



廣東工業大學

数字地形测量 实习指导书

(测绘工程 1701 班 2019 年 3 月实习使用)

王宇会

广东工业大学 测绘工程系

2019 年 2 月修订

目 录

目 录.....	0
第一部分 数字地形测量实习须知.....	1
1 实习目的与要求.....	1
1.1 实习目的.....	1
1.2 实习基本要求.....	1
2 实习内容.....	1
3 实习进度安排.....	2
4 实习组织.....	3
4.1 组织机构.....	3
4.2 职责.....	3
5 实习注意事项.....	3
5.1 人身安全.....	3
5.2 仪器安全.....	3
5.3 测量成果安全.....	5
5.4 其他注意事项.....	5
6 实习考核办法.....	6
6.1 一般说明.....	6
6.2 出勤及守纪情况.....	6
6.3 成果质量.....	6
6.4 考核.....	6
7 实习仪器及工具.....	7
第二部分 实习过程.....	9
1 控制测量.....	9
1.1 仪器的检验与校正.....	9
1.2 平面控制测量.....	9
1.2.1 要求.....	9
1.2.2 选点.....	9

1.2.3 图根导线外业观测.....	10
1.2.4 图根控制的加密.....	10
1.2.5 内业计算.....	11
1.3 高程控制测量.....	11
1.3.1 要求.....	11
1.3.2 四等水准测量.....	11
1.3.3 三角高程测量.....	12
1.3.4 内业计算.....	12
1.4 控制测量上交资料.....	13
1.4.1 小组应交资料.....	13
1.4.2 个人应交资料.....	13
2 大比例尺地形图测绘.....	13
2.1 大比例尺地形图测绘的一般规定.....	14
2.2 平板测图.....	14
2.2.1 测图前的准备工作.....	14
2.2.2 测量过程.....	14
2.2.3 作业规定.....	15
2.2.4 地形图的绘制.....	15
2.3 数字测图.....	16
2.3.1 准备工作.....	16
2.3.2 数据采集方法及要求.....	16
2.3.3 测量内容及取舍.....	18
2.3.4 数字地形图编辑处理.....	18
2.3.5 地形图的拼接.....	18
2.3.6 成图质量检查.....	19
2.4 大比例尺地形图测绘上交资料.....	20
2.4.1 小组应交资料.....	20
2.4.2 个人应交资料.....	20
3 成果整理及实习报告书的编写.....	20
3.1 实习成果的整理.....	20

3.2 小组应上交的资料.....	20
3.3 个人提交的资料——个人实习报告.....	20
3.3.1 实习报告的一般要求.....	20
3.3.2 编写格式和基本内容.....	21
附录一 自动安平水准仪检验校正.....	22
附录二 测区划分略图.....	23
附录三 已知点成果及位置分布.....	25
附录四 CASS7.0 常用命令别名.....	27
附录五 CASS7.0 打印出图的操作.....	28
附录六 小组考勤表.....	29
附录七 参考书目.....	30
附录八、大比例尺数字地形图测绘地形地物综合取舍说明.....	31

第一部分 数字地形测量实习须知

数字地形测量实习是《数字地形测量学》课程教学的重要组成部分，是理论授课内容、实验操作内容与上机实验内容的综合运用，是巩固和深化课堂所学知识的必要环节。根据教学计划安排，在第三学期理论教学和实验教学结束后进行为期六周的集中教学实习，实习地点在广东工业大学大学城校区。

1 实习目的与要求

1.1 实习目的

数字地形测量实习是一门实践性很强的必修课程。目的是通过实习培养学生理论联系实际、分析问题与解决问题的能力以及实际动手能力，加深对数字地形测量基本理论基本概念的理解，使学生具有严格认真的科学态度、实事求是的工作作风、吃苦耐劳的劳动态度以及团结协作的集体观念；提高动手能力和分析问题、解决问题的能力。同时，也使学生在业务组织能力和实际工作能力方面得到锻炼，为今后从事测绘工程打下良好基础。

通过实习，学生可掌握常规仪器的检验校正及正确使用的方方法，图根控制测量及四等水准测量的施测方法、精度要求和数据处理的方法，平板测图及大比例尺数字测图的方法。

1.2 实习基本要求

实习中要求每个实习小组完成所分测区（测区分布见附录二）的控制及碎部测量工作，及时整理提交各项测量成果。要求每位参加实习同学应掌握以下内容：

- （1）熟练掌握常用测量仪器（水准仪、全站仪）的使用方法。
- （2）掌握图根导线测量、四等水准测量、三角高程测量的观测方法和计算方法。
- （3）了解大比例平板测图的基本方法和实地施测及编绘成图的过程。
- （4）掌握大比例尺数字测图方法和数字成图软件的使用。
- （5）编写技术总结报告。

2 实习内容

- （1）熟悉相关规范对图根控制、四等水准及测图的要求。
- （2）常规全站仪和水准仪的检验与校正。
- （3）图根导线测量内、外业。
- （4）四等水准测量、图根三角高程测量内、外业。

(5) 1:500 平板测图。

(6) 1:500 数字测图。

注：由于本次实习的测图比例尺为 1:500，固本实习指导书后面所涉及与测图比例尺有关的内容均只写此比例尺要求的数值！

3 实习进度安排

实习内容及进度安排见表-1。

表 1 实习内容及时间安排

实习内容	时间安排	任务及要求
实习动员、相关规范熟悉	0.5 天	实习动员、熟悉相关规范要求。
借领仪器；仪器操作练习	0.5 天	水准仪、全站仪的操作练习。
仪器检验校正；控制方案制定、选点埋点（图根点）。	1 天	水准仪检校，全站仪的常规检校；按技术要求完成图根控制点的选点，做好实习前的准备工作。
高程控制测量	2 天	完成四等水准测量及图根三角高程测量的外业观测及数据计算
平面控制测量	4 天	完成图根导线测量的外业观测与数据计算
平板测图	2 天	完成不少于图上 20cm×20cm 范围的平板测图，掌握平板测图的基本方法。
1: 500 数字地形图测绘，数字地形图的室内绘制等	14 天	按要求完成数字测图的全部工作，利用所学软件将外业采集的数据编绘成数字地形图。
地形图的检查与修测	1 天	完成自检与互检，对检查中存在的问题进行重测，并修改地形图
接图	2 天	将各组的绘图成果拼接成一幅完整测图的地形图，对超限的进行检查、重测、修改，并完成整图的编辑。
仪器操作考核、测量学基本知识考试及成图软件操作考核	1 天	仪器操作考核：包括水准测量、全站仪测回法测角考核；考试：测量学基本理论、基本知识及理论与实践的结合；上机：Cass 软件编图。
编写实习报告	1 天	按要求编写实习报告
资料整理、实习总结、交还仪器	1 天	按要求整理实习资料，归还实习仪器
总计	30 天	（6 周，每周按 5 天算）

注：上述时间安排在实际实习过程中也会视学生实际完成情况进行部分调整。

4 实习组织

4.1 组织机构

- (1) 由指导教师、班长、学习委员和课代表组成实习领导机构，下设实习小组。
- (2) 实习小组由五至六人组成，设组长一名、副组长一名。
- (3) 每日的外业实习工作由小组成员轮流当责任组长。

4.2 职责

- (1) 班长：检查与落实全班及各组的考勤，负责实习纪律等有关事项。
- (3) 学习委员：检查各组仪器使用及安全情况，收集各小组的实习成果。
- (4) 课代表：负责检查各小组实习进度与存在的问题，协助解决实习安排等有关事宜。
- (5) 组长：提出制订本组的实习工作计划，安排责任组长，并经全组讨论通过；收集保管本组的实习资料和成果；负责本组仪器的保管及安全检查、保管本组实习内业资料。实习工作计划表内容：日期、星期、实习内容、责任组长。
- (6) 责任组长：执行实习计划，安排当天实习的具体工作，登记考勤，填写实习日志；注意做好实习准备工作；责任组长如实记录小组实习日志（电子版）。实习日志内容：当天实习任务、完成情况、存在问题、处理方法、小组出勤情况等。

5 实习注意事项

实习中主要注意三个安全：人身安全、仪器安全、测量成果安全。

5.1 人身安全

- (1) 在湖、河或其他水域旁作业时注意脚下。
- (2) 在有起伏的区域进行作业时，注意测量周围有无沟坎等，不要踏空，防止摔伤。
- (3) 遇雷电天气应立刻停止作业，选择安全地点躲避，禁止在山顶、开阔的斜坡上、大树下、河边等区域停留，避免遭受雷电袭击。
- (4) 外业工作注意多喝水，注意气温变化，及时增减衣服，大太阳时注意防晒。
- (5) 严格遵守实习纪律。在测站上不得嬉戏打闹，工作中不看与实习无关的书籍和报纸。
- (6) 手机仅能用来进行沟通、查阅资料，严禁在立棱镜或扶标尺时，看手机，一经发现，将没收手机两天！
- (7) 未经指导老师允许，不得缺勤，不得私自外出和游泳，要注意人身安全。

5.2 仪器安全

- (1) 遵守实验室仪器管理制度和操作规程，爱护和正确使用仪器、设备、工具和安全防

护装备。

(2) 借领仪器时应清点好仪器类型及数量，并做简单的视检（尤其要注意脚架上的螺旋是否有松脱），发现问题及时与实验室老师联系更换，明确责任。

(3) 下雨时应立即做好防雨防潮措施，避免打湿仪器，并停止作业。下雨期间应停止作业；雷电、雷雨当中，严禁作业。

(4) 严禁对仪器的“暴力”使用。

(5) 实习中，应严格遵守测量仪器、工具的正确使用和维护要求以及有关实验室规则（可参见《工程测量实验教程》中相关部分）。

(6) 每项实习项目进行前，一定要事先预习实习指导书、实习参考资料及教材的有关内容，对要进行的实习工作做到心中有数。

(7) 实习期间，各组要指定专人妥善保管仪器、工具。每天出工前和收工时各组长要负责督促，按仪器清单清点仪器和工具数量，检查仪器和工具是否完好无损，责任到人。同一仪器、工具的带出和带回要固定到同一人。若有丢失或损坏，一律照价赔偿，所赔款项落实到组、到人，有丢失或严重损坏仪器者将取消实习资格。

(8) 外业观测，观测员将仪器安置在脚架上时，一定要拧紧中心连接螺旋和脚架制紧螺旋，并由记录员复查。否则，由此产生的仪器事故，由两人共同负责。安置仪器时，特别是在对中、整平后以及迁站前，一定要检查仪器与脚架的中心螺旋是否拧紧。观测员必须始终守护在仪器旁，竖立棱镜的人员也应站在棱镜旁，严禁仪器、棱镜架上之后无人看管（严禁立棱镜者和扶尺者看手机），注意过往行人、车辆，防止仪器翻倒。若发生仪器事故，要及时向指导教师及实验室管理老师报告，不得隐瞒不报，严禁私自拆卸仪器。

(9) 搬站时，若距离较远或地段难行，应将仪器装箱后搬站；如果距离较近且地势平坦，可以不卸下仪器搬站，但应先检查连接螺旋是否牢固，然后放松制动螺旋，收拢脚架，一手握仪器支架（或基座）放在胸前，另一手抱架腿于腋下，使其与地面成 $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 角缓缓前行。严禁横扛仪器于肩上或将仪器置于自行车后座/车筐中骑行进行搬站。

(10) 仪器装箱时，应先放松各制动螺旋。装箱后先试关一次箱盖，在确认安放稳妥后，再拧紧制动螺旋，最后关箱上锁。对电子类仪器，实习结束或搬站时均应先关闭电源。清点仪器附件和工具，防止遗失。

(11) 在各种机动车道路上作业时，一律要在安置仪器一侧的来车前方 5-10 米处摆放好“交通警示牌”。从事外业工作时必须身着色彩醒目的带有安全警示的反光马夹，对于未身着反光衣从事外业工作者，每发现一次扣实习成绩 10 分，造成仪器损坏的取消实习资格。

5.3 测量成果安全

(1) 记录是野外观测的第一手资料，是内业计算的数据来源，应做到规范、整齐、真实、原始；**严禁伪造、重抄或涂改观测数据**，记录时书写字体应端正、清晰，严禁所写的数字模糊不清、模棱两可。

(2) 观测数据在规定的表格中现场记录，要熟悉表中各项内容的填写、计算方法。记录观测数据之前，应将表头的测站、照准点、日期等信息如实填写齐全。

(3) 记录数字应齐全，不得省略零位。如：水准尺读数 1.000 及角度记录中的 $0^{\circ}00'00''$ 中的 0 均不能省略，并且分和秒不足两位数时应用 0 补齐，如： $6^{\circ}06'06''$ 。

(4) 观测同学一般不记录，观测者读出数据之后，记录者要进行复诵（即重复一遍观测者读出的数据），观测者默认为无误后，记录者再将数据记在记录表上。

(5) **实习中要重视记录与检核，严格遵守测量记录规则，观测数据必须直接记录在规定的表格中，不得用其它纸张记录后再行转抄；严禁擦拭、涂改观测数据，严禁伪造成果；外业观测的原始记录要保存完好，记录需清晰、整洁。**

(6) 内业计算要有检核、复核。在完成一项测量工作后，要及时计算、整理有关资料并妥善保管好计算成果。

(7) 实习中，严格按照规定的方法步骤和操作规程进行，施测不得投机取巧。**成果超限应分析原因后立即有针对性地重测，严禁伪造数据。**

(8) 白天观测的成果在晚上要进行汇总、整理：纸质成果应注意保管、防潮、防损毁；电子成果应及时下载并备份，防止误删、中毒等。

5.4 其他注意事项

(1) 实习期间，组员之间应团结协作、相互支持、相互配合，以确保实习任务的顺利完成。组长要切实负责，合理安排，使每人都有练习的机会，不可以单纯为了追求测量进度而让一些同学固定做某些工作；**测量进度不作为实习成绩的评定依据**。组内同学分工不均匀要扣全组的分，组长要注意根据本组的实际情况，适时召开全体组员会议，及时总结经验教训，加强组员间的协调，加快工作进度。组长办事要注意做到公平、公正、公开，禁止滥用权力。实习期间，如果全组成员有一半以上认为其不能履行组长职责，可以通过民主选举重新产生组长，并报指导教师备案。

(2) 实习期间作息时间与平时有些差别，各组根据自己小组的进度安排出勤时间，根据作业完成情况决定收工时间，不要迟到和早退；不许无故旷课，特殊事情要事前（事后补假

者一律视为旷课)先向老师说明(病假要凭校医院证明、事假要有经辅导员和班主任签字的请假条);累计缺勤(包括事假、病假、旷课)超过规定者以不及格论。

6 实习考核办法

6.1 一般说明

1、实习成绩按优、良、中、及格、不及格五分制记载,或按百分制计算。

2、实习成绩评定中平时表现占 10%(缺勤、事假、病假天数超过规定者不及格)、考核(操作考核、计算考核、实习报告、实习日志等)占 60%、成果质量占 30%。

3、实习中出现仪器损坏等情况者,将视情节轻重扣除一定的实习成绩;严重损坏或丢失仪器者,取消实习资格。

6.2 出勤及守纪情况

实习期间,每天由责任组长负责按时填写考勤表(见附表六),实事求是地记录组员当天所完成的工作内容、工作质量及工作时间(未出勤者填写事假、病假或缺勤,事假或病假均要有假条,且假条应在当日一早送交带队教师不得后补,否则视为缺勤)。责任组长填好表格发组长审核之后,组长每天晚上将本组当天的出勤统计表(电子表)发给课代表(自己也要存留),课代表汇总后发给带队教师。实习完成后由一组的全体成员对大家实习期间表现进行综合打分后,按由好到差排序并连同汇总的考勤表一起上交指导教师。组长考勤有弄虚作假者,一经发现,扣实习成绩 15 分。

6.3 成果质量

主要包括:

(1)各种外业记录表格书写是否工整清晰,观测数据有无擦拭、涂改;外业记录计算的各项限差、较差、闭合差是否在规定范围内。

(2)纸质地图各类地物、地形要素的精度及表示是否符合要求,文字说明、注记等是否规范等。

(3)数字地形图上各类地物、地形要素的精度及表示是否符合要求,文字说明注记是否规范等。

6.4 考核

主要包括:

操作考核:使用仪器的熟练程度、作业程序是否符合规范要求等。

实习内容考核:在实习结束前,针对实习内容进行测量的基本理论、基本概念、实习过

程及遇到问题处理的考核（笔试或口试）。

计算考核：导线/水准/三角高程测量等计算的速度和准确度。

上机考核：Cass 编图的速度、准确度等。

实习报告：实习报告的编写格式和内容是否齐全并符合要求；计算表格是否齐全、数据计算是否正确，各项限差、较差、闭合差是否在规定范围内。编写水平，分析问题、解决问题的能力及有无独特见解等。

凡具有下列情况之一者，均以**不及格**处理：

（1）未达到实习大纲的基本要求，实习报告马虎潦草，内容有明显错误；考核时不能回答主要问题或有原则性错误。

（2）学生在实习期间请假缺席的时间或无故缺勤时间超过全部实习时间 1/6（即 5 天）以上者或私自离校者，除实习成绩不及格以外，还须按《广东工业大学全日制普通本专科学生考勤管理办法》进行纪律处分。

（3）实习期间违反实习纪律，发生打架斗殴事件，影响极坏的。

（4）实习中，抄袭其他同学的计算数据、成果资料与实习报告；复制抄袭他人的数字地形图图形文件的；未交成果资料和实习报告的。

（5）在实习过程中，不服从老师、组长、责任组长安排，影响本组实习顺利开展的。

（6）在规定的时间内无法完成实习任务或实习成果无法达到要求的，则整组同学均以不及格论处。

（7）实习过程中，不认真履行职责，组织观念淡薄，纪律观念不强，自由散漫，经实习老师口头警告而不改正者。

（8）“**暴力**”使用仪器者。

指导教师在巡视中应注意了解、观察学生实习的情况，并根据所带班级实习的具体情况，进行口试、笔试、仪器操作考核或上机考核。考核内容由指导教师自行确定。考核情况计入实习分数中。

注：实习不及格者须跟下届重修。

7 实习仪器及工具

所有小组均领用：记录板 1 块，锤子 1 个、小钉若干、反光衣 1 件/人。各小组自备雨伞 1 把/人、计算器 1 个/人、铅笔、小刀等。记录、计算表的电子版由教师提供，各组按需打印。

1、导线测量与三角高程测量设备：全站仪（包括电池、充电器）1 台，全站仪脚架 1 个，反射棱镜及棱镜架各 2 个，小钢尺 1 把。

2、水准测量设备：S3 水准仪（带脚架）1 台，水准尺 1 对，尺垫 2 个。

3. 平板测图设备：全站仪 1 台套（包括三脚架、电池 2 块、充电器 1 个）、棱镜及棱镜架各 2 个、图板 1 块（包括三脚架）、小钢尺 1 把、皮尺 1 把、半圆仪 1 个、大头针若干、聚酯薄膜图纸 1 张。

4. 数字测图设备：带内存的全站仪 1 台套（包括三脚架、电池 2 块、充电器 1 个、配套数据线 1 根）、棱镜及棱镜架各 2 个、小钢尺 1 个、皮尺 1 把。

实际借领仪器时如有出入，请认真核对仪器及工具的数量。

第二部分 实习过程

1 控制测量

控制测量是在测区选择一些有控制作用的点，组成一定的几何形状，形成测区的骨架，用相对精确的测量手段和计算方法，在统一坐标系中，确定这些点的平面坐标和高程的工作。

控制测量具有控制全局、限制测量误差传播的作用，是碎部测量的工作依据。有了控制测量才能使在不同测站施测的地形图拼接到一起，所以，控制测量是这次实习的重要部分。

本次实习，控制测量的要求如下：

- (1) 熟练掌握常用测量仪器（水准仪、全站仪）的检验校正及使用方法。
- (2) 掌握图根导线测量、四等水准测量、图根光电三角高程测量的观测和计算方法。

本次实习，控制测量主要参考《工程测量规范》（GB 50026-2007）以及《国家三、四等水准测量规范》（GBT 12898-2009）的技术要求进行作业。控制测量的内容包括：仪器的检验与校正、平面控制测量和高程控制测量。

1.1 仪器的检验与校正

全站仪的检验参见《数字地形测量学》及《工程测量实验教程》中相关内容；自动安平水准仪的检验参见附录 1 及《数字地形测量学》中相关内容，检验结束后对轴线关系不合格的仪器应进行校正或更换，更换后的仪器亦应进行检验，直至合格为止；对全站仪加常数进行修改，并写出检验报告（内容包括：采用的检验方法、观测数据、检验结果及结论），以备提交。

1.2 平面控制测量

1.2.1 要求

(1) 在测区已有一级导线点的基础上，施测图根导线作为图根控制。当局部地区控制点密度不足时，可在图根导线的基础上，布设支导线或采用光电测距极坐标法加密控制点。

(2) 按照规范要求完成外业观测和内业计算工作。

(3) 要求每个同学完成的工作如下：正确掌握全站仪的使用方法；按技术要求，完成不少于 4 个测站的观测、记录；完成各条图根导线的手工计算和一条图根导线的 EXCEL 表格计算工作；画出观测略图。

1.2.2 选点

各组根据自己的测量范围在图上大致确定自己的导线布点方案，再到实地进行选点（注

意事项请参照教材相关内容)。注意**组与组之间的控制点不允许重合，也不宜距离太近，以避免测量时相互冲突或互相遮挡。**

每组应在本组测图范围内，布设满足测绘大比例尺数字地形图要求的图根导线。图根导线宜在测区内的一级导线点基础上进行布设，形式宜采用**单一闭合或附和导线**的形式，不能够布设导线网，也尽量避免采用支导线形式。导线长度不超过 1km。

图根导线点应选在土质坚实、方便安置仪器、通视良好便于测角和测距，视野开阔便于施测碎部的地方；且导线点应选在道路路边，不得将点选在道路中间，以免发生安全事故。

导线点选定后，若点位位于硬化地面的区域，则用铁钉标志，红油漆圈之；或用油漆直接在地上画“⊕”作为标志（**直接绘制时注意十字线要尽量细小**），在其旁侧注明点号（**所做标记一定要注意防雨水冲刷，以防在实习期间找不到点位!!**）。若点位位于土质松软的区域，则应立即打桩并在桩顶钉一小钉或划“⊕”作为标志。做好标志后应立即编号。编号可用四位数，如测绘班 2 组选的 8 号点，编号可为 C208。选点结束后画出“图根导线略图”。

1.2.3 图根导线外业观测

用全站仪进行图根导线的角度与距离测量（详细观测过程可参见《数字地形测量学》或《工程测量实验教程》的相关内容。）

观测前应查看并修正仪器测距加常数及气象参数的设置。

（1）水平角观测——在角度测量模式下进行，用测回法观测导线边之间的水平角（包括转折角和连接角）1 测回，盘左盘右半测回角值之差应不大于 30″时，取平均为 1 测回角值。

（2）水平距离——在距离测量模式下进行，**记录水平距离即可。**

图根导线测量的技术要求见表 2。

表 2 图根导线测量的技术要求

导线长度 (m)	平均边长 (m)	测角中误差 (″)	测角仪器 (″)	测回数	测距仪	距离测量 测回数	导线相对 闭合差	方位角 闭合差
≤1000	100	≤±30	6	1	Ⅱ级	1	≤ 1/4000	≤ ±40″√n

注：n 为测站数。距离单程观测 1 测回，每测回读数 3 次，读数较差应不大于 10mm。

1.2.4 图根控制的加密

图根点的密度应满足每幅 50cm×50cm 的图上不少于 2 个点。当局部地区图根点密度不足时（通视困难地区等），可在图根导线的基础上布设支导线或利用极坐标法进行加密。

支导线应不多于 3 条边，平均边长为 100m，边长应往返观测，其较差的相对误差不应大于 1/3000。水平角宜施测左、右角各 1 测回，其圆周角闭合差不应超过 40″。

光电测距极坐标法布点加密时可采用 6″级的全站仪，角度、距离均 1 测回测定。其观测

限差应符合表 3 之规定。光电测距极坐标点，可与图根导线一并测量，也可在高一级控制点（一级导线点或图根导线点）上独立测量。独立测量时的后视点应是高一级的控制点。采用光电测距极坐标所测的图根点，不应再行发展；当坐标、高程同时测定时，可变动棱镜高度两次测量，以作校核。两组坐标较差、坐标反算间距较差均不应大于图上 0.2mm。局部地区也可采用交会定点方式加密控制点。

表 3 光电测距极坐标法测量技术要求

半测回归零差 (")	两半测回 角度较差 (")	测距读数 较差 (mm)	正倒镜 高程较差 (m)	最大边长 (m)	圆周角 不符值 (")
≤20	≤30	≤20	≤ $\frac{h_d}{10}$	300	≤±40

注：边长不宜超过定向边长的 3 倍，式中 h_d 为基本等高距。

1.2.5 内业计算

外业观测结束后，应对手簿进行全面检查，保证观测成果满足要求，然后将成果整理在导线计算表中，计算各点坐标。

图根导线采用近似平差，计算方法可查阅教材有关内容。内业计算和成果的取位，应符合表 4 的规定。角度和边长的最后成果，应以平差后坐标反算的角度和边长计算得出。

表 4 内业计算和成果的取位要求

各项计算修正值 ("或 mm)	方位角 计算值 (")	边长及坐标 计算值 (m)	高程计算值 (m)	坐标成果 (m)	高程成果 (m)
1	1	0.001	0.001	0.01	0.01

1.3 高程控制测量

1.3.1 要求

(1) 四等水准测量：在给定的已知高程的二等水准点和导线点之间布设一条或多条闭合或附合水准路线（避免布设水准网），并用四等水准测量的方法进行测量。

(2) 三角高程测量：支导线点的高程用三角高程测量的方法观测（需进行对向观测）并计算。

(3) 每个同学需完成工作如下：掌握水准仪的使用方法；按技术要求，至少完成 4 个测站的水准观测；至少完成 1 个测站的三角高程的对向观测；完成所有水准点及三角高程点高程的手工计算及水准路线的 EXCEL 表计算；画出观测略图。

1.3.2 四等水准测量

选点：高程控制点无需选择，直接在导线点的基础上进行高程控制测量（即图根点位既

做平面控制点又做高程控制点)。选择已知高程的点作为起始水准点,选若干个图根导线点作为待测水准点,布设一条或多条**附合或闭合水准路线**, (不可选择水准网,即不可以有节点;也尽量避免采用支水准路线的形式)。两水准点间一站不可通视时,可增加转点,转点应选在道路路边,不得选在道路中间,以免发生安全事故。

观测:四等水准测量采用三丝读数法,每站观测顺序为后-前-前-后(也可以后-后-前-前)。除与已知点联测外,闭合或附合路线单程观测即可(即无需返测)。水准测量测站主要技术要求见表 5 所示。

表 5 水准测量的主要技术要求

等级	每公里高差全中误差(mm)	路线长度(Km)	水准仪的型号	水准尺	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差		测段、路线往返测高差不符值
					与已知点联测	附合或环线	平地(mm)	山地(mm)	
四等	10	≤16	DS3	双面	往返各一次	往一次	$20\sqrt{L}$	$25\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$

注: L 为往返测段、附合或环线的水准路线长度 (km), n 为测站数。山区指高程超过 1000m 或路线中最大高差超过 400m 的地区。

四等水准测量一测站的主要技术要求,应符合表 6 的规定。

表 6 四等水准测量测站限差

水准仪型号	视线长度(m)	前后视距差(m)	前后视距累积差(m)	视线离地面最低高度(m)	黑红面读数差(mm)	黑红面所测高差之差(mm)
DS3	100	3.0	10.0	三丝能读数	3.0	5.0

1.3.3 三角高程测量

图根导线点高程采用四等水准测量的方法测定,支导线点高程用图根光电测距三角高程测量方法测定。

图根光电测距三角高程测量的技术要求应符合表 7 规定,测距要求同图根导线。

表 7 图根光电测距三角高程测量的技术要求

每千米高差全中误差(mm)	附合路线长度(km)	仪器精度等级	中丝法测回数	指标差较差(″)	竖直角较差(″)	对向观测高差较差(mm)	附合或环线高差闭合差(mm)
20	≤ 5	6″级仪器	2	25	25	$80\sqrt{D}$	$40\sqrt{\sum D}$

注: D 为电磁波测距边的长度 (km)。仪器高度、反射镜(或觇牌)高度,应在观测前后量测,图根三角高程用 2m 小钢尺量测,读数精确至 1mm,当较差不大于 2mm 时,取平均值。

1.3.4 内业计算

外业观测结束后,应对手簿进行全面检查,保证观测成果满足要求。然后,四等水准利

用水准测量计算表计算各点高程；三角高程测量利用三角高程测量计算表进行计算。

四等水准采用近似平差（转点的高程无需计算），计算方法可查阅教材有关内容。内业计算和成果的取位，应符合表 4 的规定。

三角高程的计算，需将观测数据进行整理后，再带入相关公式进行计算，计算方法可查阅教材的相关内容。

1.4 控制测量上交资料

各组应对完成的成果、资料按规范进行严格检查。控制测量结束后应提交资料如下。

1.4.1 小组应交资料

- （1）仪器检校资料：全站仪和水准仪的检验报告。
- （2）导线测量：导线略图，导线外业测量（包括测角、测距）及内业计算表。
- （3）水准测量：水准路线略图，水准外业测量及内业计算表。
- （5）光电三角高程测量：三角高程路线略图，三角高程外业测量及内业计算表。
- （6）控制测量成果表。

1.4.2 个人应交资料

- （1）水准仪检验报告 1 份；全站仪常规检验报告 1 份。
- （2）控制测量成果表 1 份。
- （3）导线略图，导线计算表 1 份（包括手工计算和 EXCEL 表计算）。
- （4）水准路线略图，水准测量计算表 1 份（包括手工计算和 EXCEL 表计算）；
- （5）光电三角高程路线图，三角高程计算表 1 份。

2 大比例尺地形图测绘

大比例尺地形图测绘是在控制测量结束之后，以图根控制点、加密控制点为基础，测定地物、地貌的平面位置和高程，并将其绘制成地形图的工作。

大比例尺地形图测绘是本次实习的第二项重要内容，是最后成图的关键。各小组的任务是完成不少于图上 20cm×20cm 范围的平板测图及编绘、自己测区 1:500 的数字测图及编绘以及全测区的接图工作。主要作业依据是《工程测量规范》（GB 50026-2007）、《1:500, 1:1000, 1:2000 地形图图式》（GB/T 7929-1995）、《城市测量规范》（CJJ/T 8-2011）、《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》（GB/T 14912-2005）、《国家基本比例尺地形图图式 第 1 部分：1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》（GB/T 20257.1-2007）、《测绘成果检查与验收》（GB/T 24356-2009）等（对图式中没有规定的符号，由实习指导教师统一规定，

不得自行设计使用)。

2.1 大比例尺地形图测绘的一般规定

- (1) 测图比例尺为 1:500, 基本等高距为 0.5m。
- (2) 仪器高和棱镜高的量取应精确到 1mm。
- (3) 应选择较远的图根点作为定向点, 并施测另一图根点的坐标和高程, 作为检核。
- (4) 作业过程中和作业前, 应对定向方位或定向点坐标进行检查。
- (5) 根据地形分布经综合取舍, 选择特征点, 既不要选择过多增加工作量, 也不要因选择太少而不能详细表示地面情况。
- (6) 图上高程注记点应分布均匀, 高程注记点的最大点位间距为 15m (平坦及地形简单地区可放宽至 1.5 倍), **高程注记点应注至厘米**。

(7) 地形图采用矩形分幅, 规格为 50cm×50cm; 图号以图廓西南角坐标公里数为单位编号, X 在前, Y 在后, 中间用短线连接 (如: 10.50-21.50)。

2.2 平板测图

平板测图主要选用全站仪配合半圆仪测绘法进行。测图时, 施测碎部点可采用极坐标法、方向交会法、距离交会法、方向距离交会法、直角坐标法等进行。

2.2.1 测图前的准备工作

- (1) 检查、抄录控制点平面和高程成果。
- (2) 根据图幅在测区内位置, 确定坐标格网左下角坐标值, 并将此值注记在内图廓与外图廓之间所对应的坐标格网处。
- (3) 展绘控制点 (方法参见教材有关内容)。展点结束后, 量出各控制点之间的距离, 与按坐标反算长度之差不应超过图上 0.3mm, 否则应检查展点是否有误。
- (4) 检验和校正仪器。
- (5) 踏勘了解测区的地形情况、平面和高程控制点的位置和完好情况。
- (6) 拟订作业计划。

2.2.2 测量过程

平板测图时, 一个测站上的工作如下:

在已有的控制点 (导线点) 上安置全站仪, 对中 (偏差为图上 0.05mm)、整平, 并用小钢尺量出仪器高 i , 选择较远的控制点 (可以是一级导线点也可以是自己布置的图根点) 为定向点, 照准它配置水平度盘的读数为作为 $0^{\circ}00'00''$ 。施测另一个控制点作为检核, 检核方向线的偏差不应大于图上 0.2mm, 高程较差不应大于基本等高距的 $1/5$ 。

将平板安置在仪器附近，连接测站点至定向点作为零方向线，转动图板，使图纸上的点位方向与实地点位方向一致。大头针穿过半圆仪圆心的小孔，将其固定在图板上。

在地物地貌特征点上竖立棱镜，仪器照准棱镜中心，读取读数水平度盘读数、水平距离及高差，并将观测数据记入“平板测图记录表”中。**注意，如有设置测站，输入了仪器高和棱镜高，仪器显示的是特征点相对于地面点的高差；否则，仪器显示的是初算高差（即棱镜中心相对于仪器中心的高差）。**

根据水平度盘读数和水平距离，用半圆仪在图纸上展绘碎部点，在部分地物点或高程点上注记高程（特征点与测站点的高差等于初算高差+仪器高-棱镜高）。

作业过程中和作业结束前，应对定向方位进行检查，不合要求时，应检查前面所测点位是否合格。

测图时，应利用图幅内的控制点和图根点作为测站点，当图根点不足或遇到地形复杂隐蔽处时，需要增设地形转点作为临时测站。

地形转点可用全站仪极坐标法或交会法测设，可连续设置两个（不得超过两个）。用全站仪极坐标法测设：施测边长不能超过最大视距的 $\frac{2}{3}$ ，边长和高差均应往返观测，距离相对较差 $\leq \frac{1}{200}$ ，高差不符值 $\leq \frac{1}{500}$ 距离，角度观测左右角，施测结束后按极坐标法计算地形转点坐标。

2.2.3 作业规定

以较远的一点标定方向，用其它点进行检核。每站测图过程中，应随时检查定向点方向，归零差不应大于 $4'$ 。检查另一测站点高程，其较差不应大于 $\frac{1}{5}$ 基本等高距。

平板测图时，地物点、地形点视距和测距最大长度应符合表 8 之规定。

表 8 地物点、地形点视距和测距的最大长度

视距最大长度（m）		测距最大长度（m）	
地物点	地形点	地物点	地形点
-	70	80	150

注：地物点的距离应采用皮尺量距或电磁波测距，皮尺丈量最大长度为 50m。

当定向边长在图上短于 100mm 时，应以正北或正南方向做起始方向。

2.2.4 地形图的绘制

地物的描绘：地形图上所绘地物不是对相应地面情况简单的缩绘，而是经过取舍与概括去测定与绘图。在测绘地物地貌时，应遵守“看不清不绘”的原则。图上的线划、符号和注记应在现场完成（各种地物符号的画法及尺寸大小详见相关图式规定）。图上的线划应当密度适当，否则会造成用图的困难。规范中规定图上凹凸小于 0.4mm 的地物形状可以不表示其凹

凸形状。

等高线勾绘：地形图上地貌用等高线表示，勾绘等高线的方法详见《数字地形测量学》中相关内容，勾绘的大概步骤包括：按基本等高距确定等高线高程（基本等高距的整数倍）、在两地形点间内插等高线通过的位置、将高程相等的内插点连接成光滑的曲线为等高线、加粗计曲线（5 倍基本等高距的整数倍）、注记等高线的高程、将辅助作图线擦掉。

地形图的检查和整饰：地形原图用铅笔绘制，又称铅笔底图。一幅图测完后，每组必须对其进行严格自检：包括巡视检查和仪器检查。巡视检查即将图纸带至测区将图上地物地貌与实地进行比较，发现问题进行纠正，对于漏测及位置出现偏差的应将仪器带出，进行仪器检查。检查无误后，交指导教师检查。最后，进行整饰。整饰的顺序是先图内后图外，先地物后地貌，先注记后符号。整饰的内容有：

- （1）擦掉多余的、不必要的点线。
- （2）重新注记高程。
- （3）所有地物应按图式规定的线划、符号、注记进行清绘。
- （4）各种文字注记应注在适当的位置，一般要求字头朝北，字体端正。
- （5）按规定图式整饰图廓内及图廓外各项注记。

铅笔原图整饰应符合下列规定：

- （1）地物、地貌各要素，应主次分明、线条清晰、位置准确、交接清楚。
- （2）高程注记应注于点的右方，离点位的间隔应为 0.5mm，数字字头朝北，书写应清楚整齐。
- （3）各项地物、地貌均应按规定的符号绘制。
- （4）各项地理名称注记位置应适当，并检查有无遗漏或不明之处。
- （5）图幅号、方格网坐标、测图者姓名及测图时间应书写正确齐全。

2.3 数字测图

2.3.1 准备工作

数字测图开始前，应做的准备工作有：检查和校正用于数字测图的仪器、设备等硬件；抄录、检查控制点平面和高程成果（也可将其直接存入全站仪中）；踏勘了解测区的地形情况、平面和高程控制点的位置和完好情况；拟订作业计划；每日施测前，应对输入的控制点成果数据显示检查。

2.3.2 数据采集方法及要求

数字测图主要利用草图法（也可以采用编码法）进行数据采集。成图软件采用南方测绘

仪器公司研制的大比例尺数字测图系统（CASS）。

碎部点坐标测量采用极坐标法，也可采用量距法和交会法等，碎部点高程采用三角高程测量。

设站时，仪器对中偏差不应大于 5mm，仪器高和棱镜高的量取应精确至毫米。

应选择较远的图根点作为测站定向点，并施测另一图根点的坐标和高程，作为测站检核。检核点的平面位置较差应不大于图上 0.2mm，高程较差应不大于基本等高距的 1/5。作业结束前，也应对定向方位进行检查，如有问题，应检查前面测点的准确性。

采集数据时，直接将碎部点的坐标存储于仪器的内存中，回室内将数据再导入电脑，无需手工记录数据。但要确保观测数据正确存储，否则将会做无用功。碎部点的最大测距长度见表 9。

表 9 全站仪测图的最大测距长度

地物点	地形点
160	300

全站仪草图法数字测图，应在采集数据的现场，按测站绘制草图，并对测点进行编号，图上测点编号应与仪器的记录点号相一致。草图的绘制，宜简化标示地形要素的位置、属性和相互关系等。

施测时，执行全站仪菜单模式下的“数据采集”功能，测量并存储碎部点的坐标，坐标文件名可以使用“组号-测站名-序号”的规则命名，如“8-20-2”表示第 8 组在 20 号点观测的第 2 个坐标数据文件。碎部点的命名规则为“测站名-序号”，例如“20-016”为在 20 号点设站观测的第 16 号碎部点。

全站仪草图法数字测图的分工是：1 人操作全站仪，1 人绘制草图，1 或 2 人立镜，1 人为联络员（打伞）。

草图应绘制在规定的附表中，绘制的每个点均应注明点号，为保证图上的碎部点点号与全站仪坐标数据文件中记录的碎部点点号一致，每测量 10 个碎部点，草图员应与观测员对一次点号。

完成一天的野外坐标采集返回宿舍后，应将当天测量的坐标文件通过全站仪通讯软件将其转换为 CASS 坐标数据格式存盘，在 CASS 软件中展绘坐标数据文件中的点号，草图员应对照野外绘制的草图，通过软件绘制地物或地貌符号；当天测绘的数据应在当天晚上完成绘图工作。对存在问题的碎部点，应在第二天观测时进行重新测量。对错漏数据要及时补测，超限的数据应重测。对检查修改后的数据，应及时生成原始数据文件并做备份。在建筑密集的地区作业时，对于全站仪无法直接测量的点位，可采用支距法、交会法等几何作图方法进行

行测量，并记录相关数据。

当全站仪内存已满或存储出现问题而采用手工记录时，观测的水平角和垂直角宜读记至“”，距离宜读记至 cm，坐标和高程的计算（或读记）宜精确至 lcm。

2.3.3 测量内容及取舍

详见《工程测量规范》中地形测量部分、《数字地形测量学》中地物地貌测绘部分，测区的实际情况还可参见附录八的相关内容。

测量控制点是测绘地形图的主要依据，在图上应精确表示。

房屋的轮廓应以墙基外角为准，并按建筑材料和性质分类，注记层数。房屋应逐个表示，临时性房屋可舍去。

建筑物和围墙轮廓凸凹部分在图上小于 1mm，可用直线连接。

校园内道路应将车行道、人行道按实际位置测绘。其他道路按内部道路绘出。

沿道路两侧排列的以及其它成行的树木均用“行树”符号表示。符号间距视具体情况可放大或缩小。

电线杆位置应实测，可不连线，但应绘出电线连线方向。

架空的、地面上的管道均应实测，并注记传输物质的名称。地下管线检修井、消防栓应测绘表示。

沟渠在图上宽度小于 1mm 的用单线表示并注明流向。

斜坡在图上投影宽度小于 2mm 用陡坎符号表示。当坡、坎比高小于 0.25m 或在图上长度小于 5mm 时，可不表示。

各项地理名称注记位置应适当，无遗漏。居民地、道路、单位名称和房屋栋号应正确注记。其它地物参照“规范”和“图式”合理取舍。

2.3.4 数字地形图编辑处理

对外业采集的数据进行计算机数据处理，并在人机交互方式进行地形图编辑，生成数字地形图图形文件。

数字地形图编辑处理规定，详见《工程测量规范》P47-P49 页的相关内容。

任务：每人编绘数字地形图 1 幅（要求每个同学都熟练掌握数字地形图的编绘）。

2.3.5 地形图的拼接

接边差小于表 10 规定的平面、高程中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍时，可平均配赋，并据此改正相邻图幅的地物、地貌位置，但应注意保持地物、地貌相互位置和走向的正确性。超过限差时则应到实地检查纠正。

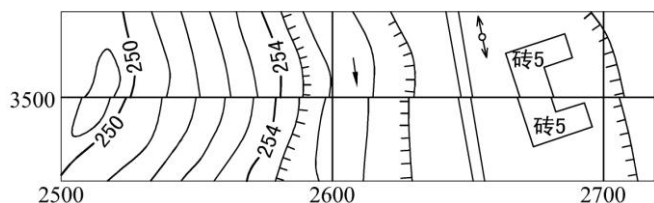


图 1 地形图的拼接

表 10 地物点、地形点平面和高程中误差

地区分类	点位中误差 (图上 mm)	邻近地物点间距中 误差 (图上 mm)	等高线高程中误差			
			平地	丘陵地	山地	高山地
城市建筑区和平地、 丘陵地	≤0.5	≤±0.4	≤1/3	≤1/2	≤2/3	≤1
山地、高山地和设站施 测困难的旧街坊内部	≤0.75	≤±0.6				

2.3.6 成图质量检查

地形图应经过内业检查、实地的全面对照检查及实测检查。实测检查量不应少于测图工作量的 10%对成图图面应按规范要求进行检查。检查方法为室内检查、实地巡视检查及设站检查。实测检查量不应小于测图工作量的 10%；检查的统计结果，应满足表 11 之规定，检查中发现的错误和遗漏应予以纠正和补测。

表 11 地形测量的基本要求

相对于邻近图根 点的 点位中误差 (mm)	等高线插求点相对于 邻近图根点的高程中 误差		细部点的点位中误差 (cm)		细部点的高程中误差 (cm)		地形点 的最大 点位 间距 (m)
	平坦地	丘陵	主要建 (构)筑物	一般建 (构)筑物	主要建 (构)筑物	一般建 (构)筑物	
0.8	1/3h _d	1/2h _d	5	7	2	3	15

注：h_d为地形图的基本等高距。

同精度检测时，中误差的计算公式为：

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}$$

高精度检测时，中误差的计算公式为：

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{2n}}$$

以上两式中，M 为成果中误差；n 为检测点（边）总数；Δ_i 为较差。

检查分自检核互检两部分，对自检或互检中出现的明显超限的点位进行重测、漏测的部分进行补测，最后由教师进行检查及成绩评定。

2.4 大比例尺地形图测绘上交资料

各组应对完成的成果、资料按规范进行严格检查。地形图测量结束后应提交资料如下：

2.4.1 小组应交资料

- (1) 1:500 白纸地形图 1 幅。
- (2) 手工测图的原始记录表格。
- (3) 数字地形测量记录资料（测站草图、加密控制点记录资料和数据文件）。
- (4) 软盘一张（数字测图原始数据文件、碎部点成果文件）。
- (5) 打印本组编辑的 1: 500 比例尺地形图一幅。
- (6) 各测站草图。

2.4.2 个人应交资料

电子地形图一份。

3 成果整理及实习报告书的编写

3.1 实习成果的整理

在实习过程中，所有控制测量外业观测数据必须记录在测量手簿上；数字测图数据，如遇测错、记错或超限应按规定的方法改正；内业计算应在规定的表格上进行。故在整个总实习过程中要注意保存和积累资料，做完一项及时整理一项。实习结束时应对成果资料进行编号。

3.2 小组应上交的资料

- (1) 成果资料目录（名称、编号汇总）
- (2) 控制测量资料（见控制测量上交资料部分）
- (3) 地形测量资料（见地形图测绘上交资料部分）
- (4) 实习期间小组考勤表

3.3 个人提交的资料——个人实习报告

3.3.1 实习报告的一般要求

实习报告是总实习的成果整理和个人实习情况的总结，要全面而有自己的特色。

实习报告中既要有内业计算资料，又要有理论上的综合（精度等）分析。

实习报告还应写实习的体会与收获，**不要计“流水帐”。**

报告应写在 A4 大小的白纸上，也可用 Word 录入计算机打印出来（A4），全文不得少于 2000 字，鼓励但并不一定要手写。

实习报告应反映出学生本人在实习中的收获，介绍实习中遇到的技术问题及处理方法。

报告中要求有对测量实习中的各个技术环节的独立认识和理解、对测量过程中出现的问题的独立思考分析和解决办法、对解决普通测量问题所进行的综合分析，提出的解决方案等方面的内容。做到内容充实，图文并茂。

3.3.2 编写格式和基本内容

封面：注明实习名称、地点、起止时间、班级、组别、编写人及指导教师姓名。

前言：说明实习的目的、任务及要求。

实习内容：实习项目、测区概况、作业方法、技术要求、计算成果及相关示意图（如导线略图等）、实习成果及精度评价。

实习总结：主要介绍实习中遇到的技术问题及解决的方法，对本次实习的意见和建议。本人在实习中主要做了哪些工作及成果质量；在实习中的收获与体会。

实习报告中还应包括以下计算与数据资料：

- （1）控制测量资料（见控制测量上交资料中个人应交资料部分）
- （2）地形测量资料（见地形图测绘上交资料中个人应交资料部分）
- （3）实习日志

附录一 自动安平水准仪检验校正

自动安平水准仪应满足的条件有：

1. 圆水准器轴平行于仪器的竖轴。
2. 十字丝横丝垂直于竖轴。
3. 水准仪在补偿范围内，应起到补偿作用。
4. 视准轴经过补偿之后应与水平视线一致。

上述四项轴线关系中前两项的检验方法与微倾式水准仪完全相同，第四项关系不满足时构成 i 角，固该项的检验过程与微倾式水准仪的 i 角检验相同，详细内容请参见《数字地形测量学》和《工程测量实验教程》的相关内容。第三项轴线关系检验与校正的方法如下：

在较平坦的地方选择 A、B 两点，AB 长 60m 左右，在其上各放置一尺垫，将水准仪置于 AB 连线的中点，并使两个脚螺旋（如图 2 所示为 1、2）的连线垂直于 AB 方向。首先用圆水准器将仪器整平，测出 A、B 两点的高差 h_{AB} ，此值为正确高差。

升高第 3 个脚螺旋，使仪器向上（或下）倾斜，测出 A、B 两点间的高差 $h_{AB上}$ ；

降低第 3 个脚螺旋，使仪器向下（或上）倾斜，测出 A、B 两点间的高差 $h_{AB下}$ ；

升高第 3 个脚螺旋，使圆水准器气泡居中；

升高第 1 个脚螺旋，使后视望远镜向左（或右）倾斜，测出 A、B 两点间的高差 $h_{AB左}$ ；

降低第 1 个脚螺旋，使后视望远镜向右（或左）倾斜，测出 A、B 两点间的高差 $h_{AB右}$ ；

无论上、下、左、右倾斜，仪器的倾斜角度均由圆水准器气泡位置确定，四次倾斜的角度应相同，一般取补偿器所能补偿的最大角度。

如果仪器竖轴向前后左右倾斜时所测得的读数与仪器整平时所测得的读数之差不超过 5mm，则可认为补偿器工作正常，否则应检查原因或送工厂修理。

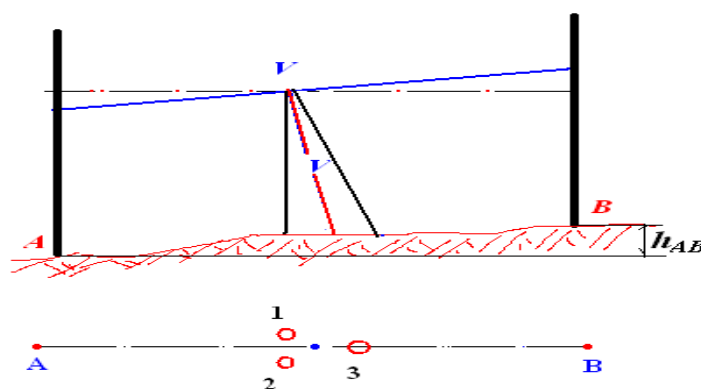
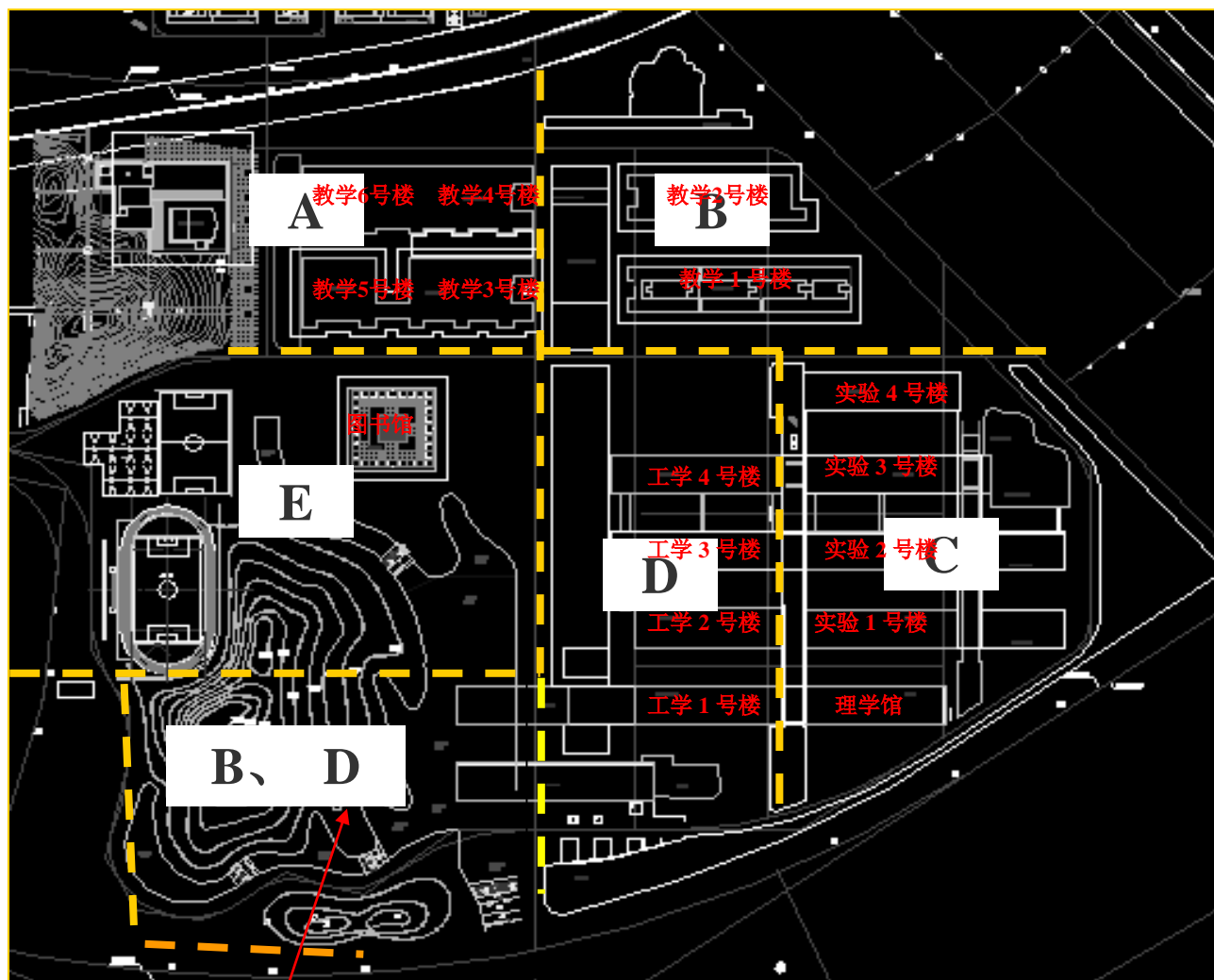
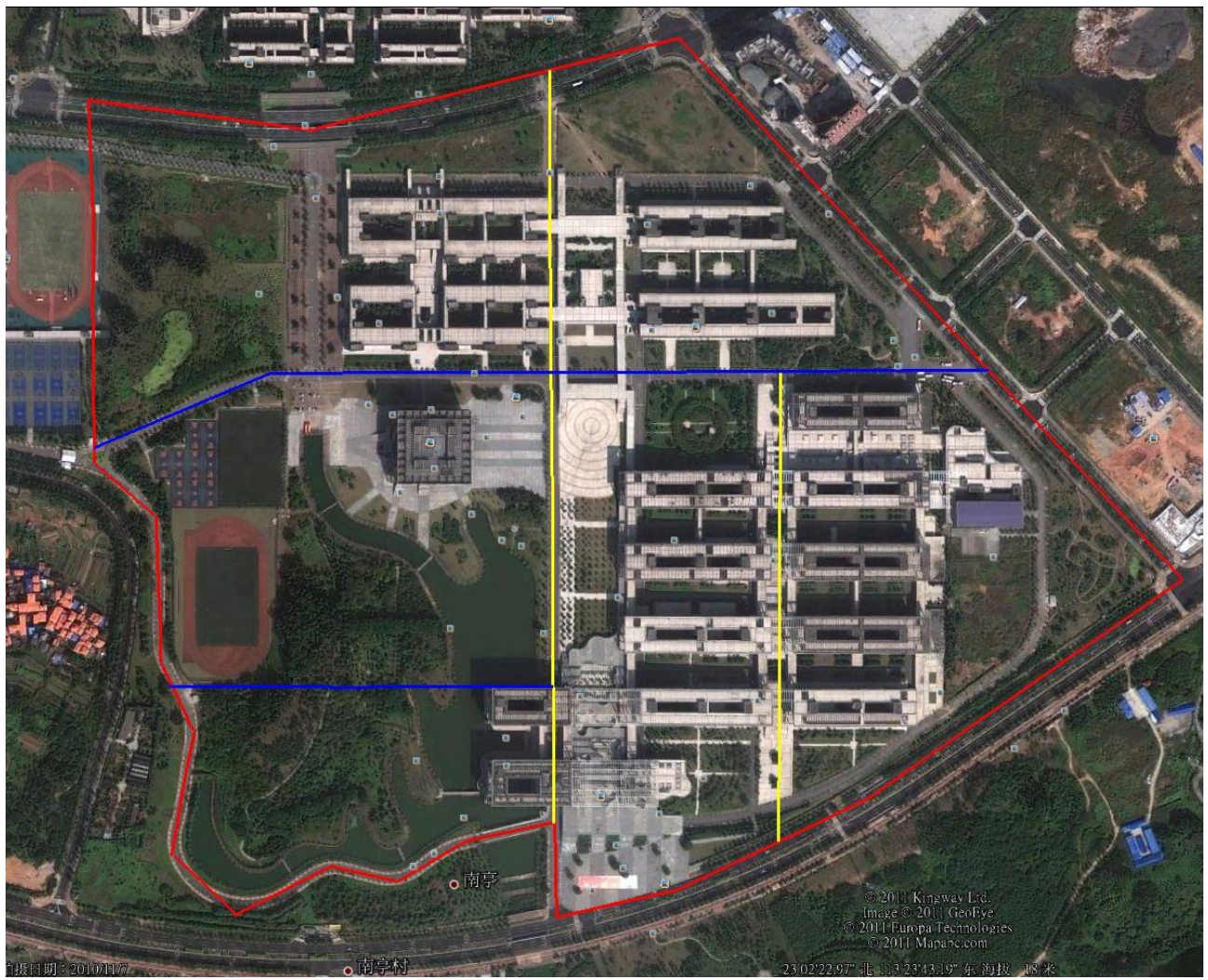


图-2 自动安平水准仪补偿器检验时仪器的安置

附录二 测区划分略图



注：在 B 区和 D 区的四个组，都要测这一区域！



附录三 已知点成果及位置分布

一级导线网成果表

点名	X(m)	Y(m)	H(m)	位置	备注
0	751.319	942.775	33.862	南亭村黄冈山上	四等已知点
2	1205.879	1204.789		足球场东北角三岔路口	
3	1526.561	1218.932		宿舍区东九楼与中环之间的马路上	
5	1761.072	1119.951		一号饭堂门前小山坡西北角	
7	1789.319	1425.161		中五路	
11	1362.255	1810.299		中五路西侧, 对面有中五路公交站的站牌	该点为番禺国土 (PYGT) 的 TU3815 号点
12	1328.371	1865.564		中五路东侧, 校东门对面	
13	1200.004	1880.035	15.826	东门十字路口	二等水准点
14	966.819	1876.984		保卫处门前马路上	
15	810.023	1883.652		理学馆东南角马路上	
16	724.972	1712.383		工学楼斜坡	
18	666.233	1152.813		人工湖西侧山坡石头小路上	
20	961.489	1476.255		人工湖旁马路上	
21	1208.799	1707.132		实验四号楼前十字路口	
22	1198.323	1476.104		图书馆前十字路口	
23	1502.101	1479.723		中环和进广工三岔路口	
24	720.668	1479.098	10.000	行政楼门前	二等水准点
26	1763.426	1254.899		一号饭堂门前小山坡东北角	
27	1527.956	1107.057		宿舍区东九西南角马路	
28	1661.289	1090.687		二号饭堂门前花池边	
29	1677.930	1508.214		中五路	
31	1462.881	1736.889		中五路东侧, 中四横路北馨园前	
44	1327.090	1246.858	30.799	教学六号楼楼顶西南角	四等已知点
45	1685.437	615.877	30.802	宿舍区西一楼顶东南角	四等已知点
50	827.990	1877.810	44.235	理学一号楼顶东南角	四等已知点

图3 一级导线点分布图



附录四 CASS7.0 常用命令别名

CASS7.0 系统 AutoCAD 系统

DD——通用绘图命令

A——画弧 (ARC)

V——查看实体属性

C——画圆 (CIRCLE)

S——加入实体属性

CP——拷贝 (COPY)

F——图形复制

E——删除 (ERASE)

RR——符号重新生成

L——画直线 (LINE)

H——线型换向

PL——画复合线 (PLINE)

KK——查询坎高

LA——设置图层 (LAYER)

X——多功能复合线

LT——设置线型 (LINETYPE)

B——自由连接

M——移动 (MOVE)

AA——给实体加地物名

P——屏幕移动 (PAN)

T——注记文字

Z——屏幕缩放 (ZOOM)

FF——绘制多点房屋

R——屏幕重画 (REDRAW)

SS——绘制四点房屋

PE——复合线编辑 (PEDIT)

W——绘制围墙

K——绘制陡坎

XP——绘制自然斜坡

G——绘制高程点

D——绘制电力线

I——绘制道路

N——批量拟合复合线

O——批量修改复合线高

WW——批量改变复合线宽

Y——复合线上加点

J——复合线连接

Q——直角纠正

附录五 CASS7.0 打印出图的操作

开始，选择“文件(F)”菜单下的“绘图输出…”项，进入“打印”对话框。

一、“打印设备”选项卡

(一) 设置“打印机配置”框

首先，在“打印机配置”框中的“名称：”一栏中选相应的打印机，然后单击“特性”按钮，进入“打印机配置编辑器”

(A) 在“端口”选项卡中选取“打印到下列端口(P)”单选按钮并选择相应的端口。

(B) 在“设备和文档设置”选项卡中。

A) 择“用户定义图纸尺寸与标准”分支选项下的“自定义图纸尺寸”。在下方的“自定义图纸尺寸”框中单击“添加”按钮，添加一个自定义图纸尺寸。

(1)、进入“自定义图纸尺寸-开始”窗，点选“创建新图纸”单选框，单击“下一步”按钮；

(2)、进入“自定义图纸尺寸-介质边界”窗，设置单位和相应的图纸尺寸，单击“下一步”按钮；

(3)、进入“自定义图纸尺寸-可打印区域”窗，设置相应的图纸边距，单击“下一步”按钮；

(4)、进入“自定义图纸尺寸-图纸尺寸名”，输入一个图纸名，单击“下一步”按钮；

(5)、进入“自定义图纸尺寸-完成”，单击“打印测试页”按钮，打印一张测试页，检查是否合格，然后单击“完成”按钮；

B) 择“介质”分支选项下的“源和大小<...>”。在下方的“介质源和大小”框中的“大小(Z)”栏中选择的以定义过的图纸尺寸。

C) 择“图形”分支选项下的“矢量图形<...><...>”。在“分辨率和颜色深度”框中，把“颜色深度”框里的单选按钮框置为“单色(M)”，然后，把下拉列表的值设置为“2 级灰度”，单击最下面的“确定”按钮。这时，出现“修改打印机配置文件”窗，在窗中选择“将修改保存到下列文件”单选钮。最后单击“确定”完成。

(二) 在“打印样式表(笔指定)”框中把“名称：”下拉列表框中的值

置为

“monochrom.cth”打印列表。

二、“打印设置”选项卡

1、把“图纸尺寸和图纸单位”框中的“图纸尺寸”下拉列表的值设置为先前创建的图纸尺寸设置。

2、把“图纸方向”设置对。

3、把“打印比例框”中的“比例（S）：”下拉列表选项设置为“自定义”，在“自定义：”文本框中输入“1”毫米=“0.5”图形单位（1：500 的图为“0.5”图形单位；1：1000 的图为“1”图形单位，依此类推。）。

4、把“打印设备”框中的单选按钮置于“窗口”选项，单击“窗口（O）<”按钮并选中择整幅图。

三、单击“完全预览（W）…”按钮对打印效果进行预览，最后单击“确定”按钮打印。

附录六 小组考勤表

考勤日期	3 月 25 日	考勤员	张三	
姓名	出勤时间		工作内容	
	上午	下午	上午	下午
张三	7:30~12:00	事假	立尺	——
李四	7:30~12:00	13:00~17:30	观测/记录	立尺
王五	缺勤	13:00~17:30	——	观测
赵六	7:30~12:00	13:00~17:30	立尺	记录

附录七 参考书目

教材:

- [1] 数字地形测量学, 潘正风, 程效军, 成枢等编著, 武汉大学出版社, 2015.
- [2] 工程测量实验教程, 王宇会编著, 武汉大学出版社, 2016.

参考资料:

- [1] 南方测绘 CASS7.0 参考手册与使用手册.
- [2] 数字测绘基础上册, 杨晓明等编, 2005 测绘出版社.
- [3] 工程测量规范 (GB 50026-2007), 中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国计划出版社, 2008.
- [4] 国家基本比例尺地图图式 第 1 部分: 1:500 1:1000 1:2000 地形图图式 (GB/T 20257.1-2007), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 中国标准出版社, 2007 版.
- [5] 国家三、四等水准测量规范 (GB/T 12898-2009), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 中国标准出版社, 2009.
- [6] 1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程 (GB/T 14912-2005), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 中国标准出版社, 2005.
- [7] 城市测量规范 (CJJ/T 8-2011), 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中国建筑工业出版社, 2011.
- [8] 测绘成果检查与验收 (GB/T 24356-2009), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 中国标准出版社, 2010.

附录八、大比例尺数字地形图测绘地形地物综合取舍说明

测绘地形图，关键在于掌握好地形、地物的综合取舍，即在现场应把握好哪些东西可以舍弃不表示，哪些东西要表示，并如何表示。这是测绘地形图的重点，也是难点。

地形图上表示的内容包括：1、地物—包括点状、线状、面状地物；2、地貌—即等高线；3、文字注记（如建筑物的结构形式，道路路面材料，地名等）；4、符号注记（如植被、地类符号等）。

在 CASS 地形地籍成图系统中，点状地物用独立地物符号表示，如控制点、路灯、消火栓等等。线状地物符号较为典型的有道路、围墙、陡坎、沟渠、输电线（高压线）、配电线（低压线）、通信线、管道等等。面状地物较为常见的是水面、房屋、某种地类的地块等等。分别用指定的符号表示。

本次校内数字地形图实习，涉及的地物类别不复杂，但校内建筑物的样式不太规则，测绘有难度。为统一认识，特制作本说明。请在开始测图实习前认真阅读。

一、地物测绘基本原则

先测量地物主体，再测量附属物，比如首先测量道路边线，再测量路灯，人行道；

首先测定房屋的主体，再测量房屋附属的室外楼梯，花池等。

二、地物取舍图例说明

控制点，用相应等级的控制点符号表示。



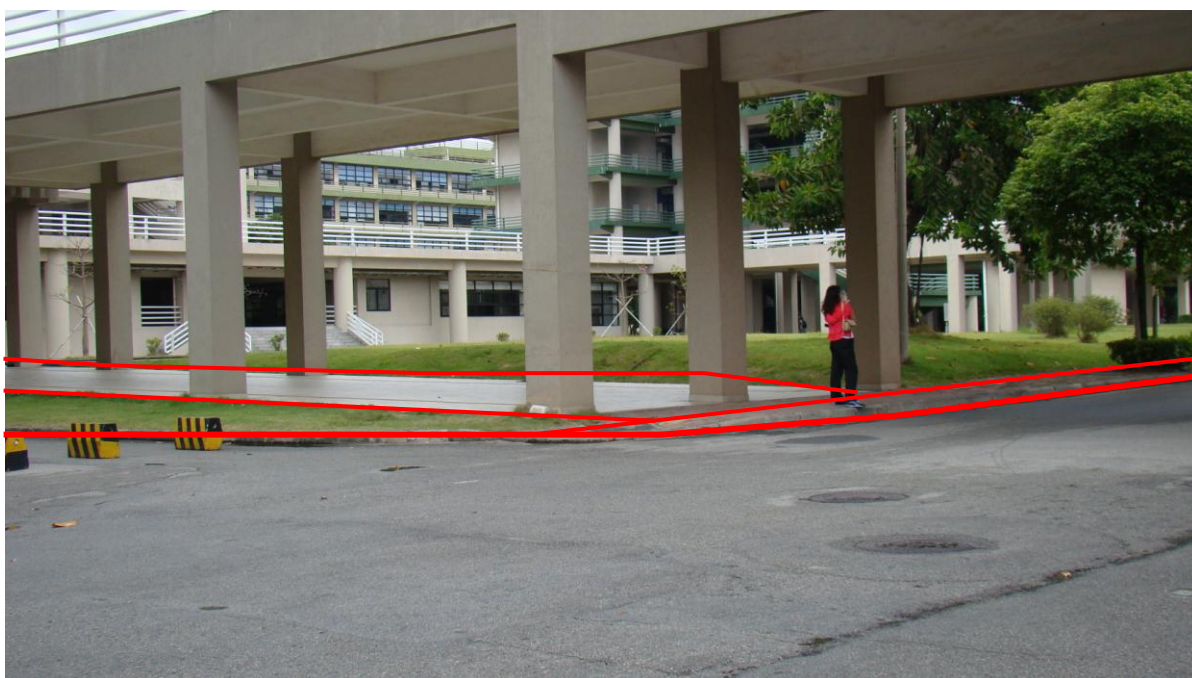
主要道路的表达方法，路面边线，人行道边线，路灯实测位置表示，行道树行内示意性表示。



非主干道路的表达



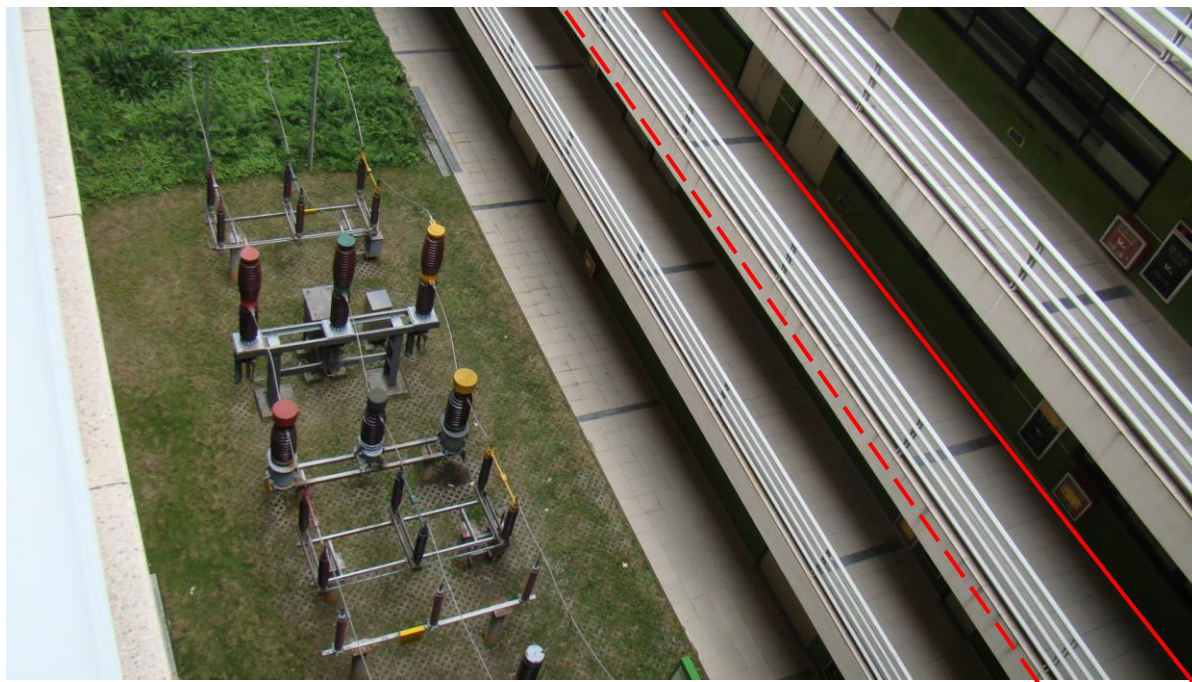
分清楚地类界限，柱子及其上面的平台，不表示。



建筑物按建筑物外墙线测绘，墙外装饰性走廊可不表示



建筑物内侧走廊较为规则，用虚线表示，天井的范围内，植被要表示，其他设施不表示。



建筑物外侧装饰性的曲线轮廓可以不表示，附属的室外台阶，楼梯要表示，楼梯中段的平台可忽略，整体表示为一个楼梯。



若楼梯的外轮廓线超出了建筑物外墙线，也需要表示。



为了简化本次实习的工作量，规定所有的二楼交通平台以及架空廊柱都不表示，但所有的楼梯和台阶要表示。台阶两侧的有坡度的绿化地块，测定其外围边界，并在内部标注注记符号。旗杆位置应测定表示。



实验楼，工学馆，东西两端不规则，选择最有代表性的楼层测定其两端轮廓位置，二三楼交通平台不表示。



道路穿过建筑物下方的部分，建筑物的轮廓线应该表示成虚线。下方的柱子示意性表示。与建筑物相接的交通平台不表示。



建筑物水上部分按房屋的外轮廓采用虚线表示，下方柱子示意性实线表示，柱子大小适当。



架空平台所覆盖的区域，以地面现状为依据测绘，不要受到平台及其柱子的干扰。



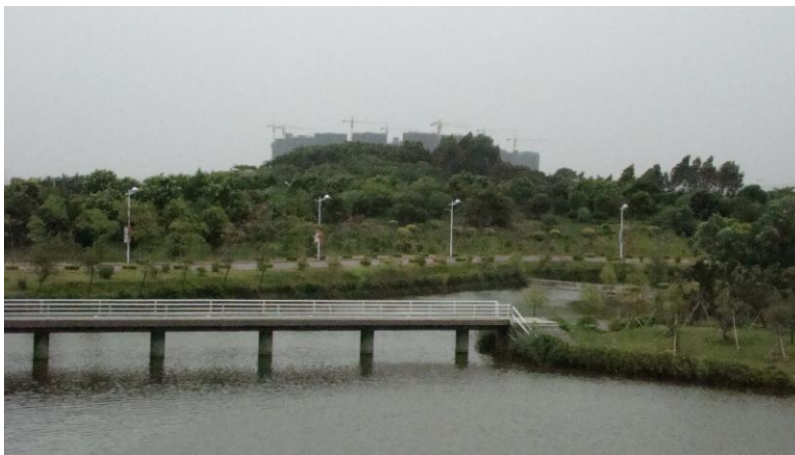
架空平台下面建造了房屋的，按房屋的外墙线绘制房屋轮廓。



与二楼交通平台有关的所有楼梯，台阶轮廓均需要测绘表示。柱子或平台轮廓不表示



桥梁及其附属台阶要表示。



湖边水涯线线测绘加固陡坎。坡边甬道边线。暗沟不表示，凳子不表示，行道树按行示意性表示。湖中的挡水坝要按实际宽度测绘表示。



较大面积荒草地或较大面积人工地貌的区域，应测绘等高线。





自然原始地貌区域，测绘等高线，不同植被区域，应测绘地类界。山上的小道，及其台阶，应测绘表示。



铁栅栏，应测绘表示，中间的球场边界应按实际测绘表示。垃圾房要测定表示。砖结构。



较小面积的，但有起伏的绿化区域，不需要绘制等高线。只要测绘其边界并标注地类注记符号。中间测绘适当数量的高程点。



高差较大且陡峭的区域，可用陡坎，加固陡坎，或放坡等符号相应表示



建筑物间的架空通廊，很典型，应表示。



图片采集：余 旭

图文编辑：魏德宏

2011 年 10 月 12 日