

基于 Excel 的网络计划技术在石化项目管理上的应用

孙金梅, 刘海涛, 黄立华, 张 博

(克拉玛依石化公司, 新疆 克拉玛依 834003)

摘要: 利用 Excel 规划求解工具, 结合 120 万 t/a 柴油加氢工程建设的作业工序, 确定项目建设中的关键路线, 整个项目建设的最长总工期、最短总工期, 以及不同约束条件下的工期和费用的优化, 实现对工程建设的进度和成本的管理, 使其达到预定目标。

关键词: 网络计划技术; 规划求解; 工期优化; Excel

中图分类号: TE966

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2013)03-0110-03

Application of network plan technology based on Excel in petrochemical project management

SUN Jin-mei, LIU Hai-tao, HUANG Li-hua, ZHANG Bo

(CNPC Karamay Petrochemical Company, Karamay 834003, China)

Abstract: Based on a 1.2 million t/a of diesel hydrogenation process, the key route of project construction, the longest time limit and the shortest time limit for a project, are determined using Excel solver tool. At the same time, the time limit and cost for a project under different conditions can be optimized with Excel solver tool. It realizes the management of cost and construction progress of the project.

Key words: network planning technique; solver; optimization of time limit; Excel

1 工程工作计划

网络计划技术是一种组织生产和进行计划管理的科学方法, 本文利用这种科学方法来组织、协调和控制石化工程建设的进度和成本, 以保证达到预定目标。以本公司 120 万 t/a 柴油加氢工程建设为研究对象, 对整个项目建设繁杂的工序进行合理地简化, 并对各个作业工序的费用和时间进行假设, 目的在于说明这种方法在项目建设中的具体应用过程。120 万 t/a 柴油加氢工程工作计划清单如表 1 所示。

表 1 120 万 t/a 柴油加氢工程工作计划清单

工序	作业内容	时间/d	紧前工序
A	施工准备	10	
B	土建基础施工	60	A
C	2、4 构架安装及工艺防腐	20	B
D	烟囱下料与吊装	30	B
E	烟风道下料安装	25	B
F	加热炉、辐射炉预制与安装	15	C
G	对流式吊装、炉管转油线安装焊接	10	D、E、F
H	炉区工艺防腐、配管	30	G
I	压缩机及厂房的基础建设	45	B
J	压缩机附属设备安装	40	I

K	压缩机拆解、检查、安装	75	J
L	构 3 成片安装	20	C
M	框架和反应器吊装	15	L
N	工艺管道防腐、构架防火	60	M
O	塔器吊装、附塔管线安装	35	M
P	塔内安装、试压	40	O
Q	电气、仪表设备安装	60	B
R	仪电联校	15	Q
S	吹扫试压	20	H、K、N、P
T	单机试运三查四定	5	S、R

为了得到规划求解的模型, 将工作计划清单转化为工作计划网络图, 以便确定关键路线和总工期。工作计划网络图如图 1 所示。

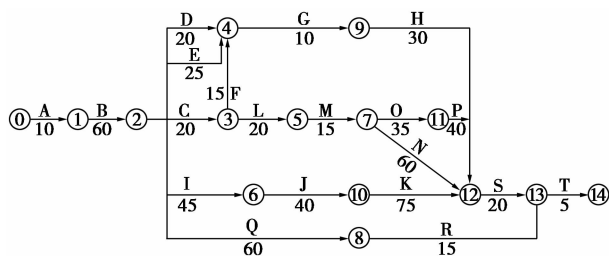


图 1 120 万 t/a 柴油加氢工程工作计划网络图

2 关键路线求解

结合工程建设中各个作业实际工期与费用之间的关系,增加了工序作业时间、最短作业时间,以及同种作业不同工期下的费用,并对具体值进行设定。具体设定值(各工序费用为假设值)如图2表格中的内容所示。

Table with 10 columns: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. Rows represent tasks with details like duration, cost, and dependencies.

图2 各种作业之间的相互关系表

结合工作计划网络图,求解每个作业开始的时刻与结束的时刻。每一个工序开始的时刻为其紧前工序结束的时刻。如D工序的紧前工序为B,那么它开始时刻应该为B结束时刻。对于有多个紧前工序的作业,其开始时刻为其多个紧前工序都结束的时刻,如G工序开始时刻为max(J7, J8, J9)。每一个工序结束时刻为开始时刻与该项作业实际用的时间之和,减去缩短的时间。整个工程最后的工期等于所有工序最后结束的时间。最后的求解结果如

图3所示。从最后Excel求解的结果可以看出总工期为286天,结合作业开始时刻和作业结束时刻,反推可以得到整个工程建设的关键路线:A→B→I→J→K→S→T。在施工过程中,就能抓住主要施工工序,确保工程按期完成。

Table with 10 columns: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. Rows show task details and a summary row for total duration (286) and critical path (A, B, I, J, K, S, T).

图3 关键路线与总工期

3 最短工期的规划求解

由于每项作业都会存在一个最短工期,工期的缩短会造成费用的增加。有些作业工序的缩短并不影响整个工程的工期,当实际情况必须要缩短工期时,必须确定缩短哪些作业工期。利用Excel规划求解工具,设定目标单元,以及约束条件,进行多次反复迭代求解,得出最短的工期为255d。规划求解参数设置如图4所示,最短结果如图5所示,最短工期下的费用为作业费用与缩短工期增加的那部分费用之和。

(上接第109页)

[6] Landweber L. An iteration formula for fredholm integral equations of the first kind[J]. Am J Math, 1951, 73(3): 615 - 624.
[7] Yang W Q, Spink D M, York T A, et al. An image reconstruction algorithm based on Landweber's iteration method for electrical capacitance tomography [J]. Meas Sci Technol, 1999, 10(11): 1065 - 1069.
[8] Jang J D, Lee S H, Kim K Y, et al. Modified iterative Landweber method in electrical capacitance tomography[J]. Meas Sci Technol, 2006, 17(7): 1909 - 1917.
[9] Mou C H, Peng L H, Yao D Y, et al. Image reconstruction using a genetic algorithm for electrical capacitance tomography[J]. Tsinghua Sci. Technol, 2005, 10(5): 587 - 592.
[10] Watenzig D, Brandner M, Steiner G. A particle filter approach for

tomographic imaging based on different state-space representations [J]. Meas Sci Technol, 2007, 18(1): 30 - 40.
[11] Soleimani M, Vauhkonen M, Yang W Q, et al. Dynamic imaging in electrical capacitance tomography and electromagnetic induction tomography using a Kalman filter[J]. Meas Sci Technol, 2007, 18(11): 3287 - 3294.
[12] Butala M D, Hewett R J, Frazin R A, et al. Dynamic three-dimensional tomography of the solar corona[J]. Sol Phys, 2010, 262(2): 495 - 509.
[13] Yang W Q, Peng L H. Image reconstruction algorithms for electrical capacitance tomography[J]. Meas Sci Technol, 2003, 14(1): L1 - L13.
[14] Schmitt U, Louis A K. Efficient algorithms for the regularization of dynamic inverse problems: I. Theory[J]. Inverse Probl, 2002, 18(3): 645 - 658. ■



图 4 最短工期规划求解设置

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	作业	作业时间	最短时间	作业费用	最短时间费用	最大可调整时间	单位时间增加费用	作业开始时间	作业可缩短时间	作业完成时间
4	A	12	10	20000	36298	2	8149	0	2	10
5	B	65	60	800000	1260633	5	92127	10	5	70
6	C	23	20	650000	1027704	3	125901	70	0	98
7	D	38	30	1000000	1115047	8	14881	70	0	109
8	E	27	26	600000	1159301	2	277816	70	0	97
9	F	18	15	450000	541402	3	30467	93	0	111
10	G	12	10	100000	117064	2	8532	111	0	123
11	H	37	30	50000	96044	7	6578	123	0	160
12	I	50	45	100000	115047	5	3009	70	5	115
13	J	50	40	2000000	2510000	10	51000	115	10	155
14	K	80	75	50000	53991	5	618	145	5	230
15	L	22	20	30000	33464	2	1732	93	0	115
16	M	18	15	15000	24066	3	3022	115	0	133
17	N	63	60	10000	17346	3	2449	133	0	196
18	O	37	35	20000	34761	2	7381	133	0	170
19	P	43	40	50000	70498	3	6833	170	0	213
20	Q	65	60	450000	783068	5	66614	70	0	135
21	R	17	15	5000	8321	2	1661	135	0	152
22	S	23	20	3000	5042	3	681	230	3	250
23	T	6	5	2000	3229	1	1229	250	1	265
24	项目最短完成时间									
25	项目完成时间	255								
26	项目总费用	7413339								

图 5 最短工期规划求解结果

4 限制工期下的费用优化

当整个工程建设项目工期受限时,需要确定哪些作业时间需要缩短以及缩短的时间。采用的方案既能满足工期的需要,又要满足工程建设的费用最低。本文设定总工期不得高于 270 d,规划求解的方案如图 6 所示。优化后的费用为 6 885 349 元,关键

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	作业	作业时间	最短时间	作业费用	最短时间费用	最大可调整时间	单位时间增加费用	作业开始时间	作业可缩短时间	作业完成时间
4	A	12	10	20000	21243	2	622	0	2	10
5	B	65	60	800000	1401702	5	152055	10	0	95
6	C	23	20	650000	1027704	3	125901	70	0	98
7	D	38	30	1000000	1115047	8	14881	70	0	109
8	E	27	26	600000	1159301	2	277816	70	0	97
9	F	18	15	450000	541402	3	30467	93	0	111
10	G	12	10	100000	117064	2	8532	111	0	123
11	H	37	30	50000	96044	7	6578	123	0	160
12	I	50	45	100000	115047	5	3009	70	5	115
13	J	50	40	2000000	2510000	10	51000	115	10	155
14	K	80	75	50000	53991	5	618	145	5	230
15	L	22	20	30000	33464	2	1732	93	0	115
16	M	18	15	15000	24066	3	3022	115	0	133
17	N	63	60	10000	17346	3	2449	133	0	196
18	O	37	35	20000	34761	2	7381	133	0	170
19	P	43	40	50000	70498	3	6833	170	0	213
20	Q	65	60	450000	783068	5	66614	70	0	135
21	R	17	15	5000	8321	2	1661	135	0	152
22	S	23	20	3000	5042	3	681	230	3	250
23	T	6	5	2000	3197	1	1197	264	0	270
24	限制工期在 270 天, 如何缩短使总费用最低									
25	总工期	270								
26	项目消耗	6885349								

图 6 限制工期下的费用优化

工序 A、B、I、J、K、S、T 缩短工期分别为 2、3、2、2、4、3、0 d。

5 限制费用下的工期优化

当整个工程建设的费用受限时,通过规划求解合理安排施工工期,使得整个工程建设的工期最短。具体规划求解约束条件如图 7 所示。设定工程费用限制在 6 500 000 元以下,求解得到最短工期为 280 d,具体缩短方案如图 7 所示。关键工序 A、B、I、J、K、S、T 缩短工期分别为 1、1、1、0、1、1、1 d。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	作业	作业时间	最短时间	作业费用	最短时间费用	最大可调整时间	单位时间增加费用	作业开始时间	作业可缩短时间	作业完成时间
4	A	12	10	20000	24653	2	2326	0	1	11
5	B	65	60	800000	678181	5	12636	11	0	75
6	C	23	20	650000	1027704	3	125901	70	0	98
7	D	38	30	1000000	1115047	8	14881	70	0	109
8	E	27	26	600000	1159301	2	277816	70	0	97
9	F	18	15	450000	541402	3	30467	93	0	111
10	G	12	10	100000	117064	2	8532	111	0	123
11	H	37	30	50000	96044	7	6578	123	0	160
12	I	50	45	100000	115047	5	3009	70	5	115
13	J	50	40	2000000	2510000	10	51000	115	10	155
14	K	80	75	50000	53991	5	618	145	5	230
15	L	22	20	30000	33464	2	1732	93	0	115
16	M	18	15	15000	24066	3	3022	115	0	133
17	N	63	60	10000	17346	3	2449	133	0	196
18	O	37	35	20000	34761	2	7381	133	0	170
19	P	43	40	50000	70498	3	6833	170	0	213
20	Q	65	60	450000	783068	5	66614	70	0	135
21	R	17	15	5000	8321	2	1661	135	0	152
22	S	23	20	3000	5042	3	681	230	3	250
23	T	6	5	2000	3246	1	1246	275	1	280
24	费用限制在 6500000, 如何缩短使总工期最短									
25	项目完成时间	280								
26	项目总费用	6437980								

图 7 限制费用下的工期优化

6 总结

本文结合工程实际,利用各个作业之间的逻辑关系,分析出整个工程建设的关键路线。利用 Excel 规划求解工具得到整个工程建设的最短工期,以及在限制工期下的费用优化和限制费用下的工期优化。这种分析方法在工程施工中对工程进度的掌握有较大的实际意义。

参考文献

- [1] 包风达. Excel 软件中“回归分析工具”应用拓宽[J]. 上海应用技术学院学报, 2002, 2(1): 46-49.
- [2] 李宗明. Excel 与企业管理决策分析[M]. 北京: 科技电子出版社, 2007: 25-60.
- [3] 孙爱萍, 王瑞梅. 如何利用 Excel 求解线性规划问题及其灵敏度分析[J]. 办公自动化杂志, 2009, (11): 44-46, 51.
- [4] 刘有毅. 数据转换与 Excel 软件在多元非线性回归分析中的应用[J]. 上海应用技术学院学报, 2003, 3(2): 82-85. ■