布卢姆认知目标新分类指导下的数学教学设计
——以“数系的扩充与复数的概念”教学设计为例

李昌官

（台州市教育局教研室，浙江 台州 318000）

摘要：布卢姆认知目标新分类能有效地引领教师从知识与认知过程两个维度确定教学目标、设计教学过程，帮助教师教给学生结构更好、层次更高、价值更大的知识，它对提高数学教学的品质与效率具有重要的指导作用.

关键词：布卢姆认知目标新分类；元认知知识；认知过程；教学设计

中图分类号：G421 文献标识码：A 文章编号：1004–9894（2012）03–0067–05

布卢姆（Bloom B.S）等人撰写、1956 年出版的《教育目标分类学第一分册：认知领域》至少被译成 22 种文字，对世界教育产生了广泛而深刻的影响. 3 位课程与教学专家（Anderson L.w, Cruikshank K.A.& Raths J.）、3 位教育心理学家（Mayer R.E, Wittrock M.C.& Pintrich P.R.）、2 位测量评价专家（Krathwohl D.R.& Airasian P.W.）组成的专家组与有经验的中小学教师合作，历时十年对它进行了修订，于 2001 年出版了《学习、教学和评估的分类学：布卢姆教育目标分类学修订版》. 这个版本与原版本相比，最大变化有 3 点：一是将元认知知识（也称反省认知知识）作为第四类知识，强化了为高级目标而教、学、评，强化了学生的学习主体地位；二是教学目标由原来的一维框架（知识、领会、应用、分析、综合和评价）变成了采用“知识”（事实、概念、程序、元认识）与“认知过程”（记忆、理解、运用、分析、评价、创造）的二维框架；三是将目标、教学和评估紧密联系起来，强调目标、教学与评估三者之间的内在一致性.

下文探讨 L.W.安德森等修订完成的《学习、教学和评估的分类学：布卢姆教育目标分类学修订版》（下面简称为“布卢姆认知目标新分类”）对数学教学设计的启示与指导.

1 布卢姆认知目标新分类对数学教学的指导意义

1.1 可以引领学生学习更有价值的知识

现行的数学教学往往注重教给学生更多的事实性知识，而忽视把知识更好地组织起来，教给学生结构更好、质量更高的知识；往往注重教学生如何做并通过重复训练加以强化和巩固，而忽视教给学生做的策略、思路与方法；往往注重学生做的结果，而忽视引导学生对如何想到这样做、为什么这样做以及对已经做得怎样的自我评价与自我反思.

布卢姆认知目标新分类把知识分为事实性知识、概念性知识、程序性知识、元认知知识. 其中事实性知识是指学生通晓一门学科或解决其中问题所必须知道的基本要素，包括术语知识、具体细节和要素的知识；概念性知识是指能使各部分共同作用的较大结构中的基本成分之间的关系，包括类别或类目的知识、原理与概念的知识、理论模型与结构的知识；程序性知识是指如何做什么，研究方法和运用技能、算法、技术和方法的标准，包括具体学科技能和算法的知识、具体学科技巧与方法的知识、确定何时运用适当程序的标准的知识. 元认知知识是指一般认知知识和有关自己的认知的意识和知识，包括策略性知识、关于认知任务的知识、自我知识[1].

从这个知识分类得到启示：(1) 存在不同类型、不同特点的知识，应根据知识的不同类型与特点采用不同的教学策略与教学方法；(2) 教与学应该将注意力放在对学生成长与发展更有价值的知识上，放在知识的关键属性上；(3) 要根据知识之间的联系与结构，围绕核心概念与核心思想组织事实性知识教学，促进事实性知识向概念性知识发展；(4) 要关注和开发事实性知识、概念性知识、程序性知识形成与发展过程中所蕴含的元认识知识，并以前 3 类知识教学为载体促进学生元认知知识学习，同时又以良好的元认识知识保障和促进前 3 类知识学习；(5) 要用分类观点（指把知识分为 4 个类别）、整体观点（指注重 4 个类别知识间的联系与整合）、重点论与两点论辩证统一的观点（指既突出重点知识和知识的重点属性，又兼顾一般知识和知识的其它属性）看待和处理知识，教给学生结构更好、层次更高、价值更大的知识，进而为学生的全面发展和可持续发展服务.

以“数系的扩充与复数的概念”教学设计为例.

如果教师甲认为学生应记住虚数单位、复数、复数集、复数的实部与虚部、复数相等、虚数、纯虚数等术语及概念，而忽视这些概念间的联系，他把教学的着力点放在相对分散的、孤立的、抽象与思维水平比较低的知识上，那么他关注的是事实性知识. 由于这些知识没有形成统一的、有机的整体，因此它们既难以记忆与保持，更难以迁移和运用.

如果教师乙认为应该在数概念发展的大背景下，以复数概念为核心组织上述相关概念的教学，让学生理解数系扩充的主要原因，搞清楚复数集、实数集、虚数集、纯虚数集之间的关系，他把教学的着力点放在揭示知识间的联系，帮助学生掌握理解基础上的、有着良好组织与结构的知识，那么他关注的是概念性知识. 这些知识相对于事实性知识，更利于记忆与保持.

如果教师丙认为学生应该掌握求所给复数的实部与虚

收稿日期：2011–12–30
基金项目：全国教育科学“十一五”规划 2010 年度教育部重点课题——中小学数学课程核心内容及其教学的研究（GOA107010）
作者简介：李昌官（1964—），男，浙江临海人，浙江省特级教师，教育硕士，硕士生导师，主要从事中学数学教育研究.

部的技能与方法，判断一个数是不是实数、虚数、纯虚数的技能与方法，理解新数系中的加法运算、乘法运算与扩充前数系中的加法运算、乘法运算协调一致，新数系中加法和乘法都满足交换律，乘法对加法满足分配律，他把教学的着力点放在揭示数系扩充的主要原因和基本方法上，让学生以研究复数概念（包括自主建构虚数单位、复数集、复数实部与虚部、虚数、纯虚数等相关概念，对复数进行分类）为载体学会研究数学对象的基本方法，那么他关注的是程序性知识.

如果教师丁认为学生应该在达到教师丙要求的基础上，搞清楚为什么要扩充数系、如何扩充数系等问题，能把由实数系扩充到复数系的基本策略与基本方法（如通过回顾数的发展史寻求启发和突破；通过类比实数概念建立方法、实数分类方法等建立复数概念并对复数进行分类）上升到思维策略或认知策略的高度，能感受到引入虚数的难点在于根深蒂固的思维定势和习惯心理，能感悟数系扩充过程中所蕴含的真善美、曲折与艰难，他把教学的着力点放在以上目标的实现上，那么他关注的是概念性知识、程序性知识基础上的元认知知识.

1.2 可以提升学生学习的层次与品质

尽管实施新课程后，教师们对过程与方法目标较原先给予了更多的关注，但还远没有落实到位. 省略知识的形成过程和思维的突破过程，用“短平快”的方式把“无根浮萍式的、成年的”知识硬塞给学生的现象还十分普遍而严重. 由于许多教学满足于学生“知其然”，而对“知其所以然、所以不然”“知识来自何处又去向何方”“知识间的联系与结构”等缺少应有的关注，学生学到的更多的是认知层次和思维含量都比较低的结论性知识. 而这些不仅造成了学生对概念和公式理解的“先天不足”，也造成了知识与技能无法向能力与智慧发展. 尽管许多教师都认可“教是为了不教”“要授人以渔而不是授人以鱼”，但他们却没有掌握“教是为了不教”和“授人以渔”的策略与方法. 从小学到高中甚至大学，学生的自主学习能力、探究和创造的能力并没有随着知识和年龄的增长而相应增长就充分证明了这一点.

布卢姆认知目标新分类把认知过程维度分为记忆、理解、运用、分析、评价、创造等6个类目，19个亚认知过程类目，并为目标、教学、评估提供了操作性更强、精确性更高的二维框架（见表1）. 其中记忆是指从长时记忆系统中提取有用信息，包括再认、回忆等两个亚类目；理解是指从口头、书面和图画传播的教学信息中建构意义，包括解释、举例、分类、概要、推论、比较、说明等7个亚类目；运用是指在特定的情境中执行或使用某程序，包括执行、实施等两个亚类目；分析是指把材料分解为它的组成部分并确定各部分之间如何相互联系以形成总体结构或达到目的，包括区分、组织、归属等3个亚类目；评价是依据标准或规格做出判断，包括核查、评判等两个亚类目；创造是指将要素加以组合以形成一致的或功能性的整体，将要素重新组织成为新的模式或结构，包括创新、计划、建构等3个亚类目[1].

认知维度分类和二维框架的启示：（1）制定教学目标、设计教学过程也应该从知识与认知过程二维度进行考虑；（2）事实性知识学习不一定就停留在记忆或理解的水平上，可以提升到评价与创造的水平上，而元认知知识学习也可以是记忆或理解水平上的；（3）数学教学要努力提高学习的认知维度和认知过程维度，尽可能让学生体会知识成长过程所蕴含的思维与方法，理解知识发展的内在必然性，进而学到有根的、活的、有血有肉的、充满智慧与创造、富有营养的知识；（4）数学教学要加强元知识知识教学，有意识地培养学生的学习能力、探究能力、自主建构知识能力和创造能力，并使这些能力更好地促进学生后继的数学学习.

表1 布卢姆认知目标新分类的二维框架

	记忆	理解	运用	分析	评价	创造
事实性知识						
概念性知识						
程序性知识						
元认知知识						

以“数系的扩充和复数的概念”教学设计为例，其教学目标可设置如下：（1）记忆层次：知道 $i^2=-1$ 和复数及其相关辅助性概念.（2）理解层次：理解引入虚数单位 i 的必要性与合理性，理解复数及其相关辅助性概念、复数的分类.（3）运用层次：能利用复数及其相关辅助性概念、复数分类知识确定复数的实部与虚部，确定一个数是否属于虚数集、纯虚数集等；能利用复数相等知识解决简单的问题.（4）分析层次：理解数系扩充的主要原因与基本方法，认识到建立复数相关辅助性概念、对复数进行分类是有效研究复数的需要.（5）评价层次：理解引入虚数单位 i、建立复数相关辅助性概念、进行复数分类的必要性、合理性与内在的逻辑性；能感受数系扩充过程中所蕴含的真善美，感悟有与无、可能与不可能之间的辩证关系.（6）创造层次：能从学过的数系扩充的过程中发现、归纳出数系扩充的策略与方法，能自主探索建构复数相关辅助性概念、复数的代数形式，进行复数分类.

2 布卢姆认知目标新分类的应用原则

2.1 把握实质

布卢姆认知目标新分类的精髓在于引领教学充分挖掘和利用知识的教育价值，提高学生学习的认知水平. 教学内容的多样性和学生的差异性决定了教学情境的复杂性、多样性，因此在运用该理论时，要把握精髓，切不可生搬硬套、削足适履. 具体地说，（1）并不是每个知识点都要达到创造水平，因为这既没有必要，也没有可能. 或者说，每个知识点达到哪个层次目标要根据学生的可接受能力、探究能力和教学效益最大化原则而定.（2）课标是保底要求，而不是最高要求，教学要尊重课标但不拘泥于课标，不要人为地限制学生的发展.（3）要有意识、有计划地不断提高学生的认知水平和自主建构知识的能力，真正做到“教是为了不教”.（4）要积极探索布卢姆认知目标新分类适用的条件与范围，做到该用则用，不该用不则用.

2.2 强化隐性目标和课程目标

教学目标有显性目标与隐性目标、眼前目标与长远目标

之分，也有课时目标、单元目标、课程目标之分．事实上，几乎所有重要的数学思想与方法（如化归思想、函数思想、方程思想、极限思想、坐标法、数学归纳法等）都不是一节课甚至几个星期内所能掌握的．从知识分类角度看，许多程序性知识、元认知知识也是这样．这些思想方法或知识都需要教师创设相应的载体、平台与机会，让学生通过不断接触、不断感知、不断领悟来学习．

从认知心理学角度看，“记忆水平”之前还有一个“感知水平”，它是记忆、理解、运用的基础，是抽象概念和理性思维的基础．教学需要根据学生的认知规律，基于感性、发展理性．对于单元目标、课程目标的落实，既要有“好雨知时节，当春乃发生”的敏感，有“随风潜入夜，润物细无声”的自然，也要有“面向未来，未雨绸缪，厚积薄发”的意识和行动．

就“数系的扩充与复数的概念”教学而言，数系扩充的原则、策略与方法，研究复数的策略与方法，以及相关的元认知知识等，是学生一时难以完全理解和掌握的，需要教师做“随风潜入夜，润物细无声”式的渗透．

3　案例——“数系的扩充与复数概念”教学设计

本教学设计适合于生源比较好的重点中学或示范中学；具体实施时多大程度上通过教师引导解决，多大程度上通过学生自主探究解决要根据学生的能力和水平有所调整．

3.1　教学目标

知识维度	具体内容	感知	记忆	理解	运用	分析	评价	创造
事实性知识	虚数单位、复数概念		√	√	√			
	复数的实部、虚部与表示法，复数相等		√	√	√			√
概念性知识	复数分类		√	√	√	√	√	√
程序性知识	数系扩充及建构复数概念的方法	√		√				
	运用复数知识解决相关问题			√	√			
元认知知识	知识建构中所蕴含的元认知知识	√		√				

3.2　教学过程

3.2.1　创设情境　提出问题

问题 1：面对老师和 16 世纪数学家的困惑，你是否同样感到困惑？你觉得应该用怎样的思路与方法消除这个困惑？

（1）老师读初中时的困惑．

老师当年读初中时曾遇到这样一个题：已知 $x^2-x+1=0$，求 $x^2+\frac{1}{x^2}$ 的值．

老师的老师解：由 $x^2-x+1=0$ 有 $x+\frac{1}{x}=1$，再两边平方得 $x^2+\frac{1}{x^2}=-1$．

老师当时的困惑：方程 $x^2-x+1=0$ 无解，为什么 $x^2+\frac{1}{x^2}$ 的值不但存在，而且还为负数？难道存在二次幂为负数的数？当年老师的老师也无法回答这个问题．

（2）16 世纪数学家的困惑．

16 世纪前半叶，意大利数学家泰塔格利亚给出了方程 $x^3+px+q=0$ 的公式解 $x=\sqrt[3]{\sqrt{(\frac{p}{3})^3+(\frac{q}{2})^2}-\frac{q}{2}}-\sqrt[3]{\sqrt{(\frac{p}{3})^3+(\frac{q}{2})^2}+\frac{q}{2}}$．

人们发现方程 $x^3=15x+4$ 的解为 4，$-2+\sqrt{3}$，$-2-\sqrt{3}$，但按上面公式求解却出现了 $\sqrt[3]{2+\sqrt{-121}}-\sqrt[3]{2-\sqrt{-121}}$．其它许多一元三次方程如 $x^3-7x-6=0$（解为 $-1,-2,3$）等也有类似情况．人们感到困惑：实数是实实在在的数，为什么可以表示成不存在的数的和？难道负数真的能开平方？

设计意图：制造强烈的、合乎自然的认知冲突，提出高认知水平的问题，引发学生思考，激发学生探究的欲望，同时为学生更好地接受和理解虚数埋下伏笔．

3.2.2　回顾历史　寻求启发

问题 2：“历史是一面镜子”．面对一时难以解决的困惑，可通过“回顾历史”来“展望未来”，因此不妨从数发展的历史轨迹中寻找启发．请大家重温数的发展史，并从数学内部（特别是解方程）、生产生活两个方面举例说明每次数系扩充的背景、原因，以及解决了哪些原来无法解决的问题？

表 2　数系扩充后带来的新变化

	从数学内部看	无解变有解方程举例	从生产生活需求看
引入正整数			
引入分数			
引入负数			
引入无理数			

设计意图：(1) 让学生通过具体事例感知如何从事物的发展轨迹中寻找启发，探讨事物的发展规律；(2) 通过讨论、交流以及填写表 2，让学生认识到数系扩充的原因与动力来自数学内部与数学外部两个方面；(3) 数系的每一次扩充都带来了数学的巨大进步，并解决了众多原来不能解决的问题．

问题 3：运算法则和运算律是数的本质之所在．每次数系的扩充后，它的运算法则是否前后协调一致？运算律是否仍然成立？

设计说明：(1) 如有可能，此问题由学生提出；(2) 引导学生感悟研究数系的思路与方法，同时增进对数的本质的认识．

问题 4：你能由前面历次的数系扩充中，发现、归纳出数系扩充的一般规律与方法吗？

设计说明：鉴于学生的实际，此问题可通过讨论、交流和教师点拨，让学生认识到，每次数系扩充都有如下 5 个特点：(1) 新数系内能进行某些原数系内无法进行的运算；(2) 新数系的元素，是以原数系的元素为基础，以某种方式

构造而成的；(3) 原数系是新数系的一部分；(4) 运算法则协调一致，即新数系中规定的加法、乘法运算，与原数系中规定的加法、乘法运算协调一致；(5) 运算律仍然成立，即加法和乘法都满足交换律、结合律和乘法对加法的分配律.

问题 5：从思维方法和认知心理看，每次数系扩充对我们有怎样的启示？

设计说明：数的发展的真正阻力来自人们的习惯心理，难点在于突破根深蒂固的心理障碍与认知障碍. 这些难点是思维的“磨刀石”，具有很高的教学价值，教学不应跳过或绕过而应充分运用. 要通过讨论、交流和教师点拨，使学生明确：(1) 世界上本没有数，数是人类伟大的创造；(2) 人们遇到需要时，不断创造新的数，并且每次创造的新数，都解决了数学内部和实际生活中原先无法解决的问题；(3) 有与无、能解决与不能解决都是相对的，创造新的数的难点在于突破原有的思维方式与认知心理.

问题 2–5 设计总说明：数学家笛卡尔曾说：“我们解决的每一个问题都将成为一个范例，用于解决其他问题”. 数学教育家波利亚也指出：“假如你想从解题中得到最大收获，你就应该找出所做题目的最大特征，这些最大特征在你以后求解题目时，能起到指引的作用”. 教学时要避免为历史而历史，要通过对数系扩充的思路与方法的分析与梳理，将凝结在数学发展中的数学家思维打开，使之成为引领学生探究的灯塔与路标；要舍得在问题 2-5 的解决上花时间让学生充分讨论，避免由教师一带而过；要注意让学生感知、感悟、理解蕴含在背后的元认知知识.

在此基础上，教师介绍亚历山大解结的故事.

西方古代寓言中，有个著名的“高尔丁结”故事：只要谁能解开奇异的“高尔丁结”，谁就会成为亚洲王. 所有试图解开这个复杂怪结的人都失败了，最后轮到亚历山大了. 他想尽办法要找到这个结的线头，结果还是一筹莫展，最后他想：“我要创建自己的解法规则”. 他拔出宝剑，将那个结劈为两半. 于是亚历山大成了亚洲王.

设计意图：为思维而教，为创新而教，强化并鼓励学生敢于、善于突破原有心理障碍，敢于、善于自主构建知识，敢于、善于建立“游戏规则”.

3.2.3 类比创造 构建新知

问题 6：分析问题 1 中面临的困惑，会发现其实质是能否找到一种新的数，使方程 $x^2+1=0$ 有解？你能借鉴前面数系扩充的思路与方法解决这个问题吗？

设计意图：让学生认识到：(1) 方程 $x^2+1=0$ 是否有解代表着一类意义重大的问题；(2) 方程 $x^2+1=0$ 是否有解的关键在于能否引入新的数. 至于新的数用怎样的符号表示，不是问题的关键.

在学生讨论的基础上，教师介绍复数发展的历史. 早在 16 世纪前半叶，意大利数学家在研究一元三次方程解时就遇到了负数开方问题. 他们一方面猜想负数可以开方、负数的平方根是存在的；另一方面又对自己的做法深感疑虑，觉得形如 $\sqrt{-1},\sqrt{-2}$ 等表达式是虚无缥缈和不可琢磨的，因而不得不声称它们是“虚构的”“想象的”. 如数学大师欧拉（L. Euler，瑞士，1707—1783）在使用虚数时，做了如下描述：“一切形如 $\sqrt{-1},\sqrt{-2}$ 的数学式，都是不可能有的，都是想象的数，因为它们所表示的是负数的平方根. 对于这类数，我们只能断言，它们既不是‘什么都不是’，也不比‘什么都不是’多些什么，更不比‘什么都不是’少些什么，它们纯属虚构.”因此在欧洲，人们把平方根内带有负号的数称为虚数（imaginary number）[2]. 欧拉最早用英文名称的首字母 i 表示虚数单位.

问题 7：如果引入虚数 i，使数系得到扩充，那么它如何与实数进行运算？新的数的一般形式又如何？

设计说明：(1) 引导学生类比有理数与无理数之间的运算，如 $1+\sqrt{2}$，$3\sqrt{2}$ 等，并依据数系扩充的特点，把实数 a 与 i 相加,结果记作 $a+\mathrm{i}$；把实数 b 与 i 相乘，结果记作 $b\mathrm{i}$；把实数 a 和实数 b 与 i 的积相加，结果记作 $a+b\mathrm{i}$. 又加法和乘法的运算律仍然应该成立，故这些运算的结果都可写成形如 $a+b\mathrm{i}$（a，$b\in\mathbf{R}$）的数.

教师再介绍复数发展史. 人们在“虚幻”中又度过了 200 年!直到 18 世纪，挪威的测绘员威赛尔和巴黎的会计师阿尔干借助于法国数学家的平面直角坐标系，给复数做出了令人信服的几何解释，从此长期笼罩着虚数的神秘面纱终于被揭开[2]！

问题 8：引入新数 i 和 $a+b\mathrm{i}$(a，$b\in\mathbf{R}$)后，有哪些相关的概念需要建立？

设计意图：(1) 建立复数和复数集概念，并把围绕核心概念——复数建立虚数单位、复数的代数表示、复数的实部与虚部、复数相等的条件等辅助概念，使它们成为完整的复数概念的有机组成部分；(2) 帮助学生掌握研究数学对象的基本套路与方法，同时让学生感受到数学知识发展的内在必然性.

问题 9：建立实数概念后，为了研究方便，我们曾对实数进行分类. 类似地，你能对复数进行分类，并用韦恩图表示相应不同数集之间的关系吗？

设计意图：(1) 突出类比方法，为学生学会类比与迁移而教；(2) 让学生学会根据一定的标准与不重不漏的原则尝试对复数进行分类；(3) 引导学生用韦恩图表示复数集、实数集、虚数集、纯虚数集之间的关系；(4) 为迁移而教、为探究而教、为创造而教.

问题 6 至问题 9 设计总说明：用元认知知识统率事实性知识、概念性知识、程序性知识教学，促进事实性知识向概念性知识发展，同时积极寻找事实性知识、概念性知识背后所蕴含的程序性知识、元认知知识，避免把零碎的、死的知识硬塞给学生.

3.2.4 运用巩固 促进迁移

问题 10（例 1）：实数 m 取什么数时，复数 $z=m+1+(m-1)\mathrm{i}$ 是（1）实数；（2）虚数；（3）纯虚数.

设计意图：让学生及时巩固复数分类的知识，同时加强对虚数、纯虚数等的理解.

问题 11（例 2）：解方程：（1）$x^2+9=0$；（2）$x^2+x+1=0$；（3）$x^3-1=0$.

设计意图：让学生初步感受数系扩充到复数后带来的新变化，增进对复数的意义与价值的认识，进一步激发学习兴趣.

3.2.5　回顾小结　拓展延伸

问题 12：请谈谈本节课你学到了哪些知识？这些知识是通过怎样的方法得到的？知识发现或创造的过程对你有什么启示？

设计意图：在知识维度和认知过程维度的二维框架下，引导学生把事实性知识上升为概念性知识，把程序性知识上升为元认知知识，不断提升学习层次与认知水平．

问题 13：我们知道，数与形之间具有高度的内在的和谐性与统一性．如实数与数轴上的点一一对应，因此实数可用数轴上的点来表示．类似地，你能发现复数的几何意义吗？从“形”的角度看，你认为复数还有哪些相关概念需要建立？

设计意图：以元认知知识为指导，引导学生在解决问题的基础上不断提出新的问题，为学生问题意识和探究能力的发展、思维水平的提高搭建平台．

教师在学生回顾、小结的基础上，作画龙点睛式的小结；同时指出复数的意义与价值．如弥补了方程 $x^2+1=0$ 在实数集内无解的缺陷；使“复系数的一元 n 次方程在复数系恰有 n 个根”；在三角、几何、电学、流体力学等领域都有广泛的应用．

3.3　教学评价

练习 1：求适合下列方程的实数 x 与 y 的值．

（1）$(3x+2y)+(5x-y)\mathrm{i}=17-2\mathrm{i}$；

（2）$(x+y-3)+(x-4)\mathrm{i}=0$．

练习 2：符合下列条件的复数一定存在吗？若存在，请举出例子；若不存在，请说明理由．

（1）实部为 $-\sqrt{2}$ 的虚数；

（2）虚部为 $-\sqrt{2}$ 的虚数；

（3）虚部为 $-\sqrt{2}$ 的纯虚数[3]．

练习 3：$5\mathrm{i}$ 是不是正数？$-3\mathrm{i}$ 是不是负数？为什么？

练习 4：实数可用数轴上的点来表示．请用类比的方法探索复数的几何意义．

设计说明：作业与评估不等于简单的巩固型练习，要保持目标、教学、评估内在的一致性，同时兼顾不同学生的不同需求．如第 3、4 题可供学有余力的学生使用．

4　结 束 语

启智育人是数学教育的根本使命．数学教学尤其是数学核心知识教学需要以布卢姆认知目标新分类为指导，让学生理解与把握数学知识发展的基本轨迹、基本规律与基本方法，掌握研究一个数学对象的基本思路与基本方法，培养学生有条理地、理性地、批判地思考问题的能力，同时让学生的个性、品质、情感在学习过程中得到提升与发展，进而使数学教学由以育分为目标的知识教学、解题教学走向以育人为目标的思维教学、智慧教学、全人教学．

[参 考 文 献]

[1]　L · W · 安德森，D · R · 克拉斯沃尔，R · W · 艾雷辛，等．学习、教学和评估的分类学[M]．皮连生译．上海：华东师范大学出版社，2008.

[2]　林永伟，叶立军．数学史与数学教育[M]．杭州：浙江大学出版社，2004.

[3]　普通高中课程标准实验教科书 · 数学（A 版）（选修 2–2）[M]．北京：人民教育出版社，2005.

Mathematics Instruction Design Guided by New Bloom’s Taxonomy of Cognitive Objectives

LI Chang-guan

(Teaching and Research Section of Taizhou Education Bureau, Zhejiang Taizhou 318000, China)

Abstract: New Bloom’s taxonomy of cognitive objectives plays an instructive role in improving the quality and efficiency of mathematics instruction. It guides teachers in determining instructional goals and designing instructional processes by categorizing both knowledge and the acquisition of knowledge, and thus endows students with knowledge of better structure, higher level and greater value.

Key words: new Bloom’s taxonomy of cognitive objectives; met cognitive knowledge; cognitive process; instructional design

[责任编校：陈隽]