

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5126—2013  
代替 GB/T 5126—2001

---

## 铝及铝合金冷拉薄壁管材涡流探伤方法

Eddy current inspection method for cold drawn  
thin wall tubes of aluminum and aluminum alloy

2013-09-06 发布

2014-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 5126—2001《铝及铝合金冷拉薄壁管材涡流探伤方法》。

本标准与 GB/T 5126—2001 相比,主要差异如下:

- 在原标准的基础上,增加了检测规格;
- 对对比试样管的要求进行了补充规定;
- 对验收标准人工缺陷尺寸进行了修订;
- 对检测结果的评定进行了修订;
- 对检测程序进行补充规定;
- 本标准增加了验收等级;
- 本标准术语引用了 GB/T 12604《无损检测术语涡流检测》。

本标准使用重新起草法参考 ASTM E215—2011《无缝铝合金管材电磁检验设备的校准方法》编制,与 ASTM E215—2011 的一致性程度为非等效。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准主要起草单位:东北轻合金有限责任公司、苏州龙骏无损检测设备有限公司、北京有色金属研究总院、西南铝业(集团)有限责任公司、中国铝业西北铝加工分公司、浙江东轻高新焊丝有限公司、中国有色金属工业无损检测中心、广州有色金属研究院、山东兖矿轻合金有限公司。

本标准主要起草人:张晓霞、程辉、张瑛、高东林、郭瑞、邱新东、郑志荣、王胜、马金萍、邱宏伟、陈丽君、张伦兆、石常亮、王琦、郑超、董芳、法春江。

本标准所取代标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 5126—1985、GB/T 5126—2001。

# 铝及铝合金冷拉薄壁管材涡流探伤方法

## 1 范围

本标准规定了铝及铝合金冷拉薄壁管材穿过式涡流检测方法概述及检测人员、环境、设备与材料和样品准备、检测方法要求和检测记录、检测报告等内容。

本标准适用于外径为 6 mm~40 mm、壁厚为 0.5 mm~1.8 mm 的航空高压导管、普通导管及一般用途的铝及铝合金无缝圆管的检测。

## 2 规范性引用标准

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 9445 无损检测人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.6 无损检测术语 涡流检测

## 3 术语

GB/T 12604.6 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 方法概述

当被检管材同心穿过通有交变电流的探头(检测线圈)时,被检管材表面和近表面产生感应涡流,而涡流产生的感应磁场随着被检管材的几何尺寸、导电率、导磁率、内应力、冶金与机械缺陷等因素的变化而变化。探头将变化的信号传送到检测仪,检测仪通过对变化的信号进行放大、处理、转换后提取所需要的缺陷信号,以时基显示、矢量显示等形式显示在显示屏上。将缺陷信号与对比试样管人工缺陷反射信号进行比较,评定被检管材的质量。

## 5 检测人员

5.1 从事涡流检测人员应符合 GB/T 9445 要求。

5.2 涡流检测人员只能从事与自己技术等级资格证书相应的技术工作。

## 6 检测环境

6.1 检测场地附近不应有影响仪器设备正常工作的强磁、震动、腐蚀性气氛和其他干扰因素。

6.2 检测场地的温度和相对湿度应控制在仪器设备允许范围内。

6.3 检测场地应清洁、通风,工作空间以不影响涡流检测人员正确操作、检测结果评定为原则。

## 7 检测设备与材料

### 7.1 对比试样管

7.1.1 对比试样管是用于调试检测参数、校准检测设备的性能、检测重复性校验和作为产品验收标准的样管。对比试样管应与被检管材的合金牌号、规格、表面状态、热处理状态相同。对比试样管分为 A 级对比试样管(如图 1)、B 级对比试样管(如图 2)两类。对比试样管上的人工缺陷通孔尺寸应在表 1 或表 2 中选择,对每个对比试样管应进行编号、标识。要求采用其他形状、尺寸的人工缺陷时,应根据供需双方协商确定。

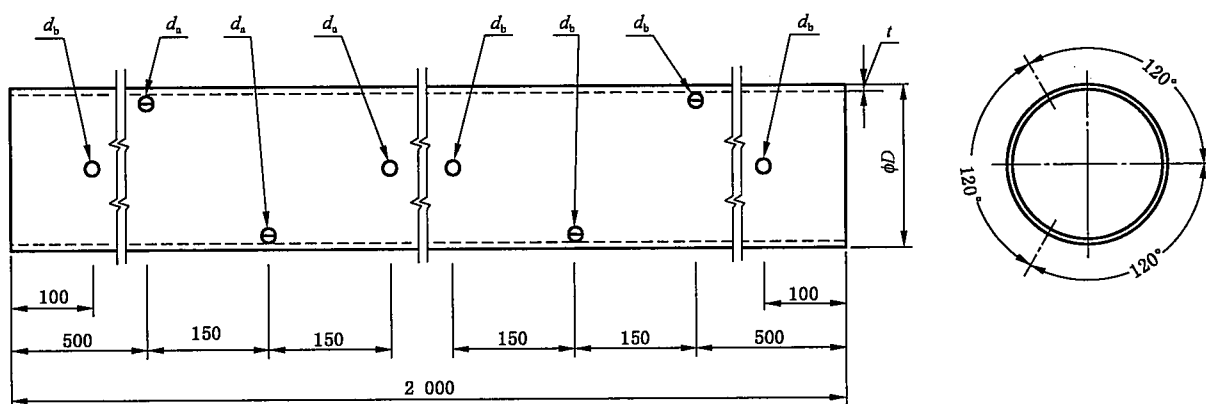


图 1 A 级对比试样管人工缺陷通孔分布示意图

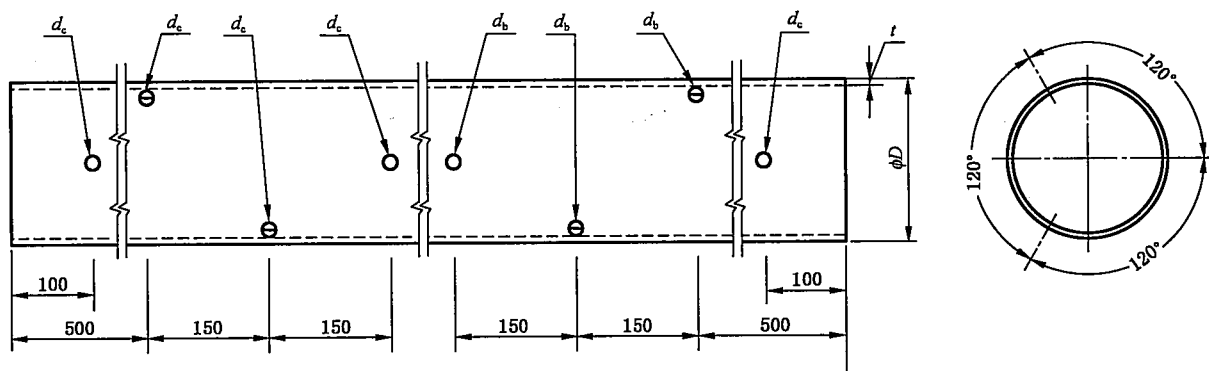


图 2 B 级对比试样管人工缺陷通孔分布示意图

表 1 A 级对比试样管规格及人工缺陷通孔直径

序号	对比试样 管外径 (D)/mm	对比试样管壁厚(t)/mm									
		0.5~ 0.6	>0.6~ 0.8	>0.8~ 1.2	>1.2~ 1.5	>1.5~ 1.8	0.5~ 0.6	>0.6~ 0.8	>0.8~ 1.2	>1.2~ 1.5	>1.5~ 1.8
		人工缺陷通孔直径( $d_a$ )/mm (孔径偏差:±0.02 mm)					人工缺陷通孔直径( $d_b$ )/mm (孔径偏差:±0.02 mm)				
1	6~8	0.30	0.25	0.20	—	—	0.50	0.45	0.40	—	—
2	>8~10	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
3	>10~12	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
4	>12~14	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
5	>14~16	0.60	0.55	0.50	0.40	0.35	0.80	0.75	0.70	0.60	0.55
6	>16~18	0.65	0.60	0.50	0.45	0.40	0.85	0.80	0.70	0.65	0.60
7	>18~20	0.70	0.60	0.55	0.50	0.45	0.90	0.80	0.75	0.70	0.65
8	>20~22	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70
9	>22~24	0.75	0.70	0.60	0.55	0.50	0.95	0.90	0.80	0.75	0.70
10	>24~26	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
11	>26~28	0.80	0.75	0.70	0.65	0.55	1.00	1.00	0.90	0.85	0.75
12	>28~30	—	0.80	0.70	0.65	0.60	—	1.00	0.90	0.85	0.80
13	>30~32	—	0.80	0.75	0.70	0.65	—	1.10	1.00	0.90	0.85
14	>32~34	—	0.90	0.80	0.70	0.65	—	1.10	1.00	0.90	0.85
15	>34~36	—	0.90	0.80	0.75	0.70	—	1.20	1.10	1.00	0.90
16	>36~38	—	1.00	0.90	0.80	0.70	—	1.20	1.10	1.00	0.90
17	>38~40	—	1.00	0.90	0.80	0.70	—	1.30	1.20	1.10	1.00

表 2 B 级对比试样管规格及人工缺陷通孔直径

序号	对比试样 管外径 (D)/mm	对比试样管壁厚(t)/mm									
		0.5~ 0.6	>0.6~ 0.8	>0.8~ 1.2	>1.2~ 1.5	>1.5~ 1.8	0.5~ 0.6	>0.6~ 0.8	>0.8~ 1.2	>1.2~ 1.5	>1.5~ 1.8
		人工缺陷通孔直径( $d_a$ )/mm (孔径偏差:±0.02 mm)					人工缺陷通孔直径( $d_b$ )/mm (孔径偏差:±0.02 mm)				
1	6~8	0.50	0.45	0.40	—	—	0.70	0.65	0.60	—	—
2	>8~10	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
3	>10~12	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70
4	>12~14	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70

表 2 (续)

序号	对比试样 管外径 (D)/mm	对比试样管壁厚(t)/mm									
		0.5~ 0.6	>0.6~ 0.8	>0.8~ 1.2	>1.2~ 1.5	>1.5~ 1.8	0.5~ 0.6	>0.6~ 0.8	>0.8~ 1.2	>1.2~ 1.5	>1.5~ 1.8
		人工缺陷通孔直径( $d_b$ )/mm (孔径偏差:±0.02 mm)					人工缺陷通孔直径( $d_c$ )/mm (孔径偏差:±0.02 mm)				
5	>14~16	0.80	0.75	0.70	0.60	0.55	1.10	1.00	0.90	0.80	0.75
6	>16~18	0.85	0.80	0.70	0.65	0.60	1.10	1.00	0.90	0.85	0.80
7	>18~20	0.90	0.80	0.75	0.70	0.65	1.20	1.10	1.00	0.90	0.85
8	>20~22	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	1.20	1.10	1.00	0.90	0.85
9	>22~24	0.95	0.90	0.80	0.75	0.70	1.30	1.20	1.10	1.00	0.90
10	>24~26	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	1.30	1.20	1.10	1.00	1.00
11	>26~28	1.00	1.00	0.90	0.85	0.75	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
12	>28~30	—	1.00	0.90	0.85	0.80	—	1.30	1.20	1.10	1.10
13	>30~32	—	1.10	1.00	0.90	0.85	—	1.40	1.30	1.20	1.10
14	>32~34	—	1.10	1.00	0.90	0.85	—	1.40	1.30	1.20	1.10
15	>34~36	—	1.20	1.10	1.00	0.90	—	1.50	1.40	1.30	1.20
16	>36~38	—	1.20	1.10	1.00	0.90	—	1.50	1.40	1.30	1.20
17	>38~40	—	1.30	1.20	1.10	1.00	—	1.50	1.40	1.30	1.20

7.1.2 对比试样管应在无自然缺陷的管材中选取。根据对比试样管对人工缺陷通孔分布的要求和尺寸的规定,在每个选取的样管上沿径向垂直钻制 8 个垂直度不大于 2° 的圆形通孔。距选取的管材两端头 100 mm 处,分别钻制一个人工缺陷通孔,此两端的人工缺陷通孔直径相同,用于测试头尾端部盲区;距该管材端头不小于 500 mm 的管壁上,分别钻制两组(每组三个人工缺陷通孔)人工缺陷通孔,每组缺陷通孔的直径相同、相邻孔纵向间距为 150 mm±10 mm、孔周向分布相差 120°±5°,该两组通孔用于调试最佳检测参数,报警电平,重复校验等。制取的对比试样管长度应不小于 2 m。

## 7.2 探头(检测线圈)

7.2.1 探头的阻抗参数应与涡流检测仪相匹配,应具备有效检出检测要求的最小缺陷当量值的能力。

7.2.2 探头内径应与被检管材外径相匹配,在保证被检管材顺利通过探头的情况下,填充系数应尽可能大,填充系数应不小于 0.6。填充系数按公式(1)计算:

$$\eta = \frac{D^2}{D_{cc}^2} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$\eta$  ——填充系数;

$D$  ——被检管材外径,单位为毫米(mm);

$D_{ce}$  ——测量线圈有效直径,单位为毫米(mm),按公式(2)计算。

$$D_{ce} = \frac{1}{3}(D_{co}^2 + D_{ci} \cdot D_{co} + D_{ci}^2) \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$D_{co}$  ——测量线圈外径,单位为毫米(mm);

$D_{ci}$  ——测量线圈内径,单位为毫米(mm)。

7.2.3 探头零电势应在检测仪零电势补偿范围之内。

### 7.3 涡流检测仪

7.3.1 检测频率工作范围应在 1 kHz~125 kHz 范围内。

7.3.2 涡流检测仪应有自动声、光报警功能和自动记录缺陷显示系统。

7.3.3 涡流检测仪在经过检修后、投入使用前或每年至少检定一次使用性能,确认满足检测使用要求,方可投入使用。

7.3.4 检测频率应与仪器标称值相一致,偏差不应超过±5%。

7.3.5 滤波频率应满足检测速度变化要求。

### 7.4 辅助装置

#### 7.4.1 传动装置

7.4.1.1 传动装置主要包括上料架、出料架、拨料装置、传动辊道、导向装置、调试探头与被检管材同心度的机械装置、成废品分选等部分。传动装置应平稳、抗振,应使被检管材与探头间隙保持一致,使被检管材能同心通过探头,不应有影响检测信号的机械振动。

7.4.1.2 涡流传动装置应能可靠、平稳地传送被检管材,应保持传动速度匀速,传动装置不得使被检管材产生机械损伤。传动速度的波动范围应不大于±5%。

#### 7.4.2 分选与标记

执行分选的电气控制系统在完成分选信号清零的同时,能通过机械电气装置对被检管材进行分选,能正确区分管材合格品与不合格品,并能在被检管材轴向处,对缺陷进行准确标记。

#### 7.4.3 电源

电源供电电压的波动应不超过额定电压的±10%。

## 8 样品准备

8.1 被检管材外观质量、尺寸偏差应符合相关生产技术标准要求。

8.2 被检管材应在精整加工后、最终热处理前或最终热处理后进行检测。

8.3 被检管材表面应光滑,内、外表面应清洁,无油、无铝屑等外来附着物,无腐蚀斑点。

8.4 被检管材两端头应进行倒角圆头处理,无毛刺,无从头至尾的纵向拉道。

## 9 检测方法

### 9.1 检测频率选择

为保证涡流标准透入深度不小于被检管材壁厚,应根据被检管材壁厚和检测要求,选择检测频率。涡流标准透入深度按公式(3)计算。检测频率高,涡流集肤效应强,涡流检测灵敏度高,但透入深度小。被检缺陷埋藏深度超过一个标准透入深度(SDP)时,涡流法检测缺陷的能力将降低。

$$SDP = \frac{503.3}{\sqrt{\sigma f}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- SDP ——标准透入深度,单位为毫米(mm);  
 $\sigma$  ——电导率,单位为兆西门子/米(MS/m);  
 $f$  ——检测频率,单位为赫兹(Hz)。

### 9.2 同心度调试

调试导向装置、探头架等机械装置,应使被检管材与探头同心,能顺利通过探头,对被检管材不产生划伤且满足 9.4 要求。

### 9.3 检测参数调试

检测前应进行检测参数调试,当仪器预热稳定后,将对比试样管完好部位放入探头中,进行探头零电势补偿调试。然后用对比试样管调试检测速度,滤波频率、增益或衰减、相位等参数,使之达到最佳信噪比。

### 9.4 检测速度调试

检测速度控制应满足 9.7、9.8、9.9、9.10 调试要求。一般情况下在检测参数调试时,检测速度在 20 m/min~40 m/min 范围内设定调试最佳检测参数,当选择最佳相位后,调滤波频率找最佳信噪比,最高检测速度控制应满足产品验收标准要求,并与涡流检测仪滤波器相匹配。

### 9.5 相位调试

相位调试应使对比试样管上的人工缺陷显示幅值有最佳信噪比和分辨力,使对比试样管上的人工缺陷显示可清晰分辨。

### 9.6 滤波频率调试

滤波频率调试应与检测速度相匹配,使对比试样管上的人工缺陷显示幅值有最佳信噪比。

### 9.7 A 级对比试样管调试

9.7.1 用 A 级对比试样管调试时,检测参数调试使  $d_a$  孔显示幅值提供最佳信噪比,任何噪声信号显示幅值不应大于  $d_a$  孔中最低显示幅值的 50%,最终使任意一个  $d_a$  孔的显示幅值与 3 个  $d_a$  孔平均显示幅值相比,其偏离量在  $\pm 20\%$  以内,任意一个  $d_b$  孔的显示幅值与 3 个  $d_b$  孔平均显示幅值相比,其偏离量在  $\pm 10\%$  以内。

9.7.2 检测灵敏度调试,使  $d_a$  孔提供一个有一定幅值的可清晰辨认的指示, $d_b$  孔显示幅值不饱和。



9.7.3 用对比试样管上接近两个端头的  $d_b$  孔调试检测速度,使头尾端部信号与  $d_b$  孔可清晰分辨,检测速度调试应使测试头、尾端部盲区的  $d_b$  孔以声、光、标记等形式有效显示,使头尾端部信号能被有效切除。

9.7.4 对比试样管如产生非人工缺陷信号,应予更换。

## 9.8 B级对比试样管调试

9.8.1 用B级对比试样管调试时,检测参数调试使  $d_b$  孔显示幅值提供最佳信噪比,任何噪声信号显示幅值不应大于  $d_b$  孔中最低显示幅值的50%,最终使任意一个  $d_b$  孔的显示幅值与3个  $d_b$  孔平均显示幅值相比,其偏离量在±10%以内,任意一个  $d_c$  孔的显示幅值与3个  $d_c$  孔平均显示幅值相比,其偏离量在±10%以内。

9.8.2 检测灵敏度调试,使  $d_b$  孔提供一个有一定幅值的可清晰辨认的指示,  $d_c$  孔显示幅值不饱和。

9.8.3 用对比试样管上接近两个端头的  $d_c$  孔调试检测速度,使头尾端部信号与  $d_c$  孔可清晰分辨,检测速度调试应使测试头、尾端部盲区的  $d_c$  孔以声、光、标记等形式有效显示,使头尾端部信号能被有效切除。

## 9.9 报警电平设定

9.9.1 AA级报警电平设定:使表1中的对比试样管上的3个  $d_a$  孔刚好全部不报警,5个  $d_b$  孔全部有效的以声、光、标记等方式显示。

9.9.2 对9.9.1重复试验三次,且满足9.9.1要求,以此时调试的检测灵敏度及涡流检测参数为涡流检测仪和设备处于AA级待检运行状态。

9.9.3 A级报警电平设定:使表1或表2中的对比试样管上的3个  $d_b$  孔刚好全部有效的以声、光、标记等方式显示。

9.9.4 对9.9.3重复试验三次,且满足9.9.3要求,以此时调试的检测灵敏度及涡流检测参数为涡流检测仪和设备处于A级待检运行状态。

9.9.5 B级报警电平设定:使表2中的对比试样管上的3个  $d_c$  孔刚好全部有效的以声、光、标记等方式显示。

9.9.6 对9.9.5重复试验三次,且满足9.9.5要求,以此时调试的检测灵敏度及涡流检测参数为涡流检测仪和设备处于B级待检运行状态。

## 9.10 盘管在线检测参数调试

应由供需双方协商确定。

## 9.11 样品检测

9.11.1 使被检管材匀速通过探头,观察显示屏上的显示信息。在通过探头的过程中,被检管材与探头匀速相对运动,管材与探头保持同心。

9.11.2 被检管材基体噪声显示信号大于对比试样管所允许的噪声电平时,此批管材不适用涡流方法进行检测。

9.11.3 对检测显示信号有疑问时,应进行复检或进行冶金及工艺分析,以确定显示信号产生的原因并决定是否验收。

9.11.4 每次连续检测 2 h 或检测结束时,应按 9.9 对对比试样管进行校验,如检测灵敏度变化大于  $\pm 2$  dB,应对上一次检测灵敏度效验后所检测的管材进行重新检测。

9.11.5 对于不定尺交货的管材,应切除缺陷所在部位后重新进行检测。

### 9.12 结果评定

涡流检测方法质量验收等级分 AA 级、A 级、B 级三个等级,应根据订货合同书或协议书所要求的验收等级,按表 3 的规定对检验结果进行评定。

表 3 验收等级与检验结果评定

验收等级	被检管材缺陷的最终显示当量值	结果评定
AA	不大于 $d_a$ 孔显示值或没有报警显示信号	AA 级检测合格
	大于 $d_a$ 孔显示值	AA 级检测不合格或该缺陷所在部位不合格
A	小于 $d_b$ 孔显示值	A 级检测合格
	不小于 $d_b$ 孔显示值	A 级检测不合格或该缺陷所在部位不合格
B	小于 $d_c$ 孔显示值	B 级检测合格
	不小于 $d_c$ 孔显示值	B 级检测不合格或该缺陷所在部位不合格

## 10 检测记录

本标准检测记录应包括以下内容:

- a) 产品名称、产品规格、合金牌号、状态、批号、熔次号;
- b) 检测仪型号、探头规格、检测频率;
- c) 检测方法;
- d) 对比试样管规格及编号;
- e) 验收标准;
- f) 检测结果详细记录;
- g) 检测人、审核人;
- h) 检测日期等。

## 11 检测报告

检测报告应至少一式两份,由检测单位和送检单位各持一份,检测报告应作为质量档案保存。检测报告应包括以下几方面内容:

- a) 报告编号;
- b) 送检单位;
- c) 产品名称、产品规格、合金牌号、状态、批号、熔次号;
- d) 检测仪型号、探头规格、检测频率;

- e) 检测方法；
  - f) 对比试样管规格及编号；
  - g) 验收标准；
  - h) 探伤数量(重量)及验收的数量(重量)；
  - i) 检测结果评定；
  - j) 检测人、审核人、检测日期。
- 



中 华 人 民 共 和 国  
 国 家 标 准  
 铝及铝合金冷拉薄壁管材涡流探伤方法  
 GB/T 5126—2013

\*

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(100013)  
 北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

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  
 2013年12月第一版 2013年12月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-47586 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)68510107



GB/T 5126-2013