

# 铂金摘要

## 钌金：铂金和钌金投资者入门必读

自2016年以来，尤其是在2019年期间，钌金价格大幅上涨吸引了投资者、工业用户和市场评论员的广泛兴趣，同时也突显了在考虑投资钌金或铂金时，了解钌金市场的重要性。

钌金和铂金市场在供需方面是相互关联的。在大多数铂钌矿区，它们都是以共生产品或副产品的形式出现。在一些工业应用中，铂钌可以相互替代，而汽车催化剂领域是钌金最重要的应用。

确定钌金的价值是一个重大的挑战。对一种大宗商品进行估价的典型方法是使用若干指标的组合，包括：生产的边际成本；市场平衡；历史供需趋势；可见和可用库存；不同用途的使用价值及其最佳替代产品的成本。由于几乎所有的钌金都是以共生产品或副产品的形式而生产的，因此，唯一可以用以衡量市场价值或价格指标的此类数据是在特定用途下的最佳替代产品的成本。钌金的主要用途（超过80%）历来就是作为汽车催化剂中铂金的经济型替代品，铂金的价格决定了其在汽车催化剂领域中最佳替代品钌金的长期价值。

如今，钌金和铂金市场的价格和市场平衡形成了鲜明对比，这表明需求再平衡是不可避免的。

目前，钌金的特点是需求持续增长，超过了缺乏弹性的供应，加之库存枯竭，推动价格升至新高。自2017年2月以来，钌金期货持续的现货溢价，突显了市场上钌金的持续短缺。

在本期《铂金摘要》中，我们将详细分析钌金市场，向铂金投资者和其他对钌金市场感兴趣的投资者阐述一个市场架构。钌金高昂的价格相对于铂金的铂需求来说是有利的，因为在汽车催化中以铂金替代钌金可能是推动市场重新平衡的机制。

本出版物不包括关于新冠病毒对全球市场（包括铂金和钌金）影响的最新发展分析。

Trevor Raymond  
研究部总监

+44 203 696 8772

[traymond@platinuminvestment.com](mailto:traymond@platinuminvestment.com)

David Wilson

投资研究部经理

+44 203 696 8786

[dwilson@platinuminvestment.com](mailto:dwilson@platinuminvestment.com)

Brendan Clifford

投资者发展部经理

+44 203 696 8778

[bclifford@platinuminvestment.com](mailto:bclifford@platinuminvestment.com)

世界铂金投资协会

[www.platinuminvestment.com](http://www.platinuminvestment.com)

64 St James's Street

London SW1A 1NF

2020年3月

## 目录

1) 钯金是什么? .....	第 3 页
2) 钯金供应的本质是什么? .....	第 4 页
3) 钯金有何用途? .....	第 12 页
4) 铂钯市场平衡比较 .....	第 21 页
5) 钯金是贵金属还是工业金属? .....	第 24 页
6) 钯金的价值是多少? .....	第 26 页
7) 如何投资钯金? .....	第 26 页
8) 钯金对铂金投资有何影响?.....	第 28 页
9) 免责声明.....	第 30 页
10) 术语表.....	第 32 页

## 钯金是什么？

钯金是一种柔软的银白色金属，发现于 1803 年，远远迟于 1735 年被发现的与其外观相似的铂金，但是比姊妹金属铑金的发现要早一年。在 1803 年钯金被发现之前，它通常被视为一种铂汞合金，而非独特的金属。

钯金，与铂金非常相似，抗氧化且耐腐蚀，并具有优良的催化性能。此外，在退火时(加热然后缓慢冷却金属使其具有可塑性的过程)，钯金柔软且具有延展性。冷加工钯金，以及与其他金属的合金化，大幅提高了钯金的强度和坚硬度。

钯金有几种不同的生产形式以适应它的使用，最常见的是钯锭或钯条和海绵钯。

图 1: 钯金条



来源: Valcambi  
用途: 存储及投资

图 2: 海绵钯



来源: 贺利氏  
用途: 工业使用, 包括汽车催化剂

海绵钯是钯金的主要生产形式。它是一种高纯度、粗粉末或颗粒状的钯金属，具有高孔隙率。海绵钯是制造许多以铂族金属(PGM)为基础的化学品和催化剂的形式。钯金的生产商历来都能满足使用海绵钯作为催化剂涂层的汽车制造业客户的需求。因此，随着时间的推移，海绵钯的生产比例超过了 80%。

优质交割的钯金条通常纯度为 99.95%，是伦敦铂钯市场(LPPM)上钯金交易的基础，也是纽约商品交易所期货市场的基础；钯条是用于储存和实物投资目的的主要形式。钯条可以转换为海绵钯(反之亦然)，成本通常为 5 美元/盎司左右，取决于精炼厂的性质和当时精炼产能的机会成本。无论当前的金属价格如何，一种金属的所有者通常会以接近转换成本的价格将其拥有的金属换成另一种金属。这种转换成本或费用通常被称为海绵钯溢价。

钯金是六种铂族金属中密度最小的，为 12 克/立方厘米，而钌为 12.1 克/立方厘米，铑为 12.4 克/立方厘米，铂为 21.5 克/立方厘米，铱为 22.6 克/立方厘米，钨为 22.7 克/立方厘米。钯金的熔点为 1555 °C，也是铂族金属中熔点最低的，铂金的熔点为 1768°C、铑的熔点为 1964°C、钌的熔点为 2334°C、铱的熔点为 2443°C、钨的熔点为 3033°C。

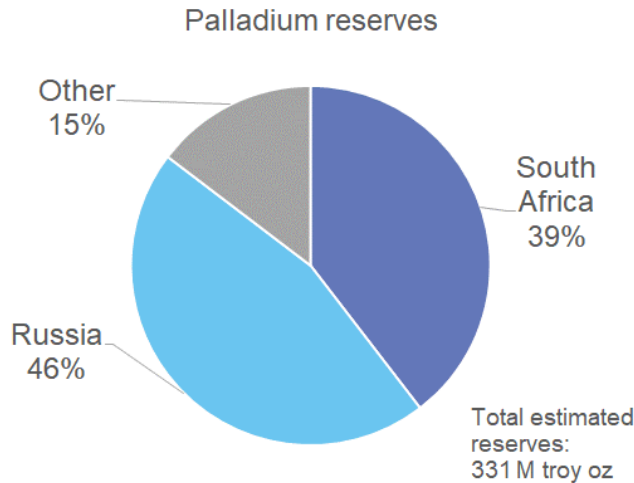
钯金是元素周期表中第四十六种元素，也是地球上最稀有的金属之一。根据公司报告、储量和资源报表、NI 43-101 技术报告和可行性研究汇编的数据，截至 2018 年底，已知全球钯金储量总计约 3.31 亿金衡盎司(约 10300 吨)。相比之下，根据同样基础编制的已知铂金储量估计约为 2.48 亿金衡盎司(约 7720 吨)。与铂金相比，钯金资源的更多优势在很大程度上反映了在加拿大和俄罗斯大型镍铜矿体中，钯金的比例高于铂金。

## 钯金供应的本质是什么？

### 钯金在哪里被发现？

钯金几乎只存在于和其它金属一起的伴生矿体中；主要是镍、铜和铂金等基本金属。南非的矿床含有铂、钯、铑、铱、钌和铱全部六种铂族金属 (PGMs)。从历史上看，占全球钯矿年供应量的 90% 以上的矿体中的钯金含量价值远低于所开采的主要金属。因此，钯被作为这些其他贵金属或基本金属的共生产品或副产物而生产的，而这些贵金属或基本金属随着时间的推移主宰了矿山经济。这意味着，全球钯矿产量中只有不到 10% 是由钯价推动的。

图 3: 按国家划分的钯金储量



资料来源: 公司报告、储量和资源报表、NI 43-101 技术报告和可行性研究

西伯利亚的 Norilsk - Talnakh 镍铜矿床和南非的 Bushveld 火成岩复合铂族金属矿床的最大的两个钯金矿床。这两个矿床分别占已知含钯金矿床的 46% 和 39%。其余储量主要分布在津巴布韦的大堤矿床、北美 Sudbury 盆地和安大略省的 Lac des îles 镍铜矿床以及蒙大拿州的 Stillwater 钯铂矿床。

### 俄罗斯诺里尔斯克-塔尔纳克镍铜矿床

含有铂族金属的铜镍矿床的开采始于 1935 年西伯利亚北部泰米尔半岛。第一个被开采的是诺里尔斯克矿床，最初是通过水平地下开采（称为“平硐”开采），从 20 世纪 40 年代开始，两个露天矿 Ugol Creek（现已关闭）和 Medvezhy Ruchey（仍在运营）被开发。20 世纪 50 年代初，Zapolyarny 地下矿山开始开采同样的诺里尔斯克矿床。

1960 年，在诺里尔斯克镇以北 27 公里的塔尔纳克发现了高品位的铜镍矿床。随后开发了 5 座矿山，分别是 1965 年开始运营的 Mayak 矿山（400 米深）、1970 年左右开始运营的 Komsomolsky 矿山、1975 年开始运营的 Oktyabsky 矿山和 1980 年代开始运营的 Taimyrsky 矿山。最后，在深达 2000 米处的 Skalisty 矿山，是这些矿山中最深的一个，于 1990 年代末启用。

这些矿山生产的所有矿石均由诺里尔斯克有限公司拥有和经营，在 Talnakh 和 Norilsk 选矿厂进行加工。Talnakh 选矿厂将高品位和含铜（产铜）矿石加工成镍磁黄铁矿、铜精矿和含金属产品。诺里尔斯克选矿厂将含铜矿石和所有浸染的矿石加工成镍和铜精矿。

图 4: Norilsk - Talnakh 镍铜业务



来源: 诺里尔斯克镍业

浓缩精矿通过管道从 Talnakh 和诺里尔斯克选矿厂输送至 Nadezhda 冶金厂和铜厂进行冶炼。含有铂族金属的煤泥/污泥主要在俄罗斯贵金属公司的克拉斯诺亚尔斯克冶金厂进行精炼（未显示，但距离诺里尔斯克镇东南约 1600 公里）。

1943 年，在克拉斯诺亚尔斯克冶金厂，诺里尔斯克污泥首次被提炼成铂和钯，第一次铸造钯锭是在 1947 年。而海绵钯的产能是在上世纪 70 年代末美国引入乘用车催化转换器后建成的。

### 南非布什维尔德火成杂岩(布什维尔德)

位于布什维尔德西翼和东翼（“分支”）的两种布什维尔德铂族金属矿体是梅伦斯基 (Merensky) 和 UG2 体。梅伦斯基历来以生产铂族金属为主，与 UG2 矿相比，它的矿层更浅、矿体品位更高、收入也更为丰厚。然而，由于梅伦斯基矿开采殆尽，日益贫瘠，越来越多的 UG2 矿正在被开采。普拉特接触带 (Platreef) 发现于布什维尔德北翼，其矿体比梅伦斯基和 UG2 要浅得多，并且是从几个露天矿开采出来的。它含有较高的钯金和基本金属含量与不同的矿山经济。

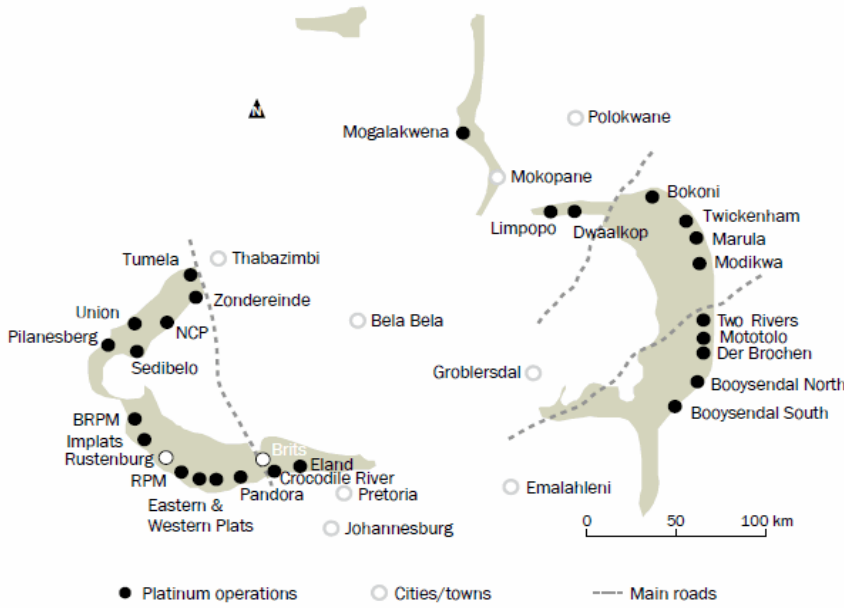
图 5: 布什维尔德矿山中铂族金属的矿石种类和特征

Ore type	Merensky	UG2	Platreef
Location in the Bushveld	Western limb and Eastern limb	Western limb and Eastern limb	Northern limb
Depth (m)	Up to 1.5km deep	Up to 1.7km deep	Currently mined upto 250m deep
PGM - 4E	Platinum (62%), Palladium (29%), Rhodium (4%), Gold (5%)	Platinum (53%), Palladium (36%), Rhodium (10%), Gold (1%)	Platinum (43%), Palladium (36%), Rhodium (10%), Gold (1%)
Grades (grams 4E PGMs / tonne)	c.4-6	c.3-5	c.2-5
Base metal contribution	high (0.2% nickel, 0.1% copper)	low (0.1% nickel, 0.01% copper)	higher (0.25% nickel, 0.15% copper)
Processing temperature	high	very high (due to high chrome content)	high

布什维尔德不同的矿石类型具有不同的地质特征（即沉积深度、铂族金属的集中度）和不同的金属含量比（即铂金相对于钯、铑和黄金的比率；以及铬、镍和铜等基本金属的集中度）。

在布什维尔东西两翼，铂族金属矿一直以来开采自地下矿（通常介于地下 700 米到 1700 米的深度）；在布什维尔北翼，铂族金属矿 (Platreef) 距离地表很近，可以以露天矿的形式进行开采。

图 6: 布什维尔铂族金属的运营

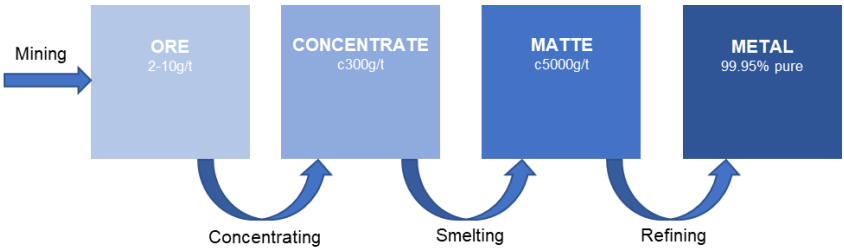


来源: 矿业协会 (南非)

### 如何提炼和开采钯金?

钯金的提取、加工和提纯涉及一系列复杂的物理和化学工序, 即采矿、浓缩、冶炼和精炼。对于铂族金属矿体而言, 生产工序要求提取包括钯金在内的几种金属, 如下所示和所述。

图 7: 铂族金属生产流程概况



来源: WPIG 研究, 显示的浓度是典型的南非产量

### 采矿

铂族金属矿的开采主要来自地下矿山, 露天矿山的开采量不到 20%。在俄罗斯, 地下矿山的深度通常介于 400 米至 2000 米之间, 而在南非, 深度则介于 700 米至 1700 米之间。地下采矿法需要将竖井直接或毗邻地钻进矿体 (对竖井来说, 这一过程可能需要 10 年), 由此钻出水平和(或)斜角通道以进入矿体。在矿体表面, 钻出水平通道, 将炸药放入孔内爆破释放矿石。矿石通过地下矿石处理机网络输送到地表。

在露天矿中, 矿石是直接来自地表而不是通过竖井获取的。与地下采矿不同, 露天矿的钻孔和爆破是机械化的。卡车和铲子可以用来搬运大量的矿石, 这可以使露天的开采比地下开采来得更快、更便宜和更安全。

### 汰选集中

开采出的矿石经过破碎和研磨, 以释放出其中含有铂族金属的矿物质。此后, 这种矿物质经历一种称之为“泡沫浮选”的化学过程。这种方法是利用试剂和空气的添加物来产生气泡, 使包含铂族金属的颗粒附着在气泡上。

这道工序是为了确保达到最佳的品位和回收率。在这个过程中，每吨矿石中 4E(铂、钯、铑和金)的浓度会从 2-6 克，增加到每吨精选矿中大约 300 克的 4E。

### **溶解冶炼**

精选矿会在熔炉里经过干燥和再加工，然后进入温度可高达 1500° C 的加热炉中加热。铂族金属熔炼温度很高是因为矿石中含有铬。在熔炉加热过程中，金属表面会产生铈，摒弃废料。经过这道工序，精选矿的浓度从每吨 300 克 4E 增加到每吨 5000 克 4E。

### **提纯精炼**

熔铈会在基本金属精炼厂再加工以提炼铜、镍和其他基本金属。然后，被送往贵金属精炼厂萃取提纯铂族金属。黄金、钯金和铂金通常最先被萃取出来，其次是铑和铑。在精炼过程中，沉淀、溶剂萃取和离子交换技术被广泛应用于各个生产商。精炼金属的纯度超过 99.95%，通常以海绵或颗粒（用于工业应用）或锭（用于储存/投资）的形式存在。

### **钯金供应趋势**

从 2010 年开始的十年中，包括开采供应、俄罗斯政府库存的直接销售和回收供应所组成的钯金年度供应总量增长了 12.0%，从 2010 年的 9.2 百万盎司增至 10.3 百万盎司。这意味着十年来年均增长率为 2.0%。同期，钯金的年平均价格从 542 美元/盎司飙升至 1657 美元/盎司，涨幅高达 206%。认为钯矿供应因钯价上涨而增加的结论是不正确的。这是因为钯金是其他金属的副产品或共生产品，而这些金属决定着长期的矿山经济和产量，从而决定着钯金的供应。

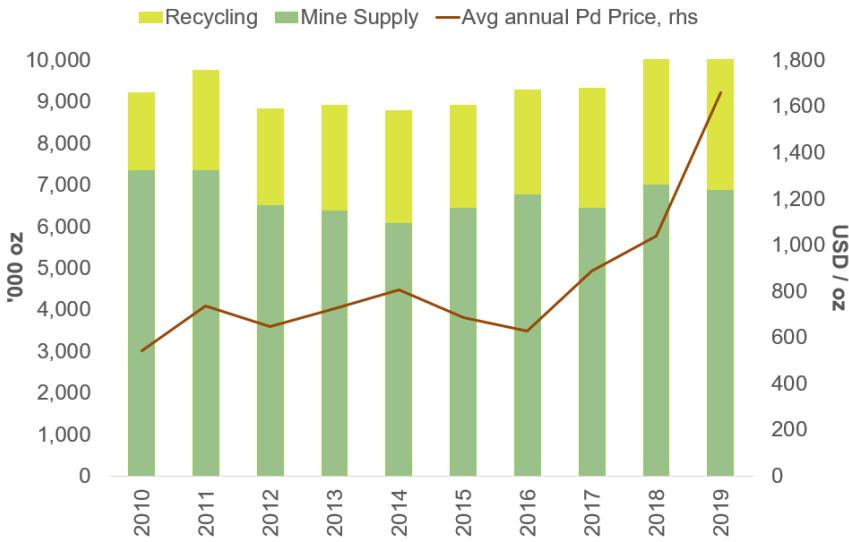
### **钯矿供应趋势**

过去十年，钯金的矿产供应量有所下降。2010 年，钯金矿产供应总量为 7.35 百万盎司。到 2019 年，这一数字已降至 6.89 百万盎司，十年来下降了 6.3%，或在此期间每年下降 0.1%。尽管 2014 年钯金价格上涨，以及 2017 年和 2018/2019 年钯价大幅飙升，但这仍然突显出钯金矿产供应的副产品性质。

俄罗斯政府库存的直接销售（实际上推迟了矿产供应）在过去十年也有所减少。2007 年，国家库存的年销售量达到 1.49 百万盎司的峰值，到了 2013 年降至仅 10 万盎司。尽管 2014 年钯金年平均价格上涨，2017 年、2018 年和 2019 年价格大幅上涨，但没有进一步报告类似的直接库存销售。



图 8: 2010-2019 年钯金供应总量与价格对比



来源: 庄信万丰、彭博资讯、WPIIC 研究

对大多数大宗商品而言, 10 年以来如此强劲而持续的价格上涨将刺激投资、勘探和开发新的矿山产能。钯金主要的副产品属性却阻止了这一点。这种对价格缺乏供应反应的情况表明, 尽管全球市场将钯金视为大宗商品, 但它或许不应被归类为大宗商品。事实上, 正是这种缺乏价格驱动的供应反应, 加剧了对未来钯金供应的担忧, 并增加了铂钯替换的可能性。

开采诺里尔斯克 (Norilsk) 和塔尔纳克 (Talnakh) 矿床的公司 Nornickel 宣布, 将在中长期内培育供应增长的机会, 作为维持钯金市场供需平衡战略的一部分。最值引人瞩目的是该公司的南部集群项目, 该项目的开发于 2019 年 3 月获得批准, 但要到 2027 年才能全面投产。该项目旨在开发诺里尔斯克矿山的北部, 并以完全产能的状态每年生产 62.5 万盎司 (19.4 吨) 的铂族金属以及铜和镍。Nornickel 还宣布, 它将可能会与俄罗斯铂业就俄罗斯铂业的 Maslovskoe 和 Chernogorskoe 矿山的材料签订特殊开采协议。这两个矿山最早要到 2025 才能投产。

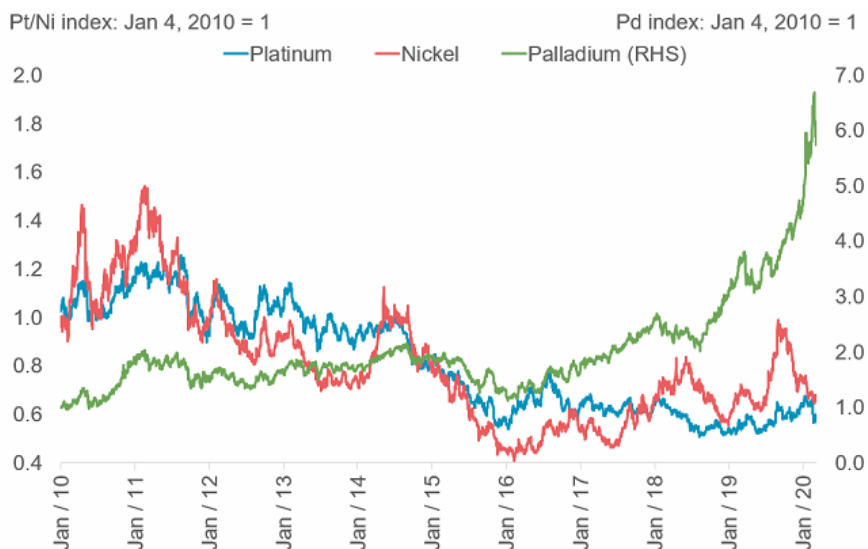
### 影响钯金矿产供应的其他因素

#### 1. 其他大宗商品价格

钯金矿产供应的副产品属性意味着, 传统上, 钯金价格只是推动矿产投资和矿产供应的一个次要因素。由于 90% 以上的钯金矿产供应都是南非铂矿或俄罗斯和加拿大镍铜矿的副产品, 导致钯金供应变化的矿山产能投资决策主要取决于当前的铂和镍的价格及其前景。

图 9: 铂金和镍的价格与 2009 年基本持平





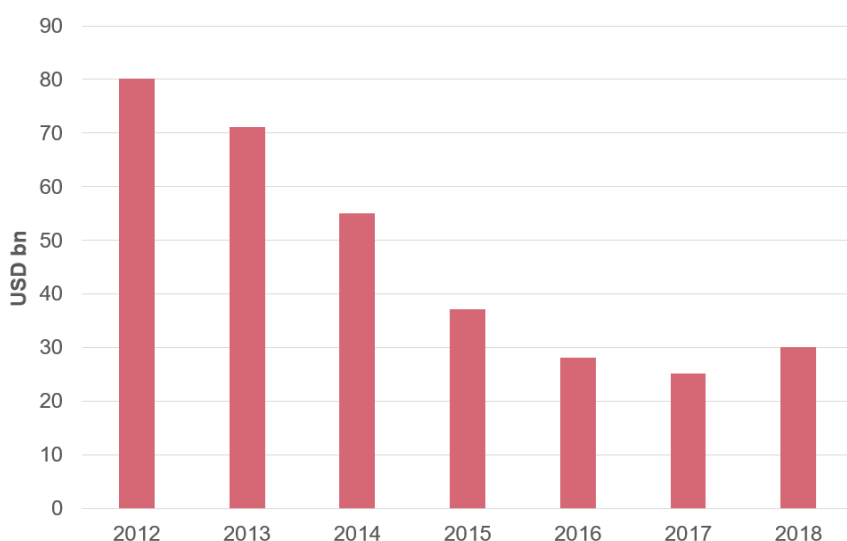
来源：彭博资讯、WPIG 研究

与钯价形成直接对比的是，从 2010 年开始的 10 年里，铂价和镍价均出现下跌。从 2010 年 1 月至 2019 年 12 月期间，铂金和镍分别下跌了 32% 和 26%。自 2006 年以来，南非的铂矿和钯矿供应一直稳步下降，主要原因是劳动力成本（约占成本的 60%），长达 17 年来一直以高于通胀水平的速度增长。这与南非复杂的社会政治发展有关。

在俄罗斯，Norilsk Talnakh 镍矿的品位是世界上最高的。因此，它们的产量通常保持在完全产能状态，而不需要像低品位矿山那样，由于镍价格疲软而减少高成本生产。

在俄罗斯和南非，由于地下矿山的开发和提高生产水平的加工处理能力的生产周期较长，因此在短期和中期内不太可能实现产量增长。虽然镍和铂的价格在 2019 年有所上涨，但这不太可能改变未来几年的生产水平。

图 10: 全球矿业资本支出趋势——投资水平仍远低于 2012 年的峰值水平



来源：德勤

全球年度矿业资本投资总额上一次达到峰值是在 2012 年，当时接近 800 亿美元，与工业金属价格峰值处于同一时间。到 2017 年，年度资本投资降至 250 亿美元，2018 年同比略有回升。普华永道 (PwC) 的研究显示，铂族金属矿产资本投资在 2008 年达到顶峰，当年铂价业达到了 2250 美元/盎司的峰值。铂族金属矿产领域的资本投资下降周期比全球矿产行业更长。要扭转这一趋势，通常需要铂金价格持续走高。

钯金的供应不受价格影响，从过去十年钯金在矿商收入中所占的份额可以进一步说明原因。2010年，钯金销售额占Nornickel总销售收入的9%，而主要金属镍的销售占到了52%。2019年，在该公司超过80年的历史中，钯价格高企将钯金对营收的贡献提高到39%，其中镍的份额降至26%。在此时期，Nornickel镍业的钯金产量（相对于销售额）从2.86百万盎司小幅升至2019年的2.92百万盎司。

南非铂族金属矿业公司每种金属的相对收入份额也发生了变化。2010年，铂族金属矿商的收入中约有60%来自铂金销售，约10%来自钯金。到2019年，铂金和钯金的收入比例已转变至约30%的铂金和约40%的钯金。南非钯矿供应量从2010年的264万盎司增加到2019年的265万金衡盎司。这一增长主要是由于矿石类型的变化，导致钯的平均含量较高，尽管同期铂金产量下降了4.7%。

## 2. 地质约束

在俄罗斯、加拿大和南非的大多数多金属矿山中，单个矿山中铂族金属的浓度往往较为均匀。因此，铂族金属矿商无法重新制定采矿计划，将重点放在金属浓度较高的区域，即所谓的高品位区域，也不能在矿山内提取更多体积的某种特定金属。依赖于矿体的许多其他金属（例如2006/07年智利的铜）都有可能实现高品位；虽然这是应对价格大幅下滑的常见方法，但对于铂族金属矿商来说，这是不可能的。

## 3. 操作限制

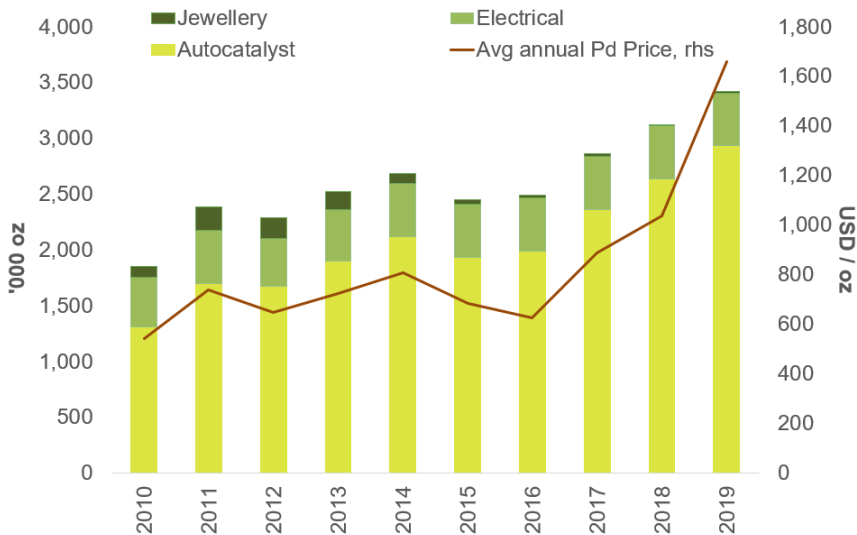
当钯金被作为副产品（超过90%）开采时，这些矿山已被开发成能满足主要金属产能需求的矿山。俄罗斯、加拿大和南部非洲大部分地区的地下矿山根据钯金需求的变化调整产量的能力非常有限。

## 钯金回收供应趋势

钯金回收的主要来源是在车辆报废时所回收的汽车尾气控制催化剂。大部分的钯金使用在汽油车上，2019年将近有970万盎司的钯金被用于汽车制造。由于钯金首饰市场未能成功建立，转而又开始衰落，导致从首饰中回收的钯金已变得几乎微不足道。

汽车催化剂的回收遵循不同地区的报废车辆，及该地区钯金供应或二级供应的情况，反映了每辆车催化剂所使用的载量。这种载量反映了在车辆生产时，为达到每一区域随时间变化的排放水平所需的金属量。正是这种载量决定了钯金的二级供应量，因此，供应相对来说没有价格弹性。20世纪70年代，随着催化剂的引入，催化剂回收业务不断发展，并成为一项成熟的业务，虽然利润率较低，但基本上是固定的。这是因为回收催化剂的价格是以市场价格的金属含量为基础的。

图 13: 2010-2019 年按来源分列的钯金回收供应



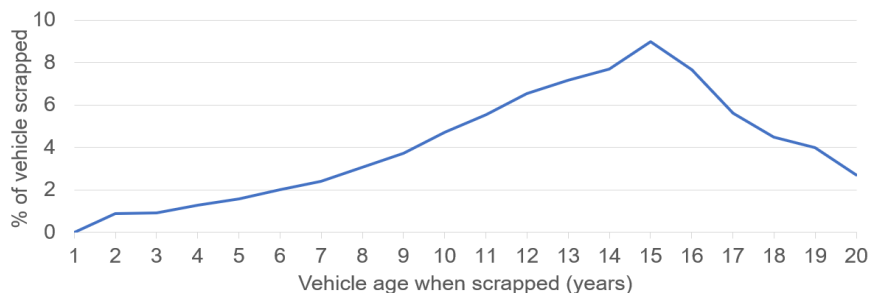
来源：庄信万丰、彭博资讯、WPIIC 研究

这也意味着，即使在铂族金属价格极低的情况下，这些报废的催化剂也会被加工处理，进一步解释了这种供应的非弹性本质。因此，几乎所有的催化剂都被清除和回收。从汽车催化剂中回收而来的钯金被视为是弥补钯金市场持续短缺的一种供应来源。2019 年，从汽车催化剂、首饰和电子行业回收的钯金占钯金供应总量的 34%（290 万盎司）。这一比例从 2000 年早期回收催化剂时的 23 万盎司（占供应量的 3%）上升到了 2016 年的 37%，尽管其价格上涨了 400%。

尽管钯金价格在过去十年中呈上升趋势，但汽车催化剂的回收供应很大程度上跟随着基于历史车辆的钯金载量和报废情况的预期增长，而不是受到价格的驱动。

汽车催化剂中钯金的使用量在 20 世纪 90 年代中期开始强劲增长，这在很大程度上是受铂金和钯金之间巨大价差所推动的。事实上，在 20 世纪 90 年代初到中期的大部分时间里，铂金的价格通常比钯高出 3 倍以上。在美国和欧洲等主要汽车市场，轻型车的平均使用寿命约为 14 年，通常 50% 的车辆在使用 9 至 16 年后报废。这导致从报废汽车催化剂中回收的钯金供应量的增长速度远远低于过去每辆车钯金载量的增长速度。为满足更严格的排放限制是铂族金属使用量增加的主要原因，而非生产的汽车数量（见第 15 页图 18）。来自于回收的供应量反映了载量的增加，但增长率被平稳的报废率所削弱。这就解释了为什么自 2000 年代中期以来，来自汽车催化剂的钯金回收供应量一直保持着相对平稳的增长。

图 14：美国汽车年报废率



来源：美国交通部

首饰和电子等其他终端用途领域的回收供应在整个回收供应量中所占比例相对较小。2018 年，报废的首饰仅占钯金回收供应量中的 1.3 万金衡盎司，

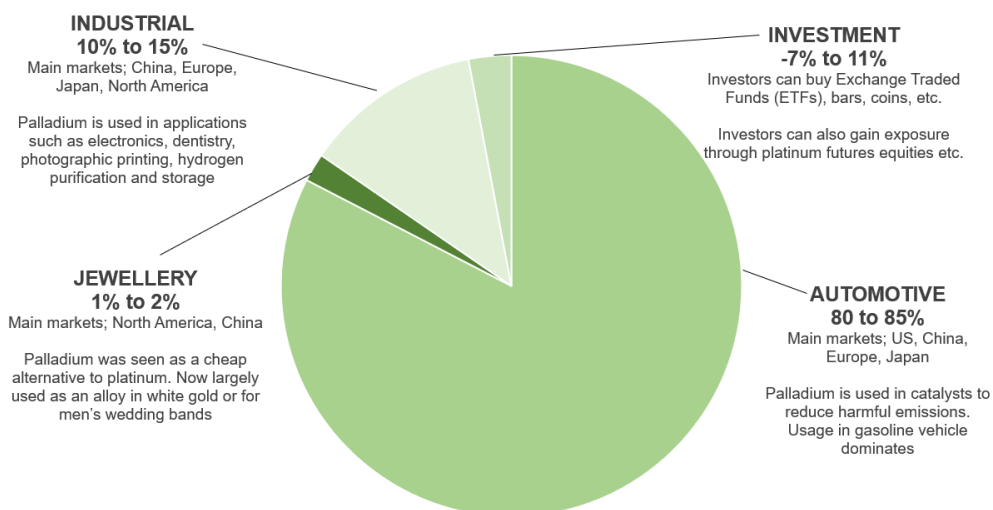
与 2005 年峰值的 30.5 万金衡盎司相比大幅下降。这一趋势反映了近年来首饰行业中钯金使用量的下降，以及由于该细分市场从未真正成熟，导致钯金首饰回收效率低下。与首饰行业相比，电子行业的回收供应在过去十年的大部分时间里相对稳定，每年约为 48 万金衡盎司。

## 钯金有何用途？

钯金的物理特性和催化性能使其在工业和消费应用以及投资领域中有着广泛的用途。目前钯金的主要用途是在催化转换器中，用于控制乘用车和轻型商用车汽油和柴油内燃机的尾气排放。2019 年，汽车排放控制中使用了 84% 或 967.7 万盎司的钯金。钯金还应用于首饰、牙科、制表、血糖测试条、火花塞、手术器械、储氢和电触点。总的来说，这些非汽车用途的钯金数量占钯金每年总消费量的比例非常小。相比之下，铂金的终端用途分布更为均衡，2019 年，铂金的四大需求行业分为：汽车 36%，首饰 26%，工业 23%，投资 15%。比钯金相比，铂金更为广泛及更多样化的终端用途可以保护其需求免受汽车行业需求突然或意外变化的影响。

钯金的四大需求领域如下图所示，图片显示了从 2015 年至 2019 年 5 年时间的投资需求是由以实物支持的交易所交易基金（ETFs）在此期间的净卖出所造成的。

图 15：钯金的终端使用



来源：庄信万丰、WPIG 研究

注：投资需求在分散投资期间为负值

## 汽车行业需求

到目前为止，钯金最大的用途是在汽车行业的应用，特别是催化转换器，2019 年占到需求的 85%。钯金是一种优秀的催化剂，有助于减少内燃机的三种主要排放物：未燃烧碳氢化合物（HC）、一氧化碳（CO）和氮氧化物。在全球大多数国家，汽车尾气排放继续受到日益严格的管制。

汽车行业的钯金需求由以下四个主要的驱动因素决定。同样的因素推动了汽车行业对铂、钯和铑（统称为铂族金属）的需求；下面将对这些趋势进行分析。由于汽车行业的需求是钯金的主要用途，其在汽车应用领域的预期未来用途决定了钯金未来的需求概况。

- 1) **车辆数量**-道路上行驶的车辆越多，需要的汽车催化剂就越多，因而增加了所需的铂族金属总量或需求。汽车生产和销售受经济

增长和消费趋势的驱动。例如，共享车辆使用（Uber、Lyft）可能会减少发达国家市场的车辆拥有量。但在新兴市场恰好相反，人均汽车保有量在持续增长。

- 2) **车辆大小** - 大型汽车通常拥有大型或更强劲的内燃发动机，这需要使每辆车装载更多的铂族金属以达到汽车尾气排放的标准。回顾历史，这两者大体呈现线性关系，一部 1.5 升发动机的汽车所需要的铂族金属是 3 升发动机汽车的一半。所以，喜欢大型车辆的消费者会对铂族金属需求带来正面影响，反之亦然。这在很大程度上仍然是真实的，尽管具有类似发动机尺寸的大功率车辆使用更多的铂族金属载量，以及由于担心排放超标而导致车辆过度设计。由于 2015 年柴油门丑闻事件（美国的作弊事件）之后引发的担忧，以及引入更为严格的道路测试以取代实验室测试，更多铂族金属被用于汽车催化剂以确保在所有情况下都符合排放法规。
- 3) **动力系统趋势**-不同的动力系统（如柴油车、汽油混合动力车、纯电动车和燃料电池车）具有显著不同的钯、铂和铑载量。只有纯电动车不包含任何铂族金属。历史上，汽油车的钯金载量是内燃机车中最高。汽油车在道路上行驶的车辆中所占份额的增加将增加钯金的需求（反之亦然）。

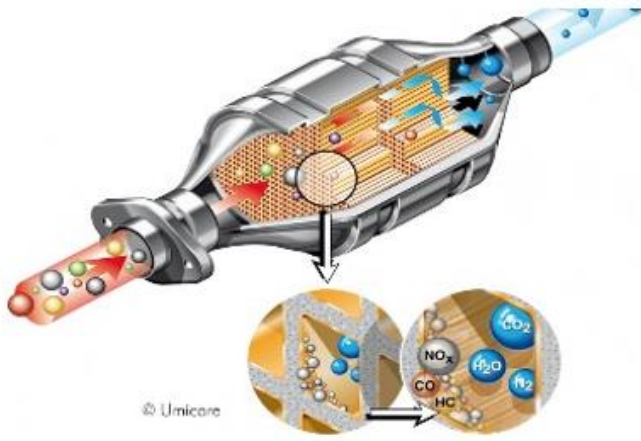
图 16: 车辆动力系统类型

汽车类型	简称	简介	铂族元素用量	铂族金属
传统柴油车		传统汽车装配柴油发动机	5-10克铂族金属，多数钯金，少量钌金	铂钯
传统汽油车		传统汽车装配汽油发动机	2-5克铂族金属，铂钯铑比例1:8:2	铂钯铑
柴油轻型混动车	48V	传统柴油车配置48伏电池及电动机以提高燃油效率。不能单独使用电池驱动。	铂族金属用量类似传统柴油车。发动机大小一样。	铂钯
汽油轻型混动车	48V	传统汽油车配置48伏电池及电动机以提高燃油效率。不能单独使用电池驱动。	铂族金属用量类似传统汽油车。发动机大小一样。	铂钯铑
柴油混动车	HEV	汽车配置电池及柴油内燃机发动机，可以分别依靠电池或内燃机驱动汽车。电池比PHEV的电池小，所以电池续航较短。	铂族金属用量类似传统柴油车。发动机较小，多种技术	铂钯
汽油混动车	HEV	汽车配置电池及汽油内燃机发动机，可以分别依靠电池或内燃机驱动汽车。电池比PHEV的电池小，所以电池续航较短。	铂族金属用量少于传统汽油车。发动机较小但是频繁发动（所以发动机平均温度较低，需要更多铂族金属。）	铂钯铑
柴油插入混动车	PHEV	类似柴油混动（电池及柴油内燃机发动机），电池续航10英里左右，可以插入充电。	铂族金属用量少于传统柴油车。发动机较小，多种技术	铂钯
汽油插入混动车	PHEV	类似汽油混动（电池及汽油内燃机发动机），电池续航10英里左右，可以插入充电。	铂族金属用量少于传统汽油车。发动机较小但是频繁发动（所以发动机平均温度较低，需要更多铂族金属。）	铂钯铑
电池电动车	BEV	内置蓄电池（至少需要30分钟左右的充电时间）。只有电池提供动力。	不含铂族金属	NA
燃料电池车	FCEV	内置燃料电池，使用氢气产生电力驱动汽车。需要续氢（通常需要5分钟）。	目前每辆车使用30-80克钯金。美国能源部目标降低至每辆车使用12.5克钯金。	铂

来源：WPIIC 研究

**4) 变革**——汽车中钯金使用量增加的主要驱动力是满足日益严格的排放法规。各国和地区已逐步对车辆排放的未燃烧碳氢化合物（HC）、一氧化碳（CO）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、氨气（NH<sub>3</sub>）和颗粒物实施更加严格的排放限制。目前，发达国家的监管最为严格，而发展中国家也有类似的趋势。在所有其他条件相同的情况下，为了降低（非电池）车辆的排放，需要增加铂族金属的含量。技术改进可以在一定程度上抵消这一点；汽车催化剂制造商显著提高了催化剂的效率以满足排放法规的要求，这使他们能够“节约”每种催化剂的铂族金属使用量。实现这一目标的方法包括：例如改进涂层配方、根据不同车型定制催化剂以及减少燃料中硫含量的影响。

图 17:典型的汽车催化剂系统

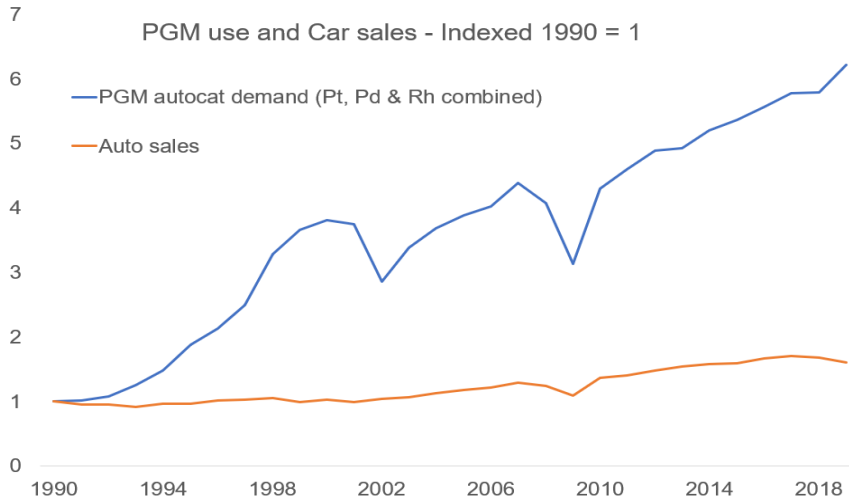


来源: 优美科

### 汽车行业需求趋势

历史上, 排放法规的收紧比汽车销量的实际变化更能推动钯金和铂族金属汽车需求的增长。1990 年至 2019 年间, 汽车年销量从约 5400 万辆增加到约 9200 万辆, 但用于汽车催化的铂族金属从每年 220 万盎司猛增到每年 1380 万盎司。

图 18: 铂族金属汽车催化剂总需求增长远远高于 28 年来全球汽车销售增长 (6.2 倍 vs 1.6 倍)

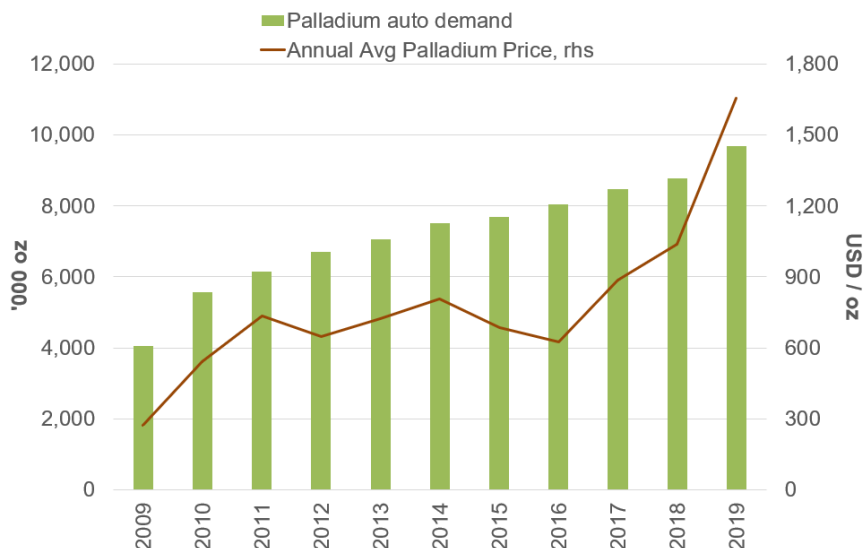


来源: OICA, LMC 汽车, 庄信万丰。指数化图表 1990=1

随着时间的推移, 所有主要汽车市场都出台了更为严格的车辆排放限制, 而且轻型车排放法规近年来明显收紧。对钯金影响最大的是中国 6 号排放标准的出台, 该标准从 2019 年年中开始在中国主要城市实施。

1990 年至 2019 年间, 汽车催化剂用钯总需求的年平均增长为 30 万盎司, 从 31.5 万盎司增至 970 万盎司。其中大部分增长发生在过去十年, 2010 年至 2019 年期间年均增长约为 41 万盎司。仅在 2019 年, 尽管全球轻型汽车销售量下降了约 4%, 但钯金需求却增长了 10% (89.5 万盎司), 2019 年中国 6 号排放标准的初步自愿实施对需求产生了重大影响。

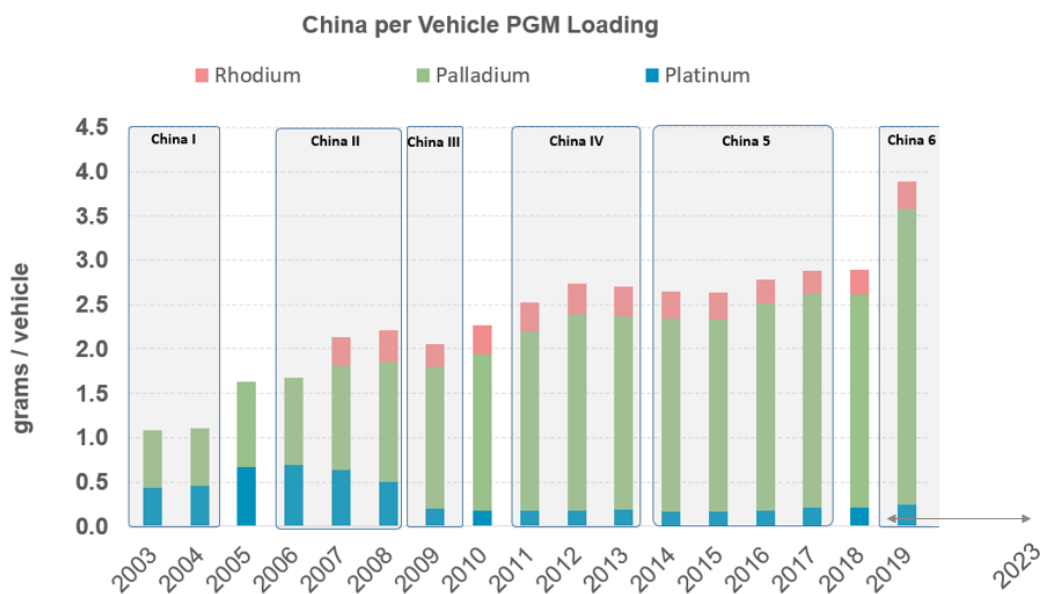
图 19:2009-2019 年汽车催化剂对钯金的需求



来源：庄信万丰、彭博咨询、WPIIC 研究

如下所示，中国有过自愿提前实施更严格排放标准的历史。中国 6 号排放法规限制（现在比美国和欧盟的限制更为严格）对每辆车的铂族金属装载量的影响可从 2019 年的阶段性变化中看出。

图 20: 中国 6 号的实施：铂族金属载量的阶段性变化



来源：庄信万丰、WPIIC 研究

图 21: 最近实施的主要的轻型汽车排放法规

地区	排放物类型	检测措施	事件	影响
欧盟	氮氧化物	每辆车	60毫克/公里/（汽油）车，从2017年的实验室测试换成实际驾驶排放测试	RDE道路排放测试：更高铂族金属用量（2019年增加17.5万盎司钌金）
	二氧化碳	车队	95克/公里/平均每车 2020/2021	年度罚款金额147-340亿欧元。必须推动混动车及电动车销售以降低碳排放
中国	氮氧化物，一氧化碳，碳氢化合物	每辆车	中国国六排放标准 2020/2021实施 2019年在某些城市实施	钌金用量增加40% 铑金用量增加50-100% 推高钌铑价格，推动替换
北美	氮氧化物，一氧化碳，碳氢化合物	车队	第三类	逐步增加钌金用量



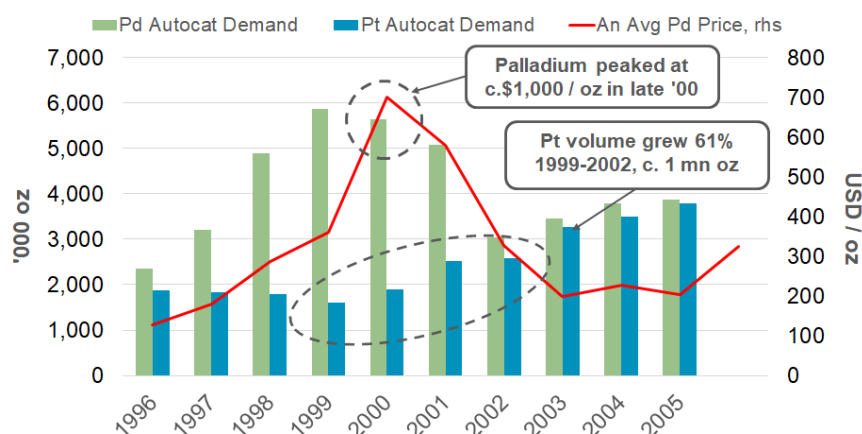
汽车行业带动钯金需求快速增长，加上上述供应增长有限，表明铂和钯金市场极有可能重新实现平衡。

### 汽车催化剂中的铂钯替换

为了应对价格失调而用铂代替钯金并不是一个新现象。美国在 1974 年首次引入排放标准，要求使用汽车催化剂。这导致了在内燃机汽车的排放控制中同时使用铂和钯金。到 20 世纪 90 年代末，钯金的需求一直超过供应。来自俄罗斯国有库存的供应填补了其年度缺口。由于早期在俄罗斯镍铜矿的生产中，钯金被视为几乎没有价值或应用价值，使得这些库存得以积累。这些库存中的大部分几乎是偶然积累起来的，并已被转换为国有库存。2000 年，俄罗斯的一次管理失误与南非的一次加工处理失误同时发生，导致钯金价格在几个月内从 200 美元/盎司左右升至 1000 美元/盎司以上。

这种短期价格飙升至远高于铂价格水平的后果是铂替代了钯金，使较为便宜的铂需求大幅增加。如下图所示，1999 年至 2002 年间，汽车催化剂中钯金的总使用量减少了 48%。到 2003 年 1 月，随着需求减少，钯金价格迅速下跌到 260 美元/盎司。同期，铂汽车催化剂的使用量增长了 60%。

图 22: 钯金和铂汽车需求与价格, 1996 - 2005 年



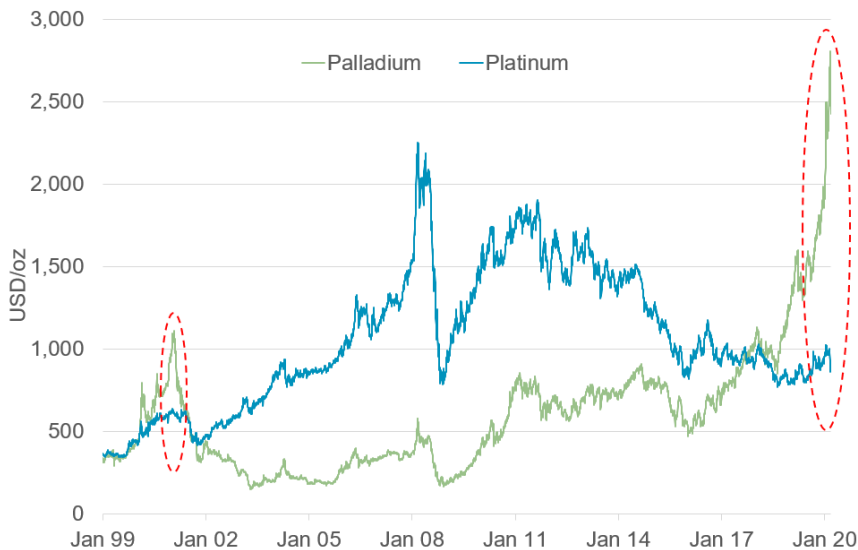
来源: 庄信万丰、彭博咨询、WPIG 研究

直到 21 世纪初，要在汽油发动机中达到类似的减排水平，所需要的钯金的用量是铂的两倍。然而，技术的革新，即催化剂涂层中铂族金属分子稳定性的改善和汽油中硫含量的显著减少，降低了这种替代比例，使相似数量的钯金或铂金可以达到同样的排放控制水平。庄信万丰在 2013 年发表的一篇学术论文中证实了这一 1:1 的替代比率（三元汽车催化剂中铂族金属的研究-铂金回顾，2013 年

<https://www.technology.Matthey.com/article/57/4/281-288/>）。

钯金不只是用于汽油车催化剂。在关键市场（西欧、北美和中国），每年约有 70 万盎司的钯金被用于柴油车催化剂的应用中。柴油车催化剂是铂金天然和长期的应用，因为铂金在柴油车催化剂中替换钯金比在汽油车催化中替换的风险要低的多，而且周期更短。2019 年 5 月，庄信万丰（Johnson Matthey）表示，预计在中短期内，用于柴油汽车催化剂中取代钯金的铂金用量可能增长数万盎司。

图 22: 2019 年钯金对铂金的溢价平均为 675 美元/盎司，2020 年 1-2 月平均为 1354 美元/盎司



来源：彭博咨询、WPIC 研究

替代的经济理论表明，制造商将用较为便宜的原材料替代较昂贵的，直到这样做在经济上不再合乎逻辑。这一点可能是价格/成本驱动的，因为当最初价格低廉的替代品需求上升，会推高该替代材料的价格，或者与该替代品对最终产品性能的影响有关。替代品也是一种需求交叉弹性为正的的商品。例如，一种商品价格上涨(在所有条件相同的情况下)，就会增加对其替代品的需求。从理论上讲，如果商品的价格不同，对较贵商品的需求就会减少。

在钯金价格高于铂金价格的情况下，理论上认为在可行的情况下，汽车催化剂中应该使用更多铂金，而非钯金。1:1 的替换比率进一步表明铂金和钯金可以被视为近乎完美的替代品。

按照目前钯金对铂金的溢价，以及两种金属 1:1 的替代比率，汽车生产商在未来车型上使用更多铂金进行替代的经济论据非常充分。目前钯金价格上涨是一个供应短缺的信号，这也表明，铂族金属应多样化经营以维持供应链安全。从历史上看，至少需要 18 个月或更长时间的持续相对溢价（例如，钯金对铂金），才能看到 3 个铂族金属之间汽车催化剂载量的显著变化（即使用铂、钯和铑的比率）。由于中短期钯金的供应不太可能增长，唯一的可能是通过需求来调整市场平衡。几年前，原始设备制造商和制造商就开始对钯金供应短缺产生担忧，这表明，替代已经出现在最近推出或即将推出的车型上。原则上，铂钯的可替代性表明，随着替代需求相对供需平衡的调整，它们之间的价差应该在中期(3-5 年)内趋于一致。

上面铂金与钯金价格的对比图表(图 22)显示了 2000 年和当前钯金价格的突破和变化，反映了 2014 年至 2017 年之间，替代比例从 2:1 到 1:1 的变化。

俄罗斯诺里尔斯克镍业最近宣布，将出售其钯金基金中的钯金以稳定市场，防止钯价进一步快速上涨。该基金成立于 2016 年，规模介于 100 万盎司到 150 万盎司之间，被用作改善诺里尔斯克镍业工业客户供应安全性的工具。对于一家矿业公司来说，想要降低而非提高其开采和销售金属(尤其是副产品)的价格似乎是不寻常的。这与该公司宣布将提高产能生产更多的钯金以应对价格上涨的消息相一致。支持这些行动的一个基本理由是避免用铂金取代钯金，因为这可能会减少未来对钯金的需求。Nornickel 基金目前的规模大约在 43 - 63 万盎司之间，与 2020 年估计高达 190 万盎司的钯金短缺相比，这一规模微不足道。

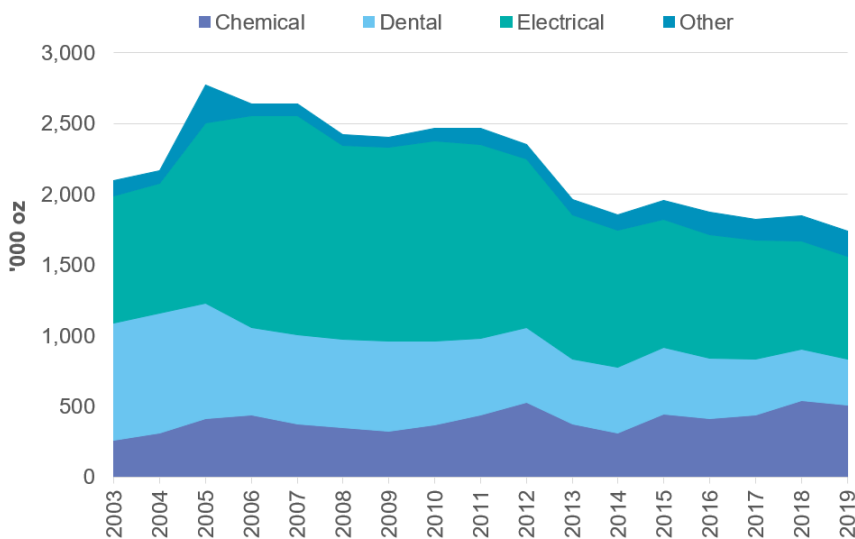
## 工业需求

鉴于钯金的物理和催化性能，它在工业领域有着广泛的应用(与汽车需求不同)。2000 年，工业终端用途通常占钯金年需求的三分之一。然而，钯金汽车催化剂需求的快速增长，加上铂金在价格上的替代优势，导致 2019 年钯金的工业需求份额下降到 16%。在过去十年中，钯金的工业需求从 2009 年的 240 万盎司下降到 2019 年的 180 万盎司，这主要是由于在 2000 年钯价飙升期间，它在电子产品行业被镍以及在牙科领域被黄金所替代的结果。在电子产品领域失去的需求再也没有回来，但随着钯价跌破黄金价格，它在牙科领域的使用有所恢复。自 2014 年以来，钯金的工业终端使用总量一直相对稳定，在随后的大多数年份里都处于 180 万至 190 万盎司之间。

非汽车工业的需求主要是电子、牙科和化学应用，但也有其他用途，包括照相印刷，甚至在高端木管弦乐长笛的制造中。

**电子产品**——在电子行业中，钯金被用于电子触点、多层陶瓷电容器 (MLCCs) 和焊接材料中。它几乎应用于所有类型的电子设备。多层陶瓷电容器将能量储存在广播设备、移动电话、计算机、电子照明和高压电路等电子设备中。在 20 世纪 90 年代，多层陶瓷电容器代表了钯金最重要的电子用途，但是钯价飙升至 2000 美元/盎司导致其在该领域需求的永久性损失，因为其他金属(包括电极使用的基本金属)被用来替代钯金。事实上，电子行业的钯金使用量在 1997 年达到峰值，为 255 万盎司，而到了 2019 年则下降到 79.5 万盎司。

图 23: 钯的工业需求 (不包括汽车)



来源: 庄信万丰, WPIIC 研究

**牙科**——在牙科的汞合金中，通常用少量的钯金来帮助抵抗腐蚀和增加填充物的光泽，它也被用于牙桥和牙冠上，通常由少于 0.5% 钯金，加上汞、银、锡和铜组成。牙冠是现在最常见的应用，钯基合金被用作牙冠的基底，牙冠被粘在上面形成一颗人工牙齿。在牙科合金中使用钯金可以提高强度、硬度、耐久性和延展性。

在过去 20 年中，由于来自更具吸引力的美容替代品（特别是树脂复合材料、陶瓷和瓷器）的竞争，加上钯价上涨的影响，钯金在牙科应用中的用量急剧下降。牙科用钯量在 1997 年达到 135 万盎司的峰值，到 2019 年降至 32.8 万盎司。目前，钯金高昂的价格很可能导致其在牙科行业的需求进一步减少。

**化学应用**——当钯金以海绵/粉末的形式存在时，加热它能吸收大量的氢。它被用来净化和安全储存高挥发性元素氢。这对燃料电池很有用；氢是一种高效的燃料来源，找到安全储存大量氢的方法可能有助于推动未来科技。已

被发现的钯金纳米颗粒在吸收氢方面更为有效，目前正在研究如何大规模使用它。

**横笛**-音乐会级别的专业长笛，通常由贵金属制成。虽然纯银是一种常见的长笛制作材料，但有时钯金也被用来制作长笛内部的管子。

**照相印刷**-与银类似，钯盐通常被用来作为印刷用的感光材料。钯盐具有一种独特的色调品质，在 19 世纪后期被广泛使用，如今则被用于对样式的艺术欣赏。

### **首饰需求**

钯金自 20 世纪 30 年代以来就一直被用于首饰之中，从发现的角度而言，它是一种相对较新的金属。钯金最初被作为一种可替代的合金金属添加到“黄金”中，用于制造白金。加入少量的白色金属（如镍或铂）合金，能使黄金变白。价格较为低廉的钯金取代了铂金，优质白金中钯金含量高达 13.5%。钯金在 2009 年 7 月才获得了自己的印记，这也标志着法律要求的开始，2010 年，西方对任何含有 1 克以上钯金的首饰标记了印记。印记上刻着雅典娜的头像，以区别于铂金。在首饰的应用中，钯金与铂金有着相似的外观，呈钢铁般的白色，但由于密度较低，钯金比铂金轻约 40%（体积相同）。

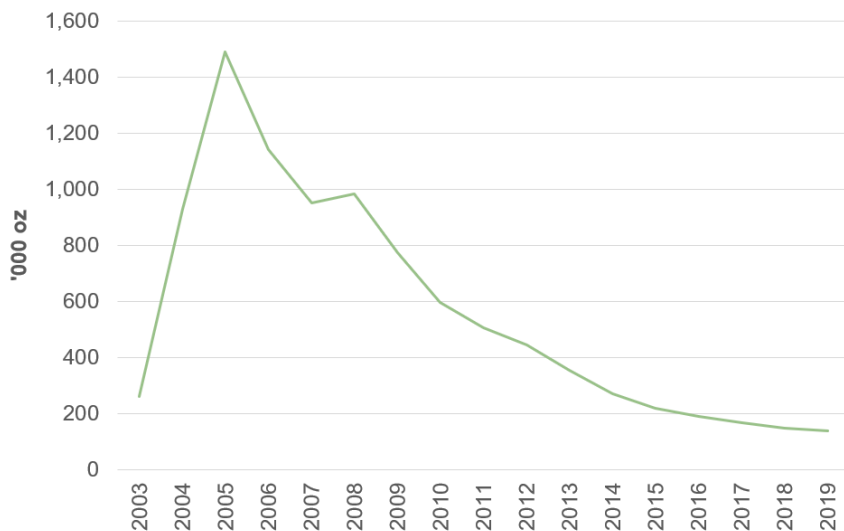
将钯金作为重要的首饰金属来使用的一个主要障碍是，它从未获得与黄金和铂金相同的行业支持或推动。尽管钯金国际联盟(PAI)以及国际钯金理事会分别从 2006 年和 2011 年开始进行宣传推广工作，但钯金在首饰行业和消费者中并未获得与黄金和铂金同样的价值认可。自 2000 年中期以来，缺乏推广和市场认知度一直是钯金首饰使用量下降的一个关键因素。

由于钯金固有的柔软性，用于制作首饰的钯金纯度通常为 95%。与黄金和铂金一样，钯通常与银、铜和锌等其他金属合金化，使其可以在首饰中使用。如今，钯金仍被普遍作为制作首饰的白金合金金属成分，而它作为黄金和铂金等“主要”首饰金属的用途已主要局限于男士婚戒。此外，钯金的重量轻，强度高，当合成化时被用于制作手表外壳。

### **钯金的需求趋势**

钯金的首饰需求在 2005 年抵达 149 万盎司的最高峰，占当年钯金消费的 18%。从 2005 年起，因为缺乏推广支持，钯金的首饰需求趋势开始了断崖式的暴跌。

图 24: 钯金首饰需求, 2003-2019



来源：庄信万丰、WPIC 研究

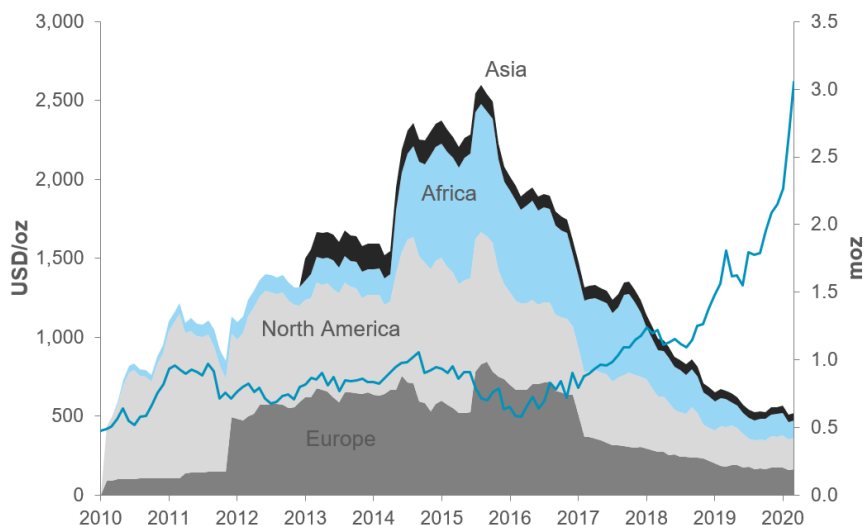
在 2019 年，钯金首饰需求仅占钯金需求的 1.4%（15.6 万盎司）。尽管 2006 年 3 月国际钯金联盟正式成立开始推广钯金作为奢华，稀有及特殊的首饰用材，但是钯金首饰需求依旧江河日下。

### 投资需求

在市场供需分析中，钯金实物投资需求包括钯金条，钯金币和交易所挂牌的钯金交易基金（ETFs）。这些 ETFs 是挂钩实物钯金的金融资产，每一份钯金 ETF 的创建需要作市商在现货市场或场外市场购买相对应的钯金放入指定金库。投资者青睐钯金的原因各有不同，从市场基本面到影响钯金的宏观基本面。钯金投资比较复杂而且波动性大，因为大部分的钯金产量是其他金属矿的副产品，对价格变动缺乏市场反应。

钯金 ETF 在 2007 年首次挂牌上市交易，总资产规模在 2010 和 2015 年之间快速膨胀，一度高达 303 万盎司。但 2015 年之后，钯金 ETF 的持有量就减少近 80%，2019 年底仅剩 66 万盎司。至 2015 年 7 月，钯金 ETFs 流失 236 万盎司持有量的原因很可能是钯金价格快速翻倍，吸引投资者获利回吐。这一趋势及钯金 ETF 抛售帮助缓解连续多年的市场大幅短缺。

图 25：钯价 ETF 持有量（百万盎司，右轴）及价格变化（美元/盎司）



来源：彭博资讯、WPIC 研究

从投资角度审视，钯金 ETF 持有量的变化和我们的认知冲突，因为投资者通常在资产价格上涨的时候会希望持有或买入该资产，而不是抛售。我们

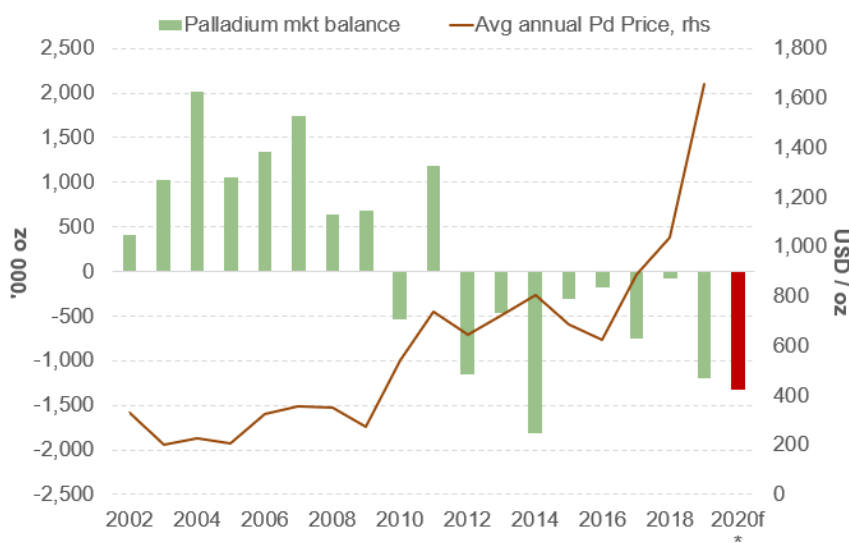
认为钯金 ETF 的去投资趋势反映了投资者在持仓价值翻倍后的获利回吐，毕竟很少大宗商品能在短时间内价格翻倍。钯价快速大涨后 ETF 持有量没有增加的原因是钯钌在应用上可以互换，投资者难以接受钯价远远偏离了钯钌 1:1 的价格比。

## 钯钌市场平衡比较

### 钯金

钯金在 2019 年进入连续第八年的市场短缺。由于矿业供应增长乏力及汽车产业需求的大涨，钯金在过去 8 年的短缺累计为 570 万盎司。市场共识预期 2020 年的钯金短缺比 2019 年更严重，因为中国的国 6A 排放政策今年 7 月开始在全国推行。众多的汽车主机厂已经一步到位推行国 6B，减少分阶段执行的成本。

图 26: 钯金市场平衡：持续 8 年的短缺



来源：庄信万丰、WPIG 研究 \*两个生产商的平均和庄信万丰

钯金市场的年度短缺通常被显形及隐形库存所补充。在 1990 至 2000 年代，俄罗斯政府出售库存金属，让大量的钯金隐形库存浮出水面。俄罗斯出售的这些钯金库存大部分存放在瑞士和英国的金库。庄信万丰估计，自 2007 年起，英国和瑞士的金库大约有 1160 万盎司的钯金被提走了。市场相信部分的钯金只是换了库存地点而不是在市场上出售用于消费应用。

和钯金地面库存量大幅减少相比，钯金 ETF 持有量在 2010 年开始攀升至 2015 年 7 月至峰值 303 万盎司，比 2010 年初增加 302.5 万盎司。钯金 ETF 的增长指向隐形库存钯金的转出。而自 2015 年峰值以后，钯金 ETF 持有量在 2019 年底为 66 万盎司，下降 236 万盎司。我们估计钯金 ETF 持有量的减少帮助缓解了自 2014 年以来 60% 的市场短缺量。

另外一个缓减钯金市场短缺的重要来源是俄罗斯诺里尔斯克镍业的全球钯金基金。该基金提议于 2014 年，目的是为了帮助诺里尔斯克镍业的工业客户改善钯金供应的安全性。2016 年成立时，该基金持有 100-150 万盎司，大部分估计来自于诺里尔斯克镍业的产量和市场采购。该基金的钯金库存随后减少用于缓减市场的供应短缺。俄罗斯诺里尔斯克镍业的首席财务官 Sergey Malyshev 透露，该基金的钯金库存在 2017 年底或 2018 年初降低至 55 万盎司，而在 2018 年底进一步减少到大约 13 万盎司。该基金宣布计划在 2019 年买入 30-50 万盎司以补充钯金库存。在 2020 年初，诺里尔斯克镍业承诺全球钯金基金将在 2020 年售出 3 吨（97 万盎司）的钯钌以缓减市场短缺。这意味着如果不买入隐形库存钯金，今年底该基金的钯金库存预



期不高，大概在 33-53 万盎司之间。俄罗斯诺里尔斯克镍业采购钯金补充基金库存的计划对于市场而言不是好消息，将和众多需求者争夺钯金。

图 27: 钯金市场平衡表

	2015	2016	2017	2018	2019	2019/2018 Growth %
<b>Palladium Supply-demand Balance (koz)</b>						
<b>SUPPLY</b>						
<b>Mined Production</b>						
South Africa	2,683	2,570	2,547	2,543	2,648	4%
Zimbabwe	320	396	386	393	378	-4%
North America	872	911	935	959	943	-2%
Russia	2,434	2,781	2,452	2,976	2,802	-6%
Other	144	129	131	135	123	-9%
<b>Total Mining Supply</b>	<b>6,453</b>	<b>6,787</b>	<b>6,451</b>	<b>7,006</b>	<b>6,894</b>	<b>-2%</b>
<b>Recycling</b>						
Autocatalyst	1,930	1,986	2,361	2,634	2,932	11%
Jewellery	46	21	21	12	13	8%
Industrial / Electrical	475	481	479	475	471	-1%
<b>Total Supply</b>	<b>8,904</b>	<b>9,275</b>	<b>9,312</b>	<b>10,127</b>	<b>10,310</b>	<b>2%</b>
<b>DEMAND</b>						
<b>Automotive</b>	<b>7,693</b>	<b>8,041</b>	<b>8,462</b>	<b>8,782</b>	<b>9,677</b>	<b>10%</b>
<b>Jewellery</b>	<b>220</b>	<b>189</b>	<b>167</b>	<b>148</b>	<b>140</b>	<b>-5%</b>
<b>Industrial</b>	<b>1,954</b>	<b>1,871</b>	<b>1,820</b>	<b>1,848</b>	<b>1,742</b>	<b>-6%</b>
Chemical	449	413	442	545	511	-6%
Medical / Dental	468	429	391	358	323	-10%
Electrical	903	872	843	768	728	-5%
Other	134	157	144	177	180	2%
<b>Investment</b>	<b>-659</b>	<b>-646</b>	<b>-386</b>	<b>-574</b>	<b>-57</b>	<b>N/M</b>
<b>Total Demand</b>	<b>9,208</b>	<b>9,455</b>	<b>10,063</b>	<b>10,204</b>	<b>11,502</b>	<b>13%</b>
<b>Balance</b>	<b>-304</b>	<b>-180</b>	<b>-751</b>	<b>-77</b>	<b>-1,192</b>	<b>N/M</b>

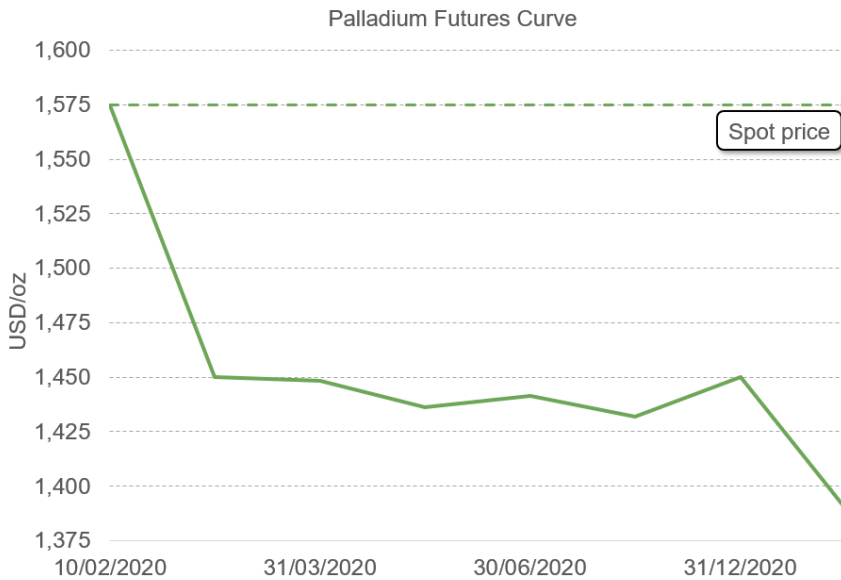
来源: 庄信万丰、WPIG 研究

钯金市场的短缺，无论是钯锭还是海绵钯，都体现在钯金的远期价格曲线的结构中。当前钯金远期价格贴水，远期价格低于近期价格，如下图所示。

钯金价格在 2017 年 2 月至 4 月之间从现货贴水转变为远期贴水的结构后，已经持续了 35 个月。一个金属品种的价格结构出现长达 35 个月的远期贴水现象在贵金属和基础金属市场都是很少见的。在一个机制正常且基本面平衡的市场，远期价格曲线应该是倾斜向上的，即远期升水结构，因为斜率反映库存的融资成本和仓储费用。远期贴水结构反映了市场的现货供应短缺。这一持续状态显示市场上钯锭和海绵钯缺货。

图 28: 纽交所钯金期货曲线—2020 年 3 月

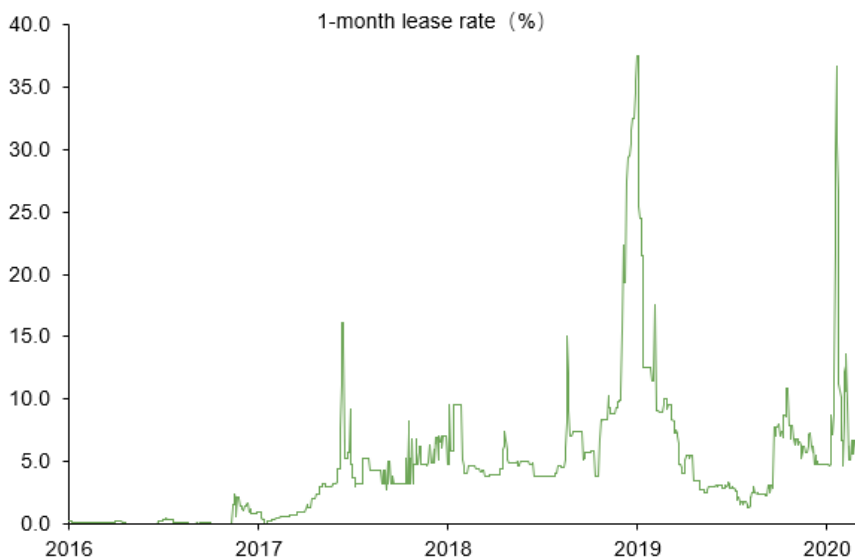




来源：彭博资讯、WPIC 研究

钯金现货短缺的另外一个指标是钯金租赁利率的最近趋势。为了满足钯金需求，消费者常用的一种便捷方式是在市场租借，或者借入钯金。金属拥有者可以把库存金属借出获得收益。租赁利率就是市场上租借双方愿意支付的价格。在 2019 年 1 月及 2020 年 1 月，钯金的一个月租赁利率大涨至 37%，而过去 8 年的平均租赁利率只有 2.4%。这种涨幅突出了实物钯金市场的短缺。

图 29：现货短缺导致钯金租赁利率在 2020 年 1 月大涨



来源：彭博资讯、WPIC 研究

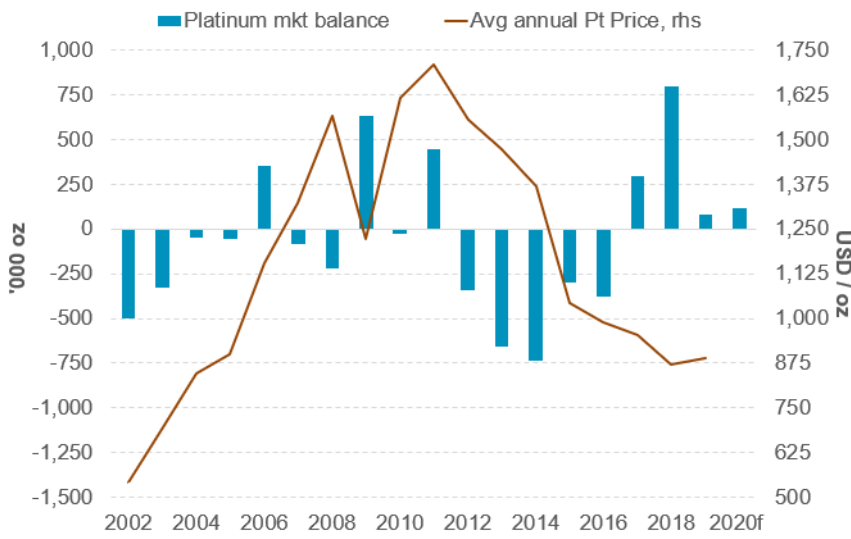
钯金的短缺有可能会持续，将为铂钯替换提供动力。铂族金属矿山在增加供给上反应缓慢，不可能解决供应不足的困境。因为钯金短缺的原因在于用钯量的增加，汽车销量放缓将难以解决钯金不足的问题。即使铂金逐渐在汽车催化剂上替换钯金，钯金的溢价有可能继续维持高位。

## 铂金

由于机构投资者在 2019 年大举买入铂金 ETF，导致大约 98.5 万盎司的铂金从现货或场外市场流入铂金 ETF 的持仓。铂金市场在 2019 年出现 6.5 万盎司的小幅盈余。然而，这一相对平衡发生在市场经历了 2017 和 2018 两年

的大幅盈余之后。相比于钯金，铂金预期在 2020 年因为投资需求减少而继续出现小幅盈余。如今铂钯市场的重大区别在于铂金相对平衡却价格相比与自身历史水平，黄金甚至钯金都低迷许多，而钯金经历持续短缺导致价格高企。

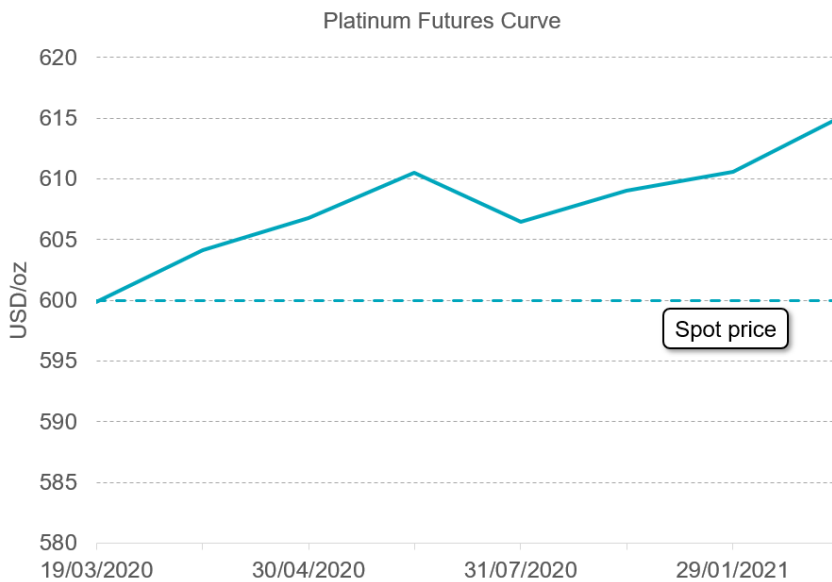
图 30: 铂金市场平衡: 经历 2 年大幅盈余之后, 2019 年出现小幅盈余



来源: SFA、WPIC 研究

和钯金的远期价格曲线相比，铂金的价格曲线从近期合约开始，大部分处于远期升水状态。这个价格曲线的结构反映了现货充裕的一个典型金属市场，其远期价格充分反映了持仓成本。

图 31: 纽交所铂金远期价格 - 2020 年 3 月



来源: 彭博资讯、WPIC 研究

## 钯金是贵金属还是工业金属?

在科学上，钯金被定义为一种稀少，具有非常高经济价值的天然金属元素。和其他金属相比，它不易发生化学反应，而有较高的熔点，使得它高度耐用，良好的延展性及迷人的光泽。然而，大家更加公认的贵金属通常是一种价格高昂，被用于首饰或者铸币的金属。

从首饰的角度考虑，钯金并不广泛用于首饰制作，过去四年不到 2%的钯金最终用于首饰。这个数字和黄、铂金相比显得十分低下。大概 50%的黄金需求用于首饰，而铂金的珠宝首饰需求通常占年需求的 30-35%。

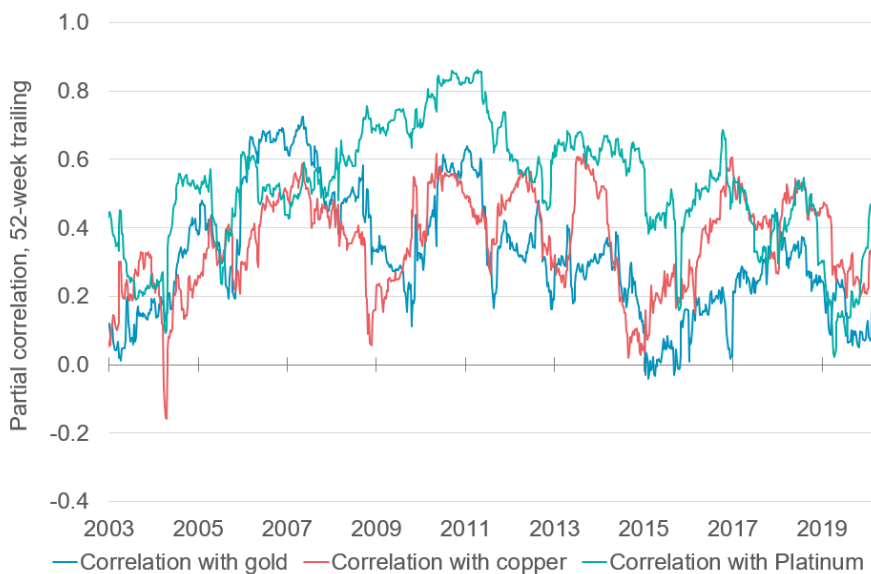
尽管钯金价格自 2015 年以来大涨，但是过去四年投资者却在减少钯金的持仓量。在 2015 至 2019 年之间，投资者抛售了 257.5 百万金衡盎司钯金，成为上钯金供给的重要来源。这一趋势暗示着钯金没有被投资者认为是一种能够长期存储价值的资产。相比之下，黄金投资的买入稳定，排除央行的买入，占年需求的 30%左右。而过去 10 年铂金的年平均投资需求占全球铂金需求的 6%。

钯金的终端应用严重倾向于工业领域，占近年钯金年需求的 90%以上。这远远高于其他贵金属的比例。相比之下，黄金的工业需求只是占年需求的 7-8%，而钯金的姐妹金属铂金，来自汽车加工业的需求占 60%。

通过分析钯金和其他贵金属及工业金属的价格相关性，我们发现钯金价格和工业金属或贵金属的表现都不相关，和其相关性最近的是铂金。在统计学上，相关性低于 0.3 意味着不相关，0.5-0.7 代表中度相关，0.7 以上则代表显著相关性。

通过追踪过去 52 周循环基础上的相关性，从 2003 年开始，钯金和黄金的相关性只有 0.32。自 2008-09 年金融危机开始的同期，钯金价格和黄金的相关性更低，只有 0.27，可以忽略不计。

图 32：钯金价格与黄金，铜及铂金的相关性



来源：彭博资讯、WPIIC 研究

在和工业金属的相关性测试中，钯金和铜的相关性系数略比黄金高，自 2003 年起是 0.36，而自全球金融危机起是 0.38。两者的相关性依旧不显著。这意味着钯金和工业金属的市场不相关。

历史上和钯金价格最相关的是其姐妹金属铂金。自 2003 年起，钯铂的相关性为 0.52，而自金融危机起，相关性系数为 0.55，峰值是 2020 年 9 月的 0.86。

自 2016 年起，钯铂价格的相关性系数波动很大，平均值只有 0.4，而 2019 年低于 0.2，但在年底恢复到 0.5。与这一变化一致的是同期西欧柴油车的市场份额从大于 50%跌至 31%。暴跌由 2015 年的柴油门尾气排放丑闻触发，导致西欧柴油车销售大跌，市场份额被碳排放量更高的汽油车取代。相关性的变化也与同期全球各国收紧汽车尾气排放相一致，譬如以汽油车为主的中国市场在 2019 年中执行更严格的国 6 标准，推高钯金的用量和采购量。

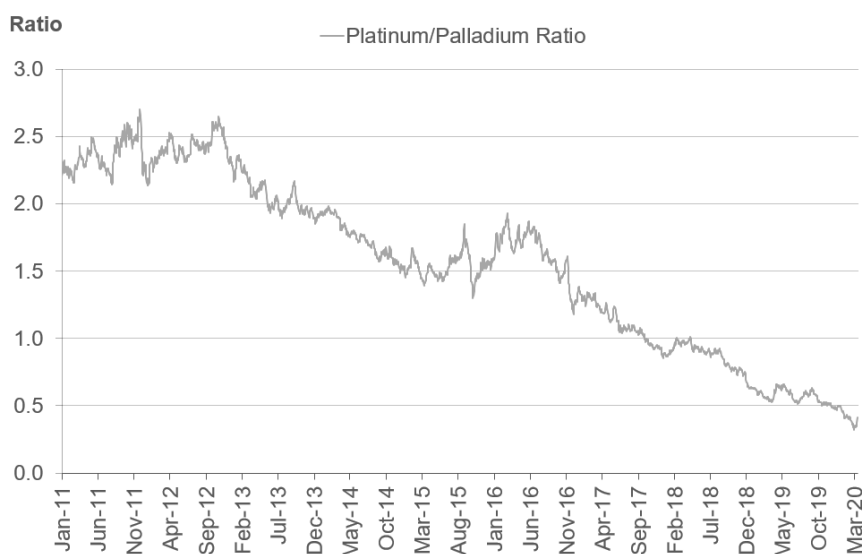
由于铂钯两个金属在汽车尾气排放控制中相互替换的紧密关系，如果钯金价格在未来中长期和铂金的相关性比其他贵金属或工业金属更高，我们丝毫不会觉得惊讶。

## 钯金的价值是多少？

自 2016 年起的钯金价格大涨，特别是 2019 年至 2020 年之间的疯涨，吸引了无数投资者，钯金工业用户及市场分析师的兴趣。这也显示了如果要考虑投资铂金，了解钯金市场非常重要。

孤立地确定钯金的价值是一项巨大的挑战。我们衡量一种大宗商品的值通常考虑它的边际生产成本，市场均衡，历史供需趋势，显性及可售库存，使用价值以及其最佳替代品的成本。因为几乎所有的钯金产量都来自于共生产品或副产品，可用的数据只有在某个应用上最佳替代品的价值。钯金的主要用途是上作为铂金在汽车催化剂上的经济型替代产品。

图 33: 铂金/钯金比率



来源：彭博资讯、WPIIC 研究

当在 1980 年代末钯金第一次替代铂金用于汽车催化剂时，钯铂在汽车催化剂应用上的替代比率为 2: 1，需要 2 克钯金取代 1 克铂金才能确保相同的尾气排放控制效果。即使在工程师们研发技术把两者比率调整到 1: 1，金融市场的认知依然停留在 2: 1 这一比率。甚至在 2011 至 2016 年的大部分时间，金属交易员们依然坚信这一比率，导致铂金价格维持在两倍于钯金，如下图所示。

从 2016 年中开始，两者价格开始收拢，并在 2017 年当金融市场广泛接受铂钯 1: 1 的互换比率时，两者价格一致。金融市场竟然花了如此长的时间才确认庄信万丰在 2013 年的研究成果，这真是令人难以置信。然而自 2018 年中开始，钯金价格开始远超铂金。但长远而言，其他条件不变，考虑到铂钯之间互换的比率，钯金价格应该非常接近铂金。

## 如何投资钯金？

钯金的投资方式包括实物钯金条，钯金币，以及实物钯金支持的金融资产例如 ETFs，挂钩钯金价格或衍生品的金融资产，以及受到钯金价格波动影响的资产包括矿业公司股票及钯金。

以下我们列出了一些钯金投资方式。投资者的投资回报会受到资产买入，持有及出售等所有成本影响，包括税收，这些细节都没有包括在以下之中。比如，钯的溢价比其他投资产品要高，但是在英国，贵金属钯没有资本所得税。请投资者仔细阅读本文的免责声明。

图 34: 钯金投资选择 (持有量及价值截止至 2020 年 2 月 28 日)

ETP holdings (koz)

Region	Fund	Country	Inception	Ticker	Management fee (%)	Current Oz	Value (USD mn)	% of total
Asia	Japan Physical Palladium ETF	JP	02/07/2010	1543 JP EQUITY	0.59	5,356	13	1%
	ETFS Metal Securities Australia Ltd - ETFS Physical Palladium	AU	19/12/2008	ETPMPD AU EQUITY	0.49	3,430	9	1%
	<b>Total Asia</b>					<b>8,787</b>	<b>22</b>	<b>1%</b>
Europe	Swisscanto ETF Precious Metal Physical Palladium	CH	06/01/2010	JBPAEA SW EQUITY	0.50	18,673	47	3%
	WisdomTree Physical Palladium	GB	24/04/2007	PHPD LN EQUITY	0.49	82,299	206	14%
	Xtrackers Physical Palladium ETC	GB	22/07/2010	XPAL LN EQUITY	0.45	3,584	9	1%
	Xtrackers Physical Palladium EUR Hedged ETC	DE	26/07/2010	XAD4 GY EQUITY	0.75	10,773	27	2%
	iShares Physical Palladium ETC	GB	11/04/2011	IPDM LN EQUITY	0.00	4,611	12	1%
	Invesco Physical Palladium ETC	GB	14/04/2011	SPAL LN Equity	0.39	1,921	5	0%
	ZKB Palladium ETF	CH	10/05/2007	ZPAL SW EQUITY	0.50	84,258	211	14%
<b>Total Europe</b>					<b>206,119</b>	<b>516</b>	<b>34%</b>	
North America	Aberdeen Standard Physical Palladium Shares ETF	US	08/01/2010	PALL US Equity	0.60	166,954	418	28%
	Sprott Physical Platinum & Palladium Trust	US	19/12/2012	SPPP US EQUITY	0.50	46,093	115	8%
	Aberdeen Standard Physical Precious Metals Basket Shares ETF	US	22/10/2010	GLTR US Equity	0.60	38,981	98	6%
	<b>Total North America</b>					<b>252,028</b>	<b>631</b>	<b>42%</b>
South Africa	NewPalladium ETF	ZA	27/03/2014	NGPLD SJ EQUITY	0.40	28,316	71	5%
	1invest Palladium ETF	ZA	24/03/2014	ETFLD SJ EQUITY	0.35	109,739	275	18%
	<b>Total South Africa</b>					<b>138,055</b>	<b>345</b>	<b>23%</b>
						<b>604,988</b>	<b>1,514</b>	

来源: 彭博资讯, 各个 ETP 供应商、WPIIC 研究

实物投资方式

钯金的实物投资方式包括从贵金属产品到收藏产品，区别在于后者的溢价更高。贵金属条和币就是实物投资的方式。好处是投资者获得涨价的直接好处及持有实物资产。不利之处是钯条的买卖通常需要支付销售税（这与黄金币不一样）。贵金属条和币通常也需要支付仓储费及保险费。钯金和条比黄金和白银产品的生产更加困难，因为钯金相比黄金需要更复杂的铸造工艺，而工厂的工业设备已经为金银产品而不是钯金做出最大优化。这意味着钯金产品的溢价（价格超出金属价值的部分）会比金币和条的更高。如果批量购买条币，溢价会大幅下降。

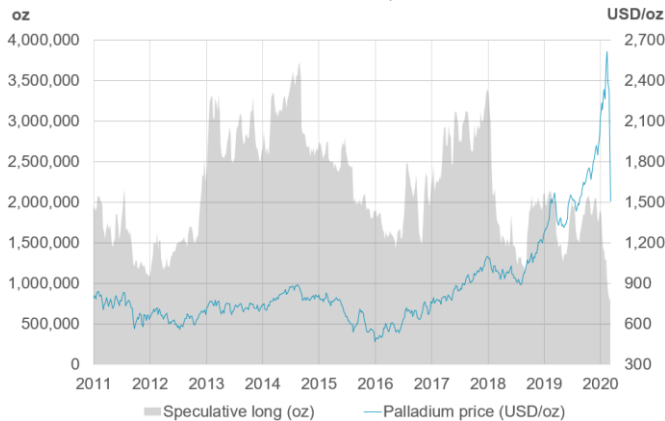
实物支持的投资方式

钯金交易所交易基金 (ETFs) 为投资者提供直接的价格风险，并且套现便捷（考虑到其在交易所挂牌交易）。ETFs 产品不需要支付保险费，仓储费和销售税，但是通常需要支付年化 0.35%-0.75% 的管理费。值得注意的是，ETFs 产品的金融所有权并不能保证实物钯金的提货权。

直接挂钩钯金价格的投资方式

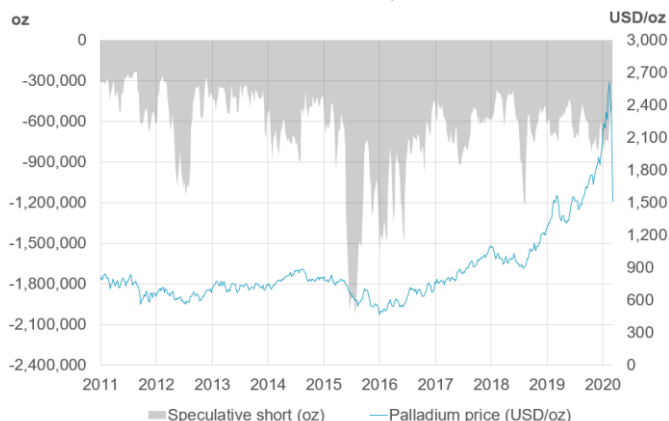
钯金期货可以帮助投资者获得钯金的风险头寸。钯金期货是标准化的交易所合约，买方同意从卖方手中买入一定数量的钯金。尽管该合约理论上可以实物交割，但操作上仅有非常少的一部分期货头寸以实物交割清算。相反交易商们更倾向于在合约到期前平仓或现金结算。芝加哥商品交易所的钯金期货覆盖 13 个月，从当前月开始及后两个月合约，然后是季度周期的 1 月，4 月，7 月及 10 月合约。一份 NYMEX 的钯金期货代表买入 50 金衡盎司钯金。如果每盎司价格 1500 美元，一份合约的价值就是 7 万 5 千美元。这通常是机构投资者或工业用户用于交易。

图 35: 纽约商品交易所多头头寸, 钯金价格



来源: 彭博资讯、WPIIC 研究

图 36: 纽约商品交易所空头头寸, 钯金价格



来源: 彭博资讯、WPIIC 研究

和其他投资方式相比, 期货有与众不同的特点。首先, 当买入或卖出时, 投资者只需要支付合约的部分价值, 亦称初始保证金。这部分价值可以低至 5%, 预示这一投资隐含 20 倍杠杆。其次, 期货合约有到期日, 投资者为了避免手中合约过期, 必须移仓至下一个合约 (卖出旧合约, 买入新合约)。

在一个交易机制正常且基本面平衡的市场, 钯金远期价格曲线是一个稍微向上倾斜的结构 (在一个远期升水的结构中, 远月价格比近月高)。这意味着移仓操作需要卖出便宜的合约而买入一个贵的合约以保证仓位不变。催着时间推移, 这种移仓会产生一个称为“负移仓收益”的成本。在这种情况下, “负移仓收益”会给贵金属的投资收益带来严重影响。目前, 钯金的远期价格曲线是现货升水结构, 意味着远月价格比近月便宜, 为钯金期货带来“正移仓收益”。

### 受钯金价格影响的投资方式

矿业公司股票是一种受钯金价格影响的投资方式, 考虑到它们 30-40% 的收益源自钯金。然而, 还有其他重要因素影响这些矿业公司股票, 包括矿山一篮子产品中的其他矿产 (譬如铂, 金, 和镍); 矿业地区的外汇汇率 (譬如俄罗斯卢布和南非兰特), 运营表现包括成本和效率, 及其他与矿业公司相关的社会, 监管及环保成本。

## 钯金对铂金投资有何影响?

钯金和铂金市场在供需方面是相互关联的。在大多数矿区它们都是共生产品或副产品, 在一些工业应用中它们互为替代, 最重要的是钯金在汽车催化剂中占主导地位。在这种情况下, 一种金属的市场平衡和由此产生的价格变动在逻辑上应该对另一种金属的市场平衡和定价产生影响。铂金与钯金市场平衡的反差引发了再平衡的问题。我们在 20 世纪 90 年代看到了这种机制, 当时廉价的钯金取代了较为昂贵的铂金, 而在 1999 至 2002 年, 情况又发生了逆转, 钯金被更便宜的铂金所取代。2008 年, 我们在铑这种金属上也观察到了类似的机制, 当铑的价格升至 10000 美元/盎司时, 基本上被钯金所取代。

目前这两种可替代金属之间鲜明的价格对比和市场平衡表明, 需求再平衡是不可避免的。目前, 钯金的特点是持续增长的需求超过了非弹性供应, 加上库存耗尽, 推动价格屡创新高。钯金期货自 2017 年 2 月以来持续的现货溢价, 突显了市场上钯金持续的短缺。钯金短缺持续的时间越长, 价格持续上涨的时间就越长, 而铂金替代的动力就越大。简单地说, 钯金价格的高企应该对铂金需求也即铂金价格有利, 随着市场通过需求替代实现再平衡突显出铂金的投资逻辑。

## WPIC 致力于推动铂金投资

世界铂金投资协会（WPIC）是由南非领先的铂族金属矿商于 2014 年成立，通过为投资者提供可行性见解与有针对性的开发来增加对铂金的投资。我们为投资者提供诸如：《铂金季刊》、《铂金远景》、和《铂金摘要》等权威市场信息，帮助他们做出明智的投资决策。我们还根据投资者、产品、渠道和地理位置分析铂金投资价值链，并与合作伙伴紧密合作，提高市场效率，增加各类投资者皆可获得的具有成本效益的铂金投资产品。



**重要公告和免责声明：**本发行材料仅限于教育目的。发行方(世界铂金投资协会 World Platinum Investment Council)由世界领先的铂金生产厂商成立，旨在开发铂金投资需求的市場，其使命在于通过具有执行力的行业见解和目标明确的发展规划，激励现货铂金的投資需求，为投资者提供铂金相关的支持知情决策的信息，并携手金融机构和市場参与者共同开发投资者需要的产品和渠道。

本发行材料绝不是、也绝不应该被曲解为关于任何证券的售賣意向书或购买意向的鼓吹性材料。发行方发行本材料，绝不企图传达任何指令，绝不安排、建议或企图促成任何涉及证券或商品的交易，或为其相关事宜充当代理方，不管材料中是否提及。本发行材料绝不企图提供任何税务、法律或投资建议，材料中的任何内容绝不应该被曲解为购买、销售或持有任何投资或证券、或涉及任何投資策略或交易活动的建议。发行方绝不是、也绝不意图成为证券经纪人、或注册投資顾问，或在美利坚合众国或大不列颠联合王国的法律下注册，包括《2000年金融服务和市場法》(英国)(Financial Services and Markets Act 2000)或《高级管理人员和认证制度》(Senior Managers and Certifications Regime)，或由金融行为监督局(英国)(Financial Conduct Authority)注册。

本发行材料绝不是、也绝不应该被曲解为直接针对于或适合于任何特定投资者的个性化投资建议。任何投資决策的形成仅限于咨询专业投資顾问后。基于您自身的投資目标、财务状况以及风险承受能力，您在决定任何投資、投資策略、证券或相关交易是否适合您方面全权负责。根据您具体的商业、法律、税务现状或状况，您应该咨询您的商业、法律、税务或会计顾问。

本发行材料所采纳的任何信息都认为是可靠的。但是本材料发行方无法确保这些信息的准确性和完备性。本发行材料包括前瞻性声明，包括关于本行业预期的持续增长声明。本材料发行方声明：本材料所提及的任何前瞻性陈述(即不含历史信息的所有陈述)都带有可能影响未来实际结果的风险性和不确定性。**世界铂金投资协会 World Platinum Investment Council**的所有标志、服务标记、商标都属于其独家所有。本发行材料中提及的所有其它商标都属于各商标持有方的财产。本材料发行方并不隶属于、联合于或关联于上述商标持有方，或受其赞助、批准或原创，特别声明除外。本材料发行方所做的所有声明都不是针对任何第三方商标的任何权利。

**WPIC 研究的 MiFID II 情形** 世界铂金投资协会(WPIC)已经根据 MiFID II(欧洲金融工具市場指令修订版)对其内容和服务进行了内外部审查。因此 WPIC 就其研究服务对其客户以及客户的合规/法律部门强调以下内容：**WPIC 的研究内容明显属于次要非货币利益类别**，可以继续免费提供给所有资产管理人，可以免费分享给各个投資组织。

1. WPIC 不从事任何金融工具的具体执行业务。WPIC 不从事任何造市、销售交易、贸易或股票交易活动。(也不存在任何可能性刺激诱因)。
2. WPIC 研究内容可以通过多种渠道广泛传播至所有利益相关方，因此根据 MiFID II (ESMA/FCA/AMF)标准，其内容属于“次要非货币利益类别”。WPIC 研究可以通过其官网免费获取，其研究信息聚合平台没有任何权限许可要求
3. WPIC 没有、也不会对其研究服务的使用者收取任何费用，WPIC 清晰告知机构投资者不会对其就免费内容收取任何费用。

更多细节信息请查看 WPIC 网站:

<http://www.platinuminvestment.com/investment-research/mifid-ii>

# 术语表

**3E-3** 种铂族金属元素，铂、钯和铑的总和

**4E**-铂、钯、铑和金的总和

**5E**-铂、钯、铑、铱和钌的总和

**6E**-铂、钯、铑、金、铱和钌的总和

**冲积层**-位于现有或旧河床中的矿床

**布什维尔火成杂岩**-一种巨型分层碟状金属矿体，宽约 500 公里，深度超过 2000 米，由南非约翰内斯堡西北部的火山熔岩冷却固化形成的岩石。它富含铂族金属

**副产品**-在采矿业中，指收益贡献值要远低于该矿山出产的主要金属的一种金属。在采矿业也被称为共生产品

**精选矿**-矿物加工品，其品味高于经过“泡沫浮选法”获得的有价矿物

**矿床**-集中于某一区域的综合矿体

**Grade 矿品位** - 一个衡量矿集中度的名词，用以说明矿含金属的价值高低。在铂族金属的开采中，矿品位通常指每吨矿所含的 4E（铂、钯、铑和金）克数（g 4E/t）

**IRR (Internal Rate of Return) 内部收益率** - 对一项投资（包括从矿体中提取有价值物质的矿山）回报（或盈利能力）的财务衡量。它是指一个项目的贴现率，该项目的净现值等于零。净现值是未来（净）现金流的现值

**koz**- 千金衡盎司 - 等量于 31.1 千克

**Matte 铀** - 矿熔炼过程中产生的一种有价矿物层。在铂熔炼过程中，该层富集铂族金属

**Merensky reef 梅林斯基矿脉** - 布什维尔德杂岩的一部分，出产铂族金属，也出产大量的副产品，包括：铜、镍、钴以及黄金。位于布什维尔德杂岩的东西两翼

**moz** - 百万金衡盎司 - 等量于 31.1 公吨

**诺里尔斯克-塔尔纳克镍铜钯矿床**-世界上已知最大的含铂族金属的镍铜矿床，位于西伯利亚北部克拉斯诺亚尔斯克省的泰米尔半岛。该矿床于 1860 年被发现，但直到 1935 年才开始开采

**露天矿**——在不使用竖井的情况下从地表开采矿石进行采矿作业

**矿石**——地壳中含有贵重矿物或金属的原材料。除煤和钢铁原料外，大多数矿石都要经过进一步加工，以生产供出售或交易的原料

**国际铂金协会 (PGI)** - 国际铂金协会 (PGI) 是一个营销组织，旨在开发全球铂金首饰市场以作为铂金的需求来源。它成立于 1975 年，目前由南非领先的铂金生产商以及首饰行业的项目共同提供资金。自 2015 以来，国际铂金协会以香港为基地，大力推动中国、日本、美国和印度的四个主要铂金首饰市场。

**Platinum Group Metals (PGMs) 铂族金属** - 通常和铂一起被发现的金属群，包括以下部分或全部：铂、钯、铑、铱、钌、钽。通常来说，衡量金属群是否属于铂族金属时不考虑钽，尽管钽属于铂族金属，但是它的体量往往太小不足以带来实际经济贡献值，往往不会对它进行定量分析，钽属于高毒性金属。此外，由于黄金往往和铂族金属共生，衡量金属群是否属于铂族金属时通常会考虑黄金

**Platreef 普拉特矿** - 位于布什维尔德杂岩北翼的矿体，其岩石属性不同于其它矿体，因为该区域含岩浆，会和富含石灰的底板岩石起反应。这是继

梅林斯基和 UG2 之后的第三大铂族金属矿床，具有不同的金属比率和更高的基础金属含量

**Powertrain (汽车) 动力传动系统** - 用于描述让汽车上路行驶的发电元件，通常指汽车发动机或电动机以及传动装置的各种组合

**Prill split** - 铂族金属的比例

**Reef 矿脉** - 矿体中一种形状规则、纵深蔓延的矿物或金属

**Reserves 矿藏储量** - 用于描述有价值材料的体积（例如：铂、金、油等等）。经过对确定的技术能力、商品价格、外汇汇率以及其它变量因素的考量，矿藏储量可以从矿体中经过挖掘开采或抽取，为作业者带来足量经济回报。常见于采掘企业（例如：矿企、油企）的年度报告，包括采掘时的损耗矿量

**Shaft 竖井** - 经爆破或钻入地下形成的一种狭窄的垂直或倾斜的孔或隧道，为人、物品或通风空气接触矿体提供通道

**Troy ounce 金衡盎司** - 衡量贵金属重量的传统单位，等量于 31.1 克（相当于一标准盎司，即 28.35 克）

**UG2 reef UG2 矿脉** - Upper Group 2，布什维尔德杂岩的一部分，通常低于梅林斯基矿脉 20-400 米，铂族金属矿品味较低，但铬铁矿含量较高

**ZAR** - 南非兰特