中国磷矿资源需求预测

孙小虹[1)], 陈春琳[1)], 王高尚[2)], 熊先孝[1)], 高 鹏[1)], 赵 明[1)], 唐 尧[1)]
1)中化地质矿山总局化工地质调查总院, 北京 100013; 2)中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037

摘 要: 世界上约 66%的磷矿石用于生产磷肥, 磷矿的合理开采和利用直接关系国家粮食安全以及人类的生存发展, 磷矿工业的可持续发展对化肥工业和农业生产均具有重要意义。本文通过对典型工业化国家人均磷肥消费与人均 GDP 倒“U”形规律的分析, 结合我国历史磷肥消费状况、氮磷钾科学施肥比例以及未来经济发展趋势, 分三种经济增长情景(即高增长、参考和低增长)对我国未来的磷肥需求进行预测, 并根据磷矿消费结构, 进一步估算了磷矿资源的需求。根据本研究的预测结果, 中国磷肥需求峰值预计可能在 2020—2025 年到来, 届时磷肥需求可能达到 1700~1800 万吨(折 $P_2O_5$100%), 磷矿石需求总量可能达到 2000~2100 万吨(折 $P_2O_5$100%)。这一预测结果将会对指导磷肥的合理施用, 以及磷矿的可持续开发利用起到积极作用。

关键词: 磷肥; 磷矿需求; 倒“U”形规律; 需求预测; 可持续开发利用
中图分类号: P619.213; X22 **文献标志码:** A **doi:** 10.3975/cagsb.2015.02.10

The Prediction of Phosphate Rock Demand in China

SUN Xiao-hong[1)], CHEN Chun-lin[1)], WANG Gao-Shang[2)], XIONG Xian-xiao[1)], GAO Peng[1)], ZHAO Ming[1)], TANG Yao[1)]
1) *General Institute of Geological Survey, China Chemical Geology and Mine Bureau, Beijing* 100013;
2) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037

Abstract: Phosphorus is essential for crop growth. Most of the phosphorus, which is applied to agricultural land, comes from phosphate rock. About 66% of the phosphate rock ore mined was used to produce phosphate fertilizer. A reasonable exploitation and utilization of phosphate rock is a key to the national food security and human survival. Sustainable development of the phosphate rock industry is important for the fertilizer industry and agricultural production. This paper analyzes the per capita consumption of the phosphate fertilizer and per capita GDP inverted U shape rule in typical industrialized countries. Combined with the history of phosphate fertilizer consumption, the reasonable ratio of N:P:K and the economy development trend in China, the authors assumed three scenarios, i.e., the high growth scenario, the medium growth scenario and the low growth scenario and, on such a basis, predicted China's phosphate fertilizer demand. Then, in accordance with phosphorus consumption structure, the demand of phosphate rock was estimated. It is concluded that the demand for China's phosphate fertilizer may be at the peak between 2020 and 2025 according to the medium growth scenario. The consumption of China's phosphate fertilizer may reach 17~18 million tons ($P_2O_5$100%) and the total consumption of the phosphate rock may attain 20~21 million tons ($P_2O_5$100%). The results will play a positive role in the rational application of phosphate fertilizer and sustainable exploitation and utilization of the phosphate rock.

Key words: phosphate fertilizer; phosphate rock demand; inverted U shape regularity; demand prediction; sustainable exploitation and utilization

磷是农作物生长的必须营养元素之一。磷矿主要用于生产磷肥, 产出的磷肥产品包括磷酸二铵(DAP)、磷酸一铵(MAP)、重钙(TSP)等, 也用来制造黄磷、赤磷、磷酸、磷化合物及其他磷酸盐类产

本文由中国地质调查局地质调查项目“中国主要化工矿产资源跟踪与评价”(编号: 12120113091900)资助。
收稿日期: 2014-09-05; 改回日期: 2014-10-08。责任编辑: 魏乐军。
第一作者简介: 孙小虹, 女, 1983 年生。博士, 工程师。主要从事化工矿产地质研究。E-mail: sxhbei@sina.com。

品, 在农业生产、化工、医药、食品、轻工、国防等工业部门应用广泛。从世界范围来看, 66%的磷矿石用于生产磷肥, 9%用于食品工业, 6%用于生产动物饲料, 19%用于其他工业生产, 如洗涤剂和金属表面处理(国土资源部信息中心, 2013)。作为一种不可再生的矿产资源, 磷矿的可持续开发和利用直接关系到国家粮食安全以及人类的生存发展(朱训, 1999)。

以往国内对磷矿资源需求的预测方法鲜有报导, 仅限于根据历史消费数据进行经验外推, 而对磷肥需求的预测方法主要有: 1)根据历史消费量, 运用统计回归等方法模拟预测未来的磷肥需求(林仁惠, 2000); 2)借鉴国外的氮磷钾肥消费比例来预测我国的磷肥需求(林葆等, 2002); 3)根据磷肥的增产效率来预测保证粮食安全的磷肥需求量(许秀成, 2004)。以上三种预测方法考虑的需求影响因素单一, 预测结果差异较大。近年来部分学者充分考虑土壤肥力、有机肥投入、作物产量、环境风险等因素, 从保持土壤肥力角度预测磷肥需求(谢如林等, 2001; 曹宁等, 2007; 张卫峰等, 2007), 较其它方法更为全面客观, 但缺乏对工业化过程矿产资源消费需求规律的把握。中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心提出人均矿产资源消费的“S”形模型, 并对全球及中国一次能源、粗钢、铜、铝等矿产资源需求进行了科学预测(王高尚等, 2002; 王安建等, 2002, 2008, 2010; 王安建, 2010; 于汶加等, 2010; 陈其慎等, 2010a, b; 徐铭辰等, 2010; 高芯蕊等, 2010), 对资源需求分析和政策调整具有重要的指导意义。

本文在“S”形模型基础上, 详细分析了典型工业化国家磷肥需求变化的规律, 结合我国近 30 年来磷肥消费的增长情况以及氮磷钾科学施肥比例, 对中国磷肥需求趋势进行了预测, 并根据磷矿消费结构, 进一步预测了中国磷矿资源的需求趋势。

1 磷矿资源概况

全球磷矿资源丰富, 据美国地质调查局统计, 2013 年全球磷矿石储量 670 亿吨, 静态储采比约 299 年, 主要分布在非洲、亚洲、北美等地区, 其中 94%集中分布在摩洛哥和西撒哈拉、中国、阿尔及利亚、叙利亚、南非、约旦、美国、俄罗斯等 8 个国家(地区)。摩洛哥和西撒哈拉磷矿石储量 500 亿吨, 位居世界第一, 约占世界总量的 75%。中国磷矿石储量位居第二, 约占世界总量的 5%。

磷矿是中国重要矿产资源, 累计查明资源储量约 200 亿吨, 集中分布在湖北、贵州、云南、四川和湖南五省(图 1), 约占全国磷矿基础储量的 83%, P_2O_5品位大于30%的富矿石储量几乎全部集中在这五个省内。中国工业磷矿床主要以沉积磷块岩矿床为主, 变质型磷灰岩矿床和岩浆型磷灰石矿床居次要地位(薛天星等, 2011)。中国磷矿储量虽然丰富, 但富矿较少, 中低品位矿和贫矿多, 且难选矿多、易选矿少(袁俊宏, 2003), 可利用性较差。全国磷矿平均品位仅 16.85%, 远远低于摩洛哥(33%)和美国(30%)。

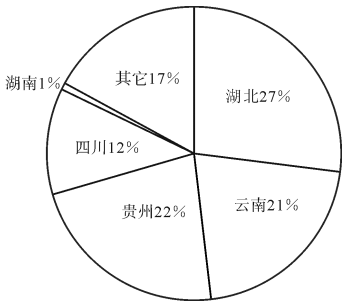

图 1 中国磷矿基础储量分布
(数据来源: 中华人民共和国国土资源部, 2013)
Fig. 1 Distribution of basic phosphate reserves in China (Source: Ministry of Land and Ressources of the People's Republic of China, 2013)

2 中国磷矿资源需求预测

2.1 预测理论基础

分析发达国家 1960—2011 年近 50 年来的人均磷肥消费量(图 2)可见, 法国、德国、英国、美国在 20 世纪 70 年代初就已达到消费顶点, 之后开始逐渐降低。意大利、日本在 20 世纪 70 年代末也已达到消费顶点, 后平缓下降。而发展中国家 1960—2011 年近 50 年来的人均磷肥消费量持续上升(图 3), 与发达国家趋势明显不同。随着中国、印度和巴西等发展中国家消费量的持续增长, 世界磷肥消费量仍将持续上升。

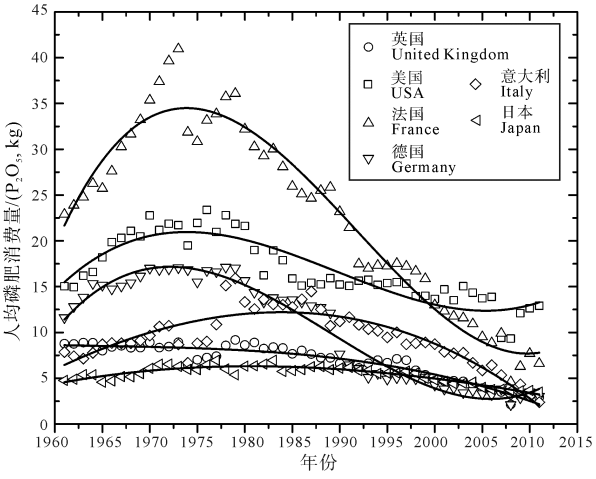

图 2 发达国家 1961—2011 年人均磷肥消费量走势图
(数据来源: 国际肥料工业协会(IFA), 2011; 格罗宁根增长和发展中心(GGDC), 2011)
Fig. 2 The per capita consumption trends of the phosphate fertilizer from 1961 to 2011 in developed countries (Source: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2011; Groningen Growth and Development Centre (GGDC), 2011)

从人均 GDP 和人均磷肥消费量的关系来看(图 4), 英、法、德、美、意、日等发达国家人均磷肥消费量在人均 GDP 12000~15000 美元(盖凯美元, 下同)时达到消费顶点, 之后呈持续下降趋势, 呈倒“U”形轨迹(或“S”形)。即: 当工业化经济起飞时, 人均磷肥消费量随人均 GDP 快速增长而同步增长; 随着人均收入的增加, 人均磷肥消费量增速趋缓, 并在某一 GDP 值时增率为零, 此时人均磷肥消费量达到顶点; 其后开始逐渐降低。但由于不同国家和地区经济发展水平、所处经济发展阶段和土壤肥力、种植结构等的不同, 其磷肥消费增长的起点、增长速率、峰值到来的时间存在差异。

发展中国家中国、巴西、印度均处于上升阶段, 并很可能沿着发达国家的增长规律而发展。目前, 中国人均磷肥消费量约 10 kg, 与德国同等发展水平时相当, 略高于意大利当时的人均水平、远高于日本的人均水平。近 30 年来中国磷肥消费持续上升, 结合“S”形理论曲线, 中国人均磷肥消费已经越过快速增长期, 之后增速将缓慢下降, 越过峰值后, 依据典型工业化国家经验, 人均磷肥消费量将缓慢下降。

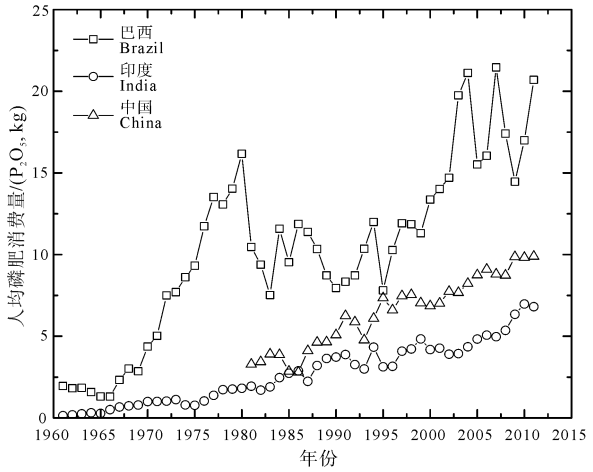

图 3　发展中国家 1961—2011 年人均磷肥消费量走势图
(数据来源: IFA, 2011; 中国磷肥工业协会, 2011; GGDC, 2011)
Fig. 3　The per capita consumption trends of the phosphate fertilizer from 1961 to 2011 in developing countries
(Source: IFA, 2011; China Phosphate Fertilizer Industry Association, 2011; GGDC, 2011)

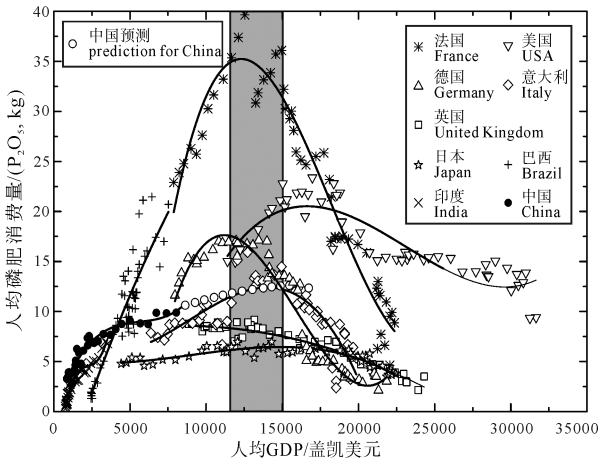

图 4　发展中国家与发达国家磷肥消费轨迹图
(数据来源: IFA, 2011; 中国磷肥工业协会, 2011; GGDC, 2011)
Fig. 4　The trend of phosphate fertilizer consumption in developed and developing countries
(Source: IFA, 2011; China Phosphate Fertilizer Industry Association, 2011; GGDC, 2011)

2.2　预测过程

参考国家中长期经济发展战略, 对中国未来经济发展给定三种预案, 在此基础上, 结合主要发达国家人均 GDP 与人均磷肥消费轨迹、发达国家人均消费磷肥的时间序列轨迹以及氮磷钾科学施肥比例, 预测中国磷肥需求趋势。并根据磷矿消费结构(图 5)和联合国人居委员会预测的未来人口数据, 进一步预测中国磷肥以及磷矿资源需求总量。

本文设定中国经济发展水平分三种情景, 即: 经济高增长、参考和低增长, 三种情景下, GDP 增率不同。为便于预测, 我们设定三种情景下的 GDP 增率见表 1。三种经济增长方式中, 本文更倾向于参考情景下经济增长方式。在参考情景下, 2013 年人均 GDP 年均增速为 7.5%, 2014—2015 年人均 GDP 年均增速为 6.5%, 2015—2020 年人均 GDP 年均增速为 5.5%, 2020—2025 年人均 GDP 年均增速为 4%。

2.3　预测结果

根据倒“U”形、时间序列轨迹及氮磷钾比例

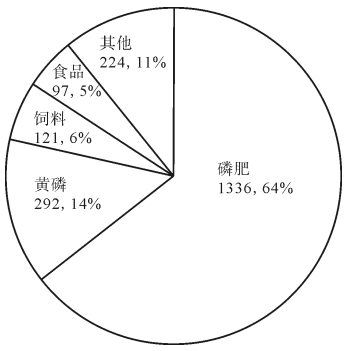

图 5　中国磷矿消费结构及消费量
(数据来源: 中国磷肥工业协会, 2011, 消费量单位为万吨, 折 $P_2O_5$100%)
Fig. 5　The consumption structure and consumption of phosphate rock in China
(Source: China Phosphate Fertilizer Industry Association, 2011, unit: 10000 tons, as P_2O_5 100%)

表 1　三种经济发展情景下的中国 GDP 增率
Table 1　GDP growth rate under three scenarios in China

	2014—2015 年	2016—2020 年	2021—2025 年
高增长情景	7.5%	6.5%	5%
参考情景	6.5%	5.5%	4%
低增长情景	6%	5%	3.5%

法综合分析, 三种经济发展情景下, 中国磷肥需求峰值预计在 2020—2025 年到来(图 6)。在参考情景下, 峰值期磷肥需求可能达到 1700~1800 万吨(折 $P_2O_5$100%), 磷矿石需求总量可能达 2000~2100 万吨(折 $P_2O_5$100%)。我国磷肥需求按三种给定方案达到峰值后, 将会缓慢下降。此外, 还将本预测结果与其他预测机构及个人的预测值进行了对比(表 2)。

3 讨论

3.1 人均磷肥消费倒“U”形规律的内涵

人均磷肥消费量与人均 GDP 的倒“U”形规律(图 4)显示, 人均磷肥消费量存在三个重要转变点: 起飞点、转折点和零增长点。起飞点即人均磷肥消费高速增长的开始点, 从实际分析结果看, 中国、印度、巴西在起飞点时人均 GDP 低于日本、意大利、法国、德国、英国、美国, 这主要与磷肥大规模施用的时间有关。转折点即人均磷肥消费增幅由大到小的转变点, 转折点的人均磷肥消费增长幅度达到最大值, 之后将进入减速增长期。零增长点即人均磷肥消费增幅降为零的点, 这一点位于人均 GDP 12000~15000 美元时。此时一方面工业化和城市化基本完成, 另一方面土壤磷素水平大幅提升, 磷肥需求达到顶点。

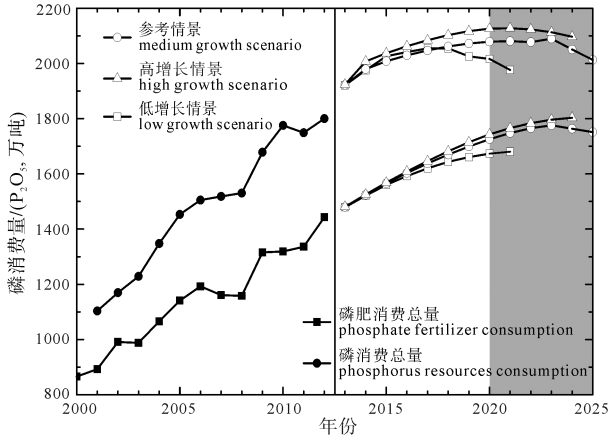

图 6 中国磷资源消费趋势预测

Fig. 6 Prediction of phosphorus resources consumption trends in China

3.2 人均磷肥消费倒“U”形规律的检验

发达国家人均磷肥消费量趋势表明, 磷肥消费具有“顶点”(图 2, 图 4)。考虑磷肥用量与粮食产量的关系(图 7), 发达国家英、法、德、美、意、日等国单位耕地面积磷肥施用量在单位耕地面积粮食产量 2000~2500 kg/hm^2 时达到顶点, 之后呈持续下降趋势, 与人均磷肥消费倒“U”形规律一致。

随着粮食单产的增加, 发展中国家巴西、印度、中国单位耕地面积磷肥用量均处于上升阶段(图 7), 说明在发展中国家, 肥料仍是促进粮食增产的主要因素。分析发达国家和发展中国家 1961—2012 年 50 年来的单位耕地面积粮食产量可见, 各国粮食单产均持续上升, 且中国目前粮食单产处于第一位, 但单位耕地面积磷肥施用量尚并未达到发达国家的最高顶点水平。图 7 显示日本单位耕地面积磷肥用量最高, 顶点约 135 kg/hm^2, 而目前中国单位耕地面积磷肥用量约 105 kg/hm^2, 参考发达国家单位耕地面积磷肥用量的峰值, 中国磷肥用量还有约 28% 的增长空间, 2012 年中国磷肥消费量 1443 万吨(折 $P_2O_5$100%), 据此推断中国磷肥消费量的峰值将

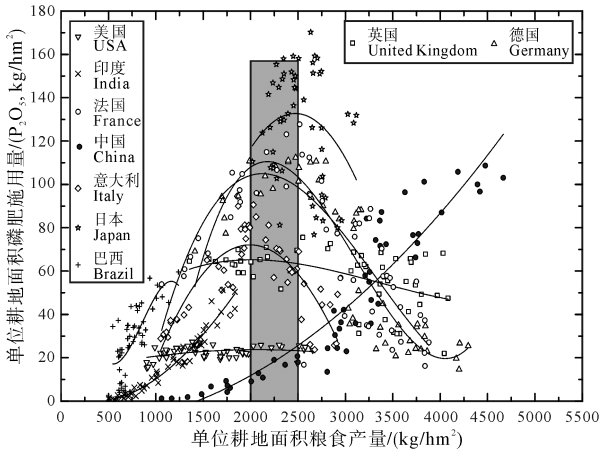

图 7 发展中国家与发达国家单位耕地面积磷肥用量轨迹图(数据来源: 联合国粮食及农业组织统计数据库(FAOSTAT), 2012; IFA, 2012)

Fig. 7 The trend of per arable land phosphate fertilizer consumption in developed and developing countries (Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (FAOSTAT), 2012; IFA, 2012)

表 2 中国磷肥和磷矿需求预测结果及对比(折 $P_2O_5$100%)

Table 2 Results of prediction of phosphate fertilizer and phosphate rock demand in China (P_2O_5 100%)

预测机构或个人		磷肥需求				磷矿石需求			
		2015 年	2020 年	2023 年	2025 年	2015 年	2020 年	2023 年	2025 年
本文	高增长情景/万吨	1560	1673			2026	2016		
	参考情景/万吨	1566	1725	1776	1751	2008	2079	2089	2023
	低增长情景/万吨	1568	1743	1796		2037	2126	2113	
农业部 948 项目预测		到 2050 年中国每年磷肥需求量 1100~1200 万吨(P_2O_5 量)				每年需要磷标矿(P_2O_5 含量=30%) 4300~4700 万吨, 到 2050 年中国磷肥生产磷标矿累计需求量为 18~20 亿吨			
中国农业大学资源与环境学院 (曹宁等, 2007)		2020 年需求峰值为 1250 万吨 最终稳定在1050万吨左右							

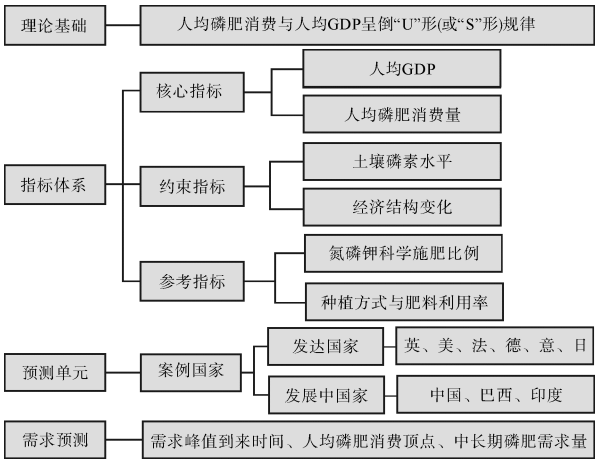

图 8　中国磷肥需求预测概念模型
Fig. 8　Conceptual model of phosphate fertilizer demand prediction in China

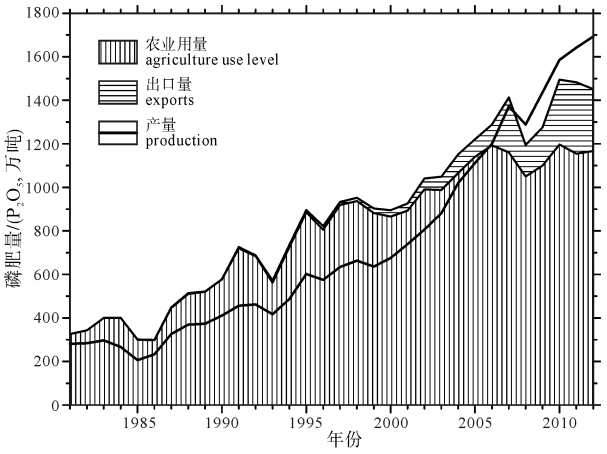

图 9　中国磷肥供需关系(据张卫峰等, 2012)
Fig. 9　Relationship between phosphate fertilizer supply and demand in China (after ZHANG et al., 2012)

可能达到 1800 万吨左右(折 $P_2O_5$100%), 该结果与利用人均磷肥消费倒“U”形规律预测的磷肥需求峰值可能达到 1700~1800 万吨(折 $P_2O_5$100%)相吻合。影响单位耕地面积粮食产量的因素主要有三种: 肥料、种子和种植结构, 其中种子和种植结构主要受科学技术发展水平的制约。发达国家磷肥施用的经验表明随着科学技术的进步和生产的发展, 肥料施用对粮食增产的贡献率逐渐降低; 当社会经济发展到一定阶段, 科技成为决定粮食单产的主要因素, 而肥料施用对粮食增产的影响不再显著。虽然中国早已达到粮食自给, 但也仅仅是温饱型, 其食物的营养结构水平较低, 特别是蛋白质和脂肪的平均日摄入量远低于发达国家水平。因此, 要保证我国粮食产量和粮食安全, 除了坚守 18 亿亩耕地红线外, 还要强化农业技术的进步和应用, 以促进我国农业的可持续发展。

3.3　中国磷肥需求预测概念模型

以“S”形规律为基础, 本文将磷肥需求影响因素分为 6 种, 包括: 人均 GDP、人均磷肥消费量、土壤磷素水平、经济结构变化、氮磷钾科学施肥比例、种植方式与肥料利用率(图 8)。其中, 人均 GDP 和人均磷肥消费量这两个指标是衡量磷肥需求的关键参数, 属核心指标; 土壤有效磷含量和社会经济结构变化与磷肥需求密切相关, 但无明确因果关系, 属约束指标; 氮磷钾科学施肥比、种植方及肥料利用率与磷肥需求有一定的联系, 可以帮助判断磷肥需求变化趋势, 并对预测结果加以修正, 属参考指标。

3.4　中国磷肥供需关系的启示

化肥作为粮食丰产稳产的重要支撑, 中国从 20 世纪 80 年代开始大量施用磷肥, 磷肥消费量快速增加(图 9), 此阶段粮食增产主要依靠肥料。2004 年中国磷肥消费量突破 1000 万吨, 之后磷肥消费量则呈缓慢增长趋势。中国正处于经济增长方式转变和经济结构调整转型期, 农村正实现土地集约化改革, 随着测土配方施肥、水肥一体化、机械施肥等新技术(张卫峰等, 2012)的逐步推广应用, 粮食丰产对肥料的依赖程度将逐渐减弱; 另一方面, 由于磷肥用量的持续增长, 土壤有效磷含量也快速增长(曹宁等, 2007), 为了保持土壤肥力, 促进农业的可持续发展, 磷肥用量不能无限制的增加。因此, 磷肥消费量增长将逐渐趋于平缓。

随着中国农业和磷肥产业的变化, 磷肥供需形势不断发生演变(图 9)。2006 年之前中国磷肥生产量低于消费量, 通过进口来满足磷肥消费需求; 2006 年开始, 中国磷肥产量直线增加, 磷肥产量大于消费量, 开始磷肥净出口。目前中国磷肥产能严重过剩, 造成资源过度消耗。磷矿资源涉及到中国人的饭碗问题, 虽然资源量大, 位居世界第二, 但胶磷矿多、品位低、采选难等特点导致回采率偏低, 按现有经济技术条件可供开采利用的资源极其有限。磷矿资源除具有不可再生性外, 还具有不可二次回收利用、不可被替代的属性。因此需加大磷矿资源的勘查投入, 找富矿, 并注重科学开采、节约资源、控制出口, 确保磷矿资源的可持续利用。

4　主要结论与认识

1)据人均磷肥消费与人均 GDP 的“S”形规律, 中国磷肥消费还处在上升阶段, 预计 2020—2025 年达到峰值。

2)峰值期磷肥需求可能达到 1700~1800 万吨(折 $P_2O_5$100%), 磷矿石需求总量可能达到 2000~2100 万吨(折 $P_2O_5$100%)。

3)中国磷肥产能严重过剩, 造成资源过度消耗。我国磷矿资源量多, 储量少, 随着磷矿需求峰值的到来, 应注重资源保护, 合理开采, 确保磷矿资源的可持续利用。

致谢：本文撰写过程中得到中国地质科学院矿产资源研究所全球矿产资源战略研究中心王安建研究员、中化地质矿山总局姜树叶、袁从建和姚超美教授级高工的悉心指导和帮助，在此表示感谢！

参考文献:

曹宁, 陈新平, 张福锁, 曲东. 2007. 从土壤肥力变化预测中国未来磷肥需求[J]. 土壤学报, 44(3): 536-543.

陈其慎, 王安建, 王高尚. 2010a. 钢、水泥需求“S”形规律的三个转变点剖析[J]. 地球学报, 31(5): 653-658.

陈其慎, 王高尚, 王安建. 2010b. 铜、铝需求“S”形规律的三个转变点剖析[J]. 地球学报, 31(5): 659-665.

高芯蕊, 王安建. 2010. 基于“S”规律的中国钢需求预测[J]. 地球学报, 31(5): 645-652.

国土资源部信息中心. 2013. 世界矿产资源年评[M]. 北京: 地质出版社.

林葆, 李家康. 2002. 中国磷肥施用量与氮磷比例问题[J]. 农资科技, 3: 13-16.

林仁惠. 2000. 我国 2000 年化肥产需形势和化肥市场预测[J]. 农业信息探索, 3: 23-24.

王安建, 王高尚, 陈其慎, 于汶加. 2008. 能源与国家经济发展[M]. 北京: 地质出版社.

王安建, 王高尚, 陈其慎, 于汶加. 2010. 矿产资源需求理论与模型预测[J]. 地球学报, 31(2): 137-147.

王安建, 王高尚, 张建华. 2002. 矿产资源与国家经济发展[M]. 北京: 地震出版社.

王安建. 2010. 世界资源格局与展望[J]. 地球学报, 31(5): 621-627

王高尚, 韩梅. 2002. 中国重要矿产资源的需求预测[J]. 地球学报, 23(6): 483-490.

谢如林, 谭宏伟. 2001. 我国农业生产对磷肥的需求现状及展望[J]. 磷肥与复肥, 16(2): 6-9.

徐铭辰, 王安建, 陈其慎, 杜雪明. 2010. 中国能源消费强度趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 720-726.

许秀成. 2004. 应谨慎预测未来化肥需求量[J]. 磷肥与复肥, 19(2): 7-10.

薛天星, 熊先孝, 田升平. 2011. 中国磷矿主要矿集区及其资源潜力探讨[J]. 化工矿产地质, 33(1): 9-20.

于汶加, 王安建, 王高尚. 2010. 中国能源消费“零增长”何时到来[J]. 地球学报, 31(5): 635-644.

袁俊宏. 2003. 我国磷资源现状及资源保障程度分析[J]. 中国矿业, 12(4): 4-9.

张卫峰, 曹宁, 王利, 陈新平, 马文奇, 张福锁. 2007. 我国磷肥需求预测及产业规划中应注意的问题[J]. 化肥工业, 34(2): 1-4.

张卫峰, 张福锁. 2012. 中国肥料发展研究报告[M]. 北京: 中国农业大学出版社.

中国磷肥工业协会. 2011. 协会数据[EB/OL]. [2011-11-10]. http://www.china-npk.org/cn/hyts/xhsj1.html.

中华人民共和国国土资源部. 2013. 全国矿产资源储量通报[R]. 北京: 中华人民共和国国土资源部.

朱训. 1999. 中国矿情·第三卷·非金属矿[M]. 北京: 科学出版社.

References:

CAO Ning, CHEN Xin-ping, ZHANG Fu-suo, QU Dong. 2007. Prediction of Phosphate Fertilizer Demand in China Based on Change in Soil Phosphate Fertility[J]. Acta Pedologica Sinica, 44(3): 536-543(in Chinese with English abstract).

CHENG Qi-shen, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. An Analysis of the Three Turning Points in the “S-Shape” Rule of Steel and Cement Demand[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 653-658(in Chinese with English abstract).

CHENG Qi-shen, WANG Gao-shang, WANG An-jian. 2010. An Analysis of the Three Turning Points in the “S-Shape” Rule of Copper and Aluminum Demand[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 659-665(in Chinese with English abstract).

China Phosphate Fertilizer Industry Association. 2012. Association data[DB/OL]. [2012-11-10]. http://www.china-npk.org(in Chinese).

Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (FAOSTAT). 2012. Statistics database[DB/OL]. [2012-11-02]. http://faostat3.fao.org/home/E.

GAO Xin-rui, WANG An-jian. 2010. The Predicition of China’s Steel Demand Based on S-shanped Regularity[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 645-652(in Chinese with English abstract).

GGDC. 2011. Total economy database[DB/OL]. [2011-11-02]. http://www.conference-board.org/economics/downloads/.

Information Center of Ministry of Land and Resources of People’s Republic of China. 2013. Word Mineral Resources Annual Review[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).

International Fertilizer Industry Association (IFA). 2011. Statistics database[DB/OL]. [2011-11-02]. http://www.fertilizer.org//En/Statistics/IFADATA.aspx.

International Fertilizer Industry Association (IFA). 2012. Statistics database[DB/OL]. [2012-12-02]. http://www.fertilizer.org//En/Statistics/IFADATA.aspx.

LIN Bao, LI Jia-kang. 2002. Phosphate Fertilizer Application Rate and the Ratio of Nitrogen and Phosphate in China[J]. Agrochemical Science & Technology, 3: 13-16(in Chinese with English abstract).

LIN Ren-hui. 2000. Forecasting Fertilizer Production and Demand of China in 2000[J]. Agricultural Information Search, 3: 23-24(in Chinese with English abstract).

Ministry of Land and Ressources of the People’s Republic of China. 2013. National mineral reserves bulletin[R]. Beijing: Ministry of Land and Ressources of the People’s Republic of China(in Chinese).

WANG An-jian, WANG Gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia. 2008. Energy and National Economic Development[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).

WANG An-jian, WANG Gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia. 2010. The Mineral Resources Demand Theory and the Prediction Mode[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(2): 137-147(in Chinese with English abstract).

WANG An-jian, WANG Gao-shang, ZHANG Jian-hua. 2002. Mineral Resources and National Economic Development[M].

Beijing: Earthquake Press(in Chinese).

WANG An-jian. 2010. Global Resource Structure and Its Perspective[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 621-627(in Chinese with English abstract).

WANG Gao-shang, HAN Mei. 2002. The Prediction of the Demand on Important Mineral Resources in China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 23(6): 483-490(in Chinese with English abstract).

XIE Ru-lin, TAN Hong-wei. 2001. The Present and Future Demand of Phosphate Fertilizer in China in the Light of Agricultural Production[J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 16(2): 6-9(in Chinese with English abstract).

XU Ming-chen, WANG An-jian, CHEN Qi-shen, DU Xue-ming. 2010. Trend Analysis of China's Energy Consumption Intensity[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 720-726(in Chinese with English abstract).

XU Xiu-cheng. 2004. Forecasting Prudently Fertilizer Demand for the Future[J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 19(2): 7-10(in Chinese with English abstract).

XUE Tian-xing, XIONG Xian-xiao, TIAN Sheng-ping. 2011. Discussion on the Principal Phosphorite-concentrated Districts and the Resource Potential in China[J]. Geology of Chemical Minerals, 33(1): 9-20(in Chinese with English abstract).

YU Wen-jia, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. A Prediction on the Time of Realizing Zero Growth of Energy Consumption in China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 635-644(in Chinese with English abstract).

YUAN Jun-hong. 2003. Development & Utilization Status of China's Phosphorous Resources and Resources Guarantee system[J]. Chinese Mining Industry, 12(4): 4-9(in Chinese).

ZHANG Wei-feng, CAO Ning, WANG Li, CHEN Xin-ping, MA Wen-qi, ZHANG Fu-suo. 2007. Prediction of China's Demand and for Phosphatic Fertilizers and Points for Attention in Industrial Planning[J]. Fertilizer Industry, 34(2): 1-4(in Chinese with English abstract).

ZHANG Wei-feng, ZHANG Fu-suo. 2012. Research Report on Fertilizer Development in China[M]. Beijing: China Agricultual University Press(in Chinese).

ZHU Xun. 1999. Mineral Facts of China · The Third Volume · Non-metallic mineral[M]. Beijing: Science Press(in Chinese).

中国地质科学院石建省荣获“全国优秀科技工作者”称号

Professor SHI Jian-sheng of Chinese Academy of Geological Sciences Granted the “National Outstanding Patent Award”

经中国地质学会推荐、全国优秀科技工作者评审委员会评审、中国科协全国委员会常务委员会批准，中国地质科学院石建省研究员荣获“全国优秀科技工作者”称号。

石建省现任中国地质科学院水文地质环境地质研究所所长、党委书记，是国务院政府特殊津贴获得者，俄罗斯自然科学院外籍院士，中国科协首席科学传播专家，中国地质学会理事、中国矿业联合会理事、国际水文地质学家协会(IAH)中国国家委员会主席、中国地质学会水文地质专业委员会主任委员、中国地质学会地热专业委员会主任委员、中国地质学会农业地学专业委员会副主任委员，担任国家天然矿泉水技术评审组成员，入选国土资源部第一批科技创新团队培育计划。担任《Journal of Groundwater Science and Engineering》主编、《地质学报》(中文版)副主编、《地理与地理信息科学》副主编、《地球学报》常务编委、《中国地质》、《地质通报》、《地质灾害与防治学报》、《南水北调与水利科技》等编委。承担完成国家各类科研项目四十多项，在区域地下水资源评价与地质环境保护、黄土与全球变化研究、脆弱带地质生态学、地学信息系统应用等领域做出突出贡献。作为主要贡献者获得省部级科技成果奖励七项，公开发表学术论文和专著六十多篇(部)。

获得“全国优秀科技工作者”称号的同志，是我国广大科技工作者的优秀代表。他们立足本职、敬业奉献，拼搏进取、争先创优，潜心钻研、勇攀高峰，自觉把个人的事业追求和人生价值同国家富强、社会进步、人民幸福紧密联系起来，培育和践行社会主义核心价值观，积极投身创新驱动发展战略伟大实践，为我国科技事业发展做出了重要贡献。

本刊编辑部　**采编**