

简单电子元件焊接的创新方法与技巧分析

周俊

四川西南航空职业学院，四川成都，610400；

摘要：在电子制造领域，电子元件的焊接是一项基础且关键的工艺，其质量直接影响到电子产品的性能与可靠性。随着技术的不断发展，传统的焊接方法与技巧也在持续革新，以满足日益增长的高精度、高效率需求。本文聚焦于简单电子元件焊接领域，针对传统焊接方法存在的效率低、易出现虚焊漏焊等质量问题进行深入探讨。首先阐述了电子元件焊接的基本原理与传统工艺流程，分析其局限性。随后重点介绍几种创新焊接方法，如采用激光焊接焊接技术，可降低焊接温度，减少元件热损伤风险，且具有良好的焊接润湿性，提高焊接牢固度；利用自动化焊接辅助工装，结合精准定位与预设焊接参数，实现批量电子元件的高效稳定焊接，显著提升焊接质量和效率。可有效解决简单电子元件焊接中的常见问题，具有重要的实践意义，为电子制造行业的焊接工艺优化提供了有益参考，有助于提高产品整体质量和生产效率，降低生产成本。

关键词：电子元件；焊接工艺；工艺优化；自动化操作

DOI：10.69979/3029-2727.25.05.030

1 传统焊接方法的局限性

在现代电子制造业中，焊接技术是连接电子元件与电路板的关键工艺。尽管传统焊接技术在历史上发挥了重要作用，但随着技术的进步和市场需求的变化，其局限性逐渐显现。本文将从精度、热影响、焊接速度、操作技能依赖、适用范围、焊接质量稳定性、技术要求、焊接缺陷和自动化程度等方面，详细分析传统电子元件焊接的局限性。

首先，传统焊接设备的精度有限，难以实现高精度焊接。例如，电弧焊和电阻焊在焊接过程中会产生较大的热量，导致焊接区域的热影响区大，材料容易变形，这不仅影响了焊接的精度，也增加了后续校正工序的成本。

其次，传统焊接速度慢，尤其在厚板焊接时更为明显。这限制了生产效率，难以满足大规模生产的需求。此外，焊接质量的稳定性也是一个问题。由于手工焊接依赖于焊工的技能和经验，焊点的一致性差，这直接影响了产品的可靠性和一致性。

此外，传统焊接的适用范围有限，通常只能焊接特定类型的材料，且对材料厚度有一定限制。这限制了其在多样化需求中的应用。同时，传统焊接的灵活性低，难以适应各种复杂的焊接位置和形状。

最后，传统焊接的自动化程度低，需要人工操作和调节，这不仅增加了人工成本，也增加了生产过程中的

误差。在现代制造业追求高效率和智能化的背景下，这一点尤为突出。

综上所述，传统电子元件焊接技术在精度、速度、质量稳定性、技术要求、适用范围、焊接缺陷和自动化程度等方面存在明显的局限性。这些局限性限制了其在现代电子制造业中的应用和发展。因此，为了满足现代制造业对焊接技术高精度、高效率、高稳定性的需求，有必要发展和采用更先进的焊接技术，如激光焊接、电子束焊接等，以提高产品质量和生产效率，适应市场的发展需求。

2 创新焊接方法

2.1 激光焊接

激光焊接技术作为一种先进的焊接方法，具有能量高度集中、焊接速度快、热影响区小等显著优势。在电子元件焊接中，通过精确控制激光束的功率、光斑大小和作用时间，可以实现对微小焊点的精准焊接。在电子元件焊接中，激光焊接的创意应用主要体现在以下几个方面：

(1) **微细焊接：**激光焊接能够实现微米级别的精确焊接，适用于微小电子元件的连接，如微电子芯片和传感器的焊接。

(2) **复杂结构焊接：**对于结构复杂或难以接触的部位，激光焊接提供了灵活的解决方案，能够实现复杂结

构的精确焊接。

(3) 高效率生产：激光焊接速度快，能够显著提高生产效率，减少生产成本。

(4) 环保节能：激光焊接过程中不需要额外的焊接材料，减少了材料浪费，是一种环保节能的焊接方式。

(5) 质量控制：激光焊接能够通过精确控制焊接参数来保证焊接质量，减少焊接缺陷，提高产品的可靠性。

2.2 回流焊接

回流焊接是一种适用于表面贴装元件（SMC/SMD）的自动化焊接方法。将预先涂覆在电路板焊盘上的焊膏加热熔化，使元件引脚与焊盘形成可靠连接。回流焊炉通过精确控制加热曲线，包括预热、升温、回流和冷却阶段，确保焊接过程的稳定性和一致性。在大规模电子产品生产中，如电脑主板制造，回流焊接能够实现高效、批量的焊接作业，大大提高了生产效率。然而，其设备成本较高，前期需要投入大量资金用于设备购置和生产线搭建，且对焊膏的质量和印刷精度要求严格，工艺调试相对复杂。

(1) 温度曲线优化：通过精确控制焊接过程中的温度曲线，可以优化焊接效果，减少热损伤和焊接缺陷，提高焊接质量。

(2) 无铅焊接工艺：回流焊接技术在无铅焊接中的应用，响应了环保要求，通过调整焊接参数实现无铅焊料的有效焊接。

(3) 选择性焊接：通过局部加热技术，回流焊接可以实现选择性焊接，针对特定区域进行精确焊接，提高生产灵活性。

(4) 双面焊接技术：回流焊接技术的发展使得双面焊接成为可能，通过特殊的焊膏和焊接工艺，实现电路板双面元件的一次性焊接。

(5) 自动化和智能化：结合自动化设备和智能控制系统，回流焊接可以实现全自动化生产，提高生产效率和一致性。

2.3 超声波焊接

超声波焊接利用高频振动波传递到两个需焊接的物体表面，在压力作用下，使两个物体表面相互摩擦而形成分子层之间的熔合。对于一些对热敏感的电子元件，如某些塑料封装的传感器或小型薄膜电容，超声波焊接能够在不产生高温的情况下实现可靠连接，有效避免了

热损伤对元件性能的影响。而且，该方法焊接速度快、操作简单，不需要额外的焊料填充，减少了焊接过程中的杂质引入风险。但超声波焊接设备的功率和频率等参数需要根据不同的焊接材料和元件进行精确调整，否则可能导致焊接强度不足或元件损坏等问题。

此外，超声波焊接技术的材料适应性强，适用于多种材料，包括金属、塑料等，能够避免因材料不兼容造成的焊接失败。精确焊接的能力也使得超声波焊接技术适合电子元器件的小型化趋势，实现微小焊接点的精确连接。

3 创新技术

3.1 助焊剂的精准应用

采用新型的助焊剂分配系统，如助焊剂喷射阀或微点胶技术，能够实现助焊剂的精准定量涂抹。在焊接复杂的电路板时，针对不同的元件引脚和焊盘，可以精确控制助焊剂的用量和覆盖范围。例如，在焊接 BGA（球栅阵列）封装的芯片时，通过微点胶技术将适量的助焊剂均匀地涂抹在焊球和焊盘上，既能保证良好的焊接效果，又能避免助焊剂过多残留导致的短路或腐蚀问题。此外，一些免清洗助焊剂的研发和应用，减少了焊接后的清洗工序，提高了生产效率，同时降低了对环境的污染。

在电子元件焊接过程中，助焊剂的主要功能是去除金属表面的氧化膜，增强焊接材料的润湿性，从而确保焊接的质量和效率。助焊剂的选择和应用直接影响焊接接头的强度和可靠性，因此，精准应用助焊剂是提升焊接质量的关键。

3.1.1 助焊剂的类型

助焊剂主要分为有机助焊剂和无机助焊剂两大类。近年来，随着环保要求的提高，行业逐渐倾向于使用无铅、低残留、免清洗的“绿色”助焊剂。这些助焊剂不仅能有效去除氧化物，还能减少对环境的影响。例如，免清洗助焊剂在焊接后无需清洗，减少了生产工序，提高了生产效率。

3.1.2 助焊剂的精准应用技巧

(1) 选择合适的助焊剂：根据焊接材料的特性和焊接环境，选择适合的助焊剂。例如，对于高温焊接，选择具有良好耐热性的助焊剂，可以有效防止焊接过程中助焊剂的分解和挥发。

(2) 控制助焊剂的用量：助焊剂的用量应适中，过

多的助焊剂可能导致焊点不良，过少则可能无法有效去除氧化物。通过实验确定最佳用量，确保焊接质量。

(3) 优化助焊剂的涂覆方式：采用超声波喷涂等先进技术，可以实现助焊剂的均匀涂覆，提高焊接表面的润湿性。这种方法不仅提高了涂覆的精度，还能减少助焊剂的浪费。

(4) 焊接前的表面处理：在焊接前，对焊接表面进行清洁处理，去除灰尘和油脂，以提高助焊剂的附着力和焊接效果。清洁后的表面更易于助焊剂的作用，从而提升焊接质量。

(5) 焊接过程中的温度控制：助焊剂的活性与焊接温度密切相关。合理控制焊接温度，确保助焊剂在最佳温度下发挥作用，避免因温度过高导致助焊剂分解或过低导致焊接不良。

3.2 智能焊接设备与自动化操作

智能焊接设备的发展标志着焊接技术从传统手工操作向自动化、智能化的转变。例如，博远机电（南通）有限公司获得的“一种电机的定子焊接设备”专利，展示了其在电机制造领域的技术创新。该设备利用机器学习和深度学习算法优化焊接参数，集成多模态传感器实时监测焊接过程中的温度、压力及焊接材料状态，对焊接质量进行精准评估，实现了焊接设备的智能化转型。

3.2.1 自动化操作的优势

自动化操作在焊接过程中的应用，极大地提高了焊接的一致性和可靠性。先德智能装备股份有限公司获得的“一种自动激光焊接设备”专利，便是自动化操作的典型代表。该设备结合深度学习、计算机视觉等技术，能够自动调节焊接参数，实现智能化控制，保障焊接过程的稳定性和一致性。这种自动化操作不仅提高了产品的一致性，还大幅降低了人工干预，提高了生产效率。

3.2.2 智能焊接设备与自动化操作的结合

智能焊接设备与自动化操作的结合，为电子元件焊接带来了革命性的变化。通过编程装置，智能焊接设备可以对每个焊点依次完成选择性焊接，这种非接触式加工方式无应力、无污染，焊点品质高、一致性高，焊点饱满，无锡珠残留。这种技术的应用，使得焊接过程更加灵活，适应性更强，无论是在仓库、生产线，还是在恶劣环境下，都能表现出色。

3.3 预成型焊料的使用

预成型焊料是根据特定的焊接需求预先加工成各种形状和尺寸的焊料制品，如焊片、焊环、焊球等。在焊接一些特殊结构的电子元件时，使用预成型焊料能够确保焊料量的精确控制和焊点的一致性。例如，在焊接功率较大的电子器件引脚时，采用定制的焊环可以保证足够的焊锡量，提高散热性能和电气连接可靠性。同时，预成型焊料的使用减少了焊接过程中焊料的飞溅和浪费，提高了材料利用率，降低了生产成本。

随着电子行业对焊接质量要求的日益提高，预成型焊料因其独特的优势而成为焊接材料的新宠。预成型焊料，通过精密模具技术预先制成特定形状和尺寸，以适应特定的焊接需求。与传统的焊锡丝或焊锡膏相比，预成型焊料提供了更高的焊接精度和一致性，是实现电子元件精密焊接的关键技术之一。

3.3.1 预成型焊料的特点

预成型焊料的主要优点包括适用范围广、高效节能、耐腐蚀、强度高、易操作和焊接速度快。这些特性使得预成型焊料在电子组装、微电子封装、汽车电子、医疗设备以及航空航天等多个领域中得到广泛应用。预成型焊料的使用，不仅提高了焊接效率，还保证了焊接接头的稳定性和安全性。

3.3.2 预成型焊料的应用技巧

(1) 精确控制焊料用量：预成型焊料可以根据焊接点的具体需求，精确控制焊料的使用量，实现最少焊料的最佳焊接效果，降低焊接成本。

(2) 特殊焊接要求的适应性：预成型焊料在设计时可以通过调整厚度和宽度等参数，精确控制焊料在不同焊接位置的用量，适应特殊焊接要求。

(3) 提高焊接质量：预成型焊料的使用可以减少焊接缺陷，如气孔和裂纹的产生，从而提高焊接接头的质量和可靠性。

(4) 环保和效率提升：预成型焊料的使用减少了助焊剂的使用，实现了更环保的焊接过程，同时提高了焊接效率。

(5) 适应无铅焊接趋势：随着环保要求的提高，预成型焊料可以采用无铅配方，满足电子行业对无铅焊接的需求。

3.3.3 预成型焊料的未来发展趋势

预成型焊料的研究和应用正在不断深入。例如，金锡共晶合金预成型焊料因其高强、良好的抗热疲劳性、

润湿漫流性好等优点，在光电和电子封装中成为理想的焊接材料。此外，预成型焊料的制备工艺也在不断优化，如熔铸增韧法，通过增韧退火提高焊料的韧性，使焊料顺利冲裁出所需形状。

4 结论

简单电子元件焊接的创新方法与技巧在提高焊接质量、提升生产效率以及拓展电子制造工艺边界等方面发挥着重要作用。尽管各种创新技术和技巧在应用过程中存在一定的局限性和成本因素，但随着技术的不断进步和成本的逐渐降低，它们将在电子制造领域得到更加广泛的应用和推广。电子制造企业应根据自身的生产规模、产品类型和技术要求，合理选择和应用这些创新方法与技巧，不断优化焊接工艺，以提升企业的核心竞争力，推动电子制造行业向更高水平发展。

参考文献

- [1] 韩玺. 电子产品 PCB 双面板手工焊接缺陷研究, 2021, (4) [J].
- [2] 印制板手工焊接缺陷分析 [J]. 于帅; 高中来. 电子世界, 2019 (17)
- [3] 浅谈电子元器件的手工焊接技术 [J]. 麦荣仕. 科技创新与应用, 2017 (01)
- [4] 小样本激光切割工艺参数预测模型优化. 何鹏; 孙帆; 胡小方; 林毓培; 段书凯. 激光杂志, 2021 (12)
- [5] 电子元器件制造过程中非正态工艺参数的统计过程控制技术. 黄玲; 赵文平; 游海龙. 电子质量, 2010 (01)
- [6] 宽温区 MOSFET 反型层载流子迁移率的模型和测定方法. 冯耀兰, 宋安飞, 张海鹏, 樊路加. 固体电子学研究与进展, 2001 (04)

作者简介：周俊（1990,03-）男，汉族，湖北孝感人，硕士研究生学历，讲师，研究方向：航空机械工程。