



JM

铂族金属市场指南

了解铂族金属的基本知识



Johnson Matthey
Inspiring science, enhancing life

铂族金属服务（PGM）是庄信万丰（JM）的核心业务。我们提供铂族金属服务已超过200年，在铂族金属化学与催化领域拥有深刻的理解。

作为世界上最大的铂族金属回收商之一，庄信万丰利用独有的经验知识，提供专业的服务，在铂族金属回收利用方面发挥着重要作用。我们在全球拥有专业的铂族金属团队负责经营管理和市场调研，我们对铂族金属市场独到的见解，可以确保庄信万丰稳定、可持续和可循环地供应铂族金属。

庄信万丰撰写该指南，以对铂族金属的关键信息进行了概述，包含了它们从何而来、如何使用以及为何重要等内容。铂族金属是铂金、钯金、铑金、钌和铱的统称，虽然钌也属于铂族金属，但其应用非常有限，因此在此不做介绍。

免责声明

本报告所包含的信息和材料仅供参考，不视作、也不应视作对买卖或者处置任何受管制的贵金属制品或任何受管制的产品、有价证券或投资的推荐与建议，包括任何对贵金属相关交易是否适合的建议或对投资标的物或潜在投资者财务状况是否合适的建议。投资于任何受监管的贵金属相关产品或任何其他相关受监管产品、证券或投资的决定不应依赖本报告所载任何信息或材料，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。在做出任何投资决定前，相关投资者应咨询其财务、法律、税务和会计顾问的意见。





铂族金属从何而来？ 4

矿产供应	4
回收供应和循环利用的重要性	5
铂族金属矿藏分布	6
在用铂族金属	7
铂族金属库存	8

全球铂族金属网络 9

铂族金属有何用途？ 12

铂金	13
钯金	14
铑金	15
钌	16
铱	17

庄信万丰铂族金属市场供需数据 18

铂族金属生态系统 19



铂族金属 从何而来？

矿产供应

矿产供应来自矿山开采，其也称为新炼金属。铂族金属的开采地点有限，而且通常相互伴生。

铂族金属的开采主要集中在非洲南部地区，南非和津巴布韦的火成岩矿藏是主要矿区。20亿年前来自地幔中的岩浆大量侵入并在地表下凝固形成此类矿床。大部分铂族金属是被作为矿区的主产物开采，但仍有小部分铂族金属会作为其他金属开采的副产品产出。

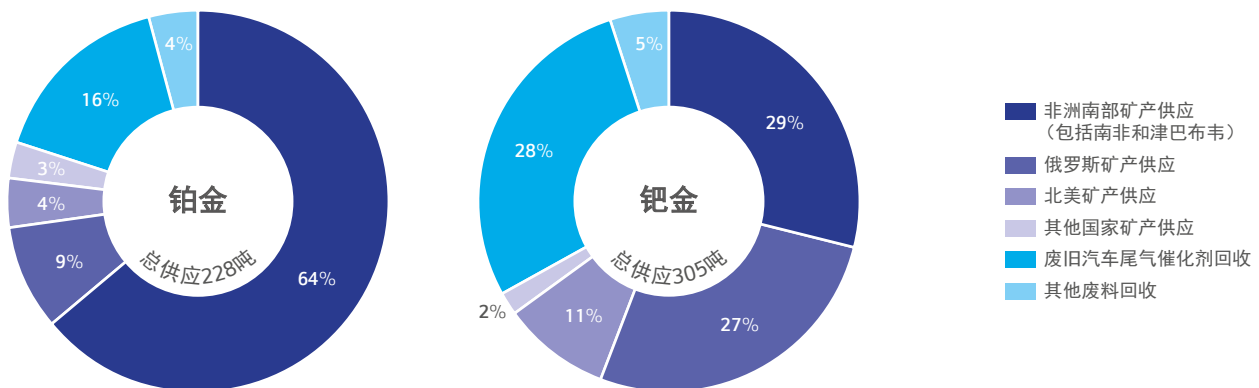
铂族金属的开采和精炼工艺较为复杂，技术壁垒较高。因此，该行业由数家大型跨国上市矿业公司所把持，这些公司会遵守严格的采矿和劳动法规。不同于一些采矿业可能有“人工开采”带来的一系列问题，南非久负盛名的铂族金属矿业公司坚持践行较高的环境、社会和治理（ESG）标准，确保以负责任的方式开采金属；每年在提供产量报告的同时，也会公布ESG报告。

在非洲南部，铂族金属矿藏开采出的主要产品是**铂金**，该地区供应了全球约80%的矿产铂族金属。其余20%则来自其它地区开采贱金属或钯金的副产品。

钯金的供应情况更加多样化：每年开采的钯金约有40%来自俄罗斯，40%来自非洲南部，剩余部分主要来自北美。在俄罗斯，钯金是贱金属开采的副产品，在非洲南部，钯金同铂金一同开采。在北美，钯金主要来自于以钯金为主要产品的矿山，其余部分来自贱金属开采。因此，非洲南部或俄罗斯开采的钯金数量很大程度上取决于主产物（铂金或镍）的产量。

铑金、钌和铱也是如此，它们主要来自非洲南部的铂金矿，全部来自铂金属开采的副产品。与铂金和钯金相比，它们的产量相对较少，因此统称为“稀有金属”。

2023年矿产供应和回收供应铂族金属市场情况参见第5页（开环回收）





回收供应和循环利用的重要性

铂族金属性质独特并在地壳中相对稀缺，因此具有非常高的价值。五种铂族金属的每年矿产供应总量仅约为450吨，但每年需求量约为600吨，很明显，回收供应在满足这一矿产供应缺口方面发挥着至关重要的作用。

铂族金属本身价格较高，对其进行回收是一种普遍的市场行为；虽然应用大不相同，但大多数铂族金属在整个产品生命周期内均可被回收。回收精炼后，回收的铂族金属仍具有与矿产铂族金属完全相同的特性，因此迄今为止开采的大多数铂族金属仍在被不断的循环使用。

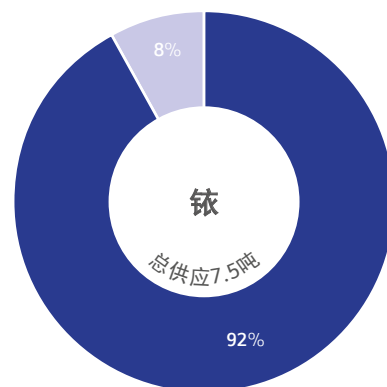
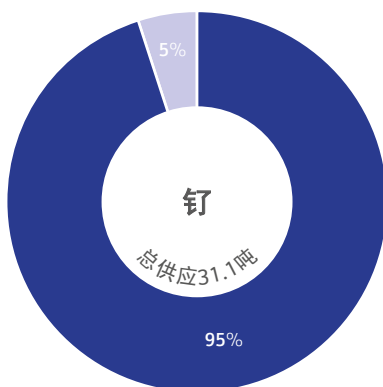
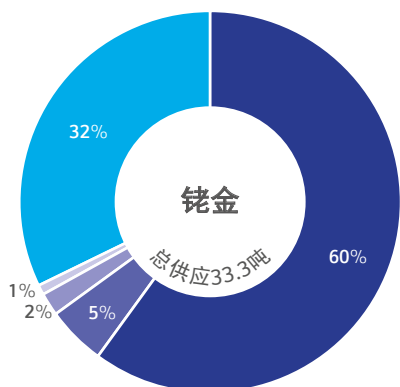
庄信万丰统计铂族金属的回收有两种类型：

1. 当原始购买者不再保留对铂族金属的所有权时，这种回收我们统计为**开环回收**，一旦回收成功即可再次投放市场。这种回收方式有助于稳定市场供应，填补供需缺口。开环回收的金属主要来源是废旧汽车尾气催化剂，催化剂从报废车辆中回收后，将其中的铂金、钯金和铑金等金属重新回收。除此之外还有首饰和电子等领域，其他领域的开环回收量可以忽略不计。

2. **闭环回收**是指金属所有者将其回收后再次使用于同一应用中。例如，从旧化工催化剂中回收金属，并重新制造新催化剂作为替代。金属由铂族金属精炼厂回收，并将等量的金属返还给原应用，原所有者在整个过程中占用等量的金属。由于市场中的金属净需求量没有变化，这种闭环回收的金属不计入市场供应。然而，闭环回收减少了净需求，即对新金属的需求，从而提升了金属供应的可持续性。这对于钌和铱尤为重要；虽然每年都会回收大量铂族金属，但绝大多数是闭环回收，因此在市场上是“不可见”的。

铂族金属的**总回收量**是开环回收和闭环回收的总和。在引用铂族金属的回收率时，仅考虑开环回收并不严谨。但闭环回收的数据并不公开：更多信息请参阅第15页，“庄信万丰铂族金属市场的供需数据”。

铂族金属的**市场总供应量**是矿产供应加上开环回收供应量总和，如下图所示。





在用铂族金属

由于铂族金属具有高度可回收性，并且在回收后仍保留相同的特性，因此目前在用铂族金属等同于一座“城市矿山”，在未来数十年仍将是这些宝贵金属的重要来源。事实上，若政策充分支持，并尽可能提高废旧金属的回收率，未来回收供应量可能大大增加。

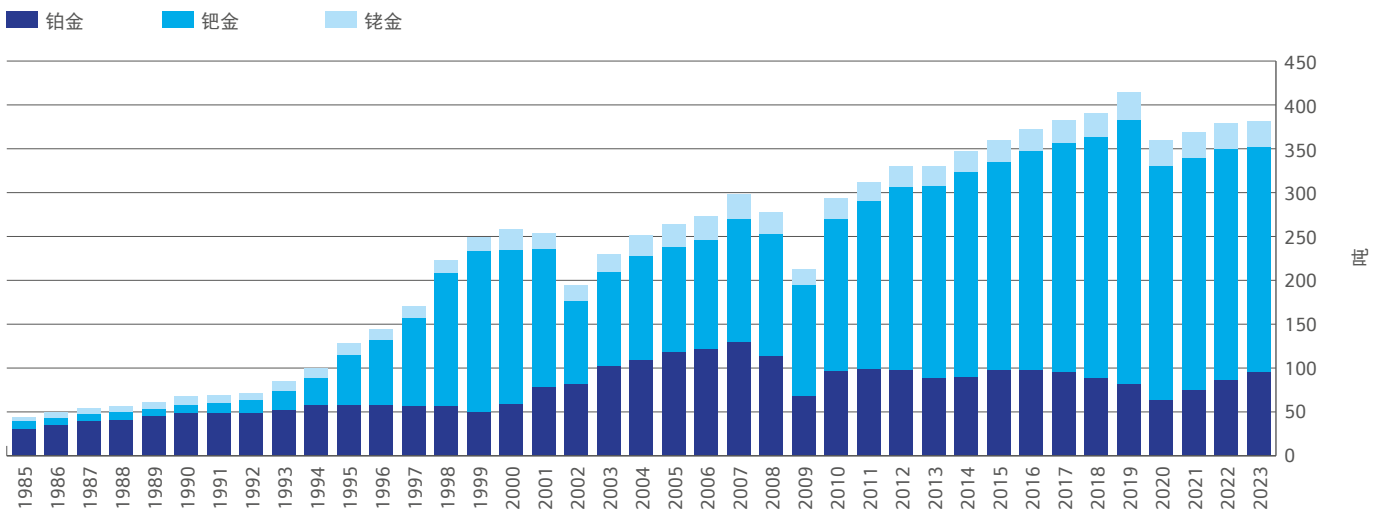
废旧汽车尾气催化剂是目前回收供应最大的来源，也是铂、钯和铑回收的重要资源。内燃机（ICE）车通常会在道路上行驶十五到二十年（有时甚至更长），这将成为未来很长一段时间内铂族金属的稳定供应源。

在首饰应用中，铂主要由消费者持有。西方地区旧首饰回收量很低，但在中国和日本，这种情况更为常见。

尽管许多铂金首饰仍然在消费者手中：其中大部分可能不会重新流入市场，但未来的铂金短缺和价格上涨可能会激励消费者出售其中的一部分首饰。

在工业应用中，铂族金属具有另一种形式的库存，目前这些库存正在闭环中流通。因为这些铂族金属为特定用途而购买，所以在使用期间不可流通。然而，如果由于新技术或产品需求的变化，未来不再需要该金属，则可进行回收并用作其他用途。在石油炼化厂和石化厂的某些应用中，铂族金属可以积累数年甚至数十年，因此不应忽视它们在未来作为新应用潜在供应源的可能。

自1985年起，铂族金属就已经用于内燃机（ICE）车辆





铂族金属库存

不论哪一年，铂族金属的总需求与总供应（包括矿产供应和开环回收供应）都不是完全对等的。事实上，铂族金属市场经常出现过剩或短缺的情况，而库存在其中发挥着平衡作用。

铂族金属供应量有别于单纯的矿产和回收供应量，因为大部分时候存在可以投放市场的库存金属或用户额外持有的金属。这些地面库存可以弥补市场供应的不足。

矿商持有的铂族金属库存（“供应商库存”）或世界各地制造商、经销商、银行和存管机构持有的铂族金属库存（“市场库存”）流动性相对较高，因为这些金属要么尚未被购买，要么纯粹出于投资目的而购买，尚未投入工业使用，所以更容易进入市场。这些库存供需过剩时期随着时间推移而积累。

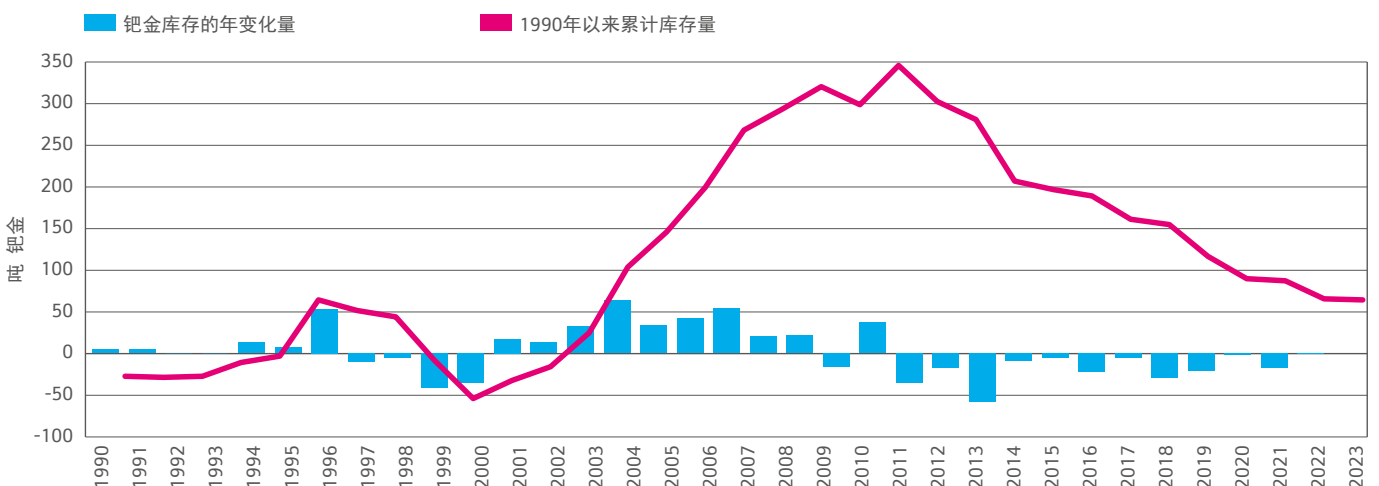
供应商库存只有在矿商出售时才算作供应。而市场库存已计入供应，因此这类库存的任何变动均不属于新供应量变动。

通常，铂金和钯金的供应商库存和市场库存金属以锭的形式持有并存放于伦敦或苏黎世，这两个城市是“场外交易”（OTC）贵金属市场的主要“清算地”。

虽然此类库存的确切数量尚不清楚，但可以通过追踪铂金和钯金流入和流出这些地点的情况进行确认。近年来的贸易数据表明，随着年度钯金供应短缺的发生，钯金库存大幅下降，这意味着地面库存已用来解决供应短缺的问题。近年来，铂金也出现了类似的库存降低现象，这在一定程度上反映了中国需求的快速增长。

铑金、钌和铱的市场库存较少，更有可能存放在供应商的仓库中。

1990年以来的钯金市场库存



全球 铂族金属网络



铂族金属以不同的形式在世界各地不断流通，构建了一个真正的全球网络。首次在特定地区销售的金属不一定在该地区使用、回收、加工或转售。

铂族金属仅在全球少数地区开采或回收。与此同时，含铂族金属的产品由专业制造商制造，随后产品销往世界各地的终端市场。当其达到使用寿命时，各个国家的铂族金属材料都必须送往专业的铂族金属精炼厂进行有效回收，进而再循环。铂族金属是高价值商品，这意味着购买、销售和运输流程并不容易：必须考虑安全、资金安排、流动性、质量验证以及适当的处理和储存等问题。

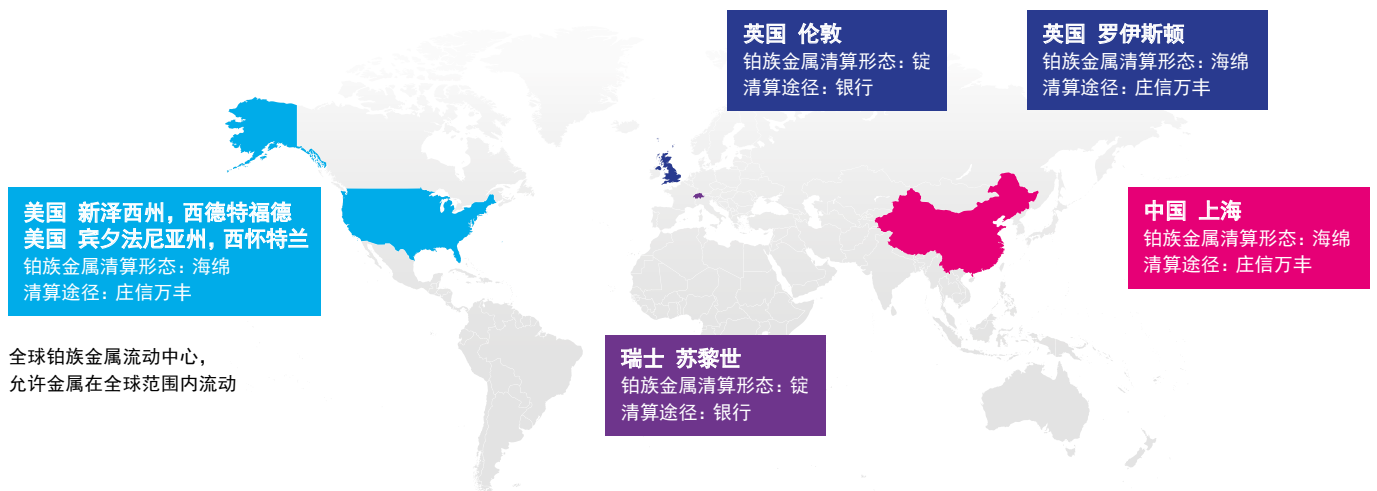
铂族金属供应的变化

从矿产供应开始，来自南非、俄罗斯或北美的矿产铂族金属将通过航空运输运往世界各地的精炼厂和客户（尽管目前对俄罗斯实体的制裁和进口关税等措施限制了出口）。在大多数情况下，这些金属运输至精炼厂和制造厂，工厂对其加工，制成成品或者相关半成品原料，然后再用于在其他地方制造最终产品。精炼商和制造商经常为客户代加工金属，但自身并不拥有这些金属。通常，金属的库存位置和所有者位置并不一致，目前所有权的转移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。

庄信万丰等公司通过世界各地的精炼厂和流动性枢纽处理相对大量的铂族金属，这促进了金属在各个地区间的流动。在中国境外，庄信万丰有两个“合格交割”的海绵态金属中心（用于制造化工产品和催化剂的“纯”粉末状铂族金属），分别位于英国和美国。这些中心同时也进行核查工作，确保储存和运输安全，为海绵金属贸易提供便利。

经认证符合伦敦铂钯金市场（LPPM）“合格交割”标准的铂金锭也可以交付至伦敦或苏黎世铂锭中心的银行保管处进行交易，铂金锭通常为纯交易使用，一般不用于工业用途。值得注意的是，储存于西方金库中的“合格交割”金属是可以互换的，为履行合同义务，这些铂金锭会在世界各地周转，但却不会真的被使用生产成产品。

因此，这四个中心（或称“清算地点”）加快了地区之间的铂族金属贸易流动，令金属用户能够放心地买卖金属。这种方式有利于铂族金属更好地应用于工业：想要使用铂族金属的公司无需对各环节亲力亲为。它可以从供应商处购买金属，将其直接“寄送”到制造商制成成品，无需处理运输、安全或验证等问题，消除了购买和交付之间的延迟。





铂族金属需求变动

在需求方面，铂族金属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；以上所有流程都不会被统计在铂族金属的贸易数据中。

当产品寿命结束，回收铂族金属时通常会发生跨境流动，以实现更高效的回收。由于这些形式存在的废旧金属不容易变现，它们往往通过传统的陆运和海运，而非通过安保押运车或飞机运输。废旧材料形式多样，随着时间的推移，主要回收商开发了自己的回收工艺，以便能够在处理不同的废旧铂族金属材料时最大限度地提高效率和实现规模经济，其中还有部分废料被认定为危险废弃物，也给加工和处理带来了一定的挑战。因此，相较于众多回收商在本国市场处理少量多类的材料，铂族金属的全球回收更具规模优势和成本效益。

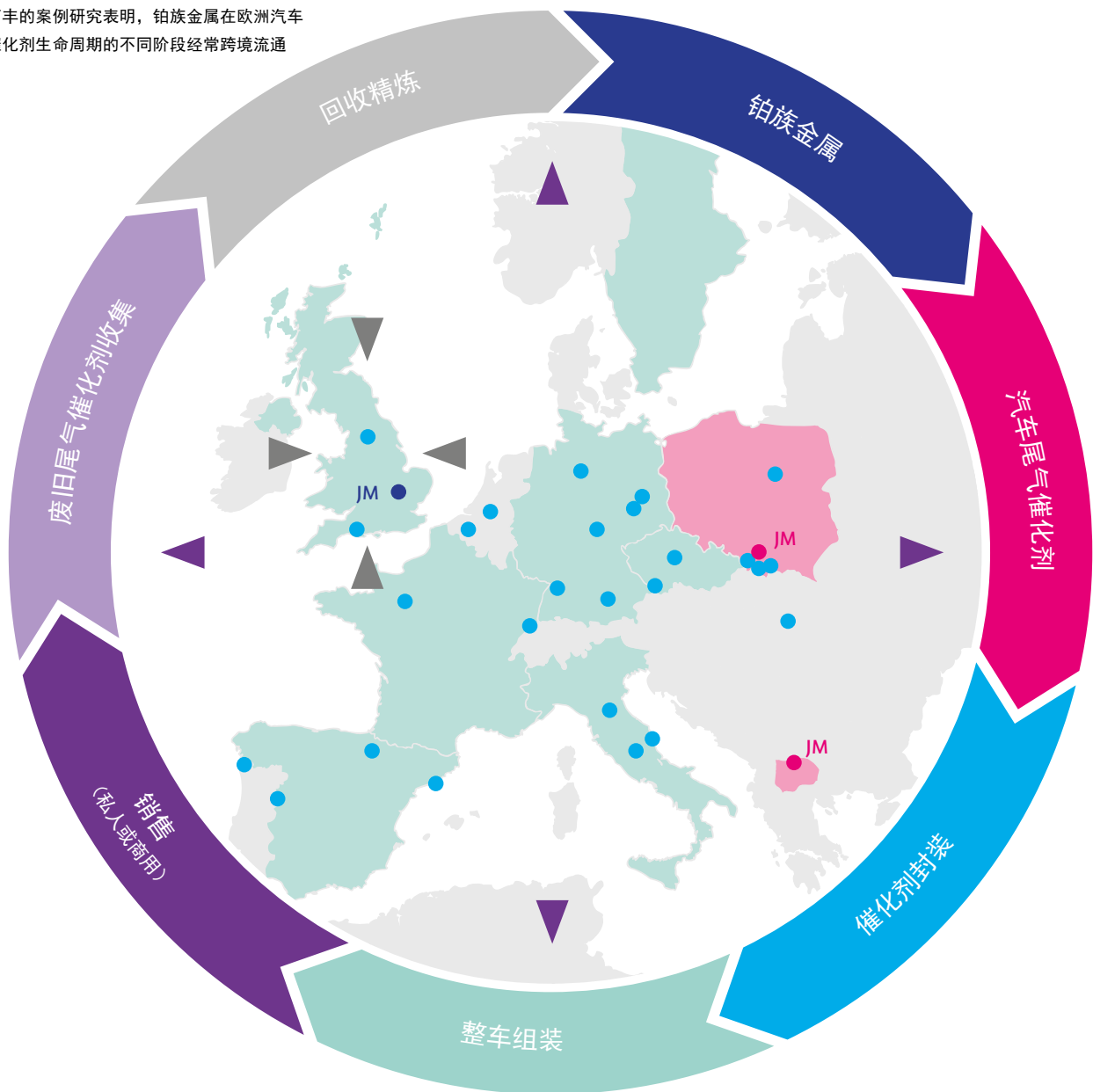
一旦铂族金属回收后，精炼厂（回收商）通常不会自己购买或直接使用这些回收金属，需要再次以海绵或锭状形态卖给其他买家，而这就需要得到枢纽的协助。

在西方市场之外，存在限制金属贸易和出口的政策，主要是中国、印度和俄罗斯等国家。然而，对于世界其他地区而言，锭状或海绵状铂族金属、铂族金属产品和废旧材料的跨境流动十分正常，这是铂族金属供应链运作的重要组成部分。

铂族金属经常跨境流动，但这在贸易数据中无法看到。



庄信万丰的案例研究表明，铂族金属在欧洲汽车尾气催化剂生命周期的不同阶段经常跨境流通



铂族金属 有何用途？



许多日常使用的产品中都会使用铂族金属，以提高我们的使用体验，然而，您可能甚至还没有注意到它们应用领域的广泛。铂金、钯金、铑金、钌和铱具有一系列其他材料无法比拟的独特性能，这往往令它们在众多应用中不可或缺。

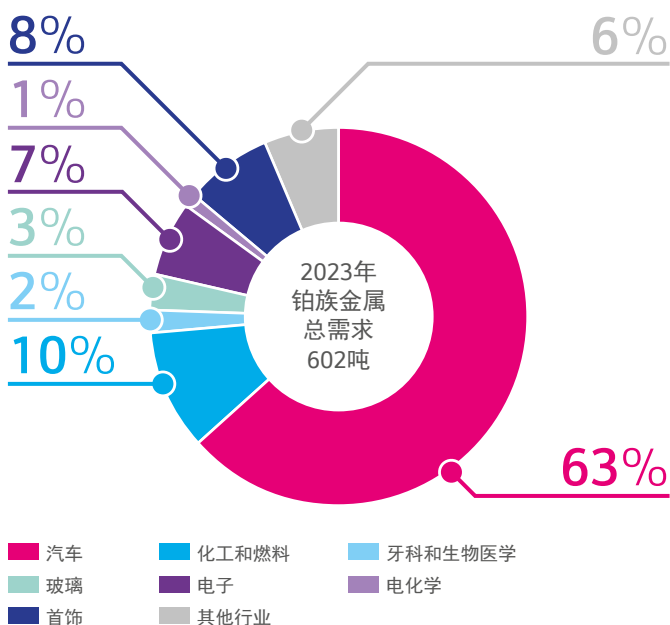
铂族金属具有耐高温、耐腐蚀和抗氧化性，同时具备催化各种化学反应的能力。这令它们在各种应用中发挥不可或缺的作用；其中包括去除汽车尾气中的污染物、将石油炼化为燃料和化学原料，合成药物及其他化学品，以及制造连接手机和移动数据网络的部件。它们还存在于诸如计算机中的机械硬盘、汽车中的安全气囊或飞机中的喷气发动机等各类产品中。

鉴于其在能源转型中的广泛应用，铂族金属也是未来的关键战略金属。例如，氢能经济技术以及可持续燃料的制造和使用都离不开它们。

除了上述用途以及下文将详细讨论的其他工业用途之外，铂金和钯金还受到首饰和投资市场的青睐。多年来，铂金一直被作为一种高端首饰金属进行销售，其稀有程度甚至超过黄金，而钯金则经常用作白金的合金成分或“增白剂”。

在考虑了闭环回收后，本节中的图表显示了每种应用中铂族金属的净需求量（不包括投资需求）——即每年流入每种用途的“新”金属。许多应用都安装和使用了大量金属，通过闭环回收进行循环，但在金属的净需求数据中是“不统计的”。

按应用划分的五种铂族金属的净需求





铂金

铂金的用途十分广泛。目前，其最大的应用是汽车尾气催化剂，其次是首饰，但它还有多种其他用途。

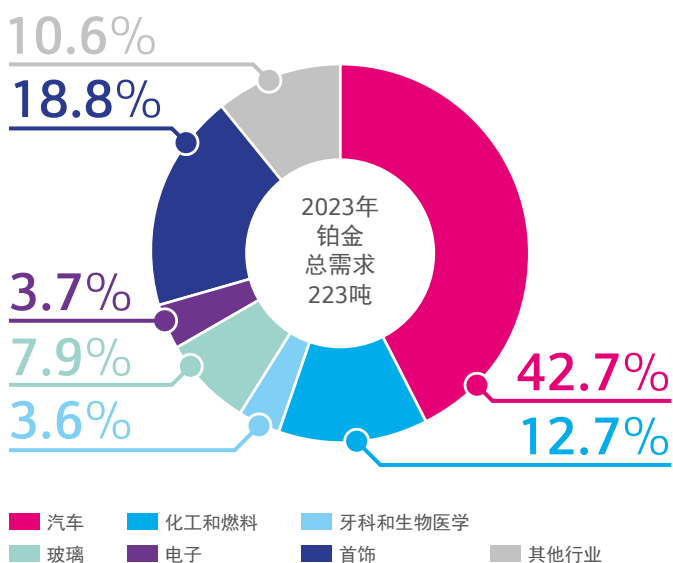
柴油车尾气和汽油车尾气含有不同的气体和污染物，但都需要铂族金属催化剂对其进行排放控制，差别在于其中铂金、钯金和铑金的含量不同。铂金在控制柴油车尾气（包括轿车、货车、卡车和公共汽车）排放方面尤为重要，并且几乎不可替代（只有钯金可以替代部分铂金）。

铂金用作生产化工产品和燃料的催化剂，它在催化一系列对全球经济至关重要的产品的生产工艺方面，也起到了无可匹敌的作用。这些工艺包括石脑油重整、生产高辛烷值汽油调和原料和化工产品，以及用于化肥生产的硝酸和医用级有机硅等。

在医疗应用中，铂金被用于生产抗癌药物，还被用作合金来制造牙科材料、支架和起搏器等生物医学设备。

在玻璃工业中，铂铑合金可以有效避免高温熔融玻璃液对玻璃制造设备的腐蚀，被广泛应用于在玻璃纤维产业和平板玻璃产业（用于电视和手机屏幕基板）。

铂金还是两种主要类型燃料电池技术的关键组成部分：质子交换膜燃料电池（PEM）和磷酸燃料电池（PAFC）。几十年来，磷酸燃料电池一直被用于备用电源，现在韩国也将其用于电网供电。质子交换膜燃料电池是唯一适合车辆使用的燃料电池技术。随着全球朝着净零排放的方向发展，燃料电池汽车的增长预计也将促进铂金的需求增加。





钯金

与铂金相比，钯金的需求主要来自汽车尾气排放控制领域，尤其是汽油车的尾气处理。

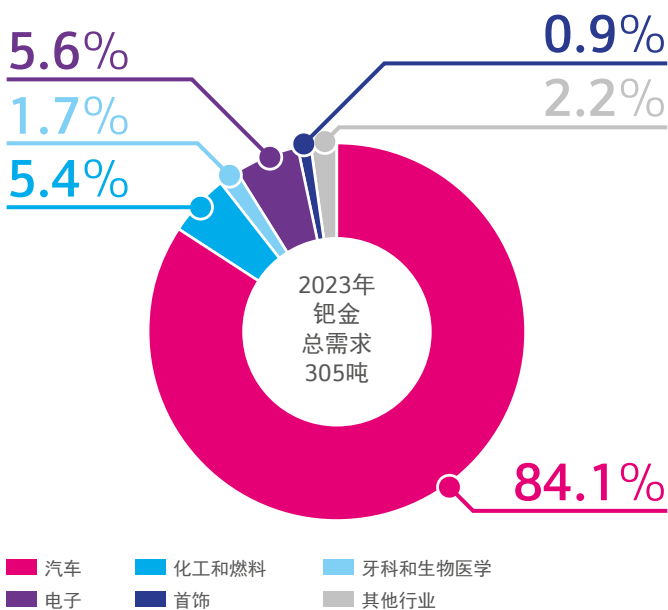
在汽油车尾气催化剂中，铂是唯一可以与钯金竞争的金属，但钯金的耐用性更高且价格相对较低，因此得到了更为广泛的应用。尽管钯金在汽油车尾气催化剂中长期受到青睐，但由于最近铂金比钯金更具价格优势，铂金在汽油车尾气催化剂上的使用量逐渐增加。

钯金在电子行业的用途主要是作为印刷电路板（PCB）、引线框架和连接器的电镀原料，以及电容器、致动器、电阻器和热敏电阻等生产中使用的浆料产品。在过去的几十年里，钯金在多层陶瓷电容中的使用量大幅下降，取而代之的是镍等贱金属。钯金通常与银结合使用，主要用于医疗、军事和航空航天所需的多层陶瓷电容。在电镀应用中，钯金优异的导电性、耐

腐蚀性和硬度（耐磨性）等性能令其备受推崇，通常与镍和黄金结合使用。

钯金是生产各种大宗化学品和特种化学品的重要催化剂。这些化工产品包括塑料制造的几种关键中间体、过氧化氢、硝酸和多种医药化合物等。在生产过程中，钯金提供了最佳的活性、稳定性和选择性，提高了原子利用率，最大限度地减少了不需要的副产品，同时具有高度可回收的额外优势。

在其他应用中，钯金被用作白金和铂金首饰中的合金成分。钯金还能与其他金属良好溶合并生成合金，以增强材料的强度，其优越的生物相容性、防锈和耐腐蚀性等性能令其在口腔应用领域得到广泛应用，如牙冠和牙桥等多种牙齿重建手术，不过近年来陶瓷材料的市场份额已经超过了钯金合金。





铑金

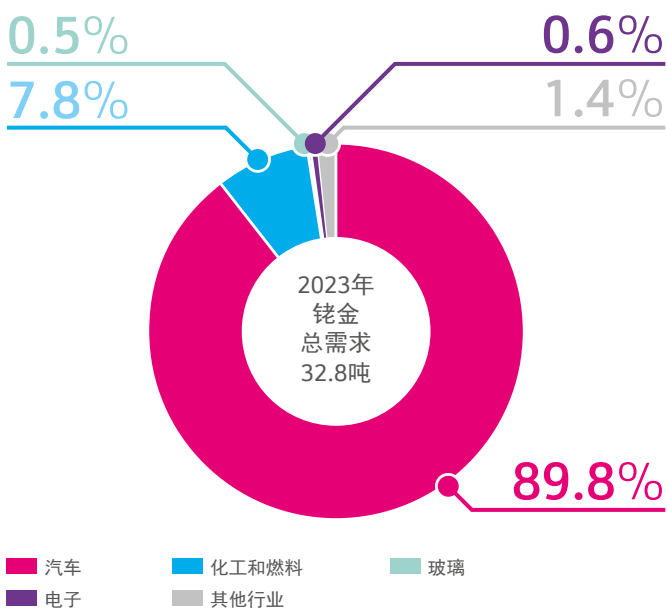
与钯金一样，铑金主要用于汽车尾气排放控制。铑金对汽油车尾气中的氮氧化物（NOx）减排具有卓越的选择性和活性，并且不易中毒失活，这些性能是任何其他金属所无法比拟的。

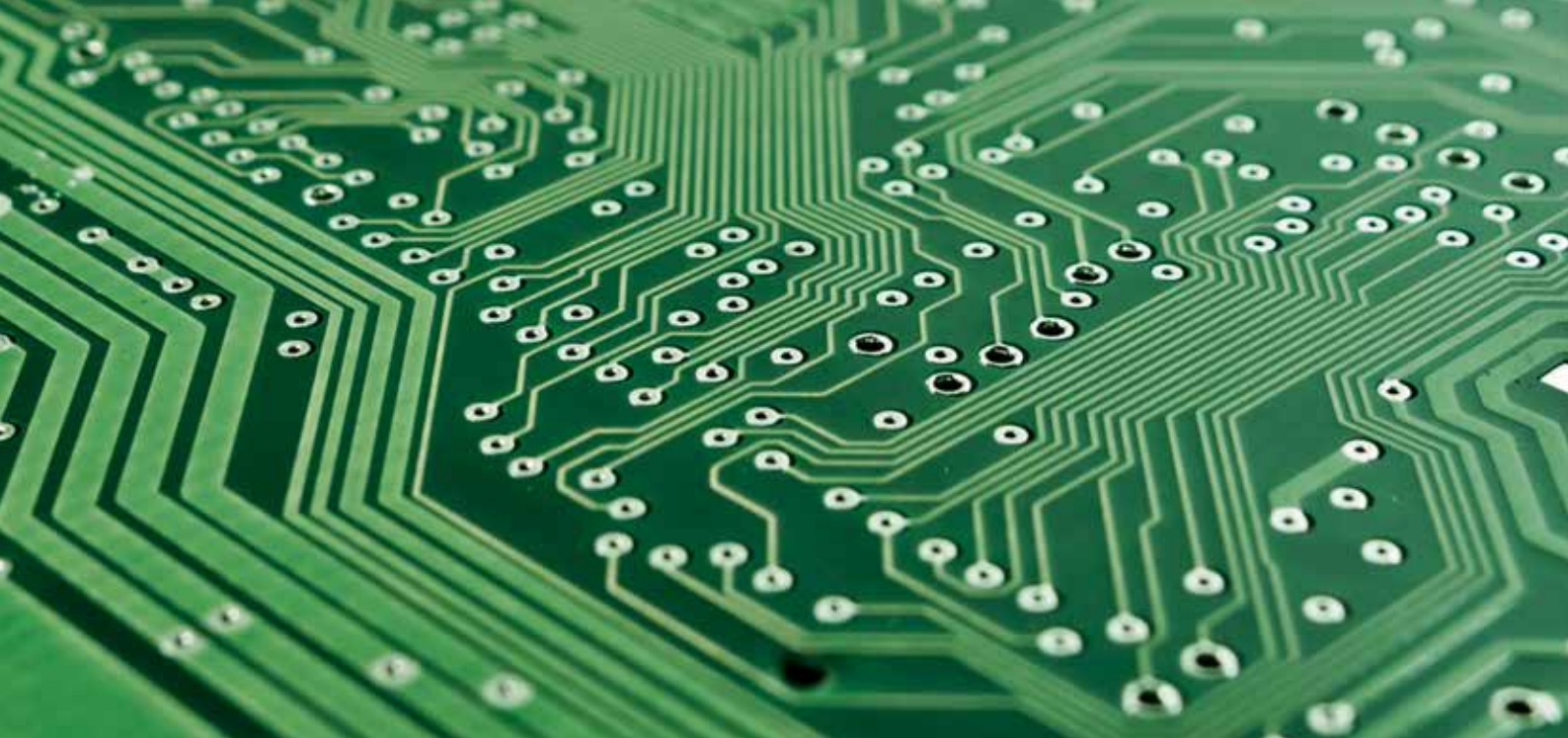
虽然钯金也可以减少尾气中氮氧化物的排放，然而，与铑金相比，相同使用量下的处理能力还是逊色得多。因此，所有汽油车尾气催化剂都必须含有铑金。（柴油车尾气催化剂通常不需要铑金；柴油车尾气中的氮氧化物可以采用其他技术来控制）。

除汽车行业外，工业领域对铑金的需求主要来自于化工和玻璃行业，其他领域的需求较少。

由于铑金的熔点较高，它常以铂铑合金的形式用于提高玻璃生产设备的耐久性。通常玻璃纤维铂铑合金漏板中铑金的含量为10%至20%；较高的铑金含量让设备更好地承受玻璃纤维生产中的极高温，从而延长漏板的使用寿命。然而，在铑金价格较高时，玻璃纤维制造商会降低其漏板中的铑金含量，甚至可能低于10%，最近就已出现上述情况。

在化学工业中，铑金主要用作生产醋酸（通过孟山都工艺）和羰基合成醇产品的催化剂。醋酸是一种大宗化学品，用于众多下游产品生产，而羰基合成醇通常用作增塑剂，例如用于提高聚氯乙烯（PVC）的强度和硬度。





钌

钌在汽车尾气排放控制方面没有应用，但它具有一系列独特特性，因此在电子行业中应用广泛。

钌在计算机硬盘中用作底层（含铂金存储层），大大提升了硬盘驱动器的数据存储密度。钌在电子领域的另一个关键应用是电阻元件，几乎所有电子设备中都存在电阻元件，如芯片元件、阵列和混合集成电路等。电阻元件通常使用氧化钌基陶瓷浆料。

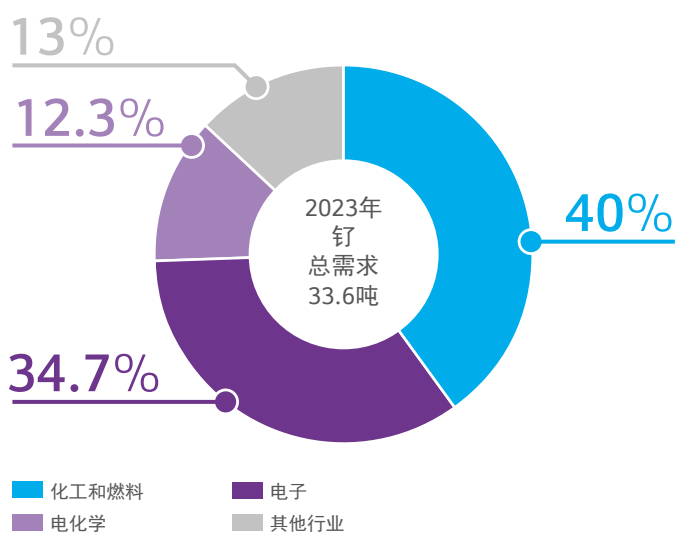
钌被广泛用作电化学反应中电极的涂层。其应用包括氯碱生产、游泳池盐水消毒，以及对船舱压载水进行水处理。虽然钌经常与铱一起用于电解，但如果其稳定性能够得到解决，钌在

某些情况下也有可能替代铱。

在化学工业中，钌用于生产醋酸、通过湿式催化氧化法处理工业废水，并且作为中国己内酰胺生产的催化剂。己内酰胺是尼龙生产的原材料，但在中国境外，己内酰胺通常是由非铂族金属工艺路线生产。

钌还用于生产多种合金，包括用于机床领域中硬度极高的碳化钨合金，以及用于石油、天然气和化工领域的耐腐蚀合金。

在能源转型应用中，尤其是在氢能经济方面，人们对钌的兴趣日益浓厚。





铱

与钌类似，铱具有卓越的耐高温、耐腐蚀和高强度性能，在一系列特殊工业应用中扮演至关重要的角色。

铱在电化学方面发挥关键作用，常与钌一起用作氯碱生产和船舶压载水处理的电极涂层。此外，铱可用于钛阳极，通过电沉积形成薄而均匀的铜箔；这些箔可用于PCB电路板和锂离子电池。

在另一种电化学应用中，通过质子交换膜（PEM）电解水（“绿色”）制氢的需求也在不断增长。对许多材料来说，质子交换膜电解槽是一个恶劣的环境，唯有铂族金属（铱或钌）可在该条件下催化阳极反应，而铱在高压条件下更为稳定，因此如今商业化的质子交换膜电解槽中，阳极镀铱，阴极镀铂。

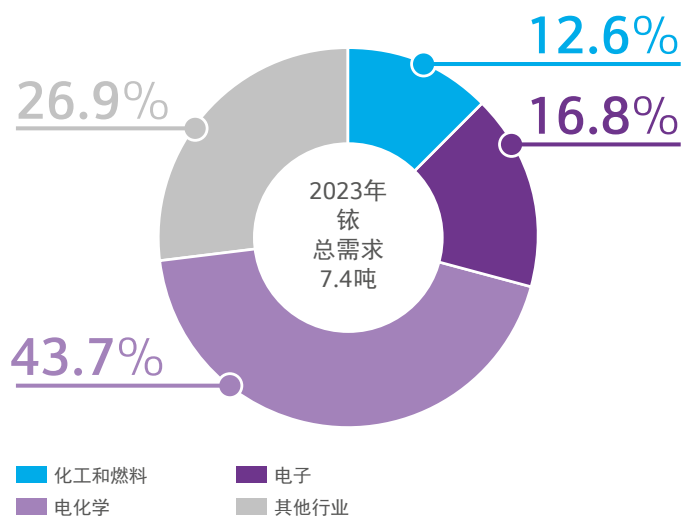
电子行业对铱的需求主要是铱坩埚，用于通过“拉晶”（直拉

工艺）生产各种金属氧化物的单晶。铱只用于最高温度在大约1600°C或更高温度下生产的晶体。这些晶体主要用于移动电话和其他无线通信技术的表面声波（SAW）滤波器。

近年来，增长最快的电子应用之一便是用于有机发光二极管（OLED）显示器中的特殊铱材料。有机发光二极管由通电时会发光的材料制成，非常节能。

铱还广泛用作汽油车和航空航天领域的高级火花塞头部的合金材料，与贱金属头部相比，铱可延长材料寿命并提升点火性能，从而实现更长的行驶里程。

化工产品生产对铱工艺催化剂的需求主要集中在Cativa醋酸工艺中，铱也用于医药行业的一些特殊化学反应。



庄信万丰的 供需数据定义



每年五月，庄信万丰（JM）都会发布铂族金属市场报告。该报告免费公开，可让您深入了解铂族金属市场的供需发展。本节详细介绍了我们报告中的具体数据的定义。

供应

矿产供应：是矿商每年新开采金属的销售量。这一数字在大多年份不会和矿区的总开采量一致，这是由于在制品渠道库存的变化或精炼库存的销售所导致的。

回收供应：仅包括开环回收供应。闭环回收不包括在我们的供应数据中，因为它不向市场提供新金属。庄信万丰不公布闭环回收数据。

矿产和回收总供应：反映了当年投放市场的所有金属。由于矿产和回收的铂族金属具有相同的特性，因此对于总供应的统计仅计算矿产铂族金属的供应量是不正确的。

需求

净需求是扣除闭环回收后，每种应用对“新”金属的年度需求。

总需求包括通过闭环回收返回其所有者的金属，这些金属可在新产品上重复使用。因此，这些产品对金属的总需求部分由闭

环回收金属满足。但值得注意的是，闭环回收并未出现在报告的数据中，因为它不会影响市场上的金属供需平衡。

因此，报告的需求指的是净需求，考虑所有汽车、首饰和工业应用的“新”金属流入量。在某些情况下，一些工业用户可能会出售部分铂族金属库存——这在庄信万丰的数据中被视为负需求（而非供应）。

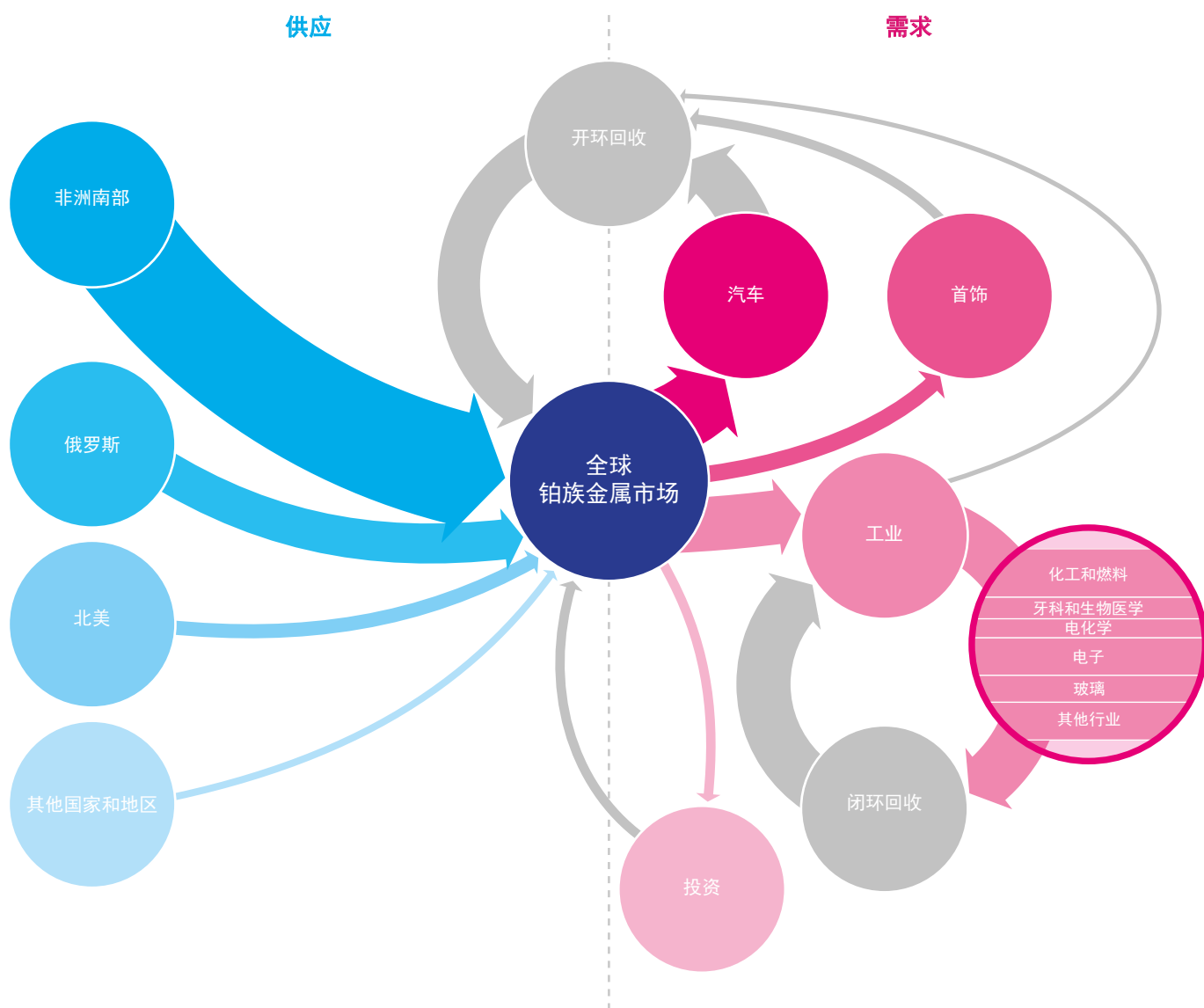
需求还包括实物投资和可识别形式的铂族金属投资，主要是交易所交易基金（ETF），这些基金由金库中持有的实物金属或铂金条和铂金币支持。还有其他方法可以获得铂族金属（尤其是铂金）的投资，这可能会对价格产生影响。然而，庄信万丰仅将可衡量的实物投资计入其数据中。任何年度的净投资都可能为负值，反映了从投资持仓中流入到市场的实物流动。

处理图表中的数据：

从总供应中减去净需求即可得到供需平衡关系，它表明每年必须调动市场库存来平衡市场的程度。

在任何年份，如果庄信万丰的数据显示供应过剩（盈余），则认为这反映了市场库存的增加。如果供应短缺（赤字），则认为这反映了市场库存的减少。

铂族金属 生态系统



有关铂族金属和市场研究的更多信息，请访问
matthey.com/pgm-markets