

物流系统分析

Logistics System Analysis

第 1 节 简介

葛乾

西南交通大学 系统科学与系统工程研究所 & 交通工程系

你是否了解过以下名词或术语？

- 最短路问题 (shortest path problem)
- 旅行商问题 (travel salesman problem, TSP)
- 车辆路径问题 (vehicle routing problem, VRP)
- 批量大小 (lot size) 与经济订货批量 (economic order quantity, EOQ)
- 整数规划 (integer programming)
- 分支定界 (branch and bound, B&B)
- 截平面 (cutting-plane)
- 拉格朗日松弛 (Lagrangian relaxation)
- 列生成 (column generation)
- Dantzig-Wolfe 分解 (Dantzig-Wolfe decomposition)
- Bender's 分解 (Bender's decomposition)
- 元启发式方法 (meta-heuristics)
- 马尔科夫链 (Markov chain)

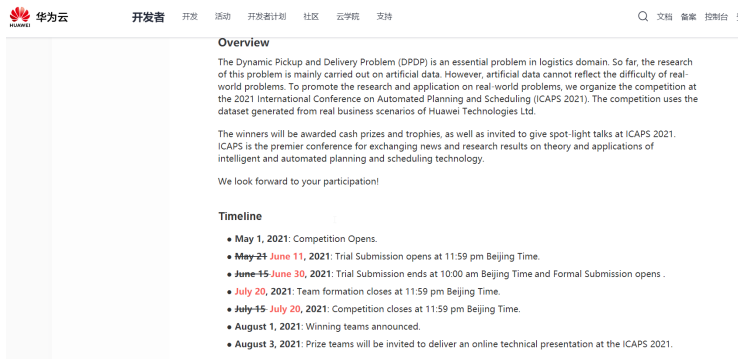
你是否学过以下课程（或类似课程）？

- 物流网络规划（logistics network design）
- 生产与运作分析（production and operations analysis）
- 库存控制（inventory control）
- 供应链管理（supply chain management）
- 制造设施设计与物料搬运（manufacturing facilities design and material handling）
- 运筹学（operations research）
- 整数规划（integer programming）
- 网络流（network flow）
- 随机过程（stochastic process）
- 数据结构与算法设计（data structure and algorithm design）
- 数据库管理系统（database management system）

思考一下

- ① 物流管理（或物流工程）对应哪些工作？
- ② 你觉得自己从事这些工作的核心竞争力是什么？
- ③ 如果别人想进入你的行业，转行的壁垒是什么？

实际的竞赛 (1)



The screenshot shows the Huawei Cloud website with the navigation bar containing '开发者' (Developer), '开发' (Development), '活动' (Activities), '开发者计划' (Developer Program), '社区' (Community), '云学院' (Cloud Academy), and '支持' (Support). The main content area is titled 'Overview' and describes the Dynamic Pickup and Delivery Problem (DPDP) competition. It mentions that the competition is part of the 2021 International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS 2021) and uses a dataset generated from real business scenarios of Huawei Technologies Ltd. The winners will be awarded cash prizes and trophies, and will be invited to give spot-light talks at ICAPS 2021. The page also includes a 'Timeline' section with the following events:

- May 1, 2021: Competition Opens.
- ~~May 21~~ June 11, 2021: Trial Submission opens at 11:59 pm Beijing Time.
- June 15 June 30, 2021: Trial Submission ends at 10:00 am Beijing Time and Formal Submission opens .
- July 20, 2021: Team formation closes at 11:59 pm Beijing Time.
- July 15 July 20, 2021: Competition closes at 11:59 pm Beijing Time.
- August 1, 2021: Winning teams announced.
- August 3, 2021: Prize teams will be invited to deliver an online technical presentation at the ICAPS 2021.

Figure: <https://competition.huaweicloud.com/information/1000041411/introduction>

实际的竞赛 (2)

Alibaba Cloud | TIANCHI 天池

Home Competitions Datasets TC Lab Coding Forum Other

Home>Tianchi Competition>智慧物流: 新冠期间饿了么骑士行为预估

	Status	Sponsors	Season2	Prize	Teams
智慧物流: 新冠期间饿了么骑士行为预估	Ended	饿了么	2020-05-20	¥0	908

Introduction

Description & Data

Leaderboard

Forum

Code Review

Docker Image



Figure: <https://tianchi.aliyun.com/competition/entrance/231777/introduction>

为什么学这门课?

- ① 物流管理（物流工程）在美国是工业工程（industrial engineering）或者工业与系统工程（industrial and system engineering）的一个方向，在日本属于经营工学（经营工学）的一个方向，在国内属于管理科学与工程的一个方向
- ② 工业工程的核心思想是对系统的**优化**
 - 物流管理/工程的核心是对物流/配送/供应链系统的优化
- ③ 物流专业的核心竞争力在于所学的优化的“屠龙技”
 - 建模：运筹学与网络优化
 - 求解：精确算法、近似算法、启发式算法
 - 实践：程序设计、数据处理与分析
 - ...
- ④ 这门课主要介绍如何用“简洁”和解析的模型分析物流系统的效率

目录 | Outline

- 1 课程介绍
- 2 物流系统的要素
- 3 物流系统的目标
- 4 物流系统的管理
- 5 物流系统的建模

学习内容

- ❶ 物流系统分析基础（授课老师：葛乾）
 - 物流系统简介
 - 基于汇总数据的简洁模型
 - 物流系统成本分析
- ❷ 一对一与一对多物流/配送系统建模（授课老师：武昱）
 - ...
- ❸ 具有转运功能的一对多配送系统建模（授课老师：张永祥）
 - ...
- ❹ 多对多配送系统建模与供应链网络系统分析建模（授课老师：代壮）
 - ...

授课方式与考核

- 物流系统分析基础部分：讲课为主
- 作业：1 次课堂作业
- 总体考核：待定
- 联系方式：geqian@swjtu.edu.cn

- 教材

- Carlos F. Daganzo. Logistics Systems Analysis, 4th Edition. Springer. 2004
- Gianpaolo Ghiani, Gilbert Laporte, Roberto Musmanno. Introduction to Logistics Systems Management. 2th Edition. Wiley. 2013
- Edward A. Silver, David F. Pyke, Douglas J. Thomas. Inventory and Production Management in Supply Chains. 4th Edition. CRC Press. 2016
(仅供参考)

- 网络资源

- Yossi Sheffi. Logistics Systems. MIT OCW

内容安排

- 第 1 节 物流系统概述 (GLM Ch.1)
- 第 2 节 基于汇总数据的简洁模型 (Daganzo Ch.1)
- 第 3 节 物流系统成本分析 (1) (Daganzo Ch.2)
- 第 4 节 物流系统成本分析 (2) (Daganzo Ch.2)

本节课关键词

- 物流系统
- 物流网络
- 目标
- 订单周期
- 有向图
- ABC 分类法
- 成本
- 物流系统管理
- 物流活动
- 逆向物流
- 收益
- KPI
- 信息流
- 综合物流
- 服务水平
- 系统优化

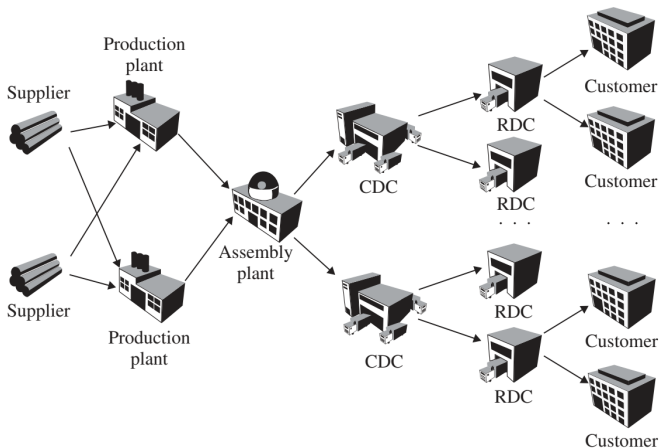
目录 | Outline

- 1 课程介绍
- 2 物流系统的要素**
- 3 物流系统的目标
- 4 物流系统的管理
- 5 物流系统的建模

- “Call it distribution or logistics or supply chain management. By whatever name it is the sinuous (复杂), gritty (琐碎), and cumbersome (麻烦) process by which companies move material, parts, and products to customers.” – Fortune, 1994
- Logistics system includes not only all the functional activities determining the flow of materials and information, but also the infrastructures, means, equipment and resources that are indispensable to the execution of these activities.
 - 决定物料和信息流动的功能性活动
 - 执行这些活动不可或缺的基础设施、手段、工具和资源

- “Call it distribution or logistics or supply chain management. By whatever name it is the sinuous (复杂), gritty (琐碎), and cumbersome (麻烦) process by which companies move material, parts, and products to customers.” – Fortune, 1994
- Logistics system includes not only all the functional activities determining the flow of materials and information, but also the infrastructures, means, equipment and resources that are indispensable to the execution of these activities.
 - 决定物料和信息流动的功能性活动
 - 执行这些活动不可或缺的基础设施、手段、工具和资源

物流系统示例



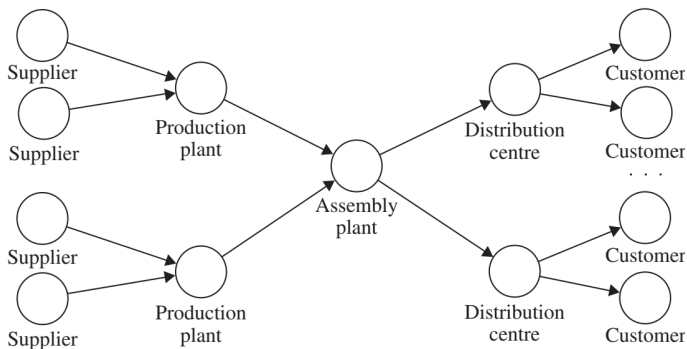
- production plant: 制造厂; assembly plant: 组装厂; CDC: 中央配送中心;
RDC: 区域配送中心

物流系统示例 (cont.)

- 物流系统由物流活动发生所在的设施构成
- 图中展示了某家制造业企业的物流系统，其制造过程分为转换和组装
 - 头部是向制造过程提供物流和组件的供应商
 - 尾部是一个树状的双层配送系统，CDC 由生产工厂直接供货，RDC 连接单一的 CDC
- 在每个设施，物的流动会被暂时打断，以改变它们的物质-化学结构、所有权或者外观
- 物流活动会发生成本，并影响产品的价值。物流活动趋近于离消费者最近的设施时，产品会不断增值。增值可以是空间的（如配送活动），也可能是时间的（储存活动）

物流系统的图示

- 物流系统可以用有向图 (directed graph) $G = (V, A)$ 来表示, 其中 V 是表示设施的结点, A 用来表示物在设施之间的流通的线。同一组设施之间可有多条线, 以表示不同类型的运输服务、不同路径或者不同货物。

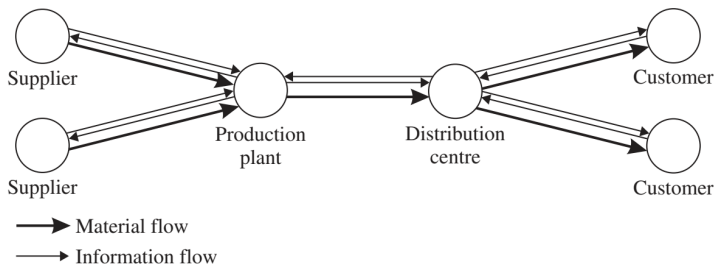


物流活动

- 一般，物流活动根据发生的地点分类，还需考虑生产与配送的过程。
 - 供给物流 (supply logistics) 发生在生产工厂之前，作为企业生产计划的一部分，包括原材料、材和生产部件的管理
 - 内部物流 (internal logistics) 发生在生产工厂之中，接受和储存材料、从仓库中遴选以送到生产线、转移半成品去包装以及储存终端产品
 - 配送物流 (distribution logistics) 发生在生产工厂之后，市场之前。这些活动为销售点和顾客供给商品。
- 物流活动可以是自营，也可能委托于第三方 (3PL)。选择自营还是 3PL 的逻辑类似于“造还是买”。

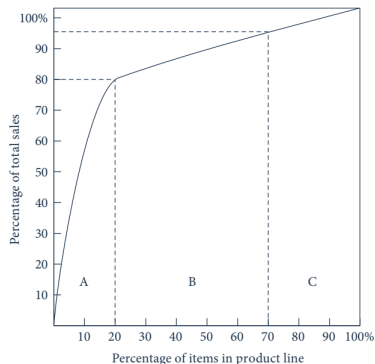
- 除少数情况外（如循环包装和逆向物流），物的流动一般是由供应商流向处理和组装厂，然后到销售点和顾客
- 物的流动一般和信息的流动被整合在一起。信息流的方向与物的流动相反
 - MTO（make to order，按单生产）模式中，顾客的订单影响到生产计划，而后者决定处理厂或组装厂对物流和部件的需求
 - MTS（make to stock，库存生产）模式中，市场信息被用来预测销售量，因而影响配送方式以及生产和供应的计划
- 设施之间的信息流（如通过传真和电子邮件）可用线表示，这意味着信息流也可以用有向图表示。

- 信息流的网络 and 材料流的网络共同构成了物流网络 (logistics network)

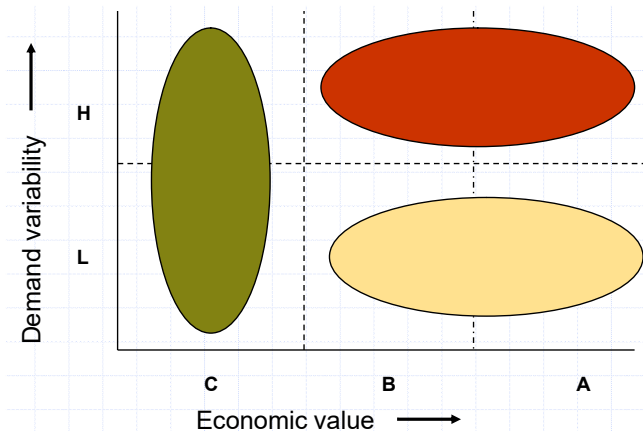


ABC 分类法

- 当一家公司同时处理多种产品时，物流网络不可避免变得复杂。因此可以根据其重要程度，将商品分为若干类。这样，就不必单独组织每种产品的物流活动，而可对其进行分类组织
- ABC 分类法是最常用的分类方法。该方法将产品按照其价值分为 A、B、C 三类。评价标准的不同，将会直接影响项目的等级划分
 - 来源于帕累托定律（二八准则）



ABC 类产品的区别



- 不稳定产品（右上）：复杂的技术；高频的检查；
- 稳定产品（右下）：比较不复杂的技术；相对低频的检查
- 不重要产品（左）：不复杂的技术；低频的检查

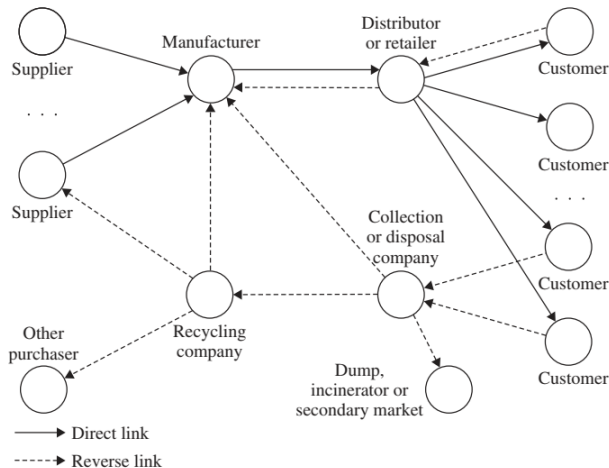
ABC 分类法的操作步骤

- ① 选择用于排序定级的评价标准
- ② 根据选定的评价标准的重要性对产品进行降序排序，计算各产品的百分比与累计百分比
- ③ 对产品进行分组定级——需要决策者的主观判断

逆向物流

- 将产品送往终端顾客并不意味着产品生命周期的结束，因为产品可能会过期、损坏或不能正常运转
- 逆向物流（reverse logistics）处理产品从最终消费者流向生产者或者专门的处理设施的流动
 - 例如控制设施以避免不合理的回收（仅表面不能运转）、回收与收集未能售出的产品、将回收的产品运往堆场或处理中心、在次级市场的运作（商品售出后的市场，包括二手流通、慈善义捐等）

逆向物流示例



- 为有效和有效率地管理物和相关信息从消费端到起始端的流动，逆向物流需要连接到初始的物流网络，以及反向的连接。这种方法的目的旨在从已经完成生命期的产品中获取利益

综合物流

- 迄今为止，我们从企业内部运营工具的角度讨论了物流，这只适用于 19 世纪 80 年代之前
- 随着全方位竞争（原材料、终端产品、高消费量产品、资产设备¹等）的加剧以及产品周期的缩短，促使企业变得更灵活，即不断提升适应变化的市场的能力
- 因此促生了综合物流（integrated logistics），即根据系统的观点，对涉入物流和信息流的企业进行协同管理，以最大化整体的营利能力
- 综合物流系统的管理不仅使某一企业内部各职能部门（营销、生产和物流）的联系增加，也使不同的合作伙伴的纽带增强，并产生了竞争优势。综合物流可以通过两种方式实现：
 - 效率方法（efficiency approach）依赖于智能关系（intelligent relations），即合约的严格可执行性带来的激励效果。不改变企业自身的策略，但是加快其与合作伙伴的交易，以降低损耗，并减少不带来增值效果的物流活动
 - 差异化方法（differentiation approach）中，企业努力与合作方建立排他性的联盟，即获取竞争对手不能复制的独特且有利的关系，从而在竞争中获得额外利益

¹使用周期超过一年的生产性设备

目录 | Outline

- 1 课程介绍
- 2 物流系统的要素
- 3 物流系统的目标**
- 4 物流系统的管理
- 5 物流系统的建模

目标-成本

- 三大目标：成本（cost）、盈利（profit）和服务水平（service level）
- 成本分为固定成本（fixed cost）与可变成本（viable cost）

成本类型	固定成本部分	可变成本部分
储存成本	管理成本，储存中心运营成本	保险，财务负担与机会成本，折旧，废弃成本
运营管理成本	发出与统计订单的管理成本	装载于卸货、移动成本、存货控制与管理成本
缺货成本		包裹、延迟收款、罚金
运输成本	运输工具的贬值和租赁费用	失销、失去顾客、损失形象
生产与设备成本	生产线的贬值成本	保险成本、可变运输成本
		租赁费用

目标——盈利

- 物流活动会影响公司盈利，然而与成本相比，其对销售的影响难以量化。因此，对于物流系统而言，以最大化盈利为单一的目标并不实用

目标——服务水平

- 服务水平包含顾客的总体满意程度，依赖于构成市场营销组合（marketing mix）的很多因素，这些因素与产品特性、价值、促销机会以及配送方式有关。
- 使用合适的指标，服务水平可以被量化
- 服务水平与企业利益有直接联系。
- 物流的一个目标是在保持服务水平的前提下，最小化在参照时间内的成本；或者寻找在参照时间内最大化收益的服务水平

示例

- 某公司可以调整其配送系统中配送中心的个数与位置，以确保不同的配送时间。物流专家估计了不同配送服务下的年度成本与销售额，如下图。图中各列分别对应拟定的 3 天内到货的百分比
- 易知，在保证 80% 的订单在 3 日内送达的情况下，净利润达到最大

Table Annual estimate of sales, costs and profits (in M€) of Ecopaper.					
	Orders dispatched within 3 days [%]				
	60	70	80	90	95
Sales	4.00	5.00	7.00	9.00	10.50
Costs	1.80	3.00	3.50	6.00	7.10
Profits	2.20	2.00	3.50	3.00	3.40

服务水平的衡量

- 最常用的衡量物流系统服务水平的指标是订单周期 (order-cycle time)，为从订单发出（或要求某服务）到产品送达（或完成某服务）的时间间隔，具体包括以下分项
 - 订单处理时间：检查订单错误，准备送货的文档，更新库存
 - 仓库商品备货
 - 订单中产品的组装：从存货点取货，为配送包装货物
 - 送货时间：将货物从存货点移动到配送点，包括装卸货
- 由于物流系统内外随机因素的影响，无法提前得知各项活动的确切持续时间
 - 订单周期中每个分项可用连续随机变量表示，其分布未知，但是可以从企业收集到的历史数据估计。分布的最重要的两个指标分别是均值和方差
- 案例：见 pg 14-18

目录 | Outline

- 1 课程介绍
- 2 物流系统的要素
- 3 物流系统的目标
- 4 物流系统的管理**
- 5 物流系统的建模

- 对物流系统的管理，横跨规划、组织和控制等阶段
 - 规划（planning）阶段根据预先制定的目标，选择最佳的决策
 - 组织（organizing）阶段在企业的组织架构图内组织直接参与物流活动的人力资源，以有效的达到企业目标
 - 控制（control）阶段根据企业管理所要求的定性与定量指标衡量物流系统的表现。当结果与目标不一致时，可能还会纠偏
- 物流系统的规划、组织与控制按照顺序发生

规划阶段

- 主要包括预测 (forecasting)、选址 (location)、供货 (supply)、储存 (storage)、配送 (distribution) 等决策领域
 - 预测是估计刻画物流系统的不确定因素的过程，其作用在于明确物流系统的范围、确定生产能力和库存水平、拟定计划与生产程序、组织运输等
 - 选址是决定设施最优位置的决策过程，发生在规划阶段以及对既有设施的重组
 - 供货决策关注所有关于采购原材料、半成品或供应服务的物流活动。该领域的决策很大程度上依赖于特定的公司背景
 - 储存与配送的决策中，物流活动处于最重要地位

规划阶段 (cont.)

- 物流规划可以划分为三个决策层级：战略（strategic）、战术（tactical）与运作（operational）
 - 战略决策（长期选择）：对物流系统有长期影响（一年以上），包括大额财务投资，因而难以在短期内撤回。该类规划一般依赖于对集计数据的预测（如类似产品的区域需求）
 - 战术决策（中期选择）：关注对可用资源的使用，依赖于预测。频率一般是每年、每季度或者每月
 - 运作决策（短期选择）：关注对人力资源和原材料的每周或每日计划，依赖于周围环境获取的数据（顾客发出的订单、关于仓库的信息、车辆的可用性、物流行业的人力等）

组织阶段

- 物流系统的组织决策可参考公司的组织，其决定责任和任务的分配，而受多因素印象，如企业所处行业、企业文化、技术的采用以及企业的规模
- 常见的组织结构有：职能型 (functional)、事业部型 (divisional) 和矩阵型 (matrix)
 - 请阅读教材 pg 19-28，并回顾《管理学原理》相关内容

控制阶段

- 控制阶段需要制定监控物流活动的指标，即 KPI (key performance indicators)
- 没有通用的 KPI，其选择需要考虑到物流系统的特征，尤其是物流活动的重要性及其目标。KPI 可分为三类：
 - 工作量，衡量物流活动中的工作量
 - 效果，衡量物流活动的工作质量
 - 效率，衡量物流活动的费用
- 每个 KPI 的合理取值范围不同。为使不同的指标同质化，且达到统一和连贯的“控制面板”，需要均一化的过程，即将原始的取值范围转换到统一的范围。
- KPI 控制面板技术的步骤如下
 - 将物流活动分类，并定义其追求的目标
 - 根据三类指标识别 KPI
 - 创建控制面板
- 控制面板示例 pg 29-33

目录 | Outline

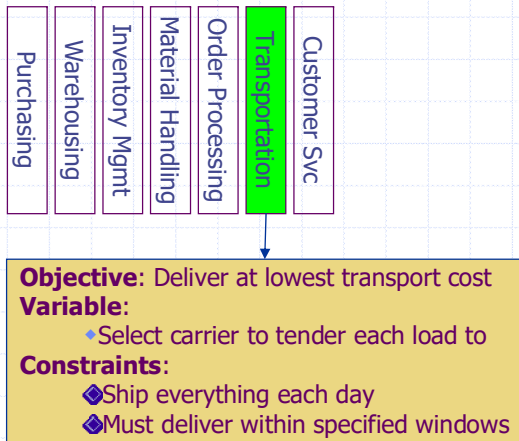
- 1 课程介绍
- 2 物流系统的要素
- 3 物流系统的目标
- 4 物流系统的管理
- 5 物流系统的建模**

传统职能视角

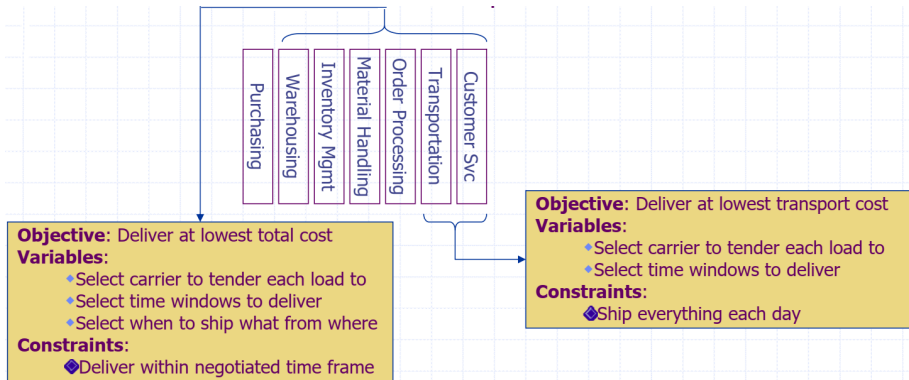
- 采购：买什么与从哪里买；集团采购还是分组采购
- 库存控制：何处储存多少；触发的库存点；补货计划
- 仓库管理：储存、混合与分散；选货、装包与运送；储存何种产品与储存何处
- 材料处理：如何移动货物；装包与装箱；存储的结构
- 订单处理：接收、入账、状态；订单管理
- 运输：入库与出库；国内与国际运输；运输方式控制（铁路、包裹、整车运输、零担运输、航空）
- 客户服务：地理位置；生产线确认
- 规划组：设施选址；网络设计；需求预测

- 从系统优化的角度来看，需要识别什么是目标，什么是约束
- 决策变量会不断增加
- 系统优化会增加改进的潜力，但也会增加决策的复杂性和对协调的要求

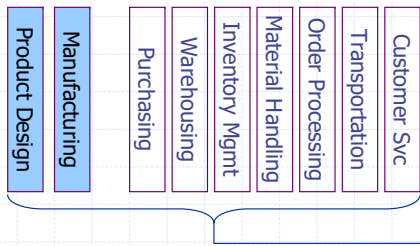
运输系统的单独优化



联合优化-与其他阶段的整合



联合优化-全物流系统优化



Objective:

- ◆ Design, build, and deliver at lowest total cost

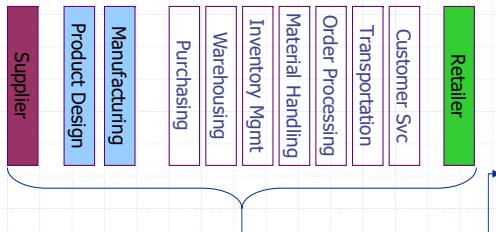
Variables:

- ◆ Select carrier to tender each load to
- ◆ Select time windows to deliver
- ◆ Select when to ship what from where
- ◆ Determine where to stock which form of product

Constraints:

- ◆ Deliver within negotiated time frame

联合优化-与上下游整合



Why is this so hard to do?

Objective:

- ◆ Maximize on-shelf availability

Variables:

- ◆ Select carrier to tender each load to
- ◆ Select time windows to deliver
- ◆ Select when to ship what from where
- ◆ Determine where to stock which form of product
- ◆ Select contract relationships
- ◆ Select who should control replenishment
- ◆ Which channel member should perform which function

Constraints:

- ◆ Total delivered cost to shelf

本节小结

- 物流系统基本概念
 - 物流系统的要素
 - 逆向物流与物流网络
- 物流系统的目标
 - 三大目标：成本、盈利与服务水平
- 物流系统的管理
 - 三个阶段的任务分别是什么
 - KPI 如何拟定
- 物流系统的建模

课后阅读

- GLM Ch.1
- SPT Ch.2

谢谢大家!