**IT**项目成本计划

【本章学习目标】

A认识IT项目资源需求的确定方法

A掌握IT项目成本估算类型与方法

＞认识IT项目成本计划包括的主要步骤

＞掌握成本预算的编制方法与流程

项目成本是指为完成项目目标而付出的费用和耗费的资源。IT项目成本 是指完成IT项目所发生的全部资源耗费的货币表现，主要包括硬件成本、软 件成本、项目集成成本、人力资源成本、场所成本、外包服务成本等。而软件 项目成本可以分为开发生产成本和运行维护成本两大类，主要包括分析设计成 本、系统实施成本、专业培训成本、系统运行成本、维护改进成本和行政管理 成本等。

项目成本管理包括涉及成本计划、估算、预算、控制的过程，以便保证能在 已批准的预算内完成项目。项目成本管理有三个过程，即成本估算、成本预算和 成本控制。其中，成本估算是估计并编制完成项目活动所需资源的大致费用；成 本预算是合计各个活动或工作包的估算成本，以建立成本基准；成本控制是发现 影响或造成成本偏差的因素，控制项目预算的变更。

这些过程不仅彼此交互作用，而且还与其他知识领域的过程交互作用。根据 项目的具体需要，每个过程都可能涉及一个或多个个人或集体所付出的努力。一 般来说，每个过程在每个项目中至少出现一次。如果项目被分成几个阶段，则在 一个或多个项目阶段出现。在实践中，它们可能交错重叠与相互作用。

■ 7.1 IT项目的资源需求

**7.1.1 IT**项目的资源计划

项目资源计划是项目成本管理的首要工作，其实质是根据项目时间管理的项 目活动工期估算中分析和确定的项目资源需求以及项目风险管理中确定的项目资 源风险情况，通过分析和预测而确定岀项目资源计划安排。项目资源计划的工作 成果是开展项目成本估算和项目成本预算的基础和依据，所以它是整个项目成本 管理工作的起点。

1. 项目资源计划的概念

项目资源计划是指根据项目的资源需求和项目风险情况以及其他一些项目资 源的信息，通过计划和安排的方法得到项目各种活动所需资源的计划工作。任何项 目都需要在项目成本估算和预算之前首先确定项目资源计划，尤其是通过承、发包 合同实施的项目必须具有项目资源计划。尽管项目资源计划的名称会有所不同，例 如，有的国家称为项目资源计划，而有的国家则称为项目工料清单等，但是项目资 源计划的基本概念是一致的,都是指人们开展项目活动所需要的资源计划安排。

1. 项目资源计划的分类

项目资源计划可以根据作用的不同分为两类。

1. 自主性的项目资源计划。这类计划用于自我开发项目，由于在自我开发 项目中，项目业主和项目实施者是同一个经济实体，所以不存在任何的合同义务 问题，因此，此时用的项目资源计划可以是自主性的，人们在项目情况发生变化 时可以自主调整项目的资源计划。
2. 合同性的项目资源计划。这类计划用于业务承包项目，由于项目业主和 项目实施者不是同一个经济实体，所以存在严格的项目合同义务问题。此时的项 目资源计划就是合同性的，此时的项目资源计划是合同核心内容之一。

通常自主性的项目资源计划相对比较粗略，而合同性的项目资源计划相对比 较详细。

1. 项目资源计划的主要工作
2. 项目资源需求和项目资源风险的分析，指对在项目时间估算中所制定的 项目资源需求的科学性和合理性的分析，项目资源需求中，各种资源的需求供给 风险分析是为了保证制订项目资源计划的依据(项目资源需求)科学可靠。
3. 项目资源风险储备的确定，是为了保证项目资源计划安排能够科学地考 虑资源风险所需要的管理储备。
4. 项目资源计划的编制，可以包括几种不同项目资源计划备选方案，因为 许多项目可能会有多种不同的项目设计方案或项目实施方案，这些不同的项目设 计方案与实施方案会有不同的项目资源需求，在项目资源计划中人们必须努力给 出不同项目设计方案与实施方案的项目资源需求计划。同时，人们也可以使用这 些不同的项目资源计划方案去作优劣比较，以便选择最优的项目设计或实施方案 和与之相对应的项目资源计划方案。
5. 项目资源计划的构成细节
6. 资源种类，是指所有项目具体活动所需的人力资源、物力资源、设备资 源、信息资源、财力资源等具体项目资源的种类。
7. 资源数量，是指全部项目工作所需的各类项目资源的数量要求。
8. 资源质量，是指各种项目工作所需的各类项目资源的品质要求。
9. 投入时间，是指项目活动所需的各类项目资源何时投入使用。
10. 项目资源计划依据的主要来源
11. 项目时间计划工作中所生成的项目资源需求信息。这是根据项目资源约 束和项目资源假设做出的项目资源需求的预测和估算信息，是编制项目资源计划 的根本依据。
12. 项目资源需求与供给的不确定性和风险性信息。这是根据项目风险分析 所得到的项目资源需求与供给方面的不确定性和风险信息，是确定项目资源计划 的主要依据。

前者主要是项目在人力资源、物力资源、设备资源、信息资源、财力资源等 方面的需求信息，后者主要是项目资源需求和供给的发展变化趋势信息°

**7.1.2**项目资源计划的影响因素

项目资源计划的影响因素是指在开展项目资源计划的过程中都需要考虑哪些 因素，从而能够制订出科学可靠的项目资源计划。通常影响项目资源计划的主要 因素有如下几种。

1. 项目资源的需求情况。项目资源的需求情况是指在项目的整个过程中人 们开展各种项目活动所占用和消耗的各种资源的需求情况。这是项目资源计划的 出发点和根本点，所以是影响项目资源计划的主要因素之一。项目资源需求情况 是根据项目活动清单和项目进度要求，通过一系列的估算、预测以及综合平衡得 到的。通常，如果项目的活动和进度比较确定，则项目资源需求的估算和预测就 相对比较准确，所以，项目资源需求的情况就比较清楚。进而，项目资源需求的 情况越清楚，则项目资源计划就会比较科学和可靠。
2. 项目资源供给的情况。项目资源供给的情况包括两个方面：一是项目所 需资源的供给能力情况；二是项目所需资源的供给时间情况。前者是指项目能否 从各种渠道获得其必需的资源，后者事关项目能否在需要的时间获得其必需的资 源。不管是项目所需的人力资源、物力资源、信息资源和财力资源，这两方面的 供给情况都是直接影响项目资源计划制订的主要因素之一。通常如果项目所需资 源的供给是常规的和市场性的，则项目资源供给的情况相对比较确定；如果项目 所需资源的供给是独特和垄断性的，则项目资源供给的情况就比较复杂多变。
3. 项目活动的发展变化情况，这是指在项目过程中各项项目活动发生增 加、减少和变更的情况，因为这些项目活动的变化会直接造成项目资源计划的变 动，所以项目活动的发展变化情况也是影响项目资源计划的主要因素之一。实际 上，正是因为开展项目活动才会占用和消耗资源，所以一旦项目活动的内容或规 模发生变化，项目活动所占用和消耗的资源也就必然发生变化。另外，虽然项目 活动的规模和内容不发生变化，但是如果项目活动的时间进度发生变化，项目的 资源需求计划也会发生变化，所以项目活动时间进度的变化也是项目资源计划的 影响因素。
4. 项目资源的市场变化情况。这是指项目所需各种资源的市场发生变化的 情况，包括项目所需资源的市场价格变化、市场供给能力变化和供应商或承发包 的变化等。这些项目资源市场的变化情况不但会影响项目资源的供给数量和价 格，而且会影响项目资源供给的时间进度，所以这也是项目资源计划的主要影响 因素之一。例如，项目所需进口设备或材料的市场价格、供给总量、供应商、运 输商、保险商以及通关缴税等情况的发展变化，都会直接影响项目资源计划中这 部分内容的计划安排。

**7.1.3**项目资源计划编制流程

1. 项目资源计划编制的主要依据

虽然项目资源计划的依据很多，但是最主要的是三个方面：一是项目的资源 需求数量和质量方面的依据；二是项目资源需求投入时间方面的依据；三是项目 资源供给方面的依据。具体分述如下：

1. WBS0通常，WBS已经列出了项目各组成部分(各项工作)所需要的 资源种类，因此是资源计划的基本依据。
2. 范围说明书。范围说明书阐述了项目的必要性以及项目的各项目标，因 此，在资源计划中必须使用足够的资源达到这些目标。
3. 后备资源说明书。进行资源计划时，必须从后备资源说明书中了解有哪 些资源可供使用。后备资源说明书内容多寡和详细程度因情况而异。
4. 组织方针。在资源计划的制订中，必须考虑项目实施组织的方针，如有 关人员招聘、物资和设备租用或采购的方针等。不同的组织方针将会导致资源的 获得与组织方式的不同。

在具体实行资源计划时，应当充分利用项目团队成员的技能和知识，以及过 去类似项目的资源要求和使用情况的历史资料。

1. 项目资源计划的主要编制方法

（1） 专家评判。专家评判法是编制资源计划最为常用的方法。专家可以是从 任何具有专门知识或经过特殊培训的组织或个人中选择，其可能的来源主要包括 职业或专业技术协会、专业咨询顾问、本行业的专家和学者、本行业的工业组 织、组织内部的专业技术人员等。

（2） 方案选定。通常，实施某个特定的项目可以有多种资源计划方案，这就 需要从中选择出最符合要求的和最经济的方案。一般资源计划方案的选定由专家或 技术人员来完成，最常用的方法是头脑风暴法。它通过激发项目团队全体成员自发 地提出主张或想法，经过比较、筛选和综合论证，最终选择出最优的方案来。

（3） 数学模型。对某些大型项目来说，有时必须通过一定的数学模型才能科 学、准确地编制出资源计划，如基于网络计划技术的资源均衡模型、资源分配模 型等。

1. 项目资源计划的输出

项目资源计划的输出主要是项目资源计划书，包括人员、设备和材料。除了 为成本估算、预算和控制提供根据外，还为人力资源管理、项目采购管理提供关 键信息。

（1） 项目资源计划书。项目资源计划书是对完成项目所需资源的计划安排, 它是项目成本管理文件中一个重要组成部分。项目资源计划书要对项目活动所需 资源种类、资源数量、资源的使用方式（消耗还是占用）以及资源的投入时间进 行必要的说明，这包括对项目所需人力资源、物料资源、设备和其他资源的计划 的全面规定及说明。另外，这一文件还要全面说明、描述项目资源的不确定性和 风险性等方面的内容。项目资源计划书中的主要指标是实物量指标（工时或工 日）和劳动量指标（吨、公斤、米等），同时为了便于项目资源的投入也需要使 用其他的一些指标对项目资源计划进行必要的描述。例如，它也需要使用价值量 指标等指标，甚至，在某些情况下还需要使用多种度量指标进行描述，以便开展 项目资源的计划管理。

（2） 相关支持细节文件。这是对于项目资源计划文件的依据和细节进行说明 的文件，一般这一文件作为项目资源计划书的附件使用。这一文件的主要内容包 括项目资源计划的依据说明，因为项目资源计划的依据是直接影响项目资源计划 编制的关键因素；项目资源计划的编制方法说明，因为不同的编制项目资源计划 的方法其结果会不同；项目资源计划的各种假定条件说明，这包括在项目资源计 划编制中使用的各种假定项目所需资源水平和项目资源定额等方面的说明；项目 资源计划可能出现的变动范围的说明，这包括在各种项目资源计划假设条件、基 础与依据发生变化后，项目资源计划可能会发生多大变化的说明。

.7.2 IT项目成本的估算

**7.2.1**项目成本估算类型

成本估算是对完成项目所需费用的估计和计划,是IT项目计划中一个重 要、关键的部分，是项目成本管理的一项核心工作。项目成本估算是项目决策、 资金筹集和评标定标的依据，是承包商报价的基础，是项目进度计划编制、项目 资源安排和绩效考评的依据。

IT项目管理过程中的每个阶段都有成本管理任务，对于不同阶段，成本估算 的作用和估算的精度都不同，针对不同阶段成本估算的条件和要求有三种类型的成 本估算，即量级估算、预算估算和最终估算。这些估算的不同主要表现在估算什么 时间进行、如何应用，以及精度如何。三种估算方法的对比如表7-1所示。

表**77** 量级估算、预算、最终怙算对比分析表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 估算类型 | 估算时间 | 应用目的 | 估算精度 |
| 量级估算 | 提前3〜5年 | 项目决策 | 一 25% 〜75% |
| 预算估算 | 提前1〜2年 | 资金划拨计划 | — 10% 〜25% |
| 最终估算 | 1年之内 | 采购实际成本 | 一 5%〜10% |

1. 量级估算，提供项目成本的粗略概念，用于项目完成之前3〜5年，为 项目决定提供成本估算。
2. 预算估算，用于技术设计之后针对各种项目任务的成本估算，将资金投 入预算计划。
3. 最终估算，用于详细设计之后的成本估算，指导项目采购，估算实际成本。

**7.2.2**项目估算过程

成本是确定合同价格的基础。以项目范围为基础，即合同中的工作范围要求, 在合同订立之前，工作范围不断变化，成本估算也随之反复，直至双方达成一致。

1-成本估算的依据

1. 事业环境因素
2. 市场条件。在市场中、在何种条件和条款下，能够得到何种产品、服务 和结果。
3. 商业数据库。商业数据库可跟踪反映技能和人力资源成本，提供材料和 设备的标准成本。从商业数据库经常可获得资源费用率信息。公布的卖方价格清 单是另外一种数据来源。
4. 组织过程资产

在编制成本管理计划时，要考虑现存的正式和非正式的计划、方针、程序和 指导原则，选择使用的成本估算工具、监测和报告方法。

（1） 成本估算方针。一些组织已预先定义了成本估算的方针。如果有这些方 针，则项目就应该在这些方针确定的边界范围内操作。

（2） 成本估算模板。一些组织已建立了供项目团队使用的模板（或格式标 准）。根据模板的应用领域和在以前项目中的使用情况，组织能够持续改进模板。

（3） 历史信息。从组织内部不同的地方获得的与项目产品和服务有关的信息 将影响到项目成本。

（4） 项目文档。参与项目的一个或多个组织将留存以前的项目实施记录，这 些记录非常详细，能够对编制成本估算提供帮助。在一些应用领域，团队成员也 可能会留存这种记录。

（5） 项目团队知识。项目团队成员可能回忆起以前的实际成本或成本估算。 虽然这种回忆是有用的，但总的来讲，它们远远没有文件记录的情况可靠。

（6） 吸取的教训。吸取的教训包括从以前执行的类似项目中（范围和规模类 似）获得的成本估算。

3） 项目范围说明书

项目范围说明书描述项目的商业需求、依据、要求和当前的边界。项目范围 说明书提供了在成本估算中需要考虑的关于项目要求的重要信息。项目范围说明 书包括制约因素、假设和需求。

（1） 制约因素是限制成本估算的特定因素。多数项目中，最常见的制约因素 之一是有限的项目预算，其他制约因素涉及要求的交付成果、可用的技能资源和 组织方针。

（2） 假设是指假定认为是真实、现实、确定的因素。有些要求，如健康、安 全、保护、绩效、环境、保险、知识产权、平等就业机会、许可等，会造成合同 和法律影响。所有这些因素都需在编制成本估算时考虑。

（3） 需求是指项目目标、项目合理性说明等，项目目标包括费用、时间进度 和技术性能或质量标准，这些都会影响成本估算。

项目范围说明书也提供了可交付成果清单和项目及其产品、服务和结果的验 收标准。在制定项目成本估算时，将考虑所有要素。项目范围说明书中的产品范 围说明提供了产品和服务的描述，以及在成本估算中考虑的技术问题或制约条件 等方面的重要信息。

4） WBS

项目的WES说明了项目所有组成部分与项目交付成果之间的关系。

5） WBS词汇表

WBS词汇表和相关的详细工作说明书提供了可交付成果的标识和完成每个 可交付成果所需的WBS组件的工作说明0

6） 项目管理计划

项目管理计划提供了执行、监控项目的总体计划，其中包括为成本管理规划 和控制提供指导的从属计划。如果有其他计划成果，也应在成本估算时考虑。

7） 进度管理计划

决定项目成本的主要因素是资源的类型和数量，以及这些资源应用到完成项 目工作的时间。计划活动资源及其各自的持续时间是这个过程的主要依据。活动 资源估算涉及确定完成计划活动所需人员、设备、材料的数量和可用性。它和成 本估算紧密联系。如果项目预算考虑了包括利息等的融资费用和在计划活动持续 时间内按时间单位使用的资源，则活动持续时间估算将影响项目的成本估算。计 划活动持续时间也能影响对时间敏感的活动成本的估算。例如，就参加工会组织 的工人而言，是定期更新的集体谈判协议，随季节变化的材料费用，或是以时间 为变量的成本估算，如在项目实施期间以时间为变量的现场管理费用。

8） 人员配备管理计划

项目人员的属性和人工费率是编制进度计划成本估算的必要组成部分。

9） 风险登记册

当编制成本估算时，成本估算师将考虑风险应对方面的信息。风险可能是威 胁，也可能是机遇，一般对计划活动和项目成本产生影响。作为一般规律，当项 目遭遇不利风险时，项目成本几乎总是增加，而项目进度将会延误。

1. 成本估算的工具和技术

1）类比估算

成本类比估算，指利用过去类似项目的实际成本作为当前项目成本估算的基 础。当以前完成的项目与当前项目非常相似，当项目成本估算小组具有必需的专 业技能而又对项目的详细情况了解甚少时（如在项目的初期阶段），往往采用这 种方法估算项目的成本。类比估算是一种专家判断。

类比估算的成本通常低于其他方法，但其精确度通常也较差。此种方法要求 现在项目与以往项目有实质上的相似，而不只是在表面上相似，并且进行估算的 个人或集体具有所需的专业知识，只有在这种情况下的估算才最为可靠。类比估

Chart, scatter chart

Description automatically generated算中，上层根据其他类似项目经验, 估计出项目整体成本和构成项目的子 项目的成本，自上而下，层层传递, 直到最底层。

图7-1显示了以规模为类比对象 进行费用估算的例子。横坐标代表项 目规模，纵坐标代表项目费用因素, 如材料成本、人工成本和运费等。图

中的点根据过去类似项目的资料绘制而成，然后用回归的方法求出这些点的回归 线，它体现了规模和项目费用之间的基本关系。这里的回归线可以是宜线也可以 是曲线。为考虑图中各点数据的可比性，对于不同年份的项目成本数据应以“基 准年度”来进行折算，目的是消除通货膨胀的影响。画在图上的点应该是经过调 整的数字。例如，以2000年为基准年，其他年份的数字都以2000年为准进行调 整，然后才能描点画线。项目规模确定后，从线上找出相应的点，但这个点是以 2000年为基准的数字，还需要再调整到当年，才是估算出的项目成本数字。此 外，如果项目周期较长，还应该考虑到今后几年可能发生的通货膨胀、材料涨价 等因素。可见，类比估算法的前提是有过去类似的项目资料，而且这些资料应在 同一基础上，具有可比性。

1. 优点：它是最简单的成本估算方法，整体估算基于实际经验和实际数 据，比较准确；避免了过分重视一些任务而忽视另外一些任务。
2. 缺点：因为项目的独特性和一次性使得多数项目之间不具备可比性，可 能出现下层人员认为分到的估算不足以完成任务，却保持沉默的现象。
3. 确定资源费率

确定费率的个人或编制估算的集体必须知道每种资源的单位费率，如每小时 的人工费和每立方米散装材料的成本，从而来估算计划活动成本。收集报价是获得 费率的一种方法。对于在合同项下获得的产品、服务和成果，可在合同中规定考虑 了通货膨胀因素的标准费率。从商业数据库和卖方印刷的价格清单中获得数据，是 获得费率的另外一种方法。如果不知道实际费率，则必须对费率本身进行估算。

1. 自下而上估算

这种技术是指估算个别工作包或细节最详细的计划活动的成本，然后将这些 详细费用汇总到更高层级，以便用于报告和跟踪目的。自下而上估算方法的成本 与准确性取决于个别计划活动或工作包的规模和复杂程度。一般来说，需要投入 量较小的活动可提高计划活动成本估算的准确性。

基于WBS体系，自下而上各层根据资源需求估算成本，然后层层进行汇 总，得到项目的整体成本。如果项目有详细的任务分解结构，可以由工作包的负 责人建立自己的成本估算。可以有较高的精度，但也可能较复杂或者需要付出较 高代价。

1. 优点：项目涉及活动所需要的成本是由直接参与项目建设的人员估算出 来的，他们比高层管理人员更清楚项目活动所需要的资源，因而在子任务级别上 相当准确，项目成员清楚需要的资源量；另外成本出自要参与项目实际工作的人 员之手，因而可以避免争执和不满。
2. 缺点：难以保证所涉及的任务都被考虑到。下层人员可能会过分估计自 己所需要的资源，以备被“削减”。

4） 参数估算法

参数估算法是一种运用历史数据和其他变量（如施工中的平方米造价，软件 编程中的编码行数，要求的人工小时数）之间的统计关系，来计算计划活动资源 的成本估算的技术。这种技术估算的准确度取决于模型的复杂性及其涉及的资源 数量和费用数据。与成本估算相关的例子是，将工作的计划数量与单位数量的历 史成本相乘得到估算成本。

利用项目特性参数建立数学模型来估算项目成本。如建筑面积可以用每平方 米价格为参数；生产能力可以用每单位生产能力价格作为参数；而软件则可以用 源代码行数和功能点数等作为参数，而软件开发项目的编程语言、编程人员的专 业知识水平、程序大小和设计数据的复杂性等都可以用于设计参数模型。除此之 外，功能分数也可以用于设计参数模型。如输入和输出的个数、保存文件的个数 和更新的数量都可以列入功能分数的计算范围。

（1） 优点：快速并容易使用，它只需要小部分信息，即可据此得出整个项目 的成本费用。

（2） 缺点：参数模型如果不经过标准的验证，则参数模型估算可能不准确， 估算出来的项目成本精度不高。

5） 项目管理软件

项目管理软件，如成本估算软件、计算机工作表、模拟和统计工具，被广泛 用来进行成本估算。这些工具可以简化一些成本估算技术，便于进行各种成本估 算方案的快速计算。

6） 供货商投标分析

其他的成本估算方法包括供货商投标分析和项目应开销成本分析。如果项目 是通过竞价过程发包的，则项目团队要求进行额外的成本估算工作，检查每个可 交付成果的价格，然后得出一个支持项目最终总成本的成本值。

7） 准备金分析

很多成本估算师习惯于在计划活动成本估算中加入准备金或应急储备。但这 存在一个内在问题，即有可能会夸大计划活动的估算成本。应急储备是由项目经 理自由使用的估算成本，用来处理预期但不确定的事件。这些事件称为“已知的 未知事件”，是项目范围和成本基准的一部分。

成本应急储备的一种管理方法是将相关的单个计划活动汇集成一组，并将这 些计划活动的成本应急储备汇总起来，赋予到一项计划活动中。这个计划活动的 持续时间可以为零，并贯穿这组计划活动的网络路径，用来储存成本应急储备。 这种成本应急储备管理方法的一个示例是，在工作包水平，将应急储备赋予一个 持续时间为零的活动，该活动跨越该工作包子网络的开始到结束。随着计划活动 的绩效，根据持续时间不为零的计划活动的资源消耗测量应急储备，并进行调 整。因此，对于由相关的计划活动组成组合活动成本偏差就精确得多，因为它们 不是基于悲观的成本估算。

1. 成本估算的输出

1） 活动成本估算

活动成本估算是指完成计划活动所需资源的可能成本的定量估计，其表述可 详可略。所有应用到活动成本估算的资源均应列入估算范围，其中包括但不限于 人工、材料、物资，以及诸如通货膨胀或成本应急储备等特殊范畴。其结果通常 用劳动工时、工日、材料消耗量等表示。

2） 活动成本估算支持细节

计划活动成本估算的支持性细节的数量和类型，随应用领域的不同而不同。 无论支持细节详细程度如何，支持文件应提供清晰的、专业的、完整的资料，通 过这些资料可以得出成本估算。活动成本估算的支持性细节应包括计划活动工作 范围的描述、依据的文字记载（即如何编制的估算、所做假设的文字记载）、制 约条件的文字记载、关于估算范围的记载等。例如，10 000美元（一10%〜 15%）表明此项工作的成本预期为9000〜11 500美元。

3） 请求的变更

成本估算过程可以产生影响成本管理计划、活动资源要求和项目管理计划的 其他组成部分的变更请求。请求的变更通过整体变更控制过程进行处理和审查。

4） 成本管理计划（更新）

如果批准的变更请求是在成本估算过程中产生的，并且将影响成本的管理, 则应更新项目管理计划中的成本管理计划。

5） 大型项目中成本估算结果的报告形式

（1） 对每个WBS要素的详细费用估算。还应该有一个各项分工作、分任务 的费用汇总表，以及项目和整个计划的累积报表。

（2） 每个部门的计划工时曲线。如果部门工时曲线含有“峰”和“谷”，应考虑 对进度表作若干改变，以得到工时的均衡性。

（3） 逐月的工时费用总结。以便项目费用必须削减时，项目负责人能够利用 此表和工时曲线作权衡性研究。

（4） 逐年费用分配表。此表以WBS要素来划分，表明每年（或每季度）所 需费用。此表实质上是每项活动的项目现金流量的总结。

（5） 原料及支出预测，它表明供货商的供货时间、支付方式、承担义务以及 支付原料的现金流量等。

**7. 2.3**成本估算**COCOMO**模型

成本估算是对完成项目所需费用的估计和计划，是项目计划中的一个重要组 成部分。要实行成本控制，首先要进行成本估算。理想的情况是，完成某项任务 所需费用可根据历史标准估算。但对许多工业来说，由于项目和计划变化多端, 把以前的活动与现实对比几乎是不可能的。费用的信息，不管是否根据历史标 准，都只能将其作为一种估算。而且，在费时较长的大型项目中，还应考虑到今 后几年的职工工资结构是否会发生变化、今后几年原材料费用的上涨如何、经营 基础以及管理费用在整个项目寿命周期内会不会变化等问题。所以，成本估算显 然是在一个无法以高度可靠性预计的环境下进行。在项目管理过程中，为了使时 间、费用和工作范围内的资源得到最佳利用，人们开发出了不少成本估算方法, 以尽量得到较好的估算。

1. COCOMO模型简介

代码行分析方法作为一种度量估计方法，在20世纪八九十年代得到非常广 泛的发展，又在业界开发了许多估算工作量和进度的参数模型，其中最著名的就 COCOMO (constructive cost model)模型，它的最新版本是 COCOMO II 模型。

COCOMO,即构造性成本模型。它是一种精确、易于使用的、基于模型的 成本估算方法，最早由勃姆(Boehm)于1981年提出。从本质上说它是一种参数 化的项目估算方法，参数建模是把某个项目的某些特征作为参数，通过建立一个 数字模型预测项目成本(类似于居住面积作为参数计算的整体的住房成本)。

在COCO MO模型中，工作量调整因子(effort adjustment factor, EAF)代 表多个参数的综合效果，这些参数使得项目可以特征化和根据COCOMO数据库 中的项目规格化。每个参数可以定位很低、低、正常、高、很高和超高或极高共 六级。每个参数都作为乘数，其值通常在0.5〜1・5,这些参数的乘积作为成本 方程中的系数。

1. COCOMO层次模型及开发模式

COCOMO用3个不同层次的模型来反映不同程度的复杂性，分别为基本模 型、中间模型和详细模型，而同时根据不同应用软件的不同应用领域，COCO- MO模型划分为如下3种软件应用开发模式。组织型(organic mode).这种应用 开发模式的主要特点是在一个熟悉稳定的环境中进行项目开发，该项目与最近开 发的其他项目有很多相似点，项目相对较小，而且并不需要许多创新。嵌入式 (embedded mode) o在这种应用开发模式中，项目受到接口要求的限制。接口对 整个应用的开发要求非常高，而且要求项目有很大的创新，如开发一种全新的游 戏。中间应用开发模式或半独立型(semidetached mode)o这是介于组织模式和 嵌入式应用开发模式之间的类型。

1. 基本模型(basic model),是一个静态单变量模型，它用已估算岀来的 源代码行数(DSI)为自变量的函数来计算软件开发工作量和开发时间。公式如 表7-2所示。

表**7・2** 基本**COCOMO**模型的工作量和进度公式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 总体类型 | 工作量 | 进度 |
| 组织型 | MM=2. 4 (KDSI)1-05 | TDEV=2. 5 (MM)0-38 |
| 半独立型 | MM-3.0 (KDSI)1-12 | TDEV=2. 5 (MM) 35 |
| 嵌入型 | MM=3. 6 (KDSI)1-20 | TDEV=2. 5 (MM)0-32 |

注：MM表示开发工作量，DSI为源指令条数，一般以千行为单位，TDEV表示开发时间。

1. 中间模型(intermediate model),则在用LSO为自变量的函数计算软件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 开发工作量的基础上，再用涉及产品、硬件、人员、项目等方面属性的影响因素 来调整工作量的估算。公式如表7-3所示。  表**7・3**中间**COCOMO**模型的名义工作量与进度公式 | | |
| 总体类型 | 工作量 | 进度 |
| 组织型 | MM=3. 2 (KDSI)1-05 | TDEV=2. 5 (MM)0-38 |
| 半独立型 | MM=3.0 (KDSI)1-12 | TDEV=2. 5 (MM)0-35 |
| 嵌入型 | MM-2.8 (KDSI)1-20 | TDEV=2.5 (MM)0-32 |

对15种影响软件工作量的因素***fi***按等级打分，Boehm推荐的***fz***值范围是 (0. 70, 0. 85, 1.00, 1.15, 1.30, 1.65)如表7-4所示。此时，工作量计算公 式改成：

15

MM= rX X (KDSIF (r = 3.2, 3.0, 0・8；亡=1.05? 1. 12, 1. 20)

i=i

表**7-4 15**种影响软件工作量的因素***盲***的等级分类

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工作量因素斤 | | 非常低 | 低 | 正常 | 高 | 非常高 | 超高 |
|  | 软件可靠性 | 0. 75 | 0. 88 | 1.00 | 1.15 | 1.40 |  |
| 产品因素 | 数据库规模 | 0. 94 | 1. 00 | 1.08 | 1. 16 |  |  |
|  | 产品复杂性 | 0. 70 | 0. 85 | 1.00 | 1. 15 | 1.30 | 1. 65 |
|  | 执行时间限制 |  | 1. 00 | 1. 11 | 1. 30 | 1.66 |  |
|  | 存储限制 |  | 1.00 | 1. 06 | 1. 21 | 1.56 |  |
| 计算机因素 | 虛拟机易变性 | 0. 87 | 1.00 | 1.15 | 1. 30 |  |  |
|  | 环境周转时间 | 0. 87 | 1.00 | 1. 07 | 1. 15 |  |  |
|  | 分析员能力 |  | 1.46 | 1.00 | 0. 86 | 0.71 |  |
|  | 应用领域实际经验 | 1.29 | 1. 13 | 1. 00 | 0. 91 | 0.82 |  |
| 人的因素 | 程序员能力 | 1.42 | 1. 17 | 1. 00 | 086 | 0. 70 |  |
|  | 计算机机使用经验 | 1. 21 | 1. 10 | 1. 00 | 0. 90 |  |  |
|  | 程序语言使用经验 | 1.41 | 1.07 | 1.00 | 0.95 |  |  |
|  | 现代程序设计技术 | 1.24 | 1. 10 | 1. 00 | 0. 91 | 0. 82 |  |
| 项目因素 | 软件工具的使用 | 1. 24 | 1. 10 | 1. 00 | 0. 91 | 0. 83 |  |
|  | 开发进度限制 | 1. 23 | 1. 08 | 1. 00 | 1.04 | 1. 10 |  |

（3）详细模型（detai応d model）,包括中间COCOMO模型的所有特性，但 用上述各种影响因素调整工作量估算时，还要考虑对软件工程过程中分析、设计 等各步骤的影响。如关于软件可靠性（RELY）要求的工作量因素分级表（子 系统层），如表7-5所示。使用这些表格，可以比中间COCOMO模型更方便、 更准确地估算软件开发工作量°

**»7-5**软件可離性工作量因素分级表（子系统层）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RELY«|\^^ | 需求和产  品设计 | 详细设计 | 编码及 单元测试 | 集成及 测试 | 综合 |
| 非常低 | 0. 80 | 0. 80 | 0. 80 | 0. 60 | 0. 75 |
| 低 | 0. 90 | 0. 90 | 0. 90 | 0.80 | 0. 88 |
| 正常 | 1. 00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 高 | 1. 10 | 1. 10 | 1.30 | 1. 30 | 1. 15 |
| 非常高 | 1. 30 | 1. 30 | 1. 70 | 1. 70 | 1.40 |

1. COCOMO模型的特点

（1） 优点。COCOMO模型具有估算精确、易于使用的特点。在该模型中使 用的基本量有以下几个：①DSI （源指令条数），定义为代码行数，包括除注释 行以外的全部代码。若一行有两个语句，则算做一条指令；②MM （度量单位 为人月）表示开发工作量；③TDEV （度量单位为月）表示开发进度，由工作 量决定；④COCOMO模型重点考虑15种影响软件工作量的因素，并通过定义 乘法因子，从而准确、合理地估算软件的工作量。

（2） 缺点。COCOMO也存在一些很严重的缺陷，如分析时，按输入优先原 则，不能处理意外的环境变换，得到的数据往往不能直接使用，需要校准，只能 得到过去的情况总结，对于将来的情况无法进行校准等。

■ 7・3 IT项目成本的预算

项目成本预算是进行项目成本控制的基础，它负责为项目活动分配预算，确 定成本定额和项目总预算，规定项目不可预见费用与使用规则等。项目费用预算 的内容主要包括直接人工费用预算、咨询服务费用预算、资源采购费用预算和不 可预见费用预算，项目成本预算的主要依据包括项目成本估算、WBS和项目进 度计划。

**7. 3.1**成本预算基础

1. 成本预算含义

成本预算指将单个计划活动或工作包的估算成本汇总，以确立衡量项目绩效 情况的总体成本基准。项目范围说明书提供了汇总预算，计划活动或工作包的成 本估算在详细的预算请求和工作授权之前编制。

1. IT项目成本预算的构成

IT项目成本构成如下：①完成项目每个阶段所用的满负荷工作量；②专业 服务成本；③设备成本；④生产附加成本；⑤质量检测需求；⑥风险储备金; ⑦人力资本；⑧其他项目相关费用。

1. 成本预算的特征

（1） 计划性。在项目计划过程中，项目目标被逐步分解为各项可执行的、独 立的工作或任务，然后对每项工作或任务进行费用估算，最后根据费用估算和进 度计划要求对各项工作或任务的费用进行批准、确认就可以形成项目的费用预 算，可以说，成本预算是另一种形式的计划。

（2） 约束性。预算又可以看成一种分配资源的计划，预算分配的结果可能并 不能完全满足所涉及的管理人员的利益要求，而表现为一种约束，所涉及人员只 能在这种约束的范围内行动。因此，从某种程度上讲，预算既体现了组织的政策 和倾向，又表达了对项目各项活动的重要性的认识和支持力度。合理的预算应该 尽可能“正确”地为相关工作和活动确定必要的资源数量。

（3） 控制性。预算可以作为一种比较标准来使用。预算的制定，一方面，应 体现项目对效率和效益的追求，强调管理者必须有效地控制资源的使用；另一方 面，由于进行预算时不可能完全预计到实际工作中所遇到的问题和环境的变化， 所以对项目计划偏差的情况常常可能出现，这就需要依据项目预算所提供的基准 对项目的执行进行监控，及时发现偏差，并采取有效的措施改正偏差，确保项目 目标的实现。

**7. 3.2**成本预算编制流程

成本预算的编制工作包括确定项目的总预算、项目各项活动的预算、项目各 项活动预算投入时间。

1. 成本预算的依据

（1） 项目范围说明书：可以在项目章程或合同中正式规定项目资金开支的阶 段性限制。这些资金的约束在项目范围说明书中反映，可能是由于买方组织和其 他组织（如政府部门）需要对年度资金进行授权所致。

（2） 其他依据：WBS、WBS词汇表、活动成本估算、项目进度计划、成本 管理计划、合同（将依据采购的产品、服务或成果及其成本等合同信息，编制预 算）。

1. 成本预算的工具与技术

（1） 成本汇总。计划活动成本估算根据WBS汇总到工作包，然后工作包的 成本估算汇总到WBS中的更高一级（如控制账目），最终形成整个项目的预算。

（2） 分析。通过准备金分析形成应急准备金，如管理应急准备金，该准备金 用于应对还未计划但有可能需要的变更。风险登记册中确定的风险可能会导致这 种变更。管理应急准备金是为应对未计划但有可能需要的项目范围和成本变更而 预留的预算。它们是“未知的未知”，并且项目经理在动用或花费这笔准备金之 前必须获得批准。管理应急准备金不是项目成本基准的一部分，但包含在项目的 预算之内。因为它们不作为预算分配，所以也不是实现价值计算的一部分。

（3） 参数估算。参数估算技术指在一个数学模型中使用项目特性（参数）来 预测总体项目成本。模型可以是简单的（如居民房屋所花费的成本，按每平方米 居住面积花费的成本计算），也可以是复杂的（如软件编制成本的参数估算模型； 使用15个独立的调整系数，每个系数有5〜7个点九参数模型的成本和准确度 起伏变化很大，它们在下列情况下最有可能是可靠的：用于建立模型的历史信息 是准确的；在模型中使用的参数是很容易量化的；模型是可以扩展的，对于大项 目和小项目都适用。

（4） 资金限制平衡。对组织运行而言，不希望资金的阶段性花销经常发生大 的起伏。因此，资金的花费在由用户或执行组织设定的项目资金支出的界限内进 行平衡。需要对工作进度安排进行调整，以实现支出平衡，这可以通过在项目进 度计划内为特定工作包、进度里程碑或工作分解结构组件规定时间限制条件来实 现。进度计划的重新调整将影响资源的分配。如果在进度计划制定过程中以资金 作为限制性资源，则可根据新规定的日期限制条件重新进行该过程。经过这种交 叠的规划过程形成的最终结果是成本基准。

1. 成本预算的成果

（1） 成本基准。成本基准是按时间分段的预算，用做度量和监控项目整体成 本的基准。它按时段汇总估算的成本编制而成，通常以S曲线的形式表示，如图 7-2所示。成本基准是项目管理计划的一个组成部分。许多项目，特别是大项 目，可能有多个成本基准或资源基准和消耗品生产基准（如每天的混凝土立方 码），来度量项目绩效的不同方面。例如，管理层可要求项目经理分别监控内部 成本（人工）和外部成本（合同商和建筑材料）或总的人工小时数。

（2） 项目费用预算表。项目费用预算表中列出项目所有工作任务的名称、资 金需求、需要时间等。其中资金需求无论是总体需求还是阶段性需求（如每年或 每季度），都是根据成本基准确定的，可设定包含一定容差，以应对提前完工或

Diagram

Description automatically generated

图7-2项目成本基线图

成本超支问题。出资一般不是连续性的出资，而是渐增性出资，呈现阶梯结构。 所需的总体资金等于成本基准加管理应急准备金。管理应急准备金可在每个阶段 的岀资中加入，或在需要时才动用，这取决于组织的政策。在获得管理准备金开 支授权并实际支出之后，成本基准和现金流曲线都将提高。项目结束时，已分配 资金和成本基准、现金流金额之间的差值代表未被使用的管理准备金。项目费用 预算表如表7-6所示。

表**7**心 某项目费用预算表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工作 名称 | 预算值 | 进度日程预算(项目日历表) | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| A | 400 | 100 | 200 | 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 400 |  | .50 | 100 | 150 | 100 |  |  |  |  |  |  |
| C | 550 |  | 50 | 100 | 250 | 150 |  |  |  |  |  |  |
| D | 450 |  |  | 100 | 100 | 150 | 100 |  |  |  |  |  |
| E | 1100 |  |  |  |  | 100 | 300 | 300 | 200 | 200 |  |  |
| F | 600 |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 200 | 200 |
| 月计 | 3500 | 100 | 300 | 400 | 500 | 500 | 400 | 300 | 300 | 300 | 200 | 200 |
| 累计 | 100 | 400 | 800 | 1300 | 1800 | 2200 | 2500 | 2800 | 3100 | 3300 | 3500 |

1. 成本管理计划(更新)。如果批准的变更请求是因为成本预算过程所致, 并且将影响成本的管理，则应更新项目管理计划中的成本管理计划o
2. 请求的变更。成本预算过程可以产生影响成本管理计划，或项目管理计 划的其他组成部分的变更请求。请求的变更通过整体变更控制过程进行处理和 审查。

**7.3.3**成本预算编制内容

项目的成本预算的结果包括两个因素：其一是项目成本预算额的多少；其二 是项目预算的投入时间。需要特别注意的是，项目成本预算并不是越低越好，因 为成本预算过低会造成预备金或管理储备不足从而无法应对项目实施过程中出现 的各种突发事件，最终造成项目不必要的损失。例如，建设工程项目出现的烂尾 工程，信息系统集成项目的半途而废等。所以，项目成本预算编制工作必须留有 足够的计划余量，为此项目成本预算必须很好地完成如下工作°

1. 确定项目预算中的风险储备。根据项目风险的信息和项目估算结果，首 先需要制定出项目的不可预见费以及项目的管理储备等各方面的比例额度o然后 才能根据这些项目风险的成本储备，计划和确定出项目成本的总预算。
2. 确定项目成本的总预算。根据项目成本估算、项目不可预见费以及项目 管理储备等方面的信息，根据更详细、更深入的设计方案和预算定额对整个项目 成本作再次估算。总预算确定的目的是为了将资金拨入预算计划。这种项目的总 预算是确定项目各项工作和活动预算的依据之一。
3. 确定项目各项活动的预算。根据项目总预算、项目不可预见费以及项目 各项活动的不确定性情况，分析和确定出项目各项活动的成本预算。这实际上是 一种自上而下确定项目活动预算的方法，也可以使用自下而上的方法去确定项目 和项目活动的预算，即可以先根据每项活动的规模，套用相应的预算定额计算出 活动的工作量，并进一步计算出所需资源的种类和数量，将每种资源的数量和单 价相乘就可以得到活动成本。然后，再将活动成本逐级向上汇总为工作包的成 本，各工作包的成本再向上汇总为整个项目的总成本。
4. 确定项目各项活动预算的投入时间。根据项目、项目具体活动的预算以 及项目进度计划安排，就可以确定出项目各项具体活动预算的投入时间，从而给 出项目具体活动预算的投入时间和累计的项目预算成本。
5. 确定给出项目成本预算的“S”曲线。根据项目各具体活动的预算额、 投入时间以及项目进度计划和项目预算的累计数据，采用在两个坐标(项目成 本和项目进度)找点连线的方法画出项目成本预算的“S”曲线。举例如下。 某企业包装订机安装项目中包括项目设计、项目建造与安装调试三个阶段，所 需要时间为12天，其中设计4天，建造6天，安装调试2天；预算总成本为 10万美元，其中设计2・4万美元，建造成本为6万美元，安装调试为1・6万 美元，其成本与进度计划如图7-3所示。包装机项目的每期预算成本如表7-7 所示。

Diagram

Description automatically generated

图7-3包装机项目分解结构

表**7・7**包装机项目的每期预算成本 （单位：千美元）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | BAC | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 设计 | 24 | 4 | 4 | 8 | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 建造 | 60 |  |  |  |  | 8 | 8 | 12 | 12 | 10 | 10 |  |  |
| 安装 | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 8 | 8 |
| 合计 | 100 | 4 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 12 | 12 | 10 | 10 | 8 | 8 |
| 累计 |  | 4 | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 52 | 64 | 74 | 84 | 92 | 100 |

（BCWS或PV,详见第12章）如图7-4所示。

Chart, line chart

Description automatically generated

进度/天

图7-4包装机项目的累积预算成本曲线

本章小结

项目成本管理包括成本估算、成本预算以及成本控制三个过程，其中成本计 划主要从成本估算和成本预算两个方面来进行。

成本估算是对完成IT项目所需费用的估计和计划，是项目成本管理的一项 核心工作，其依据主要项目资源需求计划、项目范围说明书、WBS、项目进度 计划、风险管理计划以及相关历史资料和经验教训。成本估算的方法主要有类比 估算法、自上而下估算法、自下而上估算法和参数模型估算法。而针对信息系统 开发项目的成本估算方法包括代码行估算和COCOMO模型方法等。成本估算过 程最主要的输出是成本管理计划和详细依据。

成本预算为项目成本控制制订基准计划。成本预算具有计划性、约束性和控 制性三个特征。项目成本预算计划的编制工作包括确定项目的总预算、项目各项 活动的预算、项目各项活动预算投入的时间。

案例分析

佩顿公司决定参与一项政府招标项目，内容是一种研究与开发工作，要求项 目在确定开始之后90天内完成，条件是固定的成本和相关费用。

这一工作主要由开发实验室完成，根据政府的规定，估算的成本应该基于整 个部门的平均成本为每小时19. 00美元。佩顿公司贏得了合同，总值305 000美 元。项目开始一个星期以后，通过对星期工作报告的分析，发现开发实验室实际 上每小时花费2& 50美元。项目经理决定和开发实验室的管理人员讨论这一 问题。

项目经理：“显然你知道我为什么到这里来，以你花钱的速度，我们将超过 预算，多花费50%。”

实验室主管：“这是你的问题，不是我的。在我估算这一工作的成本时，我 提交的只是根据历史经验所需要花费的小时数，是定价部门将这些小时数基于部 门平均的数据转化为所需要的资金数目』

项目经理：“那我们为什么要用最昂贵的人员呢？显然有薪水更低的人能够 完成这一工作

实验室主管：“是的，我是有薪水低的人员，但是没有一个人能够如合同要 求的2个月内完成这一工作，我必须使用在学习曲线上地位高的人员，但使用他 们不便宜。你应该告诉定价部门增加部门的平均成本』

项目经理：“我希望我能够，但政府规定不允许。如果受到检査或者和其他 报告相比较，我们就会遇到大麻烦。唯一能够采用的合法手段是为在这个项目中 工作的那些高薪水的雇员设立一个新的部门，这样部门平均薪水就正确了。不幸 的是为仅仅2个月的工作而建立一个临时单位的管理费用太高了，对长期项目这 种方法可以被采用。你为什么不增加工作时数以补偿所增加的经费呢?”

实验室主管：“我必须提交我所估算的所有小时数的证据，如果我那样做被 检查的话，我的工作就保不住了。你应该知道，我们必须为所有工作提交证据以 作为申请的一部分。下一次管理人员在投标一个短期项目时可能应该多想一想。 你应该向顾客说明一下我们的处境。”

项目经理：“他的反应可能还是一样，看来我的奖金是难保了』

问题：

1. 这一案例中的基本问题是什么？
2. 是谁的错误？
3. 如何应付这一困难？
4. 能否采用某种方法以避免这种错误的再次发生？

＞复习思考题

1. 项目资源计划的定义是什么？
2. 项目资源计划可以根据作用的不同分为两种，请分别介绍。
3. 影响项目资源计划的主要因素有哪些？
4. 请简述项目资源计划的主要方法。

5・IT项目成本估算的类型主要有哪几类？

1. 项目成本估算过程是什么？
2. 简述IT项目成本预算的构成。

&项目成本预算的方法有哪些？

1. 请分析IT项目成本估算的难点是什么？

请对你要开发的校园旧物交易网站项目进行项目成本预算。