

无色光学玻璃测试方法  
杨氏模量、剪切模量及泊松比  
测试方法

UDC 666.22.01

GB 7962.23-87

Colourless optical glass test methods  
Young's modulus, torsional rigidity modulus,  
poisson's ratio

本标准适用于无色光学玻璃杨氏模量、剪切模量及泊松比的测试。

1 原理

利用 $\alpha$ -石英晶体的逆压电效应,对 $\alpha$ -石英晶体采取不同的切割方式,使产生纵向振动和扭转振动。由石英振子对玻璃样品激起超声频纵向和扭转振动,并发生共振。当分别测出样品与振子的复合谐振频率和石英振子的固有谐振频率后,可用下列公式(1)和(2)计算样品的固有频率。再通过测量出样品的密度、长度,分别代入公式(3)、(4)、(5),可求得样品的杨氏模量、剪切模量及泊松比。

$$f_L = f_c + \frac{M_Q}{M_L} (f_c - f_Q) \dots\dots\dots(1)$$

$$f_G = f_{c1} + \frac{I_Q}{I_G} (f_{c1} - f_{Q1}) \dots\dots\dots(2)$$

$$E = 4 \rho L_E^2 f_L^2 \dots\dots\dots(3)$$

$$G = 4 \rho L_G^2 f_G^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$\mu = \frac{E}{2G} - 1 \dots\dots\dots(5)$$

式中:  $f_L$ 、 $f_G$ ——分别表示样品纵向振动和扭转振动的固有频率, Hz ;  
 $f_Q$ 、 $f_{Q1}$ ——分别表示纵向和扭转振子的固有频率, Hz ;  
 $f_c$ 、 $f_{c1}$ ——分别表示样品与振子的纵向和扭转的复合共振频率, Hz ;  
 $M_Q$ 、 $M_L$ ——分别表示纵向石英振子和样品的重量, g ;  
 $I_Q$ 、 $I_G$ ——分别表示扭转石英振子与样品的转动惯量;  
 $E$ ——杨氏模量, Pa;  
 $G$ ——剪切模量, Pa;  
 $\mu$ ——泊松比;  
 $\rho$ ——样品的密度, g/cm<sup>3</sup> ;  
 $L_E$ ——测量杨氏模量的样品长度, mm ;  
 $L_G$ ——测量剪切模量的样品长度, mm。

2 仪器、材料

2.1 仪器线路连接示意图如图1。

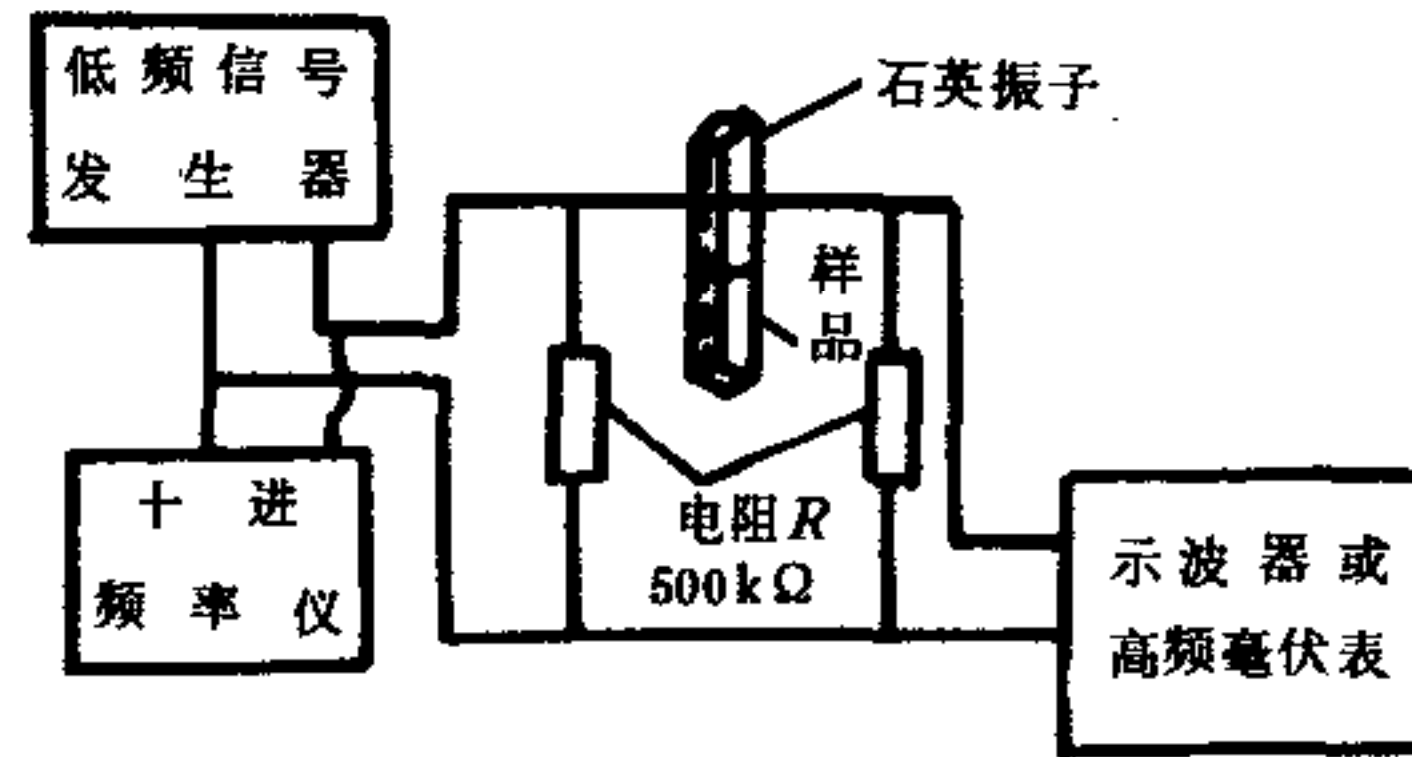


图 1 复合共振法示意图

- 2.2 低频信号发生器, 连续调频输出20~200Hz。
- 2.3 数字频率仪, 精度为±1Hz。
- 2.4 示波器或高频毫伏表。
- 2.5 1kW交流稳压器。
- 2.6 α-石英晶体纵向和扭转振子。
- 2.7 精度为0.01mm千分尺。
- 2.8 精度为0.1mg天平。
- 2.9 中性树脂胶。

### 3 石英振子加工

3.1 纵向振动石英振子, 加工按图2和图3要求进行。

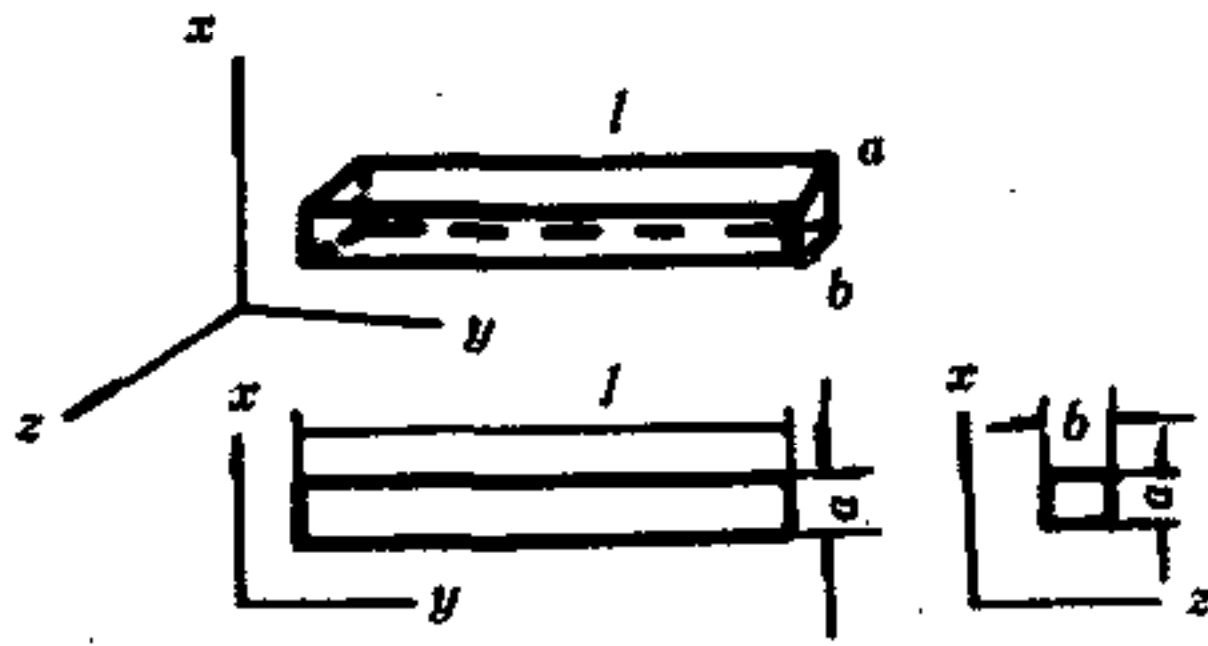


图 2 纵向振动石英振子

(x-切割)

( $a \times b \times l = 3 \times 3 \times 21$ )

加工技术要求:

- a. 正方形ab截面与y轴垂直;
  - b. bl截面与x轴垂直;
  - c. al截面与z轴垂直;
  - d. 晶体的切割方向与晶轴之间保持1°以内;
  - e. 两端面平行, 平行度为0.02mm; 其余面细磨。
- 3.2 扭转振动石英振子, 加工按图4和图5要求进行。

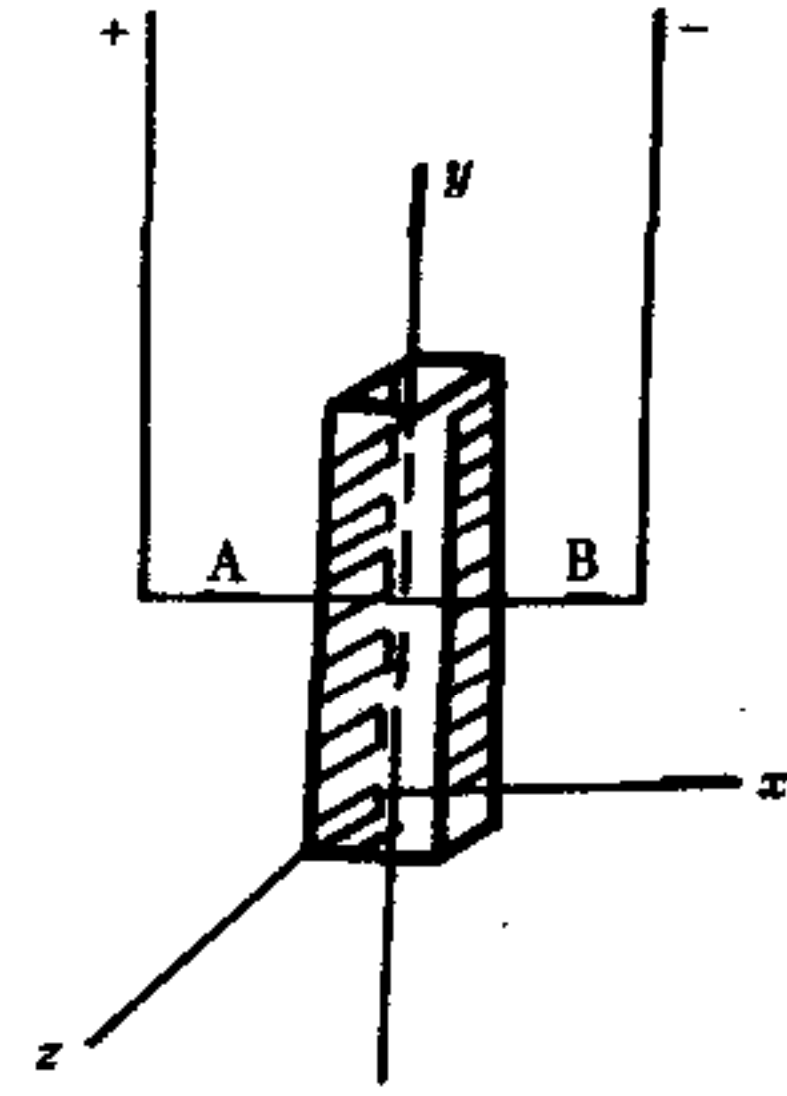


图 3 纵向振动石英振子镀银示意图

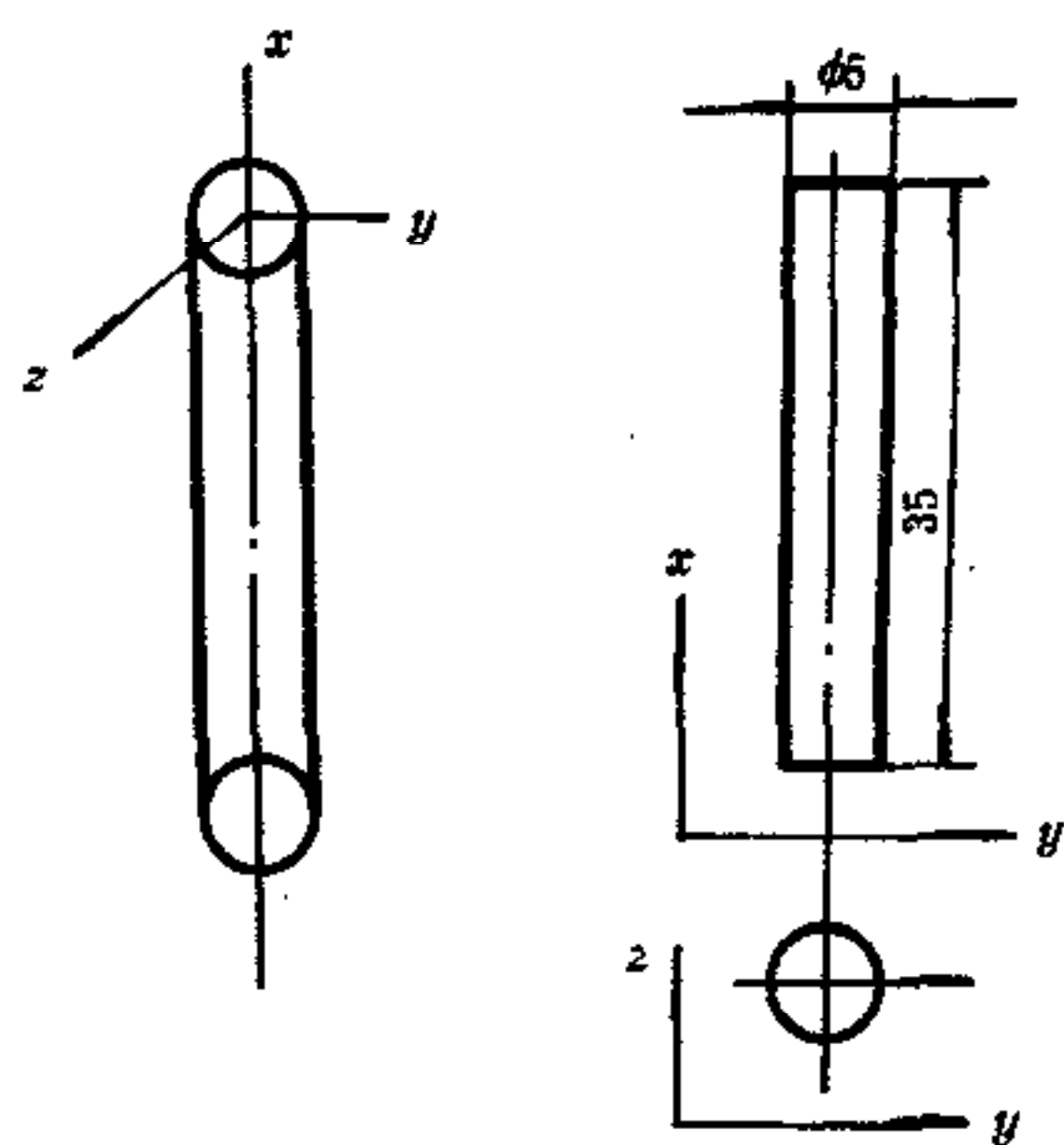


图4 扭转振动石英振子

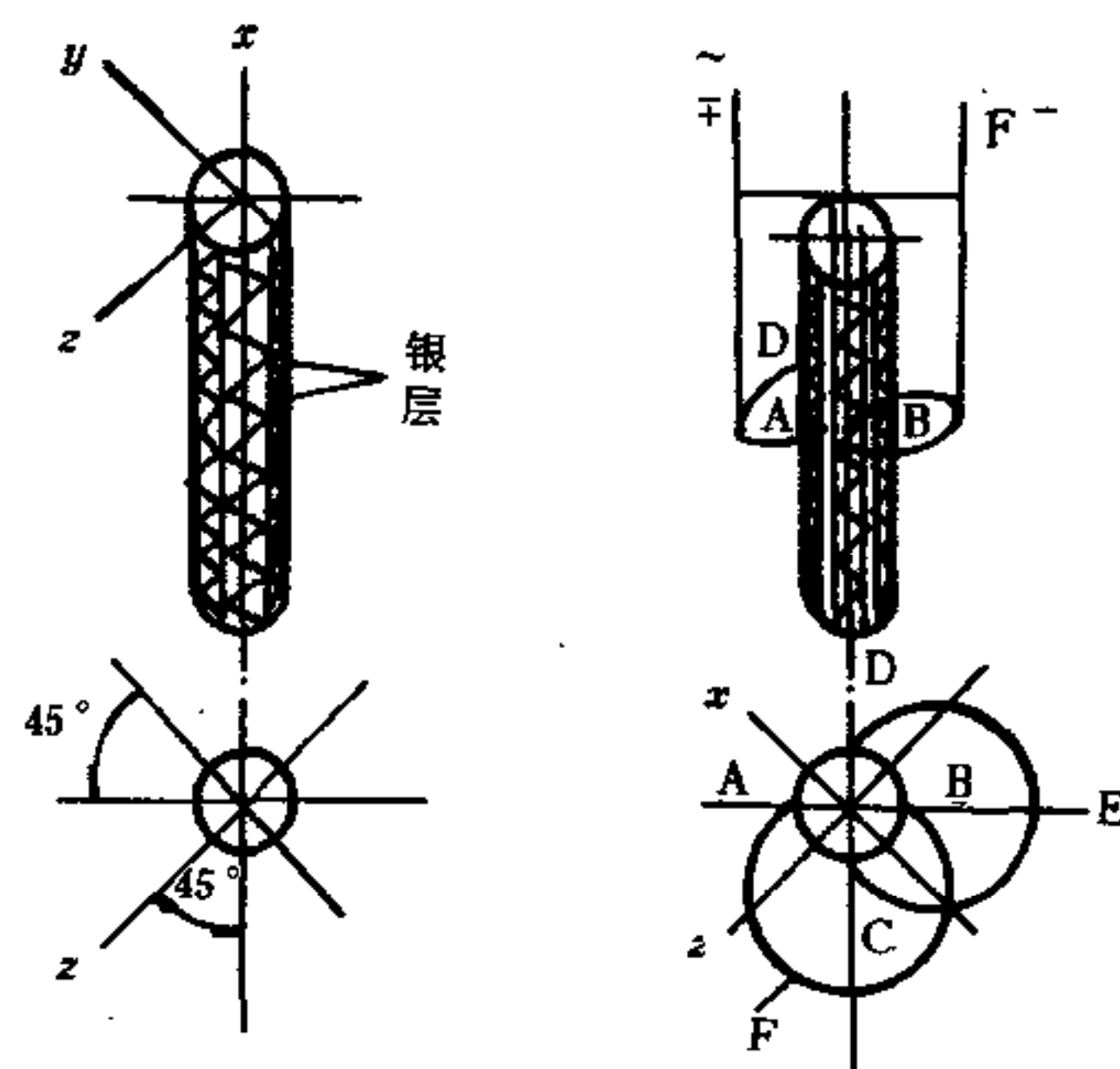


图5 扭转振动石英振子镀银层示意图

加工技术要求:

- a. 石英晶体按图切割标出  $y$ 、 $z$  轴;
- b. 两端面平行, 平行度为  $0.02\text{mm}$ , 四周细磨;
- c. 晶体切割与对应轴向保持偏差在  $1^\circ$  以内。

#### 4 样品

- 4.1 样品经过精密退火, 肉眼观察无气泡、条纹、裂纹、结石等缺陷。
- 4.2 杨氏模量样品 2 根, 加工成  $3\text{mm} \times 3\text{mm} \times 22\text{mm}$ ; 剪切模量样品 2 根, 加工成  $\phi 4.5\text{mm} \times 35\text{mm}$  圆柱体。样品端面平行, 四周细磨, 各面间垂直度为  $90^\circ \pm 2'$ 。

#### 5 测量

- 5.1 按图 1 连接好仪器线路。接上稳压电源。
- 5.2 测量石英振子的重量和尺寸。
- 5.3 将石英振子按图上接入线路中, 调节信号发生器频率, 从示波器上观察最大正弦波形, 此时从频率仪上读取频率值即为石英振子固有频率。
- 5.4 在被测样品一端涂以少量中性树脂, 然后与石英振子一端均匀粘合。重复 5.3 条步骤, 测量样品与石英振子发生共振时的复合谐振频率。在测量过程中改变样品的长度, 使复合谐振频率值达到以下范围为止。

$$\frac{f_c - f_0}{f_0} < 1\%$$

- 5.5 按 GB 7962.20-87 《无色光学玻璃测试方法 密度测试方法》的规定测量样品密度。
- 5.6 将以上测量值分别代入公式 (1)、(2)、(3)、(4)、(5) 中, 计算样品的杨氏模量、剪切模量及泊松比。
- 5.7 将测量结果填入如下报告单。

玻璃牌号		测量日期		测量者	
熔炼号		玻璃质量		复核者	
杨氏模量, $E / \text{Pa}$					
剪切模量, $G / \text{Pa}$					
泊松比 $\mu$					

附加说明:

本标准由中国科学院长春光机所、上海光机所起草。  
本标准主要起草人高文艳、顾琢如。

中华人民共和国  
国家标准  
无色光学玻璃测试方法  
GB 7962.1~7962.23-87

\*

中国标准出版社出版  
(北京复外三里河)  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 4 字数 157·000  
1989年1月第一版 1989年1月第一次印刷  
印数 1—2 500

\*

书号: 155066·1-5697 定价 2.80 元

\*

标目 100—22