

团体标准《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》

编 制 说 明

一、任务来源

根据市场调研和企业生产经营的迫切需求，本标准由广州番禺职业技术学院提出；珠宝玉石首饰国检集团（广东）检验有限公司、深圳昊翀珠宝科技有限公司、珠宝玉石首饰国检集团数字科技（深圳）有限公司、广州威乐珠宝产业园有限公司、广东省珠宝玉石及贵金属检测中心、柏丽德珠宝（广州）有限公司、山立珠宝（广州）有限公司等单位共同参与研究和编制；广州番禺职业技术学院执笔。

二、标准制定的目的和意义

1. 首饰表面镀玫瑰金的市场需求巨大

珠宝首饰业是文化创意产业的一个重要分支，得到了国家和多个地方的大力支持。改革开放以来，中国珠宝业以年均两位数以上的速度高速增长，被誉为都市里的朝阳产业。中国已成为世界著名的珠宝首饰加工制造基地，国际一线珠宝品牌的大部分珠宝产品是在中国珠三角地区加工制作的。同时，随着经济的发展和消费能力的增强，我国现已成为全球最重要的新兴珠宝首饰消费市场。迄今我国对黄金、铂金、玉石消费位列世界第一；钻石消费位列世界第二。此外，在我国，白银、水晶等时尚性装饰产品也大受青年消费者欢迎。按照国内外珠宝专家的预测，当前中国人均珠宝消费量与世界主要经济体还有很大距离，与 GDP 规模不相对应，中国珠宝的消费需求潜力巨大，在未来若干年内仍将处于较快的增长。

“世界珠宝看中国，中国珠宝看广东”，广东省对中国乃至世界珠宝产业的影响举足轻重，已成为世界重要的珠宝首饰加工中心之一。珠宝首饰产业是广东省具有传统特色的优势产业，已形成了珠宝首饰加工和零售完整的产业链条，黄金及其它贵金属珠宝加工占全国 70%以上，占全球近 30%，成为国内最大的黄金珠宝产业加工制造基地，拥有广东省四会市、广东省广州市番禺区、深圳市罗湖区、广东省广州市花都区、广东省佛山市顺德伦教、广东省佛山市南海平洲、广东揭阳阳美等多个产业集群区，其中以深圳、番禺等珠三角城市最具代表性。深圳拥有珠宝首饰制造企业 12000 多家，从业人员近 20 多万人，

加工的黄金珠宝首饰占国内市场份额的 70%以上，是驰名中外的“中国珠宝玉石首饰特色产业基地”和珠宝首饰商品集散地，稳居国内珠宝产业龙头地位，在世界珠宝产业中也举足轻重。

按照金属材质，首饰大体可以分为黄金类、白银类、铂金类等贵金属首饰，以及不锈钢、钛合金、铜合金等非贵金属首饰。随着首饰越来越朝着时尚化、服饰化的方向发展，用作坯件的材质不再局限在传统的金基、铂金等贵金属材料，而是大量应用铜合金、不锈钢等贱金属材料以及银合金等相对廉价的贵金属材料，以降低产品生产成本，满足市场快速更新换代的需求。由于贱金属和银合金首饰材料常存在一些问题，例如，颜色不佳降低艺术观感，耐蚀性差容易出现腐蚀变色，坯件表面质量不佳影响产品档次，坯件表面耐磨性差导致产品表面容易磨毛划花，等等。因此，首饰表面大都需要镀覆贵金属膜层，以起到装饰美化、防止蚀变、增强抗磨等作用。按膜层颜色大致可分为黄色、白色、红色和黑色贵金属膜层，其中，红色金是以铜为主要合金元素的金合金，又称粉色金（pink gold）、玫瑰金（rose gold），由于其有非常时尚、华丽典雅的玫瑰红色彩，广泛应用在珠宝首饰、时尚饰品、钟表眼镜等行业的产品表面装饰上，备受消费者的青睐。据粗略估计，全国每年需要镀玫瑰金的首饰超过 3 亿件，市场需求巨大。

2. 当前珠宝首饰行业镀玫瑰金工艺现状

红色首饰可以通过镀覆玫瑰金来达到颜色效果，获得很好的装饰效果和使用性能。传统上首饰表面镀覆玫瑰金膜层基本上采用电镀工艺，它们是在电解质溶液中借助电场作用，使贵金属离子还原沉积到首饰表面形成镀层的，俗称“水镀”。众所周知，电镀是典型的高能耗、高污染行业，对环境影响巨大。特别是珠宝行业的电镀，还存在着生产规模小、作业点零散、工艺落后、产业档次低、安全隐患多等问题。随着国家对环保要求日趋严格，首饰行业分散粗放的电镀生产模式面临严峻挑战，客观上需要寻求绿色环保的首饰镀膜新工艺。此外，在电镀玫瑰金时，如果镀覆时间非常短，形成的镀层很薄，使用一段时间后就易磨损掉，从而露出基体金属的本来颜色，许多情况下金属本体颜色与镀层颜色反差巨大，引起客户的投诉或质疑。延长电镀时间，可以增加膜层厚度，改善耐磨性能，但是容易引起镀层的光亮度下降，出现发朦、亚光等问题；当电镀时间延长到一定程度，镀层的内应力会明显增加，使镀层存在开裂、起皮的风险。

磁控溅射镀膜工艺属于新一代表面处理技术，其基本原理是在一定的真空条件下，电子在电场的作用下加速飞向基片的过程中与氩原子发生碰撞，电离出大量的氩离子和电子，电子飞向基片。氩离子在电场的作用下加速轰击靶材，溅射出大量的靶材原子，呈中性的

靶原子（或分子）沉积在基片上成膜。二次电子在加速飞向基片的过程中受到磁场洛伦兹力的影响，被束缚在靠近靶面的等离子体区域内，该区域内等离子体密度很高，二次电子在磁场的作用下围绕靶面作圆周运动，该电子的运动路径很长，在运动过程中不断的与氩原子发生碰撞电离出大量的氩离子轰击靶材，经过多次碰撞后电子的能量逐渐降低，摆脱磁力线的束缚，远离靶材，最终沉积在基片上形成膜层。磁控溅射就是以磁场束缚和延长电子的运动路径，改变电子的运动方向，提高工作气体的电离率和有效利用电子的能量。

磁控溅射镀膜是在真空环境下进行的，不会产生有毒有害污染物质，对操作人员和环境友好。该工艺过去用于五金饰件、钟表等表面较广泛，应用的膜种主要是氧化膜、氮化膜、碳氮化膜等颜色硬质膜，具有很好的装饰和抗磨蚀功效。近年来，珠宝行业迫于环境保护的压力，已有不少企业将磁控溅射工艺引入到首饰表面镀膜，其中采用金铜合金靶的磁控溅射镀玫瑰金是重要的应用，已在一定程度上取代电镀玫瑰金工艺，并且得到了越来越多的企业和客户的认可与青睐。

广州番禺职业技术学院、珠宝玉石首饰国检集团（广东）检验有限公司、深圳昊翀珠宝科技有限公司、珠宝玉石首饰国检集团数字科技（深圳）有限公司、广州威乐珠宝产业园有限公司、广东省珠宝玉石及贵金属检测中心、柏丽德珠宝（广州）有限公司、山立珠宝（广州）有限公司等单位是珠宝首饰行业较早开展磁控溅射镀贵金属膜层工艺研究与应用的单位。据不完全统计，在珠三角珠宝首饰行业约有超过 300 家珠宝企业引进了磁控溅射白铑、24K 黄金、玫瑰金等贵金属膜层工艺，而委托专业镀膜公司代工首饰表面镀玫瑰金等贵金属膜层的企业已超过 1000 家，且随着国家对环境保护的要求日趋严格，将必定有越来越多的珠宝企业采用该工艺。

3. 制定《首饰表面磁控溅射镀玫瑰金工艺技术规范》势在必行

与电镀玫瑰金相比，尽管磁控溅射镀玫瑰金具有绿色环保方面的优点，但是其沉积速率比较低，需要较长时间才能得到一定的膜层厚度，而且绕镀性能比水镀差，对于比较复杂的首饰结构而言，镀层在首饰正面沉积要比首饰背面更容易，因此会出现不同部位的膜层厚度存在差异的问题。此外，磁控溅射采用昂贵的金铜合金板作为靶材，借助环状磁场迫使二次电子跳栏式地沿着环状磁场转圈，产生等离子光环，氩离子轰击靶材表面溅射出金和铜原子（离子），环状磁场控制的区域是等离子体密度最高的部位，也是靶材被离子轰击最严重的部位，会溅射出一条环状的沟槽，沟槽一旦穿透靶材，就会导致整块靶材报废，所以靶材的利用率不高，而且被溅射出来的金和铜粒子只有部分会沉积到待镀的首饰表面，还有相当部分会沉积到镀膜室内壁、挂具、底座等上面。在实际生产中，一些企业

出于效率和成本考虑，通常采用较短的时间，导致镀玫瑰金层的厚度达不到所要求，有些膜层只是将工件呈现了浅红色，但是膜层厚度甚至只有几个纳米，稍微经受摩擦就会出现膜层划穿、形成颜色反差、出现腐蚀变色等现象，难以满足使用要求。在膜层的均匀性方面，多数企业采用与水镀相近的上挂镀覆方式，但是膜层的均匀性较差，特别是在首饰正反面甚至出现明显色差的情况。也有企业采用了纯度不高的 Au-Cu 合金作为靶材，导致镀玫瑰金层中掺杂了有害杂质元素，影响了镀层的物理化学性能和安全性能。有些企业磁控溅射的玫瑰金层与基材结合力较弱，出现膜层爆皮的情况。还有些企业在对镶嵌首饰镀膜时，没有制定合适的工艺措施，导致宝石表面无差别沉积金属膜层，影响宝石本身的光学效果和鉴定结果。

在评价镀玫瑰金膜层的性能时，首饰行业缺乏相应的客观指标，采用的基本上是定性的方法来描述，例如，在检验镀玫瑰金膜层的颜色时，一般采用肉眼观察法，但是不同的人员、不同的环境都会对颜色的视觉感官产生影响，甚至同一个人在不同的情绪时，其观察同一件产品的颜色也会产生不同的感觉。这使得生产厂家与客户之间经常会因颜色判断不一致而产生异议。在评价膜层的耐蚀性、耐磨性、结合力等性能时，不同企业采用的评价方法也常常存在较大的差异。

由于珠宝首饰行业内缺乏相应的工艺技术标准，导致磁控溅射镀玫瑰金膜层质量处于比较无序混乱的状况。检索查新结果表明，在已出台的国家、行业或地方标准中，有关首饰表面镀玫瑰金的工艺技术规范近乎缺失，磁控溅射镀玫瑰金工艺就更是完全空白，使得行业在采用此工艺镀覆玫瑰金膜层时，膜层性能参差不齐，总体质量状况比传统的电镀玫瑰金工艺有较明显的差距，消费者在佩戴使用时较早出现了膜层磨损、腐蚀变色、光亮度差等问题，常与销售商存在产品质量与责任承担的纠纷，但由于缺乏相应的工艺标准，第三方鉴定检测机构也无法给出镀玫瑰金工艺不合格的鉴定报告，使消费者在维权时只能处于被动的局面。此外，镀玫瑰金标准和规范的缺失，使得政府对市场监管的难度大，行业的无序既损害了行业的声誉和消费者的信心，也使得正规经营的珠宝首饰企业受到冲击，很难形成良好的市场秩序。

因此，出于如下方面的需要，制定《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》势在必行。

（1）促进行业健康发展的需要

传统电镀玫瑰金工艺具有突出的环境保护问题，难以满足当前的环境保护要求。现有首饰表面磁控溅射镀玫瑰金存在种种乱象，尽快制定《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技

术规范》，对于推进行业的绿色转型升级，规范企业的镀玫瑰金工艺操作和技术标准，满足市场监管需要，保障消费者权益、引导和促进珠宝首饰行业良性发展、提升产业的竞争力、适应国家制造业高质量发展战略的总体要求等方面均具有重要意义，将对广东省乃至全国珠宝首饰产业的持续健康发展起到积极推动作用。

（2）推进粤港澳大湾区合作的需要

广东毗邻港澳台，改革开放的春风使得香港、澳门等地的著名珠宝品牌纷纷在广东建厂，提升了广东珠宝首饰工艺技术水平。粤港澳大湾区的建设为广东珠宝产业转型升级和创新发展带来了历史机遇，同时也带来了新的挑战。针对首饰磁控溅射镀玫瑰金工艺中存在的问题，制定相关工艺技术规范，推进珠宝企业制造质量提升，将有力地促进粤港澳大湾区珠宝首饰行业的健康发展，使之成为世界先进的珠宝首饰地区新型产业集聚区。

（3）品牌建设引领的需要

广东省作为我国珠宝产业的龙头，通过率先制定《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》，切实提升行业品质意识，规范质量要求，提高首饰表面镀玫瑰金工艺水平，并将此标准推行到行业乃至全国，将很好地凸显企业、地方品牌建设引领效应。

综上，研制《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》，是为了满足珠宝行业创新发展和绿色制造的要求，继而引领国内行业的规范发展，为我国珠宝首饰行业的健康发展做出应有的贡献。

三、编制思路 and 原则

（一）编制思路

1. 格式

格式上严格按 GB/T 20001.5-2017《标准编写规则 第5部分：规范标准》、《GB/T 28222—2011 服务标准编写通则》给出的规则和要求编写。

2. 内容

密切结合当前首饰表面磁控溅射镀玫瑰金所涉及到的相关工艺要求及质量控制进行编制。

（二）编制原则

1. 科学性

深入不同类型的企业组织深入开展调研，广泛征求和采纳相关领域企业、专家学者的意见和建议，并进行充分的试验验证，紧密结合地区珠宝首饰行业的实际情况，力求标准

草案内容合理准确。

2.适用性

在标准编制前和编制过程中，起草组进行了大量的调研和分析，查阅了相关文献资料，保证了标准的适用性。

四、 编制过程与内容的确定

《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》的研制工作于 2023 年 6 月正式启动，由广州番禺职业技术学院、深圳昊翀珠宝科技有限公司、国家珠宝检测中心（广东）有限责任公司、广州威乐珠宝产业园有限公司、广东省珠宝玉石及贵金属检测中心、柏丽德珠宝（广州）有限公司、山立珠宝（广州）有限公司等单位组成标准研制小组，明确了标准研制工作指导思想，制定了工作原则，制定了编制大纲和工作计划。首先，对珠宝首饰行业相关国家标准、行业标准、地方标准、团体标准和企业标准等进行了检索搜集，组织成员对相关标准资料进行分析讨论，全面了解标准的内涵及编制方法。其次，收集了省内应用磁控溅射镀玫瑰金工艺的珠宝首饰企业和镀膜企业名单，为项目调研做好准备。

为使制定的工艺规范具有科学性和先进性，2023 年 7 月起，研制小组围绕着磁控溅射镀玫瑰金工艺操作规范、镀玫瑰金质量要求、镀玫瑰金首饰在使用中暴露的主要问题等方面的内容进行了大量的项目调研，力求把科学化、规范化、标准化贯彻到《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》的编制中。起草组成员先后深入深圳昊翀珠宝科技有限公司、深圳顺艺珠宝有限公司、山立珠宝（广州）有限公司、广东省珠宝玉石首饰行业协会、广东省时尚首饰及配饰协会、深圳市黄金珠宝首饰行业协会、番禺珠宝厂商会、深圳市黄金珠宝首饰行业协会、柏丽德珠宝（广州）有限公司、广州亿钻珠宝有限公司、广州利桦珠宝有限公司、广州市中禧珠宝有限公司等单位进行调研，与行业专家、一线技术管理人员充分交流和交换意见。编制组针对调研结果多次进行讨论沟通，并对原标准框架进行了充实，使之具有较好的先进性和指导意义。在此基础上，2023 年 11 月，标准研制小组向广东省黄金协会提出团体标准立项申请，于 2023 年 12 月获得立项批准。

2024 年 1 月~6 月，编制组成员分工明确，围绕玫瑰金靶材的选材、制备工艺、磁控溅射镀膜工艺等方面进行了相关研究，取得了多项研究成果。研究探讨了合金元素组成对玫瑰金颜色、耐蚀性等的影响规律，确定了满足首饰镀膜要求的玫瑰金靶材化学组成。研究了靶材形状、结构、尺寸、表面质量、冶金质量、晶粒取向等对磁控溅射过程和膜层质量的影响，提出了靶材的制备工艺规范。对磁控溅射玫瑰金膜层的物理性能、化学性能、

力学性能等进行了全面的检测与评价。通过改变镀膜工艺参数制备了系列镀膜试样，从中总结出镀膜工艺参数的膜层性能的影响规律，获得综合性能最佳的镀玫瑰金工艺参数优化匹配，规定了镀玫瑰金膜层的性能检测方法和操作要求，并提出了镀玫瑰金膜层的关键技术规范 and 主要的性能指标。在整个技术规范的架构中，靶材材质要求、靶材制作要求、膜层性能要求等工艺技术规范以及质量标准是重点和难点。

2024 年 7 月起，编制组撰写了首饰表面磁控溅射玫瑰金膜层技术规范的草案。草案的主要内容包括 3 个部分，即：术语与定义、磁控溅射玫瑰金膜层的工艺过程与要求、磁控溅射镀玫瑰金膜层性能检测与性能指标、检验规则。编制单位就标准制定计划、标准草案、编制说明等召开协调会，对标准的条款逐一研讨细节，反复修改。2024 年 9 月将标准草案初稿发至行业内部分珠宝企业，征求一线技术管理人员的意见，进行小范围征求修改意见，并根据意见对初稿进行了再一次的修改，形成了标准草案。

2024 年 11 月，标准编制说明和标准草案在广东省黄金协会官网上挂网公示，公开征求社会意见。编制组收集整理相关意见，并逐一进行回应或作相关修改。

2024 年 12 月，由广州市黄金协会组织专家对标准草案、编制说明等进行审查，形成了审查意见。

五、 内容说明

（一）关于本标准技术规范的适用范围

本技术规范规定了首饰表面磁控溅射玫瑰金膜层术语、工艺技术规范、质量检验及质量要求等内容。

本技术规范适用于表面需镀覆玫瑰金膜层的金属首饰加工，其它需镀玫瑰金的非贵金属首饰和工艺品也可参照执行。

（二）有关条款的说明

1. 术语与定义

本部分对玫瑰金、磁控溅射、溅射靶材、平面靶材、间接冷却靶、红绿坐标值、亮度坐标值、色差等进行定义，以便理解首饰表面磁控溅射镀玫瑰金工艺技术。

2. 磁控溅射玫瑰金靶材

本部分对磁控溅射玫瑰金靶材进行了规定说明，主要从成色、有害元素、表面粗糙度、尺寸偏差、连接方式等方面做了规范和要求。

2.1 靶材成分及颜色的确定

玫瑰金是以铜作为主要合金元素的金铜合金。金是基体元素，本身呈现黄色，铜是合金呈现玫瑰红色的必要添加元素，它在入射光能量约 2.4~3.0eV 的范围内，对可见光的反射率较高，使其呈现紫红色。图 1 示出了纯金与纯铜的光谱反射率和吸收率与入射光能量的关系。铜含量越高，红色色度值越高，但铜对可见光的反射率相对较低，会降低膜层的亮度。

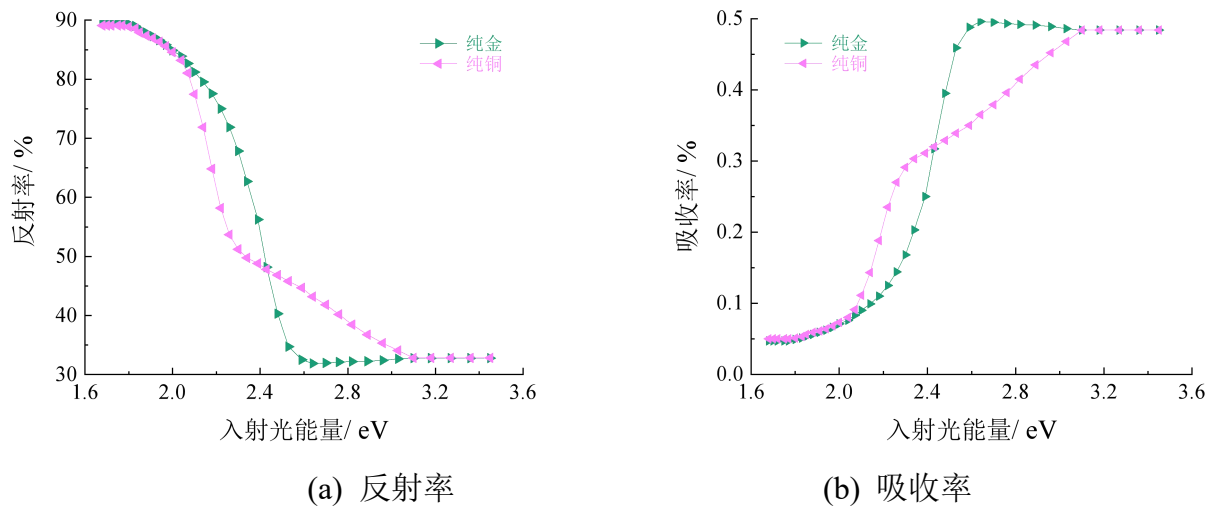


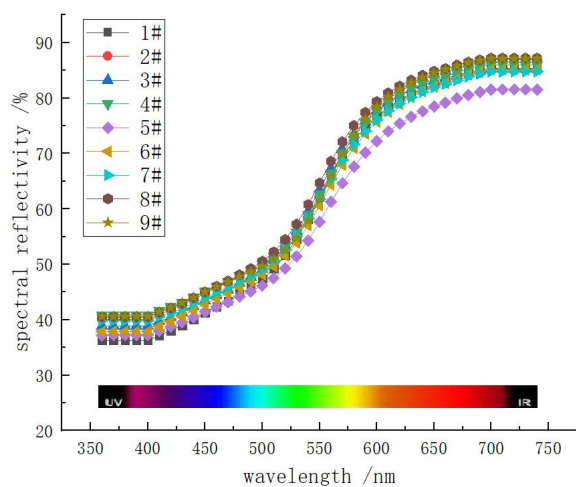
图 1 纯金和纯铜的反射率(a)和吸收率(b)随入射光能量的变化曲线

一定成色的金合金是采用纯金与中间合金按照一定比例熔制而成，在首饰行业，业界对 K 金首饰的金含量主要集中在高成色、中成色和低成色三个区间范围，高成色金一般为 20K 以上，中成色金一般为 14~18K，低成色金一般为 8K~10K。中间合金的类别则较多，成分也有一定的差别。铜是玫瑰金合金的主体合金元素，其余元素则根据颜色、耐蚀性、铸造性能、加工性能等的要求综合选择。本项目采用不同中间合金配比来配制一定成色的玫瑰金，研究合金元素对玫瑰金颜色和耐蚀性等的影响。采用肉眼观察评价首饰金属颜色的传统做法具有较大的主观性，本项目采用 CIELab 颜色坐标体系来定量评价合金颜色，L*为亮度值，a*为红-绿坐标值，b*为黄-蓝指标值。L*值越高，合金显得越明亮，a*值越高颜色越红，b*值越高颜色越黄。

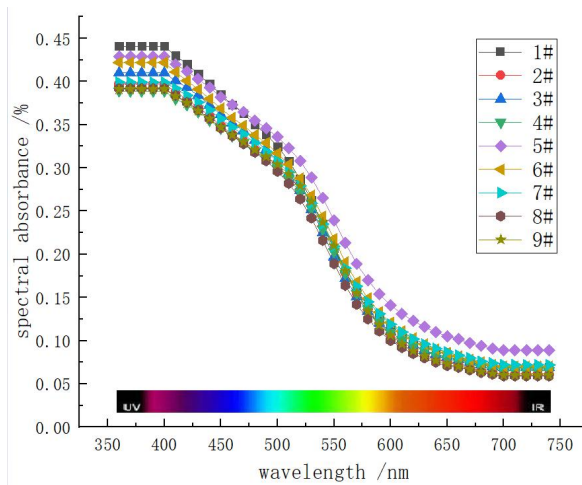
固定玫瑰金的成色为 850‰，改变合金元素的配比并进行正交试验，正交试验方案如表 1 所示。各合金熔制加工成试片，它们对可见光的光谱反射率和吸光率让图 1 所示。对应图中的可见光连续光谱图，可知各试样呈现的是橙红至红色的颜色。检测各试样的颜色以及在人工汗液中的电化学行为，结果分别如图 2~图 5 所示。因此，试样的化学组成不同，对可见光的反射率存在一定的差别，表现在颜色方面也有一定差别。

表 1 850‰玫瑰金合金化学组成正交试验方案

试验号	A 含量	B 含量	C 含量	D 含量
1#	0	0	0	0
2#	0	0.3	0.3	0.1
3#	0	0.6	0.6	0.2
4#	1	0	0.3	0.2
5#	1	0.3	0.6	0
6#	1	0.6	0	0.1
7#	2	0	0.6	0.1
8#	2	0.3	0	0.2
9#	2	0.6	0.3	0

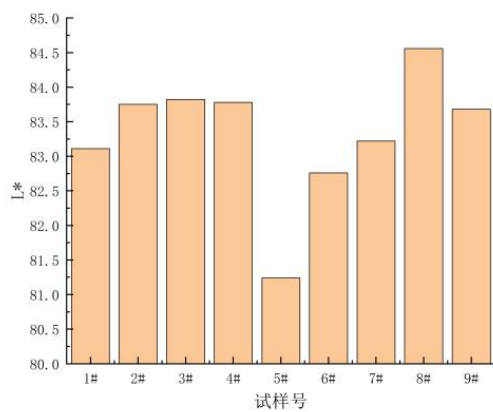


(a)光谱反射率

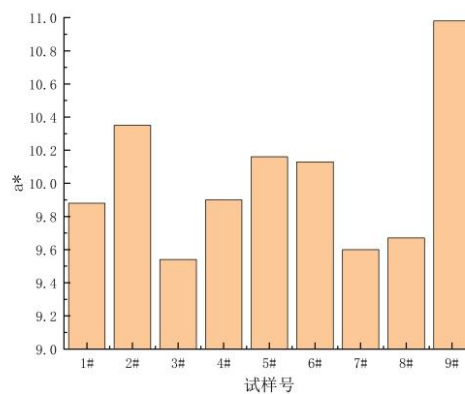


(b)光谱吸光率

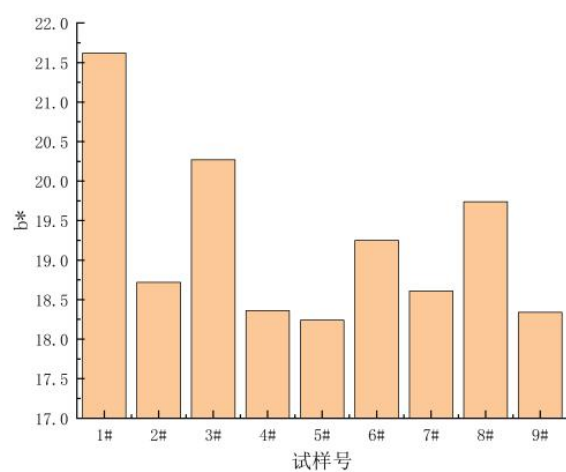
图 1 各正交试样对可见光的光谱反射率和吸光率曲线



(a)L*值



(b) a*值



(c) b*值

图 2 各试样表面的颜色坐标值

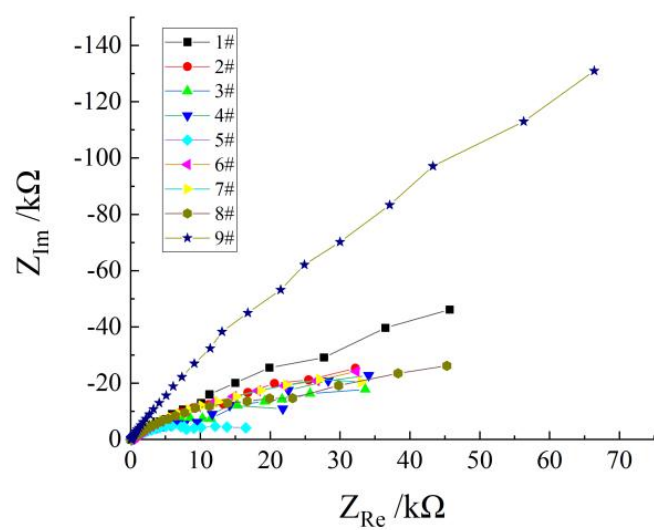


图 3 各试样在人工汗液中的 Nyquist 阻抗谱

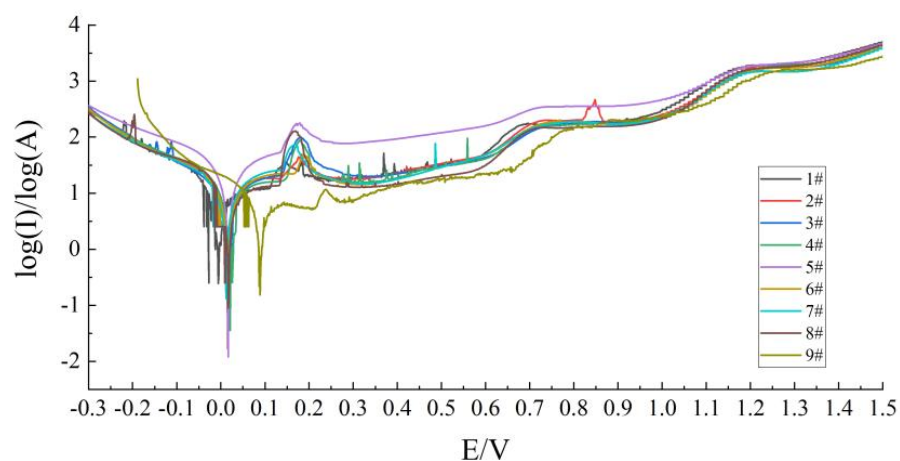


图 4 各试样在人工汗液中的塔菲尔曲线

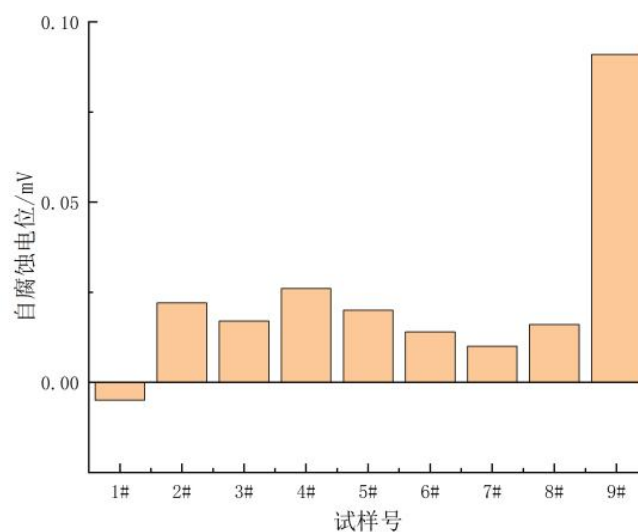


图 5 各试样在人工汗液中的自腐蚀电位

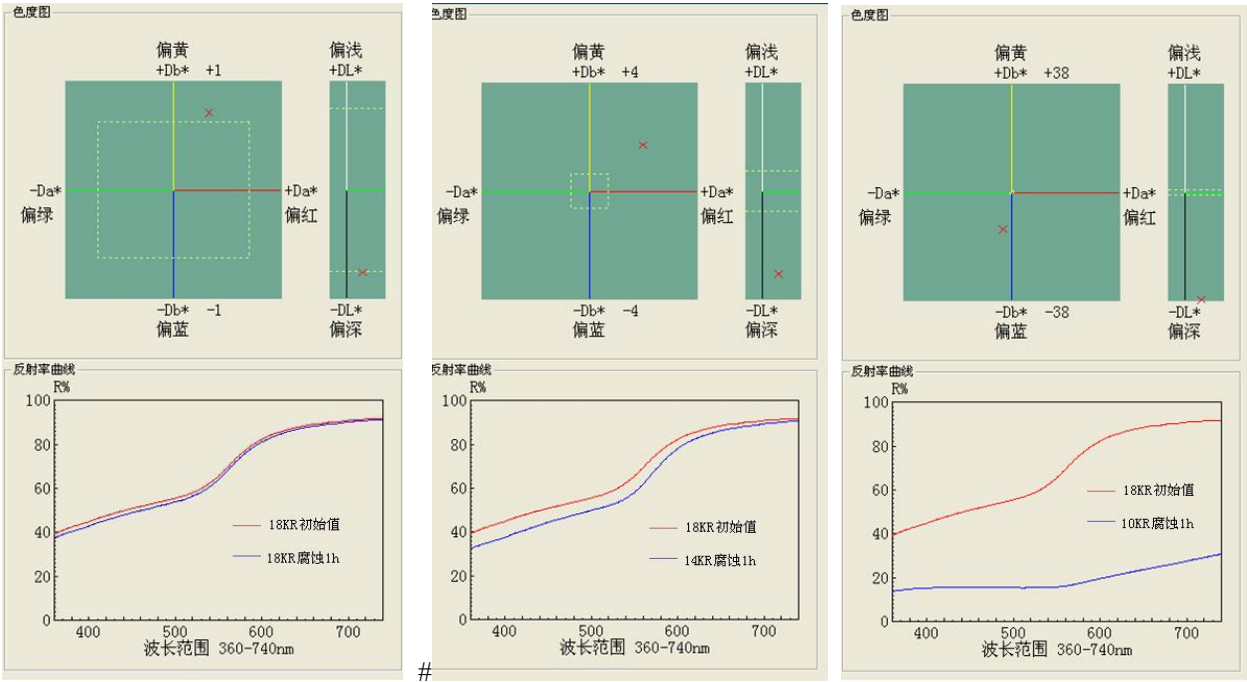
分别采用市面上常用的中间合金（以 C 表示）和本项目优化的中间合金（以 O 表示）配制不同成色的玫瑰金，将其加工成靶材，表面采用 400#砂纸拉沙处理，检测它们的表面颜色，结果如表 2 所示。

表 2 不同成色玫瑰金靶材的表面颜色值

靶材成色	中间合金	方向	L*	a*	b*
750‰	O	纵向	83.43	10.31	16.23
	O	横向	80.87	10.00	15.09
850‰	C	纵向	83.11	9.87	21.58
	C	横向	80.48	9.63	20.19
850‰	O	纵向	83.24	10.56	18.35
	O	横向	80.86	10.35	17.29

900‰	O	纵向	83.09	10.79	22.10
	O	横向	80.86	10.67	20.66

采用优化的化学组成配制不同成色的金合金，检测它们在不同成色的颜色和耐蚀性，结果如图 6 所示。可以看出，随着合金成色的降低，其在人工汗液中的腐蚀变色程度增加。由于镀层的耐蚀性是评价镀层性能优劣的关键指标，为使镀层的耐蚀性有基本保证，本项目确定玫瑰金靶材的成色不低于 750‰，这与珠宝行业的实际情况也是相适应的。



(a) 18K (b) 14K (c) 10K
图 6 不同成色玫瑰金在人工汗液浸泡 1h 后的变色情况（中间合金为 O）

对玫瑰金镀层而言，应使 L*值和 a*值尽可能高一些，以获得较明亮的玫瑰红色。综合考虑玫瑰金膜层颜色、耐蚀性和生产成本，本项目规定玫瑰金靶材的金含量不低于 750‰，靶材的亮度值 L*不低于 83，a*值不低于 9.5。由于在首饰表面镀膜的膜层颜色与首饰表面状态密切相关，因此，本项目不对膜层表面颜色作额外规定。

靶材合金除主体合金元素外，还可能因为原材料的纯度、加工环节的污染等因素而混入杂质元素，其中有些元素可能是有毒有害元素。首饰作为与人体皮肤直接接触的装饰品，其有害元素的含量必须满足国家标准 GB 28480《饰品 有害物质限量的规定》的要求。为此，本标准引用国标对饰品中有害元素的规定，其中镍的释放量按照穿刺饰品和与人体长期接触的饰品分别遵照其阈值规定；另外，靶材中的砷、六价铬、汞、铅、镉、铊等有害元素的总量和溶出量必须满足标准要求。

2.2 靶材形状尺寸的规定

考虑到实际生产中基本以平面靶为主，因此，本项目主要针对磁控溅射玫瑰金平面靶的形状尺寸做出规范，要求靶材的外形尺寸及其允许偏差执行 GB/T 23611 的规定。

2.3 靶材表面粗糙度的规定

靶材表面粗糙度影响着磁控溅射过程的稳定性和溅射效率，当靶材表面过于粗糙时，在溅射过程中可能会引起表面局部打火起弧的风险，对靶材和基板产生损害。实验证明，当采用粗的砂纸对靶材表面进行拉沙处理，表面粗糙度高于 $Ra3.2\ \mu m$ 时，溅射初期启辉可能存在不稳定的现象。当采用细砂纸拉沙处理或者对靶面进行抛光处理，表面粗糙度低于 $Ra1.6\ \mu m$ 时，溅射过程稳定。因此，本标准规定靶材表面粗糙度不超过 $Ra1.6\ \mu m$ 。

2.4 靶材内在质量的规定

靶材内部的分层、疏松、夹杂和气孔等缺陷会降低磁控溅射的效率和产品的质量，靶材的连接方式会影响靶电流的分布，会造成靶材的不均匀减薄，出现击穿现象等。因此靶材内部不应有分层、疏松、夹杂和气孔等缺陷。

2.5 靶材外观质量的规定

靶材表面不应有裂纹、凹坑、砂眼等缺陷，表面应清洁光滑，无锈蚀、灰尘、指纹、油污及其他沾污。

2.6 靶材连接方式的规定

由于玫瑰金材料价格昂贵，为减少靶材制作的一次投入，优先采用间接冷却靶，将玫瑰金靶材固定在紫铜基板上。试验表明，当玫瑰金靶材与紫铜基板没有完全贴合时，在溅射过程中靶材容易发生翘曲变形和熔融击穿的情况，导致靶材过早失效，如图 7 所示。

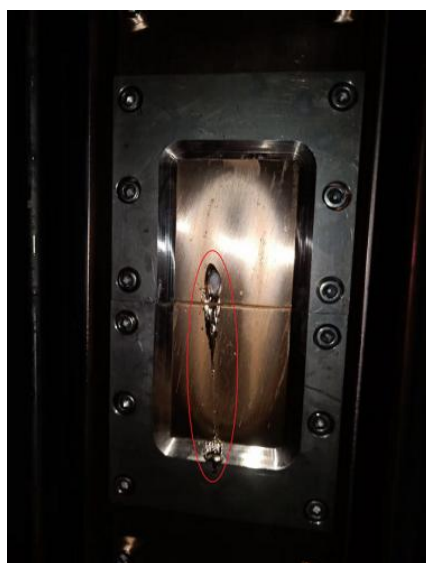


图 7 靶材溅射过程中出现的熔融击穿问题

为避免溅射过程中可能出现的冷却不足引起靶材鼓胀变形和熔融击穿问题，本项目规定了采用焊接的方法将玫瑰金靶材固定在紫铜基板上，为避免焊接温度过高引起靶材变形和氧化，应采用铟、锡或铟锡合金等软钎料进行焊接，要求焊接面占靶材结合面的比例不低于 95%，单个未结合面积所占比例不超过 2%。

3. 镀膜前处理的技术指标确定

本部分对镀膜前处理、镀膜准备工作及镀膜作业等工序环节的操作和技术要求做出了相应规定。镀膜前处理主要从抛光、清洗、遮蔽、上挂具等关键工序的操作工艺进行了规范和要求，镀膜准备工作主要从镀膜室清理、靶材安装、设备状况等进行规范和要求。各主要技术指标的制定做如下说明：

(1) 前处理对表面粗糙度的要求。对于抛光表面，要达到光亮似镜的效果，需使工件表面粗糙度处于很低的水平，通过检测多个试样的表面粗糙度，并对比其外观效果，当 Ra 在 $0.025\ \mu\text{m}$ 以内时，工件表面的光亮效果较好，可以满足客户的需求。

(2) 前处理对清洗质量的要求。清洗用水质对清洗质量影响大，当水质不纯时，表面残留金属离子或有机物，将影响膜层结合强度或膜层颜色。评价水质的一个主要指标的电阻率，当电阻率低于 $15\ \text{M}\Omega$ 时，就可能对沉积过程和膜层质量产生影响。

(3) 在镀膜过程中，并非所有待镀金属会沉积到工件表面，而是在镀膜室内衬板、挂具、炉子内壁等部位也会有不同程度的沉积，而膜层在这些部位的沉积是很不稳固的，容易出现爆皮剥落，掉落下来的灰尘碎屑容易导致膜层表面出现斑点。因此要求镀膜室每两周清理一次。

4. 镀膜过程中的技术指标确定

本部分主要对镀膜过程中的抽真空、轰击清洗、镀底层、镀玫瑰金层、冷却等关键工序的操作工艺进行了规范和要求。

(1) 初始真空度在 $5 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下。初始真空度直接影响膜层颜色，高于该指标值时可能出现颜色不均、脏色问题。

(2) 氩气纯净度 99.999%。氩气中残留其它气体杂质时，会直接影响膜层颜色和均匀性。

(3) 氩气工作压力 $0.5\sim 1\text{Pa}$ 。氩气是产生溅射沉积的必要工作介质，工作氩气过小时，辉光放电受影响，甚至出现沉积中断。工作气压的变化会导致靶电压、真空度也会随之变

化，相应地影响到靶材薄膜的沉积速率。沉积速率随工作气压的增大而先增大后减小。当氩气分压过大时，溅射粒子与氩气碰撞次数大大增多，粒子能量在碰撞过程中大大损失，致使溅射粒子达不到基片或无力冲破气体吸附层，于是便不能形成薄膜，或虽然勉强冲破气体吸附层，但与基材的吸附能却很小，因此沉积速率降低。

(4) 镀膜时间不少于 8min。镀膜时间在很大程度上决定了膜层厚度，镀膜时间小于 8min 时，膜层厚度不足 0.05 μ m，防护作用降低。

5. 靶材检测内容与方法

本部分规定了玫瑰金溅射靶材的检测内容及方法。

- (1) 靶材化学成分检测应按 GB/T 11066.1 的规定执行。
- (2) 靶材外形尺寸按照 GB/T 15077 的规定执行。
- (3) 靶材颜色按照 GB/T 43447 的规定执行。
- (4) 靶材的内在质量按照 GB/T 8651 的规定执行。
- (5) 靶材焊接质量按照 YS/T 837 的规定执行。
- (6) 靶材外观质量采用目视检查，如发现异常情况，用 10 倍放大镜鉴别。

6. 溅射玫瑰金膜层的性能检测方法 & 性能指标

本部分规定了磁控溅射玫瑰金膜层性能检测的方法及性能指标，为评定磁控溅射镀玫瑰金膜层的效果提供了依据。包括规定了膜层外观质量的评价方法及质量标准，规定了镀玫瑰金膜层的初始颜色值的要求，与色板的色差值要求。规定了镀玫瑰金膜层的厚度检测方法 & 最小的厚度要求。规定了膜层附着力检测方法 & 质量要求。主要性能指标的确定做如下说明：

6.1 膜层颜色

(1) 定性评价

采用目视观察和比对色板的方法，对膜层颜色定性评价，方法参见附录 A。

(2) 定量检测

分别采用不锈钢、黄铜、紫铜、纯银等作为基材，将它们抛光到镜面，采用磁控溅射工艺在其表面沉积玫瑰金膜层，采用分光光度计检测膜层的颜色，如表 3 所示。

表 3 不同基材表面磁控溅射玫瑰金膜层颜色

膜层成色	中间合金	基材	膜层厚	L*	a*	b*	外观感觉
------	------	----	-----	----	----	----	------

			度, μm				
750‰	O	316L 不锈钢	0.05	86.26	9.94	16.21	较明亮, 玫瑰红色
850‰	C	316L 不锈钢	0.05	85.44	10.54	18.39	较明亮, 玫瑰红色
	C	白铜	0.05	85.80	9.14	18.73	较明亮, 玫瑰红色
	C	纯银	0.05	85.55	9.33	18.88	较明亮, 玫瑰红色
	C	黄铜	0.05	85.38	9.57	19.00	较明亮, 玫瑰红色
850‰	C	316L 不锈钢	0.10	84.88	10.88	18.89	较明亮, 玫瑰红色
	C	316L 不锈钢	0.12	84.07	11.45	19.58	较明亮, 玫瑰红色
900‰	O	316L 不锈钢	0.05	85.13	10.09	19.95	较明亮, 玫瑰红色

为对比电镀玫瑰金膜层的颜色, 检测了业界应用最广泛的 750‰电镀玫瑰金膜层的颜色。常规的玫瑰金膜层是通过电镀沉积的, 镀层厚度一般为 $0.05\ \mu\text{m}$ 左右, 由于电镀液中添加了光亮剂, 对于镜面抛光的基材, 其表面镀层的亮度值通常在 85 以上。随着镀层厚度的增加, 镀层亮度值和红绿色度值有不同程度的下降, 如表 4 所示。

表 4 电镀 750‰玫瑰金膜层颜色

生产企业	基材	膜层厚度, μm	L*	a*	b*	外观感觉
S 厂	316L 不锈钢	0.05	86.95	8.87	15.52	明亮, 浅红色
S 厂	H62 黄铜	0.05	87.53	7.49	19.39	明亮, 浅红色
A 厂	316L 不锈钢	0.1	84.80	10.34	15.14	较明亮, 玫瑰红色
A 厂	316L 不锈钢	0.5	83.23	9.98	16.69	偏暗, 玫瑰红色
A 厂	316L 不锈钢	1	84.83	9.67	14.67	较明亮, 玫瑰红色

磁控溅射镀玫瑰金工艺要得到市场认可和接受, 也需要考虑当前的市场接受程度, 参照电镀膜层的颜色值来确定相应的颜色指标。综合对比表 3 和表 4 的膜层颜色值, 本项目确定了磁控溅射玫瑰金膜层在镜面抛光基材的亮度值不低于, 对比膜层颜色可知, 磁控溅射玫瑰金膜层的亮度与红色指数基本相当, 因而可以满足当前的需要。因此, 本标准提出, 在镜面抛光的首饰基材表面磁控溅射玫瑰金膜层, 其亮度值 L^* 应不低于 84, 红色色度值 a^* 应不低于 9.0。对于基材表面做拉沙、喷砂等处理的, 由于不同处理方式对膜层表面颜色影响较大, 因此只对靶材的颜色提出要求, 而对膜层颜色不做具体规定。

(3) 与色板色差值的确定

当色差值超过 1.5 后, 肉眼可分辨出轻微差别。因此提出试片与色板的色差值应在 1.5

以内。

6.2 膜层厚度

在 QB 1131 中对首饰金覆盖层厚度作出了规定，常规电镀玫瑰金层的厚度应大于 $0.05\ \mu\text{m}$ 。镀层厚度增加，对于耐磨性和耐蚀性是有益的，但由于磁控溅射镀玫瑰金的沉积速率明显低于电镀玫瑰金，追求过厚的镀层厚度将显著影响生产效率，增加生产成本，而且随着膜层厚度增加，对其亮度也产生影响。为此，本标准沿用了 QB 1131 的规定，确定磁控溅射镀玫瑰金膜层厚度应不低于 $0.05\ \mu\text{m}$ 。

膜层厚度的测量可按照 GB/T 16921 的规定执行，也可以在试样表面遮蔽形成台阶后，借助激光共聚焦显微镜、扫描电子显微镜、原子力显微镜等显微仪器进行检测。

6.3 膜层附着力的确定

参考电镀层附着力评价方法，对磁控溅射镀玫瑰金层进行附着力检测。

（1）热震试验

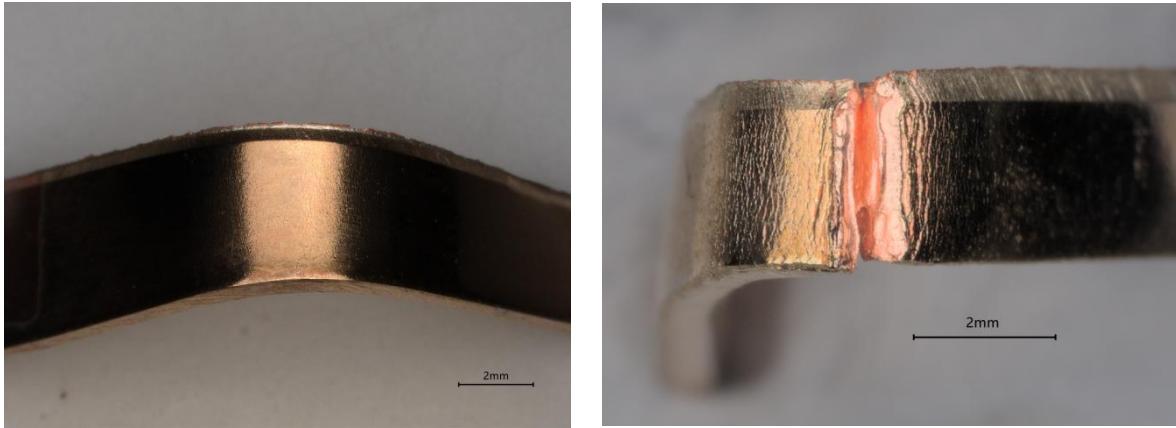
将镀玫瑰金试样分别经 300°C 和 600°C 烘烤 60min 后立即投入冷水中，不应出现起泡、脱皮现象，如图 8 所示。



图 8 试样经 600°C 烘烤 60min 后淬水的表面状况

（2）弯曲试验

将镀玫瑰金货品反复弯曲 180° 直至断裂，镀层不应出现剥离、破裂、片状剥落等情况，如图 9 所示。



(a)一次弯曲

(b)反复弯曲

图 9 磁控溅射玫瑰金膜层弯曲实验

6.4 膜层耐腐蚀性能

根据 GB/T 19719 和 GB/T 28485 中规定的人工汗液配制方法，将磁控溅射和电镀玫瑰金膜层试样浸泡在新配制的人工汗液中，汗液的 pH 值为 6.50 ± 0.10 ，温度为 $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，连续浸泡时间为 1h，检测浸泡前后的颜色并计算色差。当膜层厚度为 $0.05\mu\text{m}$ 时，色差为 1.27；当膜层厚度为 $0.10\mu\text{m}$ 时，色差为 1.04。考虑到市场上玫瑰金靶材材质存在的差异，本标准提出磁控溅射玫瑰金膜层经人工汗液连续浸泡 1h 后，色差不应超过 1.50。

7. 检验规则

本部分内容规定了产品质量的型式检验和出厂检验方法。

8. 附录

附录 A 磁控溅射镀玫瑰金靶材与膜层目视检测作业指导书

附录 B 磁控溅射玫瑰金靶材性能指标

附录 C 首饰表面磁控溅射玫瑰金膜层性能指标

六、标准的科学性、技术可行性和先进性

(1) 科学性

本标准制定过程中，采用文献检索、实地调研、问卷调查、分析研讨、试验验证等方法，研究了国内及广东省现有珠宝首饰镀玫瑰金相关标准的状况，深入不同类型的珠宝企业、行业协会、第三方检测机构、科研院所等组织深入开展调研，广泛征求和采纳相关领域企业、专家学者的意见和建议，并对磁控溅射镀玫瑰金项目进行了大量的试验验证，紧密结合珠宝首饰行业的实际情况，力求标准草案内容合理准确。

标准草案按照《GB/T 1.1-2009 标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》、《GB/T 20001.5-2017 标准编写规则 第5部分：规范标准》、以及《GB/T 28222—2011 服务标准编写通则》给出的规则和要求编写，使之构成合理，内容编排和层次划分清晰。因此，本标准具有较好的科学性。

（2）技术可行性

广州番禺职业技术学院珠宝学院为享誉国内的珠宝专业教育研发品牌，承担了一个国家级珠宝首饰材料工艺技术协同创新中心和两个省级珠宝首饰工程技术研究中心的建设工作，在珠宝首饰材料工艺技术研发应用方面取得了较明显的成效，为产业转型升级作出了贡献。国家珠宝检测中心（广东）有限责任公司、珠宝玉石首饰国检集团（广东）检验有限公司、广东省珠宝玉石及贵金属检测中心在业内具有很好的公信力和影响力。深圳市顺艺珠宝首饰有限公司、柏丽德珠宝（广州）有限公司、山立珠宝（广州）有限公司是国内有名的珠宝品牌，多年来致力于珠宝首饰生产新材料新工艺新技术开发与创新，在首饰数控加工技术、首饰增材制造技术、首饰智能制造与智慧工厂建设、绿色制造与清洁化生产等方面取得了较突出成效，特别是 CNC 加工技术和首饰表面磁控溅射镀膜技术成为珠宝领域的技术标杆。在新技术研发和推广使用方面具有很好地示范效应。各参与单位优势互补，有广泛的资料收集渠道，具有制定珠宝首饰行业标准的工作基础。项目主持人及参与起草的成员均为相关专业技术人员，熟悉行业现状，专业互补性较好，有过制修订标准规范的经历，负责执笔单位具有国内一流的珠宝首饰材料工艺技术研发条件。起草组成员针对不同类别珠宝首饰企业的贵金属首饰表面镀玫瑰金情况开展了广泛深入的调研，标准内容紧密结合地区珠宝首饰行业的实际情况，使制定的标准在推广应用中具有较好的现实基础。因此，本项目具有较高的可行性。

（3）先进性

起草组深入行业协会、珠宝企业、第三方检测机构等单位进行调研，取得第一手资料，在标准制定过程中充分参考了先进企业的做法和珠宝市场的需求，也参考了其它服务行业成熟、先进的做法，使得本标准的技术先进性得到了较好的体现。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准属于贵金属首饰表面磁控溅射镀玫瑰金工艺的空缺状态，其制定不违反相关法律法规及强制性标准，与现行的相关国家强制标准和相关规定没有矛盾或冲突。

《首饰 玫瑰金膜层 表面磁控溅射技术规范》团体标准编制组

2024 年 10 月 20 日