

南京邮电大学

毕业设计（论文）

题 目	大学生体育成绩测试数据分析
专 业	应用统计学
学生姓名	周文潇
班级学号	B15080413
指导教师	温勇
指导单位	南京邮电大学理学院

日期：2019 年 01 月 01 日至 2019 年 6 月 10 日

毕业设计（论文）原创性声明

本人郑重声明：所提交的毕业设计（论文），是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已注明引用的内容外，本毕业设计（论文）不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本研究做出过重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明并表示了谢意。

论文作者签名：

日期：2019 年 6 月 5 日

摘 要

大学生作为社会发展进步的后备军,其体质健康将影响整个国家未来的综合水平,因此我国十分重视学生的体质健康综合水平,通过加强体质测试训练、提高标准进而监督学生提升能力。本文通过描述分析、相关性分析、评价与预测几个模块探寻南京某高校二级学院大学生体质能力,根据《国家体质标准》规定,从大学生的各测试项目中可以反映该校学生总体的发展趋势。

根据数据分析结果,各测试年级中大三和大二年级学生体质平均水平最高,大四年级体质平均水平最低;性别因素下,男生总体体质平均水平低于女生,且个体差异较大;各测试项目中,女生在耐力项目、速度项目中水平相对较低,而男生表现在耐力项目、柔韧力量项目上水平相对较低。在灰色关联分析中,引入基本信息因素到体质能力评价体系,采用层次分析和熵权法确定的综合权重,这样能够综合考虑客观成绩、主观学生信息的因素,这样为不同生源地、专业和性别的学生制定训练方案、提供建议有重要的意义。预测分析中采用多元线性回归模型和神经网络模型进行预测,是希望在仅知道学生部分成绩的情况下预先对于学生体质总成绩进行预判,这样可以对于成绩发展趋势进行衡量,为学生更改自己的体质锻炼方法、提高学校和相关部门重视并制定新的教学计划作出贡献。

关键词: 高校大学生; 体质测试; 灰色关联分析; 神经网络预测

ABSTRACT

As a reserve army for social development and progress, college students' physical health will affect the comprehensive level of the country's future. Therefore, China attaches great importance to the comprehensive level of physical fitness of students, and supervises students' ability to improve by strengthening physical testing and training and raising standards. This paper explores the physical fitness of college students in a university in Nanjing through description, correlation analysis, evaluation and prediction. According to the National Fitness Standards, the overall development trend of the students can be reflected in the test results of college students.

According to the results of data analysis, the physical average level of sophomore and third grade is the highest, and the average level of senior is the lowest. Under the gender factor, the average physique of boys is lower than that of girls, and the individual differences are large; In the project, girls are relatively low in endurance and speed projects, while boys are relatively low in endurance and flexibility. In the gray correlation analysis, the basic information factor is introduced into the physical ability evaluation system, and the comprehensive weights determined by the analytic hierarchy process and the entropy weight method are used, so that the objective achievement and the subjective student information can be comprehensively considered, so that will provide more information and suggestions toward different source places, professions and genders. Predictive analysis uses multiple linear regression models and neural network models, which hopes that the student's total physical scores will be pre-judged in advance only if part of the student's scores are known. This can be used to measure the development trend of the students and change their own for the students. While providing some physique exercise methods, it will improve the attention of schools and relevant departments, and contribute to the development of new teaching plans.

Key words : college students; physical fitness test; gray relational analysis;
neural network prediction

目 录

第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景和意义	1
1.2 国内外研究现状及文献综述	1
1.3 文章主要内容及结构	3
第二章 研究对象与方法	4
2.1 研究对象	4
2.2 研究方法	4
第三章 学生体质测试成绩的描述统计分析	6
3.1 研究综述	6
3.2 各测试项目的描述统计分析	6
3.3 体质测试总成绩的描述统计分析	18
第四章 学生基本信息的描述统计分析	24
4.1 学生基本信息概述	24
4.2 基于学生基本信息的体质成绩统计分析	25
4.3 基于学生基本信息的各项成绩描述统计分析	32
第五章 学生体质测试成绩项目得分间的相关分析	35
5.1 体质测试项目的相关性分析	35
5.2 体质测试项目的单因素方差分析	39
第六章 体质测试成绩的评价与预测分析	43
6.1 研究综述	43
6.2 学生综合体质能力的灰色关联分析	43
6.3 学生综合成绩的预测分析	49

第七章 总结与建议 54

7.1 针对体质测试描述性分析的结论与建议 54

7.2 针对体质测试相关性分析的结论与建议 56

7.3 针对体质测试灰色关联分析的结论与建议 57

结束语 63

致谢 64

参考文献 65

第一章 绪论

1.1 课题研究背景和意义

1.1.1 课题研究背景

体质是在先天遗传和后天获得中形成的，人类个体在形态结构和功能活动方面所固有的、相对稳定的特性。体质健康是促进人全面发展的必要条件，也是促进社会进步发展的基础条件，2016年国务院印发实施了《健康中国2030规划纲要》，其中在“加大学校健康教育力度”中要求学校机构以课堂教育与课外实践结合的方式进行健康教育模式的更改。我国一直对于学生的要求是德智体美劳全面发展，大学生作为社会建设的后备军，其身体素质的好坏将影响我国现代化建设的进程，因此大学生体质健康的发展一直备受国家关注。然而，近年来，在学业压力和生活作息习惯等多重因素影响下，大学生虽然物质生活水平提高了，运动设施和环境改善，但是却存在更为严重的体质健康受损、身体素质下滑的问题，这与学生对于体质健康未能进行科学有效管理及学校教育引导教育欠缺等因素都有关^[1]。在我国颁发并修订的《国家学生体质健康标准(2014版)》中，对于在校本科生的体质测试项目进行了全新的要求，其中更新了测评项目的要求，对各项目的国家标准表进行了调整，这可以在一定程度上督促学生完成定量的体育锻炼，同时也旨在要求学校和相关机构为学生体质健康提供更多帮助。

1.1.2 课题意义

本文根据大学生体质健康现目前存在的问题，针对南京某高校二级学院学生的体质能力进行分析，利用该学院 2017 年度在校本科生体质测试成绩及其基本数据信息进行分析，探寻该校学生的体质健康水平与《国家学生体质健康标准(2014 版)》要求的差距，了解在不同基本信息条件下学生体质能力的差距，从综合指标的角度为学生的体质能力进行评价和预测，期望从体能、运动方法和心理意识的角度对于学生提供更有效的指导方案，从而提升学生体质测试成绩，培养他们养成勤于运动、热爱运动的意识。

1.2 国内外研究现状及文献综述

1.2.1 大学生体质健康发展趋势的研究综述

在国家日益重视人民体质及身体健康的背景下，我国逐渐兴起许多优秀的期刊，如《当代体育科技》、《体育文化导刊》等中都发表了众多关于体质健康的优

秀文章,并且当代大学生体质健康问题日益受到国内外学者的重视,在社会科学、卫生类期刊,如《体育世界》、《中国学校卫生》等中也出现了大量关于大学生体质能力的文章,各高校的学报也积极发表了相关文章。

对于体质健康水平和大学生体质现状的分析,部分文献结合调查问卷结果对于学生体育素养现状进行总体的描述,并给出对策建议,其中闫文伟在《安徽省大学生体育素养现状与对策研究》一文中结合高校学生对体育的认知相关问卷问题收集数据,从学生主观层面分析了体育意识、体育运动技能及频率对于体育素质培养的影响^[2]。

学生体质测试项目众多,根据《国家学生体质健康标准》要求可以将测试项目分为五个大类,根据项目类别进行分析,可以了解学生体质成绩的总体水平和变化趋势,其中刘雪梅在《广西高校少数民族大学生变化分析》一文中对于某学校各年度少数民族大学生的耐力项目、灵巧速度项目、身体形态项目进行了均值、方差、极值、变化趋势等描述性分析,探寻了该校少数民族大学生体质测试成绩的相关规律并给出了建议^[3]。

有的文章提倡构建一个更有效衡量学生成绩的数据库体系,信息技术的发展促使数据采集和分析效率的提高,考虑到学生体育成绩预测及统计工作的复杂性,且开发成绩管理系统周期长,邱阳在《基于 VLOOKUP 的大学生体育综合成绩自动化统计与实现》一文中,提供了利用 Excel 中 VLOOKUP 函数查找、编辑学生成绩的方法,这样的方法可操作性较强,易于更新,十分适合一线教师学习使用^[4]。

董潇潇、胡延等人在《关联规则挖掘算法在大学生体育成绩分析中的应用》一文中从大学生体育成绩的内部进行数据挖掘,通过应用关联规则挖掘算法、Apriori 算法找到学生各项目成绩间相互作用的情况,从而关注项目间相关关系,探讨影响学生成绩的因素,从交互性的角度为学生体质提高提供了新的思路^[5]。

1.2.2 灰色关联分析在体质健康领域中的研究

在控制论系统科学中,一般采用颜色的深浅来表示对于信息的了解程度^[6],灰色介于黑色和白色之间,表示信息的不完全。灰色系统理论的研究主要是根据系统行为特征的相关数据来寻找内部变量或者不同系统变量之间的关系或规律,从原始杂乱无章的数据进行挖掘和整理可以获得其中的规律,对于灰色序列的挖掘可以弱化数据的随机性,显示隐藏的规律^[7]。大学生体质测试总成绩不仅受到多个测试项目成绩的影响,各个项目之间存在相关性,并且还要考虑学生对待体质测试的心理状态、身体状况,因此这是一个复杂的灰色系统,通过探寻内部规律可以更有效的把握学生综合体质能力水平,并且更加客观的评定学生水平,为

其日后体能素质的训练提供有效的建议和对策。

李阳、李山等人在《甘肃省高校东乡族大学生体质健康评价灰色关联分析》一文中选取了 7 个体测指标进行灰色关联分析,按照不同性别对于各个项目关联系数对比,确定了对体质综合评价影响程度最大的项目,同时还确定了不同年份不同性别下,学生体质健康状况的变化趋势,为东乡族男、女大学生应加强的项目提供建议^[8]。

在灰色评价体系中,要求确定不同指标的权重,迄今,国内对学生体质能力的综合评价选择指标多为体质测试项目,而忽略了个人、环境等因素对成绩的影响,因此模型精确度存在缺陷^[9],并且在确定权重时多采用层次分析法,较多的考虑了决策者的主观意愿,定性成分多而忽略了客观性,在其余领域涉及评价问题时,国内的一些研究选择结合熵权法和层次分析法综合评定个体的水平^[10],可以看到这个确定权重的方法可行且有应用。

1.3 文章主要内容及结构

本文主要研究南京某高校二级学院 2017 年度在校本科生体质测试成绩间和与基本信息的关系,基于学生体质成绩和学生基本信息两个方向进行描述性统计分析、体质项目成绩间的相关分析、体质能力评价、体质测试成绩预测及针对已有分析给出结论、提供建议,一共七个方面对于该校学生进行综合分析。

本文各章节结构可大致分为三个部分:

第一、二章将介绍国内对于大学生体质健康的相关研究背景,提出本文研究的意义,并说明具体的研究对象及应用的研究方法。

第三、四、五、六章为本文的核心部分,将针对已有数据库学生体质测试成绩信息进行描述性分析、相关分析以及评价预测分析,并得出基于学生基本信息、项目类别的结论。

第七章是总结所有的统计分析得到相关结论并为学生提供建议,其中建议将有针对性的分别对于学生体质测试中遇到的问题提供有指导意义的策略。

第二章 研究对象与方法

2.1 研究对象

本文依据南京邮电大学通达学院在校本科生体测健康测试数据库数据，针对通达学院 2017 年度在校 2014-2017 级本科生的体质测试数据进行分析。

2.2 研究方法

2.2.1 文献资料法

通过查阅通达学院在校本科生体测数据库和《国家学生体质健康标准（2014 版）》相关要求（后简称为《标准》），确定了研究对象和体测项目分类，以及相关项目的国家标准表，并且利用中国知网查阅了关于大学生体质健康测试的研究文献，其中，在众多的体育核心期刊和博硕论文中，多采用描述性分析方法、关联规则挖掘项目间相关性、灰色评价学生体质能力，其中部分文献探索了学生体质成绩变化趋势的原因，为学生不同项目的体质测试成绩提供了建议。这些文献使笔者对于现目前全国高校大学生的体质能力进行了大致了解，为本研究针对已有数据的描述性分析、学生体质健康水平的评定和建议奠定基础。

2.2.2 描述统计法

本文采用 Microsoft Excel 和 Matlab 两个软件，针对通达学院提供的两个数据库《通达学院 2017 年度体质测试数据》和《通达学生基本信息数据》进行基本的数据分析和数据预处理。

2.2.3 因素分析法

本文对于体质测试项目间的分析中加入了相关性、列联表、单因素方差、回归等分析方法，通过 SPSS23 进行统计分析后对于各类分析方法的实现及结果进行解释说明，利用统计检验对于数据进行分析。

2.2.4 灰色关联分析法

灰色预测是针对一个既含有已知信息又有不确定信息的系统进行预测，通过鉴别系统因素之间发展趋势的相异程度，即进行关联分析，针对原始数据进行生成处理来寻找系统变动的规律，生成有较强规律性的数据序列，从而建立微分方程模型，预测未来发展趋势。本文利用灰色关联分析对加入学生体质测试成绩和基本信息后的综合模型进行学生体质能力的评价，其中结合了熵权法和层次分析法确定各个评价指标的权重，既考虑到评价决策者的主观意愿，又涉及各指标间的客观性。

2.2.5 神经网络模型

人工神经网络是受人脑启发而构成的一种网络信息处理系统，其能实现复杂系统输入和输出的非线性映射关系，BP 神经网络是采用误差反向传播算法的前馈网络，包括输入层、输出层和隐含层^[11]。利用神经网络模型可以对学生的体质测试成绩进行预测，在已知的部分测试项目成绩的条件下就可以对于学生的总成绩进行一个预判。

第三章 学生体质测试成绩的描述统计分析

3.1 研究综述

体质测试项目一般分为五类：身体形态项目、身体机能项目、耐力项目、柔韧力量项目、速度灵巧项目，不同的项目中会存在男女生测试项目的差异，本文依据性别和年级进行划分，对学生测试成绩进行描述统计分析，并得出结论。其中，由于部分学生存在项目测试不完整情况，因此在分析各测试项目时，仅针对各项目成绩有效的数据进行分析，栏目中无数据记录者默认为未参与测试，不计入分析。并且，为了有效衡量各年级的学生体质测试差异性，仅对应届生进行分析，即要求学生学号前两位和年级匹配，编级生不计入分析。

3.2 各测试项目的描述统计分析

3.2.1 身体形态的描述统计分析

1. BMI 成绩

BMI(Body Mass Index)又称为身体质量指数，反映一个人体重对应不同高度对健康的影响，定义式为体质指数=体重(kg) / 身高²(m)。在《标准》中，BMI 等级可划分为低体重、正常、超重、肥胖四个等级，高校学生对应的具体标准如表 1-1，并统计男、女生各等级分类的人数如表 1-2 所示：

表 1-1 高校学生 BMI 标准表

等级	单项得分	男生标准值	女生标准值
正常	100	17.9~23.9	17.2~23.9
低体重	80	<=17.8	<=17.1
超重		24.0~27.9	24.0~27.9
肥胖	60	>=28.0	>=28.0

表 1-2 男、女生 BMI 等级分布表

等级	男生频数统计	男生频率统计	女生频数统计	女生频率统计
低体重	351	7.0%	170	5.7%
正常	3204	64.0%	2412	81.3%
超重	967	19.3%	299	10.1%
肥胖	483	9.7%	84	2.8%
总计	5005	100.0%	2965	100.0%

总共统计的 7970 名学生中，其中女生 2965 人中，正常等级 2412 人占女生总人数的 81%，超重等级 299 人占女生总人数的 10%，为非正常等级中人数最多的类别，低体重等级 170 人，肥胖等级 84 人。男生 5005 人中，正常等级 3204 人占男生总人数的 64%，超重等级 967 人占男生总人数的 19%，也为非正常等级中人数最多的类别，低体重等级 351 人，肥胖等级 483 人。其中男生肥胖人数占其总人数的 10%，女生肥胖人数仅占其总人数的 3%，可见男生肥胖远群体多于女生，并且，男生正常等级人数占比为 64% 小于女生对应占比 81.3%，可见女生总体 BMI 值正常水平高于男生。

2. 相关分析

一个学生 BMI 值与其身高与体重密切相关，通过对比，男女生身高、体重分布都近似拟合正态分布，其中女生身高均值为 161.48cm，中位数为 161.00cm，其体重均值为 54.37kg，中位数为 53kg；男生身高均值为 173.87cm，中位数为 174.0cm，其体重均值为 67.99kg，中位数为 66kg。对比两个指标取值，男生在身高分布离散度和女生近似，但是体重分布离散程度大于女生体重分布；男生和女生身高的极差近似，但是女生体重极差远大于男生体重极差。

3. 2. 2 身体机能的描述统计分析

1. 肺活量成绩

肺活量是指在最大吸气后尽力呼气的气量，一般来说，身体越强壮，肺活量数值越大，是反映人体肺功能最直接客观的指标，可以有效衡量学生的身体素质水平。肺活量成绩有效共 7968 人，其中女生 2964 人，男生 5004 人，由于不同年级体测的评分标准有差异，先对数据总体情况透析，再按照年级划分进行同类比较。

(1) 女生、男生肺活量一般分布情况：

女生肺活量平均值为 2917.69ml，中位数为 2915.00 ml，标准差为 465.73；男生肺活量平均值为 4282.45ml，中位数为 4251.00ml，标准差为 681.37，男生总体水平高于女生，但分布离散程度大于女生分布，个体差异较大。图 1-1，1-2 分别展示男、女生的肺活量总体情况，两组数据基本上服从正态分布：

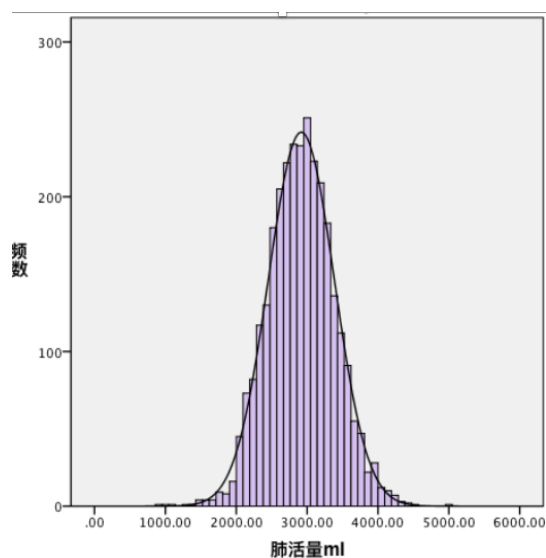


图 1-1 女生肺活量分布图

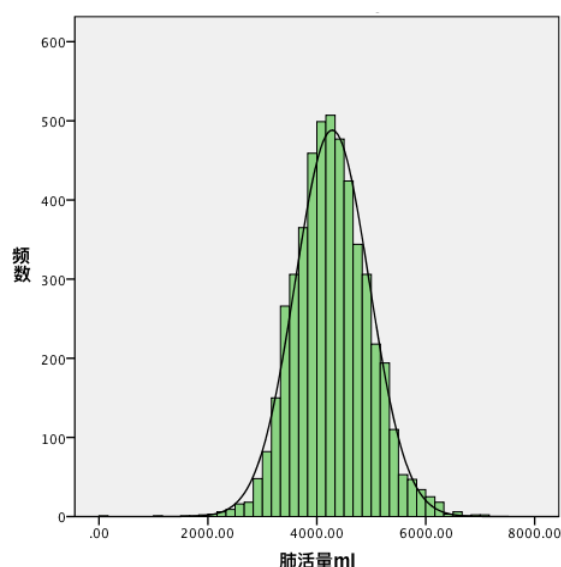


图 1-2 男生肺活量分布图

(2) 男生各年级肺活量对比分析:

根据数据,男生四个年级的肺活量平均值分别为 4271.56 ml、4339.21 ml、4211.09 ml、4299.61 ml,其中大一和大三低于总体平均水平 4282.45 ml。大一男生肺活量标准差为 700.07,大二男生肺活量标准差有所下降到 663.48,但后两个年级标准差又呈现递增趋势,最后递增到 688.09,说明个体差异先减后增。对比观察各个年级的肺活量得分发现,平均成绩在大二年级达到峰值为 79.81 分,得分的总体趋势为先增加后减小,大四年级达到最低值为 77.09 分。

(3) 女生各年级肺活量对比分析:

根据数据,女生四个年级的肺活量平均值分别为 2862.70 ml、2966.69 ml、2947.74ml、2897.83 ml,其中大一和大四低于总体平均水平 2862.70 ml。大一女生肺活量标准差为 510.66,之后标准差递减,大四女生肺活量标准差达到最低值为 428.06。大四女生总体的肺活量平均成绩相对大二大三存在下降趋势,但是个体差异在减小。对比观察各个年级的肺活量得分发现,平均成绩在大二年级达到峰值为 79.89 分,得分的总体趋势为先增加后减小。

3.2.3 耐力项目的描述统计分析

1. 耐力项目综述

耐力运动又称为有氧运动,要求调动人体多个系统,可以改善和提高心血管、呼吸、内分泌等系统的功能^[12]。根据《标准》耐力项目测试包括男子 1000 米、女子 800 米,以 2017 年为限,认为 2014 级和 2015 级学生参照《标准》耐力项目对应大三大四项目标准,2016 级和 2017 级学生参照《标准》耐力项目对应大

一大二项目标准^[13]。

根据评分表，由于耐力项目计时标准近似为 5-10s 对应一个得分标准，为避免频数分析图中存在数据断层现象影响分析结果，且根据年级划分不同标准对学生耐力项目成绩进行评测，故此处仅对得分进行分析。

2. 男生各年级耐力项目对比分析

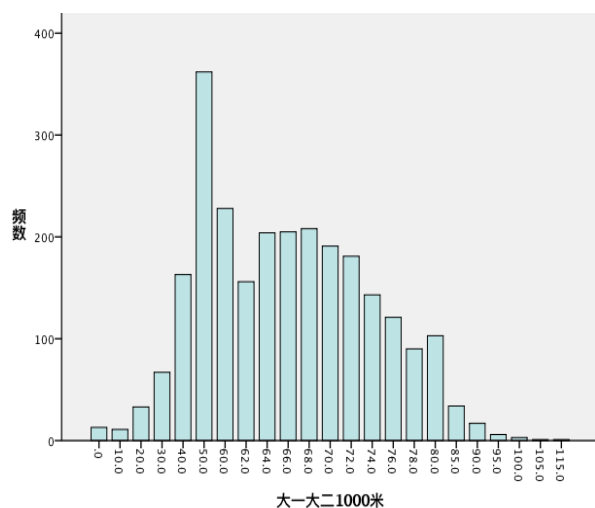


图 2-1 男生大一大二年级
1000 米成绩分布直方图

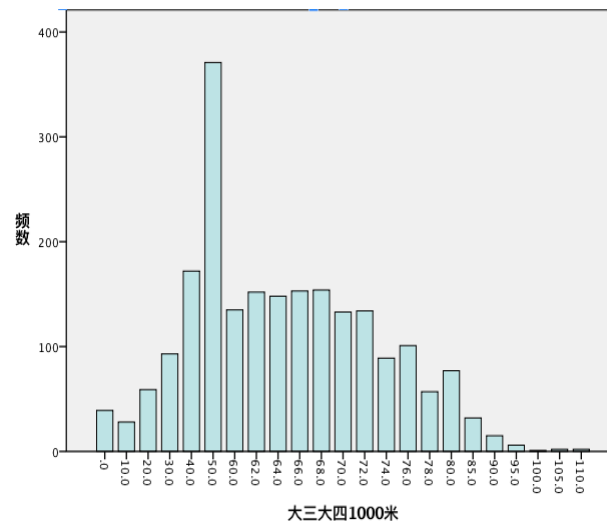


图 2-2 男生大三大四年级
1000 米成绩分布直方图

根据图 2-1, 2-2 可粗略得知，两个年级群体对应的成绩分布中，低分段和高分段人数较少，大多数人群成绩集中在 40-80 分区间内，且 50 分数段的人群最多。根据数据，男生大一大二年级 1000 米成绩的均值为 62.35 分，中位数为 66 分，标准差为 14.41，大三大四年级 1000 米成绩的均值为 58.64 分，中位数为 64 分，标准差为 17.84。说明随着年级递增，男生 1000 米耐力项目的平均成绩呈现下滑趋势，且个体差异逐渐拉大。并且大一大二、大三大四两个群体耐力项目男生不及格累计比率分别为 25.5% 和 35.4%，不及格人数增多。

3. 女生各年级耐力项目对比分析

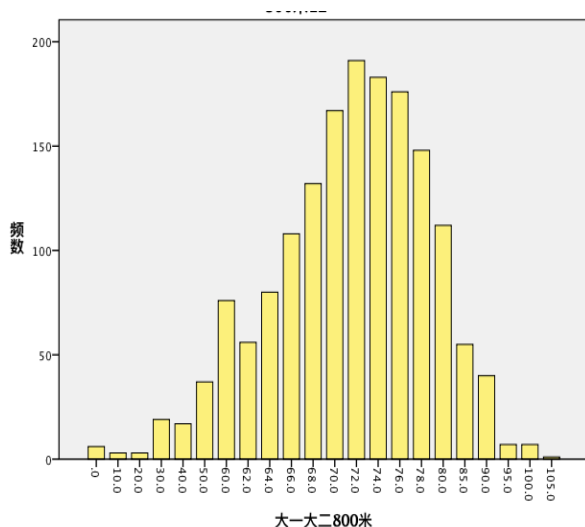


图 2-3 女生大一大二年级

800 米成绩分布直方图

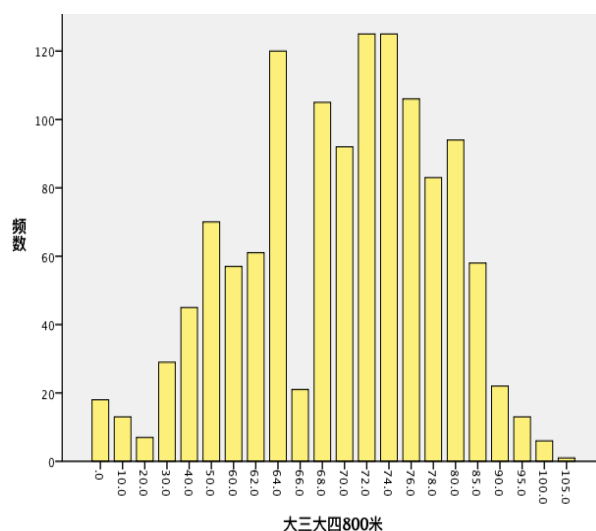


图 2-4 女生大三大四年级

800 米成绩分布直方图

根据图 2-3, 2-4 可粗略得知, 两个年级群体对应的成绩分布存在显著差异, 其中大三大四女生 800 米在 66 分区间人数较大一大二人数突然减少, 在 64 分及以下的低分段人数突然增加。根据数据, 女生大一大二年级 800 米成绩的均值为 70.85 分, 中位数为 72 分, 标准差为 10.94, 大三大四年级 800 米成绩的均值为 67.22 分, 中位数为 70 分, 标准差为 16.12。说明随着年级递增, 女生 800 米耐力项目的平均成绩也呈现下滑趋势, 且个体差异逐渐拉大。并且大一大二、大三大四两个群体耐力项目女生不及格累计比率分别为 5.2% 和 14.3%, 不及格人数增加很多。

3.2.4 柔韧力量项目的描述统计分析

1. 柔韧力量项目综述

柔韧素质指人体关节活动幅度的大小以及跨过关节的韧带、肌腱、肌肉、皮肤及其他组织的弹性和伸展能力。发展柔韧素质可以加大动作幅度和动作力量, 减少受伤可能性, 从而提升学生的运动技术水平^[14]。具体得分标准参考文献中对应项目评分表^[13]。

根据评分表, 由于仰卧起坐、引体向上以个数计入成绩, 坐位体前屈以 0.8-2cm 对应一个得分标准, 为避免频数分析图中存在数据断层现象影响分析结果, 且根据年级划分不同标准对学生柔韧力量项目成绩进行评测, 故此处仅对得分进行分析。

2. 男、女生坐位体前屈项目分析

(1) 女生坐位体前屈项目

女生坐位体前屈成绩转换有效分数最小值为 2.0cm / 2.5cm(大一大二 / 大三大四)对应的 10 分, 低于该标准的数值皆按照 0 分计数, 具体频数表如图 3-1, 3-2 所示:

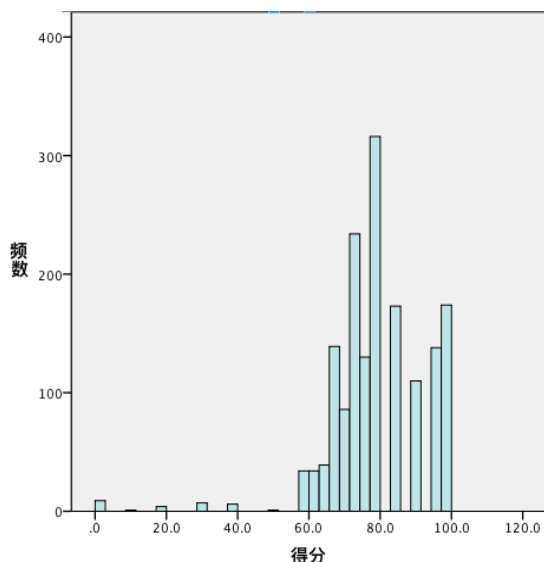


图 3-1 女生大一大二年级
坐位体前屈成绩分布直方图

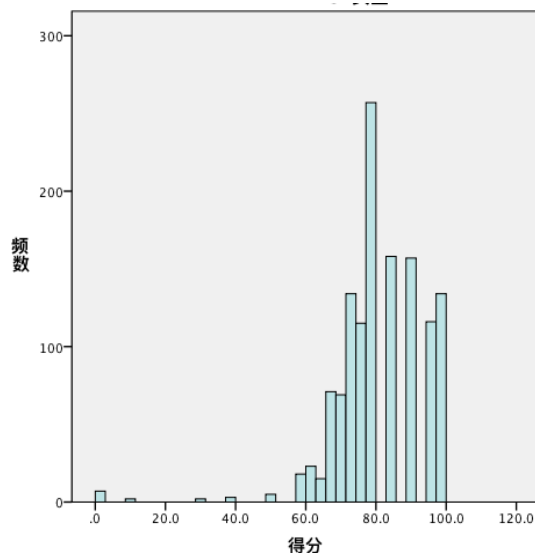


图 3-2 女生大三大四四年级
坐位体前屈成绩分布直方图

根据图 3-1, 3-2 可粗略得知, 从大一大二到大三大四女生坐位体前屈分布无明显变化, 根据数据显示, 大一大二的坐位体前屈平均得分 79.27 分, 大三大四的坐位体前屈平均得分 81.14 分, 中位数从 78 分变为 80 分有所提升, 众数也从 80 分提升至 85 分, 说明女生坐位体前屈成绩随年级增长有显著的提升, 高分段的人数也有所增加。并且, 女生坐位体前屈大一大二、大三大四两个年级群体对应的标准差分别为 13.60 和 12.88, 说明个体差异随年级增长也呈递减趋势。

(2) 男生坐位体前屈项目

男生坐位体前屈成绩转换分数最小值为-1.3cm / -0.8cm(大一大二 / 大三大四)对应的 10 分, 低于该标准的数值皆按照 0 分计数, 为避免坐位体前屈测试数据存在负数值被误解为异常值影响统计分析, 此处仅针对测试值按照《标准》转换得到的得分情况进行频数分析, 具体频数表如图 3-3, 3-4 所示:

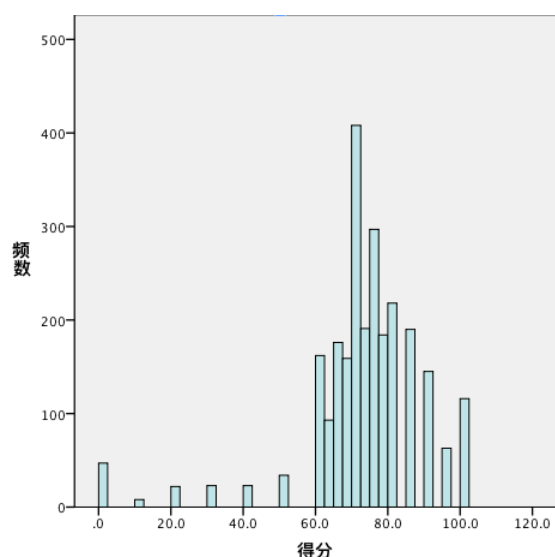


图 3-3 男生大一大二年级
坐位体前屈成绩分布直方图

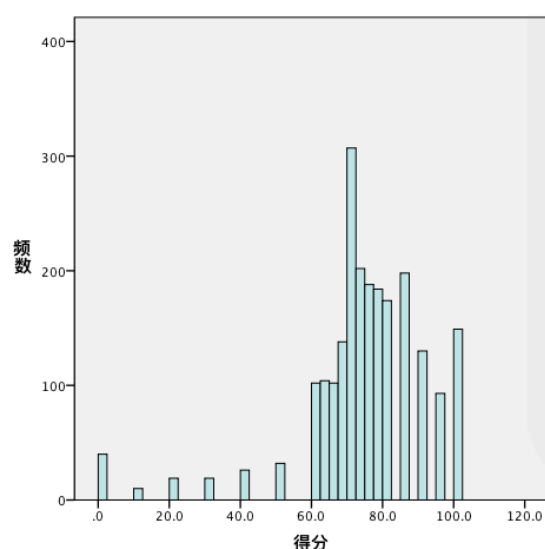


图 3-4 男生大三大四五年级
坐位体前屈成绩分布直方图

根据图 3-3, 3-4 可粗略得知, 从大一大二到三大四男生坐位体前屈分布无明显变化, 根据数据显示, 大一大二的坐位体前屈平均得分 72.76 分, 大三大四的仰卧起坐平均得分 74.07 分, 中位数从 74 分变为 76 分有所提升, 说明男生坐位体前屈成绩类似女生的增长趋势, 也随年级增长有显著的提升。并且, 男生坐位体前屈大一大二、大三大四两个年级群体对应的标准差分别为 16.29 和 17.16, 说明个体差异随年级增长呈递增趋势。按照《标准》对应的标准值对比, 发现女生的坐位体前屈平均成绩远高于男生, 在一定程度上是由于柔韧项目方面女生自身身体柔韧性强的优势, 因此成绩明显高于男生, 并且女生坐位体前屈成绩的标准差小于男生对应成绩的标准差, 说明柔韧项目女生优势的趋势具有一般性。

(3) 男生各年级引体向上对比分析

此处说明, 男生引体向上数据中存在得分超过一百分的情况, 代表为在评分标准中频数超过优秀等级 100 分的对应年级要求数值, 可以累积加分, 累积加分表如表 2-1 所示:

表 2-1 男生引体向上各年级加分标准表

加分	大一、大二	大三、大四
10	10	10
9	9	9
8	8	8
7	7	7
6	6	6
5	5	5
4	4	4
3	3	3
2	2	2
1	1	1

数据统计中存在多数取值为 0 个的情况，认为对应个体在男生引体向上项目中虽参加了体测项目，但是一个也拉不起来，其对应得分记为 0 分加入统计分析中，数据仅剔除空白项。具体频数分布图如图 3-5，3-6 所示：

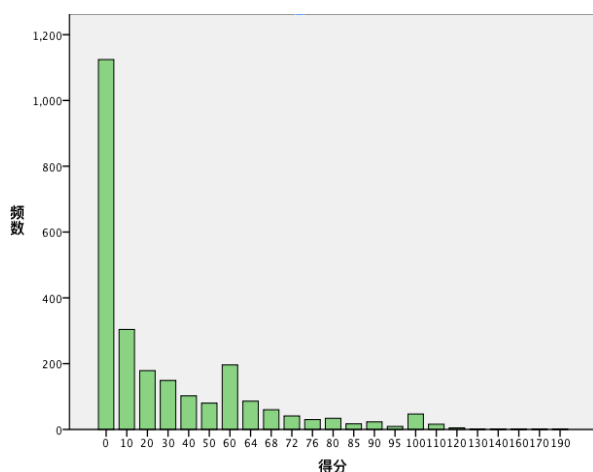


图 3-5 男生大一大二年级
引体向上成绩分布直方图

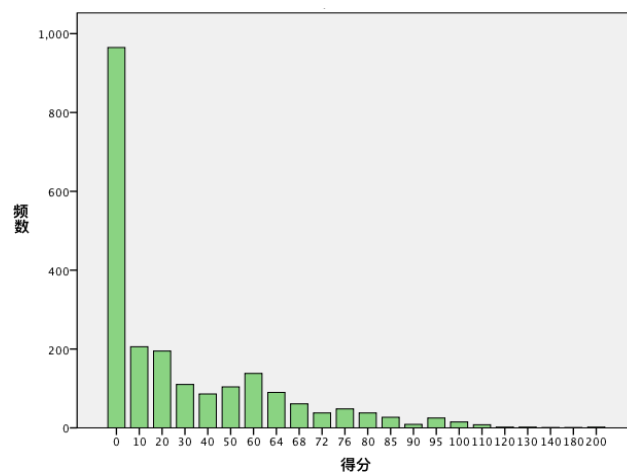


图 3-6 男生大三四年级
引体向上成绩分布直方图

根据图 3-5，3-6 可粗略得知，从大一大二到大三大四男生引体向上分布无明显变化，根据数据显示，大一大二男生的引体向上平均得分 24.21 分，大三大四男生的引体向上平均得分 25.15 分，都处于不及格低分段，众数一直保持在 0 分，很多学生虽然参与测试但是引体向上一个也无法完成。其中大一大二男生引体向上得分为 0 占总体的 44.8%，其中引体向上一个也拉不上的人数占比 16.6%，大三大四男生引体向上得分为 0 占总体 44.4%，其中引体向上一个也拉不上的人数占比 19.0%。高分段的人数处于少数，可以获得加分的人数更少。大一大二、

大三大四两个得分分布离散程度高，对应方差分别为 30.44、30.53，总体分布上无明显变换，说明学生在该项目上成绩一直没有提升，年级递增成绩仍处于低水平阶段。

(4) 女生各年级仰卧起坐对比分析

此处说明，女生仰卧起坐项目数据中若存在得分超过一百分的情况，是在评分标准中频数超过优秀等级最高分 100 分的对应年级要求数值，可以累积加分，累积加分表如表 2-2 所示：

表 2-2 女生仰卧起坐各年级加分标准表

加分	大一大二	大三大四
10	13	13
9	12	12
8	11	11
7	10	10
6	9	9
5	8	8
4	7	7
3	6	6
2	4	4
1	2	2

女生仰卧起坐最小计数为 0 个，此处为和上述各柔韧项目分析保持一致，根据得分进行统计分析，具体统计的频数分布图如图 3-7、3-8 所示：

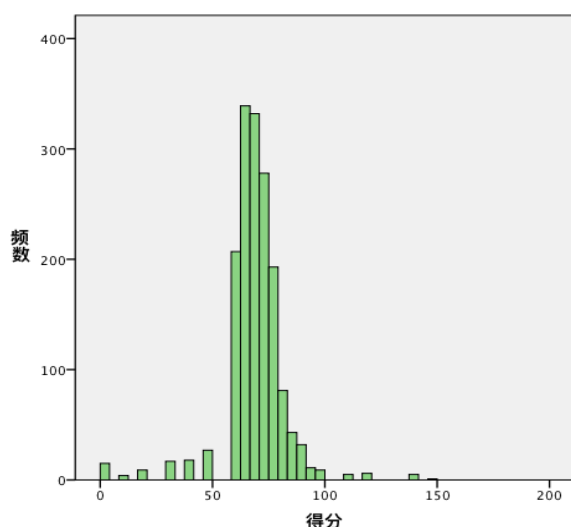


图 3-7 女生大一大二年级
仰卧起坐成绩分布直方图

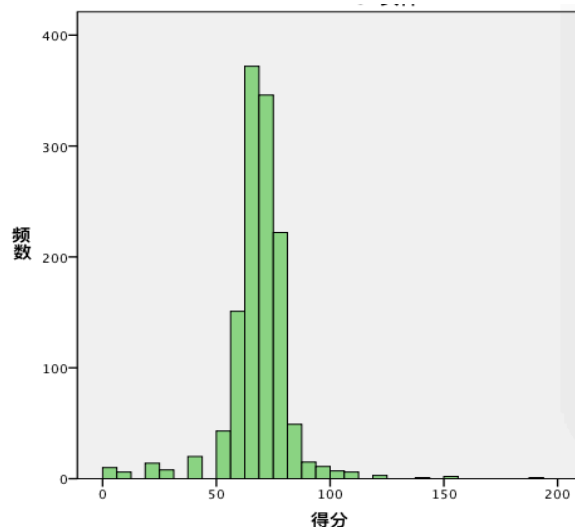


图 3-8 女生大三大四年级
仰卧起坐成绩分布直方图

根据直方图可粗略得知,从大一大二到三大四大女生仰卧起坐分布无明显变化,根据数据显示,大一大二的仰卧起坐平均得分 68.94 分,三大四的仰卧起坐平均得分 68.66 分,随年级增长中位数从 68 分变为 70 分有所提升,众数也从 64 分提升至 68 分,标准差从 13.59 变为 14.92,高分段(成绩大于等于 80 分)的人数占比从 7.6%降为 6.6%,人数维持在低水平位置且有减少趋势。总体说明女生仰卧起坐成绩提升缓慢,大多数学生仍处于及格和良好水平。

3.2.5 速度灵巧项目的描述统计分析

1. 速度灵巧项目综述

速度灵巧项目反映个体的腿部肌肉爆发能力、快速跑能力,对个体的身体素质要求较高,且短期能难以有很大的提升。根据《标准》测试标准,速度灵巧项目考察男、女生立定跳远、50 米项目。具体得分标准参考文献中对应项目评分表 [13]。

2. 女生各年级速度灵巧项目对比分析:

a. 50 米对比分析:

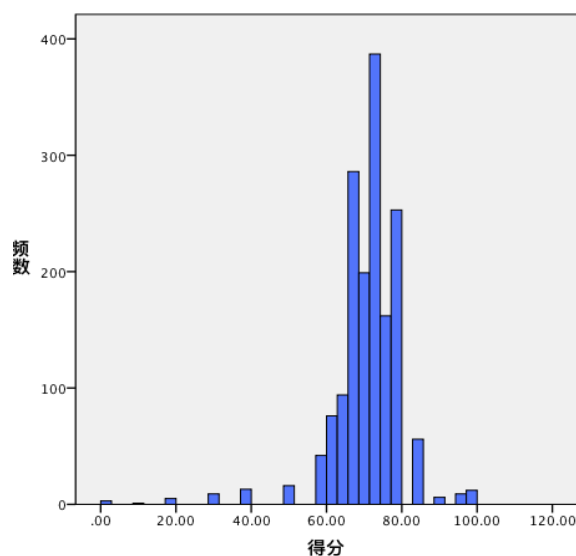


图 4-1 女生大一大二年级
50 米成绩分布直方图

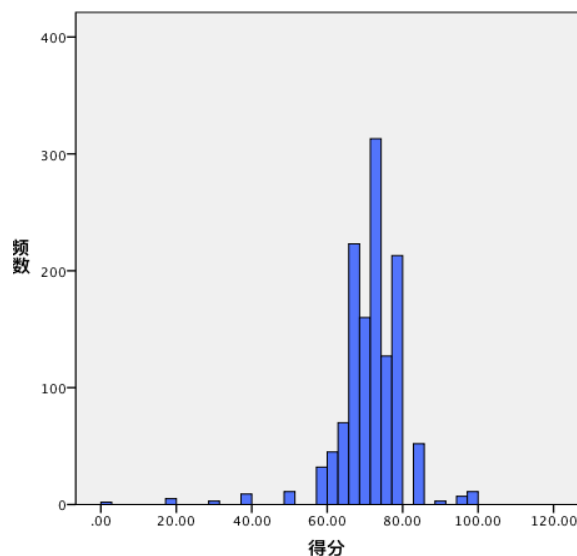


图 4-2 女生大三大四年级
50 米成绩分布直方图

根据数据和图 4-1, 4-2 显示,大一大二的 50 米平均得分为 71.16 分,三大四的 50 米平均得分为 71.72 分,中位数和众数一直维持在 72 分,标准差随年级递增有递减趋势,从 9.19 变为 8.76,说明分布离散程度降低趋势。综合分析认为两个年级段的成绩无明显的差异性,对比上述耐力项目的前后两个年级段成

绩差异性较大，发现 50 米反映个体的爆发力和速度，在短期内不会受太大的波动影响。

b. 立定跳远对比分析：

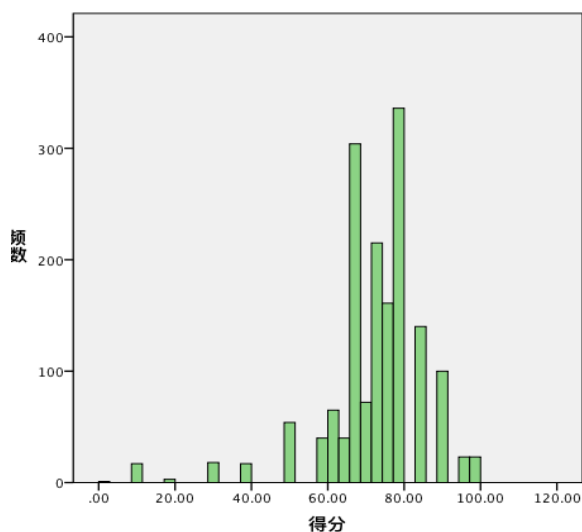


图 4-3 女生大一大二年级
立定跳远成绩分布直方图

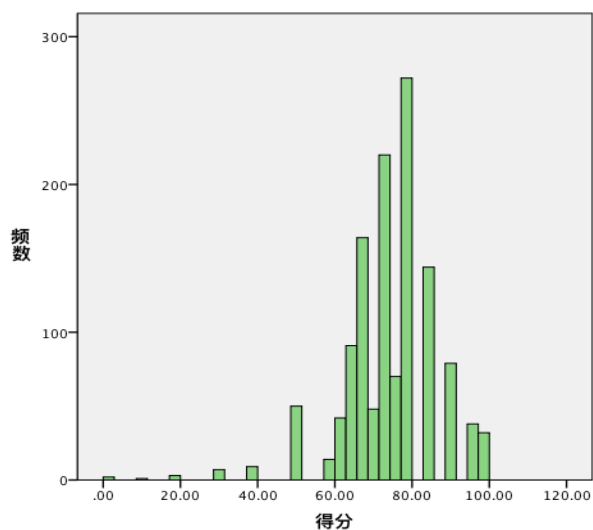


图 4-4 女生大三大四年级
立定跳远成绩分布直方图

根据数据和图 4-3，4-4 显示，大一大二的立定跳远平均得分为 72.67 分，大三大四的立定跳远平均得分为 74.44 分，中位数维持在 74 分，标准差有递减趋势，从 13.17 变为 12.05，说明分布离散程度降低。综合分析认为两个年级段的成绩无明显的差异性，在速度灵巧项目上成绩变化没有在耐力项目上表现明显，说明该项目更受个体自身身体素质影响，受外界环境影响较小且短期难以提升成绩。

3. 男生各年级速度灵巧项目对比分析：

a. 50 米对比分析：

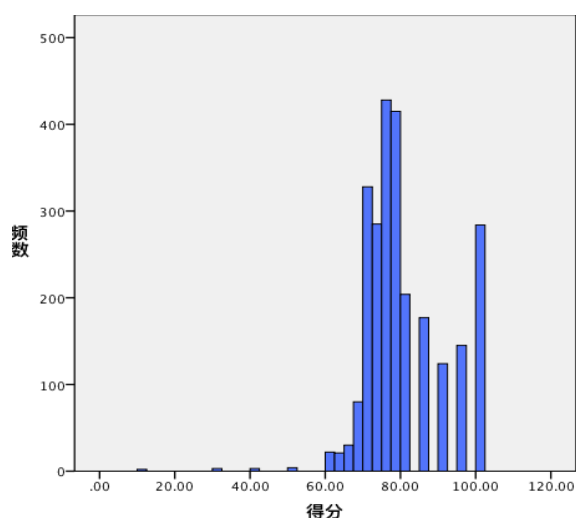


图 4-5 男生大一大二年级
50 米成绩分布直方图

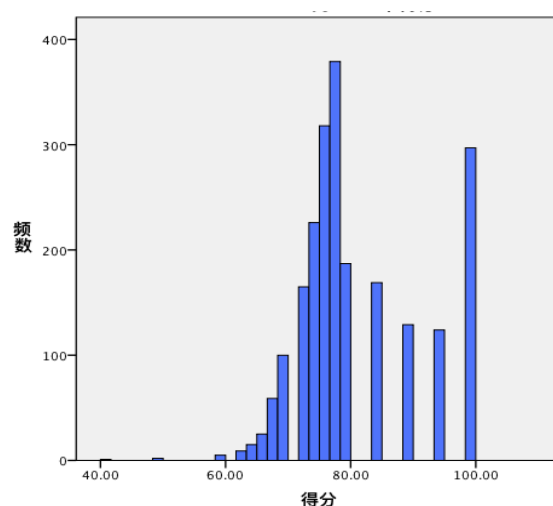


图 4-6 男生大三大四年级
50 米成绩分布直方图

根据数据和图 4-5, 4-6 显示, 大一大二的 50 米平均得分为 80.06 分, 大三大四的 50 米平均得分为 81.16 分, 中位数保持 78 分, 众数由 76 分提升至 78 分, 标准差一直维持在 10.17 左右, 基本没有变化。综合分析认为男生 50 米平均成绩有略微的提升但是相较于耐力项目并不明显, 且个体差异并不随年级递增而有较明显的差异。

b. 立定跳远对比分析:

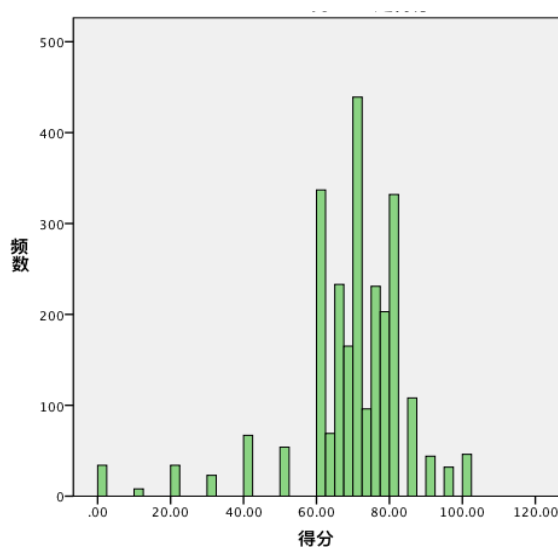


图 4-7 男生大一大二年级
立定跳远成绩分布直方图

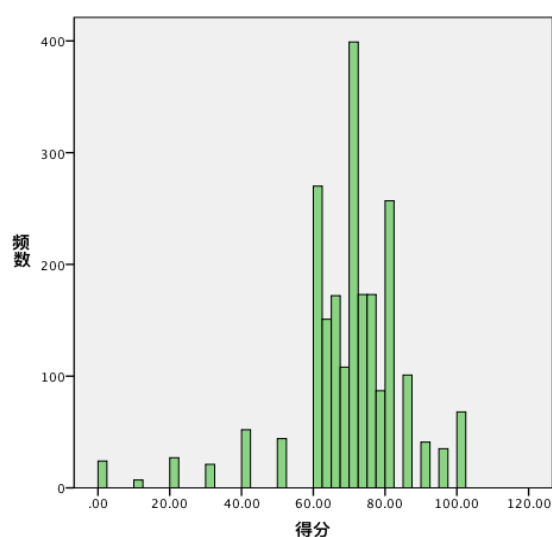


图 4-8 男生大三大四年级
立定跳远成绩分布直方图

根据数据和图 4-7, 4-8 显示, 大一大二立定跳远平均得分为 69.40 分, 大三大四的立定跳远平均得分为 69.83 分, 中位数稳定在 72 分, 众数稳定在 80 分,

说明虽然很多人成绩稳定处于 80 分，标准差一直维持在 15.24 左右，基本没有变化。相较于 50 米的分布离散程度，立定跳远离散程度较大，成绩差异性大，且低分段成绩拉低了总的平均水平。

3.3 体质测试总成绩的描述统计分析

3.3.1 总成绩评分表及研究对象

依照年级、性别对在校应届生体质测试总成绩进行描述分析，其中总成绩有效的学生共有 7330 位，其中男生有效数据 4582 个，女生有效数据 2748。《标准》中规定了各测试项目单项指标的权重对应表，如表 3-1 所示：

表 3-1 各单项指标与权重表

单项指标	50 米跑	1000 米(男) / 800 米 (女)	BMI	肺活量	坐位体 前屈	立定跳 远	引体向 上 / 仰 卧起坐
权重(%)	20	20	15	15	10	10	10

3.3.2 男、女生总成绩一般分布情况：

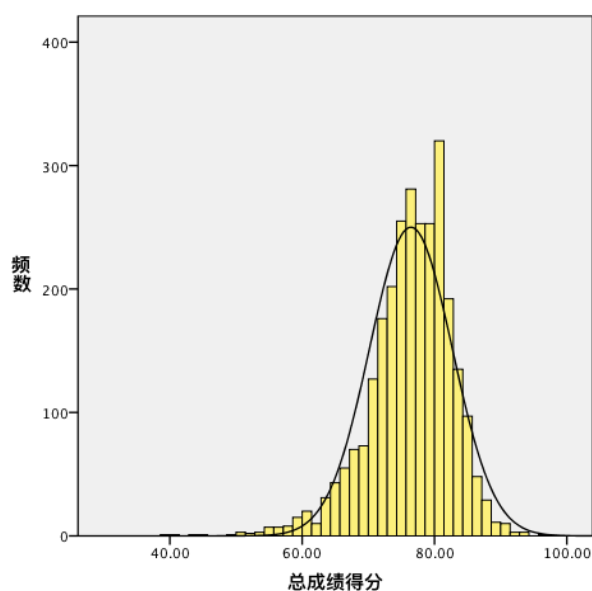


图 5-1 女生总成绩得分
频数分布直方图

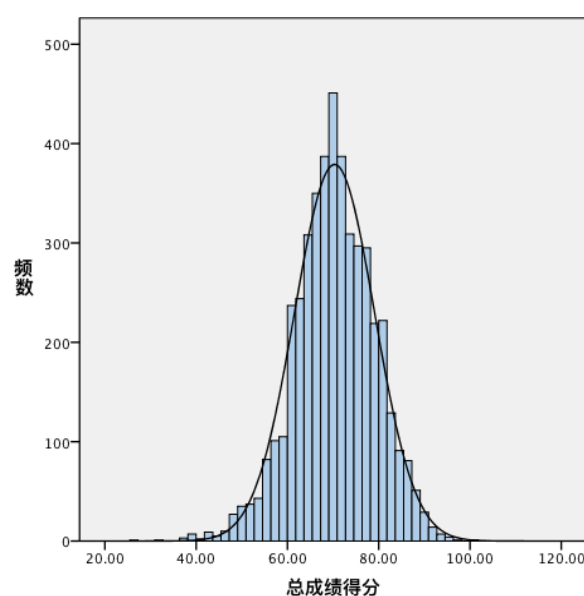


图 5-2 男生总成绩得分
频数分布直方图

根据图 5-1，5-2 可认为男、女生总成绩得分近似拟合正态分布。结合数据

分析可知，女生体质测试总成绩得分平均数为 76.43 分，中位数为 77.00 分，众数为 80.20 分；男生体质测试总成绩得分平均数为 70.31 分，中位数为 70.30 分，众数为 67.40 分。从平均水平来看，女生总体成绩水平高于男生，从标准差水平来看，女生总成绩标准差为 6.26，男生总成绩标准差为 8.77，说明男生成绩分布的离散程度大于女生成绩分布，个体差异较大。

按照分数段可将所有学生的成绩定义为五个层次：优秀、良好、中等、及格、不及格，具体频数分布表如下表 3-2，3-3 所示：

表 3-2 女生总成绩等级分布表

等级	分数段	频数统计	频率统计
优秀	90 分及以上	17	0.6%
良好	80-90	832	30.3%
中等	70-80	1547	56.3%
及格	60-70	302	11.0%
不及格	60 分以下	50	1.8%
总计		2748	100.0%

表 3-3 男生总成绩等级分布表

等级	分数段	频数统计	频率统计
优秀	90 分及以上	44	1.0%
良好	80-90	586	12.8%
中等	70-80	1736	37.9%
及格	60-70	1748	38.1%
不及格	60 分以下	468	10.2%
总计		4582	100.0%

女生总成绩等级分布表中，中等等级(70-80 分数段)学生人数最多，占女生总人数的 56.3%，其次是良好等级(80-90 分数段)占总人数的 30.3%，优秀等级(90 分以上)人数最少。男生总成绩等级分布表中，及格等级(60-70 分数段)学生人数最多，占男生总人数的 38.1%，中等等级(60-70 分数段)人数占总人数的 37.9% 位居第二位，和女生成绩分布类似，男生优秀等级(90 分以上)人数最少。对比不同性别学生成绩发现，男女生都是高分段人数很少，但是女生平均成绩相较于男生高，低分段人数相对少，大多数女生成绩集中在 70-90 分数段，大多数男生成绩集中在 60-80 分数段。

3.3.3 男、女生各年级总成绩得分对比分析

1. 男生各年级总成绩得分对比分析：

2017 年为限，认为 2014 级-2017 级分别对应大四、大三、大二、大一四个年级，2014 级和 2015 级学生参照《标准》耐力项目对应大三大四项目标准，2016 级和 2017 级学生参照《标准》耐力项目对应大一大二项目标准，具体得分情况如下图六 5-3~5-6 所示：

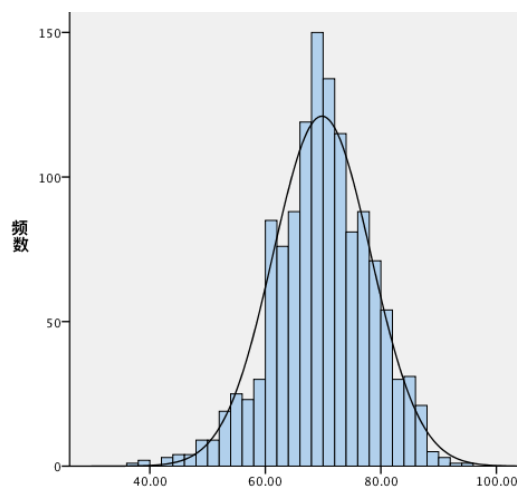


图 5-3 男生大一年级
总成绩得分分布直方图

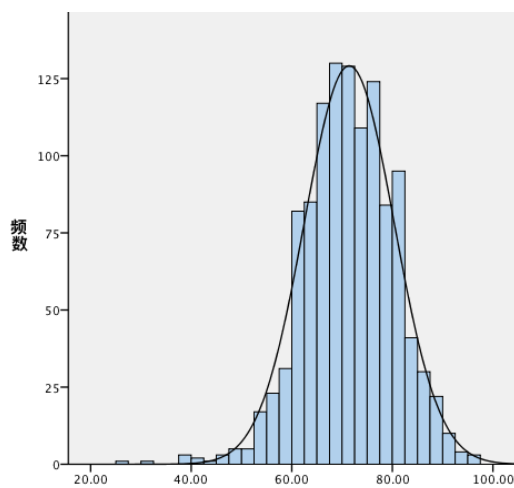


图 5-4 男生大二年级
总成绩得分分布直方图

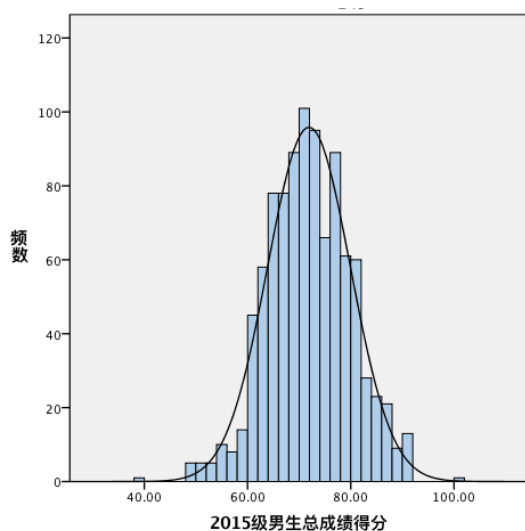


图 5-5 男生大三年级
总成绩得分分布直方图

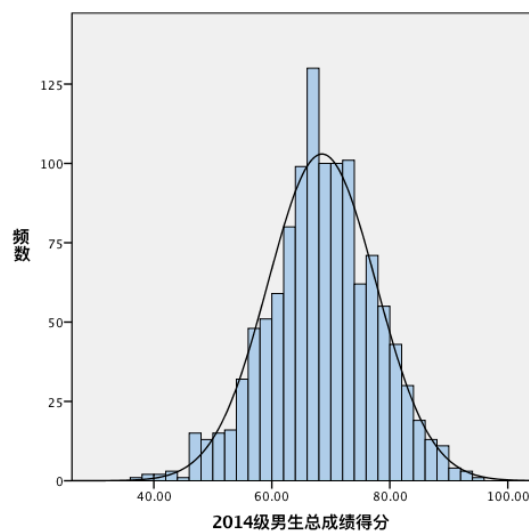


图 5-6 男生大四年级
总成绩得分分布直方图

根据上述四张直方图，男生四个年级总成绩得分都近似拟合正态分布，其中从大一到大四四个年级的平均成绩依次为 68.50、71.89、71.42、69.80 分，平均水平随年级递增先增加后减小。标准差依次为 8.45、8.93、8.01、9.14，随年

级递增标准差变大,说明个体差异逐渐增大。并且根据图像可以看到大四年级男生成绩在低分 20-40 分段人数相较于前三个年级人数多很多。

根据男生总成绩的分布状况,结合身体形态、身体机能、耐力项目、柔韧力量项目、速度灵巧项目五个项目的得分进行对比分析,探索各个年级各项目的平均成绩走势,其中此处根据《标准》要求,男生体测项目包括 1000 米、50 米、BMI、坐位体前屈、引体向上、立定跳远、肺活量 7 个项目,具体成绩得分走势如表所示:

表 3-4 男生各项目及总成绩平均得分及走势表

	1000米跑/分 得分	50米跑/s 得分	BMI 得分	坐位体前屈/cm 得分	引体向上/个 得分	立定跳远/cm 得分	肺活量/ml 得分	总分
2017级	54.192	79.843	90.424	73.148	24.789	67.797	77.069	68.5046
2015级	64.061	82.07	92.565	75.436	25.777	71.293	76.881	71.8936
2016级	60.727	81.196	90.873	74.57	28.96	70.501	80.018	71.4214
2014级	63.899	79.241	90.312	71.248	18.888	68.839	78.161	69.7965
折线图								

根据表 3-4 可知,男生 1000 米耐力跑得分随年级递增呈缓慢递减趋势,50 米速度跑、坐位体前屈、BMI 得分、引体向上、立定跳远都随年级递增先增加后减少,波动幅度较大,肺活量得分前两个年级成绩相对稳定,大三成绩上涨但大四成绩下滑。总体来看,男生各项目及总成绩都是随着年级增长有递增趋势后又下降。

2. 女生各年级总成绩得分对比分析:

2017 年为限,认为 2014 级-2017 级分别对应大四、大三、大二、大一四个年级,具体评分标准类似男生评分标准,具体得分情况如下图 5-7~5-10 所示:

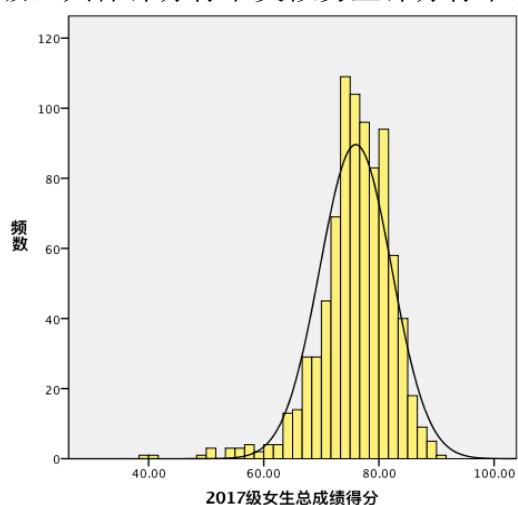


图 5-7 女生大一年级
总成绩得分分布直方图

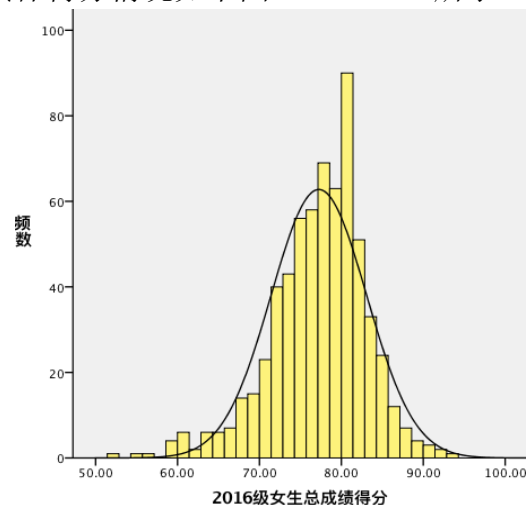


图 5-8 女生大二年级
总成绩得分分布直方图

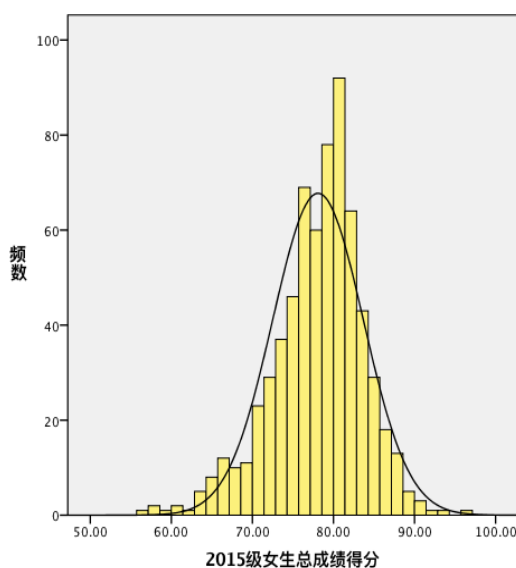


图 5-5 女生大三年级
总成绩得分分布直方图

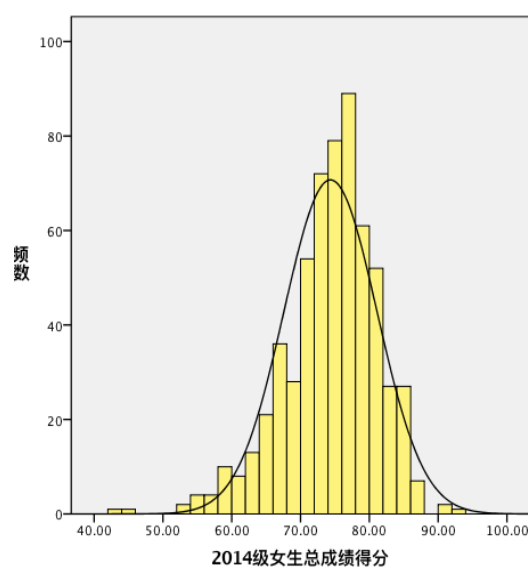


图 5-6 女生大四年级
总成绩得分分布直方图

根据上述四张直方图，女生四个年级总成绩得分都近似拟合正态分布，其中从大一到大四四个年级的平均成绩依次为 75.70、76.98、77.42、73.82 分，平均水平随年级递增先增加后减少。标准差依次为 6.69、6.20、7.08、8.13，随年级递增标准差递增，说明个体差异变大。

根据女生总成绩的分布状况，结合身体形态、身体机能、耐力项目、柔韧力量项目、速度灵巧项目五个项目的得分进行对比分析，探索各个年级各项目的平均成绩走势，其中此处根据《标准》要求，女生体测项目包括 800 米、50 米、BMI、坐位体前屈、一分钟仰卧起坐、立定跳远、肺活量 7 个项目，具体成绩得分走势如表所示：

表 3-5 女生各项目及总成绩平均得分及走势表

	50米跑/s 得分	800米跑/分 得分	BMI 得分	一分钟仰卧起坐/个 得分	坐位体前屈/cm 得分	立定跳远/cm 得分	肺活量/ml 得分	总分
2017级	71.14	71.578	94.869	67.346	77.622	71.54	76.961	75.9691
2016级	71.192	70.251	96.386	70.545	80.994	74.048	79.642	77.2514
2015级	72.511	72.087	96.331	70.812	82.113	76.071	78.826	78.0927
2014级	70.888	61.826	95.86	66.237	80.053	72.653	76.871	74.3469
折线图								

根据表 3-5 可知，女生 800 米耐力跑得分随年级递增呈缓慢递减趋势，在大一大二两个年级减幅较慢，大三年级稍有增长趋势，在大四年级减幅较快。

一分钟仰卧起坐、坐位体前屈、BMI 得分随年级递增先增加到一定程度保持稳定后减少。50 米速度跑和立定跳远随年级递增先增加后减小，且减小的幅度较前面三个项目幅度大，总体来看女生各项目的成绩走势都是在高年级呈现递减趋势。

第四章 学生基本信息的描述统计分析

依据数据库中《通达学院 2017 年度体质测试数据》和《通达学生基本信息》两个表格以学生学号、姓名作为共同数据栏建立两个表格的关系，确定综合表中包括学生的学号、年级、是否为编级生、生源地、专业、各体测项目成绩及总成绩的信息。首先剔除编级生及存在项目因未测试而无得分的学生信息，匹配学生成绩有效项共 7539 项，其中女生 2882 项，男生 4657 项。

4.1 学生基本信息概述

4.1.1 参测学生的年级分布

对 2017 年度参加测试的应届生按照年级划分进行频数统计，具体的人数分布如图 6-1，6-2 所示：

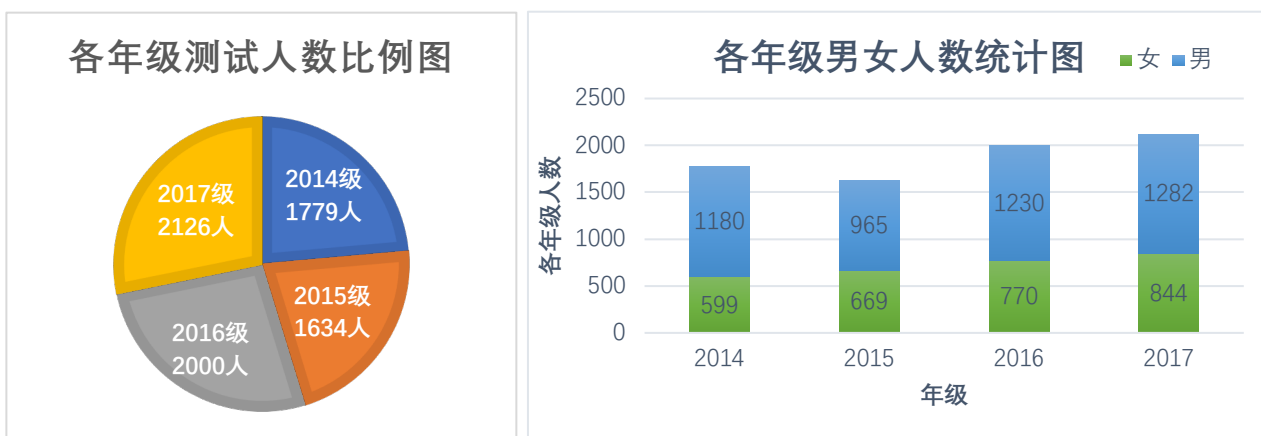


图 6-1 各年级体质测试人数比例图

图 6-2 各年级男女人数统计图

根据各表数据发现，各年级人数分布较为平均，且各年级男女参与测试且成绩有效的人数占比基本维持在 1.63 的比例上（各年级男生人数 / 女生人数）。

4.1.2 参测学生的生源地分布

依据数据库《通达学生基本信息》中提供的学生身份证号中的前两位地区代码将参测学生按照地区进行划分，其中共涉及 30 个省区，其中，江苏省的学生最多为 4977 人，占总人数的 66.0%，北京市的学生最少为 3 人，占总人数不足 0.1%。总体来看，学生生源地人数占比前五的分别是江苏省、安徽省、河南省、四川省、广东省，占比最少的前五分别是北京市、上海市、吉林省、宁夏回族自治区和天津市。

4.1.3 参测学生的专业分布

依据数据库《通达学生基本信息》中提供的学生专业分布情况，共有 23 个专业，具体频数分布图如 6-3 所示：

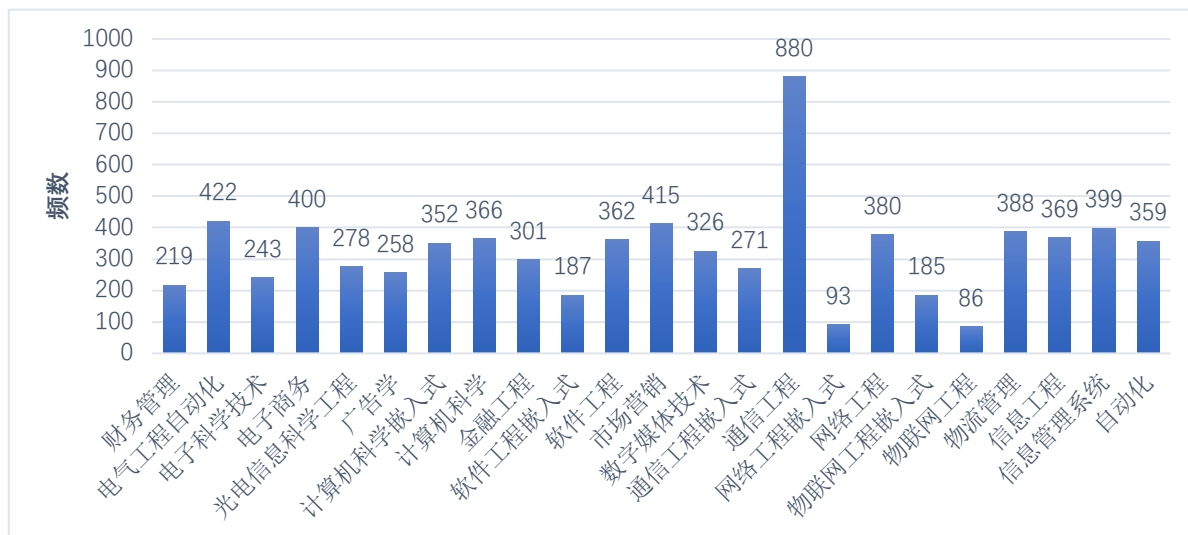


图 6-3 参与体质测试的学生专业分布频数图

图中明确反映了各专业学生的占比情况，其中，通信工程专业共 880 人占比最多为总人数的 11.7%，网络工程人数仅 93 人占比最少为 1.1%。

4.2 基于学生基本信息的体质成绩统计分析

4.2.1 研究综述

在第三章中，学生的体质测试成绩已根据不同年级不同性别进行了描述性分析，此处不加赘述，仅按照生源地和专业对成绩有效学生进行体质成绩的一般分析，假设分析是建立在认为同一变量(生源地或专业)学生全体来自同一分布总体，具有相同方差(即不考虑年级的差异性)，并且根据男生与女生占比比例大致为 1.63，可计算男生、女生占比权重分别为 0.62、0.38，从而确定两组个体的总成绩得分加权平均值。

4.2.2 基于学生生源地的分析

1. 男、女生体质测试成绩的一般情况

首先确定各个省份的男生、女生的体质测试总得分平均值，并且根据比例式平均总成绩=男生平均总成绩*0.62+女生平均总成绩*0.38，具体数据如下表 4-1

所示：

表 4-1 各省区男、女生、总平均成绩汇总表

省份	男生	女生	总分
安徽省	70.97	77.05	73.28
北京市	57.55	64.20	60.08
福建省	71.28	76.47	73.25
甘肃省	70.66	77.54	73.27
广东省	71.85	76.04	73.44
广西	69.86	75.57	72.03
贵州省	70.62	76.83	72.98
海南省	70.24	72.65	71.15
河北省	69.68	75.98	72.07
河南省	72.39	77.26	74.24
黑龙江	66.98	74.31	69.76
湖北省	72.80	74.11	73.30
湖南省	70.87	76.36	72.96
吉林省	66.61	77.30	70.67
江苏省	70.02	76.67	72.55
江西省	71.63	79.58	74.65
辽宁省	67.57	75.12	70.44
内蒙古	72.44	76.03	73.81
宁夏	69.14	77.13	72.18
青海省	68.98	75.05	71.29
山东省	71.87	77.96	74.18
山西省	71.97	77.63	74.12
陕西省	70.24	78.11	73.23
上海市	69.90	72.38	70.84
四川省	72.05	76.45	73.72
天津市	70.15	73.33	71.36
新疆	70.47	73.78	71.73
云南省	70.35	77.93	73.23
浙江省	71.88	77.48	74.01
重庆市	71.86	78.33	74.32

综合表中数据各省份总平均成绩得分的平均数为 72.27 分，中位数为 73.11 分，最低平均得分、最高平均得分分别为 60.08 分、74.65 分，对应的省份分别为北京市和江西省。若按照我国对于地理地区的划分(即东北、华东、华北、华中、华南、西南、西北、东北地区，其中统一将内蒙古自治区划分为西北地区)及经济分区的划分(即东北、中部、东部、西部地区)，分别对于学生的体质测试平均成绩进行评价，可以得到七个经济地区的总平均成绩分布如图 7-1 所示，四个地理分区的总平均成绩分布如图 7-2 所示：

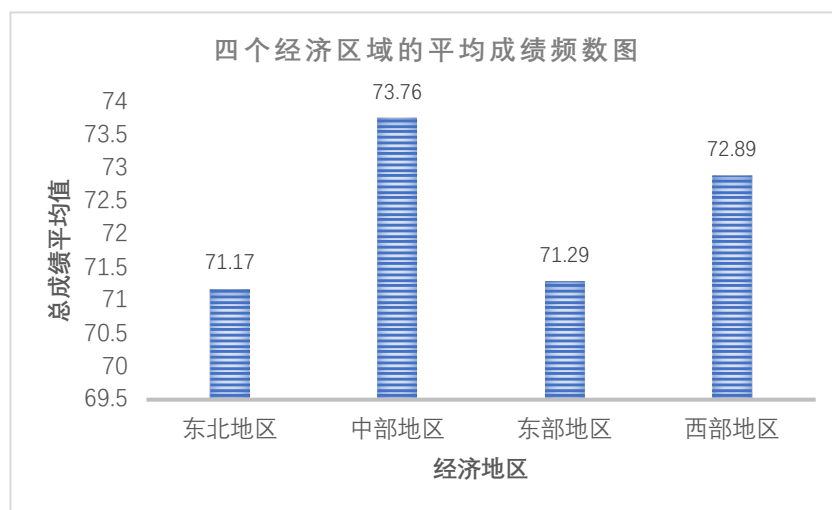


图 7-1 四个经济区域的平均总成绩频数图

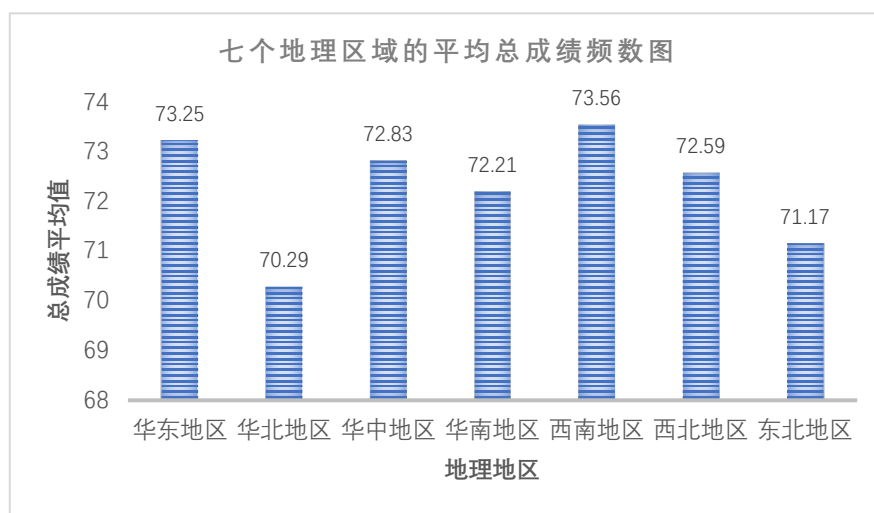


图 7-2 四个地理区域的平均总成绩频数图

其中，地理区域依据综合地理位置、自然和人文等因素，经济区域依据经济发展水平的因素，根据描述性分析各地理区域的总平均成绩方差为 1.36，各经济区域的总平均成绩方差为 1.59，对比两种划分，在经济区域下学生的成绩差

异相对更大，因此如下将学生总成绩得分按照等级划分，更详细地进一步说明不同经济区域之间的差异性。

2. 不同地理区域下学生体质测试成绩等级的相关分析

(1) 基于经济区域的列联表分析

若将学生成绩依据表 3-2 和 3-3 的分类方法定义五个层次分别为优秀、良好、中等、及格和不及格，并建立不同经济区域学生在总成绩得分的平均水平是否存在差异的问题，按照不同经济区域为行变量，不同的总成绩得分层次为列变量建立交叉列联表，如表 4-2 所示：

表 4-2 经济区域与总成绩评价标准列联表

地区		不及格	及格	良好	优秀	中等	总频数
东北地区	频数	13	37	15	1	32	98
	%经济区域内	13.3%	37.8%	15.3%	1.0%	32.7%	100.0%
	%评价标准内	2.5%	1.8%	1.0%	1.3%	1.0%	1.3%
东部地区	频数	413	1542	1118	53	2492	5618
	%经济区域内	7.4%	27.4%	19.9%	0.9%	44.4%	100.0%
	%评价标准内	79.1%	74.4%	73.9%	70.7%	74.3%	74.5%
西部地区	频数	45	231	160	12	398	846
	%经济区域内	5.3%	27.3%	18.9%	1.4%	47.0%	100.0%
	%评价标准内	8.6%	11.1%	10.6%	16.0%	11.9%	11.2%
中部地区	频数	51	263	220	9	434	977
	%经济区域内	5.2%	26.9%	22.5%	0.9%	44.4%	100.0%
	%评价标准内	9.8%	12.7%	14.5%	12.0%	12.9%	13.0%
总体	频数	522	2073	1513	75	3356	7539
	%经济区域内	6.9%	27.5%	20.1%	1.0%	44.5%	100.0%
	%评价标准内	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(2) 相关结论

表 4-2 中反映了基于不同经济区域下学生总成绩的平均得分差异性，总共统计 7539 名学生中，总成绩得分同上，对比不同地区的得分等级情况，发现四个经济区域中，横向对比每个地区，学生在对应地区中成绩在中等等级占比最高，其次及格和良好等级相差不大，在优秀等级占比最小。纵向对比每个地区，在不及格评分等级中，东北地区占本地区总数的 13.3% 位居最高，中部地区和西部地区仅占对应本地区的 5.2%、5.3% 位居偏低位置；在及格评分等级中，东北地区占本地区总数的 37.8% 位居最高，西部地区占本地区总数的 26.9% 位居最低；在中等评分等级中，西部地区占本地区总数的 47.0% 位居最高，东北地区占本地区总

数的 32.7% 位居最低；在良好评分等级中，中部地区占本地区总数的 22.5% 位居最高，东北地区占本地区总数的 15.3% 位居最低；在优秀评分等级中，西部地区以 1.4% 处于偏高位置，而东部地区和中部地区都以 0.9% 处于偏低位置。

表 4-3 不同经济区域对总成绩等级的一致性检验结果

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Person Chi-Square	39.055	24	.027
Likelihood Ratio	39.262	24	.026
N of Valid Cases	7539		

表 4-3 中显示了在显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，由于渐进 Sig. < 0.05 ，拒绝原假设，认为不同经济区域对总成绩等级是不一致的，即二者不独立。

综上分析可看到，按照经济区域划分，在较低的评价标准如：不及格、及格等级中东北地区、东部地区学生的占比率都偏高，而在较高的评价标准如：优秀、良好等级中西部地区学生的占比率都偏高。

4.2.3 基于学生专业的分析

1. 男、女生体质测试成绩的一般情况

首先确定各个专业的男生、女生的体质测试总得分平均值，其中有的专业标示为“(嵌入式)”，将该类专业的学生成绩合并到不标示的对应类别中(如：“通信工程”与“通信工程(嵌入式)”认为是同一个专业)，并且根据比例式平均总成绩=男生平均总成绩*0.62+女生平均总成绩*0.38，具体数据如下表 5-1 所示：

表 5-1 各专业男、女生总平均成绩汇总表

专业	男生	女生	总分
财务管理	71.06	77.95	73.28
电气工程	70.84	77.39	73.33
电子科学	70.87	75.70	72.71
电子商务	69.40	75.43	71.70
光电信息	70.87	76.07	72.85
广告学	69.84	75.40	71.95
计算机科学	70.04	76.74	72.58
金融工程	71.69	77.49	73.90
软件工程	69.48	77.21	72.42
市场营销	71.06	77.06	73.68
数字媒体	69.35	77.25	72.35
通信工程	70.86	77.48	73.38
网络工程	70.23	76.39	72.57
物联网工程	69.01	74.07	70.93
物流管理	71.06	76.80	73.24
信息工程	70.40	76.41	72.68
信息管理	69.86	75.85	72.13
自动化	71.43	77.87	73.88

综合表中数据各专业总平均成绩得分的平均数为 72.78 分，中位数为 72.70 分，最低平均得分、最高平均得分分别为 70.93 分、73.90 分，对应的专业分别为物联网工程、金融工程。

2. 不同专业类的成绩分布分析

(1) 不同专业类的总成绩分布情况

若按照《普通高等学校本科专业目录(2012 年)》中规定的我国专业划分为 12 个学科门类，根据通达学院学生隶属的 18 个专业，可将所有专业划分为文学类、工学类、管理学类 and 经济学类四类学科，分别对于学生的体质测试平均成绩进行评价，可以得到四个专业类的总平均成绩分布如图 7-3 所示：

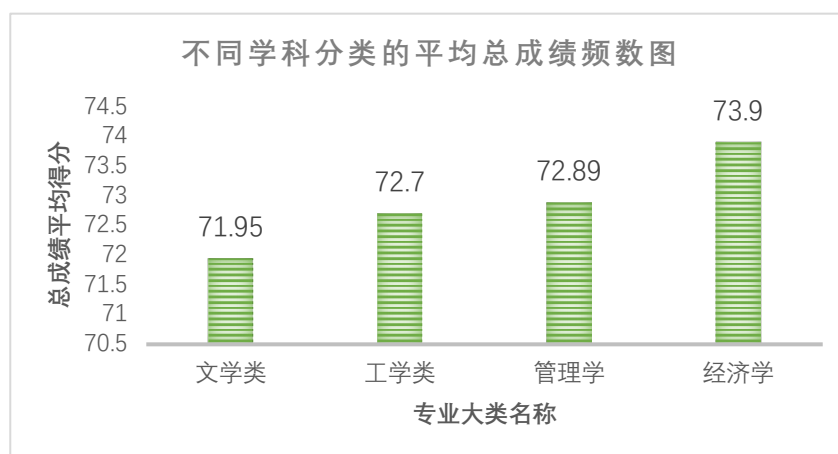


图 7-3 四类专业学科学生的平均总成绩频数图

其中，根据专业所属性质进行划分的四类学科中，总平均成绩方差为 0.80，说明不同专业学科划分下的学生总成绩平均值差异很小，若结合学生总成绩得分等级，可更详细地进一步说明不同专业类别之间的差异性。

(2) 专业学科类别下的总成绩评价列联表分析

类似上述划分标准将学生成绩定义五个层次，建立不同专业学科类别下学生在总成绩得分的平均水平是否存在差异的问题，按照不同学科分类为行变量，不同的总成绩得分层次为列变量建立交叉列联表，如表 5-2 所示：

表 5-2 专业学科类别与总成绩评价标准列联表

专业		不及格	及格	良好	优秀	中等	总频数
工学类	频数	419	1619	919	56	2146	5159
	%专业分类内	8.1%	31.4%	17.8%	1.1%	41.6%	100.0%
	%评价标准内	80.3%	78.1%	60.7%	74.7%	63.9%	68.4%
管理学类	频数	83	345	446	15	932	1821
	%专业分类内	4.6%	18.9%	24.5%	0.8%	51.2%	100.0%
	%评价标准内	15.9%	16.6%	29.5%	20.0%	27.8%	24.2%
经济学类	频数	10	56	92	3	140	301
	%专业分类内	3.3%	18.6%	30.6%	1.0%	46.5%	100.0%
	%评价标准内	1.9%	2.7%	6.1%	4.0%	4.2%	4.0%
文学类	频数	10	53	56	1	138	258
	%专业分类内	3.9%	20.5%	21.7%	0.4%	53.5%	100.0%
	%评价标准内	1.9%	2.6%	3.7%	1.3%	4.1%	3.4%
总体	频数	522	2073	1513	75	3356	7539
	%专业分类内	6.9%	27.5%	20.1%	1.0%	44.5%	100.0%
	%评价标准内	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表 5-2 反映了基于不同专业分类下学生总成绩的平均得分差异性，总共统计 7539 名学生中，其中总成绩平均得分处于中等的人数最多占 44.5%，其次是及格和良好等级，分别占 27.5%和 20.1%，占比最少的是优秀等级的学生，仅占比 1.0%。对比不同专业类别的得分等级情况，横向对比每个类别都是中等、及格等级学生占比偏高，而优秀等级的占比都最小。纵向对比每个专业类别，在不及格评分等级中，工科类学生占本学科类的 8.1%位居最高，经济学类占 3.3%位居最低；在及格评分等级中，工科类学生占本学科类的 31.4%位居最高，管理学类占 18.9%位居最低；在中等评分等级中，文学类学生占本学科类的 53.5%，工科类占 41.6%位居最低，可以看到任何一个学科的中等等级学生占比都具有垄断性的特征；在良好评分等级中，经济学类占本学科类的 30.6%位居最高，工学类占 17.8%位居最低；在优秀评分等级中，工学类和经济学类学生占本学科类的 1.1%、1.0%位居偏高位置，而文学类仅占 0.4%处于偏低位置。

表 5-3 不同专业分类对总成绩等级的一致性检验结果

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Person Chi-Square	207.045	12	.000
Likelihood Ratio	213.268	12	.000
N of Valid Cases	7539		

表 5-3 中显示了在显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，由于渐进 Sig. < 0.05，拒绝原假设，认为不同专业分类对总成绩等级是不一致的，即二者不独立。

综上分析可看到，在较低的评价标准如：不及格、及格等级中工科类学生占比率相对偏高，而在较高的评价标准如：优秀、良好等级中经济学类、管理学类学生的占比率相对偏高。

4.3 基于学生基本信息的各项成绩描述统计分析

4.3.1 基于学生生源地的分析

按照经济区域划分，将学生生源地划分为东部地区、东北地区、西部地区、中部地区，分别计算不同地区的五个测试项目类别的基本情况如表 6-1 所示：

表 6-1 不同地区项目得分统计量表

东北地区：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	59.30	90.00	54.21	69.31	78.98
中位数	64.00	100.00	50.00	71.00	78.00
方差	18.38	12.60	22.31	14.47	14.18
中部地区：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	65.21	93.22	59.83	74.62	78.15
中位数	68.00	100.00	62.00	74.00	78.00
方差	14.28	11.54	19.46	10.38	13.75
东部地区：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	63.61	92.65	58.34	73.92	78.38
中位数	68.00	100.00	63.00	74.00	78.00
方差	15.99	12.30	20.13	10.25	13.53
西部地区：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	65.16	93.76	60.27	74.44	75.99
中位数	68.00	100.00	65.50	74.00	76.00
方差	15.80	11.21	19.33	9.86	14.37

可以看到，耐力项目各地区得分偏低平均得分较高的是西部地区、中部地区，平均值分别为 65.16、65.21 分，最低的是东北地区为 59.30 分；身体形态各地区得分都在 90 分以上，其中西部地区相对更高，平均得分为 93.76，东北地区相对最低，但是地区间差异不大；柔韧项目各地区得分也偏低，其中西部地区平均得分最高为 60.27 分，东北地区得分最低为 54.21 分；速度项目得分最高的是中部地区，其平均得分为 74.62 分，东北地区得分最低为 69.31 分；身体机能项目是东北地区唯一一个得分较高的项目，位居第一平均得分为 78.98 分，得分最低的是西部地区，平均得分为 75.99，但是可以看到各地区差异不大。

4.3.2 基于学生专业的分析

按照学科专业类别划分，通达学院现有的专业可以划分为文学类、管理类、

经济类、工学类四个类型，分别计算不同学科类的五个测试项目类别的基本情况如表 6-2 所示：

表 6-2 不同专业类型得分统计量表

文学类：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	64.99	96.51	69.59	71.68	74.45
中位数	69.00	100.00	73.00	72.00	74.00
方差	16.92	8.75	14.69	7.96	16.78
工学类：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	62.68	92.10	55.08	74.42	78.26
中位数	66.00	100.00	52.50	74.00	78.00
方差	16.03	12.56	19.86	10.65	13.61
管理学类：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	66.57	94.14	66.18	73.11	77.82
中位数	70.00	100.00	71.00	73.00	76.00
方差	15.14	11.07	18.19	9.56	12.86
经济学类：					
各项目分类	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
均值	68.67	93.89	66.13	74.33	79.85
中位数	70.00	100.00	72.00	74.00	80.00
方差	11.69	11.31	18.75	9.79	16.05

可以看到，耐力项目中，经济学类专业平均得分最高为 68.67 分，最低为工学类专业平均得分为 62.68 分；身体形态各专业学科类平均得分都较高处于 90 分以上，其中文学类专业学生平均得分为 96.51 分为最高分；柔韧项目文学类专业平均得分为 69.59 分为最高分，工学类平均得分为 55.08 分为最低分，此成绩处于不及格等级，可见该项目不同专业间的差异明显；速度项目各专业平均值差异不大，最高分为工学类的 74.42 分，最低分为文学类的 71.68 分；身体机能项目最高分为经济学的 79.85 分，最低分为文学类的 74.45 分。

第五章 学生体质测试项目得分间的相关分析

5.1 体质测试项目的相关性分析

体质测试项目的分类是依据具体项目的属性进行划分,但是各项目类之间存在相关关系,因此分析各项目的相关性对于学生体质测试水平的评定有重要的意义。

5.1.1 不同性别、BMI 等级的列联表分析

1. 性别与 BMI 等级的列联表

根据上述 BMI 等级的频数分析,可以分别了解男、女生的 BMI 等级分布特征,此处为了进一步分析不同性别的同学在身体形态项目得分上是否存在差异的问题,按照性别制作不同 BMI 等级的列联表,如表 7-1 所示:

表 7-1 性别与 BMI 等级折算列联表

性别		超重	低体重	肥胖	正常	总频数
男	频数	967	351	483	3204	5005
	%性别内	19.3%	7.0%	9.7%	64.0%	100.0%
	%总体内	12.1%	4.4%	6.1%	40.2%	62.8%
女	频数	299	170	84	2412	2965
	%性别内	10.1%	5.7%	2.8%	81.3%	100.0%
	%总体内	3.8%	2.1%	1.1%	30.3%	37.2%
总体	频数	1266	521	567	5616	7970
	%性别内	15.9%	6.5%	7.1%	70.5%	100.0%
	%总体内	15.9%	6.5%	7.1%	70.5%	100.0%

其中, BMI 等级折算指标为行变量, 性别为列变量。总共统计的 7970 名学生中, 其中指标正常人数占 70.5%, 超重人数居第二占 15.9%, 低体重和肥胖人数相差不大, 分别为 6.5%和 7.1%。男生 5005 人, 女生 2965 人, 对比男女发现, 男生中的正常比例仅有对应总人数的 64%, 女生中的正常比例为对应总人数的 81.3%, 且肥胖人数占不同性别比例中男生比女生高出 9.2 个百分点, 可见相同水平下, 男生的 BMI 指标不健康人数多于女生。在数据中值得注意的是男生和女生在不健康表现上都是超重人数比例最高, 这也是现在大多数学生身体亚健康现象的集中反映。

2. 对交叉列联表的卡方检验:

假设 H_0 : 性别变量与 BMI 等级折算指标独立, 定义 Pearson 卡方统计量

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{ij}^0 - f_{ij}^e)^2}{f_{ij}^e}$$

其中， r 为列联表的行数， c 为列联表的列数， f^0 为观测频数， f^e 为期望频数。利用 SPSS 分析可得结果，如表 7-2 所示：

表 7-2 不同性别对 BMI 折算等级的一致性检验结果

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Person Chi-Square	305.688	3	.000
Likelihood Ratio	329.571	3	.000
N of Valid Cases	7970		

根据结果，假设显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，由于渐进 Sig. < 0.05，拒绝原假设，认为不同性别对 BMI 折算等级是不一致的，即二者不独立。

5.1.2 立定跳远、50 米项目列联表分析

1. 列联表分析综述

立定跳远测试要求学生在无助跑情况下以立定姿势开始跳远，其可反映人体下肢爆发力水平，50 米跑是一个最能体现快速跑能力和反应能力的体育项目，两项项目同属于速度灵巧类，根据研究表明两项目存在相关性^[15]，此处试图验证通达学院学生也满足该理论，以帮助得到可以有效提升学生速度项目成绩的相关建议。

2. 不同立定跳远、50 米等级的列联表分析

首先统计全体学生不同等级标准下的 50 米和立定跳远的人数，制定如下的列联表，如表 7-3 所示：

表 7-3 立定跳远与 50 米等级列联表

立定 50 米 跳远						总频数
		不及格	及格	良好	优秀	
不及格	频数	39	518	14	6	577
	%立定跳远等级内	6.8%	89.8%	2.4%	1.0%	100.0%
及格	频数	48	3936	641	526	5151
	%立定跳远等级内	0.9%	76.4%	12.4%	10.2%	100.0%
良好	频数	3	709	278	401	1391
	%立定跳远等级内	0.2%	51.0%	20.0%	28.8%	100.0%
优秀	频数	2	209	132	218	561
	%立定跳远等级内	0.4%	37.3%	23.5%	38.9%	100.0%
总体	频数	92	5372	1065	1151	7680
	%立定跳远等级内	1.2%	69.9%	13.9%	15.0%	100.0%

其中，50 米等级折算指标为行变量，立定跳远等级折算指标为列变量。总共统计的 7680 名学生中，其中 50 米指标不及格人数占 1.2%，及格人数最多占 69.9%，良好和优秀人数相差不大，分别为 13.9%和 15.0%。其中立定跳远指标不及格人数占 7.5%，及格人数最多占 67.1%，良好人数占 18.1%，优秀人数占 7.3%。分别对比两组成绩的分布，发现大多数人的两个成绩都集中在及格等级上。

3. 对交叉列联表的卡方检验：

假设 H_0 ：立定跳远成绩与 50 米成绩独立，定义 Pearson 卡方统计量：

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{ij}^0 - f_{ij}^e)^2}{f_{ij}^e}$$

其中， r 为列联表的行数， c 为列联表的列数， f^0 为观测频数， f^e 为期望频数。利用 SPSS 分析可得结果，如表 7-4 所示：

表 7-4 不同 50 米、立定跳远成绩等级的一致性检验结果

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Person Chi-Square	1068.775	9	.000
Likelihood Ratio	997.566	9	.000
N of Valid Cases	7680		

根据结果，假设显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，由于渐进 Sig. < 0.05，拒绝原假设，认为不同 50 米、立定跳远成绩是不一致的，即二者不独立。作两个变量的相关分析，可得到变量的相关系数为 0.35，如下表 7-5 所示：

表 7-5 50 米、立定跳远的相关系数表

		Value	Asymptotic Significance
Nominal by Nominal	Contingency Coefficient	0.350	.000
N of Valid Cases		7680	

5.1.3 肺活量与 BMI 等级的回归分析

1. 肺活量与 BMI 等级回归分析

根据肺活量可以定义肺活量体重指数^[16]，其定义式为肺活量体重指数=肺活量(ml)/体重(kg)，这个指标在有氧代谢项目对学生的体质综合评价中有一定参考作用，即反映每千克体重肺活量的相对值来反映肺活量与体重的相关程度。根据研究表明，在肺活量体重指数一定时，人体体重越重，其肺活量应越大。肺活量检测数值越低，机体摄氧能力和排除废气能力差，机体越不健康^[17]。而根据《标准》定义的男生、女生 BMI 指数标准表，指数表明在身高一定条件下，体重越大对应的等级由低体重向肥胖递增，因此相应的应有肺活量与身体质量指数成正相关关系。此处试图探寻通达学院学生成绩是否满足理论上的相关关系，并建立回归模型，回归结果如表 7-6 所示：

表 7-6 身体机能、BMI 指数的回归系数表

Model	Unstandardized		Standardized		95.0% Confidence		
	Coefficient		Coefficient	t	Sig.	interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower	Upper
						Bound	Bound
(Constant)	1799. 718	56. 323		31. 953	. 000	1689. 310 1910. 126	
BMI	90. 334	2. 542	. 370	35. 537	. 000	85. 351 95. 317	

根据表 7-6 回归分析的回归系数表，其对应的概率 P 值近似为 0，由于显著性水平 $\alpha = 0.05$ ，拒绝显著性检验的原假设，即回归系数不同时为 0 时，解释变量与因变量存在显著的线性关系。根据图 8-1 表示的两变量回归分析后的残差符合正态分布，说明拟合效果好，肺活量和 BMI 指数有强相关性关

系。

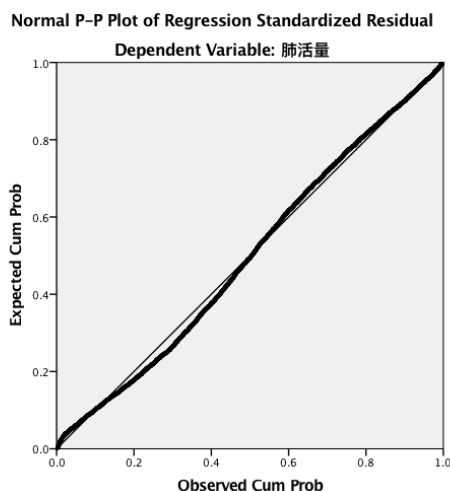


图 8-1 肺活量与 BMI 回归模型残差 P-P 图

具体可确定回归模型为：

$$y = 1799.718 + 90.334x$$

其中， y 表示肺活量的数值， x 表示 BMI 指数。模型表示，BMI 指数每增加一个单位，相应的肺活量检测数值理论上应增加 90.334ml，体重指数和肺活量数值存在正向线性关系。

5.2 体质测试项目的单因素方差分析

5.2.1 BMI 指数与其余项目总成绩的方差分析

1. 不同 BMI 得分水平下的单因素方差分析模型

由《标准》要求，体重指数 BMI 指数得分记入体测总成绩的 15%，其占比对总成绩有较大影响。通过消除 BMI 得分对总成绩得分的线性相关影响，比较不同 BMI 水平对去除 BMI 指数得分后其余各项的体质健康成绩之和（后简称为其余总成绩）是否存在相关关系，给出对于不同 BMI 得分下其余总成绩得分的分段式回归模型，针对应届生成绩有效的个体进行单因素方差分析。

取 BMI 指数为控制变量，其余总成绩为观测变量，其中，方差分析要求对观测变量个总体分布有两个假设前提：观测变量各总体服从正态分布，观测变量各总体的方差应相同。因此，为避免不同年级、不同性别学生成绩的差异性干扰方差分析的数据结果，此处分别对大一大二、大三大四结合男生、女生构成的四种成绩组合进行数据分析。针对四种情况，仅有女生大三大四成绩满足方差分析的

两个假设前提，具体分析结果如下：

利用 SPSS23.0 进行其余总成绩的正态性检验，根据表 8-1 所示的 K-S 检验 Sig. < 0.05 的显著性水平，以及图 8-2 所示的 P-P 图近似拟合直线，说明数据服从正态分布。

表 8-1 其余总成绩分布的正态性检验

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Var00005	.098	1310	.000	.869	1310	.000

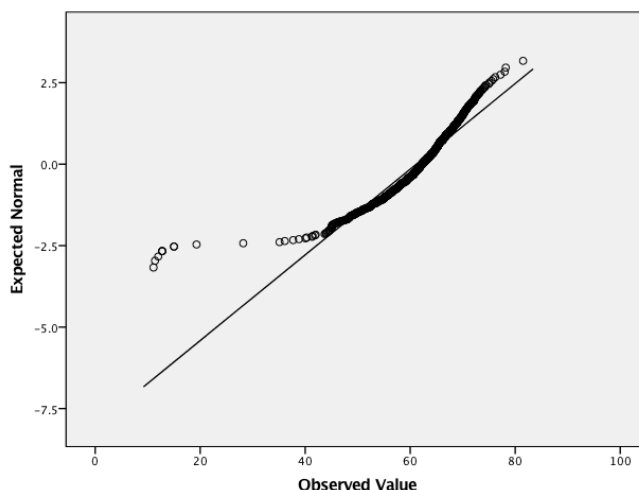


图 8-2 其余总成绩的正态性 P-P 图

2. 方差齐性检验

对观测变量进行方差齐性检验，采用方差同质性检验方法，设原假设为：各水平下观测变量总体方差无显著差异。在显著性水平为 0.05 条件下，由于概率 P 值=0.334 大于显著性水平，故不应拒绝原假设，认为女生大三大四不同 BMI 得分下其余总成绩的总体方差无显著差异，满足方差分析的前提要求。具体方差齐性检验表如表 8-2 所示：

表 8-2 女生大三大四不同 BMI 得分下的方差齐性检验

Levene	df1	df2	Sig.
Statistic			
1.099	2	1307	.334

最后可以得到单因素方差分析的结果如表 8-3 所示：

表 8-3 BMI 得分对其余总成绩得分的单因素方差分析结果

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1429.904	2	714.952	12.562	.000
Within Groups	74384.639	1307	56.913		
Total	75814.543	1309			

根据表中结果可以看到：如果仅考虑 BMI 得分单个因素的影响，则其余总成绩得分总变差(75814.543)中可解释的变差为1429.904，相应得到F值为12.562，对应的概率P值近似为0。如果显著性水平为0.05，由于 $P < 0.05$ 认为应拒绝原假设，认为不同 BMI 得分对其余总成绩得分的平均值产生了显著影响。表 8-4 和图 8-3 是具体的不同 BMI 得分下其余总成绩得分的分段式回归模型各断点取值和函数图像，可以清晰看出不同 BMI 得分下的其余总成绩具体取值情况。

表 8-4 不同 BMI 得分下其余成绩得分的基本描述统计量及

95%置信区间描述

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95%Confidence interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
60.00	36	55.5042	7.94015	1.32336	52.8176	58.1907	36.10	68.50
80.00	187	60.2939	8.50364	.62185	59.0671	61.5206	11.40	73.90
100.00	1087	61.5168	7.35373	.22305	61.0792	61.9545	11.10	81.50
Total	1310	61.1770	7.61038	.21027	60.7645	61.5895	11.10	81.50

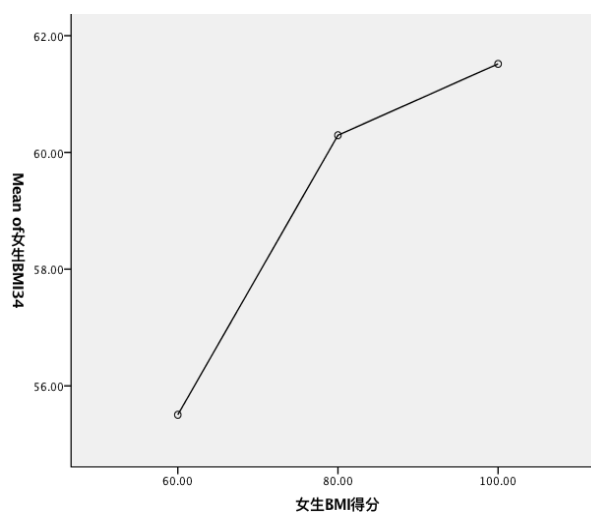


图 8-3 不同 BMI 成绩下其余成绩得分的折线图

3. 分析：

根据单因素方差分析结果，仅有女生大三大四年级层次满足方差分析的条件，且经过检验，结论为：在去除 BMI 指数得分后的体质健康成绩变量方差相同的情况下，女生该年级个体不同 BMI 得分对去除 BMI 得分后的其余总成绩得分的平均值产生了显著影响，其中 BMI 得分为 100 分，对应的其余总成绩平均得分最高为 61.52 分，60 分对应的其余总成绩平均得分最低为 55.50 分。在 BMI 得分取值为 80 分时，其余总成绩得分的标准差最大为 8.50，说明女生大三大四年级的个体在这一个层次中的个体差异性最大，其中对应的其余总成绩得分的取值区间为[11.40, 73.90] (单位：分)。在 BMI 得分取值为 100 分时，其余总成绩得分的标准差最小为 7.35，说明该年级的个体在这一层次中的个体差异性最小，其中对应的其余总成绩得分的取值区间为[11.10, 81.50] (单位：分)

第六章 体质测试成绩的评价与预测分析

6.1 研究综述

基于上述对于学生测试成绩、基本信息的统计分析，可以看到不仅是体质测试项目中五类基本项目对于学生的体质测试总得分有直接的线性相关关系，学生的性别、生源地、专业类别等因素都对其总成绩有影响。因此，如何有效的通过已知的众多变量对学生的综合体质能力进行评估，以及根据有效的学生信息对其体质水平进行科学预测都是有意义的研究。

6.2 学生综合体质能力的灰色关联分析

6.2.1 简述基本信息下学生体质成绩的描述统计

综合分析了现有的国内对于学生体质能力综合评价的模型，大多采取对于体育测试项目的评测，忽略了个人、环境等因素，且模型精确性存在缺陷^[9]，且权重确定时多采用层次分析法较多考虑决策者的主观意愿，而忽略了部分因子的客观性，因此此处结合其余领域的文献分析将采用综合权重法确定权重^[10]。

基于该学院学生的基本信息和各项目成绩，可以将学生进行类别划分，年级分别为 2014 级—2017 级四个年级、生源地按照中国经济区域的划分分为东北部、中部、东部、西部四个地区，专业按照《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》分为文学、工学、管理学和经济学四类，学生性别为男生和女生。表 9-1 展示了不同分类下学生的平均成绩，并对多个总体的均值进行了统计检验。

表 9-1 各基本信息变量的平均总分比较表

年级	2014 级	2015 级	2016 级	2017 级	显著性
平均总成绩	70.47	74.39	74.16	72.24	0.000
生源地	东北地区	西部地区	中部地区	东部地区	显著性
平均总成绩	69.41	73.23	73.52	72.67	0.000
专业名称	文学类	工学类	管理学类	经济学类	显著性
平均总成绩	74.26	71.94	74.59	75.51	0.000
性别	男生		女生		显著性
平均总成绩	70.40		76.67		0.000

分别对上述四个变量做均值检验 / 方差分析，四组检验都是以 $P < 0.05$ 拒绝原假设，认为同变量下的不同组别均值存在显著性差异，因此加入年级、生源地、专业、性别这 4 个变量，来综合分析学生的体质能力是合理的。

6.2.2 学生体质能力指标权重的确定

在《国家体质健康标准》中规定，体质测试综合评价中综合得分是各项目指标得分与权重的乘积之和，权重取值固定会存在主观意愿，不一定能有效反映该校学生的特殊情况^[18]，根据体质成绩的描述及相关分析发现，学生的专业、性别、生源地等因素对于其体质能力有影响。本文采用层次分析法和熵权法相结合来确定各指标的综合权重，将年级、出生地、专业、性别四个因素综合为基本信息指标，各个因素的分级指标得分高低依据平均值高低量化为评级得分，基本信息得分由上述四个基本信息指标平均得分确定，具体的指标排序见表 9-2：

表 9-2 基本信息指标降序排列表

年级	生源地	专业名称	性别
2015 级	中部地区	经济类	女生
2016 级	西部地区	管理类	男生
2017 级	东部地区	文学类	
2014 级	东北地区	工学类	

考虑到不同评价指标的量纲和数量级不同，将原始数据 x'_{ij} 进行归一化：

$$x_{ij} = \frac{x'_{ij} - \min(x'_j)}{\max(x'_j) - \min(x'_j)} \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

下面先对各指标的权重进行确定：

1. 层次分析法确定体质能力评价指标权重

基于层次分析法对于参与评价学生综合体质能力的指标权重进行计算。首先确定层次结构模型如下图 9-1 所示：

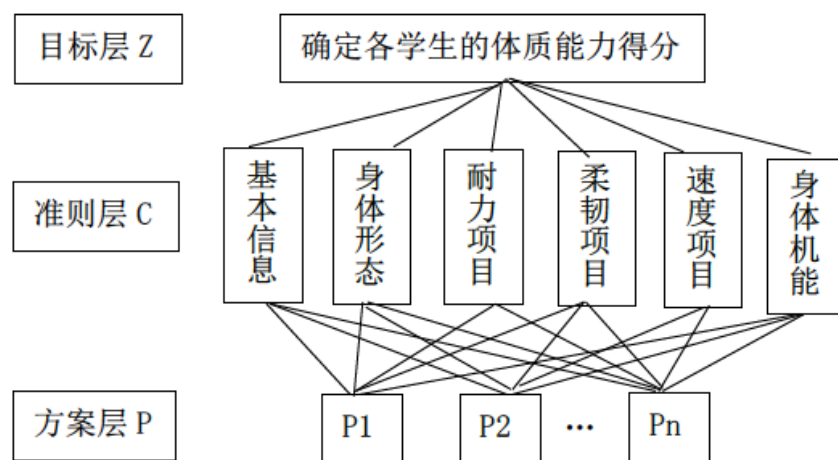


图 9-1 层次结构模型图

对于层次分析法，Saaty 提出了属性间相对重要性等级表可以为准则层指标

划分标度^[19], 具体等级表如表 9-3 所示:

表 9-3 属性间相对重要性等级表

尺度 a_{ij}	含义
1	c_i 与 c_j 影响相同
3	c_i 比 c_j 影响稍强
5	c_i 比 c_j 影响强
7	c_i 与 c_j 影响明显的强
9	c_i 比 c_j 影响绝对强
2, 4, 6, 8	c_i 比 c_j 影响之比在上述两个相邻等级之间
$1, 1/2, \dots, 1/9$	c_i 与 c_j 影响之比是上面的 a_{ij} 的相反数

参照表中指标间相对重要性确定判断矩阵, 依次为六个指标进行两两重要性对比:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{26} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{61} & a_{62} & \cdots & a_{66} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 & 4 & 5 & 3 \\ 1/4 & 1 & 2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/4 & 1 \\ 1/4 & 1 & 2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 1/5 & 3 & 4 & 3 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

判断矩阵需要进行一致性检验, 计算矩阵的一致性比率 C.R., 当 $C.R. < 0.1$ 时认为矩阵可以接受, 该判断矩阵的结果为

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = 0.09245$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.074556$$

因此认为该矩阵可以接受。最后计算权向量为

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_6)^T = (0.432, 0.102, 0.068, 0.102, 0.228, 0.068)^T$$

即这六个权重依次代表了基本情况、耐力项目、身体形态、柔韧项目、速度项目、身体机能在体质能力评价中的具体权重取值。可以看到不同于《国家体质健康标准》中对于各项目的评分等级^[18], 此处加入了基本信息作为新的指标, 且又保留了各项目指标权重的重要性对比, 其中基本信息指标权重最大, 其次为速度项目。

2. 熵权法确定体质能力评价指标权重

熵表示一个系统无序程度, 熵权法是基于一个评价指标的信息熵越小, 其提

供的信息量越大，其在综合评价中权重越高的原则确定的方法^[20]，其基本步骤包括：

首先进行数据标准化和指标权重的确定，针对 7539 个评价对象，共 6 个评价指标，确定原始评价指标矩阵为

$$R = (r_{ij})_{n \times m} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}$$

其中 $n=7539, m=6$ ， r_{ij} 表示第 i 个评价指标下第 j 个评价对象的值，并且可以确定每个指标的权重为 $P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^m r_{ij}} (i=1 \dots n; j=1 \dots m)$

根据信息论中对于信息熵的定义，信息熵可表示为

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} (i=1, 2, \dots, n)$$

$$k = \frac{1}{\ln m}$$

相应的可计算各指标的权重为 $u_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{i=1}^n (1 - e_i)} (i=1, 2, \dots, n)$

按照如上的步骤六个指标确定的熵权值为

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_6)^T = (0.166, 0.167, 0.166, 0.167, 0.168, 0.167)^T$$

即这六个权重依次代表了基本情况、耐力项目、身体形态、柔韧项目、速度项目、身体机能在体质能力评价中的具体权重取值。可以观察到，不同于层次分析确定的各指标的权向量，熵权法中对于每个指标的确定相对平均，没有强调加入基本情况对于原始评分标准的较大影响，但是依旧可看到速度项目是权重最高的指标，认为该客观赋权法较为合理。

3. 最小相对信息熵确定组合权重

确定权重的方法中，层次分析法属于主观赋权法，该方法能够根据实际的决策问题和专家经验确定属性顺序及比重，但是决策评价时主观因素大，存在较大的误差；熵权法属于客观赋权法，以客观的属性的变异程度对其影响程度进行度量，但是却存在权重的确定与现实不太吻合的情况^[21]。基于最小相对信息熵原理，可由拉格朗日乘子法得到综合权重^[22]为

$$w_j^* = \frac{(w_j u_j)^{0.5}}{\sum_{j=1}^m (w_j u_j)^{0.5}} (j=1,2,\dots,6)$$

因此可以确定六个指标的组合权重依次为

$$w^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_6^*)^T = (0.286, 0.139, 0.113, 0.139, 0.209, 0.114)^T$$

该指标中，确定了权重最高的是基本情况，其次是速度项目，耐力项目和柔韧项目占比位居第三，最后是身体机能和身体形态项目，这个权重的排序也较为符合《国家体质健康标准》中的给定项目占比，可见组合权重的合理性。

6.2.3 针对全体学生总体的灰色关联分析评价

确定参考数据列为每个指标的最大值，并将其作为最优值，记作 $X_0' = (x_0'(1), x_0'(2), \dots, x_0'(m))$ ，相应地可得到每个被评价对象指标序列(后简称为比较序列)与参考序列的绝对差值为 $|x_0(k) - x_i(k)| \quad i=0,1,\dots,n; k=1,2,\dots,m$ ，并确定

$$\begin{aligned} \min_{i=1}^n \min_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)| &= 0 \\ \max_{i=1}^n \max_{k=1}^m |x_0(k) - x_i(k)| &= 2.033 \end{aligned}$$

依据如下公式可以计算每个比较序列与参考序列对应元素的关联系数：

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

再基于每个样本数据的关联系数分别计算每个指标与参考序列对应元素的关联序为 $r_{0i} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m w_k^* \cdot \zeta_i(k)$ ，其中 w_k^* 是由层次分析法确定了六个指标的组合权重。对于数据库中的 7539 个样本可以依次产生各对象的关联序，相应地对每个学生的体质综合成绩进行评估，其中体质评级分数越高代表综合水平越高，评级分数越低代表综合水平越低。如下摘选了部分学生的成绩情况：

表 9-4 部分学生成绩及评分等级表

学号	姓名	总分	体质能力 评价	总分等级 划分	体质能力 等级划分
1421****	杨同学	57.70	57.30	不及格	不及格
1422****	穆同学	84.30	83.69	良好	良好
1651****	孙同学	92.75	90.38	优秀	优秀
1556****	颜同学	79.15	82.65	中等	良好
1612****	舒同学	63.70	58.59	及格	不及格

通过对比数据库中 7539 个样本的总分和体质能力评价得分，可以看到学生成绩基本上满足较低的体质能力评价得分对应较低的总分的规律，但是部分学生会出现总分、体质能力等级不相同的情况，这是因为体质能力评价综合了除各体质测试项目的得分外的年级、出生地、专业名称、性别因素，这些因素对于体质总成绩取值的不同有影响，因此等级的差异是合理的。总分等级按照如下表 9-5 的方式划分为五个层次，若将体质能力评价得分按照相同分数段由低到高的顺序排列也可以划分为五个层次如表 9-6 所示：

表 9-5 学生总成绩等级频数分布表

等级	分数段	频数统计	频率统计
优秀	90 分及以上	75	1.0%
良好	80-90	1513	20.1%
中等	70-80	3356	44.5%
及格	60-70	2073	27.5%
不及格	60 分以下	522	6.9%
总计		7539	100.0%

表 9-6 学生体质能力等级频数分布表

等级	分数段	频数统计	频率统计
优秀	90 分及以上	147	1.9%
良好	80-90	2603	34.5%
中等	70-80	2902	38.5%
及格	60-70	1429	19.0%
不及格	60 分以下	458	6.1%
总计		7539	100.0%

6.3 学生综合成绩的预测分析

6.3.1 研究综述

如上基于灰色关联分析法对于学生综合体制能力进行了评估,此时确定了不同基本信息分类学生的体质能力水平,然而学生数据信息庞大,每次依照复杂的数据信息进行评价效率低,且对于数据具有延后性。因此,根据《标准》中项目权重及评价中确定的组合权重大小,确定通过一个学生的 BMI 得分、50 米得分、800/1000 米得分、基本信息得分对学生的体质总分进行预测。

为了避免模型出现过拟合的现象,此处从 7539 名学生中随机抽取 5000 名学生作为训练样本,剩余的 2539 名学生作为测试样本,针对不同预测模型对比其预测精度。

6.3.2 基于多元线性回归模型的预测分析

针对四个变量: BMI 得分、50 米得分、800/1000 米得分、基本信息得分建立关于学生体质测试总成绩的多元线性回归模型。基于表 10-1 可看到,四个模型的判定系数依次增长,其中当判定系数为 0.886 时认为拟合优度较高对应模型四,并且第四个模型在显著性水平为 0.05 下 P 值近似为 0,因此认为可建立线性模型。

表 10-1 模型概述表

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	.745 ^a	.555	.554	5.76213	.555	6222.432	1	4998	.000	
2	.839 ^b	.704	.703	4.70112	.149	2511.628	1	4997	.000	
3	.871 ^c	.759	.759	4.23683	.056	1156.178	1	4996	.000	
4	.886 ^d	.785	.785	3.99852	.026	614.274	1	4995	.000	1.650

a. Predictors: (Constant), 耐力项目得分

b. Predictors: (Constant), 耐力项目得分, 速度项目得分

c. Predictors: (Constant), 耐力项目得分, 速度项目得分, 身体形态得分

d. Predictors: (Constant), 耐力项目得分, 速度项目得分, 身体形态得分, 基本信息得分

e. Dependent Variable: 总分

表 10-2 回归系数表

Model	Unstandardized		Standardized	t	Sig.	Collinearity	
	Coefficients		Coefficients			Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1(Constant)	46.897	.336		139.520	.000		
耐力项目得分	.404	.005	.745	78.882	.000	1.000	1.000
2(Constant)	26.843	.485		55.334	.000		
耐力项目得分	.318	.007	.586	70.322	.000	.855	1.170
速度项目得分	.345	.007	.417	50.116	.000	.855	1.170
3(Constant)	15.333	.553		27.731	.000		
耐力项目得分	.282	.004	.520	67.162	.000	.802	1.246
速度项目得分	.311	.006	.376	49.499	.000	.833	1.200
身体形态得分	.176	.005	.252	34.003	.000	.874	1.144
4(Constant)	10.158	.562		18.073	.000		
耐力项目得分	.253	.004	.465	60.898	.000	.735	1.361
速度项目得分	.335	.006	.405	55.679	.000	.813	1.230
身体形态得分	.164	.005	.236	33.468	.000	.866	1.154
基本信息得分	.112	.005	.172	24.785	.000	.890	1.124

基于步进回归方法，将四个变量都引入到回归方程中，根据表 10-2 的系数表得到回归方程为

$$T = 10.158 + 0.253N + 0.335S + 0.164X + 0.112J$$

其中 N 表示耐力项目得分， S 表示速度项目得分， X 表示身体形态得分， J 表示基本信息得分， T 表示体质总成绩。根据图 10 可以看到残差满足线性模型的前提要求，认为该模型能有效预测学生的体质总成绩。

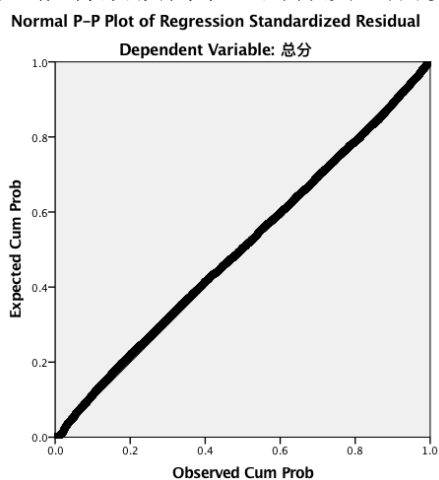


图 10-1 多元线性回归分析的残差累计概率图

利用回归方程对于测试样本进行预测，计算预测精度利用平均相对误差绝对值 MAPE 和预测误差的方差进行衡量，其中

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| = 4.23\%$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = 15.337$$

6.3.3 基于神经网络的预测分析

常用的两类预测模型包括多元线性回归模型和非线性模型，因为影响体质健康因素复杂且随机，当线性模型不能有效的衡量其随机性时，非线性模型就能有效弥补不足，提高预测精度^[23]。此处采用 BP 神经网络可以自适应性的求解内部机制复杂的问题，从而确定基于四个得分信息关于学生体质测试总成绩的预测。

1. BP 神经网络原理及数据处理

BP 神经网络是一种按照误差逆向传播算法训练的多层前馈神经网络，通常包括一个输入层、若干个中间层、一个输出层。首先数据输入后到达输出层与训练样本的输出比对确定误差，并将误差反向返回修改各层输出的权值和阈值，直到误差大到能接受范围内，最后实现函数高强的逼近能力。首先对于数据进行归一化处理保证算法收敛速度加快：

$$y = \frac{(y_{max} - y_{min})(x - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} + y_{min}$$

其中， $y_{max} = 1, y_{min} = -1$ ， x 表示原始数据。

2. 建立 BP 网络

根据问题要确定基于一个学生的 BMI 得分、50 米得分、800/1000 米得分、基本信息得分四个因素下的学生体质成绩预测，建立 4—N—1 的 BP 网络结构，其中，4 表示输入项，N 为隐藏层神经元个数，1 表示输出项，具体结构图如下图 10-2 所示：

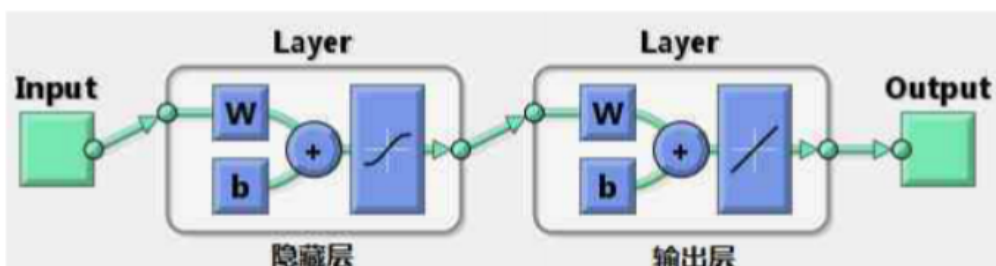


图 10-2 BP 神经网络结构图

隐藏层神经元个数对于预测精度有显著的影响，节点数过少学习精度低，节点数过多会影响训练时间且容易使网络出现过拟合现象^[24]，根据如下公式可以确定最适合的个数，其中 n 为输入层节点数， l 为隐含层节点数：

$$n = 4$$

$$l < n - 1$$

$$l = \log_2 n = 2$$

利用 Matlab 神经网络工具箱对于 5000 个样本进行多次训练后确定效果最好的网络系统，其中确定迭代次数为 10000 次，且每迭代 100 次显示一回结果，确定学习速率为 0.01，根据网络系统可以输出训练样本的归一化预测值，通过返回归一化函数可以得到预测值与原始值进行对照，具体的神经网络性能图如下图 10-3 和 10-4 所示：

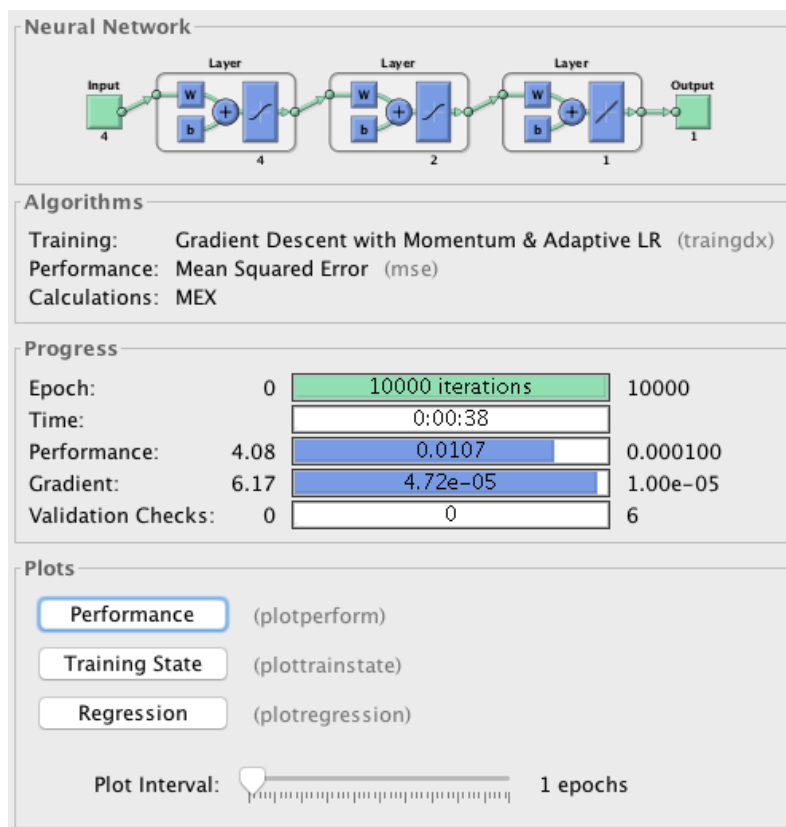


图 10-3 BP 神经网络训练结果图

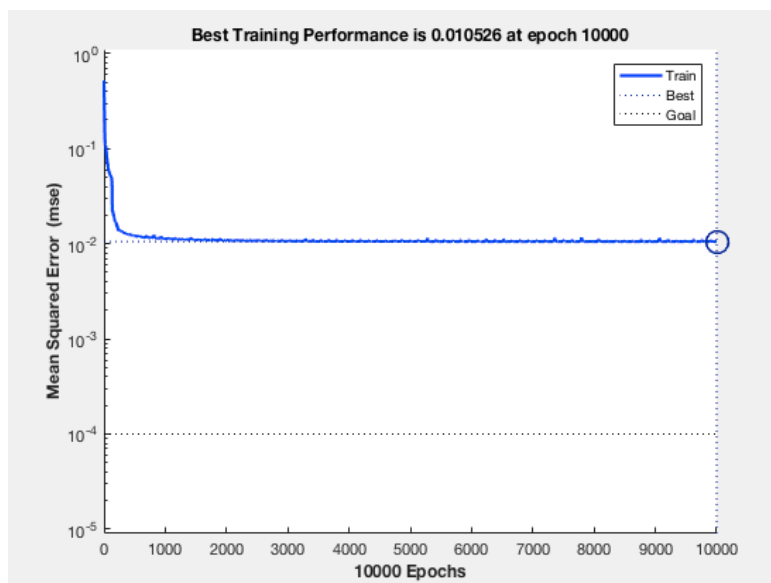


图 10-4 BP 神经网络训练性能图

利用已有的训练好的网络系统可以对于剩余的 2539 个预测样本进行预测，相应的和原始体质总成绩进行对比，计算预测精度利用平均相对误差绝对值 MAPE 和预测误差的方差进行衡量，其中

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| = 4.84\%$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = 18.521$$

对比多元线性回归模型和 BP 神经网络模型，发现两者在预测精度上并没有显著的差异，并且根据 MAPE 大小比较发现多元线性回归模型拟合效果更高，说明对于学生的体质总成绩，BMI 得分、50 米得分、800/1000 米得分、基本信息得分四个因素已经能够从多元线性的角度有效的衡量学生的总体水平，其建立的线性模型能够有效贴合学生总成绩的真实情况。

6.3.4 相关结论

通过利用多元线性回归模型和 BP 神经网络模型对于学生的体质测试总成绩进行预测后，可以看到在仅已知学生的部分成绩和基本信息情况下能够有效的对于学生的体质水平进行预判，相应的预判其体质能力对应的等级，这对于学校及老师指导学生正确认识自己体质所出水平、正确规划课余运动时间、有效的规划符合学生体质能力提升要求的课程有显著意义。

第七章 结论与建议

如上从学生体质测试成绩、基本信息的描述统计分析，相关性分析，评价与预测分析角度解读了该学院全体学生的体质情况，如下将依据各模块分别得出符合数据规律的结论，并提供有效建议。

7.1 针对体质测试描述性分析的结论与建议

7.1.1 身体形态的分析

总结：在身高分布上男生的标准差和女生相比差异不大，但是体重标准差却比女生大很多，说明男生个体体重差异较大。

在 BMI 等级折算分析中，男生和女生非正常等级中皆为超重人数最多，并且男生肥胖人数居于非正常等级第二位，反映了当今社会存在的主流现象，大多数人由于自身饮食和作息习惯的因素影响，摄取大量高热量高脂肪食物，然而身体无法代谢，并且睡眠时间不规律，造成超重甚至肥胖。女生低体重的人数居于其非正常等级第二位，同男生表现形态不同的原因是男女对于体型美的追求不一致，女生更偏向于苗条为美的审美观，因此一味减肥，导致体重过轻，其实这也是不健康的身体表象^[25]。

建议：依据男生个体体重差异大，应该着重关注男生群体。

对体重较重或较轻的同学提供有针对性的建议，鼓励他们积极参加运动，体重轻者加强体能肌肉训练，体重重者加强耐力耗脂训练，并注意合理的作息饮食规律，将体重维持在正常值范围内。并且应有效的改革体育课程设置，加入健康与体质相关课程内容，让学生正确认识到 BMI 指数的重要意义，有效的衡量自己的身体形态与身体健康的关系，树立正常运动、正常生活作息、维持运动健身强体的理念，避免过度的追求审美观至上或者过度放纵不规律生活导致的身体失常。

7.1.2 耐力项目的分析

总结：男生和女生的耐力项目成绩随着年级增长标准变化后，有递减趋势，说明其在标准值下反映了能力下滑的趋势。

并且，男生对应两个年级段的平均成绩都处于及格等级的低分区域，女生对应两个年级段的平均成绩也仅处于及格等级的中等区域，且女生个体差异逐渐拉大。耐力项目由于受多种因素影响，涉及学生不健康生活方式如缺乏运动、体育锻炼意识不强，学生意志力差如不愿参与强度大生理负荷大的项目、害怕困难、缺乏吃苦精神，学校重视程度等，导致学生成绩难以提升甚至后退明显、个体差

异明显的情况^[26]。

建议：耐力项目的提高是一个综合过程，要求老师在心理和生理双向引导学生，更改学生面对该项目的生理状态。

在体育课程上老师要多正面引导学生正确认识耐力项目，尽量摆脱体测考试的恐惧和耐力跑的厌恶情绪，并培养适应突破生理负荷、生理极限的决心和精神，并且适当的设置趣味跑步的流程，将体质训练的步骤融入游戏等趣味的方式中，让学生逐渐培养参与运动的兴趣。

7.1.3 柔韧项目的分析

总结：柔韧项目包含的三个项目，不同的项目，男女生对应的情况不同，因此分项目讨论。

在坐位体项目中，女生的成绩普遍好于男生，符合一般规律，由于女性肌肉纤维没有男性发达，因此其柔韧性较好。在引体向上项目中，男生在两个年级都存在较大比例的得分为 0 情况，其中得分为 0 的大多数人都是引体向上个数为 0，这样的情况应该从主观和客观两个角度来分析。主观原因是很多学生认为自身能力不够，产生没有努力去尝试完成一个引体向上的想法，在态度上表现不积极、对成绩不在意的情况。客观原因是学校设施和体育老师重视程度不过，没有提供足够的时间和空间给学生以联系的机会，学生自身体重过大、身体素质如双臂力量不够^[27]。

建议：类似总结，此处依据不同项目进行讨论。

针对坐位体项目，其要求的柔韧性是身体健康素质的重要部分，它关系到运动受力、协调准确性等多方面，良好的柔韧性可以有效避免身体损伤等问题，因此设置体育课程时应向柔韧性较差女生和男生提供增加柔韧性训练的课程选项如瑜伽，并从心理上让他们克服对拉伸痛苦的畏惧，改变有的男生避讳柔韧性训练、认为男生不需具备这项能力的错误认知。针对引体向上项目，其要求的力量性难度大，不仅要求学生在思想上应改变消极态度，主动参与锻炼提升个人手臂力量，同时老师应在平时课程中鼓励学生多练习，并传授一些有效的引体向上的经验和技巧，帮助学生取得进步。

7.1.4 对男、女生总成绩各年级的一般性分析

总结：按照年级比较总成绩发现，随着年级增长男生个体差异有增大趋势，且低分段人数增加，并且成绩波动幅度较大；随着年级增长女生个体差异也有增大趋势，但是根据标准差发现差异性没有男生个体间大。

不同性别个体成绩都是在大三大四年级呈现所有项目成绩得分递减的趋势，但是相较于男生成绩随年级波动较大的趋势，女生各项目成绩走势有闲递增维持平稳后递减的趋势。对比两组数据反映了学生总体成绩存在最明显的问题是随年级递增成绩下滑明显，这与学生的运动量减少、体质能力下滑有很强的关系。

对男生各年级的建议：大一男生应加强耐力跑和速度灵巧项目的提升，其中耐力跑可以从跑操改革进行改善，让学生多加强耐力性训练，坚持有效率的训练呼吸功能和耐力能力，速度灵巧项目可以采用跳楼梯、短距离跑步的形式进行提升；大二男生依旧需要坚持耐力训练，同时加入引体向上的训练，配合老师相关的技术指导可以有效高效的提升成绩；大三男生在取消跑操后仍应该加强耐力训练，同时有效的控制个人身体形态，避免超重、肥胖人数过多；大四男生在校时间缩短、作息习惯可能会不规律导致其容易超重，可以有效发放打卡任务有效监督大四学生进行有效的体育锻炼，从而提高学生的身体素质和避免超重现象严重的问题，同时由于大四学生课程较少，可以提供一些关于身体机能训练的选修课供学生学习有用的技能，培养兴趣。

对女生各年级的建议：大一女生应加强仰卧起坐项目、50 米项目的专项训练，如适时的在体育课程或课后进行高抬腿、短程跑项目的训练，以及相互监督每日进行一分钟仰卧起坐计时训练，锻炼腰腹力量，同时类似男生加强耐力性训练，培养坚持长跑提升耐力水平的意识和习惯；大二女生各项成绩相对有所提升，但是仍需关注耐力跑项目，可以适当的加大长跑的距离和强度，适当的控制跑步时间和频率，为长跑成绩达标和提升进行进阶准备；大三女生各项成绩较于大二女生进一步提升，但是相对仰卧起坐得分偏低，应该加强单项项目的体能提升；大四女生存在成绩明显下滑趋势，原因类似男生分析，有效的管控其体育运动的时间，从在线平台提交打卡记录、计入毕业成绩、参与评选奖学金标准等措施都将有效提高学生加强体育运动意识，但是更应该通过老师积极的引导促使学生去接受自觉锻炼、有效控制身体形体、机能健康的意识。

7.2 针对体质测试相关性分析的结论与建议

7.2.1 性别、BMI 等级列联表的分析

总结：根据分析，发现性别和 BMI 等级密切相关。

根据列联表分析和卡方检验，发现学生总体中 BMI 等级折算指标正常人数虽占比最高，但是仍有很大数量的学生处于指标不正常水平，其中超重人数为不正常指标中占比最高，加上肥胖人数共占比 23%。2016 年在医学杂志《柳叶刀》发表的全球成年人体重调查报告^[28]中，中国成为全球肥胖人口最多的国家，且超重率和肥胖率自 1992 年-2015 年飞速上升，分别从 13%和 3%上涨到 30%和 12%。在

校学生的超重、肥胖率符合了全国的总体趋势占总体比率很高的现象。并且男生肥胖率高于女生，指数正常比率低于女生，说明男生个体 BMI 指标亚健康程度高于女生个体。

建议：应该加强对男生进行有效的体育锻炼监督。

由于在审美上的性别差异，男生对于体型和 BMI 指标的追求没有女生显著，这就需要授课老师对于体型体态的正确认识角度对男同学进行引导，适时的播放一些增强体质体能的训练视频可以有效的帮助学生培养兴趣，增强锻炼健身的意识和行动。

7.2.2 速度灵巧项目的分析

总结：通过分析，50 米成绩与立定跳远成绩存在明显的相关关系，不同 50 米得分等级在立定跳远项目得分等级上存在差异。

两个项目同属于速度灵巧项目，在运动技能和肌体发力上存在较多的共同因素，根据文献研究^[29]，两个项目符合技能和素质迁移的基本条件（即两个变量之间直线关系的密切程度和相关方向的一种目标协调），可以产生正向迁移。其中，50 米短跑要求腿部力量尤其是爆发性力量，要求肌体速度上和摆臂腿部交替配合，立定跳远要求腿部定点起跳的爆发性力量和同步性摆臂腿部配合，二者都在身体机能上有相似的要求，可以相互影响。数据也表明在 50 米得分高的个体相应的立定跳远得分也较高，因此通达学院学生验证了两项目间相关性的理论。

建议：体育老师在组织学生关于速度灵巧项目训练时，可以采用两个项目交互训练的方式，能够使学生在速度爆发力上呈现更明显的提升。并且，组织一些特定的训练也可以提升成绩，如摆臂训练考察学生的肢体协调能力和身体机能调动能力，不管是立定跳远挥臂时对于跳跃的帮助还是 50 米对挥臂速度和频率的要求，都很符合训练的目的。

7.3 针对体质测试灰色关联分析的结论与建议

上文已详细说明了基于灰色关联分析的学生体质能力评价及其中存在的等级差异性，下面对不同专业、不同生源地、不同年级的学生体质能力得分情况结合学生总分等级进行对比分析，并基于各个基本信息指标得出相关结论。

7.3.1 针对四类专业的分析与结论

利用灰色关联分析可以得到不同专业的学生体质能力平均得分，排列顺序不同于学生原体测总成绩的平均得分排序，如表 11-1 所示：

表 11-1 各专业体质能力得分、体测得分排序表

体质能力得分降序排列	文学类	管理学类	经济学类	工学类
平均成绩	78.46	78.24	78.17	74.29
体测总成绩降序排列	经济学类	管理学类	文学类	工学类
平均成绩	75.51	74.59	74.26	71.94

在体质能力得分的排序中，文学类专业学生平均成绩最高，经济学类学生平均成绩居于第三位，而体测总成绩中经济学类专业学生平均成绩最高，文学类专业学生平均成绩居于第三位，两个专业在得分排序上发生了改变，并且可以看到工科类学生两类得分排序都处于最后，这个结果受到两类因素的影响：

首先是性别因素，各专业学生基于性别分类的体质能力得分表如表 11-2 所示：

表 11-2 各专业不同性别学生体质能力得分平均成绩表

专业名称	男女人数比	女生体质能力 平均得分	男生体质能力 平均得分
文学类	0.259	79.88	72.98
管理学类	0.478	81.37	71.71
经济学类	0.515	81.44	71.88
工学类	3.137	81.17	71.98

比较不同专业的性别比，文学类专业的男女人数比最低，依次是管理学类、经济学类、工学类，并且同专业下女生的体质能力平均得分要高于男生的体质能力平均得分，且平均得分差距在 10 分左右，可以看到在加入了基本信息因素后，女生体质能力得分高及女生人数多的优势使得文学类专业学生的体质能力平均得分排序处于第一位，而工学类专业学生的男女比例高，说明其男生人数占比高，而男生体质能力得分较低，造成整个专业处于平均得分最低水平。

其次是专业设置的因素，文理分科后不同专业对于知识及实践内容、授课方式的区别也会对学生体质发展带来影响^[30]。工科、经济学类专业的理论课程居多，要求学生长时间以脑力劳动、静止久坐的方式进行学习，且课程压力较大，学生需要通过完成大量的作业、实验、论文的模式进行学习，其参与体育运动的时间少；而文学、管理类专业相对理论课程较少，多通过课外活动、探讨研究的方式进行学习，课程压力较小，强调学生要有活跃的思维、积极开展活动的意识，因

此学生能够有较多的时间多参与活动，增加了其锻炼的时间。

表 11-3 各专业体质测试项目平均成绩表

专业\项目	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
文学类	64.99	96.51	69.59	71.68	74.45
管理学类	66.57	94.14	66.18	73.11	77.82
经济学类	68.67	93.89	66.13	74.33	79.85
工学类	62.68	92.10	55.08	74.42	78.26

四类专业学生的五项成绩平均值如表 6-3 所示，从横向和纵向成绩对比来进一步分析。

纵向比较不同专业，其中文学和管理类专业学生体质能力评价得分处于四个专业中较好水平，这两个专业需注意加强耐力项目和柔韧项目的训练，才能有效稳定其学生成绩的总体水平；经济学类学生体质能力处于中等水平，学生在身体形态和柔韧项目中相较于其余专业平均水平较低，因此需着重提高这两个项目；工学类学生在柔韧和耐力项目均分很低，对于其总平均成绩有很大影响，因此需要加强这两个项目的训练。

横向比较不同项目，耐力项目中工学类学生成绩最差，其次是文科类学生，其余两个专业的学生该项目平均成绩得分也处于较低水平，可以看到耐力项目在不同性别、专业因素下都是弱势项目。身体形态项目中工学、管理学类学生得分较低，这与两个专业中男生人数占比较高有关联，在数据分析中发现整个学校男生的超重及肥胖比率为 29.0%，而女生的超重及肥胖比率为 12.9%，男生比例越高的专业身体形态平均成绩越低。柔韧项目中，工学和管理学类学生平均得分最低，而速度项目中，文学类学生平均得分最低，这两个项目的得分趋势也与性别有密切关系，一般认为女性的柔韧性要强于男性，而在速度爆发力中却要弱于男性。在身体机能中，文学类学生平均得分最低，一般情况男性的生理结构决定男性更为强壮，其肺活量普遍优于女性，因此在男生比例较高的专业如工学类学生的身体机能项目成绩较高。

7.3.2 针对四个年级的分析与结论

利用灰色关联分析可以得到不同年级下学生体质能力平均得分，排列顺序与学生原体测总成绩的平均得分排序相同，如表 11-4 所示：

表 11-4 各年级体质能力得分、体测得分排序表

体质能力得分降序排列	2015 级	2016 级	2017 级	2014 级
平均成绩	77.09	75.99	75.84	73.00
体测总成绩降序排列	2015 级	2016 级	2017 级	2014 级
平均成绩	74.39	74.16	72.24	70.47

在体质能力得分的排序中，2015 级(大三年级)学生平均成绩最高，其次是 2016 级(大二年级)和 2017 级(大一年级)，2014 级(大四年级)学生平均成绩最低，由于每个年级的男女性别比例基本均衡，此处不考虑是性别因素对于平均成绩排序的影响，通过分析认为是各年级学生的作息习惯、运动时间造成了成绩上的差异。大一年级学生刚经历高考，由于长时间的久坐学习导致其体质能力水平较低，但是又因为日常有体育课和体测的监督，因此虽然平均成绩差但是却不至于垫底；大二年级通过坚持一年的体育课和体测的监督，身体机能有所提高，因此平均成绩处于第二位置；大三年级学生能够在前两年有效锻炼和体质测试的监督下形成良好的生活作息习惯，因此其平均成绩得分最高；而大四年级学生不需要上体育课，也没有体测的压力，加上学业压力减少，大多数个体形成饮食及作息时间不规律的习惯，减少了锻炼的时间，因此表现出体质能力得分最低的情况。

表 11-5 各年级体质测试项目平均成绩表

年级\项目	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
2015 级	67.30	94.11	61.09	75.67	77.67
2016 级	64.37	92.99	61.11	74.54	79.84
2017 级	66.95	92.12	55.92	72.97	77.68
2014 级	56.76	92.25	57.11	73.13	77.00

四个年级学生的五项成绩平均值如表 11-5 所示，从横向和纵向成绩对比来进一步分析。

纵向比较不同年级，其中 2015 级、2016 级两个年级总体水平较高，这两个年级学生的弱势项目为耐力项目和柔韧项目，通过增加针对性的训练才能稳定总成绩水平；2017 级学生与前两个年级的差异表现在柔韧项目，该项目平均成绩处于不及格等级，学生应着重提高自身的柔韧性，并且在身体形态项目 2017 级学生也处于最低水平，需要加强自身锻炼控制 BMI 值稳定在正常范围内；2014 级学生相较于前三个年级存在明显的差距，表现在耐力项目、柔韧项目同其他年级

的平均水平有 5-10 分的差距，该年级学生在身体机能、速度项目中成绩也较为落后，但是要想缩小与其他年级差异需着重关注耐力与柔韧项目的增强。

7.3.3 针对四个生源地的分析与结论

利用灰色关联分析可以得到不同生源地学生体质能力的平均得分，排列顺序不同于学生原体测总成绩的平均得分排序，如表 11-6 所示：

表 11-6 各生源地体质能力得分、体测得分排序表

体质能力得分降序排列	西部地区	中部地区	东部地区	东北地区
平均成绩	76.21	76.18	75.31	72.17
体测总成绩降序排列	中部地区	西部地区	东部地区	东北地区
平均成绩	73.52	73.23	72.67	69.41

在体质能力得分的排序中，西部地区学生平均成绩最高，中部地区学生平均成绩居于第二位，而体测总成绩中，中部地区学生平均成绩最高，西部地区学生平均成绩居于第二位，两个地区在得分排序上发生了改变，并且可以看到东北地区学生两类得分排序都处于最后，通过分析有两个因素影响：

首先是性别因素，各生源地学生基于性别分类的体质能力得分表如表 11-7 所示：

表 11-7 各生源地不同性别学生体质能力得分平均成绩表

生源地名称	男女人数比	女生体质能力 平均得分	男生体质能力 平均得分
西部地区	1.445	81.34	76.63
中部地区	2.006	81.70	73.43
东部地区	1.575	81.09	76.61
东北地区	2.379	80.22	68.79

比较不同生源地的性别比，西部地区的男女人数比最低，其次是东部、中部、东北地区，并且同地区下女生的体质能力平均得分要高于男生的体质能力平均得分，因此在加入基本信息因素后，女生体质能力得分高及女生人数多的优势使得西部地区学生的体质能力平均得分排序处于第一位。虽然中部地区男女比例高于东部地区地区却表现出体质能力平均得分高于东部地区，这是因为东部地区学生人数基数大，使得男生人数较多的趋势没有明显显示出来，并且中部地区女生的体质能力平均得分也高于东部地区，因此中部地区学生的体质能力平均得分能处于第二位。东北地区学生的男女比明显反映出男生人数占比高，而女生和男生

的体质能力平均得分又远低于其他地区，造成了整个地区处于平均得分最低位置。

其次是外部环境因素，可以分为自然因素和社会因素，具体分析结合表 11-8 不同生源地学生的五项成绩平均值，从横向和纵向成绩对比来进一步说明。

表 11-8 各生源地体质测试项目平均成绩表

地区\项目	耐力项目	身体形态	柔韧项目	速度项目	身体机能
西部地区	65.16	93.76	60.27	74.44	75.99
中部地区	65.21	93.22	59.82	74.62	78.15
东部地区	63.61	92.65	58.34	73.92	78.38
东北地区	59.30	90.00	54.21	69.31	78.98

纵向比较不同专业，其中西部地区和中部地区学生体质能力评价得分处于四个地区中较好水平，其中西部地区学生应加强身体机能能力，中部地区应加强柔韧项目的训练，才能有效稳定其学生成绩的总体水平；东部地区学生需要加强耐力项目和柔韧项目的训练，东北地区学生在耐力和柔韧项目中平均成绩都处于不及格水平，并且其除了身体机能项目外其余项目都处于最低水平，因此该地区学生需要综合提高自身体质能力。

横向对比不同项目，在耐力项目中西部地区学生成绩有一定的优势，这与地区的自然因素有关系。西部地区海拔较高，气候寒冷，大气中氧气含量较低，且山地环境较多，人体的耐力相对较好，而南部地区平均温度较高，氧气充足，相对耐力水平较低^[31]。在身体形态、柔韧、速度项目中西部学生也表现出了相对较好的身体优势，身体机能项目中东北地区学生表现出明显优势，这是由于东北地区昼夜温差较大，太阳辐射强，加快了脉搏跳动，为学生提供了有效的身体机能优势^[31]。

尽管西部、东北地区学生存在先天优势，但是社会因素如地区的经济水平、学生教育政策因素也影响了各地区学生平均成绩的表现。其中，西部地区和东北地区处于经济欠发达地区，当地对于体育设施的修建、对体育事业的投资发展都远不如中部、东部地区，因此表现出中部和东部地区的学生体质能力成绩高于东北地区的情况^[31]。但是中部、东部地区学生的升学压力、社会竞争压力也较大，这些因素也会影响学生锻炼身体的时间和频率，课业负担过重、睡眠不足、精神压力大的众多因素也导致了西部地区学生体质能力平均成绩又相较于处于更高的水平^[32]。

7.3.4 建议

在专业分类下，学生体质能力平均成绩的差异受到专业中学生男女比例的影响，其中工学、经济学类学生中男生比例高而其平均成绩得分较低，拉低了总体水平，并且这两个专业学生的课业方式和压力导致久坐时间长，因此需要

培养学生合理规划自己的课余时间，制定有效的作息计划，在高效学习的同时也能每天抽出时间增强跑步、快走等体育活动，从而提高身体素质。

在年级分类下，学生体质能力平均成绩的差异主要来源于不同年级间学业压力、生活作息习惯的区别，其中 2015 级(大三年级)学生已能养成较为科学的生活作息规律，其体质能力水平最高，而 2014 级(大四年级)学生在无体育课时测压力下运动量减少导致其体质能力水平下滑严重，2017 级(大一年级)学生刚进入大学，在刚经历过高考学业压力大的情况下还没能较好的恢复正常的身体机能和锻炼身体的模式中，因此需要根据不同年级学生的课业压力和体质水平差异性进行体育课程、体质训练的规划，学校应该重点关注大一和大四两个年级学生的体质能力水平，开展更多的课外体育活动项目，积极培养学生的锻炼身体意识。

在生源地分类下，学生体质能力平均成绩的差异受到不同地区生源男女比例的影响，但是也受到地域自然环境差异的影响，其中中部、东部地区学生男生比例高影响的总体的水平，西部、东北地区学生在耐力和身体机能项目中受自然因素表现出一定的先天优势，但是中部、东部地区又有良好经济水平、体育事业受当地相关部门重视的社会因素影响表现出一定的发展优势，因此造成了地区在项目上平均成绩的差异性。在不改变各生源地原有条件的情况下，学校相关部门可以针对不同的学生地区划分制定适合提高体质水平的计划，有针对性的组织学生锻炼各个项目，在保留已有优势的情况下进一步提升劣势项目的成绩。

结束语

通过如上分析能够发现该学院学生在体质能力上存在较为明显的不足，考虑了学生基本信息的影响因素下能够更有效的判定学生的体质素质综合水平，要想提高学生的体质测试成绩，提高学生身体素质水平，树立他们积极参与运动的意识，不仅需要学生从身心上作出改变，还需要学校在授课方式及设施上进行改进。

致 谢

首先，我要感谢我的导师温勇教授，在我构思研究课题和撰写文章的过程中给我提供了很多机会和思路，让我能够把握问题的方向并探索了深入课题、探讨体质测试的方法。同时，老师在我的文章语言精准和逻辑上提供了很多不同的见解和想法，为我的撰写工作给予了莫大的帮助。

并且本文的撰写是基于南京邮电大学通达学院官方提供的 2017 年度学生体质测试相关的数据库，此处要感谢学院老师能够提供真实数据，为我的研究奠定了基础。

最后，对所有在论文撰写过程中帮助过我的老师、同学们，致以我最衷心的感谢！

参考文献

- [1] 李晓通. 大学生体质健康的处方化自我管理策略研究[J]. 体育科技文献通报, 2019(05): 5-6+13.
- [2] 闫文伟. 安徽省大学生体育素养现状与对策研究[J]. 商丘师范学院学报, 2018, 34(06): 78-81.
- [3] 刘雪梅. 广西高校少数民族大学生体质变化分析——以桂林理工大学为例[J]. 价值工程, 2017, 36(35): 233-235.
- [4] 邱阳. 基于 VLOOKUP 的大学生体育综合成绩自动化统计与实现[J]. 现代计算机(专业版), 2018(30): 93-96.
- [5] 董潇潇, 胡延, 陈彦萍. 关联规则挖掘算法在大学生体育成绩分析中的应用[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(08): 225-227.
- [6] 杨伟传. 灰色教学质量评价[J]. 广西教育学院学报, 2008(04): 97-98.
- [7] 黄明远. 基于灰色关联度的大学生体质健康测试系统的设计与实现[D]. 湖南大学, 2016.
- [8] 李阳, 李山, 毕研洁, 杨莉然. 甘肃省高校东乡族大学生体质健康评价灰色关联分析[J]. 体育科技, 2013, 34(02): 89-91.
- [9] 赵新芝. 云南省普通高校大学生体质健康发展趋势及灰色预测研究[D]. 云南师范大学, 2018.
- [10] 王欣. 基于熵权模糊法的高校青年教师压力评价[J]. 微型电脑应用, 2019, 35(03): 48-50.
- [11] 王宗平, 孙光. 应用 BP 神经网络算法对运动成绩预测的实证研究[J]. 南京体育学院学报(社会科学版), 2006(04): 109-111.
- [12] 刘国忠, 崔长松. 《体测》形势下提高大学生心肺机能的探讨[J]. 体育世界, 2013(09): 156+154.
- [13] 《国家学生体质健康标准解读》. 2014 年《国家学生体质健康标准》单项指标评分表[EB/OL]. 学生体质健康网, 2014-7-31.
- [14] 柔韧素质的概念及意义.
http://www.360doc.com/content/12/0731/20/770729_227535300.shtml, 2012-07-31
- [15] 曲相成. 中国矿业大学体质健康测试数据研究[D]. 中国矿业大学, 2017.
- [16] 肺活量体重指数. <https://baike.sogou.com/v432365.htm?pid=baike.b>
- [17] 吴新宇, 付晓春. 大学生体重指数与体质健康指标关系的研究[J]. 北京体育大学学报, 2006(08): 1087-1088+1093.
- [18] 郑殷珏, 方爱莲, 蔡金明, 邓蜀李. 《国家学生体质健康标准》与《学生体质健康标准(试行方案)》的比较研究[J]. 体育科学, 2009, 29(07): 92-96.
- [19] T.L.Saaty, M. Ozdemir. Negative priorities in the analytic hierarchy process[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2003, 37(9): 1063-1076.
- [20] 于泉, 孙瑶. 基于组合赋权法的城市交叉口交通状态评价[J]. 交通运输研究, 2018, 4(02): 23-29.
- [21] chdmhl. 权重的确定方法汇总[EB/OL]. <https://wenku.baidu.com/view/1937e04abb4cf7ec7ec4afed096.html>, 2018-6-26.
- [22] 吴开亚, 金菊良. 区域生态安全评价的熵组合权重属性识别模型[J]. 地理科学, 2008, 28(06): 754-758.

-
- [23] 王晶. 基于机器学习的大学体育成绩预测与分析[J]. 现代电子技术, 2017, 40(17):116-119.
- [24] 史峰, 王小川, 郁磊, 等. MATLAB 神经网络 30 个案例分析[M]. 北京航空航天大学出版社: 北京, 2010.
- [25] 宋剑英. 高校大学生 BMI 分布特征比较分析[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2016(03):64-66.
- [26] 王慧萍. 江苏省大学生耐力素质调查及影响因素分析研究[J]. 搏击(武术科学), 2015, 12(09):122-124.
- [27] 陈建国. 学生引体向上拉不上的思考和建议[J]. 田径, 2018(09):4-5.
- [28] 智研资讯集团. 2017-2013 年中国减肥行业深度调研及投资战略研究报告[R]. , 2017.
- [29] 邓定海, 骆冰, 陈新民, 袁存柱, 朱文平. 海南省大学生 50m 跑与立定跳远间运动技能和运动素质迁移的研究(I) [J]. 海南师范学院学报(自然科学版), 2002(Z1):237-240.
- [30] 罗智. 广东岭南职业技术学院不同专业学生体质对比研究[D]. 广州体育学院, 2017.
- [31] 李季, 陈丽霞, 葛淼, 何进伟. 高校师范生耐力素质状况与地理区域关系调查研究[J]. 福建体育科技, 2013, 32(01):53-55.
- [32] 秦毅妮. 国民体质监测中青少年各指标的地域性分析[D]. 南京师范大学, 2013.
- [33] Jonghoon Park, Kazuko Ishikawa-Takata. Comparison of daily physical activity parameters using objective methods between overweight and normal-weight children[J]. Journal of Sports and Health Science, 2018, 7:210-217.
- [34] Yolanda Demetriou, Oliver Honer. Physical activity interventions in the school setting: A systematic review[J]. Psychology of Sport and Exercise, 2012, 13:186-196.