

源于混沌科学的振动压实新技术*

〔关键词〕 混沌 振动 压路机 〔中图分类号〕 TH113.1

龙运佳

(中国农业大学, 教授、博士生导师 北京 100083)

1. 前言

混沌^[2]是一种从微观到宏观非线性系统中普遍存在的内在的无规则而不确定的运动状态(包括振动、振荡、波)。对混沌的理论研究形成了现代混沌科学。

中国工程院院刊专题报告^[2]认为:现代混沌科学正在工程中得到广泛应用。一门新的研究混沌实际应用及其基本理论的非线性工程学科——混沌工程学正在兴起。混沌工程研究的热点是混沌分析技术、混沌控制技术和混沌生成技术。世界的进步从路开始,混沌工程学在路基压实机械中的应用,形成了振动压路机新技术。

在非线性振动系统中,当系统参数满足一定条件时,即使在确定性输入下,输出亦为不规则的振动,称为混沌振动^[3,6]。它比单频振动有更丰富的频率成份与更激烈的速度变化,有利于各类振动压实作业^[4,5]。培根说:“科学的目的是将新的发明与财富赋予人类”。我国科技工作者率先将混沌科学用于振动压路机,推动了路基夯实技术的进步^[1,7,8]。

2. 混沌振动压实机理

由于被压实工料成份非常复杂,物理力学性能多种多样,不同成份的固有频率各不相同,如:干砂,22Hz;湿砂,22~24Hz;砂卵石,25Hz;不均匀砂,27Hz;粗砾石,30Hz。

各种成份的固有频率构成一个频域,传统的单一频率激振,在任何时刻,即使用自动变频,也无法实现全频域共振,只有用宽频宽幅的混沌振动激振,才能趋近于实现全频域共振。

振动压路机的压实效果与振动轮的动量有关。混沌振动的速度变化比单频振动剧烈(振动轮的动量变化剧烈),使振动轮对地面的冲量加大,故混沌振动比单频振动的压实效果好。

混沌振动中的小幅振动与大幅振动可以分别将工料中小颗粒间的滑动磨擦与大骨料间的咬合摩擦进一步减小,使之呈现动态而充填间隙,从而比传统的单频振动压实更近于最密实碾压^[9]。

3. 混沌振动的压实试验

* 国家自然科学基金(59275173)和教育部博士点专项科研基金(980112)资助项目。

笔者用混沌振动器^[11]对干砂做过压实试验^[4]。

振动压实时间分别为5分钟与1分钟,采样分别用大采样环刀与小采样环刀,压实前分别称得为150.4g与99.5g,单频振动压实后,分别称得为152.2g与107g,密度增加1.197%~7.54%;混沌振动压实后,分别称得为162.2g与113g,密度增加5.61%~13.57%。实验证明:混沌振动比单频振动有更好的压实效果。

用10t混沌振动压路机与10t普通振动压路机在同一土槽中以级配土进行对比压实试验^[1]。两台压路机平行轮流交替振压,在不同的压实遍数后用取土环刀采样,每次在3个位置取样,每个位置又在上、中、下3层采3个样本。试验结果:压实6遍后,单频振动压实的中层压实度为91.23%,混沌振动压实度为94.12%;若以中层压实度95%为压实合格,普通振动压路机需压9遍,而混沌振动压路机只要压7.9遍,故可提高功效12.2%。土槽试验的全部数据证明:所有混沌振动压实的压实度均大于传统的单频振动的压实度;沿深度方向平均的压实度,用10t混沌振动压路机比用10t普通振动压路机提高1.12%^[1]。

上述试验与调频(或称为变频)的单频振动压实试验有本质的不同,它是各种频率、各种振幅的同时作用,是未曾有过的全新振动压实试验。从这些试验中得到的新结论,是无法用变频的单频振动压实试验得到的^[7]。

4. 混沌振动压路机

振动压路机是建筑基础施工,如机场、港口、水坝、铁路、公路和矿山工程等建设中必不可少的施工设备。我国的振动压路机,大部分是“引进一落后,再引进一再落后”;或者是由大变小,由小变大,走变型仿造之路。从品质决定命运的观念出发,混沌振动压路机走的是变性开发之路,用混沌激振品质置换了单频激振品质。

市场是开发新产品的出发点与归宿,产品要有市场竞争力,必须要有新技术。

国外发明的振荡压路机与冲击压路机,是适用于一定范围的非通用机型,而我国首创的混沌振动压路机是通用机型,适用范围与普通振动压路机相同,适用范围广,市场大。

通过产学研合作,我国制造的混沌振动压路机有:0.75t 手持式混沌振动压路机(首台样机),10 t 重型混沌振动压路机(正在销售),14 t 重型混沌振动压路机(已投入使用),超重型混沌振动压路机(制造之中)。

5. 混沌激振的技术优势

(1) 混沌振动压路机的激振器同时产生激振力加激振力偶,使振动轮产生振动加振荡,即产生复式振动。所以混沌振动压路机的压实效果兼有振动压实与振荡压实的双重效果。

(2) 混沌振动压路机的激振器同时产生宽频激振与宽幅激振,振动轮对工料同时产生了共振压实加冲击压实的双重效果。

(3) 数值仿真与其在西部公路建设工程中的使用实践表明,混沌振动压路机具有混沌的自适应能力;随土壤塑性刚度的增加,垂直方向激振力自动增加。

(4) 为使振动轮得到同一个振幅(平均振幅),与普通振动压路机相比,混沌振动压路机所需激振力要小。

(5) 和普通振动压路机相比,混沌振动压路机的起振力矩要小。

6. 混沌激振技术的价值

混沌激振技术是一种具有高效益的新技术,这种低成本的高技术,使振动压路机可提高功效12.2%。对高速公路建设而言,提高功效12%,意味

着可显著节省施工成本;同时,混沌振动压实度比单频振动压实的压实度高1.12%,而压实度每提高1%,路面承载能力可提高10%^[9]。据此,业内人士认为^[10]:这种全新的压路机为压实机械成员中的佼佼者,必将得到广泛的应用。

参考文献

- [1] Yunjia Long, Chaotic Dynamics & Compaction Engineering, Hong Kong: Soft Soil Engineering, 2001: 143-147
- [2] 龙运佳. 专题报告——混沌工程学. 中国工程科学, 2001, 3(2): 10-15
- [3] 龙运佳. 混沌振动研究: 方法与实践. 北京: 清华大学出版社, 1997
- [4] 龙运佳等. 强非线性宽频带混沌激振器及其应用. 农业工程学报, 1995, 11(4): 43-47
- [5] 龙运佳. 论混沌振动碾压混凝土. 建筑机械化, 2003, 24(1): 23-24
- [6] 龙运佳等. 近代工程动力学——随机, 混沌. 北京: 科学出版社, 1998
- [7] 龙运佳等. 混沌振动压路机. 建筑机械, 1998, 6: 18-21
- [8] 龙运佳等. 重型混沌振动压路机. 工程机械, 2000, 31(8): 6-7
- [9] 龙运佳等. 混沌振动压路机的价值, 工程机械与维修, 2002, 12: 58-59
- [10] 李冰等. 振动压路机与振动压实技术. 北京: 人民交通出版社, 2001
- [11] 龙运佳. 中国专利 ZL 95 2 17738. 2

NEW VIBRATION TECHNOLOGY BASED ON CHAOS SCIENCE

Key words: chaos, vibration roller

Yunjia Long

(China Agricultural University)

Abstract: A new vibration technology with wide frequency band and wide amplitude rang is invented by research on chaos science. Four kinds of chaotic vibro-roller with China intellectual property are made for the first time in the world. It is proved that the working efficiency of a chaotic vibro-roller is 12.2% higher than that of a traditional one by check experiment.

(责任编辑 邱夜明)

(上接第55页)

大连市三级园区建设有力地带动了农业结构的优化调整。2002年,全市经济作物种植面积占全市农田总面积的比重比上年提高了10个百分点,涌现了一批连片的万亩经济作物区,如万亩扁杏园、万亩草莓园、万亩桃园、万亩李园、万亩葡萄园、万亩无公害蔬菜园、万亩饲草园和万亩海珍品养殖园等。园区建设还带动了水产业加快发展。2002年,大连市新增陆地工厂化养殖面积15万平方米,是过去3年的总和;各类休闲渔业、观光渔业和海洋综合利用产业,也得到了全面发展。2002年水产品总产值突破了百亿元大关。

主要参考文献

- [1] 蒋和平. 当代农业新技术革命与中国农业科技发展. 江西人民出版社, 2001

- [2] 蒋和平. 高新技术改造传统农业的基础理论与模式实证研究. 1997年国家自然科学基金项目研究报告, 2000年12月
- [3] 蒋和平, 王有年, 孙炜琳著. 农业科技园区的建设理论与模式探索. 中国气象出版社, 2001
- [4] 朱名宏, 杨茹. 论我国高新技术产业开发区的模式选择. 开放时代, 1996(6)
- [5] 尹立敏等. 国家农业综合开发现代化示范园区建设模式研究. 1999年国家农业综合开发软科学课题研究报告, 1999年9月
- [6] 山东省寿光蔬菜高科技示范园编. 寿光蔬菜高新技术示范园区建设情况汇报材料, 2001年4月
- [7] 科技部国家农业科技园区管理办公室. 国家农业科技园区研讨会文集. 科学技术文献出版社, 2002

(责任编辑 邱夜明)