

## 健康齿和龋齿的锶含量和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值特征及其指示意义

李子夏<sup>1, 2, 3</sup>, 贺茂勇<sup>2</sup>, 彭 彬<sup>3</sup>

(1. 西安医学院口腔医学系, 陕西 西安 710021;

2. 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪国家重点实验室, 陕西 西安 710075;

3. 武汉大学口腔医学院牙体牙髓科, 湖北 武汉 430079)

**摘要:** 牙齿中微量元素 Sr 的含量和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值可提供居民生活地域、饮食习惯以及口腔健康信息, 广泛应用于口腔医学、科技考古、法医鉴定、古生态学等领域。对陕南地区居民健康齿和龋齿中 Sr 含量和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值进行测定, 结果表明, 龋齿中 Sr 含量在 79.70~85.80  $\mu\text{g}/\text{g}$  之间, 而健康齿中 Sr 含量在 128.00~156.77  $\mu\text{g}/\text{g}$  之间, 龋齿中 Sr 含量明显低于健康齿; 但 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值却在较小的范围内波动, 波动范围为 0.710 935~0.711 037, 同时该变化范围在当地饮用水、岩石和土壤的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值区间内。健康齿和龋齿中 Sr 含量和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值的结果, 不仅为人类利用微量元素 Sr 预防龋病的发生提供理论依据, 也可为拓展牙齿 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  古环境意义提供现代人牙齿实验依据。

**关键词:** 健康齿; 龋齿; Sr 含量;  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ; 指示意义

**中图分类号:** O 657.63 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-2997(2014)01-0072-07

**doi:** 10.7538/zpxb.2014.35.01.0072

## Characteristic of Sr Concentration and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Isotope Ratio in Healthy and Carious Teeth and Its Significance

LI Zi-xia<sup>1,2,3</sup>, HE Mao-yong<sup>2</sup>, PENG Bin<sup>3</sup>

(1. Department of Stomatology, Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China;

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075, China;

3. Department of Conservative Dentistry and Endodontics, School of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** Strontium (Sr) concentration and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotopic ratio in tooth can provide information on the environment, dietary habits and oral health of individuals. These measures are widely applied in multiple disciplines, such as stomatology, archaeology, medicolegal appraisal and paleoecology. Sr concentration and  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  isotope ratio in healthy and carious teeth of individuals in the southern Shanxi province were determined. The results demonstrated that Sr concentration in human carious teeth was between 79.70  $\mu\text{g}/\text{g}$  and

收稿日期: 2013-05-06; 修回日期: 2013-07-01

基金项目: 国家自然科学基金(41103008); 黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金(SKLLQG1114)资助

作者简介: 李子夏(1982~), 女(汉族), 甘肃陇南人, 讲师, 从事牙体牙髓病学研究。E-mail: zxlxiyi@163.com

通信作者: 贺茂勇(1979~), 男(汉族), 湖北十堰人, 助理研究员, 从事同位素地球化学研究。E-mail: hemy@ieecas.cn

85.80  $\mu\text{g/g}$ , but the Sr concentration in healthy teeth was between 128.00  $\mu\text{g/g}$  and 156.77  $\mu\text{g/g}$ . A significantly lower Sr concentration is found in carious teeth than in healthy teeth. The <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr isotope ratio data indicated that the <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratio in healthy and carious teeth of individuals of varying ages and genders ranges between 0.710 935 and 0.711 037, which falls into the range of the <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr found in the local, naturally occurring water, rocks and soils. The experimental data from this study can further confirm the relationship between Sr and dental caries, and can provide an experimental basis using modern human teeth to apply Sr isotope paleo-environmental significance.

**Key words:** healthy teeth; carious teeth; Sr concentration; <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr; significance

微量元素虽然在人体内的含量不多,但与人的生存和健康息息相关,对人的生命起着至关重要的作用。微量元素摄入过量、不足、不平衡都会不同程度地引起人体生理的异常甚至引发疾病。牙齿作为人体一个重要器官,对微量元素具有富集作用,是揭示疾病和中毒现象的指示器官。因此,牙齿中微量元素对人类健康的作用已引起医学界和生物学的重视。近年来,国内外学者针对龋病和微量元素的关系做过大量研究,认为微量元素可能影响龋病的发生、发展和预后过程<sup>[1-2]</sup>。

随着人们生活水平的提高,食品加工日趋精细,相伴而产生的龋齿发病率日见增长,在我国目前已达到 60%~70%,部分地区高达 90%<sup>[3]</sup>。因此,研究预防和治疗龋病的措施显得十分重要。许多流行病学调查、动物实验和模型试验均证明,微量元素锶(Sr)对牙齿健康有着极为重要的影响,并且发现 Sr 与龋齿呈显著负关联<sup>[4-7]</sup>。同时,由于牙齿能够很好地保持其生存地的同位素比值特征,且很少受到污染,牙齿<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr 比值已成为国际考古学界用于探索人和动物迁移活动的首选指标<sup>[8-14]</sup>,广泛运用于科技考古、法医鉴定、古生态学等领域<sup>[8-14]</sup>。

翁希里等<sup>[15]</sup>研究表明,陕南地区是陕西省龋病低发区域,对该地区牙齿微量元素的研究有助于龋病病因解析和龋病的预防。本研究以陕南地区现代人牙齿为例,对该地区居民的健康齿和龋齿牙釉质进行 Sr 元素含量和<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr 同位素比值测定,同时测定该地区代表性水源、岩石和土壤的<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr 同位素比值。探讨影响健康齿和龋齿牙釉质 Sr 元素和 Sr 同位素变化的因素,从而获得测量指标的临床意义,为口腔疾病预防和龋齿治疗提供参考数据,同时也为 Sr 同位素示踪技术运用于研究古代人群的迁移、食谱结构等方面奠定基础。

## 1 试验部分

### 1.1 主要仪器与装置

Agilent 7700X 电感耦合等离子体质谱仪:美国 Agilent 公司产品;Ethos Touch Control 微波消解系统:美国 Milestone 公司产品;Milli-Q 超纯水系统:美国 Millipore 公司产品。

IsoProbe-T 固体热电离质谱计:英国 GV 公司产品,该质谱计配置了 9 个法拉弟接收器、1 个戴利接收器,4 个离子计数器,以及一个专门做负离子的 ETP,共 15 个通道,可以测量常规和微量样品固体同位素组成。

### 1.2 主要材料与试剂

骨头标准(NIST SRM 1400):由美国国家标准与技术研究所提供;岩石标准(BCR-2):来自美国地质调查局;Sr 同位素标准物质(NBS987):来自美国 NIST。实验所用 H<sub>2</sub>O 经 Milli-Q 系统纯化,电阻为 18.2 M $\Omega$ ·cm;硝酸(HNO<sub>3</sub>):优级纯;30% 双氧水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>);HCl, HNO<sub>3</sub>:均用 DST-1000 亚沸蒸馏装置双瓶亚沸蒸馏器纯化。

所有实验均在超净化学实验室完成。

### 1.3 电感耦合等离子体质谱仪工作条件

雾化器:Agilent babington 型高盐雾化器;雾化室:石英双通道,Piltier 半导体控温在(2±0.1)℃;RF 功率:1 500 W;冷却气流速:15 L/min;载气流速:1.26 L/min;采样深度:8.2 mm;样品提升速度:0.4 mL/min;采样锥孔直径:1.0 mm;截取锥孔直径:0.4 mm;采样锥、截取锥材料:Ni 锥。

### 1.4 牙齿样品采集及预处理

采集久居中国陕西省南部地区当地居民离体牙。健康牙齿采集要求离体牙标本提供者不抽烟、不酗酒,因智齿阻生畸形、正畸治疗或其他原因而拔除的健康恒牙,从中挑选牙冠完整,无

龋坏,斑釉及釉质发育不全,牙合面无明显磨损、缺损的离体牙;龋齿挑选有明显龋洞的牙齿。离体牙根据标本提供者年龄段分为 5 组,每组选取男、女性各 10 颗。同时按照地质采样要求,采集该地区主要的饮用水、代表性岩石和土壤样品<sup>[16-17]</sup>。

将收集的牙体标本先用 Milli-Q 水冲净表面血迹,放入盛有丙酮溶液的磨口玻璃瓶浸泡 24 h,再用手术刀将附着牙表面的软组织等有机物仔细刮净,并用 Milli-Q 水和乙醇冲洗干净,烘干,依次编号。采用加热敲击法将牙齿的牙釉质与牙本质分开<sup>[18]</sup>。收集分开的牙釉质,用玛瑙钵研磨至 200 目。岩石样品和土壤样品同样用玛瑙钵研磨至 200 目。

### 1.5 样品消解

**1.5.1 牙齿样品消解** 准确称取 0.05 g 研磨后牙釉质样品于微波消解罐中,加入 5 mL 50% HNO<sub>3</sub> 和 2 mL 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液,轻轻晃动消解罐,然后滴入约 2 mL Milli-Q 水,在 1 000 W 功率下进行微波消解。微波消解升温程序为:5 min 内由室温升温至 120 °C,保持 3 min,然后在 8 min 内继续升温至 220 °C,保持 15 min 至消解结束。试样消化完全后,自然冷却;用 Milli-Q 水转移至 25 mL 容量瓶中,定容;同步做试剂空白实验;实验中用骨头标准样品进行质量控制。

**1.5.2 土壤和岩石消解** 准确称量 0.25 g 土壤和岩石样品于微波消解罐中,加入 3 mL HNO<sub>3</sub>, 1 mL HF 和 1 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,按照文献<sup>[19]</sup>方法进行消解,实验中用岩石标准 BCR-2 进行质量控制。

### 1.6 离子交换法分离富集 Sr 元素

采用贺茂勇等<sup>[20]</sup>建立的 Sr 特效树脂方法分离富集牙齿样品中的 Sr 元素,对 Sr-Spec 树脂分离富集 Sr 的回收率进行研究。结果表明,Sr 的回收率在 98.9%~101.3% 之间,完全达到定量回收 Sr 的标准。Sr-Spec 特效选择性树脂与普通阳离子交换树脂相比,特效树脂的使用量和酸淋洗量均明显减少,分离效率大大提高,可实现 Sr 与基质中 Ca 和 Rb 的较彻底分离<sup>[21-25]</sup>。

具体试验方法是:取消解完全的牙齿溶液(约含 200 ng Sr)于石英烧杯中,置于 180 °C 电热板上,蒸发浓缩至 0.5 mL 左右(因牙齿样品富含 Ca,溶液蒸干后会生成难溶的盐类),加入 8 mol/L HNO<sub>3</sub> 完全溶解,上 Sr 特效离子交换柱,

遵循少量多次的原则,共用酸 3 mL;Sr 很快吸附在树脂柱上,再用 8 mol/L HNO<sub>3</sub> 洗涤,每次 2 mL,重复 4 次,可完成铷(Rb)与其它大量盐分的分离;最后用 0.05 mol/L HNO<sub>3</sub> 将 Sr 洗脱,收集淋洗液,每次 2 mL,重复 4 次,将收集的淋洗液蒸干,准备点样,上机测试。

### 1.7 Sr 同位素质谱测定

采用 IsoProbe-T 质谱计测定 Sr 同位素。向蒸干的样品中加入少量超纯水,逐滴涂到钽带上,再加入 1 μg 10% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>(超纯),蒸干后增大电流,赶走过量 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>,并加热至暗红,约 2~3 s,装入质谱计。测样时仪器的真空度优于 10<sup>-5</sup> Pa。

以法拉弟接收器静态测量 Sr 同位素组成,以戴利接收器监测 Rb 对 Sr 的同质异素干扰。由于 Rb 相对 Sr 电离温度低,且 Sr-Spec 树脂可以近乎完全分离 Rb 和 Sr,点样所用试剂带来的微量 Rb 可在 Sr 正常发射温度下消耗殆尽,在 <sup>85</sup>Rb/<sup>86</sup>Sr 小于 3×10<sup>-5</sup> 时,测量 Rb 对 Sr 的干扰可以忽略。测量时,采用指数率对 Sr 同位素比值进行质量分馏校正(校正参数 <sup>86</sup>Sr/<sup>88</sup>Sr=0.119 4)。数据采集的积分时间为每个样品扫描 6 s,每次测量为 100 组扫描,这样获得的 <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr 比值测量精度优于 0.002%。

## 2 结果与讨论

### 2.1 岩石和土壤样品微波消解质量控制

为了验证微波消解测定土壤和岩石方法的有效性,采用岩石标准 BCR-2 进行质量控制,结果列于表 1。可以看出,所有测定元素均与标准推荐值接近,说明消解方法可靠、有效。

表 1 微波消解 ICP-MS  
测定岩石标准 BCR-2 (n=4)

Table 1 The results of BCR-2 using microwave digestion and ICP-MS (n=4)

元素	测定值	推荐值
Ca	5.11±0.09	5.09±0.08
Al	7.12±0.13	7.14±0.10
Mg	2.17±0.02	2.16±0.03
Na	2.33±0.07	2.34±0.08
P	0.148±0.06	0.15±0.01
Sr	343±10	346±14
Zn	127.5±7	127±9

## 2.2 健康齿和龋齿牙釉质 Sr 含量

采用 ICP-MS 对采集离体牙牙釉质的 Sr 含量进行测定,结果示于图 1。

图 1 表明,虽然牙齿样品采集于不同性别、不同年龄段的标本提供者,但是,龋齿牙釉质中的 Sr 含量显著低于健康牙釉质。健康牙齿 Sr 含量在  $128.00 \sim 156.77 \mu\text{g}/\text{g}$  之间,而龋齿 Sr

含量在  $79.70 \sim 85.80 \mu\text{g}/\text{g}$  之间。实验结果说明,Sr 是人体健康与否的一种指示元素,Sr 含量与牙齿是否患龋有着显著相关性,这与文献[26-27]的研究结果一致。Curzon 等<sup>[4-5]</sup>研究了高龋区和低龋区居民牙釉质中 Sr 含量,结果表明,高龋区牙釉质中 Sr 含量明显低于低龋区。

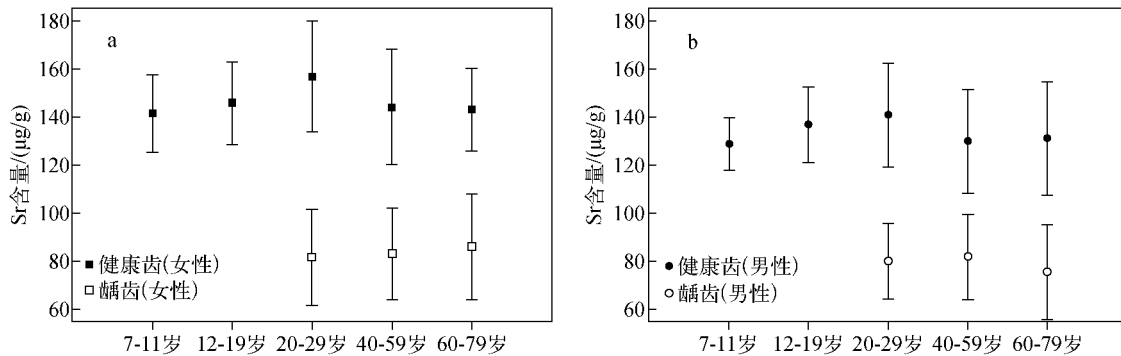


图 1 牙齿样品中 Sr 含量 ( $n=10$ )

Fig. 1 The results of Sr concentration in samples of teeth

牙釉质中超过 96% 的部分为无机物,主要由钙磷酸羟基磷灰石组成。Sr 的化学性质和原子半径与 Ca 相似,在牙齿形成过程中,Sr 可以取代羟基磷灰石晶格中的 Ca 离子,成年个体牙釉质中的 Sr 浓度通常可达  $50 \sim 400 \mu\text{g}/\text{g}$ 。Sr 抗龋的作用机制可能是:1)改变羟基磷灰石结晶的大小,结晶变大可使表面减小而不易溶解;2)在羟基磷灰石晶体表面形成一稳态表面包层,从而降低釉质的溶解度或酸溶速度。根据溶液介质的不同,可能存在下列含锶磷灰石络合物: $(\text{Ca})_6(\text{Sr})_4(\text{PO}_3)_6(\text{OH})_2$ ,  $(\text{Ca})_6(\text{Sr})_4(\text{PO}_3)_6(\text{F})_2$ ;3)抑制细菌生长,减少产酸,或致龋细菌与表面釉结合,抑制由糖引起的 pH 下降等。

## 2.3 健康齿和龋齿牙釉质 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 测定结果

根据上述步骤,对在陕西省南部地区采集的离体牙样品的牙釉质、水体和岩石样品进行化学分离及 Sr 同位素测定。该地区代表性水源、代表性岩石、土壤的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  值分布示于图 2,其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  值分别在  $0.710497 \sim 0.710991$ ,  $0.707715 \sim 0.711484$ ,  $0.706742 \sim 0.711883$  之间。该地区健康齿样品的牙釉质中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  在  $0.710948 \sim 0.711037$  之间,龋齿样品的牙釉质中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  在  $0.710935 \sim 0.711034$  之间,示于图 3。

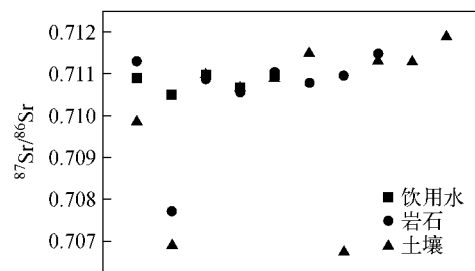


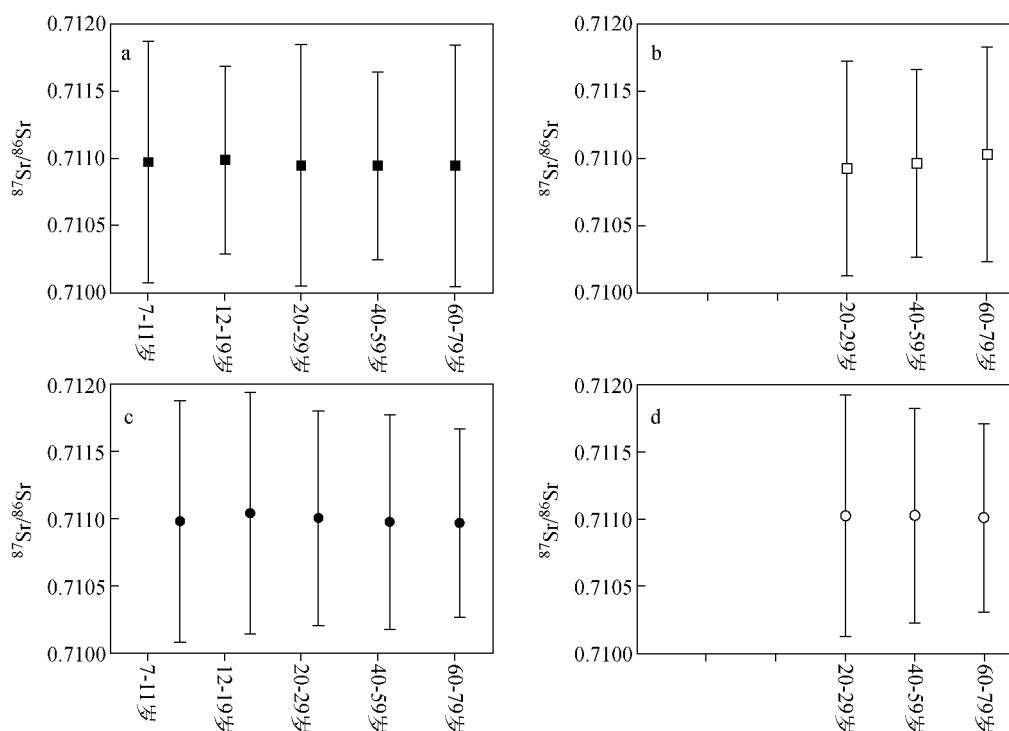
图 2 当地代表性水源、岩石和土壤的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值

Fig. 2 The results of  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  in water, rocks and soils

图 3 显示,健康齿和龋齿牙釉质 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比值在  $0.710935 \sim 0.711037$  之间变化,且变化区间在自然水体、岩石和土壤的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  范围内,该比值基本趋于稳定,并且在年龄和性别因素中没有显著差异。

研究表明,生活环境中微量元素的丰缺将造成人体微量元素摄入的多少及平衡与否,这是因为人体中的微量元素主要来自饮水、食物及生活环境,环境元素分布的不平衡是人类患地方病的根本原因。

李子夏等<sup>[20]</sup>认为 Sr 的原子质量比较大,同位素间的相对质量差很小,当 Sr 同位素从风化



a. 男性健康齿; b. 男性龋齿; c. 女性健康齿; d. 女性龋齿

图 3 牙齿样品中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $n=10$ )

Fig. 3 The results of  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  in teeth samples

的岩石进入食物链到保存在人体骨骼系统时,  $^{87}\text{Sr}$ 和 $^{86}\text{Sr}$ 的分馏非常小,可以忽略不计,即 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值基本保持不变,因此生活在不同地区的人们,其体内的Sr同位素比值可以反映该生活地区的Sr同位素特征。本研究中,健康齿和龋齿牙釉质 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值和当地代表性水源、岩石和土壤 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值相一致的结果也印证了上述观点。

### 3 结论

利用 ICP-MS、Sr-Spec 树脂以及正热电质谱仪实现了对陕南地区健康齿和龋齿牙釉质中Sr同位素的精确测定,试验结果表明:

1) 陕南地区不同年龄及性别的龋齿牙釉质中Sr含量均显著低于健康牙釉质,证实了Sr含量与龋病有显著负关联。

2) 生活在同一地质背景的陕南居民,其牙釉质中Sr同位素比值接近,与是否患龋无明显相关性,显示出Sr同位素的地质特异性和稳定性。

### 参考文献:

- [1] LANE D W, DUFFY C A. The analysis of trace elements in human teeth collected from the Oxfordshire area in the UK[J]. Nucl Instrum Methods Phys Res B, 1996, 118(1/2/3/4): 392-395.
- [2] MATTHEW J K, JENNIFER M, PAUL O. Trace element concentrations in teeth—a modern Idaho baseline with implications for archeometry, forensics, and palaeontology[J]. J Archaeol Sci, 2013, 40(4): 1 689-1 699.
- [3] 齐小秋. 第三次全国口腔健康流行病学调查[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [4] CURZON M E J. An epidemiologic study of strontium on human dental caries[J]. Biol Trace Element Res, 1981, 3: 309-316.
- [5] CURZON M E J. The relation between caries prevalence and strontium concentrations in drinking water, plaque, and surface enamel[J]. J Dent Res, 1985, 64(12): 1 386-1 388.
- [6] EVA R, DULA A, MARTA K. Determination of some trace elements in human tooth enamel[J]. Fresenius J Anal Chem, 2000, 367(8): 748-754.

- [7] RIYAT M, SHARMA D C. Analysis of 35 inorganic elements in teeth in relation to caries formation[J]. *Biol Trace Element Res*, 2009, 129(1/2/3): 126-129.
- [8] BRNTLEY R A, PRICE T D, STEPHAN E. Determining the 'local'  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  range for archaeological skeletons: A case study from neolithic europe[J]. *J Archaeol Sci*, 2004, 31(4): 365-375.
- [9] ALVIRA F C, ROZZI F V R, TORCHIA G A, et al. A new method for relative Sr determination in human teeth enamel[J]. *J Anthropol Sci*, 2011, 89: 1-8.
- [10] MATTHEW J K, JENNIFER M, PAUL O. Trace element concentrations in teeth—a modern Idaho baseline with implications for archeometry, forensics, and palaeontology[J]. *J Archaeol Sci*, 2013, 40(4): 1 689-1 699.
- [11] KNUDSON K J, PRICE T D. The use of strontium isotope analysis to investigate tiwanaku migration and mortuary ritual in bolivia and peru [J]. *Archaeometry*, 2004, 46(1):5-18.
- [12] COPELAND S R, SPONHEIMER M, LEE-THORP J A, et al. Strontium isotope ratios ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) of tooth enamel: A comparison of solution and laser ablation multicollector inductively coupled plasma mass spectrometry methods [J]. *Rapid Commun Mass Spectrom*, 2008, 22(20): 3 187-3 194.
- [13] COPELAND S R, SPONHEIMER M, LEE-THORP J A, et al. Strontium isotope ratios in fossil teeth from South Africa: Assessing laser ablation MC-ICP-MS analysis and the extent of diagenesis [J]. *J Archaeol Sci*, 2010, 37(7): 1 437-1 446.
- [14] KUMAGAI A, FUJITA Y, ENDO S, et al. Concentrations of trace element in human dentin by sex and age [J]. *Forensic Sci Int*, 2012, 219 (1/2/3): 29-32.
- [15] 翁希里, 王捍国, 贾 骏, 等. 陕西省中小學生龋病抽样调查及其趋势的分析[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2006, 16(11): 646-648.  
WENG Xili, WANG Hanguo, JIA Jun, et al. Spot check and prevalence analysis of dental caries in the students of primary and middle schools in Shannxi province[J]. *Chin J Conserv Dent*, 2006, 16(11): 646-648(in Chinese).
- [16] PARK J W, HU Z H, GAO S, et al. Platinum group element abundances in the upper continental crust revisited—New constraints from analyses of Chinese loess[J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2012, 93: 63-76.
- [17] HARB S, EL-KAMEL A E, ABBADY A E, et al. Specific activities of natural rocks and soils at quaternary intraplate volcanism north of Sana'a, Yemen[J]. *J Med Phys*, 2012, 37(1): 54-60.
- [18] 李子夏, 贺茂勇, 逯 海, 等. 热电离质谱法测定龋齿牙釉质 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位素比值[J]. *地球学报*, 2012, 33(6): 893-898.  
LI Zixia, HE Maoyong, LU Hai, et al. Isotopic measurement of Sr in carious teeth of enamel by thermal ionization mass spectrometry [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2012, 33 (6): 893-898 (in Chinese).
- [19] 陈永欣, 黎香荣, 韦新红, 等. 微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定土壤和沉积物中痕量稀土元素[J]. *岩矿测试*, 2011, 30(5): 560-565.  
CHEN Yongxin, LI Xiangrong, WEI Xinhong, et al. Determination of trace rare earth elements in soils and sediments by inductively coupled plasma-mass spectrometry with microwave digestion [J]. *Rock and Mineral analysis*, 2011, 30 (5): 560-565(in Chinese).
- [20] 贺茂勇, 逯 海, 金章东, 等. 人牙齿中锶的特效树脂分离及其同位素测定 [J]. *分析化学*, 2012, 40(7): 1 109-1 113.  
HE Maoyong, LU Hai, JIN Zhangdong, et al. Separation and isotopic measurement of Sr in tooth samples using selective specific resins [J]. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 2012, 40(7): 1 109-1 113(in Chinese).
- [21] HALVERSON G P, DUDÁS F, MALOOF A C, et al. Evolution of the  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  composition of Neoproterozoic seawater [J]. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 2007, 256(3/4):103-129.
- [22] WEST J B, HURLEY J M, DUDÁS F, et al. The stable isotope ratios of marijuana. II. strontium isotopes relate to geographic origin [J]. *J Forensic Sci*, 2009, 54(6): 1 261-1 269.
- [23] CHARLIER B L A, GINIBRE C, MORGAN D, et al. Methods for the microsampling and high-precision analysis of strontium and rubidium isotopes at single crystal scale for petrological and geochronological applications [J]. *Chem Geol*, 2006, 232(3/4):114-133.
- [24] YANG Y H, WU F Y, LIU Z C, et al. Evaluation of Sr chemical purification technique for natural geological samples using common cation-ex-

- change and Sr-specific extraction chromatographic resin prior to MC-ICP-MS or TIMS measurement [J]. *J Anal Chem*, 2012, 27(3):516-522.
- [25] BROWN C J, CHENERY S R N, SMITH B, et al. A sampling and analytical methodology for dental trace element analysis[J]. *Analyst*, 2002, 127(2): 319-323.
- [26] 秦俊法. 微量元素锶与龋齿[J]. *广东微量元素科学*, 1994, 1(4):1-5.
- QIN Junfa. Trace element strontium and caries [J]. *Guangdong Trace Elements Science*, 1994, 1(4): 1-5(in Chinese).
- [27] 李尉卿,张东辉. 人齿中微量元素含量的分析探讨[J]. *广东微量元素科学*, 2002, 9(6): 29-34.
- LI Weiqing, ZHANG Donghui. Analysis on trace elements in human teeth [J]. *Guangdong Trace Elements Science*, 2002, 9(6): 29-34 (in Chinese).

=====

## 中国化学会首届全国质谱分析学术研讨会会议通知(第一轮) (2014年4月25—28日,北京)

为促进我国质谱分析技术的快速发展,展示我国在该领域取得的成绩及增进同行间的学术交流,由中国化学会主办,中国化学会质谱分析专业委员会与清华大学化学系/分析中心承办的“首届全国质谱分析学术研讨会”拟定于2014年4月25—28日在北京召开。大会由陈洪渊院士担任会议主席,林金明教授担任秘书长。本次会议将邀请从事质谱分析国内外知名学者作大会报告和主题报告,并设有口头报告、技术报告和墙展,交流在质谱分析研究领域取得的最新进展。会议热忱邀请全国从事质谱分析、仪器应用、仪器研发与制造等领域的广大学者、研究生、相关单位代表及相关仪器厂商参会。

本届研讨会将印刷会议论文集,有意参会代表请在网上在线投稿、注册。有关会议注册、投稿要求、论文格式等,请登录中国化学会会议网站,按照提示在线注册并提交文章。了解详细的内容请登录中国化学会质谱分析专业委员会质谱网(<http://www.ms-china.org/>)。

### 一、会议主题和征文内容

会议主题:快速发展的中国质谱分析

征文内容:1)环境分析,2)生命分析,3)食品分析,4)石油化工,5)医药卫生,6)公共安全,7)天然物及烟草,8)裂解机理、方法,9)新材料、新能源,10)样品前处理方法,11)仪器研制与新技术,12)其他。

### 二、征文要求:

凡未在刊物上发表和未在学术会议上宣读过的反映近期质谱分析相关的基础研究,新技术、新方法的发展,以及各个领域的分析应用论文或综述均可投稿。论文请务必提供稿件联系人、电话、通讯地址和 E-mail,并于2014年3月15日前在线投稿(网址:<http://www.chemsoc.org.cn/meeting/1stzpfxf/>)。

### 三、联系人:

梁建华,电话:010-62771139,E-mail: [jhliang@mail.tsinghua.edu.cn](mailto:jhliang@mail.tsinghua.edu.cn)

张炜飞,电话:010-62798615,E-mail: [wfzhang@mail.tsinghua.edu.cn](mailto:wfzhang@mail.tsinghua.edu.cn)

有关会议的详细介绍、组织机构、征文格式、日程安排、宾馆住宿等相关信息,请登录会议网址(<http://www.chemsoc.org.cn/meeting/1stzpfxf/> 或者 <http://www.ms-china.org/>)查询。敬请关注!

中国化学会质谱分析专业委员会  
2013年12月10日