

测绘标准汇编

工程测量卷

基础分册

国家测绘局

国家测绘局测绘标准化研究所 编

中国标准出版社



中国标准出版社

测绘标准汇编

工程测量卷 基础分册

国家测绘局
国家测绘局测绘标准化研究所 编
中国标准出版社

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

测绘标准汇编. 工程测量卷. 基础分册/国家测绘局,
国家测绘局测绘标准化研究所, 中国标准出版社编.

—北京: 中国标准出版社, 2002. 10

ISBN 7-5066-2938-0

I. 测… II. ①国…②国…③中… III. ①测绘
-标准-汇编-中国②工程测量-标准-汇编-中国
IV. P201

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第068930号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 42½ 字数 1 274 千字

2003年3月第一版 2003年3月第一次印刷

*

印数 1—1 500 定价 122.00 元

网址 www.bzcbbs.com

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

标准化既是组织现代大生产的重要手段,又是科学管理的重要组成部分,标准化成果反映一个国家的科学和管理水平。测绘成果是国民经济和社会发展各部门进行决策、管理、规划、设计及空间领域科学研究的基础资料 and 重要依据,测绘标准化是指导测绘生产和管理的关键性工作。随着我国经济建设和信息化的迅速发展,各部门对测绘成果的统一性、协调性、共享性要求越来越高,严格执行现行测绘标准是达到此要求的前提。为了便于广大测绘工作者了解、掌握和使用测绘标准,特编制此套《测绘标准汇编》。

本套汇编收集了截止到2002年3月底发布的测绘行业常用的国家标准和行业标准,按专业分类汇集如下:

《测绘标准汇编 综合卷》

《测绘标准汇编 工程测量卷 基础分册》

《测绘标准汇编 工程测量卷 水电分册》

《测绘标准汇编 工程测量卷 城市分册》

《测绘标准汇编 工程测量卷 公路分册》

《测绘标准汇编 大地测量与地籍测绘卷》

《测绘标准汇编 摄影测量与遥感卷》

《测绘标准汇编 地图制图及印刷卷》

《测绘标准汇编 海洋测绘卷(上)(下)》(见《海洋测绘法规标准汇编(上)(下)》,中国标准出版社出版)

《测绘标准汇编 仪器仪表卷》

收入本套汇编中的所有标准都是现行的、有效的。由于标准的时效性,汇编所收的标准可能会被修订或重新制定,请读者使用时注意采用最新的有效版本。

本汇编为《测绘标准汇编 工程测量卷 基础分册》,共收集有关国家标准7项,行业标准2项。

本汇编在使用时请读者注意以下几点：

1. 收入标准的出版年代不尽相同，对于其中的量和单位不统一之处及各标准格式不一致之处未做改动。

2. 本汇编收集的国家标准的属性已在本目录上标明(GB 或 GB/T)，标准年号用四位数字表示。

本套汇编的出版得到中国标准出版社和国家测绘局测绘标准化研究所的鼎力相助。中国标准出版社在编辑、重大问题的协调、印刷出版等方面做了很多工作，对本套汇编的顺利推出起到了很大的推动作用。国家测绘局测绘标准化研究所在汇编内容、标准筛选、卷宗分类等方面尽力完善。另外，本汇编在资料收集、整理、落实的过程中得到有关单位的大力帮助，在此一并表示感谢。

测绘标准的汇编和今后的宣贯是测绘标准化工作的重要组成部分，也是我们作为测绘标准化主管部门义不容辞的职责。借此机会，对关心和支持测绘标准化事业的各方面的专家和朋友，表示衷心的感谢。

本汇编在资料收集和编辑过程中难免会有疏漏和错误，敬请广大读者指正。

国家测绘局国土测绘司

2002年6月

目 录

GB/T 15314—1994 精密工程测量规范	1
GB/T 16819—1997 1:500、1:1000、1:2000 地形图平板仪测量规范	63
GB/T 17228—1998 地质矿产勘查测绘术语	80
GB 50021—2001 岩土工程勘察规范(附条文说明)	141
GB 50026—1993 工程测量规范(附条文说明)	292
GB 50167—1992 工程摄影测量规范(附条文说明)	391
GB/T 50228—1996 工程测量基本术语标准(附条文说明)	476
DZ/T 0153—1995 物化探工程测量规范	567
JGJ/T 8—1997 建筑变形测量规程(附条文说明)	608

注：本汇编收集的国家标准的属性已在本目录上标明(GB或GB/T)，标准年号用四位数字表示。

中华人民共和国国家标准

GB/T 15314—94

精密工程测量规范

Specifications for precise engineering survey

1 主题内容与适用范围

本标准规定了精密工程测量及其控制网的布设原则、等级、作业要求和数据处理方法。

本标准适用于各类工程的勘察设计、施工放样、安装调试、变形监测诸阶段的精密测量工作。在其他领域应用时,其原则也可参照执行。

2 引用标准

GB 12897 国家一、二等水准测量规范

GB/T 12979 近景摄影测量规范

3 总则

3.1 精密工程测量是工程测量的现代发展和延伸,它以绝对测量精度达到毫米量级,相对测量精度达到 1×10^{-5} ,以先进的测量方法、仪器和设备,在特殊条件下进行的测量工作。精密工程测量准确求定控制点和工作点的坐标和高程以及进行精密定向、精密准直、精密垂准,为经济建设、国防建设和科学研究服务。

3.2 精密工程测量控制点的坐标,采用高斯-克吕格投影任意带(或 3° 带)平面直角坐标系统,以测区平均高程面或主体设备高程面(或抵偿高程面)为投影面。在工程设计基准下,可选用国家控制网中一个点的坐标及一条边的方位角作为精密工程控制网的起算数据。

精密工程测量控制点的高程,采用正常高系统和 1985 国家高程基准。当工程区域内同一水准面上各点的正常高差大于工程容许误差时,应采用区域力高系统。高程基准点须测定重力,相对于起始重力点的中误差不得超过 $\pm 1 \text{ mGal}$ 。

3.3 精密工程测量以相邻点相对点位中误差或在特定方向上的相对位置精度作为精度指标,划分为一、二、三、四级。一、二级精密工程测量应在可控观测条件下作业,三、四级精密工程测量应选择最佳的野外条件作业。同一工程中不同的观测项目,可选用不同的精度指标。同类观测项目中若有不同精度要求的控制点,应选择最高精度指标布设统一的控制网。

3.4 精密工程测量技术应与工程总体设计协调统一。精密工程测量设计人员须同该项工程的其他专业人员密切配合,了解工程的用途、特点、总体布置以及与周围环境的关系;了解工程的分体结构、施工步骤、进度和方法;了解工程总体和局部对测量工作的要求(包括精度、时限等);收集分析已有的测绘资料以及与工程建设有关的地质、水文、气象资料。设计人员应采用数学规划方法结合现场踏勘,设计工程建设各个阶段的最佳测量技术方案。

3.5 工程放样和设备构件的安装定位,以精密工程测量控制点为基础。应尽量以最简单、最精确的方法将构件定位标志的设计位置与控制点相联系,安装定位工作要直接利用对中器进行,若确有困难,也应尽量使控制点靠近构件设计位置。可利用基准线法、弦线支距法、距离或方向交会等方法将构件安装到

国家技术监督局 1994-12-22 批准

1995-10-01 实施

设计位置。据放样方法,仪器设备情况,合理地确定放样测量的允许误差,确保目标点的要求精度。构件安装前,应对控制点作检核测量。最终安装后,应对全部构件进行竣工测量。

3.6 精密工程建(构)筑物的变形测量,宜采用自动化信息遥测系统连续进行,也可采用周期复测的方法进行监测。复测周期应根据建(构)筑物变形特征、速率、观测精度等因素综合确定。若用户对变形测量精度无特殊要求,可按有关专业的变形测量规范要求进行监测。

3.7 精密工程测量使用的各种测量杆尺、线尺、测距仪、水准标尺,应送具有计量认证的检验机构进行长度检定。测量仪器、对中装置以及工程测量应用的物理、气象仪器也应按有关规程进行检定。有条件的大型精密工程场所,应建立计量站。

3.8 工程建设各阶段的精密工程测量工作结束后,应及时提交成果,进行检查验收并编写工程测量技术总结和竣工报告。有条件的精密工程测量管理部门,应建立工程测量信息库系统。

3.9 精密工程测量工作,除应用本规范提出的方法外,在满足工程建设要求的原則下,优先采用成熟的测量新技术和数据处理方法进行(例如附录 L、M)。若用户提出的精度要求超过本规范的指标,可以采用经过实践检验的其他方法和仪器施测。

4 精密工程水平控制网

4.1 精密工程水平控制网的主要作用

- a. 为精密工程施工放样、设备安装、调校和竣工测量提供精密水平控制点和相应的控制测量资料。
- b. 为地基、建筑物及主要构件或系统的变形监测提供分析、验证和研究水平变形的基础资料。
- c. 为同一工艺流程中的不同建筑物或同一建筑物的不同群体分期建设提供统一完整的精密控制测量基础。
- d. 实现工程设计坐标系与控制测量坐标系间的转换。

4.2 精密工程水平控制网的设计原则

4.2.1 精密水平控制网的精度,是根据精密工程关键部位的竣工位置的容许误差的要求,根据实际情况,综合分析合理地确定。

4.2.2 精密工程水平控制网的精度,一般是以相邻点相对点位中误差(或相对变化量)作为设计的依据。精密水平控制网通常是固定基准下的独立网(监测网有时除外)。控制网的等级,一般不具有上级网控制下级网的意义,而具有点位配合和精度配合的意义,但也允许逐级发展。

4.2.3 精密工程水平控制网的图形主要取决于工程任务和实地条件,一般由基准线、三角形、大地四边形及中点多边形等基本图形构成,根据情况可布设成基准线、三角网、三边网或边角网,也可采用 GPS 网用双频接收机载波相位法建立相对水平控制网。精密工程水平控制网对网形(包括边长和角度)一般不作具体要求。

4.3 精密工程水平控制网的等级

以相邻点相对点位中误差作为精度指标,分为一、二、三、四级(见表 1)。

表 1

mm

等 级	一级	二级	三级	四级
相邻点相对点位中误差	0.2	1.0	3.0	5.0

相对点位中误差 M_{ij} 可根据相对点位误差椭圆的长半轴和短半轴或相对坐标增量中误差来计算:

$$M_{ij} = \pm \sqrt{A_{ij}^2 + B_{ij}^2} \dots\dots\dots (1)$$

或

$$M_{ij} = \pm \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2} \dots\dots\dots(2)$$

式中: A_{ij} ——相对点位误差椭圆的长半轴,mm;

B_{ij} ——相对点位误差椭圆的短半轴,mm;

$m_{\Delta x}, m_{\Delta y}$ ——相对坐标增量中误差,mm。

也可用边长的中误差和方位角中误差按下式计算:

$$M_{ij} = \pm \sqrt{m_s^2 + (m_a \times s/\rho)^2} \dots\dots\dots(3)$$

式中: m_s ——边长中误差,mm;

m_a ——方位角中误差,(");

s ——边长,mm;

ρ ——206 265"。

4.4 精密工程水平控制网技术设计前应收集的资料

- a. 工程地区一定范围内的各种比例尺地形图、交通图、地质构造图、水文资料、气象资料等。
- b. 工程总体规划图、建筑总体布置图、施工图、进度表及各项有关技术文件,特别是要弄清楚对工程测量提出的精度要求的实质性意义,并用技术文件予以确定。
- c. 已有控制测量资料,包括水平控制网、高程控制网、点之记、成果表、技术总结。

4.5 精密工程水平控制网的设计方法

水平控制网采用计算机辅助优化设计方法(模拟法或与解析法配合使用的综合方法)。优化设计的主要内容是图形设计、观测方案设计和旧网改造的设计。无论哪种设计,水平控制网的质量必须满足精度要求,还须顾及控制网的可靠性标准、费用标准及监测网的灵敏度标准。

4.6 精密工程水平控制网的技术设计程序

- a. 在施工总平面图上或工程设计平面图上,按比例尺展绘出建筑物的主要点、线。
- b. 根据施工现状和技术条件,在图上选取控制点,连成网形。
- c. 用计算机辅助优化设计的方法,进行多种方案的设计,从中选择一种最优设计方案。
- d. 到实地选点,确定点位、标墩类型。要确保通视,还要考虑地质条件、地下水位、荷重影响以及季节性温度变化等影响。设计统一的强制对中设备和照准标志。
- e. 根据图上设计和实地选点的结果,编写精密工程水平控制测量技术设计书。

4.7 精密工程水平控制测量技术设计书的内容

- a. 水平控制网设计图,标志类型和施测精度等级。
- b. 测区概况和对已有水平控制网测量资料的评价和利用。
- c. 采用的测量基准和测量标准。
- d. 测量标志结构,强制对中设备、墩标规格及埋设要求。
- e. 工程提出的精度要求的确切意义,技术设计方案和预期的精度估算。
- f. 采用的仪器、设备、观测方法、仪器计量检定地点和周期以及新技术应用。
- g. 作业实施计划和进度表。

5 精密工程高程控制网

5.1 精密工程高程控制网的主要作用

- a. 为精密工程施工放样、设备安装、调校和竣工测量提供高程控制点的精确数据。
- b. 为工程地基、建(构)筑物的变形监测提供研究垂直变形的基础资料。

c. 为同一工程中不同建(构)筑物或同一建(构)筑物的不同群体分期、分层建设,提供统一的高程控制基础。

5.2 精密工程高程控制网的设计原则

5.2.1 高程控制网的布设范围应与水平控制网相适应。

5.2.2 高程控制网的精度,应使工程竣工时关键部位相对于设计尺寸的误差满足要求。

5.2.3 高程控制网以测站高差中误差为精度设计和分级的依据。高程控制网的等级一般不具有上级网控制下级网的意义,在低等网内可以布设高等网,此时只选取一点作为高等网的高程起算点。若工程需要也允许逐级布设高程控制网。

5.2.4 高程控制网应为闭合环或附合路线构成的结点网,不得布设支线。闭合环周长和结点间长度根据工程建设的需要确定。

5.2.5 高程控制网中的路线坡度应平缓,视野应开阔,视线距周围障碍物应超过 0.5 m。一、二级高程路线上,应能设置仪器墩或可移动的仪器台,相邻标尺点间高差不得超过 0.5 m。

5.2.6 高程控制网中的控制点,应设在稳定可靠、连测方便并能长期保存的地点,应避开地下管线、油井、气井、水井、地裂缝、滑坡、振动剧烈及其它易遭破坏的地点。大型精密工程应建立高程基准点。

5.2.7 露天埋设的高程控制点,须经过一个雨季,冻土地区还应经过一个冻解期,岩层或室内埋设的高程控制点,至少应经过半个月方可观测。

5.3 精密工程高程控制网的等级

高程控制网以测站高差中误差作为精度指标,分为一、二、三、四级(见表 2)。

表 2

等 级	一 级	二 级	三 级	四 级
测站高差中误差 mm	0.03	0.05	0.10	0.30
视线长度 m	10	20	30	50

高程测量—测站高差中误差 M 按布网状况进行计算。

a. 当闭合环的个数超过 20 个时,按(4)式计算:

$$M = \pm \sqrt{[ff/n]/N} \dots\dots\dots(4)$$

式中: f ——环闭合差,mm;

n ——计算各 f 值相应的测站数;

N ——闭合差个数。

b. 当闭合环不足 20 个而网中测段数超过 20 个时,按(5)式计算:

$$M = \pm \sqrt{[dd/n]/4N} \dots\dots\dots(5)$$

式中: d ——测段往返不符值,mm;

n ——计算 d 值相应的测站数;

N ——往返不符值个数。

c. 独立测站变形观测的日均值个数超过 20 个时,按(6)式计算。

$$M = \pm \sqrt{[\delta\delta]/2(N-1)}$$

$$[\delta\delta] = \Sigma(X_{i+1} - X_i)^2 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中: X_i ——第 i 日观测高差平均值, mm;

δ ——相邻日均值连差, mm;

N ——日均值个数。

若变形量过大, 应去掉变形影响, 再进行精度统计。

5.4 精密工程高程控制网技术设计前应收集的资料

- a. 工程所在地区的大比例尺地形图和交通图, 地质、地震、气象、水文资料。
- b. 工程建设总体规划图、布置图、施工图、工程施工进度表及有关技术文件。特别要弄清楚对高程测量提出的精度要求, 并用技术文件予以确定。
- c. 工程所在地区的高程控制测量资料, 包括水准路线图、点之记、成果表、重力测量资料、技术总结等。

5.5 精密工程高程控制网的技术设计程序

- a. 在施工总平面图上展绘出工程建(构)筑物的主要点、线。若为多层结构工程, 应分层展绘。
- b. 在图上展绘已有的水平控制点和高程控制点(包括新设计的水平控制点)。
- c. 按工程建设需要和高程控制点位要求, 在图上选取高程控制点, 使高程控制点均匀分布在建(构)筑物周围。按照观测路线的要求, 连结相关控制点(包括合适的水平控制点)构成高程控制网。
- d. 在设计的高程控制网上, 用解析方法(等权代替法、参数法或其他方法)计算关键部位某些特定点间高差或高程(以下简称测量对象)的权倒数, 按(7)式求出测站高差中误差, 对照表 2 选定高程控制网的等级。

$$M = \Delta_F / (3\sqrt{Q_F}) \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中: M ——拟设高程控制网的测站高差中误差;

Δ_F ——测量对象 F 的容许误差;

Q_F ——测量对象 F 的权倒数(以测站高差中误差作为单位权中误差)。

- e. 采用增加或减少多余观测的方法, 进行多种方案的设计, 选择既适合测区条件和仪器性能又能满足工程要求精度的方案布设高程控制网。
- f. 到实地确定点位和标志类型。
- g. 编写精密工程高程控制测量设计书。

5.6 精密工程高程控制测量技术设计书的内容

- a. 高程控制网设计图, 标志类型和施测精度等级。
- b. 测区概况和对已有高程控制测量资料的评价和利用。
- c. 采用的高程系统和测量标准, 确定的高程起算点和检测方案。
- d. 需埋设的测量标志分类表。
- e. 确定高程控制网精度等级的依据, 工程建设要求的关键部位某些特定点高程精度的估算。
- f. 采用的仪器、设备、观测方法和仪器计量检定地点和周期。
- g. 作业实施计划和进度表。

6 测量标志的建造

6.1 一般规定

6.1.1 精密工程测量的各种标志, 是进行各种精密测量的基本依据。按其用途可分为平面点标志, 高程点标志和平高点标志。

6.1.2 在埋设标志之前, 应仔细研究工程区域内有关的工程地质、水文地质及气象等资料, 依据地基的承压性能、恒温层的深度、冻土深度、地下水位的深度及波动幅度等情况, 并结合建筑物竣工后的总荷载、单位面积上的压力以及建筑物运营期间的动荷载等信息, 确定标志的埋设深度。

6.1.3 各种标志的类型和规格应根据观测目的和工程区域内的地质条件来确定。标志的埋设应稳固、耐用, 保证近期和长远的使用方便。外部修饰还应考虑与相应建筑物外观的协调、造型美观。

6.1.4 埋设精密测量控制点地锚的深度应遵循以下原则:

- a. 平面点及高程点的地锚应埋在土壤压缩深度以下, 并靠近恒温层地带;
- b. 如果恒温层位于压缩深度的下边线或边线以上, 那么高程点埋设地锚的深度则应是土壤压缩深度的边线;
- c. 选择埋设地锚深度时, 还必须顾及到土壤水位及其季节性的变化, 以使控制点地锚埋在水位变化范围之外。

6.1.5 在建造标志前后, 应编制标志明细表, 在该表上说明所采用标志的类型和规格等情况, 并绘出埋设图。埋设图包括点位平面图、标志断面图、点位地质剖面图。

6.2 平面点标志

6.2.1 平面点的标志包括深埋式标志、观测墩及照准标志等。

6.2.2 精密工程测量的平面基准点标志一般采用深埋式标志。根据具体工程的需要和可能, 深埋式标志可以选用倒锤式装置、光线传递式标志或刚体支架式标志等。深埋式标志的规格见附录 A。

6.2.3 深埋式标志的建造应符合下列要求:

- a. 标志的地锚应固定在稳定的岩层中, 标体本身应与建筑物及地基上表的岩层相隔离;
- b. 地锚中心应能严格垂直地传递到作业水平面上;
- c. 钻孔垂直度应不低于 1/200。

6.2.4 各等级平面控制点应建造观测标志。观测标志应因地制宜选用混凝土、花岗石、青石及钢管等材料建造。标志规格见附录 B。

6.2.5 埋设观测标志时, 应先将坑底填以沙土, 捣固夯实或浇灌混凝土底层。标志埋稳后, 周围的土亦应夯实, 以防标志倾斜或位移。

6.2.6 平面点的标志上应具备强制对中装置。强制对中装置的对中误差应按观测精度确定, 一般为 $\pm 0.025 \sim \pm 0.1 \text{ mm}$ 。

6.2.7 照准标志可根据具体情况选用旋入式杆标照准标志、重力平衡球式照准标志、直插式觇牌标志和埋入式照准标志。各种标志的规格见附录 C。

6.2.8 照准标志应符合图象反差大、图案对称、有明显几何中心或轴线、相位差很小和本身不变形等要求。

6.3 高程点标志

6.3.1 高程点的标志包括深埋式金属管标志、岩层标志、浅埋式金属管标志、混凝土标志、墙上标志、基础上标志和设备上标志等。

6.3.2 精密工程测量的高程基准点标志一般采用深埋式标志。根据具体工程的需要和可能, 深埋式标志可选用深埋式双金属丝标志、深埋式双金属管标志或深埋式钢管标志等。深埋式标志的规格见附录 D。

6.3.3 深埋式标志的建造应符合下列要求:

- a. 深埋式标志埋设地点的选择必须考虑该地区的地质构造, 深埋式标志应埋设在建筑物的压力传播范围之外;
- b. 在建筑区内的埋设深度应大于邻近建筑物基础的深度;

- c. 在建筑物内部的埋设深度应大于地基土压缩层的深度。
- 6.3.4 各等级高程控制点的标志一般采用岩层标志、浅埋式钢管标志或混凝土水准标志。以上各种标志的规格见附录 E。
- 6.3.5 埋设岩层标志时,必须清洗岩石基槽,用水、水泥、砂、石子的重量比为 0.6 : 1 : 2 : 4 的混凝土浇捣,使标志与基槽合成整体。
- 6.3.6 埋设浅埋式钢管标志时,钻孔底必须夯实,金属管应插入孔底下 30 cm。
- 6.3.7 埋设混凝土水准标志时,必须用钢筋混凝土进行现场浇灌。
- 6.3.8 在大型设备构件的安装调整和垂直位移观测时,应在设备构件或建筑物上设置各种高程标志。高程标志的类型可选用墙上标志、基础上标志或设备上标志。以上各种标志的规格见附录 F。
- 6.3.9 设立墙上标志和基础上标志时,立尺部位必须加工成半球状或有明显的突出点,并要涂上防锈剂。标志的埋设应牢固稳定,并应便于竖立标尺。
- 6.4 平高点标志
- 6.4.1 平高点的标志包括深埋式标志、观测标志和照准标志等。
- 6.4.2 深埋式平高点的规格见附录 G。观测标志和照准标志应符合水平测量和高程测量要求。
- 6.4.3 平高点标志的埋设方法可参照 6.2 及 6.3 中的有关规定执行。
- 6.5 上交资料
- 测量标志建造工作结束后,应呈交下列资料:
- 测量标志点之记和标志结构图,埋设点地基断面图;
 - 测量标志委托保管书;
 - 技术总结,验收报告。

7 精密角度测量

7.1 一般规定

7.1.1 精密角度测量是精密三角测量,精密边角测量、精密导线测量和精密定向测量中的主要环节。用三角形闭合差计算的各级精密角度测量的测角中误差应不超过表 3 的规定。

表 3

(")

等 级	一级	二级	三级	四级
测角中误差	0.42	0.71	1.41	2.82

7.1.2 角度测量应在目标成象清晰稳定的有利观测时间进行。一、二级角度测量应在可控环境中进行。视线距周围障碍物应超过 0.5 m。

7.1.3 观测过程中应注意始终保持照准部水准气泡居中。每个照准方向应记录水准偏离值进行水平角竖轴倾斜改正。在测回间须重新整平仪器。

7.1.4 仪器的转动应平稳、匀称,照准目标时,应按规定方向旋转。

7.1.5 在仪器测站点和目标照准点上应使用强制对中装置。

7.1.6 为消除或减弱光学经纬仪的度盘分划长短周期误差、测微器分划误差及行差的影响,或为消除或减弱电子经纬仪度盘分划误差的影响,使用光学经纬仪时,应使水平角观测各测回均匀地分配在度盘和测微器的不同位置上;使用电子经纬仪时,应使水平角观测各测回均匀地分配在度盘的不同位置上。为此,须事先编制观测度盘表。

7.2 精密测角仪器的类型及检验项目

7.2.1 精密角度测量可使用的仪器有 DJ07、DJ1、DJ2 型光学经纬仪以及精密电子经纬仪。也可根据具体工程需要,专门设计能满足精度要求的精密测角仪器。

7.2.2 对于刚出厂或新领到(无检验资料)的光学经纬仪,首先检查仪器各部件的完损和效能情况,调整仪器的三轴关系,然后按以下项目进行检验:

- a. 望远镜光学性能的检验;
- b. 调焦镜运行正确性的检验;
- c. 照准部旋转是否正确的检验;
- d. 照准部偏心差的检验;
- e. 水平度盘分划误差的检验;
- f. 水平度盘偏心差的检验;
- g. 照准部水准器格值的测定;
- h. 光学测微器隙动差的检验;
- i. 光学测微器行差的测定;
- j. 垂直微动螺旋使用正确性的检验;
- k. 水平度盘光学测微器对径分划线重合一次中误差的测定;
- l. 照准部旋转时,仪器底座位移而产生的系统误差的检验;
- m. 光学测微器分划误差的检验;
- n. 水平轴不垂直于垂直轴之差的测定;
- o. 按相应等级的观测方法、测回数 and 限差要求,试测一份四个以上方向的水平角成果。

7.2.3 光学经纬仪的检验与测定方法,按《国家三角测量和精密导线测量规范》的有关附录执行。

7.2.4 每期精密角度测量任务开始前,对精密光学经纬仪应检验 7.2.2 条中的 a、b、g、h、i、j、l、m、n 各项。7.2.2 条中的 d、f、g 三项一般每二至三年测定一次。7.2.2 条中的 e 项只在出厂后检验一次。

7.2.5 对于新购置的精密电子经纬仪,应首先检查仪器各部件的完损和效能情况,然后按以下项目进行检验:

- a. 望远镜光学性能的检验;
- b. 调焦镜运行正确性的检验;
- c. 照准部旋转是否正确的检验;
- d. 照准部偏心差的检验;
- e. 水平度盘偏心差的检验;
- f. 照准部水准器角值的测定;
- g. 垂直微动螺旋使用正确性的检验;
- h. 照准部旋转时仪器底座稳定性的检验;
- i. 水平轴不垂直于垂直轴之差的测定;
- j. 置零键中误差的测定;
- k. 水平度盘直径误差的测定;
- l. 电子细分的测定;
- m. 一测回方向观测中误差的测定;
- n. 按相应等级的观测方法、测回数 and 限差要求,试测一份四个以上方向的水平角成果。

7.2.6 每期精密角度测量任务开始前,对精密电子经纬仪应检验 7.2.6 条中的 a、b、c、g、h、i、j、k 各项。

7.2.6 条中的 d、e、f 三项一般每二至三年测定一次。

7.3 各级水平控制网角度观测的技术要求

7.3.1 水平角观测一般采用方向观测法。当方向数不多于三个时,可不归零。必要时,亦可采用全组合测角法或其他能满足精度要求的观测方法。

若采用测角的方法不能满足精度要求时,亦可采用精密测距的方法,通过边长值,反算出相应的角度值。

7.3.2 方向观测法一测回的操作程序见《国家三角测量和精密导线测量规范》第 77 条。

7.3.3 当方向总数超过 6 个时,可分两组观测。每组至少应包括两个共同方向(其中一个为共同零方向),其两组共同方向角值之差,不应大于相应等级测角中误差的 2 倍。分组观测最后结果,按等权分组观测进行测站平差。

7.3.4 方向观测法各项限差不应超过表 4 的规定。

表 4 (")

经纬仪类型	光学测微器两次重合读数差	电子经纬仪两次照准读数差	半测回归零差	一测回内 2C 互差	同一方向值各测回互差
DJ05	—	0.5	4	8	4
DJ07	1	1	5	9	5
DJ1	1	1	6	9	6
DJ2	3	3	8	13	9

注: DJ05 为一测回水平方向中误差不超过±0.5"的经纬仪。

7.3.5 全组合测角法一测回的操作程序按《国家三角测量和精密导线测量规范》第 76 条执行。

7.3.6 全组合测角法各项限差不应超过表 5 的规定。

表 5 (")

经纬仪类型	二次照准目标读数互差	上、下半测回角值互差	同一角度各测回角值互差
DJ05	1.5	2.5	3
DJ07	3	5	4
DJ1	4	6	5
DJ2	6	10	8

7.3.7 各等级测角控制网水平角观测技术要求应符合表 6 的规定。

表 6

等级	方向观测法测回数				全组合测角法方向权 P				三角形最大闭合差 (")
	DJ05	DJ07	DJ1	DJ2	DJ05	DJ07	DJ1	DJ2	
一	15	20	—	—	30	40	—	—	1.45
二	9	15	18	—	18	30	36	—	2.46
三	6	9	12	15	12	18	24	30	4.88
四	2	3	5	7	4	6	10	14	9.76

注: $P=m \times n$ 。n 为方向数,m 为测回数。

7.3.8 各等级导线水平角观测的技术要求应符合表 7 的规定。

表 7

等 级	测 回 数				方位角闭合差 (")
	DJ05	DJ07	DJ1	DJ2	
一	20	—	—	—	$0.8 \sqrt{n}$
二	15	20	—	—	$1.4 \sqrt{n}$
三	6	9	15	20	$2.8 \sqrt{n}$
四			6	9	$5.6 \sqrt{n}$

注：n 为测站数。

7.3.9 水平角观测成果的重测与取舍

a. 凡超出本规范规定限差的结果，均应进行重测。因超限而重测的完整测回，称为重测。因对错度盘、测错方向、读记错误、碰动仪器、气泡偏离过大以及其他原因未测完的测回，重新观测时，不算重测。

b. 一测回中 2C 互差超限或化归同一起始方向后，同一方向值各测回互差超限时，应重测超限方向并测零方向。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。

c. 零方向的 2C 互差超限或下半测回的归零差超限，应重测整个测回。

d. 方向观测法一测回中，重测方向数超过所测方向总数的 1/3 时（包括观测三个方向有一个方向重测），该测回应重测。

e. 采用方向观测法时，每站基本测回重测的方向测回数不应超过全部方向测回总数的 1/3，否则整站重测。

f. 方向观测法重测数的计算：在基本测回观测结果中，重测一个方向算作一个方向测回，因零方向超限而重测的整个测回算作 $(n-1)$ 个方向测回。每站全部方向测回总数按 $(n-1)m$ 计算，n 为该站方向总数，m 为测回数。

g. 三角形闭合差、极条件、基线条件、方位角条件自由项超限而重测时，应整份成果重测。

7.4 精密定向测量

精密定向测量可以采用天文方位角测量、精密陀螺定向等方法进行测定。作业要求参照相应规范执行。

7.5 上交资料

精密角度和精密定向测量工作结束后，应呈交下列资料：

- 水平控制网略图，点之记或点位说明，技术设计书；
- 仪器检验及其常数测定手簿；
- 水平角和方位角观测手簿；
- 水平角观测记簿、方位角计算、外业成果验算资料；
- 技术总结，验收报告。

8 精密距离测量

8.1 精密距离测量的等级与基本精度规定（见表 8）。

表 8

mm

等 级	一级	二级	三级	四级
边长测距中误差	0.05	0.10	1.00	3.00

8.2 精密距离测量的等级与精度的具体确定,应根据精密工程项目的特点、精度指标、水平控制网的用途、目的等因素,综合分析,对照表 8 的规定选取。

8.3 按工程精度指标选用测距仪器,必要时,可根据工程的特点、精度要求,改进经典的测量手段、方法和仪器设备,设计、研制与观测方法、精度要求相适应的专用仪器设备。

8.4 整个量测系统要配置精密型的标准插座,供仪器、设备强制对中,标准插座的轴套和插轴的公差要求一般小于 0.025 mm。插轴式的照准标志十字丝刻划粗度小于 0.020 mm,十字丝中心应和插轴中心一致,偏差应小于 0.020 mm。

8.5 精密距离测量所使用的读数设备,采用放大倍率为 10~20 的读数显微镜,测微器的格值为 0.01 mm。作业前应对测微器的分划值进行测定,实际值不等于标准值时,读数中应加以改正。温度计采用 0.2℃刻度的通风水银温度计。

8.6 进行周期性直线丈量的工程,在各个周期中都要采用同样的仪器、装备、同样的安置,采用同样的检定设备检定所使用的丈量仪器。

8.7 仪器、设备应精心使用与爱护,作业前对仪器设备进行检验与校正,确保在整个作业过程中,仪器设备保持良好状态。选择最有利的时间进行丈量,保证观测数据的准确、可靠。

8.8 精密距离测量中,应及时整理和检查观测成果,确认观测成果全部符合规范要求后,再进行计算。

8.9 精密距离测量的方法

8.9.1 嵌合尺测距

用于精密设备的安装,精度可达 0.030~0.050 mm。根据工程定位的要求,配置一套不同长度的嵌合尺。嵌合尺的双丝与嵌合尺强制对中轴衬中线的间距,要严格与相应的设计距离相等,嵌合尺双丝的宽度为 0.2 mm,刻线误差不大于 0.002 mm,配用的钢丝直径为 0.2 mm。作业时,在与嵌合尺设计距离相应的两个端点上拉紧钢丝,嵌合尺置于待安装设备点上,移动待安装的设备,借助于读数显微镜使嵌合尺双丝与钢丝重合,钢丝重新安置,由读数显微镜读取偏差值,偏差值小于 0.05 mm 时取中数调整。

8.9.2 杆尺测距

8.9.2.1 丈量工程设备上的基准点到控制点之间的线段及控制网中的短小距离所采用的杆尺,应由膨胀系数极小的因瓦合金或石英玻璃材料,精确加工制成具有一端点分划尺或两端点分划尺的杆尺。分划尺的分划值为 1 mm,刻线粗度为 0.015~0.020 mm,任何一根刻划线相对于零分划线的位置误差不得超过 0.005 mm,端点分划尺的另一端要配强制对中轴柱,中间应有置平用的水准器。

8.9.2.2 根据待测的长度,设计制成相应长度的杆尺使待测长度为杆尺的整倍数,对于精密距离测量一级精度要求,用 2 m 以内的杆尺丈量时,不超过三个尺段,用 2~4 m 的杆尺丈量时,不超过二个尺段。

8.9.2.3 利用杆尺丈量时,待测边长应设在同一高程面上。边长应往返丈量。

8.9.2.4 利用杆尺丈量直伸三角形的高时,要配置专用的引张设备,用 0.2 mm 直径的钢丝,标定三角形长边的方向。观测边长在 30~50 m 内时,气流对钢丝的侧面速度不应超过 0.1 m/s,边长在 30 m 内不超过 0.2 m/s。

8.9.2.5 杆尺在丈量前、后必须进行尺长检定,尺长检定中误差不得超过 0.010 mm,测前、测后标定值之差不应超过 0.020 mm。

8.9.2.6 利用两端点设有分划尺的杆尺精密丈量时,分别在前后标志、分划尺上,用读数显微镜各照准四次并读数四次(分划尺四个不同的位置上各照准一次,读数一次),读记杆尺温度为一测回,观测二个测回。利用一端点分划尺的杆尺精密丈量时,在前标志、分划尺上,用读数显微镜各照准四次,读数四次,读记杆尺温度为一测回,观测二测回,测回间将标志的强制对中轴柱旋转 180°。每尺段的距离由下面公式计算。

两端点设有分划尺的杆尺: