

# 笼养白头叶猴食物能量代谢的研究<sup>\*</sup>

## Energy Metabolism of White-headed Langur in Cage

黄乘明

孙儒泳<sup>\*\*</sup>

王政昆<sup>\*\*\*</sup>

Huang Chengming

Sun Ruyong

Wang Zhengkun

(广西师范大学生物系 桂林市育才路3号 541004)

(Department of Biology, Guangxi Normal University, 3 Yucailu, Guilin, Guangxi, 541004)

**摘要** 1996年1月~12月对饲养在广西扶绥珍贵动物保护站内的白头叶猴进行了食物能量代谢的研究。笼养白头叶猴在夏季雄猴能从食物中获得 $3\ 622.42 \pm 132.97$  kJ能量,从排便和排尿中损失 $1\ 001.11$  kJ能量,获得净能量 $2\ 599.37$  kJ;雌猴每天能从食物中获得 $3\ 145.42 \pm 172.2$  kJ能量,从粪便和尿中损失 $914.18$  kJ能量,获得净能量 $2\ 231.27$  kJ。在冬季雄猴能从食物中获得 $5\ 130.67 \pm 148.0$  kJ能量,从排便和排尿中损失 $1\ 006.25$  kJ能量,获得的净能量 $4\ 121.46$  kJ;雌猴从食物中获得 $4\ 805.40 \pm 207.97$  kJ能量,从排便、排尿中损失 $746.84$  kJ能量,每天净获得能量 $4\ 058.52$  kJ。笼养白头叶猴平均每天每只摄入 $200\text{ g} \sim 258\text{ g}$ 干重物质,相当于体重的3%的重量。白头叶猴的消化能为 $3\ 357.48$  kJ,食物消化率为80.4%,尿能损失 $98.85$  kJ,能量代谢率为97.05%。

**关键词** 白头叶猴 食品消化 能量代谢

中图分类号 Q 959.848.09

**Abstract** Energy metabolism of white-headed langur in cage was measured from Jan. to Dec. 1996 in Fusui Rare Animal Protection Station, Fusui county, Guangxi. In summer, the male could gain  $3\ 622.42 \pm 132.97$  kJ from food intake, while lost  $1\ 001.11$  kJ through faeces and urine, and earned  $2\ 599.37$  kJ net energy per day; the female earned  $2\ 231.27$  kJ net energy from daily food intake. In winter, the male had  $4\ 121.46$  kJ net energy with  $5\ 130.67 \pm 148.0$  kJ gained and  $1\ 006.25$  kJ lost, while the female had net energy of  $4\ 058.52$  kJ with gained  $4\ 805.40 \pm 207.97$  kJ and lost  $746.84$  kJ. White-headed langur in took dry food averaged  $200\text{ g} \sim 258\text{ g}$  per day which was about 3% of body weight, its digestible energy is  $3\ 357.48$  kJ, with 80.4% food digestibility,  $98.85$  kJ energy lost from urine and 97.05% of energy metabolic rate.

**Key words** white-headed langur (*Presbytis leucocephalus*), food digestion, energy metabolism

白头叶猴 (*Presbytis leucocephalus*) 为我国一级保护动物,在全世界范围内仅分布在广西南部的扶绥、崇左、宁明和龙州县境内面积不足 $200\text{ km}^2$ 的石灰岩石山地区,位于北纬 $22^{\circ}06'$ 到 $23^{\circ}42'$ ,东经 $107^{\circ}$ 到 $108^{\circ}$ 的左江东南,明江以北的三角范围<sup>[1]</sup>。与其他的灵长类相比,白头叶猴有数量少、分布范围狭窄和栖息环境特殊的特点,因而是研究动物起源和演化、

食物的选择和环境的适应等的最佳对象。

食物是白头叶猴能适应石山环境并生存下来的基础,每天白头叶猴要从所摄取的食物中获得维持正常生命活动和用于构建身体所需要的能量,对白头叶猴食物能量代谢的研究将有助于了解白头叶猴对食物的利用,探讨灵长类在食物利用方面的形态结构与功能的关系,为进一步开展白头叶猴的能量生态学和环境容纳量的研究奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 动物来源和饲养

室内白头叶猴目前仅有广西南宁动物园和扶绥珍贵动物保护站,其中南宁动物园有4只虽然已是成体,但远离白头叶猴栖息地仍很难采到新鲜的野外食物。扶绥珍贵动物保护站也饲养有2只成年白

1997-12-30 收稿。

\*国家自然科学基金项目(39660013)和广西自然科学基金(桂科配9718008)。

\*\*北京师范大学生物系,北京,100875(Department of Biology, Beijing Normal University, Beijing 100875)。

\*\*\*云南师范大学生命科学系,昆明,650001(Department of Life Science, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan, 650001)。

头叶猴, 体重分别为  $\hat{\delta}$ 6.75 kg,  $\hat{\text{♀}}$ 5.24 kg。保护区内, 采集新鲜野外食物十分容易, 是研究白头叶猴食物能量代谢的理想场所。扶绥珍贵动物保护站内白头叶猴的饲养情况见文献 [2]。1991年~1995年间, 扶绥自然保护区年日平均温度为 22.0℃, 年平均降雨量 1 022.24 mm。从年平均温度看, 一年可分为夏秋季 (5月~10月) 和冬春季 (11月~4月), 夏秋季日平均气温 25.26℃, 月平均降雨量 165.4 mm, 冬春季日平均气温 17.3℃, 月平均降雨量 40.85 mm, 历年的极端气温最高为 39.5℃, 最低为 -0.5℃。

白头叶猴饲养在约 75 m<sup>3</sup> 的猴笼内, 猴笼分内外室。外室为白天取食、活动、休息的主要场所, 内室为白头叶猴晚上休息的场所。在非研究期间, 白头叶猴由饲养员每天喂食两顿, 时间在 09:00~10:00 和 16:00~18:00, 喂食野外的新鲜树叶, 少量的玉米、馒头和水果。在我们收集材料的阶段里, 全部喂食野外白头叶猴觅食的树叶。

## 1.2 材料收集

笼养白头叶猴能量代谢分析材料的取样时间选择在 7月~8月和 11月~12月, 以观测夏季和冬季笼养白头叶猴觅食的情况。每天早上采摘新鲜的树叶分两顿喂食, 每次投入食物 5~6种。喂食前, 将猴笼打扫干净, 在猴笼的地面铺上塑料薄膜, 用于收集猴只排出的粪便和尿, 并做空白实验以补偿塑料薄膜的损耗。喂食时, 一人入笼中, 分种类将称过重量的食物放在地面, 另一人在笼外观察记录, 记录的内容包括每只白头叶猴觅食树种的顺序, 每一种食物的时间, 待猴只停止觅食后, 将食物的剩

Table 1 The water content of food and faeces of white-headed langur in cage

夏季 Summer		冬季 Winter	
食物种名/ 粪便 Food plant/ Faeces	含水量 Water content (%)	食物种名/ 粪便 Food plant/ Faeces	含水量 Water content (%)
马兜铃 ( <i>Aristolochia debuis</i> )	75.46	异叶秋 ( <i>Securinega suffrutiosa</i> )	67.51
小叶榕 ( <i>Ficus beajimna</i> )	69.44	清风藤 ( <i>Sabia japoniri</i> )	55.99
构树 ( <i>Broussonetia papyrifera</i> )	78.40	构树 ( <i>Broussonetia papyrifera</i> )	44.74
决明 ( <i>Cassia tora</i> )	84.67	桑树 ( <i>Morus alda</i> )	71.90
异叶秋 ( <i>Securinega suffrutiosa</i> )	73.23	大叶榕 ( <i>Ficus lacor</i> )	56.17
雀梅 ( <i>Sageretia theezans</i> )	75.32	千层纸 ( <i>Orxylon indicum</i> )	50.02
穿破石 ( <i>Cudrania cochinchinensis</i> )	69.47	金银花 ( <i>Lonicera japonica</i> )	53.05
雄猴粪便 Faeces of the male	82.12	山黄皮 ( <i>Randia cochinchinensis</i> )	46.45
雌猴粪便 Faeces of the female	82.85	黄鳃藤 ( <i>Berchemia lineata</i> )	62.63
		白面神 ( <i>Fluggea virosa</i> )	46.82
		吊钟花 ( <i>Enkianthus quinqueflorus</i> )	69.60
		木棉 ( <i>Gosampius maladarica</i> )	65.69
		甘蔗 ( <i>Saccharum sinonsis</i> )	75.24
		雄猴粪便 Faeces of the male	74.83
		雌猴粪便 Faeces of the female	74.68

余部分干净地扫出来, 按不同的种类分开称重。每种树叶投入和取出的重量差是白头叶猴觅食的量。在假设觅食速度相同的情况下, 通过公式  $M_a = \sum_{s=1}^n t_{sa} \times \frac{\Delta m_s}{t_{sa} + t_{sb} + \dots + t_{sk}}$  计算出每只白头叶猴每顿取食各种树叶的总量<sup>[2]</sup>。将所有喂食树种的新鲜树叶取重 20g, 烘干至恒重, 计算含水量后, 密封保存起来, 用于测定能量。在排出物收集方面, 从上午 6:00 (夏季) 或 7:00 (冬季), 白头叶猴离开猴笼的内室开始观察, 随时收集每只白头叶猴排出的粪便, 及时称重, 随时收集每只白头叶猴排出的尿液, 及时测量体积。记录每只白头叶猴排便和排尿的时间和量。下午 18:00 (冬季) 或 20:00 (夏季) 后, 白头叶猴进入到猴笼的内室直到第 2 天的上午 6:00 或 7:00。对排泄在猴笼内室的粪便和尿的总量按照白天观察期间两只白头叶猴排便和排尿的比例记录到两只白头叶猴的总量中。每次收集每只白头叶猴新鲜粪便 20g 烘干至恒重, 密封保存起来, 用于测定能量。每次收集每只白头叶猴的尿液 5 mL, 密封保存起来, 用于能量测定。对笼养白头叶猴食物能量代谢的观察取样每次连续进行 10 d。

## 1.3 材料处理和数据分析

固体的试验材料进行粉碎, 研细, 进一步进行真空干燥。尿液则每次取 1 mL 于脱脂棉上, 将其在 100℃ 下真空干燥至恒重。利用 AC-300 型自动量热计 (美国产) 进行测定, 标准品为苯甲酸 (C<sub>7</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>), 其热值为 26 452 ± 91.81 J (n = 8)。实验测定在云南师范大学分析测试中心完成。实验数据采用 SPSS/PC+, Windows95 在 PC486-DX-80 计算机上完成。

## 2 结果

### 2.1 食物的含水量

在7月~8月间,投入喂食白头叶猴的植物种类有7种,这7种植物是白头叶猴在野外比较喜食的种类,当然最重要的是无论取食何种植物,白头叶猴都要从中获得定量的能量。冬季投入喂食白头叶猴的植物种类共13种,每次投入都有5~6种。夏季白头叶猴食物的含水量为69.44%~84.67%,粪便含水量为雄猴82.12%,雌猴82.58%,冬季白头叶猴食物的含水量为44.74%~75.24%,粪便含水量为雄猴74.83%,雌猴74.68%(表1)。

在夏季和冬季,白头叶猴栖息地里野生的食物含水量有差别,表现为在夏天的含水量高,在冬天的含水量低。笼养白头叶猴排出的粪便也有夏天含水量高,冬天含水量低的特点。这与7月~8月降雨量高,11月~12月降雨量低有关。

### 2.2 日食量与日摄入能量

笼养白头叶猴在每顿的觅食过程中,可在投入的5~6种中进行选择,最终每只白头叶猴每天的食物总量由一定量的不同树叶组成,某一树叶在食物总量中占的比例的多少说明了白头叶猴对某一树叶的喜好程度。每天白头叶猴通过觅食一定量的各种树叶组成的食物获得每天所需要的能量。白头叶猴雄猴在夏季平均每天进食695.3g新鲜树叶,摄入干物质192.34g的干物质;雌猴夏天平均每天进食590.7g新鲜树叶,摄入干物质171.43g<sup>[2]</sup>。雄猴每天可从食物中摄入3622.42±132.97kJ(n=10)热量,雌猴从食物中收入3145.43±172.2kJ(n=10)热量(表2)。

Table 2 The daily food intake and energy-obsorbed of white headed langur in cage in summer

食物名称 Food plant	热值 Calorific value (kJ/g)	雄猴 Male						雌猴 Female					
		日食干物质量 Intake of dry matter per day (g)			获得能量 Energy -obsorbed (kJ)			日食干物质量 Intake of dry matter per day (g)			获得能量 Energy -obsorbed (kJ)		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
马兜铃	21.35	7.26	13.698	30.893	154.98	292.41	659.48	8.871	8.9914	31.794	189.37	191.94	678.70
小叶榕	19.79	38.8	50.424	68.424	767.34	997.95	1354.53	16.044	34.832	34.854	317.53	689.36	689.79
构树	17.02	38.75	70.859	18.979	659.35	1205.70	322.95	26.049	89.467	45.699	443.23	1522.32	777.60
决明	17.69		6.626			117.23			6.626	3.9858		117.24	70.53
异叶秋	18.15	83.43	43.126		1514.50	782.86		93.346	25.837		1694.35	469.01	
雀梅	19.03			53.839			1024.31			49.596			943.57
穿破石	20.27	30.1		17.973	610.07		364.28	29.61			600.14		
合计 Total		198.34	181.04	190.11	3706.79	3396.15	3725.20	153.92	155.75	165.92	3244.62	2990.20	3160.20

表3 笼养白头叶猴冬季觅食量与获得的能量

Table 3 The daily food intake and energy-obsorbed of white headed langur in cage in winter

食物名称 Food plant	热值 Calorific value (kJ/g)	雄猴 Male						雌猴 Female					
		日食干物质量 Intake of fry matter per day (g)			获得能量 Energy -obsorbed (kJ)			日食干物质量 Intake of fry matter per day (g)			获得能量 Energy -obsorbed (kJ)		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
异叶秋	18.66	11.031		38.988	205.85		727.59	16.586		22.743	309.53		424.42
清风藤	18.92	32.928	82.853		622.70	1567.48		35.283	25.4114		667.51	480.75	
构树	16.83	34.482		46.971	580.45		790.69	40.069		60.786	674.5		939.50
桑树	16.24	15.933	46.084	19.67	258.75	748.41	319.44	14.977	64.911		243.23	1054.18	
大叶榕	19.63		98.635	48.213		1936.02	946.33		41.6209	39.447		816.94	774.27
千层纸	19.46		6.9972	28.938		130.77	540.83		27.9888	24.99		523.08	467.04
金银花	19.46	23.789	37.513	61.035	462.90	729.93	1187.63	19.888	18.8269	75.12	386.97	366.34	1461.70
山黄皮	18.32								60.5382		1102.94		
黄鳝藤	17.48	70.297	25.4676		1227.93	444.86		29.8512	4.42835		521.43	77.35	
白面神	18.63	28.648	9.78512		572.26	195.46		27.1909	17.8685		543.16	356.93	
吊钟花	17.51	17.754		45.6	312.92		803.72	11.1264		51.68	196.11		910.89
木棉	18.20	27.414			499.08			31.5995			575.28		
甘蔗	16.32	24.414			398.52			18.602			303.66		
合计 Total		286.69	307.335	289.415	5141.64	5334.28	5316.19	245.173	265.159	274.766	4421.38	4778.52	4977.81

表 4 笼养白头叶猴每天排粪量、排尿量与能量损失

Table 4 The daily faeces urine and energy lose of white headed langur in cage

类型 Type	日排出量 Quantity of defecation per day * (g mL)				热量含量 Quantity of heat (kJ/g·kJ/mL)				热量损失 Lose of energy (kJ/只)			
	夏-雄 Summer-♂	夏-雌 Summer-♀	冬-雄 Winter-♂	冬-雌 Winter-♀	夏-雄 Summer-♂	夏-雌 Summer-♀	冬-雄 Winter-♂	冬-雌 Winter-♀	夏-雄 Summer-♂	夏-雌 Summer-♀	冬-雄 Winter-♂	冬-雌 Winter-♀
粪便 Faeces	44.227 9	41.451 5	47.055 3	34.700 2	20.53	19.89	18.85	18.93	908.20	824.64	886.92	654.04
尿 Urine	215.7	211.57	216.5	190.7	0.43	0.42	0.55	0.49	92.93	89.55	119.38	93.71

\*以干重计算 Calculate on dry weight.

笼养白头叶猴在冬季里，雄猴平均每天进食 749.4 g 新鲜树叶，摄入了 281.75 g 的干物质，雌猴平均每天进食 640.1 g 新鲜树叶，摄入 258.45 g 的干物质<sup>[2]</sup>，在这个过程中雄猴收入能量 5 130.67 ± 148.0 kJ (n = 10)，雌猴收入能量 4 805.40 ± 207.97 kJ (n = 10) (表 3)。

### 2.3 日排粪量、排尿量与能量损失

笼养白头叶猴每天在觅食食物的同时，要排出一定量的粪便和尿，从而一部分能量也随同粪便和尿损失 (表 4)。

笼养白头叶猴在夏季里，雄猴每天通过排便、排尿损失了 1 001.11 kJ 的热量，每天通过觅食净获得热量 2 599.37 kJ；雌猴每天通过排便、排尿损失了 914.18 kJ 的热量，每天通过觅食净获得热量 2 231.27 kJ。在冬季里，雄猴每天通过排便、排尿损失了 1 006.25 kJ 的热量，净获得热量 4 121.46 kJ；雌猴每天通过排便、排尿损失了 746.84 kJ 的热量，净获得热量 4 058.52 kJ。

### 3 讨论

白头叶猴为叶食性的灵长类，在消化系统的结构上，白头叶猴与其他的叶猴一样，其胃结构复杂，有一个与能分解纤维素的细菌共生室，因而白头叶猴能有效的利用栖息地里资源丰富的树叶。笼养白头叶猴每只每天仅食用 200 g ~ 259 g 的干物质，相当于体重 3% 的重量，消化能平均为 3 357.48 kJ，消化率为 80.4%，尿能损失平均为 98.85 kJ。在不计算细菌在消化道形成甲烷、消耗能量的情况下，白头叶猴的代谢能为 778.31 kJ，代谢率为 97.05%。绵羊也是植食性，一只体重 40 kg 的个体，平均每天要摄入 1 200 g 的干物质，为体重的 3%，消化能为 13 266.5 kJ，消化率为 62.45%<sup>[3]</sup>。在不计算细菌在消化道内形成甲烷、消耗能量的情况下，绵羊的能量代谢率为 85.32%。白头叶猴和绵羊两者单位体重摄入干物质相同，说明了白头叶猴与绵羊对树叶和草都有很高的同化率。与它们相比，同是植

食性，专食箭竹的大熊猫对竹子的同化率则相当低，一只 86 kg 的大熊猫平均每天摄入的鲜食物为 38.3 kg，相当于体重的 45%，摄入相当于体重 4.5% 以上的干物质，同时排出的粪便平均为 160 团，鲜重 24 kg<sup>[4]</sup>，比白头叶猴和绵羊单位体重摄入干物质质量大。这说明大熊猫对食物的利用率低，而低的利用率又与大熊猫的消化系统仍然保持着肉食性动物的消化系统结构，不能有效的利用植物性食物有密切的关系，从粪便的营养分析来看，大熊猫不能消化木质素、纤维素和二氧化硅，只能部分地消化半纤维素和几乎所有的蛋白质<sup>[4]</sup>。白头叶猴单位体重摄入干物质的比率与植食性的非洲野牛 (1.5% ~ 3.0%) 和角马 (4%) 的平均单位体重摄入干物质的比率<sup>[5]</sup> 相比，没有显著差异。有人通过粪便的数据对杂食性倭黑猩猩的日食量和日获能量进行估计，发现 30 kg 的成年雄体可从食物中每日获得 45 636.12 kJ 的热量，18 kg 的成年雌体可从食物中获得 27 214.2 kJ 的热量<sup>[6]</sup>。雄性倭黑猩猩每日单位体重获能 1 521.19 kJ，雌性倭黑猩猩每日单位体重获能 1 511.90 kJ，而叶食性的白头叶猴每日单位体重仅获能 543.03 kJ。因而在行为上，倭黑猩猩的休息时间占日活动时间分配的 43%，而白头叶猴的休息时间占日活动时间分配的 75%，表明白头叶猴在日活动中需要减少能量的消耗。在非人灵长类动物中，食物质量与身体大小和总的静止代谢量成反比的关系，人类食物中的能量含量比按照身体大小和基础代谢进行估计要大得多，代表了能量与进化发展的一个方向，人类食物的高能量含量是灵长类进化的顶点<sup>[7]</sup>。因而倭黑猩猩的能量收入和白头叶猴的能量收入的情况也符合这一进化规律。

对投入笼养白头叶猴的食物的热值测定表明，夏季食物的平均热值 (19.04 kJ) 比冬季食物的热值 (18.29 kJ) 高，异叶秋在夏季的热值为 18.66 kJ，比冬季的热值 18.23 kJ 高，粪便的热值也表现出同样的情况，既夏季笼养白头叶猴粪便的热值高，冬季粪便的热值低，同时夏季食物的含水量也比冬

季大。据野外观察,白头叶猴在夏季有日漫游距离短,日活动面积小,觅食时间短,休息时间长,有明显的躲太阳行为的特点,表明了白头叶猴在夏季所需消耗的能量小。从笼养白头叶猴的食物选择和食物量的研究证明,夏季和冬季的食物量虽然未达到显著性差异,但笼养白头叶猴在夏季的食物量是比冬季少,换言之,白头叶猴在夏季能量的需求量相对小。而在冬季,白头叶猴对能量的需求量大,这与除要消耗能量抵御寒冷外,食物的缺少也迫使白头叶猴消耗更多的能量去寻找食物有密切的关系,野外观察到的白头叶猴在冬季的活动特点证明了这一点。绵羊食物消化能的季节性变化也表现出与白头叶猴相似的特点。绵羊在冬季的枯草期每日的产热量高于草盛期和枯黄期,这是因为冬季气温低,绵羊需要通过增加产热以抵御外界寒冷,维持其体温恒定<sup>[3]</sup>。

### 参考文献

1 李汉华,申兰田. 广西的白头叶猴. 广西师范学院学报.

1982, 2: 78~81.

- 2 黄乘明,孙儒泳,卢立仁等. 笼养白头叶猴的食物选择和食物量的研究. 北京师范大学学报(自然科学版), 1997, 33(2): 253~257.
- 3 赵新全,皮南林,冯金虎. 反刍动物能量代谢研究: 繁殖藏系母羊能量转化率及能量需要测定. 见: 刘济科,王祖望主编. 高原草甸生态系统. 第3集. 北京: 科学出版社, 1991. 97~102.
- 4 胡锦涛,夏勒,潘文石等. 卧龙的大熊猫. 成都: 四川科技出版社, 1985. 33~77.
- 5 Sinclair A. The African Buffalo. Chicago: Chicago University Press. 1977. 350~360.
- 6 Tokayashy K. The Last Ape: Pygmy Chanpazze Behavior and Ecology, California: Stanford University Press. 1992. 134~245.
- 7 Leonard W R, Robertson M L. Evolutionary perspectives on human nutrition: the influence of brain and body size on diet and metabolism. American Journal of Huamn Biology, 1994. 6(1): 77~88.

(责任编辑: 蒋汉明)

## 1997年度最有代表性的研究工作及中国科学家的贡献: 地球内核的转动比地壳、地幔快

早在20年前,就有科学家推测地球内核有可能独立于地球本身而自行转动,但一直没有找到直接的科学依据。1986年,地震学家发现了地球内核的各向异性,其各向异性的对称轴与地球的旋转轴成 $10.5^\circ$ 。当地震波穿过各向异性的内核时,其沿不同方向的传播速度是不同的。如果地球的固态内核的自转速度比地壳、地幔快,其各向异性的对称轴就要相对于地壳旋转,对于某一固定的震源和某一固定的地震台来说,穿过内核的地震波的传播速度就会发生变化。我国留美青年学者宋晓东博士和美国著名地震学家理查兹通过对1967~1995年在靠近南极的南桑威奇群岛附近发生的38次地震记录的分析,测量了通过地球内核传到靠近北极的阿拉斯加的一个地震台(柯里奇地震台)的地震波的速度,发现这种地震波的速度变得越快,即90年代地震波抵达该地震台所需的时间比60年代快0.3s。由此直接证实了地球内核确实比地壳、地幔转得快,大约快 $1.1^\circ$ /年。也就是说,经过300年~400年,地球内核就要比地壳、地幔的自转多转一圈。在内核的赤道面上,内核的自转速度与地壳自转速度的差相当于数量级为20km/年的线速度,它比地球表面板块运动的线速度的最大值快10万倍。这一发现得到我国另一位留美青年学者苏维加博士和美国著名地震学家杰旺斯基的肯定。他们分析了全球约2000个地震台的地震数据,得出了类似结论。按照他们的计算结果,内核自转速率还要快些,约为 $2^\circ\sim 3^\circ$ /年。学术界认为,宋晓东等人的发现对地磁场的研究,特别是对地球的整个演化过程和地球内部运动规律的深入研究具有重大意义。

(摘自中国科学院《科学发展报告》1997. P37)