

工科背景下工程伦理意识培养 ——《网络规划与设计》课程思政探索与实践

何利 易芝

重庆邮电大学计算机科学与技术学院/人工智能学院, 重庆, 400065

摘要 工程伦理教育属于思想政治教育的范畴,旨在培育作为未来工程师的工科大学生的良好工程价值观。《网络规划与设计》作为网络工程专业的一门专业核心课程,教学过程中通过翻转课堂、工程案例分析、网络资源利用等方式将工程伦理思政元素与专业知识融合,从工程伦理、情感共鸣和学习内驱力三个层次培养学生的工程道德能力,是专业课程改革的重要方式,也是加强学生思政教育的必经之路。通过近三年的实践表明,学生的工程伦理意识有了显著的提升。

关键词 工程伦理,情感共鸣,学习内驱力,课程思政

Cultivating the Consciousness of Engineering Ethics in the Engineering Background——The Ideological and Political Exploration and Practice of "Network Planning and Design"

Li He

Zhi Yi

College of Computer Science and Technology/ School of Artificial Intelligence,
Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China
heli@cqupt.edu.cn yizhi@cqupt.edu.cn

Abstract—Engineering ethics education belongs to the category of ideological and Political Education, which aims at cultivating good and good engineering values of engineering students as future engineers. "Network Planning and design" as a network engineering professional a professional core curriculum, teaching process, through turning over the classroom, engineering case analysis, the use of network resources and other ways to the integration of engineering ethics ideological and political elements and professional knowledge, training Students' engineering moral ability from three levels of engineering ethics, emotional resonance and internal drive is the important way of professional curriculum reform and the only way to strengthen students' ideological and political education. The practice of the past three years shows that students' understanding of engineering ethics has been significantly improved.

Keywords—Engineering, engineering ethics, Network Planning and design, course ideology and politics

1 引言

新工科背景下的高等教育将人才的道德培养放在重要位置,新工科建设指南中明确要求:“坚持立德树人、德学兼修,强化工科学生的家国情怀、国际视野、法治意识、生态意识和工程伦理意识”^[1]。但是,在真正的教育实施中,施教者和受教者都忘了初心是什么,特别是在人工智能时代如何培养学生在工程中把保护隐私、关爱生命、守护公平正义等自动融入,从而实现工程造福人类的目标,无疑是当前和今后一段时期急需深入思考的重大课题^[2-4]。这一课题的实施需要教师在教学过程中融入思政元素,对教学方法、教学模式、教学目标等进行改革,从而形成以学生为中心的工程教育新模式,特别是在专业核心课程的思政

教育更显得尤为重要。

2 认识工程伦理

工程作为一种职业在人类的生活中起着至关重要的作用和直接的作用。因此,工程师应遵守最高标准的道德责任。“工程师提供的服务需要诚实、公正、公平和公平,必须致力于保护公众健康、安全和福利”。实施安全标准是工程活动中一项重要的伦理要求。工程师缺乏安全措施和道德责任会导致事故,人为因素在事故发生中起着重要作用。人的因素包括人的能力、局限性、职业道德、环境因素和人的行为规律。比如:挑战者号和哥伦比亚号航天飞机的灾难经常在工程伦理文献中被提及,这两个案例描述了工程师和管理

者的不道德决策对事故发生的影响。这二起事件造成了巨大的人员伤亡，而其原因在于从事研发活动的科学家和工程师将利润和效率放在了首位，而忽略了对公众的安全、幸福和福祉的关注^[5-6]。由此可以看出工程伦理可以从两个方面去理解：

- ① 从科学和技术的角度看工程；
- ② 从职业和职业活动的角度看工程。

这两个角度必须二元统一，否则要么把工程伦理消融为技术伦理，要么就会抹杀科学技术在工程职业中的特殊地位，仅仅归结为工程师的职业伦理，而忽略了工程活动的伦理维度。但是很显然这些都是属于工程伦理的外在表现。但是就其本质而言，工程伦理属于思想意识形态的范畴，构建在人性的基础上，有了仁慈、博爱的胸怀，其表现的伦理就自然呈现出良好的工程价值观，为未来工程活动的开展奠定“初心”，从而在活动中获得幸福感，从而让学生达到“心”和“行”的二元统一。

伦理强调人与人、人与社会和人与自然的客观、合理的关系以及处理这些关系应遵循的规则。工程活动的出发点是服务于人，工程的过程就是造物的过程，在这个过程中，就必然充满着选择与取舍，也就有了善恶的问题。而伦理学关注的是“什么是正确的、公平的、公正的或者好的”，关注我们应该做什么，而不仅仅是关注什么是案件或者什么是最可接受的或者最有利的，将伦理定义为“每个人在与他人的关系中所做的道德选择”。

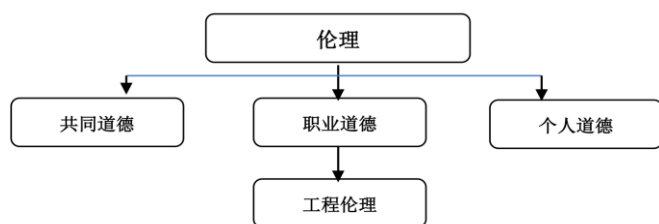


图 1 伦理与工程伦理的关系

道德是工程师个人生活和职业生涯中的一个重要因素。哈里斯等人将道德分为三类（图 1）。共同道德：一系列的道德理想，几乎每个人都有个人道德：一个人所持有的一系列道德信仰；职业道德：“专业人士认为自己是专业人士所采用的一套标准。”职业道德是对所有因工作中的过度行为而感染的人的权力的责任。此外，职业道德在各行各业的道德准则中都有明显的体现，例如，日内瓦宣言就是医生的医德准则。工程专业也有一系列的伦理代码，比如 NSPE（National Society of Professional Engineers，美国国家专业工程师学会）。

3 实践工程伦理设计

工程伦理教育不是一门课，却像空气一样贯穿学生专业学习的始终。以网络工程专业为例，《网络规划与设计》课程通过分析全人类发展理念和目前的网络技术形式，让学生明白将来从事的工作要承担怎样的责任；对网络工程领域涉及到的人文情怀、法律法规、公平正义等进行思考，进而在设计相关项目时不忘初心，做到心与行的二元统一。网络规划与设计课程通过一个个网络工程规划与设计案例，引导学生树立人文情怀的工程设计理念，这种“顺其自然”的教育方法贯穿在规划设计的全过程中，学生很受用。网络工程规划与设计中的工程伦理问题可以归结为如图 2 所示。

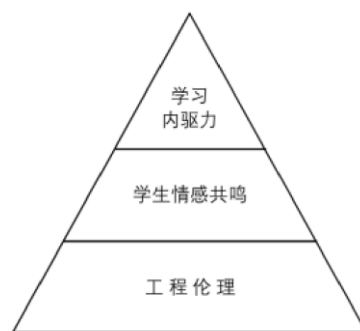


图 2 工程伦理核心问题

3.1 课程中的工程伦理

网络已经成为生产生活的自然组成，几乎无处不在，其原理与生产生活的各种道理息息相通。在进行网络规划与设计的过程中，网络结构、网络设备原理、路由协议、IP 地址规划、网络安全策略、成本、网络性能标准等规划与设计内容都是非常好的工程伦理问题，将网络工程包容、服务、平等、求同存异、攻防互补等理念融入课堂教学中。如图 3 所示。

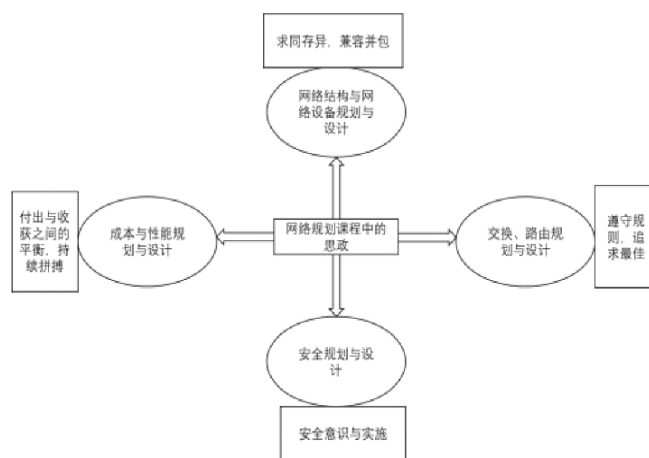


图 3 网络规划课程中工程伦理

网络结构和网络设备的规划设计：网络的规划设计需求主要集中于高校、科研院所、企业，显然不同的机构对网络的需求不同，但是在 TCP/IP 协议体系结构框架下网络的分层管理是一致的，因此在结构设计和网络设备的选择上，必须要采用求同存异的理念，在诸多不同之上，定义统一的规范和标准，只要遵守规则，则兼容一切不同。既追求可通信范围内的共同点，又尊重各个厂商与机构的创新与不同。求同存异、兼容并包是在生活中解决问题的一大法宝。大到复杂的政治、经济、外交等问题，小到人与人之间的日常小事，如果能够尊重并理解别人的不同，寻找共同共通之处，就可以实现共赢。

以某企业桌面虚拟化设计的网络规划与设计为例。问题：结合桌面虚拟化对存储系统的性能要求，从性价比考虑，如何选择磁盘？请说明原因。这个问题包含了深刻的工程伦理，在企业资金充足的情况下，可以采用 FC-SAN，因为 FC-SAN 存储方式安全、高效、稳定，可以保证虚拟化桌面系统可靠、稳定的运行；在企业资金不充裕的情况下，可以考虑 IP-SAN 方式，因为 IP-SAN 成本比 FC-SAN 低，无距离限制、组建方式灵活，可扩展性高，不足之处是噪声碰撞问题、传输速率不高，加之 IP 网络环境复杂，安全性也相对令人质疑。因此在设计这个问题时，设计者必须清楚企业建网的需求和安全密级，并和企业充分沟通，兼顾成本和性能以及用户需求，在进行具体的介质选择时，可以在企业资金充足情况下用 SAS 硬盘，因为该硬盘支持高可用性，适用于大、中型企业关键任务资料的存储，效率高且扩充性好）、中端 SAS 以及低端 SATA 硬盘。如果磁盘子系统还部署了 RAID，那么管理员将需要在 RAID1+0、RAID 4、RAID 5、RAID 6 以及厂商专有的 RAID 版本之间做出选择。部署的规模越大，对容量、性能以及弹性的要求也就越高。

路由协议的规划设计：几乎每一个路由协议都是为了实现某一特定目标而设计的，在进行路径选择时，一旦选择了某一特定路由策略就必须自始至终遵守相应的规则才能完成路径的选择，尊重规则是社会生活的基本品质，只有遵守法律或约定俗成的社会规则的，才能获得充分的自由及广阔的天地来发挥自己的个性，反之则寸步难行。同时也让学生知道，任何路由协议都是为了追求某一规则约束下的最佳，但是这个最佳是个性化的，学生们也应该在坚持个性化的基础上，遵守规则，追求最佳，并不断提升个人能力并完善自我。某公交集团的组织机构情况，在确定的逻辑网络结构前提下，假设网络中的所有主用线路、备用线路都是相同的线路，为了能够借助于路由协议实现等开销路径上的负载均衡，该网络可以采用何种路由协议？这个问题里也包含了典型的工程伦理问题，RIP、RIPv2 使用跳跃数来选择最优路径，IGRP 则是通

过把跳跃数与带宽、延迟、可靠性和负载合成考虑，从而提高了选择最优路径的能力。RIP 不支持开销路径上的负载均衡，RIPv2 只在开销路径上对同一个目的网或子网的报文进行负载均衡。IGRP 对去同一目的网或子网的报文也可以实施等代价路径的负载均衡，这种负载均衡是以时间片轮转的方式工作的。可见，RIPv2 和 IGRP 都可以实现负载均衡，但是 IGRP 还可以实施等代价的均衡，很显然更加符合主用线、备用线路都是相同线路的网络环境。因此，在保持共性的同时，兼具个性化特征的路由更符合题目要求。

网络安全策略的规划设计：网络安全已经成为了网络规划设计最重要的一个课题，可以说没有安全策略的网络规划是完全失败的。学生不仅仅要有网络安全的意识，更要有网络安全实施的能力。以如下规划要求为例。某市行政审批服务中心大楼内涉及几类网络：互联网 Internet、市电子政务专网、市电子政务外网、市行政审批服务中心大楼内局域网以及各部门业务专网。行政审批服务中心网络规划工作组计划以市电子政务专网为基础，建设市级行政审批服务中心专网(骨干千兆、桌面千兆)。大楼内部署五套独立链路，分别用于连接政务外网、政务专网、大楼内局域网、互联网和涉密部门内网。行政审批服务中心网络结构(部分)如图4所示。问题：在该网络架构中安全接入平台中可采用的技术或安全设备有哪些？安全接入平台可采用的技术或设备包括：可信边界安全网关、IPSec VPN、防火墙、身份认证服务器、IDS/IPS、集中监控审计、网闸、CA 服务器等设备。其中，可以实施的技术包括通过防火墙建立隔离本地和外部网络的防御系

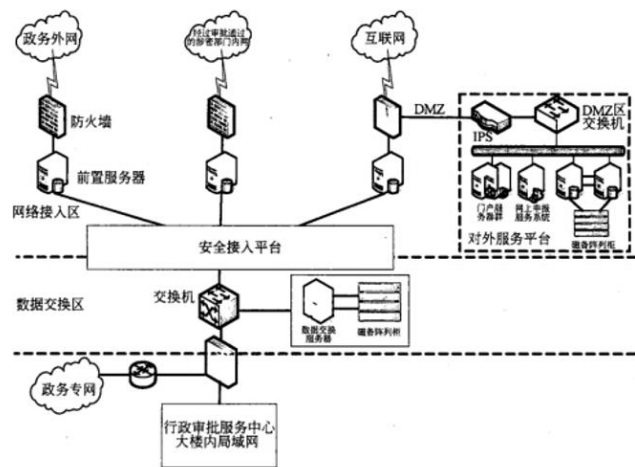


图4 某行政审批服务中心部分网络

统；通过IDS/IPS监视经过防火墙的全部通信并且查找可能是恶意的攻击通信，并在这种攻击扩散到网络的其他地方之前阻止这些恶意的通信；通过部署身份认证服务器来组织管理个人身份认证信息；利用可信边界安全网关保证用户的物理身份与数字身份相符；通

过CA服务器对数字证书进行发放和管理；利用IPSec VPN实现多专用网安全连接；通过集中监控审计对网络中的各种设备和系统进行集中的、可视的综合审计，及时发现安全隐患，提高安全系统成效；利用网闸从物理上隔离、阻断了具有潜在攻击可能的连接，从根本上杜绝可被黑客利用的安全漏洞。显然，要完成本案例的规划设计要求，需要掌握全面的安全接入平台的架构及网络存储设备的相关知识。而且经笔者统计，在历年的网络规划设计师考题中，网络安全方面的考核占比达到了20%以上，而且呈现逐年递增的趋势。由此可见，网络安全是网络规划与设计时必须面对的工程伦理问题。

成本和网络性能的规划设计：在成本控制和性能优化之间实现规划设计的平衡，让学生树立付出和收获之间的平衡关系，具有拼搏奋斗的精神。某企业需要将企业在某城市的八家销售公司进行网络互连，目前，该企业所传输的信息量比较少，但要求通信数据传输可靠，网络建设的成本又不能太高，为此，需要在四种解决方案中进行选择。(1) 铺设光缆；(2) 采用微波技术；(3) 租用电路专线；(4) 采用ADSL接入Internet，并采用VPN实现销售公司间的网络互连。本案例给出的4种方案都可以实现基本的互连，但是要兼顾到成本和性能的平衡，则必须充分考虑付出和收获之间的关系，铺设光缆，投资巨大，工程难度大，工程需要审批；采用微波技术，带宽只有2M，受天气影响，不够稳定；租用电路专线，费用昂贵，不够稳定，好处是可以实现点对点传输；租用ADSL，成本较低且便于安装，价格合理，适合分布地域广的小型企业，虽然带宽受限，但是VPN可以提高数据传输的安全性。因此，综合4种方案的情况，采用ADSL接入的VPN方式是最为合理的，既可以用VPN实现点对多点，同时成本又较低，而且可以保证数据传输的安全性。

3.2 课程中的情感共鸣

心理学研究表明“人的心理活动有认知操作系统和动力调节系统，而动力调节系统中一个重要的因素就是情感”。“感人心者，莫先乎情。”情动才能心动，心动才能思发。大学专业核心课程的课堂不能仅仅停留在知识的单一灌输上，而要让学生在课堂上、课堂下都有强烈的参与感，乐于受教，乐于学习。从而产生情感共鸣。人们常说：“亲其师，信其道”。规划与设计是工程项目的最重要环节，尤其是在万物互联都依赖于网络的时代，网络规划设计中的工程伦理问题显得更为重要，如果学生没有在其中产生情感共鸣，那么规划设计出的网络将是没有生命力的，必然会有各种漏洞。因此在网络规划设计中，引导学生从需求环节开始，产生同理心，把网络的规划设计当成是一件利国利民的伟大事业来完成，形成情感共鸣，从设

备、协议、成本到性能优化的各个环节中体现优秀的伦理道德思想，从而提升学生自身的使命感和成就感。

3.3 学习内驱力的形成

有了高尚的伦理思想，对新技术、新思想就有了了解和理解的需求，有要掌握新知识的需要，以及系统的弄清问题并解决问题的需要，这种认知内驱力和学习的关系是互惠的，可以有效地推动学生要求自己圆满完成学业从而实现自我价值的体现，但是这种内驱力需要通过外在的学习行为反映出来。同一种动机可能会产生不同的行为及其结果，而相同的行为与结果也可能源于不同的动机。学习动机结果的影响是通过制约学习积极性实现的。所以可以根据学习积极性水平的高低来推测其学习动机。比如网络规划与设计课程采用翻转课堂教学，学生的课堂表现积极性就是学生内驱力最为简单直接的表现，采用有效的教学方式也是推动学生内驱力是否形成一种助力，但是翻转课堂质量则依赖于学生是否具有较强的工程伦理认知以及情感共鸣。

4 检验工程伦理设计

科学的检验工程伦理是课程工程伦理的重要环节。通过专业知识与课程思政元素的深度融合，培养学生成为思想政治、专业素质上都达到要求的中高级工程技术人才。网路规划课程中工程伦理的检验主要依据如图5所示的流程。

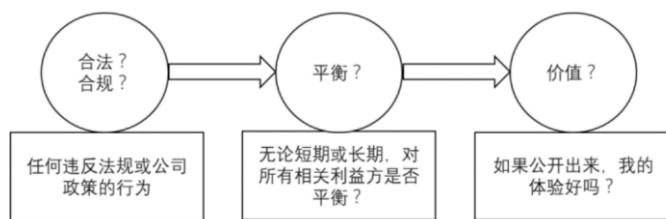


图5 检验工程伦理流程

具体体现为：

- (1) 学生在规划与设计网络系统的过程中，以法律法规为准则。严格按照国家标准（GB）规划设计网络系统；
- (2) 所有规划与设计方案中，坚持平衡各利益方关系，做到公共公正；
- (3) 规划设计的网络系统能够经受长期的检验，做到问心无愧；

比如在“局域网中信息安全方案设计及攻击防范技术”设计案例中。需要充分考虑信息化的发展与信

息安全保障是密切相关的,两者相辅相成、密不可分。信息安全在国家安全中占有极其重要的战略地位,已经成为国家安全的基石和核心,并迅速渗透到国家的政治、经济、文化、军事安全中去,成为影响政治安全的重要因素。因此在设计中需要重点如表1所示的几个方面进行阐述。

表 1 工程伦理检验案例

1. 安全方案遵循标准及分级;	合法合规
2. 局域网络环境拓扑结构, 分层模型;	平衡
3. 介绍具体的公司网络业务, 安全需求分析;	
4. 详细论述局域网络层次架构中各层遇到的安全问题及如何设计防范措施;	
5. 详细论述可以采用的安全方案;	价值
6. 对安全方案进行评估;	
7. 介绍实际运行过程中安全防范方案可能出现的问题, 以及如何解决方案上的改进措施。	

通过对重庆邮电大学2016-2018级网络工程专业学生在《网络规划与设计课程》的工程伦理意识的提升是可以用课程对工程认证毕业要求指标评定的。

课程目标 3: 能够依据所学网络设备的工作原理、配置方法, 综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等现实约束条件, 并通过分析, 选择并设计正确的网络工程测试和验收方案以及网络系统集成的方案。(支撑毕业要求 3.3)

表 2

学生年级	课程目标3
2016级	0.749
2017级	0.913
2018级	0.8385

5 结束语

工程理论是现代工程技术活动的核心组成要素,也是新时代人才的基本素质组成,网络规划与设计课程在教学内容和教学方式中融合工程伦理的基本思想,利用网络工程真实案例,以伦理规范和伦理原则为依据,培养学生的工程伦理认识,将朴素的网络工程规划与设计问题与人类的高尚情感关联,培养学生用更高的“身心合一”的生命维度。

参考文献

- [1] “新工科”背景下思政教育的守正与创新_思想理论_人民论坛, <http://www.rmlt.com.cn/2020/0116/566934.shtml>
- [2] 《坚持中国特色社会主义教育发展道路 培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人》, 《人民日报》, 2018年9月11日.
- [3] 习近平:《在纪念五四运动100周年大会上的讲话》, 《人民日报》, 2019年4月30日.
- [4] 钟启东:《思想政治教育理念创新的逻辑论析》, 《思想理论教育》, 2016年第8期.
- [5] Reason, J., Human Error. Cambridge university press[M]. 1990.
- [6] Sanders, M. S., McCormick, E. J., Human Factors in Engineering[M]. 1993
- [7] Shu Y J, Zhang W E, Liu Y X, et al. Bottom-up teaching reformation for the undergraduate course of computer organization and architecture[C]//The Proceedings of 5th International Conference of Pioneering Computer Scientists, Engineers and Educators. Guilin: ICPSEE, 2019: 303-312.
- [8] Sakineh H., An Chen., etc. Engineering ethics within accident analysis models[J], Accident Analysis and Prevention. 2019, 129:119-125
- [9] Bendert Z., Brent M., etc. Philosophy meets Internet Engineering: Ethics in Networked Systems Research[M]. 2020