



成绩: _____

北京航空航天大学

BEIHANG UNIVERSITY

《应用统计学》课程报告

题目:

院（系）名称	经济管理学院
专业名称	信息管理与信息系统
组员姓名	何健
	赵家疑
	陈誉弘
	杨佳冉
	马灏瑞
授课教师	秦中峰

2025 年春

小组成员分工：

何健	模型搭建、R 语言代码
赵家疑	PPT 制作
陈誉弘	课堂展示
杨佳冉	问卷制作、报告撰写、可视化
马颢瑞	报告撰写、可视化

摘要

睡眠已成为大学生群体面临的重要问题。本研究基于北京航空航天大学 140 名大学生的问卷调查数据，采用失眠严重程度指数量表（ISI）评估睡眠质量，通过多元线性回归、t 检验和方差分析等方法，系统考察了大学生睡眠质量的影响因素。研究发现，大学生群体中睡眠质量问题普遍存在，其中 45% 的受访者报告存在不同程度的失眠症状。研究结果显示，学业压力（ $\beta=2.08$, $p<0.001$ ）和体育锻炼时间（ $\beta=1.34$, $p=0.005$ ）是影响睡眠质量的关键因素，而性别和年级差异对睡眠质量的影响不显著。值得注意的是，与预期相反，体育锻炼时间与失眠指数呈正相关，这可能与运动时间和强度不当有关。本研究为高校制定针对性的睡眠健康干预措施提供了实证依据，建议通过优化学业安排、指导科学运动等方式改善大学生睡眠质量。

关键词：睡眠质量；失眠严重程度指数；学业压力；体育锻炼

Abstract

This study investigated the influencing factors of sleep quality among college students based on a survey of 140 undergraduates at Beihang University. Using the Insomnia Severity Index (ISI) to assess sleep quality, we employed multiple linear regression, t-tests, and ANOVA to analyze the data. The results revealed a high prevalence of sleep problems, with 45% of respondents reporting varying degrees of insomnia symptoms. Academic stress ($\beta=2.08$, $p<0.001$) and physical exercise duration ($\beta=1.34$, $p=0.005$) were identified as significant predictors of sleep quality, while no significant differences were found across gender or grade levels. Contrary to expectations, physical exercise showed a positive correlation with insomnia severity, possibly due to inappropriate timing or intensity of exercise. These findings provide empirical evidence for developing targeted interventions to improve sleep health among college students, suggesting the need for better academic scheduling and exercise guidance.

keyword: college students; sleep quality; Insomnia Severity Index; academic stress; physical exercise

一、引言

近年来，大学生睡眠质量问题日益受到学界和社会关注。多项研究表明，大学生群体普遍存在睡眠不足、入睡困难、睡眠质量低下等问题。例如，中国睡眠研究会发布的《2023 中国大学生睡眠健康报告》显示，超过 60% 的大学生存在不同程度的睡眠问题，其中约 30% 的学生报告经常失眠，仅有不到 20% 的学生认为自己睡眠质量良好。类似地，国外研究也发现，约 40%-50% 的大学生存在临床意义上的睡眠障碍（如失眠、睡眠节律紊乱等），这一比例显著高于普通成年人群（Hershner & Chervin, 2014）。

对于处于身体与认知水平双重生长期的大学生而言，良好的睡眠质量尤为重要。睡眠质量问题主要对大学生的身心健康、认知功能、学业表现有重要负面影响。长期睡眠不足或睡眠质量差可能导致免疫力下降、内分泌紊乱、心血管疾病风险增加等问题。研究表明，睡眠障碍与肥胖、糖尿病、高血压等慢性疾病存在显著关联（Grandner et al., 2016）。大学生正处于身体发育的关键阶段，睡眠问题可能对其长期健康产生负面影响。同时，睡眠不足会增加焦虑、抑郁等心理问题的风险（Alvaro et al., 2013）。大学生面临学业、就业、人际关系等多重压力，若睡眠质量不佳，可能进一步加剧心理负担，甚至诱发或加重心理疾病。对于大脑功能而言，睡眠对记忆巩固、注意力维持和逻辑思维能力具有重要作用。睡眠不足会导致学习效率下降、课堂注意力不集中、考试成绩降低（Curcio et al., 2006）。许多研究发现，睡眠质量较好的大学生在学业表现上显著优于睡眠质量较差的学生（Gomes et al., 2011）。此外，睡眠问题还可能影响创造力、问题解决能力等高级认知功能，进而限制大学生的综合发展。

鉴于大学生睡眠问题的普遍性及其对身心健康和学业表现的重要影响，探索大学生睡眠质量的影响因素具有重要的理论和实践意义。纵观国内外研究，现有关于大学生睡眠的研究多集中于医学或心理学领域，且样本量有限，缺乏对多因素作用的系统分析。同时，随着智能手机的普及，夜间屏幕使用时间对大学生睡眠的干扰日益显著，但相关研究结论尚不一致。此外，咖啡因摄入（如奶茶、咖啡等饮品）对大学生睡眠的影响也需进一步验证。本研究将通过较大规模的问卷调查，聚焦手机使用、学业压力、运动习惯、咖啡因摄入等关键因素，结合方差分析、多元线性回归等量化统计方法，为国内大学生睡眠研究提供新的数据支持，以期改善大学生睡眠健康提供科学依据。

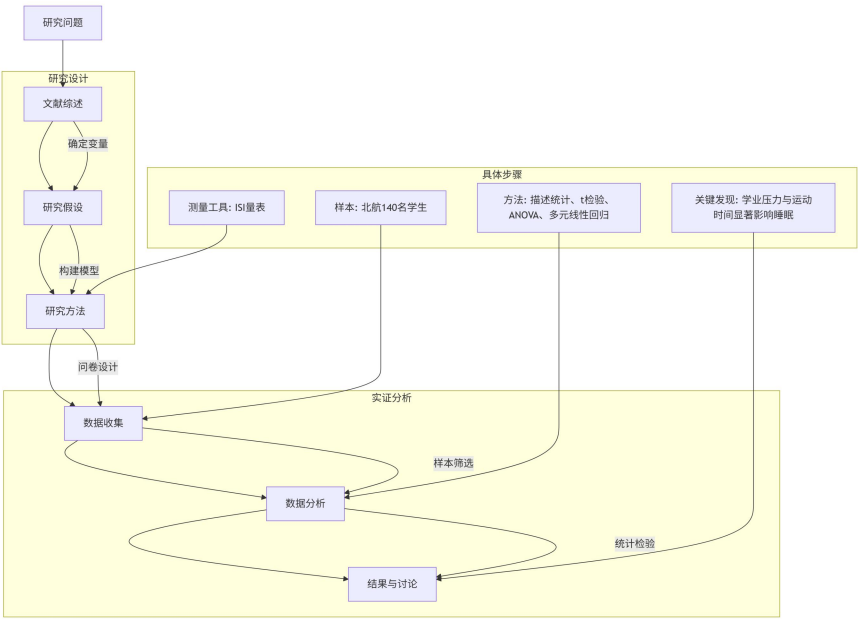


图 1 技术路线图

二、文献综述

2.1 睡眠质量的定义与测量

睡眠质量是反映个体睡眠状况的重要指标，它不仅包括睡眠的持续时间，更强调睡眠的效率、深度以及日间功能恢复情况。Buysse (2014) 指出，高质量的睡眠应当具备较短的入睡时间、较高的睡眠效率、较少的夜间觉醒以及良好的晨间恢复感。对于大学生群体而言，由于作息不规律、学业压力大等因素的影响，其睡眠质量往往呈现出“时间充足但质量低下”的特点 (Lund et al., 2010)。这种特殊的睡眠模式使得选择合适的测量工具显得尤为重要。在睡眠质量的测量工具中，匹兹堡睡眠质量指数 (PSQI) 和失眠严重程度指数 (ISI) 是最常用的两种量表。PSQI 由 Buysse 等人于 1989 年编制，包含 7 个维度共 19 个自评条目，能够全面评估睡眠的多个方面。然而，该量表存在条目较多、完成时间较长等缺点，在大规模调查中容易导致受访者疲劳 (Gallego-Gómez et al., 2021)。相比之下，ISI 量表由 Morin 于 1993 年编制，仅包含 7 个条目，采用 0-4 分的 Likert 评分，具有简洁高效的特点。

本研究选择 ISI 作为睡眠质量的测量工具主要基于三方面考虑。首先，从可行性角度来说，ISI 的 7 个条目能够在 3 分钟内完成，大大提高了调查的依从性和数据质量。其次，在敏感性方面，ISI 对短期睡眠波动的检测更为灵敏，能够更好地捕捉考试周等特殊时期的睡眠变化 (Morin & Belleville, 2011)。最后，就本土适用性而言，ISI 中文版已在中国大学生群体中得到验证，具有良好的信效度 (Yu et al., 2018)。这些优势使得 ISI 成为本研究测量大学生睡眠质量的理想工具。

2.2 国内外关于大学生睡眠质量的研究现状

近年来，国内外学者对大学生睡眠质量问题进行了广泛研究，揭示了多种影响因素及其作用机制。国内研究多聚焦于睡眠障碍的普遍性及其与心理压力、生活习惯的关联。例如，《中国居民睡眠健康白皮书》(2024) 的调查显示，52% 的大学生在零点至凌晨 2 点入睡，19% 在 2 点后入睡，且睡眠质量与学业压力、手机使用时长显著相关 (Chen, 2024)。另一项针对医学生的研究发现，宿舍环境对睡眠质量影响显著，29.1% 的学生存在睡眠障碍，且对宿舍环境评价越差的学生睡眠质量越低 (Hou et al., 2020)。此外，心理压力与睡眠质量的关系也被广泛探讨，研究表明，学业、就业等社会心理因素会通过增加焦虑水平影响睡眠 (Zhang et al., 1996)。

国外研究则更注重睡眠与健康行为的交互作用。例如，Ni 等人 (2012) 指出，适量运动可促进深度睡眠，但睡前剧烈运动可能延迟入睡。咖啡因的摄入时间也被证实与失眠风险相关，傍晚后摄入咖啡因会显著延长入睡时间并减少深度睡眠 (Huang, 2025)。此外，学者强调睡眠卫生教育的重要性，如规律作息、减少蓝光暴露等措施 (Tang & Li, 2024)。

本研究采用多元线性回归方法，系统分析学习压力、体育锻炼时长、学习时长、宿舍环境及咖啡因摄入等多个因素的独立及交互作用。以往研究多聚焦单一因素（如心理压力或宿舍环境）(Hou et al., 2020; Xu & Song, 2024)，而本研究通过量化分析各变量的贡献度，能够更全面地揭示大学生睡眠质量的关键影响因素。

2.3 各潜在影响因素的理论基础

2.3.1 手机使用时长与睡眠质量的关系

手机使用时长与睡眠质量的负向关联已得到广泛验证。武汉大学公共卫生学院的研究显示，47% 的大学生抱怨宿舍环境嘈杂影响休息，而睡前使用手机频率越高的人群，睡眠质量越差 (Tan, 2007)。《中国睡眠研究报告 2024》指出，56% 的大学生每天使用手机超过 8

小时, 52%的人在零点后入睡, 手机蓝光会抑制褪黑素分泌, 显著延迟入睡时间 (China Sleep Research Society, 2024)。曹煜 (2022) 针对 4583 名大学生的调查发现, 几乎每天熬夜玩手机的学生, 睡眠质量差的发生率是正常作息学生的 2.58 倍 ($OR=2.58$)。这种影响机制可能涉及生理干扰 (蓝光抑制褪黑素)、心理唤醒 (夜间信息过载) 和行为成瘾 (手机依赖性与睡眠质量呈显著负相关)。

2.3.2 学业压力对睡眠的影响机制

学业压力通过 HPA 轴激活和认知超负荷双重路径损害睡眠。武汉大学的调查显示, 考试期间学生普遍存在“临阵磨枪”式熬夜, 导致浅睡眠增多和频繁觉醒 (Tan, 2007)。曹煜 (2022) 的 logistic 回归分析表明, 有学习压力的大学生睡眠质量差的发生率是无压力者的 1.61 倍 ($OR=1.61$), 且焦虑 ($OR=10.5$) 和抑郁 ($OR=7.21$) 在其中起中介作用。具体机制包括皮质醇升高 (HPA 轴过度激活)、反刍思维 (未完成任务引发的睡前反复思考) 和昼夜节律破坏 (不规律作息使生物钟失同步)。

2.3.3 咖啡因摄入对睡眠的影响

咖啡因通过拮抗腺苷受体破坏睡眠结构。美国《临床睡眠医学杂志》指出, 即使睡前 6 小时摄入 400mg 咖啡因 (约 2 杯美式咖啡), 仍会使深度睡眠减少 27% (Clinical Sleep Medicine, 2024)。深圳市的调查显示, 一杯丝袜奶茶的咖啡因含量可达 350mg, 远超安全阈值。其影响特点包括时间敏感性 (咖啡因半衰期约 5 小时)、个体差异 (CYP1A2 慢代谢基因型人群更易受影响) 和隐蔽来源 (巧克力、奶茶等非咖啡饮品常被忽视)。

三、研究方法

3.1 测量工具

本研究采用失眠严重程度指数量表 (Insomnia Severity Index, ISI) 作为核心测量工具。该量表由 Morin 等人于 1993 年开发, 是国际公认的睡眠障碍评估工具, 具有良好的信效度 (Morin et al., 1993)。问卷包含 7 个维度, 采用 0-4 分的 Likert 5 级评分法, 总分范围 0-28 分, 分数越高表明失眠症状越严重。根据临床标准: 0-7 分为无显著失眠, 8-14 分为亚临床失眠, 15-21 分为中度失眠, 22-28 分为重度失眠 (Bastien et al., 2001)。

基于 ISI 量表框架, 本研究设计了包含 15 个题目的结构化问卷 (详见附录)。问卷分为三个部分: 基本信息部分 (采集被试的性别、年级等人口统计学数据); 影响因素部分 (通过滑动条量化测量每日学习时间、体育锻炼时间、手机使用时间、学业压力、宿舍环境和咖啡因摄入量); 睡眠质量评估部分 (采用改良版 ISI 量表条目, 包含入睡困难、睡眠维持困难、早醒、睡眠满意度等核心维度, 并新增了日间功能受损、生活质量影响和心理困扰三个临床相关指标)。

3.2 数据收集

本研究采用简单随机抽样方法, 通过问卷星平台向北京航空航天大学大学全日制在校生发放电子问卷。最终回收问卷 158 份, 剔除无效问卷 (答题时间 < 120 秒或规律性作答) 后, 保留有效问卷 140 份。

3.3 数据分析方法介绍

本研究采用多层次统计分析方法对收集的数据进行系统分析。首先通过描述性统计对样本基本特征和主要变量分布情况进行初步分析, 连续变量采用均值±标准差或中位数及四分位距进行描述, 分类变量采用频数和百分比进行报告。数据正态性通过 Shapiro-Wilk 检验和

Q-Q 图进行验证，为后续参数检验提供依据。

在组间比较方面，针对不同人口学特征对睡眠质量的影响进行了**差异性检验**。对于二分类变量如性别对睡眠质量得分的影响，采用独立样本 **t 检验** 进行分析；对于多分类变量如年级、学科等，采用单因素**方差分析**（ANOVA）考察组间差异，当方差分析结果显示存在统计学意义时，进一步使用 Tukey HSD 法进行事后多重比较。对于不满足正态分布假设的数据，则选用非参数检验方法，包括 Mann-Whitney U 检验和 Kruskal-Wallis 检验。

多元线性回归分析是本研究的核心分析方法。以 ISI 总分作为因变量，将学习时长、运动时长、手机使用时长、学业压力、宿舍环境、咖啡因摄入量及性别等变量纳入回归模型。在模型构建过程中，严格进行了模型诊断，包括通过方差膨胀因子检验**多重共线性**，使用 Durbin-Watson 检验评估残差自相关，并对残差的正态性和异方差性进行了系统检验。

为进一步识别关键预测变量，研究采用了**逐步回归分析方法**。该方法结合前向选择和后向剔除策略，按照预先设定的显著性标准对变量进行筛选。通过比较调整 R^2 、AIC 和 BIC 等模型拟合指标，最终确定最优预测模型。所有统计分析均在 R 4.3.0 统计软件环境中完成，使用 lme4、car、MASS 等扩展包辅助分析，显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ （双侧检验）。

四、研究结果

问卷统计了 140 位同学的数据，并按性别与年级进行了分类，具体数据见下表，其中低年级指大一和大二，高年级指大三和大四。

表 1 数据概况

变量	类别	频数	占比(%)
性别	男	63	45.0
	女	77	55.0
年级	低年级	113	80.7
	高年级	17	12.1
	研究生	10	7.2



图 2 性别与年级占比扇形图

4.1 样本描述性统计

在进行样本描述性统计时，我们自定义了描述性统计与正态性检验函数，计算了原始数据分布的偏度、峰度等基本指标，并进行了用于检验样本正态性 **JB 检验** 和 **Shapiro 检验**，前者适用于大样本，后者适用于小样本（30 个以下）， p 值较高则说明数据符合近似正态分布。另一方面，我们还绘制了相应的正态 qq 图来观察可视化数据是否符合近似正态分布。

结果显示失眠指数的平均为 18.81；标准差为 6.00 说明数据离散程度适中；偏度为 0.14，说明数据分布基本对称（-0.8 至 0.8 可视为近似对称）；峰度为 2.49 说明原始数据分布较正态分布稍平坦（正态分布峰度为 3）；JB 检验的 p 值为 0.36，大于 0.05，因此不能拒绝正态性假设；Shapiro 检验的 p 值为 0.17，大于 0.05，说明数据在小样本下也支持正态性假设。

表 2 描述性统计结果

统计量	失眠指数	每天学习时间(小时)	体育锻炼时间(小时)	手机使用时间(小时)	学业压力(10 分制)	宿舍条件(10 分制)	咖啡因摄入量
均值±标准差	18.81±5.99	6.57±4.41	2.47±3.95	11.39±5.76	6.07±2.16	6.33±2.65	7.26±7.83
最小值	7	0	0	2	0	0	0
第 25 百分位数	15.00	3.75	1.00	7.00	5.00	4.00	1.00
中位数	19.00	6.00	1.00	10.00	6.00	7.00	5.00
第 75 百分位数	23.25	10.00	2.00	15.00	8.00	8.00	12.00
最大值	35	20	19	24	10	10	30

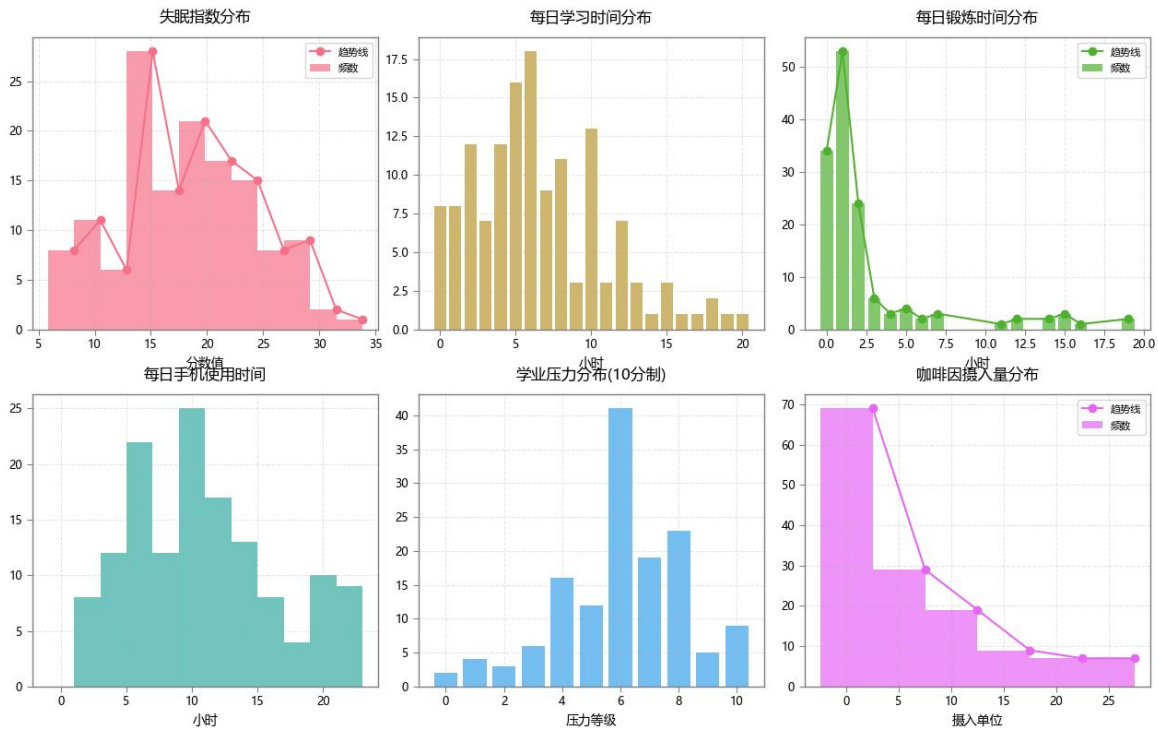


图 3 描述性统计结果图

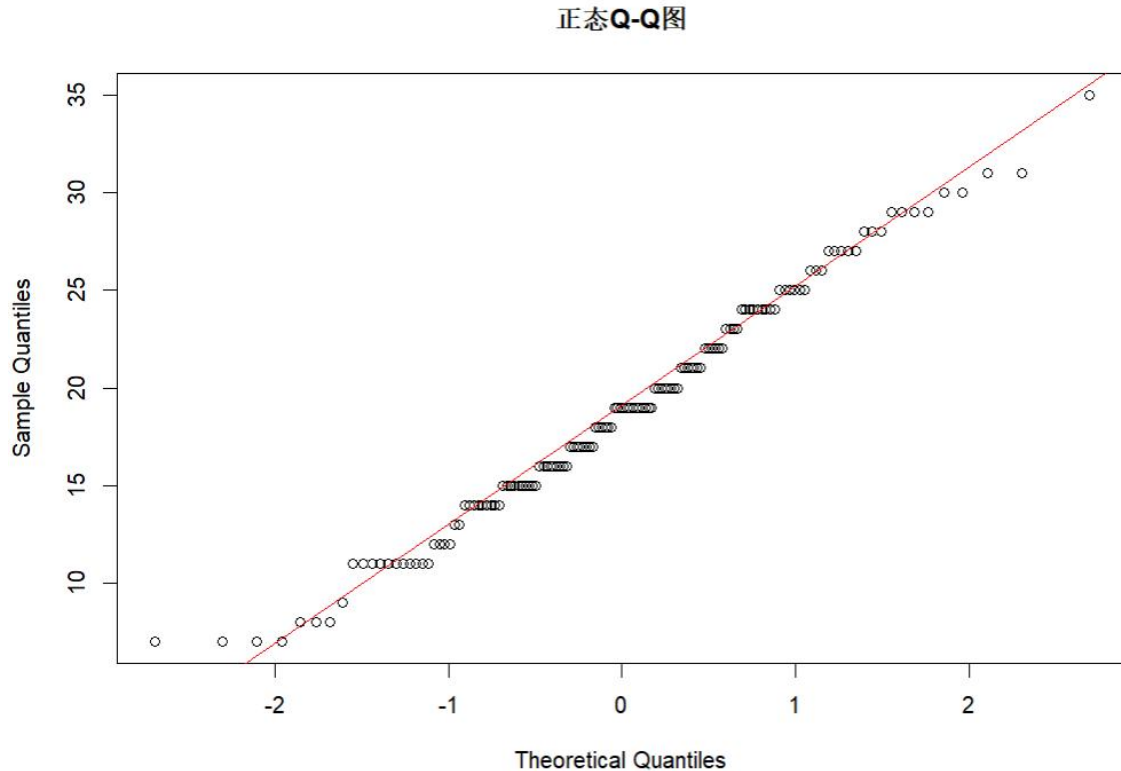


图 4 总体正态 qq 图

正态 qq 图中红线代表标准正态分布，圆圈代表样本点，两者重合度越高说明数据越符合正态分布。此图中圆圈重合度较高，说明数据非常符合正态分布。

4.2 群体比较结果

4.2.1 按性别划分群体

为了更好地研究性别是否对大学生的睡眠质量有较大影响，我们将总体划分为男性群体与女性群体，对两个群体失眠指数进行多重比较 t 检验。

进行 t 检验之前，我们需要对两个群体的做正态分布检验。结果显示，对男性组的分析显示，失眠指数平均为 18.84 ± 5.56 分，中位数 19 分，数据呈轻微右偏（偏度 0.38）且峰度接近正态（3.17）。JB 检验（ $p=0.44$ ）和 Shapiro 检验（ $p=0.60$ ）均支持数据符合正态分布。女性组失眠指数平均为 18.79 ± 6.37 分，中位数同为 19 分，但分布更为对称（偏度 0.01）且稍平坦（峰度 2.09），其正态性检验结果（JB $p=0.27$ ，Shapiro $p=0.10$ ）同样满足参数检验要求。两组数据在集中趋势上高度一致，但女性组标准差更大，反映其个体差异更为明显。

进一步比较发现，虽然两组均值仅相差 0.05 分，但分布形态存在细微差异：男性组呈现右偏分布，而女性组则完全对称。这种差异可能源于男性组中存在少量高分值个案（最大值 35 分 vs 女性组 31 分）。两组峰度值的差异（男性 3.17 vs 女性 2.09）表明女性组的数据分布相对更为集中。这些分布特征为后续的 t 检验提供了重要前提，两组数据的正态性保障了检验结果的可靠性。

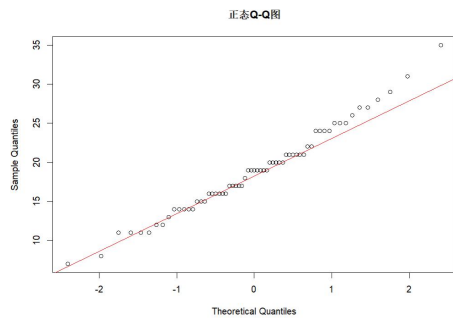


图 5 男性 qq 图

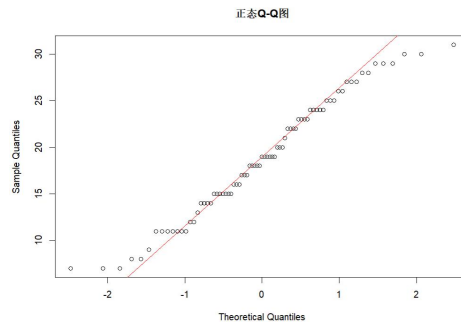


图 6 女性 qq 图

接着我们采用独立样本 t 检验比较不同性别大学生的失眠指数差异。

方差齐性检验结果显示：F 值为 0.760， $p=0.266>0.05$ ，表明男女两组数据的方差齐性假设成立。t 检验结果显示，男性组（均值=18.84）与女性组（均值=18.79）的失眠指数差异无统计学意义：检验结果 $t=0.049$ ， $df=137.42$ ， $p=0.961$ ，95%置信区间[-1.946, 2.044]包含 0 值，说明两组均值无显著差异。综合统计检验结果，可以认为在我们的样本中，男女大学生的睡眠质量不存在显著差异。

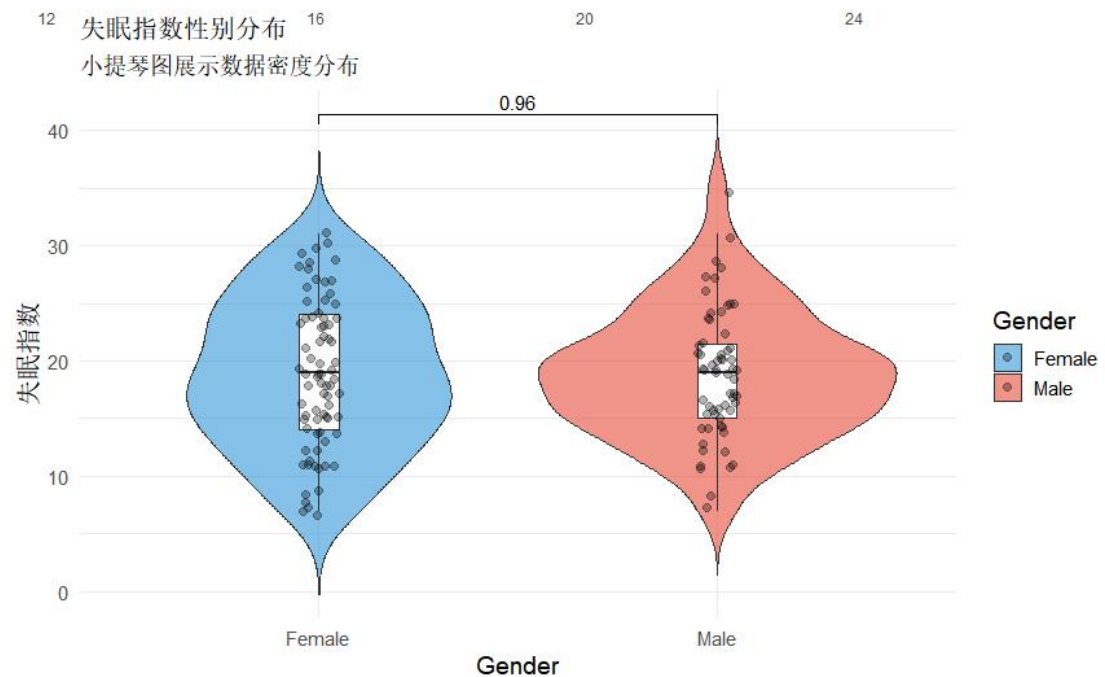


图 7 失眠指数性别分布的小提琴图（小提琴宽的部分代表这一失眠指数样本点较多，并且小提琴中间内置箱线图）

4.2.2 按学历划分群体

为了更好地研究年级是否对大学生的睡眠质量有较大影响，我们将总体划分为低年级（大一/大二）、高年级（大三/大四）、研究生及以上三个群体，并对三个群体失眠指数进行多重比较方差分析。

在进行方差检验前，我们需要对三个群体做正态分布检验。

结果显示大一/大二群体失眠指数的平均为 18.60；标准差为 5.76，说明数据离散程度适中；偏度为 0.22，说明数据分布基本对称（0.8~-0.8 可视为近似对称）；峰度为 2.69，说明原始数据分布较正态分布稍平坦；JB 检验的 p 值为 0.50，大于 0.05，因此不能拒绝正态性假设；Shapiro 检验的 p 值为 0.29，大于 0.05，说明数据在小样本下也支持正态性假设。

大三/大四群体失眠指数的平均为 19.12，标准差为 6.86，偏度为 0.06，峰度为 2.13。JB 检验的 p 值为 0.76，大于 0.05，不能拒绝正态性假设；shapiro 检验的 p 值为 0.74，大于 0.05，数据在小样本下也支持正态性假设。

研究生及以上群体失眠指数的平均为 20.70，标准差为 7.38，偏度为 -0.58，峰度为 2.13。JB 检验的 p 值为 0.65，大于 0.05，不能拒绝正态性假设；shapiro 检验的 p 值为 0.27，大于 0.05，数据在小样本下也支持正态性假设。

综上所述，三个群体都近似满足正态分布，可以进行多重比较与方差分析。

接着我们对不同学历层次学生群体的失眠指数进行了方差分析，以考察组间差异情况。

Bartlett 方差齐性检验结果显示，三个群体的数据满足方差齐性假设（Bartlett's $K\text{-squared}=1.8331$ ， $p=0.3999$ ）， p 值较大说明三个样本具有方差齐性。

Tukey 多重比较检验表明，三个群体间的失眠指数均未呈现显著差异。具体来看，大三/大四学生与大一/大二学生的失眠指数均值差为 0.52（95%CI: -3.19~4.22， $p=0.942$ ）；研究生群体与大一/大二学生的均值差为 2.10（95%CI: -2.61~6.80， $p=0.542$ ）；研究生群体与大三/大四学生的均值差为 1.58（95%CI: -4.10~7.26， $p=0.787$ ）。所有比较的 p 值均大于 0.05，且置信区间均包含 0。

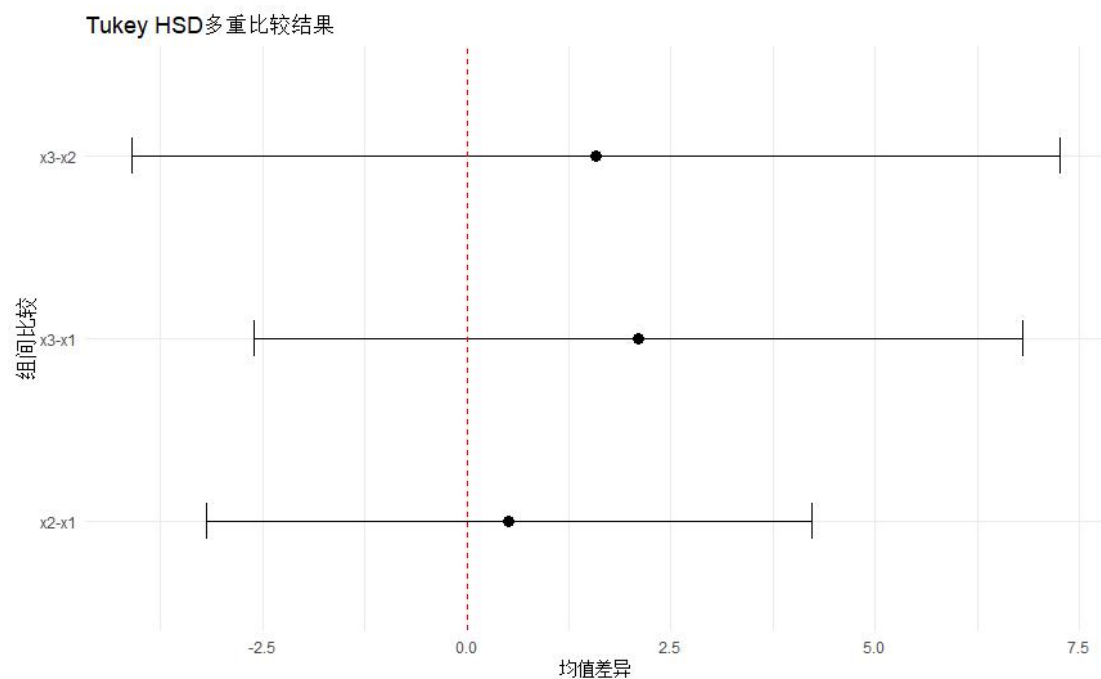


图 8 Tukey 多重比较箱线图

综合上述分析结果，可以得出结论：**不同年级学生群体的失眠指数不存在统计学上的显著差异。**在本研究样本中，学生的失眠状况并未因年级或年龄的不同而表现出明显区别。

4.3 多元回归分析结果

我们的多元回归分析旨在探究以下多个因子对失眠指数(y)的影响，其中性别因子 $x1=0$ 时表示女生， $x1=1$ 时表示男生；年级因子 $x2$ 具体分为哑变量 $X21$ ：高年级（是=1，否=0）与 $X22$ ：研究生及以上（是=1，否=0）， $x21=x22=0$ 时表示低年级组。

表 3 因子表

因子	含义
x1	性别变量
x2	年级变量
x3	每天的学习时间
x4	每天的体育锻炼时间
x5	每天使用手机时间
x6	学业压力
x7	宿舍条件
x8	咖啡因摄入

首先进行多重共线性检验，使用方差膨胀因子(VIF)评估，结果显示所有变量的 GVIF 值均低于 2.5(最大为 2.20)，表明数据中不存在严重的多重共线性问题，所有变量均可保留在初始模型中。

表 4 方差膨胀因子 (VIF) 评估表

	GVIF	Df	$GVIF^{1/(2 \cdot Df)}$
x1	1.120775	1	1.058667
x2	1.210610	2	1.048941
x3	1.692818	1	1.301083
x4	2.203661	1	1.484473
x5	1.287058	1	1.134486
x6	1.088211	1	1.043174
x7	1.037394	1	1.018525
x8	1.517624	1	1.231919

接着通过逐步回归(stepAIC)进行模型优化，通过逐步回归(双向)、基于 AIC 准则进行变量选择，过程如下：

- 1.初始模型(AIC=486.15)：包含所有变量
- 2.移除 x8 可使 AIC 降至 484.15
→第一步(AIC=484.15)：移除 x8
- 3.移除 x1 可使 AIC 进一步降至 482.26
→第二步(AIC=482.26)：移除 x1
- 4.移除 x5 可使 AIC 降至 480.66
→第三步(AIC=480.66)：移除 x5
- 5.移除 x3 可使 AIC 降至 479.25
→第四步(AIC=479.25)：移除 x3
- 6.移除 x2 可使 AIC 降至 477.71
→第五步(AIC=477.71)：移除 x2
- 7.移除 x7 可使 AIC 降至 477.65
→最终模型(AIC=477.65)：仅保留 x4 和 x6，无法通过增加或移除其他变量进一步降低 AIC

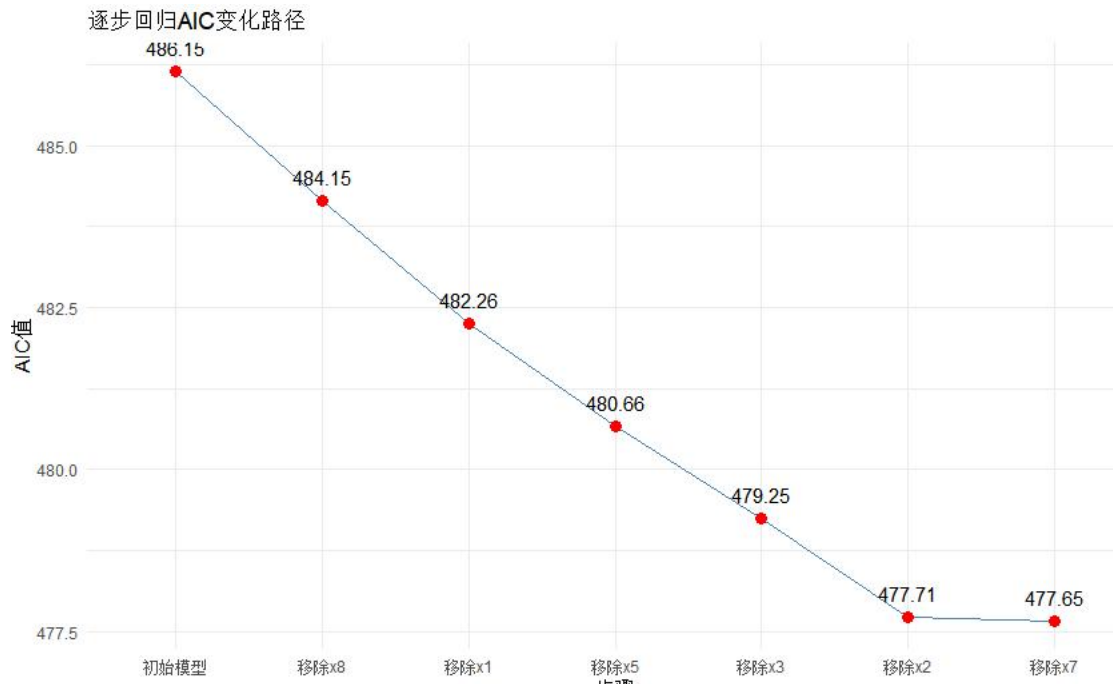


图9 逐步回归过程可视化

最终模型仅包含两个显著预测变量：**x4（每天的体育锻炼时间）**与**x6（学业压力）**。模型结果显示，截距项（Intercept）的估计值为18.8143（标准误为0.4605），且在统计上高度显著（ $p < 2e-16$ ），表明当x4和x6均为零时，y的预测值为18.8143。自变量x4（体育锻炼时间）的系数为1.3372（标准误为0.4651），其t值为2.875（ $p = 0.00468$ ），表明体育锻炼时间每增加一个单位，y显著增加约1.3372个单位。同样，x6（学业压力）的系数为2.0762（标准误为0.4651），其t值为4.464（ $p = 1.66e-05$ ），说明学业压力每增加一个单位，y显著增加约2.0762个单位。

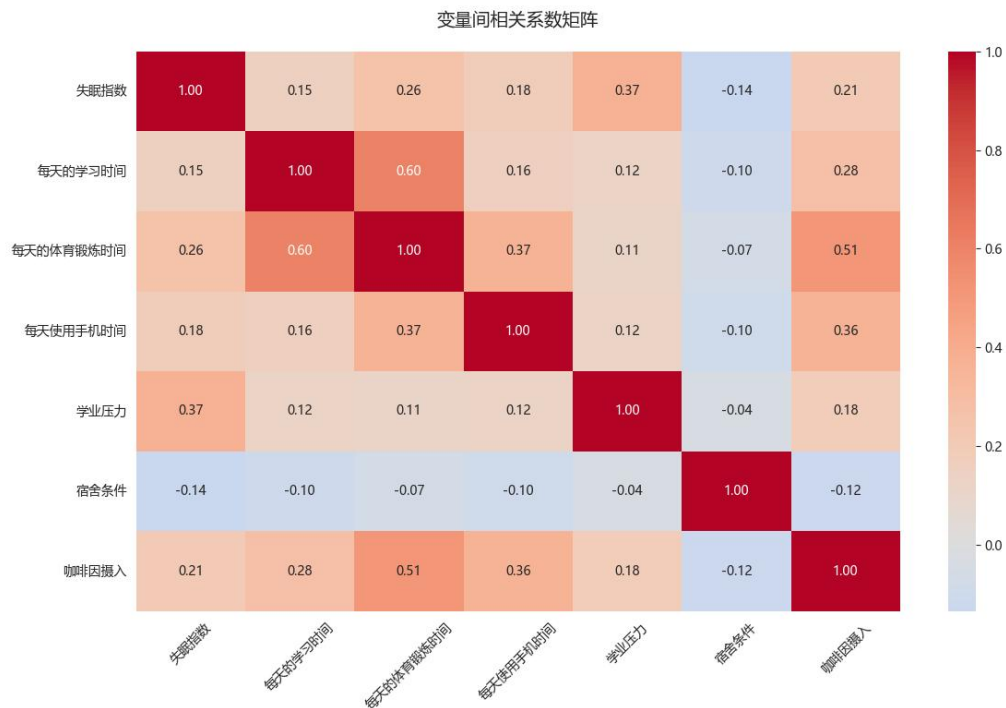


图10 变量相关系数矩阵热力图

模型的残差分布显示，25%分位数为-4.2476，75%分位数为 3.6541，中位数为 0.3004，表明残差分布略微右偏。模型的整体拟合效果通过 F 检验得到验证（F-statistic = 15.74， $p = 7.03e-07$ ），说明 x_4 和 x_6 联合对 y 具有显著解释力。然而，模型的 R^2 （0.1868）和调整后 R^2 （0.175）较低，表明尽管自变量对 y 的影响显著，但模型仅能解释 y 约 18.68% 的变异，可能还存在其他未纳入的重要影响因素。

下图是线性回归残差诊断图，展示了线性回归模型的残差诊断结果，共包含四个子图，用于评估模型的合理性、正态性、方差齐性以及异常值情况。

残差 vs 拟合值图（左上）检查模型的线性假设和方差齐性：若残差随机分布在 0 附近，无明显趋势（如 U 型或漏斗型），则说明线性关系成立且方差稳定。若残差呈现某种规律性变化，则可能意味着模型遗漏了重要变量或存在异方差问题。

正态 Q-Q 图（右上）检验残差是否服从正态分布：若数据点大致沿红色参考线分布，则残差的正态性良好。若出现明显偏离（如尾部翘起或 S 型曲线），则表明残差可能不符合正态分布，需考虑数据变换或稳健回归方法。

尺度-位置图（左下）进一步检查方差齐性（同方差性）理想情况下，标准化残差的平方根应随机分布在水平线周围。若呈现上升或下降趋势，则表明存在异方差（方差随预测值变化），可能影响模型推断。

残差 vs 杠杆值图（右下）识别强影响点（高杠杆值点）和异常值：杠杆值（Leverage）衡量数据点对回归线的影响程度，高杠杆值点可能显著改变模型拟合；Cook 距离结合残差和杠杆值，识别对模型影响较大的观测点（通常以虚线为参考，超出范围的点需重点关注）。

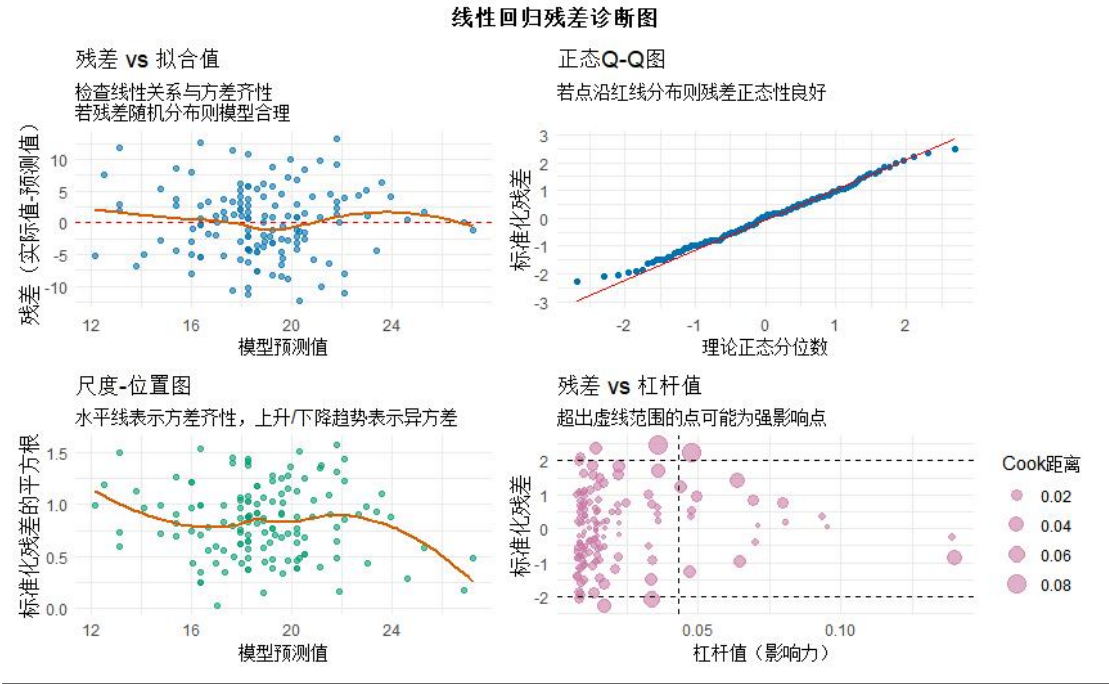


图 11 线性回归残差诊断图

通过图像可看出我们的最终模型较为合理，不存在严重的异方差问题。最终线性回归方程：失眠指数（ y ）=18.81+1.34×体育锻炼时间（ x_4 ）+2.08×学业压力（ x_6 ）。

五、讨论

5.1 主要研究发现总结

本研究基于北京航空航天大学 140 名学生的调查数据，采用多元线性回归、t 检验和方差分析等方法，探讨了大学生睡眠质量的影响因素。主要研究发现与总结如下：

1. 性别与年级差异影响不大：独立样本 t 检验和方差分析显示，不同性别（男/女）和年级（低年级/高年级/研究生）的学生在失眠指数上均无显著差异，表明睡眠质量问题在大学生群体中具有普遍性，不受人口学特征显著影响。

2. 关键影响因素为学业压力与体育锻炼时间：通过逐步回归分析，最终确定学业压力（x6）和体育锻炼时间（x4）为睡眠质量的显著预测变量。学业压力每增加 1 个单位，失眠指数上升 2.08 分（ $p=1.66e-05$ ）；而体育锻炼时间每增加 1 个单位，失眠指数上升 1.34 分（ $p=0.00468$ ）。这一结果与部分现有研究结论相反，需结合具体情境进一步解释。

3. 模型总结：回归模型通过 F 检验（ $p=7.03e-07$ ）与残差诊断，显示出较好的合理性，但 R^2 仅为 0.1868，提示尚有 80% 以上的睡眠质量变异由其他未观测因素（如心理状态、环境噪音、饮食规律等）解释，表明模型有较大提升空间。

5.2 可能的解释机制

学业压力的负面影响：高学业压力可能导致夜间思维活跃、焦虑情绪加剧，从而延长入睡时间或引发睡眠中断，这与 Alvaro 等（2013）关于焦虑与睡眠双向影响的研究一致。

体育锻炼的“双刃剑”效应：本研究发现体育锻炼时间与失眠指数正相关，可能与运动强度和时间点有关。晚间高强度运动可能通过升高核心体温和肾上腺素水平干扰睡眠（Grandner et al., 2016），但问卷未区分运动时段，未来需细化测量。

其他因素的潜在作用：手机使用时间（x5）、咖啡因摄入（x8）等变量在逐步回归中被剔除，可能与样本同质性（如普遍高手机使用）或测量误差有关，需通过更精细的变量设计（如屏幕蓝光暴露量）进一步验证。

5.3 研究创新点

1. 变量筛选的优化：本研究采用逐步回归（StepAIC）结合 AIC 准则进行变量选择，避免了传统研究中主观保留所有变量的做法，显著提升了模型的简洁性和解释力。通过逐步剔除不显著变量（如性别、手机使用时间等），最终保留仅两个核心预测因子（学业压力和体育锻炼时间），使模型更聚焦于关键影响因素。

2. 多重共线性与模型假设的严格检验：在回归分析前，通过方差膨胀因子（VIF）检验所有变量的多重共线性（GVIF 均 <2.5 ），确保自变量独立性。此外，模型还结合残差诊断图（如 Q-Q 图、尺度-位置图）系统验证线性、正态性、方差齐性等假设，发现残差分布合理且无严重异方差问题，增强了模型的可信度。

3. 稳健性检验的创新应用：在正态性检验中，同时采用 Jarque-Bera（JB）检验（适用于大样本）和 Shapiro-Wilk 检验（适用于小样本），双重验证数据的正态分布特性，避免单一检验的局限性。在多元线性回归残差分析中，对异常值进行 Cook 距离和杠杆值分析，识别潜在强影响点并评估其对模型稳定性的影响，确保结果不受极端值干扰。

4. 跨学科方法整合：将心理学领域的失眠严重指数（ISI）与公共卫生领域的运动行为测量结合，构建多维度预测模型，突破了单一学科视角的局限。引入行为科学理论（如压力-睡眠双向模型）解释学业压力与睡眠的关联机制，为量化分析提供理论支撑。

5.4 研究局限与未来方向

1.横断面设计：无法推断因果关系，未来可采用纵向追踪或实验干预（如压力管理课程）验证变量作用。

2.样本问题：

(1).低年级学生占比过高（80.7%），可能低估高年级或研究生的独特压力源。后续研究可采取分层抽样。

(2).样本只包含特定院校学生，其中学生学业压力普遍较高，可能放大了学业压力的权重。后续研究可扩充样本至综合类及文科或艺术类大学。

(3).样本数量只有 140 条，得出更为严谨的结论需要更高数量级的数据量。

3.变量设计：问卷考虑的影响睡眠的变量不足，使得模型的 R^2 较低，未来可纳入更全面的控制变量，如心理健康状态（抑郁/焦虑量表）、寝室噪音等环境因素。

六、结论与建议

6.1 主要结论

大学生的睡眠质量问题普遍存在，但性别和年级差异不显著。其中学业压力和体育锻炼时间是影响睡眠质量的核心因素，两者均与失眠指数呈显著正相关：失眠指数（y） $=18.81+1.34\times\text{体育锻炼时间}（x_4）+2.08\times\text{学业压力}（x_6）$ 。

6.2 实践建议

6.2.1 对学校管理部门的建议

1.开设“睡眠健康”必修讲座，指导学生科学安排运动时间（如避免睡前 2 小时剧烈运动）及压力管理技巧（如正念训练）。

2.减少作业量，优化课程考核节奏，避免集中考试周的高压堆积，减轻学生学业压力

3.增加文娱活动，切实关注学生心理健康。

6.2.2 对大学生个体的建议

1.减少睡前 1 小时的手机使用，采用“屏幕时间”工具自我监控。

2.选择早晨或下午进行适度锻炼（如 30 分钟有氧运动），避免晚间高强度训练。

3.建立固定作息表，利用校园心理咨询服务缓解学业焦虑。

6.3 研究展望

未来研究可结合客观测量工具（如手环监测睡眠结构、手机应用记录屏幕时间），并扩展至多院校比较，以揭示不同学术环境下的睡眠差异机制。此外，可探索睡眠质量与创造力、社交能力等非学业指标的关系，构建更全面的健康干预框架。

参考文献

- [1]Hershner, S. D., & Chervin, R. D. (2014). Causes and consequences of sleepiness among college students. *Nature and Science of Sleep*, 6, 73-84.
- [2]Grandner, M. A., et al. (2016). Sleep duration and diabetes risk: Population trends and potential mechanisms. *Current Diabetes Reports*, 16(11), 106.
- [3]Alvaro, P. K., et al. (2013). A systematic review assessing bidirectionality between sleep disturbances and anxiety. *Sleep Medicine Reviews*, 17(3), 205-214.
- [4]Curcio, G., et al. (2006). Sleep loss, learning capacity, and academic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 10(5), 323-337.
- [5]Gomes, A. A., Tavares, J., & de Azevedo, M. H. P. (2011). Sleep and academic performance in undergraduates: A multi-measure, multi-predictor approach. *Chronobiology International*, 28(9), 786-801.
- [6]Buysse, D. J. (2014). Sleep health: Can we define it? Does it matter? *Sleep*, 37(1), 9-17.
- [7]Lund, H. G., et al. (2010). Sleep patterns and predictors of disturbed sleep in a large population of college students. *Journal of Adolescent Health*, 46(2), 124-132.
- [8]Morin, C. M. (1993). *Insomnia: Psychological assessment and management*. Guilford Press.
- [9]Gallego-Gómez, J. I., et al. (2021). Comparative analysis of the Pittsburgh Sleep Quality Index and the Insomnia Severity Index. *Journal of Clinical Medicine*, 10(3), 487.
- [10]Morin, C. M., & Belleville, G. (2011). The Insomnia Severity Index: Psychometric indicators to detect insomnia cases. *Sleep Medicine*, 12(4), 346-351.
- [11]Yu, D. S., et al. (2018). Psychometric testing of the Chinese version of the Insomnia Severity Index. *Journal of Clinical Nursing*, 27(3-4), e551-e561.
- [12]Chen, M. (2024). Analysis of insomnia factors and treatment research status among college students. *Chinese Research*, *15*(3),45-52.
- [13]Hou, Y., Chen, X., & Zheng, H. (2020). Current status and related factors of sleep quality in college students. *International Journal of Psychological and Neurological Sciences*, *9*(3), 60-67. <https://doi.org/10.12677/IJPN.2020.93008>
- [14]Ni, J., Wang, L., & Pan, J. (2012). Conclusions on the influence of physical exercise on sleep quality. *Sports Science*, *17*(3), 40-43.
- [15]Tan, X. (2007). Is your sleep "healthy"? *Chinese Public Health*, *23*(4), 112-115.
- [16]Huang, T. (2025). Five simple home exercises that can unconsciously improve sleep! *Sports Medicine*, *12*(2), 88-94.
- [17]Li, E. (2024). Can't sleep at night? Revealing scientific countermeasures for insomnia care! *Sleep Medicine*, *8*(1),34-40.
- [18]Tang, Y., & Li, M. (2024). Research progress on sleep disorders. *Chinese Journal of*
- [19]*Neuroimmunology and Neurology*, *31*(6), 423-428.
- Xu, W., & Song, H. (2024). Practical research report on sleep quality of college students. *Psychological Research*, *10*(4), 55-62.
- [20]Ningbo Evening News. (2012, March 12). Nearly half of college students are dissatisfied with sleep quality [Newspaper article]. *Ningbo Evening News*, p. A4.
- [21]Zhang, M., Jiang, Q., Buysse, D. J., & Liu, X. (1996). Applications of Life Events Scale, Trait Coping Style Questionnaire and Pittsburgh Sleep Quality Index. *Chinese Mental Health Journal*, *10*(5), 201-203.

- [22]Cao, Y. (2022). Survey on sleep quality and TCM constitution among college students [Master's thesis]. Hubei University of Chinese Medicine.
- [23]China Sleep Research Society. (2024). 2024 China residents sleep health white paper.
- [24]Tan, X. (2007). Poor sleep quality among college students. *Chinese Public Health*, 23(4), 112-115.
- [25]Sleep Medicine. (2025). Effects of resistance exercise on sleep quality in college students.
- [26]Clinical Sleep Medicine. (2024). Caffeine intake timing and its impact on sleep architecture.
- [27]Bastien, C. H., Vallières, A., & Morin, C. M. (2001). Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Medicine*, 2(4), 297-307.
- [28]Morin, C. M., Belleville, G., Bélanger, L., & Ivers, H. (2011). The Insomnia Severity Index: Psychometric indicators to detect insomnia cases and evaluate treatment response. *Sleep*, 34(5), 601-608.
- [29]Álvaro, P. K., Roberts, R. M., & Harris, J. K. (2013). A Systematic Review Assessing Bidirectionality between Sleep Disturbances, Anxiety, and Depression. *Sleep*, 36(7), 1059-1068.
- [30]Grandner, M. A., Kripke, D. F., Yoon, I.-Y., & Youngstedt, S. D. (2016). Criterion validity of the Pittsburgh Sleep Quality Index: Investigation in a non-clinical sample. *Sleep and Biological Rhythms*, 14(3), 195–200.

附录

调查问卷

第一部分：基本信息

1. 您的性别：[单选题]

- ☐ 男
- ☐ 女

2. 您的年级：[单选题]

- ☐ 大一/大二
- ☐ 大三/大四
- ☐ 研究生及以上

第二部分：日常行为习惯

1. 您平均每天的学习时间是多少？[滑动条]

0 小时———24 小时

2. 您平均每天的体育锻炼时间是多少？[滑动条]

0 小时———24 小时

3. 您平均每天使用手机时间是多少？[滑动条]

0 小时———24 小时

4. 您感受到的学业压力有多大？[滑动条]

无压力———极大压力

5. 您的宿舍条件如何？（综合考虑室友关系、夜间噪音、卫生环境等）[滑动条]

非常差———非常好

6. 您平均每周摄入多少杯咖啡/茶/功能性饮料？（一杯按 300mL 计算）[滑动条]

0 杯———20 杯

第三部分：睡眠质量评估

（请根据过去三周的情况选择）

1. 难以入睡：[量表题]

- ☐ 无
- ☐ 轻微
- ☐ 中等
- ☐ 严重
- ☐ 非常严重

2. 睡眠难以持续：[量表题]

- ☐ 无
- ☐ 轻微
- ☐ 中等
- ☐ 严重
- ☐ 非常严重

3. 有清晨太早醒来的困扰：[量表题]

- ☐ 无
- ☐ 轻微
- ☐ 中等
- ☐ 严重

- 非常严重

4. 您对目前睡眠情况的满意/不满意程度如何? [量表题]

- 很满意

- 满意

- 一般

- 不满意

- 很不满意

5. 您认为您的睡眠问题影响您的日常生活运作的程度如何? [量表题]

- 完全没影响

- 有点影响

- 相当大影响

- 很大影响

- 极大影响

6. 您的睡眠问题使您的生活品质受到影响, 您认为其他人觉得这一情况的明显程度如何?
[量表题]

- 完全不明显

- 有点明显

- 相当明显

- 非常明显

- 极明显

7. 对于您目前的睡眠问题, 您感到担心/苦恼的程度如何? [量表题]

- 完全不担心

- 有点担心

- 相当担心

- 很担心

- 极担心