

Development and Prospect of Tamping Vehicles for Large-Scale Road Maintenance Machinery

Chuankun Li

CCCR High-Tech Equipment Corporation Limited, Kunming, Yunnan, 650215, China

Abstract

This paper describes the types and development of tamping vehicles, as well as the tamping principle of well-known manufacturers of tamping vehicles. The large-scale road maintenance machinery is suitable for the new line construction of railway lines, after the large-scale repair and cleaning operations of the existing lines, and the maintenance work of the operation lines, which is used for automatic flattening, starting and tamping operations of the track, improving the compactness of the ballast bed and increasing the stability of the track, eliminating the direction deviation of the orbit, left and right horizontal deviation and front and rear high and low deviation, which allows the track line to meet the requirements of line design standards and line maintenance rules to ensure safe operation of the train. This paper analyzes the status quo of tamping vehicles.

Keywords

tamping; vibration; Matisa; Plasser; Harsco

大型养路机械捣固车发展及展望

李传坤

中国铁建高新装备股份有限公司, 中国·云南 昆明 650215

摘要

本文介绍捣固车的种类及发展历程,以及捣固车知名生产厂家的捣固原理进行分析。大型养路机械适用于铁路线路的新线施工、既有线大中修清筛作业后和运营线路维修作业,对轨道进行自动抄平、起拨道、道碴捣固作业,提高道床石碴的密实度,增加轨道的稳定性,消除轨道的方向偏差,左、右水平偏差和前、后高低偏差,使轨道线路达到线路设计标准和线路维修规则的要求,保证列车的安全运行。本文针对捣固车的现状进行分析。

关键词

捣固; 震动; 马蒂萨; 普拉塞; 哈斯克

1 捣固的意义

列车在轨道上行驶过时,对轨道、轨枕和道碴整个弹性系统产生很大的力,系统产生弹性变形,并在列车驶过轨道后恢复形变。但是,长期的高应力导致了轨排不可恢复的几何形变和破坏,不能保证轨排还能恢复到理想的位置,从而使得线路区间需要限速来解决问题。为了防止由于轨道线路指标的破坏导致不得已的限速处理,轨排需要经常进行包括起道、拨道、抄平和捣固的方法,使得轨道恢复原来的理想几何形态^[1]。

捣固装置的施工原理是通过振动和夹持道碴的方式,使得枕木垫高,让线路达到预定要求的装置^[2]。可以看出,捣固装置的核心功能在于将轨道的位置,特别是高低方向的位

置发生改变,并且保证达到预定位置后在一段时间内列车通过时,还能保证刚维修过的几何形态能维持一定时间。其实,达到轨道恢复目的产品目前来说,还有其他相同效用的施工方式,譬如垫碴、垫板的方法,通过设备提轨并将不同高度的垫碴板垫入枕木以下,以满足恢复高度的方法;吹碴法,即通过将不同尺寸的道碴吹入枕木下,以提高轨枕。恢复线路几何的方法中^[3],后一种方法已经应用为大型养路机械,上述两种方法,本文也会有粗浅的分析。

2 捣固装置的产品发展现状

到现在为止,捣固装置为铁路机械行业中较为成熟的技术,种类繁多,分类方法多样,需要分清捣固装置的种类及其相关制造公司,才能深入研究。主要分类方法和制造公司

如表 1 所示。

表 1 捣固装置特性及代表性厂商分类表

捣固装置	分类方式	类型	主要厂商	
中、小型捣固装置	按照动力源分类 ^[5]	液压捣固装置	浙江大学	
		内燃软轴捣固装置		
		内燃捣固装置		
		电动捣固装置		
大型捣固装置	按照工作对象分类	正线捣固通用型捣固	普拉塞、哈斯克、马蒂萨	
		多功能型		
	激振方式分类 ^[6]	机械式	垂直平面椭圆振动	马蒂萨、金鹰
			垂直平面摆振	普拉塞、铁建装备
			水平面扭转振动	哈斯克
		液压式	可控型垂直平面摆振	浙江大学、金鹰

由表 1 看出，现行大型养路机械技术基本上为马蒂萨、普拉塞、哈斯克三家。本文重点介绍马蒂萨、普拉塞、哈斯克三大公司的捣固技术现状和产品。

3 普拉塞捣固装置原理及特点

目前普拉塞各类车型捣固装置激振方式都为机械式，简单可以分为单枕，双枕，三枕，四枕几种类型，其中单枕和双枕又存在着针对道岔的捣固头类型。虽然种类繁多，但是他们的捣固原理是一样的，以双枕捣固装置为例，如图 1、图 2，普拉塞公司采用了偏心轴连杆摇摆式激振方式，以液压马达驱动偏心轴旋转，夹持油缸在偏心轴的作用下做往复运动，实现捣固装置以 F 为支撑点左右摆动，使得捣固头产生摇摆强迫式简谐振动。



图 1 Plasser 08 捣固装置

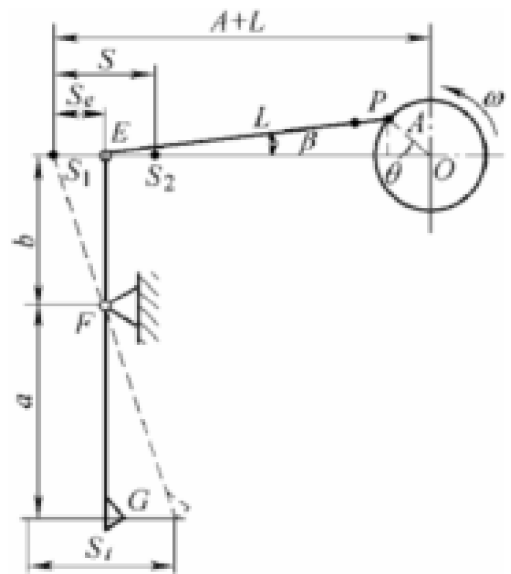


图 2 Plasser 捣固装置激振原理

4 马蒂萨捣固装置原理及特点

马蒂萨公司成立比普拉塞早，捣固的装置起步更是可以溯源到早于 1931 年（普拉塞成立于 1953 年，马蒂萨成立于 1945 年）。目前，马蒂萨的捣固装置应用振动频率为 42Hz 的“椭圆捣固法”。相比普拉塞的捣固法，马蒂萨的“椭圆捣固”有如下优势：

4.1 采用 42-45Hz 高频振动技术

在相同的镐头振幅情况下，传递到道碴的功率为 35Hz 的 1.5 倍。高频振动的技术优点是道床稳定的时间较 35Hz 振动频率时延长了 50%，捣固工作的效率提高了 25-30%。

4.2 捣镐镐掌的振动形式为椭圆振动，即产生水平和垂直两个方向的振动

(1) 椭圆振动使得捣镐便于插入坚硬、板结道碴，少量提轨也能获得高质量捣固效果；

(2) 椭圆形振动使得道碴进行旋转动作，形成较好的道碴密实状态，从而使得轨道质量保持较长时间；

(3) 垂直振动可以抵达道床较深的部位，这是轨道质量保持较长时间的另一个因素。

4.3 离心力靠近镐头，因而可以获得大幅度的横向振动

如图 3、图 4 分别为马蒂萨捣固装置及其与摆动振动工作原理对比图。



图3 马蒂萨捣固装置

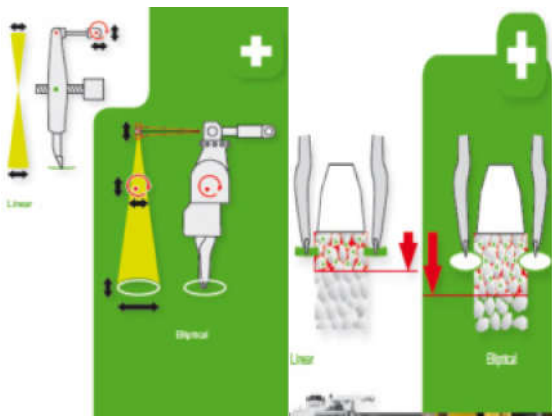


图4 马蒂萨捣固原理对比

5 哈斯克捣固装置原理及特点

目前,哈斯克公司捣固装置采用了水平面扭转激振方式,由电动机使2个带偏心凸轮的轴匀速转动,偏心轴各用来驱动一个连杆,连杆通过支持两个捣镐的偏移补偿连接器与激振器轴连接,使得捣固头形成水平面扭转振动。如图5和图6,分别为现行的哈斯克捣固装置和其振动原理图。



图5 哈斯克精确移动捣固装置

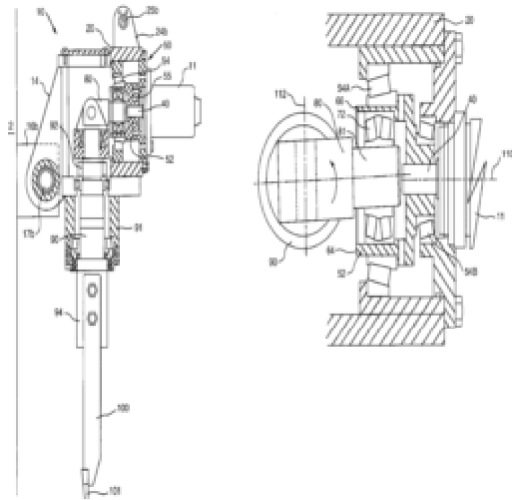


图6 哈斯克捣固装置振动原理

另一方面,哈斯克也开拓性的将小机领域的吹碴施工方式延伸到大型上来。图7和图8为吹碴法的基本原理。

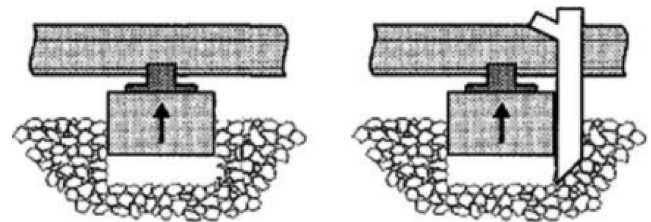


图7 吹碴车起道,插入石碴管示意图

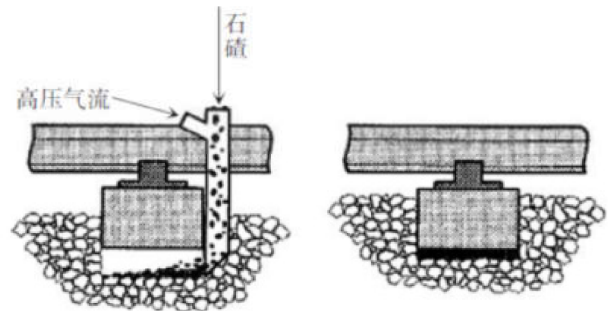


图8 吹碴车吹碴,放下轨道示意图

从产品分类和捣固装置原理可以看出,哈斯克也是一个重视自动化、整治效果控制和客户定制的厂家。在重视自动化方面,Drone系列为领头羊,并结合“精确捣固”的技术,方向在于降低人工成本;在整治效果控制上,研发“吹碴车”与普拉塞效率优先的定位区别明显。

6 捣固车发展及建议

自1903年第一个捣固装置出现以来,到现在已经有100多年的历史。通过文中对各个厂家及关键技术路线分析,可

知海外各类捣固装置作业原理都已经成熟，而中国也处于对其现有技术消化完成，对新型捣固装置研究鲜有突破的瓶颈阶段。当然，新型捣固原理的开发依然存在，如哈斯克近几年的扭转振动法等，也有一定的控制方面优势，但是其效率和其耐用性依旧不如简单的普拉塞的捣固法，无法撼动普拉塞旗下的主要市场。

然而，随着捣固装置的日益普及，工作装置面对的工作环境在不断变化，在中国，高速铁路的日益发展和各类复杂路况的存在，在全球，环保理念的键入人心和人工成本的逐渐提高，有理由认为未来捣固装置的普及面将更广，不仅要求能解决普通正线和道岔，还可能各类困难路段和具有环保要求的工作环境，这使得捣固类产品面对的市场将步步细分，也是各领域上技术突破的机会。

传统的大型养路机械在历经 30 多年发展，目前已趋于饱

和，进入正常的“新陈代谢式”的平稳需求。市场对以上设备的综合功能、效率、智能化提出了更高的要求。在定制化方面，我公司成功完成的窄轨车、宽轨车在这方面就是很好的例子。同理，捣固装置在不同的国家，不同的路段，将会有不同要求。中国幅员辽阔，铁路线路复杂，深度了解客户需求，定制用于不同路线的捣固装备，不仅提升用户使用粘度，而且对新产品的研发有着更好的反馈和良性循环的作用。通过很多的“小改进”积淀和包围必将是捣固车发展的必经之路。

参考文献

- [1] JOSEF T. Ballast tamping machine and method for tamping a railway Track:(AT)EP,1403433A3 [P].2004-05-26.
- [2] JOSEF T.Tamping machine:(AT)EP,1387003A2[P].2004-02-04.
- [3] 应立军,李云召.新型捣稳一体化捣固装置的研究.工程机械.2008