

浅谈规范作图对理工类本科生科研能力培养的重要性

陆焕钧, 孙文卿, 赵润, 张晓渝

(苏州科技大学物理科学与技术学院, 江苏 苏州 215009)

摘要:在科研工作中, 绘制图表对统计、分析以及展示实验成果至关重要。本文针对目前理工类本科生存在的作图规范性差的问题, 提出了通过在实验课中增加相关内容, 从而提高学生作图能力的方法, 并分析了几类典型科研图片的特点及其绘制、处理技巧。加强对本科生作图能力的培养, 是切实提高本科生科研创新能力的重要途径和有力措施。

关键词:科研作图; 本科生教育; 理工类; 科研能力; 作图软件

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2022)44-0040-03

0 引言

近年来, 在国家新一轮“双一流”建设的推动下, 加强高校学生科研能力的培养成为教育工作中不容忽视的部分^[1]。本科阶段通常是学生开始接触科研的启蒙阶段, 也是形成科研意识、树立科研精神的重要阶段^[2-3]。在本科阶段养成良好的科研习惯, 可为学生进一步开展科研工作打下坚实的基础。对于理工科大学生, 在日常学习及科研过程中, 往往会涉及大量的实验设计以及数据处理。以笔者所承担的“光电技术实验”课程为例, 学生需要在实验报告中绘制光路图、电路图等示意图, 以及电阻、折射率等物理量随外界条件变化的数据图。由此可见, 各类图表与实验工作密不可分、相辅相成。从实验课程到科学研究, 通过图表总结并展示各项数据或结构模型, 均是其中不可或缺的重要环节。规范整齐、简洁大方的图表不仅可以使研究成果更加清晰地呈现在读者面前, 也是科研工作者优秀科学素养的直观体现。因此, 培养学生规范作图的能力, 一方面可以帮助他们更加清楚地理解实验设计的初衷, 更加精确地掌握各个物理量的变化规律; 另一方面还可以切实规范本科生的科研态度, 树立一丝不苟、精益求精的科研精神。

1 图表在科研工作成果展示中的重要作用

一项优秀的科研工作, 不仅要求实验设计的创新性、结果的精确性, 还需要对其进行归纳总结, 并且以书面论文或口头报告等形式清楚的展示出来。无论是对于科研论文还是学术报告, 图表在其中的作用都是举足轻重的^[4]。清晰明了且生动美观的科研作图, 不仅

可以第一时间抓住读者的眼光, 引起阅读的兴趣, 还可以方便读者从中凝练论文的核心内容, 增加阅读的效率。

从实验流程、数据分析, 到结构模型、归纳原理, 每一步的总结和展示都离不开图表的帮助。通过图表可以直观地看出每一步实验是如何设计和进行的, 可以迅速地掌握各项数据的变化趋势, 也可以清楚地说明各个组分的排列方式, 并且精确地描述内在机理。早期的科学家们主要采用手绘图表的方式分享他们的科研成果, 而随着计算机技术的不断发展, 目前大多通过电脑软件进行绘图, 科研作图的效率以及专业性和美观性均得到大大提升。同时, 对比几十年前和近几年来发表的高水平学术论文, 可以发现科研工作者们对图表绘制的要求越来越高。利用规范的图表高效精准地呈现文章内容, 成为论文撰写过程中至关重要的一部分。

2 目前理工科大学生在作图中存在的问题

错误的或者不规范的图表往往会使得其所描述的实验过程以及结果出现偏差, 在实际生产生活中可能酿成严重的后果。本科阶段的实验课通常是理工科学生接触实验数据处理以及图表绘制的第一步。然而, 从上交的实验报告来看, 图表往往五花八门, 不尽如人意。此外, 在各项竞赛、演讲以及毕业论文的撰写过程中, 均存在不少作图方面的问题, 主要可以总结为以下3个方面。

2.1 格式

图表格式是作图最基础的部分, 然而也是最容易被忽视的部分。大部分学生在作图时, 经常不注意图中语言类型、字体、字号以及线条粗细的统一, 同时图

表本身的尺寸也忽大忽小,与正文不相匹配。当一张图中存在多组数据时,必须要通过颜色、标注等方式对其进行区分,避免指代不清。如若数据过多,很难全部在图中一一标注,也可以另外单独列表格对其进行说明,以此确保所展示内容的清楚和明确。在对多组数据进行对比时,坐标轴的范围区间以及单位最好保持一致,从而有利于直观的表现出异同之处。图表中出现的各种格式问题虽然不会对内容的理解产生大的影响,但是却大大降低了读者的观感,容易使读者失去阅读的兴趣,因此需要在作图过程中尽量避免。

2.2 逻辑

图表最重要的作用是帮助理解研究的内容和结果,因此在列举各组数据以及安排图表顺序方面必须注意其逻辑性。在一些存在明确因果关系的图片中,比如实验流程图、合成步骤图等,往往不容易犯错。然而,对于其他涉及数据讨论的图表,却总是容易出现前后颠倒的现象。在排列各项数据及结果时,应该充分考虑其中的内在联系,前者为后者的提出做铺垫,后者对前者进行支撑和补充,环环相扣,层层递进。

除了图表顺序外,内容上的逻辑性也不能掉以轻心。例如通过示意图描述分子结构时,应当注意分子中各个组分体积的相对大小要与实际情况相符合;在光路图中,需要明确各个光学器件之间的相对距离,并且光路的改变必须符合器件的特点;而对于电路图,导线是否交叉,是否存在短路、断路,这些问题都是作图完成后需要仔细检查的。

图表中出现逻辑错误时,其后果往往比格式错误要严重得多,甚至会导致对整个研究工作的理解错误。为了避免此类错误的发生,一方面需要具备扎实的专业知识,同时对研究课题拥有清晰的理解;另一方面也需要反复琢磨、不断推敲,养成沉心思考、静心科研的好习惯。

2.3 图注

图注是对图片内容的描述与说明,它是将图片信息正确传达给读者的重要途径。许多学生往往在图片上花费了大量的精力,却对图注掉以轻心,使得图片信息模糊,效果大打折扣。一张优秀的插图,可以让读者在没有阅读正文的情况下,便了解论文的核心内容,这里离不开图注的作用。

通常来说,科研论文中的插图往往由多个图片组合而成。因此在图注中,需要先用一句话对整个图片所描述的内容进行概括,再分别对各个部分一一说明。同

时,若图中出现任何的示意符号或图形,均需要在图注中进行解释。大家在撰写图注时不妨把自己的角色进行转换,想象成如果自己完全不了解该项工作,是否能够通过图注读懂这张图片。此外,也应当注意图注不能过于烦琐冗长,不应与正文中有过多重复,将图片内容表达清楚即可。

3 如何培养学生作图的规范性

对于理工科大学生,培养良好的科研习惯可以大大提升他们在学习、工作以及进一步深造中的竞争力。本科阶段的实验课程能够增强学生的动手能力以及分析、解决问题的能力,是学生接触科研的第一步,也是高校培养学术型、应用型人才的重要途径^[5-6]。随着我国教育改革的深入,实验课在高校教育体系中的重要性不断提高。然而,目前的课程安排中很少有与之相匹配的图表绘制、实验报告撰写等内容,导致学生缺少获得正确、系统指导的途径。因此,开设有关科研绘图的课程,或者在实验课中增加相关内容,可以有效地进一步提升理工类本科生的科研素养。

对于本科生规范绘图能力的培养,其课程安排可以从以下几方面考虑:首先,兴趣是最好的老师,激发起学生主动学习的意识十分关键。因此,在课程开始阶段,可以多展示一些高水平学术论文上的优秀插图。这样一方面可以通过美观的图片吸引学生学习的兴趣,另一方面也可以将其作为范例,阐述科研作图中的各个注意点。其次,可以将科研绘图的过程逐步拆解,在课堂上带领学生一步一步完成一张规范的图片。模仿是学习的第一步,学生可以通过实际操作强化对图片格式、逻辑以及图注的理解,也可以通过不断练习加深对正确、规范作图方法的记忆。最后,在完成教学时,可以尝试让学生结合实验课内容撰写一篇学术小论文,并且将班级中所有学生的小论文收集后合订成一本“期刊”,进而从中评选出最规范、最美观的图片作为封面。由此不仅可以鼓励学生掌握好科研作图的能力,还可以学以致用,为进一步的科研工作打好基础。

通过增加有关规范作图的教学内容,可以将一些作图时的基本规则正确的传递给学生。例如,图中的字体(包括坐标轴及图例),一般选用无衬线字体 Arial 或 Helvetica,或者有衬线字体 Times New Roman。对于整篇论文,应该保持字体的一致。如需特别强调某些内容,可以通过加粗或者斜体来表示。同时,图中的文字大小应与正文相当,避免读者在阅读论文时需要不断调整缩放比例。此外,图片中描边粗细不能细于 0.5pt,

但也不能太粗,超过 1.5pt,过细或过粗都影响美观。在分辨率方面,一般要求彩图 $\geq 300\text{dpi}$,黑白图 $\geq 500\text{dpi}$,线图 $\geq 1000\text{dpi}$ 。

4 常见科研图片类型及其处理软件

科研工作中常常会遇到多种类型图片的绘制和处理,例如照片、数据图、示意图等。针对上述各类图片均有多种软件可以使用,下文将一一举例说明。

4.1 照片

照片主要包括各类光学显微镜、电子显微镜等直接通过成像设备拍摄得到的图片。这类图片通常会涉及缩放、旋转处理,对比度、饱和度、清晰度的调节,以及区域和像素的统计。对于照片类的图片,可以通过 ImageJ、Adobe Photoshop 等软件进行处理。ImageJ 是一款基于 java 的功能强大的图像处理软件,该软件在处理透射电子显微镜(TEM)、扫描电子显微镜(SEM)等表征仪器所拍摄的图片时,应用极为广泛。它不仅可以对选定区域的几何特征,如间距、角度、面积、椭圆拟合等进行计算,还可以对规整有序排列结构做傅里叶变换分析,从而展示其周期性分布规律。Adobe Photoshop 主要处理以像素所构成的数字图像,通过使用其众多的编修与绘图工具,可以有效地进行图片编辑工作。相对于 ImageJ 强大的分析计算功能,PS 的专长更多的在于处理图像本身。利用其倾斜、镜像、透视等功能,可以将多个图片进行叠加以及对比。但是,这里也应特别指出,在使用 PS 处理图片时,一定要牢记科研的真实性以及严谨性,千万不能通过违规的手段假冒或刻意美化研究成果。

4.2 数据图

对实验测得的数据进行统计和分析,并以图线的形式展示,即可得到数据图,这类图片是科研工作中最常见的一种。理工科实验数据的分析主要包括曲线平滑、线性拟合、峰面积积分等,其处理软件有 Microsoft Excel、Origin 等。Microsoft Excel 拥有多种函数,在处理大量数据方面非常高效,但在图线绘制上略有不足,只能做出一些较为基础的图线。Origin 绘制图线类型丰富,数据处理操作简单易学,在科研中较为常用。Origin 绘图的关键在于数据,所以数据表非常关键。一般来说,通过数据表中的一对 X、Y 数值,即可得到一个作图点。通过多个点相连,同时合理的调节横纵坐标的区间,便可获得对应的图线。此外,若拥有较好的 C 语言或者 C++ 语言编程基础, MATLAB 也是一个很好的选择。该软件是一个集数值计算、符号分析、图像显示以及文字处理于

一体的大型集成化软件,尤其在数据分析上,具有十分专业的功能,如矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等。

4.3 示意图

示意图主要是指描述步骤流程、结构模型或基本原理等的简单图示。一般来说,示意图没有严格的标准,能准确无误、清晰明了地展示作者想法即可。日常学习工作中常用的 Microsoft Powerpoint 软件就可以满足一些基础的绘图要求。而如果想要呈现更加亮眼美观的示意图,则可以通过 3D Studio Max 或者 POV-Ray 等专业制图软件渲染出逼真的三维效果。

5 结语

本科阶段是学生开展科研的启蒙时期,也是培养学生良好科研素养的关键时期。本文分析了目前理工科大学生在科研作图规范性上存在的主要问题,总结了科研图片的主要类型及处理软件,提出了通过增加实验课教学内容帮助学生提升作图能力的方法。加强本科生的科研能力的培养,是新一轮“双一流”建设中不可忽视的一环,需要不断总结以往经验和规律,并进一步探索新思路、新方法。

参考文献

- [1] 周光礼.习近平总书记“双一流”建设思想研究[J].清华大学教育研究,2022,43(3):16-22.
- [2] 蒲成志,郭宇芳,李超,等.本科生科研与创新能力培养[J].中国冶金教育,2022(2):71-73.
- [3] 于天卉.本科生科研能力及培养策略[J].现代交际,2021(11):106-108.
- [4] 宋文,董岩,张玉梅.浅谈口腔医学硕士研究生科研作图能力的培养[J].中国继续医学教育,2020,12(12):67-69.
- [5] 章旭明.高校实验课现状及改革对策[J].创新创业理论与实践,2021(2):80-84.
- [6] 彭晓波.浅议高校实验课教学存在的问题与对策[J].科技经济市场,2014(8):195-196.

基金项目:“十四五”江苏省重点学科资助(2021135);江苏省自然科学基金青年基金项目(BK20220640);江苏省高校基础科学(自然科学)研究面上项目(22KJB150011);苏州科技大学应用物理学课程思政示范专业建设项目(2020SZZY-7)。

作者简介:陆焕钧(1989—),女,汉族,江苏南通人,博士研究生,讲师,研究方向为超分子液晶。