

《卫星定位与现代控制测量》课程

项目任务与学习指导书

适用专业：测绘与地质工程技术 540610(湘)

课程代码：10104024

课程类型：专业核心课程、职业技能课程

课程性质：必修

教学时数：236 学时

学 分：15

主编：甘孝君

修订：刘新平



湖南安全技术职业学院

二零二一年一月

目录

第一部分 项目总体介绍与项目考核要求

一、课程概述

- (一) 课程性质
- (二) 课程面向与任务
- (三) 课程学时和学分

二、课程目标

- (一) 总体目标
- (二) 具体目标

三、与前后课程的联系

- 1. 与前续课程的联系
- 2. 与后续课程的关系

四、学习项目介绍

- (一) 项目设计
- (二) 学习情境及教学进度安排

四、学习与作业组织

五、学习资料准备

- 1. 教材
- 2. 作业规范
- 3. 项目任务书与学习指南及其教学辅助材料

六、数字化教学资源与参考教学资料

- 1. 数字化教学资源网站
- 2. 参考教学资料

七、考核方式与标准

第二部分 项目任务与学习指导

C1-星开区域国家大地测量数据与城市测量数据收集、处理与应用

- 一、C1-项目任务书
- 二、C1-学习要求、学习过程与进度安排一览
- 三、C1-学习指导

C2-星开首级 GPS 控制网（C 或 D 级）工程项目

- 一、C2-项目任务书
- 二、C2-学习要求、学习过程与进度安排一览
- 三、C2-学习指导

C3-星开首级水准控制网（二等或三等水准）工程项目

- 一、C3-项目任务书
- 二、C3-学习要求、学习过程与进度安排一览
- 三、C3-学习指导
 1. 课前应该准备的其它资料
 2. 复习与预习指导
 3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)
 4. 水渡河基本水准高程控制网布网方案设计
 5. 进行小组作业区和任务划分
 6. 各组编制水准外业作业计划
 7. 各组按照任务分工选点、埋设首级水准控制网标石，填写点之记
 8. 水准仪和水准尺的选用与检校
 9. 水准外业观测作业
 10. 外业观测成果整理和计算
 11. 水准网平差
 12. 对首级 GPS 控制网进行高程拟合
 13. 首级水准测量成果检查验收和质量评定

14. 首级水准测量技术总结

15. 上交资料

16. 项目学习评价与考核

C4-星开城市区域控制网技术设计

一、C4-项目任务书

二、C4-学习要求、学习过程与进度安排一览

三、C4-学习指南

1. 课前应该准备的其它资料
2. 复习与预习
3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)
4. 项目任务布置、技术设计要点讲解、沟通指导
5. 技术设计策划, 小组成员任务分工
6. 编制星开区域城市控制网(GPS混合网, 含RTK图根)技术设计书
7. 技术设计书比较、优选
8. 技术设计书审批与任务划分
9. 资料整理、上交
10. 进行项目学习评价与考核

C5-星开加密控制网(加密GPS、高程导线)项目

一、C5-项目任务书

二、C5-学习要求、学习过程与进度安排一览

三、C5-学习指南

1. 课前应该准备的其它资料
2. 复习与预习
3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)
4. 项目任务布置、导线测量与电磁波测距三角高程测量要点讲解
5. 任务分配与小组作业计划制定
6. GPS加密测量(选点、埋石、外业观测、内业数据处理)
7. 精密全站仪及辅助工具检校

8. 高程导线选点、埋石
9. 高程导线外业观测
10. 高程导线内业计算
11. 检查整理资料，项目总结报告编写、提交成果
12. 进行项目学习评价与考核

C6-RTK 动态图根测量

- 一、C6-项目任务书
- 二、C6-学习要求、学习过程与进度安排一览
- 三、C6-学习指南

C7-星开城市控制网技术总结、成果检查与验收

- 一、C7-项目任务书
- 二、C7-学习要求、学习过程与进度安排一览
- 三、C7-学习指南

第一部分

项目总体介绍与项目考核要求

一、课程概述

（一）课程性质

《卫星定位与现代控制测量》是测绘与地质工程技术专业的一门职业技能课程，也是专业核心课程之一，本课程分二个学期开设，分别在第三学期和第四学期。本课程为必修课程。

（二）课程面向与任务

本课程面向大地测量员、工程测量员、地籍测绘员、房产测量员和摄影测量员工作岗位。

主要任务是应用卫星定位原理、现代控制测量理论和测绘规范性技术文件，进行国家或工程控制网技术设计；按照控制网技术设计的要求选点埋石；使用卫星定位测量仪、精密全站仪和精密水准仪进行外业数据观测并对外业观测成果进行质量检验；运用平差程序进行内业概算与内业数据处理；对成果进行检查验收，编写技术总结，提交控制网工程成果。

（三）课程学时和学分

教学时数：236 学时（其中集中教学 4 周，分散教学 136 学时）

学 分：15

二、课程目标

（一）总体目标

培养学生掌握国家大地测量、卫星定位与现代控制测量基本知识，具备现代控制网设计、外业施测与内业数据处理、技术总结与控制网测绘工程项目管理的能力。

（二）具体目标

1. 专业能力目标

- (1) 培养学生对国家大地测量参考框架位置信息收集、处理与综合运用的能力；
- (2) 培养学生根据测绘合同或测绘任务书，应用测量规范，进行控制网技术设计的能力；
- (3) 培养学生进行控制网选点、埋石的能力；
- (4) 培养学生实施静态 GPS 外业测量的能力；
- (5) 培养学生进行精密水准测量外业数据采集的能力；
- (6) 培养学生进行精密导线和三角形网测量外业数据采集的能力；
- (7) 培养学生进行精密三角高程测量外业数据采集的能力；
- (8) 培养学生进行 RTK 动态测量的能力；
- (9) 培养学生进行 GPS 数据处理及平差的能力；

- (10) 培养学生进行精密导线和三角形网测量概算与平差计算的能力；
- (11) 培养学生进行精密水准控制和三角高程控制测量的概算与平差计算的能力。
- (12) 培养学生根据技术设计、法规和技术规范的要求，编写控制网工程技术总结、进行项目检查验收并提交项目成果的能力。

2. 知识目标

- (1) 理解常用测量坐标系统，掌握常用测量坐标系之间的坐标变换公式和坐标基准变换公式的应用；
- (2) 理解地图投影的基本概念，掌握高斯-克吕格投影基本公式和换带计算公式的应用；
- (3) 理解国家大地测量系统，掌握国家大地测量参考框架；
- (4) 掌握 GPS 卫星定位的基本原理和方法；
- (5) 掌握城市及工程平面与高程控制网的布设原则、布设方法、布设方案、主要技术指标与要求；
- (6) 掌握高精度光学和电子测量仪器（全站仪、精密水准仪、GPS 静态接收机、RTK）的结构、用途、使用与检校方法；
- (7) 掌握各等级 GPS 测量、导线测量、水准测量、三角高程测量外业作业方法；
- (8) 掌握各等级 GPS 测量、导线测量、水准测量、三角高程测量概算与内业数据处理方法。

3. 素质目标

- (1) 培养学生具有良好的职业道德；
- (2) 培养学生敬业与吃苦耐劳的精神；
- (3) 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力；
- (4) 培养学生具有良好的计划组织能力；
- (5) 培养学生具有沟通与交流能力；
- (6) 培养学生解决问题的能力，养成勇于克服困难的精神，在解决问题的过程中，有克服困难的信心和决心，具有较强的忍耐力，能体验战胜困难，解决现场实际问题；
- (7) 培养学生的质量意识；
- (8) 培养学生的安全意识；
- (9) 培养学生的精益求精的工匠精神；
- (10) 培养学生具有学习迁移能力。

三、与前后课程的联系

1. 与前续课程的联系

本课程开课前应已修下列课程：《建筑识图与 CAD 制图》、《数字测图》、《误差理论与测量平差》。

2. 与后续课程的关系

为学生后续《工程测量与变形监测》、《地籍测绘与房产测绘》、《摄影测量与遥感》、《工程测量实习》、《权属测绘实习》、《顶岗实习》、《毕业设计》打下控制网设计与工程实施的坚实基础，为工程测量、变形监测、地籍测绘、房产测绘、摄影测量项目的开展提供控制测量基础平台。

四、学习项目介绍

本课程按照基于工作过程的完整项目为载体来组织教学，将职业行动领域有机的融入学习项目中，理实一体开展学习领域的课程学习。

本课程学习载体为一个贯穿整个学习过程的大型控制网测绘工程项目，根据工作过程和学习认知要求，分成 7 个学习情境，由整体到局部，按照工作过程组织教学，将理论知识、相关测绘法规和技术规范融入到每个学习情境教学中，并在每个情境教学中分步训练学生的实践能力。

（一）项目设计

项目名称：星开城市控制网测绘工程

项目建设方：湖南安全技术职业学院

项目承揽方：学习本课程学生班级，以 4-6 人为一作业组。

测区范围：位于长沙县星沙镇与长沙市开福区交界处水渡河区域，是连接长沙县城和长沙开福区的关键地带，测区总面积 xx 平方公里。测区范围为东起京珠高速，西至二环线与捞刀河，南至福元路，北至捞刀河，东经 $112^{\circ} 00'$ 至 $113^{\circ} 00'$ ；北纬 $27^{\circ} 00'$ 至 $28^{\circ} 00'$ 。

测绘内容：为开发该地区，促进该地区经济发展，拟对该地区进行控制网的重新布设，应满足该地区 1:500 地形图（地籍图）测绘需要、应能为城市开发与市政建设工程项目提供控制依据。

具体任务是：

1. 建立测区基本水平控制网和各级加密水平控制网；
2. 建立测区基本高程控制网和各级加密高程控制网；

3. 建立测区 1:500 测图用图根控制网。

项目成果：

水平控制网要求提供国家 1980 西安坐标系（中央子午线 113°，投影高程面为海平面）和长沙市独立坐标系二套成果；

高程系统采用 1985 黄海高程系。

具体提交成果资料目录如下（有电子文档的提供电子文档，没有的提供扫描件或影像文件）：

表 1：项目成果一览表

序号	成果名称	数量	备注
1	星开城市控制网测绘工程合同书	1 份	含扫描文件
2	星开城市控制网技术设计书	1 份	含 WORD 文档
3	各级控制网综合略图	1 套	含 CAD 文档
4	各级控制点点之记、委托保管书	1 套	CAD\WORD 文档
5	各级 GPS 外业观测记录表及电子观测数据文件	1 套	含扫描文件
6	水准外业观测记录及电子观测数据文件	1 套	含扫描文件
7	导线外业观测记录及电子观测数据文件	1 套	含扫描文件
8	三角高程测量外业观测记录及电子观测数据文件	1 套	含扫描文件
9	仪器检定资料	1 套	含扫描文件
10	各级水平控制网内业计算与平差资料	1 套	含工程文档
11	各级高程控制网内业计算与平差资料	1 套	含工程文档
12	控制点成果一览表（含已知点）	1 套	含电子文档
13	星开城市控制网成果检查资料	1 套	含扫描文件
14	星开城市控制网技术总结书	1 份	含 WORD 文档

15	星开城市控制网验收报告	1 份	WORD\扫描文档
----	-------------	-----	-----------

(二) 学习情境及教学进度安排

表 2：学习情境一览表

序号	学习情境	进度与基准学时	
		第三学期	第四学期
C1	星开区域国家大地测量与城市测量数据收集、处理与应用	1-7 周 (40h)	
C2	星开首级 GPS 控制网 (C 或 D 级) 工程项目	8-14 周 (44h)	
C3	星开首级水准控制网 (二等或三等水准) 工程项目		1-5 周 (20h)
C4	星开城市控制网 (首级网、加密网, RTK 图根) 技术设计		6-8 周 (12h)
C5	星开加密控制网 (加密 GPS、导线测量、三角高程) 项目		9-12 周 (100h)
C6	RTK 动态图根测量		
C7	星开城市控制网技术总结、成果检查与验收		13-17 周 (20h)

四、学习与作业组织

以小组为学习和作业单位, 每作业组 4-6 人, 每组设组长一名, 质量技术员一名; 全班设项目经理 1 人 (在任课老师指导下工作)。

全班采用民主集中制办法推选项目经理和各作业组组长、质量技术员, 并按照以往学习成绩均匀分配组员, 报任课教师批准。一经分组, 原则上不得变更。

课程学习和野外作业、内业作业和课程学习时, 全组必须集中一起学习与工作。

项目经理工作职责:

组长工作职责:

质量技术人员工作职责：

组员工作职责：

五、学习资料准备

本课程在开课前，学生需要准备以下教学资料：

1. 教材

随着现代控制测量技术与方法的进步，现有公开出版教材内容很多都已过时，并且教材编写体例仍采用学科体系，不太适合高职现状，建议采用自编工学结合校本教材。在没有校本教材情况下，推荐下述二本教材作为参考教材。

刘绍堂. 控制测量[M]. 郑州：黄河水利出版社，2009

益鹏举. GNSS 测量技术[M]. 郑州：黄河水利出版社，2015

2. 作业规范

- ① 《全球卫星定位(GPS)系统测量规范》（GB/T 18314-2009）
- ② 《城市测量规范》（CJJ T8-2011）
- ③ 《工程测量规范》（GB50026-2017）
- ④ 《国家一、二等水准测量规范》（GB/T 12897-2016）
- ⑤ 《国家三、四等水准测量规范》（GB/T 12898-2009）
- ⑥ 《国家三角测量规范》（GB. T17942-2000）
- ⑦ 《测绘技术设计规定》
- ⑧ 《测绘技术总结规定》

3. 项目任务书与学习指南及其教学辅助材料

- ① 《卫星定位与控制测量课程项目任务与项目指导书》
- ② 《卫星定位与控制测量课程习题库》
- ③ 《卫星定位与控制测量课程试题库》
- ④ 《卫星定位与控制测量工程项目案例库》
- ⑤ 《卫星定位与控制测量教学课件》
- ⑥ 《卫星定位与控制测量课程考核评分表》
- ⑦ 《卫星定位与控制测量课程教学视频资料集》

六、数字化教学资源与参考教学资料

1. 数字化教学资源网站

- ①世界大学城空间（湖南安全技术职业学院测绘与地质工程技术专业网站）
- ②专业互动教学平台

2. 参考教学资料

- ①孔祥元等. 大地测量学: 武汉大学出版社, 2005
- ②张勤, 李家权. 全球定位系统 (GPS) 测量原理及其数据处理基础[M]. 西安: 西安地图出版社, 2001

七、考核方式与标准

在本课程考核中, 采用以过程性考核为主, 终结性考核为辅的考核方式。专业技能和职业素质采用过程性考核, 专业知识体系采用终结性考核。具体考核方式见表 7-1:

表 7-1: 课程考核方法

考核内容	考核项目	建议考核方式	分项权重 p1	成绩占比 p2
专业技能	C1	1. 教师评价项目分 A (0-100), 教师项目考核标准见表 7-2	15%	50%
	C2		20%	
	C3	2. 小组互评个人分 B (0-100), 考核标准由作业组讨论确定, 报教师批准。原则上互评分 90 分以上的占小组人数的 30%, 80 分以下的占小组人数的 20%, 超过 1/3 时间无故缺席的直接记为 60 分以下 (视情节不同)	15%	
	C4		10%	
	C5		25%	
	C6		5%	
	C7		10%	
		3. 项目个人成绩 = A*B/100		
职业素质	C1	小组互评为主+教师评价为辅; 考核标准参考表 7-3	15%	20%
	C2		20%	
	C3		15%	
	C4		10%	
	C5		25%	

	C6		5%	
	C7		10%	
知识体系	基础理论	笔试（闭卷）	100%	30%

表 7-2：专业技能考核标准

项目	关键考核点	考核标准			分值 j
		优秀	良好	合格	
C1	收集水渡河地区已有测绘控制点成果资料（坐标、高程、点之记）（含电子文件）	收集到比较完整的测区已知控制点，坐标、高程、点之记齐全	收集到比较完整的测区已知控制点，坐标、高程齐全	收集到必要的测区已知控制点	10
	签订城市控制网测绘工程合同书	签定了城市控制网测绘工程合同书，指明的重要条款齐全，	签定了城市控制网测绘工程合同书，指出了几条重要条款	签定了城市控制网测绘工程合同书	
	水渡河地区基本地形图、影像图	收集反映测区地形基本状况的地形图和影像图，资料完整规范	收集反映测区地形基本状况的地形图或影像图，资料较完整规范	收集至少一幅反映测区地形基本状况的资料	
	水渡河地区踏勘报告（含电子文件）	测区踏勘报告能够按照规范规定的格式，且内容准确。	测区踏勘报告能够按照规范规定的格式，且内容比较正确。	撰写了测区踏勘报告	15
	坐标转换成果资料（含电子文件）	会用坐标转换工具软件，转换结果准确、完整，	会用坐标转换工具软件，转换结果比较准确	会选择坐标转换工具软件，初步掌握使用方法	40
	国家坐标基准和长沙城	求出四参数或七	求出了四参数	会选择工具	

	市坐标基准转换参数、基准转换成果资料（含电子文件）	参数，结果正确，并利用该参数对转换结果进行检验或对未知点进行坐标正确转换	或七参数，结果正确	软件，初步掌握使用方法，进行了测区成果转换	
	工程坐标系选择计算资料，投影换带计算资料（含电子文件）	正确选择了测区坐标系，并给出选择的理由和方法，对已知坐标进行换带计算，结果正确、完整。	正确选择了测区坐标系，并对已知坐标进行换带计算，结果正确、比较完整。	正确选择了测区坐标系，并对已知坐标进行换带计算。	
	测绘法规与规范目录及其电子文档	列出了 12 条以上测绘法规或规范的目录，收集了电子文档，格式规范	列出了 12 条以上测绘法规或规范的目录，收集了电子文档	列出了 8 条以上测绘法规或规范的目录	25
	国家控制网、工程控制网的布设原则、布网形式及其主要技术要求（含电子文件）	描述较准确和完整，有电子文档	描述较准确和完整，有电子文档	进行了描述	
	项目总结报告（含电子文件）	总结准确和完整	总结较准确和完整	进行了总结	10
					100
C2	首级 GPS 控制网综合略图（要求 DWG 格式）	综合略图规范	综合略图较规范	有综合略图	
	首级 GPS 控制点点之记、埋设照片、委托保管书	点之记格式正确，记录准确无误，有必要的照片和保管书	点之记较准确，格式正确	点之记基本准确，格式正确	10
	首级 GPS 星历预测资料	会更新星历，并利	会更新星历，并	会选择星历	20

		用预报软件进行预报,指明的最佳观测时段准确	利用预报软件进行预报,指明最佳观测时段	预报软件进行预报	
	首级 GPS 作业调度表	调度作业计划符合规范要求、合理,能按预报资料编制调度计划	调度作业计划符合规范要求	编制了作业调度表	
	首级 GPS 外业观测记录表	采用规范格式记录外业观测数据,数据较完整、准确	采用规范格式记录外业观测数据,数据基本完整、准确	记录了外业必要数据(点名、仪器高、时段号)	
	首级 GPS 观测数据文件(RENEX 格式,厂家格式各一套)	按作业调度表的要求,提供了厂家格式的所有 GPS 数据,并将其转换成 RENEX 格式	按作业调度表的要求,提供了一种格式的所有 GPS 数据	提供了一种格式的所有 GPS 数据	
	首级 GPS 控制网工程文件及其附属成套数据文件(文件夹形式提交)	将观测数据导入工程文件,输入测站信息正确,项目信息完整,网图正确,工程文件结构完整	将观测数据导入工程文件,输入测站信息正确,项目信息较完整,网图正确	将观测数据导入工程文件,输入测站信息正确	30
	首级 GPS 外业观测数据质量检查报告	输出外业观测数据检查报告,用 excel 表正确检查外业数据质量	输出外业观测数据检查报告,知道用 excel 表检查外业数据质量	输出外业观测数据检查报告,知道必要检查项	30
	首级 GPS 平差报告	输出平差报告,坐	输出平差报告,	输出平差报	

		标系统选择正确,基线处理参数与平差参数正确,精度达到规范要求	坐标系统、基线处理参数与平差参数正确,精度基本达到规范要求	告	
	首级 GPS 控制点成果表 (含坐标、高程或 GPS 拟合高程,包括已知点)	控制点成果表信息完整、正确	控制点成果表信息较完整	有控制点成果表	
	首级 GPS 控制网项目总结报告	总结报告信息完整、准确	总结报告信息较完整、准确	有控制网项目总结报告	10
					100
C3	首级水准高程控制网综合略图	综合略图规范	综合略图较规范	有综合略图	
	首级水准高程控制点 点之记、埋设照片、 委托保管书	点之记格式正确,记录准确无误,有必要的照片和保管书	点之记较准确,格式正确	点之记基本准确,格式正确	10
	首级水准测量作业计划表	作业计划符合规范要求,分工合理,进度和经费控制好	作业计划符合规范要求,分工较合理,进度和经费控制较好	编制了作业调度表	50
	首级水准测量外业观测记录 和电子数据记录文件	采用规范格式记录外业观测数据,数据较完整、准确	采用规范格式记录外业观测数据,数据基本完整、准确	记录了外业必要数据	
	首级水准高程控制网工程文件及其附属成套数据文件 (提交文件夹)	将观测数据导入工程文件,输入测站信息正确,项目信息完整,	将观测数据导入工程文件,输入测站信息正确,项目信息较完整,网图	将观测数据导入工程文件,输入测站信息正确	30

		网图正确，工程文件结构完整	正确		
	首级水准高程控制网平差报告	输出平差报告，坐标系统选择正确，平差参数正确，精度达到规范要求	输出平差报告，坐标系统、平差参数正确，精度基本达到规范要求	输出平差报告	
	首级水准高程控制网成果表（含平面坐标、水准高程或 GPS 拟合高程）	控制点成果表信息完整、正确	控制点成果表信息较完整	有控制点成果表	
	首级水准高程控制网项目总结报告	总结报告信息完整、准确	总结报告信息较完整、准确	有控制网项目总结报告	10
					100
C4	《星开控制网技术设计书》	按照规定格式要求编写完成，设计合理，符合规范要求	按照规定格式要求编写完成，设计比较合理，符合规范要求	基本按照规定要求编写完成	70
	各级控制网设计略图	综合略图规范	综合略图较规范	有综合略图	15
	控制点点之记、埋设照片等	点之记格式正确，记录准确无误，有必要的照片和保管书	点之记较准确，格式正确	点之记基本准确，格式正确	15
					100
C5	各级控制网综合略图	综合略图规范	综合略图较规范	有综合略图	10
	控制点点之记、埋设照片、委托保管书	点之记格式正确，记录准确无误，有必要的照片	点之记较准确，格式正确	点之记基本准确，格式正确	

		片和保管书			
	加密 GPS 网外业观测记录表及电子数据文件	采用规范格式记录外业观测数据, 数据较完整、准确	采用规范格式记录外业观测数据, 数据基本完整、准确	记录了外业必要数据(点名、仪器高、时段号)	10
	GPS 加密控制网内业数据处理资料及工程文件	将观测数据导入工程文件, 输入测站信息正确, 项目信息完整, 网图正确, 工程文件结构完整	将观测数据导入工程文件, 输入测站信息正确, 项目信息较完整, 网图正确	将观测数据导入工程文件, 输入测站信息正确	
	导线外业观测记录及电子观测数据文件	采用规范格式记录外业观测数据, 数据较完整、准确	采用规范格式记录外业观测数据, 数据基本完整、准确	记录了外业必要数据	50
	三角高程测量外业观测记录及电子观测数据文件	采用规范格式记录外业观测数据, 数据较完整、准确	采用规范格式记录外业观测数据, 数据基本完整、准确	记录了外业必要数据	
	仪器检定资料	按照规范和设计要求, 很好完成检校, 资料完整	按照规范和设计要求, 较好完成检校, 资料较完整	进行了常规检验	
	导线网内业概算平差资料及工程文件	输出平差报告, 坐标系统选择正确, 平差参数正确, 精度达到规范要求	输出平差报告, 坐标系统、平差参数正确, 精度基本达到规范要求	输出平差报告	
	三角高程内业概算平差资料及工程文件	输出概算与平差报告, 高程系统、	输出概算与平差报告, 高程系统、	输出概算与平差报告	30

		参数正确，精度达到规范要求	参数正确，精度基本达到规范要求		
	控制点成果一览表 (含已知点)	控制点成果表信息完整、正确	控制点成果表信息较完整	有控制点成果表	
					100
C6	图根点综合略图	综合略图规范	综合略图较规范	有综合略图	30
	图根点成果一览表 (含已知点)	控制点成果表信息完整、正确	控制点成果表信息较完整	有控制点成果表	70
					100
C7	《星开控制网技术总结书》	按照规定格式要求编写完成，符合设计与规范要求	按照规定格式要求编写完成，基本符合设计与规范要求	基本按照规定要求编写完成	60
	检查验收报告	验收结论为优	验收报告较好	有验收报告	15
	项目成果资料	成果完整整理成档	成果较好整理成档	成果基本整理成档	25
					100

表 7-3：职业素质考核标准

项目	关键考核点	考核标准			分值 s
		优秀	良好	合格	
C1	职业道德与工作作风	综合出勤率达到90%以上，无违纪违规现象，职业操守良好	综合出勤率达到80%以上，无违纪违规现象，职业操守较好	缺勤次数低于学生手册处分最低标准。无违纪，违规现象	30
C2					
C3					
C4					
C5					
C6	敬业与吃苦耐劳的精神	学习积极性高，野外和内业工作主动性高	学习积极性较高，野外和内业工作主动性较	没有厌学现象。参加野外和内业工作	20
C7					

			高	次数超过 70%	
	团队协作与人际关系处理	具有良好的团队精神，热心帮助小组成员	具有较好的团队精神，能帮助小组成员	能配合小组完成任务	20
	计划组织能力	能根据任务合理分配资源，正确控制、协调小组工作工程	能根据任务较合理分配资源，能够较好的控制、协调小组工作工程	能根据任务分配资源，无重大失误的控制、协调小组工作工程	10
	交流表达能力	能用专业语言正确表达和展示项目成果	能用专业语言较正确表达和展示项目成果	基本上能用专业语言表达和展示项目成果	5
	解决问题的能力	能发现问题，并提出正确的解决办法	能发现问题，并提出可能的解决办法	能发现问题，并寻求解决办法	5
	质量意识、安全意识	掌握测绘成果的质量标准，有效控制成果质量，采取有效措施控制安全事故的发生	较好的了解测绘成果的质量标准，有意识控制成果质量，了解容易引起安全事故的因素	了解测绘成果的质量标准，能基本上有意识控制成果质量，未出现安全事故	10

表 7-4：知识体系考核标准

序号	关键知识考核点	分值 z
1 地球椭球理论与坐标系统	K5-1：现代控制测量任务和基本内容 K5-2：坐标系统与时间系统 K5-3：地球椭球的基本理论	15

	K5-4: 地球坐标系 (天文坐标系, 大地坐标系, 空间直角坐标系) 及其坐标转换公式	
2 地图投影	K5-5: 地图投影概述 K5-6: 高斯投影及高斯平面直角坐标 K5-7: 高斯投影坐标正算和反算公式 K5-8: 高斯投影距离与方向改化	
3 国家大地测量参考框架与工程控制网布设	K5-9: 国家大地测量系统 (坐标系统、高程系统、深度基准、重力基准) K5-10: 国家大地测量参考框架 (布设原则、布设方法、布设方案、主要技术指标与要求) K5-11: 城市及工程平面与高程控制网的布设原则、布设方法、布设方案、主要技术指标与要求	15
4 卫星定位系统基础	K5-12: 全球卫星定位系统概况 K5-13: GPS 卫星定位系统组成 K5-14: GPS 卫星信号 K5-15: GPS 卫星星历 K5-15: GPS 测量观测值 K5-16: GPS 定位原理与定位方法 K5-17: GPS 误差影响及其对策	10%
5 GPS 控制网设计与外业作业	K5-18: GPS 控制网图形设计、网特征条件 K5-19: GPS 控制网技术设计 K5-20: GPS 星历预测和 GPS 控制网外业作业方法 K5-21: GPS 静态接收机使用与检验知识 K5-29: GPS 动态 RTK 测量技术 K5-30: GPS 导航技术应用	15%
6 GPS 控制网内业数据处理	K5-22: 通用 GPS 数据文件格式及厂家文件格式 K5-23: GPS 数据预处理 K5-24: 基线向量解算方法与质量控制 K5-25: 工程控制网坐标系统选择 K5-26: GPS 网平差 K5-27: GPS 高程拟合	10%

	K5-28: GPS 静态控制测量技术总结与成果整理	
7 精密水准测量	K5-31: 精密水准仪结构和使用方法 K5-32: 精密水准仪与水准尺检验方法 K5-33: 水准测量的主要误差来源及其影响 K5-34: 精密水准测量及其基本要求 K5-35: 水准测量概算与平差计算	10%
8 导线与电磁波 三角高程测量	K5-36: 精密全站仪结构和使用方法 K5-37: 精密全站仪检验 K5-38: 全站仪测量主要误差来源及其影响 K5-39: 导线测量及其基本要求 K5-40: 导线测量概算与平差计算 K5-41: 电磁波测距三角高程测量及其基本要求 K5-42: 电磁波测距三角高程测量内业计算	15%
9 技术设计与总 结、项目检验	K5-43: 测绘技术设计规定 K5-44: 测绘技术总结规定 K5-45: 测绘成果检查验收要求	10%

第二部分

项目任务与学习指导

C1-星开区域国家大地测量数据与城市测量数据收集、处理与应用

一、C1-项目任务

以各个小组为作业单位，按照工程合同要求，收集整理指定测区内及其周边国家大地测量和城市控制测量资料，并对这些资料进行适用性评价，初步确定利用方案，并对控制点成果数据必要的转换处理。

首先，根据工程合同的要求，收集测区平面和高程控制点成果资料、测区中小比例尺地形图和影像资料；

第二，用谷歌地球、地图或测区中小比例尺地形图和影像资料了解水渡河地区地形、地质及其它情况，对测区进行实地踏勘，现场检查已知测绘控制点保存状况，按照规范规定的格式撰写踏勘报告。

第三，整理收集到资料，并进行适用性评价，初步确定利用方案。

第四，根据初步确定的利用方案，设计坐标转换软件或利用已有坐标转换工具，将测区已知测绘控制点成果进行必要的转换（要求提供在国家坐标基准和长沙城市坐标基准下的大地坐标、空间直角坐标、高斯平面坐标）；

第五，计算测区国家坐标基准和长沙城市坐标基准转换参数（7 参数和四参数），并利用该转换参数进行坐标基准变换。

第六，根据工程项目要求，计算投影变形，合理选择测区工程控制网的投影带中央子午线和投影高程面；并利用已有工具或者 EXCEL，将测区已知测绘控制点成果进行高斯投影换带计算。

第七，对国家平面控制网、高程控制网、GPS 控制网布设原则、布网形式及其主要技术指标要求描述；

第八，收集有关测绘法规与规范，通读，将目录列成清单打印

第九，项目总结、资料整理、提交成果资料；最后进行项目学习评价与考核。

二、C1-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 C1：星开区域国家大地测量数据与城市测量数据收集、处理与应用		40 学时
目标描述：	职业能力目标： A5-1：国家平面控制网、国家高程控制网、国家 GPS 控制网点位数据信息	

	<p>收集、运用与处理能力</p> <p>A5-2: 选择合理坐标系统、投影方式和参数的能力</p> <p>A5-3: 测量坐标转换计算能力 (利用软件工具或 excel)</p> <p>A5-4: 高斯坐标换带计算能力 (利用软件工具或 excel)</p> <p>知识体系目标:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握国家大地测量参考系统与参考框架的基本知识。 2. 掌握常用地球坐标系统变换公式。 3. 掌握高斯投影及其换带计算公式。 4. 掌握高斯投影距离改化、方向改化公式。 5. 掌握国家现代大地测量控制网的布网原则、布网方法、主要技术指标。 6. 掌握工程控制网的布网原则、布网方法、主要技术指标。 7. 掌握工程控制网的坐标与高程系统的选择方法。 <p>职业素质目标:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德; 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神; 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力; 4. 培养学生具有良好的计划组织能力; 5. 培养学生具有沟通与交流能力; 6. 培养学生解决问题的能力; 7. 培养学生的质量意识、安全意识;
<p>项目任务:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 到有关部门收集星开城市控制网工程项目指定的测区及周围国家与城市测绘控制点成果资料和基本地形图资料、影像资料; 2. 用谷歌地球、地图或其它资料了解水渡河地区地形、地质及其它情况,对测区进行实地踏勘,现场检查已知测绘控制点保存状况,按照规范规定的格式撰写踏勘报告。对收集到的资料进行适用性评价,并编制已知成果初步利用方案; 3. 设计坐标转换软件或利用已有坐标转换工具,将测区已知测绘控制点成果进行必要的转换(要求提供在国家坐标基准和长沙城市坐标基准下的大地坐标、空间直角坐标、高斯平面坐标); 4. 计算测区国家坐标基准和长沙城市坐标基准转换参数(7参数和四参数),并利用该转换参数进行坐标基准变换。 5. 根据工程项目要求,计算投影变形,合理选择测区工程控制网的投影带中央子午线和投影高程面;并利用已有工具或者 EXCEL,将测区已知测绘

	<p>控制点成果进行高斯投影换带计算。</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 对国家平面控制网、高程控制网、GPS 控制网布设原则、布网形式及其主要技术指标要求描述； 7. 收集有关测绘法规与规范，通读，将目录列成清单打印 8. 项目总结、成果资料整理、检查与验收。
教学组织：	分组教学，以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名，质量技术员一名。
教学材料：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务书或项目指导书 2. 星开城市控制网测绘工程合同书 3. 水渡河地区国家和城市控制网成果及其基本地形图 4. 全球卫星定位系统（GPS）测量规范 5. 国家三角测量与导线规范 6. 国家一二等水准测量规范 7. 国家三四等水准测量规范
使用工具：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 计算机、英特网 2. 测绘专用坐标变换工具软件 3. Excel 软件或 VB 软件或计算器（三选一） 4. word 字处理软件
提交成果：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水渡河地区已有测绘控制点成果资料（坐标、高程、点之记） 2. 水渡河地区基本地形图、影像图 3. 星开城市控制网测绘工程合同书 4. 水渡河地区踏勘报告和水渡河测区已有控制资料适用性评价与利用方案。 5. 坐标转换成果资料 6. 国家坐标基准和长沙城市坐标基准转换参数、基准转换成果资料 7. 工程坐标系统选择计算资料，投影换带计算资料 8. 测绘法规与规范目录及其电子文档 9. 国家控制网、工程控制网的布设原则、布网形式及其主要技术要求总结 10. 项目总结报告 11. 学习考核资料
教师要求：	具有教师资格证和双师素质，具备丰富大地测量的基本知识和较高的 office 操作水平，熟悉 excel 编程，具备较高的控制网工程实践经验和项目

	管理经验。			
学生准备:	具备计算机与英特网基本能力, 熟练掌握 WORD \ EXCEL, 能够编辑中大型结构化文档, 熟悉 EXCEL 公式计算; 掌握测绘基础知识, 具备地图识图, 具备图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。掌握误差基本理论, 具备测量平差的能力。			
教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	<p>1. 教师下发项目任务书和指导书;</p> <p>2. 签订控制网测绘工程合同</p> <p>3. 讲解 K5-1 到 K5-11(结合任务书和课程学习指导书);</p>	<p>K5-1: 现代控制测量任务和基本内容</p> <p>K5-2: 坐标系统与时间系统</p> <p>K5-3: 地球椭球的基本理论</p> <p>K5-4: 地球坐标系(天文坐标系, 大地坐标系, 空间直角坐标系)及其坐标转换公式</p> <p>K5-5: 地图投影概述</p> <p>K5-6: 高斯投影及高斯平面直角坐标</p> <p>K5-7: 高斯投影坐标正算和反算公式</p> <p>K5-8: 高斯投影距离与方向改化</p> <p>K5-9: 国家大地测量系统(坐标系统、高程系统、深度基准、重力基准)</p> <p>K5-10: 国家大地测量参考框架(布设原则、布设方法、布设方案、主要技术指标与要求)</p> <p>K5-11: 城市及工程平面与高程控制网的布设原则、布设方法、布设方案、主要技术指标与要求</p>	讲授法	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>6</p> <p>4</p>
计划	4. 制定项目工作计划, 作业组管理制度与考核方法。	制定本阶段工作计划, 作业组管理制度与考核方法, 下发考核表, 提交成果资料目录及样式		2
实施	<p>5. 学生收集或教师给定测区控制点成果资料和地图、影像资料</p> <p>6. 分组踏勘, 撰写踏</p>	<p>P5-1: 星开区域国家大地测量数据与城市测量数据收集整理</p> <p>主要设备: 计算机、搜索引擎、测绘法规、国家大地测量相关规范文件、星开</p>	讲授法	4

	勘报告和资料适用性 评价与利用方案, 教师检查 7. 坐标转换计算 8. 坐标基准转换 9. 工程坐标系统选择与高斯换带计算 10. 收集法规与规范 11. 描述国家控制网、工程控制网的布设原则、布网形式及其主要技术要求	区域控制点资料。 职业环境: 室外星开区域、室内机房 P5-2: 星开区域控制点大地坐标与空间直角坐标相互转换实训 主要设备: 计算机、坐标转换软件、EXCEL 软件、星开区域控制点坐标。 职业环境: 室内机房 P5-3: 星开区域控制点高斯投影正反算与投影换带计算实训 主要设备: 计算机、换带计算软件、EXCEL 软件、星开区域控制点坐标。 职业环境: 室内机房		4
检查	12. 撰写项目总结 13. 检查、验收与学习考核。	撰写项目总结, 进行项目检查、评估、验收与考核		4

三、C1-学习指导

1. 课前应该准备的其它资料

- ① 《全球卫星定位(GPS)系统测量规范》(GB/T 18314-2009)
- ② 《城市测量规范》(CJJ T8-2011)
- ③ 《工程测量规范》(GB50026-2017)
- ④ 《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12897-2016)
- ⑤ 《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898-2009)
- ⑥ 《国家三角测量规范》(GB. T17942-2000)
- ⑦ 《测绘技术设计规定》
- ⑧ 《测绘技术总结规定》

1. 复习与预习

本项目开始前, 应提前一周复习教材《控制测量》第一章; 第二章第一节、第二节、第三节、第五节; 第四章第一节、第六章全部; 第八章全部。

复习和预习时应该书面记录存在疑问的问题, 和同组同学讨论, 存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

2. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

- 3.1 大地测量、控制测量概念
- 3.2 大地测量基本内容、特点和作用
- 3.3 控制测量基本内容、特点和作用
- 3.4 地球运转(公转、自转、岁差与章动、极移、自转速度变化)基本概念
- 3.5 常用时间系统的基本概念: ST, UT, AT, UTC, GPST
- 3.6 大地基准(旋转椭球参数及其定向、定位)
- 3.7 大地测量参考系统(坐标参考系统、高程参考系统、深度基准、重力参考系统)
- 3.8 几种地球坐标系定义(大地坐标系、空间直角坐标系、天文坐标系)
- 3.9 坐标系之间的相互转换

3. 课程介绍、项目任务布置(大约 2 课时)

- 4.1 教师介绍课程
- 4.2 教师讲解学习要求、工作纪律、考核方法
- 4.3 学习分组, 指定项目经理
- 4.4 签订《星开控制网工程测绘合同》
- 4.5 教师和学生交流沟通
- 4.6 教师下发考勤表和学习考核表给各小组, 项目经理负责根据考勤表和考核表填写分组名单, 并提交教师。

4. 控制测量基本理论知识学习(大约 20 课时)

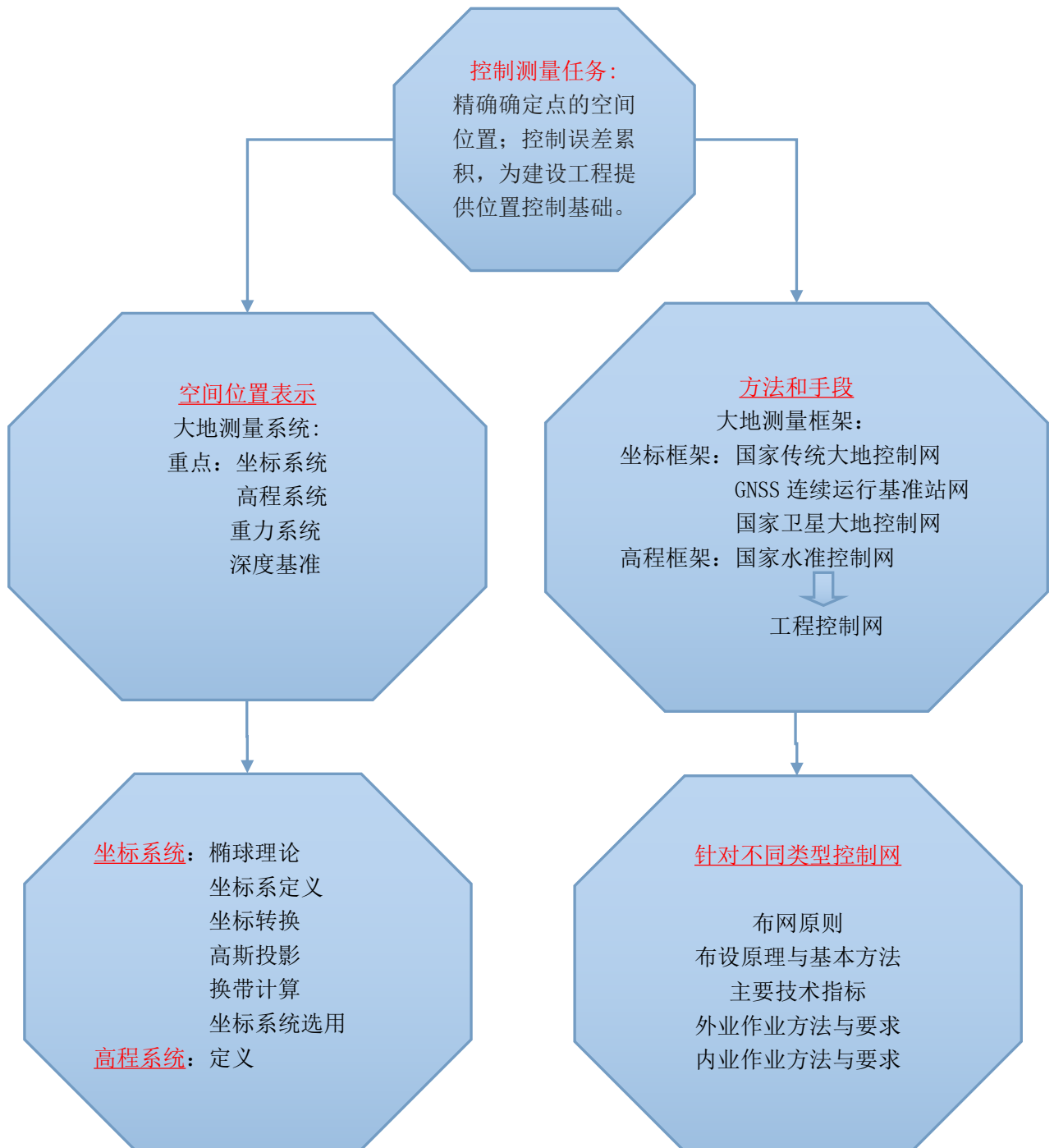
本节学习必须认证对待, 主要由老师讲解控制测量的基本理论, 为后续各项目开展打下坚实的理论基础, 可以帮助大家理解为什么要这样做。学习时, 应对 C1 项目学习指导 3.1-3.20 基本知识牢固掌握。

由于控制测量的基本理论比较抽象, 名词和概念较多, 公式、参数也较多, 不要求大家记住公式和参数, 也不要求大家理解推导过程, 只要求大家直观理解概念, 能用自己的语言表述概念, 理解公式中每个参数的含义、参数的单位, 公式的适用范围。

本节是课程学习的难点, 希望学生紧跟老师的思路, 不能缺课, 不懂要问, 多思考、要研讨, 最终要对控制测量要有一个整体的理解。

每个学生要做好笔记, 笔记要提交老师检查。

理论学习整体思路：



5. 项目任务布置与交底，各组制定各组工作计划（大约 2 课时）

- 6.1 教师布置项目任务，展示应该提交的成果样本。
- 6.2 教师交底 C1 项目。
- 6.3 教师和学生交流沟通。
- 6.4 组长组织制定各组制定工作计划，明确组员分工，工作进度要求和组内考核方法等事项。
- 6.5 提交各组工作计划，WORD 电子文件：班级简称-组号-项目代码-工作计划与要求.DOC（例如：C1301-2-C1-工作计划与要求.D0）
- 6.6 教师审核批准。

6. 星开区域国家大地测量数据与城市测量数据收集整理与测区踏勘

（P5-1:大约 4 课时）

- 7.1 收集测区及其周边附近已有国家大地测量点或城市控制点平面和高程成果资料，包含平面控制点点号、点名、平面坐标、坐标系统（中央投影子午线经度、参考椭球、投影高程面）、等级及测量方式、点之记；高程点点号、点名、高程、高程系统、高程等级和测量方式、点之记。
- 7.2 用 EXCEL 编制“星开测区已有控制点成果一览表”，要求排版成 A4 格式输出，提交电子文件：班级简称-组号-项目代码-星开测区已有控制点成果一览表.xls（例如：C1301-2-C1-星开测区已有控制点成果一览表.xls）
- 7.3 汇总收集资料，提交收集到的各种资料扫描件和收集测区影像资料和测区已有地形图。扫描电子资料文件命名：班级简称-组号-项目代码-扫描件名称.JPG（例如：C1301-2-C1-星开测区 GPS 控制点 U228 点之记.JPG）
- 7.4 用谷歌地图观察测区影像，整体了解测区基本情况；学习下载测区影像数据资料，提交电子文件名：班级简称-组号-项目代码-星开测区卫星影像图.JPG
- 7.5 组长组织实地踏勘、编写踏勘报告。踏勘报告编写的主要内容参见《测绘技术设计规定》附录 A。踏勘报告中，应对收集到的资料进行适用性评价，并初步确定已知成果利用方案。并提交电子文件名：班级简称-组号-项目代码-星开测区踏勘报告.DOC，踏勘报告应排版成 A4 幅面。

7. 星开区域控制点坐标转换计算实训（P5-2：大约 4 课时）

- 8.1 收集星开测区已有控制点成果一览表，教师给定必要控制点坐标，布置坐标转换计算实训任务，示范坐标转换计算软件操作。

8.2 星沙 U228、莲花 U223 二个 C-GPS 控制点空间直角坐标转换为大地坐标，并反算验证之。（每个同学单独用专用坐标转换工具计算）

提高学习建议：每组利用 EXCEL, 编制坐标转换计算软件，进行计算验证。

8.3 根据星沙 U228、莲花 U223、G1021、HG1167 等 3 个以上控制点分别在二个不同坐标基准下的空间直角坐标，分别利用 4 参数模型和 7 参数模型求定坐标转换参数，并反算验证之。（每个同学单独用专用坐标转换工具计算）

提高学习建议：每组利用 EXCEL, 编制四参数、七参数坐标基准转换计算软件，并进行计算验证。

8.4 组长检查、汇总各组员计算结果，每个小组撰写一份星开区域控制点坐标转换计算实训报告，将输入数据、转换过程及转换结果列入实训报告，并提交电子文件：班级简称-组号-项目代码-星开区域控制点坐标转换计算实训报告.DOC，排版成 A4 幅面。

8. 星开区域控制网坐标系统、高程系统选择与高斯换带计算实训（P5-3：大约 4 课时）

9.1 阅读《星开控制网工程测绘合同》，找到合同对坐标系统要求的相关条款。对照教材第七章第八节：工程测量投影与投影带的选择

9.2 根据《星开控制网工程测绘合同》和投影长度变形值不大于 2.5CM/KM 的要求，合理选择本项目的坐标系统和高程系统。

9.3 将所收集到的已知控制点坐标全部进行换带计算，转换到所选择的的投影带内（每个同学单独用专用坐标转换工具计算）

提高学习建议：每组利用 EXCEL, 编制换带计算软件，并进行计算验证。

9.4 组长检查、汇总各组员计算结果，每个小组撰写一份星开区域控制网坐标系统、高程系统选择与高斯换带计算实训报告，将坐标系统与高程系统选择的依据、投影变形计算、输入数据、转换过程及转换结果列入实训报告，并提交电子文件：班级简称-组号-项目代码-坐标系统、高程系统选择与高斯换带计算实训报告.DOC，排版成 A4 幅面。

9. C1 项目总结、检查与考核（大约 4 课时）

10.1 收集测绘相关法规和规范、编写目录文件：班级简称-组号-项目代码-常用测绘法规和规范目录.DOC，将收集到的法规和规范电子文档汇总到“测绘法规和规范”文件中。

10.2 各组编写文件：班级简称-组号-项目代码-国家控制网和工程控制网总结报

告.DOC, 主要就布设原则、布网形式、主要技术指标要求、坐标和高程系统选择、主要外业观测要求和内业处理要求几部分进行归纳总结。

10.3

16.1 组内考核: 组长组织小组, 按照本课程考核方案组织对本组成员的进行考核。要求公开考核方案, 考勤表和每个成员完成的工作任务及质量。填写出勤记录表、学生-项目职业素质与专业技能记分表。出勤记录表的文件名: 班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC, 学生-项目职业素质与专业技能记分表文件名: 班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS, 并打印一份交小组组员签名。小组成员对小组考核结果有异议的, 应及时向组长书面提交异议及相关材料, 由指导教师仲裁。

15.1 教师负责对各组完成项目的情况进行项目考核, 考核标准参见按照《课程标准》执行, 并将项目考核结果记入《教师-卫星定位与现代控制测量-课程项目专业技能记分表》。

15.2 教师在《卫星定位与现代控制测量-成绩汇总表》上汇总项目考核成绩和小组考核成绩, 最终确定每位学生在该项目上的成绩。

15.3 教师有权对小组考核不合理的部分作出调整, 但需要对小组成员说明调整原因。

10. 汇总项目资料, 上交。

电子资料目录如下, 各组必须严格按照本资料整理目录要求及文件命名规则执行:

测 1301-卫星定位与现代控制测量-C1

班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC,

班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS

班级简称-组号-《星开控制网工程测绘合同》.DOC

班级简称-组号-项目代码-工作计划与要求.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开测区已有控制点成果一览表.xls

班级简称-组号-项目代码-扫描件 1 名称.JPG

.....

班级简称-组号-项目代码-扫描件 N 名称.JPG

班级简称-组号-项目代码-星开测区卫星影像图.JPG

班级简称-组号-项目代码-星开测区踏勘报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开区域控制点坐标转换计算实训报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-坐标系统、高程系统选择与高斯换带计算实训报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-国家控制网和工程控制网总结报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-常用测绘法规和规范目录.DOC

常用测绘法规与规范性文件

10.4 教师进行项目考核和总结

C2-星开首级 GPS 控制网（C 或 D 级）工程项目

一、C2-项目任务书

以各个小组为作业单位，按照工程合同要求，根据C1 项目收集到的星开测区国家大地测量和城市控制测量资料作为起算数据，以 GPS 静态测量方法，建立测区首级 GPS 控制网。

首先，根据工程合同的要求和已收集到的测区平面和高程控制点成果资料、测区中小比例尺地形图和影像资料，在图上设计 GPS 控制网的布网方案和主要技术指标。

第二，实地踏勘选点、埋石组成 GPS 网，做好点之记、点位环视图等基本资料。

第三，预报卫星星历，制定外业作业规程和计划。

第四，外业卫星定位数据观测与记录。

第五，外业观测数据下载与整理

第六，GPS 数据处理（外业数据观测质量检查、基线处理、网平差、控制网质量评价）。

第七，项目技术总结、资料整理、提交成果资料；

第八，项目学习评价与考核。

二、C2-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 C2：星开首级 GPS 控制网（C 或 D 级）工程项目		44 学时
学习目标：	<p>知识体系目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握全球卫星定位系统的基本知识（系统组成、卫星信号、卫星星历、GPS 观测值、定位原理与方法、GPS 测量误差来源） 2. GPS 网技术设计（网形特征、设计依据、基准设计、观测纲要设计） 3. 星历预报与 GPS 静态外业作业方法 4. GPS 数据文件格式 5. GPS 数据处理方法 <p>职业能力目标：</p> <p>A5-5: 运用测绘规范性技术文件，进行平面和高程控制网技术设计，并编写技术设计书的能力（注：主要是 GPS 控制网技术设计部分）</p> <p>A5-6: 踏勘、平面与高程控制网选点与埋石的能力</p> <p>A5-9: GPS 接收机的检校与维护能力</p> <p>A5-10: 卫星预报与静态 GPS 外业数据采集能力</p> <p>A5-15: GPS 静态数据处理能力</p>	

	<p>职业素质目标:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德; 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神; 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力; 4. 培养学生具有良好的计划组织能力; 5. 培养学生具有沟通与交流能力; 6. 培养学生解决问题的能力; 7. 培养学生的质量意识、安全意识;
项目任务:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据合同和规范要求, 设计首级 GPS 网布网方案和主要技术指标; 2. 选点、埋石组成 GPS 网, 做好点之记、点位环视图; 3. 预报卫星星历, 制定作业计划, 进行外业观测数据采集; 4. 用后处理软件处理观测数据; 5. 提交测区首级 GPS 控制网成果资料;
教学组织:	分组教学, 以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名, 质量技术员一名。
教学材料:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务书与项目指导书 2. 星开城市控制网测绘工程合同书 3. 水渡河地区国家和城市控制网已知成果及其基本地形图 4. 全球卫星定位系统 (GPS) 测量规范 5. GPS 后处理软件说明书 6. GPS 静态测量实践教学视频
使用工具:	<ol style="list-style-type: none"> 1. GPS 静态接收机及其辅助工具 2. GPS 后处理软件 3. 计算机、英特网 4. Excel 软件
提交成果:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 首级 GPS 控制网综合略图 2. 首级 GPS 控制点点之记、埋设照片、委托保管书 3. 首级 GPS 星历预测资料 4. 首级 GPS 作业调度表 5. 首级 GPS 外业观测记录表 6. 首级 GPS 观测数据文件 (RENEX 格式, 厂家格式各一套) 7. 首级 GPS 控制网工程文件及其附属成套数据文件 (文件夹形式提交) 8. 首级 GPS 外业观测数据质量检查报告

	9. 首级 GPS 平差报告 10. 首级 GPS 控制点成果表 (含坐标、高程或 GPS 拟合高程, 包括已知点) 11. 首级 GPS 控制网项目总结报告			
教师要求:	具备教师资格证、具备双师素质, 具备丰富的计算机办公软件应用能力和 CAD 制图能力, 具备丰富的卫星定位测量基本理论知识、具备现代控制网设计、外业观测数据采集、内业数据处理的实践能力, 有 GPS 控制网工程项目管理的经验。			
学生准备:	掌握测绘基础知识。具备地图识图、图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。掌握误差基本理论与测量平差的基本知识。			
教学步骤与教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	1. 教师下发项目任务书与引导文;	K5-12: 全球卫星定位系统概况 K5-13: GPS 卫星定位系统组成	讲授法	2
	2. 讲解 K5-12 到 K5-15(结合任务书和引导文);	K5-14: GPS 卫星信号 K5-15: GPS 卫星星历		2
	3. 卫星定位系统认识	P5-4: 卫星定位系统认识实训	演示教学	2
	4. 讲解 K5-15 到 K5-17(结合任务书和引导文);	主要设备: 静态 GPS 接收机、RTK、手持 GPS 接收机、卫星定位简介视频资料、视频播放系统。 职业环境: 室内机房 K5-15: GPS 测量观测值 K5-16: GPS 定位原理与定位方法 K5-17: GPS 误差影响及其对策	讲授法	2
计划	5. 制定项目工作计划	作业计划与进度控制	小组讨论	2
实施	6. 水渡河首级 GPS 控制网布网方案设计	K5-18: GPS 控制网图形设计、特征条件 K5-19: GPS 控制网技术设计	演示教学	8
	7. GPS 外业观测	P5-5: 水渡河首级 GPS 控制网布网方案	小组实训	

8. GPS 内业数据处理	<p>设计</p> <p>主要设备:全球卫星定位系统测量规范、小比例尺地形图、测区踏勘报告、已有测区控制点资料。</p> <p>职业环境: 室内</p> <p>-----</p> <p>K5-20: GPS 星历预测和 GPS 控制网外业作业方法</p> <p>K5-21: GPS 静态接收机使用与检验知识</p> <p>P5-6: 水渡河首级 GPS 控制网选点埋石</p> <p>主要设备: 测量标志、选点埋石工具、国家大地测量相关规范文件、小比例尺地形图、测区踏勘报告、已有测区控制点资料、点之记、点位环视图。</p> <p>职业环境: 野外 (星开区域)</p> <p>P5-7: 水渡河首级 GPS 控制网外业数据采集</p> <p>主要设备: GPS 静态接收机、国家大地测量相关规范文件、外业观测记录。</p> <p>职业环境: 野外 (星开区域)</p> <p>K5-22:通用 GPS 数据文件格式及厂家文件格式</p> <p>K5-23: GPS 数据预处理</p> <p>K5-24: 基线向量解算方法与质量控制</p> <p>K5-25: 工程控制网坐标系统选择</p> <p>K5-26: GPS 网平差</p> <p>K5-27: GPS 高程拟合</p> <p>P5-8: 水渡河首级 GPS 控制网数据处理</p>	<p>演示教学</p> <p>小组实训</p> <p>小组实训</p> <p>演示教学</p> <p>小组实训</p>	<p>8</p> <p>12</p>
---------------	---	---	--------------------

		<p>主要设备：GPS 静态数据处理软件、国家大地测量相关规范文件、已有测区控制点资料、外业观测数据记录、外业 GPS 电子数据。</p> <p>职业环境：室内机房。</p>		
检查	<p>9. 撰写项目总结</p> <p>10. 检查、验收与考核。</p>	<p>K5-28: GPS 静态控制测量技术总结与成果整理</p> <p>P5-9: 水渡河首级 GPS 控制网项目资料整理与成果检查验收</p> <p>主要设备：办公软件、国家大地测量相关规范文件、测绘成果检查验收规定、GPS 接收机。</p> <p>职业环境：室内、测区现场。</p>	<p>演示教学</p> <p>小组实训</p> <p>全班研讨</p>	6

三、C2-学习指南

1. 课前应该准备的其它资料

《全球卫星定位系统（GPS）测量规范》

《工程测量规范》

C1 项目全套资料

GPS 后处理软件说明书

2. 复习与预习

本项目开始前，应提前一周复习教材《控制测量》第九章全部。

复习和预习时应该书面记录存在疑问的问题，和同组同学讨论，存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

3.1 卫星定位系统组成

3.2 卫星信号与卫星星历

3.3 卫星定位原理与定位方法

3.4 GPS 定位误差的来源及其对策

4. 卫星定位基本理论知识学习（大约 6 课时）

本节学习必须认证对待，主要由老师讲解卫星测量的基本理论，为后续各项目开展打下坚实的理论基础，可以帮助大家理解为什么要这样做。

本节主要讲解：全球卫星定位系统概况、GPS 卫星定位系统组成、GPS 卫星信号、GPS 卫星星历、GPS 测量观测值、GPS 定位原理与定位方法、GPS 误差影响及其对策。

5. 卫星定位系统认识实训（P5-4:大约 2 课时）

- 5.1 认识静态 GPS 接收机
- 5.2 认识手持 GPS 接收机
- 5.3 认识 RTK
- 5.4 观看卫星定位视频资料

6. 项目任务布置与交底，各组制定各组工作计划（大约 2 课时）

- 4.1 教师介绍 C2 项目
- 4.2 教师讲解学习要求、工作纪律、考核方法
- 4.3 提交各组工作计划，WORD 电子文件：[班级简称-组号-项目代码-工作计划与要求.DOC](#)（例如：C1301-2-C2-工作计划与要求.DOC）
- 4.4 教师审核批准。

7. 星开测区首级 GPS 控制网布网方案设计（P5-5:大约 8 课时）

- 7.1 教师讲解静态 GPS 控制网图形设计、特征条件计算。
- 7.2 教师讲解 GPS 控制网技术设计（含规范文件）
- 7.3 GPS 控制网布网演示教学
- 7.4 星开首级 GPS 控制网布网方案设计
 - 准备 C1 项目收集到的资料（测区踏勘报告、全球卫星定位系统测量规范、测区影像图或小比例尺地图、已有控制点资料）
 - 首先根据合同要求、测区大小、已有控制点资料综合确定测区首级控制网布网方法和等级。
 - 在影像图（或小比例尺地形图）上进行选点和图形设计（应设计二套方案）和特征条件计算
 - 实地踏勘选点，点的命名与编号按照《规范》的要求进行。
 - 优选一套方案，要求以卫星影像图为地图，用 CASS 绘制星开首级 GPS 控制网布网方案图，在图上要列表标明坐标系统、已知控制点、特征条件等基本

信息。提交电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开测区首级 GPS 控制布网方案图.DWG](#)

8. 星开测区首级 GPS 控制网外业实训（P5-6, P5-7：大约 8 课时）

- 8.1 教师讲解 GPS 控制测量外业主要任务（选点、埋石、接收机选择与检验、星历预测、作业计划编制、外业观测与数据记录、观测数据下载与整理）、作业方法与作业要求
- 8.2 各组根据《规范》附录 B:选点与埋石资料及其说明，用 CASS 准备“GPS 点之记”和“GPS 点环视图”；根据《规范》附录 D:测量手簿记录及有关要求，用 word 准备 C、D、E 级“GPS 测量手簿记录”。并认真阅读填写有关要求。
- 8.3 标石制作：
 - 按照《规范》附录 B 普通标石或其它类型标石制作标石（测量标志、水泥、砂石）和养护；
 - 标石面上刻点号（刻字机、油漆）；
- 8.4 实地埋石：将标石运至现场，按照《规范》附录 B 要求在现场挖坑埋石
- 8.5 带齐测量工具（皮尺或手持激光测距仪、手持 GPS 接收机、必要时经纬仪或全站仪），制作“GPS 点之记”和“GPS 点环视图”草图，并用 CASS 绘制电子文件。
“GPS 点之记”电子文件：[班级简称-组号-项目代码-GPS 点之记-点号.DWG](#)，“GPS 点环视图”电子文件：[班级简称-组号-项目代码-GPS 点环视图-点号.DWG](#)
- 8.6 预报卫星星历和编制外业作业计划
 - 下载星历预报软件（可以上网查找或利用 GPS 数据处理软件自带的星历预报软件）
 - 了解 GPS 星历下载地址和测区概略经纬度，下载最新卫星星历，可以在 IGS 的 FTP 上下载，或在 NASA 网站上、或者仪器设备公司网站上下载。
 - 预报计划观测时段的卫星几何条件，选择最有利观测时间，打印预报结果资料，整理预报资料，汇总到单一 word 文件，电子文件名：[班级简称-组号-项目代码-星历预报资料.DOC](#)
 - 选用接收机，编制外业作业计划表，电子文件名：[班级简称-组号-项目代码-星开首级 GPS 外业作业计划表.DOC](#)。接收机选用要求参考《规范》9.1

- 按照作业计划表领取 GPS 仪器，并充电。

8.8 GPS 接收机检验与维护

- 一般检视：参见《规范》9.2.2.1
- 通电检验：参见《规范》9.2.2.2
- 试测前检验：天线或基座圆水准器、光学对中器正确性检验（同全站仪、经纬仪检验）；天线高量尺是否完好、尺长是否正确；数据传输设备及软件检查评估。
- 试测检验：参见《规范》9.2.3-9.2.8，本次实训不要求做该项试测检验。
- GPS 接收机维护：参见《规范》9.3

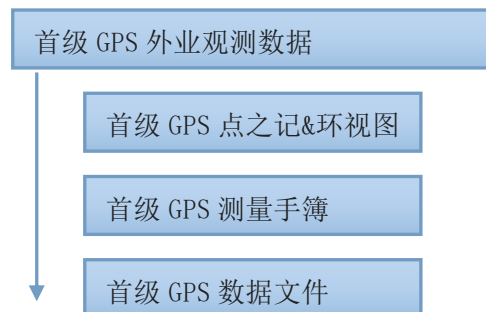
8.9 外业观测与记录：

- 观测计划与一般技术规定：参见本节 8.6 和 8.7 部分及《规范》10.2-10.3
- 观测准备：包括预热与静置、安置仪器或天线（对中、整平、定向），具体要求参见《规范》10.4
- 观测作业要求：主要包括量取仪器高、开关机、仪器操作、测量手簿记录等相关事项，具体参见《规范》10.5
- 外业成果记录：主要包括“测量手簿记录”、“接收机内存数据记录”，具体要求参见《规范》11

8.10 接收机内存数据下载，电子文件：[接收机内存数据文件名不变，采用接收机自动命名的文件名。](#)

8.11 外业观测数据整理、汇总与检查

- 建立外业观测数据文件夹



- 将“GPS 点之记”和“GPS 点环视图”电子文件拷贝到 [首级 GPS 点之记&环视图](#)

- 将各点“GPS 测量手簿记录”扫描成 JPG 文件，电子文档命名为：[班级简称-组号-项目代码-星开首级 GPS 测量手簿记录-点号.JPG](#)。

[首级 GPS 测量手簿](#)

归档到 首级 GPS 测量手簿

- 下载所有 GPS 接收机内存数据文件到外部存储介质，一式二份，并按照《规范》11.3.4-11.3.5 的要求执行。并归档到 首级 GPS 数据文件

8.12 归还仪器，教师检查外业资料

9. 星开首级 GPS 控制网数据处理实训（P5-8：12 课时，每个学生独立完成，小组汇总）

9.1 教师讲解介绍 GPS 数据处理的基本原理和解算过程及基本要求

9.2 GPS 数据处理软件安装与基本使用方法

9.3 观看静态 GPS 数据处理软件解算过程视频资料

9.4 教师示范教学：GPS 数据预处理（工程文件建立、文件格式转换、输入点号和天线高）

9.5 分发文件夹 首级 GPS 外业观测数据 给每个学生。

9.6 GPS 数据预处理实训。具体要求参考软件使用说明书。

- 建立工程文件夹：首级 GPS 工程文件夹-学生姓名

- 在“工程文件夹”内建立工程文件，电子文档命名为：**班级简称-组号-项目代码-星开首级 GPS 工程-学生姓名.XXX**，文件后缀名根据数据处理软件的不同而不同。

- 将分发给每个学生的 首级 GPS 外业观测数据 文件夹移动到工程文件夹 首级 GPS 工程文件夹-学生姓名

- 将 首级 GPS 外业观测数据 中的全部观测数据文件复制到 首级 GPS 工程文件夹-学生姓名 目录中的“RES”文件夹（源数据文件）

- 将存在“RES”文件夹中的厂家格式数据文件转换成“RENEX”通用格式文件

- 输入点号和天线高

- 检查

9.7 教师示范教学：基线解算（基线解算条件设置、基线解算）

9.8 基线解算实训。具体要求参考《规范》12.1

9.9 教师示范教学：外业数据质量检核

9.10 外业数据质量检核实训。具体要求参考《规范》12.2-12.4 及软件使用说明。

9.11 教师示范教学：GPS 网平差（坐标系选择、自由网平差、约束平差、GPS 高程拟合、平差报告与网平差精度评定）

9.12 GPS 网平差实训

9.13 组长或教师检查评估

9.14 小组汇总组员成果，按照一名优秀、其它评为良、合格、不合格的标准评定内业解算成绩，作为本项目组内评分的依据。各组提交优秀成果作为小组最终成果，参与小组成绩考核。

10. 项目技术总结、检查、验收与考核（P5-9：大约 6 课时）

10.1 编制首级 GPS 控制测量技术总结，电子文件：[班级简称-组号-项目代码-首级 GPS 控制测量技术总结.DOC](#)。

16.2 组内考核：组长组织小组，按照本课程考核方案组织对本组成员的进行考核。要求公开考核方案，考勤表和每个成员完成的工作任务及质量。填写出勤记录表、学生-项目职业素质与专业技能记分表。出勤记录表的文件名：[班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC](#)，学生-项目职业素质与专业技能记分表文件名：[班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS](#)，并打印一份交小组组员签名。小组成员对小组考核结果有异议的，应及时向组长书面提交异议及相关材料，由指导教师仲裁。

10.2 汇总项目资料，上交。电子文档资料目录如下，各组必须严格按照本资料整理目录要求及文件命名规则执行：

测 1301-组号-卫星定位与现代控制测量-C2

[班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC](#),

[班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS](#)

[班级简称-组号-项目代码-工作计划与要求.DOC](#)

[班级简称-组号-项目代码-星开测区首级 GPS 控制布网方案图.DWG](#)

[班级简称-组号-项目代码-星历预报资料.DOC](#)

[班级简称-组号-项目代码-星开首级 GPS 外业作业计划表.DOC](#)

[班级简称-组号-项目代码-星开首级 GPS 外业作业规范.DOC](#)

首级 GPS 外业观测数据

首级 GPS 点之记&环视图

首级 GPS 测量手簿

首级 GPS 数据文件

首级 GPS 工程文件夹-学生姓名

班级简称-组号-项目代码-首级 GPS 控制测量技术总结.DOC

10.3 教师进行项目检查、验收、考核和总结

C3-星开首级水准控制网（二等或三等水准）工程项目

一、C3-项目任务书

以全班为单位，各个小组分工合作，建立测区首级水准控制网。首先根据工程合同的要求和 C1 项目中收集到的测区已知高程控制点成果，结合测区实际情况和现有装备，选择首级水准测量控制网的高程系统、等级，确定首级水准测量控制网应该达到主要技术指标；根据 C1 项目提供的测区小比例尺地形图或影像图、踏勘报告、国家水准测量规范进行首级水准网布网方案设计（本项目中，要求至少包括首级 GPS 控制网中的大部分点），用 CAD 软件绘制首级水准控制网综合略图；全班进行小组作业区和任务划分；各组按照任务分工选点、埋设首级水准控制网标石，填写点之记；各组编制作业计划，进行水准测量外业作业，并对外业观测数据进行检查；汇总各组外业观测数据；各组用平差软件进行水准网平差，并对首级 GPS 控制网进行高程拟合；整理首级水准测量资料，撰写首级水准测量技术总结，进行首级水准测量成果检查验收，提交测区首级水准高程控制网及 GPS 拟合高程成果资料；最后进行项目学习评价与考核。

二、C3-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 C3：星开首级水准控制网（二等或三等水准）工程项目		20 学时
学习目标：	<p>职业能力目标：</p> <p>A5-5: 运用测绘规范性技术文件，进行平面和高程控制网技术设计，并编写技术设计书的能力（注：主要是高程控制网技术设计能力）</p> <p>A5-6: 踏勘、平面与高程控制网选点与埋石的能力</p> <p>A5-8: 精密水准仪的检校与维护能力</p> <p>A5-12: 等级水准测量外业观测能力</p> <p>A5-14: 高程控制网概算与平差计算能力</p> <p>知识体系目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握精密水准仪结构和使用方法 2. 掌握精密水准仪与水准尺检验方法 3. 掌握精密水准测量规范的主要要求和外业观测方法 4. 了解精密水准测量主要误差来源与消除或减弱其影响的对策 5. 掌握精密水准测量概算与平差方法 <p>职业素质目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德； 	

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神； 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力； 4. 培养学生具有良好的计划组织能力； 5. 培养学生具有沟通与交流能力； 6. 培养学生解决问题的能力； 7. 培养学生的质量意识、安全意识；
项目任务：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设计测区首级水准高程控制网布网方案和主要技术指标； 2. 选点、埋石组成首级水准高程控制网，做好点之记； 3. 制定作业计划，进行水准测量外业作业； 4. 用平差软件进行水准网平差，并对首级 GPS 控制网进行高程拟合； 5. 提交测区首级首级水准高程控制网及 GPS 拟合高程成果资料；
教学组织：	<p>分组教学，以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名，质量技术员一名。</p> <p>由于在《数字测图》课程中，对四等水准测量有较好的掌握，课时安排较少，学生需较多利用课余时间实施。本项目重点要求掌握精密水准测量的不同点，培养精密水准测量的外业观测能力，重点介绍精密水准测量的概算（各种改正），培养精密水准测量成果资料的整理、检查与验收能力，同时为后续项目开展提供高程起算数据。</p>
教学材料：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务书与学习指南 2. 星开城市控制网测绘工程合同书 3. 水渡河地区国家和城市控制网已知成果及其基本地形图 4. 国家一、二等水准测量规范 5. 国家三、四等水准测量规范 6. 水准测量实践教学视频
使用工具：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 精密（电子）水准仪及其辅助工具 2. 平差软件和 GPS 高程拟合软件 3. 计算机、英特网 4. Excel 软件
提交成果：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 首级水准高程控制网综合略图（每组提交 1 份，要求用 CAD 绘制，A4 幅面） 2. 首级水准高程控制点点之记、埋设照片、委托保管书（每组提交 1 份，要求用 CAD 绘制，A4 幅面）

	<p>3. 首级水准测量作业计划表（每组提交 1 份，包含全班任务分配表、各组作业计划表）</p> <p>4. 首级水准测量外业观测记录和电子数据记录文件（每组提交 1 份）</p> <p>5. 首级水准高程控制网工程文件及其附属成套数据文件（每组提交 1 份，提交文件夹）</p> <p>6. 首级水准高程控制网平差报告（每组提交 1 份）</p> <p>7. 首级水准控制网成果表（含平面坐标、水准高程或 GPS 拟合高程）</p> <p>8. 首级水准测量技术总结，检查验收报告</p> <p>9. 水准成果资料目录、水准测量成果资料整理装订成册、电子文档整理（所有资料均需纸质和电子文档各一份）</p>			
教师要求：	<p>具备教师资格证、具备双师素质，具备丰富的计算机办公软件应用能力和 CAD 制图能力，具备丰富的三等以上水准测量基本理论知识、熟悉水准测量规范，有三等以上水准测量内、外业作业经验和水准控制网工程项目管理的经验。</p>			
学生准备：	<p>掌握测绘基础知识。具备地图识图、图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。掌握误差基本理论与测量平差的基本知识、国家大地测量高程系统及其参考框架基础知识。</p>			
教学步骤与教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	<p>1. 教师下发项目任务书与引导文；</p> <p>2. 讲解 K5-31 到 K5-35(结合任务书和引导文、水准测量规范)；</p>	<p>K5-31: 精密水准仪结构和使用方法</p> <p>K5-32: 精密水准仪与水准尺检验方法</p> <p>K5-33: 水准测量主要误差来源与影响</p> <p>K5-34: 精密水准测量及其基本要求</p>	讲授法	4
计划	5. 制定工作计划	作业计划与进度控制	小组讨论	
实施	<p>6. 水渡河首级 GPS 控制网布网方案设计</p> <p>7. GPS 外业观测</p> <p>8. GPS 内业数据处理</p>	<p>P5-10: 水渡河基本水准高程控制网布网方案设计</p> <p>主要设备：国家等级水准测量规范、小比例尺地形图、测区踏勘报告、已有测区高程控制点资料</p>	<p>演示教学</p> <p>小组实训</p> <p>小组实训</p>	2

		<p>职业环境：室内</p> <p>P5-11：水渡河基本水准高程控制网选点埋石</p> <p>主要设备：测量标志、选点埋石工具、水准测量规范文件、小比例尺地形图、测区踏勘报告、点之记。</p> <p>职业环境：测区现场</p> <p>P5-12：水渡河基本水准测量外业实训</p> <p>主要设备：水准仪、国家水准测量相关规范、水准仪鉴定记录、外业观测记录表格。</p> <p>职业环境：测区现场</p> <p>K5-35：水准测量概算与平差计算</p> <p>P5-13：用 Excel 编制水准测量计算软件（可选项）或用平差计算工具进行内业计算</p> <p>主要设备：平差软件、EXCEL 软件、国家水准测量相关规范、已有测区高程控制点资料、外业观测数据记录。</p> <p>职业环境：室内机房。</p>	<p>小组实训</p> <p>演示教学</p> <p>小组实训</p>	<p>2</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>2</p>
检查	<p>9. 撰写项目总结</p> <p>10. 检查、验收与考核。</p>	<p>P5-14：水渡河基本高程控制网项目资料整理与成果检查验收</p> <p>主要设备：办公软件、国家水准测量相关规范、成果检查验收规定、水准仪。</p> <p>职业环境：室内、测区现场。</p>	<p>小组实训</p> <p>全班研讨</p>	<p>4</p>

三、C3-学习指南

2. 课前应该准备的其它资料

《测绘工程合同》

《国家一、二等水准测量规范》

《国家三、四等水准测量规范》

3. 复习与预习

本项目开始前，应提前一周复习教材《控制测量》第四章的第一节，预习教材第四章的第二节、第三节、第四节、第五节、第六节。预习时应该记录存在疑问的问题，和同组同学讨论，存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

4. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

- 3.1 常用的几种高程系统（大地高系统、正常高系统、正高系统）及其高程基准面、重力异常。

$$\text{正高: } H_g = \frac{1}{g_m} \int_Q^{H_g} g dH ;$$

$$\text{正常高: } H_r = \frac{1}{\bar{m}} \int_Q^{H_r} g dH ;$$

- 3.2 我国目前采用的高程系统是正常高系统，以青岛验潮站 1952-1979 年间验潮资料计算确定的平均海面为统一起算面，称为“1985 国家高程基准”，青岛水准原点高程为 72.260 米。

- 3.3 大地高系统、正常高系统、正高系统之间的关系。

$$\text{大地水准面差距: } N = H - H_g$$

$$\text{高程异常: } \xi = H - H_r$$

- 3.4 我国历史上采用的高程系统之间的换算方法，特别是 56 黄海高程系统和 85 黄海高程系统之间的换算。

- 3.5 国家高程控制测量主要采用以水准测量方法布设国家水准网的形式进行。

- 3.6 国家高程控制测量布网原则：高级到低级，整体到局部，逐级控制、逐级加密。

- 3.7 国家三、四等级水准测量的基本测量精度：以每公里偶然中误差和全中误差表示，具体要求及其计算公式可以参考 GB/T 12898-2009 4.2, 10.2.3, 10.2.4

- 3.8 水准路线的布设要求：可以参考 GB/T 12898-2009 4.3, 水准点布设密度、路线编号、水准点编号可以参考 GB/T 12898-2009 4.4-4.5

5. 星开基本水准高程控制网布网方案设计 (P5-10: 2 课时)

- 4.1 仪器设备及工具：每组准备可以上网的计算机一台（安装有 google 地球和地图、CASS 或者 AUTOCAD）、测区小比例尺地形图或影像图一份、直尺一把、铅笔一支、绘图白纸若干
- 4.2 参考资料准备：每组准备测区踏勘报告、测区首级平面控制网略图、测区已知平面与高程控制点成果一览表、《国家三四等水准测量规范》、《测绘工程合同》
- 4.3 示范教学与布网方案设计：在机房或测绘地理数据处理中心教师讲解水渡河基本水准高程控制网布网方案设计要点、步骤及其注意事项，进行示范性教学。
- 4.4 以小组为单位，在机房或测绘地理数据处理中心进行，根据工程合同的要求和 C1 项目中收集到的测区已知高程控制点成果，结合测区实际情况和现有装备，选择首级水准测量控制网的高程系统、等级，确定首级水准测量控制网应该达到主要技术指标
- 4.5 根据 C1 项目提供的测区小比例尺地形图或影像图、踏勘报告、国家水准测量规范进行首级水准网布网路线设计。
- 4.6 项目经理组织，对各小组设计方案进行评价，优选其中一个方案作为水渡河首级水准控制网布网方案
- 4.7 编制《星开首级水准控制网布网设计方案》，电子文件名：[班级简称-组号-项目代码-星开首级水准控制网布网设计方案.DOC](#)

6. 进行小组作业区和任务划分

- 5.1 由任课老师指导，项目经理组织，划分各小组作业区，原则上有多少小组就划分多少个作业区，每个作业区应包含至少一条水准路线，各作业区水准路线长度大致一样。
- 5.2 由任课老师指导，项目经理组织各小组抽签确定各小组作业区及作业任务
- 5.3 项目经理负责组织编写“星开水准测量作业区划分与小组任务安排表”，交指导教师和各组组长。电子文件名：[班级简称-组号-项目代码-星开水准测量作业区划分与小组任务安排表.DOC](#)

外业作业区划分与小组任务安排表

作业区	水准路线编号	路线位置与任务描述	作业小组	进度安排
A	III星沙 至 华	U228 起，经万家丽路往	测 1102-1	3-18 至 3-31

	府庭院	南，左转福元路向西至 T06，路线总长约 6 公里。 1. U228 采用原有平面控制点，埋设华府庭院 T06 和沿途水准点（2-4KM 一个）； 2. 按三等水准作业要求进行水准测量外业作业；		
.....	III水渡河 环

7. 各组编制水准外业作业计划

6.1 每组根据外业作业区划分与小组任务安排表编制外业作业计划，电子文件名：

[班级简称-组号-项目代码-星开水准测量外业作业计划.DOC](#)

水准测量外业作业计划

作业组：测绘 1102-1 组

路线编号	作业内容	工具与仪器	进度安排	人员分工
III 星沙 至 华府庭 院	选点	皮尺、标定工具		
	埋石	标志、埋石工具和材料		
	委托保管书	计算机及办公软件		
	水准路线图绘制	计算机和 CASS 软件		
	水准点之记绘制	计算机和 CASS 软件		
	水准仪和水准尺检验	检校工具		
	水准观测	DS1 水准仪、标尺一对、 尺垫一对、观测记录手簿		
	观测数据检查、整理 观测数据电子档案	测绘计算器、计算机及办 公软件		

6.2 每组水准测量外业作业计划表应在作业前提交项目经理和指导教师审核。

8. 星开基本水准高程控制网选点埋石（P5-11：2 课时）

7.1 选点和埋石技术要求参见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 5.1-5.2 部分

7.2 各组根据外业作业区划分与小组任务安排表选点，水准路线应沿公路、大路和坡

度较小的乡村路布设，在人口稠密、经济发达地区，每 2-4km 应该选择一点埋设水准标石。

- 7.3 水准点应选在土质坚实、安全僻静、观测方便和便于长期保存的地方。
- 7.4 水准点埋石：实训室领取水准测量标志和埋石材料和工具（或小组自备），按照规范中相关要求进行，具体参见：

《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 5.2 埋石部分、

附录 A.4 水准标志图、

附录 A.5 水准标石类型图及造埋说明、

附录 A.6 水准点的外部整饰、

附录 A.7 水准标石材料用料表及混凝土施工要求进行、

附录 A.8 水准测量标志委托保管书

- 7.5 水准路线图绘制：用 cass 绘制首级水准路线图，水准路线图的绘制要求参见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 附录 A.1 部分及图 A.1 水准路线，实训过程中，没有小比例尺地形图作为地图的，可以使用谷歌影像地图作为底图。（实训时绘图比例尺可以适当放大，最少一张 A4 图纸大小幅面）。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开水准路线图.DWG](#)

- 7.6 水准点之记绘制：用 cass 绘制水准点之记，水准点点之记格式和绘制要求见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 附录 A.2 部分。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-水准点点之记.DWG](#)

9. 水准仪和水准尺的选用与检校(P5-12-1：2 课时)

- 8.1 精密水准测量（一、二等）一般选用 DS1 以上精度的精密水准仪和钢钢水准尺；三等、四等水准测量一般采用 DS3 以上精度的水准仪和普通双面水准尺，尺台质量不小于 1kg。
- 8.2 到测绘仪器中心领取上述选用的水准仪 1 台、水准尺一对、尺台一对、记录板一块、校正工具一套、50 米皮尺一根（可选）。
- 8.3 仪器的检校具体要求参见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 6.2
- 8.4 本次实训作业前必须进行下述项目的检验，检验不合格的，应按规定进行处理或校正，并提交检验报告：

水准标尺：标尺检视

标尺上园水准器检校

标尺分划面弯曲差的测定（三、四等要求 $\leq 8\text{mm}$ ）

一对标尺零点不等差及基、辅分划读数差测定（三四等要求 $\leq 0.5\text{mm}$ ）

水准仪：水准仪检视

水准仪上概略水准器的检校

i角检校（三、四等要求 $\leq 20''$ ）

气泡式水准仪交叉误差检校（气泡异向偏离不大于 2mm ）

8.5 仪器应达到的技术指标按照《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 6.3 要求执行。

8.6 水准测量仪器检验方法与记录表格按照《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 附录 B 要求进行。

8.7 在进行后续水准观测前，须先将水准仪和水准尺检验报告装订成册，交项目经理和指导教师审查，检验报告应扫描制成电子文件：[班级简称-组号-项目代码-水准测量仪器检验报告.DOC](#)。

10. 水准外业观测作业(P5-12-2：2课时演示教学，课外完成所有外业观测)

9.1 观测方法：本次实训采用中丝读数法进行往返观测（实际作业时，也可以采用双转点观测法）

9.2 测站设置要求：

等级	仪器类别	视线长度	前后视距差	任一测站上前后视距差累积	视线高度	数字水准仪重复测量次数
三等	DS3	$\leq 75\text{m}$	$\leq 2\text{m}$	$\leq 5\text{m}$	三丝	≥ 3 次
	DS1, DS05	$\leq 100\text{m}$			能读数	
四等	DS3	$\leq 75\text{m}$	$\leq 3\text{m}$	$\leq 10\text{m}$	三丝	≥ 3 次
	DS1, DS05	$\leq 150\text{m}$			能读数	

9.3 测站上观测顺序和方法：参见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 7.3 要求执行

三等观测程序：后-前-前-后，黑-黑-红-红

四等观测程序：后-前-前-后，黑-黑-红-红

9.4 间歇与检查：

观测间隙时，最好要在水准点上结束观测，否则，应在最后一站选择两个坚稳可靠、

光滑突出、便于放置标尺的固定点作为间隙点，若无固定点可选，则间歇前应在最后两测站的转点（注：3个转点）处打入带有帽钉的木桩作间歇点。

间歇后应对间歇点进行检测，比较任意二转点间歇前后所观测高差，若符合限差（见下表）要求，即可由此起测，否则，可以重新变更仪器高重新观测一次，若还超限，则应从上一个水准点开始重测。

9.5 测站限差与超限处理方法：见《规范》7.5

9.6 观测中必须遵守的事项：见《规范》7.6

9.7 外业观测记录：见《规范》10.1

11. 外业观测成果整理和计算(P5-13-1：2课时)

10.1 单条水准路线外业高差和概略高程表的编算

每组按照《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009，附录D.2, D.3的要求，对所测水准路线进行外业高差和概略高程表的编算，依次对水准观测高差进行水准标尺长度误差改正、测段往返测高差不符值计算检查、正常水准面不平行改正计算、路线闭合差检查计算、外业高差计算和概略高程计算。以上计算应由二人分别独立完成。

每组提交：《外业高差和概略高程差计算表》二份，参见《规范》附录D-表D.6

《正常水准面不平行改正数计算表》二份，参见《规范》附录D-表D.5

10.2 各组将经检查过的外业观测成果记录输入电子手簿（excel表）中，连同原始观测记录、《正常水准面不平行改正数计算表》、《外业高差和概略高程差计算表》一并交项目经理汇总，交指导教师审查后，分发给各作业小组。

电子文件名：[班级简称-组号-项目代码-XX至XX水准路线外业观测记录.XLS](#)；

[班级简称-组号-项目代码-XX至XX水准路线外业高差和概略高程差计算表.XLS](#)；

[班级简称-组号-项目代码-XX至XX水准路线正常水准面不平行改正数计算表.XLS](#)；

10.3 各作业小组绘制水准网综合略图：用CASS绘制，标明水准点点号、水准路线及其方向、路线长度（KM）、路线测站数、平均高差。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开水准控制网综合略图.DWG](#)

10.4 各作业小组分别计算全网每KM水准测量偶然中误差和全中误差，判断是否达到规定等级水准测量精度要求，各等级水准测量精度要求参见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 4.2。每KM水准测量偶然中误差和全中误差计算方法参见《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898-2009 10.2.3和10.2.4。

每 KM 水准测量偶然中误差计算公式： $M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right]}$ ，每 KM 水准测量偶然中误差计算表格式样如下（要求用 EXCEL 表格计算）：

水准测量偶然中误差计算表

计算者：

测段	作业组	测段长 R(KM)	往测高差(m)	返测高差(m)	Δ (mm)
$M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right]}$					

每 KM 水准测量全中误差计算公式： $M_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{F} \right]}$ ，每 KM 水准测量全中误差计算表格式样如下（要求用 EXCEL 表格计算）：

水准测量全中误差计算表

计算者：

闭、附和路线	作业组	路线长 F (KM)	W (mm)
$M_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{F} \right]}$			

提交电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开水准测量偶然中误差计算表.XLS](#)；

[班级简称-组号-项目代码-星开水准测量全中误差计算表.XLS](#)；

12. 水准网平差 (P5-13-2: 2 课时)

- 11.1 各作业组在计算机上安装水准平差软件
- 11.2 根据水准网综合略图，输入平差数据文件
- 11.3 设置平差参数和已知点数据
- 11.4 进行水准网平差计算，输出平差报告和水准点高程成果表
- 11.5 提交水准测量平差工程文件和水准测量平差报告。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开水准网平差工程文件.TXT](#)；

[班级简称-组号-项目代码-星开水准网平差报告.DOC](#)

13. 对首级 GPS 控制网进行高程拟合

- 12.1 打开首级 GPS 控制网工程文件
- 12.2 将水准点高程成果表中高程作为首级 GPS 控制网的已知高程
- 12.3 设置平差和高程拟合条件
- 12.4 重新进行首级 GPS 控制网平差
- 12.5 输出首级 GPS 控制网平差报告, 编制星开高程控制成果一览表

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开水准高程控制点成果一览表.DOC](#)

星开水准高程控制点成果一览表

点名	点号	水准等级	水准高程	GPS 拟合高程

14. 首级水准测量技术总结 (P5-14-1)

- 13.1 技术总结是在水准测量任务完成后,对技术设计书和技术标准执行情况、技术方案、作业方法、技术应用、完成质量和主要问题的处理等进行分析总结。
- 13.2 各组按照 CH/T 1001 编写技术总结,并由小组技术重量负责人和组长审核签名后上交。电子文件: [班级简称-组号-项目代码-星开 X 等水准测量技术总结.DOC](#)
- 13.3 小组成员在项目结束后撰写项目实训报告,总结自己在实训过程中心得和体会。

15. 首级水准控制网测量成果检查验收和质量评定 (P5-14-2)

- 13.1 水准测量工作完成后,由项目经理组织,教师指导,按 CH1002 的要求进行检查验收并编写检查验收报告。电子文件: [班级简称-组号-项目代码-星开 X 等水准测量检查验收报告.DOC](#)
- 13.2 水准测量成果在检查验收后,由项目经理组织,教师指导,应该按照 CH1003 的要求进行质量评定。

16. 进行项目学习评价与考核。

- 15.1 考核方案按照《课程标准》执行(参见本指导书第七部分),考核分为教师考核和小组考核,分别由教师和小组组长组织评定。
- 15.2 组内考核:组长组织小组,按照本课程考核方案组织对本组成员的进行考核。要求公开考核方案,考勤表和每个成员完成的工作任务及质量。填写出勤记录表、学生-项目职业素质与专业技能记分表。出勤记录表的文件名: [班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC](#), 学生-项目职业素质与专业技能记分表文件名: [班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS](#),并打印一份交小组组员签名。小组成员对小组考核结果有异议的,应及时向组长书面提交异议及相关材料,由指导教师仲裁。
- 15.3 教师负责对各组完成项目的情况进行项目考核,考核标准参见按照《课程标准》执行,并将项目考核结果记入《教师-卫星定位与现代控制测量-课程项目专业技能记分表》。
- 15.4 教师在《卫星定位与现代控制测量-成绩汇总表》上汇总项目考核成绩和小组考核成绩,最终确定每位学生在该项目上的成绩。
- 15.5 教师有权对小组考核不合理的部分作出调整,但需要对小组成员说明调整原因。

17. 项目资料汇总要求:

电子资料目录如下, 各组必须严格按照本资料整理目录要求及文件命名规则执行:

测 1301-卫星定位与现代控制测量-C3

班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC,

班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS

班级简称-组号-项目代码-星开首级水准控制网布网设计方案.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开水准测量作业区划分与小组任务安排表.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开水准测量外业作业计划.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开水准路线图.DWG

班级简称-组号-项目代码-水准点点之记.DWG

班级简称-组号-项目代码-水准测量仪器检验报告.DOC。

班级简称-组号-项目代码-XX至XX水准路线外业观测记录.XLS;

班级简称-组号-项目代码-XX至XX水准路线外业高差和概略高程差计算表.XLS;

班级简称-组号-项目代码-XX至XX水准路线正常水准面不平行改正数计算表.XLS;

班级简称-组号-项目代码-星开水准控制网综合略图.DWG

班级简称-组号-项目代码-星开水准测量偶然中误差计算表.XLS;

班级简称-组号-项目代码-星开水准测量全中误差计算表.XLS;

班级简称-组号-项目代码-星开水准网平差工程文件.TXT;

班级简称-组号-项目代码-星开水准网平差报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开水准高程控制点成果一览表.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开X等水准测量技术总结.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开X等水准测量检查验收报告.DOC

C4-星开城市区域控制网技术设计

一、C4-项目任务书

以小组为单位，编写《星开城市区域控制网技术设计书》，全班对各组技术设计书进行评审，综合选择其中一个方案为最终的星开城市区域控制网技术设计方案。

首先，每组根据工程合同的要求和 C1 项目中收集到的测区已有测绘控制点成果和 C2，C3 项目测绘成果，结合测区实际情况和现有装备，各组独立编写《星开城市区域控制网技术设计书》。其次，在教师指导下，对每组《星开城市区域控制网技术设计书》进行比较，优选最佳设计方案。最后，指导教师对星开城市区域控制网技术设计最佳方案进行审批并解读。

二、C4-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 C4：星开城市区域控制网（首级网、加密网，RTK 图根）技术设计	12 课时
学习目标：	<p>职业能力目标：</p> <p>A5-5:运用测绘规范性技术文件，进行平面和高程控制网技术设计，并编写技术设计书的能力</p> <p>A5-6:踏勘、平面与高程控制网选点与埋石的能力</p> <p>知识体系目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握《测绘技术设计规定》 2. 掌握平面和高程控制网技术设计的基本知识 3. 掌握控制网的主要技术指标、选点埋石主要要求、观测要求、内业处理要求及成果检查验收要求 <p>职业素质目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德； 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神； 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力； 4. 培养学生具有良好的计划组织能力； 5. 培养学生具有沟通与交流能力； 6. 培养学生解决问题的能力； 7. 培养学生的质量意识、安全意识；
项目任务：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在测区首级控制网基础上设计加密布网方案和主要技术指标；

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 编制《星开控制网技术设计书》 3. 审核《星开控制网技术设计书》 4. 现场踏勘、选点、埋石组成控制网，做好点之记； 			
教学组织：	分组教学，以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名，质量技术员一名。			
教学材料：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务与学习指导书 2. 星开城市控制网测绘工程合同书 3. 水渡河地区国家和城市控制网已知成果及其基本地形图 4. 测绘技术设计规定 5. 《全球卫星定位系统（GPS）测量规范》 6. 《城市测量规范》 7. 国家一、二等水准测量规范 8. 国家三、四等水准测量规范 9. 控制网技术设计书范本 			
使用工具：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 计算机、英特网 2. word 软件 			
提交成果：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 审核通过的《星开控制网技术设计书》 2. 各级控制网设计略图 			
教师要求：	具备教师资格证、具备双师素质，具备丰富的计算机办公软件应用能力和 CAD 制图能力，熟悉控制网技术设计规定，熟悉控制网相关规范，有丰富的控制网设计知识与经验。			
学生准备：	掌握测绘基础知识。具备地图识图、图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。掌握误差基本理论与测量平差的基本知识、国家大地测量高程系统及其参考框架基础知识。			
教学步骤与教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教师下发项目任务书与学习引导文； 2. 讲解 K5-43（结合任务书和引导文、测绘技术设计规定，相关规范）； 	K5-43：测绘技术设计规定	讲授法	4

计划	3. 制定工作计划	工作任务分工与进度控制	小组讨论	
实施	4. 星开区域城市控制网技术设计书编制 5. 技术设计书审核 6. 选点、埋石作业	P5-15: 星开区域城市控制网(GPS混合网, 含RTK图根)技术设计书编制与审核(含外业选点、埋石作业) 主要设备: 计算机、办公软件、测绘技术设计规定、测量规范、小比例尺地形图、测区踏勘报告、已有测区控制点资料。 职业环境: 室内机房、测区现场	小组实训	6
检查	7. 检查整理资料, 交流讨论、提交成果			2

三、C4-学习指南

1. 课前应该准备的其它资料

《测绘工程合同》

水渡河地区国家和城市控制网已知成果及其基本地形图

《测绘技术设计规定》

《全球卫星定位系统(GPS)测量规范》

《国家三、四等水准测量规范》

《工程测量规范》

2. 复习与预习

本项目开始前, 应提前一周复习教材《控制测量》第二章、第四章第一节、第七章第八节、第九章第三节。预习《测绘技术设计规定》和教材附录二的设计书示例《XX 机场控制测量技术设计书》。

复习和预习时应该书面记录存在疑问的问题, 和同组同学讨论, 存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

3.5 测绘技术设计的目的。

3.6 测绘技术设计的类型、特点。

- 3.7 技术设计主体与评审主体。
- 3.8 技术设计应遵循的原则。
- 3.9 设计人员的基本要求。
- 3.10 设计书编写要求与格式要求。
- 3.11 设计过程：设计策划、设计输入、设计输出、设计评审、设计验证、设计审批、设计更改。
- 3.12 设计策划的内容。
- 3.13 设计输入的内容。
- 3.14 设计输出的内容。
- 3.15 项目设计书的格式与内容要求
- 3.16 技术设计书的格式与内容要求
- 3.17 设计评审的目的、评审内容、评审方法。
- 3.18 设计验证的目的、验证方法。
- 3.19 设计审批的主体、依据、方法
- 3.20 设计更改的流程与要求。

4. 项目任务布置、技术设计要点讲解、沟通指导

- 4.1 教师布置项目任务，本项目进行技术设计时，一般要求将 C2 项目作为测区首级平面控制，C3 项目作为测区首级高程控制，并应将首级平面控制和高程控制网设计方案纳入本设计书中。
- 4.2 技术设计要点讲解
- 4.3 教师和学生交流沟通

5. 技术设计策划，小组成员任务分工（P5-15）

- 5.1 组长负责组织小组成员进行设计策划，设计策划的内容和要求见下表
电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开控制网技术设计策划.DOC](#)

技术设计策划的内容和要求

设计任务名称			项目编号	
委托单位			策划依据	
设计策划负责人		其他策划人员		
设计过程策划				
设计过程	负责人	时间要求	备注	
设计输入安排				
设计输出安排				
设计评审安排				
设计验证安排				
备注				

5.2 收集设计输入资料并进行设计输入评审。设计输入及其评审要求见下表。本表及其附件全部纳入下述电子文件中。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开控制网设计输入及评审.DOC](#)

设计输入及其评审

设计名称		设计输入 编写人	时间	
序号			适用性评价	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
输入评审 负责人		参加 评审人员		

- 5.3 设计输出安排：本次实训的设计输出为专业技术设计书。
- 5.4 编制专业技术设计书设计书提纲,小组成员任务分工（技术质量员统稿，组长负责审核）。专业技术设计书的内容和要求参见附录 F.1 和教材示例。
- 6. 编制星开区域城市控制网（GPS 混合网，含 RTK 图根）技术设计书**
- 6.1 组长负责，各组成员按照分工及进度安排完成技术设计书各部分的编制任务
技术负责人统稿，组长组织讨论定稿。电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开控制网专业技术设计书.DOC](#)
- 7. 技术设计书比较、优选**
- 7.1 指导教师组织，各组用 PPT 展示设计方案
- 7.2 全班讨论，教师点评，评选优胜方案
- 8. 技术设计书审批与任务划分**
- 8.1 指导教师审批技术设计书
- 8.2 教师根据技术设计书的要求，对后续工作任务进行布置，下达各组任务书
- 9. 进行项目学习评价与考核。**
- 9.1 考核方案按照《课程标准》执行（参见本指导书第七部分），考核分为教师考核和小组考核，分别由教师和小组组长组织评定。
- 9.2 组内考核：组长组织小组，按照本课程考核方案组织对本组成员的进行考核。要求公开考核方案，考勤表和每个成员完成的工作任务及质量。填写出勤记录表、学生-项目职业素质与专业技能记分表。出勤记录表的文件名：[班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC](#)，学生-项目职业素质与专业技能记分表文件名：[班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS](#)，并打印一份交小组组员签名。小组成员对小组考核结果有异议的，应及时向组长书面提交异议及相关材料，由指导教师仲裁。汇总项目资料。
- 9.3 教师负责对各组完成项目的情况进行项目考核，考核标准参见按照《课程标准》执行，并将项目考核结果记入《教师-卫星定位与现代控制测量-课程项目专业技能记分表》。
- 9.4 教师在《卫星定位与现代控制测量-成绩汇总表》上汇总项目考核成绩和小组考核成绩，最终确定每位学生在该项目上的成绩。
- 9.5 教师有权对小组考核不合理的部分作出调整，但需要对小组成员说明调整原因。
- 10. 项目资料汇总要求：**

电子资料目录如下，各组必须严格按照本资料整理目录要求及文件命名规则执行：

测 1301-卫星定位与现代控制测量-C4

班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC,

班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS

班级简称-组号-项目代码-星开控制网技术设计策划.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开控制网设计输入及评审.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开控制网专业技术设计书.DOC

C5-星开加密控制网（加密 GPS、高程导线）项目

一、C5-项目任务书

以作业组为单位，按照《星开城市区域控制网技术设计书》的要求，进行 GPS 加密控制网的选点、埋石、GPS 加密控制网与内业数据处理；进行高程导线选点、埋石、高程导线外业与内业数据处理；整理加密控制网测量资料，加密控制网成果检查验收。

二、C5-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 C5：星开加密控制网（加密 GPS、导线测量、三角高程）项目	3.5W
学习目标：	<p>职业能力目标：</p> <p>A5-7：精密全站仪的检校与维护能力</p> <p>A5-10：卫星预报与静态 GPS 外业数据采集能力</p> <p>A5-11：等级电磁波测距三角高程与导线测量外业观测能力</p> <p>A5-13：平面控制网概算与平差计算能力</p> <p>A5-14：高程控制网概算与平差计算能力</p> <p>A5-15：GPS 静态数据处理能力</p> <p>知识体系目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握精密全站仪的检校与维护方法 2. 深化掌握 GPS 静态测量作业方法与内业处理方法 3. 掌握电磁波测距三角高程与导线测量外业观测与作业规范 4. 掌握电磁波测距三角高程与导线测量概算与平差计算方法 <p>职业素质目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德； 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神； 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力； 4. 培养学生具有良好的计划组织能力； 5. 培养学生具有沟通与交流能力； 6. 培养学生解决问题的能力； 7. 培养学生的质量意识、安全意识；
项目任务：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据《星开控制网技术设计书》的要求选点、埋石 2. 根据《星开控制网技术设计书》的要求进行加密 GPS 网的外业数据采集与内业数据处理（可选项，根据设计书的要求）

	<ol style="list-style-type: none"> 3. 根据《星开控制网技术设计书》的要求进行电磁波测距三角高程与导线测量外业观测 4. 根据《星开控制网技术设计书》的要求进行电磁波测距三角高程与导线测量概算与平差 5. 整理资料、检查验收成果
教学组织:	分组教学, 以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名, 质量技术员一名。
教学材料:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务书与项目指导书 2. 水渡河地区国家和城市控制网已知成果及其基本地形图 3. 《星开控制网技术设计书》 4. 《全球卫星定位系统 (GPS) 测量规范》 5. 《城市测量规范》 6. 《工程测量规范》
使用工具:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 秒级以上精密全站仪 2. GPS 静态接收机、GPS 静态数据处理软件 3. 计算机、英特网 4. 平差软件
提交成果:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各级控制网图综合略图 2. 控制点点之记、埋设照片、委托保管书 3. GPS 加密控制网内业数据处理资料及工程文件 4. 加密 GPS 网外业观测记录表及电子数据文件 5. 导线外业观测记录及电子观测数据文件 6. 三角高程测量外业观测记录及电子观测数据文件 7. 仪器检定资料 8. 导线网内业概算平差资料及工程文件 9. 三角高程内业概算平差资料及工程文件 10. 控制点成果一览表 (含已知点)
教师要求:	具备教师资格证、具备双师素质, 具备丰富的计算机办公软件应用能力和 CAD 制图能力, 熟悉控制网技术设计规定, 熟悉控制网相关规范, 有丰富的控制网设计知识与工程经验。
学生准备:	掌握测绘基础知识。具备地图识图、图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。掌握误差基本理论与测量平差的基本知识、国家大地测量高程系统及其参考框架基础知识。初步掌握 GPS 控制测量的基本知识, 具备 GPS 控制

		测量的实践技能。		
教学步骤与教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	1. 教师下发项目任务书与学习引导文	K5-36: 精密全站仪结构和使用方法 K5-37: 精密全站仪检验	讲授法	1D
	2. 讲解 K5-36 至 K5-39, K5-41 (结合任务书和引导文与相关规范)	K5-38: 全站仪测量主要误差来源及其影响 K5-39: 导线测量及其基本要求 K5-41: 电磁波测距三角高程测量及其基本要求		
计划	3. 制定工作计划, 教师讲解本项目要点与注意事项	工作任务分工与进度控制	小组讨论	
实施	4. 加密 GPS 控制测量外业与内业	P5-16: 加密 GPS 测量 (选点、埋石、外业观测、内业数据处理) 主要设备: GPS 静态接收机、GPS 静态数据处理软件。	小组实训	3D
	5. 精密全站仪及辅助工具检校	职业环境: 测区现场、机房 P5-17: 精密全站仪检校 主要设备: 全站仪、鉴定工具。 职业环境: 测绘仪器鉴定维护实训室、		1D
	6. 电磁波测距高程导线外业	校园室外现场。 P5-18: 加密高程导线选点埋石、外业测量 主要设备: 全站仪		9D
	6. 讲解电磁波测距高程导线内业计算方法	职业环境: 测区现场 K5-40: 导线测量概算与平差计算 4 K5-42: 电磁波测距三角高程测量内业计算		2D
	7. 电磁波测距高程导线内业计算与资料	P5-19: 加密高程导线内业计算与资料		

	整理	整理 主要设备：平差软件、EXCEL 软件、导线与三角高程测量相关规范、已有测区控制点资料、外业观测数据记录、计算机、全站仪。 职业环境：室内机房、测区现场。		
检查	8. 检查整理资料，项目总结报告编写、交流讨论、提交成果			1D

四、C5-学习指南

1. 课前应该准备的其它资料

C4 项目选定的《专业技术设计书》

C1, C2, C3 项目成果资料

《全球卫星定位系统（GPS）测量规范》

《工程测量规范》

2. 复习与预习

本项目开始前，应提前一周复习教材《控制测量》第九章第一至第五节和《全球定位系统（GPS）测量规范》；预习第三章、第五章、第七章第九节至第十节和《工程测量规范》1-4 部分（总则、术语和符号、平面控制测量、高程控制测量）。

复习和预习时应该书面记录存在疑问的问题，和同组同学讨论，存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

- 3.1 复习 GPS 相关知识要点（具体参见 C2）
- 3.2 经纬仪的精度系列
- 3.3 精密全站仪的基本结构和主要部件
- 3.4 高精度全站仪的发展趋势与特点
- 3.5 全站仪的基本使用
- 3.6 水平角观测方法与测站平差
- 3.7 全站仪应满足的主要条件

- 3.8 作业前全站仪检验项目、合格标准及其检验方法
- 3.9 全站仪角度观测的误差来源与减弱误差影响的措施
- 3.10 全站仪距离测量误差来源与减弱误差影响的措施
- 3.11 导线网的布设等级与主要技术要求
- 3.12 导线网设计、选点与埋石要求
- 3.13 导线测量中水平角观测要求与注意事项
- 3.14 导线测量中距离观测要求与注意事项
- 3.15 导线测量概算
- 3.16 导线测量平差
- 3.17 电磁波测距三角高程测量的等级、主要技术要求及其观测要求
- 3.18 电磁波测距三角高程测量内业计算与平差

4. 项目任务布置、导线测量与电磁波测距三角高程测量要点讲解

地点：测绘专业教室

方式：全班集中

- 4.1 教师布置项目任务及要求
- 4.2 教师讲解 GPS 加密网、导线测量与电磁波测距三角高程测量布设规格、主要技术要求、观测要求要点
- 4.3 教师与学生交流沟通

5. 任务分配与小组作业计划制定

由任课老师指导，项目经理组织，根据《专业技术设计书》的要求分配各小组作业任务，任务分配时，各作业小组的任务应该包括加密 GPS 测量、高程导线测量二部分，各组之间任务均衡。项目经理负责组织编写项目任务安排一览表，交指导教师和各组组长。电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开加密控制网项目任务安排一览表.DOC](#)

星开加密控制网项目任务安排一览表

作业小组	任务	任务描述	进度安排
测1102-1	1. 加密 GPS 测量外业 2. 加密 GPS 测量内业 3. 高程导线测量外业 4. 高程导线测量内业		

		
.....

5.1 每组根据项目任务安排一览表和技术设计书编制各组作业计划。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-作业小组工作计划.DOC](#)

作业小组工作计划

作业组：

任务	作业地点与作业内容	工具与仪器	进度安排	人员分工

5.2 每组作业计划应在作业前提交项目经理或指导教师审核。

6. 加密 GPS 测量 (P5-16: 3D)

6.1 准备 GPS 加密测量仪器及工具：选点工具（测区小比例尺地图或影像图、画图工具）；埋石工具（各种测量标志、水泥、沙子、挖掘工具、道路标志埋设工具、照相机、点之记和环视图等）；外业数据采集仪器（GPS 静态测量仪 3-4 台套，观测手簿）；内业数据处理软件（GPS 数据处理软件）

6.2 每组根据技术设计书的要求，结合本组负责的任务，进行选点。

6.3 在选择要和导线进行联测的 GPS 点时，要为该点设置至少一个通视的 GPS 方位点，GPS 方位点距该点的距离至少大于 300 米。

6.4 GPS 加密测量选点作业的具体要求参见项目 C2 相关部分。

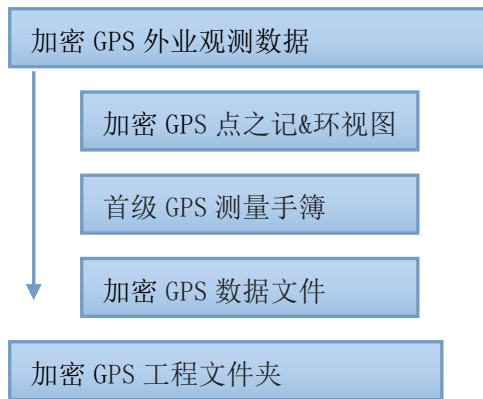
6.5 GPS 加密测量埋石作业的具体要求参见项目 C2 相关部分。

6.6 GPS 加密测量选点埋石后应上交资料：GPS 网点之记、环视图；GPS 网点选点图（测区较小时，用展点图代替）

电子文件：[班级简称-组号-项目代码- GPS 网点之记-点号.DWG](#)；
[班级简称-组号-项目代码- GPS 点位环视图-点号.DWG](#)；
[班级简称-组号-项目代码- GPS 网点选点图.DWG](#)；

- 6.7 GPS 加密测量外业数据采集作业的具体要求参见项目 C2 相关部分。
- 6.8 GPS 加密测量内业数据处理的具体要求参见项目 C2 相关部分。
- 6.9 对 GPS 加密测量精度进行评定，看是否符合技术设计书的要求，对不符合精度要求的要查找原因，并进行重测。具体方法参见项目 C2 相关部分。
- 6.10 加密 GPS 测量资料整理要求同 C2 项目，要求提交和归档的电子文件如下：

[班级简称-组号-项目代码-星历预报资料.DOC](#)
[班级简称-组号-项目代码-星开加密 GPS 外业作业计划表.DOC](#)
[班级简称-组号-项目代码-星开加密 GPS 外业作业规范.DOC](#)



7. 精密全站仪及辅助工具检校(P5-17)

- 7.1 每组准备下述仪器：2 秒全站仪 1 台、单棱镜 2 台（带照准标志）、脚架 3 个、2 米小钢卷尺 3 个、50 米皮尺 1 根、记录板 1 块、校正针和工具一套。
- 7.2 全站仪检验与校正：

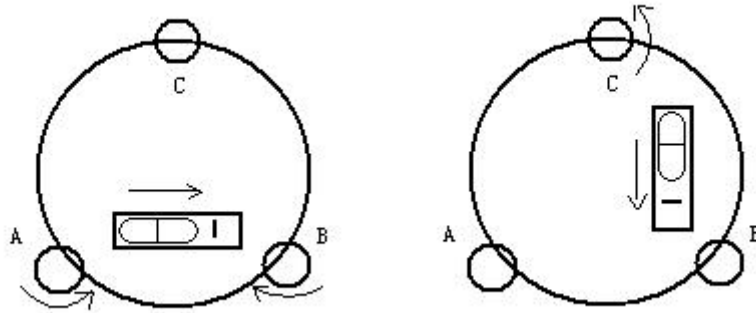
仪器在出厂时均经过严密的检验与校正，符合质量要求。但仪器经过长途运输或环境变化，其内部结构会受到一些影响。因此，新购买仪器以及到测区后在作业之前均应对仪器进行本节的各项检验与校正，以确保作业成果精度。具体检校方法参见下述部分，检验完成后，应编制高程导线测量仪器检验报告，所有纸质记录均应扫描编入检验报告中。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-高程导线测量仪器检校报告.DOC](#)

7.2.1 管水准器

- 检验：方法见本书 § 3.2、“用管水准器精确整平仪器”，1 秒仪器不能超过 2 格，2

秒仪器不能超过 1 格，6 秒仪器不能超过 1.5 格。



• 校正:

1、在检验时，若管水准器的气泡偏离了中心，先用与管水准器平行的脚螺旋进行调整，使气泡向中心移近一半的偏离量。剩余的一半用校正针转动水准器校正螺丝（在水准器右边）进行调整至气泡居中。

2、将仪器旋转 180° ，检查气泡是否居中。如果气泡仍不居中，重复（1）步骤，直至气泡居中。

3、将仪器旋转 90° ，用第三个脚螺旋调整气泡居中。

4、重复检验与校正步骤直至照准部转至任何方向气泡均居中为止。

7.2.2 圆水准器

• 检验

长水准器检校正确后，若圆水准器气泡亦居中就不必校正。

• 校正

若气泡不居中，用校正针或内六角搬手调整气泡下方的校正螺丝使气泡居中。校正时，应先松开气泡偏移方向对面的校正螺丝（1 或 2 个），然后拧紧偏移方向的其余校正螺丝使气泡居中。气泡居中时，三个校正螺丝的紧固力均应一致。

7.2.3 望远镜分划板

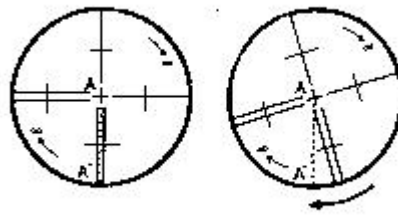
• 检验

1、整平仪器后在望远镜视线上选定一目标点 A，用分划板十字丝中心照准 A 并固定水平和垂直制动手轮。

2、转动望远镜垂直微动手轮，使 A 点移动至视场的边沿（A' 点）。

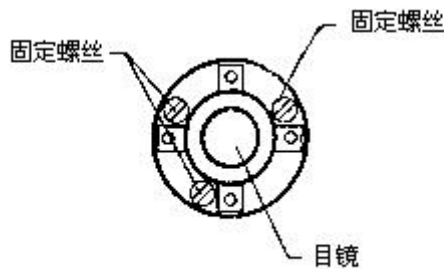
3、若 A 点是沿十字丝的竖丝移动，即 A' 点仍在竖丝之内的，则十字丝不倾斜不必校正。

如图，A' 点偏离竖丝中心，则十字丝倾斜，需对分划板进行校正。



• 校正

- 1、首先取下位于望远镜目镜与调焦手轮之间的分划板座护盖，便看见四个分划板座固定螺丝（见附图）。
- 2、用螺丝刀均匀地旋松该四个固定螺丝，绕视准轴旋转分划板座，使A' 点落在竖丝的位置上。
- 3、均匀地旋紧固定螺丝，再用上述方法检验校正结果。
- 4、将护盖安装回原位



7.2.4 视准轴与横轴的垂直度（2 C）

• 检验

- 1、距离仪器大约 100 米的远处设置目标 A，并使目标垂直角在 $\pm 3^\circ$ 以内。精确整平仪器并打开电源。
- 2、在盘左位置将望远镜照准目标 A，读取水平角。
例：水平角 $L = 10^\circ 13' 10''$
- 3、松开垂直及水平制动手轮中转望远镜，旋转照准部盘右照准同一 A 点。照准前应旋紧水平及垂直制动手轮，并读取水平角。
例：水平角 $R = 190^\circ 13' 40''$
- 4、 $2 C = L - (R \pm 180^\circ) = -30'' \geq \pm 20''$ ，需校正（应先报告老师，征得同意后

才能开始校正)。

• 校正：可以采用电子校正或者光学校正，本次实训建议使用电子校正，

A、电子校正操作方法：参见仪器说明书，按[菜单]键，进入校准功能，按照提示进行。

B、光学校正(非专业维修人员勿用)

1、用水平微动手轮将水平角读数调整到消除C后的正确读数：

$$R + C = 190^{\circ} 13' 40'' - 15'' = 190^{\circ} 13' 25''。$$

2、取下位于望远镜目镜与调焦手轮之间的分划板座护盖，调整分划板上水平左右两个十字丝校正螺丝，先松一侧后紧另一侧的螺丝，移动分划板使十字丝中心照准目标A。

3、重复检验步骤，校正至 $|2C| < 20''$ 符合要求为止。

4、将护盖安装回原位。

注意：校正后需检查光电同轴性。



7.2.5 竖盘指标零点自动补偿

• 检验

1、安置和整平仪器后，使望远镜的指向和仪器中心与任一脚螺旋X的连线相一致，旋紧水平制动手轮。

2、开机后指示竖盘指标归零，旋紧垂直制动手轮，仪器显示当前望远镜指向的竖直角值。

3、朝一个方向慢慢转动脚螺旋X至10mm圆周距左右时，显示的竖直角由相应随着变化到消失出现“b”信息，表示仪器竖轴倾斜已大于4'，超出竖盘补偿器的设计范围。当反向旋转脚螺旋复原时，仪器又复现竖直角，在临界位置可反复试验观其变化，表示竖盘补偿器工作正常。

• 校正

当发现仪器补偿失灵或异常时，应送厂检修。

7.2.6 竖盘指标差(i角)和竖盘指标零点设置

在完成 7.2.3 和 7.2.5 的检校项目后再检验本项目。

• 检验

- 1、安置整平好仪器后开机，将望远镜照准任一清晰目标 A，得竖直角盘左读数 L。
- 2、转动望远镜再照准 A，得竖直角盘右读数 R。
- 3、若竖直角天顶为 0° ，则 $i = (L + R - 360^\circ) / 2$ ，若竖直角水平为 0 。则 $i = (L + R - 180^\circ) / 2$ 或 $(L + R - 540^\circ) / 2$ 。
- 4、若 $|i| \geq 10''$ ，则需对竖盘指标零点重新设置。

• 校正：进入校准功能菜单中的指标差校准菜单，按照仪器使用说明书的要求的步骤进行。

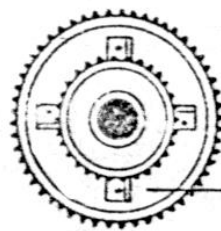
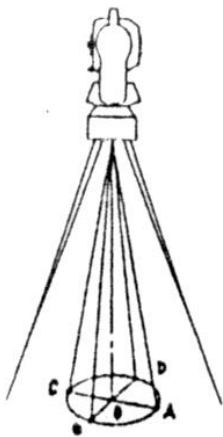
- 1、重复检验步骤，重新测定指标差 (i 角)。若指标差仍不符合要求，则应检查校正 (指标零点设置) 的三个步骤的操作是否有误，目标照准是否准确等，按要求再重新进行设置。
- 2、经反复操作仍不符合要求时，应送厂检修。

● 零点设置过程中所显示的竖直角是没有经过补偿和修正的值，只供设置中参考不能作它用。

7.2.7 光学对中器

• 检验

- 1、将仪器安置到三角架上，在一张白纸上画一个十字交叉并放在仪器正下方的地面上。
- 2、调整好光学对中器的焦距后，移动白纸使十字交叉位于视场中心。
- 3、转动脚螺旋，使对中器的中心标志与十字交叉点重合。
- 4、旋转照准部，每转 90° ，观察对中点的中心标志与十字交叉点的重合度。
- 5、如果照准部旋转时，光学对中器的中心标志一直与十字交叉点重合度不大于 1mm，则不必校正。否则需按下述方法进行校正。



对中器校正螺丝(四个)

• 校正

- 1、将光学对中器目镜与调焦手轮之间的改正螺丝护盖取下。
- 2、固定好十字交叉白纸并在纸上标记出仪器每旋转 90° 时对中器中心标志落点，如图：A、B、C、D 点。
- 3、用直线连接对角点 A C 和 B D，两直线交点为 O。
- 4、用校正针调整对中器的四个校正螺丝，使对中器的中心标志与 O 点重合。
- 5、重复检验步骤 4，检查校正至符合要求。
- 6、将护盖安装回原位。

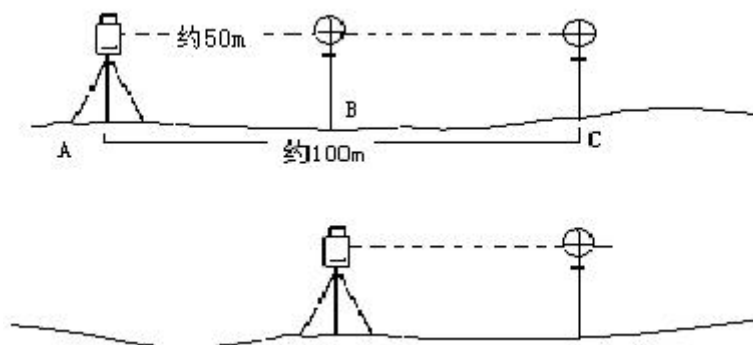
7.2.8 仪器常数 (K)

仪器常数在出厂时进行了检验，并在机内作了修正，使 $K=0$ 。仪器常数很少发生变化，但我们建议此项检验每年进行一至二次。此项检验适合在标准基线上进行，也可以按下述简便的方法进行。

• 检验

- 1、选一平坦场地在 A 点安置并整平仪器，用竖丝仔细在地面标定同一直线上间隔约 50m 的 A、B 点和 B、C 点，并准确对中地安置反射棱镜。
- 2、仪器设置了温度与气压数据后，精确测出 A B、A C 的平距。
- 3、在 B 点安置仪器并准确对中，精确测出 B C 的平距。
- 4、可以得出仪器测距常数： $K = AC - (AB + BC)$ ，

K 应接近等于 0，若 $|K| > 5\text{mm}$ 应送标准基线场进行严格的检验，然后依据检验值进行校正。



• 校正

经严格检验证实仪器常数 K 不接近于 0 已发生变化，用户如果须进行校正，将仪器加常数按综合常数 K 值进行设置，设置方法见仪器使用说明书。

●应使用仪器的竖丝进行定向，严格使 A、B、C 三点在一直线上。B 点地面要有牢

固清晰的对中标记。

● B点棱镜中心与仪器中心是否重合一致，是保证检测精度的重要环节，因此，最好在B点用三角架和两者能通用的基座，如用三爪式棱镜连接器及基座互换时，三角架和基座保持固定不动，仅换棱镜和仪器的基座以上部分，可减少不重合误差。

7.2.9 竖轴倾斜补偿正确性检校

对于具备竖轴倾斜补偿的全站仪，按照仪器使用说明书进行检验校正。通常检校步骤如下。

• 检验

①整平仪器后，将水平角置零，按[菜单]键，在[菜单]屏幕中，按数字键[7]（或用[▼]+[回车]）进入校准功能。

②在校准功能菜单中选择“4、VADJ 设置”。

③显示 X 和 Y 方向上当前改正值，稍后片刻等显示稳定后读取自动补偿倾斜角值 X1 和 Y1。

④旋转照准部 180°，等读数稳定后读取自动补偿倾斜角值 X2 和 Y2。

⑤按下面的公式计算倾斜传感器的零点偏差值：X 方向的偏差= $(X1+X2)/2$ Y 方向的偏差= $(Y1+Y2)/2$

• 校正

如果所计算偏差值都在 $\pm 20''$ 以内则不需校正，按[取消]键退出，否则按下述步骤进行校正。

①在检验第 5 步中按确认键，屏幕显示盘右读数。

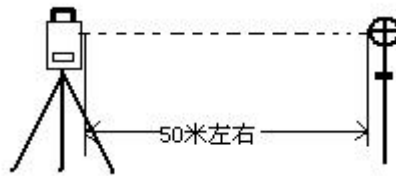
②旋转照准部使 HA#为 $0^{\circ}00'00''$ ，稍等片刻按角度设置键存储 X1 和 Y1 的值。

③屏幕显示出 X 和 Y 方向上的原改正值和新改正值。确认校正改正值是否在校正范围内，如果 X 值和 Y 值均在 400 ± 30 校正范围内，按[确认]键对改正值进行更新并返回到校正菜单进行下一步骤，如果超出上述范围，按[放弃]键退出校正操作，并与仪器销售商进行联系。

④按照检验的 1-5 步骤重新进行检验，如果检查结果在 $\pm 20''$ 之内，则校正完毕，否则要重新进行校正，如果校正 2 到 3 次仍然超限，请与仪器销售商联系。

⑤校正完成，屏幕显示“完成”，并自动返回校准菜单。

7.2.10 视准轴与发射电光轴的平行度



• 检验

- 1、在距仪器 50 米处安置反射棱镜。
- 2、用望远镜十字丝精确照准反射棱镜中心。
- 3、打开电源进入测距模式按[测量 1]（或[测量 2]）作距离测量，左右旋转水平微动手轮，上下旋转垂直微动手轮，进行电照准，通过测距光路畅通信息闪亮的左右和上下的区间，找到测距的发射电光轴的中心。
- 4、检查望远镜十字丝中心与发射电光轴照准中心是否重合，如基本重合即可认为合格。

• 校正

如望远镜十字丝中心与发射电光轴中心偏差很大，则须送专业修理部门校正。

7.2.11 基座脚螺旋

1、仪器基座在照准部旋转时的位移指标：1 秒级仪器不应超过 0.3"，2 秒级仪器不应超过 1"，6 秒级仪器不应超过 1.5"。

2、检验方法参考教材相关部分—————

3、如果脚螺旋出现松动现象，可以调整基座上脚螺旋调整用的 2 个校正螺丝，拧紧螺丝到合适的压紧力度为止。

7.2.12 反射棱镜有关组合件

1 反射棱镜基座连接器

基座连接器上的长水准器和光学对中器是否正确应进行检验，其检校方法见 7.2.1 和 7.2.8 的说明。

2 对中杆垂直

如 7.2.8 中图所示，在 C 点划“+”字，对中杆下尖立于 C，整个检验不要移动，两支脚 e 和 f 分别支于十字线上的 E 和 F，调整 e、f 的长度使对中杆圆水准器气泡居中。在十字线上不远的 A 点安置置平仪器，用十字丝中心照准 C 点脚尖固定水平制动手轮，上仰望远镜使对中杆上部 D 在水平丝附近，指挥对中杆仅伸缩支脚 e，使 D 左右移

动至照准十字丝中心。此时，C、D两点均应在十字丝中心线上。将仪器安置到另一十字线上的B点，用同样的方法。此时，仅伸缩支脚f，令对中杆的D点重合到C点的十字丝中心线上。

经过仪器在A、B两点的校准，对中杆已垂直，若此时杆上的圆水准器的气泡偏离中心，则调整圆水准器下边的三个改正螺丝使气泡居中的说明。

再作一次检校，直至对中杆在两个方向上都垂直且圆气泡亦居中为止。

8. 高程导线选点、埋石 (P5-18-1)

- 8.1 导线网刚作测区的首级控制网，也布设成环形网，且宜联测2个已知方向。
- 8.2 加密网可采用单一附和导线或结点导线网形式。
- 8.3 结点间或结点与已知点间的导线段宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大，网内不同环节上的点也不宜相距过近。
- 8.4 一级附和闭合高程导线长度不超过4KM，平均边长为500米，二级附和闭合高程导线长度不超过2.4KM，平均边长为250米。
- 8.5 当导线平均边长较短时，应控制导线边数不超过相应等级导线长度和平均边长算得的边数；当导线长度小于规定长度的1/3时，导线全长的绝对闭合差不应大于1.3cm。
- 8.6 导线网中结点与结点、结点与高级点之间的导线段长度不应大于相应等级规定长度的0.7倍。
- 8.7 点位应选在土质坚实、稳固可靠、便于保存的地方，视野应相对开阔，便于加密、扩展和寻找。
- 8.8 相邻点之间应通视良好，其视线距障碍物的距离，三、四等不宜小于1.5m；四等以下应保证便于观测，以不受旁折光的影响为原则。
- 8.9 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。
- 8.10 相邻两点之间的视线倾角不宜过大。
- 8.11 充分利用旧有控制点。
- 8.12 导线点的埋石应符合《工程测量规范》附录B的规定。
- 8.13 埋石时应拍摄3组照片，分别在开挖完成后、浇筑标石后、填埋整饰后拍摄。
- 8.14 四等及以上控制点应绘制点之记，其他控制点可视需要而定。本次实训一二级导线点不绘制点之记。

9. 高程导线外业观测 (P5-18-2)

9.1 外业观测前,应对全站仪和反射棱镜有关组合件进行检验,合格后才能开始外业观测。

9.2 水平角观测宜采用方向观测法。并符合下列规定:

1、技术要求

等级	仪器精度	光学测微器二次重合读数差 (″)	半测回归零差 (″)	一测回内 2C 互差 (″)	同一方向各测回较差 (″)
四等	1″ 级仪器	1	6	9	6
及以上	2″ 级仪器	3	8	13	9
一级	1″ 级仪器	-	12	18	12
及以下	2″ 级仪器	-	18	-	24

注:全站仪不受光学测微器二次重合读数差指标的限制;当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 范围时,该方向 2C 互差可以按照相邻测回同方向进行比较。

2、当观测方向不多于 3 个时,可不归零。

3、当观测方向多于 6 个时,可进行分组观测。分组观测应包拆两个共同方向(其中一个为共同零方向)。

4、各测回间应配置度盘。并符合附录 C 的规定。

5、水平角的观测值应取各测回的平均数作为测站成果。

6、三、四等导线的水平角观测,当测站只有两个方向时,应在观测总测回中以奇数测回观测导线前进方向的左角,以偶数测回观测导线前进方向的右角。

9.3 水平角的测站作业,应符合下列规定:

1、仪器和反光镜的对中误差不大于 2mm。

2、水平角观测过程中,气泡偏离中心位置不能超过 1 格。

3、受外界因素(如震动)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。

4、水平角观测误差超限时,应在原度盘位置上重测,并应符合下列规定:

(1) 一测回内 2C 互差或同一方向各测回较差超限时,应重测超限方向,并联测零方向;

(2) 下半测回归差或零方向的 2C 互差超限时,重测该测回;

(3) 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。当重测的测回数超过总测回数的 1/3 时，应重测该站。

9.4 导线边长采用中短程全站仪测距，应对测距仪器及相关气象仪表进行检验。

9.5 导线测距主要技术要求：

等级	仪器精度	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			
三等	5mm 仪器	3	3	≤5	≤7	≤2(a+bxD)
	10mm 仪器	4	4	≤10	≤15	
四等	5mm 仪器	2	2	≤5	≤7	
	10mm 仪器	3	3	≤10	≤15	
一级	10mm 仪器	2	-	≤10	≤15	-
二级	10mm 仪器	1	-	≤10	≤15	-

注：测回是指照准目标一次，读数 2-4 次的过程。

9.6 测距作业时，应符合下列规定：

(1) 对中误差不应大于 2mm；

(2) 观测前，应将全站仪设置为自动进行气象改正，设置好气象改正的相关参数（假定大气状态、红外测距仪波长）。

测距波长 0.832um 及假定大气状态（t=15° C, P=101.3kP）时，短程红外测距仪气象改正公式：

$$\Delta D_n = \left(278.96 - \frac{0.3872P}{1 + 0.003661t} \right) D_{\text{测}}$$

式中： ΔD_n ：气象改正数，mm；

P：测站气压，mmHg；

T：测站温度，° C；

D_测：观测距离，km；

(3) 观测数据超限时，应重测整个测回；当观测数据出现成群时，应分析原因，采取相应措施重新观测。

9.7 电磁波测距三角高程测量，宜在平面控制点基础上布设成三角高程网或高程导线，本次实训建议布设成高程导线。

9.8 电磁波测距三角高程测量的主要技术要求

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)	附和或环形闭合差 (mm)
四等	10	≤1	对向观测	$40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\alpha D}$
五等	15	≤1	对向观测	$60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\alpha D}$

D 为测距边的长度；

四等应起讫于不低于三等水准的高程点上，五等应起讫于不低于四等的高程点上；

路线长度不应超过相应等级水准路线的长度；

9.9 电磁波测距三角高程观测的技术要求应符合下列规定：

(1) 三角高程观测的主要技术要求

等级	垂直角观测				边长测量	
	仪器等级	测回数	指标差较差 (″)	测回较差 (″)	仪器等级	观测次数
四等	2″ 级	3	≤7	≤7	10mm 级	往返各 1
五等	2″ 级	2	≤10	≤10	10mm 级	往 1

(2) 垂直角对向观测，当直 完成后应即刻迁站进行返 观测。

(3) 仪器、目标高度，应在观测前后各量一次并精确至 1mm，取平均值作为最终高度。

9.10 全站仪高程导线外业观测手簿格式如下：

高程导线观测手簿

等级： 仪器： 日期： 天气：

测站： 0 观测者： 记录者： 成像： 仪高：

测 回	照	盘	盘	2C	方 向 值	角 度 值	平 均 角 度	镜 高 V	斜 距 左	斜 距 右	竖	竖	2X	竖	平 均 竖 角
	准 方 向	左 L	右 R								盘 L	盘 R		角 值	
1	A	1	9					11	2	10	3				
	B	4	7					12	5	8	6				
	C														
	D														
	A														
2	A														
	B														
	C														
	D														
	A														
3	A														
	B														
	C														
	D														
	A														
4	A														
	B														
	C														
	D														
	A														

9.15 三角高程高差计算：对照高程导线外业观测数据记录表，计算和填写三角高程高差计算表。

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-三角高程高差计算表.XLS](#)

三角高程高差计算表

路线名称： 组号： 计算者： 校核者：

起点	止点	觇法	垂直角	平距	i	v	f	h	△h	△h 限	h 中
1	2	直觇						H12			
		反觇						H21			
		直觇									
		反觇									
		直觇									
		反觇									
		直觇									
		反觇									
		直觇									
		反觇									

9.16 用 CASS 绘制高程导线路线图，标明点号、角度观测值、距离观测值等基本信息；

电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开高程导线路线图.DWG](#)

10. 平面控制测量概算 (P5-19-1)

在进行平差计算前，需要先进行控制测量概算，将地面方向观测值、地面距离观测值分别归算到高斯投影平面上，一般分二个步骤进行，首先归算到参考椭球面上的大地线上，再归算到高斯投影平面上。

10.1 归心改正计算：当观测值中含有偏心测量成果时，应首先进行归心改正计算。

10.2 地面观测方向值归算至椭球面（三差改正）

在一般情况下，一等三角测量应加三差改正，二等应加垂线偏差改正和标高差改正，三四等可不加三差改正，但是，当 $x^2, h^2 > 10^2$ 或 $H > 2000\text{m}$ 时，则应分别考虑垂线偏差改正和标高差改正。

三差改正	主要关系量	是否加改正		
		一等	二等	三、四等
垂线偏差改正		加	加	酌情
标高差改正				
截面差改正			不加	

(1) 垂线偏差改正:

地面上所有方向观测值都是以垂线为依据的,而在椭球面上则要求以该点的法线为依据,把以垂线为依据的地面观测的水平方向值归算到以法线为依据的方向值所施加的改正定义为垂线偏差改正。

$$d_m^2 = -(x^2 \sin A_m - h^2 \cos A_m) \tan a_1$$

式中: x^2 , h^2 : 测站点上垂线偏差的子午分量和卯酉分量;

A_m : 测站点至照准点的大地方位角;

a_1 : 测站点至照准点的垂直角;

(2) 标高差改正:

由照准点高度而引起的改正,主要是由测站点和照准点法线一般不在同一平面内引起的。

$$d_h^2 = \frac{e^2}{2} H_2 (1)_2 \cos^2 B_2 \sin 2A_1$$

式中: B_2 : 照准点大地纬度;

A_1 : 测站点至照准点的大地方位角;

H_2 : 照准点的大地高+站标高;

$$(1)_2 = r^2 / M_2$$

$$M_2 = \frac{a(1-e^2)}{\left(\sqrt{1-e^2 \sin^2 B_2}\right)^3} \quad \text{: 照准点纬度相应的子午圈半径}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

(3) 截面差改正:

经过前面二项改正, 已将地面观测值得水平方向改正到相应椭球面上法截线方向, 这时还需要将法截线方向换算到大地线方向。这项改正就叫截面差改正。

$$d_g^2 = -\frac{e^2}{12r^2} S^2 (2)_1^2 \cos^2 B_1 \sin 2A_1$$

式中: B_1 : 测站点大地纬度;

A_1 : 测站点至照准点的大地方位角;

S : 测站点至照准点的大地线长度;

$$(2)_1 = r^2 / N_1$$

$$N_1 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_1}} \quad \text{: 测站点纬度相应的卯酉圈半径}$$

本次实训, 由于主要采用四等以下导线, 所以不需要进行三差改正。

10.3 地面电磁波测距距离归算至椭球面

$$S = D - \frac{1}{2} \frac{\Delta h^2}{D} - D \frac{H_m}{R_A} + \frac{D^3}{24R_A^2}$$

$$S = \sqrt{D^2 - \Delta h^2} \left(1 - \frac{H_m}{R_A}\right) + \frac{D^3}{24R_A^2}$$

式中: D : 斜距;

$\Delta h = H_2 - H_1$: 大地高差;

$$H_m = (H_2 + H_1) / 2;$$

$$R_A = \frac{N}{1 + e^2 \cos^2 B_1 \cos^2 A_1}$$

10.4 椭球面大地线方向值归算至高斯平面直线方向 (方向改化)

10.5 椭球面大地线长度归算至高斯平面直线长度 (距离改化)

10.6 在平差计算软件中, 一般根据需要可以进行三差改正与距离改正、方向改化和距离改化计算。

11. 高程导线平差计算 (P5-19-2)

- 11.1 安装平差计算软件
- 11.2 启动平差计算软件
- 11.3 建立高程导线平差工程文件。

电子文件: [班级简称-组号-项目代码-高程导线平差工程文件.TXT](#)

- 11.4 对照高程导线外业观测数据记录表和三角高程高差计算表输入平差原始数据。
- 11.5 设置平差参数和概算参数
- 11.6 平差计算, 输出平差报告。

电子文件: [班级简称-组号-项目代码-高程导线平差报告.DOC](#)

- 11.7 编制高程导线成果一览表

电子文件: [班级简称-组号-项目代码-高程导线测量成果一览表.XLS](#)

12. 加密控制测量技术总结

- 12.1 技术总结是在加密测量任务完成后, 对技术设计书和技术标准执行情况、技术方案、作业方法、技术应用、完成质量和主要问题的处理等进行分析总结。
- 12.2 各组按照 CH/T 1001 编写技术总结, 并由小组技术重量负责人和组长审核签名后上交。电子文件: [班级简称-组号-项目代码-星开加密控制测量技术总结.DOC](#)
- 12.3 小组成员在项目结束后撰写项目实训报告, 总结自己在实训过程中心得和体会。

13. 首级水准控制网测量成果检查验收和质量评定

- 13.1 加密控制测量工作完成后, 由教师指导, 项目经理组织按 CH1002 的要求进行检查验收并编写检查验收报告。电子文件: [班级简称-组号-项目代码-星开加密控制测量检查验收报告.DOC](#)
- 13.2 加密测量成果在检查验收后, 由项目经理组织, 教师指导, 应该按照 CH1003 的要求进行质量评定。

14. 进行项目学习评价与考核。

- 14.1 考核方案按照《课程标准》执行(参见本指导书第七部分), 考核分为教师考核和小组考核, 分别由教师和小组组长组织评定。
- 14.2 组内考核: 组长组织小组, 按照本课程考核方案组织对本组成员的进行考核。要求公开考核方案, 考勤表和每个成员完成的工作任务及质量。填写出勤记录表、学生-项目职业素质与专业技能记分表。出勤记录表的文件名: [班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC](#), 学生-项目职业素质与专业技能记分表文件名: [班](#)

级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS，并打印一份交小组组员签名。小组成员对小组考核结果有异议的，应及时向组长书面提交异议及相关材料，由指导教师仲裁。汇总项目资料。

14.3 教师负责对各组完成项目的情况进行项目考核，考核标准参见按照《课程标准》执行，并将项目考核结果记入《教师-卫星定位与现代控制测量-课程项目专业技能记分表》。

14.4 教师在《卫星定位与现代控制测量-成绩汇总表》上汇总项目考核成绩和小组考核成绩，最终确定每位学生在该项目上的成绩。

14.5 教师有权对小组考核不合理的部分作出调整，但需要对小组成员说明调整原因。

15. 项目资料汇总要求：

电子资料目录如下，各组必须严格按照本资料整理目录要求及文件命名规则执行：

测 1301-卫星定位与现代控制测量-C5

班级简称-组号-项目代码-出勤记录表.DOC，

班级简称-组号-学生用项目职业素质与专业技能记分表.XLS

班级简称-组号-项目代码-星开加密控制网项目任务安排一览表.DOC

班级简称-组号-项目代码-作业小组工作计划.DOC

班级简称-组号-项目代码-加密 GPS 网点选点图.DWG

班级简称-组号-项目代码-星历预报资料.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开加密 GPS 外业作业计划表.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开加密 GPS 外业作业规范.DOC

加密 GPS 外业观测数据

加密 GPS 点之记&环视图

首级 GPS 测量手簿

加密 GPS 数据文件

加密 GPS 工程文件夹

班级简称-组号-项目代码-星开高程导线路线图.DWG

班级简称-组号-项目代码-高程导线测量仪器检校报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-高程导线外业原始观测数据记录表.DOC

班级简称-组号-项目代码-导线外业观测数据汇总一览表.XLS

班级简称-组号-项目代码-三角高程高差计算表.XLS

班级简称-组号-项目代码-高程导线平差工程文件.TXT

班级简称-组号-项目代码-高程导线平差报告.DOC

班级简称-组号-项目代码-高程导线测量成果一览表.XLS

班级简称-组号-项目代码-星开加密控制测量技术总结.DOC

班级简称-组号-项目代码-星开加密控制测量检查验收报告.DOC

C6-RTK 动态图根测量

一、C6-项目任务书

以作业组为单位，按照《星开区域城市控制网技术设计书》的要求，进行 GPS-RTK 图根测量，整理图根点测量资料。

二、C6-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 C6：RTK 动态图根测量		0.5W
学习目标：	<p>职业能力目标：</p> <p>A5-16：RTK 数据采集与处理能力</p> <p>知识体系目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握 GPS 动态测量基本原理与方法 2. 了解 GPS 导航原理与方法 <p>职业素质目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德； 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神； 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力； 4. 培养学生具有良好的计划组织能力； 5. 培养学生具有沟通与交流能力； 6. 培养学生解决问题的能力； 7. 培养学生的质量意识、安全意识； 	
项目任务：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据《星开控制网技术设计书》的要求，用 RTK 测量图根点坐标、高程（精度和密度满足 1:500 测图要求） 2. 图根点成果整理资料、检查验收 	
教学组织：	分组教学，以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名，质量技术员一名。	
教学材料：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务书与项目指导书 2. 《星开控制网技术设计书》 3. 水渡河地区国家和城市控制网已知成果及其基本地形图 4. 《RTK 测量规范》 	
使用工具：	1. GPS 动态接收机（电台模式、CORSE 模式）	
提交成果：	1. 图根点展点图	

	2. 图根点成果一览表（含已知点）			
教师要求:	具备教师资格证、具备双师素质，有丰富的 RTK 测量知识与实践经验。			
学生准备:	掌握测绘基础知识。具备地图识图、图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。初步掌握 GPS 静态控制测量的基本知识，具备 GPS 静态控制测量的实践技能。			
教学步骤与教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	1. 教师下发项目任务书与学习引导文 2. 讲解 K5-36 至 K5-39, K5-41（结合任务书和引导文与相关规范）	K5-29: GPS 动态 RTK 测量技术 K5-30: GPS 导航技术应用 RTK 测量视频教学材料	讲授法 演示法	3D
计划	3. 制定工作计划, 教师讲解本项目要点与注意事项	工作任务分工与进度控制	小组讨论	
实施	4. 图根點選点、埋桩 5. RTK 动态测量外业	P5-20: RTK 图根控制测量 主要设备: GPS 动态接收机 职业环境: 测区现场	小组实训	
检查	8. 图根点资料整理, 交流讨论、提交成果		交流讨论	

四、C6-学习指南

1. 课前应该准备的其它资料

《星开控制网技术设计书》

水渡河地区基本地形图

水渡河地区国家和城市控制网已知成果一览表

《RTK 测量规范》

《工程测量规范》

RTK 测量教学视频

2. 复习与预习

本项目开始前，应提前一周预习教材或参考教材 RTK 动态测量技术、网络 RTK（CORES）测量系统、GPS 导航技术相关部分。预习时应该记录存在疑问的问题，和同组同学讨论，存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

4. RTK 测量基本理论与规范（大约 4 课时）

4.1 主要由老师讲解 RTK 测量的基本理论。

4.2 RTK 主要用途

4.3 RTK 测量规范介绍

5. RTK 认识实训（大约 2 课时）

5.1 观看 RTK 测量教学视频。

5.2 认识 RTK

5.3 RTK 示范演示教学

6. 项目任务布置与交底，RTK 作业区划分，各组制定各组工作计划（大约 2 课时）

6.1 教师介绍 C6 项目

6.2 教师讲解学习要求、工作纪律、考核方法

6.3 项目经理划分作业区,分配仪器

6.4 小组讨论，提交各组工作计划，WORD 电子文件：[班级简称-组号-项目代码-工作计划与要求.DOC](#)(例如：C1301-2-C6-工作计划与要求.DOC)

6.5 教师审核批准。

7. RTK 图根控制测量(P5-20:大约 2D)

7.1 了解各组 RTK 作业区

7.2 RTK 图根控制测量的主要技术要求参见《RTK 测量规范》和《工程测量规范》5.2 图根控制测量部分

7.3 埋石图根點選点，编号（图上作业，现场作业均可），参见《工程测量规范》5.2 图根控制测量部分。解析埋石图根点数量要求每幅 1：500 图不少于 2 个。

7.4 图根点埋石，拍摄照片，埋石要求参见《工程测量规范》

7.5 RTK 测量方式可以采用基站方式，也可以采用网络 CORSE 方式。

7.6 已知坐标参考点选择一般不少于 3 个点

7.7 每天开测前应对点，收工时应复测部分已知坐标参考点。

7.8 每个图根点应独立测量 2 次，采用固定解，二次测量坐标较差不大于图上

0.1MM(1:500 图为 5CM), 高程较差不大于基本等高距的 1/10(1:500 图, 平原地区为 5CM)

7.9 实地 RTK 测量

8. RTK 图根点测量资料整理

8.1 从手簿下载图根测量成果, 整理成 WORD 电子文件: [班级简称-组号-项目代码-图根点 RTK 测量成果一览表.DOC](#)

8.2 检查提交 RTK 测量成果

C7-星开城市控制网技术总结、成果检查与验收

一、C7-项目任务书

编写《星开控制网技术总结书》；根据《星开城市区域控制网技术设计书》和测绘工程合同要求、测绘成果检查验收的有关规定，收集汇总星开城市控制网成果资料；整理成果资料，检查验收星开控制网工程项目。

二、C7-学习要求、学习过程与进度安排一览

学习情境 CASE7：星开城市控制网技术总结、成果检查与验收		20 学时
学习目标：	<p>职业能力目标：</p> <p>A5-17：控制网测绘质量检查与验收能力</p> <p>A5-18：控制网技术总结报告编写能力</p> <p>知识体系目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握测绘技术总结编写方法 2. 了解测绘成果检查验收的基本要求与方法 <p>职业素质目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培养学生具有良好的职业道德； 2. 培养学生爱岗敬业与吃苦耐劳的精神； 3. 培养学生具有团队协作及妥善处理人际关系的能力； 4. 培养学生具有良好的计划组织能力； 5. 培养学生具有沟通与交流能力； 6. 培养学生解决问题的能力； 7. 培养学生的质量意识、安全意识； 	
项目任务：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 收集汇总控制网成果资料 2. 编写《星开控制网技术总结书》 3. 整理成果资料，检查验收星开控制网工程项目 	
教学组织：	分组教学，以 4-6 人一组为宜。每组设组长一名，质量技术员一名。	
教学材料：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目任务书与项目指导书 2. 《星开控制网技术设计书》 3. 《测绘技术总结规定》 4. 测绘项目检查验收要求 	

使用工具:	1. 精密全站仪 2. 精密水准仪 3. GPS 静态接收机 4. RTK 5. 计算机、互联网 6. OFFICER 软件			
提交成果:	1. 《星开控制网技术总结书》 2. 检查验收报告 3. 项目成果资料			
教师要求:	具备教师资格证、具备双师素质, 有丰富的测绘项目管理经验。			
学生准备:	掌握测绘基础知识。具备地图识图、图根控制测量和大比例尺地形图测绘能力。具备控制测量的基本知识和实践经验。			
教学步骤与教学过程		主要教学内容	教学方法	课时
资讯	1. 教师下发项目任务书与学习引导文 2. 讲解 K5-44 至 K5-45 (结合任务书和引导文与相关规范)	K5-44: 测绘技术总结规定 K5-45: 测绘成果检查验收要求	讲授法	4
计划	3. 制定工作计划, 教师讲解本项目要点与注意事项	工作任务分工与进度控制	小组讨论	
实施	4. 收集项目资料 5. 项目组自检 6. 编写技术总结书 7. 项目组互检 8. 教师抽查验收	P5-21: 星开区域城市控制网技术总结书编制 主要设备: 计算机、办公软件、测绘技术总结规定、测绘技术设计书。 职业环境: 室内机房。 P5-22: 星开区域城市控制网成果检查与验收 主要设备: 技术设计书及相关规范、技术总结报告、外业观测数据记录、内业	小组实训	12

		计算资料、计算机、全站仪、静态接收机、RTK、全站仪。 职业环境：室内机房、野外现场（星开区域）。		
检查	8. 提交项目成果，交流讨论		交流讨论	4

五、C7-学习指导书

1. 课前应该准备的其它资料

- C1-C6 项目成果资料
- 《测绘技术设计规定》
- 《测绘技术总结规定》
- 测绘成果检查验收要求

2. 复习与预习

本项目开始前，应提前一周查阅《测绘技术总结规定》和测绘成果检查验收要求。

复习和预习时应该书面记录存在疑问的问题，和同组同学讨论，存在争议的或不太清晰的问题应该准备在课堂上或课后向老师提出。

3. 项目开始前应掌握的基本知识要点(预习或复习获取、教师在项目开始前重点强调)

- 3.1 测绘技术总结的目的。
- 3.2 测绘技术总结的类型、特点。
- 3.3 技术总结应遵循的原则。
- 3.4 技术总结的内容。
- 3.5 我国测绘成果检查验收制度与主要要求

4. 项目任务布置、技术设计要点讲解、沟通指导（4 课时）

- 4.1 教师布置项目任务
- 4.2 教师介绍技术总结要点讲解
- 4.3 教师介绍星开控制网工程检查验收的程序与主要方法
- 4.4 教师和学生交流沟通

5. 星开区域城市控制网技术总结书编制（P5-21：6 课时）

- 5.1 汇总 C1、C2、C3、C4、C5、C6 成果资料

5.2 每组编写《星开区域城市控制网技术总结书》，格式与内容要求参见《测绘技术总结规定》，组长进行提纲编写及工作任务分工

5.3 组长和技术质量员汇总修改

5.4 全组讨论定稿

5.5 提交电子文件：[班级简称-组号-项目代码-星开区域城市控制网技术总结书.DOC](#)

6. 星开区域城市控制网成果检查与验收（P5-21：6 课时）

6.1 在教师指导下，项目经理和组长制定星开区域城市控制网成果检查与验收标准

6.2 项目组交换内业相互检查

6.3 项目组交换外业抽查

6.4 提交验收报告

7. 提交项目成果，交流讨论

7.1 教师布置项目任务

7.2 学生展示项目成果，各组 ppt 介绍

7.3 讨论交流项目得失。

7.4 教师总结