



中华人民共和国国家标准

GB/T 38834.1—2020/ISO 18646-1:2016

机器人 服务机器人性能规范及其 试验方法 第1部分:轮式机器人运动

Robotics—Performance criteria and related test methods for service robots—
Part 1: Locomotion for wheeled robots

(ISO 18646-1:2016, IDT)

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验条件	3
4.1 通则	3
4.2 环境条件	3
4.3 行进表面条件	3
4.4 操作条件	4
5 额定速度	4
5.1 目的	4
5.2 试验设施	4
5.3 试验步骤	4
5.4 试验结果	5
6 停止特性	5
6.1 目的	5
6.2 试验设施	5
6.3 试验步骤	5
6.4 试验结果	5
7 最大斜坡角度	5
7.1 目的	5
7.2 试验设施	6
7.3 试验步骤	6
7.4 试验结果	6
8 斜坡上最大速度	6
8.1 目的	6
8.2 试验设施	6
8.3 试验步骤	7
8.4 试验结果	7
9 翻越门槛能力	7
9.1 目的	7
9.2 试验设施	7
9.3 试验步骤	8
9.4 试验结果	8

10 转弯宽度..... 8

 10.1 目的 8

 10.2 试验设施 9

 10.3 试验步骤 9

 10.4 试验结果 9

附录 A（资料性附录） 转弯宽度的试验配置实例 10

参考文献 11

前 言

GB/T 38834《机器人 服务机器人性能规范及其试验方法》分为以下几部分：

- 第1部分：轮式机器人运动；
- 第2部分：导航；
- 第3部分：操作；
- 第4部分：腰部支撑机器人。

本部分为 GB/T 38834 的第1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 18646-1:2016《机器人 服务机器人性能规范及其试验方法 第1部分：轮式机器人运动》。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本部分起草单位：北京机械工业自动化研究所有限公司、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、科沃斯机器人有限公司、遨博(江苏)机器人有限公司、纳恩博(天津)科技有限公司、北京联合大学、上海交通大学、哈尔滨工业大学。

本部分主要起草人：杨书评、邹莹、黎晓东、何国田、罗雪刚、李煜、王野、杜超、杜志江、闫维新、刘颖、周唯、王松。

引 言

本部分目的是为了增进用户与制造商对轮式机器人性能的理解。本部分定义了轮式机器人重要的性能特性,描述了其如何规范,并推荐了试验方法。

本部分给出了显著影响机器人性能的试验方法的特性。本部分的使用者将根据规定的要求来选择待试验的性能参数。

本部分的性能规范不期望被解释为安全要求的验证和确认。本部分仅用于室内环境服务机器人。

机器人 服务机器人性能规范及其 试验方法 第1部分:轮式机器人运动

1 范围

GB/T 38834 的本部分描述了规范与评价室内轮式机器人运动性能的方法。

2 规范性引用文件

无规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 与 IEC 在以下网址进行术语数据库维护以供标准化使用:

——ISO 在线浏览平台:<http://www.iso.org/obp>

——IEC Electropedia:<http://electropedia.org>

3.1

机器人 robot

具有一定程度的自主能力,可在其环境内运动以执行预期任务的可编程执行机构。

注1: 机器人包括控制系统和控制系统接口。

注2: 按照预期的用途,机器人分类可划为工业机器人或服务机器人(3.2)。

注3: 改写 GB/T 12643—2013,定义 2.6。

3.2

服务机器人 service robot

除工业自动化应用外,能为人类或设备完成有用任务的机器人(3.1)。

注1: 工业自动化应用包括(但不限于)制造、检验、包装和装配。

注2: 用于生产线的关节机器人是工业机器人,而类似的关节机器人用于供餐的就是服务机器人。

[GB/T 12643—2013,定义 2.10]

3.3

移动机器人 mobile robot

基于自身控制、可移动的机器人(3.1)。

注: 移动机器人可以是装有或未装操作机的移动平台(3.5)。

[GB/T 12643—2013,定义 2.13]

3.4

轮式机器人 wheeled robot

利用轮子实现移动的移动机器人(3.3)

注: 改写 GB/T 12643—2013,定义 3.16.1。

3.5

移动平台 mobile platform

能使移动机器人(3.3)实现运动的全部部件的组装件。

注 1: 移动平台包括一个用于支承负载(3.7)的底盘。

注 2: 由于与术语“机座(base)”可能产生混淆,不宜使用术语“移动机座(mobile base)”来表述移动平台。

[GB/T 12643—2013,定义 3.18]

3.6

行进面 travel surface

移动机器人(3.3)行进的地面。

[GB/T 12643—2013,定义 7.7]

3.7

负载 load

在规定的速度和加速度条件下,沿着运动的各个方向,机械接口或移动平台(3.5)处可承受的力和/或扭矩。

注: 负载是质量、惯性力矩的函数,是机器人(3.1)承受的静态力和动态力。

[GB/T 12643—2013,定义 6.2.1]

3.8

额定负载 rated load

正常操作条件(3.9)下作用于机械接口或移动平台(3.5)且不会使机器人性能降低的最大负载(3.7)。

注: 额定负载包括末端执行器、附件和工件的惯性作用力。

[GB/T 12643—2013,定义 6.2.2]

3.9

正常操作条件 normal operating conditions

为符合制造商所给出的机器人(3.1)性能而应具备的环境条件范围和可影响机器人性能其他参数的范围(如电源波动、电磁场)。

注: 环境条件包括温度和湿度等。

[GB/T 12643—2013,定义 6.1]

3.10

停止距离 stopping distance

移动平台(3.5)原点从停止启动到完全停止之间所行进的最大距离。

3.11

额定速度 rated speed

在正常操作条件(3.9)下,装载额定负载(3.8)的移动平台(3.5)的最大速度。

3.12

转弯 turning; turn

引起移动平台(3.5)坐标系统方向改变的运动。

注: 转弯通常伴随着移动平台(3.5)行进方向的改变。

3.13

原地旋转 spin turn; spinning

就地旋转,或绕移动平台(3.5)原点旋转而无平移。

3.14

转弯宽度 turning width

矩形通道的最小宽度,移动平台(3.5)在其中能完成某种特定类型的转弯(3.12)。

3.15

逆向转弯宽度 reverse turning width

移动平台(3.5)转弯 180°的转弯宽度(3.14)。

3.16

U 型转弯宽度 U-turn width**U 型逆向转弯宽度 U-shaped reverse turning width**

移动平台(3.5)完成一个 U 型转弯路径的逆向转弯宽度(3.15)。

注:见图 A.1。

3.17

三点转弯宽度 three-point-turn width**三点逆向转弯宽度 three-point reverse turning width**

移动平台(3.5)完成一次初始向前走、一次向后走以及一次最终向前走的逆向转弯宽度(3.15)。

注:见图 A.2。

3.18

L 型转弯宽度 L-turn width**直角转弯宽度 right angle turning width**

移动平台(3.5)以 90°转弯通过一个 L 型通道的转弯宽度(3.14)。

注:见图 A.3。

4 试验条件

4.1 通则

机器人应组装完整、充分充电且可操作,所有自我诊断测试应完全满足,也应确保机器人在整个试验过程中以安全的方式运行。

试验应按制造商规定的操作准备进行。

除非在特定章条另有说明,否则本部分中所述试验宜满足第 4 章规定的所有条件。

本部分每章中所述的每个试验可以具有不同试验配置,每个试验配置需要单独的试验步骤。对每个试验配置,如果在试验步骤中指定,则能够进行多次试验。

4.2 环境条件

所有试验中应保持以下环境条件:

——环境温度:10℃~30℃;

——相对湿度:0%~80%。

如果制造商规定的环境条件超出上述指标,应在试验报告中声明。

4.3 行进表面条件

应坚硬平整,摩擦系数介于 0.75~1.0 之间(参见 GB/T 18029.13)。

4.4 操作条件

所有性能应在正常操作条件下测量。在其他条件下测量性能时,应在试验报告中声明。
除非另行规定,所有试验中机器人应装载额定负载以额定速度进行所有试验。

5 额定速度

5.1 目的

本试验的目的是确定机器人向目标能够行进的最大速度。额定速度表明机器人执行任务时能以多快的速度行进。在 5.2~5.4 的试验描述中,额定速度由在水平行进表面进行的一系列测量结果来确定。

5.2 试验设施

本试验的建立见图 1。速度测量的试验区域应至少长 1 000 mm 且足够宽。在加减速试验区域的两端应提供足够的空间。传感器宜放置在速度测量试验区域的两端,以测量轮式机器人的开始时间和结束时间。

单位为毫米

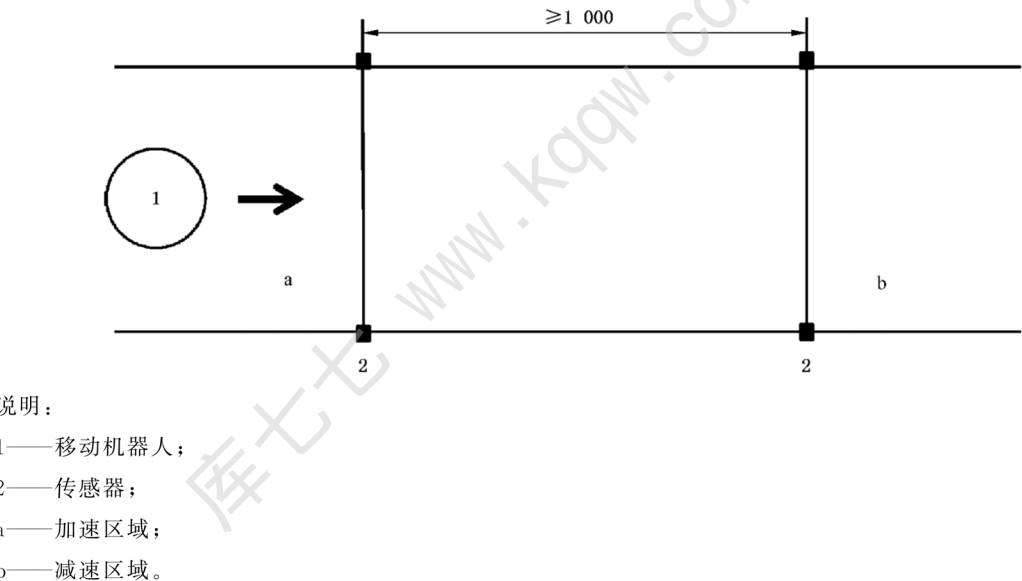


图 1 额定速度的试验区域

5.3 试验步骤

本试验包括一个配置。每次试验应按以下步骤进行:

- a) 轮式机器人装载额定负载,放置在初始位置;
- b) 机器人从初始位置启动并加速,以便在起始线之前获得最终达到的速度;
- c) 当机器人直线移动通过速度测量试验区域时,机器人速度由测量系统确定;
- d) 机器人到达终点线后,减速直至停止。

如果机器人没有到达测试区域的终点线或者如果其偏离指定行进方向且超过测量试验区域长度的 10%,则试验应认定为失败。额定速度(规定单位为 m/s)应选择连续三次成功试验中的最小速度值。

5.4 试验结果

应在试验报告中声明额定速度以及摩擦条件等具体试验条件。

6 停止特性

6.1 目的

本试验的目的是确定停止距离和停止时间,以表明机器人在其环境中具有可靠的导航能力。机器人高停止性能通常能支撑机器人的机动性,因为容许其快速地中止运动和转弯操纵。

6.2~6.4 中描述的试验中,停止距离和停止时间依据水平行进表面的一系列测量结果确定。

6.2 试验设施

应具备足够大的水平行进表面试验区域。

试验区域的长度宜足以使机器人达到额定速度并且安全停止。试验设施应具有能及时确定机器人运动的装置,其应能测量机器人的停止位置,精度误差为典型停止距离的 2%。例如,使用以下仪器:

- 在与机器人行进方向垂直的路径旁墙体上每间隔 10 mm 涂上窄条纹并且每间隔 100 mm 涂上宽条纹;
- 试验能够用视频摄像机录制,优先选择数字型摄像机,并放置以尽可能减少测量停止特性时的位置误差;
- 也能够使用先进定位设备如 3D 运动跟踪系统。

6.3 试验步骤

试验包括相应的测试配置。每次试验应按以下步骤进行:

- a) 机器人装载额定负载,放置于初始位置;
- b) 机器人从初始位置直线移动,直至达到额定速度;
- c) 按照制造商规定,既可以手动(如急停)也可以自动(如检测到障碍)启动停止指令,宜使用符合 GB/T 5226.1 中的 1 类或 2 类停止类型,以保证稳定地停止;

注:停止信号的启动需要由测量仪器测量。例如,按急停键可以由摄像机录像记录,或者也可以使用与运动轨迹设备同步的电气输出信号。

- d) 通过测量移动平台从停止启动到完全停止之间所行进的距离和所经过的时间来记录停止距离和停止时间。完全停止的意思是整个移动机器人完全停止运动。对于需要有稳定性控制的移动平台(如倒立摆类机器人),在完全停止实现后,仍允许稳定性控制所需的运动。

停止距离和停止时间应从前三次试验中选择最大值。

6.4 试验结果

应在试验报告中声明停止距离、停止时间和具体的测试条件,测试条件包括额定速度、测量设备精度、停止类型和摩擦条件。

7 最大斜坡角度

7.1 目的

本试验目的是确定机器人在指定方向上能够行进的最大斜坡角度。

7.2 试验设施

试验应在指定角度的斜坡上进行,精度误差为 $\pm 0.5^\circ$ 。

7.3 试验步骤

试验包括 5 种配置形式,见表 1。

表 1 试验配置

试验配置	机器人相对于斜坡的路径	机器人运行方向
1	向上	向前
2	向上	向后
3	向下	向前
4	向下	向后
5	横向(垂直)	向前

每次试验应按以下步骤进行:

- a) 斜坡设定为指定角度。
- b) 装载额定负载的机器人放置在斜坡的初始位置。
- c) 机器人以制造商标称的速度按直线移动至少 1 000 mm。
- d) 机器人到达目标位置后应停止于斜坡上。

如果机器人没有到达试验区域的终点线,或者如果它偏离了指定行进方向且超过试验区域长度的 20%,则应认为试验失败。在连续三次试验成功后,试验步骤中使用的斜坡角度应声明为试验配置的最大斜坡角。

7.4 试验结果

最大斜坡角度以及特定的试验条件,包括摩擦条件和指令速度应按表 2 在试验报告中声明。

表 2 最大斜坡角度

行进方向	向上/向前	向上/向后	向下/向前	向下/向后	横向/向前
最大斜坡角度					

8 斜坡上最大速度

8.1 目的

本试验的目的是确定移动机器人以指定方向在固定角度斜坡上的最大速度。

8.2 试验设施

试验应在 3° 、 6° 和 10° 角的三种斜坡上视情况进行,角度误差应小于 $\pm 0.5^\circ$ 。

注: 3° 、 6° 和 10° 角的典型轮椅测试,参见 GB/T 18029.2。

试验设施应安装能够给机器人测速的测量系统,速度测量试验区域应至少长 1 000 mm 并足够宽。测试区域的每一端应为机器人加速和减速提供足够的空间。

8.3 试验步骤

试验包括表 3 中列出的 5 种行进方式。每种方式分别在 3° 、 6° 和 10° 3 种斜坡角度上进行。因此，应测试最多 15 种试验配置。

表 3 行进方式

行进方式	机器人相对于斜坡的路径	机器人驱动方向
1	向上	向前
2	向上	向后
3	向下	向前
4	向下	向后
5	横向(垂直)	向前

对于每种测试配置，每次试验应按照以下步骤：

- 机器人装载额定负载，放置在 3° 、 6° 和 10° 斜坡的初始位置。
- 机器人在加速时以直线移动，以最大速度移动，再减速。
- 机器人速度由最大速度区域的测量系统确定。
- 机器人到达目标位置后应停止在斜坡上。

如果机器人没有到达试验区域的终点线，或者如果偏离行进方向且超过测试区域长度的 20%，则应被认为试验失败。每次测试配置中斜坡上的最大速度应选择连续三次成功试验中的最小的速度。

8.4 试验结果

对于每种试验配置，每个斜坡上的最大速度以及特定的试验条件，包括摩擦条件应按表 4 在试验报告中声明。

表 4 最大速度

行进方向	向上/向前	向上/向后	向下/向前	向下/向后	横向/向前
斜坡角度为 3° 时的最大速度					
斜坡角度为 6° 时最大速度					
斜坡角度为 10° 时最大速度					

9 翻越门槛能力

9.1 目的

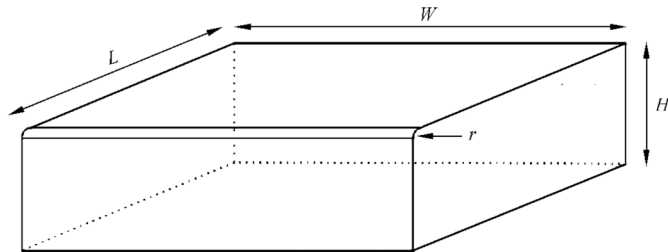
本试验目的是确定机器人能够通过的最大门槛高度。为了通过一个长门槛，机器人需要能够在没有任何损害的情况下攀爬上下门槛。对于短门槛机器人也应有足够的离地间隙，以使除了轮子之外的移动机器人的本体在翻越时不触碰门槛。

9.2 试验设施

试验设施应有两种门槛：

- 短门槛；
- 长门槛。

图 2 是门槛示意图。门槛高度 H 应设定为指定值。门槛宽度 W 宜比机器人宽度大。门槛长度 L 的确定应考虑机器人尺寸及应用环境。短门槛典型长度为 100 mm, 而长门槛的长度至少为 1 000 mm, 以保证所有轮子都处在长门槛表面。门槛正面倒角应平滑并且其半径 r 最大为 3 mm。



说明：

- H —— 门槛高度；
- L —— 门槛长度；
- r —— 门槛半径；
- W —— 门槛宽度。

图 2 门槛的三维尺寸

9.3 试验步骤

试验包括两种配置：

- 短门槛；
- 长门槛。

对两种试验配置, 每种试验应按照以下步骤：

- 门槛高度设定为特定值。
- 轮式机器人装载额定负载, 放置在初始位置, 机器人可以在到达门槛之前达到指定速度。
- 除非由制造商指定, 机器人以指定速度沿垂直于门槛前缘的直线移动。
- 机器人应完全通过门槛。

如果在试验过程中, 机器人没有完全通过门槛, 或者移动平台本体而不是轮子接触了行进表面, 应认为试验失败。在前三次连续成功的试验中使用的门槛高度应声明为试验配置中的最大门槛高度。

9.4 试验结果

应在试验报告中声明每个门槛的最大门槛高度以及具体的试验条件, 包括门槛的三维尺寸、正面前缘的倒角、摩擦条件和指令速度等。

10 转弯宽度

10.1 目的

本试验的目的是确定移动平台特定转弯类型的转弯宽度。

转弯宽度不仅由机械特性(如车轮的转弯角)决定, 也取决于控制系统执行转弯的能力。

本试验中使用三种转弯类型：

- U 型转弯；

——三点转弯；

——L型转弯。

U型和三点转弯不适用于可原地旋转的移动平台。相反,对于此类平台,应确定其原地旋转的逆向转弯宽度。

10.2 试验设施

每种转弯类型试验道路的边界应为比机器人高的实体墙,试验时应激活机器人避障功能。

10.3 试验步骤

试验包括以下三种:U型转弯、三点型转弯和L型转弯,见附录A中图A.1~图A.3。每次试验应按以下步骤:

- a) 墙之间的宽度被设定为特定值;
- b) 轮式机器人装载额定负载,放置于初始位置;
- c) 机器人从初始位置启动,直至达到进行该转弯类型时由制造商指定的速度;
- d) 机器人启动转弯;
- e) 机器人完成转弯后,减速至停止。当机器人到达指定方位时,则认为转动完成。

如果转弯中机器人接触了试验区域墙体或者机器人不能到达指定目标位置,则认定试验失败。在前三次连续成功试验中,墙之间的宽度应被声明为转弯宽度,转弯时间应选择前三次成功试验中的最大值。

10.4 试验结果

每种类型的转弯宽度连同摩擦条件、给定速度和转弯时间等特定的测试条件,均应在试验报告中声明。

附录 A
(资料性附录)

转弯宽度的试验配置实例

转弯宽度试验包括三种：U 型转弯、三点转弯和 L 型转弯，如图 A.1～图 A.3 所示，图中 w 表示实体墙的宽度。

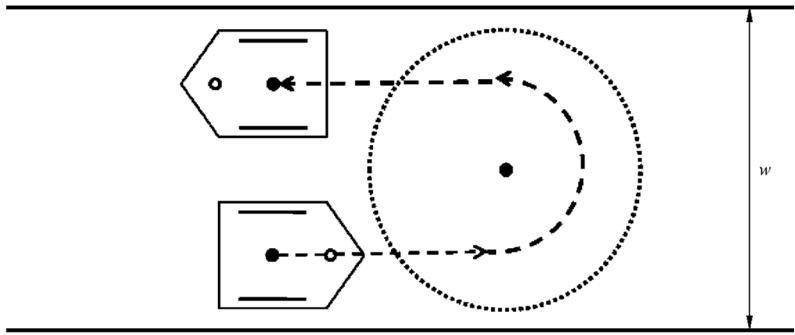


图 A.1 移动平台的 U 型转弯宽度

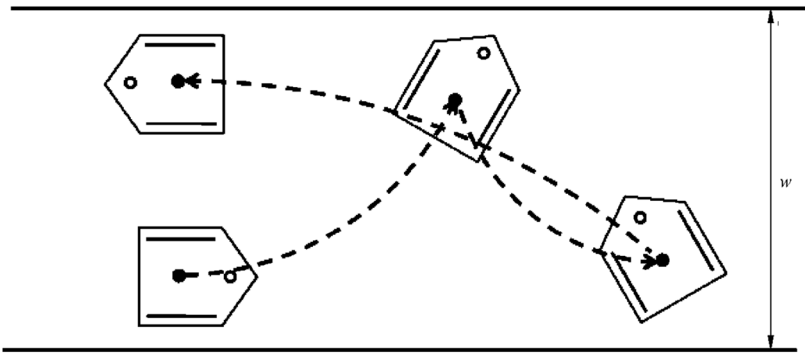


图 A.2 移动平台的三点转弯宽度

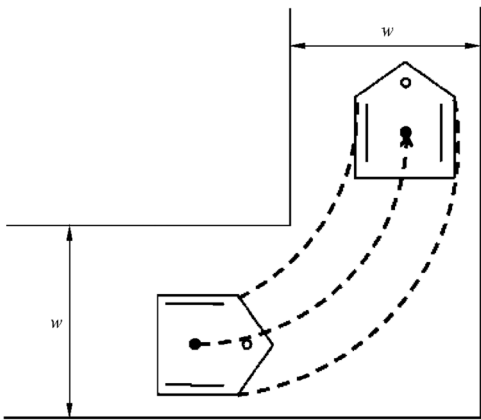


图 A.3 移动平台的 L 型转弯宽度

参 考 文 献

- [1] GB/T 18029.2 轮椅车 第2部分:电动轮椅车动态稳定性的测定(GB/T 18029.2—2009, ISO 7176-2:2001, IDT)
 - [2] GB/T 18029.13 轮椅车 第13部分:测试表面摩擦系数的测定(GB/T 18029.13—2008, ISO 7176-13:1989, IDT)
 - [3] ISO 8373:2012 Robots and robotic devices—Vocabulary(GB/T 12643—2013, ISO 8373:2012, IDT)
 - [4] ISO 9283 Manipulating industrial robots—Performance criteria and related test methods
 - [5] ISO 13482 Robots and robotic devices—Safety requirements for personal care robots
 - [6] IEC 60204-1 Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 1: General requirements
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
机器人 服务机器人性能规范及其
试验方法 第1部分:轮式机器人运动
GB/T 38834.1—2020/ISO 18646-1:2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2020年6月第一版

*

书号:155066·1-65068

版权专有 侵权必究



GB/T 38834.1-2020