

项目管理概论

第五章：项目进度管理

项目管理概论

第五章：项目进度管理

5.1项目目进度管理概述

5.1.1基本概念和原理

5.1.2网络计划技术的产生和发展

5.1.3网络计划的分类

5.1.4编制计划的方法

5.2单代号网络计划(CPM专题)

5.3双代号网络计划(自学)

5.4双代号时标网络计划

4.1时标网络计划的概念

4.2双代号时标网络计划关键路线的确定

5.5网络计划优化

5.1项目目进度管理概述

5.1.1基本概念和原理

1、定义：在项目实施过程中，对各阶段的进展程度和项目最终完成的期限所进行的管理。

2、进度管理的内容：

- 活动定义
- 活动排序
- 工期估算（活动历时估算）
- 制定进度计划
- 进度控制

3、三个层次

表达逻辑关系---时间参数计算---工期、成本和资源配置优化

4、活动/工作/工序：是指为实现项目目标所必须开展的项目工作。

5、活动排序：是指识别项目活动清单中各项活动的相互关联与依赖关系,并据此对项目各项活动的先后顺序的安排和确定工作。

活动排序的依据：

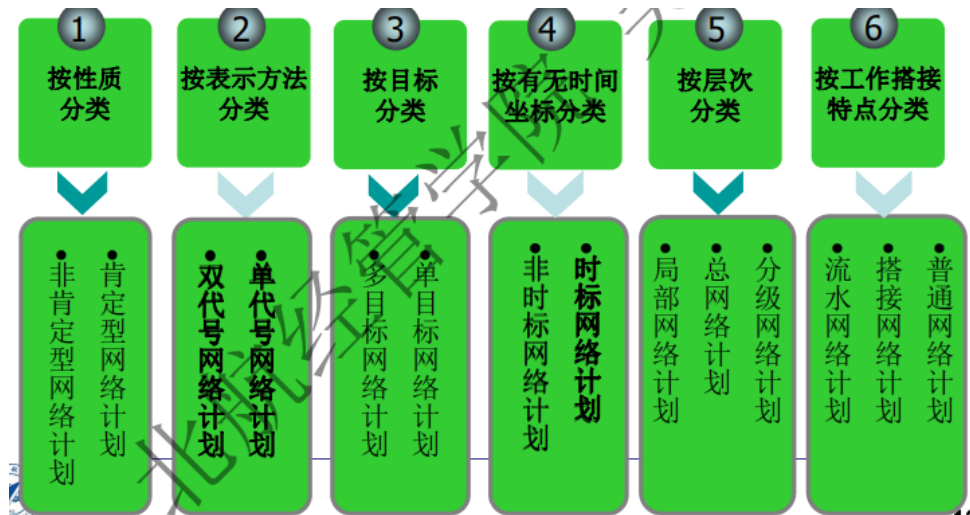
1. 活动清单及其支持细节
2. 活动间的必然依存关系(事物的内在逻辑)
3. 活动间的人为依存关系(人为设计或操控)
4. 外部依存关系(如由于气候原因导致的某项活动的提前或延后)
5. 约束和假设条件(资源约束导致必须排一个先后)

6、网络图：

- 网络图：是由箭线和节点组成的表达各项工作次序和耗时的网状图形
- 网络计划：是指用网络图表示各项工作开展方向和开工、竣工时间的进度计划
- 网络计划技术：是用网络计划对任务的工作进度进行安排和控制,以保证实现预定目标的科学的计划管理技术

5.1.2网络计划技术的产生和发展

5.1.3网络计划的分类



一、箭线图法 (Arrow Diagram Method, ADM) 或双代号网络图法(AOA)→PERT</h4>



1、原则：（1）每一个事件必须有唯一的事件号；（2）每一个活动必须用唯一的紧前事件和唯一的紧后事件描述。

2、特点：

1. 通常只描述“结束—开始”关系,当需要给出项目活动的其他关系时,通常用“虚活动”表示;
2. 只适合表示结束-开始的逻辑关系;
3. 虚工序：不指具体的活动或工作,不消耗时间和资源,只代表逻辑关系;

二、前导图法(PDM, Precedence Diagram Method), 也称单代号网络图法(AON)→CPM (重点!)



1、又称为活动的**节点表示法** (ANO, activity-on-node)

2、单代号网络图的特点：

- 构成PDM网络图的基本元素是节点(Box)
- 节点(Box)表示活动(工序/工作)
- 用箭线表示各活动(工序/工作)之间的逻辑关系
- 可以方便地表示活动之间的各种逻辑关系

-当活动/工序可以用节点(而非箭线)来表示时,就更 具备表征的灵活性和丰富性

- 在软件项目中PDM比ADM更通用(类比,SNA方 法也更注重节点)

CPM比PERT在当前更普及和有用

5.1.4编制计划的方法

一、进度计划

1、活动工期估算的依据

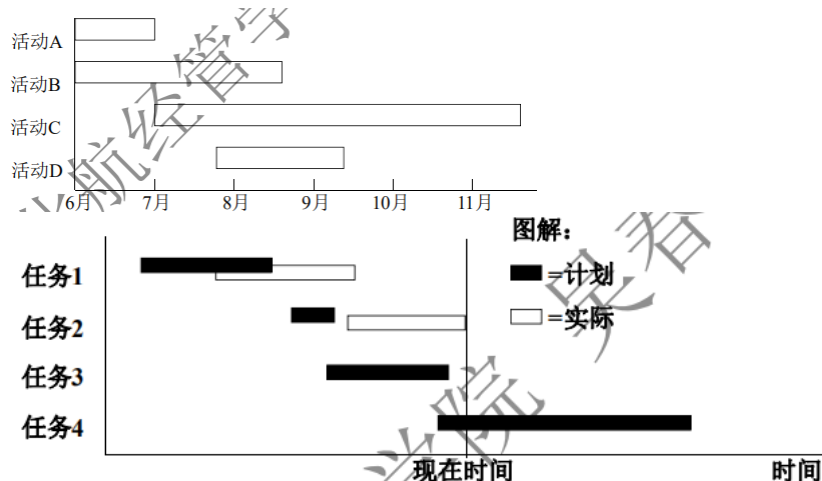
- 活动清单
- 约束和假设条件
- 活动的工作量、可以得到的资源数量和质量
- 历史信息

2、编制进度计划的工具和方法有：

- 甘特图
- 关键路径分析（CPM）
- 计划评审技术（PERT）

二、甘特图

1、甘特图示意



2、里程碑的定义（借助SMART标准）

- 特定的(Specific): 唯一性,明确性
- 可测量的(Measurable): 量化,可考核
- 可分配的(Assignable): 责任明晰,易于分配
- 现实的(Realistic): 可行性
- 有时间框架的(Time-framed): 明确的时间参数

3、特点：

- 甘特图的最大优势在于为显示计划和实际项目进度信息提供了一种标准格式；
- 但是他通常无法显示任务之间的依赖关系(最初 的甘特图甚至无依赖关系信息),虽然也可以通 过项目管理软件来创建任务的关联,但是没有项目网络图显示得清晰；

三、关键路径法

1、关键路径：是指一系列决定项目最早完成时间的活动。它是项目网络图中最长的路径,并且有最少的浮动时间或时差；

2、关键路径特点：

- 关键路径上的任何任务都是关键任务；关键路径代表了完成项目所花费的最短时间；
- 是时间浮动为0(Float=0)的路径(即在总进度不变的前提下,关键路径上任何工序都无法在时间上浮动调整)；

3、CPM计算步骤：

1. 根据指定的网络顺序逻辑关系和单一的历时估算,计算每一个活动的单一的,确定的最早和最迟开始和完成日期
2. 计算浮动时间(总时差)
3. 计算网络图中最长的路径
4. 确定项目完成时间

三、计划评审技术 (PERT)

1、PERT三时估算法：对某一可变因素多的工作,估计出最短,最长和最可能的持续时间。然后通过加权平均的方法求出平均持续工作时间。

$$D_{i-j} = (a + 4c + b)/6$$

其中 D_{i-j} 表示完成i-j工作的持续时间；a表示i-j工作最短估计时间；b表示i-j工作最长估计时间；c表示i-j工作最可能估计时间（正常条件工作时间）

5.2单代号网络计划(CPM专题)

一、单代号网络

1、绘制规则

- 只能有唯一起点(活动)和唯一终点(活动),当多个活动可以同时开始或结束时,需要引入虚拟的开始或结束活动,虚拟活动的持续时间为零；
- 网络图从左向右(或以一个固定方向)展开,每个活动都具有唯一的标识；
- 箭尾连接的是紧前活动,箭头指向的是紧后活动,不允许出现回路；

二、关键路径法 (CPM) 基本术语

(一) 项目工作/活动的7各时间参数

1、工作/活动持续时间 (Duration, DU)

不包含节假日或其他非工作时间段 (工作日)

2、最早开始时间 (Earliest Start, ES)

3、最早完成时间 (Earliest Finish, EF)

其中: $EF = ES + DU$

4、最晚完成时间/日期 (Latest Finish, LF)

在满足先后关系,资源限制等制约因素的情况下,项目工作/活动在保证不延误项目总工期时最晚 必须结束的时间点；

5、最晚开始时间/日期 (Latest Finish, LF)

其中 $LS = LF - DU$

6、总浮动时间 (Total Float, TF)

不延误总工期

$$TF = LS - ES = LF - EF$$

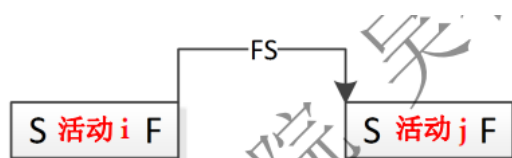
7、自由浮动时间 (Free Float, FF)

不延误其今紧后工作的最早开始日期

(二) 紧前活动和紧后活动

三、四种时间依赖的逻辑关系 (实质是前后时间差)

1、完成→开始时间差 (Finish to Start, FS)



在理论上，只要紧前活动一结束，紧后活动就能开始，那么最小时间差FS一般可以等于0。

符号约定：FS t 表示紧前活动结束后至少间隔 t 个时间单位，紧后活动才能开始；如果不给出 t 值，则默认为 0。如：FS 10

2、完成→完成时间差 (Finish to Finish, FF)

3、开始→开始时间差 (Start to Start, SS)

4、开始→完成 (Start to Finish, SF)

注：时间差也可负数，如FS -5，表示前活动结束前最多五天，后活动就可以开始——前活动和后活动在时间上最多可重叠5天。

四、CPM的运用步骤

步骤一、绘制网络图

以九宫格表示工作/活动节点：



网络图的初始参数是活动的持续时间 DU，和反映各活动逻辑依赖关系的时间差：FS、SS、FF、SF。

步骤二、SS、FF、SF关系转化为FS时间关系

步骤三、正推计算最早按时间

初始节点最早开始日期定为零，然后从前往后，依次计算各活动的最早开始时间（ES）

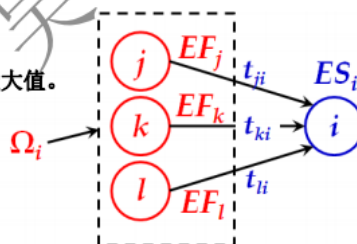
根据“等晚不等早”原则，活动 i 的最早开始时间 ES_i 和最早结束时间 EF_i 分别为：

$$ES_i = \max_{j \in \Omega_i} \{EF_j + t_{ji}\}$$

所有紧前工作的最早结束时间加上其逻辑时间差（ES）的最大值。

$$EF_i = ES_i + D_i$$

最早结束时间=最早开始时间+持续时间



其中 t_{ji} 为活动 i 和 j 之间以 FS 逻辑关系表示的时间差/时间重叠， D_i 为 i 的持续时间 DU。

步骤四、逆推计算最晚/最迟时间

用正推得到的终止节点最早结束时间作为最晚结束时间；

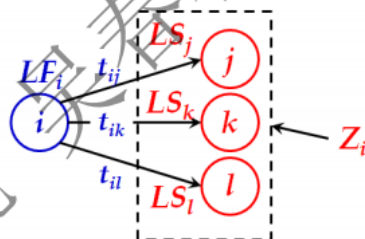
根据“赶早不赶晚”原则，有：

$$LF_i = \min_{j \in Z_i} \{LS_j - t_{ij}\}$$

最晚结束时间=所有紧后工序的最晚开始时间减去逻辑时间差（FS）的最小值。

$$LS_i = LF_i - D_i$$

最晚开始时间=最晚结束时间减去本工序持续时间。



t_{ij} 为活动 i 和 j 之间以 FS 逻辑关系表示的时间差/重叠， D_i 为活动 i 的持续时间 DU。

为何取最小值：取最小值即是取最早的时间，显然，最晚结束时间以不能影响紧后活动的最晚开始时间为底线，为了不影响，只能取最早（总工期已定，不可再往后推）。

步骤五、计算总时差和自由时差

1、活动 i 的总时差（最晚时间-最早时间）

$$TF_i = LS_i - ES_i$$

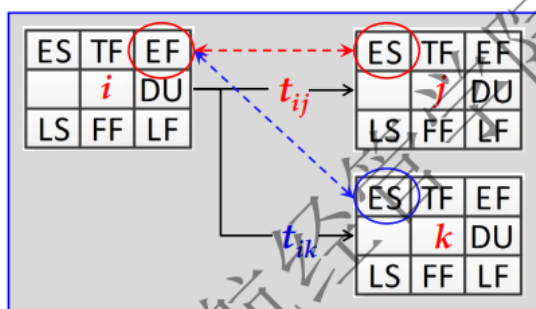
ES	TF	EF
		DU
LS	FF	LF

2、活动i的自由时差（从后往前逆推计算）

$$FF_i = \min_{j \in Z_i} \{ES_j - t_{ij} - EF_i\}$$

所有紧后工序最早开始时间减去逻辑时间差（FS），再减去本工序的最早结束时间的最小值。

自由时差是不影响紧后活动最早开始时间情况下，活动i的可机动时间。



总时差不会小于自由时差，所以，总时差为零的活动其自由时差也为零。

步骤六、确定关键路径

- 总时差的意义：不影响整条路线进度时，某活动能自由浮动的时间。
- 总时差为 0 的活动不能自由浮动，必须保证进度，否则会影响总工期，因此称为关键活动。
- 总时差为 0 的活动（关键活动）构成的从项目开始节点到终止节点的路径称为关键路径。
- 关键路径是网络图中时间最长的路径，决定了项目工期；且关键路径不一定唯一

5.3双代号网络计划(自学)

5.4双代号时标网络计划

4.1时标网络计划的概念

1、时标网络计划的含义：“时标网络计划”是以时间坐标为尺度编制的网络计划。双代号时标网络计划又简称时标网络计划。

2、时标网络计划的时标计划表

时标网络计划是绘制在时标计划表上的。时标的时间单位是根据需要，在编制时标网络计划之前确定的，可以是小时、天、周、旬、月或季等。

3、时标网络计划的基本符号

时标网络计划的工作，以实箭线表示，自由时差以波形线表示，虚工作以虚箭线表示。当实箭线之后有波形线且其末端有垂直部分时，其垂直部分用实线绘制；当虚箭线有时差且其末端有垂直部分时，其垂直部分用虚线绘制。

4、时标网络计划的特点

时标网络计划与无时标网络计划相比较，有以下特点：

1. 主要时间参数一目了然，具有横道计划的优点，使用方便；
2. 由于箭线的长短受时标的制约，故绘图比较麻烦，修改网络计划的工作持续时间时必须重新绘图；

- 3. 绘图时可以不进行计算。只有在图上没有直接表示出来的时间参数，如总时差、最迟开始时间和最迟完成时间，才需要进行计算。所以，使用时标网络计划可大大节省计算量；

5、时标网络计划的分类

根据工作开始和完成时间不同，分为早时标网络计划和迟时标网络计划。

- 早时标网络计划：各项工作均按最早开始和最早完成绘制的时标网络计划
- 迟时标网络计划：各项工作均按最迟开始和最迟完成绘制的时标网络计划

6、时标网络计划的适用范围

- 1. 编制工作项目较少，并且工艺过程较简单的建筑施工计划，能迅速地边绘，边算，边调整；
- 2. 对于大型复杂的工程，特别是不使用计算机时，可以先用时标网络图的形式绘制各分部分项工程的网络计划，然后再综合起来绘制出较简明的总网络计划；
- 3. 有时为了便于在图上直接表示各项工作的进程，可将已编制并计算好的网络计划再复制成时标网络计划。这项工作可应用计算机来完成；
- 4. 待优化或执行中在图上直接调整的网络计划；
- 5. 使用“实际进度前锋线”进行网络计划管理的计划，亦应使用时标网络计划；

4.2双代号时标网络计划关键路线的确定

1、关键路线的确定

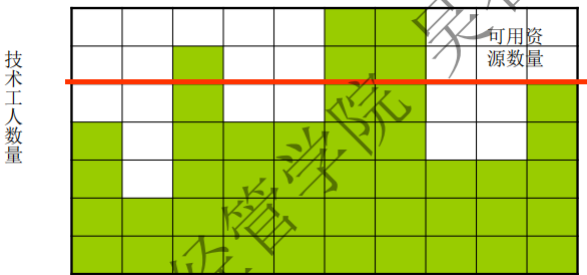
自终点节点至起始节点逆箭线方向朝起点观察，自始至终不出现波形线的路线为关键路线

2、关键路线的表达

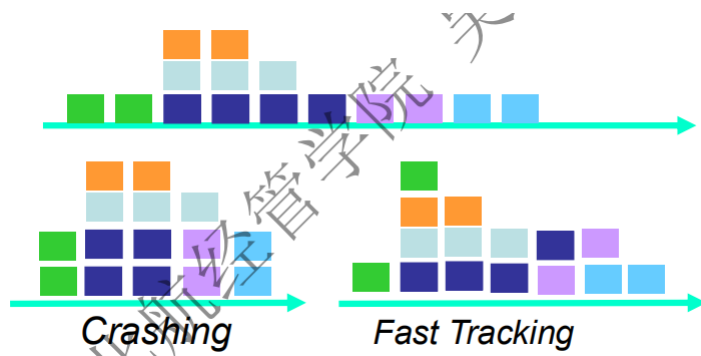
关键路线的表达与无时标网络计划相同，即用粗线、双线和彩色线标注均可；

5.5网络计划优化

- 资源平衡



- 快速跟进：（压缩关键路径上的工期）
 - ▮ 不压缩单个工作的工期，而采用并行进行
- 赶工：（压缩关键路径上的工期）
 - ▮ 压缩单个工作的工期



进度控制：

任务：

- 跟踪检查进度计划执行情况
 - 重点监测关键路径上的工作；同时关注次关键路径
- 对进度偏差及其原因进行分析，可能造成进度拖延的潜在风险进行分析，预测其对后续工作的影响，并提出应对措施，以及确定是否需要采取纠正行动

进度计划可能在项目实施过程中不断更新

- 进度基准：经批准的第一版进度计划
- 对进度计划的更新需要通过变更控制系统，得到正式批准