



中华人民共和国国家标准

GB/T 30559.2—2017/ISO 25745-2:2015

电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级

Energy performance of lifts, escalators and moving walks—
Part 2: Energy calculation and classification for lifts (elevators)

(ISO 25745-2:2015, IDT)

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

引言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 数据采集和分析工具 2

5 能量消耗的计算 2

 5.1 总则 2

 5.2 每天运行能量消耗的计算 3

 5.3 每天的非运行(空闲/待机)能量消耗的计算 5

 5.4 每天的总能量消耗 6

 5.5 每年的总能量消耗 7

 5.6 确定具有能量储存系统的电梯每天能量消耗的方法 7

6 能量性能分级 7

 6.1 基本原则 7

 6.2 运行能量性能等级 7

 6.3 空闲/待机的能量性能等级 8

 6.4 电梯的能量性能分级 8

7 参考循环的特定运行能量消耗 8

8 报告 9

附录 A (资料性附录) 符号 10

附录 B (资料性附录) 计算示例 11

附录 C (资料性附录) 特定使用类别 13

参考文献 14

前 言

GB/T 30559《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能》包括以下部分：

- 第1部分：能量测量与验证；
- 第2部分：电梯的能量计算与分级；
- 第3部分：自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级。

本部分为 GB/T 30559 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 25745-2:2015《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级》(英文版)。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 30559.1—2014 电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第1部分：能量测量与验证(ISO 25745-1:2012, IDT)

本部分与 ISO 25745-2:2015 相比作了下列编辑性修改：

- 删除了引言中不适合我国国情的内容，因为其存在与否并不影响本部分的使用；
- 在引言中，增加了条款编号，以便于引用；
- 在第4章中，增加了条款编号，以便于引用；
- 对调了附录A与附录C的顺序，以符合 GB/T 1.1—2009 的规定；
- 修改了附录C(资料性附录)表C.1中“典型建筑物和使用”和“典型的额定速度”，以适合我国国情。

本部分由全国电梯标准化技术委员会(SAC/TC 196)提出并归口。

本部分起草单位：通力电梯有限公司、上海三菱电梯有限公司、中国建筑科学研究院建筑机械化研究分院、上海交通大学、奥的斯机电电梯有限公司、迅达(中国)电梯有限公司、日立电梯(中国)有限公司、奥的斯电梯(中国)投资有限公司、康力电梯股份有限公司、广东省特种设备检测院、上海市特种设备监督检验技术研究院、永大电梯设备(中国)有限公司、广州广日电梯工业有限公司、东南电梯股份有限公司、深圳市特种设备安全检验研究院、巨人通力电梯有限公司、华升富士达电梯有限公司、苏州帝奥电梯有限公司、蒂森克虏伯扶梯(中国)有限公司、菱王电梯股份有限公司、申龙电梯股份有限公司、西子电梯集团有限公司、上海新时达电气股份有限公司、国家电梯质量监督检验中心、丹佛斯自动控制管理(上海)有限公司、苏州默纳克控制技术有限公司、广州日滨科技发展有限公司、日立电梯(广州)自动扶梯有限公司、上海现代电梯制造有限公司。

本部分主要起草人：王明凯、钱国荣、何新民、陈凤旺、张鹏、温爱民、阚毅、文江鸿、唐晓彬、孟庆东、林进展、曹奕刚、沈毅君、苏国明、赵震、张怀继、胡平、郭辉、唐林钟、黄新宇、钟兴浓、唐志荣、张红兵、金辛海、焦洋、马建新、刘春凯、雷嘉伟、李森、曹玲燕。

引 言

0.1 本部分是为应对能源有效使用需求的迅速增加制定的。

0.2 本部分提供了：

- a) 估算电梯每天和每年的能量消耗的方法；
- b) 对新安装电梯、在用电梯或者改装电梯的能量性能分级的方法。

0.3 本部分可为下列相关方提供相应的指导：

- a) 评估各种电梯能量消耗的建筑物开发商或业主；
- b) 对电梯进行包括降低能量消耗在内的改装的业主和服务公司；
- c) 电梯的安装和维护单位；
- d) 参与确定电梯规格的顾问和建筑师；
- e) 提供能量性能分级服务的检验人员和其他第三方机构。

0.4 电梯整个生命周期总能量消耗包括制造、安装、使用和产品报废处理所需的能量消耗。然而，本部分仅考虑使用电梯过程中(运行、空闲和待机)的能量性能。

本部分仅考虑采用曳引式、液压和强制式的电梯，但也可为运用其他技术的电梯提供参考。

0.5 采用本部分评估电梯的能量性能时，基于下列假设：

- a) 电梯所有部件都按常规的工程实践和计算规范设计；
- b) 所有部件都具有合理的机械、电气结构；
- c) 所有部件的组成材料具有足够的强度以及合适的质量；
- d) 所有部件均无缺陷；
- e) 所有部件的保养状况良好且工作正常；
- f) 所有部件的选型和安装已经考虑了可预见的环境影响和特殊工作条件。

电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能

第2部分：电梯的能量计算与分级

1 范围

GB/T 30559 的本部分规定了：

- a) 估算能量消耗的方法，该方法是在测量数据、计算或模拟的基础上对单台曳引式、液压和强制式电梯的年度能量消耗进行估算；
- b) 基于单台新安装、在用和改装的曳引式、液压和强制式电梯的能量性能分级方法。

本部分适用于额定速度大于 0.15 m/s 的乘客电梯和载货电梯，而且只考虑在生命周期内使用阶段的能量性能。

注 1：对于其他品种电梯，例如杂物电梯等，本部分可以作为参考。

本部分未考虑下列影响能量测量、计算和模拟的方面：

- a) 井道照明；
- b) 轿厢的供热和制冷设备；
- c) 机器空间照明；
- d) 机器空间的供热、通风和空调装置；
- e) 非电梯显示系统和安保闭路电视摄像头等；
- f) 非电梯监视系统（例如：楼宇管理系统等）；
- g) 电梯群控分配对能量消耗的影响；
- h) 环境条件；
- i) 电源插座上的能量消耗；
- j) 具有快行区域的电梯。

注 2：快行区域不一定影响平均轿厢载荷，但会明显影响平均运行距离。

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。

ISO 25745-1 电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第1部分：能量测量与验证 (Energy performance of lifts, escalators and moving walks—Part 1: Energy measurement and verification)

3 术语和定义

ISO 25745-1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注：相关符号参见附录 A。

3.1

平均循环 average cycle

目标电梯包含一次上行和一次下行的循环，每次运行分别行驶平均运行距离，该循环包括两次完整的开关门操作。

3.2

快行区域 **express zone**

长度超过三倍的平均楼层高度且其间不停靠的井道段。

3.3

载荷系数 **load factor**

轿厢运载平均载荷时消耗的能量和轿厢空载运行时消耗的能量之间的比值。

注：表 3 给出了轿厢承载的平均载荷百分比。

3.4

短循环 **short cycle**

空轿厢在提升高度的中点附近，运行距离不小于提升高度的四分之一，然后返回到起点的循环。该循环需有足够的距离以保证电梯在两个方向上均能达到额定速度，并且包括两次完整的开关门操作。

3.5

行程 **trip(s)**

从出发(离开)层站到下一个停止(到达)层站的运动不包括再平层。

4 数据采集和分析工具

4.1 用于估算年度能量消耗的值(运行能量、空闲功率、5 min 待机功率以及 30 min 待机功率)可以通过 ISO 25745-1 规定的方法测量，或者通过计算或模拟得到。

能量测量可以在新电梯调试期间、在用电梯生命周期内的使用阶段或测试设施上进行。

4.2 运行能量的测量可以通过以下方法实现：

- a) 参考循环测量：根据 ISO 25745-1 的规定，将空载轿厢从底层端站运行到顶层端站，再回到底层端站的过程，包含两次完整的开关门操作；和
- b) 短循环测量：根据 ISO 25745-1 所规定的测量步骤，将空载轿厢从一个规定的层站运行到井道中的预设点，然后返回规定层站的过程，包含两次完整的开关门操作。

每个循环包含两段行程。

短循环的运行能量由在提升高度中点附近的规定层站和预设点之间的运行确定，以便减小因悬挂方式或者随行电缆等影响所产生的误差。短循环的运行距离不应小于提升高度的四分之一，且在这个循环中电梯应能达到额定速度。对于只有两个层站的电梯，因为电梯总是全程运行，所以无需进行短循环评估。

短循环测量可以在测试设施上进行，该测试设施应满足目标电梯从短循环的一个端站到另一个端站的运行过程中能达到额定速度。

4.3 当电梯有耗能部件超过 5 min 才切换到低耗能水平时，应进行 30 min 待机功率测定。

待机功率值的确定应考虑电梯在使用中各耗能部件进入能耗降低模式的时间顺序。待机模式的转换时间应在电梯使用说明书中指出。

注：根据进入能耗降低模式的时间顺序和恢复时间，某些制造商可能设定了多种待机状态。

5 能量消耗的计算

5.1 总则

本章规定了一种年度能量消耗的计算方法。

该方法可用于新安装电梯和在用电梯，且仅适用于单台电梯的计算。该方法还可以对改装后的电梯进行再评估。

该方法适用于通过测量得到的数值,也适用于由制造商的模型数据提供的数值。

对于群控电梯,每一台电梯都应视为单台电梯。在群控电梯中共用部件的能量消耗应在多台电梯之间平均分配。

5.2~5.6 给出了计算过程。对于计算示例,参见附录 B。

其中 5.2~5.5 所述的方法适用于完全由电网直接供电进行正常运行和非运行操作的电梯。对于在正常运行或者非运行操作中全部或部分由能量储存系统供电的电梯系统,计算每天的总能量消耗的方法见 5.6。对重(平衡重)不能视为能量储存系统。

注:对于目标电梯而言,计算值与测量值之间可能存在偏差。该情况可能是由所做的假设导致的。如果偏差超过 20%,需分析误差的原因。

5.2 每天运行能量消耗的计算

5.2.1 每天的使用情况和运行次数

单台电梯的使用情况应根据表 1 按每天估算的运行次数进行分类。根据观察结果或者从运行计数器中可以得出每天大致的运行次数。如果得不到该数值,可以根据附录 C 的特定使用类别来估算。

表 1 每天运行次数分类

使用类别	1	2	3	4	5	6
使用强度/频率	非常低	低	中等	高	非常高	特别高
每天运行次数 n_d (典型范围)	50 ($n_d < 75$)	125 ($75 \leq n_d < 200$)	300 ($200 \leq n_d < 500$)	750 ($500 \leq n_d < 1\,000$)	1\,500 ($1\,000 \leq n_d < 2\,000$)	2\,500 ($n_d \geq 2\,000$)

注:运行次数分类的目的是为了在不同机构间进行能量评估时获得可比较的结果。

对于使用情况和每天的运行次数已知的电梯,例如在现有建筑物中的电梯,相关方应对偏离表 1 规定的每天运行次数达成一致,然后再评估电梯的年度能量消耗和分级。在这种情况下,需要根据第 8 章的要求记录所选择的运行次数。

5.2.2 平均运行距离

目标电梯的平均运行距离(S_{av})是按 ISO 25745-1 规定的参考循环的单程运行距离乘以对应的平均运行距离百分比(见表 2)。

表 2 平均运行距离百分比

使用类别	1~3	4	5	6
层站数	平均运行距离百分比			
2	100%			
3	67%			
>3	49%	44%	39%	32%

注:对于交通模式已知的电梯,涉及的各方可以就具体的平均运行距离百分比达成一致,以便评估年度能量消耗。在这样的情况下,记录所选择的百分比数值(参见附录 B)。

5.2.3 每米的平均运行能量消耗

每米平均运行能量消耗应在电梯以额定速度运行的条件下确定。

每米的平均运行能量消耗由式(1)计算得出：

$$E_{rm} = \frac{E_{rc} - E_{sc}}{2(S_{rc} - S_{sc})} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{rm} ——每米的平均运行能量消耗,单位为瓦时每米(W·h/m)；

E_{rc} ——ISO 25745-1 规定参考循环的运行能量消耗,单位为瓦时(W·h)；

E_{sc} ——短循环的运行能量消耗,单位为瓦时(W·h)；

S_{rc} ——ISO 25745-1 规定参考循环的单程运行距离,单位为米(m)；

S_{sc} ——短循环的单程运行距离,单位为米(m)。

注： S_{rc} 和 S_{sc} 是每个方向上的单程运行距离,因此一个完整循环的运行距离需要计算两次。

5.2.4 启动/停止能量消耗

启动/停止能量消耗包括使电梯从停止状态加速到额定速度的能量消耗、在目的层站从额定速度减速到停止状态的能量消耗、开/关门的能量消耗以及该循环内保持电梯在目的层站停留的空闲能量消耗,减去电梯在加速运行区间和减速运行区间假定以额定速度运行所消耗的能量得到。

每次运行的启动/停止能量消耗由式(2)计算得出：

$$E_{ssc} = \frac{1}{2}(E_{rc} - 2 \times E_{rm} \times S_{rc}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_{ssc} ——每次运行的启动/停止能量消耗,单位为瓦时(W·h)。

5.2.5 空载轿厢时平均循环的运行能量消耗

目标电梯的平均循环运行能量消耗由式(3)计算得出：

$$E_{rav} = 2 \times E_{rm} \times S_{av} + 2 \times E_{ssc} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E_{rav} ——目标电梯平均循环的运行能量消耗,单位为瓦时(W·h)；

S_{av} ——目标电梯的单程平均运行距离,单位为米(m)。

注：平均循环的运行能量可以直接通过测量、计算或模拟来确定。在这种情况下就不需要进行上述评估。

如果短循环的运行距离不能使目标电梯达到额定速度,则目标电梯的平均循环的运行能量消耗由式(4)计算得出：

$$E_{rav} = E_{rc} \times \frac{S_{av}}{S_{rc}} \dots\dots\dots (4)$$

5.2.6 每天的运行能量消耗

每天的运行能量消耗由式(5)计算得出：

$$E_{rd} = \frac{k_L \times n_d \times E_{rav}}{2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E_{rd} ——每天的运行能量消耗,单位为瓦时(W·h)；

k_L ——载荷系数；

n_d ——根据表 1 选择的使用类别得出的每天运行次数。

注 1: 平均运行距离是指目标电梯的期望运行距离。一个循环包含两段运行,所以计算时要除以 2。

载荷系数(k_L)值应使用式(6)~式(11)计算得出,其中平均轿厢载荷百分比(%Q)从表 3 中获得。

平衡系数为 50%的曳引式电梯

$$k_L = 1 - (\%Q \times 0.016\ 4) \quad \dots\dots\dots (6)$$

平衡系数为 40%的曳引式电梯

$$k_L = 1 - (\%Q \times 0.019\ 2) \quad \dots\dots\dots (7)$$

平衡系数为 30%的曳引式电梯

$$k_L = 1 - (\%Q \times 0.019\ 7) \quad \dots\dots\dots (8)$$

无平衡重液压电梯

$$k_L = 1 + (\%Q \times 0.007\ 1) \quad \dots\dots\dots (9)$$

平衡重为 35%轿厢重量的液压电梯

$$k_L = 1 + (\%Q \times 0.010\ 0) \quad \dots\dots\dots (10)$$

平衡重为 70%轿厢重量的液压电梯

$$k_L = 1 + (\%Q \times 0.018\ 7) \quad \dots\dots\dots (11)$$

注 2: 可以采用插值方法获取中间平衡系数的 k_L 值。

注 3: 无对重的曳引式电梯和强制式电梯可视为无平衡重的液压电梯,然后进行相应的计算。

表 3 平均轿厢载荷百分比

使用类别	1~3	4	5	6
额定载重量/kg	平均轿厢载荷百分比%Q			
≤800	7.5	9.0	13.0	19.0
>800 且 ≤1 275	4.5	6.0	8.2	13.5
>1 275 且 ≤2 000	3.0	3.5	5.0	9.0
>2 000	2.0	2.2	3.0	6.0

5.3 每天的非运行(空闲/待机)能量消耗的计算

5.3.1 每天的运行时间

每天的总运行时间由式(12)估算得出:

$$t_{rd} = n_d \times \frac{t_{av}}{3\ 600} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

t_{rd} ——每天的总运行时间,单位为小时(h);

t_{av} ——目标电梯运行经过平均运行距离所需的时间,包括开关门时间,单位为秒(s)。

运行平均距离所需的时间 t_{av} 由式(13)计算得出:

$$t_{av} = \frac{S_{av}}{v} + \frac{v}{a} + \frac{a}{j} + t_d \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

v ——额定速度,单位为米每秒(m/s);

a ——平均加减速速度值,单位为米每二次方秒(m/s^2);

j ——平均加加速度值,单位为米每三次方秒(m/s^3);

t_d ——电梯在停靠时开门、保持开门状态及关门的时间,单位为秒(s)。

a 和 j 的值可以从制造商提供的规范表格中获取。如果没有 a 、 j 和 t_d 数值,应通过测量获得。

5.3.2 每天的非运行时间

要计算电梯在空闲/待机模式时每天使用的能量,就应确定出每天的非运行时间。电梯每天非运行的时间是指当轿厢停在某一层站的一段时间;包括门打开后乘客进入或离开轿厢的时间,或门关闭时处于空闲或待机模式的时间。非运行时间通常是 24 h 减去运行时间,计算见式(14):

$$t_{nr} = 24 - t_{rd} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

t_{nr} ——每天的非运行(空闲和待机)时间,单位为小时(h)。

如果电梯在预定的时间内关闭,则应针对这种具体状况算出非运行时间。

5.3.3 空闲/待机模式的时间比

每天的非运行(空闲/待机)能量消耗由三部分组成:

- a) 空闲的时间,即从停止到进入 5 min 待机模式的时间;
- b) 从 5 min 待机模式到 30 min 待机模式的时间(如果有);
- c) 30 min 待机模式之后的时间。

应从表 4 中获取电梯在每天的非运行(空闲/待机)模式下所耗费的时间比。对于某些特定情况,可通过单个交通模拟来确定其时间比。在这种情况下,应在第 8 章规定的报告中记录相应的时间比。

表 4 非运行(空闲/待机)模式下所耗费的时间比

使用类别		1	2	3	4	5~6
时间比/ %	R_{id}	13	23	36	45	42
	R_{st5}	55	45	31	19	17
	R_{st30}	32	32	33	36	41

5.3.4 每天的非运行(空闲/待机)能量消耗

每天的非运行(空闲/待机)消耗由式(15)计算得出:

$$E_{nr} = \frac{t_{nr}}{100} (P_{id} R_{id} + P_{st5} R_{st5} + P_{st30} R_{st30}) \dots\dots\dots (15)$$

式中:

E_{nr} ——每天非运行(空闲/待机)的能量消耗,单位为瓦时(W·h);

P_{id} ——空闲模式下的功率,单位为瓦(W);

R_{id} ——空闲时间消耗功率 P_{id} 的时间比,%;

P_{st5} ——在 5 min 后的待机功率,单位为瓦(W);

R_{st5} ——5 min 时间消耗功率 P_{st5} 的时间比,%;

P_{st30} ——在 30 min 后的待机功率,单位为瓦(W);

R_{st30} ——30 min 时间消耗功率 P_{st30} 的时间比,%。

注:如果在电梯的最后一次运行后,5 min 待机功率和 30 min 待机功率无变化,则 R_{st30} 时间比就可以直接加到先前的 R_{st5} 时间比中;或者,如果空闲功率和 5 min 待机功率无变化,则时间比 R_{st5} 就可以直接加到先前的时间比 R_{id} 中。

5.4 每天的总能量消耗

每天的总能量消耗由式(16)计算得出:

$$E_d = E_{rd} + E_{nr} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

E_d ——每天的总能量消耗,单位为瓦时(W·h)。

5.5 每年的总能量消耗

每年的总能量消耗由式(17)计算得出:

$$E_y = E_d \times d_{op} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

E_y ——每年的总能量消耗,单位为瓦时(W·h);

d_{op} ——每年的使用天数。

如果在某些特定的日子(例如周末或节假日)关停电梯,每年的使用天数应减去当年的停梯天数。

5.6 确定具有能量储存系统的电梯每天能量消耗的方法

对于使用能量储存装置进行正常运行或非运行操作的电梯系统,在 24 h 操作期间的能量消耗即电梯系统所消耗的全部能量,应基于以下条件进行测量、计算,或模拟:

- 能量储存装置在 24 h 的开始以及结束时处于相同能量状态。
- 电梯的每天运行次数应从表 1 获得。
- 电梯的平均运行距离应从表 2 获得。
- 轿厢内的平均载荷应从表 3 获得。
- 处于空闲和所有待机状态的非运行时间百分比应从表 4 获得。

当按照第 6 章的方法进行能量性能等级分级时,应仅使用表 7 中的分级方法。每天的总能量消耗应直接与表 7 中规定的分类阈值进行比较来确定电梯的分级。

6 能量性能分级

6.1 基本原则

本章规定了目标电梯的分级方法。

该方法适用于新安装电梯、在用电梯的分级和改装后电梯的重新分级,且仅适用于单台电梯。

无论能量消耗值是在单台电梯上测量得到的还是根据制造商的模型数据模拟或计算出来的,本方法均适用。

运行能量消耗(针对某个参考循环或平均循环)的标准值可以用运行能量消耗除以额定载荷及两倍的单程运行距离来得到。这种标准方法为将要安装的电梯给出了清晰的数值,这个数值给将要安装该电梯的建筑物提供参考。对于新安装电梯或考虑改装的电梯,这种能量消耗的标称(标准)值可以在不同投标商之间进行比较。

注 1: 安装在不同建筑物内的相同电梯可能产生不同的能量消耗数值。

注 2: 对于标准值的示例,参见式(18)和式(19)。

6.2 运行能量性能等级

平均循环的特定运行能量消耗由式(18)计算得出:

$$E_{spe} = \frac{1\,000 \times k_L \times E_{rav}}{2 \times Q \times S_{av}} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中:

E_{spe} ——平均循环的特定运行能量消耗,单位为毫瓦时每千克米 [mW·h/(kg·m)];

Q ——额定载重量,单位为千克(kg)。

目标电梯在平均循环内的特定运行能量消耗的能量性能等级根据表 5 来确定。

表 5 运行能量性能等级

平均循环内的运行 能量消耗 $\text{mW} \cdot \text{h}/(\text{kg} \cdot \text{m})$	≤ 0.72	≤ 1.08	≤ 1.62	≤ 2.43	≤ 3.65	≤ 5.47	> 5.47
性能等级	1	2	3	4	5	6	7

6.3 空闲/待机的能量性能等级

表 6 确定空闲 P_{id} 、待机 P_{st5} 以及待机 P_{st30} 的能量性能等级。

表 6 空闲/待机的能量性能等级

空闲和待机功率 W	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	$\leq 1\,600$	$> 1\,600$
性能等级	1	2	3	4	5	6	7

6.4 电梯的能量性能分级

根据 5.4 或 5.6 得到每天的总能量消耗,并将其与依照表 5 和表 6 得到的阈值进行比较,对电梯的能量性能进行分级。

当通过测量或者规格书得到准确的运行次数(n_d)时,应采用该 n_d 数值对表 7 中的阈值进行计算。

当不知道准确的运行次数(n_d),但是已经知道了估计或预计的使用类别时,应采用表 1 中 n_d 的中位数对表 7 中的阈值进行计算。

注:在规划阶段通过计算获得的能量消耗等级可能在运行期间存在向上或向下一级的变化。

表 7 能量性能分级

能量性能等级	每天的总能量消耗/(W · h)
A	$E_d \leq 0.72 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 50 \times t_{nr}$
B	$E_d \leq 1.08 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 100 \times t_{nr}$
C	$E_d \leq 1.62 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 200 \times t_{nr}$
D	$E_d \leq 2.43 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 400 \times t_{nr}$
E	$E_d \leq 3.65 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 800 \times t_{nr}$
F	$E_d \leq 5.47 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 1\,600 \times t_{nr}$
G	$E_d > 5.47 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 1\,600 \times t_{nr}$

7 参考循环的特定运行能量消耗

根据 ISO 25745-1 所测得的能量消耗(E_{rc})来计算参考循环的特定运行能量消耗(E_{spr}),由式(19)

计算得出：

$$E_{\text{spr}} = \frac{1\,000 \times E_{\text{rc}}}{2 \times Q \times S_{\text{rc}}} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

E_{spr} ——参考循环的特定运行能量消耗，单位为毫瓦时每千克米[mW·h/(kg·m)]。

8 报告

能量性能评估的结果应形成报告，并应包括下列内容：

- a) 制造商名称；
- b) 电梯的安装位置；
- c) 电梯的品种；
- d) 驱动系统类型；
- e) 额定载重量，单位为千克(kg)；
- f) 额定速度，单位为米每秒(m/s)；
- g) 平均加减速速度值，单位为米每二次方秒(m/s²)；
- h) 平均加加速度值，单位为米每三次方秒(m/s³)；
- i) 提升高度，单位为米(m)；
- j) 层站数；
- k) 每天的运行次数；
- l) 使用类别；
- m) 空闲功率，单位为瓦(W)；
- n) 待机功率(P_{st5})，单位为瓦(W)；
- o) 待机功率(P_{st30})，单位为瓦(W)；
- p) 进入待机模式的时间，单位为秒(s)；
- q) 从待机模式恢复的时间，单位为秒(s)；
- r) 每年的使用天数；
- s) 估算的每年能量消耗，单位为千瓦时(kW·h)；
- t) 平均循环的特定运行能量消耗，单位为毫瓦时每千克米 [mW·h/(kg·m)]；
- u) 电梯能量性能分级(见表7)；
- v) 参考循环的特定运行能量消耗，单位为毫瓦时每千克米 [mW·h/(kg·m)]；
- w) 评估日期。

附 录 A
(资料性附录)
符 号

- a ——平均加减速速度值,单位为米每二次方秒(m/s^2);
- d_{op} ——每年的使用天数;
- E_{d} ——每天的总能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{nr} ——每天非运行(空闲/待机)的能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{rav} ——目标电梯平均循环的运行能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{rc} ——ISO 25745-1 规定参考循环的运行能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{rd} ——每天的运行能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{rm} ——每米的平均运行能量消耗,单位为瓦时每米($\text{W} \cdot \text{h/m}$);
- E_{sc} ——短循环的运行能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{spc} ——平均循环的特定运行能量消耗,单位为毫瓦时每千克米 [$\text{mW} \cdot \text{h}/(\text{kg} \cdot \text{m})$];
- E_{spr} ——参考循环的特定运行能量消耗,单位为毫瓦时每千克米 [$\text{mW} \cdot \text{h}/(\text{kg} \cdot \text{m})$];
- E_{ssc} ——每次运行的启动/停止能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- E_{y} ——每年的总能量消耗,单位为瓦时($\text{W} \cdot \text{h}$);
- j ——平均加加速度值,单位为米每三次方秒(m/s^3);
- k_{L} ——载荷系数;
- n_{d} ——根据表 1 选择的使用类别得出的每天运行次数;
- P_{id} ——空闲模式下消耗的功率,单位为瓦(W);
- P_{st5} ——在 5 min 后的待机功率,单位为瓦(W);
- P_{st30} ——在 30 min 后的待机功率,单位为瓦(W);
- Q ——额定载重量,单位为千克(kg);
- R_{id} ——空闲时间消耗功率 P_{id} 的时间比, %;
- R_{st30} ——30 min 时间消耗功率 P_{st30} 的时间比, %;
- R_{st5} ——5 min 时间消耗功率 P_{st5} 的时间比, %;
- S_{av} ——目标电梯的单程平均运行距离,单位为米(m);
- S_{rc} ——ISO 25745-1 规定参考循环的单程运行距离,单位为米(m);
- S_{sc} ——短循环的单程运行距离,单位为米(m);
- t_{av} ——目标电梯运行经过平均运行距离所需的时间,包括开关门时间,单位为秒(s);
- t_{d} ——电梯在停靠时开门、保持开门状态及关门的时间,单位为秒(s);
- t_{nr} ——每天的非运行(空闲和待机)时间,单位为小时(h);
- t_{rd} ——每天的总运行时间,单位为小时(h);
- v ——额定速度,单位为米每秒(m/s)。

附 录 B
(资料性附录)
计 算 示 例

B.1 电梯参数

电梯品种:曳引式电梯。

额定载重量:1 500 kg。

额定速度:2.50 m/s。

提升高度:75 m。

层站数:20。

平衡系数:50%。

平均加速度:1.0 m/s²。

平均加加速度:1.25 m/s³。

开关门时间:8.0 s。

B.2 测量、模拟或计算得到的数据

每天运行次数:750(类别 4)。

空闲功率:500 W。

待机功率(5 min 后):300 W。

待机功率(30 min 后):120 W。

参考循环的能量消耗:170 W·h。

短循环距离:50 m。

短循环能量消耗:120 W·h。

B.3 取自表中的数据

平均运行距离:44%(取自表 2);

平均轿厢载荷:3.5%(取自表 3);

载荷系数(k_L):0.94(取自 5.2.6)。

B.4 计算

$$S_{av} = 0.44 \times 75 = 33 \text{ m}$$

$$E_{rm} = \frac{E_{rc} - E_{sc}}{2(S_{rc} - S_{sc})} = \frac{170 - 120}{2(75 - 50)} = 1 \text{ W} \cdot \text{h/m}$$

$$E_{ssc} = \frac{1}{2}(E_{rc} - 2 \times E_{rm} \times S_{rc}) = \frac{1}{2}(170 - 2 \times 1 \times 75) = 10 \text{ W} \cdot \text{h}$$

$$E_{rav} = 2 \times E_{rm} \times S_{av} + 2 \times E_{ssc} = 2 \times 1 \times 33 + 2 \times 10 = 86 \text{ W} \cdot \text{h}$$

$$E_{rd} = \frac{k_L \times n_d \times E_{rav}}{2} = \frac{0.94 \times 750 \times 86}{2} = 30\,315 \text{ W} \cdot \text{h}$$

$$t_{av} = \frac{S_{av}}{v} + \frac{v}{a} + \frac{a}{j} + t_d = \frac{33}{2.5} + \frac{2.5}{1} + \frac{1}{1.25} + 8 = 24.5 \text{ s}$$

$$t_{rd} = n_d \times \frac{t_{av}}{3\,600} = 750 \times \frac{24.5}{3\,600} = 5.10 \text{ h}$$

$$t_{nr} = 24 - t_{rd} = 24 - 5.10 = 18.90 \text{ h}$$

$$E_{nr} = \frac{t_{nr}}{100} (P_{id} R_{id} + P_{st5} R_{st5} + P_{st30} R_{st30}) = \frac{18.90}{100} (500 \times 45 + 300 \times 19 + 120 \times 36) = 6\,146 \text{ W} \cdot \text{h}$$

$$E_d = E_{rd} + E_{nr} = 30\,315 + 6\,146 = 36\,461 \text{ W} \cdot \text{h}$$

分类的阈值:

$$\text{A: } E_d \leq 0.72 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 50 \times t_{nr} = 0.72 \times 1\,500 \times 750 \times 33 / 1\,000 + 50 \times 18.90 = 27\,675 \text{ W} \cdot \text{h}$$

$$\text{B: } E_d \leq 1.08 \times Q \times n_d \times S_{av} / 1\,000 + 100 \times t_{nr} = 1.08 \times 1\,500 \times 750 \times 33 / 1\,000 + 100 \times 18.90 = 41\,985 \text{ W} \cdot \text{h}$$

C: ……

B.5 电梯为 B 级

$$E_y = E_d \times d_{op} = 36\,461 \times 365 = 13\,308 \text{ kW} \cdot \text{h} (365 \text{ 天使用})$$

$$E_{spe} = \frac{1\,000 \times k_L \times E_{rav}}{2 \times Q \times S_{av}} = \frac{1\,000 \times 0.94 \times 86}{2 \times 1\,500 \times 33} = 0.82 \text{ mW} \cdot \text{h} / (\text{kg} \cdot \text{m})$$

$$E_{spr} = \frac{1\,000 \times E_{rc}}{2 \times Q \times S_{rc}} = \frac{1\,000 \times 170}{2 \times 1\,500 \times 75} = 0.76 \text{ mW} \cdot \text{h} / (\text{kg} \cdot \text{m})$$

附 录 C
(资料性附录)
特定使用类别

表 C.1 规定了每天的运行次数(和每年的使用天数)。

表 C.1 每天的运行次数(和每年的使用天数)

使用类别	1	2	3	4	5	6
使用强度/ 频率	非常低	低	中等	高	非常高	特别高
每天的运行 次数 n_d 典型范围	50 ($n_d < 75$)	125 ($75 \leq n_d < 200$)	300 ($200 \leq n_d < 500$)	750 ($500 \leq n_d < 1\,000$)	1 500 ($1\,000 \leq n_d < 2\,000$)	2 500 ($n_d \geq 2\,000$)
典型建筑物 和使用 (每年的使 用天数 d_{op})	不多于 6 户的 住宅(360); 护理养老院 (360); 很少使用的 小型办公楼 或行政楼 (260)	不多于 20 户的住 宅(360); 2 层~5 层楼的小 型办公楼或行政楼 (260); 办公楼停车场 (260); 公共停车场(360); 图书馆(312); 娱乐中心(360); 体育场(间歇)	不多于 50 户 的住宅(360); 大学(260); 一 级 医 院 (360);小型旅 馆(360)	多于 50 户的 住宅(360); 大中型旅馆 ^a (360); 大中型办公 楼或行政楼 (260);娱乐中 心 ^a (360)	超过 100 m 的非常大的 办公楼或行 政楼(260); 大型机场 ^a (360)	超过 100 m 的 非常大的办公 楼或行政楼 (260); 购 物 中 心 ^a (360); 二级/三级医 院 ^a (360)
典型的额定 速度	≤ 1.00 m/s	1.00 m/s	1.60 m/s	2.50 m/s	5.00 m/s	5.00 m/s
^a 本表中的建筑物主要考虑运行次数。						

参 考 文 献

- [1] Ana Lorente Lafuente, Life Cycle Analysis and Energy Modeling of Lifts, Doctoral thesis, including: New methodological approach for the assessment of the lifts usage phase based on the influence of traffic; Proposed summary tables for regulatory use fitting existing building classification systems; Product Category Rules proposal for conducting comparable LCAs and issue of Type III environmental statements
- [2] Energy-Efficient Elevators and Escalators (E4) (<https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/e4>)
- [3] Energy consumption and efficiency potentials of lifts. Swiss agency for efficient energy use (SAFE)
- [4] VDI 4707-1, Lifts Energy efficiency. March 2009
- [5] Motz H.D. On the kinematics of the ideal motion of lifts. *Foerdern und Heben* 26(1), (1976) (in German)
- [6] Motz H.D. On the kinematics of the ideal motion of lifts. *Elevatori* (January 1991) (in English and Italian)
-