



大连海事大学
DALIAN MARITIME UNIVERSITY

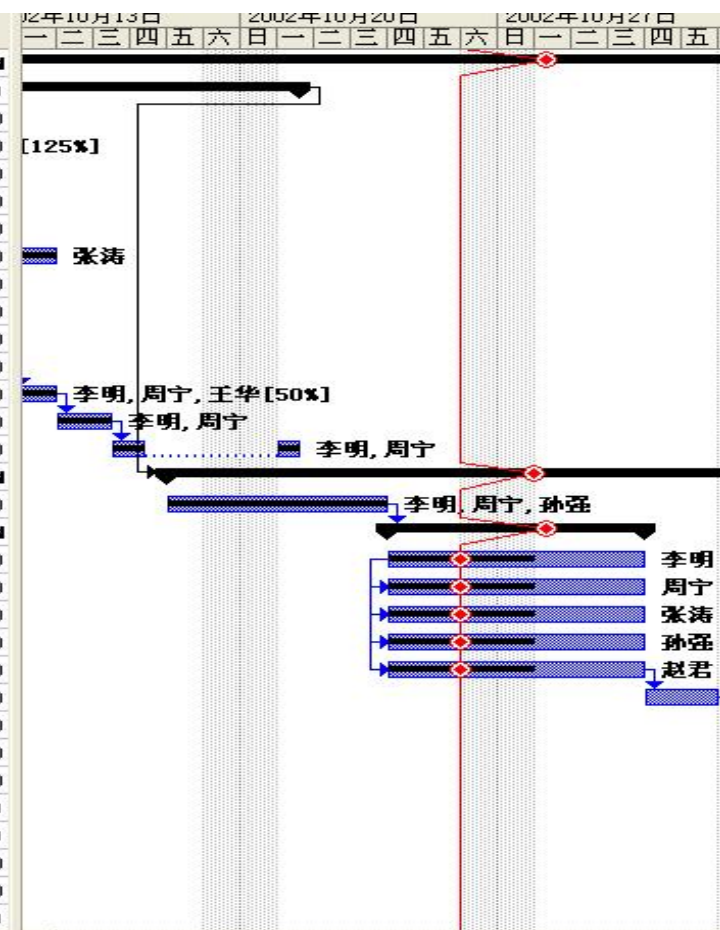
工程（软件）项目管理

信息科学技术学院 伍延斌
E-mail: top32@163.com

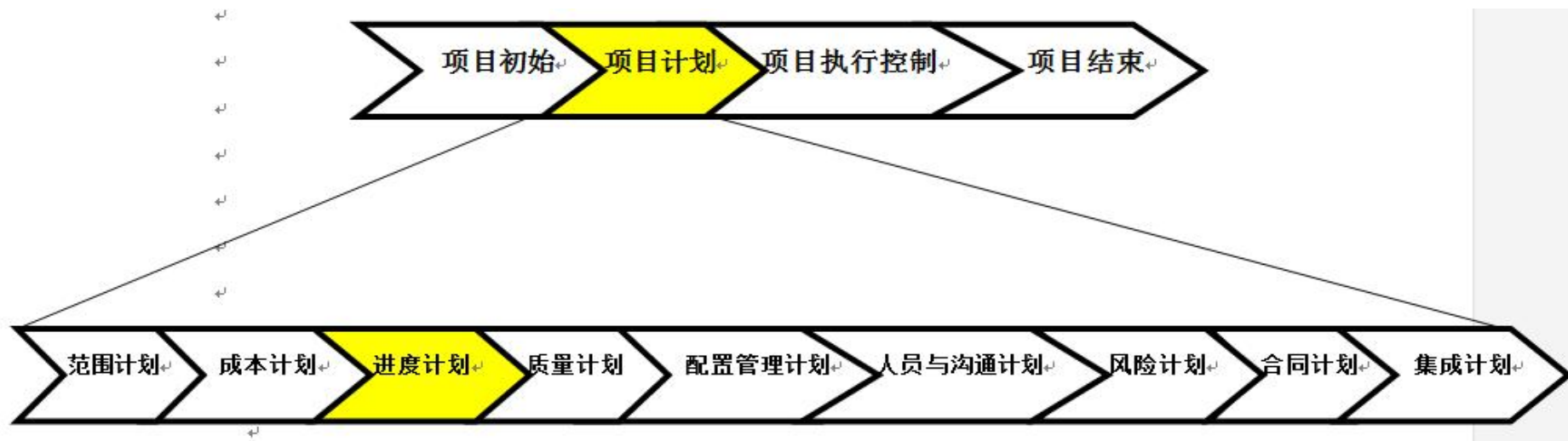
Information Science and Technology College
Dalian Maritime University

情景引入：进度安排

	WBS	任务名称	总成本	比较基准	差异
1	1	网络管理系统开发	¥ 65,380.00	¥ 71,040.00	#####
2	1.1	需求分析	¥ 8,500.00	¥ 8,400.00	¥ 100.00
3	1.1.1	网络拓扑模块需求分析	¥ 1,400.00	¥ 1,200.00	¥ 200.00
4	1.1.2	网络拓扑模块需求分析报告	¥ 800.00	¥ 800.00	¥ 0.00
5	1.1.3	配置管理模块需求分析	¥ 620.00	¥ 480.00	¥ 140.00
6	1.1.4	配置管理模块需求分析报告	¥ 320.00	¥ 320.00	¥ 0.00
7	1.1.5	实时监测模块需求分析	¥ 720.00	¥ 720.00	¥ 0.00
8	1.1.6	实时监测模块需求分析报告	¥ 600.00	¥ 480.00	¥ 120.00
9	1.1.7	故障管理模块需求分析	¥ 400.00	¥ 400.00	¥ 0.00
10	1.1.8	故障管理模块需求分析报告	¥ 160.00	¥ 160.00	¥ 0.00
11	1.1.9	报表系统模块需求分析	¥ 720.00	¥ 720.00	¥ 0.00
12	1.1.10	报表系统模块需求分析报告	¥ 600.00	¥ 480.00	¥ 120.00
13	1.1.11	需求分析报告审查	¥ 720.00	¥ 720.00	¥ 0.00
14	1.1.12	修改需求分析报告	¥ 960.00	¥ 960.00	¥ 0.00
15	1.1.13	提供书面的需求分析报告	¥ 480.00	¥ 960.00	-¥ 480.00
16	1.2	系统设计	¥ 6,640.00	¥ 12,400.00	#####
17	1.2.1	概要系统设计	¥ 0.00	¥ 3,200.00	-¥ 3,200.00
18	1.2.2	详细系统设计	¥ 3,840.00	¥ 6,400.00	#####
19	1.2.2.1	网络拓扑模块设计	¥ 1,200.00	¥ 2,000.00	-¥ 800.00
20	1.2.2.2	配置管理模块设计	¥ 720.00	¥ 1,200.00	-¥ 480.00
21	1.2.2.3	实时监控模块设计	¥ 720.00	¥ 1,200.00	-¥ 480.00
22	1.2.2.4	故障管理模块设计	¥ 480.00	¥ 800.00	-¥ 320.00
23	1.2.2.5	报表模块设计	¥ 720.00	¥ 1,200.00	-¥ 480.00
24	1.2.3	系统设计报告	¥ 1,280.00	¥ 1,280.00	¥ 0.00
25	1.2.4	系统设计报告审查	¥ 480.00	¥ 480.00	¥ 0.00
26	1.2.5	系统设计报告修改	¥ 640.00	¥ 640.00	¥ 0.00
27	1.2.6	提供书面的详细系统设计	¥ 400.00	¥ 400.00	¥ 0.00
28	1.3	编码	¥ 16,400.00	¥ 16,400.00	¥ 0.00
29	1.4	测试	¥ 8,880.00	¥ 8,880.00	¥ 0.00
30	1.5	系统试用	¥ 9,440.00	¥ 9,440.00	¥ 0.00
31	1.6	系统完善	¥ 4,480.00	¥ 4,480.00	¥ 0.00
32	1.7	培训	¥ 8,160.00	¥ 8,160.00	¥ 0.00



时间计划



软件项目管理

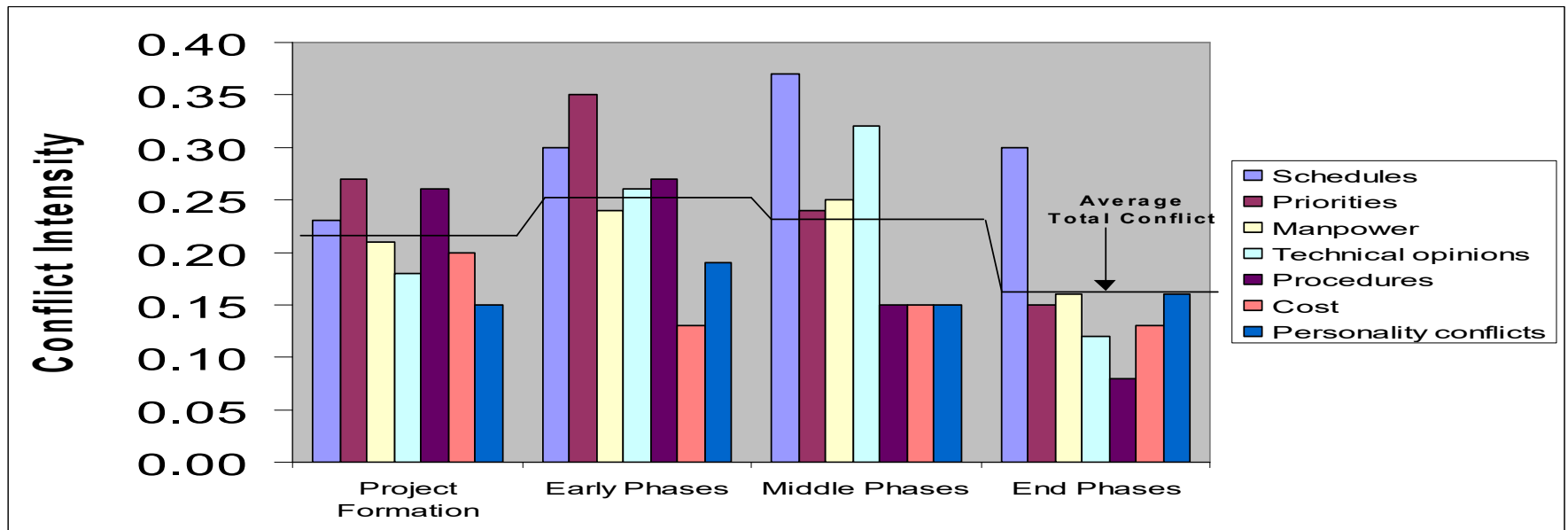


第二篇 第 7 章

软件项目进度计划

7.0 进度计划的重要性

- ❑ 按时完成项目是项目经理最大的挑战之一
- ❑ 时间是项目规划中灵活性最小的因素
- ❑ 进度问题是项目冲突的主要原因



本章要点

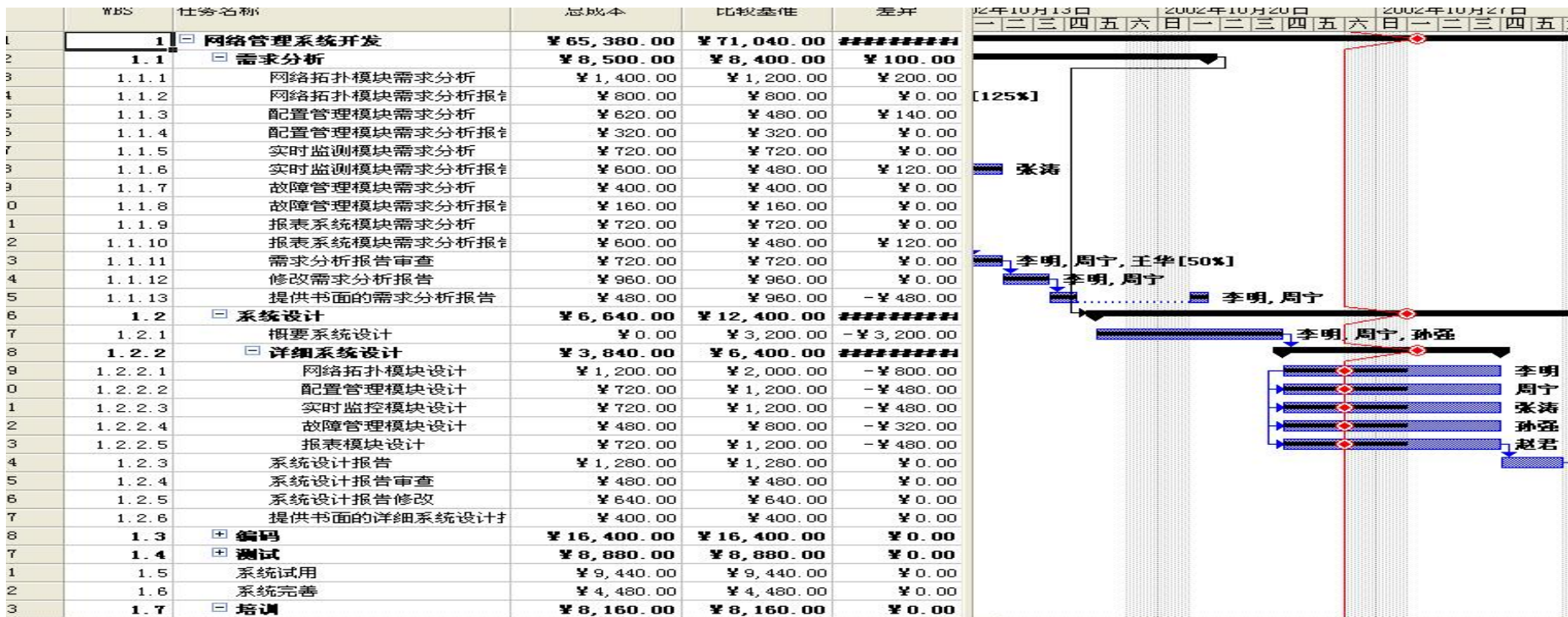
- 一、进度管理基本概念
- 二、任务历时估算
- 三、进度计划编排
- 四、项目进度模型
- 五、案例分析
- 六、课程实践

7.1 软件项目进度(时间)管理过程

- ❑ 活动定义 (Activity definition)
- ❑ 活动排序 (Activity sequencing)
- ❑ 活动资源估计 (Activity resource estimating)
- ❑ 活动历时估计 (Activity duration estimating)
- ❑ 制定进度计划 (Schedule development)
- ❑ 进度控制 (Schedule control) - 项目跟踪

7.1.1 进度的定义

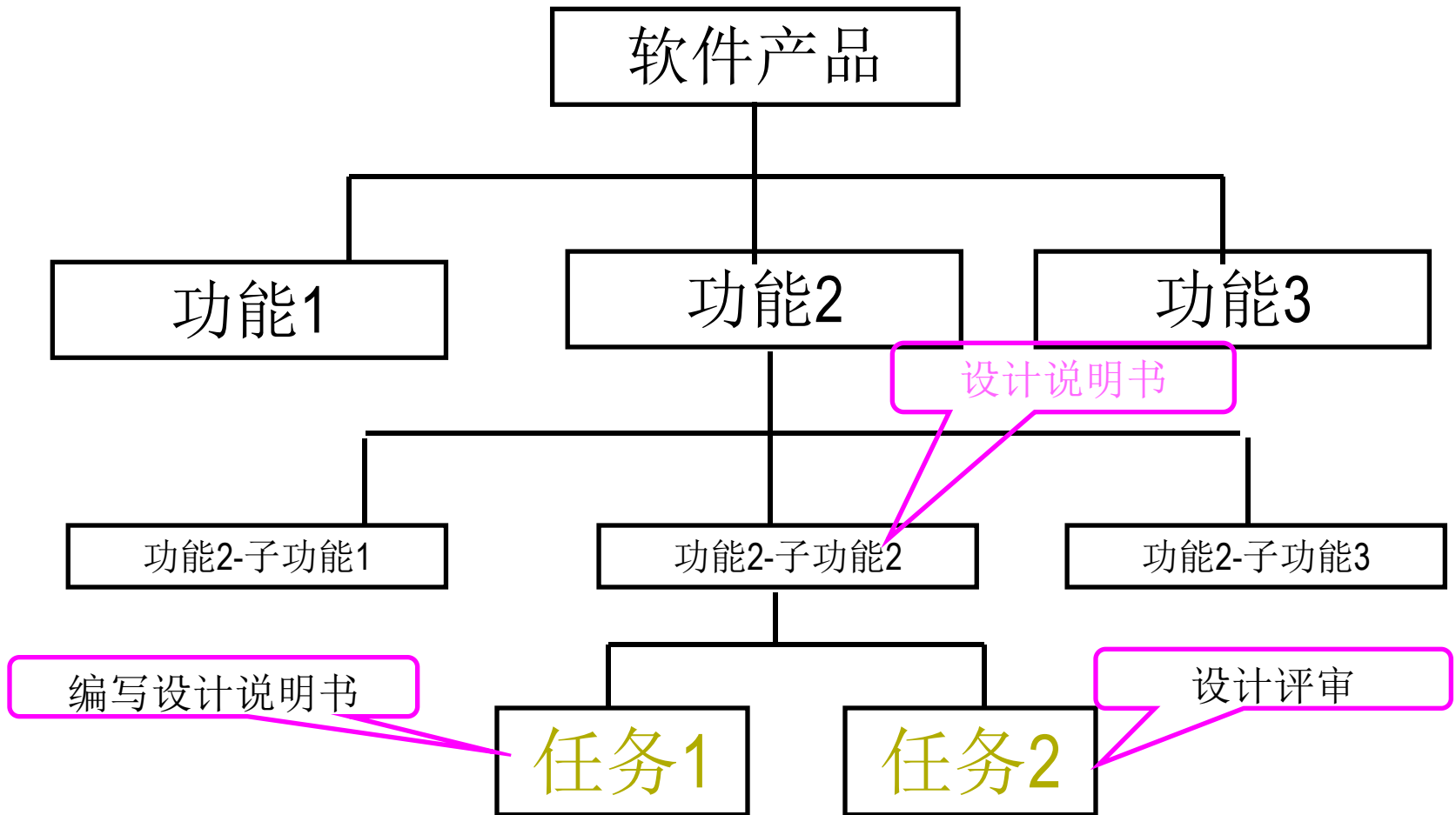
进度是对执行的活动和里程碑制定的工作计划日期表



7.1.2 任务定义 (Defining Activities)

- ❑ 确定为完成项目的各个交付成果所必须进行的诸项具体活动

任务定义

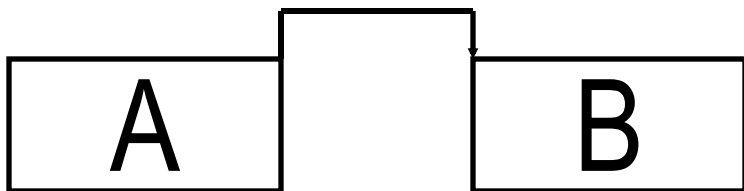


7.1.3 项目任务的关联关系

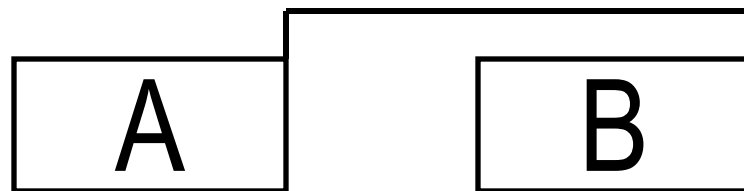
- ❑ 项目各项活动之间存在相互联系与相互依赖关系
- ❑ 根据这些关系安排任务之间的顺序

前置活动（任务）——> 后置活动（任务）

任务(活动)之间的关系



结束-开始



结束-结束



开始-开始



开始-结束

任务之间关联关系的依据

- ❑ 强制性依赖关系
- ❑ 软逻辑关系
- ❑ 外部依赖关系

1.强制性依赖关系

强制性依赖关系是工作任务中固有的依赖关系，是一种不可违背的逻辑关系，又被称为硬逻辑关系或内在的相关性，它是由客观规律和物质条件的限制造成的。例如，需求分析一定要在软件设计之前完成，测试活动，一定要在编码任务之后执行。

2.软逻辑关系

软逻辑是由项目管理人员确定的项目活动之间的关系，是人为的、主观的，是一种根据主观意志去调整和确定的项目活动关系，也可以称指定性相关，或者偏好相关或软相关。例如，安排计划的时候，哪个模块先做，哪个模块后做，哪个任务先做好一些，哪些任务同时做好一些，都可以由项目经理确定。

3.外部依赖关系

外部依赖是项目活动与非项目活动之间的依赖关系，例如，环境测试依赖于外部提供的环境设备等。

7.1.4 进度管理图示

- ❑ 网络图
- ❑ 甘特图
- ❑ 里程碑图
- ❑ 资源图

(1) 网络图

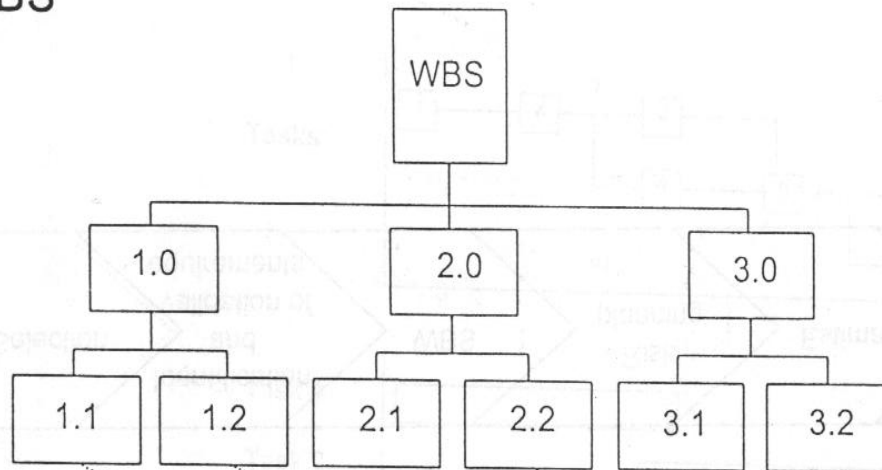
- ❑ 网络图是活动排序的一个输出
- ❑ 展示项目中各个活动以及活动之间的逻辑关系

常用的网络图

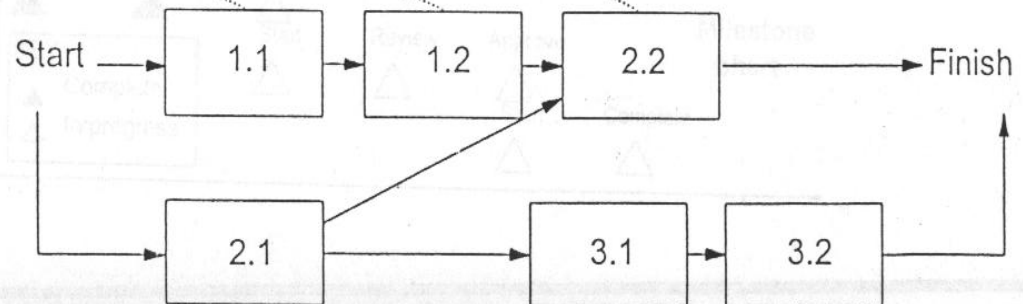
- ❑ PDM (Precedence Diagramming Method)
 - ❑ 优先图法，节点法（单代号）网络图
- ❑ ADM (Arrow Diagramming Method)
 - ❑ 箭线法（双代号）网络图

Network Relationship to WBS

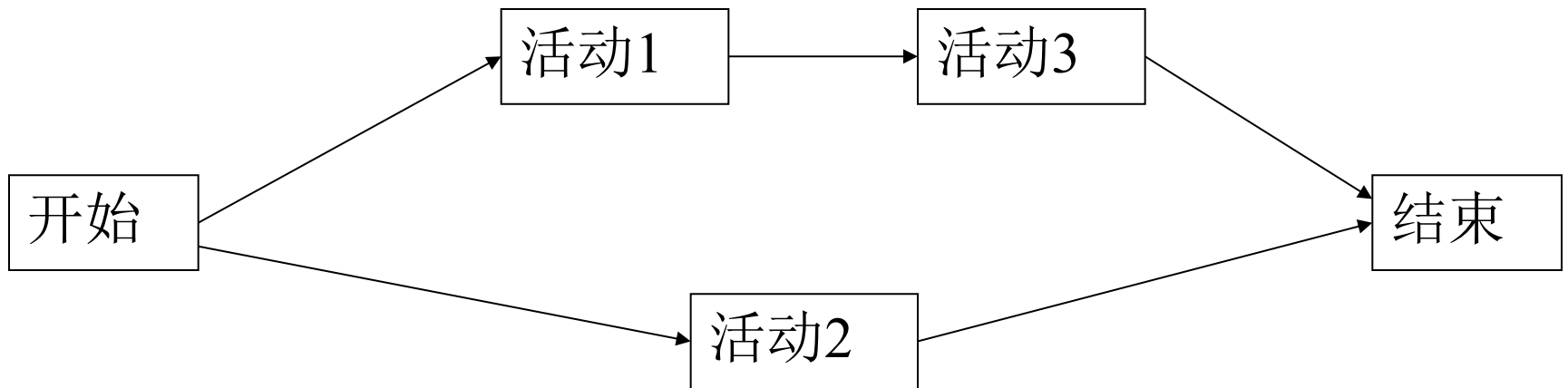
WBS



Network



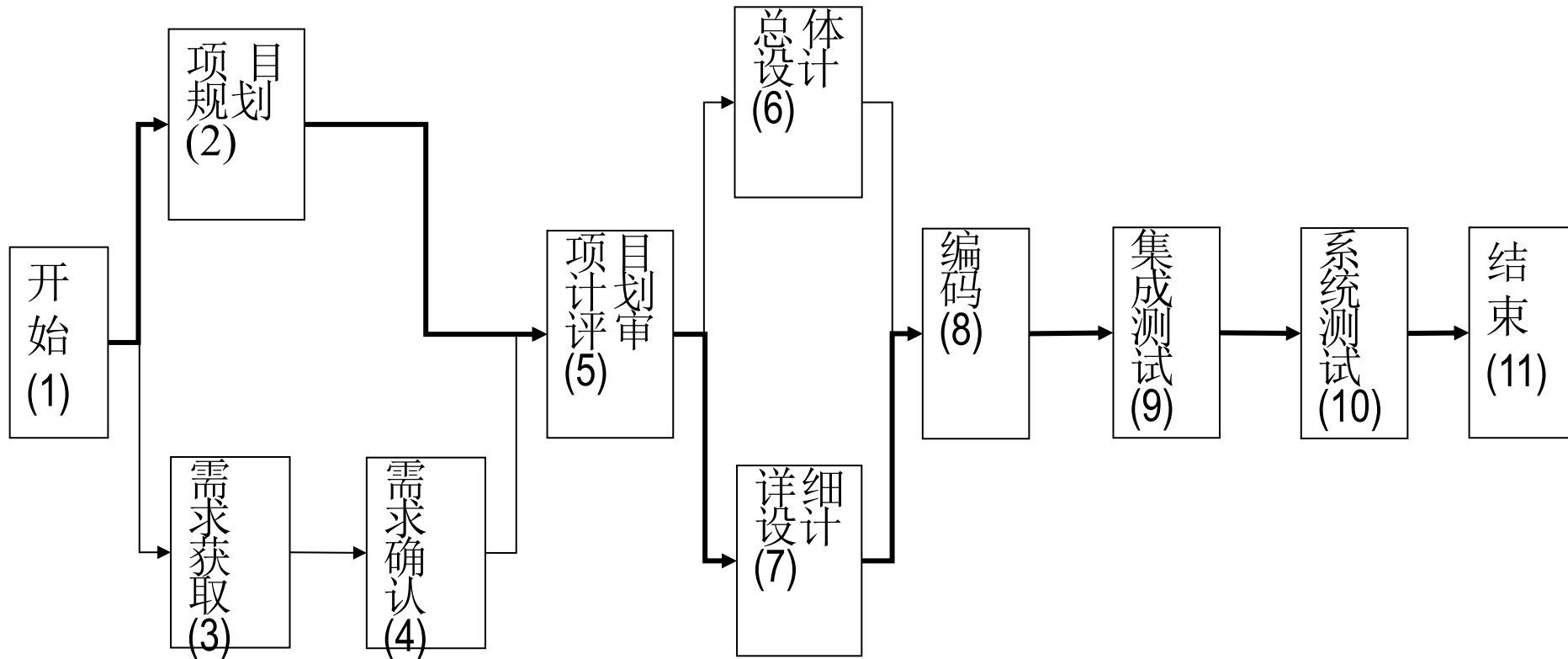
PDM图例



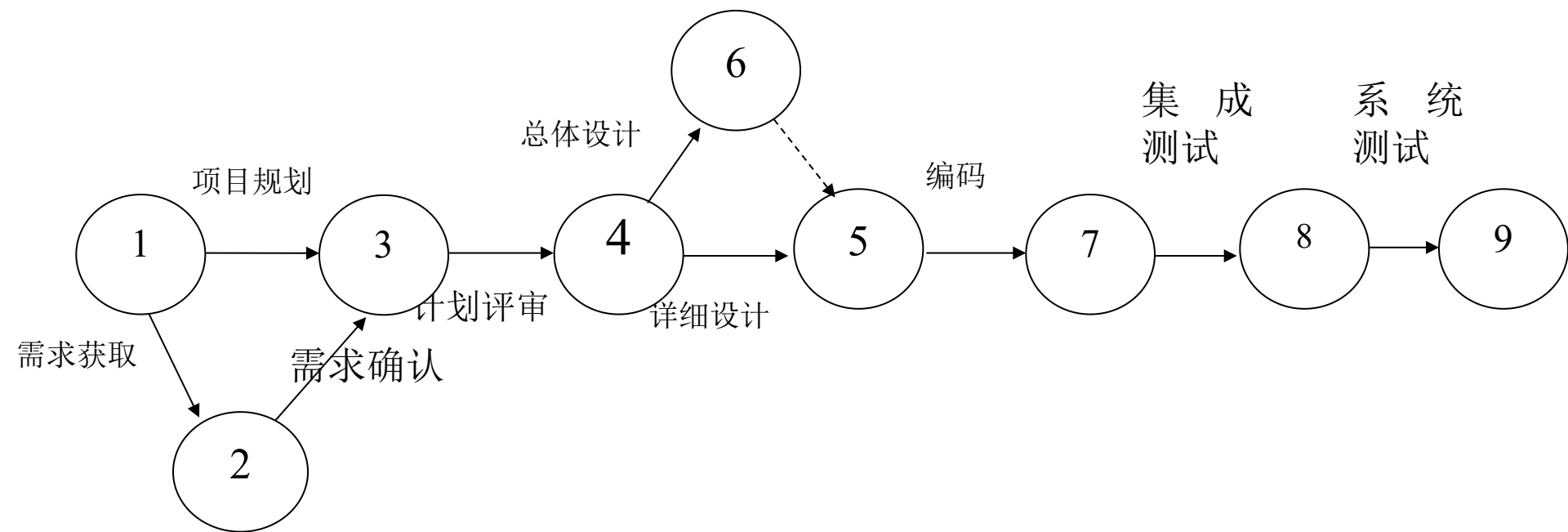
PDM (Precedence Diagramming Method)

- ❑ 构成PDM网络图的基本特点是节点(Box)
- ❑ 节点(Box)表示活动（任务）
- ❑ 用箭线表示各活动(任务)之间的逻辑关系.
- ❑ 可以方便的表示活动之间的各种逻辑关系。

PDM (Precedence Diagramming Method) - 优先图法图例



ADM图例



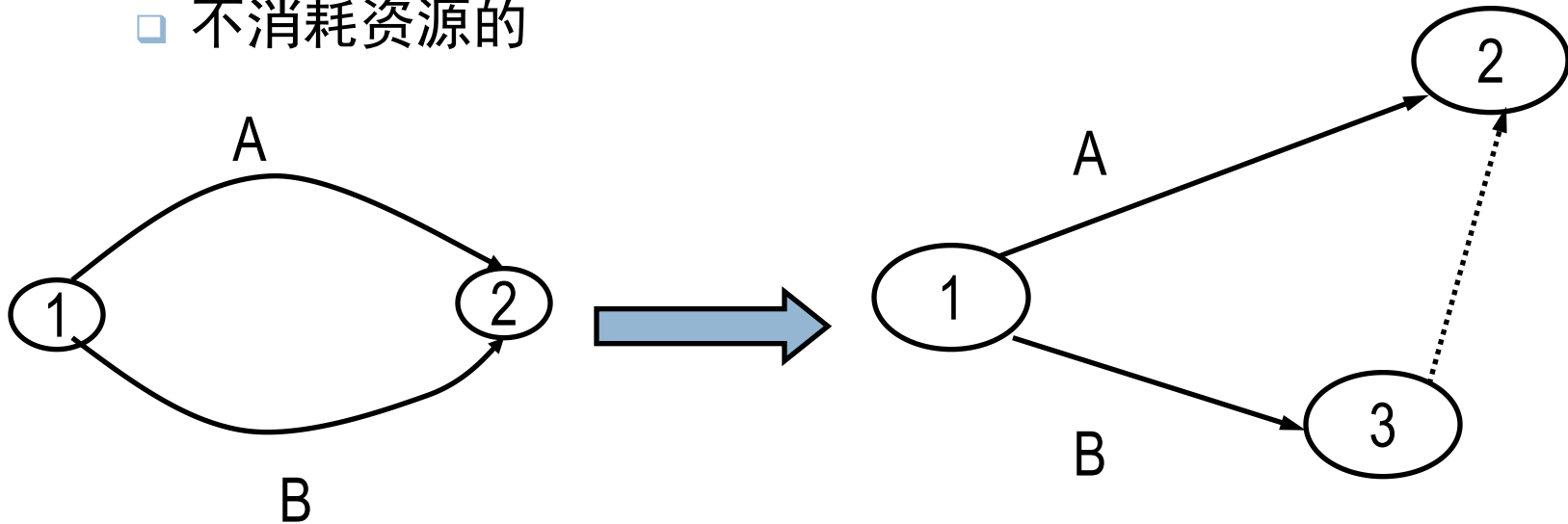
ADM (Arrow Diagramming Method)

- ❑ ADM也称为双代号项目网络图,
- ❑ 在ADM网络图中, 箭线表示活动(任务)
- ❑ 两个代号唯一确定一个任务
- ❑ 代号表示前一任务的结束, 同时也表示后一任务的开始.

ADM图例-虚活动

❑ 虚活动

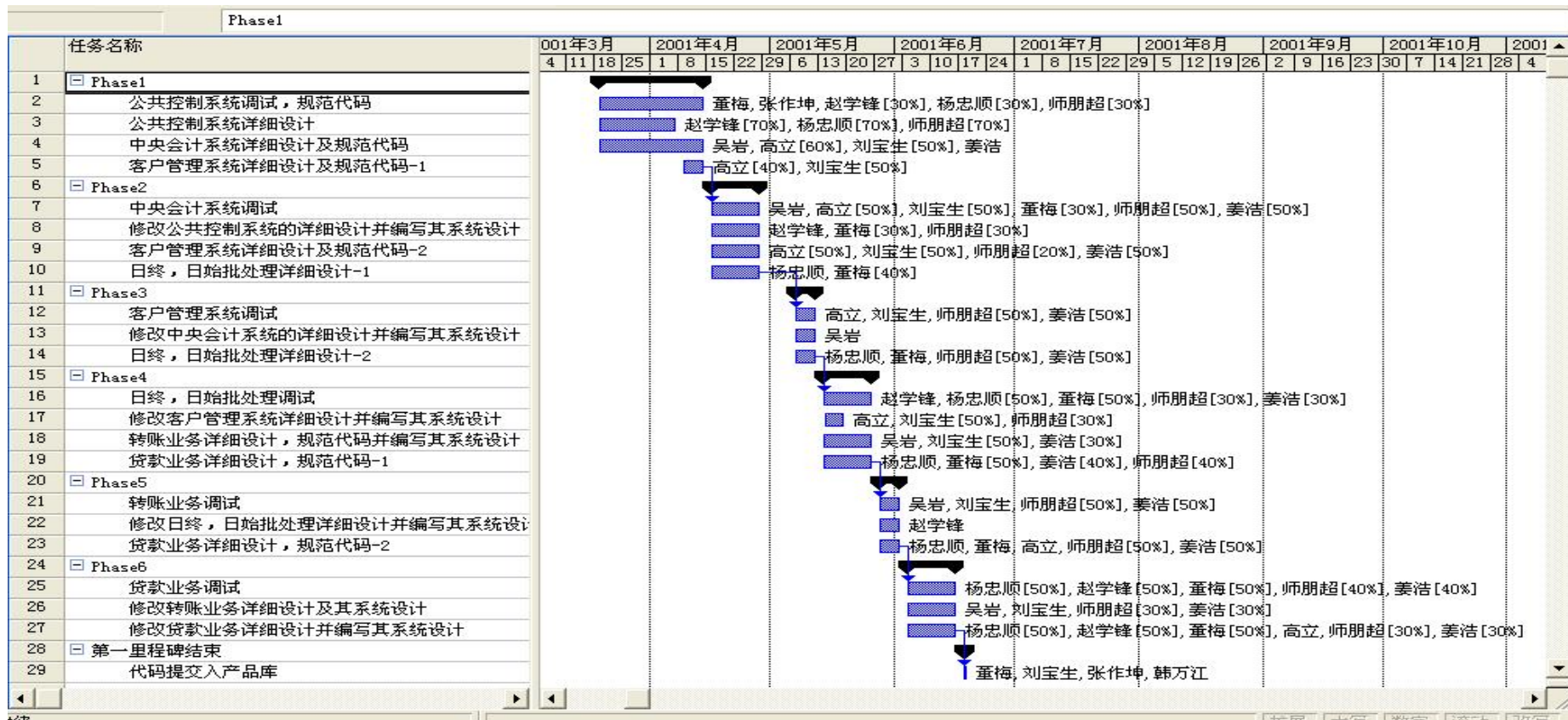
- ❑ 为了定义活动
- ❑ 为了表示逻辑关系（为了用来表达相邻工序之间的衔接关系，而实际上并不存在而虚设的工序。）
- ❑ 不消耗资源的



(2) 甘特图

- ❑ 显示基本的任务信息
- ❑ 可以查看任务的工期、开始时间和结束时间以及资源的信息。
- ❑ 只有时标，没有活动的逻辑关系

甘特图-实例



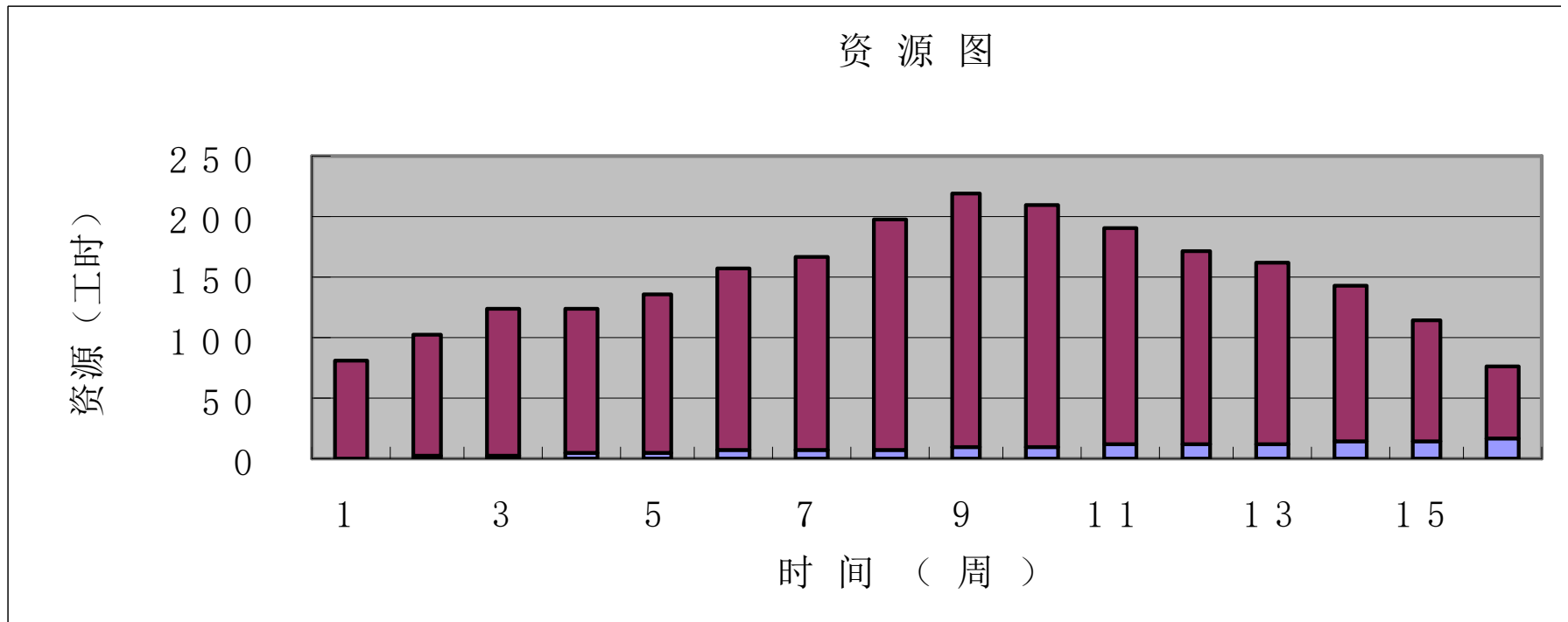
(3) 里程碑图示

- ❑ 里程碑显示项目进展中的重大工作完成
- ❑ 里程碑不同于活动
 - ❑ 活动是需要消耗资源的
 - ❑ 里程碑仅仅表示事件的标记

里程碑图示



(4) 资源图



本章要点

- 一、进度管理基本概念
- 二、任务历时估算
- 三、进度计划编排
- 四、项目进度模型
- 五、案例分析
- 六、课程实践

7.2 历时估算

估计任务、路径、项目的持续时间

- 项目进度估算是估计任务的持续时间-历时估计
 - 每个任务的历时估计
 - 项目总历时估计

7.2 历时估算的基本方法



定额估算法

- ❑ 经验导出模型
- ❑ CPM(关键路径法估计)
- ❑ PERT(工程评估评审技术)
- ❑ 基于承诺的进度估计
- ❑ Jones的一阶估算准则

7.2.1 定额估算法

$$T=Q/(R*S)$$

- T: 活动历时
- Q: 任务工作量
- R: 人力数量
- S: 工作效率 (贡献率)

定额估算法举例

□ 例如

□ $Q=6$ 人天, $R=2$ 人, $S=1$

□ 则: $T=3$ 天

□ 例如

□ $Q=6$ 人天, $R=2$ 人, $S=1.5$

□ 则: $T=2$ 天

历时估算的基本方法

- 定额估算法



- 经验导出模型

- CPM(关键路径法估计)

- PERT(工程评估评审技术)

- 基于承诺的进度估计

- Jones的一阶估算准则

7.2.2 经验导出模型

经验导出模型： $D=a*E^b$ ：

- D: 进度 (以月单位)
- E: 工作量 (以人月单位)
- a: 2—4之间
- b: 1/3左右: 依赖于项目的自然属性

经验导出模型是根据大量项目数据统计而得出的模型
有IBM的Walston-Felix模型和COCOMO模型

7.2.2-1 建议掌握模型

- Walston-Felix模型: $D = 2.4 * E^{0.35}$
- 基本COCOMO: $D = 2.5 * E^b$

方式	b
有机	0.38
半有机	0.35
嵌入式	0.32

项目类型:

- 有机: Organic
- 嵌入式: Embedded
- 半有机: Semidetached

7.2.2-2 基本COCOMO举例

一个33.3 KLOC的软件开发项目，属于中等规模、半有机型的项目，采用基本COCOMO估算进度？

1) 采用基本COCOMO模型估算的规模

$$E = 152 \text{ PM}$$

2) 采用基本COCOMO模型估算的进度

$$\begin{aligned} D &= 2.5 \times E^{0.35} \\ &= 2.5 \times 152^{0.35} = 14.5 \text{ M} \end{aligned}$$

7.2.2-3 实际项目的规模估算举例

					219,770	47,242	156,834	15,694
先行 開	移行 対	フォルダ	プロジェクト	ファイル名	総行数	コメント行	実行数	空行数
	○	001_FrtBaseSystem%Comn	001_FrtBaseSystem	FrtBaseRemote.vb	101	39	48	14
	○	001_FrtBaseSystem%Comn	001_FrtBaseSystem	FrtBaseServer.vb	618	242	307	69
画面機能開発			BaseSystem	FrtBaseSystem.vb	474	122	294	58
	レベル1(易)		BaseSystem	FrtCodeTableCache.vb	76	7	57	12
	レベル2(低)		BaseSystem	FrtComparer.vb	69	32	27	10
	レベル3(中)		BaseSystem	FrtCSVData.vb	210	89	104	17
	レベル4(高)		BaseSystem	FrtDataContainer.vb	207	76	103	28
	レベル5(激高)		BaseSystem	FrtInit.vb	177	49	111	17
	レベル6(特高)		BaseSystem	FrtInputText.vb	53	19	28	6
	小計		BaseSystem	FrtMasterDB.vb	3,560	950	2,340	270
共通機能開発			BaseSystem	FrtMessageTable.vb	113	36	68	9
	共通機能開発(完成済み控除)		BaseSystem	FrtMiscModule.vb	904	240	585	79
	共通機能テスト(完成済み未控除)		BaseSystem	FrtMultiValue.vb	299	110	154	35
	小計		BaseSystem	FrtOraDbAccess.vb	1,619	544	930	145
その他作業工数			BaseSystem	FrtOutputBatchLog.vb	790	231	455	104
	開発環境構築		BaseSystem	FrtOutputEventlog.vb	100	35	51	14
	フレームワーク、サッフルPG等の勉強							
	疎通動作確認							

■見積工数

項目	工数(Day)	工数(人月)	備考
大連オフショア開発			
開発工数	1955.3	97.8	
QC	195.5	9.8	約開発工数の10%
プロジェクト管理工数	200.0	10.0	
合計	2350.9	117.6	

建议掌握模型

项目类型

- 有机: Organic,
 - 各类应用程序, 例如数据处理、科学计算 等
 - 受硬件的约束比较小, 程序的规模不是很大
- 嵌入式: Embedded
 - 系统程序, 例如实时处理、控制程序等
 - 紧密联系的硬件、软件 and 操作的限制条件下运行, 软件规模任意
- 半有机: Semidetached
 - 各类实用程序, 介于上述两种软件之间, 例如编译器 (程序)
 - 规模和复杂度都属于中等或者更高

经验导出模型举例

假设：导出模型 $D=3 * E^{1/3}$

则： $E=65 \text{人月} \implies D= 3 * 65^{1/3} = 12 \text{月}$

历时估算的基本方法

- 定额估算法

- 经验导出模型



- CPM(关键路径法估计)

- PERT(工程评估评审技术)

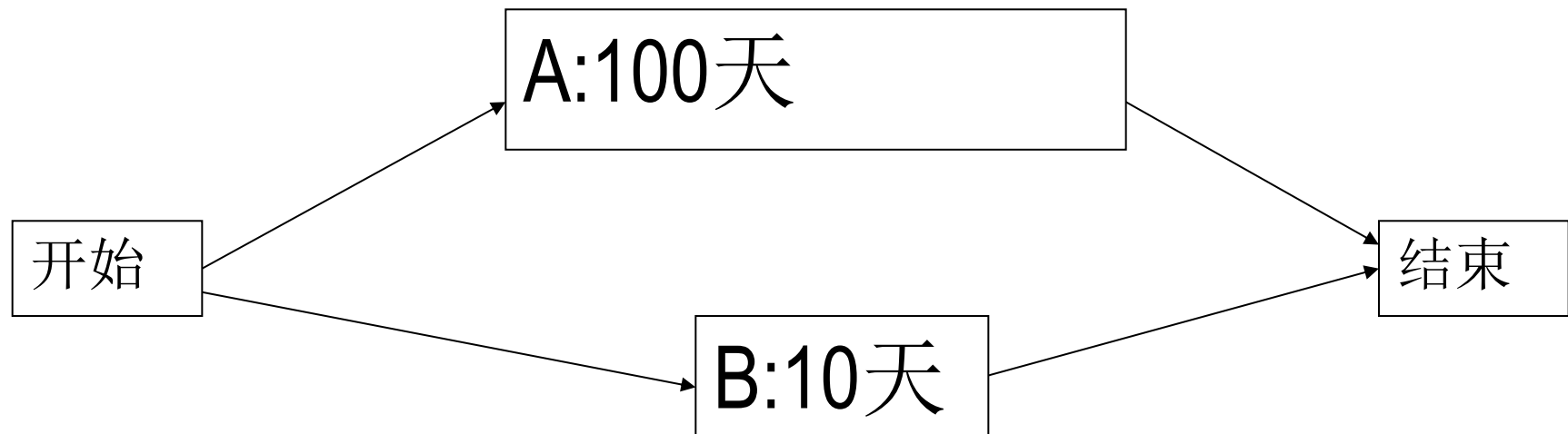
- 基于承诺的进度估计

- Jones的一阶估算准则


7.2.3 关键路径法估计

- ❑ 确定项目网络图
- ❑ 每个任务有单一的历时估算
- ❑ 确定网络图中任务的逻辑关系
- ❑ 关键路径是网络图中最长的路径。
- ❑ 关键路径可以确定项目完成时间

7.2.3-1 关键路径法估计实例



历时估算的基本方法

- ❑ 定额估算法
- ❑ 经验导出模型
- ❑ CPM(关键路径法估计)
-  PERT(工程评估评审技术)
- ❑ 基于承诺的进度估计
- ❑ Jones的一阶估算准则

7.2.4 工程评估评审技术 (*PERT*)

- ❑ (Program Evaluation and Review Technique) 利用网络顺序图逻辑关系
- ❑ 项目中某项单独的活动，存在很大的不确定性。
- ❑ 加权算法估算任务历时
- ❑ 利用网络图逻辑关系，确定路径、项目历时

7.2.4 工程评估评审技术 (PERT)-加权算法

- 它是基于对某项任务的乐观，悲观以及最可能的概率时间估计
- 采用加权平均得到期望值 $E = (O + 4m + P) / 6$,
 - O是最小估算值:乐观(Optimistic),
 - P是最大估算值:悲观(Pessimistic),
 - M是最大可能估算(Most Likely)。

7.2.4 (*PERT*)-加权算法例子

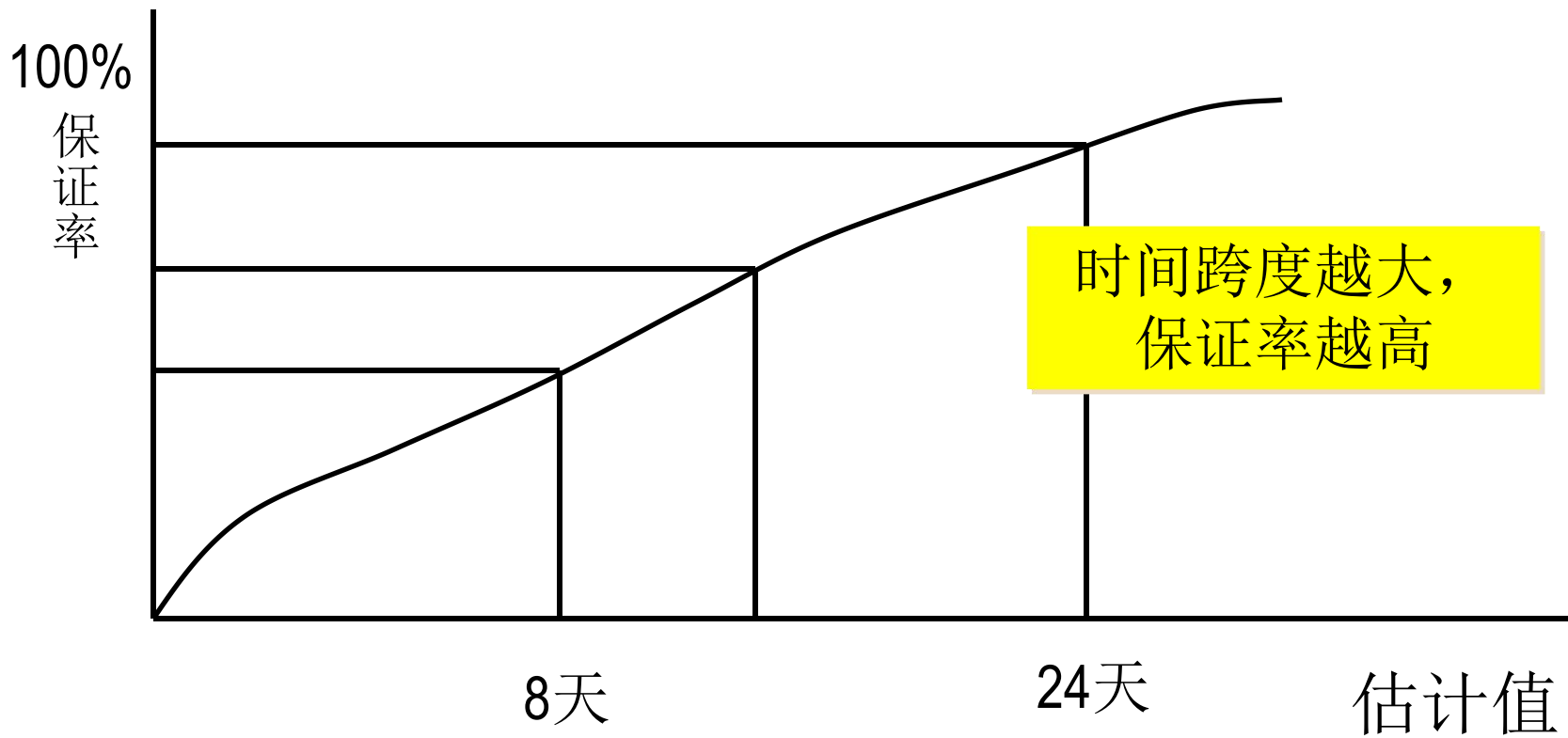
Example:

PERT weighted average =

$$\frac{8 \text{ days} + 4 \times 10 \text{ days} + 24 \text{ days}}{6} = 12 \text{ days}$$

where 8 = optimistic time, 10 = most likely time, and 24 = pessimistic time

7.2.4 PERT的风险性

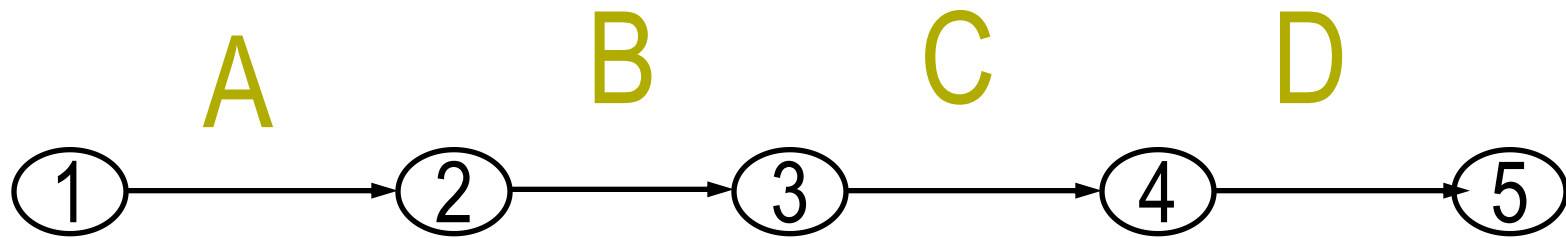


PERT的风险指标

- 标准差 $\delta = (\text{最大估算值} - \text{最小估算值}) / 6$
- 方差 $\delta^2 = [(\text{最大估算值} - \text{最小估算值}) / 6]^2$

例如上图: $\delta = (24 - 8) / 6 = 2.67$

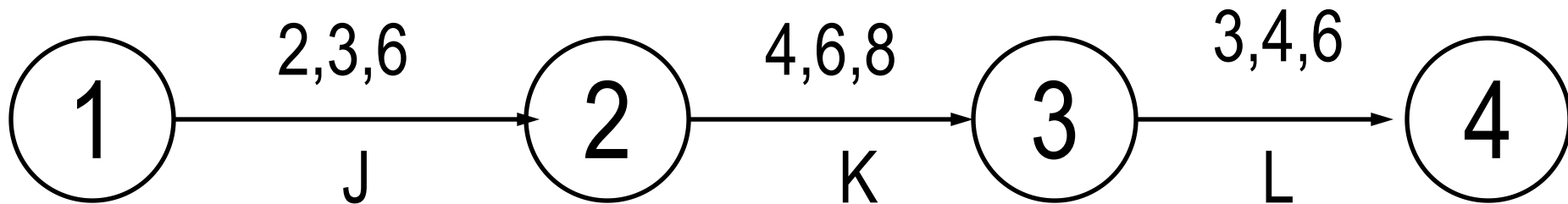
PERT评估存在多个活动的一条路径



- 期望值 $E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$
- 方差 $\delta^2 = (\delta_1)^2 + (\delta_2)^2 + \dots + (\delta_n)^2$
- 标准差 $\delta = ((\delta_1)^2 + (\delta_2)^2 + \dots + (\delta_n)^2)^{1/2}$

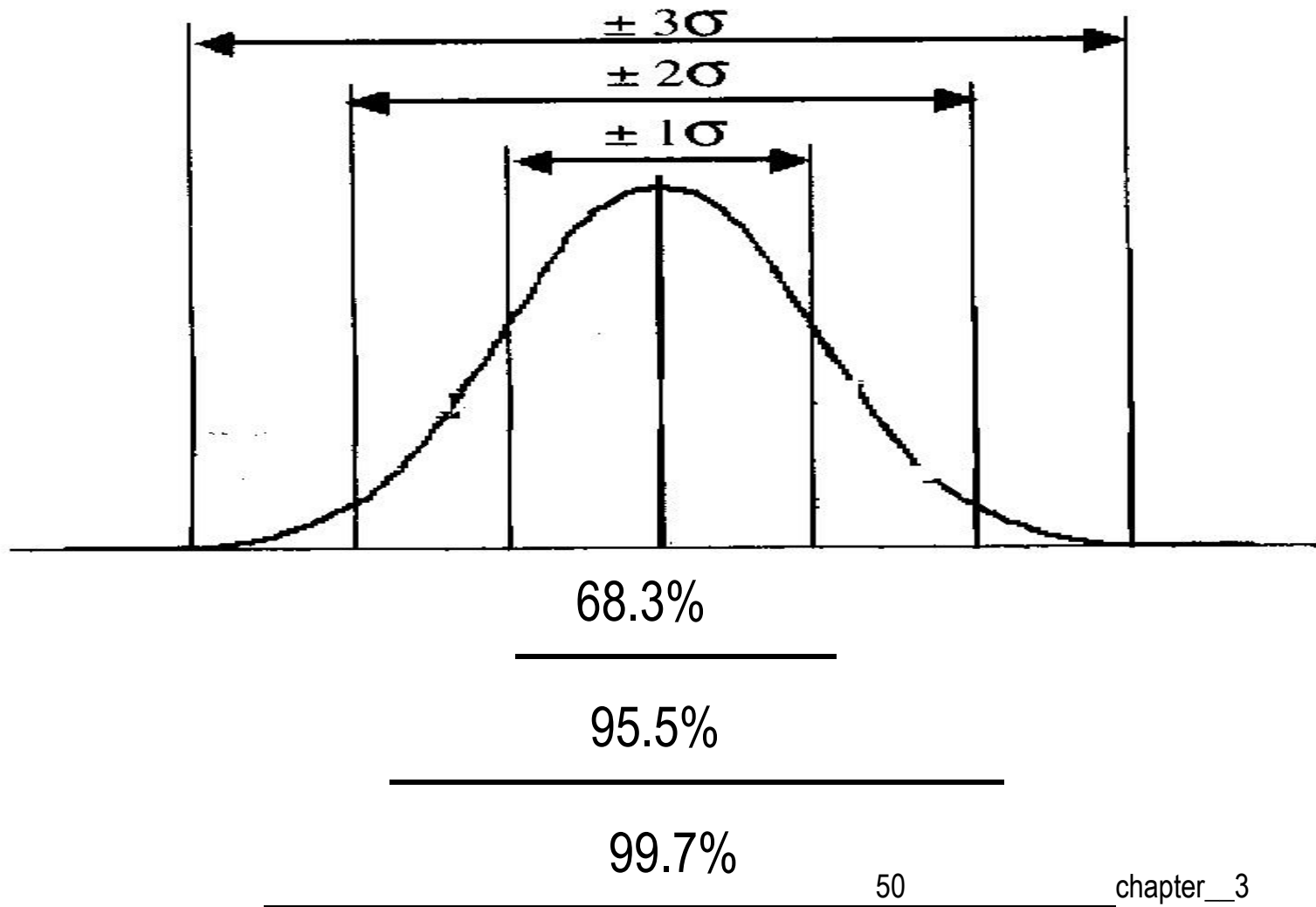
PERT举例

$\sigma^2 = (\delta_1)^2 + (\delta_2)^2 + \dots + (\delta_n)^2$
 $\sigma = ((\delta_1)^2 + (\delta_2)^2 + \dots + (\delta_n)^2)^{1/2}$
 总的方差和标准差的计算：先算方差、再算标准差



项 活动	O,M,P	E	δ	δ^2
J	2,3,6	3.33	4/6	16/36
K	4,6,8	6	4/6	16/36
L	3,4,6	4.17	3/6	9/36
估计项目总历时		13.5	1.07	41/36

标准差与保证率



PERT举例

平均历时 $E=13.5$, $\delta =1.07$				
范围		概率	从	到
T1	$\pm \delta$	68.3%	12.43	14.57
T2	$\pm 2 \delta$	95.5%	11.36	15.64
T3	$\pm 3 \delta$	99.7%	10.29	16.71

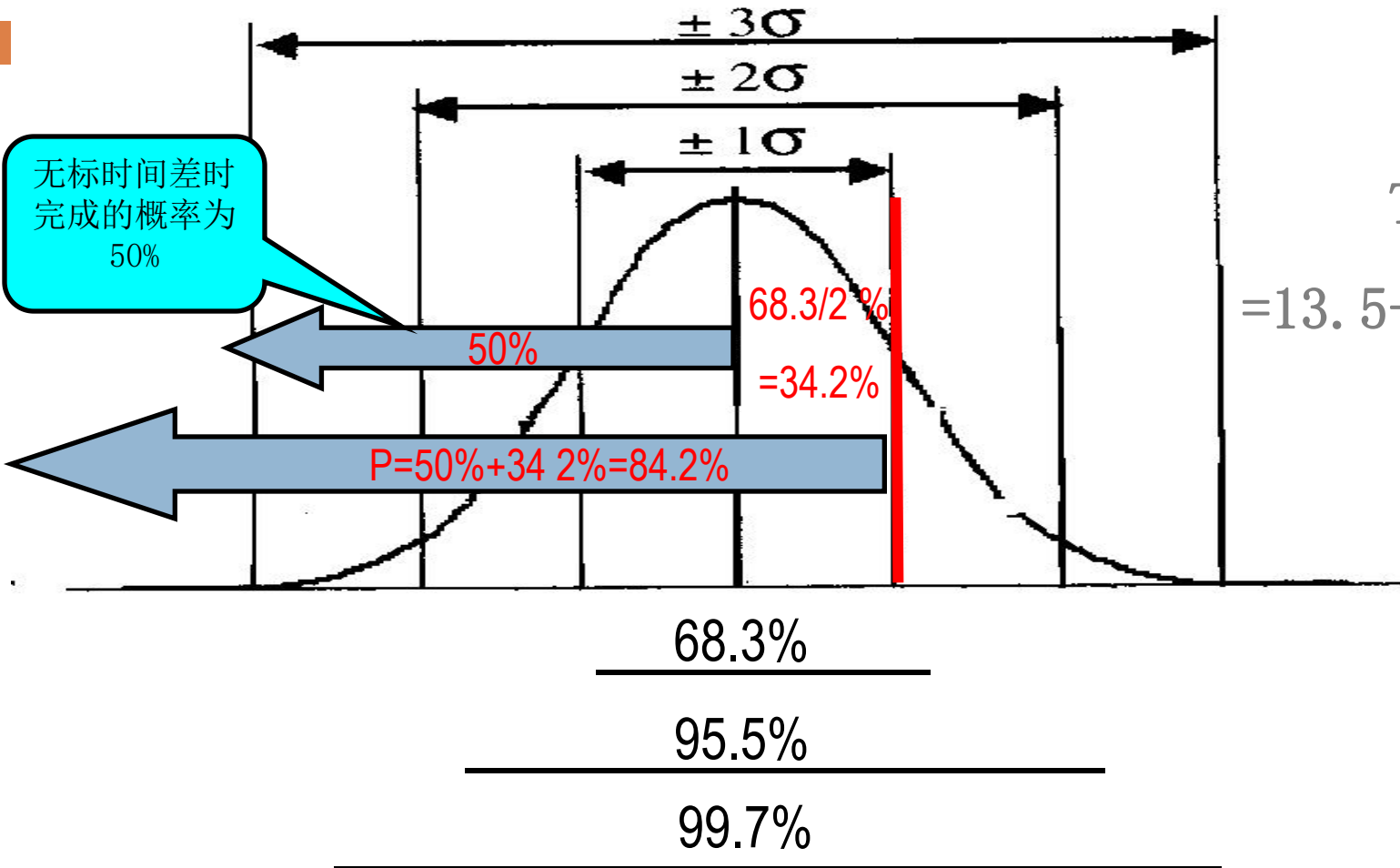
问题：项目在14.57天内完成的概率是多少？

项目在14.57天内完成的概率是84.2%


无标时间差时完成的概率为50%

$$T = E + \delta$$

$$= 13.5 + 1.07 = 14.57$$



历时估算的基本方法

- ❑ 定额估算法
- ❑ 经验导出模型
- ❑ CPM(关键路径法估计)
- ❑ PERT(工程评估评审技术)
-  基于承诺的进度估计
 - ❑ Jones的一阶估算准则

7.2.5 基于承诺的进度估算

- ❑ 要求开发人员做出进度承诺
- ❑ 不进行中间的工作量（规模）估计

本质上不是进度估算，而是自我评价。

基于承诺的进度估算-优缺点

优点


- 有利于开发者对进度的关注
- 有利于开发者在接受承诺之后的士气高昂

缺点

- 易于产生大的估算误差

历时估算的基本方法

- ❑ 定额估算法
- ❑ 经验导出模型
- ❑ CPM(关键路径法估计)
- ❑ PERT(工程评估评审技术)
- ❑ 基于承诺的进度估计

 Jones的一阶估算准则

7.2.6 *Jones*的一阶估算准则

- ❑ 幂次表
- ❑ 估算项目功能点
- ❑ 从幂次表中选择合适的幂次将功能点升幂

Jones的一阶估算准则-幂次表

软件类型	最优级	平均	最差级
系统软件	0.43	0.45	0.48
商业软件	0.41	0.43	0.46
封装商品软件	0.39	0.42	0.45

*Jones*的一阶估算准则实例

如果某平均水平的商业软件, $FP=350$

粗略的进度 = $350^{0.43} = 12$ 月

历时估算方法总结

- ❑ 定额估算法
- ❑ 经验导出模型
- ❑ CPM(关键路径法估计)
- ❑ PERT(工程评估评审技术)
- ❑ 基于承诺的进度估计
- ❑ Jones的一阶估算准则

本章要点

一、进度管理基本概念

二、任务历时估算

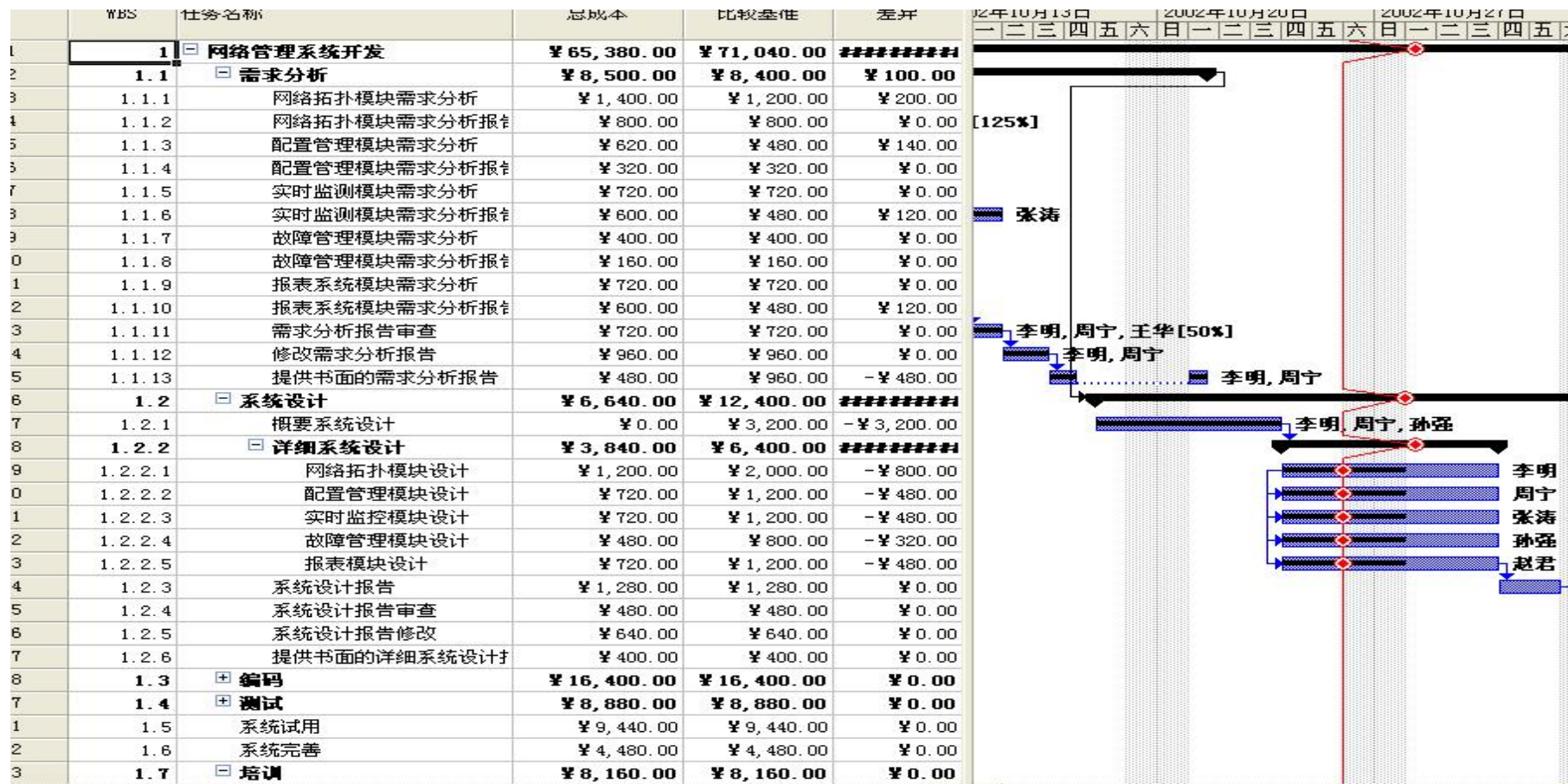
三、进度计划编排

四、项目进度模型

五、案例分析

六、课程实践

进度计划编排结果



编制项目进度计划

- ❑ 确定项目的所有活动及其开始和结束时间
- ❑ 计划是三维的，考虑时间，费用和资源
- ❑ 监控项目实施的基础，它是项目管理的基准

编制项目核心(进度)计划步骤

1. 进度编制
2. 资源调整
3. 成本预算
4. 计划优化调整
5. 计划基线

进度编制的基本方法



关键路径法

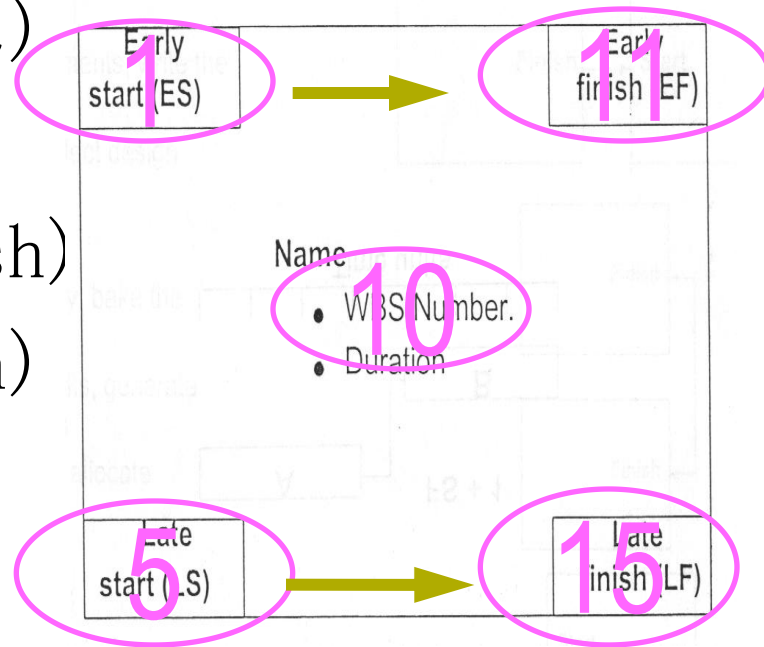
- 时间压缩法
- 管理预留
- 资源平衡
- 敏捷计划

基本概念

- ❑ 最早开始时间(*Early start*)
- ❑ 最晚开始时间(*Late start*)
- ❑ 最早完成时间(*Early finish*)
- ❑ 最晚完成时间(*Late finish*)
- ❑ 总浮动 (*Total Float*)
- ❑ 自由浮动 (*Free Float*)
- ❑ 超前(*Lead*)
- ❑ 滞后(*Lag*)

ES 、 EF 、 LS 、 LF

- ❑ 最早开始时间 (Early start)
- ❑ 最晚开始时间 (Late start)
- ❑ 最早完成时间 (Early finish)
- ❑ 最晚完成时间 (Late finish)



浮动时间(*Float*)

浮动时间是一个任务的机动性, 它是一个任务在不影响其它任务或者项目完成的情况下可以延迟的时间量。

总浮动与自由浮动

□ 总浮动 (Total Float)

□ 在不影响项目最早完成时间的前提下，一个任务可以延迟的时间

□ $TF = LS - ES$ 或 $TF = LF - EF$

□ 自由浮动 (Free Float)

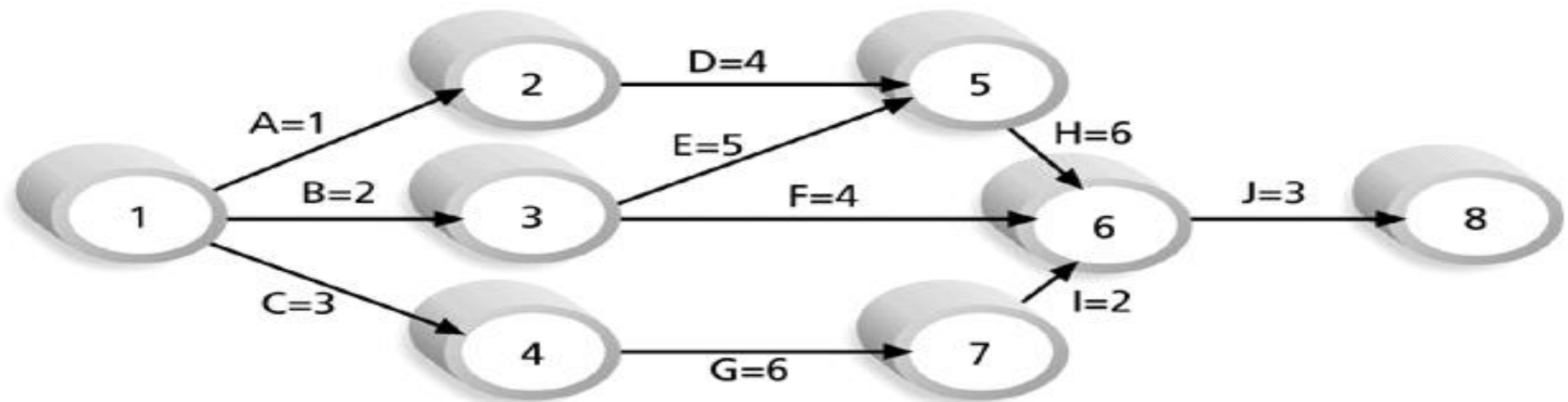
□ 在不影响后置任务最早开始时间的前提下，一个任务可以延迟的时间

□ $FL = (\text{后置任务})ES - (\text{前置任务})EF - Lag$

关键路径 (*Critical Path*)

- ❑ 时间浮动为0 ($\text{Float}=0$) 的路径
- ❑ 网络图中最长的路径
- ❑ 关键路径是决定项目完成的最短时间。
- ❑ 关键路径上的任何活动延迟，都会导致整个项目完成时间的延迟
- ❑ 关键路径可能不止一条

Determining the Critical Path for Project X

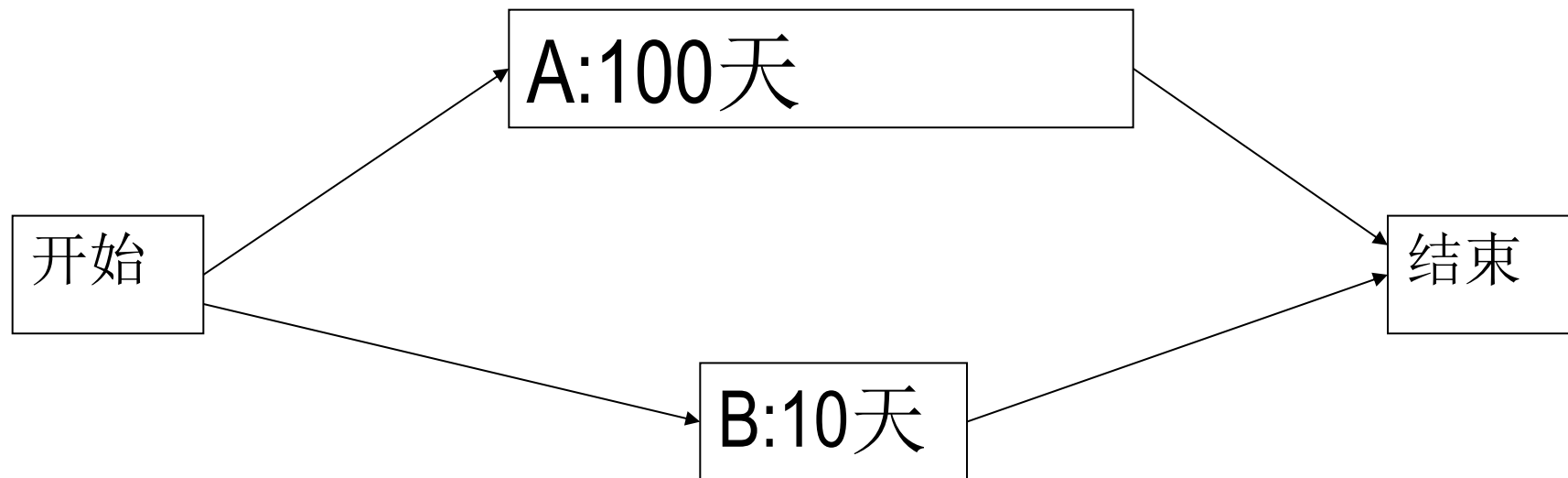


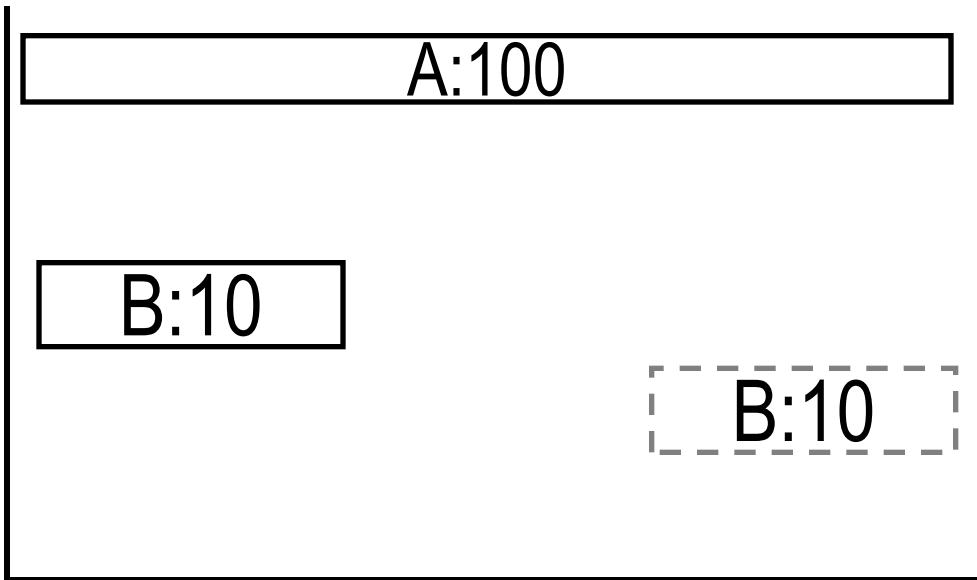
Note: Assume all durations are in days.

Path 1:	A-D-H-J	Length = $1+4+6+3 = 14$ days
Path 2:	B-E-H-J	Length = $2+5+6+3 = 16$ days
Path 3:	B-F-J	Length = $2+4+3 = 9$ days
Path 4:	C-G-I-J	Length = $3+6+2+3 = 14$ days

Since the critical path is the longest path through the network diagram, Path 2, B-E-H-J, is the critical path for Project X.

项目网络图





公式

$$EF = ES + \text{duration}$$

$$LS = LF - \text{duration}$$

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

A:

$$ES=0 \Rightarrow EF=100$$

$$LS=0 \Leftarrow LF=100$$

B:

$$ES=0 \Rightarrow EF=10$$

$$LS=90 \Leftarrow LF=100$$

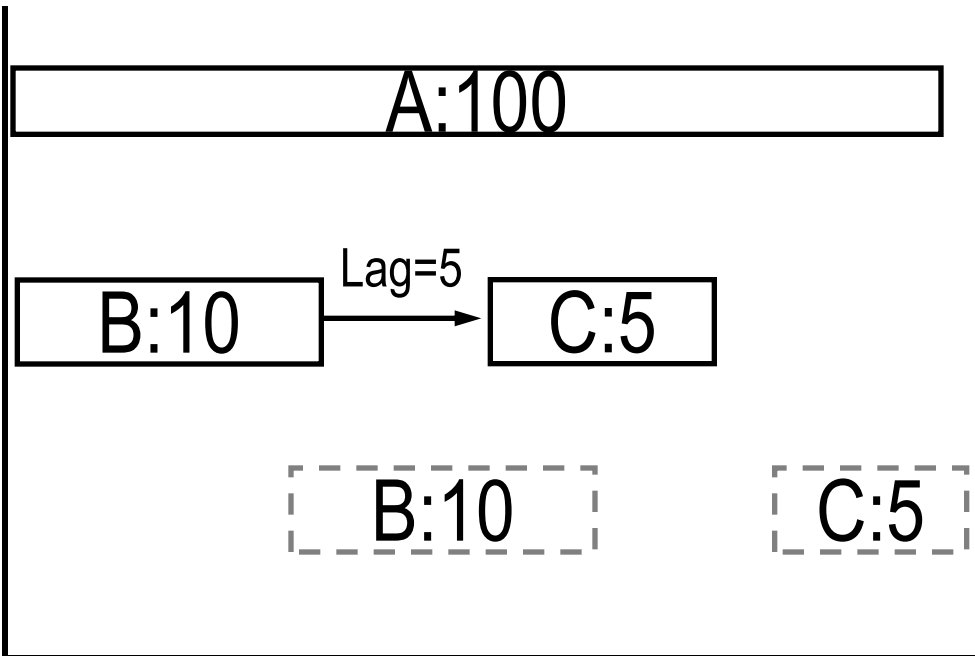
$$TF = LS - ES = 90$$

$$TF = LF - EF = 90$$

任务滞后:Lag

A完成之后3天B开始





A:

ES=0 \Rightarrow EF=100

LS=0 \Leftarrow LF=100

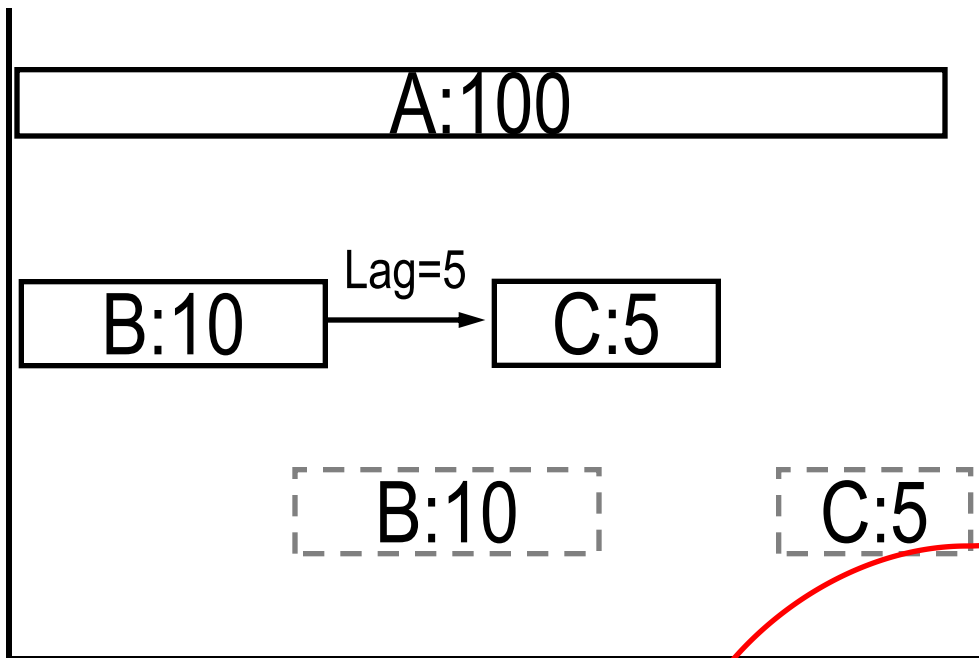
公式:

EF= ES+duration

LS=LF- duration

S:successor 后置任务
P:predecessor 前置任务

最晚开始时间要按逆推
法计算



B:

ES=0 \Rightarrow EF=10

LF(B)=LS(C)-lag=90

LS=80 \leq LF=90

TF=LS-ES=80

FF(B)=0

C:

ES(C)=EF(B)+lag=15

ES=15 \Rightarrow EF=20

LS=95 \leq LF=100

TF=LS-ES=80

公式

EF= ES+duration, ES (s) = EF + Lag,

LS=LF- duration, **LF (P) = LS- Lag**

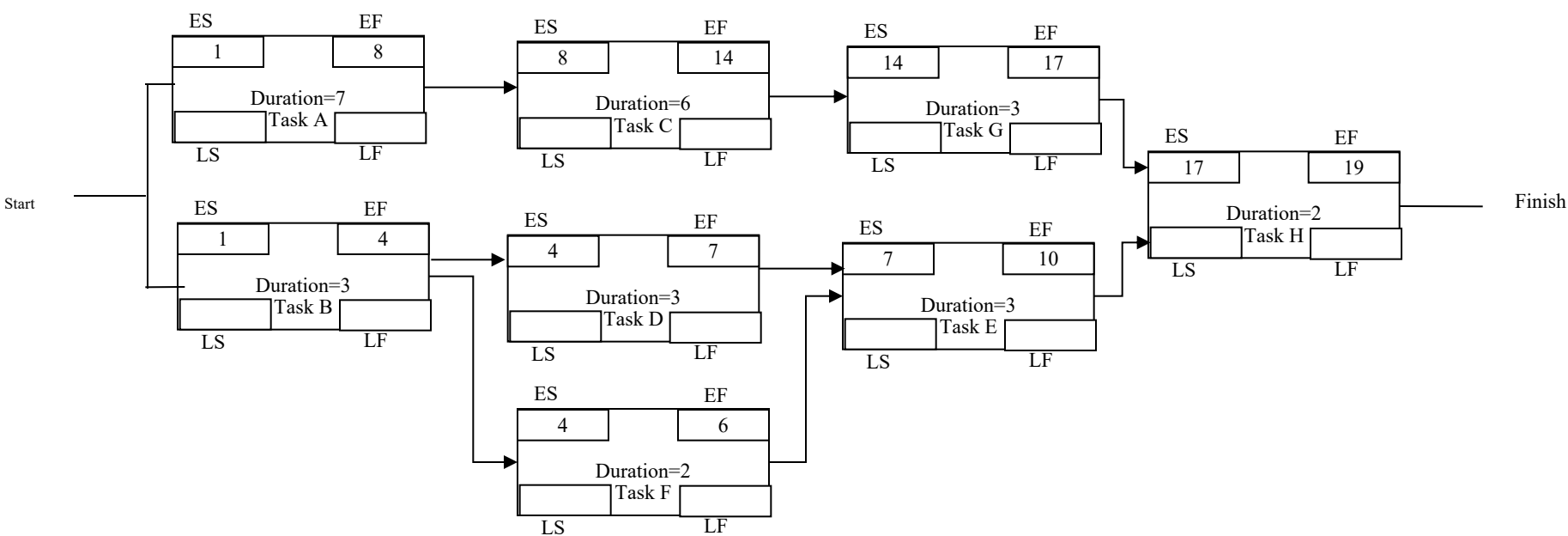
TF=LS-ES =LF-EF, FF= ES(s)-EF- Lag

正推法(*Forward pass*)

**按照时间顺序计算最早开始时间和最早完成时间的方法，
称为正推法**

- 1) 确定项目的开始时间。
- 2) 从左到右，从上到下
- 3) 计算每个任务的最早开始时间ES和最早完成时间EF：
 - 网络图中第一个任务的最早开始时间是项目的开始时间；
 - $ES + \text{Duration} = EF$
 - $EF + \text{Lag} = ES$ (s)
 - 当一个任务有多个前置任务时，选择前置任务中最大的EF加上Lag作为其ES。

正推法实例



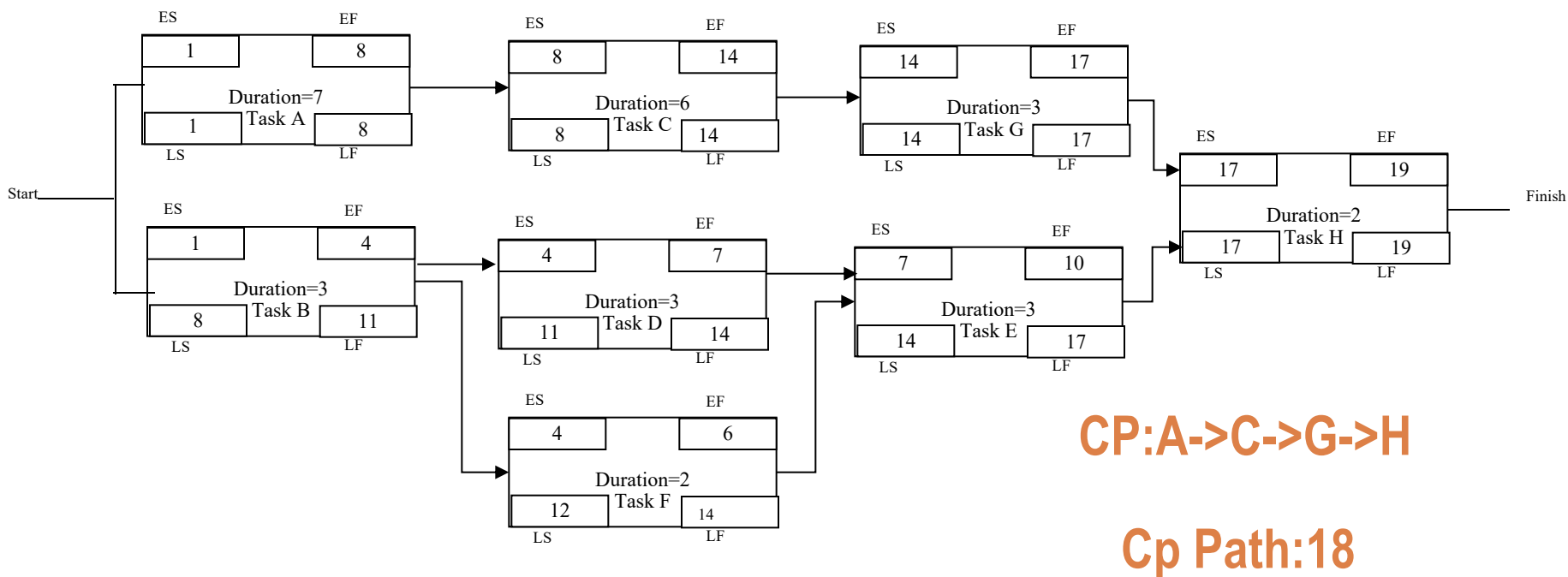
当一个任务有多个前置任务时，选择前置任务中最大的EF加上Lag作为其ES。

逆推法(*Backward pass*)

按照逆时间顺序计算最晚开始时间和最晚结束时间的方法, 称为逆推法

- 1) 确定项目的结束时间
- 2) 从右到左, 从上到下
- 3) 计算每个任务的最晚开始时间LS和最晚完成时间LF
 - 网络图中最后一个任务最晚完成时间是项目的结束时间;
 - $LF - Duration = LS$
 - $LS - Lag = LF(p)$
 - 当一个任务有多个后置任务时, 选择其后置任务中最小LS减Lag作为其LF

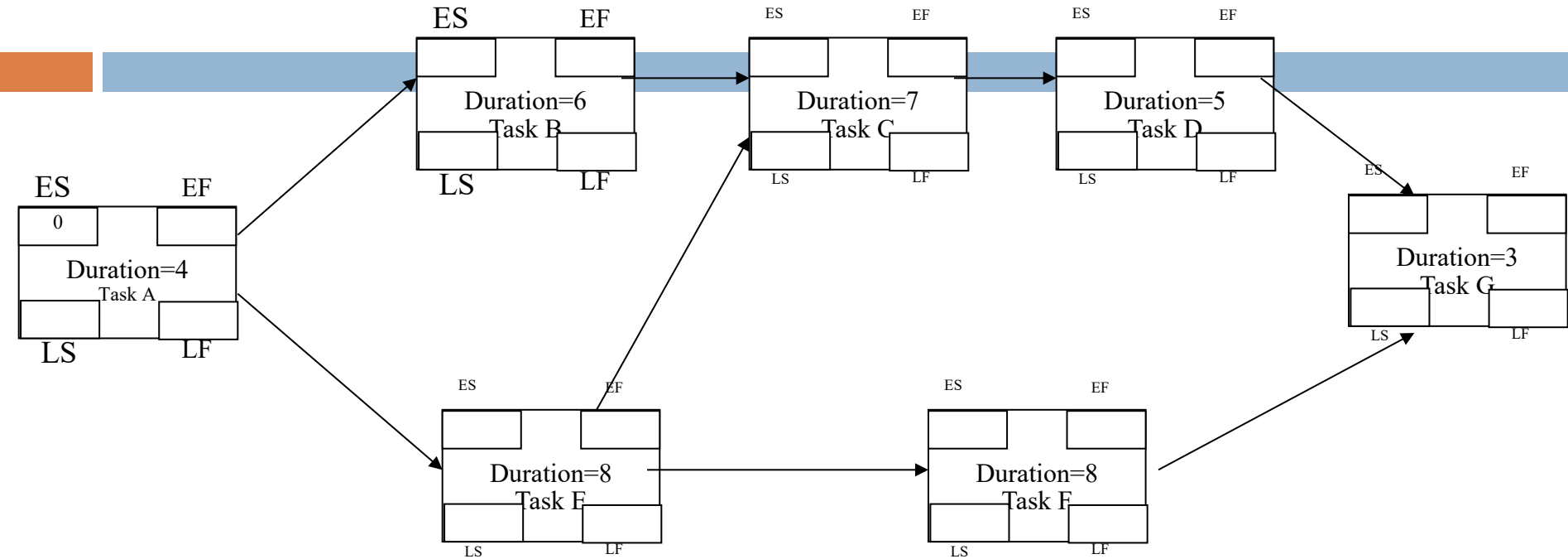
逆推法实例



当一个任务有多个后置任务时，选择其后置任务中最小LS减Lag作为其LF。

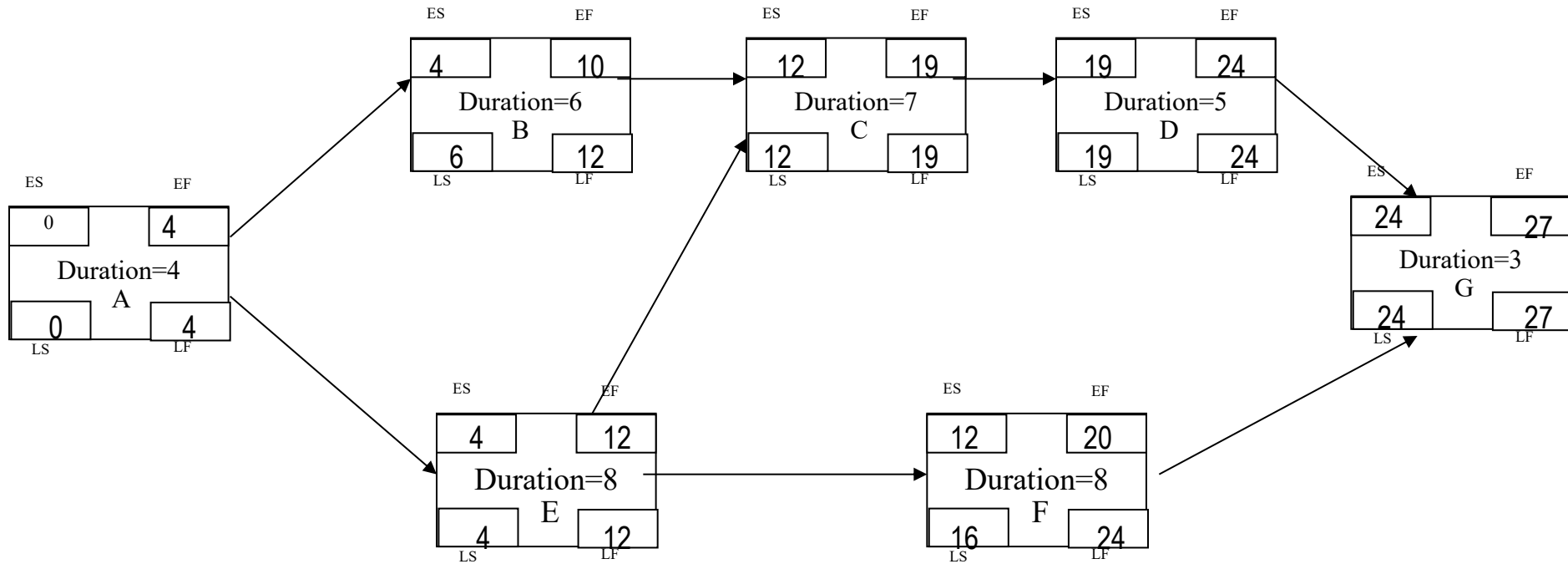
课堂练习

作为项目经理，你需要给一个软件项目做计划安排，经过任务分解后得到任务A，B，C，D，E，F，G，假设各个任务之间没有滞后和超前，下图是这个项目的PDM网络图。通过历时估计已经估算出每个任务的工期，现已标识在PDM网络图上。假设项目的最早开工日期是第0天，请计算每个任务的最早开始时间，最晚开始时间，最早完成时间，最晚完成时间，同时确定关键路径，并计算关键路径的长度，计算任务F的自由浮动和总浮动。



1. 确定所有任务的ES, EF, LS, LF
2. 确定关键路径以及关键路径的长度？
3. 确定F的自由浮动和总浮动？

课堂练习-答案



CP:A->E->C->D->G

CP Path:27

TF(F)=4
FF(F)=4

进度编排的基本方法

- 关键路径法



- 时间压缩法

- 管理预留

- 资源平衡

- 敏捷计划

时间压缩法

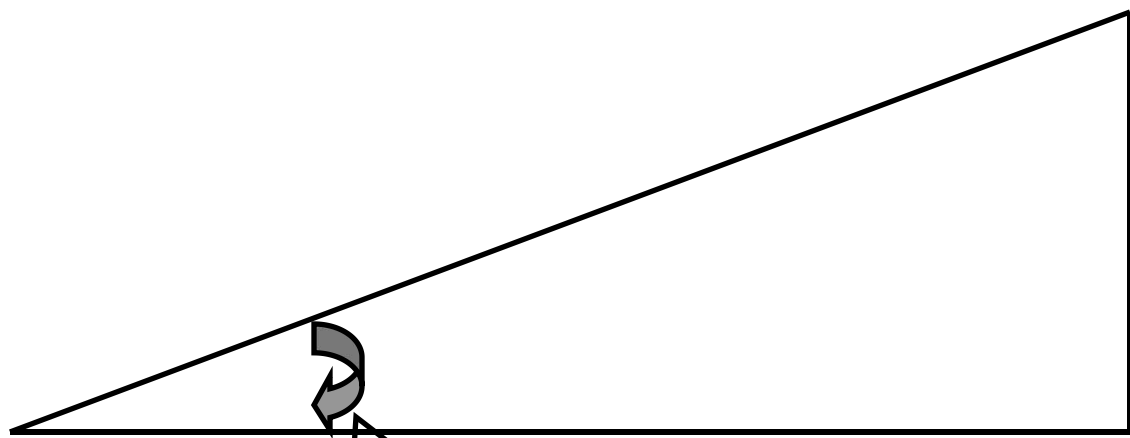
时间压缩法是在不改变项目范围的前提下缩短项目工期的方法

- ❑ 应急法——赶工 (Crash)
- ❑ 平行作业法——快速跟进

应急法-赶工 (*Crash*)

- ❑ 在最小相关成本增加的条件下，压缩关键路经上的关键活动历时的方法
- ❑ 赶工也称为时间-成本平衡方法

赶工时间与赶工成本关系图



追加成本

压缩时间

压缩角度，越小越好

关于进度压缩与费用增加关系

- 进度压缩单位成本方法

- 线性关系

- Charles Symons (1991) 方法

- 进度压缩比普通进度短的时候，费用迅速上涨

进度压缩单位成本方法

前提：活动的正常与压缩

- 项目活动的正常值

- 正常历时

- 正常成本

- 项目活动的压缩值

- 压缩历时

- 压缩成本

进度压缩单位成本方法

进度压缩单位成本 = (压缩成本 - 正常成本) / (正常进度 - 压缩进度)

例如：

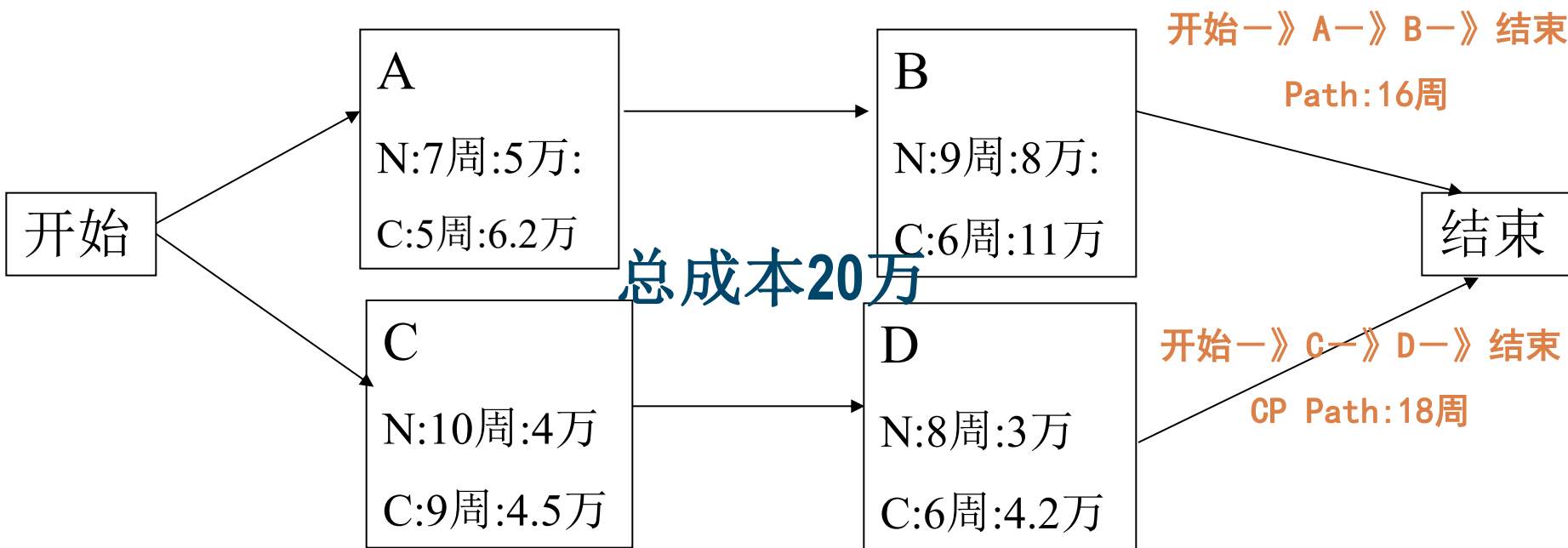
□ 任务A：正常进度7周，成本5万；压缩到5周的成本是6.2万

□ 进度压缩单位成本 = $(6.2 - 5) / (7 - 5) = 6000$ 元/周

□ 如果压缩到6周的成本是：5.6万

时间压缩例题

下图给出了各个任务可以压缩的最大限度和压缩成本，请问如果将工期压缩到17周，16周，15周时应该压缩的活动和最后的成本？

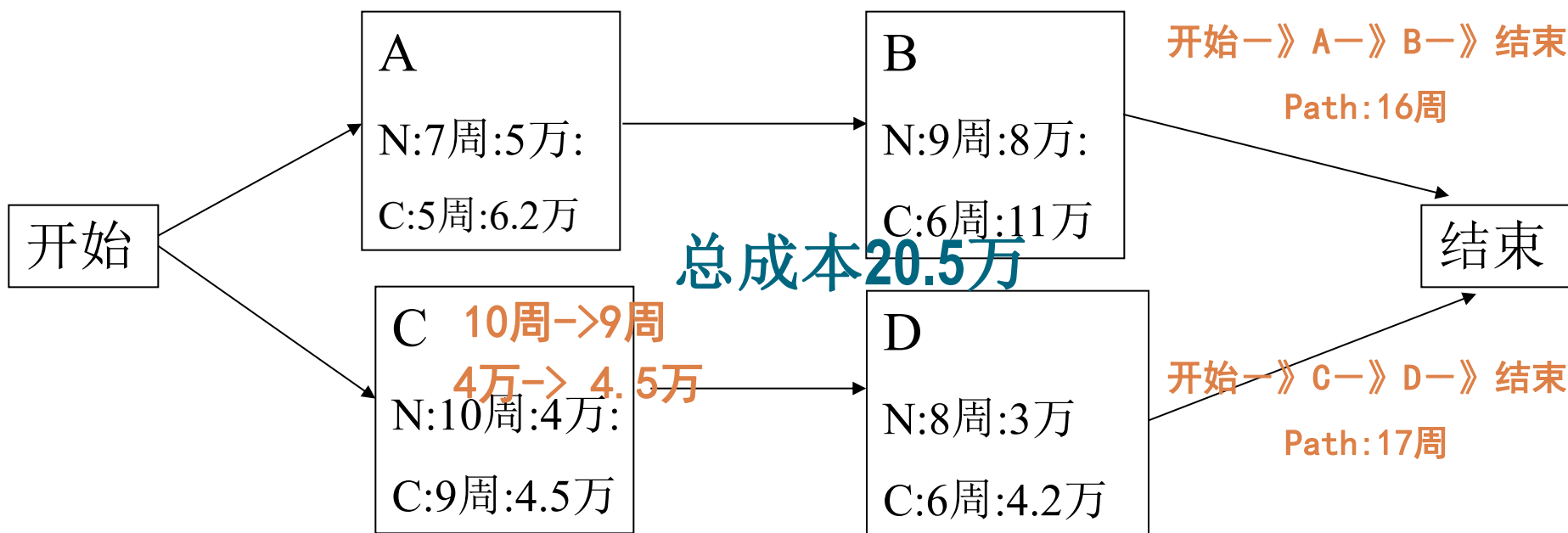


计算单位压缩成本

任务 单位压缩成本	A	B	C	D
压缩成本(万/周)	0.6	1	0.5	0.6

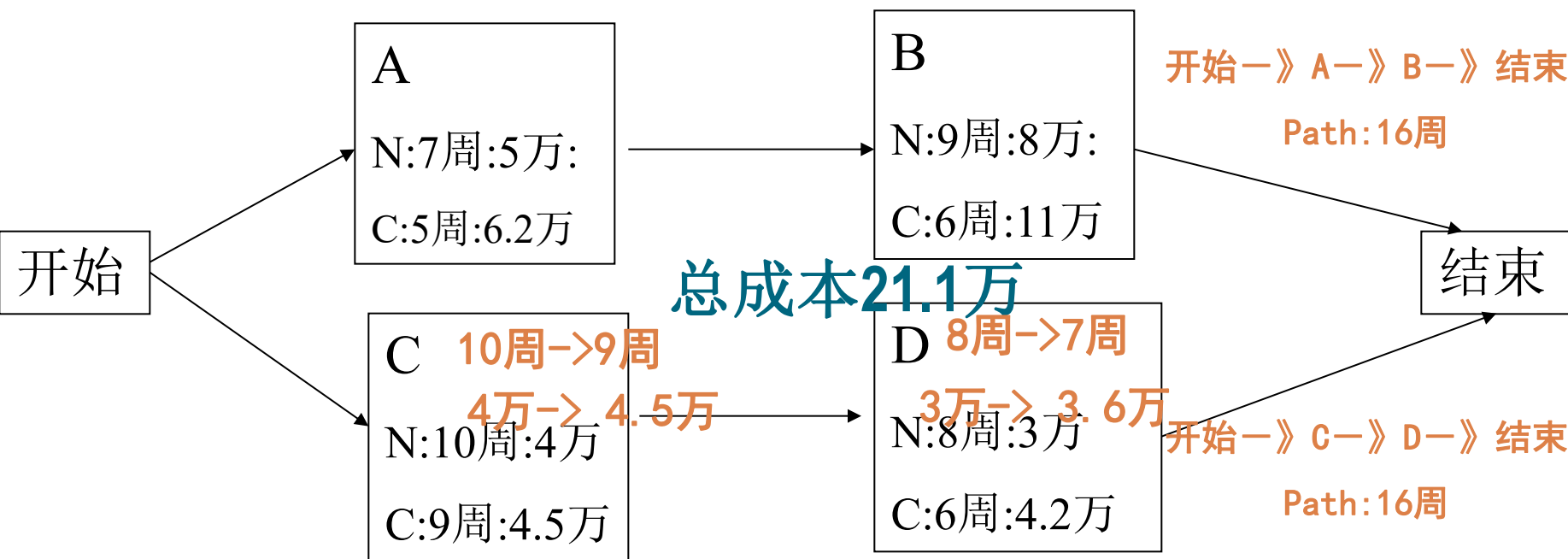
时间压缩例题

将工期压缩到17周时应该压缩的活动和最后的成本？



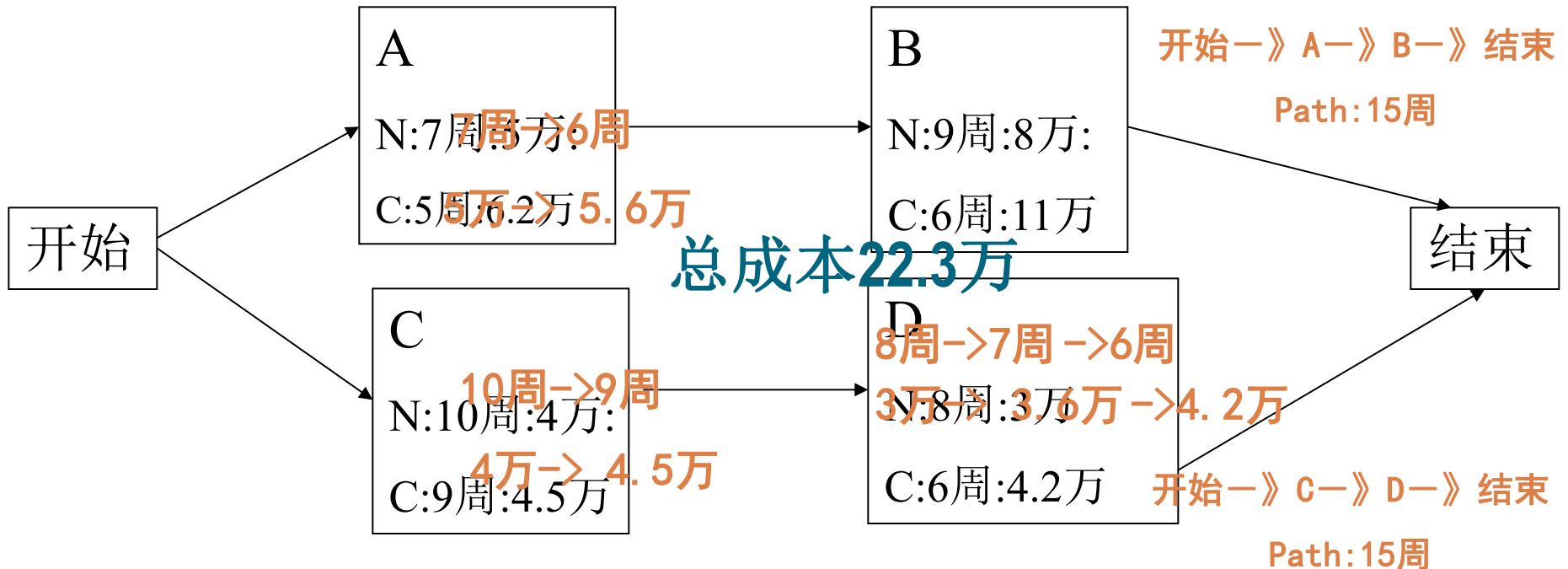
时间压缩例题

将工期压缩到16周时应该压缩的活动和最后的成本？



时间压缩例题

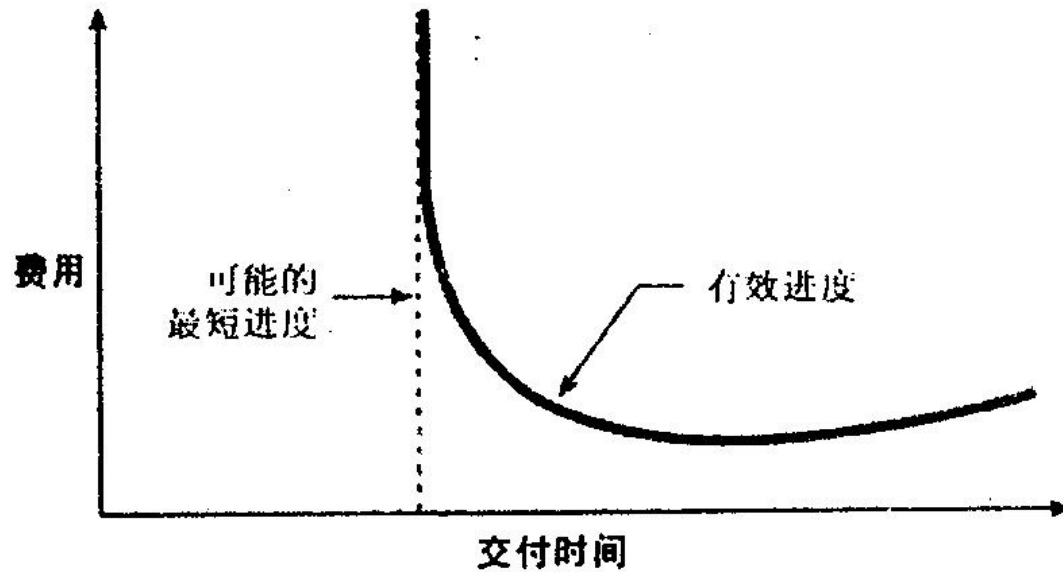
将工期压缩到15周时应该压缩的活动和最后的成本？



时间压缩答案

<div>压缩任务 及成本</div> <div>完成周期 (单位:周)</div>	压缩的任务	成本计算 (单位:万)	项目成本 (单位:万)
18		$5+8+4+3$	20
17	C	$20+0.5$	20.5
16	D	$20.5+0.6$	21.1
15	A,D	$21.1+0.6+0.6$	22.3

项目存在一个可能的最短进度



平行作业法-快速跟进

在改变活动间的逻辑关系，并行开展某些活动

平行作业法例子

任务

项目管理:100

需求:10

设计:5

设计:5

时间



任务超前(Lead)

A完成之前3天B开始



作用：

- 1) 解决任务的搭接
- 2) 对任务可以进行合理的拆分
- 3) 缩短项目工期

任务拆分

任务

项目管理:100

需求:10

设计:5

设计:3

设计:2

时间

进度编排的基本方法

- 关键路径法

- 时间压缩法



- 管理预留

- 资源平衡

- 敏捷计划

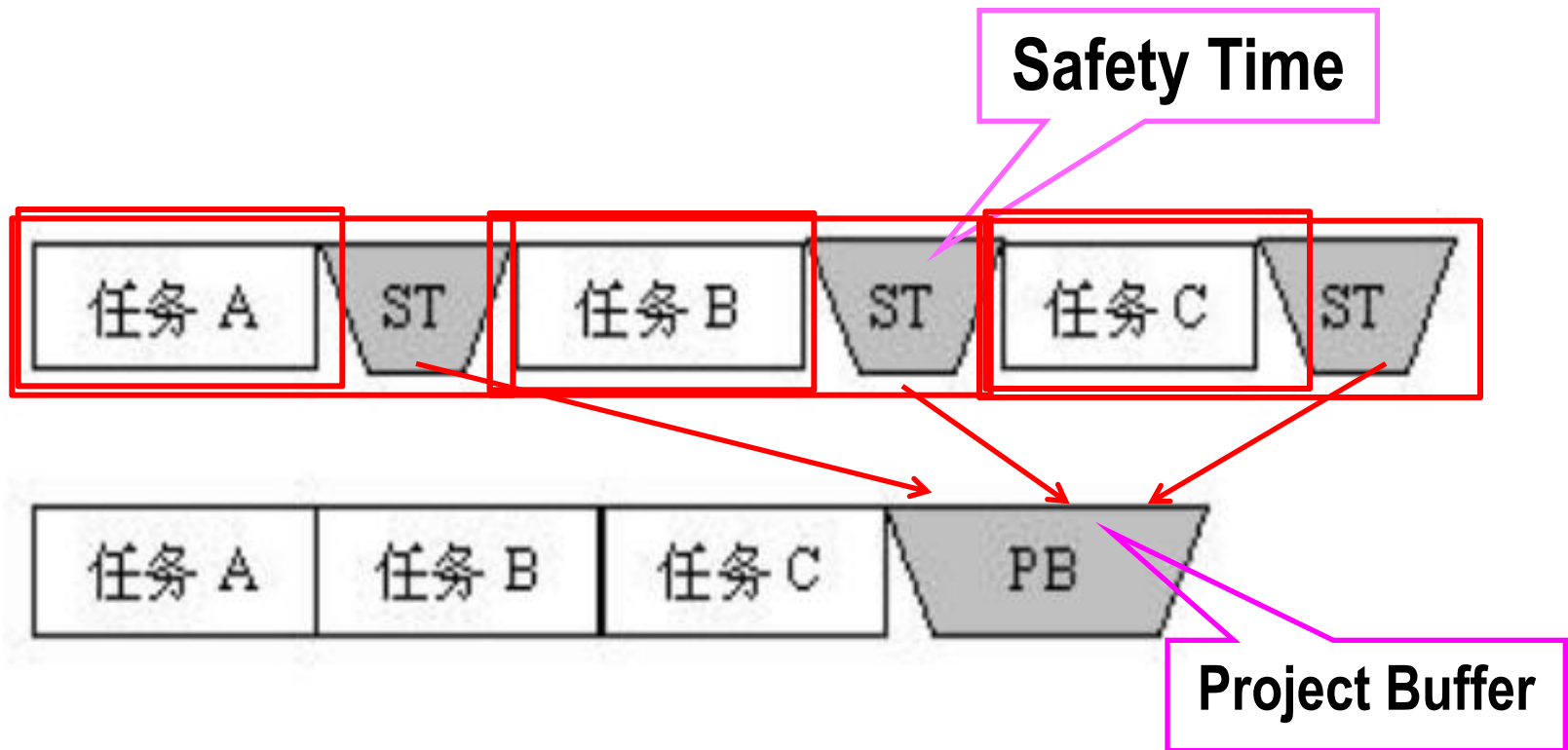
管理预留

管理预留是一项加在项目末端的人为任务



缓冲

安全时间与缓冲时间

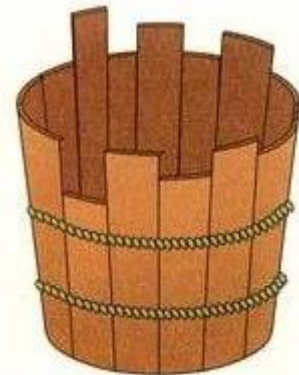


约束理论

1. 所有现实系统都存在约束。
2. 约束的存在表明系统存在改进的机会。

“木桶效应”

“木桶效应”



“木桶效应”

水桶效应是指一只水桶想盛满水，必须每块木板都一样平齐且无破损，如果这只桶的木板中有一块不齐或者某块木板下面有破洞，这只桶就无法盛满水。是说一只水桶能盛多少水，并不取决于最长的那块木板，而是取决于最短的那块木板。也可称为短板效应。一个水桶无论有多高，它盛水的高度取决于其中最低的那块木板。

约束理论五大关键步骤

1. 找出系统中的约束因素；
2. 决定如何挖掘约束因素的潜力；
3. 使系统中所有其他工作服从于第二步的决策；
4. 提升约束因素的能力；
5. 若该约束已经转化为非约束性因素，则回到第一步，否则回到第二步，要注意不要让思维惯性成为新的主要约束因素。

进度编排的基本方法

- 关键路径法

- 时间压缩法

- 管理预留法



- 资源平衡法

- 敏捷计划

资源平衡法

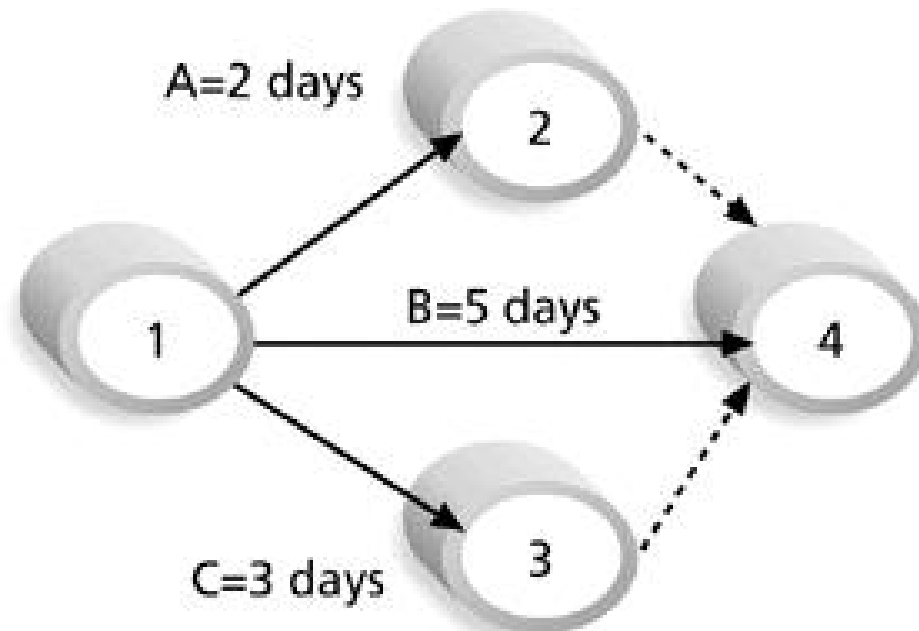
资源优化配置，形成最有效的利用资源

- 使资源闲置的时间最小化
- 尽量避免超出资源能力
- 工期不能加长

有两种资源平衡的方法，一种称之为时间约束平衡，另一种叫做资源约束平衡

- 1) 时间约束平衡时，可利用的浮动时间来努力避免超负荷资源情况的发生，并且不影响由关键路径法直接计算所确定的项目工期。
- 2) 资源约束平衡是在不增加资源的情况下，通过对现有资源的优化配置和充分利用，而保证项目进度计划得以实现的方法。

资源平衡法



The project network with Activities A, B, and C and durations as shown.

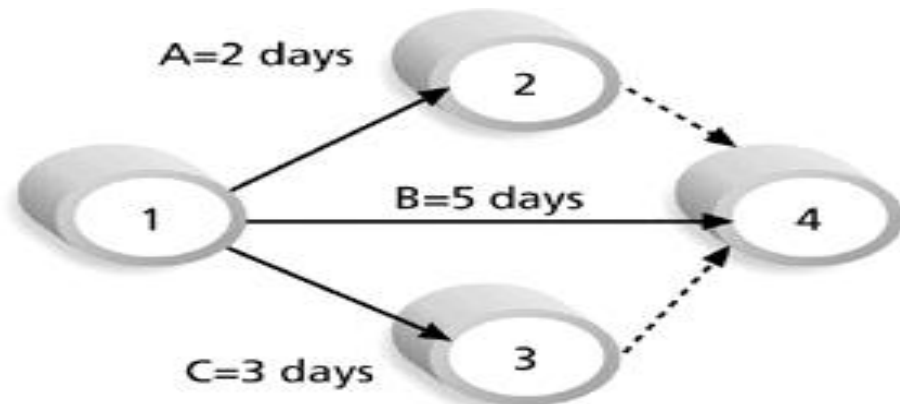
Activity A has 3 days of slack, and Activity C has 2 days of slack.

Assume Activity A has 2 workers, B has 4 workers, and C has 2 workers.

A任务有3天的浮动时间

C任务有2天的浮动时间

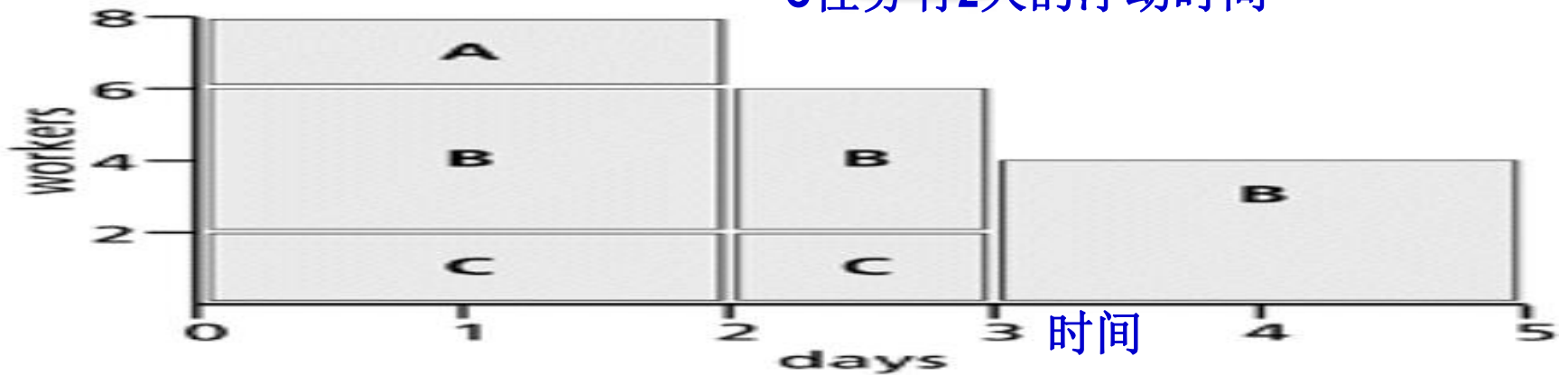
资源平衡法



The project network with Activities A, B, and C and durations as shown. Activity A has 3 days of slack, and Activity C has 2 days of slack. Assume Activity A has 2 workers, B has 4 workers, and C has 2 workers.

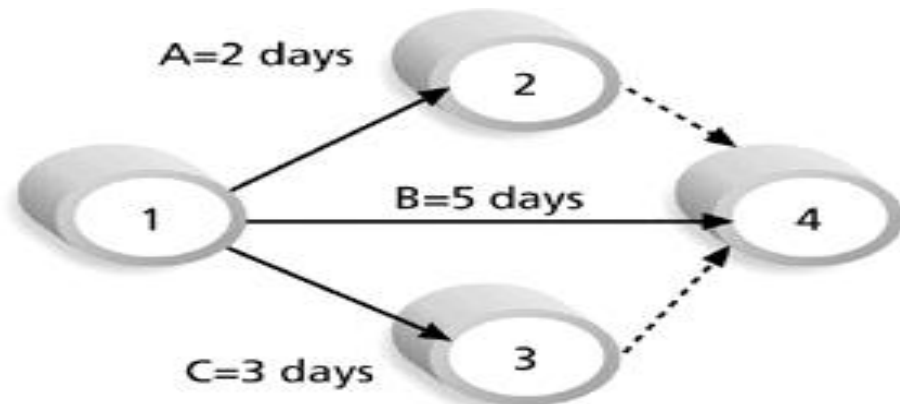
A任务有3天的浮动时间
C任务有2天的浮动时间

人员数

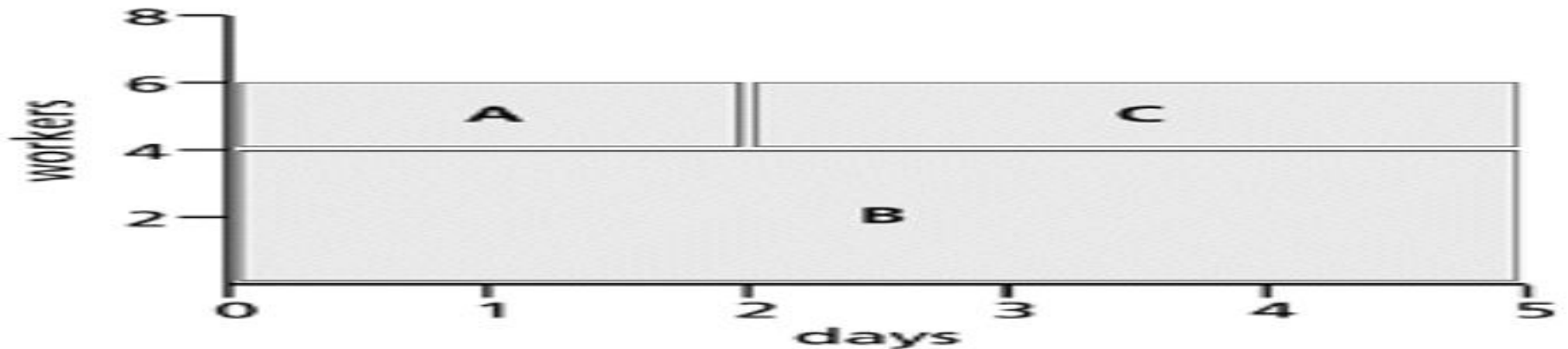


Resource usage if all Activities start on day one

资源平衡法



The project network with Activities A, B, and C and durations as shown. Activity A has 3 days of slack, and Activity C has 2 days of slack. Assume Activity A has 2 workers, B has 4 workers, and C has 2 workers.



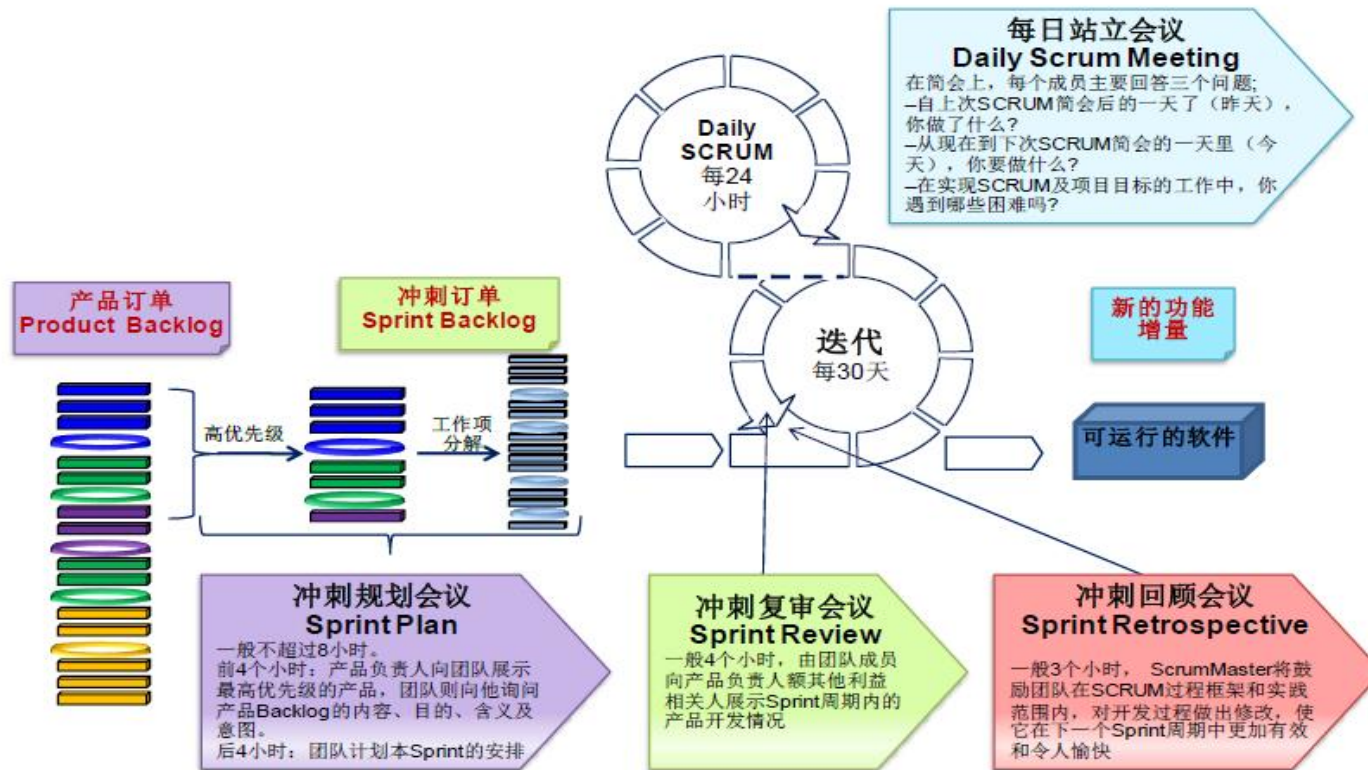
Resource usage if Activity C is delayed 2 days, its total slack

进度编排的基本方法

- ❑ 关键路径法
- ❑ 时间压缩法
- ❑ 管理预留法
- ❑ 资源平衡法



敏捷计划



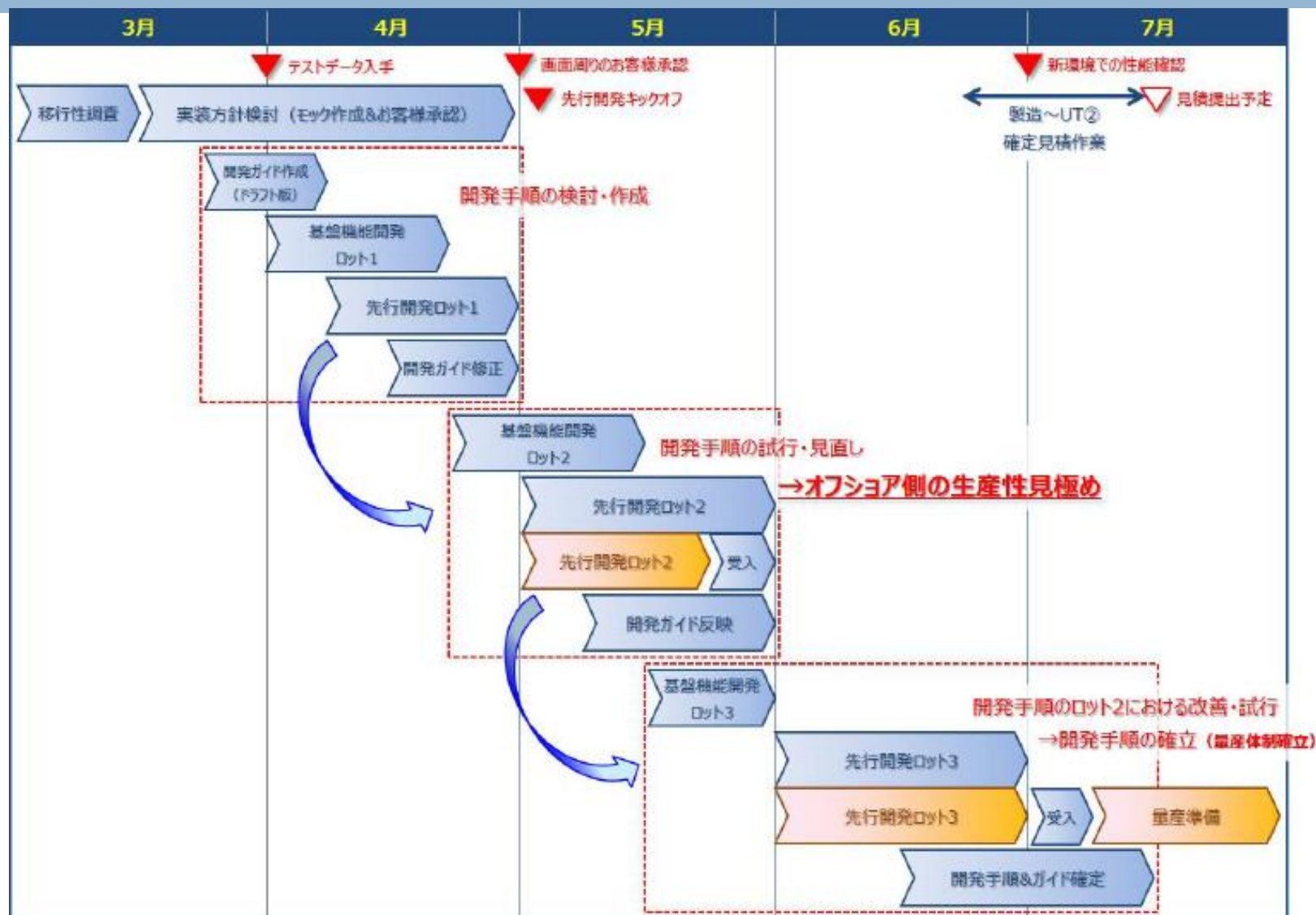
Copyright@DJ 2011~2015

图3-2 Scrum方法中的主要活动和交付件

案例说明（敏捷开发）

回顾

115



敏捷计划

- 迭代周期
- 远粗近细 一两层计划

Scrum两层项目计划

- Product Backlog (产品待办列表)
- Sprint Backlog (冲刺待办列表)

Product Backlog

	每个Sprint 的新估算								
优先级	事项	细节 (wiki链接)	初始规模 估算	1	2	3	4	5	6
1	作为买家，我想把书放入购物车（见wiki页面用户界面草图）	...	5						
2	作为买家，我想从购物车中删除书	...	2						
3	提高交易处理性能（见wiki页面目标性能指标）	...	13						
4	探讨加速信用卡验证的解决方法（见wiki页面目标性能指标）	...	20						
5	将所有服务器升级到Apache 2.2.3	...	13						
6	分析并修复订单处理脚本错误（错误号：14834）	...	3						
7	作为购物者，我想创建并保存愿望表	...	40						
8	作为购物者，我想增加或删除愿望表中的条目	...	20						

Sprint Backlog

每日结束时所剩余工作量的最新估计									
产品待办事项列表事项	Sprint中的任务	志愿者	初始工作量估计	1	2	3	4	5	6
做为买家，我希望把书放到购物车中	修改数据库		5						
	创建网页(UI)		8						
	创建网页 (Javascript逻辑)		13						
	写自动化验收测试		13						
	更新买家帮助网页		3						
	...								
改进事务处理效率	合并DCP代码并完成分层测试		5						
	完成pRank的机器顺序		8						
	把DCP和读入器改为用pRank http API		13						

图 10-10 敏捷开发中的Sprint Backlog

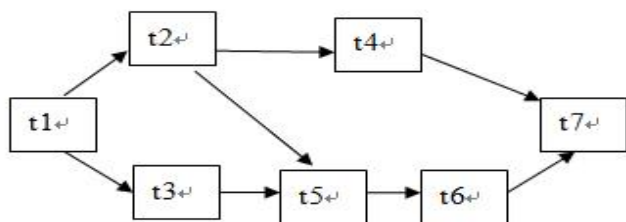
本章要点

- 一、进度管理基本概念
- 二、任务历时估算
- 三、进度计划编排
- 四、项目进度模型 (SPSP)
- 五、案例分析
- 六、课程实践

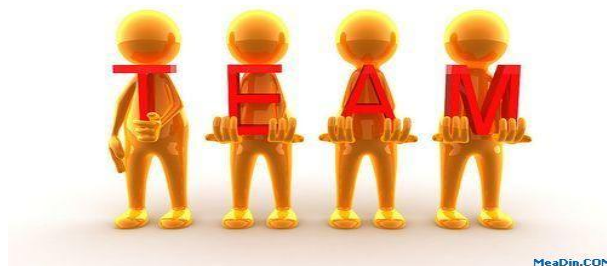
软件项目进度问题($SPSP$)模型

软件项目进度问题 (Software Project Scheduling Problem, SPSP) 模型是在给定的项目任务**工作量**及其**关系**和**下**，对项目确定合适的人员安排，以保证项目**资源限制**的时间最短、成本最小。

软件项目进度问题(SPPSP)模型



+



MeaDin.COM

目标：时间最短、
成本最低

WBS	任务名称	原始成本	比较成本	差异	2006年10月13日	2006年10月20日	2006年10月26日
1	网络管理系统开发	¥ 65,300.00	¥ 71,040.00	*****			
1.1	需求分析	¥ 8,500.00	¥ 8,400.00	¥ 100.00			
1.1.1	网络拓补模块需求分析	¥ 1,400.00	¥ 1,200.00	¥ 200.00			
1.1.2	网络拓补模块需求分析报告	¥ 800.00	¥ 800.00	¥ 0.00			
1.1.3	配置管理模块需求分析	¥ 620.00	¥ 480.00	¥ 140.00			
1.1.4	配置管理模块需求分析报告	¥ 320.00	¥ 320.00	¥ 0.00			
1.1.5	实时监测模块需求分析	¥ 720.00	¥ 720.00	¥ 0.00			
1.1.6	实时监测模块需求分析报告	¥ 600.00	¥ 480.00	¥ 120.00			
1.1.7	故障管理模块需求分析	¥ 400.00	¥ 400.00	¥ 0.00			
1.1.8	故障管理模块需求分析报告	¥ 160.00	¥ 160.00	¥ 0.00			
1.1.9	报表系统模块需求分析	¥ 720.00	¥ 720.00	¥ 0.00			
1.1.10	报表系统模块需求分析报告	¥ 600.00	¥ 480.00	¥ 120.00			
1.1.11	需求分析报告审查	¥ 720.00	¥ 720.00	¥ 0.00			
1.1.12	修改需求分析报告	¥ 960.00	¥ 960.00	¥ 0.00			
1.1.13	提供书面的需求分析报告	¥ 480.00	¥ 960.00	-¥ 480.00			
1.2	系统设计	¥ 6,640.00	¥ 12,400.00	*****			
1.2.1	概要系统设计	¥ 0.00	¥ 3,200.00	-¥ 3,200.00			
1.2.2	详细系统设计	¥ 3,840.00	¥ 6,400.00	*****			
1.2.2.1	网络拓补模块设计	¥ 1,200.00	¥ 2,000.00	-¥ 800.00			
1.2.2.2	配置管理模块设计	¥ 720.00	¥ 1,200.00	-¥ 480.00			
1.2.2.3	实时监测模块设计	¥ 720.00	¥ 1,200.00	-¥ 480.00			
1.2.2.4	故障管理模块设计	¥ 480.00	¥ 800.00	-¥ 320.00			
1.2.2.5	报表模块设计	¥ 720.00	¥ 1,200.00	-¥ 480.00			
1.2.3	系统设计报告	¥ 1,280.00	¥ 1,280.00	¥ 0.00			
1.2.4	系统设计报告审查	¥ 480.00	¥ 480.00	¥ 0.00			
1.2.5	系统设计报告修改	¥ 640.00	¥ 640.00	¥ 0.00			
1.2.6	提供书面的详细系统设计	¥ 400.00	¥ 400.00	¥ 0.00			
1.3	编码	¥ 16,400.00	¥ 16,400.00	¥ 0.00			
1.4	测试	¥ 8,000.00	¥ 8,000.00	¥ 0.00			
1.5	系统试用	¥ 9,440.00	¥ 9,440.00	¥ 0.00			
1.6	系统完善	¥ 4,480.00	¥ 4,480.00	¥ 0.00			
1.7	培训	¥ 8,160.00	¥ 8,160.00	¥ 0.00			

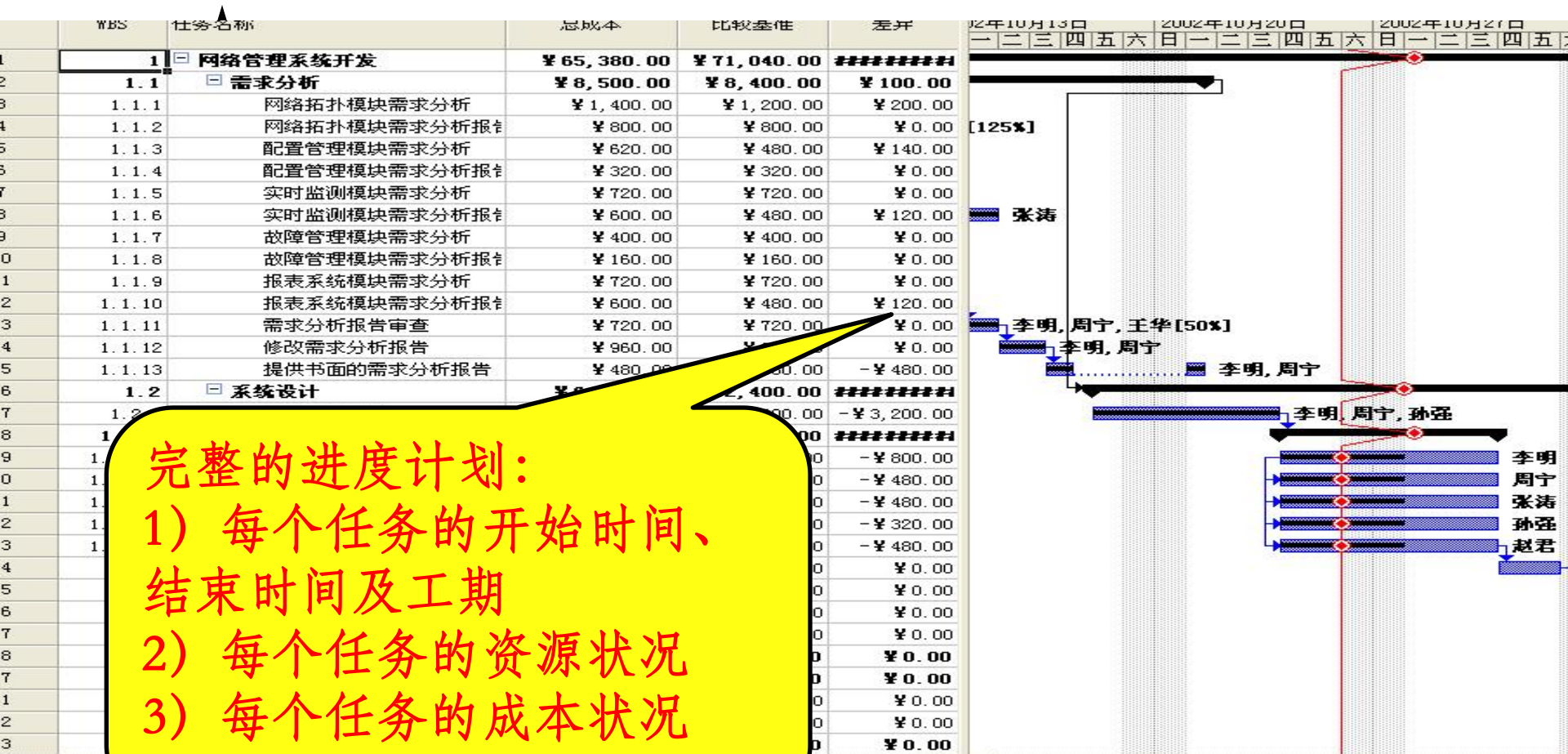
甘特图示



通过甘特图：

- 1) 任务的执行期间
- 2) 任务的资源状况

进度计划



计划优化调整

1. 调整资源, 解决资源冲突和不足
2. 调整进度, 优化项目, 缩短工期
3. 调整项目成本预算, 以便减少项目费用.



采用 Ms Project 工具编排计划

网络管理系统开发_10.mpp [兼容模式] - Project Professional

网络管理系统开发_10.mpp [兼容模式] - Project Professional

文件 任务 资源 报表 项目 视图 格式

甘特图工具

甘特图工具

任务名称 工期 开始时间 完成时间

1 网络管理系统开发 70 个工作日? 2002年10月7日 2003年1月10日

2 需求分析 10 75 个工作日? 2002年10月7日 2002年10月21日

3 网络拓扑模块需求分析

4 网络拓扑模块需求分析报告

5 配置管理模块需求分析

6 配置管理模块需求分析报告

7 实时监测模块需求分析

8 实时监测模块需求分析报告

9 故障管理模块需求分析

10 故障管理模块需求分析报告

11 报表系统模块需求分析

12 报表系统模块需求分析报告

13 需求分析报告审查

14 修改需求分析报告

15 提供书面的需求分析报告

16 系统设计

28 编码

37 测试

41 系统试用

42 系统完善

43 培训

任务信息

名称(N): 故障管理模块需求分析报告 工期(D): 1 个工作日 估计(E)

前置任务(P):

标识号	任务名称	类型	延隔时间
9	故障管理模块需求分析	完成-开始(FS)	0d

确定 取消

首先要登录任务

周宁

采用 Ms Project 工具编排计划



采用 Ms Project 工具编排计划

资源工作表工具

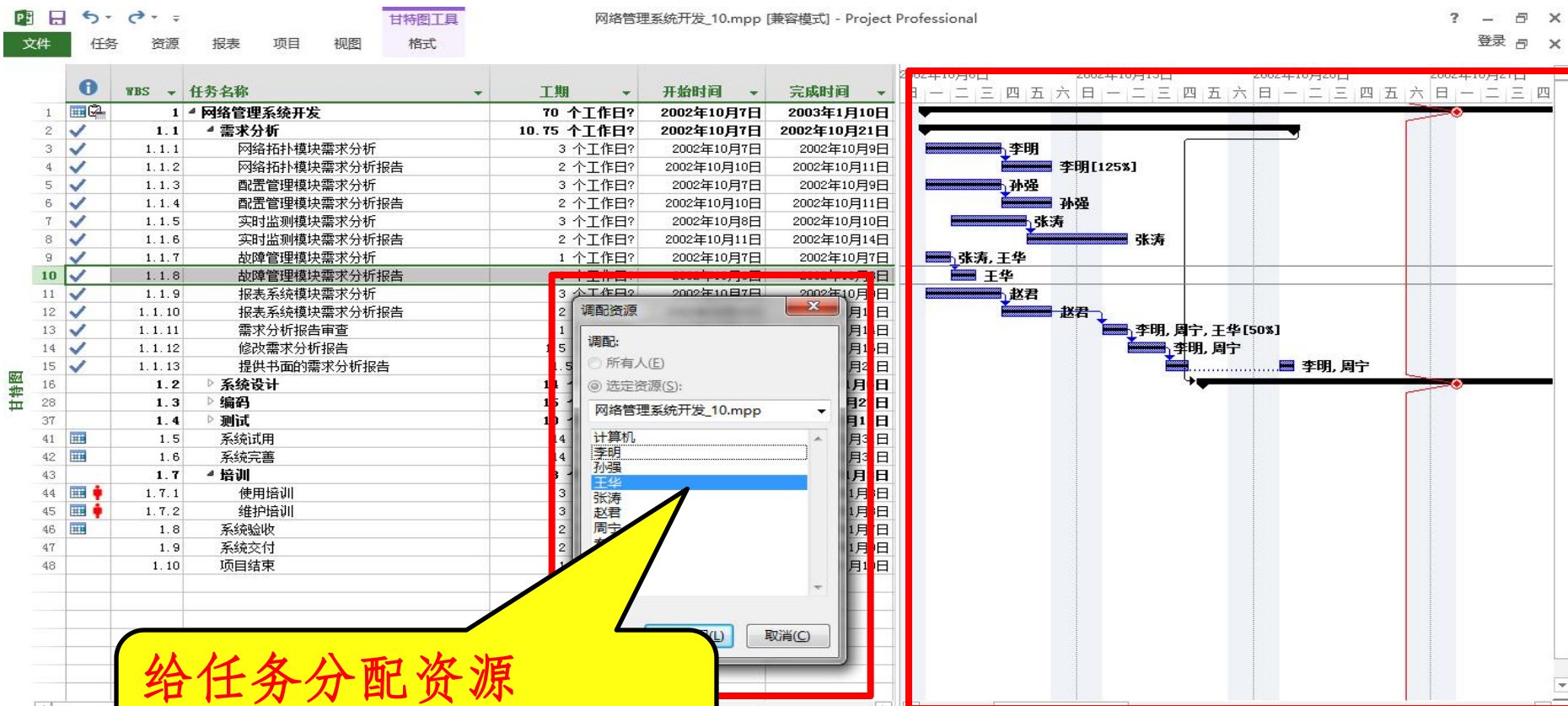
网络管理系统开发_10.mpp [兼容模式] - Project Professional

	资源名称	类型	材料标签	缩写	组	最大单位	标准费率	加班费率	每次使用成	成本累算	基准日历	代码	添加新列
1	李明	工时		李	管理	100%	¥ 50.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
2	周宁	工时		周	技术	100%	¥ 30.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
3	张涛	工时		张	技术	100%	¥ 30.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
4	王华	工时		王	技术	50%	¥ 20.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
5	赵君	工时		赵	技术	100%	¥ 30.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
6	孙强	工时		孙	技术	100%	¥ 20.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
7	专家	工时		专		100%	¥ 100.00/工时	¥ 0.00/工时	¥ 0.00	按比例	标准		
8	计算机	材料		计	设备		¥ 2.00		¥ 2.00	按比例			

资源工作表

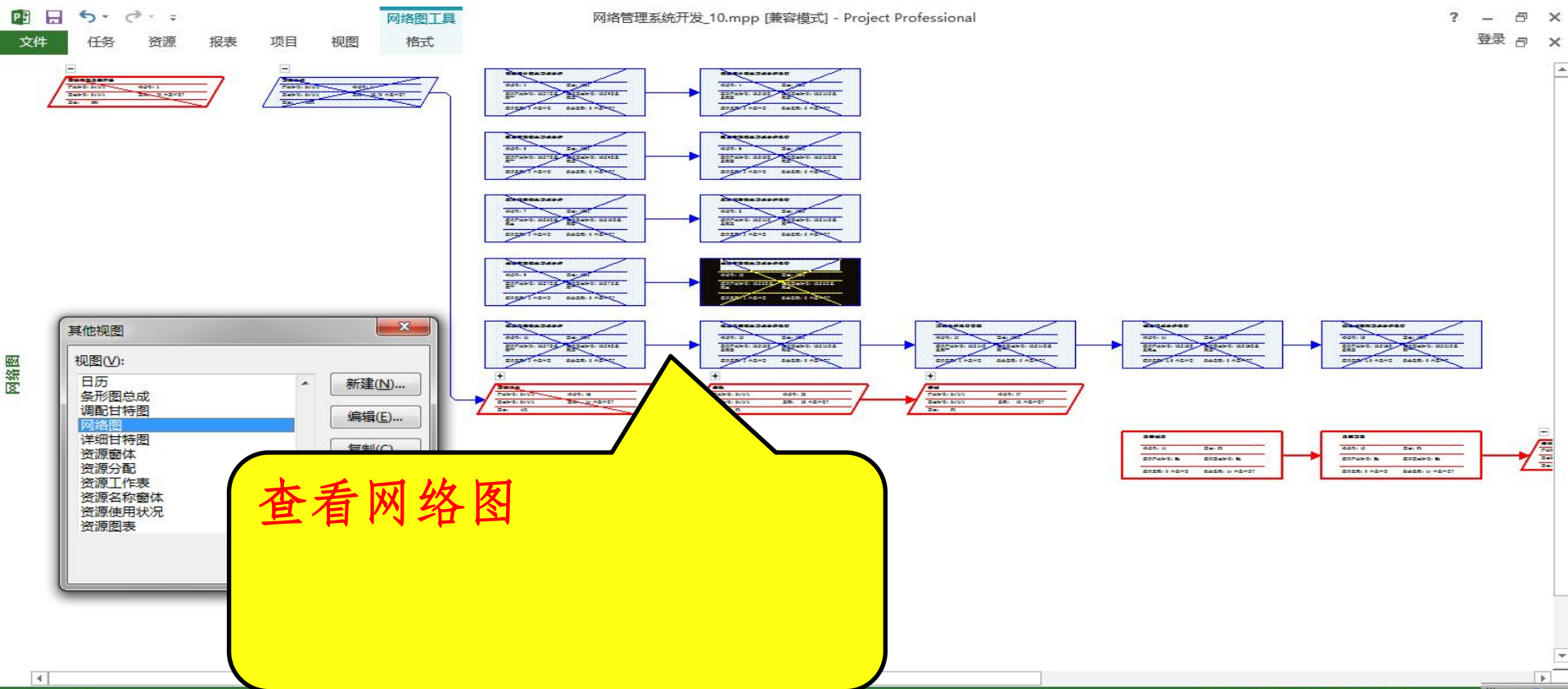
要资源（项目人员）：
资源名称（技术人员姓名/电脑
成本计费类型(工时/材料)
小时费率（标准费率及加班费率）

采用Ms Project工具编排计划

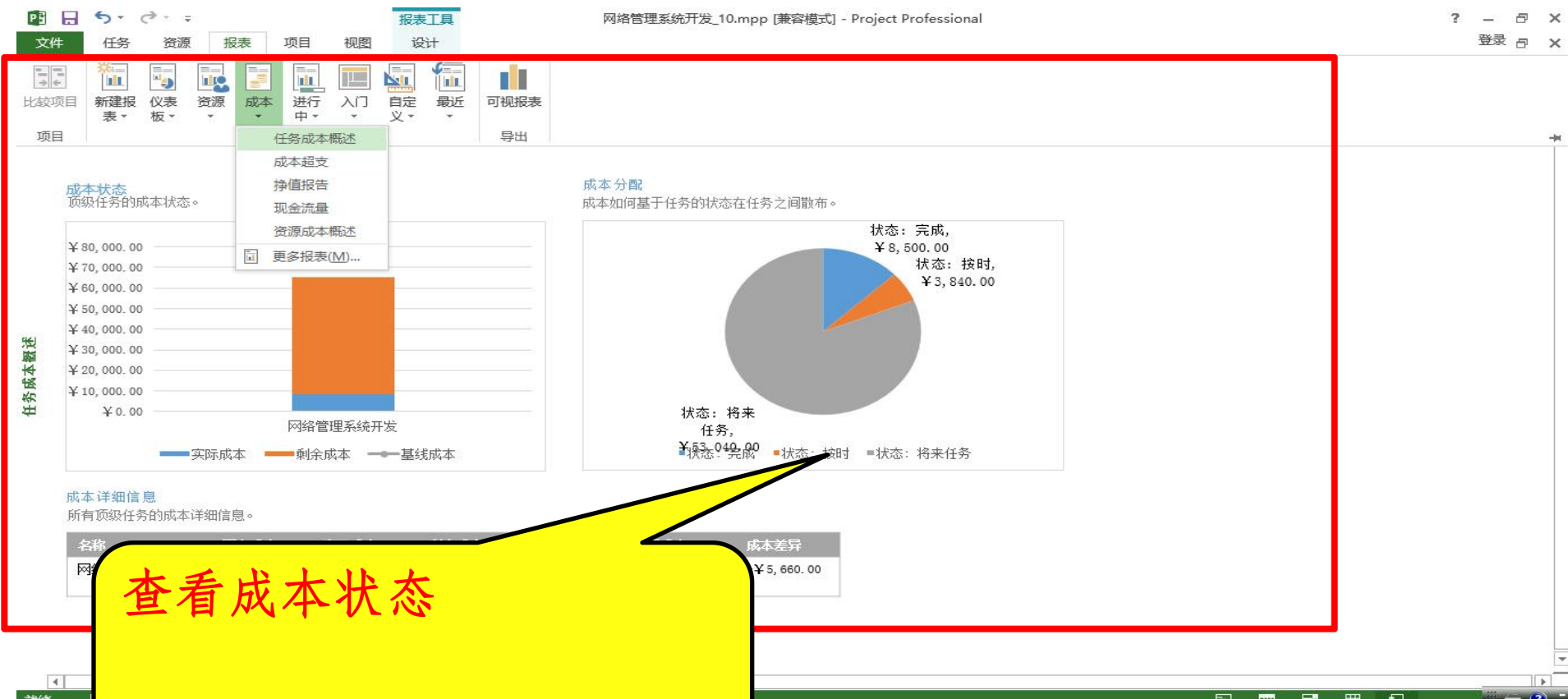


给任务分配资源

采用 Ms Project 工具编排计划



采用 Ms Project 工具编排计划



本章要点

- 一、进度管理基本概念
- 二、任务历时估算
- 三、进度计划编排
- 四、项目进度模型
- 五、案例分析
- 六、课程实践

MED计划：医疗信息商务平台

敏捷计划：

- 迭代——4个迭代
- 远粗近细

MED: Product Backlog (产品代办列表)

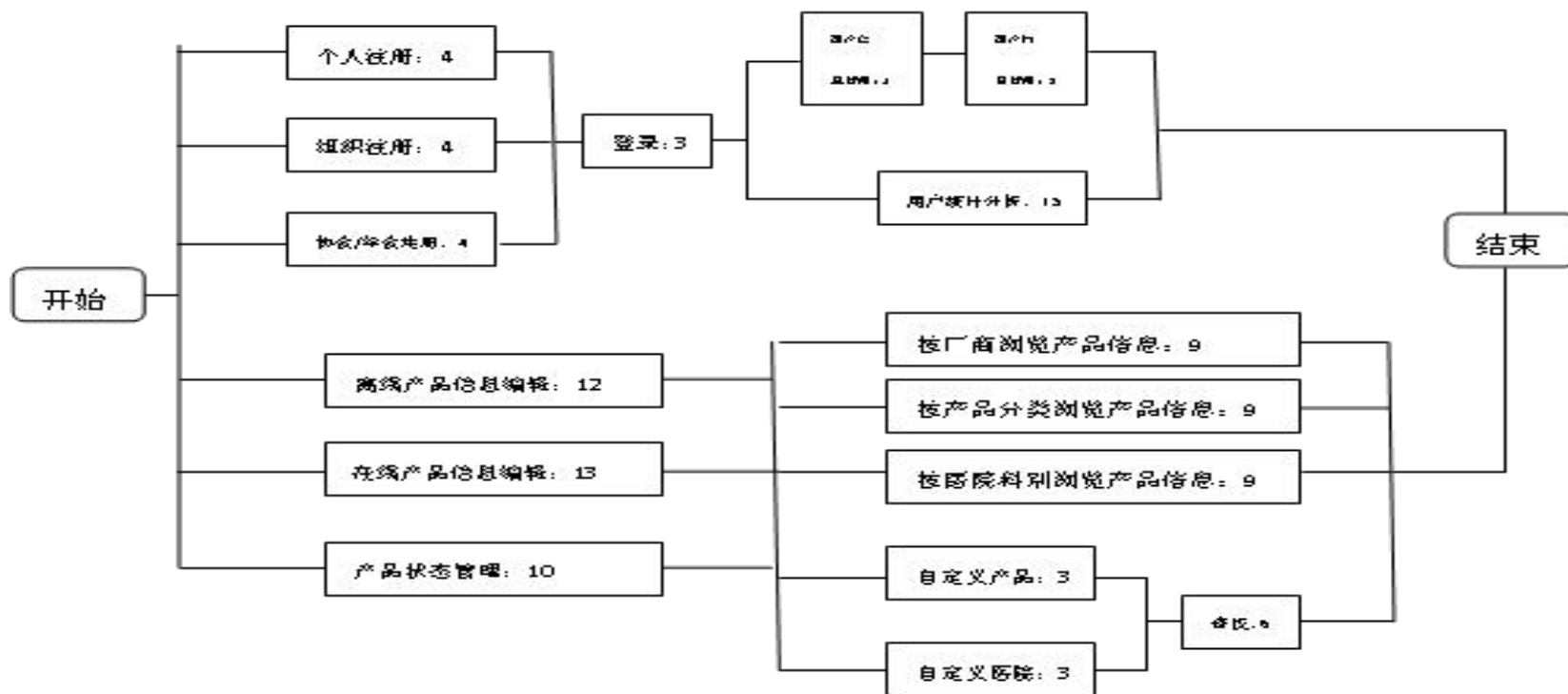
表 7A-1: 项目的迭代计划

冲刺	内容	里程碑
1	用户注册	7.9 — 8.8
	Login	
	Catalog 浏览	
	产品查询	
2	用户信息管理	8.9 — 9.7
	Role 管理	
	产品维护 Offline 工具	
	产品维护 Online 工具	
3	产品交易	9.10 — 10.5
	E-mail	
	Chat Room	
	联机帮助	
4	分类广告	10.8 — 11.9
	学会协会	
	医务管理	

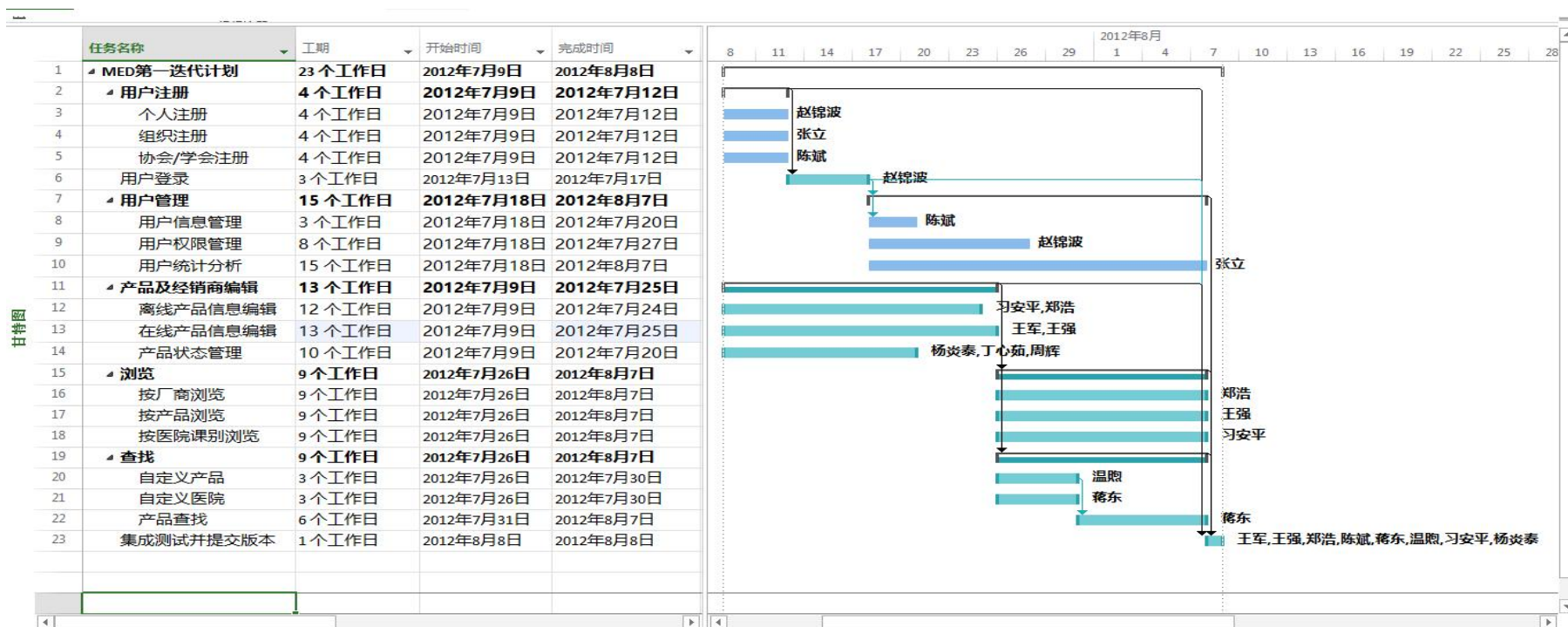
MED: 第一迭代计划 迭代待办事项 *(Sprint Backlog)*

迭代	日期	任务	状态	负责人	优先级	备注
1	2023-01-01	迭代计划	进行中	张三	高	
2	2023-01-02	迭代计划	进行中	张三	高	
3	2023-01-03	迭代计划	进行中	张三	高	
4	2023-01-04	迭代计划	进行中	张三	高	
5	2023-01-05	迭代计划	进行中	张三	高	
6	2023-01-06	迭代计划	进行中	张三	高	
7	2023-01-07	迭代计划	进行中	张三	高	
8	2023-01-08	迭代计划	进行中	张三	高	
9	2023-01-09	迭代计划	进行中	张三	高	
10	2023-01-10	迭代计划	进行中	张三	高	
11	2023-01-11	迭代计划	进行中	张三	高	
12	2023-01-12	迭代计划	进行中	张三	高	
13	2023-01-13	迭代计划	进行中	张三	高	
14	2023-01-14	迭代计划	进行中	张三	高	
15	2023-01-15	迭代计划	进行中	张三	高	
16	2023-01-16	迭代计划	进行中	张三	高	
17	2023-01-17	迭代计划	进行中	张三	高	
18	2023-01-18	迭代计划	进行中	张三	高	
19	2023-01-19	迭代计划	进行中	张三	高	
20	2023-01-20	迭代计划	进行中	张三	高	
21	2023-01-21	迭代计划	进行中	张三	高	
22	2023-01-22	迭代计划	进行中	张三	高	
23	2023-01-23	迭代计划	进行中	张三	高	
24	2023-01-24	迭代计划	进行中	张三	高	
25	2023-01-25	迭代计划	进行中	张三	高	
26	2023-01-26	迭代计划	进行中	张三	高	
27	2023-01-27	迭代计划	进行中	张三	高	
28	2023-01-28	迭代计划	进行中	张三	高	
29	2023-01-29	迭代计划	进行中	张三	高	
30	2023-01-30	迭代计划	进行中	张三	高	
31	2023-01-31	迭代计划	进行中	张三	高	
32	2023-02-01	迭代计划	进行中	张三	高	
33	2023-02-02	迭代计划	进行中	张三	高	
34	2023-02-03	迭代计划	进行中	张三	高	
35	2023-02-04	迭代计划	进行中	张三	高	
36	2023-02-05	迭代计划	进行中	张三	高	
37	2023-02-06	迭代计划	进行中	张三	高	
38	2023-02-07	迭代计划	进行中	张三	高	
39	2023-02-08	迭代计划	进行中	张三	高	
40	2023-02-09	迭代计划	进行中	张三	高	
41	2023-02-10	迭代计划	进行中	张三	高	
42	2023-02-11	迭代计划	进行中	张三	高	
43	2023-02-12	迭代计划	进行中	张三	高	
44	2023-02-13	迭代计划	进行中	张三	高	
45	2023-02-14	迭代计划	进行中	张三	高	
46	2023-02-15	迭代计划	进行中	张三	高	
47	2023-02-16	迭代计划	进行中	张三	高	
48	2023-02-17	迭代计划	进行中	张三	高	
49	2023-02-18	迭代计划	进行中	张三	高	
50	2023-02-19	迭代计划	进行中	张三	高	
51	2023-02-20	迭代计划	进行中	张三	高	
52	2023-02-21	迭代计划	进行中	张三	高	
53	2023-02-22	迭代计划	进行中	张三	高	
54	2023-02-23	迭代计划	进行中	张三	高	
55	2023-02-24	迭代计划	进行中	张三	高	
56	2023-02-25	迭代计划	进行中	张三	高	
57	2023-02-26	迭代计划	进行中	张三	高	
58	2023-02-27	迭代计划	进行中	张三	高	
59	2023-02-28	迭代计划	进行中	张三	高	
60	2023-02-29	迭代计划	进行中	张三	高	

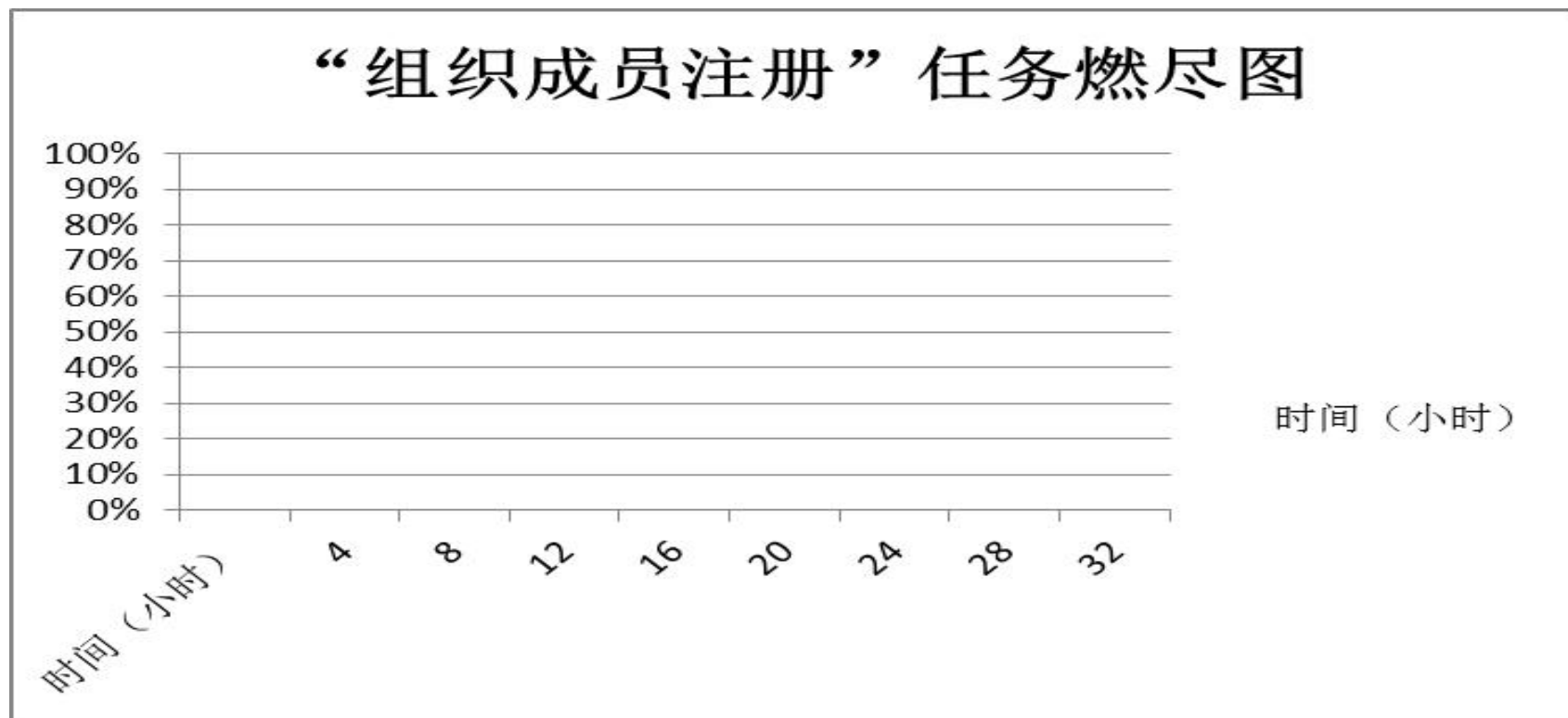
MED: 第一代PDM网络图



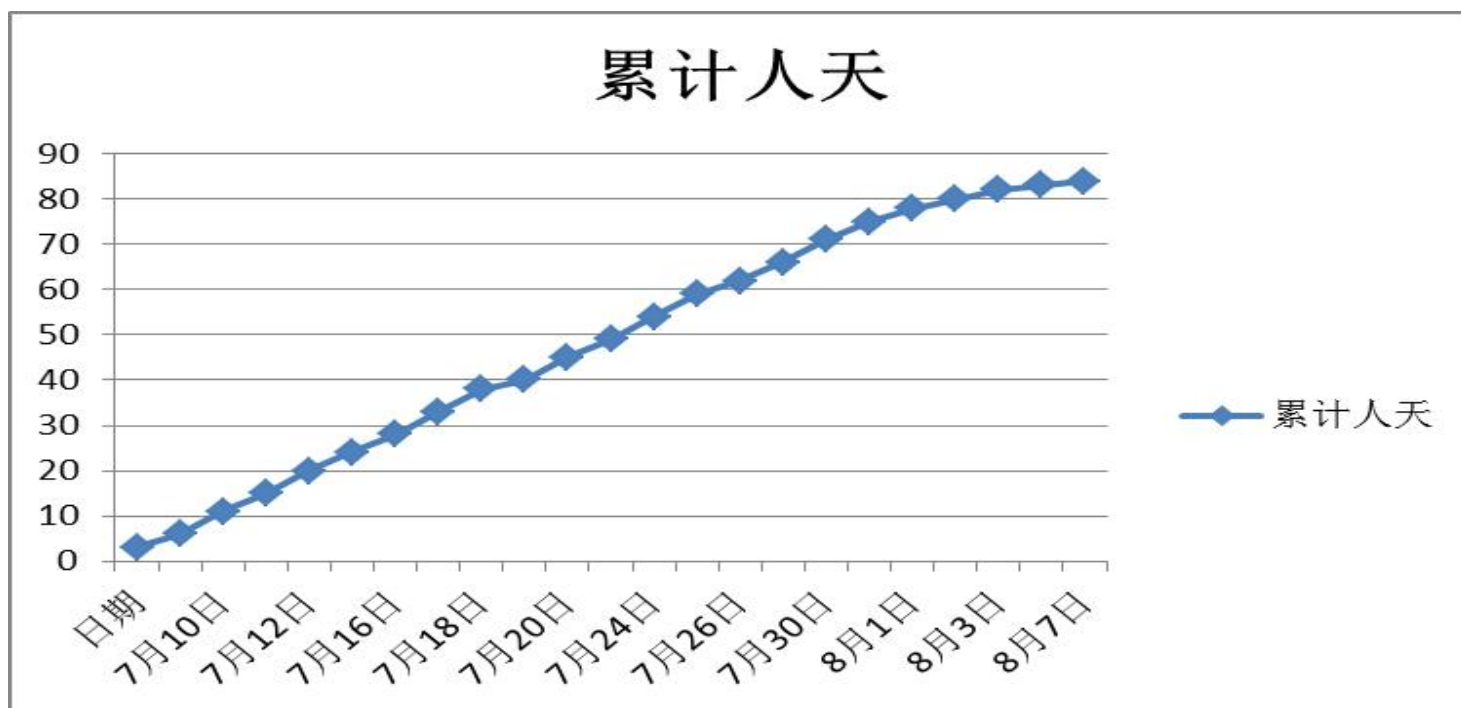
MED: 第一代计划甘特图



MED: 初始燃尽图



MED: 第一迭代预算曲线



本章要点

- 一、进度管理基本概念
- 二、任务历时估算
- 三、进度计划编排
- 四、项目进度模型
- 五、案例分析
- 六、课程实践

课程实践六：网络图和历时估算

实践目的：掌握软件项目的网络图以及历时估算

实践要求：

1. 复习任务网络图
2. 复习任务历时估算方法
3. 完成SPM项目（或第一迭代）的每个任务的历时估算
4. 完成SPM项目（或第一迭代）的PDM网络图，确定任务完成时间
5. 选择1个团队课堂上讲述SPM项目的网络图和任务时间估算

课程实践七：项目进度编排

实践目的：掌握软件项目进度编排方法

实践要求：

1. 复习任务估算和项目编排方法
2. 学习MS project进度管理工具
3. 采用MS project进度管理工具编制SPM项目（或第一迭代）的进度
4. 完成SPM项目（或者第一迭代）预算曲线
5. 选择1个团队课堂上讲述SPM项目的进度编排和预算曲线

小结

1. **进度管理基本概念**
2. **历时估算基本方法**
3. **项目进度计划编排**
4. **项目进度模型-SPSP**