

中国钾盐资源需求预测及发展远景分析

唐尧

(四川省安全科学技术研究院, 四川 成都 610045)

摘要:钾盐主要用于生产钾肥。中国是一个农业大国,但耕地大范围缺钾,严重影响到国家粮食安全及人们的生存发展。概述了当前世界及国内钾盐资源与生产现状,通过借鉴发达国家钾盐消费轨迹,预测了中国未来的钾肥需求。结果表明,中国钾盐消费还处于上升阶段,预计钾肥需求可能在2022~2026年达到峰值,届时钾肥需求将达到 $1000 \times 10^4 \sim 1100 \times 10^4$ t(折 K_2O)水平。建议钾盐发展与国家农业产业结构调整相适应,根据国家提出的未来化肥用量零增长的目标,优化钾肥品种结构,走差异化道路,提高钾肥利用率,促进产业转型升级,保障工业产品需求和国家粮食安全。

关键词:钾盐资源;钾肥需求;预测分析;发展远景

中图分类号:P619.213

文献标识码:A

文章编号:1008-858X(2016)01-0066-07

钾盐是工农业重要原料,世界钾盐产量的近90%用作钾肥生产。中国是一个农业大国,粮食生产是立国之本,中国粮食生产消耗了世界化肥产量的30%还多,但耕地大范围缺钾,国内钾肥产量长期不能满足农业用钾的持续需求,因此钾盐资源被列为紧缺矿产目录^[1-4]。2000年以前钾肥主要依赖进口,对外依存度高达90%以上,其后随着国内钾肥产量的提高,使得对外依存度不断降低,至2014年降低为39.6%^[1]。

作为一种不可再生的矿产资源,钾盐的开发和利用关系到国家粮食安全及人们的生存发展。以往国内对钾盐资源需求的预测方法较为单一,多为根据历史消费数据进行经验外推,其预测方法概况起来有以下3类。1)根据历史消费量,运用统计回归等方法模拟预测未来的钾肥需求;2)借鉴国外的氮磷钾肥消费比例来预测钾肥需求;3)根据钾肥的增产效率来预测保证粮食安全的钾肥需求量。但总体而言,前述3种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钾肥需求,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^[1-2,5],并对全球及中国一次能源、粗钢、铜、铝、磷等矿产资源需求进行了科学预测,对资源需求分析和政策调整具有重要的指导意义。

1 世界钾盐资源概况

世界钾盐资源相当丰富,但分布很不均衡,绝大部分在北半球国家,大型著名钾盐矿床都在北纬 $40^\circ \sim 60^\circ$ 之间^[3-4]。据美国地质调查局最新统计数据^[6],世界2015年已探明钾盐储量为 34.7×10^8 t(K_2O),静态储采比约99年,主要分布在白俄罗斯、加拿大和俄罗斯等国(图1),三国合计占全球总储量的70%;其次是中国、美国、智利、德国、英国及巴西等,9国占全

收稿日期:2015-01-19;修回日期:2015-03-03

作者简介:唐尧(1985-),男,硕士,工程师,主要从事化工矿产资源勘查与开发研究工作。Email: tangyao985@163.com。

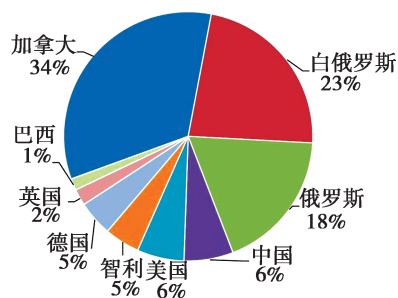


图 1 全球钾盐储量国家分布图

Fig. 1 National distribution of global potash reserves

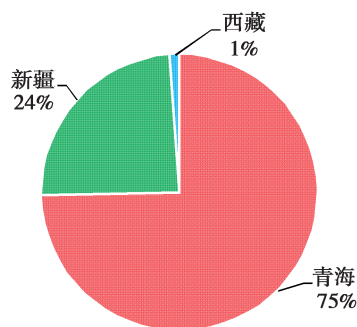


图 2 中国钾盐基础储量分布图

Fig. 2 Chinese potash reserves

球总储量的 95%，中国仅占全球储量的 6%。

中国钾盐资源较为稀缺，长期以来主要依赖进口^[5,7]。中国已查明的钾盐资源储量约 $11 \times 10^8 \text{t}$ (KCl)，其中液体相资源约占 77%，查明矿产地 40 余处，矿床类型以现代盐湖钾盐为主，主要分布在柴达木等地区^[1,4-5,7,9]。青海探明钾盐储量占全国的 75%，其次是新疆罗布泊，占 24% (图 2)。另在滇西、塔里木、四川及鄂尔多斯盆地具有较好的钾盐找矿前景^[6,9]。

中国主要钾盐生产企业有柴达木青海盐湖工业集团、格尔木藏格企业和新疆罗钾集团，三者产量约占国内总产量的 85%，具有企业生产规模较大、生产相对集中的特点。目前国内钾盐资源的开发有偏离可持续发展模式之势，主要表现在卤水钾盐矿资源品位极速下降、开采深度不断加深、卤水资源自然修复短期内不能实现等方面。

2 需求预测过程

2.1 发达国家消费趋势分析

从分析发达国家 1960 ~ 2011 年近 50 余年来的人均钾肥消费量可知 (图 3)，德国、美国及日本在 20 世纪 70 年代先后达到消费顶点，之后开始逐渐降低；英国与意大利则在 20 世纪 80 年代达到顶点，之后平缓下降；法国先后出现过两次消费顶点，主要消费顶点期出现在 1980 ~ 1990 年间，其后持续走低。

发展中国家 1960 年至 2011 年的人均钾肥消费量持续上升 (图 3)，与发达国家趋势差异明显。随着中国、印度、巴西、印度尼西亚和马

来西亚等发展中国家消费量的持续增长，世界钾肥消费量仍将持续上升。

从人均 GDP 和人均钾肥消费量的关系来看 (图 4)，发达国家英、法、德、美、意、日人均钾肥消费量在人均 GDP 12 000 ~ 16 000 美元 (1990 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)。当工业化经济起飞时，人均钾肥消费量随人均 GDP 快速增长而同步增长；随着人均收入的增加，人均钾肥消费量增速趋缓，并在某一 GDP 值时增率为零，此时人均钾肥消费量达到顶点；其后开始逐渐降低^[1-2,7]。各国达到顶点时人均钾肥消费量不同，法国最高约 33 kg，美国约 21 kg，日本最低约 7 kg。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^[5,7-8]，其钾肥消费增长的起点、增长速率、峰值到来的时间存在差异。

由图 4 可知，中国、印度、巴西等发展中国家均处于上升阶段，并可能会延续发达国家增长规律发展。目前，中国人均钾肥消费量约 6 kg，与日本同等发展水平时相当，略低于英国当时的人均水平，远低于德国的人均水平。近 30 年来中国钾肥消费持续上升，结合“S”形理论曲线^[1,7]，中国钾肥消费目前还处在上升阶段，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，人均钾肥消费量将缓慢下降。

2.2 钾肥消费趋势预测

结合我国未来经济发展中长期战略，设定高、中、低 3 种经济增长发展情形，分别设定 3 种情形下 GDP 增速 (表 1)。

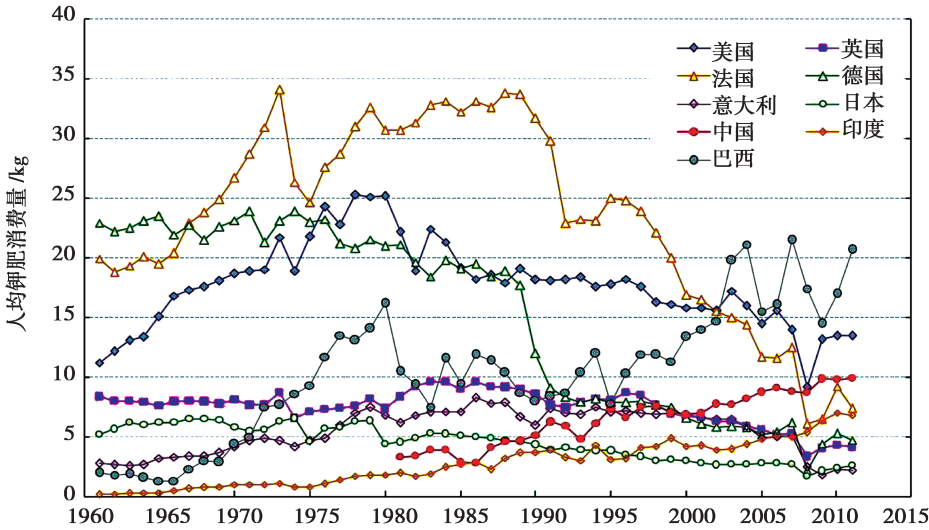


图 3 发达国家与发展中国家 1960 ~ 2011 年人均钾肥消费走势图

Fig. 3 Per capita potash consumption of developed and developing countries from 1960 to 2011

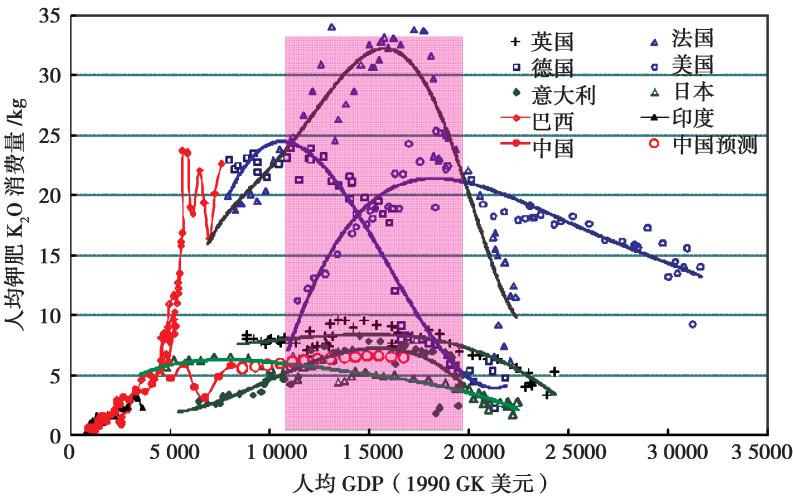


图 4 发展中国家与发达国家钾肥消费轨迹

Fig. 4 Potash consumption trajectory in developing and developed countries

表 1 3 种经济发展情景下的中国 GDP 增速

Table 1 China's GDP growth in three economic development case

	2015 ~ 2016 年	2017 ~ 2021 年	2022 ~ 2027 年
高增长	7.5%	6.5%	5%
中增长	6.5%	5.5%	4%
低增长	6%	5%	3.5%

在此基础上,结合主要发达国家人均 GDP 与人均钾肥消费轨迹、发达国家人均消费钾肥的时间序列轨迹以及氮磷钾科学施肥比例^[5,7-8,10-11],预测中国钾肥需求趋势(图 5)。

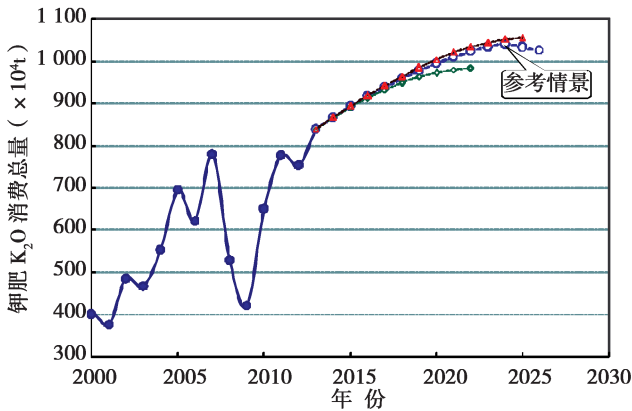


图 5 中国钾肥消费趋势预测(人均轨迹法)

Fig. 5 Chinese potash consumption trends forecast (average locus method)

2.3 钾肥需求预测结果

根据倒“S”形、时间序列轨迹及氮磷钾比例法综合分析^[1-2,7-11],3 种经济发展情景下,中国钾肥需求峰值预计在 2022 ~ 2026 年到来

(图 5)。在参考情景下,峰值期钾肥需求可能达到 $1\ 000 \times 10^4 \sim 1\ 100 \times 10^4 \text{ t}$ (折 K_2O)。磷钾肥需求按 3 种给定方案达到峰值后,将会缓慢下降。此外,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^[7-11],结果见表 2。

表 2 中国钾肥需求预测结果及对比

Table 2 Chinese potash demand forecast results and comparison $\times 10^4 \text{ t}$

预测方法		钾肥(K_2O)需求			
		2016 年	2021 年	2024 年	2026 年
人均轨迹法	高增长情景	913	979		
	参考情景	917	1 009	1 039	1 024
	低增长情景	918	1 020	1 051	
氮磷钾比例(以磷的 预测结果为基点)	N:P:K = 1:0. 4:0. 3	1 174	1 294	1 322	1 313
农业部预测		到 2020 年中国每年钾肥需求量 1 180			

3 预测结果分析

如图 5 所示,按人均钾肥消费量与人均 GDP 的倒“U”形规律^[1,7-8],人均钾肥消费量存在 3 个重要转变点,起飞点、转折点和零增长点。起飞点即人均钾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,这主要与钾肥大规模施用的时间有关。转折点即人均钾肥消费增幅由大到小的转变点,转折点的人均钾肥消费增长幅度达到最

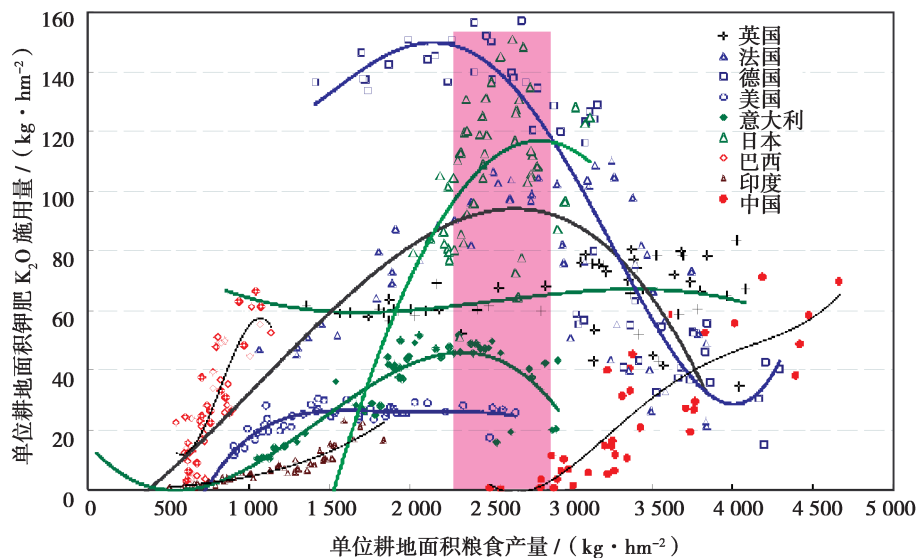
大值,之后将进入减速增长期。零增长点即人均钾肥消费增幅降为零的点,这一点位于人均 GDP 12 000 ~ 15 000 美元时,此时一方面工业化和城市化基本完成,另一方面土壤钾素水平大幅提升,钾肥需求达到顶点。

3.1 倒“U”形规律的检验

发达国家人均钾肥消费量趋势(图 3,图 4)表明,钾肥消费具有“顶点”。考虑钾肥用量与粮食产量的关系(图 6),发达国家英、法、德、美、意、日等单位耕地面积钾肥施用量在单位耕地面积粮食产量 2 000 ~ 3 000 kg/hm^2 时

达到顶点,之后呈持续下降趋势,与人均钾肥消费倒“U”形规律一致。随着粮食单产的增加,发展中国家巴西、印度、中国单位耕地面积钾肥用量均处于上升阶段,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前列,但单位耕地面积钾肥施用量尚并未达到发达国家的最高顶点水平。鉴于当前中国农业发展情况与历史上

的法国较为相似,法国单位耕地面积钾肥用量顶点约 97 kg/hm^2 ,而目前中国单位耕地面积钾肥用量约 70 kg/hm^2 ,参照法国单位耕地面积钾肥用量的峰值,中国钾肥用量还有约 39% 的增长空间。2012 年中国钾肥消费量 $752.6 \times 10^4 \text{ t}$ (折 K_2O),据此推断中国钾肥消费量的峰值将可能达到 $1\,046 \times 10^4 \text{ t}$ 左右(折 K_2O),该结果与利用人均钾肥消费倒“U”形规律预测的钾肥需求峰值可能达到 $1\,000 \times 10^4 \sim 1\,100 \times 10^4 \text{ t}$ (折 K_2O) 相吻合。



数据来源:联合国粮食及农业组织统计(FAOSTAT),1961~2012; IFA,1961~2012

图 6 发展中国家与发达国家单位耕地面积钾肥用量轨迹图

Fig. 6 The trajectories of developing and developed countries potash fertilizer level

影响单位耕地面积粮食产量的因素主要有肥料、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^[8,11-12]。发达国家钾肥施用的经验表明,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。虽然中国粮食可基本自给,但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^[6,9,12],因此要保证粮食产量和粮食安全,必须坚守耕地红线,必须强化农业技术的应用和进步,以促进我国农业的可持续发展。

3.2 需求预测概念模型构建

以“S”形规律为基础,可将钾肥需求影响因素分为 6 种,包括人均 GDP、人均钾肥消费量、土壤钾素水平、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^[2-5,8,10-12](图 7)。人均 GDP 和人均钾肥消费量这两个指标是衡量钾肥需求的关键参数,属核心指标;土壤有效钾含量和社会经济结构变化与钾肥需求密切相关,但无明确因果关系,属约束指标;氮磷钾科学施肥比、种植方式与肥料利用率与钾肥需求有一定的联系,可以帮助判断钾肥需求变化趋势,并对预测结果加以修正,属参考指标。

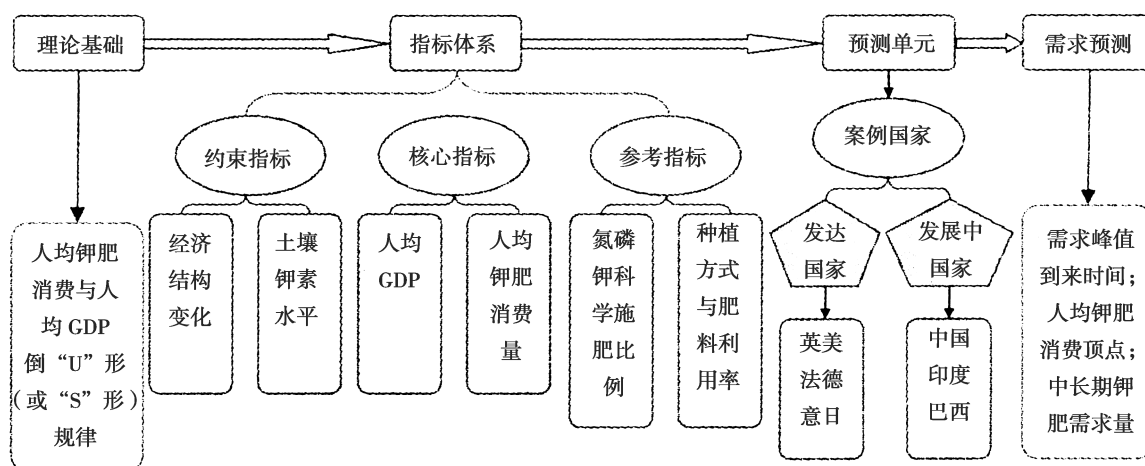


图7 中国钾肥需求预测概念模型

Fig. 7 Chinese potash demand forecast conceptual model

3.3 供需关系分析

化肥是粮食丰产、稳产的重要支撑^[11], 中国从20世纪80年代开始大量施用化肥, 钾肥消费量快速增加(图8), 此阶段粮食增产主要依靠肥料。2007年中国钾肥消费量突破 $770 \times 10^4 \text{ t} (\text{K}_2\text{O})$, 之后钾肥消费量有所波动, 但总体在 $600 \times 10^4 \sim 800 \times 10^4 \text{ t}$ 左右。中国正处于经济增长方式转变和经济结构调整转型期^[10,13], 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; 另外, 由于钾肥用量的持续增长, 土壤有效钾含量也快速增长, 为了保持土壤肥力, 促进农业的

可持续发展, 钾肥用量不能无限制的增加^[5,7,12-14], 钾肥消费量增长将逐渐趋于平缓。

随着中国农业和钾肥产业的发展, 钾肥供需形势不断发生演变, 2000年以前钾肥需求主要依赖进口, 对外依存度高达90%以上, 自2008年以后, 中国钾肥、钾盐事业由开发规划向市场拓展的重大方向转型^[1,15]。近年来中国钾肥行业发展迅猛, 已成为世界第四大钾肥生产国^[3,14], 使得自给率不断提高(2014年为60.4%)。然而, 现有中国钾盐基础储量难以满足当前钾肥生产需求, 未来钾盐资源开发及钾肥产业的可持续发展尚存潜在的隐患, 进而会影响到国家粮食安全。

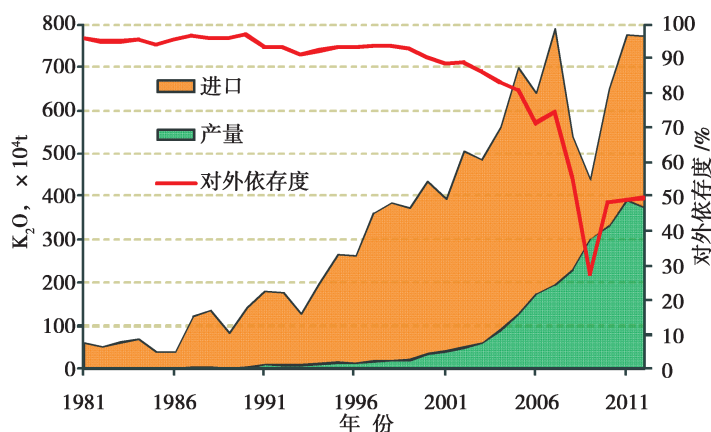


图8 中国钾肥对外依存度变化图

Fig. 8 China's dependence on foreign potash

4 结论与钾盐发展远景

通过分析发达国家钾盐消费轨迹的倒“U”形规律,详细分析了典型工业化国家钾肥需求变化的过程,结合1980年来中国钾肥消费的增长情况以及氮磷钾科学施肥比例,预测中国钾肥消费将在2022~2026年达到 $1\,000 \times 10^4 \sim 1\,100 \times 10^4$ t(折 K_2O)的峰值;运用发达国家与中国单位耕地面积钾肥用量推算中国钾肥消费量的峰值,以此来检验预测结果,效果较好。建议,1)加强我国固体钾盐与深层卤水找钾和研究工作,加大国内找钾力度,油钾兼探,通过进口与开发弥补钾肥不足;2)合理规划国内钾肥产能,实现可持续发展;3)钾盐、钾肥工业应正确认识、主动适应钾肥发展新常态,坚守生态和发展两条底线,依照国产、进口相结合、互支撑的原则,加速产业升级;4)钾盐发展应与国家农业产业结构调整相适应,根据国家提出的未来化肥用量零增长的目标,优化钾肥品种结构,走差异化道路,提高钾肥利用率,促进产业转型升级和保障国家粮食安全。

参考文献:

[1] 郑绵平,张震,侯献华,等.中国钾盐资源远景与矿业发

展战略[J].国土资源情报.2015,(10):3-9.

- [2] 高蕊蕊,王安建.基于“S”规律的中国钢需求预测[J].地球学报,2010.31(5):645-652.
- [3] 王安建,王高尚,张建华.矿产资源与国家经济发展[M].2002.北京:地质出版社.
- [4] 王春宁,余俊清,陈良,等.钾盐资源全球分布和我国找钾实践及方法探究[J].盐湖研究.2007,9(3):56-72.
- [5] 张卫峰,张福锁.中国肥料发展研究报告[M].北京:中国农业大学出版社,2012.
- [6] USGS. Mineral commodity summaries[M]. Washington: U. S. Interior Department, Geological Survey, 2015.
- [7] 鲍荣华,元昭英,周大通.钾盐资源及钾肥供需情况分析[J].磷肥与复肥.2013,3(28):1-5.
- [8] 徐铭辰,王安建,陈其慎,等.中国能源消费强度趋势分析[J].地球学报,2010.31(5):720-726.
- [9] 韩豫川,熊先孝,商朋强,等.中国钾盐矿成矿规律[M].地质出版社.2012:1-3.
- [10] 林葆,李家康.中国磷肥施用量与氮磷比例问题[J].农资科技,2002.3:13-16.
- [11] 许秀成.应谨慎预测未来化肥需求量[J].磷肥与复肥,2004.19(2):7-10.
- [12] 张卫峰,张福锁.中国肥料发展研究报告[M].北京:中国农业大学出版社,2012.
- [13] 唐尧.南美地区卤水资源分布及矿床成因分析[J].盐业与化工.2015,44(2):1-6.
- [14] 李钟模.世界钾盐找矿实践对我国找钾的启示[J].化工矿物与加工.2007,34(2):37-38.
- [15] 张卫峰,曹宁,王利,等.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,2007.34(2):1-4.

Chinese Potash Resources Demand: A Forecast Analysis

TANG Yao

(Sichuan Academy of Safety Science and Technology, Chengdu, 610045, China)

Abstract: Potash is mainly used in the production of potash fertilizer. China is a large agricultural country, while the arable land lacks of potassium universally which affecting national food security and populace survival and development. This author summarizes the current situation, the domestic production of potash fertilizer and current world potash consumption in developed countries, and forecasts the demand in future China. The results show that China's potash consumption is still in the stage of the rise which may get a peak consumption around 2022-2026 with the total potash demand about 1×10^7 to 1.1×10^7 tons (K_2O) per year. The author recommends that potash development and national agricultural structure adjustment should be interconnected, and all the potash manufacturers should confront with the national goal of keeping the chemical fertilizer consumption increasing rate as zero, optimize the potash fertilizer varieties in different ways, enhance the utilization efficiency of potash, restructure and upgrade the potash industry to meet the demands from the national industry and food security.

Key words: Potash resources; Potash demand; Predictive analysis; Development vision