

以培育大国测绘工匠为目的的工程测量学课程框架建立



王新鹏^{1,*}, 董敏¹, 汪泓¹, 张腾旭², 韩亚坤³, 张婧⁴, 过家春⁵

¹ 贵州大学矿业学院, 贵州贵阳 550025

² 桂林理工大学测绘地理信息学院, 广西桂林 541004

³ 成都理工大学地球与行星科学学院, 四川成都 610059

⁴ 凯里学院建筑工程学院, 贵州凯里 556011

⁵ 安徽建筑大学土木工程学院, 安徽合肥 230601

摘要: 本文旨在探讨培育大国测绘工匠的有效途径及其深层目的, 并聚焦于西南地区复杂地理环境下的工程测量实践需求。研究基于西南地区测绘工程专业《工程测量学》课程的理论教学与实训体系, 系统整合该区域典型山区地形、气候条件及工程施工特点, 构建适应西部重大基础设施建设需求的课程知识框架与拓展路径。研究方法包括课程内容优化设计、典型案例驱动教学、控制网精度模拟分析及现场放样误差比对等, 着重以控制网优化设计、施工控制网布设策略, 以及大型工程核心特征点高精度放样技术为实例, 进行理论推导与实测试验相结合的综合性教学实验。研究结论表明: 通过强化测量基准设计、误差分配与抗差估计、虚拟仿真工程放样等关键环节的系统训练, 能够显著提升学生应对复杂地形、长距离贯通、高精度施工放样等工程难题的实践能力; 同时, 该课程框架的拓展有助于培养学生系统性思维、工程风险预判意识和自主创新解决能力, 从而为西部大开发中铁路、公路、水利等重大工程输送具备扎实理论功底与现场应变素养的高素质测量人才。本文的研究成果对于新工科背景下测绘工程专业教学改革及大国工匠精神培育具有参考价值 and 现实指导意义。

关键词: 大国测绘工匠; 课程框架; 工程测量学; 控制网优化设计; 实践教学

DOI: 10.57237/j.jest.2026.02.001

The Framework Establishing of Engineering Surveying Courses with the Aim of Cultivating Great Surveying Craftsmen for the Country

Wang Xinpeng¹, Dong Min¹, Wang Hong¹, Zhang Tengxu², Han Yakun³, Zhang Jing⁴, Guo Jiachun⁵

¹ College of Mining, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China

² College of Geomatics and Geoinformation, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China

³ College of Earth and Planetary Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059, China

基金项目: 贵州大学 2024 年教改项目虚实并重、理论与实践相结合的大国测绘工匠培育途径探索 (No. XJG2024050);
省级本科教学内容和课程体系改革项目《遥感原理与应用》课程思政示范课程 (No. 2023032)

*通信作者: 王新鹏, wang3985774@163.com

收稿日期: 2026-05-30; 接受日期: 2026-06-22; 在线出版日期: 2026-08-31

<http://www.energyscitech.org>

⁴Kaili College of Architecture and Engineering, Kaili 556011, China

⁵College of Civil Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China

Abstract: This paper aims to explore effective approaches and underlying objectives for cultivating large-country surveying craftsmen, with a particular focus on the practical demands of engineering surveying in the complex geographic environments of Southwest China. The study is grounded in the theoretical teaching and practical training system of the Engineering Surveying course for surveying engineering majors in Southwest China. By systematically integrating the typical mountainous terrain, climatic conditions, and construction characteristics of the region, the research constructs a course knowledge framework and expansion pathways tailored to the needs of major infrastructure development in western China. The research methods include curriculum content optimization, typical case-driven teaching, control network accuracy simulation analysis, and on-site setting-out error comparison. Specifically, the study employs comprehensive teaching experiments that combine theoretical derivation with field verification, using examples such as the joint optimization design of tunnel inside-and-outside horizontal and vertical control networks, the layout strategies of construction control networks for extra-long-span bridges, and high-precision setting-out techniques for key characteristic points of large-scale projects. The research conclusions indicate that: through systematic training in key aspects such as survey datum design, error allocation and robust estimation, and virtual simulation of engineering setting-out, students' practical abilities to tackle challenging engineering problems—including complex terrain, long-distance tunnel breakthrough, and high-precision construction layout—can be significantly enhanced. Meanwhile, the expansion of this course framework helps cultivate students' systematic thinking, engineering risk prediction awareness, and independent innovation capabilities, thereby providing major western development projects (railways, highways, water conservancy, etc.) with high-quality surveying professionals who possess solid theoretical foundations and on-site adaptability. The findings of this paper offer reference value and practical guiding significance for the teaching reform of surveying engineering majors and the cultivation of large-country craftsmanship spirit under the context of emerging engineering education.

Keywords: Great Nation Surveying Artisans; Curriculum Framework; Engineering Surveying; Control Network Optimization Design; Practical Teaching

1 引言

党的十八大以来,中国推动建造了一大批世界第一、中国之超级工程和“大国重器”,托举起亿万人民迈向美好生活的中国梦,驱动中国巨轮信心满怀驶向中华民族伟大复兴的胜利彼岸[1]。特别是中国已成为世界上隧道、桥梁工程建设规模最大、数量最多和技术难度最高的国家[2]。特别是中国已成为世界上隧道、桥梁工程建设规模最大、数量最多和技术难度最高的国家。中国已投入运营的高速铁路总长超过4.8万km,共建成高速铁路隧道4 917座,总长8 279 km,其中,长度大于10 km的特长隧道120座,长约1 536 km;2024年新增运营有隧道工程项目的高速铁路共12条,总长1 981 km,共有隧道356座,长约544 km;在建高速铁路共58条,总长9 866 km,共有隧道1 412座,长约3 509 km;规划高速铁路项目中含隧道2 057座,长约4 843 km[3]。中国投入运营的特长铁路隧道共296座,长约4 007 km,

其中,长度20 km以上的特长铁路隧道14座,长约335 km;2024年新增运营特长铁路隧道10座,长约138 km;在建特长铁路隧道163座,长约2 504 km;规划特长铁路隧道259座,长约3 633 km [4]。

“大国工匠”代表着中国制造业和工程建设领域的顶尖技能人才和职业道德典范。他们不仅技艺超群,更具备专注执着、精益求精、一丝不苟、追求卓越的精神内核[2]。当前,中国正处在产业升级和高质量发展的关键时期,国家重大战略如“新基建”、“交通强国”、“智慧城市”等对工程测量的精度、效率和可靠性提出了前所未有的高要求[3]。然而,部分高校《工程测量学》课程往往存在“重理论、轻实践”、“重操作、轻思维”、“重结果、轻过程”等问题,培养的学生可能熟练操作仪器,但缺乏解决复杂工程问题的综合能力和崇高的职业使命感,难以满足新时代对“工匠之师”的需求。

贵州大学等西部高校面向西部大开发建设等大战略培养高水平测绘等工程技术人才，且受大土木行业发展后劲不足环境影响，《工程测量学》课程目标要么是侧重于测量理论知识和操作技能的掌握，要么是拔高突出人工智能对课程的引领和影响，对学生的工程素养、质量意识、创新思维和职业精神的培养重视不足。

因此，对《工程测量学》课程进行系统性改革，将大国工匠精神的培育贯穿于教学全过程，构建一个与之适配的新型课程框架，具有极其重要的现实意义和战略价值。

2 《工程测量学》课程教学的局限性与反思

经笔者多轮调研，发现不少西部高校（特别是贵州大学）的测绘工程专业受到历史或区域因素影响，存在以下局限性[5]：

(1)目标定位偏差：课程目标多聚焦于测量理论知识和操作技能的掌握，对学生的工程素养、质量意识、创新思维和职业精神的培养重视不足。

(2)内容更新滞后：教材和教学内容对现代测绘新技术（如三维激光扫描、无人机摄影测量、GNSS-RTK、测量机器人、BIM 集成等）反映不足，与工程实际应用存在脱节。

(3)教学方法单一：多以“教师讲、学生听”的灌输式教学为主，学生被动接受，缺乏主动探究和解决实际工程问题的训练。

(4)实践环节薄弱：实验多为验证性、单一性实验，综合性、设计性项目缺失。实践内容与真实工程场景契合度不高，学生难以体会测量数据“失之毫厘，谬以千里”的重大责任。

(5)评价体系片面：考核多以期末笔试和实验报告为主，无法全面评价学生的实践能力、团队协作、创新精神和严谨作风。

3 融入大型工程案例、大国工匠精神的《工程测量学》课程框架构建

笔者建议在《工程测量学》课程的绪论和每一章节内容的绪论或引言部分，要通过介绍与特别工程相关

的吉尼斯世界纪录、工程的独特之处，激发学生学习本课程的浓厚兴趣[6, 7]。例如金家庄螺旋隧道，不仅是2022年冬奥会的重要交通基础设施，更是延崇高速的控制性工程。这一2公里长的隧道，进出口高差近250米。

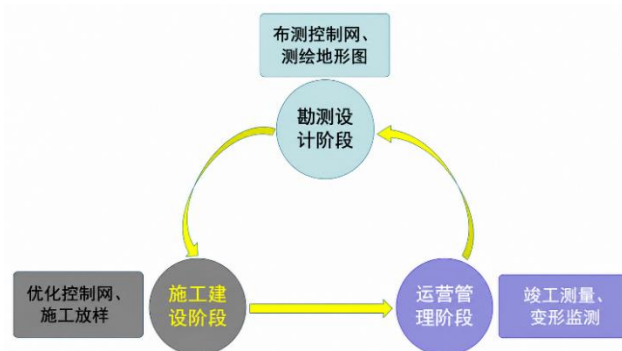


图1 工程建设的三阶段及其主要工作

工程师们通过设计半径为860米的空间螺旋线（包含竖向和平面曲线）得以巧妙解决，确保了车辆在隧道中的安全爬升与顺畅行驶，这一壮举成功解决了山区高速短距离内攀升大高差的难题。在这一令人瞩目的工程背后，长大螺旋隧道（长度超过1000米的公路隧道）的贯通精度成为了关键。它不仅关乎隧道工程的质量，更牵动着每一位参与者的心弦。形变监测、高程贯通以及横向贯通的精准把控，都成为了确保隧道顺利贯通的重要指标[3]。

在此案例、兴趣的基础上，介绍课程的主线内容：地形图测绘——>施工测量——>变形监测。这是包含案例工程在内的所有工程都必贯穿始终的灵魂，示意图如图3所示。

为此，笔者认为，新时代探寻、重构《工程测量学》课程框架的构建应遵循以下原则：

① 价值引领原则：将“精益求精、追求卓越、爱岗敬业、坚守责任”的工匠精神作为课程思政的核心，融入教学各环节。以特定工程控制网的优化设计作业或课程设计力求“精益求精、追求卓越”，以建筑物轴线测设实习实践的实施与交叉检核力求“爱岗敬业、坚守责任”。

② 能力本位原则：从“知识传授”转向“能力的培养”，突出工程实践能力、解决问题能力、创新能力和终身学习能力的培养。

③ 前沿性与基础性相结合原则：在夯实传统测量理论基础的同时，及时引入行业前沿技术和装备，保持

课程内容的先进性与时代性。

④ 项目驱动与实战演练原则：以真实的或高度模拟的工程项目为载体，让学生在“做中学”、“学中做”，体验完整的测量工作流程和责任链条。

4 课程框架的核心内容设计

笔者所在的多数高校选用由张正禄、黄声享等主编、武汉大学出版社出版的《工程测量学（第3版）》，该教材的主要框架如图4所示。

第1章：绪论（工程测量学及各阶段的测量工作）	总括
第2章：工程测量学的理论技术和方法	理论技术及基础
第3章：工程测量控制网	
第4章：地形图测绘及应用	
第5章：工程建（构）筑物的施工放样	勘查设计
第6章：工程建（构）筑物的变形监测	施工
第7章：设备的安装检校测量和工业测量	运营管理
第8章：工业与民用建筑测量	特殊测量
第9章：水利和港口工程测量	
第10章：高速铁路工程测量	案例： 三阶段测量工作
第11章：桥梁工程测量	
第12章：隧道工程测量	
第13章：矿山测量和其他工程测量	补充

图2 《工程测量学（第3版）》主要内容示意

基于前述原则结合教材内容，本课程构建了如下六个维度的课程框架：

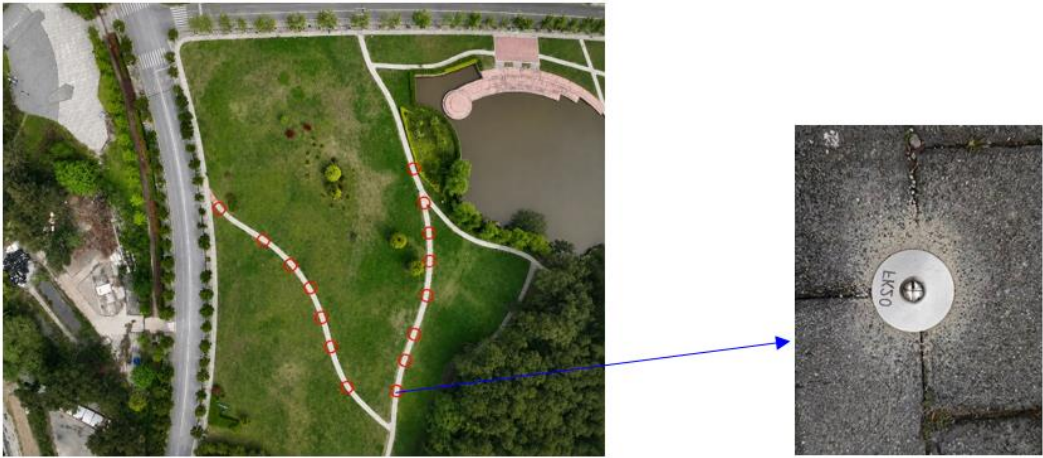


图3 “一组一题”场地及其中一个控制点示意图

(1)课程目标重构：

知识目标：掌握测量学基本理论、现代测量技术与方法。

能力目标：具备独立完成控制测量、地形测量、施工放样等项目的实践能力；具备测量数据处理、误差分析、精度评定的能力；具备运用新技术解决复杂工程测量问题的创新能力。

素养目标（工匠精神目标）：养成严谨细致、数据真实、质量第一的科学态度；培育吃苦耐劳、团队协作、坚守规范的职业操守；树立对国家重大工程建设的荣誉感、责任感和使命感。

(2)教学内容优化与模块化：

基础理论模块：精讲测量学基本原理、误差理论（重点强调误差传播对工程安全的影响）。

传统技能模块：巩固水准仪、全站仪等常规仪器的操作，但更强调操作的规范性与数据的准确性。

现代技术模块：增设 GNSS 技术、无人机测绘、三维激光扫描、摄影测量、BIM 与测量融合等专题，介绍其原理、应用场景与发展趋势。

工程应用模块：结合典型案例（如高铁轨道精调、大坝变形监测、超高层建筑垂直度控制），讲解测量在不同工程阶段（勘测、设计、施工、运维）的应用与质量控制要点。

(3)教学方法创新：

案例教学法：引入正反两方面的工程案例（如因测量失误导致工程事故的案例），进行震撼教育，强化质量意识。

项目式学习（PBL）：设计一个贯穿学期的大型综合项目（如“某小型校园的数字化测图与模型构建”），

学生以小组形式,完成从技术设计、外业数据采集、内业成图到成果汇报的全过程。

沉浸式体验:利用虚拟仿真(VR)技术,模拟高危或高成本的测量场景(如桥梁监测、隧道贯通),进行安全培训和方案预演。

大师讲堂:邀请行业专家、劳动模范、优秀校友进课堂,分享工程一线的测量经验和工匠故事。

(4)实践教学体系强化:

分层递进式实践:构建“基础实验→综合实训→创新实践”三层次实践体系。

基础实验:保证每人每台仪器,练就扎实基本功。

综合实训:以项目形式,在校内实习基地完成综合性测量任务。

创新实践:鼓励学生参加测量技能大赛、参与教师科研项目或企业真实项目。

“教学产”融合:与优秀企业共建实习基地,安排学生到生产一线顶岗实习,感受真实的企业文化和质量要求。

(5)考核评价体系改革:

建立多元化的过程性考核评价体系,破除“一考定乾坤”。

过程考核(40%):包括课堂提问、实验操作规范性、数据记录真实性、小组贡献度。

项目成果(30%):综合项目的技术设计书、数据质量、成果图件、团队汇报表现。

理论知识(20%):期末闭卷考试,侧重对原理和概念的理解与应用。

工匠精神评价(10%):通过教师观察、同学互评、实习单位反馈等方式,对学生的严谨态度、责任心、协作精神进行质性评价。

(6)师资队伍建设:

教师自身应成为工匠精神的践行者,不断提升工程实践能力。

鼓励教师到企业锻炼,参与工程实践,成为“双师型”教师。

组建由校内教师、企业专家共同构成的教学团队。

5 课程框架建立

依据本专业培养方案,根据学校教务处的教学要求,结合笔者从事课程教学经验,除了完成教材规定内容的理论教学之外,制定了如下实践课程内容:(1)二等水准测量;(2)建筑物轴线测设;(3)直线型桥轴线测设;(4)曲线测设;(5)陀螺经纬仪(或全站仪)认识与使用等;以及包含控制网优化设计在内的课程设计。如图3所示为建筑物轴线测设的实验场地的俯视图,其中的大“V”字形小路上布设了多个如图3右侧子图所示的测量控制点(图3中红色标示)。每个小组的实习操作任务是以图3中的红色标示控制点为基础,在实地放样、标注出如图4设计的矩形角点,其中不同颜色表示不同组的放样点位、大小、位置各不相同。这样设计实习实践任务,目的是通过讲授、实践验证放样方法,并(分组)交叉检核放样点的正确性,让学生认识到控制网精度提升的必要性,并由此进行控制网的优化设计[8]。特别是,在涉及多组实习实践的课程内容上,完成“一组一题”乃至“一人一题”。通过前述的“一组一题”乃至“一人一题”作业(图5)、实习任务布置,不仅考察了学生对本课程知识点的掌握程度,更为未来解决复杂测绘问题奠定了理论和实践基础,期待能为大国工程出一份力。

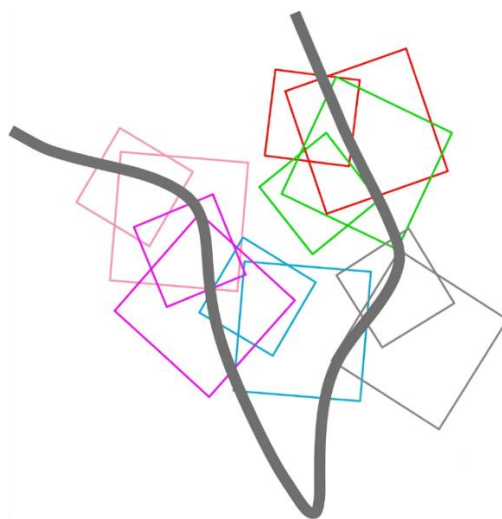


图4 “一组一题”设计示意图

1. 某直线型隧道长度 9.6 km，拟从两端通过平硐相向开挖方式施工，贯通面在中央，问：(1) 按等影响原则，地面控制测量、每端地下控制测量所引起的横向贯通的中误差各为多少？

(2) 当地下控制采用导线测量，且导线的平均边长为 $S=320\text{m}$ 时，为保证贯通，其测角精度要求应是多少？

注：当隧道长度 L 为 8~15 km 时，横向贯通误差的限差为 200mm。但，本次作业时该限差取值规则如下：考生 X 学号的末 3 位当成二位或三位整数 M ，将 M 除以 3，余数 i 分别为 0（表示可以整除）、1 或 2。则考生 X 应该计算的横向限差为 $(200 + i \times 10)$ mm 如李四同学学号为 211300113，学号末三，113 除以 3 余数为 2，则李四同学应该计算的限差为 $(200 + 2 \times 10)$ mm = 220mm，其他以此类推。

另外，对于等边直伸的地下导线，由测角引起的横向贯通公式估算误差为

$$m_q = \pm \sqrt{\frac{n^2 s^2 m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \left(\frac{n+1.5}{3}\right)}$$

图 5 “一人一题”示意图

6 预期成效与结论

通过上述课程框架的实施，预期能够实现以下转变：

(1) 学生角色转变：从被动的知识接收者转变为主动的项目探索者和问题解决者。

(2) 能力结构转变：从单一的操作技能提升为涵盖技术、思维、协作、创新的综合能力。

(3) 精神风貌转变：在潜移默化中内化工匠精神，从“完成任务”到“追求卓越”，深刻理解自身未来职业所承载的国家责任。

构建以培养大国工程测量工匠为目标的《工程测量学》课程框架，是一项系统工程。它要求测绘教育工作者从根本上更新教育理念，以立德树人为根本，以学生为中心，以工程实际为依托，通过课程的重构与创新，真正为国家培养出基础厚、能力强、素质高、具有工匠精神的新时代卓越工程人才，为制造强国战略提供坚实的人才支撑。

参考文献

- [1] 宋超智, 陈翰新, 温宗勇. 大国工程测量技术创新与发展 [M]. 中国建筑工业出版社, 2019.
- [2] 宋超智, 陈翰新, 李清泉. 大国工程测量技术 (第二部) [M]. 西安地图出版社, 2024.
- [3] 交通运输部. 2024 年交通运输行业发展统计公报 [J]. 2025.
- [4] 罗会如, 冯晓燕, 吴海龙, 等. 截至 2024 年底我国大直径盾构隧道数据统计与分析 [J]. 隧道建设 (中英文), 2025, 45(7): 1387.
- [5] 李浩军, 黄良珂. 新工科背景下的工程测量学课程教学内容拓展——以放样和线路测量内容为例 [J]. 测绘通报, 2024(5): 178-181.
- [6] 顾丽华, 卢会芳. “工程测量”课程思政教学改革探索与实践 [J]. 科教文汇(下旬刊), 2021, (09): 102-103.
- [7] 孙永帅, 齐子轩, 王贵和. “工程测量学”课程思政的研究进展与展望 [J]. 中国地质教育, 2025, 34(03): 64-70.
- [8] 李冠青, 黄声享, 郑南山, 等. 基于灰色综合评价的大型工程控制网布测设计 [J/OL]. 武汉大学学报(信息科学版), 1-16.