

Industrial Big Data 工业大数据

/duh-MAY-ick/

第二章：DMAIC流程

彭世喆

数字经济系

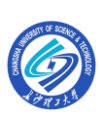
经济与管理学院

长沙理工大学



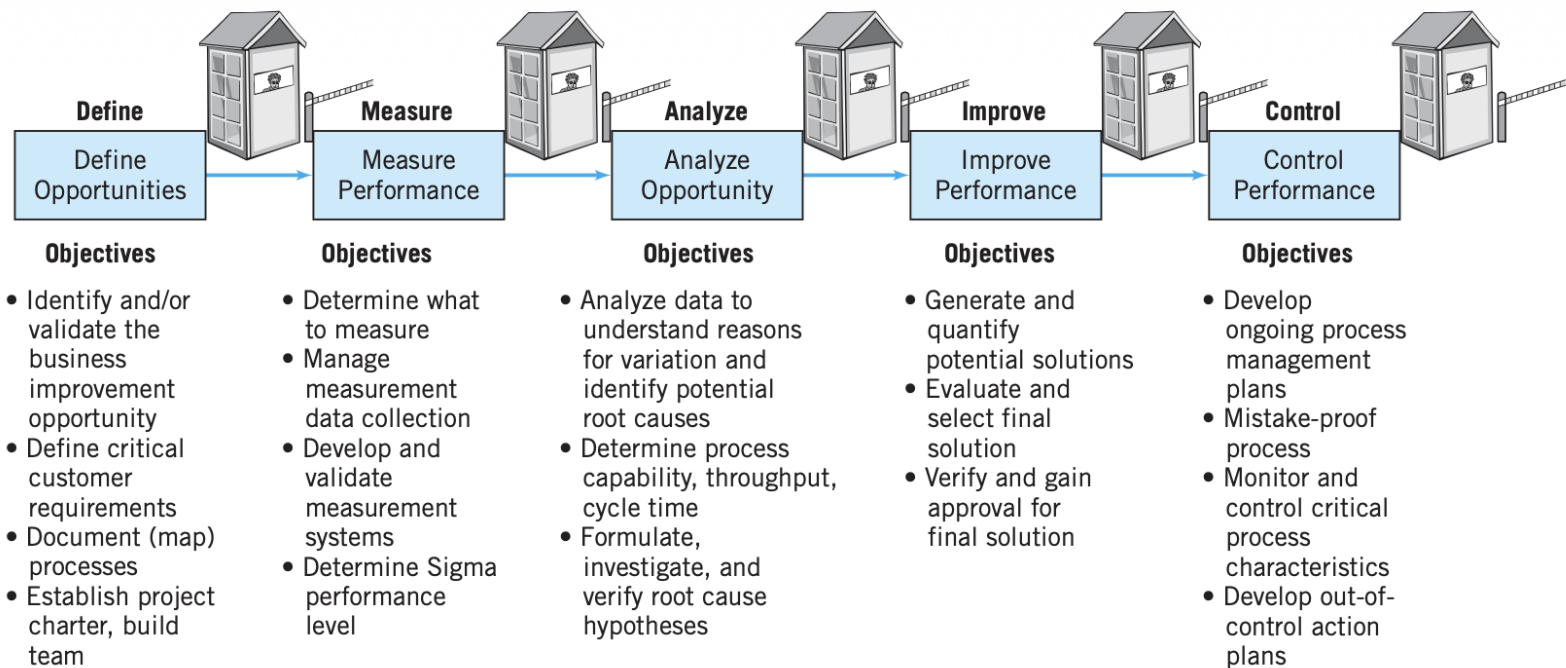
大纲

- 选择合适的项目进行改进活动的重要性
- DMAIC五个阶段：定义、测量、分析、改进、控制
- 每个DMAIC阶段中的节点评审
- 何时使用DMAIC
- DMAIC如何融入六西格玛理念的框架中



DMAIC概述

- 一种结构化的五步问题解决程序
- 几乎所有六西格玛活动的实施都使用DMAIC流程进行项目管理和完成
- DMAIC代表了五个步骤的首字母缩写：定义（Define）、测量（Measure）、分析（Analyze）、改进（Improve）和控制（Control）



DMAIC中使用的六西格玛工具

Tool	Define	Measure	Analyze	Improve	Control
Project charter	Chapter 2				
Process maps & flow charts	Chapter 2	Chapter 5			
Cause-and-effect analysis		Chapter 5			
Process capability analysis		Chapters 6, 8			
Hypothesis tests, confidence intervals			Chapter 4		
Regression analysis, other multivariate methods			Chapter 4		
Gauge R&R		Chapter 8			
Failure mode & effects analysis			Chapter 2		
Designed experiments			Chapters 13, 14	Chapters 13, 14	
SPC and process control plans		Chapters 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12	Chapters 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12		Chapters 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12



节点评审

- 各个主要步骤之间都设有节点
- 在节点处，项目团队会向管理层和流程的所有者展示其工作成果
- 在团队完成每个步骤后，应尽快进行这些评审

合理的时间框架

- 假设一家公司的运营水平处于 4σ （即约6210ppm的缺陷率）
 - 这实际上是相当不错的绩效，如今许多组织在其关键业务流程中已达到4–4.5 σ 的性能水平
- 目标是达到6 σ 的性能水平（3.4 ppm）
- 假设标准是年度质量水平改进25%。那么，达到六西格玛性能水平需要 x 年，其中 x 是以下方程的解
 - $3.4 = 6210(1 - 0.25)^x$
 - 结果表明 x 约为26年

将精力集中在对组织有实际影响和高回报的项目上的原因。他们通常指的是那些至少实现**50%**年度质量改进收益的项目。



定义阶段

- 目标是识别项目机会，并验证或确认它代表真正突破潜力
- 首要任务之一是制定项目章程
 - 这是一份简短的文件，通常不超过两页
 - 包含项目描述及其范围、开始日期和预计完成日期、成功的主要指标和次要指标、这些指标如何与业务和公司目标保持一致、对客户的潜在收益、对组织的潜在财务收益、项目期间应完成的里程碑、项目成员及其角色、完成项目可能需要的额外资源
- 还需要制定一个行动计划
 - 包括个人工作分配和暂定完成日期



例子：客户退货流程的项目章程

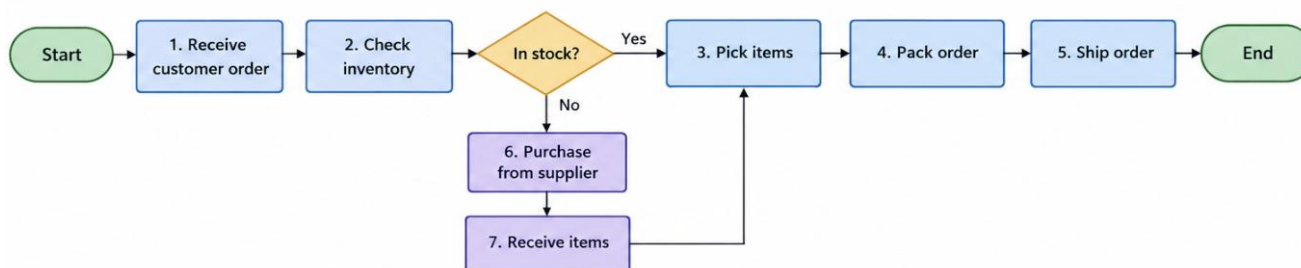
Business Case • This project supports the business quality goals, namely (a) reduce customer resolution cycle time by x% and (b) improve customer satisfaction by y%.	Opportunity Statement • An opportunity exists to close the gap between our customer expectations and our actual performance by reducing the cycle time of the customer return process.																					
Goal Statement • Reduce the overall response cycle time for returned product from our customers by x% year to year.	Project Scope • Overall response cycle time is measured from the receipt of a product return to the time that either the customer has the product replaced or the customer is reimbursed.																					
Project Plan <table><tr><td>• Activity</td><td>Start</td><td>End</td></tr><tr><td>Define</td><td>6/04</td><td>6/30</td></tr><tr><td>Measure</td><td>6/18</td><td>7/30</td></tr><tr><td>Analyze</td><td>7/15</td><td>8/30</td></tr><tr><td>Improve</td><td>8/15</td><td>9/30</td></tr><tr><td>Control</td><td>9/15</td><td>10/30</td></tr><tr><td>Track Benefits</td><td>11/01</td><td></td></tr></table>	• Activity	Start	End	Define	6/04	6/30	Measure	6/18	7/30	Analyze	7/15	8/30	Improve	8/15	9/30	Control	9/15	10/30	Track Benefits	11/01		Team • Team Sponsor • Team Leader • Team Members
• Activity	Start	End																				
Define	6/04	6/30																				
Measure	6/18	7/30																				
Analyze	7/15	8/30																				
Improve	8/15	9/30																				
Control	9/15	10/30																				
Track Benefits	11/01																					



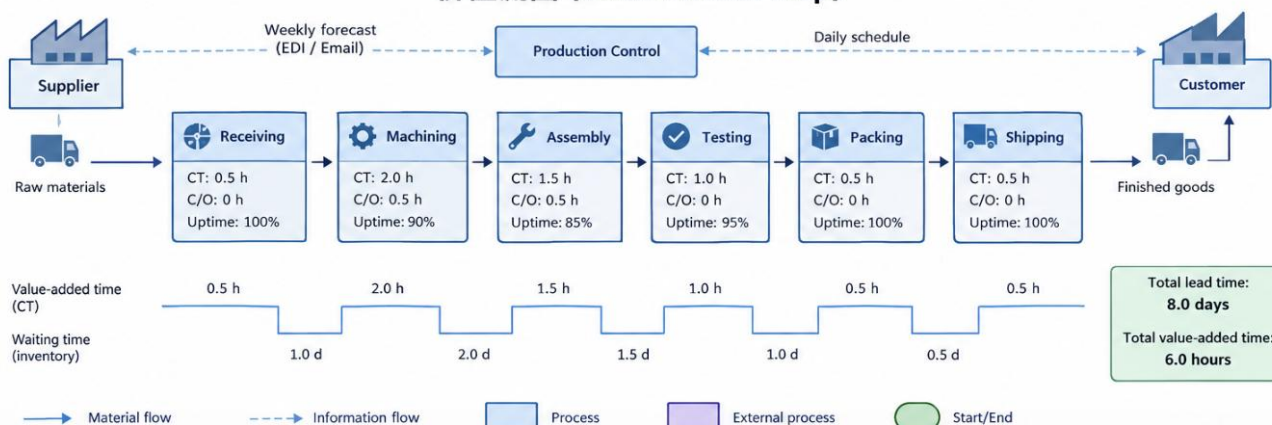
图形辅助工具

- 流程图
- 价值流图

流程图 (Process Flowchart)



价值流图 (Value Stream Map)



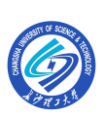
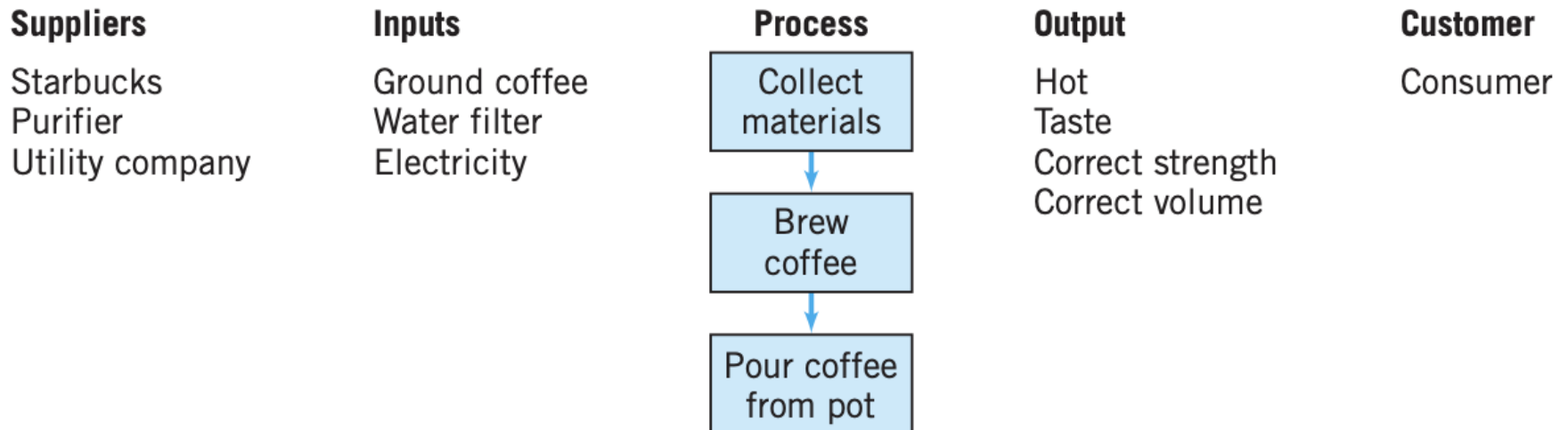
图形辅助工具

- SIPOC图（供应商Suppliers、输入Inputs、流程Processes、输出Outputs、客户Customers）
 - 提供了流程的简要概览
 - 供应商是那些提供流程中需要处理的信息、材料或其他物品的人
 - 输入是所提供的信息或材料
 - 流程是实际完成工作所需的一系列步骤
 - 输出是发送给客户的产品、服务或信息
 - 客户可以是外部客户，也可以是内部业务中的下一个环节



例子：咖啡服务流程的SIPOC图

- 该团队的任务是减少流程中的缺陷和错误个数以及准备咖啡的周期时间



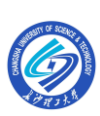
节点评审

1. 问题陈述关注的是症状，而不是可能的原因或解决方案吗？
2. 所有关键利益相关者都明确了吗？
3. 有什么证据能证实本项目所代表的价值机会？
4. 项目范围是否经过验证，确保既不过小也过大？
5. 是否已完成SIPOC图或其他高层次流程图？
6. 是否忽略任何阻碍项目成功完成的明显障碍？
7. 团队针对DMAIC测量步骤的行动计划是否合理？



测量阶段

- 目的是评估和理解流程的当前状态
- 数据收集过程
 - 决定收集什么数据以及收集多少数据
 - 制定所有关键流程输入变量和关键流程输出变量的列表
 - 分析输出变量列表如何与客户满意度或客户的关键质量特性相关联
 - 可以通过查看历史记录来收集数据，还可以通过连续一段时间收集过程数据的观察性研究来收集
 - 可以通过各种方式展示（如直方图、茎叶图、运行图、散点图和帕雷托图）
 - 必须记录数据收集过程中所做的任何假设
- 关于数据收集的问题
 - 试图回答什么问题？
 - 回答这些问题需要什么类型的数据？
 - 可以在哪里找到这些数据？
 - 谁可以提供这些数据？
 - 怎样才能以最小的努力和最小的出错几率来收集这些数据？



节点评审

1. 必须有一个全面的流程图或价值流图
2. 必须识别所有主要流程步骤和活动，以及供应方和客户。
如果可以，应识别排队和在制品积累的区域，并报告排队长度、等待时间和在制品数量
3. 必须提供关键流程输入变量和关键流程输出变量的列表，
并指出后者如何与客户满意度或客户关键质量特征相关联
4. 必须记录测量系统的能力
5. 必须记录数据收集过程中所做的任何假设
6. 团队应能回应诸如“解释数据来源”、“你们如何决定收集哪些数据？”、“你们的测量系统有多有效？”和“你们收集的数据是否足以合理描述过程表现？”等问题



分析阶段

- 目标是利用测量阶段的数据开始确定流程中变量之间的因果关系，并理解不同来源的变异性
 - 将变异性来源区分为普通原因和特殊原因非常重要
 - 普通原因是在系统或流程中的变异性来源，特殊原因通常来自外部来源
 - 例如：变异性的一个普通原因可能是处理保险所赔的人员培训不足，而特殊原因可能是机器的一个工具故障
 - 应制定一份具体的流程改进机会和根本原因清单，以便在改进阶段采取行动
- 有许多很有用的工具，
 - 控制图：有助于将常见原因变异与可分配原因区分开来
 - 假设检验和置信区间估计：可用于确定不同操作条件是否会产生统计学上显著不同的结果，并提供关于目标参数估计精度的信息
 - 回归分析：允许建立将结果变量与独立输入变量相关联的模型



分析阶段

- 离散事件计算机模拟
 - 它在服务业和事务性行业中尤其有用
 - 例如在工厂中研究调度问题以改善周期和吞吐量性能时，用计算机模拟组织内的流程。也可以模拟当住房抵押贷款申请进入银行时会发生什么，处理时间甚至申请在银行流程中的路径都是随机变量，随机变量的具体实现会影响在不同处理步骤中的申请积压或队列，通过运行许多贷款的模拟模型，可以获得周期时间，吞吐量和其他感兴趣变量的可靠估计
- 失效模式与影响分析（FMEA）
 - 用来在问题发生前，识别产品或过程可能怎么失效、失效后果有多严重、原因是什么、现有控制能否发现，并决定要采取哪些改进措施
 - 某事物出问题的可能性，发现故障缺陷或错误的能力，故障缺陷或错误的严重性（1到10分评分）
 - 风险优先级系数等于3个分数相乘，最高的变异或故障来源应成为后续流程改进或重新设计工作的重点
 - 访谈许多参与该流程的工作人员，以更好地了解他们实际如何开展工作以及遇到的困难



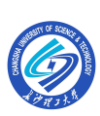
节点评审

1. 在改进阶段将重点调查哪些改进机会？
2. 哪些数据和分析支持这样的结论？
3. 调查这些目标机会并对其进行改进或消除，是否将对项目最初关注的关键过程输出变量和客户关键质量特征产生预期的结果？
4. 是否还有其他不需进一步评估的机会？如果有，为什么？
5. 项目在时间和预期结果方面是否仍在正轨上？
6. 目前是否需要任何额外的资源？



改进阶段

- 在改进阶段转向创造性思考，考虑可以在流程中作出的具体改变以及可以采取的其他措施，以对过程绩效产生预计影响
 - 开发问题解决方案并进行试点测试
 - 多种工具重新设计流程，广泛使用流程图和或价值流图，以改善工作流、减少瓶颈和在制品，
 - 进行防错（将操作设计成只能以一种方式）很有用
- 实验设计是最重要的统计工具
 - 设计可以应用于实际的物理过程或该过程的计算机仿真模型，既可以用于确定哪些因素影响过程，结果也可以用于确定因素设置的最佳组合



节点评审

1. 充分记录问题解决方案文档
2. 记录考虑过的替代方案文档
3. 记录试点测试的完整结果，包括数据显示、分析、实验和模拟分析
4. 记录将试点测试结果全面实施的计划（这应包括处理任何监管要求、人员顾虑（如额外的培训要求）或对其它业务的影响）
5. 解决方案的任何风险分析，以及适当的风险管理计划

控制阶段

- 目标是完成项目所有审计工作，并将改进后的流程交给交接给流程负责人，同时提供过程控制计划及其他必要程序，以使项目成果得以制度化
- 应向流程负责人提供关键流程指标的改善结果，前后数据操作与培训以及更新后的流程图
- 控制图是控制步骤中使用的重要统计工具，过程控制计划包含关键流程指标的控制
- 项目完成后进行验证检查，在向改进流程过渡的过程中出现某些问题并不罕见，应包含对意外故障做出快速响应的能力



节点评审

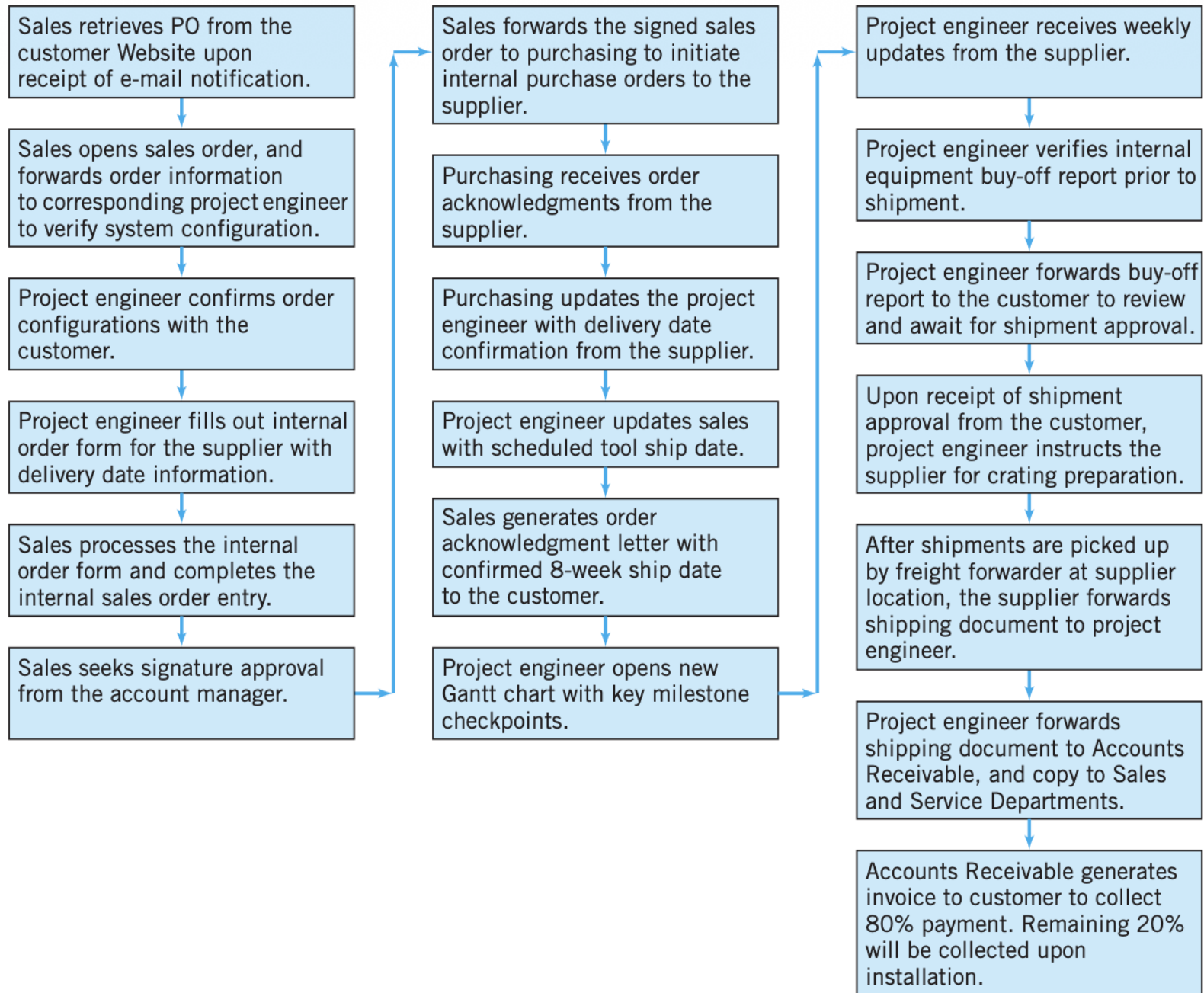
1. 应获得证明项目前后结果符合项目章程的数据（是否完成了初始目标？）
2. 过程控制计划是否完整？是否已建立监控过程的程序，例如控制图？
3. 过程所有者所需的基本文档是否齐全？
4. 应获得项目中所学经验教训的总结
5. 应准备一份项目中未处理的机会列表。这可用于开发未来项目；保留良好潜在项目清单以持续改进流程至关重要
6. 应准备一份在业务其他部分应用项目成果的机会列表



DMAIC案例：改善准时交付

- 一位关键客户联系了一家机床制造商，反映其近期在产品准时交付方面表现不佳
- 准时交付率仅为85%，而非期望的100%目标值，且客户可选择执行罚款条款，将每台工具价格最多降低15%，这会使制造商损失约6万美元
- 客户同时担忧制造商工厂的产能及其在未来满足生产计划的能力。该客户在未来短期内有约800万美元的业务量
- 制造商需要修订业务流程以解决问题，否则客户可能会考虑为该关键工具寻找第二供应来源





DMAIC

- 定义阶段
 - 该项目的目标是实现百分之百准时交付
 - 满足准时交付要求所能节省的潜在成本，为每季度30万美元
 - 保持客户满意，同样至关重要
 - 制造商通常在发货时收取的80%设备款项上也出现收取延迟
- 测量阶段
 - 工具交付的合同交付期为八周
 - 此流程的关键质量特征是满足合同交付期目标，该流程有一些历史数据可用，并且在约两个月的时间内可额外收集数据



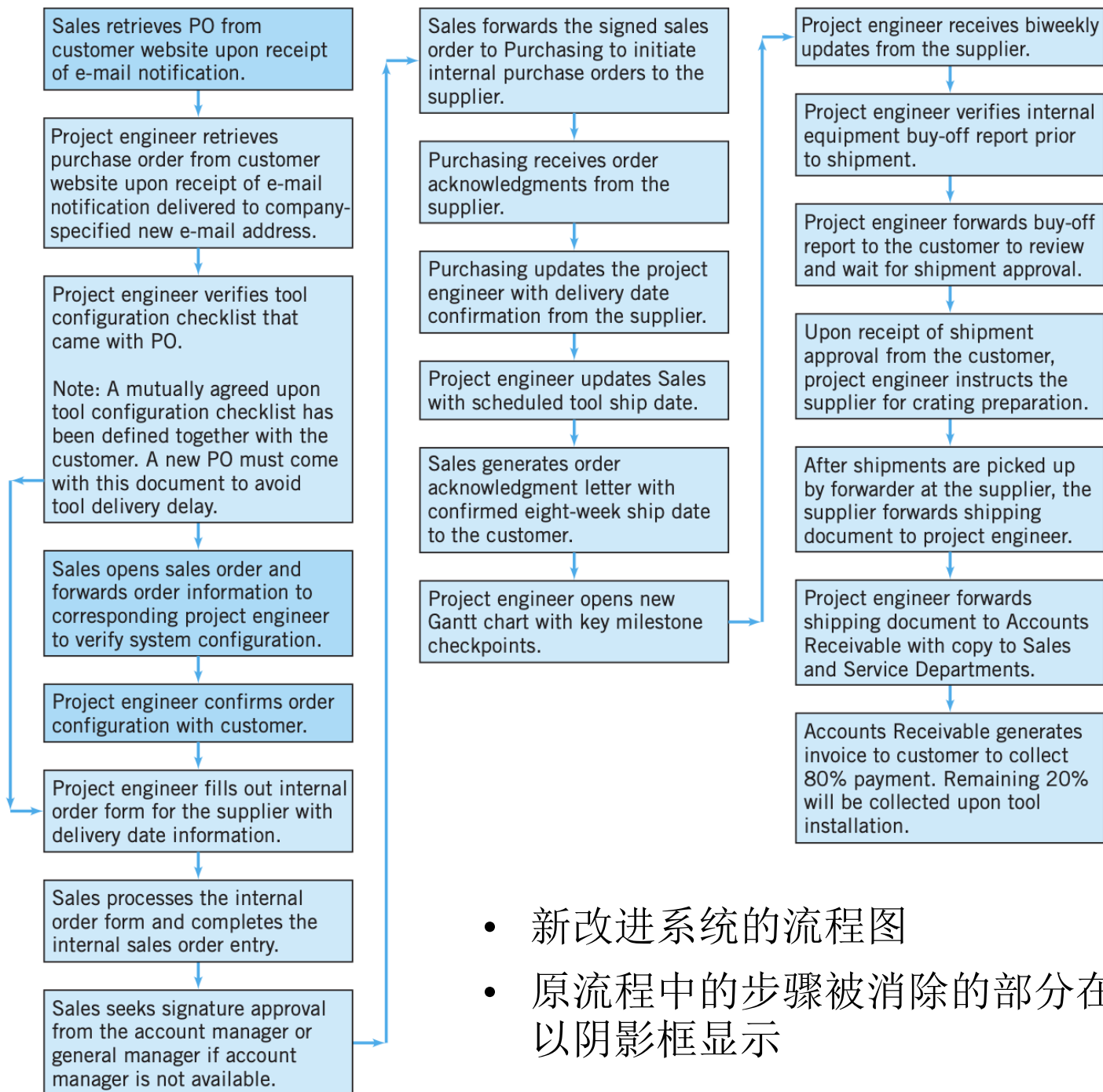
DMAIC

- 分析阶段（基于测量阶段收集的数据，团队得出结论，问题领域来自）
 - 供应商质量问题：部件过早失效。这导致设备最终测试因故障排查或等待更换零件而延迟
 - 采购订单流程延迟：采购订单未及时处理，导致内部项目启动日期推迟
 - 客户确认延迟：与客户确认最终设备配置需要长达三天时间。这推迟了大部分早期生产步骤，并使生产排程复杂化
 - 错误的工具配置订单：客户方流程众多，导致客户下单时经常出现混淆，常常生成错误的工具配置。这在生产周期中段造成返工，并且是导致交付延迟问题的主要原因

DMAIC

- 改进阶段（为了满足八周的合同交付周期，团队认识到有必要消除从收到采购订单到设备发货过程中任何可能的流程变异。团队采取了三项主要纠正措施）
 - 供应商质量控制与改进：为供应商制定了一份内部验收清单，其中包含装运前必须完成的所有组件和子系统测试要求。采取这一措施是为了最大程度减少生产、最终测试以及现场中的部件故障。供应商同意向制造商提供委托的关键备件，以便在生产与最终测试期间遇到部件故障时，能够节省更换零件的运输时间。
 - 优化内部采购订单流程：设立了一个公共电子邮件地址来接收所有采购订单通知。三人（一名销售支持工程师、一名项目工程师和一名客户经理）有权访问该电子邮件账户。此前，仅有一人检查采购订单状态。这一步骤提高了采购订单到达的透明度，使公司能够在新订单接收后迅速采取行动。
 - 改进与客户的订购流程：团队认识到，由于客户不断提出新的工艺要求，多年间生成了多种工具配置。为了确保采购订单中工具配置的准确性，团队与客户共同设计了一份定制化的电子表格，以识别待订购工具的关键数据。该电子表格以采购订单编号存档，并存储于预定义的网络位置。工具负责人也需对其所订购的内容承担责任，以帮助消除与客户的确认步骤，并确保最终订单的准确性。





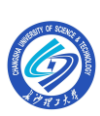
DMAIC

- 控制阶段
 - 为确保新流程处于受控状态，团队修订了生产跟踪表格，加入了确切的里程碑日期，并采用了更具可视性的格式
 - 工厂提供了一项每两周更新一次的程序，以反映最新信息。项目工程师将能够监控每件在订模具的进度，并在出现任何计划外偏离时采取相应措施



提高银行的服务质量

- 在该项目的界定和测量阶段，团队确定了几个需要改进的关键质量特性：
 - 1.服务速度 2.一致的服务 3. 易于使用的流程 4.舒适的环境 5. 知识渊博的员工
- 团队决定重点关注两个改进领域
 - 改进出纳员和客户工作站，以及为员工提供新的培训
 - 在改进阶段，他们决定使用一个设计实验来研究这两个因素对这些关键质量特性的影响。选择了四个不同的分行进行实验。请注意，这是一个实体实验，而不是使用计算机模拟模型进行的实验。在其中两个分行设计并安装了新的出纳员和客户工作站。团队设计了一个新的培训计划，并在两个分行中向员工提供了培训：其中一个配备了新工作站，另一个没有新设施（这是一个两因子析因实验，每个因子有两个水平）
 - 响应数据通过要求客户填写一份调查问卷来获取，该问卷记录了他们对先前确定的关键质量特性的满意程度。实验结果表明，新工作站和新培训都导致关键质量特性出现了统计上的显著差异，并且，新工作站和新培训的组合取得了最佳结果。预计实施新工作站和新培训将显著提高客户对整个银行分行业务流程的满意度。



总结

