基于教材对比的“比热”与“比热容”概念内涵争议之再讨论

方 伟[1] 郭宇航[2] 郭俊青[3]

(1.上海师范大学数理学院 & 上海市星系和宇宙学半解析研究重点实验室 上海 200234;
2.上海师范大学数理学院 上海 200234;3.上海师范大学附属奉贤实验中学 上海 201418)

摘 要:比热和比热容概念仍存在争议,通过对日文教材、民国教材、原始英文以及建国后制定的有关标准进行研究,对比热和比热容的概念变迁开展深入而全面的梳理,最后为教材编写者和中学物理教师提出建议:弃用“比热”一词,在所有的初高中教材讲授以及授课时,凡涉及比热容概念时,都严格表述为“比热容”,而不要简称为“比热”.同时为避免引起混淆,在翻译物理名词把 specific heat 和 specific heat capacity 均翻译成比热容,不能因为前者省略单词 capacity,就直译成比热.希望能为比热和比热容概念的争议画上句号.

关键词:比热;比热容;物理名词翻译;教材对比
中图分类号:G633.7 **文献标识码**:B **文章编号**:1008-4134(2024)10-0005-04

比热容是初中物理课程中的一个重要热学概念,也是初中物理教学的重难点内容.与比热容直接相关的另一个词汇为比热.笔者在很多文献资料和网络资源中均看到“比热容简称比热”的解释,如马文蔚的《物理学(第五版下册)》、百度百科等.《现代汉语词典》中也可以查找到“比热”词条,其释义亦为“比热容的简称”[1],其下一词条为“比热容”,在它的释义中也说明比热容“简称比热”[1].但在文献中[2-3],作者明确指出比热容不应简称为比热,不过两文篇幅较短,只说明观点,对其历史沿革和来龙去脉的研究不够深入.这种争议势必会导致中学物理教师在教学时出现困惑:比热容到底能否简称为比热?在物理学中,一字之差,其含义往往大相径庭.从历史发展的视角来看,比热和比热容在物理学上的概念是否有差别、有何差别又为何有差别,本文试图对其予以澄清和说明,并给出物理教学上的建议.

1 “比热”一词的由来及历史沿革

甲午战争之后,中国逐步认识到自身的巨大不

作者简介:方伟(1981-),博士,副教授,研究方向:物理教育研究、天文宇宙学相关研究.

[4]王学俭.新时代课程思政的内涵、特点、难点及应对策略[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2020,41(02):50-58.

[5]李贵安,董莎,冷德林.中学物理课程思政面临德挑战与实践路径探索[J].教学与管理,2022(24):98-100.

[6]袁从领,母小勇,徐玲.论新时代物理课程的社会性人格发展之维[J].物理教师,2023,44(09):4-9.

[7]黄桂芹,张安然,伊静慧.电磁学课程思政资源的挖掘——以渗透辩证唯物主义思想为例[J].大学物理,2023,42(01):35-41.

[8]刘红娟.课程思政在高中物理教学中的作用——以培养学生“科学态度与责任”为例[J].中学物理,2021,39(19):19-22.

[9]赵永忠.基于实验质疑 培养科学思维——以自行车尾灯角反射器工作特点研究为例[J].物理教学,2021,43(10):78-80.

[10]陈真英,谢冰,谢文彬,等.立德树人格局下大学物理课程实施课程思政的特色优势研究[J].高教学刊,2019(21):61-63.

[11]李琪琪,潘诗莹,王笑君.高考评价体系下物理试题核心价值的考查特点——以近五年高考全国Ⅰ卷试题为例[J].物理教学,2023,45(01):68-74.

[12]宿万周.新课标下初中物理学业水平考试备考策略[J].甘肃教育,2023(03):123-127.

[13]陈娴.物理教师教育类课程作业的设计与实施——以《中学物理课程标准与教材研究》课程为例[J].物理教师,2021,42(05):63-65.

[14]张春国,夏波,阮享彬.初中物理跨学科实践作业设计的探索[J].物理教学,2023,45(11):33-35.

(收稿日期:2024-01-10)

中国知网 https://www.cnki.net

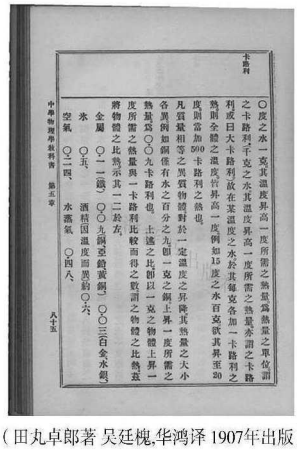
足,开始掀起留学高潮,成千上万国人于清末奔赴日本学习新的科学、技术与文化. 1904 年元月,清政府颁布第一个在全国范围内实行的系统性学制——癸卯学制. 1905 年初光绪帝完全废除科举制,此后物理学作为一门重要基础学科得以在中国传播.

在上述的历史背景下,我国此时期的物理教材便是以日文教材为蓝本翻译而来. 由于日文中也有很多汉字,我国物理教材中诸多物理概念的名称便直接参考日文,而非依据英文重新翻译. 赵凯华教授在《中国物理教育从无到有并达到国际水平的历程》一文中也提到,“物理学”作为 Physics 的汉语译名便是直接参考了日文[4],可见日文对我国物理名词译名存在着根本性的影响.

其中,“比热”一词也直接参考日文,直至今日,日本仍保留“比熱”一词,只是单位发生了变化. 笔者查阅清末时期的多本物理教材,进行分析与比较,得出当时“比热”一词的概念有二.

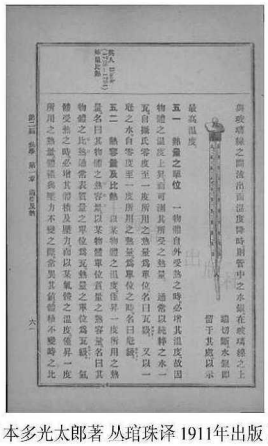
在 1907 年出版的《中学物理學教科書》中,比热概念为“以一克之物體上昇一度所需之熱量,與一卡路利比較而得之數,物體之比熱”[5]. 教材如图 1 所示. (注:0 度之水一克,其溫度昇高一度所需之熱量,為熱量之單位,謂之卡路利)

在 1911 年出版的《新撰物理學教科書》中,比热概念如下:“以某物體之温度,僅昇一度所用之熱量,名曰其物體之熱容量,以某物體單位質量之熱容量,名曰其物體之比熱[6].”教材如图 2 所示.



(田丸卓郎著 吴廷槐,华鸿译 1907年出版)

图 1 《中学物理學教科書》第 85 页



(本多光太郎著 从琯珠译 1911年出版)

图 2 《新撰物理學教科書》第 61 页

从字面含义来看,目前比热容的定义与 1911 年出版的《新撰物理學教科書》中的比热的定义相同,但与 1907 年出版的《中学物理學教科書》中的比热定义不同.

按照 1907 年出版的《中学物理學教科書》中定义的比热可知,其大小是 1g 的物质温度升高 1 ℃所需要的热量与 1cal 热量的比值. 1cal 即 1 卡路利(里),在 19 世纪初至 20 世纪中叶,卡路里一直是热量的单位,直到 1948 年第九届国际计量大会确定七个基本物理量后,“焦耳”才成为被普遍认同的能量单位[7]. 考虑到该书中对 1cal 热量的定义是“1g 温度为 0 ℃的水温度升高 1 ℃所需要的热量”,因此这个比热相当于目前的比热容与水的比热容的比值,是一个无量纲的值. 但由于“1g 温度为 0 ℃的水温度升高 1 ℃所需要的热量”定义为 1 卡路里,因此这个无量纲的比热在数值上和 1911 年出版的《新撰物理學教科書》中的比热的大小相同. 以铜为例,按照《新撰物理學教科書》中比热的概念,铜的比热(比热容)为 0.093 cal/(g·℃). 而按照《中学物理學教科書》中比热的概念,铜的比热是 1g 铜的温度升高 1 ℃所需的热量与 1g 温度为 0 ℃的水温度升高 1 ℃所需的热量之比,数值上也是 0.093,二者差别仅在于是否具有单位.

由于这两种比热定义在数值上的一致性,也导致在实际应用时往往不严格区分这两种定义. 如在 1911 年出版的《新撰物理學教科書》第 62 页的比热表可以看出(如图 3 所示),此处比热值并未标注单位,是一个无量纲常数,这与该书给出的比热定义并不匹配,反倒与 1907 年出版的《中学物理學教科書》中的比热定义一致.



图 3 《新撰物理學教科書》第 62 页

同种情况在当今的日文教材中仍然存在,如日本香川大学川胜博教授在《川胜教授的中学物理教案》一书中说比热是“1g 物体变化 1 ℃(上升或下降)所必需的热量与 1g 水变化 1 ℃所需的热量相比较的数值”,显然上述定义下的比热应该无量纲,但该书表格

中国知网 https://www.cnki.net

中的比热容却有单位,如 $c_{水}=1\ \text{cal/(g·℃)}$[8]. 笔者又通过网络资源了解到,当下日本中学仍使用“比熱”一词,但其单位不再是“cal/(g·℃)”,而是“J/(g·℃)”(如图4所示).

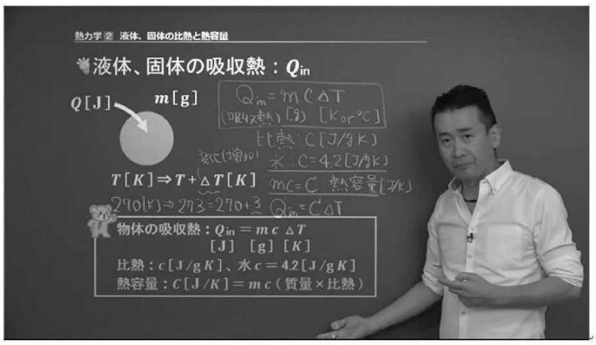


图4　日本某“映像授業”课程图

可见,日文中的“比熱”有两个含义,一个与现今中文的“比热容”定义基本相同,差别仅在于热量的单位使用卡还是焦耳,质量的单位使用 kg 还是 g,但量纲完全一致. 另一个定义则与现今比热容的定义完全不同,是一个无量纲的物理量,相当于现今比热容与水的比热容的比值. 但由于1卡定义的缘故(即人为定义水的比热(容)为 1.00 cal/(g·℃)),使得两种定义下的比热在数值上完全一致. 但随着热量的国际制单位从卡变成焦耳,使得两种比热在数值上也不再一致. 如在卡作为热量的单位下,铜的比热(容)在两种不同定义下分别为 0.093 cal/(g·℃)和 0.093,但在焦耳作为热量的单位下,两种定义下的比热(容)分别为 0.093×4.2 J/(g·℃)和 0.093,不但量纲不一样,数值也不再一致[9]. 从这个角度来看,无量纲的“比热”与物理学中已经过时的“比重(specific gravity)”很类似. 比重也是无量纲的物理量,是某物质密度与水的密度的比值,因此比重称为相对密度(relative density)更准确. 由于水的密度为 1g/cm^3,因此某物质比重在数值上和其密度也是一致的.

2　“比热”一词的根源分析

上文介绍的是中日文比热的历史渊源,但若要真正看清比热的真面目,还需在根源上进行考察. 追溯历史,在热质说的影响下,英国化学家约瑟夫·布拉克提出了“潜热”与“比热”的观点,他的学生拉瓦锡还与拉普拉斯合作测定出一些物质的比热[10]. 笔者参考 David Halliday 所著的 *Fundamentals of Physics* 的英文原版,其中对比热(specific heat)概念的描述如下:“The specific heat c of a substance is the heat capacity per unit mass. Thus, if energy Q transferred by heat to mass m of a substance changes the temperature of the sample by ΔT, then the specific heat of the substance is $c=Q/(m\Delta T)$ … Table 20.1 lists representative specific heats[11].”书中“Table 20.1”如图5所示. 可见这个比热的定义与现今的比热容定义完全一致. 图5的表中仍然保留以卡为热量单位的比热值,这与上述所介绍的比热定义相契合. 无独有偶,在 W. Thomas Griffith 所著、秦克诚翻译的《物理学与生活》中有关比热的部分,给出如下陈述:“水的比热是1 cal/(g·℃)——将1克水的温度升高1℃需要1卡热量. 卡(calorie,卡路里)是常用的热量单位,其定义为将1克水的温度升高1℃所需的热量[12].”

TABLE 20.1　Specific Heats of Some Substances at 25°C and Atmospheric Pressure

Substance	Specific Heat c J/kg·°C	Specific Heat c cal/g·°C
Elemental Solids		
Aluminum	900	0.215
Beryllium	1 830	0.436
Cadmium	230	0.055
Copper	387	0.092 4
Germanium	322	0.077
Gold	129	0.030 8
Iron	448	0.107
Lead	128	0.030 5
Silicon	703	0.168
Silver	234	0.056
Other Solids		
Brass	380	0.092
Glass	837	0.200
Ice (−5°C)	2 090	0.50
Marble	860	0.21
Wood	1 700	0.41
Liquids		
Alcohol (ethyl)	2 400	0.58
Mercury	140	0.033
Water (15°C)	4 186	1.00
Gas		
Steam (100°C)	2 010	0.48

图5　*Fundamentals of Physics* Table 20.1

另一方面,在英文中“specific heat capacity”和“specific heat”意思完全相同,都是现今比热容的意思,如在 Malcolm Longair 所著的 *Theoretical Concepts in Physics* 一书中,有着这样的描述:“$\cdots Q=mc\Delta T$, where c is defined to be the specific heat capacity of the substance, the word specific meaning, as usual, per unit mass[13].”文中特别强调“specific”通常的含义是每单位质量. 上述表述和我们国家标准《有关量、单位和符号的一般原则》(GB 3101－93)中的规定一致:“形容词‘质量[的](massic)’或‘比(specific)’加在量的名称之前,以表示该量被质量除所得之商[14].”由此也可看出,前文提到的“比重”一词的概念并不符合国标,“比重”被弃用也就在所难免. 当然,上述并没有说

中国知网　https://www.cnki.net

“specific gravity”作为英文比重(即 Relative Density[15])的表述不合理,因为在英文中,specific 有多重含义,但在国内的物理名词定义下,比重不再合适.

3 “比热”与“比热量”之论证

《“比热容”不应简称“比热”》一文提到“比热可能会被误认为是‘比热(量)’的意思[2]”,这种担忧有其合理性. 因为从国标《有关量、单位和符号的一般原则》(GB 3101 -93)[14]来看,“比热容”是单位质量的热容,“比热”则是单位质量的热(量),在中文物理语境中,热可以指代热量,但从来不会指代热容. 而在物理学中,没有“单位质量的热(量)”这个物理量. 但是在工程热力学领域,笔者发现存在“比热量”一词,张学学在编写的《热工基础》中,将“q”称为“比热量”,单位为“J/kg”,意思是“单位质量的工质与外界交换的热量”[16],根据前面的讨论可知,这个“比热量”所对应的英语名称必定不是“specific heat”,笔者参考赵蕾编写的《工程热力学(双语版)》,书中提到“Heat transfer per unit mass of a system is denoted as q and is determined from $q = Q/m$ kJ/kg[17].”可见“Heat transfer per unit mass of a system”对应的中文译词才是“比热量”,它并不是以“specific”开头的短语. 至此,关于“比热”“比热容”“比热量”以及“比”“specific”等词义的讨论才算完备.

4 总结

综上所述,笔者作出如下几点总结和讨论. 首先在英文主流语境中,“specific heat”与“specific heat capacity”概念相同,均指比热容. 其次,在民国物理教材和日本教材中,比热有两个概念,一个与现今比热容概念一致,另一个则是某物质的比热容与水的比热容之比,是一个无量纲的物理量. 但是由于 1 卡(cal)的定义以及早期热量普遍用卡作为单位,这两个不同概念下的比热在数值上完全一致,因此这两个概念下的比热有时会混用,而不会带来理解上的任何偏差,也不会对初学者形成概念上的误导. 再次,根据《有关量、单位和符号的一般原则》(GB 3101 -93)[14]的国家标准的规定,对“加在量的名称之前”的“比”有明确定义,即表示“单位质量的”[13],在这个规定之下,“比热”和“比重”一样,都容易误解为“单位质量的热量”和“单位质量的重量”,应该被弃用.

笔者建议在所有的初高中教材编写以及物理课堂授课时,在涉及到比热容概念时,都严格表述成比热容,而不要说比热容也可简称为比热. 同时在翻译时把 specific heat 和 specific heat capacity 都翻译成比热容,不能因为前者省略了单词 capacity,就直译成比热[18]. 这种直译其实也是翻译工作经常出现的问题,翻译讲究“信达雅”,首先保证“信”和“达”,要重视英文实际上说了什么是什么意思,而不拘泥于原文是怎么表述的. 希望本文的讨论能为比热和比热容的概念争议画上句号.

参考文献:

[1]中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典(第 6 版)[M]. 北京:商务印书馆,2012.

[2]郝远. “比热容”不应简称“比热”[J]. 编辑学报,2020,32(02):221.

[3]储方宜. “比热容”与“比热”的争辩[J]. 中学物理教学参考,2005(06):21.

[4]赵凯华. 中国物理教育从无到有并达到国际水平的历程[J]. 物理与工程,2017,27(01):3 -22.

[5]田丸卓郎. 中学物理學教科書[M]. 吴廷槐,华鸿,译. 上海:文明书局,1907.

[6]本多光太郎. 新撰物理學教科書[M]. 丛琯珠,译. 上海:群益书社,1911.

[7]姜友陆. 焦耳——国际单位制的功、能和热量的单位[J]. 化学通报,1980(01):33 -36.

[8]川胜博. 川胜教授的中学物理教案(上册)[M]. 吴宗汉,彭双潮,译. 南京:东南大学出版社,2002.

[9]人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 义务教育教科书物理(九年级全一册)[M]. 北京:人民教育出版社,2013.

[10]弗·卡约里. 物理学史[M]. 戴念祖,译. 北京:中国人民大学出版社,2010.

[11]David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker. Fundamentals of Physics[M]. NewYork: John Wiley & Sons Inc,2010.

[12]W. Thomas Griffith, Juliet W. Brosing. 物理学与生活[M]. 秦克诚,译. 北京:电子工业出版社,2016.

[13]Malcolm Longair. Theoretical Concepts in Physics[M]. Cambridge: Cambridge University Press,2020.

[14]全国量和单位标准化技术委员会. GB3101 -93 有关量、单位和符号的一般原则[S]. 北京:中国标准出版社,1993.

[15]新牛津英汉双解大辞典编译出版委员会. 新牛津英汉双解大辞典[M]. 上海:上海外语教育出版社,2007.

[16]张学学. 热工基础[M]. 北京:高等教育出版社,2015.

[17]赵蕾. 工程热力学(双语版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.

[18]乔通,葛威虎. 基于教学重演律的比热容概念教学设计[J]. 中学物理,2023,41(16):21 -24.

(收稿日期:2024 -01 -24)

中国知网 https://www.cnki.net