

团 体 标 准

T/CMES 24016—2023

工程机械 能量回收系统节能性能 测试方法 第 5 部分 装载机

Construction Machinery Testing Methods for Energy-saving
Performance of Energy Recovery System
Part 5: Loader

2023-07-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律法规或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不得以任何形式或手段复制、再版或使用本标准及其章节（包括电子版、影印件、发布在互联网及内部网络等）以及用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路9号主语国际4座11层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

目 次.....	II
前 言.....	IV
引 言.....	V
1 范围.....	6
2 规范性引用文件.....	6
3 术语和定义.....	6
4 测试条件.....	6
4.1 测试环境.....	6
4.2 测试场地.....	6
4.3 测试载荷.....	6
4.4 测量用仪器设备.....	7
4.5 测试机器状态.....	7
5 测试方法.....	7
5.1 测试前准备.....	7
5.2 测点位置说明.....	7
5.3 耗油量的测量方法.....	7
5.4 耗电量的测试方法.....	7
5.5 循环工况作业测试.....	7
5.6 行走制动能单次工况回收率测试.....	9
5.7 势能单次工况回收率测试.....	10
6 瞬时可回收功率计算.....	10
7 瞬时回收功率计算.....	10
8 可回收能量计算.....	10
9 回收能量计算.....	10
10 回收效率及节能率计算.....	10
附 录 A （资料性）.....	11
表 A 基本参数记录表.....	11
表 A.1-1 目标样机基本参数记录表.....	11

表 A.1-2 对比样机基本参数记录表.....	12
附 录 B （资料性）	13
表 B 测试记录表	13
表 B.1 装载机机循环作业能耗测试记录表	13
表 B.2 装载机铲斗势能回收测试记录表	14
图 1 装载位置和卸载位置的关系	8
图 2 装载机动作示意	9
表 1 装载机动作模型	9

前 言

本文件依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》的有关要求编写。

本文件起草单位：华侨大学、北自（北京）检测科技发展有限公司、吉林大学、长安大学、柳州柳工挖掘机有限公司、内蒙古北方重工业集团有限公司、厦门厦工机械股份有限公司、厦门国重新能工程机械有限公司、北京交通大学等。

本文件主要起草人：林添良、刘听辉、张青松、吴瑕、蔡瑛、王书利、李娟、王浪、李宗锋、杨胜清、李栋、叶敏、陈其怀、郑伟杰

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责任何该类专利的鉴别。本标准首次制定。

中国机械工程学会标准征集委员会

引 言

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXX。

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXX。

中国机械工程学会标准征求意见稿

工程机械 能量回收系统节能 性能测试

第 5 部分：装载机

1 范围

本文件规定了装载机节能性测试的相关术语和定义、测试方法和评价方法。
本文件适用于带能量回收功能的装载机，其他工程机械也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/CMES 24012—2023 工程机械 能量回收系统节能 性能测试 第1部分

3 术语和定义

T/CMES 24012—2023（总则）界定的术语和定义适用于本文件。

4 测试项目

4.1 循环工况作业回收系统性能测试

装载机装备标准的铲斗，进行规定循环作业的模拟动作，测量设备按规定循环作业动作的综合节能率。

4.2 行走制动单工况回收系统性能测试

装载机装备标准的铲斗在平直道路上进行行走制动动作时，测量制动动能和回收能量。

4.3 铲斗下放工况回收系统性能测试

装载机装备标准的铲斗并进行铲斗下放的模拟动作，测量铲斗下放势能和回收能量。

5 测试条件

5.1 测试环境

见 T/CMES 24012—2023（总则）4.1 测试环境。

5.2 测试场地

见 T/CMES 24012—2023（总则）4.2 测试场地。

5.3 测试载荷

测试载荷物料选取砂、砾石等密度、湿度适宜的松散物料，铲掘过程的满斗率在±10%范围内。装载测试使用的负荷铲斗的质量，按式（1）计算：

$$M = M_0 + M_b \dots \dots \dots (1)$$

式中：

M_0 ——与额定工作载荷相当的实测负荷质量，单位为千克（kg）；

M_b ——标准铲斗的质量，单位为千克（kg）；

实际负荷铲斗的质量与使用上述公式算出值的偏差应在±3%之内。

5.4 测量用仪器设备

见 T/CMES 24012—2023（总则）4.3 测量用仪器设备。

5.5 测试机器状态

根据 T/CMES 24012—2023（总则）4.4 测试机器状态。同时，目标样机和对比样机结构参数偏差不超过±5%。从产品说明书获取测试样机基本参数，记入表 A.1。

6 测试方法

6.1 测试前准备

6.1.1 热车

根据 T/CMES 24012—2023（总则）4.5 热车。

6.2 测点位置说明

见 T/CMES 24012—2023（总则）5.1 测点位置说明。

6.3 耗油量的测量方法

见 T/CMES 24012—2023（总则）5.2 耗油量的测量方法。

6.4 耗电量的测试方法

见 T/CMES 24012—2023（总则）5.3 耗电量的测试方法。

6.5 循环工况作业测试

装载机由制造商选派熟练的操作者驾驶操作，进行对比样机与目标样机测试时，应尽量保持由同一位操作人员进行测试。

6.5.1 整机位置及标杆高度

a) 进行装载模拟动作时机器的位置和标杆高度按图 1 的规定，标杆高度对于额定工作载荷≥5000kg 的机型为 3.2m，额定工作载荷<5000kg 的机型可以采取最大举升高度的 0.8 倍执行；

b) 装载方向与卸载方向的角度成 60°，各自的行走距离为 1.5L；

c) L 为在铲斗水平放置于地面状态下，从铲斗斗齿到车辆后端的距离。

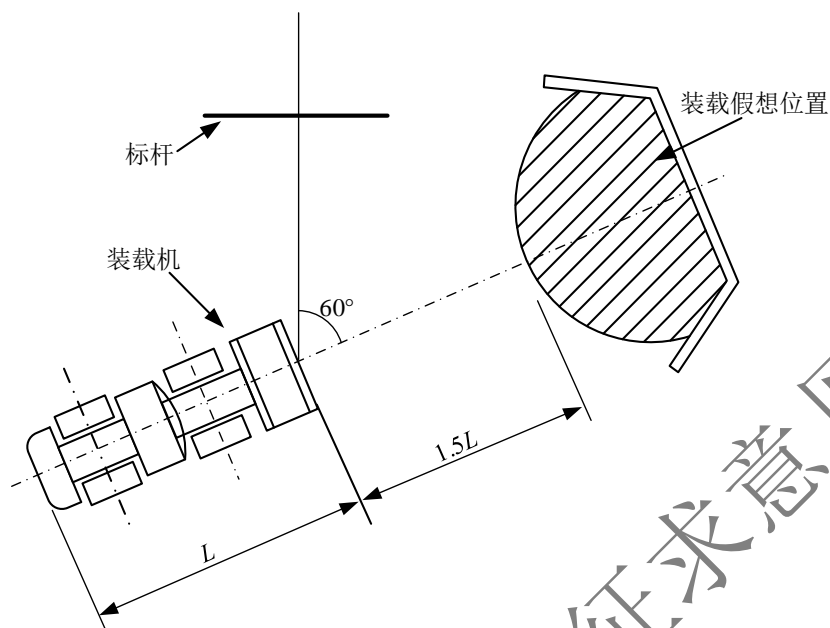


图1 装载位置和卸载位置的关系

6.5.2 装载动作

负荷铲斗状态下的装载机，按照图1所示的V形方式进行模拟装载动作。

装载卸载循环的模拟动作模型，按表1和图2的规定。

测试机器的位置：

- 图2a) 装载动作，铲斗保持行走状态；
 - 图2a) ~图2b) 全力加速，以行走状态行驶，铲斗放平后全力插入料堆；
 - 图2b) ~图2c) 切换到后退挡，回退至开始位置，同时收斗恢复至行走状态；
 - 图2c) ~图2d) 向卸载位置行进，本过程中由行走状态进入举升臂提升状态；
 - 图2d) 收斗举开至能保证物料完全卸载的高度后，进行卸载动作，回退至起始位置。
- 表1中规定的各步骤的操作方法不作要求。

表1 装载机动作模型

步骤	1	2	3	4	5	6
机器位置	图 2a) 开始位置	图 2a)	图 2a) ~图 2b)	图 2b)	图 2b) ~图 2c)	图 2c)
机器动作	停止	开始前进 (测试数据记录开始)	前进	停止	后退	后退切换 前进
工作装置动作	铲斗行走状态	铲斗行走状态	铲斗行走状态, 并全力插入料堆	铲斗向后倾斜收斗	铲斗行走状态	铲斗行走状态
步骤	7	8	9	10		
机器位置	图 2c) ~图 2d)	图 2d)	图 2d) ~图 2a)	图 2a)	图 2a) 位置结束	
机器动作	前进	停止	后退	后退切换 前进	反复操作 10 个循环 停止 (测试数据记录停止)	
工作装置动作	动臂举升	卸载	举升臂平稳下降, 铲斗行走状态	铲斗行走状态	铲斗行走状态	
静液压传动的装载机和双涡轮行星式装载机用 I 挡, 制动前松油门						

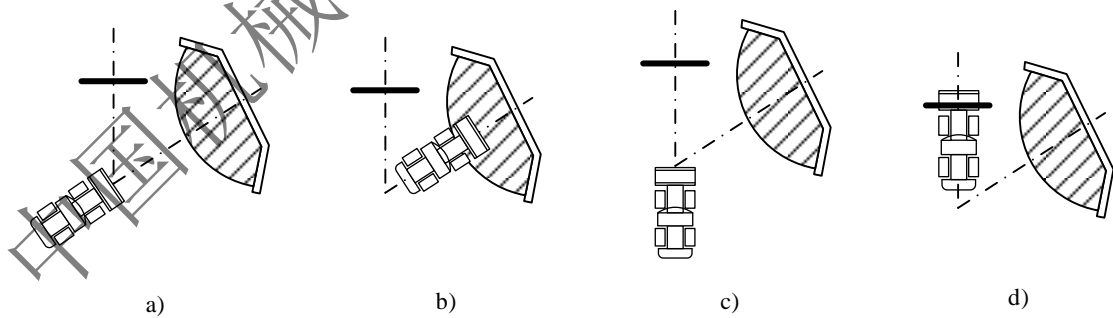


图2 装载机动作示意

说明:

装载机按照表 1 的模拟动作连续进行 10 个循环的操作为一次测试, 共进行 3 次测试, 测试数据记录表 A.2。

对比样机与目标样机测试完成单次循环时间差距不大于 5%。

6.6 行走制动能单次工况回收率测试

除满足 T/CMES 24012—2023（总则）4.2 测试场地的要求外，在进行行走制动能单次工况回收率测试时，装载机应在平坦、坚实、干燥的混凝土路面进行；测试场地区间面积满足测试要求；进入测试道路前的引导路段应具有足够的长度，以便保证机器在制动之前达到需要的速度。

- 1) 工作装置（铲刀铲斗推板等）应置于制造商规定的行走状态上；
- 2) 将装载机行驶到引导路段，以最大行驶速度的 100% 驶入测试路段，停止加速并进行制动能量回收测试，直到装载机完全停止；
- 3) 重复以上动作 3 次。记录时间、制动距离等参数至表 A.3；
- 4) 将行驶速度改为最大行驶速度的 75%、50%、25%，分别重复以上实验。

6.7 势能单次工况回收率测试

- 1) 测试装载机铲斗举升处于安全范围；
- 2) 在铲斗内加载至额定载重量（工作载荷），操纵提升液压缸使铲斗提升到最高位置，然后以最大下放速度的 100% 下放铲斗，且对比样机和目标样机的铲斗下放高度差应保持一致，两者偏差不大于 5%；
- 3) 重复以上动作 3 次。记录时间、下放速度等参数至表 A.3；
- 4) 将下放速度改为最大下放速度的 75%、50%、25%，分别重复以上实验。

7 瞬时可回收功率计算

见 T/CMES 24012—2023（总则）6 瞬时可回收功率计算。

8 瞬时回收功率计算

见 T/CMES 24012—2023（总则）7 瞬时回收功率计算。

9 可回收能量计算

见 T/CMES 24012—2023（总则）8 可回收能量计算。

10 回收能量计算

见 T/CMES 24012—2023（总则）9 回收能量计算。

11 回收效率及节能率计算

见 T/CMES 24012—2023（总则）10 回收效率及节能率计算。

(资料性)

表 A 基本参数记录表

表 A.1-1 目标样机基本参数记录表

制造商名称					
装载机型号		产品序列号			
铲斗下放势能回收方式		<input type="checkbox"/> 液压式 <input type="checkbox"/> 电气式 <input type="checkbox"/> 机械式			
行走制动动能回收方式		<input type="checkbox"/> 液压式 <input checked="" type="checkbox"/> 电气式 <input type="checkbox"/> 机械式			
整机长度 L (mm)		三项和时间 (s)			
整机工作质量 (kg)		发动机/ 电动机		制造商	
最高行驶速度 (km/h)				型号	
铲斗				额定功率 (kW)	
		额定转速 (r/min)			
额定容量 (m ³)					
实际容量 (m ³)					

中国机械工程学会标准征求意见稿

表 A.1-2 对比样机基本参数记录表

制造商名称					
装载机型号		产品序列号			
整机长度 L (mm)		三项和时间 (s)			
整机工作质量 (kg)		发动机/ 电动机		制造商	
最高行驶速度 (km/h)				型号	
铲斗	额定容量 (m ³)			额定功率 (kW)	
	实际容量 (m ³)			额定转速 (r/min)	

(资料性)

表 B 测试记录表

表 B.1 装载机机循环作业能耗测试记录表

被测试机器型号：_____ 测试时间：____年____月____日

产品序列号：_____ 测试地点：_____

测试人员：_____ 记录：_____ 校对：_____

测试项目										
参数记录		单位	目标样机				对比样机			
			第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
流量计法	进油体积	mL								
	回油体积	mL								
	消耗燃油体积	mL								
	燃油密度	g/mL								
	测试燃油消耗	g								
燃油称重法、副油箱测量法	测试前质量	g								
	测试后质量	g								
	测试燃油消耗	g								
耗电量	测试起始电容量	%								
	测试结束电容量	%								
	储能单元总电量	kW·h								
消耗的能量 F_c		J								
单次测试时间		s								
综合节能率		%					/	/	/	/

表 B.2 装载机铲斗势能回收测试记录表

被测试机器型号：_____ 测试时间：____年____月____日

产品序列号：_____ 测试地点：_____

测试人员：_____ 记录：_____ 校对：_____

制造商名称					
测试速度	<input type="checkbox"/> 100%最大下放速度 <input type="checkbox"/> 75%最大下放速度 <input type="checkbox"/> 50%最大下放速度 <input type="checkbox"/> 25%最大下放速度				
实测负荷质量 (kg)		铲斗下放 距离 (m)			
参数记录	单位	第一次	第二次	第三次	平均
峰值可回收功率	W				
峰值回收功率	W				
峰值回收效率	%				
单次测试时间	s				
可回收能量	J				
回收能量	J				
能量回收效率	%				

表 B.3 装载机行走制动动能回收测试记录表

被测试机器型号：_____ 测试时间：_____年_____月_____日

产品序列号：_____ 测试地点：_____

测试人员：_____记录：_____校对：_____

制造商名称					
测试速度	<input type="checkbox"/> 100%最大行驶速度		<input type="checkbox"/> 75%最大行驶速度		
	<input type="checkbox"/> 50%最大行驶速度		<input type="checkbox"/> 25%最大行驶速度		
型号规格					
参数记录	单位	第一次	第二次	第三次	平均
峰值可回收功率	W				
峰值回收功率	W				
峰值回收效率	%				
单次测试时间	s				
制动距离	m				
可回收能量	J				
回收能量	J				
能量回收效率	%				

中国机械工程学会 标准征求意见稿