

包装切单 (singulation) 工艺

作者: Ramon J. Albalak 博士

矩阵排列包装的种类不断增多，复杂性不断增强，这对许多后端工艺提出了真正挑战。

从这些排列方式挑选出适合个别包装的排列是制造过程中的一个重要步骤，在很多情况下，需要对其进行优化以最大限度地降低包装的总成本。包装尺寸不断减小，以及要求在不牺牲切割质量的情况下增加处理量，导致剪切/钻孔技术向加工矩阵排列包装盒的切割工艺的转变。包装尺寸的缩小也对下游的取放工作产生影响—此话题超出了本编辑文本的范围。预计包装单切的趋势将对包括许多独立的包装铸造厂 (IPFs) 在内的中国使用装配线的工业部门产生重大影响，这些包装铸造厂是从世界各处转移至中国的。

Advanced Dicing Technologies (ADT) 公司依靠在切割技术方面积累的三十年经验，为客户开发了各种特定工艺。这些客户从事切割各种各样包装工作，这些包装既包括低温陶瓷共烧 (LTCC) 包装和表面声波(SAW)包装，也包括用于图像传感器包装的圆片级芯片缩放包装(CSP)以及多种球状矩阵排列(BGA)和四方形无引线框(QFN)包装。

QFN 是一种极好的复合基材，这种复合基材由具有良好延展性的材料（铜）和脆性材料（塑料铸模）组成，其应用清楚显示了包装尺寸减小和切割质量规格日益严格的发展趋势。全世界对 QFN 的年需求量达十亿件，并且这种需求还以 20-30% 的年增长率增大。这种增长将部分地导致其他包装（如小型集成电路，SOICs）需求的降低。ADT 公司已经确认，将 QFN 用作包装的潜力巨大，该公司在过去三年投入大量资源，向客户提供一种全面的切割技术方案，以满足客户的需求。以下将介绍迄今为止这一正在执行的项目的一些主要发现和进展。

切割 QFN

如上所述，QFN 是一种复合材料，切割加工由脆性材料和延展性材料组成的复合材料，脆性材料和延展性材料与切割刀片的相互作用相差很大。与脆性模制有关的主要质量问题是在被切割截口边缘产生碎屑，而与复合材料有关的质量问题是具有延展性的铜的沾污和毛边的形成。目前，客户对模制碎屑的规格要求为 50 微米左右，预计今后这一标准将更加严格。50 微米也是形成铜毛边的上限值，这种毛边可能从切割方向上的引线伸出（x 毛边），也可能从两个正交方向中的任一个方向伸出（y 毛边和 z 毛边）。引线之间大体可以接受的沾污测

图 1：显示切割质量差异的被切割 QFN 样品横截面显微图。左—切割质量符合标准要求；右—毛边大，引线沾污面大

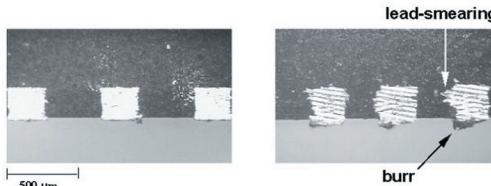


图 2: 过去数年 ADT 公司针对 QFN 开展的研发工作导致刀片寿命的延长

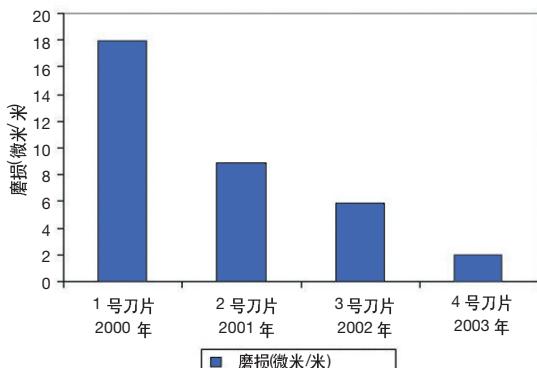
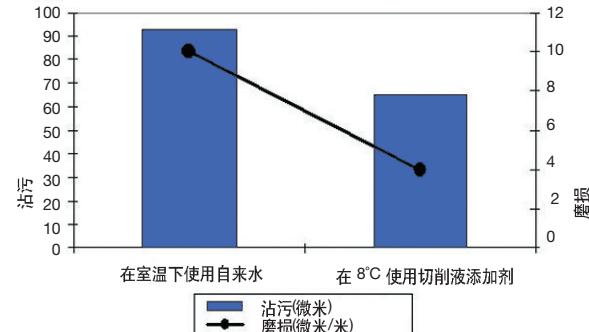


图 3: 使用自来水的切割装置和使用致冷切削液添加剂的切割装置在室温下和 8°C 时的引线-沾污和刀片磨损的比较。



度值是引线与引线间距离的 25%。我们预料将来毛边和沾污的标准都会更加严格。图 1 中的两个显微图显示两个被切割 QFN 样品的切割质量的差异。

两个直接影响工艺成本的因素是每小时件数(UPH)和刀片用量，需要仔细地权衡这两个因素，以最大限度降低产品成本。UPH 在切割工艺中的直接体现是进料速度，切割刀片就是以这个速度向前移动而经过基材的。当前业界中进料速度通常为 20-70mm/s 左右。一方面，进料速度高会降低切割质量，并增大刀片磨损，从而导致刀片用量的增加。而另一方面，进料速度低可能减少刀片用量，并保证切割质量，但处理量会降低。今天业界使用的切割 QFN 的大多数刀片都是使用树脂胶合剂制成的，虽然在特殊情况下也成功使用了镍和金属熔结刀片。通常每切割一米基材树脂刀片半径的磨损率可达到几十微米，具体磨损率取决于工艺参数和被切割基材。通过使用单一法兰，刀片寿命可达到切割几百米基材的程度。

本公司通过过去三年的研究与开发工作，精确地和有目的地对树脂胶合剂进行了改性，这使得本公司能够极大地延长刀片寿命，同时将刀片质量保持在标准规定的范围之内。这些由 ADT 独家提供的经过改进的刀片专门用于切割 QFN，它们被称为 E 系列刀片。本公司过去几年研究工作所导致的刀片寿命延长情况见图 2。

用致冷切削液添加剂取代水，可以进一步改进切割质量，主要是降低引线-沾污程度和降低刀片磨损。ADT 开发的切割工艺使用一种含 5-10%添加剂的溶液，这种溶液被冷却到 8°C，通过一个闭环过滤装置流过划片机。使用致冷切削液添加剂而对切割质量和刀片磨损产生的惊人效果见图 3。

ADT 公司的 QFN 切割项目的实施已经进入了第四个年头，本公司正与客户一道，对切割工艺提出新的要求。作为正在进行的向客户提供总体切割方案工作的一部分，本公司当前目标是争取达到以 100mm/s 的进料速度切割各种的 QFN，并使用单一法兰使刀片寿命达到加工 1500 米基材的程度。■

Albalak 博士从 1992 年起开始从事切割技术的研究工作。他出版和发表了许多技术著作和论文，并申请了两份美国专利。除具有工业领域的经验外，他还在他曾工作五年的以色列技术学院 (Technion -Israel Institute of Technology) 和麻省理工学院 (MIT) 拥有学术职位。

本公司通过过去三年的研究与开发工作，精确地和有目的地对树脂胶合剂进行了改性，这使得本公司能够极大地延长刀片寿命，同时将刀片质量保持在标准规定的范围之内