

ICS 53.020

J 80

备案号：

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 14037—XXXX

## 施工升降机能效分级及评定方法

Energy efficiency classification and evaluation methods for builders hoists

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部

发布

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

## 目次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 检测方法	2
5 能效计算	5
6 能效分级	7
7 检验规则	8
8 检测报告与能效等级标志	8
附录 A（资料性附录） 不同检测行程升降机空载单位能耗换算	9

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国升降工作平台标准化技术委员会（SAC/TC 335）归口。

本标准起草单位：上海市建筑科学研究院、中国建筑科学研究院有限公司建筑机械化研究分院、厦门康柏机械集团有限公司、北京建筑机械化研究院有限公司、上海市建筑科学研究院科技发展有限公司、国家建筑城建机械质量监督检验中心、中联重科股份有限公司、浙江省建设机械集团有限公司、广东省特种设备检测研究院、湖北江汉建筑工程机械有限公司、中际联合（北京）科技股份有限公司、浙江鼎力机械股份有限公司、北京建研机械科技有限公司、中国建设教育协会建设机械职业教育专业委员会。

本标准主要起草人：穆铭豪、秦雪涛、刘子金、兰荣标、李志国、尹文静、应晔、李岳伟、许辉、金鹤翔、姜晓军、汤应程、刘志欣、许树根、田学坤、李炯昊、张彦、黄江民、刘亚锋、李奇、刘承桓。

本标准首次发布。

# 施工升降机能效分级及评定方法

## 1 范围

本标准规定了施工升降机（以下简称升降机）能源效率（以下简称能效）的检测与分级评定方法。本标准适用于GB/T 26557定义的电力驱动的齿轮齿条式人货两用施工升降机，GB/T 10054.1与GB/T 10054.2定义的货用施工升降机的能效检测可参照使用。

本标准不适用于对重质量大于吊笼与附件质量的升降机及曳引式升降机。

## 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。

GB/T 10054.1 货用施工升降机 第1部分：运载装置可进入的升降机

GB/T 10054.2 货用施工升降机 第2部分：运载装置不可进入的倾斜式升降机

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 26557 吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机

## 3 术语和定义

GB/T 26557-2011界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**检测工作循环** measurement working cycle

升降机吊笼从地面起始位置向上运行至规定检测行程制动暂停，再反向下行至起始位置制动暂停的工作过程。

### 3.2

**供给能** supply energy

升降机按规定工况运行所消耗的能量，单位为kW·h或kJ·m。

注1：升降机上行时供给能为电能；下行时供给能主要为机械能；

注2：供给能包括运行能耗与待机能耗。待机能耗一般包括控制回路、变频器（如有）、封闭吊笼或井道内的照明、按规定设置的安全以及信号装置消耗的电能；不包括通风和环境温度调节设备消耗的电能。

### 3.3

**有效能** effective energy

升降机按规定工况运载货物增加的机械能或向电网反馈的电能，单位为kJ·m或kW·h。

注：升降机上行时有效能为装载物品势能的增加值；下行时有效能为升降机向电网反馈的电能。

### 3.4

**能效** energy efficiency index

能源效率

升降机按规定的运行模式完成运输工作，有效能与供给能的比值。

注：升降机能效包括上行能效、下行能效和综合能效。

### 3.5

**载荷比系数** load ratio coefficient

综合能效计算周期内，升降机下行运载的载荷与上行载荷的比值。

注：检测时载荷比系数也可通过设置带载下行次数与上行次数比例的方法确定。

### 3.6

**综合能效** comprehensive energy efficiency

升降机按一定的载荷、检测行程与运行次数的组合进行试验，并考虑载荷比系数后确定的能效。

### 3.7

**测试点** test point

在升降机能效测试中，测量仪表接入电路的位置。

### 3.8

**空载单位能耗** no-load unit energy consumption

吊笼/运载装置空载状态下，升降机按一定行程完成检测工作循环的总能耗与运行距离在垂直方向高度的比值。

注：本标准的空载状态可包括搭乘1名操作者的情况。

### 3.9

**能效等级** builders hoist energy efficiency grade

升降机能效高低的分级，从高到低分成I、II、III三个等级。

## 4 检测方法

### 4.1 检测环境

检测应在以下环境中进行：

- a) 海拔高度1 000 m以下，环境温度为-15℃~+30℃；
- b) 检测行程中点处的现场风速不大于5 m/s；
- c) 电源电压允差为±5%，三相电压不平衡度不大于2.0%。

### 4.2 检测仪器设备

4.2.1 检测仪器应在计量检定合格的有效期内。

4.2.2 电能测量仪器的误差应不大于1%，分辨率应不低于0.001°，采样频率应不低于100 Hz且能分别计量升降机上下运行所对应的电能；电流互感器倍率与精度应与被测参数及仪表相匹配。

4.2.3 试验载荷（包括可能的驾驶员体重）、升降机检测行程测量仪器的误差应不大于 1%，其他参数测量仪器的误差应不大于 2%。

#### 4.3 检测样机

4.3.1 检测样机应符合 GB/T 26557 或 GB/T 10054.1、GB/T 10054.2 的要求，经检验合格，并应配有合格证、使用说明书等技术文件。检测前应按规定要求保养和润滑。

4.3.2 检测样机的安装高度应满足检测行程的要求。

4.3.3 检测样机应装有升降机的全部安全装置及正常工作状态配备的附件，设置在吊笼顶部的安装用吊杆若在升降机正常工作时应能卸除，可以不安装。

4.3.4 电缆的规格与导向装置应按升降机型式试验时的基本型式配置。

4.3.5 升降机如有对重，对重钢丝绳长度应按升降机的试验高度设置，但用于存放多余对重钢丝绳的支架仍应保持在吊笼顶部。

#### 4.4 测试点

运行能耗的测试点设置在升降机吊笼极限开关输出或吊笼电气控制柜输入端口位置；待机能耗的测试点设置在升降机电源主控开关输入端口位置。

注：升降机电源主控开关通常设在地面防护围栏中间的配电箱内。

#### 4.5 基本要求

4.5.1 各检测工况的试验载荷、试验高度与试验方法规定值的误差应不大于 5%。

4.5.2 检测前应在测试点位置接入并开启电能测量仪，应保证测量仪在检测过程中不受其他外界条件的干扰。

4.5.3 检测前应预热升降机驱动电机与减速机，升降机装载额定载荷，接入电能测量仪。应在检测全高度范围运行、待驱动主机达到正常工作温度，并确认最后 3 次电能测量仪的读数与其平均值的误差小于 5%时进入检测程序。

4.5.4 试验时，若电源电缆长度超过试验高度所需电缆长度，需考虑电缆内阻的影响。采用电缆滑车供电的升降机，未配置电缆滑车试验时，应记录试验状态，在能效计算中予以修正。

4.5.5 带对重的升降机，若吊笼顶部有多余的对重钢丝绳，或升降机的安装高度超过试验所需高度，应在能效计算中予以修正。

4.5.6 带有电动开闭门机构的升降机，在吊笼运行至底层及最高层时应开闭门一次，开闭门能耗记入运行能耗。

4.5.7 升降机在上下两次运行之间的暂停时间应为 1 min，并应满足驱动电机接电持续率的要求。载荷变化时，升降机在变化层站的停靠时间应为 30 min。

4.5.8 试验时可以利用上下限位开关与时间继电器组合的方式控制升降机运行，也可以搭乘 1 名升降机操作者，但能效计算时应计入操作者的体重。

4.5.9 储能式升降机应保持试验前后储能器储能量一致或通过试验与计算折算为一致。

4.5.10 对有电能反馈的升降机，反馈电能注入公共电网的谐波电流或注入该反馈电能后，局部电网的电压总谐波畸变率应不大于 GB/T 14549 的规定；反馈电能对于反馈点的电压不平衡度应不大于 GB/T 15543 的规定。

#### 4.6 能效检测

4.6.1 检测行程应按升降机额定运行速度选择，见表 1。

4.6.2 吊笼/运载装置均匀装载试验载荷，应以额定速度完成检测工作循环，测量并记录升降机消耗的电能。综合能效检测的试验载荷、检测循环次数及载荷比系数见表 2。

表 1 能效检测行程

额定运行速度 $v$ m/s	$v \leq 0.65$	$0.65 < v \leq 1.4$	$v > 1.4$
检测行程 $h$ m	24	30	36

表 2 综合能效检测试验载荷、检测循环次数及载荷比系数为 0.5 的折算系数

试验载荷 kN	空载	50%额定载荷	额定载荷
上行循环次数 $n_1$	3	12	6
下行循环次数 $n_2$	12	6	3
折算系数 $k = n_2/n_1$	$k_0=4.0$	$k_{50}=0.5$	$k_{100}=0.5$
注1: 折算系数 $k$ 按载荷比系数 $\lambda=0.5$ 计算。			
注2: 对装载特定货物的升降机，试验载荷及载荷比系数按实际工况选择，并在试验报告中说明。			

4.6.3 应按表 1 规定的检测行程和表 2 的试验载荷及试验次数运行升降机，分别测量每一载荷工况上行累计消耗电能和下行回馈电能。

#### 4.7 待机能耗检测

4.7.1 在 4.4 规定的测试点位置接入并开启电能测量仪，应保证测量仪在检测过程中不受外界条件的干扰。

4.7.2 运载装置应停靠最底层，并按升降机的实际工作状态确定是否需要接通主电源控制回路、开启楼层呼叫、超载保护等装置。在密闭井道内工作的升降机应按设计规定开启照明与通风装置，但不应开启冷暖空调设备。

4.7.3 升降机应处于待机状态检测 10 min，记录待机能耗值。

4.7.4 待机能耗小于 0.1 kW·h/h 时，可不计入能效计算中。

#### 4.8 空载单位能耗检测

4.8.1 升降机空载单位能耗名义检测行程与检测循环次数应按表 3 选择，但检测行程不应小于  $8(v+1.0)$  米，式中  $v$  为升降机的额定运行速度，单位为米每秒 (m/s)。

4.8.2 应空载检测升降机上下运行能耗，计算平均值。

4.8.3 由于试验条件不同，可能需要对不同试验高度升降机的空载单位能耗进行比较，换算方法参见附录 A。

4.8.4 简化测量时，可考虑用测量空载运行电流的方法代替空载单位能耗。

表 3 空载单位能耗检测行程与检测循环次数

名义检测行程 m	9	12	15	21	27	36
检测循环次数	5		4		3	
注1: 名义检测行程用于标记，能耗值按实际试验高度计算；						
注2: 在现场条件允许时，宜选择较大的检测行程。						



## 5 能效计算

### 5.1 升降机上行能效

升降机上行能效按式(1)计算:

$$\eta_s = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} W_{0i} + \sum_{i=1}^{n_{50}} W_{50i} + \sum_{i=1}^{n_{100}} W_{100i} + (n_0 + n_{50} + n_{100})Q}{3600 \left[ \sum_{i=1}^{n_0} E_{0i}^{in} + \sum_{i=1}^{n_{50}} E_{50i}^{in} + \sum_{i=1}^{n_{100}} E_{100i}^{in} \right]} \quad (1)$$

式中:

$\eta_s$ ——升降机上行能效;

$n_0$ 、 $n_{50}$ 、 $n_{100}$ ——按表2确定的升降机分别在空载、50%额定载荷、额定载荷下试验的检测工作循环次数,  $n_0=3$ 、 $n_{50}=12$ 、 $n_{100}=6$ ;

$E_{0i}^{in}$ 、 $E_{50i}^{in}$ 、 $E_{100i}^{in}$ ——上行供给能,即升降机分别在空载、50%额定载荷、额定载荷运行的第*i*个检测工作循环中上行阶段消耗的电能,单位为千瓦时(kW·h);若对应某一试验载荷的连续3次试验值与其平均值的偏差小于2%,则该载荷工况试验消耗的电能可用此平均值与其对应的试验次数的乘积代替;

$W_{0i}$ 、 $W_{50i}$ 、 $W_{100i}$ ——上行有效能,即升降机分别在空载、50%额定载荷、额定载荷下完成第*i*次检测的上升运行后,升降机内货物重力势能的变化值,系升降机装载载荷与该次检测行程在垂直方向投影高度的乘积,按4.6工况选取试验载荷与检测行程,根据实测值计算,单位为千牛米(kN·m);

$Q$ ——升降机试验状态与出厂标准配置不同时的修正量,单位为千牛米(kN·m);

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$Q_1$ ——带对重的升降机对重钢丝绳质量影响的修正值,单位为千牛米(kN·m):

$$Q_1 = \frac{(P_1 + P_2)gh}{1000}$$

式中:

$h$ ——检测行程,单位为米(m);

$P_1$ ——试验升降机吊笼顶部多余对重钢丝绳质量,单位为千克(kg);

$P_2$ ——升降机安装高度超过试验高度时对重钢丝绳长度影响的修正量,单位为千克(kg):

$$P_2 = \rho_1 m \Delta L_1$$

式中:

$\rho_1$ ——钢丝绳线密度,单位为千克每米(kg/m);

$\Delta L_1$ ——试验升降机安装高度超过检测行程所需高度的值,单位为米(m);

$m$ ——对重钢丝绳根数;

$g$ ——重力加速度,单位为米每二次方秒。取 $g=9.8 \text{ m/s}^2$ ;

$Q_2$ ——带电缆滑车的升降机未安装电缆滑车时的修正量,单位为千牛米(kN·m):

$$Q_2 = \frac{1}{4000} gh(\rho_2 h - 2P_3)$$

式中:

$P_3$ ——电缆滑车的质量，单位为千克（kg）；

$\rho_2$ ——设计电缆线密度，单位为千克每米（kg/m）。

$Q_3$ ——标准配置为滑触器供电的升降机用电缆供电时的修正量，单位为千牛米（kN·m）；

$$Q_3 = \frac{1}{2000} g \rho_2 h^2 - fh$$

式中：

$f$ ——滑触器集电装置与导电体的摩擦阻力，单位为千牛（kN）。

$Q_4$ ——试验电缆质量与升降机型式检验时配置电缆的质量不同的修正量，单位为千牛米（kN·m）：

$$Q_4 = \frac{1}{2000} g (\rho_3 - \rho_2) h^2$$

式中：

$\rho_3$ ——试验升降机电缆线密度，单位为千克每米（kg/m）。

## 5.2 升降机下行能效

升降机下行能效按式（2）计算：

$$\eta_x = \frac{3600 \left[ \sum_{i=1}^{n_0} E_{0i}^{out} + \sum_{i=1}^{n_{50}} E_{50i}^{out} + \sum_{i=1}^{n_{100}} E_{100i}^{out} \right]}{\sum_{i=1}^{n_0} W_{0i} + \sum_{i=1}^{n_{50}} W_{50i} + \sum_{i=1}^{n_{100}} W_{100i} + (n_0 + n_{50} + n_{100})Q + 3600 \sum_{i=1}^{n_0 + n_{50} + n_{100}} E_{xi}^{in}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\eta_x$ ——升降机下行能效；

$E_{0i}^{out}$ 、 $E_{50i}^{out}$ 、 $E_{100i}^{out}$ ——下行有效能，升降机分别在空载、50%额定载荷、额定载荷运行的第*i*个检测工作循环中下行阶段回馈的电能，单位为千瓦时（kW·h）；

$W_{0i}$ 、 $W_{50i}$ 、 $W_{100i}$ ——下行供给能，即升降机分别在空载、50%额定载荷、额定载荷下完成第*i*次检测的下降运行后，升降机运动部件重力势能的变化值，即升降机吊笼及其附件与装载载荷之和与该次检测行程在垂直方向投影高度的乘积，单位为千牛米（kN·m）；

$E_{xi}^{in}$ ——升降机在各次下降过程中消耗的电能，单位为千瓦时（kW·h）。

## 5.3 综合能效

综合能效是模拟升降机实际工作过程中的能效，除了与升降机本身有关外，还应与升降机的用途及使用者的习惯有关，试验时升降机中若有驾驶员则其质量应保持不变。

综合能效按式（3）计算：

$$\eta_\lambda = \frac{1}{3600} \frac{\sum_{i=1}^{n_0} W_{0i} + \sum_{i=1}^{n_{50}} W_{50i} + \sum_{i=1}^{n_{100}} W_{100i} + (n_0 + n_{50} + n_{100})Q + 3600 E_{out}}{\sum_{i=1}^{n_0} E_{0i}^{in} + \sum_{i=1}^{n_{50}} E_{50i}^{in} + \sum_{i=1}^{n_{100}} E_{100i}^{in} + \sum_{i=1}^{n_0 + n_{50} + n_{100}} E_{xi}^{in} + E_D} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\eta_\lambda$ ——载荷比系数为 $\lambda$ 时升降机的综合能效；

$\lambda$ ——载荷比系数，一般建筑用升降机，取 $\lambda=0.5$ ，综合能效记为 $\eta_{50}$ ；

$E_D$ ——升降机待机能耗，单位为千瓦时（kW·h），取 $E_D=E_{D10}$ ， $E_{D10}$ 为10 min待机能耗；

$E_{out}$ ——在考虑载荷比系数 $\lambda$ 后，试验过程中升降机下降回馈电能的总和，单位为千瓦时（kW·h），按式（4）计算：

$$E_{out} = k_0 \sum_{i=1}^{n_0} E_{0i}^{out} + k_{50} \sum_{i=1}^{n_{50}} E_{50i}^{out} + k_{100} \sum_{i=1}^{n_{100}} E_{100i}^{out} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

$k_0$ 、 $k_{50}$ 、 $k_{100}$ ——折算系数，一般建筑施工升降机推荐按表2取值；

$E_{0i}^{out}$ 、 $E_{50i}^{out}$ 、 $E_{100i}^{out}$ ——升降机分别在空载、50%额定载荷、额定载荷下降时回馈的电能，单位为千瓦时（kW·h）。

#### 5.4 空载单位能耗

试验高度为  $h$  的升降机空载单位能耗按式（5）计算：

$$\delta_h = \frac{1000 \sum_{i=1}^{n_k} E_y^i}{\sum_{i=1}^{n_k} h_i} \dots \dots \dots (5)$$

式中：

$\delta_h$ ——试验高度为 $h$ 的升降机空载单位能耗，单位为千瓦时每千米（kW·h/km）；

$E_y^i$ ——空载状态，各检测工作循环升降机消耗与反馈电能的代数和，单位为千瓦时（kW·h）；

$h_i$ ——第 $i$ 次运行的垂直距离，单位为米（m）；

$n_k$ ——空载试验次数，见表3。

### 6 能效分级

#### 6.1 评定依据

升降机能效应以综合能效为评定依据。

#### 6.2 分级方法

齿轮齿条式升降机的能效分级方法见表4。

表 4 升降机能效分级

无对重	有对重	能效等级
$\eta_{50} \geq 0.40$	$\eta_{50} \geq 0.60$	I
$0.25 \leq \eta_{50} < 0.40$	$0.40 \leq \eta_{50} < 0.60$	II
$\eta_{50} < 0.25$	$\eta_{50} < 0.40$	III

## 7 检验规则

### 7.1 通则

7.1.1 上行能效用于研究升降机的结构类型、驱动电机与减速机效率等对能效的影响；下行能效用于研究驱动系统反向输送能量的能力，以及能量回馈的效果。

7.1.2 升降机型式试验时，应进行能效检测。

### 7.2 空载单位能耗

7.2.1 升降机出厂检验时应进行空载单位能耗试验，记录初期的能耗值，并在出厂技术文件中说明检测方法。空载单位能耗帮助用户检验安装、维修改造前后及使用过程中升降机能效状态是否发生变化，以支持定期的能量验证要求。

7.2.2 不同试验高度升降机的空载单位能耗换算参见附录 A，换算值不应作为能效评定依据。

## 8 检测报告与能效等级标志

### 8.1 检测报告

升降机能效检测报告应至少包含以下内容：

- a) 报告编号、试验时间、试验地点及试验人员；
- b) 检测环境状态信息（电源电压、环境温度、风速、开始检测及结束检测时驱动系统的温度等）；
- c) 升降机制造单位、型号、产品编号及特征（额定载重量、最大检测行程、主参数、有无对重及对重质量，驱动系统的型式、吊笼尺寸及供电方式等）；
- d) 检测方法采用本标准的条款号，若检测方法与本标准不同，应进行详细的说明；
- e) 试验数据与能效等级；
- f) 其他需要说明的问题（运载装置顶部是否有辅助安装设备，电缆导向方式及多余电缆的影响，置于吊笼上的对重钢丝绳的实际质量，待机状态等影响升降机能耗的信息）。

### 8.2 能效等级标志

8.2.1 升降机技术文件应有能效等级说明，升降机产品的铭牌位置应有能效等级标志。能效等级标志应有与检测报告一致的编号。

8.2.2 能效等级标志应有产品型号、生产单位、生产年月及评定单位名称。

## 附录 A

(资料性附录)

## 不同检测行程升降机空载单位能耗换算

不同检测行程升降机进行空载单位能耗换算时，应检测升降机在两个不同检测行程的能耗值，且每次试验都应包含一段稳定运行行程。

每种检测行程试验次数应不少于3次，测量每个循环的实际检测行程与能耗值，取平均值。已知两种检测行程 $h_1$ 、 $h_2$  ( $h_1 < h_2$ )，其相应的检测能耗为 $E_1$ 、 $E_2$ ，则检测行程为 $h$ 时的空载单位能耗按式(A.1)换算：

$$\delta_h' = 1000 \frac{E_1 + \frac{(E_2 - E_1)(h_0 - h_1)}{h_2 - h_1}}{h_0} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$\delta_h'$ ——检测行程为 $h$ 的空载单位能耗换算值，单位为千瓦时每千米 ( $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{km}$ )；

$h_1$ ——实测检测行程中的较小值，单位为米 (m)；

$h_2$ ——实测检测行程中的较大值，单位为米 (m)；

$h_0$ ——换算高度，单位为米 (m)；

$E_1$ ——与 $h_1$ 检测行程对应的能耗，单位为千瓦时 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ )；

$E_2$ ——与 $h_2$ 检测行程对应的能耗，单位为千瓦时 ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ )。