

企业 ESD 体系的战略和经济收益

一个有效的 ESD 体系是保持产品品质和可靠性的基础,但它实际上也能为生产商带来长期的经济效益。

现今电子行业,达到最新技术发展水平的 ESD 防护设计和 ESD 生产控制将越来越得到重视。这是因为,一方面由于技术的迅猛发展,集成化提高让电子器件在结构上对静电越来越敏感,而另一方面与其相关 ESD 防护设计所能做到的开始接近极限,会导致的生产出来的器件会更加敏感。近期一项对集成电路(IC)供应商的有关半导体基准技术的研究表明,在未来的五年 ESD 将会成为最影响产品可靠性的三个主要因素之一,并且会成为产品制造过程中影响可靠性最主要的因素。

因素一	有效的实施计划
因素二	管理授权
因素三	稳定的项目负责人
因素四	积极的领导团队
因素五	务实原则
因素六	目标性培训
因素七	应用科学手段的审核
因素八	ESD 检测工具
因素九	一个沟通体系
因素十	全面系统地进行计划
因素十一	人性化地解决问题
因素十二	持续改进

表 1: ESD 体系成功的 12 个关键因素

而这最重要的就是建立和实施一套有效的 ESD 体系来消除这一趋势的影响。它要求企业必须让其 ESD 控制的范围覆盖从设计到用户使用的各个环节。ESD 工业标准,如 ANSI/ESD S20.20 能够帮助企业关注静电敏感器件的操作。而且,ESD 体系需要有效的管理,并覆盖产品的研发和生产过程的各个环节才可获得最终的成功。事实上,一个管理良好的 ESD 体系远

比一个只停留在物品采购上花费的 ESD 体系要有效的多。这里所说的管理良好的 ESD 体系是一种技术加管理并能够循序渐进自我发展的体系，表 1 列出了 ESD 体系成功的 12 个关键因素。

工厂改善措施	结果
更换手套	每年节省 30,000 美元
减少包装	每年节省 786,000 美元
确认生产问题(如表面 EMI 问题, RF 屏蔽高充电等)	提高 50%生产效率
确认电子产品制造供应商的生产问题(工作台而非接地问题)	改变电子产品供应商, 并增加由专业的 ESD 咨询公司进行周期性的审核

表 2. 某工厂 ESD 体系的改善措施和节省的开支

ESD 体系在战略上和经济上的收益会远远超过在 ESD 上的花费，然而如何去衡量这种收益对许多公司并不容易，因为很难直接在财务指标上反映出来。大量的案例表明，管理良好的 ESD 体系虽然表面从财务指标看到的只是 ESD 的花费，但如果考虑战略上无形的收益，ESD 体系的价值就不可限量，对于一个大型的公司的工厂来说这个综合性的收益可能是每年 1 亿到 5 亿美元，非常可观。

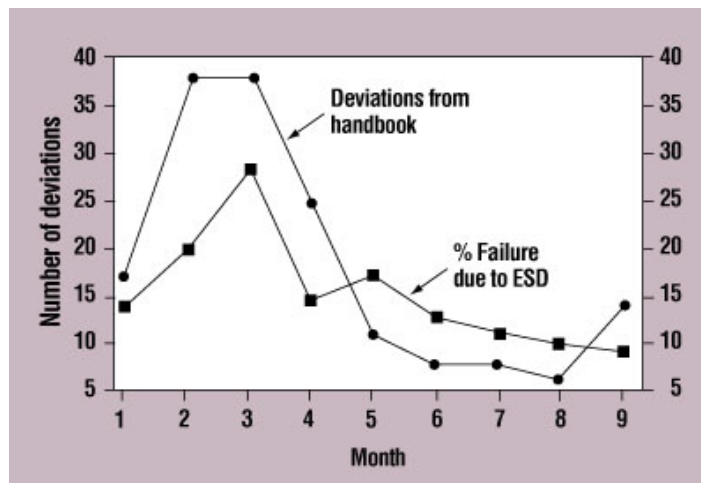


图 1. ESD 运行与 ESD 失效关联分析

图 1 是对一个运行良好的 ESD 体系 9 个月运行状况研究分析图，两条曲线分别为 Lucent Technologies 的某工厂审核结果中的程序不符合项数目与同期 ESD 原因的失效器件数量，可以看出二者之间有明显的相关性。

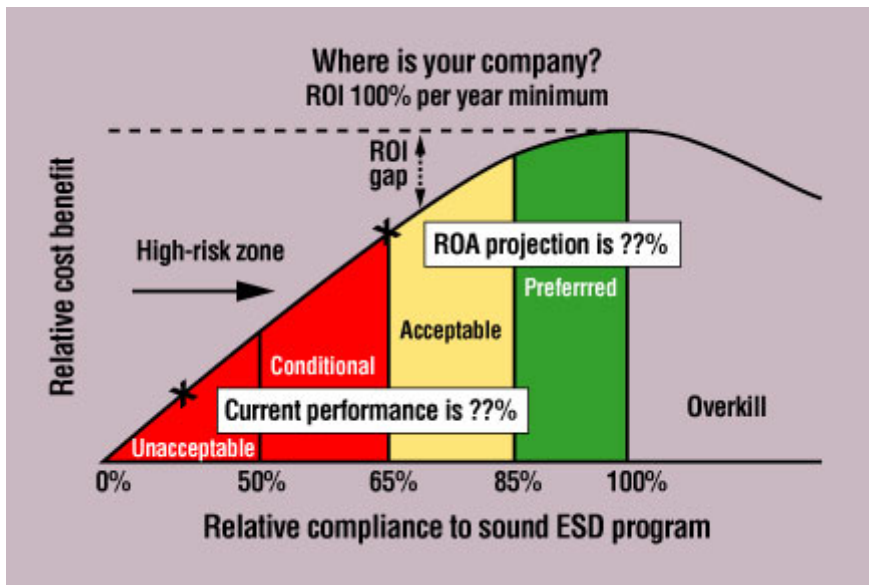


图 2. ESD 防护设计和制造过程中 ESD 防护成本收益

我们可将 ESD 体系战略和经济上的收益归纳为四种：第一，实施时避免盲目投入造成的损失；第二，质量的改善；第三，产品可靠性的提高；第四，战略上的收益（如赢得更多的客户，争取到更多的订单）。

图 2 是 ESD 体系投入与企业业务的关联的示意图。通常一个有效的 ESD 防护设计和生产当中 ESD 防护的投资回报率会超过 1000%。通过图 2，我们可以确定 ESD 体系的现金收益率（ROA），同样可以准确地确定公司以百分点表示的当前业绩。这些数据也可以用于图 3 中的基准数据评价。

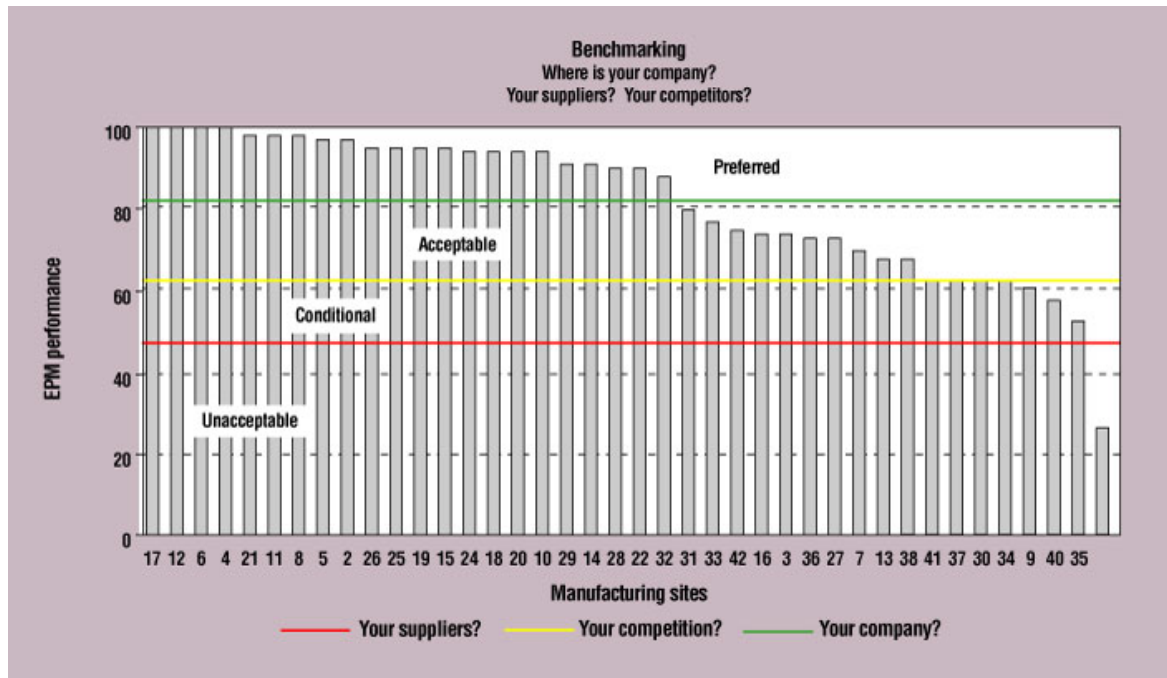


图 3. 全球性多工厂 ESD 体系管理的基准

充分理解 ESD 技术并懂得生产中的防护技巧能够让 ESD 的项目负责人和设计工程师懂得如何在必要的保护措施和过度防护之间划定界线。在 ESD 高风险区域进行操作而产生的产品系列性损伤和可靠性失效，会最终导致市场上的损失。这里的市场上的损失是指品质和可靠性方面花费 1000 万美元，并且在销售上损失数百万美元。

适宜水平的防护措施能够让企业以最低的成本达到预计的效果，这种防护的结果在接下来的 Lucent Technologies 的战略和经济收益分析中可以看到。

避免不必要的花费

体系实施时，如果费用得到控制，就能避免不必要的费用，从而直接得到财务上的收益。而做到这一点的先决条件是，在扎实的技术和管理的基础上选择实用、科学的解决方案。

例如，审核对于一个有效的体系是至关重要的活动，但它可能是比较昂贵的，然而，使用基础采样法对一个 8000 人的工厂进行审核可能一个人就够了，既节省了人力的节省，又减少了 ESD 损失，效果显著，而且对 ESD 程序的符合性实施有巨大的帮助。使用得当的话，审核还可以对有限的资源配置起到关键性作用。例如，审核数据可以显示出哪些员工最需要额外的培训，这样可以避免。

选择 ESD 控制材料是影响实施投入的一个重要因素，例如，在 Lucent 公司原计划使用砖铺设的近 100 万平方英尺静电导电地板，后来经过仔细研究后，决定使用地板静电导电表面处理，每平方英尺可节省 5 美元，这样一下节省投入 500 万美元。另一个例子，某公司使用暂时性防静电环氧树脂地板，当时相比永久性防静电地板材料每平方英尺节省 2 美元，但是地板 1 年后失效，结果导致近 30 万平方英尺价值近 100 万美元的地面工程需要重新返工，而且至少要耽误 15 天的生产。

目前，ESD 地垫经常被用于替代地板的防静电表面处理，以免除后者保养所带来的不便。而本身，像这种针对某一个 ESD 问题会有很多的解决方案，而不通的解决方案会有不同的成本投入。不少公司在研究和实践经验当中表明，很多时候耗散型的材料一样可以提供足够保护，而不必要使用昂贵的屏蔽材料。使用最有价值的产品而非功能最强的产品也同样能够提高产品质量，并能大幅度节省成本。

此外，通过减少或限制使用不必要的防静电服、离子化设备、实时监测仪、导电椅子以及永久性防静电地板也可以大量地节省投入。例如，某个客户的生产工厂去除使用防静电手套，每年可节省 30 万美元，而另外，包装的成本也每年降低了 78.6 万美元。

品质改善

在进行 ESD 控制之前，Lucent Technologies 的工厂每年因 ESD 造成的损失超过 3.25 亿美元。这个数字是从各工厂引入控制程序前后经验数据的对比估算而来的。

不同产品线的失效水平差异很大，有时每种器件失效每年造成的损失可能会有 1000 万美元，但只有 2% 的失效被记录下来。如果使用 ESD 控制的测量手段就会发现，所有的产品线，甚至是抗静电能力强的产品都有损伤的情况。

在 ESD 控制前，ESD 损伤占据了失效中的 50%（图 4 中的 a），失效分析证明 ESD 是这些失效的根本原因。实施 ESD 控制后，Lucent 产出比较研究表明，生产率和产品测试指标都有了显著提高。

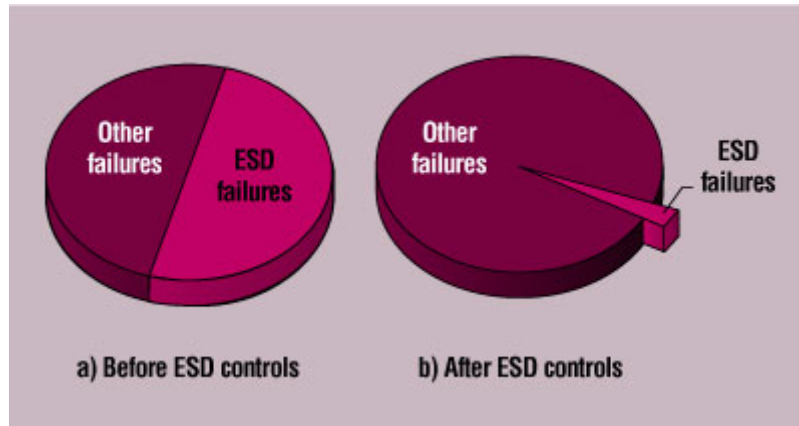


图 4. Lucent Technologies 实施 ESD 控制体系前后产品失效水平对比

在控制体系实施后，我们看到了预期的产品品质根本改观。诸如 Denver 工厂之类的生产车间的报告显示，第一年节省的费用就高达 500 万美元，投入回报率高达 3000%。几年累计下来，单是 Denver 工厂减少的成本就高达 1.14 亿美元。与此同时，读写产品工厂的产能提高了 15%，Merrimack Valley 工厂每年节省 900 万美元的费用，回报率高达 1000%。而且这些数字还没能完全反映改善所带来的益处。

当前，Lucent Technologies 的产品 ESD 损失已经降低到非常小的比例，品保的失效分析显示，300 万个器件测试失效的仅发现 3 个失效属于 ESD 原因（见图 4b），比例为百万分之一。

而且，对这三个失效进行确定具体原因的分析发现，三个失效的有一个共同特点，就是没有一个失效是人为原因造成的。其中一个是在 QA 测试过程中由于电缆带静电引发的，其他两个则是由焊接设备的尼龙刷清洁焊接后的线路板（PWB）所造成的。

类似的成功在其他的生产厂同样可以看到，举例来说，送回分析发现，Denver 工厂 ESD 导致的失效只占有所有失效的 0.23%，Allen 镇的工厂对进行操作可靠性监测时发现，ESD 原因导致的失效损伤只占到了所有损伤的 1%。

可靠性改善

ESD 控制带来的可靠性收益非常重要，而且直接关系到客户。例如，某公司可靠性失效导致每周 15 万美元的损失，直到通过改变设计解决问题后这一情况才终止。可靠性的失效既有可能由潜在性失效所导致，也有可能是积累性损伤所导致。

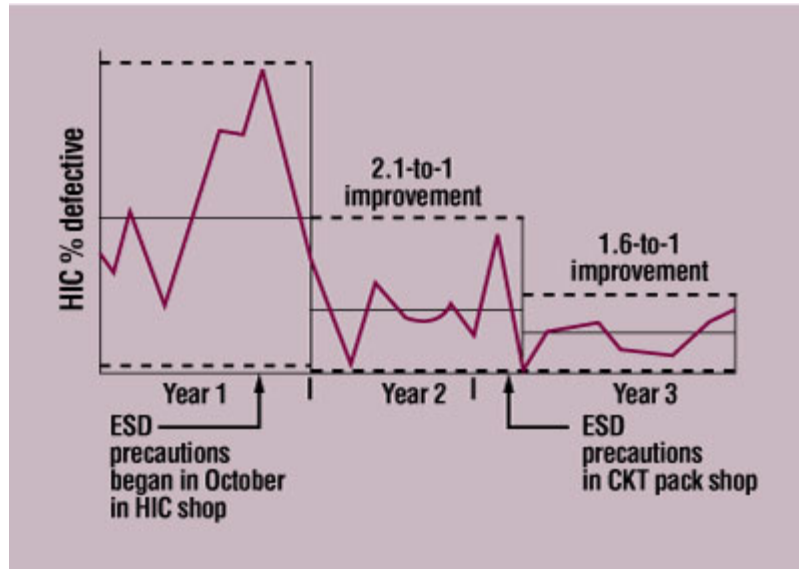


图 5. 对已出货的 PWBA 的品质保证抽样分析 (HIC 的损伤百分比例与时间)

该公司出货的 PWBA 的品保可靠性分析的结果显示,ESD 体系运行 2 年多的时间里让该公司出货的 PWBA 的可靠性失效率由 3%降到了 1%。(见图 5)。通过详细的记录我们可以看到这些改善是由在生产过程中引入 ESD 控制体系所带来,并通过监测和测试所反映。类似的结果可以在控制性实验中看到,失效率由 5 降到 1 的改善,与此同时,车间内返工减少了 25%。

战略性收益

虽然财务指标给人印象最深,但它们不能对 ESD 体系所带来的战略性的收益进行前后比较,诸如客户满意度提高、销售促进以及客户关系改善等这类的收益都是无法在此体现。

精明的客户为保障他们的投资,一定会对其供应商的产品设计和器件的取放进行严格地要求,他们懂得可靠性和品质的含义。此外,敏感器件的取放程序对一个公司的品质控制来说是显而易见的东西,因此,要使客户满意并改善品质,须加倍地重视 ESD 要求。

然而,各客户的 ESD 体系的要求不尽相同,我们不可能以昂贵的代价去建立多重 ESD 体系满足这些不同要求。多数客户会愿意接受一个充分的、全面系统的体系,因此建立一个能

够囊括各方面因素，并得到行业性认同的体系具有非常大的战略意义和经济意义。正因为此原因，具有权威性的 ANSI/ESDA S20.20 标准到了广泛的推行。

客户在参观工厂常常会关注到手腕带和导电鞋的使用，这些措施会让他们对产品生产留下好的印象，结果这会鼓励他们在参观工厂时尽力寻找未正确佩戴手腕带的员工，当然这也会让他们对自己的 ESD 控制体系提出疑问，并建立明确的控制体系。

这种交流能够改善与客户的关系，特别是该客户所在公司是其行业的权威时效果尤为显著。就 ESD 控制而言，你与客户的终端用户是一致的，从这一点上来说，从生产外环境所获取的经验是一个无价之宝，因为它是不带偏见的数字化的信息，它能够帮助客户建立起自己的 ESD 体系，并认识到可以通过降低 ESD 控制成本来获得同样的经济效益。

这些交流和沟通对客户和供应商彼此都有利：客户可以获得 ESD 控制效率方面的宝贵经验，改善他们的服务，减少线路板的失效数量，降低成本；而供应商通过减少产品返工数量，降低了产品品质保证的成本。这种结果一定会改善与客户的关系，并最终会让销售增加。

ESD 控制和设计保护对销售的促进作用同样能够被其他产品的生产者所认识。事实上，在 Lucent Technologies 这两点在客户审核制造过程时，已经被正式地推荐，而且成为供应商评价的基本项目。在这方面正面的例子是增进了合作，巩固了合同，而反面的例子是丢掉了订单。一位公司高管对他的一个重要客户说的：“谁拥有充分的 ESD 保护能力谁就拥有了产品竞争优势的利刃”。另一位公司高管在参观完工厂时说：“离子风机给人印象深刻，它是你们对品质强有力的承诺，这也将是我们的选择。”

References

1. ANSI/ESDA S20.20, "Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment," (ESD Association), available from Internet.
2. Ted Dangelmayr, ESD Program Management, 2nd ed. (Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 1999).

Ted Dangelmayr

华诺丰源科技有限公司 刘斌译