

夸克-介子耦合模型中介质 相关参数的自治确定*

郭 华

(北京大学技术物理系, 北京大学重离子物理研究所 北京 100871)

王 顺 金^{1,2}

1 (兰州重离子加速器国家实验室原子核理论中心 兰州 730000)

2 (兰州大学现代物理系 兰州 730000)

摘要 通过建立夸克-介子耦合(QMC)模型与量子强子动力学(QHD)模型的等价性条件,自治地定出了介质相关的QMC模型参数.数值计算表明,QMC模型袋参数及核子袋半径受核物质影响较大,而零点运动参数则不受影响.

关键词 QMC与QHD模型 介质相关的参数 核物质

1 引言

QHD是相对论核多体理论的一般框架^[1,2],在平均场近似下,它能成功地描述核物质及有限核的基态性质、核物质中强子有效质量及核-核碰撞的输运现象等问题^[3].QHD模型实际上就是Walecka模型及其它的改进形式,最早的QHD模型是由Walecka在描述高密核物质(如中子星)性质时提出的,该模型仅含核子、 σ 及 ω 介子自由度,又称Walecka-I模型^[4].在加入 π 和 ρ 介子自由度后,该模型可用于描述不对称核及核物质的性质,又称为Walecka-II模型^[5].在对核物质的描述上,Walecka模型仍然存在一些缺陷,如不能正确地给出在饱和密度处核物质的压缩模数,并且有效核子质量随密度增大变得太小.但该模型保持了相对论协变性,能够重整化,因而得到了广泛的发展.为了克服Walecka模型的缺陷,可以让核子与介子进行微分耦合^[6],这时该模型给出了较大的有效核子质量,但却导致了有限核的自旋与轨道分裂太小,因而与实验不符合,且微分耦合不可重整化.另一类改进是在Walecka模型的基础上,引入非线性作用势^[7],虽然使模型参数增多,但却能够很好地描述核物质及有限核的结构,因而成为相对论平均场理论中的成功模型之一^[3,8].

QHD模型的基本假设是核子与介子为点状无结构粒子.而大动量转移下的深度非弹性散射实验显示出强子的结构效应^[9];因此需要进一步探索QHD模型与核子内部结构

1998-07-08收稿

* 周培元科学基金和北大重离子所所长基金资助

之间的关系. 一个简单的作法是在 QHD 模型中唯象地引入核子的经验半径^[10], 但它消除了核内夸克的动力学信息, 不能解释核内夸克效应(诸如 EMC 效应), 不能深入研究 QHD 模型与核子内部夸克之间的关系. 尽管直接从量子色动力学(QCD)理论推导出 QHD 模型是研究核内夸克效应的有效途径之一, 但目前看来是困难的, 这是由于 QCD 真空非常复杂, 无法直接求解, 因此发展有效夸克模型理论是必要的. 其中由 Guichon^[11]提出的 QMC 模型, 可以在夸克层次上研究强子的动力学行为; 后经 Saito 和 Thomas 推广后, 可以同时核物质及有限核的性质进行较好地描述^[12-15]. 但 QMC 模型有一个严重的缺陷, 没有考虑模型参数随核物质的变化, 这将导致在有限核的计算上, 没有非线性 QHD 模型好; 因此还需要对 QMC 模型做适当的修正. 一种可能的修正是让模型参数随核介质而发生变化. 虽然文献 [16, 17] 的修正在核物质中是成功的, 但模型参数的确定缺乏动力学机制. 而文献 [18] 在引入核子袋的平衡条件下确定了介质相关的模型参数, 但仍然不能真正实现模型参数的完全确定, 并且在计算核子袋内压强时忽略了核子内部夸克动量对平均场的依赖关系^[19].

本文试图建立 QMC 模型与 QHD 模型在核物质中的等价条件, 从而完全确定 QMC 模型参数随核物质的变化, 给出 QHD 模型在夸克层次上的微观基础, 并期望在该模型参数的基础上, 能够把 QMC 模型推广到有限核结构的计算上, 以探讨核内的夸克效应.

2 QMC 模型及其等价条件

QMC 的拉氏函数为^[12-15]

$$\mathcal{L} = \bar{\psi}_q [i\gamma_\mu \partial^\mu - m_q^0 + g_\omega^q \sigma(x) - g_\omega^q \gamma_\mu \omega^\mu(x)] \psi_q + \mathcal{L}_{\text{meson}}, \quad (1)$$

在平均场近似下, 介子场可用其平均值来代替, 即 $\sigma = \bar{\sigma}$, $\omega = \bar{\omega} \delta_{\mu 0}$.

对于半径为 R 的核子袋归一化的夸克波函数可表示为^[12-15]

$$\psi_q(\mathbf{r}, t) = \mathcal{N} e^{(-i \frac{\epsilon q r}{R})} \begin{pmatrix} j_0\left(x \frac{r}{R}\right) \\ i \beta_q \boldsymbol{\sigma} \cdot \hat{\mathbf{r}} j_1\left(x \frac{r}{R}\right) \end{pmatrix} \frac{\chi_q}{\sqrt{4\pi}}, \quad (2)$$

其中, χ_q 为夸克的自旋波函数, \mathcal{N} 为归一化常数,

$$\mathcal{N}^{-2} = 2R^3 j_0^2(x) [\Omega(\Omega - 1) + Rm_q^* / 2] / x^2,$$

$$\beta_q = \sqrt{\frac{\Omega - Rm_q^*}{\Omega + Rm_q^*}}, \quad \Omega = \sqrt{x^2 + (Rm_q^*)^2}, \quad (3)$$

有效夸克质量定义为 $m_q^* = m_q^0 - g_\omega^q \bar{\sigma}$, 夸克的动量本征值 x 由在核子袋表面满足的线性边界条件来确定^[12-15]

$$j_0(x) - \beta_q j_1(x) = 0, \quad (4)$$

核子袋的能量为

$$E_b = \frac{3\Omega - Z}{R} + \frac{4}{3}\pi BR^3, \quad (5)$$

其中, B 为单位体积能, 与 QCD 迹反常有关^[20], Z 表示核子袋的零点运动参数. 考虑到核子袋内夸克质心运动修正后的核子有效质量为

$$M_b^* = \sqrt{E_b^2 - 3\left(\frac{x}{R}\right)^2}. \quad (6)$$

在低密度区, $\frac{g_\sigma \sigma}{M}$ 是小量^[15]. 为了引入介质相关的模型参数, 假设 B 、 Z 和 R 可以展开为

$$B = B_0 \left(1 - \alpha \frac{g_\sigma \sigma}{M}\right), \quad Z = Z_0 \left(1 - \beta \frac{g_\sigma \sigma}{M}\right), \quad R = R_0 \left(1 - \gamma \frac{g_\sigma \sigma}{M}\right), \quad (7)$$

其中, B_0 、 Z_0 和 R_0 是 QMC 模型参数的真空值, M 为自由核子质量. 虽然 α 、 β 和 γ 与 σ 场无关, 但它可以为 ω 场的函数, 而在平均场近似下, ω 场可用核子数密度来表示. 因此 α 、 β 和 γ 可以分别展开为

$$\begin{aligned} \alpha &= a_0 + a_1 \frac{\rho}{\rho_0} + a_2 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2 + a_3 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^3 + a_4 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^4 + a_5 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^5, \\ \beta &= b_0 + b_1 \frac{\rho}{\rho_0} + b_2 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2 + b_3 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^3 + b_4 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^4 + b_5 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^5, \\ \gamma &= c_0 + c_1 \frac{\rho}{\rho_0} + c_2 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2 + c_3 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^3 + c_4 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^4 + c_5 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^5, \end{aligned} \quad (8)$$

其中, α 、 β 和 γ 可以通过 QMC 和 QHD 模型的等价条件来完全确定. 从 (7) 式和 (8) 式中可以看出 QMC 模型参数不但与 σ 介子场有关, 而且也与 ω 介子场有关, 后者可以在平均场近似下, 从核物质密度与 ω 介子的联系中得出.

对于核物质来说, 核子袋浸在核物质中, 由 QMC 模型计算出来的核子有效质量应等于 QHD 模型中核子的有效质量, 由此我们得到质量平衡方程^[18]

$$M_b^*(\sigma) = M^*(\sigma), \quad (9)$$

其中, $M^*(\sigma)$ 为由 QHD 计算出的核子有效质量, 而 M_b^* 由 (6) 式确定. 与此同时, 核子袋也应满足如下的压强平衡条件

$$p_b(\sigma) = p_n(\sigma), \quad (10)$$

其中, 由 QMC 模型计算出来的压强为 $p_b(\sigma) = p_{bs}(\sigma) + p_{bm}(\sigma)$, 式中 $p_{bs}(\sigma)$ 为核子袋的压强, 与核子的体积有关, 可表示为

$$p_{bs}(\sigma) = -\frac{E_b}{M_b^*} \frac{1}{4\pi R^2} \left[-\frac{E_b}{R} + \frac{16\pi}{3} R^2 B + \frac{3m_q^2}{\Omega} + C_x \right] - \frac{3x^2}{4\pi R^5 M_b^*}, \quad (11)$$

其中因子 C_x 反映了由方程(4)给出的 x 与 R 的相关性, 而文献 [18] 忽略了该因子的贡献

$$C_x = \left(\frac{1}{\Omega} - \frac{1}{E_b R} \right) \frac{3x^2 m_q^*}{2R(\Omega(\Omega - 1) + Rm_q^* / 2)} \quad (12)$$

核子袋内部介子场提供的压强为

$$p_{\text{bm}}(\sigma) = \frac{g_\omega^2}{2m_\omega^2} \rho^2 - \frac{m_\sigma^2}{2g_\sigma^2} (M - M^*)^2, \quad (13)$$

推导中使用了核子内夸克、介子耦合常数与核物质中核子、介子耦合常数的关系 $g_\sigma = 3g_\sigma^q$

和 $g_\omega = 3g_\omega^q$ [12-15].

在核子层次上, 核物质中的压强可表示为 $p_h(\sigma) = p_{\text{hf}}(\sigma) + p_{\text{bm}}(\sigma)$, 式中 $p_{\text{hf}}(\sigma)$ 为核子提供的压强

$$p_{\text{hf}}(\sigma) = \frac{2M^{*3}}{\pi^2} \left[\frac{K_f}{M^*} \left(\frac{5}{24} \sqrt{K_f^2 + M^{*2}} - \frac{(K_f^2 + M^{*2})^{\frac{3}{2}}}{12M^*} \right) - \frac{M^*}{8} \ln \left(\frac{K_f + \sqrt{K_f^2 + M^{*2}}}{M^*} \right) \right], \quad (14)$$

而介子的压强为

$$p_{\text{bm}}(\sigma) = \frac{g_\omega^2}{2m_\omega^2} \rho^2 - \frac{m_\sigma^2}{2g_\sigma^2} (M - M^*)^2 - \frac{\kappa}{6g_\sigma^3} (M - M^*)^3 - \frac{\lambda}{24g_\sigma^4} (M - M^*)^4, \quad (15)$$

为了使 QMC 与 QHD 模型等价, 还需要引入第 3 个方程

$$\frac{\partial M_b^*(\sigma)}{\partial \sigma} = \frac{\partial M^*(\sigma)}{\partial \sigma}, \quad (16)$$

它保证了两个模型之间平均场方程的等价性, 即由 QMC 模型给出的平均场方程^[12]与 QHD 给出的平均场方程^[3]完全一样.

方程(9)、(10)和(16)构成了 QMC 与 QHD 模型等价性的基本条件, 如果 $\kappa = \lambda = 0$, 则 QMC 模型完全等价于 L_2 (Walecka-I) 模型^[3], 即两个模型具有相等的压强密度、能量密度和压缩模数. 对于非线性 Walecka 模型来说, 有两组常用的参数分别称为 NLB 和 NLC 模型, 如果要求 QMC 模型与 NLB 和 NLC 模型分别等价, 还需要在 QMC 模型中引入介质相关的 σ 介子质量

$$\frac{m_\sigma^{*2}}{m_\sigma^2} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\kappa}{m_\sigma^2} \sigma + \frac{1}{6} \frac{\lambda}{m_\sigma^2} \sigma^2, \quad (17)$$

在 NLB 模型中 κ 和 λ 都是正的, 这就导致(17)式中的有效 σ 质量在核介质中稍有增加, 这与 QCD 标度规则给出的结果不一致^[21]. 而在 NLC 模型中, 可以避免这种情况, 不过在低密度区域仍然导致介质中有效 σ 质量稍有增加的情况, 这是由于在低密度区域有效 σ 质量的正项起主要作用. 实际上, 由(17)式定义的有效 σ 质量, 并不能真正反映介质中 σ 介子的行为, 它只不过为 QMC 模型提供一种等效的相互作用.

考虑到 QMC 模型参数的介质相关性, 得到有效核子质量对 σ 场的微分为

$$\frac{\partial M_b^*(\sigma)}{\partial \sigma} = -g_\sigma C(\bar{\sigma}) = -\frac{E_b}{M_b^*} g_\sigma \left[S_q \left(1 - \frac{\Omega}{E_b R} \right) + \frac{m_q^*}{E_b} + C_\alpha \alpha + C_\beta \beta + C_\gamma \gamma \right], \quad (18)$$

当 $\alpha = \beta = \gamma = 0$ 时, (18) 式退化为无介质修正时的 QMC 模型, 式中

$$\begin{aligned} C_\alpha &= \frac{4}{3} \pi B_0 R^3 / M, \quad C_\beta = -\frac{Z_0}{MR}, \\ C_\gamma &= \left[S_q \left(1 - \frac{\Omega}{E_b R} \right) 3m_q^* + 4\pi B R^3 - \frac{3\Omega - Z}{R} + \frac{3m_q^{*2}}{E_b} + \frac{3x}{E_b R^2} \right] \frac{R_0}{RM}, \\ S_q &= \frac{\Omega / 2 + R m_q^* (\Omega - 1)}{\Omega (\Omega - 1) + R m_q^* / 2}. \end{aligned} \quad (19)$$

在强子层次上, 我们选取 L_2 、NLB 和 NLC 模型^[3], 在平均场近似下, 相应的核子与介子的运动方程可以统一地表示为

$$\begin{aligned} (i\gamma_\mu \partial^\mu - M) \psi(x) &= (g_\omega \omega_0 \gamma_0 - g_\sigma \sigma) \psi(x), \\ m_\sigma^2 \sigma + \frac{1}{2} \kappa \sigma^2 + \frac{\lambda}{6} \sigma^3 &= g_\sigma \rho_s, \quad m_\omega^2 \omega_0 = g_\omega \rho, \end{aligned} \quad (20)$$

其中, $\rho_s = \langle \bar{\psi}(x) \psi(x) \rangle$ 为核物质的标量密度, $\rho = \frac{2K_f^3}{3\pi^2}$ 为核子数的密度. 在使用 σ 平均场方程后, QHD 模型中有效核子质量可表示为

$$M^*(\sigma) = M - \frac{g_\sigma^2}{m_\sigma^2} \rho_s + \frac{\kappa}{2g_\sigma m_\sigma^2} (M - M^*(\sigma))^2 + \frac{\lambda}{6g_\sigma^2 m_\sigma^2} (M - M^*(\sigma))^3, \quad (21)$$

因此, QMC 与 QHD 模型的等价条件可重写为

$$\sqrt{E_b^2 - 3 \left(\frac{x}{R} \right)^2} = M^*(\sigma), \quad (22)$$

$$\frac{E_b}{M_b^*} \frac{1}{4\pi R^2} \left[-\frac{E_b}{R} + \frac{16\pi}{3} R^2 B + \frac{3m_q^{*2}}{\Omega} + C_x \right] + \frac{3x^2}{4\pi R^5 M_b^*} = p_{\text{bn}}(\sigma) - p_h(\sigma), \quad (23)$$

$$\frac{E_b}{M_b^*} \left[S_q \left(1 - \frac{\Omega}{E_b R} \right) + \frac{m_q^*}{E_b} + C_\alpha \alpha + C_\beta \beta + C_\gamma \gamma \right] = 1, \quad (24)$$

从中可以提取介质相关的 QMC 模型参数.

由 (23) 式可解出袋常数为

$$B = \frac{3}{16\pi R^2} \left[\frac{E_b}{R} - \frac{3m_q^*}{\Omega} - \frac{3x^2}{R^2 E_b} - C_x - (p_h(\sigma) - p_{\text{bn}}(\sigma)) \frac{4\pi R^2 M_b^*}{E_b} \right], \quad (25)$$

使用(24)式和(7)式可得到零点运动参数

$$Z = Z_0 - Z_0 \frac{g_\sigma \sigma}{M} \left\{ \frac{M_b^*}{E_b C_\beta} - \left[\frac{(E_b - \frac{\Omega}{R}) S_q + m_q^*}{E_b C_\beta} + \frac{C_\alpha}{C_\beta} \alpha + \frac{C_\gamma}{C_\beta} \gamma \right] \right\}, \quad (26)$$

把(25)式和(26)式代入(22)式,并利用(5)式可得到核子袋半径 R 所满足的方程,从中可以自治地求出 R ,进而可以得到 QMC 的模型参数 B 和 R .

3 结果与讨论

本文主要讨论 QHD 与 QMC 两模型之间的关系,并建立了等价方程,对其自治求解可

表1 QHD的模型参数^[3]

模型	g_σ^2	g_ω^2	m_σ	κ	λ	κ_ν (计算值)
L2	109.63	190.43	520.0	0.0	0.0	550.54
NLB	94.01	158.48	510.0	800	10	421.21
NLC	95.11	148.93	500.8	5000	-200	225.65

m_σ 、 κ 和压缩模数 κ_ν 的单位为MeV.

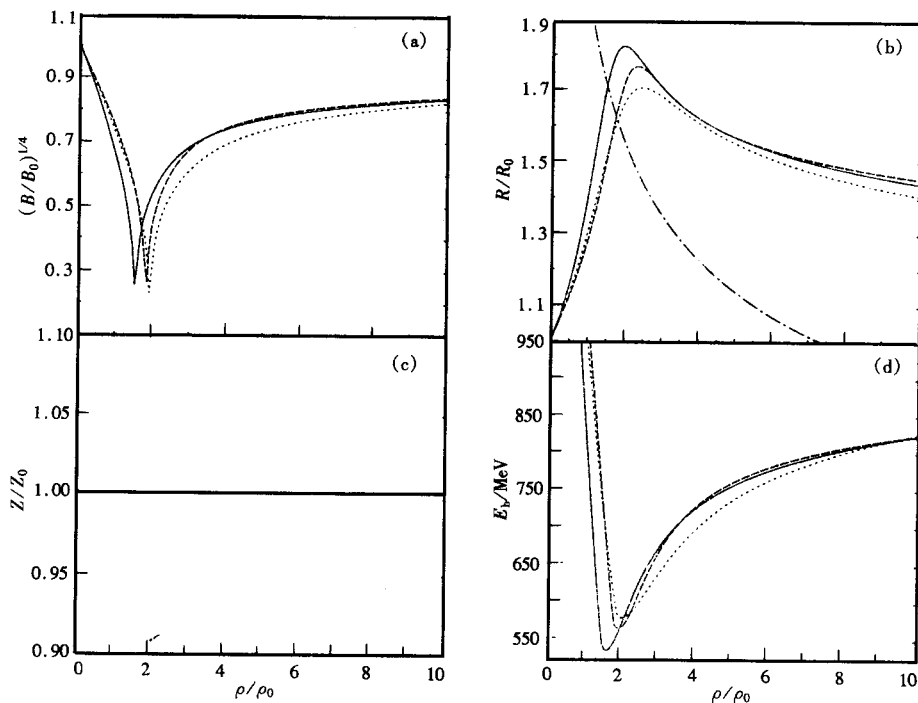


图1 在介质中与在真空中核子袋常数的比率(a)、核子半径的比率(b)、核子零点运动参数的比率(c)和核子袋能量(d)随相对密度 ρ/ρ_0 的变化
实线为 L_2 模型确定的结果,点线为 NLB 模型的结果,虚线为 NLC 模型的结果,点划线为核子袋交叉的临界半径所对应的曲线.

以得到 QMC 模型参数随核介质密度的变化关系. QMC 模型的输入参数是: 流夸克质量为 $m_q^0 = 10\text{MeV}$, 自由核子质量为 $M = 939\text{MeV}$, 核物质的饱和密度为 $\rho_0 = 0.15\text{fm}^{-3}$, 而 QHD 模型的参数由表 1 给出.

图 1(a) 计算了 QMC 模型中核子袋常数随介质密度的变化. 从中可以看出由 L_2 、NLB 和 NLC 模型确定的袋常数都表现出先随核物质密度增加而减少, 达到极小值之后又开始增加, 极小值处对应的密度约为 $\rho \approx (1.5-2.0)\rho_0$, 在极小值处的核子袋单位体积能虽然最小, 但迅速增加的核子袋半径, 对体积能的迅速减小却起到抵消作用.

图 1(b) 计算了介质中与真空中核子半径的比值随介质密度的变化. 从中可以看出核子袋在核物质中“变胖”, 这可能是由于核子袋在核物质中受到挤压, 其中夸克波函数的一种穿透效应在文献 [16] 中讨论过, 不过核子半径在核物质中远大于其真空值, 有可能会导致核子袋的交叉, 从而使 QMC 模型的非交叉独立核子袋的假设不成立. 根据文献 [17] 给出的公式, 图 1(b) 中也给出了核子袋开始交叉时的临界曲线, 交叉点所对应的密度恰好为核子袋开始交叉时的临界密度, 从中可看出 QMC 模型在低密度区域是可靠的.

图 1(c) 计算了核子在介质中与在真空中的零点运动参数的比率. 结果表明 QMC 模型中的 Z 参数既与模型无关也与密度无关, 这或许反映了 Z 参数只与核物质的基态性质有关.

图 1(d) 计算了 QMC 模型中核子袋能量随密度的变化关系. 从中可以看出核子袋有一个极小能量, 它足以保证核子袋在核物质中的稳定性, 且能使夸克束缚于核子袋中.

根据对 QMC 模型介质相关参数的求解, 很容易拟合出使 QMC 模型退化为 QHD 模型时 (8) 式中的系数, 其中 $\{b_i\}$ 全部为零, 而 $\{a_i\}$ 和 $\{c_i\}$ 则由表 2 给出.

表 2 方程 (8) 中 α 的参数和 γ 的参数

模型	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
L_2	2.21	-0.18	-0.31	0.12	-0.02	0.0	-0.37	-0.88	0.33	-0.33	0.0	0.0
NLB	2.21	-0.15	-0.24	0.09	-0.01	0.0	-0.44	-0.54	0.13	0.0	0.0	0.0
NLC	2.19	-0.02	-0.12	-0.02	0.0	0.0	-0.41	-0.59	0.14	0.01	-0.01	0.0

如果使用表 2 提供的不同参数, 可以实现 QMC 与 QHD 不同模型在核物质中的等价性, 这虽然增多了 QMC 模型的参数, 但这些参数的确定在核物质中却是唯一并且是自洽的. 值得注意的是这些等价参数是在核物质中确定的, 可以把它用于有限核的计算中, 以检验 QMC 模型对有限核的计算结果, 从中分析核内夸克效应的作用, 这方面的工作正在进行中.

综上所述, 本文给出了使 QMC 模型退化为 QHD 模型的条件, 并且说明了两个模型之间的关系. 从中又提取了介质相关的 QMC 模型参数, 结果表明 QMC 模型在低密度区是成立的, 而在高密度区内需要考虑核子袋的交叉效应. 值得指出的是在高密度区, 核子袋常数随密度增大反而增加, 这一点比较难理解, 这可能是由于核子袋内夸克的泡利不相容原理起作用的一个表现, 它导致核子袋不可能无限地压缩下去, 这一点将有待于进一步的研究. 从核介质对 QMC 模型参数影响来看, 计算表明核子袋参数及半径受介质影响较大, 而核子的零点振动参数则不受影响.

参 考 文 献

- 1 Serot B D, Walecka J D. *Adv. Nucl. Phys.*, 1986, **16**:1—321
- 2 Serot B D. *Rep. Prog. Phys.*, 1992, **55**:1855—1895
- 3 Serot B D, Walecka J D. *Int. Mod. Phys.*, 1997, **E6**:515—631
- 4 Serot B D. *Ann. Phys. (N. Y.)*, 1971, **83**:491—502
- 5 Serot B D. *Phys. Lett.*, 1979, **B86**:146—150
- 6 Zimanyi J, Moszkowski S. *Phys. Rev.*, 1990, **C42**:1416—1420
- 7 Boguta J, Bodmer A R. *Nucl. Phys.*, 1977, **A292**: 413—429; Boguta J. *Phys. Lett.*, 1981, **106B**: 255—260
- 8 Ring P. *Prog. Part. Nucl. Phys.*, 1996, **37**:193—201
- 9 Arneodo M. *Phys. Rep.*, 1994, **240**:301—362
- 10 Rischke D H, Gorenstein M I, Stöcker H et al. *Z. Phys.*, 1991, **C51**:485—193
- 11 Guichon P A M. *Phys. Lett.*, 1988, **B200**:235—239
- 12 Saito K, Thomas A W. *Phys. Lett.*, 1994, **B327**:9—16
- 13 Saito K, Thomas A W. *Phys. Rev.*, 1995, **C51**:2757—2764
- 14 Saito K, Tsushima K, Thomas A W. *Nucl. Phys.*, 1996, **A609**:339—348
- 15 Saito K, Tsushima K, Thomas A W. *Phys. Rev.*, 1997, **C55**:2639—2649
- 16 Jin X, Jennings B K. *Phys. Rev.*, 1996, **C54**:1427—1436; *Phys. Lett.*, 1996, **B374**:13—19
- 17 Müller H, Jennings B K. *Nucl. Phys.*, 1997, **A626**:966—506; Müller H. *Phys. Rev.*, 1998, **C57**:1974—1980
- 18 Aguirre R M, Schveliger M. *Phys. Lett.*, 1997, **B400**:245—249
- 19 Guo Hua. In-medium QMC Model Parameters and Quark Condensate in Nuclear Matter. *High Energy Phys. and Nuclear Phys. (in Chinese)*, 1998, to be published
(郭华. QMC模型的介质相关参数的确定及核物质中的夸克凝聚, 高能物理与核物理, 1998, 待发表)
- 20 Adami C, Brown G E. *Phys. Rep.*, 1993, **234**:1—50
- 21 Brown G E, Rho M. *Phys. Rev. Lett.*, 1991, **66**:2720—2725

Self-consistent Determination of QMC Model Parameters in Nuclear Matter*

Guo Hua

(*Department of Technical Physics, Peking University and Institute of Heavy Ion
Physics, Peking University, Beijing 100871*)

Wang Shunjin^{1,2}

1(*Research Center of Nuclear Theory of National Laboratory of Heavy Ion
Accelerator of Lanzhou, Lanzhou 730000*)

2(*Department of Modern Physics, Lanzhou University, Lanzhou 730000*)

Abstract It is discussed the equivalent properties between QMC and QHD models, and then, the in-medium QMC model parameters are determined self-consistently. The results demonstrate that the bag constant and the nucleon radius are greatly influenced by nuclear medium, however, the parameter for the zero-point motion keeps the same value as in vacuum. The critical curve shows that the QMC model parameters determined in our scheme are valid in low density region ($\rho \leq 1.75\rho_0$) to discuss the finite nuclei and nuclear matter properly.

Key words QMC and QHD models, in-medium parameters, nuclear matter

Received 8 July 1998

* Project was supported in Part by Zhou Peiyuan Science Foundation and Institute of Heavy-ion Physics of Peking University