



Excel数据分析师突击——从入门到精通到项目实战 第2周

【声明】 本视频和幻灯片为炼数成金网络课程的教学资料，所有资料只能在课程内使用，不得在课程以外范围散播，违者将可能被追究法律和经济责任。

课程详情访问炼数成金培训网站

<http://edu.dataguru.cn>

关注炼数成金企业微信



■ 提供全面的数据价值资讯，涵盖商业智能与数据分析、大数据、企业信息化、数字化技术等，各种高性价比课程信息，赶紧掏出您的手机关注吧！



最优化问题

有些东西人人都想多多益善，利润、金钱、效率、速度等。如何才能合理安排现有资源，使我们最大效度第达到目标？本周就让我们一起从最简单的最优化问题——线性规划开始讨论吧

- ◆ 浴盆宝公司现有两款畅销产品：橡皮鸭与橡皮鸭玩具



如何安排两者的生产量才能提高利润？

我们需要什么数据？

- ◆ 目标——提高利润
- ◆ 所需数据——橡皮鸭和橡皮鱼的盈利能力
- ◆ 无法控制因素
 - 利润如何
 - 橡胶材料数量
 - 生产所需时间
- ◆ 可控因素
 - 橡皮鱼与橡皮鸭的生产数量

最优化问题（线性规划）

◆ 约束条件

◆ 决策变量

	鸭	鱼
原料	500	400
时间	400	300
利润	5	4

发件人：浴盆宝

收件人：Head First

主题：可能有用的信息

亲爱的分析师：

问得好。关于橡胶供应量：我们的橡胶够生产500只橡皮鸭或400条橡皮鱼。如果我们真的生产400条橡皮鱼，就没有橡胶可以生产橡皮鸭了，反过来也是一样。

我们的时间够用来生产400只橡皮鸭或300条橡皮鱼，这还得看要花多少时间来备妥橡胶。无论如何组合，如果能让产品在下个月上架销售，我们的产量都不会高于400只橡皮鸭和300条橡皮鱼。

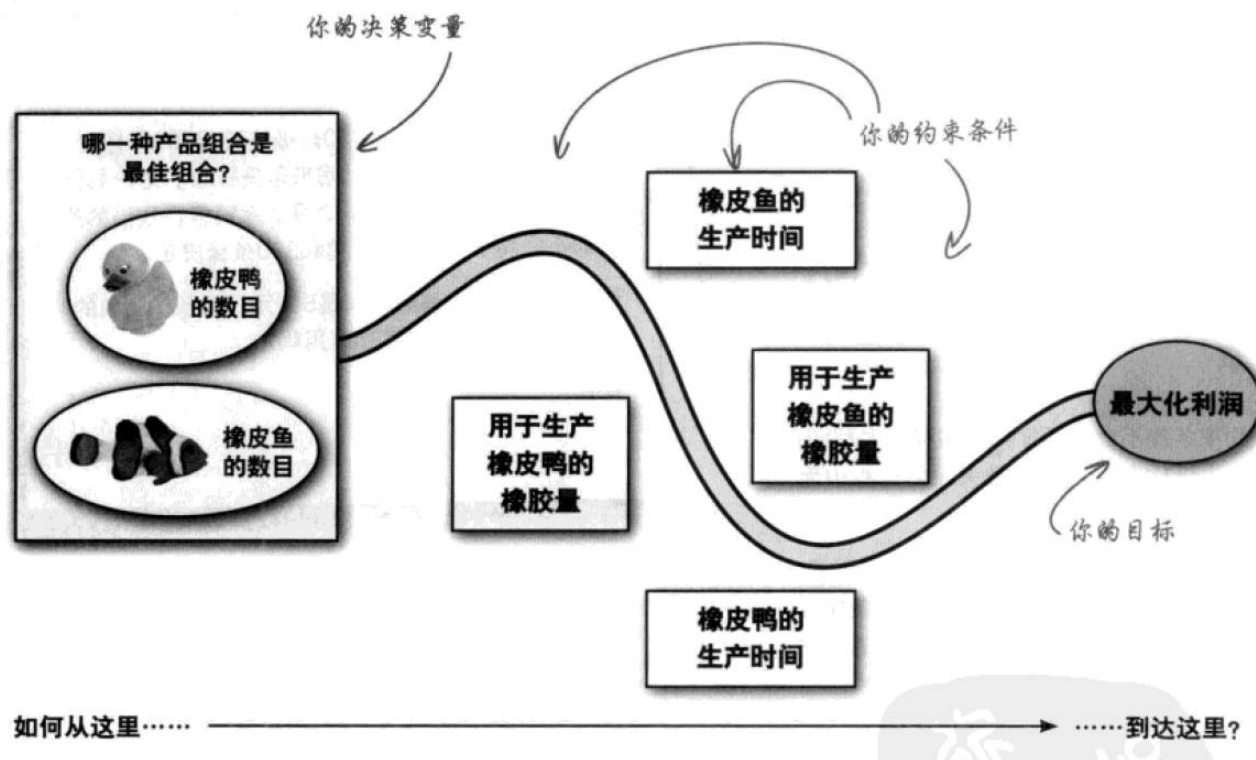
最后，每只橡皮鸭的利润是5美元，每条橡皮鱼的利润是4美元。这些信息有用吗？

致礼

浴盆宝

最优化问题（线性规划）

- ◆ 假设生产 x 只小鸭子， y 条小鱼，则利润是 $5x+4y$
- ◆ 目标函数——利润函数 $z=5x+4y$



最优化问题（线性规划）

$$\left(\text{橡皮鸭} \times \text{数量} \right) + \left(\text{橡皮鱼} \times \text{数量} \right) = \text{客户}$$

通过销售橡皮鸭和橡皮鱼获得的利润等于每只橡皮鸭的利润乘以橡皮鸭的数量再加上每条橡皮鱼的利润乘以橡皮鱼的数量。

这是来自浴室的客户。

$$\underbrace{\left(\text{每只橡皮鸭的利润} \times \text{橡皮鸭的数量} \right)}_{\text{橡皮鸭总利润}} + \underbrace{\left(\text{每条橡皮鱼的利润} \times \text{橡皮鱼的数量} \right)}_{\text{橡皮鱼总利润}} = \text{利润}$$

现在可以试着做一些产品组合。你可以在等式中填入一些代表每种产品利润的数值，以及一些假定的数量。

如果你决定生产100只橡皮鸭和50条橡皮鱼，这就是你赚得的利润。

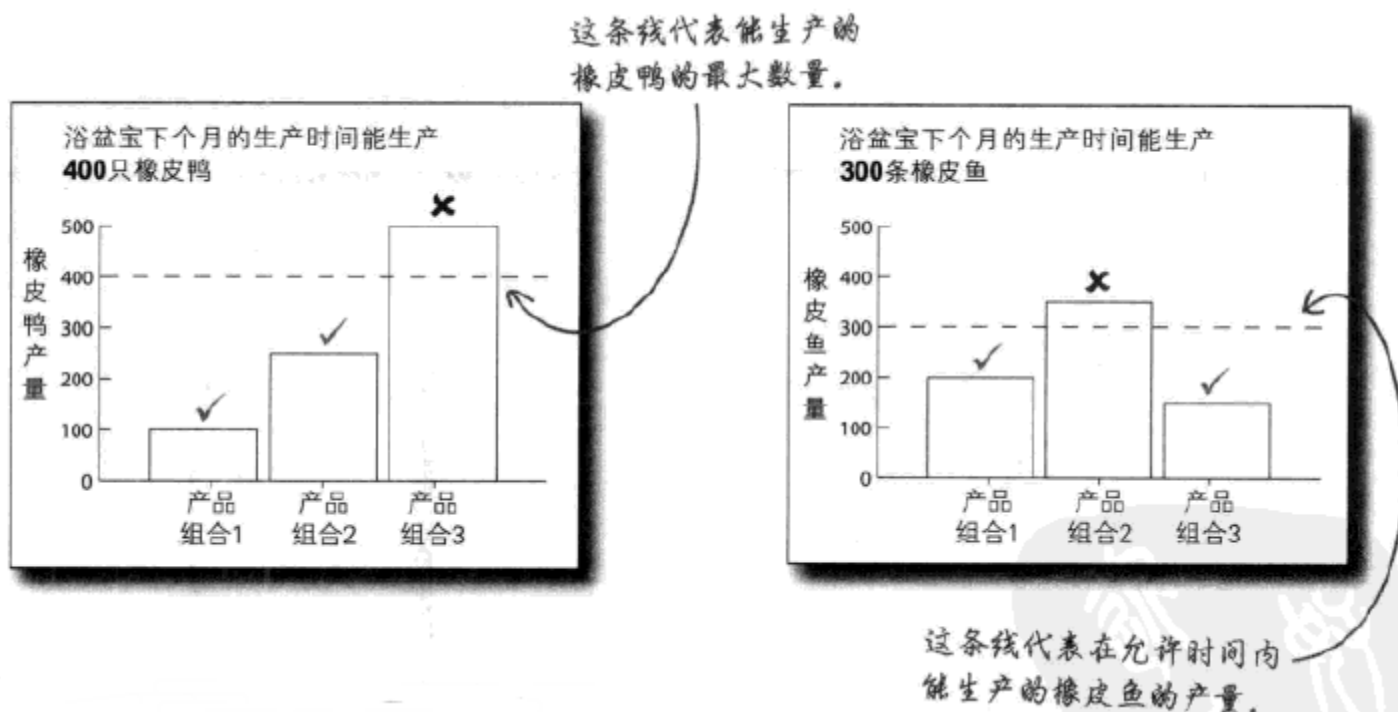
$$\left(5\text{美元利润} \times 100\text{只鸭} \right) + \left(4\text{美元利润} \times 50\text{条鱼} \right) = 700\text{美元}$$

这个目标函数说明下个月将赚得700美元的利润。我们还要用这个目标函数试算许多其他产品组合。

嗨！其他约束条件如何呢？比如橡胶供应量和生产时间？

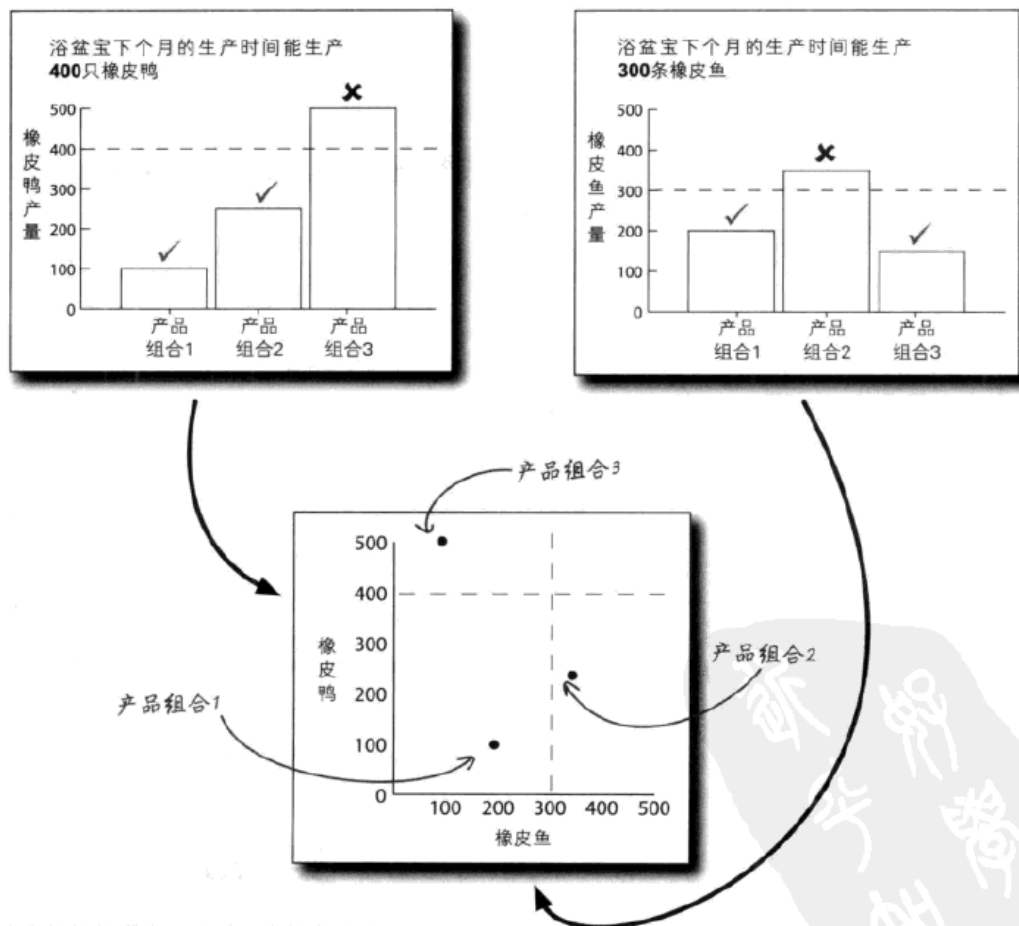
最优化问题（线性规划）

◆ 如何找到最好的产品组合，使得利润最大化？——先随机考虑一些组合



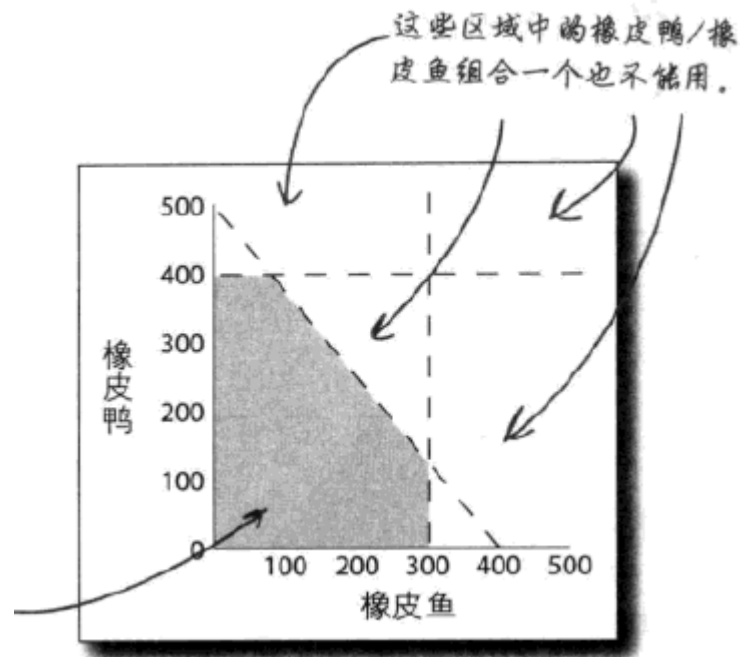
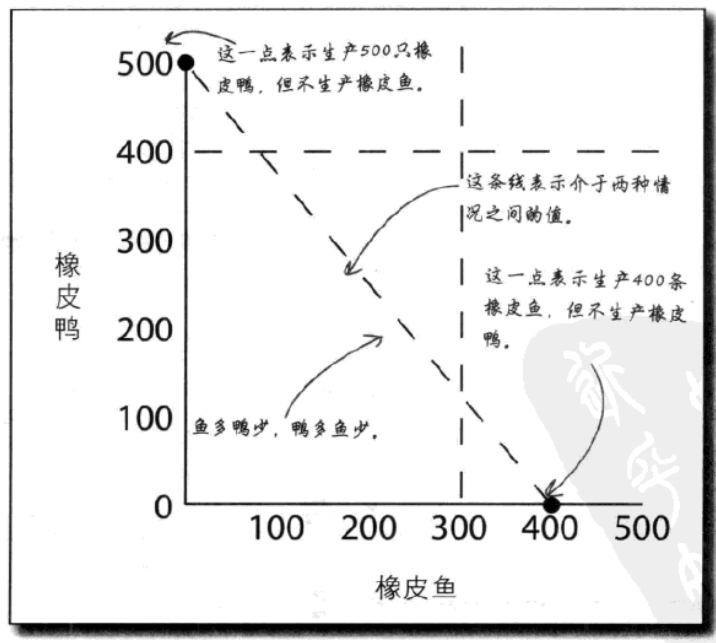
最优化问题（线性规划）

◆ 同时考虑两种约束



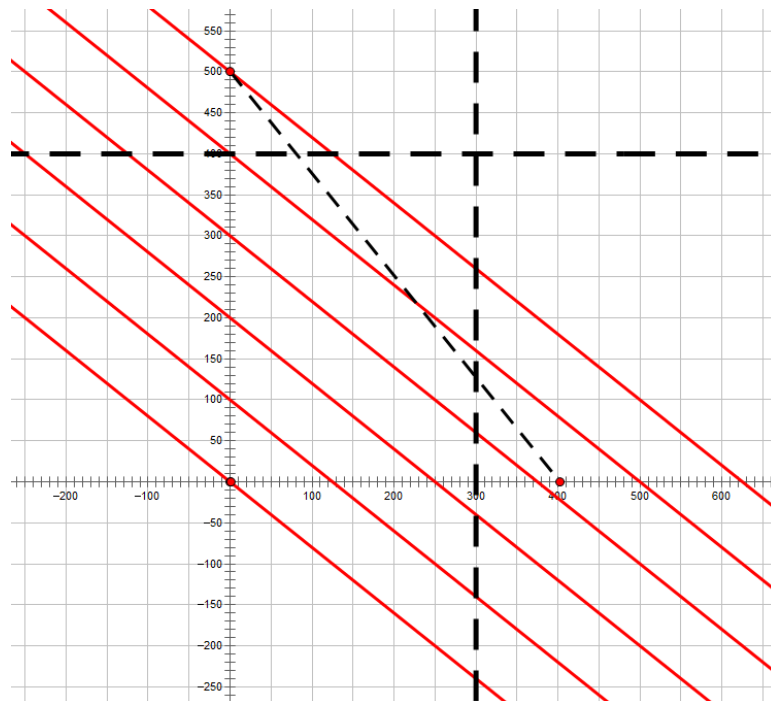
最优化问题（线性规划）

◆ 可行域——产品组合所在的由约束条件线围成的空间



最优化问题（线性规划）

◆ 如何把目标函数也画到图上？



利润跌穿地板

你刚从浴盆宝得知关于你的
分析结果的消息……

发件人：浴盆宝
收件人：Head First
主题： 你的“分析”带来的结果

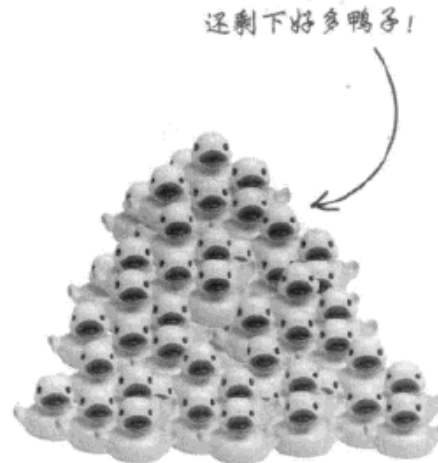
亲爱的分析师：

坦白地说，我们惊呆了。我们所生产的80条橡皮鱼全部卖光了，却只卖出了20只橡皮鸭，就是说我们只得到了420美元的利润，你应该看得出来，这比你为我们估计的2 320美元的利润要低得多。显然，我们想要比这更好的结果。

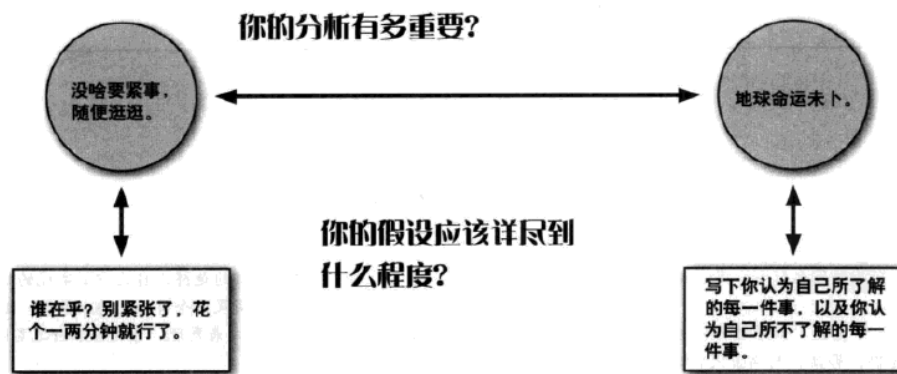
我们以前从来没有经历过这样的橡皮鸭销量，所以我们暂且不责怪你，除非我们自己能够对所发生的情况进行评估。你也许也想自行分析一下。

致礼

浴盆宝



- ◆ 一切模型都是错误的，但其中一些是有用的——George Box
- ◆ 你的模型只是描述了你规定的情况——约束条件不充足，没有达到最优组合
- ◆ 校正假设



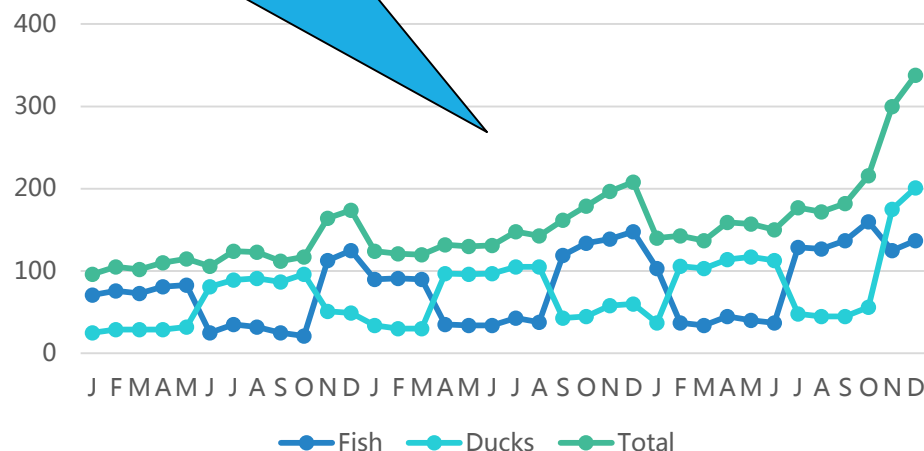
从历史数据中你看出了什么？

Month	Year	Fish	Ducks	Total
J	2006	71	25	96
F	2006	76	29	105
M	2006	73	29	102
A	2006	81	29	110
M	2006	83	32	115
J	2006	25	81	106
J	2006	35	89	124
A	2006	32	91	123
S	2006	25	87	112
O	2006	21	96	117
N	2006	113	51	164
D	2006	125	49	174
J	2007	90	34	124
F	2007	91	30	121
M	2007	90	30	120
A	2007	35	97	132
M	2007	34	96	130
J	2007	34	97	131
J	2007	43	105	148
A	2007	38	105	143
S	2007	119	43	162
O	2007	134	45	179
N	2007	139	58	197
D	2007	148	60	208
J	2008	103	37	140
F	2008	37	106	143
M	2008	34	103	137
A	2008	45	114	159
M	2008	40	117	157
J	2008	37	113	150
J	2008	129	48	177
A	2008	127	45	172
S	2008	137	45	182
O	2008	160	56	216
N	2008	125	175	300
D	2008	137	201	338

鱼和小鸭子
的销量
呈现
负相关！

增加关于销
量的约束条
件

销售情况



校正后的结果

发件人：浴盆宝

收件人：Head First

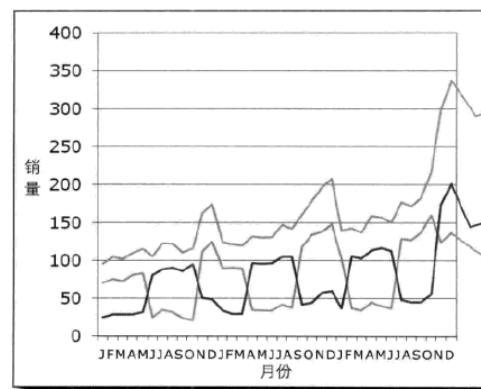
主题： 谢谢!!!

亲爱的分析师：

你给我们的正是我们想要的，我们对此非常感激。你不仅优化了我们的利润，而且让我们的运营更明智、更数据化。你的模型我们肯定会一直用下去。谢谢！

致礼

浴盆宝



谁知道明天店里
会怎么样呢。

要是变量之间的关系在
明天发生变化，你就需
要对模型进行大修。

- ◆ 运筹学这一名词最早出现于1938年。当时英，美等国盟军在与德国的战争中遇到了许多错综复杂的战略和战术问题难以解决，比如
 - 防空雷达的布置问题
 - 护航舰队的编队问题：
- ◆ 为了应付上述各种复杂问题，英美等国逐批召集不同专业背景的科学家，在三军组织了各种研究小组，研究的问题都是军事性质的，在英国称为“Operational Research”，其他英语国家称为“Operations Research”，意思是军事行动研究。这些研究小组运用系统优化的思想，应用数学技术分析军事问题，取得了非常理想的效果。
- ◆ 二次大战以后，在军事运筹小组中工作过的一部分科学家开始转入民用部门，他们把对军事系统最优化的研究成果拓展到各种民用系统的研究上。
- ◆ 1947年美国数学家G.B.Dantzig在研究美国空军资源配置时，提出了求解线性规划的有效方法——单纯形法。二十世纪五十年代初，应用计算机求解线性规划获得成功。
- ◆ 至五十年代末，一些工业先进国家的大型企业已经较普遍地使用运筹学方法解决在生产经营管理中遇到的实际问题，并取得了良好的效果，至六十年代中期，运筹学开始应用于一些服务性行业和公用事业。

- ◆在生产管理和经营活动中经常会提出这样一类问题：如何利用有限的人力、物力、财力等资源，取得最好的效果。例如：
- ◆配载问题
 - 交通工具，运输几种不同体积、重量的物资，如何装配，所运的物资最多？
- ◆下料问题
 - 用圆钢制造长度不等的机轴，如何下料，所剩的余料最少？
- ◆生产计划问题
 - 企业生产A、B两种电器产品，两种产品的市场需求状况可以确定，按当前的定价可确保所有产品均能销售出去。企业可提供的两种原材料和劳动时间的数量是有限的。产品A与产品B各应生产多少，可使企业总利润最大？

◆ 以上问题的共同点

- 问题解决要满足一定条件，称为**约束条件**
- 问题有多个满足条件的解决方案
- 问题解决有明确的目标要求，对应不同方案有不同目标值，可表示成**目标函数**

◆ 最优化问题

- 我们称如下一般问题：“在一定约束条件下，求目标函数的最大或最小值”为最优化问题，用数学模型描述的最优化问题，称为数学规划问题。

◆ 线性规划问题

- 在最优化问题中，如果约束条件与目标函数均是线性的，我们就称之为线性规划问题

◆ 决策变量

- 决策问题待定的量值称为决策变量。
- 决策变量的取值有时要求非负。

◆ 约束条件

- 任何问题都是限定在一定的条件下求解，把各种限制条件表示为一组等式或不等式，称之为约束条件。
- 约束条件是决策方案可行的保障。
- LP的约束条件，都是决策变量的线性函数。

◆ 目标函数

- 衡量决策方案优劣的准则，如时间最省、利润最大、成本最低。
- 目标函数是决策变量的线性函数。
- 有的目标要实现极大，有的则要求极小。

- ◆ **例 1:**某制药厂生产甲、乙两种药品，生产这两种药品要消耗某种维生素。生产每吨药品所需要的维生素量，所占用的设备时间，以及该厂每周可提供的资源总量如下表所示：

	每吨产品的消耗		每周资源总量
	甲	乙	
维生素（公斤）	30	20	160
设备（台）	5	1	15

- ◆ 已知该厂生产每吨甲、乙药品的利润分别为5万元和2万元。但根据市场需求调查的结果，甲药品每周的产量不应超过4吨。问该厂应如何安排两种药品的产量才能使每周获得的利润最大？

线性规划例子

	每吨产品的消耗		每周资源总量
	甲	乙	
维生素（公斤）	30	20	160
设备（台）	5	1	15
单位利润(万元)	5	2	

定义： x_1 为生产甲种药品的计划产量数，
 x_2 为生产乙种药品的计划产量数。

目标： 要使总利润最大化

约束： 每周资源总量的限制，

$$\max z=5x_1+2x_2$$

$$30x_1+20x_2\leq 160$$

$$5x_1+ x_2\leq 15$$

甲种药品每周产量不应超过4吨的限制
计划生产数不可能是负数，

$$x_1\leq 4$$

$$x_1\geq 0$$

$$x_2\geq 0$$

	每吨产品的消耗		每周资源总量
	甲	乙	
维生素（公斤）	30	20	160
设备（台）	5	1	15
单位利润(万元)	5	2	

数学模型为

$$\begin{aligned} \max \quad & z = 5x_1 + 2x_2 \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} 30x_1 + 20x_2 \leq 160 \\ 5x_1 + x_2 \leq 15 \\ x_1 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

- 这是一个如何合理的使用有限的资源，使生产经营的效益达到最大的数学规划问题。
- 在满足一组约束条件的限制下，寻求决策变量 x_1 ， x_2 的决策值，使目标函数达到最大值。

- ◆ **例 2：**某化工厂根据一项合同要求为用户生产一种用甲、乙两种原料混合配制而成的特种产品。已知甲、乙两种原料都含有A、B、C三种化学成分，两种原料分别所含三种化学成分的百分比含量，以及按合同规定的产品中三种化学成分的最低含量如下表所示：

原料 化学成分	化学成分含量 (%)		产品中化学成分的最高含量 (%)
	甲	乙	
A	12	3	4
B	2	3	2
C	3	15	5

- ◆ 已知甲、乙两种原料的成本分别是每公斤3元和2元，厂方希望总成本达到最小，问如何配置该产品？

线性规划例子

原料 化学成分	化学成分含量 (%)		产品中化学成分的最高含量 (%)
	甲	乙	
A	12	3	4
B	2	3	2
C	3	15	5
单位成本 (元)	3	2	

定义 x_1, x_2 分别为每公斤产品中甲，乙两种原料的数量，

目标： 使总成本最小化 $\min z=3x_1+2x_2$

约束： 配料平衡条件， $x_1+x_2=1$

产品中A、B、C三种化学成分的最高含量

$$12x_1+3x_2\geq 4$$

$$2x_1+3x_2\geq 2$$

$$3x_1+15x_2\geq 5$$

非负性条件

$$x_1\geq 0, x_2\geq 0$$

原料 化学成分	化学成分含量 (%)		产品中化学成分的最低含量 (%)
	甲	乙	
A	12	3	4
B	2	3	2
C	3	15	5
单位成本 (元)	3	2	

数学模型：

$$\min z = 3x_1 + 2x_2$$

$$s.t. \begin{cases} x_1 + x_2 = 1 \\ 12x_1 + 3x_2 \geq 4 \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 2 \\ 3x_1 + 15x_2 \geq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

➤这是一个原料配制问题，是在生产任务确定的条件下，合理的组织生产，使所消耗的资源数最少的数学规划问题。

➤满足一组约束条件的同时，寻求变量 x_1 和 x_2 的值使目标函数取得最小值。

◆ **例 3** : 某铁器加工厂要制作100套钢架，每套要用长为2.9米，2.1米和1.5米的圆钢各一根。已知原料长为7.4米，问应如何下料，可使材料最省？

◆ **分析**：在长度确定的原料上截取三种不同规格的圆钢，可以归纳出8种不同的下料方案：

圆钢（米）	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
2.9	1	2	0	1	0	1	0	0
2.1	0	0	2	2	1	1	3	0
1.5	3	1	2	0	3	1	0	4
料头（米）	0	0.1	0.2	0.3	0.8	0.9	1.1	1.4

◆ **问题归纳为**如何混合使用这8种不同的下料方案，来制造100套钢架，且要使剩余的余料总长为最短。

圆钢（米）	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
2. 9	1	2	0	1	0	1	0	0
2. 1	0	0	2	2	1	1	3	0
1. 5	3	1	2	0	3	1	0	4
余料（米）	0	0. 1	0. 2	0. 3	0. 8	0. 9	1. 1	1. 4

设 x_j 表示用第 j 种下料方案下料的原料根数, $j=1,2,...,8$,

目标：使余料总长度最小化

$$\min z=0x_1+0.1x_2+0.2x_3+0.3x_4+0.8x_5+0.9x_6+1.1x_7+1.4x_8$$

约束：三种规格圆钢根数

$$x_1+2x_2+x_4+x_6=100$$

$$2x_3+2x_4+x_5+x_6+3x_7=100$$

$$3x_1+x_2+2x_3+3x_5+x_6+4x_8=100$$

非负取整条件

$$x_j \geq 0 \ (j=1,2...8) \text{ 且取整数}$$

圆钢（米）	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
2. 9	1	2	0	1	0	1	0	0
2. 1	0	0	2	2	1	1	3	0
1. 5	3	1	2	0	3	1	0	4
料头（米）	0	0.1	0.2	0.3	0.8	0.9	1.1	1.4

数学模型

$$\min z = 0.1x_2 + 0.2x_3 + 0.3x_4 + 0.8x_5 + 0.9x_6 + 1.1x_7 + 1.4x_8$$

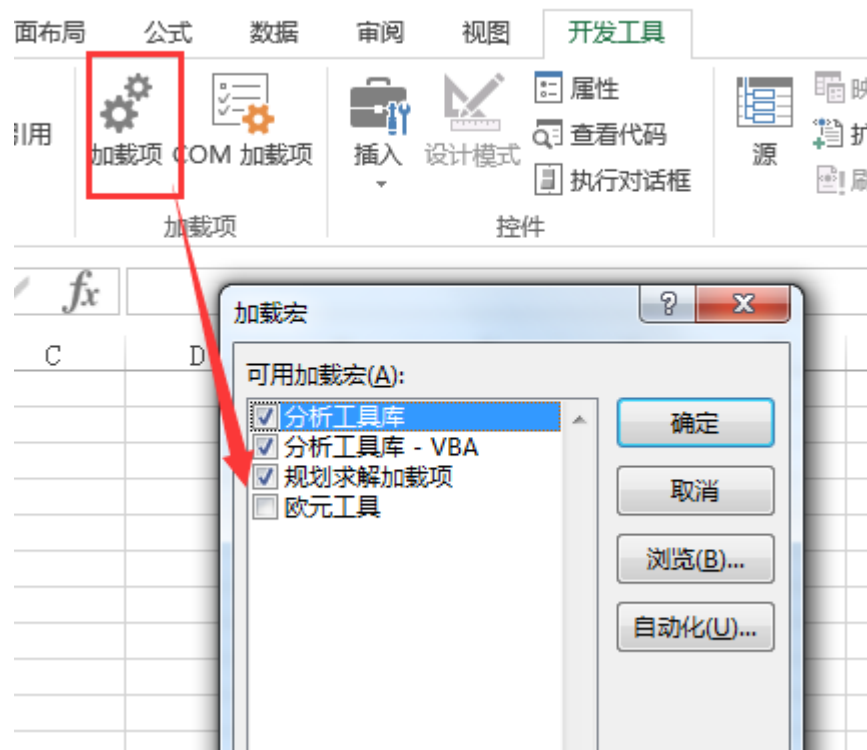
s.t.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_4 + x_6 = 100 \\ 2x_3 + 2x_4 + x_5 + x_6 + 3x_7 = 100 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_5 + x_6 + 4x_8 = 100 \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, 8, \quad \text{且为整数} \end{cases}$$

- 这是一个下料问题，是在生产任务确定的条件下，合理的组织生产，使所消耗的资源数最少的数学规划问题。
- 满足一组约束条件的同时，寻求变量 x_1 至 x_8 的值,使目标函数取得最小值。

如何在Excel实现线性规划

◆ 加载规划求解工具



如何在Excel实现线性规划

Bathing Friends Unlimited Manufacturing plan for December

Count

Duck 100

Fish 100

Rubber pellets

	Needed per unit	Used
Duck	100	10000
Fish	125	12500

Total pellets used 22500

Pellet supply 50000

Unit profit

Duck \$ 5

Fish \$ 4

Total profit \$ 900

规划求解参数

设置目标:(T)

到: ☒ 最大值(M) ☐ 最小值(N) ☐ 目标值(V)

通过更改可变单元格:(B)

遵守约束:(U)
\$B\$6 <= 50
\$B\$5 <= 200
\$B\$13 <= \$B\$14
\$B\$5 <= 400
\$B\$6 <= 300

☐ 使无约束变量为非负数(K)

选择求解方法:(E) 非线性 GRG

求解方法
为光滑非线性规划求解问题选择 GRG 非线性引擎。为线性规划求解问题选择单纯线性规划引擎，并为非光滑规划求解问题选择演化引擎。

帮助(H) 求解(S) 关闭(Q)

- ◆ **Dataguru（炼数成金）**是专业数据分析网站，提供教育，媒体，内容，社区，出版，数据分析业务等服务。我们的课程采用新兴的互联网教育形式，独创地发展了逆向收费式网络培训课程模式。既继承传统教育重学习氛围，重竞争压力的特点，同时又发挥互联网的威力打破时空限制，把天南地北志同道合的朋友组织在一起交流学习，使到原先孤立的学习个体组合成有组织的探索力量。并且把原先动辄成千上万的学习成本，直线下降至百元范围，造福大众。我们的目标是：低成本传播高价值知识，构架中国第一的网上知识流转阵地。
- ◆ 关于逆向收费式网络的详情，请看我们的培训网站 <http://edu.dataguru.cn>



Thanks

FAQ时间