

ICS 65.020
B 60

LY

中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2415—2015

地位指数表编制技术规程

Technical regulations for drafting of site index table

2015-01-27 发布

2015-05-01 实施

国家林业局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家林业局森林资源管理司提出。

本标准由全国森林资源标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家林业局调查规划设计院、国家林业局森林资源管理司、东北林业大学。

本标准主要起草人：翁国庆、白卫国、王维芳、高作峰、景峰、万杰、王红春、王鹤智、谢哲根、卞斐。

地位指数表编制技术规程

1 范围

本标准规定了地位指数表编制的数据采集与处理、标准年龄等技术参数的确定、导向曲线数学模型建立和模型评价与检验、地位指数表展开、地位指数表检验等的技术方法。

本标准适用于全国范围内的地位指数表、地位级指数表的编制、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 26424 森林资源规划设计调查技术规程

LY/T 2416 林业数表编制数据采集技术规程

《主要树种龄级与龄组划分》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

立地条件 site conditions

影响林地质量和林木生长的各自然生态与环境因子的综合。

3.2

立地质量 site quality

在某一立地上既定森林或者其他植被类型的生产潜力。

3.3

平均木 mean tree; average tree

反映林分或样地林木生长发育平均水平的林木。

3.4

优势木 dominant tree; dominating stem

林分中同一世代处于林层最上部的树木,通常是林分中树冠扩张受光最充分,长势良好,树干较高,直径较粗的林木。

3.5

优势高 average top height

优势木的算术平均高。

3.6

基准年龄 reference age; keyage

用以表示地位指数值的特定年龄。综合考虑以下方面确定基准年龄:树高生长趋于稳定后的一个龄阶;采伐年龄;自然成熟龄的一半年龄;材积或树高平均生长量最大时的年龄。

LY/T 2415—2015

3.7

导向曲线 **guide curve**

林分优势木平均高生长过程曲线。

3.8

地位指数 **site index**

以林分基准(或标准)年龄时的优势木平均高评价立地质量的定量评价指标。

3.9

地位指数曲线 **site index curve**

各种立地条件(地位指数等级)下的地位指数曲线形成地位指数曲线簇(优势木树高生长曲线簇)。

3.10

地位指数表 **site index table**

以林分优势木平均高与林分优势木平均年龄的关系为依据编制成的林业数表。

3.11

同形地位指数曲线 **anamorphic site curve**

假设各种立地条件下优势木高的生长过程曲线形状都相同,地位指数表以导向曲线为基础编制,不同地位指数优势木高生长曲线组成的曲线簇中,对于任意两条曲线,一条曲线上任意年龄的树高值与另一条曲线上同一年龄的树高值成一定的比例关系。

3.12

多形地位指数曲线 **polymorphic site curve**

异形地位指数

优势木高生长曲线形状随立地条件不同而不同,即不同地位指数优势木高生长曲线组成的曲线簇中,各生长曲线形状不相同。

3.13

地位级指数

以林分基准(或标准)年龄时的平均高评价立地质量的定量评价指标。

3.14

地位级指数表 **site index table**

以林分平均高与林分平均年龄的关系为依据编制成的林业数表。

4 数据采集与处理

4.1 数据采集

原始数据采集按照 LY/T 2416 的规定执行。

4.2 数据处理

4.2.1 原始数据处理

4.2.1.1 异常数据确定

4.2.1.1.1 散点图法

在直角平面坐标系中,绘制林分优势木平均高(纵轴)与优势木平均年龄(横轴)的散点图,观察样本数据在直角平面坐标系中的分布状况。如果某一样本数据显著偏离于其他样本数据,则该样本可视为异常样本。

4.2.1.1.2 三倍标准差法

以龄阶为单位,计算各龄阶的林分优势木平均高、标准差。以龄阶优势木平均高 ± 3 倍标准差为区间,当龄阶区间内各林分优势木平均高位于该区间以外时,则该样本数据可视为异常数据。

4.2.1.2 异常数据剔除原则

4.2.1.2.1 对各异常数据进行检查,分析原因,是否错测误测或记载错误,还是确实异常等,根据检查结果进行处理。

4.2.1.2.2 对于错测、误测的样木应进行改正,无法改正的应予以剔除。

4.2.1.2.3 当某数据在两种方法中均显示为异常时,应予以剔除。

4.2.1.2.4 对于其他异常数据,应进行详细的分析,并采取慎重原则,尽量予以保留。

4.2.1.3 样本有效性

4.2.1.3.1 当异常数据剔除数量小于样本总数的5%时,则样本有效,可以作为编制地位指数表的样本。

4.2.1.3.2 当异常数据剔除数量等于或大于样本总数的5%时,则样本无效,不能作为编制地位指数表的样本,需要补充样本数据,或重新采集数据,直至符合要求为止。

4.2.2 地位级指数表编制数据处理

地位级指数表编制数据处理按照4.2.1的规定执行。

5 主要技术参数确定

5.1 标准年龄确定

5.1.1 确定原则

确定原则如下:

- 林分优势木平均高或林分平均高处于能够准确、稳定地反映立地生产力的年龄阶段;
- 林分优势木平均高或林分平均高的最大平均生长量出现后的年龄阶段;
- 在近熟林或成熟林初期的年龄阶段;
- 取5或10的整数倍。

5.1.2 主要树种标准年龄确定

根据标准年龄确定原则,主要树种标准年龄如表1所示。

表1 主要树种标准年龄表^a

单位为年

树 种	地 区	起 源	
		人 工	天 然
红松、云杉、柏木、紫杉、铁杉	北部、南部	40	60
落叶松、冷杉、樟子松、赤松、黑松	北部、南部	30	40
油松、马尾松、云南松、思茅松、华山松、高山松	北 部	30	40
	南 部	20	30

表 1 (续)

单位为年

树 种	地区	起 源	
		人工	天然
杨、柳、桉、檫、楝、泡桐、木麻黄、枫杨、软阔	北部 南部	15	20
桦、榆、木荷、枫香、珙桐、柚木、槐	北部 南部	30 15	40 20
栎、柞、槭、栲、樟、楠、椴、水、胡、黄、硬阔	北部 南部	30 20	40 30
杉木、柳杉、水杉	北部 南部	20	30
a 不适用于工业原料林。			

5.2 地位指数级距

为便于使用,确定地位指数等级距为 2 m。

5.3 地位指数值

标准年龄时的地位指数值取偶数。

5.4 地位指数级数

根据标准年龄时的优势木平均高的变化幅度,确定地位指数级数为 10 级。当标准年龄时导向曲线上的优势木平均高整数部分为偶数,在展开地位指数表时,小于导向曲线所在地位指数级的地位指数级数为 4 级;否则为 5 级。

5.5 龄阶距

各主要树种龄阶距按照 GB/T 26424 的规定执行。

6 同形地位指数表编制

6.1 导向曲线数学模型建立

6.1.1 导向曲线数学模型构建

将优势木平均年龄(横轴)与优势木平均高(纵轴)在直角平面坐标系中作散点图,根据散点图分布趋势,初步确定适宜的导向曲线数学模型类型,并选择或推导与该类型一致或相近的若干个数学模型作为导向曲线数学模型。

导向曲线的数学模型通式表示如下:

$$H = f(A) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

H ——优势木高;

A ——年龄。

常用导向曲线模型参见附录 A。

6.1.2 模型参数估计

应直接采用样本数据估计参数导向曲线数学模型参数。不应将样本按龄阶归类整理后,以龄阶中值或龄阶平均值作为自变量进行参数估计。

参数估计可采用加权的非线性最小二乘法、逐步回归法、黄金分割法、高斯-麦夸特迭代法、改进单纯形法,以及其他优化算法等方法。

估计非线性数学方程参数时,不对数学模型做非等价变换。在对非线性数学模型做等价线性变换时,则应采用等价线性变换前的非线性数学模型计算拟合优度或模型评价指标。

6.1.3 导向曲线数学模型拟合效果评价指标

采用以下指标评价导向曲线数学模型拟合效果:

a) 离差平方和

$$SSR = \sum_{i=1}^n (H_i - \hat{H}_i)^2 \dots\dots\dots(2)$$

式中:

SSR —— 离差平方和;

H_i —— 第 i 株样木树高实际值;

\hat{H}_i —— 第 i 株样木树高估计值;

n —— 样本数。

b) 相关指数

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \hat{H}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

R^2 —— 相关指数;

\bar{H} —— 样木树高实际值的平均值。

c) 总相对误差

$$RS = \left(\sum_{i=1}^n H_i - \sum_{i=1}^n \hat{H}_i \right) / \sum_{i=1}^n \hat{H}_i \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

式中:

RS —— 总相对误差。

d) 相对误差平均值

$$REA = \sum_{i=1}^n \left[(H_i - \hat{H}_i) / \hat{H}_i \right] / n \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

式中:

REA —— 相对误差平均值。

e) 相对误差绝对值平均值

$$REAA = \sum_{i=1}^n (|H_i - \hat{H}_i| / \hat{H}_i) / n \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

式中:

REAA —— 相对误差绝对值平均值。

f) 残差图

以胸径为横轴、残差为纵轴建立直角坐标系,绘制残差分布图。残差计算如下:

$$SR = H_i - \hat{H}_i \dots\dots\dots(7)$$

g) 数学模型行为分析

在优势木平均高-优势木平均年龄散点图上叠加拟合出的导向曲线数学模型,分析模型曲线形状与散点图分布变化趋势的一致性,判别大龄阶、中龄阶、小龄阶各段曲线对散点图分布趋势的全面切合性。重点察看:

- 最小龄阶模型优势木平均高估计值与实测值的差异及其变化趋势;
- 中部拐点龄阶模型优势木平均高估计值与实测值的差异及其变化趋势;
- 最大龄阶模型优势木平均高估计值与实测值的差异及其变化趋势。

6.1.4 导向曲线数学模型确定

应优先考虑相对误差绝对值平均值、总相对误差、残差图指标,根据以下原则选择最佳的导向曲线数学模型:

- 离差平方和小;
- 相关指数大;
- 总相对误差小;
- 相对误差平均值小;
- 相对误差绝对值平均值小;
- 残差图以横轴为中心分布均匀;
- 在数学模型行为分析中,估计值与实际值的差异不因胸径变小而增大,也不因胸径增大而增大。

6.1.5 导向曲线数学模型有效性

选定的导向曲线数学模型拟合总相对误差 RS 小于 3%且大于-3%时,该导向曲线数学模型有效,否则应舍弃,重新选择数学模型,或重新构建模型,直到模型有效。

6.1.6 导向曲线数学模型适用性检验

6.1.6.1 检验数据

采用检验样本作为导向曲线数学模型的适用性检验数据。检验样本数据应满足 LY/T 2416 的要求。

6.1.6.2 检验方法与指标

6.1.6.2.1 总相对误差

$$RS = \left(\sum_{i=1}^m H_i - \sum_{i=1}^m \hat{H}_i \right) / \sum_{i=1}^m \hat{H}_i \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- H_i ——检验样本树高实际值;
- \hat{H}_i ——检验样本树高估计值;
- m ——检验样本数。

6.1.6.2.2 F 检验

设:

$$H_i = a + b \times \hat{H}_i \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

a, b ——估计参数。

检验统计量:

$$F = \frac{\frac{1}{2} \left[m(a-0)^2 + 2(a-0)(b-1) \sum H_i + (b-1)^2 \sum H_i^2 \right]}{\frac{1}{m-2} \sum [\hat{L}_i - (a + bH_i)]^2}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \left[a \sum \hat{H}_i + b \sum H_i \hat{H}_i - 2 \sum H_i \hat{H}_i + \sum H_i^2 \right]}{\frac{1}{m-2} \left[\sum \hat{H}_i^2 - a \sum \hat{H}_i - b \sum H_i \hat{H}_i \right]} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

F 服从自由度 $f_1=2, f_2=m-2$ 的 F 分布。

当 $F > F_{0.05}$ 时, 推翻假设, 说明 a 不等于 0, b 不等于 1, 检验样本实际值和估计值存在显著差异, 地位指数导向曲线模型不适用。

当 $F \leq F_{0.05}$ 时, 说明 a 等于 0, b 等于 1, 检验样本实际值和估计值没有显著差异, 地位指数导向曲线模型适用。

6.1.6.3 导向曲线模型适用性

通过 F 检验 ($F \leq F_{0.05}$), 并且模型检验的总相对误差 RS 小于 5% 且大于 -5%, 则所建立并选择的导向曲线数学模型适用, 否则, 应选择其他模型, 或重新建模, 直至模型适用。

6.2 地位指数表展开

6.2.1 地位指数表展开方法

将导向曲线数学模型展开为地位指数表采用比例法。

6.2.2 比例法展开地位指数表

6.2.2.1 各地位指数各龄阶对应的优势木平均高计算

用比例法展开地位指数表计算公式如下:

$$H_{iL} = \frac{H_{OL}}{H_{OK}} \times H_{iK} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

H_{iL} —— L 地位指数在 i 龄阶时的优势木平均高;

H_{OL} —— 地位指数;

H_{OK} —— 标准年龄时导向曲线的优势木平均高;

H_{iK} —— i 龄阶时导向曲线上的优势木平均高。

6.2.2.2 各地位指数各龄阶对应的优势木平均高上、下限计算

各地位指数各龄阶对应的优势木平均高上、下限计算公式如下:

$$H_{iLm} = \frac{H_{iL} + H_{iL+1}}{2} \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$H_{iLn} = \frac{H_{iL} + H_{iL-1}}{2} \dots\dots\dots(13)$$

6.2.2.3 地位指数表的填写

将龄阶距、地位指数和所计算的优势木平均高上、下限值按照表 2 格式填写后,得地位指数表。

表 2 [起源][林分类型]地位指数表

龄阶	地位指数									
	$H_{OL}-8$	$H_{OL}-6$	$H_{OL}-4$	$H_{OL}-2$	H_{OL}	$H_{OL}+2$	$H_{OL}+4$	$H_{OL}+6$	$H_{OL}+8$	$H_{OL}+10$
W	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#
2W	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#
3W	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#
4W	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#
5W	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#
6W	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#
...	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#	##.#.#~##.#.#

注 1：“##.#.#~##.#.#”表示优势木平均高范围，“~”左边为下限值，“~”右边为上限值，小数保留 1 位。

注 2：“W”表示龄阶距。

注 3：“L”表示地位指数。

7 多形地位指数表编制

7.1 原始数据及其处理

多形地位指数表采用林分优势木解析木数据编制。需要林分的优势木平均高、优势木平均年龄和地位指数数据。

原始数据处理按照 4.2 的规定执行。

7.2 林分优势木平均高生长曲线模型构建

在多形地位指数曲线模型中,优势木平均高生长为优势木平均年龄、地位指数的函数,优势木平均年龄、地位指数为自变量,用公式表示如下。

$$H = f(a, b, c, \dots, A, SI) \dots\dots\dots(14)$$

式中:

SI——地位指数。

常用的多形地位指数曲线模型表示如下:

$$H = SI \cdot e^{-c_1 A_0^{c_2} + c_1 A^{c_2}} \dots\dots\dots(15)$$

$$H = c_0 SI^{c_1} [1 - e^{(c_2+c_3/SI)A}]^{(1-c_4-c_5 SI-c_6 SI^2)-1} \dots\dots\dots(16)$$

$$H = c_0 SI^{c_1} [1 - e^{(c_2+c_3 SI+c_4 SI^2)A}]^{(1-c_5-c_6 SI-c_7 SI^2)-1} \dots\dots\dots(17)$$

7.3 参数估计

参数估计采用 6.1.2 中的方法。

7.4 多形地位指数模型评价

模型评价按照 6.1.3 的规定执行。

7.5 多形地位指数模型检验

模型检验按照 6.1.5 的规定执行。

7.6 地位指数表展开

各地位指数、各年龄优势木平均高计算公式如下:

$$H_{SI,A} = \frac{f(SI,A)}{f(SI,A_0)} \times SI \dots\dots\dots(18)$$

式中:

$H_{SI,A}$ ——地位指数为 SI、年龄为 A 时,经调整的林分优势木平均高;

$f(SI,A)$ ——地位指数为 SI、年龄为 A 时,未经调整的林分优势木平均高;

$f(SI,A_0)$ ——地位指数为 SI、标准年龄 A_0 时的林分优势木平均高。

按照 6.2 的规定可展开多形地位指数曲线并得到地位指数表。

8 地位指数表适用性检验

8.1 检验数据

地位指数表适用性检验应采用树干解析数据、固定样地(或标准地)数据。

8.2 检验方法与指标

对于每株解析木的每个龄阶通过地位指数表,可以得到一个地位指数。理论上,对于同一株解析木,各龄阶的地位指数应该相同;对于固定样地,每次测定可以得到一个地位指数,各次测定的地位指数应该相同。实际上,由于气候变化、人为经营等的影响,对于同一株解析木,各龄阶的地位指数不完全相同;固定样地复测值得到的地位指数也一样。在检验样本中,解析木以标准年龄时的地位指数为真值,固定样地以接近标准年龄时的观测值对应的地位指数为真值,统计与真值相同的地位指数出现的次数,并用以下公式计算检验指标:

$$P_{N_0} = \frac{N_0}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$P_{N_1} = \frac{N_0 + N_1}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(20)$$

式中:

P_{N_0} ——与真值相同的地位指数个数的比例, %;

N_0 ——与真值相同的地位指数个数;

N ——检验地位指数个数;

P_{N_1} ——与真值差一级的地位指数个数的比例, %;

N_1 ——与真值相差一级的地位指数个数。

8.3 地位指数表适用性

当与真值相同的地位指数个数的比例在 67% 以上时,或与真值差一级的地位指数个数的比例在 80% 以上时,则所编制的地位指数表适用。否则,应重新建立导向曲线、重新选择展开方法编制地位指数表,直至检验通过。

8.4 地位指数表使用

8.4.1 地位指数表应在编制所采用的样本的分布区域范围、年龄范围内使用。未经适用性检验,不在优势高分布、年龄分布的范围要慎用。

8.4.2 根据林分平均优势木高、优势木平均年龄,查表 2,可得所查林分的地位指数。

8.4.3 对于多形地位指数,在有地位指数曲线模型时,也可直接用地位指数曲线模型采用迭代法等计算方法求得地位指数。

9 地位指数表编制成果

地位指数表编制成果如下:

a) 地位指数表。

b) 地位指数表编制报告:

内容包括编表范围、参与人员、编制工作过程、原始数据及来源、编制方法与结果、检验方法与结果,数表使用说明。其中数表使用说明包括导向曲线模型、编表样本的自变量区间和应变量区间、误差限以及其他注意事项。

c) 编表和检验使用的原始材料。

d) 编表计算机软件等其他技术材料。

10 地位级指数表编制与检验

10.1 地位级指数表编制

地位级指数表编制按照第 6 章的规定执行。将林分优势木平均高、林分优势木平均年龄换成林分平均高、林分平均年龄后所编制的成果,即为地位级指数表。

10.2 地位级指数表检验

地位级指数表检验按照第 8 章的规定执行。

10.3 地位级指数表编制成果

地位级指数表编制成果按照第 9 章的规定执行。

附 录 A
(资料性附录)
常用导向曲线模型

常用导向曲线模型如下：

$$\begin{aligned}
 H &= a (1 - e^{-bA})^c && \dots\dots\dots (A.1) \\
 H &= a e^{b/A} && \dots\dots\dots (A.2) \\
 H &= a e^{b/(A+c)} && \dots\dots\dots (A.3) \\
 H &= a + b \ln A && \dots\dots\dots (A.4) \\
 H &= a + b \ln(A + c) && \dots\dots\dots (A.5) \\
 H &= a e^{b \ln A} && \dots\dots\dots (A.6) \\
 H &= a + bA + cA^2 && \dots\dots\dots (A.7) \\
 H &= a + bA + c \ln A && \dots\dots\dots (A.8) \\
 H &= a + b \ln A + c \ln^2 A && \dots\dots\dots (A.9) \\
 H &= a + \frac{b}{A + c} && \dots\dots\dots (A.10) \\
 H &= a + b e^{-cA} && \dots\dots\dots (A.11) \\
 H &= \frac{a}{1 + b e^{-cA}} && \dots\dots\dots (A.12) \\
 H &= \frac{a}{1 + \frac{b}{A^c}} && \dots\dots\dots (A.13) \\
 H &= a e^{-b/A^c} && \dots\dots\dots (A.14) \\
 H &= a \left(\frac{A^2}{c + A^2} \right)^b && \dots\dots\dots (A.15) \\
 H &= a \left(\frac{A}{c + A} \right)^b && \dots\dots\dots (A.16) \\
 H &= a e^{-bc - cA} && \dots\dots\dots (A.17)
 \end{aligned}$$

式中：

e ——自然对数底；

a、b、c ——模型参数；

ln ——自然对数。

中华人民共和国林业
行业标准
地位指数表编制技术规程

LY/T 2415—2015

*

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(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.gb168.cn

服务热线: 400-168-0010

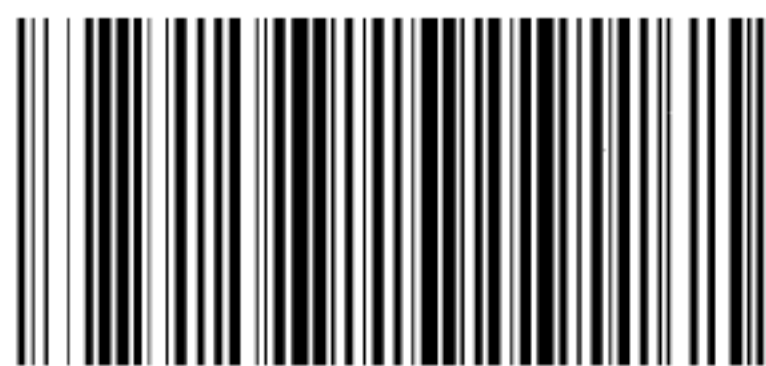
010-68522006

2015年4月第一版

*

书号: 155066·2-28574

版权专有 侵权必究



LY/T 2415-2015