



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.21—2008/IEC 60811-2-1:2001  
代替 GB/T 2951.5—1997

## 电缆和光缆绝缘和护套材料通用 试验方法 第21部分:弹性体混合料 专用试验方法——耐臭氧试验—— 热延伸试验——浸矿物油试验

Common test methods for insulating and  
sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 21: Methods specific to elastomeric compounds—  
Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests

(IEC 60811-2-1:2001, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 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

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 第 11 部分：通用试验方法——厚度和外形尺寸测量——机械性能试验；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 第 21 部分：弹性体混合料专用试验方法——耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验；
- 第 31 部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法——高温压力试验——抗开裂试验；
- 第 32 部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法——失重试验——热稳定性试验；
- 第 41 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——耐环境应力开裂试验——熔体指数测量方法——直接燃烧法测量聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量——热重分析法(TGA)测量碳黑含量——显微镜法评估聚乙烯中碳黑分散度；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——滴点——油分离——低温脆性——总酸值——腐蚀性——23℃时的介电常数——23℃和 100℃时的直流电阻率。

本部分为 GB/T 2951 的第 21 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-2-1:2001《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 2-1 部分：弹性体混合料专用试验方法——耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验》(英文版)。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 21 部分”代替“第 2-1 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分第 1.1 条引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 本部分在 IEC 60811-2-1 原文第 3 章未与 IEC 60811-2-1 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”。

鉴于国内的实际情况,与 IEC 60811-2-1 原文相比,本部分还对作了一处技术性补充:在第 10 章“护套浸矿物油试验”中 10.3“试验用油”的条文下增加注释:“非仲裁试验时允许采用符合 SH/T 0139—1995 规定的通用车轴油”。

本部分代替 GB/T 2951.5—1997《电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 2 部分：弹性体混合料专用试验方法 第 1 节：耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验》。

本部分与 GB/T 2951.5—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称改变为：“电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 21 部分：弹性体混合料专用试验方法——耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验”；
- 与标准名称相对应,标准英文名称改变为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 21: Methods specific to elastomeric compounds—Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests”；
- 第 1 章“配用电缆及通信电缆,包括船用电缆”,改为“配电及通信用电缆和光缆,包括船舶和

- 近海用电缆和光缆”(1997 版的第 1 章;本版的第 1 章);
- 第 3 章“适用范围”增加“光缆”(1997 版的第 3 章;本版的第 3 章);
  - 8.1.1 增加了“d)、e)、f)”项(1997 版的 8.1.1;本版的 8.1.1);
  - 8.1.2 改为“8.1.2.1 绝缘取样”和“8.1.2.2 护套取样”(1997 版的 8.1.2;本版的 8.1.2);
  - 8.1.3 改为“8.1.3.1 绝缘试样”和“8.1.3.2 护套试样”(1997 版的 8.1.3;本版的 8.1.3);
  - 将前版中 8.1.4 和 8.1.5 均纳入本版的 8.1.4 中,作为 8.1.4 的下一层次条文“8.1.4.1 绝缘试样”和“8.1.4.2 护套试样”;与此同时,前版中其后的 8.1.6 和 8.1.7 分别相应改为 8.1.5 和 8.1.6(1997 版的 8.1.4、8.1.5、8.1.6 和 8.1.7;本版的 8.1.4、8.1.5 和 8.1.6);
  - 8.2.1.2b)项首句中增加“并将注入孔”,将前版中描述分液漏斗中气体量的“400 mL 与量筒内 KI 溶液量的差值”改为“量筒内 KI 溶液量”(1997 版的 8.2.1.2;本版的 8.2.1.2);
  - 9.1 第 2 段增加了对哑铃试件作好标志线的规定(1997 版的 9.1;本版的 9.1);
  - 9.2 的“注”中对防止管状试件两端紧密封闭的方法举例中增加了“至少”(1997 版的 9.2;本版的 9.2);
  - 9.3a)项增加了“悬挂过程应尽可能快以使烘箱开门最短时间。”,b)项“在烘箱内 15 min 后”改为“当烘箱温度回升到规定温度(最好在 5 min 之内),试件在烘箱中再保持 10 min 后”,c)项“并使试件在规定的温度下恢复 5 min”改为“并将试件留在烘箱中恢复,试件保留在烘箱中 5 min。或者等到烘箱温度回升到规定的温度,取较长时间”,c)项增加了“注”(1997 版的 9.3;本版的 9.3);
  - 9.4“15 min”改为“10 min”(1997 版的 9.4;本版的 9.4);
  - 11.3“ASTM 2 号油”改为“ISO 1817 规定的 IRM 902 号油”(1997 版的 10.3;本版的 10.3)。
- 本部分由中国电器工业协会提出。
- 本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。
- 本部分起草单位:上海电缆研究所。
- 本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。
- 本部分所代替标准的历次版本发布情况为:
- GB/T 2951.5—1997;
  - GB 2951.35—1983、GB/T 2951.35—1994、GB 2951.18—1982、GB/T 2951.18—1994、GB 2951.15—1982、GB/T 2951.15—1994。

# 电缆和光缆绝缘和护套材料通用 试验方法 第 21 部分:弹性体混合料 专用试验方法——耐臭氧试验—— 热延伸试验——浸矿物油试验

## 1 概述

### 1.1 范围

GB/T 2951 规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分规定了耐臭氧试验方法、热延伸试验方法和浸矿物油试验方法。适用于电线、电缆和光缆的弹性体混合料。

### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 2951.11—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分:通用试验方法——厚度和外径测量——机械性能试验(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

GB/T 2951.12—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 12 部分:通用试验方法——热老化试验方法(IEC 60811-1-2:1985, IDT)

ISO 1817:1999 硫化橡胶——耐液体作用的测定

## 2 试验原则

本部分没有规定全部的试验条件(诸如温度、持续时间等)以及全部的试验要求,应在有关电缆产品标准中加以规定。

本部分规定的任何试验要求可以在有关电缆产品标准中加以修改,以适应特殊类型电缆的需要。

## 3 适用范围

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、电线和软线的最常用类型的绝缘和护套材料。

## 4 型式试验和其他试验

本部分所述的试验方法首先是作为型式试验用的。某些试验项目其型式试验和经常进行的试验(如例行试验)的条件有本质上的区别,本部分已指明了这些区别。

## 5 预处理

所有的试验应在绝缘和护套料挤出或硫化(或交联)后存放至少 16 h 方可进行试验。

如果试验是在环境温度下进行,试样应在(23±5)℃温度下存放至少 3 h。

## 6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

## 7 中间值

将获得的应有个数的试验数据以递增或递减次序排列,若有效数据的个数是奇数时,则中间值为正中间 1 个数值;若是偶数,则中间值为中间 2 个数值的平均值。

## 8 耐臭氧试验

警告:注意臭氧的毒性。在任何情况下都应采用预防措施减少操作人员与臭氧的接触。工作室的环境臭氧浓度不应超过  $0.1 \times 10^{-6}$  (每百万份体积空气的臭氧份数),或现有的工业卫生标准规定的指标两者中的较小值。

### 8.1 试验方法

#### 8.1.1 试验设备

- a) 可控制臭氧量的臭氧发生装置;
- b) 在可控湿度和温度条件下,臭氧通过装有被试试样的试验箱的循环系统;
- c) 测定臭氧浓度百分比的装置;
- d) 夹住试件和拉伸试件的夹具;
- e) 圆柱形木棒或金属棒;
- f) 一个装有硅胶或相当材料的干燥器;
- g) 精度为 0.1 mg 的天平。

#### 8.1.2 取样

##### 8.1.2.1 绝缘取样

不论电缆是单芯还是多芯,只需选取 1 根绝缘线芯进行试验。在距离端头不小于 1.5 m 处取足够长度的绝缘线芯,以制备 2 个试样;如线芯外面挤包半导体层,则应切取足够制备 4 个试样的绝缘线芯。

所有的试验用试样应均无可见的机械损伤。

##### 8.1.2.2 护套取样

应取足够长度的电缆或电线样品,或者从电缆上剥下的护套样品,以制备至少 2 个试件。

有机械损伤的任何试样均不应用于试验。

#### 8.1.3 试样制备

##### 8.1.3.1 绝缘试样

应从绝缘线芯上除去所有外护层,但不得损伤绝缘。对于护层是硫化前直接包覆在绝缘上并且粘附在绝缘上的除外。

若绝缘线芯外面有绕包的半导体层,则应除去。

若绝缘线芯外面有挤包的半导体屏蔽层,则应除去两个试样的半导体屏蔽层,而保留另外两个试样的半导体屏蔽层。

##### 8.1.3.2 护套试样

根据 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.3 和 9.2.3 的规定制备两个哑铃试件。试件的最小厚度为 0.6 mm。

对于不能制备哑铃试件的小尺寸电缆试样,则按照绝缘试样的试验方法进行。

#### 8.1.4 试样的预处理和弯曲

##### 8.1.4.1 绝缘试样

如绝缘线芯上没有挤包的半导体屏蔽层,则 1 个试样应沿着其原来的弯曲方向和平面无扭绞地绕

在试棒上一整圈,并在端头交叉处用绳子或带子扎牢;第二个试样应同样沿着其原来的弯曲平面弯曲,但方向相反。

如绝缘线芯上有挤包的半导体屏蔽层,则应将除去半导体层的试样和保留半导体层的试样如上所述分别在两个方向上弯曲。

应在室温或 20 °C 取其中较高温度下弯曲试样。应采用黄铜、铝或经适当处理的木制试棒,其直径应按表 1 规定:

表 1

绝缘线芯外径 $d$ /mm	试棒直径(绝缘线芯外径的倍数)
$d \leq 12.5$	$4 \pm 0.1$
$12.5 < d \leq 20$	$5 \pm 0.1$
$20 < d \leq 30$	$6 \pm 0.1$
$30 < d \leq 45$	$8 \pm 0.1$
$45 < d$	$10 \pm 0.1$

若试样太硬以致两端头不能交叉,则试样应在规定直径的试棒上弯曲至少 180°并扎牢。

每个试样的表面均应用一块干净的布擦掉灰尘或潮气。试验前,在试棒上弯曲的试样应在环境温度的空气中放置(30~45)min,而不需要进一步的处理。

#### 8.1.4.2 护套试件

每个试件的表面均应用一块干净的布擦掉灰尘或潮气。试样应存放在 23 °C ± 5 °C 的干燥器中至少 16 h。

用夹具将试件的两端夹住,使试件在夹具上伸长 33% ± 2%。

注:为避免试件在夹具附近开裂,可在夹具下的试件涂上耐臭氧漆。

#### 8.1.5 暴露在臭氧中

经 8.1.4 处理过的试样应置于一个带旋塞的试验箱内中部;两试件之间间距至少为 20 mm。

除电缆产品标准另有规定外,试样应保持在(25 ± 2)°C 温度下,并暴露在带有规定臭氧浓度的干燥循环空气中。

臭氧浓度及持续时间按有关电缆产品标准的规定。

臭氧浓度应在试验箱中根据 8.2 规定测量。

带有规定浓度臭氧的空气,其流量应控制在 280 L/h 和 560 L/h 之间,箱内空气压力应保持略高于大气压力。

#### 8.1.6 试验结果的评定

规定的试验时间结束后,从试验箱中取出试样,应用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查。

绝缘试样上距离结扎处最远的 180°弯曲部分应无裂纹。

哑铃试件中部的窄条应无裂纹。

在夹具附近的裂纹应忽略。

### 8.2 臭氧浓度的测定

#### 8.2.1 化学分析法

##### 8.2.1.1 试剂

试剂应是分析纯级的。

整个试验过程均应使用蒸馏水。

- a) 淀粉指示液:1 g 可溶淀粉加入 40 mL 冷水中,不断搅拌,并加热到沸腾直到淀粉完全溶解。用冷水稀释至约 200 mL,然后加入 2 g 结晶氯化锌,澄清溶液,倒出上层清液供使用。溶液应每隔二、三天更换一次以便保存及定期使用。

或者也可将 1 g 可溶淀粉溶于 100 mL 沸水中制备新鲜溶液。

不管用哪一种淀粉溶液作指示剂,均应加几滴 10% 的醋酸到溶液中滴定。

- b) 标准碘溶液:在称量管中加入 2 g 碘化钾(KI)和 10 mL 水并称重,然后将碘直接加入放在天平盘上的称量管里的溶液中,直到溶液中碘的总质(重)量约为 0.1 g。精确称重含碘溶液,并测定加入的碘含量。将溶液倒入烧杯中,在烧杯上面用蒸馏水清洗称量管,一并将烧杯中的溶液倒入 1 000 mL 量瓶,然后把冲洗烧杯的蒸馏水也倒入量瓶,稀释至 1 000 mL。

注:如保存在暗冷的地方和塞紧的棕色瓶里,该溶液相当稳定。

- c) 硫代硫酸钠溶液:将约 0.24 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  置于 1 000 mL 量瓶中,稀释到 1 000 mL 制成浓度和标准碘溶液基本相同的硫代硫酸钠( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )溶液。由于硫代硫酸钠溶液浓度会逐渐减小,在作臭氧试验当天,此溶液对碘溶液应作标准标定。

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的浓度  $E$  按碘当量计算,并以每毫升溶液的碘量毫克数表示,公式为:

$$E = \frac{F \times C}{S}$$

式中:

$F$ ——碘溶液体积,单位为毫升(mL);

$C$ ——碘浓度,单位为毫克每毫升(mg/mL);

$S$ ——用于滴定的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液体积,单位为毫升(mL)。

- d) 碘化钾溶液:将约 20 g 纯 KI 溶于 2 000 mL 水中。

- e) 醋酸:制备 10% 溶液(按体积比)。

### 8.2.1.2 试验步骤

已测定体积的含臭氧空气应通过试验箱内的 KI 溶液起泡,或者收集已测定体积的含臭氧空气,用合适的方法与 KI 溶液混合。

两种可选择采用的方法:

- a) 盛有 100 mL KI 溶液的取样瓶一边接到试验箱的取样旋塞上,一边接到 500 mL 气体量管上。连接取样瓶到试验箱旋塞的玻璃管的位置应大大低于取样瓶中 KI 溶液的液面。打开量管的双通塞止旋塞,接通大气,升高接通量管底部的吸气瓶使水充满量管。然后关闭接通大气的量瓶旋塞,同时打开接通取样瓶塞,此时试验箱的取样旋塞接通取样瓶。然后放低吸气瓶直到水从量管中流光。这时,试验箱里的 500 mL 气体将吹泡通过 KI 溶液。然后关闭两个塞止旋塞,取下取样瓶供滴定;
- b) 在容量为 400 mL 的分液漏斗里注满 KI 溶液,并将注入孔并接到试验箱的试验旋塞上。同时打开试验旋塞和分液漏斗底部的止塞,直到约 200 mL KI 溶液流入放在下面的带刻度的量筒内。迅速关闭试验旋塞和分液漏斗止塞,移去并塞住分液漏斗。此时分液漏斗里的气体量为量筒内 KI 溶液量。摇晃分液漏斗使气体与 KI 溶液完全发生反应,量筒内的 KI 溶液应用淀粉指示剂测试是否含游离碘,若有则该气体试样应作废并重新采样。

不论用哪种方法,与来自试验箱的已知体积的气体发生化学反应的 KI 溶液均应以淀粉指示剂与标定过的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液进行滴定。

### 8.2.1.3 计算

在室温和大气压力下,由于 1 mg 碘相当于 0.1 mL 臭氧(在平均室温和大气压力下本分析方法的精度范围之内),臭氧浓度可按下式计算:

$$\text{臭氧浓度 \% (体积比)} = \frac{10SE}{V}$$

式中:

$S$ ——用于滴定的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液量,单位为毫升(mL);

$E$ —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的碘当量,即每毫升  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的碘的毫克数;

$V$ ——收集到的气体试样量,单位为毫升(mL)。

### 8.2.2 用臭氧计直接测量

作为化学分析法的替代方法,臭氧浓度可以用臭氧计直接测量、臭氧计通过与用化学分析法所得结果进行对比校准。

## 9 热延伸试验

### 9.1 取样,试样制备及其截面积的测定

从每一被试试样上切取两个绝缘样段和护套样段,按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章规定的试验方法制备试样及测量截面积。哑铃试件应在除去所有凸脊和/或半导体层后从绝缘和护套内层制取。

试片厚度应不小于 0.8 mm,不大于 2.0 mm。如果不能制备 0.8 mm 厚的试片,则允许其最小厚度为 0.6 mm。在每个大哑铃试件中部标上 20 mm 的标志线,在每个小哑铃试件中部标上 10 mm 的标志线。

### 9.2 试验设备

a) 试验应在如 GB/T 2951.12—2008 中 8.1 的规定的烘箱中进行;

b) 在烘箱内每一试件应从上夹头悬挂下来,用下夹头夹住,并在下夹头上加重物。

注:用夹头固定管状试件时,不应使试件两端紧密封闭。可用任何适当的方法实现,如至少在试件一端插入一小段金属针管,其尺寸略小于试件内径。

### 9.3 试验步骤

a) 试件应悬挂在烘箱中,下夹头加重物。所产生的作用力按有关电缆产品标准中对相关材料的规定。悬挂过程应尽可能快以使烘箱开门时间最短。

b) 当烘箱温度回升到规定温度(最好在 5 min 之内),试件在烘箱中再保持 10 min 后,测量标记线间距离并计算伸长率。如果烘箱没有观察窗而必须把门打开进行测量,则应在打开门后 30 s 内测量完毕。

如有争议,试验应在带观察窗的烘箱内进行,并且不打开箱门测量。

c) 然后从试件上解除拉力(在下夹头处把试样剪断),并将试件留在烘箱中恢复,试件保留在烘箱中 5 min。或者等到烘箱温度回升到规定的温度,取较长时间。然后从烘箱中取出试件,慢慢冷却至室温,再次测量标记线间的距离。

注:试验过程中必须采取适当的防护措施以避免热夹子,负载和试件有可能造成的损伤。

### 9.4 试验结果的评定

a) 在规定温度下负重 10 min 后,伸长率的中间值应不大于有关电缆产品标准的规定;

b) 试件从烘箱内取出冷却后标记线间距离的增加量的中间值对试件放入烘箱前该距离的百分比应不大于有关电缆产品标准的规定。

## 10 护套浸矿物油试验

### 10.1 取样和试样制备

应按 GB/T 2951.11—2008 中 9.2.2 和 9.2.3 规定的步骤制备 5 个试件。

### 10.2 试件截面积的测定

见 GB/T 2951.11—2008 中 9.2.4 规定的试验方法。

### 10.3 试验用油

除非另有规定,使用的矿物油应是 ISO 1817 规定的 IRM 902 号油。

注:非仲裁试验时允许采用符合 SH/T 0139—1995 规定的通用车轴油。



#### 10.4 试验步骤

试件应浸入预热到规定试验温度的油浴中,并在此温度下保持规定时间。试验温度和时间应按有关电缆产品标准规定。

规定时间结束后,从油浴中取出试件,轻轻吸掉多余的油,并应将试件悬挂在环境温度的空气中至少 16 h,但不超过 24 h,除非有关电缆产品标准另有规定。这一过程结束后,应再从试件上轻轻吸去任何多余的油。

#### 10.5 机械性能的测定

见 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 规定的试验方法。

#### 10.6 试验结果表示方法

应根据浸油前测得的试件截面积计算抗张强度(见 10.2)。

浸油前后的 5 个试件的机械性能的中间值之差(见 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.2)与浸油前机械性能的中间值的百分比应不大于有关电缆产品标准的规定。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
电缆和光缆绝缘和护套材料通用  
试验方法 第21部分:弹性体混合料  
专用试验方法——耐臭氧试验——  
热延伸试验——浸矿物油试验  
GB/T 2951.21—2008/IEC 60811-2-1:2001

\*

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](http://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 0.75 字数 15 千字

2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

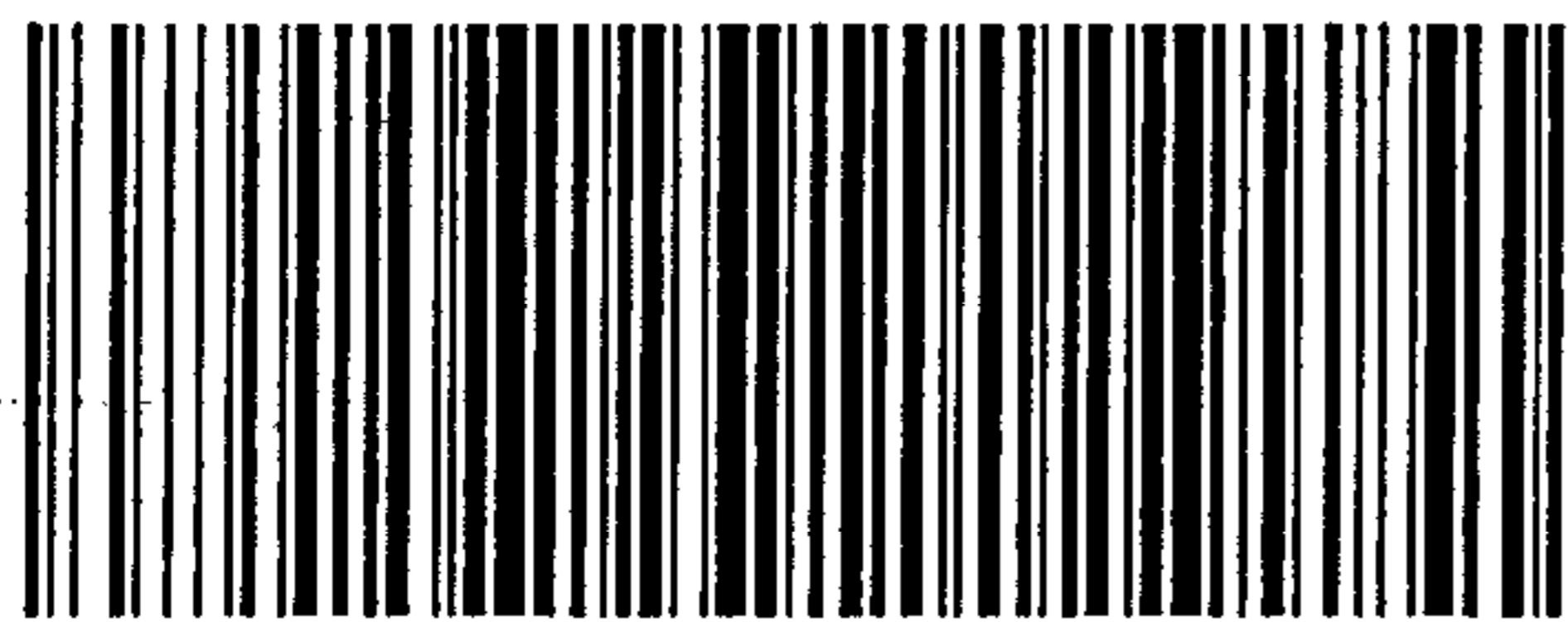
\*

书号: 155066·1-33421

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 2951.21-2008