



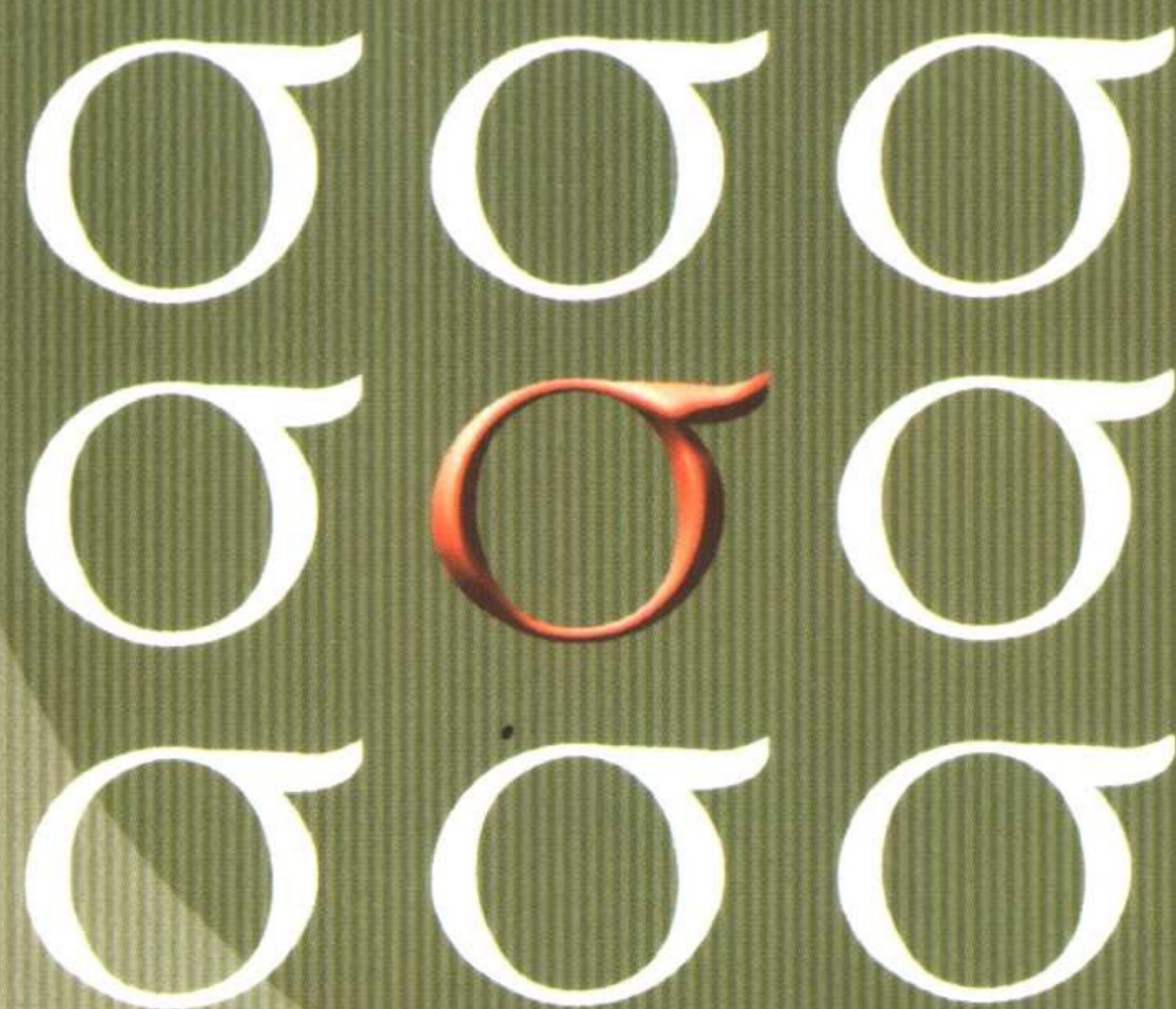
中国质量协会  
CHINA ASSOCIATION  
FOR QUALITY

国际质量译丛

# 六西格玛

## 项目管理与实施表格

The Six Sigma Project Planner  
A Step-by-Step Guide to Leading  
a Six Sigma Project Through DMAIC



(美) 托马斯·匹兹德克 著  
郭 锐 译



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



国际质量译丛

The Six Sigma Project Planner  
A Step-by-Step Guide to leading  
a Six Sigma Project Through DMAIC

# 六西格玛

## 项目管理与实施表格

(美) 托马斯·匹兹德克 著

郭 锐 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

# 前言

撰写本书的目的在于：

- 帮助使用者识别真正具有价值的六西格玛项目，并保障其获得最后的成功。
- 帮助使用者识别无实施意义的六西格玛项目，避免时间或资源的无谓损失。
- 帮助使用者识别陷入困境的项目，并投入更多精力使其能够再次前行。
- 帮助使用者决定何时从无法成功的项目中抽身，以避免浪费太多的时间和资源。
- 为使用者提供各类示例，帮助其提高项目选择、管理和流程跟踪的能力。

请注意，在此我使用的是“使用者”一词，而非“读者”。这是因为本书并不是为读者准备的一本教科书，而是帮助使用者实施六西格玛的工作指南。今天，我们已经习惯于通过阅读海量的书籍，或在课堂上听着学究的反复教导而被动地吸收新的学问和知识。但这种方式最终导致我们在知识的理解和运用之间存在巨大的鸿沟。我希望本书能够成为使用者跨越这道鸿沟的桥梁。

在课堂上，老师会教导我们说，“在项目实施确定以前，您一定要仔细地评估项目建议报告。”在听到如是说法时，您一定会不以为然，“Ofcourse，地球人都知道。”但您真的知道如何在实际中运用吗？

如果您能正确地使用本书，它将指导您完成一个详细的可行性分析（如图 1），其中您需要对项目的赞助人、收益、时间计划、资源可用性等多个方面进行分级。您将对项目进行评价打分，以此来比较候选项目的优先顺序。您还需要协调和统一六西格玛团队的意见和看法。最后您要决定项目是否实施。该决定将会影响到其他项目的实施安排，因为这牵涉到了时间和资源的使用问题。如果您能够在项目盲目上马前，做出准确决定，将对项目成功具有关键作用。

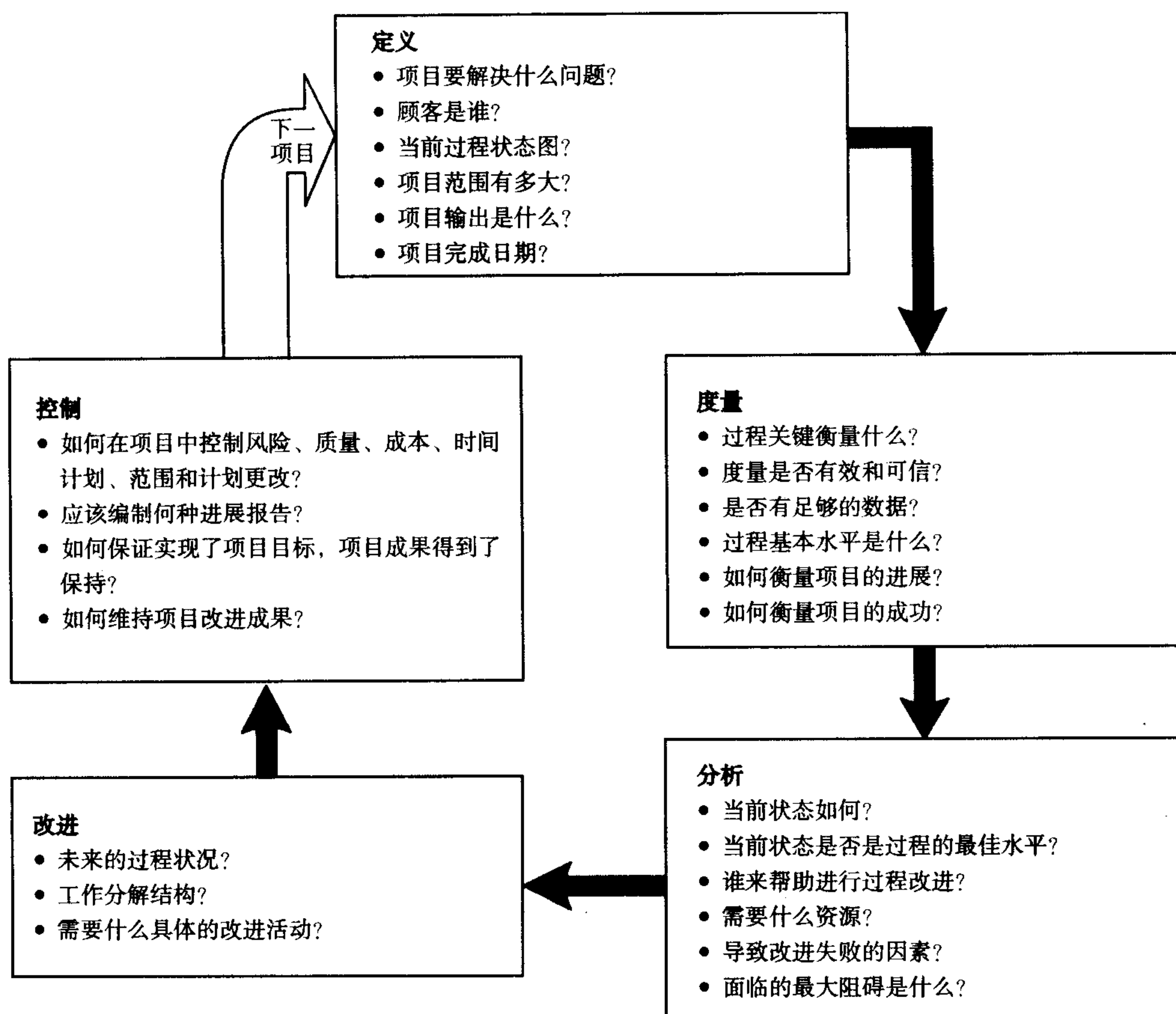


图 1 六西格玛项目 DMAIC 流程指南





几年前的一天，我接到一位同事打来的电话。他正在组织一个有关在医疗保健行业推动质量改进的研讨会，希望我能推荐一位在该领域拥有丰富项目实施经验的专家在会上做专题演讲。于是我尝试与一家综合医疗机构取得了联系。该机构已实施了多年的全面质量管理（TQM）。该机构的持续改进部经理欣然答应了我的请求，她介绍说该机构有 50 多个这方面的项目，而其中一些已经实施了数月，她确信可以找到一个可在会议上讲演的案例。

但是她错了，因为推荐的项目都没有取得良好的改进效果。该机构实施 TQM 得到了领导层的支持、资源的投入，员工也接受了培训，团队也获得了相应的授权，但却没有收到任何成效。研究表明在实施 TQM 的企业或机构中，这类现象并不在少数，这就毫不奇怪 TQM 渐渐失宠。

六西格玛则不同。它要求项目的改进必须紧密联系顾客需求和企业经营战略。本书的目的是帮助务实的六西格玛企业选择和开展有丰厚回报的六西格玛项目。本书综合了项目管理学院提出的项目管理知识和定义—度量—分析—改进—控制（Define-Measure-Analyze-Improve-Control，简称 DMAIC）的六西格玛改进流程。综合运用项目管理和过程改进的方法可以大大提升项目的成功几率。



换言之，本书关注的是项目成功的结果，而不仅仅是知识理念的学习。本书将帮助您将所学的知识正确地运用到您的黑带或绿带项目中。本书将会对实施六西格玛所需的工具和方法进行简单的介绍，但这些并不是本书的重点，所以希望您在使用本书前对相关的工具方法做必要的学习和了解。如果您还没有接受相关的知识培训，可以尝试参加一些培训课程或阅读一些工具书籍，如《六西格玛手册》。



## 如何使用本书

本书可以帮助您进行项目策划和项目 DMAIC 流程的实施，如图 2 所示。本书中还探讨了项目实施完成后可能出现的一些问题。对于本书的使用者，我希望贵公司已经完成了项目的挑选，而六西格玛黑带和绿带正准备从高层管理者批准的候选项目中选择合适的项目<sup>1</sup>。同时我想再次强调本书并不是关于六西格玛知识的教科书，

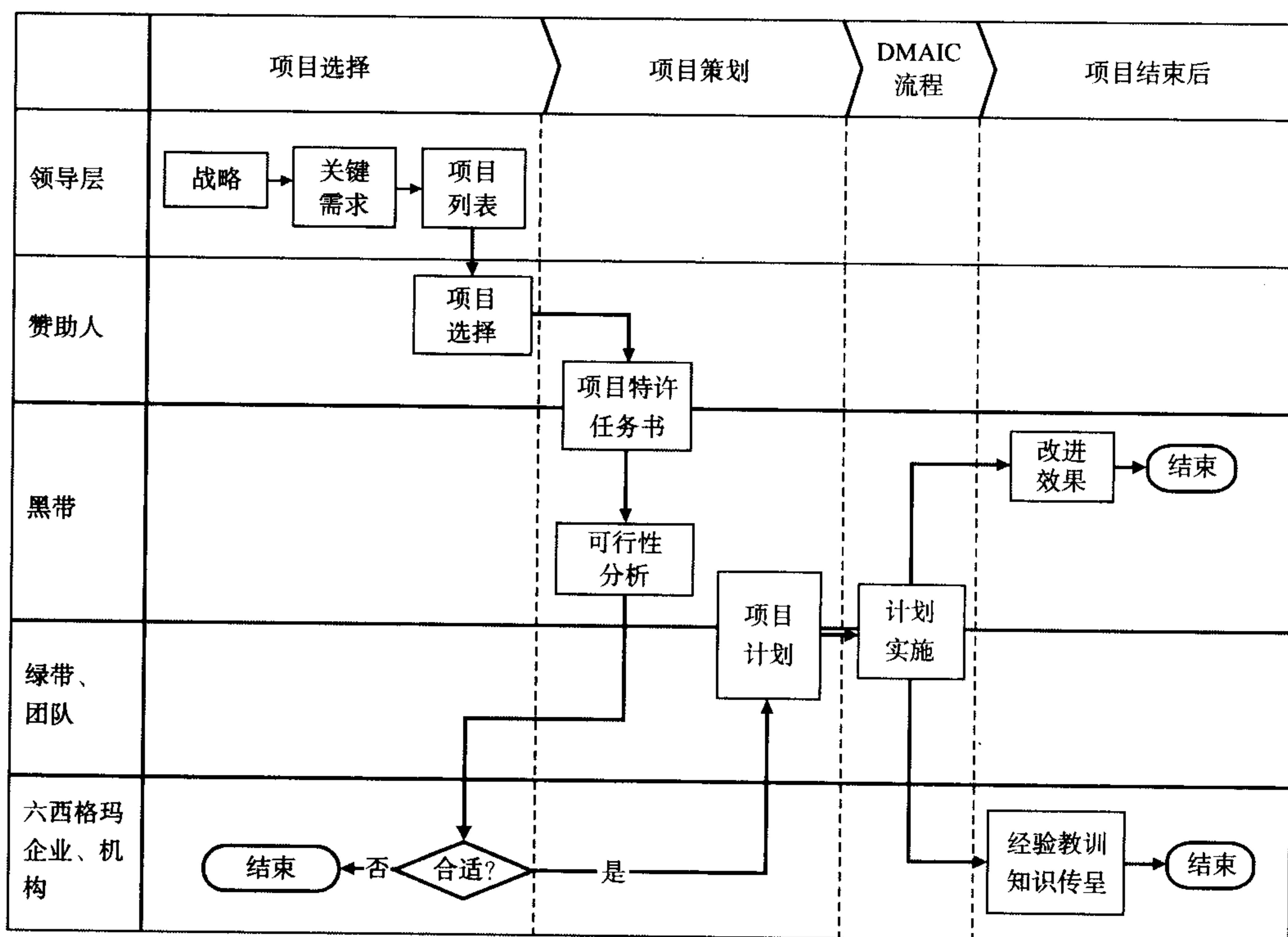


图 2 六西格玛项目实施流程

1 根据顾客需求和企业战略来挑选项目的过程在《六西格玛手册》一书的第 3 章和第 6 章有具体的介绍。



所以我希望使用本书的您可以事先掌握六西格玛的工具和方法。比如，项目黑带应接受过六西格玛黑带资格的培训，在我谈到测量系统分析时要了解其方法和概念。对于接受过培训的使用者，本书会介绍六西格玛工具和方法的使用时机和使用阶段，同时还提供了大量实施图表和报告的模板，以帮助您更有效地运用各种六西格玛方法和工具。

我希望本书能帮助您以最小的投入和最少的资源使用来获得项目的成功。在本书中我设立了几个检查点，这样您在项目实施过程中就可以阶段性地分析和检测项目状况，在检查点时即可以判断是否终结项目。而不需要待通读完全书或实施整个DMAIC流程。六西格玛分析的一般流程如下：

1. 定义项目的目标和输出。
  - 如果项目改进与组织的战略目标没有联系，项目就不是一个真正的六西格玛项目，请终止。当然这并不意味它就不是一个“好”项目或这个项目就没必要实施。实际上有许多重要且有价值的项目并不都是六西格玛项目。
2. 确定项目研究过程的当前状态。
3. 测量系统分析。
4. 测量当前过程，使用描述和推断的统计方法分析数据。
  - 如果当前过程能够满足项目目标，建立控制系统，项目终结。
5. 审核当前过程，更正发现的过程缺陷和不足。
  - 如果更正后的过程满足项目目标，建立控制系统，项目终结。
6. 使用SPC分析过程的能力。
  - 识别和消除引起过程波动的异常因素。
  - 如果控制后的过程满足项目目标，建立控制系统，项目终结。
7. 运用试验设计的统计方法来优化当前过程。



- 如果优化后的过程满足项目目标，建立控制系统，项目终结。
- 8. 运用突破性思维方法来开发一个满足项目目标的全新过程。
- 9. 建立控制和持续改进的系统，项目终结。

上述的项目实施流程显示在图 3 中，在图中也显示了 DMAIC 分析与六西格玛设计（Design for Six Sigma，简称 DFSS）中使用的定义—测量—分析—设计—验证（Define-Measure-Analyze-Design-Verify，简称 DMADV）方法之间的联系。

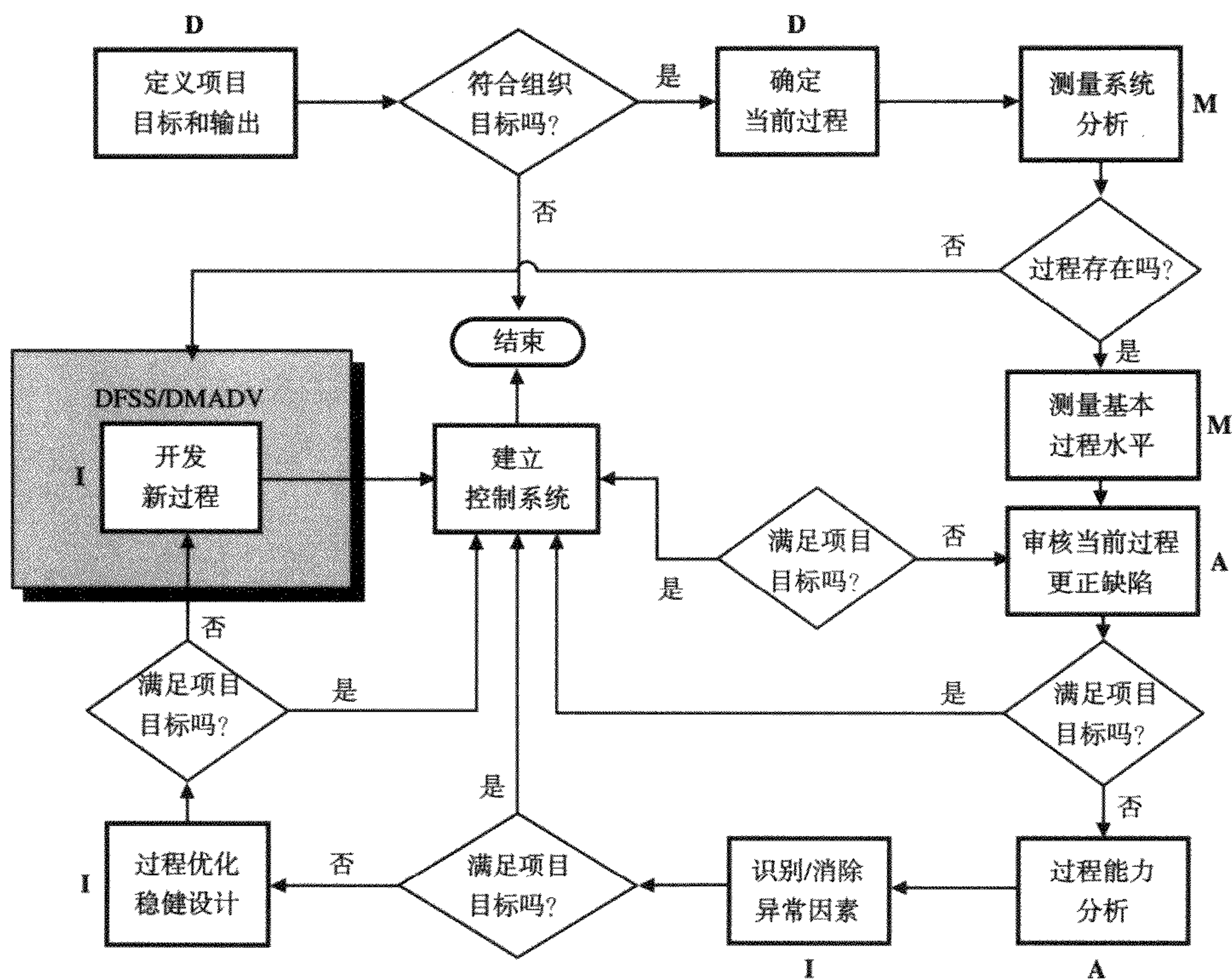


图 3 六西格玛项目实施流程图例

本书提供了许多工作表作为项目实施的指南，在具体的实施中您经常会发现在某些工作表中存在一些没有解决的问题。所以在部分工作表的底部，我们预留了一





栏以便您记录遇到的问题，并对问题进行编号。附录提供了一张问题列表，您可以在表中详细描述问题细节，为问题解决方案提供必要的信息。

有些项目可能不需要运用本书中的所有方法和文件。在本书中我们将适用于所有项目的文件称为正式项目计划。这些文件，我们都以星号（\*）作为标志，并以脚注进行说明。同时这些文件应该包含在您的项目中。

本书提供了针对任何六西格玛项目的完整文件记录。在项目完成后可以将工作表复印装订。这些完成的项目文件可以为以后类似项目的实施提供参考。随着六西格玛的逐步推广，这些项目文件将成为组织的一笔宝贵财富。



# 目 录

第 1 章 策划 .....	1	1.4.3 成本控制计划 .....	68
1.1 制定项目特许任务书 .....	1	1.4.4 项目进度控制计划 .....	71
1.1.1 项目特许任务书 .....	1	1.5 项目进度管理 .....	72
1.1.2 项目特许任务书文件 .....	1	1.6 项目范围变化控制计划 .....	73
1.2 实施可行性分析 .....	5	1.6.1 变化控制系统 .....	74
1.2.1 这是一个正确的项目吗 .....	5	1.6.2 快速变化之规定 .....	76
1.2.2 可行性分析总结 .....	7	第 2 章 定义 .....	77
1.3 项目计划 .....	14	2.1 过程的当前状态如何 .....	77
1.3.1 项目度量 .....	14	2.1.1 采用现有过程出现的 问题 .....	78
1.3.2 项目活动分解 .....	23	2.2 失效模式与影响分析 (FMEA) .....	80
1.3.3 项目时间进度安排 .....	25	2.2.1 FMEA 流程 .....	81
1.3.4 资源的可用性 .....	38	2.3 过程度量 .....	87
1.3.5 使用统计方法来估计 项目周期 .....	48	2.3.1 商业流程的关键度量 指标是什么? .....	87
1.3.6 计算项目时间计划的 成本 .....	54	2.3.2 DPMO 定义 .....	89
1.3.7 资源调配 .....	57	2.3.3 其他关键因素和度量 .....	90
1.4 项目控制次级计划 .....	58	2.4 六西格玛项目如何指引组织 通向它的战略目标 .....	91
1.4.1 风险控制计划 .....	59		
1.4.2 质量计划 .....	65		



# 六西格玛 项目管理与实施表格

<b>第 3 章 度量</b> .....	93		
3.1 度量的可靠性和有效性 .....	93		
3.1.1 有量纲的数据度量分析 .....	93		
3.2 属性度量系统分析 .....	94		
<b>第 4 章 分析</b> .....	97		
4.1 量化当前过程 .....	98		
4.1.1 对当前过程的数据来源编制目录 .....	98		
4.1.2 探测性数据分析 .....	99		
4.1.3 描述性数据分析 .....	100		
4.1.4 工作表使用示例 .....	100		
4.2 量化当前过程的能力 .....	103		
4.2.1 开展过程审核 .....	103		
4.2.2 确定关键特性 (CTx) 的西格玛和 DPMO 水平 .....	106		
4.2.3 连续型关键特性的过程能力和过程实际西格玛水平 .....	106		
4.2.4 属性型关键特性的过程能力和过程实际西格玛水平 .....	109		
<b>第 5 章 改进</b> .....	116		
5.1 过程优化 .....	117		
5.2 过程的未来状态 .....	122		
5.2.1 行业的最好水平如何 .....	122		
5.2.2 建立过程的未来状态流程图 .....	125		
5.2.3 未来过程与现有过程对比, 优势是什么 .....	126		
		5.2.4 六西格玛项目活动模板 .....	127
		5.2.5 陈述和项目输出结果的接受 .....	130
<b>第 6 章 控制</b> .....	133		
6.1 控制阶段失效模式和影响分析 (FMEA) .....	133		
6.2 过程的控制系统 .....	135		
<b>第 7 章 项目选择和管理指南</b> .....	140		
7.1 选择正确的项目 .....	141		
7.1.1 顾客价值导向的项目 .....	141		
7.1.2 使用顾客需求来设计六西格玛 .....	151		
7.1.3 股东价值导向的项目 .....	162		
7.1.4 其他类型的六西格玛项目 .....	162		
7.2 分析候选的项目 .....	162		
7.2.1 其他一些确定有成功希望六西格玛项目的方法 .....	163		
7.2.2 以产出为导向的项目选择 .....	165		
7.2.3 多重任务和项目时间计划 .....	170		
7.2.4 关键链项目管理 .....	171		
7.2.5 项目的初步选择和概括 .....	173		
7.3 跟踪六西格玛结果 .....	174		
7.3.1 项目收益的财务确认 .....	176		
7.3.2 经验教训: 获得和传承 .....	178		
<b>附录</b> .....	179		





工作表 1	项目特许任务书陈述.....	2	工作表 17	项目甘特表/里程碑表 (手工绘制样式) .....	36
工作表 2	六西格玛项目评估.....	8	工作表 18	资源可用性信息 .....	42
工作表 3	六西格玛项目评估指南.....	9	工作表 19	项目进度计划改进评估 .....	43
工作表 4	项目预算制定.....	15	工作表 20	最佳、预期以及最差估计 的时间计划的完成 .....	48
工作表 5	项目输出的度量.....	15	工作表 21	项目周期的统计分析 .....	50
工作表 6	财务收益机会估计.....	17	工作表 22	通过活动周期估计成本 .....	56
工作表 7	项目改进的满意度度量.....	18	工作表 23	成本优化表的结果 .....	56
工作表 8	人力资源评估.....	21	工作表 24	成本优化的图形分析 .....	57
工作表 9	项目资源策划.....	22	工作表 25	资源调配 .....	58
工作表 10	项目逾期的不利后果.....	26	工作表 26	风险事件分级 .....	63
工作表 11	主要的里程碑和完成时间 .....	27	工作表 27	新的改进机会 .....	64
工作表 12	历史研究汇总.....	28	工作表 28	风险应对计划 .....	65
工作表 13	项目约束条件分析.....	29	工作表 29	质量计划 .....	66
工作表 14	活动从属表.....	30	工作表 30	项目预算报告和报告频率 .....	70
工作表 15	活动周期预测.....	32			
工作表 16	项目甘特表/里程碑表模板.....	35			

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

工作表 31	活动状态管理报告.....	72	工作表 52	水平对比第一步：对比的 基准是什么 .....	122
工作表 32	变化控制信息.....	75	工作表 53	水平对比第二步：确定 用来对比的公司 .....	123
工作表 33	受控文件列表.....	76	工作表 54	水平对比第三步：确定 数据收集方案 .....	123
工作表 34	通用流程图图标.....	78	工作表 55	水平对比第四步：收集 对比数据 .....	124
工作表 35	不希望产生的后果.....	80	工作表 56	水平对比第五步：确定 现有过程表现的差距 .....	124
工作表 36	FMEA 分析表.....	86	工作表 57	水平对比第六步：识别 导致差距的原因 .....	124
工作表 37	CTQ 特性.....	88	工作表 58	水平对比第七步：估计 过程的未来表现水平 .....	125
工作表 38	CTS 和 CTC 特性.....	88	工作表 59	水平对比第八步：建立目标 并获得股东同意 .....	125
工作表 39	其他关键因素和度量指标.....	90	工作表 60	未来状态流程图常用图标 .....	125
工作表 40	与企业战略目标的联系.....	91	工作表 61	未来过程改进的评估 .....	127
工作表 41	量具重复性和再现性 (R&R) 研究结果.....	94	工作表 62	项目交付接受报告 .....	131
工作表 42	属性检验系统分析结果.....	95	工作表 63	控制 FMEA 工作表 .....	134
工作表 43	检验员测得的属性数据结果.....	95	工作表 64	附加的过程变化控制方法 .....	138
工作表 44	信息来源目录.....	98	工作表 65	项目评估概要 .....	174
工作表 45	基于 DDA/EDA 结论进行 深入研究.....	102	工作表 66	问题列表 .....	180
工作表 46	过程审核检查单.....	103	工作表 67	滚动产出率工作表 .....	204
工作表 47	关键特性 (CT <sub>x</sub> ) 的实际 DPMO 和西格玛水平 .....	112			
工作表 48	过程能力水平.....	113			
工作表 49	滚动产出率 (RTY) 分析.....	114			
工作表 50	过程表现的优化水平.....	120			
工作表 51	优化的滚动产出率.....	121			





# 第 1 章 策 划

## 1.1 制定项目特许任务书

### 1.1.1 项目特许任务书<sup>1</sup>

针对每一个六西格玛项目及其次级项目，都应该制定一份项目特许任务书（有时也被称为项目实施范围陈述）。项目特许任务书的内容包括项目实施的理由、项目实施的主要内容陈述以及项目目标。项目特许任务书将成为未来项目决策的基础，包括决定项目以及次级项目的完成期限。项目特许任务书用来与股东进行意见交流，并通过项目实施范围内的管理来推动项目的实施。

### 1.1.2 项目特许任务书文件

项目特许任务书是由项目发起人起草的一份文件。项目特许任务书赋予项目团队某些权利，允许他们使用组织的资源来进行项目活动。工作表 1 是项目特许任务书的典型格式。之后的表 1 是对其中内容的说明。

---

1 正式项目计划的组成部分。



工作表 1 项目特许任务书陈述

项目名称/编号					
项目赞助组织					
项目赞助人	姓名:		电话:		
	办公地址:		邮政编码:		
项目黑带	姓名:		电话:		
	办公地址:		邮政编码:		
项目绿带	姓名:		电话:		
	办公地址:		邮政编码:		
项目团队成员 (姓名)	职位/角色	联系电话	办公地址	邮政编码	
主要股东	职位/角色	联系电话	办公地址	邮政编码	
任务书批准时间:	项目启动时间:		目标完成时间:		
修订: N/C	版本编号: 0		日期:		
	赞助人批准签名:				



续表

项目名称/编号
项目任务陈述
问题陈述
项目范围
项目收益
项目改进的产品或服务（项目的输出）
项目需要的资源

表 1 项目特许任务书内容说明

项目内容	说 明
项目名称/编号	输入项目名称。如果您的组织有一套完整的项目编号体系，则还需输入本项目的编号

# 六西格玛

## 项目管理与实施表格

续表

项目内容	说 明
项目赞助组织	输入与项目有直接关联的组织名称，它是指所有因项目改进而发生过程改变的组织。项目的实施必须得到这些组织的同意和支持
项目赞助人	项目赞助人是过程的拥有者或生产线的管理者，他能够为项目提供和调配资源
项目黑带	输入负责项目的六西格玛黑带的姓名和联系方式。如果项目是由一组黑带团队来实施，输入团队领导者的姓名
项目绿带	输入项目绿带领导者的名称和联系方式，一般而言绿带的工作领域受到项目的直接影响
项目团队成员	输入团队核心成员的姓名和联系方式
主要股东	输入主要股东的姓名和联系方式。主要股东不同于赞助人，是指对项目的改进结果有直接兴趣的人，例如顾客、供应商、部门经理、监督者、负责的管理层以及工会领导等
任务书批准日期	输入赞助人接受并签字同意项目任务书的时间
项目启动日期	输入项目计划开始的时间。当实际的启动时间获知后，对其更新
目标完成日期	输入项目目标预期完成的时间
修订	输入项目特许任务书的修订信息
赞助人批准签字	获得赞助人的签名批准。在此之前，赞助人应将有关项目的交流和讨论安排到自己的工作日程中



续表

项目名称/编号	因为项目特许任务书是一份包含两页的文件，所以项目的名称和编号信息需要再次输入
项目任务陈述	使用清晰、简练的文字来阐述对于组织或顾客而言，项目将完成或实现什么结果？项目任务陈述必须得到项目团队的所有成员以及赞助人的一致同意
问题陈述	描述当前遇到的问题。为什么需要实施项目？
项目范围	界定项目范围。项目涉及什么部门？与什么部门无关联？
项目收益	说明为什么问题陈述中描述的现象需要解决？项目将给顾客或组织带来怎样的利益或好处？项目对质量、周期、成本、顾客满意度或组织竞争力有怎样的推动作用？
项目改进的产品或服务（项目的输出）	明确地说，就是项目创造了什么？例如，增加销售量、减少维修费用、降低成本、缩短周期等
项目需要的资源	列出实施项目所需的必要资源。例如：原材料、工作的时间、加班的费用、操作的人员等

## 1.2 实施可行性分析

### 1.2.1 这是一个正确的项目吗

在花大力气去解决一个生产或经营的问题之前，首先要确定您想解决的确实是一个问题，而非一个故障现象。您试图去消除的“缺陷”确实是顾客关心的吗？设计要求真的是必要的吗？或工程上可以放宽设计要求吗？产品性能标准真的是一个关键的指标，还是任意要求的？我们需要进行一个项目确认分析，按照下面的内容来描述您的发现。建议使用的方法包括：相关关系图表、因果图。

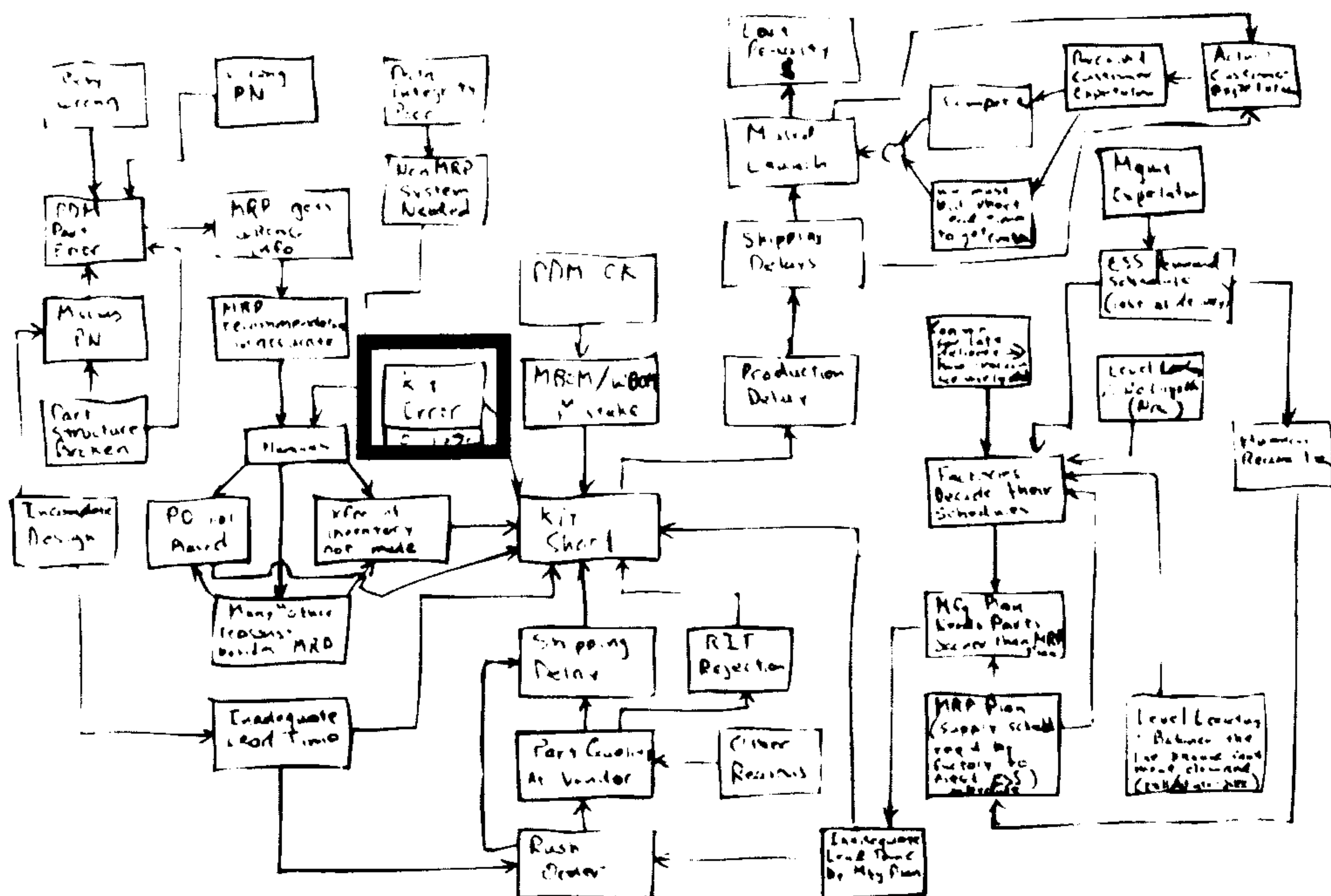


图4 项目确认分析示例

注意：在这个真实的案例中，最初提议的六西格玛项目是标有“组装错误”的方框，在图中是用粗实线框住的部分。真正的问题却是零件传递到组装过程时，存在遗漏问题<sup>1</sup>，显示为标有“组件短缺”的方框。这个目确认分析示例显示了组装错误仅占零件传递不完整或传递错误的一个很小的比例。为了解决这个问题的根本原因，必须要通过几个六西格玛项目来解决。

1 这是项目特许任务书中问题陈述的内容。这个项目要解决的问题是“由于组装的不完整，导致产品出货的延误”。



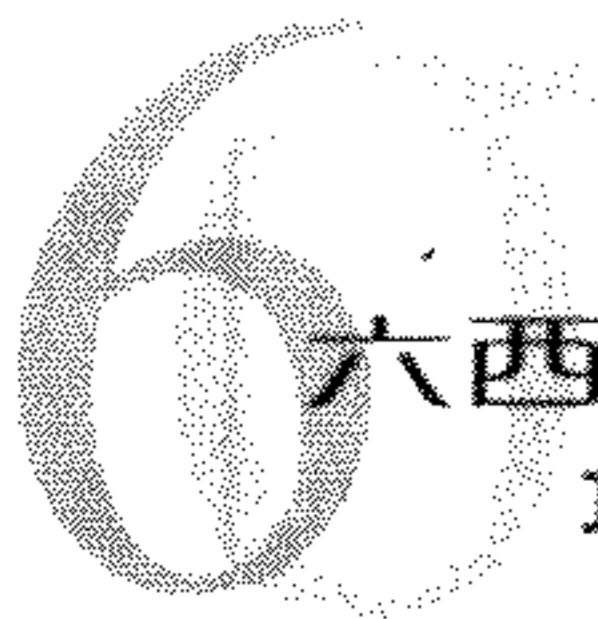
### 1.2.2 可行性分析总结

对于六西格玛黑带而言，当您找到一个正确的项目，该项目能够解决有重大影响的问题，此时您应该毫不犹豫地去实施它吗？在您开始具体的项目策划之前，应该花些时间来评估该项目成功的几率有多高。六西格玛项目的评估既是一门艺术也是一门科学。它对于六西格玛以及黑带个人的成功是非常关键的。许多六西格玛项目的失败，其主要原因就在于黑带没有仔细挑选适合的项目。如果项目的选择过于草率、松散，则整个六西格玛的努力也将无功而返。

可行性分析既包含了定性的分析，也是定量的分析。它通过对项目各项指标进行评分并计算整个项目的得分来进行定量的分析。同时可行性分析对于评分标准的选定又是定性和主观的，因为它需要对各项内容的评定进行解释并判断项目成功的概率、实施成本以及团队责任等。对于项目严密的评估将帮助您对项目做出更准确的判断。

评估的数字（权重、分数、可接受的项目时间以及资金节省等）是基于我们的工作经验和与专家探讨得出的个人判断。当您相信这些数字是合理时，您就可以放心地对各项指标进行评估。每项指标的得分范围从 0 到 9，各项权重的总和等于 1.00，因此对于一个项目而言，最高的加权分数可能是 9。通过将每项得分除以 9，再乘以 100，就可以将其转化为百分比。例如，得分为 9，它的百分比转化值为 100%，得分为 7.2 的百分比为 80%。

六西格玛推进部门或过程优化组织可以将各个备选项目的评估表汇总到一起。根据各个项目的总分，将其按照从高到低的顺序进行排列，从中选择优先实施的项目。每一位黑带或绿带可能都有类似的项目汇总，他们同样可以按照上述的方法来挑选项目。（见工作表 2 及工作表 3）



工作表 2 六西格玛项目评估

项目名称:	项目编号:
项目黑带:	项目黑带大师:
项目加权得分:	评估时间:

标 准	得 分	权 重	加权分数 <sup>1</sup>
1 赞助人		0.23	
2 利益相关方 (说明主要的受益者)	总的受益得分 <div></div>	0.19	
<input type="checkbox"/> 2.1 外部顾客:			
<input type="checkbox"/> 2.2 股东:			
<input type="checkbox"/> 2.3 员工或内部顾客:			
<input type="checkbox"/> 2.4 其他 (如, 供应商、环境):			
3 资源的获得 (除团队外)		0.16	
4 黑带工作评分		0.12	
5 项目输出成效		0.09	
6 项目完成时间		0.09	
7 团队		0.07	
8 项目特许任务书		0.03	
9 六西格玛方法的评估		0.02	
总分 (各项加权分数的总和)		1.00	

注: 在项目获得批准之前, 任何得分为 0 的指标都必须注意。

1 加权分数=项目各项指标的得分×各项权重。



工作表 3 六西格玛项目评估指南

1. 赞助人

分 数	说 明
9	确定直接赞助人，责任明确，提前做好时间安排和计划
3	确定直接赞助人，责任明确，有时间安排但没有具体的计划
1	赞助人同意项目特许任务书的陈述
0	没有确定直接赞助人，或赞助人不同意项目特许任务书的陈述

2. 股东利益<sup>1</sup>

“对于一个主要的股东而言，项目具有切实、可见的收益。”

(1) 股东：外部顾客

a. 顾客满意度

分 数	说 明
9	整体顾客满意度或忠诚度的提高是切实的，并具有统计意义
3	主要顾客满意度的提高是切实的，并具有统计意义
1	顾客满意度的某个方面得到了提高，并具有统计意义
0	顾客满意度的增长不明显或没有增长

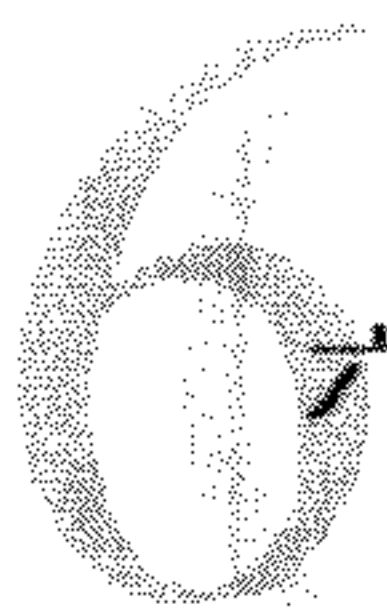
b. 质量改进（CTQ<sup>2</sup>）

分 数	说 明
9	关键质量特性（CTQ）有 10 倍甚至更多的改进

1 几种股东利益的分类在第 2 部分有所说明。其中至少要有一种股东利益得到满足。针对每一种股东利益进行评分。再使用您的判断来确定项目的总体利益得分。

2 关键质量特性，即 Critical To Quality 缩写为，CTQ。





续表

分 数	说 明
5	关键质量特性 (CTQ) 有 5 到 10 倍的改进
3	关键质量特性 (CTQ) 有 2 到 5 倍的改进
1	关键质量特性具有统计意义上的改进, 但改进幅度小于 2 倍
0	项目对于关键质量特性的改进成效不明确或模糊

## (2) 股东: 股票持有人

## a. 财政收益

分 数	说 明
9	实际的净收益 (预算或竞标模式改变) 大于 50 万美元。丰厚的投资回报率 <sup>1</sup>
5	实际的净收益在 15 万到 50 万美元之间。丰厚的投资回报率
3	实际的净收益在 5 万到 15 万美元之间, 或成本降低 50 万美元。不错的投资回报率
1	实际的净收益至少有 5 万美元, 或成本降低在 15 万到 50 万美元之间。 可接受的投资回报率
0	项目获得财政收益, 但节余少于 5 万美元, 成本降低少于 15 万美元, 或没有明显的财政收益

## b. 周期时间降低

分 数	说 明
9	周期时间降低使收益、竞标模式或预算的改善超过 50 万美元。丰厚的投资回报率
5	周期时间降低使收益、竞标模式或预算的改善在 15 万到 50 万美元。丰厚的投资回报率

1 投资回报率, Return On Investment, 缩写为 ROI。



续表

分 数	说 明
3	周期时间降低使收益、竞标模式或预算的改善在 5 万到 15 万美元，或成本降低 50 万美元。不错的投资回报率
1	周期时间降低使成本降低在 15 万到 50 万美元。可接受的投资回报率
0	周期时间减少引起的节余少于 5 万美元，成本降低少于 15 万美元，或没有明显收益

## c. 收益增加

分 数	说 明
9	收益显著增加，丰厚的投资回报率
3	适度的收益增加，不错的投资回报率
1	可测量的收益增加，可接受的投资回报率
0	收益不明显，或项目对收益没有影响

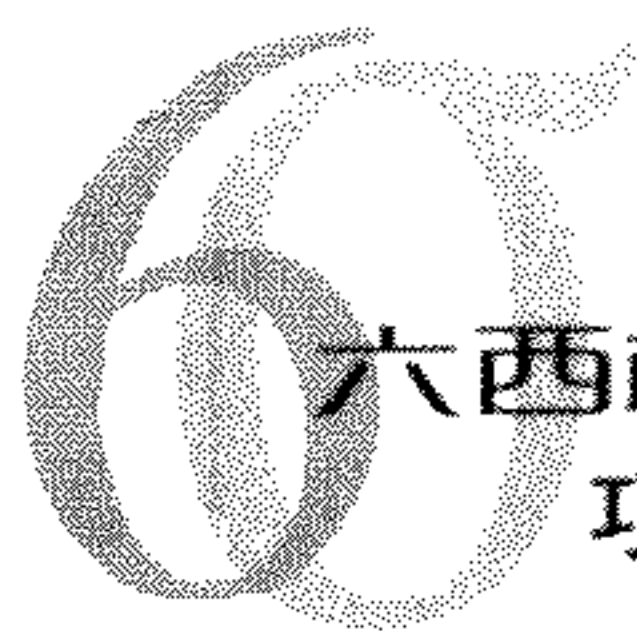
## (3) 股东：员工或内部顾客（员工满意度）

分 数	说 明
9	所有员工的满意度有实际且具统计显著性的提高
3	员工满意度的主要方面有实际且具统计显著性的提高
1	员工满意度的某个方面有实际且具统计显著性的提高
0	员工满意度的提高不明显，或项目对员工满意度没有影响

## (4) 股东：其他（收益）

分 数	说 明
9	收益丰厚





续表

分 数	说 明
5	不错的收益
3	适当的收益
1	可接受的收益
0	不明显或没有收益

3. 除团队外其他资源的使用

分 数	说 明
9	当有需要时，可以随时获得所需资源
3	对于所需的资源，使用受到限制或没有优先使用权
1	无法肯定获得所需资源
0	无法获得所需资源，或对资源的使用有极为严格的限制

4. 黑带工作评分

分 数	说 明
9	计划回报远远超出需要的回报
3	计划回报超出需要的回报
1	计划回报接近需要的回报
0	计划回报与需要的回报不相称

需要的回报可以按照以下方式进行计算：

(1) 项目的时间跨度（月）=\_\_\_\_\_

(2) 黑带所需时间长度的比例（0~1 之间的值）=\_\_\_\_\_

(3) 成功的概率（0~1 之间的值）=\_\_\_\_\_



需要<sup>1</sup>的回报 =  $\$83\,333 \times (1) \times (2) \div (3) = \$$ \_\_\_\_\_

计划回报: \$\_\_\_\_\_

### 5. 项目输出

分 数	说 明
9	完整定义了项目是创建新的过程、产品或服务还是对原有过程进行改善
3	定义了项目是创新还是改进
0	没有什么项目输出或输出定义错误——例如, 仅是一个工具或方法, 如一张流程图

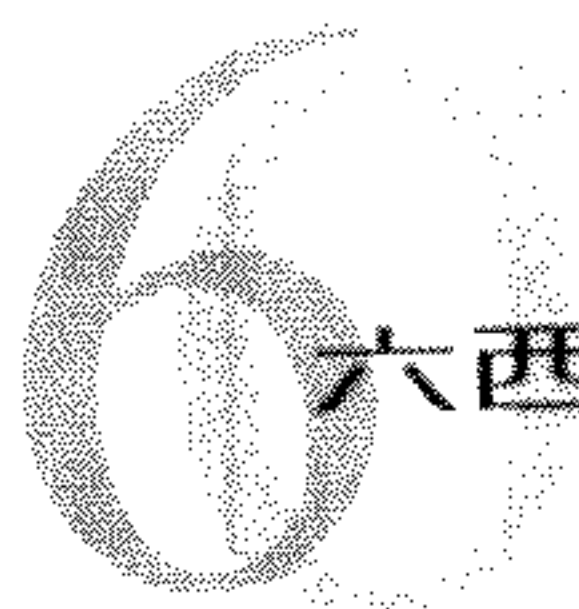
### 6. 项目完成时间

分 数	说 明
9	项目在 3 个月内完成
3	项目在 3 到 6 个月内完成
1	项目在 7 到 12 个月内完成
0	项目超过 12 个月才能完成

### 7. 团队成员

分 数	说 明
9	吸收合适的团队成员, 确定时间安排和具体的计划表
3	吸收合适的团队成员, 确定时间安排但没有具体的计划表
1	吸收合适的团队成员
0	没有招收团队成员或无法获得团队成员

<sup>1</sup> 基于预期的黑带收益 100 万美元/年。



## 8. 项目特许任务书

分 数	说 明
9	项目特许任务书的所有要素都完成并得到接受，项目与输出之间联系清楚
3	项目特许任务书获得认可，只需进行小的修改
0	项目特许任务书需要进行大量的修改

## 9. 六西格玛方法评估（DMAIC 或类似的方法）

分 数	说 明
9	项目必需的六西格玛方法。需要黑带/绿带的相关技能
3	六西格玛方法对项目实施有帮助，但不是必需的。可能需要黑带/绿带的技能
0	不需要使用六西格玛方法。不需要黑带/绿带的专业技能

# 1.3 项目计划

## 1.3.1 项目度量

您已经了解了项目的顾客是谁，顾客期待的项目交付成果是什么。现在您必须准确地决定如何度量项目的进展情况。

### 1. 项目的总预算指的是什么

项目必然消耗资源。为了准确度量项目的成功，您必须详细了解资源的使用情况。项目的总预算为项目允许消耗的资源设定了一个上限。准确估算或获知这个上限值，对于资源使用的规划是十分关键的。（见工作表 4）



工作表 4 项目预算制定

预算条款	估计预算费用	费用账目	批准
团队会议			
团队成员的时间			
合同工作			
材料			

## 2. 如何度量项目的成功

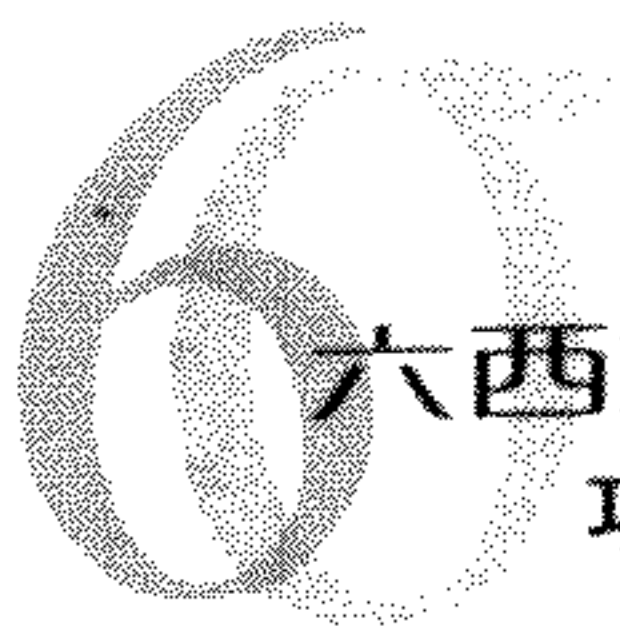
对于每个项目的交付成果，您应该有一个或更多的度量标准。（见工作表 5）

- 应挑选适合的度量标准，以保证项目始终朝着目标方向发展。
- 度量标准应能够快速发现项目的偏移，以便采取更正措施来减少损失。
- 度量标准的选取应以顾客或赞助人的需求为基础。

工作表 5 项目输出的度量

项目的输出	确认的度量标准	度量的频次





### 3. 项目财务收益准确评估

在之前的初期策划中，已经对收益进行了初步的估计。然而随着团队获得更多的数据，可以对收益进行更精确的估计。

只要可能，“特性”都应该使用管理的语言来表达：金钱。关于收益不需要精确到分、角，一个大致的估计已经足够。建议财务和会计部门开展相应的收益估计，无论如何，至少要求财务和会计部门接受收益的估计。这个收益估计将被用来计算项目的投资回报率。

作为一般的准则，收益估计通常较为保守。他们一般不将无法看见或计算的部分计入收益中，如员工士气的提高或顾客满意度的增加。计算收益的方法通常是考虑当前过程的成本，并将其与改进后的过程的运行成本进行比较。您可以计算单个错误或问题的成本，再估计错误或问题的数目，将两者相乘得到收益机会。这是通过比较项目的成本和周期来确定投资回报率（ROI）。

#### 示例：不完整或不准确的顾客数据的成本

六西格玛项目希望改进某呼叫中心的顾客数据库的数据质量。无论何时，当顾客打进电话，客户代表可以在数据库中找到顾客的有关记录，确认相关的信息。在本例中，估计在数据库中大概有 11% 的记录是不准确的，需要客户代表引起注意。只考虑直接的成本（劳动力），估计的收益机会如表 2 及工作表 6 计算。

表 2 成本—收益机会计算

顾客打入电话的数目/年	1 300 000 个
更正数据库的平均用时	30 秒
每分钟的成本	\$1.75



续表

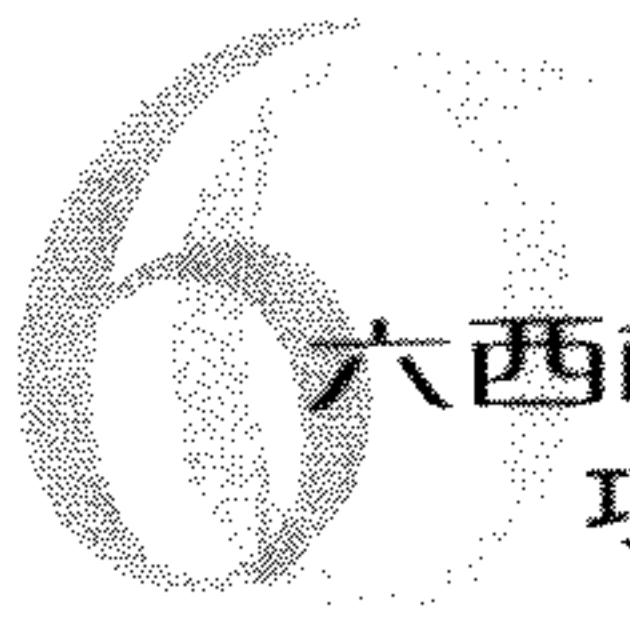
机会大小	$\$1.75 \times 0.5 \times 1\,300\,000 \times 0.11 = \$125\,125$
项目的估计成本	\$25 000。没有额外的操作费用
预计的改进成果	降低 90%的错误率，约有 1.1%的不准确记录
节省费用	$\$125\,125 - \$12\,512.5 = 112\,612.5$
项目周期	4 个月
第一年的投资回报率	$3 \times (\$112\,612.5 / \$25\,000) \times 100 = 1\,351\%$

工作表 6 财务收益机会估计

错误或问题	现在的成本	改进后的成本	节省资金	财务审核
全部				
项目投资回报率				
财务审核				

4. 如何监控对项目进展的满意程度

六西格玛项目对项目涉及的人员有重大的影响。因此对所有利益相关群体的想法进行定期了解以确保项目满足他们的期望，不会引起混乱。黑带应该选择合适的方法来获得上述的信息，分析这些信息，在必要时采取相应的活动。数据的收集应



是正式的并记录在案，仅依赖“内心的感受”是远远不够的。（见工作表 7）

工作表 7 项目改进的满意度度量

股东类型	度量标准	监控方法	频 次	责 任
顾客				
赞助人				
过程涉及的人员				
团队成员				
团队成员主管人				

监控的方法<sup>1</sup>：

- 私人的交流
- 焦点群体
- 调查
- 会议
- 意见卡
- 其他

1 见《六西格玛手册》( Six Sigma Handbook )，第 3 章。



## 5. 确定项目实施所需的人力资源<sup>1</sup>

现在我们需要确定项目完成所需的基本策略，如表 3 中的总结。

表 3 实现项目目标的策略

现有过程状况	采取措施	项目策略
如果操作得当，过程可以满足项目目标要求	不需要额外的措施，但要确保过程可以稳定保持并按已有的程序进行操作	<b>规则策略：</b>  建立体系来确保维持过程稳定、文件完备、员工培训以及过程控制和监督
过程可以满足项目目标要求，但由于异常因素的影响导致过程无法达到目标	识别和消除过程中的异常因素	<b>控制策略：</b>  向过程操作人员提供 SPC 培训、建立行动计划来应对过程失控的问题、发展改进计划来识别和消除异常因素
如果我们对过程实施优化，它就可以满足目标要求	按照试验设计（DOE）确定的优化方案来操作过程	<b>优化策略：</b>  按照 DOE 确定的方案，准备计划进行体系优化和过程设置
即使过程处于最佳状况，仍无法满足目标要求，需要突破性的改进来提高过程能力	需要设计新的过程	<b>突破策略：</b>  设计全新体系满足目标要求 利用水平对比的结论

在确定了项目采取的策略后，我们需要对项目团队成员重新评估。复查工作表 1（第 2 页）来判断现有团队是否可以依靠他们的知识、技能、能力以及个人的性格

<sup>1</sup> 正式项目计划的组成部分。

特点（KSAP）来成功实施项目策略。

以下是项目团队成员的评估指南。

- 他们是否拥有所需的各种素质（KSAP）或证明？
- 他们是否愿意进行六西格玛项目？
- 他们是否有足够的时间来完成项目？

——了解他们的日常工作安排，规划项目的时间计划。

- 他们的上级主管是否允许他们参加六西格玛项目？
- 他们的角色是什么？

——赞助人、团队成员、指导者、过程操作者、过程供应商、顾客、有利益关系的第三方。

以上所有项目可以归纳为工作表 8。

## 6. 确定项目所需的其他资源<sup>1</sup>

考虑以下的资源：

- 资源的使用时间计划
- 需要的设备
- 过程使用时间
- 材料
- 工具和模具
- 工程原型
- 试验室测试
- 量具

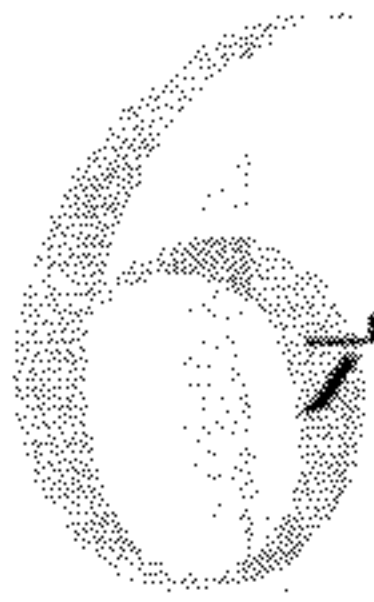
---

<sup>1</sup> 正式项目计划的组成部分。



工作表 8 人力资源评估

		KSAPs	能动性	可用性	是否允许?
项目团队成员的角色	核心成员				
	赞助人				
	指导者				
	过程操作者				
	过程供应商				
	过程的顾客				
	其他角色（详细说明）				



- 测量设备
- 办公空间、地点选择以及其他设施需求
- 家具设备
- 管道、线路等
- 通风和其他环境需求
- 特殊的储存需求
- 办公环境清洁
- 安全设备
- 升降机、卡车以及其他运输工具
- 企业或历史数据的获得
- 特殊的计算机要求（例如，工作站、大型机）
- 特殊的软件要求（例如，仿真模拟软件、CAD）
- 资源从何而来？
- 使用资源需要得到谁的批准？
- 特殊的需求（例如，证明文件、安全问题等）

以上所有资源及问题皆可归纳为工作表 9。

工作表 9 项目资源策划

需要的资源	资源的拥有者	资源的可用性	问 题



### 1.3.2 项目活动分解

项目活动分解（Work Breakdown Structure，简称 WBS）的开展需要定义项目的最终和中间产品以及它们之间的相互关系。对于项目活动的界定是非常复杂的。它是通过将一系列的环节进行分解来实现的。例如，一项开发一种 SPC 软件应用程序的软件项目可以将顾客需求分解为非常具体的技术要求。软件可以生成均值控制图是顾客的需求，它可以分解为具体的技术要求，诸如计算样本均值和极差、在控制图上标出数据点、绘制控制限等不同的子程序，再将其进行集成。例如，联结不同的程序模块，生成一张均值控制图并显示在电脑屏幕上。

#### 1. 绘制 WBS

项目赞助人期待的项目交付成果在初期的项目特许任务书（工作表 1）已经有了定义。项目输出的度量已经在工作表 5 中给出。对于大多数的六西格玛项目而言，项目的输出是非常复杂的，以致我们很难对其进行管理。只有将其进行分解，我们才可以对每一项输出进行准确的成本和周期估计。WBS 就是一种将项目输出分解为便于管理的部分或将项目输出分解为若干个次级产品的流程方法。它的制作方法如图 5。

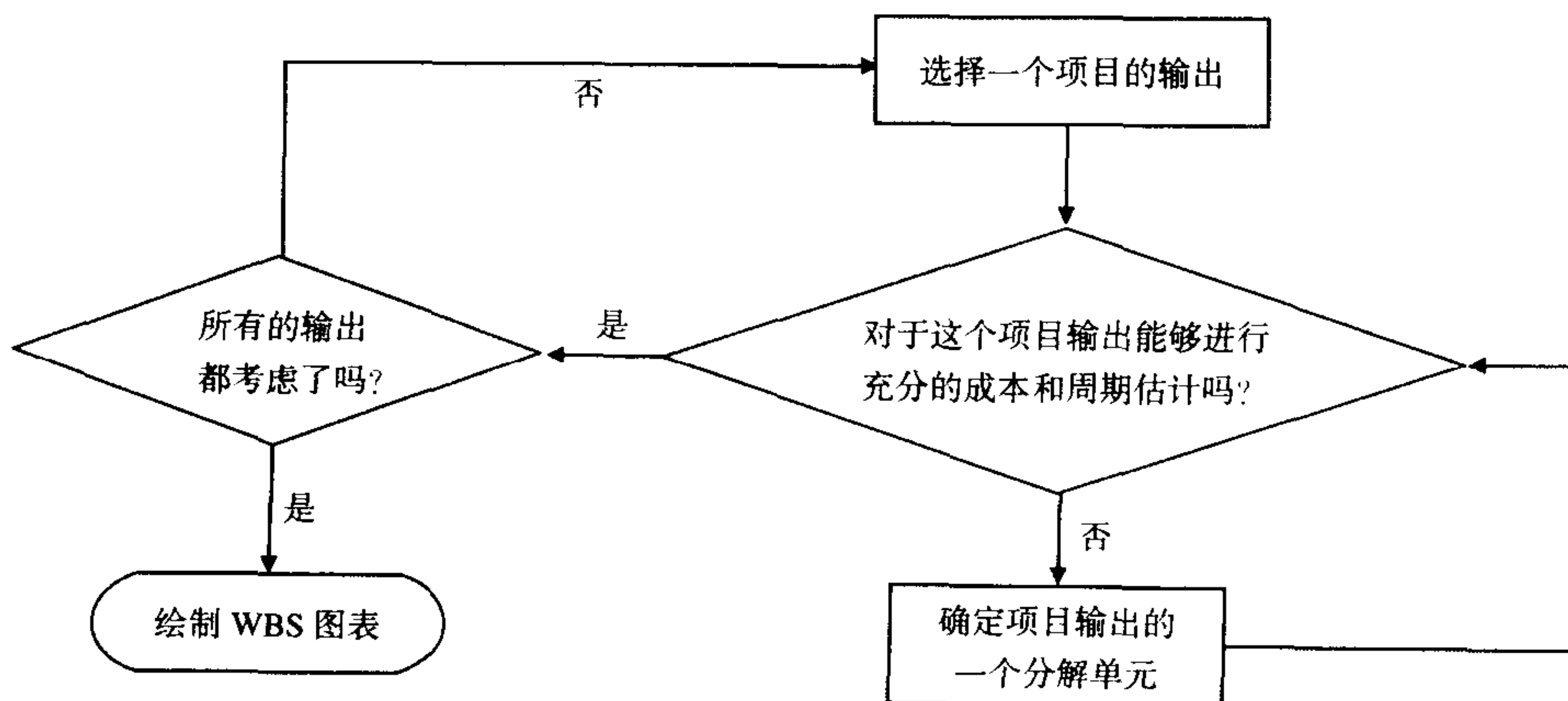
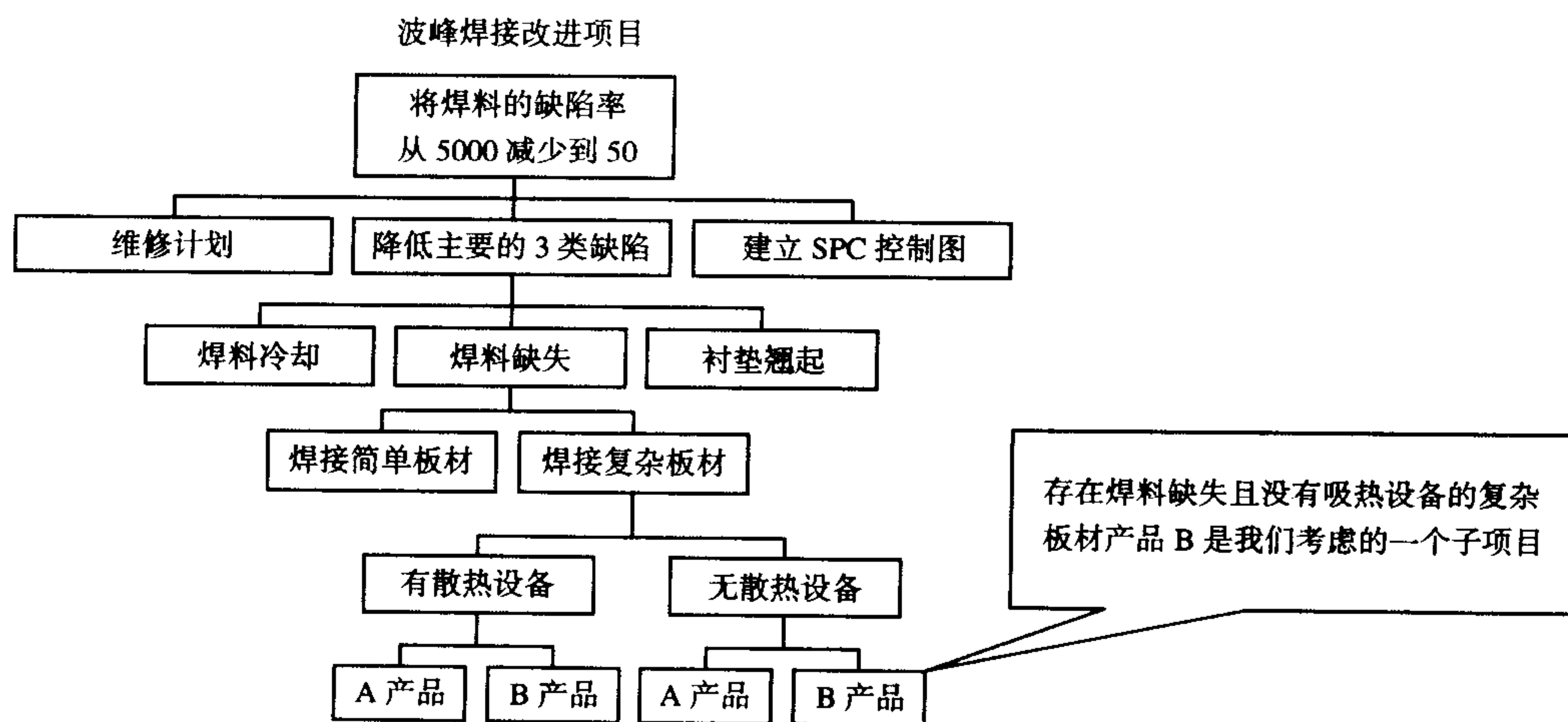


图 5 WBS 流程图

为方便说明，在图 6 中没有显示 WBS 分析的所有结构分支。惟一一个完全展开的分支就是针对标有“焊料缺失”问题的复杂板材。对于一个真正的项目而言，我们需要将系统层面的 WBS 分析与具体操作层面的 WBS 分析有机地联系起来。通常系统层面的 WBS 分析使用标有字母或数字的圆圈来代表操作层面的 WBS 表。WBS 分析流程应一直对项目进行分解，直到团队可以清楚地了解预算、制定实施计划和安排活动。在操作层面上，项目已经被分解为若干个“小”问题。WBS 分析的基本理念就是将一个大的议题分解为几个小的项目加以考虑。在这个案例中，当焊料缺陷问题分解到具体的某一类焊料问题时，团队（包括设计工程师以及生产技术人员）的 WBS 分析宣告结束。



您可能注意到，WBS 图表与一个组织结构图有所类似。实际上，WBS 的构建理念与一个组织的构建是相同的，都是将工作进行分解。一般而言，一个组织要完成的工作对于某个单一职能部门来说，是过于复杂，因此我们按照合理的安排来将工作进行划分。这种工作原理同样适用于 WBS 分析。您可以利用这种基本原理来构



建 WBS。例如，微软公司的 Word 软件提供了绘制组织结构图的工具，它同样适用于 WBS 图表的绘制。

2. 整合和测试<sup>1</sup>

只有在详细的项目策划完成之后，对于项目的整体考虑才能更加完整和周详。尽管 WBS 可以将一个大的项目分解为若干个小的项目，这种方式被称为分解过程。但有时，我们需要将分解后的子项目（或子产品或子流程）进行重新整合，以便对项目做整体的系统测试。

整合和测试计划的基础是整合计划，它是项目输出表（参阅工作表 5 项目输出度量）以及 WBS 的汇总。这些文件告诉我们项目的输出是什么，它们如何被分解，以及项目的赞助人如何判断项目的成功与否。

1.3.3 项目时间进度安排<sup>2</sup>

1. 项目截止日期

- 项目的最后期限是什么？

<div>项目截止日期</div> <div>(从项目特许任务书中获得 工作表 1)</div>	
--	--

- 项目到期无法完成的后果是什么？诸如市场份额的降低、合同到期赔偿、罚金或收益损失等。（见工作表 10）

1 正式项目计划的一部分。  
2 了解项目进度规划的方法，可以参阅“关键链项目管理”。

### 工作表 10 项目逾期的不利后果

[illegible]



工作表 11 主要的里程碑和完成时间

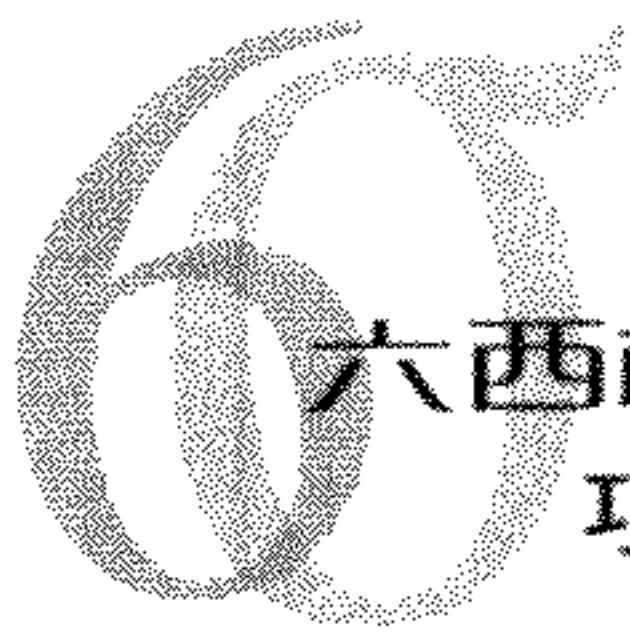
里 程 碑	目标完成时间

不要轻易接受最初的项目进度安排。在项目进度安排的准备工作中获得的信息可以用来对该项目进度的安排进行验证。关键的活动应该是项目改进的主要考虑重点。我们可以使用帕累托图<sup>1</sup>来确定项目中的关键活动，因为这些活动的实施更有可能获得整个项目的重大改进。我们同时还要考虑项目的成本，使用帕累托图将成本数据与时间数据综合进行考虑。请注意项目的最后截止日期只是我们可以接受的时间底线，而并非我们最想达到的时间期限。

2. 项目活动界定

在 WBS 完成后，我们需要列出一系列项目完成所需的活动。活动不会自己自动完成，我们还需要确定完成活动所必需的资源、时间和人力。我们将利用之前的工作成果来完成这部分工作。

1 《六西格玛手册》( Six Sigma Handbook )，第 8 章。



为了完成项目策划中这部分的分析，我们需要参考 WBS 和项目特许任务书（见 P<sub>2</sub> 工作表 1）。同时如果我们以前曾分析和实施过类似的项目或子项目，注意收集相关的历史信息。对于以前类似项目实施的信息，包括活动的界定、活动的周期、以及遭遇的问题等都应该有所回顾和了解，并使用工作表 12（历史研究汇总）来记录团队的发现。如果可以，我们还需要整理出类似项目涉及的活动，将其作为一个模板供我们参考。这些内容都应该放入策划书中作为辅助的信息。

工作表 12 历史研究汇总

类似的历史项目	项目实施体会和经验	问 题

约束条件——限制团队工作的不利因素——也需要得到确定。使用工作表 13 列出项目实施中会遇到的各种约束条件以及相应的解决措施。

我们要提防的一个常见问题就是项目范围溢出（scope creep）。当项目活动被确定后，要确保这些活动没有超出项目最初制定的活动范围，即我们常说的“范围漂移”（scope drift）的问题。它是指项目的关注点逐渐偏离了最初的项目特许任务书



规定的范围。由于项目活动属于项目实施的范畴，所以仔细回顾项目特许任务书（工作表 1）中有关项目范围的陈述来保证项目始终关注改进的对象和目标。

工作表 13 项目约束条件分析

约束条件	对项目的影晌	应对措施	问 题

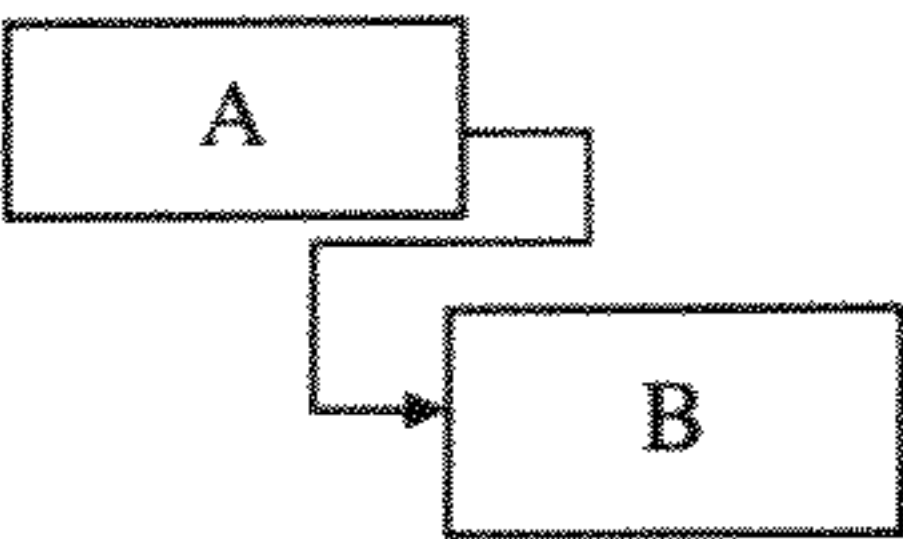
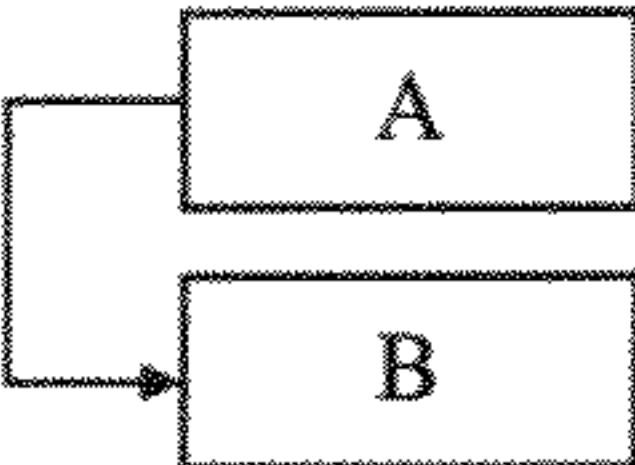
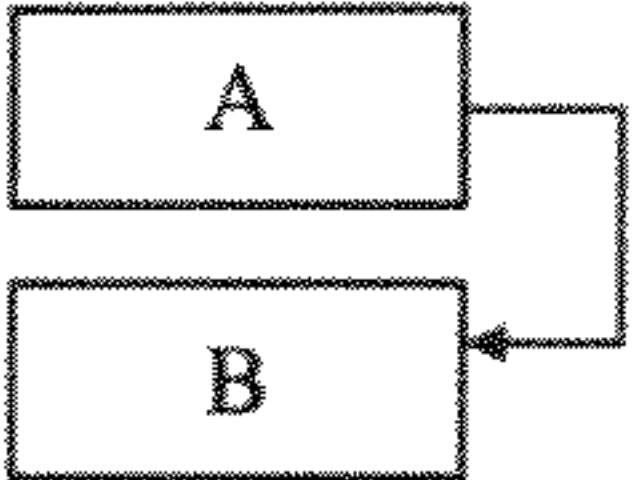
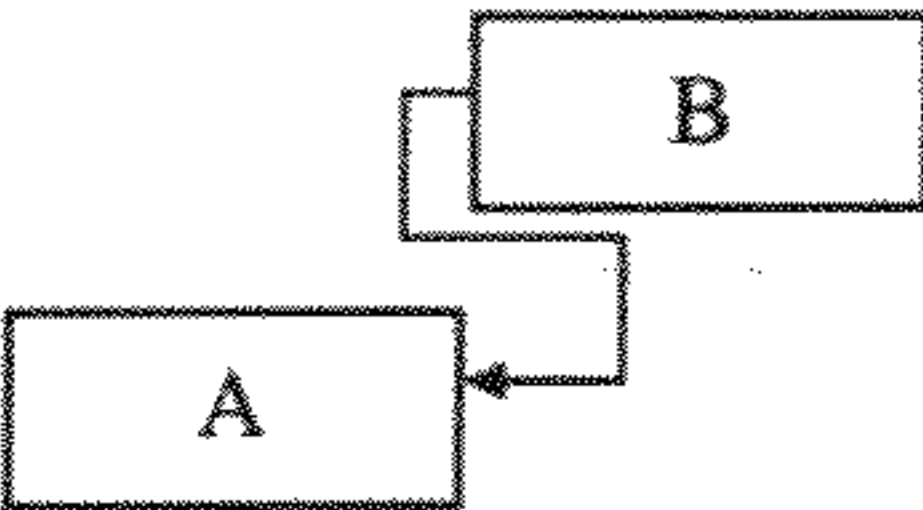
3. 活动的从属性

一些项目活动受到其他活动的影响：有时一个活动只有在另一个活动结束后才能开始。例如，假设我们考虑的项目是房屋建造，那么只有在地基浇筑完成后，我们才能铺设地板。而有些情况下，活动是同时展开的，它们之间是平行的关系。如当我们在装饰内墙或铺设屋顶时，同时也可以粉刷外墙。我们在制定项目计划和进度安排时要考虑项目活动之间的这种从属关系。

为准确安排项目活动的时间顺序，您必须考虑活动之间的从属类型。在表 4 中我们介绍了常见的活动从属类型，而工作表 14 提供了日常工作中记录各种活动的一种模式。



表 4 常见的活动从属类型

活动从属类型	示 例	描 述
完成——开始型 (FS)		A 活动结束后, B 活动才能开始
开始——开始型 (SS)		A 活动开始后, B 活动才能开始
完成——完成型 (FF)		A 活动结束后, B 活动才能结束
开始——完成型 (SF)		A 活动开始后, B 活动才能结束

工作表 14 活动从属表

活动	从属活动	从属类型	负责人	资源



4. 活动周期的估计

为制定项目活动的时间表，我们除了要了解活动之间的从属关系，还需要预测每一项活动花费的时间。通过活动的时间信息，管理人员可以规划整个企业的项目安排，项目经理可以分配资源，并针对不同的目的确定何时需要进行干预和介入。

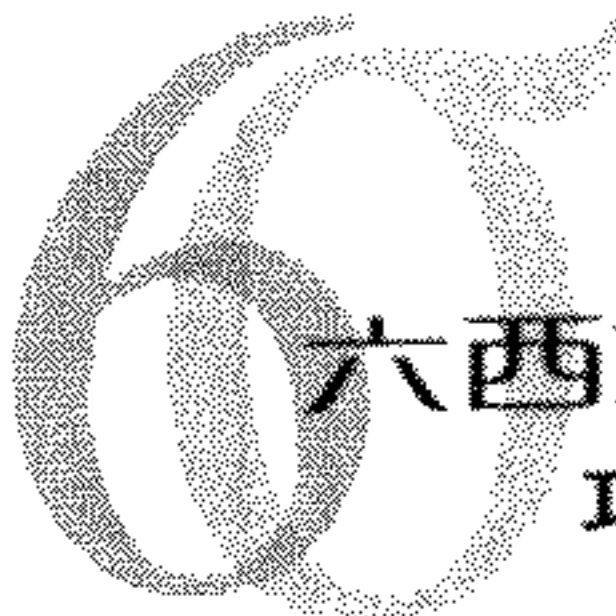
5. 周期预测指南

一般来说，我们很难清楚地了解活动的确切周期。一个给定的活动周期预测是考虑了活动实际完成的一个统计概率值。在大多数的传统项目中，一般是由活动实施的人员来估计活动的周期；这些人员通常在时间估计时会预留出一定的时间以应对那些项目实施中无法预知，但有可能发生的问题。在项目的进度安排和管理中，清楚了解这些预留时间的长短是非常有帮助的。因此，在估计六西格玛项目的活动周期时，我们一般给出三个时间预测：乐观估计、最大可能的周期时间和悲观估计（见工作表 15）。这些估计的定义如下所示：

- **乐观估计** 如果工作按照计划平稳的进行，没有延误或中断，活动完成所需的时间周期。
- **最大可能的周期时间** 如果我们假定某种典型的延误和中断问题发生，活动所需的时间周期。
- **悲观估计** 如果我们假定极端情况，多种延误和中断问题发生，活动所需的时间周期。

一般而言，活动周期的估计应由负责该项活动的人员提供。但假如该名人员并非六西格玛项目团队的成员，他还应了解项目团队的研究成果，这包括对于类似项目中的类似活动的周期研究。

注：在传统的项目管理中，项目团队经常会被问及任务的截止日期或完成时间。他们要负责保证项目在指定时间内完成，否则将为此受到一定的惩罚。由于这种不



利因素的存在，人们总是习惯提供悲观的周期估计。（您的选择呢？）在六西格玛的环境中，我们制定和管理项目时间表通常是基于最大可能的活动周期或加权平均的周期估计（解释如下）。这种选择就意味着项目无法按时完成的可能性增加。因此，尽管必须对项目时间加以管理，但必须学会接受项目无法在指定周期内完成的可能后果。从统计意义上说，如果活动的平均周期与预测周期十分接近，项目指定完成时间将会得到满足。

工作表 15 活动周期预测

WBS 活动 描述	人员预测 的周期	活动周期估计				问题
		(a) 乐观估计	(b) 最有可能	(c) 悲观估计	加权平均 <sup>1</sup>	

6. 甘特表（Gantt Charts）

甘特表是用来展示项目任务之间的关联，以及任务完成时间预测的一种方法。

1 加权平均=（a+4b+c）/6。



甘特表中的水平轴代表时间单位（天、星期、月份等），竖直轴代表需要完成的活动。甘特表中的矩形代表预测的活动起始时间和不同活动的实施周期。表 5 展现了一个简单的甘特表例，它可以通过手工进行绘制。甘特表有诸多类型，您可以按照自己项目的需要选择合适的甘特表。请注意甘特表中应该显示出各项活动的从属性。

表 5 项目计划的甘特表

活动	第一周	第二周	第三周	第四周
1				
2				
3				
4				
5				
6				

### 7. 里程碑表（Milestone Charts）

为提供一些额外的信息，甘特表需要经常进行变更。一个常见的变动如下图所示。里程碑标志（◆）代表的是一个事件（一个时间节点），而不是一项活动（一段时间间隔）。与活动不同，里程碑事件不耗费时间或资源。当甘特表中标识出里程碑事件时，我们通常将其称之为里程碑表。在下面的里程碑表（表 6）中，如果是未完成的活动，该单元格没有填满，而已完成的活动则填满整个单元格。

甘特表以及里程碑表都可以进行适当的改动来显示额外的信息，例如任务的负责人是谁，为何任务进度落后，制定的补救活动或已经采取的补救措施等。甘特表和里程碑表的最大优点是可以用清晰明了的方式来显示项目的大量信息。



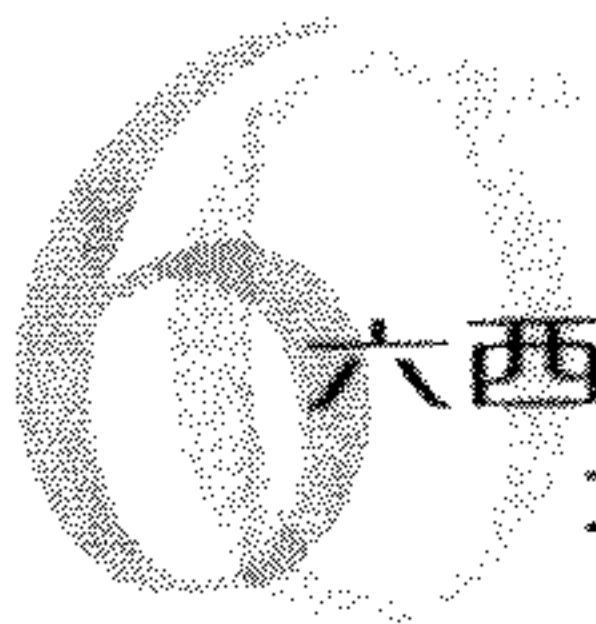


表 6 实际及计划的活动表现的甘特表/里程碑表

活 动	第一周	第二周	第三周	第四周
1 ( 100% )				
2 ( 50% )				
3 ( 50% )				
4 ( 里程碑 )				
5 ( 尚未启动 )				
6 ( 尚未启动 )				
7 ( 尚未启动 )				

### 8. 计算机生成甘特表

如果项目团队拥有项目管理的相关软件，可以使用软件来绘制甘特图和里程碑表。图 7 就是使用微软公司的项目 2000 软件（Microsoft Project 2000）绘制而成的。

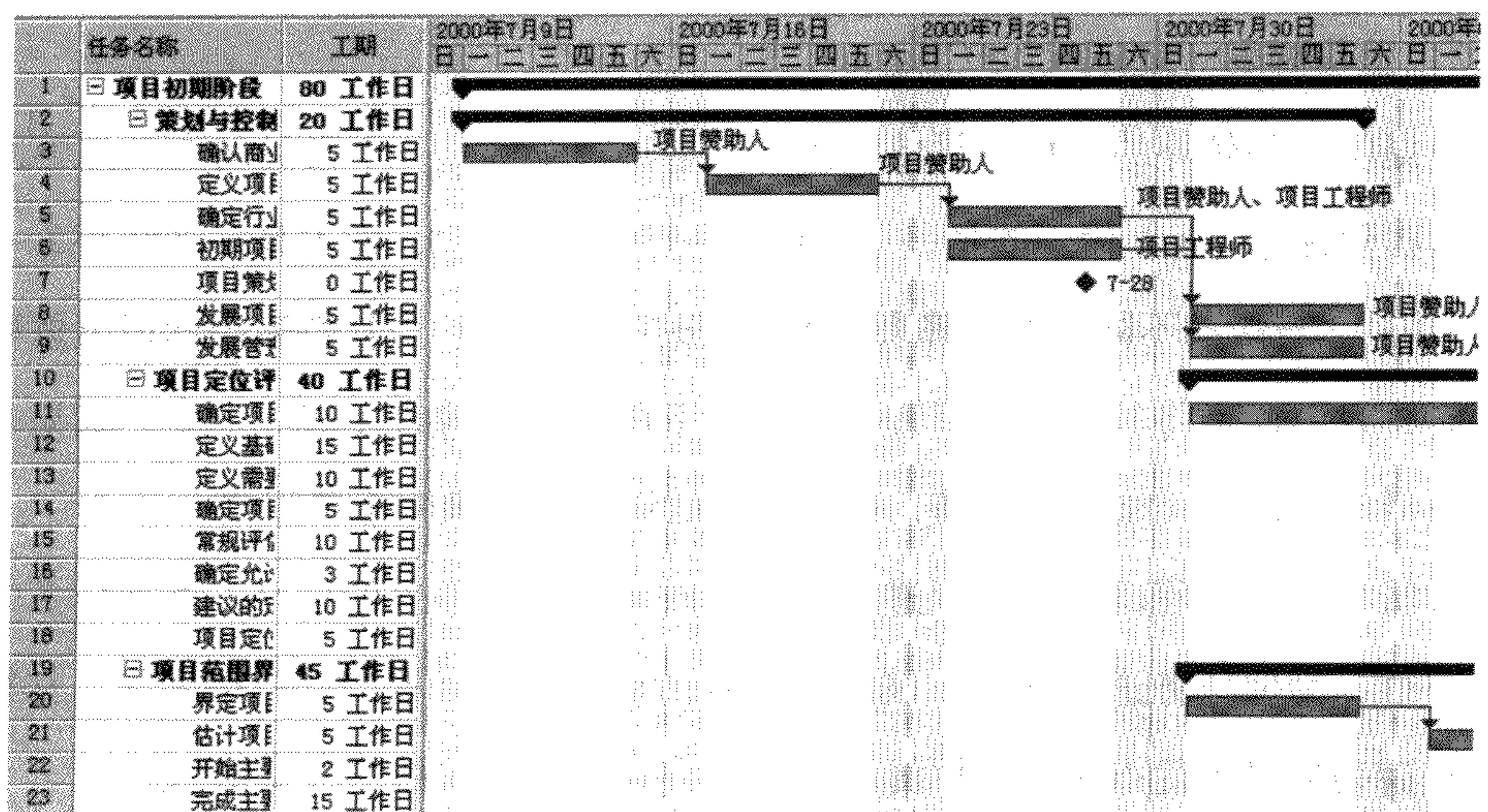


图 7 计算机生成甘特表/里程碑表示例



图中使用箭头显示不同活动的从属性。工作表 16 和 17 则分别提供了甘特表/里程碑表模板及手工绘制样式。但要提醒您注意的是，一张漂亮的图表并不是项目成功的必要条件。复杂项目获得成功的关键是绘制图表前的精心策划和实施！

工作表 16 项目甘特表/里程碑表模板<sup>1</sup>

项目名称		绘制人		绘制日期	
周期		备注			

活动	时间周期												
编号#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

1 表格处理及字处理软件也可以用来生成类似的图表。

六西格玛  
项目管理与实施表格

续表

13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

工作表 17 项目甘特表/里程碑表（手工绘制样式）

项目名称		绘制人		绘制日期	
工作周期		备注			



## 9. 网络图

项目的网络图展示了项目的逻辑关系以及项目的关键路径活动，例如，若这些活动没有按照计划完成，将导致整个项目的延误和逾期。

## 10. PERT-以及 CPM-类型的项目管理体系

尽管甘特表及其衍生的相关方法十分有效，但它们都有一个缺陷，就是只能提供有限的项目时间分析的能力。对于一个大规模的项目而言，成功的管理还需要更多的严格策划，时间进度安排以及协调大量的相互关联的活动。为达成这些目的，在 20 世纪 50 年代开始发展了一套基于网络结构和网络结构方法使用的分析程序。

在这些程序中最著名的是 PERT（程序评估与复查方法）以及 CPM（关键路径方法）。这两类方法通常都被认为是属于 PERT 类型的项目管理体系。PERT 与 CPM 之间最主要的区别在于：在 CPM 中最初对活动的时间预测假定是确定的，在 PERT 中对活动的时间预测假定是可能的。今天，PERT 与 CPM 实际已经组合成了一种方法，两者之间的差异也已经成为了历史。现代的项目管理中已经逐步倾向于使用 CPM 来代替 PERT。

CPM 体系用来：

- 帮助策划和控制项目
- 确定活动按期完成的可行性
- 识别项目中最有可能出现的瓶颈环节
- 评估项目需求或时间进度发生更改的影响
- 评估项目偏离进度计划带来的后果
- 评估项目资源转移以及重新配置额外资源带来的后果

CPM 项目进度安排是由四个基本阶段组成：策划、进度安排、改进和控制。



策划阶段的工作是将项目分解为若干个具体的活动。并对这些活动的时间周期进行估计，构建活动的网络图，在图中每一项活动使用一个箭头来表示。

项目进度安排阶段的工作的最终目的是构建一张时间图表，显示每一项活动的起始和完结的时间以及项目中各项活动之间的相互关系。在这个阶段，团队必须要确定项目中的关键活动，这些关键活动的按时完成才能保证整个项目不被延误。

提醒您注意的是，不要想当然地接受项目进度计划。在准备工作中获取的信息可以用来对该进度计划的合理性进行验证。那些通过分析证明是项目中的关键活动将是改进的主要考虑对象。帕累托图可以用来识别这些关键活动，它们最有可能对整个项目的完成时间带来重大的改进。同时我们还需要使用相关的活动成本数据对时间数据进行补充。通过使用帕累托图可以综合分析时间/成本信息。

CPM 项目管理中的最后一个阶段是项目控制。这个阶段的工作包括：使用网络图和时间图表来进行项目阶段性进展评估。CPM 网络图可以通过相关软件自动生成，也可以手工进行绘制。（见图 8，有关细节请参阅附录。）

图中的粗箭头线代表了房屋建筑项目中的关键路径。图 9 是使用软件生成的 CPM 网络图，图中的粗线代表关键路径活动和项目里程碑。

#### 1.3.4 资源的可用性

在项目策划的过程中，所有需要的资源必须得到确定、批准，并提供给团队。在前面的工作中，您已经了解了项目团队的成员，以及完成项目需要的设备和材料。在今天的企业活动中，对于一个项目的成员而言，他们很少能够不借助项目以外人员的帮助来完成项目。当您与组织中的其他部门或其他项目团队分享资源时，需要对资源进行周详的管理以确保您能及时获得所需资源。



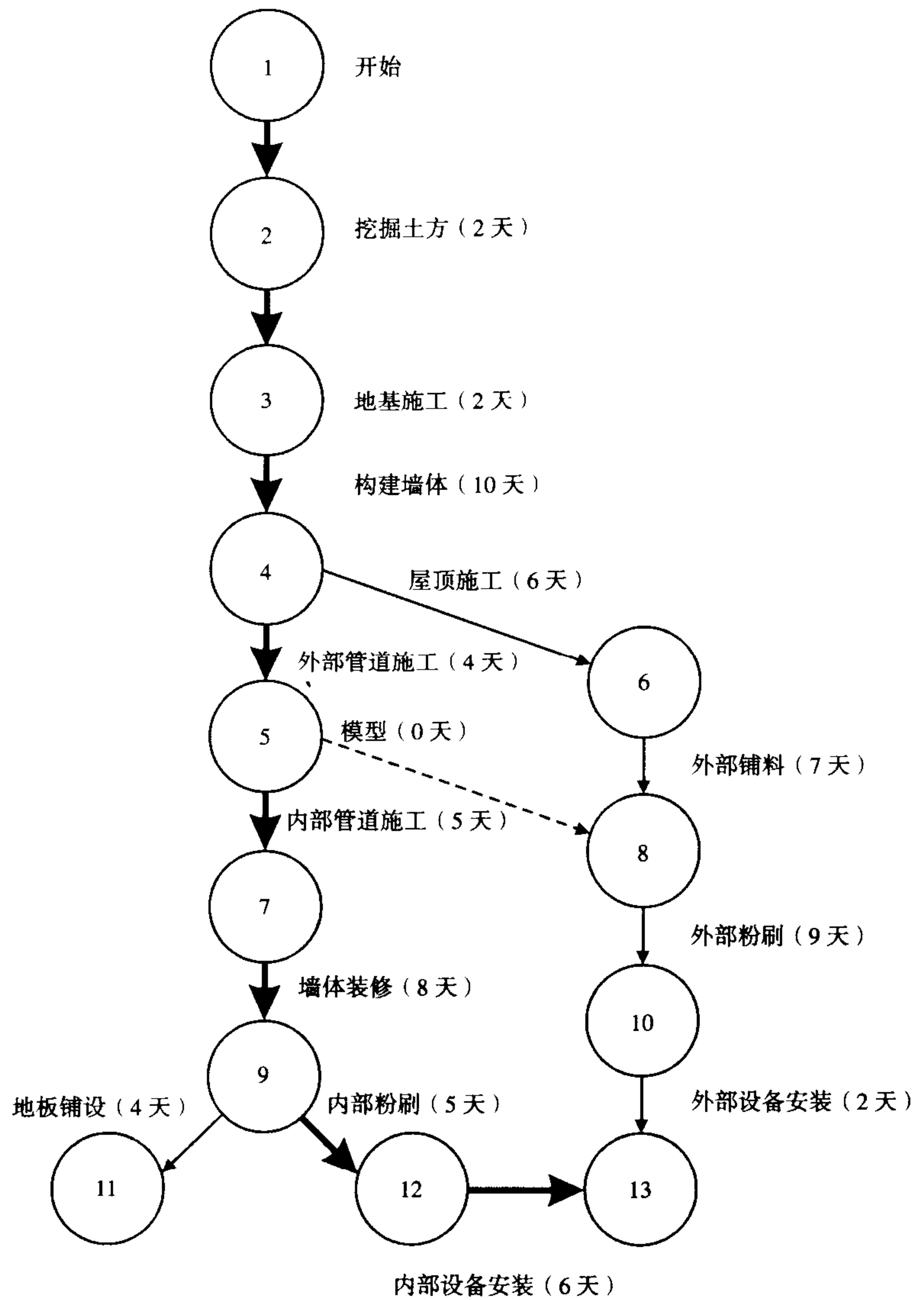


图 8 网络图示例

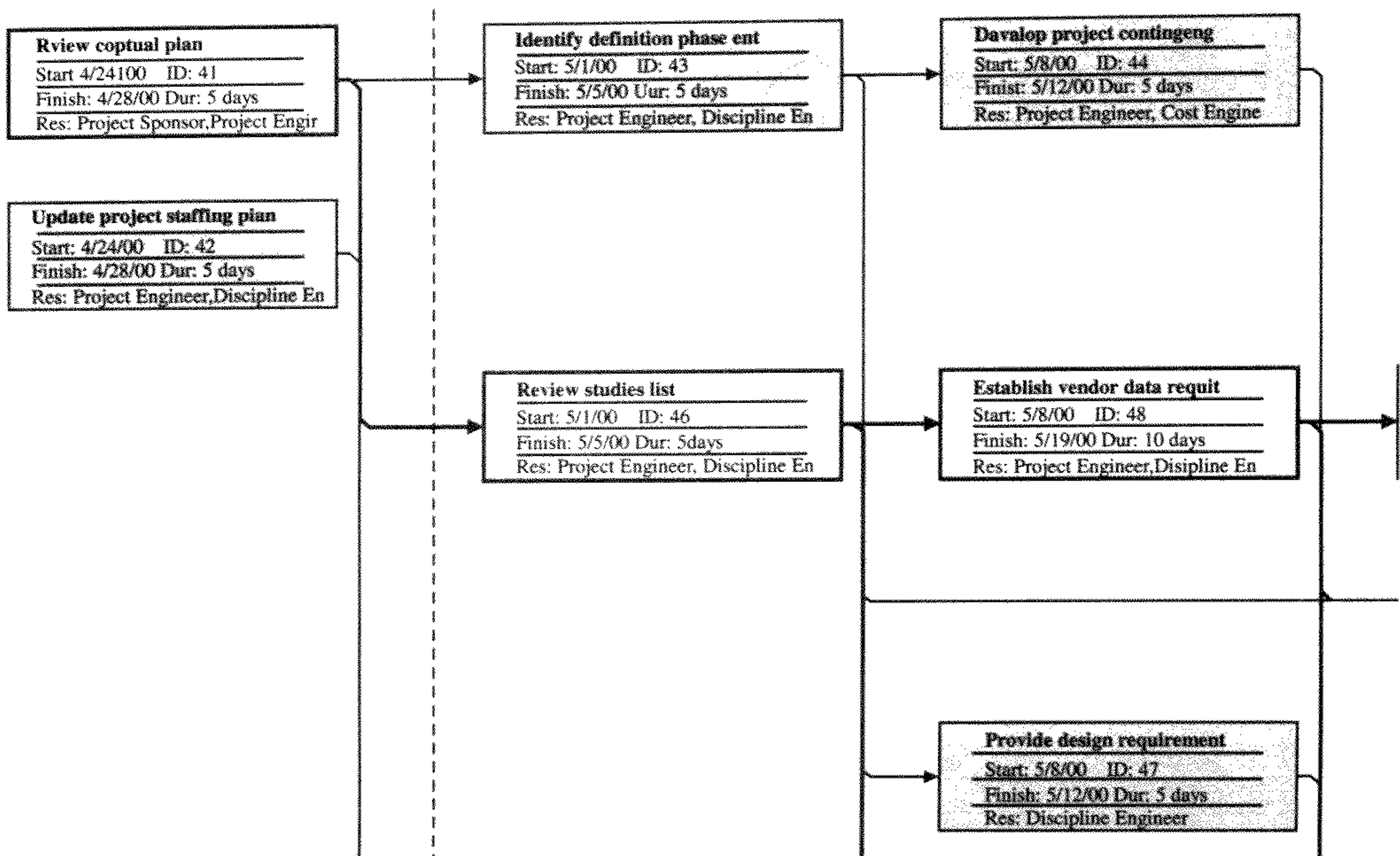


图9 计算机生成的网络图示例

## 1. 日程表

项目和资源日程表是用来确定项目活动实施的可能时间。项目日程表的安排将会影响所有的资源安排（例如，有的项目是需要一周满负荷的运行，而其他工作则安排在正常的工作时间）。资源日程表则会影响某项特殊资源（例如，某位团队成员的个人时间计划）或某类资源（例如，法定的工作）。一个项目的工作资源的可用性可以按照以下的方法进行划分：

- 设定工作资源的工作天数和工作时间。
  - 资源的正常工作时间是什么
  - 计划安排的时间（假期、旅游、节假日等）
  - 合适的替代资源



- 设定工作资源项目开始和项目结束的日期。
- 确定工作资源在项目实施中的变动。例如，在项目中，某些时间可以 100% 地使用资源，而另外的时间只能 50% 地使用资源。

可用资源通常是用资源日程表进行显示。它实际就是我们常见的日程表形式，但添加了一些额外的信息来表明什么时间可以获得所需的资源。我们可以使用计算机组件程序（例如 Lotus Notes™ 或 Microsoft Exchange™）来分享彼此的日程安排信息，如图 10。对于无法使用计算机组件程序的日程表，我们可以手工进行编制并纳入到项目策划书中，如工作表 18。

当编制项目活动的日程安排时，要注意留出足够的时间裕量。比如，您需要一名关键人员帮助实施项目，那么至少需要提前一个星期通知他，以便其处理手上现有的工作。又或者您需要某套设备，那么从订购到发货直至安装和使用，您至少需要预留出两个星期的时间以防延误。资源日程表可参阅附录。

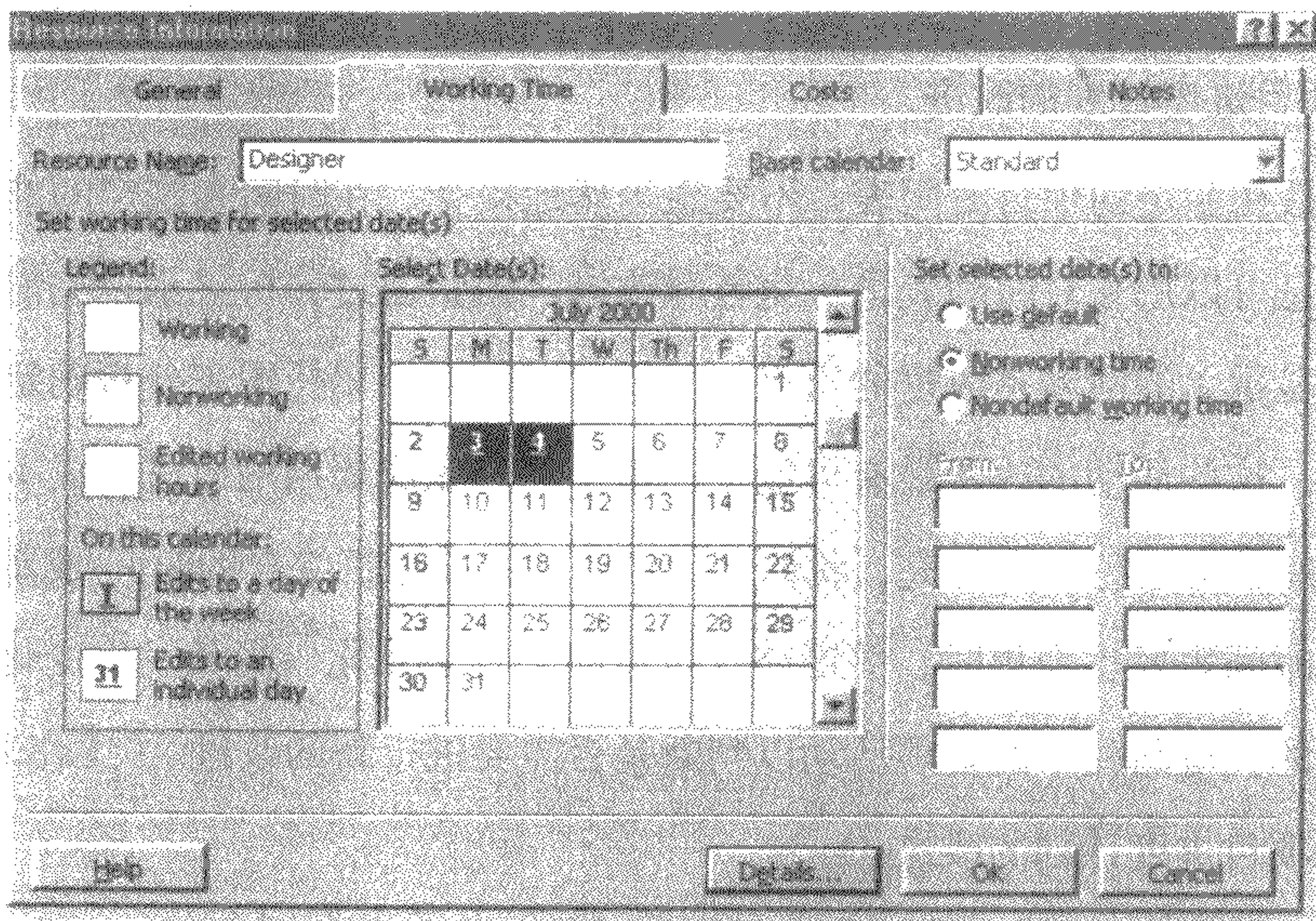


图 10 计算机生成的人力资源日程表示例



工作表 18 资源可用性信息

资 源	使用日程安排	问 题

2. 项目进度计划的改进

对于最初制定的项目时间表，不要想当然地接受。在时间表制定的准备过程中收集的信息可以用来对时间表进行完善和改进。团队通过分析显示是关键（在关键路径图中显示）的活动是改进的重点。我们可以使用帕累托图来分析确定项目中的关键活动，这些活动的改善最有可能提高整个项目完成周期的改进。成本数据可以用来对时间数据进行一个补充，我们使用帕累托图来分析综合的时间/成本信息。注意当项目时间表发生变更时，关键路径也可能会发生变化。当其发生变化时，团队要分析新的关键路径中的各项活动以判断是否需要进行新的改进。（工作表 19 可以帮助评估项目进度计划的改进。）



工作表 19 项目进度计划改进评估

可能的 关键活动	缩短周期 的方法	估计的 缩减时间	成功的 概率	预期的 缩减时间 <sup>1</sup>	问题

3. 关键路径的重要性

图 11 是与图 9 类似的一个网络图示例，只不过下图仅仅显示了关键路径中的活动。团队首先要检查这些关键路径中的活动，因为这些活动中的任何改进都有可能使得项目更容易满足要求的完成时间。这是因为：

- 1. 在关键路径的周期时间获得减少之后，路径中的活动没有改变，则会导致整个项目的周期时间获得降低。
- 2. 如果可以将某项活动从关键路径中移出，关键路径的周期会得到降低，这符合墨菲法则<sup>2</sup>。

4. 评估的不确定性

由于现在我们所做的只是对项目未来实施的一种规划，项目的具体实施情况肯

1 预期的时间节余=估计的缩减时间 × 成功的概率。  
2 墨菲法则是指凡事皆有出错的可能，且一定会出错。

定会充满了各种不确定性。在这个过程中出现导致项目延误、成本超支、质量问题甚至项目失败等未曾预料的事件也是非常普遍的。

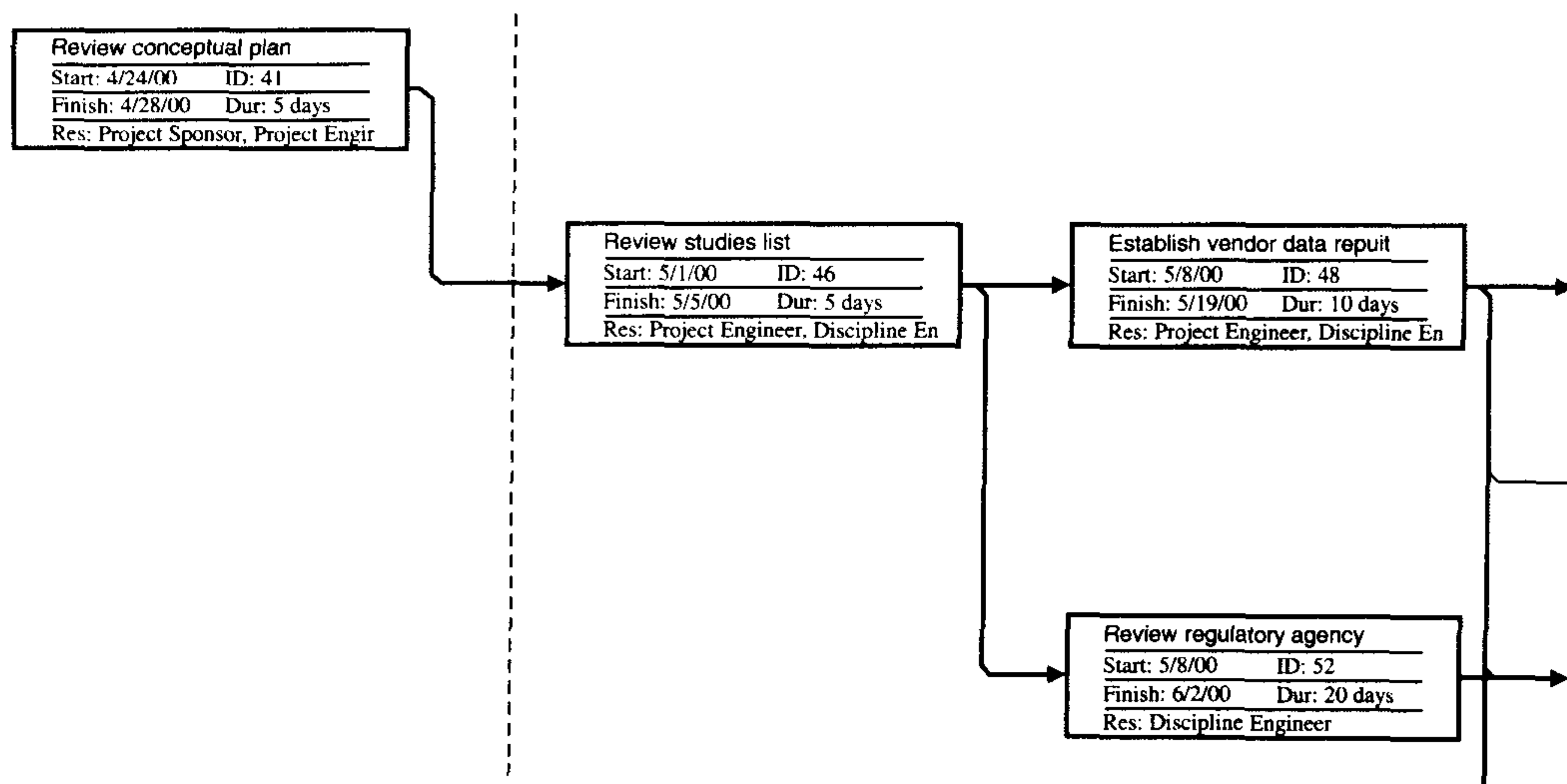


图 11 网络图中关键路径中的活动

处理这种不确定性以及避免项目实施中意外事件发生的一种方法是“要是……怎么办？”分析，它允许团队对项目实施中可能发生的未知事件进行预测和确定应对方案。“要是……怎么办？”分析也能够帮助团队通过对未来项目可能走向的了解来营造有利项目成功的局面，改善项目的表现。例如，我们可以在项目实施的关键时期，说服某位关键人员取消自己的休假来实施工作。任务表、项目时间表、以及分析图表（甘特表、里程碑以及网络图）可以帮助团队探索项目进展的不同情况和不同选择。例如：

- 我们的项目是否对所有的资源具有优先使用权？（这就是“资源冲突分析”。）
- 某项关键资源的工作日程是否需要重新安排？
- 当项目需要某项资源却无法获得时，应该如何解决和应对？

在项目策划的这个部分，项目团队将复查项目计划是否周全。、这是指团队成员



应评估项目计划对于环境改变的敏感性。复查的结果将被用来对项目计划进行修订，以使项目计划在未来发生变化时不至于被动。

## 5. 变量活动、路径和项目周期

事实上，团队已经获得了某些关于项目不确定性的信息：如预计的活动周期。对于活动周期的乐观估计、最大可能估计、以及悲观估计这三者之间存在差异，这是因为进行预计的人员对于未来的不确定。以上的这些信息可以用来计算加权平均值，这是对某项活动的预计周期的统计估计。然而，在这些估计中还包含着附加的信息，可以允许我们针对不同的路径以及整个项目时间计划设置特定的统计概率分布模型。以下的工作表可以帮助我们针对整个项目进行变化预测。

## 6. 评估预计活动周期的示例

某项简单的项目由 7 个任务组成，预计的周期显示在表 7 中。

表 7 某项目活动周期预计

活动	从属关系	周期预计			加权平均 <sup>1</sup>	方差 <sup>2</sup>	标准差 <sup>3</sup>
		(a) 乐观估计	(b) 最大可能	(c) 悲观估计			
A		1	2	3	2.00	0.11	0.33
B	A	3	5	9	5.33	1.00	1.00
C	B	2	8	14	8.00	4.00	2.00
D	C	1	6	13	6.33	4.00	2.00
E	B	1	3	7	3.33	1.00	1.00

1 加权平均= (a+4b+c) /6。

2 方差=[ (c-a) /6]<sup>2</sup>。

3 标准差=[ (c-a) /6]。

## 六西格玛 项目管理与实施表格

续表

活动	从属关系	周期预计			加权平均 <sup>1</sup>	方差 <sup>2</sup>	标准差 <sup>3</sup>
		(a) 乐观估计	(b) 最大可能	(c) 悲观估计			
F	E	3	4	8	4.50	0.69	0.83
G	D、F	2	6	11	6.17	2.25	1.50

该项目的网络图如图 12 显示。关键路径（使用最大可能的周期估计）使用实线表示。

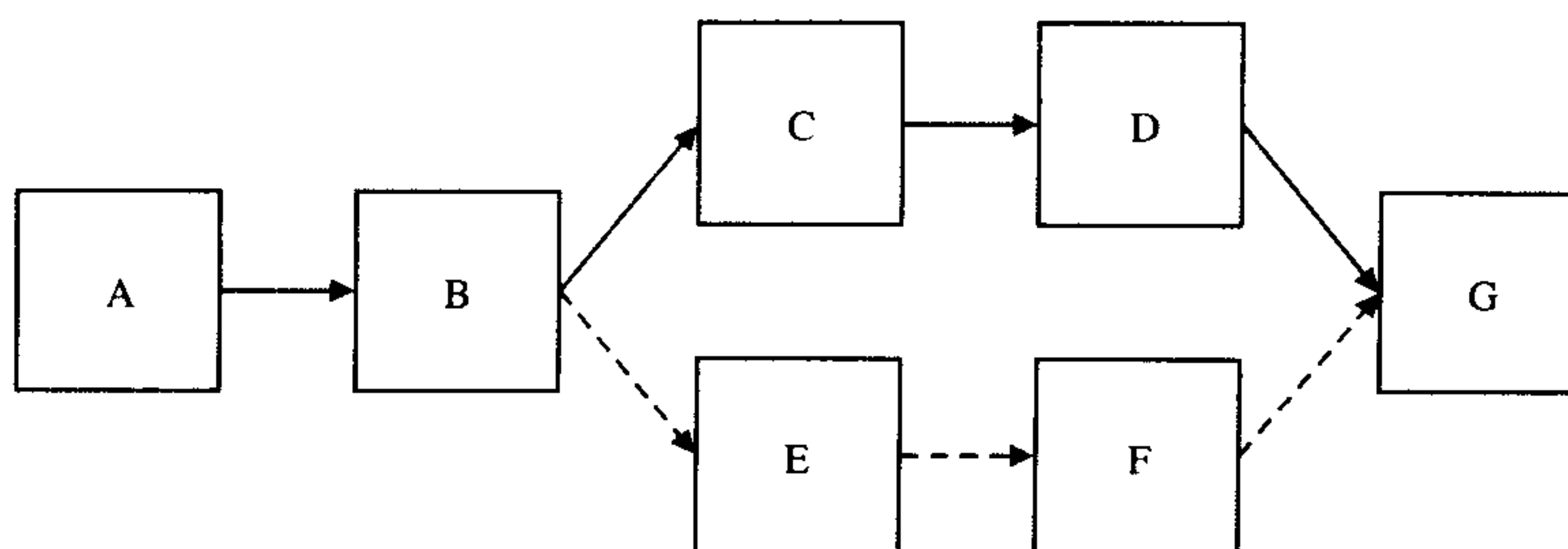


图 12 项目网络图

我们可以有多种方法来分析现有信息。例如，我们可以对比依据不同周期估计制定的时间计划。这种对比分析的结果显示在下表中。这类分析提供了项目最佳、预期以及最差的情况。对于这个例子，项目计划于 2003 年 3 月 31 日开始，最佳估计的结束日期在 2003 年 4 月 11 日，预期的结束日期在 2003 年 5 月 7 日（使用加权平均估计）或 2003 年 5 月 6 日（使用最大可能周期估计），最差的估计日期是 2003 年 6 月 6 日（见表 8）。这些估计的时间周期可以与项目的目标完成日期进行对比并用来进行项目策划。乐观估计的结论可以用来对有资源冲突的项目进行时间计划的

1 加权平均 =  $(a+4b+c)/6$ 。

2 方差 =  $[(c-a)/6]^2$ 。

3 标准差 =  $[(c-a)/6]$ 。



策划<sup>1</sup>，悲观估计的结论可以用来评估将资源转移到优先实施的项目后所造成的影响。（工作表 20 提供了项目完成时间计划的记录模式）

表 8 项目方法周期预计方法对比

加权平均的时间计划				最大可能估计的时间计划			
任务	周期	启动	结束	任务	周期	启动	结束
A	2 天	周一 3/31/03	周二 4/1/03	A	2 天	周一 3/31/03	周二 4/1/03
B	5.33 天	周三 4/2/03	周三 4/9/03	B	5 天	周三 4/2/03	周二 4/8/03
C	8 天	周三 4/9/03	周一 4/21/03	C	8 天	周三 4/9/03	周五 4/18/03
D	6.33 天	周一 4/21/03	周二 4/29/03	D	6 天	周一 4/21/03	周一 4/28/03
E	3.33 天	周三 4/9/03	周一 4/14/03	E	3 天	周三 4/9/03	周五 4/11/03
F	4.5 天	周一 4/14/03	周一 4/21/03	F	4 天	周一 4/14/03	周二 4/17/03
G	6.17 天	周二 4/29/03	周三 5/7/03	G	6 天	周二 4/29/03	周二 5/6/03

乐观估计的时间计划				悲观估计的时间计划			
任务	周期	启动	结束	任务	周期	启动	结束
A	1 天	周一 3/31/03	周一 3/31/03	A	3 天	周一 3/31/03	周三 4/2/03
B	3 天	周二 4/1/03	周二 4/3/03	B	9 天	周二 4/3/03	周二 4/15/03
C	2 天	周五 4/4/03	周一 4/7/03	C	14 天	周三 4/16/03	周一 5/5/03
D	1 天	周二 4/8/03	周二 4/8/03	D	13 天	周二 5/6/03	周二 5/22/03
E	1 天	周五 4/4/03	周五 4/4/03	E	7 天	周三 4/16/03	周二 4/24/03
F	3 天	周一 4/7/03	周三 4/9/03	F	8 天	周五 4/25/03	周二 5/6/03
G	2 天	周二 4/10/03	周五 4/11/03	G	11 天	周五 5/23/03	周五 6/6/03

（译者注：上表中时间格式为月/日/年）

1 参阅“计算项目进度计划的成本”。

工作表 20 最佳、预期以及最差估计的时间计划的完成

任务	完成日期估计			
	最佳	加权平均	最大可能	最差

### 1.3.5 使用统计方法来估计项目周期

上述的分析虽然有效，但仍遗漏了某些重要的信息，即每一项时间计划的发生概率。例如，我们知道，最佳以及最差的情况都是对可能事件的综合考虑，而这些时间也非常有可能在项目实施中完全不发生。这些项目周期的估计为我们的计划提供了有效的范围，并可以帮助我们判断项目截止日期制定的是否合理，但如果我们能够针对时间计划信息建立一个统计分布模型，这些估计的数据就能够产生更大的效果。下面我们将介绍如何构建统计分布。

请看下面的表 9，它是从表 7 中截取的一部分。您可以复查一下之前的图表，其中关键路径是 A-B-C-D-G，非关键路径是 A-B-E-F-G。下表中灰色单元格代表的活动不是关键路径中的活动。

表 9 时间计划信息的统计分布模型

活动	活动周期		
	平均值	方差	标准差
A	2.00	0.11	0.33
B	5.33	1.00	1.00



续表

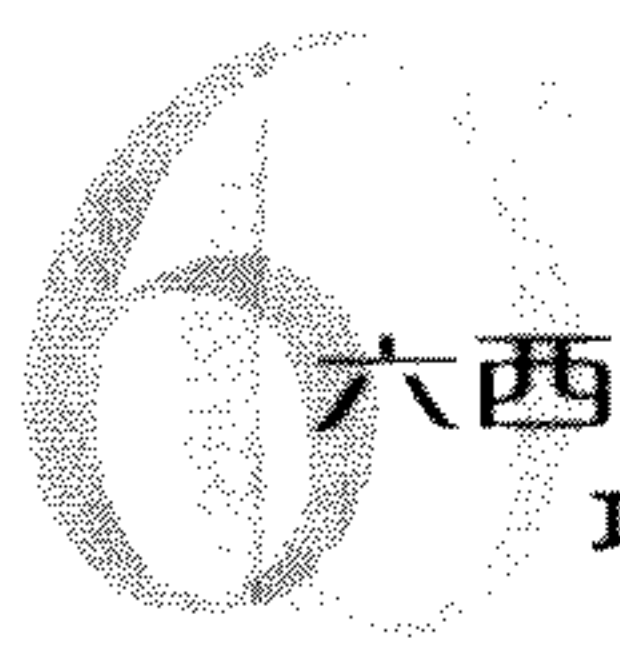
活动	活动周期		
	平均值	方差	标准差
C	8.00	4.00	2.00
D	6.33	4.00	2.00
E	3.33	1.00	1.00
F	4.50	0.69	0.83
G	6.17	2.25	1.50

通过上述的数据，我们可以计算关键和非关键路径的平均值、方差以及标准差（见表 10）。每个路径的平均值等于路径包含的各项活动平均值之和（在这，我们使用的是加权平均），同样每个路径的方差等于各项活动的方差之和，路径的标准差等于路径方差的平方根。对上述的数据，我们可以统计出以下的估计：

表 10 不同路径的平均值、方差以及标准差

路径	平均值	方差	标准差
A-B-C-D-G	27.83	11.36	3.370625
A-B-E-F-G	21.33	5.06	2.248456

在统计学上，根据中心极限定理，5 个或 5 个以上的统计分布的叠加通常近似为正态分布。因此，对于关键路径（或对于整个项目），我们计划的完成时间也可以近似看成是符合正态分布，它的平均完成时间是 27.83 个工作日，标准差是 3.4 个工作日。回顾这个项目的日程表，计划启动的时间是 2003 年 3 月 31 日星期一，我们可以知道（假设资源可以获得）项目的平均结束日期是 2003 年 5 月 8 日。其中 95% 的置信区间（预期的完成周期  $\pm 2$  倍标准差，或  $\pm 7$  天）包含的完成日期从 2003 年 4 月 24 日到 2003 年 5 月 23 日。大家可以将这个区间的时间范围与最佳/最差分析的



时间比较一下<sup>1</sup>。

### 1. 满足项目截止日期的概率

使用现有的信息，我们可以计算项目按时或提前完成的概率。在统计学中，我们通过使用项目截止日期和计算的时间计划的平均值和标准差来计算 Z 统计量。计算公式如下：

$$Z = \frac{\text{计划要求的完成周期} - \text{项目平均估计周期}}{\text{项目标准差}} \quad (\text{公式 1})$$

例如，我们假设项目的截止时间是 2003 年 5 月 16 日星期五，要求的完成周期是 34 个工作日。

$$Z = \frac{34 - 27.83}{3.37} = 1.83$$

标准正态分布中 Z=1.83 包含的区域为 96.6%。假定我们对周期的估计是正确的，96.6%就是项目满足截止日期的概率。（工作表 21 提供了项目周期统计分析的示范表格）

工作表 21 项目周期的统计分析

路径	平均值	方差	标准差	95%置信区间的下限	95%置信区间的上限

1 注意：如果您的项目有不只一条的关键路径，或对于一条非关键路径计算的 95%置信区间超出了关键路径的置信区间，项目时间计划的估计应该基于具有最长完成时间估计的路径。



续表

项目截止日期	
预期的项目完成日期	
项目周期的标准差	
95%置信区间下限（预期完成时间减去 2 倍标准差）	
95%置信区间上限（预期完成时间加上 2 倍标准差）	
满足截止日期的概率	

注意：在微软的电子表格软件（Excel）中，计算累积标准正态分布的功能函数是=NORMDIST（Z,0.1,TRUE）。在本例中，Z=1.83，因此功能函数表达为=NORMDIST（1.83,0.1,TRUE）。

如果项目无法满足截止日期的概率非常高，团队就应该与项目的赞助人讨论是否需要对其截止日期进行更改。在某些情况中，更改项目特许任务书、分配额外的资源等是完全有必要的。

## 2. 使用模拟软件分析项目时间计划

上面谈到的分析方法都使用了大量的简化假设以及近似理论。在大多数情况下，分析结果的精确性将更为重要。因此我们可能需要一种更准确的分析方法——计算机模拟程序。在本书中我们使用的是水晶球（Crystal Ball 简称 CB）程序<sup>1</sup>。

在上面的示例中，我们在计算时使用 beta 分布来构建任务完成周期的分布模型。如果我们曾经对类似的任务做过分析，并有足够的历史数据和信息，那么此时我们就不再需要对任务周期的分布做近似的假设了。取而代之，我们可以使用一些辅助的分析软件来确定每项任务的最优统计分布。如果我们没有足够的历史数据，我们同样可以通过水晶球程序，使用工作周期的估计来模拟项目的时间计划。在下面的

<sup>1</sup> Decisioneering 公司（[www.decisioneering.com](http://www.decisioneering.com)）发行。

软件分析中，我们输入了活动 A 的相关数据，假设乐观周期估计=0.1%的概率，最大可能周期估计=50%的概率，悲观估计=99.9%的概率。水晶球程序将使用这些参数来模拟工作周期的 beta 统计分布。（在该程序中，我们还可以针对不同的情况，选择不同的统计分布类型。）其他活动的数据也可以按类似的方法进行分析。

在图 13 的表格中，项目周期被定义为最长时间的关键路径或非关键路径。水晶球程序可以同时多个任务进行模拟，对于这个例子，共模拟了 1000 个项目时间计划。分析结果显示在图 14。

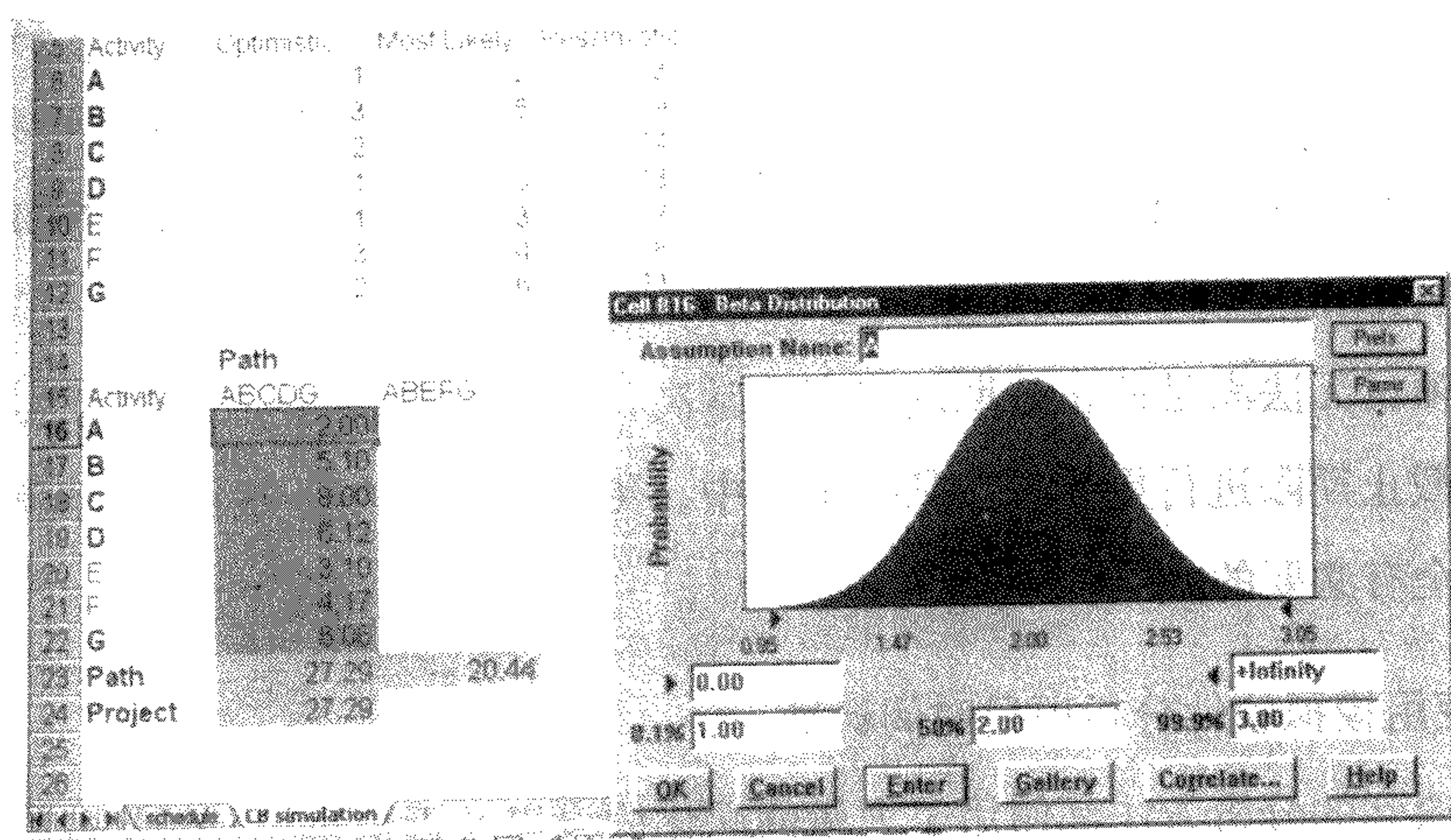


图 13 水晶球程序分析任务周期数据的操作

### 3. 程序生成结果的分析

如同我们预想的那样，项目完成时间的分布近似服从于正态分布。分布的平均值和分散程度与我们估计的结果十分接近。然而，模拟程序允许我们快速地探询不同的问题。例如，图 14 中的第二张图显示，项目中的关键路径并不总是关键的路径！这张图显示的是关键路径与所谓的非关键路径之间差异的直方图。从图中可以看出约有 1.5% 的时间差异是负值，这表明非关键路径完成的时间要高于关键路径的完成时间。



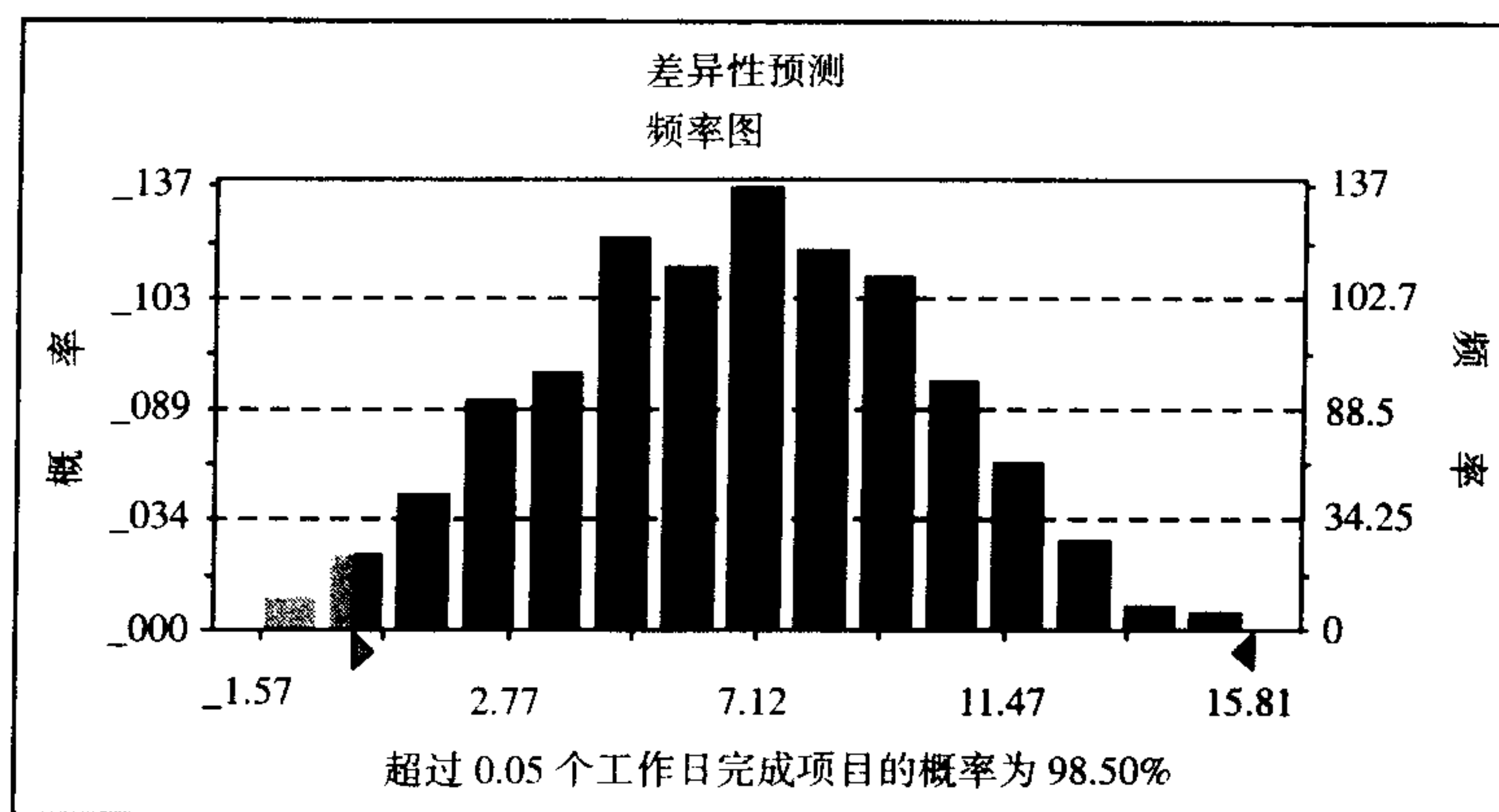
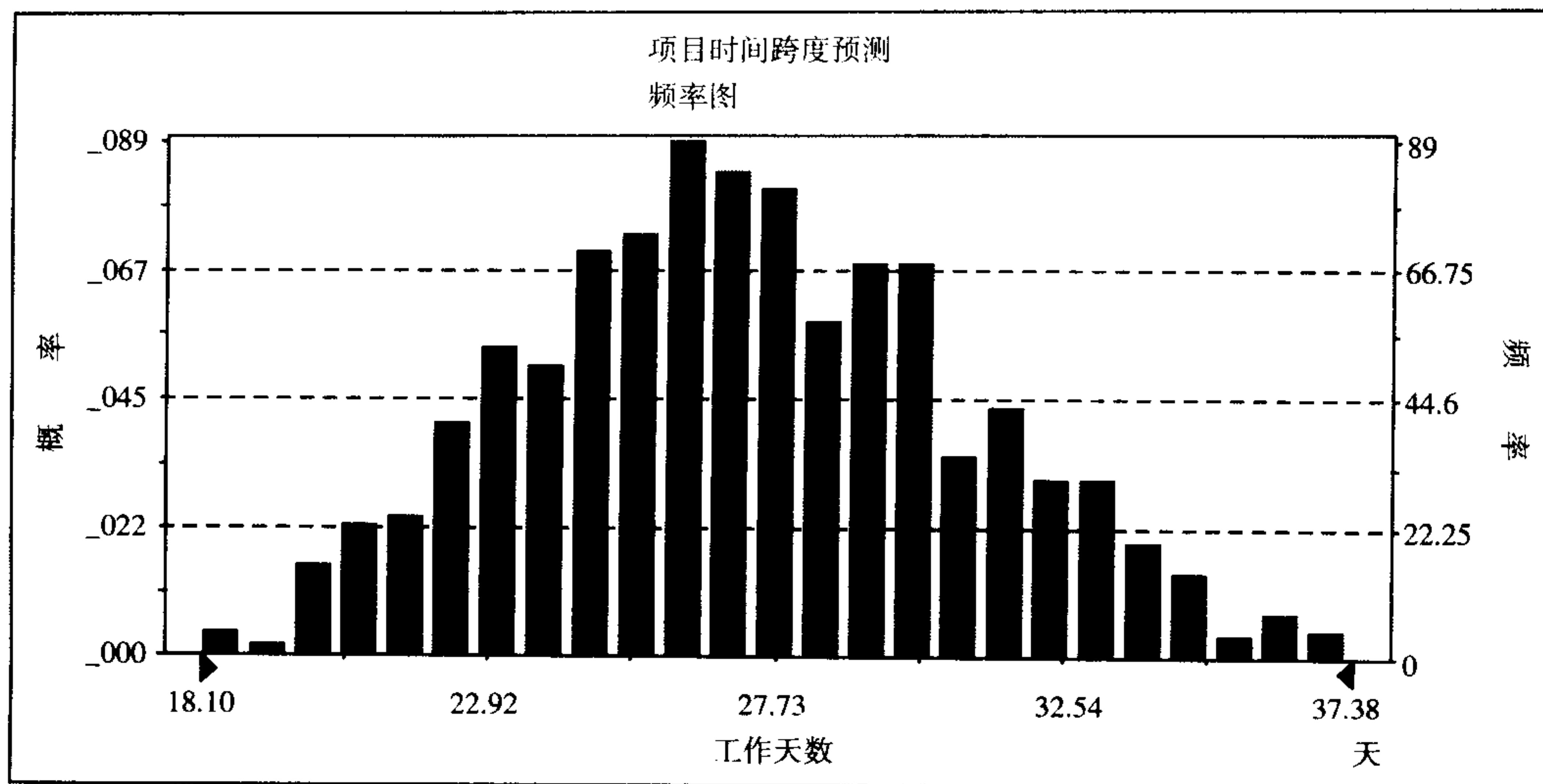


图 14 模拟程序的结果分析示例图

轻松解答“要是……怎么办？”问题是模拟软件的主要优势所在。此外，许多人员（甚至是项目的赞助人）并不熟悉统计知识：诸如项目周期的近似正态性假设等。对于这些人员，模拟软件可以作为一种有效的验证手段。当然如果模拟结果与分析预测相吻合，统计学家们将更加放心。

模拟软件也有一些其他的用途。例如，项目按照 34 天的规定完成周期的概率显示在图 15 中。项目的 95.9%成功概率的模拟预测非常接近于之前分析的 96.6%的预测。

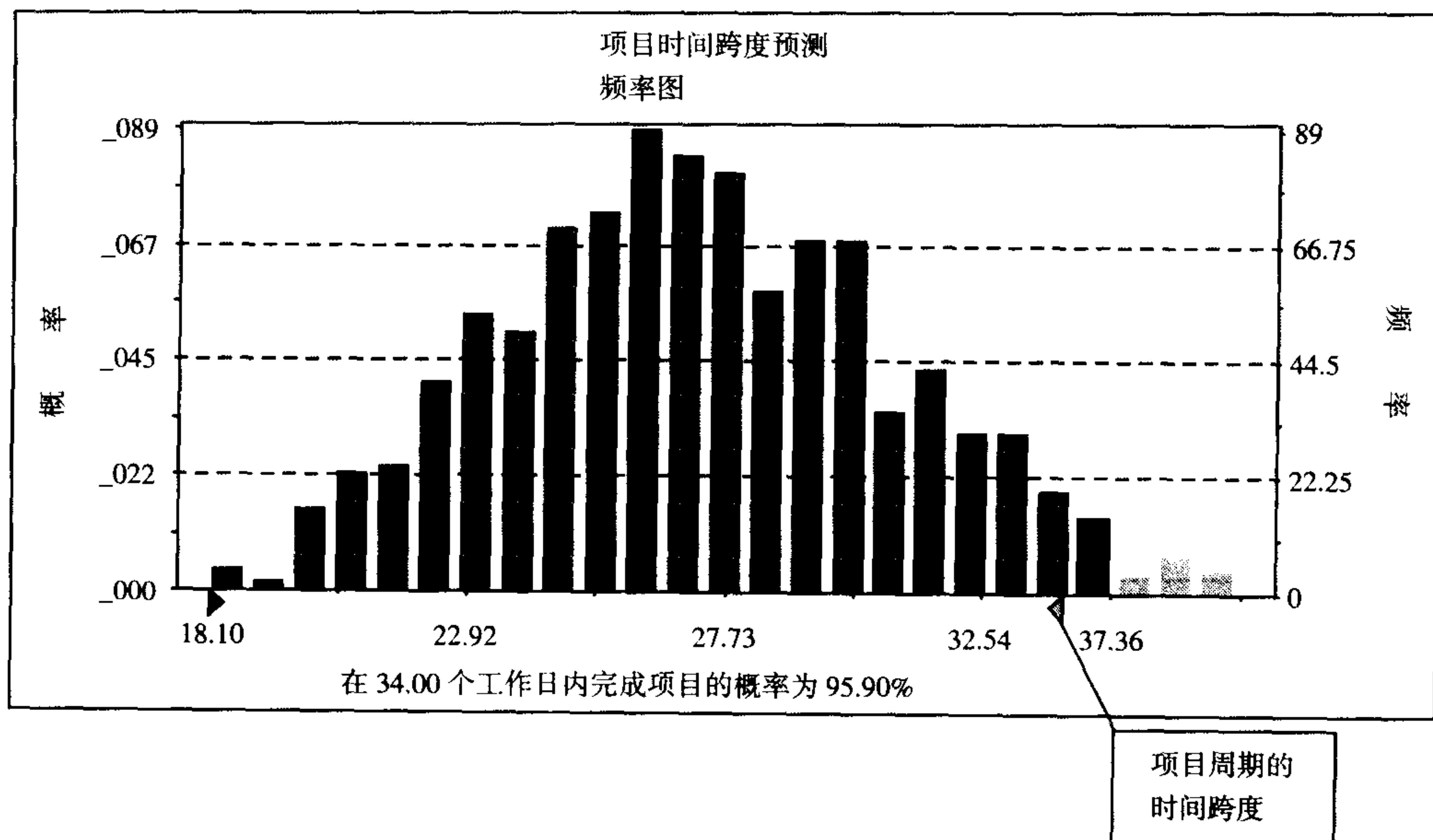


图 15 模拟结果：满足规定周期的概率

### 1.3.6 计算项目时间计划的成本

我们需要仔细评估按照某个时间计划实施项目所付出的成本。一般而言，除了基于最大可能或加权平均的周期估计制定的时间计划外，其他类型的时间计划更能够达到成本的节余。当活动周期被压缩，项目完成的时间就会缩短，而完成项目付出的直接成本就会增加。相反，当项目完成时间减少时，间接成本诸如企业管理费用一般也会缩短。当我们综合考虑项目的间接成本和直接成本，如果总



成本趋近于一个最小值，我们就将该项目的时间计划称之为成本优化的时间计划（cost-optimised schedule）。

完成一个包含以下步骤的成本优化时间表<sup>1</sup>：

- （1）了解基于乐观估计、最大可能估计以及悲观估计的各项活动的直接和间接成本。
- （2）创建一张包含上述成本和时间估计的表格。
- （3）计算时间计划所需要的总成本，包括直接和间接成本。
- （4）在表中另立一列来显示各项活动节省的单位时间成本。例如，若一项活动能够在 4 周内完成，成本 2000 美元或在 2 周内完成，成本 4000 美元，则每个星期的成本节余为 1000 美元。
- （5）按照单位时间成本的大小顺序，由低到高依次排列各项活动，将单位时间成本节余最少的放在表的顶部，将节余最多的放在表的底部。
- （6）假设具有最少单位时间成本节余的关键路径活动在乐观估计的周期内完成，
  - a. 重新计算时间计划的周期。
  - b. 重新计算时间计划的成本。
- （7）如果新的时间计划的成本低于之前的时间计划，
  - a. 重新计算新的时间计划的关键路径。
  - b. 返回到步骤 5。

直到新时间计划的成本高于或等于之前时间计划的成本，则之前的时间计划被认为是成本优化的时间计划。（工作表 22 提供了通过活动周期估计成本的示例表格。）

1 参阅工作表 23、24 了解分析细节。

工作表 22 通过活动周期估计成本

活 动	职 责	按周期估计的项目成本		
		乐观周期估计	最大可能估计	悲观周期估计

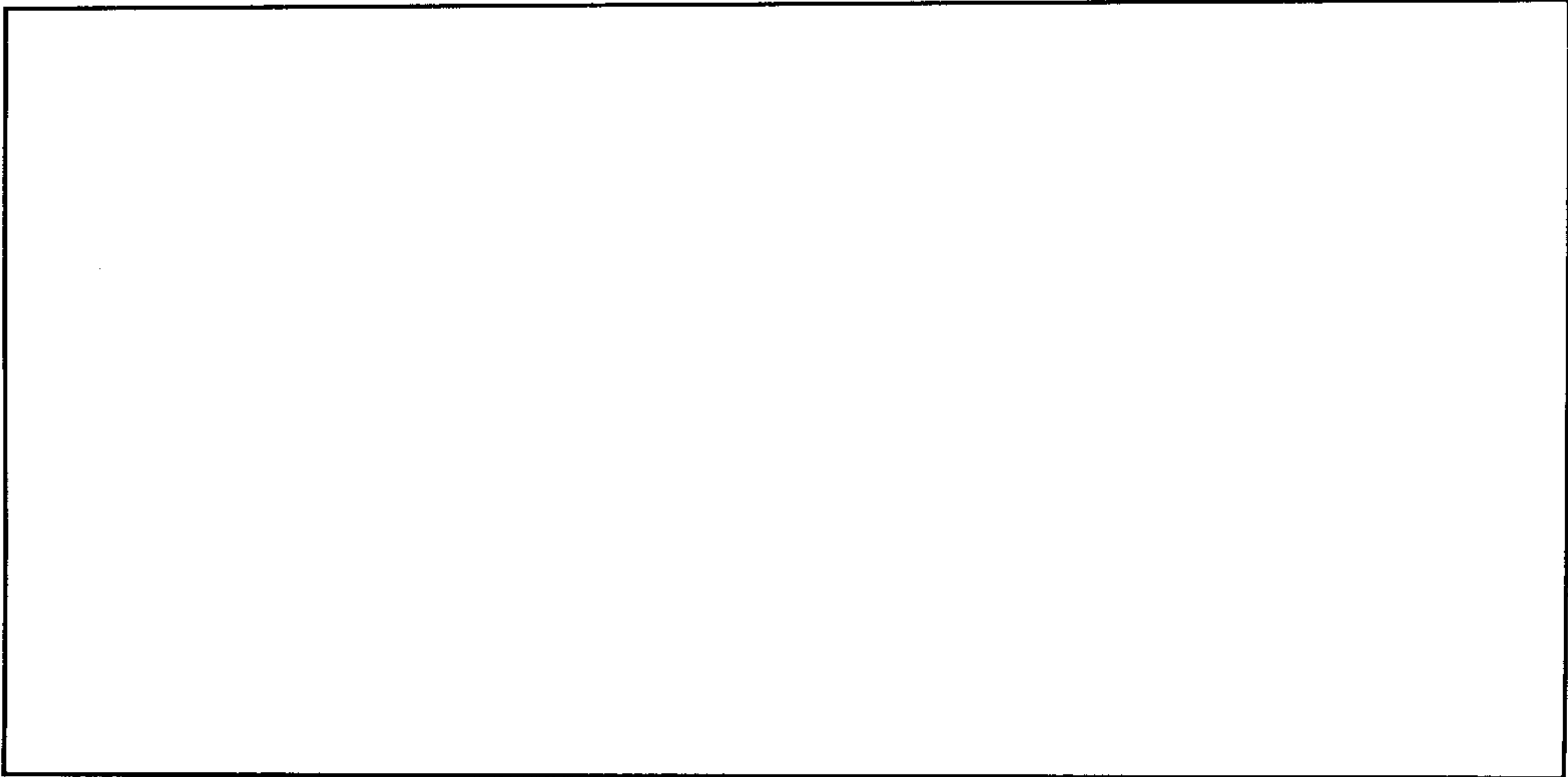
工作表 23 成本优化表的结果<sup>1</sup>

--

1 在表中插入显示项目时间计划总成本的电子表格。



工作表 24 成本优化的图形分析<sup>1</sup>



1.3.7 资源调配

资源调配可以解决多项工作共同占用资源的问题，即资源过度分配的状况。调配资源的一种方法是推迟实施某项活动，直到所需资源可以获得为止。另一种方法是将活动进行拆分，这样可以在现有资源条件下完成其中的一部分工作，其余的工作可以等到资源配置完整后再进行。资源调配是制定和确认项目时间计划的关键组成部分。

当进行资源调配时，您应该按照下面提供的几个因素进行检查以确定项目中的哪些活动应该被推迟或拆分：

- 资源的空置时间
- 活动的优先顺序
- 活动的从属性

1 插入项目时间计划总成本的图形分析结果

六西格玛  
项目管理与实施表格

- 活动的限制条件（例如，必须在某日开始，某日结束等）
- 活动的计划实施时间

进行资源调配时，注意不要改变资源的配置或活动的信息。资源调配通常仅仅是将活动推迟或拆分。您如何选择用来减少资源过度配置的方法依赖于您从事的项目的限制，包括预算、可用的资源、项目规定完成期限以及活动实施的灵活程度。（工作表 25 为资源调配的示范表格）

工作表 25 资源调配

活 动	空置时间	从属性或 约束条件	计划日期	过度配置 的资源	调配策略	问题

1.4 项目控制次级计划

项目控制次级计划主要是针对项目的五个主要方面进行策划：风险、质量、成本、时间计划以及项目范围。本书的附录中提供了各类项目控制次级计划的表格形式。项目控制次级计划与那些项目输出计划不同，它更偏重于项目管理方面。尽管它对项目输出的影响是间接的，但它对项目成功实施的影响是毋庸置疑的。项目无法输出预期结果的常见原因是由于未曾预料到的风险或项目范围未受控制而发生偏移或改变。同样常见的是项目的输出无法满足预期要求或使项目的股东满意。即使



项目能够输出预期结果但花费时间过长，或项目成本过高，这类项目也不能算是成功的项目。

#### 1.4.1 风险控制计划<sup>1</sup>

由于项目处理的都是关于未来的事务，所以任何项目都存在风险。风险控制计划考虑的基本风险是项目无法满足预期的目标和要求。而不同的控制次级计划分别处理涉及到质量、成本以及时间计划的不同风险。

##### 适应力

对于风险的考虑主要有两类方法：预测和适应。我们主要考虑的是对风险进行预测并准备方案去避免或降低风险，但与此同时您也要考虑到项目的适应能力。

适应能力指的是在存在无法预期的风险的情况下，您达成项目目标的能力。适应能力与项目的稳健性有关。这里所说的稳健性是指项目计划处理正常波动的能力，而适应能力则是指项目在面对实际进展情况与预期严重不符时，仍能获得局部成功的能力。

考虑适应能力的一个方法是“迅速转向”的能力，即面对可能的潜在失败，能及时将项目转向，或发现一个不错的改进机会后能够迅速调整项目资源的方向来把握机会。适应能力就好像您做细菌培植试验，却由于某类未知霉菌的干扰而失败，但您反而因祸得福发现了青霉素。

风险控制计划包含四个方面：

- 识别风险
- 度量风险

---

1 正式项目计划的组成部分。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

- 制定风险应对计划
- 实施风险应对计划

#### 1. 识别和度量风险

如名称所示，第一个步骤是识别项目可能会遭遇何种风险。在风险识别后，我们需要对风险进行清晰、简洁的描述以方便所有的团队成员都能够理解。这项活动对于降低风险大有裨益。在发现一个风险时，团队成员经常会发现项目计划存在的漏洞。项目团队可以使用头脑风暴找出尽可能多的潜在风险。例如：

- 组织在以前的项目实施中发生了哪些不利的影响事件？

——类似的项目

——任何项目

对参与过其他项目的团队成员进行相关信息的了解和调查。该问题也可以在活动的定义阶段进行。如果您的组织建立了项目的网上数据中心，您可以从那里发现更多的信息。您也可以搜索因特网或新闻组网络系统来获取相关的信息。（[www.google.com](http://www.google.com) 搜索引擎可以用来寻找有关的新闻组信息。）

- 为成功完成项目，我们需要什么样的新方法和新技术？

使用现有技术和方法的项目比使用最新技术的项目具有更小的风险。项目风险的降低需要革新和发明。

- 项目计划制定的基础如成本、周期估计、项目范围以及其他项目输入的可信度有多高？

在 IT 行业有一句老话，“输入垃圾，得到垃圾”（GIGO）。同样您的项目计划的输入来自于不同资源。我们需要返回到前面的步骤去了解是否这些输入的精确性或可靠性存在疑问。这里我们并不是怀疑团队成员



的能力或品行。而是说某些输入相比其他输入而言更难理解。例如，基于类似项目的历史经验而得到的活动周期估计，相比基于个人经验的估计，更令人信赖。对于活动的周期估计，如果发生错误，对于项目满足预期要求的能力会造成重大的影响。

- 如果项目的关键人员中途离开，会有什么影响？

项目失去核心成员将是严重的损失。例如，如果项目的赞助人获得了提升、职务变动或因为某些原因离开了，项目将因此丧失承担价值流的人。如果团队失去关键的技术人员，同样会带来负面的影响。团队对此应该准备一份计划来指明哪些成员具有独特的技能或肩负重大的职责，是不可或缺的。

- 在项目实施期间，发生了重大的组织结构变化会有什么影响？

如果组织的领导层发生变动，组织可能会发生结构、人事等的变化。组织重组的另外一些常见的原因是由于组织的合并和收购。提出此问题的目的并不是要引起团队成员对工作前途的忧虑，而是希望他们能够预先制订相应的可能事件应对方案。因为六西格玛项目关注的是组织的价值流，而非组织的各职能领域，所以一个组织的重组可能对项目成功与否的影响并不显著，但团队同样需要就项目的实施与新的领导或股东达成共识。

- 外部的市场条件如何影响项目？

对于一个组织而言，什么是它的市场条件，是组织的关键顾客还是关键供应商？

业务的流失对项目的影响是什么？新业务的影响是什么？关键供应商流失的影响是什么？新供应商的影响是什么？

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

- 自项目开展以来，新的改进机遇得到实现了吗？

在项目计划的准备过程中，团队探索了许多不同的领域，包括最优能力水平、相关知识研究等。经常地，一个项目计划的制定会触发团队的新思路和新想法，而这又将对组织的产品或服务、新的技术等寻找到新的产品或过程甚至新的市场。这些改进机遇应该及时记录并在组织内部进行交流。如果团队及其成员被要求实现这些改进机遇，对项目会有什么影响？

针对项目，我们可以问无数个问题。团队成员应使用头脑风暴来解决尽可能多的疑惑和问题。在头脑风暴之后，团队应该探询可能的风险对项目的影响。团队可以使用许多的工具方法来做上述工作。（表 11 提供了风险评估的若干工具）

表 11 风险评估的工具

风险评估的工具 <sup>1</sup>
• 检查单
• 帕累托图（排列图）
• 因果图
• 关联图
• 优先矩阵
• 力场分析
• 故障模式和影响分析（FMEA）
• 故障树分析（FTA）

1 参阅《六西格玛手册》，第 8 章和第 16 章。



风险事件将按照其对项目的影响以及该事件发生的可能性大小进行分级。基于这类分级的方案显示在表 12 中：

表 12 风险方案及事件影响和可能性

	对于项目的影响		
可能性	非常严重	中等严重	不严重
高度可能	详细方案	基本方案	不需要具体的方案
可能	详细方案	基本方案	不需要具体的方案
非常不可能	基本方案	不需要具体的方案	不需要具体的方案

详细的风险处理方案包括确定触发风险事件的活动，风险事件的深入分析，风险事件的应对及消除方案等。基本的处理方案包括如何监控存在风险的环节，以及确定相应的负责人。可以使用工作表 26 来记录和分级每一类风险事件，还可以使用工作表 27 列出项目团队发现的改进机会以及应该沟通的人员。

工作表 26 风险事件分级

	对于项目成功与否的影响		
可能性	非常严重	中等严重	不严重
高度可能			
中度可能			
不可能			

工作表 27 新的改进机会

改进机会	通知的人员

## 2. 风险应对计划

针对已确定的具有高度可能性和重大影响的风险事件，我们应该拟定一份风险应对计划。表 13 中显示了有关的工具和方法。这些工具和方法可以帮助团队完成风险应对计划。此外，团队还应该复查风险评估的结论。风险评估可以让团队了解风险应对的重点在哪里。应对计划可以利用这些信息，显示团队应该关注的环节。（可以使用工作表 28 记录风险应对计划）

表 13 风险应对计划的工具

风险应对计划的使用方法 <sup>1</sup>
力场分析
过程决策程序表
FMEA

1 参阅《六西格玛手册》，第 8 章和第 16 章。



工作表 28 风险应对计划

风险事件	应对计划的存放位置 <sup>1</sup>	职责

1.4.2 质量计划<sup>2</sup>

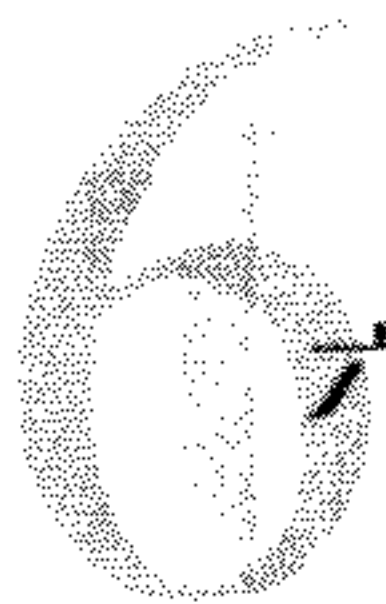
质量计划活动的输出是项目质量计划。质量计划是一份正式的文件，其中记录了团队的具体质量活动、项目资源以及与项目有关的活动。按照项目管理学院的说法，项目质量管理包括保证项目能够如预先设想满足需要的过程。它包括了各种用来确定质量方针、目标和职责以及实施的活动，如在质量体系中的质量策划、质量控制、质量保证以及质量改进等的全部管理职能的活动<sup>3</sup>。

- **质量策划** 确定与项目有关的质量标准，拟定满足需求的计划。

1 例如，网络文件、人员、合同等。

2 正式项目计划的组成部分。

3 Duncan, William R. (1996). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.



- **质量控制**（QC）是对具体的项目输出进行评估以确定项目是否满足质量需求。如果出现不满足的情况，采取必要的更正措施。
- **质量保证**（QA）是定期对项目表现进行检查来确保质量计划的稳定实施及质量程序的正确执行。QA 也要求在出现违反程序的问题出现时采取更正措施，或质量控制显示质量计划存在不足时，对其进行更改。

如上所述，质量计划考虑项目的过程以及输出。而且由于六西格玛的自身性质，六西格玛项目将对质量问题给予关注。确实，项目策划将产品的质量度量与项目计划完全进行了整合。因此，项目策划中有关“质量计划”的部分将主要考虑项目和输出对象的质量问题，而非产品或服务的质量问题。团队应该了解所有用来创造优质产品的工具和方法，因为它同样可以用来保证项目和输出对象的质量。

可以使用工作表 29 来记录项目质量计划。

工作表 29 质量计划

质量计划内容	监控的方法	报告的分发	频次	质量计划参考
质量问题：开，关，每周或每月的拒绝的百分比，每周或每月的新增问题	书写的报告、缺陷数控制图			
DPMO 与检查单	缺陷数控制图			
由适合的人（必须得到指定）来对项目的各阶段输出进行质量判断	书写的报告			
项目满意度调查的结果：赞助人、顾客、团队成员或其他人的意见	不合格品率控制图、均值/标准差控制图			



续表

质量计划内容	监控的方法	报告的分发	频次	质量计划参考
时间与基线水平的阶段性改进的关键度量——例如，减少缺陷率、改进过程周期、提高顾客满意度、降低成本以及提高过程能力	书写的报告、描述性的统计数据			
WBS 重新整合测试的结果	书写的报告			
项目更改请求	更改控制计划			

为拟订质量计划，团队必须从以下几个方面进行信息的回顾：

- 组织的质量方针，可以的话请查阅组织的质量手册。

- 项目特许任务书和其中的各类表格。
- 项目输出对象的描述以及验证其是否有效的度量标准。
- 对项目有影响的标准和规章。
- 项目计划中有关的其他信息。

在本书“如何衡量项目的成功？”中，列出了项目输出对象以及用来度量输出对象质量的标准以及度量的频率。质量计划应该有效地定义度量标准并提供一套度量和记录的系统。此外，“如何监控项目进展的满意程度？”中也列出了项目的质量度量标准，这些标准将在项目的实施过程中得到监控。

#### 1.4.3 成本控制计划<sup>1</sup>

项目经理必须了解项目的成本。一旦经理们被告知项目所需的定额费用已经划拨，他们必须要保证利用这些资金顺利地完成项目，而不会超支。分配未来工作所需资源的过程被称之为预算编制。预算应该作为未来花费的预测。将花费按照不同的种类进行分类，被称之为预算。项目预算通常可以分为几类：

- **直接人工预算** 通常是在项目计划中为每项工作要素准备的，然后汇总为整个项目所需费用。通常我们是在工作要素的层面上对预算进行控制来保证项目总预算不会超支。预算可能是金钱，也可能是其他价值的度量，例如直接人工工时的花费。
- **辅助服务预算** 同样需要考虑，这是因为这部分工作同样需要花费，比如更正错误或返工等的费用。在做预算估计时考虑该项预算将会提高团队效率并提高质量。
- **采购预算** 包括材料、设备和服务等的采购。该预算的大小取决于市场行情

---

1 正式项目计划的组成部分。



或双方协商的结果。辅助服务的有关费用也要考虑在内。

### 1. 预算报告

预算是指对未来需要使用的资源进行分配。没有人可以准确地预测未来，因此在项目预算处理过程中一个重要的因素就是在预算制定完成后，及时跟踪项目实际的花费情况。以下介绍的几种方法可以有效地监控项目实际花费与预算花费的对比情况。可以使用工作表 30 来记录各种项目预算报告和报告频率。

- **项目花费报告** 是比较项目实际的花费与预算花费的情况，并定期向预算制定部门进行报告，如财务部门、赞助人等。
- **项目花费审核** 用来确认项目的花费是合理的，活动是按计划实施的。在大型的组织中，多个项目可能同时进行，这时可能会发生挪用项目费用，或活动未被真正执行的情况。为了对不同的赞助人保证公平，项目的花费必须得到确认和控制。
- **差异报告** 是直接比较实际的花费和预算花费。在这里所说的差异指的是财务意义上的，而不是统计意义上的。在财务上，差异就是简单的对比计划数目与实际数目。费用的差异也许可以或不能显示变化的异常原因，我们需要使用统计方法来做确定。差异报告的时间安排取决于控制的需要。差异报告的时间计划应提前确定并写入项目计划中。
- **差异表** 差异报告可以有不同的表达形式。最常见的是表格形式，在表格中显示了各项预算的实际/预算/差异情况，以及当前的全部费用和项目的累计花费。由于项目中的差异不可能为零，通常都需要额外的费用，例如，超出或低于 5% 的花费是被允许的，可以不用做特别的解释。
- **控制图** 对于时间延续较长的项目，历史上各项活动的实际花费可以标识在控制图上，用来确定相应的预算。



- **差异图** 当我们仅仅使用一张表格，很难清楚地看出花费的模式。为解决问题，我们经常在表格的基础上附加一张差异图。它可以清楚地显示出预算随时间的变化。从控制图计算而来的花费控制限可以显示在图上，以提供直观的显示。

工作表 30 项目预算报告和报告频率

报告的类型	报告名称	报告频率	职 责	问 题
活动花费				
费用审核				
费用差异				
控制图				

2. 预算报告分析

项目经理和黑带应对费用差异数据进行复查，以确定其中是否存在某种分布模式。在理想的情况下，费用的差异应该既有正也有负，在经济意义和统计意义上说，这种差异应该不显著。如果项目随着计划正常进行，项目费用差异变化不大，说明项目预算制定合理。对于每一类预算（直接人工、材料等）我们都需要单独对其进行费用差异评估。当然，针对整个项目制定的差异报告才是了解项目资源使用情况



的主要来源。预算报告应定期更新和分析。对于大多数的改进项目而言，预算报告每周或每月更新一次就足够了。预算差异分析<sup>1</sup>应该包括以下的几方面内容：

- **趋势** 实际花费偶尔会与预算发生差异。但经常与预算不符就表明预算的制定存在问题。我们可以通过图形化的分析来寻找这种趋势是否存在。
- **超支** 由于项目预算的可用资源是有限的，如果出现超支现象，对于项目、甚至是组织都会造成严重的影响。当一个项目超出预算，它可能从其他项目或活动中挪用一部分资源，这样对整个六西格玛的开展也会造成影响。项目团队、团队领导者以及赞助人应该建立一套监控系统来避免超支现象的发生，如果发生也应该尽快地加以更正。在项目超支的背后经常隐藏着其他的项目问题。例如，在项目进度落后的情况下，为追赶进度而支付的额外费用、因为返修问题造成的花费等。
- **低于预算** 此问题与超支同样严重。如果项目预算编制准确，那么项目的花费将反映项目的进度和质量水平。低于预算可能会导致项目质量水平的降低。对于任何实际费用与预算不符的情况都应该查明原因。如果低于预算是可行的，那么项目负责人应该立即报告给项目赞助人，以便多余资源能够分配给其他需要的项目。

#### 1.4.4 项目进度控制计划<sup>2</sup>

控制项目进度的主要方法是定期复查、及时纠正。当然这种方法的根本在于项目进度计划的安排准确，以及人员的责任心。如果项目的进度落后与计划，项目负责人应立刻与项目赞助人进行沟通以便能挽回落后的时间。

---

1 请不要与统计中的方差分析相混淆，方差分析——Analysis of Variance (ANOVA)。

2 正式项目计划中的组成部分。



1.5 项目进度管理

本书将提供给您两种项目进度管理的方法。传统的方法是将关注重点放在单个的项目活动上。相对较新的方法是关键链方法（critical chain approach），它是将项目整体作为一个系统来进行管理。这两种方法各有利弊，我们也会分别加以介绍。

传统的项目进度管理关注项目中的单个活动，活动状态报告就是传统方法的文件输出（见工作表 31）。对于每一个活动，报告中都要包括活动完成比例、预期完成时间、问题以及解决计划等内容。当活动超出了预期时间后，我们就需要按照活动计划中的安排加以解决。这种方法的思路是：如果项目的每一项活动都得到了仔细的监控，那么整个项目的进度也必然将会按计划进行。

工作表 31 活动状态管理报告

活动	关键路径?	职责	报告日期	完成比例	计划完成日期	问题



## 1.6 项目范围变化控制计划<sup>1</sup>

项目范围管理是对项目的各项工作进行管理，以保证项目的成功。它主要包括项目范围的规划、范围定义、范围核实以及范围变化控制。在这里我们将介绍范围变化控制。

项目范围变化的控制计划主要是确定项目范围是如何变化的，并对其进行分级，最后将分析结合到具体的项目实施中。项目范围变化一般包括：范围溢出（项目范围逐步呈现超越最初范围的趋势），范围漂移（项目的范围随时间变化呈现无规律的改变）。范围溢出将使资源从项目规定的范围内转移出去。范围溢出和范围漂移都会导致项目团队对于项目原有目标的关注程度降低。许多项目的失败原因就在于对项目范围变化没有及时加以控制。

项目范围变化控制计划的输入信息包括：

- 项目特许任务书（工作表 1）
- WBS（图 5）
- 问题列表（工作表 66）
- 质量计划
- 预算报告
- 项目进度计划
- 变化要求

在项目团队制定项目范围变化控制计划之前，要回顾上述的项目文件记录。之后需要输出包括项目范围变化控制计划、项目范围变化报告以及更正措施等文件。变化控制计划应包括定期复查活动审核报告、问题列表、项目表现报告（质量、成

---

1 正式项目计划的组成部分。

本和进度) 和变化要求。

#### 1.6.1 变化控制系统

在项目管理中将变化控制系统定义为：

“按正式的、文件记录的程序定义的执行措施，正式的项目文件应按此措施进行变化。它包括纸型的文件、跟踪系统以及规定人员的核准。”

在开发项目变化控制系统中，项目团队应以组织自身的政策和程序作为指导。大多数的组织都有专门的系统来确保政策和程序的变化受到关注，并由指定的人负责批准。在加工行业，对于产品配置和工艺图纸的变化，有着严格的变化控制系统。项目团队可以利用这个系统或将其作为借鉴。在 ISO9000 中对于变化控制系统也有具体的规定，您可以了解一下。

如果您还没有一个完善的变化控制系统，下面提供了一张帮助开发简单系统的检查单。

- 一般而言，项目团队应至少开发一个能够控制项目主要文件记录的系统。对于许多六西格玛项目而言，这是一个非常简单和直接的系统。
- 确定控制点——由专人来负责控制正式项目计划的文件记录。
- 如何递交变化请求？使用什么形式？由谁来核准？
- 变化请求中要清楚说明“要求变化的原因”。我们需要定期回顾这些信息来确定系统的问题和改进的机会。
- 如何保证及时对变化请求进行考虑？
- 采用何种方式通知申请人处理意见？
- 团队应回顾本书前面所介绍的内容，因为之前介绍的各种文件可能就是您变化控制的对象。



- 对于每一个受控文件，组织或项目团队中的哪一位成员有权核准其变化？
- 详细地描述如何将变化体现在正式的计划中。例如，是否使用特殊的字处理程序来完成主要文件？是否使用特殊的字体来显示变化？
- 变化将如何体现在主要文件中？
- 如何且与谁就变化的信息进行沟通和交流？
- 如果变化需要多方的核准，如何进行申请？是逐一得到核准，还是将变化的请求印制多份同时寄给核准人员？如何将多方的意见反映在主文件中？
- 如果可以的话，建议您保留一份正式的电子文件，所有的纸型拷贝仅作团队“参考”使用。
- 如果您使用纸型拷贝，如何保证变化前的文件不被误用？
- 是否需要使用配置管理。在此，配置管理指的是准确跟踪每一个变化，并了解相关信息，谁做的变化，什么时候进行的变化。许多字处理软件都可以捕捉这类信息并将其保存起来。例如，使用 Word 软件来进行配置管理。

可以使用工作表 32 和工作表 33 来记录变化控制信息及受控文件。

工作表 32 变化控制信息

控制者姓名	联系电话	传呼	电子邮件	地址
候补者姓名	联系电话	传呼	电子邮件	地址

工作表 33 受控文件列表


1.6.2 快速变化之规定

有时我们会遇到某些需要马上进行变更的情况，我们可以允许这类事情发生，但必须有相应的规定与之配套。变化控制系统应该能够应付这种情况。例如，一家大型客机制造商允许授权的工程师对制造计划进行变更，他首先使用红笔删去错误的信息，并将正确的信息写在现场使用的计划复印件上，记录变更的时间并签名，最后将变更纳入到变化控制系统中。在项目的变化控制系统中也要有类似的规定。在“项目变化控制计划”中记录详细的变化信息。



## 第 2 章 定 义

### 2.1 过程的当前状态如何

在这一章中，我们首先要对六西格玛项目将要改进的一个或多个过程进行流程图的绘制。流程图可以用来显示过程的当前运行状态。绘制流程图所使用的图标可以参照工作表 34。当前的流程是如何将价值传递给顾客？流程的各个环节传递的是什么？要保证我们的分析中既包含了过程的正常输出和传递，也包含了可能出现的未曾预料后果（如，残次品、顾客抱怨、配送延误等）。如有需要，可以用附加的信息来进行说明。图 16 是常见的流程图示例。

在本例中，流程图的上方显示的是过程涉及的不同职能部门，我们常见的流程图也有将职能部门显示在流程图的一侧（左或右）。一般的流程图通常要体现两方面内容：职责的履行（如，职能部门、负责的人员）以及过程的不同阶段（如，时间线）。例如，一个六西格玛项目的流程图应显示项目的黑带、绿带、赞助人以及项目团队成员的姓名，以及项目实施的五个阶段：定义—测量—分析—改进—控制。

## 六西格玛 项目管理与实施表格

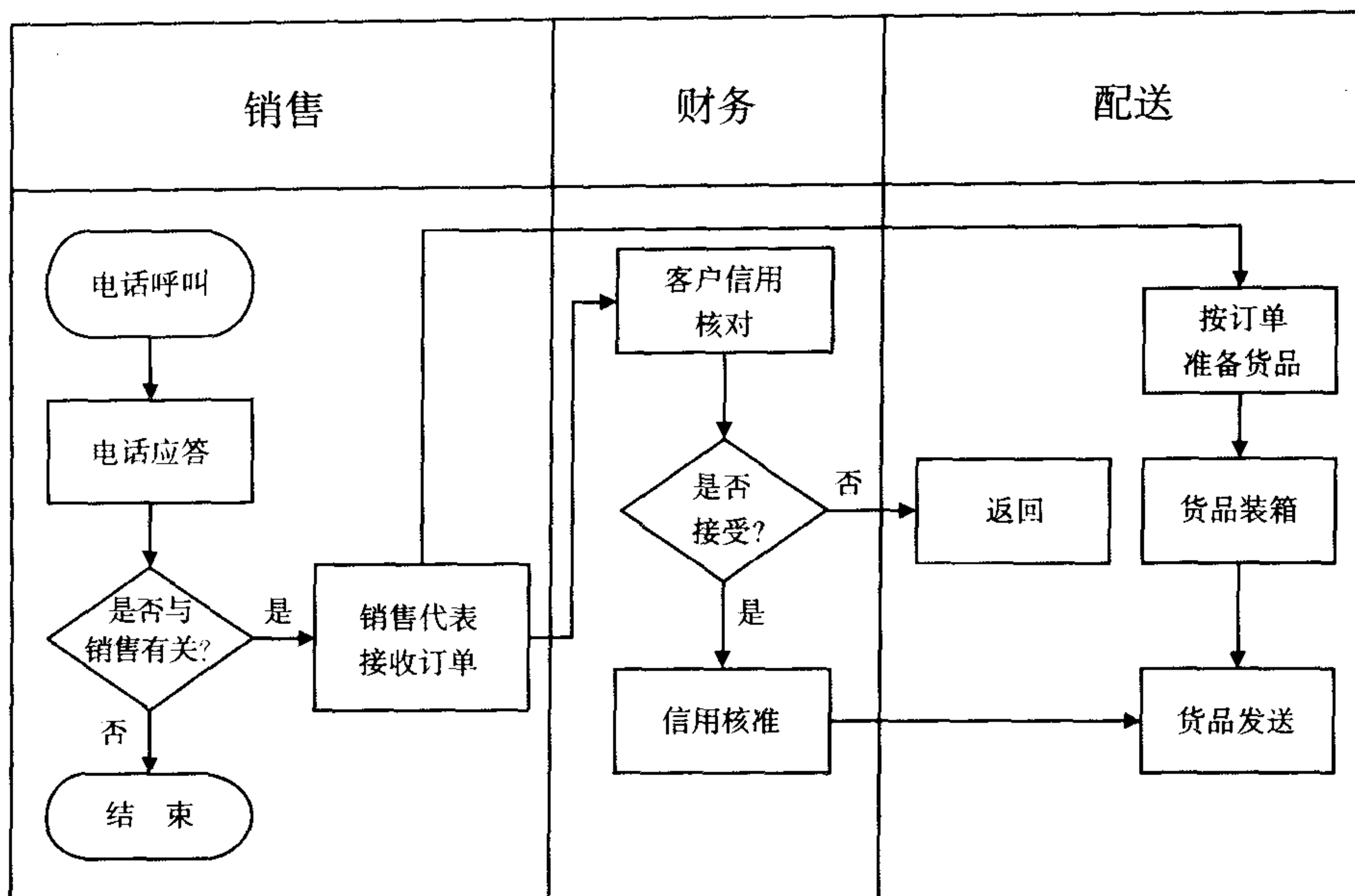
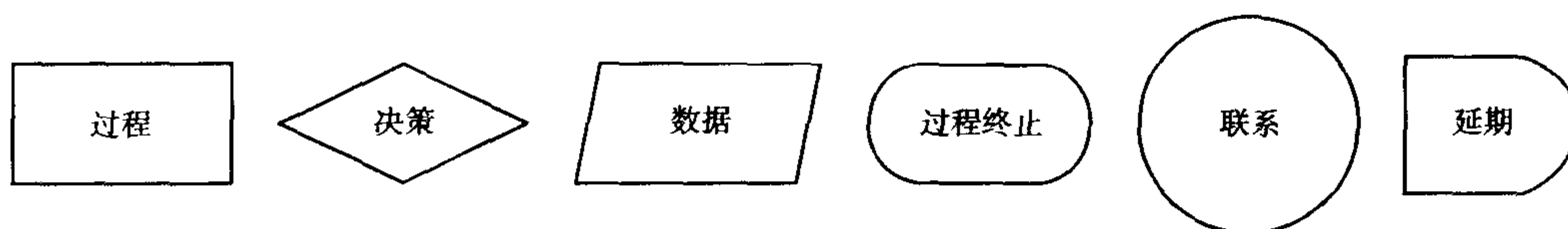


图 16 跨职能流程图示例

工作表 34 通用流程图图标



### 2.1.1 采用现有过程出现的问题

描述过程中出现的问题（UDEs，发音“you-dees”）——例如，“顾客不满意我们的服务，因为等待时间过长”或“由于减产造成往来业务明显减少”。我们应尽可能全面地描述过程中出现的问题。



## 1. 问题量化

可量化的 UDEs 示例：

- 顾客的不满意
- 顾客的抱怨

顾客的不满和背弃的结果是：

- |           |            |
|-----------|------------|
| ● 维修      | ● 等待时间     |
| ● 市值下降    | ● 销售额降低    |
| ● 损失      | ● 现金周转不灵   |
| ● 库存过多    | ● 报废造成的损失  |
| ● 应收款数目过高 | ● 技术支持     |
| ● 废品损失    | ● 返修损失     |
| ● 总的周期时间  | ● 无效时间     |
| ● 订单输入错误  | ● 执行错误     |
| ● 零件遗漏    | ● 低劣质量的总成本 |

## 2. 工具和方法

在定义阶段，您需要确定何种改进机会将为您的努力带来最大的回报。这样您就需要对不同过程度量指标的当前状态进行了解。您要了解它们的表现如何。是否存在明显的趋势？数据相对稳定还是出现异常？数据呈现何种统计分布？该分布是否是我们希望的？

除了流程图表以外，我们在定义阶段还将会使用到下面介绍的一些工具和方法：

- 检查单
- 帕累托图（排列图）
- 因果图

- 质量控制的七种管理工具（7M）
  - 数据发掘，即使用自动或半自动的方法来发掘包含在数据中的有效信息
- 可以使用工作表 35 记录不希望产生的后果。

工作表 35 不希望产生的后果

不希望的后果	平均值或中位数	标准偏差	是否统计受控

## 2.2 失效模式与影响分析

失效模式与影响分析（FMEA）是用来分析过程中每一种可能的失效、该失效对系统的影响、失效发生的可能性以及该失效无法被检测的概率。FMEA 为过程特性的分级提供了一个很好的基础，例如，帮助识别关键质量特性（CTQs）以及其他



的关键变量等。FMEA 与帕累托图功能类似的是指导团队将有限的资源分配到最有可能成功的改进机会上。一个发生可能性极低的失效，即便会对系统造成严重影响，但对我们而言也许并非是最好的改进对象。FMEA 能够与决策分析方法，诸如逐层分析（AHP）以及质量功能展开（QFD）等方法联合使用来帮助团队制订预防措施方案。

FMEA 首先得到应用，是在 20 世纪 60 年代美国的太空研究计划。随后它被纳入美国的军方标准，特别是 Mil-Std-1629A 标准<sup>1</sup>。实施 FMEA 分析有两类主要的方法：

- 硬件分析方法，它是列出系统中的每一个组成部分（硬件）并分析这些硬件可能发生的失效模式。这种 FMEA 方法有时被运用到六西格玛产品设计（DFSS）项目中。
- 功能分析方法，该方法认为系统中的每一个组成部分都是用来完成特定的功能，这些特定的功能可以被视为不同的输出。我们需要列出这些输出并对其失效模式进行分析。这种 FMEA 方法被广泛运用在涉及过程改进或复杂系统分析的 DMAIC 和 DMADV 项目中。

### 2.2.1 FMEA 流程

FMEA 是设计初期使用的一种方法，它可以在 DMAIC 的改进阶段或 DMADV 的设计阶段进行。FMEA 方法是一种动态的过程，它必须及时更新以反映设计的变化和更改，这样分析的结果才可以在控制和验证阶段得到有效的使用。FMEA 可用

---

<sup>1</sup> Mil-Std-1629A 标准也被称为“FMECA”方法，它是指失效模式、影响以及危险程度分析，但通常我们谈到该方法时，都将“C”（危险程度）省去。然而要提醒大家注意的是，危险程度分析仍然是 FMEA 中非常重要的组成部分。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

来评估系统中高风险的环节和活动，并提供应对措施。它也可以用来确定是否需要特别的试验、质量检验、预防措施、特别的操作要求、有效期限以及其他相关的信息和必要的活动来降低失效风险。所有 FMEA 推荐的措施都应由团队进行评估并做出相应的部署和规定。FMEA 通常分为以下几个步骤：

确定需要分析的系统。一个完成的系统定义包括了确定系统的内部和接口功能，系统的预期表现，系统的限制条件以及失效的定义。系统的功能描述应包括系统每项功能希望达到的目标。它还包括对环境、预期的工作周期和设备的使用以及系统每个环节的功能和输出的描述。

(1) 绘制流程图，显示系统中各功能组成部分的操作、相互关系和从属性。

(2) 针对系统中的每一个子流程进行 SIPOC（供应商、输入、过程、输出、顾客）分析。要显示所有的过程和系统接口。

(3) 列出过程或子过程中每一个步骤要求实现的功能。

(4) 对于过程的每一个步骤，确定所有潜在的失效模式并确定这些失效可能造成的对目前的功能、系统以及满足顾客需求的影响。

(5) 按照失效模式发生可能导致的最严重结果来评估每项失效模式，我们通常使用严重度（SEV）来对其进行分级。（见表 14）

(6) 确定每项失效模式发生的可能性，通常使用频度（OCC）进行分级。（见表 6）

(7) 确定失效的检测方法，通常使用不可探测度（DET）来进行分级。（见表 6）

(8) 计算当前系统的风险顺序数（RPN）

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$

(9) 针对每一项失效模式，确定相应的补救措施。

(10) 确定消除失效或控制风险的措施或其他应对措施。确定措施的负责人以及



时间安排。

(11) 确定更正措施对于其他系统性能的影响。

(12) 在实施更正措施后,再次确定严重度、频度和不可探测度并计算风险顺序数(RPN)。

(13) 记录 FMEA 分析结果,简要说明无法使用更正措施的问题,确定减少失效风险的特别控制方案。

表 14 FMEA 分析中严重度、频度和不可探测度分级指南

等级	严重度 (SEV)	频度 (OCC)	不可探测度 (DET)
	如果失效发生,对顾客造成的影响有多大	失效机理发生的可能性有多大	如果失效发生,现有系统探测出失效原因的可能性有多少
1	轻微。顾客不会注意或认为失效没有造成影响	不可能发生	在顾客购买前肯定可以探测出失效 ( $p \approx 0$ )
2	顾客注意到失效	有证据证明发生的可能性较低	在顾客购买前没有探测出失效的可能性非常低 ( $0 < p < 0.01$ )
3	顾客对于失效感到不快	发生的可能性也许较低,但没有直接的证据	在顾客购买前没有探测出失效的可能性比较低 ( $0.01 < p < 0.05$ )
4	临界点。顾客对于失效感到不满意	失效偶尔发生	在顾客购买前有可能探测出失效 ( $0.05 < p < 0.2$ )
5	抑制了顾客的购买热情	有证据证明发生的可能性是中等程度	在顾客购买前也许可以探测出失效 ( $0.2 < p < 0.5$ )

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

续表

等级	严重度 (SEV)	频度 (OCC)	不可探测度 (DET)
	如果失效发生，对顾客造成的影响有多大	失效机理发生的可能性有多大	如果失效发生，现有系统探测出失效原因的可能性有多少
6	顾客开始投诉，要求修理和退货。内部成本增加（残次品、返修等）	发生的可能性为中等程度，但无直接证据	在顾客购买前不太可能探测出失效（ $0.5 < p < 0.7$ ）
7	关键点。顾客忠诚度降低。企业内部运营受到冲击	有证据证明发生的可能性很高	在顾客购买前探测出失效的概率非常高（ $0.7 < p < 0.9$ ）
8	完全丧失顾客信任，企业运营停滞	发生的可能性也许很高，但无直接证据证实	探测出失效的可能性极低（ $0.9 < p < 0.95$ ）
9	顾客或员工的安全受到伤害。产品是否符合相关标准和法规存在疑问	失效经常发生	探测出失效极端不可能（ $0.95 < p < 0.99$ ）
10	灾难。顾客或员工在无预警的情况下陷入危险。产品违反了相关法规和标准	失效一直发生	探测失效肯定不可能（ $p \approx 1$ ）

注： $p$  是指失效无法被探测的估计概率。

风险顺序数（RPN）可以用来确定各种失效的关注程度，具有高风险顺序数的失效将得到团队更多的关注。某些组织通常会按照风险顺序数的绝对值大小来安排所需的活动和措施。例如，波音公司建议如果风险顺序数（RPN） $>120$ ，就需要对该失效采取相应的措施。工作表 36 是一份常见的 FMEA 分析表格。关于该表格的使用指南请参阅表 15。FMEA 的分析也可以通过软件来完成，您可以从因特网上获得相关的信息，包括扩展表单、现实案例等等。



表 15 FMEA 信息

常规信息	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FMEA 分析的产品或过程是什么？</li> <li>• FMEA 分析由谁来准备？</li> <li>• 六西格玛团队成员？</li> <li>• FMEA 的创建日期？</li> <li>• FMEA 最后一次修订的日期？</li> </ul>	
功能	描述被分析的产品或过程。（用不同的行来划分不同的功能）
潜在失效模式	可能出现什么问题？什么是顾客不喜欢的？
潜在失效影响	如果失效发生，会对顾客造成怎样的影响？
潜在失效原因	可能导致失效发生的原因是什么？
当前的控制方案	当前用来防止失效发生或监测失效的系统是什么？
严重度（SEV）	按照表 14 对失效影响进行评分
频度（OCC）	按照表 14 对失效发生频率进行评分
不可探测度（DET）	按照表 14 对失效探测的可能性进行评分
风险顺序数（RPN）	$SEV * OCC * DET$
推荐措施	降低风险顺序数的可能措施？
相关负责人和措施的截止日期	由谁来负责措施的进行？措施完成的预期时间？
采用的措施	实际采用的降低风险顺序数措施？
实施后的 SEV	按照表 14 进行评分
实施后的 OCC	按照表 14 进行评分
实施后的 DET	按照表 14 进行评分
实施后的 RPN	$SEV * OCC * DET$

工作表 36 FMEA 分析表

功能	潜在失效模式	潜在失效影响	潜在失效原因	当前的控制方案	严重度 (SEV)	频度 (OCC)	不可探测度 (DET)	风险顺序数 (RPN)	推荐措施	相关负责人和措施的截止日期	采用的措施	实施后的 SEV	实施后的 OCC	实施后的 DET	实施后的 RPN

文件编号#



2.3 过程度量

六西格玛项目的改进对象是企业或组织的商业流程。而这些流程是企业或组织用来为顾客传递价值的途径，例如某类产品或服务。从这个角度考虑，这些流程有时也被称为*顾客价值流*。绝大多数六西格玛项目的实施目的就在于改善这些商业流程以便其向顾客传递更大的价值。在本章中，您将要了解如何准确度量六西格玛的成功。

2.3.1 商业流程的关键度量指标是什么

六西格玛过程度量主要可以分为三个指标：质量、成本或时间计划。这些指标对于企业的成功具有重要意义，因此经常被称为“关键特性”。关键质量特性（CTQ）是对过程输出的产品或服务的质量产生影响的指标。关键成本特性（CTC）则对于产品或服务的成本具有重要影响。关键时间计划特性（CTS）对于产品或服务的准时性具有重要影响。这三项指标被统称为关键特性，表示为CTx，这里x=Q（代表质量），C（代表成本），S（代表时间计划）。

请注意，将度量归入某类特性是比较困难的。例如，对于一个咖啡杯制造过程的六西格玛项目，咖啡杯上的一条裂痕被视为一个关键质量特性（CTQ），即使带裂痕的咖啡杯同样会影响产品的成本以及交付时间。一般而言，我们将关键特性归入有决定影响的一类，在咖啡杯的例子中，裂痕对质量有决定影响，所以将其看做关键质量特性（CTQ）。而对于咖啡杯制造过程而言，关键成本特性（CTC）有可能是陶土加热消耗的能量；关键时间计划特性（CTS）可能是原材料输送的准时性。

可以使用工作表 37 和 38 记录 CTQ 特性、CTS 和 CTC 特性。



工作表 37 CTQ 特性

CTQ	缺陷定义	机会定义

工作表 38 CTS 和 CTC 特性

特性	类型 (CTS 或 CTC)	描述



### 2.3.2 DPMO 定义

百万缺陷机会缺陷数（DPMO）的定义必须十分仔细。有关“缺陷”的描述必须清晰、严格、不能产生歧义。对缺陷进行定义通常可以采用诸如照片、样件或其他一些检验方法等。对于“机会”的描述同样要非常仔细，机会是指可能发生错误的事件或特性。

案例：在波动焊接过程中，缺陷可能是焊缝错误，缺陷也可能是焊接遗漏、虚焊、焊接不完整、焊接出现颗粒、短路等。上述的每一类缺陷都需要进行清晰的定义，而每位人员都需要接受培训以便准确地识别这些缺陷。就一个焊接件而言，可能同时存在几个不同的缺陷，所有的缺陷都必须统计到总的缺陷数目中。而机会就是焊接。对于这个过程而言，百万缺陷机会缺陷数（DPMO）可以按照下面的公式进行计算：

$$\text{DPMO} = 1\,000\,000 \frac{\text{缺陷数目}}{\text{焊接的数目}} \quad (\text{公式 1})$$

例如，一个有 1000 个焊接点的电路板，其中存在 5 个缺陷，DPMO 计算如下：

$$\text{DPMO} = 1\,000\,000 \frac{5}{1000} = 5000 \quad (\text{公式 2})$$

一个过程的平均 DPMO 就是这个过程的 DPMO 特性。

机会度量的不准确会导致“分母操控”——度量系统的不同。例如，对于将电子元件输送到最终装配线的过程中应度量电子元件的数目，而不是电子元件上的焊接数目。DPMO 计算公式中分母的合适选择可以反映被度量的过程，而不是之前的过程或子过程。例如，在焊接的过程中，焊接就是一个适当的度量机会。而在组装电子元件的过程中，我们可以统计电路板、连接件、紧固件的数目等，但不能是这些部件的组成单位。

六西格玛  
项目管理与实施表格

如果您发现度量系统存在问题，将其作为一个需要解决的问题列出，并列出具体的项目赞助人、过程拥有者或管理人员。如果问题十分严重，可以考虑暂时停止项目直到问题得到解决。在度量系统无法真正发挥作用的环境中，六西格玛也无法真正起到改进功效。

2.3.3 其他关键因素和度量

并非所有的重要因素都能够使用 CTx（关键特性）的方法来进行量化，包括某些重要的因素：诸如，员工士气、顾客满意度、或在其他区域或团体内的第三方的反应等。如果这些因素没有得到全面的考虑，或被忽略，也可能导致项目的失败。在本章节中，您需要列出对于项目成功有重要意义，且无法进行量化的因素，同时您要制定出恰当处理这些因素的措施和方法。

可以使用工作表 39 记录其他关键因素和度量指标。

工作表 39 其他关键因素和度量指标

关键因素	监控和保障的措施



2.4 六西格玛项目如何指引组织通向它的战略目标

现在您需要使用获取的信息来评估六西格玛项目在帮助组织达到战略目标的过程中将会产生多大的贡献。使用工作表 40 来描述项目将对关键战略目标产生的影响。

工作表 40 与企业战略目标的联系

战略目标	项目贡献

图 17 向我们展示了 DMAIC 流程定义阶段的标准。

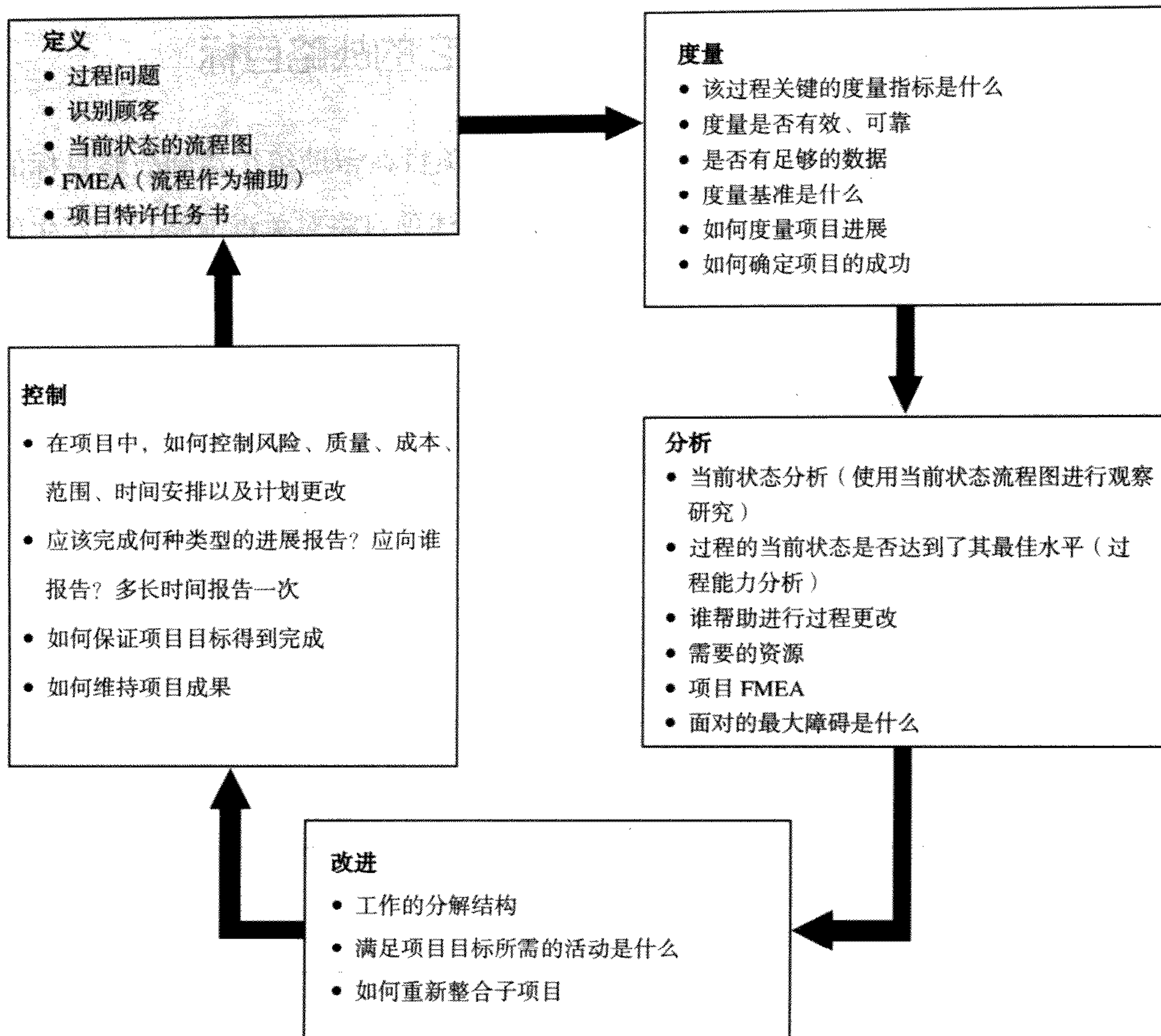


图 17 DMAIC 定义阶段标准



## 第 3 章 度 量

### 3.1 度量的可靠性和有效性

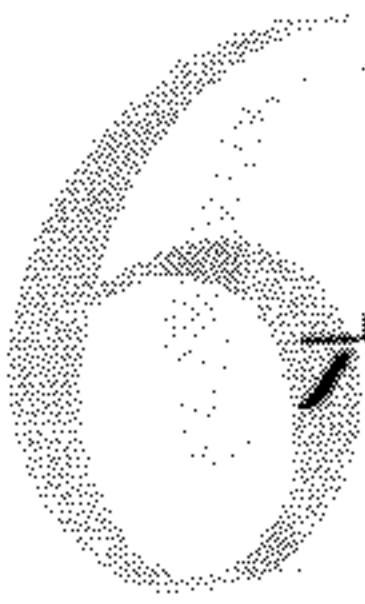
在放心地使用信息和数据之前，请先验证它们是否可靠和有效。

如果我们从不同的值得信任的来源获得相同的信息，我们可以认为信息是可靠的。例如，我们可以采用雇员走访、雇员年报或焦点群体等方式来获得有关员工士气的信息。

如果信息很好地覆盖了关注领域，并准确地体现其真实状态，我们就认为信息是有效的。例如，如果一个过程针对的是季节性的市场，那么信息应该覆盖完整的商业周期，既包含了旺季，也包含了淡季。

#### 3.1.1 有量纲的数据度量分析

为了评估量纲度量系统的可靠性和有效性，诸如量具，首先需要进行量具的重复性和再现性（R&R）分析（见工作表 41）。该方法是通过不同来源的信息来计算量具的误差。



工作表 41 量具重复性和再现性 (R&R) 研究结果

量具描述	编号	特征或尺寸	R&R 数据	是否接受 R&R	问题

3.2 属性度量系统分析<sup>1</sup>

六西格玛项目所使用的度量常常是对特性的分级，而非诸如长度、宽度、颜色等的物理特征的度量。特性的分级可以是二元的（如，男/女、好/坏、及格/不及格、满足要求/不满足要求等），一般的（如，红-蓝-绿、卡车/轿车/火车运输等），或程度渐进的（如，好-较好-最好、不满意-满意-高兴）。通过工作表 42 及 43，您将了解如何总结属性数据的度量系统的分析结果。

1 在完成本章节的内容阅读前，请先了解相关的背景知识，参见附录中的“属性度量误差分析”。



工作表 42 属性检验系统分析结果

属性	可操作的定义	重复性	再现性	精度	偏倚	问题

工作表 43 检验员测得的属性数据结果

属性	检验员	精确性	重复性	无偏倚	稳定	问题

图 18 向我们展示了 DMAIC 流程中测量阶段的标准。

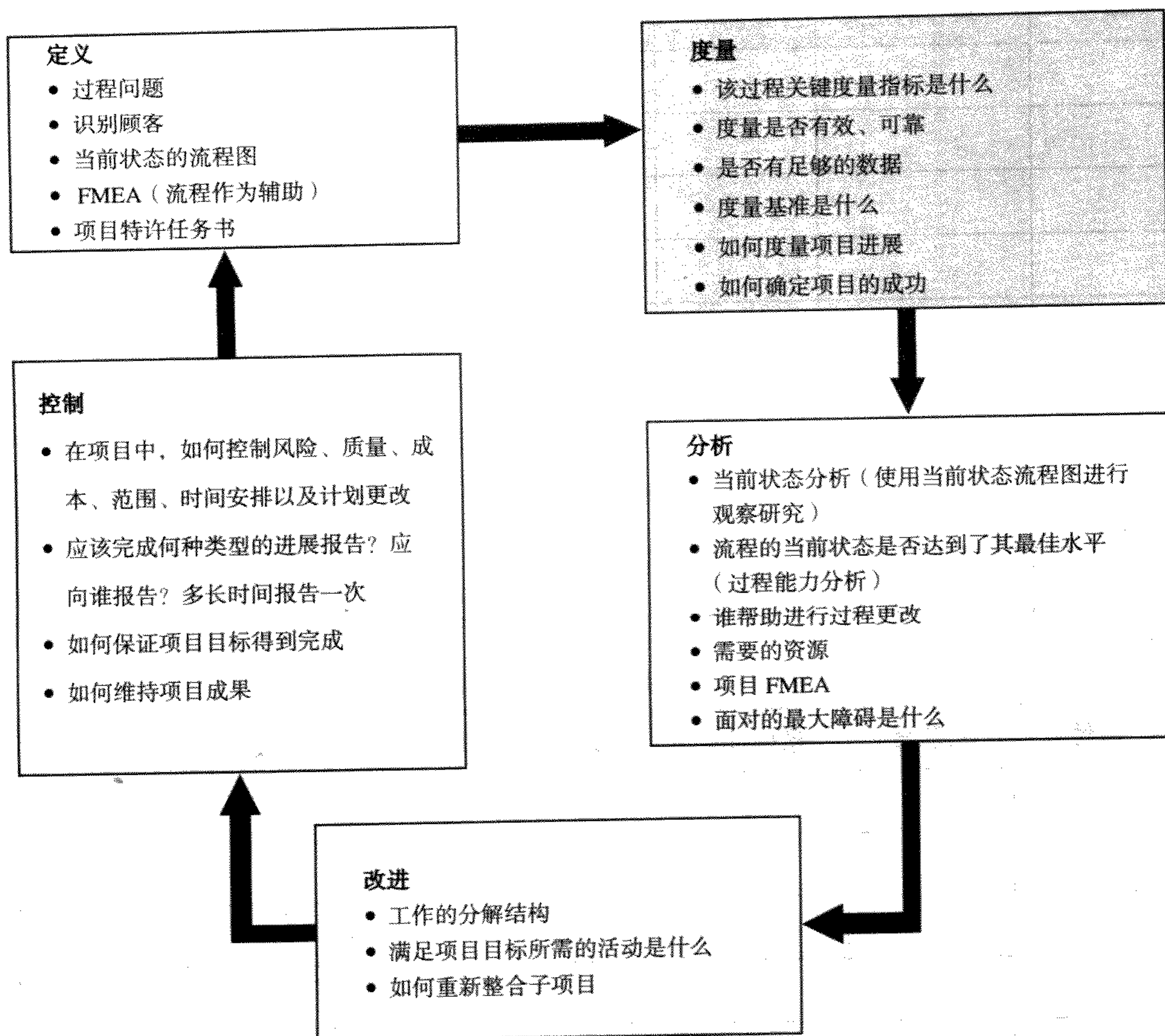


图 18 DMAIC 流程测量阶段标准



## 第4章 分析

分析其实就是针对问题，找出解决方案的过程。它包含了两个截然不同的步骤：

- （1）分散思维——找出尽可能多的候选解决方案。
- （2）集中思维——确定最佳的解决方案。

在六西格玛项目的分析阶段，您必须对现有过程进行量化，确定如何才能达到过程改进的目标。在分析阶段常用的工具和方法包括：

- 运行图
- 描述性统计分析（中心趋势、分散程度、分布形状、溢出点）
- 探测性数据分析（箱线图对比分析、茎叶图）
- SIPOC（供应商、输入、过程、输出、顾客）
- 数据分析（时间序列分析、SPC）
- 数据挖掘：使用自动或手工方法对现有数据中包含的信息进行分析
- 过程能力分析
- 过程产出分析
- 散点图
- 相关性和回归分析



- 分类型数据分析
- 非参数的方法

## 4.1 量化当前过程

### 4.1.1 对当前过程的数据来源编制目录

在实施六西格玛项目的过程中，如果项目团队中的每一位成员都能注意到过程中包含的数据信息，将对项目的分析有很大的帮助。如果团队成员能够花费一些时间来编制一份数据来源的资料（见工作表 44），并与他人共享，同样会推动项目的发展。如果信息资料不能共享，团队成员通常要浪费许多的时间寻找或收集其他团队成员已有的信息。

工作表 44 信息来源目录

信息	来源



这里所说的信息可以包括过程的历史记录、过程的历史或当前的数据、对于供应商或顾客的了解、相关领导者信息、技术专家的资料等。信息来源包括了解过程的人员、数据的保有者、关键操作人员的姓名和联系方式、网络地址、书籍或报告、文件等。

### 4.1.2 探测性数据分析

探测性数据分析 (EDA) 是通过数据的收集来分析因素之间的因果关系 (见图 19)。如, 数据间是否存在差异? 数据显示的某种模式是否说明存在某些影响因素? 是否出现了异常点?

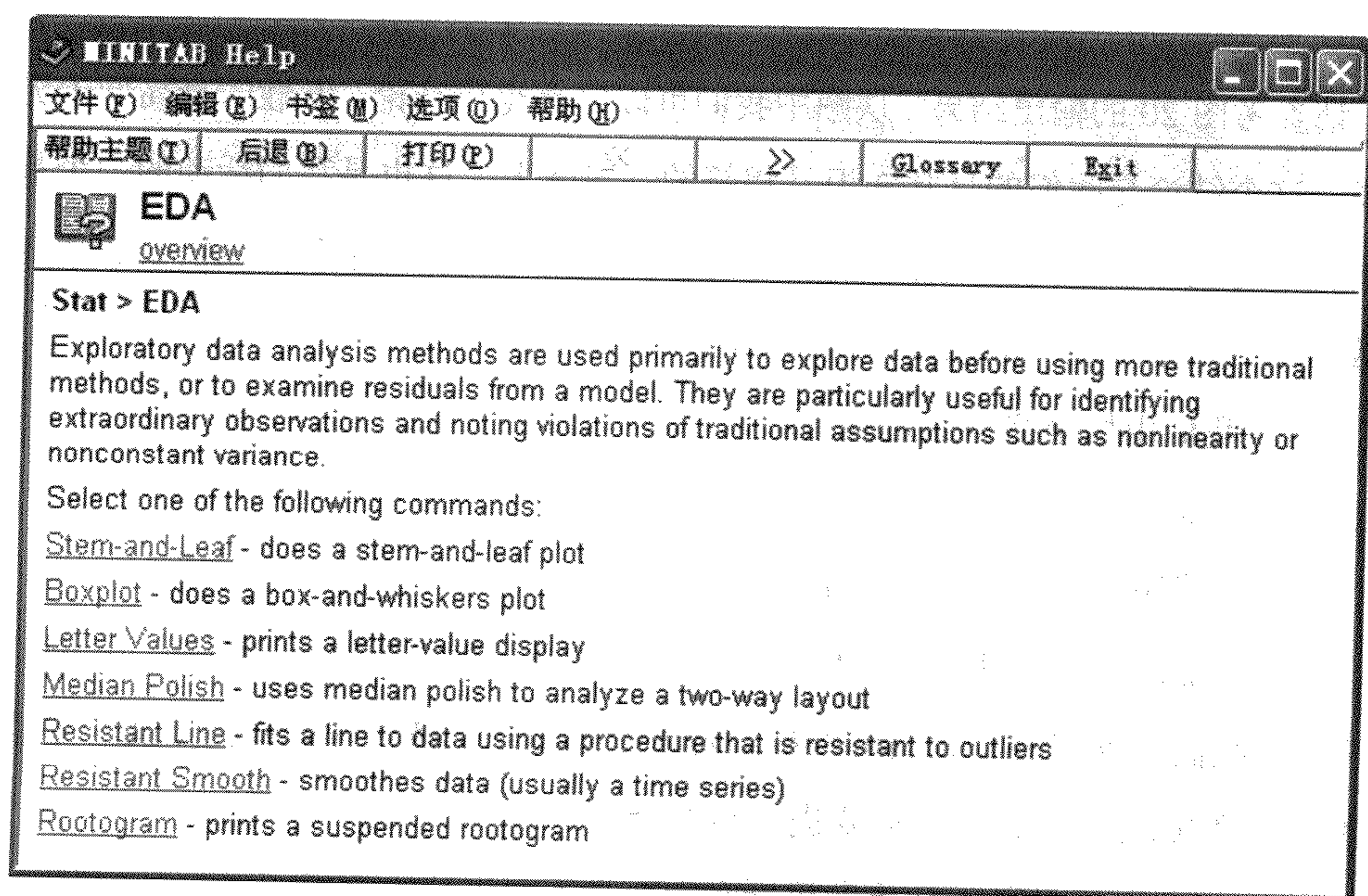


图 19 常用的 EDA 方法<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 本书中所涉及的有关 Minitab 统计软件的使用都得到了 Minitab 公司的授权许可。

#### 4.1.3 描述性数据分析

描述性数据分析（DDA）被用来分析过程产生的数据服从何种分布类型。同时计算相应的统计量并绘制图形来描述该分布的中心趋势、分散程度、形状、异常点等。这些信息可以帮助我们分析因素与影响之间的相互关系，并便于之后使用 SPC 或试验设计做更详细的分析。这些分析结论可以用来制定切实的过程改进措施。DDA 与 EDA 通常是一起使用的（见图 19）。工作表 45 可以用来分析研究 DDA/EDA 的综合结论。

#### 4.1.4 工作表使用示例

请参考图 20 的输出结果。从图中我们可以轻易得出结论：女性的身高低于男性身高。这个结论与我们的日常知识是相符的。实际上，这也是我们活动的一个基本规律，即对某个事件通常预先会有自己的想法和意见，接下来我们就需要收集相关的数据来“验证”我们的想法，并得出：

- （1）我们由始至终都是正确的。
- （2）不需要再收集数据。
- （3）我们可以坚持自己的想法。

但问题是仅使用这种回溯分析的方法来验证假设的正确性是不够的。它的目的在于帮助我们完善假设。我们可以找出若干个理由来支持为什么我们不能草率地通过图 20 的数据得出结论，而需要进一步的分析：

- 可能图 20 中的数据代表的男性和女性是不同年龄的孩子。
- 可能抽样的男性和女性数据来自不同的总体，而非随机抽样。
- 可能男性数据来自一个种族，而女性数据来自另一个种族。
- 可能男性与女性的数据分别来自于若干个不同的种族。



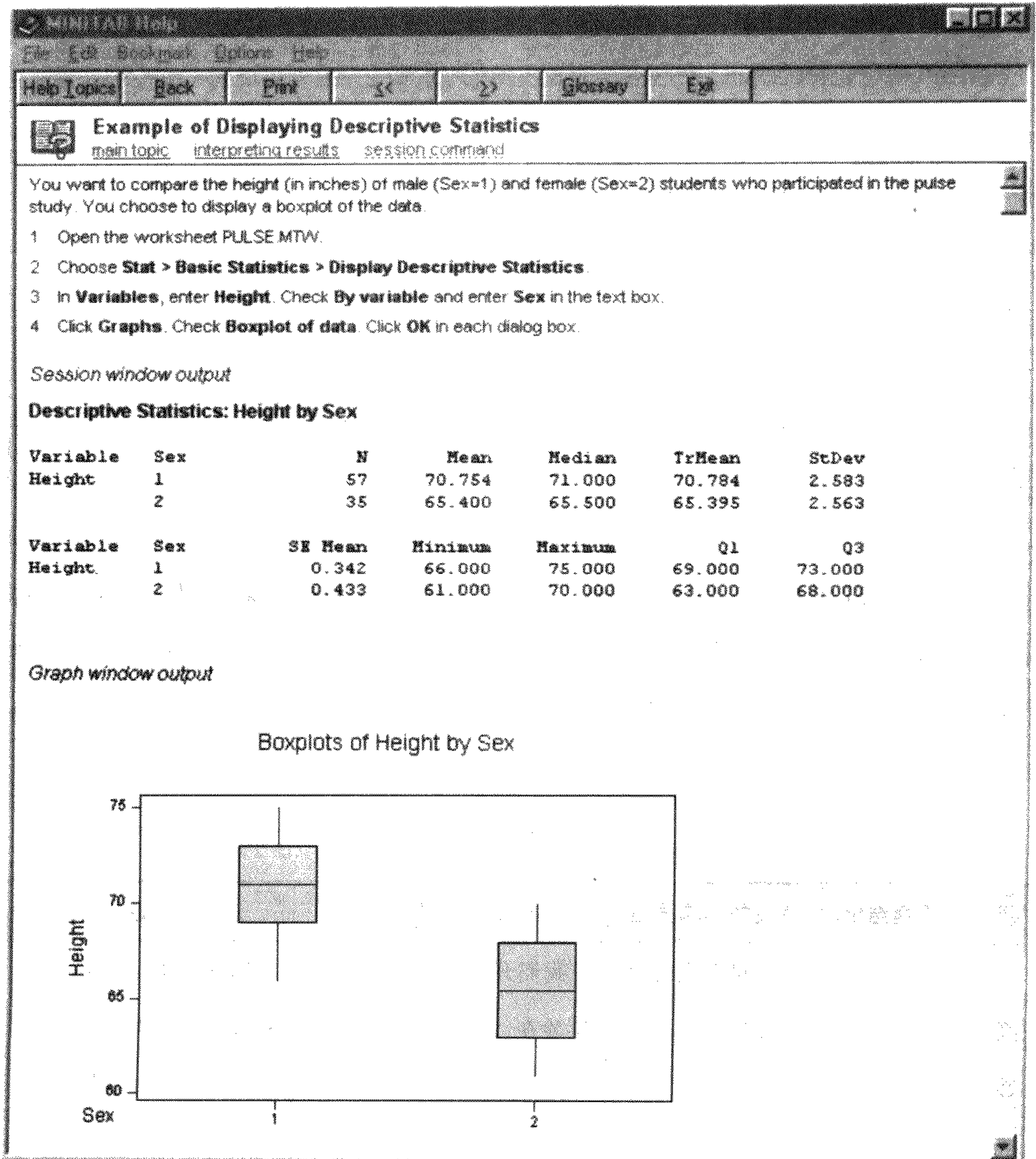


图 20 DDA 与 EDA 综合分析的示例



工作表 45 基于 DDA/EDA 结论进行深入研究

数据的观察结果	假定的影响原因	假设性研究	结论，前后对照

我们还可以列出更多的反对理由。我们希望通过这些例子来说明，验证由数据得出的假设，我们必须进行更深入的研究，对抽样方案或试验方法进行一定程度的控制。

表 16 介绍了应如何记录这些分析结论。

表 16 评估假设结论的正确性

数据的观察结果	假设的影响原因	对于假设的调查	结论
男性身高明显高于女性身高。 数据来源于一个公众数据库	不同性别之间的自然差异	我们开发的玩具是针对年龄在 9~12 岁的美国儿童。我们将每年从目标市场中（年龄为 9、10、11、12 岁）随机抽取 200 名适龄儿童，测定他们的身高	抽样数据显示不同性别儿童的平均身高存在显著统计差别，但差别远小于最初的数据显示，并且随年龄发生变化。详情请见 “Age Ht study.htm”



## 4.2 量化当前过程的能力

六西格玛是一种基于数据分析的过程改进方法。在很多情况中，通过数据的分析，我们发现现有过程的潜在能力远远超出了过程实际工作水平。在一些项目中，我们完全可以使用极少的成本投入甚至不需要成本投入就可以对过程进行效果显著的改进。一般来说，过程一旦得到优化，就能够达到项目目标。

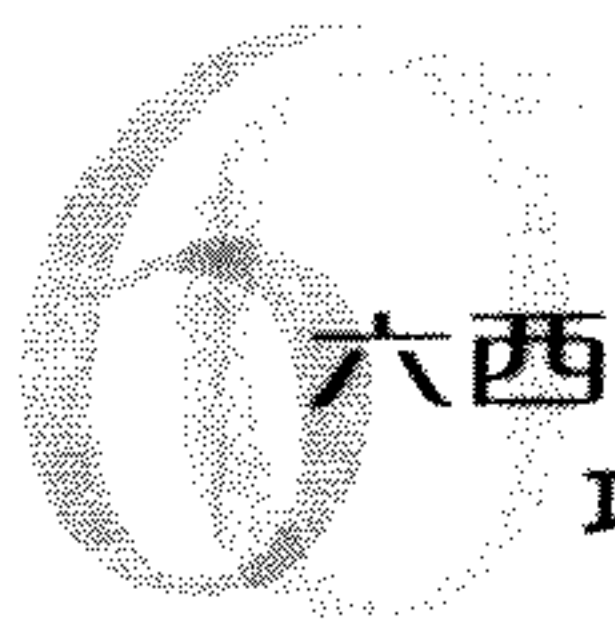
### 4.2.1 开展过程审核

在准备项目计划之前，六西格玛项目团队应该对过程展开详细、切实的审核。一种方法是组成一个过程审核小组。六西格玛团队中对过程有深入了解的成员应成为审核小组的一员。同时审核小组中也可以加入一些对整个项目不太熟悉的成员。这些“外行”可能会提出一些“愚蠢的问题”，而这些看似无聊的问题也许就是小组思维突破的触发点。工作表 46 可以帮助小组进行简单的过程审核。如有需要，小组可以在检查单中添加一些必要的信息。

应该在审核之前，提前通知过程的拥有者，他们有权了解审核的进展情况以及最早获得审核结果。我们进行审核的目的在于改进过程，而非责罚。由项目赞助人来安排过程审核对审核的开展十分有帮助。

工作表 46 过程审核检查单

过程描述	
过程拥有者	
审核小组成员	
审核日期	



续表

审核项目	调查结果	职责	截止日期	问题
过程的正确操作是否得到记录?				
人员是否接受过相关培训?				
是否正确操作过程?				
过程是否一直由不同的人员进行操作?				
是否定义了关键的过程度量标准?				
度量是否按时进行?				
信息是否可以轻松地传递给所需的人?				



续表

审核项目	调查结果	职责	截止日期	问题
在不同的时间如周、月、年，过程是否操作存在不同？				
是否存在可以快速改进过程的简单易行的方法？（例如，精益生产、主机-租赁、工作位置的重新布局）				
是否使用丰田方法来消除人为错误影响，而不需要额外的检验员？				
是否更改一个简单的程序或政策就可以导致过程达到显著改善？				

准备审核报告

在收到了过程拥有者对审核结果的反馈后，审核小组就应该准备一份书面审核报告。审核报告中应该记录审核小组的审核结果，包括建议采取的补救措施、过程拥有者已经采取或计划采取的措施、负责实施措施的人员名称、完成措施的截止期限。

审核的后续计划可以被视为一个子项目。审核报告首先应提交给过程拥有者进行批阅,如有需要再对报告进行修改。最终的审核报告应获得整个六西格玛团队的批准。之后将一份报告总结提交给项目的赞助人。有关审核报告的总结或文件编号的格式请参阅附录。

#### 4.2.2 确定关键特性 (CTx) 的西格玛和 DPMO 水平

按照百万缺陷机会缺陷数来度量关键质量特性。关键质量特性(CTQs)和 DPMO 的定义和度量在定义阶段已经做了介绍。现在我们需要分析这些度量数据。

六西格玛项目进行到这个阶段,数据已经收集,对于所有的关键质量特性(CTQ)和多数的关键成本特性(CTC)和关键时间计划特性(CTS)已经确定了实际的质量水平。这些信息可以告诉我们现有过程的潜在能力,同时也可以告诉我们过程的实际水平。通过对比这两个值,我们可以度量出实际与潜在能力之间的差距。我们还可以通过水平对比来了解类似过程可以达到的最佳水平。

#### 4.2.3 连续型关键特性的过程能力和过程实际西格玛水平

对于连续型的关键特性,我们通过计算西格玛水平来度量过程的能力,例如,西格玛水平为 6 表示过程的能力为 3.4PPM。我们对于连续型关键特性的度量数据被称之为变量型数据。

##### 1. 使用变量型数据度量过程能力<sup>1</sup>

设想某个过程的运行处在一个完美的统计控制状态之下。对于一个变量型的关

---

1 注意:过程能力指数(Cpk等)等同于Z值,我们在这里不对过程能力指数做更深入的介绍。如果想了解更多关于Z统计量与过程能力指数的知识,请参阅《六西格玛手册》一书的第13章。



键特性,如果过程的均值和极差或标准差控制图显示一段时间内没有出现异常因素,就表明过程处于统计控制的状态中。在六西格玛的分析中,当过程处于这种稳定的状态,我们就可以使用过程数据的平均值和标准差并假定在较长时间内存存在  $1.5\sigma$  偏移的情况下,计算过程能力指数。通过软件或正态表计算上下规格限,我们还可以统计出过程的不合格率。最后,我们使用过程不合格率来确定过程的滚动产出率(RTY)和西格玛水平。

### 示例

某加工过程的关键质量特性是螺栓加工的直径。螺栓的规格要求是  $1.000 \pm 0.001$  英寸。对该加工过程进行控制图监控,发现在一周内该过程始终处于统计受控状态。均值控制图显示的平均值是 1.0001 英寸,标准差控制图显示标准差为 0.0002 英寸。请问该过程的西格玛水平是多少?

解答:

$$Z_{\text{LowSpec}} = \frac{\bar{X} - \text{Low Spec.}}{\sigma} = \frac{1.0001 - 0.9990}{0.0002} = 5.5$$

$$\text{DPMO} = 13.7$$

$$Z_{\text{HighSpec}} = \frac{\text{High Spec.} - \bar{X}}{\sigma} = \frac{1.0010 - 1.0001}{0.0002} = 4.5$$

$$\text{DPMO} = 1350$$

$$\text{过程 DPMO} = 1363.7$$

$$\text{过程西格玛水平} = 4.5$$

## 2. 使用变量型数据度量实际的过程能力

假设过程并不处于统计受控状态,或假设我们必须在不了解生产程序的条件下,度量某个关键特性的尺寸。这两类情况描述的是实际过程能力。当出现上述情况时,我们使用样本的平均值和标准差,并考虑  $1.5\sigma$  偏移,来对过程进行度量。计算方法



与上面的公式相同，只不过这里我们使用的样本标准偏差不是从显示统计受控的极差或标准差控制图上获得的，也就是说，它不是通过合理子组计算得来的，而是通过集合数据得到的，例如，使用计算器或电子表格对整个数据集合进行计算。

### 示例

在这里我们同样使用上面案例中的加工流程。过程的关键质量特性是螺栓的直径。同上例一样，其加工规格是  $1.000 \pm 0.001$  英寸。与上例不同的是，这里我们不使用控制图的合理子组进行计算，而是随机抽了 50 个螺栓进行测量，并计算数据的平均值和标准偏差。平均值是 1.0001 英寸，标准偏差是 0.0004 英寸。

如何计算流程的实际西格玛水平？

解答：

$$Z_{\text{LowSpec}} = \frac{\bar{X} - \text{Low Spec.}}{S} = \frac{1.0001 - 0.9990}{0.0004} = 2.75$$

$$\text{DPMO} = 105649.8$$

$$Z_{\text{HighSpec}} = \frac{\text{High Spec.} - \bar{X}}{S} = \frac{1.0010 - 1.0001}{0.0004} = 2.25$$

$$\text{DPMO} = 226627.3$$

$$\text{Process Actual DPMO} = 332277.1$$

$$\text{Process actual sigma level} = 1.93$$

注：西格玛水平等于 1.93，代表的是过程的实际表现，而不是其潜在能力。330913.4PPM 的差距（通过随机抽样计算的 DPMO 与通过稳定过程的合理子组计算的 DPMO 相比较）就是实际与潜在能力之间的差异。如果这个差异过大，说明过程改进的重点应放在寻找并消除引起波动的异常因素，也就是说，关注过程表现的波动。如果差异不大，说明团队应将重点放在过程的重新设计上，也就是说，关注过程表现的平均水平。



#### 4.2.4 属性型关键特性的过程能力和过程实际西格玛水平

很多的关键特性并不能像重量、尺寸等物理特性那样进行度量，相反我们需要统计其发生的次数。例如：

- 顾客的抱怨
- 维修要求
- 退货数量
- 产品缺陷
- 数据录入的错误
- 程序的错误
- 工程图纸的错误
- 错过送货最终期限的次数
- 顾客选择了竞争对手的产品
- 在调查中给予公司高度评价的顾客人数
- 产品的报废或返修

有关的例子还有很多。在六西格玛中，我们将这类关键特性的数据称为属性数据（attribute data）或离散数据（discrete data）。对于属性关键特性，我们同样需要确定其过程能力和实际过程表现。而基本的程序与变量关键特性相同，但计算方法有所不同。

##### 1. 使用属性数据度量过程能力

对于一个属性关键特性（CT<sub>x</sub>），如果我们使用合适的控制图（常用的控制图有

c 图、p 图、np 图和 U 图)<sup>1</sup> 对其进行一段时间的监控，没有发现异常因素的影响，则说明关键特性处于统计控制状态。而这个统计受控的状态可以描述属性关键特性的过程能力。如果过程处于统计受控状态，则可以使用属性数据的平均值来度量过程能力，在这里我们同样要假设存在  $1.5\sigma$  偏移。由于控制图可以直接度量属性数据，所以不需查表来确定 DPMO 水平。

与变量数据的度量类似，对于属性数据而言，过程不太可能完全处于统计控制状态。如果控制图显示，在 90% 的时间内，过程都处于统计控制下，那么我们可以不考虑失控点，而大概地计算过程能力。当然在这种情况下，我们首先需要找出导致失控发生的影响因素。这对于属性数据非常重要，因为它可能为过程改进提供了很好的线索。

### 示例

某公司对于寄给顾客的账单的错误率非常关注。以一周为时间单位的控制图（每 1000 份账单中的错误）显示在两个季度（26 周）内，过程是统计受控的。控制图（c 图）的平均值是每 1000 份账单有 7.5 个错误。请问该过程的过程能力（DPMO）和西格玛水平是多少？

解答：

一旦过程处于统计受控状态，我们可以使用过程的平均水平来估计 DPMO 水平。在本例中过程的平均水平是每 1000 份存在 7.5 个错误，等同于 DPMO 水平为 7500。考虑  $1.5\sigma$  偏移后，过程西格玛水平为 3.9。

1 参阅《六西格玛手册》，第 12 章。



## 2. 属性数据的实际过程表现度量

如果过程不处于统计控制状态，或我们在不了解生产程序的情况下度量属性型的关键特性，此时我们无法确定过程能力。但我们仍然可以描述过程的实际过程能力。我们使用样本平均值来度量实际过程的 DPMO。在假设存在  $1.5\sigma$  偏移的条件下，计算产品或过程的西格玛水平。计算方法同上，惟一不同的是样本平均值不是来自于受控状态下绘制的控制图。也就是说，它不是由按时间顺序排列的合理子组计算而来的。

### 示例

假设我们研究的是与上例相同的过程，即账单处理过程。但我们不了解具体的操作程序，只知道在过去的 26 周内寄出了 10 000 000 份账单，发现有 75 000 个错误。请问该过程的实际 DPMO 和西格玛水平是多少？

解答：

我们可以使用集合数据来估计实际的 DPMO 水平。发生的出错率相当于 DPMO 水平等于 7500。考虑  $1.5\sigma$  偏移后，过程的西格玛水平是 3.9。

注：西格玛水平等于 3.9，代表实际的过程表现，而不是过程能力。如果没有按照时间顺序获得的数据，我们无法确定过程的能力。请记住：如果我们的目标是了解一个动态变化的过程，则对数据来源的生产程序做必要了解是非常关键的。

可以使用工作表 47、48、49，分别记录 CTx 的实际 DPMO 和西格玛水平、过程能力水平、RTY 分析。

工作表 47 关键特性（CTx）的实际 DPMO 和西格玛水平

特性	实际 DPMO	$\frac{\text{DPMO}}{1\,000\,000}$	产出 = $1 - \frac{\text{DPMO}}{1\,000\,000}$	西格玛水平



工作表 48 过程能力水平<sup>1</sup>

特性	过程能力 DPMO	$\frac{\text{DPMO}}{1\,000\,000}$	产出 = $1 - \frac{\text{DPMO}}{1\,000\,000}$	西格玛水平

1 使用统计受控过程的合理子组来计算西格玛值。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

工作表 49 滚动产出率 (RTY) 分析

能力 (潜在) RTY	
实际 RTY	
实际与潜在的差距	
项目的 RTY 目标	

思考以下问题:

- 在实际 RTY、潜在 RTY 与项目的 RTY 目标之间差距有多大?
- 实际的过程表现是否表明需要突破性的过程改进?
- 如果过程接近潜在能力, 是否需要突破性的改进?
- 就所有产品特性或过程各步骤而言, RTY 不可能高于其中最低的产出率。运用这一原则来分配项目资源。例如, 考虑是否可以在关键特性的某个环节中实施 SPC (统计过程控制) 来达到以较小的成本实现项目目标的愿望?

记 录:



图 21 向我们展示了 DMAIC 流程中分析阶段的标准。

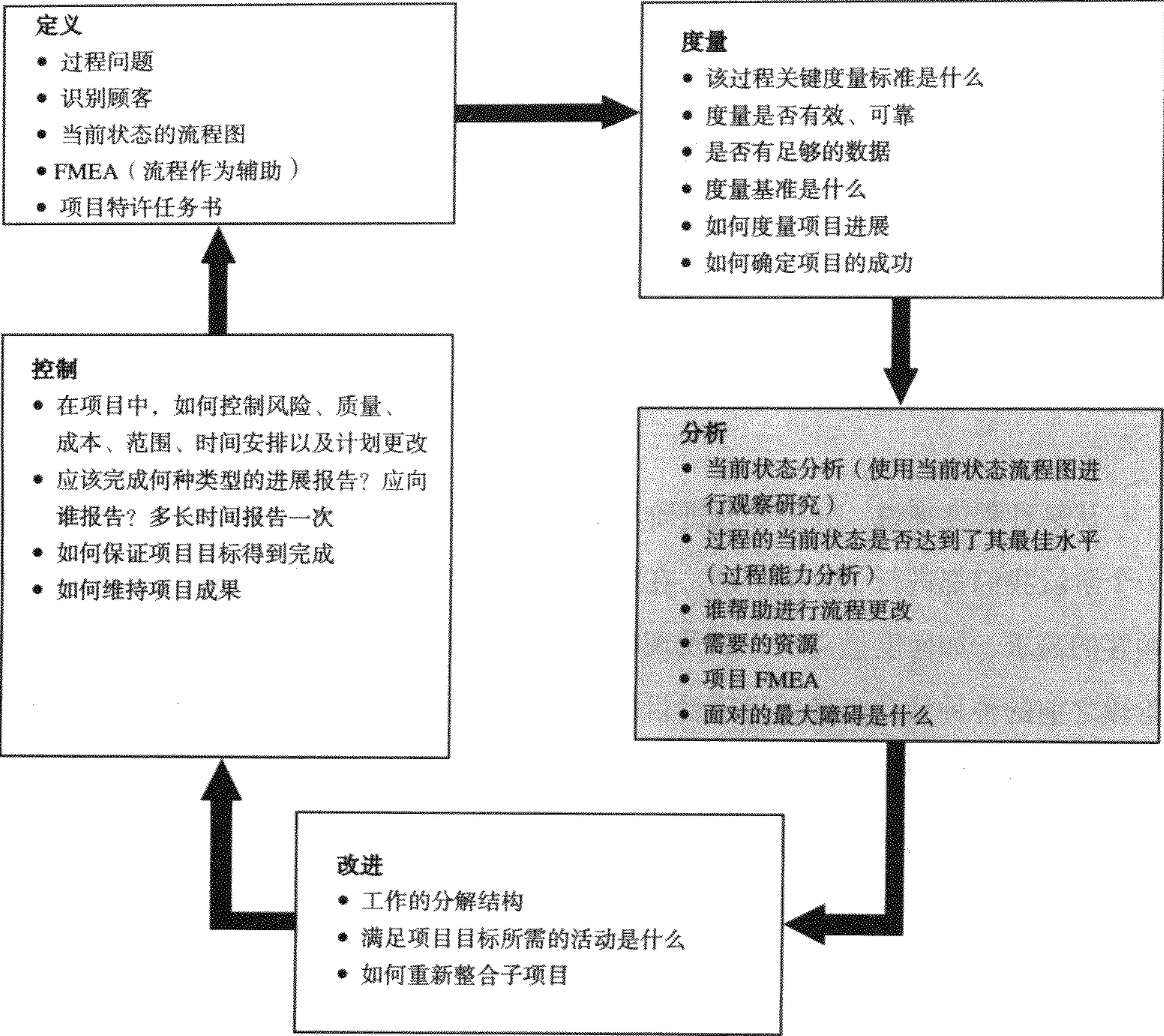


图 21 DMAIC 流程分析阶段标准

## 第 5 章 改进

从某种程度来说，分析和改进阶段的工作是同时进行的。事实上，在项目的每一个阶段我们都进行了改进活动。在定义、测量和分析阶段所做的工作帮助确定了顾客的需求、如何度量需求、以及现有过程是否能满足需求。因此很有可能在改进阶段之前的种种活动已经使得项目目标得到了实现。如果这样，项目就可以成功终结。如果过程的表现仍与项目目标存在差距，那么在改进阶段就需要采取一些额外的改进活动来达到项目的目标。

### 重要声明

在六西格玛的 DMAIC 流程中，“改进”被放在“控制”的前面。对于过程的改进，这是可以的，但当六西格玛转入项目管理时，这个顺序将会有所改变。这就是项目控制策划。改进后项目的管理工作是与项目的控制紧密相关的。一旦获得相关的信息后，就应该完成下面的项目控制计划：

- 风险控制计划
- 质量计划



- 成本控制计划
- 时间控制计划
- 项目更改控制计划

为完成上述计划，团队需要在改进和控制这两个阶段来回进行研究。首先在改进阶段开始之前，尽可能完成每一份控制计划。随着工作的深入，获得更多的信息后，随时对控制计划进行补充。例如，随着整个项目的时间计划制定，团队也需要制定时间的控制计划。

## 5.1 过程优化

如果您不希望对过程或产品进行工程浩大的重新设计，还有一个方法可以帮助您实现项目改进的目标：优化。优化是对现有过程进行全面的研究来确定是否存在某种改进方案可以使得过程的能力接近项目的目标。

试验设计（DOE）可以用来确定过程不同关键特性的最优能力水平。在我们进行试验之前，首先要确定过程的能力。首先需要确定过程的能力是因为：

- 如果过程的生产程序被严格执行，就并不需要进行试验。
- 试验需要较高的成本投入。
- 试验会中断正常的过程运行。
- 试验本身具有一定的风险，可能会导致其他问题。
- 如果过程的异常波动没有消除，试验可能会导致错误的结果。
- 通过过程审核、过程能力分析或异常因素调查等方法可以确定试验的变量对象。
- 在最初的过程调查中可以确定试验研究中变量设置（或不设置）的各个水平。
- 在审核或统计过程控制（SPC）中确定关键人员，可以帮助我们设计更优的试验。
- 在 SPC 调查中需要识别出试验可能包含的“噪音”因素，并在试验中对其监控。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

- 如果我们对过程有更深入的理解，试验的范围也更容易得到确定。即我们无法了解一个不稳定的过程，更谈不上控制。

项目进展到改进阶段，我们已经了解了过程关键特性的实际表现以及过程的潜在能力。然而我们可以通过对过程的操作程序进行改进来提高过程能力。

我们经常会遇到这种情况，当新的产品或过程被引入，开始阶段过程的产出很低。过程设计人员只能四处灭火，疲于应对。这是因为过程操作被严格记录在程序手册中，不允许做任何改动，除非得到特别许可。请注意，尽管过程实施标准化相比无序的工作有更好的效果，但它仍然有很大的改进空间。尤其是在未实施六西格玛的领域，尽管使用了 SOP（标准操作程序）来管理过程，但很多时候，过程的缺陷率高得只能以百分比（每一百件产品中的缺陷）来统计，而不是使用 DPMO。

一个过程可以做到多好？下面是一个真实的故事。

某个大型的计算机制造公司决定更换现有的波动焊设备，因为他们认为现有设备能够达到的最好焊接质量仅仅是每 1000 个焊件中有大约 5 个缺陷（DPMO=5000 或产出率为 99.9%）。而准备购置的新型设备却能将焊接质量提高十倍，相当于缺陷率提高到 500PPM。自然该公司认为这笔投入是物有所值的。若干年后，他们从购买了自己的二手设备的公司那里了解到，旧设备的焊接缺陷率仅有 5PPM，焊接质量竟然高出新设备 10 倍！接近了六西格玛水平。

这个故事告诉我们，在您决定投入大笔资金获取新技术之前，首先应该考虑的是尽量对现有的过程进行优化。在项目的改进阶段，六西格玛黑带应该回顾之前收集的数据来决定是否需要进行 DOE（试验设计）。如有需要，黑带应安排合适的人员来进行 DOE，对现有过程进行优化。DOE 的分析结果应及时总结并记录在相关的文件和表格中。



## 按照设计方案开展试验

六西格玛团队按照设计方案进行试验来确定过程各个变量的最优设置。最优设置是指可以使过程产出率达到最大化的各个过程变量的设定。过程的优化一般可以分为 5 个步骤，如表 17<sup>1</sup> 所示。在完成这 5 个步骤后，团队应该将过程的表现与项目目标进行比较。如果过程表现稳定，且能达到项目的目标，团队就可以决定是继续该项目还是考虑展开另一个项目。

表 17 过程优化的 5 个步骤

步骤	描述	目的
1	确定您的试验方向	使用数据挖掘、DDA、EDA 和 SPC 确定过程运行的历史情况、当前的运行情况、以及使过程运行稳定的措施和方法
2	筛选试验	从众多可能的因素中挑选出对过程输出真正有影响的因素
3	变量优化	在确定了重要的因素主效应后，进行试验来确定每一个重要的影响因素应做多大的调整来达到最佳的设置值。假设变量间存在一个简单的线性回归模型。逐步调整变量的取值直到过程表现达到最好
4	析因试验	以最佳过程表现的变量设置值来进行析因试验，准确分析变量的主效应和交互作用，并研究多个变量之间的交互作用。在模型中加入中心点来对模型的曲率进行估计
5	响应面设计	使用复合设计试验确定过程表现的最优区域。目的是找出能够使结果最接近优化值的各变量设置

1 参阅《六西格玛手册》，第 17 章。



在完成了过程的优化后, 按照工作表 50 和 51 的格式完成试验结论的摘要说明。

工作表 50 过程表现的优化水平<sup>1</sup>

特 性	优化的 DPMO		优化的产出率	西格玛水平

<sup>1</sup> 通过试验设计来进行确定。



工作表 51 优化的滚动产出率

优化 RTY	
实际 RTY	
实际与优化的差距	
项目 RTY 目标	

考虑以下问题：

- 在优化 RTY、实际 RTY 和项目 RTY 目标之间的差距有多大？
- 如果过程以优化 RTY 运行，是否还需要一个突破性的项目改进？
- RTY 不可能高于产品特性或过程各个步骤的最低产出率。运用这个原则来分配项目的资源。例如，是否需要的关键特性的一个组成部分进行优化分析，以较低的成本来实现项目的目标。

记 录：

## 5.2 过程的未来状态

未来状态是指项目成功完成后，过程可以达到的水平。这是对过程未来的一种构想。在这个阶段，团队应使用清晰的语言来描述过程的未来状态。这样将为项目团队和赞助人构筑一个美好的远景。

### 5.2.1 行业的最好水平如何

在描绘了项目改进的远景之前，我们需要清楚地了解行业中类似过程的最高水平。这样的研究，我们称之为水平对比（Benchmarking）。水平对比不仅用来研究同类过程的水平，还可以研究同行业、同类型公司的最佳水平。

水平对比要高于“行业标准”。一个行业标准并不能代表行业中的最佳表现，它只是行业的一个基本要求，并没有太多的竞争优势。水平对比可以将公司的活动分解到具体的过程操作，并对其中重要操作进行水平对比。在水平对比中，黑带应指导进行下面工作表 52~工作表 59 的研究：

工作表 52 水平对比第一步：对比的基准是什么

使用专业术语来描述活动——例如，运输包裹、危险物资储存、精密仪器移动、订单执行。



工作表 53 水平对比第二步：确定用来对比的公司

使用相关书籍、商业杂志、行业获奖信息、质量获奖信息、因特网、公司供应商的数据等信息来确定那些在过程或活动中超越同行的组织和公司。您也可以向行业专家、咨询人员、供应商、销售人员和顾客了解行业中的最佳的公司或组织。

工作表 54 水平对比第三步：确定数据收集方案

确定收集何种数据，制定研究策略。数据收集方法包括从行业的数据信息、报刊杂志、数据公司、证交所的报告或其他公众文件等获取数据。也可考虑浏览相关网站。

工作表 55 水平对比第四步：收集对比数据

使用与公司内部衡量指标相对应的指标来量化对比基准的水平。

工作表 56 水平对比第五步：确定现有过程表现的差距

确定现有过程表现与对比基准之间的差距有多大？

工作表 57 水平对比第六步：识别导致差距的原因

现有过程与对比过程的操作中有什么差异？将识别出的差异一一记录。



工作表 58 水平对比第七步：估计过程的未来表现水平

确定如何将对比基准的度量指标运用到您的项目中。

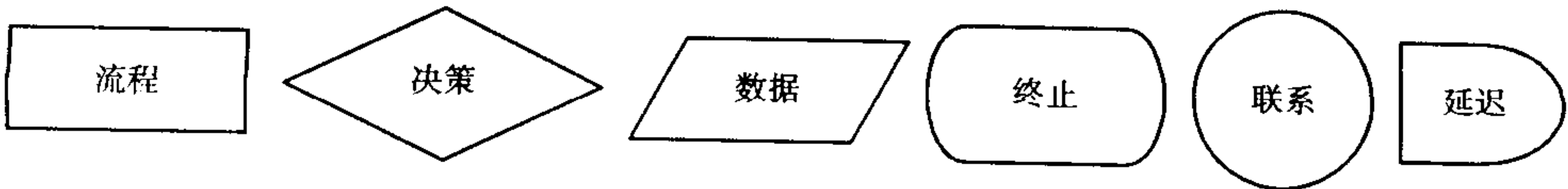
工作表 59 水平对比第八步：建立目标并获得股东同意

为过程表现水平的改进活动建立时间表。

5.2.2 建立过程的未来状态流程图

使用水平对比得出的结论来设计新的过程。工作表 60 描述的是流程图常用图标。我们要通过流程图（例图 22）来了解改进后的过程如何将价值传递给顾客？过程的工作流是什么？如果需要，请使用附页。

工作表 60 未来状态流程图常用图标



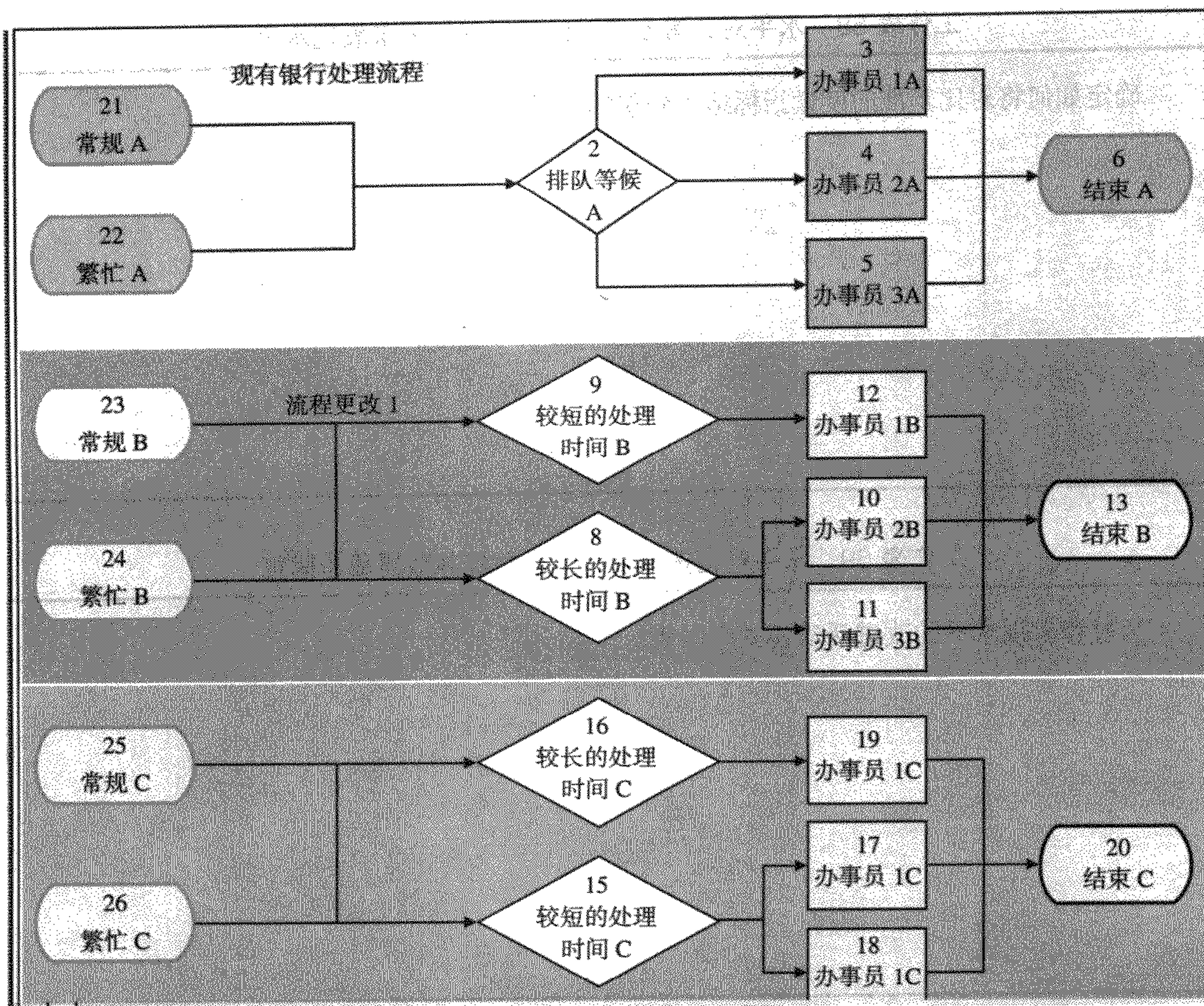


图 22 未来状态流程图的示例

### 5.2.3 未来过程与现有过程对比，优势是什么

利用工作表 61 对比改进后的过程与现有的过程。



工作表 61 未来过程改进的评估

不希望出现的影响或 CTx	当前过程	未来过程的评估

5.2.4 六西格玛项目活动模板

在改进阶段，我们追求的是通过六西格玛策划来进行突破性的改进活动。尽管每一个六西格玛项目都有所不同，但绝大多数使用 DMAIC 框架的项目都存在类似的任务。如果我们有一个常规模板作为活动的指南，对于项目是大有裨益的。尤其

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

是对新手或经验缺乏的黑带或绿带。表 18 可以作为六西格玛团队活动的一个模板。它显示了完成一个典型的六西格玛项目，每个主要阶段所需要完成的任务和担负的职责。

表 18 典型的 DMAIC 项目需要完成的任务和承担的职责

任 务	职 责
项目策划	
• 识别改进机会	领导层
• 确定项目赞助人	领导层
• 挑选项目团队成员	项目赞助人、黑带
• 填写项目特许任务书	黑带
• 估计项目节余	黑带
• 设计项目特许任务书	黑带、项目赞助人
• 复核/接受项目特许任务书	项目赞助人、过程拥有者
项目定义	
• 团队接受培训	黑带、绿带
• 回顾被研究过程的现有文件记录	项目团队、过程专家
• 确定项目目标和计划	项目团队
• 将项目目标和计划出示给管理层	绿带
• 定义、绘制现有过程	项目团队、过程专家
• 如有需要，复查和重新定义问题	项目团队
• 赞助人复核	赞助人



续表

任 务	职 责
项目度量	
• 识别过程关键质量特性 CTQs	绿带、黑带
• 针对次级任务和周期收集数据	项目团队
• 确认测量系统	黑带、过程拥有者
项目分析	
• 对于次级任务/周期时间，预备基准图	黑带、绿带
• 分析影响，例如，次级任务、ANOM（均值分析）、帕累托图……	黑带、绿带
• 使用次级团队来分析时间和价值，进行风险管理	黑带、绿带
• 与其他公司进行水平对比	项目团队成员
• 探讨次级团队的发现	项目团队
• 巩固次级团队的分析/发现	项目团队
项目改进	
• 向过程拥有者和操作者提供改进建议报告	赞助人、项目团队
• 复核建议报告/公式	项目团队、黑带
• 进行过程改进的准备活动	项目团队、过程拥有者
• 测试改进后的过程（试运行）	过程拥有者
• 分析运行结果	黑带、绿带
• 制定实施计划	项目团队、过程拥有者
• 准备最终的报告	项目团队

续表

任 务	职 责
项目改进	
• 将最终的建议报告提交给管理层	绿带
项目控制	
• 确定过程控制的度量	黑带、绿带、过程专家
• 开发度量的收集工具	黑带
• 正式运行改进后的过程	过程拥有者
• 起用控制度量	过程拥有者
• 使用度量数据来定期监控过程	过程拥有者、黑带

更为详细的项目计划在之前的内容中已经有所介绍，表 18 中的模板仅是为团队提供一个通用的指南。

### 5.2.5 陈述和项目输出结果的接受

当改进后的过程输出结果得到项目赞助人的认可和接受后，项目改进阶段工作宣告完成。项目的成功完成是项目的一个主要里程碑，它应被视为一件大事并认真对待。建议团队以正式的方式将项目最终改进报告提交给赞助人，项目团队成员的工作和付出应该得到承认。项目赞助人和项目的其他“顾客”应表现出他们的敬意和鼓励。

项目输出结果中的顾客在“项目特许任务书的制定”中已经介绍了。项目输出结果在“如何度量项目成功”一节中有详细描述，在“未来过程与现有过程对比，优势如何？”中也有描述。现在应该对这些信息进行复查，并将其用来总结项目成果报告，使用工作表 62——项目交付接受报告。



工作表 62 项目交付接受报告<sup>1</sup>

承诺的项目交付结果	实际的项目交付	日期	赞助人或顾客是否接受

1 正式项目计划的组成部分。



图 23 向我们展示了 DMAIC 流程中改进阶段的标准。

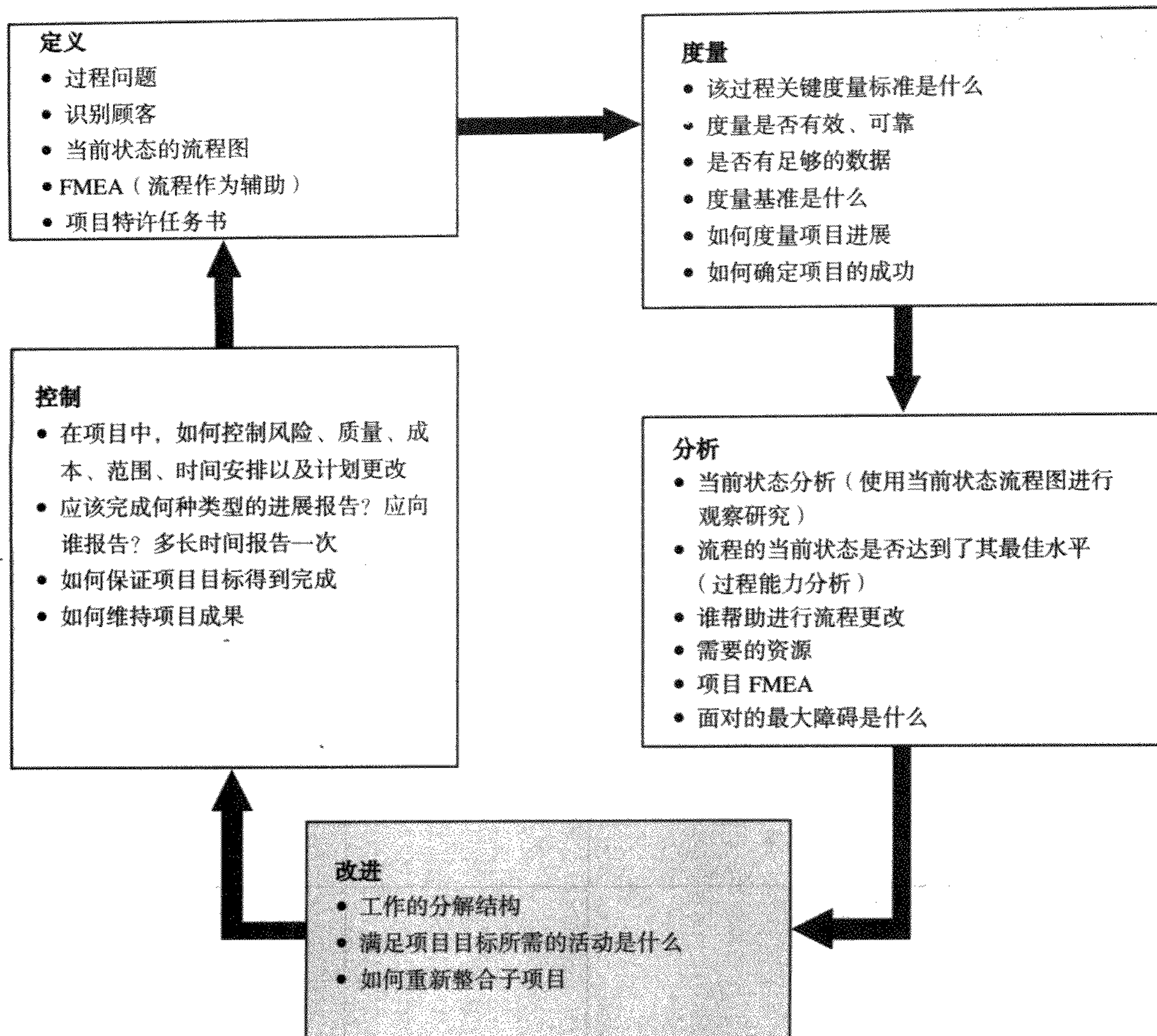


图 23 DMAIC 流程中改进阶段标准



## 第 6 章 控 制

根据“熵”理论，放任事情自由发展，事情会从一个有序状态逐渐发展为混乱的状态。这个理论对于项目策划和组织的商业体系运行同样适用。我们必须对项目计划保持持续关注，并将过程的改进活动纳入组织的运行体系，否则事情将会逐步变得无序和恶化。在本部分内容中，我们将学习使用控制方法来维持前面辛勤工作的成果。这是六西格玛 DMAIC 实施流程中的最后一个阶段——“C”（控制）。

### 6.1 控制阶段失效模式和影响分析

在项目的定义阶段，我们已经使用 FMEA 方法来识别原有过程或产品可能引发的问题。在控制阶段，我们使用 FMEA 主要是为了制定有效的控制计划来预防改进后的过程可能出现的问题（如工作表 63）。使用的方法和程序与之前的介绍相同，只是现在我们要考虑的是改进后的过程或产品。

# 六西格玛

## 项目管理与实施表格

工作表 63 控制 FMEA 工作表

常规信息						
功能						
潜在失效模式						
潜在失效影响						
潜在失效原因						
当前控制方法						
严重度 (SEV)						
频度 (OCC)						
不可探测度 (DET)						
风险顺序数 (RPN)						
建议措施						
责任人和实施日期						
采取的措施						
“实施后” SEV						
“实施后” OCC						
“实施后” DET						
“实施后” RPN						



## 6.2 过程的控制系统

您已经满足了项目的目标要求，顾客和赞助人也接受了项目的交付成果。项目成功完成！真得如此吗？不要太早下结论。我们还要完成最后一场战役——防止过程逐渐变得无序，保证过程按照改进方法平稳顺利地运行，还记得之前提到的“熵”理论吗？

### 如何维持过程改进的成果

所有的组织都会有自己的一套运行体系来保障组织的稳定，拒绝不希望出现的改变。但这些体系的存在也为组织的改进设置了阻力，您可能也会在六西格玛项目的实践中遇到类似的困难！但是只要您建立一套有效的改进体系，这些“拒绝改变”的系统也可能变成您的得力助手。下面是关于如何维持成果的几点建议。

- **政策更改** 为了维持项目的成果，哪些相关政策需要做出更改？哪些政策已过时了？需要制定哪些新的政策？
- **新标准** 项目的实施是否使组织的运行符合通用标准的要求（例如，ISO9000标准、环境标准、产品安全标准等）？如果符合，按照标准要求进行管理可以防止项目成果出现倒退。是否存在行业标准？如果采用行业标准，是否可以帮助维持项目成果？是否存在顾客的标准？是否存在 ANSI、SAE、JCAHO、NCQA、ASTM、ASQ 或其他标准化组织制定的标准以及政府制定的相关标准等？
- **修订程序** 程序描述了做事的各个步骤。由于项目改进了过程的输出（与原有输出不同），所以过程中的某些事情一定有了改变。我们要确保这些变化体现在正式的程序中。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

- **修订质量评估和审核标准** 质量控制活动可以让组织保证过程或产品满足需求。我们要保证文件规定的各项变化在实际的工作中得到体现。
- **更新合约竞标模式** 产品销售价格是与组织的利润、损失和商业成功休戚相关的。因此涉及到竞标模式和价格制定的项目改进活动应体现在组织的财务和信息系统中，形成正式的制度。
- **更改工程要求** 许多六西格玛项目都是对工程方面进行更改来作为项目改进方案的一部分。例如，当一个六西格玛项目评估过程的能力时，经常会发现工程规范要求过高。可能设计人员使用最差情况的容差来替代统计容差。项目团队应保障这些更改能体现在工程图纸的更改。
- **更改制造工艺计划** 一个组织的制造工艺计划详细地描述了产品的加工和制造过程。六西格玛项目团队经常会发现更好的制造方法和程序。如果制造工艺计划不发生更改，新的和改进的方法可能因为个人的失误等原因而遗失了。如果一个组织没有完整的制造工艺计划，六西格玛项目团队应为之制定，至少是为六西格玛项目涉及的产品或过程制定详细的制造工艺计划。注意：这时不要过多地考虑项目范围的变化或偏移，因为制造工艺是与团队的目标有直接关联的。当然，如果能够将制造工艺的改进作为政策的组成部分进行政策更改则更理想（见上文）。
- **改进财务系统** 六西格玛项目是对组织的商业体系进行价值流的观察，即整体考虑。然而，许多成本财务系统（如活动成本）往往是独立地看待各项活动。如果维持这种系统，它会将一个完整的价值传递过程分裂成一系列相互竞争的区域，从而导致项目的倒退。我们可以考虑采用产量财务系统（Goldratt, 1990）。
- **调整预算** 项目改进意味着以更少的投入获得更大的产出。由此组织的预算



也应该进行相应的调整。但与此同时，我们也要遵循市场规律：资金总是流向最能获利的地方，因此不要削减成功领域的投入和预算。

- **调整人为的预测** 丰田公司的 Taiichi Ohno 是精益制造方法的创始人。他曾经说过自己并不关心劳动的节省，只关注劳动力的节余。换言之，如果一个六西格玛项目可以使得更少的员工制造出与原来同样多甚至更多的产品，这就能够降低用工需求。我要特别强调的一点是，研究表明实施六西格玛和全面质量的公司与未实施六西格玛的公司相比，员工利用率高出三倍之多。高效率、优质量、短周期可以使公司为顾客创造更多的价值。投资者、雇员和其他股东也能从中获益匪浅。注意资源应与有需要的活动相连。

- **更改信息系统（例如，MRP——物资需求计划、库存需求等）** 组织中有很多事情并没有引起人们的关注，例如：

—— 当材料的库存降到了某个特定的水平，组织就会自动进行采购。而六西格玛项目就是希望能够消除这种“保底库存”的做法。

—— 一个物资需求计划是按照生产周期进行制定，而六西格玛项目已经缩短了该周期时间。

当六西格玛项目改变自动信息系统依赖的内在关系时，程序应做出相应更改来反映这些变化。

项目团队成员应根据自己组织的特点，想尽办法来扩展以上的建议。各种建议应该运用在过程控制计划的制定中，来保证项目改进稳定地进行。我们还需要准备一份详细的过程变化控制计划（如工作表 64），并将其放在项目策划文件中（见附录）。



工作表 64 附加的过程变化控制方法

变化控制方法	变化	过程控制计划参考
政策变化		
新标准		
程序变化		
更改质量评估和审核标准		
价格和竞标模式更改		
工程要求更改		
工作计划更改		
预算调整		
财务系统调整		
劳动力调整		
信息系统调整		



图 24 向我们展示了 DMAIC 流程中控制阶段的标准。

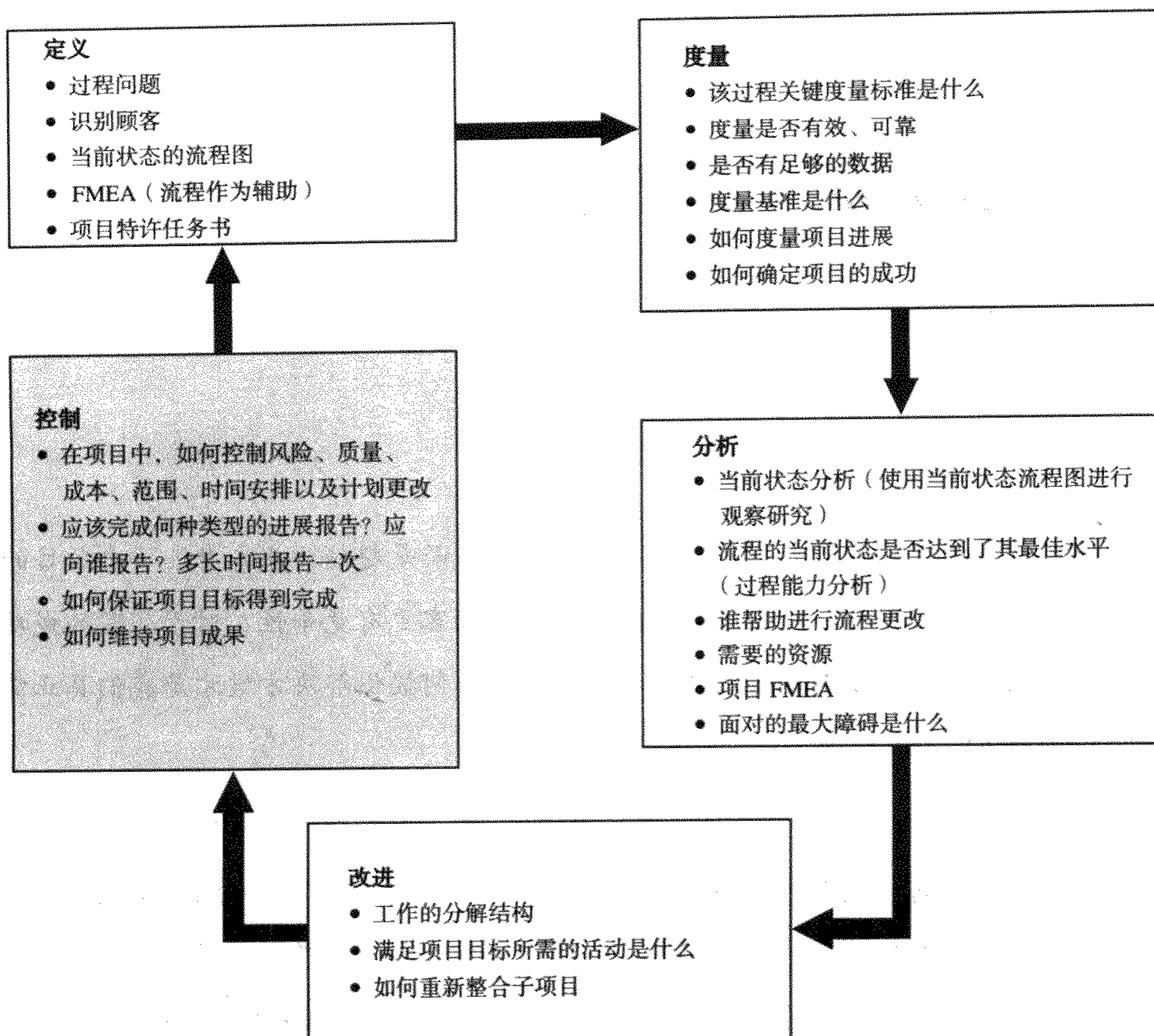


图 24 DMAIC 流程中控制阶段标准

## 第7章 项目选择和管理指南

最佳的六西格玛项目并不是来源于商业内部，而是超越商业本身。一个项目的选择应能回应这些问题：我们怎样才能使我们的顾客更有竞争性？对于顾客的成功而言，关键是什么？了解这些问题的答案，了解如何提供解决方案才是我们真正需要关注的地方。

——杰克·韦尔奇，通用电气前任首席执行官

在撰写本书时，我做了诸多的设想。其中一个设想是本书的使用者是黑带或绿带，曾接受了六西格玛方法论的培训，包括项目管理方面的学习。另一个设想是读者是带着项目来阅读本书的。本书的目的是帮助如上的使用者来确定项目是否可行，如果可行，帮助其完成项目。

多年的六西格玛培训经验告诉我，个人对六西格玛的认知水平将是项目成功与否的一个重要因素，即使他们曾经接受过足够的培训。基于这些原因，本书提供了六西格玛的背景材料来帮助那些需要对项目选择和项目跟踪等内容做重新了解的使用者。当然本书并不是用来进行六西格玛的深入研究。在本书中我对于项目的选择和管理不做过多的探讨。如果您想详细了解六西格玛的知识，请参阅我的另一本书



《六西格玛手册》。

在一个六西格玛组织中，项目是推动变革的核心活动。尽管通过其他手段和方法也可以推动变革，如 *Kaizen*。但基于项目的变革是突破性变革和企业文化转变的推动力。在一个典型的六西格玛组织中，约有 1% 的员工专职从事项目活动，而且他们每一年都将完成 3 到 7 个项目。除此之外，还约有 5% 的人员兼职从事项目活动，他们每年将完成两个较小的项目。在一个 1 000 人规模的组织中，一年大约要完成 50 个大型的项目和 100 个小规模的项目。因此，学会如何有效地处理众多项目是六西格玛成功的关键。

## 7.1 选择正确的项目

任何一个六西格玛项目都必须关注正确的目标，而这是组织领导层应担负的责任，如，项目赞助人、六西格玛执行委员会、或类似的机构。组织领导层在组织中惟一有权且有能力来指定各职能部门在六西格玛中的职责，并有权使用各部门之间的资源。六西格玛项目将会影响到组织中的某些利益团体：顾客、股东或雇员。尽管我们可以计算出项目对于上述三类团体的影响，我仍建议大家分别评估项目对这三类团体的影响。这样可以保证分析相对简单，并保证项目文件中分别对这三类团体进行了考虑。

### 7.1.1 顾客价值导向的项目

绝大多数的项目之所以被选择是因为它们对顾客有积极的影响。评估此类项目，我们必须确定过程与顾客感知的价值之间的联系。在顾客推动的组织中，尤其是加工企业，关注于顾客价值是无可厚非的。这种企业将会产生许多顾客价值导向的六西格玛项目。而对与企业经营战略有关的六西格玛项目而言，我们也需要直接使用

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

顾客需求来选择六西格玛项目。这两类方法都在下面的内容中作了描述。

只有通过对关注的顾客群体、走访、问卷调查等方法与顾客进行直接的接触，才能了解顾客价值的真正所在。通过流程图和质量功能展开（QFD）可以建立顾客感知价值与过程之间的联系，或称顾客价值流。六西格玛执行委员会和项目赞助人应仔细复核这些工作的结果，来找出“杠杆支点”使得六西格玛项目对顾客价值有最大的影响。

#### 1. 使用 QFD（质量功能展开）将六西格玛项目与企业经营战略联系起来

六西格玛的一个常见问题是六西格玛项目与领导层的战略目标之间缺乏联系。经营战略展开计划可以用来显示股东满意度、经营战略和度量之间的联系。但该计划对于试图将活动——包括六西格玛项目——与领导层的经营战略联系起来的人员而言，是远远不够的。不幸的是，将组织的经营战略信息一直贯穿于具体的六西格玛项目中需要更复杂的方法。我们可以使用 QFD 来实现这一目的。图 25 显示的是战略展开计划的示例。

#### 2. 战略展开矩阵

第一阶段的 QFD 质量矩阵是直接以战略展开计划为基础进行研究的。如果您可以仔细地了解企业的战略展开计划，将会注意到该计划很难展示所有战略之间的关联。例如，运行优势战略与组织的运行和后勤保障有关，但计划中却没有显示这种联系（只是通过内部过程优势和顾客感知价值产生间接的关联）。因为战略计划的目的在于通过清晰、简单的形式来展示领导层的想法、战略和度量之间的联系，所以这种简化方式是可以接受的。但如果我们要正确地评估候选的六西格玛项目，就必须超越战略展开计划。例如，一个解决库存水平的六西格玛项目会对不同的战略造成影响，但这种影响不可能通过战略展开计划本身来进行度量。所以我们需要使用 QFD 进行项目的评估。图 26 显示了战略展开矩阵的第一阶段 QFD 分析。



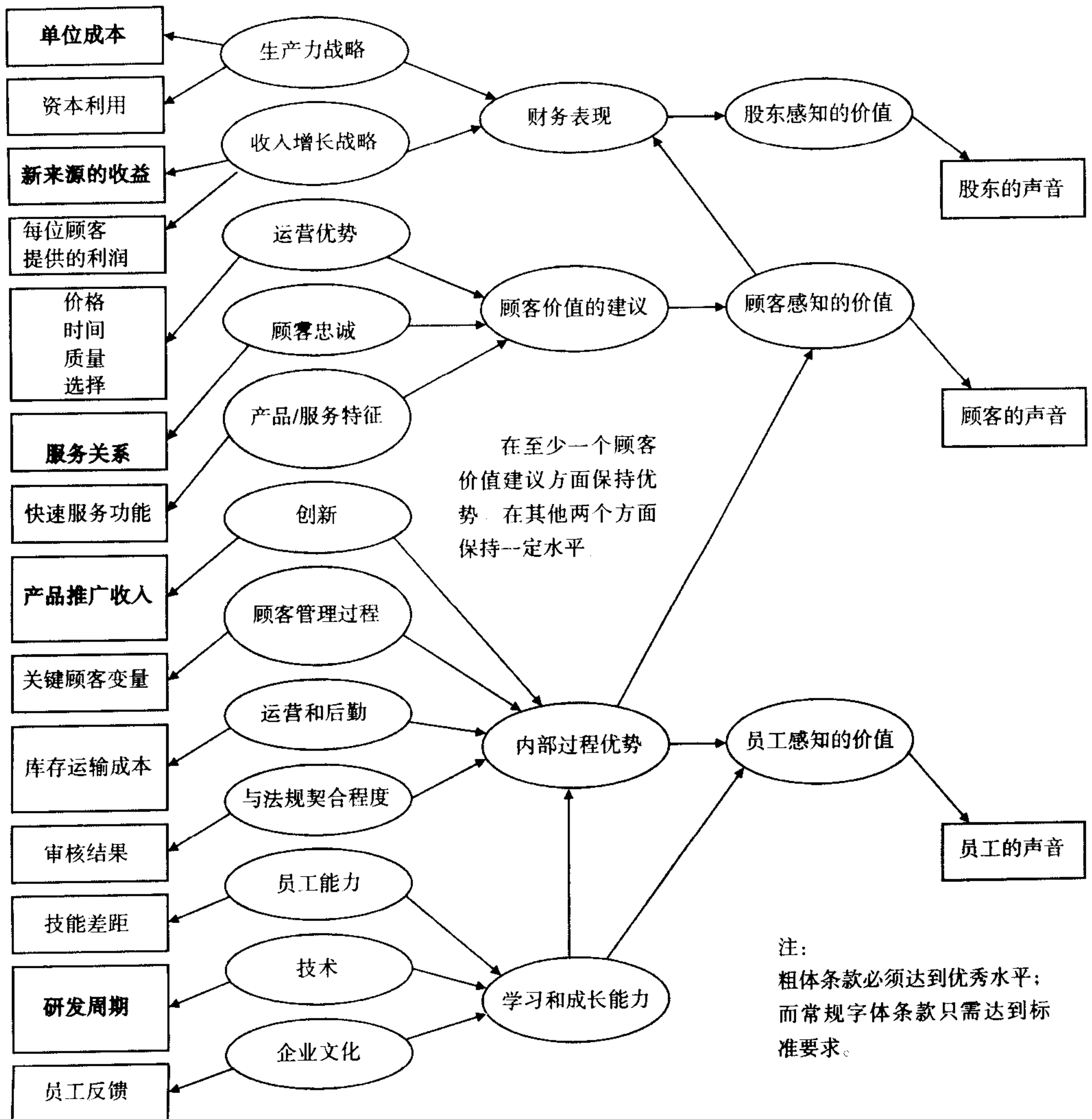


图 25 企业经营战略展开计划

## 项目管理与实施表格

图 26 战略展开矩阵

开发组织的战略展开矩阵的一般流程是：

- (1) 建立一个战略和度量指标的矩阵。
- (2) 确定每一个战略和度量指标之间关联的强弱。
- (3) 计算权重，该值显示了度量指标的相对重要程度。

144 The Six Sigma Project Planning



指标（我们如何实施战略，监控进展）。注意：这是一个典型的 QFD 矩阵模式。在矩阵的每一个单元格（行与列的交叉部分）中，我们放置一个图标来分配不同的权重，表示行与列之间的关系。加权值和对应的图标显示在图 27 中。

联系描述	加权值	图标
强关联	9	⊙
中度关联	3	○
一般关联	1	△
区分器的度量	5	●
关键需求的度量	1	✓

图 27 QFD 中权重与图标的关系

表中的加权值可以按照自己的习惯进行设定。这些设定值是按照关系的强弱而逐渐增大的，我们可以通过这些加权值来决定项目的优先顺序。1—2—3 权重对应于不同的关系强弱，并呈线性关系。您可以选择最适合的权重表。

在确定了每一个单元格的加权值后，我们就可以计算每一行的得分。请记住：表中的行代表不同的战略。

例如，第一行代表我们的生产力战略。战略展开计划显示生产力战略是通过“单位成本”和“资本利用”两个指标来衡量的，而且这些度量指标与生产力战略之间是强关联（⊙）。但在 QFD 分析中，我们发现在生产力战略与库存周转之间也存在强关联，因为库存周转对资本利用造成影响。关键质量特性（CTQ）和顾客提供利润对生产力战略也有一定程度的影响。为了计算出生产力战略与各度量指标关联的总分，我们将第一行中所有的加权值相加，答案是 29。这些行（战略）的得分显示了面板提供的度量指标对于战略度量的适度性。得分为 0 代表该战略无法被度量。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

但请注意，一个相对较低的得分并不说明存在问题。例如，与法规契合程度的战略得分只有 9，但它来自于战略与法规遵守程度审核之间的强关联。因为审核涵盖了所有主要的法规遵守问题，所以采用单一的审核度量指标完全可能是足够的。

列代表了高端的度量指标。度量指标的目标值显示在每一列的底部，在矩阵中的“如何度量（How）”部分。我们可以按照 QFD 提供的度量目标进行检查。您可以看到，QFD 将目标值与相关的六西格玛活动联系起来。在项目阶段，我们可以估计项目对度量指标的影响。如果项目改进的影响没有达到预期，我们只能有两种选择：或者付出更多的努力，或者改变目标。不要忘记：除了六西格玛方法外，还有其他的改进工具。我们同样可以使用 QFD 来将这些改进方法与目标联系起来。

战略的制定是基于企业领导层的对于经营的想法和思路，在本例中是供应商的选择，他针对顾客希望得到符合自己需求的优质产品而制定的。为实现这一想法，领导层将经营战略集中于四个关键方面：新产品的推出、新产品的收入、良好的顾客关系和研发周期。

使用我们确定的权重分配表，在 QFD 的各列中，如果战略重要性得分为 5，在“战略重要度得分”一行中显示为“●”。这些度量指标应该是组织领导者认为关键的指标，而且这些指标的目标要求相对也较高。其他的度量指标虽然不是关键指标，但也必须满足标准要求。在 QFD 矩阵中，标有“相对度量权重”的一行是“标准得分”与“战略重要度得分”的乘积，它代表了每一列度量指标的比例。在本例中，四个区分器的度量指标具有最高的相对得分，而产品选择（它是指有大量的标准产品可供顾客选择）的得分是最低的。

我们使用 QFD 就是为了关注矩阵中最重要的几列！

在“战略重要度得分”一行中标有“✓”的度量指标并不是组织的区分器，但并不代表该指标就不重要。这类度量指标的目标要求最少达到或接近其历史最佳水



平。一个组织的资源是有限的，所以我们将资源用在顾客和股东最能感受到变化的方面。在这个案例中，我们在 QFD 矩阵中一共列出了 20 个度量指标，过于分散了。我们将关注的重点放在了四个区分器的度量指标上，这些度量指标的目标完成将提高顾客和股东的满意度<sup>1</sup>。

### 3. 将区分器度量指标转为具体的操作

QFD 失败的一个常见原因就是度量指标过多，使得分析变得不堪重负。当度量指标太多，过于繁杂时，项目团队就会失去重点，工作的热情也会慢慢消逝，导致工作的夭折。为解决这一问题，我们可以将标有✓的关键要求度量指标从矩阵中移出。我们可以建立一个只包含区分器的二级 QFD 矩阵。这个矩阵（图 28）将区分器度量指标与职能部门的支持措施联系起来。

出于简化的目的，我们仅在矩阵中显示三个职能部门：工程部、制造部、市场部。对于每一个部门，可以准备自己的 QFD 矩阵。请大家注意观察图 26 和图 28，四个区分器的度量指标已经由列转为行。这些行代表了 QFD 的“什么”。使用软件可以将这四个指标的标准表现目标、标准得分和相对标准得分自动转入矩阵中。我们需要使用这些信息来评估职能部门的战略支持计划。

这些战略支持计划放置在 QFD 矩阵的各列中，代表了 QFD 的“如何”，也就是说这三个职能部门如何实施战略。确定“什么”与“如何”之间的关系，我们同样使用图 26 讲述的方法。对于矩阵中的每一列，我们将各单元格的关系得分与标准得分相乘，再将乘积值相加得出每列的一个总分，显示在矩阵底部的得分一行。这个分数将帮助我们在下阶段的 QFD 中对六西格玛项目进行选择和优先顺序的排列。

---

1 关键要求可能并不需要辅助计划。但如果您有类似的计划，QFD 能够对计划进行评估。对于关键要求要分别使用 QFD 进行分析。

## 项目管理与实施表格

权重分配		
R	负相关	-1
S	强负相关	-3
V	强正相关	9
W	正相关	3
G	弱正相关	1

由 QFD 设计软件 Qualsoft 生成, 见 [www.qualisoftware.com](http://www.qualisoftware.com)。



在图 28 的矩阵中还有一个“天花板”，它显示了“如何”之间的相关性。这个信息可以用来识别六西格玛项目的关联性，不论项目是在同一个部门还是分散于不同的部门。例如，在图中显示两个工程活动“快速开发产品原型”和“改进概念转为设计的周期”之间存在强相关性。这说明“快速开发产品原型”可能是“改进概念转为设计的周期”这个宽泛计划的一个子项目。这同时也提醒我们，如果将“改进概念转为设计的周期”作为一个六西格玛项目来考虑，范围可能过大。而市场战略“改进对顾客需求变化的反应能力”分别与工程和制造的三个项目都存在相关性。当一个战略支持计划涉及了太多的跨职能项目，说明可能存在一个核心过程，这就需要高层的赞助人或指定的过程拥有者对项目进行协调。

#### 4. 将操作计划转为六西格玛项目

图 29 是第三级 QFD 矩阵，它将部门计划与六西格玛项目联系起来。（当然在实际使用中，可能这种转化中间还需要经过几次中间转化，但转化的次数一定要尽可能的少。）矩阵中各行代表了部门计划。软件同样将图 29 中部门计划的相对得分转入矩阵中，相对得分是衡量部门计划对于区分器度量指标的相对影响。矩阵的右侧标为“目标得分”的一列是统计各部门计划与项目关系得分。对于这个例子，仅有 5 个部门计划与六西格玛项目有联系。我们通过计划的相对得分（右侧第二列），可以确定这 5 个计划约占总影响的 86%。

在矩阵中还包含了 3 个黑带以及 8 个项目（图中间各列）。项目与部门计划的关系在图中也做了分析（标有 W、V、G 表示两者关系的不同程度，空白的单元格表明两者没有关系）。矩阵的底部标有“项目影响性得分”一行是将每个项目与计划的关系得分乘以相对得分，再将乘积相加，得到每个项目的影响得分。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

Deployment to Projects			Black Belt							Target	Numeric Relative Score	Goal Score	
			Mike L		Lori S		Nguyet H						
			Pin manufacturing capability	Customer requirements->Eng requirements	Reduced BP errors	Reduced prototype-> Production model design time	Reduce supplier bid cycle time	Reduce customer bid cycle time	Reduce customer non-responsive complaints				Reduce part-count in new product
<div><div></div><div>W</div><div>W</div><div>W</div><div>V</div></div>	Engineering	Faster prototype development		W		V	G			W	10 weeks	0.18	16
		Improve Concept-to-Design cycle time		V	W	V				V	12 weeks	0.22	30
	Manufacturing	Faster ramp-up to full production		G	W	W	V			V	6 weeks	0.11	25
		Improve ability to respond to Changing customer needs		W			G	V	V		+0.5 on VOC	0.19	22
	Marketing	Identify target markets for new products									20% of sales to new markets	0.16	0
Project Impact Score			0.00	3.22	0.99	3.96	1.37	1.73	1.73	3.53			

图 29 第三阶段矩阵：六西格玛项目  
由 QFD 设计软件 Qualsoft 生成，见 [www.qualisoftware.com](http://www.qualisoftware.com)。

## 5. 解释

因为相对得分是与组织各部门计划紧密联系的，而那些部门计划又与区分器的度量指标相关，度量指标又与组织的战略相连，所以“项目的影响性得分”度量的是项目实施对组织战略的影响。通过战略展开计划，我们可以将项目的需求一直回溯到股东层面上（见图 30）。这种逻辑的联系为那些希望实施六西格玛项目的股东展示了实际的情况，以及各项活动的意义所在。

图中的“目标得分”列也能用来确定六西格玛项目对于部门计划的支持程度。注意图中的市场计划中的“识别新产品的目标市场”没有得到六西格玛项目（在这里，我们假定图 28 中的 8 个六西格玛项目就是组织实施的所有项目）的任何支持。您是否接受这种情况，取决于该计划相对于战略目标而言的重要程度，以及是否有



其他活动来实现这一计划。六西格玛执行委员会可能希望检查项目 QFD 矩阵来确定是否需要采取措施来重新分配六西格玛资源。

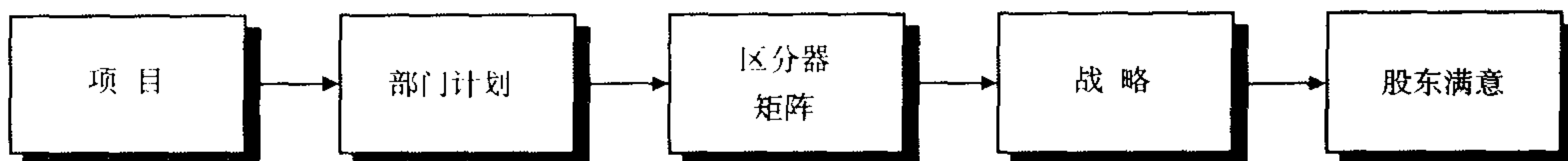


图 30 六西格玛项目与股东之间的联系

“项目的影响性得分”可以使用在很多方面。我们可以将每列的得分按照高低顺序进行排列来了解哪一个项目对于组织的战略有重大的影响，也可以了解哪些项目与组织战略没有明显的关系。项目 Mike L 的目的是改进“螺栓加工能力”，而从图 30 中我们看到该项目对任何部门计划都没有实质影响。除非该项目造成影响的部门支持计划没有列在 QFD 矩阵中，否则我们必须终止这个六西格玛项目的实施。当然该名黑带还是可以从加工或质量部门希望解决的问题中选择合适的项 目，如加工的关键尺寸等。但作为一个通行的规则，六西格玛项目应关注那些与区分器战略有直接关系的计划。黑带的角色需要他们相应地限制自己的工作范围。

### 7.1.2 使用顾客需求来设计六西格玛

一旦了解了顾客的需求，我们就需要将顾客需求转化为组织内部的需求和具体的技术规范。我们通常将这个转化过程称之为“翻译”，这是因为这个过程是将一种语言（顾客的语言）转变为组织内部的语言（员工的语言）。

例如，考虑对于汽车车门这个部件的要求，顾客可能会说，“我希望关车门的时候，车门关闭紧密，但却不会因为风吹而自动关闭。”工程师们必须将顾客的这种要求转化为工程术语，比如推动车门从开到关所需的力量大小，车门开启时的角度等。

在顾客需求转化的过程中，我们要注意保证顾客的真实需求能够得到一致的转化。同样的理念也应用于服务等方面。例如，顾客说，“我希望自己的咨询能得到快

速的回应”或“我希望能够方便地停车。”顾客的需求应该推动管理系统的发展。组织制定技术规范的目的就是将顾客的声音传递到组织的内部。

除了要保证将顾客的声音传递到系统中，我们还需要了解顾客对每一项需求重要程度的看法。产品或服务的设计总是需要考虑权衡：如果增加车辆的自重，油耗就会增加但安全性得到了改善。每一项规范的重要程度都必须从顾客的角度来进行考虑和确定。如果不同的顾客对同一个规范重要程度的判断不同，设计决策就会更加复杂。通常来说，面对顾客的不同要求和含糊要求，很难去选择合适的设计方案。除此之外，组织内部人员和对象之间的差异——不同部门、不同设计人员、成本与质量等之间——以及选择备选方案等问题都使得方案的选择变得复杂和困难。为处理这些复杂问题，我们需要有一个更严密的过程来进行决策。

#### 1. 决策制定

我们首先要做的是识别设计活动的目标。假设您负责一家软件公司的产品开发，该公司的业务是为个人用户提供财务管理软件，软件的名称暂且称为“轻松理财”。该产品在市场的占有率非常高，而且您的公司也得到了顾客的认可和竞争者的尊重。公司因此获利甚丰，所以领导层希望能够一直保持领先的局面，并继续扩大市场份额。公司的经营战略是继续保持“轻松理财”软件在市场的领头羊地位，借此获得资金来开发其他一些针对不同顾客群体——如针对小业主——财务管理软件。公司认为产品开发是实施这一战略的核心过程。

产品研发过程的管理者负责控制产品开发的成本，包括现有产品升级所需的资源。尽管“轻松理财”被认为是一款最佳的个人财务管理软件，但它也面临着严峻的挑战。竞争者正在不断地缩小与其之间的技术差距。作为产品研发的负责人，您认为升级“轻松理财”是非常必要的，您希望能将资源最大限度地投入到顾客感兴趣的方面。因此您的目标是：



### 确定软件升级的资源投入的方向

通过一系列对顾客的了解（例如，顾客走访、焦点顾客群了解、软件试用、因特网调查、问卷调查、技术服务反馈等），知道顾客主要有以下一些意见：

- 我希望“轻松理财”的分析数据能够转入到字处理软件中。
- 我使用宽带来下载股票信息数据，希望可以使用“轻松理财”进行分析。
- 我习惯使用快捷键来替代某些菜单指令。
- 我使用的是 56K 的调制解调器，“轻松理财”分析速度较慢。
- 我使用因特网来进行转账和支付业务，我希望“轻松理财”能帮助完成。
- 我希望软件有互动的指南以方便我更快地熟悉“轻松理财”。
- 我希望有纸型的说明文件。
- 我希望“轻松理财”安装尽量简便。
- 我希望“轻松理财”的用户界面直观，一目了然。
- 我希望可以下载并处理银行存款支付报告。
- 我希望可以通过因特网来进行软件升级。
- 我希望可以管理股票并追踪我的资金回报信息。
- 我希望存储每个月的分析处理报告，并能得到方便的更新。
- 每次我分析自己的花费情况时，都要忍耐麻烦的逐层分析。
- 在“轻松理财”与电子表格之间的数据转换过于烦琐。
- 当我遇到一些小麻烦时，希望能从因特网或软件帮助文件上轻松得到解决方案。
- 当我遇到无法解决的问题时，希望可以得到及时的技术支持，且费用合理。
- 可以从因特网免费下载软件补丁。

通过这些顾客的想法和要求，我们可以了解软件更新和改进的方向和重点。如果顾客的众多想法和要求主要集中在几个方面，那我们解决问题就要简单的多。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

在完成这项任务时，我们同样可以使用统计方法来进行辅助分析（例如，构建模型、主要素分析、因素分析），这些方法可以准确地进行分析，但需要通过精心设计和测试的调查方法来获得可靠的分析数据。当然我们也可以使用另一种简单的方法——亲合图（affinity diagram），亲合图可以用来将顾客的众多要求和想法归纳成若干个主要问题。在创建亲合图后，我们将上面调查的顾客意见归纳为以下几个方面：

#### （1）“易于掌握”

- 我希望软件安装简便。
- 我希望能有交互的使用指南帮助掌握软件。
- 我希望有纸型的说明文件。
- 我希望软件用户界面直观、简洁。

#### （2）“易于使用”

- 我习惯使用快捷键来代替某些菜单指令。
- 我希望有每个月的运行存储的报告，并易于更新。
- 每次使用软件分析自己的花费时，都需要进行不同的逐层分析，太过烦琐。

#### （3）“网络性能”

- 我使用网上银行来办理支付和转账业务，我希望可以通过“轻松理财”可以帮助完成这些工作。
- 我使用 56K 调制解调器，“轻松理财”处理速度较慢。
- 我使用宽带上网，希望可以下载大量的股票信息并使用“轻松理财”进行分析。
- 我希望可以下载并处理银行存取款单据。
- 我希望可以管理我的股票业务，并对自己的信件往来进行跟踪。

#### （4）“与其他软件相兼容”

- 在“轻松理财”与电子表格之间进行数据转换相当麻烦。



- “轻松理财”与字处理软件是否兼容？

#### (5) “便于维护”

- 我希望可以通过因特网进行软件升级。
- 通过因特网免费下载软件补丁。
- 当遇到小问题时，可以通过因特网或软件自带的帮助文件来快速寻找解决方法。
- 当遇到无法解决的问题时，希望可以得到方便、快捷、价格合理的技术支持。

我们将简化的顾客需求模式绘制在图 31 中，它包含了上面谈到的 5 个关键因素。接下来，我们将对每项顾客需求进行重要度评分。评分的方法有以下几种：

- 顾客使用不同分值对需求进行重要度加权评分（例如，“按重要度从 10 到 1 进行评分，‘帮助文件’应为多少分？”）。
- 顾客使用不同等级来进行重要度划分（例如，不重要/重要/非常重要）。
- 假设顾客拥有 100 美元，他希望为每项需求花费多少。在本书的例子中，我们首先可以让顾客先对 5 类关键需求进行划分，再用 100 美元对各关键需求中的小项进行细分。
- 假设为顾客提供了不同需求组合的新产品，让顾客按照自己的意愿对其进行评分（例如，不想购买/想购买/非常想购买）。将不同的需求进行组合时要仔细选择。其组合依据是各项顾客需求的重要度分值可以从组合后产品得分中推算出来。这种分析方法被称为联合分析，它是一种先进的方法，您可以在许多讲述市场统计分析的书籍中了解其细节。
- 顾客对不同的需求进行成对比较，从中选择较为重要的一项或认为两项需求同样重要。如果顾客在比较之前已经对 5 个关键需求进行了评分，再采用此方法就会减少评估的时间，降低顾客的不耐烦情绪。评估时可以使用数值，

也可以使用描述性的语言,但这些描述性评估应能够转换为相应的数值。这种成对比较使用的是层次分析法 (AHP) 来确定顾客需求的相对重要度。

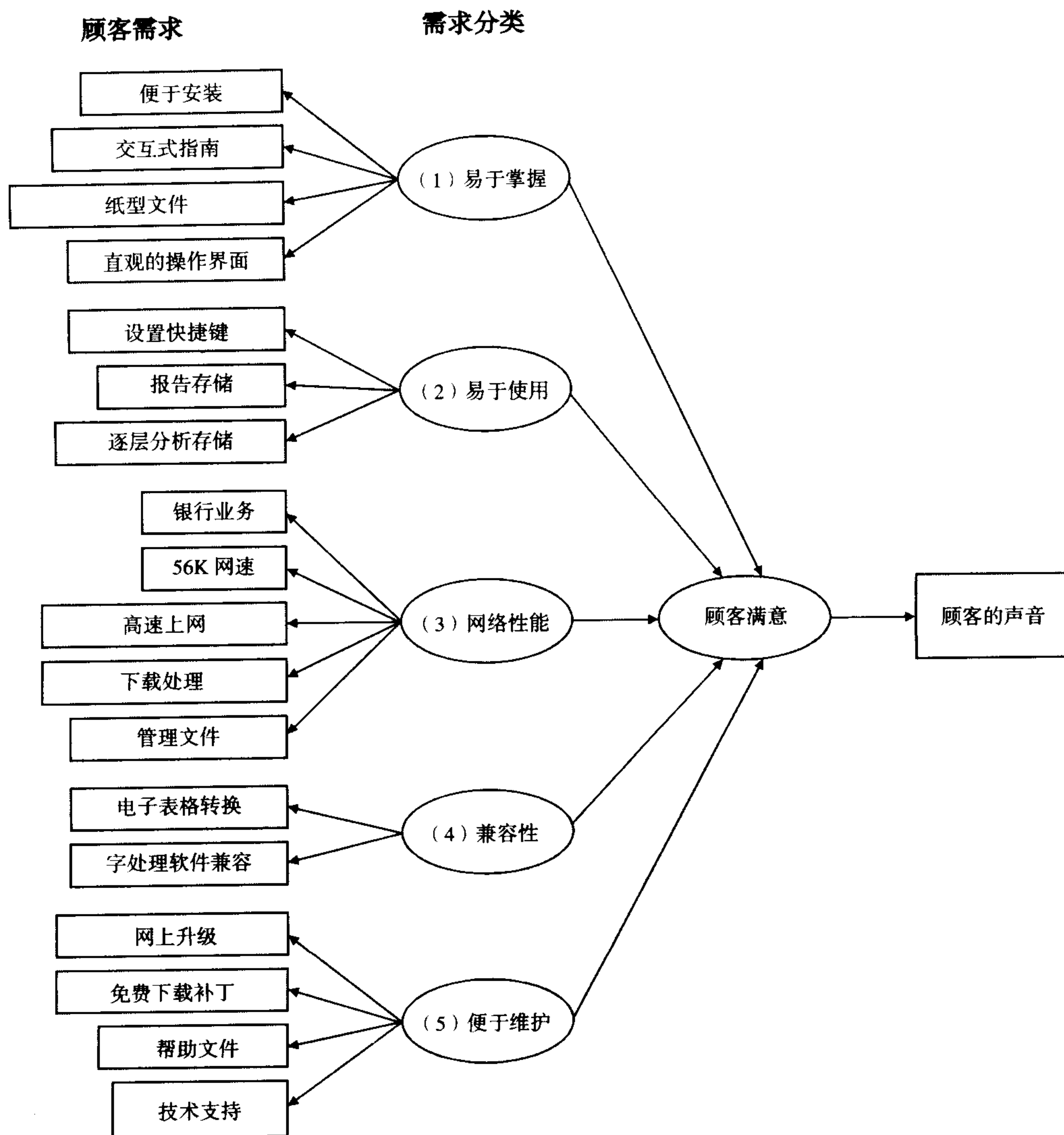


图 31 顾客需求模型



上述的各种方法各有利弊。有些方法使用简便但有效性不高（如，权重分配的方法不能反映真正的重要度加权值）。而先进的方法（如联合分析）则需要特殊的分析和解释能力。我们将介绍如何使用 AHP 来对本书案例中的软件产品进行重要度分级，AHP 已被证明是一种应用广泛的有效技术。当然，也可以使用电子表格软件进行分析。AHP 不仅可以帮助完成顾客需求的重要度分析，还可以用来进行决策制定。

## 2. 顾客需求重要度加权值分类

我们使用成对比较的方法首先对五类关键需求进行分析。在前面我们通过亲合分析确定了五类关键需求：“易于掌握”、“易于使用”、“网络性能”、“软件兼容”和“便于维护”。将这五项安排在如图 32 的矩阵中。

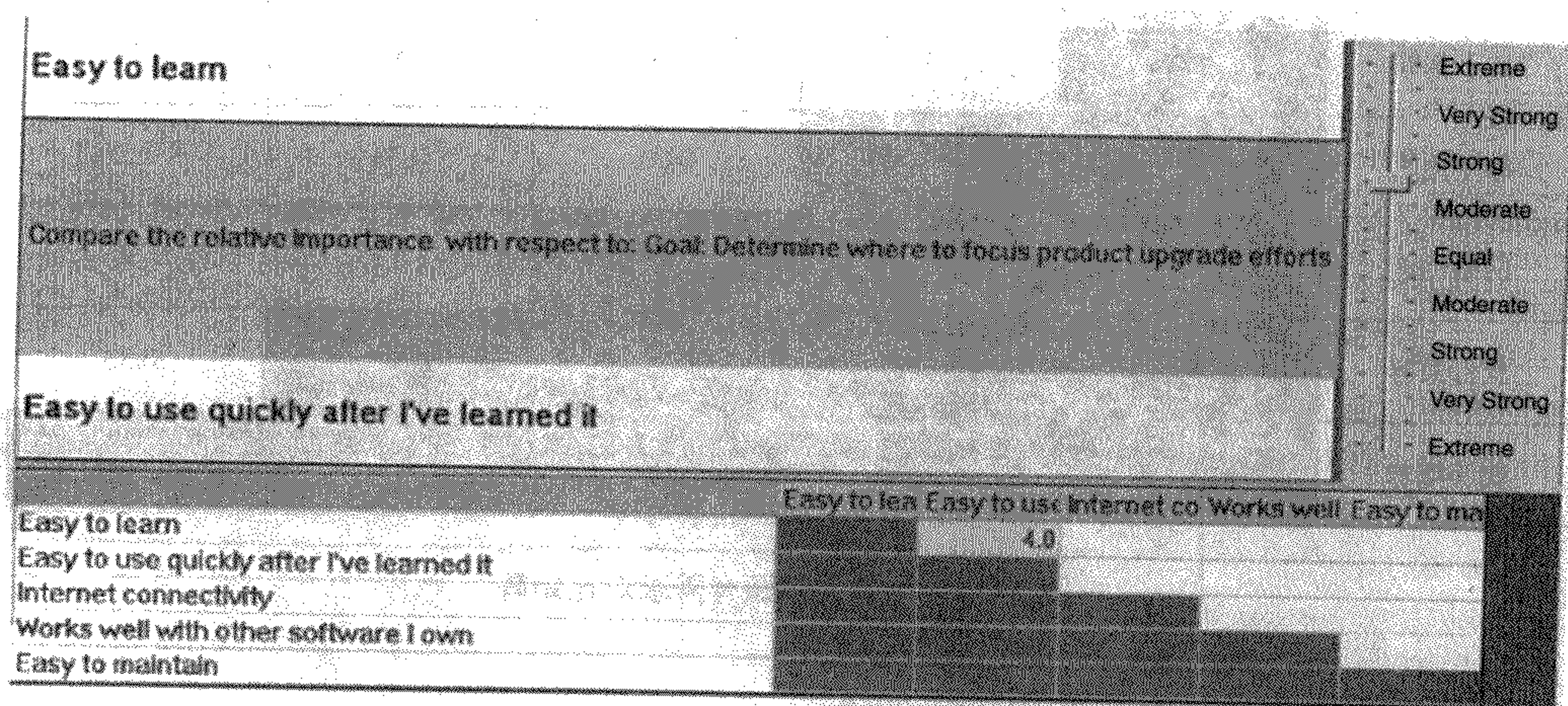


图 32 成对比较的顾客需求分类矩阵

由 Exper Choice 2000 软件生成，见 [www.expertchoice.com](http://www.expertchoice.com)<sup>1</sup>。

在本书的案例中，我们对于成对比较的顾客需求使用的是描述性语言；这些描

<sup>1</sup> 虽然使用专用分析软件比较容易，您也可以使用电子表格软件取得不错的效果。详见本书附录。



述性语言应能被转化为具体的数值以便我们进行分析。我们采用描述性语言的原因是顾客通常更习惯使用描述性语言，而不是具体的数值。进行成对比较是为了解顾客更倾向购买哪一类产品，以及我们更应该在哪些方面对产品进行技术升级。图中亮显的单元是对“易于掌握”和“易于使用”这两个顾客需求进行比较。顾客必须确定在这两者之间，哪一项更重要或两者同样重要。在本例中，顾客表示“易于掌握”相比“易于使用”而言更为重要，所以 AHP 软件在两者比较的单元格内显示为“+4”。（取值范围从-9 到+9，如果两者重要性相等，赋值为 1。）剩余的顾客需求按照此方法进行一一对比，结果显示在图 33 中。

	易于掌握	易于使用	网络性能	软件兼容	便于维护
易于掌握		4	1	3	1
易于使用			0.20	0.33	0.25
网络性能				3	3
软件兼容					0.33
便于维护	0.05				

图 33 完整的关键顾客需求对比矩阵

各项顾客需求的重要度加权值如下<sup>1</sup>：

- 易于掌握：0.264（26.4%）
- 易于使用：0.054（5.4%）
- 网络性能：0.358（35.8%）
- 软件兼容：0.105（10.5%）

1 在附录中将介绍使用电子表格计算重要度加权值。



- 便于维护：0.218（21.8%）

这些相对重要度加权值可以使用在 QFD 矩阵以及 AHP 分析中。我们可以按照顾客需求的不同加权值来分配资源和确定升级的方向。

### 3. 次级顾客需求重要度加权值

在分析完五个主要顾客需求之后，我们使用同样的方法对次级的顾客需求进行分析。例如，对“易于掌握”一项中的“互动指南”、“纸型文件”和“直观界面”这三项进行一一对比。这样就可以具体了解各项次级顾客需求的重要度。例如，在“易于掌握”大项中，顾客评出的加权值是：

- 互动指南：11.7%
- 纸型文件：20.0%
- 直观界面：68.3%

如果这些次级顾客需求还可以细分，则我们还要对细分后的需求进行成对比较。例如，“直观界面”也许可以继续细分为“菜单的数目”、“次级菜单的数目”、“菜单指令易于理解”等。顾客需求分解的越详细，将其转化为内部技术规范的工作就越容易。但困难在于，过细过长的提问会使顾客感到厌烦，而拒绝继续合作。顾客通常都对提供自己的好恶信息缺乏耐心！因此我们能将顾客需求分解到第二个层次就不错了。

### 4. 综合重要度权重

次级顾客需求权重仅仅是说明它相对于上层顾客需求的重要程度，而没有反映它相对于最终目标的重要性。因此我们将其成为局部重要度权重，局部重要度权重不能告诉我们它对于整体目标的影响。反之，我们将对整体目标的影响称为综合影响。它是通过将上层顾客需求与其包含的次级顾客需求权重相乘而得。本例中的综合权重如表 19 所示，它是按从高到低的顺序进行排列的。

## 六西格玛 项目管理与实施表格

表 19 局部和综合重要度权重

需求分类	次级需求	局部权重	综合权重
易于掌握	直观的用户界面	68.3%	18.0%
网络性能	网上转账/支付业务	43.4%	15.5%
网络性能	单据下载	23.9%	8.6%
网络性能	下载投资信息	23.9%	8.6%
软件兼容	与电子制表软件兼容	75.0%	7.9%
便于维护	免费下载软件补丁	35.7%	7.8%
便于维护	方便的网上帮助自查文件	30.8%	6.7%
易于掌握	纸型文件	20.0%	5.3%
便于维护	价格合理的技术支持	20.0%	4.4%
网络性能	56K 网速，工作不受影响	8.9%	3.2%
易于掌握	互动的使用指南	11.7%	3.1%
便于维护	自动通过因特网进行软件更新	13.5%	2.9%
软件兼容	在字处理软件中编辑数据分析报告	25.0%	2.6%
易于使用	快速存储使用报告	43.4%	2.3%
易于使用	快捷键的设置	23.9%	1.3%
易于使用	包含常用指令的快捷菜单	23.9%	1.3%
易于使用	可以运行宏指令	8.9%	0.5%

综合重要度权重对于我们为实现整体目标——确定在哪些方面进行产品升级——是十分重要的。在本例中，“网络性能”这一项对顾客有明显的影响。“易于使用”相对影响较小。“易于掌握”的重要度主要由“用户界面”这一次级需求决定。这些权重值将被用来评估不同的升级方案和计划的合理性。



每一项计划都必须按照次级顾客需求进行评分，评分的依据是该项计划对于各项顾客需求的考虑和完善程度。评出的分数再与综合权重相乘得出该项目的一个总分。将各项计划按照分值的高低顺序进行排列，以便过程拥有者利用该信息来确定资源分配方案。或者使用该信息选择顾客最重要需求的升级计划。

表 20 显示了如何使用综合权重来评估项目计划。表中使用的分级数值：0=没有影响；1=少许影响；3=中度影响；5=高度影响。由于各项综合权重之和为 1 (100%)，最大的可能取值为 5。对这 5 个计划进行评估，其中计划 C 具有最高得分，可以认为计划 C 对于六个最重要的顾客需求有高度影响。它至少对表上的 11 项次级顾客需求中的 10 项有中度影响，除了“价格合理的技术支持”一项，这 10 项约占顾客需求总数的 90%。

表 20 使用综合权重评估计划可行性的案例

需求分类	顾客影响得分	直观用户界面	网上银行业务	单据下载	投资信息下载	与电子制表软件兼容	免费下载软件补丁	方便的网上帮助文件	纸型文件	价格合理的技术支持	56K 网速正常工作	互动使用指南
综合权重		18.0%	15.5%	8.6%	8.6%	7.9%	7.8%	6.7%	5.3%	4.4%	3.2%	3.1%
计划 A	3.57	3	5	1	1	3	3	4	5	5	5	5
计划 B	2.99	1	1	1	3	3	5	5	5	5	5	5
计划 C	4.15	5	5	5	5	5	5	3	3	1	3	3
计划 D	3.36	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5
计划 E	2.30	5	0	0	0	5	5	1	1	0	1	1

计划的顾客影响得分当然仅是决策制定过程的一个输入。由于该得分是通过精准的分析得来的，所以它是决策制定过程的一个非常有价值的信息。我们也可以使用类似的方法来将其他信息，例如成本、时间安排、可行性等纳入最终决策的考虑范畴。过程拥有者将对不同的输入（顾客影响得分、成本、可行性等）进行成对比较，并为各个输入赋予权重值，接着使用权重值来确定整个计划的得分。注意这个分析过程融合了 AHP 和 QFD 的方法。

#### 7.1.3 股东价值导向的项目

六西格玛主要是从效率和盈利这两个方面入手。盈利可以通过改善顾客价值来实现，这样组织就能保证以低成本换取高质量或保持价格的竞争优势，扩大产品销售和市场份额。效率的提高则可以通过降低废品率、缩短生产周期或消除过程中的浪费来实现。为确定哪个六西格玛项目是解决过程的效率问题，我们可以评估高端流程图（包括 SIPOCs）和程序框图。

#### 7.1.4 其他类型的六西格玛项目

某些六西格玛项目的关注对象似乎并不明显，例如员工士气、规章制度关注的事情或环境问题等。这些项目的重要性并不亚于关注顾客或股东价值的六西格玛项目。

### 7.2 分析候选的项目

您现在有一系列待选择的六西格玛项目。接下来的任务就是从中选择合适的项目并准备各项资源。由于六西格玛项目的实施需要成本支出、时间消耗、并会中断正常的生产，因此项目的选择应着重于改进对企业十分重要的过程，而且选择成功



可能性较高的项目。

项目可行性就是考虑项目的范围和成本，以及是否得到过程拥有者的支持。在本节中我们将介绍一些方法和技术来帮助您选择合适的六西格玛项目。

### 7.2.1 其他一些确定有成功希望六西格玛项目的方法

六西格玛项目应能够推动和支持组织的整体战略和经营任务。因此大部分的项目都涉及到了不同的职能领域。在六西格玛项目中，不仅质量改进类型项目会涉及到不同职能部门，而且不同的项目也经常会彼此关联。为了有效地管理这种复杂局面，我们必须在企业层面上对项目进行策划和管理。一种方法是使用 QFD，此外还可以使用评分的方法（见第 8 页，工作表 2，六西格玛项目评估）等一系列的方法来帮助判断项目的潜在价值。

#### 1. 使用帕累托分析来确定合适的六西格玛项目

帕累托原则是指大部分的问题往往是由少数的关键原因造成的。我们可以使用该原则来选择合适的项目。当使用帕累托分析时，请注意隐藏的“疼痛信号”。最初，伴随着问题的发生会出现种种“疼痛信号”，如计划中断、顾客抱怨等。通常我们更习惯于关注这些“病症”，而非其真正的“病理”。例如，由于质量问题导致生产计划下滑，而引起顾客抱怨，可能的“解决方案”就是增加产量和库存，安排更多的检验人员来确保产品质量。这样做的结果确实保证了生产计划的顺畅，满足了顾客的要求，但却以付出高昂的成本作为代价。因此最佳的方案是找出真正的“病理”，对症下药。但由于这些“病理”往往隐藏在体系内部，很难发现。一个解决的方法是将注意力集中到过程本身，而不是简单的表征现象。在表 21 中提供了某些识别功能紊乱过程的指南。

现象一列用来识别问题，设置优先顺序；问题一列关注引起问题的原因；方法



—列则是为质量改进小组提供帮助并准备任务陈述。

表 21 功能紊乱过程的“病症”和可能的“病理”

现 象	问 题	解决方法
过多的信息交换、数据冗余、反复	自然流程的断裂	寻找人们频繁交流的原因；整合流程
库存、备用或其他资源贮存	系统缺乏突发应对能力	消除可能的突发事件
过多设置检验和控制环节 (大量的测试和检查、内部控制、审核等)	过程断裂	消除断裂、整合流程
返修和重复工作	在一个长加工流程中缺乏反馈	过程控制
复杂性、异常和特殊原因	基于简单基础的自然增长	发掘原有的“简单”流程，为特殊情况建立新的流程；消除过度的流程标准

## 2. 使用帕累托优先指数来对项目进行排序

在研究完改进机会后，组织的领导者将会发现有许多项目可供选择，但资源有限。帕累托优先指数（PPI）可以用来对这些改进机会进行排序。PPI 的计算如下（参阅《六西格玛手册》第 229 页）：

$$PPI = \frac{\text{节余} \times \text{成功概率}}{\text{成本} \times \text{完成时间(年)}} \quad (\text{公式 1})$$

PPI 的公式表明它与按成功概率进行调整的投资回报有关。公式中输入的当然是一个估计的数值，而计算结果取决于输入的准确性。输出的数值就是分析项目的



指数。PPI 指数可以用来对不同的项目进行比较。如果 PPI 显示了明显的不同，则可以帮助我们挑选项目。表 22 显示了几个假设项目的 PPI 指数。

表 22 帕累托优先指数 (PPI)

项目	节余 (1 000 美元)	成功概率	成本 (1 000 美元)	时间 (年)	PPI
降低 50%的波峰焊缺陷	70	0.7	25	0.75	2.61
提高 NC 设备加工能力	50	0.9	20	1.00	2.25
ISO9001 标准	150	0.9	75	2.00	0.90
消除顾客对送货的抱怨	250	0.5	75	1.50	1.11
减少 50%的安装缺陷	90	0.7	30	1.50	1.40

PPI 指数显示：资源首先应分配给“降低波峰焊缺陷”项目，接着考虑“提高 NC 设备加工能力”项目，如此类推。当然 PPI 指数并不总是能够给出如此清晰的一个项目优先顺序。当两个或若干个项目的 PPI 指数相近时，我们只能使用其他的判断标准来决定项目之间的优先顺序。

### 7.2.2 以产出为导向的项目选择

项目的策划和管理无可否认是非常重要的，但如果项目对结果（产出）没有影响，则再仔细的策划和管理也将失去意义。在下面您将会看到，如果项目选择错误，它可能会在质量和生产力方面得到了大的“改进”，但这些改进对于组织的盈利没有任何影响。因此选择正确的项目是成功的关键和前提。在本节中，我们将使用限制理论（TOC）来确定正确的项目。

#### 1. 限制理论 (TOC)

每个组织都有自己的局限条件,它可能来自于多个方面。当一个生产或服务过程存在资源的限制(如缺乏足够的资源来满足市场需求),那么项目改进的顺序就应该按照非常具体的规则来进行确定。根据 Eliyahu M. Goldratt 的理论,规则如下<sup>1</sup>:

(1) **确定系统的限制**。假设一家公司生产两类产品, P 和 Q。P 的市场需求是每个星期提供 100 个单位, P 的销售单价是 90 美元; Q 的市场需求是每个星期提供 50 个单位, Q 的销售单价是 100 美元。A、B、C、D 分别代表四个生产工人,他们加工产品的不同部件,且不能相互替代。每一个工人每周工作 2400 分钟(每天工作 8 小时,每周工作 5 天)。为了清楚地说明限制理论,我们假设加工过程保持稳定一致,并且没有废品。如图 34 所示,这个加工过程存在一个约束条件,即工人 B。这个例子对于六西格玛项目的选择具有深刻的启示。

(2) **系统限制条件导向**。寻找能够使限制造成损失最小化的六西格玛项目。例如,如果约束条件是市场的需求,我们就寻找能够保证 100% 准时发货的六西格玛项目。注意不要浪费任何事情! 如果限制条件是设备,我们就关注减少调校时间、消除废品、保证设备最大程度的运行。

(3) **过程限制条件考虑**。选择六西格玛项目使存在限制条件的过程达到最大产出。在完成步骤 2 后,选择合适的项目消除来自下游过程的浪费;一旦限制条件正常工作,我们不希望因为下游的错误而导致产出受到影响。接着项目应保证来自于上游过程的足够的无缺陷资源供应给限制条件。最后我们关注上游过程,因为上游过程的少量浪费对于过程产出的影响不会太大。

---

1 Eliyahu M. Goldratt 《Haystack 综合症: 从数据汪洋中筛选信息》第 59-63 页, North River 出版社, 1990 年出版。



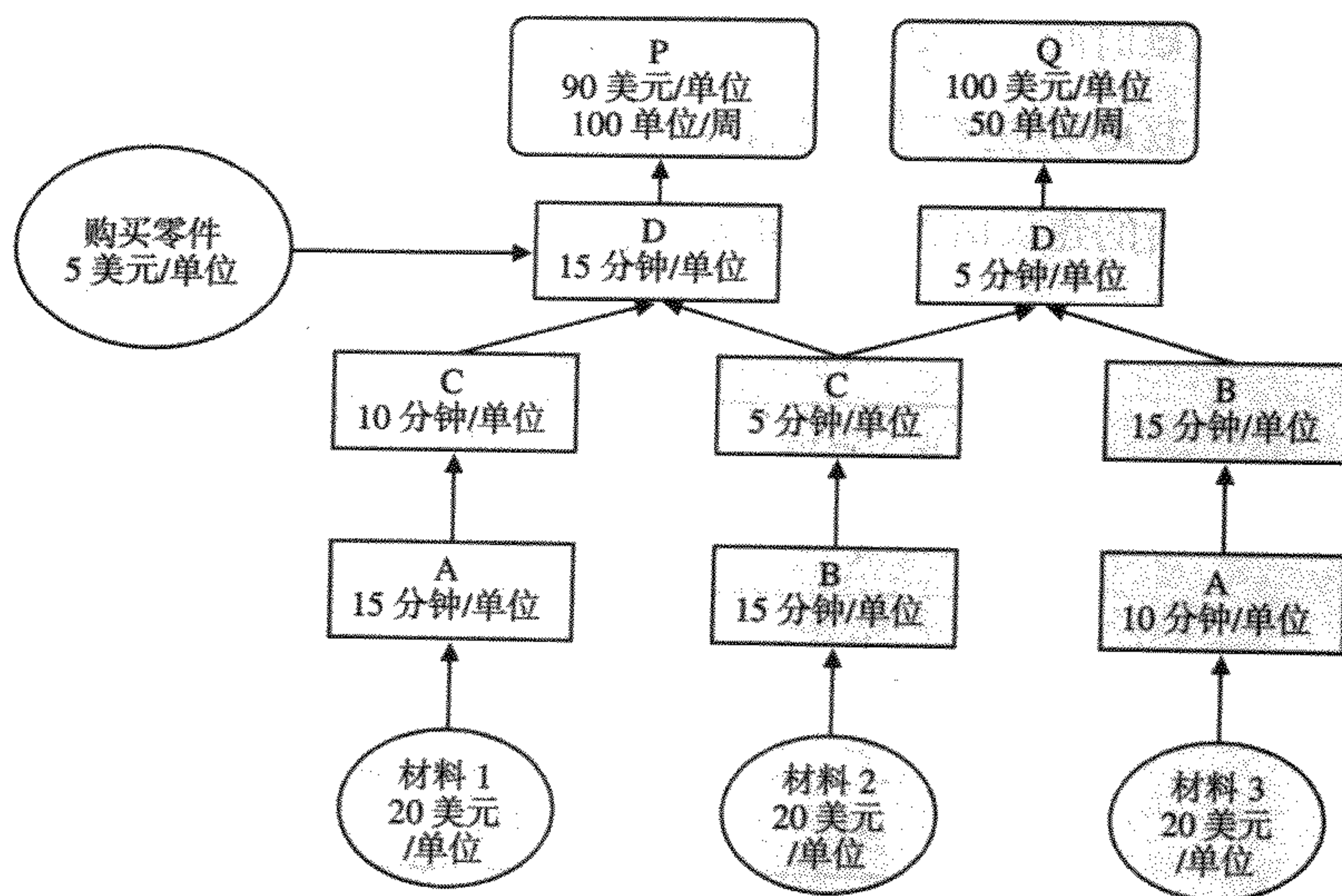


图 34 存在约束条件的一个简化过程

（4）**改善系统的约束条件。**这是步骤 4，而非步骤 2 的工作！通常在步骤 2 和 3 中项目将消除限制条件。如果在步骤 2 和 3 完成后，限制条件仍然存在，寻找能够为限制条件提供额外资源的六西格玛项目。这意味着我们也许要购买新的设备或雇佣新的员工。

（5）如果，在前面的步骤中，限制条件已被打破，返回至步骤 1。尽管限制条件被改善或消除，但多数人的工作流程仍会受习惯思维的影响，而不会做任何改变。所以如果限制条件得到改善或消除，那么您必须重新考虑整个工作过程。返回到步骤 1 重新考虑这个过程循环。

## 2. 对比 TOC 与传统的方法

在项目的选择方面，TOC 方法要优于传统的 TQM 方法。按照图 34 的流程，考虑下表中的数据。如果您对废品率进行帕累托分析，您开始实施六西格玛项目来减少由于工人 A 造成的废品率。事实上，假设在过程处于最佳的产品生产组合，工人

A 有大约 25% 的间歇时间。那么废品损失可以通过工人 B 的工作来弥补，B 是过程的一个限制条件。TOC 方法将建议您首先考虑工人 B 和下游过程 C 和 D 的废品损失——与帕累托分析的建议措施正好相反。

加工过程废品率

加工过程	废品率
A	8%
B	3%
C	5%
D	7%

当然，在制定决策之前，分析项目的财务、成本/利润仍然是必要的，同时也要估计项目的成功概率的大小。但通过使用 TOC，您将了解最初改进机会的着眼点在哪里。

### 3. 使用限制信息关注六西格玛项目

通过 TOC 方法，我们了解应该关注的环节。再通过关键特性的信息（见表 23）帮助我们了解应关心何种类型的项目，如，我们是否应该关注质量、成本或时间安排的项目？假设您已经有了三个备选的六西格玛项目，它们都是对过程的步骤 B 进行改进。这些项目的着眼点是正确的，但我们应该首先选择哪一个呢？假定我们知道了这三个项目中，一个主要是改进过程质量，一个是降低成本，而另一个是改善生产计划。

这些新的信息对我们有帮助吗？当然，我们可以看一下表 23 来了解如何使用这些信息。具有同等优先权的项目应按照它们对过程产出的影响进行排序。



表 23 影响限制条件的关键特性改进项目的优先顺序

项目类型	讨论
关键质量特性 (CTQ)	任何存在限制条件的单位都是非常值得我们考虑的, 这是因为如果它有损失, 如废品, 必须使用额外的限制时间来进行返修和补充。由于限制时间决定了产量 (整个系统的利润), 实际的损失将远远超过废品和返修的成本。存在限制条件的 CTQ 项目具有最高的优先实施权。
关键时间计划特性 (CTS)	CTS 项目可以降低生产时间, 这意味着过程可以生产更多的产品。这直接影响了过程的产出。CTS 项目同样具有最高优先权。
关键成本特性 (CTC)	因为限制条件决定了产出, 限制条件的成本削减可能导致整个系统产出的损失。这使得限制条件停工的成本非常高。相对而言, 限制条件的运行成本通常都非常小。而且 CTC 项目对质量或时间计划会有负面的影响。因此 CTC 项目的优先权较低。

限制条件上下游的过程同样按此思路进行考虑。结果见表 24。

表 24 项目优先顺序 vs. 项目关注点

六西格玛项目的关注点				
关键特性 (CTx)		限制之前	限制	限制之后
	质量 (CTQ)	△	⊙	⊙
	成本 (CTC)	○	△	○
	时间计划 (CTS)	△	⊙	○

注: △表示低优先权; ○表示中等优先权; ⊙表示高优先权

注意表 23 的假设条件是限制之前的项目不会导致限制中的问题。记住: 项目的

影响总是可以通过过程产出进行度量。如果一个限制的上游过程对产出有不利影响，那么它就可以被认为是一个限制条件。例如，一个上游过程的平均产出能够满足平均水平的限制条件，它仍有可能存在问题。一个上游过程每天生产 20 个单位，平均合格率为 90%，即 18 个合格单位。如果限制条件需要 18 个单位，在 50% 的时间内一切正常，但其余的 50% 时间就无法得到保证了。一个解决方法就是在过程和限制条件之间建立库存作为补充。当产量低于 18 个单位时，可以使用库存来维持正常运行。但库存必将增加成本。一个过程产出改进的六西格玛项目将会减少或消除库存，假设盈利——成本分析证明项目是正确的，那么即使项目并不能直接影响限制条件，仍要考虑该项目。另一方面，如果一个上游过程能够在限制条件需要之前及时弥补欠缺，那么针对该过程的项目的实施优先权就比较低。

了解项目的优先权将帮助我们更好地选择项目。当然，项目优先顺序只是项目选择的一个考虑因素，其他因素也可能导致我们做出不同的选择。例如，对于其他项目的影响、规章制度的要求、长期稳定的高回报率等。

### 7.2.3 多重任务和项目时间计划

一个六西格玛企业总会面临项目过多、资源有限的问题。如果资源（黑带或绿带）稀缺，意味着项目必须进行仔细的时间安排，如一些项目应该先实施。在此情况下，我们可以启动资源的多重化任务。多重化任务是指在同一时间周期内，资源处理和展开几个项目。常识告诉我们，工作的多重展开有利于工作的快速完成。这适用于独立的资源处理一个独立的项目或几个关联的子项目时的情况，但同时处理多个独立项目或项目中独立的任务则未必如此。

假设出现以下的情况，您有三个六西格玛项目：A、B 和 C，单一任务解决方法是首先完成 A，接着是 B，最后是 C。下面表是单一活动项目的时间计划。



A	B	C
10 周完成	20 周完成	30 周完成

如果每个项目需要 10 周才能完成,那么 A 项目在第 10 周完成, B 在第 20 周完成, C 在第 30 周完成。完成三个项目的平均时间计算如下:

$$\frac{10 + 20 + 30}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ (周)}$$

当然平均值并不能完全反映真实的情况。因为项目完成就代表收获的开始,在 30 周后,项目 A 已经完成了 20 周,项目 B 也已完成了 10 周。

现在让我们考虑多重任务的方法。我们将原来花费在单个任务上的 10 周时间平均分配给三个项目。这样项目 B 和 C 的活动开展时间就会比单一任务计划时有所提前。新的时间计划如下:

A	B	C	A	B	C	A	B	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---

按照这个时间计划,项目 A 将在 23.3 周内完成,项目 B 将在 26.7 周内完成,而项目 C 则花费 30 周。项目 A 的完成时间从 10 周增至 23.3 周,项目 B 的完成时间从 20 周增至 26.7 周,项目 C 则保持 30 周。平均的完成时间从 20 周增至 26.67 周,延长了 33%的时间。当然这是我们构想的理想情节。在实际生活中,当在项目之间进行转化时总会有时间的损失。因为黑带不得不花时间来准备下一个项目,如准备资料、召集赞助人和团队成员等。这些时间花费都是正常的,也应该算入完成项目耗费的时间内。

#### 7.2.4 关键链项目管理

关键链项目管理是通过改变组织的项目群管理和单个项目管理的方法来避免多重任务出现的问题。

## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

#### 1. 组织的项目群管理

首先，在组织层面上，关键资源的多重任务方式被停止。人员和其他资源被允许在一段时间内只关注一个项目。这就意味着管理者必须承担确定项目实施优先顺序的责任，并制定相应的政策来要求进行单一任务，而非多重任务。为了项目的成功，组织必须确定其完成项目的能力。每个组织都面临着资源有限的问题。这意味着在一段时间内应仅有一个项目在实施。受到限制的资源在组织中占有重要位置，例如项目赞助人、工程师、程序员等的可利用时间。这些信息可以帮助我们确定组织的能力并根据关键资源来安排项目启动时间。这被称为*项目同步启动*，用来支持项目系统的关键资源被称为同步资源。

#### 2. 同步资源的使用

关键链项目管理不允许使用关键资源进行多重任务。相反，完全用来实施项目的人员和设备、同步资源将被用来逐个地完成项目。项目的实施顺序取决于组织确定的优先顺序。如果一个项目需要多种同步资源配合，那就需要在项目开始前，将这些资源的可利用时间纳入计划中。特别是对于那些需要同步资源支持的活动，它的启动时间应充分参照资源的时间计划安排。尽管同步资源可以通过容量补充，并早于指定的开始时间提前准备来得到保障，通常的做法是扩大容量以防计划不周，这样可以保证组织关注额外的改进机会，增加组织完成项目的能力。注意人力资源是按照活动需要的专业人员进行界定的，而不是任意的员工。事实上，资源经理应在所有的前期工作完成，活动准备进行时，才分配负责该活动的人员。这样做可以避免人员进行多重任务。

项目开始日期应通过考虑最高优先权项目的实施时间，并根据同步资源支持的各项活动的预计时间计算同步资源的使用完结时间来确定。第二高优先权项目的开始日期在制定时要考虑在第一个项目完成后增加部分缓冲时间。第三高优先权项目



的开始日期是根据第二个项目的完成日期来制定的，依次类推。如果在偶然情况下，同步资源比计划的时间提早获得，这个时间余量可以用来增加组织的容量以完成更多的项目。图 35 显示的就是这种情况。

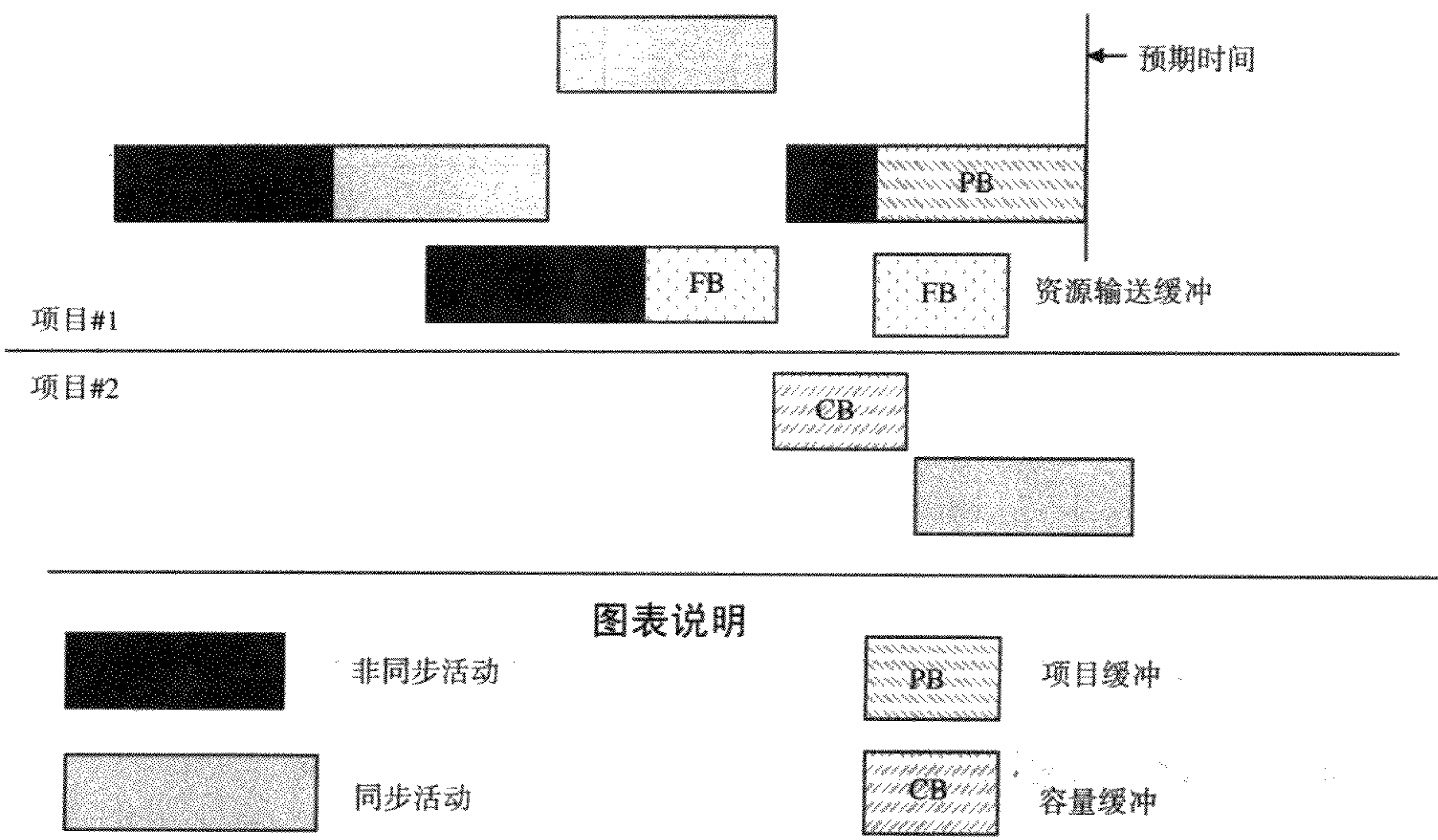


图 35 关键链时间计划示例

7.2.5 项目的初步选择和概括

之前，您已经使用了一系列不同的评判标准对备选的项目进行了评估。现在您必须将项目进行排序，确定初步的项目选择。您可以使用工作表 65 来帮助完成这些工作。之所以称现阶段的项目选择为初步选择是因为您还没有给定项目的完成日期。当六西格玛团队开展项目时，他们将不断对项目进行评估，发现可能提高或降低项目优先权的信息。项目赞助人负责与过程拥有者协调项目优先权的变更。



工作表 65 项目的初步选择和概要

项目描述或项目编号	项目得分	PPI 优先指数	ROI 优先性	项目优先性	备注

7.3 跟踪六西格玛结果

我们需要将关于项目结果的各类信息进行汇总和报告。这样做是出于以下目的：

- 评估六西格玛项目选择系统的有效性
- 确定投资的整体回报
- 建立预算
- 评价单个项目和项目群的表现
- 设立目标
- 确定六西格玛较多或较少关注的领域
- 帮助新员工了解六西格玛价值理念
- 消除员工疑虑
- 平息争论



六西格玛与以前我们谈到的质量理念最大的不同在于：六西格玛关注的是可感受的，可度量的过程输出。六西格玛的拥护者强调项目的实施必须要获得短期和长期的回报，这些回报要能证明项目的投入和努力是正确的。除非有确切的证据证明项目的改进取得了成效，否则任何关于项目回报的报告都是空泛的。

数据存储成本的低廉使得许多组织都有能力在自己的数据库中存储大量的数据信息，但将这些数据有效地运用到系统中却是一个严重的限制因素。这时就体现了黑带大师、黑带或绿带等受过专业培训的人员的能力。

表 25 从数据中可能获得的信息

- 项目特许任务书的信息（项目名称、赞助人、成员、最终期限等）
- 通俗易懂的项目描述
- 项目状态
- 项目节余类型（硬件、软件、成本、关键质量特性等）
- 过程或产品的拥有者
- 关键财务信息（负载量等）
- 项目发起人
- 项目遵循的高层经营战略
- 备注和问题
- 经验教训
- 关键词（便于以后搜索）
- 相关的文件记录
- 过程更改的审核跟踪记录
- 项目任务和时间计划信息

通常，数据库的浏览权限是受到严格限制的，一般是按照浏览者在项目中角色



以及在组织中的职位来确定其浏览信息的权限(表 25 列出了从数据库中可能获得的信息)。有关项目更改的信息通常仅供项目赞助人、领导层或黑带进行了解。但为了工作的需要,我们应该将信息按照不同的方法来进行划分,同时按照部门、赞助人、黑带等的需求完成定期的项目结果总结报告。系统也应该将某些信息进行综合,以方便查阅,例如表 26 显示的简单信息列表。

表 26 六西格玛项目的简单信息列表

项目 编号	项目 名称	项目 状态	黑带	赞助人	最终 期限	节余 类型	总节余	成本
76	碟形偶极 天线	待批准	J.钱伯斯	简·韦瑟	3/1/04	硬件	\$508 000	\$5 900
33	接收塔安装	定义	B.多森	赛·琼斯	9/30/03	硬件	\$250 000	\$25 000
35	SSPA	完成	N.海皮勒	麦克·戴 维斯	10/31/03	成本降低	\$1300 000	\$13 000
37	符合通信标准	控制	M.利特	阿·兰格	9/30/03	其他	未获认可	\$1 500

7.3.1 项目收益的财务确认

每一个项目的财务收益必须得到财务或金融专家的确认。项目的预期收益是黑带或赞助人的预测,但项目实际收益至少要得到财务部门的认可和同意。这项工作应随着项目的开始而同步进行。项目团队中也必须包含财务人员,同时在项目特许任务书中明确财务人员及其职责。如果没有财务人员的介入,那么项目获得诸多收益的说词也只是无稽之谈。项目收益不仅要得到认可,而且计算项目最终收益的人员必须具备财务或金融方面的专业背景。



这并不意味着财务专家统计的结果是不容置疑的。如果统计出的收益不合常理，高于或低于预期，那么财务专家有责任向项目赞助人清楚解释其计算过程。六西格玛领导者同样也应保证收益的统计结果有效。无效的统计结果将对团队的努力造成伤害。

例如，对于一个项目，黑带宣称收益将达到百万美元，但“还未体现”。而财务人员认可了黑带的说法。但六西格玛领导者却并不接受该结论，他会认为既然没有收益，公司显然没有得到任何回报。当然这也许并不是项目失败，可能项目提升了员工的士气或缩短了工作周期等，而这些改进成果很难度量。但不论怎样，如果项目被宣布获得收益，那么这些收益必须得到记录，而不能是含混其辞的金钱节省。所以关于项目的收益，必须认真进行度量和计算。

### 1. 项目节余的类型

财务或金融部门必须正式地确定项目节余的类型。项目节余类型主要有以下两种：

- 硬节余是指在金钱上的实际节省价值，例如预算的降低、劳动力降低、采购成本降低等。硬节余能够用来实现降低产品价格、改变竞标模式、增加收益或其他目的。
- 软节余是指由于项目的实施引起的计划减少，例如库存减少造成的节余、产品测试次数的减少、工作周期的降低、产量的提高、返修率的降低以及废品率的减少。而将这种节余纳入组织的整个运营体系中是非常重要的。因为，如果组织的制度和管理框架没有相应发生改变，那么这种节余的成果最终又将消失。例如，如果一个六西格玛项目提高了过程的产量，要保证物资需求计划（MRP）系统的计算反映出了改进后的产量。



#### 7.3.2 经验教训：获得和传承

我们要学会将一个项目中获得的经验和教训推广到另外的过程和项目中，无论是内部或外部的过程。多数公司都有多人或专门的单位来从事类似或相同的工作。许多公司还会要求供应商和外部资源进行类似工作。通过复制成功项目的工作流程，可以以较小的成本将六西格玛收益成倍地放大。我们可以将成功改进的过程作为水平对比的一个比较对象，六西格玛项目建立一个一流的过程，您也应该将这种新的方法传授给组织中的其他人员。

不同于水平对比的是，六西格玛项目的改进已经在潜移默化间改变了组织的办事方式，从六西格玛项目获益的过程拥有者可能还没有发觉他们已经从这种改变中受益。当您与其他人员分享成功经验时要考虑此点。过程的推广是要将新的方法传授、推销给目标观众，这需要特殊的技能，并不同于项目的实施，因此项目的实施者可能并非最佳人选。当然他们可以作为技术支持人员来帮助将新的方法传授给其他领域的人员。六西格玛也要求将成功或失败的经验和体会在组织中推广。过程推广带来的收益也可以纳入六西格玛收益中。

我们除了获得项目成功的经验和失败的教训以外，还了解了如何完成一个成功的项目。有了这样的经验，我们不用绞尽脑汁也可以发现和完成成百上千个项目。而从项目中获得的经验可以用来帮助其他的六西格玛团队。当然项目黑带最好应该用简洁的文字或语言来描述所获得的经验和教训，以便于其他的黑带进行学习和借鉴。对于组织而言，这种项目实施的经验和教训是非常宝贵的财产。



# 附录

问题清单	180
风险控制计划	181
成本控制计划	182
项目进度控制计划	183
项目变更控制计划	184
审核报告	185
过程变更控制计划	186
资源使用时间一览表	187
属性测量误差分析	188
计算产出率	202
名义产出和西格玛水平	205
使用电子表格软件进行层次分析 (AHP)	208
六西格玛项目管理需要的额外资源	210



工作表 66 问题列表<sup>1</sup>

问题#	问题描述	解决问题所需活动	负责人	目标日期	备注

1 正式项目计划的组成部分。



风险控制计划

项目名称:

风险类型:

控制措施:

实施部门:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日



### 成本控制计划

项目名称:

成本预算:

控制措施:

实施部门:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日



项目进度控制计划

项目名称:

完成时间:

进度计划:

控制措施:

实施部门:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

项目变更控制计划

项目名称:

项目描述:

变更原因:

变更内容:

变更风险:

变更成本:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日



审核报告

审核对象:

审核内容:

审核方法:

结果评估:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

过程变更控制计划

项目名称:

过程内容:

变更原因:

变更风险:

变更成本:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日



资源使用时间一览表

资源种类:

使用时间:

使用方式:

使用效果:

时间: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

## 属性测量误差分析

属性数据指的是分类型的数据。属性检验是对产品某项特性的质量进行分级，例如，“好”与“坏”。判断属性检验测量的优劣与连续性数据（变量）测量检验的分析是类似的（表 27）。因此，从理论上说，评估属性测量系统的方法与评估变量测量系统的方法类似。相比而言，我们评估属性测量系统的工作量较少。在本书中向大家提供了属性测量系统评估的方法。同时给出了一个使用 Minitab 软件开展属性测量的重复性和再现性研究案例。

表 27 属性测量概念

测量的概念	属性数据阐明	推荐的测量方式和评议
准确性	测量指标的准确分级	$\frac{\text{测量结果正确的次数}}{\text{总的测量次数}}$ 需要了解“真”值
偏倚	多次测量的平均值与标准值 或真值之差	多次测量的平均值减去标准值 需要了解“真”值
重复性	一个检验人员在一段较短的时间间隔内重复多次测量同一指标，测量结果的一致性	对于一个指定的检验人员： $\frac{\text{重复测量一致的次数}}{\text{总的测量次数}}$ 整体：各检验人员测量重复性的平均值
再现性	所有的检验人员测量同一指标，测量结果的一致性	$\frac{\text{测量结果一致的次数}}{\text{总的测量次数}}$

续表

测量的概念	属性数据阐明	推荐的测量方式和评议	
稳定性	属性测量随时间的变化	测量指标	测量标准的测量稳定性
		重复性	重复性的标准偏差
		再现性	再现性的标准偏差
		准确性	准确性的标准偏差
		偏倚	平均偏倚
线性	在测量系统的量程范围内， 测量准确程度的一致性	测量误差和偏倚的变化范围覆盖所有的量程 需要了解“真”值 注：因为对于名义型数据而言不存在一个自然的 优劣顺序，所以名义数据的测量线性概念与 其他属性数据有所不同。但推荐使用的测量标 准应清楚地显示检验人员与具体分级之间的 交互作用。	

可操作的定义

一个可操作定义要求包含测量的方法。例如“优质焊接”是测量的一个要求，必须要清楚地描述什么是“优质焊接”。这可能包括文字的描述、照片、对比样件或其他评判标准。

示例

1. 臭氧运输评估组织（OTAG）：目标的可操作定义

目标：识别臭氧在运输过程中的衰减以及衰减的前兆，并结合其他测量手段，可以使臭氧水平达到并保持 OTAG 的要求。



- (1) OTAG 对一般类型的臭氧衰减及其前兆最大化的定义；以及
- (2) OTAG 对臭氧衰减及其前兆最大化和基础水平的定义；以及
- (3) OTAG 对浓缩臭氧最高基础水平上增长的最低估计时定义。(请复习可操作定义部分。)

## 2. 韦尔兹利学院儿童关怀政策合作研究：未被满足的要求的可操作定义

(1) 使用比较标准来判断社区服务是否完善：在大的区域（汉普顿县）内保证中等规模的服务。

(2) 未被满足的要求的定义：社区服务与周边区域中等规模的服务之间的差距。

## 3. 酸和碱的可操作定义

(1) 酸是指任何溶于水后，能够增加  $H^+$  离子含量的物质。

(2) 碱是指任何溶于水后，能够增加  $OH^-$  离子含量的物质。

## 4. “智力”的可操作定义

对测试人进行斯坦福—比奈 IQ 测试。IQ 测试的得分就是测试人的智力。

## 5. “深蓝色地毯”的可操作定义

具备以下条件的地毯可以认为是深蓝色地毯：

(1) 由一个通过美国空军色盲测试的检验人员对地毯进行判断。

(2) 使用 GE 的“冷光”荧光显像管比较地毯和 PANTONE 色值卡，地毯颜色与 7462C 色值卡相符。

(3) 比较地毯和色值卡，两者之间相距 16~24 英寸。

## 如何进行属性检验分析

表 28 中列出了一些常用的属性检验分析方法。

表 28 评估属性检验的方法

真值	评估方法	备 注
已知	<p>专家判断法:</p> <p>在操作者检验完成后,由专家来判断检验结果的正确性。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 测量指标: 正确率</li> <li>• 量化分级的准确性。</li> <li>• 评估简单易行。</li> <li>• 谁能保证专家是百分之百正确?</li> <li>• 测量时,要包含所有的测量量程。</li> <li>• 由于不同的检验人员是对不同的单元进行测量,很难相互比较。</li> <li>• 预先确定可接受的水平。确定时要考虑成本、顾客影响等因素。</li> </ul>
	<p>循环分析:</p> <p>选择一系列经过仔细判别的对象来代表属性的所有分级可能。</p> <p>1. 每一个对象都必须由专家进行评估,记录实施情况。</p> <p>2. 每一个检验人员必须对每一个对象进行至少两次检验。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 测量指标:               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 检验人员的正确率</li> <li>— 检验人员的重复性</li> <li>— 检验人员的再现性</li> <li>— 稳定性</li> <li>— 检验人员的“线性”</li> </ul> </li> <li>• 包含所有属性分级。</li> <li>• 所有量化的测量误差。</li> <li>• 如果检验人员知道了自己正被测试,可能会影响其表现。</li> <li>• 没有日常工作环境。</li> <li>• 保证评估的公正。</li> <li>• 每一类错误都必须设定一个可接受的水平,设定时要考虑成本、顾客影响等。</li> </ul>



续表

真值	评估方法	备 注
未知	<p>检验人员一致性</p> <p>研究:</p> <p>选择一系列经过仔细识别的对象, 尽可能包含属性的可能分级。</p> <p>1. 每一位检验人员必须对每一个对象进行至少两次检验。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 测量指标:<ul style="list-style-type: none"><li>— 检验人员的重复性</li><li>— 检验人员的再现性</li><li>— 稳定性</li><li>— 检验人员的“线性”</li></ul></li><li>• 类似于循环分析, 惟一不同的是这里不知道真值。</li><li>• 无法分析测量的偏倚和准确性。只能测量同等水平的检验人员的一致性。</li><li>• 包括所有的属性分级。</li><li>• 如果检验人员知道自己正被测试, 可能会影响其发挥。</li><li>• 没有日常工作的环境。</li><li>• 保证评估的公正。</li><li>• 每类指标必须确定一个可接受的水平。制定时要考虑成本、顾客影响等因素。</li></ul>

属性检验误差分析的示例

三个检验人员分别对两块具有相同印刷版式的薄板进行检验。此前薄板已经由专业的制版工人经过多次检查, 他们认为其中一块的印刷质量可以接受, 而另一块则不合格。在检验过程中, 检验人员将坐在椅子上, 面前是一张大桌子用来放置被检验的薄板。检验人员可以调整座椅的高度和桌子的角度。一个带光源的放大镜被放置在桌子上, 检验人员可以调整放大镜的支架以方便其检验薄板的印刷质量 (见图 36)。



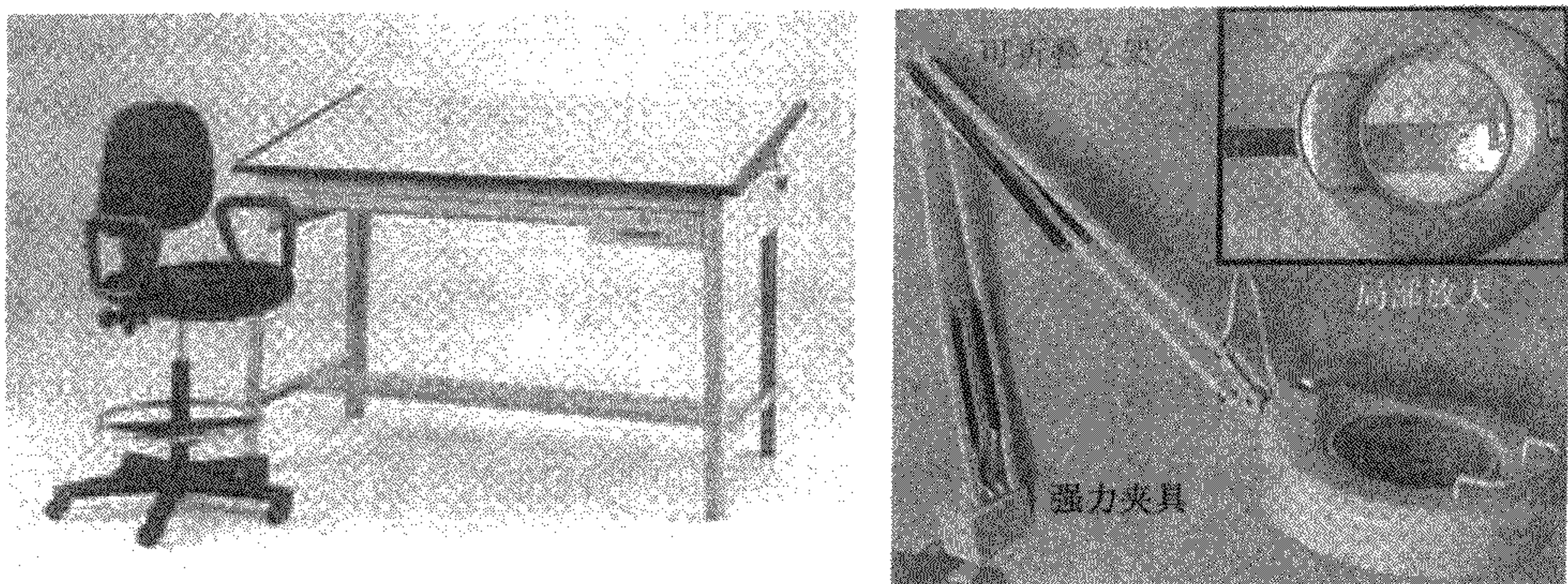


图 36 平版印刷检验台、座椅和放大镜

每一个检验人员在上午和下午分别对每块薄板检验一次。在每次检验结束后，检验人员将按照接受/不接受这两类质量等级来对薄板进行分级。整个的研究过程持续了一周时间，检验结果显示在表 29 中。

表 29 平版印刷属性检验分析的结果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	薄板编号	标准	检验员 A	检验员 B	检验员 C	日期	时间	再现性	准确性
2	1	1	1	1	1	今天	上午	1	1
3	1	1	0	1	1	今天	下午	0	0
4	2	0	0	0	0	今天	上午	1	0
5	2	0	0	0	1	今天	下午	0	0
6	1	1	1	1	1	上周	上午	1	1
7	1	1	1	1	0	上周	下午	0	0
8	2	0	0	0	1	上周	上午	0	0
9	2	0	0	0	0	上周	下午	1	0





在表中，“薄板编号”是用来区别被检验的两块薄板；“标准”代表的是在检验之前由专业的制版工人对两块薄板的判别结果，其中的数字 1 代表接受，数字 0 代表不接受；“检验员 A”、“检验员 B”、“检验员 C”分别代表三位检验人员的检验结果；“再现性”代表三位检验人员对同一薄板检验所得结果的一致性，数字 1 代表结果一致，数字 0 代表检验结果不尽相同，注意这里我们并没有考虑检验员的结果是否与标准相符；“准确性”代表三位检验员的结果与标准的一致性，数字 1 代表结果一致，数字 0 代表不一致。

### 单个检验人员的准确性

确定单个检验人员的准确性是将其检验结果与标准相比较。例如，在表 21 的 C2 单元格内，检验员 A 判断薄板是可接受的，同时 B2 单元格的数字显示标准结果也是可接受的，所以检验员 A 的这次检验是正确的。但请大家看一下“C3”和“B3”单元格，薄板实际是可接受的，而检验员 A 却将其判为不可接受。从表 21 中可以看出，在 8 次检验中，检验员 A 有 7 次检验正确，所以他的准确性是 0.875 或 87.5%。表 30 分别计算了三位检验人员的准确性。

表 30 检验员准确性

检验员	A	B	C
准确性	87.5%	100.0%	62.5%

### 重复性和成对再现性

在表 27 中我们对重复性的概念进行了定义,它是指同一个检验人员在一段较短的时间间隔内对同一对象重复测量所得结果的一致性。我们可以看到当检验员 A 在“今天”上午检验薄板 1 时，他认为该薄板是可以接受的，但在下午检验同一薄板

时，他却得出相反的结论。其他三次上午/下午的检验结果是相符的。所以检验员 A 的重复性是 3/4 或 75%。

成对再现性是分析两个检验人员在同一天的相同时间检验相同薄板所得结果的一致性。以薄板 1 为例，“今天”上午，检验员 A 的检验结果与检验员 B 相符。但“今天”下午，检验员 A 对薄板 1 的检验结果却与检验员 B 相反。对于每对比较的检验人员而言，我们一共可以安排 8 次检验对比。在这 8 次对比中，A 和 B 结果相符的有 7 次，所以他们的成对再现性是 7/8=0.88。

在表 31 中，对角线的值代表了重复性得分，偏离对角线的值代表成对再现性得分。

表 31 不同日期的重复性和成对再现性

整体				今天				上周			
	A	B	C		A	B	C		A	B	C
A	0.75	0.88	0.50	A	0.50	0.75	0.50	A	1.00	1.00	0.50
B		1.00	0.50	B		1.00	0.75	B		1.00	0.50
C			0.25	C			0.50	C			0.00

整体重复性、再现性、准确性和偏倚

整体统计值计算的可操作定义如下：

- 整体重复性是“今天”和“上周”的重复性得分的平均值。

$$\frac{0.75+1.00+0.25}{3}=0.67$$

- 整体再现性是“今天”和“上周”的再现性得分的平均值（见表 28）。



## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

$$\left( \frac{1+0+1+0}{4} + \frac{1+0+0+1}{4} \right) / 2 = 0.50$$

- 整体准确性是“今天”和“上周”的准确性得分的平均值（见表 28）。

$$\left( \frac{1+0+0+0}{4} + \frac{1+0+0+0}{4} \right) / 2 = 0.25$$

- 整体偏倚是多次测量平均值与标准值之差。在本例中，薄板实际的缺陷率是 50%。而三个检验人员共进行了 24 次检验，其中有 12 次判断薄板是不可接受的。所以偏倚是  $0.5-0.5=0$ 。

### 整体稳定性

稳定性就是对上面的测量指标分别进行计算，如表 32 所示。

表 32 稳定性分析

……的稳定性	稳定性的可操作定义	稳定性结果
重复性	六个重复性得分（0.5,1,0.5,1,1,1）的标准偏差	0.41
再现性	平均再现性的标准偏差。对于表 28， STDEV（AVERAGE（H2:H5），AVERAGE（H6:H9））	0.00
准确性	平均准确性的标准偏差。对于表 28， STDEV（AVERAGE（I2:I5），AVERAGE（I6:I9））	0.00
偏倚	两周内不同日期的偏倚平均值	0.00

注：STDEV=标准偏差；AVERAGE=平均值。

### 结果解释

（1）系统整体来看没有偏倚，有足够的准确性。但单个检验员的评估显示系统还有改进的空间。

- (2) 单个检验员的准确性分析显示检验员 C 的准确性存在问题。(见表 29)
- (3) 重复性和再现性 (成对) 的分析显示检验员 C 在这两方面都需改进。(见表 31)

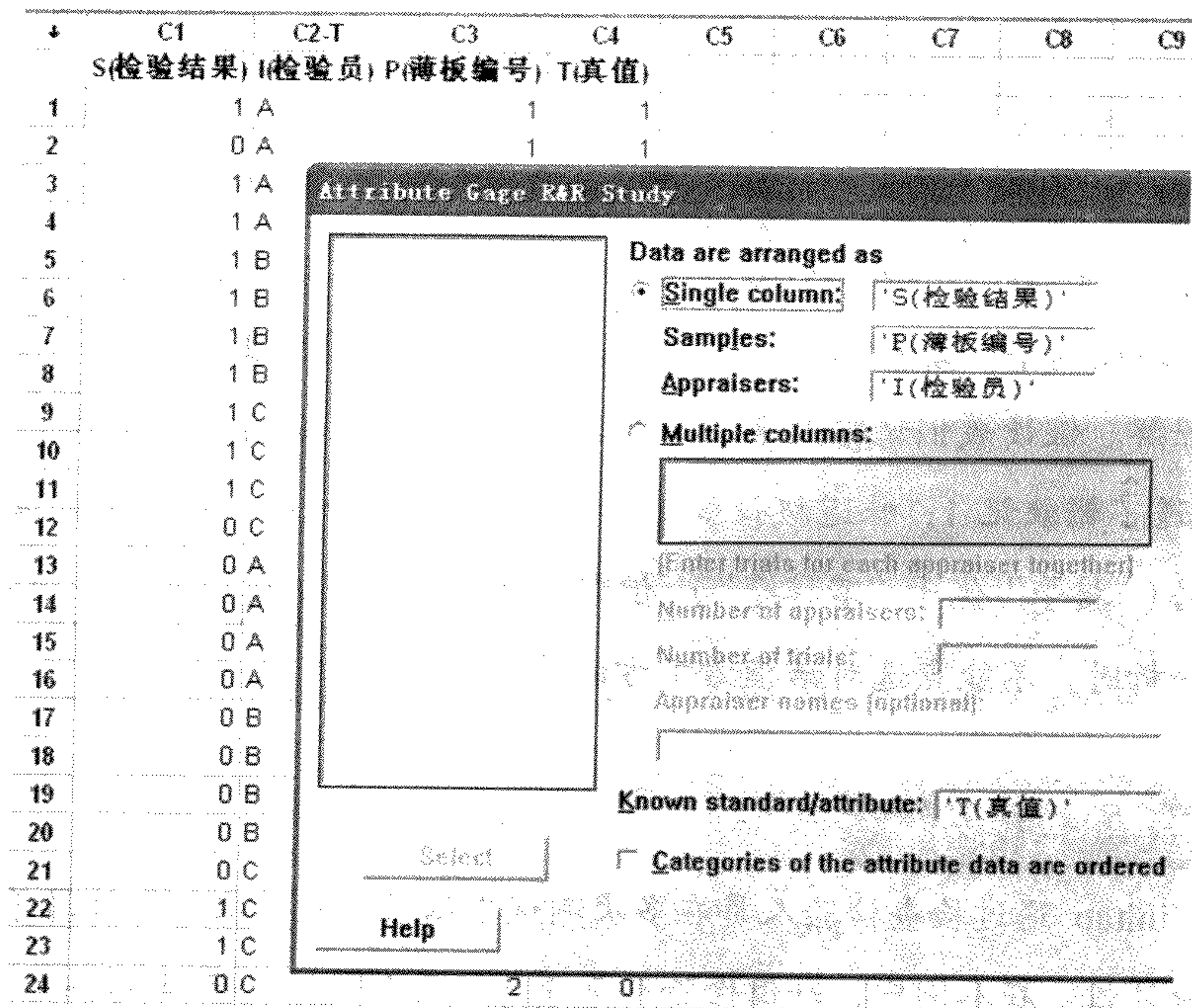


图 37 Minitab 软件分析的对话框和数据安排

- (4) 重复性得分不稳定 (见表 32)。比较表 31 中 “今天” 和 “上周” 中对角线上的得分可以发现, 检验员 A 和 C 在不同的时间检验结果也有差异。其他方面该系统相对稳定。
- (5) 检验员 A 和 B 的再现性不尽如人意。如果能够找出原因就可以改善系统。
- (6) 因为检验员 B 的检验相比而言更准确, 重复性更好, 我们可以从他的检验操作中获取经验。



## Minitab 软件分析属性检验的重复性和再现性 (R&amp;R) 的示例

Minitab 软件可以帮助您轻松完成属性测量系统的分析,即我们所说的“属性检验的重复性和再现性”。我们将使用 Minitab 来重复上面的案例。注意, Minitab 无法识别表 28 中的数据,必须将数据进行重排。在重新安排好数据后,我们使用 Minitab 中的菜单指令: Stat > Quality Tools > Attribute Gage R&R 打开对话框。(见图 37) 请注意对话框右下方的检验栏——“Categories of the attribute data are ordered”。如果属性数据是定序型数据(如,差/一般/好/优秀)而且等级数目超过两个,请点选此栏。下面我们举一个定序型数据的例子帮助大家更好地理解。假设我们请路人来品尝某品牌的饮料,如果他们觉得味道糟糕就记 0;味道不错就记 1;味道极佳就记 2。在本书的案例中,我们的数据也是定序型数据(“接受”优于“不接受”),但它只有两个等级,所以我们在使用 Minitab 进行分析时,不能点选对话框右下方的检验栏。

## 单个检验员一致性分析

Minitab 通过检查检验人员在多次测试中结果一致的次数来计算单个检验人员的重复性。在本例中,每位检验人员分别对两个薄板进行 4 次检验。在图 38 (Minitab 对单个检验人员的一致性分析)中显示出检验员 A 一致的次数有 50%,检验员 B 是 100%,检验员 C 是 0%。图中还显示了 95% 的置信区间。Minitab 的图形分析结果显示在图 39 中。

Within Appraiser Assessment Agreement				
Appraiser #	Inspected #	Matched	Percent (%)	95.0% CI
InspA	2	1	50.0 ( 1.3, 98.7)	
InspB	2	2	100.0 ( 22.4, 100.0)	
InspC	2	0	0.0 ( 0.0, 77.6)	
# Matched: Appraiser agrees with himself/herself across trials.				

图 38 Minitab 对单个检验人员的一致性分析

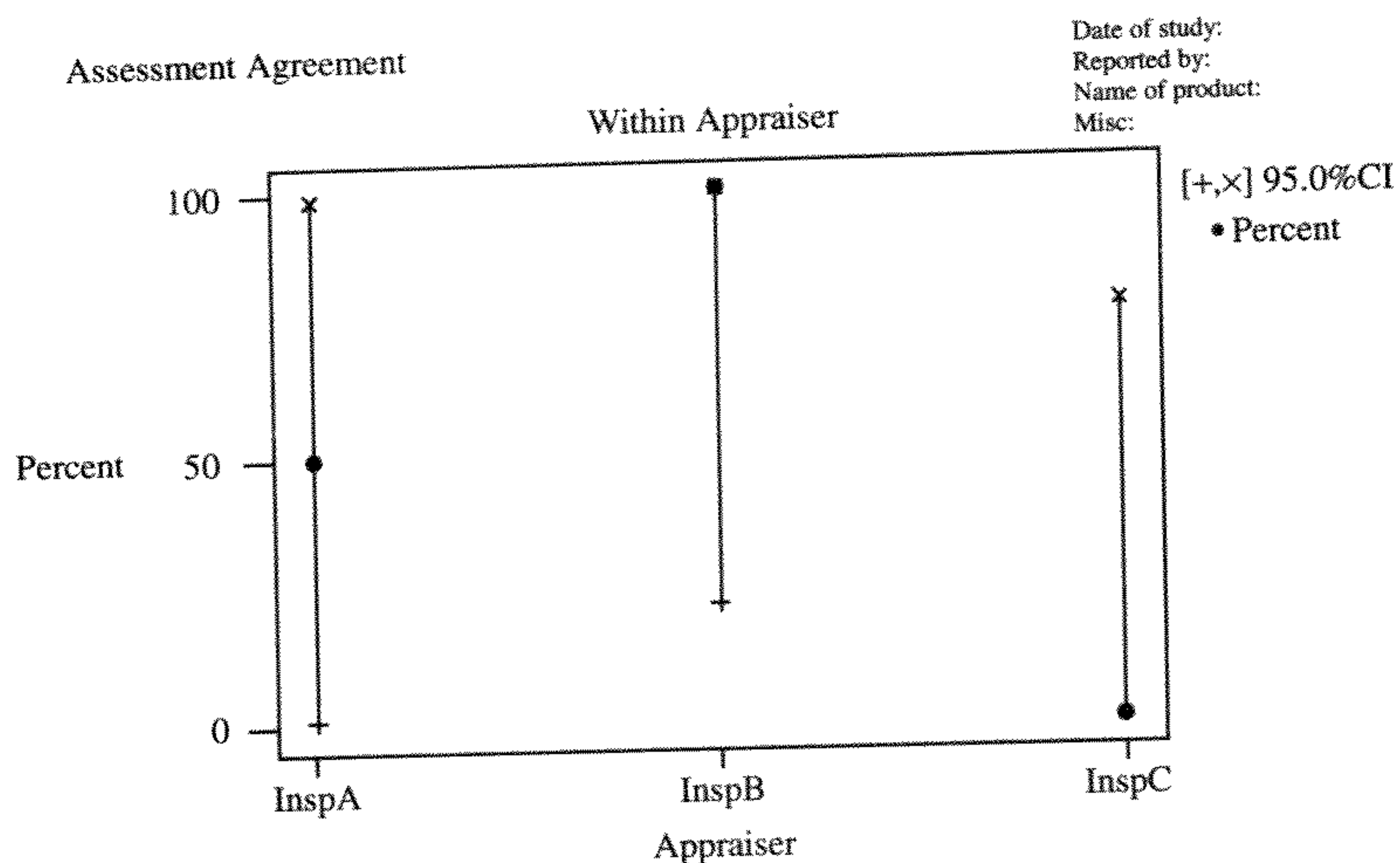


图 39 一致性分析的图形输出

准确性分析

Minitab 评估准确性是指通过比较每位检验人员多次测量同一事物的结果与标准的一致性。图 40 显示了本书案例的准确性分析结果，与前面的 Minitab 分析一样，它综合了“今天”和“上周”的数据。

Each Appraiser vs. Standard				
Assessment Agreement				
Appraiser #	Inspected #	Matched	Percent (%)	95.0% CI
InspA	2	1	50.0	( 1.3, 98.7)
InspB	2	2	100.0	( 22.4, 100.0)
InspC	2	0	0.0	( 0.0, 77.6)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with standard.

图 40 Minitab “测量结果与标准的一致性”分析



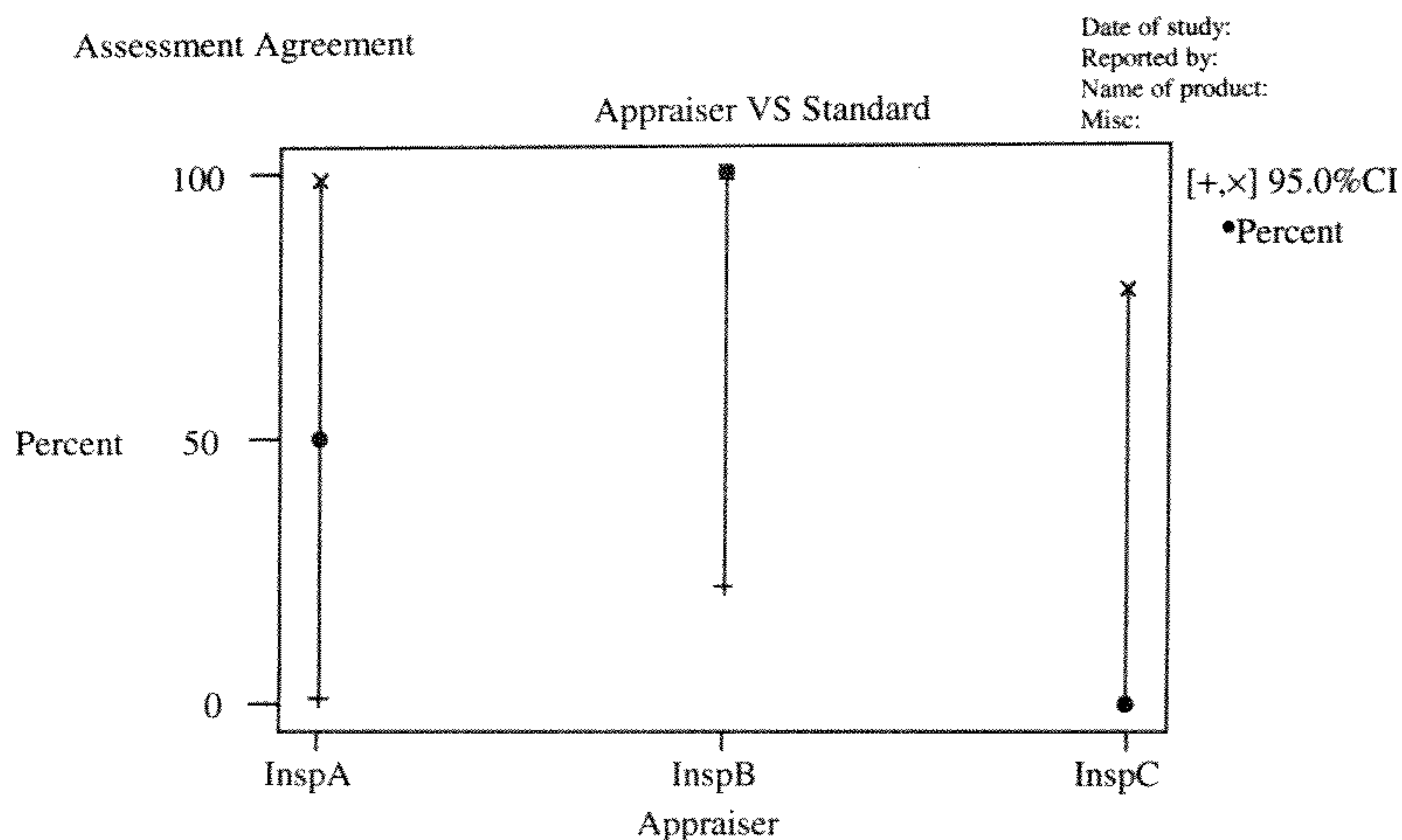


图 41 “测量结果与标准的一致性”分析的图形输出

Minitab 软件分析测量结果与标准的一致性，如果出现不一致的情况，它还将判断其中是否存在某种分布模式。为完成模式判断，Minitab 首先会统计检验人员测得结果为 1 而标准为 0 的次数（图 42 中的 # 1/0 和 Percent 列所示），以及测量结果为 0 而标准为 1 的次数（见 # 0/1 和 Percent 列），和检验人员测量结果的混淆次数，如没有重复（见 # Mixed Percent 列）。分析结果显示在图 42。结果显示系统的偏倚无法保持一致，即检验人员无法一直判对或判错。造成这一问题的原因可能是检验员 A 和 C 的重复性不高。

Assessment Disagreement						
Appraiser	# 1/0	Percent (%)	# 0/1	Percent (%)	# Mixed	Percent (%)
InspA	0	0.0	0	0.0	1	50.0
InspB	0	0.0	0	0.0	0	0.0
InspC	0	0.0	0	0.0	2	100.0

# 1/0: Assessments across trials = 1 / standard = 0.  
# 0/1: Assessments across trials = 0 / standard = 1.  
# Mixed: Assessments across trials are not identical.

图 42 Minitab “测量的不一致”

“检验员之间的一致性”分析

接下来 Minitab 分析所有检验人员对每一对象的测量结果，统计每一位检验人员测量结果的一致性。分析结果显示在图 43 中，我们可以看到在本例中这种情况并没有发生。图中显示了 95% 的置信区间。

Between Appraisers				
Assessment Agreement				
# Inspected	# Matched	Percent (%)	95.0% CI	
2	0	0.0	( 0.0, 77.6)	
# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.				

图 43 Minitab “检验员之间的一致性”

“所有测量结果与标准一致性”分析

最后，Minitab 分析针对每一测量对象的所有测量结果，并统计每一位检验人员测量结果一致的次数和结果与标准一致的次数。图 43 显示检验员之间的一致性不错。而所有结果与标准的一致性显示在图 44。

All Appraisers vs. Standard				
Assessment Agreement				
# Inspected	# Matched	Percent (%)	95.0% CI	
2	0	0.0	( 0.0, 77.6)	
# Matched: All appraisers' assessments agree with standard.				

图 44 Minitab “所有测量结果与标准的一致性”分析



## 产出率计算

滚动产出率 (RTY) 用来计算过程或产品的百万缺陷机会缺陷数 (DPMO)。这里所说的 DPMO 与 Minitab 中 Parts-Per-million 的概念相符。RTY 用来测量过程的整体质量水平, 或过程的产出能力。对于一个过程而言, 产出能力是测量过程的输出。对于一个产品而言, 产出能力是测量产品的整体质量。产出能力综合了过程能力分析和整体性能测量这两方面。

计算一个包含 N 个步骤 (或 N 个产品特性) 的过程的滚动产出率, 使用下面给出的公式:

$$\text{滚动产出率} = \left(1 - \frac{\text{DPMO}_1}{1000000}\right) \times \left(1 - \frac{\text{DPMO}_2}{1000000}\right) \cdots \left(1 - \frac{\text{DPMO}_n}{1000000}\right) \quad (\text{公式 1})$$

公式中的  $\text{DPMO}_x$  代表的是过程中的步骤 x 的百万缺陷机会缺陷数。例如, 我们对一个由 4 个步骤组成的过程进行分析, 各步骤的 DPMO 都显示在表 33 中。

表 33 计算 RTY

过程步骤	DPMO	单位缺陷率 (DPU) = DPMO/1 000 000	1-DPU
1	5 000	0.005 000	0.9950
2	15 000	0.015 000	0.9850
3	1 000	0.001 000	0.9990
4	50	0.000 050	0.99995

$$\text{滚动产出率} = 0.995 \times 0.985 \times 0.999 \times 0.99995 = 0.979$$

图 45 介绍了如何使用电子表格软件 (Excel) 来计算 RTY, 数据同表 25。对于 RTY 的解释是非常容易的。假设您投入了 1000 个单位到这个由 4 个步骤构成的过

程中，最后您可以得到 979 个单位。换句话说，如果您希望从该过程中获得 1000 个单位，您需要投入的单位数是： $\frac{1000}{0.979} + 1 = 1022$ 。大家一定听说过木桶理论，即盛水的多少取决于桶的最短一块木板的高度。在计算 RTY 时，我们也会发现过程的 RTY 一定是小于过程中最差步骤的产出率。许多过程拥有者都会醉心于质量报告中过程平均产量的提高，但他们却忽略了投入与产出之间的严重比例失调。RTY 的计算数据可以帮助过程拥有者更好地看清过程的水平。随着过程复杂性的提高，过程步骤的不断增多，对 RTY<sub>s</sub> 的负面影响也将呈指数倍的递增。

RTY 计算公式

B11      =D6+D7+D8+D9

	A	B	C	D
	过程步骤	DPMO	DPMO/1 000 000	1-(DPMO/1 000 000)
5				
6	1	5000	0.005	0.995
7	2	15000	0.015	0.985
8	3	1000	0.001	0.999
9	4	50	0.00005	0.99995
10				
11	RTY	0.979046		

图 45 使用电子表格软件计算 RTY

这个 4 步过程的 RTY 转化为西格玛水平，相当于  $3.5\sigma$ 。这个值就是估计的“过程”西格玛水平。请了解下面的“名义产出率和西格玛水平”。

### 使用 $e^{-dpu}$ 计算 RTY

如果我们假设缺陷数的分布服从泊松分布 (Poisson)，那么对于一个平均缺陷率为  $\mu$  的过程，我们可以计算得到一个缺陷数为  $x$  的产品的概率： $P(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}$

公式中的  $e = 2.71828$ 。前面我们谈到，RTY 是过程最终输出的无缺陷的单位数



## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

目，即  $x=0$ 。如果我们设定  $\mu = \text{dpu}$ ，那么 RTY 就可以转化为平均缺陷率为 dpu 的过程输出零缺陷单位的概率，或表示为  $\text{RTY} = e^{-\text{dpu}}$ 。但这种计算方法只适用于过程所有步骤的 dpu 都相同的情况，而这是很少发生的。如果将这种方法用于计算具有不同 dpu 的过程时，过程实际的 RTY 将被低估。同样使用表 24 的数据，我们使用  $e^{-\text{dpu}}$  的方法计算 RTY 如下：

$$\overline{\text{dpu}} = \frac{1}{N} \sum \text{dpu} = \frac{1}{4}(0.005 + 0.015 + 0.001 + 0.00005) = 0.005263$$
$$e^{-\overline{\text{dpu}}} = e^{-0.005263} = 0.994751$$

RTY 的计算结果等于 0.994751，与图 48 计算出的 0.979 相比，明显数值偏高。由于过程各个步骤的 dpu 有明显差异，在这种情况下，我们建议大家采用表 33 和图 45 中的计算方法。

工作表 67 滚动产出率工作表

RTY 能力	
实际 RTY	
项目的 RTY 目标	
请考虑：	
<input type="checkbox"/> 在实际的 RTY、潜在 RTY 能力以及项目的 RTY 目标之间有多大的差距？	
<input type="checkbox"/> 实际的过程表现是否说明需要实施突破性的改进项目？	
<input type="checkbox"/> 如果我们使过程达到了潜在的能力，是否还需要实施突破性的改进项目？	
<input type="checkbox"/> 关注 CTx 的改进能够以较低的成本实现项目的目标？	

## 名义产出率和西格玛水平

名义产出率计算由  $N$  个过程或  $N$  种产品组成的部门或组织的平均水平。计算公

式如下：

$$\text{名义产出率} = \sqrt[4]{\left(1 - \frac{\text{DPMO}_1}{1000000}\right) \times \left(1 - \frac{\text{DPMO}_2}{1000000}\right) \times \dots \times \left(1 - \frac{\text{DPMO}_n}{1000000}\right)} \quad (\text{公式 2})$$

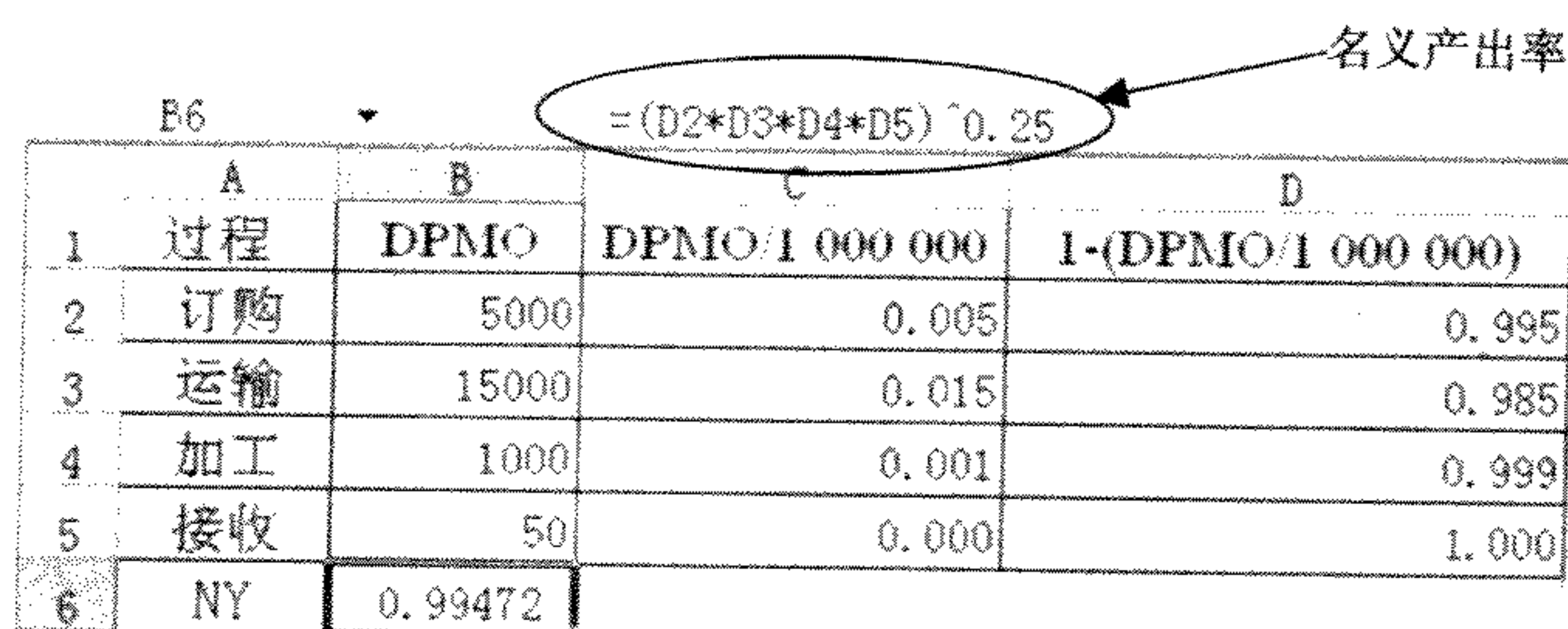
例如，假设某组织包含 4 个过程，每个过程的 DPMO 如表 33 所示：

表 33 某组织各过程的 DPMO

过程名称	DPMO	DPMO/1 000 000	1-(DPMO/1 000 000)
订购	5 000	0.005000	0.9950000
运输	15 000	0.015000	0.9850000
加工	1 000	0.001000	0.9990000
接收	50	0.000050	0.9999500

$$\text{名义产出率} = \sqrt[4]{0.995 \times 0.985 \times 0.999 \times 0.99995} = 0.99472$$

图 46 介绍如何使用电子表格（Excel）软件计算名义产出率。



	A	B	C	D
1	过程	DPMO	DPMO/1 000 000	1-(DPMO/1 000 000)
2	订购	5000	0.005	0.995
3	运输	15000	0.015	0.985
4	加工	1000	0.001	0.999
5	接收	50	0.000	1.000
6	NY	0.99472		

图 46 使用电子表格软件计算名义产出率

这个包含 4 个过程的组织的名义产出率折算成西格玛水平，相当于是  $4.1\sigma$ 。这是估计的“组织”西格玛水平。名义产出率可以轻松地测量整个系统的质量水平。因为名义产出率反映的是一种平均水平，所以没有必要使用它来显示组织中的某一



个产品或过程的产出或组织产品的质量水平。对于这方面的计算，我们可以使用前面讲的 RTY 方法。

### 目标 RTY 的解决方法

假设过程的每一个步骤都具有相同的产出率，我们可以计算出名义产出率，来了解整个过程的目标 RTY（见公式 6）。

$$Y_n = \sqrt[n]{RTY} = RTY^{\frac{1}{n}} \quad (\text{公式 6})$$

公式中的  $Y_n$  指的是过程中单个步骤的产出， $N$  是过程包含的步骤数目。如果过程各步骤的产出不相等，那么  $Y_n$  就是所有步骤中最低的产出。例如，对于一个包含 10 个步骤的过程，过程的目标 RTY 是 0.999，那么对于过程的任意步骤而言，可接受的产出率底限是：

$$Y_n = RTY^{\frac{1}{10}} = (0.999)^{\frac{1}{10}} = 0.9999$$

### 使用模拟软件来确定 RTY

对我们而言，确定 RTY 并不是一件很容易的工作。在实际生活中，过程中的步骤并不是简单的前后直线传递，让人一目了然。相反，您的过程可能有不同的供应商链，而每个供应商链又有不同的产出。而且有些过程中的步骤又会发生改变。同时有些过程还有测试和检验的步骤。过程还可能发生返工和返修的现象。类似的事情还有很多很多。在这种情况下，有时我们可以对某一个批次的输入进行跟踪，监控每个步骤完成后的输出结果。但是有些时候，控制 workflow 是非常困难的。如果生产和信息系统没有提供跟踪以获得准确结果的功能，跟踪的通常结果往往是令人质疑的数据和失望。

模拟软件为我们提供了一个有效的方法。您可以模拟单个步骤，再将这些步骤组合成一个过程。软件将按照您的需要模拟运行过程，并监控结果。图 47 就是一个模拟示例。注意图中的特性对话框研究的是过程中的步骤 12（正确 Med?）。软件被设定跟踪过程运行中出现的错误。软件将会计算过程的 dpu 和 RTY（见图 47 右下方的顾客统计窗口）。由于过程并不是简单的直线传递（图 47 中的过程包含了反馈的回路），所以我们很难确定哪一个步骤对 RTY 影响最大。但是软件可以允许黑带进行各种可能性测试来进行确定。同时软件还可以与 Minitab 或电子表格软件相互连接，这样可以获取和分析更详细的数据。

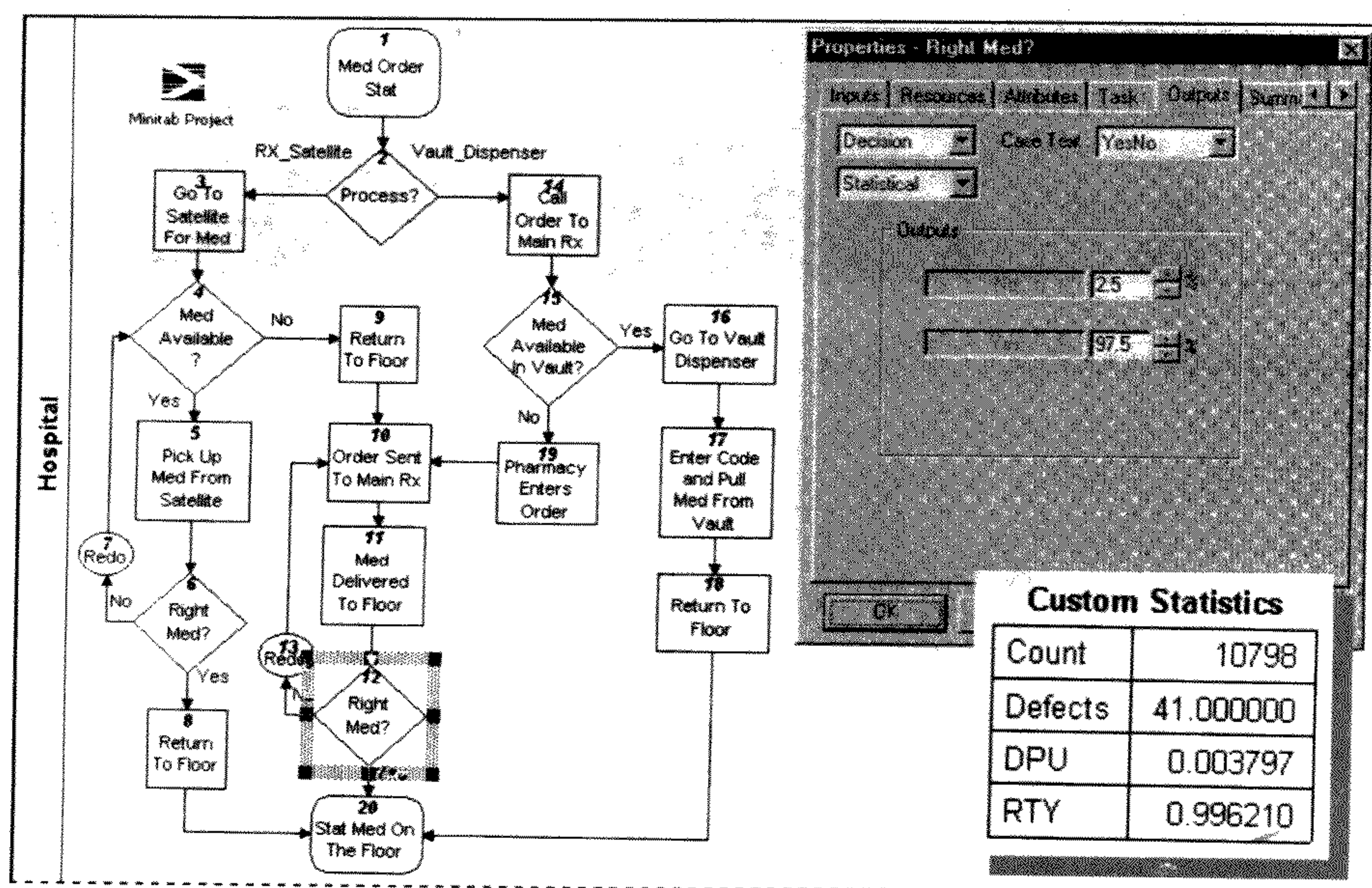


图 47 使用模拟软件确定 RTY

## 使用电子表格软件（Excel）进行层次分析（AHP）

AHP 用来帮助进行决策制定的有效方法。您可以使用专门的软件来进行 AHP



分析，例如 Expert Choice 2000 ( [www.expertchoice.com](http://www.expertchoice.com) )。当然您也可以使用电子表格软件来进行近似分析。为了介绍其使用方法，我们仍采用第 7 章的例子。

### 例子

在第 7 章，我们分析了一个软件发展过程的关键需求，得到下图——成对比较的顾客需求矩阵。

	易于掌握	易于使用	网络性能	软件兼容	便于维护
易于掌握		4	1	3	1
易于使用			0.20	0.33	0.25
网络性能				3	3
软件兼容					0.33
便于维护	Incon : 0.05				

表中的数值已经在第 7 章中做了介绍。在电子表格软件中我们按如下方式输入数据：

	A	B	C	D	E	F
1 属性	A	B	C	D	E	F
2 A-易于掌握	0.00	4.00	1.00	3.00	1.00	
3 B-易于使用	0.25	0.00	0.20	0.33	0.25	
4 C-网络性能	1.00	5.00	0.00	3.00	3.00	
5 D-软件兼容	0.33	3.00	0.33	0.00	0.33	
6 E-便于维护	1.00	4.00	0.33	3.00	0.00	

注意，为构建电子表格中的数据矩阵，我们将原有表格中的数据取倒数，再将变换后的数值沿对角线方向对称输入电子表格中，在电子表格中对角线上方的数据与原表数据相同，而对角线下方的数据是上方数据的倒数。例如在电子表格中的 C2 单元格为 4.00，它说明属性 A 的重要程度要高于 B，而与 C2 对称的是 B3，取值为  $0.25=1/4$ ，同样说明属性 A 与 B 相比应优先考虑。

为计算每一项的权重，我们必须统计出各项的得分总和，以及所有项目的总和，将两者相除计算出各项权重。这个过程被称为**标准化**，统计的结果显示在下表中：

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	属性	A	B	C	D	E	总数	权重
2	A-易于掌握	0.00	4.00	1.00	3.00	1.00	9.00	26.2%
3	B-易于使用	0.25	0.00	0.20	0.33	0.25	1.03	3.0%
4	C-网络性能	1.00	5.00	0.00	3.00	3.00	12.00	34.9%
5	D-软件兼容	0.33	3.00	0.33	0.00	0.33	4.00	11.6%
6	E-便于维护	1.00	4.00	0.33	3.00	0.00	8.33	24.2%
7	总数之和						34.37	

图形分析结果显示在图 48 中。

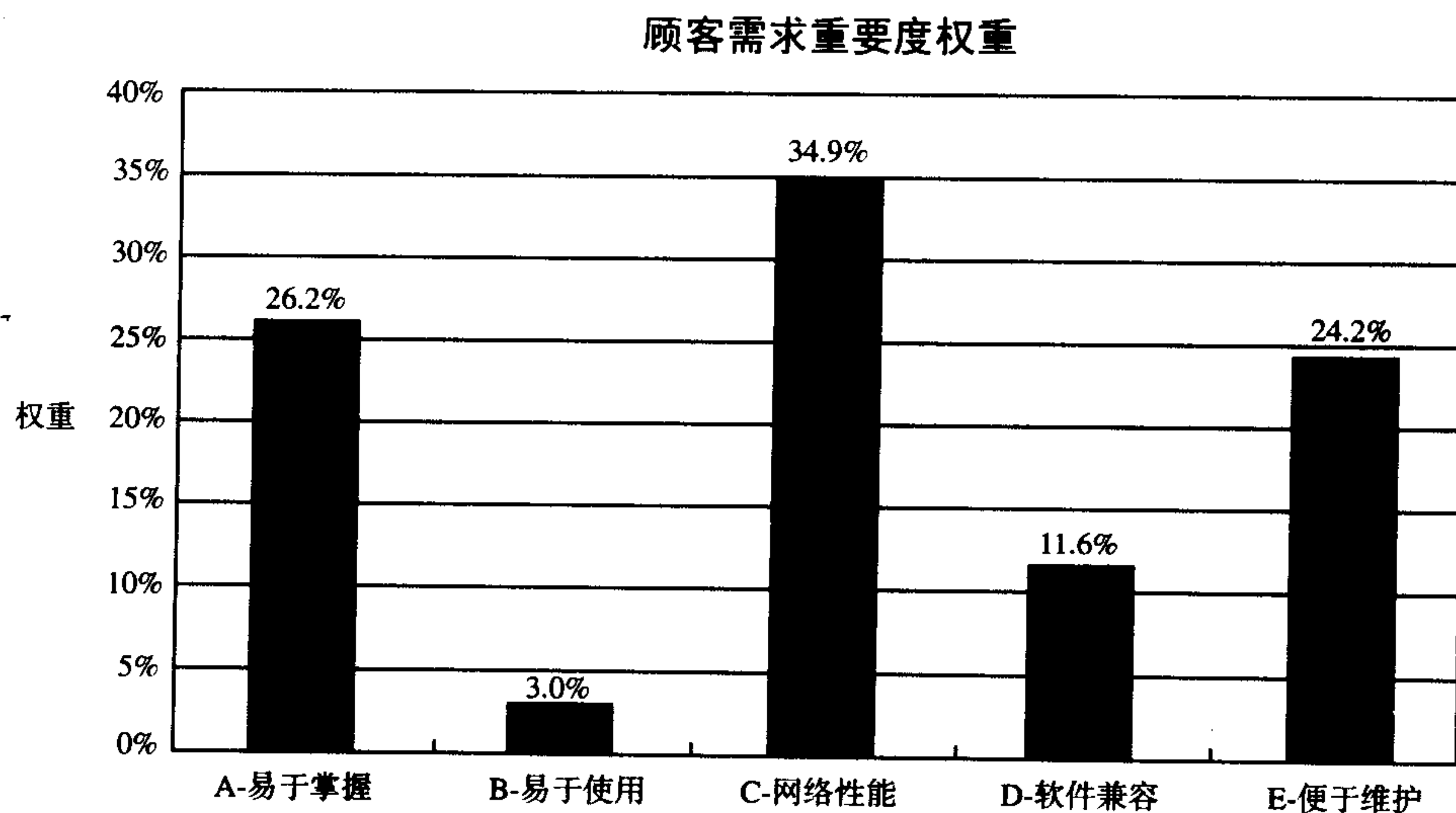


图 48 顾客需求重要度权重

我们可以将使用电子表格统计出的权重与使用 Expert Choice 2000 软件计算出的精确权重进行比较，如表 34。



## 六西格玛

### 项目管理与实施表格

表 34 权重比较

分 类	精确权重	Excel 计算权重
易于掌握	26.4%	26.2%
易于使用	5.4%	3.0%
网络性能	35.8%	34.9%
软件兼容	10.5%	11.6%
便于维护	21.8%	24.2%

## 六西格玛项目管理的额外资源

### 参考书目

Duncan, William R. (1996). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*.

Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Goldratt, Eliyahu M. (1990). *The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean*. Great Barrington, MA: North River Press.

Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman. (1980). *Introduction to Operations Research*, 3rd Ed. San Francisco, CA: Holden-Day, Inc.

Pyzdek, Thomas. (2000). *The Six Sigma Handbook*. New York: McGraw-Hill.

### 项目管理软件

微软公司的 Microsoft Project<sup>TM</sup> 是一款较为通用的项目管理软件。它采用了传统的项目管理模式。但对于黑带和黑带大师而言，该款软件的功能过于简单。新版的软件可以允许项目团队通过因特网和企业内部网进行合作。企业项目管理能力，如项目之间的资源分享，也可以通过该款软件实现。

ProChain®Project Scheduling 是一款针对项目进度和决策制定的辅助软件。它可以帮助项目团队理解、实施关键链改进。它提供了项目分析、创建关键链进度计划，并跟踪进度实施。公司网址：[www.prochain.com](http://www.prochain.com)。

Thomas Pyzdek: The Six Sigma Project Planner: A Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma Project Through DMAIC

ISBN: 0-07-141183-6

Copyright © 2004 by McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Publishing House of Electronics Industry.

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2005-0346

### 图书在版编目(CIP)数据

六西格玛项目管理与实施表格 / (美)匹兹德克(Pyzdek, T.)著; 郭锐译. —北京: 电子工业出版社, 2005. 4

(国际质量译丛)

书名原文: The Six Sigma Project Planner

ISBN 7-121-01029-1

I. 六… II. ①匹… ②郭… III. 企业管理: 质量管理 IV. F273.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第020081号

责任编辑: 刘露明 黄 佳

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 14 字数: 260千字

版 次: 2005年4月第1次印刷

定 价: 28.00元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。