

工程项目的进度计划与控制研究

金刚

华东建筑设计研究院有限公司安徽分公司

摘要：项目管理是适用于那些项目周期紧张、资源禀赋有限且内部管理流程复杂的一次性任务，尤其是工程实践类项目，项目管理其理论来源于实践，并不断在实践中被验证和进一步丰富发展。运用项目管理理论与方法能有效的提升项目的完成质量、监控项目进度计划和控制项目成本。而在工程项目的传统项目管理方法下，施工过程中的进度控制一直得不到应有的重视。随着目前我国工程项目的越来越大型化、复杂化，研究大型工程项目的合理控制，提高目前项目的进度管理水平显得越来越重要。

关键词：项目管理；工期进度；控制；计划分析

一、研究背景与意义

(一) 研究背景

工程项目具有项目周期长、质量要求高、作业环境复杂等特点。多年以来，发生在我国的这类项目大都完成质量不高、实施效果不显著，这中间既包括施工过程中进度缓慢、工期延长，甚至管理混乱的问题，也包括在成本控制上材料损耗严重、重复施工等导致额外成本的问题，这些问题一方面源于施工技术的粗糙，更重要的原因则是没有应用现代化的管理思想与工具。在这样的背景下，对我国的工程项目建设单位来说急需学习和掌握现代项目管理方法和工具。

(二) 研究意义

项目管理的内涵是将计划、组织、控制、领导等成熟的管理学思路应用到工程建设项目中的管理办法，作为管理学科的重要组成部分，项目管理理论不仅丰富了现代管理学的内涵，其存在也为工程建设项目提供了科学的理论支撑与指导办法。在我国，企业管理的理论与实践已经得到充分的发展与应用，本文尝试将现代项目管理理论运用到工程项目中，对丰富我国的项目管理理论研究，拓宽项目的研究领域，并建立工程项目的项目管理理论体系具有重要的价值。

二、项目管理进度计划与控制基本概念

(一) 工期

从正式开工到项目建成完工的这个时间段被称之为工程项目的建设工期，从开始动工由验收单位验收通过时所经历的完整时间。建设工期需在合同签订时明文由多方共同约定，建设工期确定后，项目管理团队依此安排项目工作计划、组织施工并检查进度进展。

(二) 进度

(1) 计划进度

计划进度编制依据是工程项目所规定的项目范围、工期和项目目标，在预期的范围内形成计划进度，由项目经理编制，并经相关责任人审批后，形成进度计划。

(2) 进度计划

进度计划是根据已经确定的计划进度对各项工作、任务和模块的细致化的安排，主要是指建设进度计划，也包括资源投入配置计划等，按照项目和任务的特点，可按照时间进行划分，如周度、月度甚至年度的进度计划，也可按照项目的任务模块进行进一步划分，如主楼建设项目、附楼建设项目等。

(3) 当前进度

当前进度是指在当前的时间点下，项目实施的情况或完成的状态。也可用另一个名词“状态进度”来表示。

(三) 进度动态控制

进度控制是指项目实施过程中依据进度计划对项目实际推进的状态进行及时跟踪，查找进度提前或落后的因素，排除干扰并采取一系列行动以保障项目整体目标的实现。

工程项目有其复杂性和不可预知性，其实施的进度收到多种因素的影响，在编制项目进度计划的时候，项目团队应该对内外部的环境及资源能力做好充分的调查分析和预测，并体现在进度计划中。实施过程中，需要不断的跟踪项目实施进展，尤其是关键节点部分，对发生偏离要能及时触发预警机制，查找进度落后的主要环节，找出其原因，对存在的干扰因素需要尽快排除，必要时加到对项目资源的投入或者更改原先的进度计划，一直到最后项目结束。整个过程中，需要频繁的计划、实施、跟踪、分析、调整、重新计划，构成了一个项目进度的循环动态控制体系。

(四) 控制的前馈原理与反馈原理

前馈原理其内涵是在事前通过对各种因素的演化分析，预测进度计划可能出现偏离的机会或可能，并采取预防性纠偏措施，从而得到进度控制的目的，是一种面向以后的控制和主动行为的控制。控制中的反馈原理其内涵是针对实际项目进度出现的偏差，查找进度落后的主要环节，找出其原因，对存在的干扰因素需要尽快排除，必要时加到对项目资源的投入或者更改原先的进度计划，最终保障项目目标的有效实现，是在事实已然发生的



图3-1 甘特图示意图

前提下采取的被动行为的控制。从不断的实践中可以证明，有效的控制是两者之间的有机结合，既要有事前预防，又要有时候调整。

(五) 进度控制的意义

在工程项目管理中，做好施工进度控制不仅是保障项目在工期时间内顺利完成的重要手段，也是加强施工行为规范性的重要举措，同时通过实时监控项目过程中的内外部环境的变化及其他未知因素等，可减少对项目目标实现的不利影响，减少项目不必要的成本开支，并实时调整资源配置方案从而优化资源使用效率，进而提高项目的经济效益。

三、工程项目进度计划分析

(一) 项目进度计划基本理论

对项目进行工作结构分解 (WBS) 后，各项工作开展的先后顺序、时间周期及工作之间相互关系的计划称之为项目进度计划。项目的一个重要特点是在规定的时间期限内完成项目约定的完成内容，所以进度计划编制对项目进度至关重要。进度的监督与控制也是在进度计划表的基础之上展开，并据此满足项目实施对时间的要求。在工程建设项目中，甘特图、里程碑计划和网络计划是普遍的用于编制项目进度计划的工具。

(1) 甘特图

甘特图最早是1917年提出，是表示进度计划最为普遍的工具。甘特图是按时间顺序标识项目各工作的时间顺序，同时项目的工作进度也显示在上面。甘特图编制简单，直观且易于理解和描述。简单的甘特图示意图如下所示：

在图的左侧是项目进行充分WBS后的各个项目活动，右侧反映的是各项目活动开展的起始时间和周期，横道的长度即表示时间的长短。在左侧的项目活动中，可以表征出项目活动的逻辑关系，即一般的包含关系或是先后关系，同时也可加入项目活动的负责人信息或是完成该活动所需要的资源等。整个图清晰的表明了项目的各个活动模块及活动开展的先后顺序、起始时间和工作之间的关系。

(2) 里程碑计划

在工程建设项目中，里程碑指的是项目完成的关键节点和特定的阶段交付成果。里程碑计划则是对这些关键节点或阶段交付成果的一个制定和检查计划，从而达到保障项目工期顺利完成的目的。里程碑计划是目标导向，以目标分解结构 (OBS) 为基础。其基本步骤包括：制定目标分解结构、明确项目里程碑节点、编制里程碑计划、检查评估里程碑计划并修正里程碑计划。下表即是某项目简单的里程碑计划示意表：

表3-1 某工程项目里程碑计划表

招标内容	时间	2007年				2008年				2009年			
		2月	4月	6月	8月	10月	12月	2月	4月	6月	8月	10月	12月
设计	工程设计	▲											
	二次设计 (含装修)							▲					
建安工程	土石方			▲									
	建安工程 (总包、分包)			▲									
	机电安装							▲					
	弱电系统									▲			
设备	空调											▲	
	电梯											▲	
	配电										▲		
材料	主材 (钢材、混凝土)		▲										
	装饰材料												▲

(二) 项目的描述

项目描述是描述项目名称、项目的范围、项目的目标等项目特征的一张表。通过项目描述表可以对项目有一个简要性的理解，项目的正式立项报告给出了准确描述一个项目所需的信息，包括前期项目规划书和后期已审批通过的规划设计书。对项目的

工作内容的分解以及项目进度计划编制来说，项目描述表是基本的指导文件。

(三) 项目的分解

明确了项目目标和交付物之后，常常通过工作分解来了解该项目具体的工作，即其范围内有什么工作模块和内容，通过逐层拆解将一个大型复杂的项目拆分成一个个相对独立且小型的项目，直到具体清晰为止。项目分解一般采用工作分解结构 (WBS) 这个工具。

(1) 工作分解结构图

项目进程充分逐层拆解后，形成一张树形的示意图即是工作分解结构图。一般来说，项目拆解的依据是项目的内在逻辑结构或项目实施过程的顺序等。WBS的目的将一个大型的复杂的项目拆分成一个个易于识别和管理的若干个内部模块，以帮助管理团队发现项目管理范围内的所有要素，WBS图类似于一张清单，可以清晰的看出项目所包含的所有活动。WBS的形状是一个树状图，拆解的越细致，树状图的根部越繁杂，项目的各个活动越详细。制定项目进度计划，进行资源分配并实施资源配置方案的初始依据来源于WBS图。

项目工作分解的步骤一般包括有如下的阶段：

首先考虑项目本身的特点和工作分解结构图的使用者等需求，决定WBS图的层次。如果对项目分解的过于简单或过粗，则不能体现项目工作的要素，难以编制合理计划；如果对项目分解的过于复杂或过细，则计划制定的复杂性会增大。其次根据第一步确定的分解的细致程度，对项目进行分解，直到满足需求。

(2) 工作描述

工作描述是对工作具体信息的清单式列举，包括工作的名称、工作的描述、所需的技术条件、存在的约束条件、责任人等等工作的信息。在项目分解之后，整个项目被拆分为一个个具体细小的工作，对每个工作进行准确的描述，不仅在之后的编制计划中可以参考作为依据，也有利于项目具体在推进过程中各个工作的相关者更明确工作的内容以及个人的职责等。下表是反映本项目中采购原材料的一项工作任务。

表3-2 工作任务描述表

名称	采购原材料X
交付物	原料X验收入库
验收标准	符合采购的数量、规格等要求
技术条件	项目团队制定的采购工作流程及标准
具体描述	按项目经理审批后的采购订单，完成订单上的物料采购工作，并验收入库
前提假设	市场上存在项目所需的原材料
信息来源	招标集团、采购中心等信息渠道
约束条件	原材料符合质量标准、采购金额在预算范围内
责任人	项目组成员 P

(四) 工作责任分配

在项目具体实施过程中，为了规避具体工作职责不明、推诿扯皮的情况发生，需要将各项具体工作落实到具体的单位或个人头上，保障各项工作的责任人制度。

(五) 工作逻辑关系确定

在工作结构分解后，得到一项项具体的工作模块，这些模块之间是存在一定关系的，比如在实施顺序上有先后之别。一般来说，决定工作逻辑关系的因素有两种：一种是工作之间的内在逻辑关系，比如说在系统开发项目中，必须先进行需求分析，才能进行系统规划设计，顺序不能颠倒，这表明了一种工作的执行必须依赖其他工作的完成，这是工作本身所固有的不能改变的逻辑关系；另一种是受限于外部环境的影响，包括组织的资源约束、能力约束或环境约束等。在确定工作的先后顺序是，应先考虑工作本身的内在逻辑关系，再综合考虑外部环境因素进而确定。

(1) 内在逻辑关系: 在得到各项具体工作时, 有层次的系统的工作间的内在逻辑, 这是建立工作关系的第一步, 相对来说确认内在逻辑关系比较容易, 因为这是工作本身的特点确定的, 主要是工艺上的先后顺序, 通常来说专业技术人员对此比较清楚。工作的内在逻辑关系确定后, 一般也是不可调整的。

(2) 组织关系: 现实中有些工作之间往往没有内在逻辑关系, 但是受限于整体的资源投入计划, 这两项工作并不能同时进行施工, 这取决于工作间的组织关系。这主要依赖于项目管理团队的经验和知识, 一般来说组织关系的确定比较难, 也具备一定的随意性, 项目管理人员应综合考虑项目工期目标、资源配置等各种因素进行全方位考虑。组织关系的确定对项目工期的影响十分关键。

四、工程项目进度控制分析

(一) 项目进度控制基本理论

在进度计划编制之后, 随着项目的开始施工, 需要对项目的工作进度进行控制, 以保障项目在预期的时间范围内完工。然而, 俗语有云: 计划赶不上变化。计划的再周详或考虑的再全面, 总而一些不可预知的因素是人难以预料的, 同时项目团队在施工过程中也会因为工作失误或是存在懈怠导致计划出现偏差这样的情况。对一个项目管理者来说, 编制计划需要充分考虑影响项目进度的因素, 但一个再高明的管理者也很难察觉所有的变化因素, 并预测到这些因素的发展趋势, 从而在计划编制上规避不利影响。在这样的情况, 项目管理人员需要对计划进度进行跟踪和检查, 在过程中的重要和关键节点检查项目进展是否依照原有的进度计划来开展, 如果出现了延误, 挖掘导致问题产生的缘由, 并通过可能的措施和手段来予以补救或调整进度计划等, 如此不断循环直到项目最终结题验收。这整个过程, 就是项目的进度控制。对本项目来说, 其进度控制的内涵是: 在保障项目验收达标和在预算范围内的基础上, 为了使得项目实际完成时间在整个计划时间之内, 采取的针对项目进度计划编制、跟踪、检查、分析、调整等一系列的工作和措施。

(二) 项目进度控制原理

(1) 动态原理

在工程建设项目中, 对项目的进度进行控制不是一时之需, 也不是一成不变的, 需要的是在整个项目的生命周期内不间断的跟踪实时状态、反馈进展程度并不断的重新纠偏。如果项目实际进展情况正好符合进度计划执行时, 两者则保持一致, 当出现不一致时, 则说明实际进度相比进度计划产生了落后或超前的偏差。进度的控制是一个PDCA循环。出现偏差时, 要及时准确的分析偏差产生的原因, 人为因素则考虑事后追究相关责任人的责任。原因分析后及时采取调整措施, 或调整原有计划, 或保持进度计划不变的前提下, 加大或减少资源成本投入以保证实际进度与进度计划在某个新的节点重新保持一致, 并继续之后的项目活动。但之后的活动中又会被新的未知因素所影响, 导致实际进度又出现新的偏差。

(2) 系统原理

在工程建设项目中, 对建设项目的进度实施控制的基础是项目进度计划, 而项目进度计划是一个全方位的有层次的对项目所有工作的时间计划安排, 包括项目的总进度计划、分模块计划以及时间序列上的年度、月度作业计划等, 这些整合在一起, 构成了一个层次分明的项目进度计划体系, 它们的层次有大有小, 内容有详有略。编制时一方面从上到下, 逐级分解目标并控制, 另一方面从下到上, 细分各项活动的工期安排, 保证计划的精准性, 两者相结合并相互调整。计划执行阶段, 从细分的作业计划开始实施, 严格执行计划, 进而确保整体项目目标顺利实现。

(3) 信息反馈原理

信息反馈是进行项目进度控制的主要手段, 对项目管理团队来说, 建立一个上通下达的信息传递与反馈机制是一项重要的工作。基层项目管理人员通过跟踪, 监测项目的实际进展状况,

并根据其职责权力, 将信息逐级往上传递, 直到项目主要监控团队, 监控团队收集来自于不同基层反馈的项目进展信息, 进行综合分析和评判, 并作出相应决策, 采取相应措施并逐层下达至基层管理团队, 保证项目进度按预期目标发展。如果没有建立信息传递机制, 不断进行信息反馈, 则无法控制项目进度计划。

(4) 弹性原理

影响项目进度计划的因素有很多, 有人为因素, 比如施工过程中的工作失误等, 有外部环境因素, 如恶劣天气、原料短缺等。项目的复杂、规模的庞大的工期的长度都给一些未知因素带来了滋生的空间。其中有的因素可以被项目人员所识别, 有的因素难以识别。对一个有经验的项目管理团队来说, 编制计划时需要充分考虑到影响因素出现的概率、时机以及对工期的影响程度等, 在充分估计这些因素后, 编制计划时留有余地, 以使进度计划具备一定的弹性。在项目实际推进过程中, 当这些因素出现时, 项目管理团队就可以有可以缓冲的空间, 进而采取调整工作的长短或置换工作之间的逻辑关系等一些措施, 进而尽量减小不利因素对项目整体的影响程度, 确保项目顺利达成预期目标。

(三) 影响进度的因素分析

对工程建设项目来说, 普遍具有一些共性的特点, 如项目周期长、利益相关者众多、工程内容繁杂、技术难度大等特点, 大多数项目还存在较多的户外作业环节, 这些特点导致了工程建设项目的因素非常多。一般来说, 人为因素对工程项目建设的影响最普遍、干扰性也最强。其他的因素如在操作技术环节、自然环境等都是在编制进度计划得到考虑的, 而人为因素恰恰最难预测以及评判其危害性。在工程建设项目的进度控制中, 当发现实际进度与计划进度产生偏差时, 需要认真全面的分析产生偏差的影响因素, 并分析这些因素产生的原因及影响程度, 重点考虑这些因素在后续的发展中会如何呈现, 对之后的项目进展是否以及会产生何种程度的影响, 并据此建立预警机制和风控措施来规避不利影响, 确保项目顺利完工。

(四) 项目进度的动态监测

在项目实际进展中, 由于多种复杂因素的影响, 很多工作并不能参照进度计划中的时间表严格执行, 一般来说存在三种情况, 在计划时间点之前完工、在计划时间点之后完工或者按照进度计划准时完工。其中提前完成和延迟完成的都会对后续的工作进度计划产生影响。尤其是已经完成的工作, 其偏差程度不仅影响到后续工作开展的最早开始时间, 对其紧后工作则更有最直接的影响, 而且决定着总工期的长短。但是也并非未按计划完成的工作一定会影响到总工期, 对总工期的影响有存在有利或是不利的方面。

由此可见, 在工程建设的项目管理中, 需要建立对项目实际进度进行跟踪检查的机制。通过观测数据等方式收集信息、对信息进行分析, 进而判断出目前项目的进展状态, 这便是对项目的动态监测。在本项目中, 由于项目周期长、工程量大工期进展等特点, 如果采取日常监测的方式不仅没有太多的意义, 也给项目管理带来额外的人力资源成本。

(五) 项目进度调整

对项目进度动态监测之后, 需要根据监测的结果决定是否采取项目进度调账措施。一般来说, 在工程建设项目中, 往往会产生工作延误的现象, 这时候项目管理团队需要分析产生延误的缘由、评估延误的程度, 以确认是否会对整个项目工期产生不利影响, 并决定采取进度调整措施。整个思路的流程图如下图所示:

首先是找出导致问题的缘由。项目管理团队必须全面细致分析产生问题的原因, 如果是非客观因素, 即人为因素如存在误工或工作明显失误等原因, 则在事后需要追究相关责任人的责任; 其次要评估当前的工作延误对项目下一阶段的任务有何影响, 当关键工作出现延期时, 必然导致项目整体延期, 当出现延误的不是关键工作时, 可能仅仅对紧后工作的起始时间有所影响, 或者没有影响; 然后决定是否采取调整措施, 当进度偏差对关键工

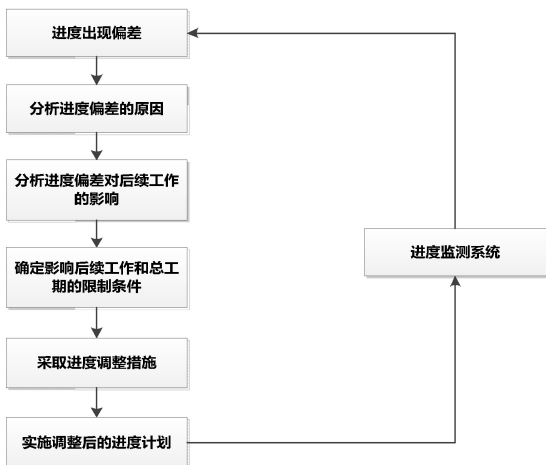


图4-1 工程项目进度调整的系统过程

作和整体项目没有影响时，或其影响可忽略不计时，可不采取措施，否则项目管理团队需要采取针对有效的措施予以解决，其中需要考虑一些限制条件等，如考虑增加资源投入时需要保持在整体预算范围之内；最后，按照调整后的进度计划继续施工，直至项目竣工验收。

在工程建设项目中，工作延误常有发生，伴随着的是项目管理需要采取调整措施。一般而言，有一些简单的调整方法，一是增减工作，在不影响项目整体质量和交付物的前提下，适当的删减一些不必要的工作；二是改变工作之间的逻辑关系，比如由于恶劣天气的原因导致某项户外作业工作无法开展时，可暂停户外作业环节，优先完成后面的室内作业工作；三是减少某项工作任务的工期，这种方式主要是通过资源的重新优化配置或额外增加资源投入来实现；四是进行资源调整，如因为某项原材料市场

上缺货导致工作即将产生延误时，可考虑替换为其他品种的原材料；五是重新调整计划，当其他方式都难以实现时，可与项目承包方洽谈延长项目工期或适当减低项目目标或追加项目成本投入等，当然这是最终的办法，也是在其他方式都不能解决问题时最后采取的办法。

五、小结

工程项目的进度管理是与其成本管理、质量管理并重的三大目标之一，是工程项目管理中的重要方面。通过运用现代项目管理理论，采用项目管理工具，可以有效的编制项目进度计划，提高工程项目的进度管理水平，具有重要的实践价值。对工程项目的进度管理不仅要注重进度的控制，也要注重进度计划的编制。进度计划的编制需要在充分明确项目信息的基础上，对项目进行符合需要的WBS分解，在尽量全面的考虑外部环境因素和内部资源能力因素的前提下，建立适度弹性的进度计划；在进度控制上，运用项目管理软件实时跟踪项目进度，通过甘特图比较法和S型曲线可以直观的认识项目实际进度与计划进度的对比情况，产生偏差时要及时分析原因并采取对应措施。本文的研究对于工程项目的施工过程中如何科学编制进度计划，提高工程项目的进度管理水平，具有普遍意义上的参考借鉴价值，同时，随着项目的越来越复杂化，项目管理理论的深入发展，结合现代项目管理理论及先进的项目管理软件对实际工程项目进度进行控制与管理将继续成为学者和实践者的研究方向。

参考文献

[1] 俞宗卫. 网络计划的资源优化[J]. 基建优化, 1998年03期.
 [2] 胡志根, 肖焕雄. 工程项目投资规划及动态风险分析模型研究[J]. 基建优化, 1997年03期.
 [3] 高明生, 何建敏. 单步比较法—网络计划中的一种优化方法[J]. 管理工程学报, 1999年03期.
 [4] 邢莉燕, 李纪成. 动态规划法在网络成本工期优化中的应用[J]. 山东科学, 1998年03期.

(上接第88页)

键的参考依据。与此同时，道路桥梁中的市场发展呈现出多元化趋势。因此，新型防水材料也得到了广泛应用，但是这种施工材料也存在着诸多不足，可能会大大增加工程的施工成本。所以，路基防水施工技术人员需要充分结合工程实际，在不稳定性因素影响较多的位置应用全新的施工材料，以此来有效提高工程的稳定性与安全性。

(二) 提高施工方案编制的规范性

道路桥梁工程施工方案编制缺乏合理性与科学性是当前十分明显的问题，故而技术人员需采取有效措施不断加强施工方案编制的规范性和科学性，防止工程项目由于没有充分考虑工程建设的基本情况而受到较大的限制，进而严重影响工程施工的稳定性。如工程排水性能设计中，工程建设人员需结合工程实际，在施工方案编制中应用先进的理念和方法，有效加强施工方案的科学性，并且这也可为其他类似工程提供有效的参考，然后提出满足路基面防水施工要求的技术措施。

(三) 完善防水路基面施工技术

以前期施工设计为基础，施工人员应当做好路基面数据资料的收集工作，并科学规划防水路基面，保证防水路基面施工的可行性。另外，应用防水路基面施工技术时，需严格按照工程施工的规范和要求，确保工程施工可充分满足工程的施工标准，提高工程建设质量。

(四) 严格控制施工技术应用的规范性

在路基防水技术应用中，应加强防水技术应用的合理性，

注重制度的规范性，进而确保工程严格按照规范要求建设，更加科学地应用工程的施工技术。在路桥防水路基面施工中，施工人员要在混凝土初凝后及时开展拉毛处理，且利用机械设备清理浮浆，不断提高防水层与混凝土面、沥青混凝土的粘结力。在工程施工期间，施工人员还需正确认识路基面防水层平整度的重要意义，及时清理路基面，充分发挥其防水性能。

四、结束语

综上所述，就桥梁工程而言，防水路基面的施工质量十分关键。为此，桥梁工程施工企业就应当结合工程实际，选择合适的施工材料和施工工艺，从而有效保障工程的施工质量，彻底优化路桥性能。

参考文献

[1] 郑汉列. 路桥施工中防水路基面的施工技术分析[J]. 中国新技术新产品(03).
 [2] 刘富基. 路桥施工中防水路基面的施工技术分析[J]. 江西建材, 2017(24).
 [3] 徐连平, 赵鹏飞. 路桥施工中防水路基路面的施工技术研究[J]. 科技风. 2018(24).
 [4] 朱明华. 浅谈填石路基技术在路桥施工中的应用[J]. 中国新技术新产品. 2017(13).
 [5] 宋辉青. 浅析路桥施工中防水路基面施工技术研究[J]. 民营科技. 2016(03).