

世界磷矿储量——一个不断变化和演绎的故事

Steven J. Van Kauwenbergh Mike Stewart Robert Mikkelsen

谢玲 译 涂仕华 校

(国际植物营养研究所成都代表处, 四川成都 原文译自《Better Crops》2013 第三期 P18–P20)

磷是生命之本, 为满足全世界日益增长的人口需要, 磷肥的投入对生产充足食品、饲草、纤维和燃料非常重要。绝大多数现代磷肥都是由磷矿 (PR) 生产而来, 而它是一种不可再生的自然资源。在过去的几十年或更早, 人们总是担心世界上的磷矿资源会被很快耗尽, 面临磷缺乏的悲惨局面。但是, 最近对全球磷矿的完全评估表明磷矿危机并不紧急, 我们将不会很快用完磷矿。

今天所有的无机磷肥都是由磷矿生产出来的。磷矿是一个不精确的术语, 用来描述自然产生的含磷量相对较高的地质物质 (矿物质)。尽管 PR 术语是用于描述天然的 (未经精选的) 磷矿, 但同时也可以用来描述那些经过精选或是浓缩的产品。

世界上的磷矿既存在于沉积矿床也存在于火成矿床中 (图 1)。大多数 (80~90%) 用来生产化肥的 PR 是来自于沉积矿物, 它沉积于远古海洋大陆架环境。沉积矿床, 有时也称为磷灰石, 形成于整个地质时期。大多数 PR 是通过露天开采技术采矿, 但是在中国、俄罗斯和其他一些国家大量的沉积矿是通过地下采矿提取。磷灰石, 一种磷酸钙矿物, 是含 PR 的主要磷源。

现代磷肥生产的起源要回溯到 19 世纪中期, 当时授予的第一批专利是把“磷灰石类物质”如磷灰石和骨头与硫酸反应来生产“过磷酸钙”。1842 年, 英国的 John Bennet Lawes 和 James Murray 同时获得通过酸化作用来制造 P 肥的专利。尽管其他人, 包括 Justus von Liebig 也曾经研究过这个方法, 但只有 Lawes 和 Murray 得到“把想法变为永久商业化生产的创始人”的赞誉 (Jacob, 1964)。实际上, 当今所有的 P 肥都是通过这种“湿法工艺”, 即用酸 (如硫酸、硝酸或磷酸) 来处理 PR, 来生产出磷酸或三料 (重) 过磷酸钙 (TSP)。磷酸然后被用于生产颗粒状和液体 P 肥。

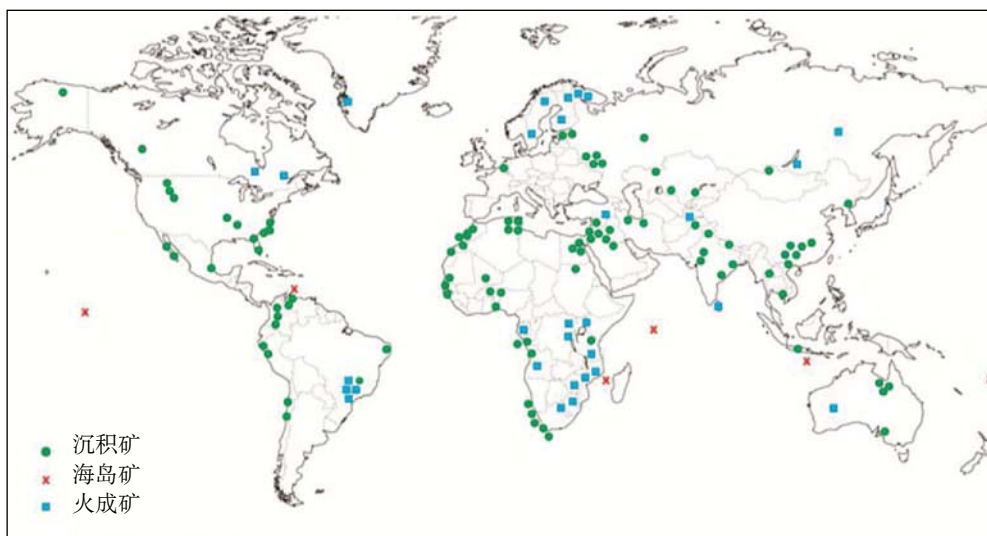


图 1 全球磷矿资源 (来源: IFDC)

磷是生命之本, 为满足全世界日益增长的人口需要, 磷肥的投入是生产充足粮食、饲草、纤维和燃料的关键。磷矿是一种有限而不可再生的自然资源, 我们有理由问全球究竟还有多少 PR 储量, 我们还能开采多长时间。这个问题引起广泛关注、讨论甚至争议。以下是有关世界上 PR 供应历史和现状的概述。

储量和资源

在讨论全球 PR 供应之前必须明确两个术语。Van Kauwenbergh (2010) 简单地把储量和资源定义为:

储量: 运用现有技术确定开采时可以用于商业生产的磷矿。

资源: 任一级别的 PR, 包括储量, 可能用于未来生产的磷矿。

相关历史

PR 商业生产从 19 世纪 60 年代中期至 20 世纪 70 年代大约增长了 1000 倍 (表 1)。随着开采的增加, 人们更多的认识到 PR 是一种有限的自然资源。在 20 世纪 70 年代早期, 生态研究所 (1971) 发表了一个学术研讨会的预测结果, 认为世界已知 PR 储量将可能会在 90~130 年以内被耗尽。一些人认为这一预测结果的发表在一段时期点燃了人们对 PR 储量和资源预测的激情。从 20 世纪 70 年代到 80 年代, 人们在这个领域开展了大量研究。这方面最主要的研究力量是美国矿业局 (USBM) 和美国地质调查局 (USGS)。然而在 90 年代中期, 对 PR 研究的主要

资金和人力资源却转移到其他领域。1995 年美国国会投票从 USBM 抽回资金, 1996 年底被关闭。自从 USBM 关闭后, USGS 通过矿产品年鉴独立承担了发布美国 PR 统计的任务。从 90 年代早期至中期, 从 USGS 和其他国际机构那里公开发布的 PR 储量和资源的详细信息一直非常有限。

年份	PR 产量 吨
1847	500
1850	5,000
1853	10,000
1865	100,000
1885	1,000,000
1928	10,000,000
1974	100,000,000

从 2000 年的中后期开始, 一些文章和宣传认为全球性 PR 缺乏的局面正在悄然逼近。这些文章数据主要是根据当时 USGS 储量估算的。这些著名的文章之一是由 Cordell et al. (2009) 所写, 文章声称“全球 PR 储量将在 50~100 年耗尽”。各种其他文章主要通过网络和新闻传播, 它们被冠以忧虑的标题如“磷饥荒”、“正在消失的养分”和“无磷~无食品”。大多数这些文章是紧随 2007~08 年的全球粮食危机发表的, 当时商品价格飙升, 全球到处都出现有关抢购食品引发骚乱的新闻影像。这些因素结合在一起形成了有关未来全球 PR 供给极度短缺恐慌和惊悚的憧憬。

目前情况

针对这一热点, 国际化肥发展中心 (IFDC) 开始着手对全球 PR

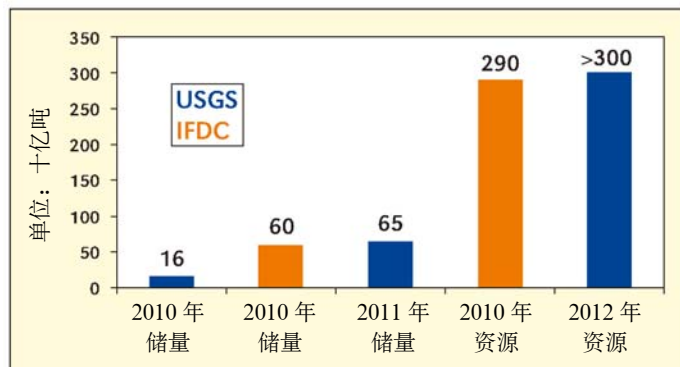


图 2 USGS 和 IFDC 对磷矿储量预估 (资料来源: USGS 和 Van Kauwenbergh, 2010)。

储量和资源的估算进行更新。该项工作包括对已知信息进行收集整理, 如政府和行业报告与统计、科学文献、会议论文集、大会报告, 等等。形成的综述报告由 IFDC 发表, 题为世界磷矿储量和资源 (Van Kauwenbergh, 2010)。

IFDC 报告表明, 目前 PR 的储量比之前由 USGS 预测的量要多许多。USGS 在 2010 年矿产品年鉴中报告预测 PR 的储量为 160 亿吨, 但是 IFDC 在当年随后发表的数据为 600 亿吨。2011 年, USGS 修订了这个预测值, 将其翻了近 4 倍, 从 160 亿吨增至 650 亿吨 (图 2)。从 2010 年起, USGS 的官方预测值就一直维持在 600~700 亿吨。

2011 年新增加到 USGS 全球 PR 储量报告中的磷矿来自摩洛哥。表 3 列举了 USGS/USBM 从 1989 至 2011 年一些主要国家的 PR 储量预估量。2011 年前, 摩洛哥的磷矿储量一直维持在 60 亿吨, 之后被修正为超过 500 亿吨。

从图 3 可以看出, 2003 年以前人们认为中国的 PR 储量相对较少, 但是 2003 年它突然比其他任何国家的磷

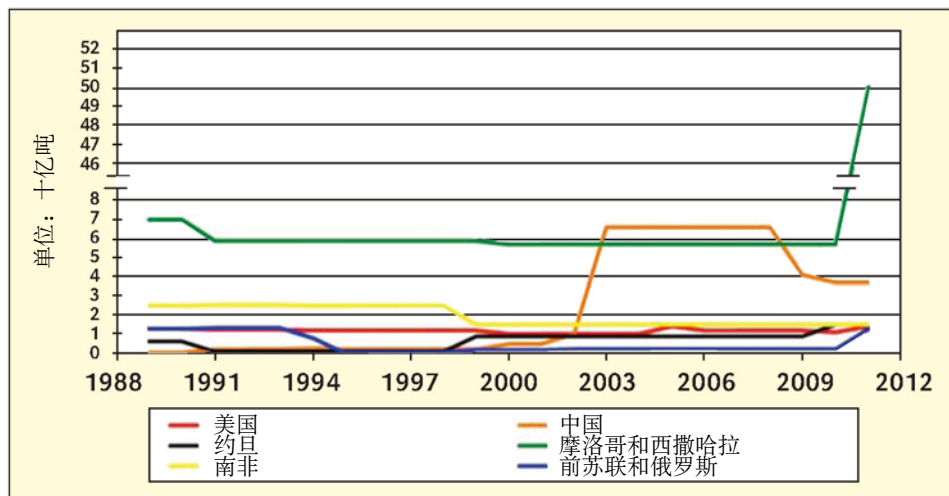


图 3 1989-2011 年一些国家磷矿储量预估 (资料来源: USGS)

矿储量都高。这是因为 2003 年中国政府第一次官方公布其 PR 数据。从那以后，USGS 向下修定了中国的估计值。摩洛哥和中国的储量修订表明这些估计值是易变的，可能出现戏剧性的变化，取决于新矿床的发现和可能获取信息的准确性。

表 2 显示了 USGS 对全球前 10 位 PR 储量最大国家的最新预测值。摩洛哥的储量约占全球磷矿的 75%，中国远居于第二，仅占 6%。美国 PR 储量仅占世界的 2%。而根据 IFDC 报告，在 20 世纪 70 年代后期美国被认为是拥有全球 76% 的可开采磷矿（~30% P₂O₅）。2010 年 IFDC 报告指出，全球磷矿储量和资源由于各种各样的原因波动很大。

图 4 表明从 1981 年至 2012 年间全球以及某些国家 PR 生产情况。尽管全球 PR 生产在这个时间内变化很大，但在最近几年来呈上升趋势。从 2009 年生产陡然增加，最新 USGS 报告为 2.1 亿吨。同一报告指出，第二年全球磷矿生产能力可以从 2.2 亿吨提高到 2.56

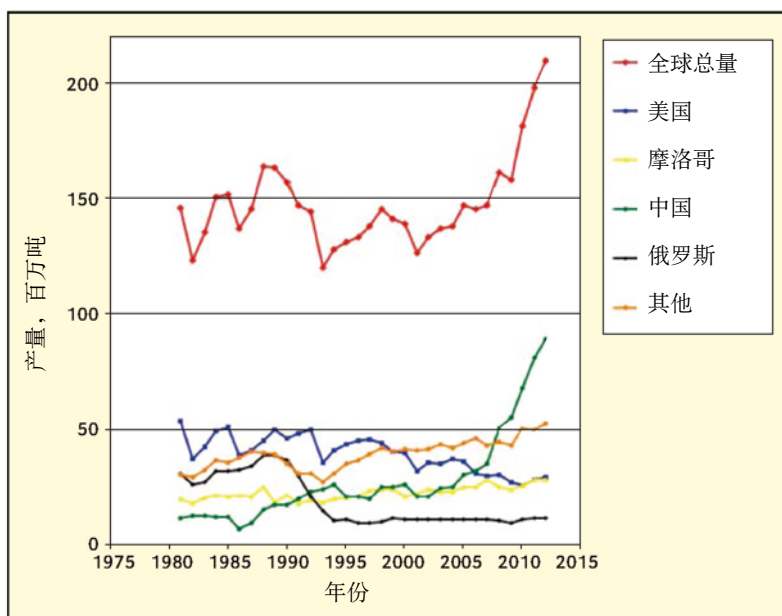


图 4 全球及某些国家磷矿生产 (1981 年 - 2012 年) (资料来源:USBM 和 USGS)。

国家	储量 十亿吨	全球总量 %
摩洛哥和西撒哈拉	50,000	75
中国	3,700	6
阿尔及利亚	2,200	3
叙利亚	1,800	3
约旦	1,500	2
南非	1,500	2
美国	1,400	2
俄罗斯	1,300	2
秘鲁	820	1
沙特阿拉伯	750	1
其他	2,268	3
全球总量 (全面的)	67,000	100

亿吨，归因于摩洛哥最大磷矿项目的建设。

利用当前储量和生产图可粗略计算出 PR 储量寿命，即全球 PR 储量利用大于 300 年，资源利用大于 1400 年。因此，世界不会很快面临 PR 危机。需要再次强调的是，PR 储量是变化的，取决于不断更新的信息和新矿床发现，以及经济和技术变化的影响。在最近 5 年中，人们发现了许多新的沉积矿，以前发现的一些沉积矿床经研究后又确定了更多的储量。随着开采和加工技术的发展与进步，今天的资源可变为明天的储量。尽管如此，PR 还是一种不可再生的自然资源，因此我们在从生产到最终使用的整个过程中，都应当尽可能有效地管理它。

Van Kauwenbergh 先生是 IFDC 研究和发展部的一名地质学家和首席科学家 E-mail: svankauwenbergh@ifdc.org

Stewart 博士是 IPNI 南部和中部大平原项目部主任。

Mikkelsen 博士是 IPNI 美国西北部项目部主任。

参考资料 (略)