



中华人民共和国国家标准

GB/T 7757—2009/ISO 7743:2007
代替 GB/T 7757—1993

硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩应力应变性能的测定

Rubber, vulcanized or thermoplastic—
Determination of compression stress-strain properties

(ISO 7743:2007, IDT)

2009-04-24 发布

2009-12-01 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

本标准等同采用 ISO 7743:2007(E)《硫化橡胶或热塑性橡胶——压缩应力应变性能的测定》英文版。

本标准代替 GB/T 7757—1993《硫化橡胶或热塑性橡胶压缩应力应变性能的测定》。

本标准等同翻译 ISO 7743:2007(E)。

为便于使用,本标准还做了下列编辑性修改:

- a) “本国际标准”一词改为“本标准”;
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- c) 删除国际标准前言;
- d) 删除了参考文献。

本标准与前一版本相比主要变化如下:

——增加了针对产品的试验方法 C(1993 版第 1 章,本版第 1 章)。

——增加了对试样的规定(1993 版第 1 章、第 5 章,本版第 1 章、第 6 章)。

——增加了对试验机的要求(1993 版 4.4,本版 5.4)。

——增加了规范性附录 B 校准(本版附录 B)。

本标准附录 A 为资料性附录,附录 B 为规范性附录。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会橡胶物理和化学分技术委员会归口。

本标准由中橡集团沈阳橡胶研究设计院负责起草。

本标准主要起草人:费康红。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 7757—1987、GB/T 7757—1993。

硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩应力应变性能的测定

警告:使用本标准的人员应熟悉正规实验室操作规程。本标准无意涉及因使用本标准可能出现的所有安全问题。制定相应的安全与健康制度并确保符合国家法规是使用者的责任。

注意:本标准中有些程序可能会导致产生废弃物,给当地环境带来污染。物质使用后如何安全的处理这些废弃物,要参照相关的文献。

1 范围

本标准规定了使用标准试样、产品或部分产品测定硫化橡胶或热塑性橡胶压缩应力应变性能的测定方法。

本标准规定了三种方法:

- 使用标准试样并且金属板经润滑剂润滑(方法 A);
- 使用标准试样并且金属板与试样粘合在一起(方法 B);
- 使用产品或产品的一部分并且金属板经润滑剂润滑(方法 C)。

三种方法所得结果不相同。对于经润滑的试样,若能使其达到充分润滑,则试验结果仅与橡胶的模量有关,而与试样的形状无关。然而,有效的润滑往往很难达到,应检验相同试样,对比试验结果的差异以表示不同的润滑状态。对于与金属板粘合在一起的试样,试验结果与橡胶的模量及试样的形状有关。试样形状对试验结果的影响较大,因此,这个试验结果与经润滑剂润滑的试样所获得的结果有显著的不同。对于产品,试验结果取决于试样形状,但是对于产品试验主要用于比较目的时,是可接受的。

注:对于明确规定的产品形状,例如 O 型圈,试验结果可能与硬度值有关联。但是,对于与规定尺寸、形状不同的试样,所获试验结果不能外推于其他尺寸和形状的试验。

附录 A 给出试样尺寸和形状以及粘接或润滑对结果影响的指南。

本方法不适用于永久变形大的材料。

附录 B 给出了这种类型测量的校准一览表。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样的制备和调节通用程序(GB/T 2941—2006, ISO 23529:2004, IDT)

ISO 4287 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数

ISO 5893 橡胶与塑料拉伸、屈挠及压缩试验机(恒速)技术性能

ISO 18899 橡胶 试验设备校准指南

3 术语及定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

压缩应力 **compression stress**

施加在应力方向上产生形变的力,其值以所施加的力与垂直于施力方向的试样原始横截面积之比来表示。

3.2

压缩应变 **compression strain**

试样在施加应力方向上的形变除以该方向上试样的初始尺寸。

注:压缩应变通常用初始尺寸的百分比表示。

3.3

压缩模量(正割模量) **compression modulus (secant modulus)**

由初始横截面积计算的施加应力除以施加应力方向上产生的总应变。

3.4

压缩 25% 的刚度 **stiffness at 25% compression**

向产品或产品的一部分上施加的将其压缩 25% 所需的力,依据试样的形状以 N/m 或 N 表示。

4 原理

(金属板经润滑或与金属板粘接的)试样在压缩板之间以恒速压缩,直至达到预定应变。

5 试验装置和材料

5.1 平面金属板

该板应具有均匀的厚度,横向尺寸应大于或等于粘合试样,或至少比润滑试样大 20 mm。对于 A 法和 C 法,每个板的一个表面应高度抛光,其表面粗糙度 R_a 应不大于 $0.4\ \mu\text{m}$ 。对于 B 法,每个板的一个表面应进行适当处理,以适于所使用的粘合体系。

5.2 模具或裁刀(如果要求)

制备试样的模具或裁刀应符合 GB/T 2941 的有关规定。

5.3 厚度计

应符合 GB/T 2941 的有关规定。

5.4 压缩试验机

符合 ISO 5893 的要求,配有自动绘图装置记录力-变形的关系,测力精度应达到 1 级。

当测试 A 法和 B 法的标准试样和 C 法的较大试样时,测定位移的精度应达到 $\pm 0.02\ \text{mm}$,包括负荷传感器和装置刚性度的修正。

当测试产品的高度小于标准试样时,测定位移精度应达到 $\pm 0.2\%$,包括负荷传感器和装置刚性度的修正。

试验机应装配有平行压缩板,其至少与平面金属板(5.1)一样大,并应能在 $10\ \text{mm/min} \pm 2\ \text{mm/min}$ 的标准速度下操作。

对于 A 法和 C 法,只要满足所要求的表面粗糙度,可以直接使用压缩板进行试验,而不必再使用金属板。

注 1: 带有 y-时间记录器的试验机,由于下列原因可能得出错误的结果:

——惯性作用;

——由于负荷传感器和机器框架中的柔量而产生的变形。

注2：对经润滑的试样进行试验时，应提供适当的防护措施，以防止橡胶应变时弹出造成损坏或伤害。

5.5 润滑剂

对于A法和C法，润滑剂应对试验中的橡胶无显著影响。

注：在大多数情况下，可选用运动黏度为 $0.01\text{ m}^2/\text{s}$ 的有机硅或氟硅流体作为润滑剂。

6 试样

A法和B法所用的标准试样是圆柱体，直径为 $29.0\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$ ，高度为 $12.5\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$ 。试样可以由裁切或模压而成。裁切试样应按照GB/T 2941的有关规定进行。

也可使用其他试样，但不能对试验的结果进行外推（见附录A）。

对B法，可使用适当的模具和粘合体系，将试样直接模压到金属板上，也可使用适当的非溶剂型粘合体系粘合在金属板上。

试样表面应平整且上下表面互相平行。

对于C法，试样是一整个产品或产品的一部分，或多个产品，对于异型件，应使用 $50\text{ mm}\sim 100\text{ mm}$ 长作为试样（如果有必要增加力的读数，也可一起使用两条这种异型件）。对于内径 $50\text{ mm}\sim 100\text{ mm}$ 的环状产品，可使用整个产品。对小产品，可将两个或多个产品并排平行放置进行试验，以增加力的读数。

7 试样数量

至少三个试样。

8 硫化与试验之间的时间间隔

除非因技术原因另有规定外，应遵循下列要求（见GB/T 2941）：

——对于所有试验，硫化与试验之间的最小时间间隔应为16 h。

——对于非产品试验，硫化与试验之间的最大时间间隔应为4周；对于要求比对评估试验，应尽可能地在相同的时间间隔内进行。

——对于产品试验，只要有可能，硫化与试验之间的时间间隔应不超过3个月。在其他情况下，试验应在用户接收产品之日2个月内进行。

9 调节

在硫化与试验之间，样品和试样应尽可能避光。

经过制备后的样品，在裁切前，应在标准实验室温度下（见GB/T 2941）至少调节3 h。如果需要，试样可加以标记，并立即进行测量和试验。如果不立即试验，应将试样保持在标准实验室温度下直到试验。若制备包括打磨，打磨与试验之间的时间间隔不应超过72 h。

模压的试样应在标准实验室温度下至少调节3 h，然后立即进行测量和试验。

如果试验不是在标准实验室温度下进行，则试样应在试验前在该试验温度下进行调节，直至确保其达到试验温度（见GB/T 2941），然后立即进行试验。

10 试验温度

通常试验在标准实验室温度（见GB/T 2941）下进行。如果使用另一温度，则优先选择GB/T 2941中规定的温度。

11 试验步骤

11.1 试样的测量

试样尺寸用 GB/T 2941 规定的相应方法进行测定。对于通过硫化粘合的试样,可先测量粘合组合件的厚度,而后减去金属板厚度,从而得到待测橡胶的厚度。

11.2 应力-应变性能的测定

11.2.1 A 法

在抛光的金属板表面上轻轻地涂上一薄层润滑剂。

将试样组合件放入压缩试验机中心,以 10 mm/min 速度压缩试样,直至应变达到 25% 为止。以相同的速度放松试样。如此再重复压缩和放松试样三次,四次压缩周期形成一个连续的程序,记录力-变形曲线。

注:四次压缩周期中,前三次可视为机械调节,第四次为正式试验。

11.2.2 B 法

将粘合的组合件放入压缩试验机中心,以 10 mm/min 速度压缩试样,直至应变达到 25% 为止。以相同的速度放松试样。如此再重复压缩和放松试样三次,四次压缩周期形成一个连续的程序,记录力-变形曲线。

11.2.3 C 法

在抛光的金属板表面涂上一薄层润滑剂。将粘合的组合件放入压缩试验机中心。

注:对环状产品进行试验时,压缩板上应有孔,以便在压缩期间将空气排出。

以 10 mm/min 速度压缩试样,直至应变达到 30% 为止,记录力-变形曲线。

该试验一般无需进行机械调节。也可使用 A 法和 B 法中所进行的机械调节,但应在报告中加以说明。

注:如果产品包括粘合的刚性件(如发动机底座),可以无需润滑平板。

12 结果表示

12.1 对于 A 法和 B 法

试验结果应从记录的力-变形曲线图(见图 1)中获得,以压缩应变为 10% 和 20% 时的压缩模量表示,单位为 MPa。应变从最后一个压缩周期曲线与应变(变形)轴的交点得到。根据最后一个周期时压缩部分所测定的力-变形值来确定其压缩应力-应变性能。试验结果应报告所有试样压缩应变在 10% 和 20% 时的中值和单值。

压缩模量由下式计算,单位为 MPa:

$$\frac{F}{A\epsilon} \quad \text{等于}$$

$$\frac{F_{0.1}}{A\epsilon_{0.1}} \quad 10\% \text{ 应变下的压缩模量}$$

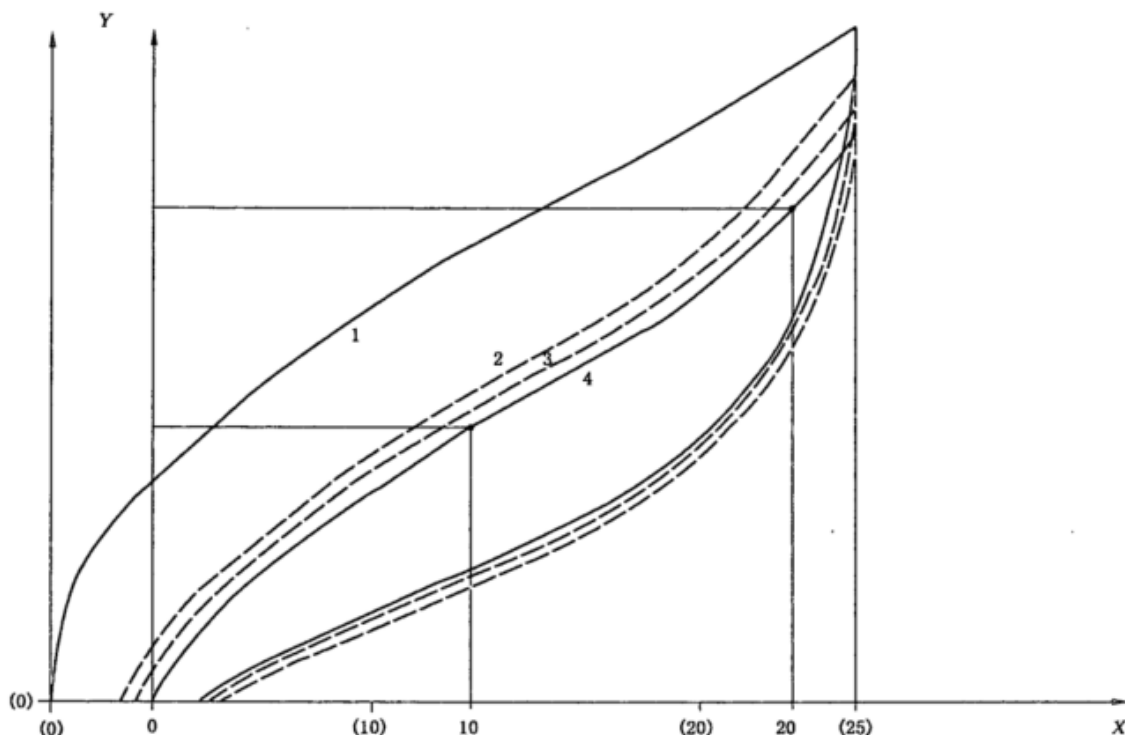
$$\frac{F_{0.2}}{A\epsilon_{0.2}} \quad 20\% \text{ 应变下的压缩模量}$$

式中:

F ——产生压缩应变所施加的力,单位为牛(N);

A ——试样初始横截面积,单位为平方毫米(mm²);

ϵ ——压缩应变。



X——变形(%)；

Y——力, F ；

1~4——第1~第4压缩周期。

图1 压缩模量的计算

12.2 对于C法

试验结果应从记录的力-变形曲线图(见图1)中获得,以压缩应变为10%和20%时的压缩模量表示,单位为MPa。

试验结果应从记录的力-变形曲线图中获得,用N/m或N表示,从25%压缩应变下的力-变形曲线读出,计算出25%压缩应变下的刚度, S_{25} ,用以下公式计算:

$$S_{25} = \frac{F_{25}}{L} \text{ 或 } S_{25} = F_{25}$$

式中:

F_{25} ——25%压缩应变下的力,单位为牛(N);

L ——长度,单位为米(m)。

对于环形产品,长度取平均周长,也就是内圆和外圆周长的平均值。报告所有试验的试样的中值和单值。

注:25%以外的应变,可按产品说明书的规定。

13 试验报告

试验报告应包括以下内容:

a) 样品信息:

- 1) 样品的完整描述和来源;
- 2) 必要时的胶料和硫化信息;
- 3) 制作试样的方法,如:模压或裁切;

b) 试验方法:

- 1) 试验方法中所参考的标准号;
- 2) 所用的方法(A、B或C);
- 3) 所用试样的类型;

c) 试验细节:

- 1) 标准试验室温度;
- 2) 试样调节的时间和温度;
- 3) 不同于标准试验室温度和相对湿度时的试验温度和湿度;
- 4) 所使用的润滑剂或粘合剂的类型;

d) 试验结果:

- 1) 所用试样的数量;
- 2) 单个试验结果;
- 3) A法和B法在10%和20%应变下压缩模量的中值,用MPa表示;C法,在25%应变下的中值,用N/m或N表示;
- 4) 试验日期。

附录 A

(资料性附录)

非标准试样试验结果的外推法

形状因子和压缩表面上的润滑程度对橡胶压缩应力-应变性能的影响是非常复杂的,通常,试验结果应看作是在特殊形状和试验所用特定条件下获得的。

尽管如此,本附录对于将不同试样或从试样外推到产品所得到的试验结果进行尝试性比较并指出粘接试样与润滑试样的不同特点,须强调,本标准给出的关系只是一种近似的关系。

本附录采用下列符号:

E ——杨氏模量

E_c ——有效压缩模量

ϵ ——压缩应变,以应变方向试样初始尺寸的百分比表示

G ——剪切模量

K ——体积模量

S ——形状因子

λ ——压缩比($\lambda=1-\epsilon$ 数值上)

σ ——平均压缩应力

k ——与硬度有关的因子

橡胶具有非常高的体积弹性模量,就绝大多数用途来说,可视为不可压缩的。因此:

$$E = 3G$$

在润滑条件下(方法 A),假定充分滑动。则压缩均匀。应力应变关系可用高斯理论进行预测:

$$\sigma = G(\lambda^{-2} - \lambda) = E \frac{(\lambda^{-2} - \lambda)}{3} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

把 $\lambda=1-\epsilon$ 代入上式,

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{E}{3} \left[\frac{1}{(1-\epsilon)^2} - (1-\epsilon) \right] \\ \sigma &= \frac{E}{3} \left[\frac{1 - (1-\epsilon)^3}{(1-\epsilon)^2} \right] \\ \sigma &= \frac{E}{3} \left[\frac{1 - 1 + 3\epsilon - 3\epsilon^2 + \epsilon^3}{(1-\epsilon)^2} \right]\end{aligned}$$

如果忽略 ϵ^3 得:

$$\sigma = \frac{E}{3} \left[\frac{3\epsilon - 3\epsilon^2}{(1-\epsilon)^2} \right] = E\epsilon \left[\frac{1-\epsilon}{(1-\epsilon)^2} \right] = \frac{E\epsilon}{1-\epsilon} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式(A.2)就是接近 30%应变时的近似式。

如果忽略 ϵ^2 得:

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{E}{3} \left[\frac{3\epsilon \left(1 - \epsilon + \frac{\epsilon^2}{3} \right)^3}{1 - 2\epsilon + \epsilon^2} \right] \\ \sigma &= \frac{E\epsilon(1-\epsilon)}{1-2\epsilon}\end{aligned}$$

在应变非常小时, $1-\epsilon \approx 1$, 由式(A.2)推导出:

$$\sigma = E\epsilon \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式(A.3)就是接近 5%的应变时的近似式。

在粘接状态下(方法 B),剪切应变的不均匀分布是因粘接表面固定所致,而且压缩应变与试样形状

和材料的硬度有关

$$E_c = E(A + BS^n) \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中: S 为施加力的面积与未受力的面积之比。例如, 对于一个圆盘试样:

$$S = \text{直径} / 4 \times \text{厚度}$$

对于多个圆盘试样: $A=1$ 而 $B=2/k$

对于矩形试样: $1.0 \leq A \leq 1.3, 1.3 \leq B \leq 2.2$, 与硬度有关。

注 1: 对于天然橡胶 $n=2$ 。

注 2: 方程(A.4)中得到的 E_c 值可由式(A.1)、式(A.2)或(A.3)中的 E 依据应变程度适当地取代。

在很高的应变下或当 S 很大时, 计算时需考虑引用体积弹性模量。其近似式为:

$$\frac{1}{E_c} = \frac{1}{E(A + BS^n)} + \frac{1}{k} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

含有填料的橡胶在剪切中是非线性行为, 这可能会对 E_c 的形状因子分量具有显著的影响, 这也适用于均匀压缩, 当既不使用润滑也不使用粘接时, 通常摩擦不能完全阻止滑动, 滑动的程度将与表面状态、应变程度等而变化, 滑动的程度也与时间有关, 并且在有振动存在的情况下会增大。

在设计方面, 杨氏模量比压缩模量更有价值。为了在 10% 和 20% 的应变下实验测量测定杨氏模量, 应采用式(A.2), 必要时式(A.2)可按式(A.4)进行修改。

压缩模量 SM 由下式得出:

$$\begin{aligned} SM &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{E}{1 - \epsilon} \quad \text{对于润滑试样} \\ &= \frac{E(A + BS^n)}{1 - \epsilon} \quad \text{对于粘合试样} \end{aligned}$$

由上述这些方程, 得出杨氏模量的计算公式为:

$$\begin{aligned} E &= SM(1 - \epsilon) \quad \text{对于润滑试样} \\ &= \frac{SM(1 - \epsilon)}{A + BS^n} \end{aligned}$$

所报告的值将是根据 10% 和 20% 应变的压缩模量测定的 E 的中位数。

附 录 B
(规范性附录)
校 准

B.1 检查

在进行校准前,需校准项目的状态应通过检查加以确认并记录在校准报告或证书中。其中应报告校准是在“可接受”状态还是在纠正异常情况或故障后进行的。

应确定该装置(还包括规定大概值而无需正式校准的任何参数)基本符合试验要求。如果这些参数有可能发生变化,则应在校准程序中详细规定定期检查的要求。

B.2 校准时间表

表 B.1 所示的校准计划表是将试验方法中规定的所有参数与规定的要求一起表列汇编而成。一个参数和要求可能涉及到增加试验装置,该装置的一部分或试验所需的辅助装置。

对于每一个参数,校准程序应按 ISO 18899 中规定,对于其他专门针对该试验方法的出版物或校准程序,如果比 ISO 18899 更具体更详细,则应优先选用。

每个参数的检定频率由代码字母表示。校准时间表中所使用的代码字母包括:

C——要求加以确认,但不用测量;

S——ISO 18899 所规定的标准时间间隔;

U——使用中。

表 B.1 校准频率时间表

参 数	要 求	ISO 18899 条款	检定频率	备 注
压缩试验机	根据 ISO 5893 规定,具有自动记录力-变形曲线功能	14.6	S	x-y 记录仪优于 y-时间记录仪
力的精度	读数的 1%	21.2	S	
变形的精度	0.02 mm 或试样高度的 0.2%	15.4	S	
速度	标称 10 mm/min $\pm$ 2 mm/min	23.4		
压缩板	平行	C	S	
压缩板尺寸	至少与在两压缩板之间的金属板一样大	C	U	
金属板	平整、厚度均匀	C	U	
——粘合试样用	横向尺寸 $\geq$ 试样尺寸	C	U	
——润滑试样用	至少比试样大 20 mm	C	U	
表面光洁度	ISO 4287	15.5	S	
——方法 A	$Ra \leq 0.4 \mu m$			
——方法 B	按粘合体系要求			
模具和裁刀	按 GB/T 2941	15.2	S	
厚度计	按 GB/T 2941	15.1	S	

表 B.1 (续)

参 数	要 求	ISO 18899 条款	检定频率	备 注
用于测量调节和试验温度的温度计	GB/T 2941 中规定,应满足: 标准试验温度下,公差为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; 100 $^{\circ}\text{C}$ 以下包括 100 $^{\circ}\text{C}$,公差为 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$; 高于 100 $^{\circ}\text{C}$,公差为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。	18	S	见第 10 章的规定
润滑液	对试验的橡胶无显著影响,例如,硅或氟硅氧烷流体			

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
硫化橡胶或热塑性橡胶
压缩应力应变性能的测定
GB/T 7757—2009/ISO 7743:2007

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

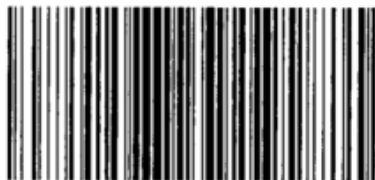
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2009年8月第一版 2009年8月第一次印刷

*

书号: 155066·1-38224 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 7757-2009