

# 手工焊接中焊点工艺与质量控制分析

马忠莹<sup>1</sup> 许渺森<sup>2</sup>

1. 山东航天电子技术研究所 山东 烟台 264000

2. 山东华宇航天空间技术有限公司 山东 烟台 264000

**摘要:** 随着电子制造业的飞速发展,手工焊接质量愈发关键。本文聚焦于手工焊接领域,深入剖析了手工焊接的原理与特点,详细阐述了其焊点工艺流程,涵盖准备、加热、送焊锡丝、撤除焊锡丝及电烙铁撤除等阶段。同时,全面探讨了影响手工焊接焊点质量的多种因素,包括人员、设备、材料、工艺方法以及环境等方面。针对这些影响因素,提出了一系列切实可行的质量控制措施,如加强人员管理、做好设备维护与管理、严格材料检验与管理、规范工艺评定与执行以及有效控制环境等,旨在为提高手工焊接焊点质量提供理论支持与实践指导。

**关键词:** 手工焊接;焊点工艺;质量控制;因素与措施

引言:在电子制造及相关行业中,手工焊接作为一种基础且重要的连接技术,有着不可替代的地位。尽管自动化焊接技术不断发展,但在一些小批量生产、维修作业以及特殊结构焊接场景中,手工焊接凭借其灵活性、适应性强的特点,依然被广泛应用。手工焊接焊点的质量直接关系到产品的性能、可靠性与使用寿命。然而,由于手工操作存在诸多不确定性,焊点质量容易出现波动,产生虚焊、假焊、桥接等缺陷。因此,深入研究手工焊接中焊点工艺与质量控制,对于提升产品质量、降低生产成本、增强企业竞争力具有重要意义。

## 1 手工焊接原理及特点

### 1.1 手工焊接原理

手工焊接主要基于热传导与冶金反应原理。操作时,利用电烙铁作为热源,将其加热至适宜温度后接触焊件。电烙铁的热量迅速传递至焊件表面,使焊件和焊锡丝同时受热。当温度达到焊锡丝的熔点时,焊锡丝融化成为液态。液态焊锡凭借表面张力的作用,沿着焊件表面润湿扩散。在此过程中,焊剂也发挥作用,它能够去除焊件表面的氧化膜和杂质,为焊锡与焊件的良好结合创造条件。

### 1.2 手工焊接特点

手工焊接具有显著特点。灵活性方面,它不受工件形状、尺寸和焊接位置的严格限制,可对各种复杂结构、小批量或特殊要求的焊件进行焊接,能轻松应对自动化设备难以处理的场景。操作简单直观,经过短期培训,操作人员即可掌握基本技巧并开展工作,对人员技能要求相对灵活。成本较低,无需大规模投资自动化设备及复杂的维护系统,适合预算有限或生产规模较小的企业<sup>[1]</sup>。

## 2 手工焊接焊点工艺流程

### 2.1 准备阶段

准备阶段是手工焊接的基础,关乎后续焊接的顺利进行与焊点质量。首先,要仔细检查焊接工具,确保电烙铁功率合适,烙铁头无氧化、磨损,能正常发热且温度可精准控制;同时准备好辅助工具,如镊子、吸锡器等。接着,对焊接材料进行检验,查看焊锡丝的规格、纯度是否符合要求,焊剂是否清洁、活性良好,焊件表面应无油污、锈迹、氧化层等杂质,若有需用砂纸打磨或用清洗剂清洁。然后,根据焊接需求,合理规划元件布局,将元件准确插入电路板对应位置并固定好,防止焊接时元件移位。此外,操作人员要穿戴好防护用品,如防静电手环,避免静电对电子元件造成损坏,同时保持工作区域整洁有序,为焊接工作营造良好的环境。

### 2.2 加热阶段

加热阶段是使焊件和焊锡达到合适温度,为后续送焊锡丝做准备。将清洁好的电烙铁以合适的角度接触焊件,一般与焊件表面呈 $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$ 。加热时要注意均匀加热,先加热焊件中导热性较差的部分,如引脚与焊盘的接触处,再向周围扩展,确保整个焊件受热均匀。同时,要控制好加热时间,时间过短,焊件未达到足够温度,焊锡无法良好融化与焊件结合,易形成虚焊;时间过长,则可能使焊件过热,损坏元件或使焊盘脱落。加热过程中,可通过观察焊件颜色的变化来判断温度是否合适,当焊件呈现光亮色时,说明温度已达到要求,此时可准备进入送焊锡丝阶段,保证加热效果为高质量焊点奠定基础。

### 2.3 送焊锡丝阶段

送焊锡丝阶段是将焊锡丝准确送入加热好的焊件

上,使其熔化并润湿焊件表面。当焊件加热到合适温度后,将焊锡丝从烙铁头与焊件的接触部位送入。送锡时要注意控制送锡的速度和量,速度过快,焊锡来不及均匀铺展,易堆积在局部,形成焊点过大、形状不规则等问题;速度过慢,则可能导致焊锡供应不足,出现虚焊。送锡量也要适中,过多会使焊点表面粗糙、有毛刺,影响美观和电气性能;过少则无法形成良好的连接,焊点强度不够。送锡过程中,要观察焊锡的熔化情况,当焊锡充分熔化并均匀润湿焊件表面,形成光亮、饱满的焊点锥形时,说明送锡操作成功,可准备撤除焊锡丝。

#### 2.4 撤除焊锡丝阶段

撤除焊锡丝阶段是在焊锡充分熔化并润湿焊件后,及时、准确地移除焊锡丝,以保证焊点质量。当观察到焊锡在焊件表面形成合适的形状和大小,且润湿良好后,要迅速、平稳地将焊锡丝沿与送锡方向相反的方向撤除。撤除动作要果断,避免犹豫不决导致焊锡在焊点上停留时间过长,使焊点表面出现凹凸不平、氧化等问题。同时,要注意撤除的角度和力度,保持与送锡时相似的角度,轻轻抽离焊锡丝,防止因用力过大或角度不当,拉扯焊点,破坏已形成的良好连接,导致焊点出现裂纹、虚焊等缺陷。撤除焊锡丝后,要观察焊点状态,确保焊点表面光滑、无杂质,为后续电烙铁撤除做好准备。

#### 2.5 电烙铁撤除阶段

电烙铁撤除阶段是手工焊接的最后一步,对焊点的最终成型和质量稳定至关重要。在撤除焊锡丝后,观察焊点已基本成型且表面光亮、饱满后,要迅速将电烙铁以合适的方向和速度撤离焊点。撤离方向一般与焊件表面呈一定角度,避免垂直向上或向下撤离,防止因撤离方向不当对焊点产生拉力,导致焊点变形或出现裂纹。撤离速度要适中,过快可能使焊点因热量突然散失而出现收缩不均匀,形成尖角、毛刺等缺陷;过慢则会使焊点长时间受热,导致焊点氧化、颜色变暗,影响焊点的电气性能和外观质量。电烙铁撤除后,要让焊点自然冷却,不要触碰或移动焊件,待焊点完全凝固后,检查焊点质量,确保焊接成功<sup>[2]</sup>。

### 3 影响手工焊接焊点质量的因素

#### 3.1 人员因素

人员因素对手工焊接焊点质量影响显著。操作人员技能水平参差不齐,新手可能因对焊接温度、时间把控不准,出现加热不足导致虚焊,或过度加热损坏元件。熟练度不够时,送锡速度和量难以精准控制,易造成焊点过大、过小或形状不规则。此外,人员工作态度和责

任心也至关重要,粗心大意者可能漏焊、错焊,且不按规范操作,如未清洁焊件表面就直接焊接,使氧化层影响焊锡与焊件的结合,降低焊点质量。

#### 3.2 设备因素

设备状况直接影响手工焊接质量。电烙铁是关键设备,若其功率选择不当,过大易烧毁元件,过小则无法使焊锡充分熔化,导致虚焊。烙铁头长期使用后氧化、磨损,会使热传导效率降低,加热不均匀,影响焊点成型。温控设备若出现故障,无法准确控制电烙铁温度,温度波动大,会造成焊接不稳定。

#### 3.3 材料因素

材料对焊点质量起着基础性作用。焊锡丝质量参差不齐,若含杂质过多,熔化后流动性差,难以均匀润湿焊件,易形成冷焊、夹渣等缺陷。焊剂选择不当,不能有效去除焊件表面氧化膜,会影响焊锡与焊件的结合强度。焊件材料本身若存在质量问题,如表面有油污、锈迹,或材质不均匀,会导致焊接时出现气孔、裂纹等。不同金属材料焊接时,若未考虑其熔点、膨胀系数等差异,也会使焊点质量难以保证。

#### 3.4 工艺方法因素

工艺方法不合理会引发诸多焊点质量问题。加热顺序错误,如先加热小元件后加大大元件,会使热量分布不均,小元件易过热损坏。送锡方式不当,从错误方向送锡,可能导致焊锡不能充分覆盖焊件,形成虚焊。焊接时间控制不佳,时间过短,焊锡未完全熔化与焊件结合;时间过长,会使焊件过热,焊盘脱落。

#### 3.5 环境因素

环境因素对手工焊接焊点质量的影响不可忽视。温度过低时,焊锡流动性变差,难以均匀铺展在焊件上,易形成冷焊;温度过高,会使焊件和焊锡氧化加剧,影响焊接质量。湿度过大,焊件表面易吸附水分,焊接时水汽化产生气泡,导致焊点出现气孔。空气中的灰尘、杂质若落在焊件或焊锡上,会在焊点中形成夹杂物,降低焊点强度<sup>[3]</sup>。

### 4 手工焊接焊点质量控制措施

#### 4.1 人员管理

人员是手工焊接质量的关键影响因素。应严格筛选操作人员,优先录用具备电子相关专业知识和有一定动手能力与责任心的人员。入职前开展全面培训,涵盖焊接理论知识,如不同金属的焊接特性,以及实际操作技能,像电烙铁的正确使用、送锡手法等。培训后进行严格考核,合格方可上岗。工作中,定期组织技能提升培训与交流活

能提出疑问共同探讨。建立绩效考核制度,将焊点质量作为重要考核指标,对表现优秀者给予奖励,激发员工积极性。同时,注重员工质量意识培养,通过案例分析让他们明白焊点质量对产品整体性能的重要性,促使员工在工作中自觉严格按照规范操作,减少因人为疏忽导致的焊点质量问题。

#### 4.2 设备维护与管理

设备状态直接影响焊接质量。要为每台设备建立详细档案,记录设备型号、购置时间、维修记录等信息。制定定期维护计划,如每周对电烙铁进行清洁,去除烙铁头氧化层,每月对温控设备进行校准,确保温度控制精准。操作人员在使用设备前需进行基本检查,如查看电烙铁插头是否松动、电线有无破损等,发现问题及时报修。设立专门的设备维修区域,配备专业维修人员,确保故障设备能及时修复。同时,储备常用易损件,如烙铁头、焊锡丝卷轴等,减少设备停机时间。定期评估设备性能,根据生产需求和技术发展,适时更新老旧设备,保证焊接设备始终处于良好运行状态,为焊点质量提供硬件保障。

#### 4.3 材料检验与管理

材料质量是焊点质量的基础。建立严格的材料采购制度,选择信誉好、质量稳定的供应商。材料入库前,要进行全面检验,检查焊锡丝的纯度、直径是否符合标准,焊剂的活性、清洁度是否达标,焊件的尺寸精度、表面氧化程度等。对不合格材料坚决拒收。合理规划材料存储环境,根据材料特性设置适宜的温度、湿度条件,如将焊锡丝存放在干燥通风处,防止受潮氧化。对材料进行分类存放,并做好清晰标识,方便查找和使用。建立材料领用制度,操作人员凭领料单领取材料,避免材料浪费和错用。定期盘点库存材料,及时处理过期或变质材料,确保所用材料质量可靠,从而保证焊点质量。

#### 4.4 工艺评定与执行

科学合理的工艺是保证焊点质量的核心。在引入新工艺或改进现有工艺前,要进行全面的工艺评定。通过模拟实际生产条件进行小批量试生产,对焊点的外观、机械性能、电气性能等进行检测和评估,确定最佳工艺参数,如加热温度、时间、送锡速度等。根据评定结果编制详细的工艺文件,明确各工序的操作要求和质量标

准。在生产过程中,加强工艺执行情况的监督检查,操作人员必须严格按照工艺文件操作,不得擅自更改参数。设立质量检查点,对关键工序的焊点进行重点检查,及时发现和纠正问题。定期总结分析工艺执行情况,根据反馈意见优化工艺,不断提高工艺的合理性和可操作性,确保焊点质量稳定。

#### 4.5 环境控制

良好的环境对焊点质量至关重要。建立专门的手工焊接车间,对温度、湿度、洁净度等进行严格控制。一般将温度控制在20-30℃,湿度控制在40%-70%,防止温度、湿度不当影响焊锡流动性和焊件性能。安装空气净化设备,过滤空气中的灰尘和杂质,保持车间空气清新,减少灰尘对焊点的影响。合理规划车间布局,划分焊接操作区、物料存放区和休息区,避免相互干扰。加强车间通风换气,及时排出焊接产生的有害气体和烟雾,改善工作环境。在车间内设置质量标语和操作规范提示牌,营造质量氛围。定期检测和评估车间环境,根据结果调整控制措施,为手工焊接创造稳定适宜的环境,保障焊点质量<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

手工焊接作为电子制造中的基础且关键环节,焊点工艺与质量控制的重要性不言而喻。它不仅关乎产品的电气性能与机械可靠性,更影响着产品的整体质量与使用寿命。通过本次对焊点工艺与质量控制的深入分析,我们明确了人员、设备、材料、工艺及环境等多方面因素对焊点质量的影响。只有全面、细致地落实各项质量控制措施,不断优化焊接工艺,才能提升手工焊接水平,生产出高质量的电子产品。未来,我们仍需持续探索与创新,以适应不断发展的电子行业需求。

#### 参考文献

- [1]蒋志武.手工焊接中焊点工艺与质量控制分析[J].新型工业化,2020,10(2):92-95.
- [2]郭浩.手工焊接中焊点工艺与质量控制思考[J].环球市场,2021(23):391.
- [3]杨华,黄西利,吕俞霖.可变参数的手工焊接生产线柔性能力提高方法研究[J].装备制造技术,2019(7):51-55+59.
- [4]郑瑞珍,尤晓明,金洁.电路制作的手工焊接技术研究[J].现代信息科技,2021,2(11):44-46