

西华师范大学高等职业技术学院

期 末 论 文

论文题目：精密工程测量

Subject: precise engineering survey

题 目： 精密工程测量

班 级： 2009 级 1 班

专 业： 工 程 测 量

指导老师： 何 逵 燕

学生姓名： 胡 宗 学

学 号： 200912630109

日 期： 2011 年 6 月 10 日

题目：精密工程测量

择 要

由于空间科学的发展、进行大型特种精密科学实验以及各种现代化建设的需要，工程建筑物的规模越来越大，建筑物的结构和内部设施也越来越复杂。为了保证大型精密设备的安装和正常运行，不但对各种工艺构件间相互位置的精度要求越来越高，而且对测量的速度要求越来越快。现代科技的发展促进了工程测量学的发展，作为这门学科的扩展和延伸，出现了精密工程测量。精密工程测量的主要任务是解决各种大型和特种精密工程所提出的极高精度要求。⁽¹⁾

在大型特种精密建筑物中，最典型的工程建筑物要数高能离子加速器工程。此外还有：大型核电站、高速磁悬浮、大型射电天文望远镜等等。这些大型特种精密工程的特点是：由于它们的大型化和稀有性，耗资巨大，并且必须确保在极其安全可靠的状态下无故障、高效能的运行，因此它们的精度要求特别的高，绝对精度达到毫米级别，相对测量精度达到 1×10^{-5} 。

索引：工程测量、精密测量、相对精

Subject: precise engineering survey

Abstract

For the development of Space Science and a large special accurate scientific experiments and all the needs of modernization, Of the building and construction scale, Building structure and internal facilities has increasingly complicated. In order to guarantee the precision of the installation of major equipment and normal operation of the members of various techniques one of the location accuracy and high, but for measuring speed and soon. The development of modern science and technology projects to promote the development of measurement, as the subject of the expansion and extension, precision engineering measure. Precision measurement of the main task is to address the various large and special precision engineering a very high precision.

In large special precision building, the most typical building project is enough. there is an ion project, a large nuclear , magnetic suspension train, large radio astronomical telescope etc. these great special feature of the precise engineering was : by their megatrends, costly and rare, and we must ensure a safe condition of the applications and high effective operation, so their precision required in particular, high precision is achieved mm level, Relative measure of precision 1×10^{-5} .

Keywords: Project survey、 precision measurement、 relative precisi

目 录

中文摘要	(I)
英文摘要	(II)
一. 控制网布设	(2)
一、一. 精密工程水平控制网	(2)
一、二. 精密工程高程控制网	(3)
二. 控制网标志的建立	(6)
二、一. 平面点标志	(6)
二、二. 高程点标志	(7)
三、三. 平高点标志	(8)
三. 精密基准线测量	(8)
四. 精密距离测量	(10)
四、一. 精密距离测量的等级与基本精度规定	(10)
四、二. 精密距离测量各种方法对成果记录的要求	(11)
五. 精密角度测量	(12)
五、一. 角度测量应满足的要求	(12)
五、二. 水平角观测成果的重测和取舍	(13)
六. 精密垂准测量	(13)
六、一. 精密垂准测量的方法和作业要求	(14)
七. 精密工程测量数据处理和管理	(14)
七、一. 精密工程测量数据处理与管理的基本任务	(14)
七、二. 精密工程测量数据处理与管理的一般流程	(15)
八. 参考文献	(15)

一. 控制网布设与标志的建立

一. 精密工程水平控制网

1. 精密工程水平控制网布设的基本原则

精密工程测量控制网可分为施工测量控制网、安装测量控制网和变形监测网。施工测量控制网是安装测量控制网的基础，但也不能把他们截然分开，也就是说施工测量控制网有时也作为安装测量之用。

施工测量控制网和变形监测网的布网原则与一般的工程测量专用控制网相似，但通常布设成边角网，具有充分的多余观测和足够好的图形强度。安装测量控制网必须具备必要的精度，其控制网的精度是依工程所提出的要求确定的，控制网的网形取决于精密工程建筑的形状、规模和安装测量方法。控制网一般为不受施工环境和图形强度等因素影响的理论网，即由有规则的等边、等角、全等三届性或大地四边形所组成，同时还要求构网坚强，图形整齐划一，密度均匀和便于安装。

控制点的密度要满足安装工艺设备各基本构件的要求，为了减少误差积累，应尽可能对安装测量控制网进行一次布网和统一平差。对于大的工程要进行分期安装，控制网要进行分段布设和平差，平差时要采取措施保证分段之间几何上的一致和避免精度损失，控制点的点位应靠近安装的设备构件并呈堆成不知，这样，可以将测量工作划分为许多相同的工序，并设计统一的测量仪器进行安装测量工作。

控制点不仅是安装测量同时也是运营期设备稳定性监测的依据，必须保证控制点高度的稳定性和可靠性，对于标志的结构，埋设深度以及保护装置

都要认真考虑。

2. 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（模拟或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，水平控制网哪个的质量必须满足精度要求，还须顾及控制网哪个的可靠性标准、费用标准及监测网的灵敏度标准。

3. 精密工程水平控制网的技术设计程序

- ① 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。
- ② 根据施工现状和技术条件，在图上选取控制点，连成网形。
- ③ 用计算机辅助优化的方法，进行多种方案的设计，从中选择一种最优设计方案。
- ④ 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。
- ⑤ 根据图上设计和试点选点的结果，编写精密工程水平控制测量技术设计书。

4. 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、四级见下表

精密工程水平控制网的等级 (单位: mm)

等级	一级	二级	三级	四级
相邻点相对中误差	0.2	1.0	3.0	5.0

二. 精密工程高程控制网

建立精密工程高程控制网的目的是监测地基的垂直形变，将设备安装到设计高程，并在运行期定期检查实际高程与设计高程之间的偏差。高程控制点布置可与平面控制点布置在一起，也可单独设置，一般要将它们布置在不同高程平面上，根据放样和形变观测的要求往往布置成水准点群。对于现代

化大型精密工程，要建立自动化遥测系统，高精度水准测量一般由液体静力水准测量系统实现观测和数据处理的自动化。

1. 精密工程高程控制网的主要作用

①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的精密精确数据。

②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。

③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。

2. 精密工程高程控制网的设计原则

①高程控制网的布设范围应与水平控制网相适应。

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。

③高程控制网以测站高差中误差为精密设计和分级的依据，高程控制网的等级一般不具有上级网的意义，在低级网内可以布设高级网，此时只选取一点作为高级网的高程起算点。若工程需要也允许逐级布设高程控制网。

④高程控制网应为闭合环或附和路线构成的节点网，不提布设支线。闭合环周长和节点间长度根据工程建设的需要确定。

⑤高程控制网中的路线坡度应平缓，视野开阔，视线距周围障碍物应超过 0.5m。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 0.5m。

⑥高程控制网中的控制点应设在稳定可靠、联测方便并能长期保存的地点，应避开地下管线、油井、气井、地裂缝、滑坡、振动剧烈及其他易遭破坏的地点。大型精密工程应建立高程基准点。

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。

3. 精密工程高程控制网的技术设计程序

①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。

②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）。

③按工程建设需要和控制点位要求，链接相关控制点（包括合适的水平控制点）构成高程控制网。

④在设计的高程控制网上，用解析法（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，按式 1 求出测站高差中的误差，对照表 2 选定高程控制网的等级，即：

$$M = \Delta F / (3\sqrt{QF}) \quad 1$$

式中 M —拟设高程控制网的测站高差中误差；

ΔF —测量对象 F 的容许误差；

QF —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）

⑤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。

⑥到实地确定点位和水准标志类型。

⑦编写精密工程高程控制测量设计书。

4. 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、四级见下表。

精密工程高程控制网的等级

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

高程测量一测站高差中误差 M 按布网状况进行计算。

二. 控制网标志的建立

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, 大致可分为平面点、高程点、平面—高程点 (简称平高点)。按其用途它们可以是施工或安装测量控制网的控制点、用以表示设备的物理或几何轴线的设备点、变形观测的基准点和观测点。各种标志的作用不同, 其相应的结构和特点亦不相同。

一般来讲, 精度测量控制点的结构包括与各类测量仪器连接 (强制对中) 的上部标志头、作为固定不动点的下部深埋标志, 以及支撑标志头的中间支撑体 (多用钢管制成)。在考虑控制点的稳定性时, 除了标志头的结构、支撑体的稳定性、外界条件对上部结构的影响之外, 还应考虑下部深埋标志的稳定性。

埋设精密测量控制点地锚的深度应遵循以下原则:

①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。

②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封压缩深度的边线。

③选择埋设地锚深度是时, 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。在建造标志后, 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, 并绘埋设图。埋设图包括点位平面图、标志断面图、地位地质剖面图。

一. 平面点标志

平面点的标志包括深埋式标志、观测墩及照准标志等。

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垂式装置、光线传递式标志或刚体支架

式标志等。

深埋式标志的建造应符合下列要求：

①标志的地锚应固定在稳定的岩层中，标志本省应与建筑物及地基上表的岩层相隔离；

②地锚中心应能严格垂直地传递到作业水平面上

③钻孔垂直度应不低于 1/200。

各级平面控制点应建造观测标志。观测标志应因地制宜地选用混凝土、花岗岩、青石及钢管等材料建造。埋设观测标志时，应先将坑底填以砂土，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，以防标志倾斜后发生位移。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 $\pm (0.025 \sim 0.1) \text{ mm}$ ；照准标志可根据具体情况选用旋入杆标照准标志、重力平衡球式照准标志、直插式觇牌标志或埋入式照准标志。

照准标志应符合图像反差大、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。

二. 高程点标志

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

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。

深埋式标志的建造应符合下列要求：

①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；

②在建筑区内的埋设深度应大于临近建筑物基础的深度;

③在建筑物内部的埋设深度应大于基础土压缩层得深度。

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。

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; 埋设浅埋式钢管标志时, 钻孔底必须夯实。金属管应插入空地 30cm; 埋设混凝土水准标志时, 必须用钢筋混凝土进行现场浇灌。

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。设立墙上标志和基础标志时, 利齿部位必须加工成半球状或有明显突出点, 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。

三. 平高点标志

平高点的标志包括深埋式标志、观测标志和照准标志等。

观测标志和照准标志应符合水平测量和高程测量要求。

三. 精密基准线测量

精密基准线测量常用于测定直线型建筑物的水平位移和安装现代化的工艺设备构件等, 精密准直测量等级与精度的具体确定, 应根据直线型建筑物、工艺设备的安装和检验或建筑物直线平行变形观测的精度要求, 对照下表的规定选取。

等级	一级	二级	三级	四级
偏离中误差(″)	0. 05	0. 2	0. 4	0. 8

精密准直测量的标志规格应根据地质条件确定。要稳固耐用。基准线的两端点埋设在变形地区之外, 中间的检验点沿基准线的相互位置视建筑物的

特点而定，应该均匀的分布。准线的两端点和中间的检验点要埋设观测墩，墩高应高出地面 0.8m 以上，墩标的底板必须埋设在最大冻土深度线以下 1m 处，贯彻墩上必须预埋提供仪器与觇牌通用的强制对中装置，强制对中装置的误差一般不大于 0.025mm。

精密准直测量的方法有很多，比如：小角测量法、活动觇牌法、引张线法、衍射法、波带板激光准直法。下面重点介绍小角测量法。

小角测量是用精密经纬仪和固定觇牌，测定待测点相对于基准线的偏离值。采用放大倍率不小于 40 倍的 J1 型精密经纬仪。采用白色（或黄色）底面上绘制黑色标志的平面固定觇牌，照准标志的对称轴应垂直并与强制对中器同轴。觇牌应具有整平和照明装置。

根据不同的视线长度设计一套照准标志觇牌，可按照式 (3.1)，式 (3.2) 计算照准的最佳宽度。

双线标志的缝隙宽度（用单丝瞄准）

$$i = 3bs/f \quad (3.1)$$

单线标志宽度（用双丝瞄准）

$$i = \mu s / (2\rho) \quad (3.2)$$

式中 s ——视线长度，单位为 mm

b ——十字丝单丝宽度，单位为 mm

f ——物镜焦距，单位为 mm

μ ——十字丝所夹角值，单位为 (″)

小角测量法作业程序与要求如下：

(1) 基准线两端分别安装仪器与觇牌，待测点安装觇牌，由仪器分别照准两个觇牌，用目镜测微器读取角值，组成上半测回，变换测微器位置 4 ~ 5 分划，按上述操作，测的下半测回，组成一测回。

(2) 当测往或返测回数一半以后, 将仪器视准轴的强制对中轴旋转 180° 再观测另半数测回。

(3) 已知测量仪器至待测点的水平距离, 按照式 (3.3), 式 (3.4) 计算待测点相对于基准线的偏离值。

$$\xi_i = a_i s_i / \rho \quad (3.3)$$

式中 ξ_i ——待测点偏离角

s_i ——待测点 i 至仪器距离, 单位为 mm

ρ —— $\rho = 206265''$

往返观测平均值用下式计算

$$\xi_i = (\xi_{i1} s_{i1} + \xi_{i2} s_{i2}) / (s_{i1} + s_{i2}) \quad (3.4)$$

式中 ξ_{i1}, ξ_{i2} ——待测点 i 往、返测偏离值, 单位 mm

s_{i1}, s_{i2} ——待测点 i 往、返测视线长度, 单位 mm

四. 精密距离测量

精密距离测量按其服务对象、测程长短和采用的仪器设备, 一般常分为机械法和光电法测距两种。在衡量测距精度时, 按距离长短, 可以采用绝对精度指标和相对精度指标来衡量。

一. 精密距离测量的等级与基本精度规定

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、水平控制网的用途及目的等因素综合分析, 对照下表的规定选取。

精密距离测量的等级与基本精度规定 (单位: 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

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、方法和一起设备, 设计、研制与观测方法、精度要求相适应的专用一起设备。

以 ME500 为代表的精密激光测距仪和 TERRAMETER LDM2 双频激光测距仪, 中长距离测量精度可达亚毫米级; 许多短距离、微距离测量实现了测量数据采集的自动化, 其中最典型的代表是铟瓦线尺测距仪 DISTINVAR、应变仪 DISTERMETER ISETH、石英缩影仪、各种光学应变计、位移与激光快速遥测仪等。采用多普勒效应的双频激光干涉仪, 能在数十米范围内达到 $0.01\ \mu\text{m}$ 的计量精度, 成为重要的长度检校和精密测量设备; 采用 CCD 系列传感器测量微距离可达百分之几微米的精度, 它们距离测量精度从毫米、微米级到纳米级世界。

整个测量系统要配置精密的标准插座, 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 0.025mm 。插轴式的照准十字丝刻画粗度小于 0.020mm 十字丝中心应和插轴中心一致, 偏差应小于 0.020mm 。

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 0.01mm 。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°C 刻度的通风水银温度计。

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

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的状态。选择最有利的时间进行丈量, 保证观测数据的准确、可靠。

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。

二. 精密距离测量各种方法对成果记录的要求

①原始观测的数据和记录项目, 必须现场记录在规定格式的外业手簿中, 字迹要清楚、整齐美观, 禁止涂改、擦该、转抄; 外业手簿或记录必须

进行编号，对超限或其他原因划去成果应注明原因和重测成果所在页数。

②每测回要记全数一次，厘米和厘米以下的数值不得更改；米和分米的读书，在同一距离的往返观测中，只能更改一次。

③采用电子外业作业手簿记录时应符合《测量外业电子记录基本规定》（CH/T2004-1999）的要求。

五、精密角度测量

精密角度测量就是精密三角测量，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。用于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下表的规定。

三角形闭合差测角中的误差

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

在进行精密角度测量过程中，可以选用的仪器有 DJ07，DJ1，DJ2 型光学经纬仪以及精密电子经纬仪，也可以根据具体工程的需要，专门设计能够满足精度要求的精密测量仪器。对于任何仪器，在进行观测前，都应该按照相应规范的要求对仪器进行检验。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。

一. 角度测量应满足的要求

在角度测量的观测过程中，应该注意以下问题：

①角度测量应该在目标成像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，视线周围障碍物应超过 0.5m。

②在仪器测站和目标点上应使用强制对中装置。

③仪器的转动应平稳、匀称，照准目标时，应按规定方向旋转。

④观测过程中，应该注意始终保持照准部水准管气泡居中。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。

⑤为消除或减弱光学经纬仪的度盘分划周期误差、测微器及行差的影响，或为了消除或减弱电子经纬仪度盘分划误差的影响，使用经纬仪时，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，故常首先编写观测度盘表。

二. 水平角观测成果的重测和取舍

①凡超过规定的限差，均应进行重测。凡因超限而重测的完整测回，称为重测。因对错度盘、侧错方向、读记错误、碰动仪器、气泡偏大以及其他原因未测完的测回，重新观测时，不算重测。

②一测回中 $2C$ 互差超限或化归同一方向后，同一方向值各测回互差超限时，应重测超限方向，并联测零方向。因测回互差超限而重测时，除明显弧值外，原则上应重测观测结果中最大和最小值的测回。

③零方向的 $2C$ 互差超限或半测回的归零差超限，应重测整个测回。

④方向观测法一测回中，重测方向数超过所测方向数的 $1/3$ 时（包括观测三个方向有一个方向重测），该测回应重测。

⑤采用方向观测法时，每测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。

⑥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。

⑦三角形闭合差、极条件、基线条件、方位角条件自由超限而重测时，应整份成果重测。

六. 精密水准测量

精密水准测量的等级与精度，应根据工程项目的特点、水准的高度、精度要求、作业条件、仪器设备等因素，综合考虑、分析，并对照下表的规定

选取。

精密垂准测量的等级与精度规定

等级	一级	二级	三级	四级
垂准相对中误差	1: 300000	1: 200000	1: 150000	1: 100000

六、一. 精密垂准测量的方法和作业要求

精密垂准测量的方法主要有：正垂法、倒垂法、波带板激光准直法等。

下面重要介绍正垂法。

正垂法是利用 0.15 ~ 0.2mm 的不锈钢丝，上端用专业的弹簧夹固定在标志强制对中轴柱的中心，钢丝下端连接一个与垂线长度相应的重锤，重锤要安置在有黏性，不冰冻液体的器皿中，在待测点上安置最小分划为 0.01mm 的坐标仪，或安置两个成 90° 配置的读数显微镜，按两个相互垂直的方向各读取 4 次读数为一个测回，观测两测回，测回间稍拨动钢丝，稳定后观测，分别取 2 个方向的全部读数的中数，用待测点标志头上的微动装置在 2 个方向上分别使其对中，钢丝应加防风保护筒，重锤上设置动叶片。正垂法的技术规定见下表

等级	二级	三级	四级
垂准高度/m	≤ 10	≤ 20	≤ 30
测回数/测回	2	2	2
一个方向读数次数/次	4	4	4
同一方向读数间互差/mm	≤ 0.03	≤ 0.05	≤ 0.10
同一方向读数间互差/mm	≤ 0.10	≤ 0.26	≤ 0.50

同一方向读数相互误差超限时，再测一次，舍去最大值和最小值，若还超限，应重测该方向 4 次读数。同一方向测回间相互超限时，应再观测二个测回，舍去最大值和最小值，若仍然超限则同一方向的观测数据应该全部重测。

七. 精密工程测量数据处理与管理

七、一. 精密工程测量数据处理与管理的基本任务

收集精密工程测量的完整资料；对观测资料进行预处理；提取与精密工程测量有关的信息；进行测量平差计算和统计分析，提供精密工程测量成果；建立相应的测量数据的处理、管理和应用系统。

变形监测网的数据处理还应包括排除外界干扰因素的影响，提取与变形有关的信息，对变形原因进行分析并尽可能的对未来发展趋势提出建设性意见。

七、二. 精密工程测量数据处理与管理的一般流程

1. 收集精密工程测量数据外业资料和其他来源资料，并进行检查验收。
2. 汇总资料并存入计算机。
3. 资料预处理和信息提取。
4. 平差计算、统计分析，形成并输出结果
5. 提出意见和建议。

参 考 文 献

- (1) 唐保华主编《工程测量技术》，中国电力出版社 2007 年