

程效军 刘 春 楼立志 编著

测量实习教程

(第二版)



同济大学出版社 | TJUPRESS

测量实习教程

(第二版)

程效军 刘 春 楼立志 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书作为顾孝烈、鲍峰、程效军编著、同济大学出版社出版的《测量学》的配套教材,主要用于测量学教学实习。全书以数字地形图的测绘为主线,在介绍测量学实习的目的和任务的基础上,对电子全站仪的使用和数字测图方法作了全面的介绍。内容包括各种常用仪器(水准仪、经纬仪、电子全站仪和电子水准仪)的检验与校正、导线测量的外业工作和内业计算、水准测量的外业工作和内业计算、平面图测绘方法和取舍内容、电子全站仪 SET22D 和 SET230R 使用、测记法数字化测图、用测图软件进行数字测图、施工放样、等高线地形图测绘与应用、建筑物变形测量、地籍图测绘和房地产面积测量等。

本书为土木工程、测绘工程、建筑学、城市规划、地质工程、港口航道与海岸工程、环境工程、给排水工程、交通工程、工程管理、海洋科学等专业的测量教学实习教材,也可供从事测量工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

测量实习教程/程效军,刘春,楼立志编著. —2 版.

—上海:同济大学出版社,2014. 6

ISBN 978-7-5608-5526-4

I. ①测… II. ①程…②刘…③楼… III. ①测量学—
实习—高等学校—教材 IV. ①P2-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 116457 号

测量实习教程(第二版)

程效军 刘 春 楼立志 编著

策划编辑 杨宁霞 责任编辑 胡 毅(huyi@china.com) 刘小莉

封面设计 陈益平 责任校对 徐春莲

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

排版制作 南京前锦排版服务有限公司

印 刷 江苏句容市排印厂

开 本 787mm×1 092mm 1/16

印 张 12.25

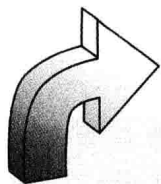
字 数 305 000

版 次 2014 年 6 月第 2 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5526-4

定 价 25.00 元

版权所有 侵权必究 印装问题 负责调换



前 言

“测量学”是一门实践性很强的技术基础课,它是学习测量学理论知识以后,集中一定的时间进行的教学实践活动,同济大学土木工程、测绘工程、建筑学、城市规划、地质工程、港口航道与海岸工程、环境工程、给排水工程、交通工程、工程管理、海洋科学等专业的学生按照教学计划要进行为期一至四周的测量实习。本书作为顾孝烈、鲍峰、程效军编著、同济大学出版社出版的《测量学》的配套教材,主要用于指导和开展测量学教学实习。测量学实习是巩固和深化课堂所学知识的实践环节,是理论知识和实践技能相结合的综合运用,对掌握测量学的基本理论、基本知识、基本技能,建立小地区控制测量和数字地形图测绘的完整概念是非常必要的。通过实习,可以培养学生理论联系实际、分析问题与解决问题的能力以及综合运用测绘知识的能力。

近十几年来,随着空间科学、信息科学的飞速发展,全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)技术已成为当前测绘工作的核心技术。计算机和网络通信技术的普遍采用,测绘领域早已从陆地扩展到海洋及太空,由地球表面延伸到地球内部;测绘技术体系从模拟转向数字、从地面转向空间、从静态转向动态,并进一步向网络化和智能化方向发展;测绘成果已从三维发展到四维、从静态发展到动态。随着现代科学技术的飞速发展,先进技术在测绘学科中得到了广泛的应用。测绘仪器从原来的以精密机械与几何光学器件的组合为主,逐步增加了物理光学和电子器件以及软件系统,成为光、机、电、软结合的现代化电子测量仪器,其功能、精度和自动化程度也大为增加和提高。数字测图是利用电子全站仪或其他测量仪器在野外进行数字化地形数据采集,在成图软件的支持下,通过计算机加工处理获得数字地形图的方法。

数字地形图是以数字的形式表达地形特征点的集合形态,以具有特定含义的数字、文字、符号等各类数据信息反映现实世界。数字地形图的优点在于与模拟地形图相比,具有高精度的特点;可以实现用户的共享;可以方便地进行坐标、距离、面积、填挖土方的计算;

可以进行各种后处理,从数字地形图中提取用户关心的信息,如道路图、房屋图、管线图等;可以供土木工程计算机辅助设计以及城市地理信息系统作为基础地图数据使用。

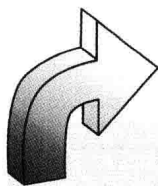
本书以数字地形图的测绘为主线,在介绍测量学实习的目的和任务的基础上,对电子全站仪使用和数字测图方法进行了全面的介绍。内容包括各种常用仪器(经纬仪、水准仪、电子全站仪和电子水准仪)的检验与校正、导线测量(包括二级导线和图根导线)的外业测量和内业计算、水准测量(包括四等水准和图根水准)的外业测量和内业计算、数字平面图测绘方法和内容、电子全站仪 SET22D 和 SET230R 使用、测记法数字化测图、用测图软件进行数字测图、施工放样、等高线地形图测绘与应用、建筑物变形测量、地籍图测绘和房地产面积测量等。

本书是在同济大学测绘与地理信息学院教师多年来参与测量教学实习指导、教学改革及科研工作所积累的资料和历年的教学实习指导书的基础上编写而成的。校外等高线地形图实习基地也因各种原因几经更址,从最初浙江大学的老和山到杭州转塘的船舶学校,从浙江诸暨、浙江安吉到现在的浙江临安及江西吉安,期间经历了几十年,有无数教师为之付出了心血和汗水,为同济大学培养成千上万的人才作出了一定的贡献,值本书改版之际谨向他们表示衷心的感谢。根据历年来测量实习总结的经验,本书针对教学实习又结合生产实践,对培养学生的动手能力、自学能力、解决问题的能力 and 创新能力以及提高学生学习的积极性和适应社会的能力都有很大帮助;同时结合多年来的教改成果,全面采用教改项目开发的实习软件;并通过在同济大学校园内、同济新村和嘉定校区建立专门的平面图测量实习基地,以及在浙江省临安市浙江农林大学和江西省吉安市井冈山大学建立等高线地形图测量实习基地,确保测量学实习稳定、有序、高质高效地进行。

本书第一章、第二章、第五章、第六章、第七章、第十二章由程效军编写;第八章、第九章、第十章由刘春编写;第三章、第四章、第十一章由楼立志编写。全书由程效军统稿,刘春和楼立志校阅。限于水平和时间有限,书中不当之处,诚恳希望使用本教材的师生以及其他读者批评指正,便于重印或再版时修正。

编著者

2014年3月30日



目 录

前言

第一章 测量实习的目的与任务	1
第一节 测量实习的目的和内容	1
一、测量实习的目的	1
二、测量实习方式	1
三、测量实习任务	1
第二节 测量实习的安排和要求	2
一、实习时间安排	2
二、使用仪器和工具	3
三、实习考核	3
四、实习参考资料	4
第二章 测量实习场地介绍	5
第一节 校内实习场地	5
一、校内场地简介	5
二、测区控制网分幅图	5
三、测区控制点成果表	7
第二节 校外实习场地	10
一、浙江临安实习基地	10
二、井冈山大学实习基地	13
第三章 仪器的检验与校正	17
第一节 测量仪器的一般功能检查	17
一、测量仪器工具的清点	17
二、测量仪器的一般性检查	17
三、三脚架检查	17
第二节 水准仪的检验与校正	17
一、水准仪的轴线及其应满足的条件	17
二、水准仪的检验和校正方法及步骤	18

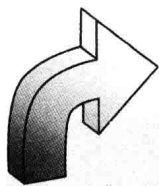
第三节 经纬仪的检验与校正	21
一、经纬仪的轴线应满足的条件	21
二、经纬仪的检验和校正方法及步骤	22
第四节 电子全站仪的检定	25
一、全站仪光电测距部分的检定	25
二、全站仪电子测角系统的检定	31
第五节 电子水准仪的检校	34
一、圆水准器的检校	34
二、十字丝的检校	34
第四章 导线测量	36
第一节 导线测量的技术要求及实习内容	36
一、导线测量的技术要求	36
二、导线测量实习内容	36
三、导线测量的布设形式	37
第二节 导线测量与计算	37
一、导线测量的外业工作	37
二、导线测量的内业计算	38
三、技术要求	38
第五章 水准测量	39
第一节 水准测量的技术要求	39
第二节 三、四等水准测量	39
一、三、四等水准测量的技术要求	39
二、三、四等水准测量的方法	40
第三节 水准测量实习内容	42
一、实习内容	42
二、技术要求	42
三、成果整理	42
第六章 平面图测绘	43
第一节 平面图测绘方法	43
第二节 地物平面图测绘	44
一、测绘地物的一般原则	44
二、居民地的测绘	44
三、道路及桥梁的测绘	45
四、管线的测绘	46
五、水系及附属设施的测绘	47
六、植被的测绘	48

七、地貌和土质	49
八、注记	51
第七章 全站仪测记法数字化测图	53
第一节 全站仪 SET22D 使用介绍	53
一、SET22D 全站仪简介	53
二、SET22D 全站仪的使用	55
第二节 全站仪 SET230R 使用介绍	59
一、SET230R 全站仪简介	59
二、SET230R 全站仪的使用	62
第三节 苏一光 OTS600 系列全站仪使用介绍	66
一、OTS632 全站仪简介	66
二、OTS632 全站仪的使用	68
第四节 全站仪测记法数字化测图实习	73
一、实习内容	73
二、实习仪器设备	73
三、数字化测图野外数据的采集	74
四、全站仪计算机的数据通信	75
五、数字化成图	76
六、数字化图的编绘及检查	77
第八章 用测图软件进行数字测图	78
第一节 数字测图概述	78
一、基本概念	78
二、数字测图流程	79
三、数字测图地物特征点数据的采集	82
四、数字测图软件功能	84
第二节 计算机与全站仪的数据通信	84
一、数据通信	84
二、坐标计算	85
三、用终端仿真程序实现数据通信	85
第三节 自动成图	86
一、Excel 自动成图	86
二、地物属性查询	88
三、展绘测量数据点号	88
第四节 地形图绘制与图形编辑	89
一、地形图绘制	89
二、图形编辑	100
第五节 辅助成图	106

一、图幅接边	106
二、图幅整饰	106
三、高级用户	108
四、按代码绘图	109
五、按代码提取图形	109
六、生成地形图	109
七、克隆目标绘图	109
第六节 南方 CASS 数字测图软件简介	109
一、准备	110
二、绘制平面图	114
三、编辑与整饰	124
第九章 施工放样	130
第一节 测设的基本工作及实习内容	130
一、水平距离、水平角和高程的测设	130
二、点平面位置的测设	131
三、已知坡度的测设	131
四、施工放样测量实习内容及要求	132
第二节 工业与民用建筑中的施工测量	132
一、施工控制测量	132
二、建筑物的施工放样	133
三、坐标系统换算	133
第十章 数字地面模型建立与应用	134
第一节 数字地面模型采集与表示	134
一、数字地面模型的数据采集	134
二、数字地面模型的表示方法	135
三、数字地面模型的空间内插方法	136
第二节 数字地面模型建立	137
一、展绘高程点	137
二、生成三角网	137
三、编辑三角网	138
四、绘制等高线	140
第三节 土方计算	141
一、断面土方估算	141
二、地面模型土方计算	142
第四节 断面图绘制	143
一、坐标轴横断面图	143
二、坐标轴纵断面图	143

三、冻结断面图格网层	145
四、解冻断面图格网层	145
第五节 南方 CASS 软件的等高线绘制	146
一、建立数字地面模型(构建三角网)	146
二、修改数字地面模型(修改三角网)	148
三、绘制等高线	149
四、等高线的修饰	150
五、绘制三维模型	152
第十一章 建筑物变形测量	153
第一节 建筑物沉降测量	153
一、高程基准点和沉降观测点的设置	153
二、沉降观测的时间、方法和精度要求	154
三、沉降观测的成果整理	154
第二节 建筑物倾斜测量	155
一、经纬仪垂直投影法	155
二、全站仪坐标测定法	155
第三节 建筑物位移观测	156
一、视准线法	156
二、位移点边角观测法	157
第十二章 地籍测量	158
第一节 地籍与房产平面控制测量	158
一、控制测量要求	158
二、地籍界址点和房产用地界址点的精度	158
第二节 地籍图测绘	159
一、地籍调查	159
二、地籍图测绘	159
第三节 宗地图绘制	162
一、宗地图的内容	162
二、宗地图的绘制要求	163
三、宗地图的绘制方法	163
第四节 地籍测量实习内容	163
一、水准仪检验	163
二、导线测量	163
三、水准测量	163
四、地籍调查	163
五、地籍图的测绘	164
六、界址点实地放样	164

七、宗地图制作	164
八、建筑面积测量及分摊计算	164
九、技术总结报告与考核	166
 附录 A 电子测量仪器使用规定	167
一、电子测量仪器实验的一般规定	167
二、电子测量仪器的借用规则	167
三、电子测量仪器的使用规则	168
 附录 B 等高线手工绘制练习	169
 附录 C 记录与计算表	170



第一章 测量实习的目的与任务

第一节 测量实习的目的和内容

一、测量实习的目的

测量学是一门实践性很强的技术基础课,测量学实习又称测量实习,它是学习测量学理论知识以后,集中一定的时间进行的教学实践活动。同济大学土木工程、测绘工程、建筑学、城市规划、地质工程、港口航道与海岸工程、环境工程、给排水工程、交通工程、工程管理、海洋科学等专业的学生按照教学计划要进行为期一至四周的测量实习。通过测量实习,将已学过的理论知识进行一次系统的实践,进一步理解、巩固和拓宽测量理论知识,要求掌握测量仪器的检验和校正、水准测量、导线测量、数字测图和施工放样等技能,加深理解从控制到细部施测平面图的全过程及施工放样的基本方法,提高学生实践和开展测绘工作的能力。

二、测量实习方式

测量实习分校内和校外两部分,校内主要任务为平面图测绘和施工放样,安排在同济大学本部、南校区、同济新村及嘉定校区进行;校外主要任务为等高线地形图测绘,安排在同济大学校外测量实习基地——浙江临安浙江农林大学和江西吉安井冈山大学进行。测量实习以小组为单位,每组由 6 位学生组成,各小组在指导教师的指导下,独立完成实习的各项任务。

三、测量实习任务

1. 水准仪检验

掌握水准仪的安置、整平、瞄准、读数及其检验方法,了解其校正的方法和过程。

2. 导线测量

每组按测量规范完成约 1 km 的二级导线测量和若干条图根导线测量。主要工作包括现场选点、转折角与距离测量、导线计算。

3. 水准测量

每组按测量规范完成超过 1.5 km 的三等水准测量的外业和内业工作。

4. 平面图的测绘

每组完成面积约为 $200\text{ m} \times 200\text{ m}$ 或 $150\text{ m} \times 150\text{ m}$ 范围 1:500 的平面图测绘。

5. 等高线地形图测绘

去校外进行等高线地形图测绘实习的同学,每组完成面积约为 $150\text{ m} \times 150\text{ m}$ 范围 $1:500$ 的等高线地形图测绘。

6. 图上设计与实地放样

按图上设计的建筑物位置,进行实地放样,要求每位同学至少放样两个点。

7. 建筑三维图测绘

测绘校内某建筑(内外)的三维图(采用统一坐标系)。

8. 技术设计

每人把整个实习作为一个生产项目写出其技术设计书。

9. 测图软件

每组把测量实习所用的符号库(超过 30 个符号)、线型(超过 20 种包括 6 种复杂线型)、AutoLISP 程序(超过 30 个程序)、填充符号(超过 20 个)等汇总成测图软件包。

10. 考核

根据实习情况进行书面考核或现场测量考核。

以上需要完成的内容由指导教师根据实习时间的长短选定。

第二节 测量实习的安排和要求

一、实习时间安排

测量实习分校内和校外两部分,表 1-1 和表 1-2 分别为在同济大学校内和浙江临安测量实习基地进行实习的时间安排表。由于测量实习是在炎热的暑假进行,因此在具体的作息时间内可以灵活安排。在测量实习时,特别要注意收听当地的天气预报,绝对避免在雷雨交加的天气在山上测量,以确保人员和仪器的安全。

表 1-1 实习时间安排表(同济大学校内部分)

序号	实习内容	时间(天)
1	布置实习任务、领仪器、踏勘测区	0.5
2	水准仪检验	0.5
3	导线测量和内业计算	2.5
4	水准测量及计算	1.0
5	阶段小结、测图讲课	0.5
6	数字平面图测绘	3.0
7	图上设计与实地放样	1.0
8	成果整理和技术总结(含考核)	1.0
	总计	10.0

表 1-2 实习时间安排表(浙江临安部分)

日期	上午	下午
第一天	到达临安	布置任务、熟悉仪器
第二天	单号组上山测量 双号组在家内业	单号组上山测量 双号组在家内业
第三天	双号组上山测量 单号组在家内业	双号组上山测量 单号组在家内业
第四天	单号组上山测量 双号组在家内业	单号组上山测量 双号组在家内业
第五天	双号组上山测量 单号组在家内业	整理成果、考查、 交成果、还仪器
第六天	离开临安	

二、使用仪器和工具

1. 每组使用仪器参考清单(表 1-3)

表 1-3 仪器参考清单

序号	仪器及工具	数量	备注
1	水准仪(附脚架)	1	
2	电子全站仪(附脚架)	1	
3	水准尺	2	
4	棱镜	2	
5	皮尺	1	
6	记录板	1	
7	计算器、三角板、铅笔等文具	若干	自备

2. 使用仪器注意事项

领到仪器后,应清点仪器和附件数量,核对编号,查看仪器性能。在实习中使用仪器要做到“人不离仪、连接牢固、轻手轻脚、安全搬站”。仪器如有遗失或损坏,必须及时向指导教师汇报,并写出书面报告说明情况,按有关规定进行赔偿。有关电子全站仪的使用,查阅附录中“电子测量仪器使用规定”。使用电子全站仪实习的同学尤其要注意来往的车辆对电子全站仪带来的危险,时时刻刻做到测站上有人保护,以确保仪器的安全。

三、实习考核

1. 请假制度

- (1) 非特殊原因,不得请假。
- (2) 病假应有医院证明。

- (3) 无故缺席者,作旷课论。
- (4) 参加实习时间不足三分之二者,实习成绩不及格。
- (5) 严重损坏仪器者,实习成绩不及格。

2. 作息制度

参照学校作息时间表,并结合暑期高温情况以小组为单位作适当调整。

3. 应交成果

- (1) 每人交水准仪检验报告一份、实习日记一份。
- (2) 每人交导线计算和施工放样数据计算各一份。
- (3) 每人把整个实习过程按照一个生产项目写出技术总结书。
- (4) 每组交导线测量、水准测量的记录与计算成果各一份。
- (5) 每组提交数字平面图一幅。
- (6) 去外地实习的同学每组交等高线地形图一幅。
- (7) 去外地实习的同学每人完成附录中的“等高线手工绘制练习”一幅。

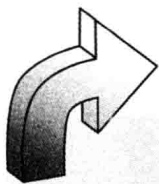
注 所有应交成果要求以小组为单位装订成册。

4. 实习成绩的评定

实习成绩由实习指导教师根据每组及每位同学所提交的实习成果的质量、在实习期间的表现(包括出勤情况等)、实习考查(含现场测量考核)的成绩、实习纪律、仪器完好状况等综合评定,按优、良、中、及格、不及格五级评分制评定成绩。

四、实习参考资料

- (1) 《测量学实验》,顾孝烈,鲍峰,程效军编著,2003年,同济大学出版社。
- (2) 《测量学》(第四版),顾孝烈,鲍峰,程效军编著,2011年,同济大学出版社。
- (3) 《国家基本比例尺地形图图式 第1部分:1:500、1:1 000、1:2 000 地形图图式》,GB/T 20257.1—2007。
- (4) 《1:500、1:1 000、1:2 000 外业数字测图技术规程》,GB/T 14912—2005。
- (5) 《城市测量规范》,CJJ/T 8—2011。



第二章 测量实习场地介绍

第一节 校内实习场地

一、校内场地简介

- (1) 校内实习场地在同济大学四平路校区、南校区、同济新村和嘉定校区。
- (2) 整个实习场地都是平坦地形,仅在校园内的三好坞有几米高的土丘,可勾绘等高线。
- (3) 测区内建筑物密集、道路纵横交错、交通繁忙,进行测量实习时,必须注意人员及仪器安全。

二、测区控制网分幅图

同济大学嘉定校区测量实习场地分幅图如图 2-1 所示,同济大学四平路校区实习场地控制网及地形分幅图可供各实习小组选点及划定测图区域如图 2-2 所示。

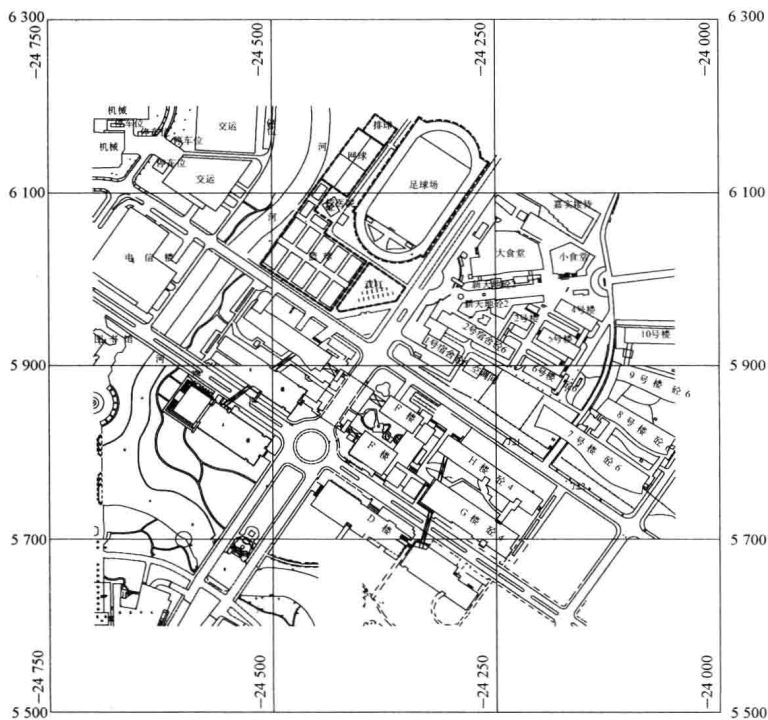


图 2-1 同济大学嘉定校区实习场地分幅图

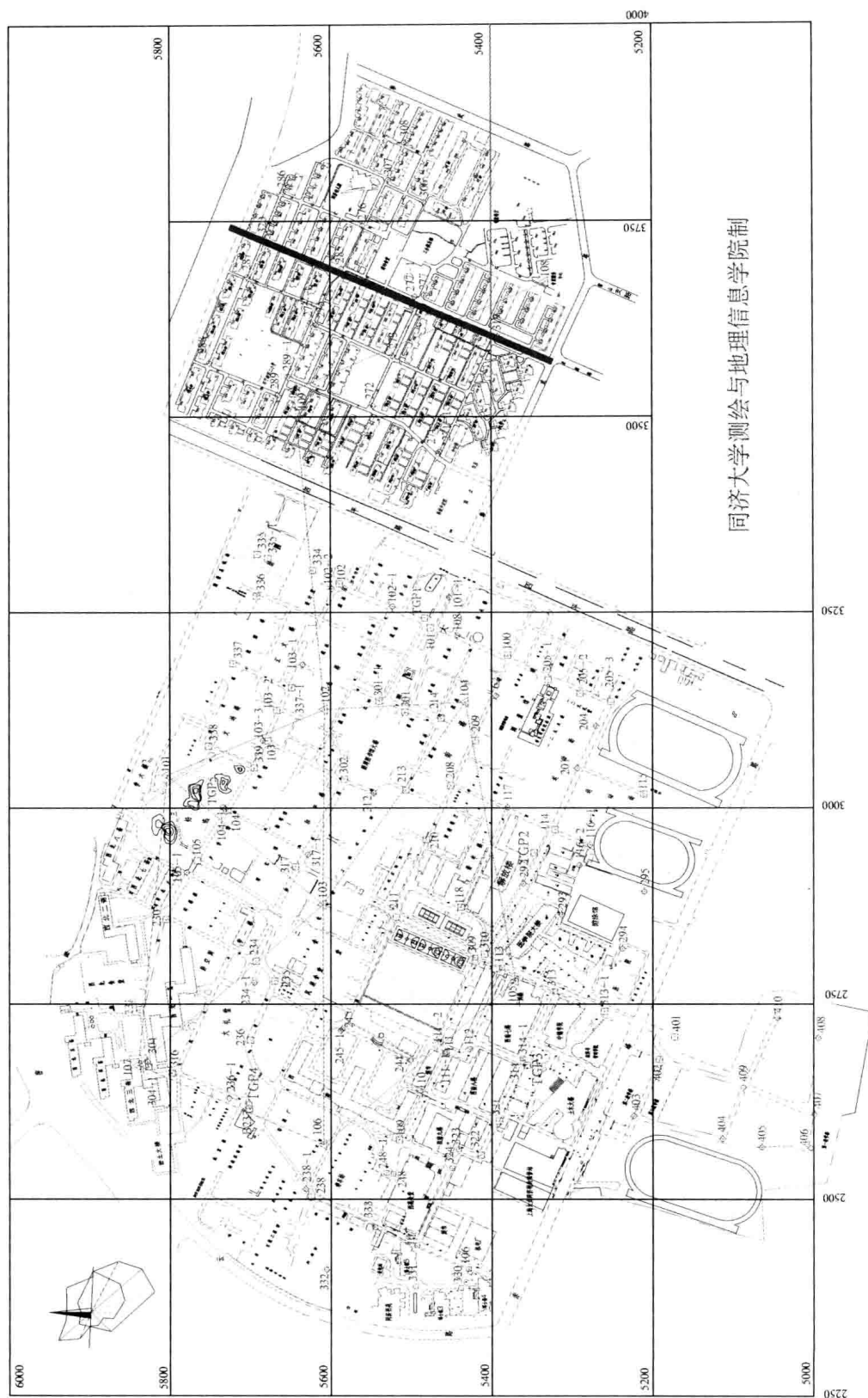


图 2-2 同济大学四平路校区实习场地分幅图