

白皮书

简介

本文主要介绍在热塑性塑料部件中装配嵌件最常用的两种方法：**热熔和超声波压入安装**。

由于塑料部件在各行各业用得越来越多，因此紧固方法也变得日益重要。如果直接将螺钉或螺栓穿入塑料组件中，则可能因为螺纹剥裂或塑性蠕变¹而损坏塑料。在要求有一定连接强度并且在不损害组件而能组装分拆的情况下，**螺纹嵌件**可提供满足两种要求的耐用螺纹。

详细讨论热熔和超声波压入安装方法之前，了解一下其他嵌件装配方法也很重要，如表 1 中所示。与注塑嵌入相比，经过模制工序后（模制后）装配嵌件可通过缩短模制时间而降低成本。而且模制后装配还可以降低因嵌件脱落而报废和减少对模具的潜在损坏几率。如表 1 中所示，只有热塑性塑料部件才采用热熔和超声波压入安装方法。热塑性塑料在常温下是固体，可以重复熔化多次，而热固性塑料在从液态转变为固态过程中具有一次性反应，不能再度熔化。

无论采用热熔还是超声波压入安装方法，均可通过再度熔化塑料而将嵌件嵌入模制孔或钻孔。孔内的保持力由符合嵌件外表特征的熔化塑料提供（图 1）。必须移位足量塑料才能完全将这些外表部位填满，这样才能使嵌件在塑料固化时达到最佳性能。确定流入嵌件滚花、倒钩和底切中的塑料是否充足的准确方法，就是看装配嵌件的横截面，确保这些外表部位在塑料中就像在镜子中呈现的一样，如图 2 和图 3 所示。确保有适量塑料填满嵌件外表部位极为重要，因为这决定了扭矩和拉出性能。在图 3 中，塑料没有完全填满产生保持力的外表部位，因此会导致嵌件性能不佳。

虽然热熔和超声波压入安装方法都依赖于塑料的局部熔化，但它们却能导致不同的性能。两种装配方法各有其优缺点，投资购买装配设备前应考虑到这些因素。



图 1. 嵌件外部的底切、滚花和/或螺纹可提高性能



图 2. 正常的塑料流动



图 3. 不正常的塑料流动

表 1. 螺纹嵌件的装配方法

装配方法	热塑性塑料	热固性塑料
热熔	✓	
超声波	✓	
压入	✓	✓
自攻螺纹	✓	✓
注塑	✓	✓

✓ = 可以装配在指定类型的塑料中

¹蠕变是指当材料承受静态机械应力和/或温度升高时，发生变形或移位的现象。（《材料科学和工程简介》(Materials Science and Engineering An Introduction)，作者 William D. Callister，第 7 版）。

总体概述

超声波压入安装



超声波插入机械可将电能转变为机械振动输出。当超声波角状压头向金属塑料接合点输送机械能时，通常由气压缸提供下压力。超声波角状压头（用包括钛合金、不锈钢和铝合金在内的各种金属制造）直接接触金属嵌件。当角状压头振动时，机械能转移到包围嵌件的塑料，产生最终熔化塑料以便插入所需的热量。

热熔安装



嵌件热熔插入的方法是将热量通过嵌件从加热头传输给塑件，或者预先将嵌件加热，然后将其压入。在两种情况下，都要向嵌件施加受控力，以确保装入嵌件前充分熔化塑料。由于热熔安装要求给整个嵌件而不只是金属塑料接合点加热，因此嵌件材料应具有极佳的导热性（常见选择是黄铜和铝）。这样能使嵌件更快地向塑料传热（同时也能使嵌件在装入后迅速冷却）。一旦塑料达到其熔化温度，它就会开始填充嵌件产生保持力的部位，然后在产生的应力最小时固化。

超声波插入和热熔插入的主要特性、优点和局限性

由于插入速度更快且冷却时间更短，因此在装配没有预加热的单个嵌件时，超声波插入通常比热熔插入所需的时间短。不过与超声波设备相比，预加热嵌件的加热设备能够达到与之相当的装配时间。此外，当同时装配多个嵌件时，热熔插入将提供更快的吞吐量。

超声波压入安装的优点

- **对于小嵌件可缩短装配时间。**对于较小嵌件（1/4 英寸 OD 以下），采用超声波压入安装方法速度一般较快，而随着嵌件尺寸增加会变慢。
- **可重复利用。**超声波机器通常可以再利用，或者从初始塑料对塑料焊接过程转变为嵌件装配。
- **可互换**—可以轻松改变角状压头的大小和形状，以适应不同的嵌件尺寸。

超声波压入安装的缺点

- **熔化不充分。**
 - 组件固定/箱位不佳常常会导致嵌件冷压合。这是由衰减导致的，衰减是指机械能的损耗。由于机械能未被集中在嵌件周围，衰减效应将导致安装效果不佳。
 - 当嵌件压入速度太快时，塑料没有时间充分熔化。这是超声波插入方法的常见问题，它会使塑件内产生高应力并造成保持力不足，从而导致零件失效。在装配时也有可能出现零件失效，但最坏的情况是在使用时失效。
 - 通过角状压头施加的振动力难以控制，部件有时会在塑料根本未熔化之前被强行压入孔中。这样会对嵌件或塑料主体造成严重损坏。虽然使用精密的控制系统有助于解决这个问题，但它们能使本已高昂的超声波插入机成本接近翻倍。
 - 嵌件和/或插孔大小的轻微变化都足以导致熔化不充分，即使放慢插入速度也一样。
- **会产生金属微粒和薄片。**当超声波角状压头对着嵌件冲压且碎片从嵌件材料上脱落时，就会产生金属微粒和薄片。
- **噪音过大。**金属与金属（超声波角状压头与嵌件）碰撞会产生相当大的噪音。嵌件越大，装配时产生的噪音也就越大。
- **难以同时装配多个嵌件。**虽然有可能实现同时装配多个嵌件，但成本的确非常高。
- **损坏嵌件。**频率和/或下压力不当就会对嵌件造成损坏。在某些情况下，超声波角状压头就能对嵌件螺纹造成损坏，这会导致无法安装螺钉或螺栓。

- **无头嵌件。**使用无头嵌件时必须格外小心，确保嵌件与超声波角状压头之间的接触表面正确适当。否则，就有可能损坏内部螺纹。
- **超声波角状压头成本过高。**超声波角状压头会发生磨损，进行更换成本非常高。其价格通常超过 1,000 美元。

热熔安装的优点

- **可靠性高，一致性好。**更低的安装力能将嵌件插入薄壁零件中，而薄壁零件有可能在这种情况下被超声波设备损坏。由于温度、力度和深度设置一致而且可以调整，因此可以针对应用设计具有可预测拉出和扭转破坏力的装配嵌件。
- **噪音小。**操作噪音小消除了超声波压入安装方式带来的刺耳噪音。
- **更经济。**热熔安装比类似的超声波设备便宜约 50%，因为它们没有那么复杂，而且不需要如此多的组件。热熔安装方法包括使用加热头以及通过气压以较小力度（一般低于 50 lbs）传导插入力。超声波压入安装需要电能供应、周期控制计时器、一个电能或机械能变换器和一个超声波角状压头。
- **轻松在深凹壁中插入。**可以使用较长加热头在部件内深凹壁处实施插入，这种深凹壁是超声波角状压头无法触及到的。
- **多功能性。**
 - 热熔安装方法的适用性极广。可以用台板式加热机来满足需要在多个平面上插入多个嵌件的应用。可以用手动加热机来满足原型制造或低量应用。
 - 通过切换可互换加热头，可以在同一台机器上插入多种尺寸的嵌件。
 - 可以装配任何嵌件—无论有头或无头。
 - 可以为振动料斗进料机配备热插入模块，以使操作员在整个装配过程中不需要实际接触嵌件。只需将嵌件装入振动进料机并通过进料管推入到带保护装置的加热仓即可。然后，操作员将模制塑料组件装入定位夹具，开动机器让其装配嵌件。
 - 对于难以切割和定位的极小嵌件，这一点非常重要。
- **所需维护最少。**加热机很少需要维护。维护和备件成本低，更换加热头需要大约 55 美元。
- **性能更高。**一般而言，热熔安装由于可以对嵌件“遍体加热”，因此应该可以获得更高的性能。这使得熔化的塑料可以完全流入到所有产生保持力的部位。采用超声波方法装配的嵌件的性能则因为塑料无法充分流入产生保持力的部位，所以其性能通常也较差。这是因为在嵌件和主体之间的介入点处，只能产生最低限度的热量。

热熔安装方法的潜在不足

- 热熔插入方法在装配单个嵌件（如果嵌件没有预加热）时加工时间略长，这一点不足因为其有众多优点胜过超声波压入安装方法而得到平衡。

由于热熔插入安装方法具备灵活性好、一致性强、性能高、价格实惠这些优势，该方法成了众多应用中将嵌件装配到塑件中的最佳选择。

结论

由于 75% 的嵌件性能直接由其装配的好坏程度决定，因此为了获得最佳嵌件性能，应谨慎控制所有影响装配的因素。由于嵌件类型、塑料类型和性能要求有如此多的不同组合，因此建议制造商在紧固和组装嵌件产品方面与行业专家合作。嵌件和装配工艺选择适当与否，将造成部件在使用中出现损坏以及在组装零件可预期的使用寿命内保持部件完整两种截然不同的后果。

作为**嵌件装配设备**以及**塑料专用螺纹嵌件**的制造商和设计师，**SPIROL** 已准备好为您解决所有需要。

技术支持

SPIROL 在嵌件设计和装配方面具有超过45年的经验。我们的嵌件设计旨在最大化和平衡拉出力和旋转扭矩的性能。我们的应用工程师拥有技术诀窍和经验，能够与客户共同开发具有成本效益的解决方案，以满足应用要求。



装配支持

我们提供装配技术支持和装配设备。从手动模块到完全自动模块，我们的标准化、历经时间考验、模块化的设计可谓强大、可靠，且容易调整—允许简单的定制，以满足应用的特定需求。



SPIROL 提供免费的嵌件样品和应用工程支持。

SPIROL 应用工程师将了解您的应用需求，与您的设计团队合作，为您推荐最佳的解决方案。开始该流程的其中一种方式是从**优化应用工程**门户网站中选择**塑料专用嵌件**，网址为 www.SPIROL.com。

最初由 Christopher Jeznac 撰写的文章

经 IATF 16949 认证
经 ISO 9001 认证

技术中心

亚太地区

SPIROL Asia Headquarters

史派洛亚洲总部
中国上海市, 外高桥保税区
荷丹路122号 D区D9地块1层
邮编 200131
电话: +86 (0) 21 5046-1451
传真: +86 (0) 21 5046-1540

SPIROL Korea

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Korea
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

欧洲

SPIROL France

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, France
Tel. +33 (0) 3 26 36 31 42
Fax. +33 (0) 3 26 09 19 76

SPIROL United Kingdom

17 Princewood Road
Corby, Northants
NN17 4ET United Kingdom
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Germany

Ottostr. 4
80333 Munich, Germany
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Spain

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Spain
Tel. +34 93 669 31 78
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL Czech Republic

Sokola Tümy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900
Czech Republic
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Poland

ul. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Poland
Tel. +48 510 039 345

北美洲

SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 U.S.A.
Tel. +1 (1) 860.774.8571
Fax. +1 (1) 860.774.2048

SPIROL Shim Division

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 U.S.A.
Tel. +1 (1) 330.920.3655
Fax. +1 (1) 330.920.3659

SPIROL Canada

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada
Tel. +1 (1) 519.974.3334
Fax. +1 (1) 519.974.6550

SPIROL Mexico

Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

南美洲

SPIROL Brazil

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brazil
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

电子邮件: info-cn@SPIROL.com

SPIROL.cn