JM

2022
庄信万丰铂族金属市场报告

Johnson Matthey
Inspiring science, enhancing life

本铂族金属市场报告由 Alison Cowley 撰写。

专题由 Alison Cowley、蒋继承、汤畅和王子楠联合撰写。

本报告所涉及的铂族金属市场研究工作，由 Johnson Matthey

下列人员完成：

Lucy Bloxham

Stewart Brown

Laura Cole

Alison Cowley

Mikio Fujita

Nicolas Girardot

Jason Jiang（蒋继承）

Rupen Raithatha

Margery Ryan

Beck Tang（汤畅）

Athena Wang（王子楠）

汽车产量数据来源为 IHS Markit 的 2022 年 4 月全球汽车产量预测报告。

2022 年的数据为预测值，实际可能有所变化。

根据地区性排放法规的不同，文中的轻型车辆一般指代总车重不超过 3.5 吨的

轿车和轻型卡车。但对于美国、加拿大和墨西哥，我们依据当地的排放法规，

将总重低于 6 吨的车辆都包含在轻型车类别中。

庄信万丰将在每年五月发布铂族金属报告年刊。

免责声明

庄信万丰致力于确保本报告所包涵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。

本报告由庄信万丰的市场研究部撰制，内含铂族金属市场动向方面的信息、意见、估测，以及预测。此等信息、意见、估测预测系针对所述期间而言，并非一成不变。本报告所载任何信息不应解作是在推荐买卖任何受监管贵金属相关的产品或任何其他受监管的产品、证券，或投资，也不应解作是此等推荐的一部分。此外，在买卖或处置任何受监管贵金属相关的产品或任何其他受监管的产品、证券、或投资的行为中，本报告也不可理解为推荐或提供相关投资意见和其他相关意见。

投资任何与受监管贵金属相关的产品，或投资任何受监管的其他产品、证券、对象等，皆不应倚赖本报告所载之任何信息或资料而作决定。本报告不应解释为对任何受监管贵金属相关产品或任何其他受监管产品、证券或投资品的赞助、支持或推广。

目录

定义 4

铂族金属市场回顾
2021年供应与需求 5

半导体危机简介 10

铂族金属市场展望
2022年供应与需求 11

专题
中国制造 16

铂金市场
2021年回顾 20

钯金市场
2021年回顾 28

铑金市场
2021年回顾 32

铱和钌市场
2021年回顾 35

本报告供需概念解析 38

表格注释汇总 39

表格

铂金的供应与需求：吨 40

铂金–各地区总需求：吨 41

钯金的供应与需求：吨 43

钯金–各地区总需求：吨 44

铑金的供应与需求：吨 46

钌的需求：吨 47

铱的需求：吨 48

术语表 49

排放法规：轻型车 50

排放法规：重型车 51

Euro 6排放法规 52

定义

欧洲	欧盟+(含土耳其，但不含俄罗斯)
日本	仅指日本
北美	美国和加拿大(不含墨西哥)
中国	仅指中国
其余各国(RoW)	其余各国：上面未囊括在内的其余所有国家
供应	供应量指生产商**铂族金属矿产**的销量，按照开采地所在地区分类，而非后续加工地区。
回收	回收量指开放式铂族金属的回收供应量(即原始购买者不再对金属有控制权)。除汽车尾气催化剂、首饰、电子产品行业之外**开放式回收**的回收量微乎其微。 **汽车尾气催化剂回收量**指从报废汽车以及个别地区售后服务市场的废料中回收的铂族金属量，不含保修或生产中的报废品。汽车尾气催化剂回收量分配以汽车首次销售地所在的地区为准统计(未必在注册地拆解回收)。
总需求量	某一具体应用领域的总需求量指在该应用领域，行业对新金属的总需求量，是除去封闭式回收量的净值(**封闭式回收**指行业参与者仍然保留铂族金属所有权，例如：回收报废化学催化剂，将回收的铂族金属添加至新催化剂中，在一定程度降低了花费)。 **总需求量**也包括该行业中未炼铂族金属存量的变化。未提炼铂族金属存量增加会致需求上浮，而存量减少(包括工业领域回流到市场中的铂族金属，例如化工厂关闭令一些铂族金属回流到市场)，则致需求下降。 **汽车行业铂族金属需求量**对应的地区为汽车制造地所在地区，对应时间为汽车的生产时间，涵盖汽车、摩托车、三轮车和燃料电池车。 **首饰需求量**以首饰成品生产地所在地区为数据统计对应地区，不以其销售地区为数据统计对应地区。
净需求量	总需求量减去开放式回收量。
库存变动	库存变动显示各年市场供需，反映各年为稳定市场所需动用的库存。因此，库存变动是加工商、交易商、银行、保管机构所持存量变化的风向标，但不包含铂族金属矿产生产者与回收料炼化厂和终端消费者所持的存量。因此，库存变动为正数(市场过剩)反映全球市场存量增加。反之，库存变动为负数(市场短缺)则表示全球市场存量减少。

铂族金属市场回顾

2021年供应与需求

铂族金属供应和需求之间的短期不平衡造成价格大幅波动。

2021年初铂族金属矿产供应紧缩，但随着积压渠道库存的精炼，紧缩逐步缓解。

受强劲的化工行业和创纪录的玻璃行业铂族金属需求推动，工业领域铂族金属需求旺盛。

受半导体短缺，汽车尾气催化剂平均铂族金属含量降低和纯电动车市场份额上升影响，汽车行业铂族金属需求降低。

铂族金属的实物投资需求较弱，铂金交易所交易基金出现大量赎回，投资者对钯金的投资热情有限。

由于中国铂金首饰制造量萎缩，全球首饰行业铂金需求量降至30年低点。

在2020年铂族金属供应和需求急剧下降之后，期望市场需求快速恢复到疫情前的判断被证明过于乐观了。2021年铂族金属的需求受到全球供应链中断的影响，特别是汽车行业的铂族金属需求受到的影响极其明显。主要是因为消费者对电动车的偏好放大了半导体短缺对内燃机汽车产量的影响。除了少数对价格高度敏感的工业应用外，工业领域对铂族金属的需求相对强劲。但投资和首饰行业对铂族金属的净需求急剧收缩。2021年初铂族金属矿产供应受到上年度南非矿厂停产的持续影响，产能有所收缩。但是随着这部分积压产能的释放，致使2021年内所有品类的铂族金属出现盈余。在2021年年初，铂族金属供应和需求之间的短期不平衡造成价格大幅波动，然后从年中开始，供应量的增加和需求的减弱又促使价格下降。

2021年年初，除铂金外的其他所有铂族金属交易量都大大高于历史同期水平，并且该期间铂族金属矿产供应受限但需求明显上涨，这造成了严重的流动性紧缩。

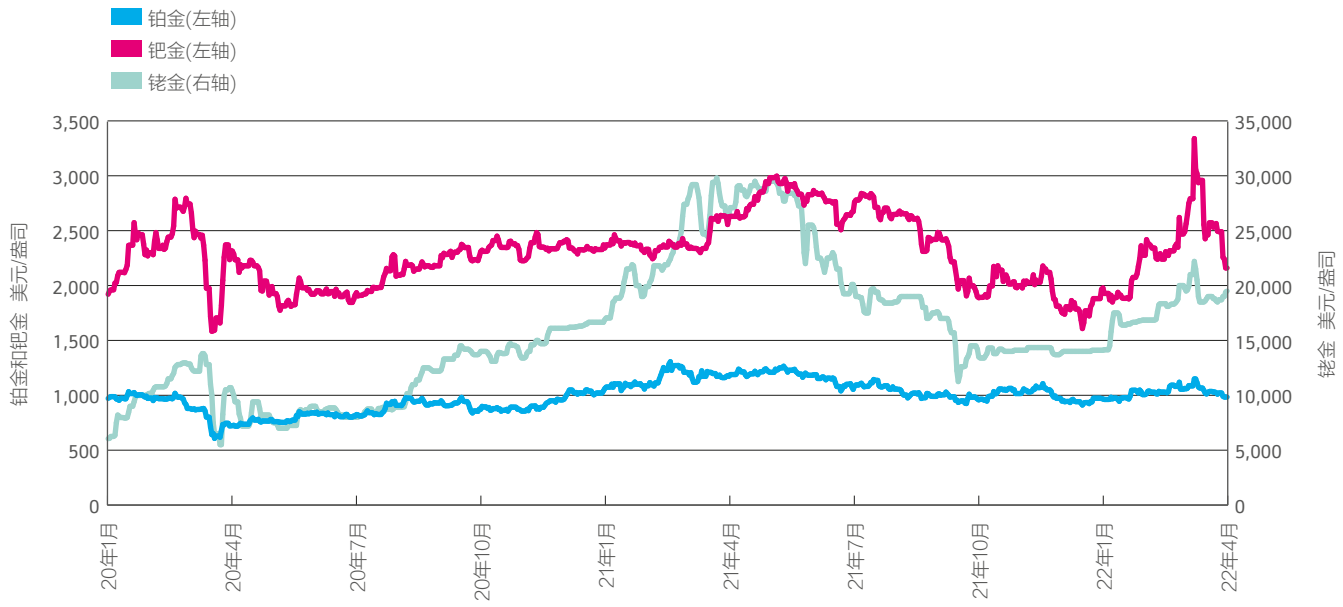


图1: 铂金、钯金和铑金价格走势

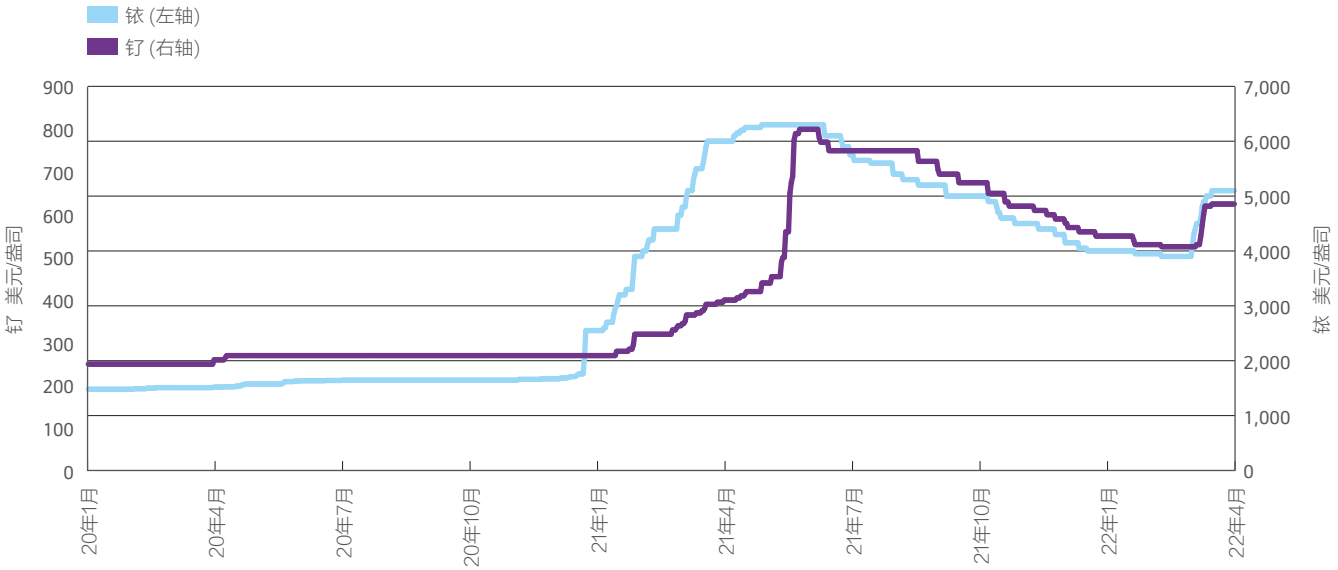


图2: 钌和铱价格走势

在2021年的前四个月里，除铂金外的所有铂族金属交易量都大大高于历史同期水平，并且该期间铂族金属矿产供应受限，这造成了严重的流动性挤压和不寻常的价格波动(图1和2)。铑金受到的影响最为严重，其价格数次飙升至30,000美元/盎司左右的高点。这反映了2020年期间因Anglo American Platinum的转炉工厂(ACP)发生故障，积压了约30吨的铂族金属，造成供应极度短缺。铱也面临着极大的价格上涨压力，在2021年4月份攀升到6,300美元/盎司的历史高峰，而钌在5月份达到800美元/盎司的14年高点。

作为小金属分类的铱和钌，其供应以南非为主，因此它们受ACP转炉停产的影响比铂金和钯金更严重，因为铂金和钯金的主要供应地分布在多个国家地区(图3)。尽管ACP转炉在2020年12月恢复了生产，但不易溶解的铂族金属(铑金、钌和铱)的提炼工艺复杂，加工周期也更长。

除此之外，铂族金属价格波动也因不寻常的购买模式而加剧，特别是铱。部分消费者出于对铱未来矿产供应的担忧，采取提前采购行动。投资者对铱在绿氢生产中的潜在需求有着强烈的投资热情，这种投机性买盘可能也促使了铱价的波动(详细内容见2021年5月版庄信万丰铂族金属市场报告第32页氢气专题，可在庄信万丰官网查阅)。

消费者出于对铱未来矿产供应的担忧，实施了提前采购。

然钯金对南非矿产供应依赖度较低，但钯金市场在2021年初也经历了一阵不寻常的流动性紧缩。海绵钯较之钯锭出现了大幅的溢价，表明西方工业消费者更青睐的钯金产品出现短缺。2021年4月份，在新闻报道了Norilsk Nickel两座大型矿井因渗水关闭和一家铂族金属加工厂发生事故，预计会使其年内铂族金属产量大幅降低后，钯金的价格一路飙升至3,000美元/盎司。

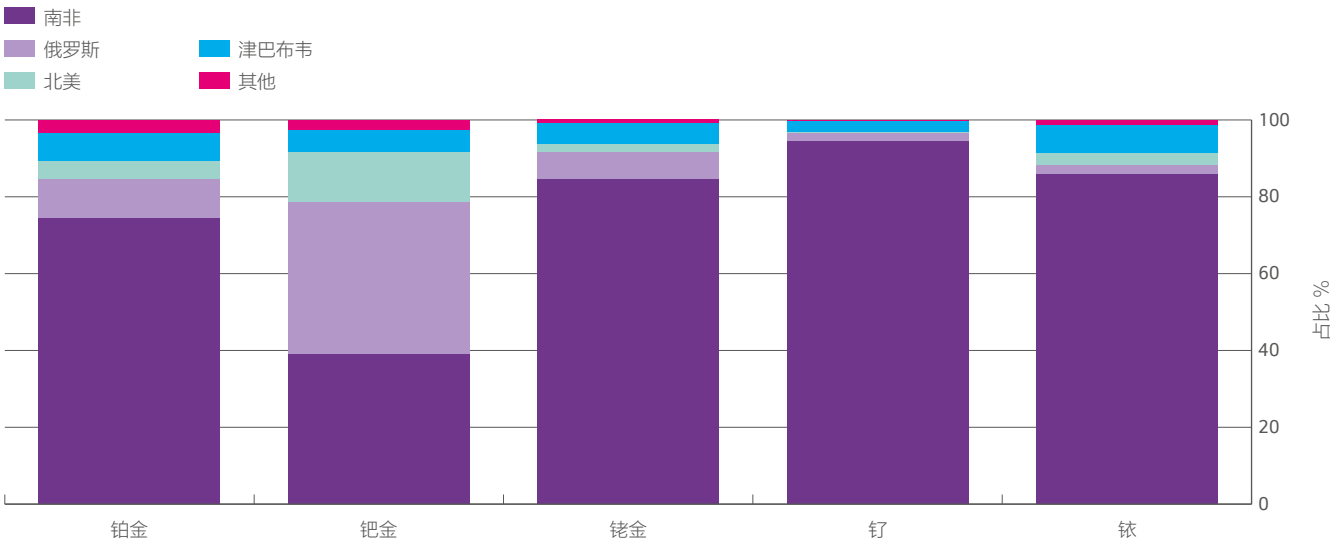


图3: 2021年各地区占全球铂族金属矿产供应的份额

2021年初的铂金价格波动相对有限，这是因为铂金市场对比其他铂族金属市场，其体量更大，流动性更好，所以一般不会因为南非和俄罗斯的短期供应问题出现大幅波动。尽管如此，铂金的价格也在2021年2月中旬升至6年来的高点1,300美元/盎司，并在六月之前都维持在1,200美元/盎司的水平。潜在的供应风险可能促使了价格的上涨，但更主要的价格支撑来自投资者对近期汽车尾气催化剂中铂金替代钯金产生的额外需求和远期铂金在氢经济中长期潜力的看好。

半导体短缺在2021年内逐步加剧，阻碍了汽车生产的复苏。高位的铂族金属价格刺激了一些工业应用领域节省使用铂族金属。至此铂族金属需求减弱，同时大部分由于ACP 转炉停产所积压的在制品库存逐步释放，供应量有所增加，流动性改善明显。这使得铂族金属价格急剧下降：钯金在2021年12月跌至低于1,600美元/盎司的21个月低点，而铑金在九月跌至11,000美元/盎司，然后在2021年度剩余时间里稳定在14,000美元/盎司左右。铱和钌的价格也从六月开始逐步回落，到年底分别降至4,000美元/盎司和550美元/盎司，但这价格仍然大大高于2021年前的水平。与此同时，铂金价格也逐渐下降到新冠肺炎疫情前的900美元/盎司左右的水平。

2021年半导体短缺逐步加剧，阻碍了汽车生产的复苏。

市场平衡回顾

2019-2020年市场短缺之后，2021年汽车尾气催化剂应用所需的铂族金属都供应充足。这是因为汽车领域消费低迷，钯金和铑金需求疲软：尽管年初其需求强劲，但是随着汽油车产量的下滑和中国汽车制造商对铂族金属使用的节省，汽车领域铂族金属的需求逐步走低。庄信万丰是基于当年汽车产量核算汽车尾气催化剂中铂族金属的实际需求量-按照这一标准，2021年钯金和铑金的需求量甚至低于新冠肺炎疫情肆虐的2020年的总需求量(图4)。然而，由于一些汽车厂商是通过定期的月度合同购买铂族金属，所以我们认为汽车行业在年底可能存有过量的金属库存；但是这很难量化，因此不包括在我们的需求统计数字中。

玻璃行业的铂金采购异常强劲，铂金工业需求创历史新高。

高昂的钯金和铑金价格影响了部分工业领域对其的需求量，阻碍了2021年需求的反弹：口腔牙科医疗领域持续推进使用其他材料替代钯金的应用，玻璃纤维制造商减少了用于生产玻璃纤维的漏板中铂铑合金的铑金含量。钯金和铑金在汽车领域和工业领域的需求之和甚至略低于其在新冠肺炎疫情封锁下2020年的总需求量，并且要比2019年的历史峰值低约12%。

相比之下，铂金的工业需求达到了90.2吨的历史新高。去年，中国玻璃行业的铂金采购异常强劲，一方面用于新一轮的玻璃纤维产能扩张，另一方面行业为节约成本，选择降低铂铑合金漏板中的铑金比例，并用铂金替代(见第33页)。汽车领域的铂金消费也有小幅增长，这不仅受益于中国重型车排放法规的收紧，也是因为汽油车尾气催化剂中铂金对钯金的替代比例有所增加。2021年，工业和汽车的总铂金需求共计增长约17%，达到164.8吨。

然而，由于中国铂金首饰行业的持续疲软，以及铂金投资产品购买量的急剧下降，铂金的总需求有所下滑。中国的铂金首饰制造量同比下降了约四分之一，仅有21.9吨，世界首饰行业的铂金总消费量自1991年以来首次跌破46.7吨。同时，投资市场铂金从2020年的32吨净需求转为负值。总体而言，铂金总需求量下滑至209.9吨，创下二十年来的新低。

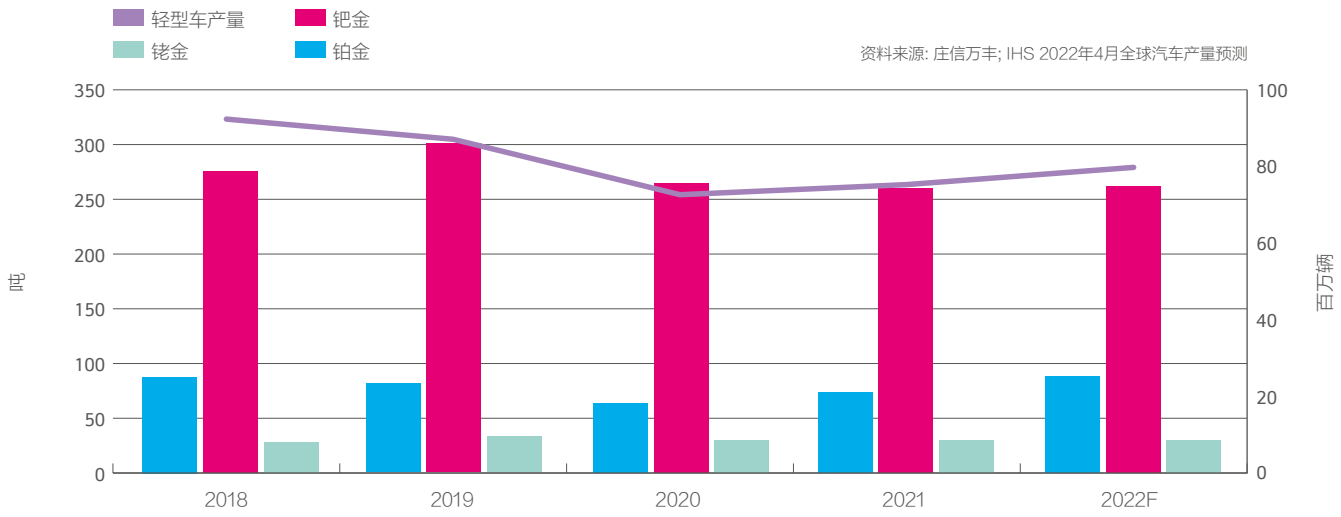


图4: 汽车尾气催化剂对铂族金属的需求和轻型车产量

因Anglo American Platinum精炼并销售了其转炉工厂的大量渠道库存，铂族金属矿产供应增加。

铂族金属供应

2021年，由于Anglo American Platinum精炼并销售了其转炉工厂在2020年停工期间积压的大量库存，铂金和铑金的矿产供应增加了四分之一，而钯金出货量仅增加10%，这反映出钯金矿产供应地理分布的多元性，对南非的依赖度较低。虽然世界上最大的钯金生产商Norilsk Nickel遭遇了加工厂倒塌及两座矿井的暂时性关闭，致使俄罗斯矿产供应受到一些影响，但最终对2021年俄罗斯钯金矿产供应影响有限。Norilsk Nickel估计去年因上述原因导致其铂金和钯金生产减少共计14.6吨，但因渠道库存的释放及部分精炼库存钯金的出售，其出货量仍接近2020年水平。

2021年，从废旧汽车尾气催化剂中回收的铂族金属增加了8%，但仍低于2019年水平。因为2020年积压的报废汽车尾气催化剂逐渐进入回收网络，同时铂族金属的高价进一步加快了废料在产业链中的流通，所以2021年初的废旧汽车尾气催化剂铂族金属回收供应表现强劲。然而，报废车数量在2021年下半年，特别是第四季度有所下降。这是因为汽车生产遭遇半导体短缺所带来的挑战，消费者对汽车的需求被强烈抑制，二手车的价格也急剧上升。这导致旧车总行驶里程增加，进入报废汽车拆解厂的报废车数量减少，废旧汽车尾气催化剂的回收数量下降。尽管因Anglo American Platinum转炉工厂在2020年出现生产中断，导致2021年初铱和钌的供应出现紧张，但全年铱和钌的市场供应充足。有数据表明，矿商在2021年上半年出售了精炼库存中的铂族金属(特别是钌)。贸易数据显示其对中国的出口数量巨大(图5)。2021年中国铱和钌的进口量高于我们对中国铱和钌的需求预测。所以我们认为上述巨大的交易量当中可能存在一些投机性采购，以应对未来氢能经济发展中对关键材料需求日益增长的情况。

全球首饰行业的铂金总需求自1991年以来首次跌破47吨。

汽车产量和铂族金属需求

虽然与氢能相关的产业显示出未来对铂族金属需求的巨大前景，但到目前为止，汽车尾气催化剂仍然是需求最大的单一铂族金属应用行业。2019年7月中国部分省市提前实施了国6排放法规，进而提升了单车平均铂族金属含量，使得2019年全球汽车尾气催化剂对铂族金属的总需求达到顶峰至413.7吨。

从那时起，全球汽车尾气催化剂平均铂族金属含量已经稳定-中国汽车催化剂对铂族金属的节省使用在很大程度上抵消了欧洲和北美受排放法规加严而带来的单车平均铂族金属含量的上升(见第30页)。这使得汽车生产量成为决定全球汽车行业铂族金属需求的主要因素。

2020年，受新冠肺炎疫情影响，国家封锁和延长汽车厂停产时间使得当年全球汽车产销量大幅下滑，但到年底，有迹象表明被压抑的消费需求将支持轻型车销售和生产的复苏。2020年第四季度的全球汽车销量同比增长，2021年初，汽车行业分析师预测全球汽车产量最早将在2022年恢复到疫情大流行前的水平。

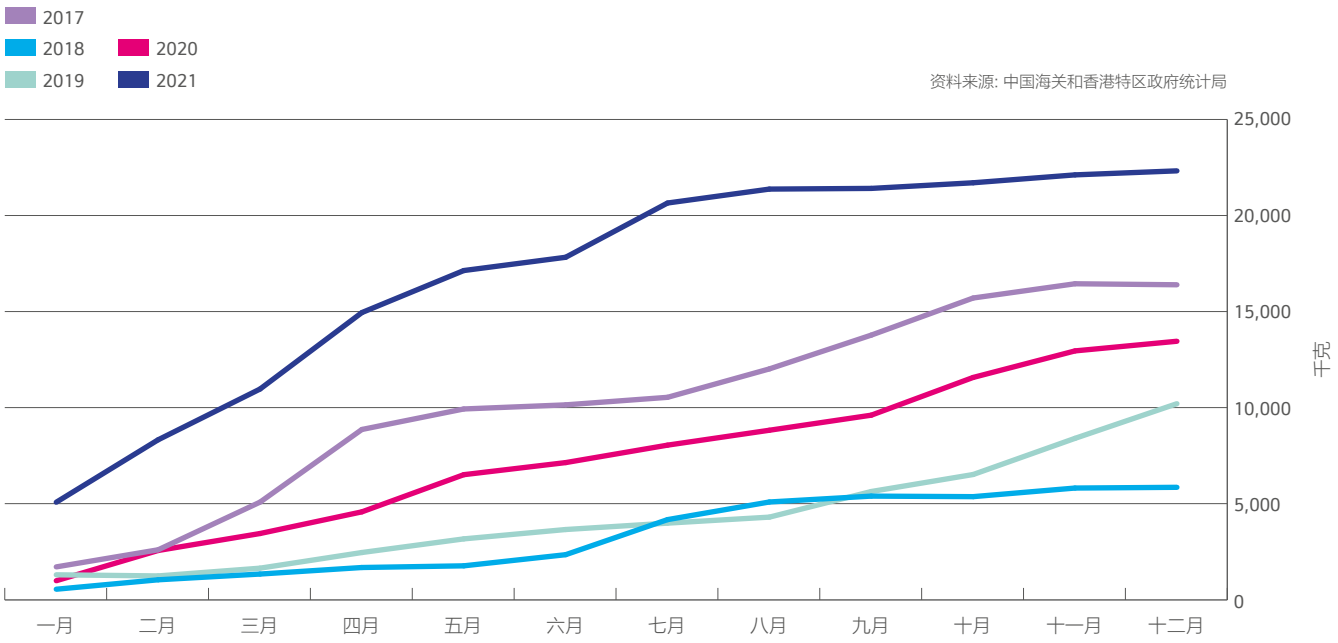


图5: 中国和中国香港钌和铱的净进口量

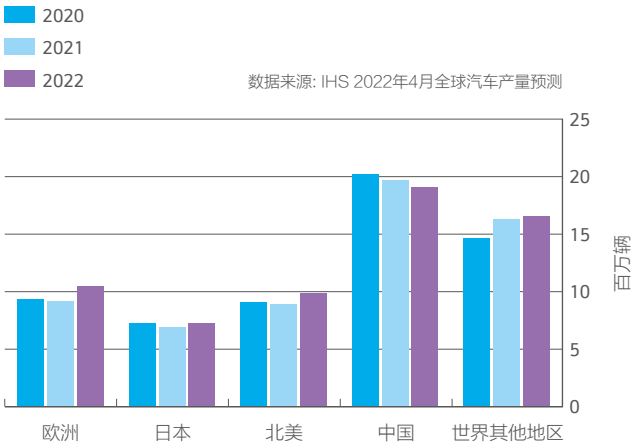


图6: 各国家地区轻型汽油车产量

全球轻型车总产量增长的绝大部分来自纯电动车产量的增长。

然而，由于半导体芯片的短缺情况恶化，汽车产量预测一再被下调，汽车生产厂不得不修改其生产计划，并定期停止生产。2021年1月预计当年全球轻型汽车产量将接近8300万辆；最终根据IHS Markit在2022年4月初发布的基于全球动力总成产量预测，2021年全球轻型车的产量只有7530万辆(文中的轻型车辆一般指代总车重不超过3.5吨的轿车和轻型卡车。但对于美国、加拿大和墨西哥，我们依据当地的排放法规，将总重低于6吨的车辆都包含在轻型车类别中)。这意味着2021年全球汽车产量比受新冠肺炎疫情国家封锁所严重影响的2020年增长仅为3.6%，而这些增长大部分是受纯电动车产量上升所驱动。只有部分地区的内燃机(ICE)汽车产量有所增长。

重型车市场受半导体短缺的影响较小，除中国外，其他地区2021年的重型车产量都强劲增长。虽然2021年中国的重型柴油车产量同比缩减了13%，但仍高于2019年的水平。这是由于中国重型柴油车国VI排放法规在2021年7月全面实施，因此2020年重型柴油车消费者提前采购，使得2020年中国重型柴油车的产量大幅提升。

符合国VI排放法规的重型柴油车必须加装铂族金属催化剂，低于国VI排放标准的中国重型柴油车可以不加装铂族金属催化剂或即使加装铂族金属催化剂，其装载率和铂族金属含量均极低。因此，加装含有铂族金属催化剂的中国重型柴油车的比例急剧增加，进而大幅提升了中国重型柴油车平均铂族金属含量。这是2021年铂金需求增长的主要原因，另外也受益于汽油车催化剂中铂金替代部分钯金。

2021年7月起，符合中国国VI排放法规的重型柴油车必须加装铂族金属催化剂。

相比之下，钯金和铑金的需求面临着较大的阻力，主要源于：汽车动力总成市场份额的变化、铂钯替代和中国正在进行的铂族金属的节省使用。2021年，纯电动车产量的增长占据了全球轻型车总产量增长的绝大部分，全球汽油车产量同比增长低于1%至6100万辆(同比2019年下降15%)，仅部分地区的汽油车产量同比2020年有所上升(图6)。

同时，汽油车催化剂中平均钯金和铑金含量略有下降，因为铂金占汽油车催化剂中铂族金属总含量的比例有所上升(尽管相对钯金和铑金所占的比例仍然很低)，而且中国自主品牌汽车制造商试图降低其催化剂的铂族金属总成本。这些自主品牌汽车制造商在2019年首次推出国6车型时，曾大幅增加了汽油车催化剂中铂族金属的总含量。但铂族金属的高价刺激了节省铂族金属使用的积极性，与此同时发动机技术的提高，使得铂族金属含量较低的催化剂也能满足严格的排放限值。

某些车型汽油车催化剂从含钯铑双金属转向含铂钯铑三金属，使得钯金的需求有所减少，却扩大了铂金在汽油车催化剂中的应用。在2021年，铂金替代钯金主要应用在铂族金属含量相对较低的后级催化剂，后级催化剂相对前级催化剂距离发动机较远，因此通过后级催化剂的尾气温度比通过前级催化剂尾气的温度低，有利于实现铂金替代钯金。然而，有些前级催化剂中的部分钯金被铂金替代，预计2022年铂金在前级催化剂中的应用会加快。

半导体危机简介

半导体危机起于2020年初，当时新冠肺炎疫情逐渐在全球蔓延，国家封锁导致汽车生产线临时停产。整车厂和零部件供应商预期消费者对汽车的需求会受疫情长期影响，所以取消了部分零部件订单，这其中就包括现代汽车工业中在发动机管理系统、驾驶辅助系统、安全和通信系统广泛应用的芯片订单。

同时，居家工作、学习和娱乐较疫情之前更为普遍，进而带动了对笔记本电脑、移动电子设备和游戏设备等电子产品的需求大幅增加。并且通信技术步入5G时代，高端5G手机单机所需芯片数量为4G手机的两倍以上，这也促使芯片需求大幅增加。当新车的销量反弹速度超过预期时，整车厂争相订购新的芯片。但此时芯片制造商已经将他们的闲置产能转向满足上述需求更大、利润更高的终端数码产品市场，仅有小部分产能可以切换回汽车芯片的生产，这使得超出预期的汽车芯片需求无法被有效满足。

芯片产量的供应短缺又因多个半导体工厂停工而加剧。日本和德国的半导体主要生产商因为火灾临时停产。2021年2月受严重的冬季风暴影响，美国德克萨斯州的半导体工厂被迫停产。除此之外，世界上最大的台湾半导体生产商因为极端干旱限制了生产用水供应，导致工厂临时关闭。芯片制造商也受到新冠肺炎疫情的持续影响，例如在2021年第三季度，一些东南亚国家的芯片质量测试和封装生产受疫情影响临时停工。

尽管芯片企业已经宣布会投入资金建造新的产线，但一个半导体生产厂(即晶圆代工厂)的建设会花费几十亿美元，并且建设周期长达数年。此外，新投资的芯片产能一般更多集中在最新一代的半导体生产上，但是汽车行业需要的芯片却是较为成熟代际的生产线。

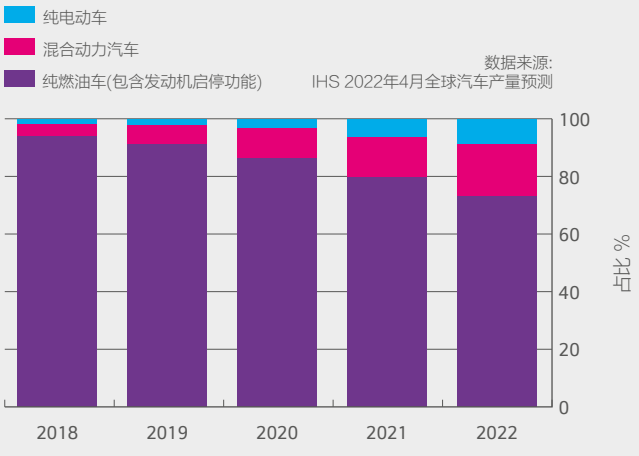


图7: 轻型车市场电动化程度

半导体的短缺导致了汽车生产线停产的浪潮，这对汽车产量的影响甚至超过了新冠肺炎疫情造成的减产影响。除了生产中断外，整车厂还减少了一些车型的电子配置，例如替换数字车速表，取消车载无线充电配置，甚至放弃一些先进的驾驶辅助功能模块。一些整车厂被迫积累了大量“缺芯半成品”汽车库存，等待其电子零部件的到货安装。当然如果这些“缺芯半成品”汽车可以短期内完工并且转运到消费者手中，那该地区2021年年底的新车销量会有明显的提升。

尽管半导体的短缺主要是受新冠肺炎疫情和工厂临时停产的影响，但汽车产业芯片消费量的增加在一定程度上加剧了这场危机。根据S&P Global Mobility的数据显示，在2017年至2021年间，单车芯片的需求量几乎翻倍。这是由于自2019年之后，车辆的电气化进程明显加快，并且豪车以外的车型也添加了越来越多的电子功能。除此之外，不同动力总成车型的市场结构变化也是原因之一。

混合动力汽车占全球轻型汽车产量市场份额从2019年的仅6%提升到2021年的近14%。纯电动车(BEV)所占的市场份额在过去两年增加了两倍，2021年该市场份额达到6%(图7)。车辆的芯片需求数量与其电气化程度密切相关。纯电动车所需的芯片数量通常是同尺寸同级别内燃机(ICE)汽车的两倍以上。混合动力车型的芯片需求量更接近纯电动车(BEV) 。

氖气是半导体光刻气的主要成分，由于乌克兰是主要的氖气供应国，俄乌冲突可能会加剧汽车半导体供应链紧张的局势。不过，在未来一两年内，制约半导体生产的核心因素还是基础晶圆代工产能的不足。

铂族金属市场展望

2022年供应与需求

俄乌冲突给俄罗斯铂族金属的交付带来了极大的不确定性。

因计划的熔炉大修和诸多矿井持续生产所面临的挑战，2022年南非铂族金属矿产供应降低。

因为新车销售受限导致报废车数量减少，汽车尾气催化剂回收供应量预计走低。

汽车尾气催化剂铂族金属需求的恢复会受到供应链和新冠肺炎疫情的影响。

工业领域的铂金需求持续强劲，但钯金和铑金的应用受到其高价的影响。

尽管铂族金属供应端存在风险，但是投资者对铂族金属的投资兴趣有限。

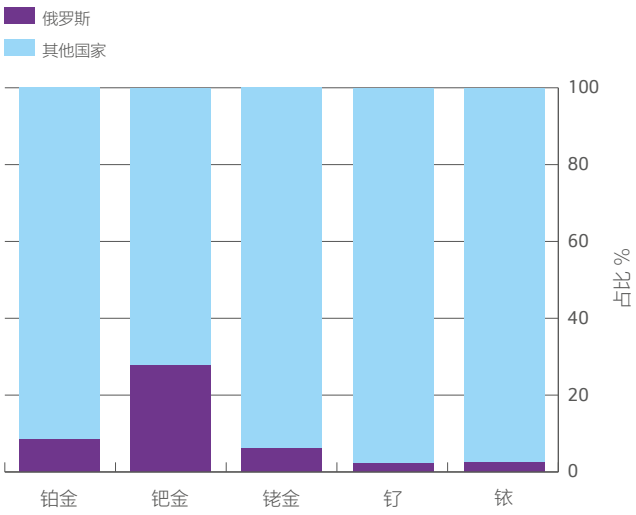


图8: 2021年俄罗斯占全球铂族金属供应的份额

2022年铂族金属的供需前景有很大的不确定性。俄罗斯作为世界上最大的钯金供应国及主要的铂金和铑金的生产国，俄乌冲突给全球供应带来了重大风险。虽然俄罗斯对铂族金属的需求量有限，但战争连锁反应使全球铂族金属的需求产生了更广泛的风险，预计此次危机会加剧全球供应链中现有的困难，加剧通货膨胀，并抑制经济增长。新冠肺炎疫情的影响持续给铂族金属的消费带来下行风险，特别是在中国，为应对奥密克戎(Omicron)毒株的扩散，在2022年3月至4月期间，一些主要城市经历了不同程度的封锁。

2022年第一季度，铂族金属的价格波动幅度巨大，这在很大程度上反映了俄罗斯对铂族金属市场供应的影响，其中钯金首当其冲。去年，钯金的矿产供应和回收供应总计约有28%来自俄罗斯，而铂金和铑金的比例低于10%，钌和铱的比例低于5%(图8)。

2022年初，钯金就从不足2,000美元/盎司迅速上涨到2,300美元/盎司的水平，当俄罗斯军队于2月24日进入乌克兰时，钯金随即飙升至2,600美元/盎司以上。随着俄乌冲突局势的恶化，以及西方国家对俄罗斯实施广泛的经济制裁，市场对钯金供应的担忧加剧，推动钯金价格达到历史最高水平。钯金在3月7日达到了3,339美元/盎司的峰值，同时期以俄乌供应为主的大宗商品价格都有不同程度飙升。随着Norilsk Nickel的钯金仍不断进入市场，人们对流动性的担忧有所缓解，当月晚些时候钯金回落到2,200美元/盎司以下。但伦敦铂金和钯金市场(LPPM)对俄罗斯精炼商的除名再次引发了市场对钯金供应的恐慌，刺激价格回到2,500美元/盎司以上。伦敦铂金和钯金市场(LPPM)的决定意味着4月8日以后俄罗斯生产的钯锭和海绵钯将不再被接受为“合格交付”的产品，且无法进入伦敦和苏黎世金银交易市场。

2021年，俄罗斯钯金供应占全球钯金总供应约28%。

尽管全球铂金和铑金供应中，俄罗斯所占的份额要比钯金小得多，但铂族金属供应风险的增加也同样反应在了铂金和铑金的价格上。铂金价格从2022开年时的960美元/盎司左右稳步攀升至三月初1,150美元/盎司，达到了近八个月高点，随后因市场供应风险的缓解而回落，第一季度季末收盘价低于1,000美元/盎司。甚至在伦敦铂金和钯金市场(LPPM)四月宣布制裁后，铂金价格反弹有限。

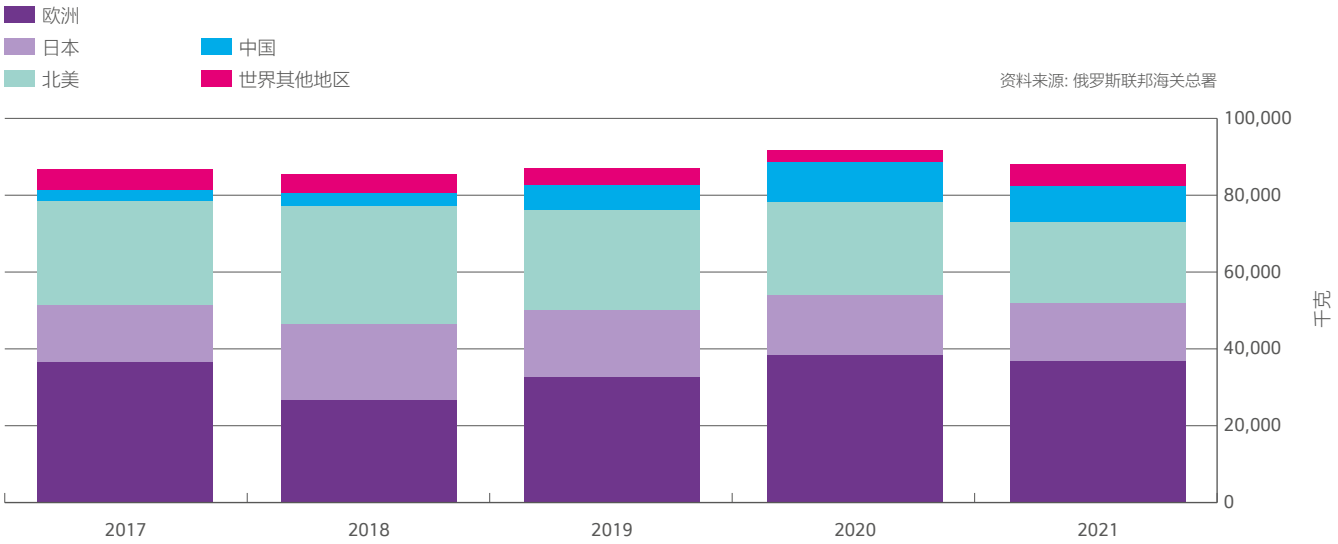


图9: 俄罗斯钯金主要出口国家及地区

铑金的价格也在2022年一季度走高：这是由于市场对2021年出现的极端供应紧张情况记忆犹新，所以消费者着手批量采购以确保其金属需求，刺激价格从2021年年初的14,500美元/盎司到3月7日的超过22,000美元/盎司。在三月的剩余时间里，铑金的交易价格都维持在18,000美元/盎司以上。

2022年俄罗斯的铂族金属矿产供应存在极大的不确定性。

因为钌和铱的矿产供应95%以上来自南非和津巴布韦，所以俄乌事件对钌和铱的供应冲击要小得多。这两种金属的价格在2021年下半年稳步下降，但随着亚洲和北美的工业买盘恢复，下降趋势趋于平缓，然后在2022年第一季度反转。铱从二月份的低点3,900美元/盎司攀升至三月份的5,100美元/盎司，而钌则从525美元/盎司上升到625美元/盎司。

铂族金属供应

2022年俄罗斯的铂族金属矿产供应存在极大的不确定性。在撰写本报告之时，俄罗斯铂族金属生产商 Norilsk Nickel并未受到制裁，在俄乌冲突爆发的第一时间，尽管物流遭遇极大的阻碍，但仍可以继续运输金属。从俄罗斯到欧洲和北美的航空运输基本被切断，但铂族金属仍可以通过转运到达客户目的地。然而，2022年4月8日，俄罗斯精炼商被伦敦铂金和钯金市场(LPPM)从货物交割名单中剔除，这将影响俄罗斯精炼商向西方客户交付金属。由于难以量化上述情况带来的影响，所以本次报告我们将不会发布对俄罗斯铂族金属供应的预测。

近年来，欧洲和美国进口了2/3以上的俄罗斯钯金出口量(图9)，但由于俄罗斯精炼商被伦敦铂金和钯金市场(LPPM)从货物交割名单中剔除，上述情形未来可能会发生改变。俄罗斯钯金可能最终会被出口到其他地区，也可能会提供价格折扣，但新合同的谈判仍需一些时间进行。

最终，经济制裁和西方在俄企业的撤离将极大地影响俄罗斯的采矿及矿产加工活动，但现阶段难以量化这一影响的程度和时长。采矿设备配件和其他耗材的采购行为可能会被影响，同时俄罗斯企业在一些项目上使用西方技术和资金也会受阻。短期内，供应链受损会导致采矿效率的下降；长期而言，一些项目扩产可能会延期。

Norilsk Nickel在2022年4月发布的最新版报告中指出，因2021年极地矿区的开采和精炼活动受到干扰，2022年铂族金属的产量将持平或略有下降。两个因渗水导致暂时关闭的矿井已于去年年底恢复到满产状态，但Nadezhda熔炉的检修时间从原计划的2022-2023年间进行被提前，这将延长加工周期，并导致在制品数量的增加。Norilsk Nickel预计今年将生产76.2-84.3吨钯金和18.8-20.7吨铂金，但考虑到上述因素，可能无法向市场交付上述预计产量。

2021年南非铂族金属矿产供应表现强劲，预计2022年将会有所减少，这应与渠道半制品库存释放量减少，计划的设备检修和诸多矿井持续生产所面临的挑战有关。2022年几个主要矿商会面对薪资谈判，所以运营风险会显著增加，尤其是在今年下半年。我们的预测是基于矿场经营环境依旧困难，且不出现任何长期罢工行动的假设。

南非两大铂族金属矿产商—Anglo American Platinum和Impala Platinum，今年会对熔炉进行大修。Impala的3号熔炉于今年第一季度停工检修，而Anglo的Polokwane熔炉也会在今年下半年重建。同时，在Mogalakwena南部的选矿厂(向Polokwane供应铂

族金属精矿）也将开展计划性检修维护。虽然加工厂的检修活动并不会影响到铂族金属的开采量，但一般会导致在制品库存的短期增加，会需要一些时间去库存。因此，两家公司都降低了2022财年的预计产量。

虽然预测精炼的铂族金属产量将减少，但我们估计如果没有出现严重的罢工事件，2022年非洲南部的矿产供应量与2021年相比持平（包括在津巴布韦开采并在南非精炼的铂族金属量）。少数处于产能攀升阶段的新矿井所带来的铂族金属产量的增加，被一些老旧矿井产量的减少和生产中所遭遇的挑战带来的产量降低所抵消。近几个月，许多矿场经历了比过去更加严重的生产中断，其原因多种多样：安全事件导致停工、电力供应不稳定（由国家“限电”计划及电缆盗窃等事件所导致）、社区动乱、新冠肺炎疫情爆发及零星的非法劳工罢工事件。

在采矿作业受到中断后，北美铂族金属产量与历史产量相比仍将处于疲软状态。作为Sudbury镍矿业务一部分的Vale Totten矿场，曾一度因为矿井受损在2021年9月至2022年2月期间关闭。同时，Sibanye-Stillwater在Montana的采矿业务也面临运营挑战，从而降低了预计产量。

因报废车数量的下降，预计2022年铂族金属的回收供应将减少。由于新车销售受限于新车产量，而非消费者的购买需求降低，我们预计二手车价格仍将保持在高位，在用车辆的总行驶里程也会上升。这将导致短期内废旧汽车尾气催化剂的数量减少，尤其在欧洲和北美地区，而除此之外其他地区的回收供应有可能增加。

西方市场中废旧汽油车尾气催化剂数量的减少可能会提升像柴油颗粒捕集器这种难加工材料的处理量，这一情况我们可以从曾因加工能力饱和而积压的柴油颗粒捕集器库存在逐步减少的情形中得知。总而言之，我们预计2022年铂族金属的回收供应量同比小幅下降，但铂金回收供应减少幅度要低于钯金和铑金的回收供应降幅。

总需求 吨	2020	2021	2022
欧洲	86.8	84.5	91.9
日本	33.9	33.3	35.2
北美	64.8	69.0	78.4
中国	100.4	90.1	81.7
世界其他地区	72.0	85.1	92.0
合计	**357.9**	**362.0**	**379.2**

表1: 汽车尾气催化剂对铂金、钯金和铑金的总需求

汽车产量和铂族金属需求

源于俄乌冲突，汽车产量的预测被下调，预计2022年全球轻型车产量将低于8000万辆。俄乌冲突对汽车产量的直接影响相对较小：2021年，俄罗斯轻型车产量约为150万辆，乌克兰每年只生产几千辆轿车和轻型卡车。然而，这场冲突加剧了原本就严重紧张的供应链风险。另外，在2022年3月和4月，中国的部分城市因新冠肺炎疫情进入静默状态，这导致一些整车厂短时停产，致使汽车产量预测进一步下调。

近期，中国部分城市因新冠肺炎疫情防控进入静默状态，导致供应链受阻，汽车产量下滑。

半导体供应仍然是影响2022年全球汽车产量的一个主要不确定因素。在第一季度，马来西亚的半导体精加工业务受去年十二月份洪灾的影响，出现了一些生产中断；日本的半导体精加工业务受三月份发生的一场大地震影响，也出现了一些生产中断。中国奥密克戎（Omicron）感染病例的上升，导致半导体制造商出现暂时生产中断，同时人们担心乌克兰的氖气供应中断可能从年中开始影响芯片生产。任何不定期的半导体工厂停工，或延迟已计划的产能扩张，都会给汽车产量带来新的下行风险。

俄乌冲突给汽车行业带来了其他供应链的挑战。三月份，因乌克兰制造的线束供应短缺，一些德国汽车制造商的生产出现临时中断。在撰写本报告时，上述影响似乎正在缓解，但显然后续有可能出现因零星的部件短缺，导致汽车装配线暂时停工的情况，特别对处于欧洲的汽车装配生产线影响更为明显。虽然这些停工的时间大多很短，但累积起来最终可能实质性的影响汽车产量。

在过去的一年里，汽车产量一直是限制汽车销量的主要因素。消费者对汽车的需求一直很旺盛，二手车价格的急剧上升和新订单的交货期长都证明了这一点。虽然位于欧洲的战争爆发可能会抑制消费者在高价商品上的消费意愿，高通胀率将使个人的消费能力下降，但与因汽车产量收紧对全球汽车销量的影响相比，上述对汽车需求意愿的降低不太可能对2022年的全球汽车销量产生重大影响。

我们预计2022年全球汽车行业对铂族金属的需求将增长（表1），但此预测最终将取决于汽车产量的变化。轻型车铂族金属的需求将主要受产量驱动：预计全球汽油车尾气催化剂的平均铂族金属含量将连续第三年保持稳定，因为中国对铂族金属的节省使用抵消了欧洲和北美平均铂族金属含量的上升。在重型车领域：重型柴油车的平均铂族金属含量将继去年上升50%后再增加30%，今年在中国销售的所有重型柴油车都安装了符合国VI排放法规的含铂族金属催化剂的后处理系统。

铂金占比全球汽车行业铂族金属需求的份额将连续第二年上升(图10)。重型柴油车催化剂富含铂金，而铂金需求也将受益于轻型汽油车催化剂进一步的铂钯替代。虽然铂金占汽油车铂族金属总需求的比例很小，但预计2022年全球汽油车催化剂的平均铂金含量与去年相比增加约三分之二。我们预计，今年年底欧洲和北美的汽车制造商将开始大量安装三金属催化剂，这反映了过去两三年来铂钯替代战略的实施。在北美，这些替代计划通常应用在发动机排量大和铂族金属含量高的畅销车型，而在欧洲，迄今为止的替代主要是针对低成本、低利润的车型。有迹象表明，受去年钯金和铑金的价格从最高点下跌了约50%的影响，汽车制造商对进一步铂钯替代的兴趣已经开始减弱。一些汽车制造商，特别是中国的汽车制造商，将他们的战略从替代转向节省铂族金属使用，并已经取得了相当大的成功(见第9页)。基于铂族金属价格方面的考虑，俄乌冲突有可能重新点燃人们对含铂(通常是三金属)汽油车催化剂的兴趣，但目前还没有直接证据表明上述猜测。

工业需求

2022年工业铂金需求预计将从2021年近93吨的历史高位回落，但从历史需求水平来看，仍旧异常强劲。由于今年玻璃纤维行业扩张所需的部分铂金已于2021年完成采购，所以2022年玻璃纤维行业铂金需求将减少。即便如此，预计玻璃行业的铂金需求将接近15.6吨。在汽车轻量化和风电等领域，玻璃纤维增强材料对降低碳排的贡献愈发突出。

随着大型石油炼化一体化项目的产能持续扩张，以及硝酸和有机硅行业铂金需求的支撑，预计化工行业铂金需求将接近创历史高位。这些大型炼化一体化项目的建设促进了铂金的需求，不过部分新增铂金需求会被因老旧、低效的炼油厂的关闭导致的铂金返回市场供应而抵消。

相比之下，工业钯金和铑金需求预计仍将低于新冠肺炎疫情爆发前的水平。创纪录的钯金和铑金价格加速了钯金合金材料占比牙科材料市场份额的下降，玻璃纤维行业也持续节省铑金在漏板中的应用。只有化工行业的钯金和铑金需求基本没有受到金属高价的影响；尽管一些企业在2021年暂时性地推迟了补充金属的采购(用于弥补生产过程中的铂族金属的损耗)，但这只是一个时间问题，并不会影响基本需求量。

现在评判俄乌冲突对工业铂族金属需求的影响还为时尚早。俄罗斯的硝酸和石油炼化行业会使用一定量的铂族金属，但其占全球工业铂族金属需求的比例很小。这意味着该冲突对全球工业铂族金属需求带来的直接影响较小。但是，考虑到一些产能扩张可能会被推迟或取消，俄乌冲突对世界经济的间接破坏最终会对铂族金属需求造成负面影响。

铂族金属投资

随着2022年第一季度地缘政治紧张局势的加剧，铂族金属价格的波动也为投资者带来了买入及抛售的机会。一月和二月期间，稳步走高的铂金价格引发日本铂金条持有者抛售获利，不过此次抛售量与2021年同期相比更为温和。和通常一样，西方的交易所交易基金(ETF)投资者反向操作：一月至二月期间，铂金交易所交易基金(ETF)的持有量小幅增加。

三月，当铂金价格在触及1,150美元/盎司的峰值后，又陡然跌落至1,000美元/盎司以下时，上述情况发生反转。因获利抛售，欧洲铂金交易所交易基金(ETF)持仓量下降(其他地区的获利回吐量较小)，而日本的散户投资者在月初价格峰值时期大量抛售获利。

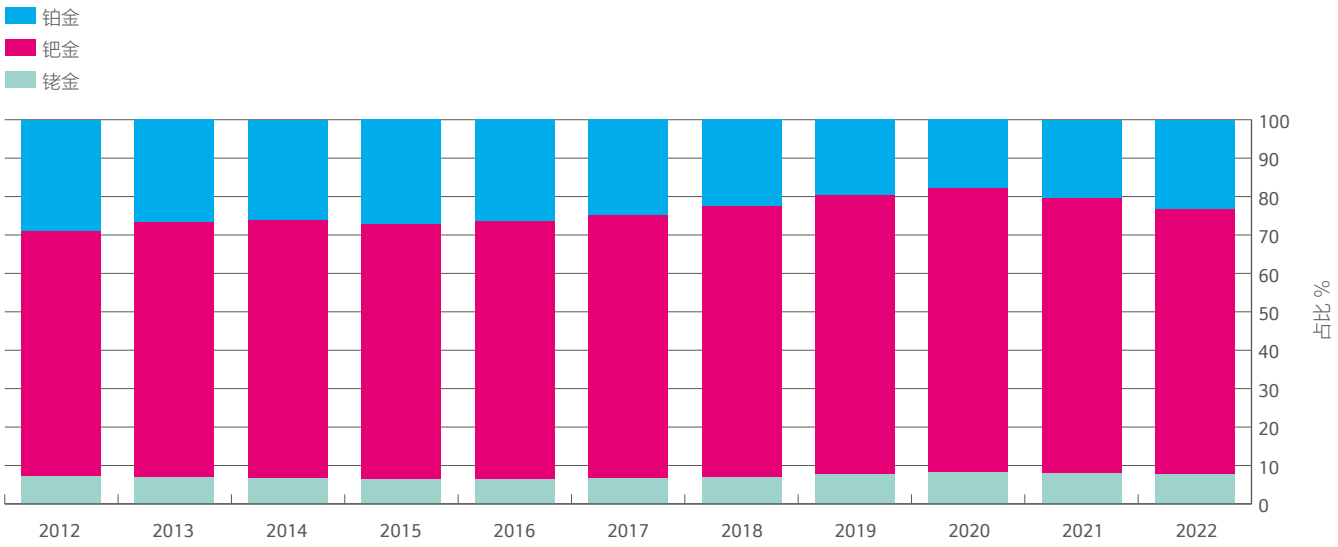


图10: 铂金、钯金和铑金占汽车尾气催化剂对铂族金属总需求的份额

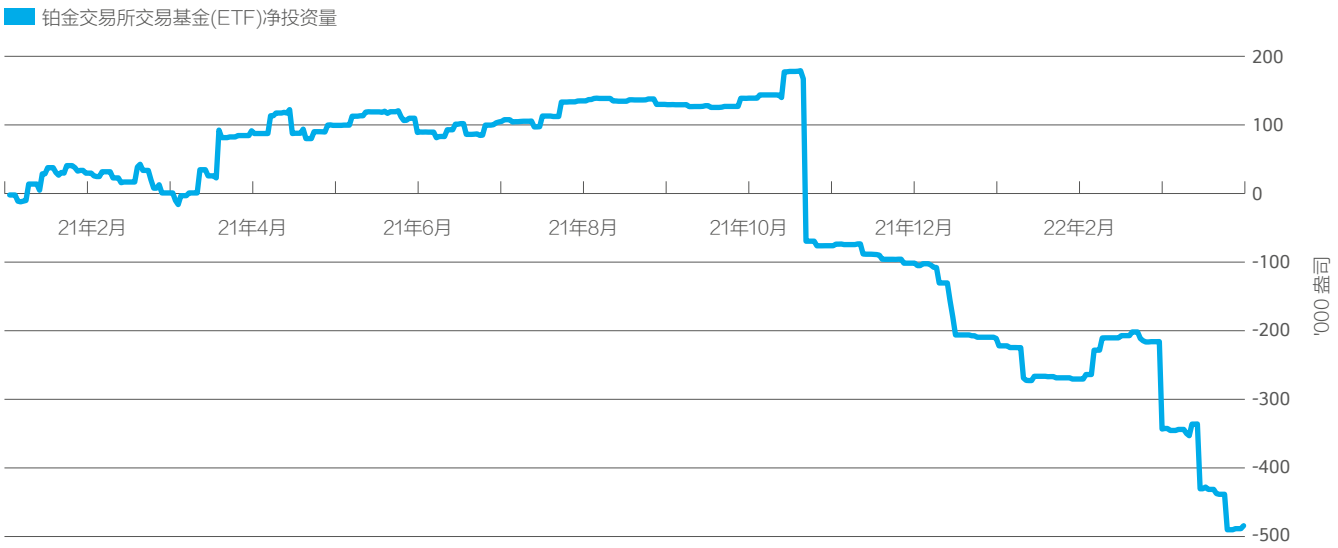


图11: 2021年1月至2022年3月铂金交易所交易基金(ETF)的净投资量

由于钯金投资者先增持，后在钯金价格达到3,000美元/盎司时获利抛售，所以钯金交易所交易基金(ETF)持仓量在第一季度小幅上升。当然，也存在一些十分有限的(不足12,000盎司)交易所交易基金(ETF)持仓量的赎回。

尽管我们认为小型铂金投资产品的需求有所增加，但我们仍然认为2022年余下时间的交易所交易基金(ETF)和日本铂金条的持有量变化十分有限。虽然铂族金属供应的风险上升，但人们对于铂族金属交易所交易基金(ETF)的新投资意愿十分有限，这也许反映出利率上升背景下，非收益类资产的吸引力在下降。另一方面，价格的波动仍可能会引发抛售。

钯金交易所交易基金(ETF)持仓量相对较少，2022年3月不足600,000盎司：大部分持仓在2020-2022年期间，已经经历了三次不同的价格高峰，这也意味着只有更高的价格才能触发新的大量抛售。相比之下，截至2022年3月底，铂金交易所交易基金(ETF)持仓量低于350万盎司；虽然价格依旧疲软，赎回的可能性有限，但当价格再次反弹时，可能会出现进一步获利抛售。目前的价格在某种程度上对日本的投资者更有吸引力-低迷的铂金价格和紧张的地缘政治环境极大利好散户投资者购买新的铂金条，但该类投资者对价格极为敏感，金属价格的上涨会带动进一步抛售。

以日元计价的铂金价格在2021年3月初达到峰值，日本的散户投资者大量抛售获利。

市场平衡

与前几年不同的是，投资似乎不太可能在2022年的市场供需平衡上再发挥决定性作用了。俄罗斯供应量的变化和汽车领域的需求趋势是今年影响市场平衡的关键因素。

自今年年初以来，因为持续的半导体短缺和俄乌冲突造成的供应链中断，导致汽车产量预测出现削减。受新冠肺炎疫情影响，中国汽车市场陷入困局，这可能会引发进一步的汽车产量下调。因为静默政策致供应链受阻，一些汽车制造商在四月份停止了中国工厂的生产运营。汽车产量的降低可能有助于缓解俄罗斯铂族金属对外交付量下降所带来的影响，当然影响大小还要取决于俄罗斯金属供应减少的幅度。对于钯金和铑金来说，市场存在再次短缺的风险；相比之下，铂金预计仍将供应充足，但今年的市场有可能比2021年更加接近供需平衡。

专题

中国制造

“十三五”规划推动中国工业铂族金属需求增长

简介

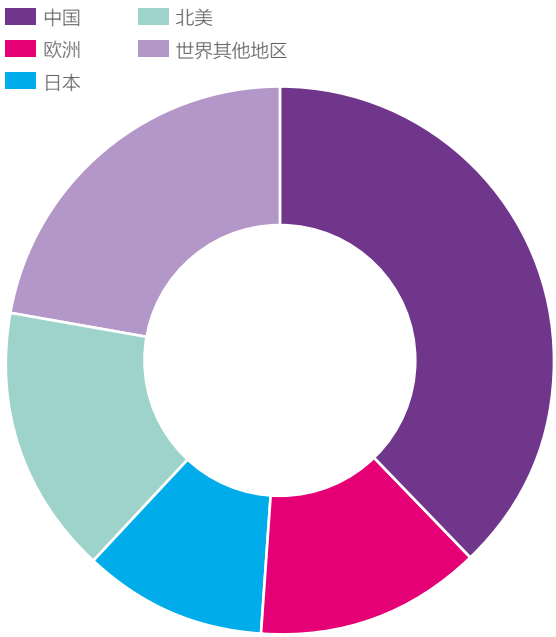


图12: 2021年全球各国家和地区的工业铂族金属需求占比

自20世纪90年代开始，中国逐步成为铂族金属需求的重要市场。2020年和2021年，中国铂族金属采购量已经超过全球铂族金属总需求的30%，而1998年的市场份额仅为5%。中国铂族金属需求的快速增长最初是由首饰需求带动的，在20世纪90年代末，中国年轻消费者对铂金时尚首饰的购买量陡然上升。铂金首饰的需求在2013年左右达到顶峰。随着中国汽车销量的快速增长和排放法规的加严，汽车行业成为中国铂族金属需求的主要支撑。在2020年，中国汽车行业的铂族金属需求占全球汽车行业铂族金属总需求的份额达到创纪录的28%。在此之后，由于中国纯电动车市场份额的快速增长和汽油车铂族金属的节省使用，上述市场份额开始逐步回落。

21世纪之前，中国工业的铂族金属用量很少，直到21世纪中国经济快速发展，铂族金属的需求稳步增长，特别是在化工、玻璃和电子行业。到2011年，中国工业领域对铂族金属的总需求已达到近30吨。在此之后的三年间，工业相关领域的全球市场表现不佳，铂族金属需求趋于稳定；但自2015年起，市场重回发展势头。于是，随着中国工业产能大规模扩张，工业铂族金属需求再次飙升。2021年，中国工业铂族金属的采购量达到69.6吨，占全球工业铂族金属总需求的38%(图12)。

这一发展成就得益于中国政府发布的一系列“五年”规划。它设定了国民经济发展远景目标，也涉及石油化工等具体产业的政策及发展目标。第十三个“五年”规划(2016-2020)强调工业现代化、科学技术创新和对新兴产业的支持；极大促进了石油化工领域油品精炼与加工的现代化，推动并提高了基础化学品等工业基础原料的自给率。玻璃纤维行业在淘汰低效产能和升级技术改造的同时，产能大规模扩张以满足风电等新兴产业的需求。

石化工业对铂族金属的需求

“十三五”规划对工业铂族金属需求的影响主要集中在石油炼化和化工行业。大规模投资大型炼化一体化项目，将传统炼油同大宗化学品生产相结合，实现炼油与化工原料互供及能量利用的优化集成。这推动了对铂族金属尤其是铂金的需求(图13)。“十三五”期间，中国石化行业采购了近155吨的铂族金属，是“十二五”期内铂族金属需求的1.6倍。虽然“十四五”规划期内可能并不会出现“十三五”期间的大规模增长，但我们预计这些行业铂族金属需求依然坚挺：2021-2022年期间，石油化工领域的铂族金属需求累计达到66.5吨，而这多是因为“十三五”期间规划项目的投产。

石油炼化

2015-2020年期间，中国原油加工能力的年均增速达5%：产业的供给侧改革，淘汰整合了大批落后的中小型炼油厂，但环渤海、长三角、珠三角三大炼化产业集群的大规模产能扩张抵消了这一影响。炼化产业集群的建设不仅是为交通运输和工业应用提供成品油燃料，同时也为下游塑料和纺织品等所需的大宗化学品提供基础化工原料。炼化一体化装置产能扩张的过程推动了对铂族金属的巨大需求，在2018年和2020年工业铂金需求达到高峰。

大宗化学品

“十三五”期间中国炼油产能增长相对平稳，但下游的大宗化学品产能突飞猛进。2016年即“十三五”首年，中国化工产业结构失衡十分显著，进口依赖度较高。当时国内烧碱和电石等低附加值的传统化工产品产能巨大，但是相对附加值较高的产品，例如对二甲苯(PX)和乙二醇(MEG)等则高度依赖进口。2016年9月发布的《工业和信息化部关于印发石化和化学工业发展规划(2016-2020年)的通知》中明确指出了这种结构性矛盾，并强调要在“十三五”期间完成产业结构调整。

以石油为原料的聚合物材料(如塑料)被广泛应用于包装、工业纺织品、建筑和汽车等领域。其生产工艺包含多个阶段的加工工序。图14简要列举了部分石油基化学品被制成聚合物材料的主要工艺过程，以及在工艺中使用的铂族金属催化剂。我们选取了以下三种主流的塑料产品：聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、尼龙和聚丙烯(PP)，铂族金属催化剂会被使用在若干工艺过程中。

塑料产业：聚对苯二甲酸乙二醇酯的铂族金属需求

聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)是一种透明且轻质的塑料，广泛用于聚酯纤维纺织品和食品级包装。聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)是由乙二醇(MEG)和精对苯二甲酸(PTA)聚合而成。在经过挤压、冷却和切割等工序后制备成颗粒状待用，在使用时，将颗粒加热到熔点后塑造成任何形状。其中精对苯二甲酸(PTA)的生产需要使用钯金催化剂，用煤炭制备乙二醇(MEG)的生产工艺也会使用到钯金，更多煤化工信息见下文。

不仅如此，精对苯二甲酸(PTA)的反应原料-对二甲苯(PX)的生产过程中也需要使用铂金作为催化剂。在2016年时，中国的精对苯二甲酸(PTA)对外依赖度较低，但其原料对二甲苯(PX)需要大量进口。以此为背景，大量囊括对二甲苯(PX)单元的炼化一体化装置在“十三五”期间立项开工。“十三五”期间对二甲苯(PX)的产能翻了一倍，截至2020年，中国已经成为世界上最大的对二甲苯(PX)生产国。不过与此同时，受下游塑料和合成纤维需求增长驱动，精对苯二甲酸(PTA)产能也有所扩张。因此，在“十三五”规划收官之年，对二甲苯(PX)的对外依存度下降到45%左右。但随着后续在建项目陆续完工投产，预计到2022年年底，这一数字可能会进一步缩小到30%左右。

在2018-2020年间，大型炼化一体化装置密集中交开车，对二甲苯(PX)和精对苯二甲酸(PTA)产能快速扩张，这带动了其催化剂所需铂金和钯金的需求强劲增长(催化剂所需金属的准备时间一般会略早于项目实际中交节点)。在“十四五”规划初期，由于数个大型对二甲苯在建项目将陆续投产，中国化工行业对铂族金属的需求仍会保持强劲。

但在全球该类化工催化剂的铂族金属需求则乏善可陈。因为在过去5年中(2016-2020年)，80%以上的对二甲苯(PX)新产能和90%以上的精对苯二甲酸(PTA)新产能都集中在中国。

塑料产业：聚丙烯的铂族金属需求

聚丙烯(PP)也是一种重要的聚合物材料，由丙烯单体聚合而成。聚丙烯材料的应用非常广泛。因为其耐热性较好，经常被用作可加热的食品包装。与此同时，优良的耐久性和机械强度也让其在电子、建筑和汽车行业占据一席之地。

石油炼厂是获得聚丙烯原料-丙烯单体的最主要来源。主要来自于两种工艺，蒸汽裂解工艺和催化裂化工艺(丙烯作为工艺的副产品)。但是自2009年页岩气革命开始，天然气价格在2010-2020年间持续走低，部分中国炼厂开始采用天然气等轻质原料去蒸汽裂解制备乙烯，例如乙烷脱氢，这种原料的改变大大减少了丙烯副产品的新增产量。因此，为满足快速增长的丙烯需求，丙烯作为主产物的工艺被大量的采用。

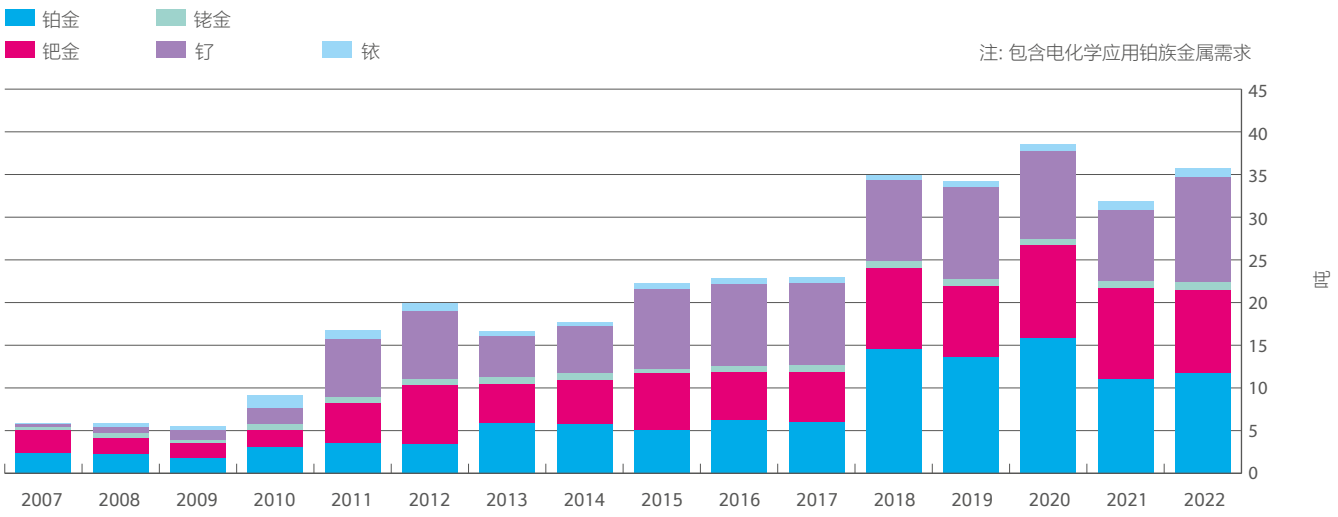


图13: 中国石油炼化与化工行业铂族金属需求

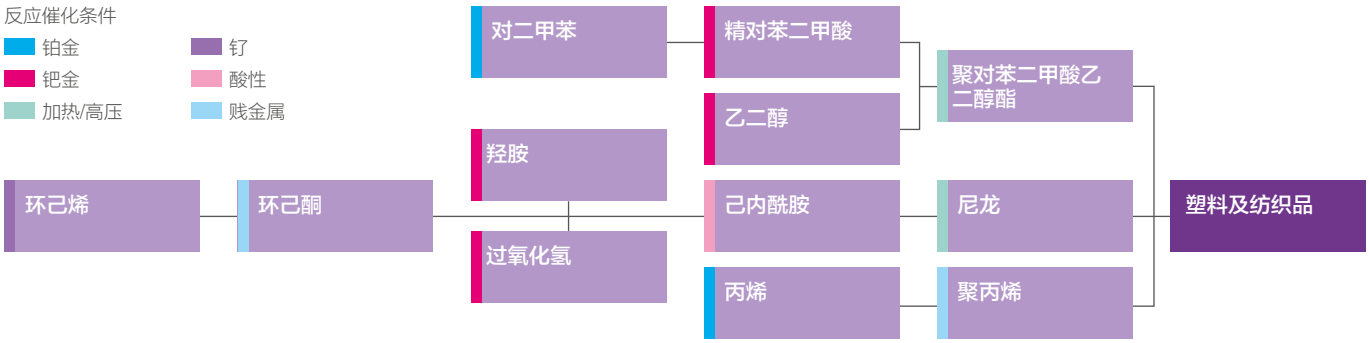


图14: 制备聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙和聚丙烯中国典型工艺路线

丙烷脱氢制丙烯工艺便是其中之一，因为天然气价格的持续走低，这种工艺近些年备受青睐。最为广泛采用的丙烷脱氢工艺会使用铂金作为脱氢催化剂。中国丙烷脱氢产能在“十三五”期间发展迅猛，从2015年的不足300万吨增长到2020年的近700万吨，这带来了大量的铂金需求。尤其在2020年，大量的铂金在低价位时被工业用户提前采购，部分会被用于未来丙烷脱氢工厂的扩建。虽然近期天然气价格的上涨降低了丙烷脱氢装置的利润空间，但企业对这种工艺的兴致不减。在2021年，有六套大型的丙烷脱氢装置投产，更是有大量新装置处于建设和计划阶段。

塑料产业：尼龙的铂族金属需求

尼龙是一系列合成纤维的总称，被广泛用于生产纺织品、薄膜材料和铸型件等工程塑料。根据尼龙类型的不同，生产工艺路线也有所区别。尼龙6产品是由己内酰胺作为原料聚合而成；而尼龙66则是由己二酸和己二胺缩聚制得。铂族金属催化剂并不会直接参与这两种尼龙制品的生产，但是在更上游的反应中会起到重要作用。在中国，钌催化剂被广泛用于苯到环己烯的选择性脱氢反应，而环己烯则是生产己内酰胺和己二酸的重要前驱体(在中国以外的地区，通常使用贱金属催化剂的传统路线生产己内酰胺的前驱体)。近些年，这种工艺带动了对钌需求的快速增长，在某些年份，中国己内酰胺工业的钌需求甚至占到全球对钌需求的20%左右。我们预计在“十四五”期间，己内酰胺需求会继续保持在相对较高的水平。

己内酰胺的制备工艺较为复杂，涉及多个中间反应。其中一些中间反应需要引入新的反应物，例如过氧化氢等，而过氧化氢的制备通常会使用钯金催化剂。自2016年以来，己内酰胺行业的需求成为了过氧化氢产能扩张的主要驱动力，带来了可观的钯金需求。

煤化工的铂族金属需求

以石油为原料生产化学品是大多数化工过程最经济的选择，但对于某些情况，尤其像中国“富煤、贫油、少气”的化石能源结构，则促使煤炭成为替代石油的原料选择。“十三五”期间，煤化工技术的巨大进步使中国煤制大宗化学品工业的规模快速增长。其中，煤制乙二醇工艺会用到钯金催化剂。

然而，由于近年来油价低迷，中国的煤制乙二醇企业经常性处于低利润或者亏损状态。这导致煤制乙二醇装置的产能利用率偏低，新的扩产计划有所收缩。近期，由于俄乌冲突导致油价大幅上涨，这可能会使煤制乙二醇工艺更受关注，不过这种关注会在多大程度上促进新装置的建设则有待考量。虽然在“十四五”规划中明确提出将继续支持清洁煤化工的发展，但由于很多煤化工工艺过程会消耗大量的能源，这可能会与“能源双控”政策背道而驰。自2020年以来，能源密集型产业的扩产都需要经历政府更严格的审批程序。这给煤制乙二醇新增项目的批准和建设带来了不确定性，因此，该领域的钯金需求也存在变数。

玻璃纤维

继石油和化工行业，“十三五”规划也极大推动了玻璃行业对铂族金属的需求，期间铂族金属累计消费量达到47.3吨；而“十二五”期间铂族金属需求量仅为21.9吨。“十三五”期间，为满足汽车、风电和5G领域对玻璃纤维增强复合材料快速增长的需求，玻璃纤维行业进行大规模产能扩张，从而推动了生产过程中广泛使用的耐高温、耐腐蚀铂铑合金的需求(参见第33页和第34页)。中国玻璃纤维产量也从2016年的362万吨跃升至2020年的541万吨。

“十四五”规划前期，玻璃纤维行业仍处于产能快速扩张时期。2021年，中国众多玻璃制造商采购了大量的铂金，以用于当前及未来的扩产。为助力碳达峰、碳中和目标，促进节能降耗和高质量发展，各地自2020年陆续收严各类高耗能投资项目审批。2021年11月，中国国家发改委等五部委发布《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平(2021年版)》，暂不含玻璃纤维及制品制造业。这对玻璃纤维行业极大利好。

中国工业铂族金属需求展望

2021年作为“十四五”规划的开年，当年大部分的铂族金属需求得益于“十三五”期间重大项目的扩产。“十四五”规划中包含了铂族金属应用相关领域的发展方向：石油化工行业将继续强调产品和工艺的创新、关注安全生产、优化产业布局、推进产业结构整合与转型升级、发展化工新材料与高端专用化学品以及促使石油由能源属性向化学品原料属性过渡。同时，绿色低碳也成为了“十四五”规划的重点，除上述石化产业的绿色化改造，还涉及到氢能产业发展与生物基材料的利用。

“十四五”规划中，高性能玻璃纤维复合材料作为制造业的高端新材料被点名，这为后续玻璃纤维行业产业发展及产能扩张营造了有利环境。基于“十四五”规划所制定的《玻璃纤维行业“十四五”发展规划》明确提出将发展低铑、无铑大型铂金漏板加工技术作为“十四五”的技术创新方向之一，侧面反映出铑金高企的价格对本土市场的影响。

现在量化预测“十四五”规划对产业发展的影响还为时尚早，但我们目前预计2021-2025年中国石油化工行业对铂族金属需求将会得到进一步巩固。总的来说，工业对铂族金属需求仍将维持在相对高位，这与玻璃和化工行业的产能扩张一致。而随着传统化石燃料需求下降，部分被淘汰产能在退出时装载的铂族金属催化剂也会随之返回市场，所以石油炼化行业的铂族金属需求或许现已达到峰值，后续将回落。取而代之的是，我们或将看到能源转型技术上投资的不断增加，包括氢能相关领域铂族金属的使用，生物燃料与生物化学品的新应用，甚至废塑料的回收再利用。铂族金属催化剂的使用往往有助于提高反应效率、减少不必要副产物的生成，因此在节能减排、环境友好目标的推动下，涉及铂族金属催化剂的工艺路线可能会备受青睐。

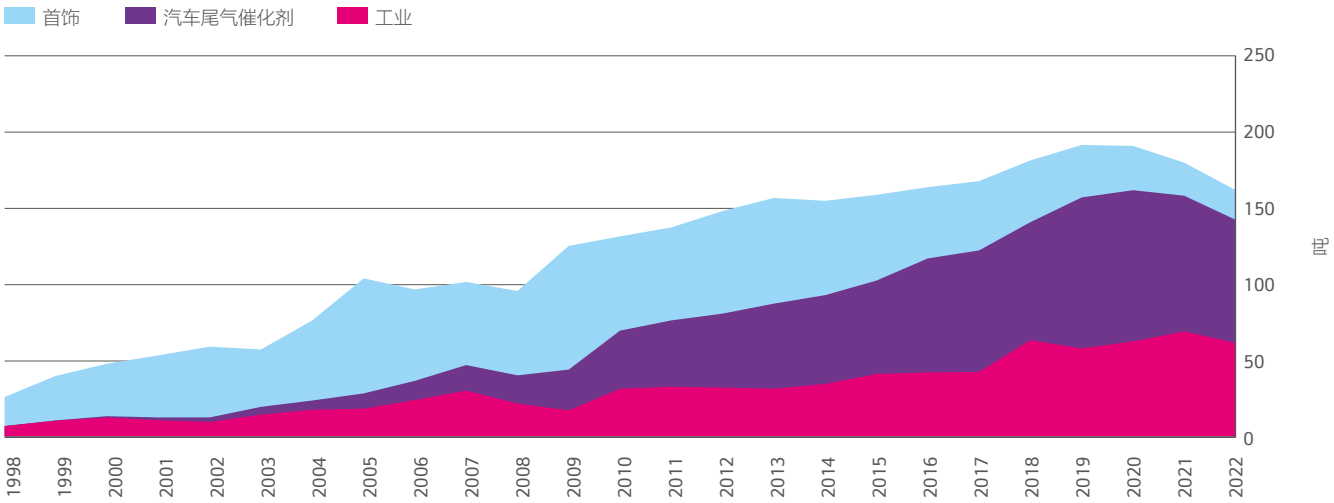


图15: 中国主要领域的铂族金属需求变化(不含投资)

铂金市场2021回顾

铂金供应的快速恢复和投资需求的萎缩导致铂金市场2021年出现过剩。

得益于采矿业从新冠肺炎疫情和加工中断中逐步恢复，南非铂族金属出货量激增。

大量来自玻璃行业的采购支撑了工业铂金需求处于历史高位。

汽车尾气催化剂铂金需求上升，主要源于中国重型车法规的加严和全球汽油车中铂金用量的增加。

中国铂金首饰市场持续低靡，首饰行业铂金需求萎缩。

铂金交易所交易基金在第四季度大量赎回，导致2021年铂金投资净需求为负。

2021年铂金市场进入过剩状态。在供应方面，铂金总供应量从新冠肺炎疫情导致的生产和加工中断中恢复；但需求方面，除了汽车和工业需求仍保持较高速增长，铂金的净投资需求在2021年为负值，铂金首饰需求也大幅萎缩。汽车行业铂金需求快速上升主要受两个因素主导，其一是重型车铂族金属需求量大增，另一方面是轻型汽油车中的铂钯替换计划加快，使铂金需求上涨。工业需求则受玻璃行业的强劲采购所推动，创历史新高。尽管我们的数据显示铂金市场在2021年整体供过于求，但西方铂金租赁利率的变化趋势却一定程度反映了西方国家市场供应在2021年有所紧缩。中国买家或是在低价位时为将来的需求进行提前采购，或者购入铂金作为战略储备，但是该类采购大部分未计入我们的铂族金属需求，因此我们认为2021年铂金供应过剩。

上海黄金交易所(SGE)在2021年共售出52.8吨铂金(图16)，高于已经处于销量高位2020年的42.0吨。这一销量甚至超过了上海黄金交易所(SGE)在2013年创下的当时最高年铂金销售记录，那时中国首饰的铂金需求还处于年需求65.3吨的高位。

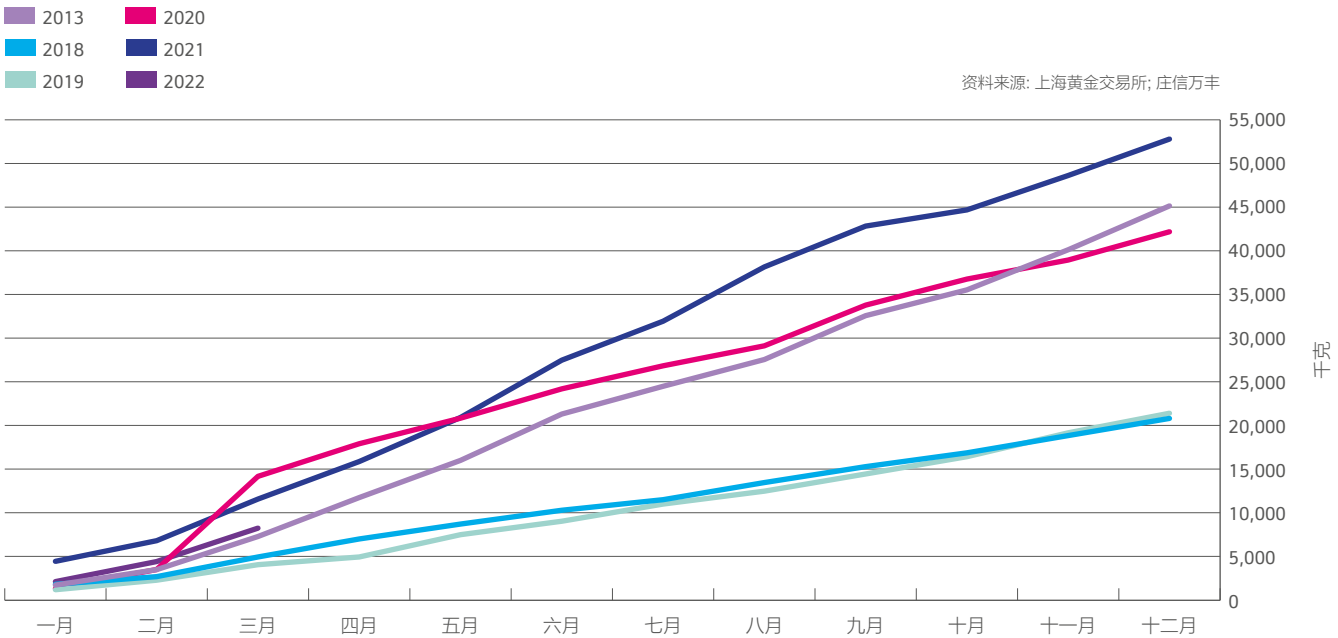


图16: 上海黄金交易所累计铂金销量

供应 吨	2020	2021	2022
南非	100.2	143.4	130.8
俄罗斯	21.7	19.8	–
其他	31.6	29.5	31.7
供应总量	**153.5**	**192.7**	–

供应 吨	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂	63.6	73.2	87.7
首饰	51.5	46.0	45.0
工业	77.0	91.7	81.7
投资	31.8	-0.9	-2.9
需求总量	223.9	210.0	211.6
回收	-52.9	-51.6	-50.6
合计净需求总量	170.9	158.4	160.9
库存变化量	**-17.4**	**34.3**	–

表2: 铂金的供应与需求

上海黄金交易所(SGE)在2021年的铂金销售量创历史新高。

而在2021年，铂金首饰市场的总需求仅略高于2013年峰值的三分之一，若将铂金首饰的回收量考虑在内，2021年首饰行业的铂金净需求甚至还不到15.6吨。在首饰需求大幅萎缩的背景下，上海黄金交易所(SGE)仍创造了新的铂金销售纪录。

根据中国进出口统计数据显示(图18)，2021年从西方铂族金属供应商出口到中国大陆和中国香港的铂金数量异常巨大。年累计净进口量远高于近几年的平均水平，并高于我们对中国铂金需求预测。这在一定程度上表明中国存在铂金库存建设行为。

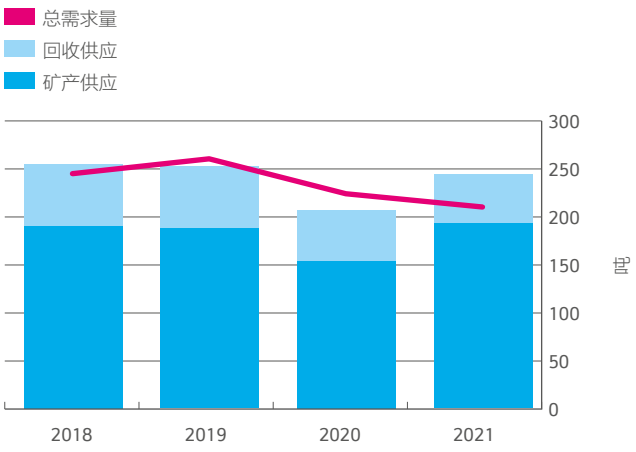


图17: 铂金的供应与需求

南非采矿业从2020年的新冠肺炎疫情影响和加工厂停产中恢复。

目前工业主导了中国铂金的需求，2021年中国工业铂金需求约39.5吨，该需求量为2011年铂金需求的四倍以上，近四年里的增量最为强劲。这一显著增幅是受中国工业政策所推动，在过去的几年间，中国在主要化学品产能扩张方面投入了大量的资金。更详细的工业铂金需求见第26页或参见第16页的专题，在本专题中我们简要地讨论了中国产业政策对工业铂族金属需求的影响，尤其是“十三五”和“十四五”期间的变化。

在中国以外区域，2021年的铂金需求乏善可陈，尚未能恢复到2019年的水平。然而租赁利率却持续高于2020年之前的水平，这可能表明，随着铂金库存的区域转移，铂金在一定程度上供应紧张。

矿产和回收供应

2021年，采矿业从2020年的新冠肺炎疫情影响和加工厂停产中恢复，铂金矿产供应强劲反弹，涨幅超过25%，攀升至192.8吨。几乎所有矿产供应增量都来自南非，由于2020年南非矿产供应一度下降到25年的低点，2021年的出货量同比激增43%。Anglo American Platinum因转炉工厂(ACP)停工的缘故，在2020年年末积压了约31吨铂族金属。这些在制品库存大部分在2021年度被精炼并对外销售，少量铂金被放入精炼库存以备预计的2022年铂金产量下滑。

由于采矿业从2020年新冠肺炎疫情的影响中恢复，2021年南非其他矿商的铂金供应也有所增加。总体而言，我们预测2021年南非新开采铂金矿产供应增加了13%，恢复到了2019年水平。处于产能攀升阶段的新矿井(如Northam的Booysendal矿井)所带来的铂金产量的增加，抵消了Bushveld西部一些老旧矿井产量的下降。

俄罗斯的铂金矿产供应下降了9%，至19.8吨。Norilsk Nickel报告称，其Talnakh矿区的两个大型地下矿井因渗水而暂时关闭，铂金和钯金生产损失约14.6吨，但渠道库存的精炼部分抵消了上述生产损失。

铂族金属作为加拿大镍矿的副产品，2021年生产疲软，北美的铂金出货量也因此下降17%。Vale的矿产量因Sudbury加工厂年中开始的长期罢工受到重创；九月份，Totten矿场因竖井损坏而暂时中止生产。更普遍的是，Sudbury镍矿的铂族金属产量近年来一直在下降：随着铂族金属含量较高的矿井生产年限临近，矿石的的平均铂族金属品位也在下降。由于Sibanye-Stillwater的Montana矿场在2021年年中遭遇严重事故后出现运营困难，美国的铂金产量也有所下降。

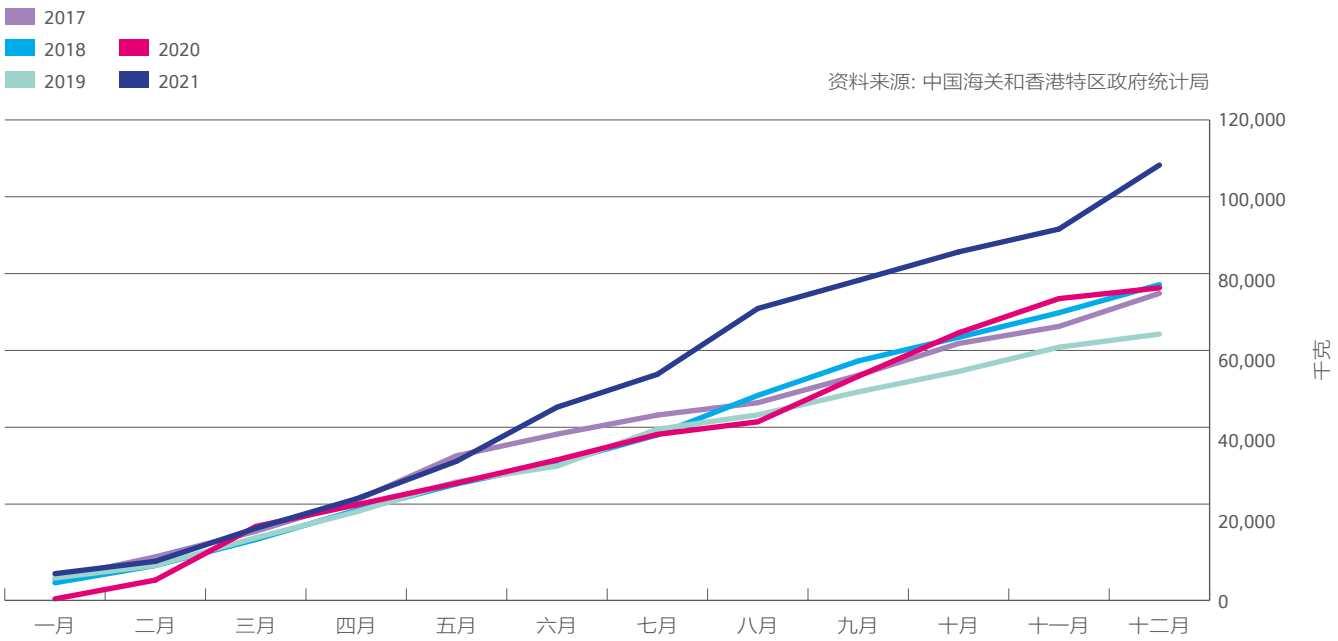


图18: 中国和中国香港铂金净进口量

2021年初，以日元计价的铂金零售价格持续走高，促使日本私人投资者大量抛售获利。

铂金的回收供应包含旧首饰、电子废料和废旧汽车尾气催化剂的铂族金属回收。2021年，中国首饰回收量的大幅下降抵消了其他废料铂金回收量的增加，致使当年铂金回收供应下降了2.5%。2020年，受新冠肺炎疫情影响，汽车报废率下降、回收网络物流受阻，导致废旧汽车尾气催化剂回收的铂金锐减。同时，由于铂族金属的价格差异和回收技术的考虑，处理废旧汽油车尾气催化剂相对于难加工的柴油颗粒捕集器更有吸引力，导致柴油颗粒捕集器被积压在废料收集网络的各个环节。因此，2020年铂金回收供应降幅远高于钯金和铑金的回收供应降幅，且2021年上半年恢复速度较慢。

2021年，新车销售持续疲软，二手车需求上升，导致进入报废汽车拆解厂的报废车数量减少，尤其是欧洲和北美市场。到了2021年年底，钯金和铑金的价格骤降，废旧汽车尾气催化剂的回收量下降，有证据表明，更多富含铂金的废料重新进入回收网络中。鉴于持续的供应链问题将限制新车的交付并减少报废车的数量，我们预计上述趋势在2022年仍将延续。

投资需求

2021年铂金投资净需求陡降为负值。2019年和2020年，铂金投资需求却十分强劲，投资者累计增持的铂金量达到65.3吨。上述投资的激增是受多重因素推动的，包括投资需求由“安全避风港”黄金的买盘外溢到铂金，消费者担心矿产供应受到南非电力短缺、工厂停产和新冠肺炎疫情引发生产中断的影响，以及铂金在汽油车催化剂方面需求增加的预期和氢能领域的优秀前景，让铂金投资大热。

截止2020年底，全球铂金交易所交易基金(ETF)的持有量创历史新高-近400万盎司。除此之外，日本实物投资者在过去十年间累计持有的铂金条投资也超过了200万盎司。在2017到2020年间，铂金价格很少超过1,000美元/盎司，因此当铂金价格在2021年2月中旬升至六年来的高点-1,300美元/盎司，并在后续时间持续保持在1,000美元/盎司以上时，部分投资者抓住机会抛售获利。

日本投资者对日元计价的铂金价格的短期波动较为敏感，在2021年上半年，日本投资市场的抛售行为尤为显著(图19)。日本铂金的零售价格在2021年1月和2月间持续走高，交易价格高达5,000日元/克，接近一年前价格低点的两倍，这促使私人投资者大量抛售铂金以获利。由于铂金价格持续走高，在第二季度，日本铂金交易所交易基金(ETF)也出现了一定程度的减持。然后从六月中旬开始，日元计价的铂金价格走低，致使日本铂金条投资市场和铂金交易所交易基金(ETF)出现了一定量的买盘。截止2021年年底，日本铂金投资总持有量与2020年相比仅小幅下降。

相比之下，其他地区的抛售则主要集中在2021年的第四季度。当时南非铂金交易所交易基金(ETF)出现了大量的赎回，而欧洲和北美地区的赎回则相对温和。截止到2021年年底，全球铂金交易所交易基金(ETF)的总持有量已经下降到370万盎司的水平。

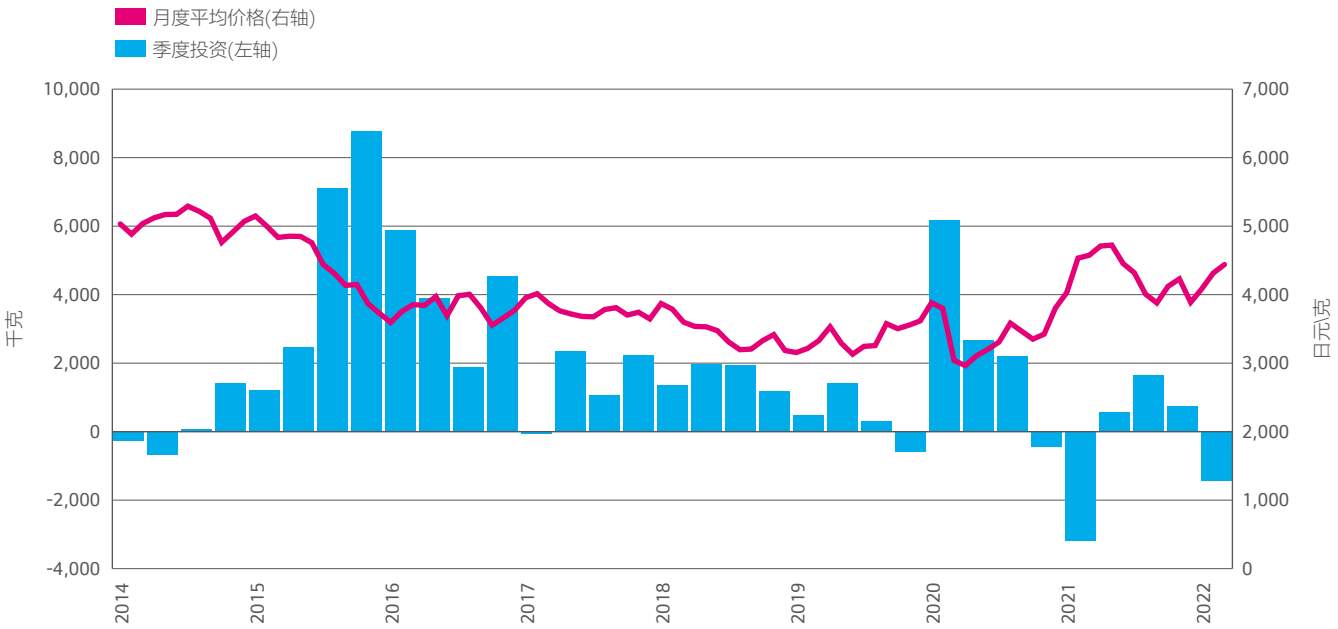


图19: 日本铂金条投资

除了以上两种铂金投资方式，我们的铂金投资统计还包含以硬币、小铂金条或是其他小型实物形式被投资者购入的铂金投资产品。2021年这些小型投资产品的需求十分强劲：美国铸币局统计，其一盎司重量的铂金鹰硬币的产量同比增加了约三分之一；中国人民银行在同年发行了“熊猫”铂金币，这是自2005年来的首次发行。硬币类铂金投资的旺盛，在一定程度上抵消了日本实物铂金条投资和全球铂金交易所交易基金(ETF)的减持，2021年全球铂金投资净需求为负。

首饰需求

2021年首饰行业的铂金总需求量再次萎缩，且三十年来首次降低到46.7吨以下，这主要是由于中国铂金首饰需求同比缩减了四分之一。

我们曾报道2020年第三季度中国铂金首饰加工量有所上升，这主要受益于当时黄金价格的高涨，促使首饰零售商将更多的柜台转向展示铂金产品。然而，铂金展示柜台的增加并没有带动消费者对铂金首饰的购买意愿，这导致在2021年年初，中国首饰零售商和制造商都保有过量的铂金首饰库存。过量的铂金首饰去库存需要一定的时间，这段时间内新铂金首饰的加工量则十分有限。

中国消费者对黄金首饰的需求回升使得铂金首饰备受冷落。

消费者对黄金首饰的需求回升使得铂金首饰备受冷落。零售商转而增加黄金首饰的展示柜台，铂金首饰往往被置于展厅内相对偏僻的柜台。另外对于一些特殊的黄金饰品计价方法重新恢复基于重量计价而不是按件计价，例如5G黄金和古法黄金，这使得黄金时尚首饰其本身的性价比也在提升。这些极具竞争力的黄金饰品对消费者非常有吸引力，这进一步侵蚀了铂金首饰的市场份额。

相比之下，西方的铂金首饰市场则从新冠肺炎疫情影响中恢复并出现反弹的迹象。西方主要国家的结婚率也从疫情的影响中逐步恢复。例如美国2021年的婚礼数量增加了约50%，这推动了对铂金婚戒的需求增长。

汽车尾气催化剂需求

我们调整了汽车行业铂族金属需求所涵盖的领域，统计中新加入了燃料电池车(FCEV)领域的铂族金属需求。之前我们将非道路车辆(如农机设备和工程机械)催化剂对铂族金属的需求涵盖在汽车行业铂族金属需求之内，但现在将其划分到一个新的类别即“污染控制”中单独列出。“污染控制”类还包括小通机(例如：移动式发电机、各类燃油驱动泵和割草机等园艺工具)尾气催化剂对铂族金属的需求，以及工厂废气排放控制对铂族金属的需求。所有这些尾气控制技术都使用类似于汽车催化剂尾气控制技术。

汽车对铂金的需求从二十年来的低点回升，除欧洲外，所有其他地区汽车对铂金的需求都有强劲的增长(图20)，铂金占汽车行业铂族金属总需求的份额也有所提高(图10)。汽油车催化剂铂钯替代开始加速，使得汽油车对铂金的需求有所上升。与此同时，随着中国重型柴油车排放法规加严，全球重型柴油车对铂金的需求猛增了50%。然而，上述铂金需求的增长被全球轻型柴油车产量的持续下滑所抵消：轻型柴油车产量同比2020年(因

	总需求			回收			净需求		
需求 吨	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
欧洲	4.7	5.4	5.6	-0.2	-0.2	-0.2	4.5	5.2	5.4
日本	7.4	7.8	8.1	-4.0	-4.4	-4.3	3.3	3.4	3.7
北美	6.5	7.0	7.2	-0.3	-0.3	-0.3	6.2	6.6	6.8
中国	29.4	21.9	19.8	-11.3	-6.8	-6.2	18.1	15.1	13.5
世界其他地区	3.5	3.9	4.4	-0.1	-0.1	-0.1	3.5	3.8	4.4
合计	**51.5**	**46.0**	**45.0**	**-15.9**	**-11.8**	**-11.1**	**35.6**	**34.2**	**33.9**

表3: 铂金需求 首饰

新冠肺炎疫情防控要求，很多国家实施国家封锁，汽车产量处于低位)下降了2.4%。

欧洲占据了全球轻型柴油车市场的主要份额：距今较近的2016年，欧洲轻型柴油车产量超过900万辆，其占欧洲轻型车产量的份额近50%。“柴油门”丑闻削弱了消费者对柴油车的信心，以及一些城市宣布了对老旧柴油车出行的限制，使得欧洲轻型柴油车市场份额从2017年开始下滑。自那时起，欧洲轻型柴油车产量每年都有同比10%以上的下降，且2020年和2021年的产量同比降幅在逐渐扩大。2021年，欧洲轻型柴油车产量下降到仅415万辆(图21)-是过往25年来的最低产量，其占欧洲轻型车产量的份额自2000年以来首次跌破30%。因轻型车产量受到半导体芯片短缺的影响，所以汽车制造商停止提供一些车型的柴油版，综上柴油车产量受到的打击比汽油车或纯电动车更大。

印度是轻型柴油车的另一个主要市场，轻型柴油车的市场份额也急剧下降，十年前其市场份额超过50%，而2020年和2021年的市场份额仅为25%左右。近年来，印度柴油和汽油之间的价差已经收窄，使得轻型柴油车对消费者的吸引力出现下降。此外，2020年实施的Bharat VI(BSVI)法规大大增加了柴油后处理系统的复杂性和成本，使得生产小型柴油车变得不经济。在过去的两三年里，许多印度汽车制造商优化了其轻型柴油车量产车型，有些车厂已经完全退出了小型柴油车的生产。

全球轻型柴油车对铂金需求因产量缩减而下降了5%。2017年和2018年，轻型柴油车催化剂平均铂族金属含量出现下降-当时使用不含铂族金属的选择性催化还原(SCR)技术来控制氮氧化物，逐渐替代了富含铂族金属的氮氧化物捕集器，而且将选择性催化还原和柴油微粒捕集的功能结合在一块(不含铂族金属)催化剂载体中的情况越来越普遍。此后三年里，柴油车的平均铂族金属含量大致平稳。这种技术也得到了排放法规加严的支持(特别是印度实施了BSVI排放法规)，同时随着欧洲和印度汽车制造商停产小排量柴油车，倾向于生产大排量柴油车，就发动机的排量而言，柴油车的产量结构发生了变化。此外，尽管北美的柴油车产量仍然很小，但北美的柴油车对铂族金属的需求表现比其他市场更加强劲；在北美，柴油发动机往往应用于大型皮卡，而且催化剂中铂族金属含量也比其他地区要高得多。

2021年，汽车行业对铂金的需求从二十年来的低点回升。

尽管铂金占汽油车催化剂中铂族金属总含量的份额仍然很小，但2021年汽油车对铂金的需求增长加速。在2020年之前，主要是日本汽车制造商(以及他们海外工厂)在汽油车催化剂中使用铂金；这是基于铂族金属供应中各金属所占市场份额的战略考虑，这些公司从未将催化剂中的铂族金属完全过渡到钯铑两金属，在其汽油车催化剂中仍保留铂金的应用。

虽然这些日本汽车制造商仍然是汽油车对铂金需求的最大用户，但2021年，在那些以前汽油车催化剂中很少或不使用铂金的市场，汽车制造商开始采用含铂的汽油车催化剂，首次对汽油车铂金需求产生了实质的影响。这种铂钯替代活动主要是由成本控制驱动的，因此对价格敏感的中国自主品牌汽车制造商和排量及铂族金属含量比其他地区更高的美国汽车制造商的铂钯替代最为明显。

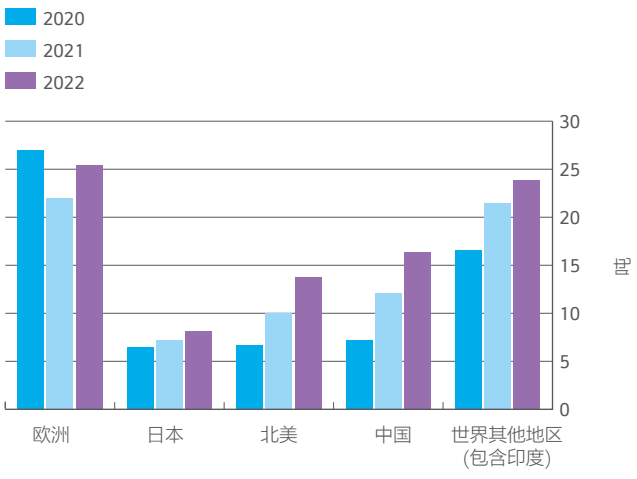


图20: 汽车尾气催化剂对铂金总需求

中国自主品牌汽车制造商是最早采用铂钯替代的汽油车催化剂厂商之一，最初是在尾气温度相对较低的后级催化剂中使用铂金替代钯金，后级催化剂的铂族金属含量很低。近期开始在距离发动机更近的前级催化剂中使用铂金替代部分钯金，前级催化剂中铂族金属含量相对后级催化剂要高很多。在中国，应用新的催化剂配方的过程比其他地区要快得多，部分原因是汽车制造商(尤其是自主品牌汽车制造商)对成本压力反应强烈；部分原因是2020年3月中国工业和信息化部推出“四项便企措施，助力汽车企业复工复产”政策的支持。因此，在2021年期间，中国在汽油车催化剂中使用铂金的速度明显加快。

虽然迄今为止，中国一直处于铂金替代钯金的技术前沿，但在过去一年中，中国汽车制造商对进一步铂钯替代的热情明显下降。发动机技术的改进和对国6后处理系统设计经验的丰富，使汽车制造商能够大幅降低其催化剂中铂族金属的含量，从而大幅降低整体铂族金属成本。同时，2021年下半年，钯金和铑金的价格急剧下降，降低了铂钯替代的经济吸引力。尽管如此，根据已经在实施的替代情况判断，我们仍然预计2022年的铂金使用量将上升。

中国及北美在汽油车催化剂中使用铂金的速度加快。

一些美国汽车制造商也是使用三金属汽车尾气催化剂的先行者，尽管铂金需求基数较低，但2021年美国汽油车催化剂对铂金的需求增长显著。在北美，催化剂性能测试中采用的老化测试循环(用于模拟车辆寿命周期中的催化剂性能)相对有利于含铂催化剂的应用。采用的老化测试循环条件因地区和汽车制造商的不同而有所差异：中国和美国所采用的老化测试循环对催化剂的耐久性测试相对有利，较低的测试速度限制了催化剂暴露的峰值温度，这有利于铂金的应用。

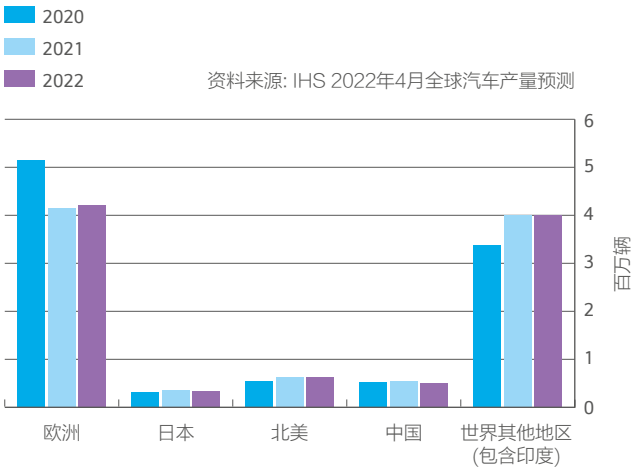


图21: 各地区轻型柴油车产量

需求 吨	2020	2021	2022
欧洲	26.6	22.2	25.5
日本	6.5	7.2	8.1
北美	6.7	10.1	13.8
中国	7.2	12.1	16.4
世界其他地区	16.6	21.5	23.9
合计	**63.6**	**73.2**	**87.7**

表4: 铂金需求 汽车尾气催化剂

在欧洲，老化测试循环更加苛刻，以反映该地区更高的实际驾驶速度。这意味着催化剂要在更高的温度下暴露更长的时间，使铂金替代钯金在技术上更具挑战性。欧洲汽车制造商还必须应对严格的实际道路驾驶排放测试(RDE)和符合因子的要求，这使他们倾向于规避风险，不愿意改变其催化剂配方。2021年期间，欧洲汽车制造商采用了非常有限的铂金替代钯金的催化剂，所以对去年欧洲汽车行业铂金需求的影响可以忽略不计。然而，我们预计今年欧洲汽油车使用含铂催化剂的速度会加快，一些产量大的汽车制造商会使用含铂的后级催化剂。

虽然2021年全球汽油车对铂金需求的同比增速远大于柴油车对铂金需求的同比增长，但全球汽车行业对铂金需求的主要增长来自重型柴油车的贡献。重型柴油车的铂金和钯金应用于柴油氧化催化剂(DOC)和柴油颗粒捕集器(DPF)。通常情况下，铂金占比柴油车后处理系统中铂族金属总含量的份额为2/3到3/4。在中国以外的地区，随着卡车生产从2020年新冠肺炎疫情引发的生产中断中恢复，全球重型柴油车对铂金需求都有所增长。同时，2021年7月起中国全面实施重型柴油车国VI排放法规，所有重型柴油车必须加装含铂族金属的后处理系统，进而使得中国重型柴油车对铂金需求量增加了两倍。符合早期实施的排放法规的重型柴油车，可以使用选择性催化还原技术(通常根本不需要任何含铂族金属催化剂)进行尾气排放控制；但符合新排放法规的重型柴油车，必须通过加装含铂族金属的柴油氧化催化剂(DOC)和柴油颗粒捕集器(DPF)实现尾气控制。轻型柴油车通常装配不含铂族金属的选择性催化还原颗粒捕集器(SCRF)，而重型柴油车几乎都配备了富含铂金的颗粒捕集器。

目前我们对汽车行业铂金需求的预测，包括轻型和重型燃料电池车对铂金的需求(应用在其他领域的燃料电池铂金需求，我们归类在电子产品分类中)。2021年燃料电池车的铂金需求量增加了一倍多。目前轻型燃料电池车仍是燃料电池需求的最大来源，不过2021年我们首次看到来自重型车的燃料电池需求显著增长。预计未来重型车的燃料电池需求会成为燃料电池车行业增长的重要驱动力。

正如我们在去年报告中所讨论的，燃料电池客车和商用车已经成为中国新能源汽车战略的一部分。从中国发布的相关政策中我们可以得知，氢燃料电池为重型车实现零排放提供了切实可行的解决方案，通过仅使用纯电动重型车来实现重型车零排放并不是理想的解决方案。以上 也为西方主要汽车制造商及其在商用卡车领域的主要供应商提供了思路，一些公司正在积极开发长途重型车的燃料电池动力总成。

详细信息请参阅我们2021年5月的铂族金属市场报告第32页，绿氢打造“净零排放”未来。

工业需求

2021年，工业领域的铂金需求量超90吨，创下历史新高(图22)。其中仅玻璃行业就贡献了约三分之一，这也是迄今为止玻璃行业铂金需求的峰值。

随着风电、通讯、建筑和汽车领域对性能优良的轻量玻璃纤维增强材料的需求日益增长，中国玻璃纤维行业步入新一轮的产能扩张。2021年玻璃纤维行业对铂金的需求不仅包括了该年玻璃纤维扩产所需铂金，也涵盖了部分2022年新增产能所需铂金的提前采购。

除此之外，受高昂的铑金价格影响，玻璃纤维行业铂铑合金漏板中铑金比例降低，并用铂金替代，从而使铂金需求量增长(漏板：具有若干孔洞的槽型金属容器，熔融玻璃从漏板上的孔洞流出，在后续拉丝机的牵引下被牵拉成丝)。

因玻纤产能扩张，全球玻璃纤维行业铂金采购量超28吨。

漏板的合金材料一般含有10%-20%的铑金，其余为铂金。为应对高昂的铑金价格带来的成本压力，目前已经有部分玻璃纤维制造商开始采用铑金含量更低的合金制造漏板。在假设漏板尺寸保持不变的情况下，由于铑金的密度比铂金低，每节省1盎司铑金就大约需要使用1.7盎司的铂金进行替代，这会额外增加一定量的铂金需求。然而在现实中，合金成分的变化可能会导致漏板的重新设计，通常来说新的设计会稍微减轻其总重量。过去两年中，在役漏板中的铂金平均含量大幅提高。

2021年化工和石油炼化行业对铂金的需求强劲，但仍低于新冠肺炎疫情前2019年的水平。这是由于中国石化企业在2020年铂金低位时对2021年的金属需求进行了提前采购。

特种硅胶被广泛用于食品级包装材料、医疗和汽车领域，用于生产特种硅胶的铂金催化剂是全球化工领域铂金需求的重要支撑。硅胶的铂金催化剂与其他化工过程所用的铂族金属催化剂有显著的不同：一般的化工催化剂在达到使用寿命时，其中的铂族金属会被回收提炼；而硅胶生产中的铂金催化剂在将硅胶催化固化时也一并被固定在了成型的硅胶中，无法回收。因此，硅胶产品的铂金需求与硅胶产量直接相关，受益于新冠肺炎疫情后全球经济的复苏，铂金硅胶的产量在2021年强势回升。

硝酸行业每年的铂金需求量也是工业领域铂金需求的重要支撑。尽管硝酸制备过程中的催化剂网能够被回收，但是因硝酸生产过程中的铂金损失量相比其他化工行业的铂金催化剂更大，所以尽管硝酸行业新增产能有限，行业的年铂金需求仍然可观。

大宗石化产品行业的铂金催化剂需求仍处于历史高位，主要需求地为中国。在过去四年间，中国化工行业采购了大量铂金用于制备催化剂。中国“十三五”(2016-2020)期间，提出了关于

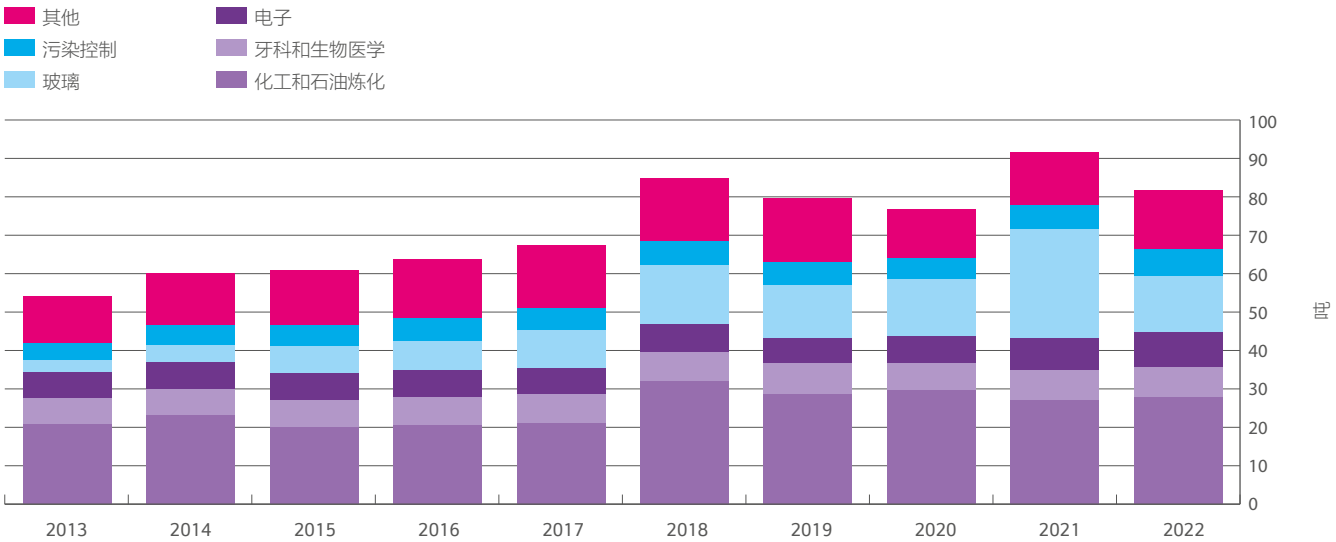


图22: 铂金工业需求

需求 吨	2020	2021	2022
化工	19.2	19.8	20.6
牙科和生物医学	7.2	7.8	8.0
电子	6.9	8.3	9.0
玻璃	14.8	28.4	14.8
石油炼化	10.4	7.3	7.2
污染控制	5.5	6.2	7.0
其他	13.0	13.9	15.2
合计	**77.0**	**91.7**	**81.7**

表5: 铂金需求 工业

提高国内主要大宗化学品自给率的目标，这刺激了中国国内石化产能的大规模扩张。我们在第16页的专题中详细探讨了中国产业政策对石化领域铂族金属需求的影响。

这些大型炼化一体化产业园区包含传统的石脑油重整单元，这带动了用于此过程的铂重整催化剂的需求。即便如此，较之2020年，2021年全球石油炼化行业的铂金需求呈现出一定的萎缩。主要原因有二：其一是部分中国企业在2020年铂金价格低位时已经提前采购了后续扩产所需的铂金；其二是中国以外的其他地区，部分炼厂关闭。

韩国新建大型燃料电池装置用于发电。

2021年电子和电化学行业的铂金需求增幅超过20%。主要包含了电子电镀行业，热电偶制造行业，非车载燃料电池和机械硬盘行业的铂金需求，其中机械硬盘产业铂金需求占比最大。虽然机械硬盘行业也面临着固态硬盘在消费数码产品领域的冲击，但云储存行业的快速扩张带动了大量机械硬盘需求，使得机械硬盘行业铂金需求仍旧向好。机械硬盘仍是大数据中心使用的主要存储工具，并且得益于远程办公和在线娱乐消费增加的全球趋势，大数据中心仍在持续扩张其存储规模。

随着韩国不断新建大型燃料电池装置用于发电，固定式燃料电池领域的铂金需求也强劲增长。韩国政府在2020年发布的氢能义务发展制度(HPS)将在2022年正式开始实行。这一制度与可再生能源配额制度不同，旨在加速氢能经济的发展。具体来说，氢能义务发展制度(HPS)会要求由燃料电池产生的电量总额，并有目标性的增加燃料电池的部署。多种不同的燃料电池技术被包含在此制度考虑范围之中，其中使用铂金的技术路线占据了重要的市场份额。

今年，我们创建了新的子分类“污染控制”，用以统计除汽车尾气排放控制领域外，其他污染防控中所使用的铂族金属。近些年来，欧洲、北美和日本的排放法规不断收紧，导致所有内燃机驱动的非道路机械都安装了铂族金属催化剂。但尾气催化剂铂族金属装载量的节省和电动产品的增多抑制了金属需求的进一步增长。在中国，非道路机械排放控制领域对铂族金属的需求相对有限，目前主要局限在小通机领域。然而，随着非道路工程机械国IV法规的计划实施日期日益临近(2022年12月)，越来越多大型非道路移动机械开始安装含铂族金属后处理系统。

钯金市场

2021年回顾

由于流动性紧缩导致钯金价格在2021年4月飙升到3,000美元/盎司的高点。

随着南非钯金矿产供应的反弹，钯金价格在2021年12月跌至1,600美元/盎司。

尽管俄罗斯两座大型矿场曾短时关闭，但年内俄罗斯钯金出货量小幅提高。

随着积压的废旧汽车尾气催化剂被回收处理，钯金回收供应量提高。

受全球汽油车产量减少，铂钯替代和中国自主品牌主机厂节省使用钯金的影响，汽车行业的钯金需求降低。

工业领域的钯金需求小幅增长，化工行业是复苏最主要的支撑。

面对严重的半导体供应短缺，汽车制造商将有限资源转向纯电动车(BEV)生产。

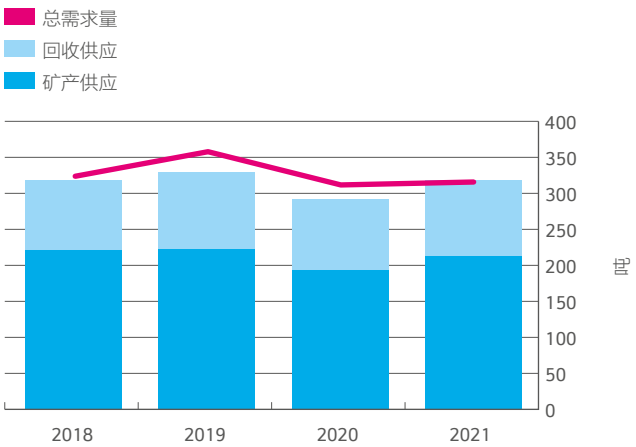


图23: 钯金的供应与需求

南非铂族金属矿产供应从2020年的生产中断中恢复过来，并且汽车行业钯金需求下降了2%，因此2021年钯金市场的供应紧张状态逐步缓解。严重的半导体供应短缺限制了汽车生产，且汽车制造商增加了纯电动车(BEV)的产量，从而造成了汽油车和柴油车产量的减少。中国汽油车尾气催化剂钯金平均含量连续第二年下降，中国自主品牌汽车制造商节省钯金使用的行为对全球钯金需求产生了重大影响。

供应和市场平衡

2021年钯金的供应情况在不同时间段表现有所差异：上半年钯金供应异常紧张，而下半年流动性增强，促使钯金价格从四月份的近3,000美元/盎司的高位下降到十二月份的低于1,600美元/盎司的低点。这是因为Anglo American Platinum精炼了其2020年因转炉工厂(ACP)停工积压的渠道库存，使南非的出货量逐步恢复，另外全球汽车产量的疲软也是原因之一。面对严重的半导体供应短缺，汽车制造商将有限资源转向纯电动车(BEV)生产，以应对消费者对零排放汽车的强烈需求，并实现碳排放目标。结果是除世界其他地区外，其他所有汽车市场的汽油车产量都下降。

随着汽车行业对钯金采购量的下降，当供应量恢复到正常水平的时候，钯金市场的流动性明显改善。虽然我们的预测显示市场供需接近平衡(即供应和需求密切匹配)，但很可能有其他原因加速了供应情况的改善。特别是在2020-2021年期间，瑞士和英国这两个主要市场的钯金库存量增加(图24)。这表明，钯金持续的高价格、周期性的高租赁率和海绵钯对钯锭的长期溢价，可能推动了钯金市场库存的调动和交付，并促使一些钯锭被转化为海绵钯。

钯金供应

由于Anglo American Platinum精炼了其2020年因转炉工厂(ACP)停工积压的库存，南非钯金矿产供应激增，2021年全球钯金的矿产供应同比2020年增加了10%。与南非其他矿商相比，Anglo American Platinum的矿产供应中钯金产量较高。这主要是由Anglo American Platinum的Mogalakwena露天矿贡献，其每年钯金产量超过15.6吨。由于Anglo American Platinum精炼了其2020年因转炉工厂(ACP)停工积压的库存，该公司去年的钯金销售量同比增长75%以上。尽管Norilsk Nickel因两个矿井的暂时关闭致其钯金生产损失14.6吨，但俄罗斯的钯金出货量仍略有上升。该公司通过

释放其精炼渠道库存和出售2020年的一些精炼库存，以维持对市场的供应。

钯金和铑金的高价刺激了汽车拆解厂和废料收集者拆解及回收富含钯金的催化剂。

因废旧汽车尾气催化剂钯金回收量的上升，2021年全球钯金的回收供应有所增加。2021年的前几个月，回收精炼商处理了大量于2020年积累的废旧汽车尾气催化剂和回收半成品，从而支持了废旧汽车尾气催化剂钯金回收量的上升。同时，钯金和铑金的高价格刺激了汽车拆解厂和废料收集者拆解和回收富含钯金的催化剂。

然而，从2021年年中开始，欧洲和北美的废料收集商指出，新车产量的削减刺激了二手车价格的上涨，导致旧车的总行驶里程增加，废旧汽车尾气催化剂的数量逐渐减少。在2021年的第四季度，废旧汽车尾气催化剂(尤其是富含钯金的汽油车尾气催化剂)的供应量明显下降，但由于铂族金属回收周期长，因此上述情况主要会影响2022年钯金的回收供应。

汽车尾气催化剂需求

2021年全球汽车钯金需求同比下降了2%，至259.4吨，2020年同比2019年下降了12%。2021年全球汽油车产量略有上升，但由于铂金替代部分钯金、中国汽油车尾气催化剂节省钯金使用及各地区汽车产量份额的变化，全球单车平均钯金含量略有下降。欧洲和北美的汽油车产量下降，但该区域汽油车尾气催化剂钯金含量最高；世界其他地区汽油车产量强劲增长，但区域内汽油车尾气催化剂钯金含量较低。

不同地区对汽油车尾气催化剂铂族金属节省和铂钯替代的策略差异很大。中国自主品牌汽车制造商在降低汽油车催化剂铂族金属含量方面取得了重大进展，似乎对铂钯替代失去兴趣，节省铂族金属使用已成为公司降低催化剂铂族金属总成本的首要策略。

供应 吨	2020	2021	2022
南非	61.4	82.5	77.3
俄罗斯	82.0	83.6	–
其他	48.2	45.2	47.3
供应总量	191.7	211.3	–
需求 吨	**2020**	**2021**	**2022**
汽车尾气催化剂	264.5	259.4	261.6
首饰	2.6	2.8	2.9
工业	48.4	51.3	51.1
投资	−5.9	0.5	0.0
需求总量	**309.6**	**314.1**	**315.6**
回收	−97.8	−104.6	−99.9
合计净需求总量	**211.8**	**209.5**	**215.7**
库存变化量	−20.1	1.9	–

表6: 钯金的供应与需求

中国自主品牌汽车制造商在节省汽油车催化剂铂族金属使用方面取得了重大进展。

2020年7月，中国国6a排放法规全面实施；国6b RDE排放法规将于2023年7月全面实施。以上两个法规实施时间相差三年，这给予汽车制造商更多的时间专注提高发动机性能及降低原排，进而有利于铂族金属的节省使用。总体而言，我们预计2021年中国汽油车催化剂平均铂族金属总含量降低幅度超过10%。

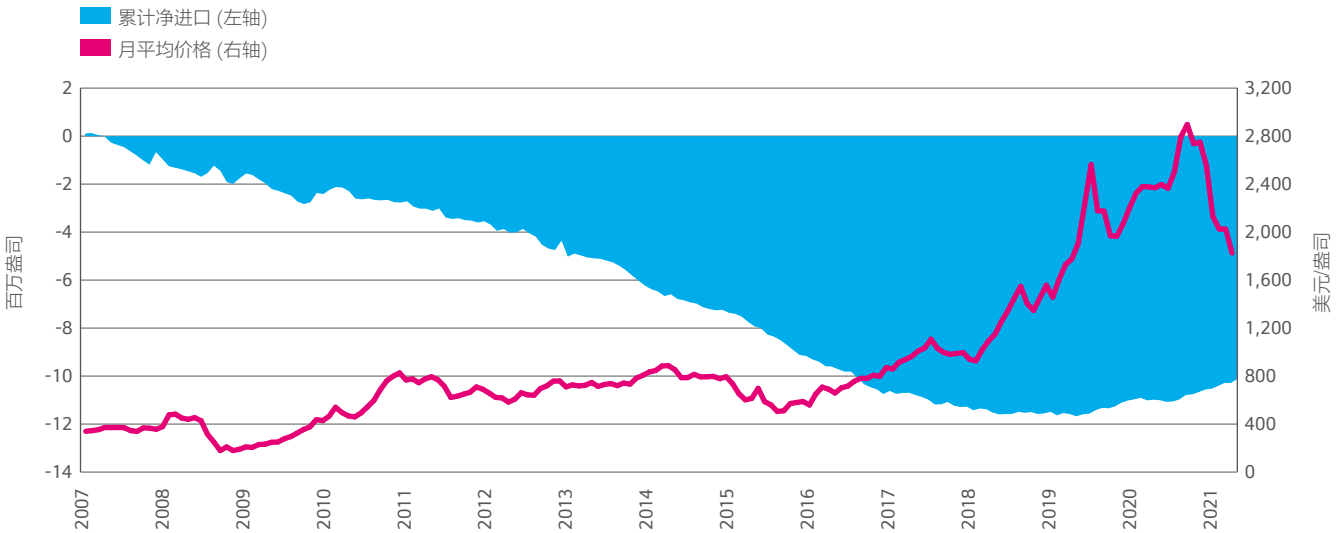


图24: 2007年来英国和瑞士钯金累计净进口量

总需求 吨	2020	2021	2022
欧洲	55.6	57.5	61.3
日本	24.2	23.0	23.9
北美	52.9	53.6	58.5
中国	81.8	68.0	56.6
世界其他地区	50.0	57.3	61.3
合计	**264.5**	**259.4**	**261.6**

表7: 钯金需求 汽车尾气催化剂

2021年，中国部分汽油车首先使用了铂钯替代的催化剂，因此钯金含量的下降幅度超过铂族金属总含量的降幅。去年，部分自主品牌车型在铂族金属含量相对较低的后级催化剂中实现了铂钯替代，这适度地降低了钯金占汽油车尾气催化剂中铂族金属总含量的比例。

2021年注册的所有欧洲新乘用车都须满足Euro 6d的全部要求。

随着铂金在铂族金属含量较高的前级催化剂中成功替代部分钯金，我们期待今年的铂钯替代会进一步发展，但最近在铂族金属节省方面取得的成功可能会使未来的铂钯替代步伐放缓。中国国6b排放法规将于2023年7月全面实施，同时将执行实际道路驾驶(RDE)排放测试，但相对于Euro 6d RDE，中国国6b RDE较容易满足。中国国6b RDE排放法规不要求冷启动测试，且氮氧化物的符合因子(实际道路驾驶排放值允许低于实验室测试值与符合因子之积)预计将大大低于欧洲的要求。因此，满足中国国6b RDE标准的汽车尾气催化剂铂族金属含量与目前的铂族金属含量相比不会增加，甚至还有进一步节省的空间。这可能会降低汽车制造商对新的铂钯替代策略的兴趣。

相比之下，欧洲和北美的排放法规仍在加严，所以节省铂族金属使用的战略尚未对其汽车尾气催化剂平均铂族金属含量产生

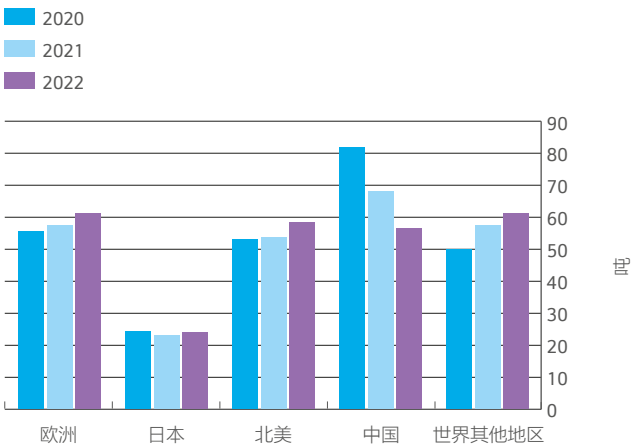


图25: 汽车尾气催化剂对钯金总需求

实质性影响。到目前为止，尽管铂钯替代技术仍处于早期阶段，汽车制造商对含铂催化剂的接受程度也不尽相同，但对于实施铂族金属降本策略的汽车制造商，仍更倾向铂钯替代策略。

虽然半导体的短缺使欧洲汽车产量下降，而且三金属催化剂的应用十分有限，但2021年欧洲汽油车对钯金的需求小幅增长。2021年注册的所有欧洲新乘用车都须满足全部Euro 6d要求，根据该标准，在实际道路驾驶(RDE)测试中应用的“符合因子”从2.1(Euro 6d temp法规要求的值)降至1.43。这是欧洲汽油车尾气催化剂平均铂族金属含量出现两位数增长的主要驱动力，同时创下新高(可能是当前排放法规实施周期内的峰值)。尽管铂金贡献了部分平均铂族金属含量的增长，但欧洲铂钯替代的起步速度比其他一些地区要慢。

在美国，因为2021年越来越多的新注册车辆达到了Tier3所要求的非常严格的SULEV标准，所以2021年美国汽油车催化剂平均钯含量也有所上升。然而，平均钯金含量的增长大部分被汽油车产量的下降所抵消，因此2021年美国汽车钯金需求同比仅小幅上升。在北美，三金属催化剂的应用速度要快于欧洲。

纯电动车份额的增长，铂钯替代和铂族金属的节省使用致使主要汽车市场的尾气催化剂铂族金属需求持续减少。2021年，仅有世界其他地区的汽车钯金需求有显著增长。增长主要源于汽油车产量的增加(世界其他地区纯电动车的市场份额仍然很小)，轻型车产量上升了9%。2021年印度汽车钯金需求增长强劲。2020年4月，印度全面实施Bharat VI排放法规，这不仅有助于提高汽车尾气催化剂铂族金属含量，而且也有助于汽油车市场份额的上升。2021年印度汽油车市场份额从三年前的60%提高到约75%.

工业需求

对钯金价格敏感度不高的化工行业逐渐主导了工业钯金需求。由于中国工业政策继续支持大宗化学品产能扩张(详见第16页专题)，全球化工钯金需求在过去四年异常强劲，且2021年化工钯金需求接近历史高位。

因多层陶瓷电容(MLCC)中的钯金被镍替代，多年来电子行业的钯金需求一直在稳步下降，从曾经年需求31吨下降到如今的仅6.2吨。然而多层陶瓷电容(MLCC)中的镍替代钯金的速度似乎正在放缓，目前钯金的应用集中在医疗等特殊领域中。在这些应用中，元器件的质量重于对成本的考量。随着去年电容器从新冠肺炎疫情影响恢复生产后，多层陶瓷电容(MLCC)对钯金的需求在15年间首次出现了一些小幅增长。

需求 吨	2020	2021	2022
化工	16.3	18.3	19.1
牙科和生物医学	7.1	6.5	5.9
电子	19.7	20.4	20.0
污染控制	2.4	3.0	3.4
其他	2.9	3.1	2.6
合计	**48.4**	**51.3**	**51.1**

表8: 钯金需求 工业

随着消费者对电子终端产品需求的强劲上升，钯金在电子元件(如连接器和引线框架)中的应用也有所增加。在这类应用中，钯金与黄金一起使用，虽然理论上存在因价格差异导致金属相互替代的可能性，但实际中面临技术壁垒。在2021年期间，由于这两种金属的价格都曾都接近历史高位，因此缺乏推动新一轮钯金节省策略的经济动力。

中国工业政策利好于中国化工行业钯金需求。

相反，2021年牙科领域钯金需求走低，钯金的高价促使牙医采用更便宜的金属产品(如贱金属合金)或者陶瓷和树脂等替代材料。日本仍然是最大的钯金合金牙科材料需求市场，主要是因为政府历来对Kinpala合金予以补贴，这种合金的钯金含量为20%。虽然使用Kinpala合金的手术费用仍然由国家健康保险计划覆盖，但合金报销水平通常依据日本政府每季度更新一次的价格来计算。近年来，由于钯金价格的不寻常波动，导致Kinpala合金的实际成本经常高于报销水平。因此，日本的牙医越来越多地转向使用替代的牙科材料，Kinpala合金的市场份额近年来已急剧下降。

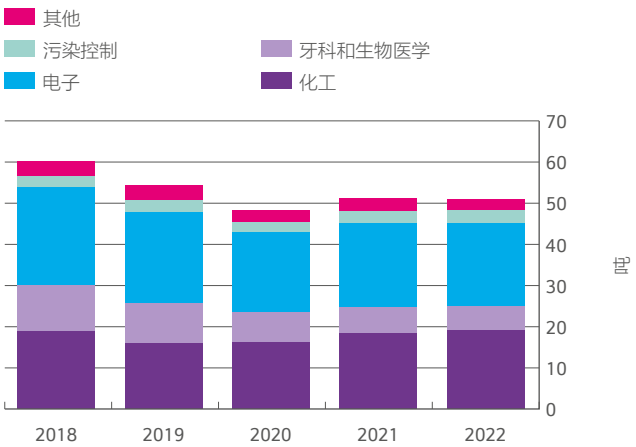


图26: 钯金工业需求

投资需求

因为2015年到2020年间，钯金交易所交易基金(ETF)持续被减持，到2021年其总持仓量已从高峰的近93.3吨下降到不到18.7吨。尽管2021年的钯金价格处于历史高位，但进一步抛售获利的行为相对有限。甚至一度还出现了净买入的情况，这是自2014年来的首次。不过综合来看，投资者对钯金的投资兴趣匮乏。这是由多种因素造成的，包括钯金高企的价格和价格过大的波动幅度(限制了投资者的利润空间)，还有纯电动车份额增长对未来钯金需求所带来的挑战共识等。在过去的18个月里，投资者对俄罗斯钯金供应所面临的两个危机的反应非常平淡(2021年2月Norilsk Nickel的两个大型矿场暂时关闭，2022年发生的俄乌冲突)。与之相对，贵金属投资者转向了传统的黄金投资以规避风险。

投资者对钯金交易所交易基金(ETF)的投资兴趣匮乏。

钯金交易所交易基金(ETF)通常占了大部分的钯金投资需求。不过铸币厂也会定期发行贵金属币，通常被散户和收藏家购买。2021年期间，美国铸币厂发行了总计620公斤的钯金币(包含投资币和收藏币)。但此钯金需求被因高价格而抛售回市场的旧钯金币和旧钯金条所抵消。

铑金市场2021回顾

经历了连续两年的大幅短缺，2021年铑金市场过剩。

铑金货源的紧张导致年内铑金价格飙升至30,000美元/盎司又跌至11,000美元/盎司。

2021年南非的铑金矿产供应逐步从2020年的生产中断中恢复。

过高的铑金价格促使玻纤漏板中的铑金含量降低。

汽车尾气催化剂的铑金需求降低，源于中国自主品牌主机厂对铑金的节省使用抵消了其他地区因排放法规加严带来铑金含量增加的影响。

严重的流动性紧缩致使铑金价格攀升，2021年3月铑金价格创历史新高30,000美元/盎司。

2021年，由于汽油车产量下滑、中国汽车制造商对铂族金属的节省使用以及玻纤漏板中对铑金的节省使用，铑金的需求有所下降。与此相反，2021年铂族金属的矿产和回收供应强劲增长：南非铂族金属矿产供应因提炼积压的渠道库存而上升，废旧汽车尾气催化剂铂族金属的回收在2020年因新冠肺炎疫情中断后出现了小幅增长。

尽管2021年铑金的供需呈现过剩状态，但这一年中不同时间段内的供需平衡关系差异性较大。在2021年的前四个月，因为汽车生产有一定程度的恢复，但矿产供应量仍受到2020年采矿中断和加工停产的影响，供应出现短缺。这造成了严重的流动性紧缩，使价格从一月份的17,000美元/盎司稳步攀升至三月份的历史最高点30,000美元/盎司。

此后，由于汽车产量的前景逐渐暗淡，南非矿产供应也趋于正常，价格出现逆转，在六月份价格回落到20,000美元/盎司以下(图27)。九月份，由于汽车行业分析师大幅下调汽车产量预测，铑金短暂地跌破12,000美元/盎司，然后在2021年余下的时间里稳定在14,000美元/盎司左右。

虽然铑金的价格从四月份到九月份下跌了一半，但从铑金的历史价格来看，九月的铑金价格仍然处于高位：铑金在2021年9月份的年内价格低点仍高于2020年之前的历史最高记录-10,000美元/盎司(此纪录创造于2008年6月)。铑金下半年的流动性明显改善，供需呈现过剩状态，但我们的数据统计可能高估了市场流动性的宽裕程度。

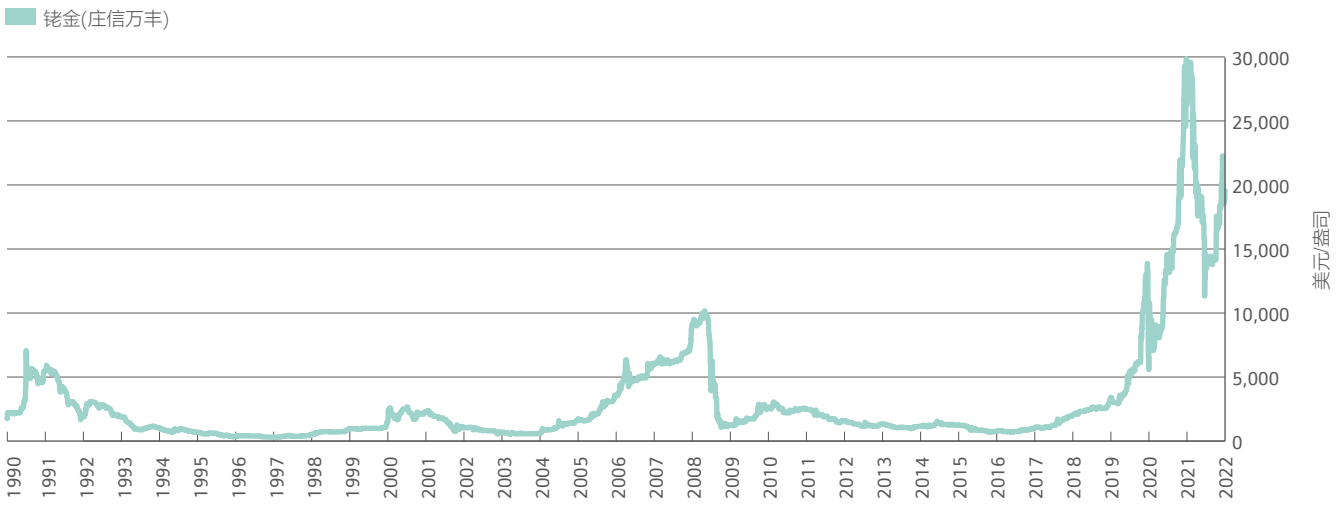


图27: 1990–2022年铑金价格走势

供应 吨	2020	2021	2022
南非	15.1	20.1	17.9
俄罗斯	1.8	1.6	–
其他	2.1	2.0	2.1
供应总量	**19.0**	**23.8**	–

需求 吨	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂	29.8	29.4	29.9
其他	2.3	2.7	3.7
需求总量	**32.2**	**32.1**	**33.7**
回收	-10.5	-11.5	-10.9
合计净需求总量	**21.6**	**20.6**	**22.7**
库存变化量	-2.6	3.1	–

表9: 铑金的供应与需求

特别是尽管由于汽车产量低于预期，铑金消费呈现疲软，但汽车生产厂仍继续按合同执行金属采购。一些汽车制造商在2021年年底的铂族金属库存可能比平时高。但库存的铂族金属量并没有反映在我们的汽车铂族金属需求数据中，我们的汽车铂族金属需求数据是基于对2021年汽车上使用的铂族金属数量来预测。

2020年Anglo American Platinum转炉工厂(ACP)停工期间所积累的渠道库存在去年得到提炼，使得2021年铑金矿产供应强劲反弹。Anglo American Platinum转炉工厂(ACP)在2020年12月恢复生产，但由于铂族金属中铑铱钌的精炼时间要长于铂金和钯金的精炼时间，精炼铑的产量在2021年第二季度才恢复到正常水平。就全年而言，2021年铑金的矿产供应同比2020年上升了1/4。

相比之下，铑金需求略有回落。这主要是由于汽车产量的下降：半导体供应的严重短缺造成了汽车装配出现了周期性的停工，除此之外在过去的两年里，纯电动车吞噬了部分汽油车的市场份额。铑金的高价无疑已经开始对需求产生负面影响。

铑金的需求通常是相对没有价格弹性的：这是由于铑金长期以来的极端价格波动(图27)，致使目前铑金仅在没有经济或技术上可行的替代时被使用。目前铑主要应用在汽车尾气催化剂上，其主要作用是控制氮氧化物(NOx)的排放。2020年和2021年汽车行业铑金的需求占全球铑金总需求的份额超过90%。其他的铑金需求主要来自化工催化剂和玻璃行业设备上的应用。在化工和玻璃应用中，尽管会定期购买少量金属以弥补生产中铑金的损耗，但大多数的需求来自新产能的扩建。

因Anglo American Platinum精炼并销售了其转炉工厂的渠道库存，2021年铑金矿产供应强劲反弹。

1990-1991年和2007-2008年间的价格飙升刺激了技术创新，使企业能够更有效地使用铑金。例如，在2008至2016年期间，北美和欧洲的汽车公司实施了旨在降低催化剂铑金含量的研发计划：尽管排放法规持续加严，但汽油车催化剂铑金的平均含量在此期间下降了1/3(此后，由于大多数国家排放法规对氮氧化物(NOx)的限值极为严格，更具挑战性的测试循环以及欧洲的“实际道路驾驶”测试，使得铑金的平均含量有所增加-见第30页)。

在过去的两年里，铑的价格不断创历史新高，远远超过了以前的历史高位。尽管在2021年下半年铑金价格陡降，但其价格仍高于2008年历史高位。大多铑金应用行业短期内通过调整铑金需求来应对高价格的能力有限(除了推迟采购)；唯一例外的是玻璃纤维行业，它可以灵活调整铑金在玻纤漏板中的含量。

2021年玻璃纤维行业铂金需求因产能扩张强劲上升(见第26页)，产能扩张通常也会提升铑金的需求(一个大型玻纤厂所使用的漏板中铂铑合金的总量多达900公斤)，但相反的是由于节省漏板中铑金的含量，2021年玻纤行业铑金需求非常疲软，不足500公斤(图29)。

玻纤漏板中铑金的含量通常在10%至20%之间，铑金的价格决定了铑金含量的变化。铑金含量较高的漏板能够更好地承受玻璃纤维生产中的极高温度，延长漏板的使用寿命、提高生产效率，从而降低回收和再加工新漏板的成本。

然而，当铑金价格处于高位时，玻纤制造商降低漏板中铑的含量是有经济意义的。尽管漏板中铑含量的降低会降低漏板的使

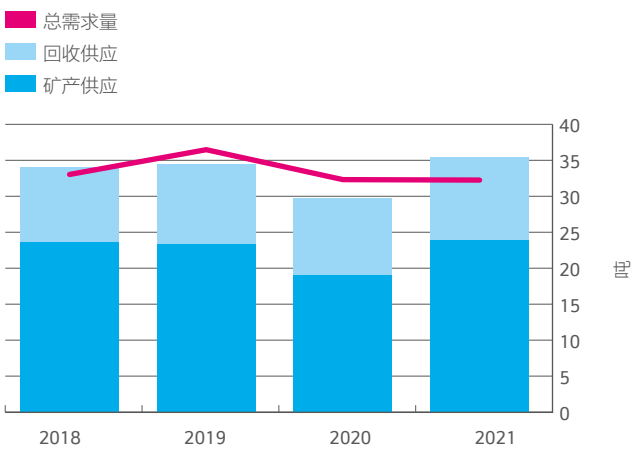


图28: 铑金的供应与需求

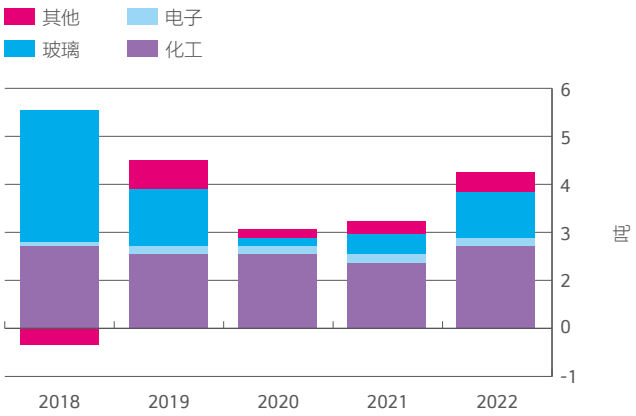


图29: 铑金工业需求

用寿命，并相应增加回收和再制造新漏板的成本。目前普遍认为10%是漏板中铑金含量的下限。但2020年和2021年期间，异常高的铑金价格促使一些玻纤厂使用低于10%铑金含量的漏板。这种低铑金含量漏板不单适用于新生产线，通常也会在现有生产线中逐步更换。漏板的寿命通常为1-2年，寿命到期的漏板被回收后，会再制造新的漏板。在此过程中就给予了基于铑金价格来调整漏板中铂铑合金成分比例的机会。

在过去的两年里，漏板中铑金的平均含量大幅下降。玻纤厂通过降低在役漏板铑金含量而获得的多余铑金，部分用于产能扩张及弥补生产损耗，部分被出售。因此，尽管玻纤产能大幅扩张，玻纤对铂金需求创下新高，但2020-2021年间玻纤行业对铑金的净需求却微乎其微。

显示器玻璃行业的生产也使用含铂铑合金的生产设备，但节省使用铑金的机会极为有限。其生产周期更长，不易调节合金中铑金的含量，同时基板玻璃的生产要求特别严格，往往不鼓励使用性能较差的(低铑含量的)合金。

对于玻璃行业之外的工业用户，在短期内节省铑金使用的机会更为有限。虽然2021年化工对铑金的需求略有下降，但这并不是因为化工行业对铑金节省使用或铑金被替代的结果，而是为弥补生产中损失铑金的采购被推迟所致。

2021年汽车行业铑金的需求下降了1%，因为中国汽车尾气催化剂对铑金节省使用程度超过了欧洲和北美因排放法规加严带来的影响，而世界其他地区汽油车产量的恢复(去年是唯一一个轻型汽油车产量增长的地区)减缓了铑金需求的降幅。

铑金在控制汽油车尾气氮氧化物(NOx)排放方面发挥着重要作用。多年来，大多数汽车制造商都在努力减少铑金的使用，在不影响催化剂性能的情况下，尽可能地降低铑金的含量。然而，所有汽油车尾气催化剂仍然使用少量的铑，因为它是迄今为止控制氮氧化物(NOx)排放的最优选择。

近年来，所有主要汽车市场都加严了氮氧化物(NOx)的排放限值，同时确保车辆在实际道路驾驶中满足排放限值，特别是在欧洲。从2017年开始，欧盟分阶段实施实际道路驾驶测试(RDE)，要求车辆不仅在实验室，并且在极其广泛的实际道路驾驶条件下满足严格的氮氧化物(NOx)排放限值。以上因素推动2020年和2021年全球汽油车尾气催化剂铑金的平均含量与2016年的低点相比上升了40%以上。

2021年，Euro 6d法规的全面实施以及Tier3法规的逐步实施，使得欧洲和北美的汽油车尾气催化剂铑金的含量继续上升。欧洲和北美的汽车制造商主要关注如何满足日益加严的排放法规，而不是如何节省使用铂族金属。在欧洲和北美，新配方的汽车尾气催化剂从研发到导入生产至少需要12-18个月。汽车已满足当前的加严法规，我们预计汽车制造商将更加关注铑的节省使用。

在中国，新配方催化剂从研发到导入生产的时间要短得多：2020年3月，中国工业和信息化部推出“四项便企措施，助力汽车企业复工复产”，该措施有助于缩短上述新催化剂导入生产的时间。中国国6b(同时要求实际道路驾驶(RDE)排放测试)排放法规将在2023年7月全国实施，预计在此之前中国不会加严排放法规，有助于中国的汽车制造商更专注研究和节省催化剂中铂族金属的用量。因此，2021年中国汽油车尾气催化剂铑金的平均含量降幅超过10%，导致全球汽油车催化剂铑金的平均含量连续四年上升的局面被终结。

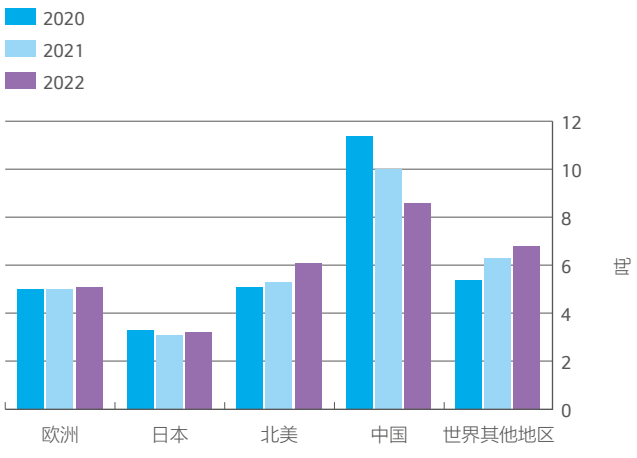


图30: 汽车尾气催化剂对铑金的总需求

钌和铱市场

2021回顾

铱的价格年内达到6,300美元/盎司的历史新高，钌的价格达到了14年来的最高点800美元/盎司。

船舶压载水处理系统和铜箔产业的发展带动了电化学行业对铱的需求。

由于汽油车产量的降低和火花塞材质的替代，铱火花塞需求降低。

2021年己内酰胺扩产所需的钌在2020年已完成采购，2021年化工行业钌需求走低。

中国钌的进口量上升，可能是由于部分私人投资者的投机行为导致。

生产商释放的钌库存被中国买家大量购入。

2021年，铱和钌的需求小幅下降。随着2021年上半年钌和铱价格的急剧攀升，有一些迹象表明其需求受到影响，特别是火花塞对铱的需求以及钌在水净化中的应用。然而在其他行业，钌和铱需求的下降基本上与价格无关。钌化工催化剂的采购量减少了，铱坩埚对铱需求也出现下降-源于电子行业晶体材料产能扩张放缓。

价格、供应和贸易

铱是一种非常稀有的金属，含量通常仅占南非和津巴布韦开采的“一篮子金属”(6E：铂、钯、铑、金、钌和铱)矿石品位的3%以下(在非洲南部以外地区，铱产量很小)。钌的含量相对铱较高，通常占南非矿产的“一篮子金属”品位的10%以上。因钌铱应用领域技术的发展变化，这两种金属的需求量都曾有过大幅波动。例如，钌曾经广泛用于等离子显示器。在世纪之交，等离子显示器短暂地主导了平板电视市场，然后被不需要任何钌的液晶显示器(LCD)取代。随后，2006年和2007年计算机硬盘行业开始大量采购钌，因为硬盘制造商采用了一种新技术(“垂直磁记录”，PMR)，该技术会在用于存储数据的磁性层之间使用少量的钌。同样，2010-2011年发光二极管(LED)技术的应用爆发，以及随后在2015-2016年4G移动技术的推出，引发了对电子行业晶体材料的需求，从而刺激了用于晶体生长的铱坩埚需求增长，短时间内需求异常高涨。然而，在钌和铱采购高峰间隔的那些年份，这些金属的需求通常会低于年矿产供应量，因此这导致生产商积累了一些库存，特别是产量更高的钌。

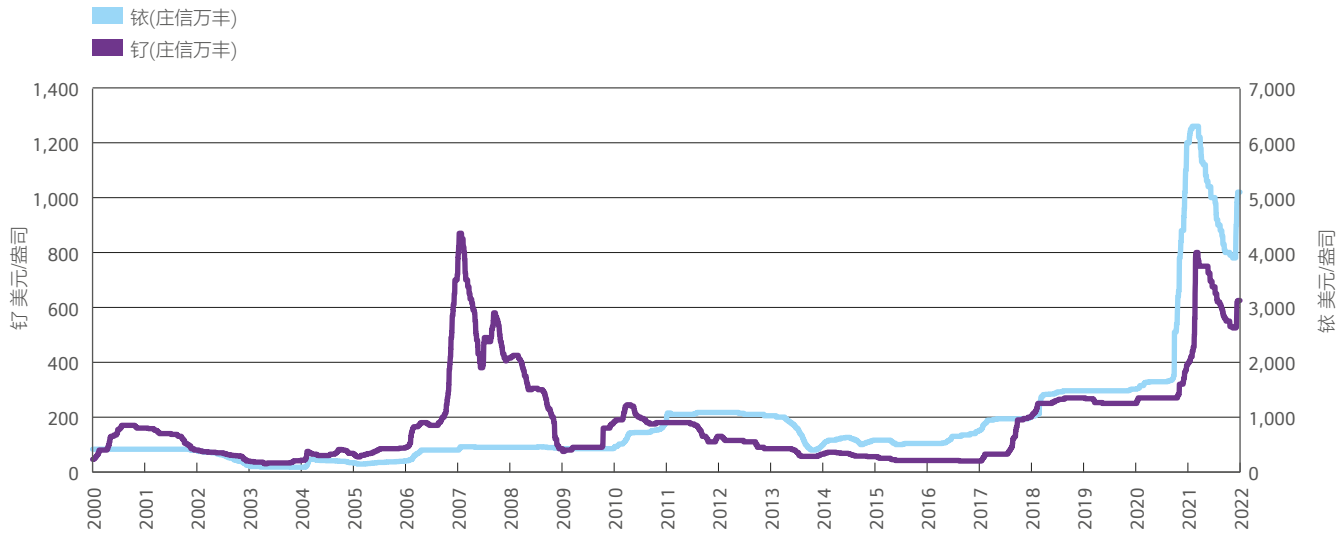


图31: 2000年1月-2022年3月钌和铱价格走势

在过去的五年里，生产商的库存已经逐渐减少，其中一些金属出口到了中国。去年的情况尤其如此，中国的贸易数据统计显示钌和铱的进口量很高(主要是钌)，大大超过了我们对2021年中国钌需求的预测。这有可能是对2022年产能扩张所做的提前采购，但我们认为大量的钌是由中国私人投资者购买。这种投资采购通常被认为是投机性质的，因此不包括在我们对需求的预测统计中。

尽管生产商库存被调动起来，但价格还是出现了极端的波动性：钌在2021年5月达到了14年来的最高点800美元/盎司，而铱则攀升到了6,300美元/盎司的峰值-为撰稿截止时的最高价格。西方的铱工业用户，通常会进行铱的提前采购。同时，鉴于一些新兴应用需求的积极趋势，制造商也可能在建库存。

铱需求

尽管2021年铱的总需求略有下降，但受生态和环境因素的驱动，目前铱在几个新兴的电化学领域应用的需求正在增长。例如，2021年船舶压载水处理系统的电解阳极对铱的需求增长强劲。为了更有效地控制船舶压载水有害水生物和病原体的传播，国际海事组织(IMO)和美国海岸警卫队(USCG)出台了有关规范及公约，要求2017年起新建船只都需安装压载水处理系统，并在2024年9月前完成对老旧船舶的分阶段改造。这极大推动了铱在船舶压载水处理系统中的应用需求。

铱也被广泛涂覆于生产铜箔所使用的钛阳极上-在电流的作用下，铜离子沉积在旋转的电极上形成一层薄且连续的铜箔。一直以来，铜箔主要应用于印刷电路板，但近年来，铜箔作为负极集流体被大量应用在锂电池领域，这其中包括用于割草机、电动工具和吸尘器等消费设备的电池，以及产量快速上升的纯电动车(BEV)。纯电动车(BEV)电池需要大量的铜箔，这正成为推动铱需求的一个关键因素。

铱价格在2021年内创下6,300美元/盎司的历史新高。

需求 吨	2020	2021	2022
化工	0.8	0.8	0.9
电子	1.8	1.6	1.9
电化学	2.7	2.7	3.1
其他	2.0	2.0	2.0
合计	**7.3**	**7.2**	**7.9**

表10: 铱的需求

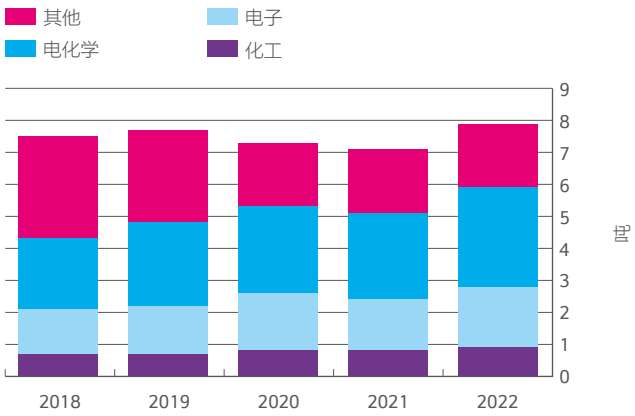


图32: 铱工业需求

质子交换膜(PEM)电解水制备绿氢产业对铱的需求有限，但2021年首次看到这一应用对铱有一定量的需求，以及供应链中一些在制品总量的增加。展望未来，“净零”承诺预计将推动绿氢需求的强劲增长，质子交换膜(PEM)电解水制氢则是少数目前已经成功商业化的技术之一(见我们2021年5月铂族金属市场报告第32页的专题)。尽管随着技术不断进步，预计铱的含量将降低，但我们预测该行业未来对铱需求十分强劲。废旧质子交换膜(PEM)的铱电极回收属于闭合式回收，回收技术的提高及整个回收网络的建设是确保铱从该废料中进行有效回收的重要前提。

2021年其他工业领域对铱的需求则乏善可陈。铱化工催化剂(主要用于醋酸厂)的采购量同比持平，而晶体制造商(包括在我们的电子类别中)和火花塞制造商(包括在“其他”应用中)对铱的采购量有所下降。虽然上述情形主要是受到行业发展趋势的影响，但高价格已经开始对铱需求产生轻微的影响。

电子行业晶体材料生长所用的铱坩埚对铱的需求主要发生在产能扩张期间；尽管达到使用寿命的铱坩埚在被回收和重新制造时会出现一些铱的损耗，但该损耗量相对较小。自2015年左右4G移动技术开始被广泛采用，大量投资被用于生产移动电话表面声波滤波器(SAW)所需的钽酸锂晶体产能扩张。尽管5G技术的推出(特别是在中国)将继续支撑对钽酸锂晶体的需求，但自2017年开始，上述产能扩张的速度已明显放缓.

现在有一些迹象表明，晶体制造商正在研究如何减少对铱的依赖。但钽酸锂晶体生长所需的温度超过2000℃，铱的熔点可达2446℃，因此纯铱是迄今为止最好的坩埚材料。我们看到一些公司已经开始测试铂铱合金的坩埚性能，但这仍处于研究和开发阶段。即使替代纯铱的合金坩埚被证明是可行的，但减少坩埚中的铱含量可能会导致坩埚使用寿命的缩短。

火花塞对铱的需求也开始受到价格的影响。在过去的十年中，使用铱合金电极的火花塞被广泛安装在汽油车中。铱的优势在

于其极高的抗电弧性，这有助于延缓电极表面恶化，进而延长火花塞的使用时间。

影响火花塞铱需求的主要因素是汽油车产量，2020年和2021年汽油车产量疲软。然而，铱的异常高价现在已经开始刺激火花塞制造商寻求替代铱的方案。因为铂金在现代汽车的高级火花塞中有着悠久的使用历史，于是一些制造商用铂金来替代铱，但人们对含有其他铂族金属的合金(包括钌合金)替代铱的兴趣也在增加。

钌需求

与铑金和铱价格的上涨幅度相比，2021年钌的价格涨幅没有那么极端，因此工业用户并未大力研发对钌的节省和替代。如上所述，由于早期一些火花塞采用钌合金替代铱合金，所以火花塞对钌的需求小幅增长。

然而，钌价格的上涨还是对工业需求产生了一定的影响。在化工领域，用催化湿式氧化法(CWAO)处理高浓度有机废水时使用的钌基催化剂对钌价格极为敏感。尽管在处理高浓度有机废水时，催化湿式氧化法(CWAO)被越来越多地采用，但由于钌催化剂高昂的前期成本投入，其使用的推广率低于预期。钌价格上涨也对中国己内酰胺行业的钌采购产生了影响，因为废旧钌基催化剂的回收量上升。在钌价格处于低位时，该行业回收废钌催化剂的经济性较弱，但自2018年以来，回收量逐渐增加。在电化学领域，利用钌电极电催化氧化以净化游泳池循环水的技术也面临着其他技术的竞争(如紫外线净化和直接添加氯化物消毒剂)。钌电极电化学法主要应用于私人游泳池净化，因该领域对价格相对敏感，与其他技术相比，该技术市场份额降低。

钌价格的上涨刺激了中国废旧钌催化剂的回收。

在其他领域，钌的需求主要受宏观经济和工业发展趋势的影响。2021年，钌基化工催化剂的采购放缓：虽然一些新的己内酰胺产能在去年年初投产，但我们认为该扩产所需的钌已经在2020年完成提前采购。相比之下，电化学和电子对钌的需求已经从新冠肺炎疫情影响中反弹。消费者对电子设备的持续强劲

需求 吨	2020	2021	2022
化工	12.0	10.2	14.2
电子	12.6	13.4	13.9
电化学	4.2	4.1	4.2
其他	3.2	3.9	4.8
合计	**31.9**	**31.6**	**37.0**

表11: 钌的需求

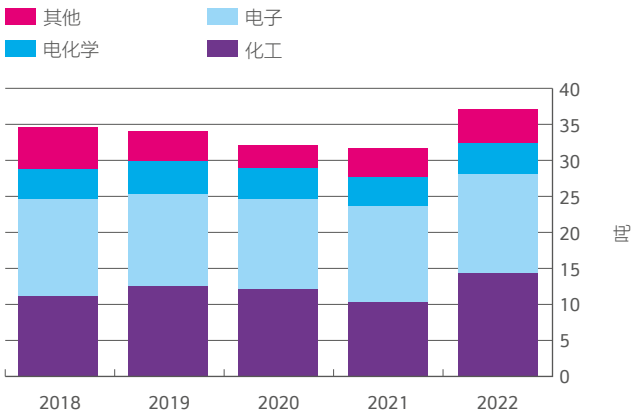


图33: 钌工业需求

需求支撑着芯片电阻等部件中钌浆的使用，而数据存储需求的持续增长支持着硬盘制造商对钌的采购。2021年钌合金的需求有所增加，包括用于机床行业的极硬碳化钨合金，以及用于石油、天然气和化工行业的抗腐蚀合金(这些需求都包括在我们的“其他”预测中)。

本报告供需概念解析

供应：矿产供应，指每年矿产供应商的铂族金属销量。 此矿产供应或与矿场产量有所不同，因为矿产供应会包含渠道库存的精炼量和精炼库存的销售。

回收：文中只公布开放式回收量，即每年供应到市场中的回收金属的数量。在我们的统计中，以负值表示回收数量。

需求：指所有应用领域对新金属的需求量，是除去闭合式回收量的净值(见第4页定义)。

2022年的数据为预测值，实际可能有所变化。

表格中数据概念解析：

- 市场总供应量包括矿产供应和开放式回收供应。
  铂族金属的总回收量通常由开放式回收和闭合式回收两部分组成。庄信万丰在报告中不会披露闭合式回收的数量，故而读者请勿将表格中的开放式回收量等同于总回收量。

- 开放式回收量(负值)与需求量相加可以得到当年的净需求量。用矿产供应量减去净需求量，所得结果通常即为当年为平衡市场需求，铂族金属库存变动的数量。

- 如果某年的总供应量超过总需求量，则表格中的市场平衡总计为正数，市场表现为过剩，过剩的金属会被累计到铂族金属市场总库存量中。

- 如果某年的总供应量超过总需求量，则表格中的市场平衡总计为正数，市场表现为过剩，过剩的金属会被累计到铂族金属市场总库存量中。

表格备注

[1]供应量表示铂族金属矿产销量的预测值，与开采地对应，而非与精炼地对应。

[2]我们的俄罗斯供应量表示铂族金属在俄罗斯和独联体(CIS)的总开采量。俄罗斯境内的需求计入在世界其他地区需求内。

[3]津巴布韦开采的铂族金属当前在南非精炼，我们的供应量表示铂族金属精矿或锍化物的出货量，并根据平常的精炼回收情况有所调整。

[4]某一具体应用领域的总需求量表示在应用领域生产商对新金属的总需求量，以及未精炼金属库存在该领域的变化。未精炼金属库存增加，需求随之增加；未精炼金属库存减少，需求随之减少。

[5]牙科和生物医学类别表示医疗、生物医学、牙科三个领域对金属的总需求量。不过，制药行业的金属用量计在化学品行业需求内。

[6]回收量表示开放式回收(参照第4页的定义解释)所得金属量的预测值。例如，汽车尾气催化剂回收量表示从报废汽车以及汽车零件售后服务市场的废料中回收的金属量,不含保修或生产中的报废品。在未提供回收数据的领域，开放式回收的量微乎其微，可忽略不计。

[7]净需求量等于某一应用领域的总需求量减去该应用领域开放式回收的金属量，不论回收所得到的金属是在该领域被重新使用，还是被卖向其他领用领域。在未提供回收量的应用领域，总需求与净需求相同。

[8]各年库存变动反映加工商、交易商、银行、保管机构所持库存的变化，不含铂族金属矿产精炼厂和终端消费者的库存持有量。库存变动为正数(有时称为“过剩”)反映全球市场存量增加。反之，库存变动为负数(或称“短缺”)则表示市场存量减少。

铂金的供应与需求

吨

供应[1]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
南非	138.4	138.9	135.1	100.2	143.4	130.8
俄罗斯[2]	22.4	21.4	22.4	21.7	19.8	–
北美	11.4	10.8	11.2	10.3	8.6	9.9
津巴布韦[3]	14.5	14.7	14.0	15.0	14.5	15.5
其他[3]	4.9	4.7	4.8	6.3	6.4	6.2
供应总量	**191.6**	**190.5**	**187.5**	**153.5**	**192.7**	**–**

需求[4]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂[4]	95.3	87.5	80.7	63.6	73.1	87.7
化工	14.1	20.3	20.7	19.2	19.9	20.6
牙科和生物医学[5]	7.4	7.5	7.9	7.2	7.9	8.0
电子[4]	6.9	7.1	6.7	6.9	8.2	9.0
玻璃	9.8	15.6	13.7	14.8	28.4	14.8
投资	11.2	2.1	35.2	31.8	−0.9	−2.8
首饰[4]	74.2	70.2	64.5	51.5	46.0	45.0
石油炼化	7.1	11.8	8.1	10.4	7.3	7.1
污染控制	5.7	6.1	5.9	5.5	6.3	6.9
其他	16.4	16.5	16.9	13.0	13.8	15.3
需求总量	**248.1**	**244.7**	**260.3**	**223.9**	**210.0**	**211.6**

回收[6]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂	−38.8	−41.5	−43.2	−35.9	−38.4	−37.9
电子	−1.1	−1.2	−1.3	−1.2	−1.4	−1.6
首饰	−23.2	−21.7	−20.6	−15.9	−11.8	−11.1
回收总量	−63.1	−64.4	−65.1	−53.0	−51.6	−50.6

净总需求量[7]	**185.0**	**180.3**	**195.2**	**170.9**	**158.4**	**161.0**
库存变化量[8]	6.6	10.2	−7.7	−17.4	34.3	–

铂金–各地区总需求

吨

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
欧洲	汽车尾气催化剂	52.1	42.8	37.1	26.6	22.2	25.5
	化工	3.6	3.8	3.8	3.6	3.9	4.4
	牙科和生物医学	2.2	2.0	2.0	1.9	2.0	2.1
	电子	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	玻璃	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.5
	投资	1.1	−3.2	17.6	9.6	3.9	−4.4
	首饰	5.5	5.9	6.1	4.7	5.4	5.6
	石油炼化	0.2	0.9	0.5	0.3	0.1	−0.1
	污染控制	1.3	1.3	1.3	1.4	1.6	1.7
	其他	5.1	5.3	5.3	4.0	4.2	4.7
	合计	**71.7**	**59.5**	**74.5**	**52.9**	**44.3**	**40.5**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
日本	汽车尾气催化剂	9.8	9.1	8.2	6.5	7.2	8.1
	化工	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2
	牙科和生物医学	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
	电子	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
	玻璃	0.8	0.2	0.8	0.5	0.4	0.3
	投资	5.3	6.8	1.0	12.2	−0.7	−1.2
	首饰	9.4	9.1	9.2	7.4	7.8	8.1
	石油炼化	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
	污染控制	1.8	1.8	1.9	1.6	1.9	2.1
	其他	2.1	1.7	2.1	1.7	1.8	1.8
	合计	**31.8**	**31.1**	**25.7**	**32.3**	**20.9**	**21.7**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
北美	汽车尾气催化剂	7.8	8.9	9.0	6.7	10.1	13.8
	化工	3.5	3.3	3.1	3.0	3.6	3.4
	牙科和生物医学	2.7	2.9	3.0	2.4	2.7	2.7
	电子	1.0	1.2	0.9	0.7	1.0	1.0
	玻璃	1.4	0.6	0.7	1.1	1.8	0.8

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
	投资	4.0	2.1	4.9	18.7	3.6	3.4
	首饰	7.0	7.0	6.6	6.5	7.0	7.2
	石油炼化	0.6	0.5	0.5	0.4	1.4	0.9
	污染控制	1.6	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
	其他	4.4	4.7	4.7	3.0	3.2	3.9
	合计	**34.0**	**33.0**	**35.0**	**43.9**	**35.6**	**38.3**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	汽车尾气催化剂	5.0	5.1	5.1	7.2	12.1	16.4
	化工	2.3	6.4	8.5	8.6	8.1	7.8
	牙科和生物医学	1.2	1.2	1.5	1.0	1.1	1.1
	电子	1.3	1.4	1.3	1.4	1.5	1.6
	玻璃	3.5	12.1	9.1	11.0	23.2	10.3
	投资	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
	首饰	45.7	40.9	34.8	29.4	21.9	19.7
	石油炼化	3.7	8.1	5.1	7.3	2.9	4.0
	污染控制	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8	1.2
	其他	2.1	2.2	2.1	1.9	1.9	2.0
	合计	**65.3**	**78.0**	**68.1**	**68.3**	**73.9**	**64.5**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
世界其他地区	汽车尾气催化剂	20.6	21.6	21.3	16.6	21.5	23.9
	化工	3.5	5.6	4.0	2.8	3.0	3.8
	牙科和生物医学	0.8	1.0	1.0	1.5	1.6	1.6
	电子	3.5	3.4	3.4	3.7	4.6	5.1
	玻璃	3.8	2.4	2.7	1.8	2.4	2.9
	投资	0.8	−3.6	11.7	−8.7	−8.1	−1.0
	首饰	6.6	7.3	7.8	3.5	3.9	4.4
	石油炼化	2.5	2.2	1.9	2.3	2.9	2.3
	污染控制	0.5	0.6	0.5	0.6	0.8	0.7
	其他	2.7	2.6	2.7	2.4	2.7	2.9
	合计	**45.3**	**43.1**	**57.0**	**26.5**	**35.3**	**46.6**
	总计	**248.1**	**244.7**	**260.3**	**223.9**	**210.0**	**211.6**

钯金的供应与需求

吨

供应	2017	2018	2019	2020	2021	2022
南非	79.2	79.1	80.5	61.4	82.5	77.3
俄罗斯[2]	76.3	92.6	92.9	82.0	83.6	–
北美	29.7	30.4	31.4	29.7	27.2	28.7
津巴布韦[3]	12.0	12.2	11.8	12.8	12.2	12.8
其他[3]	4.1	4.2	4.4	5.8	5.8	5.8
供应总量	**201.3**	**218.5**	**221.0**	**191.7**	**211.3**	**–**

需求[4]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂[4]	262.0	274.8	300.2	264.5	259.4	261.6
化工	13.4	18.8	15.9	16.3	18.3	19.1
牙科和生物医学	12.4	11.2	10.0	7.1	6.6	6.0
电子[4]	26.2	23.9	22.1	19.7	20.3	20.0
投资	−12.0	−17.8	−2.7	−5.9	0.6	0.0
首饰[4]	5.2	4.6	4.0	2.7	2.8	2.8
污染控制	2.5	2.8	2.7	2.3	3.0	3.4
其他	2.9	3.7	3.8	2.9	3.1	2.7
需求总量	**312.6**	**322.0**	**356.0**	**309.6**	**314.1**	**315.6**

回收[6]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂	−73.3	−81.6	−90.6	−83.6	−90.0	−85.0
电子	−15.0	−14.8	−14.9	−13.9	−14.3	−14.6
首饰	−0.6	−0.4	−0.4	−0.3	−0.3	−0.3
回收总量	**−88.9**	**−96.8**	**−105.9**	**−97.8**	**−104.6**	**−99.9**

净总需求量[7]	**223.7**	**225.2**	**250.1**	**211.8**	**209.5**	**215.7**
库存变化量[8]	−22.4	−6.7	−29.1	−20.1	1.8	–

钯金–各地区总需求

吨

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
欧洲	汽车尾气催化剂	52.6	59.6	65.1	55.6	57.5	61.3
	化工	2.3	2.0	2.2	1.6	2.3	3.6
	牙科和生物医学	1.9	1.6	1.3	0.9	1.0	1.0
	电子	3.0	2.8	2.6	2.3	2.3	2.3
	投资	−8.9	−4.4	−1.7	−0.5	−0.5	0.1
	首饰	1.6	1.5	1.3	0.9	1.0	1.0
	污染控制	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0
	其他	0.4	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4
	合计	**53.6**	**64.4**	**72.0**	**61.9**	**64.9**	**70.7**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
日本	汽车尾气催化剂	25.4	27.4	28.5	24.2	23.0	23.9
	化工	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	牙科和生物医学	5.4	4.8	4.4	3.2	2.8	2.5
	电子	6.8	6.2	5.6	5.0	5.0	4.8
	投资	−0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0
	首饰	1.8	1.6	1.4	1.0	1.0	1.0
	污染控制	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	其他	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
	合计	**40.4**	**41.1**	**41.0**	**34.5**	**33.0**	**33.4**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
北美	汽车尾气催化剂	62.5	64.3	64.0	52.9	53.6	58.5
	化工	2.3	2.4	2.6	1.1	2.3	2.3
	牙科和生物医学	4.3	4.0	3.5	2.4	2.2	2.0

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
北美	电子	3.9	3.5	3.2	2.8	2.9	2.8
	投资	−0.6	−2.7	−0.2	−1.1	1.1	0.5
	首饰	0.9	0.8	0.7	0.4	0.4	0.4
	污染控制	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4
	其他	1.2	1.1	1.2	0.8	0.9	1.0
	合计	**74.8**	**73.9**	**75.4**	**59.6**	**63.8**	**67.9**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
中国	汽车尾气催化剂	67.8	65.2	84.0	81.8	68.0	56.6
	化工	5.4	8.5	7.3	9.8	9.9	9.3
	牙科和生物医学	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	电子	4.8	4.4	4.1	3.7	3.9	3.9
	投资	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	首饰	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	污染控制	1.0	1.1	1.0	0.7	1.1	1.3
	其他	0.6	1.2	1.3	1.2	1.1	0.6
	合计	**80.1**	**80.7**	**97.9**	**97.4**	**84.2**	**71.9**

总需求		2017	2018	2019	2020	2021	2022
世界其他地区	汽车尾气催化剂	53.7	58.3	58.6	50.0	57.3	61.3
	化工	2.9	5.4	3.3	3.3	3.3	3.4
	牙科和生物医学	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3
	电子	7.7	7.0	6.6	5.9	6.2	6.2
	投资	−2.4	−10.7	−0.8	−4.4	−0.1	−0.6
	首饰	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4
	污染控制	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	其他	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5
	合计	**63.7**	**61.9**	**69.7**	**56.2**	**68.2**	**71.7**
	总计	312.6	322.0	356.0	309.6	314.1	315.6

铑金的供应与需求

吨

供应[1]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
南非	19.0	19.2	19.0	15.1	20.1	17.9
俄罗斯[2]	2.4	2.1	2.1	1.8	1.7	–
北美	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6
津巴布韦[3]	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
其他[3]	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
供应总量	**23.6**	**23.5**	**23.2**	**19.0**	**23.8**	**–**

需求[4]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂[4]	25.8	28.0	32.2	29.8	29.4	29.9
化工	2.4	2.0	1.8	1.8	1.7	2.0
电子	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
玻璃	3.2	3.2	1.4	0.1	0.5	1.1
其他	0.6	−0.4	0.7	0.3	0.4	0.6
需求总量	**32.1**	**32.9**	**36.3**	**32.2**	**32.2**	**33.7**

回收[6]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
汽车尾气催化剂	−9.6	−10.3	−11.1	−10.5	−11.5	−10.9
回收总量	**−9.6**	**−10.3**	**−11.1**	**−10.5**	**−11.5**	**−10.9**

净总需求量[7]	**22.5**	**22.6**	**25.2**	**21.7**	**20.7**	**22.8**
库存变化量[8]	1.1	0.9	−2.0	−2.7	3.1	–

钌的需求

吨

需求[4]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
化工	11.2	11.1	12.5	12	10.2	14.1
电子	13.6	13.4	12.7	12.6	13.4	13.9
电化学	4.6	4.3	4.5	4.2	4.1	4.2
其他	5.4	5.8	4.2	3.2	3.9	4.8
需求总量	**34.8**	**34.6**	**33.9**	**32**	**31.6**	**37**

铱的需求

吨

需求[4]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
化工	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9
电子	2.1	1.4	1.5	1.8	1.7	1.9
电化学	2.5	2.3	2.6	2.7	2.7	3.1
其他	2.7	3.2	2.8	2	2	2
需求总量	**7.8**	**7.6**	**7.6**	**7.3**	**7.2**	**7.9**

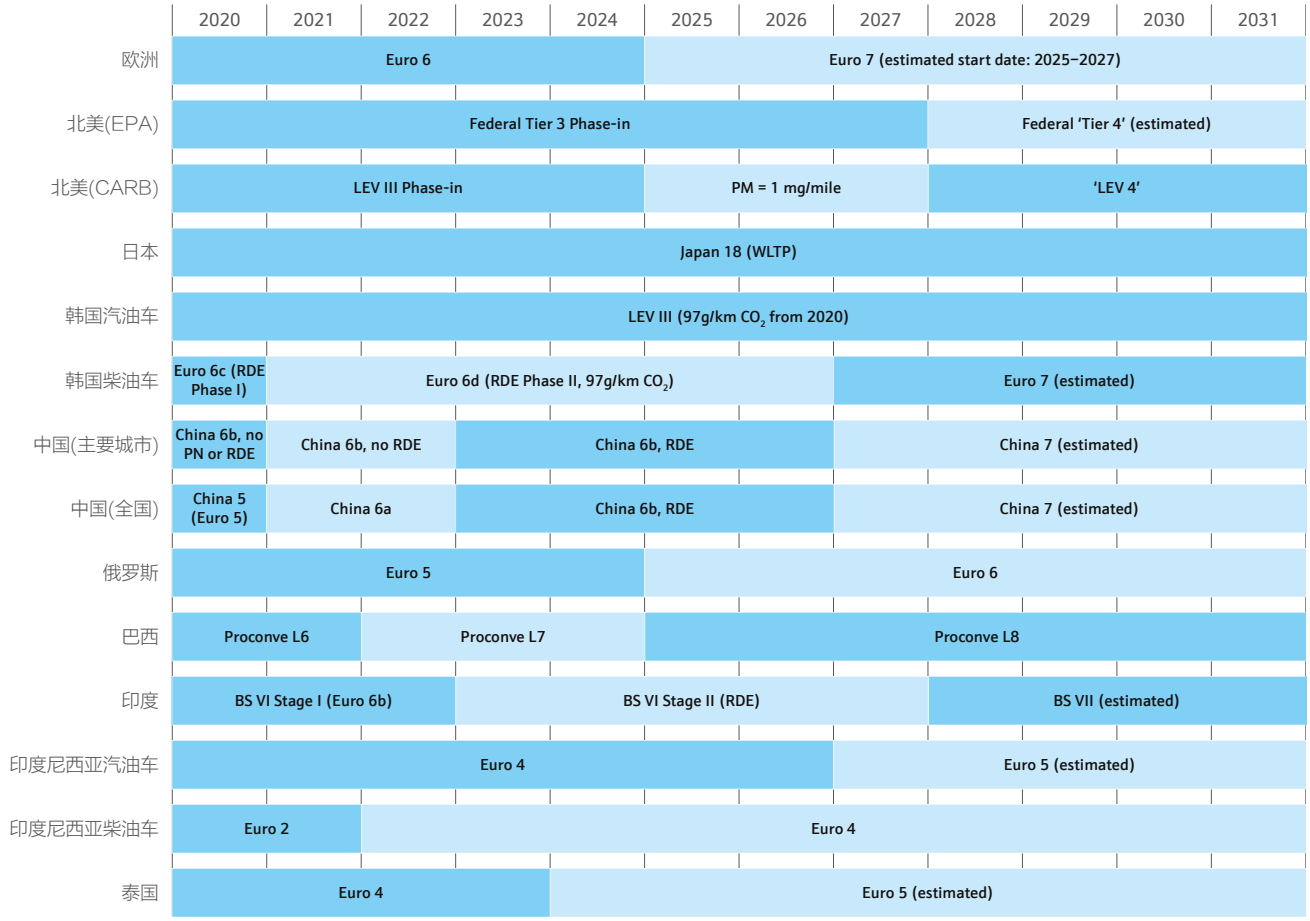
术语表

MEG	乙二醇
MLCC	多层陶瓷电容
NEDC	新欧洲驾驶测试循环
NEV	新能源车(纯电动车、插电式混合动力车和燃料电池车)
Nox	氮氧化物
NRMM	非道路移动机械
NYMEX	纽约商业交易所
PDH	丙烷脱氢
PEM	质子交换膜
PET	聚对苯二甲酸乙二醇酯
PGM	铂族金属
PHEV	插电式混合动力车
PM	颗粒物或烟尘
PMR	垂直磁记录
PN	颗粒数
PP	聚丙烯
PTA	精对苯二甲酸
PX	对二甲苯
RDE	实际道路驾驶排放
RoW	世界其他地区
SAW filter	声表面波滤波器
SCR	选择性催化还原
SCRF®	选择性催化还原颗粒捕集器
SGE	上海黄金交易所
WLTP	全球统一轻型车测试程序
USCG	美国海岸警卫队
6E grade	铂、钯、铑、金、铱和钌六种元素的组合含量

BEV	纯电动车
CF	符合因子
CO	一氧化碳
CO_2	二氧化碳
CPL	己内酰胺
CTMEG	煤制乙二醇工艺
CWAO	催化湿式氧化
DOC	柴油车氧化催化剂
DPF	柴油车颗粒捕集器
EC	欧盟执行委员会
ELV	报废车辆
ETF	交易所交易基金
FCEV	燃料电池车
GPF	汽油车颗粒捕集器
GVW	车辆总重
HDD	重型柴油车
HPS	氢能义务发展制度
ICE	内燃机
IMO	国际海事组织
ISC	在用符合性
LCD	液晶显示器
LDG	轻型汽油车
LDD	轻型柴油车
LED	发光二极管
LEV	低排放汽车
LPPM	伦敦铂金和钯金市场
4E grade	铂、钯、铑、金四种元素的组合含量

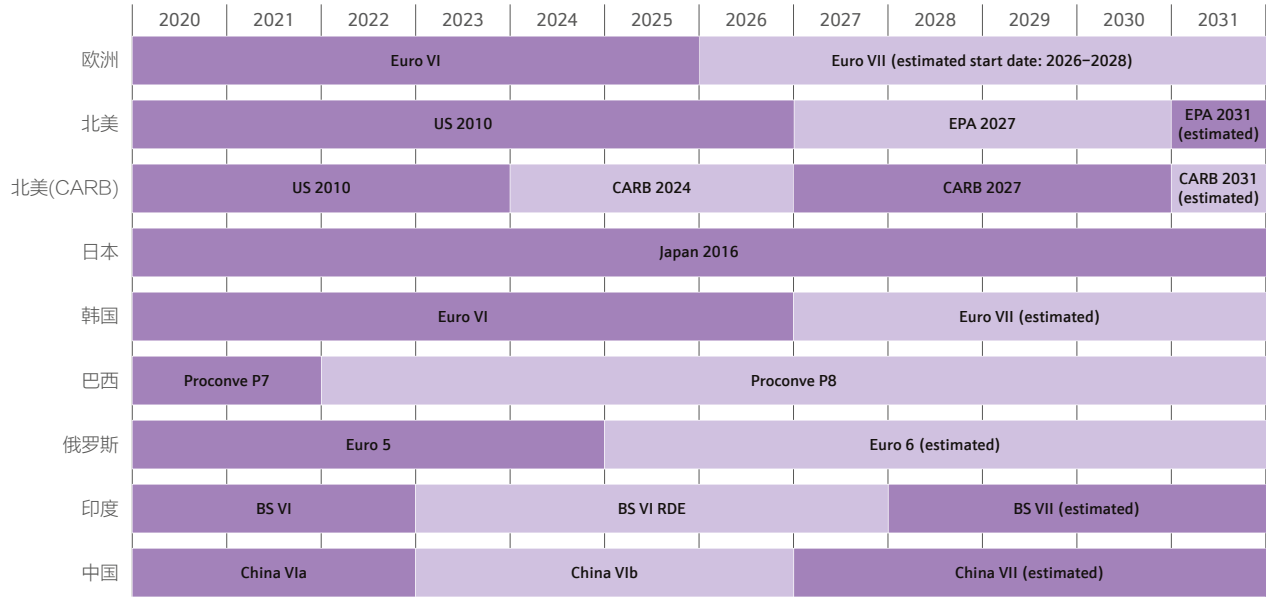
排放法规

轻型车


2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
欧洲
Euro 6
Euro 7 (estimated start date: 2025–2027)
北美(EPA)
Federal Tier 3 Phase-in
Federal 'Tier 4' (estimated)
北美(CARB)
LEV III Phase-in
PM = 1 mg/mile
'LEV 4'
日本
Japan 18 (WLTP)
韩国汽油车
LEV III (97g/km CO_2 from 2020)
韩国柴油车
Euro 6c (RDE Phase I)
Euro 6d (RDE Phase II, 97g/km CO_2)
Euro 7 (estimated)
中国(主要城市)
China 6b, no PN or RDE
China 6b, no RDE
China 6b, RDE
China 7 (estimated)
中国(全国)
China 5 (Euro 5)
China 6a
China 6b, RDE
China 7 (estimated)
俄罗斯
Euro 5
Euro 6
巴西
Proconve L6
Proconve L7
Proconve L8
印度
BS VI Stage I (Euro 6b)
BS VI Stage II (RDE)
BS VII (estimated)
印度尼西亚汽油车
Euro 4
Euro 5 (estimated)
印度尼西亚柴油车
Euro 2
Euro 4
泰国
Euro 4
Euro 5 (estimated)

排放法规

重型车


2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
欧洲
Euro VI
Euro VII (estimated start date: 2026–2028)
北美
US 2010
EPA 2027
EPA 2031 (estimated)
北美(CARB)
US 2010
CARB 2024
CARB 2027
CARB 2031 (estimated)
日本
Japan 2016
韩国
Euro VI
Euro VII (estimated)
巴西
Proconve P7
Proconve P8
俄罗斯
Euro 5
Euro 6 (estimated)
印度
BS VI
BS VI RDE
BS VII (estimated)
中国
China VIa
China VIb
China VII (estimated)

Euro 6排放法规

Euro 6是轻型车尾气排放限值的通用标准，以数套测试和程序在不同日期分阶段实施。

Euro 6a为自愿阶段，意在让车辆在标准强制执行前提前获得Euro 6车型的型式认证。Euro 6a对铂族金属需求影响甚微。

Euro 6b从2014年9月开始适用于乘用车新车型的型式认证，从2016年9月开始适用于欧洲市场所售的所有汽车。自此开始，车辆在新欧洲驾驶测试循环(NEDC)进行测试时必须符合Euro 6排放限值。在Euro 6b阶段，汽油车各项排放限值并未改变，惟多了一项颗粒物限值(不过，关于此一要求，汽车制造商可申请一个三年豁免期)。对柴油车而言，测试周期内氮氧化物的排放限值比起Euro5加严了56%。此一调整对柴油车上铂族金属的含量影响重大。

Euro 6c在2017年9月开始实行，从2019年9月开始适用于所有车辆。就排放限值而言，Euro 6b与Euro 6c对柴油车的要求并无区别，对汽油车的要求也只有一个区别，即与对柴油车的要求一致，Euro 6c将所有汽油车的颗粒物排放限值加严了。此对汽油车的颗粒捕集器(GPF)装载将产生影响。

与此同时，一项新的实验室检测取代了新欧洲驾驶测试循环。全球统一轻型车测试程序(WLTP)从2017年9月起适用于新车型型式认证，从2018年9月起适用于所有车辆。

Euro 6d自2017年9月开始实施，已推行几年。Euro 6d与Euro 6b/6c不同，与后两者相比，Euro 6d引进了实际道路驾驶排放测试(RDE)和实验室测试，改变了氮氧化物排放和颗粒物排放的测试与测量方法。在实际道路驾驶排放测试时，测试人员按照加速减速完全随意的模式，在道路驾驶车辆，尾气排放使用车载便携式排放监测系统(PEMS)测量。

符合因子(CFs)被纳入测试体系，用于规定实际道路驾驶排放测试中，氮氧化物和颗粒物排放量允许超过排放限值的倍数。超出部分意在容纳些许使用便携式排放监测系统产生的测量误差。欧盟执行委员会(EC)会定期根据排放监测系统(PEMS)的精度提高调整符合因子数值。后续符合因子会分两个阶段实施：

在第一阶段(Euro 6d-TEMP)，符合因子于氮氧化物定在2.1，颗粒物定在1.5，从2017年9月开始用于乘用车新车型的型式认证，从2018年9月开始用于轻型商务车(LCVs)的新车型的型式认证。符合因子从2018年9月开始适用于所有乘用车的颗粒物排放，从2019年9月开始适用于所有乘用车的氮氧化物排放，一年之后开始适用于所有新轻型商务车。

在第二阶段(Euro 6d)，氮氧化物的符合因子下调至1.43，从2020年1月开始适用于乘用车的新车型的型式认证，从2022年1月开始适用于所有车。

在本报告撰写之际，欧洲正在考虑在Euro 6d标准后进一步起草Euro 6e标准。欧盟执行委员会联合研究中心进一步建议将氮氧化物符合因子降至1.1，颗粒物符合因子则降至1.34，这一提案已于2022年2月提交给了Motor Vehicle Working Group (MVWG)。