

C O D E X A L I M E N T A R I U S

国际食品标准



联合国粮食
及农业组织



世界卫生组织

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

国际食品法典 较大婴儿和幼儿配方辅助食品准则

CAC/GL 8-1991

1991 年通过。2013 年修订。2017 年修正。

1. 目的

根据 3.1 节中“较大婴儿和幼儿配方辅助食品”的定义，就较大婴儿和幼儿配方辅助食品的生产提供营养和技术方面的指导，包括：

- i. 基于较大婴儿和幼儿营养需求的食品配方；
- ii. 加工技术；
- iii. 卫生要求；
- iv. 对包装的规定；
- v. 对标签和使用说明的规定。

2. 范围

这些准则中的规定适用于以下第 3.1 节中所界定的较大婴儿和幼儿配方辅助食品，包括但不限于含有谷物的粥、即食产品和以食品为主的营养强化剂。微量元素补充剂、加工谷物为主的食品¹以及罐装婴儿食品²不在本准则范围之内。这些准则的运用应符合婴幼儿喂养全球战略和世界卫生大会决议 WHA54.2（2001 年）的规定。

3. 说明

3.1 较大婴儿和幼儿配方辅助食品指那些适于在婴幼儿母乳补充期食用食品。作为当地传统婴幼儿家庭饮食的补充，这些婴幼儿配方辅助食品按照适当的营养质量的特定配方调制，并通过补充家庭婴幼儿饮食所缺乏或者不足的营养成分来提供额外的能量和营养成分。

3.2 较大婴儿是指 6-12 个月的婴儿。

3.3 幼儿是指 12 个月-3 岁（36 月龄）的儿童。

3.4 母乳补充期是指婴幼儿从完全的母乳期和/或母乳替代食品向食用家庭饮食过渡的时期³。

4. 适宜的原材料和配料

4.1 基础原材料和配料

按照下列指定条件，以下原料是生产较大婴儿和幼儿配方辅助食品的适宜配料，其中大部分在当地可获得：

4.1.1 谷物

4.1.1.1 适于人类消费的所有碾磨谷物均可以使用，只要它们是按照此种方式加工：必要时减少纤维含量，并在可能的情况下减少或者去除植酸、单宁酸或者其他酚类物质、植物凝血素、胰蛋白酶和糜蛋白酶抑制剂等可以降低蛋白质质量和消化率、氨基酸生物药效率和矿物质吸收的抗营养因子。

¹ 以加工谷物为主的婴幼儿食品标准（CODEX STAN 74-1981）。

² 罐装幼儿食品标准（CODEX STAN 73-1981）。

³ 根据世界卫生组织 2002 年母乳补充期全球磋商报告，合理的母乳补充期是从 6 个月开始仍继续母乳喂养一直到两岁或以上。同时参照世界卫生组织 2003 年母乳喂养儿童的补充喂养指导原则以及世界卫生组织 2005 年 6-24 个月儿童非母乳喂养指导原则。

4.1.1.2 除了碳水化合物外（主要为淀粉），谷物中还含有大量的蛋白质（8%~12%），但氨基酸含量有限。将谷物与氨基酸含量较高的豆类混合，可以弥补谷物中氨基酸水平有限的不足。

4.1.2 豆类

4.1.2.1 鹰嘴豆、小扁豆、豌豆、豇豆、毛豆、绿豆、菜豆和大豆等豆类，按干重计算，蛋白质的含量至少 20%。

4.1.2.2 总体而言，豆类中蛋氨酸含量不足。根据配方中其他配料的性质，为提高产品的营养价值，添加蛋氨酸是可取的。

4.1.2.3 必须经过适当加工才能尽可能减少豆类中通常存在的抗营养因子，如植酸、凝集素、胰蛋白酶和糜蛋白酶抑制剂。当含有植物雌激素的豆类，如大豆，被添加作为配料时，应当使用植物雌激素水平较低的产品。

- 温湿处理可以降低植物凝血素；
- 通过高温加热或长时间蒸煮可以将胰蛋白酶抑制剂的活性降低到可接受的水平。
- 通过酶解法或者浸泡以及发酵方法可以降低植酸。
- 通过发酵可以降低植物雌激素。

4.1.2.4 鉴于豆中毒风险，在较大婴儿和幼儿辅助食品配方中不应使用蚕豆（*Vicia faba* L.）。热处理并不能完全消除其毒性成分（蚕豆嘧啶核苷和伴蚕豆嘧啶核苷）。

4.1.3 油籽粉和油籽蛋白产品

4.1.3.1 在确保充分降低诸如胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶抑制剂和棉子酚等抗营养因子和有害的毒性物质的情况下，按照适当规格加工的油籽粉、浓缩蛋白和分离蛋白^{4,5,6,7}可以接受。在配方辅助食品中添加油籽粉的决定应考虑当地的条件和要求。此类油籽可能包括：

大豆：脱皮面粉、（全脂和脱脂）浓缩蛋白、分离蛋白

花生：面团、分离蛋白

芝麻籽：完全磨碎和脱脂粉

棉籽：脱脂粉

葵花籽：脱脂粉、全脂

低芥酸油菜籽：全脂粉

4.1.3.2 为人类消费而生产和适当加工的脱脂油籽粉和分离蛋白可作为良好的蛋白质来源（50%-95%）。

⁴ 由 FAO/WHO/UNICEF 蛋白质和能量咨询组制定的下列准则：

PAG 第 2 号准则：优质磨制面粉食品的制备

PAG 第 4 号准则：可食用棉籽浓缩蛋白质的制备

PAG 第 5 号准则：热加工大豆渣和大豆粉的准则

⁵ 蔬菜蛋白质产品食品标准（CODEX STAN 174-1989）

⁶ 大豆蛋白质产品食品标准（CODEX STAN 175-1989）

⁷ 小麦蛋白质产品食品标准（CODEX STAN 163-1989）

4.1.4 动物源性食品

动物源性食品，如肉、鱼、禽、蛋、奶和乳制品，是营养密集且优质的蛋白质以及微量元素的良好来源。如果技术可行，将此类食品或者它们的浓缩蛋白加入配方辅助食品应予以鼓励。

4.1.5 油脂

4.1.5.1 如果技术可行，为提高产品的能量密度，可在制品中足量添加油脂。应小心避免被氧化的脂肪将会对营养、味道和保质期产生不利影响。对含脂肪的配料（如油脂粉和油脂蛋白产品、鱼粉和鱼浓缩蛋白）以及油脂来言，应格外注意。

4.1.5.2 半氢化处理的油脂不应用于配方辅助食品中。

4.1.6 果蔬

果蔬可以是微量元素的良好来源，在技术可行的情况下，可以添加入配方辅助食品中。

4.2 其他配料

包括以下列举的其他配料，可以用来提高配方辅助食品的营养品质和认同度，只要它们易于获得且已经证明适合指定用途而且安全。

4.2.1 可消化的碳水化合物

可通过添加适当的可消化碳水化合物来提高配方辅助食品的能量密度。

4.2.2 食品添加剂和甜味剂

以谷物为基础的加工婴幼儿食品标准（CODEX STAN 074-1981）和罐装儿童食品标准（CODEX STAN 73-1981）中所列列举的食品添加剂和甜味剂可以参照这些标准规定的最大限量用于配方辅助食品。

只有这些标准中指明的食品添加剂才可以用于该指南所涵盖的食品中，它们是从用于生产该食品所使用的原料或者其他配料（包括食品添加剂）中自动遗留的结果，应符合下列条件：

- a) 原料或者其他配料（包括食品添加剂）中的食品添加剂含量不超过指定的最大限量；
- b) 食品中自动遗留的食品添加剂的含量不超过按照良好制作工艺且遵循食品添加剂标准总则关于自动遗留的相关规定（CODEX STAN 192-1995）而使用原料或者配料所产生的食品添加剂的含量。

5 加工技术及效果

5.1 原料的初步处理

为了得到高质量的、干净卫生的原料，应首先对谷物、豆类及油籽进行处理。此类处理包括，但不限于：

5.1.1 清洁或清洗： 去除污垢、破损的谷物、外来谷物和有害的种子、昆虫和昆虫排泄物及任何附着物。

5.1.2 脱皮： 在必要时，豆类、油籽和某些谷物，如燕麦、大麦、高粱、粟米和苔麸，应尽可能地完全去壳，以便将其纤维含量降低到可接受水平，并且减少，如有可能消除植酸、单宁酸或者其他酚类物质、胰蛋白酶和糜蛋白酶抑制剂等可以降低蛋白质质量和消化率、氨基酸生物药效率和矿物质吸收的抗营养因子。

5.1.3 去芽： 在必要和适当情况下，为减少植酸含量，应考虑对小麦、玉米、大豆和其他作物进行去芽处理。

5.2 碾磨

5.2.1 适当原料的碾磨方式应实现营养价值损失最小化，避免配料的技术特性出现不利变化。

5.2.2 如果技术可行，干原料可以一起碾磨，或磨碎后再混合。

5.2.3 含有经过碾磨但未进行加工的谷物、豆类和/或油籽的配方食品，需要进行充分蒸煮，以使淀粉部分胶化和/或去除豆类中的抗营养因子。蒸煮可以提高营养素的消化和吸收。

5.2.4 在配方调制过程中可通过添加大量的酶，如 α -淀粉酶，来降低因含有干配料的食品配方所造成的食品蓬松（bulkiness）。 α -淀粉酶在缓慢加热到蒸煮的过程中会预先消化掉部分淀粉，减少食品制作中的用水量。

5.3 焙烤

5.3.1 焙烤（干加热）通过淀粉糊化来增强食品的风味和口感。焙烤也可以提高消化率，且有助于减少配方食品的蓬松性。此外，它减少微生物和酶的活性，消灭昆虫，从而提高耐藏性。

5.3.2 还原性碳水化合物的存在可能会引发美拉德反应，从而破坏蛋白质。因此应特别小心控制焙烤过程。

5.3.3 豆类和油籽，如大豆、花生和芝麻籽等，可以直接整粒焙烤或浸泡后焙烤。

5.3.4 焙烤的原料可以在碾磨或研磨后用作配料。

5.4 催芽、发芽和发酵

5.4.1 浸泡或加湿都会诱发谷物和豆类发芽。然而，必须确保不会出现因霉菌毒素生长而产生微生物的情况。谷粒天然存在的淀粉酶会导致谷粒淀粉部分预先消化（糊化），从而在调制时食品体积缩小，最终造成食品的营养密度增加。催芽、发芽和发酵可以造成植物酸的水解，降低其对矿物质吸收的抑制效果，提高维生素 B 的含量。

5.4.2 在发芽过程中，可通过清洗去除脱落的谷物种壳。发芽原料经干燥后碾磨或研磨。

5.5 其他加工技术

5.5.1 挤压蒸煮

5.5.1.1 磨碎的基本配料（谷物、豆类、油籽粉）混合物可以通过挤压蒸煮来进一步加工处理。挤压蒸煮可能会造成可利用的赖氨酸、含硫氨基酸、精氨酸和维生素的减少。因此应小心控制加工过程。必要时可以干燥后，再将挤压产品碾磨或研磨到预期大小。

5.5.1.2 此种工艺的效果是：

- 用少量水即可使混合物淀粉部分凝胶化；
- 灭活植物血凝素的同时降低胰蛋白酶抑制因子活性；
- 减少调制食品时的需水量；
- 增加风味。

5.5.2 酶的预消化

5.5.2.1 在这个过程中，经碾磨或研磨的基本配料（谷物、豆类、油籽粉）在放入水和适当酶的情况下可做进一步加工处理，连续搅动直到混合物达到理想的流动性。在使用淀粉酶的情况下，淀粉分子分解为糊精和还原糖。提高温度使酶失活后，将浆液干燥并粉碎成粉状或小片状，以获得更大的营养密度。

5.5.2.2 这种预先消化的产品具有更好的感官特性、更高的消化率、良好的溶解性，制备时的需水量少，因此营养密度高。

6. 营养构成和质量因素

6.1 总体方面

6.1.1 应按照第4部分和第5部分的相关规定，并在考虑以下方面的情况下，选择较大婴儿和幼儿配方辅助食品配方中原料和配料：

- 地方膳食中的营养含量；
- 膳食习惯和婴儿喂养方式；
- 由国家营养管理机构决定的其他社会-经济方面因素；
- 原料和配料的可得性和质量。

6.1.2 所有加工应按照可保存蛋白质量同时微量元素损失最小以及确保总体营养价值的方式进行。

6.1.3 在按照说明准备配方补充食品时，10~50克被认为是一个较大婴儿或者儿童在母乳补充喂养期一次喂养的合理摄入量，或者视年龄可以每天喂养两次或者更多次。每次喂养量区间允许可以选择不同类型的配方辅助食品。区间的下限适用于能量密度较高的产品（例如脂质类产品），而区间上限适用于能量密度较低的产品（例如含有谷物的粥）。

6.2 能量

6.2.1 碾磨谷物、豆类和脱脂油籽粉混合物的能量密度相对较低。

6.2.2 在加工过程中，可通过添加富含能量的配量（例如油脂和/或可消化的碳水化合物）和或加工第五部分指定的基本原料和配料，来提高食品的能量密度。

6.2.3 配方辅助食品的能量密度至少为干货 4kcal/克。

6.3 蛋白质

6.3.1 谷物、豆类和/或油籽粉的混合物可作为适宜的蛋白质来源，只要配方辅助食品的蛋白质符合以下标准。也可以通过添加鱼产品、奶和乳制品和/或其他动物源性产品来提高蛋白质质量。

6.3.2 2-5 岁儿童的蛋白质实际消化率校正的氨基酸评分^{8,9,10}（PDCAAS），不应低于世界卫生组织氨基酸评分模式的 70%。

6.3.3 如果出于技术原因，一种蛋白质的氨基酸评分消化率无法确定，则应通过生物学分析方法测定蛋白质的质量。另外，也可以根据已发表的膳食蛋白的必需氨基酸模型及其消化率数据计算蛋白质的质量。

6.3.4 仅在由于经济和工艺原因，无法用混合的植物性和/或动物性蛋白获得适宜的蛋白质质量的情况下，才可以添加蛋氨酸、赖氨酸、色氨酸或其他限制性氨基酸。但只能使用 L 型氨基酸的应该慎重考虑。（见 6.3.2 节）。

6.3.5 考虑到上述所有因素，从蛋白质获取的能量¹¹应不少于该产品全部能量的 6%，但通常不超过 15%¹²。

6.4 脂肪

6.4.1 在配方辅助食品中添加油脂有助于提高能量密度和必需脂肪酸的数量，同时减少食品的消费总量。至少 20% 的能量来自脂肪较为理想¹³。

6.4.2 亚麻酸的含量（以甘油酯的形式）不应低于 300mg/100kcal 或 1.6g/100g 干产品。在生产配方辅助食品过程中使用油脂时，应保证亚麻酸和 α -亚麻酸的比例在 5:1 和 15:1 之间。

6.4.3 使用含有多元不饱和脂肪酸，包括 Omega-3 脂肪酸，特别是二十二碳六烯酸的食用油时应当慎重。可以考虑 FAO/WHO 建议¹⁴中的水平。

6.5 碳水化合物

6.5.1 淀粉可能是许多配方辅助食品的主要成分。为了保证达到其能量值，淀粉必须是易消化的形式。有关增加淀粉消化率的指导方法可参见第 5 部分。为甜味而添加的任何碳水化合物应当慎用。

⁸ PDCAAS (%) (被测蛋白中限制性氨基酸含量与参比蛋白中相同氨基酸含量的比值)=100×(1g 被测蛋白中限制性氨基酸的 mg 数) / (1g 具有参比氨基酸模式的蛋白中相同氨基酸的 mg 数)

⁹ 限制性氨基酸是与该氨基酸模型中数量相比，最低部分中的必需氨基酸。

¹⁰ Sarwar, G. Nutr. 1997, 127:758-764

¹¹ 根据营养标识准则确定的换算因素（CAC/GL 2-1985）

¹² Michaelsen KF et al. 2009. Food and Nutr Bull 30:343-404

¹³ 根据营养标识准则确定的换算因素(CAC/GL 2-1985)

¹⁴ FAO/WHO 关于人类营养中的脂肪和脂肪酸专家会议，日内瓦 2008 年。

6.5.2 膳食纤维和其他不能消化吸收的碳水化合物会被肠道菌群部分发酵，产生短链脂肪酸、乳酸和乙醇，而最终被吸收和代谢掉。

膳食纤维¹⁵摄入量的增加会增加粪便量，可能会造成肠胃气胀和食欲下降。纤维量也可能降低配方辅助食品中的能量密度。它们也会影响膳食中处于边际含量但具有重要意义的各种营养素的吸收率，因此配方辅助食品中膳食纤维的含量应控制在每 100g 干货中不超过 5g 的水平。

6.6 维生素和矿物质

6.6.1 确定维生素和矿物质的添加量

6.6.1.1 决定在一种配方辅助食品中添加维生素和矿物质时，应考虑当地情况，包括当地食品的营养贡献、国家计划规定的维生素和矿物质、采用的食品加工技术、目标人群的营养状况以及国家立法和在食品中添加必需营养素的总原则（CAC/GL 9-1987）规定的要求等。

6.6.1.2 如果可以获得目标人群的膳食摄入数据，那么可以用它们来确定维生素和/或矿物质的合理添加水平，利用现有的评估或者监测工具确保营养不足或者营养过剩的发生率较低。

6.6.1.3 如果没有目标人群的膳食摄入数据，那么可以参照本指南附件中表格中所列的维生素和矿物质来选择特定维生素和矿物质以及在配方辅助食品中的添加量。

6.6.2 国家主管部门应确保从配方辅助食品、地方膳食（包括母乳和/或母乳替代品）以及其他来源中获得的微量元素摄入总量通常不超过建议的较大婴儿和幼儿微量元素摄入水平上限。

6.6.3 为营养添加要求而选择维生素和/或矿物质

6.6.3.1 在确定维生素复合和无机盐的规格时，在食品配方中使用的维生素和矿物质含量及其他配料中抗营养物质的存在应予以考虑。

6.6.3.2 应从授权用于谷物为主的食品和罐装幼儿食品的“婴幼儿食品专门膳食食品中使用的营养复合素参考清单”（CAC/GL 10-1979）中选择维生素和/或矿物质。

6.6.3.3 选择一种维生素和/或矿物质复合物应当考虑其在食品车辆中相对生物药效率、对食品车辆感官性能的影响以及在正常储藏条件下在包装食品车辆中的稳定性。在食品中添加必需营养素总原则（CAC/GL 9-1987）可在此方面提供具体指导。

7. 污染物

7.1 农药残留

应当按照良好的加工方法，并在产品制作过程中格外小心，以便在原料或者制成食品配料的生产、储藏和加工过程中可能需要的农药残留不会遗留下来，或者如果技术上做不到，应最大限度降低其含量。

这些措施应当考虑有关产品的具体性质和特定目标人群。

¹⁵ 食品法典营养标识准则（CAC/GL2-1985）中有关膳食纤维的定义。

7.2 其他污染物

产品中不应包含污染物或者其他不良物质（如生物活性物质），其含量可能会对危及较大婴儿和幼儿的健康。该准则相关规定所涵盖的产品应遵守食品法典委员会确定的最大残留限量或者最高水平。

8. 卫生要求

8.1 建议准则规定中涵盖的产品应按照食品卫生通用准则（CAC/RCP 1-1969）中的相关部分以及其他相关食品法典文本，例如卫生操作准则和操作准则来制作和处理。

产品应当符合根据与食品相关的微生物标准的确定和应用原则及准则（CAC/GL 21-1997）所确定的微生物标准。

8.2 配料及最终产品的制备、包装和包藏的卫生条件应当符合食品法典的相关文本¹⁶。

9. 包装

9.1 建议较大婴儿和幼儿配方辅助食品应包装在可以保障食品的卫生和其他品质的容器中。

9.2 容器，包括包装材料，只应由安全且符合预期用途的材料制成。在食品法典委员会已经为用作包装材料的任何此类物质确定标准的情况下，应当采用该标准。

10. 标签

10.1 建议较大婴儿和幼儿配方辅助食品的标签，应符合预包装特殊膳食用食品的法典通用标准（CODEX STAN 146-1985）、营养和健康声明使用准则（CAC/GL 23-1997）和营养标签准则（CAC/GL 2-1985）。

10.2 下列强制性规定适用于：

10.2.1 食品名称

标签上的食品名称应标明该食品是较大婴儿和幼儿配方辅助食品。说明食品真实性质的适当标识应当符合国家立法。蛋白质的主要来源以及产品的建议使用年限应当在产品名称附近中标明。

10.2.2 配料清单

配料清单应当按照预包装食品标签通用标准（CODEX STAN 1-1985）第 4.2 节的规定予以声明。

以下信息应靠近食品名称：

¹⁶ 相关食品法典文本包括：与食品相关的微生物标准的确定和应用原则及准则（CAC/GL 21-1997）、牛奶及乳制品卫生操作准则（CAC/RCP 57-2004）、减少食品中丙烯酰胺的操作准则（CAC/RCP 67-2009）、预防和减少花生中黄曲霉素污染的操作准则（CAC/RCP 55-2004）、预防和减少谷物中真菌毒素的操作准则（CAC/RCP 51-2003）。

10.2.3 营养价值声明

标签或标识上的能量和营养素说明应含有以下信息，以每 100g 所售或者所分销的配方辅助食品和即食消费的每份喂养量来表示：

- (a) 能量价值，以千卡和千焦耳表示；
- (b) 蛋白质、碳水化合物及脂肪的含量，以克表示；
- (c) 除了国家法律要求的任何其他营养信息外，即食消费的配方辅助食品每份喂养量中根据第 6.6 节添加的每种维生素和矿物质的总量，以公制单位表示。

10.2.4 使用说明

10.2.4.1 标签应清楚说明产品的建议使用年限。任何一个产品的年限不应少于 6 个月。此外，标签中应含有一个声明，说明确实决定引入配方辅助产品时，包括 6 个月有效期的例外情况，已经在考虑单个婴儿的具体生长和发育需要的基础上，并在征求卫生工作者意见的基础上做出的。在此方面的其他要求可以根据产品销售国的立法来确定。

10.2.4.2 应给出食品调制和使用的指南，最好配有图片介绍。

10.2.4.3 应当说明每天建议的喂养次数。

10.2.4.4 如需要加水调制，则调制指南中应包括一个准确说明：

- (a) 对于含有未经热加工处理基本配料的食品，应在规定量的水中进行充分蒸煮；
- (b) 对于含有经热加工处理基本配料的食品：
 - (i) 应说明食品需要蒸煮，或
 - (ii) 可以掺入凉开水。

10.2.4.5 对于那些调制时需添加脂肪、糖或其他可消化碳水化合物的食品，使用说明应界定适当来源，说明配料的添加量。在此情况下，建议使用必需脂肪酸比例适当的油脂。

10.2.4.6 使用说明应包含一份声明，一次应调制仅供一餐的食物量。在喂养时剩余的食品应当抛弃，除非根据使用说明在生产商建议的期间内继续食用。

10.2.4.7 标签中也应当包含一份配方辅助食品是作为家庭食品和母乳/母乳替代品补充的声明。

11. 其他要求

准则涵盖的产品不是母乳替代品，也不应表述为母乳替代品。

附录

表格

本表中参数 INL98 数值为加入一种配方辅助食品的维生素和矿物质的选择及数量提供指导。该配方辅助食品每日摄入量中含有的每种维生素和/或矿物质的建议总量至少为 INL₉₈ 的 50%。

维生素和矿物质	参考营养素摄入量 或每个营养素水平 (INL ₉₈) ¹⁷
维生素 A (视黄醇当量)	400µg
维生素 D ¹⁸	5µg
维生素 E (α-Tocopherol)	5 mg
维生素 C	30 mg
维生素 B1	0.5 mg
维生素 B2	0.5 mg
维生素 B3	6 mg
维生素 B6	0.5 mg
叶酸	150 µg
维生素 B12	0.9µg
维生素 H	8µg
维生素 B5	2µg
维生素 K	15µg
钙	500 mg
铁 ¹⁹	11.6、5.8、3.9mg
锌 ²⁰	8.3、4.1、2.4
碘	90µg
铜 ²¹	0.34mg
硒	17µg
镁	60mg
锰 ²¹	1.2mg
磷 ²¹	460 mg

¹⁷ (除铜、锰和磷之外的所有营养素)的营养素摄入参考或者 INL98 来自 2004 年 FAO/WHO 维生素和矿物质人体营养要求第 2 版。

¹⁸ 在阳光照射不足的情况下,应当加入维生素 D。

¹⁹ 铁的数值按膳食铁生物药效率的 5%、10%和 10%的计算。

²⁰ 锌的数值按照膳食锌生物药效率分低、中、高三类计算。

²¹ 数值为膳食参考摄入量。医药研究所, 1997-2001 (铜、锰和磷数据来源)。