引理 1 任给一 $M\in\Lambda^0$, 存在唯一的 context $C[\ ]$ 及 $F(W)$ 中的一组元素 $P_1, P_2, \cdots, P_k$ 使得 $C[\ ]$ 中无 $F(W)$ 中的项出现且 $M \equiv C[P_1, P_2, \cdots, P_k]$.

引理 2 设 $GW \xrightarrow[\beta\eta]{} N$, N 是 $\beta\eta$ 范式. 则对任 M 都有 $GM \xrightarrow[\beta\eta]{} N$.

引理 3 对任 X, Y, Z, U, V 都有

(a) 如果 $T \overset{UW}{\leftarrow} Z$, 则 $T=Z$.

(b) 如果 $Z \overset{UW}{\rightarrow} F$, 则 $Z=F$.

(c) 如果 $X \overset{UV}{\leftarrow\!\!\rightarrow} Y$, 则 $\exists\ Z(X \overset{UV}{\leftarrow} Z \overset{UV}{\rightarrow} Y)$.

(d) 如果 $X \overset{UW}{\rightarrow} Z \overset{UW}{\leftarrow} Y$, 则 $X \overset{UW}{\leftarrow\!\!\rightarrow} Y$.

引理 4 对任 $U\in\Lambda, \neg(T \overset{UW}{\sim} F)$.

参 考 文 献

1 Barendregt H P. The Lambda Calculus: Its Syntax and Semantics. 1st ed. Amsterdam: North-Holland, 1984. 50 ~ 200

2 Baeten J, Boerboom B. Ω can be anything it should not be. Indagationes Math, 1979, 41: 111 ~ 120

3 Jacopini G. λ-calculus and computer science thoery. Lecture Notes in Computer Science, 1975, 37: 213 ~ 220

赵希顺

(河南师范大学数学系, 新乡 453002)

蒋 颖 王 驹

(中国科学院软件研究所, 北京 100080)

* 国家自然科学基金资助项目

1) 黄日园, 蒋 颖等. U-循环项与易项(待发表)

离子声波漂移不稳定性的实验研究 *

当电子温度 T_e 远高于离子温度 T_i, 使电子相对于离子漂移速度 V_d 超过临界值 V_{dc} 时, 电子分布函数在离子声波速度 V_φ 处的导数会大于零, 离子声波则变成不稳定的. 在长波极限条件下, 可得到离子声波的增长率 $\gamma(K)$ 为

$$\gamma(K)=-\left(\frac{\pi}{8}\right)^{1/2}\left(\frac{m}{M}\right)^{1/2}K\left[(V_\varphi-V_d)+V_\varphi\times\left(\frac{M}{m}\right)^{1/2}\left(\frac{T_e}{T_i}\right)^{3/2}\exp\left(-\frac{T_e}{2T_i}\right)\right], \quad (1)$$

式中 m, M 分别为电子和离子质量, K 为波数. 令 $\gamma(K)=0$, 得到临界漂移速度 V_{dc} 为

$$V_{dc}=V_\varphi\left[1+\left(\frac{M}{m}\right)^{1/2}\left(\frac{T_e}{T_i}\right)^{3/2}\times\exp\left(-\frac{T_e}{2T_i}\right)\right], \quad (2)$$

即 $V_d<V_{dc}$ 时波是稳定的, 而 $V_d>V_{dc}$ 时则是不稳定的, 这就是离子声波漂移不稳定性.

实验在双等离子体装置中进行 ($\varnothing 400\times 1\,400$ mm) [1], 氩气压强 $P\approx 2.67\times10^{-2}$ Pa, 等离子体浓度 5×10^8 cm^{-3}, $T_e\sim 1$ eV, $T_e/T_i\sim 15$, 电子和离子热速度分别为 $V_e\sim 4.2\times10^7$ cm/s, $V_i\sim 4\times10^4$ cm/s. 电子碰撞频率 $\nu_e\sim 1\times10^5$ s^{-1}. 平均自由程 ($\sim 10^3$ mm) 大于等离子体尺度, 则可看成无碰撞等离子体.

图 1 为测得的振幅空间分布结果 (150 kHz). 可见, 靠近激发栅极很小振幅迅速增长, 当振幅足够大时, 甚至会出现周期性起伏的非线性效应[1]. 出现不稳定性现象的频率 100 ~ 200 kHz, 相应波数 K 为 4.2 ~ 12.6 cm^{-1}, 波长 λ 为 5 ~ 15 mm, V_φ 为 1.3×10^5 cm/s. λ 远小于等离子体尺度, 故器壁影响可以忽略. 产生不稳定的两真空室空间电位差 ΔV_{AB} 为 (0.1 ~ 0.5 V), 则 V_d 为 $(0.42\sim 2.1)\times10^7$ cm/s.

设振幅指数增长, 由图 1 可得增长率 $\gamma(K)$ 为 $6\times10^4\sim 1.5\times10^5$ s^{-1}. 频率较低时 γ

较小，在 150～160 kHz 达到极大值 $1.5\times\times10^5\,s^{-1}$，在频率较高时 γ 有下降趋势．实验结果与理论比较可得出如下结论：① $V_e\gg V_\varphi\gg V_i$ 的结果说明，电子和离子朗道阻尼都较小．将 V_φ，T_e/T_i 等代入(2)式，得到临界电子漂移速度 V_{dc} 为 1.5×10^6 cm/s．可见实验测得的 V_d 大于理论值 V_{dc}，故我们的实验条件在不稳定区域．② 将 V_φ，V_d、T_e/T_i，K 代入(1)式，算出增长系数 $\gamma(K)$ 为 $(1.9-5.8)\times10^5\,s^{-1}$．可见，理论与实验结果在量级上是一致的．二者的差异归因于实验的误差和理论的缺陷，理论没有考虑各种可能的耗散效应，因此理论的 $\gamma(K)$ 随频率单调增加．而实验中低频段波长较长使碰撞的影响相对较强，造成低频范围测得之增长系数下降．随着频率增加，使朗道阻尼影响增强，则高频段增长系数也会下降．这些因素的影响，使高频和低频段不仅不稳定现象难以出现、甚至连普通的离子声波也难激发．

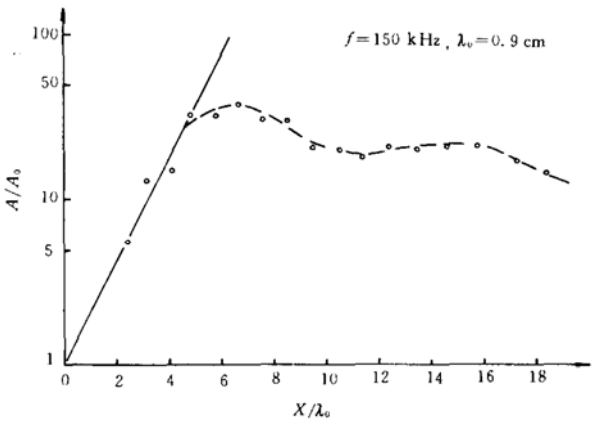


图 1　离子声波振幅随空间位置的分布

X 为接收探针离激发栅极之距离；A 为干涉仪输出，其正比于离子声波振幅；A_0 为 $X=0$ 处之 A 值

参　考　文　献

1　王文清．离子声波非线性朗道阻尼的实验研究．科学通报，1990，35(11)：817

王文清

(北京大学地球物理学系，北京 100871)

*国家自然科学基金资助项目

人红细胞带 3 蛋白结构域间的通讯

带 3 蛋白(Band 3)是人红细胞膜上的主要蛋白质，具有阴离子转运的功能．它是目前被研究得最广泛的膜蛋白之一．从结构上看，Band 3 可分成两个结构域．其中膜结构域负责其阴离子转运功能，而细胞质结构域则与细胞膜骨架蛋白(如锚蛋白 ankyrin 等)相联从而起到稳定膜骨架的作用．尽管细胞质结构域对于 Band 3 膜结构域的阴离子转运功能并不是必需的，然而最近有些证据表明这两个结构域之间可能存在一定的联系，但迄今为止人红细胞 Band 3 两个结构域之间通讯的分子机制和结构基础仍不清楚．

近年来我们在研究 Band 3 结构与功能的调节时发现，Zn^{2+} (μmol/L) 可抑制 Band 3 的阴离子转运活性；而生理浓度范围 ($0.5\sim1\times10^{-6}$)的 Se(硒)则对 Band 3 具有激活作用．若用胰蛋白酶切去 Band 3 的细胞质结构域则 Zn^{2+} 和 Se 的作用均消失．原子吸收光谱测定的结果表明 Band 3 细胞质结构域存在着一个 Zn^{2+} 的结合位点．而 N-3(-苊)-马来酰胺对 Band 3 荧光标记的结果则表明细胞质结构域中部的 2 个半胱氨酸 (Cys201, 317) 可能是 Se 的结合位点．蛋白质内源荧光光谱和碘化钾对 Band 3 的内源荧光猝灭的结果均表明 Zn^{2+} 或 Se 可诱导 Band 3 细胞质结构域发生不同的构象变化．而竹红菌乙素(一种从竹红菌中纯化的苝醌类衍生