

中国核工业勘察设计协会文件

核设协[2023] 27 号

关于中国核工业勘察设计协会立项的团体标准 《核电厂建安工程测量监理技术指南》公开征求 意见的通知

中国核工业勘察设计协会立项的团体标准《核电厂建安工程测量监理技术指南》已经完成草案编制工作。依照《中国核工业勘察设计协会团体标准管理办法》的相关规定，现面向会员单位和社会广泛征求意见。

烦请相关领域的专家查收《核电厂建安工程测量监理技术指南》团体标准编写说明（详见附件 1）和《核电厂建安工程测量监理技术指南（征求意见稿）》（详见附件 2），并于 2023 年 3 月 17 日前将《征求意见表》（详见附件 3）发送至联系人邮箱。

联系人：杨博文，18931502297，yangbw@cnccl.top

感谢对中国核工业勘察设计协会团体标准工作的大力支持！

顺颂商祺！

附件：

1. 《核电厂建安工程测量监理技术指南》团体标准编写说明
2. 《核电厂建安工程测量监理技术指南》（征求意见稿）
3. 征求意见表



抄 送：理事长、副理事长、秘书长、副秘书长

中国核工业勘察设计协会秘书处 2023年2月16日印发

附件 1

中国核工业勘察设计协会

《核电厂建安工程测量监理技术指南》团体标准编制 说明

一、 工作简况

标准编制的背景：国家相关的法律法规规定了强制监理的范围，核电站建设作为大型工业项目，无论是从资金来源，还是从建设规模均达到了强制监理的范围。测量在核电厂建设过程中起着重要的作用，尤其是建造阶段，需要利用测量专业技术将设计图纸上的建筑物、构筑物的平面位置和高程测设到实地上。

目的和意义：本标准从微观角度介绍了核电厂建安工程测量施工技术指标、从宏观角度明确监理工作控制要点，宏观与微观有机结合，规定了监理单位在测量施工控制的技术指标和过程中应遵循的程序和方法，为核电厂建安工程测量监理工作有效实施提供指导，有助于监理单位的测量专业在进行质量控制时，针对专业特点在核电厂建安阶段对各类厂房有明确的控制方式、方法，有利于监理测量专业在质量控制过程中形成标准化、规范化，能够促进工程更好、更快的实施。

编制组成员：李军建、李阳、杨博文、袁蓉、范钰馨、张辉、杨磊磊、赵健、苗长伟、黄善明、董建军、宋瀛道，王君、白集文、于振兴、左楠

审查组成员由张小龙、崔坚、刘朋 袁彦玲、张宇、李世烜、郝爽，张建斌，王德斌、柏宁、高玉兵

主要工作过程：

2022.04 由中核工程咨询有限公司牵头主编，河北中核岩土工程有限公司、中核（山西）核七院监理有限、深圳市核鹏工程监理有限责任公司、中核勘察设计研究有限公司组成编制组。编制组通过会议的形式讨论了编制的大纲及分工。2022 年 9 月，完成第一次大纲评审，编制单位根据专家意见进行了完善补充。2022 年 12 月通过大纲的评审。2023.2 完成初稿的编制，经过编审成员单位的审核后上传系统平台。

二、 标准编制原则和主要内容 ·

1、编制原则：为规范建设工程及国防工程中测量专业工作，保证工程质量，为优化设计、指导施工提供可靠、标准的依据，确保工程建设中测量外业工作和内业工作，做到科学、简捷、合理，特制定本标准。

2、各章节主要内容：

1) 范围

规定了在测量质量控制过程中相关测量项目的基本要求。

适用于电站及其附属建筑物（如工业厂房、民用建筑、水工构筑物等）项目的测量质量控制。

2) 规范性引用文件

列出了本文件规范性引用而构成本文件必不可少的条款的名称、版本，主要包括：《工程测量标准》GB 50026、《核电厂工程测量技术规范》GB 50633、建设工程监理规范 GB 50319 等。

3) 术语和定义

对本文件中某些术语所必需的定义进行了明确，主要包括：初级网、次级网、三角形网等。

4) 总则

明确了本标准总体编制原则。

5) 控制测量

本章主要描述了核电厂建安工程阶段初级网布设要求及监理控制内容、次级网布设技术要求及监理控制内容、微网布设技术要求及监理控制内容。

6) 施工测量

本章主要描述了核电厂建安工程阶段水工隧道测量监理控制内容、工业与民用建筑测量监理控制内容、核岛主要设备安装测量监理控制内容、核岛主要设备安装测量相关技术要求、道路施工测量监理控制内容、管线工程测量监理控制内容。

7) 变形监测

本章主要描述了核电厂施工期间监理控制内容、成果资料提交监理检查内容。

三、 主要试验（或验证）情况

不涉及试验（或验证）的情况。

四、 标准中涉及专利的情况

不涉及相关专利的权利要求和具体内容。

五、 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

有助于行业的有序发展，促进规范化管理，促进技术发展，提高行业竞争力。

六、 与国际、国外标准对比情况

在标准制订过程中，主要参考了国内核电工程建设实际情况，结合国家测量相关要求，考虑一定的统一性、前瞻性。未收集到国际、国外相关标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

相关内容符合《工程测量标准》（GB50026）、《核电厂工程测量技术规范》（GB50633）等的相关要求，做到与国内现行相关法律、法规、规章及相关标准的兼容性和一致性。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无

九、标准性质的建议说明

标准为自愿性标准。经实施效果良好，且符合国家标准、行业标准制订要求的情况下可申请转化为国家标准或行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

标准经批准后，由团标办公室统一编号、协会发布，并在协会网站和全国团体标准信息平台上布。标准为自愿性标准，协会会员单位及其他有关单位可自愿采用。

十一、废止现行相关标准的建议

标准为首次制订，故没有需要废止的现行标准。

十二、必要专利信息披露情况说明

无

十三、其他应予说明的事项

无

《核电厂建安工程测量监理技术指南》编写组

2023年02月10日

附件 2

团 体 标 准

T/CHINA XXX-202X

核电厂建安工程测量监理技术指南

Technical guide for survey supervision of nuclear
power plant construction and installation engineering
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施中国核工业勘

察设计协会发布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
3.1	术语	1
3.2	定义	3
4	总则	3
5	控制测量	3
5.1	一般规定	3
5.2	初级网布设要求及监理控制内容	4
5.3	次级网布设技术要求及监理控制内容	15
5.4	微网布设技术要求及监理控制内容	19
6	施工测量	23
6.1	一般规定	23
6.2	水工隧道测量监理控制内容	23
6.3	工业与民用建筑测量监理控制内容	25
6.4	核岛主要设备安装测量监理控制内容	27
6.4.1	核岛主要设备安装测量相关技术要求	27
6.5	道路施工测量监理控制内容	30
6.6	管线工程测量监理控制内容	32
7	变形监测	34
7.1	一般规定	34
7.2	施工期间监理控制内容	34
7.3	成果资料提交监理检查内容	35
	附录	36
	附录 A 监理控制程序流程图	36
	附录 B 平面控制点标志及标石的埋设规格	37
	附录 C 各等级高程控制点标志、埋石类型及要求	39
	附录 D 次级网点、微网点和测量通视孔标志、埋设规格及要求	41

1 范围

本标准规定了在测量质量控制过程中相关测量项目的基本要求。

本标准适用于电站及其附属建筑物（如工业厂房、民用建筑、水工构筑物等）项目的测量质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用起到辅助引用作用。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T50228	工程测量基本术语标准
GB 50633	核电厂工程测量技术规范
GB 50319	建设工程监理规范
GB 50026	工程测量标准
GB 50018	工程测量通用规范
JGJ8	建筑变形测量规范
GB /T12897	国家一、二等水准测量规范
GB/T 12898	国家三、四等水准测量规范
GB/T 17942	国家三角测量规范
CH 1002	测绘产品检查验收规定
CH 1003	测绘产品质量评定标准
CH/T 1004	测绘技术设计规定
CH 8016	全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程

3 术语和定义

3.1 术语

3.1.1 初级网 Primary Control Network

在测区平面、高程起算点（或国家等级控制点）基础上，为满足核电厂前期土建施工、附属工程的定位和放线、次级网的建立等，在整个核电厂区内所布设的一组有特定精度要求的控制网，包括平面控制网和高程控制网。

3.1.2 次级网 Secondary Control Network

在初级网基础上布设的,为满足平整后主厂区内建构筑物的施工定位和放线、设备安装、微网测设、变形监测及局部控制加密等,由覆盖于核岛等主要厂房周围的、多个观测墩表示的一组平面和高程控制点所组成的独立网。

3.1.3 微网 Micro-grid Control Network of Factory Building

由定位在核岛、常规岛等主体厂房内混凝土基础平台上的多个测量标志组成的,为满足各厂房内部的建筑施工定位和放线、设备安装和检查、变形监测及局部控制加密等,由次级网确定的微型精密工程测量控制网。

3.1.4 三角形网 triangular network

由一系列相连的三角形构成的测量控制网。是对以往三角网、三边网和边角网的统称。

3.1.5 核电厂 nuclear power station

利用原子核裂变反应放出的核能来发电的发电厂,通常由一回路系统和二回路系统两大部分组成。

3.1.6 观测时段 observation session

测站上开始接收卫星信号到停止接收,连续观测的时间间隔称为观测时段,简称时段。

3.1.7 同步观测 simultaneous observation

两台或两台以上接收机同时对同一组卫星进行的观测。

3.1.8 同步观测环 simultaneous observation loop

三台或三台以上接收机同步观测所获得的基线向量构成的闭合环。

3.1.9 独立观测环 independent observation loop

由非同步观测获得的基线向量构成的闭合环。

3.1.10 数据剔除率 percentage of data rejection

同一时段中,删除的观测值个数与获取的观测值总数的比值。

3.1.11 天线高 antenna height

观测时接收机天线相位中心至测站中心标志面的高度。

3.1.15 参考站 Reference station

在一定的观测时间内,一台或几台接收机分别固定在一个或几个测站上,一直保持路口跟踪观测卫星,其余接收机在这些测站的一定范围内流动设站作业,这些固定测站就称为参考站。

3.1.16 GPS 静态定位测量 static GPS positioning

通过在多个测站上进行若干时段同步观测,确定测站之间相对位置的 GPS 定位测量。

3.1.17 GPS 快速静态定位测量 rapid static GPS positioning

利用快速整周模糊度解算法原理所进行的 GPS 静态定位测量。

3.1.18 单基线解 single baseline solution

在多台 GPS 接收机同步观测中,每次选取两台接收机的 GPS 观测数据解算相应的基线向量。

3.1.19 多基线解 multi—baseline solution

从 m ($m \geq 3$) 台 GPS 接收机同步观测值中, 由 $m-1$ 条独立基线构成观测方程, 统一解算出 $m-1$ 条基线向量。

3.2 定义

无。

4 总则

4.1 为规范建设工程及国防工程中测量专业工作, 保证工程质量, 为优化设计、指导施工提供可靠、标准的依据, 确保工程建设中测量外业工作和内业工作, 做到科学、简捷、合理, 特制定本标准。

4.2 本标准适用民用工程、核电工程在设计阶段、施工建造阶段的测量监理工作。

4.3 建筑工程测量应综合考虑工程设计方案、建设场地工程地质、水文地质条件、工程特点、施工方案等因素, 制定合理的测量方案, 精心组织实施监测。

4.4 测量工作整体遵守“先整体后局部”的思路, 选择测法要科学、简捷, 仪器选用恰当, 使用精心。在满足工程需要前提下, 做到省工、省时、省费用。坚持现场放线与内业计算步步校核的工作方法。严格审核测量原始数据, 为各专业提供真实、有效的原始数据。

4.5 测量工作所形成数据的汇交、保管、公布、利用、销毁应当遵守有关保密法律、法规的规定, 采取必要的保密措施, 保障测量成果的安全。

5 控制测量

5.1 一般规定

5.1.1 核电厂建安工程阶段控制网等级划分依次为初级网、次级网、微网。前期选址阶段的地形测量、地质勘察等专题涉及的控制测量工作应按照国家现行有关标准执行。

5.1.2 各级控制网点应结合设计要求与现场实际情况进行合理布置。控制点埋设应稳定可靠, 满足各阶段施工需求。

5.1.3 各级控制网平面坐标应确定规划设计阶段坐标系统与建安阶段施工坐标系统之间的换算关系。高程系统宜与规划设计阶段的高程系统一致。

5.1.4 施测前收集有关的测量资料, 并对其进行复核, 在满足精度要求的前提下对各级控制网进行测量。

5.1.5 测量所使用的仪器和相关设备, 使用前应进行检查、验证及校准, 对于强检仪器设备应在检定有效期内。对所使用的平差软件, 应进行测试或验证。

5.1.6 控制网建立及复测单位应具有相应的资质和匹配的测量设备和人员。

5.1.7 各级控制网施测前编写工作方案, 报委托方或监理方审批后实施。施测完成后, 成果

资料报委托方或监理方进行验收。

5.2 初级网布设要求及监理控制内容

5.2.1 初级网布设原则

- a) 应全面规划、因地制宜、经济合理、考虑发展。
- b) 初级平面控制网应根据所收集的测区平面起算点和总体规划设计图资料,并结合现场踏勘情况综合分析,进行优化设计,宜布设成卫星定位测量控制网或三角形网等形式。
- c) 初级高程控制网布设应符合下列规定:
 - 初级高程控制点点位一般与初级平面控制点为同一点。
 - 由于其他原因水准路线难以到达,在场地相对稳定的区域可以单独布置初级网水准点。
 - 水准点间距宜小于 1km 且不少于 3 个水准点。

5.2.2 选点埋石要求

5.2.2.1 初级卫星定位测量平面控制网点点位的选定和埋设

- a) 点位应选在土质坚实、稳固可靠的地段,同时应方便观测、加密和扩展。
- b) 点位应对空开阔,高度角在 15° 以上的范围内,应无障碍物;点位周围不应有强烈干扰接收卫星信号的干扰源或强烈反射卫星信号的物体,距大功率无线电发射源宜大于 200m,距高压输电线路或微波信号传输通道宜大于 50m。
- c) 宜利用符合要求的原有控制点。
- d) 初级网点点位宜埋设在基岩上、进入强风化 0.5m 或进入原状土(冻土层以下)1m,质地坚硬,便于施测、利于长期保存的地方。埋设完成后,应绘制点之记,并设置指示桩。初级网点埋石规格应符合本规程附录 B 的规定。

5.2.2.2 初级三角形网点点位的选定和埋设

- a) 点位应选定在稳固地段,视野应开阔且方便加密、扩展和寻找。
- b) 相邻点之间应通视,视线距障碍物的距离应以不受旁折光的影响为原则;当采用电磁波测距时,相邻点之间视线应避开烟囱、散热塔、散热池等发热体及强电磁场;相邻两点之间的视线倾角不宜过大。

5.2.2.3 初级高程控制网点点位的选定和埋设

- a) 距离建(构)筑物不宜小于 25m,距离回填土边缘不宜小于 15m。
- b) 应将点位选在土质坚实、稳固可靠的地方,便于寻找、保存和引测;
- c) 采用数字水准仪作业时,水准路线应避开电磁场的干扰;
- d) 水准点标志、埋石应符合本规程附录 C 的规定。
- e) 初级高程控制网应根据测区高程起算点、地形图等资料及现场踏勘情况,按水准网

要求布设成闭合环线、附和路线或结点网。

5.2.3 观测的相关技术要求

5.2.3.1 初级卫星定位测量平面控制网

a) 初级卫星定位测量平面控制网主要技术要求应符合表 5.2.3-1 的规定。

表 5.2.3-1 初级卫星定位测量平面控制网的主要技术要求

等级	平均边长 d (km)	固定误差 A (mm)	比例误差系数 B (mm/km)	约束点间的边长 相对中误差	约束平差后最弱 边相对中误差
初级网	1.0	≤5	≤2	≤1/100000	≤1/40000

b) 初级卫星定位测量平面控制网的观测宜采用静态作业模式按表 5.2.3-2 执行。

表 5.2.3-2 初级卫星定位测量平面控制网观测的技术要求

等级		初级网
接收机类型		多频或双频
仪器标称精度		5mm+2×10 ⁻⁶
观测量		载波相位
卫星高度角 (°)	静态	≥15
有效观测卫星数	—	≥5
有效观测时段长度 (min)	—	≥60
数据采样间隔 (s)	—	10~30
PDOP	—	≤6

c) 监理单位应对卫星定位测量平面控制网测站作业进行下列内容检查：

- 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、接收机的内存和可存储空间是否充足。
- 天线安置的对中偏差不应大于 2mm；开关机各量取一次天线高，量取应精确至 1mm，较差不应大于 2mm，天线高取中值。
- 观测中，不应在接收机近旁使用无线电通信工具，并应禁止人员和其他物体触碰天线或阻挡卫星信号。
- 遇雷雨、大雪、大风等恶劣天气时，应停止作业。
- 作业过程中不应进行接收机关闭又重新启动、改变卫星截止高度角、改变数据采样间隔和改变天线位置等操作。
- 作业时应做好测站记录，包括控制点点名、测量人员、日期、接收机序列号、仪器高、开关机时间、天气、仪器状态等相关的测站信息。
- 初级卫星定位测量控制网数据处理准备应符合现行规范要求。
- 卫星定位测量平面控制测量外业观测的全部数据应经同步环、异步环或附和路

线、重复基线检核，并应符合规范及相关规定。

5.2.3.2 初级三角形测量平面控制网

a) 初级三角形测量平面控制网主要技术要求应符合表 5.2.3-3 的规定。

表 5.2.3-3 初级三角形网测量的主要技术要求

等级	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测边相对中误差	最弱边边长相对中误差	测回数			三角形最大闭合差 (")
					0.5"级仪器	1"级仪器	2"级仪器	
初级	1	2.5	$\leq 1/100000$	$\leq 1/40000$	2	4	6	9

- b) 初级三角形测量平面控制网中的角度宜全部观测，边长可根据需要选择观测或全部观测。观测的角度和边长均应作为三角形网中的观测量参与平差计算。
- c) 控制网定向时，方位角传递宜联测 2 个已知方向。
- d) 初级三角形测量控制网的水平角观测宜使用全站仪，监理单位应对以下主要技术指标进行旁站或检查：
- 照准部旋转轴正确性指标应按管水准气泡或电子水准器长气泡在各位置的读数较差衡量，对于 0.5"级和 1"级仪器不应超过 0.3 格，2"级仪器不应超过 1 格。
 - 望远镜视轴不垂直于横轴指标值，对于 0.5"级和 1"级仪器不应超过 6"，2"级仪器不应超过 8"。
 - 全站仪的补偿器在补偿区间，对观测成果的补偿应满足要求。
 - 光学（激光）对中器的视轴（激光束）与竖轴的重合偏差不应大于 1mm。
- e) 三角形网的水平角观测宜采用方向观测法，并应符合下列规定：
- 水平角方向观测法的技术要求应符合表 5.2.3-4 的规定。

表 5.2.3-4 水平角方向观测法的技术要求

等级	仪器精度等级	半测回归零差限值 (")	一测回内 2C 互差限值 (")	同一方向值各测回较差限值 (")
初级网	0.5"级仪器	≤ 3	≤ 5	≤ 3
	1"级仪器	≤ 6	≤ 9	≤ 6
	2"级仪器	≤ 8	≤ 13	≤ 9

注：当某观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 的范围时，一测回内 2C 互差可按相邻测回同方向进行比较，比较值应满足表中一测回内 2C 互差的限值。

- 当观测方向不多于 3 个时，可不归零；当观测方向多于 6 个时，可进行分组观测。分组观测应包括两个共同方向，其中一个应为共同零方向。两组观测角之差，不应大于测角中误差的 2 倍。分组观测的最后结果，应按等权分组观测进行测站平差。

- 各测回间应按测回数配置度盘。当采用伺服马达全站仪进行多测回自动观测时，可不配置度盘。
- f) 水平角观测的测站作业时，监理单位应对以下作业内容进行旁站或抽查：
- 仪器及反光镜的对中偏差均不应大于 2mm。
 - 水平角观测过程中，气泡中心位置偏离整置中心不宜超过 1 格；在测回间宜重新整置气泡位置；有垂直轴补偿器的仪器可不受此要求限制。
 - 若受振动等外界因素的影响，仪器的补偿器无法正常工作或超出补偿器的补偿范围时，应停止观测。
- g) 水平角观测误差超限时，应重测并符合下列规定：
- 一测回内 2C 互差或同一方向值各测回较差超限时，应重测超限方向，并应联测零方向。
 - 下半测回归零差或零方向的 2C 互差超限时，应重测该测回。
 - 若一测回中重测方向数超过总方向数的 1/3 时，应重测该测回；每站当重测的测回数超过总测回数的 1/3 时，应重测本测站。
 - 每日观测结束后，应对外业记录进行检查。当使用电子记录时，应保存原始观测数据，打印输出相关数据和预先设置的各项限差。
- h) 角度测量数据处理应符合下列规定：
- 观测数据中含有偏心测量成果时，应先进行归心改正计算。
 - 应进行三角形测量平面控制网的测角中误差计算。
- i) 控制网边长宜采用全站仪测距，测距主要技术要求符合表 5.2.3-5 的相应规定：

表 5.2.3-5 测距的技术要求

控制网等级	仪器精度等级	每边测回数		一测回读数 较差（mm）	单程各测回 较差（mm）	往返测距 较差（mm）
		往	返			
初级网	I 级	2	2	≤2	≤3	≤ 2（a + bD）

注 1：一测回是全站仪盘左、盘右各测量 1 次的过程；测量一次指照准目标一次，读数 4 次的过程。

注 2：困难情况下，测边可采用不同时间段测量代替往返观测。

- j) 测距作业时，监理单位应对以下作业内容进行旁站或抽查：
- 仪器及反光镜的对中偏差不应大于 2mm。
 - 分别量取两端点观测始末的气象数据，计算时应取平均值。
 - 测量气象元素的温度计宜采用通风干湿温度计，气压表宜选用空盒气压表；读数前应将温度计悬挂在离开地面和人体 1.5m 以外且阳光不能直射的地方，读数应精确至 0.2℃；气压表应置平，指针不应滞阻，读数应精确至 0.5hPa。
 - 当观测数据超限时，应重测整个测回；若观测数据出现系统性误差时，应分析

原因，并应采取相应措施重新观测。

- 每日观测结束后，应对外业记录进行检查。当使用电子记录时，应保存原始观测数据，打印输出相关数据和预先设置的各项限差。
- k) 测距边的精度评定按照《核电厂工程测量技术规范》GB 50633-2010 执行。
- l) 测区需要进行高斯投影时，方向观测值应进行方向改化，方向改化应按照《核电厂工程测量技术规范》GB 50633-2010 执行。
- m) 三角形网外业观测结束后，应计算网的各项条件闭合差。各项条件闭合差应按照《核电厂工程测量技术规范》GB 50633-2010 执行。
- n) 三角形测量平面控制网内业计算中数值取位要求应符合表 5.2.3-6 规定：

表 5.2.3-6 内业计算中数值取位要求

等级	观测方向值及各项改正数 (″)	边长观测值及各项修正数 (m)	边长与坐标 (m)	方位角 (″)
初级网	0.1	0.001	0.001	0.1

5.2.3.3 初级高程控制网

- a) 初级高程控制网的测量等级应根据最弱点高程中误差的精度要求及水准路线的长度合理选择，但不应低于《工程测量标准》GB50026-2020 中四等水准。当遇到水准路线无法到达的初级网点可采用三角高程测量或卫星定位拟合高程。
- b) 初级高程控制网水准测量技术要求应符合表 5.2.3-7 的规定：

表 5.2.3-7 水准测量的主要技术要求

等级	每千米高差全中误差 (mm)	符合路线长度 (km)	水准仪级别	水准尺	观测次数		往返较差、附和或环形闭合差 (mm)	
					与已知点联测	附和或环形	平地	山地
三等	6	≤50	DS1、DSZ1	条码钢瓦、线条式钢瓦	往返各一次	往一次	$12\sqrt{L}$	$4\sqrt{n}$
			DS3、DSZ3	条码式玻璃钢、双面		往返各一次		
四等	10	≤16	DS3	条码式玻璃钢、双面	往返各一次	往一次	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$

注 1：结点间或结点与高级点间水准路线的长度，不应大于表中规定的 70%。

注 2：L 为往返测段、附和或环线的水准路线长度 (km)，n 为测站数。

- c) 水准测量所使用的仪器及水准尺应符合下列规定，监理单位应对其进行旁站或抽查：
 - 水准仪视准轴与水准管轴的夹角 i ，DS1、DSZ1 型不应超过 15″，DS3、DSZ3 型不应超过 20″。
 - 补偿式自动安平水准仪的补偿误差 $\Delta \alpha$ ，三等水准不应超过 0.5″。
 - 水准尺上的米间隔平均长与名义长之差，线条式钢瓦水准尺不应超过 0.15mm，

条形码尺，不应超过 0.10mm，木质双（单）面水准尺，不应超过 0.5mm。

d) 数字水准仪观测的主要技术要求应符合表 5.2.3-8 的规定。

表 5.2.3-8 数字水准仪观测的主要技术要求

等级	水准仪级别	水准尺类别	视线长度(m)	前后视的距离较差(m)	前后视的距离较差累积(m)	视线离地面最低高度(m)	测站两次观测的高差较差(mm)	数字水准仪重复测量次数
三等	DSZ1	条码式 钢瓦	100	2.0	5.0	0.45	1.5	2
四等	DSZ1	条码式 钢瓦	100	3.0	10.0	0.35	3.0	2
	DSZ1	条码式 玻璃钢	100	3.0	10.0	0.35	5.0	2

注 1：三等数字水准测量观测顺序应为后—前—前—后；四等数字水准测量观测顺序应为后—后—前—前；

注 2：水准观测时，若受地面振动影响时，应停止测量。

e) 光学水准仪观测的主要技术要求应符合表 5.2.3-9 的规定。

表 5.2.3-9 光学水准仪观测的主要技术要求

等级	水准仪级别	视线长度(m)	前后视距差(m)	任一测站前后视距差累积(m)	视线离地面最低高度(m)	基、辅分化或黑、红面读数较差(mm)	基、辅分化或黑、红面所测高差较差(mm)
三等	DS1、 DSZ1	100	3.0	6.0	0.3	1.0	1.5
	DS3、 DSZ3	75				2.0	3.0
四等	DS3、 DSZ3	100	5.0	10.0	0.2	3.0	5.0

注 1：三等光学水准测量观测顺序应为后—前—前—后；四等光学水准测量观测顺序应为后—后—前—前；

注 2：三、四等水准所采用变动仪器高度观测单面水准尺时，所测两次高差较差，应与黑、红面所测高差之差的要求相同。

注 3：两次观测高差较差超限时应重测。重测后，应将重测结果与原测结果分别比较，较差不超过限值时，应取两次测量结果的平均数。

- f) 水准路线需跨越江河、湖塘、宽沟、洼地、山谷等时，应符合下列规定：
- 水准作业场地应选在跨越方便的地方，标尺点应设立木桩或选择符合要求的固定标志。
 - 两岸测站和立尺点应对称布设；跨越距离小于 200m 时，可采用单线过河；大于 200m 时，应采用双线过河并组成四边形闭合环；往返较差、环线闭合差应符合本规程表 5.2.7-1 的规定。
 - 跨河水准观测的主要技术要求应符合表 5.2.3-10 的规定。

表 5.2.3-10 跨河水准观测的主要技术要求

跨越距离 (m)	观测次数	单程测回数	半测回远尺 读数次数	测回差 (mm)	
				三等	四等
<200	往返各一次	1	2	—	—
200~400	往返各一次	2	3	8	12

注 1：一测回的观测顺序应为先读近尺，再读远尺；仪器搬至对岸后，不动焦距先读远尺，再读近尺；

注 2：当采用双向观测时，两条跨河视线长度宜相等，两岸岸上长度宜相等，并应大于 10m；当采用单向观测时，可分别在上午、下午各完成半数工作量。

- 当跨越距离小于 200m 时，也可采用在测站上变换仪器高度的方法进行，两次观测高差较差不应超过 7mm，应取平均值作为观测高差。
- g) 初级网高程电磁波测距三角高程测量的主要技术要求应符合表 5.2.3-11 的规定。

表 5.2.3-11 电磁波测距三角高程测量主要技术要求

等级	每千米高差全中误差 (mm)	边长 (km)	观测方式	对向观测高 差较差 (mm)	附合或环形 闭合差 (mm)
四等	10	≤1	对向观测	$40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\sum D}$

注：D 为测距边的长度 (km)。

- h) 电磁波测距三角高程观测的主要技术要求应符合表 5.2.3-12 的规定：

表 5.2.3-12 电磁波测距三角高程观测的主要技术要求

等级	垂直角观测				边长测量	
	仪器精度等级	测回数	指标差较差 (″)	测回较差 (″)	仪器精度等级	观测次数
四等	2″ 级仪器	3	≤7	≤7	≤10mm 级	往返各一次

- i) 三角高程测量的数据处理应符合按照《核电厂工程测量技术规范》GB 50633-2010 执行。内业计算值取位应精确至 1mm。
- j) 初级网卫星定位高程测量宜与初级网卫星定位测量平面控制测量一起进行。卫星定位观测的技术要求应符合本规范第 5.2.3 节初级卫星定位测量平面控制网中的有关规定。
- k) 初级网卫星定位高程测量的主要技术要求应符合下列规定：
 - 初级网卫星定位高程应与测区四等及以上的水准点联测。联测的水准点宜分布在测区四周和中央。若测区为带状地形，则联测的水准点应分布于测区两端及中部。
 - 联测点数量不应少于 3 个。
 - 地形高差变化较大的地区应适当增加联测的点数。
- l) 初级网卫星定位拟合高程计算应符合规范及相关规定。

5.2.4 次级网建立前，初级网应定期复测。初级网每期复测的结果应与当前使用的成果进行较差分析，当较差不超过较差中误差的 2 倍时，宜采用原测量成果。。

5.2.5 监理控制要点及监理控制内容

5.2.5.1 测量方案审查要点（H 点、R 点）

- a) 观测人员配置须满足观测任务需求。
- b) 观测设备标称精度须满足观测技术要求。
- c) 观测及数据处理方法须符合本规程及相关国家规范规定。
- d) 若测量方案需经专家组织审查，需检查测量方案专家评审意见及测量单位针对专家意见整改情况。

5.2.5.2 控制点点位验收要点（H 点）

- a) 对于卫星定位测量初级网点，注意选择在对空开阔，高度角在 15° 以上的范围内，应无障碍物；点位周围不应有强烈干扰接收卫星信号的干扰源或强烈反射卫星信号的物体，距大功率无线电发射源宜大于 200m，距高压输电线路或微波信号传输通道宜大于 50m；

点位布设合理性采用以下方法进行检查：

- 核查 GNSS 布点图，分析点位分布能否满足下一道工序（加密、测图等）生产需求，是否符合设计要求；
- 核查 GNSS 网图、基线处理报告等资料，分析基线平均边长、相邻点间最大距离、相邻点间最小距离是否符合规范及设计要求。
- 实地点位符合性采用以下方法进行检查：
- 实地检查点位周围视野是否开阔，视场内障碍物的高度角是否符合规范及设计要求；

- 实地检查点位与大功率无线电发射源、高压输电线和微波无线电信号传送通道距离是否符合规范及设计要求；
 - 实地检查点位附近是否容易产生多路径效应，是否存在大面积水域、大型建（构）筑物等；
 - 实地检查点位是否便于安装接收设备及仪器操作；
 - 实地检查地面基础是否稳定，是否有利于标石的长期保存；
 - 实地检查点位是否有利于其他测量手段进行扩展与联测（通视条件等）。
- b) 对于三角形网测量初级网点，点位应选定在稳固地段，视野应开阔且方便加密、扩展和寻找；相邻点之间应通视，视线距障碍物的距离应以不受旁折光的影响为原则；当采用电磁波测距时，相邻点之间视线应避开烟囱、散热塔、散热池等发热体及强电磁场；相邻两点之间的视线倾角不宜过大。

点位布设合理性采用以下方法进行检查：

- 结合测区概况和三角形网布网要求，分析网形结构的合理性；
 - 核查三角形网图、技术总结等相关资料，分析三角形网平均边长、起算点分布及点位情况等是否符合规范及设计要求；
 - 实地点位选择的合理性采用以下方法进行检查：
 - 实地检查地质、地理条件是否利于点位稳定，且利于保护；
 - 实地检查点位是否利于观测和扩展。
- c) 对于单独布设的初级网高程点，点位距离建（构）筑物不宜小于 25m，距离回填土边缘不宜小于 15m；点位应便于寻找、保存和引测；采用数字水准仪作业时，水准路线应避开电磁场的干扰；
- d) 点位宜埋设在基岩上、进入强风化 0.5m 或进入原状土（冻土层以下）1m，质地坚硬，便于施测、利于长期保存的地方。埋设完成后，应绘制点之记，并设置指示桩。
- e) 初级网点埋石规格应符合本规程附录 B 的规定。单独布设的水准点标志、埋石应符合本规程附录 C 的规定。

5.2.5.3 现场人员、仪器设备审查要点（H 点）

- a) 观测人员应与测量方案一致。
- b) 观测所使用 GNSS 接收机、全站仪、水准仪等应具有相关检定合格证书，精度应满足规范要求。

5.2.5.4 观测环境审查要点（W 点，不少于观测工作量 10%）

- a) 观测条件需气象改正时，需配备温度计和气压盒。
- b) 读数前应将温度计悬挂在离开地面和人体 1.5m 以外且阳光不能直射的地方，读数应精确至 0.2℃；气压表应置平，指针不应滞阻，读数应精确至 0.5hPa。
- c) 观测前应将仪器设备预热和静置。

5.2.5.5 现场观测审查要点（W 点，不少于本次观测工作量 10%）

- a) 水平角观测前，应按测量方案及本规程规定设置度盘。
- b) 水平角观测测回数、观测相关技术指标应符合测量方案及本规程规定。
- c) 水准测量不同等级下测站前后尺观测顺序应符合测量方案及本规程规定。
- d) GNSS 静态测量时，接收机观测时间及相关观测参数设置应符合测量方案及本规程规定。
- e) 手工记录时，实际测量数据的平均值应在现场即时算出。当采用电子记录时，观测完毕后应及时将原始测量数据输出备份，编辑打印后还应加注必要的说明。所有原始记录均应经过检查校核后再使用。

5.2.5.6 外业验收要点（W 点，不少于本次观测工作量 10%）

- a) 卫星定位测量初级网平面控制测量成果实地检测包括以下内容：
 - 以不低于所检项目原测精度的技术要求和检测方法，外业实地对抽查的样本单位成果进行检测。检测时，将样本点与项目使用起算点或认定可靠的其他相同基准的高等级点进行 GNSS 联测，平差计算一套样本点坐标成果，将其与提交成果进行比较，分析是否存在粗差。也可以使用测距仪等仪器设备对边长进行复测，检查是否存在粗差。

当出现下列情况之一时，认定成果中存在粗差：

- 同精度检测，点位较差或相邻点基线分量较差大于规范及设计要求中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍或限差的 $\sqrt{2}$ 倍；
- 高精度检测，点位较差或相邻点基线分量较差大于规范及设计要求 2 倍的中误差或限差；
- 同精度检测，基线或边长较差的相对误差大于规范及设计要求 $\sqrt{2}$ 倍的相对精度或最弱边相对中误差；
- 高精度检测，基线或边长较差的相对误差大于规范及设计要求的相对精度或最弱边相对中误差。

- b) 三角形网测量初级网点平面控制测量成果实地检测包括以下内容：

点位及边长中误差实地检测方法如下：

- 以不低于所检项目原测精度的技术要求和检测方法，外业实地对抽查的样本单位成果进行检测。检测时，将样本点与项目使用起算点或认定可靠的其他相同基准的高等级点进行三角形网联测，平差计算一套样本点坐标成果，将其与提交成果进行比较，分析是否存在粗差。也可以使用测距仪等仪器设备对边长进行复测，检查是否存在粗差。

当出现下列情况之一时，认定成果中存在粗差：

- 同精度检测，点位较差大于规范及设计要求中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍或限差的 $\sqrt{2}$ 倍；

- 高精度检测，点位较差大于规范及设计要求 2 倍的中误差或限差；
- 同精度检测，边长较差的相对误差大于规范及设计要求 $\sqrt{2}$ 倍的相对精度或最弱边相对中误差；
- 高精度检测，边长较差的相对误差大于规范及设计要求的相对精度或最弱边相对中误差。

c) 测角中误差实地检测方法如下：

- 以不低于所检项目原测精度的技术要求和技术方法，外业实地对抽查的样本单位成果所涉及的角度进行检测，内业将检测角度值与提交成果进行比较，分析是否存在粗差。

当出现下列情况之一时，认定成果中存在粗差：

- 同精度检测，角度较差大于规范及设计要求中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍或限差的 $\sqrt{2}$ 倍；
- 高精度检测，角度较差大于规范及设计要求 2 倍中误差或限差。
- 初级网点高程控制测量成果实地检测采用水准测量的方式进行，以不低于所检项目原测精度的技术要求和技术方法，对抽查的样本测段进行外业实地检测，要求如下：
 - 检测时，可对样本测段及项目使用起算点或认定可靠的其他相同基准的高等级点进行水准联测，平差计算出一套样本点高程(或测段高差)成果，将其与提交成果进行比较，分析是否存在粗差。
 - 若采用同精度检测，测段高差较差应不大于 $\sqrt{2}$ 倍的限差要求；若采用高精度检测，测段高差较差应不大于规范及技术设计书规定的限差要求。若满足限差要求，则认定样本中没有粗差。
 - 以样本测段高差和原测高差进行比对，计算得出检测高差较差及中误差，以检验成果资料中的精度指标评定数学精度。

5.2.5.7 成果报告验收要点（R 点）

控制测量的各项工作完成后，提交的待验收资料宜包含下列内容：

- a) 经审批的测量方案。
- b) 外业测量原始记录复印件。每项测量工作的原始观测记录应填写齐全，内容应包括角度、距离和高程测量的观测数据，以及仪器、观测、记录、日期、天气、仪器高、温度、气压、相对湿度、水准路线等有关的记事项目，均应采用钢笔或铅笔记录在规定格式的手簿中。
- c) 各种测量仪器和工具的检验检定证书或资料。
- d) 平差报告、成果表及点之记。控制网的内业处理应采用严密平差。平面控制网平差计算结果应表示出验后单位权中误差、观测值的改正数和平差值、点位坐标成果、点位坐标中误差和相邻点间误差等数据；高程控制网平差计算结果应表明点位高程、

点位高程中误差、每千米高差全中误差、每千米高差偶然中误差等数据。

- c) 技术报告。技术报告中应对观测工作、数据处理工作等各项工作描述详实且符合本规程规定。确定最终成果符合坐标中误差不应大于±2cm，最弱点高程中误差不应超过±1cm（对于卫星定位测量高程拟合视实际情况确定。）技术成果报告需经专家审查的需检查成果资料专家评审意见及测量单位针对专家意见整改情况。

5.2.5.8 检验后的处理

检查中发现有不符合技术标准、技术设计书或其它有关技术规定的产品时，应及时提出处理意见，交被检单位进行改正。当问题较多或性质较严重时，可将部分或全部产品退回被检单位，令其重新检查和处理，然后再进行检查，直到检查合格为止。

5.3 次级网布设技术要求及监理控制内容

5.3.1 次级网布置原则、选点埋设通用要求

- a) 次级平面控制网布置应遵循以下原则：
- 应依初级网进行定位、定向。
 - 点位宜按核电厂总平面布置图和施工总布置图布设并满足厂区内主要建筑物施工测设的需要。
 - 控制网的平均边长宜为 200m，网型宜采用三角形网。
- b) 次级平面控制网点埋设应符合下列规定。
- 次级网标石应采用有强制对中装置的钢筋混凝土观测墩。观测墩形式应符合本规程附录 D 的规定。
 - 次级网点观测墩基础应建立在基岩上或稳定地层上。
 - 新建的观测墩应进行养护，待达到稳定状态后再开始观测。
- c) 次级高程控制点宜与平面控制点共墩建设。宜在平面控制点的观测墩下部某一侧设置水准点标志。观测墩水准标志的设置应符合本规程附录 D 的规定。

5.3.2 次级网观测的相关技术要求

- a) 次级平面控制网的主要技术要求应符合表 5.3.2-1 的规定。

表 5.3.2-1 次级平面控制网的主要技术要求

等级	平面坐标中误差(mm)	相邻点相对点位中误差(mm)	平均边长(m)	测角中误差(″)	测边相对中误差	水平角观测测回数		三角形最大角度闭合差(″)
						DJ05	DJ1	
次级网	2.0	2.0	200	1.8	1/150000	4	6	7.0

- b) 次级平面控制网采用三角形网形式，应符合下列规定。
- 水平角测量应在目标成像清晰稳定的有利观测时间进行。
 - 观测过程中应注意始终保持照准部水准气泡居中。在测回间须重新整平仪器。

- 仪器的转动应平稳、匀称，照准目标时，应按规定方向旋转。
 - 为消除或减弱度盘分划误差的影响，应使水平角观测各测回均匀地分配在度盘的不同位置上。须事先编制观测度盘表。
- c) 每期水平角测量开始前，应对全站仪运行状况及各项指标差进行检验。
- d) 水平角观测宜采用全站仪全圆方向观测法。每半测回每方向宜 2 次照准读数，各方向值应取多测回平均值。其技术要求应符合表 5.3.2-2 的规定。

表 5.3.2-2 水平角全圆方向观测法的技术要求

等级	仪器精度等级	两次照准目标读数差 (″)	半测回归零差 (″)	一测回内 2C 互差 (″)	同一方向值各测回互差 (″)
次级网	DJ05	1.5	4	8	4
	DJ1	4	6	9	6

注：当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 的范围时，该方向 2C 互差可按相邻测回同方向进行比较，其值应符合表中一测回内 2C 互差的限值。

- e) 当观测方向不多于 3 个时，可不归零；当观测方向多于 6 个时，可进行分组观测。分组观测应包括两个共同方向，其中一个应为共同零方向。两组观测角之差，不应大于测角中误差的 2 倍。分组观测的最后结果，应按等权分组观测进行测站平差。
- f) 水平角观测成果的重测与取舍
- 一测回内 2C 互差或同一方向值各测回较差超限时，应重测超限方向，并应联测零方向。
 - 下半测回归零差或零方向的 2C 互差超限时，应重测该测回。
 - 若一测回中重测方向数超过总方向数的 1/3 时，应重测该测回；每站当重测的测回数超过总测回数的 1/3 时，应重测本测站。
 - 每日观测结束后，应对外业记录进行检查。当使用电子记录时，应保存原始观测数据，打印输出相关数据和预先设置的各项限差。
- g) 边长采用电磁波测距方法，观测数据不得进行高斯投影改化，宜将观测边长归算到核岛、常规岛等主厂房区域的厂平标高面上，并应符合表 5.3.2-3 的规定。

表 5.3.2-3 电磁波测距的技术要求

等级	测距仪精度等级	每边测回数		一测回读数较差限值 (mm)	单程测回间较差限值 (mm)	气象数据测定最小读数		往返或时段间较差限值 (mm)
		往	返			温度 ℃	气压 Pa	
次级网	I 级	3	3	1.5	2	0.2	50	$2(a + b \cdot D \cdot 10^{-6})$

注 1：一测回是全站仪盘左、盘右各测量 1 次的过程；测量一次指照准目标一次，读数 4 次的过程；

注 2：测量斜距，应经气象改正和仪器的加、乘常数改正后再进行水平距离计算；

注 3：计算测距往返较差的限差时，a、b 分别为所使用测距仪标称精度的固定误差和比例误差。

h) 垂直角观测宜每半测回 2 次照准读数，并应取多测回的平均值。其主要技术要求应符合表 5.3.2-4 的规定。

表 5.3.2-4 垂直角观测的技术要求

等级	仪器精度等级	测回数	指标差较差（″）	测回较差（″）
次级网	DJ05	2	4	4
	DJ1	4	6	6

- i) 次级平面控制网数据处理应符合下列规定
- 次级平面控制网外业观测结束后，外业原始记录和起算数据均应进行严格检查；计算各项技术指标，技术指标应符合表 5.3.2-1、表 5.3.2-2、表 5.3.2-3 规定。
 - 使用软件进行严密平差，平差成果各项指标应满足表 5.3.2-1 要求。
 - 次级平面控制网成果应精确至 0.1mm。
- j) 次级高程控制网采用水准测量方法，其网型宜布设成闭合环线、结点网或附合水准路线。次级高程控制网的主要技术要求应符合表 5.3.2-5 的规定。

表 5.3.2-5 次级高程控制网的主要技术要求

等级	每千米高差全中误差（mm）	相邻点高差中误差（mm）	每站高差中误差（mm）	与已知点联测、附合或环线观测次数	往返较差、附合或环线闭合差（mm）	检测已测高差较差（mm）
次级网	2.0	0.5	0.13	往返各一次	$0.3\sqrt{n}$	$0.5\sqrt{n}$

注：n 为测站数。

k) 次级网水准观测的主要技术要求应符合表 5.3.2-6 的规定。

表 5.3.2-6 次级网水准观测的主要技术要求

等级	水准仪级别	水准尺	视线长度（m）	前后视的距离较差（m）	前后视的距离较差累积（m）	视线离地面最低高度（m）	基本分划、辅助分划读数较差（mm）	基本分划、辅助分划所测高差较差（mm）
次级网	DS05、DSZ05	铟瓦	25	0.5	1.5	0.5	0.3	0.4

注 1：视距长度小于 5m、观测至 1m 以上高的混凝土观测墩墩面等特殊情况下，视线高度可适当放宽；

注 2：数字水准仪观测不受基、辅分划读数较差指标的限制，但测站两次观测的高差较差，应满足表中相应等级基、辅分划所测高差较差的限值。

注 3：DS05、DSZ05 级水准仪视准轴与水准管轴的夹角不得大于 10″。

- l) 次级高程控制网数据处理
- 次级高程控制网外业观测结束后，外业原始记录和起算数据均应进行严格检查，计算各项技术指标，技术指标不应大于表 5.3.2-5、表 5.3.2-6 规定。
 - 使用软件进行严密平差，平差成果各项指标应满足表 5.3.2-5 要求。

- 次级高程控制网成果应精确至 0.1mm。
- m) 施工建设期间，次级网应根据现场实际使用情况应定期维护和复测，每期复测的结果应与当前使用的成果进行较差分析，当较差不超过较差中误差的 2 倍时，宜采用原测量成果。

5.3.3 监理控制内容

- a) 测量方案审查要点（H 点、R 点）
 - 观测人员配置须满足观测任务需求。
 - 观测设备标称精度须满足观测技术要求。
 - 观测及数据处理方法须符合本规程及相关国家规定。
 - 若测量方案需经专家组织审查，需检查测量方案专家评审意见及测量单位针对专家意见整改情况。
- b) 控制点点位验收要点（H 点）
 - 点位宜按核电厂总平面布置图和施工总布置图布设并满足厂区内主要建筑物施工测设的需要。
 - 控制网的平均边长宜为 200m，网型宜采用三角形网。
 - 次级网点观测墩基础应建立在基岩上或稳定地层上。
 - 次级网标石应采用有强制对中装置的钢筋混凝土观测墩。
 - 次级高程控制点宜与平面控制点共墩建设。宜在平面控制点的观测墩下部某一侧设置水准点标志。
 - 新建的观测墩应进行养护，待达到稳定状态后再开始观测。
- c) 现场人员、仪器设备审查要点（H 点）
 - 观测人员应与测量方案一致。
 - 观测所使用全站仪、水准仪等应具有相关检定合格证书。
- d) 观测环境审查要点（W 点，不少于观测工作量 10%）
 - 观测条件需气象改正时，需配备温度计和气压盒。
 - 读数前应将温度计悬挂在离开地面和人体 1.5m 以外且阳光不能直射的地方，读数应精确至 0.2℃；气压表应置平，指针不应滞阻，读数应精确至 0.5hPa。
 - 观测前应将仪器设备预热和静置。
- e) 现场观测审查要点（W 点，不少于本次观测工作量 10%）
 - 水平角观测前，应按测量方案及本规程规定设置度盘。
 - 水平角观测测回数、观测相关技术指标应符合测量方案及本规程规定。
 - 水准测量不同等级下测站前后尺观测顺序应符合测量方案及本规程规定。
 - 手工记录时，实际测量数据的平均值应在现场即时算出。当采用电子记录时，观测完毕后应及时将原始测量数据输出备份，编辑打印后还应加注必要的说明。

所有原始记录均应经过检查校核后再使用。

f) 外业验收要点 (W 点, 不少于本次观测工作量 10%)

- 坐标误差不应大于 $\pm 4\text{mm}$ (取 2 倍平面坐标中误差作为极限误差)。
- 相邻点高差误差不应超过 $\pm 1\text{mm}$ (取 2 倍相邻点高差中误差作为极限误差)

g) 成果报告验收要点 (R 点)

控制测量的各项工作完成后, 提交的待验收资料宜包含下列内容:

- 经审批的测量方案。
- 外业测量原始记录复印件。每项测量工作的原始观测记录应填写齐全, 内容应包括角度、距离和高程测量的观测数据, 以及仪器、观测、记录、日期、天气、仪器高、温度、气压、相对湿度、水准路线等有关的记事项目, 均应采用钢笔或铅笔记录在规定格式的手簿中。
- 各种测量仪器和工具的检验检定证书或资料。
- 平差报告、成果表及点之记。控制网的内业处理应采用严密平差。平面控制网平差计算结果应表示出验后单位权中误差、观测值的改正数和平差值、点位坐标成果、点位坐标中误差和相邻点间误差等数据; 高程控制网平差计算结果应表明点位高程、点位高程中误差、每千米高差全中误差、每千米高差偶然中误差等数据。
- 技术报告。技术报告中应对观测工作、数据处理工作等各项工作描述详实且符合本规程规定。确定最终成果符合平面坐标中误差不应大于 $\pm 2\text{mm}$, 相邻点相对坐标中误差不大于 2mm , 高程中误差不应超过 $\pm 1\text{mm}$, 相邻点高差中误差不应超过 $\pm 0.5\text{mm}$ 。技术成果报告需经专家审查的需检查成果资料专家评审意见及测量单位针对专家意见整改情况。

5.4 微网布设技术要求及监理控制内容

5.4.1 微网布设原则、选点埋设通用要求

a) 微网平面控制点及通视孔位置的选定应符合下列规定:

- 厂房内部的微型平面控制网, 应由埋设在各厂房内底板基础上的多个基本控制点组成。底板以上各楼层的平面控制应以底板微网的平面控制点为基础。
- 应参照核反应堆、汽轮等厂房平面布置图, 根据其内部结构、形状、各楼层的设备分布情况及其施工方法选择点位, 尽量保证各点之间通视, 确有需要宜按加密网形式布设。
- 厂房内部微网, 其相邻点间距宜为 $5\text{m} \sim 30\text{m}$, 平均边长宜为 20m 。
- 底板微网平面点上方楼板上宜预留专用垂直通视孔, 同层微网点间连线上、浇筑墙体的合适高度处宜预埋适量的水平通视孔。
- 底板微网基本平面点、加密网点、垂直通视孔以及水平通视孔位置的选择应保

证投测至厂房最高层时至少还有 3 个互相通视的平面控制点。

- 微网平面控制点，一般设计为预埋于各层楼板混凝土基础面上的一块不锈钢板，钢板表面刻划为十字线，交点处冲一小孔代表点位中心，且孔心直径不宜超过 1mm。微网平面控制点的埋设规格应符合本规程附录 D 的规定。

b) 微网高程点的布设和埋设应符合下列规定

- 微网高程控制网应由埋设在各厂房内底板基础平台上的 2 个~3 个水准基点组成。
- 微网高程基准点，是预埋在厂房或结构中心附近基础上的水准标志。
- 底板以上各楼层的高程控制测量应以底板微网水准点为基础，也可在各独立厂房内部另外引测 1 个高程控制点。
- 微网高程点埋设规格应符合本规程附录 D 的有关规定。

5.4.2 微网观测的相关技术要求

- a) 微网平面控制测量宜联测全部边角，并应观测所有通视的边长和方向。可采用自由设站法加设临时点，宜使观测网构成三角形、大地四边形、多边形、折线形或中点多边形等基本图形。微网平面控制测量的主要技术要求应符合表 5.4.2-1 的要求。

表 5.4.2-1 微网平面控制测量的主要技术要求

等级	相邻点相对坐标中误差 (mm)	平面坐标中误差 (mm)	仪器、棱镜及觇牌对中误差 (mm)	测角中误差 (″)	水平角观测测回数		三角形最大闭合差 (″)
					DJ05	DJ1	
微网	2.0	2.0	≤0.3	5	4	6	15

- b) 微网测量作业的基本技术要求应符合下列规定：

- 平面控制网优化应结合所使用的仪器设备情况，合理配置测角、测边精度。
- 水平角观测、边长电磁波测距、垂直角观测的技术要求应按本规程第 5.3.2 节有关规定执行。
- 当采用钢瓦线尺、钢尺丈量距离时，应符合表 5.4.2-2 的规定。

表 5.4.2-2 钢瓦线尺、钢尺丈量距离的技术要求

等级	尺别	作业尺数	丈量总次数	读数次数	最小估读数 (mm)	定线最大偏差 (mm)	尺段高差较差 (mm)	最小温度读数 ℃	同尺各次或同段各尺的较差 (mm)	成果取值精确至 (mm)	经各项改正后的各次或各尺全长较差 (mm)
微网	钢瓦尺	1 2	42	3	0.1	25	≤5	0.5	≤0.5	0.1	$3.0\sqrt{D}$
	钢	2	8	3	0.5	30	≤5	0.5	≤1.0	0.1	

	尺									
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注 1：D 为 100m 为单位计的长度，表列规定所适应的边长丈量相对中误差为 1/100000；

注 2：钢瓦尺、钢尺在使用前应进行检定。各等级边长测量应采用往返悬空丈量方法。使用的重锤、弹簧秤和温度计，均应进行检定。丈量时，引张拉力重量应与检定时相同；

注 3：丈量结果应加入尺长、温度、倾斜改正，钢瓦尺还应加入悬链线不对称、分划尺倾斜等改正。

- c) 微网测量宜采用多联脚架法施测，并应符合下列规定：
- 照准目标应使用精密觇牌、精密棱镜和精密支架；仪器对中应使用精密基座和天底仪或光学垂准仪。
 - 仪器安置应精确置平，转动照准部时应匀速平稳。
 - 测站观测过程中，应避免二次调焦。当相邻方向的边长相差悬殊、方向目标成像模糊需调焦时，宜采用正倒镜同时观测法，即对一个目标调焦好后连续进行正倒镜观测，以减少方向视差对测角精度的影响。
 - 应选择良好的观测时段。
 - 微网测量应根据各厂房的施工进度，提前做好方案设计，各区分层建立。

底板微网的平面基点宜与临近的次级网点进行坐标联测。底板以上各楼层加密网点的平面控制，应由底板平面基点进行传递和引测。

- d) 微网平面观测数据处理应符合下列规定
- 微网平面控制网外业观测结束后，外业原始记录和起算数据均应进行严格检查，应计各项技术指标。各项技术指标不应大于表 5.4.2-1、表 5.4.2-2 规定。
 - 使用软件进行严密平差，平差成果各项指标应满足表 5.4.2-1 要求。
 - 微网平面控制网成果应精确至 0.1mm。
- e) 微网高程观测应符合下列规定
- 微网高程应与临近的次级网点进行联测。宜固定选用底板水准点其中的一个作为独立厂房内部的施工高程起算依据，可用其他的水准基点进行复核检查。
 - 微网高程控制测量采用精密水准测量方法，宜布设成闭合水准路线。高程控制测量的主要技术要求符合表 5.3.2-5 的规定。
 - 微网水准观测的主要技术要求按表 5.3.2-6 的有关规定执行。

f) 微网高程控制数据处理

首先对微网的高程控制测量原始数据进行检查，并计算各项观测指标符合表 5.3.2-6 要求。然后进行严密平差，各项指标符合表 5.3.2-5 要求。

- g) 施工建设期间，微网应根据使用情况定期复测，每期复测的结果应与前期成果进行较差分析。

5.4.3 监理控制内容

- a) 测量方案审查要点（H 点、R 点）
- 观测人员配置须满足观测任务需求。

- 观测设备标称精度须满足观测技术要求。
 - 观测及数据处理方法须符合本规程及相关国家规范规定。
- b) 控制点点位验收要点 (H 点)
- 设计图件 (设计变更) 中包含微网点位设置的, 应确保与设计图件 (设计变更) 一致。
 - 底板微网平面点上方楼板上宜预留专用垂直通视孔, 同层微网点间连线上、浇筑墙体的合适高度处宜预埋适量的水平通视孔。
 - 底板微网基本平面点、加密网点、垂直通视孔以及水平通视孔位置的选择应保证投测至厂房最高层时至少还有 3 个互相通视的平面控制点。
- c) 现场人员、仪器设备审查要点 (H 点)
- 观测人员应与测量方案一致。
 - 观测所使用全站仪、水准仪等应具有相关检定合格证书。
- d) 观测环境审查要点 (W 点, 不少于观测工作量 10%)
- 观测条件需气象改正时, 需配备温度计和气压盒。
 - 读数前应将温度计悬挂在离开地面和人体 1.5m 以外且阳光不能直射的地方, 读数应精确至 0.2℃; 气压表应置平, 指针不应滞阻, 读数应精确至 0.5hPa。
 - 观测前应将仪器设备预热和静置。
- e) 现场观测审查要点 (W 点, 不少于本次观测工作量 10%)
- 水平角观测前, 应按测量方案及本规程规定设置度盘。
 - 水平角观测测回数、观测相关技术指标应符合测量方案及本规程规定。
 - 水准测量不同等级下测站前后尺观测顺序应符合测量方案及本规程规定。
 - 手工记录时, 实际测量数据的平均值应在现场即时算出。当采用电子记录时, 观测完毕后应及时将原始测量数据输出备份, 编辑打印后还应加注必要的说明。所有原始记录均应经过检查校核后再使用。
- f) 外业验收要点 (W 点, 不少于本次观测工作量 10%)
- 坐标误差不应大于 $\pm 4\text{mm}$ (取 2 倍平面坐标中误差作为极限误差)。
 - 相邻点高差误差不应超过 $\pm 1\text{mm}$ (取 2 倍相邻点高差中误差作为极限误差)
- g) 成果报告验收要点 (R 点)
- 控制测量的各项工作完成后, 提交的待验收资料宜包含下列内容:
- 经审批的测量方案。
 - 外业测量原始记录复印件。每项测量工作的原始观测记录应填写齐全, 内容应包括角度、距离和高程测量的观测数据, 以及仪器、观测、记录、日期、天气、仪器高、温度、气压、相对湿度、水准路线等有关的记事项目, 均应采用钢笔或铅笔记录在规定格式的手簿中。

- 各种测量仪器和工具的检验检定证书或资料。
- 平差报告、成果表及点之记。控制网的内业处理应采用严密平差。平面控制网平差计算结果应表示出验后单位权中误差、观测值的改正数和平差值、点位坐标成果、点位坐标中误差和相邻点间误差等数据；高程控制网平差计算结果应表明点位高程、点位高程中误差、每千米高差全中误差、每千米高差偶然中误差等数据。
- 技术报告。技术报告中应对观测工作、数据处理工作等各项工作描述详实且符合本规程规定。确定最终成果符合平面坐标中误差不应大于±2mm，相邻点相对坐标中误差不大于 2mm，高程中误差不应超过±1mm，相邻点高差中误差不应超过±0.5mm。

6 施工测量

6.1 一般规定

- 6.1.1 测量应遵循“先整体后局部，先控制后细部”的原则；
- 6.1.2 施工测量的施工高程系统应于规划设计阶段采用的高程系统一致，平面坐标系统应采用独立的坐标系统，且应于规划设计阶段采用的坐标系统有确定的换算关系。
- 6.1.3 施工测量前，应收集有关控制点资料、施工图纸、放样精度等。
- 6.1.4 施工前各项准备工作应完备，施工方案已经过审批，测量人员资格已向相关方进行报备，测量仪器在检定有效期内。
- 6.1.5 建筑物施工控制网应根据场区控制网进行定位、定向和起算。建筑物的±0 高程面应根据场区水准点测设。
- 6.1.6 次级网加密控制点的点位宜选在稳固地段、便于观测、易于保存的地方。
- 6.1.7 施工前期现场交接桩工作由建设单位组织，设计单位、施工单位、监理单位参加，在现场共同检查线路测量的有关图表资料，现场交接桩主要包括直线上的转点、曲线上的交点等控制桩，有关的控制点、三角点、水准点、导线点，现场交接桩工作完成后要形成交接桩记录。

6.2 水工隧道测量监理控制内容

6.2.1 隧道测量相关技术要求

水工隧洞开挖的极限贯通误差应符合表 6.2.1-1 的规定。相向开挖长度大于 20km 时应做专门技术设计。当在主斜洞内贯通时，纵向误差应按横向误差的要求执行。对于上、下两端相向开挖的竖井，其极限贯通误差不应超过±100mm。

表 6.2.1-1 水工隧洞开挖贯通测量容许极限误差值

相向开挖长度/km	< 5	5~10	10~15	15~20
-----------	-----	------	-------	-------

极限贯通误差	横向	± 100	± 150	± 220	± 300
	纵向	± 100	± 150	± 220	± 300
	竖向	± 40	± 56	± 76	± 100
注：相向开挖长度包括支洞的长度。					

在进行贯通测量设计时，可取极限误差的 1/2 作为贯通面上的贯通中误差，根据隧洞长度，各项测量中误差的分配应符合表 6.2.1-2 的规定。

表 6.2.1-2 水工隧洞开挖贯通测量容许极限误差值

相向开挖 长度/km	贯通中误差/mm								
	横向			纵向			竖向		
	地面	地下	贯通面	地面	地下	贯通面	地面	地下	贯通面
< 5	± 20	± 50	± 54	± 20	± 50	± 54	± 15	± 15	± 21
5~10	± 30	± 75	± 81	± 30	± 75	± 81	± 20	± 20	± 28
10~15	± 44	± 110	± 118	± 44	± 110	± 118	± 27	± 27	± 38

基本导线可根据需要布设长边直伸导线、多环导线、交叉式双导线网，基本导线的边长应近似相等，直线段不宜短于 200m，曲线段不宜短于 50m；导线边距离地下设施不应小于 0.2m。地下基本导线测量和水准测量的等级可根据隧洞相向开挖长度按表 6.2.1-3 的规定选择。

表 6.2.1-3 地下控制网等级选择

相向开挖长度/km	基本导线测量	水准测量
< 5	三等、四等	三等、四等
5~10	二等、三等	二等、三等
10~20	二等、三等	二等、三等

注 1：相向开挖长度包括支洞长度

注 2：由于施工导线为直接放样开挖轮廓线的依据，要保证其正确性，因此进行重复 2~3 次的测量，以保证不出现差错。

地下工程细部放样轮廓点相对于洞轴线的点位限差，应符合下列规定：开挖轮廓点放样限差为 0~100mm。混凝土衬砌立模点放样限差为 20mm。

6.2.2 隧道测量监理控制内容

6.2.2.1 导线点布设监理检查要点

- 基本导线点和施工导线点宜沿洞壁两侧布设，基本导线点标志应设置在带有强制对中基座的仪器平台上。为防止点位变动，控制点点位应定期检查复核。
- 当相向开挖的两工作面临近贯通面时，可使用超前探孔或导洞与两洞口的地面基本控制点(包括平面和高程控制网)联测，经统一平差后进行贯通误差的确定、调整和分配。

6.2.2.2 钻爆法开挖监理检查要点

- a) 监理在开挖放样应以施工导线标定的轴线为依据,开挖过程中应检查施工单位安置的激光指向仪或激光经纬仪标定中线。
- b) 监理应对掌子面上标定开挖轮廓特征点、标出钻孔位置进行抽查,重点抽查隧洞中心点、上下左右轮廓点。
- c) 地下洞室混凝土衬砌放样时,监理单位应检查衬砌断面上的拱顶、起拱线 and 设计边墙的位置。

6.2.2.3 TBM 法监理检查要点

- a) 首先检查施工单位将地下基本导线或施工导线的坐标和高程引测至掘进机的激光导向系统数据的正确性。
- b) 为保证隧洞的准确贯通,监理对隧洞轴线应定期进行检测,检测频率宜每半月一次。

6.2.2.4 盾构法掘施工监理检查要点

- a) 安装盾构导轨时,监理应对同一位置的导轨方向、坡度和高程进行检查,检查结果与设计值较差不应大于 2mm,结果超限的要求施工单位进行调整。
- b) 盾构机拼装完成后,监理单位应对盾构纵向轴线和径向轴线进行测量检查,主要内容包括刀口、机头与盾尾连接中心、盾尾之间的长度测量;盾构外壳长度测量;盾构刀口、盾尾和支承环的直径测量。
- c) 盾构机掘进实时姿态测量应包括其与线路的平面偏离值、高程偏离值、纵向坡度、横向旋转角和切口里程测量。
- d) 衬砌环片测量检查包括测量衬砌环的环中心偏差、环的椭圆度和环的姿态。衬砌环片应不少于 3~5 环测量 1 次,相邻衬砌环测量时宜重合 2~3 环环片。平面和高程测量中误差为 15mm。
- e) 在地下洞室混凝土衬砌过程中,应根据需要及时在两侧墙上埋设一定数量的铜质(或不锈钢)永久标志,检查并测定高程、里程等数据,以便检修和监测时使用。

6.3 工业与民用建筑测量监理控制内容

6.3.1 工业与民用建筑施工测量相关技术要求

建筑物施工平面控制网,应根据建筑物的分布、结构、高度、基础埋深和机械设备传动的连接方式、生产工艺的连续程度,分别布设一级或二级控制网。其主要技术要求,应符合表 6.3.1-1 的规定。

表 6.3.1-1 建筑物施工平面控制网的主要技术要求

等级	边长相对中误差	测角中误差
一级	≤1/30000	7"
二级	≤1/15000	15"

注: n 为建筑物结构的跨数。

建筑物施工放样、轴线投射和标高传递的偏差，不应超过表 6.3.1-2 的规定。

表 6.3.1-2 建筑物施工放样、轴线投射和标高传递的允许误差

项目	内容		允许偏差 (mm)
基础桩位放样	单排桩或群桩中的边桩		± 10
	群桩		± 20
各施工层上放线	外廓主轴线		± 10
轴线竖向投射	每层		± 3
	总高 H (m)	$H \leq 30$	± 5
		$30 < H \leq 60$	± 10
高程竖向传递	每层		± 3
	总高 H (m)	$H \leq 30$	± 5
		$30 < H \leq 60$	± 10

结构安装测量的精度，应满足设计或厂家要求，如无明确要求则不应超过表 6.3.1-3 规定：

表 6.3.1-3 附属构筑物安装测量的允许偏差

测量项目	测量的允许偏差 (mm)
轨面的标高	± 2
轨道跨距的丈量	± 5
管道构件中心线的定位	± 5
管道标高的测量	± 5

6.3.2 工业与民用建筑施工测量监理控制内容

6.3.2.1 控制网监理控制要点

建筑物施工控制网，应根据建筑物的设计形式和特点，布设成十字轴线或矩形控制网，民用建筑物施工控制网也可根据建筑红线定位。

建筑物施工平面控制网、高程控制网建立时，应检查是否符合下列规定：

- 控制点，应选在通视良好、土质坚实、利于长期保存、便于施工放样的地方。
- 控制网加密的指示桩，宜选在建筑物行列线或主要设备中心线方向上。
- 主要的控制网点和主要设备中心线端点，应埋设固定标桩。
- 控制网轴线起始点的定位误差，不应大于 2cm；两建筑物(厂房)间有联动关系时，不应大于 1cm，定位点不得少于 3 个。
- 水平角观测的测回数，是否符合相关规定
- 矩形网的角度闭合差，不应大于测角中误差的 2 倍。
- 矩形网应按平差结果进行实地修正，调整到设计位置。当增设轴线时，可采用现场改点法进行配赋调整；点位修正后，应进行矩形网角度的检测。

- 建筑物高程控制，应采用水准测量。附和路线闭合差，不应低于四等水准的要求。
- 水准点可设置在平面控制网的标桩或外围的固定地物上，也可单独埋设。水准点的个数，不应少于 2 个。
- 当场地高程控制点距离施工建筑物小于 200m 时，可直接利用。

当施工中高程控制点标桩不能保存时，应检查其是否将其高程引测至稳固的建筑物或构筑物上，引测的精度不应低于四等水准。

6.3.2.2 建筑物施工放样监理检查要点

- 在现场施工放样前，监理单位应对所具备的条件进行检查，如图纸、设计说明、场区控制点坐标、任务书、仪器精度等，图纸齐全，任务书经过审批、仪器状态完好后，方可允许施工单位进行测量放样施工。
- 在放样前，监理想检查施工单位对建筑物施工平面控制网和高程控制点的检核情况。
- 检查现场所放样的中心线时，应根据建筑物施工控制网中相邻的距离指标桩以内分法进行检查。采用测角仪器的投线应根据中心线两端点决定；当无可靠校核条件时，不得采用测设直角的方法进行投点。
- 应要求施工单位在施工的建(构)筑物外围，建立线板或轴线控制桩。线板应注记中心线编号，并测设标高。线板和轴线控制桩应注意保存。必要时，可将控制轴线标示在结构的外表面上。
- 检查施工层标高的传递测量时，宜要求采用悬挂钢尺代替水准尺的水准测量方法进行，并检查其是否对钢尺读数进行温度、尺长和拉力进行了改正。传递点的数目，应根据建筑物的大小和高度确定。规模较小的工业建筑或多层民用建筑，宜从 2 处分别向上传递，规模较大的工业建筑或高层民用建筑，宜从 3 处分别向上传递。传递的标高较差小于 3mm 时，可取其平均值作为施工层的标高基准，否则，应重新递。
- 检查施工的垂直度测量精度时，应根据建筑物的高度、施工的精度要求、现场观测条件和垂直度测量设备等综合分析确定，但不应低于轴线竖向投测的精度要求。
- 对有重要/大型埋件的设备基础浇筑过程监测检查时，发现位置及标高与施工要求不符时，应及时通知施工单位处理。

6.4 核岛主要设备安装测量监理控制内容

6.4.1 核岛主要设备安装测量相关技术要求

- 反应堆压力容器的相关技术要求，除应满足《核电厂工程测量技术规范》中 8.6.12 的要求外，对压力容器就位还应满足如下要求：高程 $\pm 1\text{mm}$ ，水平度 0.3mm ， 180° 轴线方向要求 1mm ，其余要求 2mm 。
- 蒸汽发生器、主泵、稳压器及主管道安装测量定位精度，除应满足《核电厂工程测

量技术规范》中 8.6.12 的要求外，还需满足如下要求：对重复事项取就高原则。

- 蒸发器、主泵、稳压器等固定用的埋件一次埋设精度为 $\pm 10\text{mm}$ 。
- 蒸发器、压力容器翻转支架放线允许精度为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 蒸发器锚固底板标高为 $4800\pm 3\text{mm}$ ，水平度公差为 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 蒸发器支撑板轴线偏差为半跨 $\pm 5\text{mm}$ ，高程允许偏差 $\leq 3\text{mm}$ ，单个支撑板制作间距允许偏差为 5mm 。
- 蒸发器、主泵垂直支撑板轴线位置偏差 $\pm 2\text{mm}$ ；单个支撑板标高偏差 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 主泵至压力容器、蒸发器至压力容器的冷、热段轴线定位精度为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 主泵水利部件上表面标高水平度要求 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 环吊轨道半径限差为 $\pm 4\text{mm}$ ，环吊上表面标高限差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 环吊小车轨道跨距为 $\pm 2\text{mm}$ ，对角线距离差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 环吊环承梁吊装定位公差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 环吊牛腿上螺栓孔开孔定位轴线公差为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 环吊、环吊小车上下限位及静载实验吊车梁挠度测量，采集实测数据供设备专业进行判断、调整用。
- 装卸料机轨道一次埋件标高 $\pm 10\text{mm}$ ，导轨标高： $\pm 5\text{mm}$ 。
- 装卸料机轨道直线度：导向轨在堆芯区的直线度： 0.5mm ；导向轨在转运区的直线度： 1mm ；支承轨在全长上的直线度： 2mm 。
- 装卸料机轨道标高：导向轨在堆芯区为 $\pm 0.5\text{mm}$ ；导向轨在转运区为 $\pm 1\text{mm}$ ；支承轨在堆芯区为 $\pm 0.5\text{mm}$ ；支承轨在转运区为 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 装卸料机轨距公差： $\pm 2\text{mm}$ 。
- 燃料转运通道焊接前燃料输送管的位置偏差： $\pm 3\text{mm}$ ，全长上的标高偏差： $\leq 3\text{mm}$ 。
- 燃料转运通道内轨道相对理论标高的偏差： $\pm 5\text{mm}$ ；相对理论轴线的偏差： $\pm 1\text{mm}$ 。
- 燃料转运通道输送管及输送系统轨道的直线度： 1mm ，燃料输送管轨道的轨距偏差： $\pm 2\text{mm}$ ，燃料输送系统轨道的轨距偏差： $\pm 2\text{mm}$ 。

6.4.2 核岛主要设备安装测量监理控制要点

6.4.2.1 前置条件

- 测量方案（程序）已生效；测量人员资质及测量仪器的标定在有效期内，测量工作开展之前对仪器、棱镜、天底仪、其他所需配件已进行自检。
- 测量控制网已布设完成，成果已进行批复；压力容器测量检查时堆芯测量塔架升高（降低）至适宜测量的位置的位置；水池墙壁钢敷面已安装完毕。

6.4.2.2 设备本体测量和控制网建立监理控制要点

- 随着激光跟踪仪的广泛应用，监理单位应见证压力容器在进场前（后）进行本体测量，收集一手数据为后续安装对接提供数据支持。

- 主泵、蒸发器和主管道在安装前需进行本体三维测量，拟合出各相对尺寸，发现不符合要求的及时通知相关专业开出不符合项，如采用照用的处理方式处理，在后续安装时需注意采用实际数据进行安装。
- 安装控制网的布设时，布网区域需涵盖蒸汽发生器、主泵、稳压器等一回路重要设备所在的标高层，以保证其在安装对接过程中测量基准的一致性，避免因测量基准的误差影响整个回路的安装。在压力容器安装过程中要使用高精度的测量仪器，人员要相对固定且需具有核岛设备安装经验。在定位架站过程中需采用精度满足要求的天底仪进行点位对中；在使用激光跟踪仪进行堆内构件、压力容器顶盖等安装对中过程中，需设置 6~8 个公共转站靶座，确保堆芯吊篮中心孔、保护管组件中心孔、管嘴法兰上中心孔的同轴度。

6.4.2.3 蒸汽发生器、主泵、稳压器及主管道安装测量监理控制要点

- 土建施工时在对蒸发器间、主泵间墙体一次埋件进行埋设时，宜于核岛中心架站，如因现场环境原因导致必须转站时，转站次数不应大于 2 站；当采用免棱镜测量时其切入角（仪器与测量点连线与待测面的水平夹角）不应小于 30° 。
- 在主泵和蒸发器底板放线时，当设计图纸仅给出偏角时，需将偏角与待放点进行换算，为保证计算的准确性，可结合 CAD 进行绘图校对。偏角限差要求为 $\pm 30'$ 。
- 主泵、蒸发器垂直支撑螺栓孔中心调整需选用其提前布设好的加密控制点架站测量，最终保证主泵中心位置满足精度要求。
- 主管道和主泵、蒸发器焊接完成后需要对主泵、蒸发器位置进行实际测量，可采用测量主管道外壁反算中心的方法进行测量，主要方法有 3 点求圆心法和切线求圆心法，无论用哪种方法均为拟合中心，受测点及主管道外壁厚度不规则影响较大，因此该方法仅适用于公差要求较大的校核用。主管道焊接完成后蒸发器管口要求为中心 $\leq \pm 25\text{mm}$ ，主泵管口要求中心 $\leq \pm 20\text{mm}$ 。

6.4.2.4 环吊、装卸料机轨道、燃料转运通道测量监理控制要点

- 环吊在进行地面预组装过程中，对于支撑部分的标高公差要求要按照核岛牛腿的要求进行测定，预组装完成后要进行螺栓孔的采集，因其是吊车梁和轨道均为钢结构，受温度影响大，因此在进行螺栓孔数据采集的时候要注意选择温差较小的时间段进行测量，或者分别采集早中晚的数据进行分析，选取与牛腿开孔时环境温度相似时的数据作为开孔的依据，避免因环境影响开孔精度，导致大范围的扩孔；
- 监理单位应细致的核对环吊中心与核岛中心坐标是否一致，避免出现误用的情况。环吊在运行一段时间后，需根据需要对运行后的轨道半径及标高进行测量，对超出公差运行范围的在设备专业的配合下将轨道半径调整到运行公差范围内，以避免影响环吊运行的问题发生；
- 在装卸料机轨道安装过程中，可建立独立的坐标系对导向轨和支承轨进行间距的调

整。建立时以导向轨长方向为一条坐标轴进行建立。如条件不允许建立独立坐标系，可在导向轨和支承轨的延长线上建立控制点，然后进行装卸料机轨道的安装测量工作。

- 燃料转运通道连接着核岛厂房和燃料厂房，两个厂房的衔接尤为重要，在进行该工作前要对基准进行统一，应以核岛厂房的控制网为准进行定位及调校；

6.5 道路施工测量监理控制内容

6.5.1 道路施工测量相关技术要求

- a) 导线测量的主要技术要求，应符合表 6.5.1-1 的规定。

表 6.5.1-1 道路导线测量的主要技术要求

导线长度(km)	边长 (m)	仪器精度等级	测回数	测角中误差 (")	测距相对中误差	联测检核	
						方位闭合差 (")	相对闭合差
≤30	400~600	2"级仪器	1	12	≤ 1/2000	$24\sqrt{n}$	≤1/2000

注：表中 n 为测站数

- b) 道路高程控制测量应符合表 6.5.1-2 的规定。

表 6.5.1-2 道路高程控制测量的主要技术要求

等级	每千米高差全中误差(mm)	线路长度(km)	往返较差、附和或环线闭合差(mm)
五等	15	≤30	≤ $30\sqrt{L}$

注：L 为水准路线长度。

6.5.2 道路施工测量监理控制内容

- a) 总体原则

- 在测量工作开展前，测量监理工程师应对承包商测量组织机构、人员资质、仪器资料、测量方案进行审核。
- 现场监理质量控制按照“重点控制、全面覆盖”的原则可采用平行检验、旁站监督、巡视检查、专项检查及文件审查等日常监理方式进行。
- 监理工作按照分级管控原则对现场发现隐患进行控制：当存在一般安全质量隐患时，及时通知承包商立即整改；对于发现存在较大安全质量隐患，签发监理通知单要求承包商整改并通知建设单位；对于发现存在重大安全质量隐患，在征得业主同意后签发工程暂停令；承包商拒不整改或不停止施工时及时向业主报告。

b) 监理工作步骤

- 审核承包商上报测量相关资料（人员资质、仪器资料、测量方案）
- 为承包商提供现场测量基准点；
- 审查承包商道路测量作业相关平面和高程加密控制测量成果；
- 对现场道路测量作业过程开展监督检查；
- 对经承包商自检合格的测量成果开展现场测量验收工作；
- 对承包商编制的测量成果报告审核签字。

c) 监理工作要点

- 对现场基准点（初级网点、次级网点）的管理，监理应监督相关基准点承包商及时按规范和设计要求对基准点开展复测，保证基准点的稳定性和成果的可靠性。
- 监理应对承包商道路施工测量方案和加密点控制测量方案进行审查，看是否满足相关规范、设计以及现场施工的要求；
- 监理应对承包商上报的相关测量人员资质和测量仪器检定证书真伪进行审查，防止承包商人员资质和仪器检定证书造假；
- 监理人员应监督承包商的测量仪器应按有关技术标准规定进行检定，并确保在检定有效期内使用；
- 监理人员应对承包商外业观测进行监督检查，检查其操作过程是否严格按照规范和方案要求执行，监理人员应对内业处理软件系统进行检查，检查其是否通过测评和实验验证；
- 道路施工测量作业应执行安全生产管理制度，避免作业人员受到伤害，仪器设备受到损坏；监理人员应监督承包商做好测量作业前的安全条件检查和作业场所安全风险交底工作，确保测量人员在绝对安全的条件下作业；
- 在道路施工测量前，监理应监督承包商对其定测线路进行复测，满足要求后方可放样。
- 监理应根据设计图纸加强对道路中心放样点理论坐标的审核，防止道路轴线出现偏差；在验收工作开始前，应认真阅读设计图纸，验证设计坐标及几何尺寸，在切实弄清设计数据之后，方可开始监理测量验收工作。
- 监理应监督承包商是否按照工程技术设计或所用技术标准要求的精度进行实地测量；
- 监理人员在现场测量验收应首先对测量基准点的有效性开展检查，然后再对测量成果开展检查验收。
- 监理人员在验收不合格时，应退回整改。整改后的成果应按与原成果相同的质量检查、验收方式重新检查、验收。

6.6 管线工程测量监理控制内容

6.6.1 管线工程测量相关技术要求

a) 导线测量的主要技术要求，应符合表 6.6.1-1 的规定。

表 6.6.1-1 管线工程导线测量的主要技术要求

导线长度(km)	边长 (m)	仪器精度等级	测回数	测角中误差 (")	测距相对中误差	联测检核	
						方位闭合差 (")	相对闭合差
≤30	400~600	2"级仪器	1	12	≤ 1/2000	$24\sqrt{n}$	≤1/2000

注：表中 n 为测站数

b) 管线工程高程控制测量应符合表 6.6.1-2 的规定。

表 6.6.1-2 管线工程高程控制测量的主要技术要求

等级	每千米高差全中误差(mm)	线路长度(km)	往返较差、附和或环线闭合差(mm)
五等	15	≤30	≤ $30\sqrt{L}$

注：L 为水准路线长度。

c) 开槽管线施工过程的测量工作应符合下列规定：

- 在基槽内投测管线中心线间距宜为 10m，最长不应大于 20m。
- 在基槽内测设高程及坡度控制桩，或在槽口埋设坡度板测设坡度钉，间距不应大于 10m，最长不应大于 20m。

d) 架空管道施工测量应符合下列规定：

- 架空管道中线定位后检查各交点处中心线转角，其测量值与设计值之差不得超过 10' ；
- 中心线及夹角调整后可测设管架中心线及基础中心桩，其直线投点误差不应大于 5mm，基础测量精度不应低于 1/2000。

e) 各类管线的起点、终点、交点相对于附近定位依据点的施工定位测量允许误差应符合表 6.6.1-3 的规定。

表 6.6.1-3 管线工程施工定位测量允许误差

类型	点位允许误差 (mm)
敷设在沟槽内及架空	±25
埋地	±50

注：允许误差的规定主要用于校测工作的精度控制。

f) 各类管线安装高程与模板高程的测量允许误差应符合表 6.6.3-2 的规定。

表 6.6.1-4 管线安装高程与模板高程的测量允许误差

管线类型	高程测量允许误差（mm）
自流管	±3
压力管	±10

6.6.2 管线工程测量监理控制内容

- a) 总体原则
- 在测量工作开展前，测量监理工程师应对承包商测量组织机构、人员资质、仪器资料、测量方案进行审核。
 - 现场监理质量控制按照“重点控制、全面覆盖”的原则可采用平行检验、旁站监督、巡视检查、专项检查及文件审查等日常监理方式进行。
 - 按照分级管控原则对现场发现存在一般安全质量隐患时，及时通知承包商立即整改；对于发现存在较大安全质量隐患时，签发监理通知单要求承包商整改并通知建设单位；对于发现存在重大安全质量隐患的，征得业主同意后签发工程暂停令；承包商拒不整改或不停止施工时及时向业主报告。
- b) 监理工作步骤
- 审核承包商上报测量相关资料（人员资质、仪器资料、测量方案）
 - 为承包商提供现场测量基准点
 - 审查承包商管线作业相关平面和高程加密控制测量成果
 - 对管线工程测量作业过程开展监督检查
 - 对经承包商自检合格的测量成果开展现场测量验收工作
 - 对承包商编制的测量成果报告审核签字
- c) 监理工作要点
- 对现场基准点（初级网点、次级网点）的管理，监理应监督相关基准点承包商及时按规范和设计要求对基准点开展复测，保证基准点的稳定性和成果的可靠性。
 - 监理应对承包商管线工程测量方案和加密点控制测量方案进行审查，看是否满足相关规范、设计以及现场施工的要求；
 - 监理应对承包商上报的相关测量人员资质和测量仪器检定证书真伪进行审查，防止承包商人员资质和仪器检定证书造假；
 - 监理人员应监督承包商的测量仪器应按有关技术标准规定进行检定，并确保在检定有效期内使用；
 - 监理人员应对承包商外业观测进行监督检查，检查其操作过程是否严格按照规范和方案要求执行，监理人员应对内业处理软件系统进行检查，检查其是否通过测评和实验验证；

- 管线工程测量作业应执行安全生产管理制度，避免作业人员受到伤害，仪器设备受到损坏；监理人员应监督承包商做好测量作业前的安全条件检查和作业场所安全风险交底工作，确保测量人员在绝对安全的条件下作业；
- 监理人员在现场测量验收应首先对测量基准点的有效性开展检查，然后再对测量成果开展检查验收。
- 管道线路施工前，监理应监督承包商对其定测线路进行复测，满足要求后方可放样。
- 监理人员根据设计图纸加强对管线位置理论坐标的审核，防止管线位置出现偏差；验收工作开始前，应认真阅读设计图纸，验证设计坐标及几何尺寸，在切实弄清设计数据之后，方可开始监理测量验收工作。
- 监理对管道线路的断面测量应严格参照规范要求对现场进行监督检查；
- 对于管道线路竣工测量，监理应该监督承包商按照与施工测量相同的工作方法和精度要求开展相关测量工作；
- 监理在验收不合格时，应退回整改。整改后的成果应按与原成果相同的质量检查、验收方式重新检查、验收。
- 由于管道线路施工的特殊性，监理应监督承包商及时的分阶段完成项目的竣工资料搜集。

7 变形监测

7.1 一般规定

7.1.1 核电厂工程施工和使用期间进行变形监测时，应根据法律法规、工程监测标准、勘察设计文件和项目合同要求，项目监理机构的监理工程师对监测单位编写项目监测技术设计、方案、工作大纲中的监测内容、监测精度、监测频率、变形预警值、变形速率阈值等进行审查。

7.1.2 检查仪器设备的检定证书、检验资料以及精度是否满足规定要求。

7.1.3 施工期间基坑监测初始值应在相应的施工工序之前测定取连续观测 2 次稳定值的平均值；使用期间建（构）物初始值取连续观测 2 次稳定值的平均值。

7.1.4 核电厂多期变形监测项目，每期监测后监理应对施工方提交本期及累计监测数据进行检查。

7.2 施工期间监理控制内容

7.2.1 在核电厂施工期间应对基坑变形监测的等级进行核验。

7.2.2 根据项目技术设计要求应对监测基准网的点位基准点和工作基点的选点、制作、埋设、

现场测量等进行检查。

7.2.3 根据项目技术设计要求应对对监测点布设的位置、间距、数量进行检查。

7.2.4 监测施工前，监理单位根据基坑工程设计、施工方案、项目技术设计要求对围护墙（边坡土体）顶部水平、竖向位移监测，围护墙（边坡土体）或上体深层水平位移、支护结构内力、土压力、孔隙水压力等监测项进行检查。

7.2.5 监理单位在每期观测开始前，应要求施工单位测定数字水准仪的 i 角。当其值对一等、二等沉降观测超过 15″，对三等、四等沉降观测超过 20″时，应要求其停止使用，立即送检。当观测成果出现异常，经分析可能与仪器有关时，应及时对仪器进行检验。

7.2.6 根据项目技术设计的监测方法、精度要求和监测频率进行外业监测检查。

7.2.7 当监测过程中监测单位发出变形监测预警时，监理单位应立即会同业主、设计单位和施工单位进行汇商并确定解决方案。

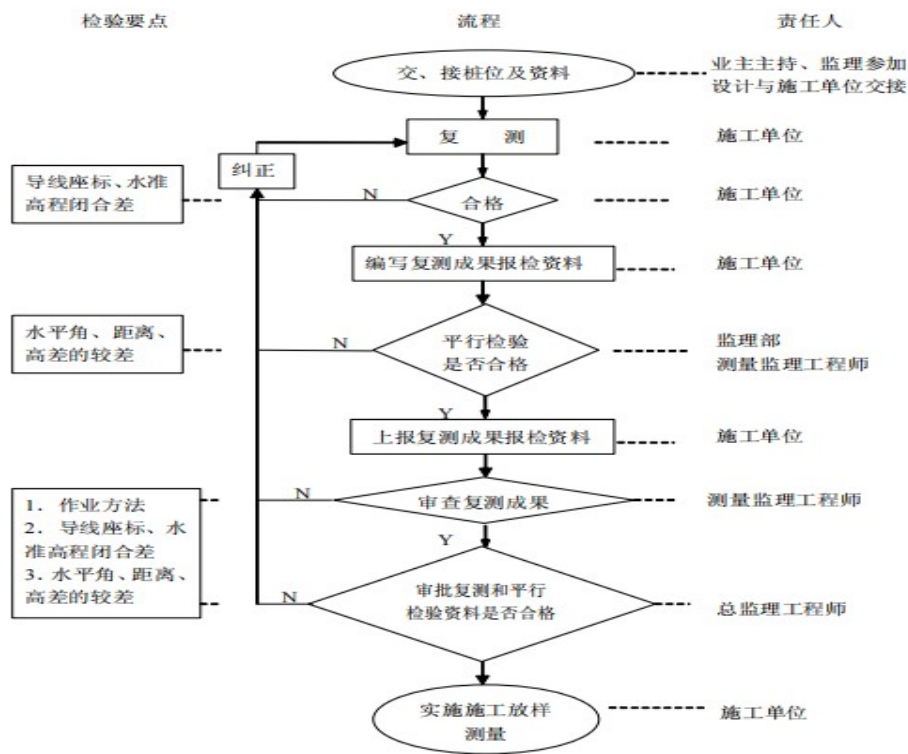
7.3 成果资料提交监理检查内容

7.3.1 变形监测数据取位应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 变形监测数据取位要求

等级	高差（mm）	角度（″）	距离（mm）	坐标（mm）	高程（mm）	沉降量（mm）	位移值（mm）
一等	0.01	0.01	0.1	0.1	0.01	0.01	0.1
二、三等	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
四等	0.1	1	1	1	0.1	0.1	1

7.3.2 监理单位应对监测单位提交的原始数据、当日报表、阶段性报告和总结报告进行检查。

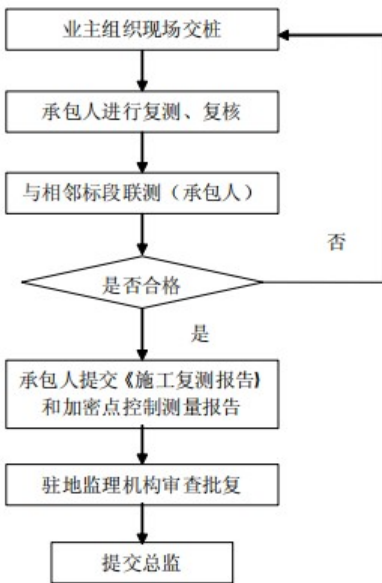


附录

附录 A 监理控制程序流

A. 1 桩位点移交监理控制

A. 2 桩位点复测监理控制



程图

程序

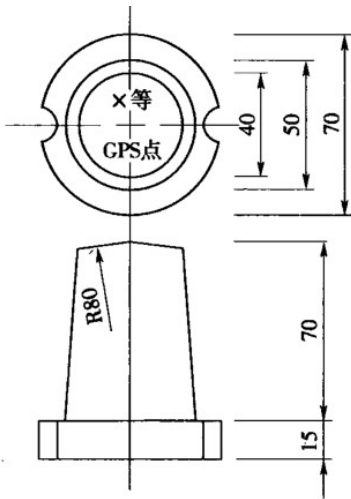
程序

附录 B 平面控制点标志及标石的埋设规格

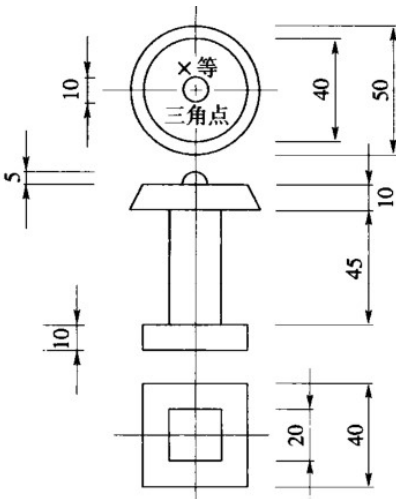
B.1 平面控制点标志

B.1.1 监理见证检查时，应注意二、三、四等平面控制点标志可采用磁质或金属等材料制阼，其规格如图 B.1.1和图 B.2.2 所示。

B.1.2 需注意一、二级平面控制点及三级导线点、埋石图根点等平面控制点标志可采用 $\phi 14\sim\phi 20\text{mm}$ 、长度为 $30\sim 40\text{cm}$ 的普通钢筋制作，钢筋顶端应锯“+”字标记，距底端约 5cm 处应弯成勾状。



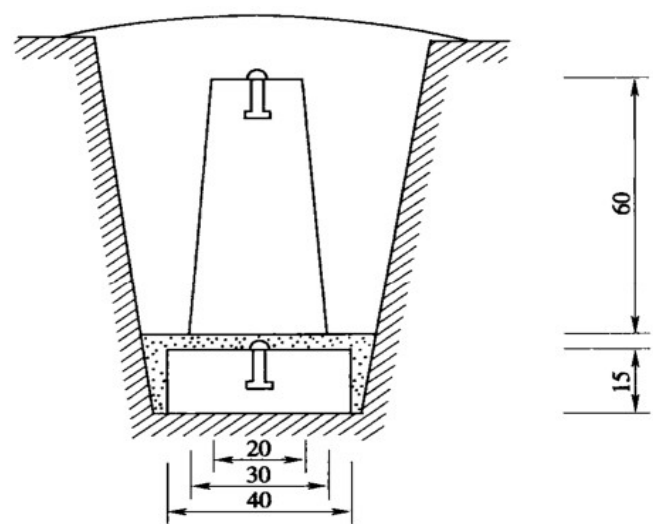
图B.1.1 磁质标志图 (mm)



图B.1.2 金属标志图 (mm)

B.2 平面控制点标石埋设

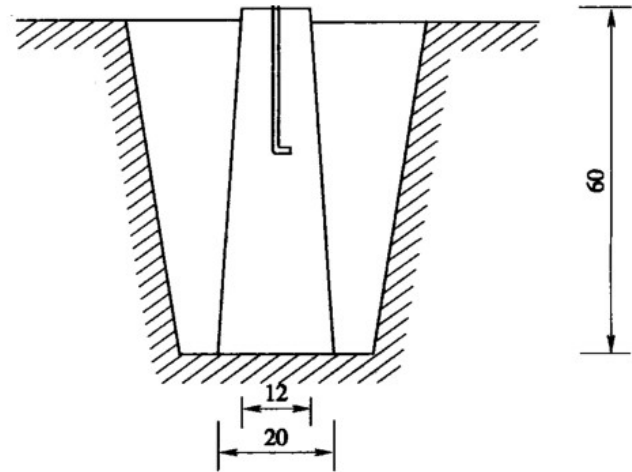
B.2.1 对于二、三等平面控制点标石规格及埋设结构图，如图 B.2.1 所示，柱石与盘石间应放 $1\sim 2\text{cm}$ 厚粗砂，两层标石中心的最大偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$ 。



图B. 2. 1 二、三等平面控制点标石埋设图（cm）

B. 2. 2 监理过程中，当四等平面控制点可不埋盘石，柱石高度应适当加大。

B. 2. 3 对于一、二级平面控制点标石规格及埋设结构图，如图 B. 2. 3 所示。



图B. 2. 3一、二级平面控制点标石埋设图（cm）

B. 2. 4 检查关于三级导线点、埋石图根点的标石规格及埋设，可参照图 B. 2. 3 略缩小或自行设计。

B. 3 变形监测观测墩结构图

B. 3. 1 关于变形监测观测墩制作规格，如图 B. 3. 1 所示。

B. 3. 2 监理检查墩面尺寸可根据强制归心装置尺寸确定。

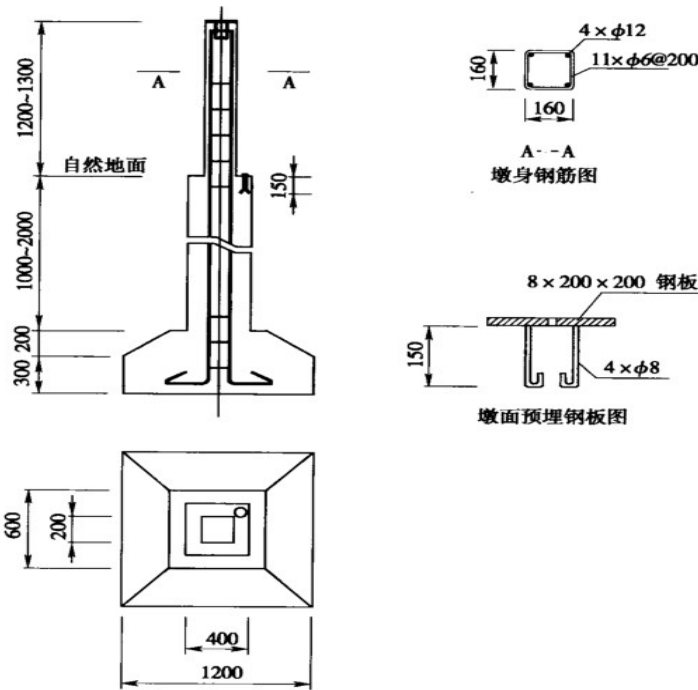
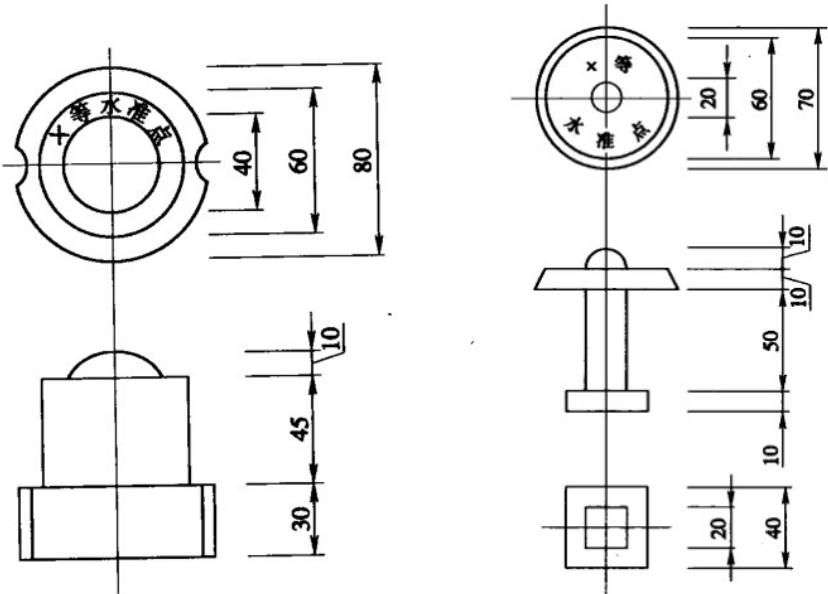


图 B.3.1 变形监测观测墩图 (mm)

附录 C 各等级高程控制点标志、埋石类型及要求

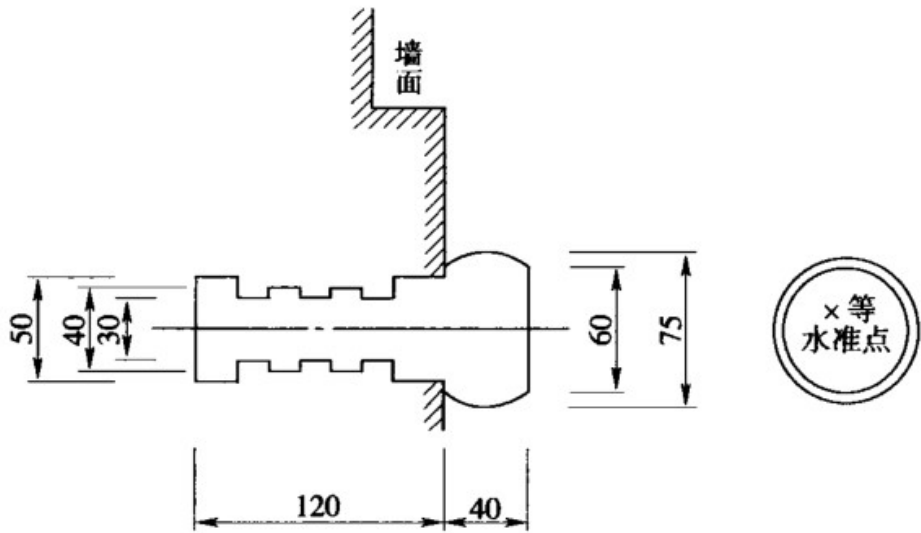
C.1 高程控制点标志

- C.1.1 监理见证检查时，二、三、四等水准点标志可采用磁质或金属等材料制作，其规格如图 C.1.1-1和图 C.1.1-2 所示。
- C.1.2 对于三、四等水准点及四等以下高程控制点也可利用平面控制点点位标志。
- C.1.3 墙脚水准点标志制作和埋设规格结构图，如图 C.1.3 所示。



C. 1. 1—1 磁质标志图（mm）

C. 1. 1—2 金属标志图（mm）



C. 1. 3墙角水准点标志图（mm）

C. 2 水准点标石埋设

C. 2. 1 二、三等水准点标石规格及埋设结构，如图 C. 2. 1 所示。

C. 2. 2 四等水准点标石的埋设规格结构，如图 C. 2. 2 所示。

C. 2. 3 冻土地区的标石规格和埋设深度，可自行设计。

C. 2. 4 线路测量专用高程控制点结构可按图 C. 2. 2 做法，也可自行设计。

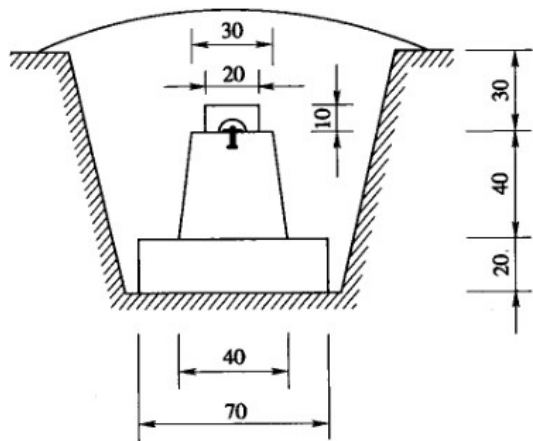


图 C. 2. 1 二、三等水准点标石埋设图（cm）

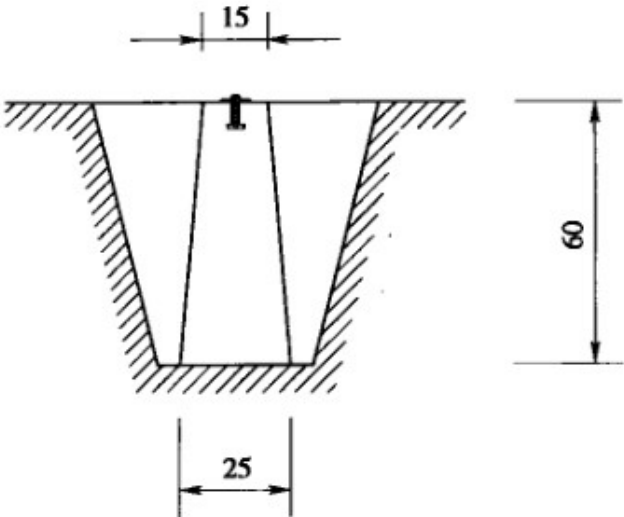
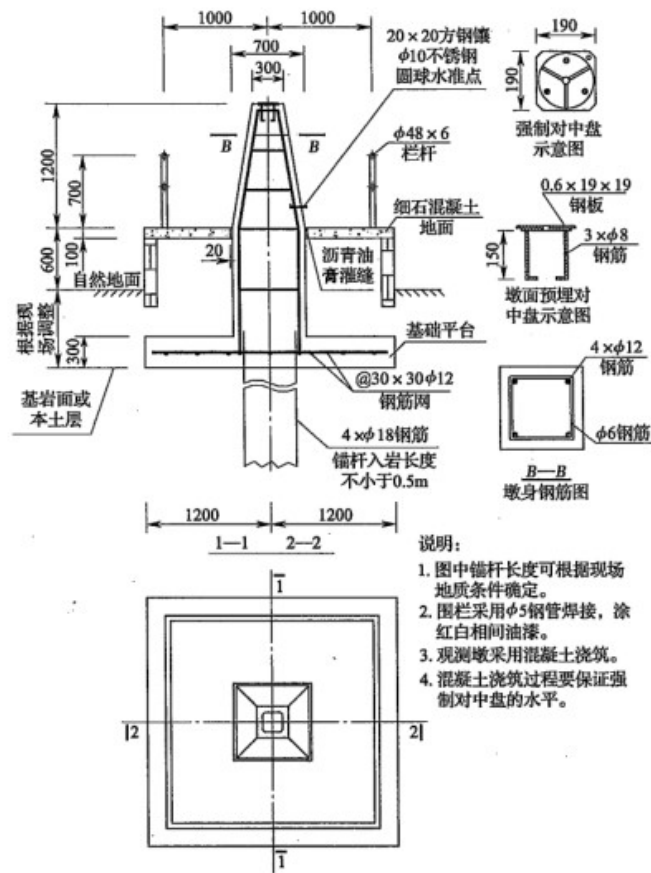


图 C. 2. 2 四等水准点标石埋设图（cm）

附录 D 次级网点、微网点和测量通视孔标志、埋设规格及要求

D. 1 次级控制网观测墩结构示意图

D. 1. 1 次级控制网强制对中观测墩钢筋混凝土结构制作规格，见图D. 1. 1

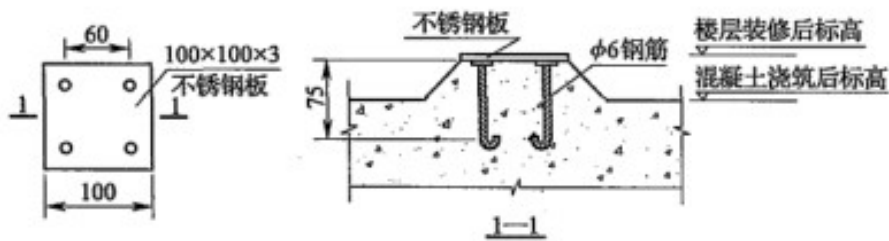


图D. 1. 1 次级控制网观测墩结构 (mm)

D. 1. 2 观测墩桩基础可采用钻孔灌注桩、挖孔桩、沉管桩等, 桩深和桩径可根据地质条件确定, 应埋深至基岩。如点位基岩外露或岩面较浅, 也可直接将基础平台浇筑在基岩面上。

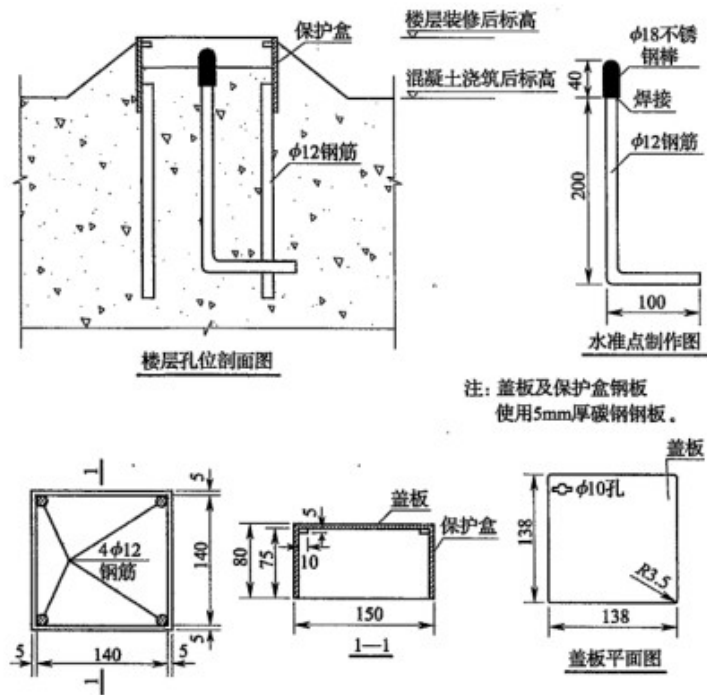
D. 2 厂房内部微网控制点构造示意图

D. 2. 1 厂房内部微网平面控制点的构造规格, 见图D. 2. 1



D. 2. 1 微网平面控制点构造 (mm)

D. 2. 2 厂房内部微网高程控制点的构造规格, 见图D. 2. 2

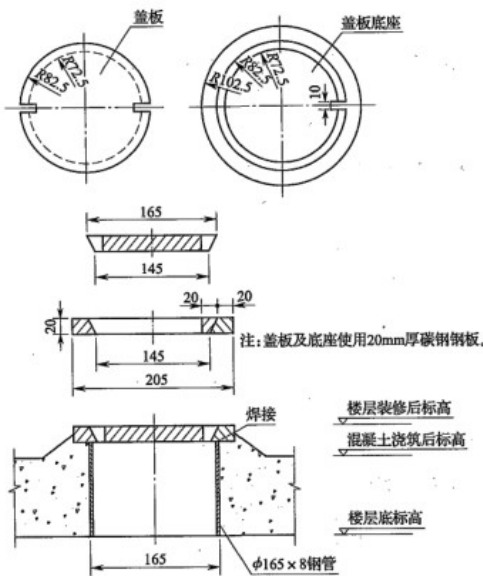


图D. 2.2 微网高程控制点构造（mm）

D. 2.3 微网点位应按要求选择合适的位置，应便于日后使用。

D. 3 微网点测量通视孔构造示意图

D. 3.1 厂房内部微网点测量专用垂直通视孔的构造规格，见图D. 3. 1



图D. 3.1 微网点测量通视孔构造（mm）

D. 3.2 测量通视孔钢管应垂直埋设，通过钢管中心的铅垂线方向应与对应微网点准确重合。

参考文献

- [1] GB/T50228 工程测量基本术语标准
- [2] GB 50633 核电厂工程测量技术规范
- [3] GB 50319 建设工程监理规范
- [4] GB 20026 工程测量标准
- [5] JGJ8 建筑变形测量规范

附件 3

中国核工业勘察设计协会
团体标准编写大纲/标准征求意见表

大纲/标准名称				
意见提出人			所在单位	
联系电话			邮箱	
意见反馈内容				
序号	所在页次	大纲/标准章 条编号	大纲/原标准内容	建议修改及依据

中国核工业勘察设计协会 团体标准征求意见表（续页）

[illegible]

共 页第 页