

# 约束理论（TOC）初阶

AMT 王玉荣 孔祥云

(二零零三年八月)

AMT - 企业资源管理研究中心

信息动力 源源传递

## 目录

目录.....	2
关于 AMT .....	4
一、TOC 概述.....	5
TOC 释义.....	5
TOC 的形成历史和发展现状.....	6
TOC 的创立人和发展者：Eliyahu M. Goldratt.....	8
Avraham Y. Goldratt 研究机构.....	8
二、OPT 的主要概念.....	10
瓶颈（Bottlenecks）与非瓶颈（Non-bottlenecks）资源.....	10
按物流对企业的分类.....	13
三、OPT 的九条管理原则.....	17
九条管理原则.....	17
实施 OPT 的要求及条件.....	21
四、OPT 的计划与控制    DBR 系统.....	23
OPT 的计划与控制步骤.....	23
鼓.....	24
缓冲器，又称缓冲.....	24
绳子.....	25
五、OPT 软件系统.....	27
OPT 软件产品.....	27
OPT 软件的工作原理.....	27
六、TOC 基本概念.....	32
企业目标和衡量标准.....	32
约束（Constraint）.....	35
产销率（Throughput）.....	36
Jonah.....	36
七、TOC 五大核心步骤.....	37
第一步，找出系统中存在哪些约束。.....	37
第二步，寻找突破（Exploit）这些约束的办法。.....	37
第三步，使企业的所有其他活动服从于第二步中提出的各种措施。.....	38
第四步，具体实施第二步中提出的措施，使第一步中找出的约束环节不再是企业的约束。.....	38
第五步，谨防人的惰性成为系统的约束。.....	38
八、TOC 的思维流程（Thinking Process, 简称 TP）.....	40
概述.....	40
关于 TP 的进一步理解.....	41
九、工具介绍.....	43
现实树.....	43
当前现实树（CRT）.....	43
“迷雾法”.....	44
“未来现实树”.....	45

负效应枝条（一） .....	46
负效应枝条（二） .....	49
负效应枝条（三） .....	50
必备树 .....	50
转变树 .....	53
小结：五大核心步骤与思维流程 .....	53
十、TOC 在企业运营中的应用 .....	55
链条分析 .....	55
TOC 与企业决策 .....	56
双赢（Win-Win）的解决方案 .....	57
TOC 是求得持续改进的系统级方法 .....	57
TOC 的营销观念 .....	58
十一、TOC 实施案例 .....	59
福特汽车公司电器分部 .....	59
Bethlehem 钢铁厂 .....	59
英国的一家幼儿学校 .....	60
南非的 SilvaCel 纸浆厂 .....	61
民航公司的餐品供应 .....	61
小结 .....	61
十二、TOC 有关资料 .....	63
学习 TOC 理论的框架 .....	63
有关 TOC 的书籍 .....	64

## 关于AMT

**AMT - 企业资源管理研究中心**，1998年9月15日成立于上海，是国内管理理念、管理工具与信息技术领域，创办时间最长、最具影响力的权威中立资讯机构，也是率先开展企业管理软件应用培训推广和企业管理技术应用咨询、研究的领导型组织。领域涉及：ERP、CRM、SCM、CPC、EAI、EAM、商业智能、知识管理、工业工程、流程管理、项目管理、IT规划、企业信息门户等。

**AMT从资源中心、教育培训、管理咨询、IT服务**四大领域，提供全方位、多渠道的高质量服务，帮助企业迈向成功的管理信息化。AMT拥有一支代表国内最高水准的咨询、培训、研究顾问队伍，向遍布中国各个地区的企业客户提供全方位的"管理 + IT"资讯、咨询及培训服务。AMT目前已在上海、北京和广州设立分公司。

**相关站点：**AMT公司网站[www.AMTeam.biz](http://www.AMTeam.biz)；AMT公共知识库[www.AMTeam.org](http://www.AMTeam.org)；AMT企业会员知识库[www.AMTeam.org/baco](http://www.AMTeam.org/baco)；AMT个人会员知识库[Club.AMTeam.org](http://Club.AMTeam.org)

欲知AMT-企业资源管理研究中心之详情，请访问我们的主页<http://www.AMTeam.biz>，或联系我们：

### **AMT 总部：**

地址：上海市浦东新区芳甸路226号B3栋，200135

电话：86 21 6854 9933（总机） 传真：86 21 6854 0420

### **AMT 上海分公司：**

地址：上海市浦东新区峨山路陆家嘴软件园3号楼5F 200127

电话：86 21 50901282 传真：86 21 50901532 E-mail：[shanghai@AMTeam.org](mailto:shanghai@AMTeam.org)

### **AMT 北京分公司：**

地址：北京市朝阳区光华路甲8号和乔大厦A座211E室，100026

电话：86 10 65814968 传真：86 10 65814968 E-mail：[beijing@AMTeam.org](mailto:beijing@AMTeam.org)

### **AMT 广州分公司：**

地址：广州环市东路368号花园酒店 花园大厦 1204-1205室 邮编：510064

电话：020-83338999-1204,020-83338999-1205,020-83852278

传真：020-83852278 E-mail：[guangzhou@AMTeam.org](mailto:guangzhou@AMTeam.org)

## 一、TOC概述

### TOC 释义

TOC 是英文 Theory of Constraint 的首字母缩写，中文译作“约束理论”。简单来讲，TOC 就是关于进行改进和如何最好地实施这些改进的一套管理理念和管理原则，可以帮助企业识别出在实现目标的过程中存在着哪些制约因素——TOC 称之为“约束”，并进一步指出如何实施必要的改进来——消除这些约束，从而更有效地实现企业目标。此过程如图 1 所示。



图 1：TOC 是关于识别和消除“约束”的管理理念和管理原则

TOC 由三部分组成，结构如图 2 所示：

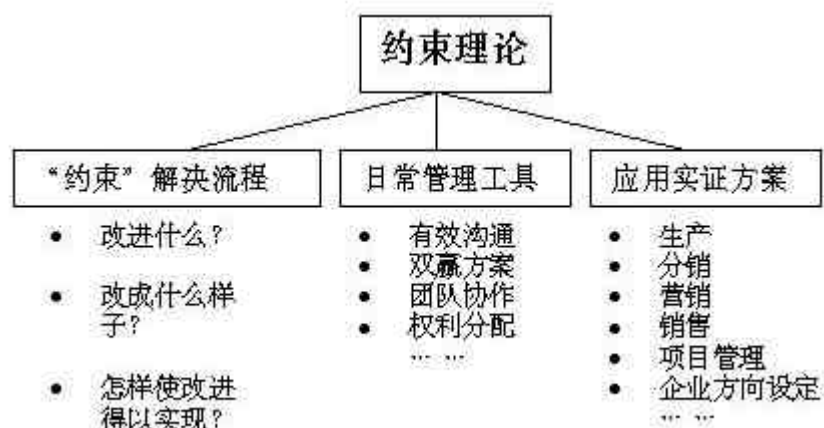


图 2：TOC 的组成结构图

一套解决约束的流程。用来逻辑地、系统地回答以下为任何企业改进过程所必然提出的三个问题：改进什么？(What to change?)、改成什么样子？(What to change to?) 以及怎样使改进得以实现？(How to cause the change?)

一套日常管理工具。可用来大大提高管理效能，例如：如何有效沟通、如何双赢地解决冲突、如何团队协作、如何进行权利分配等。这些日常管理的顺利开展，是成功解决约束的必备条件和基础性工作。鉴于这方面的内容在其他管理理论中也多有涉及，本文则不再过多展开论述，而把重点放在 TOC 理论不同于其他理论的方面。

把 TOC 应用到具体领域的具有创新性的实证方案。这些领域涉及生产、分销、营销和销售、项目管理和企业方向的设定等等。

### TOC的形成历史和发展现状

---

约束理论根植于 OPT (原指最优生产时刻表：Optimized Production Timetables，后指最优生产技术：Optimized Production Technology)。OPT 是 Goldratt 博士和其他三个以色列籍合作者创立的，他们在 1979 年下半年把它带到美国，成立了 CreativeOutput 公司。接下去的七年中，OPT 有关软件得到发展，同时 OPT 管理理念和规则（如“鼓 - 缓冲器 - 绳子”的计划、控制系统）成熟起来。CreativeOutput 公司的发展几起几落，后关闭。OPT 的软件所有权转让给一家名为 SchedulingTechnologyGroup 的英国公司。1986 年后半年，Goldratt 博士和 RobertE.Fox 共同创立 Goldratt 研究机构，经过十年发展演进出我们今天所知的 TOC。

TOC 首先是作为一种制造管理理念出现。《The Goal》、《The Race》这两本最初介绍 TOC 的书引起了读者的广泛兴趣和实施这套理念的热情。TOC 最初被人们理解为对制造业进行管理、解决瓶颈问题的方法，后来几经改进，发展出以“产销率、库存、运行费”为基础的指标体系，逐渐成为一种面向增加产销率而不是传统的面向减少成本的管理理论和工具，并最终覆盖到企业管理的所有职能方面（注：产销率指单位时间内企业获取的利润额，是 TOC 对企业目标实现程度的关键度量标准，下文有更进一步介绍）。1991 年，当更多的人开始知道和了解 TOC 的时候，TOC 又发展出用来逻辑化、系统化解决问题的“思维过程”

(ThinkingProcess,即 TP)。所以，今天的 TOC，就象当年的 OPT 在管理理念和软件两个方面共同发展一样，它既是面向产销率的管理理念，又是一系列的思维工具。TOC 的简要形成过程如图 3 所示。



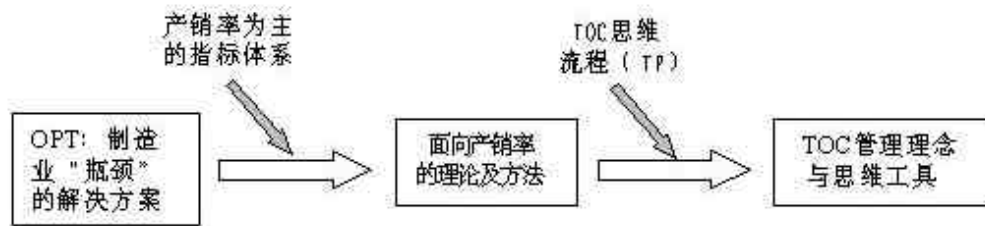


图 3：TOC 的简要形成过程（来源：AMT-企业资源管理研究中心）

很少有其他管理技术的发展历程象 TOC 这样几经变化和周折。今天，在 OPT 软件首次发布 18 年以后，TOC 的作用似乎刚进入为人广泛接受的起始阶段。APICS 对 TOC 的有效性和重要性给予了肯定，并于三年前成立了一个专门研究小组（SpecialInterestGroup, 简称 SIG），每年召开年会。TOC 的市场竞争也开始出现，Goldratt 研究机构已经不是 TOC 的产销率理论和 TP 方法的唯一开发者和供应者。有几家软件公司声称已开发出应用 TOC 鼓 - 缓冲器 - 绳子（Drum-Buffer-Rope）方法的软件系统。最近，Maxager 公司开发出一套基于约束的成本核算系统，并为一些用户开发了从关键的车间现场获得数据以提高产销率的数据采集系统。

应该注意的是，企业的制造部门单靠自己是无法大规模增加产销率的。这需要营销、产品设计和财务等其他的部门的共同配合，使整个企业成为一个系统整体。因此就需要高层管理人员不断发展和实施一套为整个企业所接受的基于产销率的经营战略（Throughputbased Operating Strategy, 简称 TOS），如图 4 所示。

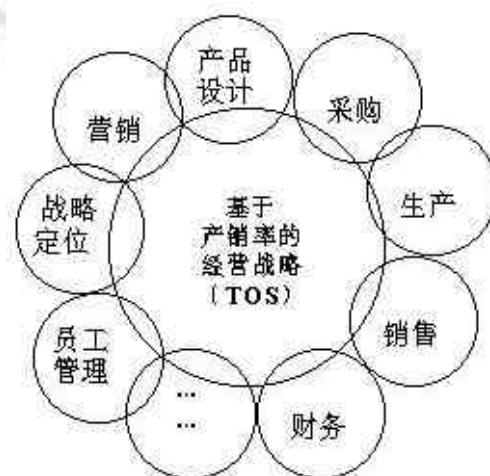


图 4：基于产销率的经营战略（TOS）

当然，TOC 不可能垄断了所有可以增加产销率的方法，但应该承认，TOC 是用来增加产销率、实现企业文化从“成本核算型”转变为“产销率增加型”的一套有机结合的工具和技术。这方面的新思路、新想法，不管是不是冠以 TOC 的名称，都已经和正在被企业的经营实践所证明。

### TOC的创立人和发展者：EliyahuM.Goldratt

---

戈德拉特是以色列物理学家及企管顾问，他与科克斯合著《目标》，大胆借助小说的手法，说明如何以近乎常识的逻辑推演，解决复杂的管理问题，反映了一位科学家对管理问题的种种思考。戈德拉特原本设计了一套昂贵的软件来帮助企业提高经营绩效，为了说明软件的功能，他写了《目标》这本书，来解释他独创的约束理论（TOC，Theory of Constraints），但起初根本得不到出版商青睐。他们质疑：“由物理学家写的企管小说？把科学方法应用在制造业上？没有人会读这样的一本书。”

戈德拉特并不气馁，利用各种机会自己推广此书。不久信件就如雪片般飞来，一位制造业主管在信中写道：“这正是我一直在寻找的书，我规定所有员工在读完这本书以后，才准休假。这本书让我们公司脱胎换骨！”戈德拉特把这封信连同《目标》书稿，寄给出版社，一本畅销书于焉诞生，被英国《经济学人》杂志誉为最成功的一本企管小说。

他后来转向专门从事企业咨询、教育培训、著书等工作，还创立了 Avraham Y. Goldratt Institute 来推广理念、训练人才。1997 年从这家机构退休，但仍致力于在世界范围内推广 TOC。他的一套管理理论独树一帜的地方在于，为了改进生产流程，必须找出流程中的瓶颈环节，然后突破这些环节，其结果是增加该环节的产出率，或者是应用其他的系统来绕过这个麻烦的环节。

### Avraham Y. Goldratt 研究机构

---

Avraham Y. Goldratt 研究机构是注册形式为有限合伙制的盈利性组织。总部设在 Connecticut 的 New Haven，在英国、荷兰、以色列、南非、墨西哥、澳大利亚、巴西、香港和西班牙等国家或地区设有办事处。它不同于传统意义上纯粹的咨询公司或培训公司，其目标是“创造和传播知识，使您比今天更进一步”，并在实现这一目标的过程中力求做到两点：不损害任何人的利益；把 TOC 的精髓教给用户，使用户自己就能够自如运用。Avraham Y. Goldratt



研究机构对第二点特别强调：它向用户所提供的指导，和那种钱 - 货交换完全不同，而是使得用户逐渐能够自如地应用这些知识，获取由改进所实现的种种收益。



## 二、OPT的主要概念

最优生产技术（Optimized Production Technology，OPT）是以色列物理学家 Eli Goldratt 博士于本世纪 70 年代提出的。最初它被称作最优生产时间表（Optimized Production Timetable），80 年代才改称为最优生产技术。后来 Goldratt 又进一步将它发展成为约束理论（Theory of Constraints）。OPT 产生的时间不长，却取得了令人瞩目的成就，是继 MRP 和 JIT（Just in Time）之后出现的又一项组织生产的新方式。

### 瓶颈（Bottlenecks）与非瓶颈（Non - bottlenecks）资源

任何一个制造组织都可以看作是将原材料转化为产品的系统。在这个系统中，制造资源是关键的部分。通常，制造资源指的是生产产品所需的全部资源，如机器、工人、厂房和其它固定资产，等等。

按照通常的假设，在设计一个企业时，可以使生产过程中各阶段的生产能力相等，即达到能力的平衡。但这只是一个理想的状态。因为，生产是一个动态的过程，随机波动时时存在，使得能力的平衡，在实际中实现极其困难，也可以说是达不到的。因此，生产过程中必然会出现有的资源负荷过多，成为卡“脖子”的地方，即变为瓶颈。这样，一个企业的制造资源就存在瓶颈与非瓶颈的区别。

按 OPT 的定义，所谓瓶颈（或瓶颈资源），指的是实际生产能力小于或等于生产负荷的资源。这一类资源限制了整个企业出产产品的数量。其余的资源则为非瓶颈资源。要判别一个资源是否为瓶颈，应从该资源的实际生产能力与它的生产负荷（或对其的需求量）来考察。这里所说的需求量不一定是市场的需求量，而可能是为保证生产，其他相关资源对该资源的需求量。以下的例子可以说明。

假设某产品 P 的生产流程如图 5 所示：

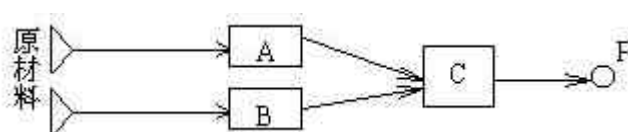


图 5：某产品 P 的生产流程

情况 1：对 PD 的市场需求为每周 30 个单位；机器 A 的生产能力为每周生产 35 个单位；机器 B 的生产能力为每周生产 40 个单位，机器 C 的生产能力为每周生产 25 个单位。

显然，这时 A、B 产出的中间品会在 C 资源前积压，C 资源哪怕是满负荷每周生产 25 个单位的产品，产品 P 也将不能满足市场每周 30 单位的需求。

情况 2：对 PD 的市场需求为每周 28 个单位；机器 A 的生产能力为每周生产 15 个单位；机器 B 的生产能力为每周生产 25 个单位，机器 C 的生产能力为每周生产 20 个单位。

这时，如果相对市场需求来说机器 A、B、C 都应该为瓶颈。但根据 OPT 的定义，当前只有机器 A 为瓶颈，因为机器 C 其生产能力虽然每周生产 20 个单位，但每周只能接到机器 A 所能生产的 15 个单位的最大生产负荷，即其生产能力超过了对它的需求量，为非瓶颈。机器 B 其生产能力每周生产 25 个单位，达不到市场的要求，但它产出的中间品已经在机器 C 前积压了，即其生产能力超过了后续环节对它的需求量，也是非瓶颈。这时，只有将机器 A 的生产能力提高，才能更好地满足市场需求，否则如果去盲目改进机器 B、机器 C 的话，对最终产出于事无补，而且会产出更多的积压在制品。值得注意的是，如果企业又购买了一台机器 A，则机器 C 成为新的瓶颈，它将整个生产流程的能力限制在每周 20 个单位。若通过外包加工的方法将 C 的产出提高 50%，即达到 30，那么瓶颈将转移到机器 B。继续改进下去，然后不难发现，这时可能相对于企业为外部因素的市场需求成了新的瓶颈。瓶颈的一系列变化如图 6 所示，方框中的数字表示资源的生产能力，阴影表示瓶颈。

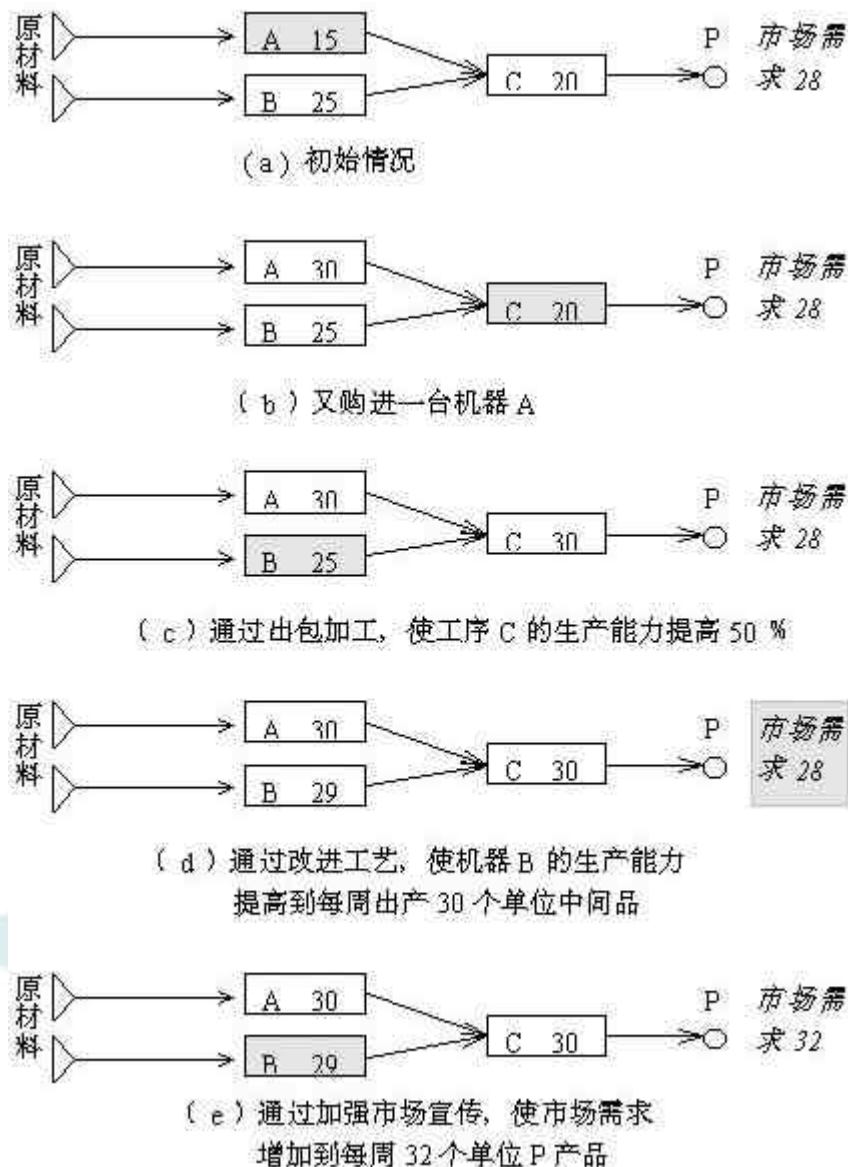


图 6 : OPT 关于瓶颈的定义

仔细分析这个简单的例子, 可以对 OPT 的管理思想 (也被 TOC 所继承) 窥见一斑:

- ✧ 生产能力小于市场需求的资源, 按 OPT 的定义不一定为瓶颈。
- ✧ OPT 的管理思想是首先抓“重中之重”, 使最严重的制约因素凸现出来, 从而从技术上消除了“避重就轻”、“一刀切”等管理弊病发生的可能。短期的效果是“抓大放小”, 长期的效果是大问题、小问题都没忽略, 而且企业整体生产水平和管理水平日益提高。
- ✧ 瓶颈资源是动态转移的, 这就给管理者的惰性敲了警钟。

根据此例, OPT 理论关于“瓶颈”的定义可以形式化描述如下:

对于系统中的  $n$  件资源： $X_1$ 、 $X_2$ 、..... $X_n$ ，实际产出能力、系统外部需求量分别为  $C_1 \sim C_n$ 、 $MR_1 \sim MR_n$ 。某些资源之间存在互为输入和输出的关联关系  $R$ （注：这里输入、输出的可以是在制品等有形资产，也可以是信息等无形资产，或是与系统最终产出有关的彼此制约、彼此影响的前后因果关系）。假设与资源  $X_i$  相关联的资源的标号所组成的集合为  $S$ ，即  $S = \{j | i \text{ 与 } j \text{ 有 } R(X_i, X_j)\}$ 。那么，资源  $X_i$  为瓶颈，当且仅当  $C_i \leq \min(MR_i, \min\{C_j : j \in S\})$ 。

经过上述条件的筛选，任何企业只应该存在着少数的瓶颈资源。有统计表明，按 OPT 的观点，瓶颈资源的数目一般小于 5 个。

### 按物流对企业的分类

企业的生产过程可以看作是一个从原材料到成品的高度相关的活动链。在这个活动链中，原材料被制成毛坯，毛坯被加工成各种零件，零件又被组装成部件，最后零件和部件总装成产品。人们本可以根据这个活动链中高度相关的内在关系，制定出一个详尽而周密的生产作业计划，规定出每一种毛坯、零件、部件和产品的投入、出产时间和数量，如基本 MRP 中实现的那样。但在实际中，这个活动链中计划好的活动程序常会被企业中大量存在的随机事件的干扰所打乱，如机器损坏、质量问题等等。要识别这些干扰，找出问题出在何处，手段之一就是先从“物流”着手。

通过对企业中“物流”的分类，我们可以根据不同类型“物流”的特点，认识他们各自的薄弱点，或“瓶颈”所在，从而有针对性地进行计划与控制。

一般将从原材料到成品这一“产品物流”分为：“V”、“A”和“T”三种类型。如图 7 所示。其中，“V”型“物流”是由一种原材料加工或转变成许多种不同的最终产品；“A”型是由许多种原材料加工或转变成的一种最终产品；而“T”型则是“A”型的一个发展，其最终产品有多种。

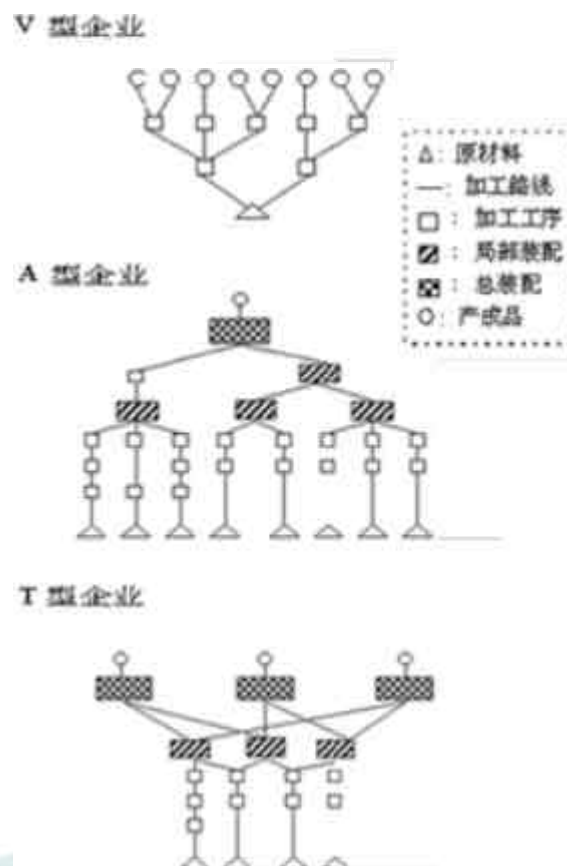


图 7：“V”、“A”和“T”三种物流类型的企业

实际上，一个企业的“产品物流”往往不只一种类型。我们可以根据占主要地位的“产品物流”，来相应地划分企业。如果一个企业其主要是“V”型“物流”，那么我们就称这个企业为“V”型企业，其余的类推，对于“V”型企业，如炼油厂、钢铁厂等，其特点有：最终产品的种类较原材料的种类大得多；所有的最终产品，其基本的加工过程相同；企业一般是资金密集型且高度专业化的。对于“A”型企业，如造船厂，其特点是：由许多制成的零部件装配成相对少数目的成品，原材料较多；一些零部件对特殊的成品来说是唯一的；对某一成品来说，其零部件的加工过程往往是不相同的；设备一般是通用型的。而对于“T”型企业，如制锁厂，汽车制造厂等。其特点主要包括：由一些共同的零部件装配成相对数目较多的成品；许多成品的零部件是相同的；零部件的加工过程通常是不相同的。V 型企业的工艺流程一般来说比较清楚且设计简单，生产提前期较短，企业的瓶颈识别及控制与协调也相对容易。而 A 型或 T 型企业则与 V 型企业不同，它们存在着物料清单（BOM），工艺流程较复杂，企业的在制品库存较高，生产提前期较长，瓶颈不易识别，计划以及工序间的协调工作也非常困难。表 1 比较了“V”型、“A”型、“T”型企业的不同特点。



表 1：“V”型、“A”型、“T”型企业的不同特点比较

	“V”型企业	“A”型企业	“T”型企业
原材料种类	单一或较少	多	较多
产成品种类	多	单一或较少	较多
产品加工过程	基本相同	不相同	不相同
零部件	一般不是装配型企业	一些零部件对特殊的成品是唯一的	许多成品的零部件是相同的
设备	高度专业化	通用型	介于专业化与通用型之间
工艺流程	比较清楚、设计简单	存在物料清单、较复杂、在制品库存较高	
生产提前期	较短	较长	
企业的瓶颈识别	相对容易	相对困难	
生产控制、协调	相对容易	相对困难	
典型行业	炼油厂、钢铁厂	造船厂	制锁厂、汽车制造厂

另外，从企业的制造资源来看，考虑到瓶颈的存在，“物料”所经过的制造资源，将存在瓶颈与非瓶颈之分。而瓶颈与非瓶颈的关系，通过考察以上三种类型企业的物流可以看出，它们之间存在着四种基本的关系，如图 8 所示。分别是：从瓶颈到非瓶颈资源[图 8(a)]；从非瓶颈到瓶颈资源[图 8(b)]；瓶颈资源和非瓶颈资源到同一装配中心[图 8(c)]；瓶颈资源和非瓶颈资源相互独立[图 8(d)]。

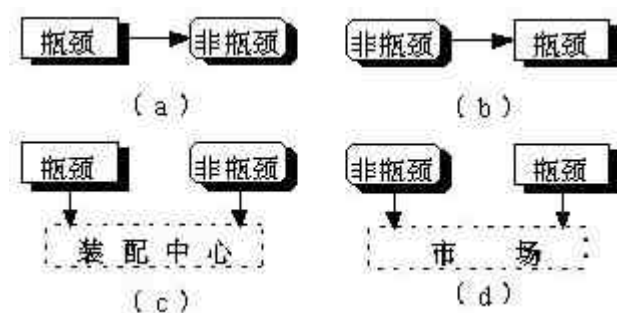


图 8： 瓶颈资源与非瓶颈资源的关系



### 三、OPT的九条管理原则

#### 九条管理原则

TOC 的基本思想在九条管理原则上得到了具体体现，这九条原则是实施 TOC 的基石。与 TOC 相关的生产计划与控制的算法和软件，也是按照这九条原则提出和开发的。此外，这些原则也可以独立于软件之外，直接用于指导实际的生产管理活动。下文将逐条分析这九条原则。

原则 1：追求物流的平衡，而不是生产能力的平衡。

追求生产能力的平衡是为了使企业的生产能力得到充分利用。因此在设计一个新厂时，自然会追求生产过程各环节的生产能力的平衡。但是对于一个已投产的企业，特别是多品种生产的企业，如果一定要追求生产能力的平衡，那么即使企业的生产能力充分利用了，但是产品并非都能恰好符合当时市场的需求，必然有一部分要积压。

TOC 则主张在企业内部追求物流的平衡。所谓物流平衡就是使各个工序都与瓶颈机床同步，以求生产周期最短、在制品最少。它认为生产能力的平衡实际是做不到的。因为波动是绝对的，市场每时每刻都在变化；生产能力的稳定只是相对的。所以必须接受市场波动这个现实，并在这种前提下追求物流平衡。

原则 2：“非约束”的利用程度不由其本身决定，而是由系统的“约束”决定的。



图 9：约束资源与非约束资源的关系

约束资源制约着系统的产出能力，而非约束资源的充分利用不仅不能提高有效产出，而且会使库存和运行费增加。从图 9 所示的约束资源与非约束资源的四种基本关系中，我们可以看出，关系（a）、（b）、（c）中非约束资源的利用程度是由约束资源来决定的。如：

- ✧ 关系（a）：非约束资源为后续工序，只能加工由约束资源传送过来的工件，其使用率自然受约束资源的制约；
- ✧ 关系（b），虽然非瓶颈资源为前道工序，能够充分地使用，使用程度可以达到 100%，但整个系统的产出是由后续工序，即约束资源决定的，非约束资源的充分使用只会造成在制品的连续增加，并不改变产出；
- ✧ 关系（c），由于非约束资源与约束资源的后续工序为装配，此时非约束资源也能充分地使用，但受装配配套性的限制，由非约束资源加工出来的工件其中能够进行装配的，必然受到约束资源产出的制约，多余部分也只能增加在制品库存；
- ✧ 关系（d）：非约束资源的使用程度虽不受约束资源的制约，但显然应由市场的需求来决定。

从以上分析，容易看出，非约束资源的使用率一般不应该达到 100%。

**原则 3：**资源的“利用”（Utilization）和“活力”（Activation）不是同义词。

“利用”是指资源应该利用的程度，“活力”是指资源能够利用的程度。按传统的观点，一般是将资源能够利用的能力加以充分利用，所以“利用”和“活力”是同义的。按 TOC 的观点，两者有着重要的区别：因为做所需要的工作（应该做的，即“利用”）与无论需要与否，最大程度可做的工作（能够做的，即“活力”）之间是明显不同的。所以对系统中“非约束”的安排使用，应基于系统的“约束”。例如，一个非约束资源能够达到 100% 的利用率，但其后续资源如果只能承受其 60% 的产出，则其另外 40% 的产出，将变成在制品库存，此时从非约束资源本身考察，其利用率很好，但从整个系统的观点来看，它只有 60% 的有效性。所以“利用”注重的是有效性，而“活力”注重的则是能行性，从平衡物流的角度出发，应允许在非关键资源上安排适当的闲置时间。

**原则 4“约束”**上一个小时的损失则是整个系统的一个小时的损失。

一般来说，生产时间包括调整准备时间和加工时间。但在约束资源与非约束资源上的调整准备时间的意义是不同的。因为约束资源控制了有效产出，在约束资源上中断一个小时，是没有附加的生产能力来补充的。而如果在约束资源上节省一个小时的调整准备时间，则将能增加一个小时的加工时间，相应地，整个系统增加了一个小时的产出。所以，约束资源必需保持 100% 的“利用”，尽量增大其产出。为此，对约束资源还应采取特别的保护措施，不使其因管理不善而中断或等工。增大约束资源物流的方法可以有如下几种：

减少调整准备时间和频率，约束资源上的批量应尽可能大；

实行午餐和工修连续工作制，减少状态调整所需的时间损失；

在约束资源前设置质量检查站，保证投入约束资源的工件 100% 是合格品；

设置缓冲环节，使约束资源不受非约束资源生产率波动的影响。

**原则 5：“非约束”节省的一个小时无益于增加系统有效产出。**

因为非瓶颈资源上除了生产时间（加工时间和调整准备时间）之外，还有闲置时间。节约一个小时的的生产时间，将增加一个小时的闲置时间，而并不能增加系统有效产出。当然，如果节约了一个小时的生产时间，可以减少加工批量，加大批次，以降低在制品库存和生产提前期。但这些结果能在多大程度上有益于系统追求的根本目标，依然牢牢受制于约束资源。

**原则 6：“约束”控制了库存和有效产出。**

因为，有效产出指的是单位时间内生产出来并销售出去的产品所创造的利润额，所以，很明显它受到企业的生产能力和市场的需求量这两方面的制约，即它们受由资源约束和市场约束瓶颈所控制的。如果“约束”存在于企业内部，表明企业的生产能力不足，相应的有效产出也受到限制；而如果当企业所有的资源都能维持高于市场需求的能力，那么，则市场需求就成了“约束”。这时，即使企业能多生产，但由于市场承受能力不足，有效产出也不能增加。

同时，由于“约束”控制了有效产出，所以企业的“非约束”应与“约束”同步，它们的库存水平只要能维持“约束”上的物流连续稳定即可，过多的库存只是浪费，这样，“约束”也就相应地控制了库存。

以上六条原则都是涉及资源的。

**原则 7：**运输批量可以不等于（在许多时候应该不等于）加工批量。

车间现场的计划与控制的一个重要方面就是批量的确定，它影响到企业的库存和有效产出。TOC 所采用的是一种独特的动态批量系统，它把在制品库存分为两种不同的批量形式，即：

运输批量，是指工序间运送一批零件的数量；加工批量，指经过一次调整准备所加工的同种零件的数量，可以是一个或几个转运批量之和。在自动装配线上，转运批量为 1，而加工批量很大。

确定加工批量的大小应考虑：？资源的合理应用（减少设备的调整次数）；合理的在制品库存（减少资金积压和在制品库存费用）。确定运输批量的大小则是考虑：？提高生产过程的连续性、平行性，减少工序间的等待时间和减少运输工作量与运输费用。两者考虑的出发点不同，所以运输批量不一定要与加工批量相等。

根据 TOC 的观点，为了使有效产出达到最大，约束资源上的加工批量必须大。但另一方面，在制品库存不应因此增加，所以转运批量应该小，即意味着非约束资源上的加工批量要小，这样就可以减少库存费用和加工费用。

**原则 8：**批量大小应是可变的，而不是固定的。

原则 8 是原则 7 的直接应用。在 TOC 中，运输批量是从在制品的角度来考虑的，而加工批量则是从资源类型的角度来考虑的。同一种工件在约束资源和非约束资源上加工时可以采用不同的加工批量，在不同的工序间传送时可以采用不同的运输批量，其大小根据实际需要动态决定。

以上两条是涉及物流的。

**原则 9：**编排作业计划时考虑系统资源约束，提前期是作业计划的结果，而不是预定值。

MRP II 制定作业计划的方法一般包括以下几个步骤：确定批量；计算提前期；安排优先权，据此安排作业计划；根据能力限制调整作业计划，再重复前三个步骤。可见 MRP II 是按预先制定的提前期，用无限能力计划法编制作业计划。但当生产提前期与实际情况出



入较大时, 所得的作业计划就脱离实际难以付诸实施, MRP II 也因此招致了许多有关“期”的批评。在这点上, TOC 与 MRP 正好相反, 即不采用固定的提前期, 而是考虑计划期内的系统资源约束, 用有限能力计划法, 先安排约束资源上加工的关键件的生产进度计划, 以约束资源为基准, 把约束资源之前、之间、之后的工序分别按拉动、工艺顺序、推动的方式排定, 并进行一定优化, 接下来编制非关键件的作业计划。所以, TOC 中的提前期是批量、优先权和其它许多因素的函数, 是编制作业计划产生的结果。

### 实施OPT的要求及条件

对 OPT, 目前理论界的认识还不一致, 存在着各种看法, 主要包括: 把 OPT 当做一种新的计划思想; 作为一种作业计划的仿真语言; 作为生成 MPS、物料和能力需求计划及详细计划的一个软件包; 作为一种处理数据精确度的一种尝试, 以求在数据精确度要求不高的情况下获得利润。但有一点很明显, 即 OPT 强调的是车间现场, 其着眼点在于企业车间现场的一些决策量上, 并据此来实现对生产的计划与控制。其基本点是使用一些重要的判定准则来决定每一作业的先后顺序, 即使用一组“评价指标”的加权函数, 来确定每个作业的优先权数及批量, 制定出一个合理可行的生产计划。这些评价指标涉及到理想的产品组合、交货期、理想的安全库存水平以及瓶颈资源的使用等等。

OPT 实施的关键是制定计划后的落实、工作绩效的考评。在落实计划过程中, 传统的许多做法是有害的, 如传统的成本会计的考核体系。因为成本会计体系忽视了瓶颈与非瓶颈的区别, 其考核一般是通过设备和操作工人的利用率及生产成本, 而不是通过整个系统的有效性来进行的, 它着重于局部的优化, 这必然助长了人们盲目生产的作法, 其结果是无论对瓶颈资源还是对非瓶颈资源都力求充分地使用。各环节为了完成工时和设备利用率会盲目生产, 最终必然导致高库存和浪费。针对这些情况, OPT 则力求从全局的观点来进行考核, 从原材料的采购一直追踪到产品销售。其考核体系对瓶颈与非瓶颈是分别对待的, 认为对非瓶颈的考核不应以生产量为依据, 而应以它生产的有效产品量来考核。按 OPT 观点, 成本会计注重的是“活力”而非“利用”, 而正确的做法应该是注重“利用”而非“活力”。

另外, OPT 软件的具体运行和 MRP 一样需要大量的数据支持, 例如产品结构文件 (BOM)、加工工艺文件以及精确的加工时间、调整准备时间、最小批量、最大库存、替代设备等等数据。同时要成功地实施 OPT, 还要求管理者必须对 OPT 产生的计划要有信心, 要改变一些

旧的作业方式，例如接受午餐和工修连续工作制的作法等。从 OPT 的实践表明，它比较适合于一些零件种数较少、批量大的产品，而在单件生产车间中发挥的效果不佳。其适用条件为，瓶颈要相对稳定；瓶颈要保证达到 100% 的负荷能力；需求是相对稳定的；员工愿意而且能够服从计划的调度安排。

再者，OPT 对于瓶颈资源和近似于瓶颈的资源的数据要求精确。实现 OPT 还需对员工进行培训，使他们能在不同的生产岗位上及时发现问题，跟踪问题，最终用 OPT 方法来解决问

## 四、OPT的计划与控制- - DBR系统

### OPT的计划与控制步骤

OPT 认为，一个企业的计划与控制的目标就是寻求顾客需求与企业能力的最佳配合，一旦一个被控制的工序（即瓶颈）建立了一个动态的平衡，其余的工序应相继地与这一被控制的工序同步。OPT 的计划与控制是通过 DBR 系统实现的。即“鼓（Drum）”、“缓冲器（Buffer）”和“绳子（Rope）”系统。如图 10 所示。

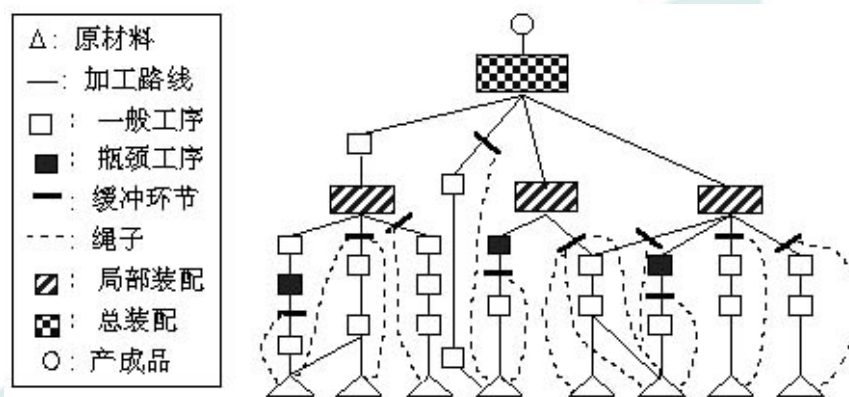


图 10：“鼓”、“缓冲器”和“绳子”系统

实施计划与控制主要包括以下的步骤：

#### （1）识别企业的真正约束（瓶颈）所在是控制物流的关键

一般来说，当需求超过能力时，排队最长的机器就是“瓶颈”。如果我们知道一定时间内生产的产品及其组合，就可以按物料清单计算出要生产的零部件。然后，按零部件的加工路线及工时定额，计算出各类机床的任务工时，将任务工时与能力工时比较，负荷最高、最不能满足需求的机床就是瓶颈。找出瓶颈之后，可以把企业里所有的加工设备划分为关键资源和非关键资源

#### （2）基于瓶颈约束，建立产品出产计划

产品出产计划（Master Schedule）的建立，应该使受瓶颈约束的物流达到最优，因为瓶颈约束控制着系统的“鼓的节拍（Drum - beat）”，即控制着企业的生产节拍和产销率。为此，需要按有限能力法进行生产安排、在瓶颈上扩大批量、设置“缓冲器”。

（3）“缓冲器”的管理，以防止随机波动，使瓶颈不致于出现等待任务的情况。

（4）对企业物流进行平衡，使得进入非瓶颈的物料应被瓶颈的产出率所控制（即“绳子”）。

一般按无限能力，用倒排方法对非瓶颈资源安排作业计划，使之与关键资源上的工序同步。

### 鼓

---

从以上步骤可以看出，“鼓”是一个企业运行 OPT 的开端，即识别一个企业的瓶颈所在。瓶颈控制着企业同步生产的节奏--“鼓点”。要维持企业内部生产的同步、企业生产和市场需求的同步，存在着一系列的问题。其中一个主要问题就是企业的生产如何能满足市场或顾客的需求而又不产生过多的库存。因而，安排作业计划时，除了要对市场行情进行正确的预测外，还必须按交货期给顾客赋予一定的优先权数，在瓶颈上根据这些优先权数的大小安排生产，并据此对上下游的工序排序，则得到交付时间。OPT 的处理逻辑就是使交付时间与交货期限相符。

为了使交付时间与交货期限相符，靠的是权衡在瓶颈上的批量规模。因为，在瓶颈上只有加工时间和调整准备时间，增大瓶颈的加工批量，可以减少调整准备时间，使瓶颈的有效能力增加，但会减少系统的柔性，增加库存和提前期。反之，其效果与增大加工批量相反。两者都会影响到一些订货的交货时间。

从计划和控制的角度来看，“鼓”反映了系统对约束资源的利用。对约束资源应编制详细的生产作业计划，以保证对约束资源的充分合理的利用。

### 缓冲器，又称缓冲

---

一般来说，“缓冲器”分为“时间缓冲”和“库存缓冲”。“库存缓冲”就是保险在制品，其位置、数量的确定原则同“时间缓冲”。“时间缓冲”则是将所需的物料比计划提前一段时间提交，以防随机波动，以瓶颈上的加工时间长度作为计量单位。例如，一个三天的“时间缓冲”表示着

一个等待加工的在制品队列,它相当于在瓶颈上三天的生产任务。其长度可凭观察与实验确定。再通过实践,进行必要的调整。在设置"时间缓冲"时,一般要考虑以下几个问题:

- (1) 要保证瓶颈上产出率相对较快的工件在加工过程中不致因为在制品少而停工。
- (2) 应考虑加工过程中出现的波动。如瓶颈上的实际产出率比原来估计的要快,或者瓶颈前的加工工序的产出率比原来估计的要慢,或者出现次品。在有的情况下,还要考虑前面的机器是否出现故障。因为,如果要对机器故障进行维修,则维持后续工序所需的在制品库存是难以估计的。所以,在设置"时间缓冲"时一般要设置一定的安全库存。
- (3) 根据 OPT 的原理,瓶颈上的加工批量是最大的,而瓶颈的上游工序则是小批量多批次的。瓶颈前的加工工序的批次又和各道工序的调整准备时间有关。如果上游工序的调整准备时间小,或瓶颈上的加工时间和前一台机器的加工时间相差很大,则批次可以较多,批量可以较小。反之,批次则可能较少,甚至和瓶颈上的批次相同,加工批量也和瓶颈上的批量相同。
- (4) 要考虑在制品库存费用、成品库存费用、加工费用和各種人工费用。要在保证瓶颈上加工持续的情况下,使得整个加工过程的总费用最小。

### 绳子

---

如果说"鼓"的目标是使产销率最大,那么,"绳子"的作用则是使库存最小。我们知道,瓶颈决定着生产线的产出节奏,而在其上游的工序实行拉动式生产,等于用一根看不见的"绳子"把瓶颈与这些工序串联起来,有效地使物料依照产品出产计划快速地通过非瓶颈作业,以保证瓶颈的需要。所以,"绳子"起的是传递作用,以驱动系统的所有部分按"鼓"的节奏进行生产。在 DBR 的实施中,"绳子"是由一个涉及原材料投料到各车间的详细的作业计划来实现的。

"绳子"控制着企业物料的进入(包括瓶颈的上游工序与非瓶颈的装配),其实质和"看板"思想相同,即由后道工序根据需要向前道工序领取必要的零件进行加工,而前道工序只能对已取用的部分进行补充,实行的是一种受控生产方式。在 OPT 中,就是受控于瓶颈的产出节

奏，也就是"鼓点"。没有"瓶颈"发出的生产指令，就不能进行生产，这个生产指令是通过类似"看板"的物质在工序间传递的。

通过"绳子"系统的控制，使得瓶颈前的非瓶颈设备均衡生产，加工批量和运输批量减少，可以减少提前期以及在制品库存，而同时又不使瓶颈停工待料。所以，"绳子"是瓶颈对其上游机器发出生产指令的媒介，没有它，生产就会造成混乱，要么造成库存过大，要么会使瓶颈出现"饥饿"现象。





---

## 五、OPT软件系统

### OPT软件产品

---

OPT 软件包是实现 OPT 思想的主要工具。OPT 软件的应用，标志着 OPT 的发展达到了一个新的阶段。OPT 软件首先是由 Creative Output 有限公司（COI）开发的。实践表明，OPT 软件的应用使许多企业都取得了巨大的经济效益，因而 OPT 也越来越被人们所重视，OPT 软件的用户也由大型企业扩展到中、小型企业。

目前，最流行的 OPT 软件有 OPT21 和 OPT5000，其中，OPT21 主要是针对大中型企业的，而 OPT5000 则是面向小型企业的。

OPT21 及 OPT5000 的主要输出有：

- ◇ 产品出产计划；
- ◇ 详细的生产作业计划；
- ◇ 交货期的执行情况；
- ◇ 资源的利用情况；
- ◇ 采购计划；
- ◇ 库存报告；
- ◇ 有关产销率和库存的财务报告。

### OPT软件的工作原理

---

OPT 软件系统的算法现在仍是保密的，该算法的核心在于识别瓶颈及对瓶颈的排程安排（排序）。从模块构成来看，OPT 系统主要由 BUILDNET、SPLIT、SERVE 和 BRAIN 几个模块构成。其信息流如图 11 所示。

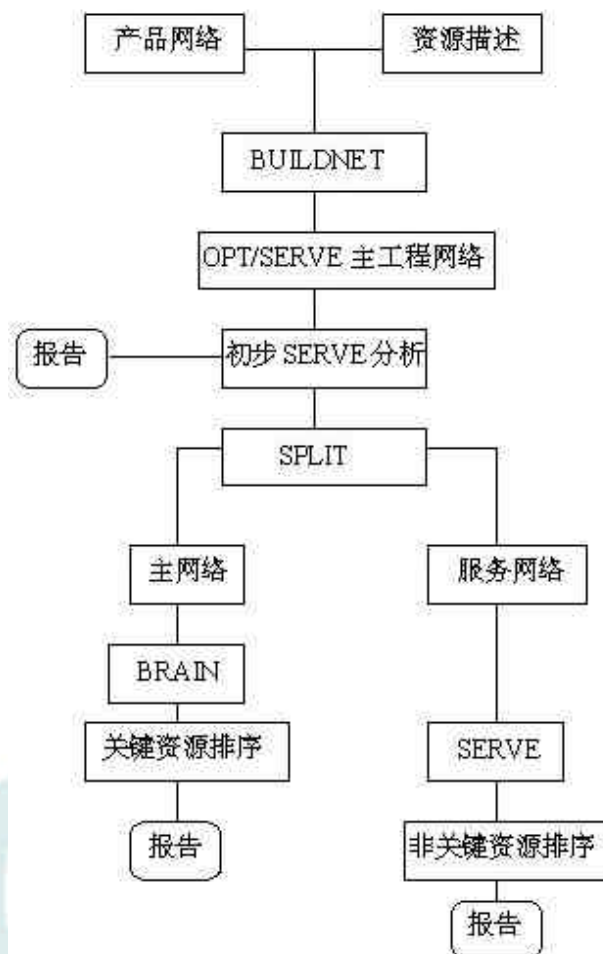


图 11：OPT 软件系统信息流程图

具体的运行步骤主要有：

#### （1）构造制造企业的模型

要运行 OPT，第一步就是要对企业进行模型构造，这是由 BUILDNET 模块来完成的。首先，需要对整个加工生产系统有一个完整的描述，这个功能是由一个叫做“产品网络”的模块来实现的。“产品网络”准确地表示了一个产品是怎样制造出来的，它包含产品结构文件和加工路线文件两部分内容，只不过在 OPT 中这两部分信息是通过网络结合在一起，构成一个文件。图 12 所示的就是一个 OPT“产品网络”图。图的上端是市场需求（即企业的订货或预测），它联系着各种产品，即相应的产品装配，装配又依次联系着局部装配和零部件的加工制造，

然后，与原材料联系在一起。对应于每个工序都给出了使用的资源、调整准备时间和加工时间。

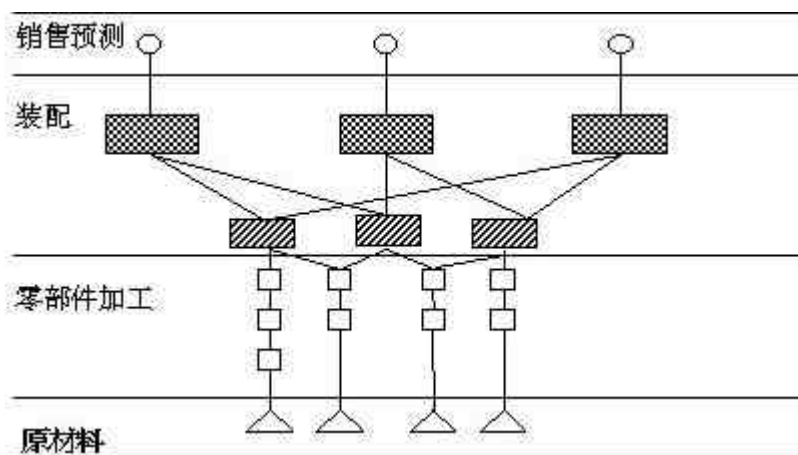


图 12：OPT 产品网络

对于企业现有的各种资源的具体描述是在“资源描述”这个模块中完成的。每种资源（机器、工人、空间等）及其替代资源和它们的相互影响、允许加工时间、用于加工的某种资源的数量等，都在这个模块中被确定下来。

OPT 具有很完整的生产模拟功能，它允许定义每道工序的库存水平、最大库存限制、最小批量、辅助设备和计划延迟时间。除此之外，订货量和交货期也要输入“产品网络”。

BUILDNET 模块是将“产品网络”和“资源描述”模块中的信息结合起来，生成一个工程网络。BUILDNET 的一个强有力的地方表现在其模型化的语言上，该语言能精确地描述生产制造中的大量数据，从而使得 OPT 对企业进行成功而精确的模型化构造。在工程网络中，OPT 语言可以对各种可选择的作业，甚至对可选择的物料清单进行详细的描述。据称，在这样的网络中，完全描述各种关系只需 24 个数据字段。另外，BUILDNET 还具有提示数据逻辑错误的功能，例如，“物料清单没有与工艺路线相联”、“存在没有去处的库存”、“顾客提出了不存在的产品的需求”等。此外，加之 BUILDNET 还具有便利的数据修改维护功能，从而保证了数据的相对精确。

## （2）识别瓶颈

一旦工程网络建立起来,接下来的工作就是确定企业中的约束或瓶颈在哪里。这是由 SERVE 模块来完成的。通过运行工程网络以及采取类似 MRP 的倒排方法来实现,并假设每种资源的生产能力是无限的。SERVE 可以看作是 MRP 系统的一种提高形式。SERVE 的一个输出是各个资源的负荷率,这些负荷率与按 MRP 系统生成方式生产的数据相类似,一般较标准的形式可以参看图 13 所示。

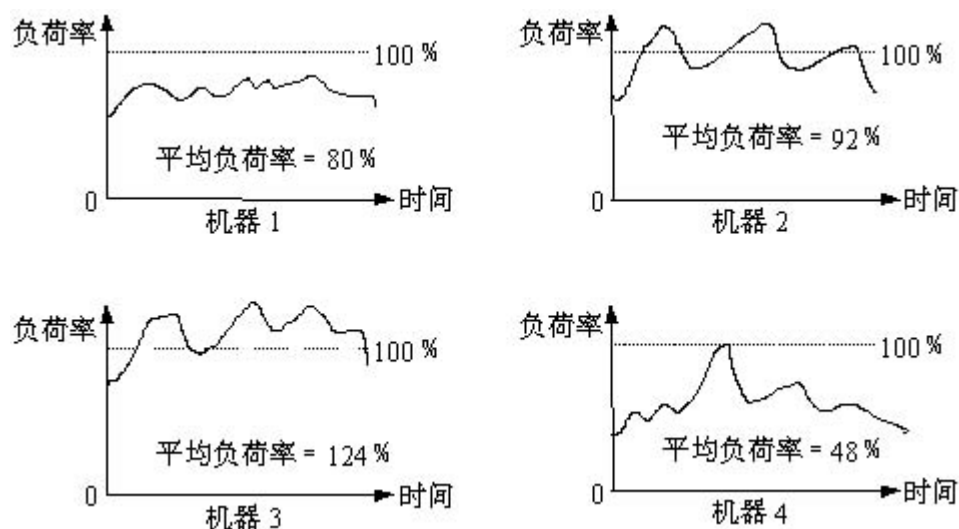


图 13：资源负荷率示例

从图 13 中所示可以看出,资源的负荷率一般都是参差不齐的。通常的作法是通过将超量的负荷的前移或后移来实现能力平衡,但这将涉及到产品结构的所有层次,实现起来极其困难。SERVE 模块在计算各个资源的负荷率的基础上,还计算了每种资源的平均负荷率,并以此来确定瓶颈。如果工程网络的数据完全精确,很明显,平均负荷率最高的就是瓶颈,如图 13 中所示的机器 3。所以,这个阶段还包括一个数据的核实确认的过程。

### (3) 生产计划的生成

当一个瓶颈被确定之后,SPLIT 模块将工程网络分成两部分:主网络(关键资源网络)和服务网络(非关键资源网络),主网络部分由瓶颈作业和其下游作业(包括顾客需求在内)构成,如图 14 所示,其余的部分为服务网络。对于主网络,通过 BRAIN 模块采用有限能力顺排的方法编制作业计划,目标是使瓶颈上的空闲时间为零,使产销率最大。BRAIN 的处理机制至今尚未公开,其关键算法仍是保密的。它所生成的不仅包括生产计划,而且确定了

每个作业的传送批量和加工批量。对于服务网络，则再通过 SERVE 模块采用无限能力倒排的方法编制作业计划。

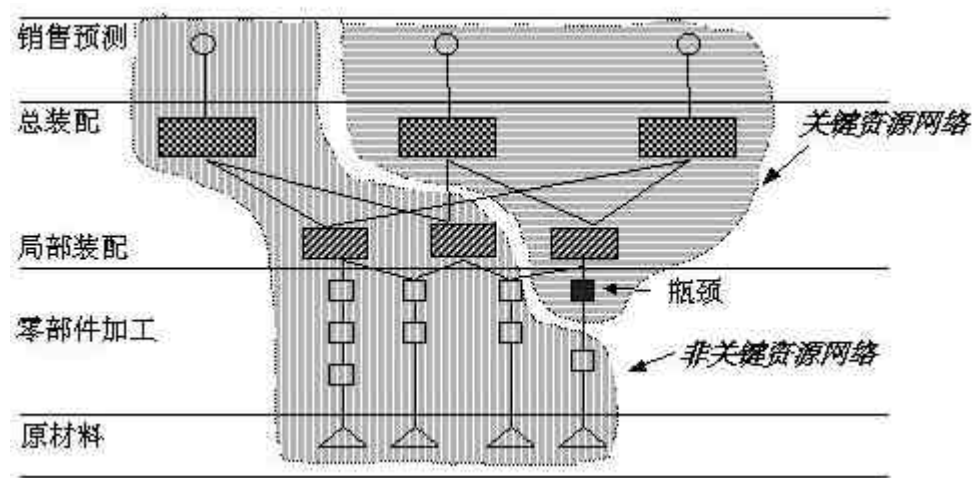


图 14：关键资源网络、非关键资源网络的划分

第二次调用 SERVE 模块时，不是从定单上的完工期限开始倒排，而是从 BRAIN 模块确定的完工期限开始倒排。

#### （4）计划的保护

在生产计划生成之后，接着还应设置“缓冲器”。其中在两个关键的地方一般要设置“缓冲器”，一是在瓶颈资源前，二是在非瓶颈资源与来自瓶颈资源加工路线的交叉点上。计划中，工件在这些位置应安排在其需要的时间之前到达，提前多少时间应取决于某一特殊的制造环境，通常有几天或一个星期。使工件提前一个星期到达瓶颈将使瓶颈免受任何少于一个星期的干扰（或中断），在交叉点也有同样的关系，工件的提前到达，可以使整个系统的产出不受延迟的干扰。

以上步骤一旦完成，如果在系统中没有其它的约束或瓶颈，OPT 的结果也就生成了。然而，通常在第一个循环的最后，往往会发现在系统中还有其它的瓶颈，如果这样，则应重新检查数据的合理性并返回重复以上的过程。一般要重复五到六次，直到所有的约束都移到工程网络的关键资源部分为止。

## 六、TOC基本概念

### 企业目标和衡量标准

谈到制造行业，TOC 首先有一个假定，一个企业的最终目标是在现在，也在将来赚取更多的利润。那么如何来实现这个目标呢？在 TOC 的理论中特别强调以下三条途径：

- ✧ 增加产销率（Throughput，简称 T）；
- ✧ 减少库存（Inventory，简称 I）；
- ✧ 减少运行费（Operating Expense，简称 OE）。

为了更清楚地介绍以上三个重要概念，有必要作以下说明：

我们知道，要衡量一个企业是否能赚钱，通常采用以下三个指标：

- ✧ 净利润（Net Profit，简称 NP）

即一个企业赚多少钱的绝对量。一般来说，净利润越高的企业，其效益越好。

- ✧ 投资收益率（Return on Investment，简称 ROI）

表示一定时期的收益与投资的比。当两个企业投资不同时，单靠净利润是无法比较他们效益的好坏的。例如，两个企业的年净利润均为 50 万元，其中一个投资 100 万元，而另一个投资 200 万元，显然前者的效益要好。

- ✧ 现金流量（Cash Flow，简称 CF）

表示短期内收入和支出的钱。没有一定的现金流量，企业也就无法生存下去。

对于制作财务报表的要求来说，这些指标往往是必要的。而用它们来进行日常决策时，却发现并不清楚所作决策的立即效果是怎样的，你只有在年末或季度末那些财务数字出来时才能看到结果，有人将这种情况比作开车时挡风玻璃被纸糊上，在汽车的后视镜中景象的指导下开车。事实上，管理人员往往会问：我怎么知道这项决策将会如何影响年底的净利润呢？这确实是一个难以回答的问题。于是，在大多数情况下，人们往往采用一些局部的标准，这些



标准在他们想来是与净利润或投资回报率相关的。它们衡量的只是生产局部的某一种产品所花的成本,或者成本偏差。这种做显然是与全局优化的目标相脱节的。我们真正需用的是与那些长期目标(净利润、投资回报率和现金流量)直接相关的衡量标准。

以上三个指标主要考虑的是对现有资源的有效利用和安排。但是,它们并不能直接用于指导生产,例如,究竟采用多大批量为好,是无法直接从这三个指标作出判断的。因此,需要一些作业指标作桥梁。如果这些作业指标完成得好,就说明企业的盈利能力强。

按照最优生产技术 OPT 的观点,在生产系统中,作业指标有以下三种:

◇ 产销率 (Throughput, T)

按 OPT 的规定,它不是一般的通过率或产出率,而是单位时间内生产出来并销售出去的量,即通过销售活动获取金钱的速率。生产出来但未销售出去的产品只能是库存。

◇ 库存 (Inventory, I)

是一切暂时不用的资源。它不仅包括为满足未来需要而准备的原材料,加工过程的在制品和一时不用的零、部件,未销售的成品,而且还包括扣除折旧后的固定资产。库存占用了资金,产生机会成本及一系列维持库存所需的费用。

◇ 运行费 (Operating Expenses, OE)

是生产系统将库存转化为产销量的过程中的一切花费,其中包括所有的直接费用和间接费用。

如果以货币来衡量,T 是要进入系统的钱,I 是存放在系统中的钱,而 OE 则是将 I 变成 T 而付出的钱。

为帮助理解,你可以把一个组织想象成一个黑箱,它有输入和输出。"库存"是输入的原材料,它从黑箱里出来,就成了产成品。黑箱中从输入到输出的转换所花费的钱就是"运行费"。如果这个组织是一所学校,则学生是原材料和产成品,校内所有的学生组成"库存",单位教学时间对单个学生所发生的影响就是"产销率",教育经费(包括教学设施、教师工资等)是"运行费"。如果一所学校能够用较少的"库存"和"运行费",得到较多的"产销率",那自然是件

好事。也就是说，若甲大学曾在 3 年内花 200 万培养 1000 名硕士生，其中 700 名如期拿到博士学位；而乙大学在 3 年内花 3000 万培养了 1500 名硕士生，只有 500 名如期拿到博士学位。设其他条件均一样，那么显然甲比乙的教育水平要高出许多。

表 2 分析了三个作业指标与 NP、ROI、CF 的关系（U 表示增加，D 表示减少，S 表示不变），注意到

$$P = T - OE \text{ 和 } ROI = (T - OE) / I。$$

表 2：作业指标与财务指标的关系

T	I	OE	NP	ROI	CF
U	S	S	U	U	U
S	S	D	U	U	U
S	D	S	S	U	U

通常，I 降低可以导致 OE 减少。而 OE 减少，将导致 NP、ROI 和 CF 增加，从而使企业赚钱。但是，通过降低 I 来减少 OE 的作用是随着 I 降低的程度而减弱的。当 I 较高时，减少 I 可以明显减少维持库存费，从而减少 OE，然而，当库存降低到一个较低水平时，再继续降低 I，则对减少 OE 作用不大。可是，为何日本一些公司在已达到世界上最低的库存水平之后仍然要尽力继续降低库存？因为降低库存还能缩短制造周期。缩短制造周期是提高企业竞争能力的一个重要因素。产品的品种、质量、价格与交货期是影响竞争力的几大因素，制造周期的缩短，对于缩短顾客的订货提前期，提高对顾客订货的响应性以及争取较高的价格都有很大作用。于是，制造周期的缩短导致市场占有率的增加，从而导致未来的产销率的增加。作业指标、财务指标与制造周期的关系如图 15 所示。

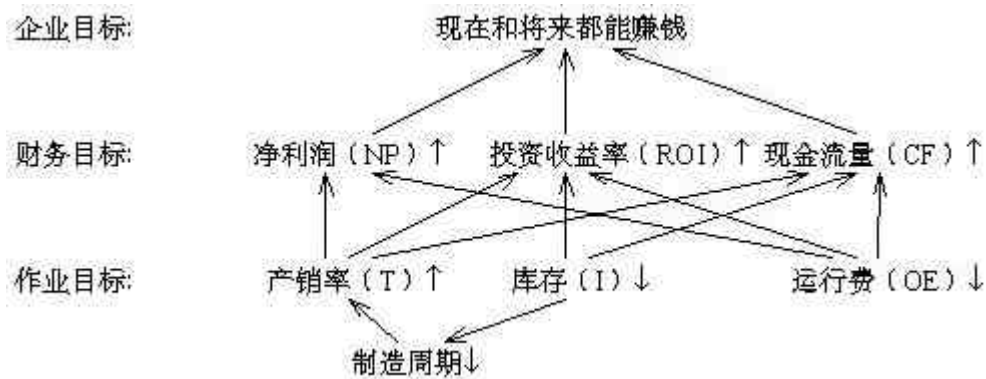


图 15：作业指标、财务指标与制造周期的关系

正如 TOC 理论的创立者 Goldratt 博士所指出的那样，要想通过减少库存和运行费来实现多赚钱的目标是有限度的，因为极限的情况下也只能把库存和运行费减少到零，而通过增加产销率来增加利润却有着无限的可能。

除此以外，TOC 告诉我们，在设定目标以后，应该对我们的一切活动和行为准则进行重新审视，即重新评价这些活动或准则在多大程度上促进或者妨碍了这一目标的实现。TOC 为我们提供了一套有效的工具来具体实施这一评价。这些工具能够帮助我们识别并解决实现目标过程中存在的瓶颈问题。

### 约束 (Constraint)

TOC 认为，对于任何一个分阶段的系统来讲，如果其中一个阶段的产出取决于前面一个或几个阶段产出的话，那么，是那个产出率最低的环节决定着整个系统的产出水平。换句话说：一个链条的强度是由它最薄弱的环节来决定的。在企业的整个经营业务流程中，任何一个环节只要它阻碍了企业去更大程度的增加产销率 或减少库存和运行费，那么它就是一个约束。约束可以来源于企业内部，也可以来源于企业外部。有三种类型的约束：资源 (Resources)、市场 (Markets) 和法规 (Policies)。举例来说明，企业为了达到环保法规的要求，要进行相应的三废处理，这自然会导致运行费的增加，那么，环保法对于企业来讲就是一个法规约束。

## 产销率（Throughput）

---

在《TheGoal》一书中，有 Jonah 这样一个人物，他把 Throughput 定义为一个系统通过实现产品或劳务的销售来盈利的速度。Jonah 指出，在这里我们必须把产出品和卖出品区分开来。尽管我们在生产的每个阶段都会计算在制品或产出品的数量，但这些数字并不直接有助于我们盈利目标的实现，而只有那些最终实现了销售的产出品才会真正给企业带来利润。TOC 理论中的产销率，正是衡量企业在单位时间内能够出产、销售产品而最终获利多少的能力。

数学计算中，产销率等于单位时间内实现的销售收入减去取得相应收入而发生的销售成本。

在更通常的意义上讲，每个组织都有其奋斗的目标，并努力使其实现程度最大化，而产销率正是对这一实现程度的定量考核。

## Jonah

---

在 TOC 理论的奠基之作《The Goal》一书中，主人公 Alex Rogo 为了解决其所在制造工厂的种种问题而焦头烂额，幸运的是物理学家 Jonah 给他出了不少解决问题的好主意。现在，更广义地，Jonah 是指已经完成了 Goldratt 研究机构开设的两周 Jonah 培训课程的学员。在课程中，这些 Jonah 学习如何应用五种思维过程（Thinking Processes，简称 TP）工具和其他有关 TOC 的知识。

## 七、TOC五大核心步骤

### 第一步，找出系统中存在哪些约束。

企业要增加产销率的话，一般会在以下方面想办法：

原料（Materials）：即增加生产过程的原材料投入；

能力（Capacity）：如果由于某种生产资源的不足而导致市场需求无法满足，就要考虑增加这种资源；

市场（Market）：如果由于市场需求不足而导致市场能力过剩，就要考虑开拓市场需求；

政策（Policy）：找出企业内部和外部约束产销率的各种政策规定。

### 第二步，寻找突破（Exploit）这些约束的办法。

此时要给出解决第一步中所提出的种种问题的具体办法，从而实现产销率的增加。例如，若某种原材料是约束，就要设法确保原材料的及时供应和充分利用；若市场需求是约束，就要给出进一步扩大市场需求的具体办法；若某种内部市场资源是约束，就意味着要采取一系列措施来保证这个环节始终高效率生产。当我们要突破某台瓶颈设备利用率不高这个约束时，要采取的行动包括：

设置时间缓冲。多用于单件小批生产类型。即在瓶颈设备紧前工序的完工时间与瓶颈设备的开工时间之间设置一段缓冲时间，以保障瓶颈设备的开工时间不受前面工序生产率波动和发生故障的影响。缓冲时间的设置，与前面非瓶颈工序波动的幅度和故障出现的概率及企业排除故障恢复正常生产的能力有关。

在制品缓冲。多用于成批生产类型。其位置与数量确定的原则与方法同（1）。

在瓶颈设备前设置质检环节。

统计瓶颈设备的产出的废品率。

找出废品的原因并根除之。

对返修或返工的方法进行研究改进。

**第三步，使企业的所有其他活动服从于第二步中提出的各种措施。**

---

这样，才可以实现系统其他部分与约束部分同步，从而充分利用约束部分的生产能力。正是这一点，使得 TOC 不单单是一种制造理念，而是一种管理理念或经营理念，可以应用于营销、采购、生产、财务等企业经营各方面的协调。为简明起见，我们还是以一个生产过程内部协调为例：如果流水线上的一台机器是约束，那么可以在适当的地方设置时间缓冲，来保证流水线上其他生产环节对这台机器的供给能够满足这台机器的生产需要。而目前很多企业当中正是对这点不明确，即要按照约束环节的生产节拍来协调整个生产流程的工作。一般情况下，如果那些非约束环节追求百分之百的利用率的话，将给企业带来的不是利润，而是更多的在制品、约束环节更多的等待时间和其他种种浪费。而现在的事实是，一些企业恰恰正在追求这些非约束环节的百分之百利用！

**第四步，具体实施第二步中提出的措施，使第一步中找出的约束环节不再是企业的约束。**

---

例如，工厂的一台机器是约束，就要：缩短设备调整和操作时间；改进流程；加班；增加操作人员；增加机器等等。

**第五步，谨防人的惰性成为系统的约束。**

---

当你突破一个约束以后，一定要重新回到第一步，开始新的循环。就象一根链条一样，你改进了其中最薄弱的一环，但又会有下一个环成为最薄弱的。千万要记住，“今天的解决方案就是明天的问题所在”（Today's solution is tomorrow's problem），也许你为了突破这个约束采取了一些很好的措施，可一旦约束转移到其他环节，这些措施对于新的约束可能无能为力！

究竟是哪些公司通过 TOC 获得了大量的收益呢？正是那些进行了战略选择来决定他们想让什么成为约束的公司。约束总是存在，只是这个约束和那个约束的不同。这些公司设法使约



束转移到使他们为难最少的环节，然后决定相应的企业运作（产品设计、营销、投资、员工招募等）。通过 TOC，这些公司可以利用和控制约束，而不是反过来象现在很多公司那样：被约束所控制。



## 八、TOC的思维流程（Thinking Process,简称TP）

### 概述

TP 严格按照因果逻辑，来回答以下三个问题：

- 改进什么？（What to change?）
- 改成什么样子？（What to change to?）
- 怎样使改进得以实现？（How to cause the change?）

第一个问题类似于五大核心步骤的第一步：“找出系统中存在哪些约束。”由于五大步骤往往应用于约束并非来自一个具体的资源实体的情况下，所以就没有一些现成的摆在那里的证据（如在制品）来告诉你哪些是约束。因此，你只能先摸清楚系统的现状是怎样的，此时用到的逻辑结构图就是“当前现实树”。建立此树并非是一件易事，但一旦成功完成，你就自然得到了第一个问题“改进什么”的答案。

接下来便是“改成什么样子”的问题。直观上这个问题已表述得很明白，但要回答它还是应该遵循以下两个步骤：找出克服当前约束的突破点；确保解决方案所产生的结果不会是乱上添乱。

“迷雾法”用来突破当前约束企业的主要冲突。“未来现实树”用来确认当前面对的不如人意的状况确实能够用这个突破法来转变成令人满意的结果。而实施这些改进措施会出现的那些意料不到的负面影响可以用“负效应枝条”（Negative Branches）来表示。如果这些负面影响可以避免，那么你就可以确信这个解决方案的结果不会是乱上添乱，你也就知道了应该改进成什么样的结果，即第二个问题的答案。

下面就该解答问题三了。简单说就是，让那些将与这些转变直接相关的人来制定实施转变所需的行动方案。能动的“思维过程”要把那些受转变最大的人包括在内。企业应主动去征求这些人的意见，看他们认为什么会阻碍企业推进这一改进过程。要发动工人集思广益，保证最初的实施能够顺利进行。做到上述几点，实施计划就基本成型了。解答问题三用到的工具是：“必备树”（Prerequisite Tree）和“转变树”（Transition Tree）。

## 关于TP的进一步理解

在很多方面 TP 并不是什么 TOC 发明的簇新的东西。你最近有没有注意过小孩子是怎么学东西的？因为他们没有太多的经验和知识，所以他们会这样思维：先问问题，然后去验证他的种种想法（比如“如果我哭，就会有人来喂我”、“要是我饿了，那我就哭”）是不是确实会发生、会奏效。就是这样。这下你就明白了，我们曾做过小孩子，在不明白、不清楚一件事的时候，就会先搞清楚一件事和一件事之间的因果关系是怎样，然后逐渐去理解要实现某个目标，我们应该做什么。其实 TP 的原理也是这样。先进行“if...then...”的因果分析，然后找出自己要怎么办。

举例来说明。我们都知道：“如果我的手触到一个火热的铁炉，那么我会被烫伤”。这是我们对现实情况的理解。如果我们要改变这一现实情况，我们会找出上面这个因果关系中所暗含的假设，并改变这个假设。如：“如果我的手触到一个火热的铁炉，而且我带着隔热手套，那么我不会被烫伤。”接下去我们就会明白：“为了不被烫伤，我必须得不去碰那个火热的铁炉或者带上隔热手套”。

一般地，我们可以对事物给出描述：“如果 A，那么 B”，还可以更详细一些，给出更多的关于 A 和 B 的联系：“如果 A，那么 B，因为……”，这样做可以使一些暗含的假设暴露出来，弄清楚中间结果，从而有助于我们把握事物的来龙去脉。

“使一些暗含的假设暴露出来”是什么意思？我们举例说明如下：企业决心把废品率从 9% 降至 5%，有人提出用精神鼓励的方法，在车间里张贴标语口号：“巧干而不是苦干”、“做好而不是做了”等等（的确有很多企业就是这样做的）。但是，在接受这个办法以前，我们还是做一下因果分析吧：

“如果我们需要把废品率从 9% 降至 5%；

而且工人注意到了‘巧干而不是苦干’的标语；

而且工人注意到了‘做好而不是做了’的标语，

那么，产品的废品率就能从 9% 降至 5%”。

你是不是也开始怀疑"如果"中的条件的充分性了？

另一方面，你可以用这样来描述必然性："为了 A，必须 B"，同样，也可以是"为了 A，必须 B，因为……"，这样会有助于我们理解为什么这么做是必须的。当然这种描述可以连续下去："如果 A，那么 B；如果 B，那么 C；……"或者"为了 A，必须 B；为了 B，必须 C；……"。不管这种连续是以水平的方式还是垂直的方式表述出来，结构都是一样的。

下面把这种方法应用到组织或企业中。无论什么时候当企业谈到改进的时候，总意味着准备比以前做得更好。这时我们会问 1 改进什么？(What to change?)、2 改成什么样子？(What to change to?)、3 怎样使改进得以实现？(How to cause the change?)。TOC 提供了一系列工具来回答这些问题。

其中描述因果关系（或者说是"充分条件"）的工具是：

- 当前现实树；
- 未来现实树；
- 负效应枝条；
- 转变树。

描述必然性（或者说是"必要条件"）的工具是：

- 迷雾法；
- 必备树。

---

## 九、工具介绍

### 现实树

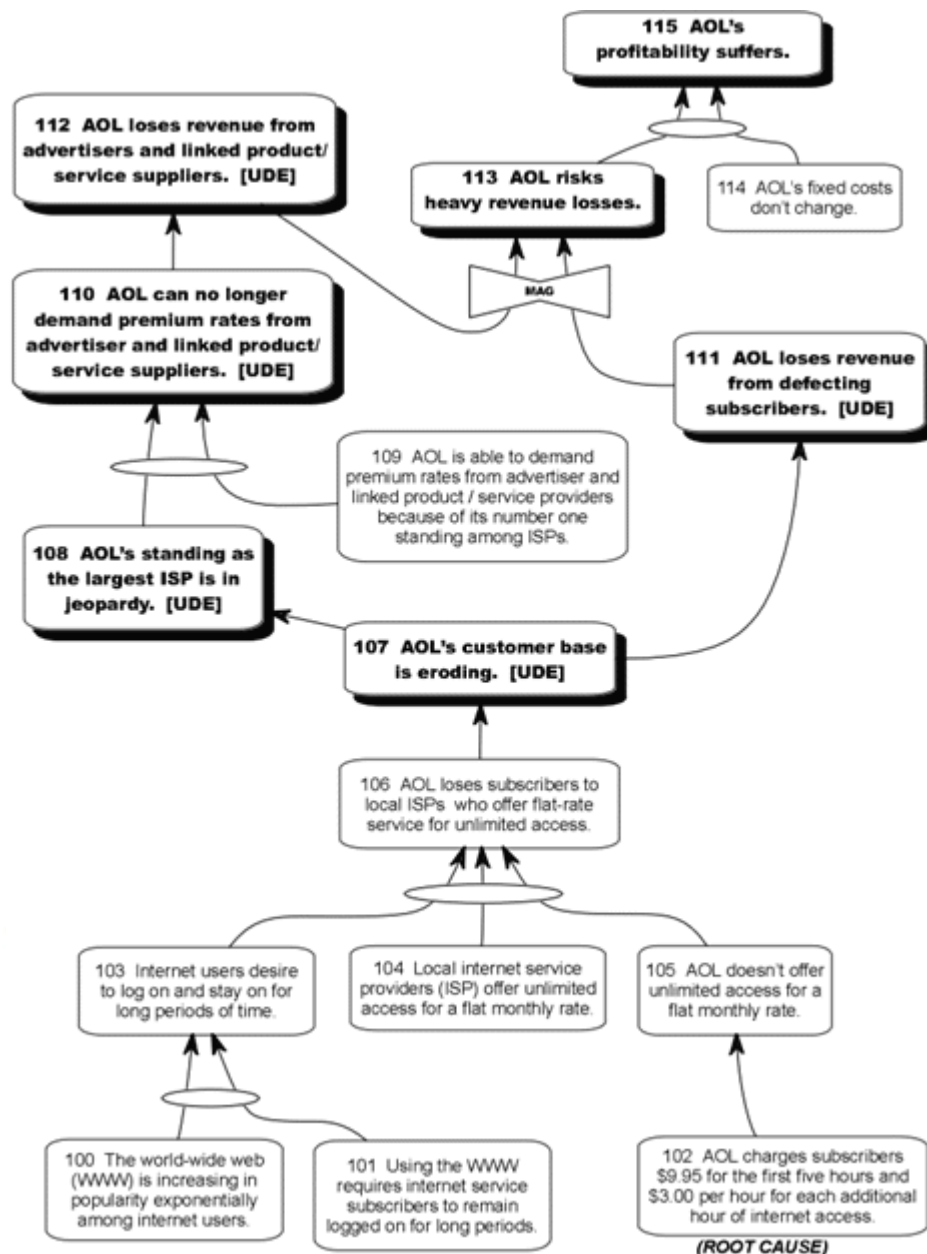
---

现实树是因果图，分为当前现实树和未来现实树。现实树的建立要严格遵循若干条逻辑规则。它从"树根"开始，向"树干"和"树枝"发展，一直到"树叶"。"树根"是根本性的原因，"树干"和"树枝"是中间结果，"树叶"是最终结果。对于当前现实树来讲，"树叶"是一些人们不满意的现象，"树根"是造成这些现象的根本原因或核心问题所在。而在未来现实树当中，它的"树根"是解决核心问题的方案，"树叶"是最终人们想看到的结果。

### 当前现实树（CRT）

---

要回答"改进什么"，我们往往是从可以得到的例证开始着手，即系统中明显地存在着哪些不尽人意的地方，如：发货单经常不准时到达；库存超标；提前期变长；企业内人际关系不融洽。Goldratt 把这些叫做"不良效果"（Un desirable Effects，简称 UDE）。关键要认识到 UDE 并不是真正的问题所在，它们只是一些表面现象。难就难在要绘出将这些不良效果联系在一起的逻辑关系图。完成这项工作，就可以找到真正的问题，它们就显示在这个逻辑图的最低部。这个逻辑图就是 CRT，它回答了改进什么。



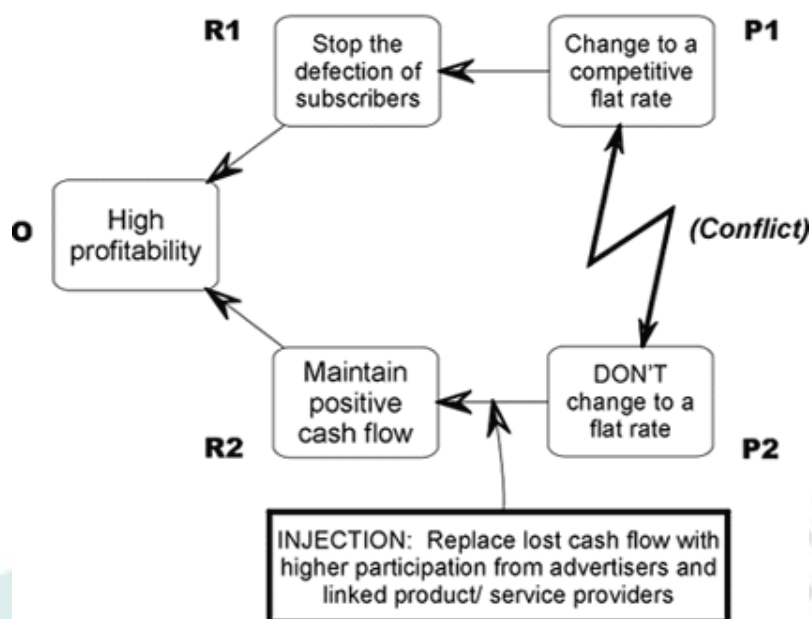
### “消雾法”

Goldratt 博士用此法以双赢（Win-Win）的方式来解决企业中的冲突。此法的得名是由于企业中的冲突象一团团的云雾一样，往往不是那么一目了然，人们往往不能很清楚地说出究竟是那些原因造成了这些冲突。消雾法就是要驱散那些弥漫在冲突周围的混淆和含糊，以便清楚地指出哪些是根本原因并给出解决冲突的方法。这时冲突便消除了，就象云雾蒸发了一样。

要回答问题二“改成什么样子”，首先要弄清楚为什么存在那些 CRT 找出的“真正的问题”。显然，如果这些问题很轻易就可以被解决的话，我们的管理人员也不会让它们存在那么久，

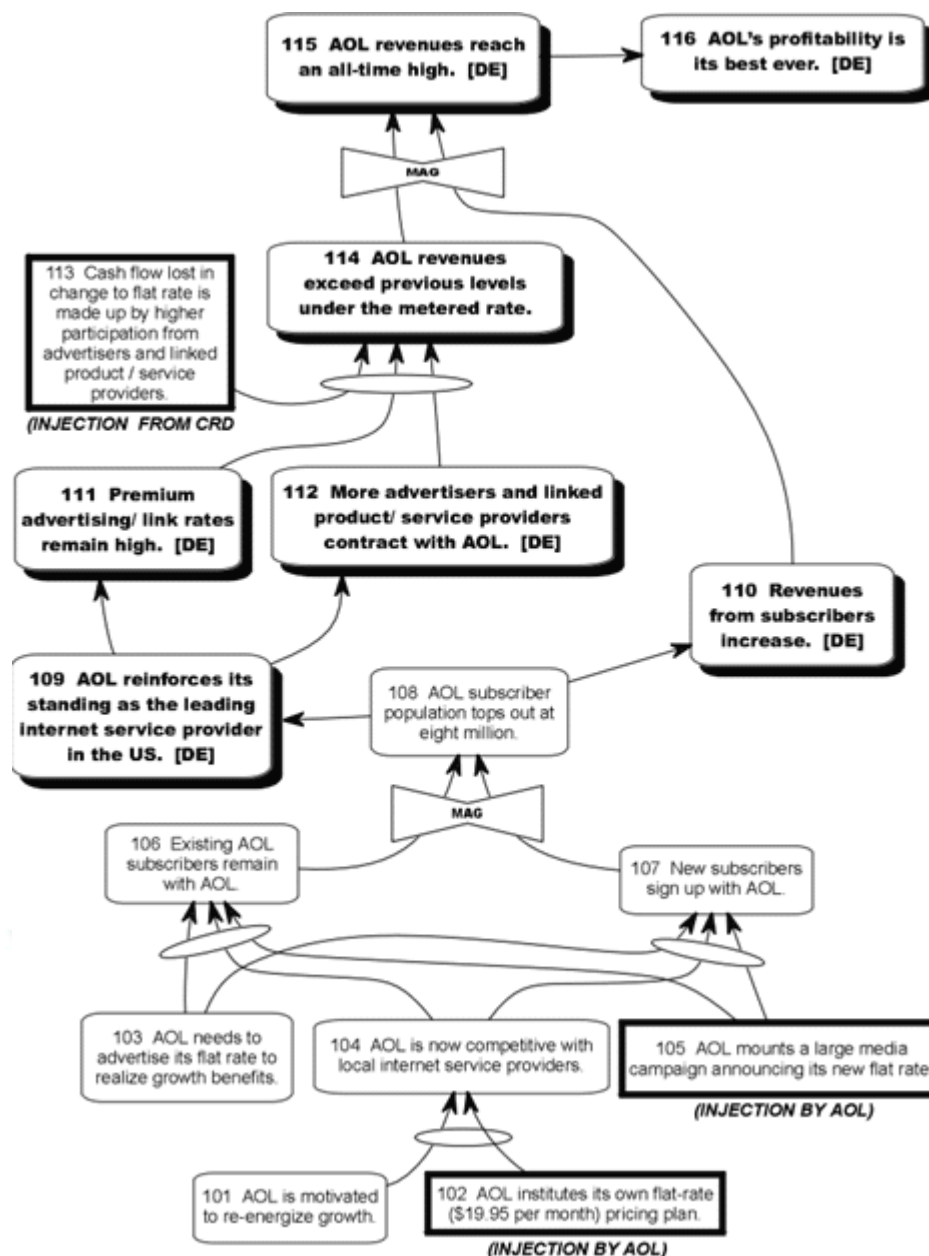


一直保留到现在。找出这些问题与冲突以后，应该设法找到解决问题的突破点（a breakthrough idea），我们称之为一个注入（Injection）。这就要用到“迷雾法”。不能仅仅找出一个突破点就了事，还要检验它是否能够对系统产生你所期望的影响。即：这些“注入”的实施能否将你面对面的“不良效果”（UDE）转变为“满意效果”（Desirable Effects, 简称 DE）？这便用到“未来现实树”。



“未来现实树”

要回答问题二“改成什么样子”，首先要用“迷雾法”看清问题和冲突，找到突破点，也就是“注入”。然而，“注入”只是解决方案的一个必要组成部分，还不是一个充分完整的方案。为了确保此“注入”的确是个好主意，还要检验这个“注入”的实施效果将会怎样。这就要回到最初反映“不良效果”因果关系的 CRT 图，把“注入”插入到它要进行突破的环节。然后，重绘逻辑连接，在 CRT 的基础上生成 FRT。如果此“注入”果真能把 UDE 转变为 DE，那么我们就找到了我们期望的解决结果，它们正是 FRT 的“树叶”。所以说，FRT 很好地描绘了实施“注入”后的未来图景。要注意的是，在此阶段没有必要考虑怎样具体实施“注入”。有时你甚至会遇到“会飞的猪似的注入”（Flying Pig Injections），就是说这种“注入”要实施成功几乎不可能，就象让猪会飞一样令人不可思议。在这时，你千万不要绝望，因为还有办法让这头会飞的小猪停落下来。



### 负效应枝条（一）

当你做完 CRT，EC，FRT 的一系列工作以后，就要找一些受改进影响最大的人来参与，以保证改进的成功实施。TP 是一项高度开放、广泛参与的活动。当这些与改进直接相关的人看到改进进行的突破以及 FRT 所描绘的“未来现实”时，他们往往会有一种抵制改进的情绪，毕竟企业中的问题已经存在了一段时间，而且代表着不同利益者之间的冲突。所以，“注入”或多或少地会与当前的企业文化或者各部门的亚文化发生抵触。

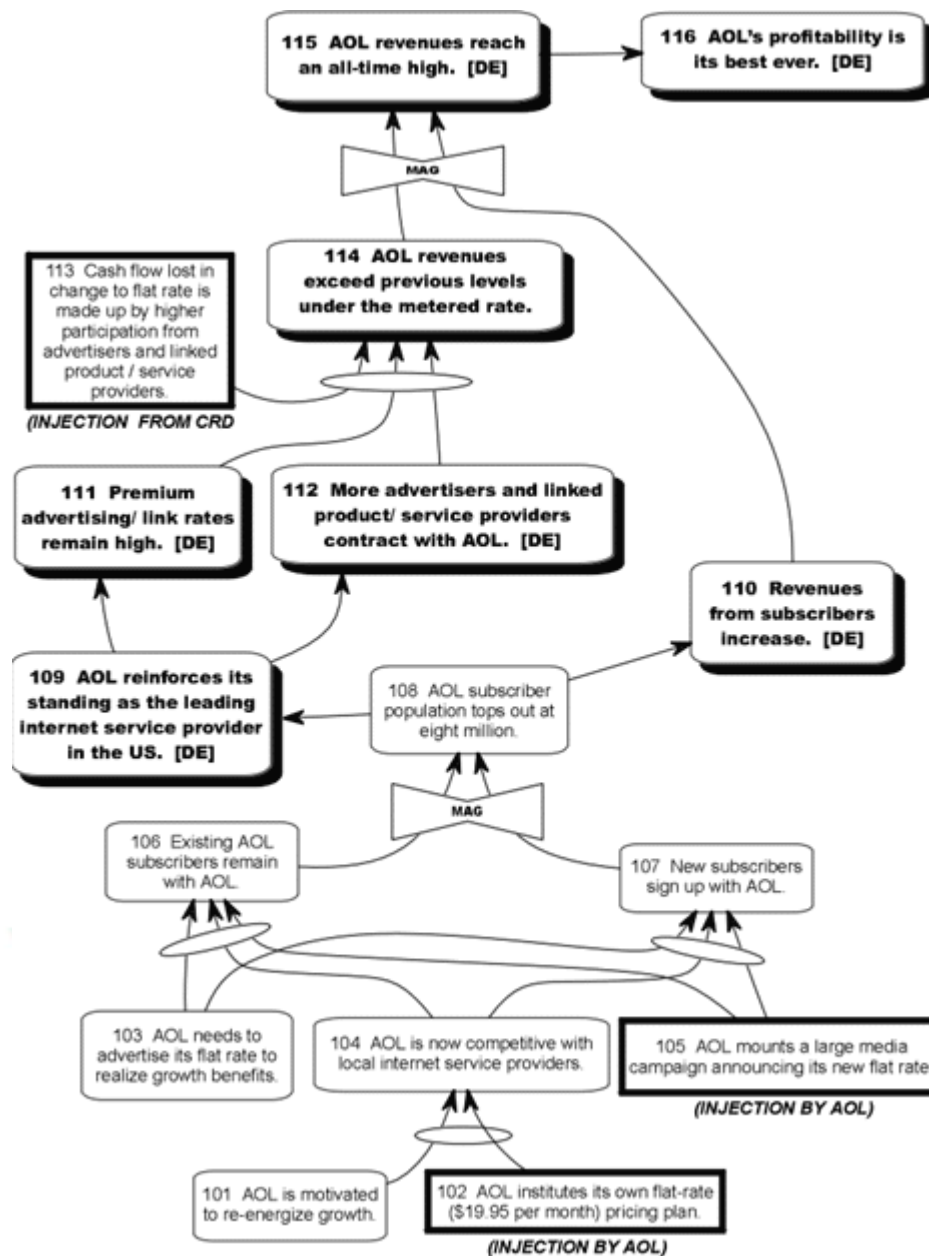
人们往往会对这个突破性的想法说：“我认为这个办法可能管用，但是??”，他们接下去就会罗列出若干种此法实施后可能会带来的负面效应，例如：

“如果产出改进那么多的话，我们部门就不需要现在这么多人了”等等。

对于这种情况，TP 给予了充分考虑，以避免实施的失败。TP 认为，正是这些受改进影响最大的人，才对那些意料之外的负面效应（Goldratt 称之为“负效应枝条”）了解得最清楚。所以，TP 要求主动寻求这些人的参与，并与他们一道找出避免这些“负效应枝条”长出的办法，Goldratt 称此过程为“剪去负效应枝条”（trimming the Negative Branches）。

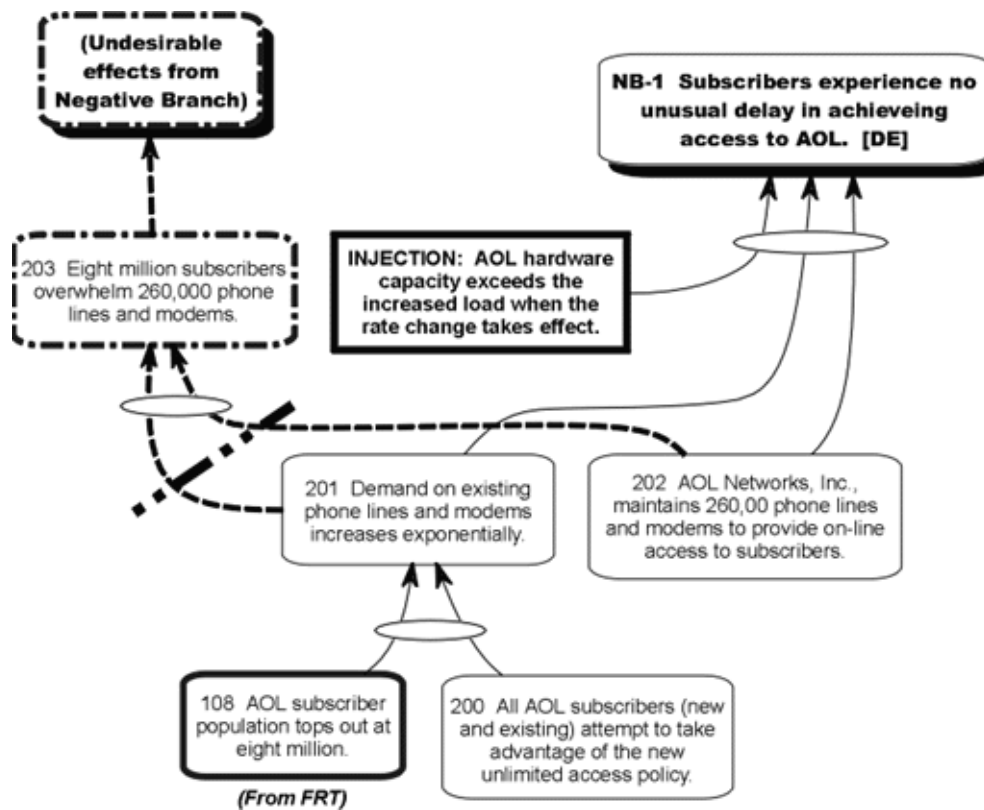
TOC 总结了 6 大步骤，称为“针对抵制改进情绪的 6 层次剥离法”：

- ✧ 对造成当前问题的原因达成上下一致
- ✧ 对问题的解决方向达成一致
- ✧ 对解决方案的有效性和实施结果的合意性达成一致
- ✧ 吸引其他人的参与和积极合作，以使解决方案日益完善
- ✧ 制定实施计划，使解决方案落到实处
- ✧ 克服人们口头不说但确实存在的对重大改进的畏惧。



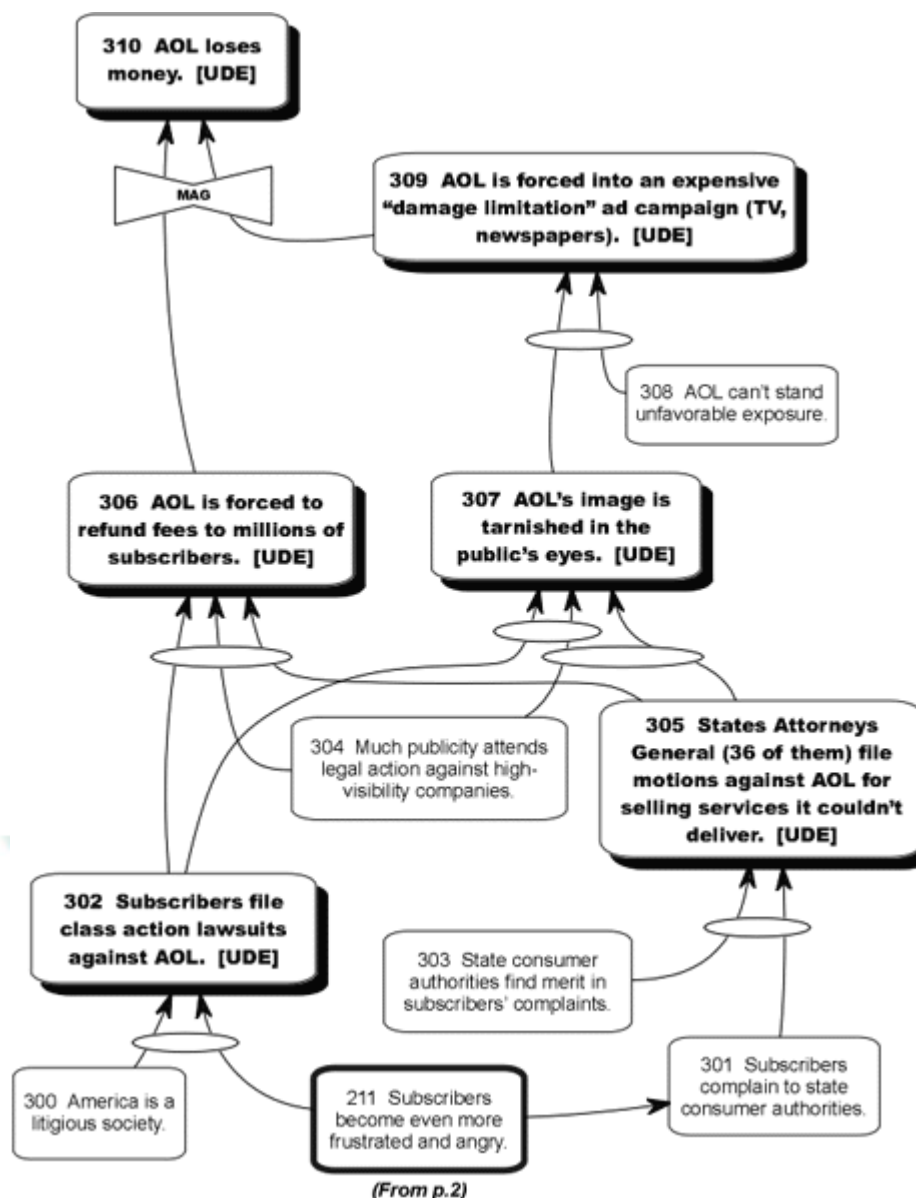
负效应枝条图 1

## 负效应枝条（二）



负效应枝条图 2

## 负效应枝条（三）



负效应枝条图 3

## 必备树

一定要注意，问题三“怎样使改进真正得以实现？”不同于“怎样对事物进行改变？”（How to change things?）。前者是在改进前、改进后的状态都已知晓的情况下，重点强调如何导致这一改进的实际发生。鉴于人们对自己参与设计的改进方案一般抵触较少，所以回答问题三的关键就是，让那些将与这些转变直接相关的人来制定实施转变所需的行动方案。这个工作是TP中最有力的一环，也是与其他那些追求持续改进的思维流程相比最显著的一个特色。我



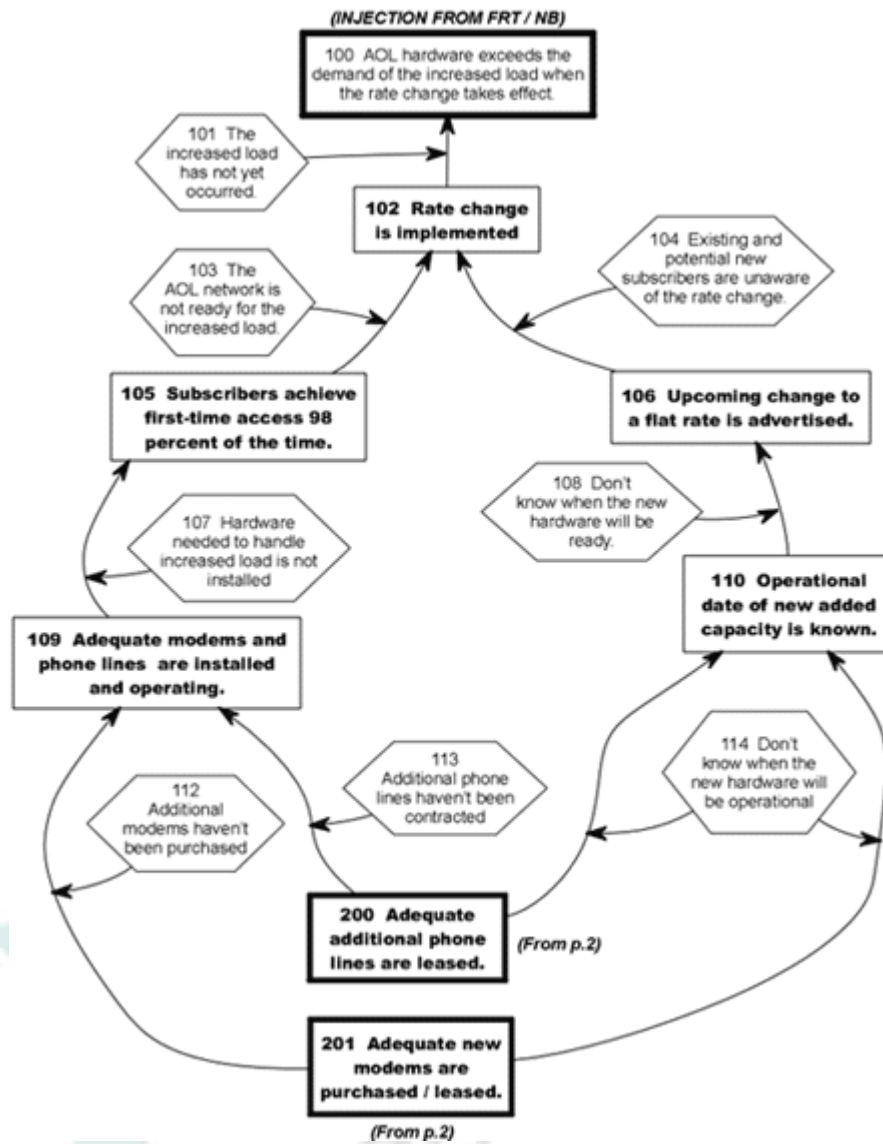
们常常看到，一个企业一开始就是决定改进目标，接下去就是实施小组的几个成员全面忙碌起来：制定实施日程安排、给实施方案定名、强制扫除实施障碍等等，而实施结果如何呢？很难说是否能实施成功。而 TP 不是这样，有了上文的一系列工作，我们已经摸清楚了问题所在（通过 CRT），找到了突破点（通过 EC），保证了"注入"的实施结果是令人满意的（通过 FRT），就剩下在 UDE 和 DE 之间搭一条路了。

在找路的过程中，你可能会听到人们这么说：

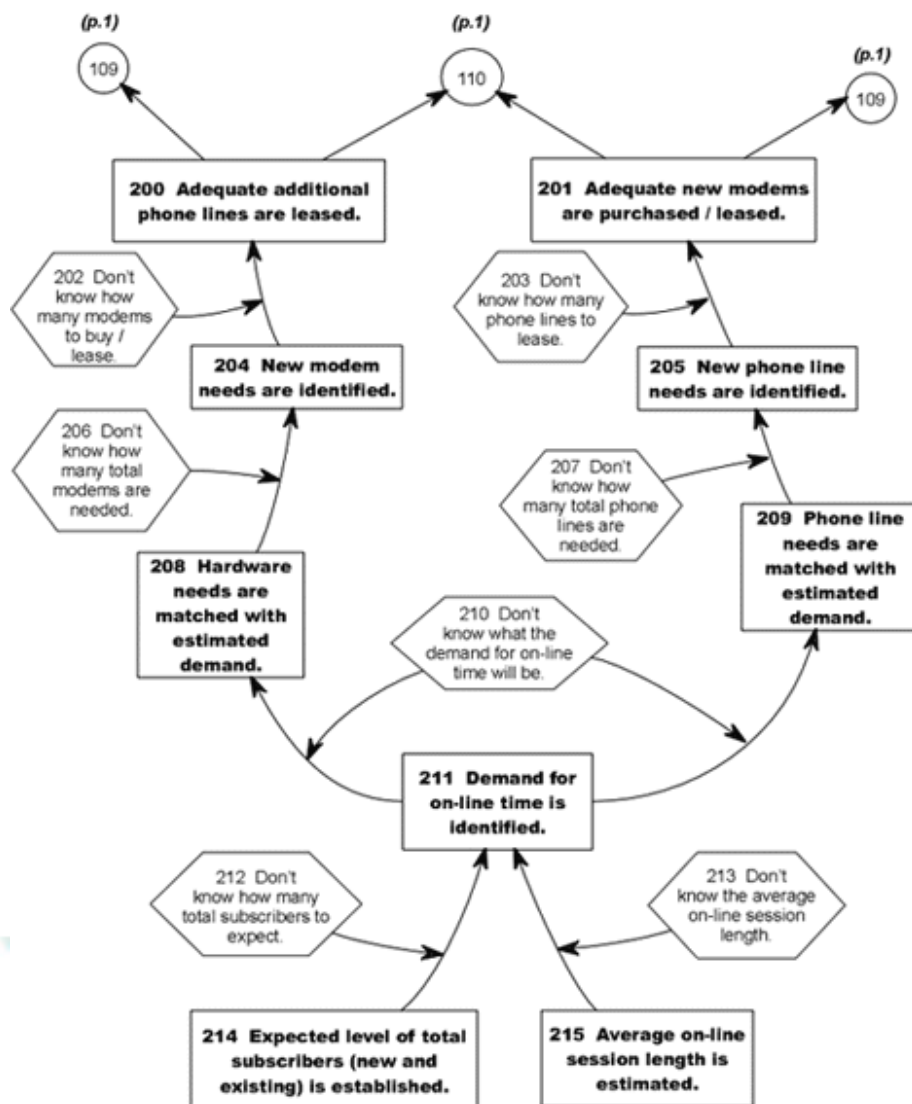
"这个办法听上去不错，可它需要营销部门和工程部门的沟通有效、紧密配合，而实际上我们的企业里这两个部门根本就不打什么交道"；

"这个方案实施以前，先要对公司上上下下进行培训，而预算中根本没有这笔钱"；

这时，"解铃还需系铃人"，要引导那些指出实施障碍的人来提出解决问题的办法。用来显示克服障碍的路径的逻辑图称为"必备树"。



必备树图 1



必备树图 2

### 转变树

要集思广益，找到配合实施最初"注入"的其他"注入"。把所有这些实现成功实施所需的活动集中在一起，并给出它们之间的关系，弄清楚活动的先后顺序应该怎样。这时我们用到"转变树"。

### 小结：五大核心步骤与思维流程

过去，我们说："管理 30 项活动要比管 3 项活动麻烦得多"。其实我们说这句话是暗含了一个意思，就是活动和活动之间的关联得我们去管。对 3 项活动来讲，有  $3! = 6$  个关联。而

对 30 项活动，有 30！约 1032 个关联！这个天文数字使得我们无法关注活动间的关联，只能注意一个个孤立的的活动是否做好，即只考虑局部的优化。而 TOC 的五大核心步骤和思维流程就是关注活动间关联的。如果某一处关联已经成为系统的约束，那么我们就对这处关联提出我们的问题：“改进什么”、“改成什么样子”、“怎样使改进得以实现”，并一一作答直到使之不再是企业的约束。

不仅如此，TOC 借助 TP 中的逻辑图工具，还可以有效地对一组关联进行管理（你只要回顾一下那些“树”中那么多的“树枝”、“树叶”就能明白这一点）。

当约束能够很容易被识别出来的时候（比如，具体的设备、工序等是约束），五大核心步骤可以提供解决这些约束的必要步骤。当约束不能容易地被识别出来的时候（比如，企业这个“链条”的某些不同“环节”之间的相互关系是个约束），TP 可用来找出核心问题或核心冲突，以及解决问题的有效工具。

## 十、TOC在企业运营中的应用

### 链条分析

对于一个生产产品的企业来说,可以认为它的整个经营过程是由若干个相互联系的环节所组成的链条。一个环节的产出受其前面的环节的制约。图中是按订单生产的类型。从市场营销、接受订单、采购原料、生产制造、产品包装直到产品发运,一环扣一环。

现实中的企业往往要比上图复杂的多。因此,传统的管理模式习惯于把链条断开,对每个环节进行局部优化。这种做法认为:

- ✧ 对任何一个环节的改进就是对整个链条的改进;
- ✧ 系统的整体改进等于各个分环节的改进之和;
- ✧ 对链条的管理水平以链条的"重量"来衡量,即各环节的管理人员加强了自己的环节,就增加了链条的重量,他的经营业绩也就越突出。

这样做的结果是,每个部门的管理人员都在同时抢夺系统的资源。他们都想使自己环节的重量最大化,因为他们相信这样做是使整个系统的有效性最大化的途径。果真如此吗?我们还是来看看一家出版公司曾发生的一件真事吧。

出版的一个中间环节是印刷,这个印刷部门的改进小组向总经理提交了一份建议书,提议公司只要花 20000 美元,就能采用一个新方法,使印刷部门的生产率提高 25%,而且很快就会见效。如果你是总经理的话,你会批准这份建议吗?

这家出版公司的总经理觉得不错,就在他要签字的时候,有人问:印刷部门的产出会去向哪里?下一个生产环节的在制品多不多?总经理决定调查一下,结果发现,下一个生产环节的在制品已经堆积起来了。也就是说,这家公司差一点花 20000 美元来延长下一个生产环节在制品的排队等待时间达 25% 以上,这 20000 美元的花费其实没有给公司带来任何利润!

TOC 认为,管理者需要找出链条的最薄弱环节。比如发现生产制造是最薄弱环节。就是说,市场营销可以吸引足够多的顾客需求,公司的订单很充足,原材料可以准时到货,生产多少就可以包装多少,发运也能及时。但是,生产制造却跟不上。这时,如果改进包装环节

会怎样呢？也许能节约一些成本，但长期来看，并不能使公司如期完成比现在更多的定单。对于采购、营销等环节也是同样。这就是："如果你对什么都关注，那就是对什么都不关注"（If you focus on everything, you focus on nothing.）。只有对生产制造环节进行改造才能真正增加企业的利润。TOC 认为：

- ✧ 对大多数环节所进行的大多数改进是对整个链条无益的。
- ✧ 系统的整体改进不等于各个分环节的改进之和；
- ✧ 企业的经营业绩应该以链条的"力量"（而不是"重量"）来衡量，这就要通过加强那个最薄弱环节来实现！

这样，各部门就不再进行"资源大战"了。因为他们知道，一旦识别出最薄弱的一环（即企业的"约束"），那么企业的资源就应该用在改进这个约束上。

### TOC与企业决策

首先来看企业的决策过程有哪些输入（如图 16）：

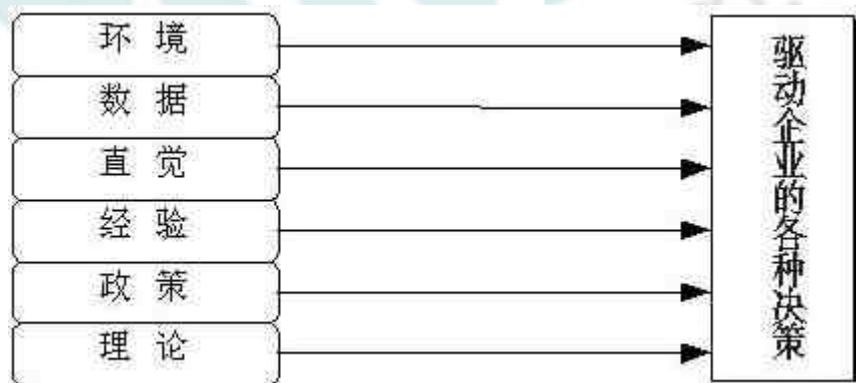


图 16：企业决策过程的输入因素

你可以想象一下，企业决策者面对那些真正重要的战略性问题，总会有意识或无意识地受到上图中的各输入要素的影响。所以，"TOC 如何有助于企业的决策？"的问题，就可以变成"TOC 是如何对这些输入起作用的？"，因为这些输入要素不改变的话，所得到的决策结果也不会有什么大的不同。

- ✧ 环境：TOC 往往把当前的决策环境放在全局的背景下来考虑
- ✧ 数据：TOC 重新定义了那些重要的衡量标准



- ✧ 直觉：TOC 使得你必须把直觉转变成对他人来说是明白清楚的想法。
- ✧ 经验：TOC 仔细审查现存的各种因果联系。
- ✧ 政策：TOC 审核现存政策的有效性并提出质疑。
- ✧ 理论：TOC 把“如果更好地实现系统目标”的关键凸现出来。

### 双赢（Win-Win）的解决方案

---

唯一长久的是那些双赢（Win-Win）的解决方案。一个当时临时妥协将就的方案，最终往往发展为两输（Lose-Lose）方案。客户可能把购买新技术、新软件当作解决办法，其实不然，真正的解决企业主要问题的途径是通过对政策规定和流程安排的改进（因为大多数的“约束”往往出自这里）。

人们往往说：“如果你知道答案，就告诉我吧。”他们想要的是立竿见影、万无一失的办法来解决他们所认为的问题，而不是寻求一个对很多情形（个人、组织、社团、政府等等）都适用的找出问题、分析问题、解决问题的过程。他们不想自己去思考，他们没有时间，因为他们的工作已经是满满当当，整天忙于解决突发事件、缺件、计划的拖延等等（这被称为“救火式的管理”）。而他们所想得到的万能方案其实是不存在的。要想让方案奏效，必须量体裁衣，从企业内生这个解决方案。

### TOC是求得持续改进的系统级方法

---

许多厂家的质量改进工作，把注意力集中在成本的减少上。朱兰强调说要把质量成本进行量化，以作为激励持续改进并使之理性化的手段。Crosby 的 Quality is free 一书的中心主题就是质量的成本消减的方方面面。美国式的面向短期经济效应的模式又对成本减少格外强调，以之为质量改进的基本原理。

而基于成本的方法真的是正确的战略吗？有证据证明对成本消减的强调是过分的、近视的、错置的。尽管成本的消减给利润收益带来了立竿见影的效果，但与成本消减相对应的质量并不是在日益激烈的竞争环境中取得最终胜利的唯一充分条件。有的 Malcolm Baldrige 国家质量奖获得厂家却走向了破产。打赢一场战役却输掉整个战争有什么意义呢？破产的背后毫无疑问地还有非成本的因素。我们应从中吸取的一个教训就是：把目标和必要条件区分开来是十分重要的。

前面已经提到，质量是企业成功的必备条件之一，但只有质量以及随之而来的成本的节省，并不能确保企业取得成功。既然质量只是一个必要条件，那么什么是目标呢？对企业而言，从持续改进的角度来讲，就是持续地获取利润。虽然成本消减无疑也是企业多创利的一个有机组成部分，但致力于成本消减有可能无益甚至妨碍生产率的提高，原因有二：

首先，成本消减往往会走得太远，以致于有损于企业的生产能力。其次，成本消减总有个尽头，当达到生产无浪费的极端情况时，难道就停止质量改进的进程吗？

传统的管理强调首先消减运行费，接下去才是产销率的增加，最后是库存的减少。而 TOC 认为，最大的获利来自于首先增加产销率，然后依次是库存的减少和运行费的减少。

### TOC 的营销观念

---

Goldratt 有一个“企业象链条”的类比，我们已经很熟悉了。下面是他的另一个精彩类比：营销和打鸭子。

如果把销售比作向那些正在湖边吃谷的蹲着不飞的鸭子射击，那么广告就是撒下谷子让鸭子到岸上来吃，而营销就是首先得知道鸭子是爱吃谷子的。这就提出一个问题：怎么才能知道我们想打的那些鸭子喜欢吃什么？换句话说，我们要给那些潜在客户提供什么样的解决方案。这也就是 TOC 所说的营销。

前面已经谈到，我们把企业内部的头痛问题一一列出来，然后用“当前现实树”来分析核心问题所在。那么这种方法能否用来解决我们的顾客提出的种种抱怨和意见呢？当然可以！把各种关于顾客的 UDE 列出来，生成 CRT，找出导致顾客抱怨的核心所在，并提出相应的能够最大限度提高顾客满意度的解决方案——这就是 TOC 的营销战略：首先找到鸭子喜欢吃什么，接下去要做的就是撒下谷子、向那些蹲着不飞的鸭子射击了。

---

## 十一、TOC实施案例

### 福特汽车公司电器分部

---

对于福特汽车公司的电器分部来说，他们已想尽了所有他们所知的办法来缩短生产提前期，平均为 10.6 天。他们去到日本取经，能学的地方都学了，回来便开始实施 JIT，把提前期减到了 8.5 天。可这时日本又已经把这个数字压缩到了 8 天。这回福特公司电器分部实施了 TOC，一年后提前期降至 2.2 天，这个数字在以前是不可想象的，因为每个零部件总有它的一段加工时间。现在轮到日本人来向他们取经了。当然这个改进的过程还在继续，今天福特公司电器分部已把提前期降至两个班次以内（即低于 16 个小时）。有人可能怀疑这种进步是以其他方面的退步为代价的，而事实上，他们的顾客需求增加了 300%，对合理化建议的采纳时间从 150 天降至 10 天，计划提前期从 16 天降至 5 天又到 1 天。他们的确实现了今天安排明天就投产。

### Bethlehem钢铁厂

---

Bethlehem 钢铁厂常常发货不能按时，它是属于大规模生产的企业，单个客户的订货量往往只能是钢铁厂总产量的很小一部分，因此这家钢铁厂便很容易倾向于按自己的计划来安排发货，整个行业也往往如此。1993 年 7 月以前，它的产品只有 60 - 75% 可按时交货。然而，对于那些订购他们产品的项目承包商（架桥、盖楼等等）来说，这个数字可真吃不消。为什么呢？假设你是一个项目承包商，项目工期很紧迫，你向一家相对交货更按时一些的钢铁厂订货 250 件，按时到货率是 95%（已远远高于前面的 60 - 75%）。那么两件订货准时到达的可能性就是  $0.95 \times 0.95$ ，约为 0.9；四件准时到货的可能性就是  $0.9 \times 0.9 = 0.81$ ，接下去还可算得 32 件的准时率是 0.15（这么低！），那么总共的 250 件呢？就该是 0.00000.....（天哪！）

好在 Bethlehem 钢铁厂在 1993 年决定有所改变，他们作了比较：准时发货率现在是 60 - 75%，而要满足客户要求起码是 99.9%；生产周期现在是 8 - 12 周，而最好得是 4 - 6 周；现在的净资产回报率是 4%，可股东想拿到 16%。怎么办呢？他们去参观了南非的一家钢铁厂，这家厂曾在一次质量研讨会上谈到 TOC，而且应用效果不错。后来他们在 1993 年 12 月结识了 Goldratt 博士。到 1994 年 4 月，Bethlehem 钢铁厂的 35 位高级管理人员已完成了 TOC 的培训。这些人在 6 月间拿出了工厂改进的大体方案，9 月份完成了细节的设计。

Bethlehem 钢铁厂为在员工中传播和推进这套改进的思想和方案，作了大量工作，可以说是企业文化的根本变化。在以前，工厂的衡量单位是吨，生产的每个环节的出产就是用吨来量度，追求本环节内部的最优化。而现在用的是“产销率”，不能提高产销率的产成品哪怕有成千上万吨，也只算作零。他们还找出了企业的瓶颈环节，改进了存货的方法，设置了生产线上的缓冲。

Bethlehem 钢铁厂发生了戏剧性的变化。准时发货率平均超过了 90%，到 1995 年 1 月部分客户已经可以享受 100% 的准时交货率；计划的 90% 以上可落到实处；某些分厂的生产周期从 7 周降到 1 周；产成品的 1/6 出口，这在很多年以来还是第一遭。

### 英国的一家幼儿学校

---

英国的一家幼儿学校应用 TP 法来管理 250 名学龄前儿童。这所学校的老师认为，教育不是试图把一只水桶灌满（the fill in go fapail），而是点燃一处火花（the light in go fafire）。老师们遇到了这样一团“云雾”：怎样使孩子们在游戏时间里既安全又不妨碍他们的自由。这个要求似乎内含着一个冲突：要安全，就得在孩子们游戏时订出这个不准那个不能；要自由，就意味着孩子可以根据自己的爱好，想到哪里玩就能去哪里。后来，是那些 5 - 6 岁的孩子想出了“注入”，他们向老师描述什么是他们认为不安全的，他们认为怎样就会安全了，老师根据这些调整了幼儿学校的游戏规则，增加了必要的安全措施。现在，这些孩子们能够玩得非常开心。当然，这些孩子认的字还不多，他们是用图画来表达清楚自己的意思的。

甚至对于每个孩子单个的也存在着“云雾”。例如，要让小托马斯在学校里好好度过一天，就碰到了一个冲突：一方面他喜欢在墙壁上踢来踢去，不让他踢的话他就不高兴到学校来；可另一方面，又不能让学校的墙壁总是坑坑洼洼。后来怎样了？学校给小托马斯专门买了一个足球，小托马斯非常喜欢。有意思的是，你有时可以在这所学校里听到一些意想不到的话。“这是我的书，不是冲突”，这是一个不愿意和其他小朋友分享图册的 4 岁小姑娘说的。

这些 4 - 5 岁的孩子所理解的逻辑是“红的”和“不是红的”。就这样，他们可以在老师的帮助下，绘成很复杂的决策树，解决了一个又一个问题。

### 南非的SilvaCel纸浆厂

---

SilvaCel是南非的一家纸浆厂。当南非的进出口管制政策发生变化以后，这家厂处境很困难。后来他们实施了 TP 分析。结果发现，比起那些有竞争优势的企业，他们所作的与其说是制浆，不如说是在搞原木运输。于是他们找到了运木头的卡车是个约束，然后把几辆破烂不堪的老爷车换成了他们所能找到的最好的运货车和特制的拖车。现在他们的每公里运载量几乎是全世界同行业中最高的。

他们现在可处理 80000 吨原木，而以前只是 40000 吨。尽管发生了通货膨胀，他们的运输费用还是压缩了 1/3。他们加快装卸时间，尽量减少必需的车辆数。他们还聘请设计公司来专门设计新增拖车，从概念设计到交货共用了 3 周。如今他们说：“不同的活儿用不同的马”（Horses for courses），即他们是根据运输距离、路况和载重来选用不同的运载工具的。

### 民航公司的餐品供应

---

此例是关于一家民航公司的餐品供应的。它在六个不同地区设置了 170 个厨房，以为每天 2000 个航班的 70 万的乘客提供饮食。这些厨房使用的是最大最小库存法。当某种库存品的数量低到它的最低下限时，就按经济批量（EOQ）订货。如果这批订货迅速到达，这时他们就有了最大库存量。

这家公司因为现金流量和利润的减少，把库存品从 1200 万美元消减至 850 万美元。这就意味着他们降低了库存水平、增加了每次订货量、减少了订货次数。可是这种隔相当长一段时间才去订货的做法导致了缺货量的激增，因为对库存品的需求带有很大的随机性。他们利用 TP，UDE 进行了分析，结果发现最大最小库存法（而不是库存水平较低）是核心问题所在。他们后来把按照不同的需求状况，把库存品分为 A、B、C 三类。A 类一周订一次货；B 类一月订一次货；C 类更长。这种方法的应用效果预计可大大减少甚至杜绝缺货，库存可进一步消减至 500 万美元。

### 小结

---

对于我国企业应用 TOC 的前景，笔者有这样几点的认识：



- 1.企业不一定要购置 TOC 相应软件，可以针对具体问题应用 TOC 的基本理念。
- 2.管理人员的工作经验、主动性和创造性，是 TOC 应用得以推广的重要因素。
- 3.一些企业的生产管理人员已经认识到 TOC 的实用意义。如：上海旁氏有限公司（联合利华合资企业）生产后勤主管刘璽先生，美国制造和库存管理协会（APICS）会员，同时也是流程工业和约束管理专门小组成员，从工作角度较早地了解了 TOC，认为 TOC 中“提前期是批量、优先权和其它许多因素的函数，是编制作业计划产生的结果”的观点十分切合实际，并计划借鉴到该公司化妆品罐装排程的问题中去。另外，国内一些软件开发性质的企业已有意着手 TOC 中文版软件的开发。

在我国推广 TOC 应注意结合我国的具体情况。应该说，中国国情是 TOC 推广应用的难点，也是 TOC 付诸实现的特点。当务之急，是由从介绍理念入手，分析它的可以借鉴之处，仔细研究一个经典案例并加以总结推广（特别是注意涉外企业在此领域的应用），在实践中继续摸索，从而使得约束理论在中国企业的应用逐渐成熟，真正从管理取得效益。



---

## 十二、TOC有关资料

### 学习TOC理论的框架

---

#### 引子

- ◇ 今天的生产环境。
- ◇ 有些公司为什么失去竞争优势？
- ◇ 生产管理有哪些新动态？
- ◇ TOC 是什么？
- ◇ MRP，CIM，JIT，TQM，TOC 分别是什么？从哪里入手？

#### 形成概念

- ◇ 什么是企业的目标
- ◇ 衡量标准和必要条件？
- ◇ 现在的衡量标准存在哪些问题？
- ◇ 世界一流制造业的新标准：T. I. OE。
- ◇ 从“成本”世界转向“产出率”世界？
- ◇ 找出事件之间相互依赖的秘密。
- ◇ 找出统计上的波动的影响。
- ◇ 理解瓶颈与非瓶颈资源的奥秘所在。

#### 技术方案

- ◇ TOC 的思维流程。
- ◇ 因果图。
- ◇ 消雾法。
- ◇ 苏格拉底问答法。
- ◇ 鼓 - 缓冲器 - 绳子法。

#### 实施讲解

- ✧ 高库存存在的问题。
- ✧ 流程批量与运输批量的确定。
- ✧ 如何确定获利能力？
- ✧ 自制还是外购？
- ✧ 工艺改进的效果。
- ✧ TQM 的影响。
- ✧ 市场细分和约束定价。
- ✧ 投资的战略性后果。
- ✧ PERT/CPM 有什么问题？

### 实施事项和战略

- ✧ 多数公司面临的主要障碍。
- ✧ 如何克服障碍以重获竞争优势？
- ✧ 成功实施所需的战略。

### 有关TOC的书籍

---

需要添加王老师的“瓶颈管理”

The Constraints Management Handbook

Critical Chain, Eliyahu M. Goldratt; North River Press; ISBN 0-88427-153-6

The Goal, Eliyahu M. Goldratt; North River Press , 1984

Goldratt's Theory of Constraints

The Haystack Syndrome, Eliyahu M. Goldratt; North River Press

It's not luck, Eliyahu M. Goldratt; North River Press; ISBN 0-88427-115-3

Measurements for Effective Decision Making

The Race, Eliyahu M. Goldratt; North River Press

Reengineering Performance Management

Re-Engineering the Manufacturing System

Regaining Competitiveness

Synchronous Management, Volume 1

Synchronous Management, Volume 2

Theory of Constraints, Eliyahu M. Goldratt; North River Press

The Theory of Constraints and Its Implications for Management Accounting , Eric Noreen, Debra Smith, James T. Mackey, The North River Press, 1995

The Theory of Constraints: Application in Quality and Manufacturing

Tough Fabric

The Theory of Constraints, A systems Approach to Continuous Improvement, H.William Dettmer;  
A.S.Q.C. ISBN 0-87389-370-0