

第 3 章

工程项目管理

管理就是把复杂的问题简单化，把混乱的事情条理化。

——杰克·韦尔奇（Jack Welch）

3.1 项目管理

3.1.1 项目管理的定义

项目管理是项目执行的核心部分，是项目的灵魂。

项目管理有两种不同的含义：一是指管理活动，即有意识地按照项目的特点和规律对项目进行组织管理的活动；二是指管理学科，即以项目管理活动为研究对象，探求项目组织管理的理论和方法的一门学科。

美国项目管理协会（Project Management Institute, PMI）给出的定义为：项目管理是将知识、技能、工具与技术应用于项目活动，以满足项目的要求。

中国项目管理研究委员会（Project Management Research Committee, China, PMRC）给出的定义为：项目管理是以项目为对象的系统管理方法。通过一个临时性的、专业的柔性组织，对项目进行高效率的计划、组织、指导和控制，以实现项目全过程的动态管理和项目目标的综合协调与优化。

3.1.2 项目管理知识体系

目前全世界主要有三大项目管理知识体系：欧洲的国际项目管理协会（International Project Management Association, IPMA）的 IPMA 体系、美国项目管理协会的项目管理知识体系（Project Management Body Of Knowledge, PMBOK）和中国中项技工程技术研究院等单位提出的四维项目管理体系（4D Project Management, 4DPM）。其中，只有美国项目管理协会和中国中项技工程技术研究院拥有纯粹原创的知识体系。IPMA 拥有一个应用标准——《国际项目管

理专业资质标准》(IPMA Competence Baseline, ICB),它对项目管理者的素质要求大约有 40 个方面。

1. 美国项目管理协会的项目管理知识体系

20 世纪 80 年代,美国项目管理协会提出了项目管理知识体系(PMBOK)。1997 年,国际标准化组织以该文件为框架,制定了 ISO 10006《质量管理 项目管理质量指南》。其后,PMBOK 又经过数次修订。PMBOK 2012 把项目管理划分为 10 个知识领域,共 47 个项目管理过程,如表 3.1 所示。

表 3.1 美国项目管理协会的项目管理知识体系

知识领域	项目管理过程	简要描述
项目范围管理	规划范围管理	创建范围管理计划,书面描述如何定义、确认和控制项目范围
	收集需求	为实现项目目标而确定、记录并管理干系人的需要和需求
	定义范围	对项目和产品进行详细描述
	创建工作分解结构	通过创建工作分解结构过程,将项目可交付成果和项目工作分解为较小的、更易于管理的组件
	确认范围	正式验收已完成的项目和可交付的成果
	控制范围	监督项目和产品的范围状态,管理范围基准变更
项目时间管理	规划进度管理	为规划、编制、管理、执行和控制项目进度制定政策,编写程序和文档
	定义活动	识别和记录为完成项目可交付成果而必须进行的具体行动
	控制活动顺序	识别和记录项目活动之间的依赖关系
	估算活动资源	估算执行各项活动所需的材料、人员、设备或用品的种类和数量
	估算活动持续时间	根据资源估算的结果,估算完成单项活动所需的工作时段数
	制订进度计划	分析活动顺序、持续时间、资源要求和进度制约因素,创建项目进度模型
	控制进度	监督项目活动状态,更新项目进展,管理进度基准变更,以实现进度计划

续表

知识领域	项目管理过程	简要描述
项目成本管理	规划成本管理	为规划、管理、花费和控制项目成本制定政策,编写程序和文档
	估算成本	对完成项目活动所需资金进行近似的估算
	编制预算	汇总所有单个活动或工作包的估算成本,建立一个经批准的成本基准
	控制成本	监督项目状态,以更新项目成本,管理成本基准变更
项目质量管理	规划质量管理	识别项目及其可交付成果的质量要求或标准,并书面描述项目将如何符合这些质量要求
	实施质量保证	审计质量要求和质量控制测量结果,确保采用合理的质量标准和操作性定义
	控制质量	监督并记录质量活动执行结果,以便评估绩效,并推荐必要的变更方法
项目人力资源管理	规划人力资源管理	识别和记录项目角色、职责、所需技能、报告关系,并编制人员配备管理计划
	组建项目团队	确认人力资源的可用情况,并为开展项目活动组建团队
	建设项目团队	提高工作能力,促进团队成员互动,改善团队整体氛围,以提高项目绩效
	管理项目团队	跟踪团队成员工作表现,提供反馈,解决问题并管理团队变更,以优化项目绩效
项目沟通管理	规划沟通管理	根据项目干系人的信息、需要和要求及组织的可用资源情况,制订合适的项目沟通方式和计划
	管理沟通	根据沟通管理计划,生成、收集、分发、存储、检索及最终处置项目信息
	控制沟通	在整个项目生命周期中对沟通进行监督和控制,确保满足项目干系人对信息的需求
项目风险管理	规划风险管理	定义如何实施项目风险管理活动
	识别风险	判断哪些风险可能会对项目产生影响,并记录这些风险的特性
	实施定性风险分析	评估并综合分析风险的发生概率和影响,对风险进行优先排序,从而为后续分析或行动提供基础

续表

知识领域	项目管理过程	简要描述
项目风险管理	实施定量风险分析	就已经识别的风险,对项目整体目标的影响进行定量分析
	规划风险应对	针对项目目标,制订提高机会、降低威胁的方案和措施
	控制风险	在整个项目中实施风险应对计划,跟踪与识别风险,监督残余风险,识别新的风险,对风险过程的有效性进行评估
项目采购管理	规划采购管理	记录项目采购决策,明确采购方法,识别潜在卖方
	实施采购	获取卖方应答,选择卖方并与其洽谈和签订书面合同
	控制采购	管理采购关系,监督合同执行情况,并根据需要实施变更和采取纠正措施
	结束采购	完成单次项目采购
项目干系人管理	识别项目干系人	识别能影响项目决策、活动或结果的个人、群体或组织以及被项目决策、活动或结果所影响的个人、群体或组织,并分析和记录他们的相关信息,包括利益参与度、相互依赖、影响力及对项目成功的潜在影响等
	规划项目干系人管理	基于对项目干系人需要、利益及对项目成功的潜在影响的分析,制定合适的管理策略,以有效调动项目干系人参与整个项目生命周期
	管理项目干系人参与	在整个项目生命周期中,与项目干系人进行沟通和协作,以满足其需要与期望,解决实际出现的问题,并促进项目干系人合理参与项目活动
	控制项目干系人参与	全面调动项目干系人之间的关系,调整策略和计划,以调动项目干系人参与项目的积极性
项目整合管理	制定项目章程	编写正式批准项目并授权项目经理在项目活动中使用组织资源的文件
	制定项目管理计划	定义、准备和协调所有子计划,并将它们整合为综合项目管理计划
	指导与管理项目工作	为实现项目目标而指导和执行项目管理计划中所确定的工作,并实施已经批准的变更工作
	监控项目工作	跟踪、审查和报告项目进展,以实现项目管理计划中确定的绩效目标

续表

知识领域	项目管理过程	简要描述
项目整合管理	实施整体变更控制	审查所有的变更请求,批准变更,管理可交付成果、组织过程资产(组织过程资产包括项目组织在项目管理过程中制定的各种规章制度、指导方针、规范标准、操作程序、工作流程、行为准则和工具方法等)、项目文件和项目管理计划的变更,并对变更处理结果进行沟通
	结束项目或阶段	完结所有项目管理过程组的所有活动,以正式结束项目或项目阶段

2. 中国中项技工程技术研究院等单位提出的 4DPM

中国中项技工程技术研究院等单位在 2012 年提出了四维项目管理知识体系(4DPM),与美国项目管理协会二维的 PMBOK 相比,4DPM 的覆盖内容更全面。4DPM 主要包括项目总体管理、项目过程管理、项目内容管理、项目高度管理、项目形态管理、项目重点管理、项目管理能力 7 方面的内容。

1) 项目总体管理

项目总体管理是项目管理的总指挥、总引导,是对项目整体和全面的管理。

项目总体管理由 4 个轴组成:

- A 轴: 过程部分。
- B 轴: 内容部分。
- C 轴: 高度部分。
- D 轴: 形态部分。

项目总体管理的内容包括 9 部分: 空间管理、定位管理、结构管理、路线与系统管理、节点与区域管理、关联与关系管理、资源管理、状态与形态管理和数字化管理。

2) 项目过程管理

项目过程管理是关于项目的发展过程的管理活动,是项目总体管理的第一个组成部分。其管理内容按 9 个阶段划分: 发起阶段管理、筹备阶段管理、开始阶段管理、实施阶段管理、监控阶段管理、睡眠阶段管理、完善阶段管理、结束阶段管理和衍生阶段管理。

3) 项目内容管理

项目内容管理是关于项目的活动内容的管理,是项目总体管理的第二个组成部分。其管理内容分为 9 部分: 产品管理、装备管理、技术管理、发展管理、经济管理、安全管理、保障管理、组织管理和信息管理。

4) 项目高度管理

项目高度管理是关于项目活动高度的管理活动,是项目总体管理的第三个组成部分。其管理内容按 9 个等级划分:整体决策等级管理、系统决策等级管理、全面指挥等级管理、系统指挥等级管理、综合执行等级管理、专业执行等级管理、专业操作等级管理、复合操作等级管理和独立操作等级管理。

5) 项目形态管理

项目形态管理是针对项目空间结构(主要是组成单元)的管理活动,是项目总体管理的第 4 个组成部分。其管理内容按 9 个时段划分:孕育时段管理、形成时段管理、成长时段管理、旺盛时段管理、成熟时段管理、稳定时段管理、萎缩时段管理、终止时段管理和固化时段管理。

6) 项目重点管理

项目重点管理是项目管理活动的核心和关键部分。其管理内容主要包括 9 部分:性质准则、体系管理、量值管理、结构管理、制度管理、总体重点、系统重点、区域重点和单元重点。

7) 项目管理能力

项目管理能力是项目管理过程中需要使用的各项可用技术和基本载体的自身条件。项目管理能力分为 9 类:理论能力、应用能力、协同能力、系统能力、计划能力、监控能力、评价能力、教导能力和研发能力。

3.1.3 IT 项目管理的定义

中国项目管理研究委员会给出的 IT 项目管理的定义为:IT 项目管理指在一定期限内,根据一定的 IT 项目需求,依托一定的资源,为达成一定的 IT 信息化目标而进行的一系列活动。

美国项目管理协会给出的 IT 项目管理的定义为:IT 项目管理是把各种知识、技能、手段和技术应用于 IT 项目活动之中,以达到 IT 项目的要求。

IT 项目管理通过应用和综合启动、规划、实施、监控和收尾等 IT 项目管理过程来进行,覆盖了 IT 项目的整个过程。

3.2 IT 项目范围管理

【一筹莫展的李工】

李工任职于一家为电子政务市场提供应用系统开发的软件公司。该公司承接

了开发向公众开放的政务信息发布与查询系统的项目,李工被任命为该项目的项目经理。让李工没想到的是,这个项目让他烦恼不断,一筹莫展(图 3.1)。



图 3.1 一筹莫展的李工

该系统涉及内网和外网两个互不相通的子网。要求在这两个子网中的合法用户都可以访问被授权的信息,合法用户访问的信息必须是一致的、可靠的。内网的信息可以发布到外网,外网的信息经过审批后可以进入系统。基于该项目的以上保密性要求,

李工选择熟悉网络互通互联的技术人员设计解决方案,在方案评审后进入项目实施阶段。在系统进入试运行阶段前,项目发包方认为,虽然系统满足了保密性的要求,但系统操作界面复杂,要求增加操作向导来简化操作,且必须在交付前增加操作向导的功能。对于这个新增需求,李工立即安排程序员小白来完成。小白向项目发包方口头了解了操作向导的需求后,直接进行开发。但在操作向导功能交付后,项目发包方根据用户反馈的结果认为操作向导仍然没有满足需求,只好又多次重写了大部分代码才通过验收。由于系统的反复变更,项目组成员产生了挫折感和消极的情绪,成本和工期都超出了原计划 50% 以上。

请分析,李工的问题出在哪里? 应该如何改进?

解: 项目经理李工在这个项目中的主要问题表现在以下两方面。

(1) 没有清晰地了解项目的范围,导致项目后期需求的多次变更。

李工对项目范围有一定的把握。例如,他对保密性需求进行了清晰的定义,在设计和实现方面都进行了严格的控制,因此在系统交付时完全满足了用户对保密性的要求。

但是,对于类似系统运行环境这样的隐性需求,往往容易被开发方忽视的。在本案例中,对于用户界面的风格和操作的便捷性这一隐性需求,李工没有充分考虑,导致反复的需求变更。

对于电子政务这样的面向公众开放的系统,项目范围定义确实有一定的困难。这些系统的用户需求往往是间接通过发包方传递到项目组的,项目组得到的用户反馈信息往往是混合了用户需求和传递者个人意愿的综合结果,这就给项目范围定义造成了困难。

(2) 没有进行变更控制,以至于变更的结果不理想,导致反复的变更。

在本案例中,当项目发包方要求增加操作向导的功能时,李工直接委派程序员小白去口头了解需求并进行开发。在这个过程中,没有进行变更控制的工作,没有

对项目范围变更请求进行评估与控制。这种做法是错误的,最终造成了项目成本和工期超出计划。

因此,项目管理中的项目范围管理的失误对项目影响很大,模糊的项目范围定义和不严格的变更控制都将严重影响项目的结果。

项目范围管理包括确保项目做且只做必要的全部工作以成功完成项目的各个过程。项目范围管理是对项目的界限进行定义,是对项目包括什么与不包括什么的定义与控制过程,也就是保证项目干系人在项目要产生什么样的可交付成果方面达成共识,也要在如何产生这些可交付成果方面达成共识。

项目范围管理主要包括规划项目范围、收集需求、定义范围、创建工作分解结构、确认范围、控制范围 6 个过程。

(1) 规划项目范围。其任务是确定项目范围,明确项目的主要可交付成果,制订项目范围管理计划,记载如何确定、核实与控制项目范围,以及如何制定与定义工作分解结构。

(2) 收集需求。项目需求包括发起人、用户和其他干系人的可以量化且书面记录的项目需要和期望。经验表明,用户不能确切地知道自己需要什么,但他们能够确切知道什么是符合自己需要的。这种状况很容易导致因项目需求获取不到位和项目范围定义不准确而造成“无底洞”的现象。

(3) 定义范围。其任务是将项目主要的可交付成果细分为较小的、便于管理的部分,最终完成项目范围说明书。

详细的项目范围说明书包括项目目标和项目范围指标、项目产品范围说明、项目可交付成果的规定、项目条件和项目假定条件、项目配置关系及其管理要求、项目批准计划和变更请求的规定。

(4) 创建工作分解结构。工作分解结构是为了便于管理和控制而将项目工作任务分解的技术,是以可交付成果为分解对象、以结果为导向的分析方法。

创建工作分解结构有多种方法,主要包括模板法、分解法、自上而下法和自下而上法。

① 模板法。美国项目管理协会发布的《工作分解结构实施标准》是制作、深化和应用工作分解结构的指南。该标准中有针对多个行业的工作分解结构示例。另外,许多 IT 公司或组织也有自己的标准样板。图 3.2 是软件开发项目的工作分解结构模板示例。

② 分解法。该方法把项目可交付成果分成较小的、便于管理的工作包。

③ 自上而下法。该方法从项目的最大单位开始,逐步将项目工作分解为下一级的多个子项目。

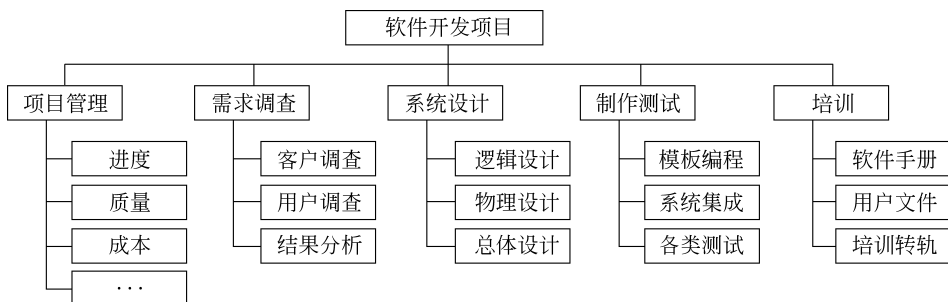


图 3.2 某软件开发项目的工作分解结构模板示例

④ 自下而上法。该方法要求项目团队成员从项目一开始就尽可能确定项目的各项具体任务,然后再将各项任务整合、归并到上一级任务中。

(5) 确认范围。其任务是根据已经定义的项目范围说明书和项目交付的成果来核实项目成果能否让项目干系人满意,在项目实施之前和之后都应该做好项目范围确认。

(6) 控制范围。项目实施过程中,变更不可避免,而且表现形式多种多样,如客户临时改变需求、项目经费发生变化等。控制项目范围是指当项目范围变化时对其采取纠正措施,以及为使项目朝着目标方向发展而对项目范围进行调整。

3.3 IT 项目时间管理

【被撤职的小张】

小张是某公司的项目经理。项目正式实施后,小张发现其他职能部门的经理虽然为该项目安排了人员和时间,但团队成员都将大部分的时间和精力用于其他项目。同时小张还被告知不要干涉部门经理对资源的调度和费用的预算,这种情况让小张非常难受。

半年后,小张借向公司管理层汇报项目进度的机会向上级汇报了由于职能经理不合作而造成的项目严重拖期情况。汇报后,公司管理层为小张指定了一个项目经理助理。该助理认为应该通过计算机程序把各种问题程序化,于是公司又投入 15 人开发这个程序,在花费了将近 5 万元资金之后,小张发现这个程序并不能实现其目标。他向软件供应商进行了咨询,得知完成该程序还要花费至少 3 倍的资金和至少 3 个月的时间。无奈之下,小张只好放弃了该程序。

这个时候项目已经滞后了9个月,客户开始不耐烦了。小张不得不花大量时间和精力向客户解释存在的问题和补救计划。在此期间小张和客户间发生了冲突,最后公司管理层撤销了小张项目经理的职务(图3.3)。

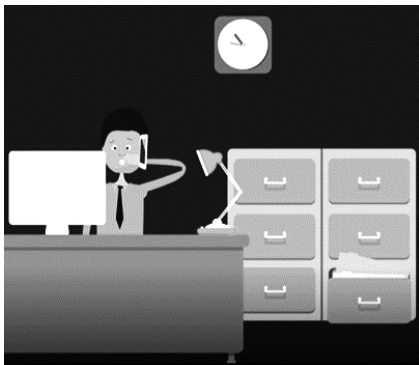


图 3.3 被撤职的小张

试分析小张失败的原因主要有哪些。

解: 小张失败主要有以下原因。

(1) 缺少项目时间管理的经验。

小张没有进行有效的项目时间管理。另外,在项目实施过程中,小张和其他部门、和客户之间的交流有问题。当问题即将出现或者已经出现的时候,小张也没有进行有效的沟通,甚至与客户产生了冲突。

小张作为项目经理,重要的职责就是使团队的组建和磨合阶段的耗时尽量最短,应当采取各种手段和方法强化项目团队成员的时间观念,增强每个人的责任感和紧迫感。从案例中可以看到,半年时间过去了,小张带领的团队中的成员还没有把精力全部投入到本项目中来。对于项目经理得不到团队成员配合的情况,小张在经过长达半年的时间之后才向上级领导请示。

(2) 盲目变更项目计划,没有考虑项目时间管理。

在本案例中,小张在项目出现变化时,没有做好变更的控制和预案,而是盲目地采取措施,盲目地开发软件,造成时间和成本浪费。例如,在项目出现困境的时候,小张将大量时间和精力放在向客户解释上,而不是放在解决问题上;小张在没有充分论证的情况下,就听从助理的建议,开发计算机程序来加快进度。

项目时间管理在 IT 项目管理中处于非常关键的位置。项目能否按时交付是项目经理最关注的问题。

工期、费用和质量是项目管理的三大目标,项目时间管理就是采用科学的方法,确定进度目标,编制进度计划和资源供应计划,进行进度控制,以实现工期这一目标。

项目时间管理包括为管理项目按时完成所需的各个过程,主要包括 7 个过程:规划进度管理、定义活动、控制活动顺序、估算活动资源、估算活动持续时间、制订进度计划和控制项目进度。

3.3.1 规划进度管理和定义活动

1. 规划进度管理

规划进度管理是为规划、编制、管理、执行和控制进度而制定政策、编写程序和文档的过程。主要采用专家判断法、分析法和召开会议等方法。

规划进度管理阶段的任务是:完成进度管理计划,为编制、监督和控制项目进度建立准则和明确活动。

2. 定义活动

定义活动是为了保障项目目标实现而开展的对已确认的项目工作包的进一步分解和界定,并从中识别出为生成项目产出物而必需的各种项目活动。此阶段主要的输出文档为项目活动清单,在该清单中列出项目需要开展和完成的全部项目活动。

3.3.2 控制活动顺序

控制活动顺序是指通过识别项目活动清单各项活动的相互关联和依赖关系来安排并确定项目各项活动的先后顺序。

控制活动顺序常用的方法和工具有前导图法和箭线图法。

1. 前导图法

前导图法(Precedence Diagramming Method, PDM),也称为顺序图法或紧前关系绘图法。它使用方框或者长方形代表活动(节点)。节点之间用箭头连接,以显示节点之间的逻辑关系,箭尾节点表示的活动是箭头节点的紧前活动,箭头节点表示的活动是箭尾节点的紧后活动。前导图也称活动节点(Active On Node, AON)图,为大多数项目管理软件所采用。

1) 前导图中活动之间的依赖关系

前导图中活动之间存在 4 种依赖关系,如图 3.4 所示。

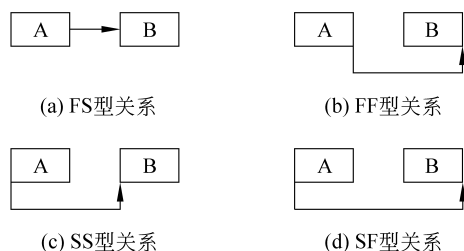


图 3.4 前导图中活动之间的 4 种依赖关系

(1) 结束-开始的关系(FS 型关系)。紧前活动结束后,紧后活动才能开始。例如,只有单元测试结束,集成测试才能开始。

(2) 结束-结束的关系(FF 型关系)。紧前活动结束后,紧后活动才能结束。例如,只有完成文件的编写,才能完成文件的编辑。

(3) 开始-开始的关系(SS 型关系)。紧前活动开始后,紧后活动才能开始。例如,开学后,才能开始上课。

(4) 开始-结束的关系(SF 型关系)。紧前活动开始后,紧后活动才能结束。例如,只有第二位保安人员开始值班,第一位保安人员才能结束值班。

2) 绘制前导图的规则

绘制前导图时,需要遵守下列规则:

- (1) 前导图必须正确表达项目中活动之间的逻辑关系。
- (2) 在前导图中不能出现循环。
- (3) 在前导图中不能出现双向箭头或无箭头的连线。
- (4) 在前导图中不能出现无箭尾节点的箭线或无箭头节点的箭线。
- (5) 在前导图中只能有一个起始节点和一个终止节点。

【绘制项目 A 的前导图】

项目 A 的活动清单如表 3.2 所示,绘制项目 A 的前导图。

表 3.2 项目 A 的活动清单

序号	活动名称	紧前活动	序号	活动名称	紧前活动
1	A	/	5	E	B
2	B	/	6	F	B、E
3	C	A	7	G	D、C、F
4	D	A	8	H	D

解：根据活动清单，绘制项目 A 的前导图，如图 3.5 所示。

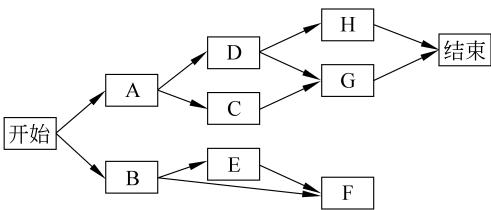


图 3.5 项目 A 的前导图

3) 前导图中的活动及其时间点

在前导图中，每一项活动都注明了预计工期(活动的持续时间)和时间点，如图 3.6 所示。通常，每个节点的活动都有如下几个时间。

最早开始时间(ES)	工期	最早结束时间(EF)
活动名称		
最迟开始时间(LS)	总浮动时间	最迟结束时间(LF)

图 3.6 前导图中的一个活动

(1) 最早开始时间(Earliest Start, ES)：某项活动能够开始的最早时间。

(2) 最早结束时间(Earliest Finish, EF)：某项活动能够完成的最早时间， $EF=ES+工期$ 。

(3) 最迟结束时间(Latest Finish, LF)：为使项目按时完成，某项活动必须完成的最迟时间。

(4) 最迟开始时间(Latest Start, LS)：为使项目按时完成，某项活动必须开始的最迟时间， $LF=LS+工期$ 。

【绘制项目 B 的前导图】

项目 B 的活动清单如表 3.3 所示，绘制项目 B 的前导图。

表 3.3 项目 B 的活动清单

序 号	活动名称(代号)	紧 前 活 动
1	问题定义(A)	/
2	研究现有系统(B)	A

续表

序 号	活动名称(代号)	紧 前 活 动
3	确定用户需求(C)	A
4	系统总体设计(D)	C
5	系统详细设计(E)	B
6	编码(F)	D、E
7	测试(G)	F
8	旧系统转换为新系统(H)	G

解：根据活动清单，绘制项目 B 的前导图，如图 3.7 所示。

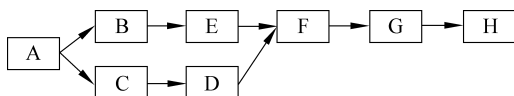


图 3.7 项目 B 的前导图

2. 箭线图法

箭线图法(Arrow Diagram Method, ADM)也是常用的控制活动顺序方法。在箭线图中，每一项活动都用一条箭线和两个节点来表示，每个节点有一个编号，箭线的箭尾节点和箭头节点是该项活动的起点和终点。在箭线图中，用箭线表示项目中独立存在、需要一定时间或资源完成的活动，用节点表示活动排序。

1) 实活动和虚活动

在箭线图中，依据是否需消耗时间或资源，可将活动分为实活动和虚活动。

实活动是需要消耗时间和资源的活动，用实箭线表示，如图 3.8 所示。在箭线上方标出活动名称。如果明确了活动时间，则在箭线下方标出活动的持续时间。箭尾表示活动的开始，箭头表示活动的结束。节点的编号表示活动的顺序。

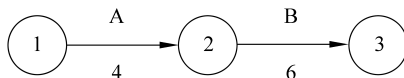


图 3.8 实活动

虚活动是既不消耗时间，也不消耗资源的活动，只表示相邻活动之间的逻辑关系，在箭线图中用虚箭线表示，如图 3.9 所示。当出现下列情况时，需要定义虚活动：

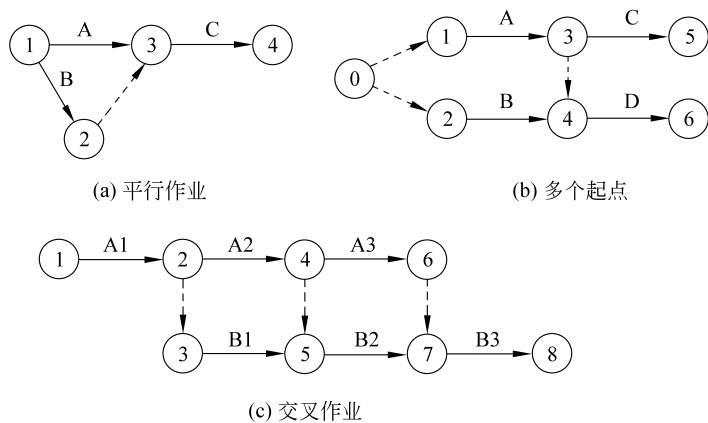


图 3.9 虚活动

(1) 平行作业。活动 A 和活动 B 可以同时进行,活动 A 和活动 B 都完成后才能够进行活动 C。为说明活动 A 和活动 B 间的关系,在节点 2 和 3 之间定义了虚活动。

(2) 多个起点或终点。在复杂的箭线图中,为避免多个起点或终点引起混淆,也可以用虚活动与所有能立即开始的节点连接。

(3) 交叉作业。活动 A1 完成后,才能开始活动 B1;活动 A2 完成后,才能开始活动 B2;活动 A3 完成后,才能开始活动 B3。因此,需要在节点 2 和节点 3、节点 4 和节点 5、节点 6 和节点 7 之间建立虚活动。

2) 绘制箭线图的规则

绘制箭线图的规则如下:

(1) 每一条箭线表示一项活动。箭线的箭尾节点表示该活动的起点,箭头节点表示该活动的终点。

(2) 节点用圆圈表示,并在圆圈内写上编号。节点编号顺序应从小到大,可以不连续,但严禁重复。

(3) 一项活动应只有唯一的一条箭线和相应的一对节点编号,箭尾节点编号应小于箭头节点编号。

(4) 活动名称应标注在箭线之上,持续时间应标注在箭线之下。

(5) 严禁出现循环。严禁出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线。

前导图法用节点表示活动,用箭线表示活动关系;箭线图法与前导图法相反,用箭线表示活动,用节点表示活动顺序。前导图法是单代号网络图,只有节点需要编号;箭线图法是双代号网络图,节点有编号,箭线上有活动名称和持续时间两个

编号。

【绘制项目 B 箭线图】

将上例中项目 B 的活动清单增加持续时间后如表 3.4 所示,绘制该项目的箭线图。

表 3.4 项目 B 的活动清单

序 号	活动名称(代号)	紧前活动	持续时间/d
1	问题定义(A)	/	2
2	研究现有系统(B)	A	3
3	确定用户需求(C)	A	5
4	系统总体设计(D)	C	4
5	系统详细设计(E)	B	8
6	编码(F)	D、E	9
7	测试(G)	F	7
8	旧系统转换为新系统(H)	G	2

解：项目 B 的箭线图如图 3.10 所示。

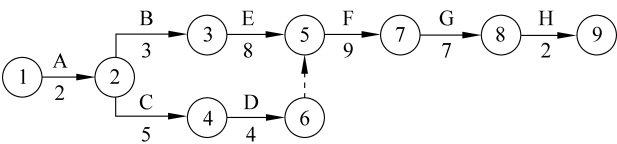


图 3.10 项目 B 的箭线图

3.3.3 估算活动资源和估算活动持续时间

1. 估算活动资源

估算活动资源是指利用一些工具和技术,明确工作包中每个活动所需的资源类型(包括人员、材料、设备和用品)的种类、数量和特性,以及何时使用资源有效地执行活动。然后,把这些需求汇总成每个工作包和每个工作时段资源估算。

资源需求描述的细节数量与具体程度因应用领域而异,但在每个活动的资源需求文件中,都应说明每种资源的估算依据,以及为确定资源类型、可用性和需要的数量所做的假设。

活动资源估算的方法有专家判断法、多方案分析法、自下而上的估算方法和软件估算法等。

2. 估算活动持续时间

活动持续时间估算的任务是计算各事项、各工作网络的时间和完成整个项目任务需要的总时间。

估算活动持续时间的的方法有类比估算法、专家评估法、三点估算法等。

1) 类比估算法

类比估算法是以过去类似项目活动的实际时间为基础,通过类比来推测估算当前项目活动需要的时间。当项目相关性的资料和信息有限,而先前活动与当前活动又有本质上的类似性时,用这种方法估算项目活动持续时间是一种较为常用的方法。

2) 专家评估法

对于一般的工程类项目,专家评估法和类比估算法评估的结果与实际值差别较小,这是因为一般的工程类项目的活动识别、资源估算(特别是人力资源估算)、技术要求等内容容易确定,而且同类型项目的重复率较高。

3) 三点估算法

三点估算法是以一定的假设条件为前提,估算多种活动时间的的方法。这是最常用的方法。

其步骤是:首先估计出项目各个活动的3种可能时间,即最乐观时间 T_a 、最悲观时间 T_b 和正常时间 T_m ,然后利用计算公式求得各项活动持续时间的平均值。

其计算公式为

$$T = (T_a + 4T_m + T_b) / 6$$

注意,估算活动持续时间时,一定要处理间歇时间(非工作时间),即活动持续时间估算的计算公式为

$$\text{活动持续时间} = \text{实际工作时间} + \text{间歇时间}$$

例如,某项活动持续时间为6周±3天(每周5个工作日)表示该活动的持续时间最少需要27天,最多需要33天。

IT项目(特别是软件项目)涉及领域、开发技术和开发环境往往各不相同,同类型项目的重复率较低。而且即使前面的因素变化不大,人员的因素也会使项目的估算存在很大的差异。因此,常常采用两种或多种方法共同进行估算。

3.3.4 制订项目进度计划和控制项目进度

1. IT 项目进度计划的内容

IT 项目进度计划一般包括以下内容。

(1) 项目综合进度计划。根据前面的活动排序计算出各阶段工程的工期,从而计算出整个项目所需的总工期。

(2) 项目实施进度计划。根据估算的各项活动所需的工时数以及计划投入的人力,求出各项活动的实施时间,然后按照项目具体实施顺序的要求,制订整个项目的实施进度计划。

(3) 项目采购进度计划。对于一些需要外包或定制的 IT 项目,还需要编制采购计划,确定各项采购进度的具体日期。

(4) 项目验收进度计划。对项目实施中以及即将结束时进行的验收活动制订计划。一般 IT 项目需要通过实际的使用进行验收。例如,软件项目的验收一般包括系统试运行、系统初验、系统运行、系统终验等阶段。

(5) 项目维护计划。IT 项目的维护工作量大,周期长,因此有必要制订详细的项目维护计划。

2. 常用的项目进度计划编制方法和技术

常用的项目进度计划编制方法和技术有关键路径法和计划评审技术。

1) 关键路径法

关键路径法(Critical Path Method, CPM)通过分析项目过程中哪个活动序列进度安排的总时差最少来预测项目工期,此方法使用网络图表示各项工作之间的相互关系,找出控制工期的关键路径,在一定工期、成本、资源条件下获得最佳的计划安排,以达到缩短工期、提高工效、降低成本的目的,并能为识别潜在的项目延迟风险提供极其重要的依据。

简单地说,关键路径法是通过寻找关键路径及其时间长度来确定项目的完成日期与总工期的方法。

在关键路径法中,一般有以下几个时间参数:

(1) 最早开始时间(ES)。由所有紧前活动的最早结束时间确定,即 $ES = \max \{ \text{所有紧前活动的 EF} \}$ 。

(2) 最早结束时间(EF)。由活动的最早开始时间加上其工期(持续时间) D 来确定,即 $EF = ES + D$ 。

(3) 最迟结束时间(LF)。由所有紧后活动的最迟开始时间确定,即 $LF = \min$

{所有紧后活动的 LS}。

(4) 最迟开始时间(LS)。等于活动的最迟结束时间减去活动的工期(持续时间),即 $LS=LF-D$ 。

(5) 总时差(Total Float,TF)。指一项活动在不影响整体计划工期的情况下最大的浮动时间, $TF=LS-ES$ 。

(6) 自由时差(Free Float,FF)。指活动在不影响其紧后工作的最早开始时间的情况下可以浮动的时间, $FF=\min\{\text{所有紧后活动的 ES}\}-EF$ 。

关键路径上的活动称为关键活动。项目的关键路径是指能够决定项目最早完成时间的一系列活动,它是网络图中最长的路径。

在项目管理中,编制网络计划的基本思想是在一个庞大的网络图中找出关键路径,并对各关键活动优先安排资源,采取相应措施,尽量压缩需要的时间;而对非关键路径的各个活动,在不影响工程完工时间的条件下,可以抽出适当的人力、物力和财力等资源用在关键活动上,以达到缩短工程工期、合理利用资源的目的。

【计算时间参数】

某项目的箭线图如图 3.11 所示。计算活动 B、G 和 L 的最早开始时间(ES)、最早结束时间(EF)、最迟开始时间(LS)、最迟结束时间(LF)、总时差(TF)和自由时差(FF),并确定关键路径和关键活动。假设活动 A 的最早开始时间为 0,活动 M 的最迟结束时间为 39。

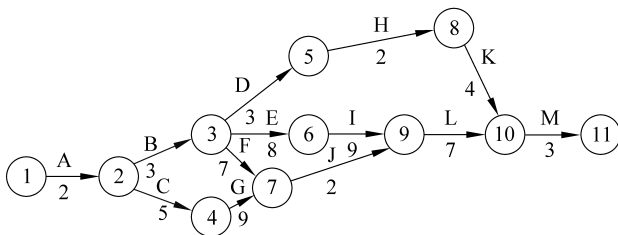


图 3.11 某项目的箭线图

解:

(1) 活动 B、G 和 L 的最早开始时间、最早结束时间的计算过程如下:

- 活动 B: $ES_B=2, EF_B=ES_B+3=5$ 。
- 活动 G: $ES_G=EF_C=7, EF_G=ES_G+9=16$ 。
- 活动 L: $ES_L=\max\{\text{所有紧前活动的 EF}\}=\max\{EF_I, EF_J\}$, 而 $EF_I=13$, $EF_J=ES_J+2=\max\{EF_F, EF_G\}=\max\{12, 16\}=16$, 所以 $ES_L=\max\{13,$

$$16\} = 16, EF_L = ES_L + 7 = 23。$$

(2) 活动 B、G 和 L 的最迟开始时间、最迟结束时间的计算过程如下：

先计算最后一项活动的最迟结束时间，再计算最后一项活动的最迟开始时间，然后分别求出其紧前活动的最迟结束时间和最早开始时间，以此类推即可。

- 活动 M: $LF_M = 39, LS_M = 39 - 3 = 36。$
- 活动 L: $LF_L = LS_M = 36, LS_L = LF_L - 7 = 29。$
- 活动 I: $LF_I = LS_L = 29, LS_I = LF_I - 9 = 20。$
- 活动 E: $LF_E = LS_I = 20, LS_E = LF_E - 8 = 12。$
- 活动 J: $LF_J = LS_L = 29, LS_J = LF_J - 2 = 27。$
- 活动 F: $LF_F = LS_J = 27, LS_F = LF_F - 7 = 20。$
- 活动 G: $LF_G = LS_J = 27, LS_G = LF_G - 9 = 18。$

同理：

- 活动 K: $LF_K = LS_M = 36, LS_K = LF_K - 4 = 32。$
- 活动 H: $LF_H = LS_K = 32, LS_H = LF_H - 2 = 30。$
- 活动 D: $LF_D = LS_H = 30, LS_D = LF_D - 3 = 27。$
- 活动 B: $LF_B = \min\{\text{所有紧后活动的 } LS\} = \min\{LS_D, LS_E, LS_F\} = \min\{27, 12, 20\} = 12, LS_B = LF_B - 3 = 9。$

(3) 活动 B、G 和 L 的总时差、自由时差的计算过程如下：

- 活动 B: $TF_B = LS_B - ES_B = 9 - 2 = 7。$

$FF_B = \min\{\text{所有紧后活动的 } ES\} - EF_B = \min\{ES_D, ES_E, ES_F\} - 5$ ，而 $ES_D = \max\{\text{所有紧前活动的 } EF\} = \max\{EF_B\} = 5, ES_E = \max\{EF_B\} = 5, ES_F = 5$ ，所以， $FF_B = 5 - 5 = 0。$

- 活动 G: $TF_G = LS_G - ES_G = 18 - 7 = 11。$

$FF_G = \min\{\text{所有紧后活动的 } ES\} - EF_G = ES_J - 9$ ，而 $ES_J = \max\{\text{所有紧前活动的 } EF\} = \max\{EF_F, EF_G\} = \max\{12, 16\} = 16$ ，所以， $FF_G = 16 - 9 = 7。$

- 活动 L: $TF_L = LS_L - ES_L = 29 - 16 = 13。$

$FF_L = \min\{\text{所有紧后活动的 } ES\} - EF_L = ES_M - 23$ ，而 $ES_M = \max\{\text{所有紧前活动的 } EF\} = \max\{EF_K, EF_L\} = \max\{EF_K, 23\} = \max\{ES_K + 4, 23\} = \max\{14, 23\} = 23$ ，所以， $FF_L = 23 - 23 = 0。$

(4) 确定关键路径和关键活动。从箭线图中可以找出 4 条从开始到完成的路径：A-B-D-H-K-M、A-B-E-I-L-M、A-B-F-J-L-M 和 A-C-G-J-L-M，这 4 条路径的长度分别为 17、32、24 和 28，因此，该项目的关键路径为 A-C-G-J-L-M，关键活动为 A、C、G、J、L 和 M。