

推土机载荷谱研究与开发(II) 推土机的外载荷测定与分析*

成凯 杨永海 黄奎英 郁工瑞 刘述学
(吉林工业大学)

提 要 通过对推土机外载荷:推土铲提升油缸销和推杆销上外力的测定与分析,揭示出推土阻力的形成及变化规律。

关键词 推土机 外载荷 测试

Test and Analysis of Outer Load on Dozer

The second paper of series "Load spectrum study and development of dozer"

Cheng Kai Yang Yong-hai Huang Kui-ying Yu Gong-rui Liu Shu-xue
(Jilin University of Technology, Changchun)

Abstract Through tests and analysis of outer load on dozer, i.e., the forces on the pin of lifting cylinder and on the pin of dozing bar, the formation and the changing law of dozing resistance were obtained

Key words Dozer Outer load Test

1 引言

本文所指的外载荷指的是:在推土作业时,推土机的推土铲提升油缸销和推杆销上的外力(图1)。其中,提升油缸销的外力除构成推土阻力外,还构成车架的工作载荷,而且它对推土机的附着重量会产生明显的影响;推杆销上的外力是推土阻力的主要构成部分。因此,对其进行测定与分析,将为揭示推土阻力的形成及其变化规律提供基础数据。此外,上述二处外力的测量也将为合理地进

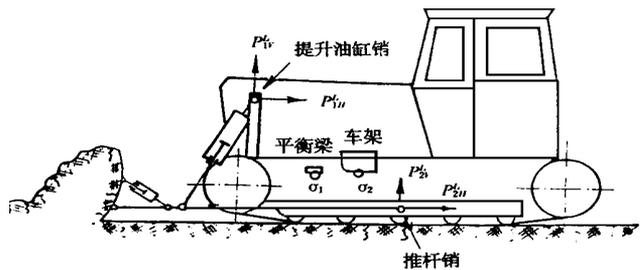


图1 推土机外载荷测点示意图

收稿日期: 1996-10-09

* 国家“八五”重大引进技术项目

成凯, 博士生, 副教授, 长春市人民大街142号 吉林工业大学工程机械系, 130025

行提升油缸支承架、车架和台车架等的结构和强度设计提供依据。

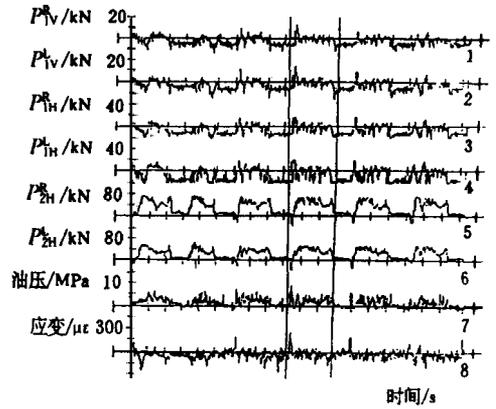
2 外载荷测定与结果

2.1 外载荷的测定^[1]

众所周知,对风化岩和原生土物料进行推土作业,其外载荷均较大。因此,测定工况的重点选择这两种工况。作业时,推土机 I 挡前进工作,推土铲作业深度 400 mm。为测定提升油缸销和推杆销的外力,专门研制了能分别测定提升油缸销和推土铲推杆销外力的垂直和水平分量的应变片式测力销,并采用日本产 DPM - 611B 型动态应变仪和西德产 Min - Din PCM 遥测系统,以及吉林工业大学研制的流动测试站,在推土作业现场进行测定。测定数据记录在日本产 21 通道 XR - 710C 型数据磁带机中,然后用日本产 7T 18S 多通道综合处理机进行数据处理。

2.2 测定结果

在工作物料为原生土的推土作业时,典型的 6 个作业循环的被测参数的时间历程记录如图 2 所示,具体测试数据见表 1。图中所示的被测参数按排列次序,分别为:右提升油缸销的垂直分力(P_{1V}^R)、左提升油缸销的垂直分力(P_{1V}^L)、右提升油缸销的水平分力(P_{1H}^R)、左提升油缸销的水平分力(P_{1H}^L)、右推杆销的水平分力(P_{2H}^R)、左推杆销的水平分力(P_{2H}^L)、提升油缸上腔油压、车架纵梁根部测点工作应变。图中, P_{1V}^R 、 P_{1V}^L 力方向向上为正,向下为负。 P_{1H}^R 、 P_{1H}^L 、 P_{2H}^R 、 P_{2H}^L 力方向向后为正,向前为负。工作应力“正”为拉应变,“负”为压应变。根据上述测试可知,左右边的垂直和水平分力的变化规律一致,数值也较接近;左、右提升油缸销垂直和水平分力的均值,较左、右推杆销的水平分力的均值约小一个数量级。作为对比,对于工作物料为风化



- 1 右提升油缸销垂直分力
- 2 左提升油缸销垂直分力
- 3 右提升油缸销水平分力
- 4 左提升油缸销水平分力
- 5 右推杆销水平分力
- 6 左推杆销水平分力
- 7 提升油缸上腔油压
- 8 车架纵梁根部动态工作应变

图 2 原生土推土作业时有关外载的时间历程

岩的推土作业,右提升油缸销的垂直分力和水平分力,右推杆销的水平分力的变化曲线如图 3 所示,测试数据见表 2。根据测定,其统计特性参量,均较工作物料为原生土时有所增加。

3 测定分析与结论

1) 根据图 2 所示,可得出以下结论:只有在切入过程—定深集土过程—运土过程中的提升油缸销和推杆销的水平正分力(即与前进方向相反的分力)构成了推土铲推土阻力,且推杆销水平正分力是主要部分。另外,在定深集土过程中,其值最大。根据记录数据,综合上述三个过程中右推杆销水平分力的最大值为 69.2 kN、均值为 52.5 kN、标准差为 10.8 kN,则其平均动载系数(定义为标准差一半与均值之比)为 0.10,最大动载系数(定义为最

大值与平均值之比)为 1.33。所以,推土铲的推土阻力在一个作业循环中的波动是比较大的。记录数据还表明:推土机最大推力的发挥受到附着性能的限制。

表 1 原生土推土作业时有关外载测试数据

kN

		6 个作业循环		竖线框定的循环				6 个作业循环		竖线框定的循环	
1	最大值	12 5621	12 5621	5	最大值	70 3973	69 2415	6	最大值	61 1891	58 9512
	最小值	- 12 5127	- 11 1320		最小值	- 33 4608	- 33 4608		最小值	- 32 3293	- 32 3293
	平均值	- 2 0238	- 0 4986		平均值	32 2454	44 2458		平均值	25 6394	34 5551
	标准差	3 7161	3 9854		标准差	22 9377	21 3794		标准差	18 2902	18 0789
2	最大值	15 0523	15 0523	7	最大值	9 1469	9 1469	8	最大值	250 6590	250 659
	最小值	- 15 6040	- 15 6040		最小值	- 4 8254	- 0 9305		最小值	- 270 5180	- 189 3410
	平均值	- 2 6382	- 1 0414		(MPa) 平均值	1 6122	2 2123		(MPa) 平均值	- 37 8780	- 33 9624
	标准差	3 9356	4 5644		标准差	1 6972	1 8566		标准差	56 0121	66 1106
3	最大值	19 4662	19 4662	8	最大值	250 6590	250 659	8	最大值	250 6590	250 659
	最小值	- 19 9320	- 19 4395		最小值	- 4 8254	- 0 9305		最小值	- 270 5180	- 189 3410
	平均值	- 5 7519	- 2 8409		(MPa) 平均值	1 6122	2 2123		(MPa) 平均值	- 37 8780	- 33 9624
	标准差	8 2019	8 2852		标准差	1 6972	1 8566		标准差	56 0121	66 1106
4	最大值	19 9509	19 9509	8	最大值	250 6590	250 659	8	最大值	250 6590	250 659
	最小值	- 20 3432	- 19 9956		最小值	- 4 8254	- 0 9305		最小值	- 270 5180	- 189 3410
	平均值	- 6 8291	- 3 0484		(MPa) 平均值	1 6122	2 2123		(MPa) 平均值	- 37 8780	- 33 9624
	标准差	10 5551	10 2305		标准差	1 6972	1 8566		标准差	56 0121	66 1106

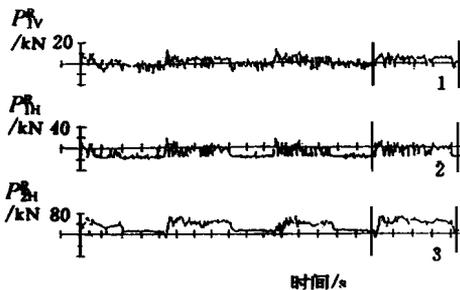


图 3 风化岩推土作业时右提升油缸销垂直和水平分力及右推杆销水平分力的时间历程

表 2 风化岩推土作业时有关外载测试数据 kN

		6 个作业循环		1 个作业循环			
1	最大值	10 0558	14 4205	2	最大值	13 2298	19 5148
	最小值	- 5 3543	- 8 7392		最小值	- 17 2569	- 17 6321
	平均值	3 6976	1 6108		平均值	4 2505	- 8 6734
	标准差	2 8816	3 8608		标准差	7 5885	8 5057
2	最大值	79 7947	79 7947	3	最大值	79 7947	79 7947
	最小值	- 12 4333	- 13 9193		最小值	- 12 4333	- 13 9193
	平均值	43 6550	52 0920		平均值	43 6550	52 0920
	标准差	16 3985	17 6203		标准差	16 3985	17 6203

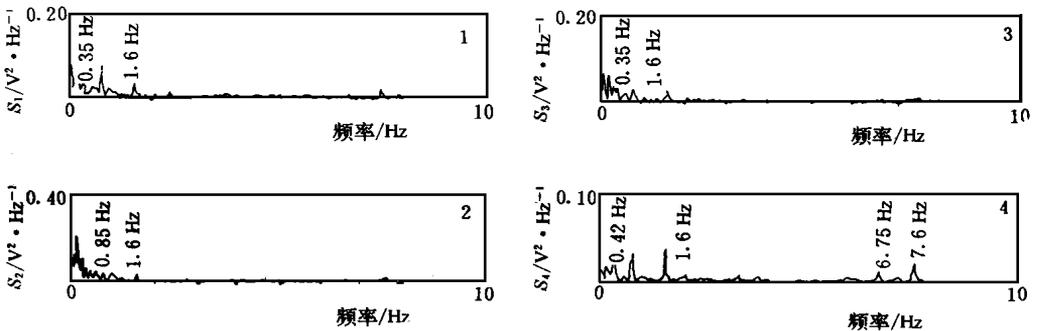
2) 对图 2 所示的 6 个推土作业循环的有关被测参数的时间历程进行幅值域处理, 获得相应幅值的力与其出现次数的关系, 它们反映了推土作业时, 提升油缸销垂直与水平分力、推杆销水平分力和车架纵梁根部工作应变的分布规律及其不均匀度。除纵梁根部的工作应变外, 均出现双峰型分布规律。对于提升油缸销, 这主要是受悬铲后退和提铲卸土的影响。对于推杆销, 主要受悬铲后退和切入的影响。另外, 提升油缸销承受正、负交变载荷, 这将对提升油缸支承架和车架零部件构成正、负交变载荷, 而推杆销处承受正值的交变载荷, 这将对推土机的行走装置和传动系统构成交变载荷。车架纵梁根部的工作应变呈单峰分布, 它承受

拉、压交变应力, 但主要承受压应力。按图 2 所示的数据, 计算有关外载的平均动载系数和最大动载系数列于表 3 中, 它们综合地反映了推土作业中上述外载的波动程度。

表 3 油缸销和推杆销的动载系数

动载系数	右提升油缸销		左提升油缸销		右推杆销	左推杆销
	垂直分力	水平分力	垂直分力	水平分力	水平分力	水平分力
最大	7.22	4.38	6.70	3.92	2.18	3.28
平均	0.9	0.71	0.74	0.77	0.35	0.36

3) 对图 2 中被竖线所框定的一个作业循环的有关被测参数的时间历程进行频率域处理^[2], 获得相应的自功率谱 S 曲线, 如图 4 所示。它们反映了各自变化的频率成分。比较自功率谱图, 可得出如下结论: 提升油缸销垂直和水平分力, 推杆销的水平分力以及车架纵梁根部工作应力的频率成份主要是低频成份, 主要频率成分小于 1.6 Hz。且它们的频率结构基本相同。这是由于物料的不均匀度、履带推土机驱动链轮啮合的频率均较低, 且是共同激励因素所致。



- 1. 右提升油缸销垂直分力 3. 右推杆销水平分力
- 2. 左提升油缸销水平分力 4. 车架右纵梁根部动态工作应变

(注: 图中纵坐标为数据电信号功率谱)

图 4 原生土推土作业时有关外载的自功率谱 S

参 考 文 献

- 1 石来德 机械参数电测技术 上海: 上海科学技术出版社, 1981. 5~ 68
- 2 石来德 机械的有限寿命设计和试验 上海: 同济大学出版社, 1985. 1~ 97