

基于铺轨新定额的铁路轨道工程数量计算软件研发与实现

廉紫阳

Railway track calculating software for engineering quantity based on new quota for laying tracks

LIAN Ziyang

引用本文:

廉紫阳. 基于铺轨新定额的铁路轨道工程数量计算软件研发与实现[J]. 铁路计算机应用, 2022, 31(5): 54–59.

LIAN Ziyang. Railway track calculating software for engineering quantity based on new quota for laying tracks[J]. [Railway Computer Application](#), 2022, 31(5): 54–59.

在线阅读 View online: <http://tljsjyy.xml-journal.net/2022/15/54>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[基于空间分析的铁路征地数量计算方法](#)

Railway land acquisition quantity calculation method based on spatial analysis

铁路计算机应用. 2020, 29(12): 1–6

[地铁综合铺轨软件的设计与实现](#)

Design and implementation of metro integrated track laying software

铁路计算机应用. 2020, 29(10): 65–68

[基于Visual C#的25 Hz相敏轨道电路计算软件的设计](#)

Calculation software for 25 Hz phase sensitive track circuit based on Visual C#

铁路计算机应用. 2017, 26(3): 48–52

[桥上无缝线路纵向附加力计算软件研发与应用研究](#)

Calculation software of additional longitudinal forces of continuous welded rail on bridge

铁路计算机应用. 2020, 29(6): 6–11

[新建高速铁路车站最高聚集人数计算软件的设计与实现](#)

Software for calculating maximum number of people gathering in newly built high-speed railway stations

铁路计算机应用. 2021, 30(12): 20–23

[高铁铺架施工智能化系统的研究与开发](#)

Intelligent system for high-speed railway track laying construction

铁路计算机应用. 2019, 28(7): 7–11



关注微信公众号，获得更多资讯信息

文章编号: 1005-8451 (2022) 05-0054-06

基于铺轨新定额的铁路轨道工程数量 计算软件研发与实现

廉紫阳^{1,2}

(1. 中铁第四勘察设计院集团有限公司 线路站场设计研究院, 武汉 430063;

2. 铁路轨道安全服役湖北省重点实验室, 武汉 430063)

摘要: 为满足铁路轨道工程数量铺轨新定额的提交要求, 提高工程数量计算效率, 利用 Visual Studio 开发平台和 C# 语言, 设计研发了基于铺轨新定额的铁路轨道工程数量计算软件。该软件可实现专业间接口数据的快速输入、数据的自动检验和预警、有砟轨道断面面积计算、工程数量计算、结果复核及输出。软件的有砟轨道断面面积计算结果与既有的 CAD 插件对比, 误差在 6‰ 左右; 软件的工程数量计算结果与人工统计结果进行对比, 两者一致, 验证了软件的正确性。

关键词: 轨道工程; 铺轨新定额; 计算软件; 工程数量表; 对比验证

中图分类号: U215.5 : F530.36 : TP39 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1005-8451.2022.05.11

Railway track calculating software for engineering quantity based on new quota for laying tracks

LIAN Ziyang^{1,2}

(1. Design and Research Department of Line and Station, China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd., Wuhan 430063, China; 2. Hubei Key Laboratory of Railway Track Security Service, Wuhan 430063, China)

Abstract: In order to meet the submission requirements of the new quota for laying tracks in railway engineering and improve the calculation efficiency of engineering quantity, using Visual Studio platform and C# language, this paper designed and developed a software for calculating the quantity of railway track engineering based on the new quota of track laying. The software can implement the rapid input of interface data between different professions, automatic inspection and early warning of data, section area calculation for ballast track, calculation of engineering quantity, review and output of calculations. Compared with the existing plug-in of CAD, the difference of calculation results of software for sectional area of ballast track was about 6‰. The engineering quantity calculation results of the software were compared with the manual statistics, and the two were consistent, which verified the correctness of the software.

Keywords: track engineering; new quota for laying tracks; calculation software; quantity table; comparative verification

国家铁路局于 2017 年发布了新版《铁路工程造价标准》, 其结构和内容均有较大调整, 各专业预算定额、编制方法和费用标准也都有了新规定、新变化^[1-2]。其中, 施工图阶段预算定额对应的轨道工程数量计算由铺轨、铺道床、铺道岔、无缝线路、线路有关工程和其他工程 6 部分组成。同时, 根据 2018 年国家铁路局发布的新版《铁路工程预算定额第四册 轨道工程》^[3] 中的规定, 钢轨及轨料运输定

额仅适用于坡度小于 12‰ 的地段及长度小于 1 km 的隧道, 对于大坡度地段和长大隧道, 则需单独计算铺轨工程量^[4], 从而对轨道工程数量的提交提出了新的要求。

工程数量是编制施工图预算的依据, 其计算的精确与否将直接影响到施工图预算的准确性^[5-7]。传统的轨道工程数量计算采用人工统计的方式, 其计算过程主要在 Excel 表格中完成, 过程繁琐, 耗时长, 效率较低, 且易出现差错漏洞。国内现有的轨道工程数量计算软件开发较早^[8], 其算法和计算结果已不能满足现行轨道工程预算新定额的要求, 无法根据

收稿日期: 2021-11-19

基金项目: 中铁第四勘察设计院集团有限公司软件开发课题 (2020D018)

作者简介: 廉紫阳, 工程师。

铺轨基地进行分坡度的计算，不具备根据不同的曲线超高值分段计算道床数量的功能，且没有数据复核、预警功能，不能为轨道工程^[9]设计提供信息反馈。

本文基于 Visual Studio 开发平台，采用 C#语言研发了一种符合铺轨新定额及提交新要求的铁路轨道工程数量计算软件。软件在数据输入方式、数据复核及预警、工程设计基础资料反馈、铺轨分坡度计算、曲线地段道床计算、结果输出等方面做了相应改进，可自动形成符合提交要求的铁路轨道工程数量表。

1 软件功能需求分析

根据铁路轨道工程数量计算的特点，铁路轨道工程数量计算软件应能实现以下几个方面的功能。

1.1 数据自动读取

铁路轨道工程数量计算建立在桥梁、隧道、线路、站场、工程经济、信号等专业提供资料的基础上，专业间接口数据多且复杂。软件应具备从 Access 数据库、Excel 表格中读取数据的功能。

1.2 数据检验及预警

软件应对输入数据的完整性、正确性进行自动检验，同时，对错误数据和不符合铁路轨道工程设计规范规定的的数据发出预警，实现对工程设计的指导。

1.3 快速计算铺轨分坡度工程数量

基于铺轨新定额的轨道工程数量计算中，最复杂的计算过程是基于铺轨基地位置的铺轨工程量计算。软件应实现快速计算单一铺轨基地或多个铺轨基地工况下的路基、桥梁、隧道地段不同坡度下的铺轨长度。

1.4 计算有砟轨道道砟断面面积

根据有砟轨道道床断面参数、曲线超高的设置，自动计算不同曲线超高地段的面砟和底砟断面面积。

1.5 轨道工程数量的计算输出

软件应对计算结果进行自动复核，复核无误后，根据不同的线路轨道技术标准，输出符合提交要求的铁路轨道工程数量表。

2 软件设计

2.1 软件功能设计

铁路轨道工程数量计算软件包括数据库管理、线路轨道标准选择、接口数据输入、轨道数据输入、数据检验及预警，工程数量计算、计算结果复核及输出 7 个功能模块。

2.2 数据流程设计

用户使用该软件时应先新建或打开数据库，选择相应的线路及轨道标准，输入专业间的接口数据及轨道专业数据；软件对输入的数据进行检验，若发现数据有误、数据表之间出现里程冲突、输入数据不完整等情况，则发出预警信息，需核实修改后重新提交检验，检验无误后方可展开轨道工程数量的相关计算；计算后对结果进行复核，若复核有误，返回，核实、修改相关输入数据；若复核无误，生成结果文件。软件的数据流程如图 1 所示。

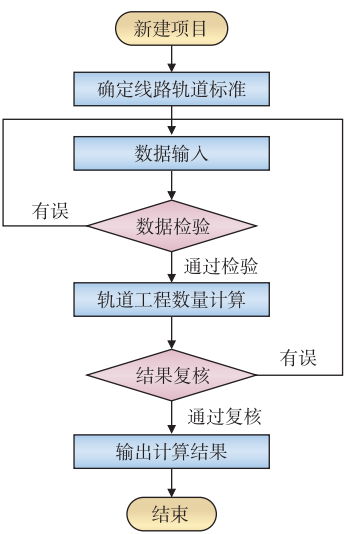


图1 软件数据流程示意

从数据流程可看出，铁路轨道工程数量计算软件包含多种基础数据、过程数据和结果数据，抽象化后的数据层次关系，如图 2 所示。

3 软件功能

3.1 线路轨道标准选择

该功能模块根据铁路项目的技术标准，选择相应的线路轨道标准，同时，需要输入轨道工程数量计算的起、终点里程。具体分类如下：

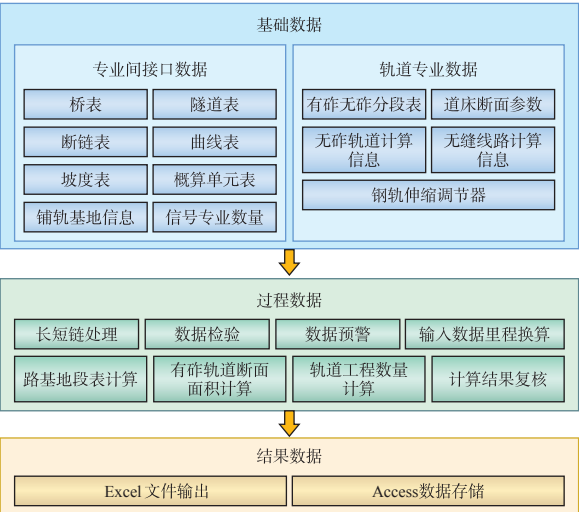


图2 软件数据层次关系

- (1) 160 km/h 及以下客货共线铁路；
- (2) 160 km/h 及以下客运专线铁路；
- (3) 200 km/h 客货共线铁路；
- (4) 200 km/h 客运专线铁路；
- (5) 250 km/h 及以上客运专线铁路；
- (6) 重载铁路。

3.2 接口数据输入

专业间接口需输入的数据主要包括以下内容。

- (1) 线路专业：平纵断面信息、曲线表、断链表、坡度表、线间距表等。
- (2) 工程经济专业：铺轨基地里程及铺轨管辖起终点里程、概算单元划分表。
- (3) 桥梁专业：桥表（或铺设护轨地段表）。
- (4) 隧道专业：隧道表。
- (5) 站场专业：道岔岔心里程、道岔开向及长度、道岔岔后无枕段长度。
- (6) 信号专业：胶结绝缘接头个数、电容枕根数、电气绝缘枕的根数。

3.3 轨道数据输入

- (1) 钢轨、扣件、轨枕的类型：需铺设在线热处理钢轨的曲线半径值。
- (2) 无砟轨道类型：根据轨道工程设计实际情况，选择不同的无砟轨道类型（CRTSⅢ型板式、CRTS双块式、弹性支承块式、长枕埋入式）。
- (3) 有砟无砟分段表：需输入有砟、无砟轨道的类型及起止点里程，有砟轨道类型用0表示，不

同的无砟轨道类型分别采用数字1~4进行标识。

(4) 无缝线路及无砟轨道的精调系数。

3.4 数据检验及预警

3.4.1 长链、轨道类型标识检查

结合断链表，自动核实桥表、隧道表、曲线表、坡度表、概算单元划分表、有砟无砟分段表中每个分段的起、终点里程的长链标识输入是否完整且正确，若有异常，则发出预警信息；核实有砟无砟分段表中的轨道类型标识输入是否完整且正确，若有异常，则发出预警信息。

3.4.2 碰撞检查

核实桥表、隧道表、曲线表、坡度表、概算单元划分表、有砟无砟分段表每一段的起、终点里程，相互之间是否有冲突，若有异常，导致碰撞检查不通过，则发出预警信息。

3.4.3 工程设计合规性检查

检查道岔是否处于在坡度地段、路桥过渡段、路隧过渡段上，如存在此种情况，导致合规性检查不通过，则发出预警信息；数据检验无误后，将所有数据存储到项目的数据库系统中。

数据检验及预警的流程如图3所示。

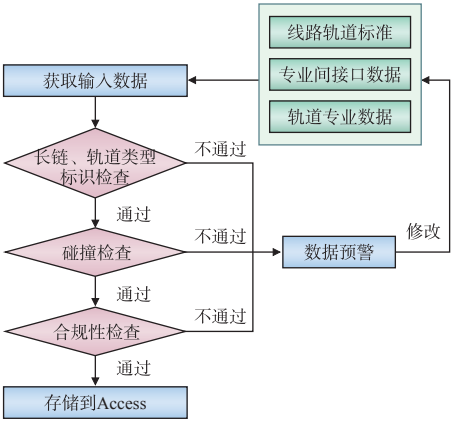


图3 数据检验及预警流程

3.5 工程数量计算

铁路轨道工程数量的计算内容包含铺轨工程量、铺道床工程量、无砟轨道精调垫板及轨距挡板的数量、无缝线路焊接接头和位移观测桩的数量、大机养护长度、钢轨打磨长度、钢轨伸缩调节器组数等。

3.5.1 铺轨工程量

根据铺轨基地的位置,结合施工组织设计确定的铺轨方向,分别计算出自铺轨基地向起点/终点里程方向的3个坡度区段:

(1) 自铺轨基地至起点/终点里程铺轨方向的第1个 $>12\%$ 的坡度里程的区段(该区段坡度 $\leq 12\%$);

(2) 自第1个 $>12\%$ 的坡度里程点至第1个 $>20\%$ 坡度里程点的区段($12\% < \text{坡度} \leq 20\%$);

(3) 自第1个 $>20\%$ 的坡度里程点至铺轨起点/终点里程的坡度区段(坡度 $>20\%$)。

在以上3个坡度分段内,根据路基、桥梁、长度 $\geq 1\text{ km}$ 的隧道、长度 $< 1\text{ km}$ 的隧道等不同的线下基础类型,分别计算坡度 $\leq 12\%$ 、 $12\% < \text{坡度} \leq 20\%$ 、坡度 $>20\%$ 区段的铺轨长度之和。同时,根据曲线半径分布情况,计算铺设在线热处理钢轨的总长度。

3.5.2 铺道床工程量

(1) 根据概算单元的划分,计算每个单元内有砟道床的工程量。有砟轨道铺道床工程量主要包含面砟体积、底砟体积的计算(道砟体积=断面面积 \times 铺轨长度),路基、桥梁、隧道地段分别计算。有砟轨道道砟体积的计算流程如图4所示。

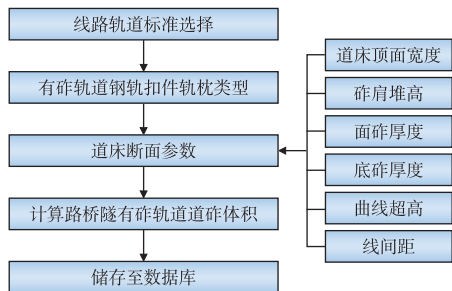


图4 有砟轨道道砟体积计算流程

(2) 根据概算单元的划分,计算每个单元内无砟道床的工程量。无砟道床的工程量应区分CRTSⅢ型板式无砟轨道、CRTS双块式无砟轨道、弹性支承块式无砟轨道、长枕埋入式无砟轨道等类型,分别计算其不同线下基础类型上的直线、曲线无砟道床长度,隧道地段需进一步区分距离洞口200 m范围内和距离洞口200 m以上的无砟道床数量。

(3) 分别计算在路基、桥梁、隧道地段内的12号、18号、42号无砟道岔的数量。

(4) 计算每个概算单元内的有砟无砟过渡段的数量。

3.5.3 无缝线路、轨道养护及精调相关的工程数量

(1) 工厂焊接、工地焊接、无缝线路锁定焊接的闪光焊接头数量;

(2) 道岔内及道岔与区间连接的铝热焊焊接接头数量;

(3) 位移观测桩数量;

(4) 区间线路钢轨预打磨的长度及需预打磨的道岔组数;

(5) 无缝线路应力放散及锁定的长度、无缝道岔应力放散及锁定的组数;

(6) 各型号钢轨伸缩调节器组数;

(7) 其他相关的轨道工程数量,包括有砟轨道大机养护、有砟轨道开通前整理、无砟轨道预打磨后清理铁削、无砟轨道及钢轨精调、无砟道岔精调、无砟轨道精调时更换的垫板和轨距挡板的数量。

3.6 计算结果复核及输出

轨道工程数量计算完成后,软件自动复核路基、桥梁、隧道地段的铺轨总长度与相应的道床总长度是否一致;核实每一单元内铺轨总长度、铺轨分段长度之和及铺道床长度之和三者是否一致;核实道岔组数和岔后无枕段长度是否一致;核实计算结果是否存在漏项。如有上述情况,则发出预警,并返回修改初始的输入数据,再次计算复核,直至复核无误。

3.7 计算结果输出

(1) 以Excel表格的形式,按照工程经济专业要求的格式,输出轨道工程数量表、路基地段表、道床铺设地段表。其中,轨道工程数量表的组成如图5所示。

(2) 以Access数据表形式保存计算结果和计算过程数据,以便查询及备案。

4 结果验证及应用效果

4.1 有砟轨道断面面积计算结果验证

(1) 利用轨道工程数量计算软件计算路基双层道砟地段有砟轨道道砟断面面积,其中,面砟厚度

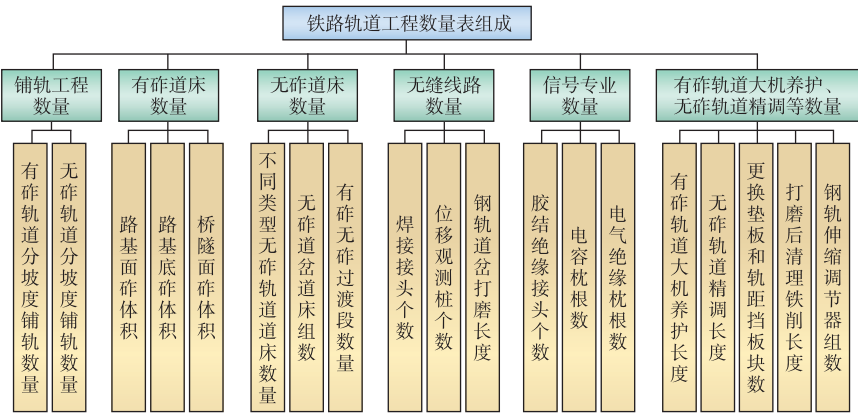


图5 铁路轨道工程数量表组成

300 mm、底砟厚度 200 mm，道床顶面宽度 3 400 mm，结果进行对比，如表 1 所示。
线间距 4.2 m。将计算结果与既有的 CAD 插件计算

表1 路基双层道砟地段有砟轨道道砟断面面积计算结果对比

超高/mm	轨道工程数量计算软件		既有CAD插件统计		面砟断面面积差值比例/%	底砟断面面积差值比例/%
	面砟断面面积/m ²	底砟断面面积/m ²	面砟断面面积/m ²	底砟断面面积/m ²		
0	4.667	1.889	4.667	1.89	0.000	0.529
20	4.77	1.895	4.769	1.89	0.210	2.646
40	4.877	1.9	4.876	1.9	0.205	0.000
60	4.99	1.905	4.986	1.9	0.802	2.632
80	5.108	1.91	5.099	1.91	1.765	0.000
100	5.231	1.915	5.218	1.91	2.491	2.618
120	5.36	1.92	5.339	1.92	3.933	0.000
140	5.495	1.926	5.465	1.92	5.489	3.125

（2）利用该软件计算桥隧单层道砟地段有砟轨道道砟断面面积，其中，面砟厚度 350 mm，道床顶面宽度 3 400 mm，线间距 4.4 m。将计算结果与既有的 CAD 插件计算结果进行对比验证，如表 2 所示。

表2 桥隧单层道砟地段有砟轨道道砟断面面积计算结果对比

超高/mm	轨道工程数量计算软件	既有CAD插件统计	面砟断面面积差值比例/%
	面砟断面面积/m ²	面砟断面面积/m ²	
0	4.86	4.859	0.206
20	4.949	4.949	0.000
40	5.041	5.039	0.397
60	5.135	5.132	0.585
80	5.233	5.227	1.148
100	5.334	5.322	2.255
120	5.438	5.42	3.321
140	5.545	5.52	4.529

根据表 1、表 2 的计算结果可看出，软件计算的路桥隧地段有砟轨道道砟断面面积与既有的 CAD 插件相比，两者差值比例最大在 6%左右，误差较小，验证了软件计算有砟轨道断面面积的正确性。

4.2 轨道工程数量计算结果对比验证

以某时速 350 km/h 的高速铁路为例，在本文软件中输入专业接口数据、轨道数据、铺轨基地位置信息等，计算其某一个概算单元的铺轨及铺道床的工程数量，并将计算结果与人工统计结果进行对比，如表 3 所示。

表3 轨道工程数量软件计算结果与人工统计结果对比

序号	项目	软件计算结果	人工统计结果	差值
1	里程	DK199+356-DK223+008	DK199+356-DK223+008	0
2	铺轨总长度	42.262 km	42.262 km	0
3	桥梁CRTSIⅢ型板式无砟轨道铺轨长度（坡度≤12‰）	35.696 km	35.696 km	0
4	路基CRTSⅡ双块式无砟轨道铺轨长度（12‰<坡度≤20‰）	0.472 km	0.472 km	0
5	桥梁CRTSⅡ双块式无砟轨道铺轨长度（坡度≤12‰）	6.094 km	6.094 km	0
6	桥梁直线地段CRTSIⅢ型板式无砟轨道道床长度	7.336 km	7.336 km	0
7	桥梁曲线地段CRTSIⅢ型板式无砟轨道道床长度	28.360 km	28.360 km	0
8	路基直线地段CRTSⅡ双块式无砟轨道道床长度	0.472 km	0.472 km	0
9	路基曲线地段CRTSⅡ双块式无砟轨道道床长度	0	0	0
10	桥梁直线地段CRTSⅡ双块式无砟轨道道床长度	4.108 km	4.108 km	0
11	桥梁曲线地段CRTSⅡ双块式无砟轨道道床长度	1.986 km	1.986 km	0
12	路基地段18号道岔轨枕埋入式无砟道岔组数	8	8	0
13	桥梁地段18号道岔轨枕埋入式无砟道岔组数	8	8	0

从表3可看出，软件计算的铺轨工程数量、道床数量与人工统计的结果一致，验证了本文开发软件计算结果的正确性。

4.3 应用效果

目前，该软件在赣深（赣州—深圳）高速铁路、张吉怀（张家界—吉首—怀化）高速铁路、沪苏湖（上海—苏州—湖州）铁路、珠江肇（珠海—江门—肇庆）高速铁路等多个项目中得到了应用。轨道工程数量的计算，如采用人工统计的方式，完成铺轨数量及道床计算往往需要3~4天，采用本文设计的软件生成符合提交要求的轨道工程数量表只需要2~3 h，计算效率显著提升。同时，软件还可自动生成全线路基地段表、全线路桥隧分段表，为设计单元轨节表和轨枕扣件布置表提供基础资料。

5 结束语

本文在分析铺轨新定额的轨道工程数量计算新要求的基础上，研发了轨道工程数量计算软件，可快速准确地完成铺轨分坡度的复杂计算，自动计算不同超高下的有砟轨道断面面积、轨道工程数量表等。软件自动化程度高，且具有数据复核、预警功

能，可对轨道工程接口设计进行检验反馈；可生成铁路轨道设计过程中所需的资料，显著提高了轨道工程数量的计算质量和工作效率，缩短了轨道工程设计周期。

参考文献

[1] 唐小平. 新版铁路工程造价标准主要特点与使用要点[J]. 铁路工程技术与经济, 2017, 32(4): 1-8.

[2] 钟明琳, 唐小平. 使用新版铁路工程造价标准有关问题的建议[J]. 铁路工程造价管理, 2018, 33(3): 1-4.

[3] 国家铁路局. 铁路工程预算定额(第四册 轨道工程): TZJ2004-2017[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2017.

[4] 刘永俊. 轨道工程大坡道地段轨料运输算法解析与优化[J]. 铁路工程技术与经济, 2017, 32(6): 5-8,19.

[5] 胡发宗. 铁路工程工程量计算统一规定研究[J]. 铁道工程学报, 2014(2): 119-123.

[6] 梅 琴. 高速铁路大跨度桥梁钢轨伸缩调节器区轨道结构健康检测系统设计及应用[J]. 铁路计算机应用, 2020, 29(5): 33-37.

[7] 韦合导, 刘慧芳. 地铁综合铺轨软件的设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2020, 29(10): 65-68.

[8] 郜永杰, 孙 立, 陈新卒, 等. 轨道工程数量计算软 V1.0[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2012.

[9] 陈秀方, 姜 平. 轨道工程[M]. 2版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

责任编辑 李依诺