

“测量学基础”在城市地下空间工程专业 教学研究与探索

郭立男, 孙文彬, 阎跃观

中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083

摘 要 : 城市地下空间的开发日益成为城市规划和发展的的重要组成部分。测量学作为获取空间数据的关键技术, 在城市地下空间工程专业中扮演着重要角色。本文针对当前教学中存在的理论与专业脱节、教学内容滞后、实践教学受限的问题提出新的思路和建议, 为提升城市地下空间工程专业的教育质量提供参考。

关 键 词 : 测量学; 城市地下空间工程; 本科教学

The Teaching Research and Exploration of "Fundamentals of Surveying" in Urban Underground Space Engineering Major

Guo Linan, Sun Wenbin, Yan Yueguan

School of Earth Science and Surveying Engineering, China University of Mining & Technology(Beijing), Beijing 100083

Abstract : The utilization of urban underground space is becoming an important component of urban planning and development. Surveying, as a technology for obtaining spatial data, plays a crucial role in major Urban Underground Space Engineering. This paper puts forward new ideas and suggestions to solve the problems of disconnection between theory and specialty, lagging teaching content and limited practical teaching in the current teaching, so as to provide reference for improving the education quality of urban underground space engineering.

Keywords : surveying; urban underground space engineering; undergraduate teaching

一、课程简介与特点

随着我国城市建筑用地日益紧张,“十四五”规划提出推行功能复合、立体开发、公交导向的集约紧凑型发展模式,统筹地上地下空间利用^[1]。钱七虎院士也曾说“21世纪是隧道及地下空间的世纪”,因此城市地下空间工程(以下简称“城工”)专业人才需求巨大。目前全国约80余所高校开设了城工专业,相对于土木工程等传统工程类专业,城工专业开设时间较晚,是理论和实践结合较强的专业^[2-4],也是一个多学科(工程科学、自然科学以及人文科学等)交叉融合的专业。其中测量学在规划、设计、施工和运营管理各个阶段均发挥重要作用,因此中国矿业大学(北京)将“测量学基础”设置为城工专业的学科基础必修课。

测量学的任务随着计算机等科学的快速发展由传统测量和制图逐渐到为自然资源监测、智慧城市建设、智能交通、国防建设和生态保护等行业提供服务^[5]。测量学是测绘、地质、采矿、地理、矿山、农林、资源、土木等众多专业本科生的必修课^[6-7]。测量学基础课程包括测量基础知识、角度测量、高程测量、距离测量、误差分析与精度评定、小区域控制测量、地形图及其成图方法以及地理空间信息分析与应用这几大核心内容^[8]。测绘科学要求学生具备良好的数理知识以掌握测量学的理论知识,同时还需掌握常用仪器操作并完成控制测量的设计、测绘以及成图工作;此外随着仪器和计算机的发展,测量学与多学科交叉融合,故对于新技术的融入在教学中也十分重要。对于城工等非测绘类专业的测量学教学,存在学生重视度不高、与其专业结合有限以及实践时间较短等问题。因此

有针对性地为非测绘类专业学生设置教学内容以及培养学生理论与实践结合的综合能力尤为重要。本文针对我校城工专业的《测量学基础》课程,思考并探讨教学中存在的问题和相应改革措施,以满足城市地下空间可持续发展后备人才培养的需求。

二、存在的问题

(一) 教学内容存在问题

测量学的教学内容更新较慢。现有教材仍以传统测量为主,对仪器的介绍停留在水准仪、经纬仪、钢尺测量等,难以紧跟现今测绘科学的发展^[9]。现如今无人机测绘、激光雷达、GNSS测量技术快速发展,而教材缺少这些内容的更新,不利于学生了解最新的技术发展。现有测量学教材及教学内容以普通测量学为基础,涉及一定的测设、建筑施工测量、管线测量知识。这对于城工专业而言专业性不强,井下测量、隧道测量、巷道测量知识有限。此外,在“测量学基础”的实践环节,主要要求学生围绕平面控制测量和高程控制测量完成仪器操作与测量工作,同样面临专业针对性的问题。城工专业除普通测量,还应掌握井下高程测量、井下导线测量和陀螺经纬仪等有关仪器的操作。因此如何针对相关专业对课程内容的侧重点进行调整也是教学中需要探讨的问题。

(二) 教学方法存在问题

测量学课程需要学生具备数学基础和逻辑思维,而现在测量学理论教学仍以填鸭式、灌输式教学为主,不利于学生独立思考的培养和知识的巩固,因此提高学生兴趣引导其自主学习至

关重要；教学手段仍以老师讲解结合 PPT 的方式为主，但该课程需要学生能够理解其中原理从而解决工作中遇到的实际问题；课程中涉及的基本概念、基本操作、仪器构造等专业术语多且杂，传统 PPT 与板书结合的授课方式难以使学生理解其含义影响教学质量。此外，实践教学主要是水准仪和全站仪的操作，一般采用分组测量最终提交报告的方式。这样存在部分学生应付任务、抄袭报告的情况；且笔者所在学校对非测绘专业的测量学实践教学通常为课余时间两周的校园测量，使得学生与教师难以集中练习，因而无法确保每位学生掌握仪器操作和内业处理。

（三）现场教学难以开展

测量学现场实践教学十分重要，但受课时限制学生实践操作时长有限。因而需要通过改进教学方式提高学生综合能力。针对城工专业，应掌握井下测量、隧道测量等地下工程测量有关的知识和技能。然而出于安全考虑，实际如矿山、隧道等地下工程一线通常不允许师生参观和实践^[10]，使得学生无法了解实地工作场景，因此对地下工程测量中的实际问题缺乏直观感受，特殊环境下的测绘技能未得到应有的锻炼，严重影响教学效果，更不利于学生未来的职业发展。

以上问题导致城工专业的测量学理论和实践教学质量受到影响，为使更好地学习测量学课程并将知识应用到实际工作中，需要教师对教学方法进行新的思考与改进。

三、教学探索

（一）教学内容更新

测量学是一门涉及空间数据获取、处理和分析的科学，教学内容应随着技术的发展不断更新。首先将最新测量技术，如无人机摄影测量、激光雷达、卫星遥感等纳入课程内容，使学生在掌握基础技能的同时了解最新的前沿知识。课程中应介绍当前行业广泛使用的软件工具，如 AutoCAD、ArcGIS 等，为将来工作打下基础。对于非测绘类专业学生应根据其专业特点调整教学内容、增加有关案例，让学生深刻理解测量学在专业中的作用和真实场景，并通过学科间的交叉提高创新能力。地下施工中因资料不全或不准确导致的事故时有发生^[11]，而测绘在其中发挥着重要作用。如成都市勘测院近年在地下空间测绘方面取得了重要进展，包括管线探测、地下建（构）筑物竣工测绘、地铁站点及轨道盾构区间第三方检测及竣工测绘等^[12]。这些案例均可加入城工专业的测量学教学中，提升学生的学习兴趣 and 使命感。

（二）教学手段优化

测量学作为应用型课程，授课中应多使用视频或模拟软件等工具解释复杂概念和仪器操作过程，使学生对仪器操作有直观感受。测量学中涉及的公式推导内容通常较为枯燥，学生易产生畏难情绪，授课中应使用一些交互软件或 Excel 等进行测量数据处理，使学生在实践中掌握原理。在教学中应注重启发式、引导式教学以培养学生独立思考能力，并根据教学内容选择小组讨论、翻转课堂等不同方式开展教学活动激发创新潜能。案例式教学在测量学教学中效果突出，有助于学生了解测量学在本专业的应

用，提高解决实际问题的能力。总之在教学中要灵活运用多元混合的教学方式，引导学生理解测量学知识点。

（三）实践教学改进

新工科背景下理论教学应注重与实践的融合^[13]，因此应加强实践基地的建设，对实验设备更新换代并定期维护。针对部分学生应付测量实践可增加实地考核（如：规定时间内对未知点进行坐标正算）并进行现场评分，以此保障每个学生掌握仪器的操作。此外，建立虚拟仿真平台等方式逐渐应用到高校教学中^[14-15]。新兴的虚拟现实技术运用到教学中使学生能身临其境地下工程的测量场景，在虚拟场景中熟悉工作环境、设计实验。这些方法对于初学者能够减少贵重设备的损失、降低地下大规模现场实习的安全风险并突破实习的时空限制，利用本科生对新鲜事物的较强好奇心，提高其学习热情。

四、结语

本文以新工科背景下城工专业的测量学课程为例，分析测量学授课中存在的问题并提出相应改进思路，即在教学内容上对新知识及专业性强的知识与案例及时更新，在教学手段上注重使用启发式、案例式等多元化的教学方式提高学生学习热情，在实践教学方面加强实地考核并充分利用虚拟仿真与虚拟现实技术提高实践教学质量。希望为非测绘类专业的测量学教学改革提供一些新的参考。

参考文献

- [1] 新华社. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL]. (2021-03-13) [2023-10-12]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [2] 殷勇. 产教融合背景下应用型高校城市地下空间工程专业实践教学探究 [J]. 江苏科技信息, 2023, 40(36): 60-62.
- [3] 胡达, 梁小强, 刘敏, 等. 湖南城市学院城市地下空间工程专业人才培养方案的构建 [J]. 智库时代, 2019, (49): 163-164.
- [4] 李康宁, 蒋金豹, 孙灏. “测量学”的教学方法探索与实践——以本科地球物理专业为例 [J]. 科技风, 2024, (18): 68-70. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202418023.
- [5] 杜守航. 新工科建设下测量学教学改革研究 [J]. 科技风, 2023, (14): 102-104. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202314034.
- [6] 王阿昊, 袁德宝, 阎跃观, 等. 测量学基础课程的体验式教学研究与探索 [J]. 科技风, 2023, (07): 89-91. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202307029.
- [7] 郭伟, 崔希民, 李晶, 等. 非测绘类专业“测量学”课程教学改革探讨——以林学与园林专业为例 [J]. 现代园艺, 2021, 44(24): 201-202.
- [8] 崔希民. 测量学教程 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [9] 阎跃观, 刘步方, 李军, 等. 非测绘专业《测量学基础》课程的教学改革探讨 [J]. 北京测绘, 2018, 32(05): 626-628. DOI: 10.19580/j.cnki.1007-3000.2018.05.029.
- [10] 马福义, 赛世卿, 祁向前. 模拟井下环境进行测量教学方法探讨 [J]. 矿山测量, 2015, (06): 100-102+6.
- [11] 谭永杰, 郭明强, 王鹏, 等. “透明”地下空间构建技术与应用 [J]. 测绘科学, 2022, 47(08): 18-24+35. DOI: 10.16251/j.cnki.1009-2307.2022.08.003.
- [12] 索晴. 绘制城市地下“生命线”, 助力地下空间科学管理——访成都市勘察测绘研究院院长李东兴 [J]. 中国测绘, 2022, (09): 42-45.
- [13] 邓念武, 金银龙, 刘玉新, 等. 新工科背景下的“测量学”教学改革研究 [J]. 教育教育论坛, 2021, (05): 53-56.
- [14] 周志富. 虚拟仿真技术在“地下工程测量”实验教学中的应用研究 [J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(10): 233-235+238.
- [15] 蒋金豹, 孙文彬, 袁德宝. 大地测量学基础课程虚拟教学需求与探索 [J]. 高教学刊, 2023, 9(05): 29-32. DOI: 10.19980/j.CN23-1593/G4.2023.05.006.