

互联网公司软件开发项目周期预测

摘要 (Abstract)：线性规划是数据模型与决策的一个重要分支，并应用到社会各个方面。我们通过分析问题建立数学模型，使用适当方法求出最优解，并对其进行分析得到该问题的最优值，最后运用线性规划理论来解决相关实际问题。

关键词 (Key Words)：敏捷开发；线性规划；数据模型

1.引言

随着软件复杂性的提高，如何有序地管理和控制软件开发周期，确保在可接受的时间与成本下按照可预测的进度，开发出高质量的软件已经成为各大型企业和各软件开发机构关注的焦点。软件过程是保证软件项目成功的一个重要因素，它是将用户需求转化为有效的软件解决方案的一系列活动。通过恰当的管理软件过程，可以实现过程的优化，从而有效地管理、控制与改进软件的开发与维护过程，确保软件开发周期。

软件的开发周期随时会受到需求变更的影响，需求的变更可能来源于客户的功能需求的改变，也可能来源于软件开发过程出现的变化，运用敏捷开发模式可以优化软件开发流程，缩短软件开发周期，以及应对软件开发过程中的各种风险。敏捷开发模式可以减少需求变更和返工，需求调研过程中由市场人员和技术人员一起进行，能更早的确定需求，在开发过程中，敏捷开发以变化适应变化，不至于像传统的整体开发完成后再返工导致延长项目开发周期；敏捷模式以小版本代替大版本，传统开发模式规划阶段规划若干个大版本，一次性整体实现，风险很大，常常出现延时和夭折，敏捷开发在短周期下规划出多个小版本，大部分情况下版本都能如期发布，同样可以减少返工风险，这样更有利于激励团队，很容易让大家在团队开发中找到反馈，使团队保持良好的战斗力；敏捷模式以小周期代替大周期，传统模式下项目都存在比较长的工程周期，常常要经历立项、需求、架构设计、详细设计、开发、测试等大的工程周期，耗时很长，敏捷开发强调使用小周期，需求、设计、开发、测试、发布，快速实现、快速验证、快速应用，节奏更快，周期更短，在很短的几天就能看到项目组的成果；敏捷模式可以建立技术平台和共用模块达到

缩短开发周期的效果，有研究发现，一个新产品开发项目中平均有 40% 以上的重复劳动。企业通过敏捷模式建立技术平台，使一些技术模块化，使一些模块标准化，在一个平台产品的基础上进行更多的同类产品开发，能大大缩短新项目的开发周期；敏捷模式可以几个阶段同步进行，敏捷模式下的好处就是阶段可以同步进行，当设计好一个模块后，开发快速介入进行编程阶段，编程过程中设计人员可以同步进行下一个模块的设计，测试也可以提前介入协助开发验证项目流程的规范性，有问题快速响应解决，在当前迭代正式进入测试过程时，开发人员就可以开启下一个迭代模块的开发任务，同时解决上一模块测试出的问题，从而实现设计、开发、测试等阶段同步进行，大大缩短整个项目的开发周期。因此运用敏捷开发不仅能缩短开发周期而且能够项目多阶段并行开发。

线性规划是数据模型与决策中应用最广泛的方法之一，网络规划、整数规划、目标规划和多目标规划都是以线性规划为基础的。线性规划是解决稀缺资源最优分配的有效方法，使付出的费用最少或获得的利益最大。它的研究对象是有一定的人力、财力、资源条件下，如何合理安排使用，效益最高。它要解决的问题的目标可以用数值指标反映，对于要实现的目标有多种方案可以选择，有影响决策的若干约束条件。通过实际案例分析，可以加深对数据模型与决策、最优化方法、线性规划、非线性规划等的认识，提高对这些知识的综合运用，提高利用线性规划分析解决各种实际问题的能力。本文主要是把线性规划理论运用到软件开发的过程中，针对软件开发项目，软件项目开发周期预测时，软件项目的计划开发周期大于实际给定时间，如何采取最优的控制策略使得软件项目能够在可接受的成本和时间内顺利完成的问题。

2. 案例背景及现实问题

X 公司是一家大型互联网公司，公司内设置多个研发部门，分别研发不同的产品，由于项目开工时间不同，各项目周期之间相互搭接具有较长的连续性。2020 年公司的项目数量与 2021 年公司做的项目数量大致相同。现在公司以手机软件开发部门实验敏捷开发流程能否缩短项目周期，增加部门的整体项目数量。

每个项目计划的项目周期一般是根据项目的投资、产品规模、功能流程、完成进度、交付质量来决定的，项目的周期随之变化。由于每个项目的规模不同，项目的总工作量也是不等的。敏捷开发模式下不同项目对代码的复用性很高，设计复用和代码复用可帮助开发人员快速、高质量地完成批量程序的开发，通过在跨平台上的实际项目开发，提高开发流程的可靠性和高效性，有效缩短项目开发周期。手机软件开发部门每年做的项目涉及微信小程序、手机 app、后台系统，为了增加部门的整体项目数量，就需要合理配置项目周期，为了方便计算，我们把不同项目的工作量按照平均工作量来计算，项目的周期按敏捷开发和传统开发来划分。通常敏捷开发需要的周期容易估算，但是传统开发周期就比较难估算，原因是敏捷开发是把大版本拆分成小版本进行迭代开发，每个迭代版本周期容易估计。

因此为了达到部门项目数量最优，运用敏捷开发和项目并行来缩短时间，控制其他外部因素，根据历年来的经验对传统项目开发的周期在运用敏捷开发的前提下限定了范围。经过统计测算得知，部门总开发人员为 40 人，部门人均成本每天 500 元。

项目敏捷开发的周期如表 1 所示：

项目	a	b	c	d	e	f	g
所需最短周期	50	45	40	35	30	25	20

另外多项目并行开发的开发周期要求如下：

- a 和 b 项目的总周期大于 120 天；
- b 和 c 项目的总周期大于 110 天；
- c 和 d 项目的总周期大于 100 天；
- d 和 e 项目的总周期大于 95 天；
- e 和 f 项目的总周期大于 85 天；
- f 和 g 项目的总周期大于 70 天；
- g 和 a 项目的总周期大于 80 天；

问题：

- (1) 手机软件开发部门运用敏捷开发一年可以完成上述所有项目吗？

(2) 部门做完所有项目耗费的总成本最少是多少?

3. 研究目标与分析模型

1939 年, 苏联学者 Kantorovich 为前苏联政府解决优化问题时提出了极值问题, 并且提出了解乘数法的新方法, 可惜他的工作在当时并未引起足够的重视。事实上, 他所提出的问题正是线性规划的雏形。与此同时, 美国的线性规划却获得了飞快的发展。1941 年, Hitchcock 提出运输问题; 1945 年, Stigler 提出了营养问题; 1945 年, Koopmans 提出了经济问题。而奠定线性规划整套理论方法的, 还要说是 G. B. Dantzig, 他被誉为“线性规划之父”。他在 1947 年担任美国空军审计官的数学顾问, 为找到解决问题的机制化工具, 提出了“在一组线性方程或不等式约束下, 求某一线性形式极小值问题的数学模型”, 这便是“线性规划”(linear programming) 这一经典优化模型。

现代企业的规模越来越庞大, 管理也越来越复杂, 单凭人力对管理问题进行分析与判断已力不从心。例如汽车装配线上成千上万的部件库存与分配、银行对多种股票债券的投资与管理或港口多种货物的装卸与调度, 都必须在电脑的帮助下完成, 而电脑总是按照某种数学模型来运算的, 所以我们了解一些与管理有关的数学模型应该是很重要的。

4. 数据获取与统计分析

项目开发模式分为传统开发模式和敏捷开发模式, 在实际项目开发中既要保证项目质量, 又必须在此基础上满足各项目按时交付。因此求解手机软件开发部门运用敏捷开发一年是否可以完成上述所有项目, 即求其各项目敏捷开发周期总和的最小值小于 365 天, 即手机软件开发部门运用敏捷开发一年可以完成所有项目。部门做完所有项目耗费的最少总成本为完成各项目所需最优周期乘以部门开发人员乘以每天平均成本。

首先设置变量, 设项目开发周期 i 项目需要 X_i 天, 其中 $i = a, b, \dots, g$, X_i 为正整数。

问题一，求解手机软件开发部门运用敏捷开发一年是否可以完成上述所有项目，即求其目标函数为： $\text{Min } Z = Xa + Xb + Xc + Xd + Xe + Xf + Xg$ ，求出 $\text{Min } Z < 365$ 天即可。

由项目敏捷开发周期的表可知，目标函数的约束条件如下：

a 项目敏捷开发所需的周期为 50 天： $Xa > 50$

b 项目敏捷开发所需的周期为 45 天： $Xb > 45$

c 项目敏捷开发所需的周期为 40 天： $Xc > 40$

d 项目敏捷开发所需的周期为 35 天： $Xd > 35$

e 项目敏捷开发所需的周期为 30 天： $Xe > 30$

f 项目敏捷开发所需的周期为 25 天： $Xf > 25$

g 项目敏捷开发所需的周期为 20 天： $Xg > 20$

另外多项目并行开发的开发周期要求如下：

a 和 b 项目的总周期大于 120 天： $Xa + Xb > 120$

b 和 c 项目的总周期大于 110 天： $Xb + Xc > 110$

c 和 d 项目的总周期大于 100 天： $Xc + Xd > 100$

d 和 e 项目的总周期大于 95 天： $Xd + Xe > 95$

e 和 f 项目的总周期大于 85 天： $Xe + Xf > 85$

f 和 g 项目的总周期大于 70 天： $Xf + Xg > 70$

g 和 a 项目的总周期大于 80 天： $Xg + Xa > 80$

5.模型求解过程与结论

5.1 模型设定

建立模型如下：

$$\text{Min } Z = Xa + Xb + Xc + Xd + Xe + Xf + Xg$$

$$Xa + Xb > 120 \quad \text{①}$$

$$Xb + Xc > 110 \quad \text{②}$$

$$Xc + Xd > 100 \quad \text{③}$$

$$X_d + X_e > 95 \quad (4)$$

$$X_e + X_f > 85 \quad (5)$$

$$X_f + X_g > 70 \quad (6)$$

$$X_g + X_a > 80 \quad (7)$$

$$X_a > 50 \quad (8)$$

$$X_b > 45 \quad (9)$$

$$X_c > 40 \quad (10)$$

$$X_d > 35 \quad (11)$$

$$X_e > 30 \quad (12)$$

$$X_f > 25 \quad (13)$$

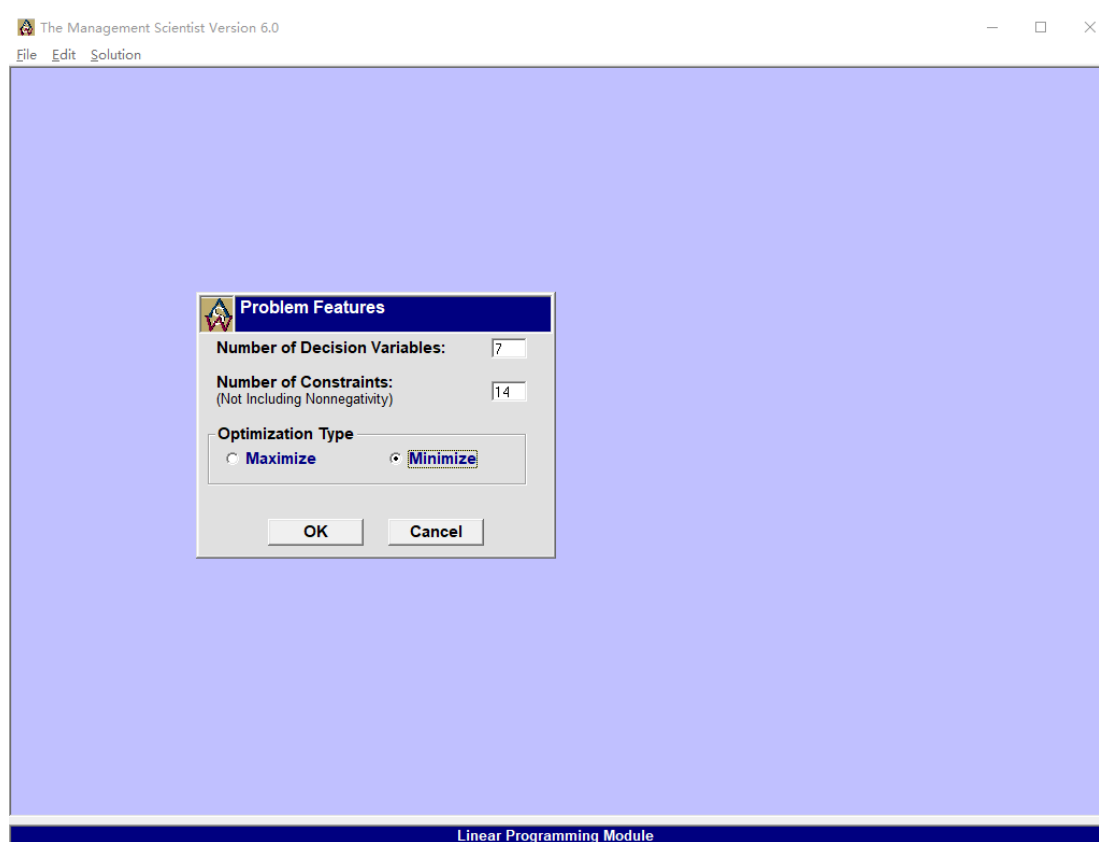
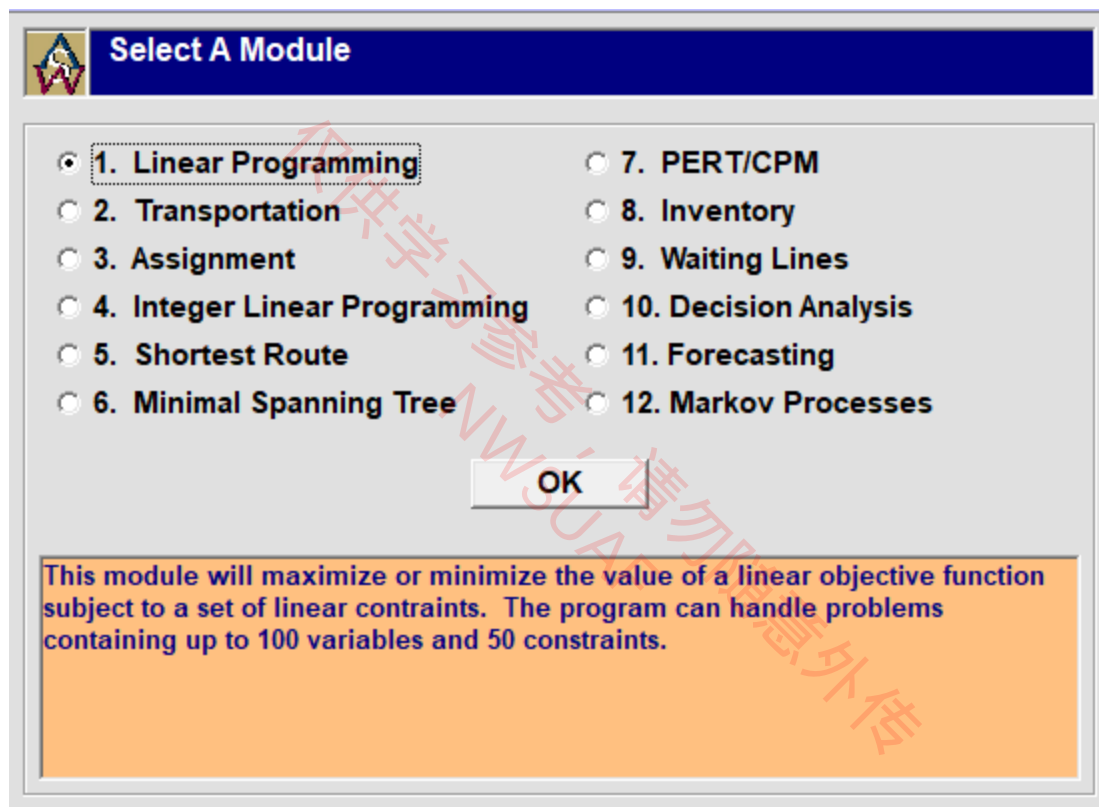
$$X_g > 20 \quad (14)$$

X_i 为正整数

其中①②③④⑤⑥⑦为多项目并行开发的项目周期，⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭项目敏捷开发周期。

5.2 模型求解

通过管理科学家软件计算过程如下：



The Management Scientist Version 6.0

File Edit Solution

Note: Decision variable names can be changed if desired. Enter Objective function coefficients in the objective function portion of the input screen. In the constraints section, enter constraint coefficients, constraint relationship (<, =, >), and constraint right-hand-side. Do not enter nonnegativity constraints.

Optimization Type: Min

		Objective Function						
Variable Names:	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	
Coefficients:	1	1	1	1	1	1	1	

		Constraints								
Subject To:	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Relation(<,>=)	Right-Hand-Side	
Constraint 1	1	1	0	0	0	0	0	>	120	
Constraint 2	0	1	1	0	0	0	0	>	110	
Constraint 3	0	0	1	1	0	0	0	>	100	
Constraint 4	0	0	0	1	1	0	0	>	95	
Constraint 5	0	0	0	0	1	1	0	>	85	
Constraint 6	0	0	0	0	0	1	1	>	70	
Constraint 7	1	0	0	0	0	0	1	>	80	
Constraint 8	1	0	0	0	0	0	0	>	50	
Constraint 9	0	1	0	0	0	0	0	>	45	
Constraint 10	0	0	1	0	0	0	0	>	40	
Constraint 11	0	0	0	1	0	0	0	>	35	
Constraint 12	0	0	0	0	1	0	0	>	30	
Constraint 13	0	0	0	0	0	1	0	>	25	
Constraint 14	0	0	0	0	0	0	1	>	20	

Linear Programming Module

The Management Scientist Version 6.0

File Edit Solution

Optimal Solution

Objective Function Value = 330.000

Variable	Value	Reduced Costs
X1	55.000	0.000
X2	65.000	0.000
X3	45.000	0.000
X4	55.000	0.000
X5	40.000	0.000
X6	45.000	0.000
X7	25.000	0.000

Constraint	Slack/Surplus	Dual Prices
1	0.000	-0.500
2	0.000	-0.500
3	0.000	-0.500
4	0.000	-0.500
5	0.000	-0.500
6	0.000	-0.500
7	0.000	-0.500
8	5.000	0.000
9	20.000	0.000
10	5.000	0.000
11	20.000	0.000
12	10.000	0.000
13	20.000	0.000
14	5.000	0.000

The Management Scientist Version 6.0

File Edit Solution

12	10.000	0.000
13	20.000	0.000
14	5.000	0.000

OBJECTIVE COEFFICIENT RANGES

Variable	Lower Limit	Current Value	Upper Limit
X1	0.000	1.000	2.000
X2	0.000	1.000	2.000
X3	0.000	1.000	2.000
X4	0.000	1.000	2.000
X5	0.000	1.000	2.000
X6	0.000	1.000	2.000
X7	0.000	1.000	2.000

RIGHT HAND SIDE RANGES

Constraint	Lower Limit	Current Value	Upper Limit
1	110.000	120.000	130.000
2	100.000	110.000	120.000
3	90.000	100.000	110.000
4	85.000	95.000	105.000
5	75.000	85.000	95.000
6	60.000	70.000	80.000
7	70.000	80.000	120.000
8	No Lower Limit	50.000	55.000
9	No Lower Limit	45.000	65.000
10	No Lower Limit	40.000	45.000
11	No Lower Limit	35.000	55.000
12	No Lower Limit	30.000	40.000
13	No Lower Limit	25.000	45.000
14	No Lower Limit	20.000	25.000

由管理科学家软件运行结果可知：

$X_a = 55$, $X_b = 65$, $X_c = 45$, $X_d = 55$, $X_e = 40$, $X_f = 45$, $X_g = 25$

即各项目所需的最优周期为：a 项目周期为 55 天，b 项目周期为 65 天，c 项目周期为 45 天，d 项目周期为 55 天，e 项目周期为 40 天，f 项目周期为 45 天，g 项目周期为 25 天。

$\text{Min } Z = Xa + Xb + Xc + Xd + Xe + Xf + Xg = 330$ 天，即手机软件开发部门完成所有项目所需的最短周期是 330 天小于 365 天，得出手机软件开发部门一年可以完成所有项目。

根据案例条件，有的项目可以使用敏捷开发来缩短项目周期，但是并不是每一个项目都适合运用敏捷开发，敏捷开发所需的周期是可以预测的。有的项目之间在功能逻辑、页面、接口有共同之处，部分代码可以相互复用，这样多个项目可以并行开发，有效减少开发周期，但是通过项目并行开发减少的时间是不可预测的。如果每个项目都按照传统开发周期来安排时间，将造成极大的人力资源浪费，因此手机软件开发部门完成所有项目的周期安排最优时，敏捷开发和多项目并行开发同时运用，达到总成本最少，这是最终要解决的问题。

由以上分析可知，手机软件开发部门各项目的周期根据是否敏捷开发和多项目并行开发而有所不同，即在部门人数一定的情况下，合理安排各项目敏捷开发和多项目并行开发，达到手机软件开发部门完成所有项目的周期安排最优，是最有效的方法。

问题二，由于各项目的传统开发周期大于敏捷开发周期，完成各项目耗费的总成本即为完成各项目所需周期乘以部门开发人员乘以每天平均成本，当手机软件开发部门完成所有项目的周期安排最优时，总成本最低，因为 $\text{Min } Z = Xa + Xb + Xc + Xd + Xe + Xf + Xg = 330$

设总成本为 H，则 $H = \text{Min } Z \times 40 \times 500 = 660$ 万元

故手机软件开发部门完成所有项目的最低总成本是 660 万元。

5.3 主要结论

通过对整个案例进行全面的分析，解题思路就变得十分清晰，借助于管理科学家软件，大体上完成了对整个案例的分析、解答以及求解过程。从 X 公司手机软件开发部门项目开发周期安排的问题中我们了解到，项目开发耗费的总成本与项目开发周期密切相关，合理安排项目开发周期是减少成本的关键因素，从另一个角度也说明了线性规划在实际问题中的重要作用，以及其解决问题的优越性与灵活性。

上述案例运用线性规划理论建立优化软件开发过程的模型，该模型解决了软件项目开发周期中当软件项目的计划开发周期大于实际给定时间时，如何采取最优的控制策略使得软件项目能够在可接受的成本和时间内顺利完成的问题。最后，结合实例运用优化软件求得最优解实验结果表明，该模型可以有效预测软件开发周期，确保软件项目的顺利完成。

通过上述案例分析使我们了解到，在通过线性规划解决实际生产、生活以及其他问题的时候，严谨全面的分析过程是十分重要的，通过合理的分析与分解，在遇到问题的时候能够找到最优的解决方法，实现利益最大化。

6.政策建议

线性规划是数据模型与决策中一种最常用的方法。线性规划是合理利用、调配资源的一种应用数学的方。它的基本思路就是在满足一定的约束条件下，使预定的目标达到最优。它的研究内容可归纳为两个方面：一是系统的任务已定，如何合理筹划，精细安排，用最少的资源去实现这个任务；二是资源的数量已定，如何利用、分配，使任务完成得最多。前者是求极小，后者是求极大。线性规划是在满足企业内、外部的条件下，实现管理目标和极值问题，就是要以尽少的资源输入来实现更多的社会需要的产品的产出。

线性规划工作的一个重要任务就是在数量上规划出各种最优。线性规划所处理的问题是怎样以最佳的方式在各项经济活动中分配有限的资源，以便最充分地发挥资源的效能去获取最佳经济效益。线性规划就是拟定活动计划以便达到一个最优结果，即在所有可行的备选方案中如何选取最佳方案以达到规定目标。例如，消费者在总收入一定的情况下，如何购买品使得消费者所获得的效用最大；总成本固定后，怎样安排生产要素的投入使总产量最大；工厂在各材料固定的情况下，如何最佳地使用原材料使得利润最大等，这类问题都可以用线性规划理论与方法来分析和求解。线性规划是在满足企业内、外部的条件下，实现管理目标和极值问题，就是要以尽少的资源输入来实现更多的社会需要的产品的产出。因此线性规划是辅助企业“转轨”、“变型”的十分有利的工具，它在辅助企业经营决策、计划优化等方

面具有重要的作用。线性规划在现代管理中起到了重要的作用，目前美国 78%的企业应用线性规划解决生产上的问题，且效果显著。在我国随着计算机的普遍发展，线性规划也已经成为企业中重要的管理方法。

在实际生活中，经常会遇到一定的人力、物力、财力等资源条件下，如何精打细算巧安排，用最少的资源取得最大的效益的问题，而这正是线性规划研究的基本容，它在实际生活中有着非常广泛的应用。任何一个组织的管理者都必须对如何向不同的活动分配资源的问题做出决策，即如何有效地利用人力、物力完成更多的任务，或在预定的任务目标下如何耗用最少的人力、物力去实现目标。在许多情况下，大量不同的资源必须同时进行分配，需要这些资源的活动可以是不同的生产活动，营销活动，金融活动或者其他一些活动。随着计算技术的不断发展，使成千上万个约束条件和决策变量的线性规划问题能迅速地求解，更为线性规划在经济等各领域的广泛应用创造了极其有利的条件。线性规划已经成为现代化管理的一种重要的手段。本文运用常用的图解法和单纯形法解决利润最大化决策问题，贴近生活，很好的吧线性规划应用到生活实践中。

参考文献

- [1]胡文经. 线性规划的算法和程序设计[J]. 北京邮电大学学报(自科版), 1981.
- [2]达庆利, 刘新旺. 区间数线性规划及其满意解[J]. 系统工程理论与实践, 1999.
- [3]孙庭锋. 浅析线性规划在企业生产计划中的应用[J]. 商业经济. 2006, (3).
- [4]彭志楠. 敏捷开发在软件开发中的应用研究[D]. 电子科技大学, 2009.
- [5]胡清淮, 魏一鸣. 线性规划及其应用[M]. 北京科学出版社, 2001.