

# Controllable Intelligent Vibrating Vehicle for Ballastless Track Concrete

Qingmin Wang

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co.,Ltd., Beijing, 102600, China

## Abstract

At present, the ballastless track concrete is vibrated and compacted mainly by manual vibration and vibration vehicle, manual vibration consumes a lot of manpower, low construction efficiency and long period, compared with the traditional vibration vehicle, the ballastless track concrete controllable intelligent vibration vehicle. Firstly, the introduction of vibration reduction system can effectively reduce the impact of vibration construction on track row. Secondly, intelligent vibration can be realized, that is, intelligent control can be realized for local vibration, vibration range and vibration time. Finally, it can effectively save manpower, improve work efficiency and improve construction quality. At the same time, it has the functions of vibration reduction and oblique vibration, which greatly reduces the project cost. During the actual use on site, the construction efficiency is high and the effect is good.

## Keywords

vibrating vehicle; ballastless track; concrete vibrating

# 无砟轨道混凝土可控式智能振捣车

王庆民

中铁第五勘察设计院集团有限公司, 中国·北京 102600

## 摘要

目前, 无砟轨道混凝土振捣密实主要采用人工振捣及振捣车, 人工振捣耗费大量的人力, 施工效率低周期长, 而无砟轨道混凝土可控式智能振捣车相比传统振捣车。首先, 引入减振系统, 能够有效减少振捣施工对轨排的冲击影响。其次, 能够实现智能振捣, 即局部振捣、振捣范围及振捣时间等均可实现智能化控制。最后, 能够有效地节省人力、提升工作效率, 提高施工质量, 同时兼具减振、斜插式振捣等功能, 大大降低了工程成本。现场实际使用过程中, 施工效率高, 效果好。

## 关键词

振捣车; 无砟轨道; 混凝土振捣

## 1 引言

随着中国国民经济的持续高速发展, 高速铁路进入了一个快速发展时期, 其中无砟轨道已经取代有砟轨道的主导地位。随着高速铁路的普及, 无砟轨道施工过程中的智能化和产业化必将受到国家的大力支持。在以往无砟轨道混凝土振捣密实大多采用人工振捣或简易振捣装置, 振捣施工过程中耗费大量人力且功能欠缺, 从而影响施工效率及施工质量, 在此基础上, 一种无砟轨道混凝土可控式智能振捣车不但能够节省人力, 提高施工效率, 而且兼具智能振捣、减振等功能, 能够根据实际情况控制振捣位置; 能够控制振捣参数, 包括振捣时间、振捣范围及振捣频率等, 从而保证振捣效率及质量; 能够减振, 从而减少了振捣施工过程中对轨排的冲击影响。一种用于无砟轨道混凝土振捣的可控式智能振捣车, 适用于直线、曲线段轨枕间混凝土振捣密实, 兼具减

振, 斜插式振捣及可控式振捣的功能, 满足无砟轨道快速发展过程中越来越高的质量及效率的需求<sup>[1]</sup>。

## 2 混凝土可控式智能振捣车组成结构及工作原理

### 2.1 混凝土可控式智能振捣车组成结构

混凝土可控式智能振捣车主要由车架、行走装置、振捣系统、升降系统、减振系统和电控系统等组成, 如图1所示。

#### 2.1.1 车架

车架采用铝合金型材和板材组焊而成, 承载力好、重量轻, 对精调后的轨排变形影响小。机架是设备其他部件的承载体<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 行走装置

采用轨轮式行走结构, 轨轮沿轨排工具轨行走, 行走装置为两组主动行走和两组被动行走机构。两组主动行走机构分别由一台蜗轮蜗杆减速机驱动, 电机通过变频器控制, 行走速度可调。

【作者简介】王庆民(1974-), 男, 中国河南社旗人, 本科, 工程师, 从事机械设计与制造研究。

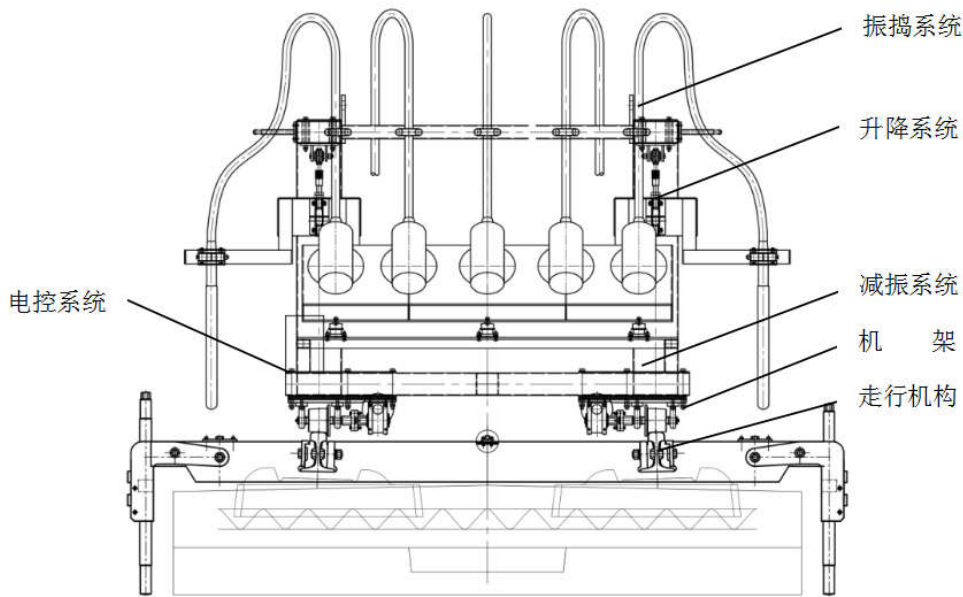


图 1 混凝土可控式智能振捣车结构组成

### 2.1.3 振捣系统

振捣系统由五台 ZN50 型振动电机（含振捣棒）和升降扁担梁组成。五台振动电机与水平面成 45° 夹角安装在车架上，五条振捣棒按照一定的横向间距成一排安装在扁担梁上，在升降机构的驱动下实现道床混凝土的振捣工作。

每根振捣棒与扁担梁连接处采用关节轴承固定，在振捣作业时可有效避让钢筋。

### 2.1.4 减振系统

振捣电机安装座板与车架之间安装有六套 ZRA-40 型减振器，可以消减振捣电机工作时对轨排的振动影响。

### 2.1.5 升降系统

升降系统为链传动柔性升降系统，由一台蜗轮蜗杆减速机、传动轴、主动链轮、导向链轮、链条等组成。链条一端固定于链轮，另一端与扁担梁连接，减速机驱动两侧主动链轮，利用链条带动扁担梁运动，通过电机正反转实现扁担梁的升降。上升时链条拉紧向上提升，下降时链条放松，扁担梁靠自重下落。升降系统电机通过变频器控制，升降速度可调，可实现振捣棒快速下插慢速上提，以遵循混凝土振捣“快插慢拔”的原则<sup>[3]</sup>。

### 2.1.6 电控系统

电控系统由集成电控柜、行走编码计数器、升降限位开关和声光报警器等组成，电控柜内配置 PLC 和变频器，可控制整车行走速度、行走位移、扁担梁的升降速度、升降位置以及针对不同塌落度的混凝土振捣时间进行调整。

## 2.2 混凝土可控式智能振捣车工作原理

混凝土可控式智能振捣车以机架为载体，其他系统和机构皆安装连接与机架上。走行机构为蜗轮蜗杆减速机驱动轨轮式，走行电机通过变频器控制，走行速度可调，走行

到位置方式可为“人工”模式下的操作人员目测控制停机或“自动”模式下编码器计数控制停机，走行机构驱动整机每次步进一个轨枕间距，用于控制振捣棒的振捣位置。升降系统为蜗轮蜗杆减速机驱动的链传动提升装置，利用电机正反转控制链条带动安装于扁担梁上的振捣棒上升或下降，实现振捣棒在混凝土中插入和拔出功能，同时还能够调节振捣棒的振捣深度，升、降的极限位置由行程开关控制。振捣系统由振捣电机、振捣棒和电机安装座组成，振捣棒通过振捣电机驱动且在升降系统控制下，完成混凝土振捣动作，振捣频率高，激振力大，可完全覆盖道床板横向宽度和前后轨枕间混凝土的振捣。减振系统安装在振捣电机安装座板与车横梁之间，用于消减振捣棒工作过程中对轨排的影响，提升施工质量。电控箱安装于车架尾端，内部装有 PLC 及变频器等，用于控制走行、升降、振捣等系统的动作，振捣时间通过编程控制，针对不同塌落度的混凝土其振捣参数更合理，可有效避免混凝土振捣不足或过振现象<sup>[4]</sup>。

在施工过程中，混凝土可控式智能振捣车整机吊放在精调好的轨排轨道上，使振捣棒位于前后轨枕中间位置。根据两个轨枕间距，混凝土塌落度，调节 PLC 及变频器，设定行走速度、升降速度，振动频率等参数。混凝土浇筑后，启动振捣车行走系统，使整机前进一个轨枕间距到位（此时振捣棒位于前后轨枕中间位置），启动升降系统和振捣系统，开始混凝土振捣作业，振捣完成后，升起振捣棒，停止振捣电机。整机向前步进一个轨枕间距，进行下一个工作循环。

## 3 混凝土可控式智能振捣车的技术参数

- ①步进行程：轨枕间距；
- ②行走速度：0~11.5m/min；

③升降速度：下降速度为 150mm/s，上升速度为 80mm/s；

④振捣棒工作频率：50Hz；

⑤振捣棒额定转速：2850r/min

⑥通常完成一个工作循环时间：行走 4s；下降 4s；振捣 25s；上升 6s。

## 4 结语

论文结合实际工程项目，重点阐述了混凝土可控式智能振捣车的组成结构与工作原理，完成了机械结构设计及电控系统的联动。得出如下结论：

第一，该混凝土可控式智能振捣车操作方便，适用范围广，能够有效地提高施工效率及施工质量。

第二，根据可控式智能振捣原理，可广泛应用于其他相关领域。

## 参考文献

- [1] 杨宁,李静,周绍武,等.高拱坝混凝土振捣智能控制技术研究与应  
用[J].中国农村水利水电,2018(8):181-183+190.
- [2] 成大先.机械设计手册[M].6版.北京:化学工业出版社,2016.
- [3] GB 5009—2012建筑结构荷载规范[S].
- [4] GB 5017—2020钢结构设计标准[S].

(上接第 94 页)

QC 项目等形式，聚集团队的力量进行专项攻关。

### 4.4 加大人才培养力度，创建专业团队

移动破碎机在国内起步较晚，专业人才稀缺，企业应组织对全生产过程人员的专业培训。实施技术方案、工艺方案交底，针对市场故障形成典型案例集，并持续开展 MSA、QFD、FMEA 等各种质量工具和方法的培训，大力培养专业性强、持续改善人才，提高生产能力和质量改善水平，全面支撑各项生产与质量工作开展。

## 5 结语

通过对上述问题的分析，我们充分认识到移动破碎机使用中常见的各类问题以及企业进行质量改进的思路。移动破碎机的使用环境十分恶劣复杂，因此企业应意识到产品可能出现的风险点，使其具有高度的适用性与稳定性。同时，各位从业者应具有不断学习的意识，提高对各种移动破碎机故障的认识，采取有效措施加以处理，为促进行业的顺利发

展打下坚实的基础。

## 参考文献

- [1] 李聪,孙永厚.基于集成神经网络的垃圾破碎机故障诊断专家系  
统知识库研究[J].机械设计与制造,2010(11):258-260.
- [2] 赵可新,刘振名,彭景芹.应用于破碎机故障诊断系统中的信息融  
合技术[J].制造业自动化,2011,33(1):67-68+81.
- [3] 刘丙增,曹欣欣.锤式破碎机的故障诊断及解决措施[J].矿山机  
械,2011,39(4):133-134.
- [4] 孙永厚,李聪.基于粗糙集-BP神经网络的垃圾破碎机故障诊断  
[J].机械设计与制造,2012(1):218-220.
- [5] 赵冬博,贾显明.试论矿山机械设备破碎机的使用诊断原则与维  
护技术[J].科技与企业,2014(12):384.
- [6] 程光明.分析矿山破碎机的故障诊断研究[J].科技与企业,2018  
(4):270.
- [7] 季永强.矿山破碎机故障及其诊断探讨[J].中国高新技术企业  
企业,2016 (34):143-144.