

# MaxQFP 的卷带和托盘包装： 技术挑战、改进和结果

EDWARD LIU, 产品工程师

MICHAEL FITCHETT, 产品工程师

产品质量对于恩智浦来说是重中之重。在封装和测试以保证电气参数性能之后，部件必须以无可挑剔的状态送达客户手中。

MaxQFP 是恩智浦天津公司于 2022 年获得认证的全新开发产品，它在标准 QFP 的基础上增加了~70%的引脚。这些引线很脆弱，需要精确和小心地处理以避免变形。MaxQFP 所使用的物理包装的材料是交付质量的关键影响因素。

恩智浦提供两种类型的交付：卷带和托盘。这两种载体都需要全新的设计，以避免弯折引线。这些设计是使用六西格玛方法进行迭代改进的，该方法可以用来分析和纠正不足。

本文介绍了卷带、托盘和 MaxQFP，并解释了在不影响进度的情况下为了成功完成项目资格验证而进行的迭代。

## 关键词

MaxQFP; 卷带, 托盘, 跌落测试, 视觉机器检测, ATE, 老化

## 目录

关键词.....	1	托盘和卷带的初始设计.....	4
介绍.....	2	托盘和卷带的新概念.....	5
托盘.....	2	结论.....	5
卷带.....	2	致谢.....	5
MaxQFP.....	2	关于作者.....	6
跌落测试.....	3		

## 介绍

### 托盘

自从封装从双列直插式设计转向更密集的设计（例如四方扁平封装，它在封装周边所有四个侧面都伸出引线腿）或更紧凑的设计（例如球栅阵列，其封装的一个完整表面专用于触点）以来，托盘一直用于 IC 处理。

托盘用于 IC 的所有“拾取和放置”处理。它们通常由导电或电耗散的塑料或碳纤维材料模制而成，以保护静电敏感设备。

托盘用于恩智浦的整个最终制造过程中——将封装的 IC 从一台机器运送到另一台机器，或者将 IC 装卸到测试和应力设备（例如自动测试设备（ATE）测试仪或老化炉）。它们具有标准化的外部尺寸（X、Y、Z 轴），并布置有排列规整的空腔，这些空腔用于承载特定封装的单个 IC。托盘是可堆叠的，因此，通过在顶部加一个空托盘，每个 IC 都安放于自己的空腔中，且 X、Y、Z 轴的移动有限，从而受到有效保护。

将堆叠的托盘紧密包裹并放置在尺寸精确的纸板箱中之后，就可以将 IC 交付给客户了。客户收到后，可以打开 IC 的包装，并使用拾取和放置机器来填充他们的印刷电路板（PCB）。IC 通常通过回流焊到这些 PCB 上。

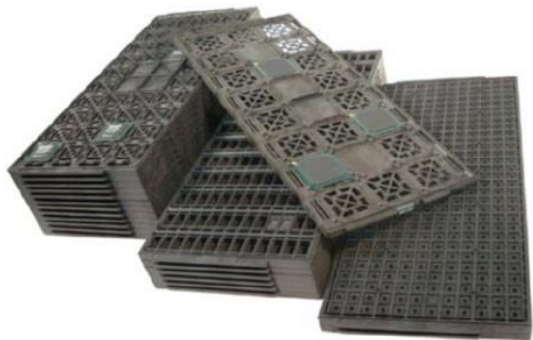


图 1: (c/o ePAK, Inc.) 用于 IC 处理的托盘

### 卷带

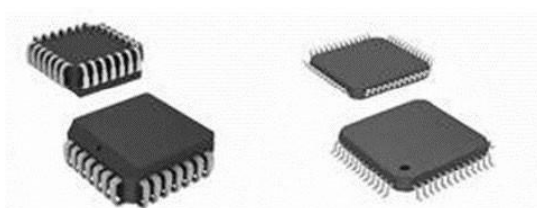
卷带在 20 世纪 90 年代由日本制造商推广，以提高 IC 拆包和后续安装步骤的自动化程度。恩智浦使用机器从托盘中拾取 IC，并将其放入特定载带的口袋中，然后用薄塑料密封胶带封闭。密封的胶带被缠绕到卷轴上，然后打包到盒子中以进行最终交付。



图 2: (c/o ePAK, Inc.) 用于 IC 运输的卷带

### MaxQFP

两种类型的引线封装继承了双列直插式设计，以获得更高的密度：塑料有引线芯片载体和四方扁平封装。具体而言，QFP 成为了一种流行的行业标准，因为它允许中等密度封装，同时提供良好的可焊性和光学检测功能，它在汽车应用中受到高度重视。



28-, 44-, 68-, 84-pin PLCC      32-, 44, 80-, 100-pin QFP

图 3: 塑料引线芯片载体和四方扁平封装

封装的尺寸和重量是推动封装高度和引线间距（从 0.8 mm 到 0.65 mm、0.5 mm 和 0.4 mm）逐渐减小的重要因素。0.4 mm 尺寸尚未流行，因为引线腿之间距离过近会导致可焊性问题。

MaxQFP 是恩智浦天津公司的一项全新创新，融合了 PLCC 和 QFP 的引线形状。它采用 0.65 mm 的宽间距尺寸，简化了可焊性。通过调整相机角度以使用标准的视觉检测工具来监控鸥翼（QFP）和 J 引线（PLCC）腿，这将使 MaxQFP 成为流行且成功的封装。

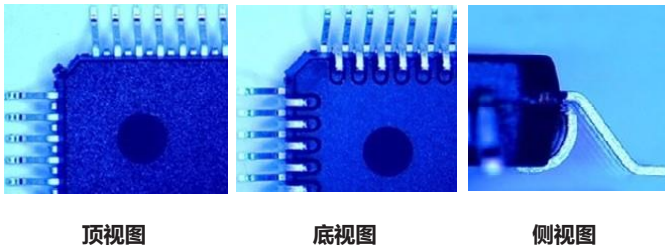


图 4: MaxQFP 图像

引线腿的机械标准由以下参数决定：

- 支座 = 腿到身体的绝对距离
- 共面性 = 每条腿的相对位移
- 弯曲腿 = 每条腿的横向位移

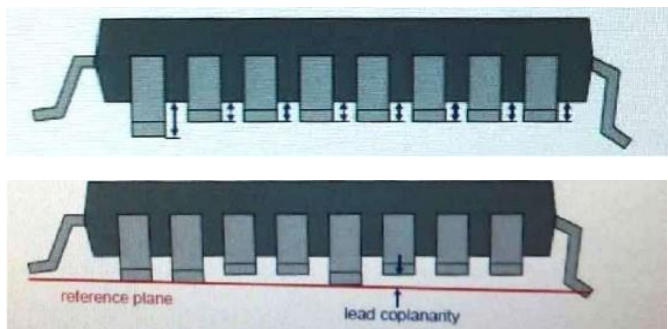


图 5: 支座和共面性

## 跌落测试

跌落测试可以手动进行，但最好使用特定的机器执行：



图 6: 跌落测试机器

- 从 1.0 米高处跌落 10 次：
  - 6 次面着地
  - 1 次角着地
  - 3 次边着地

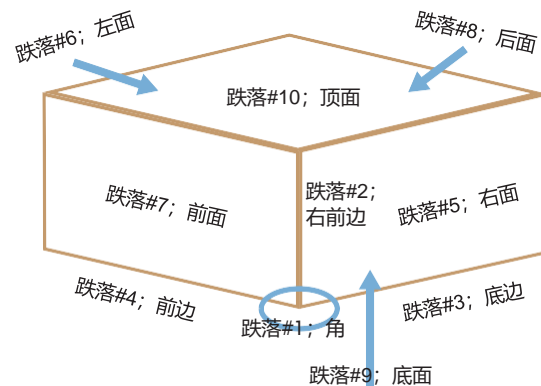


图 7: 跌落测试角度

通过跌落测试（10 次跌落）的标准是每个器件上每条腿的支座、共面性和弯曲腿的参数都通过了视觉机械检查，结果为零故障。

托盘和卷带的初始设计

最初的托盘和卷带设计依赖于 J 引线和鸥翼引线之间的围栏，以及封装主体下方和上方的挡块。目标（标准）数量为五个产品托盘，或每卷 500 个部件。

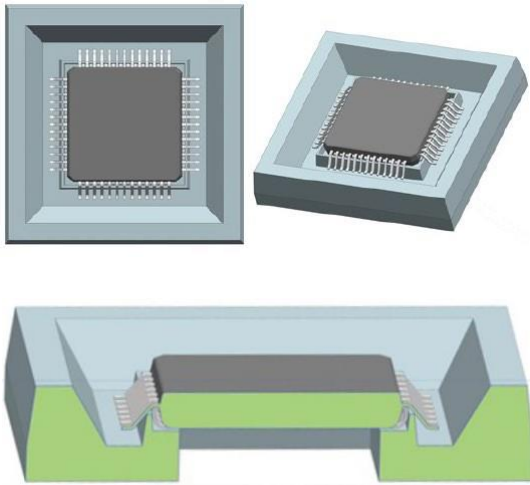


图 8：空腔中带 MaxQFP 的胶带口袋

托盘和卷盘以最大数量参加跌落测试中。请参见下图。

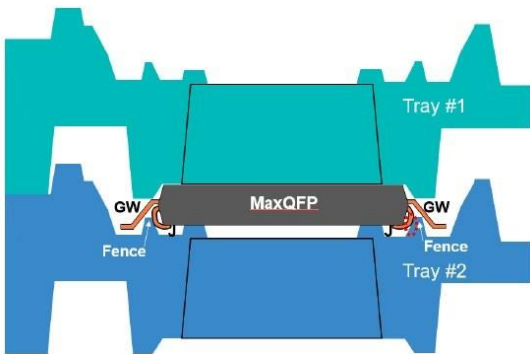


图 9：空腔中带有 MaxQFP 的堆叠托盘

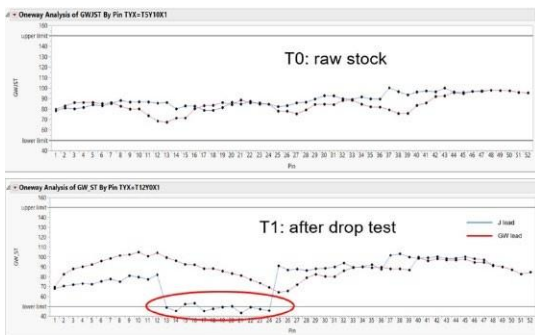


图 10：空腔中带有 MaxQFP 的堆叠托盘

跌落测试未通过共面性检查（即仅 7% 的器件出现 J 引线损坏）。根本原因分析得出的结论是，MaxQFP 在空腔中的横向移动可能导致与围栏的碰撞，见图 11：

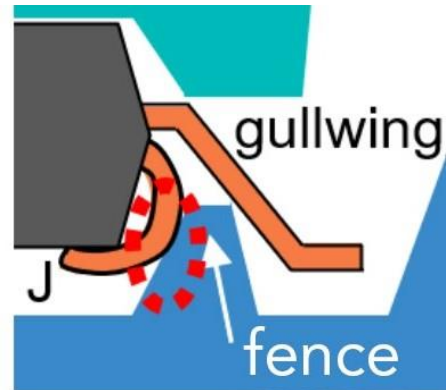


图 11：跌落测试造成 J 引线撞击围栏

第二个版本的托盘具有更小的口袋设计以减少移动，但使用 5 个堆叠托盘测试时，结果也不理想：

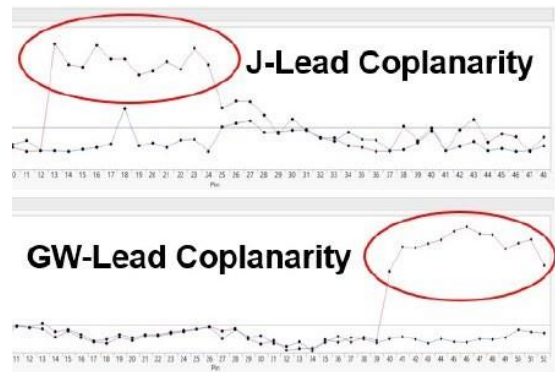


图 12：第二版托盘参加跌落测试，造成 GW 引线和 J 引线损坏

第三个版本的托盘具有更大的口袋设计，允许横向移动。五个堆叠托盘的跌落测试结果更差。

作为临时处理措施，仅堆叠三个第二版托盘时，跌落测试能够通过，从而允许向早期客户交付工程样品。卷带交付是可能的，但每卷只有 100 个零件。

### 托盘和卷带的新概念

目前得出的结论是，需要对现有包装的基本设计进行根本性的改变。在鸥翼和 J 引线之间放置围栏显然不能通过跌落测试。使用角柱或角栅栏开发的托盘和卷带空腔的全新概念由此诞生。角柱仅接触 MaxQFP 每个角的塑料化合物。X 和 Y 轴的横向移动没有完全阻止，但在每种情况下，封装主体都只撞到角柱，引线与托盘或胶带之间没有接触：

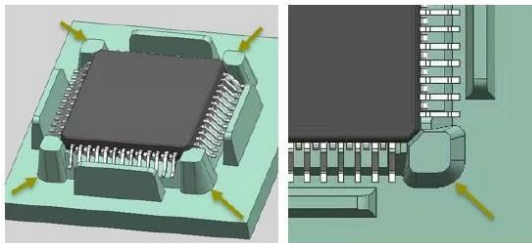


图 13: 带角柱的修改的托盘设计概念 (没有围栏)

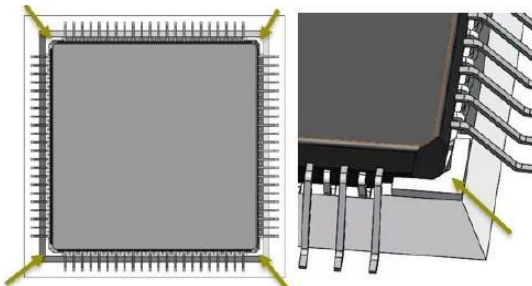


图 14: 新设计概念: 卷带角导轨 (没有围栏)

带有角柱和角导轨但移除围栏的修改的托盘和胶带版本成功通过了跌落测试，它装的是 172MaxQFP 和 100MaxQFP，堆叠了五个托盘，每卷 500 个部件。

### 结论

恩智浦应用六西格玛分析方法 (具体是 DMAIC)，并与 AP Product Engineering、ATTJ Manufacturing 以及一家托盘和卷带供应商达成建设性合作，为 MaxQFP 新技术的推出成功设计出了包装材料解决方案。

### 致谢

感谢 ATTJ 的 X.S. Pang、Fiona Guo 和 David Yang 等人为本文做出的贡献。

## 联系我们

主页: [www.nxp.com.cn](http://www.nxp.com.cn)

网页支持: [www.nxp.com.cn/support](http://www.nxp.com.cn/support)

### 美国/欧洲或未列出地区:

NXP Semiconductors USA, Inc.  
Technical Information Center, EL516  
2100 East Elliot Road  
Tempe, Arizona 85284  
+1-800-521-6274 or +1-480-768-2130  
[www.nxp.com/support](http://www.nxp.com/support)

### 欧洲、中东和非洲:

NXP Semiconductors Germany GmbH  
Technical Information Center  
Schatzbogen 7  
81829 Muenchen, Germany  
+44 1296 380 456 (English)  
+46 8 52200080 (English)  
+49 89 92103 559 (German)  
+33 1 69 35 48 48 (French)  
[www.nxp.com/support](http://www.nxp.com/support)

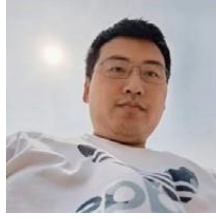
### 日本:

NXP Japan Ltd.  
Yebisu Garden Place Tower 24F,  
4-20-3, Ebisu, Shibuya-ku,  
Tokyo 150-6024, Japan  
0120 950 032 (Domestic Toll Free)  
[www.nxp.com/jp/support/](http://www.nxp.com/jp/support/)

### 亚太地区:

NXP Semiconductors Hong Kong Ltd.  
Technical Information Center  
2 Dai King Street  
Tai Po Industrial Estate  
Tai Po, N.T., Hong Kong  
+800 2666 8080  
[support.asia@nxp.com](mailto:support.asia@nxp.com)

## 关于作者



### EDWARD LIU

产品工程师

Edward 毕业于天津工业大学电子信息工程专业，并在 Antronix 电子公司担任 RF 设计工程师四年后，于 2009 年加入富士康天津公司担任生产工程师。在富士康，他负责新产品的推出和服务器制造的 DfX 工作。2015 年，他加入天津大陆集团担任质量工程师，负责工艺和客户质量工作。他于 2016 年加入恩智浦半导体天津公司，担任 NPI 产品工程师，并参与了两代 (K1 和 K3) 新产品推出，特别是业界首创的 MaxQFP 封装开发。



### MICHAEL FITCHETT

产品/测试工程主管

Michael 以优异成绩毕业于爱丁堡大学计算机专业，并在一家瑞士初创公司工作了四年，之后于 1986 年加入苏黎世飞利浦半导体公司，担任测试工程师。1995 年，他加入摩托罗拉慕尼黑公司，从事第一代嵌入式 NVM 和模拟的汽车微控制器的开发工作。1998 年，他在图卢兹模拟部门主管测试工程师和产品工程师团队。自 2016 年以来，他领导了位于中国天津的 32 位汽车微控制器嵌入式 NVM 和模拟团队。

[www.nxp.com.cn](http://www.nxp.com.cn)

NXP 和 NXP 标识是恩智浦公司的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。  
©2022 年恩智浦公司版权所有。

文档编号: MAXQFPKGWP REV 0