

作者：梁忠强

适用课程：《智能测绘》《测量学》

齐齐哈尔工程学院北区项目 融入《智能测绘》课程的教学案例

摘要：“齐齐哈尔工程学院北区项目”是智能建造专业《智能测绘》课程学习的载体，通过该项目，学生将深入了解智能测绘技术在土木工程领域的实际应用，掌握从项目规划、设计到施工管理的全过程，培养学生的创新思维和实践能力。该项目为学生提供了一个真实的学习环境，让学生们在真实环境中，真学、真做、掌握真本领，还促进了学校与企业的紧密合作，推动了产教融合的发展。

关键词：测量 实践 施工

一、背景介绍

齐齐哈尔工程学院作为一所致力于培养应用型、创新型人才的高等学府，始终关注如何将教学与实际工程项目紧密结合，以提升学生的专业素养和实践能力。在此背景下，“齐齐哈尔工程学院北区项目”应运而生，成为学校教学的重要实践载体。该项目位于学院北区，占地面积广阔，旨在通过高水平的基础设施建设，为学生提供更加优质的体育教学环境。项目不仅满足了学校对现代化体育设施的需求，同时也成为建筑领域学生实践学习的宝贵资源。

二、项目案例

（一）项目案例内容

关于齐齐哈尔工程学院校园北区的测量，涉及对校园北区整体布局、建筑、道路、绿化等多个方面的精确测绘与记录。测量工作可能包括使用各种测量工具和技术，如全站仪、GPS定位系统、激光测距仪等，以确保数据的准确性和可靠性。

在测量过程中，需要特别关注校园北区的各个关键区域，如公寓、冰上运动中心、游泳馆、体育场馆等建筑物的位置、高度、面积等信

息，以及道路网络的布局、宽度、长度等。同时，对于校园内的绿化区域，也需要进行详细地测量和记录，以便了解校园生态环境的现状和未来规划的需求。

此外，在测量过程中还需要注意安全和稳定，确保测量工作的顺利进行。同时，测量结果需要进行详细的分析和整理，以便为校园规划、建设和管理提供有力的数据支持。

齐齐哈尔工程学院校园北区的测量是一项复杂而细致的工作，需要专业的测量团队和先进的测量技术来确保测量结果的准确性和可靠性。

（二）关键点

在案例教学中，关键知识点、技能点和态度点主要包括以下几个方面：

知识点：通过案例，学生需要掌握与项目相关的基本概念、原理和方法。在案例教学中，教师应注重引导学生深入理解这些知识点，并将其与案例中的实际情况相结合，以加深学生的理解和记忆。

技能点：案例教学强调学生实践能力的培养。在案例分析过程中，学生需要运用各种技能来解决问题，如信息搜集与处理能力、分析判断能力、决策能力、沟通能力等。这些技能对于学生在未来工作中应对复杂问题具有重要意义。因此，在案例教学中，教师应注重培养学生的实践能力和创新思维，鼓励学生积极参与案例分析过程。

态度点：在案例分析过程中，学生需要保持客观公正的态度，尊重事实和数据，以科学的方法来分析问题。同时，学生还需要具备团队合作精神和创新意识，积极与他人沟通交流，共同解决问题。这些态度和价值观的培养对于学生在未来工作中取得成功具有重要意义。

教学使用

1. 组织引导

该案例涉及施工测量概述、施工放样的基本工作、点的平面位置

放样等相关课点，课前通过学习通讲案例的测量过程发送给同学们，让同学们提前预习案例内容，对即将学习的知识点有初步的了解。在课堂上，通过双抽汇报的方式进行检测。在讲授环节，教师首先简要介绍案例背景及教学目标，然后引导学生分组讨论，每组选取案例中的一个或多个环节进行深入分析。通过小组讨论，学生可以充分交流思想，碰撞出创新的火花，同时也能锻炼团队协作能力。在讨论过程中，教师适时给予指导和启发，引导学生深入思考，发现案例中隐藏的问题和解决方案。教师在此过程中充当引导者和辅助者的角色，鼓励学生自主思考、积极探索，并适时提供必要的指导和帮助。

2. 教学组织

在教学过程中，注重理论与实践的结合。在讲解理论知识的同时，鼓励学生动手实践，利用实验室的测量设备对案例中的数据进行模拟分析和处理。通过这种方式，学生能够将所学知识应用于实践中，加深对理论知识的理解，并提升实践技能。

3. 过程设计

首先，通过学生们的汇报针对性地对问题详细讲解，同时讲解每阶段的测量任务及技术要求，使学生对项目有一个全面地了解。随后，组织学生分组进行实地测量或模拟测量，让学生在实践中掌握测量仪器的使用和数据处理方法。在测量过程中，教师会巡回指导，及时解答学生遇到的问题，确保测量工作的顺利进行。测量完成后，各小组需对测量数据进行整理和分析，形成测量报告。最后，组织全班进行汇报交流，各组展示测量成果，分享经验教训，教师进行总结点评，指出存在的问题和改进方向。

4. 考核方法

考核方法主要包括以下几个方面：一是平时成绩，根据学生的课堂参与度、小组讨论表现、作业完成情况等进行综合评定；二是实践成绩，依据学生在实地测量或模拟测量中的操作技能、数据处理能力、

团队协作情况等进行打分；三是期末考试成绩，通过闭卷考试检验学生对理论知识的掌握程度。

5. 教学效果

教学效果方面，通过本案例的教学实践，学生普遍表现出较高的学习积极性和参与度。学生对智能测绘、施工测量等相关知识点的理解更加深入，实践技能得到显著提升。同时，学生的团队协作能力、沟通协调能力等软技能也得到了有效锻炼和提高。

（四）其他相关说明和附件

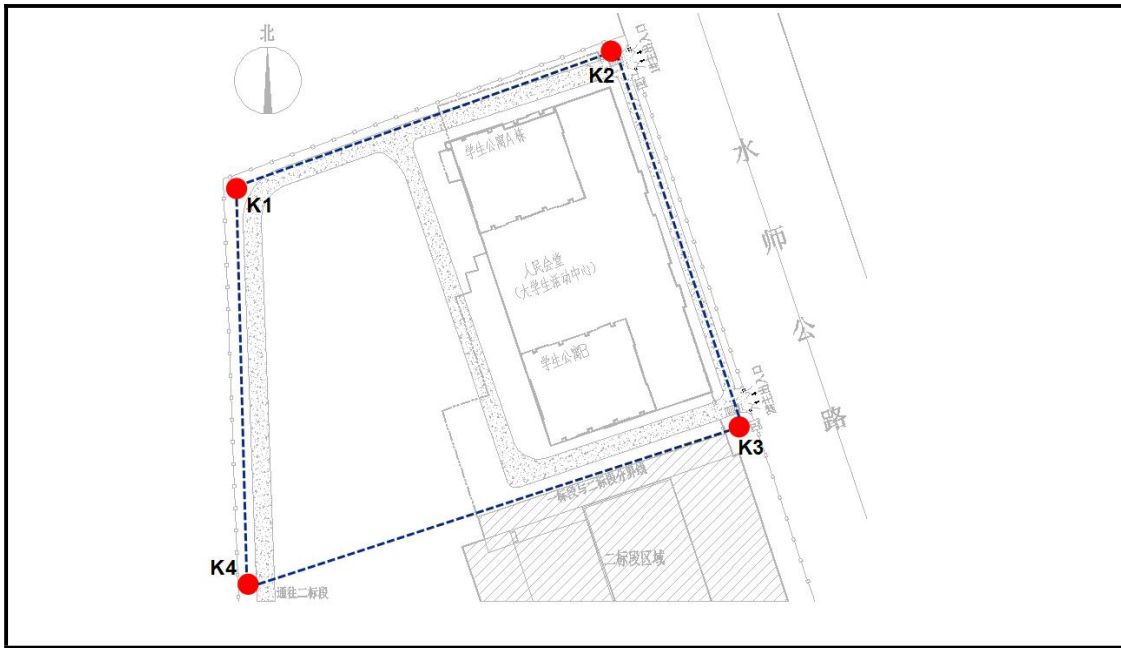
北校区测量方案

1. 测量工程概况

齐齐哈尔工程学院北区校园建设项目（一期）总承包工程项目一标段位于齐齐哈尔市龙沙区水师路西侧、喜庆路北侧交汇处，总建筑面积 57734.07 平方米，共包含人民会堂（大学生活动中心）、学生公寓 A 栋与学生公寓 B 栋、热带雨林温室等，其中人民会堂（大学生活动中心）建筑面积 15025.28 平方米，学生公寓 A 栋与学生公寓 B 栋建筑面积 30138.99 平方米，热带雨林温室建筑面积 717.57 平方米，地下建筑面积约为 11852.23 平方米（包括人防夹层 2146.48 平方米）。主体结构形式为混凝土框架结构，人民会堂屋面为钢网架结构。

将通过采用科学的测控技术，先进的测量仪器，以及严格的复核校正手段，达到本工程测量精度目标要求。地下部分施工测量使用全站仪采用坐标放样法，地上部分则使用经纬仪配合全站仪及激光垂准仪采用内外控制相结合的方法进行施测。

根据业主提供的控制点为基准，在场地内增设 4 个控制点。经角度、距离校测符合点位限差要求后，以此作为场区内各施工阶段测量定位的基准，在施工过程中根据实际情况定期与场外甲供控制点位联测、核校或增减控制点位。附场区平面及高程控制点位分布示意图。



2. 本工程测量重难点分析

序号	重难点分析	针对性解决措施
1	测量控制网的布设时间长、难度大	测量控制网需分级布设，分级控制；由于施工原因，场区内控制点会随着施工进度而拆除，或因为不通视等原因不能使用，所以一级控制网要布设在场区外，随着工程建设的使用连续不断的进行场区内二级控制网的重新布设与加密，定期进行测量闭合网平差测量工作，保证各级平面控制网的精度。
2	本工程占地面积较大，测量控制网建立难度大	本工程包含多个单体，工程前期需与甲方进行测量控制点对接工作，甲方提供的测量控制点设置在场区外，选择通视良好、易保存、安全的地方进行控制点的定位与制作，做好标识并加以维护，并对控制点进行联测，准确无误后建立一级控制网，并以此为基础建立场区内各级控制网。
3	测量控制点的保护	本工程单体较多，所建立的控制网较多，测量控制点的布设较多，针对控制点点位选择在通视较好、容易保存、安全的位置，尽量选择在可以长时间保存的地方，控制点四种用定型围挡或钢管架体进行维护，涂刷红白漆等显著标志，并悬挂标识牌。
4	涉及施工专业众多、测量控制难度高	做好各专业施工的测量移交工作，谁签字谁负责，定期对各专业的测量放线工作进行复核，发现问题进行统一整改。
5	多专业工作面交接，施工精度要求高	本工程为施工总承包模式，各施工专业对测量精度要求不一，我司统一进行测量控制网的布设与控制，所有专业均以我司建立的高精度测量控制网进行细部放线工作，保证各专业工作面的顺利交接。

3. 施工测量的准备工作

施工测量准备工作是保证施工测量全过程顺利进行的重要环节，包括图纸的审核，测量定位依据点的交接与校核，测量仪器的检定与校核，测量人员的调配，测量方案的编制与数据准备，施工场地布置等。

1) 检查各专业图的平面位置标高是否有矛盾，预留洞口是否有冲突，及时发现问题，及时向有关人员反映，及时解决。

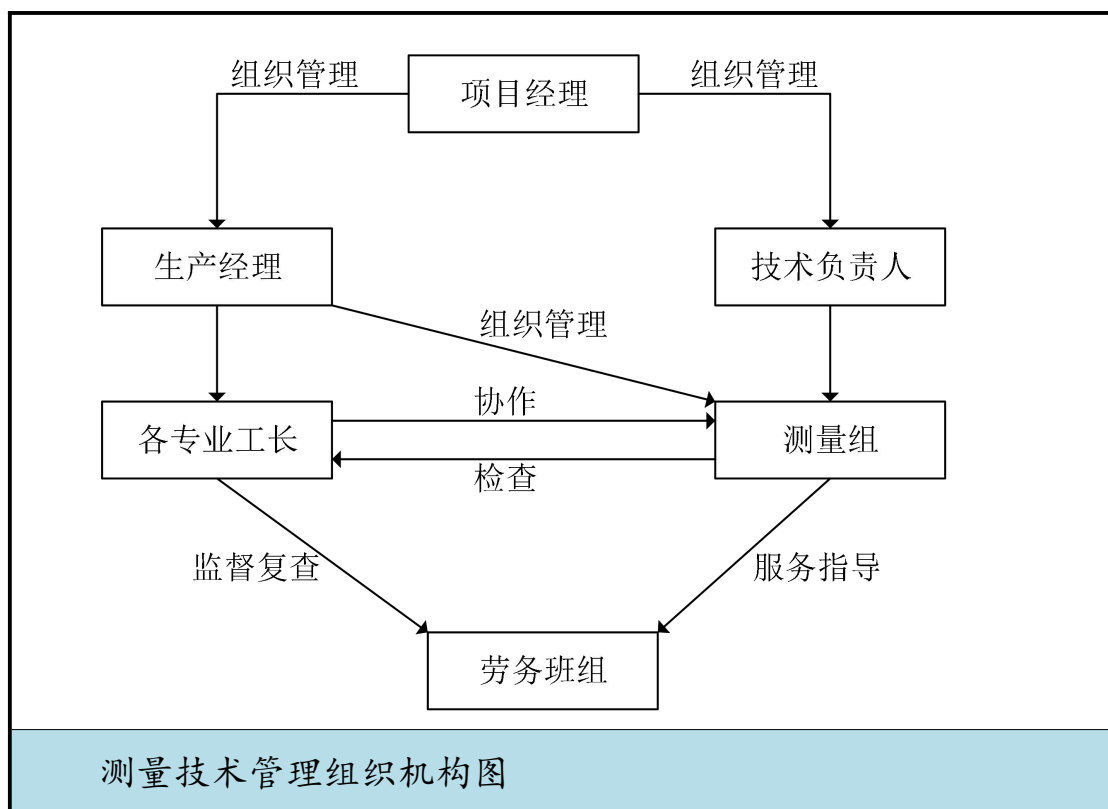
2) 校核测绘院提供的测量成果，并做好桩点保护。

3) 根据施工现场场地条件、施工图纸及工程内部结构特征编制工程测量方案，根据施工现场踏勘具体情况确定建立轴线控制网与高程控制网的最佳方案，根据确定的平面和高程控制方案选择测量路线、测量方法、测量仪器、协作人员及测量所需材料。

4) 对所有进场的仪器设备及人员进行初步调配，确保作业人员持证上岗，使用仪器设备检定合格。仪器列表如下：

编号	设备名称	精度指标	数量	用途
1	徕卡全站仪 TS06-2	2mm+2ppm	1 台	工程控制定位
2	经纬仪 TDJ2-2	2"	1 台	施工放样
3	垂准仪 DZJ3-L1	1/40000	1 台	轴线竖向传递
4	水准仪 DS32	2mm	台	标高控制
5	50m 钢卷尺	1 级	把	局部量距
6	对讲机	----	部	通讯联络

5) 确定本组织机构的归口管理及协作部门，以保证工作的质量与协作。



6) 工程施工测量的控制目标:

名称	规范允许偏差	项目测量精度目标
建筑物倾斜	向内 50mm, 向外 50mm	向外 20mm, 向内 25mm
建筑物总高度偏差	$-H/1000 \leq e \leq H/1000$ 且 $e \leq 5\text{cm}$	$-20\text{mm} \leq e \leq 20\text{mm}$
建筑物总矢量弯曲	$e \leq L/2500$ 且 $e \leq 25\text{mm}$	$e \leq L/2500$ 且 $e \leq 25\text{mm}$
层高偏差	$\pm 5\text{mm}$	$\pm 2\text{mm}$
每层轴线偏差	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 2\text{mm}$

4. 平面控制网建立

4.1. 平面控制网布设原则

4.1.1. 平面控制应先从整体考虑, 遵循先整体、后局部, 高精度控制低精度的原则;

4.1.2. 布设平面控制网形首先根据设计总平面图, 现场施工平面

布置图；

4.1.3. 选点应选在通视条件良好、安全、易保护的地方；

4.1.4. 桩位必须用混凝土保护，需要用钢管进行围护，并用红油漆做好测量标记。

4.2. 平面控制网的布设及复测

本工程首先对甲方提供的该工程定位桩进行复测。

测试仪器采用全站仪进行距离、角度复测，符合规范及点位限差要求后，采用极坐标或直角坐标定位放样的方法测设出建筑物主轴线的交点，角度、距离校测符合点位限差要求后，将其引测到基坑开挖线以外安全的地方并加以保护。

纵横轴线不少于2条，作为场区首级控制。对于局部工程根据业主提供的该工程定位测量成果依据平面控制网布设原则及轴线加密方法，布设场区平面控制网。轴线控制网的精度等级根据《工程测量规范》要求控制网的技术指标必须符合表-1的规定。

轴线控制网的指标表-1

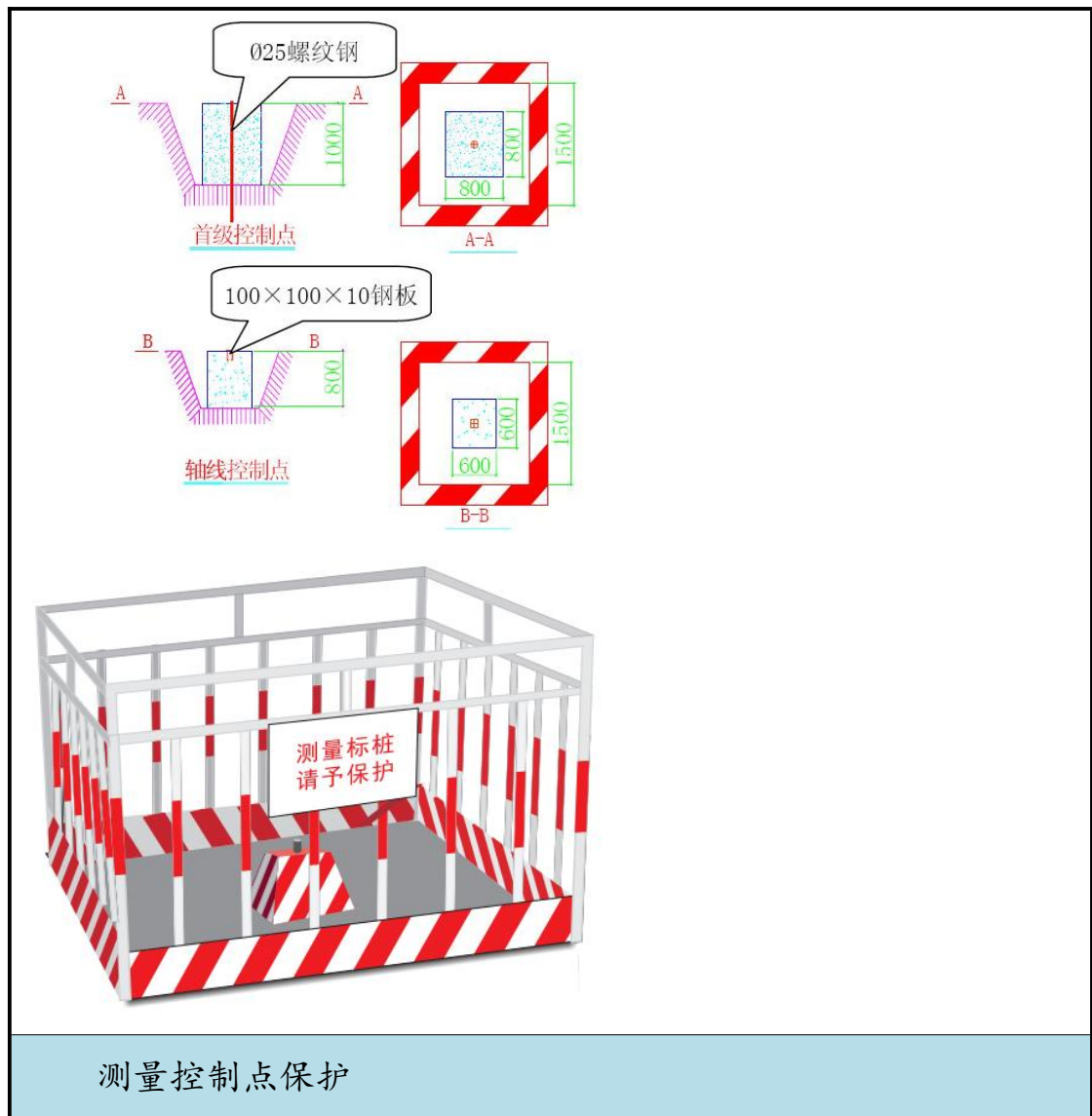
等级	测角中误差 (")	边长相对中误差
二级	±12	1/15000

4.3. 建筑物的平面控制网

首级控制网布设完成后，依据基础平面图上有关轴线、墙体、洞口详细位置关系建立建筑物平面矩形控制网。本工程建筑物平面矩形控制网布设成偏轴线1.5米。

建筑物轴线控制桩是工程施工过程中测量放线的依据，必须进行保护。

保护方法：首先以控制桩为中心砌长宽均为0.5米、高0.3米的砖墩。砖墩为四周砌砖，中间填充砂浆，砖墩外侧用砂浆抹平，必要时搭设钢管护栏进行围护，并用红白油漆做好测量警示标识。



5. 高程控制网的建立

5.1. 高程控制网

5.1.1. 为保证建筑物竖向施工的精度要求，在场区内建立高程控制网。

5.1.2. 高程控制的建立是根据甲方提供的场区水准基点（至少应提供三个），采用0.3mm级精度的DINI-10电子水准仪对所提供的水准基点进行复测检查，校测合格后，测设一条闭合或附合水准路线，联测场区高程竖向控制点（通常是建筑物±0.00），以此作为保证竖向施工精度控制的首要条件；

5.1.3. 高程控制网的精度，不低于三等水准的精度；

5.1.4. 场区内至少应有三个水准点，水准点距离建筑物大于 25 米，距离回土边线应不小于 2 米。

5.2. 高程控制网的等级及观测技术要求

5.2.1. 高程控制网的等级拟布设三等附和水准，水准测量技术要求如下：

等级	高差全中误差 (mm/km)	路线长度 (km)	仪器型号	水准尺	与已知点联测次数	附和或环线次数	平地闭合差 (mm)
三等	6	≤ 50	DS1 DS3	钢瓦 双面	往返各 一次	往返各一 次	$12\sqrt{L}$

注：L 为往返测段附和水准路线长度 (km)。

5.2.2. 水准观测主要技术指标见下表：

等级	仪器型号	视线长度	前后视较差 (m)	前后视累积差 (m)	最低地面高度 (m)	基辅或红黑读数差	基辅或红黑所测较差
三等	DS1	100m	3	6	0.3	1.0mm	1.5mm
	DS3	75m				2.0mm	3.0mm

5.2.3. 水准测量的内业计算应符合下列规定

水准线路应按附和路线和环形闭合差计算，每千米水准测量高差全中误差，按下式计算：

$$MW = \sqrt{\frac{1}{N} [WW / L]}$$

式中 MW-----高差全中误差 (mm)：

W-----闭合差 (mm)：

L-----相应线路长度：

N-----附和或闭合路线环的个数。

内业计算最后成果取值：二等水准精确至 0.1mm，三、四、五等精确至 1mm。

6. 土方施工阶段

6.1. 平面控制

6.1.1. 开挖线放样

根据土方施工方案,由项目技术总工确定并核实开槽的上口边线各交点的相应坐标以供现场施测。

使用全站仪根据经确认的坐标实测出开槽的上口边线后,由施工队配合将各开挖线的转角点相连并撒出白灰线供土方开挖使用。

6.1.2. 基槽放样

土方开挖至基槽底面时,首先用全站仪根据开挖顺序,逐次在各区域投测两条相互垂直的主要控制轴线,然后再由施工队测量员根据基础图示尺寸关系放样出基础承台、梁,开挖底口线,集水坑、电梯井坑等位置,施工队伍测量人员要在基坑开挖现场实时指导挖土司机作业。

6.1.3. 验槽

当土方开挖完成后,根据各区域投测的两条相互垂直的主要控制轴线检查基础承台、梁,基坑底口和集水坑、电梯井坑等位置是否正确。同时测量人员要积极配合监理单位、设计单位验槽。

6.2. 标高控制

6.2.1. 高程控制点的联测

在向基槽内引测标高时,首先联测高程控制网点。经联测确认无误后,方可向基坑内引测所需的标高。

6.2.2. 基槽底部标高控制

在土方开挖即将挖到基坑开挖底标高时,施工队测量人员要对开挖深度进行实时测量,用水准仪抄测出挖土标高,每隔2米距离撒一白灰点,指导清土人员按标高清土。

清土完成后利用水准仪严格检查基底土层标高。

7. ± 0.000 以下基础工程测量

7.1. 质量保证体系

7.1.1. 在建筑物基础施工过程中，对轴线控制桩每半月复测一次，以防控制桩位移而影响到正常施工及工程施测的精度要求。

7.1.2. 采用测量精度 2" 级、测距精度 $2\text{mm}+3\text{ppm}$ 的全站仪，根据首级控制进行校测。

7.2. 轴线投测方法

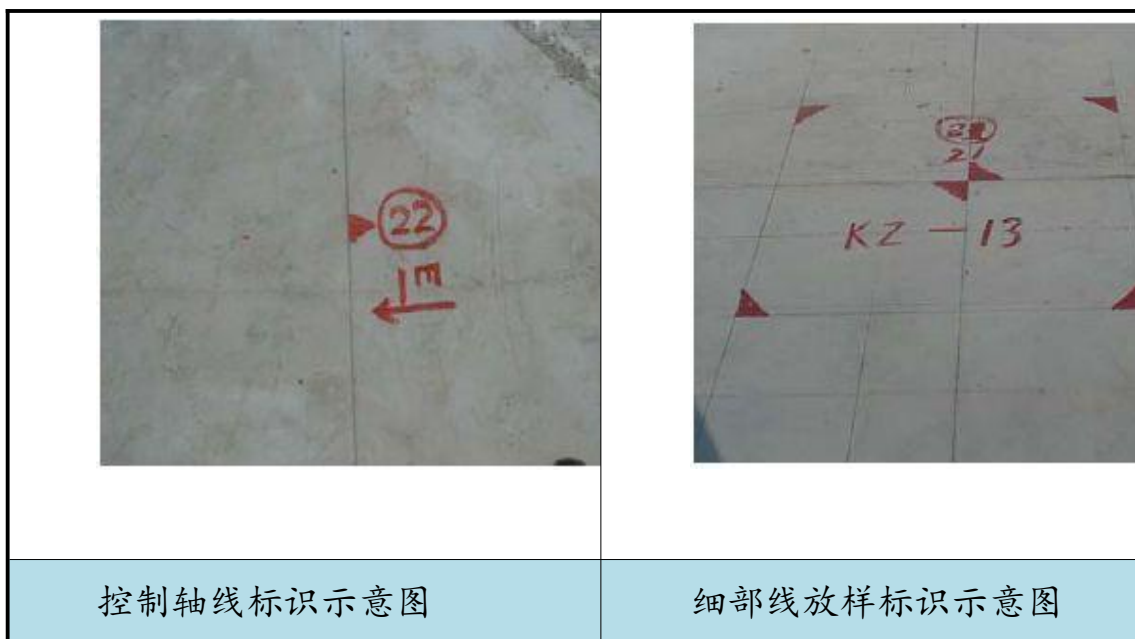
7.2.1. ± 0.00 以下基础施工采用经纬仪方向线交会法来传递轴线、引测投点误差不超过 $\pm 3\text{mm}$ ，轴线间误差不超过 $\pm 2\text{mm}$ 。

7.2.2. 首先依据场区平面轴线控制桩和基础开挖平面图，测放出基槽开挖上口线及下口线，并用白石灰撒出。

7.2.3. 当基槽开挖到接近桩顶设计标高时，用经纬仪分别投测出桩孔控制轴线并测放出桩孔中心线及孔位，并用白石灰撒出。

7.2.4. 当基槽开挖至槽底标高时，用经纬仪分别投测出基槽边线的控制线，并打控制桩指导开挖。

7.2.5. 待垫层浇筑完成并达到一定强度后，根据基坑边上的轴线控制桩，将 T2 经纬仪架设在控制桩位上，经对中、整平后、后视同一方向桩（轴线标志），将所需的轴线投测到施工的平面层上，在同一层上投测的纵、横轴线不得少于 2 条，以此作角度、距离的校核。经校核无误后，方可在该平面上或流水段放出其他相应的设计轴线及细部线。并弹墨线标明作为支模板的依据。模板支好后，应用两经纬仪架设在两条相互垂直的轴线上检查上口的位置。在各楼层的轴线投测过程中，上下层的轴线竖向垂直偏移不得超过 4mm 。对电梯井位的平面控制，在测量放线中是一个该注意的问题，在电梯井位附近设置纵、横控制轴线各一条，确保电梯井平面位置的正确性。



7.2.6. 在施工过程中，每当施工平面测量工作完成后，进入竖向施工，在施工中，每当墙、柱体浇筑成形拆掉模板后，应在墙柱体侧面投测出相应的轴线，并在墙体、柱侧面抄测出结构1米线（1米线相对于每层楼板设计标高而定）以供下道工序使用。

7.2.7. 当每一层平面或每段轴线测设完后，必须进行自检、自检合格后及时填写报验单，报送报验单必须写明层数、部位、报验内容并附一份报验内容的测量成果表。报请监理验线，验线合格后才能进行下一步施工。

验线允许偏差

主轴线间距	允许偏差 (mm)
$L \leq 30m$	± 5
$30m < L \leq 60m$	± 10
$60m < L \leq 90m$	± 15
$L > 90m$	± 20

7.3. 基础施工标高控制

7.3.1. 高程控制点联测

7.3.2. 向基坑内引测标高时，首先联测高程控制网点，以判断场区内水准点是否被碰动，经联测确认无误后，方可向基坑内引测所需的标高。

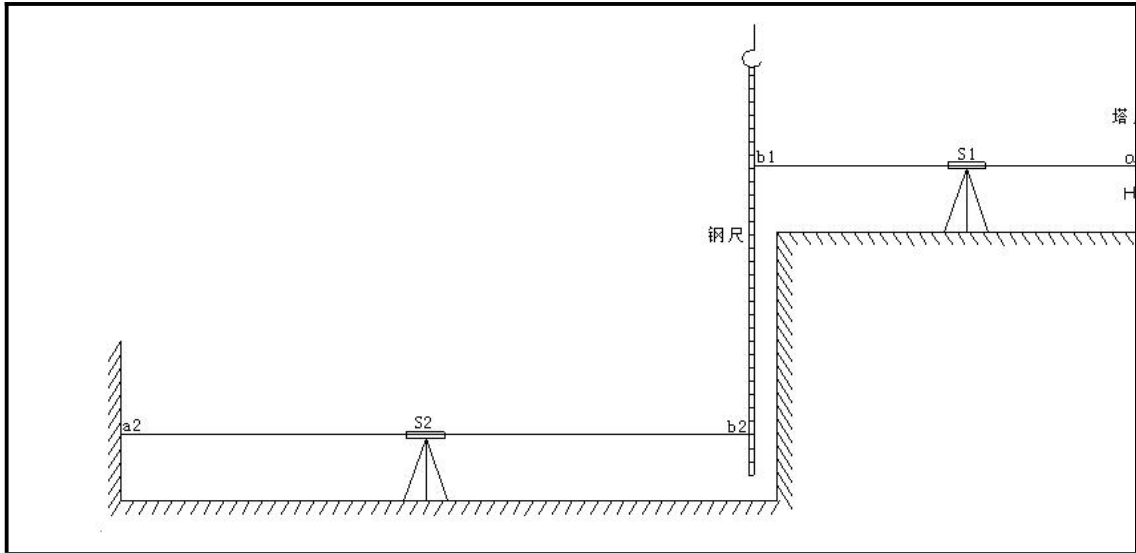
7.3.3. ± 0.00 以下标高的施测

7.3.4. 为保证竖向控制的精度要求，对基础施工所需标高基准点必须正确测设。

7.3.5. 同一平面层上所引测的高程点不得少于三个，并作相互校核；校核后三点的较差不得超过 3mm，取平均值作为该平面施工中标高的基准点，基准点应标在基槽内相对稳定位置，用钢管钉入地基 1.0 米外露 0.3 米（做好保护），在其上测设施工用基准标高点，并用红色三角作标志，同时标明绝对高程和相对标高，便于施工中使用。

7.3.6. 待模板支好检查无误后，用水准仪在模板内壁定出基础面设计标高线。拆模后，抄测结构 1 米线，在此基础上，用钢尺作为向上传递标高的工具。

7.3.7. 基础施工标高传递示意图



$$a2 = H0 + a1 - (b1 - b2) \quad \dots\dots\dots \text{公式<1>}$$

a1-----S1 水准仪后视读数；

a2-----S2 水准仪视线高；

b1-----S1 水准仪钢尺读数；

b2-----S2 水准仪钢尺读数；

H0-----基准点高程。

8. ±0.000 以上主体施工测量

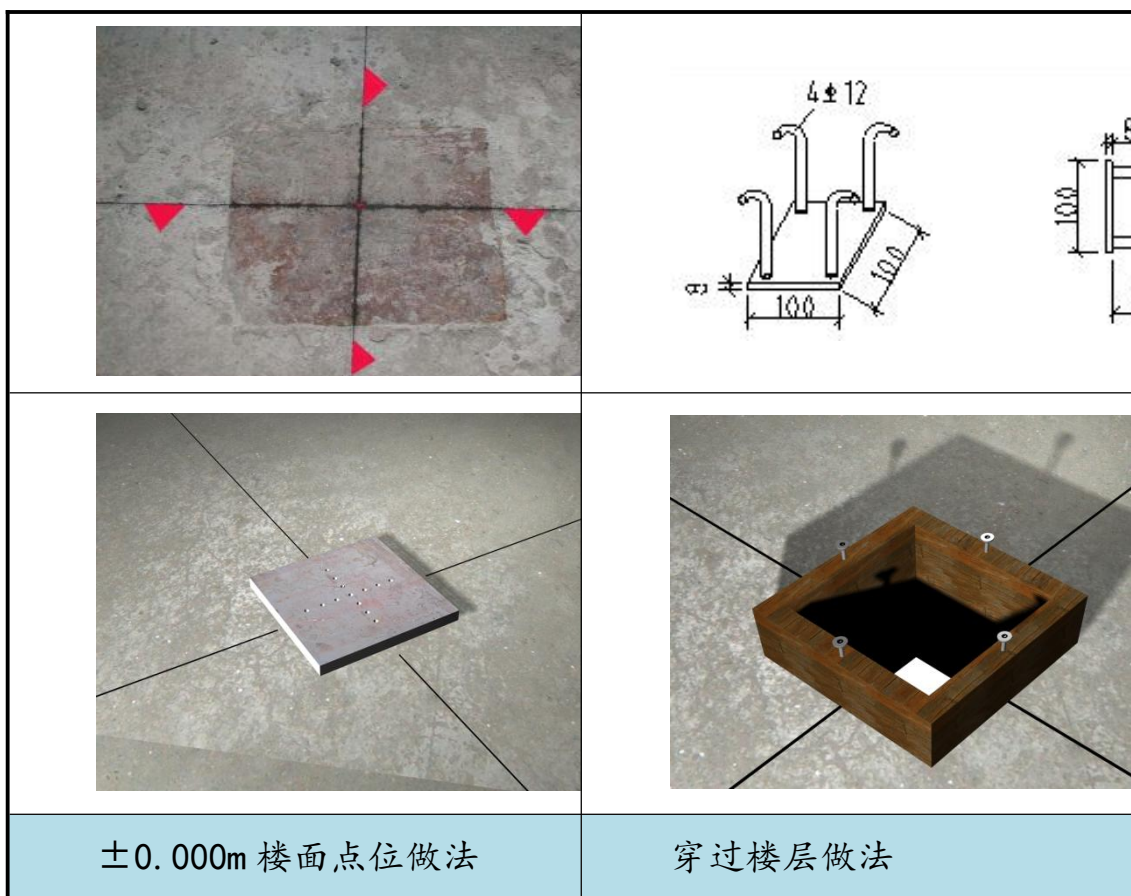
8.1. 平面控制测量

8.1.1. 建筑物±0.00 以上的轴线传递，采用激光准直仪法。

8.1.2. 在建筑物首层内测设轴线控制点即所谓的内控法。

8.1.3. 首层放线验收后，应将控制轴线引测至建筑物内。根据结构内部特征，本工程设轴线内控点四个，均布设在首层结构底板上，混凝土浇筑前必须预先埋设（相应偏离轴线 1.5 米的位置）。基准点的埋设采用 10cm×10cm 钢板，钢针刻划十字线，钢板通过锚固筋与首层楼面钢筋焊牢，作为竖向轴线投测的基准点。基准点周围严禁堆

放杂物，向上各层在相应位置留出预留洞（20cm×20cm）。



8.1.4. 预埋件埋设：首层结构底板混凝土浇筑前，根据内控点平面布置图，在相应位置上准确地将铁件安放好并与楼板钢筋焊接牢固。在二层以上每层垂直对应首层内控点位置上预留 20cm×20cm 的激光传递孔，以便轴线向上投测。

8.1.5. 竖向投测前，应对首层钢板基准点控制网进行校测，校测精度不宜低于建筑物平面控制网的精度，以确保轴线竖向传递精度。有关测设步骤如下：

8.1.6. 内控点测设：待预埋件埋设完毕后，将内控点所在纵横轴线分别投测到预埋铁件上，并用全站仪进行测角、测边校核，精度符合规范要求后作为平面控制依据。

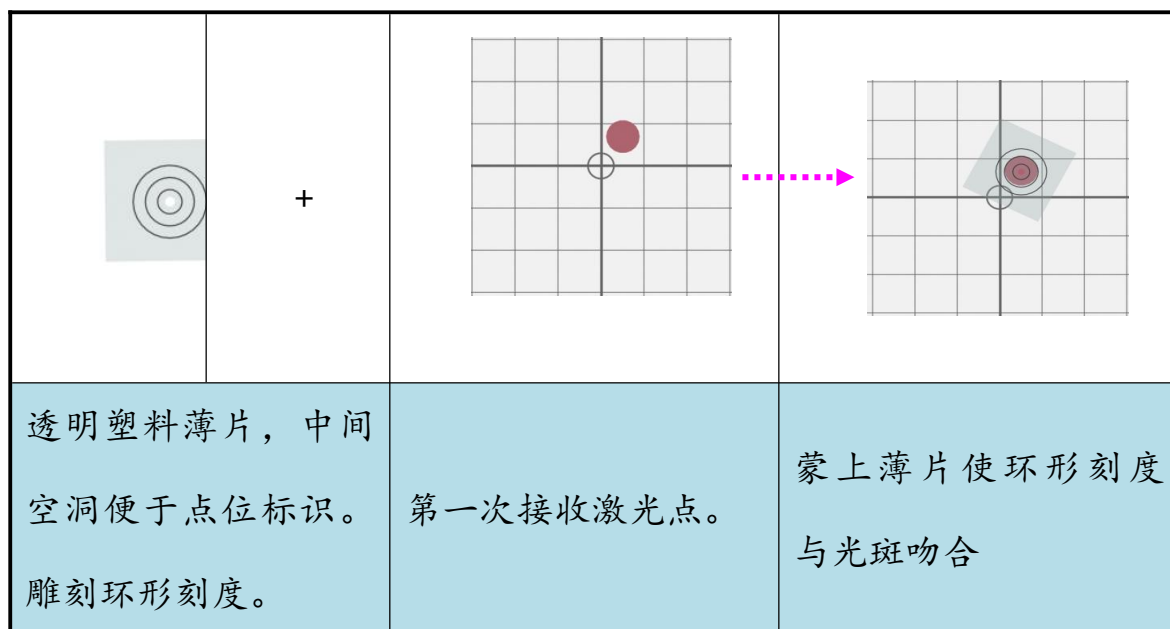
激光接收靶：接收靶由 $300 \times 300 \times 5\text{mm}$ 厚有机玻璃制作而成，接收靶上由不同半径的同心圆及正交坐标线组成。

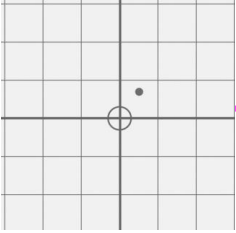
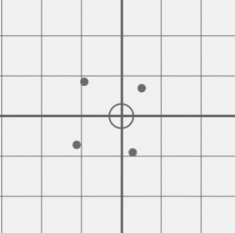
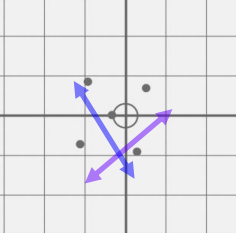
内控点竖向投测：

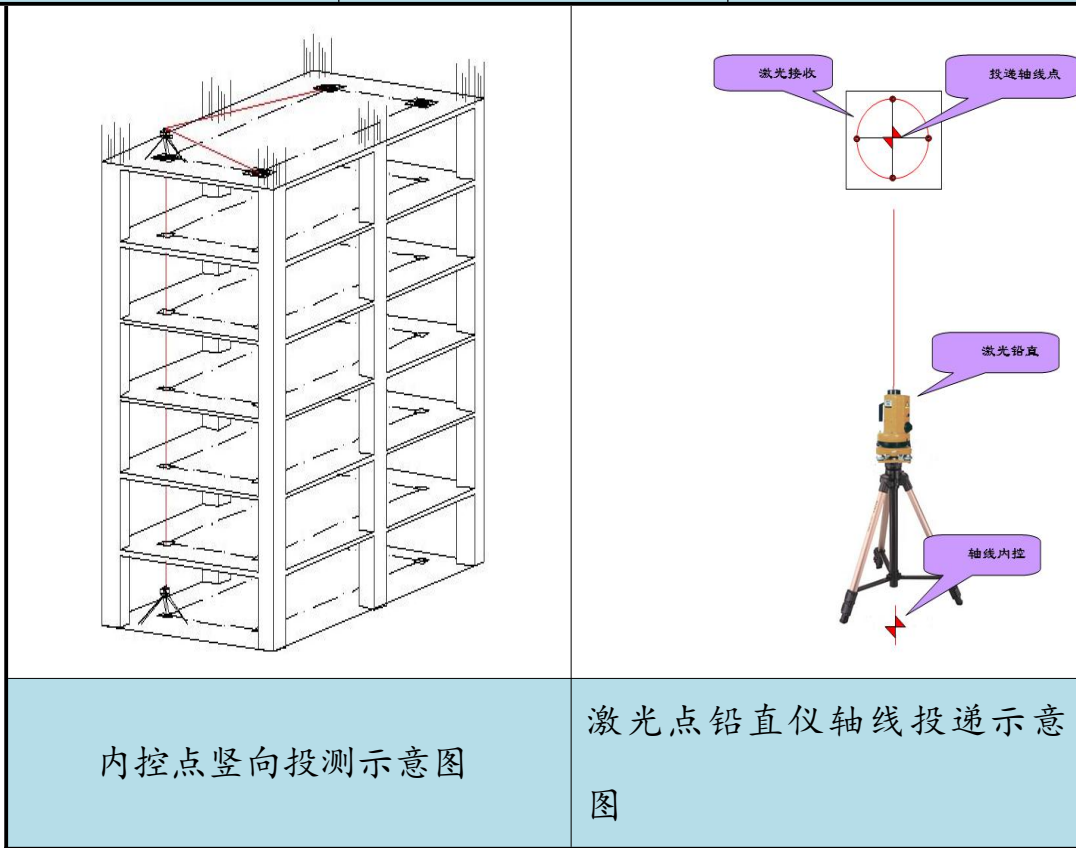
1) 内控点竖向投测前，首层与施工作业层预留孔必须保证通视，二层预留孔在投测前先暂时封堵，以保证仪器及操作人员的安全；

2) 将激光铅直仪安置在首层结构底板内控点上，对中整平后，打开电源开关，仪器发射激光束，穿过楼板预留洞直射到激光接收靶上，激光铅直仪操作人员首先调整焦距使激光束聚焦成光点，然后将仪器分别转动 90° 、 180° 、 270° ，上面操作接收靶人员见光后依次用笔做好标记，并将四点连线，其交点即楼层平面控制点位置；

3) 为了提高点位捕捉的精度，减少分阶段引测累积误差。制作激光捕捉辅助工具，示意图如下：



		
<p>通过塑料薄片中间孔洞捕捉第一个激光点在激光接收靶上。</p>	<p>分别旋转铅直仪 90°、180°、270° 用上述同样的方法捕捉到四个激光点。</p>	<p>取四次激光点的几何中心即为本次投测的真正点位位置。</p>



8.1.7. 轴线竖向投测允许误差

高度 (m)	允许误差 (mm)
每层	± 3
$H \leq 30m$	± 5
$30m < H \leq 60m$	± 10

高度 (m)	允许误差 (mm)
$60m < L \leq 90m$	± 15
$L > 90m$	± 20

8.1.8. 控制轴线投测至施工层后，应组成闭合图形。

8.1.9. 作业层轴线、细部线放样

轴线内控点投测到施工层后，将经纬仪分别置于各点上，检查相邻点间夹角是否为 90° ，然后用检定过的 50m 钢尺校测每相邻两点间水平距离，检查控制点是否投测正确。控制点投测正确后依据控制点与轴线的尺寸关系放样出轴线。轴线测放完毕并自检合格后，以轴线为依据，依图纸设计尺寸放样出柱边线、洞口边线等细部线。

8.2. 高程传递

8.2.1. 由一层向上引测标高时，首先联测标高基准控制点，确认无误后。在首层楼面上，将结构标高+1.000m 引测至剪力墙外侧便于向上竖直量尺处，复核合格后用红三角标志，并标明标高值，作为主体工程标高控制的基准线和起算点。



标高基准线和起算点示意图

8.2.2. 钢卷尺沿楼层柱侧往上逐层传递所需要的标高值，然后架设水准仪将楼层结构标高引测在该层平面固定物体上，并用红三角做好标志，作为该楼层标高抄测的依据；



标高的竖向传递

8.2.3. 施工层抄平之前，应先复测首层传递上来的三个标高点，当较差小于 3mm 时，取其平均标高引测水平线。抄平时，应尽量将水准仪安置在测点范围的中心位置；

8.2.4. 当每一层平面标高抄测工作完成后，必须进行自检，自检合格后及时填写楼层标高抄测记录表报请监理验线，验线合格后方可进行下一步施工。

8.3. 建筑垂直度测量

8.3.1. 根据结构特点及实际情况，采用内控、外控相结合的方法来控制主体施工中的垂直度。

8.3.2. 在一层底板砼浇筑前预先埋设垂直度控制点，埋设位置、方法及选用材料同内控制点埋设一致，预埋前先吊线，位置要准确；

8.3.3. 当一层底板砼浇筑完成后，采用外控极坐标法将各垂直度控制点精确投测到预埋的钢板上，并做好记号；

8.3.4. 在各施工层底板与垂直度控制点相对应位置留 20×20cm 垂直度控制点传递孔；

8.3.5. 当各施工层底板砼浇筑完成后，采用激光铅直仪将垂直度控制点传递到各施工层楼面，然后依据这些垂直度控制点校核各施工层垂直度；

8.3.6. 在主体结构或工程竣工后，采用激光铅直仪配合计量 50m 钢尺外加三项改正复查本工程整体垂直度及全高；

8.3.7. 复查后的建筑物垂直度及全高偏差必须符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的要求。超出允许偏差且影响结构性能的部位和结构安全的关键要素，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理（建设）单位认可后进行处理。

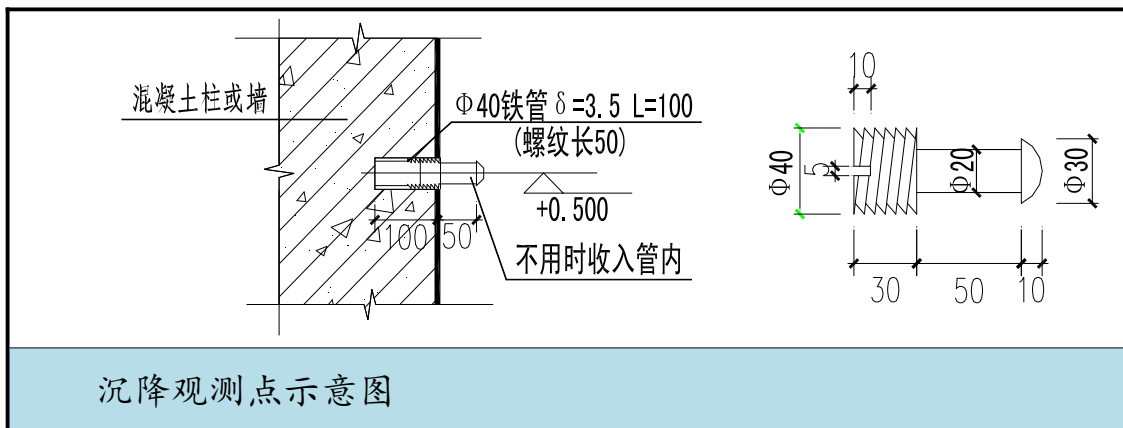
8.4. 沉降观测

8.4.1. 根据设计要求，本工程主体结构必须做好沉降观测；

8.4.2. 在观测前要预先埋设永久水准点。根据场地实际情况，在距建筑物各方向约 30m 远处理设 2~3 个永久水准点，并用砼护桩；

8.4.3. 采用精密水准仪，严格按照《建筑变形测量规程》（JGJ/T8-2007）的规定，按 II 级水准精度采用闭合法对埋设的永久水准点进行观测。各点测量无误后方可作为本工程沉降观测的基准点；

8.4.4. 在一层主体结构砼浇筑前，依据设计要求，必须在约 +0.500m 框架柱（剪力墙）处理设、焊接好沉降观测点：



8.4.5. 主体结构每施工完一层观测一次，观测成果作为首次资料。主体结构完工后一年内每一个半月观测一次，第二年内每三个月观测一次，以后每半年观测一次，直至沉降稳定为止，沉降有异常变化时，应增加观测次数；

8.4.6. 及时整理观测成果资料，报送业主、监理、设计院等单位。若出现不均匀沉降量或发生突变时，应立即报告以上各单位。

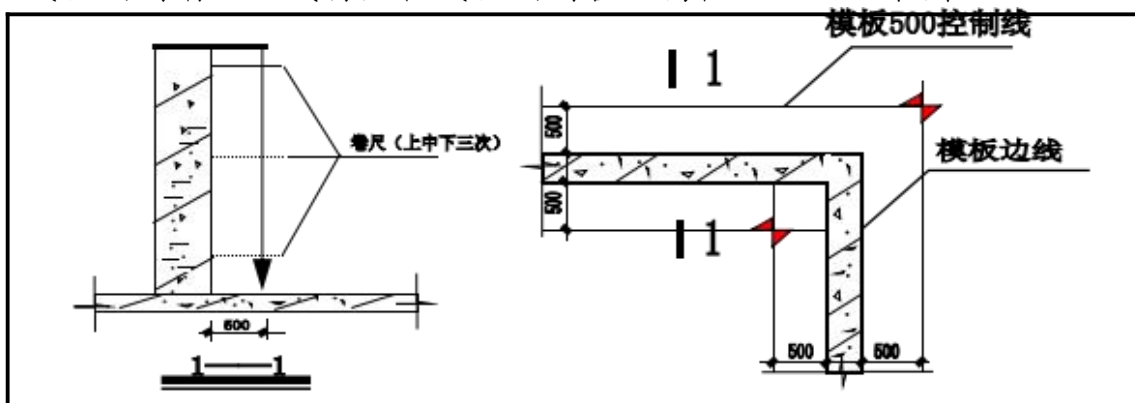
9. 工程重点部位的测量控制方法

9.1. 建筑物大角铅直度的控制

首层结构施工完成后，分别在距主轴线外 1m 外楼板侧面，各弹出一条竖直线，并涂上两个红色三角标记，作为上层支模板的控制线。上层楼板支模时，以此 1m 线校准模板边缘位置，以保证上下层楼板悬挑尺寸符合设计要求；每隔 3~4 层用经纬仪检查各楼角的垂直度。

9.2. 剪力墙、隔墙和柱子施工精度测量控制方法

为了保证剪力墙、隔墙和柱子的位置正确，满足二次结构以及装修阶段的施工测量的需要。放线时要根据轴线放测出墙位置，弹出墙边线、墙 500mm 的控制线，并和轴线一样标记红三角，每个房间每条轴线红三角的个数不少于两个，在该层墙柱施工完成后要及时将控制线投测到墙面上或将主轴线投测到各结构柱立面。如下图：



9.3. 电梯井施工测量控制方法

在结构施工中，在电梯井底以控制轴线为准弹测出井筒 30cm 控

制线和电梯井中心线，并用红三角标识。在后续的施工中，每层都要根据控制轴线放出电梯井中心线，并投测到侧面上用红三角标识。

9.4. 钢筋混凝土结构测量控制

9.4.1. 钢筋工程

利用钢卷尺配合水准仪将作业面高程基点引测至柱竖向钢筋上，经复测无误后，交给工长作为整个施工层标高控制的依据。工长在进一步引测过程中，层间偏差值不得超过 $\pm 2\text{mm}$ 的要求。

现场标高点用红或蓝胶带纸进行标识，应注意胶带纸上下边的统一。在绑扎门窗洞口过梁时，可用5m钢卷尺将标高再向上传递，拉尺过程中应保持立筋垂直，以免造成立筋垂直偏差过大，而导致出现过梁钢筋偏低的质量问题。

工长在过程控制中，应注意检查以下部位标高情况：梁梁接头钢筋的顶标高，看钢筋是否有保护层，锚入本楼层的墙筋顶标高，电梯井下口上部筋顶标高等。

9.4.2. 模板工程

板底模支设高度是依据测设脚手架立杆的标高点，所以测设脚手架立杆的标高点是模板工程标高控制的着重点。

测设时可选择位于满堂脚手架的角点、中间点底部稳定可靠、垂直的立杆，将标高测设其上，扶尺人员注意标高的上方是否有扣件、横杆阻碍标高点向上的传递。然后用红或蓝胶带纸做统一的标识。测设完毕后可沿立杆向上传递，定出水平杆的标高点，利用细线将各标高点连线，检查合格后，（连线应重合，偏差值小于2mm）可将此细线作为其他脚手架搭设的依据。

待部分模板铺设完成后，可将水准仪架设其上，检查模板面标高、平整度以及相邻两块模板的高低差。若发现问题，现场改正。

工长在过程控制中，应注意检查以下部位标高情况：吊模侧模底标高，外墙模板标高是否低于混凝土顶面标高，跨度不小于4m梁、

板的跨中标高是否按要求起拱,电梯井底模,焊接预埋件标高高差等。

9.4.3. 混凝土工程

工作重点:控制板混凝土顶面标高。

待板底模铺设完成后,即可将水准仪架设其上,将距混凝土面500mm的控制标高测设在剪力墙竖筋及暗柱立筋上,测设标高的数量应保证每面墙上有一标高点

混凝土浇筑过程中,应随时将各标高点拉线,检查找平,此外工作面上也可架设一台激光扫平仪随时动态地进行监控,发现问题,及时改正,将混凝土顶面标高偏差值控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内。

9.4.4. 砌体结构施工测量

根据结构施工时的轴线控制线放出砌体结构的墙边线,门窗洞口线,并弹出墙边的控制线作为装饰时抹灰的控制线,裙房外墙上下层间应做校核后再进行墙体砌筑。

按施工图绘制皮数杆,作为控制墙体砌筑标高的依据,皮数杆上应有1米线位置,以及窗台、过梁、圈梁的竖向位置。

设置皮数杆的位置应选在施工段两端,最大间距不超过15米,施工时皮数杆应固定在构造柱钢筋或框架柱边,皮数杆上的500mm线应与结构钢筋混凝土墙、柱身上抄测的水平线对齐。

校测结构时做的+1.000m线,在各房间柱、墙上抄测出交圈的1m线,作为地面面层、设备、门窗安装的标高依据,同一房间内水平线的标高允许误差 $\pm 2\text{mm}$,同一屋内允许误差应小于 $\pm 3\text{mm}$ 。

9.4.5. 地面面层施工测量

校核四周墙面与柱身上测设出+1.000m线,作为地面面层与设备安装,门口安装吊顶等施工的标高控制线。在不便于用水准仪的地方或立面上可安装连通水准管找平。电梯厅所使用的标高应与电梯施工所使用的标高一致。以防止出现错台现象。

基层打点冲筋后,用相应精度检查控制基层标高,检测点间距,

大厅宜小于 5m，房间内小于 2m。

吊顶施工时校核吊顶强度以保证楼层净空。

9.4.6. 变形监测

为及时地为项目的施工安全和运营安全提供监测预报，根据中华人民共和国国家标准《工程测量规范》的有关工业与民用建筑变形监测的规定，结合当前世界先进测量设备和技术，严格按变形监测方案实施。

根据齐齐哈尔市有关文件规定，工业与民用建筑的变形监测应由有资质的第三方进行。建筑物沉降及基坑监测点位的布置等见第三方的工程沉降观测和基坑监测方案，在施工过程中我们将同监测单位密切配合，共同完成监测工作。

为确保施工安全，在主体施工过程中每施工完一层我们自己将对建筑物进行一次沉降观测，每次观测完毕后，观测数据及时整理填入相应的表中，并及时报告项目技术负责人和监理。

若发现变位速率较大，建筑物发生异常情况，及时向各有关单位联络人汇报。