软件项目管理

课堂教学讲稿 · 第 10 次课　第 6 章 软件项目成本管理（一）

某通信运营商存量经营管理系统案例 | 第 10 周 · 2 学时（90 分钟） | 6.1 成本管理概述 · 6.2 规划成本管理 · 6.3 估算成本 · 6.4 制订成本预算

课程代码 154431006 | 32 学时 / 2 学分 | 广东金融学院 计算机学院

配套课件：http://111.231.0.226:1234/　|　备课台：http://192.168.31.76:8910/备课台/index.html

打印时间：2026 年 11 月 27 日

《软件项目管理》第 10 次课讲稿（第 10 周 · 90 分钟）——第 6 章 软件项目成本管理（一）

课程：软件项目管理（154431006）｜广东金融学院 计算机学院
范围：**6.1 成本管理概述 · 6.2 规划成本管理 · 6.3 估算成本 · 6.4 制订成本预算**
教材：宋莹莹等《软件项目管理与实践》（第 3 版）第 6 章（书页 116–126）｜案例：某通信运营商存量经营管理系统
配套课件：`lecture10/10.1.html` ~ `10.19.html`（**19 页 = 上课 18 页 + ★课后拓展 1 页**）｜在线：http://111.231.0.226:1234/lecture10/index.html
教材实验 4（选做）：任务① **估算三法对照＋基准分摊**，随本讲课后课外完成

一、教学目标（依教案第 6 章）

维度	目标
知识 K	K1 判别直接/间接、固定/可变成本及敏捷做法；K2 列举成本管理计划要素（计量单位、精确度、控制临界值）；K3 掌握四种估算方法与适用场景，区分应急/管理储备；K4 说明成本汇总、资金限制平衡、历史数据作用及基准与资金需求
能力 A	A1 完成含储备的成本估算；会做三点估算并给出区间
素质 V	V1 成本数据真实不做假账（本讲先立"估算不虚增"的意识，AC 凭证在讲B 展开）；V2 每元投入须产出交付价值

本讲重点：① 四种成本类型的判别；② 三种估算方法的选择（类比/参数/自下而上）；③ 三点估算的两个公式与区间；④ 储备分析（应急 vs 管理）；⑤ 成本基准的构成。
本讲难点：① 应急储备与管理储备的"三条分界"（识别性/基准内外/审批人）；② 三点估算里"期望值 ≠ 承诺值"；③ 成本基准"含应急、不含管理"这条口径。

二、时间分配（教案讲A 时间轴 · 共 90 分钟）

环节	时间	对应课件页	说明
导入与地图	10	10.1–10.4	案例导入：200 万元、8 个月；"钱花一半、活干一半好不好"；20% 超支怎么来
6.1 成本概述	10	10.5–10.7	软件成本特点、**成本类型表**、敏捷成本做法
6.2 规划成本	8	10.8–10.9	计量单位 · 精确度 · 控制临界值；与组织过程资产
6.3 估算成本	30	10.10–10.14	六法总览、类比/参数、自下而上、三点估算、三法对比（★）
6.4 制订预算	15	10.15–10.17	成本汇总、储备分析、成本基准与资金需求
练习与小结	17	10.18–10.19	知识链收束、三点估算与方法选择练习、实验 4① 提示

⚠️ **容量提示**：19 页中 **★课后拓展 1 页（10.14 三法估算对比）课上可跳过**，留作课后细读；其余 18 页按上表推进。**10.13 三点估算、10.16 储备分析、10.17 成本基准**是本讲重心，**不要压缩**——它们是第 11 次课全部挣值计算的地基。

三、逐页讲稿

10.1 第 6 章 软件项目成本管理（3 分钟）

口播 · 可照读

同学们好，从今天开始我们进入第 6 章，软件项目成本管理。前面几章我们做了三件事：把要做的东西拆清楚（范围）、把先后顺序和工期排出来（进度）、把该买的东西买进来（采购）。但到现在为止，我们还没有认真回答一个问题：**这些东西，到底要花多少钱？**

封面中间这句话，请大家先读一遍：“成本管理要回答的不是‘能不能再省一点’，而是‘**这笔钱凭什么这么花**’。”这句话把成本管理和“砍预算”分开了。**砍预算只要一句话，说清“凭什么”要一整本账。**我们这一章要学的，就是这本账怎么立起来。

案例是**某通信运营商存量经营管理系统**：合同 **200 万元**、工期 **8 个月**，要建客户分群、营销策略、外呼触点、经营看板四个模块。结局不圆满——项目中期因为新增功能和机器学习算法的难题，**总成本比初期预算增加了 20%**，也就是 40 万元，还有一部分功能被迫延期。这个案例我们会从头用到尾。

本章的主线只有一条：**先算清“要多少钱”（估算）→ 再定“钱怎么分、什么时候要”（预算）→ 最后才谈“花得对不对”（挣值与度量）**。顺序不能倒。很多项目之所以管不住钱，不是不会算，而是**跳过了前两步，直接开始记账**。

封面最后给了三个问题，请带着它们听课：**要多少人月？钱什么时候到位？怎么第一时间知道花超了？**一句话读封面：**成本管理的起点不是记账，是估算与授权**——先算清、再批准，然后才执行；没有基准的“省”和“花”，都只是凭感觉。

板书 第 6 章 软件项目成本管理｜案例：某通信运营商存量经营管理系统（**200 万元 / 8 个月 / 超支 20%＝40 万元**）｜主线：**估算 → 预算 → 挣值 → 度量**｜三问：要多少人月 · 钱何时到位 · 怎么第一时间知道花超了｜金句：**成本管理的起点不是记账，是估算与授权**

提问 在你们做过的课程项目或实习里，有没有人真的算过“这个功能要花多少钱”？如果没有，卡在哪一步？

预设回答

- 答“没算过，都是做到哪算哪”：✅ 诚实，而且这是普遍现象。点评：不是不想算，是**没有口径**——没人告诉你一个人天值多少钱，也没人要求把估算写下来留痕。本章要给的正是这套口径。
- 答“算过，但只算了服务器和云资源”：⚠️ 半对。点评：云资源是可变成本里很小的一块，软件项目七成以上是人力；只算云资源，等于只看见账单的零头。
- 答“算过总价，但拆不到具体功能”：✅ 这恰恰是“自下而上估算”要解决的问题。下一页先看案例的钱到底花在哪四块上。

易错点 / 考点 ① 成本管理不等于“省钱”，也不等于“记账”，它的起点是**估算**、关键是**基准**；② 四个过程名称要能默写：规划成本管理、估算成本、制订成本预算、控制成本；③ 本章在期末约占 16%，是计算题最集中的一章（三点估算、挣值十式、储备归属），从第一页就要进入“算”的状态。

过渡 *在这一章正式展开之前，先给一张地图——四个过程谁先谁后、三个时间点各管哪一段、期末会考什么，都在下一页。*

10.2 学习导航：一条主线、三次课、一个计算重点（4 分钟）

口播 · 可照读

先看标题：一条主线、三次课、一个计算重点。

一条主线就是上面这条链：估算 → 预算 → 挣值 → 度量。它不是四个并列的知识点，而是**一条有先后顺序的链**：先估出“要多少钱”，再把钱分配到各时段形成基准，然后才谈“花得对不对”，最后确认“用来判断的数据可不可信”。**链条断开任何一环，后面的判断都会失真**——没有基准，挣值算出来没有参照；数据不实，CPI 再漂亮也是假的。

三次课，指的是这一章要在三个时间点各见一次面：今天这一次，把估算和预算的账立起来；下一次课，用挣值回答“花得对不对”；再到期末复习，把本章的计算题一次性串起来。三段时间各有各的任务，不要指望今天一次学完。

一个计算重点——本章是整门课计算题最集中的一章。两条线：**三点估算** $E=\frac{O+4M+P}{6}$、$\sigma=\frac{P-O}{6}$；**挣值** $CPI=\frac{EV}{AC}$、$SPI=\frac{EV}{PV}$，典型情形 $EAC=\frac{BAC}{CPI}$。公式速查表随本章课件一并提供，**边学边用，别等复习时再背**。

看这张时间表，三行。今天覆盖 6.1 到 6.4，要拿到三样东西：**成本管理计划、成本估算、成本基准**；下次课覆盖 6.5 到 6.6，要拿到**挣值分析、CPI／SPI 判读、EAC 预测**；期末则考三点估算、挣值十式和**储备归属**。

最后回到一个老问题：上周算关键路径，我们说“F 晚一天，总工期就晚一天”。今天要问：**关键路径一变，和钱有什么关系？** 关系在下面这条公式里：某个时段的成本，等于该时段投入人数乘人月费率，再逐项加总。而“该时段投入几个人”，是进度计划排出来的。所以**进度计划是成本估算的输入**；关键路径一变，资金需求的高峰也跟着挪位置——这正是后面“资金需求阶梯图”的由来。

板书 一条主线：**估算 → 预算 → 挣值 → 度量**（前一步的输出＝后一步的输入）｜三个时间点：本次课（6.1–6.4：计划 · 估算 · 基准）· 下次课（6.5–6.6：挣值 · CPI／SPI · EAC）· 期末（三点估算 · 挣值十式 · 储备归属）｜期末公式：$E=\frac{O+4M+P}{6}$、$\sigma=\frac{P-O}{6}$、$CPI=\frac{EV}{AC}$、$SPI=\frac{EV}{PV}$、$EAC=\frac{BAC}{CPI}$｜预算来源：$C_t=\sum$(该时段人数 × 人月费率)

提问 上周算关键路径时我们说“F 晚一天，总工期就晚一天”。今天问：关键路径一变，和“钱”是什么关系？

预设回答

- 答“关键路径变长，人就得多待，工资就得多付”：✅ 完全正确。点评：软件项目里工期就是成本，因为人力按时间计费——关键路径延一周，等于多付一周人力。
- 答“没关系，进度是进度，成本是成本”：❌ 这是最需要纠正的“分离思维”。点评：$C_t=\sum$(人数 × 人月费率)，人数来自进度排出的资源需求；进度一挪，资金高峰跟着挪。
- 答“会挪，但不知道会挪多少”：✅ 方向对。追问：所以后面才有“资金需求阶梯图”——把每个时段的钱排出来，看高峰顶不顶得住。

易错点 / 考点 ① 四个过程有**先后依赖**，不是并列的四块；② “三次课”是三个时间点，不是三周的内容量；③ 期末计算题的两大块（三点估算、挣值）就出在这一章，公式要能默写并带单位；④ 记住“进度计划是成本估算的输入”这句话，它是案例题的高频得分点。

过渡 *地图有了，先不上概念，先看一个真项目的钱是怎么花的——200 万元、8 个月，四个模块。*

10.3 导入案例：200 万元、8 个月，钱要花在哪（4 分钟）

口播 · 可照读

我们先把案例的钱摊开。合同 **200 万元**，工期 **8 个月**，平均下来**每个月约 25 万元**。这个数字先记住，后面每次说“这个月花了多少”，都要拿它当尺子量一下——**偏离 25 万太远，就必须有解释**。

200 万元买的是什么？看这张表，四个模块。**客户分群**做用户画像、标签体系和分群规则，它烧的是数据治理的人力和模型调参的工时；**营销策略**做套餐与资源的自动匹配、活动配置，烧的是策略引擎的开发和联调测试；**外呼触点**做任务下发、话术管理和结果回写，烧的是接口对接和话务系统改造；**经营看板**做指标口径、报表和手机报表 App，烧的是报表开发和数据量带来的性能问题。

请注意这张表最右边一列——“**主要成本动因**”。它不是功能清单，它回答的是“**钱为什么会在这一格变多**”。会看成本动因的人，在需求评审时就能预判哪里会超支；只会看功能清单的人，只能等超支发生以后再解释。

再补一句行业常识：这 200 万元里，硬件和第三方许可通常只占小头，**真正的大头是人**——人力成本常占七成以上。所以软件项目的成本管理，八成时间是在管**人月、费率和工期**，而不是管采购单。

为什么先问“钱花在哪”，而不是先问“一共多少钱”？因为总额只告诉你规模，**花法才决定风险**。四个模块里，客户分群和经营看板偏“一次投入、后期复用”，营销策略和外呼触点偏“反复联调、跟着对接方走”——**后两块一旦延期，成本是按周往上叠的**，而且叠得不显眼：不产生新发票，只产生更多的工时。

现在看这一页的设问，也是今天最重要的一问：**开工第 4 个月，钱花了一半、活也干了一半，这个项目健康吗？** 我不要求你们现在回答，但我要求你们先把判断依据写下来：**你是按“花了多少”判断的，还是按“干成了多少”判断的？** 同样是“一半”，可能是刚好对齐，也可能是严重超支——差别只有一个：**这一半的活，到底值多少钱。** 我可以先给你们三种典型剧本：一种是**真对齐**，进度和花钱同步，项目健康；一种是**活干了一半、钱花了七成**，看着还在推进，其实每完成一个点都在涨价——剩下那一半的活只剩三成的钱，越干越紧；还有一种是**钱花了一半、活只干了四成**，团队天天加班、进度却越拖越远。**这三种情况在“花了多少”这一个数字上完全看不出来，必须把“干成了多少”折成钱，再和花掉的钱并排放。** 这个动作叫挣值分析。这个问题先存着，学到 6.5，我们回来对答案。

板书 $\frac{200}{8}=25$（万元／月）｜四模块：客户分群 · 营销策略 · 外呼触点 · 经营看板｜成本动因：数据治理人力与调参工时 / 策略引擎开发与联调 / 接口对接与话务改造 / 报表开发与数据量｜**人力常占七成以上**｜设问：第 4 个月**钱花一半、活干一半**，健康吗？——先不答，写在纸上：你是按“花了多少”判，还是按“干成了多少”判

提问 这 200 万元分到四个模块，你猜哪一块最烧钱？凭什么这么猜？

预设回答

- 答“经营看板，报表最麻烦”：✅ 有道理，报表的口径统一和性能优化确实吃工时。但看板往往是“看起来很多、其实重复”，真正贵的是数据治理和策略引擎。
- 答“客户分群，要处理全量用户数据”：✅ 很专业。点评：数据治理是一次性投入大、后期边际成本低的活，也最容易在估算时被整体漏掉。
- 答“说不准，得看有多少人干多久”：✅ 这是最接近成本管理思维的回答——**先问人月，再问单价**，而不是先问“有几个功能”。

易错点 / 考点 ① 成本动因不等于功能模块，考案例题时要能说出“这一块为什么贵”；② 判断项目健康不能用“花了多少”单一指标，必须与“干成了多少”对照（这是 6.5 的伏笔）；③ 软件成本以人力为主，不要一上来就去找硬件报价。

过渡 *这个案例的结局大家已经知道了——总成本增加 20%。下一页我们把这条曲线拆开，看它是怎么一步步走到那里的。*

10.4 案例复盘：20% 的超支是怎么一步步来的（5 分钟）

口播 · 可照读

上一页的设问先放着，这一页看结局：这个项目最终**总成本比初期预算增加了 20%**。200 万元的 20% 是 **40 万元**。我要强调一点：**它不是某一天突然“钱不够”的，而是五个环节依次失守。**

第一环，**需求加进来**：运营商提出加强数据预测能力、开发手机报表 App，这些需求本身合理，甚至是必要的。第二环，**不做成本评估**：需求没有经过评估就直接纳入开发，多出来的开发工作和资源投入没有对应的预算。第三环，**技术难题**：用机器学习算法提升推荐成功率，团队里没有专门的数据挖掘工程师，只能外部支持或临时补人。第四环，**资源重排**：调优先级、补人，原有任务的节奏被打乱，返工和加班跟着来。第五环，**总成本加 20%**：后期到处找钱，部分功能延期交付。

请注意这条链的形状：**每一环单看都“不算大事”，连起来就是 20%。** 需求加一点、评估省一步、人补一个、优先级调一次——每一次都“先干起来再说”，最后账单一次性交上来。**成本失控从来不是一个大错误，而是一串被默许的小省略。**

40 万元意味着什么？看这张表。**财务上**：如果原计划毛利 25%，也就是 50 万元，超支 40 万元之后只剩约 10 万元，**利润率从 25% 掉到 5%**——合同额没变，活儿多干了，钱几乎没剩下。**进度上**：部分功能延期，验收和回款顺延，还可能触发违约条款。**团队与客户上**：加班补窟窿、返工、士气损耗；范围缩水或分期交付，信任和议价能力一起下降。

所以这一页的思政落点，我想讲得直白一点：**成本账就是诚信账。**报价把工作量估实，变更把影响讲清，超支把数据报真。“先干再说、事后补单”，实质是把风险转嫁给客户和团队——客户拿到的是一个延期又缩水的系统，团队拿到的是无休止的加班。

最后看这道选择题：**如果第 3 个月就发现已经超支 10%，最先该做什么？** 答案是 B：**量化偏差、重估剩余工作，提变更请求调整基准。**A 是拖，把问题推到交付日集中爆发；C 是砍测试——砍测试并没有让成本变少，只是把它推到交付之后，用质量事故的形式还回来。**越早处置，可选方案越多，代价越小。**

板书 五环失守：需求加进来 → **不做成本评估** → 技术难题缺人 → 优先级与资源重排 → 总成本 +20%｜算账：$200 \times 20\% = 40$ 万元；毛利 50 万元 → 剩约 10 万元，**利润率 25% → 5%**｜三重后果：财务（吃掉利润）· 进度（延期、回款顺延、违约）· 团队与客户（加班返工、信任下降）｜处置：**量化偏差 → 重估剩余 → 变更请求改基准**

提问 （本页互动题）互动：如果第 3 个月就发现已超支 10%，最先该做的是什么？ A．先干完再算总账，中途算账只会耽误进度；B．量化偏差、重估剩余工作，提变更请求调整基准；C．砍掉测试环节，把省下的钱补回预算

预设回答

- ✅ 选 B——**量化偏差、重估剩余工作，提变更请求调整基准**。点评：第 3 个月就发现，剩余工作还有七成以上，此时可选方案最多、代价最小；三步的顺序不能倒——先算清差在哪（EV、AC、CPI），再重估剩余，最后才改基准，**没算清就改数，等于把猜测写进承诺。**
- ⚠️ 选 A（先干完再算总账）：省下的是眼下的麻烦，代价是把问题推到交付日集中爆发。点评：偏差不会自己变小，只会在剩下的七成工作里继续放大；到那时议价空间几乎为零，只剩延期、缩范围，或者自己吞下亏损。
- ❌ 选 C（砍掉测试省钱）：砍测试并没有让成本变少，只是把它推到交付之后，用**质量事故**的形式还回来。点评：测试是最便宜的缺陷拦截手段，砍掉它等于把返工与赔偿挪到验收之后，账单更贵。

易错点 / 考点 ① 超支的根因不是“花多了”，而是“**该评估的没评估**”，答题要落到变更控制上；② 40 万元、利润率 5% 这两个数要会算：$200 \times 20\% = 40$，$(50 - 40) \div 200 = 5\%$；③ 变更请求不是“申请要钱”，而是“**改基准并说明影响**”；④ 三道处置动作的顺序不能倒：先量化偏差，再重估剩余，最后才提变更。
【思政落点】（成本账就是诚信账）：报价把工作量估实、变更把影响讲清、超支把数据报真。“先干再说、事后补单”实质是把风险转嫁给客户与团队——**瞒下来的每一笔，最后都会以延期、返工或质量事故的形式，记到别人头上。**落到同学们的小组项目：分工与工时一旦写进计划，改就要说清“改了什么、多花多少、谁批准”，别用“差不多能做完”把账糊过去。

过渡 *案例里的问题，看起来是“钱没管好”，其实每一步都能对应到一个管理过程。6.1 先把成本管理到底管哪四件事讲清楚。*

10.5 6.1 概述：四个过程与软件成本的特点（4 分钟）

口播 · 可照读

案例讲完，我们回到概念。**项目成本管理**是通过科学的方法对项目的预算、资源、费用进行规划、执行和控制，确保项目在预算范围内完成。这句话里有一个限定语千万不能丢：**“在满足项目质量和时间要求的前提下”**，尽量降低成本、提高资源利用效率。**丢了这半句，“降成本”就变成了偷工减料。**

四个过程看这条流程。**规划成本管理**定规则——单位、精度、临界值；**估算成本**算近似值——完成这些工作大约要多少钱；**制订成本预算**汇总并授权、定基准；**控制成本**盯偏差、管变更，必要时重定基准。流程下面这行字很重要：**四个过程相互交叠、反复发生，不是一次走完的直线。** 现实里你会在估算时发现规则不够用，回头补计划；也会在控制时发现基准本身有问题，走变更重定基准。回到案例上看更清楚：初期预算没覆盖复杂度，是**估算**的问题；新增需求不评估就开工，是**控制**的问题；到后期发现没有基准可比对，是**预算**的问题——三处失守，正好落在三个过程上。

再看软件成本的特点，三条。**第一，人力为主**：人力常占七成以上，设备与材料占比很低，所以管成本主要是管人月、费率和人员结构。**第二，波动大**：需求变更、方案反复、返工都会推高成本，所以估算要留储备、变更要走流程。**第三，越早越省**：需求和设计阶段的投入看不见成果，却决定后续大部分成本——**该花的钱不能省，省下的会以返工的形式还回来，而且带利息。**

一句话：软件成本**不是“买来的”，是“干出来的”**——它跟着人走、跟着工期走、跟着返工走。所以控制成本的抓手，永远是人力和范围，而不是采购折扣。下面这个问题正好检验这三条：**软件项目的预算超支，为什么很少是“材料涨价”造成的？**

板书 定义：对预算 · 资源 · 费用做**规划—执行—控制**，确保在预算内完成｜限定语：**满足质量与时间要求的前提下**（否则“降成本”＝偷工减料）｜四过程：规划 → 估算 → 预算 → 控制（**交叠、反复**，非直线）｜三特点：**人力为主**（七成以上）· **波动大**（变更与返工）· **越早越省**（需求与设计定后续成本）｜金句：**软件成本不是买来的，是干出来的**

提问 四个过程里，哪一个最先做？哪一个贯穿全程？

预设回答

- 答“规划最先，控制在最后”：⚠️ 前半句对。点评：规划确实在早期开展，但“控制”不是最后一步，而是**从执行第一天起一直贯穿到收尾**。
- 答“规划最先，控制贯穿”：✅ 正确。点评：四个过程交叠、反复发生——估算时会回头补计划，控制时会走变更重定基准。
- 答“四个一起做，不用分先后”：⚠️ 不准确。点评：它们交叠，但依赖关系是硬的——**没有基准，控制就无从比对**。

易错点 / 考点 ① 定义里“满足质量和时间要求”这个前提不能漏，简答题漏了要扣分；② 四过程名称与顺序（规划 → 估算 → 预算 → 控制）；③ “越早越省”不是“前期少花钱”，而是“前期该花的钱决定了后面的成本”——这是最常见的误读。

过渡 *要把成本管起来，第一步是把它分类——不同类的钱，管法完全不同。下一页看两组维度、四类成本。*

10.6 成本类型：直接与间接、固定与可变（5 分钟）

口播 · 可照读

这一页是本节最需要动手的一页。成本分类有两组常用维度，**它们回答的是两个不同的问题**：直接／间接回答“**这笔钱该记在谁头上**”，固定／可变回答“**这笔钱会不会随工作量变**”。先把这句话立住，四类就不会混。

直接成本：能直接归集到某个项目或工作包——开发与测试人员的工资、本项目专用的云主机、外包开发费、本项目的差旅。**间接成本**：无法直接归集，要按分摊系数摊进来——机房租赁、公共测试环境、公司级工具许可、管理人员薪酬。**固定成本**：在一定时期和产量范围内总额不变——机房年租、包月专线、专职团队的月薪。**可变成本**：随工作量或用量同向变化——按量计费的云资源、按人天结算的外包、加班费、按交付发放的奖金。

这里有一个必须纠正的误解：**两组分类是两个维度，不是四选一。** 同一笔费用可以同时是“直接＋固定”，比如开发工资；也可以是“间接＋可变”，比如按用量分摊的公共云资源。判断固定／可变，看的是**计费方式**：包月就是固定，按量就是可变。**同一个云服务，换个计费方式就换了类别**——这不是文字游戏，它直接决定你这个月的成本会不会随需求波动。

现在做归类，四个词：开发工资、机房租赁、云资源月租、项目奖金。**开发工资**：直接＋固定——专用于本项目，按月薪发放，短期内不随工作量变。**机房租赁**：间接＋固定——多个项目共享，按机柜或面积分摊，租约期内总额不变。**云资源月租**：直接＋可变——这里说的是按用量计费的那种，用多少算多少；一旦改成包月套餐，立刻变成固定成本。**项目奖金**：直接＋可变——随交付与绩效发生，不交付就不发。

判读口诀两句话：**先问“能不能单独记到这个项目”，再问“工作量翻倍它会不会跟着涨”。** 第一问分直接间接，第二问分固定可变。**两问都答完，才叫归好类。**

板书 两个维度：直接／间接＝**记在谁头上**；固定／可变＝**会不会随量变**（**不是四选一**）｜直接：开发测试工资 · 本项目专用云主机 · 外包开发费 · 本项目差旅｜间接：机房租赁 · 公共测试环境 · 公司级工具许可 · 管理人员薪酬｜固定：机房年租 · 包月专线 · 专职团队月薪｜可变：按量云资源 · 按人天外包 · 加班费 · 交付奖金｜归类：开发工资＝直接＋固定；机房租赁＝间接＋固定；云资源月租＝直接＋可变（改包月→固定）；项目奖金＝直接＋可变｜口诀：**先问能不能单独记到这个项目，再问工作量翻倍它涨不涨**

提问 机房租赁为什么算间接成本？如果这个项目独占一个机房，它还间接吗？

预设回答

- 答“因为很多项目共用，只能按机柜或面积摊”：✅ 正确。点评：判断直接间接的唯一标准是**能不能直接归集**，不是“这笔钱大不大”。
- 答“独占就变直接了”：✅ 对，而且它**仍然是固定成本**——租约期内总额不变。点评：这就是“两个维度”的最好例证：归属变了，随量性没变。
- 答“机房是基础设施，永远算间接”：❌ 这是按资产种类背的。点评：分类看的是**这笔支出与这个项目的关系**，不是资产的品类。

易错点 / 考点 ① 四类辨析是选择题高频点，尤其“**同一笔费用跨两个维度**”；② “固定”指“一定时期和产量范围内总额不变”，不是“永远不变”；③ 间接成本要分摊，分摊系数本身就会引发争议（谁受益多、谁承担多）；④ 软件里最典型的一笔是**人力工资：既是直接成本，又是固定成本**。

过渡 *预测型项目按这四类管钱，但需求频繁变化的项目，一上来做精细的年度预算意义有限——看 6.1.2 的敏捷做法。*

10.7 6.1.2 敏捷方法的应用：迭代预算与按价值排序（3 分钟）

口播 · 可照读

6.1 的最后一块是敏捷。教材的说法很克制：对于**需求变动较大、范围尚未完全明确或经常发生变更**的项目，详细的成本计算可能意义有限，更适合在**短期规划中采用准时制的详细估算**。这句话翻译过来就是：**信息不够的时候，算得再细也只是精确的错误。** 与其花两个月做一份看起来很专业的年度预算，不如先用轻量级估算给一个高层级预测，需求一变就能快速调整。

敏捷的成本做法有三招。**第一招，迭代预算**：把大预算切成小预算。每个迭代的时间盒和团队规模是固定的，迭代成本约等于规模乘长度乘费率，预算随迭代拨付，透明、可调。**第二招，按价值排序**：用**用户故事**估工作量，按价值与成本之比排序，资源集中到高价值任务上。**第三招，持续沟通**：每轮评审对一次账——花了多少、做完多少、下一轮砍什么加什么。

看这张对照表，四行。**估算单位**：预测型是工作包乘资源费率、以货币为主；敏捷是故事点乘迭代速率（velocity）。**预算形态**：预测型是一次批准的成本基准、按阶段拨付；敏捷是按迭代拨付的固定预算、随迭代滚动。**变更处理**：预测型走变更请求、调整基准与合同；敏捷在迭代之间重排待办列表，做等值交换。**超支信号**：预测型看基准与实际比对的 CPI、SPI；敏捷看每轮实际花费对迭代预算——**velocity 下降、预算被击穿，就是前兆**。

互动题：**第 3 个迭代进行到一半，客户要插一个高优先级需求，成本上怎么处理最稳妥？** 答案是 B：**与客户确认等值交换**——换出同等点数的故事，迭代预算不变。A 是立刻追加预算、范围不动，会直接击穿时间盒；C 是一律拒绝，又违背了敏捷响应变化的本意。**敏捷不是不要成本控制，而是把控制点从“年度基准”挪到了“每个迭代”。**

板书 前提：范围不清、变动频繁 → 精细估算＝**精确的错误**｜三招：**迭代预算**（$C_{\text{迭代}} \approx$ 规模 × 长度 × 费率，随迭代拨付）· **按价值排序**（用户故事估工作量，价值／成本 排序）· **持续沟通**（每轮评审对账）｜四行对照：故事点×velocity ↔ 工作包×费率；按迭代拨付 ↔ 一次批准基准；迭代间等值交换 ↔ 变更请求；velocity 下降／预算击穿 ↔ CPI／SPI 偏差｜插需求：**等值交换，总量不变**

提问 （本页互动题）互动：第 3 个迭代进行到一半，客户要求插一个高优先级需求，成本上怎么处理最稳妥？ A．立刻追加预算，范围不用调整；B．与客户确认等值交换：换出同等点数的故事，迭代预算不变；C．一律拒绝，敏捷项目不允许中途变更

预设回答

- ✅ 选 B——**与客户确认等值交换：换出同等点数的故事，迭代预算不变**。点评：时间盒和迭代预算都不动，总量照样受控，只是把价值更高的先做；真要多做，就明说要加预算或加一个迭代，把账摆到桌面上。
- ⚠️ 选 A（立刻追加预算、范围不动）：钱加了，时间盒没加——多出来的故事塞不进这个迭代，结果是**范围和时间盒同时被击穿**。点评：敏捷的成本控制点落在迭代之间，不落在迭代中途。
- ❌ 选 C（一律拒绝）：既违背敏捷“响应变化”的本意，也会把客户推向绕过待办列表、私下加需求的路径，成本反而更不可控。

易错点 / 考点 ①“**等值交换**”是本节最可能出题的概念：加需求不加钱，就必须换出等量的工作；② 敏捷不是“不要成本管理”，而是**换了预算形态和超支信号**；③ 敏捷的超支前兆是 velocity 下降与迭代预算被击穿，不是 CPI 报警——两条信号体系不要混用。

过渡 *不管用预测型还是敏捷，动钱之前都得先定规矩——这就是 6.2 规划成本管理要干的事。*

10.8 6.2 规划成本管理：先把“怎么算钱”的规矩定下来（4 分钟）

口播 · 可照读

进入 6.2。**规划成本管理**是制订**成本管理计划**的关键过程，它规定在这个项目里成本**怎么估、怎么编预算、怎么管、怎么监督、怎么控制**——政策、程序、文档一次讲清楚。它的主要作用是**在整个项目期间为成本管理提供指南和方向**，而且一般在规划阶段的**早期**开展：越往后拖，已经花出去的钱就越没有口径可依。

看这条流程。**输入**四类：项目章程、项目管理计划里的进度管理计划和风险管理计划、事业环境因素、组织过程资产。**方法**三个：征求专家意见、备选方案分析、召开成本规划会议。**成果**一个：成本管理计划——它是项目管理计划的组成部分。

这一页最要紧的一句话在流程下面：**这一步不产出任何金额，产出的是“金额怎么算、偏差怎么判”的规则。** 计划里写六类栏目：成本估算方法、预算编制、成本测量标准、组织程序链接、控制与监控标准、基准维护与审批报告。看表里“落到本项目”那一列：估算用类比＋参数＋三点，以 WBS 工作包为最小估算单元；预算沿 WBS 逐层汇总，应急储备按估算额的 5% 计提；金额以元计、工作量以人天计、精度 ±10%；成本偏差 ±10% 预警；基准变更报变更控制委员会；成本月报每月 5 日前出。

为什么规矩要立在前面？因为**口径不统一，两个人估同一个工作包能差出一倍，争到最后也没法判断谁对**。所以这一页的思政落点是：**把“精打细算”变成可执行的制度**。公共项目、企业项目里的每一笔钱，都要有来源、有去向、有责任人。先定口径再动钱，既是对出资方负责，也是对团队负责——**这不是流程繁琐，而是让“省下来的钱”真的能被看见、被核实。**

板书

- 2 规划成本管理＝制订**成本管理计划**｜作用：为整个项目期间的**指南和方向**；在规划阶段**早期**开展｜输入：项目章程 · 进度与风险管理计划 · 事业环境因素 · 组织过程资产｜方法：征求专家意见 · 备选方案分析 · 成本规划会议｜成果：成本管理计划（项目管理计划的组成部分）｜**不产出金额，产出规则**｜六栏：估算方法 · 预算编制 · 测量标准 · 组织程序链接 · 控制与监控标准（临界值 · 绩效测量规则）· 基准维护与审批报告

提问 这一步一个金额都不出，为什么还要放在最前面？

预设回答

- 答“因为要先定规矩，不然大家各算各的”：✅ 正确。点评：口径不统一，两个人估同一个工作包能差出一倍，最后争的不是数，是口径。
- 答“因为它是项目管理计划的一部分，流程要求”：⚠️ 只说对形式。点评：真正的原因是**它决定了后面三步怎么判对错**——没有临界值，偏差报了也没人处置。
- 答“先估个数出来，规矩以后再补”：❌ 这正是案例里第二环的翻版。点评：规矩后补，等于用错的口径算完再改，前面的工作全部作废。

易错点 / 考点 ① 三个东西必须分清：**成本管理计划**（规则）、**成本估算**（金额）、**成本基准**（授权后的分时段预算），这是简答与选择题的高频混淆点；② 成本管理计划是项目管理计划的组成部分，**可以是正式或非正式的**；③ 输入里“组织过程资产”常被漏答，它包括财务控制程序、历史信息、政策指南。
【思政落点】（把“精打细算”变成可执行的制度）：每一笔钱都要有来源、有去向、有责任人。先定口径再动钱，既是对出资方负责，也是对团队负责——**这不是流程繁琐，而是让“省下来的钱”真的能被看见、被核实。**落到同学们的小组项目：开工前先把“一人天算几小时、金额保留到什么位、偏差超过多少要说明”三句话写进文档，比事后争论“你说过”“我没说过”有用得多。

过渡 *六栏里最容易被写成空话、又最影响执行的，是成本测量标准——下一页把它拆成三件事。*

10.9 成本测量标准：计量单位 · 精确度 · 控制临界值（5 分钟）

口播 · 可照读

成本管理计划里最容易被写成空话、又最影响执行的，是**成本测量标准**。表 6-1 的模板把它分在“成本测量标准”和“成本控制与监控标准”两栏：一栏管“怎么量”，一栏管“偏了怎么办”。这一页把它拆成四个要素，前三个是重点。

第一，计量单位。 要回答：金额用什么货币、工作量按人天还是人时、是否含税。本例：金额以**元**计，工作量以**人天**计（1 人天 = 8 小时），报价口径含税。写不清会怎样？**有人按人天报、有人按人时报，汇总时整整差 8 倍**——这不是算错，是单位没定。

第二，精确度，含准确度。 要回答：数据保留到什么程度、估算允许的偏差有多大。本例：金额精确到百元、工作量精确到 0.5 人天，估算精度 **±10%**。注意两个坑：**精确到分却按万元汇总，数字看着精细，其实没有意义；不写精度，就无从判断估得准不准。** 还要分清：精确度是“小数保留几位”，准确度是“离真值有多远”，两件事不要混。

第三，控制临界值。 要回答：偏差超过多少必须上报、超过多少要走变更。本例：**±10% 预警**，超限须书面说明原因并给出纠偏措施；**±20% 触发变更请求**。定太松——超支 30% 才报警，已经来不及；定太紧——例外报告天天有，最后没人再看。

第四，绩效测量规则。 用什么口径度量成本绩效。本例用**挣值管理**：CV、CPI 按月计算，随成本月报发布。写不清的后果是各算各的——有人说“花得快”，有人说“进度正常”，会上对不上账。

特别提示一句：**两个 ±10% 不是一回事。** 精确度说“估出来的数能有多准”，控制临界值说“偏了多少要报警”。经验上预警线要明显大于估算本身的误差，否则报的都是噪声——早期估算精度只有 ±25% 时，预警线不能还是 ±10%；本例两者都取 ±10%，是因为已经进入详细估算阶段。

那临界值到底定多少合理？±5%、±10% 还是 ±20%？**没有标准答案，但有四条判断依据**：一是**估算本身的精度**；二是**干系人的风险承受力与合同罚则**，固定总价、延期有罚则的项目宁可定紧一点；三是**项目阶段**，早期可放宽、临近交付要收紧；四是**报警之后有没有动作**——临界值的意义是触发一次分析，不是触发一次批评。**没有配套的纠偏流程，定多少都没用。**

板书 三要素＋一规则｜**计量单位**：元／人天（1 人天 = 8 小时，含税）——写不清差 8 倍｜**精确度（含准确度）**：金额到百元、工时到 0.5 人天、精度 ±10%；**精确度＝保留几位，准确度＝离真值多远**｜**控制临界值**：±10% 预警（书面说明＋纠偏措施）、±20% 触发变更请求｜**绩效测量规则**：EVM，CV、CPI 按月随月报发布｜**两个 ±10% 不是一回事**：估算精度 ≠ 控制临界值｜临界值四依据：估算精度 · 风险承受力与罚则 · 项目阶段 · 报警后有无动作

提问 控制临界值为什么不能定成 ±2%?

预设回答

- 答“太紧了，天天报警”：✅ 正确。点评：估算本身就有 ±10% 的误差，临界值比误差还小，报出来的全是**噪声**，不是偏差。
- 答“紧一点更安全”：⚠️ 听起来对，实际相反。点评：报警太多，人就会**习惯性忽略**——真正的大偏差反而被淹没在例外的海洋里。
- 答“要看估算精度和合同罚则”：✅ 最完整。点评：临界值不是拍脑袋定的，它要跟估算精度匹配，也要跟风险承受力匹配。

易错点 / 考点 ① 三要素名称与含义（简答高频）：计量单位、精确度、控制临界值；② **精确度≠准确度，估算精度≠控制临界值**，两组混淆是本节最大失分点；③ 临界值必须与估算精度匹配，不能比估算误差还小；④ WBS 的作用是给成本一个**汇总框架**，使估算、预算与控制能和会计科目对上账。

过渡 *规矩立好了，接下来才真正开始算钱——6.3 估算成本。先把六种方法摆在一张表上看清楚，再逐个展开。*

10.10 6.3 估算成本：六种方法先看一张总览（5 分钟）

口播・可照读

规矩定完，进入 6.3 估算成本。定义是：对完成项目工作所需资源成本进行**近似估算**，作用是确定项目所需的资金，通常在整个项目期间**定期开展**。注意“近似”和“定期”两个词——**估算不是算命，是随信息更新的一次次逼近。**

这一页先把六种方法摆在一起。**类比估算**：依据以往类似项目的整体参数，精度低、最快最省，适合项目初期、信息很少时只要一个量级。**参数估算**：依据历史数据中的统计关系与数学模型，比如功能点、代码行、COCOMO，精度中到较高、取决于模型成熟度，适合有可用历史数据、参数能被量化。**自下而上估算**：沿 WBS 最底层工作包逐项估、再逐层汇总，精度最高、也最慢最贵，适合 WBS 已细化、需求清晰、要形成基准。**三点估算**：用乐观、最可能、悲观三个值加权平均，精度中等但**能给出区间**，适合不确定性大、要的不是一个点而是一个范围——比如 $O = 8$、$M = 12$、$P = 24$ 人日，$E = \frac{8+4\times12+24}{6} \approx 13.3$ 人日。**备选方案分析**：多个实施方案的成本对比，自研、外包还是买成品，适合方案还没定、要回答“哪条路更划算”。**储备分析**：按风险发生的概率与影响预留应急储备，它是补充性的、不单独定总额，适合已经识别出风险、要给风险留出钱。

看这张表请注意一个规律：**精度和代价是反向的。** 想要准，就得往下拆、多花时间；想要快，就只能粗。所以方法没有优劣，只有匹配——**处在什么阶段、手上有什么数据、要多高的精度，决定了该用哪一种。**

下面这条流程说明估算的收敛过程：**粗略量级估算**，项目早期、信息有限，误差约 −25% 到 +75%；**预算估算**，信息增多、误差收窄，用于编制预算；**确定性估算**，详细信息齐备，误差约 −5% 到 +10%，可以作基准。**估算不是一次算准，是随信息增加逐步收敛：方法要跟着阶段换，精度要求也要跟着阶段提。**

选择顺序记成一句话：**信息少就类比，有数据就参数，WBS 细就自下而上，心里没底就三点，方案没定就做备选方案，有风险就加储备。** 同一个项目在不同阶段换方法，是正常做法，不是前后不一致——前期用类比拿量级，后期用自下而上做基准，本来就是估算该有的两道工序。下一页开始把这几种方法逐个展开，先从最省事的类比估算讲起。

板书 六法一张表：**类比**（历史整体参数 · 快省粗 · 初期量级）｜**参数**（统计关系与模型：功能点 · 代码行 · COCOMO · 有数据才准）｜**自下而上**（WBS 工作包逐项估再汇总 · 最准最贵 · 形成基准）｜**三点**（$E = \frac{O+4M+P}{6}$、$\sigma = \frac{P-O}{6}$ · 给区间）｜**备选方案**（自研／外包／买成品 · 比路线）｜**储备**（应急储备 · 补充性，不单独定总额）｜精度与代价**反向**｜收敛：−25%～+75% → 预算估算 → −5%～+10%｜口诀：**信息少类比 · 有数据参数 · WBS 细自下而上 · 没底三点 · 方案未定备选 · 有风险加储备**

提问 六种方法，是不是都做一遍最保险?

预设回答

- 答“都做一遍最准”：❌ 错。点评：自下而上最准也最贵，项目初期 WBS 还没细到工作包，根本做不了；**方法要匹配阶段，不是越多越好**。
- 答“选一种就行”：⚠️ 太绝对。点评：常用组合是**自下而上＋三点＋储备**——先逐包估，再对不确定的包用三点给区间，最后加储备。
- 答“看阶段和数据，可以换着用”：✅ 正确。点评：同一项目不同阶段换方法是正常做法，但**换方法要留依据**，否则前后两个数没法比。

易错点 / 考点 ① 六种方法名称与适用场景（选择题高频），要能按“依据什么估”一一对应；② **精度最高的是自下而上，但最慢最贵**；③ 三点估算不是“算三次”，而是“三个值加权”，结果是一个期望值加一个区间；④ 储备分析是**补充性**方法，它不单独定总额，而是给已识别风险留钱；⑤ 三段精度的数字（−25%～+75%、−5%～+10%）要记准。

过渡 *六种方法里最省事的是类比估算——它只问一句“像不像”。下一页就从它和参数估算讲起。*

10.11 类比估算与参数估算：先问“像不像”，再算“是多少”（8 分钟）

口播 · 可照读

上一页把六种估算方法摆成了一张总览表，从这一页开始逐个打开。先看最常用的两种：**类比**和**参数**。它们的分工可以用一句话记住——**类比先问“像不像”，参数再算“是多少”**。

先说**类比估算**。它拿**以往类似项目**的整体参数来推当前项目：范围、预算、工期、规模，比一比，再按差异折算。示例是这样的：团队做过一款电商平台，花了约五十万元；现在给另一家公司做功能相似、规模略小的平台，于是估四十万元。请注意，这个“略小”背后必须有依据——小多少、小在哪几处，都要能说出来，否则四十万就是拍出来的。

类比估算的成败几乎全在**可比性**三个字上。要比三件事：**业务像不像**，流程复杂度和合规要求差多少；**技术栈像不像**，是同一套框架还是全新栈；**团队熟练度像不像**，做过一遍和第一次做，工作量能差出一倍。三件都像，折扣才敢打；有一件不像，就得单独把那一块加回来。

具体是两个动作。第一，**找参照**：挑真正相似的历史项目，而不是“听起来差不多”的项目。拿定制开发去类比产品化项目，规模口径和成本口径根本不同，比出来的数没有意义。第二，**按差异调**：规模、复杂度、工期、团队经验逐项打折或加成，每一处调整都要写进估算依据。最容易犯的错是只按“功能个数”折算——十个简单查询和十个风控规则，功能个数一模一样，工作量能差好几倍。

再说**参数估算**。它不问“像不像”，它问“有没有一条稳定的数量关系”。三个前提缺一不可：**参数能被量化、参数与成本的关系稳定、历史数据可靠**。三个都成立，估算就退化成一道乘法。

看表里三个算例。**功能点**：五百个功能点，每个一千元，$500 \times 1000 = 50$ 万元。**代码行**：一万行代码，每千行两千元，$(10000/1000) \times 2000 = 2$ 万元。这两个都是“参数乘单价”，区别只在参数用“功能”还是用“代码”。

第三个是 **COCOMO 模型**：$E = a \times (\mathrm{KLOC})^b$，开发时间 $T = c \times E^d$。请看表 6-2 的三组参数——有机型面向小规模、需求明确的项目，$a = 2.4$、$b = 1.05$；半分离型面向中等规模，$a = 3.0$、$b = 1.12$；嵌入式型面向大规模、与硬件深度集成的项目，$a = 3.6$、$b = 1.20$。**三个 b 都大于一**，这一个细节很值钱：它说明规模不经济，代码量翻一倍，工作量不止翻一倍。

例题：五十 KLOC、半分离型、每人月两万元。$E = 3.0 \times 50^{1.12} \approx 211.8$ 人月，这是教材示例的取值；总成本 $= 2 \times 211.8 = 423.6$ 万元。这两个数是本章的招牌数字，考试就考公式和代入，不考你按计算器按出多少。

但参数模型有一个前提必须反复强调：**a、b 是行业平均值，不是你们团队的水平**。同一份 KLOC，新人和老手的工作量能差一倍。所以落地要走三步：用本组织历史数据回归参数，拿已完成模块回测，把偏差写进估算依据。**不校准的参数模型，等于把别人的平均数当成自己的承诺。**

回到案例。某通信运营商存量经营管理系统，合同两百万元、工期八个月。投标阶段手上只有一份功能清单，WBS 还没细到工作包，这时只能先用参数估算给一个量级；中标之后 WBS 细化，再用自下而上重估，两次结果的差异正好用来校准参数。**这不是前后不一致，而是估算本来就该走的两道工序。**

板书 类比＝**找参照**（真相似，不是“听起来差不多”）→ **按差异调**（规模 · 复杂度 · 工期 · 团队经验，逐项留依据） ｜ 示例：电商平台 50 万 → 功能相似、规模略小 → 40 万 ｜ 参数三前提：**参数可量化 · 关系稳定 · 数据可靠** ｜ 功能点 $500 \times 1000 = 50$ 万元；代码行 $(10000/1000) \times 2000 = 2$ 万元 ｜ COCOMO：$E = a \times (\mathrm{KLOC})^b$、$T = c \times E^d$；半分离型 $a = 3.0$、$b = 1.12 \rightarrow E = 3.0 \times 50^{1.12} \approx 211.8$ 人月，总成本 $2 \times 211.8 = 423.6$ 万元 ｜ 校准三步：回归参数 → 回测 → 偏差入依据

提问 （本页互动题）互动：已知本项目约 10000 行代码，公司历史数据是每千行 2000 元，你该用哪种方法？　A．类比：找个相似项目，把它的总价打个八折；C．参数：代码行折算成 KLOC，乘每千行成本

预设回答

- ✅ 选 C（参数估算）：$(10000 \div 1000) \times 2000 = 2$ 万元。点评：**参数可量化、关系稳定、数据可靠**三个前提齐了，估算就退化成一道乘法。
- ⚠️ 选 A（类比、把相似项目总价打个八折）：类比能给量级，但题干已经给了参数和单价——**有确定的数量关系还要打个八折，等于把可算的算成可猜的**；折扣依据说不清，估算依据就是空的。
- ❌ 换个口径硬算（比如用“项目总行数含注释与空行”乘单价）：物理行与有效代码行能差出三四成，结果偏大却看着很“有依据”。点评：参数估算真正难的从来不是乘法，而是**参数的口径**。

易错点 / 考点 ① **类比不是拍脑袋**，判分点是“可比性三问＋差异调整有依据”，只写“参照类似项目”不得分。② 参数估算的**三个前提**要能报全，尤其“关系稳定”这一条最常被忘。③ COCOMO 的 $b > 1$ 说明**规模不经济**，这是选择题的常客：问“代码量翻倍，工作量是否翻倍”，答案是否，且要说明原因。④ a、b 是**行业平均值、必须校准**，简答题写这一句就是加分点。⑤ 211.8 人月、423.6 万元按教材示例取值，答题写清公式与代入过程即可，不必纠结计算器尾数。

过渡 *类比和参数都是“从上往下”先给一个总数，差别只在依据是“像不像”还是“乘一乘”。下一页换一个方向——不看总数，从最底层一个一个往上加。*

10.12 自下而上估算：沿 WBS 一层层加回去（7 分钟）

口播 · 可照读

这一页换方向。前面两种方法都是先有一个总数，再往下调；**自下而上估算**反过来，从 WBS 的**最底层工作包**开始，一个一个估，再沿 WBS 一层一层往上加，加到顶就是整个项目的成本。它估的不是“项目大概多少钱”，而是“每一个工作包各要多少钱”。

请看图 6-1，这是教材给的一个软件项目示例，单位是元。图是一棵三层树：顶层是“1 需求分析”，九千；中间两个框，“1.1 收集需求”五千、“1.2 编写需求文档”四千；最下面一层四个叶子——“1.1.1 需求沟通”三千、“1.1.2 调研行业最佳实践”两千、“1.2.1 编写需求文档草稿”两千、“1.2.2 调研行业最佳实践”两千。请注意箭头方向：**箭头是从下往上指的**，它表示汇总的方向，不是分解的方向。这个细节很多同学看反。

跟着箭头加三遍。第一遍，$3000+2000=5000$，这是“1.1 收集需求”；第二遍，$2000+2000=4000$，这是“1.2 编写需求文档”；第三遍，$5000+4000=9000$，这是“1 需求分析”。三步全是加法，一分钟就能加完。**所以这一页的难点从来不在加法，而在每个叶子上的三千、两千有没有依据。**

这个方法的价值，就在“依据落在最小单元”这件事上。**准在哪**：每个数字都落在具体工作包上，谁估的、按什么假设估的，都能追到人；将来实际花超了，也能追到是哪个包估错了。**贵在哪**：WBS 要先拆到可估的颗粒度，再逐个包去问人、收单价、核工作量，时间成本最高。**前提是什么**：底层定义清晰、责任能落地、历史单价查得到——三条缺一条，这个方法就退化成“把已经定好的数抄一遍”。

它和我们前面两章是接得上的。第 4 章拆 WBS，给的就是这棵树的形状；第 5 章估历时，给的就是每个叶子上“要干几天”；这一页再把“几天”乘上“一天多少钱”，成本就出来了。**所以自下而上是三章知识的汇合点：范围给结构，进度给时间，成本给单价。**

这里必须区分一对极易混淆的概念：**自下而上估算**和**自上而下分配**。前者是“叶子上的数还不知道，靠估出来再往上加”；后者是“总数已经定了，往下摊到各包”。方向相反，性质也相反——一个是估，一个是分。如果总数是领导拍的，你只是把它摊下去，那就不要叫自下而上，那叫预算分配。

还有一个隐蔽的风险：**漏项与重复计列**。同一项活动被两个工作包各算了一次，或者某个叶子在汇总时被跳过了，这两种错误在树上都看不出来，只有拿 WBS 逐条打勾才能发现。所以实务上要求：汇总前先做一次**叶子清单核对**，条目数、编号、负责人三样对齐，再动手加。

回到案例。存量经营管理系统两百万元的盘子里，“需求分析”这一段大概是什么量级、由哪几个工作包组成，用这张图的方法就能一段一段估出来，而不是笼统地说“需求阶段先给二十万”。**能拆到包，才谈得上控；拆不到包，只能事后解释。**

板书 自下而上=**叶子（活动/工作包）逐项估算 → 沿 WBS 逐层汇总**，箭头由下往上 ｜ 图 6-1：$3000+2000=5000$（1.1 收集需求）；$2000+2000=4000$（1.2 编写需求文档）；$5000+4000=9000$（1 需求分析） ｜ **准在**可追溯到人 · **贵在**要拆细、要问人 · **前提**是底层定义清晰、责任可落地、单价可查 ｜ 判据：叶子必须**可独立估算、可独立负责** ｜ 与“自上而下分配”方向相反：一个在估，一个在分 ｜ 汇总前先核叶子清单：防漏项、防重复

提问 某项目 WBS 只分解到“1.1 收集需求”“1.2 编写需求文档”这一层，团队说“我们就按五千和四千做自下而上汇总”。这算自下而上吗？

预设回答

- 答“算，只要是从底层往上加就是自下而上”：❌ 这正是本页要澄清的误会。点评：自下而上的“下”，指的是**可独立估算、可独立负责的工作包**；只有两个中间层，下面没有叶子，那五千和四千本身就是拍出来的，往上加只是把两个拍出来的数相加。
- 答“不算，因为没有可独立估算的底层工作包，本质已经退化成类比或参数”：✅ 完全正确。补一句：判据不在“加了没有”，而在“**加之前那些数是怎么来的**”。
- 答“算不算都行，反正结果一样”：⚠️ 结果可能一样，性质完全不同。点评：结果一样只是巧合；性质不同意味着**风险不同**——自下而上的偏差能定位到包，退化的估算一旦错了，你连从哪查都不知道。

易错点 / 考点 ① 自下而上与自上而下分配**方向相反**，简答题常要求“说明区别”，标准答法是“一个由叶子汇总、一个由总数分摊”。② “下”指**可独立估算、可独立负责的工作包**，不是“金额小的那一层”。③ **漏项与重复计列**是一对孪生错误，案例题里出现“汇总数与明细数对不上”，八成是这两处。④ 三个特点要能报全：最准、最贵、依赖 WBS 细化程度；只说“最准”不给满分。⑤ 与第 4 章 WBS、第 5 章历时估算的衔接关系，是综合题的常见提问点。

过渡 *自下而上要求每个叶子都给一个确定的数，可现实里叶子上的数往往说不准——不是不知道，是“大概八到二十四天都有可能”。下一页就给这种“说不准”配一把尺子。*

10.13 三点估算：把“说不准”变成一个区间（9 分钟）

口播 · 可照读

这一页是本讲的重点，也是期末计算题的高频出处，请把笔放下，跟着算一遍。

先看问题：某个工作包，你觉得最快八天能干完，最慢可能要二十四天，最可能是十二天。**这时候你报哪个数？** 报八，是给自己挖坑；报二十四，是把风险全推给客户；报十二，又拿不出依据。三点估算给的答案是：**不报一个点，报一个区间，并且说清这个区间有多大的把握。**

三个值各有定义。**乐观值** O：一切顺利、没遇到任何问题和风险时的最少成本或最短工期。**最可能值** M：正常情况、资源合理利用、风险得到有效管理时最可能出现的值。**悲观值** P：最糟情况，资源不足、技术难题、严重风险都撞上时的最大值。三个值必须估的是**同一件事**——同一个工作包、同一个范围、同一个口径，否则算出来的数没有意义。

三个值服从 β 分布时，期望值按加权平均算：$E = \frac{O+4M+P}{6}$。注意权重：**只有最可能值 M 的权重是四，其余各一**，分母是六。为什么给 M 这么重的权重？因为它是对“正常情况”的判断，而乐观和悲观是两个尾部，尾部不该主导结果。

代入例题：$O=8$、$M=12$、$P=24$，单位人日。分子是 $8+4\times12+24=8+48+24=80$，除以六，$E=\frac{80}{6}\approx13.3$ 人日。请看这个结果的位置——它比最可能值十二天**大**，因为悲观值离得远，把期望往上拽了一点。**这是三点估算最容易被忽略的一个性质：分布偏斜时，期望不等于最可能值。**

再算离散程度：$\sigma=\frac{P-O}{6}=\frac{24-8}{6}\approx2.7$ 人日。这个数说的是“结果围绕期望值能散多开”。2.7 不算小——相对于 13.3，波动接近两成。

有了中心和离散程度，就能给区间。约 **68%** 的把握落在 $E\pm\sigma$，也就是 13.3 ± 2.7，约 $[10.6,\ 16.0]$ 人日；约 **95%** 的把握落在 $E\pm2\sigma$，也就是 $13.3\pm2\times2.7\approx[7.9,\ 18.7]$ 人日，口头可以说约八到十八点七天。**这才是敢写进合同的数。**

这里要立一条纪律：**期望值不是承诺值**。13.3 只有大约五成把握——一半概率会超。承诺要往上限靠，要九成五的把握，就得报 18.7，而不是 13.3。这一条在本章后半段还会反复出现：估算给区间，承诺取上限，储备兜住尾部。

三点估算不只用于工期，成本完全同理，只是把 O、M、P 换成 C_O、C_M、C_P。教材表 6-3 就是五个活动的成本三点估算：系统需求、系统设计、系统编码、系统测试、安装部署，逐项算出期望成本和标准差，总期望成本是 $5000+11000+20000+6000+8000=50000$ 元。请注意总标准差怎么算——**不是把五个标准差相加**，而是方差相加再开方：$\sqrt{1000^2+1333^2+1000^2+1000^2+1000^2}\approx2404$，然后才有约 68.3% 的把握落在 $[47596,\ 52404]$。**方差可加、标准差不可加**，这是本页最值钱的一个拓展点。

最后回到它的用处：三点估算给出的 σ，正是后面**储备**的依据。风险大的活动 σ 大，就该多留钱；σ 小的活动，留多留少影响不大。**所以三点估算不是一个算着玩的练习，它是储备分析的输入。**

板书 三点估算＝O 乐观 · M 最可能 · P 悲观（**同一件事**的三个值） | $E=\frac{O+4M+P}{6}$、$\sigma=\frac{P-O}{6}$ | 例题：$E=\frac{8+4\times12+24}{6}=\frac{80}{6}\approx13.3$ 人日；$\sigma=\frac{24-8}{6}\approx2.7$ 人日 | 68%：$13.3\pm2.7\approx[10.6,\ 16.0]$；95%：$13.3\pm2\times2.7\approx[7.9,\ 18.7]$ | **期望值≈五成把握，不是承诺**；承诺取上限 | 成本同理：$C_E=\frac{C_O+4C_M+C_P}{6}$ | 多活动汇总：**方差相加、标准差开方**（表 6-3：总期望 50000 元、$\sigma\approx2404$） | σ 是储备的依据

提问 客户要求合同里写一个“九成五把握能完成”的日期，你报哪个数——八天、十三点三天，还是十八点七天？

预设回答

- 答“报八天，给客户一个好看的数，显得我们有信心”：❌ 这是拿承诺换好感。点评：八天是乐观值，只有极小的概率能做到；一旦做不到，违约条款、信任损失都要自己承担。**用乐观值投标，等于用最坏情况买单。**
- 答“报十三点三天，这是算出来的期望值”：⚠️ 数是算对了，口径用错了。点评：13.3 只有约五成把握，写进合同意味着一半概率延期。**期望值适合做内部计划，不适合做对外承诺。**
- 答“报约十八点七天，$E+2\sigma$ 才是九成五把握的上限”：✅ 正确。补一句：报这个数还要同时说清两件事——**区间是怎么来的**（三个值分别是多少、依据是什么），以及**超出区间怎么办**（走变更、动用应急储备）。只说数字不说依据，客户照样不认。

易错点 / 考点 ① σ 的分子是 $P-O$、分母是 6，写成 $\frac{P-M}{6}$ 或 $\frac{P-O}{4}$ 是最常见的两处硬错。② 权重只有 M 是四，O 和 P 各一，分母六，**不要记成“三个数的平均”**。③ 68% 对应 $E\pm\sigma$、95% 对应 $E\pm2\sigma$，两个区间别写反。④ **期望值约五成把握**，这一句是简答与案例的必答点。⑤ 多活动汇总时**方差相加、标准差开方**，是拉开分数的拓展考点。⑥ 三个值必须针对同一范围同一口径，否则先统一口径再计算。

过渡 *到这儿四种方法都讲完了——类比、参数、自下而上、三点。它们各自的适用条件、精度、代价和用途，下一页并排放在一张表里，方便课后对照。*

10.14 6.3 估算方法对比：适用条件 · 精度 · 成本 · 用途（2 分钟）

口播 · 可照读

本页为课后拓展，课上可跳过。 这一页把前四种方法并排放进一张表，四个维度：适用条件、精度、估算本身的成本、主要用途，课后对着表回头翻前面几页就行。

类比：有做过的类似项目可比、当前只要量级，精度较低，早期常见 $-25\%\sim+75\%$，估算本身最省，用在立项、投标、可行性研究的“先给个数”。**参数**：有可量化的规模参数、有稳定的历史统计关系，精度中到较高，代价是前期建模与清数据，但建好之后每个项目都很快。**自下而上**：WBS 已拆到工作包、范围清晰，精度最高，信息充分时常见 $-5\%\sim+10\%$，代价也最高，用在编制**成本基准**。**三点估算**：单个活动不确定性大、能给出三个值，它不给单点，给的是**区间与置信水平**，$E\pm\sigma$ 与 $E\pm2\sigma$，用在为储备找依据、回答“多大把握”。

一个误解要纠正：**精度不是方法的名称决定的，是信息量与方法的匹配度决定的。**同一套数据，用自下而上也做不出 -5%。所以“哪个方法最准”这个问题本身就不成立。

四种方法还能**叠着用**：立项用参数给量级，中标后用自下而上细化到工作包，对风险最大的几个活动再补三点估算。越往后越细，也越贵。**选方法不是挑最先进的，而是挑此刻最合适的**——这一句是整页的落点。收尾一个小判断：420 个功能点、五个同类项目的历史单价、两周要报量级并说明偏差范围——答案是**参数给量级、三点给区间**；自下而上会来不及，类比给不出偏差范围。

板书 四维对比：**适用条件 · 精度 · 估算成本 · 主要用途** | 类比：$-25\%\sim+75\%$ · 最省 · 立项投标先给量级 | 参数：中～较高（看模型与数据）· 前期建模投入 · 同类项目反复估 | 自下而上：$-5\%\sim+10\%$ · 最贵 · 编**成本基准** | 三点：不给单点给**区间与置信水平** · 中～高 · 高风险活动与储备依据 | 叠用：参数给量级 → 自下而上细化 → 高风险补三点 | 精度由**信息量与方法匹配度**决定，不由方法名字决定

提问 420 个功能点、五个同类项目的历史单价、两周要出预算量级并说明偏差范围——优先用哪种组合？

预设回答

- 答“参数估算（功能点）＋三点估算给区间”：✅ 正确。理由说两句就够：参数有可量化参数和稳定单价，最快也最可复核；三点能回答“偏差范围”，正好对上“说明偏差”这个要求。
- 答“自下而上，先把 WBS 拆到活动逐项估”：⚠️ 方法本身没错，错在时间。点评：两周拆不完 WBS，硬拆出来的工作包也没有质量；**自下而上要求的是已经细化好的 WBS，不是临时细化**。
- 答“类比就行，拿最像的项目乘个系数”：❌ 点评：类比给得出量级，给不出偏差范围；而且这里已经有五个项目的每功能点成本，放着可量化的参数不用去乘系数，属于浪费已有的数据。

易错点 / 考点 ① 选择题里“最准”＝自下而上、“最快最省”＝类比、“能给区间”＝三点、“有参数关系”＝参数，这四组对应要背准。② **精度是经验口径**，写的是“常见范围”，不是承诺值。③ 三种方法可以**叠用**，简答题里写出“分层使用、逐步细化”就是高分点。④ 别把“估算本身的成本”与“项目成本”混为一谈——这一列问的是**估这件事要花多少钱**。

过渡 *方法挑完、数字出来，接下来就该把它们加起来了——从下一页开始进入 6.4 制订成本预算。*

10.15 6.4 成本汇总：沿 WBS 自下而上滚到总预算（7 分钟）

口播 · 可照读

前面所有工作都是为了这一页做铺垫——数估出来了，现在要把它变成一份**能被批准、能被拿来对照**的东西。

先看定义：**制订成本预算**是把已估算的成本**汇总并分配**到各工作包或活动，进而编制**经批准的项目成本基准**的过程。两个关键词请咬住：**汇总**和**分配**。汇总，是把一堆估算加起来；分配，是把它按时间段摊开。只有加起来、摊开了，这份预算才能拿去做控制。这个过程的主要作用是确定成本基准，为监督和控制项目绩效提供依据。它通常在项目初始阶段开展一次，之后在需求变更、风险事件发生等特定情况下才需要多次调整或更新。

汇总的路径只有一条，请按这条链记：**活动 → 工作包 → 控制账户 → 项目总成本**，最后在总成本之上再加管理储备，才是项目总预算。这条链和自下而上估算那一页的树是同一棵树，只是多了“控制账户”这一层——控制账户是管理层用来管钱的那一级，一个控制账户可以覆盖多个工作包。

制订预算有六种方法，别平均用力，按“各管一段”来记：**成本汇总**负责“加起来”，**储备分析**负责“留多少”，**资金限制平衡**负责“什么时候到账”，**历史信息审核**负责“拿历史占比校准”，**专家判断**负责“关键处拍板”，**融资**负责“钱不够去哪找”。六件事合起来，才是完整的预算编制。

请看图 6-2。这张图和图 6-1 是同一组数，只是多了一层。底下四个叶子还是三千、两千、两千、两千；中间“1.1 收集需求”五千、“1.2 编写需求文档”四千；再往上是“1 需求分析 总成本估算”**九千**；最顶上多出一个框——“管理储备”**一千**，两者相加得“1 需求分析 总预算”**一万元**。

这里有两个数最容易混，请把这句话抄在笔记上：**九千是沿 WBS 汇总出来的总成本估算，也就是成本基准**，它已经包含了列进去的应急储备；**一万才是总预算**，多出来的一千是管理储备。$9000 + 1000 = 10000$，这一千块加在**基准之外**，不摊进任何一个活动，动用它要走变更程序。**基准与预算的分界线，就在这一千块上。**

回到案例。合同两百万元、工期八个月，我们先按 WBS 一段一段估，汇总出一个成本基准；再按组织规定在基准之外留一笔管理储备，两者相加才是这个项目要申请的总预算。本讲开头案例复盘里那句“总成本比初期预算增加百分之二十、也就是四十万元”，说的就是**基准被动过了**——没有基准，这句话根本无从谈起。**所以预算这一页真正的产出不是钱数，而是一条以后可以用来对照的线。**

最后提醒一句：成本汇总**不是重新估算**。这一步的数在前面已经估过了，这里只做加法与分配，不重新拍数。如果汇总时发现某个包明显不合理，正确做法是退回估算环节修正并留痕，而不是在这一层悄悄改小。

板书 制订成本预算＝**汇总并分配** → 编制**经批准的成本基准**；作用是确定基准、为监督控制提供依据 ｜ 路径：活动 → 工作包 → 控制账户 → 项目总成本 → ＋管理储备 → 项目总预算 ｜ 六方法分工：成本汇总（加起来）· 储备分析（留多少）· 资金限制平衡（何时到账）· 历史信息审核（占比校准）· 专家判断 · 融资 ｜ 图 6-2：$5000 + 4000 = 9000$＝**成本基准**；$9000 + 1000 = 10000$＝**总预算**（差的一千＝管理储备，在基准外） ｜ 成果：成本基准 · 项目资金需求 · 更新的项目文件 ｜ 汇总只做加法与分配，**不重新估算**

提问 汇总到一万元时，多出来的那一千元，应该加在哪一层？

预设回答

- 答“加在总成本估算之上，单独作为管理储备”：✅ 正确。补一句：**不摊进任何活动、也不算进成本基准**，它挂在基准外面，只在总预算这一层出现。
- 答“摊到四个叶子上，每个包多留一点更稳妥”：❌ 这是把管理储备做成了应急储备。点评：摊进活动就变成“活动应急储备”，它仍在基准内、由项目经理支配；而未识别工作的钱必须留在基准外，否则动用时不需要高层批准，制度约束就没了。
- 答“加到某个工作包上，反正总额对得上”：⚠️ 总额对得上，性质全错。点评：加进工作包仍然是基准内的钱，动用不改基准；而管理储备一旦动用，**必须变更基准**。位置决定性质，这不是记账习惯问题。

易错点 / 考点 ① **9000＝成本基准、10000＝总预算**，这一组数是本章最经典的混淆点。② 管理储备加在**基准之外**，不摊进活动、不摊进工作包。③ 成本汇总**不重新估算**，这个判断常以“汇总时发现某包偏高，能否直接调低”的形式出现。④ 六种方法要能报出四种以上并说清分工。⑤ 三项成果：成本基准、项目资金需求、更新的项目文件，第三项最常被漏。

过渡 *刚才那一千块凭什么留、留了归谁管、动了要不要改基准——这就是下一页要拆开的储备分析。*

10.16 6.4 储备分析：应急储备与管理储备（9 分钟）

口播·可照读

这一页是本章的难点，也是选择题和案例题的高频出处。它要回答一个问题：**预算里的钱，为什么要分成两个口袋装？**

先分清两类不确定性。第一类叫**已知—未知**：知道可能出什么事，只是不确定会不会发生、什么时候发生。比如“客户可能在中期提需求变更”“某个第三方接口可能延迟”——事情是识别出来的，风险登记册上有条目。第二类叫**未知—未知**：压根没识别出来的工作，范围里根本没写，做的时候才发现必须做。**两类不确定性，对应两种储备，位置不同、批准人不同、动用后的后果也不同。**

看这张五行对比表，我一行一行过。**应对什么**：应急储备应对已识别的风险，而且已经制定了应急或减轻措施；管理储备应对范围内不可预见的未识别工作。**含在成本基准内**：应急储备**含**，它是成本基准的一部分；管理储备**不含**，它在基准之外，但计入总预算。**谁批准动用**：应急储备由**项目经理**在权限内使用；管理储备必须经**高层管理者**审批。**动用之后**：应急储备按预案使用，**基准不变**；管理储备一经动用，金额转入成本基准，**基准变更**，要走变更控制。**金额怎么定**：应急储备按概率乘影响，或者按百分比、固定值；管理储备按组织规定取总预算的一定比例。

举个具体数。某项目存在百分之二十的需求变更风险，一旦发生可能造成一万元额外支出，那么应急储备可以定为 $20\% \times 1 = 2000$ 元。再看管理储备的例子：某项目总预算二十万元，按组织规定预留两万元作为管理储备。这两个数的算法完全不同——**一个是概率乘影响，一个是按比例提留。**

请看图 6-3，这是项目预算的组成，四级台阶，从下往上看最清楚。最右一级是“活动成本估算”加“活动应急储备”；往左一级合成“工作包成本估算”加“应急储备”，得到**成本基准**；再往左加“管理储备”，才是**项目预算**。三句构成式请背下来：**项目预算＝成本基准＋管理储备；成本基准＝工作包成本估算＋应急储备；工作包成本估算＝活动成本估算＋活动应急储备**。每往上一级，就多含一项储备。

给一句口诀，考场上一秒钟能想起来：**应急在基准内、项目经理批；管理在基准外、高层批；动用管理储备＝基准变更。** 这三句把五个维度全串起来了。

现在做一个判断。某项目总预算二十万元，其中两万元是管理储备。执行中客户提出增加一个数据加密模块，预计增加成本一点五万元，这属于**未识别**的新工作。这笔钱从哪出？答案是从**管理储备**出，须经**高层批准**；批准之后这 1.5 万元转入成本基准，总预算由二十万元调整为二十一点五万元，成本基准同步更新。为什么不能从应急储备出？因为应急储备只应对**已识别**的风险，而这个是新冒出来的；为什么项目经理不能自己批？因为管理储备的批准权在高层——**钱在哪个口袋，权就在谁手上。**

回到案例。存量经营管理系统中期总成本比初期预算增加百分之二十、四十万元，这四十万元里必然有一部分是本该由管理储备吸收的未识别工作。**如果当初没留这笔钱，那这四十万就只能靠临时追加预算或者砍范围来解决**——这就是储备存在的意义：不是让预算变松，而是让意外发生时有据可依、有账可查、有人可批。

板书 两类不确定：**已知—未知**（已识别风险）→ 应急储备；**未知—未知**（未识别工作）→ 管理储备 ｜ 五维对比：应对什么 · 是否含在基准内 · 谁批准 · 动用后是否改基准 · 金额怎么定 ｜ 应急储备：**含在基准内** · 项目经理批 · 动用后**基准不变** · 概率×影响（$20\% \times 1 = 2000$ 元） ｜ 管理储备：**不含在基准内** · 高层批 · 动用后**基准变更** · 按比例提留（20 万元留 2 万元） ｜ 图 6-3：项目预算＝成本基准＋管理储备；成本基准＝工作包估算＋应急储备 ｜ 口诀：**应急在内、经理批；管理在外、高层批；动管理＝改基准**

提问 客户新增一个从未识别过的数据加密模块，一点五万元。这笔钱从哪个口袋出，谁批，批完以后预算变成多少？

预设回答

- 答“从管理储备出，高层批，总预算从二十万变成二十一点五万”：✅ 完全正确。再补一句：批准后这 1.5 万元要**转入成本基准**，所以基准同步更新——**总预算变了，基准也变了，两个动作一起做。**
- 答“从应急储备出，项目经理批一下就行”：❌ 两处都错。点评：应急储备只应对**已识别**的风险，这个是新冒出来的；而且应急储备的额度是按已知风险算的，挪去干别的，等于把原风险的保障抽走了。
- 答“先花掉，年底再补手续”：❌ 这是制度性问题，不是流程问题。点评：管理储备被动用而不走变更，基准就失真了，后面的偏差分析、挣值计算全部建立在错的基准上——**一处不批，后面全错。**

易错点 / 考点 ① **应急储备含在成本基准内**，这是最高频的错项，很多人凭直觉认为“储备都在基准外”。② 管理储备**也是总预算和资金需求的一部分**，只是不在基准内——两个判断不能混。③ 项目经理**无权**批准管理储备。④ 动用管理储备**必然导致基准变更**，要写“走变更控制程序”。⑤ 储备不是“余量”或“机动经费”，不能用来补效率不足、补现金流缺口，这个边界在案例题里常被踩。⑥ 金额算法也要分清：应急储备是概率乘影响，管理储备按比例提留。

过渡 *基准划到哪儿、储备留在哪儿，这一页讲清了。可基准还是一堆按工作包排列的数，下一步要把它摊到时间轴上——那条 S 曲线和那道资金阶梯。*

10.17 6.4 成本基准与资金需求：S 曲线与资金阶梯（8 分钟）

口播 · 可照读

这一页有两个主角：**成本基准**和**项目资金需求**。它们经常被当成一回事，其实是两件事——一个是“该花多少”，一个是“什么时候要钱”。

先说**成本基准**，五个特征请一条一条记。第一，它是**经过批准**的预算，不批准的就只是估算。第二，它**按时间段分配**，不是一坨总数。第三，它是各进度活动经批准预算的总和，**不包含任何管理储备**。第四，它**只有通过正式的变更控制程序才能变更**。第五，它用作与实际成本比较的依据——用挣值管理时，成本基准就是**绩效测量基准**，也就是后面算 PV 的那个来源。**五点里最容易被忘的是第三条和第五条。**

再说**资金需求**。它指的是项目在整个生命周期内所需的全部资金总额，按成本基准确定总需求和阶段性需求。有两个特点：钱通常以**增量**方式投入，而且可能**非均衡**。如果有管理储备，那么总资金需求等于成本基准加管理储备——**总资金需求与总预算在数额上一致**，差别只在“什么时候到账”。教材还提醒，资金需求文件里可以明确资金来源。

请看图 6-4，图上有三条线，请跟着一条一条认。横轴是时间，纵轴是成本累计值。**第一条，实线 S 形曲线，是成本基准**：起点平缓、中段陡升、末段趋平，右端正好停在成本基准那条水平线上——因为它是累计值，所以呈 S 形。**第二条，长虚线，是成本支出**：起点比实线晚，中段更陡，中途上穿实线，末端升到基准线之上、趋近项目预算线。**第三条，点线阶梯，是资金需求**：一级一级往上抬，最高一级与基准线重合，最右端再竖着升到预算线。**最上面那条水平线是项目预算，与基准线之间的那段距离，就是管理储备。**

这三条线的关系记住一句话：**基准管“总量”，阶梯管“到账”，虚线管“实花”**。三者不重合是正常的，重合了反而说明预算编得粗糙。

接下来是**资金限制平衡**，这是本页最有实操价值的方法。做法是：对比每一期的可用资金上限与该期的计划支出，如果发现差额，就调整进度计划来平衡支出水平。具体三招：**非关键活动后移错峰、分期调拨、优先保证关键活动与高风险部分的资金**。请特别注意：**调的是节奏，不是范围，也不该随手动基准。**

举个判断。每月最多拨款四十万元，某月计划支出六十万元，怎么办？答案是**调节奏**：把该月的非关键活动后移到相邻月份，关键活动优先保证，让支出摊平到上限之内；如果压完仍然不足，再走变更程序评估范围或工期。**千万不要动用管理储备去补现金流缺口**——管理储备应对的是未识别的工作，不是资金调度问题。**把两类钱分清，是这一页和上一页共同的关键。**

还有一个校准工具叫**历史信息审核**。做法是拿历史项目的阶段占比来交叉校核。示例：历史项目里需求分析占百分之十、系统设计占百分之十五、编码占百分之五十、测试和部署占百分之二十五；当前项目总预算一百万元，那么四个阶段分别是十万、十五万、五十万、二十五万。这个校核不产生新数，但它能立刻告诉你“编码只给了三十万”这种明显偏离常识的分配。

最后提一句**融资**：项目自有资金不足时，可以通过银行贷款、股权融资、政府补贴等方式补足，但融资有成本，要评估资金需求、融资成本与还款能力。软件项目一般不靠融资，但这个方法是预算编制里明列的，考试问到要能说出来。

板书 成本基准五特征：**经批准 · 按时间段分配 · 不含管理储备 · 正式变更才可改 · 绩效测量基准（PV 的来源）** ｜ 资金需求＝全生命周期所需资金，增量、非均衡投入；有管理储备时**总资金需求＝成本基准＋管理储备＝总预算** ｜ 图 6-4 三条线：实线 S 曲线＝**基准**（累计值）；虚线＝**成本支出**；点线阶梯＝**资金需求**（到账）；顶线与基准线之间＝**管理储备** ｜ 资金限制平衡：先看差额 → 非关键后移**错峰** → 分期调拨 → 关键与高风险优先；**调节奏、不动范围、不随手改基准** ｜ 历史信息审核（示例）：需求 10%、设计 15%、编码 50%、测试部署 25% → 100 万元 = 10/15/50/25 万元

提问 每月最多拨四十万元，某月计划支出六十万元，你怎么办？

预设回答

- 答“把该月非关键活动后移，让支出摊平到四十万以内，关键活动优先保证”：✅ 正确。补一句：移完之后要**重推一次全图**，确认关键路径没有变化，否则错峰可能把关键活动挤到后面。
- 答“动用管理储备补上这二十万缺口”：❌ 概念用错了。点评：管理储备应对的是**未识别的范围工作**，不是现金流的时间差；拿它补缺口，等真出了未识别工作，钱就没了。
- 答“跟客户申请提前付款或压缩范围”：⚠️ 这是最后手段，不是第一手段。点评：压缩范围要走变更、影响交付；申请提前付款改变的是合同条款。**先内部调节奏，实在不行才动外部条件**——顺序不能反。

易错点 / 考点 ① 成本基准**不含管理储备**，而总资金需求**含**管理储备，两个判断方向相反，最易混。② S 曲线画的是**累计值**，把它读成“当月支出”就全错了。③ **资金需求是到账节奏，成本支出是实花节奏**，两条线不是一条。④ 资金限制平衡调的是**节奏**，不是范围、不是储备、不是基准。⑤ 成本基准＝**绩效测量基准**，是挣值计算里 PV 的来源，这一句是第 11 次课的接口，务必记住。

过渡 *到这一页，6.1 到 6.4 四节全部走完了。下一页不再讲新知识，而是把这条链收起来，看看它在考卷上长什么样。*

10.18 本讲小结：从成本概念到成本基准的一条链（6 分钟）

口播 · 可照读

这一讲我们从成本的概念一路走到成本基准，前后四节，看起来是四块知识，其实是**一条有先后的链**。请把这条链记住，它比任何一个公式都重要。

链条四环。**第一环，6.1 概念：钱花在哪一类。** 分清直接成本与间接成本、固定成本与可变成本；软件项目以人力成本为主，所以“人天”这个单位在整章里反复出现。**第二环，6.2 规划：用哪把尺子。** 计量单位、精确度、控制临界值——这三样定不下来，后面所有的数都不可比。**第三环，6.3 估算：大概多少。** 类比、参数、自下而上、三点，四种方法各有各的适用条件；估出来的是**区间加依据**，不是一个拍死的数。**第四环，6.4 预算：批准多少、什么时候花。** 成本汇总滚出基准，储备分析划出两个口袋，资金需求排出到账节奏。

每一环都有它的产出，也都有它的一句判据。**6.1 的产出是成本类型划分**，判据是“分不清类别，就分不清哪些钱能控”。**6.2 的产出是成本管理计划**，判据是“口径不统一，后面的数都不可比”。**6.3 的产出是成本估算与估算依据**，判据是“估算给的是区间，不是承诺”。**6.4 的产出是成本基准与项目资金需求**，判据是“基准是经批准的，改它必须走变更”。**上一环的输出就是下一环的输入，任何一环偷工，后面都要返工。**

三条最容易混的判断，我用三句话钉住。**第一，估算不等于预算**：估算给的是区间和依据，预算给的是经批准的基准。**第二，基准不等于总预算**：基准含应急储备、不含管理储备；总预算在基准之外再加管理储备。**第三，总预算不等于资金需求**：数额上两者一致，差别在到账的节奏和阶梯。这三句，考试里几乎每年都会以某种形式出现。

回到案例做个收束。存量经营管理系统，合同两百万元、工期八个月，中期总成本比初期预算增加百分之二十。现在大家可以自己回答：这四十万元是“花超了”，还是“基准被动了”？如果当初在 6.2 就把口径定清、在 6.3 用三点估算给出区间、在 6.4 把应急与管理两个口袋分开留足，这四十万元的冲击会不会小一些？**答案不重要，重要的是这条链上任何一环松动，最后都会以“超支”的形式暴露出来。**

做个小判断检验一下：下列哪一项属于**估算成本**的成果，而不是制订成本预算的成果？成本基准与项目资金需求，成本估算与估算依据，成本管理计划。答案是**成本估算与估算依据**——成本基准与资金需求属 6.4，成本管理计划属 6.2。**成果归属**是这一章选择题的固定考法，四个过程的产出一定要对得上号。

板书 一条链：**6.1 概念**（钱花在哪类）→ **6.2 规划**（用哪把尺子）→ **6.3 估算**（大概多少）→ **6.4 预算**（批准多少、何时花）｜产出对应：成本类型划分 → 成本管理计划 → 成本估算与估算依据 → 成本基准与资金需求｜三条判断：**估算≠预算**（区间与依据 vs 经批准的基准）· **基准≠总预算**（含应急、不含管理）· **总预算≠资金需求**（数额同、节奏异）｜判据：口径不统一则数不可比；估算给区间不给承诺；基准改必走变更

提问 下列哪一项属于估算成本的成果，而不是制订成本预算的成果——成本基准与项目资金需求、成本估算与估算依据、成本管理计划？

预设回答

- 答“成本估算与估算依据”：✅ 正确。追一句：估算依据里有什么？假设条件、制约因素、已识别风险、区间说明、置信水平——**没有依据的估算，等于没有估算。**
- 答“成本基准与项目资金需求”：❌ 点评：这两项都是 6.4 的成果，而且它们正好是本讲最后两页的主角。**基准是“批准的数”，不是“估出来的数”**，一字之差，归属就错。
- 答“成本管理计划”：❌ 点评：这是 6.2 的成果，而且它里面**一个金额都没有**，全是“金额怎么算、偏多少要说话”的规矩。它是最上游的东西，不是估算的产物。

易错点 / 考点 ① 四个过程的**成果归属**是选择题固定考法：6.2 出计划、6.3 出估算与依据、6.4 出基准与资金需求。② 三条判断（估算≠预算、基准≠总预算、总预算≠资金需求）是简答题的标准答案骨架，能写全三句基本满分。③ “估算给区间不给承诺”这句话，既考概念也考态度。④ 成本管理计划里**没有金额**，这个反直觉的点常被拿来出判断题。

【思政落点】 把数字做实：估算可以给区间，但不能给“好看的数字”；预算可以留储备，但不能让它变成随手挪用的小金库。项目里的每一笔钱都要有来源、有去向、有责任人——**这不是流程繁琐，而是让省下来的钱真的能被看见、被核实。**

过渡 *链条收起来了，接下来用两道题检验一下——一道算，一道选。*

10.19 估算练习：三点估算与方法选择（10 分钟）

口播 · 可照读

最后十分钟，两道题，请合上讲义自己做，做完我们对答案。

练习一，三点估算。 某工作包的三个值是：乐观 $O=8$、最可能 $M=12$、悲观 $P=24$，单位人日。要求三件事：不看笔记复算期望工期 E 与标准差 σ；写出约 68% 与约 95% 的区间；再回答一个问题——如果悲观值由二十四调到三十，E、σ 和 95% 区间的上限各变化多少？

先对第一部分。$E=\frac{8+4\times12+24}{6}=\frac{80}{6}\approx13.3$ 人日；$\sigma=\frac{24-8}{6}\approx2.7$ 人日。约 68% 的区间是 13.3 ± 2.7，约 $[10.6,\ 16.0]$；约 95% 的区间是 $13.3\pm2\times2.7$，约 $[7.9,\ 18.7]$。**算错的同学请自查三处**：权重是不是只给了 M、分母是不是六、σ 的分子是不是 $P-O$。这三处一对，答案立刻回来。

再对第二部分。悲观值从二十四调到三十，分子变成 $8+48+30=86$，$E=\frac{86}{6}\approx14.3$，比原来多了约一点零人日；$\sigma=\frac{30-8}{6}\approx3.7$，也多了约一点零；95% 上限是 $14.3+2\times3.7\approx21.7$，比原来的十八点七多了约三点零人日。

这三个变化放在一起看，是本页最值钱的一句话：**悲观值涨了六人日，期望只涨一人日，区间上限却涨了三人日。** 也就是说，风险变大这件事，主要不是体现在“平均要多干几天”，而是体现在“最坏情况离你更远”。**所以风险大的活动要盯悲观值、要留储备，不能只看期望值。** 这句话既是计算结论，也是管理结论。

练习二，方法选择。 情景是这样的：存量经营管理系统投标在即，合同两百万元、工期八个月；眼下只有功能清单和同类项目的历史数据，WBS 还没细化到工作包；两周内要报出预算量级与偏差范围；中标之后还要编出成本基准用于过程控制。这时应当怎么估？

答案是：**先用参数估算给量级、三点估算给区间；WBS 细化之后再用自下而上重估，用两次的差异去校准。** 理由有三层：投标阶段只有功能清单，参数估算是唯一能在两周内出数又经得起复核的方法；要说明偏差范围，只有三点估算给得出区间；中标后 WBS 细化，自下而上才有条件做，而且它给出的才是能当基准的数。**估算本来就是逐步细化的过程，一次估死反而是不专业。**

最后交代课外的任务。**实验 4 任务①——估算三法对照与基准分摊，属于课外自主实践、选做**，随这次课后完成，不计学时学分、不单独计分，但成果可以作为课堂讨论和作业的素材。做什么：选一组自拟工作包，五到八个，对**同一组工作包**分别用类比、参数、自下而上各估一次，列出三种结果，并写清差异的原因——是数据来源不同，还是规模口径不同。接着做什么：把选定的估算沿 WBS 汇总成成本基准，加上管理储备得总预算；再按季度把基准分摊成资金需求，检查有没有哪一期支出超过资金上限。交什么：一张三法对照表、一张成本基准与分摊表，外加口径说明三句话——计量单位、精确度、储备比例。**三句话看着简单，恰恰是这次课 6.2 那一页的全部要求。**

这一讲到这里。下一讲我们换个方向：前面一直在算“**计划要花多少**”，下一讲要算“**实际花了多少、这些钱花得值不值**”——三个字母，PV、EV、AC。

板书 练习 1：$E=\frac{80}{6}\approx13.3$、$\sigma=\frac{24-8}{6}\approx2.7$；68% $[10.6,\ 16.0]$、95% $[7.9,\ 18.7]$｜$P:24\to30$：$E=\frac{86}{6}\approx14.3$（+1.0）、$\sigma=\frac{30-8}{6}\approx3.7$（+1.0）、95% 上限 ≈21.7（+3.0）｜结论：**悲观涨 6、期望涨 1、上限涨 3** —— **风险大要盯悲观值、要留储备**｜练习 2：参数给量级 + 三点给区间 → 中标后自下而上重估、以差异校准｜实验 4①（课外 · 选做）：三法对照表 + 成本基准与分摊表 + 口径三句（单位 · 精确度 · 储备比例）

提问 悲观值涨了六人日，为什么期望只涨一人日，而 95% 区间的上限却涨了三人日？

预设回答

- 答“因为权重不同，P 的权重只有一，所以对期望影响小；但 σ 完全由 $P-O$ 决定，所以上限被放大”：✅ 正确。这就是公式背后的道理：**期望对悲观值不敏感，区间对悲观值极其敏感。**
- 答“算错了才会这样，三个数应该同比例变”：❌ 点评：不是算错，是权重与结构决定的。E 里 P 占六分之一，σ 里 P 占二分之一，再乘 2 就是全额——**同一个变化，在两个指标里的放大倍数差六倍。**
- 答“这说明悲观值不重要，盯期望就行”：❌ 结论反了。点评：正因为期望对尾部不敏感，**只看期望就会系统性低估风险**；承诺、储备、合同条款都要看上限。这一条是案例题的分水岭。

易错点 / 考点 ① 计算题要**写公式、写代入、结果带单位**，只写答案通常只给一半分。② P 由 24 改 30 时，只有含 P 的项变化：分子变、σ 的分子变，O 与 M 不动。③ 95% 上限是 $E+2\sigma$，别写成 $E+\sigma$ 或 $2E$。④ 方法选择题要写**理由**，“因为参数估算最快”这种半句答案不给满分，要落到“有可量化参数＋稳定历史单价”。⑤ 实验 4① 是**选做、不计分**，但要求写清口径三句，别只交两张表。⑥ 下一讲接口：成本基准就是 PV 的来源，今天这一页的基准数，下一讲要拿来算偏差。

口播 · 可照读

四、板书设计（建议）

```
┌──────────────────────────────┬──────────────────────────────┬──────────────────────────────┐
│ ① 概念区（左）               │ ② 估算区（中）               │ ③ 预算区（右）               │
│                              │                              │                              │
│ 四过程：规划→估算→预算→控制  │ 三法：类比 / 参数 / 自下而上 │ 成本基准＝工作包估算＋应急   │
│ · 类比：看像不像             │ ＋应急储备（基准内 · PM 批） │                              │
│ 成本四类型：                 │ · 参数：单位生产率×规模      │ 项目预算＝基准＋管理储备     │
│ 直接 / 间接                  │ · 自下而上：沿 WBS 汇总      │ （基准外 · 高层批）          │
│ 固定 / 可变                  │                              │                              │
│                              │ 三点估算：                   │ 基准不含管理储备             │
│ 软件成本：人力为主           │ E=(O+4M+P)/6                 │ 动用管理储备＝基准变更       │
│                              │ σ=(P−O)/6                    │                              │
│                              │ 8/12/24 → 13.3 / 2.7         │ S 曲线＝按时间摊开           │
└──────────────────────────────┴──────────────────────────────┴──────────────────────────────┘
```

五、常见学生疑问与应答

学生可能问	应答要点
成本管理和"财务做账"有什么区别?	财务做账是**事后记录**，成本管理是**事前规划＋事中控制**：先估、再编基准、再盯偏差。项目经理管的是"这笔钱该不该花、花得值不值"，不是记账
直接成本和间接成本怎么分?	判据只有一条：**能不能直接归到某个工作包/活动上**。开发人员工资能直接归（直接）；办公室租金、公司管理费归不了，只能按比例分摊（间接）
固定和可变是不是和"直接/间接"重复?	是两个不同维度，可以叠加：云服务器包月 = 固定，按流量计费 = 可变；这两种都可能是直接成本（专属本项目）或间接成本（全公司共用）
估算的精度为什么只能到 ±10%?	因为早期信息少。教材给的收敛路径是 −25%~+75%（粗略量级）→ −5%~+10%（详细估算）；精度提高的代价是**时间与人力**，所以不是越准越好，而是"够用就好"
三点估算为什么给"最可能"4 份权重?	因为 β 分布下最可能值附近概率最集中，给它 4 倍权重体现了"最可能才是常态"，同时两端的乐观/悲观各占 1 份，防止被极端值带跑
算出来 13.3 天，为什么不能承诺 13.3 天?	13.3 是**期望值**（约五成把握），不是承诺值。要"九成五把握"得报 $E+2\sigma\approx18.7$ 天。承诺要用上限，报价/排期都一样
应急储备和管理储备，考试怎么快速判?	三问：**是不是已识别? 在不在基准内? 谁有权批?** 已识别＋基准内＋PM 批 = 应急；未识别＋基准外＋高层批 = 管理。动用管理储备必须变更基准
成本基准为什么不含管理储备?	因为基准是**用来衡量绩效的尺子**：管理储备应对的是"压根没识别出来的工作"，如果把它算进基准，基准就成了一个"注定会被突破"的目标，偏差分析就失去意义

六、作业与下节预告

课后作业（计入作业 20%，学习通发布）

1. **章后习题**：与成本类型、储备辨析对应的题目 2–3 道（题号以教材为准）。
2. **三点估算练习**：给 3 组 O/M/P 数据，算期望值与标准差，并写出"九成五把握"的区间。
3. **方法选择练习**：给 4 个场景（有相似历史项目／有单位生产率／WBS 已细化／需求极不确定），各选一种估算方法并说明理由。
4. ▲ **课外自主实践（选做，不单独计分）**：完成**教材实验 4 任务①——估算三法对照＋基准分摊**（成果可作课堂讨论与作业素材）。

下节预告：第 11 次课进入 **6.5 控制成本——挣值管理**：预算编好了，执行中"钱花了一半、活只干了四成"怎么算出来？我们用 `PV/EV/AC` 三个数推出 `SV/CV/SPI/CPI`，再预测"完工还要花多少"（EAC/ETC 两口径）。**预习题**：把本讲算出的成本基准带上，第 11 次课直接在它上面算挣值。

课外阅读（★课后拓展页）：10.14 三法估算对比（适用条件/精度/成本/用途一页看全）。