

ICS07.040

A76

备案号:8430-2001

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/ T2007-2001

三、四等导线测量规范

Specifications for the third and
fourth order traverse

2001-03-05 发布

2001-04-01 实施

国家测绘局 发布

前 言

本标准根据《国家三角测量与精密导线测量规范》中有关导线测量部分,并顾及城市测量、工程测量、地籍测量的有关要求编写。其技术内容属国内标准。

本标准规定的三、四等导线测量精度与 GB/T 17942《国家三角测量规范》中相应等级的测量精度要求相同,部分技术要求也参照该标准执行。

本标准 2001 年 4 月 1 日起实施;

本标准的附录 A 是标准的附录;

本标准的附录 B,附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 都是提示的附录。

本标准由国家测绘局提出并归口。

本标准起草单位:国家测绘局测绘标准化研究所。

本标准起草人:肖学年、姬恒炼。

目 录

前言

1 范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 总则	(1)
4 技术与设计选点	(3)
5 造标和埋石	(3)
6 仪器检验	(4)
7 水平角测量	(6)
8 距离测量	(7)
9 高程测量	(9)
10 导线测量成果的验算、检查和验收	(11)
附录 A(标准的附录)电磁波测距边长的修正和改算	(13)
附录 B(提示的附录)全站仪外观和键盘功能的检验	(15)
附录 C(提示的附录)全站仪工作电压显示的正确性检验	(16)
附录 D(提示的附录)全站仪照准部旋转正确性的检验	(17)
附录 E(提示的附录)全站仪测距轴与视准轴的重合性的检验	(18)
附录 F(提示的附录)全站仪倾斜补偿器的零位误差,补偿范围和补偿准确度的检验	(19)
附录 G(提示的附录)全站仪存贮卡的检验方法及要求	(20)

中华人民共和国测绘行业标准
三、四等导线测量规范
Specifications for the third and
fourth order traverse

CH/T 2007—2001

1 范围

本标准规定了采用导线测量方法布测国家三、四等平面控制网的原则、方法和精度要求。适用于国家三、四等导线测量。工程测量、城市测量和地籍测量亦可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在本标准出版前,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 17942—2000 国家三角测量规范
GB12898—1991 国家三、四等水准测量规范
GB/T 16818—1997 中、短程光电测距规范
JJG703—1990 光电测距仪检定规程
CH8001—1991 光电测距仪检定规范
CH/T 2002—1992 导线测量电子记录规定
CH1002—1995 测绘产品检查验收规定
CH1003—1995 测绘产品质量评定标准
CH/T 1004—1999 测绘技术设计规定

3 总则

3.1 一般规定

3.1.1 三、四等导线测量是一、二等大地网进一步加密的一种常用方法,多用于地形复杂、通视困难及不易布设三角网的地区。

3.1.2 三、四等导线测量中最弱边的边长相对中误差和方位角中误差应符合表1的规定。

表1 三、四等导线最弱边边长相对中误差和方位角中误差

等 级	三 等	四 等
边长相对中误差	1/70 000	1/40 000
方位角中误差	±2.5"	±4.5"

国家测绘局 2001—03—05 批准

2001—04—01 实施

3.1.3 三、四等导线测量的主要技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 三、四等导线测量的主要技术要求

等级	边长范围 km	附和导线长度 km	测角中误差 "	测边相对 中误差	导线全长相对 闭合差	方位角闭合差 "	水平角观测测回数	
							DJ1	DJ2
三	3~10	≤100	±1.5	1/150 000	1/60 000	$\pm 3\sqrt{n}$	9	12
四	1~5	≤50	±2.5	1/100 000	1/40 000	$\pm 5\sqrt{n}$	6	9

n ——导线转折角数

3.1.4 所有三、四等导线点均须以国家水准网为基础,用三角高程或水准测量方法测定其高程。所有导线点的高程均以其中心标石的上标志为准。

3.1.5 三、四等导线测量使用的仪器

3.1.5.1 三、四等导线测量须使用精度不低于 DJ2 型光学经纬仪(或电子经纬仪)和不低于 II 级测距仪,以及相应等级的全站型电子速测仪(以下简称全站仪)进行。全站仪精度等级的确定参照 GB/T17942《国家三角测量规范》的有关规定执行。

3.1.5.2 用于三、四等导线测量的仪器及附属设备、气象观测仪器(表)均须经检验合格后,方可用于测量工作。

3.1.6 三、四等导线测量的记簿

3.1.6.1 三、四等导线测量应优先采用电子记录方式。其技术要求应符合“CH/T2002”的要求。

3.1.6.2 当全站仪使用存贮卡记录时,须经转换,使其存储、输出和输入格式以及测站信息等其他必要的信息格式符合“CH/T2002”的规定要求。存贮卡须检验合格后方可使用。

3.1.6.3 采用手簿记录时,须一律使用铅笔现场记录在测量手簿上,严禁凭记忆补记。字迹应整齐、清晰,手簿中各项记事项应填写齐全。手簿中任何原始记录不得涂改、擦改或转抄,对原始记录有错误的数字和文字,应认真核对后以单线划去,在其上方填写正确的数字和文字,并注明原因。角度读数中,分以下数据;距离读数中,厘米及以下数值不得更改。不得有相关数字连环划改。对作废的记录,亦应用单线划去,并注明原因和重测结果记录于何处。重测记录应加注“重测”二字。

3.1.7 三、四等导线测量观测时间

三、四等导线测量观测时间,宜在日出后 1 小时左右至日落前 1 小时左右,且通视及大气条件良好,成像清晰稳定时进行。夏季中午大气湍流剧烈使目标不稳定时,应停止观测。

3.2 三、四等导线的布设

3.2.1 三、四等导线的布设应视测图、工程需要而定,宜附和在高等级大地点上,布设成附和导线形式。在高等级大地网内布设几条附和导线时,应尽可能布设成网。

3.2.2 三、四等导线宜逐级布设,如有特殊要求,可在高等级大地网内直接布设四等导线,且宜布设成带有结点的导线网。

3.2.3 附和导线宜布设成等边直伸状,导线边的倾角不宜过大。导线边不宜超过 10 条,相邻边长之比不宜超过 1:3。

3.2.4 导线边长选择可视使用的测距和测角仪器的性能和所需导线点的密度而定。当条件允许时,应采用较长的边长。

3.2.5 当三、四等导线做为测区的首级控制时,须布设成网形。

3.2.6 导线网中,结点与高级点、结点与结点之间的导线边数不应超过 7 条。

3.2.7 当导线的平均边长较短,附和导线边数超过 10 条时,应提高测角精度。

3.3 采用基准

3.3.1 国家三、四等导线测量采用 1980 西安坐标系。其平面坐标采用高斯—克吕格平面坐标系统,各等级

导线点均应计算出高斯平面的 6°带或 3°带的平面直角坐标。

3.3.2 国家三、四等导线测量的高程采用正常高程系统,由 1985 国家高程基准起算。

4 技术与选点

4.1 技术设计

4.1.1 三、四等导线布测前应进行技术设计,技术设计应在充分收集和分析资料的基础上,采用野外踏勘和图上设计相结合的方法,以获取最优的布设方案。

4.1.2 技术设计前应收集的资料包括测区内已有的大地测量成果资料,测区的各种比例尺地形图,测区内有关气象、水文、地质、交通等方面的资料。

4.1.3 技术设计完成后,应编写技术设计书,其格式、内容、要求与审批程序应符合“CH/T1004”的要求。

4.2 选点

4.2.1 在完成图上设计后,应实地选点。将图上设计的点位到实地进行检查确定。因特殊情况需更动原计划时,应及时将改变情况上报。

4.2.2 点位要求

4.2.2.1 导线点须通视良好,便于观测,易于发展和使用,且稳定和便于保存。

4.2.2.2 导线边须适合光电测距仪测边。应避开大面积水域、强电磁场等不利条件。视线应超过和旁离障碍物 1.5m。

4.2.2.3 导线边须适合测角,没有明显旁折光影响。

4.2.2.4 导线边两端点的高差不宜过大,若两端点的高差是用对向三角高程方法测定,则高差的限差应符合公式(1)的要求。

$$h \leq \frac{8S}{T} \times 10^3 \quad (1)$$

式中: h ——导线边两端点的高差,m;

S ——实测边长,m;

T ——该等级导线边长相对中误差的分母数值。

若导线边两端点的高差采用等级水准测量测定,则高差大小不受限制。

4.2.3 导线点的命名和编号

4.2.3.1 单一附和导线应以其两端点的地名由西向东或由北向南命名或编号。

4.2.3.2 导线网内两交叉点间的若干导线节称为导线段,导线段一律以其两端点的地名由西向东或由北向南命名,并以罗马数码表示其间的导线节号,以阿拉伯数字表示导线点号,有自然地名时,在点号后用括号加注点名。

4.2.3.3 当测区范围较小或作为首级控制时,可统一命名或编号。

4.2.3.4 三、四等导线点的命名亦可参照 GB/T17942《国家三角测量规范》有关规定执行。其名称的编码应适用于计算机处理。

5 造标和埋石

5.1 造标

5.1.1 三、四等导线点可视需要建造测量觐标,觐标类型一般采用寻常标,或其他类型的测量觐标,其标型规格参照 GB/T17942《国家三角测量规范》执行。

5.1.2 建造的各类觐标须标形端正,基础坚实,标架稳固。照准标中心、仪器台中心、标石中心应位于同一铅垂线上,其偏差最大不应超过 0.1m。视线距槽柱不应小于 0.1m。

5.2 埋石

5.2.1 三、四等导线点均须埋设永久性测量标石,其规格和类型与 GB/T17942《国家三角测量规范》相应等级要求相同。

5.2.2 标石埋设时应将坑底填以砂石,捣固夯实,然后埋设。标石周围的土亦应夯实。

5.2.3 埋设的标石须使各层标志中心严格在同一铅垂线上,其偏差不得大于 3mm。

5.2.4 利用旧点时,应确认该点标石是否完好,并符合同等级导线点的标石规格,且能长期保存。

5.3 造标、埋石工作结束后,应绘制点之记。点之记上应注明标石断面尺寸等。并办理好土地征用手续和委托保管手续。

6 仪器检验

6.1 光学经纬仪的检验

6.1.1 光学经纬仪的检验项目及限差要求按表 3 执行。

6.1.2 光学经纬仪的检验方法、技术要求、检验周期等按 GB/T17942《国家三角测量规范》的有关规定执行。

表 3 光学经纬仪的检验项目及限差要求

序号	检 定 项 目	DJ1	DJ2	DJ1	DJ2	DJ1	DJ2
		新仪器		作业前		限 差	
1	外观及一般性能的检验	+	+	+	+		
2	望远镜光学性能的检验	+	+	-	-		
3	照准部旋转正确性的检验	+	+	+	+	0.8 格	0.8 格
4	照准部偏心差的检验	+	-	-	-	$2F \leq 80''$ $V_i \text{ 变化} \leq 60''$	
5	水平度盘偏心差的检验	+	-	-	-	$2F \leq 80''$	
6	光学测微器隙动差的测定	+	+	-	-	$\leq 2''$	$\leq 3''$
7	光学测微器行差的测定	+	+	+	+	$\leq 1''$	$\leq 2''$
8	水平度盘光学测微器对径分划线重合一次中误差的检验	+	+	-	-	$\leq \pm 0.5''$	$\leq \pm 1.0''$
9	照准部旋转时,仪器底座位移而产生的系统误差的检验	+	+	+	+	$\leq \pm 0.3''$	$\leq \pm 1.0''$
10	光学测微器分划误差的检验	+	+	-	-	$\leq 1''$	$\leq 2''$
11	水平轴不垂直于垂直轴之差 i 角的检验	+	+	+	+	$\leq 10''$	$\leq 15''$
12	垂直微动螺旋使用正确性的检验	+	+	+	+		
13	光学对中器的检验(0.8~1.5m 范围内)	+	+	+	+	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$

注：“+”为应检验的项目，“-”为可不检的内容。

6.2 全站仪的检验

6.2.1 全站仪的测距系统的检验按本标准 6.3 执行。

6.2.2 全站仪电子测角系统(或电子经纬仪)的检验。

6.2.2.1 全站仪的检验项目和限差要求应符合表 4 要求。

表 4 全站仪的检验项目及限差要求

	检 定 项 目	新仪器		使用前		限 差	
		DJ1	DJ2	DJ1	DJ2	DJ1	DJ2
1	外观及键盘功能	+	+	+	+		
2	工作电压显示的正确性	+	+	+	+	符合额定值	
3	照准部旋转正确性的检验	+	+	+	+	15"	1 格
4	水平轴不垂直于垂直轴之差 i 角检验	+	+	+	+	$\leq 10''$	$\leq 15''$
5	照准部旋转时仪器基座的稳定度的检验	+	+	+	+	$\leq 0.3''$	$\leq 1.0''$
6	测距轴与视准轴的重合性	+	+	+	+	$\leq 1.5'$	$\leq 1.5'$
7	倾斜补偿器的零位误差, 补偿范围和补偿准确度的检验	+	+	+	+		
8	光学对中器的检验 (0.8~1.5m 范围内)	+	+	+	+	$\leq 1\text{mm}$	$\leq 1\text{mm}$
9	垂直微动螺旋使用正确性的检验	+	+	+	+		
注：“+”为应检验的项目							

6.2.2.2 检验项目中第 4、5、8、9 项按光学经纬仪相应项目执行。第 1、2、3、6、7 参照本标准附录 B、C、D、E、F(提示的附录)执行。

6.2.2.3 全站仪应每年全面检验一次。

6.2.3 全站仪存储卡的检验

6.2.3.1 检验项目

- a. 存贮卡的初始化;
- b. 文件建立和删除;
- c. 存贮卡的容量检查;
- d. 测量与数据记录;
- e. 数据查阅;
- f. 数据传输;
- g. 写保护与解除写保护;

6.2.3.2 各项检验均应正常。其方法参照附录 G 执行。

6.3 测距仪的检验

6.3.1 检验项目

- a. 外观及一般性能的检验;
- b. 发射、接收、照准三轴关系正确性的检验;
- c. 发光管相位不均匀性的检验;
- d. 相幅误差的检验;
- e. 周期误差的检验;
- f. 加常数和乘常数的检验;
- g. 棱镜常数的检验;

- h. 测程的检验；
- i. 内部符合精度的检验；
- j. 检定综合精度的评定；
- k. 精测频率的检验。

6.3.2 检验方法、技术要求及检验周期应按 JJG—703 及 CH8001 的有关规定执行。

6.3.3 测距仪附件和气象仪表的检验

所使用的光学对中器,对中杆和气象仪表的检验方法和技术要求应按 JJG703 及 CH8001 中的有关规定执行。在作业过程中,应随时检验和校正光学对中器。

7 水平角测量

7.1 水平角观测前,应认真做好以下准备工作:

- a. 检查觇标是否稳固、安全,不符合要求的必须进行修理;
- b. 使用脚架观测时,根据地面的土质情况,应采用有效措施,确保脚架稳固;
- c. 测定测站点和照准点的归心元素;
- d. 整置仪器,确定应观测的方向,检查视线是否符合要求。
- e. 预先编制观测度盘表;
- f. 使用全站仪观测时,确认仪器工作状态并预置参数;
- g. 采用电子记簿时,检查电子记录器或存贮卡是否工作正常,按规定输入必要的测站和观测信息。

7.2 水平角观测技术要求应符合表 5 的规定。

表 5 水平角观测的技术要求

项 目	限 差	
	DJ1 (")	DJ2 (")
光学测微器两次重合读数差	1	3
半测回归零差	6	8
一测回内 2C 互差	9	13
化归同一起始方向后同一方向值各测回互差	6	9

7.3 当导线点上方向数超过两个时,应采用方向观测法进行观测,其操作程序及有关技术要求应符合 GB/T17942《国家三角测量规范》的有关规定。

7.4 当导线点上只有两个方向时,应以奇数测回和偶数测回分别观测导线前进方向的左角和右角,观测右角时仍以左角起始方向为准变换度盘位置,左、右角分别取中数后,按 $[左角]_{\text{中}} + [右角]_{\text{中}} - 360^\circ = \Delta$ 计算闭合差值,对于三等导线应不超过 $\pm 3.5''$,四等导线不超过 $\pm 5.0''$ 。

7.5 各测回间应将度盘位置变换 σ 角,全站仪可不配置度盘。

$$DJ1 \text{ 型: } \sigma = \frac{180^\circ}{m} + 4' \quad (2)$$

$$DJ2 \text{ 型: } \sigma = \frac{180^\circ}{m} + 10'$$

m ——测回数。

7.6 水平角观测时,应调好仪器望远镜的焦距,在一测回内应保持不变。在观测过程中,水准气泡应保持居中,其中心位置偏离整置中心不得超过 1 格。若接近限度时,应在测回间重新整置仪器;若两倍视准差(2C)的绝对值;DJ1 型仪器大于 $20''$ 、DJ2 型仪器大于 $30''$ 时,应在测回间进行视轴校正。

7.7 使用全站仪观测时,其操作程序及技术要求与光学经纬仪相同。其预置的自动改正参数不得做为改正数使用。

7.8 成果的重测和取舍

7.8.1 凡超出本标准规定限差的结果,均应进行重测。因对错度盘、测错方向、读记错误或因中途发现观测条件不佳等原因而放弃的测回,重新观测时,不算重测。

7.8.2 因测回互差超限而重测时,除明显孤值外,原则上应重测观测结果中最大和最小值的测回。

7.8.3 在一个测站上,采用方向观测法时,基本测回重测的方向测回数,超过全部方向测回总数的 1/3 时,整份成果应重测。

7.8.4 方向观测一测回中,重测方向数超过所测方向总数的 1/3 时,此测回须全部重测。

7.8.5 方向观测重测时,只须联测零方向。

7.8.6 观测的基本测回结果和重测结果,应一律记簿。重测与基本测回结果不取中数,每一测回只采用一个符合限差的结果。

7.8.7 导线附合条件超限时,应认真分析,择取有关测站整站重测。

7.9 归心元素的测定

7.9.1 归心元素的测定,一般采用投影面交角约为 60° 或 120° 的三个仪器位置,各按盘左、盘右进行投影。因地形限制,也可在交角约为 90° 的两个位置上连续投影两次,投影示误三角形的最长边或示误四边形的长对角线,对于标石、仪器的投影不得大于 5mm,对于圆筒,标心柱中心的投影不得大于 10mm。

7.9.2 三、四等导线观测,测站点和照准点归心元素一般只测定一次。投影距观测的时间不超过三个月。

8 距离测量

8.1 距离测量的技术要求应符合表 6 的规定。

表 6 距离测量的技术要求

项 目	三 等		四 等	
	I	II	I	II
使用测距仪的等级	I	II	I	II
每条边观测的总测回数	8	8	4	8
每条边观测时段数	往返测各一时段 或同方向两时段		往返测各一时段 或同方向两时段	
一测回(照准一次目标,读数若干次)读数次数	4		4	
一测回读数间最大互差(mm)	5	10	5	10
同一时段经气象改正后各测回中数间的最大互差(mm)	7	15	7	15
往返测或不同时段测距中数的最大互差	$\sqrt{2}(a+b \cdot D \cdot 10^{-6})$		$\sqrt{2}(a+b \cdot D \cdot 10^{-6})$	
注:a、b——测距仪标称精度中的固定误差和比例误差系数; D——斜距观测值。				

8.2 气象元素的测定

8.2.1 距离测量使用的温度表和气压表,应为测距仪检定时使用的仪表。

8.2.2 测距作业前 10 分钟,应预先打开温度表和气压表。通风温度表应悬挂在仪器同高处、不受阳光直射且通风良好的位置;空盒气压表平置于阴影下的通风处。

8.2.3 每条边观测前、后,应在测距边两端测定大气温度和气压数据。取两端平均值进行气象改正。

8.2.4 气象数据的取位要求应符合表 7 的规定。

表 7 气象数据取位要求

项 目	大气温度 ℃	大 气 压 力	
		气压(hPa)	气压表温度,(℃)
最小读数	0.2	0.5 或 0.5mmHg ^①	0.5
计算值	0.1	0.1	—

①mmHg 为现行国家法定计量单位中应废除的单位,1mmHg=133.3224Pa

8.2.5 空盒气压表的气压值按式(3)计算:

$$p = p_0 + \alpha_0 t + \Delta p_{刻} + \Delta p_{补} \quad (3)$$

式中: p_0 ——空盒气压表的表面读数, hPa;

α_0 ——空盒气压表的温度系数,从检定书中查取;

t ——气压表上附属温度计读数,℃;

$\Delta p_{刻}$ ——从订正表中查取的气压表刻度订正值, hPa;

$\Delta p_{补}$ ——气压表补充订正值,采用最近一次的比较值, hPa。

8.3 距离测量的作业要求

8.3.1 作业开始前,应使测距仪与外界温度相适应。测量时,测距仪信号指示针在回光强度的 30%~80% 范围内,方可进行作业。并应严格按照仪器使用说明书中的规定操作仪器。

8.3.2 晴天作业时,须用测伞为测距仪遮蔽阳光。严禁将照准头对向太阳。

8.3.3 当测距仪顺日光方向照准棱镜时,而太阳方向与测线交角小于 30°,也须用测伞为棱镜遮光。应避免另外的反光物体位于测线或测线延长线上。

8.3.4 架设仪器后,测站、镜站不准离人。测距时,应暂停无线电通话。

8.4 超限处理

8.4.1 凡超出表 6 中限差的观测值,均须重新观测。当一测回中读数较差超限时,可重测两个读数,去掉最大和最小的观测值后,若不超出限差则采用;仍超限,则重测该测回。

8.4.2 当测回间较差超限时,可重测两个测回,去掉最大和最小的测回中数后,若不超出限差则采用;若仍超限,则重测该条边的全部成果。

8.4.3 往、返测或不同时段的观测值较差超限时,应分析原因,重测可靠性差的单方向距离。若仍超限,则重测另一方的距离。

8.4.4 重测后,作废的观测值应用单线划去,并注明原因和成果取舍方法。

8.5 距离计算与精度评定

8.5.1 观测的斜距经下列修正和改算后,得到导线边长(计算方法见附录 A(标准的附录))。

- 气象修正;
- 加常数和乘常数修正;
- 周期误差修正;
- 斜距化为水平距离的计算;
- 测站和镜站的归心改正;
- 水平距离投影到参考椭球面的边长计算;
- 参考椭球面上的边长归算到高斯平面的边长;
- 水平距离归算到任意高程面上的边长。

8.5.2 边长的精度评定

- 一次测量距离的中误差计算

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (4)$$

式中： d ——化算至同一高程面的往、返(或两次)水平距离之差，mm；

n ——往、返距离差值的个数。

b. 对向观测(或两次)平均值的中误差计算

$$M = \pm m_0 / \sqrt{2} \quad (5)$$

式中： m_0 ——一次测量距离的中误差，mm；

c. 边长相对中误差计算

$$M/D = 1/(D/M) \quad (6)$$

式中： D ——各测距边水平距离平均值；

M ——对向观测平均值的中误差。

9 高程测量

9.1 三、四等导线点的高程可采用三角高程测量方法测定，但三角高程的起算点须采用水准测量或电磁波测距高程导线测量(以下简称高程导线测量)的方法测定。起算点一般应选择导线的起点、终点和导线网的结点。

9.2 三角高程测量是测定导线点高程的基本方法，三、四等导线的各条边均须对向观测垂直角。

9.2.1 垂直角观测采用经纬仪中丝法。每一测回分别在望远镜盘左和盘右两位置照准目标，进行两次垂直度盘读数。其技术要求应符合表 8 的规定。

表 8 三角高程测量中垂直角观测的技术要求

项 目	限 差
每一方向测回数	4
两次读数互差	1"
指标差互差	10"
各测回垂直角互差	10"

指标差互差，按同一时段各测回的结果互相比较。每条边垂直角观测应分成两组，分别照准觇牌或觇标圆筒(标心柱)的上边缘进行观测。每组观测宜为总测回数的一半。

9.2.2 若两次读数差超限，须重新照准该方向进行两次读数；若某一方向的垂直角或指标差互差超限，则须重测有关测回。重测的测回数，不得大于规定测回数的二分之一，否则该组的垂直角应全部重测。

9.2.3 仪器高、觇标或觇牌高应采用钢卷尺量取两次，取中数采用。当两次互差超过 5mm 时，应重新量取。

9.2.4 计算的高差经地球曲率和折光差改正后应满足下列要求(其中 S 为导线边边长，km)：

- 由两组垂直角计算的同方向两点高差之差，不得大于 $70 \cdot S$ mm；
- 由对向观测所求得的高差之差，不得大于 $100 \cdot S$ mm；
- 闭合或附合到高程起算点的闭合差，不得大于 $50\sqrt{[S^2]}$ mm。

9.3 高程起算点测量

9.3.1 联测导线点的水准支线长度在 15km 以内，中间不设水准点，支线长度不超过 20km 时按四等水准的方法和精度施测。支线长度超过 20km 时，应按三等水准测量的方法和精度施测。观测方法和技术要求按 GB/12898 执行。

9.3.2 三、四等高程导线测量可以代替三、四等水准测量测定起算点的高程。

9.3.2.1 采用在两照准点中间设站的方法进行单视测量。三等高程导线须作往、返观测；四等高程导线采用单程双测法，即每测站变换仪器或觇牌高度作两次观测。高程导线测量的结果应符合表 9 的规定。

表 9 高程导线测量高差限差

单位:m

项目	测段同方向两次高差之差	测段往返测高差不符值	附和(闭合)路线闭合差	检测已测测段高差不符值
三等	—	$12\sqrt{R}$	$12\sqrt{L}$	$20\sqrt{R}$
四等	$14\sqrt{R}$	—	$20\sqrt{L}$	$30\sqrt{R}$

注:R、L——分别表示测段和附和路线长度,km。

9.3.2.2 高程导线观测前,首先沿导线选定测站和转点。测站和转点宜设在高出周围地面处,应远离热源,尽量提高视线高度;视线高度和离开其周围障碍物的距离不得小于 1.5m;视线倾角不应超过 15° ;前、后视线通过的地面土质或植被尽量相同。转点选定后,打入带有圆帽钉的木桩。测站的视线长度和前、后视线长度之差应不大于表 10 的规定。

表 10 视线长度要求

单位:m

地 形 等 级	平 原		山 区	
	三等	四等	三等	四等
视 线 长	300	500	400	900
前、后视线长度差	20	30	20	100
前、后视线长度差积累	40	100	40	300

注:山区指地面平均坡度角超过 6° 的地区。

9.3.2.3 在测站上对前后视观点进行边长和垂直角测量,测量的顺序如下:

- 后视观点垂直角,前视观点垂直角,纵转望远镜;
- 前视观点垂直角,后视观点垂直角。重复 a、b 操作,直至测完规定测回数的一半;
- 测定后视边长,测定前视边长;
- 变换棱镜或仪器高度后(三等高程导线测量,不变换高度),测定前、后视边长;
- 重复 b、a 的观测,直至测完规定测回数。

9.3.2.4 垂直角观测采用经纬仪中丝法。每个望远镜位置上进行两次读数。每一观点的测回数和各项限差要求,应符合表 11 的规定。

表 11 高程导线测量中垂直角观测的技术要求

项 目	DJ1	DJ2
测 回 数	2	4
两次读数互差	1"	3"
指标差互差	5"	6"
各测回垂直角互差	5"	6"

两次读数互差超限,应重新照准目标作两次重合读数;指标差或测回差超限,应重测相关测回。

9.3.2.5 距离测量与垂直角测量宜同时进行,对前、后视观点作单向测量。三等高程导线的边长观测 3 测回;四等高程导线观测 2 测回。观测限差不应超出表 12 的规定。

表 12 高程导线测量中边长的要求

单位:mm

仪 器 精 度	读 数 互 差	测回平均值互差
I 级	5	7
II 级	10	15

气象测定只在测站上测量一次,并按 8.2 的要求执行。

9.3.2.6 棱镜或觇牌应固定在标杆 2m 以上的位置,作业前采用经过检验的钢卷尺丈量棱镜(或觇牌)中心至杆底的高度,两次读数之差不大于 2mm 时,取平均值采用。

9.4 导线点高程计算

9.4.1 测距三角高程测量,用观测的垂直角和改化后的水平距离按(7)式计算对向观测中各组的观测高差。

$$h = D \cdot \tan\alpha + (1 - K) \cdot D^2 / (2R) + i - l \quad (7)$$

式中: D ——两点间平均高程面上的水平距离,m;

α ——观测的垂直角; $^{\circ}'''$ 。

k ——测区平均折光差系数;

R ——测区地球平均曲率半径,m;

i ——仪器高,m;

l ——觇牌高,m。

9.4.2 测距高程导线测量,每测站前、后视转点间各组的高差按(8)式计算。

$$h = S_2 \cdot \sin\alpha_2 - S_1 \cdot \sin\alpha_1 + [(S_2 \cdot \cos\alpha_2)^2 - (S_1 \cdot \cos\alpha_1)^2] / (2R) - l_2 + l_1 \quad (8)$$

式中: S_2 、 S_1 ——分别为仪器至前视和后视转点的斜距,m;

α_2 、 α_1 ——分别为前视和后视转点的垂直角; $(^{\circ})(')('')$;

R ——测区地球平均曲率半径,m;

l_2 、 l_1 ——分别为前视和后视觇牌高度,m。

9.4.3 三、四等导线点高程计算之前,应对观测高差施加下列改正(计算方法见 GB12898 的有关章节):

- a. 正常水准面不平行改正;
- b. 路线闭合差改正。

10 导线测量成果的验算、检查和验收

10.1 导线测量验算的项目和限差:

- a. 计算方位角条件的自由项,不得超过按(9)式算得的限值。

$$W_{\text{方}} = \pm 2\sqrt{n m_{\beta}^2 + 2m_a^2} \quad (9)$$

式中: m_{β} ——相应等级导线规定的测角中误差,";

m_a ——起始方位角的中误差,";

n ——传递方位角的角度个数。

- b. 计算图形条件自由项,不得超过按(10)式算得的限值。

$$W_{\text{图}} = \pm 2m_{\beta} \cdot \sqrt{n} \quad (10)$$

式中: m_{β} ——相应等级导线规定的测角中误差,";

n ——闭合图形的内角个数。

- c. 计算坐标条件自由项,三等附和导线自由项方差计算公式为(11)式:

$$\begin{aligned} m_x^2 &= 0.04(\Delta X)^2 + 0.44[(\Delta x)^2] + 0.76[(y_{\text{终}} - y)^2] \\ m_y^2 &= 0.04(\Delta Y)^2 + 0.44[(\Delta y)^2] + 0.76[(x_{\text{终}} - x)^2] \end{aligned} \quad (11)$$

四等附和导线自由项方差计算公式为(12)式:

$$\begin{aligned} m_x^2 &= 0.04(\Delta X)^2 + 1.00[(\Delta x)^2] + 1.47[(y_{\text{终}} - y)^2] \\ m_y^2 &= 0.04(\Delta Y)^2 + 1.00[(\Delta y)^2] + 1.47[(x_{\text{终}} - x)^2] \end{aligned} \quad (12)$$

(11)、(12)式中: ΔX 、 ΔY ——附和导线闭合边的纵、横坐标增量,100km;

Δx 、 Δy ——各导线边的纵、横坐标增量,100km;

$(x_{\text{终}} - x)$ 、 $(y_{\text{终}} - y)$ ——导线终点的 x 、 y 坐标与各导线点的 x 、 y 坐标差,100km。

三、四等附和导线坐标条件自由项,不得超过按(13)式算得的限值。

$$\begin{aligned} W_x &= 3m_x \\ W_y &= 3m_y \end{aligned} \quad (13)$$

d. 计算测角中误差,按(14)式计算的测角中误差,不得超过相应等级规定的限值。

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{4n}} \quad (14)$$

式中: Δ ——按测站左、右角计算的圆周角闭合差,";

n —— Δ 的个数。

当同一测区内,导线闭合图形超过 20 个时,须按(15)式计算测角中误差。

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{ww}{n} \right]} \quad (15)$$

式中: w ——图形闭合差,mm;

n ——闭合图形的内角个数;

N ——闭合差个数。

计算的测角中误差,不得超过相应等级规定的限值。

e. 计算边长观测中误差和边长测定相对中误差,按 8.5.2 条中(4)、(5)、(6)式计算的中误差,不得超过表 2 规定的数值。

f. 计算水准测量和高程导线测量的闭合差,算得的闭合差不得超过第 9.4.1 条的规定。计算闭合差之前应对水准测量观测高差施加尺长改正和正常水准面不平行改正。

10.2 三、四等导线测量外业结束后,应按 CH1001 编写外业技术总结。

10.3 导线测量工作完成后,应按 CH1002—1995 和 CH1003—1995 予以验收和质量评定。

10.4 导线测量成果经验收后,将资料整理装订,编制目录开列清单,应上交的资料项目如下:

- a. 导线网(段)展点图;
- b. 导线点之记(包括重合旧点及联测的旧点)按网、段分别装订;
- c. 测量标志委托保管书;
- d. 重新埋设旧点标石报告表;
- e. 水平角观测手簿和归心元素测量资料;
- f. 电磁波测距手簿和气象记录手簿;
- g. 垂直角观测手簿和觇标高量测资料;
- h. 水准测量手簿和高程导线测量手簿,高差表;
- i. 经纬仪、全站仪、测距仪、水准仪及水准标尺检定资料;
- j. 外业成果验算资料和导线点坐标、高程概算资料;
- k. 技术总结和验收报告。

电磁波测距边长的修正和改算

A1 测距边长气象修正值按(A1)式计算。

$$\Delta D_n = (n_0 - n)S \cdot 10^{-6} \quad (\text{A1})$$

式中: ΔD_n ——边长的气象修正, m;

S ——观测距离, m;

n_0 ——在测距仪气象参考点的群折射率, 参见 GB/T16818——1997《中、短程光电测距规范》7.1.1 条;

n ——作业条件下的群折射率。

A2 测距仪常数修正值按(A2)式计算。

$$\Delta D_K = R \cdot S + C \quad (\text{A2})$$

式中: R ——测距仪乘常数, mm/km;

C ——测距仪加常数, mm;

S ——观测距离, km。

A3 周期误差修正值按(A3)式计算。

$$\Delta D_A = A \cdot \sin\left[\Phi_0 + \left(\frac{2S}{\lambda}\right) \cdot 360^\circ\right] \quad (\text{A3})$$

式中: A ——测距仪周期误差振幅, mm;

Φ_0 ——测距仪周期误差初相角, ($^\circ$);

λ ——测距仪精测调制波长, m;

S ——观测距离, m。

A4 斜距化为水平距离按(A4)式计算。

$$D = S \cdot \cos(\alpha + f) \quad (\text{A4})$$

式中: D ——测距边水平距离, m;

S ——经过气象、常数和周期误差修正后的斜距, m;

α ——两端点间的垂直角; $^\circ' ''$ 。

f ——地球曲率和大气折光对垂直角的修正值。 f 值按(A5)式计算。

$$f = (l - k) \frac{S^2}{2R} \cdot \rho'' \quad (\text{A5})$$

式中: k ——当地大气垂直折光系数;

R ——地球平均曲率半径, m;

S ——经过气象、常数和周期改正后的斜距, m。

当地面倾角超过 3° (对于三等导线)或 5° (对于四等导线)应用观测高差按(A6)式化为斜距。

$$D = \sqrt{S^2 - h^2} \quad (\text{A6})$$

式中: S ——经过气象、常数和周期误差改正后斜距, m;

h ——两端点间高差, 用不低于四等水准的精度测定, m。

A5 测站或照准点进行偏心观测时, 按(A7)式计算归心修正值。

$$\Delta D = -e \cdot \cos\theta - e' \cdot \cos\theta' \quad (\text{A7})$$

式中: e, e' ——分别为测站和镜站的偏心距, m;

θ, θ' ——分别为测站和镜站的偏心角。

A6 测距边水平距离投影到参考椭球面的长度按(A8)式计算。

$$D_0 = D \left[1 - \frac{H_m + h_m}{R_A} + \frac{(H_m + h_m)^2}{R_A^2} \right] \quad (\text{A8})$$

式中： D ——加入倾斜改正后的水平距离，m；

H_m ——测距边高出大地水准面的平均高程，m；

h_m ——大地水准面差距，m；

R_m ——测距边方向上参考椭球面法截弧的曲率半径，m。

A7 参考椭面上的边长归算到高斯平面上的边长，按(A9)式计算。

$$D_0 = D_0 \left[1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{(\Delta y)^2}{24R_m^2} \right] \quad (\text{A9})$$

式中： D_0 ——参考椭球面上的边长，m；

y_m ——测距边两端点近似横坐标的平均值，m；

Δy ——测距边两端点近似横坐标增量，m；

R_m ——参考椭球面在测距边中心处的平均曲率半径，m。

A8 测距边水平距离归算到测区平均高程面上的长度，按(A10)式计算。

$$D_m = D [1 - H_m / (R_A + H)] \quad (\text{A10})$$

式中： D ——测距边水平距离，m；

H_m ——测距边平均高程面与测区平均高程面的高差，m；

(当测距边平均高程面高于测区平均程面时， H_m 为正值；低时， H_m 为负值)；

R_A ——测距边方向上法截弧的曲率半径，m；

H ——测区平均高程，m。

全站仪外观和键盘功能的检验

- B1** 仪器表面不得有碰伤、划痕、脱漆和锈蚀;盖板及部件接合整齐,密封性好。
- B2** 光学部件表面清洁,应无擦痕、霉斑和麻点及脱膜等现象;望远镜十字丝成像清晰,粗细均匀,视场明亮,亮度均匀;目镜调焦及物镜调焦转动平稳,不得有分划影像晃动或自行滑动的现象。
- B3** 水准管及圆水准器不应有松动,脚螺旋转动松紧适度,无晃动;水平及竖直制动及微动机构运转平稳可靠,无跳动现象;组合式全站仪中,电子经纬仪与测距仪的连接机构可靠。仪器和基座的连接锁紧机构可靠。
- B4** 操作键盘上各按键反应灵敏,每个键的功能正常;通过键的组合读取显示数据及存贮或传送数据功能正常。
- B5** 液晶显示屏显示提示符号,字母及数字清晰、完整、对比度适当。
- B6** 数据输出接口、外接电源接口完好,内接电池接触良好,内(外)接电池容量充足,充电器完好。
- B7** 记录存贮卡完好无损,表面清洁,在仪器上能顺当地装入或取下,存贮卡内装钮扣电池容量充足,磁卡阅读器完好。
- B8** 使用中和修理后的仪器,其外表或某些部件不得有影响仪器准确度和技术功能的一些缺陷。

工作电压显示的正确性检验

- C1** 仪器开机后,读记仪器显示的电压指示数据,其值应与说明书提供的额定电压数据一致。
- C2** 若仪器显示的电压指示数据与说明书上不一致,应测试仪器正常工作状态下的工作电压,可读记稳压电源的电压数据,或测试仪器电源电池的电压数据,其值应为该仪器的工作电压。
- C3** 仪器开机后若其显示的工作电压数据和测试的工作电压均与说明书上的要求不一致时,则该仪器工作状态不正常,应进行维修。

全站仪照准部旋转正确性的检验

D1 机内没有测试垂直轴稳定性的专门指令程序的全站仪,其检验方法和技术要求与光学经纬仪该项目相同。

D2 机内配有测试垂直轴倾斜量专门指令的全站仪,可从显示的垂直轴倾斜量的变化幅度检验其照准部旋转的正确性。其检定步骤如下:

a. 仪器安置于稳定的仪器墩或脚架上,整平后转动照准部几周,置水平方向读数为零。

b. 输入测试指令,顺时针转动照准部,从显示屏记下 0° 位置和每隔 45° 各位置上垂直轴倾斜量(带符号),连续顺转两周。

c. 再逆转照准部并每隔 45° 读记一次,连续逆转两周。

d. 计算照准部对应 180° 的两读数之和,其值在同一测回中互差应小于 $4''$;而整个过程中,各次读数的最大变动应小于 $15''$ 。

全站仪测距轴与视准轴的重合性的检验

- E1 在相距 50~100m 的水平距离上分别安置仪器和反射棱镜。
- E2 照准反射棱镜中心,并读取水平方向读数 H 和天顶距读数 Z 。
- E3 向左或右水平方向偏调仪器,直到接收信号减少到临界为止,读取水平读数 H_1 和 H_2 。
- E4 向上或下竖向转动望远镜,直到接收信号减少到临界为止,读取天顶距读数 Z_1 和 Z_2 。
- E5 计算水平和竖直张角的绝对值。

$$\Delta H_1 = |H_1 - H|, \Delta H_2 = |H_2 - H|, \Delta Z_1 = |Z_1 - Z|, \Delta Z_2 = |Z_2 - Z|,$$

若 $(\Delta H_1 - \Delta H_2), (\Delta Z_1 - \Delta Z_2)$ 均 $\leq 1.5'$,则两轴的吻合为合格。

以上检定操作,也可以与偏调法进行光电测距单元相位均匀性的检定结合起来进行。

全站仪倾斜补偿器的零位误差,补偿范围和补偿准确度的检验

F1 将仪器安置在稳定的脚架或仪器墩上。距仪器 50~100m 处设置精确目标,目标大致与仪器等高。全站仪一个脚螺旋 A 在目标的轴线方向,其余两个脚螺旋 B、C 与轴线垂直。

F2 一般仪器检定的操作

F2.1 补偿器的零位误差检验及预置

整平仪器,在一个方向上读竖轴倾斜的显示数值 L ,再旋转照准部 180° ,读竖轴倾斜的显示数值 R ,取 $(L-R)/2$,即为补偿器零位误差。再用相应的指令将该零位误差在机内预置改正。

F2.2 补偿范围的测定 对不显示纵轴倾斜值的仪器,仪器安置整平后,用垂直微动螺旋使天顶距等于 90° ,顺时针转动 A 脚螺旋,使仪器上倾直到天顶距读数停止变化为止,记下最后一个读数 M_1 ,再以逆时针转动 A 脚螺旋,使仪器下倾直到天顶距读数停止为止,记下最后一个读数 M_2 , M_1 应 $\leq 90^\circ - M$, M_2 应 $\geq 90^\circ + M$,其中 M 为仪器标称补偿范围。

对具有竖轴双向倾斜显示的仪器,可利用其 X, Y 倾角显示值进行补偿范围的测定,令 X_1, X_2 为纵向的两端读数, Y_1, Y_2 为横向的两端读数,则 $A = \{(X_1 - X_2) + (Y_1 - Y_2)\} / 4$ 即为实测的补偿范围,此值应 \leq 仪器标称补偿范围。

F2.3 纵向补偿准确度

a. 盘左位置,整平仪器,精确照准目标,读取天顶距 M_1 。

b. 转动脚螺旋 A,使仪器上倾 $2' \sim 3'$ (由仪器补偿范围内)后,再用竖直微动螺旋重新使望远镜照准目标,读取天顶距 M_2 。

c. 反方向转脚螺旋 A,使仪器回复水平又下倾 $2' \sim 3'$ 再用竖直微动使望远镜重新照准目标,读取天顶距 M_3 。

d. 转动脚螺旋 A,使仪器回复水平,又微动望远镜精确照准目标,读取天顶距 M_4 。

e. M_1, M_2, M_3, M_4 均应照准读数 3 次取平均。

f. 纵向补偿准确度的计算及限差

计算 $\Delta_1 = M_2 - M_1, \Delta_2 = M_3 - M_1, \Delta_3 = M_4 - M_1$ 取其中绝对值最大者为检定结果,其值应 $\leq 3M$, M 为标称的补偿标准差(″)。

F2.4 横向补偿准确度

a. 盘左位置、整平仪器,准确照准目标,读取天顶距 N_1 。

b. 同向转动脚螺旋 C 及 B,使仪器下倾 $2.5'$ 后,再用竖直微动螺旋使望远镜重新照准目标,读取天顶距 N_2 。

c. 按相反方向同向转动脚螺旋 C 及 B,使仪器向上倾,回复水平又上倾 $2.5'$,再用竖直微动螺旋使望远镜重新照准目标,读取天顶距 N_3 。

d. 转动脚螺旋 C,使仪器回复水平,再用竖直微动螺旋使望远镜重新照准目标,读取天顶距 N_4 。

e. N_1, N_2, N_3, N_4 均应照准读数三次取平均。

f. 横向补偿精度的计算及限差。

计算 $\Delta'_1 = N_2 - N_1, \Delta'_2 = N_3 - N_1, \Delta'_3 = N_4 - N_1$,取其中绝对值最大者为检定结果,其值应 $\leq 3M$, M 为标称的补偿标准差(″)。

F3 如仪器具有直接测定并显示竖轴倾斜度的功能,其纵向补偿准确度检定,按 F2.3 中 b、c、d 步骤操作时,可利用直接测定竖轴倾斜度的指令,从显示窗口直接读得经倾斜补偿后仪器竖轴残剩误差在纵向的分量值,也用 $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ 表示。同样在横向补偿准确度检测时,按 F2.4 中 b、c、d 步骤操作时,可利用直接测定指令直读其横向分量值,也用 $\Delta'_1, \Delta'_2, \Delta'_3$ 表示,其绝对值最大者应 $\leq 3M$, M 为标称的补偿标准差(″)。

全站仪存贮卡的检验方法及要求

G1 存贮卡初始化

按仪器的结构不同,将存贮卡插入全站仪中或插入卡阅读器中调用初始化(格式化)程序进行。对使用中的存贮卡,如已写保护,则应先解除保护,然后再进行初始化。

G2 文件建立和删除

按仪器结构的不同,文件的建立(或打开)和删除可在全站仪上,或利用卡阅读器按文件建立和文件删除(或关闭)的指令程序进行。

G3 存贮卡容量及检查

按仪器结构的不同,存贮卡容量可在文件建立(或打开)后,在全站仪上或在卡阅读器上连同文件名号被显示出来。

G4 数据的记录

将经过初始化并已建立文件后的存贮卡插入全站仪(或电子经纬仪)中,以一个或若干个测点(棱镜反射器)进行观测,并调用数据记录的指令程序,将数据记录在存贮卡上。应记录的数据包括:仪器参数、测站数据、测量数据及三维坐标值、注释符及特征码的记录。

可从全站仪上或利用卡阅读器调用数据查阅指令检验记录功能是否正常。

G5 数据查阅

按仪器结构的不同,在全站仪上调用数据查阅指令程序或利用卡阅读器数据显示指令进行,包括查阅存贮卡记录的全部数据或直接查阅某个文件或某项类别的数据。

G6 数据传输

将存贮卡通过卡阅读器与具有通用标准接口的计算机或打印机相联接,调用数据传输指令程序把存贮卡内的数据以数据文件为单位,发送到计算机或打印机打印。

计算机必须设置与全站仪和卡阅读器相一致的通讯参数,数据发送结束,卡阅读器或计算机作结束的提示。

对具有双向通讯的仪器,还应检查卡器中的存贮卡从计算机中接收数据块加入已打开文件之中的性能。情况良好,则仪器也作出工作结束的提示。

G7 写保护与解除保护

在全站仪或卡阅读器上调用写保护或取消写保护指令程序进行的,当写保护或取消保护结束后,仪器出示提示。

中华人民共和国测绘行业标准
三、四等导线测量规范
CH/T 2007-2001
国家测绘局发布

*

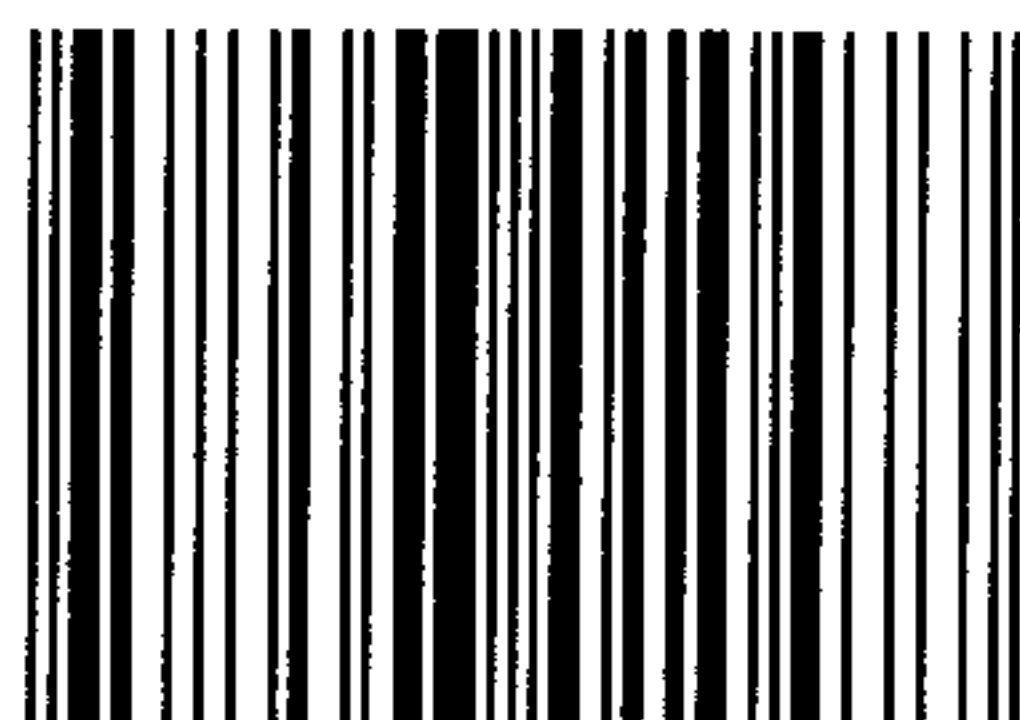
测绘出版社出版·发行
(白纸坊西街3号 100054)
三河市艺苑印刷厂印刷

*

新华书店经销

开本 297×210 印张 1.5
2003年1月第一版·2003年1月第一次印刷
印数:0001--3000 定价:10.00元
ISBN 7-5030-1047-9/P·362

ISBN 7-5030-1047-9



9 787503 010477 >