



中华人民共和国航天行业标准

FL5963

QJ 2940A—2001
代替QJ 2940—97

航天用印制电路板组装件 修复和改装技术要求

The repair and modification of
printed circuit board assemblies for space use

2001—11—15发布

2002—02—01实施

国防科学技术工业委员会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 一般要求..... 1

3.1 总则..... 1

3.2 修复..... 1

3.3 改装..... 2

3.4 返工..... 2

3.5 其它限制条件..... 2

3.6 材料、设备和工具..... 2

3.7 环境和安全预防措施..... 2

4 详细要求..... 3

4.1 敷形涂层的清除..... 3

4.2 焊点的清除及引线的矫直..... 4

4.3 受损镀金层的修复..... 7

4.4 受损印制导线的修复..... 8

4.5 隆起印制导线的修复..... 9

4.6 隆起焊盘的修复..... 10

4.7 接线端子的更换..... 12

4.8 导线对导线的焊接..... 13

4.9 元器件的增添..... 15

4.10 轴向引线及多引线元器件的拆除及更换..... 22

4.11 扁平封装元器件的拆除及更换..... 23

4.12 元器件连接的改装..... 24

4.13 多层印制电路板内层印制导线的切断..... 31

4.14 质量保证..... 32

前 言

QJ 2940A—2001《航天用印制电路板组装件修复和改装技术要求》，是对 QJ 2940—1997 的第一次修订。修订时参照采用了欧洲空间局标准 ESA PSS—01—728 第 2 版 1991.3 《空间用印制电路板组装件的修复和改装》，技术内容基本与 ESA PSS—01—728 相同。

与 QJ 2940—1997 相比，有如下变化：

——将 QJ 2940—1997 中表述不具体，且与印制电路板组装件的修复和改装类同的整机的修复和改装部分删除；

——对印制电路板组装件的修复和改装，进行了全面、具体的规定，具有较强的可操作性；

——对违反本标准规定的修复和改装原则的情况，规定了具体的处理办法。

本标准由中国航天科技集团公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准主要起草单位：中国航天科技集团公司二〇〇厂、中国航天标准化研究所。

本标准主要起草人：华苇、宋久春。

本标准于 2001 年 11 月第一次修订。

航天用印制电路板组装件修复和改装技术要求

1 范围

本标准规定了航天用印制电路板组装件修复和改装的技术要求及详细的工艺方法。

本标准适用于航天用印制电路板组装件修复和改装。是生产、检验及验收的依据之一。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

QJ 165A—1995 航天电子电气产品安装通用技术要求

QJ 201A—1999 印制电路板通用规范

QJ 831A—1998 航天用多层印制电路板通用规范

QJ 2711—1995 静电放电敏感器件安装工艺技术要求

QJ 3011—1998 航天电子电气产品焊接通用技术要求

QJ 3012—1998 航天电子电气产品元器件通孔安装技术要求

QJ 3117—1999 航天电子电气产品手工焊接工艺技术要求

3 一般要求

3.1 总则

3.1.1 本标准限于单面、双面和多层印制电路板组装件的修复和改装。由于修复和改装造成有缺陷的焊点应进行返工。未组装的（裸的）印制电路板不包括在本标准之内。组装后的印制电路板不允许校平。

3.1.2 在本标准限制范围内所做的修复和改装，必须按有关规定经审批后方可进行。

3.1.3 产品的修复和改装应以技术文件为依据，并编制相应的工艺规程。

3.1.4 印制电路板的组装焊接操作应按 QJ 3011—1998、QJ 3012—1998 和 QJ 3117—1999 的规定进行。

3.1.5 各种修复和改装工艺方法，在本标准的第 5 章中作详细说明。

3.1.6 要提交作故障分析处理的元器件，应非常小心地从组装件上取下。

3.1.7 修复和改装完成后的产品其功能和技术指标必须满足产品技术条件和相关的质量标准要求。

3.1.8 修复和改装中每一道工序完成后均应进行检验。

3.1.9 在使用本标准规定的方法进行修复和改装时，如果出现问题，或者使用的方法超出本标准的限制范围，应将细节提交有关标准化和质量管理部门，当着手修订本标准时，能参考上述信息。

3.2 修复

3.2.1 修复的准则

QJ 2940A—2001

印制电路板组装件在组装或测试过程中受损，有必要恢复其功能时，应允许进行修复。

修复包括更换元器件及其相关的连接部分，以及固定隆起的焊盘和线条，或本标准中阐述的任何相似工艺过程。

3.2.2 有限制的修复

印制电路板组装件的修复应不降低产品的质量，应不妨碍印制板组装件符合所有相关的技术要求。

3.2.3 修复总数

对任何一块印制电路板组装件，修复（包括焊接和粘结）的总数应限于六处。一处修复是指一个元器件或一个连接器的修复，并应包括在其一根引线或多根引线上的操作。

任意 25cm² 面积内，涉及焊接操作的修复应不超过三处。

任意 25cm² 面积内，涉及粘结的修复应不超过二处。

3.3 改装

3.3.1 改装的准则

印制电路板组装件的改装是指连接特性的改变。这种特性的改变是通过切断印制导线、增加元器件以及切断和增加导线（引线）连接来实现的。

一个元器件或一个连接器多个连接点的改变，应认为是一处改装。

增添一个元器件应认为是一处改装。

3.3.2 改装的总数

任何一块印制电路板组装件上任意 25cm² 面积内，改装总数应不超过二处。

3.4 返工

3.4.1 返工的准则

由于修复和改装造成的有缺陷的焊点允许返工，而且不能认为是修复。所有返工后的焊点特性应符合焊接要求。

3.4.2 返工的次数

任何一个焊点允许最多有三次返工。

3.5 其它限制条件

3.5.1 由于工作不正常或机械损坏，或由于元器件邻近导线的损坏，必须拆除并更换元器件。拆除下来的元器件一般不应该再使用，应该用相同的新元器件替换。

3.5.2 拆除元器件，只应在安装密度足以保证其它相邻元器件完整性的情况下，方可进行。

3.5.3 每一个印制电路的焊盘，应以解焊操作不超过一次为限制条件（即只允许更换一次元器件）。

3.5.4 凡未列入本标准的修复和改装的方法，或超出 3.2.2、3.3.2 和 3.4.2 给定准则的，必须经本单位技术主管领导批准方可实施。必要时经评审并报上级主管部门备案。

3.6 材料、设备和工具

3.6.1 材料

所有用于修复和改装并成为最终产品中一部分的材料，应满足产品技术条件的要求。焊料、焊剂及清洗用溶剂应符合有关规定。

3.6.2 设备和工具

所有设备和工具应满足 QJ 165A—1995 的要求。

3.7 环境和安全预防措施

3.7.1 修复和改装的环境条件应符合 QJ 165A—1995 的要求。

3.7.2 修复和改装过程中，应采取安全预防措施，并符合国家有关规定。

4 详细要求

4.1 敷形涂层的清除

4.1.1 总则

从印制电路板组装件拆除元器件之前，任何敷形涂层必须清除，应暴露出要修复处焊盘上的焊料，并不得污染需复焊的焊点。

4.1.2 限制条件

4.1.2.1 不得用电烙铁清除涂层。高温将会造成涂层炭化，也有可能使层压基板分层。

4.1.2.2 用来切割修复焊盘周围的工具不应太锋利，以避免损坏印制电路板组装件。

4.1.2.3 使用热割端头时必须小心，避免熔融邻近的焊点；

4.1.2.4 溶剂往往可能使涂层介质膨胀，也可能使邻近修复、改装的电子元器件的涂层破坏。为此，溶剂使用时间最长应限于 15min 之内。

4.1.3 工具及材料

- a) 合适的切割工具；
- b) 带有端头的热割装置；
- c) 刷子；
- d) 相应的溶剂；
- e) 真空吸尘器。

4.1.4 工艺方法

4.1.4.1 方法一 聚氨酯和聚硅酮类涂层的清除

4.1.4.1.1 使用合适的切割工具，小心分割开要更换元器件周围的敷形涂层。

4.1.4.1.2 铲去分割开的涂层，操作时，要用真空吸尘器吸取切割处所有细小疏松的敷形涂层颗粒。

4.1.4.1.3 焊点解焊前，使用相应的溶剂，彻底清洗已经暴露的地方。使用最少量的溶剂，并防止溶剂侵入敷形涂层暴露的边缘下侧。

4.1.4.2 方法二 环氧树脂类涂层的清除

4.1.4.2.1 选择一种与组装件结构相匹配的合适的热割端头，并设定端头温度。

4.1.4.2.2 热割端头作用于涂层时要有一定的压力。端头温度应调整到在该温度下涂层可以有效地铲除，但不会烧焦或炭化（见图 1）。

4.1.4.2.3 逐步减薄元器件周围涂层的厚度。尽可能多地清除元器件引线周围的涂层，便于将引线拆除，但不要碰及印制电路板表面。先剪断要拆除的元器件的引线，这使得下一步拆除元器件本体与其引线和焊点分离成为可能。热割过程中，为避免无意损坏印制电路板，应及时采用真空吸尘器和硬毛刷清除废料。

4.1.4.2.4 当足够的涂层被清除后，留下的只是元器件和印制电路板之间不大的连接面，用热割装置或小功率电烙铁加热元器件本体，降低元器件和环氧树脂界面的结合力，然后使元器件脱离印制电路板。

4.1.4.2.5 最后用热割装置将其余的涂层清除，并用第 4 章中所述的一种合适的吸锡方法，将留下的引线和焊料除去。

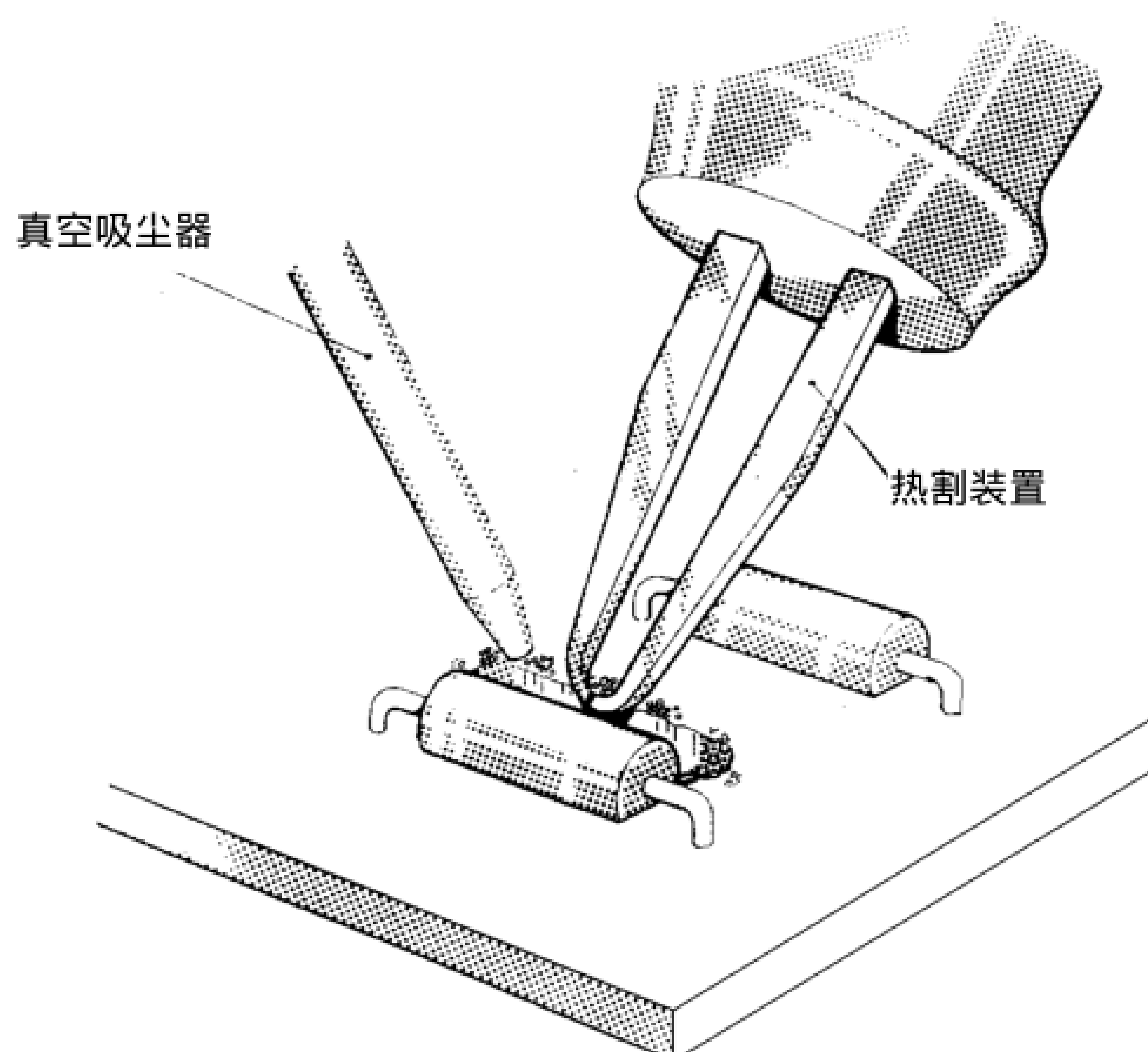


图 1 用热割装置清除涂层

4.1.5 合格标准

要修复的焊盘处的焊料应暴露，同时下列情况的任何一种都不应发生：

- a) 熔融邻近焊点或电路；
- b) 涂层起泡、白斑和变焦；
- c) 层压基材起泡、分层、白斑和焦化；
- d) 印制线路割坏、刮伤或其它损伤。

4.2 焊点的清除及引线的矫直

4.2.1 总则

修复一个电子电路的基本要求是清除使元器件固定就位的焊料。有各种各样的方法达到这个要求，在元器件更换过程中这些方法应避免焊点受到热和机械的损伤。

以下阐述的几种焊料的清除方法，可根据设备、工具和条件加以采用。

4.2.2 限制条件

进行本操作之前，已经涂敷在印制电路板上的敷形涂层，必须按 4.1 条中规定的工艺方法清除。

4.2.3 工具及材料

- a) 电烙铁或热气流吹送装置（适用而定）；
- b) 连续真空吸锡装置、手动吸锡器和吸锡绳（适用而定）；
- c) 热割装置、镊子和钳子（适用而定）。

4.2.4 工艺方法

4.2.4.1 方法一 连续真空吸锡

使用带真空泵的连续吸锡装置其效果最好，它可直接通过吸嘴把焊料从焊点吸走。将加热的吸嘴

垂直作用于焊点，焊料熔融时，启动真空泵，使焊料从焊点吸走，并沉积在收集器内。
只要操作正确，该方法基本上可以避免过热的问题。吸嘴的正确定位如图 2 所示。

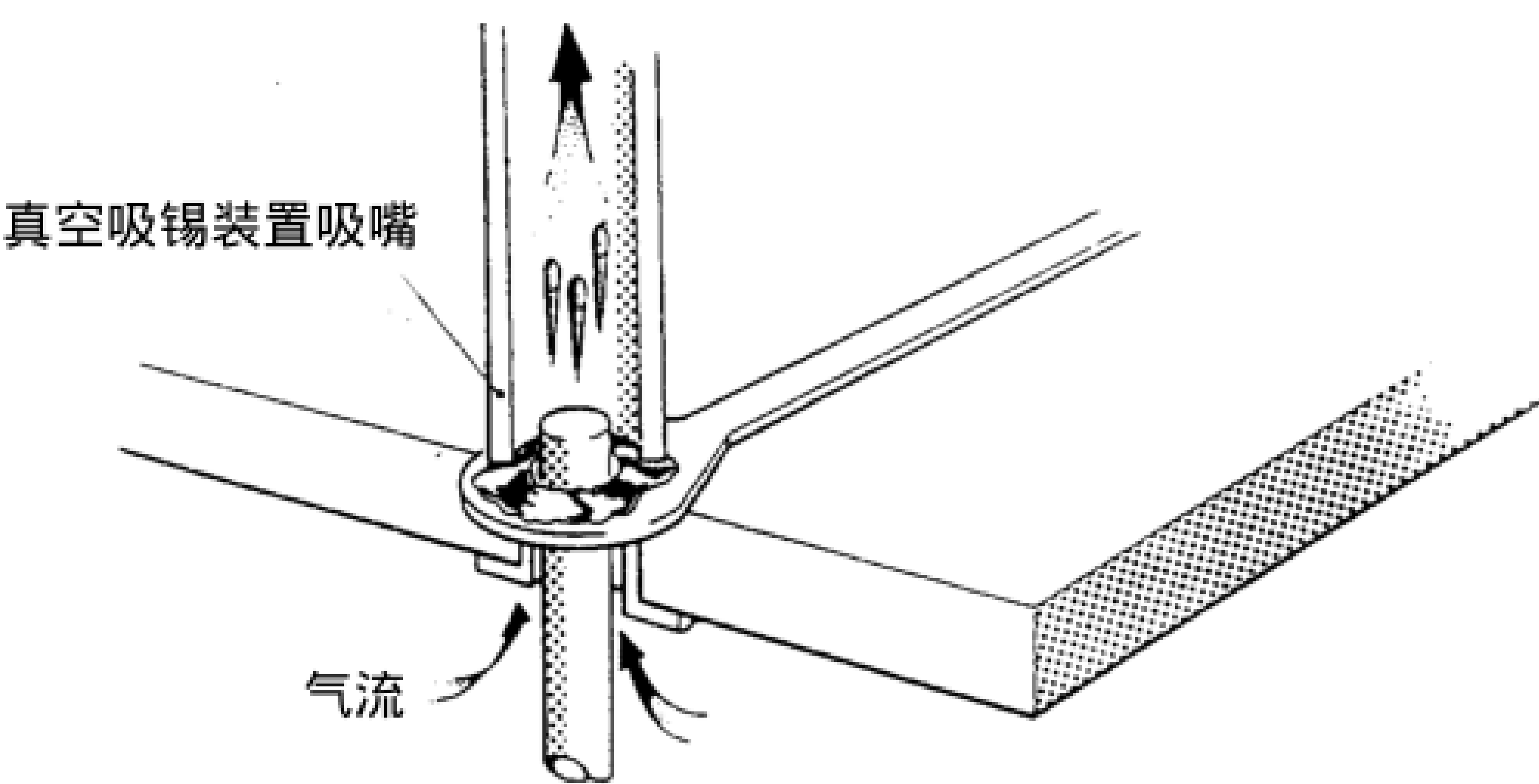


图 2 连续真空吸锡用于直立引线

4.2.4.2 方法二 用手动吸锡器吸锡

手动吸锡器有多种不同的形式。它是一种用手动吸锡清除熔融焊料的方法。这种方法是以短脉动方式施加真空，操作过程需要重复多次。此外，吸锡工作有时同时使用两种不同的工具来完成，即电烙铁和吸锡器，见图 3。该方法只得到有限的应用。

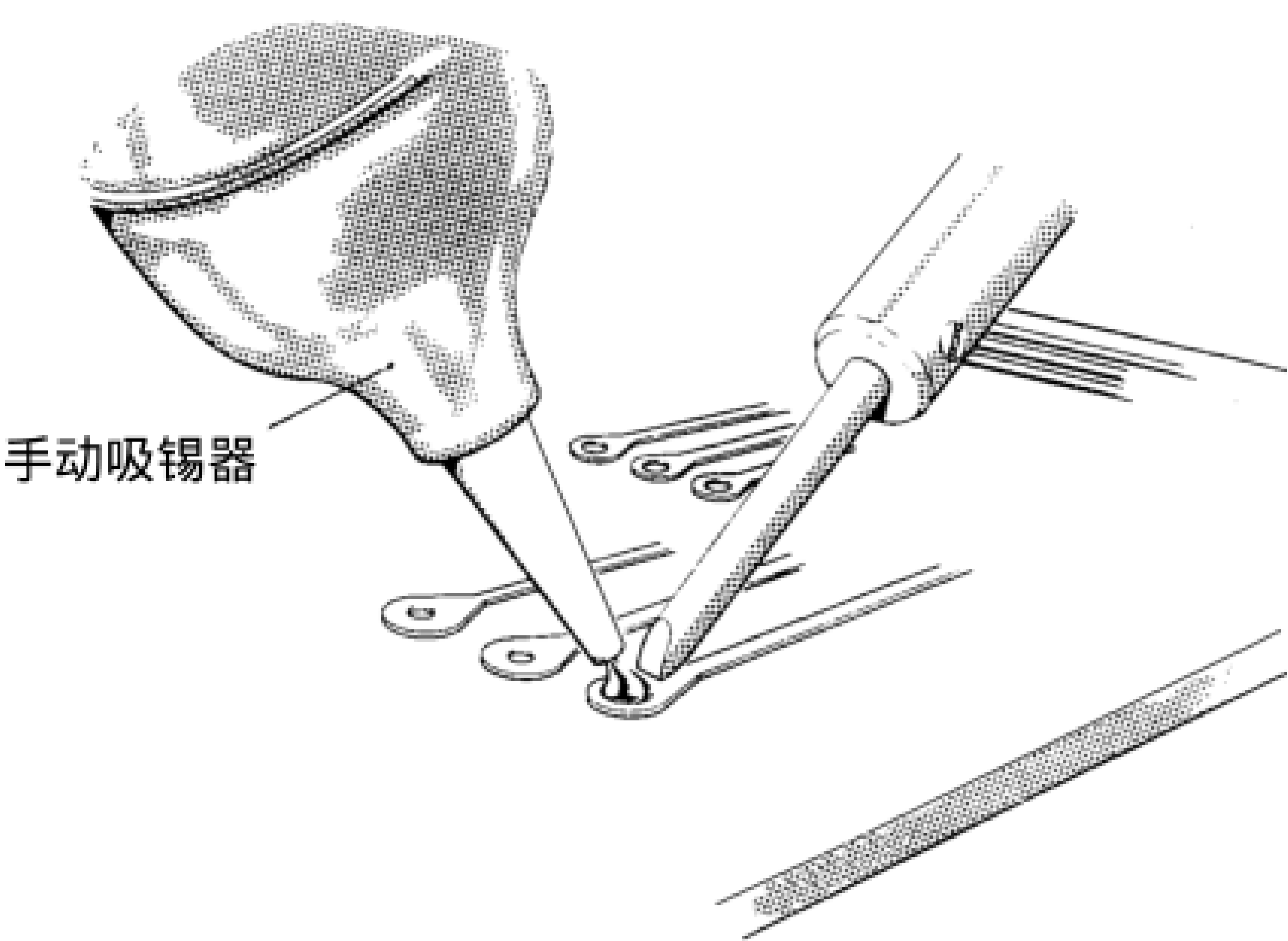


图 3 使用中的手动吸锡器

4.2.4.3 方法三 热气流除锡

本方法依靠一股热气流（200℃~300℃）熔融焊点，特别适合于扁平封装的集成电路。由于对气流范围的控制，能够单个地解焊连接线而不影响其它焊点。熔融的焊料可用吸锡绳或真空吸锡器清除，如图 4 所示。该方法只得到有限的应用

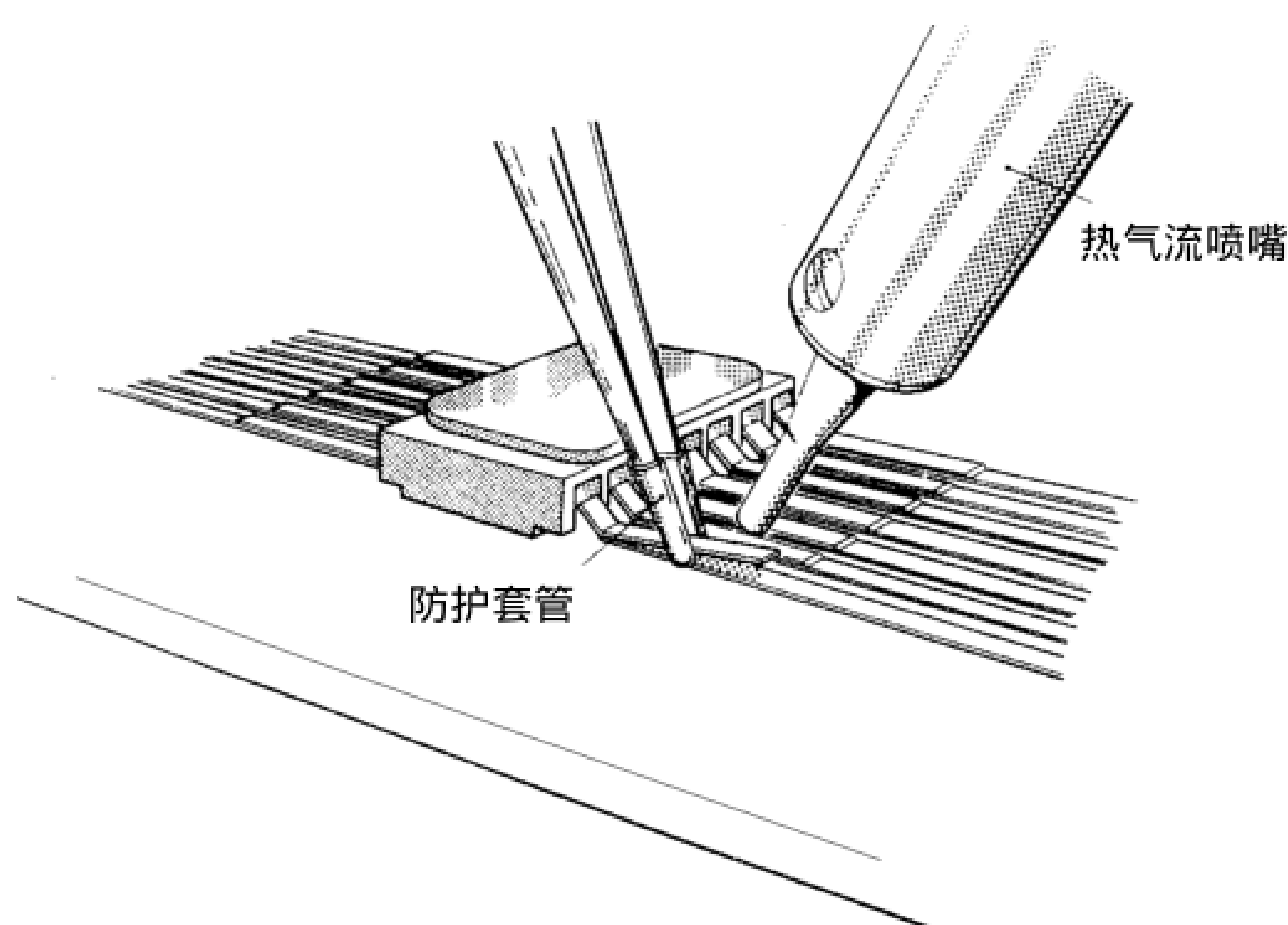


图 4 用热气流法提起单根引线

4.2.4.4 方法四 吸锡绳吸锡

本方法使用浸透焊剂的多股编织导线，在加热的情况下接触焊点。利用虹吸作用使熔融的焊料吸入吸锡绳，见图 5。这种方法用于大面积焊点和通孔焊点，或用于吸取更为困难的打弯引线与焊盘之间的焊料。随着吸锡量的增加，虹吸作用变差，因此，含大量焊料的焊点，往往需要重复加热，从而产生过热的危险。

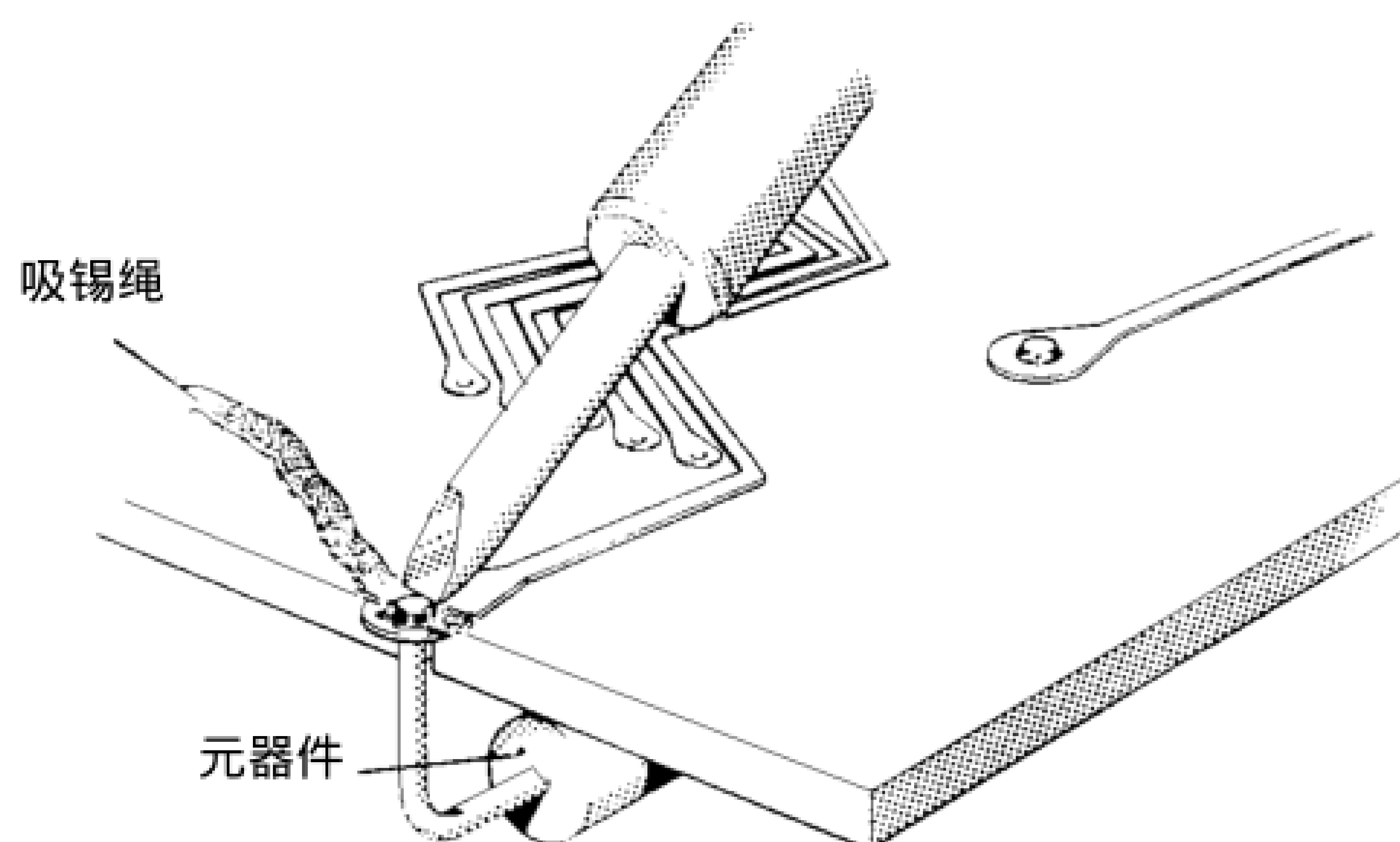


图 5 虹吸法的横断面图

4.2.4.5 方法五 打弯引线的矫直

4.2.4.5.1 原有焊料的清除。首先用方法一或方法四，最低限度要清除打弯引线和焊盘表面的焊料。根据观察到的打弯引线及焊盘接触的实际状况，以及它们之间残留焊锡的大小进行有效的矫直。

4.2.4.5.2 焊料从打弯部位清除后，要使焊点冷却几秒钟，用薄塑料条或类似工具小心地抬起引线。图 6 所示的方法是为防止损伤焊盘而设计的，可以使用镊子或钳子替代热割装置，只要这些工具不接触焊盘。

4.2.4.5.3 一旦打弯的引线矫直，就可以按方法一进行清除焊点

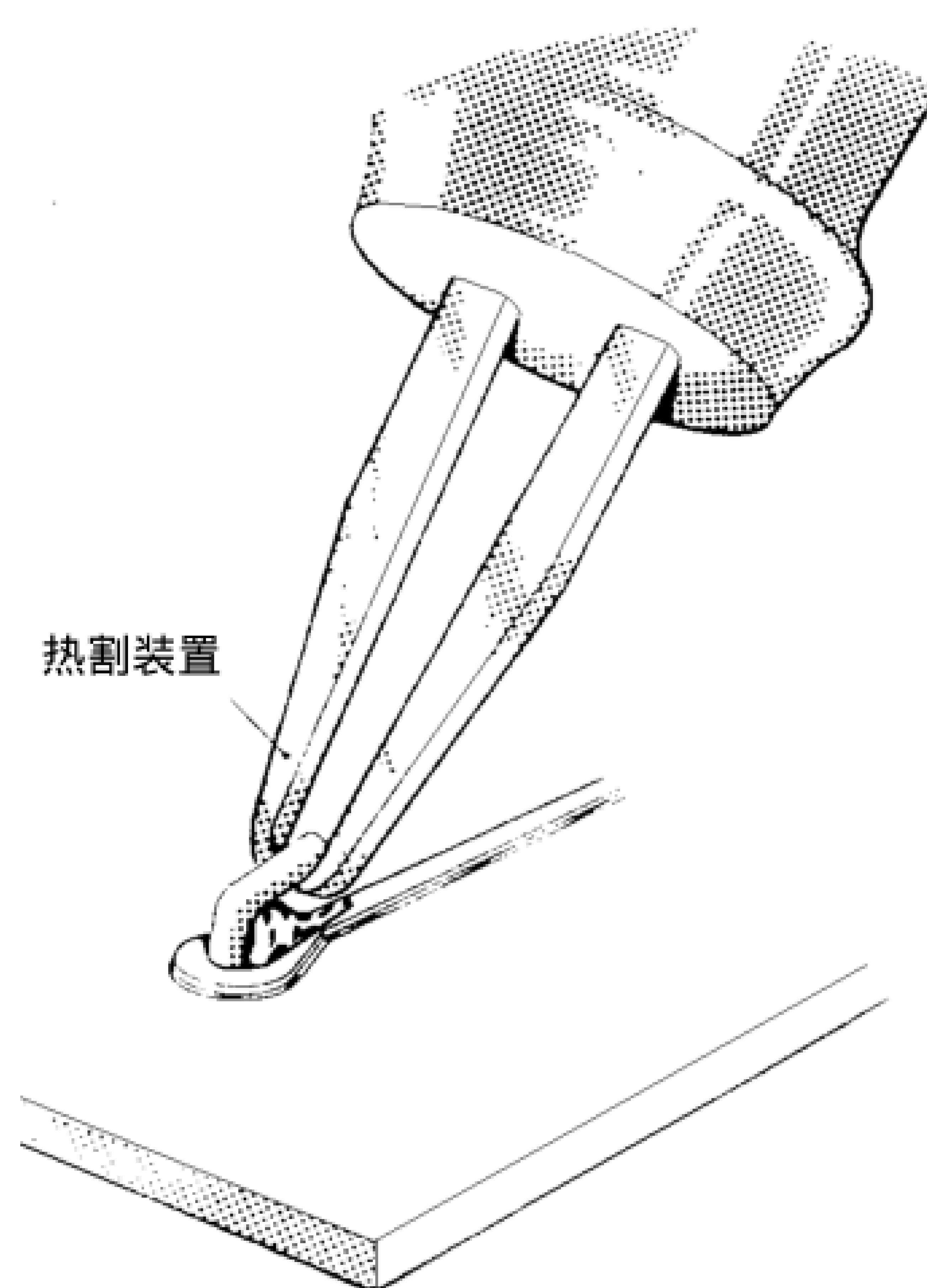


图 6 用热割装置加热矫直

4.2.5 合格标准

焊盘上不应留有多余的焊料，同时不应发生下列任何一种情况：

- a) 熔融邻近焊点或电路；
- b) 焊盘和印制导线隆起；
- c) 层压基板分层；
- d) 印制导线、焊点和焊盘割坏、刮伤或其它损伤。

4.3 受损镀金层的修复

4.3.1 总则

镀金层可能受损是由于焊料溅到镀金层上或刮伤镀层。

4.3.2 限制条件

4.3.2.1 如果导体电流通过能力不能满足要求，刮伤部位应加以修复。

4.3.2.2 剥落、起皮、锈蚀或其它不合格的镀层被认为是不可修复的，有这些缺陷的印制电路板应该拒收。

4.3.3 工具及材料

- a) 温控电烙铁；
- b) 吸锡器、吸锡绳和笔型真空吸尘器；
- c) 安全眼镜（或类似保护装置）；
- d) 橡胶手套；
- e) 玻璃纤维刷；
- f) 清洁用织物

g) 相应的溶剂。

4.3.4 工艺方法

4.3.4.1 方法一 清除溅落在镀金层上的焊料

4.3.4.1.1 用真空吸锡器或浸透焊剂的吸锡绳（见 4.2.4）来清除焊料。适当加热，使焊料熔融并除去。

4.3.4.1.2 用玻璃纤维刷或类似工具，同时用真空吸尘器清除残留焊料。

4.3.4.1.3 用相应的溶剂清洗修复处。

4.3.4.2 方法二 修复厚度不足或刮伤的镀金层

修复工艺过程与 4.4 详述的受损印制导线的修复相同，只是根据 QJ 3117—1999 的要求应在焊接前清除镀金层。

4.3.5 合格标准

4.3.5.1 方法一

镀金层上应无多余焊料，镀金层不应损坏。由于金锡合金会造成的导体表面颜色改变是允许的。

4.3.5.2 方法二

修复后，应根据 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准来检验焊点。应对焊盘和线条进行特别细致的检验，确保没有发生隆起和基材没有遭到损坏。

4.4 受损印制导线的修复

4.4.1 总则

印制导线受损可能是完全断裂或刮痕、刻痕使导线的电流通过能力低于标准要求。

4.4.2 限制条件

无论哪一种形式的损坏（见 4.4.1），导线受损长度都不应超过导体宽度的五倍。

4.4.3 工具及材料

- a) 温控电烙铁及焊料；
- b) 镊子；
- c) 环氧树脂胶；
- d) 相应的溶剂；
- e) 玻璃纤维刷；
- f) 清洁用织物；
- g) 根据表 1 选择的镀锡铜线。

表 1

| 印制导线宽度 mm | 镀锡铜线直径最小值 mm | AWG |
|--------------|-----------------|-----|
| 0.30 | 0.16 | 34 |
| 0.40 | 0.20 | 32 |
| 0.50 | 0.23 | 31 |
| 0.80 | 0.28 | 29 |
| 1.60 | 0.40 | 26 |
| 3.20 | 0.56 | 23 |

注：表中所列为已知印制导线宽度所推荐的镀锡铜线直径。规定的数值系对厚度不小于 30μm 的印制导线而言。
最大镀锡铜线直径应不大于印制导线宽度的三分之二。

4.4.4 工艺方法

4.4.4.1 先用纤维刷擦拭受损导线，然后用相应的溶剂清洗印制导线断裂处的两端，每端至少要有 3mm 长被擦拭。

4.4.4.2 切割一小段所选用线规的镀锡铜线，至少要比断裂处长 6mm。

4.4.4.3 用一把镊子将镀锡铜线固定于印制导线中心线上，并焊接就位。

4.4.4.4 用相应的溶剂清洁该处。

4.4.4.5 用少量环氧树脂胶，涂满全部修复处，并固化。

4.4.5 合格标准

修复后，应根据 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准检验焊点。应对焊盘和线条进行特别细致的检验，确保没有发生隆起、基材没有遭受破坏。

4.5 隆起印制导线的修复

4.5.1 总则

本工艺过程适用于部分印制导线自基板隆起，但并未断裂的场合（见图 7）。

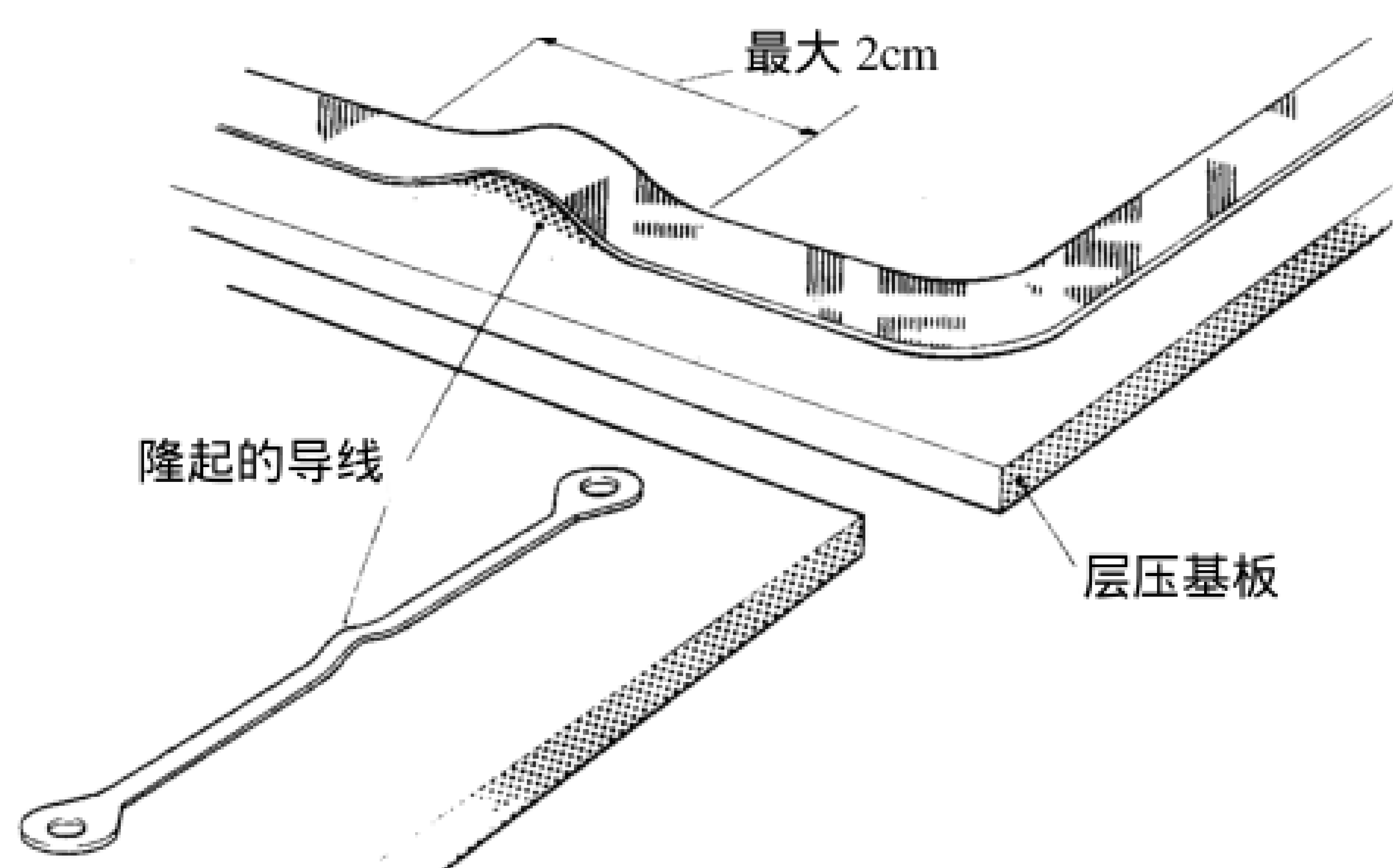


图 7 隆起的印制导线

4.5.2 限制条件

要修复的隆起印制导线的长度，应不超出两焊盘间印制导线长度的一半或 2cm，取较小值。每块印制电路板组装件的修复总数应不超过 3.2.3 中规定的要求。

4.5.3 工具及材料

- a) 热风枪；
- b) 相应的溶剂；
- c) 环氧树脂胶（与基板环氧树脂相容）；
- d) 塑料牙签；
- e) 聚四氟乙烯薄膜带；
- f) 小质量的重块。

4.5.4 工艺方法

凡可能妨碍修复的任何元器件以及焊料，应在修复前从受损导线处除去，如 4.2 和 4.10 所述。

4.5.4.1 方法一 印制导线下方使用环氧树脂胶（见图 8）

4.5.4.1.1 用相应的溶剂清洗隆起印制导线的下侧及四周。

4.5.4.1.2 清除所有妨碍印制导线与基板表面紧密接触的多余物。

4.5.4.1.3 将环氧树脂胶均匀地加到隆起印制导线的两侧，用热风枪缓慢地吹拂，直到胶流到隆起印制导线全长的下侧。应保证环氧树脂胶不和随后需要焊接的表面相接触。

4.5.4.1.4 采用小质量重块加压印制导线，使其与基板接触，重块与印制导线的界面应使用聚四氟乙烯薄膜带覆盖。

4.5.4.1.5 环氧树脂胶固化之前，不得搬动修复的组装件。

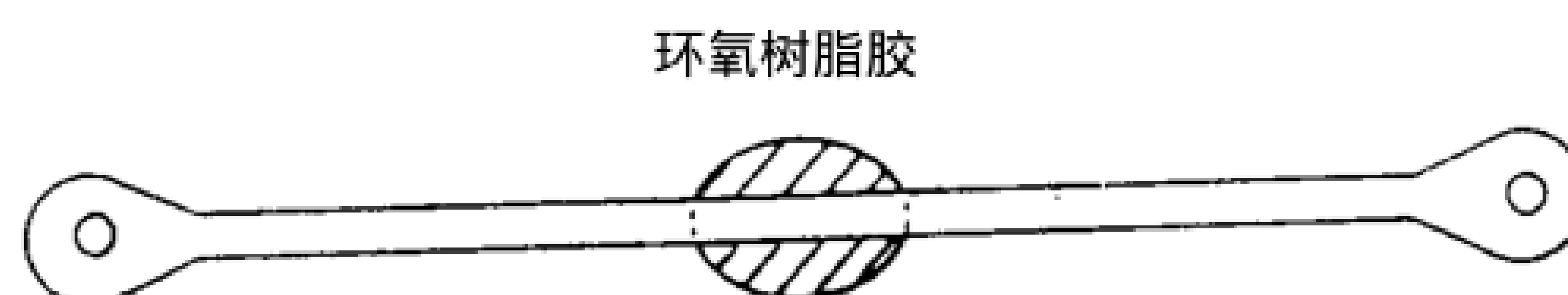


图 8 印制导线下方使用环氧树脂胶进行修复

4.5.4.2 方法二 印制导线上方使用环氧树脂胶（见图 9）

4.5.4.2.1 用相应的溶剂清洗隆起印制导线的上表面及四周。

4.5.4.2.2 环氧树脂胶均匀地加到隆起印制导线的表面及其四周，在各个方向距离受损部位至少要有 3mm。

4.5.4.2.3 环氧树脂胶固化之前，不得搬动修复的组装件。

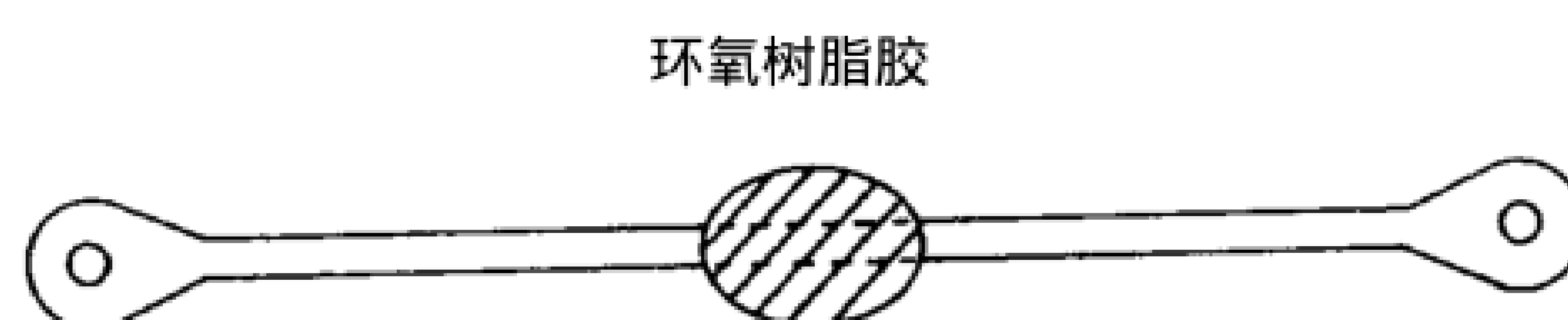


图 9 印制导线上方使用环氧树脂胶进行修复

4.5.5 合格标准

4.5.5.1 隆起的印制导线由环氧树脂胶牢固地固定在层压基板上，环氧树脂胶应充分固化并应不覆盖随后要求焊接的地方。

4.5.5.2 在元器件已经拆除，随后加以替换过的部位，所有焊点应根据 QJ3011—1998 的接收和拒收标准检验。应对焊盘和线条进行特别细致的检验，确保没有隆起发生，确保基材和元器件没有遭到损坏。

4.6 隆起焊盘的修复

4.6.1 总则

本工艺方法适用于：

- 已经分离、松动、隆起或其它不再与基材粘合的所有焊盘，如图 10 所示。
- 由于撕裂、切割或其它机械方式，已经受损超出规定合格极限的所有焊盘，如图 11 及图 12

所示。

c) 为适应打弯引线而设计的焊盘。

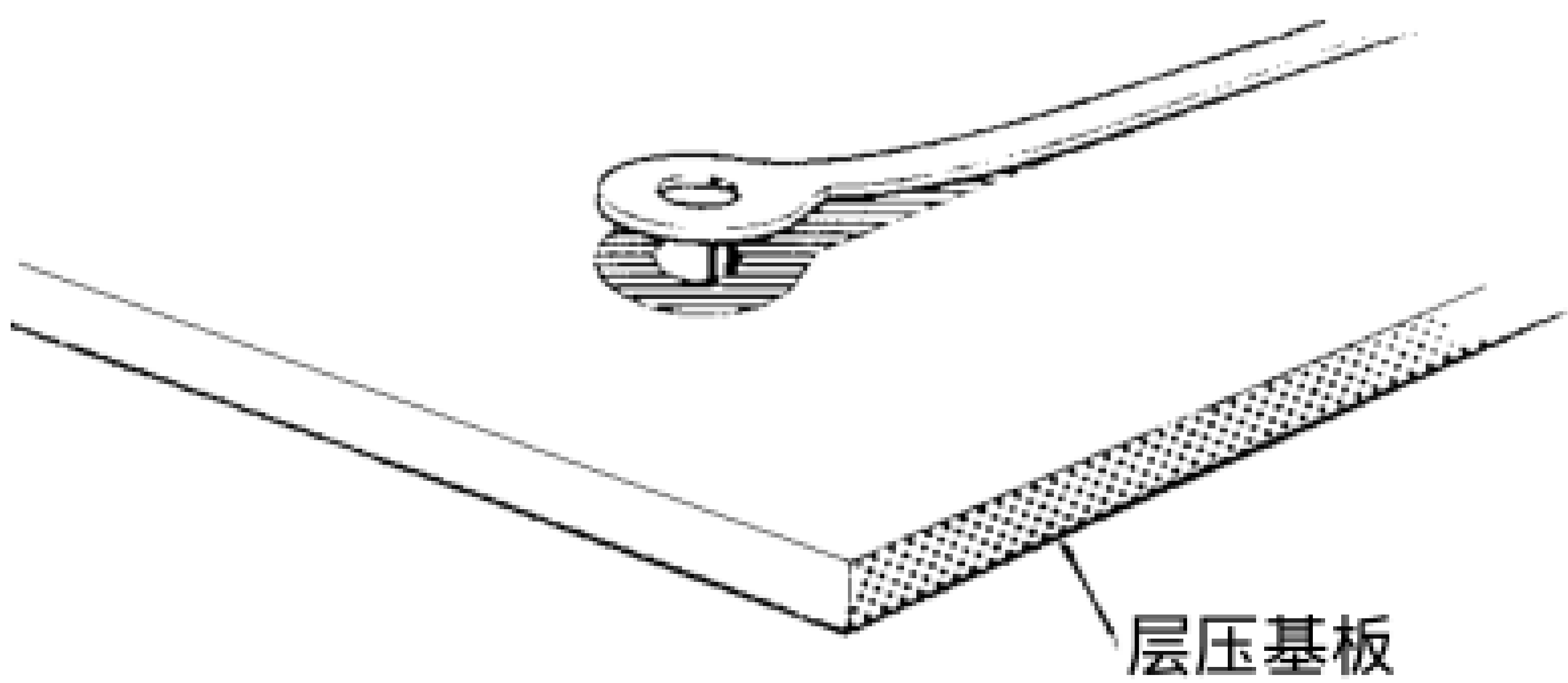


图 10 隆起的焊盘

4.6.2 限制条件

4.6.2.1 印制电路间距必须不因修复而低于最小合格标准。

4.6.2.2 图 11 及图 12 中非斜线部位为要检验的部位。在这些部位，失去粘结的尺寸不能超出焊盘边缘到最近的安装孔边缘间距离的一半，分布则不大于周边的 180°。

4.6.2.3 当修复完毕，要打弯的插装引线必须顺利插入孔中。它可以是一根单独的连线，或一根元器件的引线。

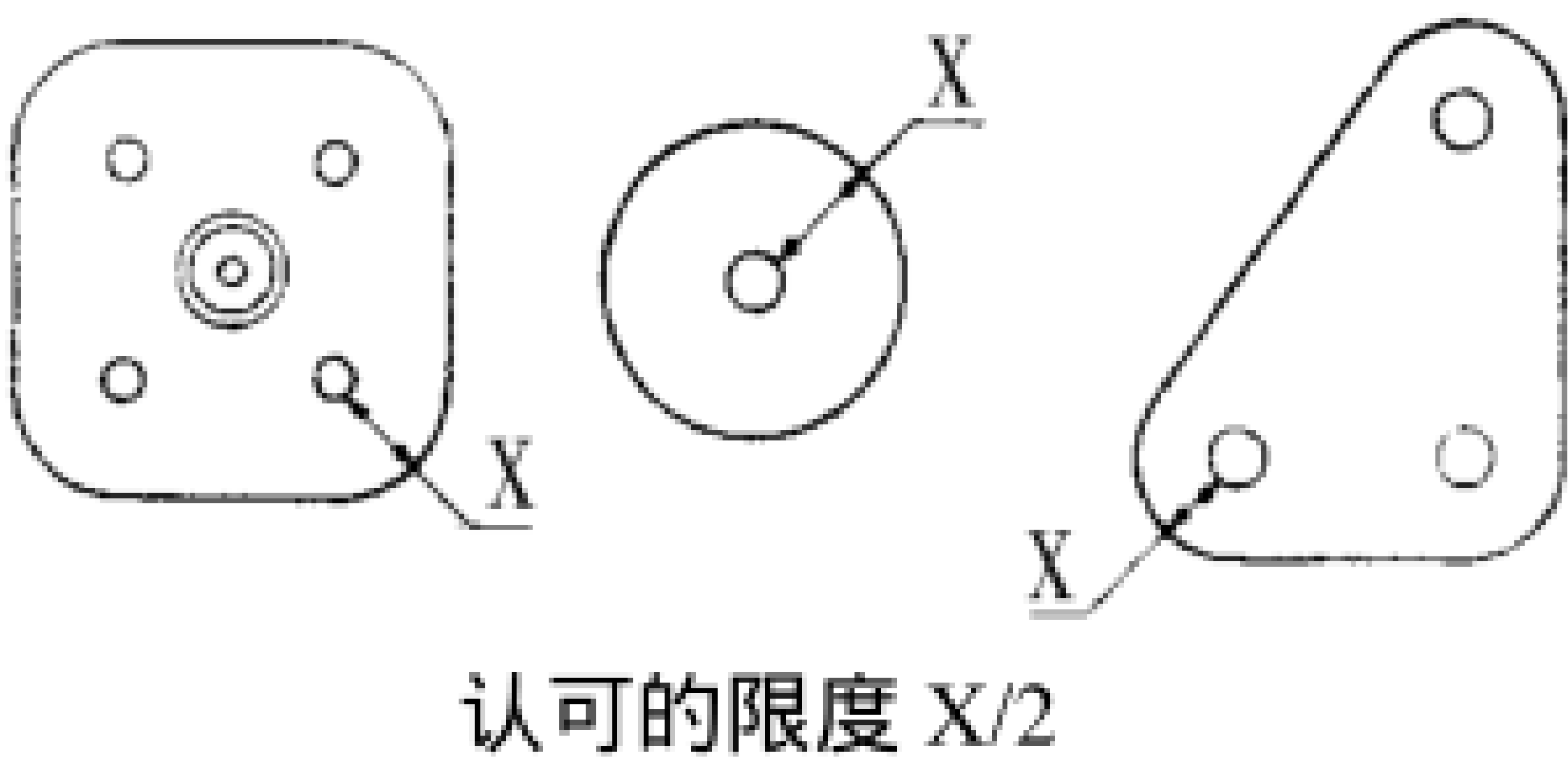


图 11 焊盘不带导线

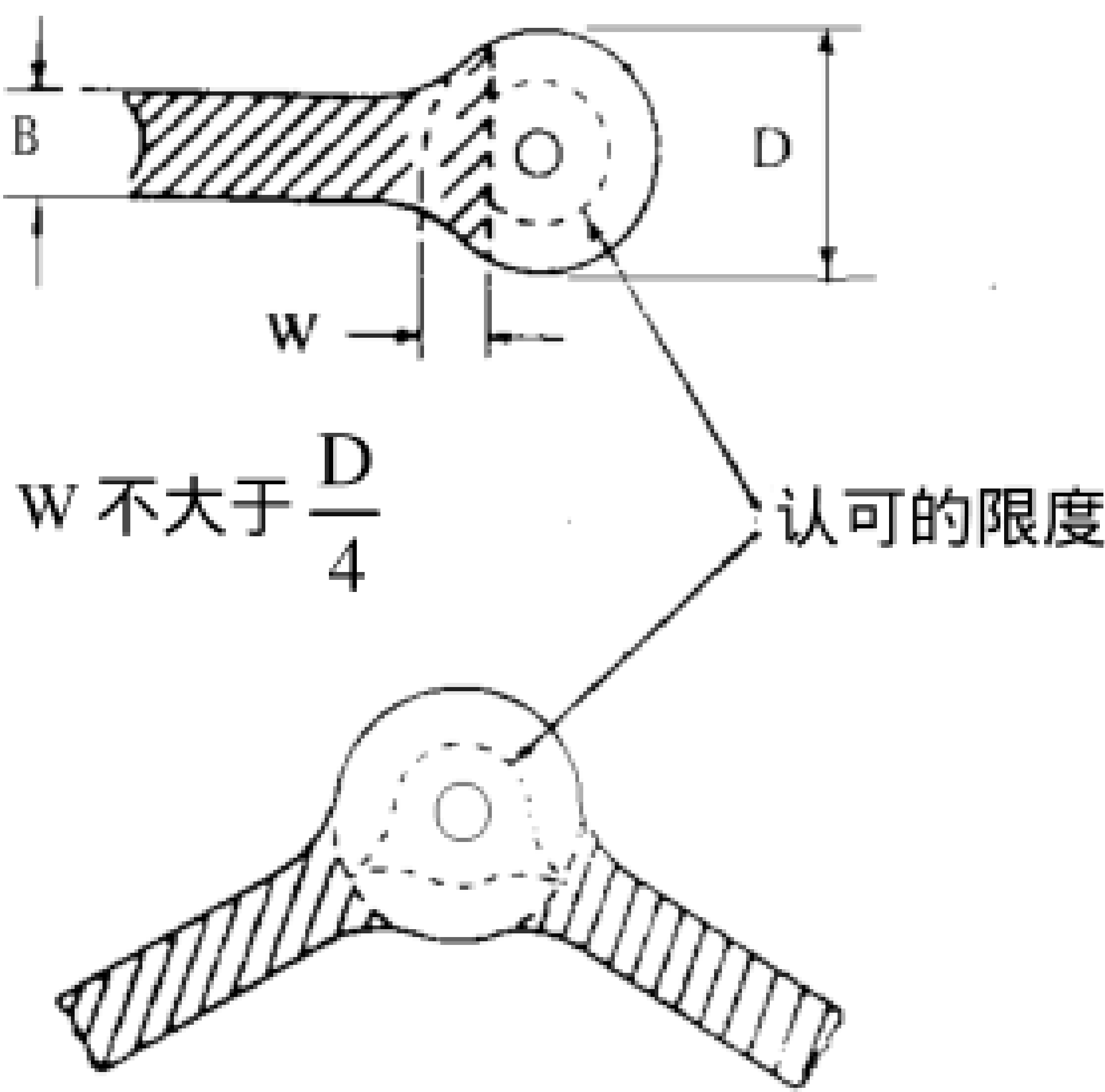


图 12 焊盘带相连的导线

4.6.3 工具及材料

- a) 焊料清除装置（真空式）；
- b) 烘箱（若采用热固环氧树脂胶）；
- c) 温控电烙铁；
- d) 塑料牙签（清洗时用来撬起焊盘）；
- e) 相应的溶剂；
- f) 与基板相容的环氧树脂胶。

4.6.4 工艺方法

开始前，在修复范围的元器件和焊点，应根据本标准阐明的方法加以清除。

4.6.4.1 用相应的溶剂从焊盘下侧和四周清除灰尘、指纹和多余物。

4.6.4.2 在铜箔下侧，用毛笔、注射器或其它合适工具，注入环氧树脂胶。

4.6.4.3 焊盘的焊接面操作时必须防止污染。

4.6.4.4 用夹子或合适重块压住焊盘。

4.6.4.5 进行下一步操作之前，环氧树脂胶要按照材料使用说明或工艺规范进行固化。

4.6.5 合格标准

合格标准应按 4.5.5 中的规定，示例如图 11 及图 12。

4.7 接线端子的更换

4.7.1 总则

接线端子受损后应进行更换。不允许用矫直的方法来校正弯曲的端子。

4.7.2 限制条件

当确认操作时不会损坏邻近印制导线、层压基板和元器件，接线端子才能更换。

4.7.3 工具及材料

- a) 更换用接线端子；
- b) 斜咀钳；
- c) 温控电烙铁；
- d) 相应的焊料；
- e) 相应的溶剂；
- f) 合适的钻头；
- g) 相应的支撑夹具；
- h) 钳子；
- i) 真空吸尘器。

4.7.4 工艺方法

4.7.4.1 清除受损端子四周的敷形涂层（见 4.1）。

4.7.4.2 用切断元器件引线的方法，拆去元器件与接线端子的相连。采用 4.10 中阐述的方法，拆下保留在元器件未切断一侧的元器件引线。

4.7.4.3 翻转印制电路板组装件，将其支撑在合适的夹具上，保证钻孔操作不会引起组装件的变形。

4.7.4.4 选择钻头，其直径约为端子直径的 80%，钻进端子的深度为刚刚超过基板的厚度（见图 13）。

4.7.4.5 用和端子尺寸完全一样的钻头，缓慢地钻入端子，直至清除掉端子的挤口部分（见图 13）。

4.7.4.6 从端子根部清除焊料。

4.7.4.7 将端子夹在钳子的钳口之间，轻轻晃动，从印制电路板拔出端子。如果接线端子安装在金属化孔之中，则必须加热。

4.7.4.8 用相应的溶剂及真空吸尘器清洗端子四周。

4.7.4.9 按照正常的工艺规程安装替换的接线端子。

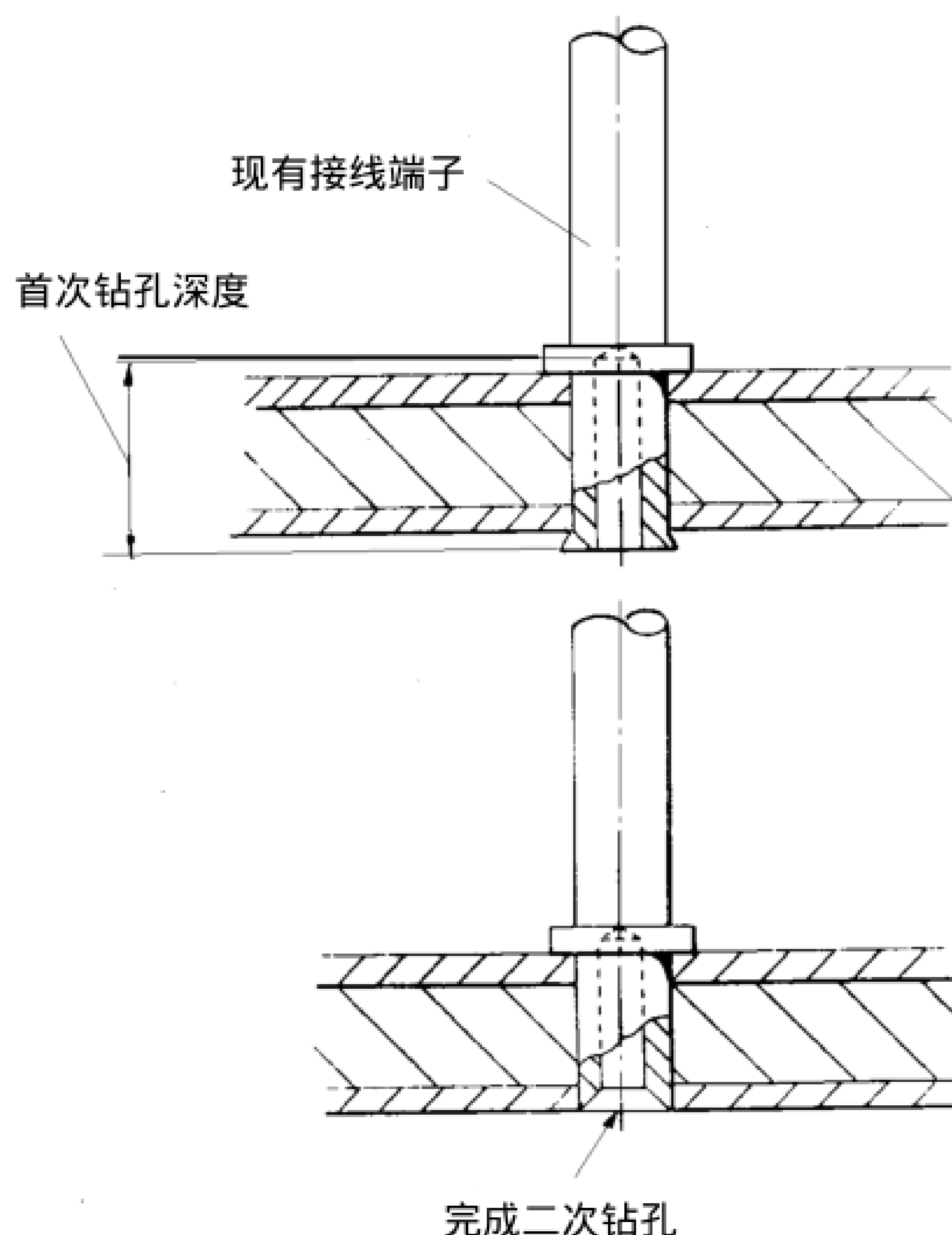


图 13 接线端子的更换

4.7.4.10 用相应的溶剂清洗。

4.7.4.11 检验接合点挤口和焊接的正确性。

4.7.4.12 安装新的元器件。

4.7.4.13 在修复处重新涂敷敷形涂层。

4.7.5 合格标准

4.7.5.1 接线端子的安装应根据相应的工艺规程操作，并应做到不损坏邻近的印制导线、层压基板或元器件。

5.7.5.2 在元器件已经拆除，随后加以更换过的地方，应按 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准检验所有焊点。应对焊盘和线条进行特别细致的检验，确保没有隆起，确保基材和元器件没有遭到损坏。

4.8 导线对导线的焊接

4.8.1 总则

导线（引线）因断裂或改装需要加长，可进行导线对导线的焊接。

4.8.2 限制条件

4.8.2.1 只有当考虑时间、费用和用途，不可能安装新导线（引线）时，方可进行修复

4.8.2.2 如果导线要绕过元器件，这样导线在每一个弯曲处必须有附加的固定。

4.8.2.3 加工时应小心，避免焊剂侵入导线和绝缘套管之间。

4.8.3 工具及材料

- a) 斜咀钳；
- b) 温控电烙铁、焊料和焊剂；
- c) 加热装置（电热吹风机）；
- d) 相应的溶剂；
- e) 剥线工具；
- f) 散热器；
- g) 热缩套管（透明、相应的规格）；
- h) 相应的绝缘导线；
- i) 导线夹具；
- j) 棉质细纱手套或指套。

4.8.4 工艺方法

4.8.4.1 将导线剪成合适的长度。

4.8.4.2 按有关规定除去导线端的绝缘层。绝缘层间隙应符合有关标准的规定。

4.8.4.3 如果多股导线的捻向弄乱，应加以复原，但不能用裸露的手指完成。

4.8.4.4 根据 QJ 3117—1999 对导线端头搪锡。

4.8.4.5 将热塑套管套在导线绝缘层上。

4.8.4.6 如果需要，将导线定位于焊接状态，并用夹具固定（见图 14）。

4.8.4.7 导线和导线彼此焊在一起（每一头要用散热器）形成一个搭接式焊点。

4.8.4.8 用相应的溶剂清洗焊接区，除去焊剂及其它杂物。

4.8.4.9 检验焊点，应符合 QJ 3011—1998 和 QJ 3117—1999 规定的有关要求。

4.8.4.10 将热缩套管套上整个焊点，根据材料使用说明或工艺规范热缩在焊接部位上。任何时候允许的热缩温度都不应超过焊料的熔点。

4.8.4.11 将加长后的导线采用相应的粘结剂粘结在印制电路板上。如果导线长于 25mm，应沿长度方向粘结，间隙不大于 25mm。加长导线上的第一个粘接点，离元器件对导线的焊点的距离应不大于 15mm。

第 4.9 和 4.12 阐述的各种结构中，对外伸元器件引线也可采用缠绕焊点

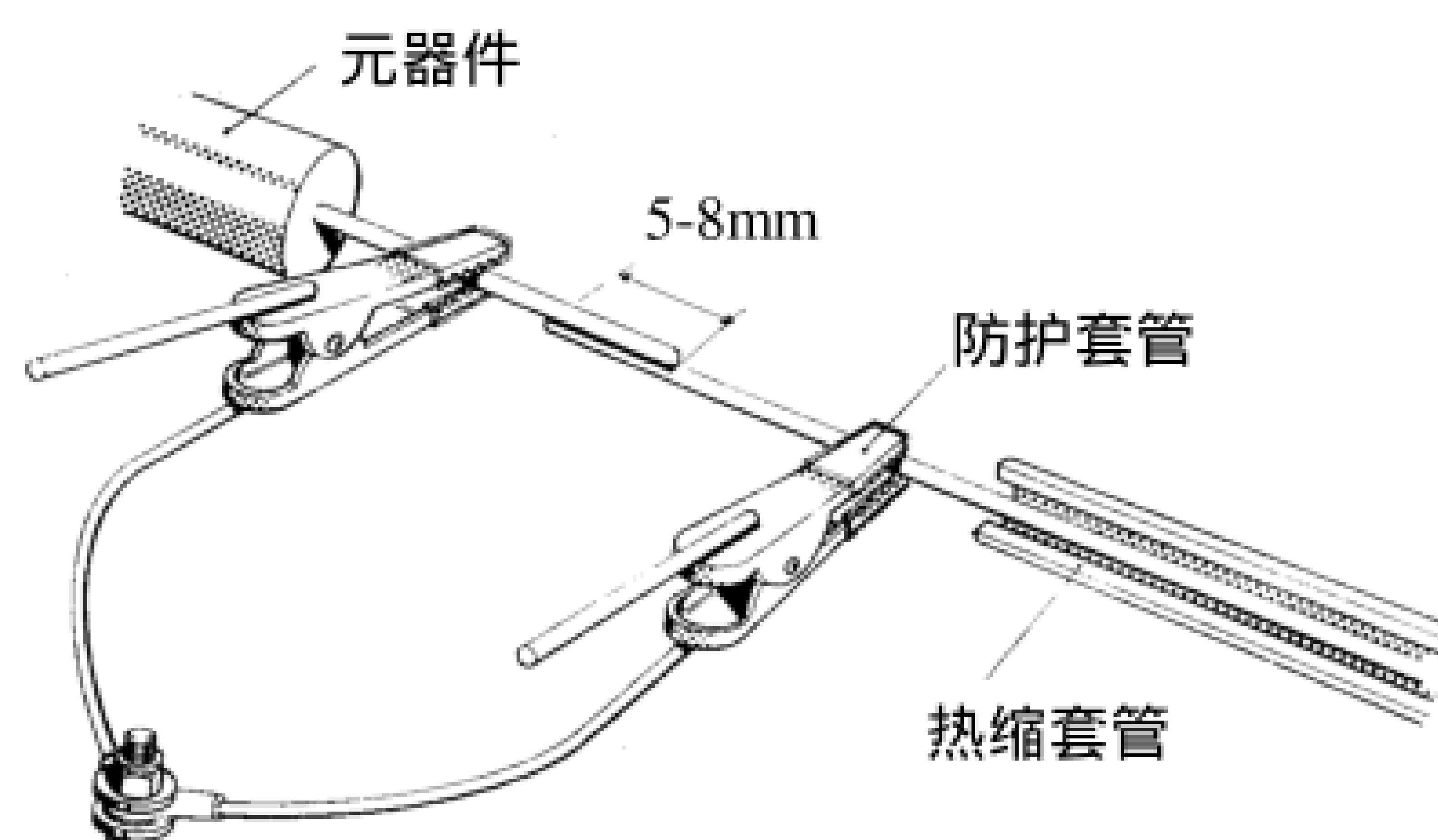


图 14 使用典型有效的支撑夹和散热装置

4.8.5 合格标准

焊接点应按 4.8.4.9 检验。此外，应不损坏邻近的印制导线、层压基板或元器件。

4.9 元器件的增添

4.9.1 总则

在一块印制电路板组装件上由于如下的原因可能需要增添元器件。

- a) 设计疏忽或设计要求改变；
- b) 组装件生产后，测试表明需要更改。

4.9.2 限制条件

4.9.2.1 只有在不改变印制电路板结构尺寸的情况下方可增添元器件。

只有当结构允许元器件可以安装在组装件的焊接面时，同时又不引起其它问题，方可采用方法一、方法四（焊接面安装）和方法五（焊接面安装）。

只有按 QJ 201A—1999 和 QJ 831A—1998 中规定，具有足够面积的印制导线，接线端子的焊接和挤口都考虑到时，方可采用方法三。

4.9.2.2 增添一个元器件，如需要加长其引线，元器件两端引线应加长相等的长度，所用方法为第 4.8 中规定的搭接焊。导线应套以相应的绝缘材料。引线加长应有限制，以防止随后的振动问题。加长导线上的第一个粘接点，离元器件对导线的焊点的距离应不大于 15mm。

4.9.2.3 本工艺方法应根据第 4.2 涉及清除印制电路板非元件面的引线残留部分，也包括清除引线打弯部分。

4.9.3 工具及材料

- a) 温控电烙铁；
- b) 相应的焊料；
- c) 斜咀钳；
- d) 散热器；
- e) 剥线钳；
- f) 相应的溶剂及清洗刷；
- g) 相应的环氧树脂胶；
- h) 相应的触变聚氨酯胶；
- i) 接线端子；
- j) 绝缘套管；
- k) 带绝缘层导线；
- l) 不起毛的纸张；
- m) 真空吸尘器。

4.9.4 工艺方法

在方法一至方法五中进行选择。这些方法能适用于单面板或双面板。根据结构的要求，为双面印制电路板增添元器件时，应选用方法一或方法二。

4.9.4.1 方法一 在印制电路板焊接面安装增添的元器件

4.9.4.1.1 采用不起毛的纸张，尽可能多的将工作范围四周的电路遮盖。

4.9.4.1.2 采用 4.1 中阐述的方法，仔细清除工作范围内所有敷形涂层。

4.9.4.1.3 如果新元器件跨越印制导线，元器件应与印制导线绝缘，引线应套绝缘套管（见图 15）。

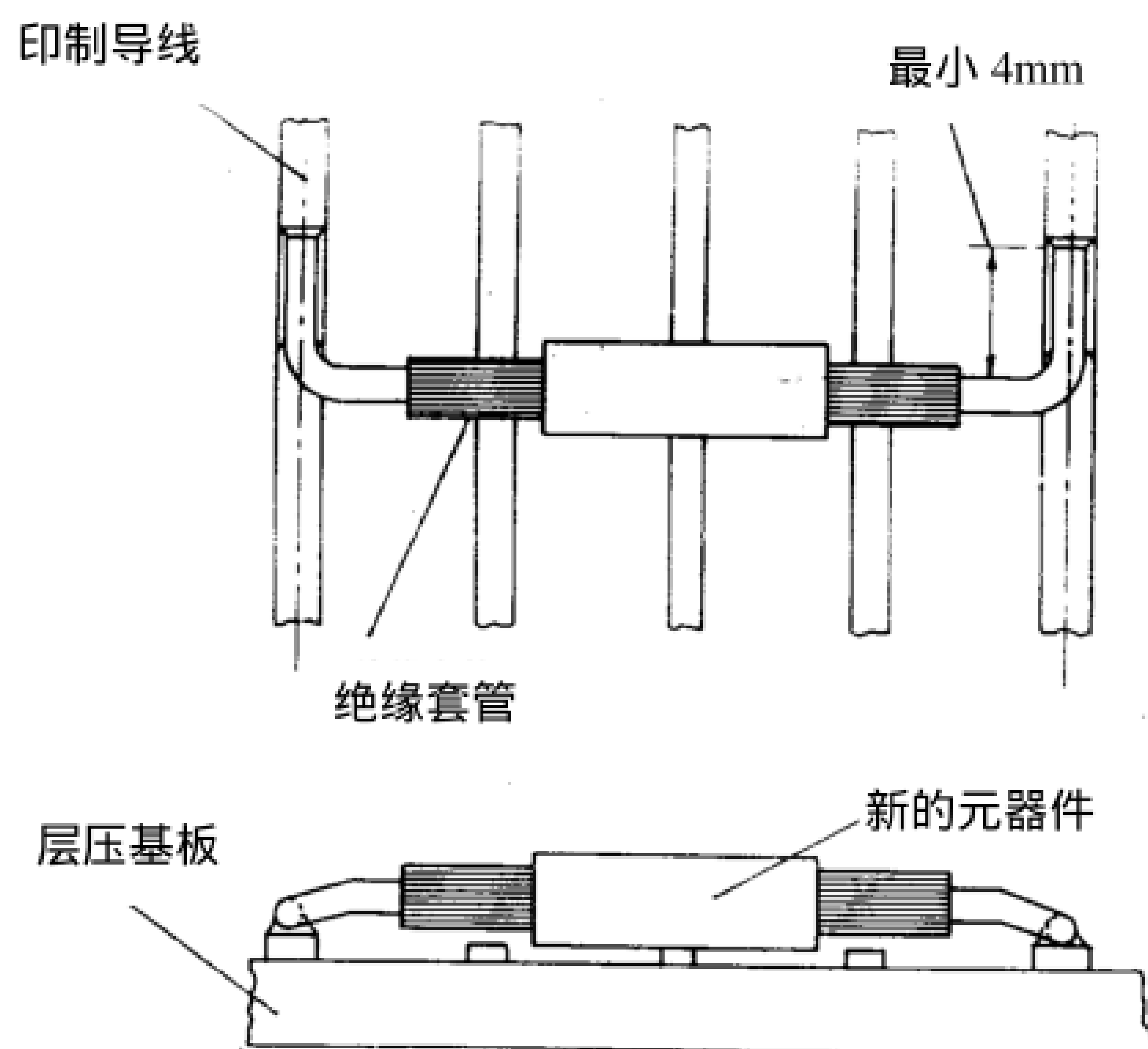


图 15 在印制板焊接面（非元件面）安装增添的元器件

4.9.4.1.4 元器件要焊接的那部分引线应成形，做到引线处于印制导线的中心线。成形应考虑应力消除要求。

元器件引线直径（或宽度）应不大于印制导线宽度的三分之二。

4.9.4.1.5 按 QJ 3117—1999 的要求进行焊接。

4.9.4.1.6 除去防护用纸，并用相应的溶剂清洗焊接面。

4.9.4.1.7 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.9.4.1.8 按规范要求复涂敷形涂层并固化。

4.9.4.2 方法二 在印制板元件面安装增添的元器件

4.9.4.2.1 采用不起毛的纸张，尽可能多的将工作范围四周的电路遮盖。

4.9.4.2.2 采用 4.1 中阐述的方法，仔细清除工作范围内所有敷形涂层。

4.9.4.2.3 在印制电路板组装件上，邻近于要焊接元器件的印制导线处钻孔。钻孔操作时，应使用真空吸尘器清除切屑。安装孔尺寸应为元器件引线直径加上 0.1mm~0.2mm。小孔边缘距离印制导线边缘最小为 0.2mm。

4.9.4.2.4 元器件引线成形后，将元器件安装于印制电路板，如图 16 所示。元器件还可以与已有印制导线平行安装，以避免增加引线的弯曲。引线成形应考虑应力消除和弯曲半径的要求。

4.9.4.2.5 沿印制导线中心线放置要焊接的元器件引线，并焊接就位（见图 16）。元器件引线直径（或宽度）应不大于印制导线宽度的三分之二。

4.9.4.2.6 用相应的溶剂清洗焊接面

4.9.4.2.7 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.9.4.2.8 按规范要求复涂敷形涂层并固化。

4.9.4.3 方法三 在接线端子上安装增添的元器件（包括叠装）

只有在具有足够面积的印制导线上，允许钻出合适尺寸的接线端子安装孔，以及随后能焊接的情况下，方可采用本方法，如图 17 所示。

4.9.4.3.1 采用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.9.4.3.2 采用 4.1 中阐述的方法，仔细清除工作范围内所有敷形涂层。

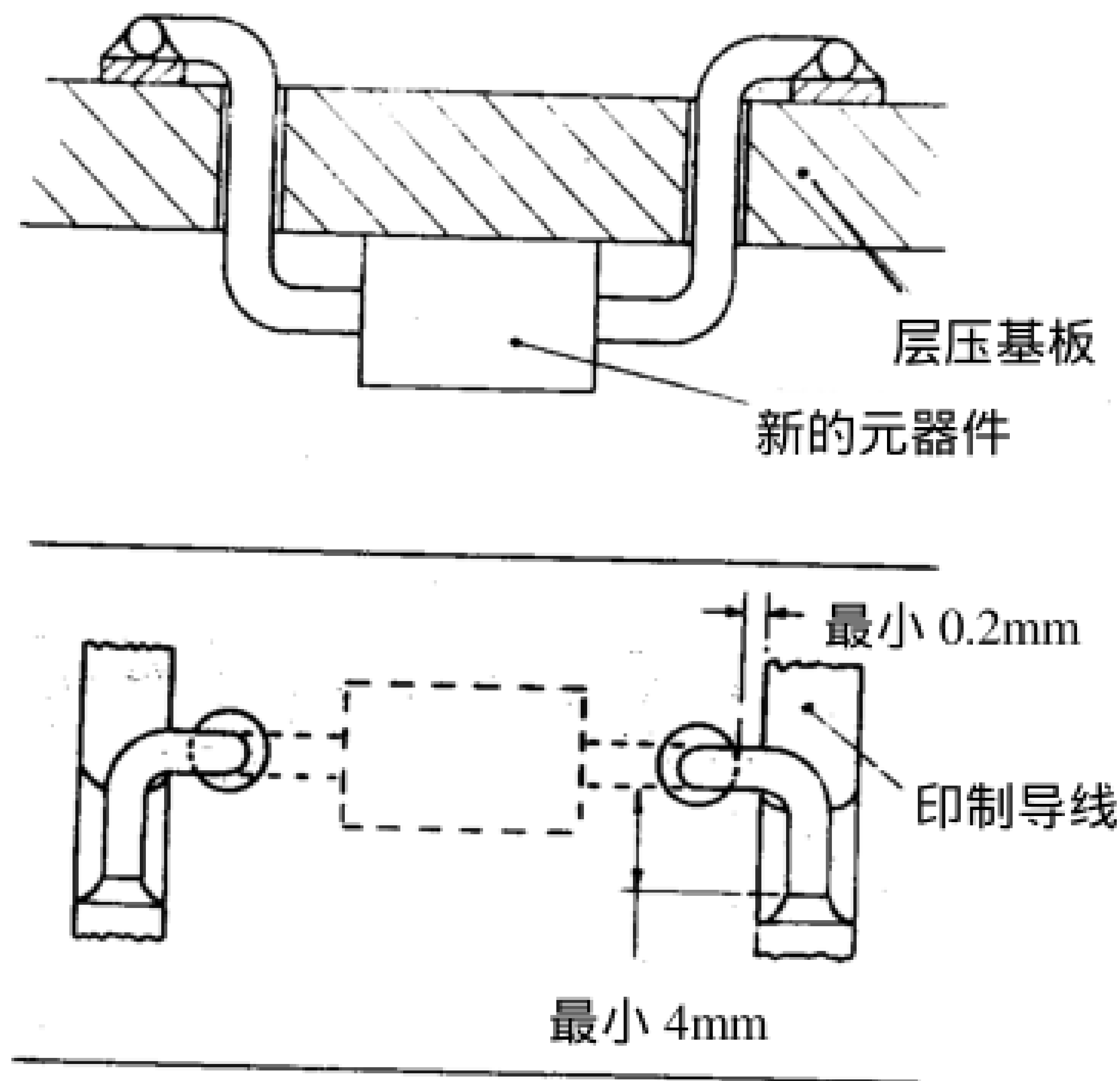


图 16 在印制元件面安装增添的元器件

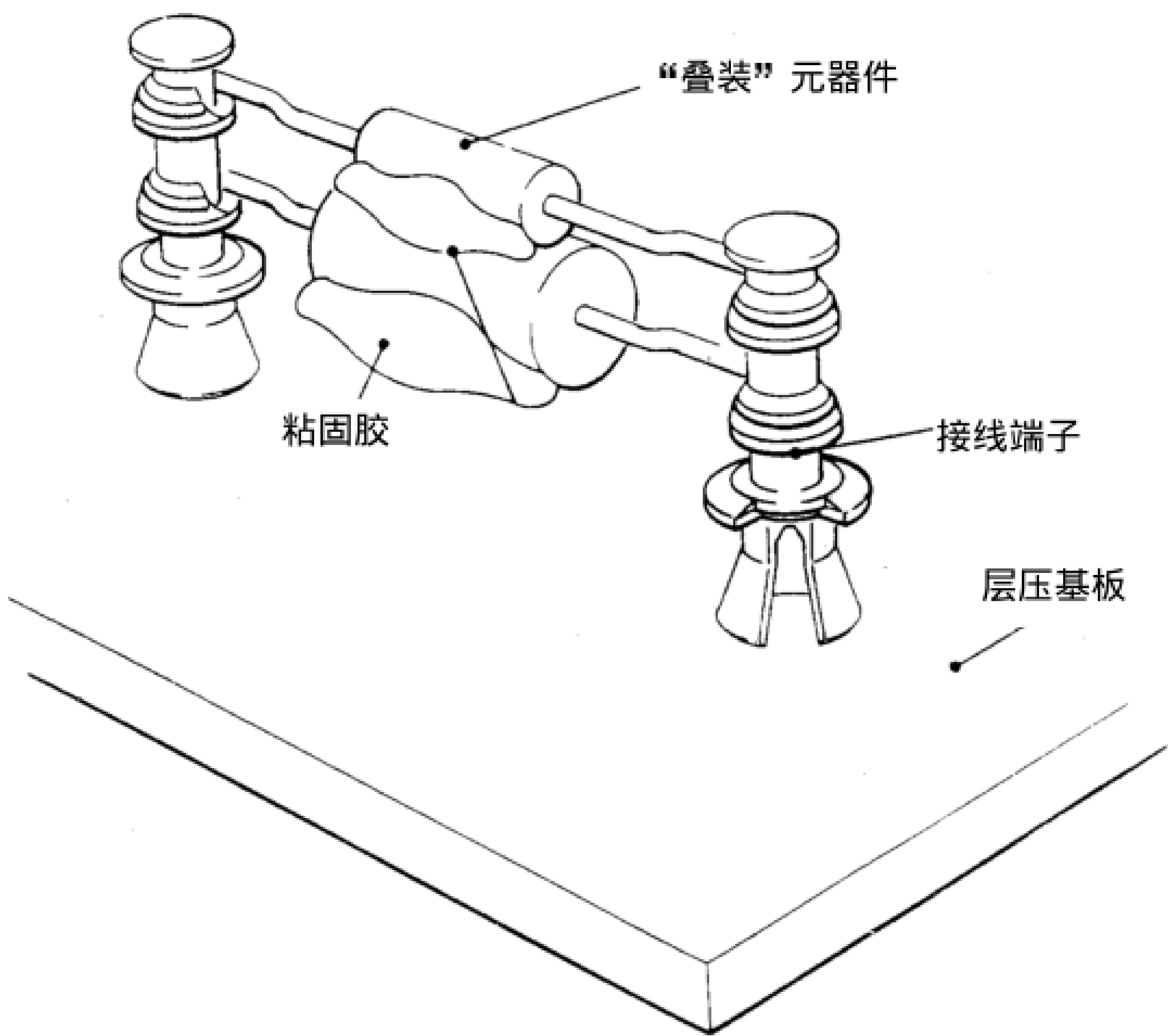


图 17 一个元器件“叠装”于另一个上部

4.9.4.3.3 在印制导线合适的位置钻接线端子安装孔。操作时应使用真空吸尘器。

4.9.4.3.4 在各自的孔中安装和焊接接线端子。

4.9.4.3.5 按 QJ 3117—1999 的要求，将元器件焊于接线端子上。

4.9.4.3.6 对于叠装结构，要使用粘固胶把元器件本体彼此粘固在一起，底下的一个元器件则与印制电路板粘固在一起。

4.9.4.3.7 按规范要求复涂敷形涂层并固化。

4.9.4.4 方法四 使用粘固胶安装增添的元器件（在印制板焊接面或元件面）

本方法适用于增添的元器件为轴向引线、非轴向引线及双列直插封装。元器件粘结可避免以后的振动问题。有几种允许的结构，如图 18 a)、b)、c) 和 d) 所示。

4.9.4.4.1 采用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.9.4.4.2 采用 4.1 条中阐述的方法，仔细清除工作范围内所有的敷形涂层。

4.9.4.4.3 双面印制电路板如按图 18 d) 所示结构安装，要在安装元器件的位置上钻孔。操作期间要用真空吸尘器清除切屑。孔尺寸应为元器件引线直径加上 0.1mm~0.2mm。

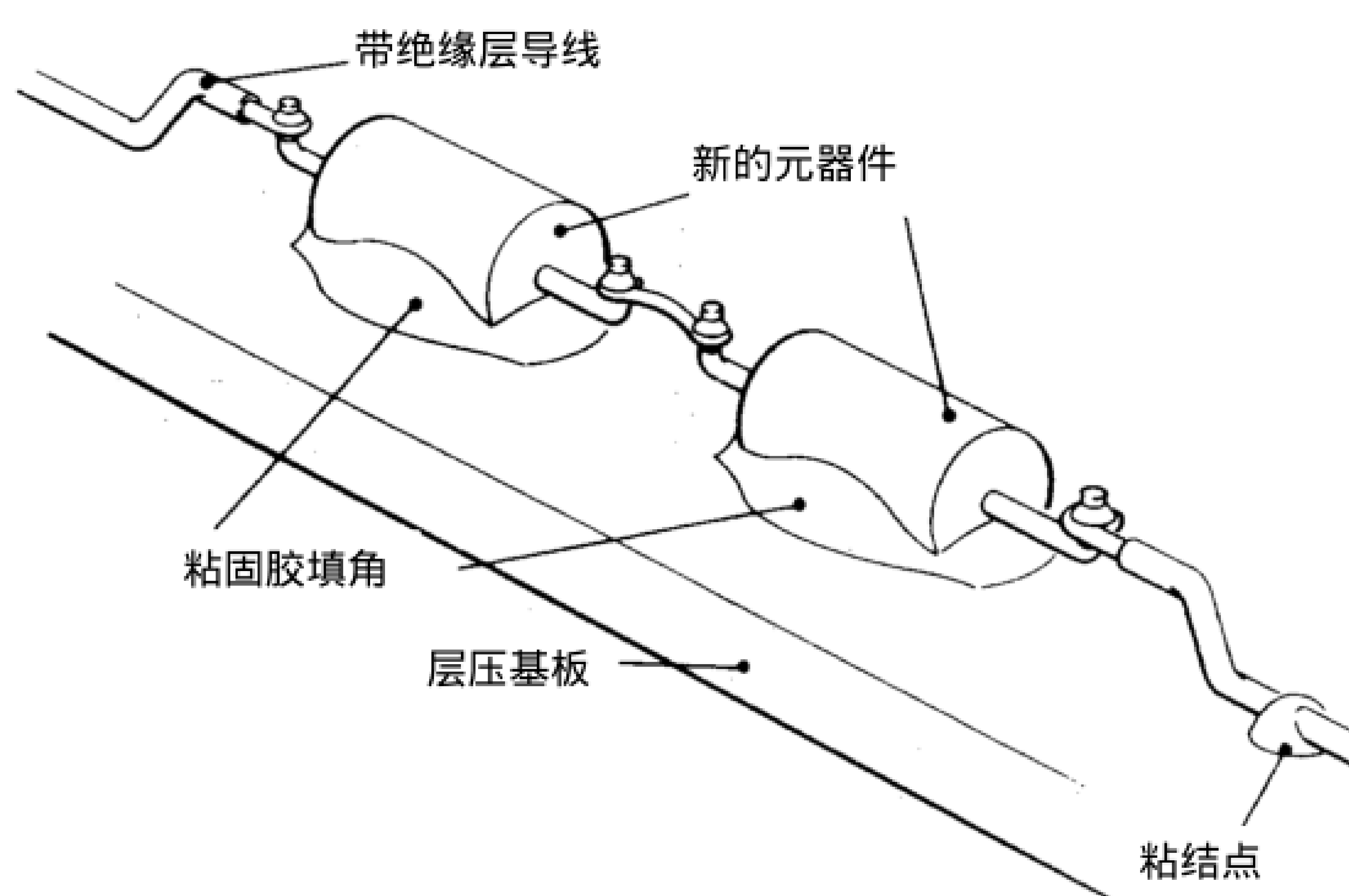
4.9.4.4.4 元器件引线连接后，要用环氧树脂或触变聚氨酯粘固胶将元器件粘结在印制电路板上，如图 18 a)、b)、c) 或 d)，并按有关规范要求固化。

如果双列直插封装必须翻转安装，引线应除去镀金层并预搪锡，元器件编码应重新标注在底面，以便识别。

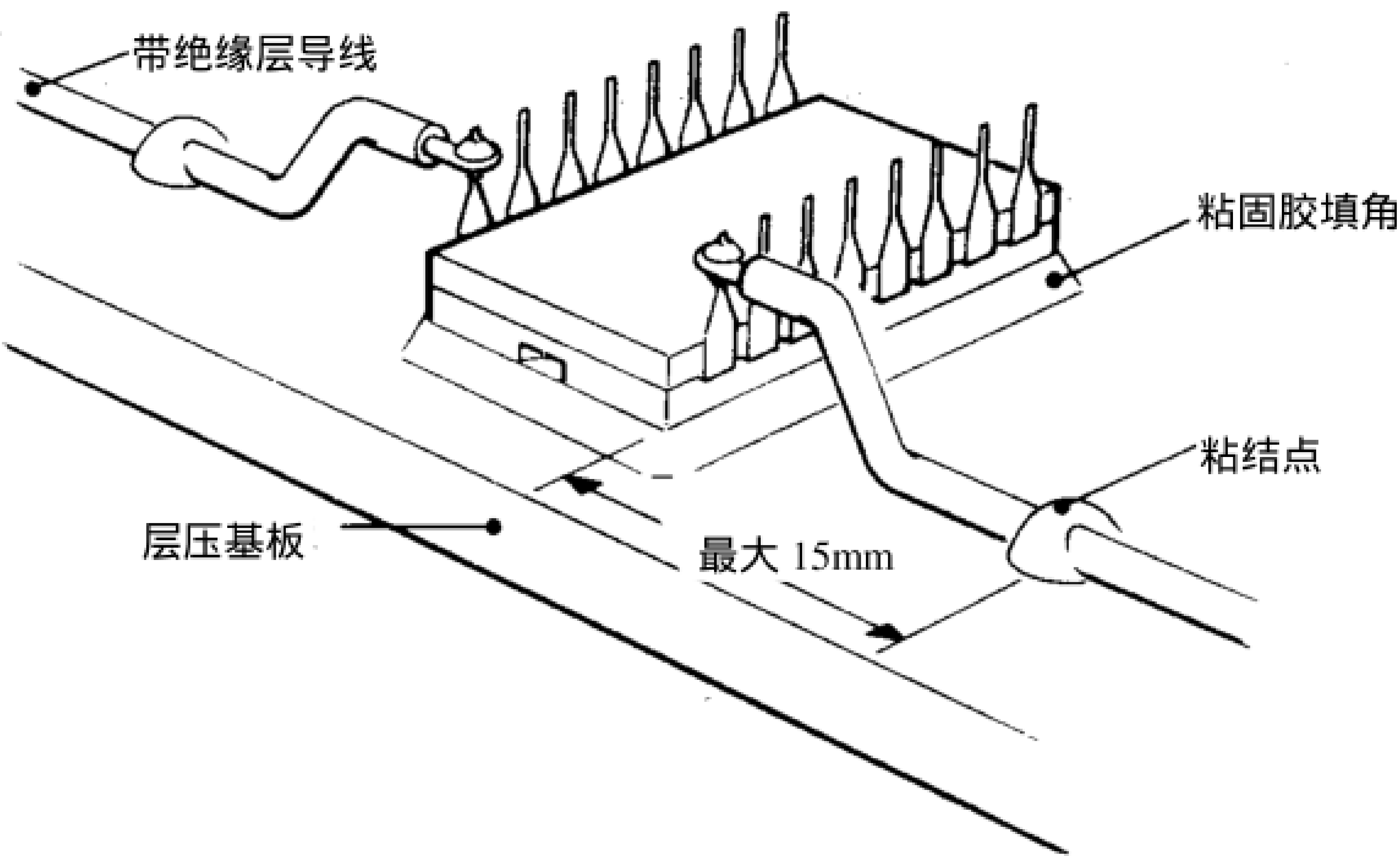
应考虑应力消除和弯曲半径要求。

4.9.4.4.5 用于元器件引线加长的带绝缘层导线端头应去除绝缘层及成形。

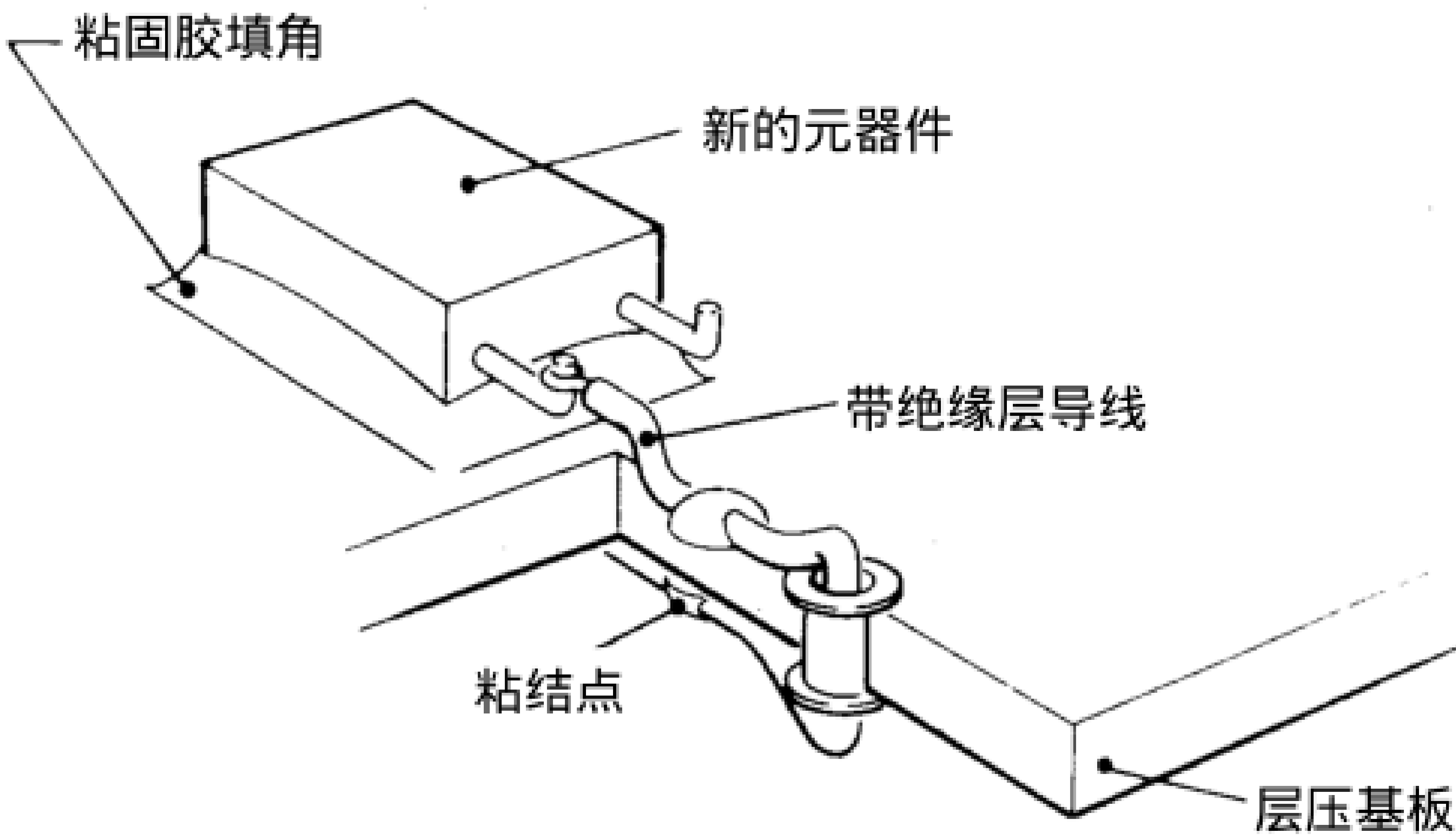
为了连接双面或多层印制板的顶面和底面，可以用带绝缘层导线穿过未利用的金属化孔。孔必须不扩钻就能使带绝缘层导线插入。镀银多股带绝缘层导线足以穿过直径为 0.75mm 的金属化孔。



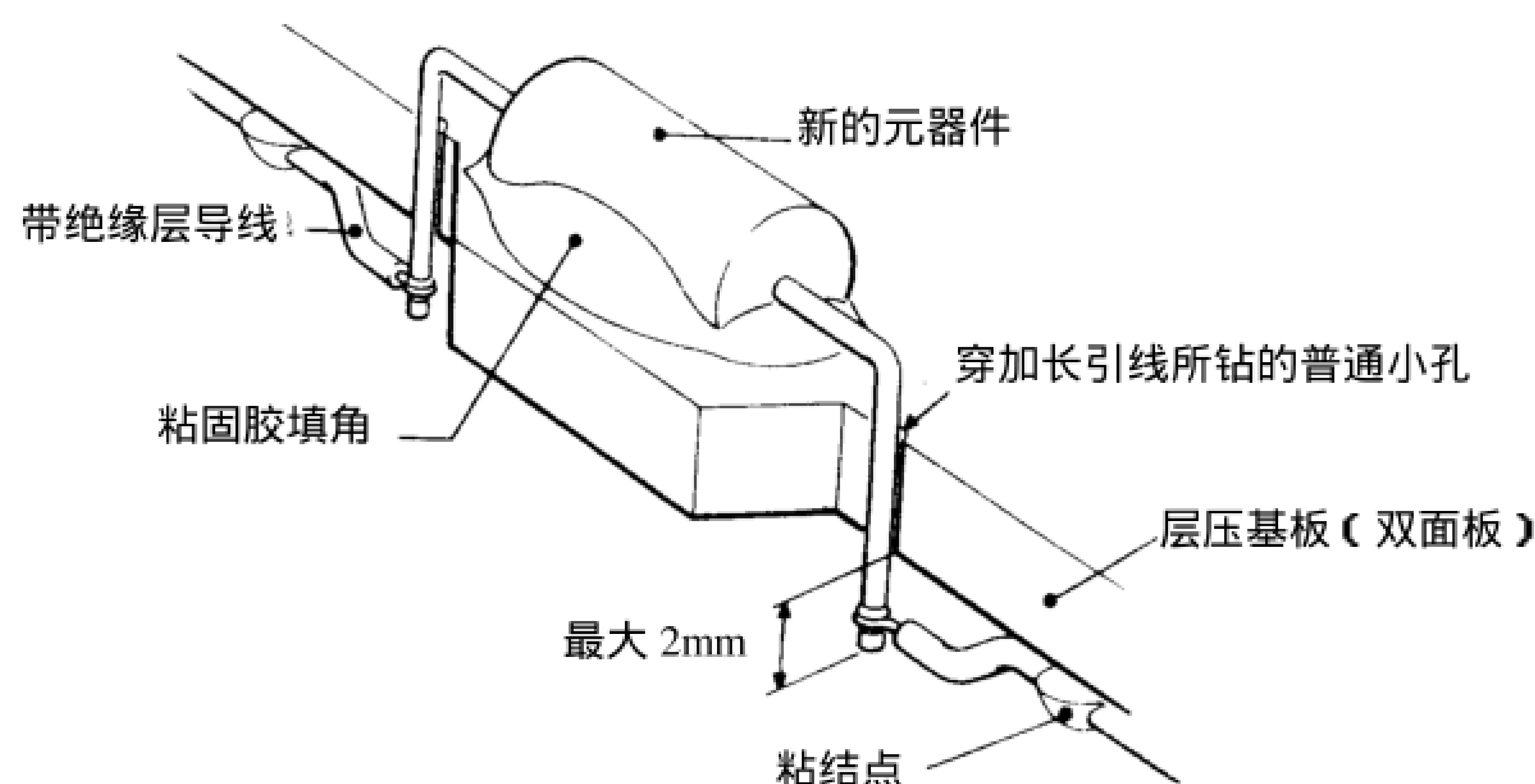
a) 轴向引线元器件的安装及布线



b) 侧向焊接的双列直插元器件的翻转及布线



c) 非轴向引线元器件，如电容器的安装，带连接印制电路板元件面和焊接面的连线



d) 在印制板元件面安装元器件，印制板焊接面带连接线

图 18 使用粘固胶安装增添的元器件（在印制板焊接面或元件面）

4.9.4.4.6 采用缠绕将导线焊于元器件引线上。见图 18 a)、b)、c) 及 d)。对热敏感元器件的焊接，必须采用散热措施，防止元器件内部低熔点焊点的重熔。

4.9.4.4.7 用相应的溶剂清洗焊接面。

4.9.4.4.8 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.9.4.4.9 按 4.8 规定，将引线加长部分定位于印制电路板，并与印制电路板粘固。

4.9.4.4.10 按规范要求复涂敷形涂层并固化。

4.9.4.5 方法五 在印制电路板的焊接面或元件面，通过邻近元器件的引线，安装增添的元器件

4.9.4.5.1 采用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.9.4.5.2 采用 4.1 中阐述的方法，仔细清除工作范围内所有的敷形涂层。

4.9.4.5.3 采用图 19 a) 及 b) 所示结构，增添的元器件如需要与之相连的邻近位置上的现有元器件予以拆除，可采用 4.10 阐述的方法。代之以新的元器件，它可以具有 Z 方向加长的引线，见图 19 a)，或具有成形为猪尾形的引线，见图 19 b)。

4.9.4.5.4 增添的元器件引线成形，应符合应力消除和弯曲半径要求，对图 19 c) 所示结构，如果引线在印制导线上面通过，不焊接的那部分引线要套以绝缘套管。

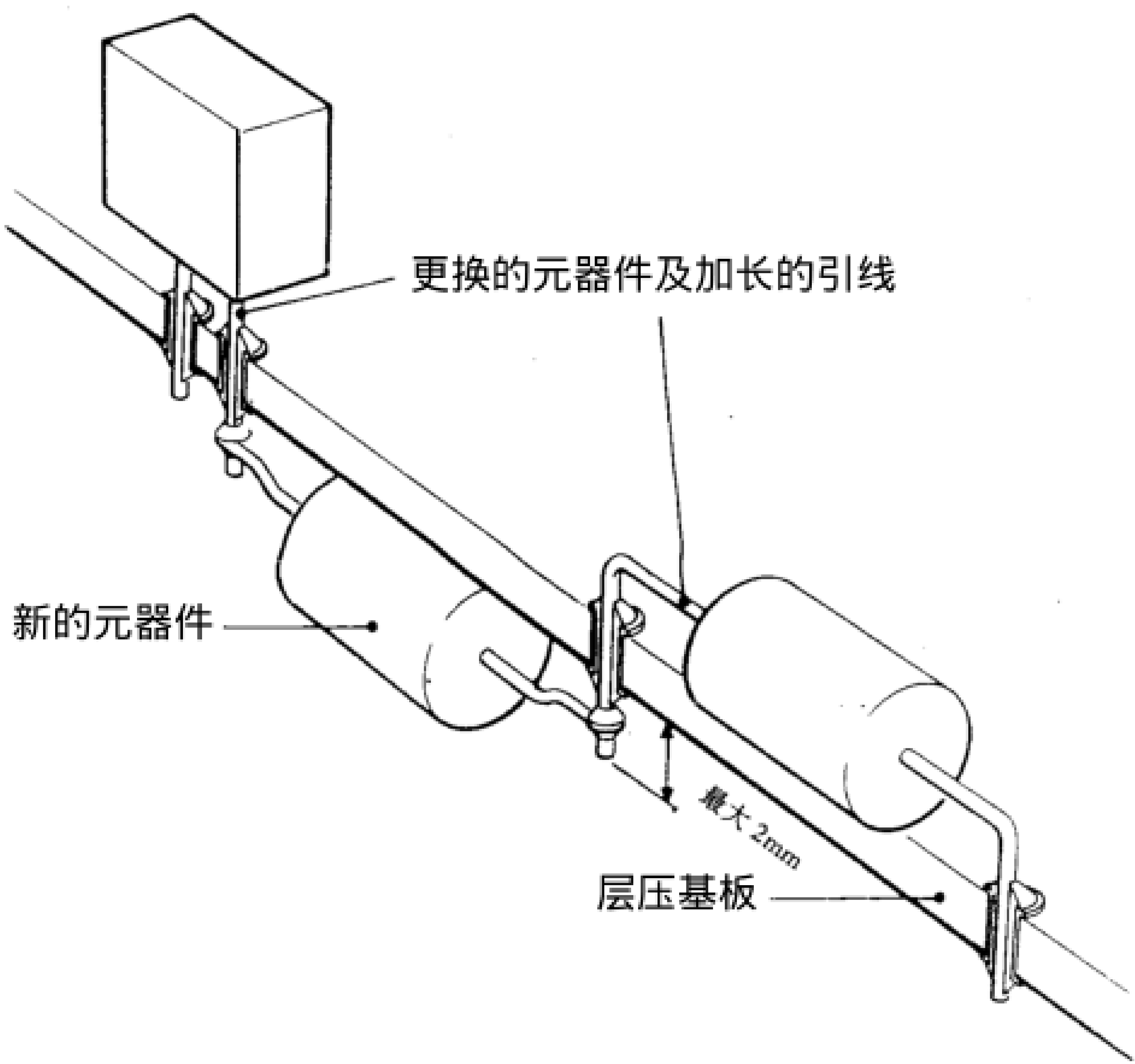
4.9.4.5.5 按 QJ 3117—1999 的规定，采用绕接将引线焊于邻近元器件引线之上。

4.9.4.5.6 用相应的溶剂清洗焊区。

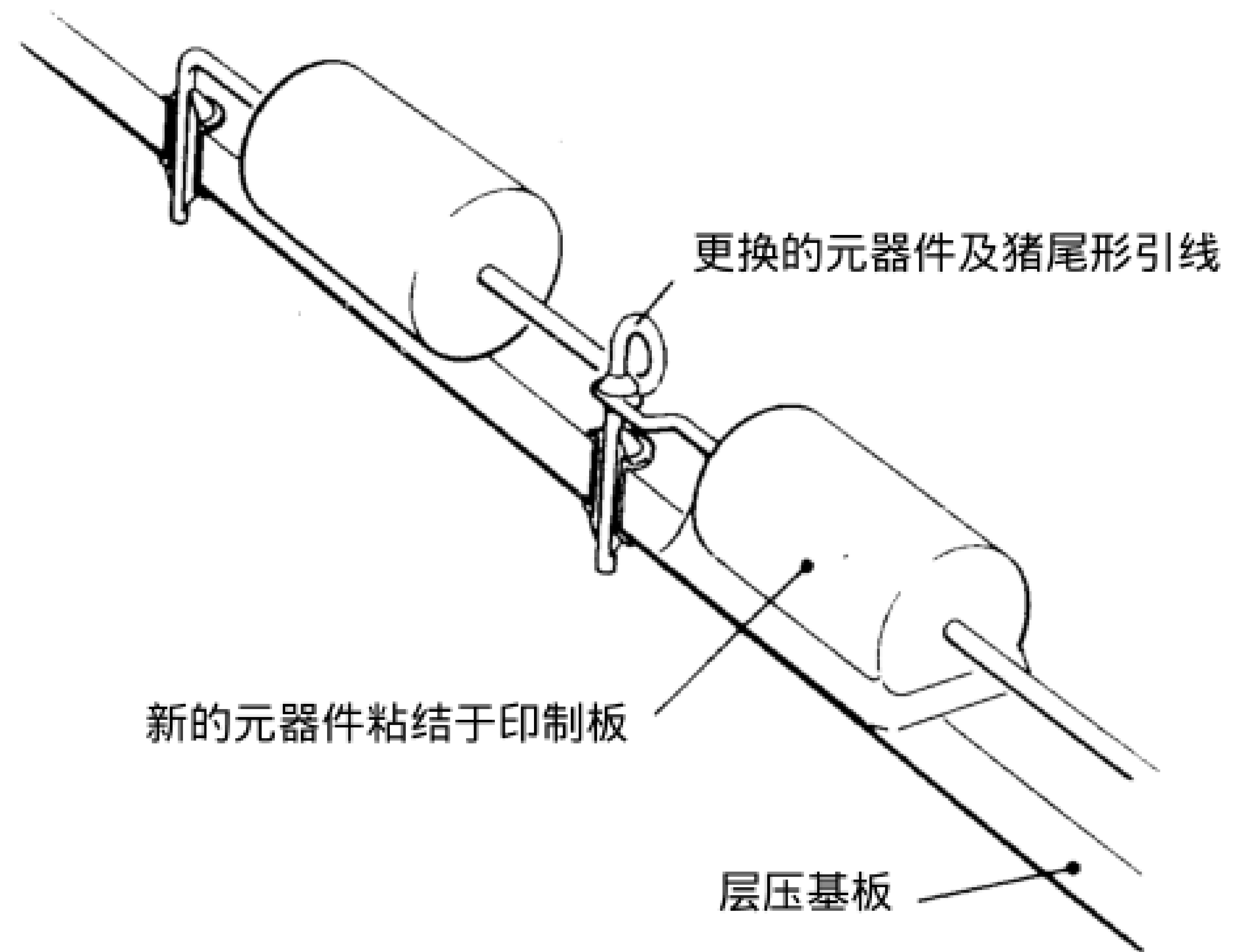
4.9.4.5.7 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.9.4.5.8 对图 19 b) 及 c) 所示的结构，元器件要粘固于印制板上。

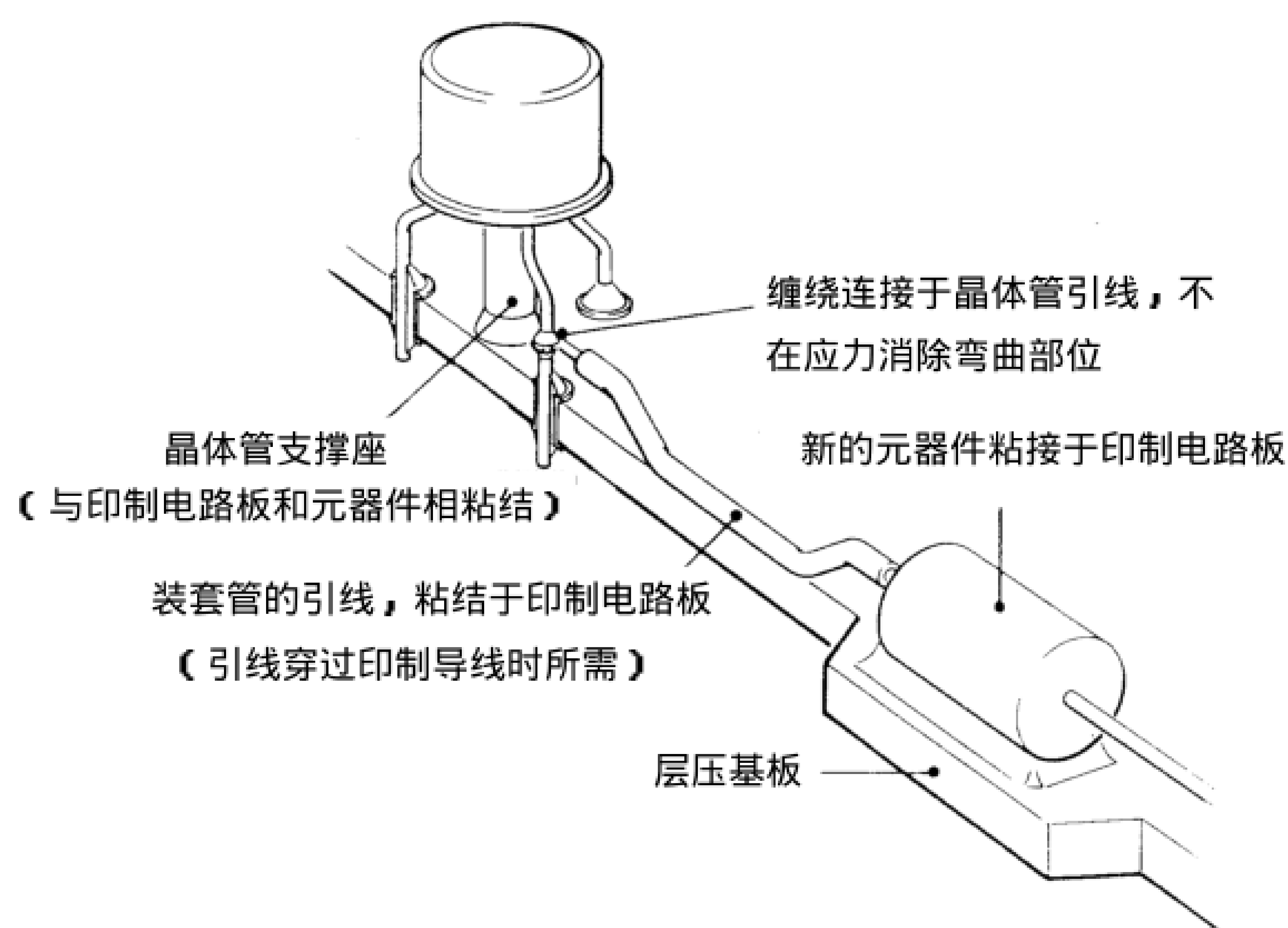
4.9.4.5.9 按规范要求复涂敷形涂层并固化。



a) 在印制板焊接面安装元器件，横跨邻近元器件的加长引线



b) 安装元器件与邻近元器件的猪尾形引线相连



c) 安装元器件与邻近的晶体管 (或其它大型元器件) 相连接

图 19 在印制电路板焊接面或元件面, 通过邻近元器件的引线安装增添的元器件

4.9.5 合格标准

修复之后, 应根据 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准检验焊点。应对焊盘和印制导线进行特别细致的检验, 确保没有隆起, 确保基材和元器件没有遭到损坏。

4.10 轴向引线及多引线元器件的拆除及更换

4.10.1 总则

本工艺方法适用于具有轴向引线或多引线元器件的拆除及更换。

4.10.2 限制条件

4.10.2.1 在处置具有作界面连接用的金属化孔印制电路板时, 孔容易断裂, 操作时要求十分小心。如果基板材料温度太高, 或拆除引线时用力过大, 很小的焊盘也有损坏的危险。

4.10.2.2 本工艺方法中涉及清除印制电路板非元件面的部分引线, 也包括清除所有引线打弯部分, 应符合 4.2 阐述的方法。

4.10.3 工具及材料

- a) 斜咀钳;
- b) 温控电烙铁;
- c) 镊子;
- d) 相应的溶剂。

4.10.4 工艺方法

4.10.4.1 方法一 轴向引线元器件的拆除 (破坏性拆除)

4.10.4.1.1 元器件并行于印制电路板表面, 切断元器件引线的垂直部分。切断时要确保不产生毛刺。

4.10.4.1.2 用电烙铁加热焊点, 当焊料熔融时用长咀钳轻轻地拔出印制板另一面上留下的部分引线

- 4.10.4.1.3 用焊料清除装置，清除残余的焊料。
- 4.10.4.1.4 用相应的清洁剂清洗焊接面。
- 4.10.4.1.5 安装新的元器件，并焊接就位。
- 4.10.4.2 方法二 多引线元器件的拆除（破坏性拆除）
- 4.10.4.2.1 用斜咀钳剪断元器件引线（见图 20）。

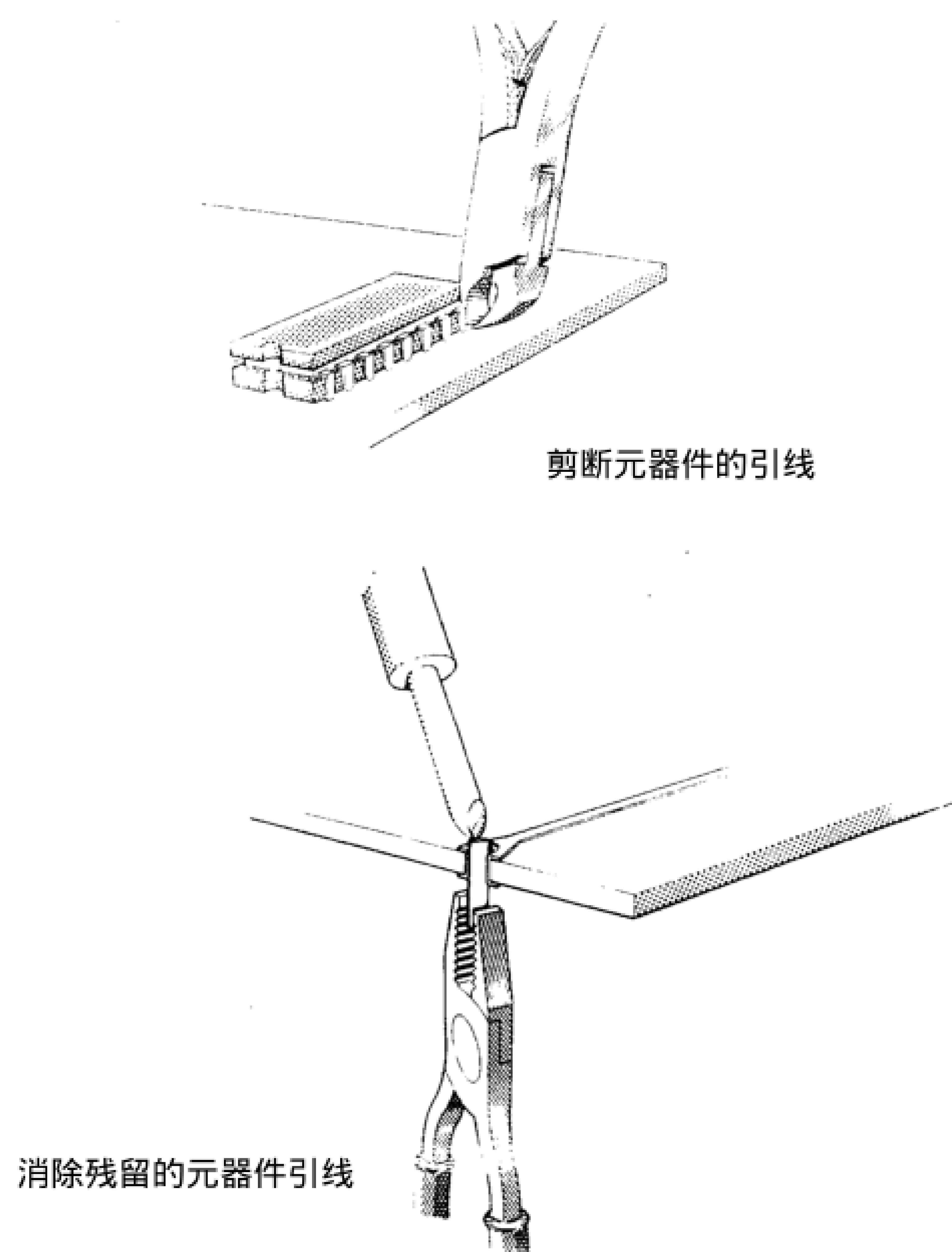


图 20 多引线元器件的拆除

- 4.10.4.2.2 用电烙铁加热焊点，当焊料熔融时用长咀钳轻轻拔出引线。
- 4.10.4.2.3 用焊料清除装置清除残余的焊料。
- 4.10.4.2.4 用相应的清洁剂清洗焊接面。
- 4.10.4.2.5 安装新的元器件，并焊接就位。

4.10.5 合格标准

修复之后，应根据 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准检验焊点，并应对焊盘和印制导线进行特别细致的检验，确保没有隆起，确保基材和元器件没有遭到损坏。

4.11 扁平封装元器件的拆除及更换

4.11.1 总则

本工艺方法适用于在导电图形的同一面，用搭接的方法将其安装在印制电路板上的扁平封装结构

QJ 2940A—2001

的元器件的拆除及更换。

4.11.2 限制条件

为了避免由于刮伤或过热等对印制电路板和印制导线的损伤，要求操作十分小心。

4.11.3 工具及材料

- a) 温控电烙铁；
- b) 焊料；
- c) 吸锡绳；
- d) 聚酰亚胺或聚四氟乙烯薄片；
- e) 扁平封装电路用引线弯曲夹具；
- f) 相应的溶剂及清洗用织物。

4.11.4 工艺方法

4.11.4.1 轻轻插入一片聚酰亚胺薄片，在焊点加热的同时，逐步由引线的未焊接部位向焊接部位移动到抬起引线（见图 21）。

4.11.4.2 用相应的清洁剂清洗焊区。

4.11.4.3 检验焊点表面，特别要检查印制导线的隆起。隆起的表面应按照 4.5 阐述的方法加以修复，过多的焊料应用虹吸方法清除，焊盘重新搪锡。

4.11.4.4 放置新的元器件，用温控电烙铁焊接就位。如果元器件的封装密度允许，也可采用单根引线端头焊接的再流焊接机。

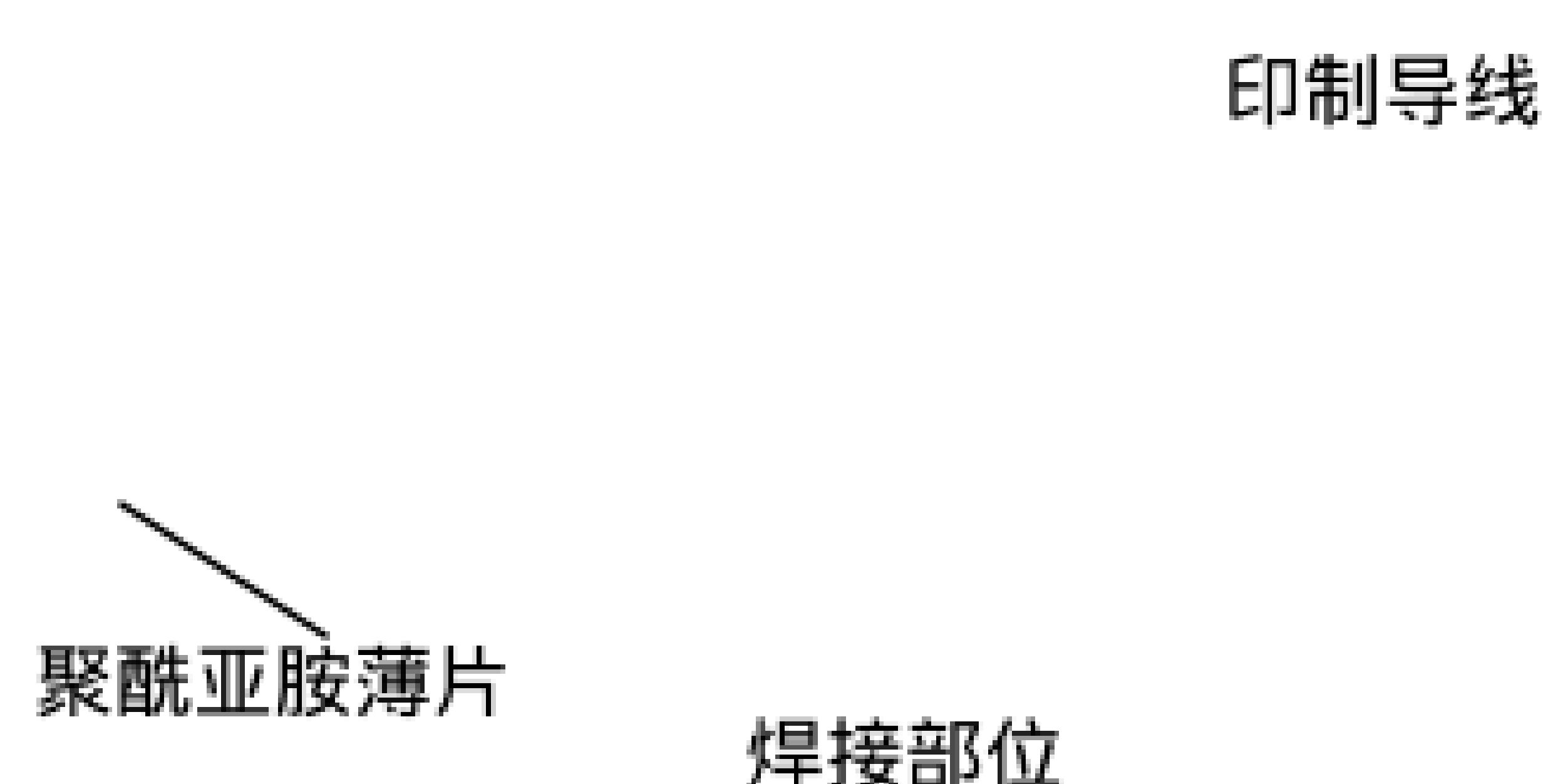


图 21 扁平封装元器件的拆除

4.11.5 合格标准

修复之后，应根据 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准检验焊点。应对焊盘和印制导线进行特别细致的检验，确保没有隆起，确保基材和元器件没有遭到损坏。

4.12 元器件连接的改装

4.12.1 总则

由于与 4.9.1 相同的理由，可能改装由元器件到印制电路板的连接。

4.12.2 限制条件

应符合 3.3 规定的标准。

对于改装双列直插封装连接,可以切头的(见方法三)引线或要绝缘的(见方法三)引线,应不超过每一侧引线数的三分之一。例如,14 引线双列直插封装,每一侧的切头或绝缘引线数应不超过 2 根。

4.12.3 工具或材料

- a) 温控电烙铁;
- b) 相应的焊料;
- c) 斜咀钳;
- d) 相应的溶剂及清洗用刷子;
- e) 不起毛的纸张;
- f) 真空吸尘器;
- g) 相应的环氧树脂胶;
- h) 带绝缘层导线;
- i) 镀锡铜线;
- j) 聚四氟乙烯套管;
- k) 手电钻;
- l) 修整刮刀;
- m) 长咀钳。

4.12.4 工艺方法

4.12.4.1 方法一 与加长的元器件引线缠绕相连后的焊接

4.12.4.1.1 使用不起毛的纸张,尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.12.4.1.2 采用 4.1 中阐述的方法,仔细清除工作范围内所有的敷形涂层。

4.12.4.1.3 采用 4.10 中阐述的方法,清除需要缠绕相连地点现有的元器件。安装在 Z 方向加长的新元器件(见图 22)。

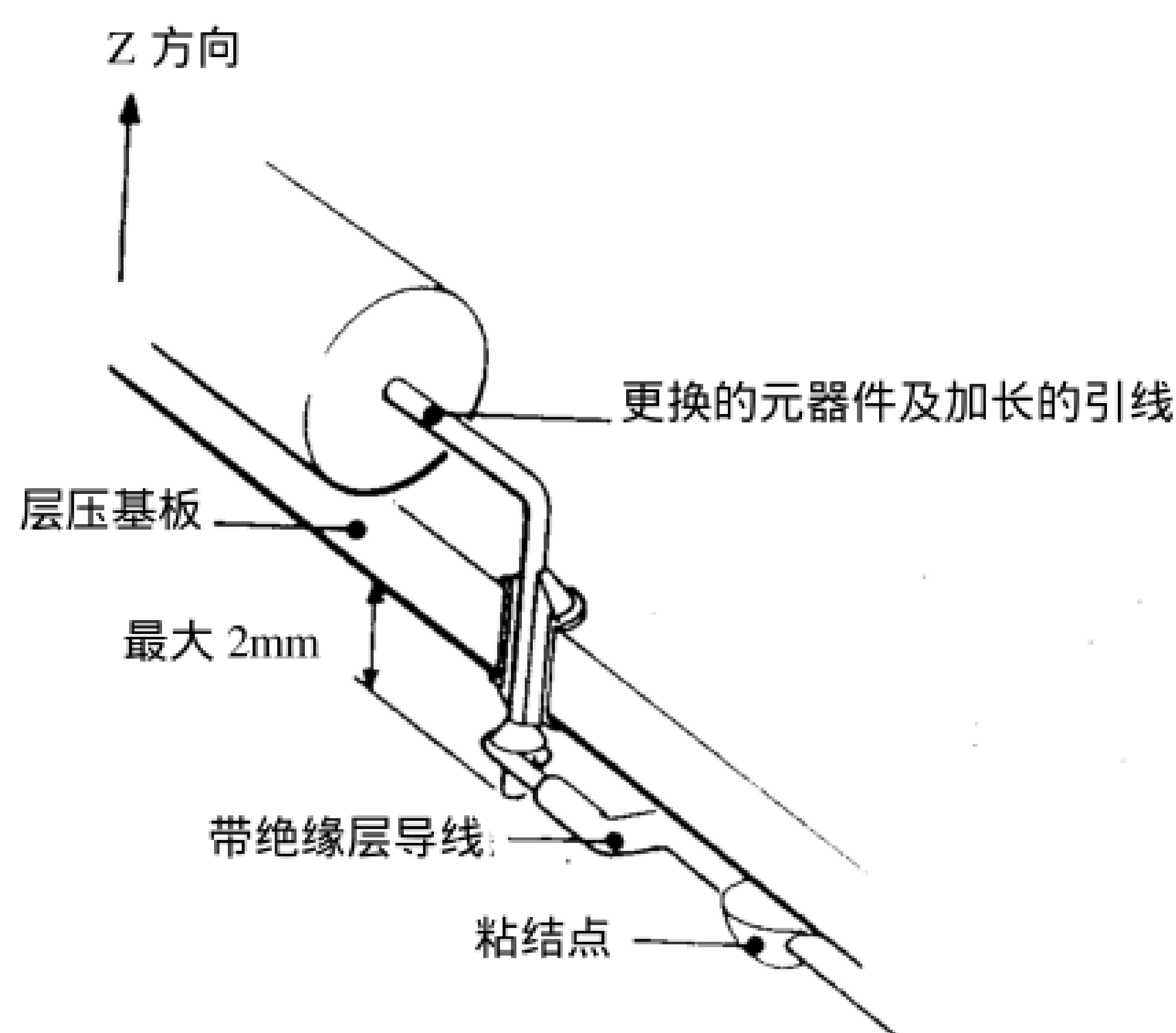


图 22 与加长的元器件引线缠绕相连后焊接

- 4.12.4.1.4 将带绝缘层导线去除绝缘层、搪锡及成形后，与加长的元器件引线缠绕相连。
- 4.12.4.1.5 按照 QJ 3117—1999 的规定，将导线焊于加长的元器件引线上。
- 4.12.4.1.6 用相应的溶剂清洗焊接面。
- 4.12.4.1.7 根据 QJ 3011—1998 的要求检验。
- 4.12.4.1.8 按 4.8 规定，连接线粘固在印制电路板上。
- 4.12.4.1.9 根据规范要求复涂敷形涂层并固化。
- 4.12.4.2 方法二 元器件引线与安装在现成孔中的直立引线相焊接
当引线直径大于印制电路板现有金属化孔的直径时，为实现元器件安装，可采用本方法。
 - 4.12.4.2.1 将一根直径合适的镀锡铜线焊进金属化孔。
 - 4.12.4.2.2 根据 QJ 3117—1999 的规定，采用缠绕法，使元器件引线 with 直立镀锡铜线相连来安装元器件（见图 23）。元器件引线应采取应力消除措施。
 - 4.12.4.2.3 用相应的溶剂清洗焊接表面。
 - 4.12.4.2.4 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

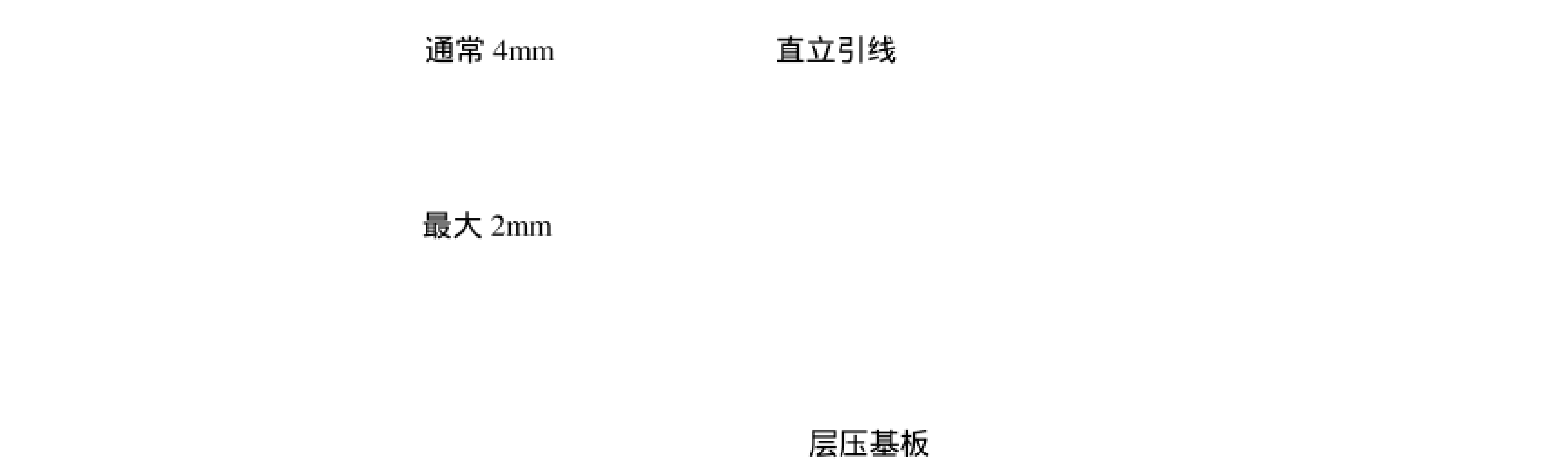
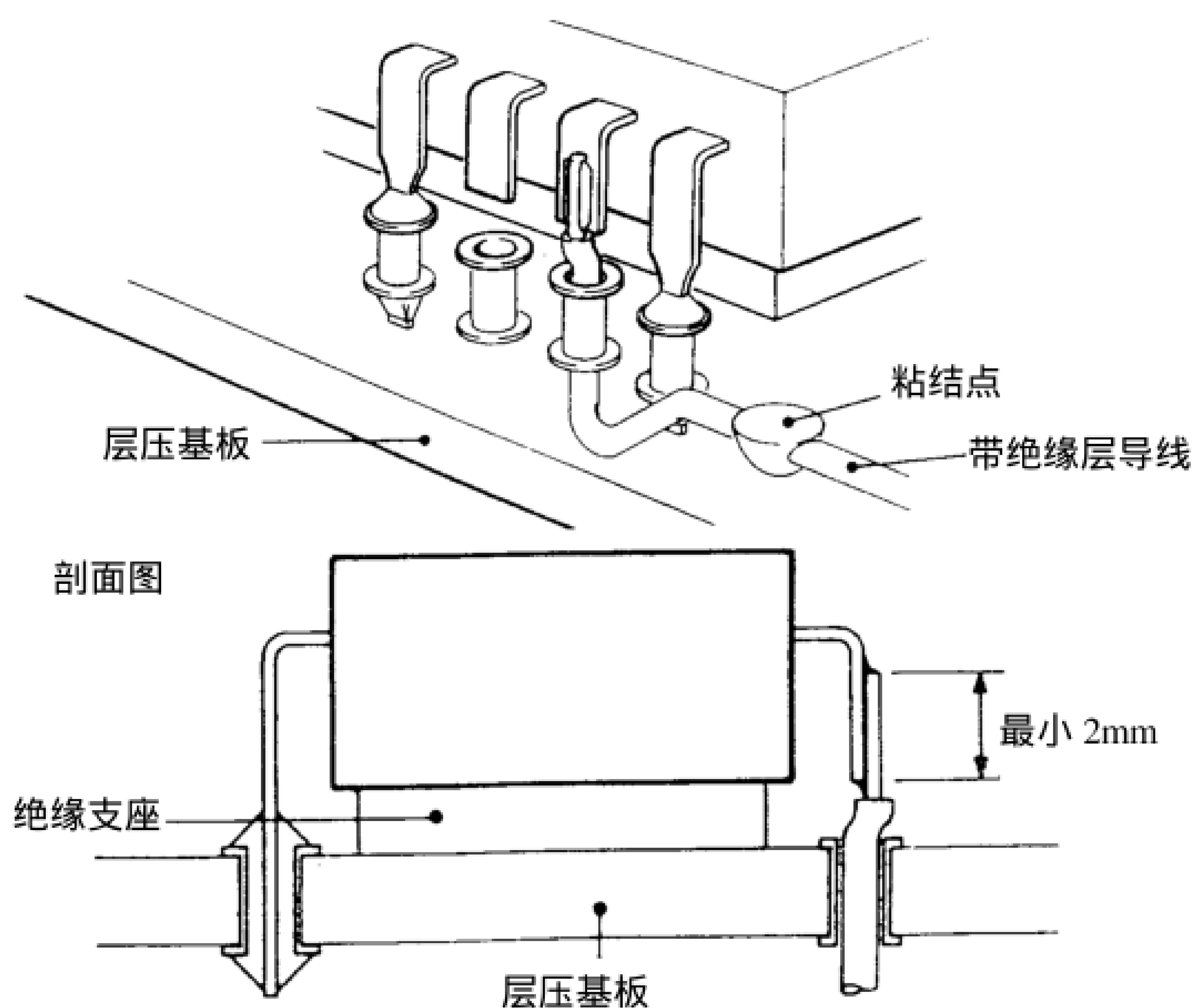
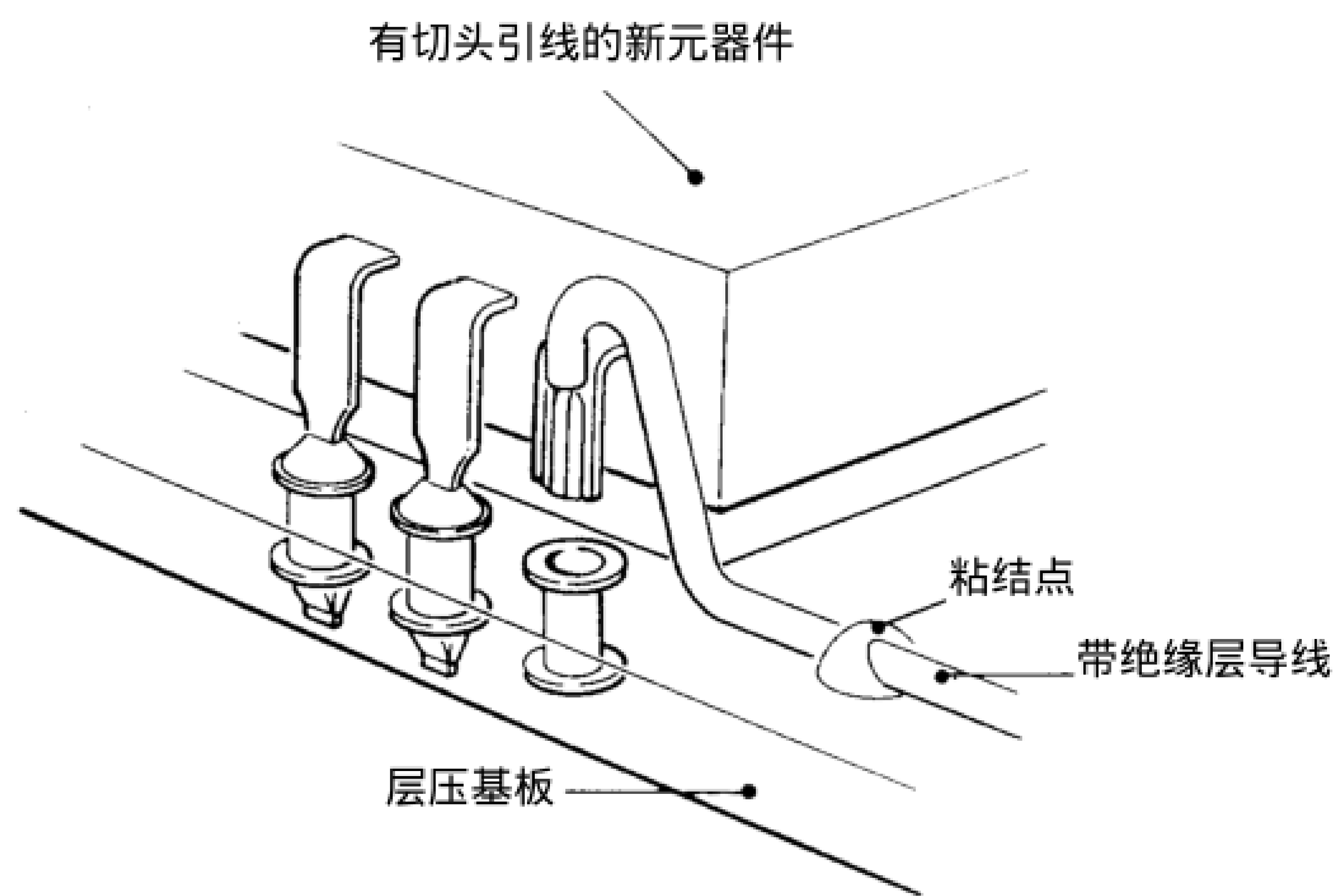


图 23 元器件引线与安装在现成孔中的直立引线相焊接

- 4.12.4.3 方法三 安装双列直插封装元器件，在切头引线上焊或不焊连线
只有当需要切头的引线不超过双列直插封装每一侧引线数的三分之一时，本方法方可采用。
 - 4.12.4.3.1 使用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。
 - 4.12.4.3.2 采用 4.10 中阐述的方法，拆除已有的双列直插封装元器件。
 - 4.12.4.3.3 按要求切断替换元器件的引线端头，要与元器件本体底部相齐，如图 24 所示（元器件可以是 J 型引线结构，或是侧向焊接的引线结构）。



a) 切头引线没有连接线及切头引线带穿过通孔到印制板的连接线



b) 连线离开印制电路板外伸

图 24 安装双列直插封装，切头引线上焊或不焊连线

- 4.12.4.3.4 对引线除金和搪锡。如果切头引线要与印制电路板相连，切头引线必须手工除金及手工搪锡。对于切头的侧向铜焊引线，整个引线顶肩应除金和搪锡（但是没有必要把铜焊缝上的镀金层也包括在内）。
- 4.12.4.3.5 替换的元器件焊接就位。如果切头的引线无须与印制电路板相连，直接转至 4.12.4.3.8 以下的步骤。

QJ 2940A—2001

4.12.4.3.6 将带绝缘层导线去除绝缘层、搪锡及成形后，用于切头引线 with 印制电路板的连接。

4.12.4.3.7 导线焊于切头引线，形成一搭接焊点。导线可以铺在印制电路板上，离开印制电路板外伸（见图 24 a）及 b）。搭接焊点的长度必须是导线直径的三倍。对切头的 J 型引线，在 $(250 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 的烙铁头温度下，焊接时间最长应为 3s，对切头的侧向铜焊引线，在 $(295 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 的烙铁头温度下，焊接时间最长应为 3s。

4.12.4.3.8 用相应的溶剂清洗焊接面。

4.12.4.3.9 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.12.4.3.10 按 4.8 的规定，连接线粘固在印制电路板上。

4.12.4.3.11 根据规范要求复涂敷形涂覆层并固化。

4.12.4.4 方法四 安装在切头引线上焊或不焊连线连接器

4.12.4.4.1 使用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.12.4.4.2 采用 4.10 阐述的方法，从印制电路板拆除现有的连接器。

4.12.4.4.3 按要求切断替换连接器的引线端头。

4.12.4.4.4 如果切头引线要和印制电路板相连，连接器引线应除金和搪锡处理。

4.12.4.4.5 替换的连接器焊接就位。如果切头的引线无需与印制电路板相连，直接转至 4.12.4.4.8 以下的步骤。

4.12.4.4.6 将带绝缘层导线去除绝缘层、搪锡及成形，用于切头引线 with 印制电路板的连接。

4.12.4.4.7 按 QJ 3117—1999 的规定，采用缠绕相连后，将导线焊于切头引线，见图 25。

4.12.4.4.8 用相应的溶剂清洗焊接面。

4.12.4.4.9 根据 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.12.4.4.10 按 4.8 规定，连接线粘固在印制电路板上。

4.12.4.4.11 根据规范要求复涂敷形涂层并固化。

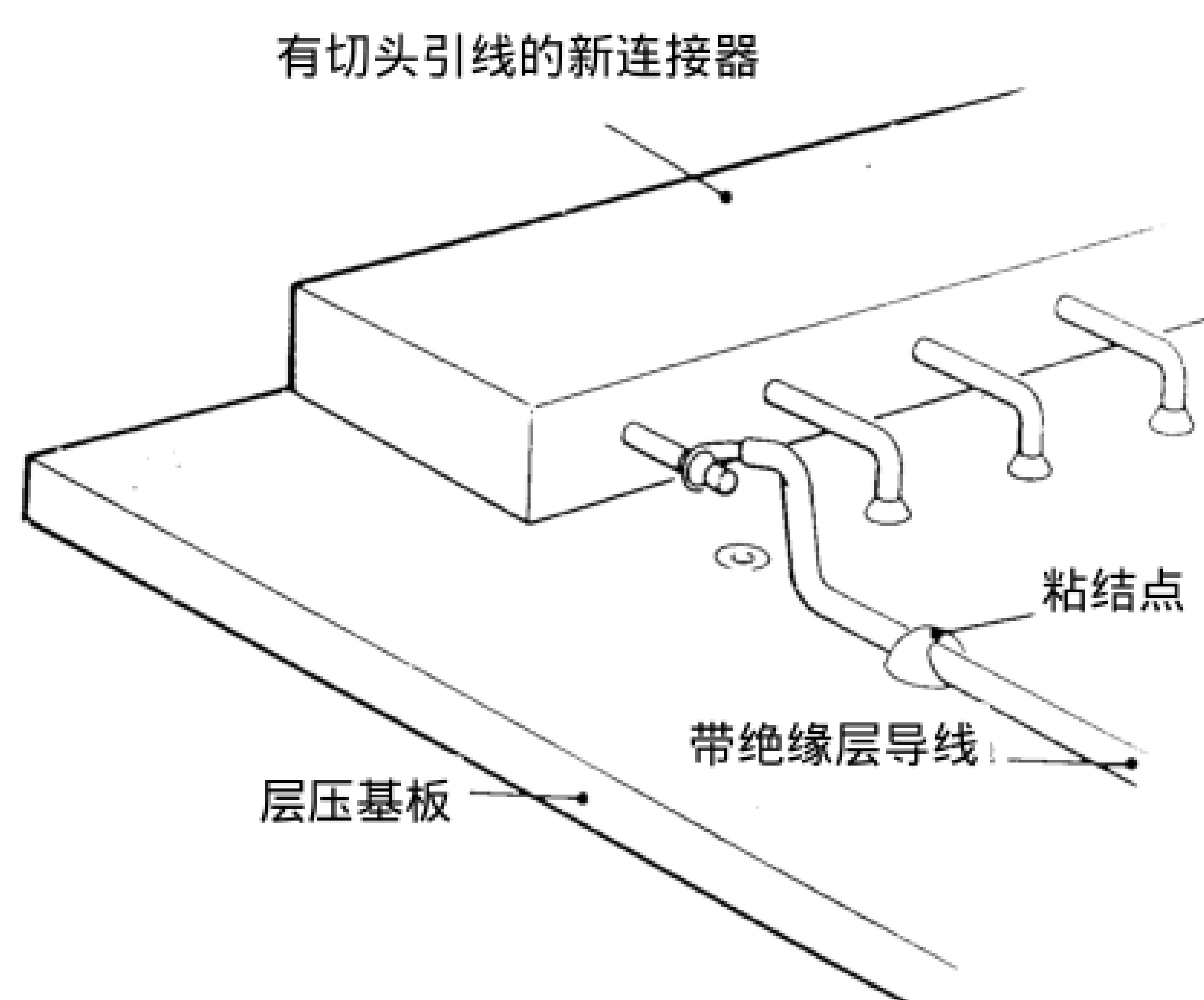


图 25 安装在切头引线上焊或不焊连线连接器

4.12.4.5 方法五 插有扁平截面引线的金属化孔中增加一条连线

只有当金属化孔中插有扁平截面引线（例如双列直插封装引线）时，本方法方能采用。

- 4.12.4.5.1 使用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。
- 4.12.4.5.2 从需要增加连线的金属化孔四周范围内清除敷形涂层。
- 4.12.4.5.3 采用 4.2 中阐述的方法，对占有引线的焊点吸锡。
- 4.12.4.5.4 将带绝缘层导线去除绝缘层、搪锡及成形，作为连线插入金属化孔。
- 4.12.4.5.5 导线沿已有元器件引线的侧面插入金属化孔。导线可以从印制电路板的焊接面插入，见图 26 a)，也可以从印制电路板的元件面插入，见图 26 b)。导线和引线必须做到如图 26 a) 及 b) 焊料填充，焊接到位。

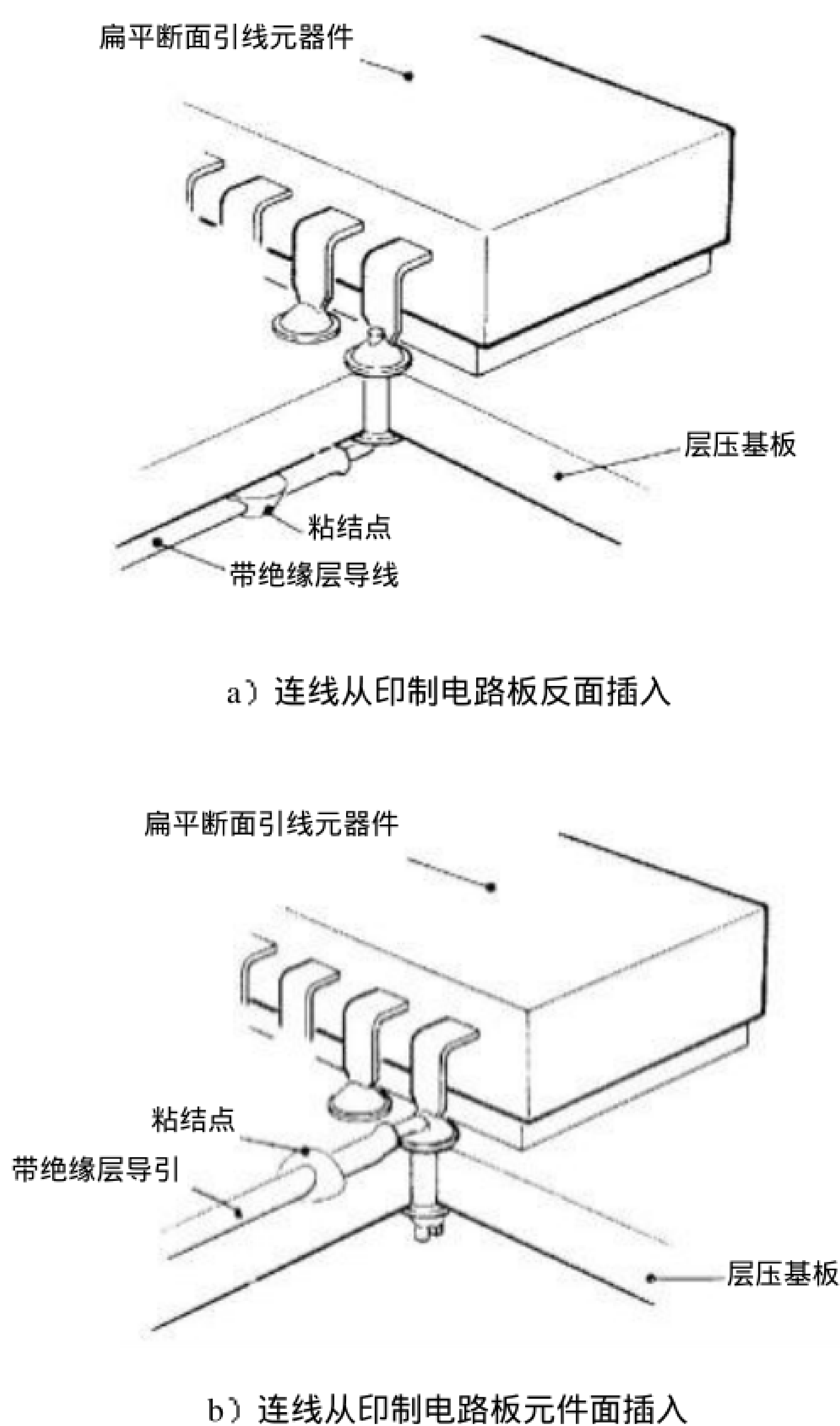


图 26 插有扁平截面引线的金属化孔中增加一条连线

- 4.12.4.5.6 用相应的溶剂清洗焊接表面。

4.12.4.5.7 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.12.4.5.8 按 4.8 规定，连线粘固于印制电路板上。

4.12.4.5.9 根据规范要求复涂敷形涂层并固化。

4.12.4.6 方法六 在扁平封装的引线上增加一条连线

4.12.4.6.1 使用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.12.4.6.2 从需要增加连线的扁平封装引线四周范围内清除敷形涂层。

4.12.4.6.3 将带绝缘层导线去除绝缘层、搪锡及成形，作为焊于扁平封装引线上部的连线。

4.12.4.6.4 将需要焊接的那部分导线沿引线的中心线放置，并在此位置焊接（见图 27），搭接焊点的焊料充填符合图 15 及图 16。搭接导线直径应小于引线宽度的三分之二。

4.12.4.6.5 用相应的溶剂清洗焊接面。

4.12.4.6.6 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.12.4.6.7 按 4.8 规定，连线粘固于印制电路板上。

4.12.4.6.8 根据规范要求复涂敷形涂层并固化。

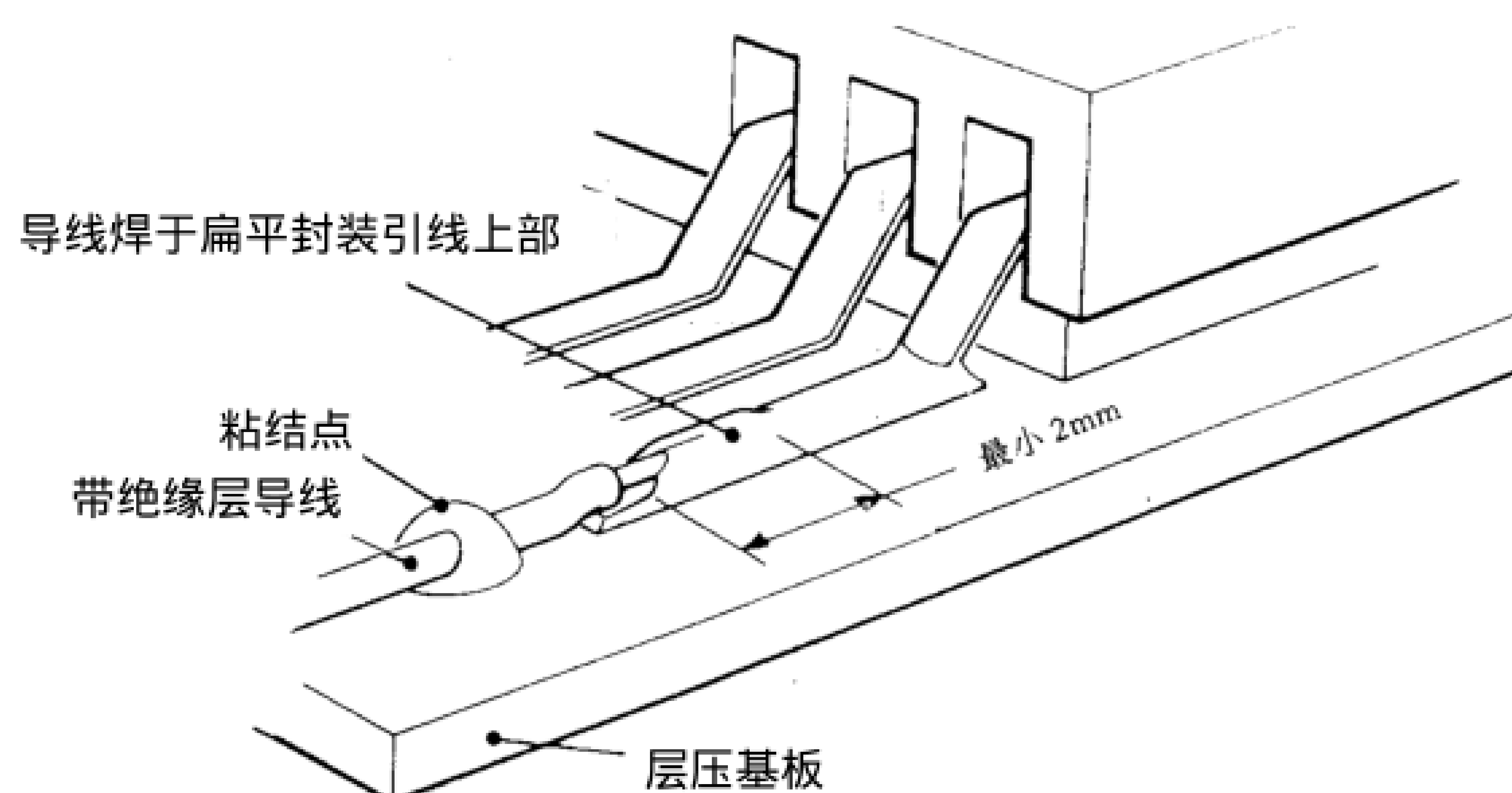


图 27 扁平封装的引线上增加一条连线

4.12.4.7 方法七 元器件引线的绝缘

如果元器件引线需要与双面或多层印制电路板上的金属化孔的连接相绝缘，可采用本方法。

只有当需要绝缘的引线不超过双列直插封装每一侧引线数的三分之一时，方可采用本方法。

4.12.4.7.1 使用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.12.4.7.2 采用 4.8 中阐述的方法，拆除已有元器件。

4.12.4.7.3 在需要绝缘的地方，用手电钻钻透金属化孔。钻头与印制电路板之间应保持垂直。例如，1.1mm 直径的钻头能用于 0.75mm 直径的孔。操作人员必须经过培训。

4.12.4.7.4 用新的修整刮刀清除印制电路板两侧的焊盘。注意不要刮到印制电路板内的玻璃纤维。

4.12.4.7.5 进一步钻屑。例如，使用 1.1mm 直径的钻头后，再用 1.3mm 直径钻头手工钻孔，并用真空吸尘器清除钻孔操作而产生的切屑。

4.12.4.7.6 将一段聚四氟乙烯空心套管插进钻好的小孔（如上例，使用 0.5mm 内径的套管）。图 28 说明的是双列直插封装引线的绝缘，如果金属外壳封装引线需要绝缘，也能采用此方法。

4.12.4.7.7 通过绝缘的小孔插入新的合适引线的元器件。

4.12.4.7.8 需要时，可根据 QJ 3117—1999 的规定，采用缠绕连接，将去绝缘层、搪锡和成形的带绝缘层导线焊于绝缘后的引线上。

4.12.4.7.9 用相应的溶剂清洗焊接表面。

4.12.4.7.10 按 QJ 3011—1998 的要求检验。

4.12.4.7.11 用环氧树脂胶点封元器件引线与带绝缘层导线，并根据规范要求固化。

4.12.4.7.12 根据规范要求复涂敷形涂层并固化。

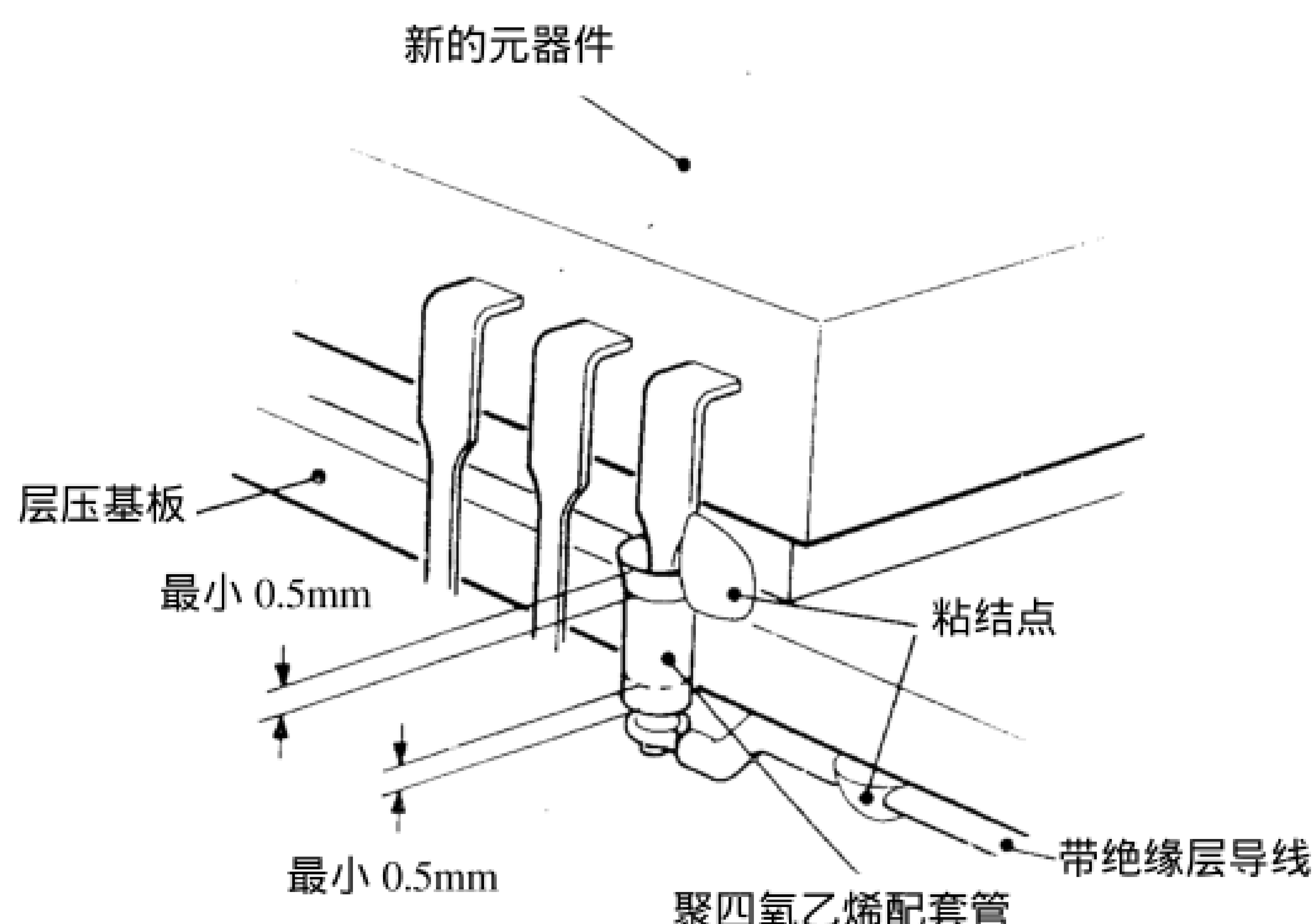


图 28 元器件引线的绝缘

4.12.5 合格标准

改装之后，在元器件已经拆除，随后替换过的地方，应根据 QJ 3011—1998 的接收和拒收标准检验所有焊点。应对焊盘和印制导线进行特别细致的检验，确保没有隆起，确保基材和元器件没有遭到损坏。

4.13 多层印制电路板内层印制导线的切断

4.13.1 总则

当需要切断多层印制电路板的内层连接时，可采用此方法。

4.13.2 限制条件

为避免损坏更改处附近的印制导线，操作需要十分小心。

4.13.3 工具及材料

- 不起毛的纸张；
- 相应的溶剂和清洗用刷；
- 真空吸尘器；
- 相应的印制电路板修复工具（工作站），包括一台切削夹具；
- 相应的环氧树脂胶。

4.13.4 工艺方法

4.13.4.1 使用不起毛的纸张，尽可能多地将工作范围四周的电路遮盖。

4.13.4.2 仔细清除工作范围内所有的敷形涂层。

4.13.4.3 逐渐铣透印制电路板的各层（确保分层间隔清晰可见，避免出现毛刺造成的短路），直到要切断的内层印制导线清晰可见（见图 29）。应采用真空吸尘器清除铣屑操作而产生的切屑。

4.13.4.4 切断印制导线，并检验阻值大于 $2k\Omega$ 。电气检验时，要确保安装好的部件没有损坏。

4.13.4.5 除去防护用纸。

4.13.4.6 用相应的溶剂清洗铣削的表面。

4.13.4.7 用环氧树脂胶填孔，并按规范要求固化。

4.13.4.8 按规范要求复涂敷形涂层并固化。

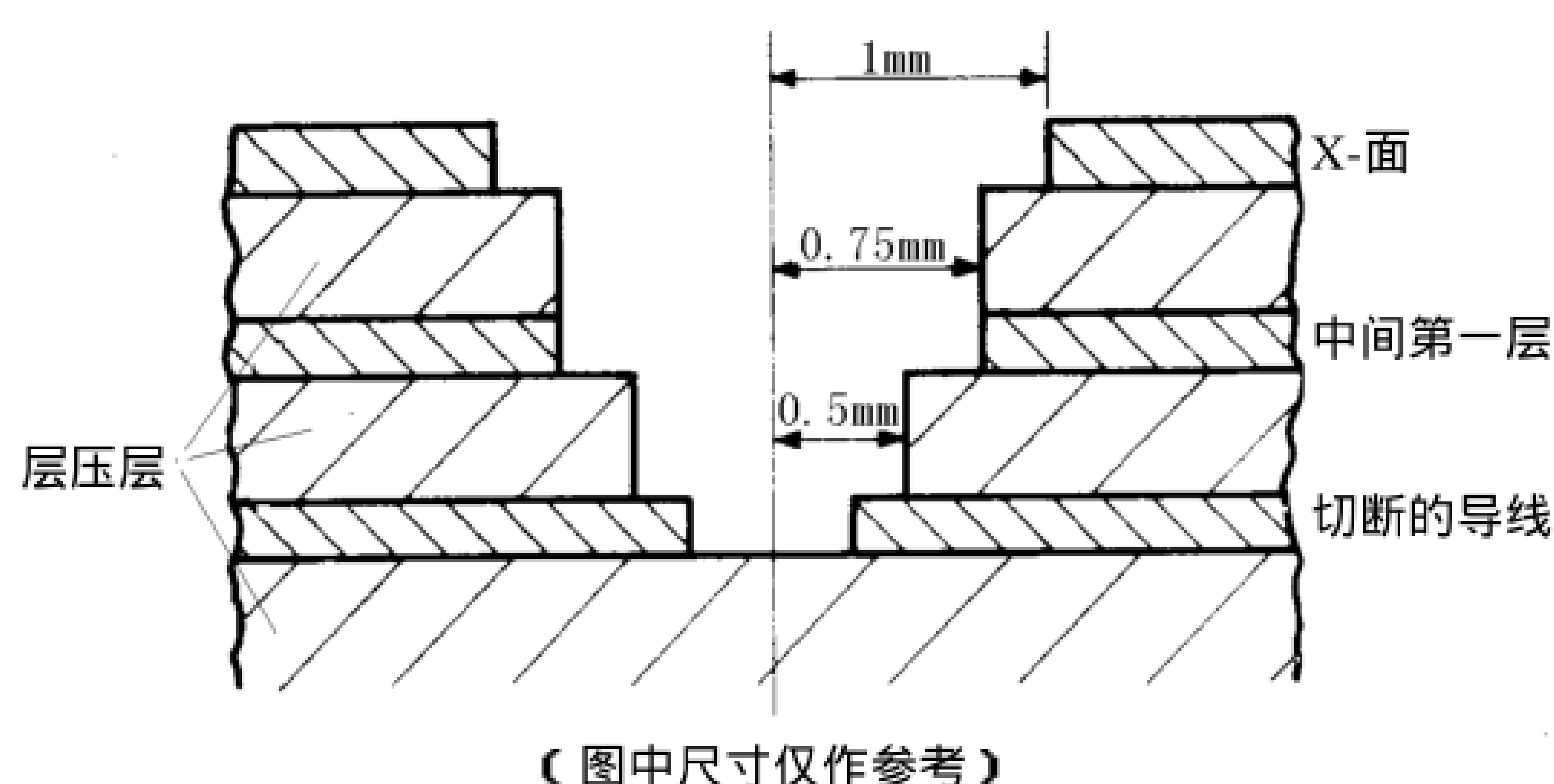


图 29 多层印制电路板内层印制导线的切断

4.13.5 合格标准

返工处应进行检验，邻近的导线、金属化孔、元器件及层压基板应不受损坏。

4.14 质量保证

在修复和改装过程中所涉及的条件和操作方法，应符合 QJ165A—1995 及各专项标准（含本标准）规定的技术要求，同时以下各点应予以特别注意。

4.14.1 数据

记录本最少应包括以下几种：

- a) 终检证明文件副本；
- b) 不一致性报告及纠正措施；
- c) 对相关工序的检验及测试结果副本。

4.14.2 不一致性

在工艺过程方面观察到的任何不一致性，应根据质量保证要求予以处置。

4.14.3 校验

所有测试设备应加以校验。

4.14.4 可追溯性

从进料检验到最终测试，包括测试设备、序号以及完成任务的人员等细节。应保持可追溯性

4.14.5 操作人员和检验人员的培训及合格证明

所有从事修复和改装的操作人员和检验人员，应按有关的详细规定进行培训及取得资格证书，保证在本标准涉及的修复和改装方面具有技术熟练的水平。

中华人民共和国航天行业标准
航天用印制电路板组装件
修复和改装技术要求
QJ 2940A—2001

*

中国航天标准化研究所出版
北京西城区月坛北小街 2 号
邮政编码：100830

北京航标印务中心印刷
中国航天标准化研究所发行

版权专有 不得翻印

*

2002 年 02 月出版
定价：20.00 元

www.bzxz.net

免费标准下载网