

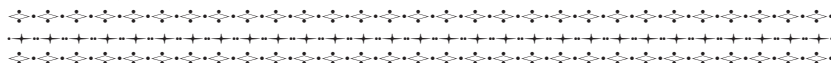
文章编号: 1002-3100 (2010) 08-0013-04

# 以六西格玛方法提高库存周转率

## Increase Inventory Turnover Rate with Six Sigma

蔡凡广 (上海交通大学, 上海 200240)

CAI Fan-guang (Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)



**摘 要:** 库存周转率反映了企业的运营效率, 现有的研究大都集中在库存周转率理论本身的缺陷和不足, 从物流和运营管理角度对如何提高库存周转率的实际案例研究还不多。作者以物流理论为基础、运用六西格玛管理理念和方法, 分析了企业现状并提出了改进措施, 经企业的实践验证, 成效显著。结合企业的实际案例, 提出了以六西格玛方法提高库存周转率的一种解决方案, 为企业决策者和管理层提供参考依据, 也为解决企业的类似问题提供参考。

**关键词:** 六西格玛; 库存周转率; DMAIC

**中图分类号:** F273 **文献标识码:** A

**Abstract:** Inventory turnover rate reflects business operation efficiency. Most of present researches on this rate focus on its

limitation and insufficiency. There is few study on how to increase inventory turnover rate at aspects of logistics and business operation management. Based on logistics theory and through using Six Sigma theory and technique, the author analyzed the status quo of the company and carried out improvement action, which are proved practical in the practice in the company. Based on the real case, the article figure out a solution to increase inventory turnover rate with Six Sigma, which is expected to proved reference to the decision-maker and management team of the company, as well as reference to solve the similar problem in similar company.

**Key words:** Six Sigma; inventory turnover rate; DMAIC

库存周转率与存货周转率是一个概念, 是用一定时期内库存的周转次数来表示的库存周转指标, 是指一定时期内企业销售成本与库存平均资金占用额的比率, 是衡量和评价企业购入库存、投入生产、销售收回等各环节管理效率的综合性指标。对库存周转的理解主要有两种具代表性的观点<sup>[1]</sup>: 第一种观点是“资金流”, 认为库存周转率反映库存的变现能力, 是一项重要的财务指标。第二种观点是“实物流”, 库存周转率反映企业的销货能力和管理库存的水平, 是衡量企业销售、物流、生产、经营等各个环节中库存运营效率的一个综合性指标。

马克思在《资本论》中就提出了资本周转理论, 并给出了关于计算全部预付资本总周转率公式<sup>[2]</sup>。人们受此启发, 将企业财务报表中的信息结合起了, 发展出了库存周转率的概念和理论, 是对财务分析理论的一次重大贡献。学术界和企业界长久以来将其用于评价企业的资金营运效率。特别是在当前的世界经济危机的环境下, 在评判企业财务状况和经营效率方面, 具有特别的意义。Schonberger 根据近 50 年来美国经济由衰落到复兴过程中重要企业的大量数据分析表明, 库存周转率与企业的成功存在着明确的直接联系。因此他提出, 库存周转率和客户满意度是评价企业是否健康和成功的关键因素<sup>[3]</sup>。我国的会计学术界在财务管理与分析实践中, 也广泛运用到这个指标。中国财政部于 1995 年将其纳入企业经济效益评价指标体系中<sup>[4]</sup>。国内一些学者对该指标做了一定的研究, 大都是从财务分析的角度, 即以“资金流”的观点, 提出了现在所用的库存周转率指标理论本身的缺陷和不足, 并提出了一些改进方案。以“实物流”的观点、从物流和运营管理角度对库存周转率的应用研究方面, 特别是如何提高库存周转率的实际案例研究还不多见。本文将以前物流/供应链理论为基础, 结合作者在企业所做的一个六西格玛项目的实际案例, 在以六西格玛的管理思想和方法提高 C 公司库存周转率的实际应用研究方面做出探讨, 为企业决策者和管理层提供参考依据。同时, 也为解决类似企业的类似问题提供参考。

六西格玛管理诞生于 20 世纪 80 年代中期, 最先应用于摩托罗拉公司, 发展于通用电气公司, 如今已成为质量管理界一种极具魅力的突破性改进方法。随着六西格玛管理的发展, 它逐渐演变成一种战略管理、文化管理。六西格玛管理形成了自己的核心理念, 其内容包括以下方面<sup>[5-6]</sup>: 以顾客为关注中心, 以事实和数据为依据, 聚焦于流程改进, 有预见的积极管理, 跨职能合作, 追求完美, 容忍失误。同时, 六西格玛也是一套流程改进的方法, 它通过高效的组织结构、成熟的分析实施流程和科学的工具, 将抽象的管理理念变为具体的行动方法: DMAIC 实施模式, 即定义、测量、改进、控制 (Define Measure Analyze Improve Control, DMAIC)。本文的案例采用了 DMAIC 流程改进模式, 本文也按此模式的结构展开论述。

收稿日期: 2010-04-27

作者简介: 蔡凡广 (1975-), 男, 山东费县人, 上海交通大学硕士研究生, 助理工程师, 研究方向: 物流工程。

## 1 定义阶段

项目组根据 C 公司“零件一次满足率满足要求但库存周转率偏低”的现状，将项目定义为：零件库存周转率从 3.5 提高到 4.5，同时保持零件一次满足率 89% 以上。本项目的倡导者为 C 公司总经理，本文作者为项目的组织者，项目组成员还包括：市场销售人员、客户服务代表、服务工程师、物料计划员、采购员、物流人员、仓管人员。

## 2 测量阶段

测量阶段的主要任务是通过现有过程的测量和评估，识别影响过程输出  $Y$  和输入  $X$ ，并验证测量系统的有效性。具体内容包括：提出详细的流程图并反映出关键客户要求 and 流程变量；应用因果矩阵（C&E）和失效模式与影响分析（FMEA）调查流程输入和客户要求之间的关系，以主观的判断初步筛选出潜在的重要输入变量；测量系统分析；制定数据采集计划，等等。

规划流程图是流程改善的实质性的第一步，在这一步里要找到流程的输入、输出变量。通过观察流程的细节，确定流程的各个步骤及其输入输出变量，得到流程图。本项目通过规划流程图，将 C 公司的库存流程划分为预测、计划、采购、收货、销售 5 个步骤，从这 5 个步骤中找到了 42 个流程输入变量（内容略）。

对这 42 个输入变量都做改进和控制显然是不可能的，那么就需要筛选出几个关键输入变量，缩小研究的范围，从而更有效地利用资源。首先，将所有输入变量用因果矩阵选出了 15 个得分高的重要输入变量。因果矩阵将流程的输入与输出（客户需求）联系起来，利用他们的相关性和重要性对流程的输入进行量化。并根据量化指标排序，以筛选出相对重要的输入变量。因果矩阵分析在因果矩阵表上进行，如表 1（只列出高分值的部分输入变量，其它从略）：

表 1 因果矩阵表

| 序号 | 输出变量的权重（对客户的重要程度） |                | 10      | 7     | 3      | 总分  |
|----|-------------------|----------------|---------|-------|--------|-----|
|    | 流程步骤              | 流程的输入变量        | 主要输出变量  |       |        |     |
|    |                   |                | 零件库存周转率 | 一次满足率 | 期末库存金额 |     |
| 1  | 物料计划              | 现有库存量          | 9       | 9     | 9      | 180 |
| 2  | 物料计划              | 安全库存           | 9       | 9     | 9      | 180 |
| 3  | 物料计划              | ABC 分类方法       | 9       | 9     | 9      | 180 |
| 4  | 物料计划              | 库存计划策略         | 9       | 9     | 9      | 180 |
| 5  | 销售                | 到货时间           | 9       | 9     | 1      | 156 |
| 6  | 物料计划              | Slow moving 零件 | 9       | 3     | 9      | 138 |
| 7  | 物料计划              | E&O 零件         | 9       | 1     | 9      | 124 |
| 8  | 采购                | 采购计划准确性        | 3       | 9     | 9      | 120 |
| 9  | 接收客户需求/市场预测       | 客户订单           | 9       | 3     | 3      | 120 |
| 10 | 销售                | 收货后的库存数量       | 9       | 3     | 3      | 120 |
| 11 | 销售                | 客户信用状况         | 9       | 0     | 9      | 117 |
| 12 | 销售                | 客户订单取消         | 9       | 0     | 9      | 117 |
| 13 | 销售                | 客户提货延迟         | 9       | 0     | 9      | 117 |
| 14 | 销售                | 有效的客户订单金额      | 9       | 0     | 9      | 117 |
| 15 | 物料计划              | 市场预测准确性        | 9       | 0     | 9      | 117 |

再用 FMEA 去比较决定这些重要输入变量需要改进的优先级，筛选出优先级高的、更重要的输入变量。FMEA 工作原理为：明确潜在的失效模式并对失效所产生的后果进行评分；客观评估各种原因出现的发生频率，以及当某种原因出现时检测出该原因发生的难易程度；对各种潜在的流程失效计算风险优先值（RPN）并进行排序；针对高 RPN 值的原因制定改善行动；以消除产品和流程存在的问题为重点，并帮助预防问题的再次发生。C 公司对 FMEA 的 RPN 值有内部规范：RPN 值大于 100 的失效原因对应的输入变量为重要的输入变量，要予以关注并采取改进措施。本项目经过 FMEA 的筛选，找到了 5 个重要的输入变量：Slow moving 零件（消耗速度慢的零件）、E&O 零件（呆滞库存）、现有库存量、市场预测准确性、有效客户订单的金额。

DMAIC 是基于数据的改进方法，数据本身是测量的结果。本项目采集数据的过程，可以被视为由操作员（人）操作计算机和 ERP 系统（机/测量工具）对本项目所研究的流程（料）按照 ERP 操作规范（法）在某个时点（环）进行的测量过程，这个过程的所有因素（人、机、料、法、环）构成了一个测量系统，测量的结果即从 ERP 系统中采集到的数据。在开始测量数据并收集之前，必须对测量系统做出评价，对测量系统的问题进行分析和纠正，以保证测量数据的质量。本项目通过分析从 ERP 系统采集到的库存数据的准确性，认为测量系统是可靠的，符合流程的要求，可以应用本测量系统采集数据做进一步的分

析。因本项目无法做验证试验，只能采用 ERP 系统记录的历史数据，共采集了前面筛选出的 2 个重要的输出变量和 8 个重要的输入变量的、过去 13 个月的历史数据。

### 3 分析阶段

分析阶段的任务是利用统计方法及分析工具，以测量阶段所收集的数据为分析依据，以客观的数据来分析现有流程的能力与既定目标产生的差距和问题的根本原因，以确定一组影响流程输出的关键变量，为后面的改进阶段确定改进的方向和内容。

在分析流程的输入是如何影响输出之前，要先分析现有流程的能力即初始能力。通过初始能力分析，认清现状，找到不足。将流程的关键输入的历史数据输入 MINITAB，应用其 Capability Sixpack 工具分析，输出了能力六项分析图，如图 1。从图 1 中可以看到流程初始能力的四个方面：稳定性：原有的流程是受控的；正态性：数据是正态分布的；对中性：均值为 3.47，达不到目标值 4.5，需要改进流程，移动均值；离散性：标准差达到 1.27，说明指标数据波动大，需改进。

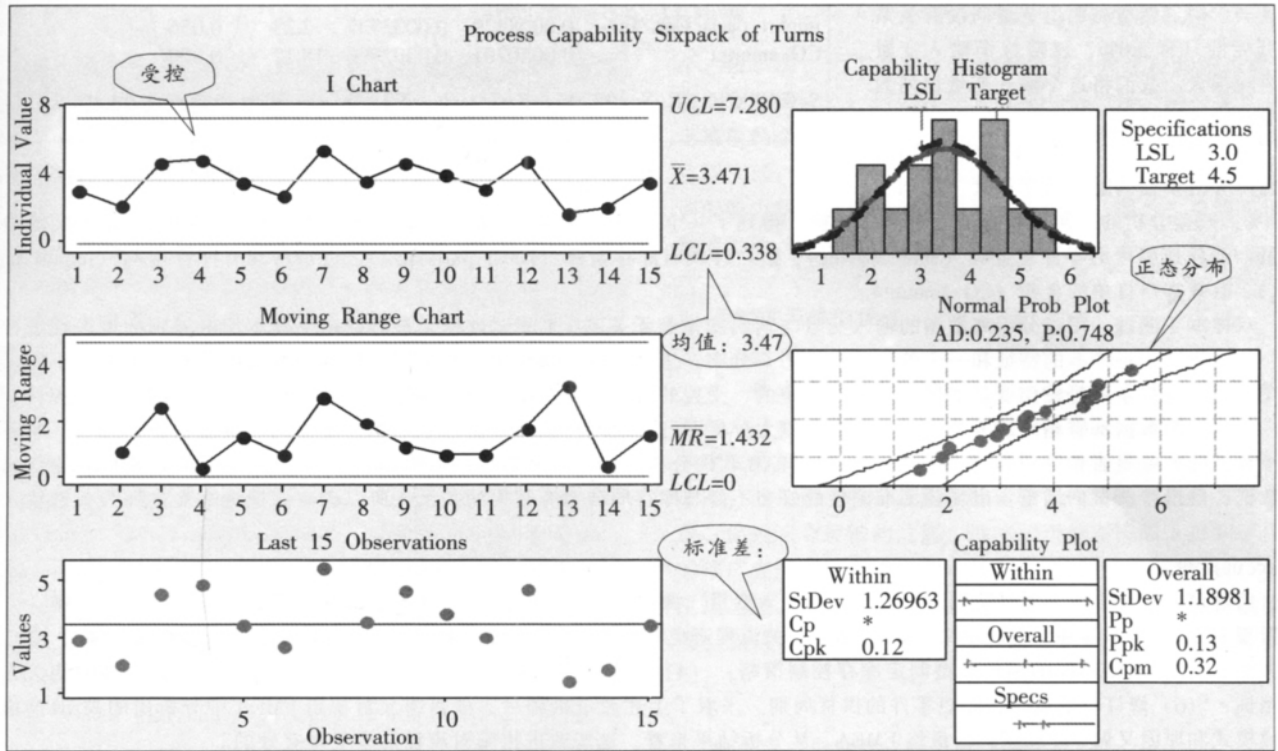


图 1 MINITAB 初始能力六项分析图

多元变量分析是应用相关数学工具对搜集到的数据进行统计分析，找出干扰流程输出的噪音变量和控制流程的关键输入变量。本课题项目的关键输出变量——库存周转率为连续变量，前面因果矩阵和 FMEA 筛选出的输入变量中有 7 个连续变量和 1 个离散变量，将对这 7 个连续变量与输出变量做多元回归分析，单独对这个离散变量与输出变量做 2 水平的 T 测试。

回归分析是一种处理变量的统计相关关系的一种数理统计方法。多元回归分析是研究多个变量之间关系的回归分析方法。在 DMAIC 模式中，用多元回归分析输入变量间的相关性和各输入变量间与输出变量间的关系，找出哪些是需要控制的关键变量。多元回归分析一般借助计算机软件等工具进行，本项目还是采用 MINITAB 软件。

(1) 多元共线性分析：输入变量  $X$  间的高相关性被称为“共线性”。多元共线性分析的目的是分析并判断输入变量间有无相关性。如果某两个输入变量间有高的相关性，则说明一个受另一个影响，只能选择一个作为输入变量在回归拟合中使用，另一个则被舍弃。从 MINITAB 输出的数据分析结果来看，7 个输入变量间都没有相关性。

(2) 最佳子集分析：爱因斯坦说：“最好的模式是尽可能简单的模式，没有比此模式更简单的。”在这里，最佳子集分析的目的就是通过统计计算，在输入变量的集合中找到一个最小的子集能够解释尽可能多的流程变差。从而能够去除掉对流程解释力度小的变量，降低回归分析的复杂程度，节省项目资源成本。通过 MINITAB 的最佳子集分析，筛选出了 Slow Moving（消耗速度慢的零件总金额）、Local parts Inv.（国产件现有库存金额）、Import parts Inv.（进口件现有库存金额）、CO amount（有效客户订单的金额）4 个输入变量做进一步的回归分析。

(3) 多元回归分析（简化模式）：将上述 4 个输入变量和关键输出变量数据导入 MINITAB 软件，应用多元回归分析工具计算，输出了如图 2 的分析数据。该回归分析得到如下拟合函数：

$$\begin{aligned} \text{库存周转率} = & 1.69 - 0.00243 \text{ 消耗慢的零件库存金额} - 0.00110 \text{ 国产件现有库存金额} \\ & + 0.000833 \text{ 进口件现有库存金额} + 0.00507 \text{ 有效客户订单的金额} \end{aligned}$$

图 2 中， $R-Sq(adj)$  是判断系数，这里表示有 97.4% 的流程输出变异可由该回归模型所解释。该模型的解释力度很好。该回归模型基于零假设 ( $H_0$ )：假设各输入变量与输出变量间没有任何关系。图 2 中的“P 值”为从样本数据计算出来的拒绝零

假设的风险概率值,  $P$  值越小, 表明更强的统计证据反对零假设成立。我们一般将零假设不成立的判断标准设为  $P$  值小于 0.05, 它的含义为: 当  $P < 0.05$ , 则零假设随机出现的可能性低于 5%。图 2 中, 4 个输入变量中有 3 个  $P$  值小于 0.05, 我们可以认为零假设不成立, 即输入变量与输出变量间有关系; 另外一个输入变量的  $P$  值为 0.056, 虽然大于 0.05, 但是非常接近, 表示输入变量与输出变量间没有关系的可能性只有 5.6%, 忽略这个输入变量的风险很大。我们将这个输入变量也列为关键的输入变量。

通过前面的多元回归分析可以看到, 该回归分析模型的解释力度很大, 达到了

97.4%; 残差分析的结果也很好。通过回归分析, 得到了一个回归拟合函数, 在 7 个连续型的输入变量中筛选出 4 个关键输入变量: 消耗速度慢的零件总金额 (Slow Moving)、国产件现有库存金额 (Local parts Inv.)、进口件现有库存金额 (Import parts Inv.)、有效客户订单的金额 (CO amount)。

双样本  $T$  测试, 用于分析离散型的输入变量与输出变量有无关系。 $T$  测试过程, 是对两水平样本均值差别的显著性进行检验, 这一测试是将样本的特征和一个参考分布, 即  $t$ -分布, 进行比较, 从而决定待检测的样本是否在统计意义上有所不同。应用  $T$  测试的前提条件是输出变量的数据必须是稳定的、受控的、且服从正态分布。另外, 双样本  $T$  测试还要满足方差齐性, 即每一个水平的数据都有相同的方差。本文的初始能力分析即已发现流程输出数据是稳定的、受控的、且服从正态分布。判断两水平数据的方差是否相等用到了  $F$  测试, 经 MINITAB 软件分析, 两个水平数据的方差是相等的。项目根据 MINITAB 输出的分析数据, 得出  $T$  测试的结论: 市场预测准确性的好与不好与库存周转率有很大的关系, 所以也应该把这个变量列为关键输入变量。

#### 4 改进阶段

通过多元变量分析, 项目筛选出了 5 个关键输入变量。课题项目组对这 5 个输入变量制定了以下改进计划并实施: (1) 处置现有 E&O 库存零件, 重新定义 E&O、修订相关流程避免新的 E&O 零件大量增加; (2) 重新定义并实施新的零件 ABC 分类方法; (3) 根据不同的零件类型制定库存控制策略; (4) 建立并维护跨部门的市场预测制度和体系; (5) 加强相关人员的培训; (6) 修订跟单流程, 缩短零件的供货周期。采取了上述改进措施后, 项目组又对初始 FMEA 中分析出的高 RPN 值的失效模式和原因又做了 FMEA, 即最终 FMEA。从分析结果来看, 这些改进措施对流程的改善是有效的。

#### 5 控制阶段

控制阶段是课题项目维持改进成果的重要步骤, 避免回到旧的习惯和程序是控制步骤地主要目的。控制阶段的关键因素是制定并实施控制计划, 使改进的成果稳定地保持下去。本项目制定了控制计划, 采取措施对流程中的 5 个控制点: 库存周转率、E&O 零件比例、库存分析报告、计划准确性和关键零件市场预测做重点监控。

本课题项目通过实施六西格玛的 DMAIC 五个阶段, 达到了预订目标, C 公司的零件库存周转率由改进之前的 3.5 提高到了改进后的 4.8 (实施改进效果后的 7 个月的平均值); 零件一次满足率改进后的均值 91.5% 相比改进前的 90.5% 略有提升; 且数据的散布范围明显收窄, 流程更加稳定。另外, 通过实施本课题项目, 实现了 57 万元的财务收益。

本文结合企业的实际案例, 提出了以六西格玛方法提高 C 公司库存周转率的一种解决方案。但是限于六西格玛项目实施时间、论文的篇幅和作者水平的局限, 以下不足和问题还需要在今后的研究加以完善和解决: (1) 流程中的一个关键输入变量——市场预测准确性采用定性分析, 说服力就不够强。如有条件, 最好对所有的关键输入变量做定量分析。(2) 因为供货周期等原因, 改进措施的成效不能马上显现出来, 因此在分析阶段没有能够通过验证试验对改进的效果做反复验证。(3) 六西格玛的 DMAIC 模式着重于对现有流程的改进, 不能完成流程创造的任务。六西格玛用于库存管理是对库存管理理论的补充, 而不是替代。

#### 参考文献:

- [1] 宋雅静. 基于实物流与资金流的存货周转率分析[J]. 财会通讯 (综合版), 2007(4):11.
- [2] 马克思. 资本论 (第 2 卷)[M]. 北京: 人民出版社, 1975.
- [3] Schonberger, R.J. 世界级制造业: 下一个十年[M]. 杨百朋, 等译. 北京: 中央编译出版社, 1997.
- [4] 财政部. 财政部企业经济效益评价指标体系 (试行)[Z]. 财工字 (1995) 7 号, 1995.
- [5] 马林. 六西格玛管理[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2004.
- [6] 何桢, 施亮星.  $6\sigma$  质量计划与连续质量改进[J]. 工业工程, 2001, 4(4):13-17.

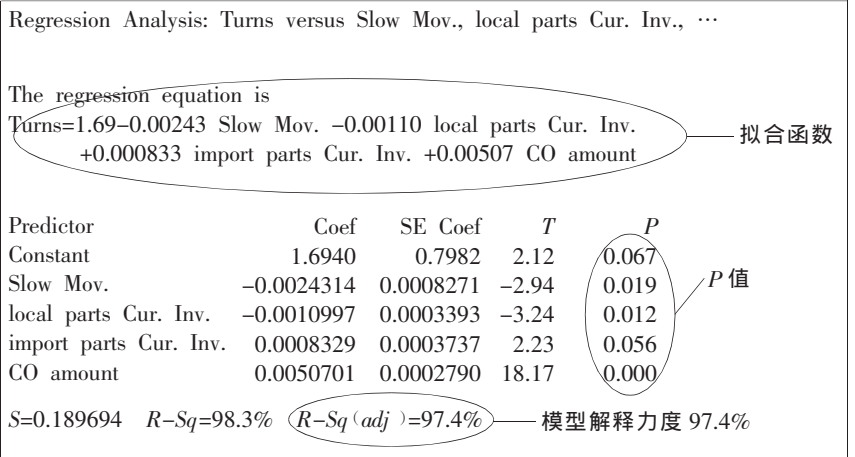


图 2 MINITAB 多元回归 (简化模式) 分析数据