

金属定影管制备技术研究进展

闫 亮 李宗彬 明平美  
(河南理工大学机械与动力工程学院)

**摘 要** 金属定影管是激光复/打印机中按需定影器的核心功能部件,因具有超薄、无缝、多层和大长径比的结构特点,使其制备技术变得极具挑战性。总结了金属定影管常用制备技术的制备原理、特点及存在问题,其中,电铸成形技术因其自身的优势而成为目前金属定影管的主流技术,并对其进行了重点阐述,最后展望了其未来的研究发展方向。

**关键词** 金属定影管;制备;电铸;叠层;合金

**中图分类号** TB812<sup>+</sup>.4;TP334.8 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2022.10.006 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



Research Progress in Manufacturing Technology for Metal Fixing Film

Yan Liang, Li Zongbin, Ming Pingmei

(School of Mechanical and Power Engineering, Henan Polytechnic University)

**Abstract:** Metal fixing film is the core functional component of the on-demand fixation in laser printer/copiers. Due to the structure characteristics of ultrathin, seamless, multilayer and large diameter ratio, the manufacturing technology of metal fixing film becomes challenging. The common preparation principles, characteristics and existing problems of various manufacturing technologies for metal fixing film were summarized, among which the electroforming technology is the mainstream of metal fixing film by virtue of its own advantages. The electroforming technology was emphatically clarified, and the future research as well as development direction were prospected.

**Key Words:** Metal Fixing Film, Manufacturing Technology, Electroforming, Lamination, Alloy

激光复/打印机工作过程一般包括曝光、显影、转印、定影等步骤<sup>[1]</sup>。定影是通过高温和压力将已经显影在纸张上的碳粉内的树脂熔化并使之渗入至纸张纤维内部的过程。它主要通过一种常称为定影膜(Fuser film sleeve)的薄壁管状功能部件来实现。定影膜一般由多层不同材料叠加而成,常包括基层层、弹性层和释放层<sup>[2]</sup>,见图1,基层层常称为定影管。

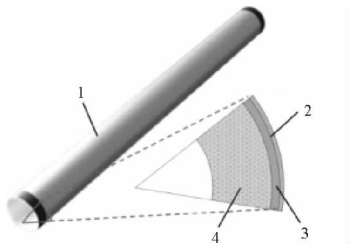


图1 定影膜典型三维示意图

Fig.1 Typical three-dimensional diagram of metal fixing film  
1.定影膜 2.释放层 3.弹性层 4.基层层(定影管)

依据材质,定影管一般分为树脂定影管和金属定影管两大类。相对于树脂定影管,金属定影管因兼具导热性强<sup>[3]</sup>、启动速度快、强度高<sup>[4~6]</sup>、使用寿命长、精度高等特点,可满足高性能激光复/打印机快启动、速热、低功耗、高精度转印等应用要求,已成为主流定影管。金属定影管以不锈钢或镍合金为主。

金属定影管的金属层有单层、双层和三层等多种类型。单层定影管以 Al、304 不锈钢、Ni、Ti、Cu、Ni-C 合金、Ni-Co 合金等为主;双层定影管以 Ni-Fe/Ni-Co 合金等为主;三层定影管以 Ni-P/Cu/Ni-P 异质叠层金属为主。其结构尺寸范围:长度为 228~397 mm,内径为 24~78 mm,厚度为 30~45 μm,因其结构具有超薄、无缝、多层和长径比大等特征,制造困难。

表1为3种常见金属定影管制备技术的对比。其中,在无热缺陷和低表面粗糙度的情况下,电铸成形技术能够制备出大长径比、超薄、无缝和小口径的金属定

收稿日期:2022-03-01;修改稿收到日期:2022-04-15  
基金项目:国家自然科学基金资助项目(51875178);中原科技创新领军人才计划资助项目(214200510018);河南省重点科技攻关资助项目(202102210069);河南理工大学博士基金资助项目(B2013-031)  
第一作者简介:闫亮,女,1981 年出生,讲师,河南焦作(454000),E-mail:yanliang@hpu.edu.cn  
通信作者:明平美,男,1974 年出生,教授,河南焦作(454000),E-mail:mingpingmei@163.com  
引用格式:闫亮,李宗彬,明平美. 金属定影管制备技术研究进展[J]. 特种铸造及有色合金,2022,42(10):1 220-1 224.  
YAN L, LI Z B, MING P M. Research progress in manufacturing technology for metal fixing film[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2022, 42(10):1 220-1 224.

影管。电铸金属定影管的成形通过工件阴极沉积来实现,阴极的沉积发生在原子水平,可以精准控制沉积层的厚度并可获得低表面粗糙度。

表 1 3 种金属定影管制备技术的对比

| Tab.1 Comparison of various common manufacturing technologies for metal fixing film |                           |                               |            |                                   |                              |     |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|-----|------|------|
| 制备技术                                                                                | 大长径比 (>10) <sup>[7]</sup> | 超薄 (壁厚 <30 μm) <sup>[8]</sup> | 无缝、表面粗糙度 高 | 小口径 (内径 <18 mm) <sup>[9,10]</sup> | 加工精度 高、厚度 均匀 <sup>[11]</sup> | 热缺陷 | 耐热脆性 | 多层金属 |
| 焊接成形技术                                                                              | √                         | ×                             | ×          | ×                                 | ×                            | √   | ×    | ×    |
| 塑性成形技术                                                                              | √                         | ×                             | √          | ×                                 | ×                            | ×   | √    | ×    |
| 电铸成形技术                                                                              | √                         | √                             | √          | √                                 | √                            | ×   | ×    | √    |

目前,经久耐用、韧性和耐热脆性良好的超薄异质叠层金属定影管制备技术主要掌握在少数国外企业手中。我国在该领域的研究起步较晚,国产定影管的性能与进口定影管存在较大差距。为更好了解金属定影管制备技术的现状与发展趋势,推进我国金属定影管制备技术发展,综述了金属定影管常用制备技术及其研究进展,分析了各制备技术存在的问题,并给出了未来的发展方向与研究重点。

1 焊接成形技术

受无缝金属薄管成形技术的限制,早期的金属定影管曾采用焊接成形技术进行制备,即综合利用高温、加热或高压等作用将卷制后的带缝管焊接在一起并补实焊缝以获得金属管件,其制备原理示意图见图 2。制备过程中,因剧烈热熔和热力作用,焊缝区容易出现微裂缝、降低力学性能等问题。尽管稻田幸辉等<sup>[12]</sup>采用压焊(如滚焊、压薄滚焊等)来减少上述现象,但所制备的定影管仍存在成形精度不易保证、效率偏低等问题,严重制约该技术的推广应用。

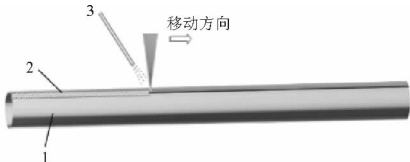


图 2 焊接成形技术制备金属定影管的原理示意图  
Fig.2 Mechanism diagram of metal fixing film manufactured by welding technology  
1.带缝管 2.焊缝 3.焊条或焊丝

2 塑性成形技术

金属定影管的传统旋压加工是利用旋压头旋转滚压金属管坯,同时沿管坯轴线做移动碾压动作来实现,见图 3<sup>[13,14]</sup>。但直接旋压而成的金属定影管的表面往往存在间距为 0.1~0.5 mm、高度为 0.2~0.3 μm 的螺

旋状凹凸纹,严重影响了表面平整度。对此,研究者开发了一些新的工艺方法或后处理技术。刘江<sup>[15]</sup>提出一种冲压-旋压组合式制备方法,利用差温拉伸机加工去除旋压薄壁金属圆筒表面上的螺旋条纹,并修正薄壁金属圆筒的直线度和壁厚。张斌<sup>[9,10]</sup>开发了一种旋压-拉伸复合加工技术,先对金属定影管管坯进行旋压拉伸,然后对其外表面进行涂敷,获得耐腐蚀、稳定性好的金属定影管。小林刚等<sup>[16]</sup>使用车光工具对所制的薄壁金属圆管外表面进行光整后处理,消除外表面的辊痕,并采用负压喷射技术对其内表面进行研磨光整加工。

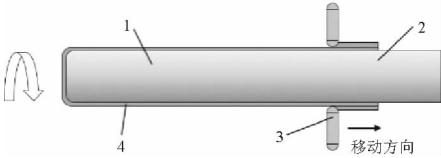


图 3 旋压制备金属定影管示意图  
Fig.3 Schematic diagram of metal fixing film manufactured by spinning technology  
1.芯轴 2.管胚 3.旋轮 4.初级薄壁金属圆筒

此外,伊藤洋治<sup>[17]</sup>在提高旋压金属定影管厚度均匀性方面提出了解决方案,即旋压过程中根据实时测得的厚度变化情况及时调整旋轮压力。当前,旋压制备技术是制备金属定影管的主流技术之一,尽管如此,成形精度的稳定控制、内表面粗糙度较高等仍未得到满意的解决,进而制约了其应用。而且,受成形原理限制,旋压制备技术不适合小口径(口径<18 mm)或超薄(厚度<30 μm)金属定影管的制备。

3 电铸成形技术

3.1 电铸成形金属定影管制备原理

电铸成形技术是一种基于阴极电沉积原理实现金属制件超精密复制式成形的制备技术<sup>[18~21]</sup>。图 4 为电铸成形制备金属定影管工艺流程图。电铸时,将圆柱状芯模作为阴极,在电场作用下,电铸液中的金属阳离子在芯模表面与电铸液的界面处电子还原为金属原子,并

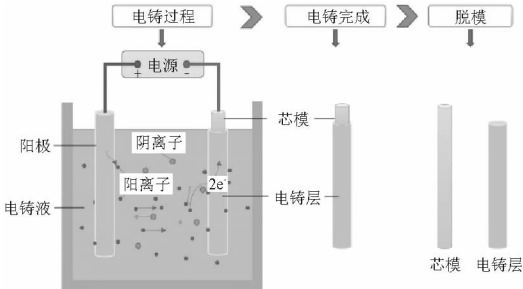


图 4 电铸成形制备金属定影管工艺流程图  
Fig.4 Flow chart of metal fixing film manufactured by electroforming technology

在芯模表面逐层堆积增厚,达到设定的厚度后,取出带有金属电铸层的芯模并采用特定脱模方式将金属电铸层与芯模分离,即可制得无缝金属定影管。

与焊接成形技术及塑性成形技术相比,电铸成形的金属定影管有如下特点:①管内壁粗糙度易于保证。由于定影管的内壁是通过复制芯模的外表面成形的,故可通过芯模外表面来间接且简易地保证管内壁的表面质量,解决了小口径金属定影管内壁表面品质难以保障的难题;②金属定影管外表面品质高。电铸成形的定影管的外表面是电沉积的自由成形面,正常条件下,可获得纳米级表面粗糙度、近无缺陷的表面;③易于实现多种异质金属叠层薄壁管的精密成形。电铸是一种电场控制下通过逐层堆叠材料方式实现金属制件精密制备的特种成形技术,使得它易于通过换槽或同槽改变工艺等方式获得多种异质金属叠层薄壁管的精密制备。

3.2 材料与结构的发展

目前电铸成形技术制备的金属定影管普遍存在耐热性差、可靠性不高、强度偏低等问题。为了提高其性能,研究人员从金属定影管材料及结构入手提出了各种新的尝试,并取得了一些结果。

为减少金属定影管的热脆现象,提高其强度,MASAO T 等<sup>[22]</sup>提出采用 C 质量分数为 0.05%~0.12% 的 Ni-C 合金,植田信二等<sup>[23]</sup>提出采用 Co 质量分数为 5% 以上、硬度(HV)为 450~550、压应力为 0~0.5 MPa 的 Ni-Co 合金,TAKAHASHI J 等<sup>[24]</sup>提出将一定 Fe 含量的 Ni-Fe 合金用于金属定影管等。

图 5 为金属定影管材料的发展历程。可以看出,金属定影管采用单层合金材质,其刚性、导热性能、耐热脆性以及耐久性能较纯镍得到了有效的提高。

| 纯Ni <sup>[25]</sup> | Ni-Mn合金 <sup>[26]</sup> | Ni+2, 3, 4和5族金属元素 <sup>[27]</sup> | Ni-C合金 <sup>[22]</sup> | Ni-Co合金 <sup>[23]</sup> | Ni-Fe合金 <sup>[24]</sup> |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 高温下,强度硬度下降          | 强度提升                    | 硬度适当                              | 导热性能良好                 | 成本低                     | 耐磨性优异                   |
| 耐热脆性差               | 强度低处易断裂                 | 相比纯镍耐久脆性提升                        | 高刚性                    | 耐热脆性好                   | 高热导率                    |
| 耐久性差                |                         | 耐久性优异                             | 耐热脆性好                  | 耐久性好                    | 耐久性好                    |

图 5 金属定影管材料的发展

Fig.5 Material development of metal fixing film

为了提高金属定影管的耐久性,部分研究者将单层梯度/叠层结构用于金属定影管。在单层金属定影管中,新井信弘<sup>[28]</sup>提出通过控制金属定影管两端区域的显微维氏硬度(HV)(>330)高于中心区域的显微维氏硬度,使其端部较硬,以获得更高的耐久性;宫城誠<sup>[29]</sup>提出通过增加金属定影管的两端区域的厚度,使其高于中心区域的厚度,以获得更高的耐久性。然而,通过增加端部硬度会带来脆性断裂的风险,同时增大了金属定影管的运行阻力。因此,藤江健吾<sup>[30]</sup>提出一种金属定

影管 P 含量的梯度分布结构,使其端部的 P 含量高于中心部位,并尽可能在不改变金属定影管厚度或硬度的情况下对端部进行固溶强化,从而提高金属定影管耐久性;此外,还有研究认为金属定影管的失效会发生在其外表面,为此,犬飼剛貴等<sup>[31]</sup>提出一种金属定影管外表面的 P 含量低于内表面的结构,经过 350 ℃ 热处理后,外表面的硬度低于内表面,从而降低了外表面产生裂纹的概率,提高了其耐久性。浅川健人等<sup>[32]</sup>提出一种金属定影管厚度方向呈梯度分布的 Ni-Fe/Ni-Co 合金结构,并使外表面的合金成分含量低于内表面,以提高其耐久性。

单层定影管中的梯度结构提高了金属定影管的力学与物理性能,但效果一般。为此,有研究者尝试将异质材质叠层结构应用于金属定影管。庞力<sup>[33]</sup>提出将具有纳米级均匀弥散固体微粒的金属基复合材料用于金属定影管,以此来提高其强度、耐久性。杉山新五等<sup>[3]</sup>提出一种 Ni-P/Cu/Ni-P 三层异质叠层电铸金属定影管,其截面结构示意图见图 6,中间 Cu 层具有较高的热导率[Ni 为 90 W/(m·K),Cu 为 398 W/(m·K)],因此该金属定影管的整体导热性更佳。有研究者还认为金属定影管的中间 Cu 层具有相对更低的杨氏模量与弹性模量,可抑制金属定影管啮入定影区域段的弯曲带来的破坏,使其比单层定影管具有更高的耐久性<sup>[34,35]</sup>。

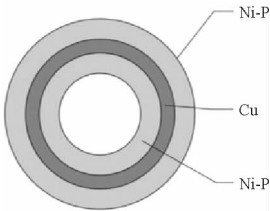


图 6 3 层异质叠层金属定影管的截面结构示意图  
Fig.6 Schematic diagram of cross section of three-layer heterogeneous laminated metal fixing film

金属定影管结构的发展见图 7。可以看出,单层梯度结构金属定影管的耐久性优于均质 Ni 结构金属定影管,异质叠层结构金属管的耐磨性能、耐热脆性、耐久性能等比单层梯度结构金属定影管得到明显的改善与提

| 单层梯度结构                              |                                    |                                      | 叠层结构                        |                                  |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 镀层厚度相同,端部区域硬度大、中心区域 <sup>[28]</sup> | 镀层厚度相同,端部区域厚、中心区域薄 <sup>[29]</sup> | 镀层厚度相同,外表面硬度大、内表面硬度小 <sup>[31]</sup> | Ni-P/Cu/Ni-P <sup>[3]</sup> | 基质金属/基质金属-纳米固体颗粒 <sup>[33]</sup> |
| 耐久性高                                | 耐久性好                               | 耐热脆性较高                               | 制备精度高                       | 力学性能优异                           |
|                                     | 可靠性好                               |                                      | 强度高                         | 耐磨性能好                            |
|                                     | 外端面镀层太厚,刚性变高、易折                    | 相比纯镍耐久性提升                            | 耐热脆性好                       | 耐热脆性好                            |
|                                     |                                    |                                      | 耐久性好                        | 耐久性优异                            |
|                                     |                                    |                                      |                             | 成本低,可批量生产                        |

图 7 金属定影管结构的发展

Fig.7 Structure development of metal fixer film

高。Ni-P/Cu/Ni-P 异质叠层结构的金属定影管由于具有更高的导热性能以及耐久性,已成为目前电铸制备的金属定影管的主流结构。

3.3 脱模工艺

电铸成形的金属定影管与芯模之间存在结合力,难以脱模,会影响成品品质。为此,针对电铸脱模难题,研究者提出高压液体、高压气体、轴向拉力和热膨胀系数差异等方式破坏结合力,以实现脱模。

基于高压液体方式,佐々木浩二<sup>[36]</sup>提出在芯模的一端外周面上设置喷液孔,通过喷液孔对芯模与电铸层之间结合界面施加高压液体,使芯模与电铸层完成分离。该方法脱模后,其电铸层内壁易出现折痕、不平整等缺陷。为解决这些缺陷,明平美等<sup>[37]</sup>提出了一种内控液压法脱模技术,通过向芯模施加和释放压力使电铸层和芯模分离,实现脱模。基于高压气体破坏电铸层与芯模结合的方式,工藤譲<sup>[38]</sup>提出在芯模一端设置有可拆卸的裙状端部,脱模时,将裙状端部拆除获得裙状空间,对裙状空间内施加高压气体,实现脱模。

基于轴向拉力破坏电铸层与芯模结合的方式,赵小康等<sup>[39]</sup>提出在芯模的一端设置凸台状脱模块,电铸层在脱模块拉力作用下脱离芯模,实现脱模。基于材料热膨胀系数的方式,闫亮等<sup>[40]</sup>在芯模内部填充具有一定热膨胀系数的膨胀材料,芯模随着电铸过程的进行实现自膨胀与自恢复,使脱模更便捷。

图 8 为各脱膜方法的工艺特点及脱模效果。

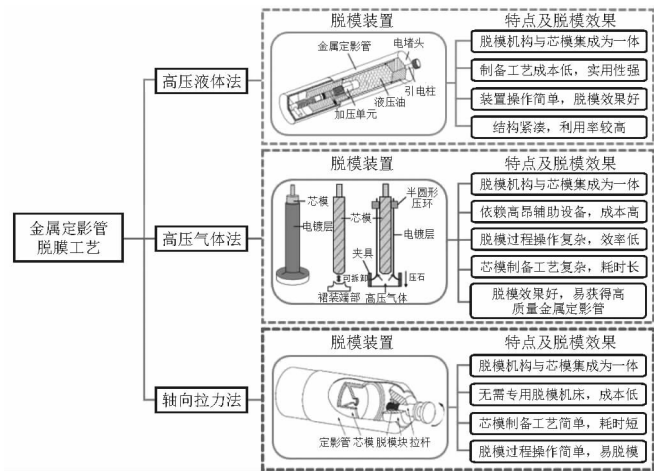


图 8 各脱模方法的工艺特点及脱模效果

Fig.8 Characteristics and effect of each demolding process

3.4 工艺系统

电铸工艺系统是电铸成形制备金属定影管的载体,其设计的合理与否直接影响到电铸过程操作的便利性以及电铸产品的品质。为此,研究者对电铸工艺系统进行了研制,明平美等<sup>[41]</sup>提出一种用于电沉积薄壁无缝圆管的装置,利用柔性纤毛对电铸层表面进行刮擦,进

而驱离与去除电铸层表面附着的气泡,提高电铸层表面质量。王日鑫等<sup>[42]</sup>提出一种阴极复合运动的多工位电铸装置,该装置采用多电铸槽,并配合导轨滑块机构,实现在叠层电铸时电铸槽之间的快速切换,提高电铸效率。

综上所述,围绕金属定影管的选材与结构、脱模工艺以及电铸工艺系统的研发等方面做了大量的研究工作,并取得了很大的进展。然而,现有公开文献未对金属定影管热脆性和叠层间结合力等性能的提高及优化等问题进行系统化地深入研究。

4 结 语

随着社会不断向信息化发展,我国对激光复/打印机关键耗材的金属定影管的需求量剧增,对于强度高、导热性和耐热性能良好、功耗低和寿命长的优质定影管的需求十分迫切。

制备金属定影管主要有焊接成形、塑性成形以及电铸成形等制备技术。由于焊接成形、塑性成形技术制备金属定影管的强度不够、精度不高、耐热脆性差以及使用寿命不长等缺点,限制了其在高精度高性能金属定影管中的应用。电铸成形技术由于其自身的工艺特点,所制备的金属定影管的内径与管壁厚度没有关联性,可实现小内径、微壁厚的无缝金属定影管制备,而且还可根据需求将不同优异性能的金属同时电铸,实现异质叠层金属管的制备。目前,电铸成形技术制备出的金属定影管具有导热性和耐热性好、疲劳强度高、寿命长、加热速度快等特点,已经成为国际上制备薄壁无缝金属定影管的主要技术之一。然而,我国在电铸制备金属定影管方面的基础研究和应用基础研究还刚刚起步,电铸液的电化学稳定性、金属叠层合金元素设计与结构优化、热脆性弱化机理、异质叠层强结合机制、无损高效脱模技术等基础理论与关键技术问题亟待深入研究。

参 考 文 献

[1] 刘志洪,雷兴宇,杨易,等. 激光打印机工作原理及典型故障分析[J]. 中国新通信, 2020, 22(23): 129-130.

[2] SUZUKI A, NISHIDA S, SHOICHIRO I. External heating fuser technology for on demand and high productivity printing of LBP[J]. Journal of the Imaging Society of Japan, 2018, 57(6): 667-671.

[3] 杉山新五, 西田晃. 定着用金属複層部材: 日本, 2013174671A [P]. 2013-09-05.

[4] 為政博史, 無端ベルト、定着装置及び画像形成装置: 日本, 2011150230A [P]. 2014-06-25.

[5] KENGO F, YASUOMI M, YASUhide F, et al. Substrate, fixing belt with substrate, fixing device with fixing belt, and image forming apparatus: American, 201414260734A [P]. 2016-07-05.

[6] 藤江健吾, 見上康臣, 藤原康秀. 定着ベルト用基材、定着ベルト、

- 定着装置、および、画像形成装置：日本，201768284A[P]. 2017-04-06.
- [7] 廖清华，宾璐，阮滢滢，等. 大长径比薄壁零件旋压工艺研究[J]. 新技术新工艺，2021(10)：23-25.
- [8] 鈴木誉久，田中小夜子，泉博章，等. ディスク媒体、情報記録装置および情報再生装置：日本，200336609A[P]. 2003-02-07.
- [9] 张斌. 一种激光打印机用的金属定影膜：中国，201420035363.4 [P]. 2014-07-30.
- [10] 张斌. 一种旋压精密拉伸机：中国，201310131837.5[P]. 2015-04-22.
- [11] 佐久間優. 金属環状体並びにその製造方法：日本，2001225134A [P]. 2001-08-21.
- [12] 稲田幸輝，岩见和俊，今井篤比古. 金属箔管及其制造方法与制造装置：中国，200480002506.0[P]. 2006-02-22.
- [13] 王玉. 塑性加工技术前沿综述[J]. 塑性工程学报，2003，10(6)：1-4.
- [14] 张士宏. 塑性加工技术的科学化与中国塑性加工技术的发展[J]. 世界科技研究与发展，2001，23(5)：5-11.
- [15] 刘江. 一种打印定影膜管的制造方法：中国，201110403759.0[P]. 2014-02-19.
- [16] 小林刚，斎藤刚志，八百板崇，等. 定影套筒及其制造方法：中国，201610089690.1[P]. 2016-08-24.
- [17] 伊藤洋治. 圆形金属结构及其制作方法和其生产设备：中国，200810136149.7[P]. 2008-12-10.
- [18] WENHUI T, HONGYE G, AILING F. Microstructure and texture of electroformed copper liners of shaped charges[J]. Journal of University of Science and Technology Beijing, 2002(4)：265-268.
- [19] CHOU M C, YANG H. Micro-compositeelectroforming for LIGA technology[J]. Micro-System Technologies, 2001, 7(1)：36-39.
- [20] ZHANG H G, ZHANG N, FANG F Z, et al. Study of ion transportation and electrodeposition under hybrid agitation for electroforming of variable aspect ratios micro structures[J]. Precision Engineering, 2021, 72：122-143.
- [21] ZHANG H G, ZHANG N, FANG F Z, et al. Investigation of mass transfer inside micro structures and its effect on replication accuracy in precision micro electroforming[J]. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2021, 165：103 717.
- [22] MASAO T, GOKI I. Fixing belt and fixing apparatus equipped with same: American, 21280902A[P]. 2003-11-11.
- [23] 植田信二，石渡正二. シームレスベルト基体、その製造方法及び加熱定着用シームレスベルト：日本，2005089790A[P]. 2005-04-07.
- [24] TAKAHASHI J, ZHOU Y M, SASAKI K, et al. Metal belt, fixing belt and heat fixing device: American, 58033404A[P]. 2008-05-20.
- [25] 西本重人. 検査方法、及び、検査装置：日本，2002206188A[P]. 2002-07-26.
- [26] 高木正夫. 電子写真装置用定着ベルト及び定着装置：日本，934286A[P]. 1997-07-24.
- [27] 柏原秀樹. 電鍍ニッケルベルト、被覆ニッケルベルト、及び被覆ニッケルベルトの製造方法：日本，2002241984A[P]. 2002-08-28.
- [28] 新井信弘. 定着ベルト：日本，2004333750A[P]. 2004-11-25.
- [29] 宮城誠. 定着ベルトおよび定着ベルトの製造方法：日本，2005031474A[P]. 2005-02-03.
- [30] 藤江健吾. 定着ベルト用基材、定着ベルト、定着装置、及び、画像形成装置：日本，2012168264A[P]. 2012-09-06.
- [31] 犬飼剛貴，高木正夫. 定着ベルト：日本，2005121825A[P]. 2005-05-12.
- [32] 浅川健人，赤穂崇，薄井亨一. 定着ベルト：日本，201148312A [P]. 2011-03-10.
- [33] 庞力. 一种强化型的薄壁金属基管及其制造方法：中国，200910068578.X[P]. 2010-10-27.
- [34] 杉山新五. 定着用金属複層部材：日本，2014211630A[P]. 2014-11-13.
- [35] 根元装，藤原康秀，藤江健吾. 定着ベルト用基材、定着ベルト、定着装置及び画像形成装置：日本，2017015965A[P]. 2017-01-19.
- [36] 佐々木浩二. エンドレスベルトの製造装置及びその製造方法：日本，2006213960A[P]. 2006-08-17.
- [37] 明平美，王日鑫，闫亮，等. 一种用于电铸制备薄壁无缝金属圆管的芯模：中国，201911123912.7[P]. 2020-01-21.
- [38] 工藤譲. 無端状金属薄膜の製造方法：日本，2012058644A[P]. 2012-03-22.
- [39] 赵小康，明平美，闫亮，等. 一种用于电铸无缝金属薄壁圆管的机构：中国，201920375576.4[P]. 2019-12-03.
- [40] 闫亮，王日鑫，明平美，等. 一种用于电铸制备薄壁无缝金属圆管的芯模：中国，201911123899.5[P]. 2020-02-11.
- [41] 明平美，赵小康，闫亮，等. 一种用于电沉积薄壁无缝圆管的装置：中国，201910347052.9[P]. 2019-06-28.
- [42] 王日鑫，李云涛，明平美，等. 一种阴极复合运动的多工位电铸装置：中国，202020198252.0[P]. 2020-09-15.
- (编辑:刘卫)
- ### 1-8 月我国新能源汽车产量增长 1.2 倍
- 9 月 9 日，中国汽车工业协会在北京发布 8 月汽车行业经济运行情况。8 月，我国汽车产销分别完成 239.5 万辆和 238.3 万辆，环比分别下降 2.4% 和 1.5%，同比分别增长 38.3% 和 32.1%。其中，乘用车产销分别完成 215.7 万辆和 212.5 万辆，环比分别下降 2.4% 和 2.3%，同比分别增长 43.7% 和 36.5%。商用车产销分别完成 23.8 万辆和 25.8 万辆，产量环比下降 2.7%，销量环比增长 5%；同比分别增长 3.1% 和 4%。新能源汽车产销分别完成 69.1 万辆和 66.6 万辆，月度产销再创历史新高，产销同比分别增长 1.2 倍和 1 倍。
- 1~8 月，汽车产销分别完成 1 696.7 万辆和 1 686 万辆，同比分别增长 4.8% 和 1.7%，是二季度以来的首次产销双增长。其中，乘用车产销分别完成 1 480.3 万辆和 1 465.5 万辆，同比分别增长 14.7% 和 11.7%。商用车产销分别完成 216.5 万辆和 220.6 万辆，同比分别下降 34.1% 和 36.2%。新能源汽车产销分别完成 397 万辆和 386 万辆，同比分别增长 1.2 倍和 1.1 倍。
- (摘自压铸周刊)