

# 新工科背景下自然科学理论融合教学实践

黄永俊

创新致业自然科学有限公司责任 四川成都

**摘要：**随着新工科背景下的教育改革，自然科学教学需要与工程技术相结合，促进理论与实践的融合。本文以自然科学理论融合教学实践为研究对象，探讨了在新工科背景下如何有效地将自然科学理论与实践相结合的教学模式和方法。

**关键词：**新工科背景；自然科学理论；融合教学

## 引言：

新工科背景下，培养具有创新思维和实践能力的工程技术人才已成为高等教育的重要任务之一。自然科学理论作为培养学生科学素养和科学思维的基础，与实践相结合的教学模式越来越受到关注。本文旨在探讨在新工科背景下，如何将自然科学理论与实践相融合，并有效地进行教学实践。

### 一、新工科专业课程的自然科学理论教学实践

大学生在自然科学理论方面已经形成了相对成熟和完整的知识体系，但由于自然科学和工程科学具有上述三大界限区别，因此在许多新工科专业课程教学中很少从自然科学中的一些定律开展教学，使得学生在高中建立的自然科学理论体系与工程科学专业知识理论之间存在一条潜在的鸿沟。因此，在自然科学理论体系构架的基础上，实现对工科专业知识理论的教学实践，才能真正消除鸿沟。

#### (一) 边坡的稳定性计算

对于工程师而言，稳定性系数已被应用了数个世纪，成为人类评价岩土体稳定与否的合理指标<sup>[13]</sup>，是土木工程专业课程教学中最主要的知识点之一。以黏结性土坡为例，根据简单条分法，其稳定性系数计算公式如下：

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta \tilde{G}_i \cos \tilde{\theta}_i \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^n c_i \tilde{l}_i}{\sum_{i=1}^n \Delta \tilde{G}_i \sin \tilde{\theta}_i} \quad (1)$$

式中， $\Delta G \sim i$ 为土条*i*自重标准值， $c_i$ 与 $\phi_i$ 分别为黏聚力和内摩擦角， $l \sim i$ 为滑面弧长， $\theta \sim i$ 为滑弧中心切线与水平线夹角。根据牛顿第一定律，当抗滑力=下滑力时，则边坡处于稳定状态；当抗滑力<下滑力时，则边坡失去平衡稳定状态。而我们所得的安全系数通常大于1，抗滑力>下滑力，按照牛顿第一定律，边坡因有受力作用，而不应该保持静止状态，看似这个安全系数计算结果与牛顿第一定律相悖。牛顿第一定律给出了一个没有加速度的参考系，使人们对边坡稳定性的研究有

了科学依据，但在工程实际中，我们往往得到的抗滑力大于下滑力，是指我们计算的抗滑力是破坏时刻的抗滑力，或者说是其抗滑强度，从而更好地评价坡体的安全性以指导工程实践。基于第一个区别，牛顿第一定律给出了物体保持稳定的条件，而公式(1)则在此基础上给出了物体保持稳定的冗余度，方便现场工程师实现边坡的稳定性评价。在课堂教学中，首先需要帮助学生了解自然科学与工程科学的设立初衷不同，即牛顿定律帮人们找出宏观物体运动的客观规律，而安全系数的计算则是帮助人们更好地认识边坡的稳定程度。相对于当下评定边坡的静止与运动，一个反映边坡稳定程度的系数会给工程人员一个极大的便利，方便进行设计或进行工程决策，成为目前工程师评判边坡稳定不可或缺的重要指标之一。

#### (二) 摩尔库伦强度准则

在进行滑坡灾变等一系列教学经典案例中，最经典的是摩尔库伦理论。该理论将黏聚力和内摩擦角的指标融入坡体稳定性的计算中。黏聚力和内摩擦角是表征岩土体强度最基础的参数，往往可以通过传统的三轴压缩实验得到。因此相对于单一的强度，这两个指标不仅考虑了岩土体的粘接强度，同时也考虑了岩土体间摩擦力的影响，而摩尔库伦强度准则成功地将这两个指标应用在土木工程众多边坡失稳案例中。大量现场案例应用表明，基于该理论所得结果在更加贴切实际的同时，也大大简化了工程师的计算量，从而更好地解决本学科面临的实际工程问题。基于第二个区别可知，自然科学与工程科学的适用范围不同。摩尔库伦理论通过多年工程经验所得，相比单一的强度，考虑了第三主应力的影响，从而可以满足对不同深度、重量等坡体的稳定性计算。虽然表面上看该稳定性计算公式符合力学分析的要求，但从严格意义上讲，它并不是基本的物理力学参数。首先，黏结力和内摩擦角的提出都是基于实验结果统计，并不具有真正的物理意义，只是对强度指标的实验总结分析。因此，在教学中我们强调了基于摩尔库伦理论所

得的稳定性系数是基础物理理论与岩土工程实践相结合的产物,而基于该公式的后续理论推导,并不能严格作为普适性的自然科学理论来指导实践。因此,在新工科专业课程教学中,通过不断加强与自然科学的融合,消除学生在理论学习时与自然科学理论体系的矛盾点的同时,加深了本专业知识点的理解,进而构建相对完整的专业知识体系,培养严密的逻辑分析能力。

### (三) 危岩体安全评价

在土木工程施工中,岩体崩塌等灾害的安全监测预警一直是困扰现场工程师的热点和难点问题之一。由于工程实际中我们面临的危岩体往往是极其复杂的,且有多组结构面,基于此,现场工程师往往通过对多组结构面进行稳定性评价,并取最小安全系数的结构面为潜在破坏面进行分析。经典物理力学中往往也存在多组参考系下的受力分析,现场工程师对多组潜在结构面进行受力分析正是这一理论的应用延伸。由第三个区别可知,工程科学理论的对象是自然界存在的非理想物体,因此在应用延伸的过程中无法做到事无巨细,例如每个潜在结构面都无法准确实现其强度的测量,因此只能通过相似实验或相似岩性试块得到其黏结力和内摩擦角等指标,从而最大限度地接近真实情况。如果在未来有更贴切的指标进行合理分析,不排除对这些公式进行改进的可能。目前,随着土木工程勘测技术的发展,固有振动频率等动力学指标已实现了危岩体强度损伤的定量识别,并实现了危岩体的稳定性系数计算的相关改进和技术发展。因此,新工科专业课程设计中不仅需要与材料、机械等其他工程科学交叉研究,还需要工程力学、应用光学等自然科学新兴理论的支撑,才能真正实现工程难点问题的科学研究与精确分析。因此在教学实践中,我们通过最新自然科学理论与新工科专业知识的融通教学,并依托与数理学院等自然科学专业学院共同指导的SRTP项目等,进一步让新工科学生更加清楚本学科理论方法的核心思想,为学生提供了在新技术领域做进一步研究和创新发展空间,进而培养面向未来新兴行业的领军人才。

### 三、专业课程设计需融合自然科学理论

新兴的工程科学往往存在一个运用新发现的自然科学理论去不断创造工程产物的进化过程。这就要求新工科人才培养也应该首先使学生掌握更为先进和扎实的自然科学理论知识。因此在新工科专业课程设计中,首先要实现先进的自然科学理论体系与工科专业知识理论的融合联系,这需要教师全方位、多视角、深层次开展工程专业技术问题与新兴自然科学理论体系的融合。只有这样才能真正形成自然科学理论体系与工程科学专业知识点的贯通效应,培养出具有扎实自然科学理论和独立创新思维的新工科人才。

第一,新工科专业课程设计要做到自然科学理论的完整性与工程科学的实践性相统一。只有夯实自然学科理论基石,才能提升工科学生的创新思维和再学习能力。麻省理工学院在其新发布的发展战略规划中,明确指出要通过“自然科学研究改变我们的世界”,这些基础性的自然科学理论使得麻省理工学院在精确基因组编辑、臭氧层等工程科学技术领域取得了重大突破。

第二,新工科专业课程设计还要做到专业知识的显性教育与基本科学素养的隐性教育相统一。这不仅是培养科学素养的基本要求,也是提高新工科人才培养质量的有效途径。近几年,笔者在土木工程专业的硕博学位论文评审中发现,学生在逻辑的严谨性方面存在较大问题,导致论文的部分结论存疑。因此,新工科专业课程设计中,应全程重视培养工科学生严谨的逻辑思维习惯和用数据说话的素养。

第三,新工科专业课教学实践需做到新工科专业的先进性与交叉学科多样性的统一。国外研究实践表明,为学生提供相对宽松灵活的工程教育环境,可让学生根据目前新型产业的崛起实现多学科或跨学科的学习体验,从而为未来新工程领域培养具有行业领导力的工程技术人才。在新工科专业教学中,可将自然科学领域产生的新理论和新方法整合进课程体系和教学内容中,一方面这些理论热点和相关新闻可引起学生关注,激发学生的学习兴趣;另一方面可为新工科的课程开发与整合提供前进的动力,例如这种由教师主导,学生参与,自然科学理论驱动,新型产业支持的模式,可促进一部分基于理工类多学科交叉融合的新工科专业课程的建设,为我国的新工科与一流学科建设保驾护航。

### 四、结语

新工科背景下,将自然科学理论与实践相结合的教学实践对于培养具有综合能力和创新能力的工程技术人才具有重要的意义。通过有效的教学设计和实践操作,学生能够在理论和实践的融合中更好地理解和应用自然科学知识,提高解决实际问题的能力。因此,教育者应注重自然科学理论的融合教学实践,为学生提供更全面的学习体验,培养他们全面发展的素质和能力。

### 参考文献:

- [1]朱为菊,丁兆建,王学荣.“自然科学基础(生物)”课程思政的教学探索[J].现代职业教育,2022,(03):55-57.
- [2]霍红,余玉刚,郑圣明等.国家自然科学基金管理科学与工程学科的申请代码与学科布局:面向基础理论与时代变革[J].管理世界,2021,37(12):208-217.
- [3]刘洪.变革环境下的组织转型理论研究[M].南京大学出版社:202112.426.