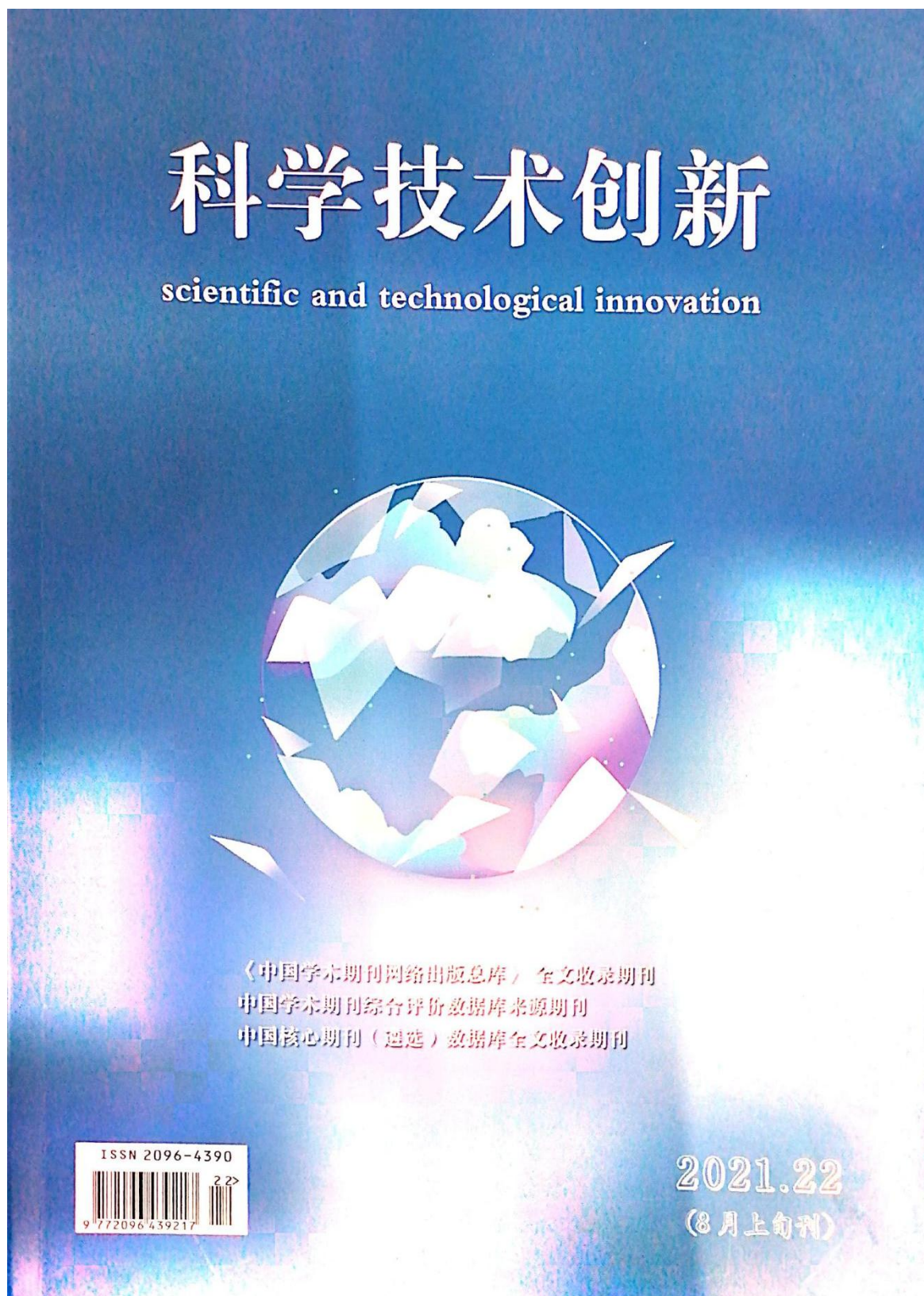


1. 《基于流水施工原理与网络计划技术的施工进度控制实证研究》



科学技术创新

2021年第22期 (8月上旬刊)

主管单位 黑龙江省科学技术协会
主办单位 黑龙江省科普事业中心

社长 张鑫

副社长 周艳春

总编 王立言

副总编 魏玉新

采编中心 李文辉 杨龙 杨帆

孙东梅 孙兆杰 袁依凡

王兴杰 李同平 成玉玲

编辑部主任 孙晓丹 强薇

编辑 杨丛珊 刘银 孙嘉谦

设计制版 许修言 王冰

办公电话 0451-82634744

0451-82613440

0451-86304902

投稿邮箱 kjcx114@163.com

法律顾问: 昝晓彤 (黑龙江锦融成律师事务所)
<http://lawyerzu.cctvt.com>

编辑: 科学技术创新杂志社编辑部
出版: 黑龙江科学技术创新杂志社有限公司
社址: 哈尔滨市南岗区和兴商厦 A 座 2603 室

中国标准连续出版物号: ISSN 2096-4390
CN 23-1600/N

刊期: 旬刊
邮发代号: 14-269
定价: 20 元人民币
印制: 哈尔滨市晨旭印刷有限公司

本刊声明: 本刊已被《中国学术期刊网络出版总库》、中国核心期刊(遴选)数据库全文收录, 是中国学术期刊综合评价数据库来源期刊。凡在我刊投稿并被录用的稿件文章, 将一律由编辑部统一纳入以上期刊网和数据库, 有不同意见者, 请另投他刊或特别声明, 且本刊不承担文章的合法性责任, 不再另付上网服务报酬。

目录

科技创新

基于线阵 CCD 的机器视觉尺寸测量精度的探究

/史瑞 吴辛培 王珊

不锈钢材质在换热器中的应用探索

/钟燕春 郭雄 赵英娜

12 米三轴天线 S 跟踪模式下的 Ka 频段校准技术研究

/赵德阳 田雨雷 闫春 王羽

基于 PLC 的间歇式聚合反应器自动控制系统设计

/朴星宇 梁永恒

冬小麦产量的高光谱遥感监测综述

/李转 彭致功 李王成 丁杰

基于 S7-200 的混捏锅自动控制系统设计

/王一诺 乔冠宁

东北三省旱情遥感监测方法研究/赵鑫

综合管廊智能化管理运维监控的实现

/姜胜利 刘亚军

改进的 LMS 算法对二阶信号的线性预测

/唐巧玲 何梦雨

基于肯德尔系数的改进 ID3 算法

/侯勋 方刚

小麦秸秆纤维素的提取方法对比研究/蔡向远 李凯

中国省际碳排放权的初始分配/裴晨变 屈卓然 刘若彬

井水位对地震波响应的小型振动台试验方案设计

/翟泽宇 谷洪彪 魏海滨 徐邑荣

环境阻尼反馈的永磁同步发电机混沌控制研究

/梅春草

基于井水位潮汐效应反演含水层参数的程序改进/魏海滨 谷洪彪

翟泽宇 朱柏正 徐邑荣

CAE 分析在汽车塑料前端框架的应用/周桂莲

消防救援问题研究/张济薪 张怡霖 刘子源	40
一种 GIL 现场故障应急检修方案设计/孙琼 许罗生 王振 金光耀 清格乐吐 包联霜 马源	42
基于超像素的 CD-BS 遥感影像变化检测方法 /赵子昕 赫佳妮	44
吉林省东部地区格点温度预报订正方法研究 /徐昌龙 崔日权 张莹莹 张昊	46
轨道车辆电池箱结构强度的有限元分析 /吕志东 曾介心	48
以某工程为背景对苦草去除水中污染物能力的研究 /叶祥	50
大流量低转速离心压气机叶轮流场仿真研究 /花严红 李振 罗涛	52
机械手的结构体系设计/邱红伟	54
合缸中间再热机组减负荷以及热态启动期间振动异常探究 /王文秀 刘喜 桂宏桥 李德丰	56
安顺煤矿近距离煤层开采瓦斯治理技术探讨/潘明成	58
K4 给煤机的优化改进/李雪松	60
基于 GIS 的 110KV 变电站规划系统设计/贾武军	62
弧焊机器人测控系统设计研究/郭辉	64
2010-2019 年曲靖市植被 NDVI 变化特征分析 /陈相标	66
基于组合迭代赋权云模型 TOPSIS 法的公交网络评价 /陈顺山	69
河北省沿海三个海洋站气象要素分析 /傅圆圆 杨超 张坤兰 张浩男 姚远	72
顾桥煤矿通风系统优化及改造方案 /窦怡飞 徐旭昭 高明松	74
磁浮列车 R50 弯道悬浮和导向分析计算/于青松 袁茂林 李小庆 王子超 刘帅 王剑博	76
聚合物中空微球在胎面胶中的应用性能研究 /王雷雷 王丽静 郑方远 解希铭	79

基于 GIS 的综合生态安全格局构建与生态保护修复 ——以隆回县为例/崔强 王水生 贺素莲	82
自由流一体化智能柜安装及维护技术探究/冯顺萍	86
镀液温度对化学镀 Ni-P-Zn 镀层耐蚀性能的影响研究 /侯彩凤 张迎新 王卓 韩琪 龚泽昊	88
基于分布式架构的大型海上编队作战数据管理技术研究 /王珏	90
GW16/17 型隔离开关锥齿轮瞬态接触有限元分析 /蔡东苗 张任 殷海杰	93
信息技术	
物联网安全问题及应对策略/丁莉 胡新宇	95
基于主动持续激励的无人机故障检测仿真/付江梦	97
基于 BIM 的水利水电工程信息系统设计 /蔡应心 杨鸿悦	99
基于 Android 的食堂点餐系统的设计与实现 /鹿俊聪	101
基于 RippleNet 的商品推荐研究 /管文豪 张爽 汪柏乐	103
基于机器学习的多因子寻物 app/陈鹏 潘宏锦 高贝贝 董敏弘 江晓蕾 马天宇 李媛媛	105
基于云平台的 PLC 远程监控功能研究/朱丽青	107
基于 Spark 的大数据清洗框架设计与实现/张菁楠	109
图像特征点提取与匹配的算法分析 /晏细兰 杨震伦	111
基于改进粒子滤波算法的农业物联网养殖跟踪研究 /陈勇 孙娟	113
三维点云数据的预处理研究 /王健 陈政 张华良	115
工程科技	
人工地层冻结温度场形成规律研究/张鹏飞	118

水库防渗墙自行式液压钢模台车施工技术/曾栋材	121
浅论 T 型槽在农田水利工程建设中的应用	
/欧阳钊	123
水泥稳定磷石膏基层材料力学性能研究	
/李夏 唐浩	125
水泥搅拌桩加固坡体在深厚软土基坑中的应用研究	
/温忠义 张庆华 樊子聪	127
公路路基施工中冲击碾压技术的应用探析	
/刘少霄	129
关于市政桥梁装配式工程的分析	
/蔡清华	131
基于 FLAC3D 的滑带土抗剪强度指标反演分析	
/程伟 王芳 张继周	133
高速公路桥梁施工中高墩施工技术的应用	
/胡进雄	136
基于流水施工原理与网络计划技术的施工进度控制实证研究	138
/王斐 周鹏	
路基设计软件中横断面数据处理的探讨	
/陈豪	140
碱激发建筑废弃物微粉泡沫混凝土性能研究	
/蒋雨莹 孙海峰 刘聪 罗楚凡	143
不同降雨强度下宁夏六盘山阴湿地区粉质黏土-泥岩公路边坡	
降雨入渗规律/景升 王芳 张继周	145
多孔隙植生型混凝土基本物理性能研究	
/马少华 谢明	149
东荣二矿煤层变厚液压支架换型与协同开采技术	
/刘洪泉 黄金鑫 谭善存	151
恒压恒扭工具在渤海油田中的应用/陈冬毅 徐鲲 张作伟	
吕广 张鑫 郭小明	153
房建项目装配式结构施工技术要点分析/邱建鹏	155
某市政道路软基治理真空联合堆载固结技术分析	
/匡雪兵	157

小边中跨比连续刚构桥技术研究	
/张文驰	161
创新创业论坛	
滚筒式叶丝回潮机的优化试验研究	
/黄英 张涛 居桂林 金屏玉	165
新型电感在高压脉冲系统中的应用	
/张国军	167
浅析 DS18B20 数字温度计/张天骐	169
减压器试验台水冷系统算法仿真	
/朱兆元	171
一种晾晒一体智能窗户的设计及分析/程慧伦 徐中青	173
张小雪 魏卓 张会利	175
基于主成分分析法的火灾预测模型研究	
/胡振圆 王路平 聂金龙	177
基于 GIS 的大连市土壤侵蚀强度估测	
/刘思艺 黄凤荣	179
山地暗棕壤不同剖面深度的团聚体分布	
/胡国强 李凯 王铁成	181
FR46-3 外防热涂层自动喷涂工艺方法研究	
/高金凤 李兵 王静 王蒙 王德	183
家装 APP 的细化设计	
/王鹏菲 陈伟利 李玉丽 张卓然 张维佳	185
双目双臂协作机器人设计与研发	
/胡仰 温秀兰 倪浩君 李子康 赵艺兵	187
城镇规模化餐厨垃圾预处理设备的研究/林 仞	189
关于宿舍门禁系统的优化设计与探究/杨睿贤 林瑞燕	191
浅析公立医院电子健康卡建设/邢 辉	193
智能应用型搬运机器人设计	
/李 爽 张志勇 于跃 杨威 赵航	195
洗手间防滑地板的设计与分析/张宝娟 王嘉炜 席平	197
港口安全生产系统研究——以蓬长客港为例/包明福	199

基于流水施工原理与网络计划技术的施工进度控制实证研究

王斐¹ 周鹏²

(1、陕西机电职业技术学院 铁道工程学院,陕西 宝鸡 721001 2、河南省公路工程局集团有限公司,河南 郑州 450001)

摘要:流水施工原理与网络计划技术是目前进行施工进度控制常用的两种方法。不同的工程进度控制人员因管理范围不同而分别采用。本文以某小型工程为例,用以上两种方法组织施工,实证了两种方法在控制施工进度中的优缺点。流水施工原理虽然形象直观,易于编制和理解,但是却难以表达清楚各项工作之间的关系以及各项工作的机动时间。网络计划技术在计算时间参数和确定关键线路方面有明显优势,但也存在自身的一些弱点。通过该小型工程施工进度控制实例证明,网络计划技术中的双代号时标网络计划技术兼有流水施工原理与网络计划技术双重优势,能够清楚表明各项工作的时间进程和时间参数,使关键工作和关键线路明显可视化,为以后统计资源需要量和资源的优化调整,提供了一个更加方便快捷的平台。

关键词:流水施工;网络计划技术;双代号时标网络计划技术;施工进度控制
中图分类号:TU721+3 **文献标识码:**A

文章编号:2096-4390(2021)22-0138-04

施工项目进度控制是指在要求工期条件下,编制出适合项目实施的最优进度计划,并在整个计划的实施过程中,不断的实时监控,与计划进度相比较,如果出现偏差,查找原因以及对后续工期造成的影响,找出解决措施方案,修改原定计划,如此循环,直至工程竣工验收。施工项目进度控制是建筑施工控制的一个重要目标,控制的目的是保证既定目标工期的实现或者在保证施工质量的前提下,最大限度的缩短工期。

1 现阶段我国施工进度控制方法研究现状

实践证明,由于网络计划技术可以区别关键工作和非关键工作,进而找出关键线路进行有针对性的施工进度控制,被大家普遍认为是是一种有效的控制方法。

1910年亨利·L·甘特先生发明了横道图,也称甘特图、条状图。该图图示方法简单,以横道的形式表示出项目各工作的逻辑顺序和持续时间。直至今日,仍然作为一种有效的施工进度控制方法得到了普遍应用,特别是在有承包资质的作业队伍里面应用更加广泛^[1]。20世纪50年代以后,为了适应新形势的需要,国外相继开发出关键线路法(CPM)和计划评审技术(PERT)等方法,并获得了巨大成功。这些方法虽然克服了流水施工原理的一些缺点,但却无法有效实现施工进度、工期、劳动力和资源消耗量可视化的目标^[2]。

网络计划图按代号表达形式不同,可以分为双代号网络计划图和单代号网络计划图两种。由于双代号网络计划技术在表示施工进度方面以及在使用电子计算机进行程序设计和优化方面比单代号网络计划技术更为方便快捷,本文以双代号网络计划技术为例介绍。双代号网络计划技术中的带有时间坐标的网络计划兼有横道图和网络计划技术的优点^[3]。

2 应用实例

某单层现浇钢筋混凝土工程有支模、扎筋和浇筑混凝土三个施工过程(n=3),划分为三个施工段(m=3),流水节拍分别为3d,2d,1d,试组织施工。

2.1 用流水施工原理方式组织施工

由已知条件可知,该工程可组织异节拍流水施工。

计算流水步距,令每一施工段上支模、扎筋、浇筑3个施工过程流水节拍分别为 t_1, t_2, t_3 。

由于 $t_1 > t_2$,所以

$$K_{1,2} = mt_1 - (m-1)t_2 = 3 \times 3 - (3-1) \times 2 = 5d$$

由于 $t_2 > t_3$,所以

$$K_{2,3} = mt_2 - (m-1)t_3 = 3 \times 2 - (3-1) \times 1 = 4d$$

计算工期

$$T = \sum K + \sum t_3 = 5 + 4 + 3 \times 1 = 12d$$

绘制施工项目进度横道图,如图1所示。

施工过程	施工进度/d											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
支模		①			②			③				
扎筋						①		②		③		
浇筑										①	②	③

图1 流水施工横道图

2.2 用双代号网络计划技术组织施工

根据已知条件中各工作之间的工艺关系和组织关系,并使用虚箭线传递工作之间逻辑关系,绘制出双代号网络图,如图2所示。

已知双代号网络图和图中各项工作持续时间,可以计算各项工作的六个时间参数,即最早开始时间、最早完成时间、最迟完成时间、最迟开始时间、总时差和自由时差。将各项工作时间参数计算结果标注在图2中相应位置,得到带有时间参数的双代号网络图,如图3所示。

在双代号网络计划中,总时差最小的工作称为关键工作。最迟开始时间与最早开始时间之差最小或者最迟完成时间与最早完成时间之差最小的工作为关键工作。

把网络计划图中各关键工作首尾相连,从起点节点到终点节点所组成的线路为关键线路,也称为关键路径。在起点节点至终点节点各条线路中,关键线路上各项工作持续时间之和

最大。关键线路可能不止一条。

用粗箭头标注出关键工作和关键线路,如图4所示。

由该图可以看出,关键工作为①-②,②-③,③-⑦,⑦-⑨,⑨-⑩,自始至终全部由关键工作组成的线路为①-②-③-⑦-⑨-⑩。

以上两种施工组织方式,计算工期虽然相同,均为12d,但流水施工原理的缺点已经凸显出来,即难以表达清楚各项工作之间的关系、不能显示对工期影响重大的关键工作和关键线路、不能从图中看出各项工作的机动时间,当实际项目中施工过程中数量庞大时,这一问题将更加严重。双代号网络计划技术弥补了流水施工的这些不足,但其自身仍然存在一些问题,如不能表明工程的进程和工作的开始、结束时间等^[4]。

3 双代号时间坐标网络计划技术

双代号时间坐标网络计划技术是将双代号网络图的时间节点和箭线长度按一定比例投影在水平方向的时间坐标轴上得到网络图以控制施工进度的一种技术。该技术克服了流水施工横道图和双代号网络计划技术的缺点,配合计算机的使用,使得其应用更加方便快捷^[5]。

用时间坐标网络计划方法绘制该工程的网络图,如图5所示。

该网络计划图清晰的显示了各项工作的开始时间、结束时间和自由时差等时间参数。从起点节点至终点节点的各条线路中,自始至终不出现波形线的线路即为关键线路,关键线路上各工作的总时差和自由时差均为零。

结束语

工程项目的庞大性和复杂性要求我们组织施工时要正确选取施工进度控制方法^[6]。在类似本文的小型工程施工进度控制过程中,可以选择使用时间坐标网络计划技术。该技术可以为建筑施工企业节约大量成本,增强市场竞争力。计算机技术的使用减轻了繁琐的计算和手工绘图负担,为该技术的推广提供了更加广阔的空间,极大的提升了施工项目进度控制效率^[7]。

参考文献

[1] 闫荣春,徐靖然,韩伟.流水施工进度控制工具关系的实证研究[J].施工技术,2015,44(S1):720-722.
 [2] 薛宝恒,熊学忠.建筑施工组织与管理[M].武汉:武汉大学出版社,2015,12,41.
 [3] 刘强,郑建国.网络计划技术在施工进度计划管理中的应用分析[J].工程建设与设计,2020(04):228-229.
 [4] 兰添.网络计划技术在建设项目进度控制中的应用与分析[J].

现代经济信息,2019(24):42-43.

[5] 李光华,宋平,李继红.探讨工程进度控制技术在移民安置进度控制中的应用[J].水力发电,2020,46(07):60-63.

[6] 牛洁.建筑工程施工进度控制与管理解决对策[J].建筑与预算,2021(04):41-43.

[7] 郝宇.建筑工程施工进度控制措施[J].四川水泥,2021(04):136-137.

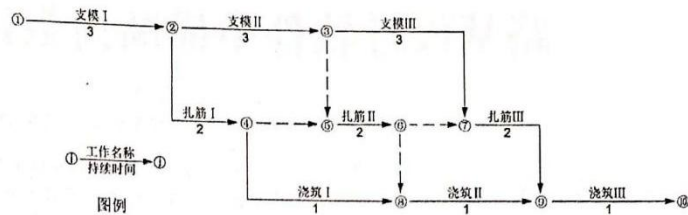


图2 双代号网络图

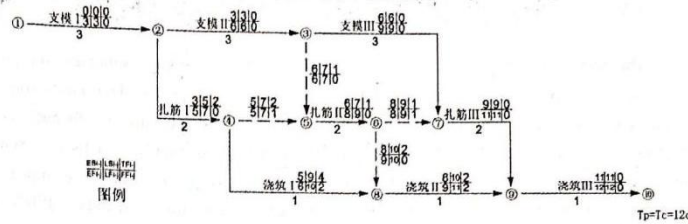


图3 时间参数

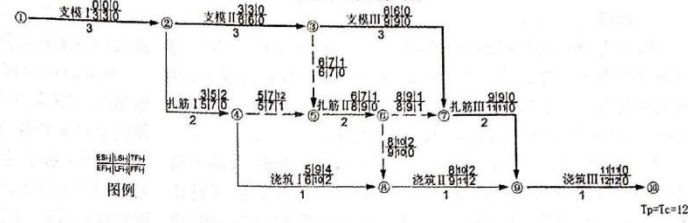


图4 关键线路

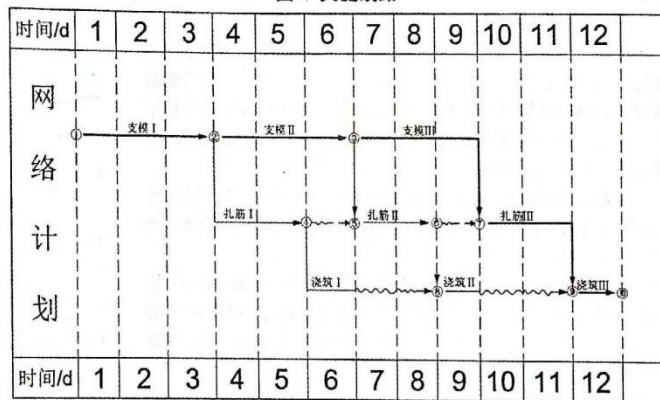


图5 双代号时标网络计划

2. 《无节拍流水施工在建筑工程施工管理中的应用》



目次

【创新前沿】

可再生能源消纳机制下的售电商购电策略优化
探讨 GYK 控制模式和数据编制的安全问题
基板颗粒快速检测技术的研究
应用六西格玛方法 提高复合材料拉伸试件 FTY
区块链技术应用研究及未来发展趋势展望

张艺菲,龚雁峰(1)
吴兵(5)
蓝科,刘道,李润芝(8)
张娟,刘熠崑,周洪飞(12)
伍赛特(16)

【众创空间】

基于前后端分离和 Spring Security 的用户登录功能的设计与实现
基于 RobotStudio 的自动生产线工作站仿真设计
基于 TRIZ 理论的一种术后洗澡防水装置
港西油田明化镇组水淹层特征
用户主动溯源的数据隐私保护方案设计探讨
货车车钩缺陷超声检测装置研究

宋馨来,张海涛(19)
卢庆(22)
张永慧,史菲,潘李安,等(25)
李敏,唐鑫萍(27)
蒋清红,兰鑫毅,林东,等(30)
朱荣华,占小红(33)

【研究视界】

液化气储罐裂纹产生原因分析及修复
锥形桩形成的物理机制探究
基于 MapReduce 框架的实时大数据图像分类研究
网络节点数据可信度智能检测研究
甘肃省推进兰西城市群交通发展的初步思考
电力系统自动化继电保护装置及其测试研究
土壤重金属污染高光谱遥感定量监测
新形势下不动产籍调查关键技术与质量控制研究
河流水化学溶质特征研究初探
试论林业生态修复与环境保护的关系
福建地区重复地震识别与应用
基于 Cadna/A 软件下 500kV 户外变电站噪声预测分析
一种自主登台对抗机器人研究

姜雪江(36)
孙瑞雪,孙葳清,黄力行,等(41)
申妙芳(44)
王军(46)
郭峰(49)
张斌(52)
董霖欣,李帅(55)
朱惠英(58)
陈巍(61)
陈一佐(64)
李强,李军,袁丽文,等(67)
周翼,林炬,刘吉刚,等(70)
王学雷,黄杰,吕世霞,等(75)

【设计创新】

新疆润田煤矿研石充填开采系统设计
沙曲煤矿坐标系统的设计与精化
城市综合管廊盾构法施工设计及技术操作

李衡,刘伦强,周雪军(78)
王晓东,王波,付培义(80)
郑国栋(84)

市政给排水管道设计、质量通病及防治思路	柯珂(87)
P-FMEA 在轨道车辆制造业过程设计开发中的应用研究	任东军(90)
基于云平台的轨道交通应急管理系统设计应用	姜蔓(93)

【方法创新】

论钱塘江某段海塘堤脚冲结构方案比选	殷学成,胡勇峰,柴文琦(96)
ICP-AES 法测定矿物中氧化钙和氧化镁等含量的方法	罗欢(99)
基于 AR 模型的大地电磁脉冲噪声压制	舒幸宁(102)
装配式混凝土预制构件生产阶段常见问题与防范措施分析	张永强(105)
10kV 配电线路鸟害防治措施研究	杨鑫,周攀,李斌,等(109)
先张法预应力砼空心板梁的质量控制探讨	衡永才(114)
公路养护工程常见病害及防治	彭孝文(117)
基于数据驱动的政府质量工作社会公众满意度评价方法优化研究	霍哲珺,贾佳(120)
330MW 汽轮发电机高速集电环电刷过热原因分析与处理	吴昊(124)
大数据背景下计算机网络安全及解决策略	梁金玲(127)

【技术创新】

建筑工程中高大模板施工技术研究	王继贤(130)
泵站自动化与三维 BIM 集成应用技术分析	郑楠(133)
RFID 技术在消防装备器材管理中的应用分析	卢璐(136)
电力计量互感器误差的现场测试技术	马远武,李明橙,苏剑锋(139)
电气工程及其自动化的智能化技术应用分析	刘登啟(142)
装配式建筑预制构件施工技术工艺研究	刘刚(145)
关于电子信息技术的应用特点与未来发展趋势探讨	邓月明,曾庆帮(148)
高层建筑工程深基坑支护施工技术分析	杨昱杰(151)

【应用科技】

物联网技术在石油行业中的探索与应用	高倩(154)
大数据技术在国土空间规划中的应用	王英,唐伟,熊军,等(157)
广播电视发射天线技术及应用分析	徐铁峰(160)
现代电力电子技术在开关电源中的应用	牛潇昆(163)
泡沫混凝土在公路养护中的应用	李洪明(166)
机器视觉技术在农产品色选机上的应用	宋骋(169)
激光三角法在手机 SIM 卡槽触点共面度测量中的应用研究	范海健,谢伟楠,曹冬冬,等(172)
建筑工程中节能施工技术的应用	杨超勇(175)

【管理创新】

车身生产线建设施工现场管理	陈娟(178)
加强高层建筑消防监督管理探究	李晓东(182)
人员密集场所消防监督探究	王天保(185)
质量管理在食品安全中的重要性及管理措施研究	杨成彬,王勇,刘刚(188)
高层建筑消防隐患与防火监督探析	闫树彬(191)
无节拍流水施工在建筑工程施工管理中的应用	王斐,周鹏(194)

无节拍流水施工在建筑工程施工管理中的应用*

王斐¹,周鹏²

(1.陕西机电职业技术学院 铁道工程学院,陕西 宝鸡 721001;2.河南省公路工程局集团有限公司,河南 郑州 450001)

摘要:建筑工程施工管理过程中,管理人员必须要面对的一个问题是如何合理科学地组织施工。目前最常用的施工组织方式为流水施工。根据流水节拍的不同,组织流水施工时又具体分为以下四种组织形式:等节拍流水施工、成倍数节拍流水施工、异节拍流水施工和无节拍流水施工。实际工程施工中,由于各种原因的限制,导致各施工过程在各施工段上流水节拍不尽相等,因此无节拍流水施工是实际工程施工中应用最多的一种施工组织形式。文章通过实证的方式,研究了无节拍流水施工在工程施工现场的应用,证明了无节拍流水施工组织方式的科学性和合理性,保证了施工工作连续、均衡进行,为施工组织管理人员提供参考。

关键词:无节拍流水施工;施工组织方式;流水节拍;施工进度计划

中图分类号:TU721

文献标志码:A

文章编号:2095-2945(2021)18-0194-03

Abstract: In the process of construction management of construction engineering, a problem that managers must face is how to organize construction reasonably and scientifically. At present, the most commonly used construction organization is flow construction. According to the different rhythm of flow, the organization of flow construction can be divided into the following four forms: equal rhythm flow construction, multiple rhythm flow construction, different rhythm flow construction and non rhythm flow construction. In the actual engineering construction, due to the limitation of various reasons, the flow rhythm of each construction process in each construction section is not equal, so the non beat flow construction is the most widely used construction organization form in the actual engineering construction. This paper studied the application of non rhythmic flow construction in engineering construction site through empirical method, proves the scientificity and rationality of non rhythmic flow construction organization mode in organizing construction, ensures the continuous and balanced construction work, and provides reference for construction organization and management personnel to organize construction.

Keywords: non rhythm flow construction; construction organization mode; rhythm of running water; construction schedule

建筑工程流水施工与工业生产的流水线十分相似,与之不同的是建筑对象是固定不动的,专业施工队和设备机具是在建筑产品上随着施工的进行而流动。流水施工是工程项目组织实施的一种形式,为施工现场文明施工和科学管理提供了前提条件,节约了工期和工程费用,目前在施工组织中得到了广泛应用^[1-2]。

1 流水施工组织方式

流水施工是将要施工的项目在工艺上划分为若干个施工过程,在空间上划分成若干个施工单元,水平方向和垂直方向上都要进行划分,水平方向划分为若干个施工段,垂直方向上划分为若干个施工层,同时组建专业的施工人员,连续完成第一个、第二个...第m个施工段施工,在保证专业施工队伍人工、机具和材料不变的情况下,再去完成第一层、第二层...第r个施工层的施工,直至整个工程项目结束^[3]。流水施工现场作业如图1。

根据流水节拍的性质,可将流水施工划分为以下四种形式:等节拍流水施工、成倍数节拍流水施工、异节拍流水施工和无节拍流水施工。当所有施工过程在各施工段上流水节拍均相等时,可组织等节拍流水施工;当所有施工过程在各自施工段上流水节拍相等,不同的施工过程之间流水节拍不相等,但是却存在一个倍数关系时,可组织成倍数节拍流水施工;当同一施工过程内部各施工段流水节拍不相等,不同的施工过程之间流水节拍也不全相等时,可组织异节拍流水施工。

但是在实际工程施工中,由于工程结构规模和施工条件的不同,导致划分的各施工段工程量不完全相等,并且由于专业施工队施工效率相差较大,经常会出现同一施工过程的各施工段之间流水节拍不相等,施工过程之间的流水节拍也不相等的情况。此时,流水节拍无任何规律,但又是工程实际施工时最常出现的情况。这种情况下

*基金项目:陕西省教育厅科研计划项目(编号:21JK0521)资助;2020年陕西机电职业技术学院科研项目(编号:YJ202008)资助
作者简介:王斐(1985-),女,硕士,讲师,研究方向:建筑工程项目管理。



图1 流水施工现场作业

仍然可以组织流水施工,此时的流水施工形式为无节拍流水施工。

2 无节拍流水施工组织方式

当出现同一施工过程内部流水节拍不相等,并且各施工过程之间流水节拍也不相等的情况时,可组织无节拍流水施工。无节拍流水施工的各流水步距不相等,但是施工过程间流水步距却与各施工过程的流水节拍之间存在一种函数关系。施工班组数目与施工过程数目相等,且各施工班组连续施工^[4]。

组织无节拍流水施工时可按下面的步骤进行:

(1)施工段的划分。将施工对象从施工的开始处划分为若干个施工段。

(2)分解施工过程。将施工对象按照施工的技术要求分解为若干个施工过程,与此同时,确定所有施工过程的先后逻辑顺序。

(3)确定流水节拍。

(4)确定流水步距。确定流水步距通常用潘特考夫斯基提出的累加数列错位相减取大差法^[9]。

可按公式(1)确定流水步距。

$$K_{j,j+1} = \max\{k_i^{j,j+1} = \sum_{i=1}^m \Delta t_i^{j,j+1} + t_i^{j+1}\} \quad (1)$$

$$(1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n-1)$$

式中, $K_{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1之间的流水步距; \max —取最大值; $k_i^{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1在各施工段上的“假定段步距”; $\sum_{i=1}^m$ —施工段1至施工段m依次累加,分段求和; $\Delta t_i^{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1在各施工段上的“段时差”,即 $\Delta t_i^{j,j+1} = t_i^j - t_i^{j+1}$; t_i^j —施工过程j在施工段i上的流水节拍; t_i^{j+1} —施工过程j+1在

施工段i上的流水节拍; i —施工段编号, $1 \leq i \leq m$; j —施工队伍编号, $1 \leq j \leq n-1$; n —施工过程数目。

具体实施步骤如下:

a. 计算求和数列。把所有施工过程的流水节拍按施工段先后顺序进行累加求和,得出一个累加求和数列。

b. 计算差数列。把相邻两个求和数列进行错位相减,得到错位相减的新数列。

c. 计算流水步距。对新数列中所有数值做一个取最大值运算,得到的最大值即为流水步距。

d. 按上面的操作步骤求解出所有施工过程间的流水步距。

(5)计算总工期。

总工期计算公式见式(2):

$$T = \sum_{j=1}^{n-1} K_{j,j+1} + \sum_{i=1}^m t_i^n + \sum_{j=1}^{n-1} Z_{j,j+1} + \sum_{j=1}^{n-1} G_{j,j+1} - \sum_{j=1}^{n-1} C_{j,j+1} \quad (2)$$

其中: m —施工段数目; n —施工过程数目; $K_{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1之间的流水步距; t_i^n —第n个施工过程在第i个施工段上的流水节拍; $Z_{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1之间的技术间歇时间; $G_{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1之间的组织间歇时间; $C_{j,j+1}$ —施工过程j与施工过程j+1之间的平行搭接时间。

(6)绘制流水施工进度计划图。

3 应用实例

某项目部承建一项工程,该工程有I、II、III、IV、V五个施工过程,该工程施工时可在四个施工段上同时施工。已由经验值确定出了各施工过程在相应施工段上的流水节拍,具体见表1。完成施工过程II之后,工艺上需要有2天的养护时间;施工过程IV完成后相应工作面需要有1天时间做准备;施工过程中,施工过程I与施工过程II之间可以同时在一个施工段上平行施工1天。要求施工组织人员按工程情况合理组织施工,并且生成流水施工进度横道图。

表1 流水节拍

施工过程 编号	流水节拍/天			
	(1)	(2)	(3)	(4)
I	2	4	3	1
II	3	2	4	3
III	4	2	5	5
IV	3	3	2	3
V	2	5	1	2

根据已知工程情况,该实例只能组织无节奏流水施工。

由已知条件,施工段数目 $m=4$, 施工过程数目 $n=5$ 。

(1)计算流水节拍的累加数列

根据潘特考夫斯基法逐一对施工过程进行累加求和,得出所有施工过程的累加求和新数列如下:

- I :2,6,9,10
- II :3,5,9,12
- III :4,6,11,16
- IV :3,6,8,11
- V :2,7,8,10

(2)确定流水步距

对所有累加求和产生的新数列进行相邻数列错位相减,对相减后得到的新数列求取最大值,得出的最大值即为流水步距。

a. 求解 $K_{I,II}$ 。对 I、II 两个施工过程的累加数列进行错位相减如下:

$$\begin{array}{r} 2 \quad 6 \quad 9 \quad 10 \\ \quad 3 \quad 5 \quad 9 \quad 12 \\ \hline 2 \quad 3 \quad 4 \quad 1 \quad -12 \end{array}$$

因此, $K_{I,II} = \max\{2, 3, 4, 1, -12\} = 4$ 天。

b. 求解 $K_{II,III}$ 。对 II、III 两个施工过程的累加数列进行错位相减如下:

$$\begin{array}{r} 3 \quad 5 \quad 9 \quad 12 \\ \quad 4 \quad 6 \quad 11 \quad 16 \\ \hline 3 \quad 1 \quad 3 \quad 1 \quad -16 \end{array}$$

因此, $K_{II,III} = \max\{3, 1, 3, 1, -16\} = 3$ 天。

c. 求解 $K_{III,IV}$ 。对 III、IV 两个施工过程的累加数列进行错位相减如下:

$$\begin{array}{r} 4 \quad 6 \quad 11 \quad 16 \\ \quad 3 \quad 6 \quad 8 \quad 11 \\ \hline 4 \quad 3 \quad 5 \quad 8 \quad -11 \end{array}$$

因此, $K_{III,IV} = \max\{4, 3, 5, 8, -11\} = 8$ 天。

d. 求解 $K_{IV,V}$ 。对 IV、V 两个施工过程的累加数列进行错位相减如下:

$$\begin{array}{r} 3 \quad 6 \quad 8 \quad 11 \\ \quad 2 \quad 7 \quad 8 \quad 10 \\ \hline 3 \quad 4 \quad 1 \quad 3 \quad -10 \end{array}$$

因此, $K_{IV,V} = \max\{3, 4, 1, 3, -10\} = 4$ 天。

(3)计算流水工期 T

由项目已知条件, $Z_{II,III} = 2$ 天, $G_{N,V} = 1$ 天, $C_{I,II} = 1$ 天, 因此由公式(1)-(2)可得,

$$T = \sum_{j=1}^{n-1} K_{j,j+1} + \sum_{i=1}^n t_i^n + \sum_{j=1}^{n-1} Z_{j,j+1} + \sum_{j=1}^{n-1} G_{j,j+1} - \sum_{j=1}^{n-1} C_{j,j+1}$$

$$= \sum_{j=1}^4 K_{j,j+1} + \sum_{i=1}^4 t_i^n + \sum_{j=1}^4 Z_{j,j+1} + \sum_{j=1}^4 G_{j,j+1} - \sum_{j=1}^4 C_{j,j+1} \quad (3)$$

$$= (4+3+8+4) + (2+5+1+2) + 2 + 1 - 1 = 31 \text{ 天。}$$

(4)绘制施工进度横道图(如图2所示)

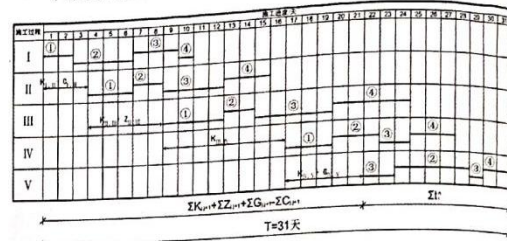


图2 流水施工进度图

该项目用无节拍流水施工组织方式实例解决了流水施工组织过程中经常遇到的无节拍流水施工情况。无节拍流水施工情况在日常组织施工时最为常见, 施工组织人员应慎重分析, 根据工程项目具体情况, 选取最合适的施工组织方式。

4 结束语

目前组织流水施工的方式虽然有四种, 但是由于工程结构本身的性质和专业施工队伍施工效率的不同, 无节拍流水施工的组织形式在施工现场最为常见^[6-7]。本文用实证分析了无节拍流水施工的组织实施全过程, 并绘制了流水施工进度图, 证明了无节拍流水施工在组织施工方面的优越性, 保证了工程的连续、均衡施工。无节拍流水施工组织形式是一种科学、合理的施工组织方式, 可为项目施工组织管理人员提供参考。

参考文献:

- [1]宋兆琦, 丁文捷. 一种流水施工组织方法[J]. 宁夏工程技术, 2021, 20(1):72-74.
- [2]彭秀江. 建筑施工管理中流水施工技术应用的措施分析[J]. 房地产世界, 2020(20):102-103.
- [3]罗常峰. 建筑工程现场管理中流水施工技术的应用研究[J]. 居业, 2020(11):122-123.
- [4]黄凯. 建筑工程流水施工形式研究[J]. 住宅与房地产, 2020(30):156+256.
- [5]贺刘花, 牟必军, 聂松涛. 流水施工与三大控制[J]. 陶瓷, 2020(8):30-32.
- [6]刘英, 晏祥智. 流水施工技术在建筑工程施工管理中的运用[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(3):95-96.
- [7]王爽, 孔德铨. 基于建设工程项目施工进度研究与应用[J]. 低碳世界, 2018(9):128-129.