



中华人民共和国国家标准

GB/T 34171—2017

薄与超薄玻璃弯曲性能 试验方法 三点弯曲法

Test method for flexural property of thin and ultrathin
glass—Three-point bending method

2017-09-07 发布

2018-08-01 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

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国工业玻璃和特种玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 447)归口。

本标准起草单位:中国建材检验认证集团股份有限公司、中国建筑材料科学研究总院、福耀玻璃工业集团股份有限公司、江苏铁锚玻璃股份有限公司、东莞市华居建设工程有限公司、蚌埠玻璃工业设计院。

本标准主要起草人:刘小根、包亦望、万德田、林青、王银茂、温汉平、钱学君、曹欣、田远、潘瑞娜、艾福强、王艳萍。

薄与超薄玻璃弯曲性能 试验方法 三点弯曲法

1 范围

本标准规定了采用三点弯曲法测试薄与超薄玻璃弯曲性能的术语和定义、试样、试验设备、试验前准备、弯曲强度试验、弯曲载荷-挠度试验、临界曲率半径计算及试验报告。

本标准适用于测定厚度为 3 mm 以下的薄与超薄玻璃在三点弯曲条件下的弯曲强度、破坏挠度、弯曲载荷-挠度曲线及临界曲率半径。

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 10700—2006 精细陶瓷弹性模量试验方法 弯曲法

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机 测力系统的检验与校准

JC/T 678 玻璃材料弹性模量、剪切模量和泊松比试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

薄玻璃 thin glass

厚度大于或等于 1.1 mm 且小于 3 mm 的玻璃。

3.2

超薄玻璃 ultrathin glass

厚度小于 1.1 mm 的玻璃。

3.3

基体梁 substrate beam

极限应变远大于玻璃的弹塑性金属材料制备的梁,用作组合梁基体。

3.4

组合梁 composite beam

由超薄玻璃与基体梁粘接组合成一体梁。

3.5

组合梁式三点弯曲法 three-point bending method of composite beam

组合梁在三点弯曲作用下,将超薄玻璃等效为基体上涂层受拉应力特征的弯曲强度测试方法。

3.6

破坏挠度 deflection at fracture

试样在弯曲作用下,破坏时对应的最大挠度。

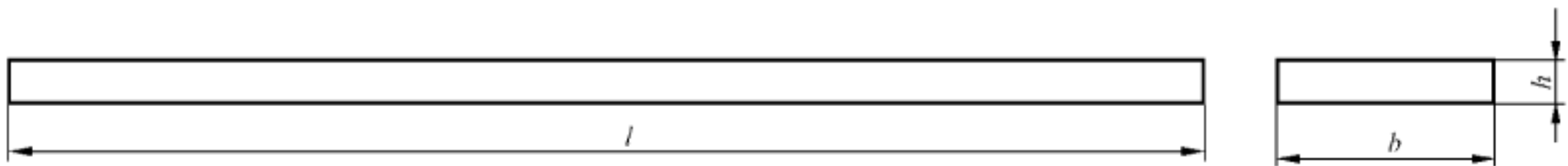
3.7

临界曲率半径 critical radius of curvature
三点弯曲载荷下试样断裂时对应的最小曲率半径。

4 试样

4.1 薄与超薄玻璃试样

薄与超薄玻璃试样型式和尺寸分别见图 1 和表 1。对薄玻璃边部应进行抛光倒角 $(0.2\pm0.05)\text{mm}\times(45^\circ\pm5^\circ)$,对超薄玻璃边部应进行抛光处理,抛光研磨时,可以同时将 20 片以上的超薄玻璃试样待抛光边部对整齐后同时研磨抛光至 B₁ 级别。



说明：
 l —— 试样长度；
 b —— 试样宽度；
 h —— 试样厚度。

图 1 薄与超薄玻璃试样型式

表 1 薄与超薄玻璃试样尺寸表 单位为毫米

测试方法	h	l	b
组合梁式三点弯曲法	$h\leqslant 1.1$	120 ± 1	20 ± 0.5
常规三点弯曲法	$2<h<3$	120 ± 1	20 ± 1
	$1.1<h\leqslant 2$	90 ± 1	20 ± 1
	$h\leqslant 1.1$	70 ± 1	20 ± 1

4.2 基体梁试样

4.2.1 基体梁材料及尺寸

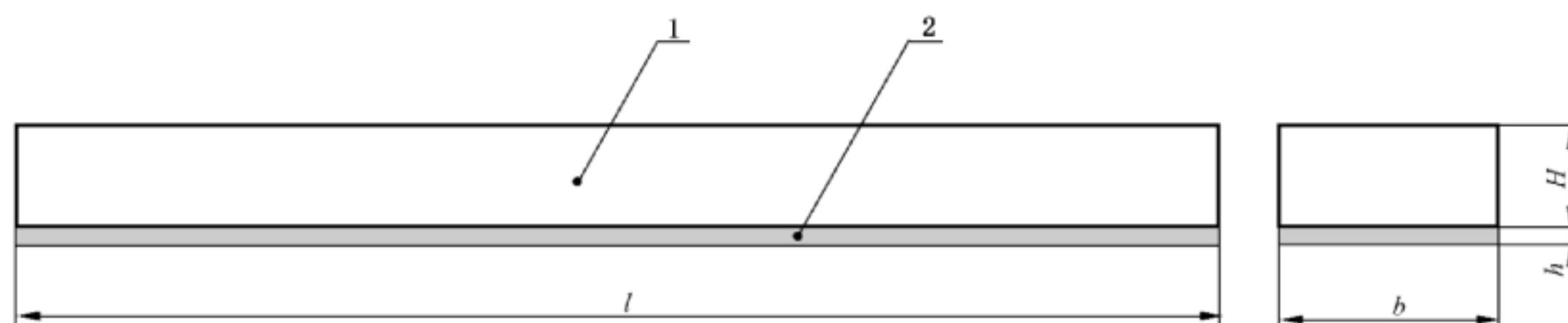
基体梁宜采用弹性模量不低于 200 GPa 的不锈钢材料。
试验前,应对不锈钢的弹性模量进行测试,并加工成长为 $120\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 、宽为 $20\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$ 、厚为 $5\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ 的梁。
基体梁材料弹性模量测试可采用 GB/T 10700—2006 中的三点弯曲法或 JC/T 678 中给出的方法测量获得,GB/T 10700—2006 作为仲裁方法。

4.2.2 基体梁的加工

应对基体梁除粘接面以外的各表面进行抛光至 B₁ 级别,相对平面的平行度偏差不超过 0.1 mm。

4.2.3 组合梁试样

对基体梁和超薄玻璃待粘接面清洗干净并干燥至目测表面无油渍、污痕、斑点等后,用 502 胶水或其他瞬干液体粘结剂均匀涂敷于基体梁的粘接表面,将超薄玻璃与基体梁粘结面相互对齐并通过粘结剂粘结牢固,形成组合梁。粘接后要求粘接界面不能有肉眼可见气泡及脱粘区域,粘结固化后粘结剂厚度应不大于 0.02 mm。组合梁试样示意图见图 2 所示。



说明:

- 1 —— 基体梁;
- 2 —— 超薄玻璃;
- H —— 基体梁厚度。

图 2 组合梁试样示意图

4.3 试样数量

测量薄与超薄玻璃弯曲性能,应制备不少于 15 个试样。

5 试验设备

5.1 试验机

5.1.1 应符合 GB/T 16825.1 规定,试验机精确度为一级或优于一级。

5.1.2 应配备记录弯曲载荷-挠度及弯曲应力-挠度曲线的装置。

5.1.3 试验机配备的力传感器精度为 0.1 N 或更高,且试样破坏时的最大载荷应在力传感器使用量程范围的 20%~90%之间。

5.2 三点弯曲试验装置

5.2.1 两支承辊轴与加载辊轴的轴线应平行,辊轴长度应大于试样的宽度。辊轴材料的弹性模量应不小于 210 GPa。

5.2.2 上压辊的轴线至两支承辊轴的轴线的距离应相等,偏差不大于 $\pm 0.5\%$ 。

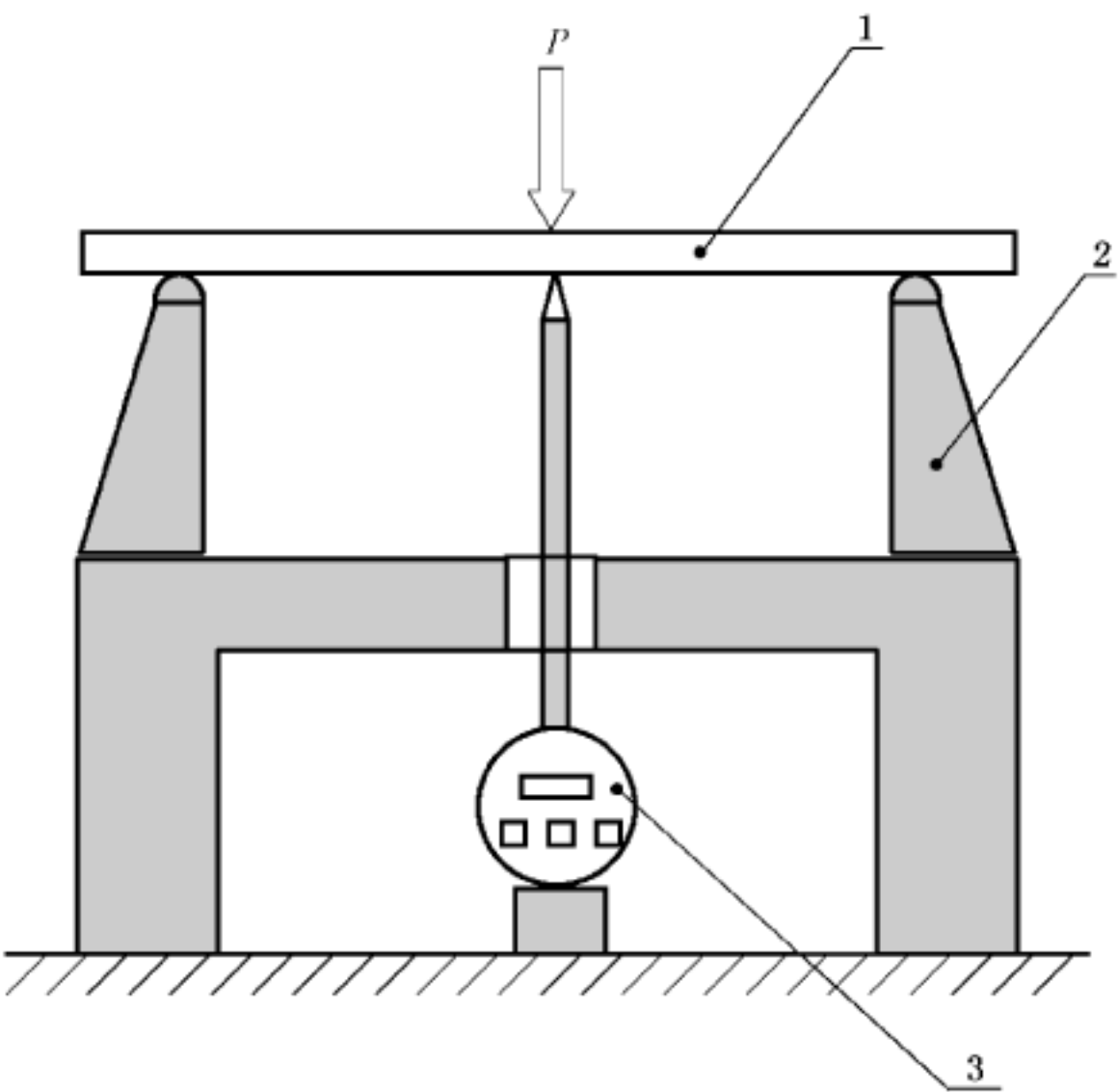
5.2.3 两支承辊轴间的距离应可调节,应带有指示距离的标记,跨距应精确至 0.1 mm。

5.2.4 辊轴应为圆柱面,其半径为 $2\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。

5.3 挠度测量装置

挠度测量装置应精确至 $1\text{ }\mu\text{m}$,挠度示值相对误差应小于 $\pm 1\%$ 。

宜采用千分表或非接触式位移传感器,挠度测量装置安装示意图见图 3 所示。



说明：
 P ——载荷，单位为牛(N)；
1 ——试样；
2 ——支承座；
3 ——挠度测量装置。

图 3 挠度测量装置安装示意图

5.4 声发射传感器

宜选用高灵敏度通用型声发射传感器，频率范围 20 kHz~500 kHz，灵敏度峰值大于 75 dB。

5.5 量具

游标卡尺或千分尺，精度为 0.01 mm 或更高。

6 试验前准备

6.1 三点弯曲下跨距选择

应根据玻璃样品厚度，按表 2 选择三点弯曲下跨距。

表 2 三点弯曲试验下跨距规定值 单位为毫米

h	下跨距		
	弯曲强度		弯曲载荷-挠度试验
	组合梁式三点弯曲法	常规三点弯曲法	常规三点弯曲法
$2 < h < 3$	—	100	100
$1.1 < h \leq 2$	—	70	70
$h \leq 1.1$	100	—	50

6.2 加载速率选择

应根据玻璃样品厚度,按表 3 选择加载速率,采用等位移加载方式。

表 3 试验加载速率

单位为毫米每分

h/mm	试验速率		
	弯曲强度		弯曲载荷-挠度试验
	组合梁式三点弯曲法	常规三点弯曲法	常规三点弯曲法
$2 < h \leq 3$	—	0.5	0.5
$1.1 < h \leq 2$	—	2	2
$h \leq 1.1$	0.5	—	5

7 弯曲强度试验

7.1 常规三点弯曲法

7.1.1 试验程序

7.1.1.1 用游标卡尺或千分尺测量薄玻璃的厚度,精确至 0.01 mm 或更高。

7.1.1.2 按表 2 规定的数值调整支承下跨距,并将试样对中放置于支承座上。

7.1.1.3 对样品施加载荷直至玻璃试样破坏,加载速率按表 3 的规定。

7.1.1.4 记录断裂时的破坏载荷。

7.1.2 弯曲强度计算

三点弯曲强度按式(1)计算:

$$\sigma_b = \frac{3P \cdot L}{2b \cdot h^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

σ_b ——三点弯曲强度,单位为兆帕(MPa);

P ——破坏载荷,单位为牛(N);

L ——下跨距,单位为毫米(mm);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm);

h ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

计算结果保留到小数点后两位。

7.2 组合梁式三点弯曲法

7.2.1 试验原理

将超薄玻璃试样与其等长、宽尺寸的基体梁粘结在一起,形成一组合梁,超薄玻璃面作为三点弯曲样品的受拉面,以恒定的加载速率加载组合梁使超薄玻璃断裂,并记录断裂时刻的载荷值,根据给定的计算公式,得到超薄玻璃的弯曲强度。

7.2.2 试验程序

7.2.2.1 用游标卡尺或千分尺分别测量超薄玻璃和基体梁的厚度,精确至 0.01 mm 或更高。

7.2.2.2 按 4.2.3 方法制备组合梁试样。

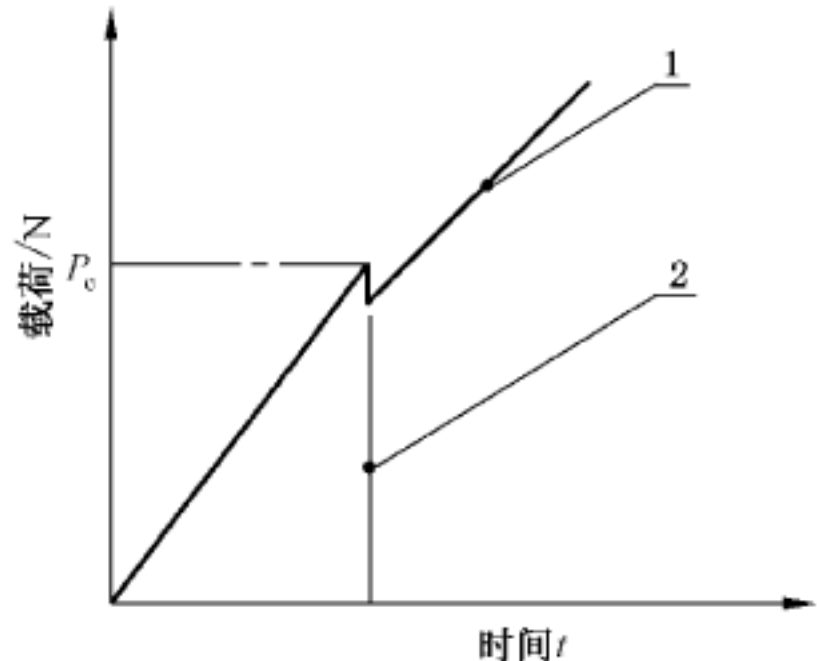
7.2.2.3 按表 2 规定的数值调整支承下跨距,并将组合梁试样的玻璃面处于受拉面,对中放置于支承座上。为避免试验过程中超薄玻璃与支承辊接触破坏,应在两者接触部位垫上软垫片。

7.2.2.4 将声发射传感器与超薄玻璃表面紧密接触。

7.2.2.5 对组合梁试样施加载荷直至超薄玻璃断裂。

7.2.2.6 试验过程中,当出现粘接界面脱粘或破裂、支承点处玻璃破裂现象,则视试验结果无效。

7.2.2.7 根据试验加载过程中的载荷-时间曲线,当玻璃断裂时刻,载荷会有突然向下的跃迁或者存在一个声发射信号跃迁,跃迁时间点的载荷峰值即为玻璃断裂时对应的断裂载荷 P_c 。



说明:

1——载荷-时间曲线;

2——声发射信号线。

图 4 组合梁三点弯曲载荷-时间及声发射曲线

7.2.3 弯曲强度计算

组合梁式超薄玻璃弯曲强度按式(2)计算:

$$\sigma_f = \frac{\alpha P_c y_c L}{4I} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

σ_f ——组合梁式超薄玻璃的弯曲强度,单位为兆帕(MPa);

α ——超薄玻璃弹性模量 E_1 与基体梁弹性模量 E_2 的比值,即 $\alpha = \frac{E_1}{E_2}$;

P_c ——超薄玻璃断裂时载荷,单位为牛(N);

y_c ——组合梁中性轴距玻璃外表面距离,单位为毫米(mm),按式(3)计算;

I ——组合梁的惯性矩,单位为四次方毫米(mm^4),按式(4)计算。

计算结果保留到小数点后两位。

$$y_c = \frac{\alpha h^2 + 2Hh + H^2}{2(H + \alpha h)} \dots\dots\dots (3)$$

$$I = \frac{bH^3}{12} + \frac{abh^3}{12} + bH \left[\frac{\alpha h(H + h)}{2(\alpha h + H)} \right]^2 + abh \left[\frac{H^2 + Hh}{2(\alpha h + H)} \right]^2 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

H ——基体梁厚度,单位为毫米(mm)。

弯曲强度的平均值 $\bar{\sigma}$ 和标准偏差 s 分别按式(5)和式(6)计算:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i}{n} \dots\dots\dots (5)$$

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}{n-1} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

σ_i ——第 i 个试样的弯曲强度;

n ——试样的数量。

8 弯曲载荷-挠度试验

8.1 用游标卡尺或千分尺测量薄或超薄玻璃的厚度精确至 0.01 mm 或更高。

8.2 按表 2 规定的数值调整支承下跨距,并将试样对中放置于支承座上。

8.3 将测量变形的挠度计置于跨距中点处,与试样下表面接触。

8.4 对样品施加载荷直至玻璃试样破坏,加载速率按表 3 的规定,并记录试样加载过程中的载荷-挠度曲线及破坏载荷 P 。

8.5 根据载荷-挠度曲线,确定试样的破坏挠度。

9 临界曲率半径计算

薄与超薄玻璃临界曲率半径按式(7)计算:

$$R = \frac{6\,000PL}{Ebh^3} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

R ——临界曲率半径,单位为毫米(mm);

E ——玻璃弹性模量,单位为吉帕(GPa)。

计算结果保留到小数点后两位。

10 试验报告

应包括以下内容:

- a) 委托单位及检测类别;
- b) 检测依据及使用仪器;
- c) 样品规格及描述;
- d) 试验方法和试验程序;
- e) 试验加载速率,三点弯曲下跨距;
- f) 检测结果;
- g) 检验人、审核人、日期;
- h) 其他有关信息。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
薄与超薄玻璃弯曲性能
试验方法 三点弯曲法
GB/T 34171—2017

*

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

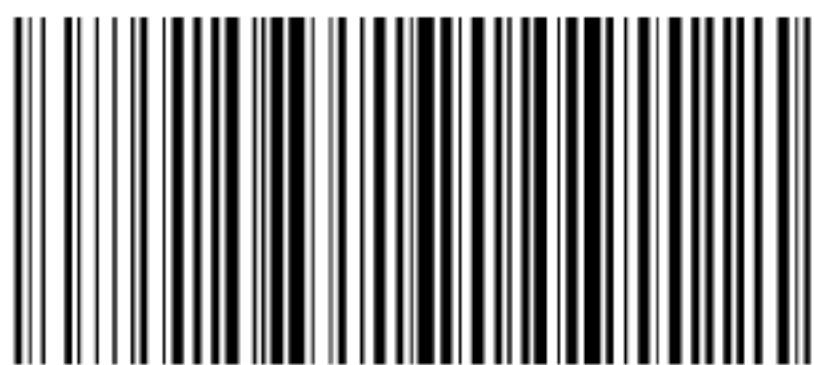
服务热线: 400-168-0010

2017年9月第一版

*

书号: 155066 · 1-57705

版权专有 侵权必究



GB/T 34171—2017