

北京物资学院碳排放量核算及减排对策分析

杨旭¹, 于嘉怡¹, 钟晨¹, 徐伯豪¹, 李雪峰¹, 鞠红梅^{2*}

¹北京物资学院信息学院, 北京

²北京物资学院统计与数据科学学院, 北京

收稿日期: 2023年7月29日; 录用日期: 2023年8月31日; 发布日期: 2023年9月12日

摘要

本文基于北京物资学院为研究对象, 通过线上调研问卷的方式收集学生和教职员工的衣、食、住、行、用等方面的数据。这些数据被整合并运用碳排放量计算公式进行分析, 以提出实施性较高的减碳对策。根据数据显示, 北京物资学院一整年的总碳排放量为4007574.7吨, 其中用水(包括学生教学楼实验室和浴室用水)是最大的碳排放来源, 占比超过80%; 其次, 交通出行方面的碳排放量占总体的11.93%。综上所述, 大学生和教职员工在用水和交通出行方面的消耗较大。为降低总碳排放量, 应重点关注用水和交通出行方面的消耗, 通过采取节约用水、绿色出行等措施, 减少学校未来的总碳排放量。

关键词

高校, 碳足迹计算, 碳排放量, 减排, 低碳校园

Carbon Emission Accounting and Mitigation Strategy Analysis of Beijing Wuzi University

Xu Yang¹, Jiayi Yu¹, Chen Zhong¹, Bohao Xu¹, Xuefeng Li¹, Hongmei Ju^{2*}

¹School of Information, Beijing Wuzi University, Beijing

²School of Statistics and Data Science, Beijing Wuzi University, Beijing

Received: Jul. 29th, 2023; accepted: Aug. 31st, 2023; published: Sep. 12th, 2023

Abstract

This paper is based on Beijing Wuzi University as the research object, through the way of online questionnaire collection of students and staff clothing, food, housing, transportation, use and other aspects of data. These data are integrated and analyzed using carbon emission calculation formulas to propose highly implementable carbon reduction strategies. According to the data, the

*通讯作者。

文章引用: 杨旭, 于嘉怡, 钟晨, 徐伯豪, 李雪峰, 鞠红梅. 北京物资学院碳排放量核算及减排对策分析[J]. 可持续发展, 2023, 13(5): 1520-1527. DOI: 10.12677/sd.2023.135171

total carbon emission of Beijing Wuzi University in the whole year was 4007574.7 tons, of which water (including water in students' teaching buildings, laboratories and bathrooms) was the largest source of carbon emission, accounting for more than 80%; secondly, transport accounted for 11.93% of the total carbon emissions. To sum up, college students and faculty members consume more water and transportation. In order to reduce the total carbon emissions, we should focus on the consumption of water and transportation, and reduce the total carbon emissions of schools in the future by adopting measures such as water conservation and green travel.

Keywords

Universities, Carbon Footprint Calculation, Carbon Emissions, Reduce Emissions, Low-Carbon Campus

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2018年,中国的总碳排放量约为10,313,460千吨,是世界上碳排放量最高的国家,而世界总碳排放量约为34,041,046千吨。中国的人均碳排放量约为7.4吨,而世界人均碳排放量约为4.5吨。因此我国制定了一系列减少碳排放战略部署,并计划于2030年实现碳达峰,2060年实现碳中和。

2021年7月12日,为贯彻党中央、国务院重大战略部署,引导高校把发展科技第一生产力、培养人才第一资源、增强创新第一动力更好地结合起来,为做好碳达峰、碳中和工作提供科技支撑和人才保障,教育部提出《高等学校碳中和科技创新行动计划》,该计划充分发挥高校基础研究深厚和学科交叉融合的优势,加快构建高校碳中和科技创新体系和人才培养体系,着力提升科技创新能力和创新人才培养水平,加快碳中和科技成果在重点领域、重点行业和重点区域的示范应用,构建教育、科技和产业统筹推进、融合发展的格局,为构建清洁低碳安全高效的能源体系、实施重点领域减污降碳行动、实现绿色低碳技术重大突破、完善绿色低碳政策和市场体系、营造绿色低碳生活、提升生态碳汇能力、加强应对气候变化国际合作等提供科技支撑和人才保障,扎实推进生态文明建设,确保如期实现碳达峰、碳中和目标[1]。

此外,教育部又于2022年4月24日印发《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》的通知,2022年10月26日印发《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》的通知。

2022年10月16日,党的二十大报告中指出,要积极稳妥推进碳达峰碳中和。实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。立足我国能源资源禀赋,坚持先立后破,有计划分步骤实施碳达峰行动。完善能源消耗总量和强度调控,重点控制化石能源消费,逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度[2]。

“高校是教育领域碳排放的重要来源。”在2022年全国两会上,全国政协委员、中国科学院院士、中国地质大学(武汉)校长王焰新援引了该校经济管理学院“双碳”课题组测算数据——2017年中国教育领域的碳排放高达2.46亿吨,占全国总量的2.5%。

教育领域碳减排任重道远。要大力推动高校建设碳中和校园、培养创新型碳中和人才。因此,本项目以北京物资学院为例核算分析并提出合理减碳对策,需经过碳排放数据分析了解学校碳排放的主要组成部分,找到主要排放源的根本,制定可行的减碳战略,加以宣传教育,从而达到降低学校碳排放量,

建立低碳校园。

2. 校园碳足迹核算的研究方法与调研方案

(一) 调研方案

根据北京物资学院实际具体情况，建立“研究调研北京物资学院校园碳排放清单并根据此清单探究可实施的减碳方案措施”为目标的调研方案。同时开展学校整体环境与个人生活为单位的调研，宏观层面上以学校从能源、日常生活、用水、交通等角度分析校园内碳过程，核算各个过程的年际碳通量，微观层面上从学生的衣、食、住、行、用等方面进行探究，基于以上数据的计算、整合及分析，确定北京物资学院校园碳排放清单，此清单可以较为全面、系统地反映我校碳足迹，可据此较为科学的制定适合于北京物资学院的减碳方案。

以学校为主体作为研究对象，选取 2022 年 4 月至 2023 年 4 月为调研数据收集时间区间，通过与学院有关负责部门商定，收集在该段时间内的能源消耗量、食物消耗量、垃圾排放量、用水量及校园内交通情况。北京物资学院本校区占地面积约为 359176.4 平方米，建筑面积 239493.9 平方米，总绿化面积为 11.5 万平方米，绿化面积占总面积的 32%。绿地的类型有乔灌木、草坪、草地、其中乔灌木占比 20%、草坪占比 80%，通过我校教务处、学生处及后勤部获得了在静态时间获得学生及教职工人数，截至 2022 年 9 月，我校学生总人数为 8500 人，教职工总人数为 826 人；通过与学生食堂管理处及垃圾处理中心沟通获取每月各类食物平均消耗总量及食堂产生的月平均厨余垃圾及其他总量；通过与快递中心沟通获得我校每月平均收寄快递件数及产生的可回收垃圾数量；通过与后勤部和学生管理部门进行多次询问，获得了在调研时间区间内我校用电、生活用自来水、灌溉用中水、轿车用汽油、大巴车用柴油、天然气等能源使用数据。

以学生为个体进行研究，分别对我校本科生及研究生发放调查问卷，收取有效调查问卷 600 余份。问题设置分为衣、食、住、行、用 5 个方面 29 个细分项，旨在了解同学们在校的日常生活习惯，获取其在校期间的衣、食、住、行、用方面的相关数据，并基于此进行个体在校期间碳排放计算[3]。

(二) 研究方法 & 数据计算

首先本次研究以政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》为标准[4]，将我校宏观与微观所产生的碳排放所有事项进行分类，确定如何计算各项碳排放的方法；再通过 2022 年由国家发改委、国家统计局、生态环境部公布的《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》[5]结合我校具体情况制定可实施的减排方案；通过碳足迹计算器对每一细分项产生的碳排放进行数据计算，本研究使用的碳足迹计算器是由碳足迹与道和环境与发展研究所推出的，该计算器通过选择细分项并输入该细分项所使用数量计算可直接得出该项相应的碳排放量。其中所提供的碳排放基本数据是由碳足迹与中国标准化研究所合作共建的中国本土的碳排放因子数据库提供的[6]。

本研究采用排放因子法，排放因子法(Emission-Factor Approach)是 IPCC 提出的第一种碳排放估算方法，也是目前广泛应用的方法。其基本思路是依照碳排放清单列表，针对每一种排放源构造其活动数据与排放因子(Emission Factor)，以活动数据和排放因子的乘积。其基本原理为：各项排放源碳排放量等于排放水平乘以排放因子。排放水平是各项污染物的使用情况，例如使用自来水多少吨，天然气多少立方米等；排放因子是每单位排放源对应的碳排放情况。

$$\text{公式: } E = \sum A_i \times P_i$$

其中 A_i 为各项排放源具体消耗量， P_i 为每单位排放源对应的碳排放量。

通过碳元素计算器得到细分每项排放源的具体碳排放量，再进行汇总，最终得到校园总体的碳排放

情况[7]。

3. 基于北京物资学院日常校园生活的碳足迹核算及构成分析

(一) 年度碳排放量构成

1、衣物购买的碳排放量

所谓衣物购买的碳排放量是指一件衣服生产、运输、使用及其回收共释放的碳排放量。这里的衣物包括外套，卫衣，衬衫等。通过问卷调查和随机采访，我们发现，学生人均年度购买衣服的数量为 10~13 件。经计算，人均购买衣物的碳足迹为 0.091 吨。

2、食物消费的碳排放量

基于此次研究可知，北京物资学院同学的就餐方式主要是食堂、外卖和外出就餐。这三种方式的消耗量，碳排放量及其占比如表 1 所示。

Table 1. Annual food consumption patterns and carbon emission statistics of Beijing Wuzi University

表 1. 北京物资学院年度食物消费方式及碳排放量统计表

就餐方式	消耗量(吨)	碳排放量(吨)	占比(%)
堂食	3105.56	2970.14	72.50%
外卖	602.25	903.38	22.05%
外出	247.81	223.03	5.44%
合计	3955.62	4096.55	100%

如表 1 可知，外出就餐在大学生群体中占比较小，大多数学生选择在校内食堂就餐，因此校内堂食的碳排放量占比较大，其次外卖占比相比于校内堂食较小而又高于外出就餐。综合分析，应鼓励同学们采取光盘行。

3、垃圾产生的碳排放量

表 2 是北京物资学院校内垃圾产生的碳排放量。

Table 2. Annual waste production and carbon emission statistics table of Beijing Materials Institute

表 2. 北京物资学院年度垃圾产生情况及碳排放量统计表

垃圾分类	产生量(吨)	碳排放量(吨)	占比(%)
生活垃圾	4366.47	14191.28	98.36%
厨余垃圾	292	236.52	1.64%
合计	4658.47	14427.80	100%

如表 2 可知，生活垃圾在校内全部垃圾的占比较大而厨余垃圾占比较小，因此减少生活垃圾的产生，并对生活垃圾进行合理的分类回收会有助于碳排放量的减少。

4、交通出行的碳排放量

北京物资学院的年度交通出行方式及碳排放量统计表如表 3 所示。

如表 3 可知，打车和私家车出行占整个交通出行的碳排放量的 46.82%，其次是外出旅游乘坐的飞机火车地铁等。因此减少外出打车和乘坐私家车出行可以缓解交通出行方式所带来的碳排放量，可以提倡学生们外出选择绿色交通出行。

Table 3. Annual transportation mode and carbon emission statistics table of Beijing Wuzi University
表 3. 北京物资学院年度交通出行方式及碳排放量统计表

出行方式	里程数(公里)	碳排放量(吨)	占比(%)
公交	170,190,174	2008.24	0.42%
地铁	21881593.8	57548.59	12.04%
电动车	14587729.2	172.1352	0.04%
火车	1800	53487.78	11.19%
飞机	44,764,800	141009.12	29.50%
小汽车(私家车 + 出租车)	12,156,441	223800.08	46.82%
合计	263,582,538	478025.95	100.00%

5、能源及水资源的碳排放量

学校主要消耗的能源为电力和天然气，这里的电力包括教室，宿舍以及绿化草坪所用的电力，年度电力产生的碳排放量为 13166.4 吨。天然气主要用于冬季供暖，产生的碳排放量为 10416.6 吨。此次研究计算的学校的水资源消耗包括教学楼，浴室，宿舍，实验室等一些建筑所用的水资源。年度水资源产生的碳排放量为 360714.9 吨。由此对比，学校的水资源产生的碳排放量占比较大，所以需要进行适当的调整用水以此来缓解水资源产生的碳排放量。

6、学校年度碳排放量统计

表 4 是北京物资学院年度的碳排放量的统计表。

Table 4. Annual carbon emission statistics table of Beijing Wuzi University
表 4. 北京物资学院年度碳排放量统计表

分类 1	分类 2	碳排放量(吨)	占比
能源	电力	13166.40	1.40%
	天然气	10416.60	1.11%
日常生活	食物	4096.55	0.43%
	垃圾	14427.80	1.53%
	纸张	60665.63	6.44%
	衣服	848.67	0.09%
用水		360714.90	38.28%
交通		478090.40	50.73%
合计		942426.94	100.00%

如表 4 所示，学校在用水和交通方面的碳排放量所占比较大，其次是日常生活中的纸张使用和能源消费。由此可以分析出，该改变学校的用水策略是十分必要的，其次可以鼓励学生减少纸张浪费，选择纸张双面使用，使用无纸化学习等，以降低纸张的碳排放量。最后在能源消耗方面，发电需要使用化石能源而化石能源会产生大量的二氧化碳，所以节约用电可以改善校内的碳排放量，提倡同学们随手关灯、关空调等。

(二) 人均碳排放量核算

表 5 是北京物资学院年度人均碳排放量的统计表。

Table 5. Annual per capita carbon emissions statistics table of Beijing Wuzi University
表 5. 北京物资学院年度人均碳排放量统计表

分类		碳排放量(吨)	占比
能源	电力(度)	1.41	13.33%
	天然气(立方米)	1.12	10.59%
食物	食堂就餐(kg)	0.32	3.02%
	外卖(kg)	0.09	0.85%
	外出(kg)	0.02	0.19%
垃圾	生活垃圾(kg)	1.52	14.37%
	厨余垃圾(kg)	0.03	0.28%
交通	地铁(公里)	1.37	12.95%
	公交车(公里)	0.21	1.98%
	火车(公里)	0.72	6.81%
	电动车(公里)	0.01	0.09%
	飞机(公里)	0.5	4.73%
	小汽车(公里)	0.7	6.62%
纸张(kg)		0.13	1.23%
生活用水(吨)		3.46	32.70%
衣服(件)		0.09	0.85%
合计		10.58	100.00%

根据调查所知,北京物资学院共计 9326 人,其中包括学生 8500 人,教职工 826 人。根据学校的年碳排放总量数值,现分别从能源消耗,食物,垃圾排放,交通出行,纸张使用,生活用水和购买衣服七个角度进行人均碳排放量分析。七个方面的统计数据构成如图 1 所示。

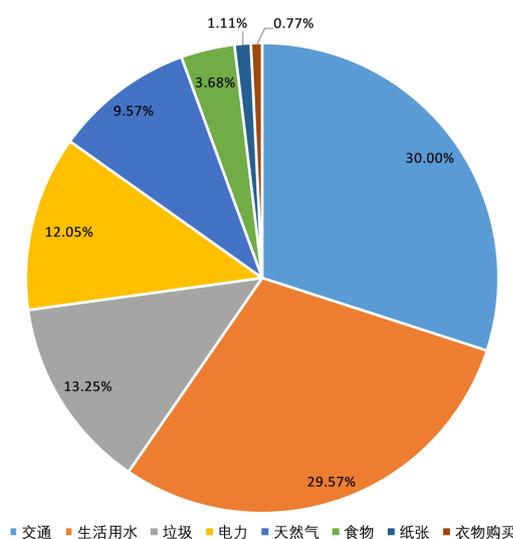


Figure 1. Annual per capita carbon emissions statistics table of Beijing Wuzi University
图 1. 北京物资学院年度人均碳排放量统计表

分析可知,人均碳排放量与学校年度碳排放量情况大致相同。生活用水,交通出行和能源消耗这三个方面占比较大,而食物消耗,纸张使用和购买衣物相对占比较小,由此可知,北京物资学院的主要碳排放量的来源为生活用水,能源消耗,交通出行和垃圾产生。

4. 北京物资学院碳减排策略

(一) 重视节能减排,提高利用效率

校园浪费现象普遍存在。大学生由于生活的习惯性,对于节约水电意识比较淡薄,虽然不是故意所为,但积少成多。在时间作息上由于缺乏节能意识,教室学生多少、应该开灯和空调的数量,做到不必要不用电。生活日用品浪费现象也较普遍,同学们用纸巾,打包餐盒的数量较多,应提倡推广落实节能减排的概念,即是:减少消耗和废弃物的排放,坚持合理的用量就等于节能减排。为提高资源利用效率,可与校园配送中心合作,那里的大多数垃圾是学生们刚拿完快递扔掉的可直接再次使用的快递纸盒,可以将它们进行回收,经过一些简单处理之后,可以进行二次使用。

(二) 完善具体措施,优化管理制度

北京物资学院目前暂未设专门机构、配置专门人员负责节能减排工作,过去在工作管理日程中虽然有内容纳入日常管理,节约的概念虽然人人有之但不一定落实到实处。除用水用电实行收费外,学生用水用电基本上执行统一价格,没有实施超限量、加收加价等制度。目前只是在白天上课时间和晚上十一点之后有断电的行为,既管理了学生们的宿舍用电情况,又是一种碳减排策略,对于节约和制止浪费现象的也没有相应的奖励措施条款,急需出台相应的条款加以监督与管理 and 实施奖惩制度。

(三) 合理利用空地,加大宣传力度

学校西北侧的小树林区域仍有许多空地,在学校绿化规划合理的范围内,进行种植树木,并定期观察,制作种植观察记录表,对其固碳增汇的作用进行观察、记录、统计、计算、分析。针对目前学校低碳宣传流于形式,只浮于表面,参与面不够广,针对性不够强的特点,应把低碳知识普及作为学生生活中应该遵守的行为准则,使每个学生清楚明白“低碳”生活的内涵。利用校园官网、广播、公众号,开设“低碳生活”栏目,宣传介绍“低碳”的基本知识、国际国内环保形势、国际和国外大学的先进做法等等,使学生在耳濡目染中加深加强对低碳的理解,同时举办“低碳经济与生活方面”的培训班和讲座,树立正确的“低碳环保”发展观念,宣传普及气候变化和低碳经济的知识。倡导低碳生活方式和生活文化。将“低碳环保宣传”全方位、多角度地层层推进,不断增强物院学生“低碳”的认识逐渐增强低碳环保的责任感和紧迫感,让学生了解当前严峻的生态形势与发展趋势,理解构建低碳校园的意义,建立低碳的生活理念。

(四) 鼓励自身做起,引导公众参与

通过志愿者服务、社会调查体验对比等形式,对照低碳生活方式,找出自身与其不相一致的行为习惯,并加以改进,并通过自身示范、宣传扩大影响,辐射到家庭社区。争取做到少打车,多乘公车、地铁、电车或骑自行车;多吃素食少吃肉;集体去教室学习,教室做到人走灯灭,开空调时门窗关闭,及时关闭显示器,对水进行二次利用,选择环保节能型商品;双面用纸或多用电子邮件等无纸通讯工具,少用打印机、传真机、避免使用一次性餐饮具、重复使用塑料袋、笔杆等;垃圾分类是为了使资源能够被合理地分类回收并循环使用,而不造成不必要的浪费;鼓励学校组织回收书籍,衣物等,让旧书籍、生活用品得到再次使用。提高教职工和学生的节能意识。有研究表明,开展节能减排宣传教育能够明显提升高校学生对节能减排的认知程度与行为意愿,从而有利于其节能减排行为的培养。学校可通过开展节能减排专题活动或课程来宣讲节能减排的知识和技能,并以奖励学工系统素质积分的形式,来帮助学生养成节能减排的习惯。

基金项目

本研究由 2023 年度大学生科学研究与创业行动计划项目“北京物资学院碳排放量预测”(2023010406036)共同资助。

参考文献

- [1] 教育部关于印发《高等学校碳中和科技创新行动计划》的通知[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/29/content_5628172.htm, 2021-07-12.
- [2] 党的二十大报告: 积极稳妥推进碳达峰碳中和[J]. 中国电力企业管理, 2022(30): 6-7.
- [3] 赵荣钦, 杨文杰, 马林, 张帅, 张真铭, 王梁. 华北水利水电大学碳足迹核算及减排潜力分析[J]. 华北水利水电学院学报, 2013, 34(4): 112-116.
- [4] IPCC. (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory.
- [5] 关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案[EB/OL]. <https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202208/P020220819537968476486.pdf>, 2022-8-30.
- [6] 碳足迹计算器网站[Z]. http://en.carbonstop.net/carbon_calculator_sch/
- [7] 宋丹丹, 甘露, 刘锦涛, 刘垚森, 杨丰宇. 校园碳足迹核算及减排对策研究——以中国地质大学(北京)为例[J]. 现代商业, 2016(11): 187-189.