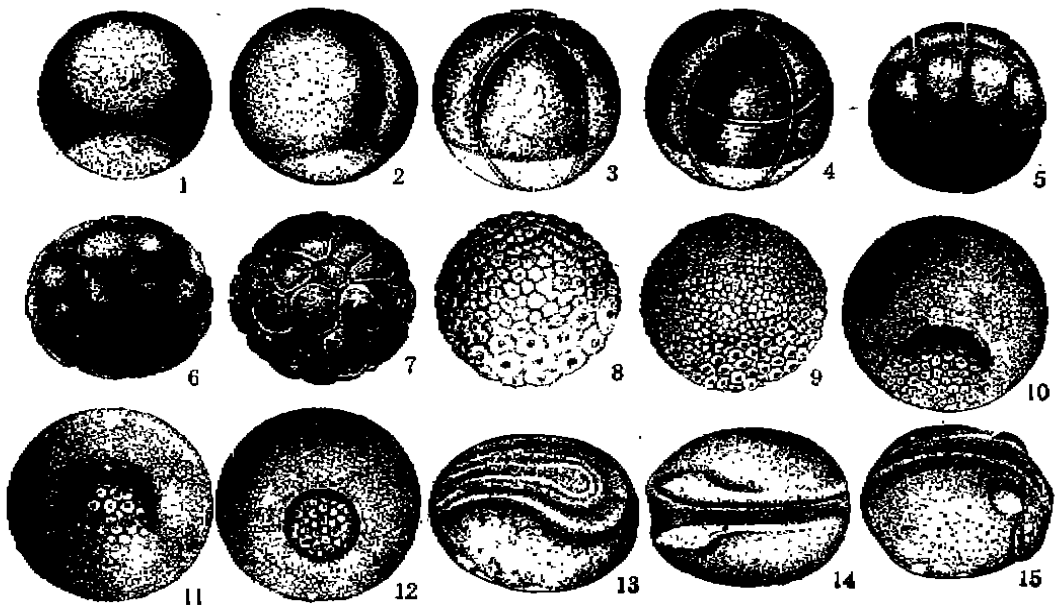


图 A 1—15 发育期

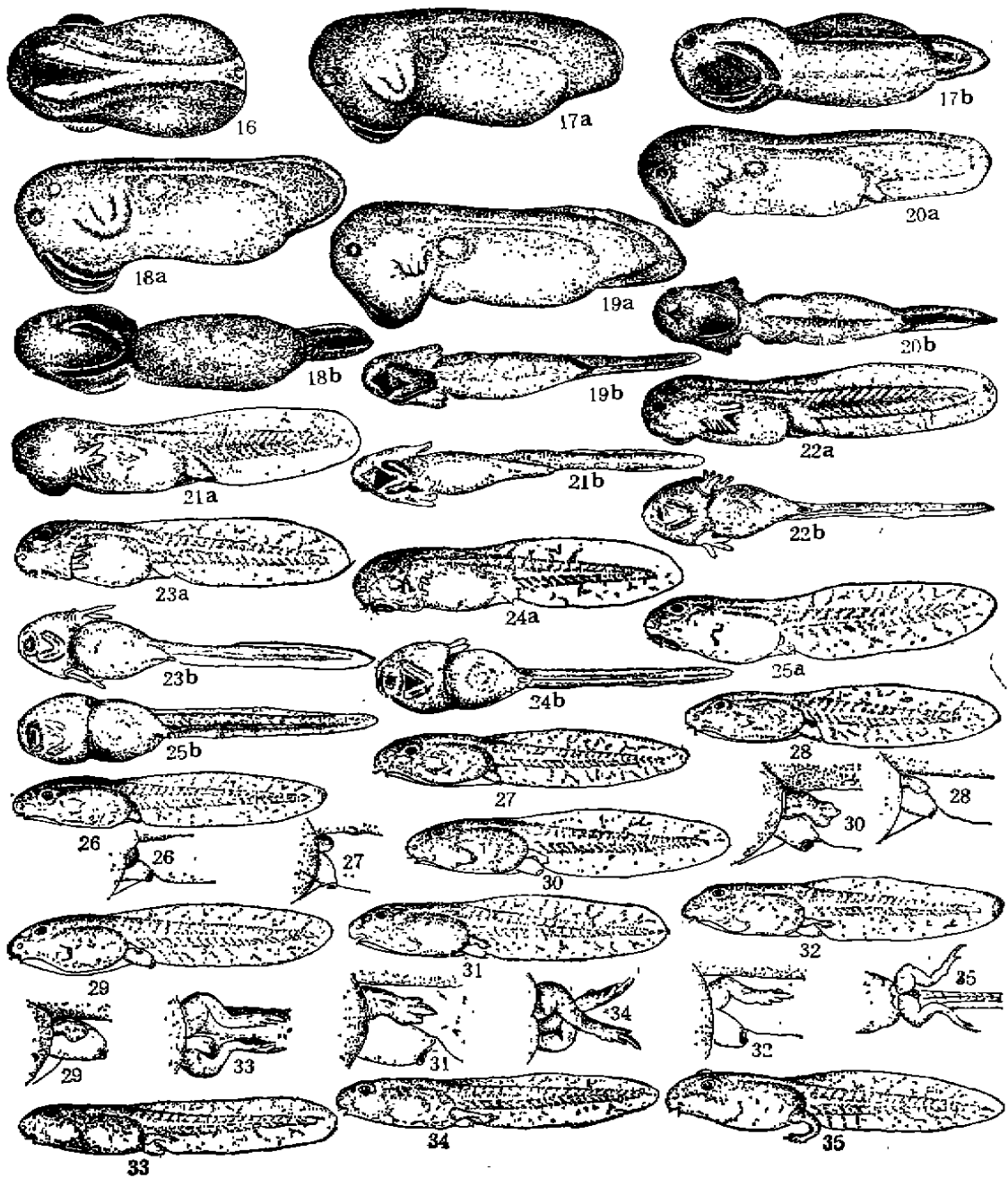


图 B 16—35 发育期

至肉眼看不清胚胎细胞界线止。胚胎呈桑椹状，镜检细胞界线分明，植物极细胞色白，分裂沟浅，呈龟纹状(见图 A8)。

9. 囊胚晚期 自肉眼看不清细胞界线起至背唇开始出现止。镜检细胞小，用高倍镜视之仍能看出细胞界线(见图 A9)。

10. 原肠早期 自背唇出现起至背唇向两侧延伸呈半圆形止。在动植物极交界处，内卷凹陷呈弧形背唇(见图 A10)。

11. 原肠中期 自背唇呈半圆形起至成圆形胚孔止。侧唇继续做弧形延伸呈马蹄形，最后形成胚孔(见图 A11)。

12. 原肠晚期 自胚孔呈圆形起至神经板出现止。胚孔由大逐渐变小,至卵黄栓消失(见图 A12)。

13. 神经板期 自神经板出现起至神经沟出现止。胚胎背面的外胚层形成了渐变平坦,前宽后窄,略为灰白色,即形成神经板(见图 A13)。

14. 神经褶期 自神经沟出现起至中腰部神经褶开始靠近合并止。神经板两侧向上隆起成褶,神经板内陷呈沟状。略见隆起的感觉板原基(见图 A14)。

15. 胚胎转动期 自中腰部神经褶靠近合并起至胚胎在卵膜内开始转动止。胚胎在卵膜内开始转动,神经管基本形成。鳃板原基开始分化(见图 A15)。

16. 神经管期 自神经管形成起至尾芽开始出现止。胚胎的背面,除前脑部分仍开放外,其余部分已愈合为神经管。鳃板隆起,吸盘原基及头两侧的突出物——视泡,清晰可见。个别胚胎已开始孵化(见图 B16)。

17. 尾芽期 自尾芽开始出现起至胚体受刺激后能做曲身扭动止。尾芽出现,胚胎已能区分出头、躯干、尾三段。前肾突起已显出,鳃板上已分化出鳃沟,吸盘明显,多数胚胎已孵化(见图 B17a,b)。

18. 肌肉感应期 自胚体受了刺激能做曲身扭动起至胚体心脏开始跳动止。肌肉开始收缩,胚体受刺激能做曲身扭动,位于鳃沟之间的鳃弓软组织开始向外凸起——形成外鳃。嗅窝清晰可见(见图 B18a,b)。

19. 心跳期 自胚体心脏开始跳动起至鳃尖上血液开始流动止。用明亮光源聚焦于咽后腹面,透过皮肤可见心脏开始缓慢舒缩的影子,且逐渐加快,多数胚体心跳频率每分钟可达50次左右,外鳃上已突起乳头状鳃芽(见图 B19a,b)。

20. 鳃血循环期 自鳃尖上血液开始流动起至口板穿透止。外鳃已成短指状分枝,鳃尖上单回路的微血管内,无色的血液与心跳同步做脉冲式流动。心跳频率每分钟可达80次左

右。吸盘很发达,口窝凹陷加深,呈菱形(见图 B20a,b)。

21. 开口期 自口板穿透起至血液流到尾鳍止。口窝与口突形成的口板穿孔开裂,口咽相通。尚不能进食,外鳃发达呈鹿角状分枝,头开始变圆变宽,有额突,眼泡隆起可见,吸盘开始萎缩退化(见图 B21a,b)。

22. 尾血循环期 自血液流到尾鳍起至鳃盖褶覆盖了鳃的基部止。可见血液在尾肌动脉管内先做往返流动,与背、腹鳃血管连通后,血液即川流不息。头变宽,吻端变圆,眼由体侧转向背面,角膜色素减少,晶体隐约可见,腹部变大,蝌蚪呈缢腰葫芦形(见图 B22a,b)。

23. 鳃盖褶期 自鳃盖褶覆盖了鳃的基部起至右侧鳃丝被包在体内止。鳃盖褶向后延伸,覆盖了两侧外鳃基部,眼球轮廓已能看出,角质齿、顎齿已经长出,蝌蚪已能自由游动(见图 B23a,b)。

24. 右侧鳃盖闭合期 自右侧鳃丝被包在体内起至左侧鳃丝包封在体内止。右侧的鳃盖褶已将内外鳃丝包封在体内,眼球清晰可见,口角出现唇乳突,蝌蚪已具备种的典型特征(见图 B24a,b)。

25. 鳃盖封闭期 自左侧鳃丝包封在体内起至后肢芽隆起呈半圆形止。左侧的鳃盖褶向后延伸,亦将内外鳃丝包入体内,仅留一小孔与外界相通。吸盘退化呈痕迹,种的标准齿式形成。肛管已疏通有粪便排出,后肢芽已长出呈疣状(见图 B25a,b)。

胚后发育(26—39期,见图 B26—35,图 C36—39)*

26. 半圆形肢芽期 自后肢芽隆起呈半圆形起至后肢芽开始呈圆锤形止。侧面观,后肢芽已隆起呈游离缘,界线清楚的半圆形,后肢芽的长度约等于其基部的宽度。出水孔变成了出水管,典型齿式完成(见图 B26)

27. 圆锤形肢芽期 自后肢芽呈圆锤形起至膝关节开始出现止。侧面观后肢芽呈圆锤

*注: 胚后发育主要以出肢情况进行分期,其它器官未加描述。

形，后肢芽长度略大于其基部的宽度。形似圆锤状(见图 B 27)。

28. 膝关节肢芽期 自膝关节出现起至后肢芽开始变成匙状止。后肢芽向后延伸，膝关节部位出现微微弯曲。后肢芽游离端的宽度也略大于其基部的宽度，并变薄呈三角形(见图 B28)。

29. 匙状肢芽期 自后肢芽呈匙状起至第四、五趾开始出现止。后肢芽向后延伸，其游离端呈扁平尖瓣板，形似匙状。此期后肢芽的长度约为其基部宽度的两倍(见图 B29)。

30. 第四、五趾出现期 自第四、五趾出现起至第三趾开始出现止。在瓣板边缘的第三、四趾与第四、五趾的交界处，发生微微凹陷。膝关节更加明显(见图 B30)。

31. 第三趾出现期：自第三趾出现起至第一、二趾开始出现止。在瓣板边缘的第二、三趾之间出现微微凹陷(见图 B31)。

32. 第一、二趾出现期 自第一、二趾出现起至内瓣突开始出现止。在瓣板边缘的第一、二趾之间，出现微微凹陷，腹面观股部开始向两侧分开，活体背面观，从尾基部的两侧刚刚能见到外展的膝关节部位(见图 B32)。

33. 内瓣突出现期 自内瓣突出现起至外瓣突开始出现止。内瓣突开始隆起。活体背面观，弯曲的膝关节展露于尾的两侧，跗蹠部与尾平行(见图 B33)。

34. 外瓣突出现期 自外瓣突出现起至肛管消失呈残基止。外瓣突开始出现。腹面观，肛管已萎缩消失成前后等宽的一条窄线，夹在两大腿的交连处，肛门处呈喇叭口状残基。背面观，跗蹠部已向两侧叉开，与尾呈 45° 角(见图 B34)。

35. 肛管消失期 自肛管退化呈残基至前肢伸出止。肛管已萎缩消失，只有肛门处尚存残基，原肛管位置成了一条前窄后宽的沟(称腹肛沟)。透过皮肤可见手已支撑在出水孔和出肢孔的预定位置。背面观，平静、停游时，跗蹠部叉开与尾成 90° 角。受惊动后，股、胫、跗蹠三部分能以“之”形曲贴在一起(见图 B35)。

36. 出前肢期 自前肢伸出起至肩关节开始露出止。前肢(仅前臂)陆续伸出，多是左先右后，腹肛沟愈合成一条窄线痕，活体背面观，平静时跗蹠部总是叉开，与尾成 135° 角以上。后肢有力，停游时，股、胫、跗蹠三部也总是紧紧曲贴在一起(见图 C 36)。



图 C 36—39 发育期

37. 肩关节露出期 自肩关节露出起至肩基部愈合止，前肢全部伸出体外，肩关节露出。肩关节腋部皮肤与出水孔、出肢孔的皮肤缘开始愈合，后肢出现花斑，鼻孔由背面转向前端，口裂已达眼前缘，尾基部 $1/3$ 处的尾膜已消失，皮肤粘液腺出现，呈凹陷斑点(见图 C 37)。

表 2 花背蟾蜍胚胎发育期体形变化

胚胎发育分期	全长	体长:尾长	体宽:体高
1	1.46		
2	1.46		
3	1.46		
4	1.46		
5	1.46		
6	1.46		
7	1.46		
8	1.46		
9	1.46		
10	1.50		
11	1.55		
12	1.55		
13	1.80		
14	1.93		1:1.09
15	2.05		1:1.06
16	2.08		1:1.16
17	3.24	1:0.15	1:1.30
18	4.17	1:0.25	1:1.67
19	4.15	1:0.32	1:1.92
20	5.19	1:0.50	1:1.92
21	6.34	1:0.82	1:1.51
22	7.33	1:1.09	1:1.19
23	7.93	1:1.24	1:1.01
24	8.79	1:1.25	1:1.01
25	8.91	1:1.18	1:0.98
26	11.40	1:1.32	1:0.84
27	17.71	1:1.41	1:0.78
28	24.90	1:1.44	1:0.88
29	27.00	1:1.45	1:0.89
30	30.75	1:1.47	1:0.87
31	33.50	1:1.48	1:0.84
32	36.70	1:1.51	1:0.80
33	39.40	1:1.56	1:0.81
34	39.40	1:1.53	1:0.78
35	43.86	1:1.36	1:0.72
36	45.70	1:1.34	1:0.70
37	26.30	1:0.38	1:0.89
38	20.50	1:残	1:0.89
39	20.00	1:0	1:0.88

38. 肩基部愈合期 自肩基部与周围皮肤缘愈合封闭起至蝌蚪变为幼蟾止。前肢基部与出水孔、出肢孔的皮肤缘愈合封闭,尾萎缩呈残基,腹面观稍见尾尖,口裂已达眼中部,眼侧位,耳后腺出现,背部可见由前向后不规则排列的瘰粒,下颌与胸交界处出现凹线,成为头、胸界线,躯体近似成体型(见图 C38)。

39. 变态完成期 至蝌蚪发育成幼蟾止。尾消失,从背面能见肛门、口裂已达眼后缘,肩基部的愈合痕迹,腹肛沟的愈合线消失,背部及后肢上出现种的花斑,耳后腺隆起明显,已变成背腹扁平与成体相似的幼蟾,变态完成(见图 C39)。

(三) 花背蟾蜍胚胎发育期体形的变化

花背蟾蜍在其胚胎发育的全过程中,胚胎的外部形态,尤其变态发育过程,发生了一系列的变化,其变化规律(见表 2)。卵裂阶段,胚胎大小变化不大,原肠胚阶段,胚胎沿前后轴方向略为变大;神经胚阶段胚体显著变长,高宽相对加大,尾芽期已能区分出头、躯干、尾三段,19—20 期胚胎最侧扁,似一片尖叶,23—24 期、胚体的宽、高又变得基本相等,25 期开始胚体开始平扁,36 期是胚体最长,最扁平时期,33 期尾最长,34 期尾开始萎缩,38 期尾退化为残基。

三、讨 论

(一) 花背蟾蜍胚胎发育的全过程约需 81.79 天,与中华大蟾蜍相比快 31.8 天。几年来的室外观察,兰州地区的花背蟾蜍每年三月下旬即开始出蛰产卵,于六月底即可见到变态完成的幼蟾。比室内培养者发育速度快 20 余天,可能与食物、水温、水内化学物质等因素有关。

(二) 花背蟾蜍雌蟾排卵、雄蟾排精是分几次完成的。排卵(精)时间有长有短,一般长达 2 小时 30 分左右。鉴此,为准确记录受精时间,应按产卵批次分别计时。

(三) 花背蟾蜍多数个体是先伸出左前肢,原因是左前肢借出水孔伸出体外,右出肢孔形成较晚,右前肢先伸出者为个别。

(四) 体与尾的分界,尾芽期是以肛凹为界点,随胚体的发育,胚孔至后肢芽基部的距离为 4 毫米,为使发育分期数据一致,本文在 25 期以前以肛凹或肛孔为界点,25 期以后,以后肢芽基部为体与尾界点。

(下转第 10 页)

参 考 文 献

- [1] 曲漱惠等 1979 动物胚胎学 人民出版社, 189—242。
- [2] 葛瑞昌等 1982 花背蟾蜍 (*Bufo raddei* Strauch) 的早期胚胎发育及分期 兰州大学 (自然科学版) 18 (4): 125—136。
- [3] 王昌等 1984 中华大蟾蜍 (*Bufo bufo gargarizans* Cantor) 的胚胎发育的初步观察。两栖爬行学报 3 (2): 39—48。
- [4] 于豪建译: 1982 发育生物学中的形态模式和实验 1—24 人民教育出版社。
- [5] 于豪建著 1984 动物的发育 人民教育出版社 236—245。