



# SMT论坛

www.SMTsite.com

## BGA检测技术与质量控制

汤 勇 峰

(巨龙通信设备有限责任公司, 北京 100101)

**摘要：**从生产过程中的质量控制角度出发，探讨了目前一些生产中应用于球栅封装（BGA）的检测方法和实用系统，详细论述X射线检测系统的开发及原理及研究应用状况，指出掌握和提高检测技术，将能有效控制BGA的焊接和组装质量。

**关键词：**表面组装技术；球栅阵列封装；X射线；质量控制

BGA Test Technology & Quality Control

TANG Yong - feng

(Great Dragon Telecon (Group) CO.,LTD Beijing 100101, China)

**Abstract:** Introduce the latest developments of surface mounting technology. In order guarantee the quality in production, X - ray test systems and other test methods are presented in the assembly process of ball grid array packaging component. Then the base could up for controlling quality of BGA soldering and assembly.

**Key words:** SMT ; BGA; Test: X - ray; Quality control

BGA技术是将原来器件PLCC/QFP封装的“J”形或翼形引线，改变成球形引脚；把从器件本体四周“单线性”顺列引出的引线，改变成本体腹底之下“全平面”式的格栅阵排列。这样既可以疏散引脚间距，又能够增加引脚数目。同时BGA封装还有如下一些优点；减少引脚缺陷，改善共面问题，减小引线间电感及电容，增强电性能及散热性能。正因如此，所以在电子元器件封装领域中，BGA技术被广泛应用。尤其是近些年来，以BGA技术封装的元器件在市场上大量出现，并呈现高速增长的趋势。

虽然BGA技术在某些方面有所突破，但并非是十全十美的。由于 BGA封装技术是一种新型封装技术，与QFP技术相比，有许多新技术指标需要得到控制。另外，它焊装后焊点隐藏在封装之下，不可能100%目测检测表面安装的焊接质量，为BGA安装质量控制提出了难题。下面就国内外对这方面技术的研究、开发利用动态作些介绍和探讨。

### 1. BGA焊前检测与质量控制

生产中的质量控制非常重要，尤其是在BGA封装中，任何缺陷都会导致BGA封装元器件在印制电路板焊装过程出现差错，会在以后的工艺中引发质量问题。封装工艺中所要求的主要性能有：封装组件的可靠性；与PCB的热匹配性；焊料球的共面性；对热、湿

气的敏感性；是否能通过封装体边缘对准性，以及加工的经济性等。需指出的是，BGA基板上的焊球无论是通过高温焊球（90Pb/10Sn）转换，还是采用球射工艺形成，焊球都有可能掉下丢失，或者形成过大、过小，或者发生焊料桥接、缺损等情况。因此，在对BGA进行表面贴装之前，需对其中的一些指标进行检测控制。

英国Scantron 公司研究和开发的Proscan1000，用于检查焊料球的共面性、封装是否变形以及所有的焊料球是否都在。Proscan1000采用三角激光测量法，测量光束下的物体沿X轴和Y轴移动，在Z轴方向的距离，并将物体的三维表面信息进行数字化处理，以便分析和检查。该软件以2000点/s的速度扫描100万个数据点，直到亚微米级。扫描结果以水平、等量和截面示图显示在高分辨率VGA监视器上。Prosan1000还能计算表面粗糙度参数、体积、表面积和截面积。

## 2. BGA焊后质量检测

使用球栅阵列封装（BGA）器给质量检测和控制部门带来难题：如何检测焊后安装质量。由于这类器件焊装后，检测人员不可能见到封装材料下面的部分，从而使用目检焊接质量成为空谈。其它如板载芯片（OOB）及倒装芯片安装等新技术也面临着同样的问题。而且与BGA器件类似，QFP器件的RF屏蔽也挡住了视线，使目检者看不见全部焊点。为满足用户对可靠性的要求，必须解决不可见焊点的检测问题。光学与激光系统的检测能力与目检相似，因为它们同样需要视线来检测。即使使用QFP自动检测系统AOI（Automated Optical Inspection）也不能判定焊接质量，原因是无法看到焊接点。为解决这些问题，必须寻求其它检测办法。目前的生产检测技术有电测试、边界扫描及X射线检测。

### 2.1 电测试

传统的电测试是查找开路与短路缺陷的主要方法。其唯一目的是在板的预置点进行实际的电连接，这样便可以提供使信号流入测试板、数据流入ATE的接口。如果印制电路板有足够的空间设定测试点，系统也可检查器件的功能。测试仪器一般由微机控制，检测每块PCB时，需要相应的针床和软件。对于不同的测试功能，该仪器可提供相应工作单元来进行检测。例如，测试二极管、三极管直流电平单元；测试电容、电感时用交流单元；而测试低数值电容、电感及高阻值电阻时用高频信号单元。但在封装密度与不可见焊点数量都大量增加时，寻找线路节点则变得昂贵、不可靠。

### 2.2 边界扫描检测

边界扫描技术解决了一些与复杂器件及封装密度有关的问题。采用边界扫描技术，每一个IC器件设计有一系列寄存器，将功能线路与检测线路分离开，并记录通过器件的检测数据。测试通路检查IC器件上每一个焊接点的开路、短路情况。基于边界扫描设计的检测端口，通过边缘连接器给每个焊点提供一条通路，从而免除全节点查找的需要。尽管边界扫描提供了比电测试更广的不可见焊点检测范围，但也必须为扫描检测专门设计印制电路板与IC器件。电测试与边界扫描检测主要用以测试电性能，却不能较好地检测焊接质量。为提高并保证生产过程中的质量，必须寻找其它方法来检测焊接质量，尤其是不可见焊点的质量。

### 2.3 X射线测试

另一种检测方法是X射线检测法，换言之，X射线透视图可显示焊接厚度、形状及质量的密度分布。厚度与形状不仅是反映长期结构质量的指标，在测定开路、短路缺陷及焊接不足方面，也是很好的指标。此技术有助于收集量化的过程参数并检测缺陷。在今天这个生产竞争的时代，这些补充数据有助于降低新产品开发费用，缩短投放市场的时间。

### (1) X射线图像检测原理

X射线由一个微焦点 X射线管产生，穿过管壳内的一个铍窗，并投射到试验样品上。样品对X射线的吸收率或透射率取决于样品所包含材料的成分与比率。穿过样品的X射线轰击到X射线敏感板上的磷涂层，并激发出光子，这些光子随后被摄像机探测到，然后对该信号进行处理放大，由计算机进一步分析或观察。

不同的样品材料对X射线具有不同的不透明系数见表2. 处理后的灰度图像显示了被检查的物体密度或材料厚度的差异。

表2 不同材料对X射线的不透明度系数

材料	用途	X射线不透明度系数
塑料	包装	极小
金	芯片引线键合	非常高
铅	焊料	高
铝	芯片引线键合, 散热片	极小
锡	焊料	高
铜	PCB印制线	中等
环氧树脂	PCB基板	极小
硅	半导体芯片	极小

### (2) 人工X射线检测

使用人工X射线检测设备，需要逐个检查焊点并确定其是否合格。该设备配有手动或电脑转辅助装置使组件倾斜，以便更好地进行检测和摄像。详细定义的标准或目视检测图表可指导评估图像。但通常的目视检测要求培训操作人员，并且容易出错。此外，人工设备并不适合对全部焊点进行检测，而只适合工艺鉴定和工艺故障分析。

### (3) 自动检测系统

全自动系统能对全部焊点进行检测。虽然已定义了人工检测标准，但全自动系统的复测正确度比人工X射线检测方法高得多。自动检测系统通常用于产量高且品种少的生产设备上，具有高价值或要求可靠性的产品也需要进行自动检测。检测结果与需要返修的电路板一起送给返修人员。这些结果还能提供相关的统计资料，用于改进生产工艺。

自动检测系统需要设置正确的检测参数。大多数新系统的软件中都定义了检测指标，但必须重新制订，要适应以生产工艺中所特有的因素。否则可能错误的信息并且降低系统的可靠性。

自动X射线分层系统使用了三维剖面技术。该系统能够检测单面板和双面板表面贴装电路板，而没有传统的X射线系统的局限性。系统通过软件定义了所要检查焊点的面积和高度，把焊点剖成不同的截面，从而为全部检测建立完整的剖面图。

目前已有两种检测焊接质量的自动测试系统上市：传输X射线测试系统与断面X射线自动测试系统。传输X射线系统源于X射线束沿通路复合吸收的特性。对SMT的某些焊接，如单面PCB上的J型引线与细间距QFP，传输X射线系统是测定焊接质量最好的方法，但它却不能区分垂直重叠的特征。因此，传输X射线透视图中，BGA器件的焊缝被其引线的焊球遮掩。对于RF屏蔽之下的双面密

集型PCB及元器件的不可见焊接，也存在这类问题。

断面X射线测试系统克服了传输X射线测试系统的众多问题。它设计了一个聚焦断面，并通过使目标区域上下平面散焦的方法，将PCB的水平区域分开。该系统的成功在于只需较短的测试开发时间，就能准确检测出焊接缺陷。就多数线路板而言，“无夹具”也有助于减少在产品检测上所花的精力。对于小体积的复杂产品，制造厂商最好使用断面X射线测试系统。虽然所有方法都可检查焊接点，但断面X射线测试系统提供了一种非破坏性的测试方法，可检测所有类型的焊接质量，并获得有价值的调整组装工艺的信息。

#### (4) 选择合适的X射线检测系统

选择适合实际生产应用的。有较高性能价格比X射线检测系统以满足质量控制需要是一项十分重要的工作。最近较新的超高分辨率X射线系统在检测及分析缺陷方面已达微米水平，为生产线上发现较隐蔽的质量问题（包括焊接缺陷）提供了较全面的、也比较省时的解决方案。在决定购买检测X射线系统之前。一定要了解系统所需的小分辩率，见表3。与些同时也就决定了所要购置的系统的大致价格。当然，设备放置、人员配备等因素也要在选购时全盘考虑。

表3 不同分辩能力的X射线系统的应用

系统应用的几个方面	系统所需最小分辩率
整体缺陷检查	50um
一般PCB检测与质量控制BGA检测	10um
细间距引线与焊点检测 uBGA检测 倒装片检测 PCB缺陷分析与工艺控制	5um
键合裂纹检测	1um
微电路缺陷检测	

#### 4 结束语

随着BGA封装器件的出现并大量进入市场，针对高封装密度、焊点不可见等特点，电子厂商为控制BGAs的焊装质量，需充分应用高科技工具、手段，努力掌握和大力提高检测技术水平。使用新的工艺方法能有与之相适应、相匹配的检测手段。只有这样，生产过程中的质量问题才能得到控制中。而且，把检测过程中反映出来的问题反馈到生产工艺中去加以解决，将会使生产更加顺畅，减少返修工作量。

#### 参考文献：

- [1] 王卫平，电子工艺基础[M].北京：电子工业出版社，1997.162-181。
- [2] 宜大荣。表面组装技术[M].北京：电子工业出版社，1995。

Robert Marts C.Trends In IC Packaging and Advanced Assembly[J].Electronic Packaging &

Production, 1998, 38(8):26-32.

Reza Gbaffarian. BGAs for High Reliability Applications[J]. Electronic Packaging & Production, 1998, 38 [3]:45-52.

卞颂春, 况延香. BGA封装技术与SMT/SMD[J]. 电子工艺拉丁文, 1998, 19 (4) : 145-147.

[关闭窗口](#)

SMTsite.com<sup>TM</sup> 版权所有© 2001 - 2002  
任何问题请惠赐Email至: webmaster @smtsite.com