# 第六章 总结

## 第一节 全文回顾

航空制造企业要想在这个互联网时代生存和发展下去，必须依赖于企业采购业务流程与数字技术的充分集成。业务流程再造就是要树立企业的竞争优势，降低企业成本，提高生产效率。业务流程再造势必会吸引包括中国商用飞机有限公司在内的企业的关注。然而，目前并没有一种特别有效的工具来指导业务流程再造的过程，使得这一过程 往往流于形式，无法验证和回顾，改造方式也没有规律可选，完全依靠人工决策，对着现有流程没有充分的分析，改造过程基本上是摸着石子过河。

本文以业务流程再造的理论研究为基础，把这种管理理念与常用于计算机、数学领域的建模工具 Petri 网相结合，得出了下面几方面的研究结论。

首先，本文讨论了 航空企业流程的建模，特别是航空产业的背景和行业特色，以及采购在其中的独特位置，比较了航空企业采购特有的流程，以及业务流程再造所面临的挑战。对包括波音、空客和中国商飞在内的业务流程，特别是采购流程进行了深入的分析，以及实现后的真正建立企业的流程图，为下文的建模和流程再造奠定了基础，这就让本文的工作更加的可控、可信和科学。

其次，本文分析了业务流程再造（BPR ）在执行上的优势,强调了流程再造的目标和原则。本文对于目前常用的几种业务流程再在和流程建模工具进行了分析比较，通过文献比较和实践，最终选择了Petri网作为基本的工具

再次，本文建立了企业采购业务流程的Petri网模型。从Petri网络的基本概念和基本性质出发，探讨了其在工作流程和网络中应用，然后运用了一系列静态或者动态的Petri网络分析方法，以及多个Petri网络的扩展模型，对流程进行了分析、修复、改造和验证。 当然，在业务流程再造之后，讨论了如何使用Petri网络辅助软件参与到整个过程中，保证了优化流程的性能能够符合公司要求，

最后，本文以Petri网理论基础出发，在调研了中国商飞的采购业务流程基础上,建立了从Petri网络前期采购登记流程、出库入库流程和全网采购流程的模型。改造了其中的一些流程。使用 Petri 网工作流稳健性理论，对现有的采购业务流程进行了优化和仿真，解决了原本流程不够并行，有死锁可能发生推诿扯皮，有多余的步骤，。这些优化和再造并不是通过人员思维得到的，而是利用Petri网络的理论工具发现的，并且得到了基于随机Petri网络仿真的验证。

本文在以下几点上得到了创新的研究成果：

1. 应用创新——本文首次在国内将Petri网络方法运用到航空制造业采购流程的再造中去，以此来面对该领域流程再造所面临的独有的问题和挑战。
2. 方法创新——本文在流程再造的方法过程中，创造性地采用了先进的增广Petri网络来评价工作流网络的稳健性指标，保证了优化和再造的同时，对流程的稳健性没有损耗。
3. 方法创新——本文在流程再造的仿真验证过程中，在分析仿真软件的辅助下，对Petri网中的随机因子进行了更深入的应用探索，除了考虑随机活动延时以外，将变迁激发的随机因素也纳入到模型的仿真的范围中去。

## 第三节 本文研究的不足和展望

当然，作为一种工作流方法，本文的研究过程中也发现了Petri网络有着自身的不足。因为在职研究时间有限，从各个部门采集的数据也不全面，本文的研究也存在着许多不足，很多问题有待进一步改进和研究。阐述如下：

首先，Petri网工作流模型和它的随机扩展、时间扩展和层次扩展具有较强的理论性。实践中发现，当运用于大型流程的时候，构建出来的Petri网比较繁复，对于非专业人员来说理解起来有一定的难度，既不能帮助理解流程的现实运行，又不能直观地展示流程。这也许揭示了为什么在商飞的实际调研中，大多员工对Petri网比较陌生，证明了该方法在航空企业的普及性不如传统的工作流技术。对比传统的流程图，简洁性有余，大家也乐于采用。所以在今后的过程中，可以考虑像采用简谱一样，简化Petri网络工作流描述语言，并且对实际应用进行一些限制。

在使用Petri网络建模的过程中，发现了对于通常的流程图，可以导出为BPNM语言表达的XML文件。流程图和Petri网络的互相转换，往往是有规律可循的。在本文的研究过程中，作者对多个流程图进行了流程图的Petri网络手工转换，转换过程费时费力，并且经常发生错误。理论上，将BPNM通过计算机软件自动转换为PRML的Petri网络XML格式并不是不可行，实际上作者未能找到成熟的自动转换软件。可见这两个领域的交流还不甚通畅，Petri网络建模在工作流领域还不是很成熟。如果有这类软件，则能够大大方便Petri网络的工作流应用，提高流程再造的效率。

模型容易变得很庞大，如果不引入层次Petri网络的话，就不能支持构造大规模模型，如自顶向下或自底向上的模型。在实践过程中，发现对稍稍大一些的Petri网络分析，发生了 状态空间爆炸（State Space Explode）的现象。软件处理仿真或者分析的时候，时间非常慢，效率比较低，往往一个中等规模的流程需要超过10分钟的仿真时间，不利于敏捷快速地处理流程变化问题。在作者使用的PIPE和CPN Tools两个这个工具的时候，都发生了软件对于中等规模的网络分析失败的情况，这可能是有软件缺陷的问题，也体现了Petri网络运算膨胀快，难以分析大型网络的问题，只能通过人工层次化Petri网络的做法来化解。

本文的研究没有利用有色Petri网络的理论，因此无法在令牌上。对于资源分配在流程再造中的作用分析不足，除了对库所拥有令牌的数量对资源分配有指导意义以外，没有过多涉猎。每个部门分配多少人员，人员的效率如何，对于流程再在也相当重要。Petri网能够描述系统结构，但不能覆盖业务流程系统的全貌。我们需要尊重资源有限的事实。实际上，变迁发生所需的前置资源往往是有限的，而库所里的容量也应是非常有限的。如果有一种完整的Petri网模型，就应该对资源一开始的初始状态有所展示，另外变迁和库所之间的互动原则不应该只是消费令牌和产生令牌那么简单，应该可以建立库所容量、变迁所需令牌数量和现有令牌数量之间的复杂数学关系。另外，时间扩展的Petri网络基本上也使用了通常的平稳过程随机模型，这个模型并不吻合实际的流程现状，尤其对同步语义和冲突语义表达欠佳，因此轻微影响了仿真结果的准确性。