

不一致性。其中比较突出的是构造差异运动的影响,还有如大地水准海面的变化等。如果仅仅把各地有关海面变化的直观数据拼凑起来,编制海面变化曲线,我们认为是不妥善的。

6. 在太平洋地区,存在着6米左右的古海面(高度各地并不一致),即所谓“戴利岸线(Daly shere line)”。英国气候学家布鲁克斯认为它属全新世气候最宜期。近年研究,一些太平洋岛屿6米的高海面系里斯-玉木间

冰期产物。就是说,全新世气候最宜期是否出现过6米左右的高海面,还有疑问。与此同时,过去认为第四纪各次间冰期海面高度,由老到新依次下降,差距可达数十米至百米左右的说法,也是不正确的。

总之,海面变化研究是一多学科性的复杂问题,要靠不同学科共同深入钻研才能得到合理的解释。如果我们能这样做,我国海面变化研究必定将取得更大的进展。

目前世界上已
养殖或正在试验的
鲮鱼种类近二十余
种。其中以鲮鱼
Mugil cephalus
分布最广。它食物
链低、适盐性广及
生长快,已成为很

多国家咸水和半咸水水域的主要养殖或试验养殖对象,其生产潜力业已引起各国的重视。

近年来鲮鱼人工繁殖研究尤着重于人工诱导产卵和育苗技术的研究,现在人工诱导产卵技术已较为完善,但尚需进一步探讨生态因子对性腺成熟的影响等问题,以期提高催产效果;而育苗技术将为今后主要研究内容,旨在以最快速度突破苗种关,为大面积养殖提供物质基础。

一、人工诱导产卵的研究

(一) 催产剂

二十余年来各国学者所采用的催产剂种类及剂量虽不尽相同,但均能达到催产目的。已知的种类有:梭鲮脑下垂体;鲮脑下垂体;鲤鱼脑下垂体;太平洋鲑鱼脑下垂体;鲑鱼脑下垂体加西那荷林;提纯的鲑促性腺激素;哺乳动物激素如人体绒毛膜促性腺激素;鲮脑下垂体加西那荷林+维生素E等,其他促性腺激素,如促卵泡成熟激素(FSH)、脱氧皮质甾酮醋酸盐(DDCA)、雌酮(estrone)、雌二醇(estradiol)对活体进行诱导产卵试验,均有一定

鲮鱼人工繁殖研究的现状和动向*

张 寿 山

(福建省水产研究所)

效果。

(二) 诱导产卵操作程序

1. 选取腹部稍大、肛门稍突出、泄殖孔周围红润等性征明显的成熟亲鱼。

2. 为了使催产把握性更大,在注射前用采卵器取出卵标本,冲洗后保存于含1%福尔马林的0.6%NaCl溶液中,测定卵母细胞直径。采卵器插入的深度视卵巢的长度而定,一般深度距生殖孔约6—7厘米。从卵巢中部取出的卵母细胞较有代表性。

3. 当卵母细胞充满卵黄,平均直径超过650微米,至少在600微米以上,即可进行注射(Kuo, 1974)。

4. 注射,据Donaldson等(1972)报道,1毫克提纯鲑促性腺激素等于人体绒毛膜促性腺激素2150国际单位。激素用量因催产鱼的开始平均卵径而异,每克体重在12—21微克之间。我国台湾省使用2.75—5个鲮鱼脑下垂体(丙酮保存的脑下垂体干重为1.8—10.5毫克,鲜重为8—34.2毫克)加20—50兔单位的西那荷林(Liao, et al, 1972)。福建省水产科学研究所等(1974)用梭鲮脑下垂体为100—200

* 本文是在中国科学院海洋研究所徐恭昭副教授和郑澄伟先生指导下写成的,在此谨致谢意。

个,或使用鲮鱼垂体10—20个。经称重,100个棱鲮脑下垂体相当于10个鲮鱼垂体,约重250毫克。注射鲮垂体的剂量为12—21微克/克体重。注射人体绒毛膜促性腺激素总剂量在49—78微克/克体重之间即能达到产卵。剂量过大会引起早产,使卵母细胞存在多个油球的现象,而直接影响到受精、孵化。注射次数一般采用二次注射,第一次注射剂量为总剂量的三分之一。第一次注射到第二次注射的间隔时间,取决于体内卵母细胞取样检查的结果而定,一般为12—24小时。如果第二次或第三次注射后亲鱼没有反应,可注射第三针或第四针。一般认为需要4次以上注射的亲鱼是不理想的(Kinno, 1977)。

5. 雌鱼经第二次注射2小时后,把雄鱼放入催产池,雌、雄比例1:2—3。随着卵母细胞吸水作用的发展,雌鱼腹部继续膨大并常出现钙沉淀物的排出。与此同时,雄鱼变得更活跃,与雌鱼接触更密切,偶然也观察到雄亲鱼围绕雌亲鱼或轻擦雌亲鱼泄殖孔部位。有的雌鱼会先排出小量卵,刺激雄鱼排精。

在生殖季节捕起的雄鱼不需注射激素,在生殖季节前,雄鱼可注射17 α -甲基睾丸甾酮,每克体重100克(Shehadeh等,1978)。

6. 亲鱼注射后,在估计临近产卵时,每隔1—2小时须拉网检查,以正确判断产卵时间。通常在第二次注射20—24小时后排卵。有时出现自然排卵现象(Liao, I. C., et al, 1972),但都是用人工授精。

(三) 诱导产卵有关几个问题的探讨

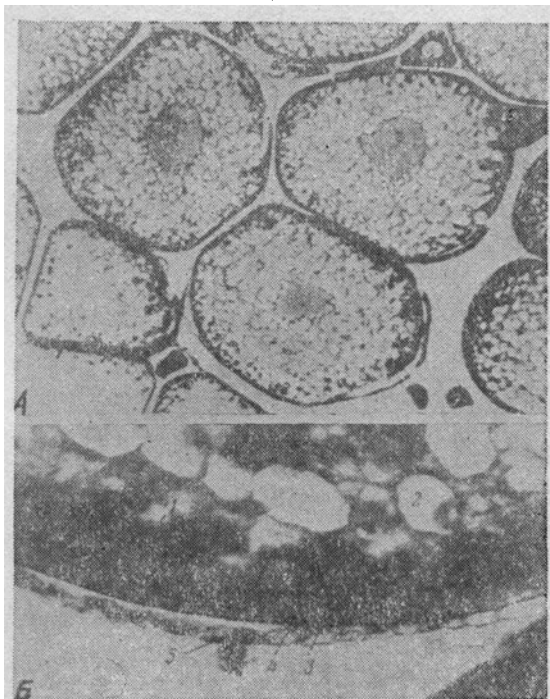
由于目前人工诱导产卵所用的亲鱼大都捕自天然海区,鱼苗也以捕天然苗种为主,故对繁殖生物学的研究不论在基础理论或生产上均有很大的意义,可为人工诱导产卵亲鱼选择,确定诱导产卵与育苗技术方法等提供依据。

1. 卵径与性成熟的关系: Аттекин(1978)等研究表明,卵母细胞组成曲线反映了卵巢的成熟状况。但卵母细胞的最大卵径因地区而异,如黑海鲮鱼,卵径为500—600微米或稍大,夏威夷鲮鱼则大于650微米。据认为

卵径大小与水温及索饵期饵料保障有关。因此在对亲鱼进行活体采卵检查时,应对照卵径变化的历史资料,结合卵母细胞形态学和油球分散率等特征予以判断,有的卵径虽然稍小,但已具受精能力。

2. 催产剂对IV₁, IV₂, IV₃期卵巢的影响: Житенев和Калинич(1974)等分析向黑海作生殖洄游的鲮鱼和尖鼻鲮的生殖腺状况,对IV期卵巢进行组织学切片研究,并把IV期分为IV₁, IV₂, IV₃三期。现分述如下:

IV₁期 卵母细胞达到最大规格,外面包裹着一层结缔组织薄膜,膜下面有一层扁平上皮组织。滤泡界限不清楚,胞核呈延长豆形。在滤泡膜下面卵母细胞真膜具有清楚的放射带(Zona radiata)。真膜厚10—15微米。卵母细胞胞质充满大量大油滴,平均15—70微米,卵黄粒散布其间(照片1(A))。卵核位于卵母细胞中央、圆形,边缘有小裂缺,核仁分布

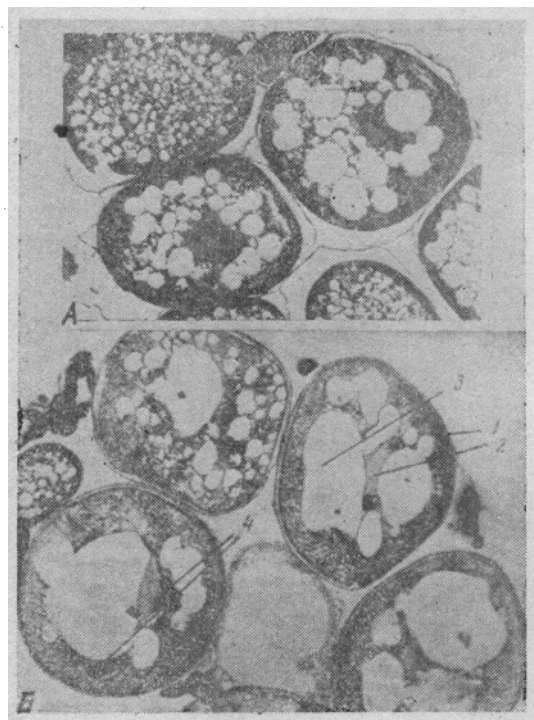


照片1 尖鼻鲮Mugil salien的卵母细胞
A. IV₁期卵巢; B. IV₁期卵母细胞的卵周区。
1. 皮质粒; 2. 油滴; 3. 原生质周围层; 4. 卵母细胞真膜; 5. 滤泡上皮

其周围，在切片中通常可见到6—8个，卵母细胞膜下有一薄层游离于卵黄粒和油球的原生质。在卵母细胞周围散布着圆形和卵圆形的，着色浓的皮质粒（照片1（B））。

Ⅳ₂期 卵母细胞有一个大油球，核延长呈卵圆形，位于卵胞中央，边缘形成深锯齿裂口，核仁位于卵核周围。在卵中出现卵黄均质化区。在卵黄均质化过程中，颗粒状的卵黄分布于油滴之间，并可清楚地见到一些大的卵黄粒及皮质粒（照片2（A））。

Ⅳ₃期 在卵母细胞有5—6个大油滴，核仁位于核周围和核中央。在卵母细胞的切片中有很大部分充满卵黄均质区，在卵黄均质区周围没有皮质粒（照片2（B））。



照片2 鳊鱼Ⅳ₂期(A)和Ⅳ₃(B)卵巢的卵母细胞

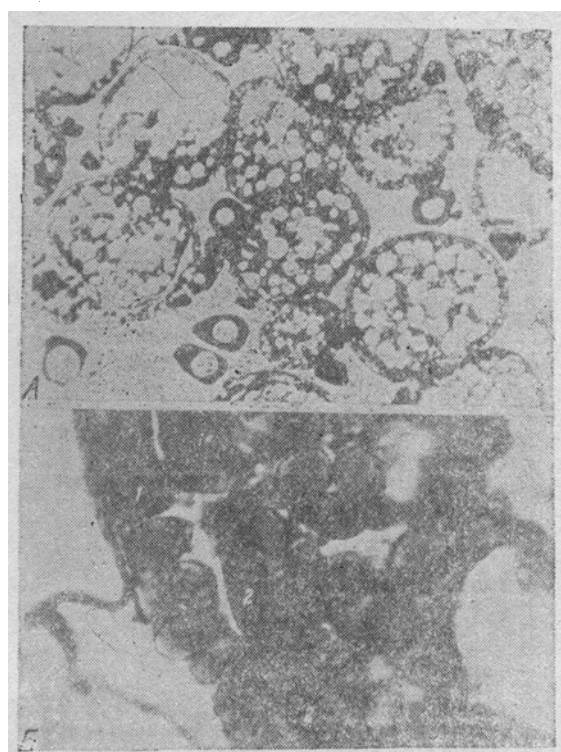
1. 卵母细胞的原卵区；2. 卵母细胞的核；3. 油滴；4. 卵黄均质区

苏联学者的研究认为，对处于Ⅳ₁期卵巢的亲鱼进行诱导产卵时，可导致卵母细胞急性吸收，卵母细胞核消失，上皮厚度增至20至25微米，上皮细胞变成圆形（照片3（B））。真膜上放射带消失，其中开始出现少数断裂，接着



照片3 据末伊因F期成熟的卵母细胞(A)和处于退化吸收期的卵母细胞的滤泡上皮(B)

1. 卵母细胞胚眼；2. 油滴；3. 均质卵质



照片4 Ⅳ₁期卵巢注射脑垂体匀浆后卵母细胞的吸收(A)和卵母细胞的吸收部分(B)

1. 滤泡上皮；2. 卵母细胞真膜

卵很快就崩溃成几个部分(照片4(A))。在这期间,滤泡上皮细胞尖端与卵母细胞融合,通过卵母细胞卵膜上形成的裂口,把其内含物吸收入滤泡的上皮细胞之中,显然这时滤泡的上皮细胞起着吞噬细胞的作用。卵母细胞周围的结缔组织数量增大,在切片中出现粗血管。

处于第Ⅳ₂期卵巢的亲鱼经注射后,没有导致急性吸收过程,催产剂的作用表现于使油滴增大,在40—50%的卵母细胞中小油滴合并成1—5个大小为90—120微米的大油滴。此时,在一个卵径为380—400微米的卵母细胞中能合并成一个250—270微米的大油球。卵核位于卵母细胞的中央,暗色的大油球在卵母细胞中很明显,当油滴合并成一个时,核呈新月形,分布于油球和卵黄之间。核里有4—5个核仁。核边界很明显,有30—40%的卵母细胞在核附近分布着细粒结构均质化卵黄。在卵周带卵黄呈粒状,彼此紧贴,真膜仍保持着放射带。随着滤泡细胞的生长,一些卵细胞的卵核开始崩溃,说明卵巢出现了近似吸收的过程。

对处于Ⅳ₃期卵巢的亲鱼进行诱导产卵能促使卵母细胞成熟和排卵。

3. 生态因子对性腺成熟的影响:生态因子对鲮鱼性腺成熟的影响,报道不多,但其重要性愈来愈引起重视。苏联学者报道,进行生殖洄游的黑海鲮鱼亲鱼,卵巢绝大多数处于Ⅳ₁, Ⅳ₂期,在自然条件中,经一定生态学因素的作用下,亲鱼生殖腺完成产卵前的变化。据Теробилоский (1965) 的描述,从Ⅳ期经Ⅴ期到排卵是通过下列过程来完成的:视分析器→下丘脑→脑下垂体神经分泌系统→垂体亲生殖腺功能→卵巢→生殖腺传出联系→中枢神经。郭钦明等(1973), Kuo, C-M., et al (1973) 也认为生态因子经由中枢神经传递、刺激内分泌系统而控制性腺成熟的活性。产卵场中任何生态条件的非正常变化,均有可能引起生殖停顿,卵过熟和吸收。如杏林湾港养鲮鱼生殖腺可发育到Ⅳ期,但因缺乏产卵前变化所需的生态条件如盐度等,故未能在湾内产卵,在一定时期即自行吸收退化。鲮科不同种类生

殖所要求的条件不同,如棱鲮 *Mugil carinatus* 能在淡水中成熟和生殖。大头鲮 *M. capito* 也能在非洲咸淡水湖中生殖。在封闭的杏林湾中,根据观察结果,棱鲮 *M. carinatus*、粗鳞鲮 *M. ceramensis* 均能成熟和生殖。当然,亲鱼成熟发育所需的生态条件是多因子的。近年来有些学者研究了盐度、光照和温度对性腺成熟的影响。Abraham (1975) 研究淡水、海水及高盐度区捕来的鲮鱼标本,用组织学的方法和电子显微镜技术分析脑垂体上皮和神经组织成份,认为脑垂体前叶催乳素分泌细胞分泌的催乳素可能对促性腺激素合成和释放或两者均有抑制作用。在产卵季节 Grant 和 Pickford (1959) 观察副脑垂体催乳激素减少, Blüm (1966) 发现促性腺激素受催乳激素的抑制。这一工作为采取海水过渡措施获得人工繁殖成功提供了一些科学依据。中国科学院海洋研究所和天津市水产研究所的研究也表明海水梭鱼和淡水梭鱼垂体前叶分泌细胞和间叶所分泌的促性腺激素的颗粒大小和数量也有明显的差异,可见盐度是影响鲮和梭鱼性腺成熟的一个主要生态因子。探讨光照和温度对卵巢发育的影响 (Kuo, C-M, et al, 1973 a, b)。研究工作是在能进行环境控制的实验室中进行。实验结果表明,较短的光照期(6小时光照/18小时黑暗)能刺激非繁殖季节时卵巢的发育,给予适当的温度和光照期,有可能控制卵巢性腺发育。在温度17—21℃经过49—62天,卵母细胞开始发育,然后注射提纯的鲑促性腺激素诱导产卵,已能孵出仔鱼。在温度26℃时,虽然进行光照期控制,但卵母细胞只能发育到卵黄球期。而自然温度21°—26℃,卵母细胞仅处于初级卵母细胞发育阶段。这是因为自然的长光照期,增进自然高水温(21—26℃)对卵黄发生的抑制作用 (Kuo, C-M et al, 1973)。在家鱼孵化中也发现水温下降到20℃以下或上升到32℃以上能抑制亲鱼产卵(钟麟, 1965)。我们认为这是一个值得进一步探讨的问题。研究生态因子的目的在于查明其作用机理,以便通过人为干预使之达到性成熟,增进诱导产卵

效益或促使养殖对象在养殖水域中自然生殖。预料今后会加强这一方面的研究。

二、育苗技术

催产仅是人工繁殖的第一步，育苗技术的完善才能保证养殖成功。

(一) 饵料、摄食习性和仔稚鱼投饵程序

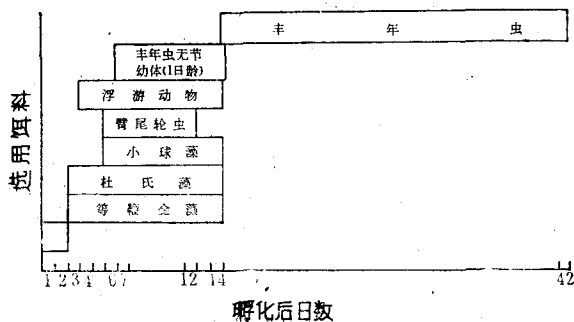
试验初期鱼苗存活率不到1%，其主要原因之一是缺乏适宜饵料和对仔鱼生物学如饵料和摄饵习性等的基础知识欠缺。一些学者认为鲮鱼类在稚鱼期至成鱼期的主要饵料均为有机碎屑、硅藻和微小藻类。但Suzuki (1965) 和 Zismann (1975) 指出后期仔鱼都是动物食性，主要摄食微型的甲壳类。完全投喂动物性饵料培养仔鱼获得成功也证明了鲮鱼仔鱼期和后期仔鱼的动物食性的特点 (Nash, CE., et al 1973, 1974)。江草周三 (1950) 根据消化管形态学特征的变化和胃内含物的分析看出鲮鱼从稚鱼到幼鱼、成鱼食性因消化管形状的变化而改变，在稚鱼期以底栖小甲壳类（端足类、桡足类）为主，随着发育向以附着藻类和碎屑为主的植物食性转化 Alberting - Berhaus (1973) 亦报道金鲮 *M. auratus*，大头鲮 *M. capito*，和尖鼻鲮从稚鱼期的动物食性（以桡足类和端足类为主）向植物食性（以硅藻、有机碎屑和微小藻类为主）转化。郭钦明等 (1973) 观察到在孵化后5天前的仔鱼，对自然水域中的浮游动物（如150微米以下的桡足类尚不能利用，而能很好地利用等鞭金藻 *Isochrysis* 等单胞藻类。在孵化后3—5天开始投喂裸

甲藻 *Cymnodinium*，小球藻 *Chlorella*，盐藻 *Dunaliella*，等鞭金藻和几种臂尾轮虫 *Brachionus*, sps 存活率大为提高。如单独投喂等鞭金藻存活率高达7.8%，而投喂自然浮游动物却仅有2.2% (Roymond, 1973)。Nash等 (1973a) 根据仔稚鱼不同发育阶段而制定投饵程序（如图）。除图所列外，目前使用的饵料还有牡蛎受精卵和由鸡旦白、酵母及鱼粉等配制的混合物。

(二) 仔鱼培育阶段大量死亡的原因的探讨和防治措施

疗一久 (1975)、Nash和郭钦明 (1975) 都描述了鲮鱼在孵化后2—3天和后10天间鱼苗存活率有二次大幅度下降。据他们观察两次均发生在下沉（或垂直）洄游活动之后，认为这是与在发育过程中鱼苗比重减少，引起形态和生理变化有关。另一是营养问题。对于孵化后2—3天大量死亡问题，已通过上述仔鱼习性和饵料研究的进展和增大敞开式孵化器的直径（达12英尺）等，已有所克服。但对第二次大量死亡的原因尚无法克服。最近 Nash 等 (1977) 进一步研究第二次大量死亡的原因时观察到没有摄食的仔鱼，体弱，于孵化后第7—10天下沉池底而死。而获得营养的仔鱼随着第二次垂直洄游，完成生理和形态变化，能积极游动，但大多数鱼苗由于鳔功能的原因不能再进一步发育，究其原因是鱼苗在水表摄食时同时吸入大量气体，这些气体使鳔发生异常膨胀，而使鱼体丧失控制洄游能力，造成鱼苗大量死亡。由于在第二次垂直洄游之后比第一次垂直洄游之后，出现更为严重的死亡，因而近年来14日龄仔鱼的存活率低于10%。

根据这一研究，Nash 等使用增大通气量的方法，使鱼苗保持在水表下摄食，减少因摄食而咽入空气，致使鳔胀大。为了证实这个问题他们进行了一个实验，在两个水池中一个放养密度每立升5.25尾，放养仔鱼总数15,000尾，另一个放养密度每立升7.0尾，总数20,000尾。在50天培育中存活率为33.5%和16.9%，同时值得指出



的是存活率低的另一个因素是由于在培育过程中暴发了寄生虫病所致。Nash认为如果没有致病,两个桶的存活率都可高于30%。

值得指出的是,育苗问题不单纯是育苗技术问题,还有其他多方面的问题,如卵质的问题。卵质不良(如不够成熟和过熟的卵),催产后即使受精也不能化苗(中国科学院实验生物研究所发生生理研究室,1966)。进一步探

讨繁殖生物学有关的基础知识,从而优选亲鱼,并改善诱导产卵技术,就有可能解决卵质问题。育苗成功与否,除了卵子质量,环境因子外,关键因素还在于能获得适宜饵料。而不同种类对饵料要求不同,还必须对各发育阶段的营养、代谢生理进行研究(徐恭昭,1977),为进一步优选天然饵料,人工培育的饵料或人工配合饵料提供依据。

海面风的铅直结构

张 淮

(山东海洋学院)

海面风在海气能量交换过程中几乎起主导作用。这是因为海波、海流和海水团变性等的发生、发展及消失等现象的演变和维持,实质上同海面风直接相联系。因此,从海气相互作用和海气能量交换的观点来了解海面风的铅直分布结构是有实际意义的;这不仅可以提供海洋学科所不可少的气象学知识与情报,而且也间接地向海洋工作者提供在实际业务中不断改善常规观测的一些依据。为此,根据国内外对这方面的研究作一综述。

一、行星边界层

自由大气下方的大气层叫做行星边界层,习惯上也称做埃克曼层。在定常情况下,这个气层中的运动性状可以用下列水平运动方程和边界条件表现出来。

$$\left. \begin{aligned} f(v-u_g) + \frac{d}{dz}(\tau_x/\rho) &= 0 \\ f(u-u_g) - \frac{d}{dz}(\tau_y/\rho) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_x(z_0) &= \rho v_*^2 \\ \tau_y(z_0) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中 u 、 v ,和 u_g 、 v_g 分别为水平实测风和地转

风的 x 、 y 轴方向上的分速。 τ_x 和 τ_y 是切应力分量。 f 是柯氏参量。 ρ 是空气密度。 z_0 是海面糙度参量。 v_* 是摩擦速度。

为了把以上各式改写成无量纲形式,可以引进下列无量纲量:

$$\left. \begin{aligned} \tau_x^0 &= \tau_x/(\rho v_*^2), \quad \tau_y^0 = \tau_y/(\rho v_*^2); \\ u^0 &= (u-u_g)/V, \quad v^0 = (v-v_g)/V; \\ z^0 &= z/h \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中 V 是特征速度, h 是特征厚度。于是(1)式的无量纲形式为

$$\left. \begin{aligned} v^0 + \frac{v_*^2}{fVh} \frac{d\tau_x^0}{dz^0} &= 0 \\ u^0 - \frac{v_*^2}{fVh} \frac{d\tau_y^0}{dz^0} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中系数 $v_*^2/(fVh)$ 称为埃克曼数,即

$$Ek = v_*^2/(fVh) \quad (5)$$

当埃克曼数 $Ek=1$ 时,由(5)式可得

$$h = v_*^2/(fV) \quad (6)$$

这样, h 乃是行星边界层的厚度。如果令特征速度 V 等于摩擦速度 v_* ,则行星边界层的厚度为

$$h = v_*/f \quad (7)$$

在中纬度 $f \approx 10^{-4} \text{秒}^{-1}$,一般情况下, $v_* = 0.1 \text{米} \cdot \text{秒}^{-1}$ 。因此,行星边界层的厚度通常是1000米。

二、近海面层

海面上方数十米厚度的大气层叫做近海面层,通常又可以称为表面层。在近海面层内,