从设计原点出发：金属镀覆纺织品技术的研发

Starting from Design Origin: Development of Metal-coated Textile Technology

姜绶祥 Jiang Shouxiang
彭青歆 Peng Qingxin

内容摘要：应用磁控溅射镀覆技术创新金属镀覆面料的设计研究是近年来被关注的新领域，我们专项课题组的工作以设计为原点，在科研与产业化过程中打破学科界限，在物理、化学、工程一体化上实践设计与科技相结合的模式。在超过8年的系列研究项目中，研究员、研究生在设计、化学、物理、纺织染整、纺织工程等多个领域开展工作，共同完成了以设计为原点实现产业化的课题。文章认为，利用科技手段可以从全新的角度体现设计思想，把握未来流行趋势。而用设计的观念来审视科学技术更是一个概念上的飞跃、知识上的挑战。

关键词：纺织设计、面料设计、纤维材料、金属镀覆
DOI:10.16272/j.cnki.cn11-1392/j.2020.01.009

纺织设计研究是集技术、工艺和材料之大成的一项工作，不仅有具体的操作，还要用到抽象思维的方法。跨学科的设计研究推动了纺织产品的多元化，也为产业升级带来无限的可能性。应用现代科技探讨设计是纺织设计研究面临的新挑战。设计与科技虽然在思维模式和实践方法上都存在较大差异，但两者在纺织品发展的进程中始终保持着紧密联系。应用磁控溅射镀覆技术创新金属镀覆面料的设计研究是近年来被关注的新领域，我们专项课题组的工作以设计为原点，在科研与产业化过程中打破学科界限，在物理、化学、工程一体化上实践设计与科技相结合的模式。历经十余年，开展了设计与技术一体的新型环保纺织着色生产技术和生产系统的工作：(1) 发展和优化以设计为目的的纺织面料处理技术；(2) 探究材料资源和纺织设计产品的品质；(3) 推动科研成果产业化创新纺织服饰产品。

一、纤维与金属

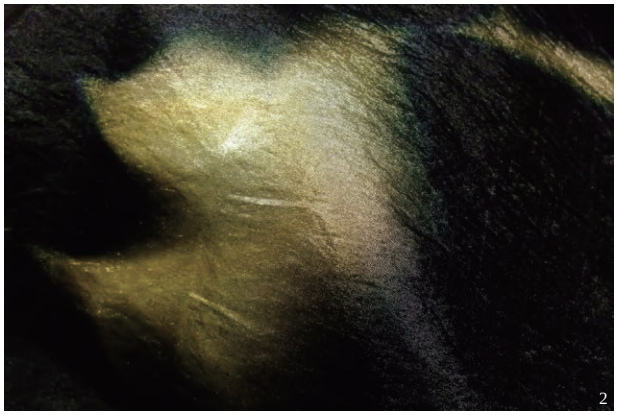
纤维材料的研发为纺织设计提供了更多的创新机会，材料上的每一个革新，都会带来纺织设计结果的改变。每一时期纺织品设计的趋势都与新纤维材料的发展紧密相连，这促使我们格外关注当代材料科学的动向。今天，不断涌现的新材料为设计创新提供了更多的选择，没有合适的材料配合，创新设计就难以顺利实现。纤维有各异的性状，纤维成纱线后有了更加多样的变化，也更符合各种各样的需求。

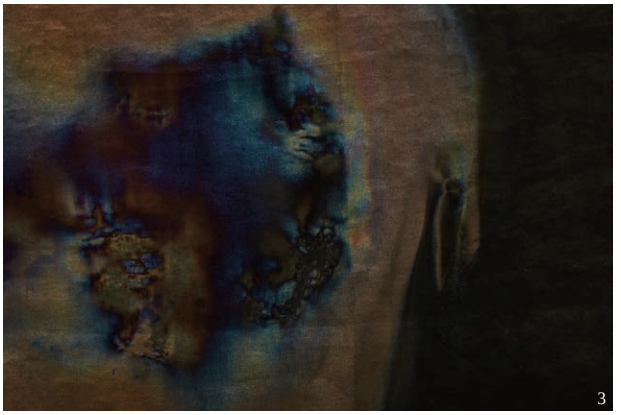
由纱线成为织物，就有了多种形貌。每一道工序都是纺织设计所要涉及的要素。一块面料的性状是由多种因素所决定的，包括纤维品种、纱线性状、织物结构等。软、硬，涩、滑，轻、重，这些在纸上设计中常常被忽略的特性却正是面料的性格要素。对纺织材料量才施用是纺织设计与

1. 不锈钢、钛、铜金属镀覆的涤纶

姜绶祥、彭青歆，香港理工大学纺织及服装学系

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net





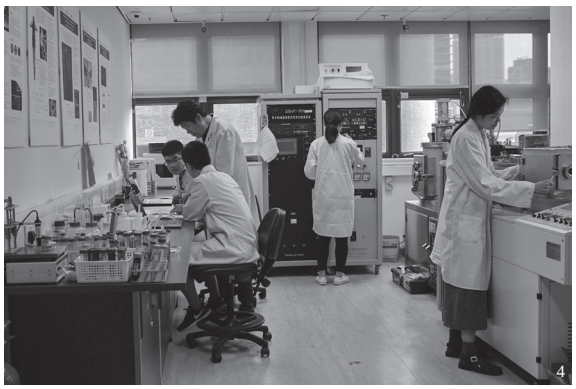
2. 银金属镀覆的涤纶纺

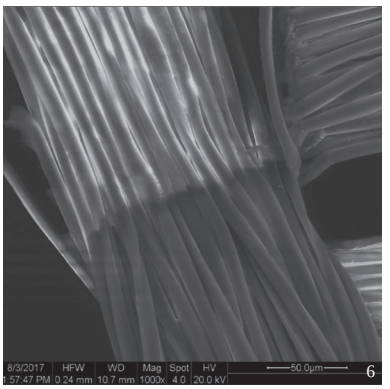
3. 不锈钢、钛金属镀覆的香云纱，黄云摄影

4. 研究团队在高性能薄膜实验室工作，黄云摄影

5. 钛金属镀覆沉积过程（真空 0.1 帕，电流 0.3 安，电压 200 伏，氩气流量 100 标况毫升每分），黄云摄影

6. 电子显微镜放大 1000 倍的金属钛镀覆的涤纶纤维（亮区：镀膜部分；暗区：未镀膜部分），张欣提供





技术过程中不容忽视的要素。

针对成布做进一步的加工处理，我们的研究侧重于对纺织品的美学因素和应用品质的考量。发掘纤维材料的独特品质，完善相关的技术处理手段，分析技术处理对面料所产生的影响，揭示引起变化的原因，是研究工作中关注的首要内容。选取纤维材料进行设计是开展实验工作的第一步，选用的样布会因其自身的成分、结构而呈现出不同结果。

贵金属金和银是财富和永恒的象征，有亮丽的天然色泽，稳定的物理化学性质，常被用于豪华服饰。无论从美学价值还是从使用功能来看，金属材料在服饰产品中都占有重要的地位。因金属的加入，织物增添了时尚的因素，显示出流光溢彩的活力。针对金属服饰的装饰效果，纺织设计把纤维材料自身的美转化为纺织面料最终的品质。奇妙的金属具有无限的可塑形态，凭借良好的反射性能，在不同的空间环境中可呈现出变幻莫测的光、影、色。

以坚硬为特点的金属与以柔软为特征的布共处一体，必然引发多种意义上的对立，不同材质对比可以被看作是一种主客体之间的冲突。把复杂和矛盾结合起来，将阳刚的金属与阴柔的纤维揉在一起，来探讨一块布的活力，乃至气质，不吝是一个激发纺织设计想像的主题。金属、金属氧化物、合金沉积在纤维表面可以实现色谱丰富的膜层，在真丝及涤纶面料表面显现出透明、半透明的效果。纳米结构的金属膜层更改变了纤维的色彩和结构。纤维材料演化出新的性质与活力，这不但引发了设计创作灵感，也诱发了我们产生了继续开展金属镀覆纺织品技术研究，为产业服务的构想。

二、实验与实践

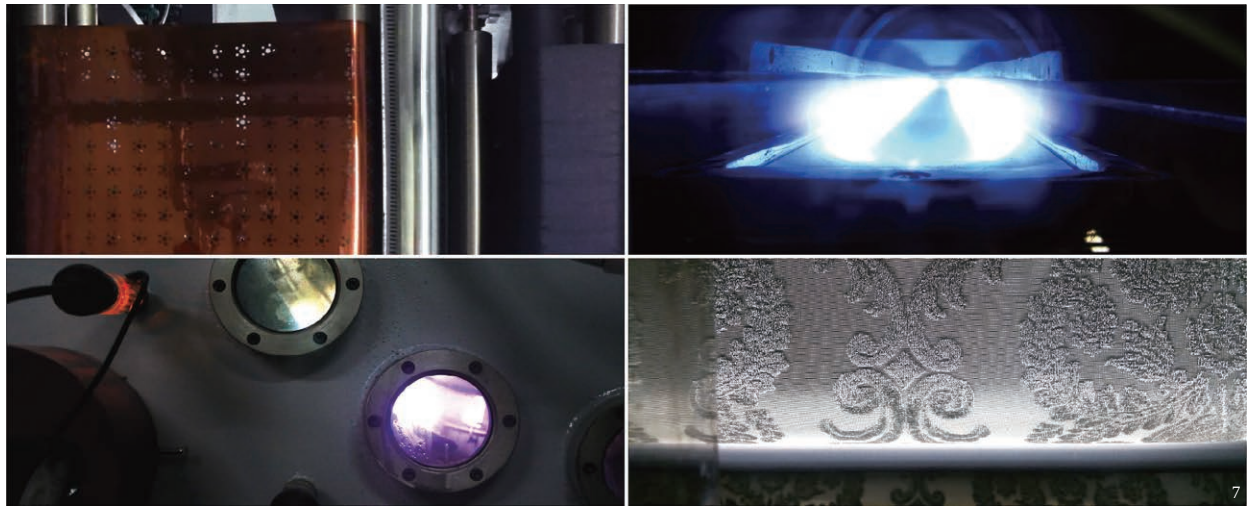
设计延展到以生产为研究目的，就是一个从表象到本质的全方位的技术操作过程。受到各种条件的制约，让许多设计无法付诸生产。因此，金属镀覆纺织产品的研究需要重新审视所涉及的材料技术和生产工艺，基于大量的实验工作，积累经验，探索最优的方法，是开展工作的有效途径。传统工艺经验与现代科技结合为研究工作带来契机，从设计原点出发，才能使新工艺、新技术实现产业化成为可能。

设计思考有求新求变的特征，以设计为原点的研究提倡宽容的创新思考。不但要关注美学因素，也要考虑到纤维面料的特性、工艺条件的变化等诸多因素的影响，并对面料的性能和功能进行全面的关注、全面的分析。尽管诸多实验都会归于失败，但成功的机会就蕴藏在这些探索之中。实验中材料和技术上的奥秘是可以被破解和掌控的。从艺术设计的角度去思考纺织创新，会发现一些过去从未被应用的新思路、新的可能，会在实验的过程中不断地被发现、挖掘出来。

金属、金属氧化物、合金磁控溅射镀覆用于装饰性和功能性的纺织产品的探索从实验着手开展工作。金属镀覆过程需要实施纤维材料的前处理、真空镀覆、后处理。在实验过程中，工艺条件是把握结果至关重要的成分，它们直接影响了处理后纤维材料的色彩、图案、肌理、手感。同一种物料、同样的技术手段，因不同的处理手段和条件，会呈现出各种结果。

历时两年的基础实验，我们对镀覆技术和在不同纤维上产生的结果进行了对比分析，从中总

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



7. 卷绕磁控溅射镀覆纺织品生产系统试验样机（2014 年）

8–9. 广东欣丰科技公司的大型卷绕磁控溅射纺织镀覆生产系统（2016 年）

结出适用的材料和技术参数。只有符合市场应用标准的结果才有产业化的可能，因此镀覆面料的表现是研究所关注的重要方面。经测试，金属粒子镀覆的面料在拒水性、抗静电、防辐射以及抑菌性等方面有突出的效果，达到了改变面料外观和内在功能的目的，并实现了在传统方法无法染色的芳纶、碳纤维、不锈钢等纤维上着色。

实验室的工作可以解开织物变化的秘密，通过实验来发现影响设计的相关因素，有选择地应用实验结果进行纺织设计，这个过程既是一次设计探险，又是一个发展工艺的过程，并为随后的生产应用打下了坚实的基础。立足于设计来分析实验所得到的结果，一些被忽略的东西就如同宝藏一样被发掘出来，由此衍变出新的设计结果。

在实验的探索中，我们发现了许多非常规的结果和现象，经过反复试验，逐渐找出规律，把未知的可能挖掘出来，而并非偶然得之。由于纤维材料的特性，实现金属镀覆绝非易事，没有实验室中的大量基础工作和反复验证，设计结果和技术积累就无从谈起。经由第一手的实验工作，我们得到了许多料想之内和意料之外的结果。

三、工艺与生产

将实验取得的成果应用于纺织产业并最终落实到生产上，将实验样布所呈现出的金属色和品质在批量生产中实现，推出符合市场需求和竞争力的纺织产品，是我们研究工作的目标。要实现产业化，就需要研发出供规模化生产的机械系统，并完成工艺技术优化。

研究团队与企业紧密协作，确保了设备生产、安装、试机按计划完成，能够批量生产镀覆面料的金属镀覆系统实验样机实现装机试验，实现了在纺织面料上无水着色小批量生产，并开展了生产条件和生产参数的摸索和确定，为产业化奠定了技术条件。在此基础上，合作企业进而发展出镀覆幅宽 1.5 米面料的规模化金属镀覆纺织品的大型生产设备。真空金属镀覆技术镀覆布料以电为能源在密闭空间中进行，颠覆了传统染整工艺以水为媒介的方式，生产过程不用一滴水，不产生工业废物，没有二氧化硫、氮氧化物的排放，节能减排。这项技术为企业产业升级、环保生产提供了新的支持。

从开发功能性与装饰性的溅射镀纺织品的实验，到生产系统的成功研发，为新技术产业化创造了条件。与过去的金属涂层面料产品相比，新产品的舒适性和外观都有较大的提升，在功能性方面更优于市场上同类产品，为企业带来了新的商机和市场效益。所研发的系统是带有图案模板系统的全新型金属化纺织品生产设备，可生产出具有精致图案以及丰富金属色彩效果的纺织品。

随着研发的镀覆设备的改善和生产过程的进一步发展，产品的生产成本也大幅度降低，为企业带来可观的经济效益。与传统的染整技术相比，无水镀覆所生产的金属化纺织品综合成本可下降

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

23.5%，毛利率上升 16.6%，同样产能，人手可减少 70%。从而帮助合作企业由传统的“高水耗、高能耗、高污染”生产经营模式转向了“高科技、智能化、小型化”绿色环保模式，构筑了印染行业新业态。企业对这一技术进一步进行研究革新，使之产业化，如今已经产生了可观的经济和社会效益，节约了大量能源，为纺织行业带来可持续性发展的希望。

结语

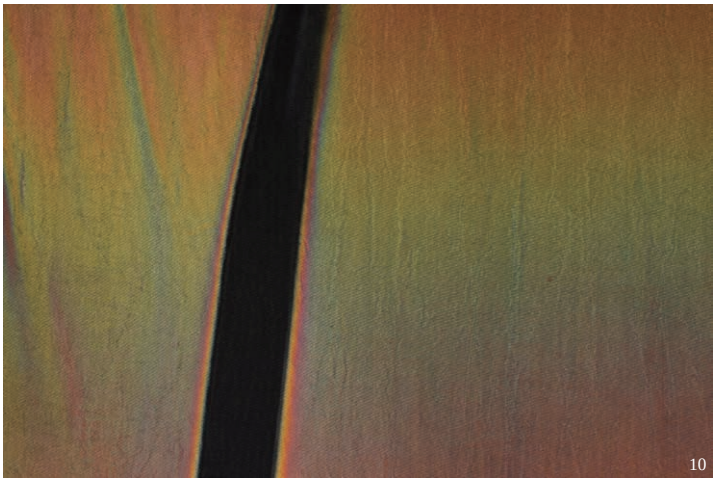
设计和科技结合的实践研究提供了富有潜力的创新空间。这项物理技术创新金属面料的设计研究及产业化的实践过程，是纺织品创新设计上的一次尝试。我们的金属镀覆技术应用于纺织生产的设计研究经历了三个阶段：

一、论证阶段。确立课题方向和研究价值。发掘有设计潜力的条件，包括材料、技术和设备的选择，通过必要的前期实验论证分析计划的可行性，确认设计目的最终的可实现性。

二、实验分析阶段。根据计划系统地开展研究工作，深入地探究实验中的客观现象，总结变化规律，找出优化的工艺技术程式，进而建立完整的设计操作模式。依据产品标准，对处理后的面料品质进行测试，确认其外观、机械性能和防护功能等诸方面的表现。

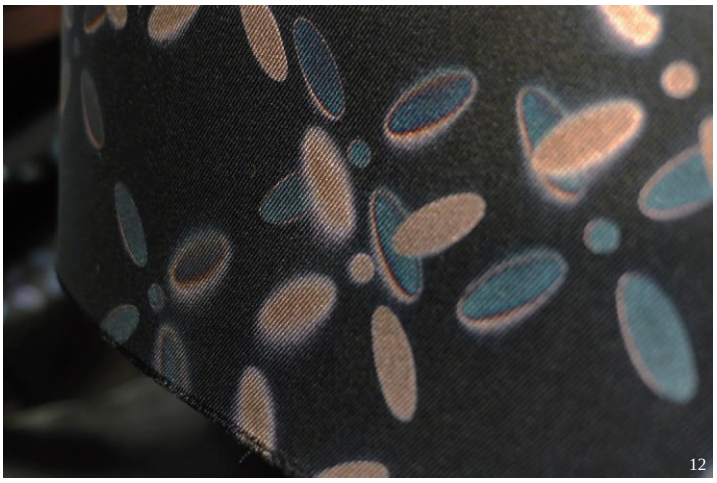
三、产业应用设计阶段。即应用所论证的物理处理方法展开面料设计，发挥艺术设计的主观能动性，发挥材料特性，灵活运用工艺技术，将成功的研究成果进行量化，推进产业化批量生产。

利用科技手段可以从全新的角度体现设计思想，把握未来流行趋势。而用设计的观念来审视科学技术更是一个概念上的飞跃、知识上的挑战。在超过 8 年的系列研究项目中，研究员、研究生在设计、化学、物理、纺织染整、纺织工程等多个领域开展工作，共同完成了以设计为原点实现产业化的课题。一块布，借着无限的想象力，通过技术处理条件的精确掌控，就可以转变成千姿百态的面料设计。未来的纺织设计和创新已不是传统意义的工作所能涵盖的，而是集设计美学、材料科学与技术工艺之大成的工作。这是一个机遇，也是不可预见的领域，对于我们来说，必然要应对各方面挑战。



10

11



12

10. 卷绕磁控溅射镀覆系统生产的合金镀覆涤纶产品

11–12. 卷绕磁控溅射镀覆系统生产的合金镀覆真丝产品

*基金项目：本研究为香港创新及科技基金研究项目（1）“功能性与装饰性的溅射镀纺织产品”（编号：ITP/003/08TP）；（2）“宽幅装饰性织物金属磁控溅射镀覆系统”（编号：ITP/012/11TP）；（3）“捲绕镀覆系统生产金属化真丝和涤纶面料应用工艺的研发”（编号：ITP/046/13TI）。

参考文献：

[1] 王绍强：《布——姜绥祥金属织物设计》[M]，广州：Sandu 出版社，2009。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net