

**NJSD**

中国（南京）软件开发者大会

China (Nanjing) Software Developers Conference

2016



# 大数据和物流配送优化

任继东

阿里云 - 数据事业部

2016.04.16

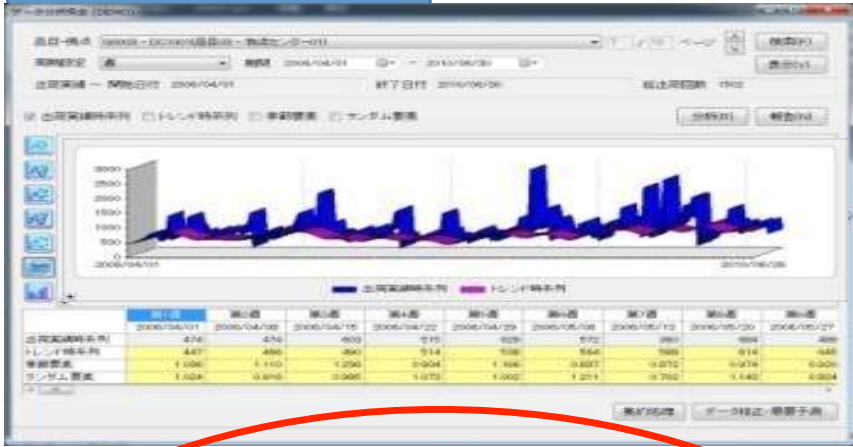


传统的配送调度优化

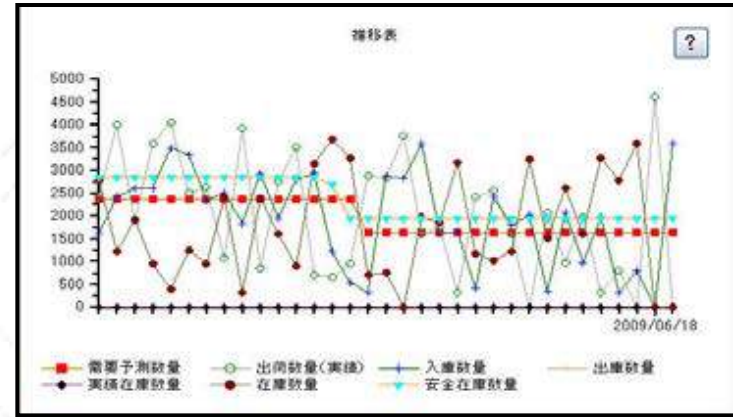
大数据+配送调度优化

成功案例

## 需求预测



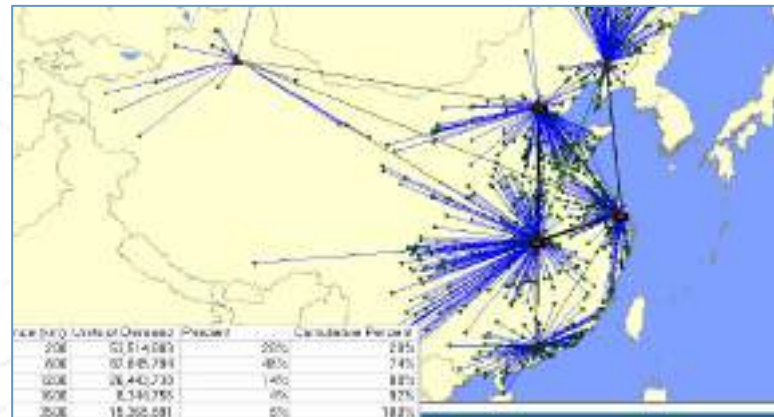
## 库存优化



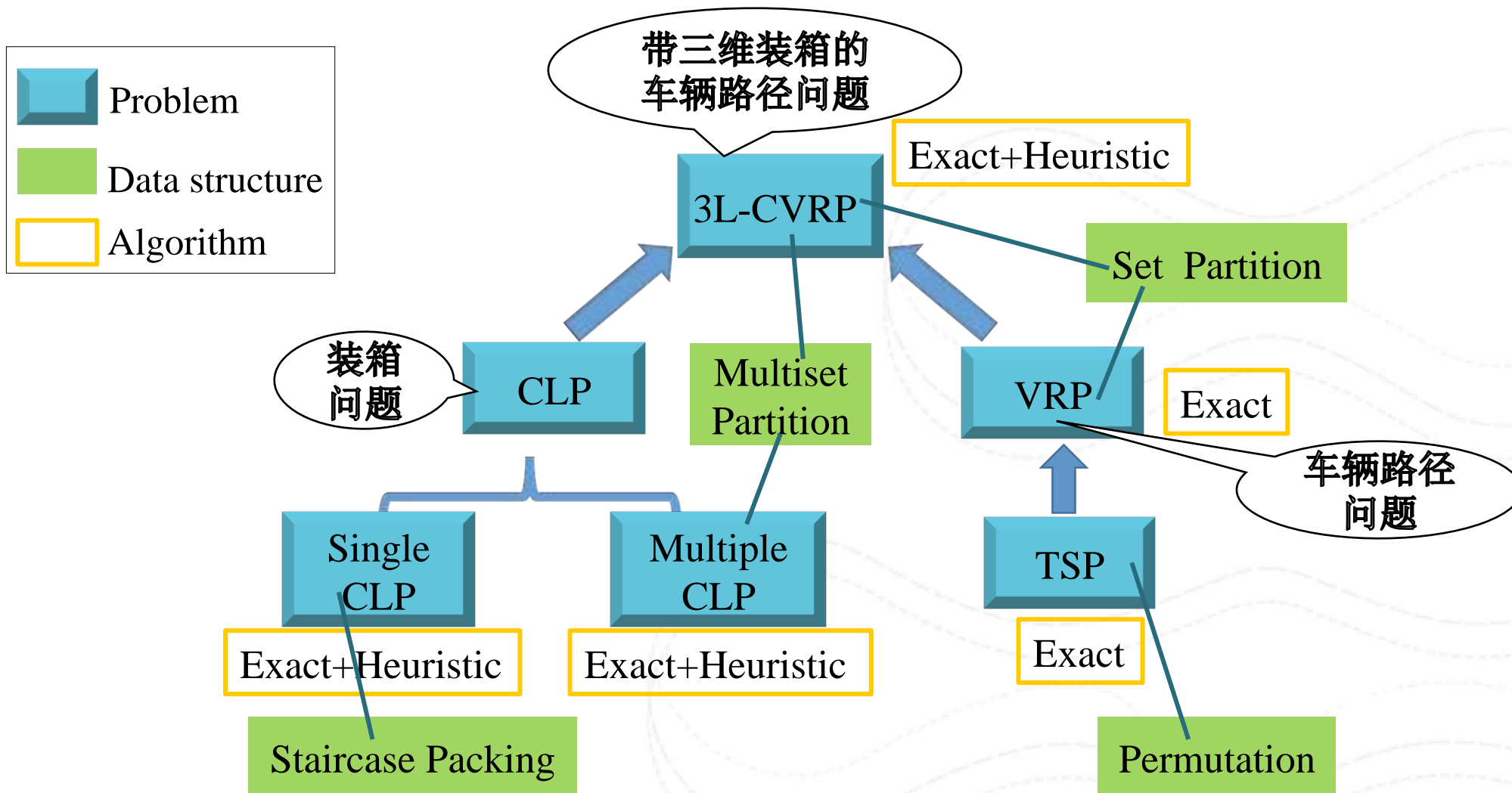
## 配送调度优化



## 物流网络优化



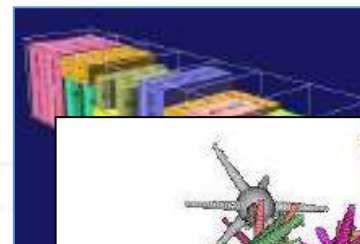
# 配送调度的核心问题



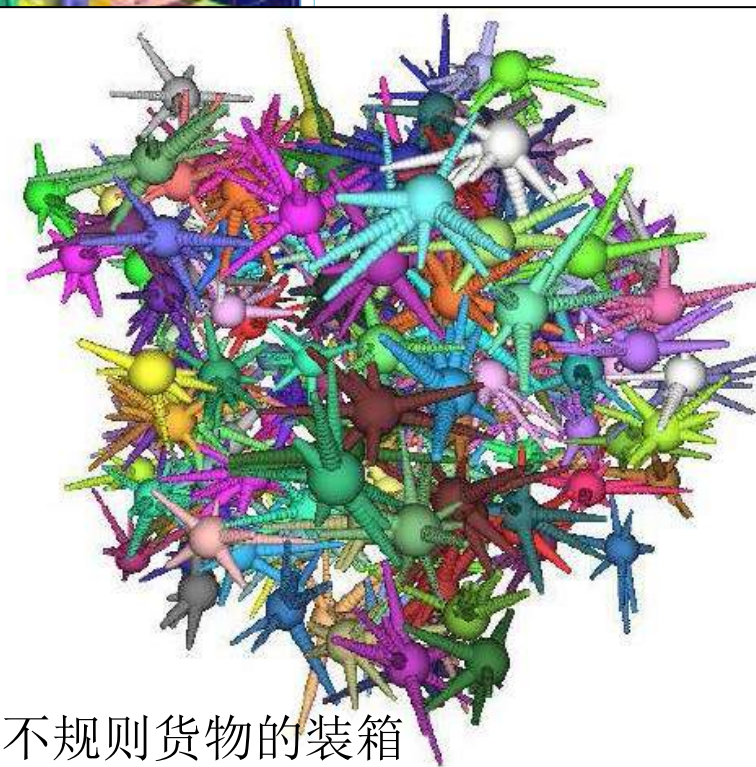
# 集装箱装箱问题 (CLP)

## 切割和装箱问题 (cutting and packing)

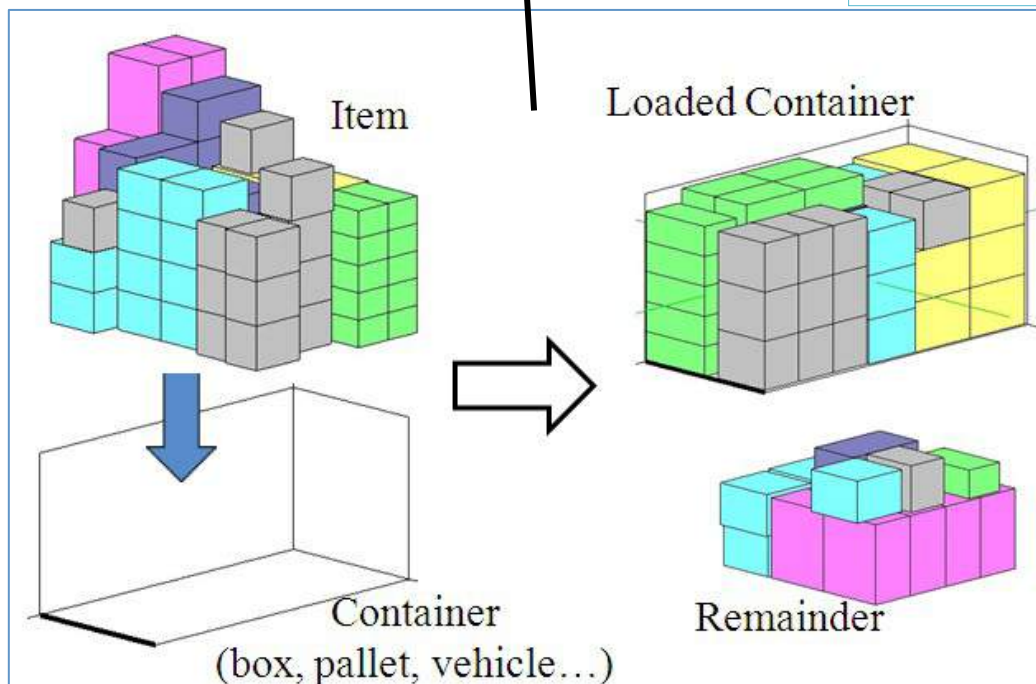
集装箱装箱问题(container loading)  
(George, 1980)



- Cutting of cloth, wood, paper
- Packing of container, vehicle
- **Objective:** Max use of material



不规则货物的装箱

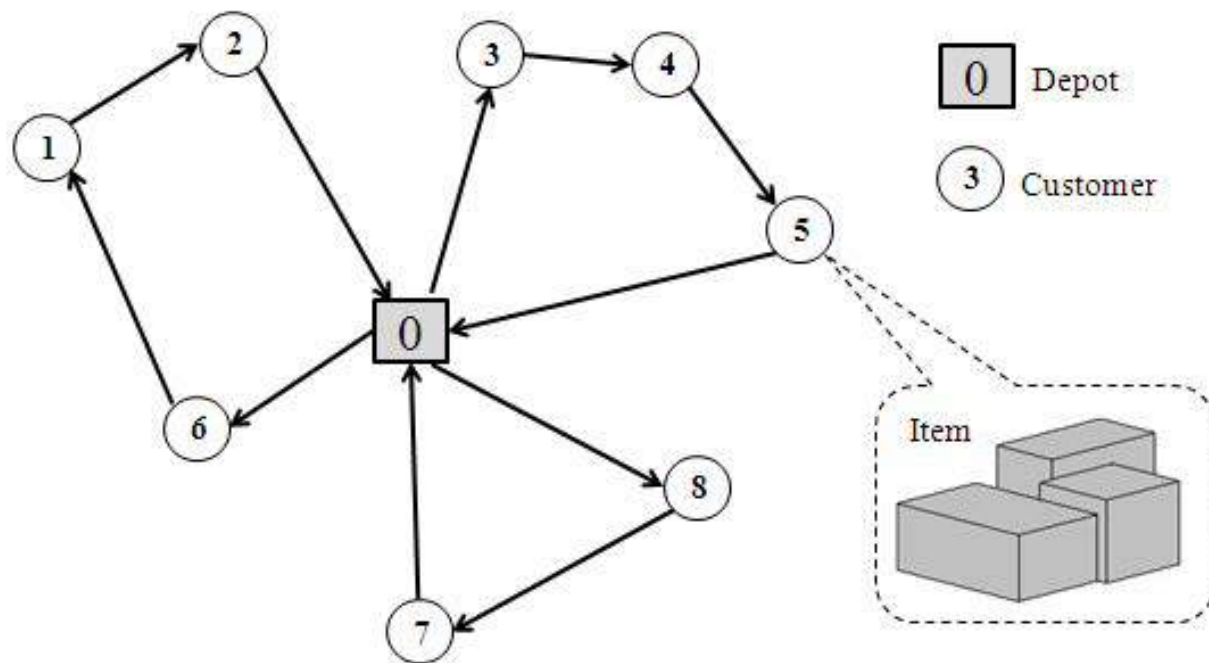


**Input:** Container  
items.

**Objective:** Max volume  
utilization.

**Constraints:** Parallel,  
rotate ...

# 带三维装箱的车辆路径问题(3L-CVRP)



**Input:** Distances, weight and size of items demanded, weight capacity of vehicles.

**Objective:** Min-distance routes.

**Constraints:** Weight capacity, 3D loading constraint...

# 程序 = 数据结构 + 算法

Program = Data structure + Algorithms

程序

数据结构

算法

Program

=

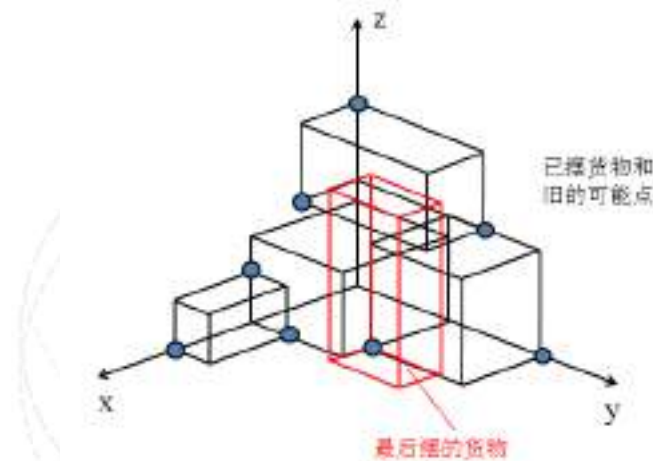
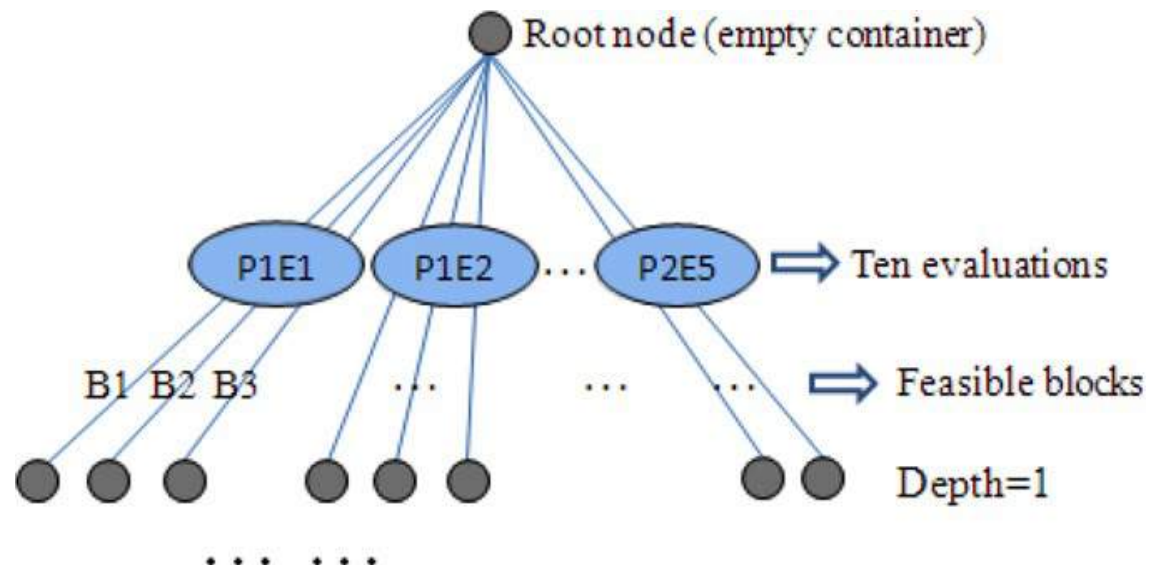
Data  
Structure

+

Algorithm

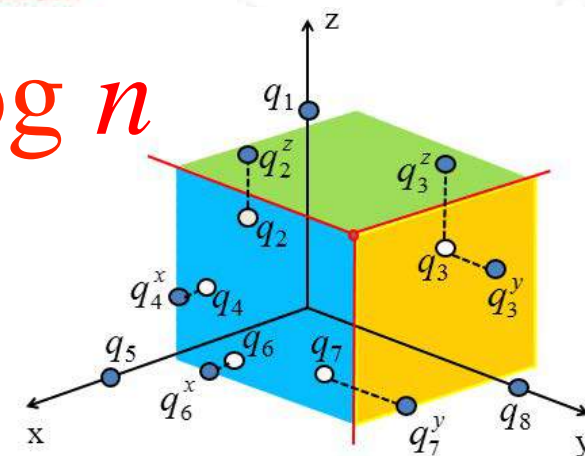
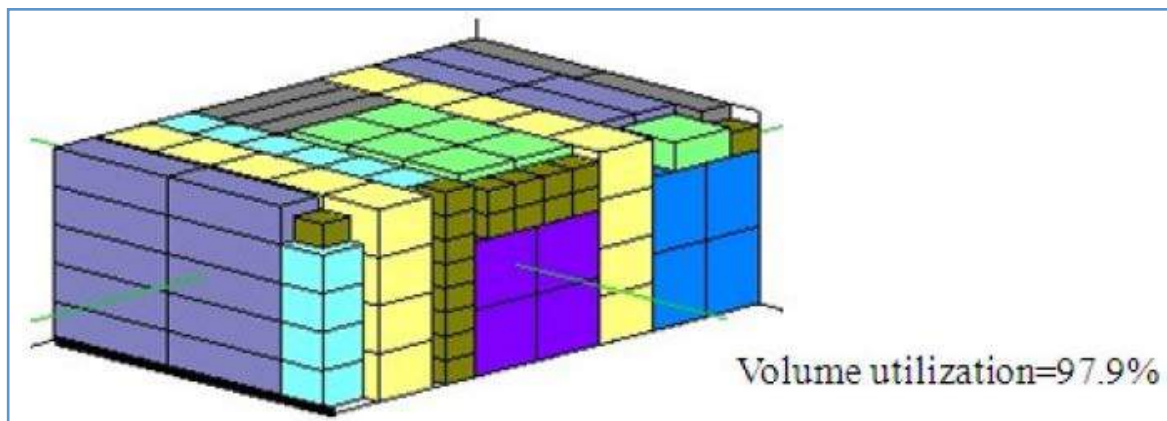
Permutation  
Partition  
Subset  
.....

Exact Algorithm  
Heuristics  
Meta-heuristics



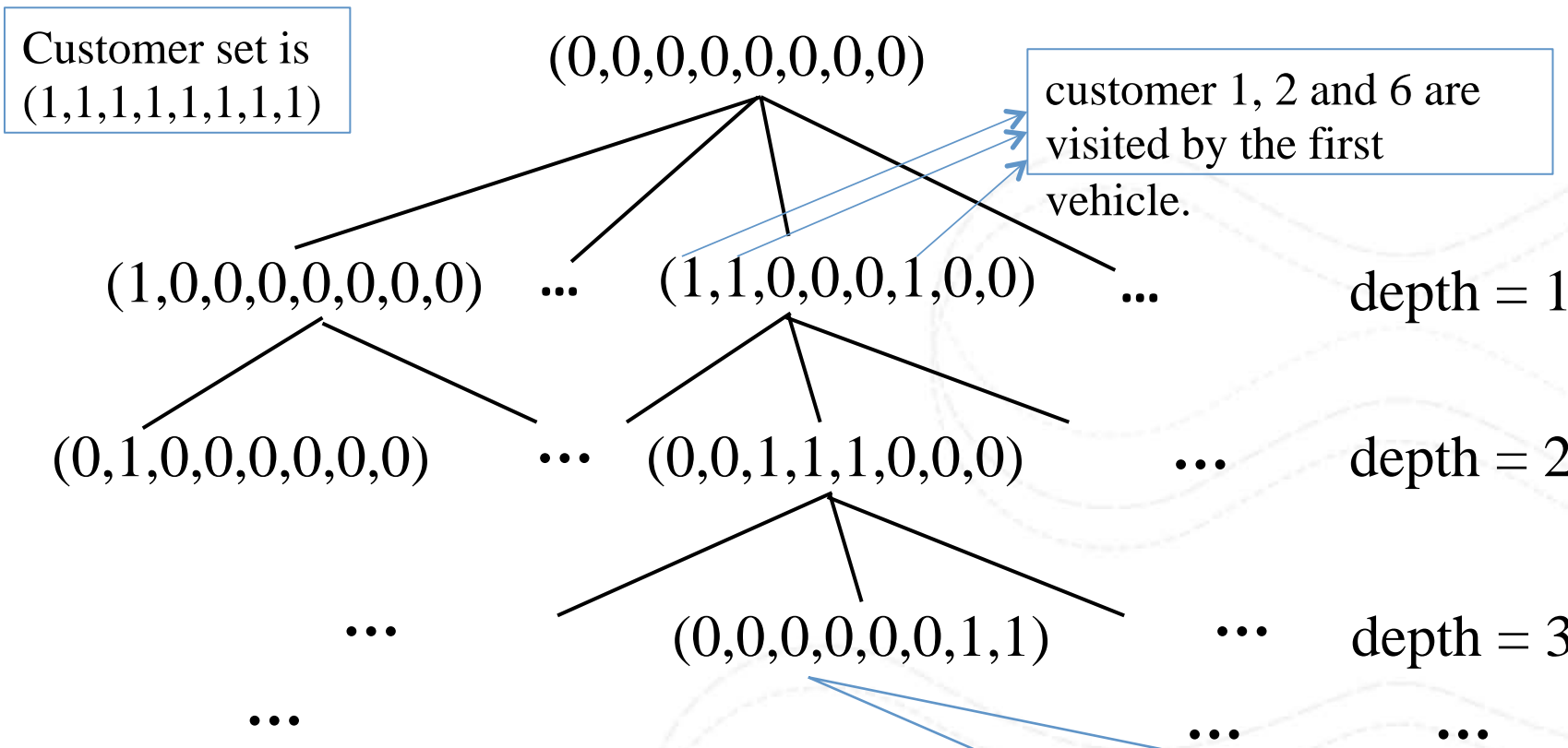
用精确算法求可能摆放点

$$n^2 \Rightarrow n \log n$$



定理：所有新的可能点=旧可能点的投影点+不被三个平面包围的旧可能点。





基于集合划分的树搜索

$$(1,1,1,1,1,1,1,1) = (1,1,0,0,0,1,0,0) + (0,0,1,1,1,0,0,0) + (0,0,0,0,0,0,1,1).$$

Depth  $k$  means the  $k$ -th vehicle.

Each node is a (partial) solution, which includes some routes.

For each node, check the constraints. If satisfied, the solution is a feasible solution.

# 某食品公司案例

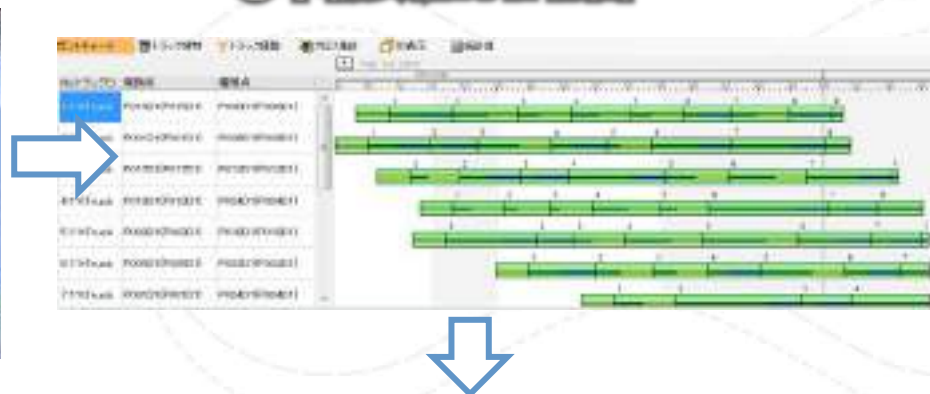
日付	曜日	シミュレーション結果		現状の結果		比較結果	
		車両数	時間(h)	車両数	時間(h)	減少台数	減少割合
2012/4/2	(MON)	10	6562	12	5634	-2	16.7%
2012/4/3	(TUE)	10	6329	11	5798	-1	9.1%
2012/4/4	(WED)	11	108.9	12	95.9	-1	8.3%
2012/4/5	(THU)	11	117.6	12	99.5	-1	8.3%
2012/4/6	(FRI)	9	106.2	11	97.8	-2	18.2%
2012/4/7	(SAT)	8	81.9	11	70.8	-3	27.3%
2012/4/9	(MON)	10	105.3	12	98.1	-2	16.7%
2012/4/10	(TUE)	8	81.7	11	84.6	-3	27.3%
2012/4/11	(WED)	10	105.3	12	93.1	-2	16.7%
2012/4/12	(THU)	11	120.9	12	100.8	-1	8.3%
2012/4/13	(FRI)	10	107.7	12	94.5	-2	16.7%
2012/4/14	(SAT)	9	91.1	12	88.6	-3	25.0%
2012/4/16	(MON)	10	97.7	12	89.5	-2	16.7%
2012/4/17	(TUE)	10	104.5	11	89.4	-1	9.1%
2012/4/18	(WED)	10	99.9	12	93.1	-2	16.7%
2012/4/19	(THU)	10	105.4	11	89.1	-1	9.1%
2012/4/20	(FRI)	9	94.8	12	89.8	-3	25.0%
2012/4/21	(SAT)	9	95.9	12	92.9	-3	25.0%
2012/4/23	(MON)	8	91.1	12	90.8	-4	33.3%
2012/4/24	(TUE)	10	97.2	12	95.3	-2	16.7%
2012/4/25	(WED)	10	108.7	12	108.4	-2	16.7%
2012/4/26	(THU)	11	112.4	12	101.5	-1	8.3%
2012/4/27	(FRI)	11	123.9	12	100.1	-1	8.3%
2012/4/28	(SAT)	9	90.1	11	84.9	-2	18.2%
2012/4/30	(MON)	8	75.9	9	73.1	-1	11.1%
合計		242	2538.6	290	2312.2	-48	
平均値		9.7	101.5	11.6	92.5	-1.9	16.5%

采用精确算法 + 启发

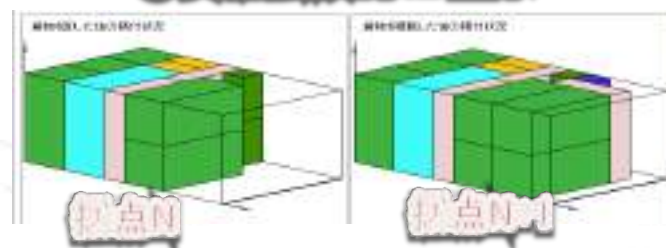
1 最优路径



2 车辆安排的甘特图



3 货物摆放的3D显示



4 结果确认和手工修正



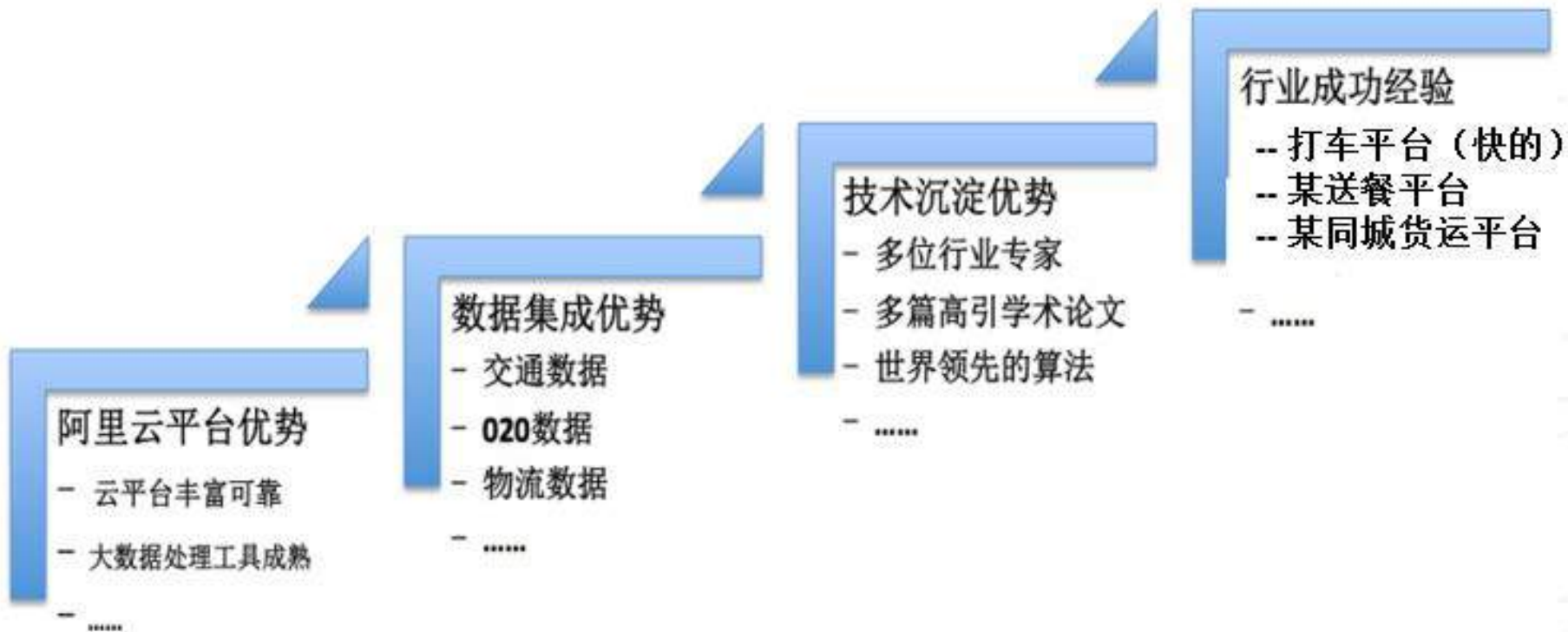
5 输出最优车辆规划



传统的配送调度优化

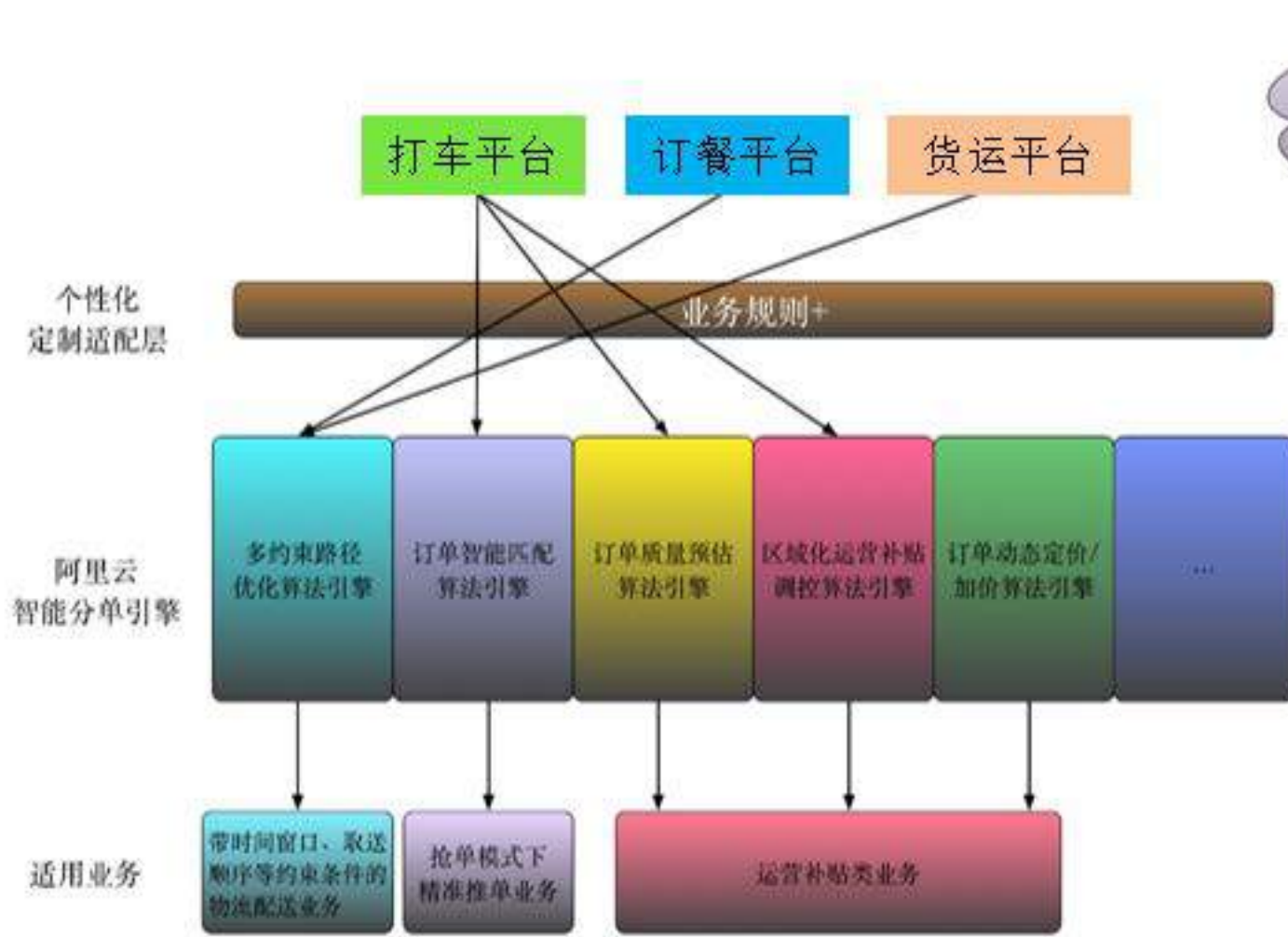
大数据+配送调度优化

成功案例

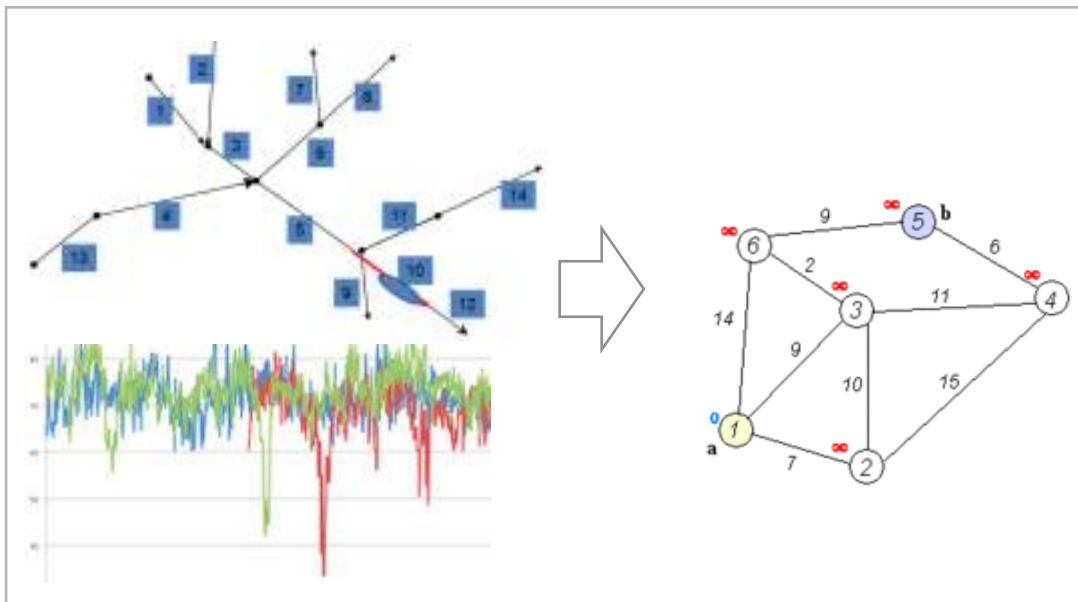


业务方可**快速接入**阿里云智能调度引擎！

# 70%引擎+30%定制



例如，某生鲜配送APP使用“多约束路径优化算法引擎”时，只需定义业务规则即可，譬如：货物混装限制、货物体积重量限制等即可，最终返回结果中会考虑上述业务规则限制。

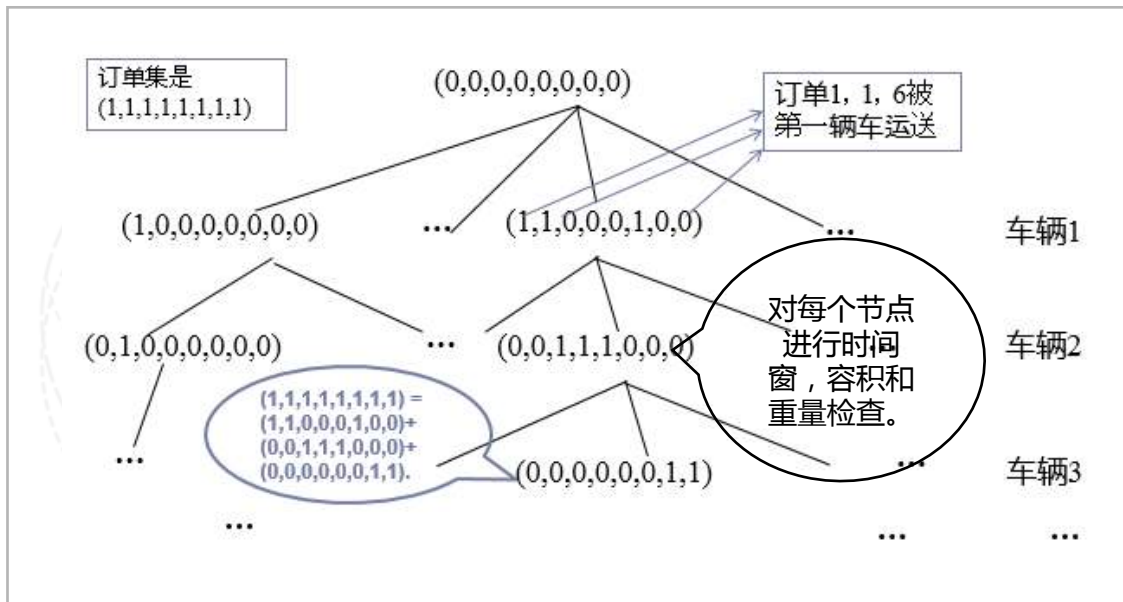


## ①阿里云路况预测引擎（路况预测）：

根据道路拓扑结构和历史数据，预测出任意两点的到达时间。主要使用了基于数据流形（Data Manifold）的预测模型，该模型用于浙江省高速公路和国内多个城市的路况预测，准确率超过90%。

详见闵万里的论文（Wanli Min and Ruey Tsay, 2005）。

数据联盟：高德、气象局、货车帮、运满满...



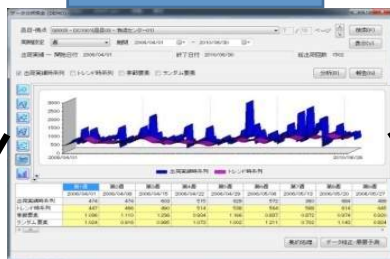
## ②阿里云智能派单引擎（路径优化）：

在路况预测的基础上，使用基于集合划分的树型搜索算法进行车辆分配和路径优化（其中每个节点表示一辆卡车中分配的货物）。该算法用于车辆路径计算，比业界通用的经典算法，包括局部搜索、遗传算法，蚁群算法等，运输成本至少降低了6%。

详见任继东的论文（Jidong Ren, Yajie Tian and Sawaragi, 2011）。

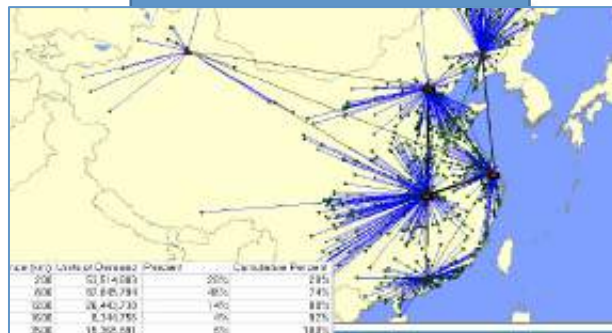
业务数据：货车属性、货物属性、装卸顺序...

## 销量预测



①通过大数据和机器学习，进行高精度的销量预测，作为物流和供应链优化的前提。

## 供应链网络优化

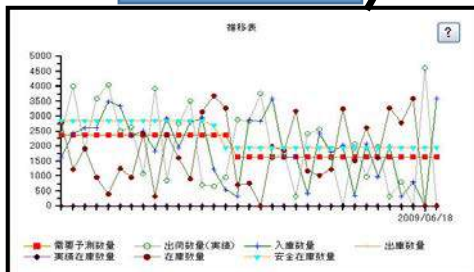


④在前三者的前提下，通过优化下列因素，实现，整个供应链网络的优化：

- 仓库和网点布局
- 仓库和网点之间供应关系
- 货物在各网点的分配
- 供货周期
- 供货量

②通过合理设置库存量，在保证服务水平的前提下降低库存量，提高库存周转率。

## 库存优化



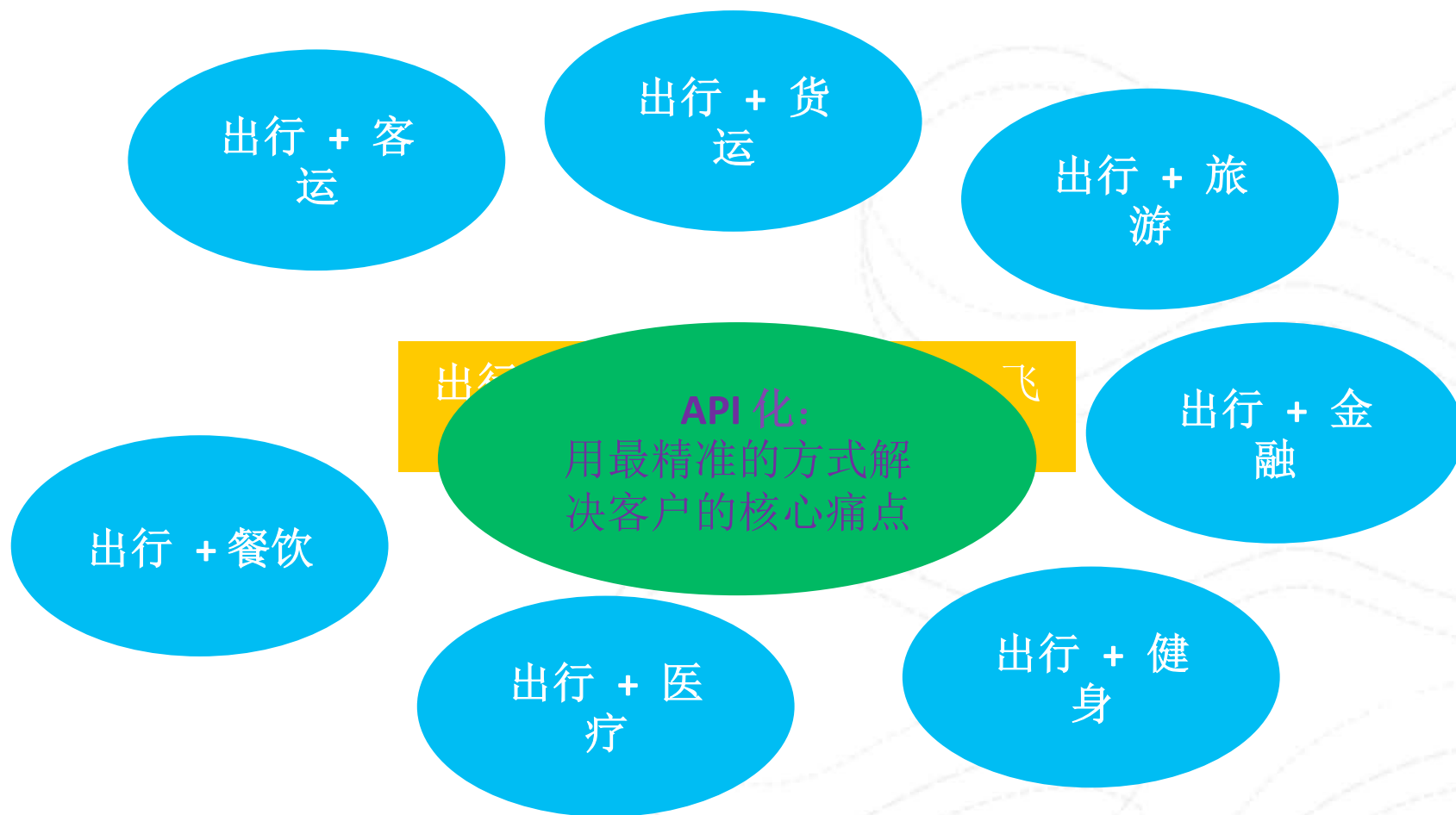
③通过车辆分配和路径优化，使得运输成本降低

## 车辆路径优化



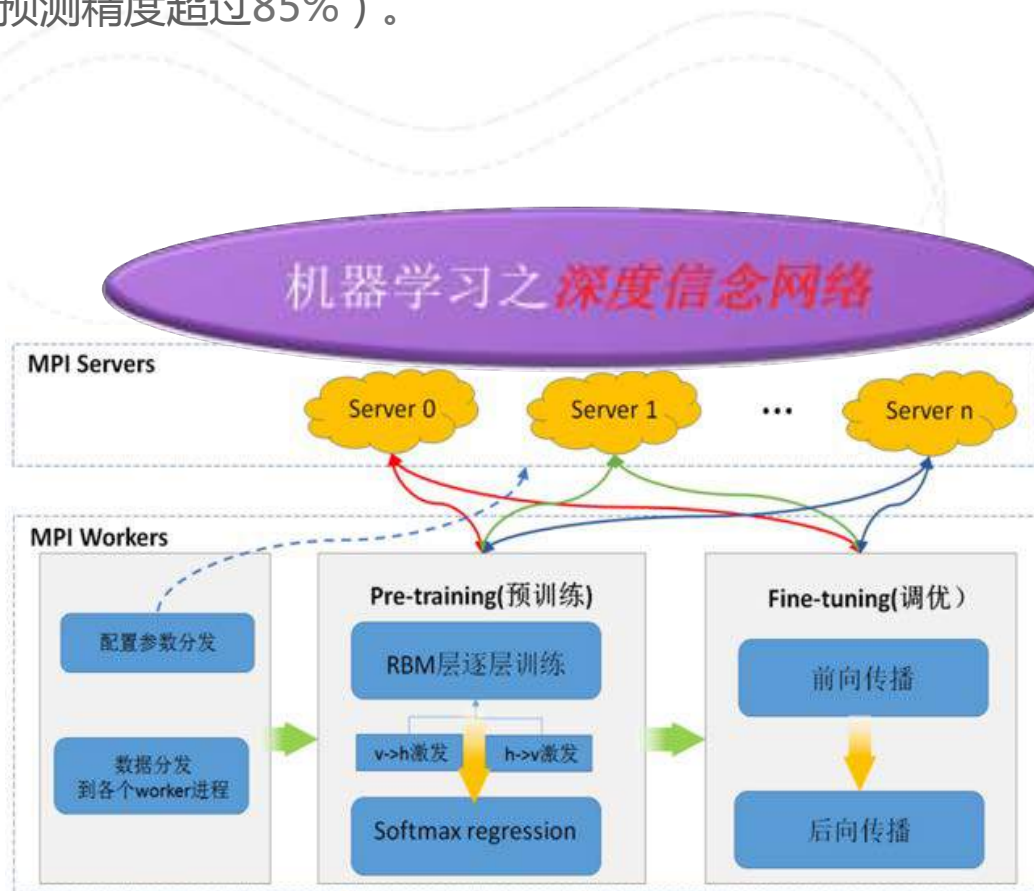


# “出行+” 解决方案



# 销量预测

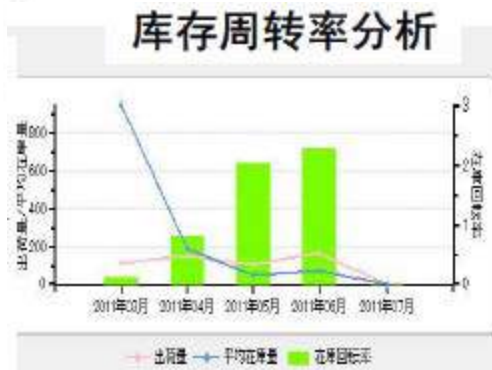
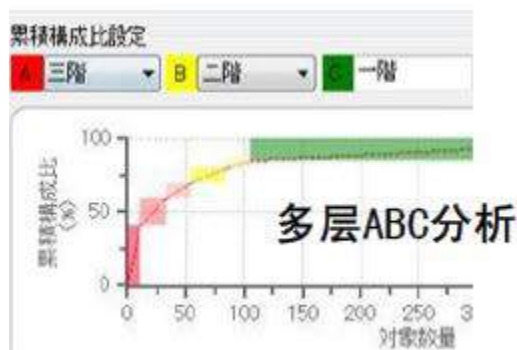
精准的销量预测，是合理控制库存，制定运输计划和整个供应链优化的前提。  
阿里云在菜鸟和天猫等应用场景采用传统预测方法（时间序列\季节分析\趋势分析）结合大数据/机器学习，使得预测精度大幅度提高（菜鸟的包裹流量预测精度超过90%，天猫家电的销量预测精度超过85%）。



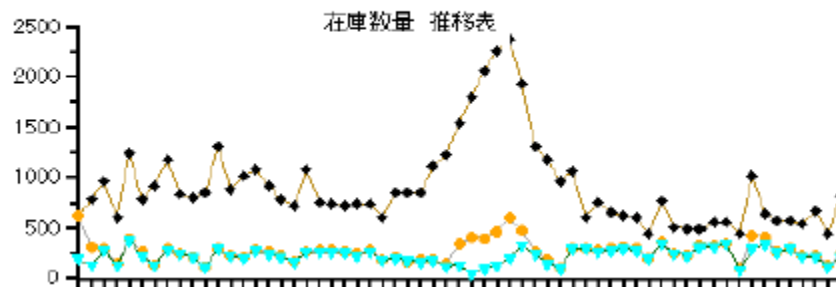
在历史数据和销量预测的基础上，对库存进行分析和优化，包括多层ABC分析、库存周转率分析、库存仿真，最终确定各类商品合理的库存数量。

根据每种货物的销售量和销售频率，确定其类别（A/B/C），对不同类别，采用不同的库存策略。通过阿里云高性能计算平台的仿真模拟计算，最终确定合适的库存量，使得：

- 在控制库存量的前提下，尽量避免缺货。
- 一旦预测到即将缺货，及时从就近仓库或网点调拨。



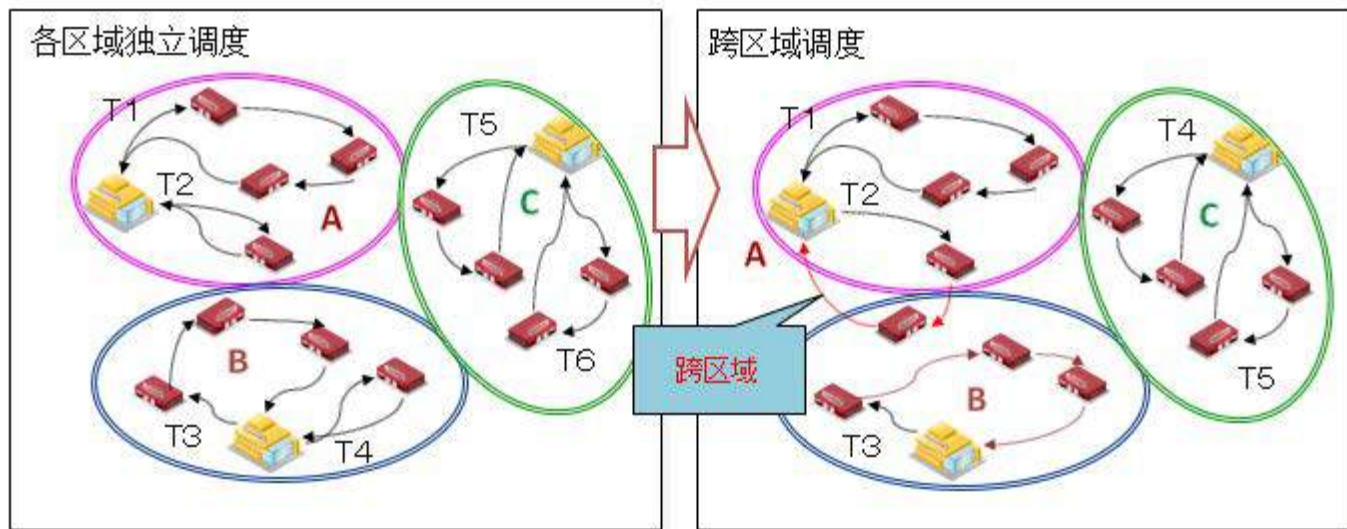
## 库存仿真



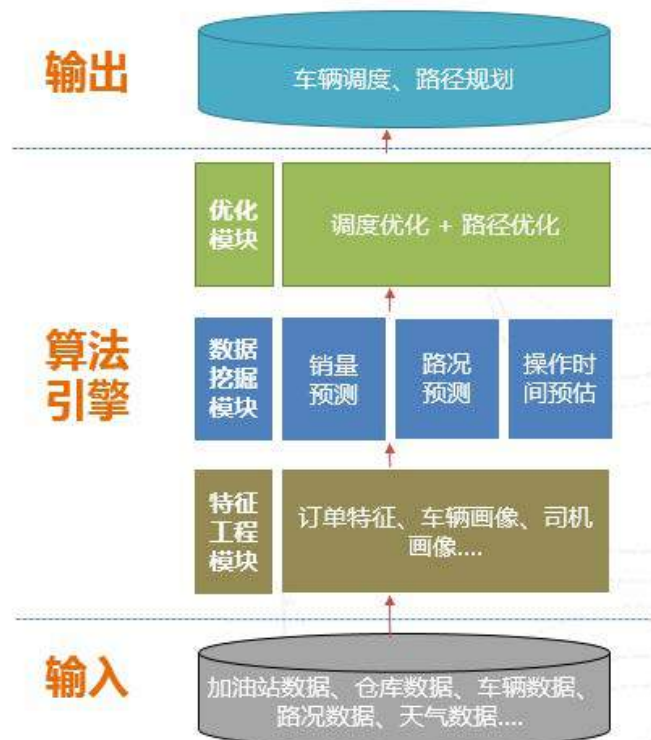
# 车辆路径优化

车辆的调度和路径优化，是物流行业的核心问题，尤其是在复杂的道路交通情况和天气状况下，对大量车辆进行合理规划和及时调度，一直是行业内的难题。阿里云的智能配送调度引擎，具有以下优势：

- 基于物流行业资深算法专家的经验，采用国际领先的智能调度算法，可以处理跨区域、多次装卸货、多时间窗等复杂的路径规划问题。
- 基于阿里云路况预测引擎，对交通拥堵情况提前预测，确保车辆运行计划的可行性。
- 采用阿里云强大的计算能力，确保大规模计算的效率和调度的实时性（6秒钟完成超过500个订单的调度，比人工调度节省运费超过20%）。



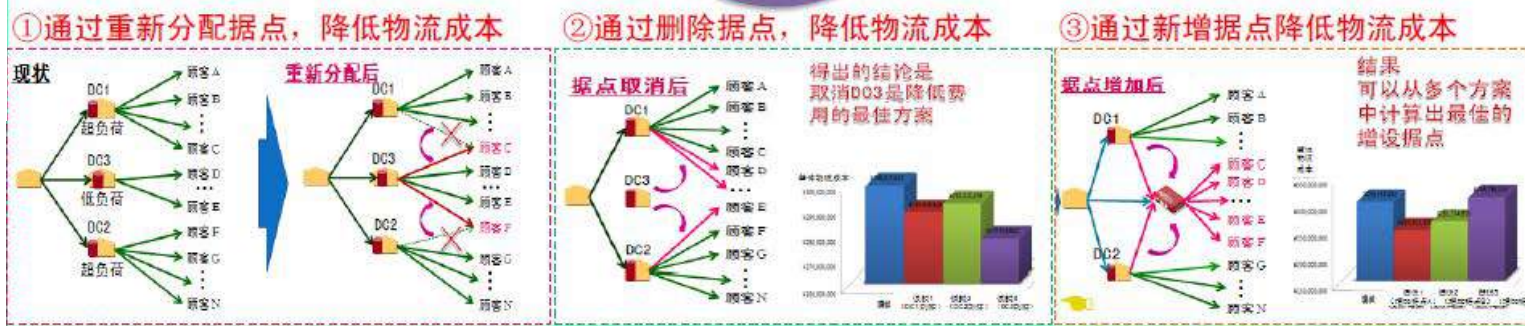
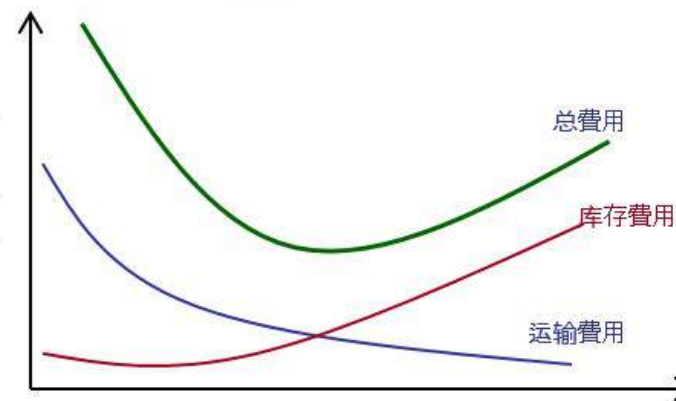
经验表明，跨区域调度比各区域独立调度，可以共享运力、提升优化空间、降低空车率。通常能降低物流成本2%-10%。



# 供应链网络优化

在销量预测、库存优化和运输优化的基础上，综合考虑库存成本、运输成本和服务水平，对整个供应链网络进行优化：

- 对各仓库/网点的负荷量进行分析，哪些仓库/网点超负荷，哪些负荷不足，通过优化使得负荷平均分配。
- 对每种商品的供应链网络进行合理布局，包括选择供应方和设置销售网络。
- 对每种商品的调拨策略进行优化，包括：
  - 日常调拨：调拨频率和调拨量的设置。
  - 紧急调拨：发生缺货时的调拨策略，包括从上级和平级仓库/网点调拨。





传统的配送调度优化

大数据+配送调度优化

成功案例

# 案例1：背景



同城货运平台：整合同城货运资源（待运送货物和可用车辆）

为货主解决找车难、为司机解决空载率高的问题。

- 全国几百个城市，每个城市每天有上千个配送订单。（计算量大，调用地图服务过于频繁，订单等待派单时间过长）
- 每个订单有严格的配送时效要求。（从未考虑未来路况影响）

以上都直接影响了拼单成功率。

# 案例1：订单案例和业务效果



订单编号	操作	坐标
151130141903077	1 装	113.2229 23.21398
151130141903077	2 卸	113.2702 23.20895
151130141903077	3 卸	113.3144 23.24285
151130141903077	4 卸	113.3249 23.2613
151130141903077	5 卸	113.351 23.30209
151130165132225	6 装	113.3459 23.29964
151130165132225	7 卸	113.3783 23.12801
151130141903077	8 卸	113.3466 22.95415

订单编号	取货时间
151130141903077	16:30 - 17:30
151130165132225	19:00 - 20:00

	拼单成功率	运营补贴	派单效率	里程节省	特殊业务场景
简单派单算法	2%-10%不等	每单平均补贴金额在20-50元不等	无	受限于拼单成功率低下，一般不可节省里程	无
阿里云智能配送调度算法	45%以上	多个订单拼单派发给同一个司机至少可降低50%的补贴金额	1分钟以内	拼单订单的里程相比较拼单前各个订单的里程之和平均可减少20%	可支持顺风单、回程单、接力单等
拼单成功率定义：若N个订单进行拼单，其中拼单成功的订单有N1个，剩余的单独订单为N2，则拼单成功率 = $N1/(N1+N2)$					

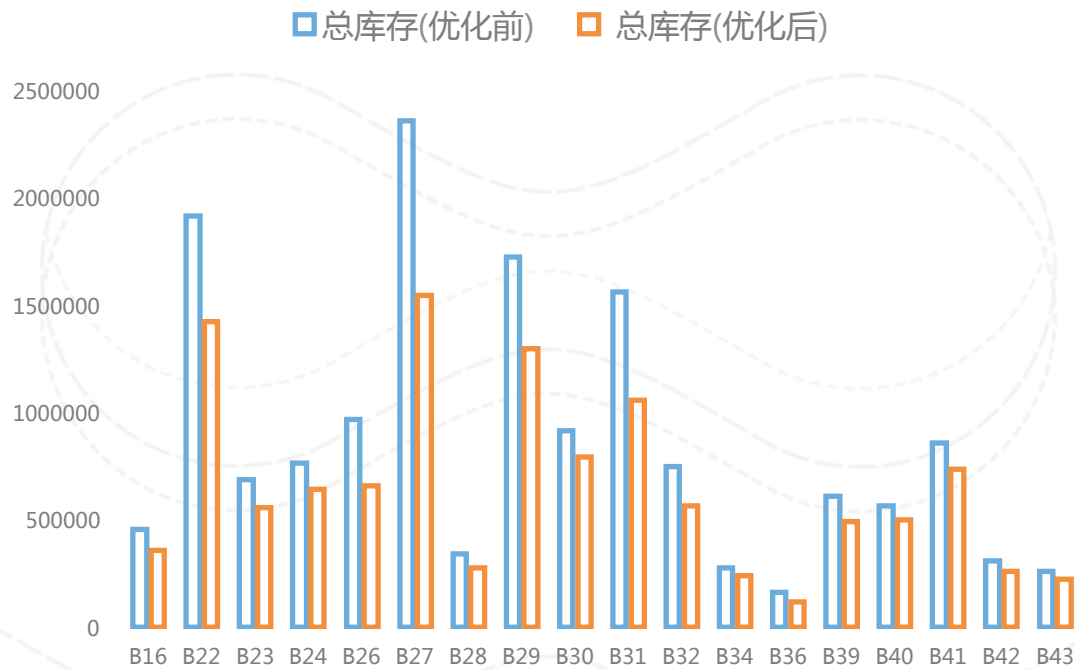
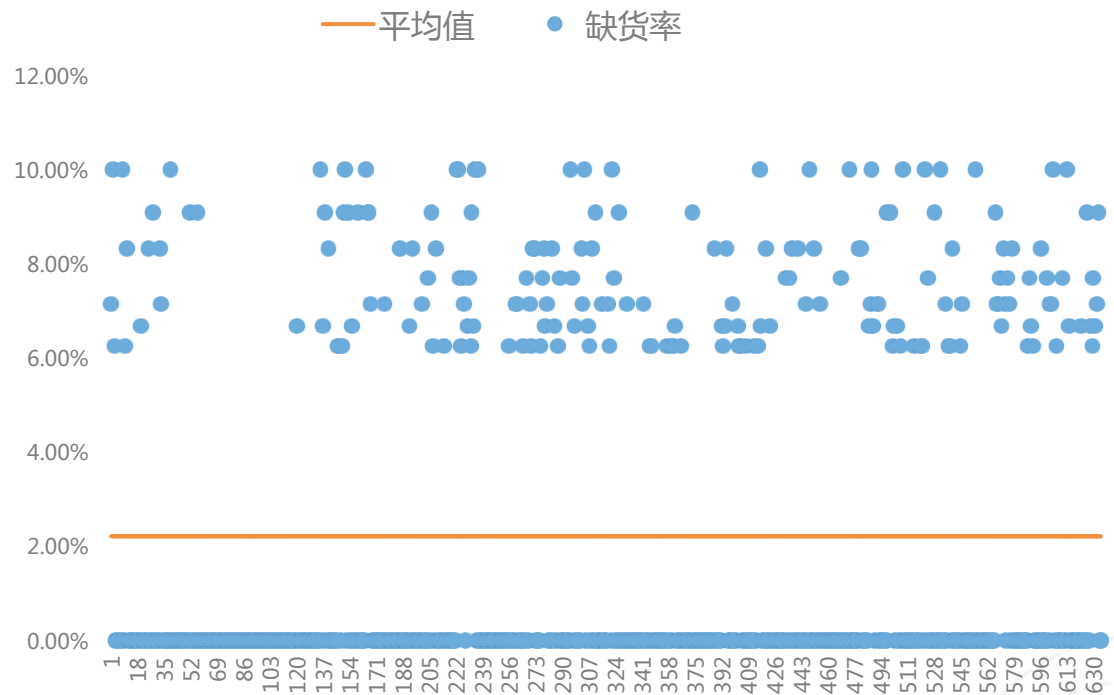


## 案例2：背景



- 运营人员根据经验预测销量，准确率低，在大约60%。
- 安全库存的设置不合理，导致库存积压或缺货现象普遍
- 配送与第三方物流服务平台合作，服务商在全国拥有多个一二级仓和若干物流网点

# 案例2：业务效果



目标：以缺货率小于5%，日均库存最小，  
优化后：库存整体下降了22.6%，缺货率保持在2.2%，同时预测精度提高了近20%达到80%。

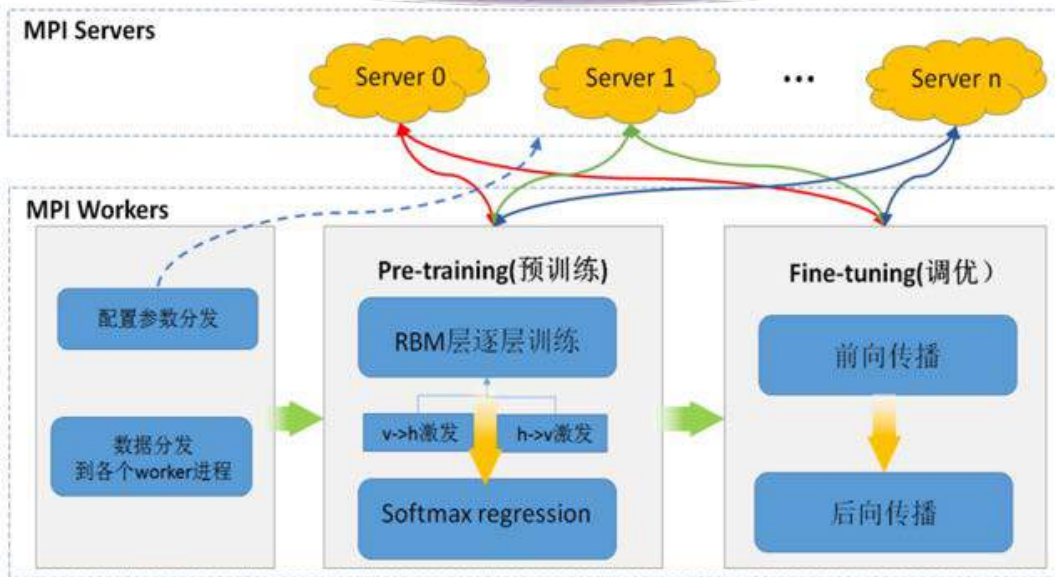
# 案例2：阿里云销量预测和库存优化引擎



整体优化TIPS，包括：

- 使用“深度信念网络”机器学习算法进行销量预测
- 使用“ABC分析法”对商品进行选择性的仓存管理。
- 通过算法模拟计算，尝试不同调拨周期，找到最佳周期。
- 采用了“动态安全库存策略”而不是采用固定安全库存。

## 机器学习之深度信念网络



计算，为了无法计算的价值