

原子核结构的相对论平均场描述*

周善贵¹⁾

(中国科学院理论物理研究所 北京 100080)
(兰州重离子加速器国家实验室原子核理论中心 兰州 730000)

摘要 简要评述近几年相对论平均场理论的发展及其在核结构研究中取得的部分进展. 主要内容包括中子晕, 质子晕, 巨晕, 激发态晕等奇特核现象, 超重核结构, 超核结构以及原子核的赝自旋对称性和反核子谱的自旋对称性等.

关键词 相对论平均场理论 原子核结构 晕核 超核 超重核

1 引言

20世纪80年代以来, 原子核的相对论平均场(Relativistic Mean Field, 以下简称RMF)理论在描述原子核性质方面取得了很大的成功^[1-4].

与非相对论平均场理论相比, RMF理论具有更好的微观基础. 在RMF理论中, 核子之间的相互作用通过交换介子来实现. 其中, σ 和 ω 介子分别提供核子-核子相互作用的长程吸引和短程排斥部分, ρ 介子给出核性质的同位旋相关性; 质子之间的库仑相互作用由交换光子来实现. 相应地, 核子在介子场提供的标量势($\sim -400\text{MeV}$)和矢量势($\sim 350\text{MeV}$)中运动, 这对于正确地给出核物质的饱和性质^[5]以及理解赝自旋对称性和反核子谱的自旋对称性的起源^[6,7]是至关重要的.

在RMF理论中, 相对论效应可以自动给出自旋-轨道耦合相互作用. 这克服了非相对论理论中自旋-轨道耦合必须人为引入的缺点, 对于描述很多核现象是非常重要的. 例如, 由于RMF理论自洽给出了自旋-轨道耦合相互作用同位旋相关性, 可以非常好地描述Pb同位素链中电荷半径的同位素移位^[8].

此外, RMF理论参数较少, 通过拟合少数稳定原子核性质确定其参数后, 可以将RMF理论推广用于研究远离稳定线原子核——奇特核.

本文简要回顾近几年来RMF理论在核结构研

究中取得的主要进展. 限于篇幅, 我们将重点讨论RMF理论的发展及其在中子晕, 质子晕, 巨晕, 激发态晕等奇特核现象, 超重核, 超核以及在原子核的赝自旋对称性和反核子谱的自旋对称性等方面取得的进展. RMF理论在核结构研究的其它领域取得的部分进展, 可以在本文集相关文章中找到.

2 RMF理论框架

RMF理论的出发点是如下拉氏量密度

$$L = \bar{\psi}_i(i\gamma_\mu \partial^\mu - M)\psi_i + \frac{1}{2} \partial_\mu \sigma \partial^\mu \sigma - U(\sigma) - g_\sigma \bar{\psi}_i \sigma \psi_i - \frac{1}{4} \Omega_{\mu\nu} \Omega^{\mu\nu} + \frac{1}{2} m_\omega^2 \omega_\mu \omega^\mu - g_\omega \bar{\psi}_i \gamma_\mu \omega^\mu \psi_i - \frac{1}{4} \mathbf{R}_{\mu\nu} \mathbf{R}^{\mu\nu} + \frac{1}{2} m_\rho^2 \rho_\mu \rho^\mu - g_\rho \bar{\psi}_i \gamma_\mu \boldsymbol{\rho}^\mu \boldsymbol{\tau} \psi_i - \frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} - e \bar{\psi}_i \frac{1 - \tau_3}{2} \gamma_\mu A^\mu \psi_i, \quad (1)$$

其中,

$$U(\sigma) = \frac{1}{2} m_\sigma^2 \sigma^2 + \frac{g_2}{3} \sigma^3 + \frac{g_3}{4} \sigma^4,$$

$$\begin{cases} \Omega_{\mu\nu} = \partial_\mu \omega_\nu - \partial_\nu \omega_\mu \\ \mathbf{R}_{\mu\nu} = \partial_\mu \boldsymbol{\rho}_\nu - \partial_\nu \boldsymbol{\rho}_\mu - g_\rho (\boldsymbol{\rho}_\mu \times \boldsymbol{\rho}_\nu) \\ F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu, \end{cases}$$

利用变分原理, 可以导出核子, 介子以及光子的运动方程. 它们是一组非线性的耦合方程. 在平均场近似和

* 国家重点基础发展研究规划项目(G2000077407), 国家自然科学基金(10475003)和中国科学院知识创新基金(KJCX2-SW-N02)资助
1) E-mail: sgzhou@itp.ac.cn

无海(no sea)近似下,数值求解这些方程,可以得到核子单粒子能级和波函数以及介子场和光子场.进而计算出原子核的基态性质,如结合能,半径,形变以及单粒子能级,密度分布等.

3 RMF理论的发展

奇特核的中子(或质子)分离能很小.相应地,中子(或质子)费米面非常接近零势能面.对关联可以很容易地把核子散射到连续态中.因此,在奇特核中,连续态的贡献不可忽略,必须恰当地处理.连续态的贡献可以通过在坐标空间求解Hartree-Fock-Bogoliubov(HFB)方程^[9]或相对论 Continuum Hartree-Bogoliubov(RCHB)理论^[10-15]得到.在原子核中,形变效应十分重要.已知的原子核多数都是变形的;奇特核中的形变效应对于深入理解奇特核现象如变形晕、壳结构的改变、奇特的形变模式等是非常关键的.此外,形变效应和对关联对于研究超重核结构例如准确地预言超重核中的幻数也很重要.

3.1 Woods-Saxon基下的RMF理论

对于稳定线附近的原子核,核子与介子的耦合方程既可以在坐标空间求解^[16],也可以在谐振子基下求解^[17].由于谐振子势具有局域性,谐振子基对于奇特核不再适用^[18-20];例如,在谐振子基下求解RMF理论,通常很难正确给出晕核较大的核子密度分布.而考虑形变效应后,在坐标空间中求解RMF理论具有相当大的困难^[21].为了克服上述困难,文献^[22]提出在Woods-Saxon基下求解RMF理论.Woods-Saxon基的优点是:(1)Woods-Saxon势更接近真实的核势;(2)Woods-Saxon势没有局域性的缺点;(3)与在坐标空间求解类似,可以通过箱分立化的方法通过分立连续态,把连续态贡献考虑进来;(4)求解最终归结于矩阵对角化,相对较为容易.因此,Woods-Saxon基在很大程度上克服了坐标空间和谐振子基的缺点并结合了两者的优点.

对于稳定核,在Woods-Saxon基,谐振子基和坐标空间求解球形核RMF理论得到的结果如结合能,均方根半径以及密度分布等都是相同的.对于奇特核,尤其是密度具有较大的空间分布的原子核例如⁷²Ca, Woods-Saxon基可以给出与坐标空间非常接近的结果,而谐振子基则不能(见图 1).

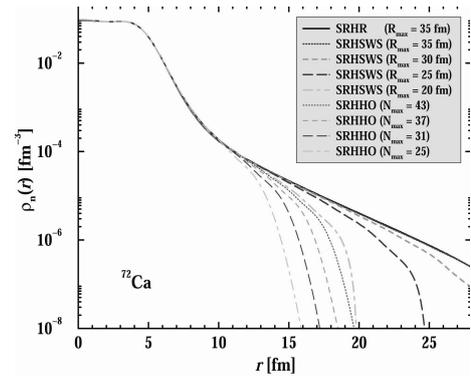


图 1 RMF理论给出的⁷²Ca的中子密度分布^[22] SRHR: 坐标空间求解; SRHSWS: Woods-Saxon基求解(括号中给出了盒子的大小); SRHHO: 谐振子基求解(括号中给出了基空间包含的最大主量子数).

3.2 单粒子共振态和共振态BCS理论

在坐标空间或Woods-Saxon基下自治求解HFB方程或RCHB方程,可以自治考虑连续谱的贡献.很多证据表明,连续谱中对原子核性质起主要作用的是共振态.因此,对共振态的研究有助于深入认识奇特核的性质.研究单粒子共振态的方法除了 R 矩阵、 K 矩阵方法和散射理论以外,还有耦合常数解析延拓(A analytical Continuation of Coupling Constant, 简称ACCC)方法、复标度方法(Complex Scaling Method)和箱分立化方法(Real Stabilization Method)等.最近,散射相移法和ACCC方法分别与RMF理论相结合,用于研究单粒子共振态^[23-27].

ACCC方法的基本思想是:通过增大耦合常数(即增大势阱深度)使共振态变为束缚态,再对耦合常数进行解析延拓得到共振态的能量、宽度和波函数.散射相移法则通过求解散射态边界条件的Dirac方程,给出共振态能量、宽度和波函数.图2给出了利用这两种方法得到的¹²²Zr中一些单粒子共振态的能量和宽度.对于其中多数共振态,两种方法的结果是一致的^[27].

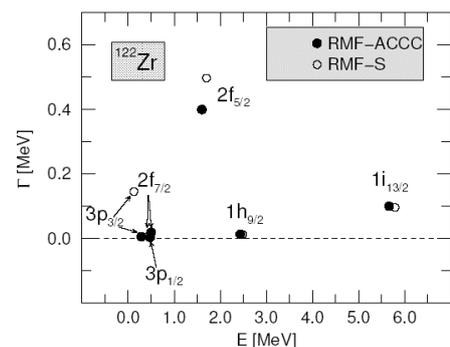


图 2 ACCC方法和散射相移法给出的¹²²Zr的中子共振态的能量和宽度^[27]

计算出共振态的能量、宽度和波函数后, 可以用BCS方法考虑这些共振态的贡献(即r-BCS理论), 这样得到的结果与RCHB理论基本一致^[24]. 图3给出了r-BCS理论给出的Zr同位素中子半径与RCHB理论结果的比较, 两者符合很好. 这进一步说明了共振态的贡献对于晕和巨晕现象是非常重要的.

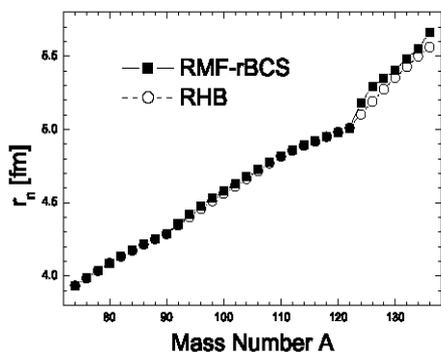


图3 RMF-rBCS理论给出的Zr同位素中子半径与RCHB理论结果的比较^[24]

3.3 基于RMF理论用类壳模型方法处理对关联

利用传统的BCS方法或Bogoliubov变换处理对关联有很多缺点: (1)破坏了粒子数守恒, 这对轻核的影响尤其大; (2)很难处理堵塞效应; (3)出现假态(spurious state)等等. 为了避免上述问题, 文献[28]提出了处理对关联的粒子数守恒方法. 最近, 文献[29]把该方法与RMF理论结合起来, 发展了RMF-SLAP理论. 具体细节参见文献[29]和本文集中的相关文章.

3.4 微观质心修正与RMF理论的新有效相互作用

平均场近似破坏了原子核的平移不变性, 从而导致出现假态. 为恢复平移不变性, 需要进行质心修正. 一般利用唯象公式近似处理质心修正. 但是, 详细研究表明, 通常采用的唯象质心修正公式偏离利用微观计算得到的质心修正较大, 对于轻核尤其如此^[30](见图4).

利用微观质心修正并考虑了 ω 介子和 ρ 介子的自相互作用后, 文献[30]通过拟合核物质以及少数稳定原子核的基本性质, 给出了两组点耦合的RMF理论的新有效相互作用PK1和PK1R以及一组耦合常数密度相关RMF理论的新相互作用PK1R. 这些新有效相互作用不仅可以很好地描述稳定原子核, 也可以很好地再现奇特核性质.

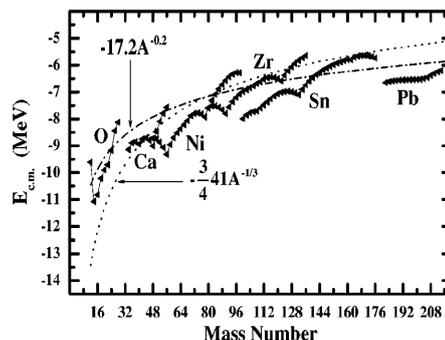


图4 微观质心修正与几种唯象质心修正的比较^[30]

3.5 其它

自洽考虑形变、对关联以及连续态的贡献对于研究奇特核现象尤其是晕现象十分重要. 考虑形变效应的相对论连续谱Hartree-Bogoliubov(DRCHB)理论^[21]是朝着这个方向进行的一个尝试. 把RMF理论扩展用来研究超核取得的部分进展将在下一节中讨论.

此外, 本文集中还可以找到在耦合常数密度相关的RMF理论、相对论无规位相近似(RPA)、相对论Hartree-Fock理论、相对论自洽角动量投影壳模型^[31,32]以及三轴形变核的RMF理论等方面取得的进展. 限于篇幅, 这里不再一一列举.

4 RMF理论应用进展

4.1 奇特核结构

自从1985年在¹¹Li中发现晕现象以来, 奇特核研究已经成为核物理的一个重要前沿领域. 在远离稳定线的原子核中, 发现很多新现象, 如中子晕, 质子晕, 壳结构的改变, 奇特的形变模式、单质子与双质子发射等. 对这些奇特核现象进行深入研究, 不仅可以完善和丰富核物理知识, 也可以促进交叉学科如核天体物理的发展.

1996年, RCHB理论首先给出了晕现象的微观自洽描述^[10], 并预言了可能存在多达6个晕核子的巨晕现象^[11]. 由于实验上还很难产生文献[11]中预言的巨晕Zr核, 文献[33—35]探索了轻核中的巨晕现象, 发现在质量数大于60的丰中子Ca核以及近滴线的Ne, Na, Ma核中, 也可能存在巨晕现象(见图5). 这些结果对于巨晕的实验证实以及深入认识这一奇特核现象是非常重要的.

是否存在形变晕一直是核物理学家非常关心的问题. 在变形的晕核中可能会出现核芯和晕核子(形变)退耦合的有趣现象^[36]. 此外, 形变效应是¹¹Be中

出现晕现象的重要原因^[37]; 质子晕核 ^8B 也可能是变形的^[38]. 最近, 文献[39]通过反应总截面研究, 发现 ^{23}Al 可能是一个质子晕核. RMF 计算表明, ^{23}Al 具有较大的形变, 从而使价质子有较大的几率占据 $2s$ 轨道, 这可能是 ^{23}Al 中出现质子晕的原因之一^[40].

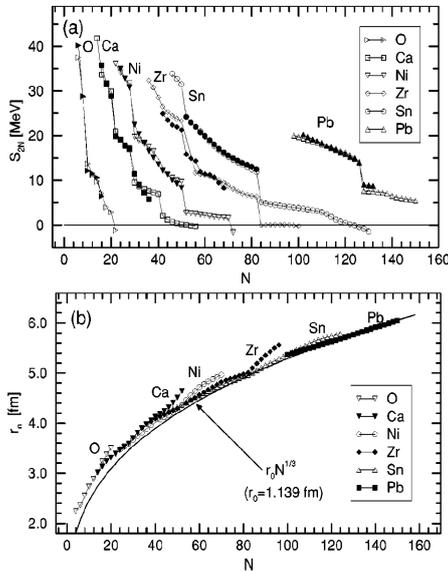


图5 RCHB理论给出的O, Ca, Ni, Zr, Sn和Pb同位素的双中子分离能和中子半径^[33]

实验上还发现了很多激发态晕^[41,42]. RMF计算可以很好地描述这些激发态晕现象^[43,44]. RMF-SLAP理论^[29]将是描述激发态晕核的一个有力工具.

4.2 超重核结构

自20世纪70年代理论预言可能存在稳定的超重元素以来, 超重岛的寻找是核物理学家一直在探索的重要问题. 然而理论上, 超重岛的位置, 即下一个质子幻数和中子幻数是多少尚无定论.

壳结构是超重核研究的一个重要方面. 最近, 文献[45]利用RMF理论研究了 $Z = 100$ 至 140 和 $N = Z + 30$ 至 $2Z + 32$ 区偶偶超重核的壳结构, 通过对双核子分离能, 壳修正能量, 对能等进行详细分析, 预言了超重核区质子幻数可能为120, 132和138, 中子幻数可能为172, 184, 198, 228, 238以及258.

形变效应对超重核的性质影响很大. 文献[46]利用RMF理论对我国首次合成的超重新核素 ^{259}Db 进行了深入研究, 成功再现了实验的 Q_α 值并发现其 α 衰变链上的原子核具有较大的形变. 文献[47,48]还预言了在超重核区, 很多核的基态可能具有较大的形变甚至超形变.

4.3 超核中的中子晕与超子晕

在式(1)的拉氏量密度中引入超子自由度, 并考虑超子-介子耦合, 可以把RMF理论扩展, 用来研究超核^[49-53].

文献[52]根据实验上提供的 Λ 超子-核子相互作用的信息以及理论上对Ca同位素中巨晕的预言^[33-35], 研究在这些奇特核中加入超子后将出现的奇特现象, 并预言了在超核中也可能存在巨中子晕现象. 在不打破中子壳层结构的情况下, 加入1个或2个 Λ 超子降低了中子的费米面, 使得超核的中子滴线核($N = 54$)比通常的中子滴线核($N = 52$)多两个中子.

通常, 核内的超子-核子相互作用要比核子-核子相互作用弱, 超子态应该比相应的中子态有更大的空间弥散, 从而更容易形成晕, 即超子晕. 由于超子的奇异数不为零, 超子晕核将提供中子晕核所没有的奇异性质. 另外, 超子的加入对核子密度影响很小, 所以可以在不散核芯的情况下生成超子晕. 文献[53]以 ^{13}C 超核为例, 在RCHB理论框架下探讨了多 Λ 超核内的超子晕现象, 预言了在 $^{13}_{3\Lambda}\text{C}$ 内可能有单 Λ 的超子晕, 在 $^{16}_{4\Lambda}\text{C}$ 内可能有双 Λ 的超子晕(见图6).

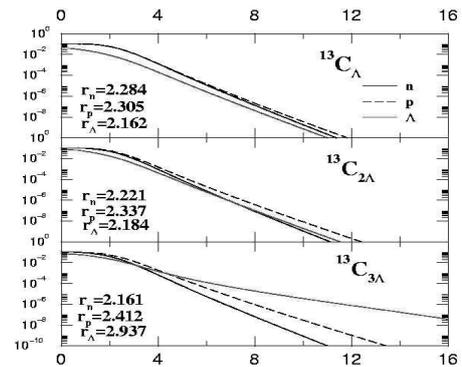


图6 RCHB理论给出的C超核的重子密度分布^[53]

4.4 原子核的对称性

原子核的对称性及对称性的破缺是核物理研究中最重要研究领域之一. 上个世纪50年代, Jensen和Mayer提出原子核单粒子谱中的自旋对称性有较大的破缺. 他们利用大的自旋-轨道劈裂解释了原子核的幻数, 为原子核的壳层模型提供了坚实的基础. 30多年以前, 在研究原子核的单粒子能谱时, 发现了原子核的赝自旋对称性. 对于总角动量 j 相差1, 轨道角动量 l 相差2的两条单粒子能级, 若引入赝量子数 $\tilde{l} = l \pm 1$, $\tilde{j} = j$ 和 $\tilde{s} = 1/2$, 这两个态则成为一对

赝自旋伙伴态. 赝自旋-轨道劈裂比自旋-轨道劈裂小得多, 因此原子核具有较好的赝自旋对称性^[54,55].

原子核的赝自旋对称性发现以后, 人们一直在探索这种对称性的起源. 但直到最近, 才认识到赝自旋对称性是核子Dirac哈密顿量的一种相对论对称性^[6,56,57]. 在原子核的相对论理论中, 当吸引的标量势(为负)和排斥的矢量势(为正)完全抵消时, 这种赝自旋对称性是严格的. 赝量子数实际上是核子Dirac波函数的小分量对应的量子数. 在实际的原子核中, 标量势和矢量势并不严格抵消, 因此赝自旋对称性有破缺. 但由于这两种势的大小接近、符号相反, 因此它们的和很小, 赝自旋对称性的破缺很小.

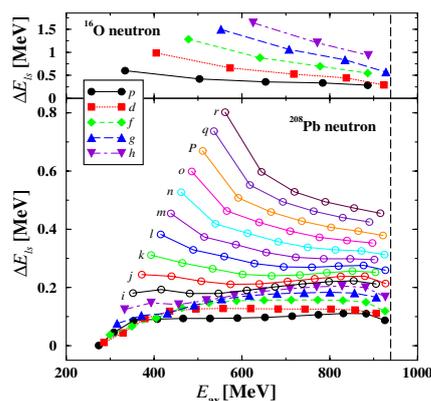


图 7 RMF理论给出的¹⁶O和²⁰⁸Pb中反核子的自旋-轨道劈裂^[7]

求解Dirac哈密顿量不仅可以给出正能量态, 也可以给出负能量态. Dirac方程的负能量态对应着反核子态. 最近的研究发现, 在原子核的反核子谱中存在一种新的对称性——自旋对称性^[7,58]. 这种对称性

的起源与核子谱的赝自旋对称性的起源相同, 但自旋对称性破缺更小, 几乎是严格的^[7]. 图7给出了¹⁶O和²⁰⁸Pb中反核子自旋双重态的自旋轨道劈裂. 从图中可以看出, 反核子谱中, 自旋轨道劈裂相当小. 利用波函数对这种自旋对称性进行初步验证, 结果表明, 一对自旋双重态, 其Dirac波函数的大分量几乎相同^[7].

4.5 其它

RMF理论近年来在原子核的巨共振、磁转动与手征双重带、原子核的形状相变^[59]等方面也取得了很大进展. 限于篇幅, 本文不可能一一列举. 感兴趣的读者可以在文献或本文集中找到相关内容.

5 结论

本文简要评述了近几年RMF理论在核结构研究中取得的进展以及RMF理论本身的发展.

我们首先给出了RMF理论的基本框架. 然后介绍了在如何恰当考虑形变、对关联和连续态贡献等方面RMF理论的发展, 包括Woods-Saxon基下的RMF理论, 如何计算单粒子共振态的能量、宽度和波函数, 共振态BCS理论以及基于RMF理论用类壳模型方法处理对关联等.

讨论了RMF理论在中子晕、质子晕、巨晕和激发态晕等奇特核现象、超重核结构、超核结构、原子核的对称性研究等方面取得的进展.

我们强调, 自洽考虑形变, 对关联以及连续态的贡献对于研究奇特核现象十分重要. 考虑形变效应的相对论连续谱Hartree-Bogoliubov理论正在发展之中.

参考文献(References)

- 1 Serot B D, Walecka J D. *Advances in Nucl. Phys.*, 1986, **16**: 1
- 2 Reinhard P G. *Rep. Prog. Phys.*, 1989, **52**: 439
- 3 Ring P. *Prog. Part. Nucl. Phys.*, 1996, **37**: 193
- 4 MENG J, Toki H, ZHOU S G et al. *Prog. Part. Nucl. Phys.*, 待发表
- 5 Brockman R, Machleidt R. *Phys. Rev.*, 1990, **C42**: 1965
- 6 Ginocchio J N. *Phys. Rev. Lett.*, 1997, **78**: 436
- 7 ZHOU S G, MENG J, RING P. *Phys. Rev. Lett.*, 2003, **91**: 262501
- 8 Sharma M M, Lalazissis G A, RING P. *Phys. Lett.*, 1993, **B317**: 9
- 9 Dobaczewski J, Flocard H, Treiner J. *Nucl. Phys.*, 1984, **A422**: 103
- 10 MENG J, RING P. *Phys. Rev. Lett.*, 1996, **77**: 3963
- 11 MENG J, RING P. *Phys. Rev. Lett.*, 1998, **80**: 460

- 12 MENG J. *Nucl. Phys.*, 1998, **A635**: 3
- 13 MENG J, Tanihata I, Yamaji S. *Phys. Lett.*, 1998, **B419**: 1
- 14 MENG J, Tanihata I. *Nucl. Phys.*, 1999, **A650**: 176
- 15 MENG J. *Phys. Rev.*, 1999, **C57**: 1229
- 16 Horowitz C J, Serot B D. *Nucl. Phys.*, 1981, **A368**: 503
- 17 Gambhir Y K, Ring P, Thimet A. *Ann. Phys. (NY)*, 1991, **198**: 132
- 18 Stoistov M V, Ring P, Vretenar D et al. *Phys. Rev.*, 1998, **C58**: 2086
- 19 Stoitsov M V, Nazarewicz W, Pittel S. *Phys. Rev.*, 1998, **C58**: 2092
- 20 ZHOU S G, MENG J, Yamaji S et al. *Chin. Phys. Lett.*, 2001, **17**: 717
- 21 MENG J, LÜ H F, ZHANG S Q et al. *Nucl. Phys.*, 2002, **A722**: 366c
- 22 ZHOU S G, MENG J, Ring P. *Phys. Rev.*, 2003, **C68**:

- 034323
- 23 CAO L G, MA Z Y. Phys. Rev., 2002, **C66**: 024311
- 24 Sandulescu N, GENG L S, Toki H et al. Phys. Rev., 2003, **C68**: 054323
- 25 Yadav H L, Kaushik M, Toki H. Int. J. Mod. Phys., 2004, **E13**: 647
- 26 YANG S C, MENG J, ZHOU S G. Chin. Phys. Lett., 2001, **18**: 196
- 27 ZHANG S S, MENG J, ZHOU S G et al. Phys. Rev., 2004, **C70**: 034308
- 28 Tseng C Y (ZENG J Y), CHENG T S, YANG F C (YANG F J). Nucl. Phys., 1980, **A334**: 470
- 29 GUO J Y, MENG J, ZHANG S Q. arXiv: nucl-th/0407059
- 30 LONG W H, MENG J, Giai N V et al. Phys. Rev., 2004, **C69**: 034319
- 31 LI Y S, LONG G L. Commun. Theor. Phys., 2004, **41**: 429
- 32 LI Y S, LONG G L. Commun. Theor. Phys., 2004, **41**: 579
- 33 MENG J, Toki H, ZENG J Y et al. Phys. Rev., 2002, **C65**: 041302R
- 34 ZHANG S Q, MENG J, ZHOU S G. Chin. Phys. Lett., 2002, **19**: 312
- 35 ZHANG S Q, MENG J, ZHOU S G. Science in China, 2003, **G46**: 632
- 36 Mitu T, Nazarewicz W, Aberg S. Nucl. Phys., 1997, **A614**: 44
- 37 Fukuda M, Ichihara T, Inabe N et al. Phys. Lett., 1991, **B268**: 339
- 38 Minamisono T, Ohtsubo T, Minami I et al. Phys. Rev. Lett., 1992, **69**: 2058
- 39 CAI X Z, ZHANG H Y, SHEN W Q et al. Phys. Rev., 2002, **C65**: 024610
- 40 CHEN J G, CAI X Z, WANG T T et al. Chin. Phys. Lett., 2004, **21**: 2140
- 41 Morlock R, Kunz R, Mayer A et al. Phys. Rev. Lett. 1997, **79**: 3837
- 42 LIU Z H, LIN C J, ZHANG H Q et al. Phys. Rev., 2001, **C64**: 034312
- 43 REN Z, Faessler A, Bobyk A. Phys. Rev., 1998, **C57**: 2752
- 44 REN Z, JIANG W Z, CAI X Z et al. Commun. Theor. Phys., 2002, **38**: 470
- 45 ZHANG W, MENG J, ZHANG S Q et al. arXiv: nucl-th/0403021
- 46 LONG W H, MENG J, ZHOU S G. Phys. Rev., 2002, **C65**: 047306
- 47 REN Z Z, TAI F, CHEN D H. Phys. Rev., 2002, **C66**: 064306
- 48 REN Z. Phys. Rev., 2002, **C65**: 051304R
- 49 MA Z Y, Speth J, Krewald S et al. Nucl. Phys., 1996, **A608**: 305
- 50 Cohen J, Weber H J. Phys. Rev., 1991, **C44**: 1181
- 51 Mares J, Jennings B K. Phys. Rev., 1994, **C49**: 2472
- 52 LV H F, MENG J, ZHANG S Q et al. Euro. Phys. J., 2003, **A17**: 19
- 53 LV H F, MENG J. Chin. Phys. Lett., 2002, **19**: 1775
- 54 Arima A, Harvey M, Shimizu K. Phys. Lett., 1969, **B30**: 517
- 55 Hecht K D, Adler A. Nucl. Phys., 1969, **A137**: 129
- 56 MENG J, Sugawara-Tanabe K, S. Yamaji S et al. Phys. Rev., 1998, **C58**: 628R
- 57 MENG J, Sugawara-Tanabe K, S. Yamaji S et al. Phys. Rev., 1999, **C59**: 154
- 58 Ginocchio J N. Phys. Rep., 1999, **315**: 231
- 59 MENG J, ZHANG W, ZHOU S G et al. arXiv: nucl-th/0312055

Relativistic Mean Field Description of Nuclear Structure*

ZHOU Shan-Gui¹⁾

(Institute of Theoretical Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)
(Center of Theoretical Nuclear Physics, Institute of Modern Physics, Lanzhou 730000, China)

Abstract In this article, we briefly review recent developments of the relativistic mean field (RMF) theory towards a better description of structure of exotic nuclei and its applications to the study of exotic nuclear phenomena such as neutron and proton halo, giant halo and deformed halo, super heavy nuclei, hyper nuclei and symmetries in atomic nuclei

Key words relativistic mean field theory, nuclear structure, halo, hyper nuclei, super heavy nuclei

* Supported by National Natural Science Foundation of China (10475003), Major State Basic Research Development Program of China (G2000077407) and Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences (JCX2-SW-N02)

1) E-mail: sgzhou@itp.ac.cn