

广东工程职业技术学院
项目管理课程学习手册

编 者

组长 李震阳

编写人员 朱 珍 徐丽新 黄 玲 彭康华 王 力 黄轶文
钟祥睿 刘越涛 钟泽荣

目录

子项目1 项目案例分析及启动	5
1.1 项目背景、项目目标分析	5
1.1 项目管理案例分享	5
1.2 IT项目案例——班级共享交流网站	5
1.3 项目与项目管理的基础概念	8
1.4 项目启动	9
子项目2 工作分解与团队组建	11
2.1 项目工作分解	11
2.2 用Excel制作责任分配表	12
2.3 项目人力资源管理——团队组建	13
子项目3 项目进度计划编制	15
3.1 活动定义和甘特图	15
3.2 前导图、箭线图	16
3.3 项目进度估算的基本方法。	17
3.4 应用关键路径法编制进度计划	17
3.5 正推法、逆推法	18
3.6 时间压缩法	19
子项目4 编制项目质量计划	21
4.1 质量、软件质量	21
4.2 标准、质量计划编制、质量保证	22
4.3 质量控制	23
子项目5 编制项目成本计划	26
5.1 项目成本、成本估算过程	26
5.2 项目估算案例	26
5.3 成本估算方法	27
5.4 成本预算	28

子项目6 编制项目风险管理计划	31
6.1 风险概念、风险管理规划和风险识别	31
6.2 风险分析、风险应对规划、风险监控	32
6.3 IT项目风险管理主要问题及对策	33
子项目7 项目执行控制	35
7.1 图解控制法	35
7.2 挣值分析法	35
7.3 挣值分析法案例	38
子项目8 项目验收与总结	40
8.1 项目收尾工作过程、文档整理	40
8.2 测试与验收	41
8.3 项目评估、项目移交、培训与售后服务	42

子项目1 项目案例分析及启动

1.1 项目背景、项目目标分析

1.1.1.1 就业平台项目的背景

1.1.1.2 非遗文化产品、非遗文化商城

1.1 项目管理案例分享

我们将给大家介绍生活项目生日宴会，以及军事项目草船借箭。

（1）生日宴会案例

首先看生活中的项目，生日宴会。目标，庆祝小明生日，举办一次聚会。我们从时间、质量、费用三方面描述项目。时间要求，5月8日至9日。质量要求，宾客对食物满意，娱乐活动令宾客愉快。费用要求，支出500元以内，需借来音响设备。

分析工作内容，我们可以把生日宴会分解成晚宴和娱乐两大部分任务。其中晚宴又分为生日蛋糕、饮料、清洗、做菜四大任务。

生活中充满项目，建造一座大楼、举办一次庆典、开发新产品、组织一次旅行，都是项目。多数项目是为了创造一个唯一的产品或提供一个唯一的服务而进行的临时性的努力。

成功的项目必须满足客户管理层和供应商在时间、质量、费用上的要求，这称为项目的三重约束。

（2）草船借箭案例

我们再看故事中的项目，草船借箭。项目名称，造箭；项目成果，10万枝箭；项目经理，孔明；项目成员，300人；项目时限，10日内完成。项目风险：时间太短，物料不足。

项目的实际执行方式是把这个项目外包给曹操，诱骗曹操射来大量箭，取得十万枝箭。

实施这个项目还需要注意：第一，要保密。第二，利用天时。第三，利用心理学，让曹操不敢出兵。

1.2 IT项目案例——班级共享交流网站

（1）项目计划与实施

我们的项目计划，包括项目背景、项目目标、开发团队、需求分析、候选技术方案、项目生命期、工作分解结构、责任分配矩阵、甘特图、网络图、成本估算等内容。

第1项，项目背景。作者所在班级是在职学习的班级，同学们平时在不同岗位工作，周六日才聚到一起上课。

第2项，项目目标。内容：构建班级共享交流平台。目的：信息发布、资源共享、交流讨论。方式：部署服务器、开发网站、信息管理，文件管理。

第3项，需求分析。班级网站必须是一个共享平台，能共享课件、文档等资源。网站应包含讨论区、论坛等交流平台。

网站应提供信息发布功能，包括作业信息、考试信息、活动通知等。网站还需要提供一定的相互协作功能。

我们制作了调查问卷，发放给全班同学。根据统计，优先开设课件下载、讨论区、教师专题讨论区、班级新闻、同学录、课程表、班级相册、专题调查等栏目。

第4项，技术方案选择。对于技术方案的选择，主要考虑成熟、简便的平台，以及易用性、经济性。

因此我们提出两种方案：

方案一，租用空间，采用php+my sql+discuss论坛系统。

方案二，自备服务器托管，安装windows2003 +sql server+ SharePoint + project server。

我们在班里发起调查：租空间的优势是成本低，但功能有限；购买服务器成本高，但功能齐全、容量大。

根据统计，赞成方案二自备服务器托管的有75%。

第5项，编写项目建议书。

明确项目目标、实施方式。

第6项，项目团队。

明确项目团队。由06级MPM专业丙班第7组同学执行。

明确项目发起人和干系人。

规划项目团队成员的角色、主要责任分配。包括项目经理、硬件专家、软件专家、网页设计师、系统管理员等等。

第7项，各阶段产品。各实施阶段的中间产品是，需求说明书、详细设计方案、网站试运行、网站正常运行。

项目完成准则是网站投入运行，可以随时随地访问，提供服务。

第8项，规划项目进度。需求分析8工作日，设计规划6天，网站建设48天，测试运行15天。

第9项，预测成本。其中服务器费用为3520元。还有劳务、软件的成本。

第10项，班委审批，同意立项。

第11项，项目生命期各阶段标志性成果：需求分析阶段的成果是需求说明书，设计规划阶段的成果是详细设计方案，项目实施阶段的成果是网站试运行，项目移交阶段的成果是网站正式运行。

第12项 工作分解结构（WBS），可以用组织结构图表示。我们把大任务分解成小任务，小任务分解成可执行的任务。其中3网站建设任务分解成支撑环境、网站设计、内容初始化。3.1支撑环境又分解为域名申请、服务器购买、托管场地准备、软件安装。

工作分解结构还可以用表格形式表示，包含的内容是一样的。

第13项，分配工作任务。结合组员的特长安排各项工作。

我们编制了责任分配矩阵。第1列是任务编号，第二列是任务名称。把团队成员列在第1行。任务名称与团队成员姓名交叉的地方，标注P或S，表示这个人负责或协助这项任务。

接下来我们研究进度与成本。需要使用甘特图、网络图等工具。

第14项，任务数据。我们对每项任务标注它的前一项活动的编号。例如2号任务的前项活动是1，表示先执行1号任务，再执行2号任务。

第15项，甘特图，又称横道图。每一个任务都对应一条横道，横道的左端就是开始日期，右端是完成日期，横道的长度表示工期，横道内的实心条形表示实际完成的进度。

根据任务数据，我们可以画出网络图，表达任务的顺序与并行关系。例如任务2.3执行以后，可以同时启动任务3.1.1、3.1.3和3.1.2。

第16项，成本估算。根据工期和薪酬标准，可以估算出每个任务花费的劳务费用。其中任务3.1.3服务器购买，还需要加入购买服务器的3520元。

第17项，我们制作了网站宣传资料，介绍产品的实际效果。这部分内容我们下节课再介绍。

（2）班级共享交流网站的产品效果

我们主要围绕用户目标、设计功能、运行环境等方面介绍。

我们的服务对象是中山大学MPM专业的全体同学。目的是信息发布、资源共享和交流讨论。主要举措有部署服务器、开发网站、信息管理、文件管理。

想要使用产品，首先要访问对应网址。登录以后可以看到最新消息、课程分类栏目，左边有修改密码、班级新闻、同学录、班级相册、课程安排、课件下载、作业安排等版面的按钮。

打开网站时需要登录，管理员为每个同学建立用户，用户名通常是学号。

登录以后可以编辑最新消息。

- 可以新建通知。
- 可以编辑课程表。
- 可以在课件库上传文档。
- 可以在班级相册上传照片。
- 可以在布置作业栏目发布作业题目。
- 可以在提交作业栏目上传作业。
- 可以在讨论区发表意见。
- 可以为问题建立调查版面，让用户选择投票。
- 可以建立子网站，实现专题子系统。例如我们建立了工程项目管理网站。

最后介绍一下运行环境，操作系统是windows2003，数据库是SQL Server2000，服务器托管在电信机房。

1.3 项目与项目管理的基础概念

我们会学习项目的定义、项目与运作、项目的典型特性、项目的三重约束、项目的分类项目、管理的定义、项目管理的特点、项目管理的十大管理、项目管理的五大过程。

首先来看看典型的项目，例如建造一座大楼、建造一座工厂、举办一次晚宴、举办一次庆典、开发一个新产品、组织一次旅行。

项目是一项有待完成的任务，要求利用有限的资源例如人力、物力、财力等，在规定的时间内完成任务，任务要满足一定的质量和性能的要求。

随着社会的发展，人类有组织的活动分为两种类型，一类是连续不断、周而复始的活动称为运作；另一类是临时性、一次性的活动称为项目。

项目与运作都跟企业的发展息息相关。例如在本校区开了一家奶茶店，这是一个项目。开店以后每天按照菜单生产和销售，这是运作。有一天，我们开发了一款新产品，更新了菜单，这是项目。然后我们按照新菜单生产和销售，这是运作。接着我们在分校区开了一家分店，这是项目。然后我们同时运作两家分店。

请同学们看一看哪些是项目，哪些是日常运作，例如上课、野餐活动、集体婚礼、社区保安、开发操作系统、每天的卫生保洁、神州飞船计划。

说到项目，我们经常想起一些典型的特性，例如明确具体的目标、团队精神、开始日期、结束日期、一次性工作、沟通、预定的经费、明确的工作范围。

项目有三重约束，成功的项目必须满足客户、管理层、供应商在时间、质量、费用上的要求。

例如广州电信10000号系统项目。质量目标是整合180投诉咨询、170话费查询、179报账、189报装功能，时间是一年半，资金是1892万。

项目可以分成工程项目和非工程项目，按行业可以分成建筑、制造、农业医疗等项目，按性质可以分成研制、风险投资、产品开发等项目。

项目管理是以项目为对象的系统管理方法，项目管理的手段是计划、组织、指导和控制。

项目管理的思想是系统方法论。项目管理的机制是项目经理负责制。项目管理的方式是目标管理。

项目管理包含十大管理，时间管理、成本管理、质量管理、范围管理、采购管理、风险管理、人力资源管理、沟通管理、综合管理，还有干系人管理。

项目管理分成五大过程，启动过程、计划过程、实施过程、收尾过程和控制过程。

1.4 项目启动

在项目启动阶段，我们需要识别需求、开展可行性研究、识别项目干系人、任命项目经理、组建团队、制定项目章程。

项目来源于各种需求和要解决的问题，例如能源项目、扶贫项目。一个项目会带动其他项目，创造项目链。

第1项工作，识别需求。明确的需求是项目的基础。我们要让提出需求的人畅所欲言；要对需求提出一系列问题；要做一些研究工作，更好地理解需求。要尽可能清楚地描述这个需求；要听听用户对你的描述的反映。

接着我们把需求变成功能要求，功能要求应描述最终产品的特征，技术要求根据功能要求产生。

在分析过程中，我们经常使用SWOT分析。其中S是优势。W是弱点，O是机会，T是威胁。

我们还可以开展PEST分析，从政治经济社会技术方面描述。

第2项工作，开展可行性研究。研究技术可行性、经济可行性、生态和社会可行性等方面内容。

可行性研究报告要包括项目背景、市场和生产能力、原材料投入、项目投产后的组织结构和管理费、财务和经济评价等内容。

第3项工作，识别项目干系人。项目干系人是积极参与项目或其利益在项目执行中或成功后受到积极或消极影响组织和个人。典型的项目干系人有顾客、项目经理、执行组织、项目发起人。

第4项工作，任命项目经理和组建团队。

通常会定义责任分配矩阵。列标题是任务列表。行标题是团队成员。姓名与任务交叉的地方，标记分配的职责。

第5项工作，制定项目章程。项目章程是正式确认项目存在的文档。它应该包含项目名称、项目干系人、商业需求、产品或服务描述、相关资源等内容。

子项目2 工作分解与团队组建

2.1 项目工作分解

项目工作分解就是把复杂的项目逐步分解成一层一层的要素，直到具体明确为止。它的目的是明确项目所包含的各项工作。

(1) 基础知识

工作分解结构，英文**WBS**，是将一个项目分解成易于管理的几个部分或几个细目，以确保找出完成项目工作范围所需的所有工作要素。**WBS**通常是一种面向成果的树，它的最底层是细化后的可交付成果。

wps分解的一般步骤为，总项目、子项目、主要工作任务、次要工作任务、小工作任务。一般小型的项目建议分解为2到3层。

WBS的表达形式通常有层次结构图或多级列表。每一项任务有一个类似1.1、1.2的多级编号。

WBS的工作编码有多种形式，下面是另一种编码。

我们还可以用表格的形式表达**WBS**。

编制**WBS**的注意事项有：应保持项目内容的完整性，不遗漏任何必要的组成部分。一个单元只能从属于某一个上层单元。单元应当能区分不同的责任者和不同的工作内容，有较高的整体性和独立性。要有合理的详细程度。

我们还要注意：分解后的任务，应该是可管理的、可定量检查的、可分配任务的、独立的。复杂工作至少分解成两项任务。任务编号不表示顺序关系。

(2) **WBS**分解类型

WBS最典型的分解类型有两种。

第一种，基于可交付成果的划分。

上层一般为可交付成果，下层一般为可交付成果的工作内容。

例如制造轮船的**WBS**：轮船可以分解为动力系统、电器系统、管道系统、船体等子系统。例如船体可以分解为A段到K段等零件。每一段零件又可以分解一系列工艺流程。

我们再看建筑物的**WBS**：我们建造一栋楼，可以分为选址、砖石建筑、配管配电工作等等。例如砖石建筑可以进一步分解。

第二种，基于工作过程的划分。

上层通常按照工作的流程分解，下层通常按照工作的内容划分。

例如新软件包安装项目，分解为确定要求、设计、开发、测试、安装完成等流程。其中开发流程分解为修改外购软件包、修改内部程序、修改手工操作系统流程。

又如新设备安装项目的WBS，按流程分解为总体设计、布局设计、设备安装、设备调试。其中设备安装包含加工、装配、安装设备。

我们再看企业经营评价系统项目，按流程分解为问题界定、系统分析、系统设计、系统开发、测试、实施等任务。

(3) 总结

假如你要在家里举行一次生日宴会，请制作一份WBS。

我们把生日宴会分解为晚宴和娱乐两部分。其中晚宴包含生日蛋糕、饮料、清洗、做菜等任务。

我们还可以用层次结构图来表达这个WBS。

在今天的课程中，我们学习了WBS工作分解结构。WBS既可以用图形式，也可以用列表式来表达。

2.2 用Excel制作责任分配表

(1) "WBS1"表：

责任分配表的左半部分是工作分解结构WBS。第一列WBS任务编码。我们编制类似1.1、1.2、1.2.1这样的多级编码。通常这一列可以使用缩进的格式，表示层次关系。第二列是任务名称。

(2) "责任分配表"表：

现在我们看怎么样制作责任分配表。我们在第一行右边增加团队人员列例如小明、爷爷、姐姐。然后在每个人跟每个任务交叉的地方做上标记，例如打钩表示参与、三角形表示负责。P表示负责，S表示参与。完成这张表格以后，我们还可以使用自动筛选，例如针对爷爷，筛选出所有爷爷列非空的记录，就得到爷爷的任务清单。

(3) "责任分配表（利用负责人列）"：

责任分配表的团队成员列表也可以简化成一列，称为负责人列。然后在负责人列填写每项任务的所有人员姓名。通常填第一的是负责人。

2.3 项目人力资源管理——团队组建

我们分五个专项介绍：人力资源管理概述、项目人力资源规划、项目团队组建、项目团队建设、绩效评估。

第1项，人力资源管理概述。

IT项目资源，指人力资源、硬件资源、系统软件、资金、技术等形成生产力的各种要素。对于IT项目，最重要的、起决定作用的资源是人力资源。

项目人力资源，是指能推动整个项目发展的所有相关者的能力。人力资源管理是对人力资本进行计划、组织、领导、协调、控制的过程。

人力资源管理的主要过程有人力资源规划、项目团队组建、项目团队建设、项目团队管理。

软件项目团队的特点有：人员构成的多样性、人员结构的层次性、人员能力的潜在性、人员组成的可变性。

第2项，项目人力资源规划。

首先是确定IT项目组织。针对项目的需求，确认项目需要哪种类型的成员，还要构建项目的组织结构图。

在某个项目的组织结构图中，我们看到项目经理管辖了项目组长，项目组长管辖项目组成员，另外还需要支撑部门人员，包括采购人员、质量管理人员等的支持。

典型的系统集成项目团队的角色包括项目经理、系统架构师、系统分析师、网络规划与设计师、网络工程师、软件工程师、测试工程师、实施人员、文档管理人员、行业专家等。项目角色和职责必须明确，否则容易造成某一项工作没人负责，影响项目目标的实现。

我们还需要编制人员配备管理计划，在计划中明确：（1）需要哪个部门，（2）需要何种人员，（3）需要哪些技能。

第3项，项目团队组建。

组建一个满足项目开发的团队，是项目获得成功的基本条件。第1步是选择项目经理。IT项目成败的关键人物是项目经理。

接着我们要选择团队成员。人员募集要做的工作就是获得团队成员。

我们要注意团队成员候选人是否具备以下能力：扎实的专业基础，独立创新的工作能力，良好的沟通能力、团队合作精神，认真严谨的工作态度，成就感强、工作有激情，锲而不舍的精神，善于总结和运用工作经验与教训。

第4项，项目团队建设。

团队是层次合理、分工明确、任务清晰、责任到位，能将有限资源有效地整合的机构。

团队能否有效地开展活动，体现在：拥有共同目标，合理分工与协作，具有高度的凝聚力，团队成员相互信任，能够有效的沟通。

项目团队从产生到消失经历5个阶段：组建阶段、磨合阶段、正规阶段、成效阶段、解散阶段。确保项目团队士气高昂，使团队成员发挥他们的潜力，是项目团队建设过程的任务。

项目团队建设常用以下几种方式：第一，团队建设活动。第二，绩效考核与激励。

第三，集中安排。例如设立一个作战室，队伍可以在其中集合，并张贴进度计划和最新信息。第四，开展培训。

关于团队建设的两条建议：一，你可以不知道团队成员的某些缺点，但不可不知道他们的优点。二，团队专长=集体知识+规范的团队交流方式。

IT项目培训，是指使员工能在现有项目和将来的岗位上胜任其角色而进行的有计划、有组织的学习和训练活动。对客户和用户的培训也很重要。

第5项，绩效评估。

绩效评估是对员工的工作行为与工作结果，全面地、系统地、科学地考察分析评估反馈的过程。绩效评估的目的主要包括：一，激励员工；二，开展针对性的培训；三，加强组织与员工的沟通。

子项目3 项目进度计划编制

3.1 活动定义和甘特图

（1）项目进度管理的基本概念

项目计划包括进度管理计划、质量管理计划、费用管理计划等。我们需要基于工作分解结构等资料，制定进度计划，编制预算及其他文件。

工作分解结构是我们编制这些计划的重要基础。工作分解结构能准确说明项目的范围；能为各个独立单元分派人员；能针对各独立单元进行时间费用和资源需要量的估算。

进度管理是为了确保项目按期完成所需要的过程。按时完成项目是项目经理最大的挑战之一。

进度管理过程包括活动定义、活动排序、活动历时估计、任务资源估计、制定进度计划，还有进度控制。

（2）活动定义

活动定义，是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。

例如我们的产品，实现功能一、功能二、功能三。其中功能二包括子功能一、子功能二、子功能三。为了实现子功能二，我们需要执行活动一、活动二。

项目各项活动存在相互联系与相互依赖关系。我们可以定义前置活动和后置活动。

活动之间的关系有**FS**结束-开始关系、**FF**结束-结束关系、**SS**开始-开始关系、**SF**开始-结束关系。

（3）进度管理图示

进度管理图示主要有网络图、甘特图、里程碑。活动需要消耗资源；里程碑不需要消耗资源，仅仅表示事件的标记。

里程碑计划是以某些重要事件的完成或开始时间点作为基准形成的计划。里程碑计划可以用表的形式表达。

里程碑计划还可以用图的形式表达。这张图表示了需求定义、总体设计、编码、测试、发布等等里程碑事件的时间。

甘特图可以查看任务的工期、开始时间、结束时间以及资源的信息。

在这张甘特图，我们看中央会计系统调试任务，横道的左边对应开始日期，右边对应完成日期，长度是工期，横道的旁边还标注了负责的团队成员。

这种标有虚线的甘特图，是带有时差的甘特图。任务D既可以在4月份开始，也可以在6月份开始。

3.2 前导图、箭线图

网络图是活动排序的一个输出。用来展示各个活动及活动之间的逻辑关系。网络图的表达包括前导图法、箭线图法、条件图法。

第一，前导图法，用节点表示工作、箭线表示工作关系。绘图时，先画方框，再写上活动代号A、B、C。第二，箭线图法，用箭线表示工作、节点表示工作关系。绘图时，先画箭头，再在箭头上方写活动代号A、B、C。

（1）前导图

前导图PDM的基本特点是节点，在软件项目中前导图比箭线图更通用。

我们来看一个前导图的案例。项目开始后同时执行活动1和活动2。执行活动1以后可以执行活动3。活动3和活动2执行后项目结束。

工作分解WBS与网络图之间存在映射关系。例如某项目WBS中的1.1、1.2任务对应网络图中的1.1、1.2活动。

在这个案例中，项目规划任务与需求获取、需求确认任务并行执行。项目计划评审以后，总体设计与详细设计同时开工。

（2）箭线图

箭线图ADM也称为双代号项目网络图。用箭线表示活动，圆圈表示前一道工序的结束，后一道工序的开始。

刚才看过的案例，用箭线图表示如下。项目计划评审以后，总体设计与详细设计同时开工。

在箭线图中引入了虚活动，见图中的虚线箭头。虚活动表示逻辑关系，不消耗资源。

网络图中常见的逻辑关系用箭线图表示如下。大家先看第1到第3个图例。其中第2张图，A、B均完成后，E才开始，使用了虚活动。

大家接着看第4到第6个图例。

（3）用前导图和箭线图表达并行交叉安排工作

我们再看一个案例——粉刷房间的项目安排，用前导图和箭线图表达并行交叉安排工作。假定对每个房间准备房间、粉刷房间、漆房间贴面各需要一个小时、各需要一位专业工人。方式一，处理完一个房间再处理下一个房间，3个房间需要9小时。方式二，按照图例将任务

并行安排，例如粉刷房间1的同时准备房间2，3个房间只需要5个小时，大大缩短了工人的作业时间和等待时间。

3.3 项目进度估算的基本方法。

进度估算的基本方法有基于规模的进度估算、PERT方法、CPM关键路径法、基于承诺的进度估算等等。

第1项，基于承诺的进度估算，实际上是要求人员做出进度承诺，非进度估算。有利于团队在接受承诺之后士气高昂；但估计得比较乐观，容易产生大的估算误差。

第2项，工程评估评审技术PERT，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。**O**是乐观估计。**M**是最可能估计，**P**是悲观估计，期望值 $E = O \cdot 1/6 + M \cdot 4/6 + P \cdot 1/6$ 。

假定乐观估算需要8天，最可能估算需要10天，悲观估算需要24天，综合计算的期望值等于12天。

假定乐观估计15天，普通估计20天，悲观估计30天，那么期望值等于21天。

第3项，定额估算法。需要三个参数：活动的工作量**Q**、人力或设备数量**R**、产量定额**S**。活动持续时间 $T = Q / (R \cdot S)$ 。

假定活动的工作量**Q**等于6人月，人力数量等于2人，产量定额**S**等于1。那么时间估算**T**需要三个月。假定工作量**Q**等于6人月，人力数量**R**等于2人，产量定额**S**等于1.5倍，那么时间估算**T**等于两个月。

定额估算法估算方法比较简单，适合项目的规模比较小，例如小于1万行代码的项目。

3.4 应用关键路径法编制进度计划

编制项目进度计划，需要确定项目的所有活动及其开始和结束时间，需要考虑时间、费用和资源。它是监控项目实施的基础。

编制项目进度计划的步骤有：（1）进度编制（2）资源调整（3）成本预算（四）计划优化调整（五）计划基线。

进度编制的基本方法有关键路径法、时间压缩法、关键链法。我们这次课讲解关键路径法。

关键路径法，英文缩写**CPM**，根据网络图逻辑关系和单一的历史估算，计算每个活动的最早和最迟开始和完成日期。计算网络图中最长的路径，从而确定项目完成时间。

我们可以在活动节点标注时间参数。中间标注任务名称，上方标注任务序号，下方标注工期，左上角标注最早开始时间ES。右上角标注最早完成时间EF，左下角标注最晚开始时间LS，右下角标注最晚完成时间LF。

浮动时间是一个活动，在不影响其他活动或者项目完成的情况下，可以延迟的时间量。总浮动，是在不影响项目最早完成时间本活动可以延迟的时间。自由浮动是在不影响后置任务最早开始时间本活动可以延迟的时间。

我们看一个项目，A任务和B任务并行执行，A任务需要100天，B任务只需要10天。

可以看出A任务的最早开始时间是第0天，最晚开始时间也是第0天。而B任务的最早开始时间是第0天，最晚开始时间是第90天。B任务最晚开始时间-最早开始时间=90天，这是B任务的浮动时间。

我们可以标记任务滞后，例如活动A完成之后三天活动B开始 $Lag=3$ 。

在这个项目，我们看到C任务的最晚开始时间是第95天。B任务需要10天，由于C任务需要5天、活动滞后5天，B任务的最晚开始时间是第80天。

关键路径决定项目完成的最短时间。关键路径是网络图中最长的路径，是时间浮动为零的路径。关键路径上的任何任务都是关键任务。关键任务的延迟，会导致整个项目完成时间的延迟。

这个项目的任务有两条路径：第1条路径A-B-C-E，需要 $2+5+2+1=10$ 天。

第2条路径A-B-D-F，需要 $2+5+7+2=16$ 天。第2条路径时间最长，是关键路径，根据它的长度，项目最少需要16天。

我们再看一个项目，这个项目有三条路径：第1条路径A-C-G-H需要 $7+6+3+2=18$ 天。第2条路径B-D-E-H需要 $3+3+3+2=11$ 天。第3条路径B-F-E-H需要 $3+2+3+2=10$ 天。第1条路径时间最长，是关键路径。其中第2条路径有7天的浮动时间。

明确关键路径后，可以合理安排进度。大家注意：关键路径可能不止一条；在项目的进行过程中，关键路径有可能改变。

3.5 正推法、逆推法

我们需要先准备网络图，并分析关键路径。

(1) 正推法

我们先讲解正推法：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。项目的开始时间是网络图中第1个活动的最早开始时间。从左到右、从上到下进行任务编

排。当一个任务有多个前置任务时，选择其中最大的最早完成日期，作为其后置任务的最早开始日期。

我们来看一个正推法实例：A任务的最早开始时间是第1天，作为项目的起点。A任务需要7天，最早完成时间是第8天。根据A任务的时间，C任务的最早开始时间是第8天，需要6天，最早完成时间是第14天。G任务第14天开始，需要三天，第17天完成。H任务需要第2条路径的时间参数，所以我们先看第2条路径的起点B任务。B任务从第1天开始，需要3天，第4天完成。D任务第4天开始，需要3天，第7天完成。E任务需要比较D任务和F任务的完成时间。F任务第4天开始，需要2天，第6天完成。D任务第7天完成，F任务第6天完成，因此E任务第7天才能开始。E任务第7天开始，需要3天，第10天完成。由于G任务第17天完成，E任务第10天完成，因此H任务第17天才能开始。H任务需要两天，第19天完成。H任务是项目的最后一个任务，可见，整个项目第19天完成。

（2）逆推法

我们再介绍一下逆推法：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。首先确定项目的结束时间，是网络图中最后一个活动的最晚结束时间。从右到左，从上到下进行计算。当一个前置任务有多个后置任务时，选择其中最小最晚开始日期作为其前置任务的最晚完成日期。

我们来看一个逆推法的实例：已知项目的结束时间是第19天。最后一个任务H，最晚完成时间为第19天，需要2天，最晚开始时间是第17天。任务G第17天完成，需要3天，第14天开始。任务C第14天完成，需要6天，第8天开始。任务A第8天完成，需要7天，第1天开始。任务E第17天完成，需要3天，第14天开始。任务D第14天完成，需要3天，第11天开始。任务F第14天完成，需要2天，第12天开始。任务B的完成时间需要比较任务D和F的开始时间。任务D第11天开始，任务F第12天开始，我们选择最小的开始时间，因此任务B第11天完成。任务B需要三天，第8天开始。因此我们发现，任务A必须第1天开始；而任务B可以第8天才开始，有7天的浮动时间。

3.6 时间压缩法

我们这次课的主题是项目进度编制过程的时间压缩法。我们将介绍赶工和快速跟进。

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。

（1）第1种方法，赶工

赶工，也称为时间-成本平衡方法。在不改变活动的前提下，通过压缩某一个或多个活动的时间，来达到缩短整个项目工期的目的。主要是压缩关键路径上的关键活动历时。

项目活动有正常历时、正常成本，也有压缩历时、压缩成本。

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。压缩成本-正常成本=6.2万-5万，正常进度-压缩进度=7周-5周=2周。我们可以计算出进度压缩单位成本=6000元每周。因此，压缩到6周的成本是5.6万元。

我们看赶工时间与赶工成本关系图，压缩角度越小越好。

（2）第2种方法，快速跟进

快速跟进是改变活动间的逻辑关系，并行开展某些活动。在这个项目中，需求分析需要10天，设计需要5天，设计在需求分析之后开始，我们可以尝试让设计任务提前3天开始。

我们看任务超前的标记：任务A完成之前3天任务B开始。标记Lead=3。

（3）第3种方法，任务拆分

还是刚才的项目，我们将设计任务拆分成设计一3天，设计二2天。其中设计一不需要需求分析的成果，设计二需要融合需求分析的成果。这样实现了设计一任务跟需求分析并行工作，两个任务的工期缩短三天。

子项目4 编制项目质量计划

4.1 质量、软件质量

整个单元包含质量概念与意义、质量管理过程两大部分。

（1）质量的概念

质量是反映实体满足规定或潜在需要的特征和特性的总和。软件质量是与软件产品满足明确或隐含需求的能力有关的特征和特性的总和。

我们可以从多个角度描述质量：例如符合目的或者用途。又如符合顾客在其合理价格下对产品的要求。例如网站的质量，明确要求是实现查询功能，得到查询结果；还有隐含要求，查询响应的速度快。

根据软件的魅力品质模型，产品的品质分为必然品质、满意品质和魅力品质。

质量管理是项目管理三大目标的统一。

质量是生命，也是信誉。我们可以阅读三篇文章，了解企业和工匠对质量的追求。低质量的产品增加成本，低质量的产品就像定时炸弹。

华为质量官说：质量是一种习惯。要站在用户的角度，评估产品的质量，对可能给用户带来损害的问题是毫不留情的。

质量形成于生产开发过程中，不是事后的检查把关。生产过程P1完成，就启动质量保证QA活动；接着执行生产过程P2，再启动质量保证活动.....最后启动质量控制QC活动。经过这些步骤，得到高品质的产品。设计、实现、使用阶段出现质量问题，付出成本比例为1:3:8。

中国制造，在研发过程、采购过程、制造过程、售服过程加强质量管理，实现完美质量。

质量管理的对象包括产品的质量和过程的质量。质量计划确定项目应达到的质量标准，决定如何满足质量标准的计划安排和方法。

质量特性是产品或服务为满足人们明确或隐含的需要所具备的能力、属性和特征的总和。它包括内在质量特性、外在质量特性、经济质量特性、商业质量特性、环保质量特性。

（2）软件质量

软件质量特性包括功能性、可靠性、易用性、效率、维护性、可移植性6个方面，每个方面都包含若干子特性。

软件开发质量管理，是为了开发出符合质量要求的软件产品，贯穿于软件开发生存期过程的质量管理工作。

软件质量保证，可分为技术层次、方法体系层次、社会因素层次。其中技术层次包含数据、编程、文档方面。

软件质量管理的第1项工作是数据质量管理。数据质量反映了软件系统产品的质量。数据质量管理可分为人工比对、程序比对、统计分析。

第一，人工比对，是对转换前和转换后的数据进行直接的人工比对。

第二，程序比对：程序员编写比对程序给测试人员使用。

第三，统计分析：通过对新旧数据不同角度、不同视图的统计，对数据转换的正确程度进行量化的分析。

第2项工作是编程质量管理。可分为黑盒测试、灰盒测试、白盒测试、编译检查、编程规范、编程逻辑、编程优化。

第3项工作是文档质量管理，包括文档规范、文档语法、文档语义、文档逻辑、文档美学、文档优化。

4.2 标准、质量计划编制、质量保证

（1）标准

标准，是对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则或特性的文件。标准分为技术标准 and 业务标准两大类。技术标准是对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制定的标准。例如建模标准、安全保密标准。业务标准，指软件开发服务对象所在的组织或行业制定的业务流程标准和业务数据标准等。

标准作用范围级别分为6级。我们先看项目标准、企业标准、地方标准。其中地方标准，一般由地方所属的各企业与单位执行。

以及行业标准、国家标准、国际标准。其中行业标准通常以行业名称的拼音首字母打头，例如电力DL。国家标准一般以GB打头。国际标准有很多，例如国际标准化组织ISO、国际电信联盟ITU。

按照强制程度级别，可以分为强制标准、推荐标准和指导性标准。

软件开发常用的技术标准有：软件工程知识体系指南SWEBOK、项目管理知识体系指南PMBOK、CMMI过程标准、UML建模标准、Oracle数据库后台规范等。

（2）质量计划编制

质量管理活动包括质量计划编制QP、质量保证QA、质量控制QC。

项目质量计划是指确定项目应该达到的质量标准和如何达到这些质量标准的工作计划与安排。质量管理计划要明确将采用的质量标准和明确质量目标。该过程提交的主要成果有质量管理计划、质量度量指标、质量检查单、质量基准过程、改进计划等。

质量计划里面要确定项目应达到的质量目标和所有特性的要求，确定项目采用的控制手段、合适的验证手段和方法。

质量体系是企业长期遵循和需要重复实施的文件，具有较强的标准性质。而质量计划是一次性实施的，项目结束，质量计划的有效性就结束。

质量计划模板，包含质量保证对象分析及选择、质量保证任务划分等章节。

质量计划编制的依据有：第1，质量方针。第2，项目的范围说明书。第3，产品说明书。第4，标准和规定。第5，项目其他信息，包括采购合同。

质量计划编制的方法包括：第一，成本收益分析法。第二，质量标杆法。第三，流程图。常用因果图和系统流程图。第四，试验设计法。

该活动形成项目质量计划、项目质量工作说明、质量核验清单等文件。

（3）质量保证

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证，是企业管理的手段，目的是为了取得企业领导的信任。外部质量保证，是在合同环境中供方取信于需方信任的一种手段。质量保证是以保证质量为基础，达到为用户提供信任的基本目的。

质量保证是在质量体系中实施的全部有计划、有系统的活动，以提供满足项目相关标准的信息。而质量控制衡量结果，是质量控制测试的记录，用来进行比较的分析。

IT系统集成项目的质量保证活动一般包括四个方面：（1）保证采购原材料、设备的质量。（2）保证项目产品的质量，包括产品的功能。（3）保证项目实施过程的现场审核。（4）对环境、健康和安全的保证。

软件质量保证简称**SQA**，其目的是验证软件开发过程中是否遵循了合适的过程 and 标准。软件质量保证过程一般包含以下活动：（1）建立**SQA**组。（2）选择和确定**SQA**活动。（3）制定和维护**SQA**计划。（4）执行**SQA**计划。（5）不断完善质量保证过程活动中存在的不足。

独立的**SQA**组是衡量软件开发活动优劣与否的尺度之一。当**SQA**组发现产品质量出现危机时，它有权向项目组的上级机构直接报告这一危机。

SQA组需要评审软件产品、工具与设施，需要审查软件开发过程，需要参与技术和管理评审，需要编写**SQA**报告。

4.3 质量控制

（1）质量控制概念

质量控制是为达到质量要求所采取的作业技术与活动。传统制造业经常采用统计抽样控制图等工具。信息系统项目一般采用软件测试和配置管理等质量控制手段。

我们了解一些质量控制的术语：预防是把错误排除在过程之外。检查是把错误排除在客户到达之前。特殊原因指异常事件。随机原因是正常过程偏差。

在信息系统项目中，配置管理是标志和确定系统中配置项的过程，在系统整个生存期内控制这些配置项的投放和变更。记录并报告配置的状态和变更要求，验证配置项的完整性和准确性。软件测试是软件项目质量管理控制过程采用的实质性工具和技术。

有效的项目质量控制是采取事前控制、过程控制、主动控制、闭环控制的循环系统。

（2）质量控制方法和技术

典型的质量控制方法和技术有：检验、核对表、直方图、散点图、控制图、帕累托图、六西格玛管理法。

质量控制方法和技术还有：统计抽样、流程图、趋势分析。

接下来我们分析具体的质量控制技术和方法。第1种，PDCA循环，又称戴明环，请大家看这个圆形的图表，包括计划、执行、检查、改进4个循环的步骤。

PDCA的含义是P plan 计划——D do 执行——C check 检查——A action 行动。其中行动是对总结检查的结果进行处理，成功的经验加以肯定并适当推广、标准化；失败的教训加以总结，未解决的问题放到下一个PDCA循环里。

请同学们看图，展示了PDCA循环的4个阶段和8个步骤。4个阶段是计划、执行、检查、处理。8个步骤是找问题、找原因、找要因、定计划、执行、检查、总结经验、提出新问题。

我们再看第2种质量控制技术，核对表，又称检查表。这是一张叉车日常检查表。例如每天检查发动机是否漏油、检查轮胎损坏情况等等。

我们再看这张零件加工检查表。里面设计了检查项目累积次数的登记。

接下来看第3种质量控制技术，因果图，又称鱼骨图。在右边方框写上研究的问题。在左边分枝写上各方面的原因。

我们看这张混凝土强度不足的因果图。他分析了人员、机器、物料、方法、环境方面的原因。其中人员方面的原因分为基本知识差、有情绪、责任心差等几个原因。基本知识差的具体原因是新人多、工长水平低。底层的原因就像支流，然后汇集成主干，再汇总到问题或结果。

请大家看第4种质量控制技术，帕累托图。这张是比萨饼店的帕累托图。统计了一周之内5种投诉的数量。我们会发现交货时凉了、烹制欠火候、服务与交货太慢这3种投诉的数量特别多，累加数量超过80%。根据帕累托原理，8020法则，20%的顾客带来了80%以上的交易。重要的因子通常只占少数，而不重要的因子则占多数，因此，只要控制重要的少数，即能控制全局。

请大家看第5种质量控制技术，控制图。这张是比萨饼的质量控制图。控制下限和控制上限为烹饪火候不足或者过火。我们发现在7天之内，火候不足和过火的情况，并没有全部偏向控制上限或者控制上下限，也没有超出上限或下限。缺陷还在可接受的范围之内。

子项目5 编制项目成本计划

5.1 项目成本、成本估算过程

本单元包括项目规模成本的概念、成本估算过程、估算案例、成本估算方法、成本预算。

成本管理过程包括资源计划编制、成本估算、成本预算、成本控制。

(1) 项目成本

项目规模对应工作量，常用的单位是人月、人天、人年。首先从项目范围中抽出功能。然后确定每个功能所必须执行的一系列工程任务，例如需求分析、总体设计等等。接着评估每个任务需要的工作量。

项目成本是完成产品规模相应付出的成本代价。其中人的劳动消耗所需要的代价是产品的重要成本。成本的单位主要有人民币元和美元。规模是成本的主要因素，是成本估算的基础。

(2) 成本估算过程

接着我们分析成本估算过程。

我们需要研究估算输入、估算方法和估算结果。

估算的输入有项目需求、WBS、历史项目度量、资源要求、人员费率等。其中资源规划要说明需要的资源种类和数量。

成本包括直接成本与间接成本。直接成本是与具体项目相关的成本。间接成本不能具体到某个项目中，可以分摊到各个具体项目中，例如房租、水电、管理费。

估算输出包括估算文件和估算说明。其中估算文件要描述资源的数量、估算成本等信息。

大家注意，估算可以有一些误差，估算不同于项目报价，估算贯穿于产品的生存周期。

5.2 项目估算案例

项目背景是公司承接学校的委托，开发校务通管理系统。根据用户的要求采用B/S架构，主要的产品是动态网站。公司JSP+ SQL Server的技术比较成熟。根据以往类似项目的经验，采用类比估算方法进行粗略的估算。按照工作说明，需要2~3个开发人员，两个月左右的开发时间，得到4~6人月规模。因此10~15万作为合同的参考价格。

项目意向确定后，根据现有的资源和WBS分解的结果，进一步细化估算。首先估算所有任务的开发规模，然后通过系数得到相应的质量、管理任务的规模，从而计算直接成本，再计算间接成本，最后计算总成本。

项目需要的资源有：人力资源——两个开发人员、一个项目管理人员、一个质量管理人员、一个配置管理人员，设备资源——需要一台服务器、三台电脑。

估算的第1步是获取项目分解结构WBS。请大家看项目规模估算表。我们根据WBS，估算每个任务的规模，例如通讯录需要2人天，教师答疑模块需要5人天。所有任务总计103人天。

估算的第2步，计算开发成本。根据估算表，项目规模是103人天，开发人员成本参数每天480元。因此内部开发成本等于 $480\text{元/天} \times 103\text{天} = 49,440\text{元}$ 。加上外包外购的部分软件成本 $5000+3000+3000=11,000\text{元}$ 。所以开发成本 $=49,440+11,000=60,440\text{元}$ 。

第3步，计算管理质量成本。根据以往经验，管理任务和质量任务 $=20\% \times$ 开发任务。 $60440 \times 20\% = 12088\text{元}$ 。第4步，计算直接成本。直接成本=开发成本+管理和质量成本。 $60440+12088=72528\text{元}$ 。第5步，计算间接成本。间接成本包括前期合同费用、房租、水电、培训、员工福利、客户服务等等。根据经验，可以采用公式，间接成本 $=25\% \times$ 直接成本。 $72528 \times 25\% = 18132\text{元}$ 。第6步计算总估算。总成本=直接成本+间接成本 $=90660\text{元}$ 。

第7步，重新评估项目的报价。假定项目的利润是30%，其中风险基金10%、利润15%、税费5%，则项目的总报价 $=90660 \times 1.3 = 117858\text{元}$ 。另外还可以采用简便的算法。如果成本系数为每人月2.5万元，一个人月22人天，则项目的报价 $=2.5 \times 103/22 = 117045\text{元}$ 。

在这个项目中，两个开发人员是全职，而项目经理、质量保证和配置管理人员不是全职在这个项目中，他们同时还在管理其他的项目。我们设定每个人员标准费率和加班费率。对每个任务进行资源分配和时间安排，可以得到项目的预算。

根据这张项目成本预算表，总预算是75160元。主要成本是项目人员的劳务。

5.3 成本估算方法

(1) 估算方法

估算的基本方法有：类比估算法、自下而上估算法、参数法、专家估算法。

我们介绍一种自下而上和参数法的结合模型。第1步，分解任务——任务1、任务2、任务i。第2步，估算每个任务的成本 E_i 。第3步，直接成本等于 $E_1+E_2+\dots+E_i+\dots+E_n$ 。第4步，项目总估算成本=直接成本+间接成本。第5步，项目总报价=项目总估算成本+风险利润。其中风险利润=利润+风险基金+税。

对于每个任务的成本，我们既可以直接估算成本 E_i ，也可以先估算规模 Q_i ，然后估算成本 $E_i=Q_i \times$ 人力成本参数。

直接成本包含开发成本、管理成本、质量成本。直接成本等于规模 $\times$ 人力成本参数。假定人力成本参数=每人月2万元，30人月规模的项目的直接成本是60万元。

直接成本=开发成本+管理和质量成本=开发成本+比例系数 x 开发成本。

间接成本=直接成本 x 间接成本系数。因此，间接成本= 规模 x 人力成本参数 x 间接成本系数。

估算成本=直接成本+间接成本。因此估算成本=直接成本 x (1+间接成本系数)=规模 x 人力成本参数 x (1+间接成本系数) 。

项目总报价=项目总估算成本+风险利润。项目利润=估算成本 x a%，风险基金=估算成本 x b%， 税 = 估算成本 x c%。那么项目总报价= (a+b+c)/100 x 项目总估算成本 + 项目总估算成本。

(2) 估算准确度问题

各个阶段的估算准确度有所不同。合同前估算的准确度通常在-25%~+75%， 合同期通常在-10%~+25%。工作分解后一般能达到-5% ~+10%。

估算不准的常见原因有：基础数据不足，缺乏有经验的估算人员，签约前后不连贯，低劣的推测技术。我们还需要注意成本管理中的法律和道德问题，请大家阅读《虚构采购业务，虚增营业成本》这篇文章。

想要改进估算工作：我们需要留出估算的时间，使用以前的项目数据，做详细的较低层次上的估算，使用软件估算工具，还可以使用几种不同估算技术并比较它们的结果。

估算的表达方式可以使用加减限定，列出一个范围。例如6人月，可能+3人月，也可能-1人月，因此估算结果表达为 5~9人月。

我们可以列出开发过程中的种种风险，例如采用的新工具没有预计的好、员工病假事假、新成员工作效率高。对应每一种风险增加或者减少估算的工作量。综合下来，可能+3人月，也可能-2人月。

我们还可以使用三种情况来估算，例如最佳情况估算100人月，计划情况估算110人月，最差情况估算150人月。

5.4 成本预算

成本预算是将总的成本安排到各个任务中。成本预算的目的是产生成本基线。

我们要优化项目计划：在进度编制的基础上，做好资源调整、成本预算，做好计划优化调整，形成计划基线。

(1) 资源调整

我们可以通过调整进度计划，形成平稳连续的资源需求，使资源闲置的时间最小化，以及避免超出资源的能力。

我们看一个项目：有A、B、C三个任务，A任务需要2个人干2天，B任务需要4个人干5天，C任务需要2个人干3天。A、B、C任务可以并行工作。按照通常的安排，A、B、C任务同时开工。我们需要招聘8个工人。第2天以后A任务完成，2个工人没事干。第3天以后，C任务也完成，总共4个工人没事干。

我们用资源平衡法调整进度计划，把C任务推迟到A任务完成后开工。这样我们只需要招聘6个工人。先执行A和B任务。其中2个工人执行完A任务后，接着执行C任务。这样，我们招聘的峰值降到6个人，并且大大减少了工人没事干的时间。

(2) 成本预算

分配项目成本包括三种情况：1) 分配资源成本，2) 给任务分配固定资源成本，3) 给任务分配固定成本。

资源成本与资源的基本费率紧密相连。我们要设置人员的标准费率和加班费率。例如助理的标准费率每天200元。

当一个项目的资源需要固定数量的资金时，可以向任务分配固定资源成本，例如需要的硬件设备。

有些任务不管工期多长，不管使用了哪些资源，它的成本不变。我们可以分配固定成本，例如培训任务。

(3) 计划优化调整

计划优化调整的目标有几种：1) 调整资源，解决资源冲突。2) 调整进度，缩短工期。3) 调整项目成本预算，减少费用。

解决资源冲突：

资源冲突主要有两种表现：1) 分配给一个资源的工时总量大于它的最大可用工时量。2) 同一种资源被分配给时间上重叠的几个任务或项目中。解决的方法有：资源调配，推迟资源开始工作时间，替换资源，设置资源加班时间，调整系统日历，等等。

调整进度：

我们要检查项目中各任务的执行时间是否合理、有无冲突现象，并且尽可能缩短项目工期。主要方法有：分解关键任务，给任务增加资源缩短关键任务的工期，等等。

方法一，分解关键任务，让某些任务同步进行，缩短项目工期。方法二，给任务增加资源。注意只对主导项目工期的关键路径上的任务增加资源。还要留意关键任务缩短时间后，可能会变成非关键任务。

方法三，缩减关键任务的工期。意味着增加资源的工作量。

方法四，重叠或延迟链接任务。

方法五，设置日历增加工作时间。将原来的休息时间改变成工作时间。方法六，通过分配加班工时来缩短关键任务。

降低预算成本：

降低预算成本的方法有：1)降低资源的费率。2)减少任务的工时。3)减少加班。4)替换资源。5)减少任务的固定成本。6)删除任务。

方法一，降低资源的费率，往往会打击工作人员的积极性，但可以降低能耗、设备费用等等。方法二，减少任务的工时，但减少工时会影响项目的工期。方法三，减少加班，因为加班费率通常要高于标准费率。方法四，替换资源。用廉价的资源替换比较高价的资源，但有一个前提，就是替换的资源同样能胜任这项任务。方法五，减少任务的固定成本。方法六删除任务，但要确认删除任务对项目的影响在可控制范围之内。

根据前期的成果，可以形成比较基准计划，其中BCWS指计划工作成本。通过这条曲线，我们可以看到每一天的累计成本。

(4) 拓展阅读

企业的发展需要思考成本和创新的问题。我们推荐大家阅读两篇文章，第1篇，《中国代工企业的出路在哪里》。第2篇《坚持自主创新、中国创造——长虹美菱股份有限公司创新发展纪实》。

子项目6 编制项目风险管理计划

6.1 风险概念、风险管理规划和风险识别

项目风险管理这个单元分三个部分：第1部分基础概念，讲项目风险与风险管理的概念，第2部分风险管理过程，包括风险管理规划、风险识别、风险分析、风险应对规划、风险监控等过程。第3部分具体风险识别，主要讲IT项目风险管理主要问题及对策。

（1）风险概念

风险指一个项目中可能出现问题的，且会对项目目标产生影响的任何事情。风险包含两个要素，一是某事件发生的可能性，二是该事件发生带来的影响。

风险具有客观性、不确定性、可变性等等特征，风险事件具有随机性。

项目风险指由于项目所处环境和条件的不确定性，项目的最终结果与项目利害关系人的期望产生背离，并给项目干系人带来损失的可能性。

项目风险产生的原因主要是由项目的不确定性造成的。这种不确定性，不能通过主观努力来消除，只能通过主观努力来降低。

（2）风险的分类

风险的分类方法有很多。例如：按风险的来源划分，外部风险、内部风险。按风险的作用划分，技术风险、市场风险、财务风险和人为风险。按风险的可预测性分，已知风险、可预测风险、不可预测风险。按风险是否可接受划分，可接受的风险、不可接受的风险。按风险的影响化范围划分，局部风险，整体风险。

（3）风险成本

风险事故造成的损失或减少的收益，以及为防止发生风险事故采取的预防措施而支付的费用，构成了风险成本。风险成本包括有形成本、无形成本以及预防与控制风险的费用。无形成本举例：风险损失减少了机会，风险阻碍了生产率的提高，风险造成资源分配不当。

（4）项目风险管理

项目风险管理是使用多种管理方法、技术和手段，对项目活动涉及的风险实行有效的控制，扩大风险事件的有利结果，妥善处理风险事故造成的不利结果，以最少的成本保证安全、可靠地实现项目的总目标。

风险管理是一种投资，需要成本。项目风险管理的成本不应超过项目潜在的收益。

风险管理的目的：（1）试图系统化地瓦解不确定因素对项目计划的威胁。（2）通过风险的管理，将被动地面对风险即消防状态，变为主动地面对风险即钓鱼状态。（3）知道什么是紧急事件，让我们合理地处理紧急事件。

（5）项目风险管理的过程

项目风险管理的过程有：1）风险管理规划。2）风险识别。3）定性风险分析。4）定量风险分析。5）风险应对规划。6）风险监控。

第1项工作，是风险管理规划。风险管理规划是规划和设计如何进行风险管理的过程，它记录了管理整个项目过程中所出现风险的程序。风险管理规划的成果是给出一份项目风险管理计划书，它是指导项目团队进行项目风险管理的纲领性文件。

风险管理计划主要包括：风险管理方法论、风险管理相关活动的岗位职责说明、风险管理活动的预算和进度安排、风险类别分析与确定、风险概率和影响界定，等等。

第2项工作，是风险识别。风险识别包括：确定风险的来源、风险产生的条件、描述风险特征、确定哪些风险事件有可能影响整个项目。风险识别应当在项目的生命周期自始至终定期进行。

风险识别的典型方法有：（1）文件审查：对项目计划、假设等项目文件进行系统和结构性的审查。（2）信息收集技术，例如德尔菲法、头脑风暴法、访谈法。（3）检查表。（4）假设分析。（5）图解技术：例如因果图、系统流程图。

风险识别之后，应把识别的成果整理出来，整理的结果载入到风险登记册中。风险登记册主要依据下列信息编制：（1）已识别风险清单。（2）潜在应对措施清单。（3）风险根本原因。（4）风险类别更新。风险登记册不仅包含风险识别过程的成果，也包含其他风险管理过程的成果。

6.2 风险分析、风险应对规划、风险监控

我们复习一下风险管理过程：1）风险管理规划。2）风险识别。3）风险分析。4）风险应对规划。5）风险监控。

（1）风险分析

风险分析可分为定性风险分析、定量风险分析。定性风险分析，是指对已识别风险的影响和可能性大小的评估过程。该过程按风险对项目目标潜在影响的轻重缓急进行排序，并为定量风险分析奠定了基础。

通过定性风险分析可以达到如下目的：1）确定项目风险的来源。2）确认项目风险的性质。3）估计项目风险的影响程度。4）为项目风险的定量分析提供条件。

定性风险分析的方法主要有：风险概率与影响评估、概率和影响矩阵、十大风险事项跟踪、风险分类，等等。

定性风险分析成果主要是更新的风险登记册，对风险登记册进行更新的内容，包括：按照轻重缓急排序的项目风险清单、按照类别分类的风险、需要在近期采取应对措施的风险清单，等等。

定量风险分析的目标，是量化分析每一个风险的概率及其对项目目标造成的后果，分析项目风险总体风险的程度，可以采用决策树分析和模拟技术。

软件项目定量风险分析的方法主要有：1) 访谈、专家判断等数据收集和表示技术。2) 决策树分析法、蒙特卡罗分析法等定量风险分析和模型技术。3) 研究项目工作分解结构。4) 通过常识、经验和判断，分析相关的信息。5) 利用实验或试验结果识别风险。

项目风险评估包括风险分类、风险分析和风险排序三个过程。其中风险排序，是确定项目风险的度量和项目风险控制的优先序列。

(2) 风险应对规划

风险应对规划，是针对风险定性、定量分析的结果，为降低项目风险的负作用而制定的风险应对措施。

项目风险应对的原则主要有：可行、适用、有效性，经济、合理、先进性，主动、及时、全过程，综合、系统、全方位。

应对项目风险有多种措施，比较常见的有：减轻、预防、转移、回避、接受和后备措施等。

(3) 风险监控

IT项目风险监控，是在整个IT项目生命周期内，跟踪已经识别的风险，监视残余风险，识别新的风险，实施风险应对计划，并评估其有效性的过程。

风险监控的目标有：(1) 努力及早识别和度量项目的风险。(2) 努力避免项目风险事件的发生。(3) 积极消除项目风险事件的消极后果。(4) 充分吸取项目风险管理经验与教训。

风险监控的方法有风险再评估、风险审计、储备金分析、技术指标分析，等等。

风险监控的结果有：更新的风险登记册、请求的变更、更新的组织过程资产、更新的项目管理计划。

6.3 IT项目风险管理主要问题及对策

(1) 识别IT项目风险

为了识别和分析软件开发项目各方面的风险，我们可以制作一套风险检查表。我们把风险分为商业风险、管理风险和技术风险三个大类。

第一大类 商业风险 1.1政治法律市场风险，例如：政府或者其他机构对本项目的开发有限制吗？有不利于我方的官司要打吗？竞争对手有不正当的竞争行为吗？是否在开发可能亏本的产品？

第一大类1.2客户风险，例如：客户的需求是否含糊不清？客户是否反反复复地改动需求？与客户签的合同公正吗？双方互利吗？客户的信誉好吗？

第一大类 1.3 子承包商、供应商风险，例如：与子承包商、供应商签订的合同公正吗？双方互利吗？子承包商、供应商有可能倒闭吗？子承包商、供应商能及时交付质量合格的产品或部件吗？

第二大类 管理风险 2.1项目计划风险：例如，对项目的规模、难度估计是否正确？开发人员或管理人员够用吗？合格吗？进度安排是否过于紧张？有合理的缓冲时间吗？任务分配是否合理？是否不采用成熟的软件模块，一切从零做起？

第二大类2.2项目团队风险，例如：项目成员团结吗？是否存在矛盾？绝大部分的项目成员有工作热情吗？技术开发队伍中有临时工吗？项目经理是否忙于行政事务而无暇顾及项目的开发工作？

第二大类 2.3 上级领导、行政部门、合作部门风险，例如：上级领导是否随时会抽调本项目的资源用于其他“高优先级“的项目？行政部门的办事效率是否比较低，以至于拖项目的后腿？机构是否有比较好的奖励和惩罚措施？本项目的合作部门的态度积极吗？

第三大类 技术风险， 3.1需求开发、需求管理风险，例如：需求开发人员懂得如何获取用户需求吗？效率高吗？需求文档能够正确、完备地表达用户需求吗？需求开发人员能否获得客户对需求文档的承诺，以保证客户不随便变更需求？

第三大类3.2 综合技术、开发能力风险。例如：开发人员是否有开发相似产品的经验？待开发的产品是否要与未曾正式验证的软硬件相连接？如果某项技术尚未实践过，开发人员能否在预定时间内掌握？开发小组是否采用比较有效的分析、设计、编程、测试工具？开发小组采用统一的编程规范吗？项目有独立的测试人员吗？懂得如何进行高效率的测试吗？开发人员懂得版本控制、变更控制吗？

（2）项目风险管理对策

讲解完风险检查表，我们来看看项目风险管理的对策：第一点是项目经理主动进行项目风险管理。其中需要争取高层领导的支持。第二点是建立企业风险管理体系，并贯穿于项目管理全过程。第三点是增强风险意识，使干性人都来关注风险、控制风险和管理风险。

子项目7 项目执行控制

7.1 图解控制法

项目启动以后，编写项目计划，然后是项目执行控制，最后是项目收尾。

（1）项目周报

在项目的实施中要跟踪项目进度，重要的是及时更新项目信息，及时反映项目的比较基准计划与实际运行状况的差异，以便于及时调整项目。大家注意，进度应该有张有弛，不做过分要求；经常检查关键路径。

请大家看看项目周报的范例，这是第一页。其中项目进展情况分为计划内、提前、延迟不超两周、延迟两周以上四种情况。

这是第二页。要记录本周计划任务完成情况和下周主要任务。

（2）图解控制法

项目执行控制主要有图解控制法和挣值分析法。输入包括计划和实际的进度、成本、资源，输出包括进度、成本、资源修改决定。

在绘制图表之前，我们要跟踪实际成本，每天计算任务的实际成本。我们要跟踪项目资源状况，每天更新资源的实际工时。

图解控制法，主要使用甘特图、累计费用曲线图、资源载荷图。挣值分析法有四个输入参数和七个输出参数。

图解控制法第一种，甘特图：例如任务2.2.1，红色长条是计划的进度，里面的黑条是实际的进度。我们可以看出当前完成了该任务的50%左右。

图解控制法第二种，累计费用曲线图：黑色曲线是计划值BCWS，黄色曲线是实际值ACWP。

图解控制法第三种，资源载荷图：黑色曲线是计划的资源量，虚线是实际的资源量。

这三种图可以综合使用，共同监控一个项目的状况。大家看图例一，绘制了甘特图、累计费用曲线图、人员负载图、计算机机时统计。

图例二是另一个项目的三种图示。

7.2 挣值分析法

（1）输入参数与输出结果

项目执行控制的主要方法有图解控制法、挣值分析法。它们的输入是计划和实际进度、成本、资源，输出是进度、成本、资源修改决定。

挣值分析法的输入参数有四个，输出结果有七个。

输入参数有：计划工作成本BCWS、实际工作成本ACWP，预算总值BAC，挣值、又称已获值 BCWP。

BCWS，又称PV，全称是计划工作量的预算费用，指项目某阶段计划要求完成的工作量所对应的预算工时或费用。 $BCWS = \text{计划工作量} \times \text{预算定额}$ 。

ACWP，又称AC，全称是已完成工作量的实际费用，指项目某阶段实际完成的工作量所消耗的工时或费用。

BCWP，又称EV，全称是已完工作量的预算成本，指项目某阶段按实际完成工作量及预算定额计算出来的工时或费用，即挣得值。 $BCWP = \text{已完工作量} \times \text{预算定额}$ 。

这三条曲线可画在一张图上。按某日期看上去，挣值曲线与实际值曲线的距离就是费用偏差CV，挣值曲线与计划值曲线的距离就是进度偏差SV。

(2) 常用公式

具体的分析中，我们常用这套公式。费用偏差=挣值-实际值，进度偏差=挣值-计划值，费用执行指标=挣值/实际值，进度执行指标=挣值/计划值。

可见挣值分析是利用成本会计评估项目进展情况的一种方法，是对项目进度和费用进行综合控制的一种有效方法。

(3) 50/50规则

挣值的计算通常是测算已完成的工作量，对于上层任务，需要自下而上将所有子任务的已完成工作量累加。我们给大家推荐一种简便算法，使用50/50规则估算。50/50规则，可以克服对工作的进展情况主观的估计问题，以及自下而上详细估算工作量太大的缺点。

我们看一个项目，包含A、B、C、D 4个任务，A、B、C、D任务的预算都是100元。计划到今天A、B、C、D任务都完成，因此计划值=100+100+100+100=400元。50/50规则是指，当一项工作开始时，假定已经获得一半的价值；当一项工作完成时，获得全部的价值。实际的进度看黑色进度条。A、B、C任务都已完成，因此它们的挣值合计300元。D任务已经开始，尚未完成，因此他的挣值只有一半，50元。四个任务的挣值合计350元。我们也可以按0/100规则计算：当一项工作开始时，获得价值为0；当一项工作完成时，获得全部价值。这时D任务挣值为0，四个任务挣值合计300元。我们还可以按20/80规则计算：但一项工作开始时，获得20%的价值；当一项工作完成时，获得全部价值。这时D任务挣值为20，四个任务挣值合计320元。

(4) 进度偏差、费用偏差

我们可以分析进度偏差和费用偏差。进度偏差 $SV=挣值-计划值$ 。如果结果是0，表示按进度进行；如果结果是正数，是好的情况，表示超前于进度；如果结果是负数，是坏的情况，表示落后于进度。费用偏差 $CV=挣值-实际值$ 。如果结果是0，表示按照预算进行；如果结果是正数，是好的情况，表示低于预算；如果结果是负数，是坏的情况，表示超出预算。

我们再看刚才的项目。计划值=400元，挣值=350元，则进度偏差 $SV=350-400=-50$ 元。这是坏的情况，落后于进度。

我们看三个例子。第一张图，计划到今天完成两个任务，计划值=700+300=1000元。第二个任务实际完成50%，挣值150，两个任务挣值=700+150=850元。进度偏差=挣值-计划值=850-1000=-150元。落后于进度。第二张图，两个任务计划值=700+300=1000元。两个任务全部完成，挣值=700+300=1000元。进度偏差=挣值-计划值=0元。实际进度与计划进度一致。第三个任务，计划今天完成两个任务，计划值=700+300=1000元。实际完成三个任务，第三个任务是提前完成的，预算200元，因此挣值=700+300+200=1200元。进度偏差=挣值-计划值=1200-1000=200元。超前于进度。

项目原来预计4月5日完成1000元的工作，可见计划值=1000元。但是到这一天为止，只完成了850元的工作，可见挣值=850元。为了这些工作，花费了900元，可见实际值=900元。成本偏差 $CV=挣值-实际值=850-900=-50$ 元。超出预算。进度偏差 $SV=挣值-计划值=850-1000=-150$ 元。落后于进度。

我们可以对A到G任务追踪计划费用、实际费用，估算挣值，然后计算对应的费用差异和进度差异。

（5）费用执行指标、进度执行指标

挣值分析法的输入参数有四个，输出结果有七个。具体的分析中，我们常用这套公式。其中，费用执行指标=挣值/实际值，进度执行指标=挣值/计划值。

我们可以分析费用执行指标和进度执行指标。费用执行指标又称成本效能指数 $CPI = 挣值 / 实际值$ 。 $CPI=1$ 表示按照预算进行； $CPI>1$ 是好的情况，表示低于预算； $CPI<1$ 是坏的情况，表示超出预算。进度执行指标又称进度效能指标 $SPI = 挣值 / 计划值$ 。 $SPI=1$ 表示按照进度进行； $SPI>1$ 是好的情况，表示超前于进度； $SPI<1$ 是坏的情况，表示落后于进度。

我们可以追踪CPI和SPI，并画出相应的图表。

（6）工作完成的预测成本

我们可以分析：第一项，工作完成的预测成本，又称完工估算 EAC。 $EAC= 项目总预算 BAC / 费用执行指标 CPI$ 。第二项，工作完成的成本差异 $VAC = 项目总预算 BAC - 完工估算 EAC$ 。第三项，项目完成的预测时间 $SAC= 原先的进度计划 / SPI$ 。

我们可以分析未完工指数TCPI。 $TCPI=剩余工作/剩余成本=(项目总预算-挣值)/(目标值-实际值)$ 。计算TCPI有两种情况：第1种情况，未来的项目绩效按照原定预算BAC完成，那么 $TCPI = (原先预算BAC-挣值EV) / (原先预算BAC - 实际值AC)$ 。

计算TCPI的第2种情况，未来的项目绩效按照新的完工估算EAC完成，那么 $TCPI = (\text{原先预算BAC} - \text{挣值EV}) / (\text{完工估算EAC} - \text{实际值AC})$ 。

(7) 测算举例

我们回顾刚才的项目，项目总预算BAC=1000元。其中任务A、B、C、D的预算各为100元。按计划今天完成四个任务，计划值=400元。已完成三个任务，D任务已经启动，挣值=100+100+100+50=350元。跟踪统计，目前实际花了700元，实际值=700元。可以推算：进度偏差SV=挣值-计划值=350-400=-50元。费用偏差CV=挣值-实际值=350-700=-350元。进度执行指标SPI=挣值/计划值=350/400=87.5%。费用执行指标=挣值/实际值=350/700=50%。完工估算EAC = 项目总预算BAC / CPI = 1000 / 0.5 = 2000元。假定目标是将费用控制在原先总预算BAC，未完工指数TCPI = (总预算-挣值)/(总预算-实际值)=2.17，实现难度很高。

我们再看一个项目的进度差异和费用差异。大家注意进度差异和费用差异列通过加括号表示负数。

7.3 挣值分析法案例

挣值分析法的输入参数有四个，输出结果有七个。具体的分析中，我们常用这套公式。费用偏差=挣值-实际值，进度偏差=挣值-计划值，费用执行指标=挣值/实际值，进度执行指标=挣值/计划值。

(1) 软件项目案例

某一个软件项目，项目总预算53000元，其中A任务26000元，B任务12000元，C任务10000元，D任务5000元。各任务的计划值和实际值见表格。用50/50规则计算挣值。截止到5月31日，A任务全部完成，因此挣值=A任务预算=26000元；B任务过半，挣值=B任务预算的一半=12000x0.5=6000元；C任务刚开始，挣值=C任务预算的一半=10000x0.5=5000元；D任务还没有开始，挣值=0元。

所以，计划值合计39800元，实际值合计35000元，挣值合计37000元。进度偏差CV=挣值-计划值=37000-39800=-2800元，费用偏差=挣值-实际值=37000-35000=2000元，费用执行指标CPI=挣值/实际值=37000/35000=1.06，进度执行指标SPI=挣值/计划值=37000/39800=0.93。

(2) 通信工程案例

我们再看一个无线通信业务升级工程。项目计划两年完成，总预算320万元。其中第一年的计划值是160万元。第一年结束时，实际费用150万元，因此实际值=150万元，已完成工作量对应的预算费用，也就是挣值=120万元。现在有四个小题：第1题，计算费用绩效指

数和费用偏差。第2题，计算进度绩效指数和进度偏差。这两题我们套公式就可以完成，不再讲解。

第3题，假定项目未完工部分按照目前效率进行，预测项目完工费用和完工工期。预测的完工费用=计划总费用/ CPI ，预测的完工工期=计划总工期/ SPI 。第4题，假定项目未完工部分按照计划效率进行，预测项目完工费用。预测的完工费用=计划总费用- CV 。

子项目8 项目验收与总结

8.1 项目收尾工作过程、文档整理

（1）项目收尾工作过程

项目收尾工作过程，是项目管理过程的最后阶段，当项目的阶段目标或最终目标已经实现，或者项目的目标不可能或不需要实现的时候，项目就进入了收尾工作过程。当客户批准了项目团队提交的最终可交付成果时，就可以开始项目收尾工作。某些项目由于多种原因中途停止，则属于非正常收尾。

（2）项目终止

项目终止有多种原因，例如：项目目标已经成功地实现；项目目标已经不可能实现；项目被迫无限期地延长；项目目标与组织的目标已经不一致。

项目终止的方式有：1）绝对式终止，又称恐龙式终止。2）内含式终止，也称附加式终止。3）整合式终止，也称集成式终止。4）自然式终止，也称自灭式终止。

（3）项目收尾阶段要完成的工作

项目收尾包括合同收尾和管理收尾两部分。合同收尾就是按照合同约定，项目组和业主一项项地核对，检查是否完成了合同所有的要求，是否可以把项目结束掉，也就是通常说的项目验收。

在项目收尾阶段要完成的工作有：1）文档整理。2）测试与验收。3）项目评估。4）项目移交。5）培训与售后服务。

（4）文档整理

进入项目收尾阶段，需要认真整理文档，一是项目移交、评估和结算的基础，二是产品维护升级的重要依据，三是企业持续发展的原始积累。

根据《计算机软件产品开发文件编制指南》，应该按要求提交13种文档，例如：1）可行性分析报告，2）项目开发计划，3）软件需求说明书，4）概要设计说明书，5）详细设计说明书，6）用户操作手册，7）测试计划，8）测试分析报告，9）开发进度月报，10）项目开发总结报告，11）软件维护手册，12）软件问题报告，13）软件修改报告。

文件还包括：项目综述、备份数据、会议记录、书面沟通的拷贝、突出问题报告、客户验收文档、变更通知的拷贝等文档。

8.2 测试与验收

（1）测试

测试，是按合同要求，检验系统是否确实能提供系统解决方案中指定的功能及性能。提供完整的系统测试，是项目验收的依据。项目验收的标准一般包括：项目合同书、国际惯例、国际标准、行业标准、国家和企业的相关政策和法规。

测试过程包括：1）基于程序功能要求的测试。通常使用白盒测试和黑盒测试方法。2）对软硬件产品内部的接口关系、对业务需求涉及的各个系统之间的接口配合关系进行测试。3）用黑盒方法对业务需求进行测试。4）测试应该对应最初客户确定的包括运行环境在内的业务需求。测试是分析设计过程的逆向过程，测试的内容也是分析、设计的结果，所以测试过程必须要与开发过程密切配合。

测试的目标：1）确保系统测试的活动是按计划进行的。2）验证软硬件产品是否与系统需求用例不相符合或与之矛盾。3）建立完善的系统测试缺陷记录跟踪库。4）确保软硬件测试活动及其结果及时通知相关小组和个人。

测试流程有：制定测试计划，编制测试用例，执行系统测试，缺陷管理与改错。发现错误，改错后重新执行系统测试。如果所有测试无误，跳到验收过程。

测试小组的成员主要来源：1）机构独立的测试小组。2）邀请其他项目的开发人员参与。3）本项目的部分开发人员。4）机构的质量保证人员。

测试的主要内容包括：1）功能测试。2）稳定性测试。3）性能测试。4）用户界面测试。5）安全性测试。测试过程产生的主要文档有：《系统测试计划》、《系统测试用例》、《系统测试报告》、《缺陷管理报告》等。

接下来看系统测试规程。1）目的：对项目最终软硬件产品进行全面的测试，确保最终软硬件系统满足产品需求并且遵循系统设计。2）角色与职责：项目经理组建系统测试小组，并指定一名成员任测试组长。测试组成员共同制定测试计划，编制测试用例，执行测试，撰写相应的文档。开发人员及时消除测试人员发现的缺陷。3）启动准则：产品需求和系统设计文档完成之后。4）输入：产品需求和系统设计文档，各种测试数据、用例。5）主要步骤：第1步，制定系统测试计划。第2步，设计系统测试用例。第3步，执行系统测试。第4步，缺陷管理与改错。6）输出：消除了缺陷的最终软硬件系统、系统测试用例、系统测试报告、缺陷管理报告。7）结束准则：对于非严格系统，可以采用基于测试用例的准则，例如：功能性测试用例通过率达到100%，非功能性测试用例通过率达到80%。

（2）验收

项目验收要对项目外部交付产品（设备、图样、设计文件、数据、程序等）以及内部交付物（会议记录、检查表、各类记录等）进行清点验收。项目验收的标准一般包括：项目合同书、国际惯例、国际标准、行业标准、国家和企业的相关政策与法规。

项目验收的依据有工作成果与成果说明。项目验收程序：1) 做好项目的收尾工作。2) 准备验收材料，包括项目产品和文件资料。3) 项目产品试运行，进行自检并提交验收申请，办理验收手续。4) 验收工作组检查验收材料。5) 对项目的完成情况进行初审。6) 正式验收。7) 签订验收鉴定书。8) 做好验收后的文件归档。

8.3 项目评估、项目移交、培训与售后服务

(1) 项目评估

项目评估，是指对已完成的项目的目的、实施过程、效益、作用、影响和持续性所进行的系统的客观的分析。通过对项目评估，确定投资预期的目标是否达到，项目的主要效益指标是否实现，通过分析评价总结经验教训。

项目评估的方法主要有：第1类，定性的评估方法，例如资料收集法、同行评议。第2类，定量的评估方法，例如现金流NPV法。第3类，定性定量相结合的方法，例如德尔菲法。

项目评估一般分为：评估前准备、组织评估小组、制定评估计划、调查收集资料、分析测算、编写评估报告等6个阶段。

项目评估的内容有：1) 项目目标评价。2) 项目实施过程评价。3) 项目影响评价。其中项目影响评价包括：经济影响评价、环境影响评价、社会影响评价、项目持续性影响评价。

项目评估的级别一般分为不合格、合格、良好、优秀。对项目中采用的关键技术也常常以级别划分为：达到国内先进水平、达到国内领先水平、达到国际先进水平、达到国际领先水平。

(2) 项目移交

首先看竣工的含义：1) 承包单位按合同要求完成了工作内容。2) 承包单位按质量要求进行自检。3) 项目的工期、进度、质量均满足合同的要求。项目移交，是由监理工程师对项目的质量进行验收之后，协助承包单位与业主进行移交项目所有权的过程。

项目移交有两种：第1种，承包单位向建设单位的移交，即“交钥匙”。第2种，建设单位向承包单位的移交。

在办理项目移交前，施工单位要编制竣工结算书。竣工结算书的审核，以合同、竣工验收单、设备清单、预算价格、取费标准等为依据，对工程量、单价、取费标准及费用等进行核对，确定与工程实际是否相符合，所增减的费用有无根据、是否合法。

(3) 培训与售后服务培训

方案要规划培训目标、培训内容及教材、培训对象、培训形式、培训日期和时间、培训场所与设备、培训方法等。

培训方法要注意：讲授与学员自学相结合，报告讲座式、交流研讨式与体验式相结合，集中式与个别辅导相结合。

项目在竣工验收交付使用后，按照合同和有关规定，在一定的期限，进入项目的售后服务期。项目人员应主动对交付使用的工程进行回访，听取用户对工程的质量意见。回访有三种形式：一是季节性回访，二是技术性回访，三是保修期满前的回访。

