铁路计算机应用
RAILWAY COMPUTER APPLICATION

铁路工程施工组织进度智能化管理系统研究

乔方博，解亚龙，鲍　榴，陈　志，晁棉镖

Intelligent compilation system of railway engineering construction organization

QIAO Fangbo, XIE Yalong, BAO Liu, CHEN Zhi, and CHAO Mianbiao

引用本文:
乔方博, 解亚龙, 鲍榴, 等. 铁路工程施工组织进度智能化管理系统研究[J]. 铁路计算机应用, 2022, 31(10): 42–46.
QIAO Fangbo, XIE Yalong, BAO Liu, et al. Intelligent compilation system of railway engineering construction organization[J]. Railway Computer Application, 2022, 31(10): 42-46.

在线阅读 View online: http://tljsjyy.xml-journal.net/2022/I10/42

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

铁路工程施工组织形象进度系统研究与实现
Railway engineering construction organization image schedule system
铁路计算机应用. 2018, 27(3): 32–37

基于Web的参数化施工组织系统研究
Web – based parametric construction organization system
铁路计算机应用. 2018, 27(1): 38–42

基于Flex的施工组织形象进度图的设计与开发
Construction organization image progress chart based on FLEX
铁路计算机应用. 2017, 26(3): 26–29

铁路工程智慧工地管理信息系统设计与实现
Intelligent construction site management information system for railway engineering
铁路计算机应用. 2018, 27(7): 99–104

铁路工程BIM协同设计与构件共享研究
Collaborative design and component sharing of BIM in railway engineering
铁路计算机应用. 2020, 29(12): 25–28

铁路BIM工程化实施策略研究
Implementation strategy of railway BIM engineering
铁路计算机应用. 2021, 30(2): 35–39

关注微信公众号，获得更多资讯信息

文章编号：1005-8451（2022）10-0042-05

铁路工程施工组织进度智能化管理系统研究

乔方博[1]，解亚龙[1]，鲍　榴[1]，陈　志[2]，晁棉镖[2]
（1. 中国铁道科学研究院集团有限公司　电子计算技术研究所，北京　100081；
2. 北京经纬信息技术公司，北京　100081）

摘　要：针对当前铁路施工组织（简称：施组）在计划编制、调整和进度把控中存在的问题，围绕施组计划编制、计划调整及智能辅助决策展开研究，研发了铁路工程施组进度智能化管理系统。系统内置了统一的铁路施工工项模板、智能辅助决策方案及形象化表达等关键要素，并在西昆（西安—昆明）高速铁路得到应用。应用结果表明，该系统可实现铁路工程施组计划智能编制和跟踪预警，提升现场施组管理效率并辅助管理决策。

关键词：铁路工程；施工组织；智能编制；联动调整；跟踪预警
中图分类号：U215.7 : TP39　**文献标识码：**A　**DOI：**10.3969/j.issn.1005-8451.2022.10.09

Intelligent compilation system of railway engineering construction organization

QIAO Fangbo[1], XIE Yalong[1], BAO Liu[1], CHEN Zhi[2], CHAO Mianbiao[2]
(1. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing　100081, China；2. Beijing Jingwei Information Technologies Co. Ltd., Beijing　100081, China)

Abstract: In view of the problems existing in the preparation adjustment and progress control of the current railway construction organization, this paper focused on the preparation of construction organization plan, plan adjustment, tracking and early warning, and developd an intelligent preparation system for railway engineering construction organization. The system integrated the key elements such as unified railway construction project template, intelligent auxiliary decision-making scheme and visual expression method, and was applied in the Xi'an - Kunming high-speed railway. The results show that the system can implement the intelligent compilation and tracking early warning of railway construction organization, improve the management efficiency of on-site construction organization and assist in management decision-making.

Keywords: railway engineering; construction organization; intelligent compilation; coordinated adjustment; tracking and warning

铁路工程施工组织（简称：施组）是对施工活动实行科学管理的重要计划手段，是对工程建设顺序、建设工期、资源配置、施工技术方案及安全质量管理等要素的统筹安排[1]。施组管理内容是主导工程优质、安全、有序、高效建设的决定因素，其涵盖专业广、建设周期长、调整关系繁杂，其管理水平会直接影响到铁路工程建设质量和效率[2]。中国国家铁路集团有限公司高度重视铁路施组管理工作，要求利用信息化手段制定建设工程实施计划、组织实施、强化施工组织，运用铁路工程管理平台加强施组动态管理[3-5]。但就目前施工现场的施组管理系统使用情况来看，还不能完全满足现场需求，尚未达到铁路工程信息化、智能化的建设目标，需要进一步采用先进的技术手段辅助现场施组管理决策[6]。

基于此，本文围绕施组计划编制、计划调整及智能辅助决策展开研究，研发了铁路工程施工组织进度智能化管理系统。

1　信息化应用现状及实现目标

1.1　应用现状

目前，我国铁路工程施组管理主要借鉴于国内外的项目管理工具或其他行业的管理软件。不同于其他（如建筑、水利等）施组管理系统兴起较早的

收稿日期：2022-04-11
基金项目：中国铁道科学研究院集团有限公司重点科研项目（2020YJ011）
作者简介：乔方博，助理研究员；解亚龙，研究员。

行业，一些铁路项目的施组计划编制及调整仍需借助公路行业的施组管理软件，但由于制度和行业的差异，这些软件并不能完全适用于铁路行业[7]。现场的铁路施组计划主要依赖 CAD 等软件人工编制，在计划编制、调整、预警方面存在以下问题。

（1）在计划编制方面，传统的施组计划编制系统无法针对铁路工程各专业特点对其进行科学描述，主要依靠以人工经验为导向的编制方式，易带来较大的误差。

（2）在计划调整方面，由编制人员逐个调整施组计划项不仅繁琐冗余，且对现场调整后的施组进度缺乏智能化的审核管理过程。

（3）在跟踪预警方面，铁路施组管理缺少及时的数据跟踪与智能推演方法，无法对进度合理把控，严重影响跟踪效率[8]，且在对进度表达方式上不够直观、形式单一。

1.2　实现目标

针对目前铁路施组在计划编制、调整和进度把控等方面存在的上述问题，设计铁路工程施组进度智能化管理系统，实现以下目标。

（1）依照相关标准，建立统一的施工项目（简称：工项）内容模板并内置于系统之中，以满足各层级用户对施组计划编制节点的需要；按照现场实际工程需要铺排内置的工项。

（2）基于系统内置工项间的连接关系，实现前后置工项的联动调整，并依托图形化方法，实现现场人员对施组计划的快速调整。

（3）结合现场实际的指导性、实施性施组管理办法流程，综合各专业的智能推演算法，实现施组智能辅助决策方案；通过进度实时跟踪、推演预警、形象化表达等相关技术，辅助现场施组管理人员决策，实现对进度的全面把控与科学管理。

2　总体架构

铁路工程施组进度智能化管理系统架构如图 1 所示。

2.1　数据层

系统需要的数据分为基础数据和实时进度数据。

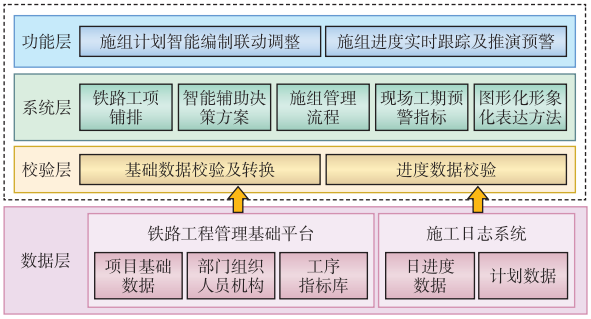

图1　铁路工程施组进度智能化管理系统架构

其中，基础数据包括项目基础数据、部门组织人员机构数据及项目基础的工序指标，统一在铁路工程管理基础平台进行维护；实时进度数据包括日进度数据及主体工程计划数据等，主要从施工日志系统获取[9-10]。

2.2　校验层

校验层采用校验和转换的方法确保以上来源数据的准确性。对于项目基础数据，通过断链数据同步将其校验并转换为实际的现场里程进度；对于来源于施工日志等第三方系统的数据，采用多源数据校验方法，比对校验不同来源的数据，确保数据的准确性。

2.3　系统层

系统内置了统一的施工工项内容模板、各专业工项铺排方法、智能辅助决策方案、现场施组管理流程、现场工期预警指标维护方法、图形化表达方法等，是施工组织智能化功能实现的基础。

2.4　功能层

基于统一的施组编制基础模板，实现施组计划的快速编制、调整及后置计划的联动调整功能；通过对现场进度数据的实时跟踪获取，利用智能辅助决策方案对进度推演预测，实现现场进度的实时把控，辅助现场施组管理人员调整决策。

3　系统功能及实现方法

铁路工程施组进度智能化管理系统的主要功能为施组计划编制、施组计划调整、智能辅助决策。本系统基于铁路工程平台，采用 B/S 架构、“SpringBoot+Vue”框架开发，其功能实现方法如下。

3.1 施组计划编制

3.1.1 模板建立

将铁路工程施组计划编制的施工工项内容模板化，制定铁路工程建设工作任务分解结构的编码体系标准。具体过程如下：

（1）依照《铁路 BIM 标准汇编》[11]《铁路工程信息模型交付精度标准》[12]《铁路工程设计信息模型表达标准》[13] 等标准体系，对实体结构与工程系统分解结构（EBS，Engineering Breakdown Structure）树节点统一，分解到适合工程建模的编码节点，作为模型建立的基础；

（2）理清各专业工项的前后置关系，通过选取典型专业的统一结构分解模版、工效指标库、工作任务模板库、工作任务时序规则库，构建其专业内部的工序工项模型；

（3）制定线路、标段、专业、单位工程及工程部位的结构分解，形成施组工程结构分解模板。

3.1.2 工项铺排

在施组模板的基础上对铁路工程工项进行铺排，如图 2 所示。其中，铺架工程作为线路、桥梁及隧道主体工程的后置工项，是关键路径上的必要节点，可用于统筹安排各类前置工项的截止时间[14]。在确定好铺架工程时间节点的基础上，对站前主体工程中的复杂特大桥、长大隧道等重点工程采用顺排工期；其余非重点主体工程以铺轨工程为时间节点进行倒排。

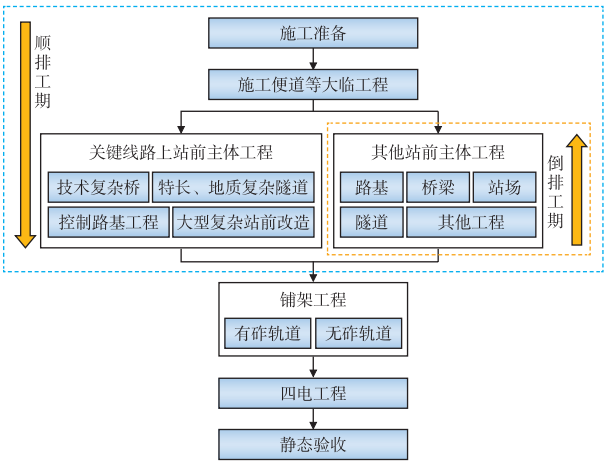

图2 铁路工程专业间工项铺排关系

3.2 施组计划调整

由于现场实际工点工项的难度存在差异，各工项持续时间对总工期的影响程度也不相同。系统通过提取影响总工期的关键线路，利用其他非关键路径工项的自由时差平衡资源投入量，以达到压缩工期和资源利用最优化的效果，避免部分工项过早或过迟完工造成工程闲置或延误而带来时间和资金的损失。

以桥梁专业为例，施组工期调整方案可分为 2 类，如图 3 和图 4 所示。通过提高工项的施工速度（简称：工速）及合理分配资源增加工作面，可对偏差的各种因素及影响工期的程度进行分析、评估和智能优化，便于施工管理者识别施工资源需求，采取有效措施调整优化项目进度。

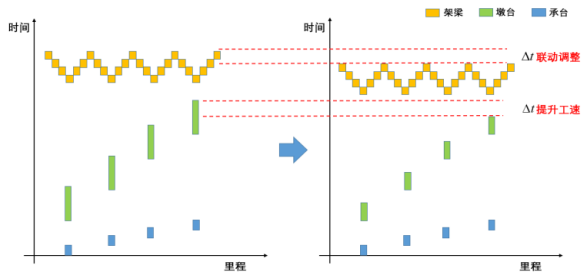

图3 通过调整墩台工速调整工期

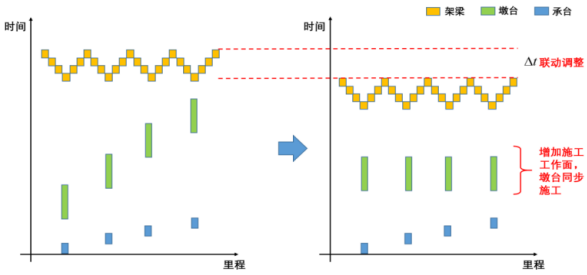

图4 通过增加墩台工作面调整工期

3.3 智能辅助决策

在施组计划编制、调整方案的基础上对现场进度情况推演预警。通过从施工日志系统实时跟踪，并结合多源数据校验方法，获取到实时准确的现场进度数据；在此基础上通过推演算法及系统内置的工项间前后置关系，实现局部工期调整下整体工期的快速推演；根据现场实际的进度节点要求对当前进度预警，并通过斜率图方法形象化展示，支持在图形上直接调整；在现场指导性、实施性施组的管理流程中运用以上技术，形成施组进度智能辅助决策方案，如图 5 所示。

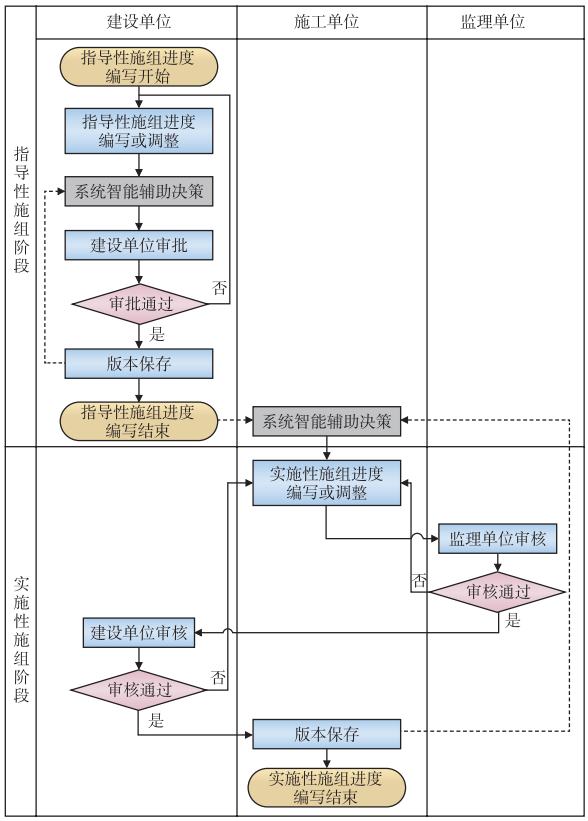

图5　现场施组进度智能辅助决策方案

3.3.1　指导性施组

智能辅助决策方案通过确定指导性施组进度时间节点，确保各级施组方案能在上级施组框架下调整和修改，避免作业节点上的时间冲突。建设单位可根据在铁路工程管理平台中已编制完成的计划，初始化编制指导性施组计划并导入施组进度智能化管理系统。在此基础上，填写必要的施组时间节点信息后，自动生成初始施组计划。

3.3.2　实施性施组

施工单位在指导性施组基础上编写和调整其所管区域内的实施性施组计划，系统智能校验其合理性后经过监理单位和建设单位的审核，辅助审批管理流程，增强调整质量与效率。

4　系统应用

西昆（西安—昆明）高速铁路具有桥梁隧道比高、不良地质多、区域环境敏感、工程量大等特点，对施工组织管理要求较高。本文研发的铁路工程施组智能化编制系统已在西昆高速铁路试用，减轻了现场施组人员编制调整工作量，可对当前进度推演展示，辅助施组编制人员快速调整决策。系统生成施组整体进度的斜率图如图 6 所示，图中黄色图例表示按照当前进度与工期指标库推演出的工期完成时间。

在现场进度的实时追踪与智能预警方面，系统可从施工日志系统获取实时的日进度数据，并通过智能辅助推演算法对进度推算，将推演结果与施组计划数据实时比对，实现进度推演预警，并以图形化的方式展示当前已完成工期进度、计划完成工期以及推演完成工期；在提高现场施组的编制调整效率方面，施组管理人员通过以上施组推演信息，可直观把握施组进度情况，对施组计划以图形方式进行形象化调整，后置工项统一联动调整，避免了逐一调整工项的繁琐步骤。此外，系统对不同的编制调整结果进行统一的版本管理与保留，符合现场的施组管理审核流程，在高效调整的同时进一步确保现场施组管理质量。

图6　施组整体进度斜率图

5 结束语

本文研究并实现了铁路工程施工组织进度智能化管理系统。在西昆高速铁路的试用表明，该系统能满足现场在计划编制、调整、预警方面的需求，并辅助现场管理决策，有效解决了传统施组编制过程中过分依赖人为经验、调整不合理、预警不及时等诸多问题，提升了铁路工程施组管理过程的科学性与智能性。后续将重点检验该系统在大规模工程实际应用中的使用效果，为进一步适应多种复杂艰险环境下的铁路工程施组管理提供支撑。

参考文献

[1] 魏　强. 高速铁路施工组织管理与技术[M]. 北京：中国铁道出版社有限公司，2020.

[2] 王同军. 基于BIM技术的铁路工程建设管理创新与实践 [J]. 铁道学报，2019，41（1）：1-9.

[3] 卢春房. 适应新常态 落实新理念 再创“十三五”铁路建设新业绩——在中国铁路总公司建设工作会议上的讲话（摘要）[J]. 中国铁路，2016（2）：7-13.

[4] 王同军. 聚焦“交通强国、铁路先行” 奋力开创新时代铁路建设高质量发展新局面——在中国铁路总公司铁路建设工作会议上的讲话（摘要）[J]. 中国铁路，2018（2）：14-24.

[5] 中国国家铁路集团有限公司. 国铁集团关于加强铁路建设单位管理工作的指导意见：铁建设[2020]80号[A]. 北京：中国国家铁路集团有限公司，2020.

[6] 曹政国，吴刘忠球，李　致，等. BIM在铁路施工组织设计中的应用探讨 [J]. 铁道工程学报，2018，35（12）：99-103.

[7] 胡　民，邓文来. 施工组织设计(方案)编制审查和动态管理要点探讨 [J]. 建筑经济，2020，41（S1）：123-125.

[8] 李迎九. 智能建造技术在铁路建设管理中的应用探索 [J]. 中国铁路，2018（5）：1-7.

[9] 解亚龙，李　琳，郑心铭. 铁路工程管理平台及其深化应用 [J]. 铁路计算机应用，2020，29（1）：49-54.

[10] 王万齐. 铁路工程管理基础平台方案设计研究 [J]. 铁路技术创新，2016（3）：18-20.

[11] 铁路BIM联盟. 铁路工程数量标准格式编制指南（试行）[J]. 铁路技术创新，2018（3）：258.

[12] 中国铁路BIM联盟. 铁路工程信息模型交付精度标准：T/CRBIM 007—2017[S]. 北京：铁路技术创新，2017.

[13] 中国铁路BIM联盟. 铁路工程设计信息模型表达标准：T/CRBIM 005—2017[S]. 北京：铁路技术创新，2017.

[14] 中国铁路总公司. 铁路工程施工组织设计规范：Q/CR 9004—2018[S]. 北京：中国铁道出版社，2018.

责任编辑　朱　一