

## 稳定核素范围整数规律和上界核坐标为 44 的论证

王昱应

秦晓梅

(山西潞安矿务局技术中心) (中国农业大学工程基础科学部)

**摘要** 在引入两新参量  $S$  和  $H$  的核素图中, 由稳定核边界分布规律的分析得到: 偶  $Z$  界核对应区的  $Z$  下界核坐标增量  $\Delta S$  的 8, 4, 2 递变, 以及坐标差  $K$  为偶常数 12~ - 8 的偶偶核上界核和偶  $Z$  52~ 80 的下界核的坐标增量  $\Delta H$  的 8, 8, 4, 4, 2, 2 递变; 并由此推出: 稳定区的两坐标上限都应该是 44。

**关键词** 核素; 整数规律; 上界核坐标

中图分类号 O 571.425

## Integer Law of Nuclide Distribution for Stable Region and Demonstration That the Upper Limit of Nuclear Coordinates is 44

Wang Yuying

Qin Xiaomei

(Center of Technology, Lu'an Mineral Bureau, Shanxi) (College of Applied Engineering Sciences, CAU)

**Abstract** In the chart of nuclides of new coordinates with  $S$  and  $H$ , when analyzing the regulation of the boundary distribution of nuclei for stable region. It is obtained that the increments  $\Delta S$  of the lower limits of  $Z$  for the regions of even  $Z$  limiting nuclei are 8, 4, 2, respectively, and the limits of nuclear coordinates  $\Delta H$  equals 8, 8, 4, 4, 2, 2, respectively for upper limits of even difference  $K = 12$  to - 8 and lower limits of even  $Z = 52$  to 80. Therefore, it can be concluded that the coordinates  $S$  and  $H$  should all be bounded by the upper limits of "44s" in the stable region.

**Key words** nuclide; integer law; the upper limit of nuclear coordinates

稳定核素依核子数客观存在的事实, 是核子数、核子性质、核力场三者内在联系的反映。不同核素的核子数依整数规律递变, 但其核子性质和核力场基本不变; 所以对核素分布规律的认识和解释, 将能加深对原子核基本性质以及核转变的认识。曾给核结构的研究带来重大突破的核幻数特点的发现和解释, 就是核整数规律研究的一个例子。

当以传统方式分析原子核系统时, 在以参量  $Z, N$  或  $Z, A$  为坐标的核素图中, 核素稳定线是一条斜度渐增的折线, 稳定区成窄长条形, 由于稳定区的长是宽的许多倍, 正式出版时需截成 3 至 4 段, 给使用带来不便。更重要的是不容易表现核素体系的分布对称性, 难以核素的基本特点整数来表示核与核之间的联系和核素的分布规律。

在以核子数的关系分析核素稳定区分布规律时, 笔者绘制了新参量核素图<sup>[1]</sup>。在新图中,

收稿日期: 2000-09-14

国家科委资助项目

王昱应, 山西襄垣潞安矿务局技术中心, 046204

秦晓梅, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)72 信箱, 100083

无论稳定区还是放射核素区, 其上界都相近。因  $Z$  相同的核还排列成不中断的直线, 如以 ${}_{Z}R$  查找, 先  $Z$  后  $A$ , 与一般图一样方便; 更重要的是新图能以整数表现核与核之间的联系, 并且已从对核的基本事实(稳定核素依核子数客观存在)的分析中, 引出了核素整数参量可比性, 这预示着在核内, 不仅质子、中子相似, 可能扩大至核结团氦、氖等都具有某种相似性。核的整数参量  $Z, N, S, H, K$  之间都具有可比性, 这是以核的基本特点整数分析核的基本条件, 可能是核的阿伏加德罗原理。

## 1 新图中偶偶核的坐标 $(S, H)$ 必须都是偶数

目前的核理论认为, 原子核由一定数目的质子和中子组成, 这里用参量  $Z, N$  标记。如按  $Z, N$  是奇数或偶数划分核素,  $Z, N$  都为偶数的称为偶偶核;  $Z, N$  之一先后为奇数时, 分别称为奇偶核或偶奇核, 或统称为奇  $A$  核; 当  $Z, N$  都为奇数时, 称为奇奇核。

为了便于以核整数(核子数的关系和核子结团数)分析核分布规律, 引入 2 参量  $S, H, S = 2Z - N, H = N - Z$ ; 它们的奇偶值对应关系如下:

$$\left. \begin{array}{l} S \text{ 偶} \\ H \text{ 偶} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{ll} Z \text{ 偶} & S \text{ 偶} \\ N \text{ 偶} & H \text{ 奇} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{ll} Z \text{ 奇} & S \text{ 奇} \\ N \text{ 偶} & H \text{ 偶} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{ll} Z \text{ 奇} & S \text{ 奇} \\ N \text{ 奇} & H \text{ 奇} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Z \text{ 偶} \\ N \text{ 奇} \end{array} \right.$$

从上述对应关系可知, 新图中  $S, H$  均为偶数时原子核是偶偶核, 这与以  $Z, N$  为参量时相同;  $S, H$  都为奇数时是偶奇核,  $S$  为奇数时可以是偶质子数核,  $H$  为奇数时可以是偶中子数核, 这 3 点与以  $Z, N$  为参量时不同。这些情况可归纳为:  $S$  为奇数是奇中子数核,  $H$  为奇数是奇  $A$  核, 只要  $S, H$  之一为奇数, 就不能组成偶偶核; 只有当  $S, H$  都为偶数时, 确定的核才是偶偶核。

## 2 偶偶核边界分布规律

下面在稳定核素中, 引进  $Z$  上界核和  $Z$  下界核, 以及坐标差常数上界核的概念。

当  $Z$  为偶常数时, 这类核中质量数最大的核称为  $Z$  值的上界核, 而其质量数最小的核称作  $Z$  值的下界核。例如  $Z$  等于 54 时, 共有 9 个稳定核, 其质量数最大的 ${}^{136}_{54}\text{Xe}_{82}$  (26, 28) (26, 28 分别为坐标  $S$  和  $H$  的值, 下同) 称作  $Z_{54}$  的上界核, 其质量数最小的 ${}^{124}_{54}\text{Xe}_{70}$  (38, 16) 称作  $Z_{54}$  的下界核。

当坐标差  $S - H$  为常数  $K$  时, 这类核中质量数最大的偶偶核, 称作差  $K$  的偶偶核上界。例如, 差 12 共有 ${}^{24}_{12}\text{Mg}_{12}$  (12, 0),  ${}^{34}_{16}\text{S}_{18}$  (14, 2), ...,  ${}^{184}_{76}\text{O}_{108}$  (44, 32) 等 17 个偶偶核, 其中 ${}^{184}_{76}\text{O}_{108}$  的质量数最大, 为差 12 的偶偶核上界。

### 2.1 偶 $Z$ 界核对应区之间的 $Z$ 下界核坐标增量 $\Delta S$ 的 8, 4, 2 递变

在核区中部,  $Z_{44}, Z_{46}, Z_{48}$  的偶偶核上界分别是 ${}^{104}_{44}\text{Ru}_{60}$  (28, 16),  ${}^{110}_{46}\text{Pd}_{64}$  (28, 18) 和 ${}^{116}_{48}\text{Cd}_{68}$  (28, 20), 这 3 个相邻的偶  $Z$  上界核的  $S$  坐标都是 28, 以这 3 个核的坐标 (28, 16), (28, 18) 和 (28, 20) 为起点向右延伸至稳定区的另一侧边界, 对应着  $Z_{54}, Z_{56}$  和  $Z_{58}$  的下界核 ${}^{124}_{54}\text{Xe}_{70}$  (38, 16),  ${}^{130}_{56}\text{Ba}_{74}$  (38, 18) 和 ${}^{136}_{58}\text{Ce}_{78}$  (38, 20), 这 3 个相邻的偶  $Z$  下界核的  $S$  坐标同为 38, 联结坐标 (28, 16), (28, 20), (38, 16), (38, 20) 形成的矩形区 II (图 1), 即为这个偶  $Z$  界核的对应区。在稳定区内, 像这样的矩形偶  $Z$  界核对应区还有 3 个 (图 1): 其一,  $Z_{26}, Z_{28}$  和  $Z_{30}$  的上界核为 ${}^{58}_{26}\text{Fe}_{32}$  (20, 6),  ${}^{64}_{28}\text{Ni}_{36}$  (20, 8) 和 ${}^{70}_{30}\text{Zn}_{40}$  (20, 10), 与它们对应的  $Z_{36}, Z_{38}$  和  $Z_{40}$  的下界核为 ${}^{78}_{36}\text{Kr}_{42}$  (30, 6),

$^{84}_{38}\text{Sr}_{46}$  (30, 8) 和  $^{90}_{40}\text{Zr}_{50}$  (30, 10)。联结坐标 (20, 6), (20, 10), (30, 6), (30, 10) 形成矩形区 I。其二, Z50, 52 和 54 的上界核为  $^{124}_{50}\text{Sn}_{74}$  (26, 24),  $^{130}_{52}\text{Te}_{78}$  (26, 26) 和  $^{136}_{54}\text{Xe}_{82}$  (26, 28), 与它们对应的 Z66, 68 和 70 的下界核为  $^{156}_{66}\text{Dy}_{90}$  (42, 24),  $^{162}_{68}\text{Er}_{94}$  (42, 26),  $^{168}_{70}\text{Yb}_{98}$  (42, 28)。联结坐标 (26, 24), (26, 28), (42, 24), (42, 28) 形成矩形区 III。其三, Z66, 68 和 70 的上界核为  $^{164}_{66}\text{Dy}_{98}$  (34, 32),  $^{170}_{68}\text{Er}_{102}$  (34, 34) 和  $^{176}_{70}\text{Yb}_{106}$  (34, 36), 与它们对应的 Z76, 78 和 80 的下界核为  $^{184}_{76}\text{Os}_{108}$  (44, 32),  $^{190}_{78}\text{Pt}_{112}$  (44, 34) 和  $^{196}_{80}\text{Hg}_{116}$  (44, 36)。联结坐标 (34, 32), (34, 36), (44, 32), (44, 36) 形成矩形区 IV。这 4 个矩形区的 Z 上下界核由 S 相同,  $\Delta H = 2$  的相邻的 3 个偶偶核构成, 它们之间存在着深刻的内在联系和递变规律, 其中之一是: 这 4 个偶 Z 界核区, 各区对应的 Z 下界核的 S 坐标分别为 30, 38, 42 和 44, 增量  $\Delta S$  分别为 8, 4 和 2, 以公比为 1/2 的等比规律递变, S 值与正整数 n 的关系式为:

$$S = 46 - 2^{5-n} \quad n = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

## 2.2 坐标差 K 为偶常数 12 至 - 8 的偶偶核上界核坐标 $\Delta H$ 的 4, 4, 2, 2 递变

在  $Z < 84$  的稳定区上部边界, 分析坐标差为偶常数时, 差 12 ~ - 8 的 11 个上界核的分布情况。S 为 44 的有 3 个核:  $^{184}_{76}\text{Os}_{108}$  (44, 32),  $^{190}_{78}\text{Pt}_{112}$  (44, 34) 和  $^{196}_{80}\text{Hg}_{116}$  (44, 36); S 为 42 的有 3 个核:  $^{192}_{78}\text{Pt}_{114}$  (42, 36),  $^{198}_{80}\text{Hg}_{118}$  (42, 38) 和  $^{204}_{82}\text{Pb}_{122}$  (42, 40); 依次分别是差 K 为 12, 10, 8, 4, 2 的 6 个偶偶核上界。其余 5 个差上界核分布为: S 为 40 和 38 的各有 2 个核, S 为 36 的有 1 个核, 分别为  $^{200}_{80}\text{Hg}_{120}$  (40, 40),  $^{206}_{82}\text{Pb}_{124}$  (40, 42),  $^{202}_{80}\text{Hg}_{122}$  (38, 42),  $^{208}_{82}\text{Pb}_{126}$  (38, 44) 和  $^{204}_{80}\text{Hg}_{124}$  (36, 44)。这 5 个核依次是差为 0, - 2, - 4, - 6, - 8 的偶偶核上界。这 11 个差上界核分布组成一条横竖相间的折线(图 2), 从坐标 (44, 32) 开始, 经 (44, 36), (42, 36), (42, 40), (40, 40), (40, 42), (38, 42), (38, 44) 至 (36, 44)。折线特征坐标 S 值 44, 42, 40, 38, 36 以等差 2 递变; 坐标 H 值为 32, 36, 40, 42, 44, 其增量  $\Delta H$  以 4, 4, 2, 2 递变, 形成公比为 1/2 的重等比递变规律。

## 2.3 偶 Z52 至 80 下界核的坐标增量 $\Delta H$ 的 8, 4, 2 递变

图 2 示出稳定区偶差 K 为 12 ~ - 8 的上界与偶 Z52 ~ 80 下界的坐标增量  $\Delta H$  的递变规律。在坐标 (42, 24) 至 (42, 32) 所联结的线段上, 分布着偶 Z66 ~ 74 的 5 个下界核, 与线段的上

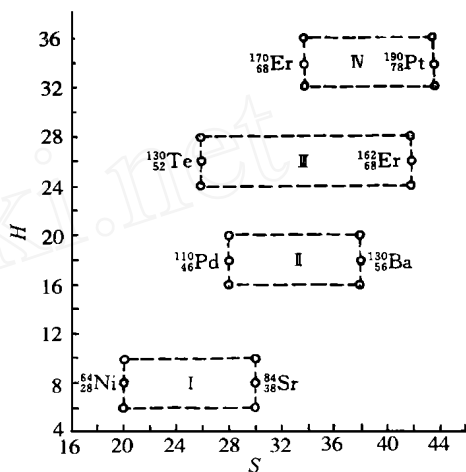


图 1 稳定区的矩形偶 Z 界核对应区

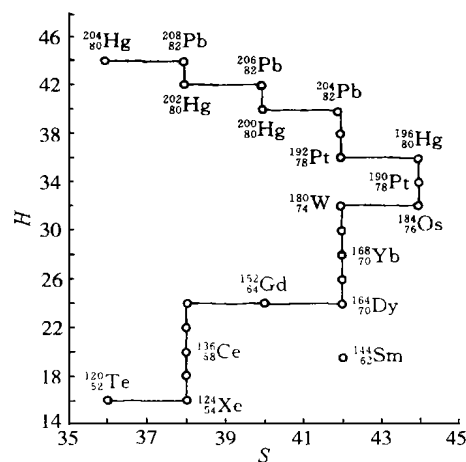


图 2 稳定区偶差 K 12 ~ - 8 的上界与偶 Z52 ~ 80 下界的坐标增量  $\Delta H$  的递变规律

下两端  $H$  分别为 32 和 24 的 2 个核相邻近的核 $^{184}_{76}\text{Os}_{108}$  (44, 32) 和 $^{152}_{64}\text{Gd}_{88}$  (40, 24) 是  $Z76$  和 64 的下界核。这 7 个偶  $Z$  下界核以 $^{168}_{70}\text{Yb}_{98}$  (42, 28) 为中心对称, 其特征坐标  $H$  是 24 和 32, 增量  $\Delta H = 8$ 。

$S$  为 44 的 3 个核, 是稳定区的坐标  $S$  的上界核, 也是  $Z76, 78$  和 80 的下界核, 还是差 12, 10, 8 以及  $H 32, 34, 36$  的上界核, 这 3 个核的  $H$  坐标从 32~ 36, 增量  $\Delta H = 4$ 。

$Z54\sim 60$  的 4 个偶  $Z$  下界核排列在  $S$  为 38,  $H$  为 16~ 22 的直线上,  $Z52$  的下界核 $^{120}_{52}\text{Te}_{68}$  (36, 16) 在  $Z54$  下界核 (38, 16) 的左边相邻处,  $Z64$  的下界 $^{152}_{64}\text{Gd}_{88}$  (40, 24) 位于  $Z60$  的下界核 $^{142}_{60}\text{Nd}_{82}$  (38, 22) 的右上方。由于幻数中子数 82 的特殊稳定性,  $Z62$  的下界核偏离了坐标 (38, 24), 而实际是 $^{144}_{62}\text{Sm}_{82}$  (42, 20), 所以偶  $Z52\sim 64$  的 7 个  $Z$  下界核的排布, 除了  $Z62$  下界核特殊外, 其余 6 个核与  $Z64\sim 76$  的 7 个下界核排布相似, 基本上表现为  $H$  坐标从 16~ 24, 坐标增量  $\Delta H = 8$ 。

以上分析, 把  $Z52\sim 80$  的下界核, 依排布特征分为 3 部分, 其折线从坐标 (36, 16) 开始, 经 (38, 16), (38, 24), (42, 24), (42, 32), (44, 32) 至 (44, 36); 折线特征坐标  $H$  是 16, 24, 32, 36, 增量  $\Delta H = 8, 8, 4$ 。

差 12 至 - 8 的偶偶核上界核的分布, 表现为坐标增量  $\Delta H = 4, 4, 2, 2$ , 偶  $Z52\sim 80$  下界核分布折线的特征坐标增量  $\Delta H = 8, 8, 4$ 。这 2 种情况由  $S$  为 44 的 3 个核联系, 这 3 个核既是差 12, 10, 8 的上界核, 又是  $Z76, 78, 80$  的下界核。综合这 2 种情况后, 坐标增量  $\Delta H = 8, 8, 4, 4, 2, 2$ , 并且始点的坐标  $H = 16$ , 这一边界折线的特征坐标  $H$  值与整数  $n$  的关系式为

$$H = 48 - \left[ 2 + \left| \cos \frac{n\pi}{2} \right| \right] \cdot 2^{4 - \left( n - \left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor \right)^2} \quad n = 1, 2, \dots, 7 \quad (2)$$

偶  $Z$  界核对应区的  $Z$  下界核坐标增量  $\Delta S$  的递变, 差  $K$  偶常数的上界核与偶  $Z$  下界核的坐标增量  $\Delta H$  的递变, 都是属于偶偶核边界之间的关系, 这些偶偶核边界坐标递变的规律, 可能会在核结构方面有所反映。

### 3 稳定区的两坐标上限都应该是 44

#### 3.1 坐标 $S = 44$ 应该是稳定区的上界

如前所述,  $Z < 84$  稳定区的 4 个偶  $Z$  界核对应区, 各区的  $Z$  下界核坐标  $S$  值分别为 30, 38, 42, 44, 增量  $\Delta S$  分别为 8, 4, 2, 以  $1/2$  等比递变, 坐标  $S$  值递变遵守公式 (2)。

依此客观存在的边界规律, 至坐标  $S = 44$  后, 若  $\Delta S$  还能继续按  $1/2$  递变, 则  $\Delta S = 1$ , 于是  $S = 45$ , 为奇数值。但是坐标  $S$  为奇数值时, 无论对应的坐标  $H$  是偶数还是奇数, 组成的核中子数都是奇数, 这与偶  $Z$  界核应该是偶偶核的基本条件相矛盾, 所以, 坐标  $S = 44$  就应该是稳定区坐标  $S$  的上界。

#### 3.2 坐标 $H = 44$ 也应该是稳定区的上界

在  $Z < 84$  稳定区边界, 坐标差为偶常数 12 至 - 8 的偶偶核上界核和偶  $Z52\sim 80$  偶偶核下界核分布的特征坐标  $H$  的递变, 从  $H = 16$  开始, 经 24, 32, 36, 40, 42 至 44, 其增量  $\Delta H$  分别为 8, 8, 4, 4, 2, 2, 坐标  $H$  值与正整数  $n$  的关系遵守公式 (2)。

同理依核素边界核分布的客观规律, 偶偶核边界递变至坐标  $H = 44$  后, 若还能按它们表现出的规律递变, 这时  $n = 8$ ,  $\Delta H = 1$ , 公式 (2) 确定的坐标  $H = 45$ , 为奇数值。而坐标  $H$  为奇数

时,无论对应的坐标 $S$ 是偶数还是奇数,只能组成质量数是奇数的核。这一结果与分析范围的基本条件是偶偶核相矛盾,所以, $H = 44$ 就应该是稳定区坐标 $H$ 的上界。

#### 4 结束语

$Z < 84$  稳定区的偶偶核边界核坐标增量 $\Delta S$ 以8, 4, 2递变, $\Delta H$ 以8, 8, 4, 4, 2, 2递变,是核稳定性整数规律继核幻数之后的又一个重要表现,这种核稳定性规律与核幻数相比,可能与之相似或更深刻些,在某种程度上反映了核结构、核运动状态的规律。

目前,核稳定区范围常数44,边界坐标增量的等比或重等比递变,以及其他规律<sup>[2]</sup>仅仅是经验规律,还应从理论上得到解释。我们预期这些整数规律的解释,将会加深对核本质的认识。

#### 参 考 文 献

- 1 王昱应,任永亨. 稳定原子核图. 合肥: 中国科技大学出版社, 1989
- 2 王昱应. 预言 $Z110$ 上界是 $\frac{110}{82}\text{R}$ 核素. 核物理动态, 1990, 17(3): 45~ 46