

现行
建筑
施工
规范
条文
说明
大全

(缩印本)

中国建筑工业出版社

现行建筑施工规范条文说明大全

(缩印本)

本 社 编

中国建筑工程出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现行建筑施工规范条文说明大全 (缩印本) /本社编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08511-X

I. 现... II. 本... III. 建筑工程-工程施工-建筑规范-中
国 IV. TU711-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 098930 号

**现行建筑施工规范条文说明大全
(缩印本)**

本 社 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 75¼ 字数: 3500 千字

2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 150.00 元

ISBN 7-112-08511-X

(15175)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

出版说明

《现行建筑设计规范大全》、《现行建筑结构规范大全》、《现行建筑施工规范大全》修订缩印本（以下简称《规范大全》），自1994年3月出版以来，深受广大建筑设计、结构设计、工程施工人员的欢迎。但是，随着科研、设计、施工、管理实践中客观情况的变化，国家工程建设标准主管部门不断地修订、制订新的标准规范已成必然。为了适应这种变化，我社将根据规范的修订、制订情况，适时地对原《规范大全》修订缩印本做调整、补充，以飨读者。

《现行建筑设计规范大全》修订缩印本收入建筑设计、建筑物理、建筑电气、建筑暖通与空调等方面标准规范，计5部分，116个；《现行建筑结构规范大全》修订缩印本收入建筑结构、工程抗震、勘察及建筑地基与基础等方面标准规范，计6部分，84个；《现行建筑施工规范大全》修订缩印本收入建筑施工技术、质量验收、建筑安全等方面标准规范，计6部分，105个。以上《规范大全》的出版，极大地满足了广大工程技术人员需要，受到热烈欢迎。但是限于篇幅等原因，这些规范的条文说明当时没有编入。

为使广大读者更好地理解规范条文，我社决定陆续出版配合以上《规范大全》的条文说明大全。继先期推出《现行建筑设计规范条文说明大全》后，本次推出《现行建筑施工规范条文说明大全》和《现行建筑结构规范条文说明大全》（以下简称《条文说明大全》）。为方便读者对照查阅，《条文说明大全》保留了《规范大全》的序号，对少数未能编入条文说明的规范，目录中标为“无”。

需要特别说明的是，由于标准规范处在一个动态的变化过程中，而且出版社受出版发行规律的限制，不可能在每次重印时对《大全》进行修订，所以在全面修订前，《大全》中有可能出现某些标准规范没有被替换和修订的情况。

为了使广大读者放心地使用《大全》，我社将在网上提供咨询服务，及时地提供相关标准规范的制订、全面修订、局部修订等信息。

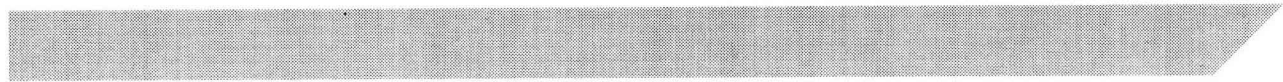
请登录中国建筑工业出版社网站（www.cabp.com.cn）“规范大全国地”。

我们期待着广大读者在使用《大全》修订缩印本之后，给予批评、指正，并提出宝贵意见。

中国建筑工业出版社

2006年8月1日

欲了解《大全》中规范变更情况，请登录中国建筑工业出版社网站(www.cabp.com.cn)“规范大全国地”。



目 录

1

工程测量规范 GB 50026—93	1—1—1
建筑地基处理技术规范 JGJ 79—2002	1—2—1
湿陷性黄土地区建筑规范 GB 50025—2004	1—3—1
生物安全实验室建筑技术规范 GB 50346—2004	1—4—1
建筑桩基技术规范 JGJ 94—94	1—5—1
建筑基桩检测技术规范 JGJ 106—2003	1—6—1
建筑地基基础工程施工质量验收规范 GB 50202—2002	1—7—1
高层建筑箱形与筏形基础技术规范 JGJ 6—99	1—8—1
锚杆喷射混凝土支护技术规范 GB 50086—2001	1—9—1
建筑基坑支护技术规程 JGJ 120—99	1—10—1
既有建筑地基基础加固技术规范 JGJ 123—2000	1—11—1
人民防空工程施工及验收规范 GB 50134—2004	1—12—1
安全防范工程技术规范 GB 50348—2004	1—13—1
地下工程防水技术规范 GB 50108—2001	1—14—1
地下防水工程质量验收规范 GB 50208—2002	1—15—1

2

钢结构工程施工质量验收规范 GB 50205—2001	2—1—1
网架结构设计与施工规程 JGJ 7—91	2—2—1
网壳结构技术规程 JGJ 61—2003	2—3—1
混凝土结构工程施工质量验收规范 GB 50204—2002	2—4—1
高层建筑混凝土结构技术规程 JGJ 3—2002	2—5—1
冷拔钢丝预应力混凝土构件设计与施工规程 JGJ 19—92	2—6—1
冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程 JGJ 95—2003	2—7—1
钢筋焊接网混凝土结构技术规程 JGJ 114—2003	2—8—1
型钢混凝土组合结构技术规程 JGJ 138—2001	2—9—1
砌体工程施工质量验收规范 GB 50203—2002	2—10—1
混凝土小型空心砌块建筑技术规程 JGJ/T 14—2004	2—11—1
多孔砖砌体结构技术规范（2002 年版） JGJ 137—2001	2—12—1

注：对于部分未编制条文说明的标准，目录中标为“无”，但序号仍保留，以便与《现行建筑施工规范大全》对照查阅。

建筑抗震加固技术规程	JGJ 116—98	2—13—1
烟囱工程施工及验收规范	GBJ 78—85（无）	2—14—1
工业炉砌筑工程施工及验收规范	GB 50211—2004	2—15—1
木结构工程施工质量验收规范	GB 50206—2002	2—16—1
智能建筑工程质量验收规范	GB 50339—2003	2—17—1
高层民用建筑钢结构技术规程	JGJ 99—98	2—18—1
混凝土结构后锚固技术规程	JGJ 145—2004	2—19—1
无粘结预应力混凝土结构技术规程	JGJ 92—2004	2—20—1
既有采暖居住建筑节能改造技术规程	JGJ 129—2000	2—21—1

3

屋面工程质量验收规范	GB 50207—2002	3—1—1
屋面工程技术规范	GB 50345—2004	3—2—1
V形折板屋盖设计与施工规程	JGJ/T 21—93	3—3—1
玻璃幕墙工程技术规范	JGJ 102—2003	3—4—1
金属与石材幕墙工程技术规范	JGJ 133—2001	3—5—1
外墙外保温工程技术规程	JGJ 144—2004	3—6—1
建筑地面工程施工质量验收规范	GB 50209—2002	3—7—1
建筑装饰装修工程质量验收规范	GB 50210—2001	3—8—1
建筑防腐蚀工程施工及验收规范	GB 50212—91（无）	3—9—1
住宅装饰装修工程施工规范	GB 50327—2001	3—10—1
机械喷涂抹灰施工规程	JGJ/T 105—96	3—11—1
建筑涂饰工程施工及验收规程	JGJ/T 29—2003	3—12—1
外墙饰面砖工程施工及验收规程	JGJ 126—2000	3—13—1
塑料门窗安装及验收规程	JGJ 103—96	3—14—1

4

装配式大板居住建筑设计和施工规程	JGJ 1—91（无）	4—1—1
建筑工程大模板技术规程	JGJ 74—2003	4—2—1
大模板多层住宅结构设计与施工规程	JGJ 20—84（无）	4—3—1
钢筋混凝土升板结构技术规范	GBJ 130—90（无）	4—4—1
液压滑动模板施工技术规范	GBJ 113—87（无）	4—5—1
组合钢模板技术规范	GB 50214—2001	4—6—1
钢筋焊接及验收规程	JGJ 18—2003	4—7—1
钢筋焊接接头试验方法标准	JGJ/T 27—2001	4—8—1
钢筋锥螺纹接头技术规程	JGJ 109—96	4—9—1
预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程	JGJ 85—2002	4—10—1
建筑钢结构焊接技术规程	JGJ 81—2002	4—11—1

钢筋机械连接通用技术规程	JGJ 107—2003	4—12—1
带肋钢筋套筒挤压连接技术规程	JGJ 108—96	4—13—1
钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程	JGJ 82—91（无）	4—14—1
建筑玻璃应用技术规程	JGJ 113—2003	4—15—1
天然沸石粉在混凝土与砂浆中应用技术规程	JGJ/T 112—97	4—16—1
土工合成材料应用技术规范	GB 50290—98	4—17—1
冷轧扭钢筋混凝土构件技术规程	JGJ 115—97	4—18—1
普通混凝土配合比设计规程	JGJ 55—2000	4—19—1
砌筑砂浆配合比设计规程	JGJ 98—2000	4—20—1
混凝土泵送施工技术规程	JGJ/T 10—95	4—21—1
建筑工程冬期施工规程	JGJ 104—97	4—22—1
建筑边坡工程技术规范	GB 50330—2002	4—23—1

5

建筑工程施工质量验收统一标准	GB 50300—2001	5—1—1
玻璃幕墙工程质量检验标准	JGJ/T 139—2001	5—2—1
网架结构工程质量检验评定标准	JGJ 78—91（无）	5—3—1
混凝土质量控制标准	GB 50164—92	5—4—1
回弹法检测混凝土抗压强度技术规程	JGJ/T 23—2001	5—5—1
贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程	JGJ/T 136—2001	5—6—1
建筑结构检测技术标准	GB/T 50344—2004	5—7—1
混凝土强度检验评定标准	GBJ 107—87	5—8—1
建筑工程饰面砖粘结强度检验标准	JGJ 110—97	5—9—1
建筑施工安全检查标准	JGJ 59—99	5—10—1
砌体工程现场检测技术标准	GB/T 50315—2000	5—11—1
采暖居住建筑节能检验标准	JGJ 132—2001	5—12—1
建筑施工高处作业安全技术规范	JGJ 80—91	5—13—1
施工企业安全生产评价标准	JGJ/T 77—2003	5—14—1
建筑拆除工程安全技术规范	JGJ 147—2004	5—15—1
液压滑动模板施工安全技术规程	JGJ 65—89（无）	5—16—1
建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范（2002 年版）		
JGJ 130—2001		5—17—1
建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范	JGJ 128—2000	5—18—1
建筑机械使用安全技术规程	JGJ 33—2001	5—19—1
施工现场临时用电安全技术规范	JGJ 46—2005	5—20—1
建设工程施工现场供用电安全规范	GB 50194—93	5—21—1
建筑施工现场环境与卫生标准	JGJ 146—2004	5—22—1

建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范	GB 50242—2002	6—1—1
通风与空调工程施工质量验收规范	GB 50243—2002	6—2—1
火灾自动报警系统施工及验收规范	GB 50166—92	6—3—1
自动喷水灭火系统施工及验收规范（2003 年版）	GB 50261—96（无）	6—4—1
气体灭火系统施工及验收规范	GB 50263—97	6—5—1
泡沫灭火系统施工及验收规范	GB 50281—98	6—6—1
建筑电气工程施工质量验收规范	GB 50303—2002	6—7—1
电梯工程施工质量验收规范	GB 50310—2002	6—8—1
建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范	GB/T 50312—2000	6—9—1
建筑物电子信息系统防雷技术规范	GB 50343—2004	6—10—1

中华人民共和国国家标准

工 程 测 量 规 范

GB 50026—93

条 文 说 明

前 言

《工程测量规范》GB 50026—93（以下简称本规范）是根据国家计委计标发〔1986〕250号文通知，由中国有色金属工业总公司负责主编，具体由中国有色金属工业西安勘察院会同国内有关单位，在1978年颁布的《工程测量规范》TJ 26—78（试行，以下简称原规范）的基础上，共同修订完成的，经建议部以建标〔1993〕242号文批准发布。

为便于广大勘察、施工、科研、学校等有关单位人员，在做用本规范时能正确理解和执行条文规定，本规范修订组根据国家计委关于编制标准、规范条文说明的统一要求，按本规范的章、节、条顺序，编制了《工程测量规范条文说明》，供国内有关部门和单位参考。

本规范修订后的内容共9章40节及7个附录，除保留原规范的总则、平面控制测量、高程控制测量、地形测量、线路测量、绘图复制等章外，增加了施工测量，竣工总图编绘与实测、变形测量等章，并调整了原章节中的内容。原规范中的摄影测量一章已另编《工程摄影测量规范》。

在使用中，对本条文说明的意见，请直接函寄西安市西影路46号中国有色金属工业总公司西安勘察院《工程测量规范》国家标准管理组。本条文说明仅供国内有关部门和单位执行本规范时使用，不得外传和翻印。

1993年3月

目次

第一章 总则.....	1—1—4	第六章 绘图与复制.....	1—1—20
第二章 平面控制测量.....	1—1—4	第一节 一般规定.....	1—1—20
第一节 一般规定.....	1—1—4	第二节 绘图.....	1—1—20
第二节 设计、选点、造标与埋石.....	1—1—7	第三节 编绘.....	1—1—20
第三节 水平角观测.....	1—1—7	第四节 晒蓝图、静电复印与复照.....	1—1—20
第四节 距离测量.....	1—1—8	第五节 翻版、晒印刷版与修版.....	1—1—20
第五节 内业计算.....	1—1—9	第六节 打样与胶印.....	1—1—20
第三章 高程控制测量.....	1—1—9	第七章 施工测量.....	1—1—20
第一节 一般规定.....	1—1—9	第一节 一般规定.....	1—1—20
第二节 水准测量.....	1—1—9	第二节 施工控制测量.....	1—1—20
第三节 电磁波测距三角高程.....	1—1—10	第三节 工业与民用建筑施工放样.....	1—1—21
第四章 地形测量.....	1—1—12	第四节 灌注桩、界桩与红线测量.....	1—1—22
第一节 一般规定.....	1—1—12	第五节 水工建筑物施工测量.....	1—1—22
第二节 图根控制测量.....	1—1—13	第八章 竣工总图的编绘与实测.....	1—1—22
第三节 一般地区地形测图.....	1—1—14	第一节 一般规定.....	1—1—22
第四节 城镇居住区地形测图.....	1—1—15	第二节 竣工总图的编绘.....	1—1—23
第五节 工矿区现状图测量.....	1—1—15	第三节 竣工总图的实测.....	1—1—23
第六节 水域地形测量.....	1—1—15	第九章 变形测量.....	1—1—23
第七节 地形图的修测.....	1—1—17	第一节 一般规定.....	1—1—23
第五章 线路测量.....	1—1—17	第二节 水平位移监测网.....	1—1—23
第一节 一般规定.....	1—1—17	第三节 垂直位移监测网.....	1—1—24
第二节 铁路、公路测量.....	1—1—17	第四节 水平位移测量.....	1—1—24
第三节 架空索道测量.....	1—1—18	第五节 垂直位移测量.....	1—1—24
第四节 自流和压力管线测量.....	1—1—19	第六节 内业计算及成果整理.....	1—1—25
第五节 架空送电线路测量.....	1—1—19		

第一章 总 则

第1.0.1条 本规范的宗旨。为了统一工程建设中工程测量的技术要求,凡是可能在全国统一的共同性的通用内容,本规范均加以规定,以使修订后的新规范更好地为工程建设服务。本规范对新技术和新方法的采用,本着积极慎重的态度,凡经过鉴定行之有效的好经验、新方法,如电磁波测距等级导线、三边网、电磁波测距三角高程等,已作了相应的规定。并在内容和指标的规定上,做到“体现政策,技术先进,经济合理,安全适用”。

第1.0.2条 本规范适用范围。原规范着重于城市、工矿企业勘察设计阶段的测绘工作。本规范适用范围有所扩大,除工程建设的勘察设计阶段的测绘工作外,施工及生产(运营)阶段的测绘工作也包括在其中了。

原规范第五章摄影测量方法的1:500~1:5000比例尺测图已另编入《工程摄影测量规范》中。

从我国实际情况出发,根据需要,对于测图面积大于50km²的1:5000比例尺地形图,如可能,应考虑“一测多用”的原则,规定了宜按国家测绘局颁发的现行有关规范执行。

第1.0.3条 作业三阶段工作。这是根据历年来工程测量单位在作业实践中总结出来的经验而制定出来的三作业阶段必须进行的工作。

第1.0.4条 对测绘仪器、工具,根据作业实践,只有做到及时检查校正,加强维护保养,定期检修,才能保证仪器、工具百分之百的完好率,不致妨碍作业,延误工期,保证测绘质量。

第1.0.5条 根据偶然误差出现的规律,以二倍中误差作为极限误差时,其误差出现的或然率不大于5%,这样规定是合理的。

第1.0.6条 多余观测数小于20的中误差的区间估计。根据数理统计原理,子样方差与母体方差的 χ^2 分布关系,导出母体中误差 m 的区间数为:

$$\sigma \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_2}} \leq m \leq \sigma \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_1}} \quad (\text{概率为 } p) \quad (1.0.6-1)$$

式中 σ ——子样中误差;

n ——观测数;

m ——母体中误差。

当 $n > 20$ 时,子样中误差与母体中误差的差别可能在20%以内,按1979年复旦大学编《数理统计》一书认为:子样中误差可以代替母体中误差。

当观测数 $n < 20$ 时,由经典的最小自乘法常用的测量中误差公式计算:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (1.0.6-2)$$

$$\text{及 } m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad (1.0.6-3)$$

式中 Δ ——观测值的真误差;

V ——观测值的修正值。

求得的中误差 m 值,实际上与数理统计中的子样中误差 σ 相当,其值的可靠性随着 n 的减小而越来越小,因此对某些工程要求中误差值有较高可靠性时,应按公式(1.0.6-1)采用中误差的区间估计办法进行评定,置信概率 p 值一般可选0.7~0.9之间, p 值越大,求得的 m 值越可靠。

一般要肯定观测中误差是否小于某一限值,这时就要计算母体中误差的可能最大极限值。

设 $\chi^2 \leq \chi^2_0$ 的概率为 p ,得 $m \leq \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_0}} \sigma$ 的概率为 p ;设

$\sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_0}} = K_m$,即 $m \leq K_m \sigma$ 的概率为 p 。由于 $\sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_0}} > 1$,故 m 的

可能极限值 $K_m \sigma > \sigma$, K_m 值相当于安全系数,其值的大小决定于置信概率 p 。

计算 σ 后乘以 K_m 值再与规范规定的相应中误差比较。

第二章 平面控制测量

第一节 一般规定

第2.1.1条 根据多年来一些工测单位的实践经验及典型插网图形的电算成果的精度分析,越等级布设控制网有下列优点:

一、视标高度可适当降低,节约造标费用;

二、与逐级布网的经济比较,节约生产工日约2/5;

三、插网中各待定点的精度较均匀;

四、一次插入的点数愈多,则点位中误差愈小;

五、相邻点位中误差,随着加密边长的缩短而减小。

优点中的三、四、五款,可由电算出的以下四种插网图形的主要精度综合统计表2.1.1所证实。

四种插网图形的主要精度综合统计表2.1.1

插网中待定点数	边长加密缩小倍数	加密网长(km)	点位中误差(mm)			相邻点位中误差(mm)			相对中误差
			最大	最小	平均	最大	最小	平均	
3	2:1	5	47.7	47.7	47.7	49.7	47.7	48.4	1/103000
7	3:1	3.3	38.3	35.6	36.5	38.5	32.4	35.4	1/93000
12	4:1	2.5	36.2	31.6	33.0	32.2	22.7	27.5	1/91000
18	5:1	2.0	33.5	28.0	30.7	28.0	18.1	22.5	1/90000

因此本规范规定在满足本规范指标的情况下,可越等级布设。

第2.1.2条 坐标系统的选择。本条在坐标系统的选择上,根据国家现行的规定,结合工程的特点,提出了满足测区内投影长度变形值不大于2.5cm/km的要求,只有当投影长度变形值在此范围内,才有可能采用统一的高斯正形投影3°带平面直角坐标系统。

本规范规定出的长度变形1km可为2.5cm,即是相对误差为1/40000,这样的长度变形,能满足工程建设中施工放样测量精度不低于1/20000的要求,并与之相适应。

坐标系统的选择,在投影长度变形值不大于2.5cm/km的原则下,还可采用高斯正形投影3°带或任意带平面直角坐标系统,投影面可采用1985国家高程基准、抵偿高程面或测区平均高程面,特殊要求的工程可采用建筑坐标等独立坐标系统。

第2.1.3条 三角测量的主要技术要求。三角测量的主要技术要求是根据工程测量单位控制网的统计资料和考虑已有城市、工程测量单位的规范指标,在综合分析的基础上规定的。在此分述如下:

一、测角中误差与测回数。本规范对二、三、四等三角测量的测角中误差仍分别沿用过去已规定的 $\pm 1.0''$ 、 $\pm 1.8''$ 、 $\pm 2.5''$,其水平角观测的测回数是根据工测单位控制网水平角测角中误差与测回数统计表(表2.1.3)而规定出来的。

工测单位控制网水平角测角中误差与测回数统计 表2·1·3

DJ ₁ 型			DJ ₂ 型		
测回数	测角中误差 (μ)	网的个数	测回数	测角中误差 (μ)	网的个数
3	0.90~1.68	4	1	5.00	1
4	0.89~2.40	8	3	2.40	2
6	0.80~1.70	17	4	1.55~2.10	4
8	0.85~1.68	3	6	1.30~2.50	9
9	0.55~1.79	26	8	1.9~2.20	5
10	1.01	1	9	0.95~1.80	6
12	0.40~1.02	7	9	2.12	1
			12	1.17~1.64	2

一、二级小三角的测角中误差和测回数，也是根据多数工测单位多年来已采用的指标。

二、基本精度。工测单位平面控制网的基本精度，应使四等以下的各级平面控制的最弱边边长（或最弱点点位）中误差不大于地形图上0.1mm。对1:500比例尺和1:1000比例尺地形图来说，就是5cm和10cm。因此，二、三、四等三角网的建立，本规范取四等三角网最弱边边长中误差为5cm。

本规范表2·1·3中规定对一、二级小三角的边长可放长，最长为表中规定的2倍，即根据测区测图的最大比例尺而定，当为1:1000时，则规定了10cm的网。

一般工程的施工放样，要求新设的建筑物与相邻已有建筑物的相关位置误差（或相对主轴线）应小于10~20cm。在改、扩建厂的施工图设计时，尚须测定主要地物点的解析坐标，其点位对于最近解析图根点的点位中误差，约为5~10cm。因此，本规范所规定的控制网精度规格，是可以满足大比例尺测图并兼顾一般施工放样需要的。

三、最弱边精度系列。对加密网而言，三角网的边长精度，主要取决于测角的精度。有如下的关系式，即：

$$TQ_i : T_i = m_{\beta i}^{\prime} : m_{\beta i-1}^{\prime} \quad (2 \cdot 1 \cdot 3-1)$$

式中 TQ_i 、 T_i ——分别为第*i*级三角网起始边，最弱边的边长相对中误差的母值；

$m_{\beta i}^{\prime}$ 、 $m_{\beta i-1}^{\prime}$ ——分别为*i*级和*i*-1级三角网测角中误差。

二、三、四等三角网，一、二级小三角的测角中误差，分别规定为：±1.0″、±1.8″、±2.5″、±5″、±10″，那么各等级的 T_{Q_i} 与 T_i 的值也就基本确定。

至于独立的首级三角网，其最弱边的边长中误差，应与加密网的系列一致，二、三、四等三角起始边，本规范根据需要和电磁波测距的可能，采用1/250000、1/150000和1/100000；一、二级小三角分别采用1/40000和1/20000，以上系列在实际工作中验证均可达到。其中，只有三等三角网，从电算出的8个任意中点多边形进行了分析，认为当采用一条起始边的中点多边形，选择较良好的图形时，测角中误差若能比规范规定提高5%~10%，则基本上能完全符合精度要求。

四、各等级三角测量平均边长。根据一些工程测量单位作业经验和调查走访施工建设单位，认为四等三角平均边长为2km，最弱边边长相对中误差不低于1/40000，即相对点位中误差为±5cm，这样密度和精度的网，一般施工放样工作均能适用，故四等三角平均边长规定为2km。而其余各等级的平均边长，大体上按上、下相邻等级之比约为2:1来规定：三等为4.5km、二等为9km，一级为1km、二级为0.5km。

综合以上四个方面，制定出三角测量的主要技术要求。

贯彻执行本规范表2·1·3规定时还应注意：

①采用国家大地测量网作为起算，当边长较长时，在精度满足要求的情况下，可采用同级或越级插网等形式进行加密，以缩

短其边长。

②表中三等、四等加密的起始边边长相对中误差一栏，是指直接利用二等点边加密三等网点，以及三等点边加密四等网点的二等和三等的起始边的精度而言，并不是下一级加密网时的起始边。如果在下一级（三等或四等）网中增设加密网起始边时，宜考虑原始数据误差的影响，在完整的误差分析的基础上，决定加密起始边的观测精度。

第2·1·4条 三角网（锁）的布设。根据实践经验，三角网（锁）的布设应注意下列事项：

一、应从当前需要出发，适当考虑发展，坚持因地制宜，做到技术先进、经济合理；

二、当测区内没有高级控制网或原有控制网的精度不能满足要求时，一般布设独立网；

三、当测区内有高级控制网，且其精度满足要求时，可用插网、线形网或插点等形式进行加密。

四、规范条文中增加了各等级三角网用插点加密时的一些具体规定，以求得统一。

五、一、二级小三角的布设，根据实践经验，可采用线形锁，并可按下式计算的中间点位中误差值（ $M_{\text{中}}$ ）进行验证：

$$M_{\text{中}} = \tilde{L} \frac{m_{\beta}^{\prime}}{\mu \cdot 10^5} \sqrt{\frac{(n+1)^2 + 20}{70(n+1)}} (4.43 + R\sqrt{\mu}) \quad (2 \cdot 1 \cdot 4-1)$$

式中 $\tilde{L}$ ——两高级点间实际距离（或称大基线长度）；

$$R = \frac{\sum R}{n}, \quad R \text{ 为三角形图形强度系数，以对数第六位}$$

为单位；

n ——三角形个数；

μ ——0.4343。

由式（2·1·4-1），知线形锁中间点的点位中误差 $M_{\text{中}}$ 与大基线长度 $\tilde{L}$ 成正比。偏离大基线愈远， $M_{\text{中}}$ 就愈大，故线形锁的布设宜近于直伸。

狭长测区布设一条线形锁时，按传距角计算的图形强度的总和值，应小于60。按公式（2·1·4-2）计算线形锁端边（最弱边）的边长相对中误差：

$$\frac{m_s}{S} = \frac{m_{\beta}^{\prime}}{\mu \cdot 10^5} \sqrt{\frac{2}{9} \sum R} \quad (2 \cdot 1 \cdot 4-2)$$

$$\text{当 } m_{\beta}^{\prime} = \pm 5'', \quad \frac{m_s}{S} = \frac{1}{T} = \frac{1}{20000},$$

$$\text{当 } m_{\beta}^{\prime} = \pm 10'', \quad \frac{m_s}{S} = \frac{1}{T} = \frac{1}{10000}.$$

可见，所得结果均满足规范一、二级小三角最弱边的边长相对中误差的要求。

第2·1·5条 导线测量的主要技术要求。导线（网）测量的主要技术要求，是根据多数工程测量单位历年来实践经验、理论公式估算以及规范的科研课题试验验证，按下列要求规定出来的：

一、三、四等导线的测角中误差采用同等三角测量的测角中误差值（ m_{β} ）；

二、导线点的密度应比三角测量密一些，故三、四等导线的平均边长（ S ），采用同等三角测量平均边长的0.7倍左右；

三、由于测距仪的普及，为使导线测量的应用更广泛起见，故将原规范一、二级导线增至一、二、三级；

四、测距中误差按Ⅱ、Ⅲ级精度的测距仪标称精度（ m_D ）估算；

五、设计导线时，根据中间最弱点点位中误差采用5cm，起始误差和测量误差对导线中点的影响按“等影响”处理，所求的

导线长度的理论公式为：

$$\frac{0.1225m_{\beta}^2}{S}[S]^2 + 0.612m_{\beta}^2[S]^2 + \frac{0.25m_D}{S} \quad (2.1.5-1)$$

分别将各等级的 m_{β} 、 S 及 m_D 值代入式(2.1.5-1),解出 $[S]$,即得导线长度。

六、导线终点的总误差($M_{\text{终}}$)的理论公式为：

$$M_{\text{终}} = \sqrt{4m_{\beta}^2 + 16m_{\beta}^2 + 4m_D^2} \quad (2.1.5-2)$$

式中 $m_{\beta} = \frac{1}{2}m_D \sqrt{n}$;

$$m_{\beta} = 0.35m_{\beta}[S] \sqrt{n+5};$$

$$m_{D\text{中}} = \frac{50}{\sqrt{2}} \text{ (mm)}.$$

求导线相对闭合差公式为：

$$1/T = 2M_{\text{终}}/[S] \quad (2.1.5-3)$$

通过以上各款结果,并适当取舍整理,得出导线测量的主要技术要求如规范表2.1.5。

以上导线测量的主要技术要求,也与电磁波测距导线代替三、四等三角测量的精度指标的研究课题(1984年9月经过成果评审)某测区的试验报告所提指标基本相符合。

第2.1.6条 绝对闭合差不应大于13cm。根据理论公式验证,直伸导线平差后,导线中点的点位中误差和导线终点的点位中误差的关系为：

$$m_{\text{中}} = \frac{1}{K} M_{\text{终}} \quad (2.1.6-1)$$

则导线全长的相对闭合差,按(2.1.6-1)式为：

$$1/T = 2M_{\text{终}}/[S] = 2K m_{\text{中}}/[S] \quad (2.1.6-2)$$

当附合导线长度小于规范表2.1.5,规定长度 $1/3$ 时,导线全长的最大相对闭合差,不能达到规范的最低要求,此时则以导线全长的绝对闭合差来衡量,亦即 $K m_{\text{中}}$ 来计算。 K 为比例系数,取 $K = \sqrt{7}$; $m_{\text{中}} = 0.05m$,故 $\sqrt{7} \times 5 \approx 13 \text{ (cm)}$ 。

第2.1.7条 关于结点间、结点与高级点间的导线长度。从较常用的导线网形出发,当最弱点的中误差与单一附合导线最弱点中误差近似相等时,各环节段的长度,以附合导线长度为单位,经过计算求得各图形结点间、结点与高级点间长度约为0.5~0.75倍之间,本规范取用0.7倍。

第2.1.8条 三边网的主要技术要求。根据理论验证、模拟试验结果以及国外有关三边网的资料,制定出三边网的主要技术要求。

确定三边测量的精度规格的方法,是根据 $m_{\text{角}}/\sqrt{2\rho''} \times \sqrt{\frac{1}{p_{\text{角网}}}} = m_{\text{边}} \sqrt{\frac{1}{p_{\text{边网}}}}$ 作为条件,用同一个由正三角形组成的网形,按不同等级三角测量的平均边长计算出其权系数阵,使同一图形的三边网中的同各边的两端点相对点位中误差与三角网的相等,并接近规范中规定的最弱边的相对点位中误差,即可由此确定三边网的单位权中误差 $m_{\text{边}}$ 。其关系式如下：

$$m_{\text{边}} \sqrt{\frac{1}{p_{\text{边网}}} + \frac{1}{p_{\text{边网}}}} = M_{11} \quad (2.1.8-1)$$

或

$$m_{\text{边}} = \frac{M_{11}}{\sqrt{\frac{1}{p_{\text{边网}}} + \frac{1}{p_{\text{边网}}}}} \quad (2.1.8-2)$$

式中 M_{11} ——三角网中接近规范最弱边指标的某相邻点*i*、*j*的相对点位中误差；

$\frac{1}{p_{\text{边网}}}$ 、 $\frac{1}{p_{\text{边网}}}$ ——三边网中同一边的相应权倒数,可用三边网的权倒数阵按下式计算。

$$\frac{1}{p_{\text{边网}}} = Q_{x_1 x_1} + Q_{x_1 x_j} - 2Q_{x_1 x_j}$$

$$\frac{1}{p_{\text{边网}}} = Q_{y_1 y_1} + Q_{y_1 y_j} - 2Q_{y_1 y_j}$$

我们利用一个由18个正三角形组成的图形计算,得结果如表2.1.8。该网中A、B点为三角网的起算点,而三边网则以A点为起算点,AB的方位角为起算方位角。

规定的 M_{11} 按下式计算：

$$M_{11} = S \sqrt{\left(\frac{1}{T_{\text{弱}}}\right)^2 + \left(\frac{m_{\beta}''}{\sqrt{2\rho''}}\right)^2} \quad (2.1.8-3)$$

式中 S ——三角网的平均边长；

$\frac{1}{T_{\text{弱}}}$ ——规定的最弱边相对中误差；

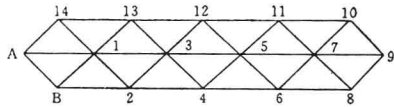
m_{β}'' ——规定的测角中误差。

三边网的单位权中误差 $m_{\text{边}}$ 计算

表2.1.8

等级	规定的 M_{11} (mm)	边号	算得的 M_{11} (mm)	$\sqrt{\frac{1}{p_{\text{边网}}} + \frac{1}{p_{\text{边网}}}}$	$m_{\text{边}}$ (mm)	$m_{\text{边}}/S$
二等	81	7~11	81.6	2.23	36.6	1/246000
三等	70	7~11	73.0	2.23	32.7	1/138000
四等	53	9~10	51.6	2.46	21.0	1/95000

示意图形



根据以上结果可得出各等级三边测量的主要技术要求,如规范表2.1.8。

为了验证三边网主要技术要求,下面以四个典型中点多边形的四等网模拟试验为例。边长为2km,平差后各边相邻点的点位中误差(mm)记录在图2.1.8中,圆括号中的数值为角网,无括号的数值为边网,边网的测距相对中误差按 $\frac{1}{100000}$ 计算。

根据图2.1.8数据可知,图形中的网大体上均为相邻点位为5cm的网。角网相邻点的点位精度,随网的扩展降低得较快,而边网的点位精度则比较均匀。再根据目前测距仪的实际情况,要求从实际用途和经济效益出发,使规范制订出来的技术规格,不致造成对仪器和观测条件的严格选择,在重视图形结构的条件下,四等网测距相对中误差(图2.1.8)为 $1/100000$,是能满足精度要求的。这与原苏联《地矿杂志》1980年,В.С.БОЛЬШАКОВ著《工程测量工作指南参考》(СПРАВОЧНОЕ

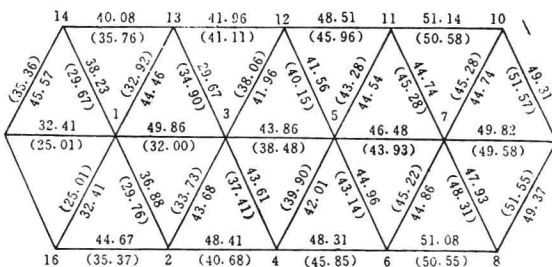


图2.1.8 各边相邻点的点位中误差(mm)

РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ) 所规定的测边网的精度基本一致。其余各等级边网, 均按此进行过模拟试验验证。

另外, 根据模拟试验证实, 三边网将三角形个数控制在10个以内是恰当的。超过10个时, 应进行控制网一、二类(阶段)的优化设计, 计算最弱边的相对误差椭圆。对一类而言是调整图形结构, 对二类而言是选用观测仪器。这样就可以弥补一般规定的不足。

第2.1.8条 三边网图形结构。根据理论公式验证, 三边网的一个三角形(如图2.1.9)各内角的误差, 根据图形结构和各边长误差的关系, 应按下式计算:

$$m_{\gamma} = \pm \rho'' \sqrt{(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta)^2 \frac{m_a^2}{s_a^2} + \operatorname{ctg}^2 \alpha \frac{m_b^2}{s_b^2} + \operatorname{ctg}^2 \beta \frac{m_c^2}{s_c^2}} \quad (2.1.9)$$

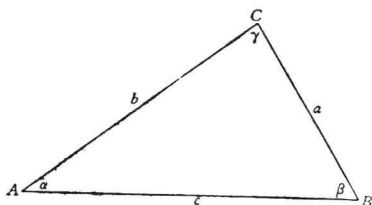


图2.1.9 三边网的一个三角形

如各内角相差过大, 由(2.1.9)式计算出的角度误差亦将变化较大, 这对加密低级网不利。因此, 规定了三角形的内角宜为 $30^\circ \sim 100^\circ$, 个别角也不应小于 25° 。

图形欠佳时, 应增测对角线边的规定, 是为了增强图形强度, 增加多余观测条件, 提高整个边网的精度而作出的。三边网的单锁没有多余观测的平差条件, 精度低, 故不应采用。

第二节 设计、选点、造标与埋石

第2.2.1条 控制网的优化设计。电算技术的普及, 对某些有特殊要求的工程控制网, 规定应充分利用电算技术, 进行控制网的优化设计。特别应指出的是, 当设计重要且复杂的控制网时, 考虑原始数据误差的影响, 在完整的误差分析的基础上, 进行网的精度优化设计时, 可采用《工程测量规范》已经评审过的西南交通大学的科研课题“原始数据误差对工程测量多级平面控制网精度的影响及其野外实验验证”中有关的计算方法和电算程序进行工作。

第2.2.3条 控制点位的选定。为了保证四等以上的各种控制网的观测质量, 增加了选点时对通视条件的要求。

第2.2.4条 关于建造觇标。

一、标柱中心、仪器台的中心以及标石中心互相偏差不应大于10cm, 这是根据造标时可能做到, 以及便利进行归心投影改正工作而规定下来的指标;

二、觇柱距离测站仪器的观测视线, 二等不应大于20cm, 三、四等10cm, 是根据经验为避免旁折光对观测精度的影响而规定的。

第2.2.5条 导线点的埋石。考虑到在建筑区内埋石的一些具体情况, 对导线点的埋石作了一定灵活性的规定。

第三节 水平角观测

第2.3.1条 光学经纬仪作业前检验。水平角观测所用的光学经纬仪是以DJ₂型、DJ₆型仪器的原理为基础的, 而这两种仪器

精度不同, 因此我们只有根据实际的需要和两种仪器可能达到的精度, 分别规定出不同的指标。

第2.3.2条 测定归心元素。归心元素测定时规定的各项精度指标, 都是在保证水平角观测精度的前提下, 测定时又容易办到而规定的。

第2.3.3条 当方向数不多于3个时可不归零, 是根据历年来的实践, 方向数少, 观测时间短, 不归零对观测精度影响不大。相反, 归零观测增加观测的工作量, 因此没有必要。

第2.3.4条 当测站的方向总数超过6个时, 进行分组观测, 其理由是: 由于方向数多了, 根据实践经验, 观测时间拖长了, 气象等观测条件变化较大, 不容易使各项观测限差满足质量要求。因此, 宜采用分组观测的办法进行。

第2.3.5条 重新整置气泡位置。本规范各水平角观测的限差是在视线水平条件下规定的, 当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 时, 宜在测回间重新整置气泡位置, 除了满足视线水平的条件外, 还应遵守本规范第2.3.6条有关规定的要求。

第2.3.6条 垂线偏差修正及两倍照准误差:

一、垂线偏差修正。这是根据我国《工程勘测》杂志1980年第4期张基石著“高山区矿山三角垂线偏差的试验研究”和西德《测量》杂志1987年第8期Grafarend E.W.著“垂线方向变化对局部大地网坐标误差的影响”作出的规定。一些学者近年来的研究成果表明, 垂线偏差对山区三角网水平方向和垂直角的影响不可忽视, 国内试验分析结果对水平方向观测值最大改正值为 $9.62''$; 国外研究结果对局部大地网坐标误差的影响可达10~30cm。故规定对高山地区二、三等三角网点的水平角观测值进行垂线偏差的修正是完全必要的。

二、两倍照准误差。根据以下理论公式得知, 仪器视准轴误差(c)和横轴误差(i), 对同一方向盘左观测值减盘右观测值的影响为:

$$L - R = \frac{2C}{\cos \alpha} + 2i \operatorname{tg} \alpha \quad (2.3.6-1)$$

当垂直角 $\alpha = 0$ 时, $L - R = 2C$, 即只有视线水平时, $L - R$ 才等于2倍照准差, 因此, $2C$ 的较差受垂直角的影响为:

$$\begin{aligned} \Delta_{2c} &= \left(\frac{2C}{\cos \alpha_1} + 2i \operatorname{tg} \alpha_1 \right) - \left(\frac{2C}{\cos \alpha_2} + 2i \operatorname{tg} \alpha_2 \right) \\ &= 2C \left(\frac{1}{\cos \alpha_1} - \frac{1}{\cos \alpha_2} \right) + 2(i \operatorname{tg} \alpha_1 - i \operatorname{tg} \alpha_2) \\ &\approx C \frac{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}{\rho^2} + 2i \operatorname{tg} \Delta \alpha \end{aligned} \quad (2.3.6-2)$$

对DJ₂型经纬仪, $2C$ 可校正到小于 $30''$, 即 $C \leq 15''$, 这时(2.3.6-2)式右端第一项取值较小。例如: $\alpha_1 = 5^\circ$, $\alpha_2 = 0^\circ$ 时, $C \frac{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}{\rho^2} = 0.12''$, 当 $\alpha_1 = 10^\circ$, $\alpha_2 = 0^\circ$ 时, $C \frac{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}{\rho^2} = 0.46''$ 。可见, 此值与 $2C$ 较差限差 $13''$ 相比是较小的, 因此式(2.3.6-2)第二项才是影响 $2C$ 较差变化的主项。

对于DJ₆型仪器, 一般要求 $i \leq 15''$, 但是由于DJ₆型仪器水平轴不便于外业校正, 所以若 i 角较大时, 也得用于外业。

i 角对 $2c$ 较差的影响, 见表2.3.6。

i角对2C较差的影响		表 2.3.6		
$2i \operatorname{tg} \Delta \alpha$	$\Delta \alpha$	5°	10°	16°
$15''$		$2.6''$	$5.3''$	$8.0''$
$20''$		$3.5''$	$7.1''$	$10.7''$

由表列数值可知, $2C$ 较差即使允许放宽30%或50%, 有时还显得不够合理, 但是若再放宽此限差, 则对于 i 角较小的仪器又显

得太宽,失去限差的意义。

因此,规范规定:“当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 时,该方向的2C较差可按相邻测回进行比较”。

用DJ₂型经纬仪观测“一级小三角及以下时,一测回中两倍照准差(2C)的变动范围,可放宽为18”。

这里,主要考虑到小三角的测角精度要求较低,同时由于边长较短,照准目标简陋,因此2c较差放宽为18”后,对成果精度影响不大,同时有利于作业,所以本规范予以放宽。

第2.3.7条 三等导线测回数有偶数的规定。由于三等导线便于左、右角观测测回数相同,规定为10测回,因此和三等三角规定的9测回不一样。但在此应特别指出的是,按附录三公式计算时,当 $m=10$ 时的度盘配置应如表2.3.7。

采用10测回观测,按公式配置的尾数全为30”,是不合理的。故观测时应注意再均匀调整一下度盘的尾数值。

度 盘 配 置		表2.3.7
j	α	
1	$0^\circ 0' 30''$	
2	$18^\circ 11' 30''$	
3	$36^\circ 22' 30''$	
4	$54^\circ 33' 30''$	
5	$72^\circ 44' 30''$	
6	$90^\circ 55' 30''$	
7	$109^\circ 06' 30''$	
8	$127^\circ 17' 30''$	
9	$145^\circ 28' 30''$	
10	$163^\circ 39' 30''$	

第四节 距离测量

第2.4.1条 测距仪中、短程的划分。短程为3km以下,中程为3~15km,是根据目前国内、外生产的红外测距仪的规格而统一规定的。

第2.4.2条 仪器精度分级。从适用角度出发,当测距长度为1km时,仪器精度分为I、II、III三个级别,分别代表了当前生产的红外测距仪的高、中、低的三个等级的仪器水平,现已为广大测绘工作人员所承认。

第2.4.3条 仪器及辅助工具检校。电磁波测距仪及辅助工具的检校,本规范中所列条文全都是根据多年作业实践取得的经验而制定出来的,对指导我们的生产作业有重大意义。

第2.4.4条 选择测距边测线倾角不宜太大。根据测线倾角对测距边产生误差公式(2.4.4-1),知测距边测线倾角大,直接影响高差中误差(m_h),而 m_h 又对测边误差有间接影响。其公式为:

$$m_s^2 = m_D^2 + \left(\frac{h}{S}\right)^2 m_h^2 \quad (2.4.4-1)$$

$$m_h = \sqrt{E^2 + F^2 + G^2 + H^2} \quad (2.4.4-2)$$

式中 m_s ——测距边中误差;

m_D ——测距中误差;

m_h ——高差中误差;

E ——垂直角观测的偶然误差;

F ——仪器系统误差;

G ——地面大气折光差;

H ——垂线偏差及水准面不平行影响。

如测距边测线倾角小,则 E 、 F 、 H 三项均相应减少。

第2.4.5条 测距边倾斜修正的垂直角观测。由于高差测定误差(m_h)而引起水平距离修正数的中误差 m_D 为:

$$m_D = \frac{h}{S} m_h \quad (2.4.5)$$

按式(2.4.5)分析,当要求测距边倾斜边尽量保持水平时,则 h 之值远比 S 之值小得多,故其高程误差影响水平距离修正的中误差则更微小。根据规范第3.3.3条五等电磁波测距三角高程的高程精度为1km,中误差仅为15mm,故本条规定其垂直角的观测和对向观测高差较差放宽一倍,是完全能保证测距边精度的。

第2.4.6条 测距的主要技术要求。测距的主要技术要求是根据多数工程测量单位历年来的生产实践经验按以下各项而制定的:

一、一测回较差是根据不同距离按各级仪器的标称精度规定的;

二、单程测回间较差为一测回较差乘以 $\sqrt{2}$;

三、往返较差是各往、返测回间取平均值后,按仪器标称精度的极限值(2倍)作为限差的;

四、仪器等级、测回次数及总测回数是根据该等级距离要求达到的测距精度而作出的规定。

综合以上各款,制定出测距主要技术要求如规范表2.4.6。

第2.4.7条 测距边的计算。根据理论论证了水平距离计算的严密公式(2.4.7)与常用简化式 $D = \sqrt{S^2 - h^2}$ 的关系,以及采用三角高程测定高差的计算公式。

用两点间高差计算水平距离,当用三角高程计算时,较严密式为: $h = S \sin \alpha + \frac{\cos \alpha - K}{2R} S^2$, 当垂直角 α 较小时, $\cos \alpha \approx 1$, 故

一般可采用 $h = S \cdot \sin \alpha + \frac{1 - K}{2R} S^2$

当计算了高差 h 后,仍采用 $D = \sqrt{S^2 - h^2}$ 计算测距仪与反光镜的平均高程面上的水平距。

边长较长时,图2.4.7中 D 与 S 的弧距均以其弦距表示,根据 $D^2 = 2R^2 - 2R^2 \cos \theta$, 则 $\cos \theta = 1 - \frac{D^2}{2R^2}$ 。

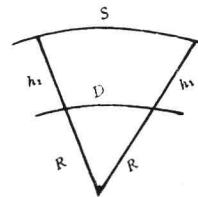


图2.4.7 边长较长时的弧距

$$\text{又 } S^2 = (R + h_1)^2 + (R + h_2)^2 - 2(R + h_1)(R + h_2) \cos \theta,$$

将前式代入即得 $S^2 = (h_1 - h_2)^2 + \frac{D^2(R + h_1)(R + h_2)}{R^2}$, 如 $h - h = h$, 求得严密推算公式为:

$$D^2 = \frac{(s+h)(s-h)}{(1+\frac{h_1}{R})(1+\frac{h_2}{R})} \quad (2.4.7)$$

式中 S ——测量倾斜距离;

D ——水平距;

h_1 、 h_2 ——分别为仪器或反光镜高程;

h ——仪器与反光镜之间的高差;

R ——地球平均曲率半径。

因先采用 $h = S \cdot \sin \alpha + \frac{1 - K}{2R} S^2$, 计算的高差为仪器与反光镜之间的平均高程面上的高差结果,同时 h_1 、 h_2 均以此高程面为水准面基准, h_1 、 h_2 的高程均接近于零,则分母 $(1 + \frac{h_1}{R})$ 与 $(1 + \frac{h_2}{R}) \approx 1$ 。故采用简化式 $D = \sqrt{S^2 - h^2}$, 对计算精度无妨害。否则应采用严密公式进行计算为妥。