



《项目管理》课程

第五章 项目的时间管理(续)

主讲人：杨志远

杭州电子科技大学 自动化学院

第五章 项目的时间管理

第一节 项目活动的定义

第二节 项目活动的排序

第三节 项目活动时间的估计

第四节 项目进度管理的技术与方法

第五节 项目进度计划的制定

第六节 进度计划控制

第四节 项目进度管理的技术与方法

二、关键路径法

例题5-3： 某公司进行一项新防水材料的试验S，项目的工作关系见下表，根据表绘制项目的单代号网络图和双代号网络图，并计算出关键线路。

项目管理 第2版

表 5-4 项目工作关系

任务名称	代 号	紧前工作	总工时/h	工期/周	平均利用率
资料收集	A	—	40	2	4
联系供应商	B	—	40	2	4
实验设计室	C	—	40	1	8
材料订购	D	A, B	20	1	4
供应商发出材料	E	D	0	3	0
样本测试	F	E	40	1	8
计划实验	G	C	40	1	8
进行试验	H	F, G	80	2	8
分析实验数据	I	H	40	1	8
完成报告	J	I	20	1	4

第四节 项目进度管理的技术与方法

二、关键路径法

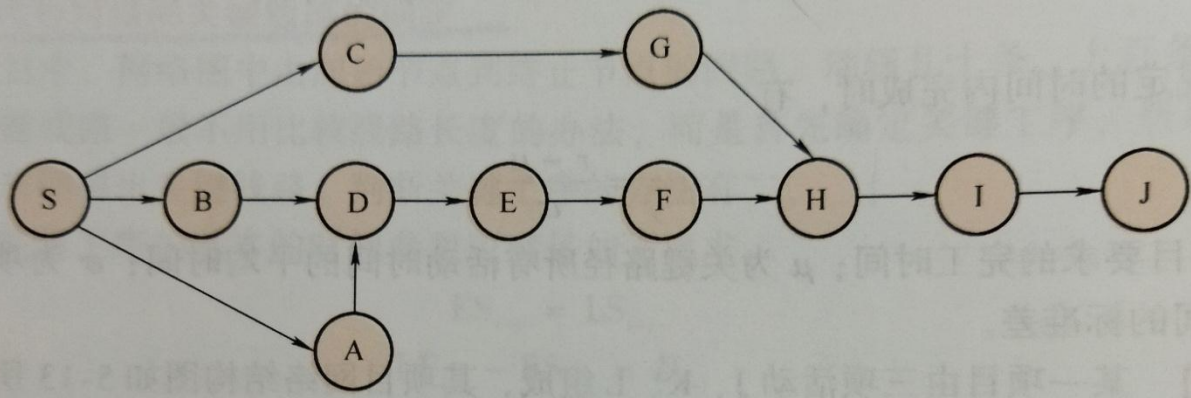


图 5-14 单代号网络图

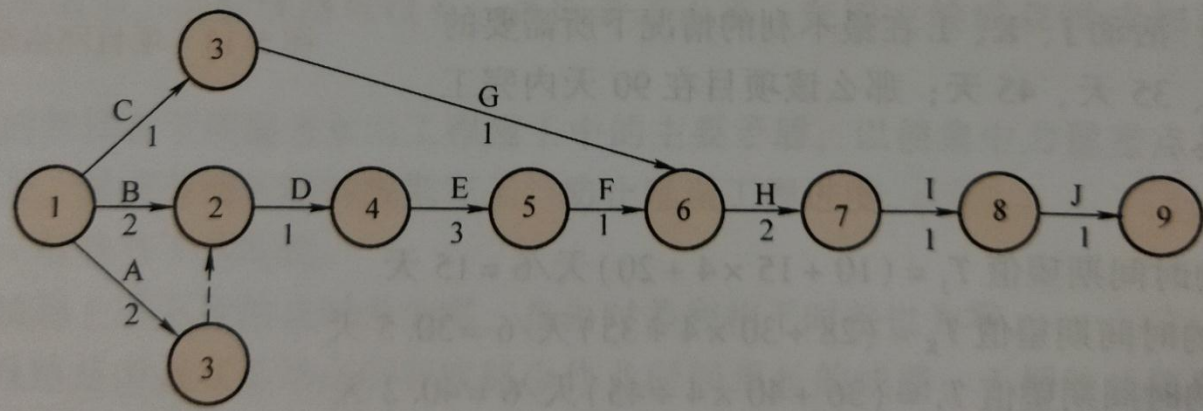


图 5-15 双代号网络图

三、计划评审技术

三、计划评审技术

- PERT（Program/Project Evaluation and Review Technique）即计划评审技术，就是利用网络分析制定计划以及对计划予以评价的技术。它能协调整个计划的各道工序，合理安排人力、物力、时间、资金，加速计划的完成。在现代计划的编制和分析手段上，PERT被广泛地使用，是现代项目管理的重要手段和方法。如果你能把这项技术正确应用在应用中，这将极大提高你的计划管理水平。
- 作为项目经理，在安排每项重要工作之前你都要在脑海里想一遍，这项工作谁来干，怎么干，占用哪些资源，存在哪些风险，在此基础上能不能完成既定的工期目标。因此，通过考虑估算中的不确定性和风险，以提高活动持续时间估算的准确性，这就是计划评审技术PERT。



三、计划评审技术

- 计划评审技术的活动时间估计一般运用三时估计法，活动的期望时间为，则：

$$T = \frac{T_a + 4T_m + T_b}{6}$$

- Ta为最乐观时间；Tm最可能时间；Tb最悲观时间；

- 活动时间的标准方差 $\sigma = \frac{T_b - T_a}{6}$

根据期望和标准差，可以计算出项目完成的概率

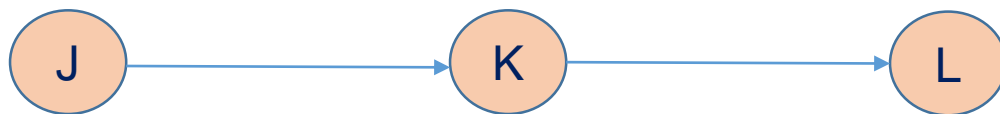
- 假定，网络图中项目活动的总时间服从正态分布 $N(\mu, \sigma)$ ，其中 $\mu = T$ ， σ 为活动时间的标准差。
- 在计算规定的时间内完成时，有

$$z = \frac{r - \mu}{\sigma}$$

式中

r 表示项目要求的完工时间， μ 关键路径所有活动时间的平均时间， σ 表示项目关键路径所有活动时间的标准差。

- 例5-4：某一项目由三项活动J、K、L组成，其项目网络结构图如下所示，活动J、K、L在正常情况下所需的时间为15天、30天、40天，活动J、K、L在最有利的情況下所需要的时间为10天、28天、36天；活动J、K、L在最不利的情况下所需要的时间为20天、35天、45天；那么该项目在90天完工的概率是多少？



项目网络结构图

【例 5-4】 某一项目由三项活动 J、K、L 组成，其项目网络结构图如 5-13 所示，活动 J、K、L 在正常情况下所需的时间为 15 天、30 天、40 天，活动 J、K、L 在最有利的情況下所需要的时间为 10 天、28 天、36 天；活动 J、K、L 在最不利的情況下所需要的时间为 20 天、35 天、45 天；那么该项目在 90 天内完工的概率是多少？

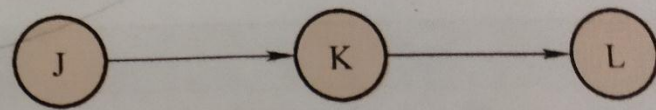


图 5-13 项目网络结构图

【解】

活动 J 的时间期望值 $T_J = (10 + 15 \times 4 + 20) \text{天} / 6 = 15 \text{天}$

活动 K 的时间期望值 $T_K = (28 + 30 \times 4 + 35) \text{天} / 6 = 30.5 \text{天}$

活动 L 的时间期望值 $T_L = (36 + 40 \times 4 + 45) \text{天} / 6 = 40.2 \text{天}$

整个项目的平均值 $\mu = 15 \text{天} + 30.5 \text{天} + 40.2 \text{天} \approx 85.7 \text{天}$

活动 J 的均方差 $= (20 - 10) / 6 = 0.17$

活动 K 的均方差 $= (35 - 28) / 6 = 1.17$

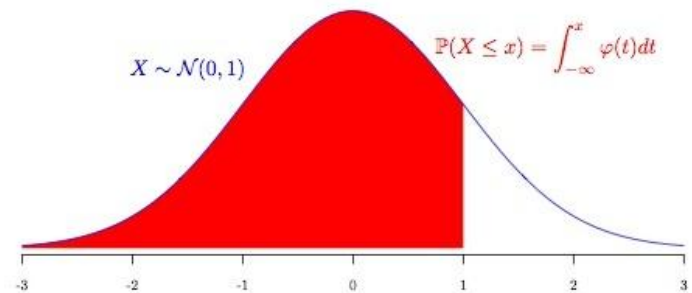
活动 L 的均方差 $= (45 - 36) / 6 = 1.50$

整个项目的标准差 $\sigma = \sqrt{0.17^2 + 1.17^2 + 1.50^2} = 1.91$

$$z = \frac{90 - 85.7}{1.91} = 2.25$$

$$P(z) = 99\%$$

新防水材料试验 项目的工作关系见表 5-4，根据表绘制项



	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

四、资源平衡法

- **资源平衡法**是指通过确定出项目所需资源的确切投入时间，并尽可能均衡使用各种资源来满足项目进度规划的一种方法。该方法也是均衡各种资源在项目各阶段投入的一种常用方法。
- 在前面的进度管理中，我们假设各种资源具有无限的功能，资源在需要的时候可以随处获得，但是在实际中，几乎所有的项目都不可能达到这样的假设条件，因此我们时常要考虑以下的问题：资源的可获得性、资源的功能以及它们与项目进度之间的关系，也就是说，项目团队不得不考虑成本、时间和员工的熟练程度等相关因素对项目的制约，即资源的约束问题。因此，**资源平衡法的首要工作就是进行资源约束分析。**

四、资源平衡法

- 资源平衡的主要目的是在满足交工日期的情况下，尽可能地平衡项目各资源之间的负荷，达到资源的均衡使用。其操作原理是将核心和稀缺资源尽可能地分配给关键路径上的任务，充分利用关键路径上的浮动时间来灵活调整各个资源的使用。
- 资源平衡法的基本步骤分为三步：首先，按上文介绍的方法绘制出网络计划，并标出关键路径；其次，将网络图改变为根据日程进度绘制的线条图，并统计每一天资源占用的数量；最后，依据有限的条件和优化目标，依次调整超过资源约束条件的各项活动的开始时间，直到满足平衡条件。



四、资源平衡法

表 5-5 某项目资源原始分配表

活动 A	3	3	3	3										
活动 B	5	5	5	5										
活动 C	6	6												
活动 D					4	4	4	4	4	4				
活动 E							3	3	3	3				
活动 F			4	4	4	4								
活动 G			5	5	5	5								
活动 H							5	5	5	5	5	5		
活动 I													5	5
工期/天	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
资源/人	14	14	17	17	13	13	12	12	12	12	5	5	5	5

经过资源平衡后，该项目的资源被重新分配，见表 5-6。

表 5-6 某项目资源重新分配表

活动 A			3	3	3	3								
活动 B	5	5	5	5										
活动 C	6	6												
活动 D									4	4	4	4	4	4
活动 E											3	3	3	3
活动 F			4	4	4	4								
活动 G					5	5	5	5						
活动 H							5	5	5	5	5	5		
活动 I													5	5
工期/天	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
资源/人	11	11	12	12	12	12	10	10	9	9	12	12	12	12

第五节 项目进度计划的制定

- 一、项目进度计划的制定
- 二、项目进度计划的优化
- 三、工期固定-----资源均衡的优化

第五节 项目进度计划的制定

一、项目进度计划的制定

- 项目进度计划的制定是指根据项目活动定义、项目活动排序、项目活动工期和所需资源所进行的分析以及项目进度计划的编制工作。制定项目进度计划要定义项目活动的起止时间和具体的实施方案与措施。项目进度计划是项目进度控制的基准，是确保项目在规定的合同工期内完成的重要保证。

第五节 项目进度计划的制定

一、项目进度计划的制定

（一）项目进度计划制定的依据

项目的时间管理前期工作以及项目其他计划管理所生成的各种文件都是项目进度计划编制所要参考的依据。具体包括：1. 项目的网络图；2. 项目活动历时估计；3. 项目的约束和假设条件；4. 项目的设计方案和合同文本

（二）项目进度计划制定的程序和方法

项目的进度计划一定要以签署的合同工期为控制标准来制定。首先，根据项目工期来制作项目的阶段性控制目标和进度控制措施：然后对项目进行分解，根据项目活动的特点将项目逐级下分并且细化，将项目分为一个一个相对独立、简单的工作包；估计工程量；确定工期；确定活动的计划资源用量；最后进行计划的优化和整合。

第五节 项目进度计划的制定

一、项目进度计划的制定

• （一）项目进度计划制定的依据



• （二）项目进度计划制定的程序和方法

项目的进度计划一定要以签署的合同工期为控制标准来制定。



第五节 项目进度计划的制定

二、项目进度计划的优化

- 项目进度计划是指在规定的时间内，拟定出合理且经济的进度计划（包括多级管理的子计划），在执行该计划的过程中，经常要检查实际进度是否按计划要求进行，若出现偏差，便要及时找出原因，采取必要的补救措施或调整、修改原计划，直至项目完成。
- 项目进度计划的优化是指在确保合同工期和主要里程碑时间的前提下，对设计、采办和施工的各项作业进行时间和逻辑上的合理安排，以达到合理利用资源、降低费用支出和减少施工干扰的目的。

二、项目进度计划的优化

- (一) 在不增加资源的前提下压缩工期

在不增加系统资源的前提下压缩工期有两条途径：



(二) 压缩关键活动

压缩关键活动是在初始网络计划的工期计算上进行的，通过计算工期与指令工期的比较，找到需要缩短的时间，然后重新绘制网络图，确定关键路线。



(三) 工期费用的优化方法

1. 工期费用优化的原理

为了加快项目的进度，就必须增加投入，如果要以最少的增加投入得到最优的网络计划，首先要明确的是项目的工期和费用的关系。

项目活动的完成时间并不是一个常量，它会随着项目费用的变化而变化。通常用项目活动的工期费用曲线图来表示这种关系。

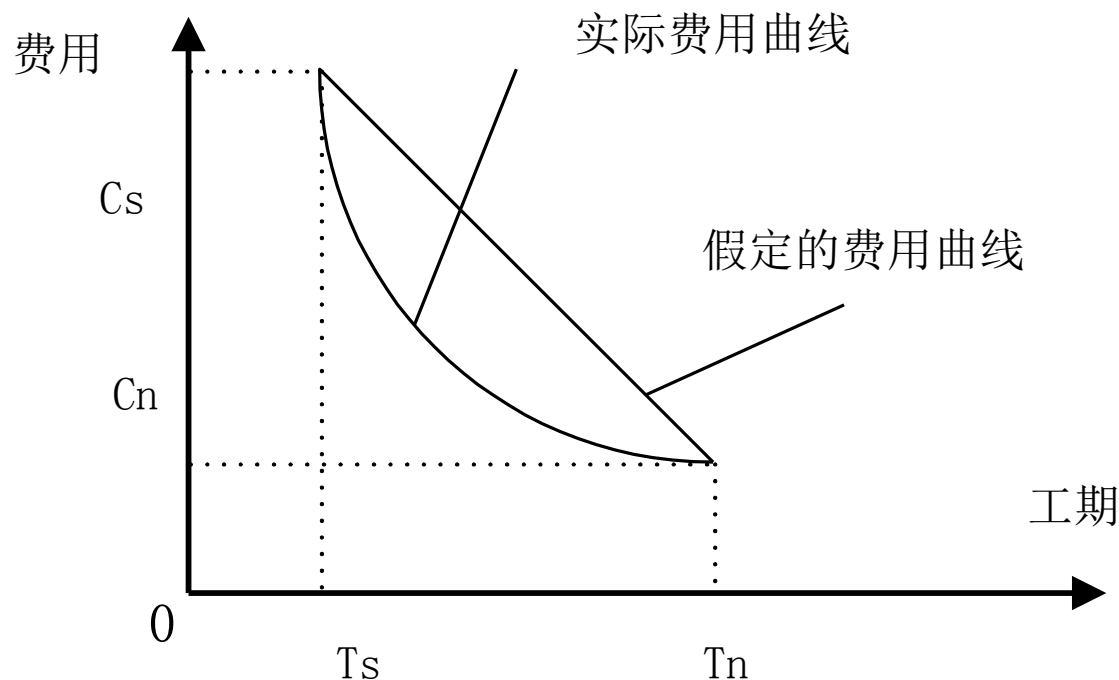


图5-15 项目活动的工期费用曲线图

• 2. 工期费用优化的步骤:

步骤一

- (1) 计算出网络计划中的各个时间参数, 并且确定关键活动和关键路线。

步骤二

- (2) 估算出活动的正常工期、正常费用以及极限工期和极限费用。

步骤三

- (3) 若只有一条关键线路, 选取费用率最小的活动进行压缩; 若有两条或两条以上的关键线路, 则找出费用率总和最小的活动组合作为压缩对象。

步骤四

- (4) 分析压缩工期的约束条件, 分析压缩对象的可能压缩时间, 压缩后计算出压缩费用的总的增加值。

步骤五

- (5) 分析压缩后的工期是否符合项目工期的要求, 如果不符合再按照上述步骤进行优化。

三、工期固定——资源均衡的优化



工期固定——资源均衡的优化

是调整计划安排，在工期保持不变的条件下，使资源需用量尽可能均衡的过程。

资源均衡可以大大减少施工现场各种临时设施（如仓库、加工场、临时供水供电设施等生产设备、临时住房、办公房屋等）的规模，从而可以节省施工费用

（一）衡量资源均衡的指标

- （1）不均衡系数K
$$K = \frac{R_{\max}}{R_m}$$

- 式中 R_{\max} ——最大的资源需用量

- R_m ——资源需用量的平均值

$$R_m = \frac{1}{T} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_T) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_t$$

- 资源需用量不均衡系数愈小，资源需用量均衡性愈好。



- (2) 极差值 ΔR

$$\Delta R = \max [R_t - R_m]$$

- 资源需用量极差值愈小，资源需用量均衡性愈好。

- (3) 方差值 σ^2

$$\sigma^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_t - R_m)^2$$

（二）优化调整方法

调整宜自网络计划终点节点开始，从右向左逐次进行。

在所有工作都按上述顺序自右向左进行了一次调整之后，再按上述顺序自右向左进行再次调整，直至所有工作既不能向右移也不能向左移为止。

工作可移性的判断方法：

(1) 工作若向右移动一天，则在右移后该工作完成那一天的资源需用量宜等于或小于移前工作开始那一天的资源需用量，否则在削了高峰值的高峰后，又填出了新的高峰。若用 $k-1$ 表示被移工作， i ， j 分别表示工作未移前开始和完成那一天，则：
$$R_{j+1} + r_{k-1} \leq R_i$$

(2) 工作若向左移动一天，则在左移后该工作开始那一天的资源需用量宜等于或小于左移工作完成那一天的资源需用量，否则亦会产生削峰后又填谷成峰的效果。即应符合下式求：
$$R_{i-1} + r_{k-1} \leq R_j$$

(3) 若工作右移或左移一天不能满足上述要求，则要看右移或左移数天后能否减小，即：向右移时：

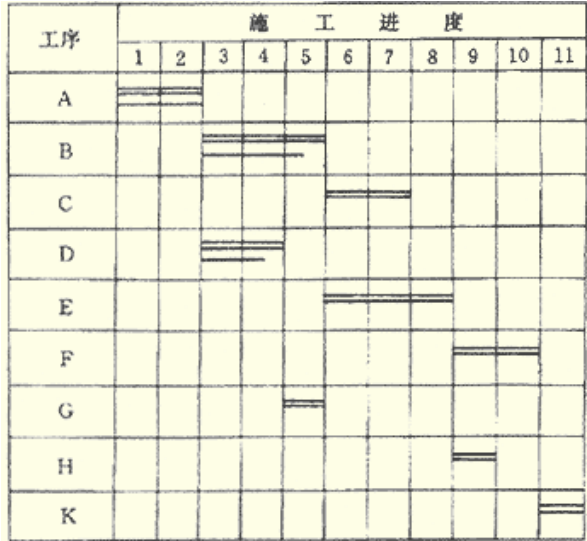
$$(R_{j+1} + r_{k-1})^2 + (R_{j+2} + r_{k-1})^2 + (R_{j+3} + r_{k-1})^2 + \dots \ll R_i^2 + R_{i-1}^2 + R_{i-2}^2 + \dots$$

向左移时：

$$(R_{i-1} + r_{k-1})^2 + (R_{i-2} + r_{k-1})^2 + (R_{i-3} + r_{k-1})^2 + \dots \ll R_j^2 + R_{j-1}^2 + R_{j-2}^2 + \dots$$

第六节 进度计划控制

- 进度计划是时间管理前期的重要工作，是进度计划控制的基准性文件。由于计划阶段工作是基于主观预测的，难免出现与实际不相符合的地方，在项目的具体实施中，很难完全按照项目的进度计划操作。因此，有必要对项目的进度计划进行控制和调整。通过工作现场的观察以及查看原始记录和统计报表，可以了解项目的实际进展情况，将项目的实际进展和项目的进度计划进行对比，及时纠正项目的偏差。



Baidu

图 1-1 横道式施工进度表

第六节 进度计划控制

项目进度控制的基本对象是工程活动。它包括项目结构图上各个层次的单元，上至整个项目，下至各个工作包(有时直到最低层次网络上的工程活动)。项目进度状况通常是通过各工程活动完成程度(百分比)逐层统计汇总计算得到的。进度指标的确定对进度的表达、计算、控制有很大影响。由于一个工程有不同的子项目、工作包，它们工作内容和性质不同，必须挑选一个共同的、对所有工程活动都适用的计量单位。

进度计划控制内容

其一：确定项目的进度是否发生变化，找出变化的原因，如有必要纠正，则采取一定的措施纠正；

其二：对影响项目进度的因素进行控制，对不利因素进行预防，以确保项目的顺利实施。

一、引起项目变更的主要原因

- 1、不符合实际的进度计划
- 2、人为因素的影响
- 3、设计变更因素的影响
- 4、资金、材料、设备的影响
- 5、不可预见的因素

二、项目进度的变更控制

- （一）加强项目团队的管理工作



(二) 通过图表来实施项目的进度控制

(1) 跟踪甘特图法

甘特图是最早的进度表示方法，甘特图的左边按照任务的先后序列出项目活动的名称，右边是实施进度表，项目的进度可以用不同的颜色标示在图上。



注：灰色部分为计划进度，斜线部分为实际进度

图5-16 跟踪甘特图

- (2) S形曲线比较法

从项目管理的经验来看，项目实施中，单位完成工作量和使用的资源状况通常都是呈现正态分布的，因此累加后便形成一条S形曲线，见图5-17所示。

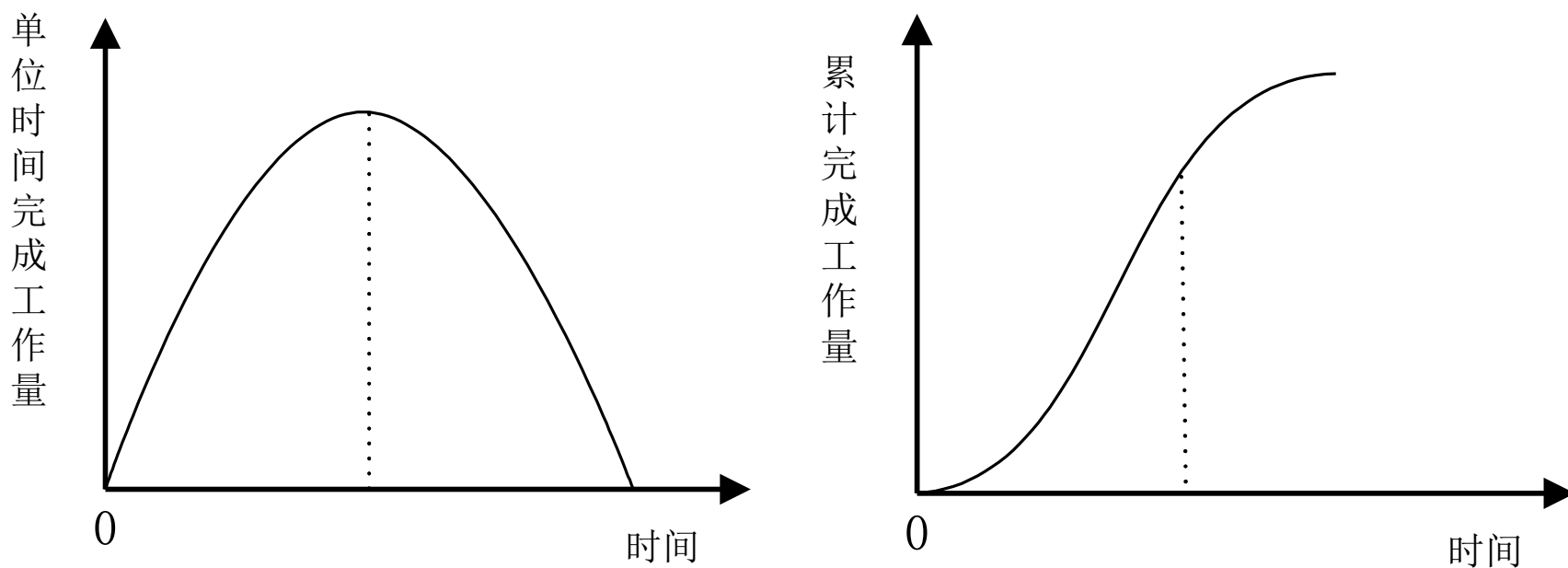


图5-17 时间与完成工作量之间的关系

- (3) 香蕉曲线比较法

在网络计划中，各项工作都有最早开始时间，最迟开始时间，在前面已经介绍过了，不再赘述。如果分别按照最早和最迟时间来绘制，就可以得到两条S曲线，这两条曲线具有相同的开始时间和相同的结束时间，形状看似香蕉，故而得名。如图5-19所示。

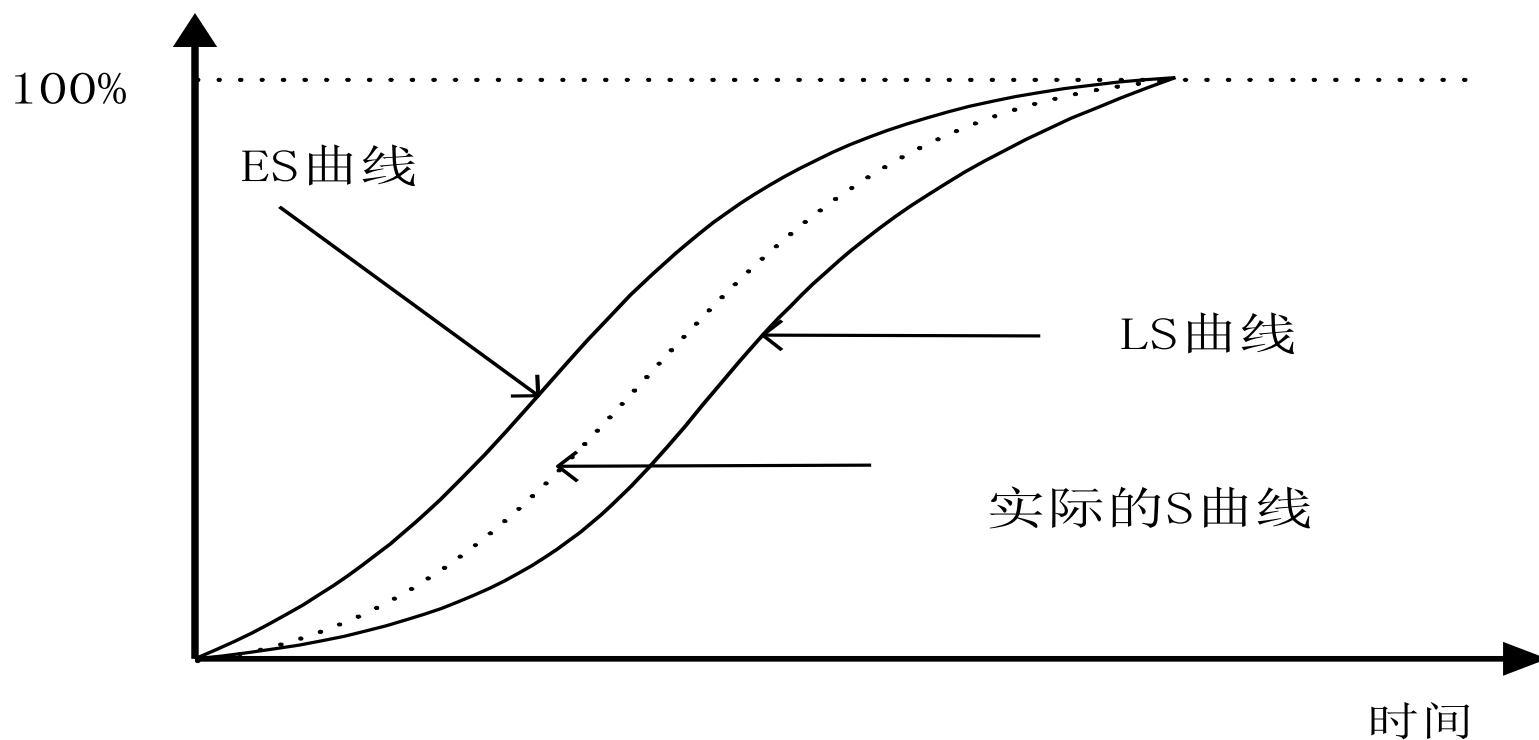
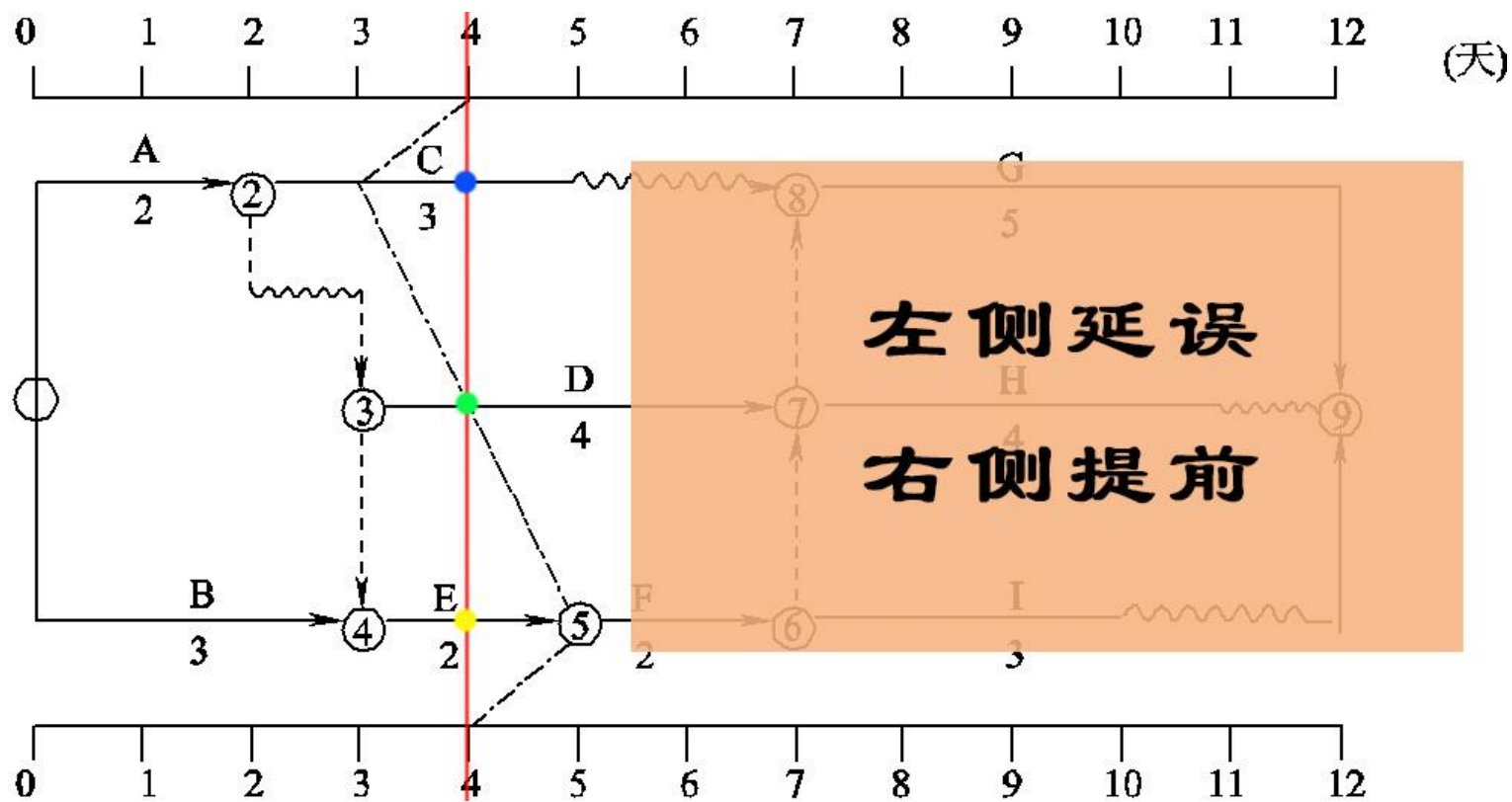


图5-19 香蕉曲线图

- (4) 前锋线控制法

前锋线法是一种有效的动态管理方法，对进度计划的跟踪与检查非常方便。前锋线法的基本原理是控制论中的**反馈调节原理**。在计划执行过程中，在带时间坐标的网络图上标画实际进度前锋线，形象地描述了实际进度和计划的差异。



The End