

# NRDC 应联合国环境署 2006 年 3 月征求汞供给、需求和贸易信息所提交的报告

北京地球村“清汞行动”项目组 译

应联合国环境署（UNEP）3 月 24 日关于征求汞供给、需求和贸易的信件（以此作为理事会 23/9 IV 为汞计划即将准备的报告的请求），NRDC（自然资源保护委员会）提交此报告作为回应。

在过去的 18 个月中，NRDC 与中国国家环保总局（SEPA）化学品登记中心（CRC）合作改进对中国汞供给和消耗的估计。这一合作直接地产生了对中国两个最显著的用汞产业——氯乙烯和电池产业耗汞量的最新估计。关于中国汞的生产和进口的数据也进一步获得。这一报告的提交展示了迄今为止两个机构间合作过程中所采用的方法和成果，也指出了因存在数据差异和不一致而需要进一步调研的地方。同时，NRDC 还提交它所获得的关于全球范围内汞作为副产品产出的信息（略）。

## 研究结果概述

据估计，2004 年中国来自于合法和非法的开矿、进口及回收（汞催化剂）的汞总供给量大致为 1400 吨。这个量是全球每年用汞量的三分之一多。这也显示了中国在有效控制全球汞供给和减少汞需求中所占的重要位置。

2004 年，中国的电池产业对汞的需求量为 153 吨，氯乙烯产业的用汞量为 610 吨。因此，这两个产业的用汞量合起来占了中国总用汞量的一半。随着中国 PVC 塑料生产的爆炸性增长，氯乙烯产业用汞的增长尤其的快。

（关于汞作为副产品产出的信息略）

## 中国的电池制造业

目前，大多数电池中都含汞，它有助于抑制腐蚀并延长电池寿命。而在氧化汞电池中它还起到导电的作用。因为中国每年几百亿枚电池的生产能力，使得电池行业在其国内有消耗数巨大量汞的潜力。正如下面具体描述的，中国国家环境保护总局化学品登记中心预测，2004 年中国的电池业使用了 153.5 吨汞。

化学品登记中心通过与中国电池工业协会合作，调查了电池行业中汞的使用情况。他们从电池制造公司完成的调查问卷获取信息，一些公司也向他们提供了数

据，这些公司为生产电池而制造了含汞化合物，例如氯化汞和添加了汞的锌粉。其他信息来自中国海关、香港方面和 COMTRADE 的数据库资料。

中国制造的七种电池含汞。这七种电池分别为：糊式锌锰柱状电池、纸板锌锰柱状电池、碱性锌锰柱状电池、氧化银扣式电池、锌空气扣式电池、碱锰扣式电池和氧化汞电池（它一般来说是扣式电池，但也可能是较大的电池）。在这七种电池中，糊式锌锰柱状电池和碱锰扣式电池的生产量最大（每种将近 90 亿枚或更多），而且，占这一行业汞消耗的绝大部分。请参考下面的表 1 和图 1。

糊式和纸板锌锰柱状电池在中国被视为“普通”锌锰电池。中国电池工业协会预计，中国约有 274 家制造商生产纸板电池，其中大约 60 个家厂商也同时生产糊式电池。这些电池的标签上通常标有字母“S”字样，表明它们是普通电池。

在糊式锌锰电池中，汞以氯化汞形式存在，用作腐蚀抑制剂，同时又可以延长电池寿命。电池制造商从外部供货商处购买氯化汞，并在工厂里把它同其他材料（如：淀粉、水）混合在一起，从而制造出“糊”。随后，将该糊插入电池外层和内部正极之间。几乎 98% 的糊式电池都是“D”号电池。NRDC 已经观察过这些电池的生产，而且注意到这些电池可以通过柔软的外壳区被分出来。由于电池中的糊具有一定的粘度，人们甚至用手挤压就能让这些电池外壳变形。

为了明确糊式电池生产中汞的消耗量，化学品登记中心依靠从 15 家生产企业提交的调查问卷中所获得的氯化汞购买和电池生产方面的数据（调查年限从 2002 年至 2004 年，涉及了中国糊式电池产出的 17.5%），从每 1 亿个糊式电池消耗量中获得了一个氯化汞消耗的平均值。化学品登记中心推断，如果把这一数据扩展到 2004 年生产的 90 亿 3490 万枚糊式电池中，氯化汞消耗量为 47.11 吨，进而知道糊式电池制造业消耗的汞有 34.91 吨。

纸板锌锰电池依赖层压的纸，这种纸附着了含汞的糊状物，用于控制腐蚀。这种以含汞层压纸由外部纸张供应商专门提供。2004 年，两家销量最大的含汞纸张生产商占据了全中国此类纸产量的 85%。化学品登记中心为了获得纸板电池的汞消耗数据，从这两家公司获取了一些汞消耗数据，而后推断剩余 15% 的市场所消耗的汞。这样的方法可以估计出全国有 10.35 吨汞来自纸板电池产业。

在碱锰柱状和扣式电池，以及氧化银和锌空气扣式电池中，汞被加入形成电池正极的锌粉中，用来延缓腐蚀。锌粉由外部供应商专门供给，也是这些电池中汞的唯一来源。锌粉中汞的含量取决于电池的类型和在某一工厂中使用的二氧化锰的纯度。

化学品登记中心从 2004 年三家为电池生产提供含汞锌粉的外部供货商的汞消耗数据估计了碱锰柱状电池中汞的消耗量。经确定，这些锌粉中汞的含量约为 1%，而 2004 年的锌粉产量为 535.8 吨，因此这些柱状电池中汞的消耗量为 5.358

吨。重要的是，按照法律的规定，碱锰柱状电池从 2005 年开始汞含量必须达到“无汞”。

有 23 个工厂生产碱锰扣式电池，2004 年的产量估计为 80—100 亿个。供这些工厂使用的锌粉为 2658 吨。不同的工厂中使用的锌粉的汞含量不同，但在 3—6% 之间，这取决于所使用的二氧化锰的质量。因此，如果把锌粉中汞的含量设为 4%，可以估计出碱锰扣式电池中汞的总消耗量为 98.65 吨，。

没有多少公司生产氧化银电池，而且这种电池在中国的产量相对较少。有一家公司的产量占到了全国此类产品总产量的 90% 以上，而全国的产量则略微超过 8100 万个。化学品登记中心从这家垄断企业中收集到了锌粉消耗量统计数据，并且推导出包含剩余小生产者的总耗汞量。2004 年，该公司消耗的含汞锌粉为 0.2279 吨，该锌粉中汞含量为 9%。将这一比率推导至中国的总产量后，可以得出 2004 年氧化银电池生产估计消耗了 0.02278 吨汞。

2004 年，中国只有三家大型锌空气电池生产厂家。锌粉制造商报告，卖给这些厂家的 144 吨锌粉中汞含量占 3%。因此，2004 年，锌空气扣式电池耗汞量约为 4.32 吨。

在氧化汞电池中，含汞锌粉构成正极，氧化汞构成负极。因此，这些电池的汞含量最高。大多数氧化汞电池是扣式电池，主要用于照相机和助听器。

根据中国电池工业协会和化学登记中心统计的数据显示，中国已经将氧化汞电池列为应被消除的产品，因此这些电池实质上应从国内市场上消失了。因为从问卷调查、采访或者其它形式的提问中，生产制造商都不会承认目前还生产这些电池，中国海关出口数据就是中国氧化汞电池总产量的依据。根据中国海关 2004 年的数据显示，仅有 244700 枚氧化汞电池被出口海外。假设这些电池都是按照最典型的传统模式在中国生产，中国电池工业协会计算得出，每枚扣式电池会含大约 0.6 克汞，因此所有出口电池含汞量达 0.147 吨。

下面的表 1 总结了中国电池制造业中汞消耗量的数据。图 1 显示了按电池类型划分得出的汞消耗量百分比。紧接着，NRDC 将讨论关于这个行业汞使用量数据最显著的不确定性，及发展趋势和会影响将来这一行业用汞的政策举措。

表 1：中国电池数据总结

电池类型	2004 年的产量	2004 年汞消耗量评估值 (MT)	评估方法
糊式锌锰柱状电池	93 亿 4 千 9 百万枚	34.65	根据 15 家电池生产制造厂的氯化汞消耗量推导
纸板型锌锰柱状电池	57 亿 4 千 2 百万枚*	10.35	根据 2 家产量最大的层压纸生产商的汞消耗量推倒
碱锰柱状电池	50 亿枚**	5.358	3 家锌粉供应商生产的锌粉中汞的消耗量
碱锰扣式电池	80—100 亿枚	98.65	为 23 家电池制造商生产供应的锌粉中汞的使用量
氧化银扣式电池	813 万 9 千枚	0.02778	根据龙头企业生产的锌粉中汞的消耗量推导
锌空气扣式电池	无	4.32	3 家大型电池制造商生产的锌粉中汞的消耗量
氧化汞电池	24 万 4 千 7 百枚	0.147	中国海关出口数据
总计		153.5	

\* 在生产的 57 亿 4 千万枚电池中，大约有 35.8 亿枚使用了含汞纸张

\*\* 据估计，在生产的 50 亿枚电池中仅有 1 亿 3 千 4 百万枚采用了含汞的锌粉

**Summary of China Battery Data  
2004 Mercury Consumption Estimate (Metric Tons)**

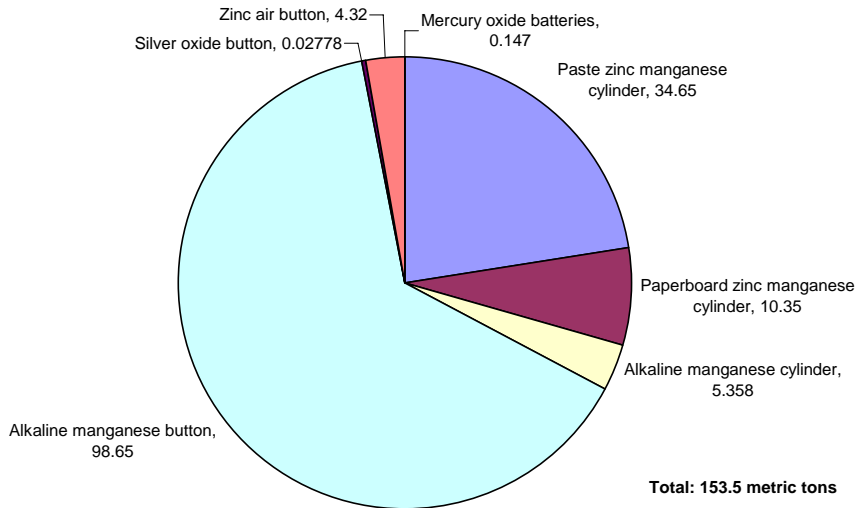


图 1

在 2004 年评估的数据中，电池业汞的消耗量为 153.5 吨，明显低于早期公布的评估值，因此需要特别仔细的审视。这一锐减的数据由多方面的因素造成，例如，在过去的七年里，中国国内和中国出口市场中一些电池类型引入了较严格的汞含量标准，这就使得，尽管电池总产量呈现上升的趋势，但汞消耗量显著降低。

显然，这一 2004 年的估计值也是从中国实质性淘汰氧化汞电池生产估算出来的。可以肯定的是，正如下面表 2 显示的，中国生产的氧化汞电池数量（也就是出口量）在近些年呈显著下降趋势。但是，就在几年前，中国报道 1999 年氧化汞电池中汞的消耗量为 463.2 吨。考虑到氧化汞电池在历史上曾有过非常显著生产，并且缺乏直接来自于中国电池制造商或者汞的供货商关于这种电池的信息，那么当前关于中国电池行业用汞评估数据的最大不确定性就在于，在多大程度上，因内、外部的压力导致氧化汞电池的实际减产。

表 2: 近年来中国氧化汞电池出口量

年度	出口量 (1 万套)	价值 (以 1 万美元)
1997	123566.5244	2280.0600
1998	75197.3204	1184.9947
1999	11056.4884	185.6918
2000	333.1300	19.4182
2001	142.1508	7.6571
2002	320.9526	7.0077
2003	13.0576	1.0826
2004	24.4673	7.3342

为了进一步探索不确定的领域，NRDC 比较了中国海关氧化汞电池出口量数据和接受了这些从中国（不包括香港）输出的电池的其他国家的进口数据（这些数据来自 COMTRADE 数据库）。COMTRADE 数据显示，2004 年，至少 35 个国家报告有从中国进口氧化汞电池。相比之下，中国海关报道，此类电池仅向 8 个国家出口。另外，NRDC 计算的结果显示，根据 2004 年 COMTRADE 数据，已报告的从中国进口的氧化汞电池含有大约 146 吨汞。不同的是，中国海关的数据显示，只有 0.147 吨汞被输出国外。

仅对中国海关报告的 8 个出口国进行的数据比较如下：

	<u>中国海关出口数据</u>	<u>COMTRADE 数据：外国从中国进口数据</u>
香港	61,432	5,579,896
日本	10,700	56,342
尼泊尔	60,000	无报告
德国	2,000	0 <sup>1</sup>
俄罗斯	41,300	0
捷克共和国	5,721	0
英国	5,650	135,898 kg
美国	67,500	3,398,896

这些数据显示，二者存在着较大的差异，而且差异性非常大，中国海关的数据比 COMTRADE 进口的数据低很多。

化学品登记中心和中国电池工业协会意识到了这些贸易数据间的巨大差异，而且把这种现象归因于，中国海关记录的电池（以及其它产品）是由别的地方生产制造，但运输途中经过中国而导致在中国海关出现登记记录的。运抵中国的货物简单地从保税（自由贸易）区再次出口不被中国海关记录在册，因此这些货物会被进口

<sup>1</sup> Germany reported \$3,000 import value, but no quantity or weight.

国家记录在册，而中国海关不做登记。相应地，化学品登记中心和中国电池工业协会相信，氧化汞电池可能是转移货物，并在中国境外生产制造。

我们需要做进一步研究调查，确定 COMTRADE 数据库中记录的这些含汞氧化物电池是从哪些国家生产制造的。NRDC 尊敬地建议联合国环境署优先通过从进口国家收集进一步的数据（如果可以获得的话）来确定电池的来源。作为一项全球性事务，氧化汞电池生产无论从每枚电池含汞量考虑，还是从总量计算仍然是汞需求的显著来源（尽管正在减少），这一需求能够也应当被尽快遏制并消除。要做到这一点，可以通过使用现成的不含汞或者含汞量较低的替代物来达到。

中国电池行业将来在其他地方的汞消耗将很大程度上取决于糊式电池和碱锰扣式电池的生产。对于扣式电池，最重要的潜在影响就是，中国是否将出台更加严格的标准，完全淘汰汞的使用。如果这样做，也是和美国制造商近期作出的于 2011 年前消除在扣式电池中使用汞的承诺<sup>2</sup>相一致。

对于糊式电池，预计近期还不会出台进一步的限制汞含量的标准。因此，对于这种产品类型，市场趋动力也许是最有影响力的。糊式电池市场由价格趋动，因为这种电池的生产制造与销售比碱锰电池便宜。一枚糊式电池在中国约卖 1 元人民币，相当于 13 美分，此售价仅为碱锰电池的 1/5。另外，因为价格低，80% 中国生产的糊式电池被出口到其他发展中国家。

中国电池工业协会预测，糊式电池的市场将以每年 5-8% 的速度递减，这是因为，电池制造生产成本越来越昂贵，导致在一定的期望售价下利润萎缩。导致生产成本增加的首要原因有二，即原本价格便宜的用于糊式电池（低质量的）的氧化锰供应的减少和锌价格的攀升。尔后，电池制造商就会选择，要么提升电池的价格，要么离开这个市场。考虑到生产制造这些电池大部分为了出口，市场萎缩的比例也许决定于进口国家旨在鼓励在他们国内使用不含汞的碱锰柱状电池所制定的针对糊式电池的标准或者其它措施。

## 中国氯乙烯产业

在使用炔烃给料工艺的氯乙烯单体生产过程中，汞是作为催化剂使用的。在一个壳-管结构的热交换反应器中，净化过的干燥乙炔气体与干燥的氯化氢气体按照近一比一的比例混合。反应器的管子中注满了被灌注了活性炭的氯化汞催化剂。在碳上面的氯化汞的浓度应该在 8% 至 12%；但如果浓度降到近 5%，催化剂就应该重新补充。在温度保持在 150 至 180 摄氏度的反应器中，气体被混合。在这些条件下，氯乙烯气体便生成了，并流过反应导管进入后续的柱体中。在那里，氯乙烯气体被进一步净化。尽管理论上，在这一过程中不会产生汞催化剂的消耗，但在典

---

<sup>2</sup> The current USA legal limit is 25 mg/unit, and these batteries currently contain an average of 10.8 mg mercury/unit. Maine Department of Environmental Protection, Mercury Use in Button Cell Batteries, March 2005, Table 2, p. 8.

型的反应条件下，氯化汞会随着活性炭矩阵而逃逸，并被带进反应气体中而进一步逃逸出整个反应过程。在这一生产过程中，汞的捕获或流失的程度还并没有被了解得很清楚，而且在整个产业中存在很大的差异。

世界上大部分的氯乙烯生产都是采用完全不需要汞的乙烯法而非乙炔法。据我们所知，只有中国和俄国（较小程度上的）使用汞来生产氯乙烯单体树脂<sup>3</sup>。

如下文所讨论的，化学品登记中心估计 2004 年中国氯乙烯产业使用了 610 吨汞。这其中，约 50%的汞得到了回收并返回给汞供应商，然后在中国国内进一步使用。剩下的 50%（即，没有被回收的汞）就不太清楚了。<sup>4</sup>

化学品登记中心相应地估计出了 2004 年这个产业的净用汞量约为 320 吨。这个汞消耗规模很可能代表了现今中国乃至世界上某一个国家内的最大需汞产业。并且，这个规模还在迅速的增长。化学品登记中心还报告，从 2002 年到 2004 年，中国的 PVC 产量从 196.93 万吨攀升到 309.58 万吨，年增长率为 25.6%。从下文可以看出，这一时期，汞催化剂使用的年增长率为 31.4%。

为调查氯乙烯部门的汞使用情况，化学品登记中心与中国化学品信息中心（CCIC）准备并且发放了一份关于 2002 年至 2004 年各企业生产产出、汞催化剂使用和管理的问卷。令人瞩目的是，所有 62 家使用汞催化剂的工厂都填写并返还了问卷。调查人员还通过电话调查对一些不同规模的生产厂所提供的数据进行确认，并作了一次现场调查。

表 3 总结了这次产业问卷调查的结果。因为厂家所购买的催化剂的汞含量在 8~12%之间，所以化学品登记中心假定平均的含汞量为 10%（取中数）来构建对汞消耗的估计。

表 3. 中国氯乙烯(VCM)行业用汞量，2002~2004

年	2002	2003	2004
汞催化剂（吨）	3548	4151	6103
用汞总量（吨）	354.8	415.1	610.3

完成的问卷很明显的显示出单位 PVC 生产的汞催化剂消耗量是很不一样的。比如，调查显示在所有的工厂中，催化剂利用效率至少存在 8 重范围的差异，而在最小规模的工厂（生产能力少于 5000 吨）中，这种差异也达到 7 重范围。而且，催化剂使用效率也并不一定和工厂的规模相关。这样的差异很好地说明了在氯乙烯产业中提高催化剂使用效率的机遇与空间。

<sup>3</sup> Dr. Yuri Tregger, Inventory of Mercury Releases from the Russian Federation – Chemical Industry (Draft Undated Working Paper), pp. 36-39.

<sup>4</sup> D.G. Streets et al., Anthropogenic Mercury Emissions in China, Atmospheric Environment 39 (2005) 7799.

根据问卷数据和现场询问，当汞含量降到大约 5%时，氯乙烯单体所用到的催化剂即被更换。问卷结果指出所有 62 家工厂都会把用过的催化剂送到工厂外的地方进行循环回收。循环回收的实践一方面可以得到经济激励，因为氯乙烯生产者可以因废催化剂被收购而获得经济回报。另一方面，这也是法规所要求的。

化学品登记中心和中国化学品信息中心确定了中国五家回收汞催化剂的企业。按照他们所报告的，所有五家都使用相似的工艺回收催化剂中的汞。首先，在废催化剂中加入生石灰或苛性钠，然后将之加热生成氧化汞，在经过蒸馏炉使氧化汞蒸发并进一步分离成汞和水蒸汽。最后，汞在曲径瓶中被进一步提纯并出售给汞的供应商。

五家汞回收企业现正在履行一个检查的手续，目的是获得国家环保总局按危险废物循环与处置法律规定所颁发的许可。作为这个检查手续的一环，回收企业目前提供给总局的初步但没有被确证的数据是汞回收率已达到了 95%。相应的，化学品登记中心计算出 2004 年回收企业回收了 289.9 吨的单质汞。然后，这些汞会被卖到汞的供应商那以供国内的继续使用，他们可能会被重新制成汞催化剂，但也会被应用在其他用途中。

假设回收的数字准确，中国氯乙烯产业 2004 年的汞净消耗量（即消耗的催化剂中的汞量减去从废催化剂中回收的汞量）估计为 320.4 吨。

如所有的汞清单统计一样，这个估计也存在不确定性。最有可能的不确定性发生在 95%的废催化剂中的汞回收率上。实际的回收率应该通过环保总局的许可程序被更好地获得。在企业获颁许可之前，企业应提交汞物料平衡的报告。从汞催化剂供应商那获取 2002~2004 年的年汞催化剂的销售信息也是一个交叉检验先前问卷调查中记载的催化剂消耗数据的办法。

如果现在的生产模式没有实质性的改变，将来这个产业的汞消耗量会继续急剧地上升。化学品登记中心估计总的年汞使用量（在考虑回收之前）在 2010 年前会从 2004 年的 610.3 吨上升到 1000 吨，除非这个产业进行一些有意义的改变。可能的减少用汞的办法包括降低对乙炔给料的依赖，转用乙烯替代；在氯乙烯生产过程中减少汞的逃逸；以及探寻是否可以用无汞的催化剂进行替代。而发展一项能够使产业基于煤炭并产生乙烯给料的技术将会最能够在这个国家促成使用乙烯法的氯乙烯产业。

## 中国国内汞生产

中国是少数仍在开采原汞的国家之一。然而不像其他汞开采国，事实上中国的汞开采主要供国内使用，因此不参与国际贸易。

图 2 显示了 1995~2004 年中国合法的汞开采的产量。从 1998 年开始的急剧的产量下降反映的是同时期中国最大的汞矿关闭所带来的结果。在产量下滑的同时，中国越来越依赖汞的进口，直到 2002 年，中国设置了每年 300 吨的汞进口限制（见图 3）。从 2002 年开始，国内汞产量开始增加，以满足中国的国内需求，并一直增长到 2004 年 700 吨的年产量。<sup>5</sup>

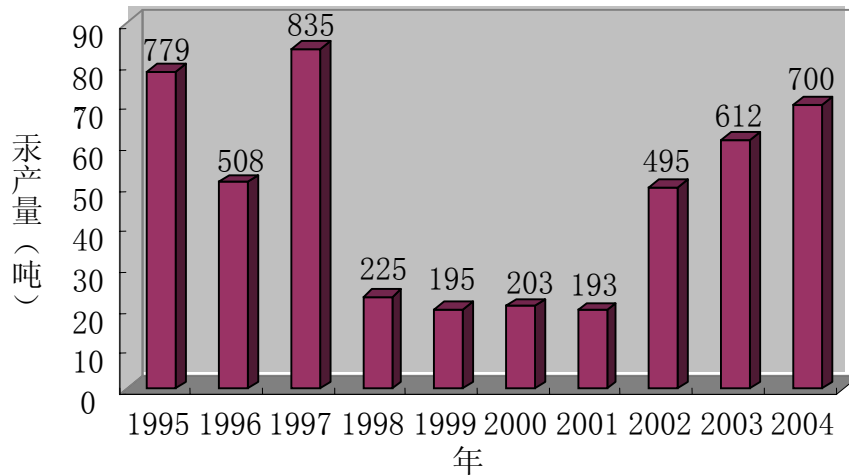


图 2: 中国汞开采量（合法），1995~2004

值得注意的是，现在中国只有一个汞矿的年产量超过 100 吨。2004 年，这个汞矿生产了 312.54 吨汞。据称，这个汞矿还剩下 5~6 年的开采寿命。因此，中国能否把现在的汞生产量维持到 2010 年是一个疑问。

图 3 提供了中国 1995~2004 年的汞进口数据。自 2002 年起上限规定为 300 吨的汞进口量在 2005 年为 180 吨（全部来自日本），而自规定实施的 2002 年后的平均值为 233 吨每年。图 4 反映的是综合了合法汞开采和进口的数据，并显示出 2001 年以前汞供给的下降，以及在那之后的稳定上升，这可能是电池行业用汞量下降和紧接着氯乙烯产业汞需求攀升的结果。

<sup>5</sup> According to the Non-Ferrous Industry Yearbook, China's mercury production was 1140 tons in 2004, but CRC was unable to verify that number so it estimated production at 700 tons, a value more consistent with prior years.

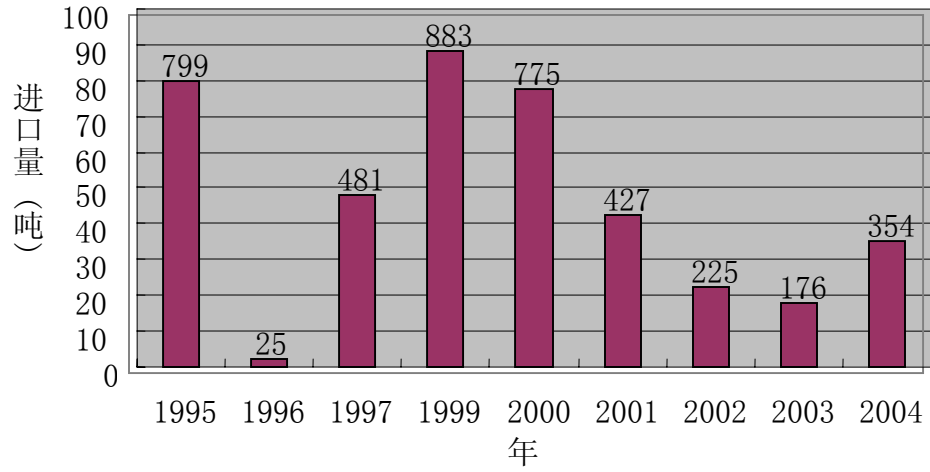


图 3: 中国汞进口量 1995~2004

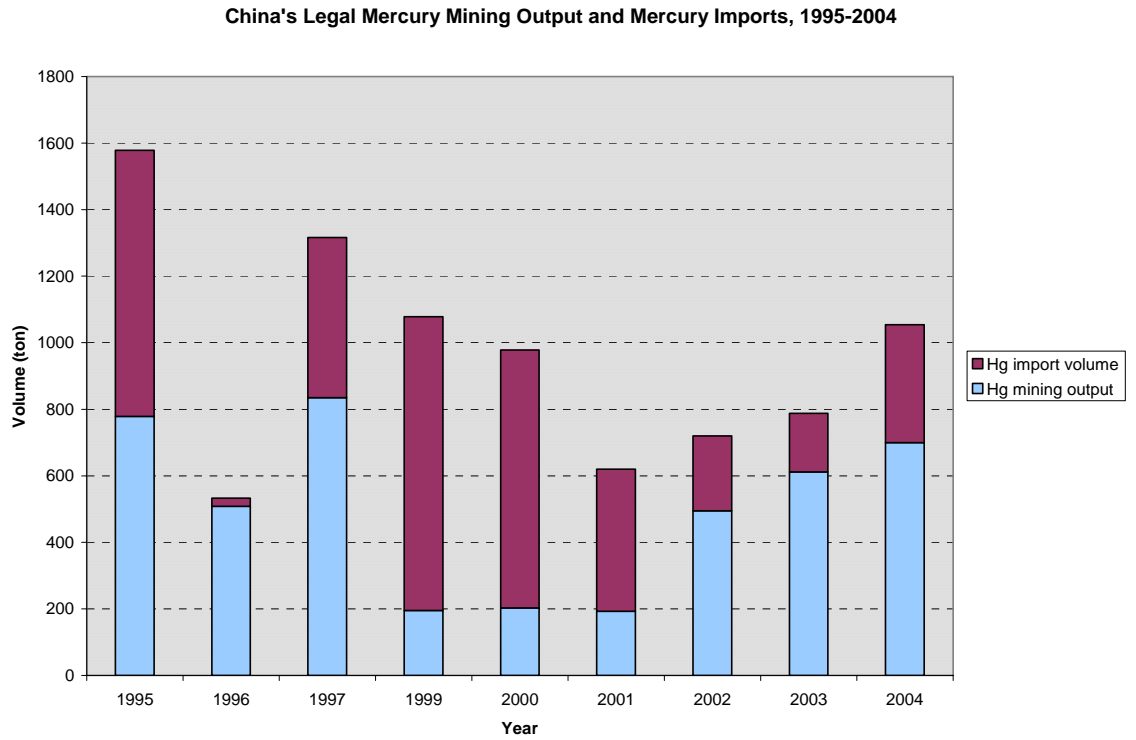


图 4

中国的汞供给还会因非法的土法开矿而增大。化学品登记中心（建立在与产业专家讨论的基础上）估计他们的年产量为 200 吨左右，这一部分显然不容忽视。最后，根据上文叙述，2004 年汞催化剂的回收企业也生产了大约 289.9 吨汞。综上所述，中国现在的汞供给情况可以大致按以下的数据来显示。

合法开采	700
进口	233
催化剂循环回收	290
非法开采	0-200
总计	1223-1423 吨

中国汞供给数据的最大不确定性在于合法的和非法的汞矿开采。关于合法汞矿开采，化学品登记中心的估计和工业年鉴的数据有 400 吨的差异。在此，处于数据多年来的一致性的考虑，化学品登记中心采用更低些的估计。并且，由于非法采汞活动本身的特殊性质，对它的产量估计也必定不可能是准确的。