

1、网络计划这一块的知识，基本运筹学里面都会提及。作为实用性来说，对项目的整个进度和费用的控制还是很有用的。

网络计划，分两块，第一会画网络图和看懂网络图，并求出相关的一些参数（最早开始时间等）；第二，根据初步的方案（网络图），去优化，也就是如何加快进度，并且成本最小块，或者如何去调整资源的配置等等。

参考：

<http://www.cnblogs.com/zany-hui/articles/4067726.html>

2、首先，如何画网络图，并且求出必要的参数，看一下书，很快解决。但是，其中有两个参数，必须要解决的，就是总时差 slack time 和单时差 free time。总时差，就是说调整了这个时间段，会影响到整个项目的进度；（插图）

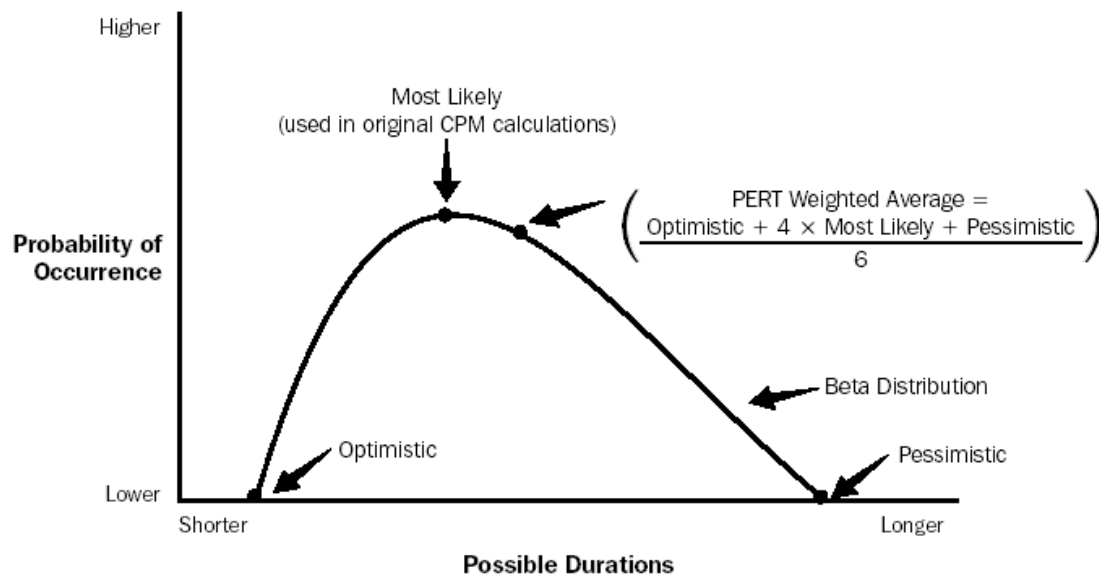
Slack is the length of time an activity can be delayed without delaying the entire project

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \quad \text{or} \quad \text{Slack} = \text{LF} - \text{EF}$$

而单时差，就是调整了这个时间段，只会影响紧后工序的最早开工时间（如果紧后工序是关键工序，就会导致整个项目）。

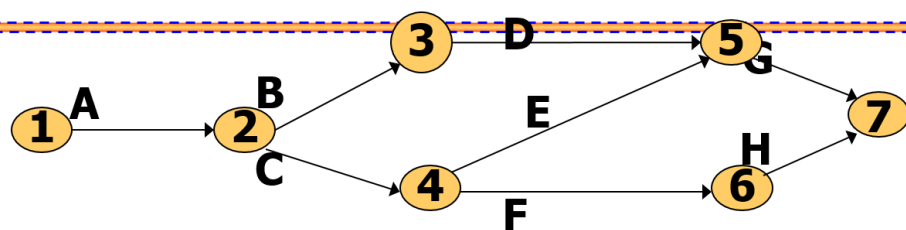
因此，slack time 等于最早开始时间和最晚开始时间的时间段；free time 等于 $\min \{ \text{紧后工序的最早开始时间 (虚工序)} \} - \text{当前工序的最早完成时间}$ 。

3、PERT，求解项目在多少天完工的概率或者说 100%完工，需要多少天。由于没有经验，项目中的工序只能通过三点估计法来求解，得到一个期望值和响应的方差（用来求概率用的）。



当用三点估计法得到了 CPM 以后，就知道了总的工期（比如是 46 天），那么问题来了，42 和 48 天完工的概率的分别是多少？看个例子，如图：

例、已知某工程网络图，以及各工序的时间参数。 Ch7 网络计划
Network Programming
Page 19



工序	a	m	b		
A	10	13	15		
B	5	8	10		
C	7	8	10		
D	7	9	11		
E	2	4	6		
F	8	10	14		
G	10	12	15		
H	9	11	13		

求工程在**40**天内完工的概率。

解：

求解思路：分别得到每个工序的期望值和方差，然后可以得到整个项目的期望值（关键路径相加），并且得到关键工序的方差。

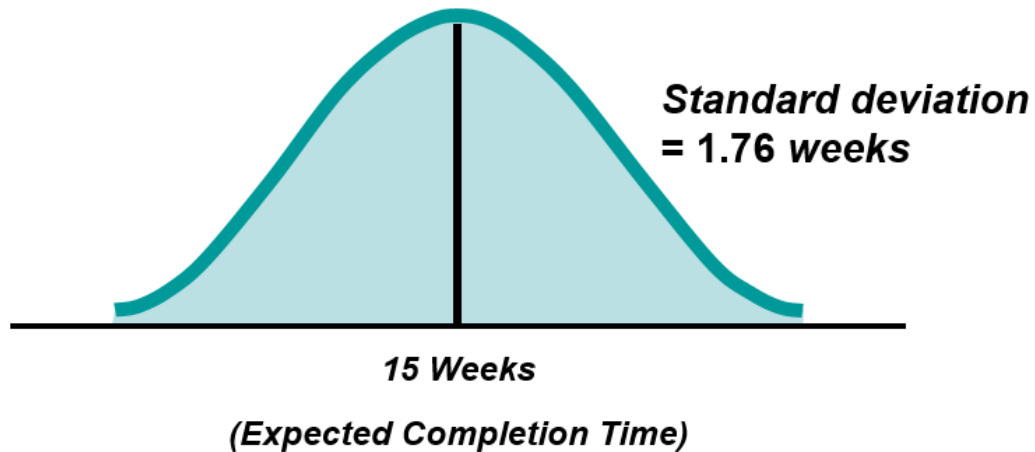
Project variance is computed by summing the variances of critical activities

$$\begin{aligned}
 \sigma_p^2 &= \text{Project variance} \\
 &= \sum(\text{variances of activities on critical path})
 \end{aligned}$$

得到一个正态分布，根据这个正态分布，就可以知道任意一个数值的概率了。

Probability of Project Completion

Assumption: Total project completion times follow a normal probability distribution



接着看一看所要求的时间（due date）和期望完工的时间（expected）之间的差异多少（在方差之下）？

Question: What is the probability this project can be completed on or before the 16 week deadline?

STEP1: calculate Z-score.

$$Z = \left[\frac{\text{due date} - \text{expected date of completion}}{\sigma_p} \right]$$
$$= (16 \text{ wks} - 15 \text{ wks}) / 1.76 = 0.57$$

根据这个差异去查表，得到相应的概率。

Probability of Project Completion (cont.)

STEP2: go to Appendix A and find the probability

From Appendix I

	.00	.01	.07	.08
.1	.50000	.50399	.52790	.53188
.2	.53983	.54380	.56749	.57142
.5	.69146	.69497	.71566	.71904
.6	.72575	.72907	.74857	.75175

= 0.57

因此，上面的例子，结果如下：

例、已知某工程网络图，以及各工序的时间参数。 Ch7 网络计划
Network Programming
 Page 19

工序	a	m	b	t_{ij}	σ_{ij}^2
A	10	13	15	12.83	0.69
B	5	8	10	7.83	/
C	7	8	10	8.17	0.25
D	7	9	11	9	/
E	2	4	6	4	/
F	8	10	14	10.33	1.00
G	10	12	15	12.17	/
H	9	11	13	11	0.44

求工程在40天内完工的概率。

解：关键路线I为：**A→C→F→H**；
 $T_E = 42.33$
 $\sigma^2 = \sum_{(i,j) \in I} \sigma_{ij}^2 = 2.38$
 $\lambda^* = \frac{T^* - T_E}{\sigma} = \frac{40 - 42.33}{1.54} = -1.51$
 $\Rightarrow P\{T \leq 40\} = \Phi(-1.51) = 0.066$

4、网络计划的优化 CPM。主要包括：时间的优化、时间—成本的优化（“成本最低的完工期”）和时间—资源的优化（）。

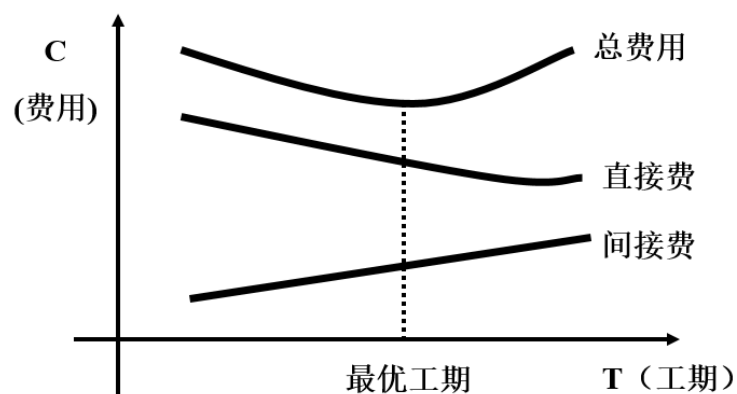
看图：



“向关键线路要时间，向非关键线路要节约。”
——华罗庚

5、时间—成本控制中的主要思想是：缩短工期后，会增加应急成本（直接成本），但是会减少社会成本（间接成本），看图：

工程总费用=直接费+间接费



工期—费用关系示意图

因此，怎么去合理的调整工期，让总成本最低，是时间—费用的优化主要内容。那具体的求解步骤是怎么样的呢？步骤如下：已知条件为正常和应急条件下，工期和费用的关系，如图：

工序	紧前工序	时间(天)		成本(万元)		时间的最大缩量(天)	应急增加成本(万元/天)
		正常	应急	正常	应急		
A		19	15	52	80	4	7
B	A	21	19	62	90	2	14
C	B	24	22	24	30	2	3
D	B	25	23	38	60	2	11
E	B	26	24	18	26	2	4
F	C	25	23	88	102	2	7
G	D,E	28	23	19	39	5	4
H	F	23	23	30	30	0	—
I	G,H	27	26	40	55	1	15
J	I	18	14	17	21	4	1
K	I	35	30	25	35	5	2
L	J	28	25	30	60	3	10
M	K	30	26	45	57	4	3
N	L	25	20	18	28	5	2
总成本				506	713		

并且得到减少的社会成本为多少，如图：

(4) 已知项目缩短1天额外获得奖金5万元，减少间接费用1万元，求总成本最低的项目完工期，也称为最低成本日程。

- (1)、先求出正常的工期和成本
 - (2)、找出直接成本和间接成本只差为负数的工序，进行调整。因为间接成本为6，因此要找出直接成本小于6的工序。
- 另外一种常用的就是：按应急时间完工，怎么是成本最低。这个其实思路也明确，那就是求出所有工序条件下，应急的工期

和成本。然后根据 CPM，压缩非关键路径的时间（即，能不用应急就不要应急），注意，要保持关键路径的不变。