

预知性/预防性维护基本知识

由一般工厂会计步骤确定的维护成本在多数工厂中通常构成总运营成本的大部分。在美国，传统的维护成本（即人力和材料）在过去 10 年内急剧上升。在 1981 年，美国的工厂花费在维护其关键装置系统上的成本超过了 6000 亿美元。在 1991 年，这种成本已经升至 8000 多亿美元，而在 2000 年更是破记录地达到 12000 亿美元。这些数据表明，这些成本的三分之一到二分之一由于采用无效的维护管理方法而被浪费掉。美国工业界再也无法容忍这种令人难以置信的低效率，它们希望参与世界市场上的竞争。有关其他国家的这方面的数据还比较少，但我们相信，情况基本上是相同的。

这种无效使用维护支出的主要原因是，缺乏对何时需要以及需要何种维护以维护、修理或更换工厂或设施内的关键机器、设备和系统进行量化的实际数据。通常，维护机构不对设备性能、执行的维护任务、故障历史或其他数据进行跟踪，而这些数据可以（并且应该）用于对将会防止过早发生故障、延长关键工厂资产的使用寿命并降低其生命循环成本的任务进行计划和安排。相反，在许多情况下，维护计划安排仍然由设备故障情况以及维护人员的直觉来决定，维护人员可以任意决定日常维护的类型和频率。例如，多数采用热成像检查方法的设施每隔半年或 6 个月进行一次检查。这是一种没有任何实际数据根据的纯任意的决定。

另外，中间和公司管理层忽视了维护工作对产品质量、总运营成本和更重要的底线利润的影响。一般的意见是，“维护是一种该死的、不得不做的事情”或者“没有什么方法可以改进维护成本状况”。在 10 年或 20 年，这种说法也许是正确的。但是，基于微处理器或计算机的仪器和维护管理系统的发展提供了可将维护效率最佳化的方法。

红外监视和振动监视等基于微处理器的仪器可被用来对关键工厂设备、机器和系统的工作状况进行监视。从这些仪器获得的信息提供了有效管理维护操作的方法。至少，它们可以降低或消除不必要的维修、防止灾难性的机器故障并降低无效的维护操作对制造及生产工厂利润的不利影响。当其功能被充分利用时，这些仪器就提供了将总体工厂性能、机器有用寿命以及设施及其资产的寿命循环成本实现最佳化的方法。基于计算机的维护管理系统可提供历史数据以及使用从预知性维护技术（如红外监视和振动监视）得到的数据的方法。

工业和加工工厂通常使用两种类型维护管理，即“运转至出现故障”和“预防性维护”。

运转至出现故障管理

运转至出现故障管理的思想简单明了。设备出现故障时对它进行维修。这种“不出故障就不维修”的机器装置维护方法是自第一个制造工厂建立以来构成维护运行的一个主要部分，听起来倒也合理。采用运转至出现故障管理的工厂在机器或系统出现故障之前不会在维护上花费任何资金。运转至出现故障是一种反应性的管理技术，它会在采取任何维护行动之前等待机器或设备出现故障。确切地说，这是一种“无维护”管理方法。它也是最为昂贵的维护管理方法。

但是应该说，极少有工厂采用真正的运转至出现故障的管理方法。在几乎所有情况下，工厂将执行基本的预防性维护任务，即润滑、机器调整和其他调整，甚至在一个运转至出现故障的管理环境中也是如此。但是在这种管理方式下，在设备出现故障之前，机器和其他工厂设备不会被改制或者进行大的维修。

与这种维护管理相关的主要费用是：

- 高备件库存成本；
- 高超时劳动力成本；
- 机器停机时间长，以及
- 生产能力低。

因为没有对维护要求进行预期，采用运转至出现故障管理的工厂必须能够对工厂内所有可能发生的故障做出反应。这种反应性管理方法迫使管理部门要维持大量的备件库存，它们包括备用机器，或者至少包括用于工厂中所有关键设备的所有主要部件。一种替代方法是，工厂可以依赖于设备厂商迅速提供所有所需备件。即使可采用后面一种方法，快速交付的额外费用也会大大增加维修备件的成本并以及纠正机器故障所需的停机时间。为了将由意外机器故障造成的对生产的影响降到最低程度，维护人员还必须能够立即对所有机器故障做出反应。

这种这种反应性维护管理的最终结果是较高的维护成本和较低的加工机器利用率。对维护成本的分析表明，在反应性或运转至出现故障管理模式下进行维修的成本是有计划或预防性维护模式下进行的相同维护的成本的 3 倍。对维修进行计划安排可使工厂将维修时间和有关的劳动力成本降到最低。它还提供了一种可减少快速交付和生产下降等负面影响的方法。

预防性维护

对于预防性维护具有多种定义，但所有的管理计划都是按照时间来安排的。换言之，维护任务是按照机器运行的时间或小时数进行的，它们基于特定类型工厂设备的统计数据或历史数据。图 1.1 说明了一个机器系列统计寿命的示例。该平均无故障时间 (MTTF) 曲线表明，一台新机器在最初几个小时或几周运转时间内出现故障的可能性非常高，这些故障通常是由制造或安装问题引起。过了这段初始时期之后，在较长时间内出现故障的可能性相对较低。在此正常运转期之后，出现故障的可能性会随着机器运转时间或小时数的增加而急剧增加。在预防性维护管理中，机器检查、润滑、维修或改制都基于平均无故障时间统计数据计划安排。

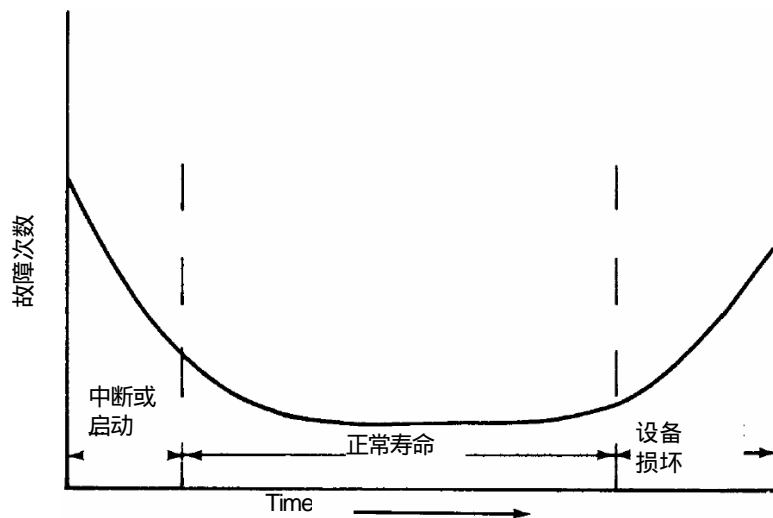


图 1.1 平均无故障时间曲线

预防性维护的实际执行变化很大。一些计划步骤非常有限，仅包含润滑和较小的调整。更多的综合预防性维护计划将对工厂中所有机器的维修、润滑、调整和机器改制等工作进行计划安排。所有这些预防性维护计划的共同标志是它们都具有计划安排指南。所有预防性维护管理计划都假设，机器状况将在通常适用于该类特定机器的统计时间范围内恶化。例如，单级、卧式外壳分离式离心泵通常运转 18 个月后就就要更换其磨损部件。使用预防性维护技术，在该泵运转 17 个月后就就要使其停止运转并进行改制。

这种方法的问题是，运转模式以及与系统或装置相关的变量会直接影响机器的正常工作寿命。对于用于输送水用于输送磨损性泥浆的泵来说，平均无故障时间 (MTBF) 是不同的。使用 MTBF 统计数据来安排维护的一般结果是要进行不必要的维修或发生灾难性的故障。在上例中，该泵在 17 个月之后可能就不需要进行改制。因此，用于进行维修的劳动力和材料就被浪费掉了。采用预防性维护的第二种选择甚至更为昂贵。如果泵在 17 个月之前就出现故障，我们就会被迫采用运转至出现故障技术进行维修。对维护成本的分析显示，在反应性（故障后）模式下进行维修的成本通常是在计划安排基础上进行的相同维修的成本的 3 倍。

预知性维护

预知性维护是一种运转状况驱动预防性维护程序。预知性维护不依赖于工业或工厂内平均寿命统计数据（即平均无故障时间）来计划安排维护活动，而是对运转状况、效率、热量分布和其他指标进行直接监视，以确定实际的平均无故障时间或将危害到工厂或设施内所有关键系统装置运转的效率损失。传统的基于时间的方法至多可为正常机器系列寿命跨度提供一种指南。在预防性或运转至出现故障计划中对维护或改制计划安排所做的最后决定必须要根据维护管理者的直觉和个人经验做出。

增加综合预知性维护计划可以并且将会提供关键设备运转状况的实际数据，包括效率、每个机器系列的实际机械状况以及每个过程系统的运转效率。预知性维护不依赖于工业或工厂内平均寿命统计数据（即平均无故障时间）来计划安排维护活动，而是对机械状况、系统效率和其他指标进行直接监视，以确定实际的平均无故障时间或工厂内每个机器系列和系统的效率损失。这种数据为维护管理层提供了有效计划和安排维护活动所需的实际数据。

预知性维护还具有更多的功效。它提供了提高制造和生产工厂的生产率、产品质量和总体效率的方法。预知性维护并不是在目前市场上作为预知性维护工具销售的振动监视、红外成像、润滑油分析或任何其他单个非破坏性测试技术。它是一种理念或者态度，简单地说，就是利用工厂设备和系统的实际运转状况来促使整个工厂装置运转最佳化。综合预知性维护管理计划使用大多数经济有效的工具（即热成像、振动监视、摩擦测量和其他非破坏性测试方法）的组合，以获得关键工厂系统的实际运转状况，并根据这种实际数据按需计划安排所有维护活动。

将预知性维护包含于一个综合性维护管理计划中，就可以实现工厂机器的最佳利用，并大大降低维护成本。这样做还会提高产品质量、生产效率和利润。

预知性维护计划可以将工厂内未经计划的所有电气和机械设备停机降到最低程度，并确保维修过的设备处于另人接受状况。该计划还可在问题变得严重之前对它们加以识别。如果问题早期得到检测并进行维修，多数问题的严重性可降到最低程度。正常机械失效会以一个与其严重性成正比的速度恶化。如果问题得到早期检测，则在多数情况下可以避免进行大的维修。

获得的好处

有效运用预防性维护（包括预知性维护技术），将消除 33% 至 50% 维护支出中的大部分，这些支出被很多制造和生产厂商浪费掉了。根据美国的历史数据，由有效的预防性/预知性维护程序带来的初始节约涉及以下几个方面：

1. 消除由设备或系统故障引起的未经计划的停机时间。通常，在前两年内成本可降低 40% 至 60%，在五年内可达到并维持 90% 的成本降低。
2. 增加人员利用率。从统计上看，一个维护人员每个班次的实际工作时间占 24.5% 或大约 2 小时。通过识别在工厂资源中纠正缺陷所需的精确维修任务以及纠正问题所需的部件、工具和支持，预防性/预知性维护可显著增加有效实际工作时间。多数工厂已经能够达到并维持 75% 至 85% 的有效利用率。
3. 提高生产能力。有效的预防性/预知性维护程序的主要好处是可提供工厂的产出或生产能力。短期（即 1 到 3 年）可持续生产能力的增加已经达到 15% 和 40%。已经取得长期 75% 至 80% 的提高。
4. 降低维护支出。在一些情况下，实际维护支出会在实施有效的预防性/预知性维护计的第一年内会增加。这种支出的增加通常会达到 10% 至 15%，它是由使用预知性技术所发现的固有可靠性问题引起的。在消除这些问题之后，通常会取得 35% 至 60% 的人力和材料成本降低。
5. 延长使用寿命。通常，工厂资源的使用寿命可延长 33% 至 60%。使用寿命的延长得益于在发生对设备的损坏之前就检测出初发问题或与最佳工作状况的偏离。进行较小的调整或维修而不让小的缺陷变为严重问题几乎可以无限延长设备的有效使用寿命。

总结

无效的管理方法以及对工厂资源缺乏即时、实际的了解会带来认为造成的高维护成本，在这方面，世界范围内几乎每个制造和生产设施都存在巨大的机遇。有效使用预防性/预知性维护技术提供了充分利用这种机遇的方法。如果使用正确，可以消除被浪费掉的维护成本的 33% 至 50%，并可取得并维持有效地利用工厂的生产和维护资源。