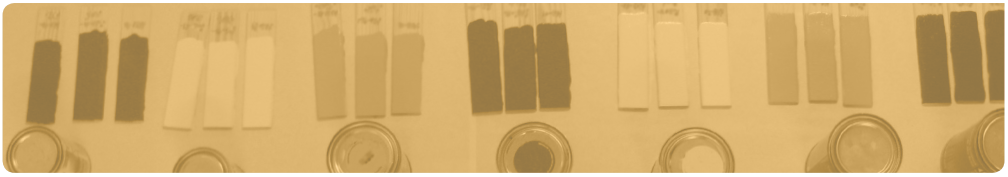
中国



中国家用溶剂型涂料的总铅和可溶性铅含量调查

2017年10月

深圳零废弃

SWEDEN

IPEN
a toxics-free future

NATIONAL REPORT

中国家用溶剂型涂料的总铅和可溶性铅含量调查

2017年10月

鸣谢

我们借此机会感谢所有为本研究开展和报告编写做出贡献的个人和机构。

本项研究是国际消除持久性有机污染物联盟（IPEN）全球消除含铅涂料运动的一部分，由深圳市零废弃环保公益事业发展中心与IPEN在中华人民共和国境内开展。

中国市场上家用涂料中可溶性铅含量的分析研究由瑞典政府资助开展，延续了一项较早的研究，即亚洲消除含铅涂料项目中总铅含量研究。亚洲消除含铅涂料项目旨在消除涂料中的铅，并使企业和消费者普遍认识到家用含铅磁漆涂料对人体身体健康的不良影响，尤其是对6岁以下儿童的健康影响。此项目由IPEN在七个重点国家（孟加拉、印度、印度尼西亚、尼泊尔、菲律宾、斯里兰卡和泰国）实施，为期3年（2012年至2015年），并由欧盟（EU）提供资金，总额为140万欧元。该项目还为在中国进行类似调查提供了方法上的支持，以评估相关倡导行动在中国开展的必要性。

本项研究报告的出版工作是在欧盟和瑞典政府的协助下完成，其内容由深圳市零废弃环保公益事业发展中心和IPEN负责，并不反映上述资助机构的观点。

IPEN成立于1988年，目前由来自全球116个主要发展中和转型中国家的超500个非政府组织组成。IPEN联合全世界主要的环境组织及公共卫生组织，努力制定并实施安全化学品政策和做法，以便保护人类健康和环境。它的使命是为所有人建设不受有毒物质危害的美好未来。

深圳市零废弃环保公益事业发展中心（以下简称“深圳零废弃”）是在2016年6月17日在深圳市民政局下注册的民办非企业单位。

通过发展危险化学品的独立检测技术，开展环境健康独立调查研究，组织中外交流活动，以及系统传播危险化学品管理和环境健康的科学知识和实用信息，创建化学品安全与环境健康信息中心，为全社会开展相关工作提供有力的智识支持；在将自身锻造成为化学品安全与环境健康领域重要智库的同时，在全国范围倡导形成相关议题的民间合作网络，形成合力，对宏观政策进行积极干预，并促进我国对全球化学品管理有更多积极贡献。

目前，机构五年战略是支持和协助中国政府制定有关两种最重要的有毒化学物质的法规，即中国的二恶英和铅，并通过这些规定大幅度降低我国的相关公共卫生风险。实现这一目标也将为公众参与化学安全和环境卫生管理的更广泛领域树立良好榜样。

目录

序言 4
摘要 5
1. 背景 10
2. 材料与方法 16
3. 结果 18
4. 结论和建议 22
参考文献 24
附录 25

地址：深圳市南山区科发路1号富利臻大厦三层D16
联系人：潘庆安先生
电话：+86 15817410820
邮箱: lovepanqingan@foxmail.com

深圳
零废弃

序言

尽管大多数工业发达国家在40多年前禁止含铅家用涂料，但在许多发展中国家仍被大量地生产、销售和使用。IPEN及其联盟组织是全球消除含铅涂料运动的一份子，旨在到2020年消除含铅涂料保护儿童健康。

IPEN联盟中的多家非政府组织于2007年和2008年收集并分析了11个发展中和经济转型国家市场上的装饰（家用）涂料。分析结果令人触目惊心。其中，每个国家的许多涂料含铅量达到危险程度。为了解决此问题，IPEN推出了全球消除含铅涂料运动，旨在消除涂料的铅，并使企业和消费者普遍认识到家用含铅磁漆涂料对人体身体健康的不良影响，尤其是儿童的健康影响。此后，IPEN附属的非政府组织和其他机构对50个中低收入国家市场的涂料进行了抽样和分析。

几乎每个国家都对涂料的含铅成分出台了限制法规，要么限制总铅含量，要么颁布针对多数含铅原料的禁令。然而，中国选择通过以可溶性铅含量上限的形式限定涂料含铅量，即当进行某种标准化弱酸处理时，测量铅从漆膜的迁移量。这种没有卫生数据支持的方法试图模拟特定情况下（吸吮或吞咽含铅物体如玩具）下可被人体吸收的铅的量。为了评估其效果，IPEN使用中国标准指定的测量方法分析了141种涂料的总铅含量和可溶性铅含量。

本报告给出了有关中国市场上家用溶剂型涂料可溶性铅含量调查的新数据以及与总铅含量的对比数据。本报告也包含了一些背景信息，用于解释使用含铅量高的涂料为何会引起严重担忧，尤其是对于儿童健康的担忧；本报告还对中国目前实施的旨在禁止或限制含铅家用涂料的制造、进出口、销售和使用的国家政策框架做了评价，并提出了相关建议，对含铅涂料采取和执行进一步的监管控制。最后，报告为不同相关利益方建议了行动步骤，来保护儿童和更多人，使之免受涂料所含铅的危害。

本项研究由深圳零废弃和IPEN合作开展。

IPEN是由全球各地区的多个健康和环境非政府组织（NGO）组成的国际NGO网络。作为一个重要的全球机构，IPEN努力制定并实施安全化学品政策和做法，以保护人类健康和环境。它的使命是为所有人建设不受有毒物质危害的美好未来。IPEN帮助其成员组织开展能力建设，以便实施现场活动，从彼此的工作中学习经验，并且在国际层面确定优先任务并实施新政策。

摘要

铅是一种对人体和环境危害极大的有毒重金属。在铅暴露方面，尽管成年人也是受害者，但使儿童受害的铅含量比前者低得多，并且健康影响往往是不可逆的，可能造成终生影响。

儿童的年龄越小，铅的危害可能就越大，并且营养不良的儿童会以更快的速度摄入铅。胎儿最易受到伤害，而孕妇则可能会把积累于自己体内的铅转移给正在发育的孩子。如果哺乳期的母亲体内含铅，则铅也会通过母乳转移。

有证据表明：儿童时期的铅暴露会导致智力下降。这促使世界卫生组织（WHO）把“铅引起的智力下降”列为一种公认的疾病。WHO还把它列为儿童健康负担由可改变环境因素导致的十大疾病之一。WHO认为尚未有任何一个血铅水平被视为安全水平。

含铅涂料是儿童受到铅暴露的主要来源。主要暴露路径为当墙壁、窗户、门或其他涂漆表面的含铅涂料开始剥落或老化时，使得铅进入灰尘和土壤中。在室内或室外玩耍的儿童会在手上沾染灰尘或土壤，随后通过正常的手口接触摄入这些灰尘或土壤。绝大多数的法规在铅暴露路线中便限制总铅含量或禁止使用含铅原料，以控制了含铅涂料在住宅、学校和其他有儿童的场合的使用。

中国不久前发布的《消费品化学危害限制国家标准征求意见稿》包括了三项规定，即不同内表面使用的涂料允许含铅量限制在90 ppm可溶性铅（GB 18582-2008, 18581-2009 和24410-2009）。

20世纪80年代，玩具条例引入了可溶性铅含量的概念，在技术上指的是铅的迁移，这个概念基于一个儿童吸吮或吞咽含铅玩具材料的情况，潜在假设了儿童每天摄取的一定量铅不会对身体造成危害。该方法测量在弱盐酸环境下玩具能释放的铅的量，并在没有依据下，认为此方法即模拟了玩具材料与胃酸接触时发生的情况。本报告不讨论此方法对玩具安全性的评估，但其含铅涂料曝露情况和潜在假设令人严重怀疑其合理性。

因此，IPEN与欧盟权威实验室签订协议分析141种涂料的总铅含量，国际认证的产品质量检测公司的中国子公司分析其可溶性铅含量。两个实验室都采用国际标准的方法进行分析。

正如本报告的结果所示，测量涂料的可溶性铅含量不仅在方法上有待商榷，也在许多情况下严重低估了涂料的含铅量。

结果

在141罐涂料中，99罐涂料（占所有涂料的70%）的总铅含量超过90百万分率（ppm，涂料干重），在一些国家不能获准销售，如印度、尼泊尔、菲律宾或美国。

52罐涂料（占所有涂料的37％）的可溶性含浓度超过90ppm（涂料干重），区间为100ppm至4,630ppm。这意味着本调查所检测的涂料产品中超过三分之一的是不能获准在中国销售的。除此之外，这52罐涂料中的大多数（87%）含铅量超过10,000ppm，严重危害人体健康。

在可溶性铅浓度低于90ppm的89罐涂料中，有47罐的总铅含量超过90ppm。最令人震惊的是两罐涂料未检测出可溶性铅，但总铅含量分别为10,700ppm和13,500ppm。同样的，有一罐涂料的可溶性铅浓度为41ppm，总铅含量却有17,400ppm。

被抽样的141罐涂料中，48罐涂料（占所有涂料的34%）的总铅含量达到危险程度，平均高于10,000ppm，在任何限制装饰涂料铅含量的国家都是不允许销售的。检测出最高总铅含量为116,000ppm.

71罐涂料中，70罐总铅含量少于600ppm，对应的可溶性铅浓度也少于90ppm。然而，调查中可溶性铅浓度低于90ppm的89罐涂料总铅含量分布于4ppm至17,400ppm，便说明用涂料的可溶性铅含量准确预测总铅含量是行不通的。

品牌

在本研究中的47个品牌中，有9个品牌的所有涂料可溶性铅浓度少于90ppm，有46个品牌的至少一罐涂料可溶性铅浓度少于90ppm。有4个品牌的所有涂料样本的总铅含量和可溶性铅浓度都少于90ppm。这表明现行条例规定下，中国存在生产符合现行限制条例的涂料的技术。

除此之外，有4个品牌的所有涂料和28个品牌中至少一个罐涂料的总铅含量低于90ppm，这说明，在中国，生产出总铅含量低于90ppm的涂料，技术是可行的。

另一方面，39个品牌（占这些品牌的83%）的至少一罐涂料的总铅含量达到危险程度，超过10,000ppm。

颜色

在抽样的141罐涂料中，有45罐是白色，96罐是彩色的。黄色和绿色涂料中总铅含量和可溶性铅浓度最高。彩色的涂料大多数为红色（41罐）和黄色（42罐）。几乎所有黄色涂料（占88%）可溶性铅浓度超过90ppm，95%的黄色涂料总铅含量超过90ppm。95%的黄色涂料总铅含量过高，超过10,000ppm。所有5罐绿色涂料可溶性铅浓度超过90ppm，总铅含量超过10,000ppm。五分之一的红色涂料可溶性铅浓度超过90ppm，五分之四的总铅含量超过90ppm。十分之一的红色涂料总铅含量远远超过10,000ppm。

白色涂料含铅量最低。没有任何白色涂料的可溶性铅浓度超过90ppm，同时总铅含量超过10,000ppm。17罐（38%）白色涂料总铅含量超过90ppm。

每种颜色平均铅含量趋势类似，绿色和黄色涂料平均总铅含量为54,100ppm和43,800ppm，对应的可溶性铅平均浓度为1,530ppm和1,390ppm。

与较早研究的对比

两项有关家用磁漆涂料含铅量的研究发布于2009年。其中一项研究对58罐涂料的总铅含量和可溶性铅浓度进行评估，另一项研究仅分析了64罐涂料的总铅含量。第一项研究的结论显示有55％的涂料高于90ppm，本报告中37%的涂料可溶性铅含量高于90ppm。第一项研究55%的样本总铅含量高于600ppm，本报告也有55%的样本数据。第二项研究显示44%的涂料总铅含量高于90ppm，本报告的数据为70%。

建议

无论采用哪种方法测量含铅量，含铅涂料仍广泛存在中国的市场。为了解决这一问题，IPEN提出以下建议：

对政府和相关部门的建议:

- 通过各个利益相关方（如相关政府部门、涂料行业、民间组织和其它相关部门)的参与，对各项用于确保国家现行涂料铅含量控制法规得到执行和遵守的管理制度开展评审；
- 制定有效规程来监测并确保国家现行的国内制造和销售的涂料铅含量控制法规得到完全遵守；

- 考虑对现行涂料铅含量控制法规实施修订，与国际接轨，增加涂料总铅含量标准限值，并要求在标签上包含铅尘危险警告。

对涂料行业的建议：

- 停止把铅系颜料和铅系催干剂作为涂料成分；
- 参与独立第三方认证项目，确认本公司涂料不含添加的铅化合物；
- 在产品标签上提供涂料铅含量信息；
- 提供警告标签，提醒使用者在去除旧漆面时提防潜在的铅尘危险；
- 寻求涂料行业协会、原材料供应商和品牌制造商的帮助，消除涂料的铅，从而实现无铅涂料生产成本效益的转变。

对个人、家庭和机构消费者的建议：

- 寻购无铅涂料，只惠顾出售无铅涂料的企业；
- 提防含铅涂料和铅尘危险，并采取预防措施把暴露概率降至最低程度。

对公共卫生组织的建议：

- 对各项终止含铅涂料制造、销售和使用的努力提供支持；
- 对各项旨在根除儿童铅暴露的政策措施提供支持；
- 为公众提供与含铅涂料和铅尘相关的儿童健康和职业健康风险信息；
- 推动血铅检验以及为住宅、学校及其他有儿童活动的场合开展铅尘浓度分析。
- 推动住宅和幼儿园的尘埃样本检测，以评估原含铅涂料使用所产生的健康风险，并提前为表面再涂漆做好准备；
- 鼓励学校、幼儿园和住宅业主或管理者等涂料消费者在采购订单上注明“总铅含量低于90ppm”；
- 对各项旨在为住宅和其他儿童会受到铅暴露的场合原使用的含铅涂料开展健康风险评估。

对所有利益相关方的建议：

- 对各项终止含铅涂料制造、销售和使用的努力提供支持；
- 对各项旨在根除儿童铅暴露的政策措施提供支持；

- 共同行动起来，为公众提供与含铅涂料和铅尘相关的儿童健康和职业健康风险信息；支持为住宅和托儿所的尘埃样本提高检测，以评估原先使用的含铅涂料对健康的危害。
- 支持独立第三方认证和标识方案，帮助消费者选择无铅涂料。

1. 背景

1.1 铅暴露的健康影响和经济影响

当墙壁、窗户、门或其它涂漆表面的含铅涂料开始剥落或老化时，由于这会使铅进入灰尘和土壤中，因此会使儿童暴露于来自涂料的铅。当涂有含铅涂料的表面被打磨或刮削以便再次喷涂时，会产生大量铅尘，它们在扩散过程中会造成严重的健康危险[1]。

在室内或室外玩耍的儿童会在手上沾染灰尘或土壤，随后通过正常的手口接触摄入这些灰尘或土壤。如果灰尘或土壤已被铅污染，则儿童会摄入铅。手口接触在6岁以下儿童当中尤其多见，该年龄组最易遭受铅暴露的危害。1岁至6岁的儿童每天一般会摄入100至400毫克灰尘和土壤[2]。

在某些情况下，儿童会捡起涂料碎屑，并把它们直接放入嘴中。由于涂料碎屑的铅含量往往远高于灰尘和土壤，因此这种行为尤其有害。如果玩具、家具或其它物品涂有含铅涂料，那么儿童在用嘴啃咬这些物品时可能会直接摄入被铅污染的干燥涂料。但是，儿童摄入铅的最常见途径是通过手上被铅污染的灰尘和土壤[3]。

在铅暴露方面，尽管成年人同样是受害者，但使儿童受害的铅含量比前者低得多。此外，儿童把摄入的铅吸收进体内的数量可达成年人的5倍。营养不良儿童的摄入铅的吸收速度甚至更快[2]。

儿童的年龄越小，铅的危害可能就越大，并且相关健康影响往往是不可逆的，可能造成终身影响。胎儿最易受到伤害，而孕妇则可能会把积累于自己体内的铅转移给正在发育的孩子[4]。如果哺乳期的母亲体内含铅，则铅也会通过母乳转移[5]。

一旦铅通过摄食、呼吸或胎盘进入儿童体内，它就有可能损害若干生物系统和通路。首要目标是中枢神经系统和大脑，但也可能影响血液系统、肾脏和骨骼[6]。铅还被归类为内分泌干扰化学物质 (EDC)[7]。

人们普遍认为铅毒性的一个关键要素就是它能够取代神经传输系统、蛋白质和骨骼结构中的钙，改变相关功能和结构，并由此导致严重的健康影响。此外，人们已经知道铅还会影响并损害细胞结构[8]。

含铅涂料术语

本报告使用的术语如下：

- “涂料”包括清漆、亮漆、着色剂、磁漆、釉料、底漆或用于各种用途的油漆。涂料通常是树脂、颜料、填料、溶剂和其他助剂的混合物。
- “含铅涂料”是指涂料中添加了一种或多种含铅化合物。
- “铅系颜料”指含铅化合物被用来给涂料上色。
- “含铅抗腐蚀剂”是指含铅化合物用于金属面的涂料中，以防止生锈或其他形式的腐蚀。
- “含铅干燥剂”是含铅化合物用于使涂料干得更快和更均匀。
- “装饰涂料”指为能在墙体内外使用而生产的涂料，如用于住宅、学校、商业楼和类似建筑的表面。装饰涂料经常用于门、大门和窗，以及重新粉刷家具，如婴儿床、围栏、桌子和椅子。
- “溶剂型、磁漆装饰漆”和“搪瓷装饰漆”指的是油性颜料。
- “ppm”指在干涂料样本中的铅含量按重量的百万分率计。

WHO曾表示，铅在人体内部的作用并不重要，但铅中毒却占全球疾病负担的比例约为0.6%[2]。有证据表明：儿童时期的铅暴露会导致智力下降。这促使WHO把铅引起的智力下降列为一种公认的疾病。WHO还把它列为“儿童健康负担由可改变环境因素导致”的十大疾病之一[9]。

近年来，医学研究者们一直在用文字记录日益降低的铅暴露水平对儿童的重大健康影响[2,6]。根据WHO的铅中毒和健康资料表，尚未有任何一个铅暴露水平被视为安全水平[10]。

当年幼的儿童暴露于铅时，他们的神经系统所受伤害会使他们日后在学校遇到困难，并且表现出冲动和暴力行为[11]。年幼儿童当中的铅暴露还和日后更高的多动、分心、高中肄业、行为障碍、青少年犯罪、吸毒和监禁比率有关[2]。铅暴露对儿童的影响会持续终生，对他们日后的工作表现产生长期影响，并且平均而言，会使他们日后的经济成就低于其他人。

最近的一项研究调查了儿童时期的铅暴露在所有中低收入国家对国民经济的影响，其估算的总累计成本负担为每年9,770亿美元.* [12] 该研究考虑了铅暴露对儿童神经发育的影响（衡量方式为智商的降低值），并且它把由铅暴露导致的儿童智商的降低程度与终生经济生产率（表示为终生收入能力)的降低程度关联起来。该研究确定了多个不同的儿童铅暴露源，其中含铅涂料是一个主要来源。该研究按地区划分的儿童时期铅暴露的经济负担估算值如下:

非洲：经济损失为1,347亿美元，占GDP的4.03％；

拉丁美洲和加勒比海地区：经济损失为1,423亿美元，占GDP的2.04%;

亚洲：经济损失为6,999亿美元,占GDP的1.88%;

本研究中使用的国家经济负担估算值可在以下网站上查询：http://www.med.nyu.edu/pediatrics/research/environmentalpediatrics/leadexposure,中国经济损失为2,270亿美元，占国内生产总值（GDP）的2%。

1.2 铅在涂料中的用途

当涂料制造企业出于某种目的，有意向涂料中添加一种或多种含铅化合物时，涂料就会含有大量的铅。如果使用了被铅污染的涂料成分，或者涂料与同一工厂的其它产品线之间存在交叉污染，则涂料产品也可能会含有一定量的铅。水性涂料由于其化学属性，很少含有有意添加的铅，但人们已经发现，许多国家的溶剂型搪瓷涂料含有大量的铅[13-15]。

最常添加到涂料中的一类含铅化合物就是颜料。颜料被用来给涂料上色，使其变得不透明（以实现良好覆盖)，并且保护涂料和底面，使其不会由于日光的照射而退化。铅系颜料有时是单独使用，有时与其它颜料搭配使用。

* 国际美元是经济学家和国际组织用来比较不同货币价值的货币单位。它调整美元的价值以反映货币兑换率、购买力平价（PPP）和每个国家的平均商品价格。根据世界银行的数据，“国际美元与美国的美元在 GDP 中的购买力是一样的“。本报告中的国际美元价值是根据世界银行的一份表格计算而来，该表列出了按购买力平价和以国际美元表示的国家人均国内总产值排名。

含铅化合物还可能被添加到磁漆涂料中，用作干燥剂（有时称作 “催干剂”）。含铅化合物有时还被添加到用于金属面的涂料中，以防止生锈或腐蚀。最常用的这类化合物是四氧化三铅，有时也被称为“红铅” 或 “铅丹”。

无铅替代颜料、干燥剂和抗腐蚀剂已普及数十年，被制造企业用来生产最高品质的涂料。如果涂料制造企业不在其涂料配方中有意添加含铅化合物，并且小心避免使用被铅污染的涂料成分，那么涂料的铅含量就会很低——总铅含量低于90ppm(干重)，经常仅为10ppm或更低。

从上世纪七八十年代起，多数工业发达国家都实施了相关法规来控制装饰涂料的铅含量。许多国家还施行了控制措施，来限制玩具和其它可能导致儿童遭受铅暴露的物品所用涂料的含铅量。这些监管行动是基于如下科学和医学调查结果——含铅涂料是儿童时期铅暴露的主要来源，并且儿童时期的铅暴露会导致严重损害，尤其是对6岁以下儿童。

1.3 含铅涂料的国际监管条例

不管用哪种分析方法，新生产的涂料中铅含量通常以干漆中的铅重量分数来计算，例如百万分率（ppm）。然而，重要的是知道了能用什么方法来确定铅浓度，评估潜在的健康危害。

欧盟（EU）是通过消费品安全相关法规和针对多数含铅原料的禁令来禁止在涂料的生产过程中使用铅。在美国、加拿大、阿根廷、印度、菲律宾等国家颁布了涂料含铅成分使用限制法规的国家[16]，均出台了含铅量标准限值。目前最通用的标准限制是90ppm，在美国、印度、菲律宾和尼泊尔等地施行。

这两种监管控制都是基于一种预防性的方法，即考虑涂料中所有铅都可能导致铅暴露。这也考虑最常见的暴露场景，含铅涂料开始变质，并将铅释放到周围环境中，导致儿童接触到铅（见章节1.1）。也有确凿的科学研究证明限制总铅含量能降低风险。

在政府部门开展监管和涂料制造商的内部控制时，采用检测总铅含量的方法是简洁、有成本效益的。多种国际标准高通量检测方法和至少一项国际标准实验室测试多管齐下，确保总铅含量分析数据的可靠性。目前许多国际认可的实验室都可开展这些检测，这使得检测价格具有竞争力。此外，随着X射线荧光（XRF）技术的灵敏性提高，高清晰XRF设备的使用成为了一种有效合规的检测工具，较最初实验室检测设备的高购买成本更合算。

制造商生产总铅含量低于90ppm的涂料，符合目前所有含铅涂料监管条例的标准限制值，这使它能销往全世界。

1.4 中国含铅涂料监管框架

中国自1986年出台了玩具涂料安全标准条例。含铅涂料的可溶性铅含量上限从原先的250ppm调整为目前90ppm，总铅含量也从2500ppm调整为600ppm。

中国于2001年出台了室内涂料和装饰涂料含铅量限制法规，并在2008年和2009年进行修正补充。这些限制法规如下：

- GB 18582-2008. (2008)室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量；
- GB 18581-2009. (2009)室内装饰装修材料－溶剂型木器涂料中有害物质限量；
- GB 24410-2009. (2009)室内装饰装修材料－水性木器涂料中有害物质限量。

这几项法规把含铅涂料的可溶性铅含量上限定为90 ppm，即所谓可溶性铅含量限定（基于漆膜的铅转移）。在二十世纪八十年代末，欧洲共同体理事会发布了一项规范儿童玩具安全的指令后，在监管中首次引入了可溶性铅含量的概念[17]。该方法通过某种标准化酸处理方法提取的铅的量，旨在模拟特定情形（如带铅涂料的玩具被儿童吸吮或吞咽）下可被人体吸收的铅的量，潜在的假设是儿童每日摄入一定铅水平被视为安全水平，即所谓的每日耐受摄入量。然而，根据欧洲食品安全机构（EFSA）的结论，不存在一个铅暴露水平被视为安全水平[18]，目前儿童玩具指令对涂料上漆过程的可溶性铅含量允许值急剧减少到23ppm。

中国目前是唯一一个以可溶性铅含量上限的形式限定室内涂料含铅量的国家。这种监管方法从科学性和实操性来说都是存在问题的：

1)既不能阻止铅暴露也没有提供健康保护。

最常见的铅暴露路径是含铅涂料剥落或老化，导致铅进入灰尘和土壤中。然而，可溶性铅含量测定假设了带含铅涂料的玩具被放进嘴里，存在一个铅暴露的安全水平。除此之外，多个因素都会影响来自涂料、灰尘和土壤等源头的铅的浸出毒性和生物可获得性，导致分析结果变化很大[15]。例如一项研究表明：干燥涂料膜的铅的浸出毒性在4%至100%之间变化[16]。除此之外，大量科学研究证明了总铅含量和低血铅水平的关联，但没有研究关注可溶性铅含量限制。

2) 可溶性铅含量对政府来说分析成本更高。

该方法测量在一定时间内铅穿过漆膜的数量，本身就需要消耗更多时间，铅吞吐量更少。 因此，这需要政府更昂贵的成本来测定，而且没有如XRF设备作为技术替代品来提供定量测定。

3)可溶性铅含量对涂料制造商来说成本更高。

由于没有其他国家采取可溶性铅含量上限的形式限定涂料含铅量，这使得中国在涂料出口时面临贸易壁垒，涂料的总铅含量需要额外确认。涂料制造商为了出口，需要对其涂料检测两次，既要符合中国的可溶性铅含量限定标准，也要符合颁布总铅含量上限法规的国家的标准。

1.5 中国的涂料市场

根据涂料行业杂志Coatings World† 的说法，中国是全球最大的涂料生产国和消费国之一，几乎是全球市场的三分之一‡，国内的涂料生产企业可能多达8,000家。全球最大的几家涂料公司有如PPG、 Akzo Nobel、Nippon Paint 和Kansai Paint，也有许多对区域和地区有重要意义的小型制造商。中国水性涂料市场正在蓬勃发展，部分得益于2015年2月份施行的涂料消费税征收，对每升挥发性有机化合物含量超过420克的涂料征收4%的消费税§。中国政府还把水性涂料列入《中国制造2025》战略中主要支持领域¶。全球大型涂料制造商目前主要在中国销售水性涂料，因此不在本研究范围内。尽管如此，溶剂型涂料仍是市场主力，预计2020年涂料生产总量为2,200万吨，与环保涂料共同构成57%的市场**。

随着房地产市场发展放缓，新建筑的涂料需求日渐萎缩，但另一方面，重新粉刷现有的建筑物和房屋的需求也在增加††。

† http://www.coatingsworld.com/issues/2011-01/view_china-report/the-chinese-coatings-market-/

‡ http://www.prnewswire.com/news-releases/world-paint—coatings-market—demand-continues-to-boost-in-india-and-china-300322561.html

§ https://chemicalwatch.com/asiahub/23117/china-raises-tax-on-high-voc-paintschina/

¶ http://www.prnewswire.co.uk/news-releases/chinese-companies-prepare-for-a-blowout-in-water-borne-paint-market-610360385.html

** http://www.coatingsworld.com/issues/2016-10-01/view_china-report/china-coatings-market-enters-stable-growth-period/

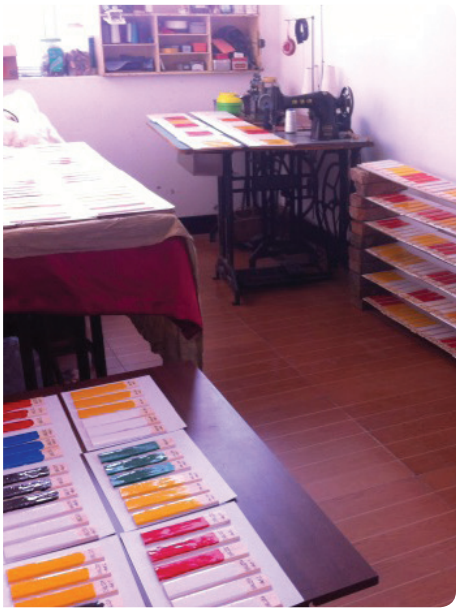
†† http://www.coatingsworld.com/issues/2015-04-01/view_china-report/china-architectural-coatings-market-enters-a-new-era/

2. 材料与方法

2014年9月至11月，非政府组织深圳零废弃在国内 8 个城市 （沈阳，北京，南昌，郑州，广州，昆明，厦门和上海）的多家商店购买了 141 罐溶剂型磁漆装饰涂料。 这些涂料代表了 36 家知名制造企业和 3 家不知名制造企业的 47 个不同品牌。

在抽样的 141 罐涂料中，有 128 罐（占所有涂料的91%）是白色，黄色或红色。6 个品牌中，有 4 罐是黑色，4罐蓝色，5罐绿色。 这些涂料可在零售店买到，说明它们是用于家居环境。

在涂料样品准备期间，记录了涂料罐标签上提供的信息，比如颜色，品牌，制造国和其它详情。 记录了涂料颜色的通称，例如 “黄色”，而非诸如“向日葵色”之类的名称。 对于所有彩色涂料，分析实验计划要求尽可能获取亮红色或亮黄色涂料。



涂料抽样准备工具包带有编有号码并且未经处理的木器，一次性漆刷以及用未经处理的木棍制成的搅拌器，由IPEN的合作伙伴—捷克共和国的 Arnika 协会—的工作人员装配并发运给深圳零废弃。

深圳零废弃的工作人员对每罐涂料都做了彻底搅拌,随后用不同的未使用过的一次性漆刷涂抹到编有号码并且未经处理的木器（一式三份）上。

每个搅拌器和漆刷都只使用一次，并且特别小心地避免交叉污染。 所有样品随后在室温下干燥五六天。 干燥后，每罐涂料的一件涂漆木器被单独放置在可反复密封的塑料袋中，并发往意大利认证机构 Certottica Scarl 的实验室。 该实验室参与了美国工业卫生协会（AIHA）开展的环境铅精确分析测试（ELPAT）项目。 此外，较早利用含铅量已知的涂料样品完成的质量保证工作表明：该实验室提供的分析结果可靠。 利用 CPSC-CH-E1003-09.1 方法对涂料样品的总铅含量做了分析，即测定涂料和其他类似表明涂层中铅（Pb）的标准作业程序。

其中一份样本送往了中国深圳天祥质量技术服务有限公司，根据中国GB 18582-2008：室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量，检测了可溶性含铅浓度。这项标准遵循了国际 ISO 8124-3:2010 玩具安全性标准——第三部分：特定元素的迁移。

3. 结果

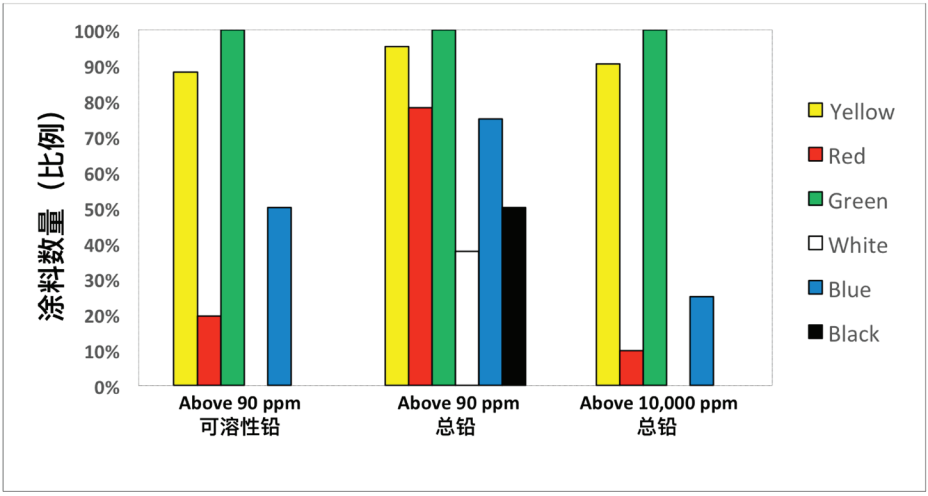
2014年9月至11月，购自中国8个城市的总计 141 罐溶剂型磁漆装饰涂料接受了总铅含量分析和可溶性铅含量分析。 涂料详情请见附录 A 的表 1，总铅浓度用基于涂料的干重的百万分率（ppm）表示。 分析详细结果请见附录表 2。 在 141 罐涂料当中，99罐（占所有涂料的 70%）的总铅含量超过90 ppm（涂料的干重）（附录A的表4），不能在如印度，尼泊尔，菲律宾或美国获准销售。

141 罐涂料中，52罐（占所有涂料的 37%）的可溶性铅含量超过 90 ppm（涂料的干重），从最低 100 ppm 到最高 4,630 ppm。 这意味着本调查所检测的涂料产品中大约有一半可能不允许在中国销售。 更重要的是，52 罐中大多数（87%）总铅含量都超过了 10,000 ppm，举例来说超过含铅涂料干重的 1% 就能引起严重身体危害。

89罐涂料中，可溶性含铅量低于 90 ppm 的 47 罐涂料，其总铅含量却超过 90 ppm。 最令人震惊的是两罐不知名的涂料（都是黄色）检测不出可溶性铅，但总铅含量分别达到 10,700 ppm 和 13,500 ppm。 另一罐涂料（黄色）的可溶性铅含量为 41 ppm，总铅含量达到 17,400 ppm。

141罐抽样涂料中，48罐（占涂料的 34%）总铅含量达到危险程度， 超过 10,000 ppm,，在任何限制装饰涂料铅含量的国家都是不允许销售的。 其中，

图 1. 按颜色分布的家用溶剂型涂料含铅量分析结果



在黄色涂料中检测出了最高的总铅含量，为 116,000 ppm。 紧随其后的是一罐绿色涂料检测出的 102,000 ppm。

71罐中的 70罐总铅含量少于 600 ppm，其可溶性含铅浓度少于 90 ppm。然而，调查中可溶性铅浓度低于 90 ppm的89罐涂料总铅含量分布于 4 ppm至17,400 ppm，便说明用涂料的可溶性铅含量准确预测总铅含量水平是行不通。

3.1 品牌

附录A的表3列出了按品牌划分的总铅含量分布。

在 47个品牌中，有 9个品牌的所有涂料可溶性铅浓度少于 90 ppm，有 46个品牌的至少一罐涂料可溶性铅浓度少于 90 ppm。 有 4个品牌的所有涂料样本 的总铅含量和可溶性铅浓度都少于 90 ppm。 这表明中国存在生产符合目前监管限制要求 的涂料的技术。

除此之外，包括 4个品牌的所有涂料和 28个品牌的至少一罐涂料的总铅含量少于 90 ppm。 这表明中国生产总铅含量低于90ppm的涂料，技术上是可行的。

另一方面，39个品牌（占所有品牌的 83%）中至少一罐涂料总铅含量达到危险程度，超过10,000 ppm。 显而易见，被抽样的绝大部分品牌生产 的涂料的含铅量达到危险程度。

3.2 颜色

在抽样的 141罐涂料中，超过 90% 的涂料是白色，黄色或红色。 附录A的表4列出了所有颜色的结果，图1介绍了各分析结果的分布。

不论所采用的这种分析方法，黄色和绿色颜料的铅含量最高。 在研究中的141罐涂料中，45 罐是白色，96罐为彩色涂料。 多数彩色涂料中，红色有 41罐，黄色为 42罐。 几乎所有的黄色颜料（88%）可溶性铅含量 超过 90 ppm ，95%的总铅含量超过 10,000 ppm。 所有五罐绿色涂料可溶性铅含量超过 90 ppm，以及总铅含量超过 1万 ppm。 所有5罐涂料可溶性铅含量都超过90ppm，总铅含量也都超过10,000 ppm。 五分之一的红色涂料可溶性铅含量超过 90 ppm，10%的红色涂料总铅含量超过 10,000 ppm。

白色涂料通常含铅量最少。 没有一罐白色涂料的可溶性铅含量超过90 ppm，同时总铅含量超过10,000 ppm。 17罐（38%）的白色涂料总铅含量超过 90 ppm。

每种颜色 的平均铅含量显示相同的趋势，绿色和黄色颜料的总铅含量平均为54,100 ppm 和 43,800 ppm ，对应的可溶性铅含量平均为 1,530 和 1,390 ppm。

3.3 与较早研究的对比

一项于2009年开展的研究分析了中国新涂料 的总铅含量和可溶性铅含量[19]。它（附录A的表5）介绍了Lin等人关于 58罐的涂料研究，32罐（占所有涂料的 55%）可溶性铅含量超过 90 ppm，本研究是 52罐（占所有涂料的 37%）超过 90 ppm。 此外，在Lin等人的研究中，14罐（占所有涂料的 24%）的总铅含量超过 5,000 ppm ，本研究中有50个涂料样本（占比36%）可溶性含铅量超过5,000 ppm，而在Clark等人的研究中，有16个涂料（占比 25%）可溶性含铅量超过 5,000 ppm。 尽管这三项比例有细微差别，样本总铅含量超过 5,000 ppm的比例区间仍然一致（24%－36%）。

Clark等人于2009年也研究评估了中国新涂料的总铅含量[15]。 64个涂料样本中，28个（占比44%）涂料样本总铅含量高于90ppm，本研究中是99个涂料样本（占所有涂料的70％）总铅含量高于90ppm。

Lin等人的研究中，品牌信息无从得知。 由于涂料品牌供应又变，目前研究中大多数涂料品牌与Clark等人样本品牌不同。 然而，本研究和 Clark 等人的研究都采用了三种同样 的涂料品牌（附录A的表6）。 在这三种品牌中，有一种品牌的黄色涂料铅含量有明显下降，从最高的 207,000 ppm 到910 ppm。 另外一种品牌，在两项研究中，白色和红色涂料的铅含量都相对低，从 42 ppm分布到 122 ppm，但是2009年研究中黄色涂料的铅含量非常高（131,000 ppm），直到本研究数据显示仍然非常高（66,000 ppm）。 随着时间推移，大多数品牌在总体铅含量有所改变，能获取到的数据有限。

3.4 可溶性铅含量与总铅含量对比

只有一项由 Lin 等人开展的公开研究，对同一个样品 的总铅含量和可溶性铅浓度进行了分析，用于评估涂料中可溶性铅浓度和总铅浓度 的可能关系[19]。Lin 的研究表明了 26个涂料样本中的 23个样本可溶性铅浓度低于 90 ppm 和其总铅含量也低于 600 ppm 之间存在关联。 然而这不包括特定涂料中总铅和

可溶性铅含量 的对比，但这是基于涂料样本含铅量整体比例结果，高于和低于可溶性铅含量的 90 ppm 和总铅含量的 600 ppm。

在该项研究中，相似结论也出现了，50% 的涂料总铅含量高于 600 ppm，37% 可溶性铅含量高于 90 ppm。 然而，根据单个涂料数据（附录A的表2），不存在明显的关联性。 附录A的表7介绍了一些最极端的测定数据.

4. 结论和建议

本项研究表明：尽管中国出台了室内外涂料含铅量限制法规，但在中国市场依然很容易买到含铅量超标 的涂料。 本项研究还表明：由于有几个品牌 的涂料仅含少量铅，因此在中国生产不添加铅 的白色和亮色涂料是可行的。 由于缺乏适当标签，因此消费者无法区分含铅量高和含铅量低 的涂料。 本项研究之前 的若干研究检测出 的铅浓度与最新数据比较接近，这表明铅浓度超标已有若干年。

此外，由于研究中多个涂料样本有低可溶性铅含量和高总铅含量，结论显示可溶性铅含量限值导致一系列风险。 总铅含量高于 90 ppm 的样本数量几乎是可溶性铅浓度高于 90 ppm 的两倍。

很显然，若想让现行法规得到普遍遵守，就需要加强执法。 此外，中国采用的可溶性铅含量限值导致了现行法规在降低相关风险方面 的不确定性，并且导致涂料出口面临额外 的贸易壁垒。

建议

对政府和相关部门的建议：

- 通过各个利益相关方（如相关政府部门、涂料行业、民间组织和其它相关部门）的参与，对各项用于确保国家现行涂料铅含量控制法规得到执行和遵守的管理制度开展评审；
- 制定有效规程来监测并确保国家现行的国内制造和销售的涂料铅含量控制法规得到完全遵守；
- 考虑对现行涂料铅含量控制法规实施修订，与国际接轨，增加涂料总铅含量标准限值，并要求在标签上包含铅尘危险警告。

对涂料行业的建议：

- 停止把铅系颜料和铅系催干剂作为涂料成分；
- 参与独立第三方认证项目，确认本公司涂料不含添加的铅化合物；
- 在产品标签上提供涂料铅含量信息；
- 提供警告标签，提醒使用者在去除旧漆面时提防潜在的铅尘危险；

- 寻求涂料行业协会、原材料供应商和品牌制造商的帮助，消除涂料的铅，从而实现无铅涂料生产成本效益的转变。

对个人、家庭和机构消费者的建议：

- 寻购无铅涂料，只惠顾出售无铅涂料的企业；
- 提防含铅涂料和铅尘危险，并采取预防措施把暴露概率降至最低程度。

对公共卫生组织的建议：

- 对各项终止含铅涂料制造、销售和使用的努力提供支持；
- 对各项旨在根除儿童铅暴露的政策措施提供支持；
- 为公众提供与含铅涂料和铅尘相关的儿童健康和职业健康风险信息；
- 推动血铅检验以及为住宅、学校及其他有儿童活动的场合开展铅尘浓度分析。
- 推动住宅和幼儿园的尘埃样本检测，以评估原含铅涂料使用所产生的健康风险，并提前为表面再涂漆做好准备；
- 鼓励学校、幼儿园和住宅业主或管理者等涂料消费者在采购订单上注明“总铅含量低于90ppm”；
- 对各项旨在为住宅和其他儿童会受到铅暴露的场合原使用的含铅涂料开展健康风险评估。

对所有利益相关方的建议：

- 对各项终止含铅涂料制造、销售和使用的努力提供支持；
- 对各项旨在根除儿童铅暴露的政策措施提供支持；
- 共同行动起来，为公众提供与含铅涂料和铅尘相关的儿童健康和职业健康风险信息；支持为住宅和托儿所的尘埃样本提高检测，以评估原先使用的含铅涂料对健康的危害。
- 支持独立第三方认证和标识方案，帮助消费者选择无铅涂料。

参考文献

[1] Clark, S., et al., Occurrence and determinants of increases in blood lead levels in children shortly after lead hazard control activities. Environmental Research, 2004. 96(2): p. 196-205.
[2] World Health Organization. Childhood lead poisoning. 2010.
[3] Lanphear, B.P., et al., The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. Environmental Research, 1998. 79(1): p. 51-68.
[4] Bellinger, D.C., Very low lead exposures and children's neurodevelopment. Current Opinion in Pediatrics, 2008. 20(2): p. 172-177.
[5] Bjorklund, K.L., et al., Metals and trace element concentrations in breast milk of first time healthy mothers: a biological monitoring study. Environmental Health, 2012. 11.
[6] Needleman, H., Lead Poisoning. Annual Review of Medicine, 2004. 55(1): p. 209-222.
[7] Iavicoli, I., L. Fontana, and A. Bergamaschi, The effects of metals as endocrine disruptors. Journal of Toxicology and Environmental Health-Part B-Critical Reviews, 2009. 12(3): p. 206-223.
[8] Verstraeten, S., L. Aimo, and P. Oteiza, Aluminium and lead: molecular mechanisms of brain toxicity. Archives of Toxicology, 2008. 82(11): p. 789-802.
[9] Prüss-Üstün, A. and C. Corvalón Preventing disease through healthy environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease. 2006.
[10] World Health Organization. Lead poisoning and health. 2015; Available from: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/en/.
[11] Mielke, H.W. and S. Zahran, The urban rise and fall of air lead (Pb) and the latent surge and retreat of societal violence. Environment International, 2012. 43: p. 48-55.
[12] Attina, T.M. and L. Trasande, Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- and Middle-Income Countries. Environmental Health Perspectives, 2013. 121(9): p. 1097-1102.
[13] Brosché, S., et al., Asia Regional Paint Report. 2014.
[14] Clark, C.S., et al., The lead content of currently available new residential paint in several Asian countries. Environmental Research, 2006. 102(1): p. 9-12.
[15] Clark, C.S., et al., Lead levels in new enamel household paints from Asia, Africa and South America. Environmental Research, 2009. 109(7): p. 930-936.
[16] Programme, U.N.E., Global Report on the Status of Legal Limits on Lead in Paint. 2016.
[17] Kennedy, B.S., et al., Declines in Elevated Blood Lead Levels Among Children, 1997-2011. American Journal of Preventive Medicine, 2014. 46(3): p. 259-264.
[18] Communities, T.C.O.T.E., Council Directive of 3 May 1988 on the approximation of the laws of the Member States concerning the safety of toys T.C.O.T.E. Communities, Editor. 1988: Official Journal of the European Communities No L 187 / 1.
[19] Authority, E.F.S., EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal, 2013. 8(4).
[20] Lin, G.Z., et al., Lead in housing paints: An exposure source still not taken seriously for children lead poisoning in China. Environmental Research, 2009. 109(1): p. 1-5.

附录

表1. 本项研究涉及的溶剂型装饰磁漆涂料.

样本号	品牌	制造企业	颜色	采购日期（月/日/年）	标签上是否有网址？
CHN-100	JINGSHILIANXING	北京西红门红联涂料厂	白色	10/31/14	否
CHN-101	JINGSHILIANXING	北京西红门红联涂料厂	黄色	10/31/14	否
CHN-102	JINGSHILIANXING	北京西红门红联涂料厂	红色	10/31/14	否
CHN-103	SHIJILIANSHI	北京红狮漆业有限公司	白色	10/31/14	否
CHN-104	紫禁城	北京紫禁城漆业有限公司	黄色	10/31/14	否
CHN-105	紫禁城	北京紫禁城漆业有限公司	白色	10/31/14	否
CHN-106	红狮	北京红狮漆业有限公司	白色	10/31/14	否
CHN-107	红狮	北京红狮漆业有限公司	红色	10/31/14	否
CHN-108	红狮	北京红狮漆业有限公司	黄色	10/31/14	否
CHN-109	真谛	北京壮大真谛工贸有限公司	红色	10/31/14	是
CHN-110	真谛	北京壮大真谛工贸有限公司	黄色	10/31/14	否
CHN-111	真谛	北京壮大真谛工贸有限公司	白色	10/31/14	否
CHN-112	QCH	北京神龙博发	黄色	10/31/14	否
CHN-113	QCH	北京神龙博发	红色	10/31/14	否
CHN-114	QCH	北京神龙博发	白色	10/31/14	否
CHN-115	大孚漆	香港大青马制漆集团	黄色	10/31/14	否
CHN-116	大孚漆	香港大青马制漆集团	红色	10/31/14	否
CHN-117	大孚漆	香港大青马制漆集团	白色	10/31/14	否
CHN-118	灯塔	天津灯塔涂料股份有限公司	红色	10/03/14	否
CHN-119	灯塔	天津灯塔涂料股份有限公司	白色	10/03/14	否
CHN-120	灯塔	天津灯塔涂料股份有限公司	黄色	10/03/14	否
CHN-121	Jinliang	（不知名）	黄色	10/03/14	否
CHN-122	Jinliang	（不知名）	白色	10/22/14	否
CHN-123	Jinliang	（不知名）	红色	10/03/14	否
CHN-124	DIAOWANG	天津市宏光伟业化工涂料有限公司	白色	10/03/14	否
CHN-125	DIAOWANG	天津市宏光伟业化工涂料有限公司	黄色	10/03/14	否
CHN-126	DIAOWANG	天津市宏光伟业化工涂料有限公司	红色	10/03/14	否

样本号	品牌	制造企业	颜色	采购日期（月/日/年）	标签上是否有网址？
CHN-127	Yanta	保定市金乡涂料有限公司	黄色	10/03/14	否
CHN-128	Yanta	保定市金乡涂料有限公司	白色	10/03/14	否
CHN-129	Yanta	保定市金乡涂料有限公司	红色	10/03/14	否
CHN-131	Jinbao	沈阳市南阳化工厂	白色	10/03/14	否
CHN-132	Jinbao	沈阳市南阳化工厂	黄色	10/03/14	否
CHN-133	Jinbao	沈阳市南阳化工厂	红色	10/03/14	否
CHN-134	金飞马	沈阳金飞马制漆有限公司	白色	10/22/14	否
CHN-135	金飞马	沈阳金飞马制漆有限公司	红色	10/03/14	否
CHN-136	金飞马	沈阳金飞马制漆有限公司	黄色	10/03/14	否
CHN-137	Zhen Bao	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	黄色	10/23/14	否
CHN-138	Zhen Bao	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	白色	10/23/14	否
CHN-139	Zhen Bao	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	红色	10/23/14	否
CHN-140	XYANG	（看不到）	黄色	10/23/14	否
CHN-141	XYANG	（看不到）	红色	10/23/14	否
CHN-142	XYANG	（看不到）	白色	10/23/14	否
CHN-143	双塔	郑州双塔涂料有限公司	白色	10/23/14	否
CHN-144	华翔	长沙华翔涂料有限公司	红色	10/23/14	否
CHN-145	华翔	长沙华翔涂料有限公司	白色	10/23/14	否
CHN-146	Shanbao	（不知名）	黄色	10/23/14	否
CHN-147	Shanbao	（不知名）	红色	10/23/14	否
CHN-148	Shanbao	（不知名）	白色	10/23/14	否
CHN-149	海星	淮安市造漆厂有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-150	海星	淮安市造漆厂有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-151	海星	淮安市造漆厂有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-152	Wuyu	苏州吉人漆业有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-153	Tongrun	长沙伊利技术涂料有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-154	Tongrun	长沙伊利技术涂料有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-155	青竹	广州珠江化工集团有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-156	青竹	广州珠江化工集团有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-157	青竹	广州珠江化工集团有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-158	吉人	苏州吉人漆业有限公司	红色	10/21/14	否

样本号	品牌	制造企业	颜色	采购日期（月/日/年）	标签上是否有网址？
CHN-159	吉人	苏州吉人漆业有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-160	吉人	苏州吉人漆业有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-161	翔红	长沙华泰涂料有限责任公司	白色	10/21/14	否
CHN-162	翔红	长沙华泰涂料有限责任公司	黄色	10/21/14	否
CHN-163	翔红	长沙华泰涂料有限责任公司	红色	10/21/14	否
CHN-164	JIATE	长沙伊利技术涂料有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-165	金星	佛山市高明华涂士化工有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-166	金星	佛山市高明华涂士化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-167	金星	佛山市高明华涂士化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-168	Duodeli	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-169	Duodeli	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-170	Duodeli	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-171	华涂士	佛山市高明华涂士化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-172	华涂士	佛山市高明华涂士化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-173	华涂士	佛山市高明华涂士化工有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-174	五羊	广州市五羊油漆股份有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-175	五羊	广州市五羊油漆股份有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-176	五羊	广州市五羊油漆股份有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-177	尔星	佛山市南海区西樵新升化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-178	尔星	佛山市南海区西樵新升化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-179	尔星	佛山市南海区西樵新升化工有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-180	Sanyuan	广州市红棉长江化工涂料有限公司	红色	10/21/14	否

样本号	品牌	制造企业	颜色	采购日期（月/日/年）	标签上是否有网址？
CHN-181	Sanyuan	广州市红棉长江化工涂料有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-182	Sanyuan	广州市红棉长江化工涂料有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-183	QSP	东兴化工工业股份有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-184	QSP	东兴化工工业股份有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-185	QSP	东兴化工工业股份有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-186	GANG WEI SHI	佛山市南海区西樵大生化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-187	GANG WEI SHI	佛山市南海区西樵大生化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-188	GANG WEI SHI	佛山市南海区西樵大生化工有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-189	JIALILAI	嘉利来化工厂	白色	10/21/14	否
CHN-190	JIALILAI	嘉利来化工厂	黄色	10/21/14	否
CHN-191	JIALILAI	嘉利来化工厂	红色	10/21/14	否
CHN-192	YECAI	佛山市南海星和化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-193	YECAI	佛山市南海星和化工有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-194	YECAI	佛山市南海星和化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-195	JINXIANGSHAN	佛山市南海星和化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-196	JINXIANGSHAN	佛山市南海星和化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-197	JINXIANGSHAN	佛山市南海星和化工有限公司	白色	10/21/14	否
CHN-198	苹果漆	佛山市南海华仁化工有限公司	红色	10/21/14	否
CHN-199	苹果漆	佛山市南海华仁化工有限公司	黄色	10/21/14	否
CHN-200	龙江	福建省腾龙工业公司	白色	10/30/14	否
CHN-201	龙江	福建省腾龙工业公司	红色	10/30/14	否
CHN-202	龙江	福建省腾龙工业公司	黄色	10/30/14	否
CHN-203	全信	湖南新田化工涂料有限公司	红色	10/30/14	否
CHN-204	全信	湖南新田化工涂料有限公司	白色	10/30/14	否

样本号	品牌	制造企业	颜色	采购日期（月/日/年）	标签上是否有网址？
CHN-205	全信	湖南新田化工涂料有限公司	黄色	10/30/14	否
CHN-206	Shiny	汕头市大众光泽涂料有限公司	红色	10/22/14	否
CHN-207	Shiny	汕头市大众光泽涂料有限公司	黄色	10/22/14	否
CHN-208	Shiny	汕头市大众光泽涂料有限公司	白色	10/22/14	否
CHN-209	Guxiang	湖南新田化工涂料有限公司	白色	10/22/14	否
CHN-210	Guxiang	湖南新田化工涂料有限公司	黄色	10/22/14	否
CHN-211	Katefu	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	绿色	09/22/14	否
CHN-212	Katefu	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	黑色	09/22/14	否
CHN-213	Katefu	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	白色	09/22/14	否
CHN-214	Katefu	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	红色	09/22/14	否
CHN-215	Katefu	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	黄色	09/22/14	否
CHN-216	Katefu	佛山市南海区东方新化工涂料有限公司	蓝色	09/22/14	否
CHN-217	Bullhead Shark	佛山市南海华盛化工股份有限公司	蓝色	09/22/14	否
CHN-218	Bullhead Shark	佛山市南海华盛化工股份有限公司	黄色	09/22/14	否
CHN-219	Bullhead Shark	佛山市南海华盛化工股份有限公司	白色	09/22/14	否
CHN-220	Bullhead Shark	佛山市南海华盛化工股份有限公司	绿色	09/22/14	否
CHN-221	Bullhead Shark	佛山市南海华盛化工股份有限公司	黑色	09/22/14	否
CHN-222	Bullhead Shark	佛山市南海华盛化工股份有限公司	红色	09/22/14	否
CHN-223	华仁	华仁化工有限公司	绿色	09/22/14	否
CHN-224	华仁	华仁化工有限公司	白色	09/22/14	否
CHN-225	华仁	华仁化工有限公司	蓝色	09/22/14	否
CHN-226	华仁	华仁化工有限公司	黄色	09/22/14	否
CHN-227	华仁	华仁化工有限公司	红色	09/22/14	否

样本号	品牌	制造企业	颜色	采购日期（月/日/年）	标签上是否有网址？
CHN-228	华仁	华仁化工有限公司	黑色	09/22/14	否
CHN-229	攀枝花	攀枝花荣鑫油漆有限责任公司	黄色	09/22/14	否
CHN-230	攀枝花	攀枝花荣鑫油漆有限责任公司	白色	09/22/14	否
CHN-231	攀枝花	攀枝花荣鑫油漆有限责任公司	黑色	09/22/14	否
CHN-232	攀枝花	攀枝花荣鑫油漆有限责任公司	蓝色	09/22/14	否
CHN-233	攀枝花	攀枝花荣鑫油漆有限责任公司	红色	09/22/14	否
CHN-234	彩燕	佛山市南海区西樵樵牌化工有限公司	白色	09/22/14	否
CHN-235	彩燕	佛山市南海区西樵樵牌化工有限公司	红色	09/22/14	否
CHN-236	彩燕	佛山市南海区西樵樵牌化工有限公司	黄色	09/22/14	否
CHN-237	彩燕	佛山市南海区西樵樵牌化工有限公司	绿色	09/22/14	否
CHN-238	中华	昆明中华涂料有限责任公司	白色	09/22/14	否
CHN-239	中华	昆明中华涂料有限责任公司	黄色	09/22/14	否
CHN-240	中华	昆明中华涂料有限责任公司	绿色	09/22/14	否
CHN-241	中华	昆明中华涂料有限责任公司	红色	09/22/14	否

表2. 溶剂型装饰磁漆涂料实验室分析结果.

养本号	品牌	颜色	总铅浓度，干重（ppm）	可溶性铅浓度，干重（ppm）	品牌总部所在国	制造国	罐上是否有涂料铅含量信息？
CHN-100	JINGSHILIANXING	白色	4	ND	中国	中国	否
CHN-101	JINGSHILIANXING	黄色	69,000	1,980	中国	中国	否
CHN-102	JINGSHILIANXING	红色	100	6	中国	中国	否
CHN-103	SHIJILIANSHI	白色	6	ND	中国	中国	否
CHN-104	紫禁城	黄色	116,000	4,210	中国	中国	否
CHN-105	紫禁城	白色	36	ND	中国	中国	否
CHN-106	红狮	白色	7	13	中国	中国	否
CHN-107	红狮	红色	39	ND	中国	中国	否
CHN-108	红狮	黄色	113,000	2,170	中国	中国	否
CHN-109	真谛	红色	900	ND	中国	中国	否
CHN-110	真谛	黄色	78,000	1,710	中国	中国	否
CHN-111	真谛	白色	98	ND	中国	中国	是
CHN-112	QCH	黄色	45,000	1,370	中国	中国	否
CHN-113	QCH	红色	360	25	中国	中国	否
CHN-114	QCH	白色	280	ND	中国	中国	否
CHN-115	大孚漆	黄色	113,000	1,910	中国	中国	否
CHN-116	大孚漆	红色	92,000	4,190	中国	中国	否
CHN-117	大孚漆	白色	240	46	中国	中国	否
CHN-118	灯塔	红色	122	9	中国	中国	否
CHN-119	灯塔	白色	81	13	中国	中国	否
CHN-120	灯塔	黄色	66,000	3,260	中国	中国	否
CHN-121	Jinliang	黄色	10,700	ND	中国	中国	否
CHN-122	Jinliang	白色	39	ND	中国	中国	否
CHN-123	Jinliang	红色	87	ND	中国	中国	否
CHN-124	DIAOWANG	白色	310	7	中国	中国	否
CHN-125	DIAOWANG	黄色	12,200	615	中国	中国	否
CHN-126	DIAOWANG	红色	370	ND	中国	中国	否
CHN-127	Yanta	黄色	28,000	587	中国	中国	否
CHN-128	Yanta	白色	98	ND	中国	中国	否
CHN-129	Yanta	红色	680	67	中国	中国	否

养本号	品牌	颜色	总铅浓度，干重 (ppm)	可溶性铅浓度，干重 (ppm)	品牌总部所在国	制造国	罐上是否有涂料铅含量信息？
CHN-131	Jinbao	白色	62	ND	中国	中国	否
CHN-132	Jinbao	黄色	29,000	2,180	中国	中国	否
CHN-133	Jinbao	红色	198	126	中国	中国	否
CHN-134	金飞马	白色	< 4	ND	中国	中国	否
CHN-135	金飞马	红色	52	ND	中国	中国	否
CHN-136	金飞马	黄色	78,000	2,770	中国	中国	否
CHN-137	Zhen Bao	黄色	43,000	1,780	中国	中国	否
CHN-138	Zhen Bao	白色	280	ND	中国	中国	否
CHN-139	Zhen Bao	红色	147	7	中国	中国	否
CHN-140	XYANG	黄色	41,000	573	中国	中国	否
CHN-141	XYANG	红色	192	41	中国	中国	否
CHN-142	XYANG	白色	250	ND	中国	中国	否
CHN-143	双塔	白色	76	ND	中国	中国	否
CHN-144	华翔	红色	3,000	181	中国	中国	否
CHN-145	华翔	白色	91	ND	中国	中国	否
CHN-146	Shanbao	黄色	31,000	153	中国	中国	否
CHN-147	Shanbao	红色	3,400	8	中国	中国	否
CHN-148	Shanbao	白色	< 4	7	中国	中国	否
CHN-149	海星	黄色	50,000	1,530	中国	中国	否
CHN-150	海星	白色	350	32	中国	中国	否
CHN-151	海星	红色	11,700	564	中国	中国	否
CHN-152	Wuyu	黄色	15,100	2,000	中国	中国	否
CHN-153	Tongrun	红色	630	12	中国	中国	否
CHN-154	Tongrun	白色	< 4	14	中国	中国	否
CHN-155	青竹	红色	28	6	中国	中国	否
CHN-156	青竹	白色	51	ND	中国	中国	否
CHN-157	青竹	黄色	11	58	中国	中国	否
CHN-158	吉人	红色	1,580	200	中国	中国	否
CHN-159	吉人	白色	640	20	中国	中国	否
CHN-160	吉人	黄色	50,000	1,780	中国	中国	否
CHN-161	翔红	白色	< 3	ND	中国	中国	否

养本号	品牌	颜色	总铅浓度，干重（ppm）	可溶性铅浓度，干重（ppm）	品牌总部所在国	制造国	罐上是否有涂料铅含量信息？
CHN-162	翔红	黄色	38,000	1,460	中国	中国	否
CHN-163	翔红	红色	660	41	中国	中国	否
CHN-164	JIATE	白色	24	ND	中国	中国	否
CHN-165	金星	白色	5	ND	中国	中国	否
CHN-166	金星	黄色	11,500	180	中国	中国	否
CHN-167	金星	红色	70	ND	中国	中国	否
CHN-168	Duodeli	红色	48	11	中国	中国	否
CHN-169	Duodeli	黄色	13,500	ND	中国	中国	否
CHN-170	Duodeli	白色	35	ND	中国	中国	否
CHN-171	华涂士	红色	15	16	中国	中国	否
CHN-172	华涂士	黄色	10,600	213	中国	中国	否
CHN-173	华涂士	白色	11	ND	中国	中国	否
CHN-174	五羊	黄色	64,000	2,090	中国	中国	否
CHN-175	五羊	白色	1,030	22	中国	中国	否
CHN-176	五羊	红色	108	ND	中国	中国	否
CHN-177	尔星	黄色	11,400	186	中国	中国	否
CHN-178	尔星	红色	270	10	中国	中国	否
CHN-179	尔星	白色	13	ND	中国	中国	否
CHN-180	Sanyuan	红色	100	10	中国	中国	否
CHN-181	Sanyuan	黄色	53,000	2,040	中国	中国	否
CHN-182	Sanyuan	白色	330	ND	中国	中国	否
CHN-183	QSP	黄色	50,000	1,150	中国	中国	否
CHN-184	QSP	白色	31	ND	中国	中国	否
CHN-185	QSP	红色	38	ND	中国	中国	否
CHN-186	GANG WEI SHI	红色	510	18	中国	中国	否
CHN-187	GANG WEI SHI	黄色	24,000	255	中国	中国	否
CHN-188	GANG WEI SHI	白色	32	ND	中国	中国	否
CHN-189	JIALILAI	白色	62	ND	中国	中国	否
CHN-190	JIALILAI	黄色	12,800	2,280	中国	中国	否
CHN-191	JIALILAI	红色	178	ND	中国	中国	否
CHN-192	YECAI	黄色	17,400	41	中国	中国	否

养本号	品牌	颜色	总铅浓度，干重（ppm）	可溶性铅浓度，干重（ppm）	品牌总部所在国	制造国	罐上是否有涂料铅含量信息？
CHN-193	YECAI	白色	28	ND	中国	中国	否
CHN-194	YECAI	红色	36	ND	中国	中国	否
CHN-195	JINXIANGSHAN	黄色	17,700	148	中国	中国	否
CHN-196	JINXIANGSHAN	红色	145	ND	中国	中国	否
CHN-197	JINXIANGSHAN	白色	< 3	ND	中国	中国	否
CHN-198	苹果漆	红色	2,100	49	中国	中国	否
CHN-199	苹果漆	黄色	37,000	445	中国	中国	否
CHN-200	龙江	白色	220	ND	中国	中国	否
CHN-201	龙江	红色	31,000	2,300	中国	中国	否
CHN-202	龙江	黄色	104,000	2,810	中国	中国	否
CHN-203	全信	红色	310	ND	中国	中国	否
CHN-204	全信	白色	1,440	66	中国	中国	否
CHN-205	全信	黄色	42,000	480	中国	中国	否
CHN-206	Shiny	红色	189	ND	中国	中国	否
CHN-207	Shiny	黄色	60	ND	中国	中国	否
CHN-208	Shiny	白色	19	ND	中国	中国	否
CHN-209	Guxiang	白色	25	ND	中国	中国	否
CHN-210	Guxiang	黄色	910	1,300	中国	中国	否
CHN-211	Katefu	绿色	102,000	394	中国	中国	否
CHN-212	Katefu	黑色	77	ND	中国	中国	否
CHN-213	Katefu	白色	19	ND	中国	中国	否
CHN-214	Katefu	红色	200	21	中国	中国	否
CHN-215	Katefu	黄色	29,000	1,830	中国	中国	否
CHN-216	Katefu	蓝色	1,000	111	中国	中国	否
CHN-217	Bullhead Shark	蓝色	16,700	133	中国	中国	否
CHN-218	Bullhead Shark	黄色	42,000	994	中国	中国	否
CHN-219	Bullhead Shark	白色	1,300	43	中国	中国	否
CHN-220	Bullhead Shark	绿色	42,000	2,430	中国	中国	否
CHN-221	Bullhead Shark	黑色	9,100	58	中国	中国	否
CHN-222	Bullhead Shark	红色	3,000	108	中国	中国	否
CHN-223	华仁	绿色	24,000	994	中国	中国	否

养本号	品牌	颜色	总铅浓度，干重（ppm）	可溶性铅浓度，干重（ppm）	品牌总部所在国	制造国	罐上是否有涂料铅含量信息？
CHN-224	华仁	白色	27	ND	中国	中国	否
CHN-225	华仁	蓝色	37	46	中国	中国	否
CHN-226	华仁	黄色	97,000	1,650	中国	中国	否
CHN-227	华仁	红色	96	ND	中国	中国	否
CHN-228	华仁	黑色	27	ND	中国	中国	否
CHN-229	攀枝花	黄色	76,000	4,630	中国	中国	否
CHN-230	攀枝花	白色	860	39	中国	中国	否
CHN-231	攀枝花	黑色	960	9	中国	中国	否
CHN-232	攀枝花	蓝色	1,070	79	中国	中国	否
CHN-233	攀枝花	红色	1,100	63	中国	中国	否
CHN-234	彩燕	白色	38	ND	中国	中国	否
CHN-235	彩燕	红色	10,800	889	中国	中国	否
CHN-236	彩燕	黄色	6,100	2,040	中国	中国	否
CHN-237	彩燕	绿色	18,600	1,110	中国	中国	否
CHN-238	中华	白色	122	7	中国	中国	否
CHN-239	中华	黄色	94,000	1,300	中国	中国	否
CHN-240	中华	绿色	84,000	2,720	中国	中国	否
CHN-241	中华	红色	990	78	中国	中国	否

表3. 按品牌划分的总铅浓度分布.

品牌	样本数量	可溶性铅浓度超过90ppm的样本数量	总铅浓度超过90ppm的样本数量	总铅浓度超过10,000ppm的样本数量	最低总铅浓度(ppm)	最高总铅浓度(ppm)
苹果漆	2（红色，黄色）	1	2	1	2,100	37,000
青竹	3	0	0	0	11	51
灯塔	3	1	2	1	81	66,000
Bullhead Shark	6	4	6	3	1,300	42,000
彩燕	4	3	3	2	38	18,600
DIAOWANG	3	1	3	1	310	12,200
Duodeli	3	0	1	1	35	13,500
尔星	3	1	2	1	13	11,400
紫禁城	2（黄色，白色）	1	1	1	36	116,000
GANG WEI SHI	3	1	2	1	32	24,000
Guxiang	2（黄色，白色）	1	1	0	25	910
HaiXing	3	2	3	2	350	50,000
红狮	3	1	1	1	7	113,000
华涂士	3	1	1	1	11	10,600
Huaren	6	2	3	2	27	97,000
Huaxiang	2（红色，白色）	1	2	0	91	3,000
金飞马	3	1	1	1	< 4	78,000
吉人	3	2	3	1	640	50,000
JIALILAI	3	1	2	1	62	12,800
JIATE	1（白色）	0	0	0	24	24
Jinbao	3	2	2	1	62	29,000
JINGSHILIANXING	3	1	2	1	4	69,000
Jinliang	3	0	1	1	39	10,700
JINXIANGSHAN	3	1	2	1	< 3	17,700
JINXING	3	1	1	1	5	11,500
Katefu	6	3	4	2	19	102,000
龙江	3	2	3	2	220	104,000

品牌	样本数量	可溶性铅浓度超过90ppm的样本数量	总铅浓度超过90ppm的样本数量	总铅浓度超过10,000ppm的样本数量	最低总铅浓度(ppm)	最高总铅浓度(ppm)
大孚漆	3	2	3	2	240	113,000
攀枝花	5	1	5	1	860	76,000
QCH	3	1	3	1	280	45,000
QSP	3	1	1	1	31	50,000
全信	3	1	3	1	310	42,000
Sanyuan	3	1	3	1	100	53,000
Shanbao	3	1	2	1	< 4	31,000
SHIJILIANSHI	1（白色）	0	0	0	6	6
Shiny	3	0	1	0	19	189
双塔	1（白色）	0	0	0	76	76
Tongrun	2（红色，白色）	0	1	0	< 4	630
五羊	3	1	3	1	108	64,000
Wuyu	1（黄色）	1	1	1	15,100	15,100
XIANGHONG	3	1	2	1	< 3	38,000
XYANG	3	1	3	1	192	41,000
Yanta	3	1	3	1	98	28,000
YECAI	3	0	1	1	28	17,400
Zhen Bao	3	1	3	1	147	43,000
真谛	3	1	3	1	98	78,000
中华	4	2	4	2	122	94,000

表4. 按颜色划分的总铅浓度和可溶性铅浓度分布.

颜色	样本数量	可溶性铅浓度超过90ppm的样本数量	总铅浓度超过90ppm的样本数量	总铅浓度超过10,000ppm的样本数量	最低可溶性铅浓度(ppm)	最高可溶性铅浓度(ppm)	最低总铅浓度(ppm)	最高总铅浓度(ppm)
黑色	4	0	2	0	ND	58	27	9,100
蓝色	4	2	3	1	46	133	37	16,700
绿色	5	5	5	5	394	2,720	18,600	102,000
红色	41	8	32	4	ND	4,190	15	92,000
白色	45	0	17	0	ND	66	< 3	1,440
黄色	42	37	40	38	ND	4,630	11	116,000
总	141	52 (37%)	99 (70%)	48 (34%)	ND	4,630	<3	116,000

ND = 未被检测到
na = 无数据

表5. 本项研究与较早研究之间的总铅浓度、可溶性铅浓度对比.

研究	样本数量	总铅浓度超过90ppm的样本数量(比例)	可溶性铅浓度超过90ppm的样本数量(比例)	总铅浓度超过600ppm的样本数量(比例)	总铅浓度超过10,000ppm的样本数量(比例)	最低可溶性铅浓度(ppm)	最低总铅浓度(ppm)	最高可溶性铅浓度(ppm)	最高总铅浓度(ppm)
Lin等人(2009)	58	na	32 (55%)	29 (50%)	n. a.	n. a.	0.8	n. a.	153,000
Clark 等人(2009)	64	28 (44%)	n a	21 (33%)	16 (25%)	n. a.	Below 9	n. a.	207,000
本项研究	141	99 (70%)	52 (37%)	70 (50%)	48 (34%)		Below 3		116,000

na = 无数据

表6. 本项研究与较早研究中总铅浓度样本的涂料品牌（CLARK 等人 2009的研究）.

品牌	颜色	本项研究的总铅含量（ppm）	较早研究的总铅含量（ppm）
灯塔	白色	81	101
灯塔	黄色	66,000	131,000
灯塔	红色	122	43
Guxiang	黄色	910	207,000
Guxiang	白色	25	未取样
Shiny	黄色	60	21
Shiny	红色	189	未取样
Shiny	白色	19	未取样

表7. 部分涂料中可溶性铅浓度和总铅浓度对比.

序列号	颜色	可溶性铅浓度(ppm)	总铅浓度(ppm)
CHN-121	黄色	ND	10,700
CHN-169	黄色	ND	13,500
CHN-192	黄色	41	17,400
CHN-221	黑色	58	9,100
CHN-217	蓝色	133	16,700
CHN-195	黄色	148	17,700
CHN-146	黄色	153	31,000
CHN-166	黄色	180	11,500
CHN-177	黄色	186	11,400
CHN-172	黄色	213	10,600
CHN-187	黄色	255	24,000
CHN-211	绿色	394	102,000
CHN-199	黄色	445	37,000
CHN-205	黄色	480	42,000
CHN-151	红色	564	11,700
CHN-140	黄色	573	41,000
CHN-127	黄色	587	28,000

IPEN

a toxics-free future

www.ipen.org

ipen@ipen.org

@ToxicsFree