

文章编号:1001-4179(2011)16-0092-03

P3 软件在施工总进度网络计划技术中的应用

吴 俊, 刘 百 兴, 何 为, 杨 学 红

(长江勘测规划设计研究有限责任公司 施工设计处, 湖北 武汉 430010)

摘要:针对工程项目管理软件 P3(Primavera Project Planner, P3e/c) 在应用过程中与国内工程使用习惯不相适应的问题, 结合我国水利水电工程施工管理的特点, 对 P3 软件进行了二次开发, 并应用于重庆小南海水电站工程施工进度计划的研究中, 对其不同工期的完工概率进行分析。应用结果表明, 通过编制 P3toCAD 程序, 能够在一张进度表中同时反映几个资源的单独强度柱状图, 且得到的资源曲线符合国内水利水电工程的表达习惯。

关键词:施工总进度; 网络计划技术应用; P3 软件; 项目管理

中图法分类号: TV51 **文献标志码:** A

1 研究背景

大中型水利水电工程的项目多、规模大、工期紧、施工条件复杂、难度大, 同时还要受到洪水威胁和地质条件变化等不可预见因素的影响, 致使工程建设很难按照事先制定的进度计划实施。为了满足建设工期的要求, 需要根据工程实施中的具体情况不断地对施工总进度进行调整和优化。

现阶段国内水利水电工程总进度计划的编制过程存在如下问题: 进度计划内容与形式不统一, 不同阶段和不同单位之间的进度计划难以沟通比较, 在编制和执行过程中难以调整; 缺乏在统一标准下的工程量统计分析、资源配置优化方法, 缺乏较为可靠的完工可能性和风险评价机制。这些问题制约着进度计划研究的科学性和工作效率。

网络计划技术是一种行之有效的施工进度管理方法, 因此得到了广泛的应用。P3 系列软件是全球知名的工程项目管理软件, 在网络计划技术方面具有一定的先进性, 其应用于国内水利水电工程建设项目管理已经有近 20 a 的历史。但在 P3 软件的应用过程中存在许多与国内工程使用习惯不相适应的地方, 譬如:

(1) 由于我国工程建设管理体制与国外管理水平相比尚有差距, P3 软件的资源 and 成本的输出形式与国内工程的实际应用不太一致, 所以应用 P3 软件进行资源管理和成本控制还不太理想。

(2) 在进行进度分析及进度调整和优化时, 很可能需要对当前方案的工期风险进行评价, 而 P3 软件尚不具备评价工期风险的功能。

(3) P3 软件对资源的表达形式与我国水利水电工程表达习惯不太符合, 使用起来不顺手。

因此, 从网络计划技术出发, 针对我国水利水电工程施工特点, 深入研究资源配置优化方法和可靠的完工可能性和风险评价机制, 将对提高工程项目管理和设计水平具有很重要的意义。同时根据工程设计的需要, 对 P3 软件进行相关的二次开发以改善其使用性, 对提高其应用水平也是非常必要的。

2 施工总进度网络计划技术的发展

网络计划技术是从现代管理科学中总结出的一种比较有效的管理方法。它的总体思路是以缩短工期、提高效率、节省劳力、降低成本消耗为最终目标, 通过较为形象的时间关系图——网络图, 来表示预定计划

任务的进度安排及其各个环节之间的相互关系,并在此基础上进行系统分析,计算时间参数,找出关键性线路,然后利用时差,进一步改进实施方案,以求得工期、资源、成本等的优化。

网络法起源于美国,包括关键路线法和计划评审法。关键路线法(Critical Path Method,简称 CPM)是 1955 年由杜邦公司和兰德公司合作发展起来的,计划评审技术(Program Evaluation and Review Technique,简称 PERT)是 1958 年由美国海军武器规划局的工程技术人员提出的。在 CPM 和 PERT 中,工作关系都是肯定型的,不同之处在于 CPM 的工作持续时间是肯定型的,而 PERT 的工作时间采用悲观、乐观、可能 3 个估计值综合确定。

自 CPM 和 PERT 产生以来,为适应各种情况的需要,网络计划的形式有了很大发展,到目前为止已出现了 4 种类型(按结构和活动时间是否肯定来划分)几十种方法:如搭接网络技术、决策网络技术、图示评审技术(Graphical Evaluation and Review Technique,简称 GERT)、循环操作网络技术、风险评审技术、模糊网络计划技术等。基于知识的专家系统与 CPM/PERT 相结合是近年来的国际发展趋势。

随着系统仿真、地理信息系统及科学技术可视化等技术的迅速发展,借助计算机辅助设计软件进行工程施工总进度的设计和研究,对工程工期可行性进行分析评价。在项目建设过程中,应用计划管理软件对项目进行计划和管理,并不断进行适时调整和优化成为施工总进度设计的发展趋势。

3 研究内容与成果

长江勘测规划设计研究院联合武汉大学进行了施工总进度网络计划技术应用数值计算研究,并取得了如下成果:

(1) 以网络计划技术为基础,研究了完工概率和工期风险分析方法,开发了基于模糊数学方法的工期可行性评价系统。

(2) 根据我国水利水电工程施工管理的特点,对国际通用的工程项目管理软件 P3 进行了二次开发。

3.1 施工进度风险分析

结合重庆小南海水电站工程施工进度计划进行研究,对其工期风险进行分析计算。

小南海工程位于重庆江津市珞璜镇下游 1.5 km 处,上距江津市约 38.5 km、下距重庆市 40 km。枢纽主要建筑物由 39 孔溢流坝、12 台机组电站厂房、双线单级船闸、鱼道及挡水坝组成。大坝坝顶高程 203.0 m,最大坝高 67 m,总装机容量 1 680 MW。工程施工

分为 3 期:

(1) 一期工程的主要任务是导流明渠开挖与支护、左岸厂房坝段基础及进水渠开挖施工、右岸厂房高程 168.0 m 以上部位的土石方开挖以及跳蹬溪改道工程。

(2) 二期工程的主要任务是左岸土石坝段、左岸溢流坝段、左岸电站厂房、船闸以及鱼道等主体建筑物在二期土石围堰的保护下全年施工,明渠过流与通航。

(3) 三期工程由左岸已建的溢流坝过流,船闸通航并在三期土石围堰的保护下进行右岸溢流坝、右岸非溢流坝段、右岸电站厂房等主体建筑物施工。

3.1.1 一期工程完工概率分析

一期工程的关键线路为左岸电站厂房基础及进水渠的开挖,计算结果见表 1。

表 1 一期工程完工概率计算

| 作业名称 | 估计时间/d | | | 期望值 | 标准差 | 规定时间/d | 完工概率/% |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----|--------|--------|
| | 乐观 | 最可能 | 悲观 | | | | |
| 基础及进水渠开挖 | 385 | 392 | 400 | 392 | 2.5 | 396 | 94.52 |

由表 1 的计算可知,一期工程的完工概率为 94.52%,完工的可能性很高,工期风险较小。

3.1.2 二期工程完工概率分析

二期工程的关键线路为二期围堰的填筑、一期围堰的拆除、17 号混凝土厂房坝段的土建以及机组安装和首台机组发电,计算结果见表 2。

表 2 二期工程完工概率计算

| 作业名称 | 估计时间/d | | | 期望值 | 标准差 | 规定时间/d | 完工概率/% |
|--------------------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|--------|
| | 乐观 | 最可能 | 悲观 | | | | |
| 二期围堰填筑 | 175 | 182 | 185 | 181.33 | 1.67 | 182 | 65.54 |
| 一期明渠围堰拆除 | 51 | 61 | 66 | 60.17 | 2.50 | 61 | 63.06 |
| 17 号混凝土下部填槽及尾水管底板的浇筑 | 19 | 26 | 30.5 | 25.58 | 1.92 | 30 | 98.94 |
| 弯管段立模、底板固结灌浆 | 35 | 45 | 50 | 44.17 | 2.50 | 45 | 63.06 |
| 17 号混凝土弯管段混凝土浇筑 | 56 | 79 | 92 | 77.33 | 6.00 | 83 | 89.93 |
| 封闭块回填 | 50 | 60 | 65 | 59.17 | 2.50 | 60 | 63.06 |
| 17 号混凝土锥管一期混凝土 | 59 | 78 | 99 | 78.33 | 6.67 | 87 | 90.32 |
| 锥管安装、锥管二期混凝土回填 | 50 | 60 | 65 | 59.17 | 2.50 | 60 | 63.06 |
| 17 号混凝土转轮室、座环安装、蜗壳层混凝土浇筑 | 106 | 126 | 141 | 125.17 | 5.83 | 131 | 84.13 |
| 17 号混凝土蜗壳顶板至发电机层 | 63 | 84 | 98 | 82.83 | 5.83 | 90 | 91.92 |
| 17 号混凝土上下游墙 | 86 | 115 | 134 | 113.33 | 8.00 | 124 | 90.88 |
| 厂房封顶 | 26 | 29 | 34 | 29.33 | 1.33 | 30 | 69.15 |
| 左岸机组安装 | 650 | 695 | 740 | 695.00 | 15.00 | 700 | 63.06 |
| 合计 | 1426 | 1640 | 1799.5 | 1630.92 | 16.89 | 1683 | 99.90 |

分析二期工程的完工概率可知:二期围堰填筑、一期明渠围堰拆除、弯管段立模、底板固结灌浆、封闭块回填、锥管安装、锥管二期混凝土回填及左岸机组安装

等工程的完工概率都不足 70%，在施工过程中应加强对工程的风险控制，以保证工程的顺利进行。

3.1.3 三期工程完工概率分析

三期工程的关键线路为右岸电站厂房基础开挖、截流、25 号混凝土厂房坝段的土建以及机组安装和第 7 台机组发电，其中截流风险单独进行分析。计算见表 3。

表 3 三期工程完工概率计算

| 作业名称 | 估计时间/d | | | 期望值 | 标准差 | 规定时间/d | 完工概率/% |
|--------------------------|--------|------|--------|---------|-------|--------|--------|
| | 乐观 | 最可能 | 悲观 | | | | |
| 右岸电站厂房基础开挖 | 150 | 182 | 195 | 178.83 | 7.50 | 150 | 66.36 |
| 25 号混凝土下部填槽及尾水管底板的浇筑 | 19 | 26 | 30.5 | 25.58 | 1.92 | 19 | 98.94 |
| 弯管段立模、底板固结灌浆 | 35 | 45 | 50 | 44.17 | 2.50 | 35 | 63.06 |
| 25 号混凝土弯管段混凝土浇筑 | 57 | 79 | 92 | 77.50 | 5.83 | 57 | 90.07 |
| 封闭块回填 | 50 | 60 | 65 | 59.17 | 2.50 | 50 | 63.06 |
| 25 号混凝土锥管一期混凝土 | 59 | 79 | 96 | 78.50 | 6.17 | 59 | 81.38 |
| 锥管安装、锥管二期混凝土回填 | 50 | 60 | 65 | 59.17 | 2.50 | 50 | 63.06 |
| 25 号混凝土转轮室、座环安装、蜗壳层混凝土浇筑 | 106 | 126 | 141 | 125.17 | 5.83 | 106 | 84.13 |
| 25 号混凝土蜗壳顶板至发电机层浇筑 | 63 | 84 | 98 | 82.83 | 5.83 | 63 | 91.92 |
| 25 号混凝土上下游墙浇筑 | 86 | 115 | 134 | 113.33 | 8.00 | 86 | 90.88 |
| 厂房封顶 | 26 | 29 | 34 | 29.33 | 1.33 | 26 | 69.15 |
| 机组安装 | 650 | 695 | 740 | 695.00 | 15.00 | 650 | 63.06 |
| 合计 | 1351 | 1580 | 1740.5 | 1568.58 | 22.57 | 1622 | 99.10 |

三期工程的关键线路中，右岸电站厂房基础开挖、弯管段立模、底板固结灌浆、封闭块回填、锥管安装、锥管二期混凝土回填、厂房封顶及机组安装等工程的完工概率都不到 70%，是工期风险较大的工程，在实际施工过程中应加强风险控制。

3.2 P3 软件的二次开发应用

P3 软件得到的资源曲线只能反映单一的资源，或是将几个资源叠加在一个强度柱状图上，而国内工程应用中往往需要在一张进度表中能同时反映几个资源的单独强度柱状图。由 P3 软件得到的资源曲线不大符合国内水利水电工程的表达习惯，因此对 P3 软件进行二次开发并编制了 P3toCAD 程序以解决这一问题。

该程序所用数据均从 P3e/c 或 P6 中的进度计划项目中获得，将施工进度及资源曲线输出为 AutoCAD 绘图文件。

P3 软件二次开发程序 P3toCAD 是在 SQL 2000 数据库系统和 CAD 2008 下开发的，计算机中应安装 P3 系统和 CAD 2008 系统，在运行该程序之前打开 SQL 2000 中的管理器，使之成为可用状态，否则系统运行出错。

(1) 导入编制的 P3 进度计划，系统界面将显示出各施工项目的进度计划。

(2) 程序运行后生成的 CAD 绘图文件，可直接打印出枢纽施工控制性总进度图表。

4 结语

本文结合 P3 软件对施工总进度网络计划技术应用进行初步研究，在小南海水电站工程实例应用中取得了初步成效。随着研究的进一步深入，将对大中型水利水电工程的施工总进度设计产生更有效的辅助分析作用，同时使 P3 软件运用更加适合我国水利水电工程的特点。

(编辑:李慧)

Application of P3 software in general construction schedule network planning technology

WU Jun, LIU Baixing, HE Wei, YANG Xuehong

(Construction and Design Department, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: Aiming at the maladjusted problem of the project management software P3 in its application in the domestic projects, the secondary development of P3 software was conducted according to the characteristics of construction and management of hydropower stations in China. And it was applied in the study of construction schedule plan of Xiaonanhai Hydropower Station in Chongqing to analyze the completing probability in different construction periods. The results showed that the single intensity histogram of several resources could be reflected in one schedule chat through compiling the program of P3toCAD. The obtained resources curves accorded with the expressing ways in China.

Key words: general construction schedule; application of network planning technology; P3 software; project management