

JM

成熟的全球铂族 金属供应链

Johnson Matthey
Inspiring science, enhancing life





庄信万丰致力于确保本白皮书中所含信息和资料的准确性，但对于其在任何特定用途下的准确性、完整性或适用性不作任何保证。庄信万丰不承担由于用户对本报告所载信息和资料的依赖所产生的任何责任，且明确表示使用此类信息和资料的风险应由用户自行承担。本白皮书中所含的任何信息不视作、也不应视作对买卖或者处置任何受管制的贵金属及其制品、有价证券或投资的推荐与建议。亦不应假定专利、版权和外观设计下的任何自由权利。

© 2024庄信万丰集团

引言

本文旨在让您更加深入地了解铂族金属（PGM）供应链和回收网络的性质，以确保：

- 避免针对电池行业所需的金属及其他关键材料的政策对铂族金属供应链产生意料之外的后果。
- 利用现有的铂族金属供应链和回收体系，对未来铂族金属的利用提供具有针对性的政策支持。

并全面概述了当今全球铂族金属供应链和贸易的运作方式。同时在政策制定方面提出了六个要点（第9页），建议采取措施优化铂族金属供应链运行，避免不必要风险，强化循环利用，并对现有可靠的采购标准提供支持。

作为关键材料的铂族金属

由于能源转型、能源安全和供应链风险的关注度日益提升，许多国家和欧盟均制定和维护“关键”或“战略”原材料清单¹。由于铂族金属广泛应用于汽车尾气催化剂、航空航天，并涉及大量能源转型相关的应用，往往被列入此类清单。

西方政策主要针对电池生产所需的金属和稀土元素（REEs），重点是在本国建立产业供应链，破除对外部的依赖，实现多元化的供应体系。然而，相较于其他电池关键材料，铂族金属并未面临同样挑战，这一事实可能会因铂族金属已被纳入此类清单而被忽略。

与这两类材料相比，中国在全球铂族金属的供应及加工方面有较大区域性；同时，铂族金属的回收早已存在而且具有较高回收率。可能最重要的是，铂族金属同其他关键金属的供需情况完全不同：铂族金属在清洁能源领域的应用将在很大程度上替代当前市场的既有需求，因此，现有的供应水平和供应链可以满足大部分需求，预计不会存在压力。事实上，随着汽车尾气催化剂需求的下降，现有铂族金属供应商和精炼商正在迫切寻找铂族金属的新应用²。

与其他关键材料相比，铂族金属并未面临同样挑战。

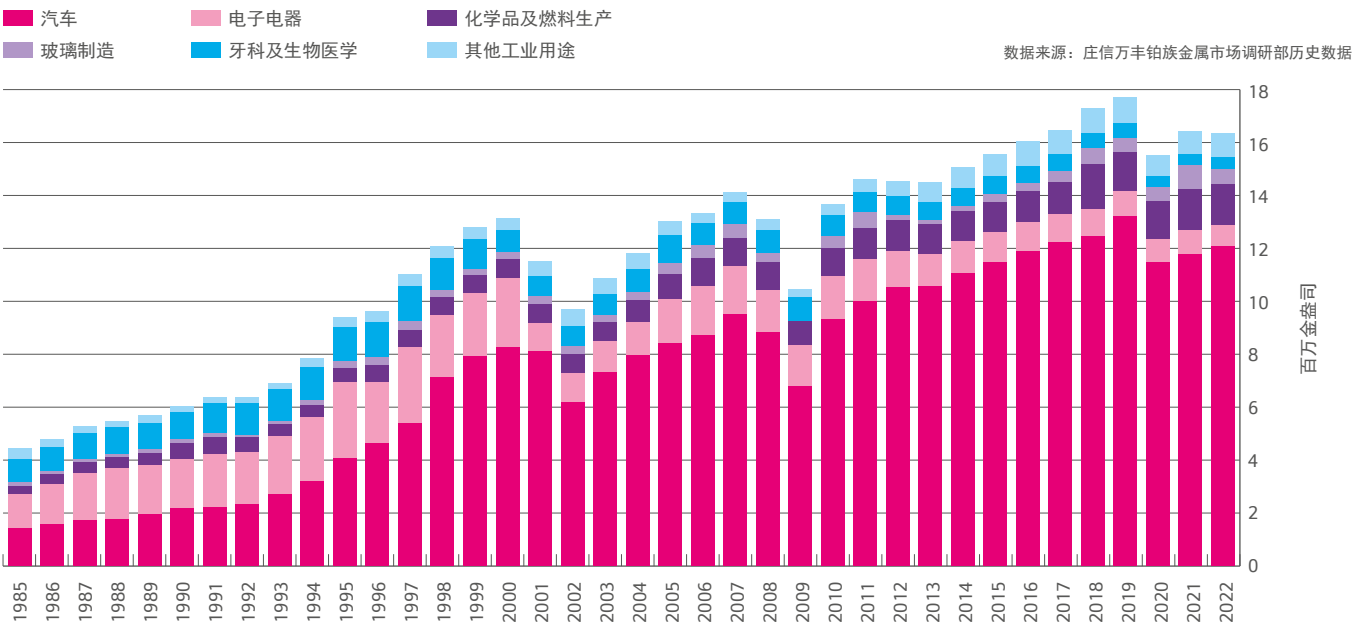


图1 1985年以来全球铂金、钯金和铑金在工业领域的消耗量（扣除闭环回收）

完善的铂族金属供应链

几十年来，铂族金属在工业中得到了广泛的应用。庄信万丰的铂族金属供需数据可以追溯至1975年，从那时起，铂族金属在汽车尾气催化剂中的使用开始加速增长。然而，铂族金属在电子、化工和石油炼化行业的大规模使用要追溯至20世纪中叶。

50多年来，铂族金属供应链已经非常成熟，可服务于全球范围内的铂族金属使用。这些供应链主要集中于西方和日本，因为铂族金属最早的区域性市场在欧洲、北美和日本。中国的铂族金属最早主要应用于铂金首饰行业，之后工业逐渐演变为铂族金属的主要应用领域，中国已建立起本国高度区域化的供应链，但铂族金属的供应仍依赖进口。

铂族金属的回收利用开始于工业化早期阶段，现已发展完善，成为一种价值驱动的常规商务模式³。这意味着在西方和日本，铂族金属的回收技术与基础设施也已成熟。对于中国的回收市场，国内产生的含铂族金属废料通常须在中国境内回收，因此中国的回收能力主要服务于中国国内需求。

如图所示，某些国家和地区存在基于当地实际情况的铂族金属贸易流动措施，例如中国、印度和俄罗斯等。然而，对于世界其他地区而言，铂族金属供应和回收产业链的显著特点在于其全球性：铂族金属锭、海绵态金属（粉末）、产品和报废物料定期跨境流动是铂族金属供应链运作的重要组成部分。因此，铂族金属最先在某一特定地区销售，但未必在同一地区使用、回收、加工或转售。而且，金属的库存位置经常与其所有者所属不同地区。

因此，较之众多公司在单一国家或地区市场上独立承担铂族金属工业应用中所需的所有职能，铂族金属市场化的运作方式更加高效。

在西方和日本，铂族金属的回收技术与基础设施相对成熟

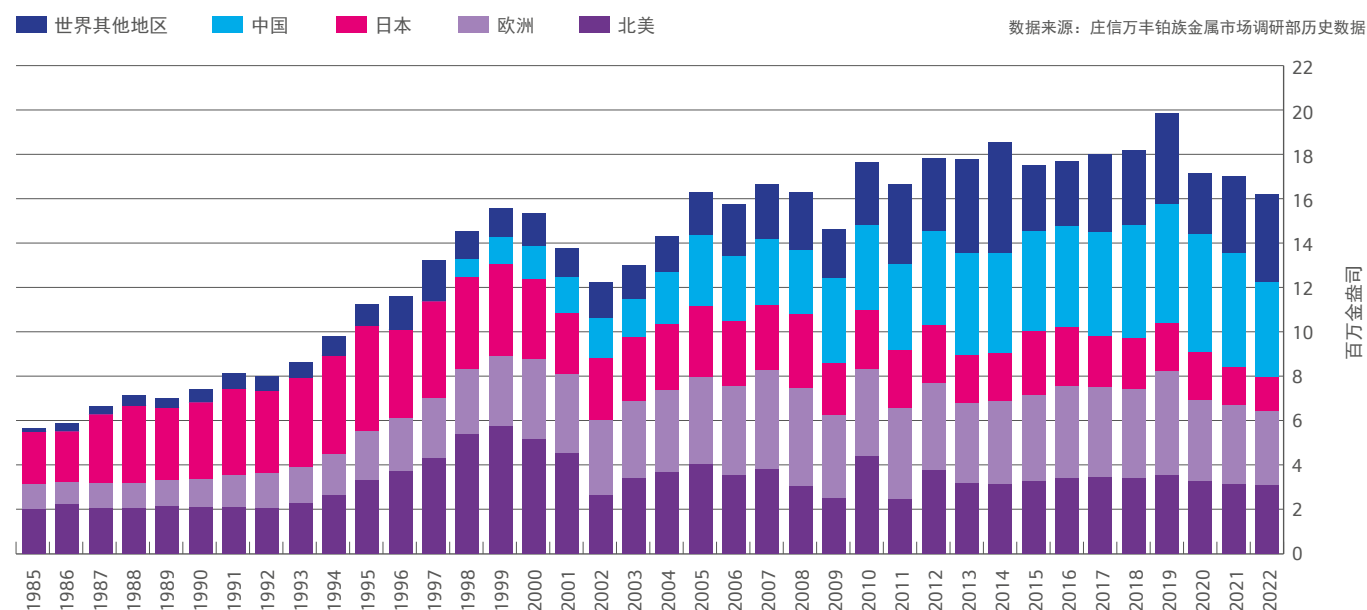


图2 1985年以来各地区铂金及钯金的消耗总量（含首饰领域，同时扣除闭环回收部分）

当今铂族金属贸易的便利性



图3 合格交割的钯金板

铂族金属不仅在工业领域发挥巨大作用，还具有商品的价值属性，必须考虑到存储和运输的安全性，以及融资安排。

采购金属时，可靠的采购渠道以及确保采购适合的金属形态均是重要的考虑因素。工业采购商通常需要海绵态的铂族金属，这是一种粉末形式的金属，更容易在化学或冶金过程中使用，而出于投资目的购买的金属，通常会以锭或板材的形式供应。

所以，金属的采购形态须适配其采购用途，并符合相应的质量和采购标准。

认证和可靠的采购

为了促进交易，伦敦铂金和钯金市场（LPPM）持有一份经过认可的“合格交割”供应商名单，包括精炼商、制造商、矿产商和检验机构，它们可以提供符合特定规格要求的铂金或钯金板材或锭，每三年进行一次审核。

同样地，伦敦铂金和钯金市场（LPPM）还持有精炼商认证名单，这些精炼商供应满足特定规格要求的、经认证“合格交割”的海绵态金属。这仅适用于铂金、钯金和铑金，而钌和铱的交易规模相对较小，未被列入上述清单。

所有被认证为“合格交割”的板材、铸锭或海绵态金属的精炼商，还必须遵守伦敦铂金和钯金市场（LPPM）的采购指南，该指南不断地被修订和完善。这套审计程序旨在确保“合格交割”的金属不存在贸易冲突情况，同时符合经济合作与发展组织（OECD）关于负责任采购的指导原则。



图4 海绵铑

2019年起，铂金和钯金精炼厂必须遵守该指南。由于铑金、钌、铱作为铂金、钯金的伴生矿产被开采，基本都是在同一设施中进行精炼，因此，该指南实际上对这些体量相对较小的铂族金属的精炼商也同样适用。

交易中心

不同于消费品直接从卖家运送到买家的情况，全球多数的铂族金属交易是通过某些交易流动中心或枢纽进行的，这些中心或枢纽同时也充当市场的存储和检验地点。

只有被认证为“合格交割”的金属才能在交易中心进行交易。

“合格交割”金属是完全可替代的⁴，可视为优质货币从一个账户转移至另一个账户。这是西方铂族金属活动参与者经常使用的交易体系，可以最大限度降低实物运输的风险。

这些交易中心允许通过电子账户进行金属地点或“现货”的交割（庄信万丰上海交易中心仅服务于中国市场），同时还支持金属形态的转换，即将锭转换为海绵态，反之亦然。

对于购买了锭，但实际需要的是海绵态铂族金属的工业用户，这一服务十分便利；此外，形态转换可作为一种套利工具，根据一种形态相对于另一种形态的金属流动性而产生溢价或折扣。但这仅适用于铂金和钯金；对于铑金、钌、铱只以海绵态进行交割，不存在形态交换。

在促进铂族金属回收上，这些交易中心也扮演着重要角色。全球各地的铂族金属精炼商针对不同类型的废料拥有不同的处理能力，这就实现了全球铂族金属加工和回收的优化。铂族金属精炼商通过交易中心来促进精炼金属的销售或将金属返还给客户以偿还租赁等。全球四大铂族金属精炼公司，三家总部位于欧盟内，另一家是位于英国的庄信万丰公司，但是它们在欧洲以外也设有精炼厂。

在“合格交割”金属的全球交易中，存在四个主要交易中心，它们被称为清算地点：一个在瑞士，一个在美国，两个在英国。（如前所述，存在一个单独的交易中心专门服务中国市场）。

海绵态金属交易中心：英国和美国

庄信万丰拥有两个具有存储、清算或交易“合格交割”海绵态铂族金属能力的交易中心，分别位于：（1）美国宾夕法尼亚州福吉谷（Valley Forge）的庄信万丰公司；（2）英国罗伊斯顿（Royston）的庄信万丰公司。20世纪70年代，铂族金属在汽车尾气催化剂中的应用飞速增加，庄信万丰便确立了自身作为铂族金属全球存储库的地位，至今仍受业界信赖，享有声誉。

对海绵态金属进行清算地点的设立，促进了全球铂族金属在工业领域的应用，为用户提供了极大便利以及相对低廉的费用。

在“合格交割”金属的全球交易中，存在四个主要的清算地

锭交易中心：英国和瑞士

铂族金属以锭形式在金库中存储，并对金属进行清算，或将金属转移至其他交易竞争公司的交易中心，集中于（1）瑞士苏黎世；（2）英国伦敦，该功能由某些银行承担。

经认证符合伦敦铂金和钯金市场（LPPM）合格交割标准的锭，可以交付到伦敦或苏黎世锭中心的银行保管处用于交易，作为纯交易使用，而非工业用途。存放在西方金库中的合格交割金属是可互换的，为履行合同义务，这些铂族金属锭会在世界各地周转，但不会被加工成产品。

终端市场

终端市场是商品交易所，它促进了贸易流动，允许商品的供应商和采购商利用做市商（例如面向消费者、投资者和投机者的银行和贸易公司）对冲价格风险；也就是说，价格发现始终存在。

在铂族金属中，只有铂金和钯金被指定为可以通过终端市场进行交易的商品。伦敦金属交易所（LME）和伦敦金银市场协会（LBMA）的每日拍卖价格是几乎所有铂金和钯金精炼商和贸易商的主要价格基准，终端交付市场在伦敦（这一规则对金、银，以及伦敦金属交易所的贱金属也同样适用）。铑金、钌、铱的交易不存在终端市场，导致这些金属的交易流动性较低，价格波动可能更大。

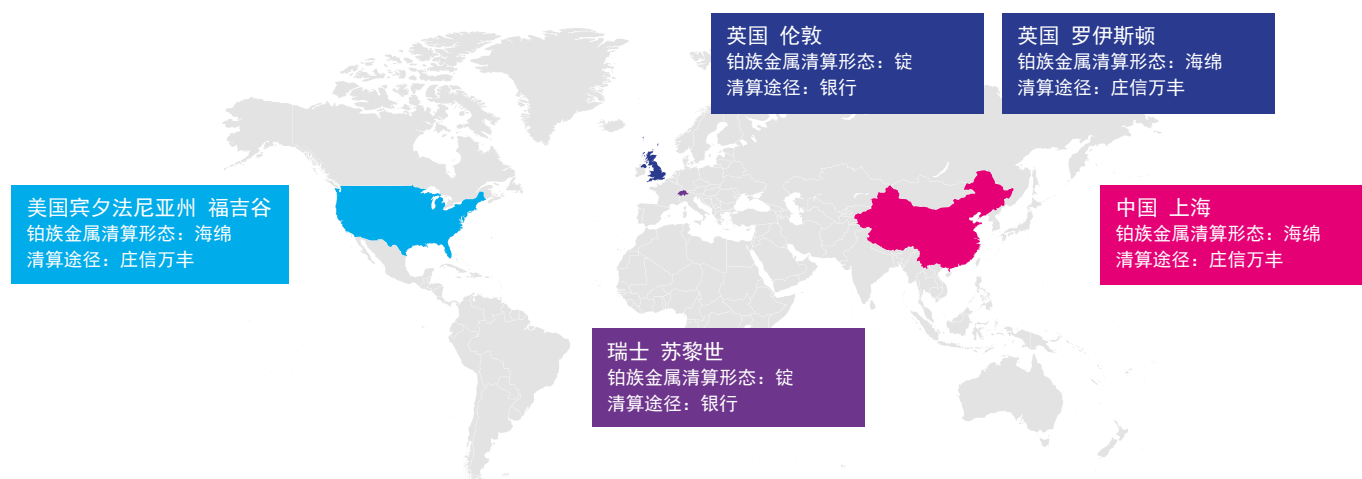


图5 铂族金属清算地点促进了铂族金属的全球交易

全球铂族金属贸易流动

铂族金属贸易很难被准确追踪。这是因为铂族金属通常以各种零部件和产品的形式跨境流动，这可能不会在贸易数据中明确体现。例如，含有铂族金属的汽车尾气催化剂可能在不同地区生产、封装、装配和销售；以上所有流动都不会被统计在铂族金属的贸易数据中。

此外，确定所有权所在地也非易事。交易中心账户上的金属持有地通常是“未指定”（见方框内文字说明）。如前所述，所有权可以仅凭电子账户操作即可完成，并不一定需要金属实物完全一致的转运。金属通常也是租赁而不是直接出售的；例如，主机厂（OEM）可向银行租赁金属，以满足正在进行的生产所需。

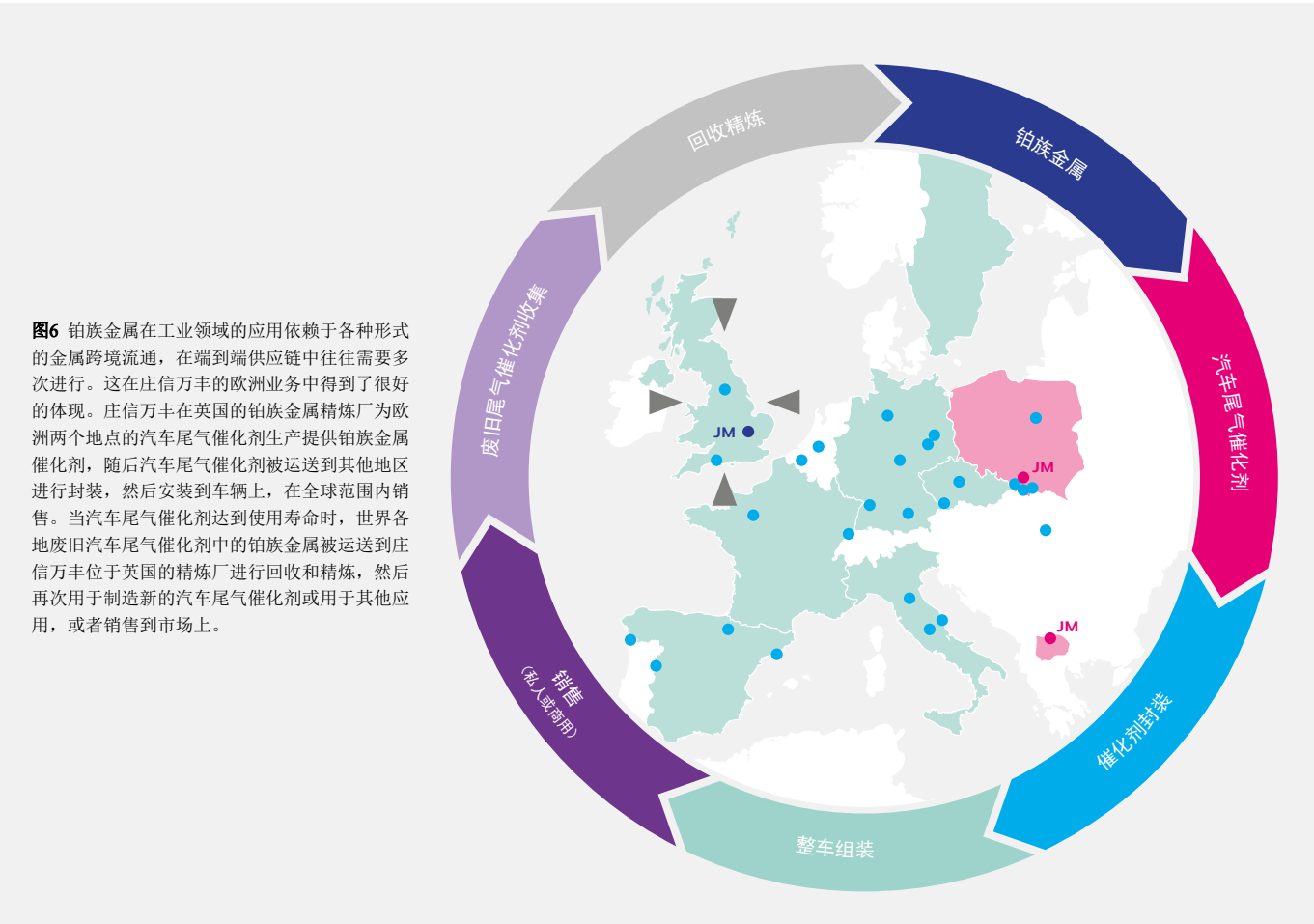
实际上，在铂族金属行业中，金属的实际位置通常与所有者所在的地区或国家不同，这使得想要确定某个国家或地区在铂族金属方面的“自给自足”程度变得非常复杂。精炼商和制造商经常为客户代加工金属，但在加工过程中，自身并不拥有这些金属。这也意味着，并不总是由金属所有者进口铂族金属——

未指定金属VS已指定金属

由于“合格交割”的金属是可以互换的，当金属处于未指定状态时，就意味着该批次的实物金属未被专门分配给某一特定所有者，而账户持有人对实物金属仍具有所有权。这就好比银行账户持有人对银行持有的资金拥有权利，而不需要将特定的钞票或硬币分配给他们一样。在金属账户规定金属以“指定”方式进行存放的情况下，这类似于在银行拥有一个保险箱，其中特定数量的金属被分开存放，并标记为属于该账户持有人。

特别是回收，回收精炼商通常向金属所有者提供此类服务，代为进口（称为付费精炼）。

“铂族金属的工业应用依赖于多次跨境流通”



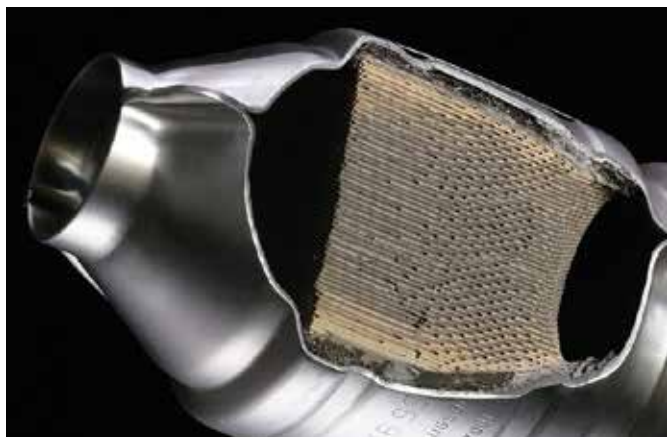


图7 汽车尾气处理催化剂切面图，罐体内含铂族金属涂层支撑件



图8 铂族金属工艺催化剂示例，载体颗粒上负载极少量铂族金属催化剂

案例研究1⁶

一家总部位于法国的汽车制造商（OEM）在庄信万丰开设了铂族金属账户，它选择直接从南非一家铂族金属矿产商处购买铂金、钯金、铑金，以用于生产汽车尾气催化剂，而不是通过其催化剂供应商购买。这些金属在购买时被记入汽车制造商的账户，然后从南非以海绵态形式进行实物运输，送至庄信万丰英国Royston交易中心，而非送至法国。

汽车制造商与两家铂族金属公司签订了催化剂供应合同，其中一家是位于英国的A公司，另一家是位于德国的B公司。然后，相应金属从汽车制造商的金属账户指定给每个铂族金属催化剂制造商，以满足生产需求，这可能需要向每个适当地点额外实物运输海绵态金属。如果是这样，庄信万丰将代表催化剂供应商或汽车制造商准备货物，将金属运输至欧盟。

涂覆完成后，汽车尾气催化剂（涂覆有铂族金属催化剂的载体）从英国和德国发送到波兰的封装厂，然后封装好的汽车催化剂被运输到汽车厂在欧盟、美国和英国的各个车辆生产线。在整个过程中，尽管汽车制造商（OEM）一直持有铂族金属所有权，但是直到这一时刻，才以催化剂载体涂层的形式实际拥有金属。

随着车辆的销售，金属也随之出售，并在车辆报废后，通常在售出后约十五年，进行回收、精炼和再销售。废料可能被运送到其他地区，以确保废料到达适当的精炼商，金属有可能被精炼商购买，或者有可能代表收集者进行付费精炼，然后通过清算地点进行销售。

案例研究2

工艺过程催化剂⁷达到使用寿命后必须进行更换，以维持反应活性。通常情况下，在催化剂寿命结束时，几乎所有用于过程催化剂的铂族金属均被回收再利用。全球（不包括中国）石油炼化行业产生的大量废旧铂金催化剂，通常由一家位于欧盟的铂族金属精炼商进行回收精炼。该精炼商是世界上为数不多的、专门处理这种低品位（铂族金属含量低）材料的厂商之一。这就意味着，全球各地报废材料中的铂金均将运送至欧盟某地。

金属的所有权（或金属的租赁）由原始所有者保留，因此，代表所有者对废料进行付费精炼，换句话说，精炼商只是提供精炼服务。这就意味着，将废料进口到欧盟的公司可能是金属的所有者，但也可能是充当代理商的精炼商。

回收的金属会在精炼商所在地记入所有者的账户，以便所有者可以将其回收的铂金“重复利用”到新批次的补充催化剂，该催化剂可能在不同地区制造，然后再运回石油炼化厂（因此，考虑到实际上时间和地点不匹配，新催化剂中“再利用”的金属并非从旧批次催化剂中回收的金属）。

该精炼商（或其客户）通常会将高品位的精炼金属从欧盟运输到英国的交易中心，以便继续运输到催化剂制造商处，或者用于处理租赁协议或过桥贷款等合同。通常情况下，当进行如租赁等融资安排时，租赁方需要向银行交付实物金属，银行也将履行合同约定，收回位于庄信万丰英国交易中心的金属。

铂族金属供应链支持政策

现有铂族金属供应链和回收设施已经准备好为铂族金属的新应用提供服务，特别是在氢能和可持续燃料这两个能源转型关键领域内的应用。其成熟完善的全球供应链属性在关键金属中独一无二，需要制定政策因势利导，以便最大限度地发挥铂族金属为气候和经济带来的潜在益处。

建议采取以下政策措施，最大限度地减少因跨境流动而带来的贸易摩擦，确保公平竞争，同时支持鼓励对铂族金属的高标准开采和加工：

税收和关税

建议：对进口的铂族金属锭、海绵态金属、中间体(金属盐)，以及含有铂族金属的进口废料免征增值税（VAT），旨在促进回收。通过调整适用司法管辖范围的税收政策识别进口代理商是服务供应商或材料所有者。

建议：对用于回收的含铂族金属进口废料减免进口关税，这是对循环经济全球益处的认可。认可铂族金属中间体、产品或零件对环境、健康、电子器件和国防的关键益处，对其免征进口关税。可以通过在世界贸易组织（WTO）承诺的零关税率和/或自由贸易协定（FTA）谈判来实现这一目的。

解决碳的问题

建议：使铂族金属豁免于碳边界调整机制的影响。通过不对跨境运输造成阻力的方式激励使用低碳铂族金属。此外，鉴于铂族金属在南半球（南非和津巴布韦）的开采可以带来重要的社会经济效益，建议北半球的政策措施应着眼于协助此类经营项目的脱碳和可持续发展。

本土基准

建议：鉴于铂族金属供应和回收设施已经长期存在并有效运作，建议减少对铂族金属开采、加工和回收配额等方面的本土限制。

即使配额和基准没有约束，但任何试图衡量国内基准进展的尝试均会增加行政负担，并减少在本国市场之外寻求服务的动力，从而减少了客户的选择。

通过已有基础设施的国家和地区之间的国际合作来实现促进矿产和加工标准的普及。

可靠的采购倡议

建议：认可和支持已经存在的、针对铂族金属的措施，特别是LPPM负责任采购计划，或者正在实施中的措施，例如负责任矿业保证倡议（IRMA），而不是引入新的或独立的区域性倡议。

战略储备

建议：应审慎考虑任何铂族金属储备计划以规避意外后果，特别是针对铱和钌等流动性较低的金属市场。

由于这些金属的供应量较小，以及它们市场交易条件的特点，即便是即时需求或多个市场参与者采购相对较小的需求量，金属价格也可能会出现显著波动。考虑到这些小金属不在公开交易所交易，也无法存储在典型的终端市场仓库中，还须考虑金属采购的合规性、是否满足使用要求，以及有效存储和供应生产。

更有效的方法是提高已使用金属的回收比例。例如应用于汽油车高级火花塞的铱，在车辆报废时通常不会从车辆中回收（因为每个火花塞的铱含量非常低）。

提高铂族金属回收比例

建议：引入生产者责任的强制性规定或其他措施，以便在催化剂或设备寿命结束时，提高含有铂族金属废弃材料的收集率。

如果现有铂族金属回收商在精炼设施上能得到持续投资的支撑，铂族金属二次精炼能力就已足够，并且在技术上能够满足铂族金属在新应用中的回收需求。回收铂族金属的技术可行性非常高，专业的精炼商会持续优化回收工艺，以适应新形式的废旧材料。当今情况下，如果铂族金属存在较大损失（即，回收比例低于最佳水平），很大程度上是由于收集做法不够有效。

因此，支持铂族金属回收及循环利用的监管措施应重点鼓励在物品寿命结束时，收集所有含有铂族金属的废旧材料，确保这些材料进入已建立的回收体系。

结论

本文广泛阐述了铂族金属供应和回收产业链的复杂性，该复杂性导致贸易流动很难被准确追踪或控制，且可能有弊无益。为了确保铂族金属供应链未来持续高效运行，建议依据铂族金属具体情况支持和优化当前监管措施。

旨在监管其他关键材料的法规会阻碍铂族金属的跨境流动，导致执行低效。最好的情况下，这仍将给这些金属的使用者、生产者 and 加工商增加额外的行政负担。而最坏的情况是，这可能会导致分层市场，与没有设置流动障碍的市场相比，“受保护”市场上铂族金属交易存在显著差异，同时竞争严重受限。

铂族金属供应链的持续顺利运作还面临着另一个挑战，即出于保护主义的本能，希望关键材料供应实现多样化和本地化，以减少对进口的依赖。由于地质条件限制，从已知矿脉之外的矿产资源中大规模且经济地开采铂族金属是不现实的。铂族金属矿脉只集中在少数几个地方，其中最大的是南非的布什维尔（Bushveld）火成岩杂岩体。这个矿脉中的铂族金属足以满足全球数十年的需求，但局限之处在于缺乏可持续的投资。一些国家或地区明显希望减少对南非铂族金属的依赖（然而在实践中可能无法实现），这可能会削弱对该矿脉开发的投資支持。

此外，铂族金属回收的成熟度，以及回收的铂族金属和原生矿产铂族金属之间的完美可互换性⁴，意味着供应已经多样化。在西方，特别是在欧盟、英国和美国，已经建有大量回收精炼设施，同时也存在大量的在用铂族金属“储量”，可以通过回收精炼进行循环利用。

现行的铂族金属供应链和回收体系运转良好。在其他关键金属的供应和回收利用上，西方市场面临的挑战并不适用于铂族金属。在制定政策时，如果能够认识到铂族金属的这一独特性，并致力于充分发挥这些金属在工业应用的成熟性，全球铂族金属产业及其相关方就能为能源转型和其他新应用创造最大利益。

此外，从铂族金属供应链和回收网络的多年发展和运行中获得的宝贵经验，也可在其他材料在初期的供应链和回收利用的发展上提供借鉴。

“为确保铂族金属供应链未来持续高效运行，建议依据铂族金属实际市场情况支持和优化当前监管措施”

术语表

合格交割	伦敦铂金与钯金市场（LPPM）制定的铂族金属质量规范 https://www.lppm.com/good-delivery/
金属持有	客户金属账户上持有的铂族金属数量，以盎司计量
铂族金属（PGM）	铂金、钯金、铑金、钌、铱和锇（庄信万丰发布了除锇外所有铂族金属的市场数据，锇仅具有小众应用）
结算	客户在其金属账户中收到精炼批次中包含的铂族金属，具有明确金属类型和数量的时刻，铂族金属数量以盎司计，此时客户可进行提取、转移等操作
海绵态	铂族金属粉末形式
未指定金属	存放在公共金属库存中，无法指定给特定客户的铂族金属

尾注

1. 简单起见，本文使用“关键材料”作为总称。
2. 目前，汽车尾气催化剂约占铂族金属净消费总量的60%（尽管只有铂金、钯金和铑金应用于汽车尾气催化剂，但是铂族金属包含所有六种金属）。
3. 这在庄信万丰的历史数据系列中并不明显，因为只有开环循环回收的数字（将循环回收的金属重新供应到市场）公布出来。工业铂族金属的大部分循环回收是闭环进行的，其中循环回收的金属保留在应用中，降低了对新的金属的需求。报告的需求数字已扣除闭环循环回收。
4. 意味着它们完全可以互换，特性上没有任何差异。
5. 指导文件 | LBMA: <https://www.lbma.org.uk/responsible-sourcing/guidance-documents>.
6. 系虚构，仅供说明。
7. 过程催化剂是化工处理/生产设施中使用的一种材料，能在自身不被反应过程消耗的情况下促进反应发生或提高反应速率。

欲了解更多信息，敬请访问下列网站：

<https://matthey.com/pgm-markets>