

ICS 77.140.99  
H 59



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 30059—2013

## 热交换器用耐蚀合金无缝管

Seamless corrosion-resisting alloy tubes for heat-exchanger

2013-12-17 发布

2014-09-01 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。

本标准参照 ASME SB-163(2010 版)《无缝镍和镍合金冷凝器及热交换器管子》和 ASME SB-444(2010 版)《镍-铬-钼-铌合金(UNS N06625)和镍-铬-钼-硅合金(UNS N06219)公称管和管子》制定。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:攀钢集团江油长城特殊钢有限公司、冶金工业信息标准研究院、永兴特种不锈钢股份有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、江苏银环精密钢管股份有限公司。

本标准主要起草人:曹勇、石军、栾燕、方轶、王建勇、邵羽、褚艳丽、华杨康、陈杰。

# 热交换器用耐蚀合金无缝管

## 1 范围

本标准规定了热交换器用耐蚀合金无缝管的订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书等内容。

本标准适用于在腐蚀性介质中使用的镍基、铁镍基热交换器用耐蚀合金冷轧(拔)无缝管(以下简称合金管)。其他用途的合金管可参照使用。

## 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 223.4 钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.8 钢铁及合金化学分析方法 氟化钠分离-EDTA 滴定法测定铝含量
- GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
- GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.21 钢铁及合金化学分析方法 5-Cl-PADAB 分光光度法测定钴量
- GB/T 223.22 钢铁及合金化学分析方法 亚硝基 R 盐分光光度法测定钴量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法  $\alpha$ -安息香肟重量法测定钼量
- GB/T 223.38 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-重量法测定钼量
- GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法 测定硫含量
- GB/T 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法

GB/T 223.70	钢铁及合金	铁含量的测定	邻二氮杂菲分光光度法
GB/T 223.72	钢铁及合金	硫含量的测定	重量法
GB/T 223.73	钢铁及合金	铁含量的测定	三氯化钛-重铬酸钾滴定法
GB/T 223.84	钢铁及合金	钛含量的测定	二安替比林甲烷分光光度法
GB/T 223.85	钢铁及合金	硫含量的测定	感应炉燃烧后红外吸收法
GB/T 223.86	钢铁及合金	总碳含量的测定	感应炉燃烧后红外吸收法
GB/T 228.1	金属材料	拉伸试验	第1部分:室温试验方法
GB/T 241	金属管	液压试验方法	
GB/T 242	金属管	扩口试验方法	
GB/T 246	金属管	压扁试验方法	
GB/T 2102	钢管	的验收、包装、标志和质量证明书	
GB/T 2975	钢及钢产品	力学性能试验取样位置及试样制备	
GB/T 4334—2008	金属和合金的腐蚀	不锈钢晶间腐蚀试验方法	
GB/T 5777—2008	无缝钢管	超声波探伤检验方法	
GB/T 6394	金属	平均晶粒度测定法	
GB/T 7735—2004	钢管	涡流探伤检验方法	
GB/T 10571—2005	钢中非金属夹杂物含量的测定	—标准评级图显微检验法	
GB/T 11170	不锈钢	多元素含量的测定	—火花放电原子发射光谱法(常规法)
GB/T 15007—2008	耐蚀合金	牌号	
GB/T 15060—1994	镍基合金	晶间腐蚀试验方法	
GB/T 17195—2008	无缝钢管	尺寸、外形、重量及允许偏差	
GB/T 20066	钢和铁	化学成分测定用试样的取样和制样方法	
GB/T 20123	钢铁	总碳硫含量的测定	—高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
ASTM A262—2010	奥氏体不锈钢	晶间腐蚀敏感性的硝酸试验方法	(Standard practices for detecting susceptibility to intergranular attack in austenitic stainless steels)

### 3 订货内容

按本标准订购的合同或订单应包括下列内容:

- 本标准编号;
- 产品名称;
- 合金牌号;
- 交货状态;
- 尺寸规格(外径×壁厚,单位为毫米);
- 数量(总重量或总长度);
- 其他特殊要求。

### 4 尺寸、外形、重量

#### 4.1 外径和壁厚及允许偏差

4.1.1 除非合同中另有规定,钢管按公称外径( $D$ )和公称壁厚( $S$ )交货。根据需方要求,经供需双方协商,钢管可按公称外径( $D$ )和最小壁厚( $S_{\min}$ )交货。

4.1.2 合金管的通常尺寸:外径为 6 mm~219 mm,壁厚为 0.5 mm~10 mm,其尺寸规格应符合

GB/T 17395—2008 中表 3 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他外径和壁厚的合金管。

4.1.3 合金管按公称外径( $D$ )和公称壁厚( $S$ )交货时,其公称外径( $D$ )和公称壁厚( $S$ )的允许偏差应符合表 1 的规定。合金管按公称外径( $D$ )和最小壁厚( $S_{\min}$ )交货时,其公称外径( $D$ )的允许偏差应符合表 1 的规定,最小壁厚( $S_{\min}$ )的允许偏差应符合表 2 的规定。

4.1.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1 和表 2 规定以外尺寸允许偏差的合金管。

表 1 合金管公称外径和公称壁厚的允许偏差

单位为毫米

公称尺寸		允许偏差
公称外径 $D$	6~10	$\pm 0.10$
	>10~30	$\pm 0.15$
	>30~50	$\pm 0.25$
	>50~159	$\pm 0.70\%D$
	>159~219	$\pm 0.75\%D$
公称壁厚 $S$	0.5~1.0	$\pm 0.10$
	>1.0	$\pm 10\%S$

表 2 合金管最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

公称壁厚		允许偏差
最小壁厚 $S_{\min}$	0.5~1.0	+0.20 0
	>1.0	+20% $S_{\min}$ 0

## 4.2 长度

### 4.2.1 通常长度

合金管一般以通常长度交货,通常长度为 2 000 mm~12 000 mm。

### 4.2.2 定尺长度和倍尺长度

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应定尺长度和倍尺长度的合金管或超长合金管。定尺和倍尺长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为 $^{+10}_0$  mm。每一倍尺长度应留出切口余量 5 mm~10 mm。

## 4.3 弯曲度

合金管的每米弯曲度应不大于 1.5 mm;全长弯曲度不大于总长度的 0.15%。

## 4.4 不圆度和壁厚不均

合金管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%。

#### 4.5 端头外形

合金管两端端面应与合金管轴线垂直,并应清除切口毛刺。

#### 4.6 重量

合金管应按实际重量交货。根据需方要求,经供需双方协商,也可按理论重量交货。合金管每米理论重量按式(1)计算:

$$W = \frac{\pi}{1000} \rho S(D - S) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- W ——合金管的理论重量,单位为千克每米(kg/m);
- $\pi$  ——3.141 6;
- $\rho$  ——合金的密度(参见表 C.1),单位为千克每立方分米(kg/dm<sup>3</sup>);
- S ——合金管的公称壁厚,单位为毫米(mm);
- D ——合金管的公称外径,单位为毫米(mm)。

### 5 技术要求

#### 5.1 牌号和化学成分

- 5.1.1 耐蚀合金的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表3的规定。
- 5.1.2 成品合金管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 12207—2008 中表4的规定。

#### 5.2 制造方法

##### 5.2.1 冶炼方法

耐蚀合金应采用真空感应炉加电渣重熔,或非真空加电渣重熔,或电弧炉加炉外精炼冶炼。经供需双方协商,也可采用符合本标准要求的其他冶炼方法。

##### 5.2.2 合金管的制造方法

合金管应采用冷轧(拔)无缝方法制造。

#### 5.3 交货状态

- 5.3.1 合金管应经固溶处理并酸洗交货。合金管推荐的热处理制度见表4。经供需双方协商,并在合同中注明,合金管可采用表4规定以外的其他热处理制度。凡经整体磨、镗的或经保护气氛热处理的合金管,可不经酸洗交货。
- 5.3.2 根据需方要求,并在合同中注明,合金管也可以冷拔或冷轧状态交货。

表 3 合金的牌号和化学成分

序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数)/%													
			C	Cr	Ni	Fe	Mo	Cu	Al	Ti	Nb	Co	Si	Mn	P	S
1	H08800	NS1101	≤0.10	19.0~23.0	30.0~35.0	余量	—	≤0.75	0.15~0.60	0.15~0.60	—	—	≤1.00	≤1.50	≤0.030	≤0.015
2	H08810	NS1102	0.05~0.10	19.0~23.0	30.0~35.0	余量	—	0.15~0.60	0.15~0.60	—	—	—	≤1.00	≤1.50	≤0.030	≤0.015
3	H01103	NS1103	≤0.030	24.0~26.5	34.0~37.0	余量	—	—	—	—	—	—	0.30~0.70	0.50~1.50	≤0.030	≤0.030
4	H01401	NS1401	≤0.030	25.0~27.0	34.0~37.0	余量	—	3.0~5.0	—	—	—	—	≤0.70	≤1.00	≤0.030	≤0.030
5	H08825	NS1402	≤0.05	29.0~33.5	38.0~46.0	余量	—	1.5~3.0	≤0.20	—	—	—	≤0.50	≤1.00	≤0.030	≤0.015
6	H06600	NS3102	≤0.10	14.0~17.0	余量	6.0~7.0	—	≤0.50	—	—	—	—	≤0.50	≤1.00	≤0.030	≤0.015
7	H06690	NS3105	≤0.05	27.0~31.0	余量	7.0~8.0	—	—	—	—	—	—	≤0.50	≤0.50	≤0.030	≤0.015
8	H06625	NS3306	≤0.10	20.0~23.0	余量	≤5.0	—	—	≤0.40	3.0~4.15	—	—	≤0.50	≤0.50	≤0.015	≤0.015

注：附录 A 给出了与国外牌号的对照。

5.4 力学性能

5.4.1 固溶处理状态交货合金管的纵向力学性能应符合表 4 的规定。

表 4 合金管的推荐固溶热处理制度及力学性能

序号	牌号	推荐固溶热处理制度/℃	力学性能		
			抗拉强度 $R_m$ / MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ / MPa	断后伸长率 $A$ / %
			不小于		
1	NS1101	1 000~1 060,急冷	517	207	30
2	NS1102	1 100~1 170,急冷	448	172	30
3	NS1103	980~1 050,急冷	515	205	30
4	NS1401	1 000~1 050,急冷	540	215	35
5	NS1402	960~1 070,急冷	586	241	30
6	NS3102	1 000~1 050,急冷	552	241	30
7	NS3105	1 000~1 100,急冷	586	241	30
8	NS3305	960~1 030,急冷	690	276	30

5.5 液压试验

5.5.1 合金管应逐根进行液压试验,试验压力按式(2)计算,最大试验压力为 20 MPa。在试验压力下,稳压时间不少于 5 s,合金管不允许出现渗漏现象。

$$p = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $p$ ——试验压力,单位为兆帕(MPa);
- $S$ ——合金管的公称壁厚,单位为毫米(mm);
- $R$ ——允许应力,为表 4 规定  $R_{p0.2}$  的 50%,单位为兆帕(MPa);
- $D$ ——合金管的公称外径,单位为毫米(mm)。

5.5.2 供方可用涡流探伤代替液压试验。用涡流探伤时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735—2004 中 A 级的规定。

5.6 工艺性能

5.6.1 压扁试验

壁厚不大于 10 mm 的合金管应做压扁试验。试样压扁后不允许有裂缝和裂口。试样压扁后的平板间距离  $H$  按式(3)计算:

$$H = \frac{(1+\alpha)S}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $H$ ——压扁后的平板间距离,单位为毫米(mm);
- $S$ ——合金管的公称壁厚,单位为毫米(mm);



D ——合金管的公称外径,单位为毫米(mm);

$\alpha$  ——单位长度变形系数,取 0.08。

5.6.2 扩口试验

壁厚不大于 10 mm 的合金管应做扩口试验。扩口试验的顶心锥度为 60°,扩口后试样的外径最小扩口率为 15%,扩口后试样不允许出现裂缝和裂口。

5.7 非金属夹杂物

NS1402 合金管应做非金属夹杂物检验,按 GB/T 10561—2005 中的 A 法进行评级,合格级别应符合表 5 的规定,A+B+C+D 类夹杂物粗系或细系之和均不大于 5 级。

表 5 非金属夹杂物合格级别

牌号	A		B		C		D	
	粗	细	粗	细	粗	细	粗	细
NS1402	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤2.0

5.8 腐蚀试验

5.8.1 NS1103、NS1402 和 NS3105 的合金管按 6.3 做晶间腐蚀试验,其合格指标应符合下列规定:

- a) 按 GB/T 15260—1994 中 A 法(铜-铁-50%硫酸法):所测试样的腐蚀率与该试样经实验室固溶处理状态的腐蚀率的比值不大于 1.5;
- b) 按 GB/T 15260—1994 中 B 法或 GB/T 4332—2008 中 B 法(铜-硫酸铜-1%硫酸法):试样弯曲 180 度,试样的外表面不允许有晶间腐蚀裂纹;
- c) 按 GB/T 15260—1994 中 D 法(硝酸试验)或 ASTM A262—2010 中 C 法(检测奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感度的硝酸试验),检测率不大于 0.2 mm/a(未涂年)或 0.075 mm/月。经供需双方协商,也可采用其他合格指标。

5.8.2 推荐的敏化处理温度参见附录 B,敏化处理时间推荐如下:

- a) 碳含量不大于 0.020%或加入足量钛或铌等稳定化元素的合金管,敏化处理时间可为 1 h;
- b) 碳含量大于 0.020%小于等于 0.030%的非稳定化型的耐腐蚀合金管,敏化处理时间可为 0.5 h。

5.8.3 腐蚀速率  $r_{corr}$ 按式(4)计算:

$$r_{corr} = \frac{K \cdot \Delta m}{A \cdot t \cdot \rho} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $r_{corr}$  ——腐蚀速率,单位毫米每年(mm/a);
- K ——常数,  $8.76 \times 10^4$ ;
- t ——暴晒时间,单位为小时(h);
- A ——暴晒面积,单位为平方厘米( $cm^2$ );
- $\Delta m$  ——失重,单位为克(g);
- $\rho$  ——密度,单位为克每立方厘米( $g/cm^3$ )。

5.8.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,其他牌号的合金管可做晶间腐蚀试验,腐蚀试验方法由需方指定。

5.9 晶粒度

NS1102 合金管的平均晶粒度为 5 级或更粗;NS1103、NS1402 和 NS3105 合金管的平均晶粒度为

6 级或更细。

### 5.10 超声波检验

5.10.1 合金管应逐支进行超声波检验,其验收级别应符合 GB/T 5777—2008 中 L2.5 级的规定。

5.10.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,超声波检验可采用其他验收等级。

### 5.11 表面质量

合金管的内外表面不允许有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤存在。上述缺陷应完全清除,缺陷清除处合金管表面应圆滑无棱角,且清除处实际壁厚不得小于壁厚允许的最小值。

在合金管内外表面上,直道允许深度应不大于壁厚的 4%,最大深度应不大于 0.2 mm。

不超过壁厚负偏差的其他缺陷可不清除。

## 6 试验方法

6.1 合金管的尺寸外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

6.2 合金管的表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

6.3 合金管的晶间腐蚀试验方法如下:

a) NS1103 合金管按 GB/T 4334—2008 中的 E 法进行;

b) NS1402 合金管按 GB/T 15260—1994 中的 A 法或 D 法进行。经供需双方协商,并在合同中注明,也可用 ASTM A262-2010 中 C 法代替 GB/T 15260—1994 中的 D 法进行试验;

c) NS3306 合金管按 GB/T 15260—1994 标准的 B 法执行。

6.4 合金管的其他检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 合金管的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量/个	取样部位	试验方法
1	化学成分	1/炉	GB/T 20066	GB/T 223(见第 2 章)、 GB/T 11170、GB/T 20123
2	拉伸试验	2	GB/T 2975,不同根合金管端部	GB/T 228.1
3	液压试验	逐根	—	GB/T 241
4	涡流探伤	逐根	—	GB/T 7735—2004
5	超声波检验	逐根	—	GB/T 5777—2008
6	压扁试验	2	不同根合金管端部	GB/T 246
7	扩口试验	2	不同根合金管端部	GB/T 242
8	非金属夹杂物	2	不同根合金管端部	GB/T 10561—2005
9	晶粒度	2	不同根合金管端部	GB/T 6394
10	腐蚀试验	2	不同根合金管端部	见 6.3

## 7 检验规则

### 7.1 检查和验收

合金管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

## 7.2 组批规则

合金管按批进行检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的合金管组成。每批合金管的数量应不超过如下规定:

- 公称外径  $D \leq 25.4$  mm:400 根;
- 公称外径  $D > 25.4$  mm~51 mm:200 根;
- 公称外径  $D > 51$  mm:100 根。

## 7.3 取样数量和取样部位

合金管的取样数量和取样部位应符合表 6 的规定。

## 7.4 复验与判定规则

合金管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

## 8 包装、标志和质量证明书

合金管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附录 A  
(资料性附录)  
国内外耐腐蚀合金牌号对照

国内外耐腐蚀合金牌号对照参见表 A.1。

表 A.1 本标准与国内外标准的牌号对照

序号	中国			美国 ASTM	德国 DIN	英国 BS	日本 JIS	国内使用过的合金牌号
	统一数字代号	本标准	旧牌号					
1	H08800	NS1101	NS111	N08800 (Incoloy 800)	—	NA15 Ni-Fe-Cr	NCF 800 (NCF 2B)	0Cr20Ni32AlTiNS111
2	H08810	NS1102	NS112	N08810 (Incoloy 800H)	—	—	—	1Cr20Ni32AlTiNS112
3	H01103	NS1103	NS113	—	—	—	—	00Cr25Ni35AlTiNS113
4	H01401	NS1401	NS141	—	—	—	—	00Cr26Ni35Mo3Cu4TiNS141
5	H08825	NS1402	NS142	N08825 (Incoloy 825)	NiCrMo 2.4858	NA16 Ni-Fe-Cr-Mo	NCF 825	0Cr21Ni42Mo3Cu2TiNS142
6	H06600	NS3102	NS312	N06600 (Inconel 600)	NiCr15Fe 2.4816	NA14 Ni-Cr-Fe	NCF 600 (NCF 1B)	1Cr15Ni75Fe8NS312
7	H06690	NS3105	NS315	N06690 (Inconel 690)	—	—	—	0Cr30Ni60Fe10NS315
8	H06625	NS3306	NS336	N06625 (Inconel 625)	NiCr22Mo9Nb 2.4856	NA21 Ni-Cr-Mo-Nb	—	0Cr20Ni35Mo10Nb4NS336

附 录 B  
(资料性附录)  
敏化处理温度

晶间腐蚀试验敏化处理温度参见表 B.1。

表 B.1 晶间腐蚀试验推荐的敏化处理温度

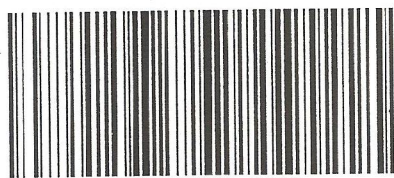
序号	统一数字代号	本标准	旧牌号	敏化温度范围/°C	推荐的敏化处理温度/°C
1	H08800	NS1101	NS111	590~815	650
2	H08810	NS1102	NS112		
3	H01103	NS1103	NS113	590~815	650
4	H01401	NS1401	NS141	650~870	750
5	H08825	NS1402	NS142		
6	H06600	NS3102	NS312	550~850	750
7	H06690	NS3105	NS315	—	—
8	H06625	NS3306	NS336	650~850	750

附 录 C  
(资料性附录)  
耐蚀合金的室温相对密度

计算合金管腐蚀速率时的室温密度参见表 C.1。

表 C.1 耐蚀合金的室温相对密度

序号	统一数字代号	本标准	旧牌号	室温相对密度/ g/cm <sup>3</sup>
1	H08800	NS1101	NS111	8.03
2	H08810	NS1102	NS112	8.03
3	H01103	NS1103	NS113	8.00
4	H01401	NS1401	NS141	8.00
5	H08825	NS1402	NS142	8.14
6	H06600	NS3102	NS312	8.41
7	H06690	NS3105	NS315	8.19
8	H06625	NS3306	NS336	8.44



GB/T 30059-2013

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-48193

定价: 18.00 元