

基于知识系统的施工进度自动安排 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/216/2021_2022__E5_9F_BA_E4_BA_8E_E7_9F_A5_E8_c41_216794.htm 「摘要」提出一种基于知识系统的施工进度安排方法，结合项目管理的工作分解结构原理，对施工活动自动分类，通过对施工活动分解，计算各施工活动持续时间，并且建立前后施工活动间的逻辑关系，实现进度自动生成。最后通过某高层建筑的施工总进度计划安排和实践结果对比，验证基于知识系统的方法能够借鉴专家知识，生成合理的进度计划，指导工程项目施工。提出的进度安排系统既有助于生成新的施工进度，又为进度自动调整和控制提供基础。进度计划是影响项目实施的一个重要因素，合理的进度安排为项目进度控制提供依据，并且有利于项目成本控制和质量控制。进度安排需要考虑大量的约束条件，如工作面、机械设备、劳动力、工作方法、工作效率、成本等，在大量的工程进度安排实例中最常用的是经验和直觉。如果进度安排不合理，则对工程的指导作用降低，导致拖期、资源安排不合理和成本增加。如果要编制比较合理的进度计划，则必须考虑不同约束条件，进行大量的工程量计算、持续时间计算、资源需求量计算，导致进度计划编制周期增加。近年来，随着人工智能（Artificial Intelligent，AI）技术的迅速发展，为施工进度计划的自动安排创造了条件。施工进度自动安排是建筑、工程和施工（Architecture，Engineering，and Construction，AEC）并行工程技术中非常重要的一个环节，进度安排所需的数据可与CAD（computer aided design）接口。施工进度自动安排一直是研究的热点，

例如，Morad 和Beliveau 提出KNOW - PLAN专家系统，利用三维计算机模型产生所需的输入数据，进行进度安排[1]。Zozaya2Gorosti2 za 等开发CONSTRUCION PLANEX专家系统，计算项目的成本和进度安排[2]。Thabet和Beliveau开发SCaRC专家系统，对空间约束和资源约束条件下的项目进度进行自动安排[3]。利用计算机辅助施工（computer integrated construction）可以加快工程施工进度，降低工程施工成本。笔者基于知识系统（knowledge2based system，KBS），提出适合于施工进度自动安排的新方法。

1 系统模型

基于知识的专家系统（knowledge - based expert system，KBES）作为人工智能技术的一个分支，广泛应用于各个专业领域[4]。使用KBES技术可以实现进度安排自动化，使计划员从繁杂的工程活动分类及其工程量和持续时间计算、工程进度计划安排和调整等工作中解脱，可以自动生成高质量的进度计划[5]。本文模型的核心是基于知识的系统和进度生成系统，此外还包括输入输出系统。系统模型原理图见图1。本文模型的知识系统由项目分解、活动分类、工期定额库和工程经验等组成。项目分解是将项目自上而下逐层分解，例如一个建设项目一般可以分解为单项工程、单位工程、分部工程、分项工程和工序活动等几个层次。项目分解的层次与进度计划类型和项目复杂程度有关[6]。对于复杂网络和进度安排采用子网络和子工程进度就可以使总进度计划简洁、易于理解。活动分类就是以不同的类表示工作活动，类的层级与项目分解的层级相一致。同一类和不同类的工作活动之间的逻辑关系由类与类之间的关系推导而来。工期定额库体现了社会平均生成水平。劳动生成效率主要与生产方式（手

工或机械)相关,建筑行业仍然是劳动密集型行业,手工生产占有较大比重,因此,在计算工作的持续时间时以手工生产为主。工作的持续时间与工程量、劳动生产效率和劳动力数量等有关: $D_i = Q_i / S R_i$ (1) 式中: D_i 为工作活动*i*的持续时间; Q_i 为工作活动*i*的工程量; S 为每一工作日(或台班)的产量; R_i 为工作活动*i*所需要的劳动力数量(或机械台班数)。工作持续时间计算的前提条件是工程活动的分解和整合,在同一工程项目中建立统一的工程分解原则。因为综合性强的工作可以分解为许多子工作,而子工作也可以使用上式计算其持续时间。工程经验是大量工程实践的总结。工程经验对确定工作活动分类、工作活动的先后逻辑关系、劳动力数量和工作持续时间等均具有重要意义,考虑工程经验可以减轻进度生成系统对项目详细数据的过度依赖,可以合理估计相关数据,并且可以编制出更加合理的工程进度计划。进度生成系统由进度计划安排、资源计划和人工调整等组成。由知识系统生成的工作活动之间的逻辑关系和活动的持续时间可以自动安排进度计划,以及相应的资源需求量计划,根据工程实际,用户可对进度计划和资源安排进行调整。施工进度自动安排系统所涉及的大量数据以数据库形式存储和读取。

2 知识系统模型

2.1 项目分解结构

项目分解结构是分析施工活动相互关系的基础。系统贮存一些常见工程项目的项目分解结构,以及相应的施工活动分类。一个典型建筑物的分解结构和层级关系如图2所示。

2.2 施工活动逻辑关系

施工活动之间的逻辑关系是工程进度计划安排的核心,受多方面因素的影响,还需要考虑施工计划的经验和知识。施工活动逻辑关系一般受物理关系、工艺关系

、组织关系等约束。每一施工活动均属于某一类，相同的类具有相同的属性。类与类之间的关系主要有物理关系、工艺关系和组织关系。相同的类和不同的类之间的关系均可由上述三种关系来表示和推理。

2.2.1 施工活动的物理关系约束

施工活动的物理关系主要指工程项目的分部分项工程或构件之间的空间关系。物理关系约束主要有三种：结构；植入；附着。例如，不同结构层之间为结构关系，上一结构层必须依靠下一结构层；基础工程与主体结构工程之间为结构关系；门窗、管道安装与楼层结构之间为植入关系；装饰工程与楼层结构之间为附着关系。

2.2.2 施工活动的工艺关系约束

施工活动的工艺关系主要指施工活动工艺上的前后顺序要求。例如在钢筋混凝土施工中，工艺流程一般为：测量放线 支撑脚手架 架立模板 钢筋绑扎 浇筑混凝土 养护。不同施工段之间的工序活动关系既要考虑工艺关系约束，又要考虑空间上的物理关系约束。

2.2.3 施工活动的组织关系约束

施工活动的组织关系主要指施工活动顺序的主观安排，主要涉及可平行施工的施工段的顺序安排。施工活动的组织关系可以采用约翰逊排序法优化施工活动的主观顺序。

2.2.4 消除冗余逻辑关系

施工活动逻辑关系由上述三种关系约束推理得到后，可能存在相互矛盾的逻辑和冗余的逻辑。针对三种关系约束，首先满足物理关系，然后满足工艺关系，最后考虑组织关系。

2.3 施工活动持续时间

原则上，施工活动持续时间可按式（1）计算。由于工程实践经常面临劳动力或施工机械设备等资源不明确条件下必须事先安排施工进度计划，因此即使已知工程量也可能无法按公式准确计算工作的持续时间。如果不能按公式（1）计算施工活动持续时间，则根据工

工程量查询知识库和数据库，由工程经验调整。 $D_i = Q_i K_i l_i$ (2)

式中： K_i 为知识库和数据库查询得到某类工作的经验劳动效率（在通常的施工条件下）； l_i 为某类工作活动的工程量大小对工作持续时间的的影响系数。如果既不能由公式（1）又不能由公式（2）确定，则该项施工活动的持续时间由使用者主观输入。在本文系统中，工作活动的持续时间在总进度计划安排过程中还必须不断调整。工作活动的持续时间调整的原则与工期优化的原则类似，总体原则是持续时间长的工作，其持续时间优先调整，时间成本较低的优先调整，或者人为调整。通过调整工作活动的持续时间来满足工程总工期和关键节点时间的要求。如果工程项目没有总工期和关键节点时间要求，则不需要按照公式（3）调整工作的持续时间。

$D_{ai} = D_i J_i$ (3) 式中： D_{ai} 为调整后的工作活动*i*的持续时间； J_i 为工作活动*i*的持续时间的调整系数，与前后计划时间差和各项工作的可调程度、经验等有关。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com