

# 面向核心素养的信息技术课程： “数据与计算”模块\*

李 锋<sup>1</sup>, 熊 璋<sup>2</sup>

(1.华东师范大学 教育学部 开放教育学院, 上海 200062; 2.北京航空航天大学 计算机学院, 北京 100191)

**摘要:** 新修订的高中信息技术标准包括必修、选修1和选修2共三个部分。“数据与计算”模块是高中信息技术必修课程中的第一个模块,也是其它模块的学习基础。该模块依据学科核心素养,结合学科特征设计了“数据与信息”“数据处理与应用”“算法与程序实现”三部分内容;建立“数据、信息、算法、程序”模块核心概念体系;融入解决问题的学科方法与技术工具;将学科核心素养“信息意识”“计算思维”“数字化学习与创新”“信息社会责任”渗透其中。通过对该模块中核心概念、学科方法、技术工具的学习将有助于学生核心素养的发展。

**关键词:** 模块结构; 核心概念; 学科方法与技术工具

**中图分类号:** G434 **文献标识码:** A

信息技术的快速发展不仅改变了社会经济结构和生产方式,也加快了全球范围内的知识更新和技能创造,对中小学信息技术教育提出了新挑战。

“数据与计算”模块是针对数据及大数据对社会发展的影响,依据学科核心素养,综合学科特征,面向全体高中学生所设计的基础性必修学习模块。

## 一、课程模块结构设计

在综合分析学生认知能力、社会发展需要和学科特征的基础上,“数据与计算”模块按照“明晰核心概念—突出学科方法—关注工具应用—促进素养形成”的思路,从“数据与信息”“数据处理与应用”与“算法与程序实现”三方面设计模块的内容结构,其内容结构如图1所示。

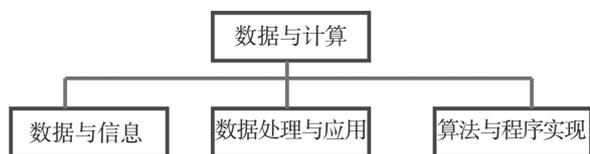


图1 “数据与计算”课程模块结构

### (一)数据与信息

近十年来,移动通信、大数据、云计算的快

速发展加快了“技术更新”向“数据变革”的转向<sup>[1]</sup>。数据不仅是信息的载体,也是人们提取信息、做出决策的重要依据,并逐步成为社会发展的一项资源。人们合理选用技术工具处理数据,可以提高数据应用效能,发现其中隐含的信息,精准解决生活与学习中的问题。“数据与信息”这部分内容遵循数据存储基本原理,依据学生学习经验,将“数据与信息概念及特征”“数字、文本、声音、图像等数据编码技术”“数字化学习工具应用方法以及学习策略”等内容融入内容标准之中。通过这部分内容的学习,学生要能了解在数字化工具中数据存储的一般原理与方法,理解数据、信息与知识的相互关系,合理选用数字化工具支持个人学习,实现知识建构,适应数字化学习环境。

### (二)数据处理与应用

电子计算机发明之前,数据处理主要要通过人工进行的,由于人工处理数据能力的不足,分散在大量数据集合中各种实质关系就很难发现。例如,图书馆图书流通记录里隐含了大量读者的阅读习性,以人工方式就很难及时发现其中的信息,也就很难利用相关数据提供针对性的服务。上世纪80年代以来,电子计算机及其管理系统的发展使得获

\* 本文系中国教育学会“十三五”教育科研规划课题“课程修订基础上的信息技术课程教学创新研究”(课题编号:1609110716B)研究成果。

取、分析用户数据更加方便,通过数据库系统可以快速、准确地合并比较不同的数据集合,得到隐含于其中的信息<sup>[2]</sup>。因此,随着社会数据量和个人数据量的增大,利用技术工具有效处理数据、发现信息,逐步成为人们解决问题的一种重要方式。“数据处理与应用”这部分内容按照数据结构的基本原理,提炼数据处理的基本方法,聚焦技术工具在数据处理中的基本功能,注重学生数据安全意识的培养。学生学习后要能够了解数据收集、分析及可视化表达数据的基本方法;根据任务需求,选用恰当的数据处理软件处理数据,完成数据分析报告,认识到对数据进行保护的意义。针对具体问题,利用信息技术有效处理数据,获得有价值的信息,以此提高个人生活与学习质量。

### (三)算法与程序实现

当今,信息技术已经渗透到人们生活与学习的方方面面,其广泛应用不仅改变着人们的生活与学习方式,也转变着人们的认知结构与思维品质。为更好地理解、适应和创新人们赖以生存的数字化环境,信息技术教育就不应简单地停留于技术操练或结构良好的问题解决上,同样需要帮助学生理解信息的技术本质特征,处理数字化环境下的复杂性问题。“算法与程序实现”这部分内容强调了简单算法的学习,将计算思维的形式化(例如抽象出算法解决问题的一般过程)、模型化(例如用结构化程序表示算法)、自动化(例如通过计算机自动化实现算法)特征渗透至内容标准中。通过这部分内容学习,学生要能概述算法的概念与特征,运用恰当的描述方法和控制结构表示简单算法;掌握一种程序设计语言的基本知识,使用程序设计语言实现简单算法。体验程序设计的基本流程,掌握程序调试与运行的方法。当然,高中学生学习“算法与程序实现”,并不是要求他们系统地掌握专业知识,更不是要把他们培养成编程专家,最主要的是希望学生在体验计算机解决问题的过程中,能真切认识到从“工业社会思考与解决问题方式”到“信息社会思考与解决问题方式”变革的内在原因,理解当今数字化世界的运转方式,发展为合格的数字化公民。

## 二、课程模块核心概念界定

美国认知心理学家布鲁纳(Jerome Seymour Bruner)在研究中发现“课堂学习主要是促进学生掌握教材的基本知识结构,学生若能理解其基本结构,就不难思考出很多细节,所谓的这种基本结构是由概念组成的”<sup>[3]</sup>。可见,核心概念体系的建立

一定程度上决定着课程的关键内容。“数据与计算”课程模块按照学科基本原理,以信息技术工具处理对象——“数据”为核心,从人们利用信息技术处理数据所获得的“信息”、计算机解决问题的“算法”以及实现算法的“程序”等内容构建本模块的核心概念体系,将相关概念渗透到内容标准之中,形成本模块的概念结构。本模块的概念框架如图2所示。

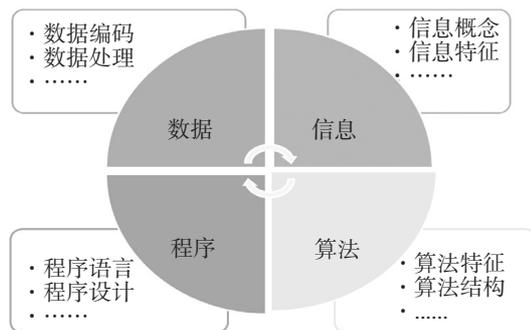


图2 “数据与计算”模块概念结构

### (一)数据

数据是对客观事物的符号表示。在计算机科学中是指所有能输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称。它是计算机程序加工的“原料”<sup>[4]</sup>。信息技术的发展使得人们收集和处理数据的手段得以不断加强,数据的内涵也逐步得以丰富。在计算机发明前及初期,“数据”更多的是指“数字”和“数值”,即数值型数据。二十世纪八十年代计算机的发展,人们利用计算机处理“数据”的类型得以丰富,“数据”不再限于“数字”或“数值”,同时还包括了文本、声音、图形、图片、视频等非数值型数据。本世纪初,移动通信、大数据和云计算等技术的革新,数据总量和处理速度得以迅猛发展。“数据”不只是计算工具所处理的对象或信息的载体,也成为人们获得信息、推动信息社会发展的一项动力来源。

在信息科技中,由于电子计算机主要能识别和处理的是由“0”和“1”符号串组成的代码,因此从存储原理来看,使用计算机进行数据处理时首先就需要实现数据的二进制转换,通过数据编码转换成计算机可以识别和处理的“二进制”代码。其次,计算机运行相关的软件对编码后的“数据”进行处理,帮助人们更好地理解信息。近年来,随着信息技术的发展,各类数据处理软件功能越来越成熟,种类也日趋多样。例如,有针对“表格”进行数据处理的电子表格软件、有对文本进行分析的在线分析工具、也有基于语音分析的智能语音评测系统等等。

## (二)信息

“信息”作为信息时代的一个日常用词，人们对其广泛、模糊地应用，导致了内涵的不确定性和定义的多样性。梳理国内外学者对“信息”的认识，主要有三种观点：其一，本体论观点认为信息是事物运动状态及其变化方式的自我表述<sup>[5]</sup>，强调的是信息的客观存在；其二，语义学观点，认为信息反映出人们对事实的深入认识，是能产生知识的东西，强调的是人对事物的认知以及信息与知识的联系<sup>[6]</sup>；其三，信息系统的观点认为当有组织、有规律地把数据收集在一起就形成了信息<sup>[7]</sup>。数据在其中起到了关键的作用，一方面它承载着信息，另一方面它也产生着信息。为了便捷地获取和应用信息，人们越来越多地通过计算机等数字化工具和二进制编码方法来表示和组织数据，以此传播或获取有价值的信息。

综上，本体论观点用哲学的视角来理解“信息”，依据此观点其实很多学科(例如物理、化学)所探索的内容都应是“信息”，只是领域内容不同而已，该观点没有聚焦信息技术学科特征；认知论强调的“信息”是人对事物的认知结果，关注的是认知心理学研究的内容，也不是信息技术教育的主要范畴；信息系统理论强调“数据”是信息的载体，同时也认为对大数据的处理同样可以产生信息，它在综合本体论和认知论的观点上，突出信息技术学科方法和技术工具对发现有价值信息的作用。如今生活于信息社会，人们利用技术工具有效处理数据、获取信息，对促进个人和社会发展已越来越重要，因此这里的“信息”主要是指信息系统中的数据处理后产生的信息。

## (三)算法

美国著名计算机专家克努特(D·E·Knuth)认为算法就是一个有穷规则的集合，其中规定了一个解决某一特定类型问题的运算序列<sup>[8]</sup>。分析算法定义，我们可以把算法理解为若干基本操作及其规则作为元素的集合，即一个算法就是由若干基本操作按一定顺序规则进行操作的序列。为了保证计算机有序执行指令，一个算法应反映出五个基本特征：(1)指定输入，明确输入数据的类型、数据的值以及数据将采用的形式；(2)指定输出，是希望得到的结果；(3)确定性。算法必须要指定每一个步骤，为把输入转换为输出，指定操作的顺序；(4)有效性。可以有序地执行过程；(5)有限性。执行算法后，最终能产生结果。从结构来看，通过顺序执行、条件分支和循环三种结构方式可基本完成算法的流程，实现复杂问题条理化和简单化。

事实上，除了将算法应用于计算机的程序设计之中，为了提高工作效率和生活质量，人们在日常工作与生活中也不自觉地使用着算法思想来解决实际问题，例如，关于烹调算法(称为食谱)，操作某类机器的算法(操作流程)等等。可见，无论是计算机领域的算法，还是日常生活中人们应用的算法，目前还都是由“人”根据需要开发出来、按照一定流程、有序完成任务的步骤。只不过它们所运行的部件和应用语言不同而已，前者更主要是在“电脑”中用机器语言来实现的，后者则是在“人脑”中用人的自然语言进行表述。通过算法学习，学生不仅可以更好地理解计算机解决问题的过程，准确地判断和解决计算机过程中的常见问题，也可以将算法思想应用于生活中，提高生活和学习的质量。

## (四)程序

从计算机运行来看，程序是一组操作的指令或语句的序列，是计算机执行算法的操作步骤。当计算机执行完一组正确操作指令后，就能完成预期的任务。一个程序就是一个算法的具体表现方式，它被定制成在特定情况下用特定语言，完成特定任务，使得计算机有序地执行命令。在“数据与计算”模块，学习“程序”更主要的还是学生尝试用程序设计语言来表示简单的算法，在掌握程序设计方法的过程中，理解“算法与程序”在计算机运行中的作用。由此可见，学生学习信息技术“如果只学习技术工具的操作技巧，而不学习这种工具内在驱动力(算法与程序)，就如同他们学习科学而不做实验一样是没有真正意义的”<sup>[9]</sup>。

“算法与程序”作为驱动计算机运行的内在动力，已有越来越多的国家将程序设计作为中小学信息技术教育的一项重要内容。2014年，英国教育部颁发的“计算课程标准”要求英国学生在小学阶段就需要学习算法与程序设计的内容。2016年，美国信息技术研究领域面向全体中小学生开展了“编程1小时”项目，旨在通过这个项目提高学生数字化创新能力。事实上，当“数字土著”真真切切地生活在数字化工具无处不在的环境中，他们不仅需要知道和操作技术工具的应用步骤，同样需要理性认识数字化工具运行的内在驱动力，创造性地应用信息技术。程序作为信息技术的一项重要学习内容，一方面可以让学生体验计算机等数字化工具的运行原理，了解信息技术改变我们生活方式的内在原因；另一方面也可通过程序设计将算法渗透到学习之中，作为解决问题的一种路径，发展学生的计算思维，提高他们

数字化生存与创新力。

分析“数据与计算”模块的四个核心概念，“数据”作为信息的一种载体和重要来源，其本身并没有什么特别含义，只有当人们通过不同的组织方式或规则对数据进行处理后，数据才能起到传输或生成了信息的作用，反映出事物存在现实和内在联系。在数据处理过程中，人们可依据信息技术学科方法，选用适当的信息技术工具，快捷获取和处理数据，形成解决问题的决策信息。

### 三、学科方法与技术工具的体现

信息技术课程兼重理论性和实践性，一方面它强调学生要了解信息技术的基本概念与原理，另一方面也注重培养学生利用本学科特有的方法与工具去解决现实问题的能力。“数据与计算”课程模块在明确核心概念后，也将学科方法和技术工具渗透至其中。例如，“数据处理与应用”的内容设计，将数据处理的方法和技术工具渗透到内容标准之中，表现在数据收集、数据分析和数据可视化表达等方面，如图3所示。

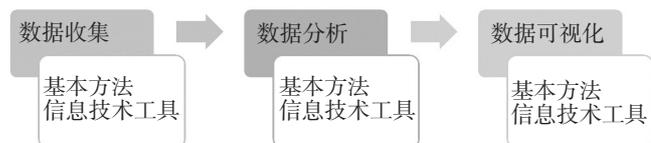


图3 数据处理的学科方法和技术工具

#### (一)数据收集

数据收集是指人们根据需要获取数据的过程。技术的发展使得数据收集方式日趋多样，人们可以通过观察、调研的方式获取数据，也可以利用技术工具(例如传感器)直接采集数据，还可以通过包括网络在内的各种资源库查找数据。确定数据收集方法后，明确所需要收集数据的类型、选用收集工具就直接影响着数据收集的效果。数据类型是数据的表现形式，即数据在加工计算中的特征。从计算方式来看，数据可分为数值型数据和非数值型数据。数值型数据是指有大小和正负之分的数据。例如，职工的年龄和工资都可进行加、减等算术运算。非数值型数据是指没有数值大小之分，代表某种信息含义的数据，例如文字、声音、图像等。从数据收集工具来看，其中有便于远程调研的网络调研工具，也有能将各种物理量的变化转换成电流或电压变化形式的传感器，还可利用搜索引擎工具在网络上快速获取所需要的数据。数据收集完成后，为了提高数据质量，还需要根据数据收集目的对数据进行预处理，提高数据收集的一致性、完整性和准确性<sup>[10]</sup>。

#### (二)数据分析

数据分析是指用适当的分析方法与工具，对收集的数据进行分类整理，提取与发现其中有价值的信息，形成结论的过程。通过数据分析可以描述事物现状、发现其内在要素的相互关联、对事物发展趋势做出科学预测。从组织方式来看，可通过“结构图”的方式(例如E-R图)抽象事物的属性特征，表达属性之间的内在联系，建立数据模型，降低数据间的冗余度，表述数据所承载的信息。例如，通过建立“学生”实体数据模型，表达实体基本属性、明确数据项操作方式，采用数据约束保证数据有效性。从分析方法来看，常用的数据分析方法有对比分析、分组分析、交叉分析等，针对不同的分析目的和数据类型，可采用合适的分析方法分析数据，转换数据所承载的信息。例如，通过对比分析法可将两个(类)或两个(类)以上的数据进行比较，分析它们的差异，揭示这些数据所代表的事物发展变化和规律性，对其发展进行预测等。从分析工具来看，在信息技术层面有专业性较强的数据分析工具(例如数据库管理软件、专用数据管理系统等)，也有便于用户直接应用的软件工具(例如电子表格软件、网络文本分析软件等)。

#### (三)数据可视化

数据可视化是指借助图表、图像形象地呈现数据，支持用户直观了解数据，分析蕴含在数据背后的内容，其目的在于“通过图形化的手段清晰地传达信息，帮助人们分析数据、探索原由、发现趋势<sup>[11]</sup>”。为实现信息的有效表达，数据可视化需要综合考虑数据类型、信息表达意义、可视化工具等多方面的特征。从数据组织形式来看，数据可视化包括(但不限于)“分类数据可视化”“时序数据可视化”“空间数据可视化”等。从呈现方式来看，不同学者(或研究组织)对可视化呈现提出了各自的见解。美国加州硅谷数据科学研究学者朱莉娅(Julie Steele)等人认为数据可视化效果要体现在4个要素上，即形式新颖、内容充实、直观高效和符合审美；英国发展研究所突出强调了数据可视化的6个方面，即：表达简约、内容易读、关系一致、色彩清晰、避免信息过载(例如避免使用3D形式)、文字表述有效等。分析数据可视化要点，其呈现方式主要表现为：(1)一致性。可视化所表达的信息与数据要保持一致，准确反映数据之间的关系；(2)完整性，可视化图形要素要完整，相关说明应齐全、规范；(3)直观性，可视化图形简洁、清晰、易读，直观表达出相关信息；(4)美观性，图形选择符合数据呈现方式和色彩搭配层次分明。从工具选择来看，

常用的可视化工具有综合性的数据软件工具(例如EXCEL,SPSS等),也有专项在线可视化工具(例如,Gephi, Visualize Free等)。依据数据分析需要,合理选用数据可视化方法与工具可将类型多样、关系复杂的数据清晰直观地呈现,快速寻求数据之间的信息,有效实现人人、人机之间的图像信息交流。

此外,“数据与计算”模块中的“数据与信息”“算法与程序实现”的内容也都有针对性的设计了相应的学科方法和技术工具,以此支持学生利用信息技术解决问题和创新能力的培养。

#### 四、学科核心素养的渗透与教学建议

信息技术学科核心素养是在学生发展核心素养总体要求下,综合考察人与信息技术关系后确定的,它包括信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任四个核心要素。“数据与计算”模块依据学科核心素养,结合本模块的学科特征描述内容标准,将核心素养渗透至其中。

##### (一)信息意识

信息意识是指个体对信息的敏感度和对信息价值的判断力,它会随着学生对信息社会的融入紧密程度和认识的深刻性而不断发展。从认知发展来看,高中学生能够比较客观的看待自我,能明确地表现自我,形成理智的自我意识。高中是学生信息意识发展的一个关键期。针对学生在信息社会的发展需要,“数据与计算”模块设计了“在运用数字化工具的学习活动中,理解数据、信息与知识的相互关系,认识到大数据对人们日常生活的影响”的内容标准,引导学生正确认识数据与信息的关系,合理利用数据,通过数据收集与处理,准确发现、甄别和应用信息,以此指导个人的学习和生活。在教学中,教师可从学生日常生活和学习经验出发,让学生感受生活与学习中“数据与信息”的事实,认识到数据与信息对社会发展和个人成长的影响,体验利用数字化工具对数据处理和信息发现过程,引导学生对大数据时代数据改变人们生活进行深入地思考,发展学生的信息意识。

##### (二)计算思维

当“程序驱动”的数字化工具渗透到人们生活、学习和工作的方方面面,甚至成为人们身体的一部分时,人们不仅要需要具备操作这些技术工具的技能,同样需要从深层次理解这些技术工具,知道它们的工作方法和应用流程,处理好人与技术工具的关系,即发展计算思维。计算思维是指个体运用计算机科学领域的思想方法,在形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动。从认知发展来看,高中学生逻辑思

维能力逐步趋于成熟,能够对自己的思想观点进行论证,能有条理地对各项经验加以理论说明,这也为学生计算思维的进一步发展创造了条件。针对学生认知能力,按照计算思维的发展要求,本模块设计了“从生活实例出发,概述算法的概念与特征,运用恰当的描述方法和控制结构表示简单算法”“掌握一种程序设计语言的基本知识,使用程序设计语言实现简单算法”等内容标准,通过相应目标的达成,促进学生计算思维发展。

##### (三)数字化学习与创新

信息社会中,现实空间与虚拟空间相互交织形成了一个全新的社会环境,它在改变人们生活、工作与学习的同时,也塑造出一种全新的生存与发展方式,数字化学习逐步成为终身学习的一种重要形式。为帮助学生拓展学生学习方式,便捷地获取、分析数据,获得有效信息,将其转化为个人知识,促进个人终身发展,该模块通过设计“针对具体学习任务,体验数字化学习过程,感受利用数字化工具和资源的优势”等内容标准,将“数字化学习与创新”学科核心素养渗透到课程模块之中。教学过程中,教师可借助数字化学习环境,引导学生体验数字化学习与创新活动,掌握数字化学习策略,通过整合跨学科的学习任务,帮助学生学会运用数字化工具表达思想、建构知识,养成数字化学习与创新的习惯。

##### (四)信息社会责任

信息社会是通过创造、分配、使用、整合和处理信息进行社会经济、政治和文化活动的社会形态。其中的社会成员通过创新、高效使用信息技术为手段,以此获得较高的个人或组织生存与发展优势。他们在享有信息技术带来的充分便利时,也被赋予新的社会责任。高中信息技术课程既要加强基本信息技术知识与技能的学习,提高学生应用学科方法与技术工具解决问题的能力,同样也要培养学生的信息社会责任。因此,“数据与计算”模块还设计了“根据任务需求,选用恰当的数据处理软件处理数据,完成数据分析报告,理解对数据进行保护的意義”等数据安全方面的要求。教学过程中,教师可根据实际情况组织学生参观学校(或社会场所)的信息中心,观察信息中心的组织和运行模式,听取专业人员介绍数据应用与保护的方法,认识到数据安全的重要性,发展学生信息社会责任。

#### 五、结语

信息技术与社会各领域的交互融合引发了数据量的迅猛增长,数据对社会生产和人们生活的影

