

勘测工程事业部

测绘专业

主设人工作手册

中国电力工程顾问集团

华北电力设计院工程有限公司

2013 年 7 月

编写：曹玉明、冯立友、周余红、杨奎生、张济勇

校审：曹玉明

批准：

目 录

1 概述.....	1
1.1 项目管理的概念.....	1
1.2 测绘专业主设人基本要求.....	3
1.3 测绘专业主设人任职资格.....	3
1.4 测绘专业主设人岗位职责.....	3
2 地形测量工程.....	4
2.1 概述.....	4
2.2 地面数字化成图.....	6
2.3 航测数字化成图.....	39
3 线路测量工程.....	477
3.1 概述.....	477
3.2 可行性研究阶段	488
3.3 初步设计阶段.....	50
3.4 航测外控与调绘.....	53
3.5 施工图阶段.....	56
3.6 后期服务.....	62
4 施工控制测量.....	62
4.1 概述.....	62
4.2 工程准备.....	62
4.3 现场工程测量及资料整理.....	65
4.4 成品提交及成果移交.....	69
5 变形监测.....	70
5.1 概述.....	70
5.2 任务接收.....	71
5.3 工程策划.....	71
5.4 工程准备.....	73
5.5 工程实施.....	73

5.6 资料整理、检验与提交.....	77
6 放样测量工程.....	78
6.1 放样测量.....	78
6.2 任务接受与策划.....	78
6.3 前期准备.....	78
6.4 现场作业与沟通.....	79
6.5 成果整理、检验与提交.....	79

1 概述

为了培养测绘专业技术人才，提高专业主设人业务管理能力，保持公司在行业内具有持续的竞争实力，勘测工程事业部承担测绘专业主设人培训工作。本工作手册将中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司的相关管理文件、电力行业相关技术规定和勘测设计管理经验结合在一起编制完成。旨在通过使用本手册，使具有一定专业知识和实践经验的测绘专业技术人员迅速掌握主设人管理流程，使正在担任主设人工作的专业技术人员进一步规范勘测过程管理；同时通过测绘专业的专题培训，提高测绘专业技术人员的技术水平，开阔视野，奠定技术专家培养的基础，达到提高测绘专业水平及管理能力的目的。

1.1 项目管理的概念

1.1.1 项目管理

项目管理是一个管理学分支的学科，指在项目活动中运用专门的知识、技能、工具和方法，使项目能够在有限资源限定条件下，实现或超过设定的需求和期望。项目是指一系列独特的、复杂的并相互关联的活动，这些活动有着一个明确的目标或目的，必须在特定的时间、预算、资源限定内，依据规范完成。项目参数包括项目范围、质量、成本、时间和资源。

1.1.2 测绘项目

测绘项目是由一组有起止日期的、相互协调的测绘活动组成的独特过程，该过程要达到符合包括时间、成本和资源的约束条件在内的规定要求的目标，且其成果（或产品）可提供社会直接使用和流通。测绘项目通常包括一项或多项不同的测绘活动；构成测绘项目的测绘活动可根据专业内容不同划分测绘活动，也可根据测区不同划分测绘活动，亦可将二者综合考虑进行划分。

测绘项目过程包括任务接收、策划、实施、评审验证、审批、更改、提交。

测绘项目遵循的基本原则：

- 1、测绘项目应依据任务书内容，充分考虑顾客的要求，引用适用的国家、行业或地方的测量技术标准，重视社会效益和经济效益。
- 2、技术方案应先考虑整体后考虑局部，且顾及发展；要根据作业区实际情况，考虑作业单位的资源条件，挖掘潜力，选择最适用的方案。
- 3、积极采用适用的新技术、新方法和新工艺。

4、认真分析和充分利用已有的测绘成果和资料。

测绘专业项目管理是指测绘专业主设人利用专业知识、处理软件、计算方法、相关技术标准，组织测绘专业技术人员，按照测量工程任务书和技术指示书中要求的进度、内容、质量要求，按时保质完成测量项目。

1.1.3 测绘项目组织

测绘项目组织的好坏直接决定了项目的成本、工期及质量。首先对项目目标进行分解，然后对作业工序进行分解，在此基础上配备人员、设备、车辆等资源。

测绘项目目标分解。测绘项目总体目标是在规定的工期内，尽量降低成本、保证质量、完成测绘任务。项目总体目标可以分解为工期目标、成本目标和质量目标：

——工期目标就是在项目合同规定的时间内完成整个项目。

——成本目标就是完成项目所需花费的目标数额。可分为人工成本、设备成本、材料成本 3 大类。

——质量目标就是项目能够达到期望的质量等级，质量等级分为合格、良好和优秀。

按照时间顺序和工作性质，可将测绘项目分解为若干子项目，不同工序可以分别安排人员完成，以提高工作效率。

为项目配备合适的人员和设备是完成测绘项目的 2 个主要条件。测绘项目人员分为技术人员、管理人员、后勤人员、质量管理人员，技术人员是项目的主体。测绘设备包括外业设备和内业设备，不同的测绘方法，选用不同的测绘设备。

1.1.4 测绘项目质量控制

质量控制是一个设定标准、测量结果、判定是否达到预期要求、对质量问题采取措施进行矫正、补救，并防止再发生的过程。生产过程控制的核心是工序质量控制。工序质量处于受控状态时，质量分布特性不随时间而变化，始终保持稳定且符合质量规格的要求；工序质量处于失控状态时，质量分布特性发生变化，不再符合质量规格的要求。一旦发现工序质量失控，应立即查明原因，采取措施，使生产过程尽快恢复受控状态，减弱因过程失控所造成的质量损失。

1.1.5 测绘安全生产管理

测绘生产作业人员的安全生产执行国家、行业及公司相关测绘安全生产规定。测绘外业安全生产涉及测绘外业的准备工作、行车、饮食、住宿及外业作业环境，测绘

设备的安全管理；测绘内业安全生产涵盖作业场所要求、作业人员安全操作要求。

1.1.6 测绘成果的保密管理

测绘成果的保密管理要严格执行国家、行业及公司相关涉密测绘地理信息安全管理规定。

1.2 测绘专业主设人基本要求

- 1) 具有良好的职业道德品质和思想政治觉悟，有良好的大局观念，遵纪守法，敬业爱岗，诚信尽责；
- 2) 熟练掌握国家及行业测量技术标准、测量项目的流程，具有一定的计划、组织、决策、协调能力，工作思路清晰，且有开拓创新精神和良好的服务意识，事业心强，勇于承担责任；
- 3) 具有较高的专业技术水平、较强的技术管理能力、团队精神、积极奉献精神，善于处理和协调解决项目中出现的问题；
- 4) 对工作认真负责，身体健康、心理承受力强；
- 5) 具有一定的语言和文字表达能力，良好的沟通和交际能力；
- 6) 国外工程项目还应具备一定的外语阅读和表达沟通能力。

1.3 测绘专业主设人任职资格

根据测量工程的规模和复杂程度，可将测绘专业主设人的任职资格划分为大型、中型和小型项目主设人。

大型测量工程主设人：具有高级工程师职称或十年以上测量工程工作经验，并承担过至少三项中型以上测量工程的技术工作，且完成情况良好。

中型测量工程主设人：具有工程师职称或五年以上测量工程工作经验，并承担过至少三项小型测量工程的技术工作，且完成情况良好。

小型测量工程主设人：具有助理工程师职称或两年以上测量工程工作经验，并承担过至少 1 项小型工程的技术工作，且完成情况良好。

具有大型测量工程主设人任职资格的人员可担当大型及以下测量工程的主设人；具有中型测量工程主设人任职资格的人员原则上只能担当中、小型测量工程的主设人；具有小型测量工程主设人任职资格的人员只能担当小型测量工程的主设人。

1.4 测绘专业主设人岗位职责

- a) 测绘专业主设人接受测绘工程处处长、项目经理、室主任、主任工程师的领

导。在技术标准、技术方案、工作程序和成果质量等方面服从副总工程师和主任工程师的指导；在项目任务范围、进度和费用等方面要服从处长、主任和项目经理的安排及领导。

b) 认真执行公司的质量方针、质量目标和质量体系文件，确保在项目中有有效运行。

c) 组织测量技术人员开展项目工作。

d) 编制勘测项目技术方案，估算项目人工时，落实进度，明确范围及工作量。

e) 负责与设计方、委托方、监理方、建设方的协调沟通。

f) 参加工程开工会、评审会、工程例会。

g) 负责项目实施过程中的管理。

2 地形测量工程

2.1 概述

2.1.1 内容简介

地形测量工程是以地形图为主要成品资料的工程项目，地形图的形式是数字地形图，按出图比例尺分为大比例尺地形图、中小比例尺地形图，按地形图成品的内容、形式分为普通地形图、现状总平面图，涵盖新建、改扩建工程的投标、可研、初设、施工图等设计阶段。

本手册主要以公司三标管理体系文件勘测的过程控制所列的勘测工作流程为主线，重点描述各流程环节管理体系控制要点及技术质量控制要点。

本手册不能代替技术标准，仅作为认真理解技术标准基础上对相关问题的补充及提示。

2.1.2 技术依据

地形图测量规程涉及的国家标准、行业标准和企业标准如下：

《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1—2007；

《1:5000 1:10000 地形图图式》GB/T 20257.2-2006；

《工程测量规范》GB50026-2007；

《全球定位系统(GPS)测量规范》GB/T 18314-2009；

《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897-2006；

《国家三、四等水准测量规范》GB 12898-2009；

《1:500 1:1000 1:2000 航空摄影测量外业规范》GB/T 7931-2008;

《1:500 1:1000 1:2000 航空摄影测量内业规范》GB/T 7930-2008;

《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316-2008

《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量规范》GB/T 6962-2005

《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》GB/T 14912-2005

《1:5000 1: 10000 航空摄影测量外业规范》GB/T 13977-1992

《1:5000 1:10000 航空摄影测量内业规范》GB/T 13990-1992

《数字地形图产品基本要求》GB/T 17278-2009

《火力发电厂工程测量技术规程》DL/T 5001-2004;

《电力工程勘测制图》DL/T 5156.1~5156.5-2002;

《电力工程勘测安全技术规程》DL 5334-2006;

《公路勘测规范》JTG C10-2007;

《测绘作业人员安全规范》CH 1016-2008;

中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司企业标准《应急预案》

Q/HB 2-V01~07-2010;

勘测工程事业部《勘测安全生产管理规定》KC1-2012;

勘测工程事业部《勘测现场安全事故应急预案》KC2-2012 等。

2.1.3 使用的软件

地形图测量工程涉及的软件如下:

GPS 数据处理软件 Trimble Business Center V2.60 (美国 Trimble 公司);

地形地籍成图软件 CASS8.0 (南方测绘仪器公司);

Microstation V8 2004 Edition (Bentley 公司)

AutoCAD 2004 (Auto Desk 公司);

平差易 2005 (南方测绘仪器公司);

TOPCON JAVAD Legacy-E 静态处理软件 (日本 Topcon 公司);

VIRTUOZO 数字摄影测量系统软件 (适普公司);

管线测量纵断面 CAD 成图软件(PLSPDS) (华北院自主开发)。

2.1.4 地形图的测绘方法

目前获取数字地图的主要方法有三种:原图数字化、航测遥感数字化成图和数字

化测图。原图数字化是对已有地形图的再利用，本章仅针对地形图测绘，不涉及原图数字化内容。

2.1.5 工作流程

地形图测量工作流程分为如下几个阶段：

1 工程准备

主要包括：接收任务、资料收集、技术设计（计划大纲的编制）。

2 现场作业与沟通

主要包括：控制测量、数据采集、数据处理及地形图编绘、地形图的外业检查。

3 资料整理、检验及提交

主要包括：资料的整理、检查与验收、技术报告编制、原始及成品资料的提交。

2.2 地面数字化成图

地面数字化测图的方法，也称为内外业一体化数字化测图，是目前采用较多的数字测图方法。采用该方法得到的数字地图的测量精度较高。

2.2.1 普通地形图测绘

涉及的工程包括发电厂、变电站等新建工程，测量内容一般包括厂（站）址地形图测量、取水口地形图测量、储灰场地形图测量、水源地测量、灰管线测量、水管线测量、铁路专用线测量、进厂道路测量、厂前区（生活区）测量等。

对测绘专业来说，有时设计在可研阶段要求测量工作按初设或施工图深度去做。工程测量工作应以任务书和设计人员的设计意图为主要工作依据。

2.2.1.1 工程准备

1. 任务接收

接到任务书后要认真理解设计要求的内容，主要是设计阶段，坐标及高程系统，测绘的内容、范围、比例尺、等高距及交出时间等。

认真理解技术指示书，领会副总工程师对项目提出的基本要求。

2. 收集资料及沟通

根据任务书提供的信息确定工程项目所在的地理位置，首先，查询公司内部有无该工程可利用的已知资料，范围包括本工程及附近区域的工程，内容主要是已知平面及高程控制点的资料，公司内部无已知平面及高程控制点资料时，应到相关测绘部门收集控制点资料或满足任务书要求的成品资料。

收集基础测绘成果应办理行政审批手续，到国家基础地理信息中心购买资料，要到国家基础地理信息局办理审批手续，到省级基础地理信息中心购买资料，要到北京市首都规划委员会测绘办公室办理审批手续。

收集测区已有平面控制点成果资料，应包括控制点名称、等级、标志类型和高度、坐标和坐标系统、高程和高程系统、标石埋设单位和年代、点之记和测区中央子午线度数、投影面高度等。

收集水准点成果资料，应包括水准点名称、等级、高程和高程系统、点之记和水准路线示意图等。

收集的地形图和控制成果的坐标和高程系统如果不是国家系统时，应搜集该系统与国家系统的换算关系。

针对任务书内容、设计阶段与设计人员沟通主要涉及以下内容：

测区范围的控制方式如坐标控制、明显地物控制、高程控制（灰场、灰坝等）；

任务书要求的坐标、高程系统与能收集到的已知控制点是否一致；

测区边缘测绘的详细程度，交出日期是否需要变更等。

沟通达成一致后填写委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录，请设计人员签字确认。

3. 计划大纲编制

计划大纲应包括如下内容：

(1) 工程名称、编号，说明任务来源、内容和目标，工程的设计阶段，作业区范围和行政隶属、任务量、完成期限。

(2) 测区自然地理概况：测区的地形概况、地貌特征；居民地、道路、水系、植被等要素的分布与主要特征，地形类别、困难类别、海拔高度、相对高差等。测区的气候特征、风雨季节等。

(3) 已有资料情况：主要说明已有资料的数量、形式、主要质量情况（包括已有资料的主要技术指标和规格等）和评价，说明已有资料利用的可能性和利用方案等。

(4) 引用文件及资料。说明所引用的标准、规范（包括国家标准、行业标准、企业标准）及其他技术文件。

(5) 人员组成及其质量职责。

(6) 仪器设备配备和工程中材料选用。

(7) 计划和进度安排（包括外业工期和内业资料整理时间）。

(8) 测量技术方案：含测量工作内容、方法、工作量和技术要求。采用的坐标及高程系统、固定点的埋设类型及数量、投影变形的控制、控制网网形布置、控制网的精度等级，使用的仪器、观测方法、细部点的采集方式、平差软件及成图软件。

(9) 过程确认的质量控制，关键部位和关键技术方案的质

(10) 现场作业环境、安全因素识别及工程组织和为实现工程目标所采取的环境、职业健康安全控制措施。

(11) 计划和进度安排。

(12) 工程预算及现场开支计划。

计划大纲编制完成后要经过主任工程师和副总工程师审批后方可实施。

4. 人、财、物、设备准备

根据审批后的计划大纲，确定设备型号和数量，确定人员数量和人员组合。填写仪器和文具领用清单，借用并检查仪器设备的完好情况，根据工程预算审批后借工程款，预订交通工具，做好外业前的准备。

出发前与顾客联系，告知工程队出发及预计到达的时间，就需要顾客安排或配合的事项交代清楚。

2.2.1.2 现场作业与沟通

1. 测区踏勘和现场找点

测区踏勘的目的是熟悉测区情况，对测区的地形地貌有直观的了解，做到心中有数，为实际控制方案的制定和后续分组测图方案的实施作准备。

根据收集的已知控制点资料实地查找并依据点的状态、标石的完好程度，对已知控制点是否可用做初步的判断。

2. 已有原始资料检验

对现场找到的控制点用仪器进行检测，检测的精度等级根据规范要求确定，平面控制点检测方法可根据通视情况采用全站仪或 GPS 静态观测方法。检测的项目主要是控制点间的边长及水平夹角；高程控制点检测方法可采用水准测量、三角高程测量或 GPS 静态观测，检测的项目是控制点间的高差。

检测数据结果的衡量建议参照《工程测量规范》GB50026-2007 中的表 2.2.1、表 2.3.1、表 2.4.1。

3. 落实控制方案

控制方案应体现先整体，后局部的原则，以满足本阶段和施工图设计阶段的需要为主，且顾及以后使用。

根据现场踏勘和找点情况，依照计划大纲的设计，制定出切合实际的控制测量方案。实际方案与计划大纲不一致的，应及时向上级主管汇报，寻求技术支持，必要时将变更后的方案通过互联网发回公司，请示相关领导的意见，获得同意后实施。

4. 选点和埋石

(1) 根据控制测量方案，分级、分组进行选点和埋石。

(2) 作为测区首级控制的点，应均匀的覆盖整个测区，点位应适宜长期保存和观测，为了能长期保留相当数量的控制点，应考虑将一部分控制点选在测区边缘及测区外。

(3) 标石可以预制或现场浇筑，标石埋设深度应在冻土层以下，埋设时应注意夯实，测区以外的点应绘制点之记，以便于以后工作。

(4) 使用 GPS 观测的点，选点时要把适合 GPS 观测条件放在首位。

GPS 点应便于观测，在 15 度截止高度角以上空间不得存在障碍物。GPS 点应远离大功率无线电发射源（如无线电台、电视发射塔、微波站等），一般距离 50-100m，应尽量避免高压输电线路。GPS 点应远离大面积反射面，不至引起多路经效应（大面积水域和反射面等），一般距离 30-50m。GPS 点应交通便利，利于其他测量手段联测。

5. 基本控制测量

(1) 平面控制测量

平面控制测量常用光电测距导线和 GPS 静态观测等方法。

① 光电测距导线

厂区测量首级平面控制不应低于一级导线，在测区已有首级控制的情况下，可采用二级导线（详见《火力发电厂工程测量技术规程》）。

当控制网布设成导线网时，一般采用光电测距导线，宜布设成环形网、节点网或附合于高级点之间的单一导线。

导线测量选点时，高级点或节点间的导线应尽量布设成直伸形状，相邻边长之比不宜超过 1/3，如因条件所限满足不了，应提高测角精度。

导线测量中，利用激光测距仪进行距离测量时，要使用经过检验合格并在有效期内的仪器，所测边长应进行加长数、乘常数改正，同时还应加入温度和气压改正。

导线测量中，控制点进行方向观测时，超过 3 个方向数时要归零。

导线测量中使用的仪器及棱镜基座光学对点器应认真检校。

② GPS 测量

GPS 网作为测区首级控制，精度不应低于 E 级（风电场及煤化工等大面积测区不应低于 D 级），网形应呈面状均匀覆盖整个测区，边长不宜过短，一般应不短于 400 米。

GPS 网应采用静态测量方式，观测前应根据仪器的数量制定观测计划，GPS 网的网型连接方式应为边连式。

GPS 点架站观测应按计划进行，GPS 静态观测的时长应不少于 45 分钟，GPS 测量在观测前，应对接收机进行预热和静置，同时应检查电池的容量、接收机的内存和可储存空间是否充足。GPS 观测，安置天线对中误差不应大于 2mm，天线高量取应精确至 1mm。GPS 测量作业时，应避免在接收机近旁使用无线电通讯工具。应做好测站记录，包括控制点点名、接收机序列号、仪器高、开关机时间等相关的测站信息。

原始数据必须每天传入 PC 机中，并做好备份，进行基线处理，通过精度指标判断外业观测质量，经过处理还通不过的基线边及时进行补测。

(2) 高程控制测量

厂区首级高程控制不应低于四等水准或四等三角高程，为以后测设施工控制网综合考虑，应提高首级高程控制精度等级。起算高程引测精度不低于测区首级高程控制。引测和联测以前必须对起算点临近高程点之间的高差进行检测，检测高差与原高差之差小于原测设等级往返测、附和路线限差时，起算点方可使用。

高程控制测量常用水准测量、三角高程测量和 GPS 静态观测等方法。

① 水准测量

水准路线应与平面控制相结合。测区内应埋设不少于 3 个固定水准标石，水准标石应埋设在测区内土质坚硬、不易破坏、便于引测的位置。待水准标石稳固后方可观测。考虑到现在电厂施工期间都要进行沉降观测，水准标石的埋设也可在沉降观测点布点期间实施。

水准路线长度，三等不应大于 50km，四等不应大于 20km，图根不应大于 10km，节点间或节点与高级点间附和路线长度不应大于上述各级的 0.7 倍。

每公里高差中误差的限差分别为三等 $\pm 6\text{mm}$ ，四等 $\pm 10\text{mm}$ ，图根 $\pm 20\text{mm}$ 。

水准测量的仪器在测量前必须进行 i 角等相关项目检验，标尺要进行圆水准气泡的校正。

水准测量的观测步骤，三等为后—前—前—后，四等为后—后—前—前。

② 三角高程测量

三角高程起迄点应是高一级的水准点或三角高程点。

四等三角高程用光电测距仪测量时，测距仪的精度不应低于每公里测距中误差 5mm-10mm，三角高程的边长应小于 1km。

四等和一级三角高程的边数不应多于 7 条，二级三角高程的边数不应多于 10 条，当直接起迄于高等级水准点时，二级三角高程的边数可放宽至 15 条。

垂直角观测前，对经纬仪的指标差应进行检验校正，合格后方可使用。

三角高程高差计算均应考虑两差改正，对向观测高差互差要满足规程要求。

③ GPS 静态测量

GPS 高程测量应与 GPS 平面控制测量一起进行，GPS 观测作业技术要求应满足规范的规定。

GPS 高程网应与测区三等、四等水准点联测。联测点应均匀分布在测区四周和测区中心，若测区为带状地形则应分布于测区两端及中部；地形高差变化较大的测区，应适当增加联测的点数。

高程计算时采用高程拟合的方法计算 GPS 点高程，在已知高程控制点数量及分布不能满足上述要求时，常常采用固定距测区最近的一个高程控制点计算 GPS 点高程。

(3) 控制测量的数据计算

控制网观测数据的平差计算必须采用正版和经过检验合格的软件。

导线网和水准及三角高程，常用南方平差易软件，输入的原始数据要经过校对，原始数据应打印出来以便检核，计算成果中应包括闭合差、测角中误差、点位中误差、边长相对中误差、每公里高差中误差、高程中误差等精度指标。

GPS 网常用各品牌接收机随机解算软件。

解算模式可采用单基线解算模式，也可采用多基线解算模式；解算成果，应采用双差固定解。

GPS 控制测量外业观测的全部数据应经同步环、异步环和复测基线检核，并应满足下列要求：

同步环各坐标分量闭合差及环线全长闭合差

$$W_x \leq \frac{\sqrt{n}}{5} \sigma, \quad W_y \leq \frac{\sqrt{n}}{5} \sigma, \quad W_z \leq \frac{\sqrt{n}}{5} \sigma, \quad W \leq \frac{\sqrt{3n}}{5} \sigma$$

异步环各坐标分量闭合差及环线全长闭合差

$$W_x \leq 2\sqrt{n}\sigma, \quad W_y \leq 2\sqrt{n}\sigma, \quad W_z \leq 2\sqrt{n}\sigma, \quad W \leq 2\sqrt{3n}\sigma$$

复测基线的长度较差

$$\Delta d \leq 2\sqrt{2}\sigma$$

公式中

σ —— 相应等级基线长度中误差 (mm);

n —— 异步环或同步环中基线边的个数;

W —— 异步环或同步环环线全长闭合差 (mm);

W_x 、 W_y 、 W_z —— 异步环或同步环的各坐标分量闭合差 (mm)。

坐标分量的限差数值, 水平 $\pm 3\text{cm}$, 垂直 $\pm 5\text{cm}$, 环线全长闭合差 12ppm。

GPS 数据处理软件进行 GPS 网平差, 首先提取基线向量, 构成 GPS 基线向量网; 其次进行三维无约束平差, 再次进行约束平差和联合平差; 最后进行质量分析与控制。

进行质量评定采用下面的指标:

基线向量改正数—根据基线向量改正数的大小, 判断基线向量中是否有粗差; 相邻点的中误差和相对中误差。

(4) 投影变形的控制

规范规定当测区内投影长度变形大于 2.5cm/km 时, 应采取措施控制投影长度变形。当测区平均高程面大于 160m 或距离中央子午线大于 45km 时, 长度变形将大于 $1/40000$, 应采取措施控制投影长度变形。

常用的控制投影长度变形的方法是在采用国家统一的标准分带 (3° 或 6°) 坐标系的基础上, 需要将平面控制网在高斯投影面上的边长归算到参考椭球面上, 然后将参考椭球面上的边长归算到测区平均高程面上, 此投影面在绝大多数情况下就是施工高程面。投影改正的方法如下:

① 投影原点的确定

将平面控制网的投影坐标原点选择在测区的中心位置。

② 边长改正系数的确定

高斯投影面上的边长归算到参考椭球面上

$$K1=1-y_m^2/2R^2$$

y_m —测区中心点的横坐标， R —测区中心点的地球半径，用下式计算

$$R=6399698.902-\{43124-[290.596-(1.958-0.013*\cos 2B)\cos 2B]\cos 2B\} \quad (3-2)$$

B —测区中心点的纬度。

参考椭球面上的边长归算到测区平均高程面

$$K2=1+H_m/R$$

H_m —测区平均高程面的高程， R —测区中心点的地球半径

③ 投影改正后边长的确定

$$D_0=S_0*K1$$

$$D=D_0*K2$$

$$K=K1*K2$$

S_0 —高斯投影平面上的边长， D_0 —参考椭球面上的边长， D —测区平均高程面的边长， K —边长的综合改正系数。

④ 已知点投影坐标的计算

利用计算出的边长综合改正系数、测区中心点的坐标及已知控制点与测区中心点的坐标差，计算出已知控制点投影改正后的坐标。

$$X_p=X_0+K(X-X_0)$$

$$Y_p=Y_0+K(Y-Y_0)$$

式中： X_p 、 Y_p 为已知控制点改正后的坐标；

X_0 、 Y_0 测区中心点标准分带（3°）高斯平面坐标；

X 、 Y 为已知控制点标准分带（3°）高斯平面坐标。

⑤ 利用已知控制点投影改正后的新坐标，对 GPS 控制网进行重新平差，计算出所有控制点投影改正后的坐标。

使用 Trimble Business Center (TBC) 软件解算时，可直接计算出投影改正系数。

在软件“工程”菜单下，选择“地方工地设置”子菜单，坐标类型选择“网格”，输入投影坐标原点的坐标和测区平均高程（在未设置大地水准面的情况下，换算为大地高），将“根据工程位置计算地面比例因子”选择框钩上，按确定按钮即可，界面见下图。



(5) 控制网的检测

为了检验 GPS 控制网的可靠性及精度，需要用全站仪检测部分 GPS 控制点间的边长及水平夹角（通视条件下），用水准测量或三角高程测量检测部分 GPS 控制点间的高差，统计坐标反算边长、水平角与实测边长、角度的较差，统计 GPS 高差与实测高差之较差。

光电测距边长应进行加常数、乘常数、气象改正。

6. 图根控制测量

为满足测图需要，在基本控制网的基础上，可以布设图根导线，也可以用 GPS RTK 测量图根控制点，图根平面控制和图根高程控制可以同时进行，应确保测图时与其它相邻控制点能相互校测。

7. 数据采集

常用全站仪、GPS RTK 或全站仪与 GPS RTK 联合进行地形图的数据采集工作。

数据采集主要采用编码与草图联合法，即每测量一个点都输入相应的编码与测量数据一起记录，地形、地物复杂的地区绘制草图标注测点编号配合编码使用。

编码方案可以使用公司制定的 8 位编码，也可以使用南方 CASS 软件制定的简码。

公司的编码格式为：

X X X X X X X X

A B C D

其中: A: 地物类别 [第一位:大类 第二位:亚类]

B: 起 断 终点信息[0,4,6,8,2]

C: 注释信息 [0:直线 1:曲线]

D: 测点编号

CASS 的简码格式为:

野外操作码为 1-3 位,第一位是英文字母,大小写等价,后面是范围为 0-99 的数字,无意义的 0 可以省略,例如, A 和 A00 等价、F1 和 F01 等价。分线面状地物编码和点状地物编码。

野外操作码后面可跟参数,如野外操作码不到 3 位,与参数间应有连接符“-”,如有 3 位,后面可紧跟参数,参数有下面几种:控制点的点名;房屋的层数;陡坎的坎高等。

连接信息为 1-3 位,数字后是连接码,例如+、-、n+、n-、p、np、+A\$、-A\$

对于地物的第一点,操作码=地物代码,以后的点操作码=连接信息。

详细编码参考 CASS8.0 帮助文件。

全站仪采集数据:仪器的对中偏差不大于 5mm,仪器高和反光镜高量至 1mm;以较远一测站点(或其他控制点)标定方向(起始方向),另一测站点(或其他控制点)作为检核,检核点平面位置较差不大于图上 0.2mm。检查另一测站点(或其他控制点)的高程,其较差不应大于 1/6 基本等高距;作业过程中和作业结束前,应对定向方位进行检查。

全站仪的测距长度应根据成图比例尺,按规范的要求地物点与地形点分别控制。

GPS RTK 采集数据:用不少于 4 个重合控制点的 WGS84 坐标和大地高与测区采用坐标系的坐标、高程计算平面和高程转换参数,参与求转换参数的控制点应分布在测区的周边和中部。转换参数的应用,不应超越原转换参数计算所覆盖的范围,否则,应重新求取转换参数。

使用前,应对转换参数的精度、可靠性进行分析和实测检查。检查点应分布在测区的中部和边缘。检测结果,平面较差不应大于 5cm,高程较差不应大于 $30\sqrt{D}$ mm (D

为检测点间的边长，单位为千米)；超限时应分析原因并重新建立转换关系。

基准站设置完毕应对至少 2 个附近的检查控制点进行校测，校测结果与已知成果的平面位置较差不大于图上 0.2mm，高程较差不大于基本等高距的 1/5，流动站作业的有效卫星数不宜少于 5 个，PDOP 值应小于 6，并应采用固定解成果。作业前，宜检测 2 个以上不低于图根精度的已知点。检测结果与已知成果的平面和高程较差，均不应大于 10cm，高山地区较差可放宽一倍执行

对于复杂的测区可以采用全站仪与 GPS RTK 联合数据采集的方式，开阔的地带用 GPS RTK,树木较多或房屋密集的村庄等用全站仪采集碎部点。

无论采用哪种数据采集手段采集点的密度都应根据成图比例尺按规范的要求进行，要地物和地貌的特征点进行采集。

当多组作业时应以明显地物划分作业区域，每个作业组应在明显地物结束每天的数据采集工作。

绘制草图时应注记测点编号，测点编号应与仪器的记录点号相一致。碎部点观测记录应包括观测点号、坐标、高程、编码等；

对于采集的数据应进行检查处理，删除或标注作废数据、重测超限数据、补测遗漏数据。对检查修改后的数据，应及时与计算机联机通讯，生成原始数据文件并备份。

8. 数据处理及地形图编绘

野外数据采集的原始数据文件应转换为成图软件所要求的数据格式，利用成图软件将格式化的野外采集数据、编码引导文件、(根据草图编辑的 CASS 格式的文件)、控制点文件、注记信息文件，导入并生成平面图。

地形图要素应分层表示，分层的方法和图层的命名应一致。

利用数据文件或在图形环境中选择数据范围，利用软件构件数字高程模型(DEM)(三角网)，修改数字高程模型即删除、增加、过滤、内插、重组三角网，将修改后的数字高程模型保存。

绘制等高线删除三角网，进行等高线注记，对穿越建筑物、陡坎、注记的等高线。

生成等高线时最好是将整个测区的数据集中在一起，应确定地性线的走向和断裂线的封闭。

对数字地形图中各种地物、地貌符号、注记进行编辑整饰，地物地貌的绘制和符号的应用要符合图示规范要求。

9. 地形图的外业检查

数字地形图编辑完成后要进行内业编辑检查，内容如下：

图形连接关系是否正确，是否与草图一致、有无错漏；

各种注记的位置是否适当、是否避开地物、符号等；

各种线段的连接、相交或重叠是否恰当、准确；

等高线的绘制是否与地性线协调、注记是否适宜、断开部分是否合理；

对于间距小于图上 0.2mm 的不同属性线段，处理是否恰当；

地形、地物的相关属性信息赋值是否正确。

地形图应经过内业检查还要进行野外全面巡视，地物对照、地貌与实地对照，检查有无漏测错测、取舍是否合理等。重要地物可以采用量测间距进行校测，还应进行仪器设站检查，每整幅图实测检查点的数量应为 20—50 个，检查应做好记录，并作出平面、高程精度统计。

10. 管理体系控制要点

现场作业开始，要进行参加工程人员的培训，内容包括工作内容的介绍、人员的分工、各个环节的质量控制要点、环境及危险有害因素的识别、控制措施，应急预案的启动、实施，各种设备的使用及保护等。

作业过程中要定期进行检查，发现问题及时整改，做好检查记录，分段记录工程的进展情况，遇到的问题及解决的方案，重要问题要向公司有关负责人员汇报。

2.2.1.3 资料整理、检验及提交

1. 资料整理

(1) 原始资料的整理

现场作业行程原始观测记录、已有资料检测数据、平差报告、控制点的平差报告、地形图外业检查数据记录等进行整理，记录本填写工程名称、仪器名称及编号、各项签署，原始数据填写原始资料封面，平差报告填写计算书封面、添加略图及说明（包括使用软件名称、点号与点名的对应关系等）。

根据已有资料检测数据及平差报告填写供方产品验证记录。

将需要打印的报告完整地打印装订成册。

(2) 数字地形图的整理

在现场野外全面巡查对图的基础上，对数字地形图进行进一步编辑整理，将数字

地形图进行分幅，一般采用矩形分幅或正方形分幅，标准正方形图幅为 50cmx50cm，建议在一般情况下不要用批量分幅，因为在分幅时切边容易丢掉一部分图形信息。对分幅的地形图进行整饰，加上图框、坐标网格线，注记四角坐标、图名、图纸编号、图幅结合表、测绘单位名称、坐标、高程系统、使用图示名称、测绘日期。

2. 测量技术报告的编制

测量技术报告是对工作过程及技术指标的专业总结，应力求详尽，脉络清晰，测量技术报告内容提纲列出如下：

(1) 概述

测量任务依据及要求，勘测设计阶段，测区概况及施测范围，具体项目内容及工作量；

参加人员，项目负责人，项目起止日期，使用的仪器设备及软件；

测量工作的技术依据（执行的技术规范）。

(2) 控制测量

采用的坐标系统，坐标起算点成果，对原有测量资料的精度分析及其利用情况。

平面及高程控制网形布置，精度等级，标石规格及数量。使用的仪器设备，观测方法，计算方法和应用软件。

平差计算过程和最终的精度情况：环闭合差、点位精度、边长相对精度；网形闭合差、距离误差、测角中误差、导线相对闭合差、最弱点位精度等精度指标。

测区的投影改正情况及控制网的检测精度统计。

图根控制布设、实测及精度情况。

(3) 地形图测绘

测图使用的仪器设备，观测方法，成图软件，采用何种电子文件格式；

测图比例尺，等高距，图纸分幅情况；

地物、地貌的取舍情况。

巡图检查情况和地形图的检查精度。

(4) 完成的实际工作量

列出完成的工作内容及工作量。

(5) 提交的测量成果和资料清单，并附必要的说明

(6) 附录

包括测量控制点成果表、点之记等附表和附图

(7) 其他需要说明的问题。

3. 成品交出流程控制

(1) 将原始资料和成品资料逐级提交全校人、审核人、批准人进行检查审核，同时启动网上校审流程将电子文件提交，对各级人员提出的问题予以解答，需要修改的内容及时对纸质和电子文件修改。

(2) 待批准人走完流程后，出版成品资料提交全校人、审核人、批准人复查，发现问题马上修改，对勘测工程管理档案进行签署，然后交出成品。

(3) 确认电子文件与交出成品一致，将成品电子文件进行成品发布，并进行归档操作。

2.2.2 带状地形图及断面图测绘

此类测绘任务主要是管线工程，既要测绘带状地形图，又要测绘管线中线上的纵断面图。带状地形图的测绘与普通地形图测绘的作业内容与过程相同，区别是带状地形图的测区呈狭长分布。

2.2.2.1 工程准备

1. 任务接收

接到任务书后要认真阅读所要求的内容，主要是设计阶段，坐标及高程系统，测绘的内容、范围、比例尺、等高距、断面图的水平及垂直比例尺及交出时间等。

仔细阅读技术指示书，领会专业总工程师对项目提出的基本要求。

2. 收集资料及沟通

收集资料与普通地形图测绘内容相同，针对任务书内容、设计阶段与设计人员沟通处理普通地形图测绘所列内容还应增加以下内容：

管线的中线路径是否确定，如确定应该处管线起终点和全线的转角坐标，如不确定则最好由设计人员到现场实地确定。

沟通达成一致后填写委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录，请设计人员签字确认。

3. 计划大纲编制

计划大纲在普通地形图测绘内容的基础上，测量技术方案应增加管线中线路径起、终、转角点的标石埋设及坐标、高程测量方案，纵断面图的数据采集方案，交叉跨越

物相对地面高度的测量方案，纵断面图的成图软件。

4. 人、财、物、设备准备

与普通地形图测绘内容相同

2.2.2.2 现场作业与沟通

1. 测区踏勘和现场找点

测区踏勘的目的是熟悉测区情况，对测区的地形地貌有直观的了解，在管线中线路径未确定的情况下同业主方及设计人员一起现场确定管线的起、终、转角点位置，现场钉临时桩做标记，为实际控制方案的制定和后续分组测图方案的实施作准备。

现场找点与普通地形图测绘内容相同。

2. 已有原始资料检验

与普通地形图测绘内容相同。

3. 落实控制方案

与普通地形图测绘内容相同。

4. 选点和埋石

由于测区是狭长的带状控制应沿着管线的走线选择控制点的位置，可以每隔一定距离成对步点，并埋设固定标石。

管线的起、终、转角点位置均应埋设固定桩。选点埋石的其他事项与普通地形图测绘内容相同。

5. 基本控制测量

(1) 平面控制测量

通常采用光电测距导线或 GPS 观测方法。对于较长距离的管线, GPS 观测方法更具有优势。

采用光电测距导线或 GPS 观测的其他事项与普通地形图测绘内容相同。

(2) 高程控制测量

高程控制测量常用水准测量、三角高程测量和 GPS 静态观测等方法。

高程控制测量的精度按五等水准、五等三角高程(电力规程一级三角高程)施测，水准测量、三角高程测量和 GPS 测量的技术要求及注意事项参照相关规范。

(3) 控制测量的数据计算

控制测量的数据计算的事项与普通地形图测绘内容相同。

(4) 投影变形的控制

根据规范要求需要控制测区的投影变形，投影改正的事项与普通地形图测绘内容相同。

(5) 控制网的检测

当采用 GPS 静态测量方法施测控制点时，应检测 GPS 控制网的可靠性及精度，检测方法与普通地形图测绘所述内容相同。

6. 图根控制测量

如使用全站仪进行数据采集，应在基本控制网的基础上布设图根控制点，可以布设图根导线，也可以用 GPS RTK 测量图根控制点，图根平面控制和图根高程控制可以同时进行，应确保测图时与其它相邻控制点能相互校测。

管线的起、终、转角点桩应按图根控制点的精度要求施测。

7. 数据采集

常用全站仪、GPS RTK 或全站仪与 GPS RTK 联合进行地形图的数据采集工作。

数据采集主要采用编码与草图联合法，编码方案使用公司制定的 8 位编码

编码格式为：

X X X X X X X X

--- - - - -

A B C D

其中: A: 地物类别 [第一位:大类 第二位:亚类]

B: 起 断 终点信息[0,4,6,8,2]

C: 注释信息 [0:直线 1:曲线]，电力及通信线分类

D: 测点编号、电力线电压等级分类及跨越物高度数据

地形图测量数据采集的要求与普通地形图测绘所述内容相同。

纵断面测量的相邻断面点间距，不应大于图上 5cm；在地形变化处应加测断面点；局部高差小于 0.5m 的沟坎可舍去；管线通过河流、水塘、道路或其他管线时应加测断面点。

与管线交叉的高出地上及地下跨越物应实测跨越点相对于地面的高度或深度，测量方法可以采用全站仪及管线探测仪，拟建管线为地下或地面管线时，高出地面 2.5m

的跨越点高度可不测。

纵断面测量既可以与地形图测量同时进行，也可以单独进行。

对于采集的数据应进行检查处理，删除或标注作废数据、重测超限数据、补测错漏数据。对检查修改后的数据，应及时与计算机联机通讯，生成原始数据文件并备份。

8. 数据处理及地形图编绘

地形图的数据处理及地形图编绘与普通地形图测绘所述内容相同。

管线中线路径的控制桩（起、终、转角点），应根据坐标进行进一步计算，计算内容为里程、桩间距离、方位角、转角，纵断面点在编码，点号，X（北坐标），Y（东坐标），H（高程）数据的基础上，计算内容为里程、偏距、跨越点高程。

数据计算工作采用公司开发编制的管线测量纵断面 CAD 成图软件(PLSPDS)中的数据处理模块进行。

纵断面图的生成与编绘采用公司开发编制的管线测量纵断面 CAD 成图软件(PLSPDS)进行。

管线测量纵断面 CAD 成图软件的界面见下图。



9. 地形图的外业检查及纵断面图的检查

地形图的检查与普通地形图测绘所述内容相同。纵断面图的检查主要是与地形图进行对照，看地面高程与地形图是否符合。

10. 管理体系控制要点

与普通地形图测绘所述内容相同。

2.2.2.3 资料整理、检验及提交

1. 资料整理

(1) 原始资料的整理

在普通地形图测绘所述内容的基础上，还包括管线中线路径的控制桩（起、终、

转角点)及纵断面点数据计算内容。

(2) 数字地形图及纵断面图的整理

数字地形图的整理与普通地形图测绘所述内容相同,纵断面图是软件自动按矩形分幅,在图标中输入图名、图纸编号、测绘日期,在纵断面图右侧加入图幅结合表、坐标、高程系统、使用图示名称的说明。

2. 测量技术报告的编制

在普通地形图测绘所述内容的基础上,增加管线中线路径控制桩(起、终、转角点)的测设及管线纵断面图测量及成图内容的描述;在附录中增加管线中线路径控制桩成果表。

3. 成品交出流程控制

成品交出流程控制普通地形图测绘所述内容相同。

2.2.3 总平面图测绘

2.2.3.1 工程准备

1. 任务接收

接到任务书后要认真阅读所要求的内容,主要是设计阶段,坐标及高程系统,测绘的内容、范围、比例尺、等高距及交出时间等。

仔细阅读技术指示书,领会专业总工程师对项目提出的基本要求。

2. 收集资料及沟通

根据任务书提供的信息确定工程项目所在的地理位置,查询公司内部有无该工程可利用的已知资料,有无以前做的控制点、实测总平面图、地下管线图及相关数据,各期管线设计总布置图及各个系统的设计图。涉及的主要专业有总图、电气、水工、化学、除灰、暖通等。

当任务书要求与国家坐标或城市坐标系联测时,查询公司内部无已知平面及高程控制点资料时,应到相关测绘部门收集控制点资料或满足任务书要求的成品资料。

针对任务书内容、设计阶段与设计人员沟通主要涉及以下内容:

沟通了解设计意图及有无局部重点(例如扩建部分是按轴线相接还是相对独立、地下管网是否相接,地下管线测量的详细程度等)。

3. 计划大纲编制

计划大纲应包括如下内容:

(1) 工程名称、编号，说明任务来源、内容和目标，工程的设计阶段，作业区范围、任务量、完成期限。

(2) 测区自然地理概况

(3) 已有资料情况：主要说明已有资料的数量、形式、主要质量情况（包括已有资料的主要技术指标和规格等）和评价，说明已有资料利用的可能性和利用方案等。

(4) 引用文件及资料

说明所引用的标准、规范（包括国家标准、行业标准、企业标准）及其他技术文件。

(5) 人员组成及其质量职责；

(6) 仪器设备配备和工程中材料选用；

(7) 计划和进度安排（包括外业工期和内业资料整理时间）

(8) 测量技术方案：含测量工作内容、方法、工作量和技术要求

要点：

采用的坐标及高程系统（通常采用建筑坐标系）、建筑坐标系的回复与建立，固定点的埋设类型及数量、控制网网形布置、控制网的精度等级，使用的仪器、观测方法、细部点的采集方式、平差软件及成图软件。

(9) 过程确认的质量控制，关键部位和关键技术方案的质

(10) 现场作业环境、安全因素识别及工程组织和为实现工程目标所采取的环境、职业健康安全控制措施；

(11) 计划和进度安排；

(12) 工程预算及现场开支计划。

4. 人、财、物、设备准备

根据审批后的计划大纲，确定设备型号和数量，确定人员数量和人员组合。填写仪器和文具领用清单，借用并检查仪器设备的完好情况，根据工程预算审批后借工程款，预订交通工具，做好外业前的准备。

出发前与业主方相关负责人联系，告知工程队出发及预计到达的时间，由于是在已建成运行的厂区作业，需要咨询业主方办理进出厂手续所需的资料，就需要业主方安排或配合的事项交代清楚。

2.2.3.2 现场作业与沟通

1. 测区踏勘和现场找点

测区踏勘的目的是熟悉测区情况，对测区的建筑物分布有直观的了解，做到心中有数，为实际控制方案的制定和后续测图方案的实施作准备。

根据收集的已知控制点资料实地查找并依据点的状态、标石的完好程度，对已知控制点是否可用做初步的判断。

2. 已有原始资料检验及建筑坐标系恢复与建立

(1) 已有原始资料检验

对于现存的测量控制点，首先要弄清当初施测的精度等级，平面控制点的精度等级不能低于一级导线，最好是仔细阅读当时的测量技术报告，了解当时的作业过程。

平面控制点要检测点与点之间的边长，有条件的还要检测相邻两条边之间的水平夹角。检测时边长应进行往返观测，测距仪应进行加常数、乘常数及温度、气压改正，温度、气压宜现场实时测定，正确确定棱镜常数，前、后视必须使用三脚架，禁止使用金属支架，基座水准气泡及光学对点器应校正。

边长的相对精度不能大于 $1/16000$ ，水平夹角的较差不能大于 $\pm 12''$ 。

当利用已知建筑方格网点或建筑基线点及控制点等已有资料时，应做检核测量。检核测量成果与已有成果比较，其限差不应超过表 3-1 的规定。

表 2-1 检核测量的限值

检核测量的精度等级	边长较差相对误差	角度较差 (")
按一级导线精度检测	1/10000	15
按二级导线精度检测	1/5000	30

当检核测量成果与已有成果比较，其限差不满足表 3-1 的要求时，可选择靠近主厂房扩建端的一个点及与该点相连的一条边作为起始坐标和起始方位，重新建立建筑坐标系。

(2) 建筑坐标系的恢复与建立

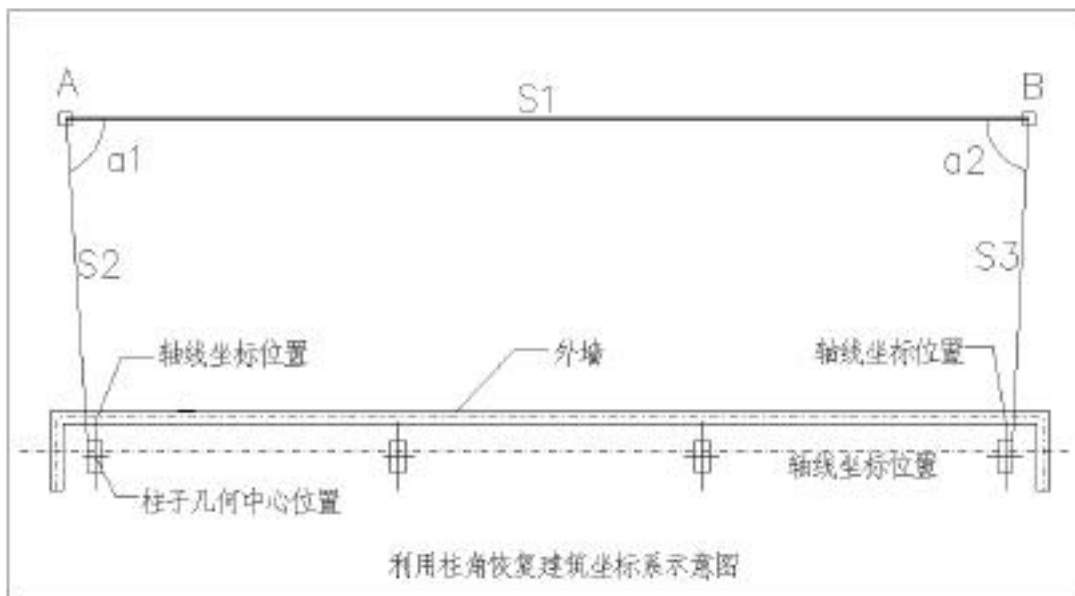
施工建筑方格网点标石如果已被破坏，但主厂房扩建端尚留有柱中心标石或标志线，可进行调查及检测，其限差满足表 3-1 的要求时，据此恢复建筑坐标系统。

当缺乏上述标石及其资料时，利用主厂房的柱中心坐标推算出柱角坐标或推算出外墙角的坐标，恢复建筑坐标系。**注意：一定要找到设计图纸上所标注的轴线坐标的几何位置，是在柱子的几何中心还是有偏离，在此基础上还要现场检测柱子的实际截**

面尺寸以及柱子间的相对尺寸，并与设计图纸进行对照。如果是从外墙角恢复，还要检测柱子的几何中心到外墙角的实际尺寸并与设计图纸进行对照。推算坐标时应以实测数据为依据，应当选择便于引测的长边作为依据。轴线坐标的几何位置的常见情况见下图：



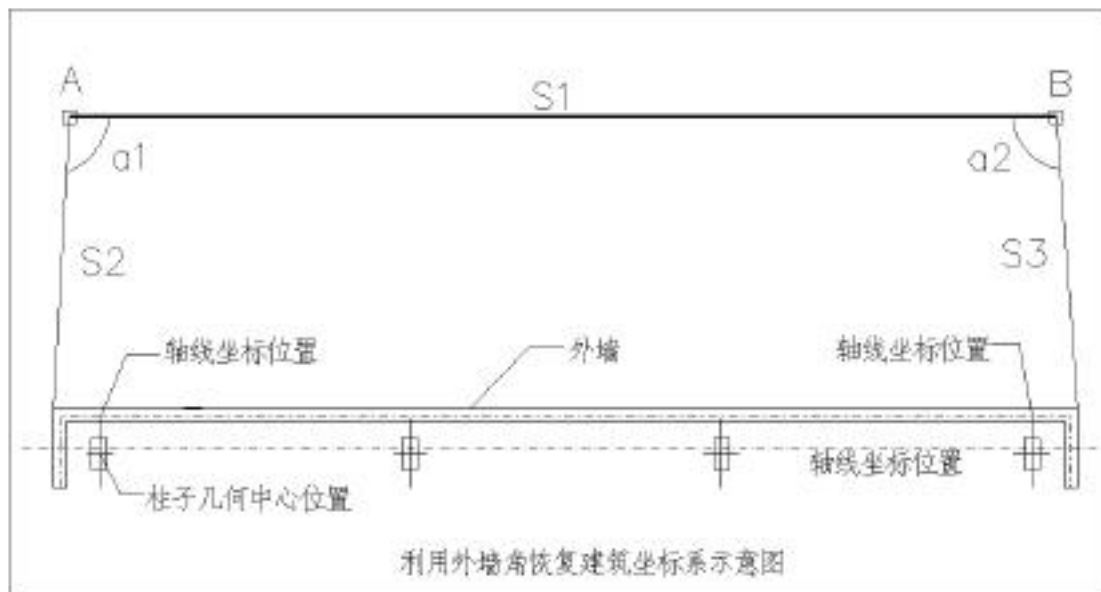
- ① 利用主厂房的柱中心坐标推算出柱角坐标，恢复建筑坐标系。见下图



首先，根据主厂房的柱中心坐标推算出柱角坐标，然后选择两个固定点，观测边长 S_1 、 S_2 、 S_3 和水平角度 α_1 、 α_2 ，观测按一级导线精度要求进行，选择 A、B 点及要观测的柱子和柱角时，要考虑通视良好，而且能够准确地测量 A、B 两点到柱角的距离，否则将影响精度。

注意：立棱镜时，要使测站点到棱镜中心的距离等于测站点到柱子角的距离。

② 利用主厂房的柱中心坐标推算外墙角坐标，恢复建筑坐标系。见下图



首先，根据主厂房的柱中心坐标推算出外墙角坐标，然后选择两个固定点，观测边长 S_1 、 S_2 、 S_3 和水平角度 a_1 、 a_2 ，观测按一级导线精度要求进行，选择 A、B 点时，要考虑通视良好，而且能够准确地测量 A、B 两点到外墙角的距离，否则将影响精度。

注意：立棱镜时，要使测站点到棱镜中心的距离等于测站点到外墙角的距离。

③ 恢复建筑坐标系的计算

首先，假定 A 点或 B 点的坐标及 A-B 的方位角，根据测量的水平角度和距离，按导线方法推算出，柱角或外墙角的假设坐标，利用两个柱角或外墙角的假设坐标反算出假设的方位角，计算出两个柱角或外墙角间的真方位角与假设的方位角之差值，对 A-B 的假设方位角进行改正，求出正确的方位角，根据观测水平角计算出 A、B 到柱角或外墙角的真方位角，最后利用柱角或外墙角的建筑坐标推算出 A、B 点的坐标。

④ 建筑坐标系正确性的检查

恢复建筑坐标系后，要对主要建筑物的外墙角或柱中心进行校测，利用实测坐标与设计坐标进行比较，当坐标差值偏离坐标轴线且大于下表的要求时，应进行调整直到满足要求为止。

调整的重点是检查柱角（或柱中心）、外墙角的坐标推算的正确性，精确量测相关的距离、截面尺寸，调整起算墙角、柱角（或柱中心）的坐标，进而调整 A-B 的方

位角。

表 2-2 主要细部点的测量误差

细部点类别	细部点对临近测站点坐标测量误差(cm)		两相邻细部点坐标反算距离与实量距离较差(cm)
	中误差	检查较差	
建筑物、构筑物	±5	±15	
管沟网道	±7	±20	±25

3.落实控制方案

根据现场踏勘和找点情况，依照计划大纲的设计，制定出切合实际的控制测量方案。实际方案与计划大纲不一致的，应及时向上级主管汇报，寻求技术支持，必要时将变更后的方案通过互联网发回公司，请示相关领导的意见，获得同意后实施。

4.选点和埋石

① 在已有的实测或设计图上，布置网形及大致点位。

② 实地选点，除了控制因素还应考虑避开地下设施，埋设标石前应进行地下管线探测，标石可以预制或现场浇筑，标石埋设深度应在冻土层以下，埋设水泥桩坑底夯实后应加混凝土垫层，放置水泥桩填土夯实，在上部用水泥加固，然后写好点号，对于无法埋石的区域也可以在厂区硬化道路上打入铁钉的方式，铁钉顶面应有可准确对中的十字标志。铁桩应尽量钉在路的伸缩缝隙处，桩头不应高出路面太多（2-3mm，便于测量水准时立尺），否则点位容易碰动。

③ 对于导线点，要求相邻点位间通视，相邻边长比不大于 3: 1;对于 GPS 点要求两点间通视，点位位于开阔地带，远离高压线，周围 15°高度角内无障碍物。

④ 首级和二级控制点均应埋石或钉铁桩。

5.控制测量

(1) 平面控制测量

首级控制网的精度等级不能低于一级导线或 E 级 GPS，为了保证测区的控制整体精度一致，应该布置成网形。

在首级控制网基础上可布置二级导线（附和或网形），进而布置图根导线或支导线，但支导线发展不能超过两级。

注意：做支导线时前视点必需用三角架或带三角架的棱镜杆。

平面控制网精度的基本要求：最弱点相对于起算点的点位中误差不超过 5cm。

平面控制网的主要精度指标按照《火力发电厂工程测量技术规程》表 4.1.5 表 4.1.11 的精度要求执行。

平面控制网观测的主要技术指标按照《火力发电厂工程测量技术规程》表 4.3.7、表 4.4.4、表 4.4.6、表 4.1.12、表 4.4.9 的要求执行。

观测中应注意的事项

① 电厂扩建工程测量测区内建构筑物密集，视线长度受到限制，一般控制网的边长都比较短，因此，无论仪器还是前后视棱镜一定要做到严格对中，否则，不容易达到规程对测角中误差的精度要求。

② 观测前应对仪器、安置棱镜的基座的水准器、光学对中器进行检查及校正。

③ 观测前应将三角架固定基座的板与三个架腿的固定螺栓拧紧，防止观测时产生晃动。

④ 仪器整平时，应将三个脚螺旋调整到大致相同的高度，如果出现一个脚螺旋的情况，观测时容易造成 2C 互差超限。

⑤ 《火力发电厂工程测量技术规程》 DL/T 5001-2004 要求的其它检校项目。

(2) 高程控制测量

① 已知点数据分析与检测

对于现存的带有高程的测量控制点及施工方格网点和水准点，首先要弄清当初施测的精度等级，高程控制点的精度等级不能低于四等水准，最好是仔细阅读当时的测量技术报告，了解当时的作业过程。

高程控制点之间的高差检测，应采用水准测量按不低于四等水准的精度要求往返测量，高差中数与已知高差进行比较，较差应小于测设等级限差的 1.5 倍时方可作为本测区高程起算点。

③ 高程控制网布置

测区首级高程控制网宜布设成环形网或结点网，高程控制点宜与平面控制点同点位，也可布设专门的水准点。专门水准点的点位选择，除了考虑能长期保存还要考虑点位的稳定性不易受到周围建、构筑物的影响而产生较大的沉降，点的埋设深度应在基岩或稳定的原状土层。

测区首级高程控制网及有条件的二级控制，应该采用水准测量，不具备条件的二

级控制及图根控制可采用三角高程测量或 GPS 测量方法及图根水准。

厂区的首级高程控制的精度等级不应低于四等水准。

④ 高程控制网观测及精度要求

高程控制测量的基本要求：测区内高程控制的水准网或水准路线中互为最远点的高差中误差不应超过 3cm。

高程控制网的主要精度指标按照《火力发电厂工程测量技术规程》表 5.2.1、表 5.3.6、表 5.4.2 的精度要求执行。

高程控制网水准观测的主要技术要求按照《火力发电厂工程测量技术规程》表 5.2.6 的要求执行。

观测中应注意的事项

① 开始作业前，根据需要，应对水准仪及水准尺进行下列项目的检验与校正：

a 标尺的检视；

b 标尺上圆水准器的检校；

c 标尺分划面弯曲差的测定；

d 一对标尺零点不等差及时辅助分划读数差的测定；

e 一对标尺名义米长的测定；

f 标尺分米误差的测定；

g 水准仪的检视；

h 水准仪上概略水准器的检校及 i 角的检校。

② 对具有倾斜螺旋的水准仪，观测前应测出倾斜螺旋的置平零点并做出记号，以便每站迅速置平仪器。对于自动安平水准仪，观测前应严格置平水准器。

③ 电子水准仪使用的条形码尺，在仪器观测的视场范围内应保持亮度均匀不出现局部强烈反差，亮度不够时应加辅助照明。

④ 同一测站观测时，并应两次调焦。转动仪器和测微螺旋时，其最后旋转方向均应为旋进。

⑤ 每一测段的往测与返测的测站数均应为偶数，否则应加入标尺零点差改正，由往测转返测时，两根水准尺必须互换位置，并重新整置仪器。

⑥ 四等三角高程的仪器高及棱镜高应量至毫米，一二级仪器高及棱镜高应量至 5 毫米，GPS 天线高应在每个观测时段前后各量测一次，两次量差不应大于 3mm。

⑦ GPS 高程，无论测区控制为何种等级，联测边均应使用双时段，联测边长宜小于 5km, 否则应进行高程异常改正。联测的已知点数量，平丘不宜少于 3 点，高海拔测区、高山区不宜少于 5 点。

⑧ 当仅联测到一个已知高程点时，可将联测点作为起算高程点，用平面网平差所得的坐标反算出网中各边长，并利用各边的 WGS84 大地高差，以距离定权，按常规高程网平差。

(3) 坐标高程联系测量

① 平面坐标联系测量

当建筑坐标系与国家坐标系或城市坐标系联测时，联测精度不应低于两个坐标系中较低一级网的精度，联测点数不得少于 2 点。按下列公式换算：

由建筑坐标换算到国家坐标：

$$X=a+KA\cos\alpha-KB\sin\alpha$$

$$Y=b+KAsin\alpha+KB\cos\alpha$$

由国家坐标换算到建筑坐标：

$$A=(X-a)\cos\alpha/K+(Y-b)\sin\alpha/K$$

$$B=(Y-b)\cos\alpha/K-(X-a)\sin\alpha/K$$

式中：

A、B----建筑坐标，m；

X、Y-----国家坐标，m；

a、b----建筑坐标系原点在国家坐标系中的坐标，按下式计算，单位 m；

$$a=X-KA\cos\alpha-KB\sin\alpha$$

$$b=Y-KAsin\alpha+KB\cos\alpha$$

α ----两坐标系方位角之差， $\alpha=\alpha_{12}-\alpha_{12}'$

K-----长度比， $K=S_{\text{国家}}/S_{\text{建筑}}$ ，当相对误差大于 1:10000 时加入 K 系数。

当联测点数大于 2 时，应用最小二乘法进行平面坐标换算，坐标换算关系式如下：

$$x=a+KX\cos\theta-KY\sin\theta$$

$$y=b+KX\sin\theta+KY\cos\theta$$

x、y----点在新坐标系内的坐标，m；

X、Y-----点在旧坐标系内的坐标，m；

a、b----旧坐标系原点在新坐标系内的坐标;

K-----长度比, 等于新坐标系内的边长与旧坐标系内的边长的比, 当相对误差大于 1:10000 时加入 K 系数。

首先计算重心坐标, $x_0 = \sum x/N, y_0 = \sum y/N, X_0 = \sum X/N, Y_0 = \sum Y/N$

然后计算各点以重心坐标为原点的坐标值:

$$x' = x_i - x_0, y' = y_i - y_0$$

$$X' = X_i - X_0, Y' = Y_i - Y_0$$

接下来依下式计算:

$$\sum (y'X') - \sum (x'Y') = M$$

$$\sum (x'X') - \sum (Y'Y') = N$$

$$\sum (X'X') - \sum (Y'Y') = Q$$

$$K \sin \theta = M/Q, K \cos \theta = N/Q$$

$$a = x_0 - KX_0 \cos \alpha - KY_0 \sin \alpha$$

$$b = y_0 - KX_0 \sin \alpha + KY_0 \cos \alpha$$

$$\tan \theta = M/N$$

$$K = \frac{\sqrt{(M \times M + N \times N)}}{Q} \quad \sin \theta = \frac{M}{\sqrt{(M \times M + N \times N)}}$$

$$\cos \theta = \frac{N}{\sqrt{(M \times M + N \times N)}}$$

算得的 θ 角所在象限由 $\sin \theta$ 及 $\cos \theta$ 的符号决定 (一般 θ 角都是小角)。

注意: 参与坐标联测的点应尽量覆盖整个测区, 而不要只选在局部。

② 高程联系测量

已有电厂有时经历数次扩建, 为了保持设计数据的一致性, 往往几期扩建都采用电厂内一个早期的高程控制点成果作为高程起算数据形成电厂高程系统, 同时又为了保证设计的建、构筑物能够与外界正确连接, 需要将厂内的高程基点与国家高程控制点进行联测, 提供两个高程系统的换算关系式, 供设计及施工使用。

高程联测应采用水准测量方式, 联测精度不低于厂区首级高程控制的精度, 联测起算点要经过必要的校测, 已知点校测及高程联测路线应往返观测。

联测的主要精度及技术指标按照《火力发电厂工程测量技术规程》表 5.2.1、表

5.2.6 的要求执行。

高程系统换算关系式的形式如下：

$$H_{\text{国家}} = H_{\text{电厂}} + N$$

N---为两系统的高程差值。

6. 总平面图测量及数据采集

电厂总平面图测量主要包括建、构筑物等生产、生活设施及地物、地貌的现状。此项测量的特点是建、构筑物密集，凹凸拐角点多，通视条件一般不好，往往一个测站上能够直接测量到的角点有限，因此，需要测与量相结合，绘制草图十分关键，将测量点号及丈量数据，标在草图上方便图形编辑。

主要细部点的测量误差要求按《火力发电厂工程测量技术规程》 DL/T 5001-2004 表 7.1.4 的要求执行。

主要细部点对临近测站点的高程测量误差要求按《火力发电厂工程测量技术规程》 DL/T 5001-2004 表 7.1.5 的要求执行。

细部点坐标用极坐标法测定，全站仪测量时棱镜中心到测站的距离应该是测点到测站的距离，应测量完距离后角度直接对准墙角然后记录数据。

采用全站仪测量细部点时，仪器对中误差不应大于 3mm,测距（坐标）和测高的最长距离不应超过《火力发电厂工程测量技术规程》 DL/T 5001-2004 表 7.3.2 的规定。

建筑物的坐标点一般是指建筑物的外墙角;圆形建、构筑物测其圆周上不少于四个点的坐标。

当建、构筑物凹凸在图上不超过 0.5m 时可直接连接，超过时按实际尺寸绘制，房门宽在 3m 及以上在图上要表示。

细部点坐标及高程成果数据均取至厘米（cm）。主要建、构筑物，如：主厂房、主控楼等要测量室内地坪标高。

主要建、构筑物的墙角坐标应与设计坐标比较，并统计较差。同时要用仪器现场换测站（与第一次不同）校测墙角坐标，并统计较差。

由于总平面图图面上地物密集，为使图面清晰，主要建、构筑物的属性名称在图上以编号表示，建、构筑物的编号与名称对应关系在图中以表格形式列出。

常用全站仪进行总平面图的数据采集工作。数据采集主要采用编码与草图联合法，即每测量一个点都输入相应的编码与测量数据一起记录，地形、地物复杂的地区绘制

草图标注测点编号配合编码使用。

编码方案可以使用公司制定的 8 位编码,也可以使用南方 CASS 软件制定的简码。

绘制草图时应注记测点编号,测点编号应与仪器的记录点号相一致。碎部点观测记录应包括观测点号、坐标、高程、编码等;

对于采集的数据应进行检查处理,删除或标注作废数据、重测超限数据、补测遗漏数据。对检查修改后的数据,应及时与计算机联机通讯,生成原始数据文件并备份。

8. 数据处理及总平面图编绘

野外数据采集的原始数据文件应转换为成图软件所要求的数据格式,利用成图软件将格式化的野外采集数据、编码引导文件、(根据草图编辑的 CASS 格式的文件)、控制点文件、注记信息文件,导入并生成平面图。

总平面图要素应分层表示,分层的方法和图层的命名应一致。

总平面图一般不绘等高线,在建筑区以外的区域可局部绘制等高线。绘制过程与普通地形图测绘相同。

对利用细部点坐标数据生成的总平面图形文件进行编辑,按图式《电力工程勘测制图》总平面图中所式的要求进行整饰,保留关键点的高程注记即可不宜太密。

将主要建、构筑物按规程要求进行编号,并加注于图上。

对数字总平面图中各种地物、地貌符号、注记进行编辑整饰,地物地貌的绘制和符号的应用要符合图示规范要求。

9. 地下管线图测量

电厂地下管线分布错综复杂,布设位置相对集中,大部分在道路两侧,以直埋或沟道形式在立面上分层布置。其主要管线类别有:循环水管、沟(进水管和排水沟),补充水管,生产上水管,生活上水管,消防水管(包括煤场喷淋系统),化学管、沟(软化水等),暖气及热力管、沟,氢气管,氧气管,乙炔管,压缩空气管,直埋电缆及电缆沟,通讯电缆,污水管、沟(雨水、生活污水和工业污水),废水回收利用管,煤气管(一般生活用),油管(包括事故排油管),排灰管等。

地下管线分压力管线和自流管线,自流管线存在一定的坡度(这一点对判断测量数据的合理性很重要)。地下管线的特性点主要是检查井、阀门井、检修井、拐弯、T 接、十字交叉、伸缩节、变径、变坡、管线出入口,对于直埋的电力和通讯电缆因路径随意性较大几乎都是特性点。特性点成果数据包括坐标、高程、管径、管材、沟道

断面（净宽 x 净深）、沟道材料，高程数据主要是地面、井面、井底、管面（压力管）、管底（自流管）、沟面、沟底，电缆为电缆面。一个特性点可能有多个高程数据。

电厂地下管线图因管线的密度很大等原因，通常与总平面图采用不同的成图比例尺，一般是总平面图 1:1000,地下管线图 1:500。管线特性点通常在图上注记编号其详细数据以特性点成果表提供。

(1) 地下管线勘查

地下管线勘查，采用调查、探测、开挖相结合的模式。其工作过程如下：

①.仔细查阅实测地下管线图及相关数据或各期管线设计总布置图及各个系统的设计图，(包括院内借图或到电厂资料室借阅)做到心中有数。

②.在熟悉图纸的基础上，请厂方了解情况的人员，进行现场介绍及指认，按各个管线系统分别进行。

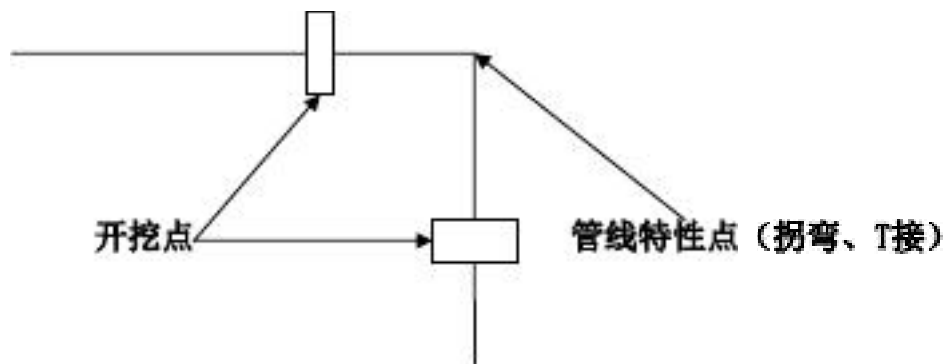
③.将厂方人员介绍及指认的位置与图纸比较，找出相同及不同，矛盾的地方可再请相关知情人介绍。厂房的知情人一般是各个车间的主任、专工及维修人员，上、下水和暖气一般是维修队的主任、专工及维修人员，此类人员由于长期从事维修工作，可能还知道其他管线系统的局部情况。

④.对于仍然不清楚或矛盾的地点，进行实地探测。对于管线密集区，探测时探管仪的信号发射器最好放在或连接在要探测的管线上，这样才好通过接受机信号最强来判断是否是要找的管线。管线探测时，最好是采用接力方式，即探测出一段将信号发射器前移，然后再接着探测。

对于完全不知道管线分布情况时可以分区域使用盲探，即一人拿信号发射器（稍离地面），另一人拿接收机，从场地一端开始缓慢地同步向另一端移动，发现接收机信号突变时，在地上作出记号，将发射与接受互换位置再探，同样也作出记号，接下来从记号处继续重复以上动作，到场地边缘后变换 90 度，沿与前面垂直方向进行。

⑤.对于已经清楚和探测出位置及仍然不祥的位置（没有图纸资料和知情人，进行盲探的结果）进行开挖验证。开挖后如果与所想象的结果不一样，还要继续探测，或请可能知道的人根据挖出的情况现场回忆指认，从而指导下一步的探测和开挖。

开挖点要尽量选择特性点，在特性点不能开挖时可选择附近的两个位置开挖。



直埋地下电缆开挖，一定要有大致的深度数据作参考（带电的电缆可以直接用接收机探测），快到时就不能再用镐之类的利器刨，防止发生触电事故。

⑥.在大部分管线位置及走向搞清以后，就要着手按系统绘制系统图，并进行特性点编号，量取各种管线数据。特性点编号建议按系统分别编号，每个系统井和其它特性点区别编号，这样具有灵活性不会出现预留编号不够或富裕的现象。此时未搞清点的探测及开挖也同步进行。

注意：量测的各种管线数据一定要与特性点编号一一对应，防止用错数据。

(2) 地下管线的数据采集

地下管线采用全站仪进行数据采集，利用全站仪进行管线特性点坐标、高程测量，由于管线特性点比较分散，一般不容易用编码连接，主要是靠在草图上把测量位置、测量点号、特性点编号标注清楚。

10.数据处理及地下管线图的绘制

将总平面图形文件复制，然后删除次要的地物和高程注记，作为管线图的平面文件。

注意：与管线没有关系的地物和地貌都删除，保留的地物要根据管线的成图比例进行变化，建、构筑物编号，图上说明、指北针仍然保留。

利用管线测量特性点数据生成管线文件，按《电力工程勘测制图》管沟网道成果总图中所示的管线图例及管线编号整饰文件，标注管径、管材、特征点编号、沟道断面及材料等信息，并与平面文件叠加。在图形文件中加图例。

11.总平面图的外业检查

数字地形图编辑完成后要进行内业编辑检查，内容如下：

图形连接关系是否正确，是否与草图一致、有无错漏；

各种注记的位置是否适当、是否避开地物、符号等；

各种线段的连接、相交或重叠是否恰当、准确；

建构筑物的相关属性信息赋值是否正确。

总平面图经过内业检查还要进行野外全面巡视，与实地对照，检查有无漏测错测、取舍是否合理等。重要地物可以采用量测间距进行校测，还应进行仪器设站检查，测量建构筑物特征点的坐标和高程，检查应做好记录，并作出平面、高程精度统计。

12.管理体系控制要点

现场作业开始，要进行参加工程人员的培训，内容包括工作内容的介绍、人员的分工、各个环节的质量控制要点、环境及危险有害因素的识别、控制措施，应急预案的启动、实施，各种设备的使用及保护等。除了工程队自身组织的培训，还要参加厂方组织的安全培训，并通过考核。

在厂区作业高危区域较多，作业前要事先联系有关部门派专人现场监护。

作业过程中要定期进行检查，发现问题及时整改，做好检查记录，分段记录工程的进展情况，遇到的问题及解决的方案，重要问题要向公司有关负责人员汇报。

2.2.3.3 资料整理、检验及提交

(1) 原始资料的整理

现场作业行程原始观测记录、已有资料检测数据、建筑坐标系的恢复与建立数据、平差报告、建筑坐标系的正确性检查数据、控制点的平差报告、坐标联测的数据、平差报告、总平面图外业检查数据记录、管线特性点成果数据等进行整理，记录本填写工程名称、仪器名称及编号、各项签署，原始数据填写原始资料封面，平差报告填写计算书封面、添加略图及说明（包括使用软件名称、点号与点名的对应关系等）。

根据已有资料检测数据及平差报告填写供方产品验证记录。

将需要打印的报告完整地打印装订成册。

(2) 数字总平面图及管线图的整理

在现场野外全面巡查对图的基础上，对数字总平面图进行进一步编辑整理，将数字总平面图进行分幅，一般采用矩形分幅分幅，通常采用 A0、A1 等大图幅，建议在一般情况下不要用批量分幅，因为在分幅时切边容易丢掉一部分图形信息。对分幅的总平面图进行整饰，加上图框、坐标网格线，注记四角坐标，在图标中输入图名、图纸编号、测绘日期，在图中加入图幅结合表、坐标、高程系统、坐标、高程转换关系式、注指北针包括建筑坐标轴与北方向的夹角、使用图示名称、主要建构筑物编号一览表、

地下管线图例表。

在管线图中需要标注管沟网道特性点编号。

2. 测量技术报告的编制

测量技术报告是对工作过程及技术指标的专业总结，这里将测量技术报告内容提纲列出如下：

(1) 概述

测量任务依据及要求，勘测设计阶段，测区概况及施测范围，具体项目内容及工作量。

参加人员，项目负责人，项目起止日期，使用的仪器设备及软件。

测量工作的技术依据（执行的技术规范）

(2) 控制测量

① 平面控制测量

采用的坐标系统，坐标起算点成果，对原有测量资料的精度分析及其利用情况。平面联测检验情况和分析。

建筑坐标系恢复、验证情况，坐标联测情况，坐标换算关系式。

网形布置，精度等级，标石规格及数量。使用的仪器设备，观测方法，计算方法和应用软件。

平差计算过程和最终的精度情况：网形闭合差、距离误差、测角中误差、导线相对闭合差、最弱点位精度等精度指标。

② 高程控制测量

采用的高程系统，高程起算点成果，高程起算点检测情况和分析。对于地方高程系统，高程联测情况，要求写明其与国家高程系统的换算关系。

网形布置，精度等级，标石类型及数量。使用的仪器设备，观测方法，计算方法和应用软件。

精度情况：闭合差、高程中误差等精度指标。

③ 总平面图测绘

测图使用的仪器设备，观测方法，测图及成图软件，采用何种电子文件格式；测图比例尺，等高距，图纸分幅情况。

细部点坐标、高程测量及其精度。

电厂总平面图制图方法及其精度。

地物、地貌的取舍情况。

巡图检查情况和总平面图的检查精度，测量仪器的检查情况，测量仪器的精度检测指标。

④ 管线图测绘

地下管线的探查方法，各种管沟网道测量方法及其精度，管线图的成图方法。

⑤ 完成的实际工作量

列出完成的工作内容及工作量（包括地下管线的开挖工作量）。

⑥ 提交的测量成果和资料清单，并附必要的说明。

⑦ 附录

测量控制点成果表，要求包含点名、标石类型、X、Y、高程、点位说明。

管沟网道特性点成果表，要求包含测点编号、管沟材料、管沟直径/断面、坐标、各特征位置高程。

⑧ 其他需要说明的问题。

3. 成品交出流程控制

成品交出流程控制过程与普通地形图测绘所述内容相同。

2.3 航测数字化成图

2.3.1 工程准备

1. 任务接收

接到任务书后要认真阅读所要求的内容，主要是设计阶段，坐标及高程系统，测绘的内容、范围、比例尺、等高距及交出时间等。

仔细阅读技术指示书，领会专业总工程师对项目提出的基本要求。

2. 收集资料及沟通

根据任务书提供的信息确定工程项目所在的地理位置，首先，查询公司内部有无该工程可利用的已知资料，范围包括本工程及附近区域的工程，内容主要是已知平面及高程控制点的资料，公司内部无已知平面及高程控制点资料时，应到相关测绘部门收集控制点资料或满足任务书要求的成品资料。

根据成图比例尺，收集用于测绘地形图的影像资料主要包括像片索引图、航空像片、航空像片原始扫描数据，航摄仪技术参数资料，飞行记录资料等。

成图比例尺与航摄比例尺关系数见下表：

表 2-3 成图比例尺与航摄比例尺关系数

成图比例尺	航摄比例尺
1:500	1:2000～1:3500
1:1000	1:3500～1:7000
1:2000	1:7000～1:14000
1:5000	1:10000～1:20000
1:10000	1:20000～1:40000

沟通的内容与普通地形图测绘所述相同。

3. 计划大纲编制

计划大纲主要包括以下内容：

(1) 项目概况

(2) 已有资料分析及利用

包括图件资料（地形图、影像图等）、控制资料、像片资料。

(3) 引用标准及作业依据

主要是引用的规范和其他技术文件。

(4) 产品规格及技术指标

① 坐标及高程系统，成图比例尺、等高距；

② 数字化地形图的规格要求

数字地形图的内容要求，文件格式，图形分幅及编号；

③ 数字化地形图的精度要求

数字地形图的平面精度（内业加密点和图上地物点对最近野外控制点的平面位置中误差）和高程精度（内业加密点和高程注记点、等高线插值点对最近野外控制点的高程中误差）。

(5) 生产流程

生产流程图

(6) 外业控制测量及调绘

① 外业控制点测量：控制网的布设，精度等级，控制点的选点、埋石，控制网的观测、计算等。

② 像控点测量：像控点的测量方法，精度等级，像控点判刺的精度要求，加测碎步检查点的要求；像控点的布点方案及技术要求；像片控制点判刺的技术要求及整饰要求，编号规则等；提交像控成果格式及坐标、高程系统。

③ 外业调绘及补测：外业调绘的技术要求；外业补测的技术要求。

(7) 航测内业数据采集：采用的全数字摄影测量工作站系统，航测内业数据采集的技术路线，空三加密，航内数据采集的技术要求。

(8) 内业数据成图：数字化地形图编辑成图的技术要求，图形分幅及整饰。

(9) 过程确认的质量控制，关键部位和关键技术方案的质

(10) 现场作业环境、安全因素识别及工程组织和为实现工程目标所采取的环境、职业健康安全控制措施；

(11) 人员、设备及计划和进度安排；

(12) 工程预算及现场开支计划。

计划大纲编制完成后要经过主任工程师和专业总工程师审批后方可实施。内业检查及外业检查的方法及比例。

4. 人、财、物、设备准备

根据审批后的计划大纲，确定设备型号和数量，确定人员数量和人员组合。内业和外业分头准备，填写仪器和文具领用清单，借用并检查仪器设备的完好情况，根据工程预算审批后借工程款，预订交通工具，做好外业前的准备。

出发前与业主方相关负责人联系，告知工程队出发及预计到达的时间，就需要业主方安排或配合的事项交代清楚。

2.3.2 现场作业与沟通

1. 测区踏勘和现场找点

测区踏勘的目的是熟悉测区情况，对测区的地形地貌有直观的了解，为实际控制方案的制定和后续分组测图方案的实施作准备。

根据收集的已知控制点资料实地查找并依据点的状态、标石的完好程度，对已知控制点是否可用做初步的判断。

2. 已有原始资料检验

航摄资料应满足 GB/T 6962-2005 的规定。

对现场找到的控制点用仪器进行检测，检测的精度等级根据规范要求确定，平面

控制点检测方法可根据通视情况采用全站仪或 GPS 静态观测方法。检测的项目主要是控制点间的边长及水平夹角；高程控制点检测方法可采用水准测量、三角高程测量或 GPS 静态观测，检测的项目是控制点间的高差。

检测数据结果的衡量建议参照《工程测量规范》GB50026-2007 中的表 3.2.1、表 3.3.1、表 3.4.1。

3. 外业控制测量

① 基础控制点测量

基础控制点应满足平面控制点每四幅图面积内最少有一个点，高程控制点每 2-km 最少有一个点。

基础控制网通常采用 GPS 测量，精度等级平面应不低于 E 级，高程应不低于五等水准、五等三角高程或一级三角高程（电力规程）。

基础控制点应选在便于长期保存且满足 GPS 观测条件的地方并埋石，标石可以预制或现场浇筑，标石埋设深度应在冻土层以下，埋设时应注意夯实，应绘制点之记，以便于以后工作。

GPS 观测、计算的要求与普通地形图测绘基本控制测量所述内容相同。

② 像控点测量

像片控制点选点应满足下列条件：

- a 像片控制点的目标影像应清晰，易于判别；
- b 布设的控制点宜能公用，一般布设在航向及旁向六片或无片重叠范围内；
- c 控制点距像片边缘不应小于 1.5cm；
- d 控制点距像片的各类标志大于 1mm；
- e 控制点应选在旁向重叠中线附近，离开方位线的距离应大于 4.5cm；当旁向重叠过大，不能满足要求时，应分别布点；旁向重叠较小使相邻航线的点不能公用时，可分别布点，此时控制范围所裂开的垂直距离一般应小于 1cm，困难时不应大于 2cm；
- f 位于自由图边、待成图边以及其他方法成图的图边控制点，应布设在图廓线外。

像片控制点的布设可根据测区情况采用全野外布点、航线网布点、区域网布点方式。布点要求参见《1: 500 1: 1000 1: 2000 航空摄影测量外业规范》GB/T 7931-2008，《1: 500 0 1: 10000 航空摄影测量外业规范》GB/T 13977-1992 的要求进行。

平面控制点和平高控制点相对邻近基础控制点的平面位置中误差不应超过地物

点平面位置中误差的 $1/5$ 。高程控制点和平高控制点相对邻近基础控制点的高程中误差不应超过基本等高距的 $1/10$ 。

像片控制点测量可以采用 GPS 快速静态测量和 GPS RTK 进行测量，快速静态测量的观测时间 15~20 分钟，使用静态数据处理软件计算，GPS RTK 测量应保证坐标、高程转换参数正确，对中杆垂直。

4. 调绘及野外补测

像片调绘的基本要求，按《1: 500 1: 1000 1: 2000 航空摄影测量外业规范》GB/T 7931-2008，《1: 500 0 1: 10000 航空摄影测量外业规范》GB/T 13977-1992 的要求进行。

在外业调绘的同时对于大面积隐蔽地物或新增地物、地貌及多棱角不规则地物、不易判读的管线、电力线、通讯线进行补测，补测采用 GPS RTK 或全站仪进行。

为了提高数字地形图高程精度，外应实测部分高程点，一般内业进行高程纠正；外业测点尽量选择内业能准确量测高程的点，外业实测高程点应均匀分布。

另外还应实测部分平面位置和高程的检查点，作为匿名数据以检查数字地形图的精度。

5. 航测内业数据采集

航测内业采用全数字摄影测量工作站 VietuoZo 系统，在像片解析法空中三角测量的基础上，用全数字摄影测量软件系统进行地形图要素采集，利用 CASS8.0 软件进行数据编辑。

① 影像扫描

一般用航摄底片进行精密扫描，扫描成标准 TIF 格式，扫描分辨率为 25u。扫描后每张影像数据约 80 多兆，用移动硬盘、光盘等交换、保存影像文件。

② 参数文件准备

参数文件主要包括像机参数文件、控制点文件、航带顺序及像片列表文件。调绘片等外业调绘资料，外业补测数据。

④ 自动空三加密

利用 VietuoZo 数字摄影测量系统上采用自动空三加密软件，对外业像控成果进行加密，像对的内定向、相对定向、绝对定向均在自动空三中完成，建立测区各像对的立体模型，后续数据采集中不再进行。

自动空三加密的流程如下：

a 测区建立

新建测区，转换 TIFF 格式为 VietuoZo 专用 V2 格式影像，建立测区相机参数、地面控制点、航带、影像信息的文件。

b 测区量测

测区全部影像自动内定向，启动系统自动连接点的选择和转刺程序，进行自动相对定向，选点、转点、量测以及自动连接与构网，然后半自动量测控制点、交互式后处理，检验粗差、删点、加点等。

c 区域网平差

调用 PAT-B 程序进行光束法区域网平差，根据平差结果在②③步骤反复检查计算，直到加密成果满足规范要求为止。

d 自动生成测区各立体模型参数，即完成测区所有模型的定向。

空三加密控制点的精度及相关限差按《1:500 1:1000 1:2000 航空摄影测量内业规范》GB/T 7930—2008 和《1:5000 1:10000 航空摄影测量内业规范》GB/T 13990—1992 的要求执行。

⑤ 航测内业数据采集及成图

在全数字摄影测量软件系统上，根据图幅位置引入恢复相应的模型，并对各类地形图要素进行采集。

数据采集遵循“内业定位，外业定性”的原则，依比例表示的地物测出范围，不依比例的地物测出中心位置，立体影像清楚的地物地貌元素全部用相应符号测出，准确无遗漏地采集。

数据采集的内容主要有七大类：居民地和垣栅、工矿建筑及其它设施、道路及附属设施、管线及附属设施、水系及附属设施、地貌、植被。

数据采集按《1:500 1:1000 1:2000 航空摄影测量内业规范》GB/T 7930—2008 和《1:5000 1:10000 航空摄影测量内业规范》GB/T 13990—1992 中地物、地貌测绘的要求执行。

数据采集的工作流程如下：

a 数字影像的定向

由自动空三的成果文件导入测区所有立体模型的参数，自动完成数字影像的定向。

b 生成核线影像

在定义的测区内，按同名核线将影像的灰度予以重新排列，行程按核线排列的立体影像。

c 影像匹配

在自动影像匹配之前，可以在立体模型中量测一部分特征线（山脊线、山谷线、陡坎、断裂线等），特征点（山顶、鞍部点、变坡点等），特征面（湖面、阴影区、林区边界等），作为自动影像匹配的控制。经过上述的预处理，可以明显改善影像匹配的效果。对于大比例尺测图，预处理是很重要的。

影像匹配，是沿核线进行一维影像匹配，自动确定同名点。

d 匹配结果的编辑

在影像自动匹配完成后，系统根据相关系数对匹配结果进行统计分类，并以绿、黄、红三种区域，表示影像匹配较好、一般、较差，当然这只能作为衡量匹配结果的参考。在立体模型中通过显示匹配后同名点的视差（左右视差）断面或等视差曲线，可以发现粗差，显示出系统认为不可靠的点。

交互式机助编辑方式，有点编辑、线编辑及面编辑。通常先选择编辑范围，然后选择编辑方法，例如平滑计算、表面拟合计算，或给定高程值水平面拟合等。

常需要影像编辑的情况有以下几种：

影像中大片纹理不清楚的区域，如湖泊、水库等；

由于影像的不连续、被阴影遮盖等原因，是等高线上一些点没有切准地面；

人工建筑物、森林等，使得匹配点不是地面上的点，而是物体上的点。

e DEM 生成及拼接

根据影像匹配的视差数据，定向结果参数及给定用于建立 DEM 的参数等，利用移动曲面拟合法，自动内插生成不规则格网的 DTM（影像上规则视差格网投影于地面坐标系），以及规则格网的 DEM，即数字高程模型。

在生成单个数字高程模型后，再将单个模型的 DEM 拼接起来，建立图幅 DEM，也可采用多模型的批处理方式进行。图幅的 DEM 数据全部生成后，建立作业图幅模型，系统根据该模型参数，调用所有图幅的 DEM 数据进行拼接，然后根据给定的图幅范围裁切拼好的 DEM，从而得到作业图幅 DEM。

f 数字化测图

数字化测图通常是基于数字化立体影像，用计算机代替解析测图仪，按类似于解析测图仪的作业方式，人工交互式地分类测绘各种地物要素，辅以房屋、道路等线状地物的半自动提取，生成数字线划图或矢量图。

导入等高线并编辑等高线不合理之处；外业控制点的展绘；读取高程点，采集植被等框架要素，注记。

地物测绘还要认真地利用外业调绘的资料及补测的数据。

6 图形编辑

对采集的原图中地物地貌表示不合理之处进行必要的处理，相邻图幅的接边处理，以及道路、河流、街道等名称的注记。

编辑的软件：CASS8.0、microstation V8。

编辑的要求：

- ① 符合正规图式要求；
- ② 点位符号定位准确、规范
- ③ 线状地物转折、交接处理适当
- ④ 地物不能压盖
- ⑤ 图面处理妥当

7. 内业及外业检查

内业图面检查、上机检查的方法，对主要要素错漏、数学精度及表示方法等内容做全面检查。

外业检查采用实地巡视、精度检测相结合，利用外业采集的匿名检查点，检查地形图的精度。

8. 管理体系控制要点

作业开始，要进行参加工程人员的培训，内容包括工作内容的介绍、人员的分工、各个环节的质量控制要点，现场作业环境及危险有害因素的识别、控制措施，应急预案的启动、实施，各种设备的使用及保护等。

作业过程中要定期进行检查，发现问题及时整改，做好检查记录，分段记录工程的进展情况，遇到的问题及解决的方案，重要问题要向公司有关负责人员汇报。

2.3.3 资料整理、检验及提交

1. 资料整理

(1) 原始资料的整理

现场作业行程原始观测记录、已有资料检测数据、平差报告、控制点的平差报告、像控点数据、调绘成果、外业补测数据、地形图外业检查数据记录等进行整理，记录本填写工程名称、仪器名称及编号、各项签署，原始数据填写原始资料封面，平差报告填写计算书封面、添加略图及说明（包括使用软件名称、点号与点名的对应关系等）。

内业空三加密的成果文件。

根据已有资料检测数据及平差报告填写供方产品验证记录。

将需要打印的报告完整地打印装订成册。

(2) 数字地形图的整理

在现场野外全面巡查对图的基础上，对数字地形图进行进一步编辑整理，将数字地形图进行分幅，一般采用矩形分幅或正方形分幅，标准正方形图幅为 50cmx50cm，建议在一般情况下不要用批量分幅，因为在分幅时切边容易丢掉一部分图形信息。对分幅的地形图进行整饰，加上图框、坐标网格线，注记四角坐标、图名、图纸编号、图幅结合表、测绘单位名称、坐标、高程系统、使用图示名称、测绘日期。

2. 测量技术报告的编制

测量技术报告是对工作过程及技术指标的专业总结，应力求详尽，脉络清晰，主要是对任务的完成情况、设计书的执行情况等做总结，精度统计和工作量统计，对施工中遇到的问题及解决办法加以说明。列出提交资料的清单，及需要附的成果图、表等。

3. 成品交出流程控制

成品交出流程控制与普通地形图测绘所述内容一致。

3 线路测量工程

3.1 概述

输电线路测量是指在勘测设计、施工建造和运营管理的各个阶段进行的测量。其目的是按设计意图和要求，将线路的空间位置测设于实地，以指导线路施工。本篇主要描写输电线路测量工程在勘测设计阶段的测量工作。

输电线路测量主要包括 220kV 及以下架空线路测量、330kV~750kV 架空输电线路测量、特高压架空输电线路以及架空送电线路大跨越测量等内容。

一般情况下，输电线路工程涉及专业较多，主要有电气、结构、测量、岩土和水

文等专业，测量专业均需和其它专业进行配合作业。输电线路工程涉及工期较长，在勘测设计阶段主要分为可行性研究、初步设计、航测外控与调绘、施工图设计以及后期服务等阶段。在上述阶段中，施工图设计阶段所涉工作量最大，也是最重要的阶段。

本文主要以 500kV 输电线路工程为例对输电线路测量工程各个作业环节进行介绍。

3.2 可行性研究阶段

输电线路工程在可行性阶段的工作内容主要是对线路方案进行规划和资料的搜集，并对线路规划区域一些重点区域进行踏勘。

3.2.1 任务接收

勘测部门输电线路项目经理对委托单位送达的任务书研究决定接收后，签署下达到专业科室，任务书委托部门主要为电网工程部和德安公司。一般情况下，由专业副总编制的技术指示书一并下达。专业室确定工程项目专业主设人。

测量专业主设人接到任务书后，应认真研读任务书和技术指示书，首先应就任务内容、工作深度等进行研究，对于有疑问的地方应记录下来，并与测量专业主任工程师进行沟通，以确定是否有必要在专业协调会上提出。并将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

3.2.2 专业协调会

由于输电线路工程涉及专业较多，一般情况下，均应由勘测部门项目经理和线路工程总设计师召集工程相关专业主设人召开协调会。

协调会上由线路工程总设计师介绍本工程的工程情况，工作重点，工作外业工期和内业工期以及各专业正式资料提交最终日期。

由于测量专业需要和线路工程其它所有专业进行配合，因此测量主设人应该对于任务委托书上的内容应与相关专业主设人进行沟通，并将任务委托书上有疑问的地方在会上提出，由任务委托人解答，对于各专业委托人协调不一致的问题，由勘测部门项目经理和线路工程总设计师提出统一意见。测量专业主设人应将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

一般情况下，测量专业主设人担任勘测部门在现场工作协调人角色，因此测量专

业主设人应收集勘测部门各专业在现场工作需要，并向勘测部门项目经理汇报。

在协调会的最后，由勘测部门项目经理和线路工程总设计师最终决定工程各专业工作内容，工程工期，各专业人员配置，现场车辆配置以及工程其它情况。

3.2.3 工程准备

测量专业主设人根据专业协调会上决定的内容，进行工程准备，主要包括以下工作内容：

1)根据工作内容和专业协调会上的决定向专业科室主任汇报，由科室主任安排工程所需技术人员。根据任务委托书、技术指示书以及协调会会议纪要编制计划大纲，计划大纲为本工程设计书，主要包括工程概况和任务要求、勘测依据（包括任务依据和技术标准）、已有资料情况及可靠性分析、勘测方案、过程确认及质量、关键技术方案的控制措施、三标一体管理体系工程全过程控制、人员组成和职责分工、设备和材料选用、工程组织和相应创优措施、计划和进度安排。

2)计划大纲编制完成后交由专业主任工程师和专业副总进行审核，审核通过后才能进行后续工作。

3)资料收集，根据任务委托书、技术指示书和计划大纲的要求，进行资料收集，输电线路工程测量工作在可行性研究阶段主要是协助其它专业进行测量基础资料收集。根据工程规划，宜搜集线路拟经过地区 1:50000 和 1:100000 地形图，对复杂地段应搜集 1:10000 地形图。当有卫星遥感影像、航摄像片以及数字高程模型可利用时，视工程需要应搜集利用。

4)测量仪器配置，根据工程情况进行仪器的领取。

5)车辆配备，根据协调会上勘测项目经理的决定，与勘测工程部综合管理室进行车辆协调。

6)编制工程预算单和工程借款，根据工程情况编制工程预算单，交由科室主任和项目经理审核，审核通过后，编制工程借款并与工程预算单一并交由勘测工程综合管理室。

3.2.4 现场工作

在可行性阶段，测量专业主要工作是配合设计人员进行各项工作，主要为以下内容：

1)配合设计人员了解线路沿线的地形地貌、交通、水系、植被、城镇分布等自然

地理状况。

2) 配合设计人员对影响线路路径方案的规划区、协议区、拥挤区、林区、采石场、弹药库、油库、微波塔、通信设施等重点地段进行现场踏勘。对重要交叉跨越、平行接近通信线等进行现场调绘。对于能够使用 GOOGLE EARTH 上影像资料比较清晰时, 应尽量使用其资料调绘, 必要时应用仪器实测。

3) 当发现对路径有影响的地物、地貌与现有资料不符时, 根据设计人员要求进行调绘和补测。

4) 对线路所涉及的变电站、发电厂应根据设计人员要求搜集或测量进出线平面图。

5) 对于上述地物能够使用 GOOGLE EARTH 影像资料上比较清晰显示时, 应尽量使用其资料。

3.2.5 资料提交

可行性研究阶段测量应提交工程测量技术报告、现场测绘的拥挤地段平面图、重要交叉跨越平面图、变电站或发电厂出线平面图和路径方案图等资料, 并同时编制勘测工程管理档案进行资料归档。

3.3 初步设计阶段

输电线路工程在初步设计阶段的目的是根据可行性阶段规划的路径方案基础上进行路径方案的选择, 工作内容主要包括搜集资料、现场踏勘、参加选择路径、重要交叉跨越测量、拥挤地段测量、弱电线路危险影响相对位置测量、航空摄影、像片控制测量、像片调绘、空中三角测量、概略平断面测量、三维数字模型路径优化等工作。由于航空摄影等工作一般是在路径选择完成后才进行, 并且其工作量比较大, 因此单独作为一章在后叙述。

3.3.1 任务接收

勘测部门输电线路项目经理对委托单位送达的任务书研究决定接收后, 签署下达到专业处室, 任务书委托部门主要为电网工程部和德安公司。一般情况下, 由副总工程师编制的技术指示书一并下达。专业处室确定项目测量专业主设人。

测量专业主设人接到任务书后, 应认真研读测量任务书和技术指示书, 首先应就任务内容、工作深度等进行研究, 对于有疑问的地方应记录下来, 并与测量主任工程师进行沟通, 以确定是否有必要在专业协调会上提出, 并将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》, 经修改的任务内容应有委托

单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

3.3.2 专业协调会

一般情况下，均应由勘测部门项目经理以及线路工程总设计师召集工程相关专业主设人召开协调会。协调会上由线路工程总设计师介绍工程情况，工作重点，工作外业工期和内业工期以及各专业正式资料提交日期。

由于测量专业需要和线路工程其它所有专业进行配合，因此测量主设人应该对于任务委托书上的内容与相关专业主设人进行一一沟通，并将任务委托书上有疑问的地方在会上提出，由任务委托人解答，对于各专业委托人协调不一致的问题，由勘测部门项目经理与电网部门项目经理提出统一意见。测量专业主设人应将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

一般情况下，测量专业主设人担任勘测现场工作协调人角色，因此测量专业主设人应收集勘测部门各专业在现场工作需要，并向勘测部门项目经理汇报。

在协调会上，由勘测部门项目经理和线路工程总设计师最终决定工程各专业工作内容，工程工期，各专业人员配置，现场车辆配置以及工程其它情况。

3.3.3 工程准备

测量专业主设人根据专业协调会上决定的内容，进行工程准备，主要包括以下工作内容：

1) 根据工作内容和专业协调会上的决定向专业处室处长、主任汇报，由处室处长、主任根据工程情况安排工程所需技术人员。

2) 根据任务委托书、技术指示书以及协调会会议纪要编制计划大纲，计划大纲为本工程设计书，主要包括工程概况和任务要求、勘测依据（包括任务依据和技术标准）、已有资料情况及可靠性分析、勘测方案、过程确认及质量、关键技术方案的控制措施、三标一体管理体系工程全过程控制、人员组成和职责分工、设备和材料选用、工程组织和相应创优措施、计划和进度安排。计划大纲编制完成后交由专业主任工程师和副总工程师进行审核，审核通过后才能进行后续工作。

3) 资料收集，根据任务委托书、技术指示书和计划大纲的要求，进行资料收集。在初步设计阶段，资料搜集主要是搜集可行性阶段的资料。

4) 测量仪器配置，根据工程情况进行仪器的领取。

5) 车辆配备, 根据协调会上勘测项目经理的决定, 与勘测工程事业部办公室进行车辆协调。

6) 编制工程预算单和工程借款, 根据工程情况编制工程预算单, 交由处室处长、主任和项目经理审核, 审核通过后, 编制工程借款并与工程预算单一并交由勘测办公室。

3.3.4 现场工作

在可行性阶段, 测量专业主要工作是配合设计人员进行各项工作, 主要内容有:

1) 配合设计人员进行现场踏勘比较, 选出经济合理、施工方便、运行安全的路径方案。并重点踏勘和补充测绘影响线路路径方案的规划区、协议区、拥挤区、林区、工程建设条件复杂区地段、重要交叉跨越、平行接近通信线等。

2) 对沿线重点区域踏勘时, 如果在 GOOGLE EARTH 能够搜集到该区域比较清晰的影像资料时, 应尽量使用其资料调绘。

3) 线路经过或邻近规划区、协议区, 当要求取得统一的平面坐标系统时, 应进行平面坐标联系测量。

4) 拥挤地段可能影响路径成立时, 应测绘拥挤地段平面图, 比例尺不应小于 1:5000。

5) 对可能影响路径成立的 35kV 及以上电压等级电力线, 应用仪器实测电力线位置、跨越点及其两端杆位高度。

6) 当线路对两侧平行接近的通信线构成影响时, 应进行调绘或施测, 并将测量结果标绘于地形图上或制作通讯线路危险影响相对位置图。接近距离小于 100m 时, 宜以 1:10000 比例尺出图。

7) 线路通过江河、湖泊、水库等地段, 必要时, 应配合水文专业进行水文断面、比降点、洪痕点测量。

8) 当在江河、湖泊中立塔时, 应根据设计需要, 测量水下地形图或水下断面图, 水下地形图的比例不应小于 1:2000。水下地形测量的方法和精度指标应按现行国家标准《工程测量规范》GB50026 的有关规定执行。

3.3.5 资料提交

初步设计阶段提交的成品资料宜包括以下内容:

1 重要交叉跨越平断面图;

- 2 拥挤地段平面图;
- 3 变电所进出线平面图;
- 4 水文断面测量成果;
- 5 测量技术报告。

3.4 航测外控与调绘

航空摄影工作应在初步设计阶段路径选择完成后开展, 由于费用较高, 一般在 500kV 及以上等级输电线路工程上进行此项工作, 在 500kV 以下等级的线路工程根据需要进行航空摄影工作。

航空摄影飞行工作和影像资料的内业处理一般由北京洛斯达公司或其它专业公司进行, 因此, 本文介绍的主要是航测外控与调绘工作。

3.4.1 任务接收

勘测部门接收到航测像片后, 由勘测项目经理或处室负责人直接委派专业主设人。专业主设人接收任务, 应根据前期初步设计阶段的工程资料了解本工程的工作内容。

3.4.2 搜集资料

1) 专业主设人根据工程情况搜集本工程所有的可行性研究阶段和初步设计阶段的成品资料, 特别是初步设计阶段的路径方案图。

2) 搜集线路沿线的控制点资料, 根据工程需要选择 1954 年北京坐标系或 1980 西安坐标系等。

3) 搜集航空摄影飞行单位提供的航测影像资料, 其资料应包含: 像片 3 套 (其中一套应为拼接好的影像资料), 像片索引图底片及索引图像片 1 份, 航摄成果质量鉴定表, 航摄底片、像片和像片索引图等移交清单, 航空摄影技术及质量检查报告以及其它需要提供的资料。

3.4.3 工程准备

测量专业主设人应根据副总工程师、主任工程师和处室负责人的工作指示和本工程的情况, 进行工程准备, 主要包括以下工作内容:

1) 科室主任根据工程情况安排工程所需技术人员, 主设人对技术人员进行工作分配。

2) 根据工程情况编制计划大纲, 计划大纲为本工程设计书, 主要包括工程概况和任务要求、勘测依据 (包括任务依据和技术标准)、已有资料情况及可靠性分析、

勘测方案、过程确认及质量、关键技术方案的控制措施、三标管理体系工程全过程控制、人员组成和职责分工、设备和材料选用、工程组织和相应创优措施、计划和进度安排。计划大纲编制完成后交由专业主任工程师和专业副总进行审核，审核通过后才能进行后续工作。

3) 测量仪器配置，根据工程情况进行仪器的领取，由于主要是外控点和像控点测量，最好是配备不少于 4 台 GPS 接收机。

4) 车辆配备，根据勘测项目经理和处室负责人的决定，与勘测工程事业部办公室进行车辆协调。

5) 编制工程预算单和工程借款，根据工程情况编制工程预算单，交由科室主任和项目经理审核，审核通过后，编制工程借款并与工程预算单一并交由勘测工程综合管理室。

3.4.4 现场工作

3.4.4.1 GPS 主控网的建立及 GPS 航测外控

1) GPS 主控制网应根据测区实际需要和交通情况进行布置，主控网控制点间距离不大于 10km,在线路首尾应各布置 1 对，以便检校使用。主控网控制点应埋设固定桩。

2) GPS 主控网应避免布置成直线，由于属线路工程距离长的影响，无法保证 GPS 网布置成锐角三角形，但最好是布置成近似锐角三角形，主控点可以布置在影像资料之外。GPS 主控制网测量精度应符合规范要求。

3) GPS 主控网应与国家平面控制网相互联测和转换，联测点数不应少于 3 个点，同一线路工程项目的 GPS 主控网可分为多个投影带，一般情况下，同一个投影带不宜超过 60km，在地势较低的地区，采用将中央子午线移至测区中央进行投影。在地势较高的区域，则需要投影到测区高程面上。保证距离相对误差不大于 1/1000。

4) GPS 主控网进行高程联测时，联测点数不应少于 3 个高程点，并应均匀分布且能控制全网。

5) GPS 主控网控制点周围宜设置明显的指向标志，宜实地绘制 GPS 点点之记。

6) 像片控制点在像片上的布点位置，应符合《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》GB 50548-2010 等规范中相关规定。

7) 像片控制点以判点为主，刺点为辅。宜在室内做出选点方案，野外落实点位选刺。选点最好是选择比较明显的房角点、围墙角点、小路交叉点等在像片中比较容

易的地方，如果像片拍摄时间较长，不宜以植被等随时间变化的地物上。像控点的选刺应符合《330kV~750kV架空输电线路勘测规范》GB 50548-2010等规范中相关规定。

8) 由于现在航片均为数码相机拍摄，经航测内业技术人员许可，可以将像控点选刺在电子航片上。

9) 在进行GPS主控网时，同时测量像控点，采取方式为以2台GPS接收机架设前一天已测好的主控点上，然后1台GPS接收机进行未知的主控点测量，其它的GPS接收机进行像控点测量，像控点测量采用快速静态，测量时间为15min~20min。

3.4.4.2 像片调绘

1) 像片调绘工作，应与像控点同时进行，所有调绘工作宜采用室内判绘与野外调绘及仪器实测相结合的方式。

2) 线路工程中，像片调绘主要调绘影响线路路径的地物地貌，例如：交叉跨越电力线和通讯线、架空索道、架空水渠、地下电缆、地下光缆、大型的地下管线、等级公路、铁路以及植被等。

3) 像片调绘应判读准确、描绘清楚、图式符号运用恰当、位置正确、各种注记准确无误，并做到清晰易读。地物、地貌的类别和性质，应由调绘确定。

4) 对交叉跨越的电力线应在像片上标明电压等级和杆型或塔型，并标出杆高；对 35kV 及以上电压等级的电力线，应现场实测出路径附近的杆高。根据设计要求，应测量路径所跨越的电力线弧垂点的导线高度。

5) 对交叉跨越的通讯线、架空电缆、架空光缆应在像片上标注其类型、等级、杆型、杆高。

6) 对交叉跨越的架空索道、架空水渠等地物应在像片上标注其位置及高度。

7) 对交叉跨越的地下电缆、地下光缆和地下管线应在像片上标注其类别及位置。

8) 对交叉跨越的公路和铁路应标注名称、通向及跨越点的里程；对交叉跨越的江河应标注出名称、通向及流向。

9) 对沿线走廊范围内的经济作物和森林应在像片上标出范围、高度。

3.4.4.3 资料提交：

1 像片控制片资料；

2 GPS主控网航测外控点测量记录手簿；

3 平差成果的资料；

4 GPS外控成果报告；

5 调绘航片。

3.5 施工图阶段

输电线路工程施工图设计阶段是根据初步设计阶段选择好的路径进行全路径的平断面图测量，测量带宽 500kV 及以下等级为 100m，500kV 以上等级为 150m，对路径有重大影响的 300m 范围内采石场、采矿场、弹药库等重要地物也要进行范围测量。一般情况下，施工图设计阶段可分为选线测量、定线测量和定位测量三个工序。

3.5.1 任务接收

勘测部门输电线路项目经理对委托单位送达的任务书研究决定接收后，签署下达到专业处室，任务书委托部门主要为电网工程事业部和德安公司。一般情况下，由副总工程师编制的技术指示书一并下达。专业处室确定工程项目专业主设人。

测量专业主设人接到任务书后，应认真研读任务书和技术指示书，首先应就任务内容、工作深度等进行研究，对于有疑问的地方应记录下来，并与测量主任工程师进行沟通，以确定是否有必要在专业协调会上提出，并将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

3.5.2 专业协调会

一般情况下，均应由勘测部门项目经理以及设计项目经理召集工程相关专业主设人召开协调会。

协调会上由设计项目经理介绍本工程的工程情况，工作重点，工作外业工期和内业工期以及各专业正式资料提交最终日期。

由于测量专业需要和线路工程其它所有专业进行配合，因此测量主设人应该对于任务委托书上的内容应与相关专业主设人进行一一沟通，并将任务委托书上有疑问的地方在会上提出，由任务委托人解答，对于各专业委托人协调不一致的问题，由勘测部门项目经理和线路工程总设计师提出统一意见。测量专业主设人应将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

一般情况下，测量专业主设人担任勘测部门在现场工作协调人角色，因此测量专业主设人应收集勘测部门各专业在现场工作需要，并向勘测部门项目经理汇报。

在协调会的最后，由勘测部门项目经理和线路工程总设计师最终决定工程各专业工作内容，工程工期，各专业人员配置，现场车辆配置以及工程其它情况。

3.5.3 工程准备

测量专业主设人根据专业协调会上决定的内容，进行工程准备，主要包括以下工作内容：

1) 根据工作内容和专业协调会上的决定向专业科室主任汇报，由科室主任根据工程情况安排工程所需技术人员。

2) 根据任务委托书、技术指示书以及协调会会议纪要编制计划大纲，计划大纲为本工程设计书，主要包括工程概况和任务要求、勘测依据（包括任务依据和技术标准）、已有资料情况及可靠性分析、勘测方案、过程确认及质量、关键技术方案的控制措施、三标一体管理体系工程全过程控制、人员组成和职责分工、设备和材料选用、工程组织和相应创优措施、计划和进度安排。计划大纲编制完成后交由专业主任工程师和专业副总进行审核，审核通过后才能进行后续工作。

3) 资料收集，根据任务委托书、技术指示书和计划大纲的要求，进行资料收集。在施工图阶段，资料搜集主要是搜集可行性阶段和初步设计阶段以及航空摄影等阶段的资料。

4) 仪器配置，根据工程情况进行仪器的领取。在施工图设计阶段，特别注意的需要配备打印机。

5) 车辆配备，根据协调会上勘测项目经理的决定，与勘测办公室进行车辆协调。

6) 编制工程预算单和工程借款，根据工程情况编制工程预算单，交由科室主任和项目经理审核，审核通过后，编制工程借款并与工程预算单一并交由勘测工程综合管理室。

3.5.4 现场工作（无航测资料）

现场工作主要分为选线、定线和定位三个阶段，主要使用仪器为 GPS-RTK。

3.5.4.1 选线阶段

1) 根据工程情况，一般在 220kV 等级及以上等级线路工程需进行全路径控制测量，控制点布设应沿路径布设，测量工作应参考航测外控测量原则。同时需要注意坐标分带，一般以 60km 左右为一分带。

2) 根据控制测量成果求取 GPS-RTK 转换参数，特别要注意控制点的选取要覆盖

整个测区，且转换残差不宜过大，如果过大，说明投影分带距离过长。转换参数求取完毕后必须在现场进行校测其它控制点，校测合格后方能进行后续工作。

3) 沿路径布设 RTK 基准站桩，基准站固定桩埋设密度应基准站无线电信号全路径覆盖。基准站固定桩应在路径附近且易保存的地方埋设。

4) 配合设计人员根据批准的初步设计路径方案，实地落实确定的路径，选定路径转角位置，获取转角坐标。在测量转角桩同时应在路径附近易保存的地方测设 RTK 基准站桩

5) 配合设计人员对转角间影响线路的地形、地物，使用仪器进行坐标测量，实地调整转角位置。

6) 其它测量工作和测量精度指标按照《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》GB 50548-2010 等规范中相关规定。

3.5.4.2 定线测量

定线测量是在选线测量的基础上进行全路径中线测量及平断面图测量。一般采用 GPS-RTK 仪器测量。

1) 根据规范要求在进行中线测量时，应在经过道路，重要的水渠等重要地物的大号或小号易保存的地方埋固定桩，并测量其坐标值，坐标值测量时应测取两次，在不超过限差的情况下求取平均值。直线桩应每公里 2.5 个。

2) 在建设方因其它原因要求不需要进行直线桩埋设时，可不进行此项工作。

3) 选测的断面点应能真实地反映地形变化和地貌特征。断面点的间距，平地不宜大于 50m。独立山头不得少于 3 个断面点。在导线对地距离可能有危险影响的地段，断面点应适当加密。对山谷、深沟等不影响导线对地距离安全之处可不测，图面作中断处理

4) 在测量中线时，应同时测量平断面图和对线路有重要影响的中心线两侧规定范围内交叉跨越物、建构筑物、道路线路有影响的建构筑物、道路、管线、河流、水库、水塘、水沟、渠道、坟地、悬岩、陡壁等，并绘于平面图上。

5) 对于 35kV 等级及以上等级的电力线，应采用全站仪测量跨越处线高，左右边线线高以及平断面图范围内的塔高。

6) 线路通过林区、果园、苗圃、农作物及经济作物区时，应实测其边界和树高，并在平面图和断面图上表示出来

7) 线路平行接近通信线、地下光缆时, 应按设计要求实测或调绘其相对位置, 成图比例尺宜为 1:1000 或 1:2000

8) 当遇边线外高宽比为 1:3 以上边坡时, 应测绘风偏横断面图或风偏点。风偏横断面图的水平与垂直比例尺应相同, 可采用 1:500 或 1:1000, 一般以中心断面为起画基点。当中心断面点处于深凹处不需测绘时, 可以边线断面为起画基点。当路径与山脊斜交时, 应选测两个以上的风偏点当两边导线之间有高出中心断面和边线 0.5m 时, 应施测并标于图上。

9) 当边线地形比中心断面高出 0.5m 时, 必须加测边线断面, 施测位置应按设计人员确定的边线间距而定, 路径通过缓坡、梯田、沟渠、堤坝时, 应选测有影响的边线断面点。

10) 根据设计需要, 当线路路径经过拥挤地段地段时, 可测绘比例尺为 1: 1000 或 1: 2000 的平面图

11) 其它测量要求和测量精度要求应按照《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》GB 50548-2010 等规范中相关规定进行测量

3.5.4.3 定位测量

定位测量在定线测量基础上, 配合设计人员将图上塔位放样于实地上。并对影响塔位设计的重要地物地貌进行校测。

1 定位前应向设计取得下列资料:

- 1) 预排位成果表;
- 2) 具有导线对地安全线的平断面图;
- 3) 设计定位手册。

2 定位前和定位中, 应对照平断面图加强对沿线的地形、地物巡视检查, 确保图面反映的信息与实际情况一致。发现漏测地形地物或与实地不符时, 应进行补测修测。

3 应对测站桩点的位置及编号进行确认后, 进行塔位放样。

4 当因现场条件限制不能打塔位桩时, 应实测和提供塔位的累距和高程, 并宜在塔位附近直线方向可保存处测设副桩。

5 采用 RTK GPS 方法进行定位测量, 直线定线依据定线测量时实测的转角坐标, 定位测量前应校核转角坐标数据, 并校核直线桩或转角桩, 坐标较差应不大于 7cm, 高程较差应不大于 10cm。

6 当利用 GPS 塔位坐标计算转角角度时，应使用转角桩及转角桩前后的塔位坐标进行计算。转角桩及转角桩前后的塔位坐标应在同一基准站上测量。

7 检验测量包括的内容和技术要求应符合表 3.5.4.3 的规定。

表 3.5.4.3 检验测量内容及技术要求

内 容	方 法	允许较差		
		距离较差 相对误差	高差较差 m	角度 较差
直线桩间方向、距离、高差	判定桩位未被碰动或未移位可不作检测。否则应重新测量	1/500	±0.3	—
被交叉跨越物的距离、高差	10kV 及以上电力线半测回检测	1/200	±0.3	
危险断面点的距离、高差	在邻近桩半测回检测		平地 ±0.3，山地、丘陵 ±0.5	
转角桩角度	方向法半测回检测	—	—	±1'30"
间接定线的桩间距离、高差	判定桩位示被碰动或移位，可不作检测。否则应重新测量	点位横坐标较差 2.5cm/百米	±0.3	—
第三个直线塔位桩偏离前两个相邻直线塔位桩延长线的横向距离	采用 RTKGPS 判定耐张段的直线性	±5cm	—	—

8 在放样好塔位后，根据设计人员需要测量塔基断面和塔位地形图，塔基断面图纵横比例尺宜为 1:200，塔位地形图成图比例尺宜为 1: 200，等高距为 0.5m。

9 其它测量要求按照按照《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》GB 50548-2010 等规范中相关规定执行。

3.5.5 现场工作（有航测资料）

在初步设计进行航测工作后，现场工作可分为选定线和定位两个工序。

1 搜集航测测量成果资料。

2 利用航测主控点求取 GPS-RTK 转换参数，特别要注意控制点的选取要覆盖整个测区，且转换残差不宜过大，如果过大，说明投影分带距离过长。转换参数求取完毕后必须在现场进行校测其它控制点，校测合格后方能进行后续工作。

3 沿路径布设 RTK 基准站桩，基准站固定桩埋设密度应基准站无线电信号全路径覆盖。基准站固定桩应在路径附近且易保存的地方埋设。

4 搜集设计预排塔位图，在室内和设计人员确定好需要校测的重要地物。

5 在现场和设计人员一起进行转角桩的确定，确定好转角桩后，校测重要的地物地貌。

6 校测断面点时应选择能真实地反映地形变化和地貌特征的地形点。断面点的间距，一般平地不宜大于 150m。独立山头不得少于 3 个断面点。在导线对地距离可能有危险影响的地段，断面点必须校测。

7 对线路有重要影响的中心线两侧规定范围内交叉跨越物、建构筑物、道路线路有影响的建构筑物、道路、管线、河流、水库、水塘、水沟、渠道、坟地、悬岩、陡壁等，必须校测。

8 对于 35kV 等级及以上等级的电力线，应采用全站仪实测跨越处线高，左右边线线高以及在平断面图范围内的塔高。

9 线路通过林区、果园、苗圃、农作物及经济作物区时，应实测树高，校测边界。

10 线路平行接近通信线、地下光缆时，应按设计要求实测或调绘其相对位置，成图比例尺宜为 1:1000 或 1:2000。

11 当遇边线外高宽比为 1:3 以上边坡时，应校测风偏横断面图或风偏点。测量要求同 4.5.4.2。

12 当边线地形比中心断面高出 0.5m 时，必须校测边线断面，施测位置应按设计人员确定的边线间距而定，路径通过缓坡、梯田、沟渠、堤坝时，应校测有影响的边线断面点。

13 根据设计需要，当线路路径经过拥挤地段时，可测绘比例尺为 1:1000 或 1:2000 的平面图。

14 其它测量要求和测量精度要求应按照《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》GB 50548-2010 等规范中相关规定进行测量。

3.6 后期服务

3.6.1 改线测量

改线测量是在施工图阶段现场工作完成后，因规划、施工等因素需要改线。改线方案分为以下三种：路径不变，仅移动塔位；路径变动；上述两种方案均存在。

1) 如果路径不变，则工作比较简单，仅需配合设计人员进行塔位移动，测量塔位时，应按照原施工图阶段的测量方式进行测量工作，同时应对实地检查原平断面图数据，当发现对路径有影响的地物、地貌与现有资料不符时，根据设计人员要求进行补测，并及时更新平断面图资料。

2) 路径变动，则需按照 4.5 的工作进行。

3.6.2 交桩及复桩测量

交桩及复桩测量是在施工单位进驻施工现场后施工前，由建设方委托测量单位对施工图阶段的塔位桩进行复测并移交给施工单位。

交桩及复桩测量无正式任务委托书，仅仅是测量单位的一种后续服务。

如果现场桩位保存比较完好，则无需使用仪器测量，仅需要熟悉现场的测量技术人员实地指认塔位桩，指认塔位桩时以转角桩为主。

如果现场塔位桩丢失严重，则根据建设方要求重新放样转角桩和重要的塔位桩，或者是指认基准站桩，由施工单位对丢失的塔位桩进行补测。

4 施工控制测量

4.1 概述

施工控制点是电厂建（构）筑物施工放样的依据，施工控制网网形及点数、点位的布置既要满足施工使用的方便性，又要考虑点位的牢固稳定性、安全性和易于长期保存，根据建（构）筑物的分布，应该尽量避开地下管网及地面道路等障碍。

4.2 工程准备

4.2.1 任务书接收

施工控制点测量的任务一般是由甲方直接委托给勘测工程部，由勘测市场开发室

下达“工程项目任务（立项）单”——确定工程名称、工程编号、具体工程工作内容及工作量等，经勘测工程部主管领导、项目经理等签署，再由测量专业副总工程师签署技术指示书后，与任务书一起下达至测绘工程室，由测绘工程处室负责人安排相应工程主设人。

工程主设人接收到具体任务后，需认真研究“工程项目任务（立项）单”及技术指示书的内容及要求，进行相应规程规范的学习，及时与相关方加强沟通联系，并将沟通讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》（见附录 A1），充分领会任务内容及各项技术要求。

4.2.2 施工控制网布置方案

现今电厂整体布置十分紧凑，一般电厂施工控制点布设是依据导线布置形式，但也常有甲方（业主）钟情于建筑方格网布置形式。导线布置形式其主要优点是布置紧凑、方便；建筑方格网布置形式，要求宜按轴线法布置成方形或矩形，边长应取整数、具体坐标取整数，因此其网型布置受电厂总平面及地下管网约束较大。

工程主设人接收到具体任务后，应积极主动与市场开发室相关经营人员进行沟通（必要时可直接与甲方业主方主管人员沟通）了解甲方（业主）具体意图及现场厂地整平状况，确认现场施工控制点布置形式——任意导线点布置或建筑方格网布置。

明确具体测量任务后，须及时与相应工程总图专业设计人员进行沟通联系，收集该电厂的《厂区总平面布置图》、《厂区竖向布置图》和《厂区管沟布置图》等的纸质文件和电子文件，积极沟通并征求其布点方案意见。仔细查看图纸，了解电厂未来的布局，然后布置施工控制点（建筑方格网点）方案。

施工控制点布置注意事项：①须避开周围的地上建（构）筑物、基础埋深、开挖边坡比例等；②避开地下管沟的位置，考虑管径、沟宽以及埋深等有可能影响点位的因素；③点位的选择应满足对控制点的稳定性、使用时的方便性，以及点位在施工期间保存的可能性、永久性等要求；④确定各点位的设计高程，作为该点施工确定井面标高和标志板高程的依据，标志板一般应比井面低 30cm 左右为宜；⑤相邻边长之比不宜超过 1: 3。⑥尽量避免短边的出现，施工控制点最短边长宜不小于 150m。

4.2.3 施工控制点桩型确定

施工控制点施工桩型的确定须充分考虑当地地质情况，为此应事先收集该电厂的《岩土工程勘察报告》，仔细阅读其中对厂址地形、地貌、冻土层厚度、地层岩性分

布特征及性质、地下水条件、建筑场地地基条件、桩端持力层选择、主要建（构）筑物地基基础型式等的分析，并积极征询岩土专业相关人员的意见，确定电厂区域施工控制点施工所应使用的控制桩的类型、长度及埋设深度。

施工控制桩类型的选择既要考虑点位的稳定，又要兼顾成本的投入。对于地基坚硬的内陆地区，控制桩一般采用常规平面控制点标志形式，现场埋设水泥桩，埋深至冻土层以下 1m，就能保证控制网点的稳定性；对于地下水水位较高地区、滩涂、围海造地区域及地基条件较差相对不稳定区域，就要采用钢筋混凝土灌注桩或钢筋混凝土预制桩等，持力端选择在地质条件稳定的地层中，以保证施工控制点的稳定性。

4.2.4 测量技术大纲编制

经过前期一段准备后，工程主设人需认真编制《测量技术大纲》，将控制点布置方案（含布置点数）、桩型及作业方法等详细描述，工程具体控制点布置及测量作业方案需经与主工及专业副总商议并确认，《测量技术大纲》须经相应审核、批准，并提交一份签署完整的《测量技术大纲》给部市场开发室经营人员，经营人员一般需要提交一份给甲方业主供商谈合同使用。

测量技术大纲主要内容如下：

1、勘测作业依据

工程项目任务（立项）单或测量任务委托书及技术指示书；

《工程测量规范》；

《国家一、二等水准测量规范》；

《国家三、四等水准测量规范》；

《火力发电厂工程测量技术规程》；

《全球定位系统(GPS)测量规范》；

《测绘作业人员安全规范》；

工程设计厂区总平面布置图及其它相关资料等。

2、施工控制点布设方案及测量技术方案

① 施工控制点布设方案：详细说明现场布设的控制点数量及编号，并列布设的控制点的设计点位成果表，表中须提供布设的控制点设计点位坐标及高程，其设计高程需依照当地的设计地面标高减去 30cm 左右（考虑设井盖护理）。

② 施工控制点点位的现场初步放样；

③ 施工控制点的桩型及施工

④ 施工控制点的联测：起算控制点的校测及分析、平面及高程控制测量方案、平差计算及精度要求等；

⑤ 保护井和保护栏。

3、资料整理及提交

4.2.5 任务作业策划

工程主设人接收到工程测量任务，经必要的沟通准备后，就需进行具体工程组织作业策划，严格依据公司三标体系文件《程序文件》中勘测过程控制程序相关条例执行，并及时编写工程《勘测工作计划大纲》，具体编制要求按公司作业文件《工程勘测大纲编制规定》执行。

1) 明确工程名称、编号，勘测的目的和任务（含任务来源和依据），工程建设规模，勘测阶段、要求工期等；

2) 收集已有测量控制资料并进行精度和可靠性分析；

3) 人员组成及其质量职责；

4) 仪器设备配备和工程中材料选用；

5) 计划工期（包括外业工期和内业资料整理时间）和进度安排；

6) 勘测作业方案：含测量工作内容、方法、工作量和技术要求；

勘测作业具体方案可参见《测量技术大纲》。

7) 过程确认的质量控制、关键部位和关键技术方案的质

量控制；
8) 现场作业环境、危险源因素识别和工程组织，以及为实现工程“三标”目标所采取的质量、环境、职业健康安全控制措施，工程作业现场环境因素识别与评价、危险源因素识别与风险评价等。

9) 工程预算及现场开支计划。

【注】：

1、全站仪精度要求：测角精度不低于 2"，测距精度不低于 2mm+2ppm；

2、水准仪精度要求：每公里测量高差均值偶然中误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ （DS3 以上）；

3、软件可选用《南方平差易》等严密平差程序。

4.3 现场工程测量及资料整理

4.3.1 现场沟通接洽

工程队到达工程现场后，需及时与甲方业主（监理）方加强沟通，具体明确业主意图、了解现场施工场地情况、联系施工控制点施工等事宜；让甲方清楚布网方案、勘测计划等，如有不妥可及时协商修改处理。

4.3.2 控制起算点校测

施工现场附近一般都会有前期厂址测量所作的控制点，施工控制点的坐标及高程系须与其前期一致。平面控制点使用须按一级导线精度认真校测，只有校测满足测量规程规范要求才可作为起算控制点使用。水准点在使用前应仔细检测，起算高程检测精度一般不宜低于测区首级高程控制。

为与设计施工图成果一致，施工控制点测量的坐标及高程系一般常采用设计提供的建筑坐标系及高程系；如果已有控制点成果坐标系统不是建筑坐标系统，应该按照设计提供的相应的坐标转换关系进行转换。

4.3.3 点位放样及施工

1) 施工控制点放样

施工控制点的点位选择，需现场与业主加强沟通，部分工程需满足业主要求由其现场指定并具体施工好，但大部分情况为依据设计坐标放样再施工。

为了方便进行施工控制点的点位放样，需要首先在厂区范围内施测一级导线点（或一级 GPS 点），采用极坐标法将施工控制点位置放样到实地；如果施工控制点采用建筑方格网形式，需再联测放样点，精确计算其坐标，确保极坐标放点的正确性。最后在近似 A、B 的方向上打上骑马桩，骑马桩与本点的距离根据控制点的标志类型决定，以施工时不被破坏且又便于恢复为宜。

2) 施工控制点施工

对于地基坚硬的内陆地区，施工过程包括：基坑开挖、混凝土浇筑并安装标志板及坐标投点。对于地下水水位较高、滩涂及围海造地区等软土区域，施工过程按照桩型又分为：钢筋混凝土灌注桩和钢筋混凝土预制桩施工等。

钢筋混凝土灌注桩的施工过程包括：钻孔、下导管、下钢筋笼、水下导管浇注、安装标志板及坐标投点。施工按《建筑桩基技术规范》要求执行。

成孔工艺要求：

- (1) 桩位偏差： $\leq 50\text{mm}$ ；
- (2) 垂直度允许偏差：1%；

(3) 泥浆护壁钻孔或冲击挤土成孔底部沉渣厚度 $<100\text{ mm}$;

(4) 浇注混凝土前, 孔底 50 毫米以内的泥浆比重 1.10~1.15, 含沙率 $<6\%$, 粘度 10~25s;

(5) 混凝土灌注时, 切忌断桩。

混凝土灌注要求:

(1) 采用水下导管灌注混凝土;

(2) 连续浇灌, 不要形成断桩;

(3) 浇灌过程中注意混凝土的密实性;

(4) 确保成桩的稳定性。

钢筋混凝土预制桩施工过程包括: 沉桩、破桩头、安装标志板及坐标投点。施工按《建筑桩基技术规范》要求执行。要求:

(1) 桩位偏差: $\leq 50\text{ 毫米}$;

(2) 垂直度允许偏差: 1% ;

其中安装标志板是关键的一步。混凝土初凝前安装标志板, 要求与下部混凝土密实, 切忌留下空洞。本工序要求有测量人员在现场配合。利用点位放样时打的骑马桩桩按“十字拉线法”把点位和标志板中心精确重合, 标志板应按建筑坐标系统定向, 标志板的标高由测量人员根据《厂区竖向布置图》相应地面设计高程确定。《标志板预埋件规格图》见附录。

4.3.4 施工控制点测量及平差计算

施工控制点施工安装完成后, 需间隔稳定一段时间, 待其水泥干燥、桩位稳定后方可进行相应观测测量工作。

4.3.4.1 平面控制测量

施工控制点测量一般采用导线测量, 依据现场场地情况有时也可以采用 GPS 静态测量。施工控制点测量精度应不低于一级导线测量精度要求。具体作业方法及指标参见相关测量规范。

4.3.4.2 水准测量

以标志板上的圆柱或球状水准标志为准, 以附和或闭合水准路线或水准网的形式进行等级水准测量, 水准测量等级应不低于三等水准测量精度要求。

4.3.4.3 平差计算

采用严密平差程序计算，平面及水准测量精度需严格依据相关测量规程规范要求
进行衡量和控制。

4.3.4.4 相关说明

- 1) 施工控制点测量需依据相关导线及水准测量规程规范严格执行；
- 2) 为保持与电厂前期相关测量成果的一致性，宜采用前期所做的平面及高程控制点成果、经校测后满足相关规程规范要求后作为本工程起算点。

4.3.5 方格网点的归化测量

对于甲方（业主）要求以建筑方格网布置形式布置的施工控制点测量工程，为保证方格网点坐标成果为整数位，其平面位置需进行多次反复归化改正，并进行导线联测和平差。

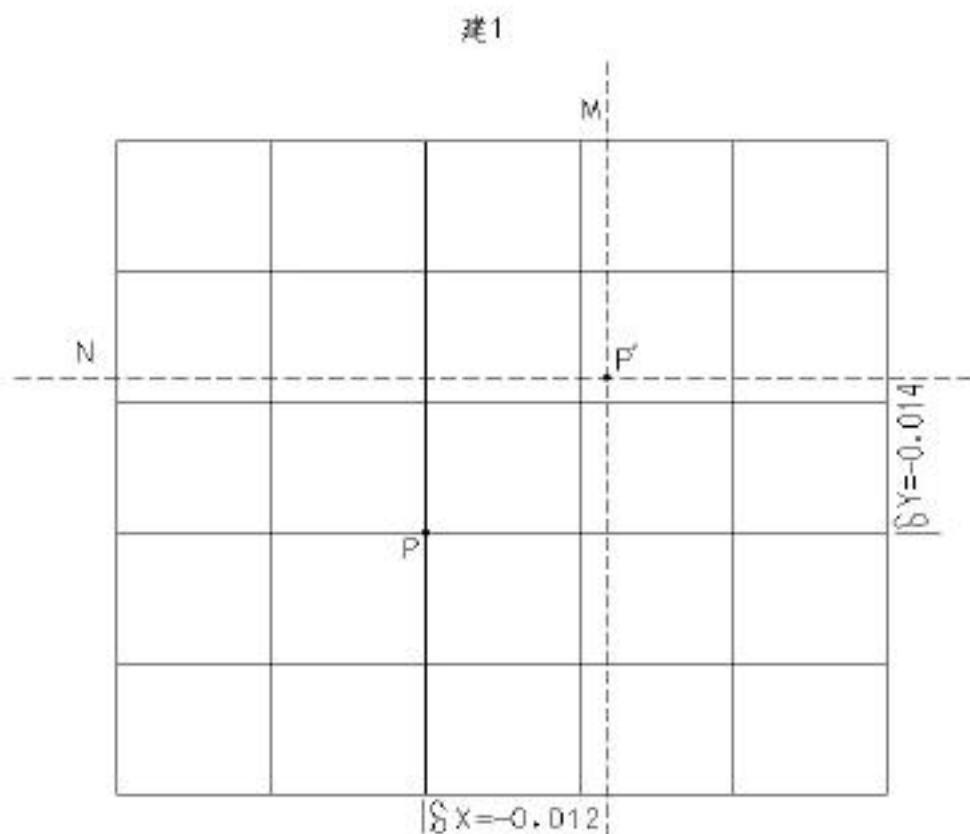
4.3.5.1 方格网点位归化

根据上次平差后方格网点实际坐标成果与理论坐标值计算出归化改正值：

$$\delta x = X_{\text{理论}} - X_{\text{实际}}$$

$$\delta y = Y_{\text{理论}} - Y_{\text{实际}}$$

在毫米方格纸上绘出各方格网点的改正详图，如下图：



在现场将改正详图上的实测点位 P' 对准标志板上的临时记号点，用 M 、 N 定向后把设计点位 P 用铁冲子在标志板上打个小坑，做为下次观测的点位，经检查无误后，将原有的临时记号清除。

4.3.5.2 方格网点测量

以标志板上的小坑为具体方格网点的准平面位置，再次依据一级导线精度观测各方格网点，平差计算其平面坐标成果。各点实测坐标与理论坐标之差 $\leq \pm 5\text{mm}$ ，角度偏差值 $\leq 90^\circ \pm 10''$ ，边长相对误差小于 $1/30000$ ，才满足建筑方格网测量要求，可以用手摇钻或电钻在 P 点的小坑处钻一小孔，然后镶嵌入一根粗细合适的铜丝确定其最终位置；用铁砂纸打磨平后，用红油漆等在标志板上进行点位编号。

4.3.6 砌井和加护栏

施工控制点的点位一般应砌井保护，宜用带合叶的铸铁重型井盖砌井保护。井面标高由测量人员根据该点的地面设计标高确定。施工控制点的点位外围应采取建护栏保护，详参见【附录三】：护栏规格图。

4.4 成品提交及成果移交

4.4.1 成品提交

1) 测量技术报告

2) 桩位移交书

4.4.2 交桩

施工控制点施测完成后，现场应进行具体桩位及成果的移交，即：应向甲方、总承包方或监理方移交桩位及成果，由其现场验收并接收，办理好相关移交手续，双方在《桩位移交书》上签字盖章（成果移交份数由双方商议确定），将现场桩位交由接收方负责保护。

注意事项：①受现场施工现状的影响，应提请相关使用单位注意，在使用前应加强对施工控制点的校测，只有校测满足相关规程规范要求才能正常使用。②《桩位移交书》可以现场打印好，并请甲方、总承包方或监理方现场先盖好章，回公司后再加盖公司章并及时提交。

5 变形监测

5.1 概述

变形监测的主要目的是确切、及时地反映建构筑物地基、基础、上部结构及其场地在静荷载或荷载及环境等因素影响下的变形程度或变形趋势，确保建构筑物安全。

变形监测包括垂直位移测量和水平位移测量。垂直位移测量包括基坑测量、建筑场地测量、建构筑物沉降观测等；水平位移测量包括挠度测量等。在电力工程中，开展最多的变形监测是建构筑物沉降观测项目。所以，本章节将以电厂建构筑物沉降观测项目为例，详细介绍该类项目的各流程环节管理体系控制要点及技术质量控制要点。其它变形监测项目参照执行即可。

沉降观测是一项精细复杂的工作，该项工作的周期较长，一般从建构筑物基础施工出地面零米以后到电厂发电运行直至观测数据稳定为止。通过对施工阶段、建筑物加负载前后及电厂运行阶段的沉降观测，可以验证设计水平、检查施工质量和掌握安全运行情况；通过对观测成果曲线的分析，可以及时掌握各建构筑物的变形规律性，及时发现事故苗头，对出现的问题能够做到及时发现，保证建构筑物的安全施工和运行。

电厂主要建构筑物均应进行沉降观测，具体测量范围一般由委托方根据设计要求或其它需要决定。观测期限一般由委托方确定；各建构筑物观测周期一般由测量项目组编制观测计划、并同业主、监理方、施工方沟通协调后确定。

一般情况下，沉降观测高程基准点的施工、测量工作与沉降观测工作分两阶段、两工程项目进行。沉降观测高程基准点的施工、测量一般包含在电厂施工控制网测量工程中完成，而沉降观测工作作为一个单独的工程在其后的一段时间实施。因其内容相关，本章节一并介绍。

5.2 任务接收

勘测部门相关领导（副总工程师或项目经理）对合同书(委托书、任务书)研究决定接收后，签署下达到专业处室（无委托书或任务书的填写《工程项目任务（立项）单》）。一般情况下，由副总工程师编制的技术指示书一并下达。专业处室确定工程项目专业主设人。

主设人接到任务后应认真研读任务书和技术指示书，首先应就任务内容、深度等进行沟通，若有疑问应进一步与委托方、相关设计方等进行沟通，必要时召开任务交底会，以明确运作过程中重点关注和控制的要求，并将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。

5.3 工程策划

5.3.1 资料收集

5.3.1.1 《测量任务委托书》（或《工程项目任务（立项）单》、项目合同）

5.3.1.2 《建筑变形测量技术规范》JGJ/T 8-2007

5.3.1.3 《工程测量规范》GB50026-2007

5.3.1.4 工程设计《总平面布置图》、《竖向布置图》及测区《岩土工程勘测报告》等其它相关资料

5.3.2 大纲编制

5.3.2.1 沉降观测技术方案

技术方案至少应包含如下几方面内容：（A）概况（B）勘测技术依据（C）沉降观测高程基准点的施工及测量（D）沉降观测。

（1）确定高程基准点布点方案

沉降观测高程基准点的点位选择是依据设计总平面布置图、竖向布置图并与总图设计人员交换意见，征求业主意见的基础上进行布设。选点时主要考虑应避开地下管网，点位与临近建筑物的距离大于其最大基础宽度的 2 倍（近年来，随着设计水平的

提高和建设的需要，电厂布置日益紧凑、密集，有些时候满足不了该要求，但应尽量考虑此因素），在施工期间及电厂运行、检修时不易被破坏、易于保存、受震动干扰小、安全稳定。

(2) 确定高程基准点标志类型及埋设深度

依据岩土专业相关人员编制的电厂《岩土工程勘测报告》，仔细阅读其中对地形、地貌、冻土层厚度、地层岩性分布特征及性质、地下水条件、建筑场地地基条件、桩端持力层选择、主要建（构）筑物地基基础类型的分析，确定沉降观测基准点所使用的标志类型和埋设深度。标志类型的选择既要考虑点位的稳定，又要兼顾成本的投入。水准基点标石，要求埋设在基岩层或原状土稳定层中，且应大于临近建筑物基础的深度。发电厂常用的水准标石类型有：深埋双金属管水准基点标石、深埋钢管水准基点标石、预应力管桩标石、混凝土柱普通水准标石、岩层水准基点标石、爆破型混凝土柱普通水准标石等。

沉降观测基准点钻探工艺和基准点标石的要求样本实例参见附录 1～附录 3。

(3) 沉降观测点标志类型和布点方案

沉降观测点标志类型和布点方案一般按设计文件执行。如有问题，也可根据工程具体情况与业主、设计、监理、施工等各方进行沟通协调，进行必要的改动。具体参见第 4.5.4 章节相关内容。

(4) 水准测量技术指标

水准测量技术指标要求参考第 4.3.1 章节相关技术规范，具体要求参见后述相关章节内容。

(5) 观测计划

观测计划的编制应根据电厂具体情况、参考布设沉降观测点数量、位置等设计文件，并与业主、施工、监理等多方充分沟通协调的基础上进行。计划样本实例参见附录 4。

5.3.2.2 勘测计划大纲

沉降观测技术方案为勘测计划大纲的一部分，除此之外，勘测计划大纲尚需包含仪器设备使用、工期、人员、费用预算等计划内容，以及三标管理体系要求的职业健康（危险源识别等）、环保等内容。

5.4 工程准备

工程准备（院内）主要包含以下几个方面：

- 1 编制沉降观测技术方案和勘测计划大纲并审批，具体要求见上节。
- 2 编制《勘测工程部工程外业工作费用预算》，工程借款。
- 3 确定项目组工程技术人员、司后人员和领用测量仪器设备及其它工程用品、劳保用品等。
- 4 与业主电话沟通沉降观测标志的制作、布设事宜（沉降观测标志一般有业主方负责制作安装）。如有必要，应到现场指导、监督，保证标志的规范、合格及以后观测工作的可实施性。

5.5 工程实施

5.5.1 进场接洽沟通

工程队到达工程现场后，项目主设人应主动联系业主方联系人，并在其主持和帮助下与监理、施工或运行相关人员就项目的具体实施计划、安保等情况进一步沟通，理顺各种关系，保证项目的顺利实施。

5.5.2 现场工程准备

现场工程准备工作包含下面内容：

- 1 办理各种进出场手续和证件；
- 2 解决工程食宿、雇佣劳务人员等事宜；
- 3 对所有沉降观测标志进行查看、编号；
- 4 寻找、检测高程起算水准点或高程基准点精度。

5.5.3 基准点施测

5.5.3.1 基准点施工放样

基准点的放样应利用现有厂区范围内与总图设计用地形图坐标高程系统一致的高精度控制点进行。放样平面和高程精度在采用施工控制点和高程基准点共用一点方案、受控因素多、标石埋设空间紧张等情况下，应控制在 10cm 以内，在其它空间宽裕的情况下平面精度可适当放宽。

5.5.3.2 基准点施工

基准点的标志类型和施工技术参见第 4.3.2.1 章节，需要注意的是，由于在高程基准点施工时，电厂道路和场平等许多工作尚未完成，所以，在施工过程中应加强平面

和高程的监测，避免由于平面精度问题造成标志与其它建筑或管线布设冲突而被毁，或由于高程精度问题造成井面与道路绿地等地面标高不一致形成凸起或凹坑。

5.5.3.3 基准点的高程联测

沉降观测基准点的高程联测应在施工完成待点位稳定一段时间（一般一周）后进行，首先进行高程起算点的校测，然后进行基准点高程联测。按照《建筑变形测量规程》JGJ/T 8-2007 一级技术规范要求（相当于国家 II 等水准测量精度）进行观测，观测过程中严格执行测量规范中的各项限差要求，并对观测数据进行平差计算，精度指标按《建筑变形测量规程》JGJ/T 8-2007 一级水准要求衡量，具体指标如下：

水准观测的视线长度、前后视距差和视线高度（m）

等级	视线长度	前后视距差	前后视距累积差	视线高度
一级	≤30	≤0.7	≤1.0	≥0.3

水准观测的限差（mm）

等级	基辅分划 (红黑面) 读数之差	基辅分划 (红黑面) 所测高差之 差	往返较差及 附和或环线 闭合差	单程双测站 所测高差较 差	检测已测 测段高差 之差
一级	0.3	0.5	$\leq 0.3n^{1/2}$	$\leq 0.2n^{1/2}$	$\leq 0.45n^{1/2}$

为了保证沉降观测成果准确地体现建筑物的沉降量，沉降观测基准点作为起算控制点，要定期与国家或地方高等级水准点的联测。每次沉降观测工作前，宜对沉降观测基准点之间进行联测。

5.5.4 变形观测点的布设

5.5.4.1 沉降观测点的标志

沉降观测点标志的种类很多，如角钢观测点、钢筋观测点等，设计单位会根据相应规范在施工图中具体设计沉降观测点的样式和尺寸，但无论采用那种标志，都要做到使立尺部位突出、光滑，保证每次观测时的立尺点在同一位置，确保沉降观测点成果的准确性。

5.5.4.2 沉降观测点的布设

沉降观测点的布设,应以能全面反映建筑物地基变形特征并结合地质情况及建筑物结构特点确定。点位宜布设在下列位置：

- 1 框架结构的建筑物的每个柱基或部分柱基上布设沉降观测点（对于主厂房和锅炉部分主要布设在汽机和锅炉的柱基上）。
- 2 基础为箱体或筏体的高大建筑物的纵轴线和基础（或接近基础的结构部分）周边以及筏体基础的中央应布设沉降观测点。
- 3 基础埋深相差悬殊、人工地基和天然地基邻接处、结构不同分界处的两侧应布设沉降观测点。
- 4 烟囱、水塔等高耸建构筑物，沿周边在与基础轴线相交的对称位置上布点，点数不少于 4 个。

以上为布点原则，具体的点位布置、布设点位的数量需满足设计要求，以设计图纸为准，按图施工。

5.5.4.3 注意事项

- 1 所有被观测点均应编号，并注记在该建筑物的观测点布置图上。
- 2 观测点位应避开上方有突出物（如各种架空管道等）影响竖立标尺的地方（一般沉降观测用的铟钢水准尺长为 2 米或 3 米）。
- 3 外墙上的观测点应避开雨水管、花坛、台阶等地方；内墙上的观测点应避开暖气管等地方；对于框架结构柱子上的观测点，应避开有填充墙的一面。
- 4 每个观测点都应加保护罩，并希望各施工单位在施工过程中注意对观测点的保护。
- 5 保持与业主、监理和施工方的联系。如果沉降观测点附近存在各种障碍物而无法观测时，应及时以书面形式上报业主和监理，并协助施工方将点位移至合适的位置。

5.5.5 变形测量

5.5.5.1 技术要求

我公司现有的用于沉降观测的水准仪有：

设备名称	规格型号	生产厂家	每公里往返测高程精度
电子水准仪	NA2002	Wild	±0.9mm/km（配置条码铟钢尺）
电子水准仪	DINI12	ZEISS	±0.3mm/km（配置条码铟钢尺）
数字水准仪	DNA03	Leica	±0.3mm/km（配置条码铟钢尺）

沉降观测按《建筑变形测量技术规程》JGJ/T 8-2007 二级水准测量精度要求观测，观测过程中严格执行规范中的各项限差要求。对观测数据进行平差计算，精度指标按

《建筑变形测量技术规程》JGJ/T 8-2007 二级水准要求衡量，具体指标见下表。没有特殊情况时，对同一观测对象每次观测应使用相同的基准点，以保证观测数据的可比性。

水准观测的视线长度、前后视距差和视线高度（m）

等级	视线长度	前后视距差	前后视距累积差	视线高度
二级	≤50	≤2.0	≤3.0	≥0.2

水准观测的限差（mm）

等级	基辅分划 (红黑面) 读数之差	基辅分划(红黑 面)所测高差之 差	往返较差及 附和或环线 闭合差	单程双测站 所测高差较 差	检测已测 测段高差 之差
二级	0.5	0.7	≤1.0n ^{1/2}	≤0.7n ^{1/2}	≤1.5n ^{1/2}

5.5.5.2 外业观测注意事项

- 1 观测过程中严格执行《建筑变形测量规程》JGJ/T 8-97 的观测要求和各项限差。
- 2 每个建筑物的沉降观测点首次观测应连续观测两次，两次观测成果取中数作为高程初值。
- 3（第一次）观测前要对水准仪、水准尺按规范规定进行检验（本工程所用测量仪器设备每年均经过国家光电测距仪检测中心检测）。
- 4 每次观测前要检查、校正 i 角。
- 5 开始作业前或作业环境改变时（如温度变化较大），需将仪器在作业场地架设 20 分钟后，方可进行观测。
- 6 在雨、雪、大风天气或成像剧烈跳动时，应停止观测。
- 7 尽量固定测量人员、固定仪器设备，并尽量采用相同的观测图形（观测路线）、观测方法和在基本相同的环境和条件下进行测量工作。
- 8 在沉降观测基准点没有发生变动的情况下，每个建筑物的观测点，每次观测采用同一个基准点。
- 9 仪器架站和立尺点的位置应避开有危险的地方，如塔吊附近、脚手架下方等；避开震动源，如空压机、搅拌机、卷扬机等。
- 10 每次观测均应附记施工进度情况和荷载增加情况。无法观测的点应在记录本上注明原因，并在点位图上做标记，方便以后确定观测路线。同时对被破坏的点还应通

知业主或监理，采取补救措施。

5.5.5.3 观测周期和观测时间的确定

根据设计单位提供的观测点布置图，并结合各主要建构筑物在不同高度的荷载情况定期观测。施工阶段的观测，应随施工进度及时进行。由于场地情况比较复杂，机械设备比较多，各种附属设施基础的开挖对沉降观测影响很大，所以本阶段的沉降观测必须选择恰当的时间段方能保证观测的质量。根据《建筑变形测量规程》JGJ/T 8-2007 相关规定，对于烟囱等高耸建构筑物，其观测周期一般施工高度每增加 20 米左右观测一次；对于主厂房（汽机、锅炉）、集中控制楼等框架结构建构筑物，观测周期一般按施工到不同高度的平台或加荷载后观测一次。在整个施工期间对各主要建构筑物的观测次数不少于 6 次；电厂发电运行以后的观测周期做到每半年观测一次，直到各观测点的沉降量稳定为止。

具体实施应按照根据上述原则和各电厂的具体情况而制定的《观测计划》进行，遇有特殊情况，在和相关各方沟通的前提下，也可对观测计划进行修正。

5.5.5.4 增加观测

当发生下列情况之一时，应及时增加观测：

- 1 地震、爆炸（发生在沉降观测附近）后。
- 2 发生异常沉降情况。
- 3 最大差异沉降量呈现出规律性增大倾向。

5.6 资料整理、检验与提交

数据处理软件采用我公司自主开发的“火力发电厂沉降观测数据处理系统（DPS）”，在该平台下可完成数据的录入、计算、表格及各种沉降曲线的显示、输出打印、文档的输出等全部内业处理流程。功能介绍和使用方法详见《火力发电厂沉降观测数据处理系统（DPS）使用手册》。

在观测过程中，每完成一次观测后，除了要进行成果整理还要结合前期的观测成果及本期沉降量，进行分析处理。判断沉降有无异常，有无其他因素的影响，沉降观测基准点沉降的影响要剔除。

对于发现的沉降异常特别是不均匀沉降，在经各级业务主管汇商后及时向业主通报。

对于未能观测的点及遭到破坏的点，在得到业主及施工方配合的同时，要制定切

实可行的补救措施，尽量避免观测点沉降数据的中断。

在观测过程中，每完成一次观测应向甲方提交一次中间观测成果；年终向甲方提交全年沉降观测报告并绘制出沉降观测曲线图；工程结束（合同期满）向甲方提交总的沉降观测报告。

6 放样测量工程

6.1 放样测量

设计图纸上的特征点是提供平面坐标和高程数据予以表达，要通过测量手段在实地上标示出与设计相对应的特征点位置，并钉设标桩，这种借助测量设备将设计位置和形状按一定的精度要求在实地上标定出来的工作称为放样测量。

标定特征点的空间位置实际上就是把已知的水平角、水平距离和高程三个要素测设到实地上去，这就是放样测量的基本工作。

常见的放样测量工作内容有风机机位、钻孔孔位等测量工作。

6.2 任务接受与策划

勘测项目经理对测量任务确认接收后，签署下达到测绘专业，由副总工程师编制技术指示书，并下发到测绘工程室，由测绘工程处室确定项目主设人。

主设人接到任务后应认真理解测量任务书和技术指示书的要求，若有疑问应与委托方或相关设计方等进行沟通，必要时召开任务交底会，以明确运作过程中重点关注的要求，并将讨论的结论及修改内容填写《委托单位或委托人任务交底及任务内容变更记录》，经修改的任务内容应有委托单位或委托人和勘测项目经理或专业负责人的签字。主设人要根据测量任务书和技术指示书的工作内容、技术要求等内容，编制勘测技术方案，明确测量方法、技术路线、人员及设备的配备、工期及费用预算等。

6.3 前期准备

工程前期准备工作内容有：

1 根据工程内容及规模，进行《勘测工程部工程外业工作费用预算》，经过相关领导审批后，报财务借款。

2 明确参加工程的技术人员、司后人员成员及其职责；填写《勘测仪器机械工具领用单》，经测绘专业负责人签字批准后，领用测量仪器设备；如有必要，适当领取办公用品和劳保用品。

3 与委托方沟通，明确测量工作内容，要求委托方提供必要的成果数据。

6.4 现场作业与沟通

水平角、水平距离和高程的测设

1、测设已知长度的水平距离。根据一已知点 A，沿一定的方向，测设出另一点 B，是 AB 的水平距离等于设计长度，称为距离放样。

2、测设已知角值的水平角。测设水平角是根据一个已知方向和已知角值，将角度的另一方向测设到地面上。

测设点的高程是根据附近的高程点，利用水准测量、三角高程或 RTK 的方法进行的。

点的平面位置测设

1、直角坐标法。当测区内已设有主轴线或建筑方格网时，可用直角坐标法测设点位。

2、极坐标法，即根据一个极角和一段极距测设点的平面位置。

3、角度交会法，即根据两个或以上的已知角度的方向交会出点的平面位置。

4、距离交会法，即根据两段已知距离交会出点的平面位置。

目前常用的测量方法是利用全站仪或 GPS-RTK 设备实测点位的平面和高程成果。使用全站仪前，应注意校正全站仪的 $2c$ 和 i 角；使用 GPS-RTK 时，应注意转换参数的正确求解。测量前，应对已知控制点成果进行必要的检测。

现场作业时，应与设计人员或地质人员密切沟通，当设计机位(或钻孔位)在实地放样时不太理想时，应依据设计（或地质）人员的意图进行适当点位调整。

6.5 成果整理、检验与提交

钻孔测量成果包含：钻孔名称，实测的 X、Y 和高程值（X 和 Y 值可精确到 0.1m，高程值可精确到 0.01m），采用的坐标系统和高程系统，中央子午线，制表人和校核人。负责人应填写《专业配合资料》表。经过全校人检查，主任工程师或主任审批后提交给地质专业技术人员。测量原始记录、收集的起算控制点成果等也一并交给地质专业技术人员予以归档。

风机机位测量应按照测量任务书的要求提供测量技术报告，并编制《勘测工程管理档案》和归档备考表等，经过全校人检查、主任工程师审批、副总工程师批准后由勘测办公室提交给设计专业技术人员。