

# 小学中段科学建构宇宙观的教学策略研究

——以教科版三下《月相变化的规律》为例

李溯源

**【摘要】** 建构模型是重要的科学思维方法，旨在基于经验事实，对事物结构、关系、过程等进行抽象表达，帮助学生从科学的视角对客观事物进行认识。以小学科学《月相变化的规律》为例，教师运用模型建构的思维方法，遵循“原型观察→任务聚焦→模型探究→模型解释→达成共识”认知脉络，引入“太阳”“地球”“方位”等现实要素，创设地球视角，搭建建模支架，层层递进，引导学生建构“月相变化规律”的科学概念，实现科学核心素养发展。

**【关键词】** 宇宙观；建构模型；小学科学

小学阶段学生的空间想象能力和思维能力比较弱、地球与宇宙观察存在观察壁垒、教师自身知识储备有限，如何开展该领域的教学一直让科学教师感到困惑。笔者认为可以采用建构模型的思维方法，借助示意图或物理模型来描述宇宙系统，解释宇宙系统中的各个组成部分之间的互动关系。

## 一、建构模型的概念界定

建构模型是重要的科学思维方法，2022 版科学课程标准指出，“模型建构体现在：以经验事实为基础，对客观事物进行抽象和概括，进而建构模型；运用模型分析、解释现象和数据，描述系统的结构、关系及变化过程”<sup>[1]</sup>。建构模型旨在基于经验事实，对事物结构、关系、过程等进行抽象表达，帮助学生从科学的视角对客观事物进行认识。按照学习进阶理论，课标将“模型建构”思维的学习目标要求分解为四个学段的“具体要求”（见表 1），体现学生对建构模型的理解运用逐渐发展、深入，思维动态生长。

表 1 2022 年科学课程标准中“模型建模”思维的学习目标<sup>[1]</sup>

学段	“模型建构”思维的学习表现要求
1-2 年级	能在教师指导下，描述具体现象与事物的构成要素，比较并描述具体现象与事物的外在特征。
3-4 年级	能在教师引导下，描述具体现象与事物的结构，分析并表达要素之间的关系，找到它们之间的重要的、共同的特征，使用模型解释简单的科学现象。
5-6 年级	通过分析、比较、抽象、概括等方法，抓住简单事物的本质特征，展示对事物的系统、结构、关系、过程及循环的理解，能使用或建构模型，解释有关的科学现象和过程。
7-9 年级	能分析、解释简单模型所涉及的各个要素及其结构，利用分析、比较、抽象和概括等思维方法建构模型，能运用简单模型解释常见现象。

地球与宇宙领域由于客观存在的观察障碍，需要利用图示模型或实物模型来表达对系统结构及其关系的理解，把天体运动具象化，建立空间观念，激发对地球和宇宙的探究兴趣。由于建构的模型为理想模型，不完全对应于现实世界，将复杂的事物理想化为纯粹的事物来研究，会因关注某些特征而模糊其他特征，由此可以揭示事物的特殊性质<sup>[2]</sup>，例如建构日地月模型时忽视太阳自转与公转。模型以证据为基础，促进问题的形成与解释。学生可通过对原型与模型的反复比较，评价、改进、调整模型，洞察被模仿的现象。

## 二、教学内容与思路

### （一）教学内容

以《月相变化的规律》为例，本课涉及学科核心概念“宇宙中的地球”与跨学科概念“系统与模型”“稳定与变化”，围绕核心问题“月相的变化有什么规律”展开对月相变化规律的探索，体悟和感受“地球、月球和太阳的相对运动”。学生知道月亮形状是变化的，但是对于“月相在农历一个月中怎么变化”缺乏现实观察，没法把月亮的变化与一天天的日期对应起来。现行教材中“知道新月、上弦月、满月、下弦月四种月相，说明月相的变化情况”的内容上移至 5-6 年级（见表 2），反映这部分的内容对三年级的学生难度也较大，需要教师搭建支架，帮助学生建构模型。

表 2 2022 年科学课程标准中有关月球的学习内容与要求[1]

学段	学习内容	内容要求
1-2 年级	9.4 月球是地球的卫星	知道每天观察到的月亮形状是变化的。
3-4 年级		知道月球是地球的天然卫星；通过望远镜观察或利用图片资料，了解月球表面的概况。
5-6 年级		知道新月、上弦月、满月、下弦月四种月相，说明月相的变化情况。
7-9 年级		学会运用三球仪模拟地球、月球和太阳的相对运动，知道日食和月食产生的原因，了解日食和月食是可以预报的。

## （二）教学思路

本节课围绕“月相变化的规律”这一教学主题，遵循“原型观察→任务聚焦→模型探究→模型解释→达成共识”认知脉络，创设地球视角，搭建建模支架，层层递进，引导学生建构科学概念（见图 1）。本课将“月相”放回到“天空”，渗透建构“宇宙”模型的思想，从最初的具体形象（例如太阳、月球）到更为抽象的相互关系，发展科学思维能力。

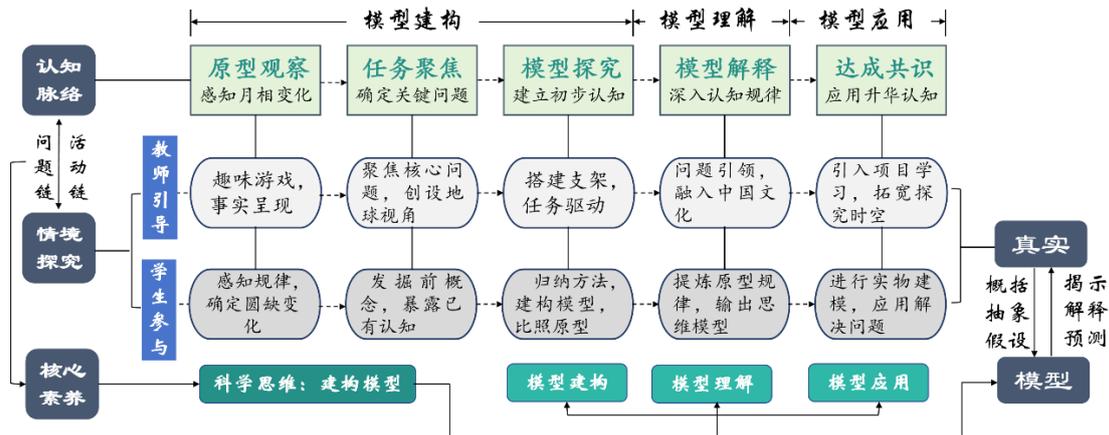


图 1 《月相变化的规律》宇宙观模型建构

## 三、小学科学建构宇宙观的策略实施

### （一）原型观察

学生对月相也有一定的认识（二年级已学），但是他们还不能整体地认识到月相在农历一个月中是如何变化的。充分的原型认识，可以用图文或实体来建模。

#### 1. 趣味游戏：用手指变化感知规律

趣味游戏是小学低中段孩子喜闻乐见的学习活动，能激发学生学习动机。本环节为课前准备和思维热身，迁移数学中的“找规律”的方法。通过类比与分析的方法，帮助学生建构关于规律的理性认识，为探寻月相变化的规律作铺垫。

师：上课之前，我们先来玩一个“找规律”的小游戏，游戏规则是“看前三个动作，猜后三个动作”。（见图 2a）

生：前三个动作重复，或者从第四幅图开始继续多出一根手指，或者从第四幅图开始收回一根手指。

师：下一列的规律与前一列的规律相似，同学们能根据前两个动作来推测后四个动作吗？（见图 2b）这一列的规律是什么？

生：从右往左依次少一根手指。

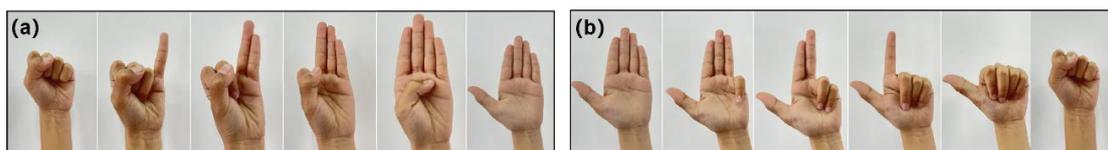


图 2 找规律小游戏 (a) 第一次、(b) 第二次

## 2. 事实呈现：用典型月相确定圆缺变化

从孩童时代，学生们就能够观察到月相的变化，这也是他们最感兴趣的天文现象。在二年级，学生已经能够通过持续的观察与记录，知道月亮的形状。课堂伊始，以事实呈现回忆学过的典型月相，暴露学生前概念，用典型月相确定圆缺变化。

**出示不同月相：**同学们，你们看这是什么？（月亮）这个呢？（月亮）还有这个呢？（月亮）。

**介绍典型月相：**二年级我们就学过月亮明亮部分的形状称为月相。这几种月相大家认识吗？（满月、半月）有一定道理，因为它像弓箭拉开的弦，所以科学上称它为弦月……

### （二）任务聚焦

#### 1. 聚焦关键问题

聚焦核心问题，引发认知冲突。本课核心问题恰好是课题——月相变化的规律。直击课题，聚焦本课的研究对象月球的月相，引导学生关注月相在农历一个月内的变化规律，猜想月相变化的过程，引发思维冲突。

#### 2. 创设地球视角

在地球上观察太阳、月相变化，即为地球视角。在课堂中创设地球视角这一学习情境，板贴“天空”，引导孩子将黑板看作“天空”，增加仰望天空的现实感，帮助学生初步建构宇宙观，激发探究宇宙的学习兴趣（见图 3），为后续“天空”场景做好铺垫。

**出示天空：**月相变化究竟有着怎么样的变化呢？××同学在寒假中研究了这个问题，他每天晚上七点面朝南方看月亮。他的背后是？（“北”）他的左边就是？（“东”，贴上板书），右边就是？（“西”，贴上板书）。



图3 地球视角下“天空”场景

### (三) 模型探究

建构模型是指使用示意图或物理模型来描述某个系统中的内部构造。由于月球为球体结构，但是研究月相变化的规律并不一定要构建立体模型，根据实际需求抽象和概括月球原型，让月相渐变过程充分显现出来。基于创设的地球视角，本环节提供“月相骨牌排队”活动，其本质是让学生经历三维立体抽象为二维平面的实物建模过程，简化原本三维空间的物体——月球被太阳照亮部分的变化过程（形状、大小、位置、方向等等），帮助学生降低学习难度，更好地聚焦“月相变化的规律”。在此基础上，比照月相变化原型，采用3D投影重现三维立体的月相变化动态过程，帮助学生进行模型重组，比对实物模型与真实事物（即月相）之间的结构属性，修正月相变化模型，更好地把握月相变化的规律。

#### 1. 搭建支架：识别月相变化

为了建构地球视角下的月相变化模型与科学的宇宙观，离不开“内插”“外延”两种统计学思维。比较正月初三、正月初八两个月相，发现月相亮面大小、所处天空位置均不同，亮面的朝向相同。再出示未知时间的月相，猜测可能出现的时间与位置。

**出示月相：**××同学在正月初三与正月初八看到这样两个月相（见图4）。

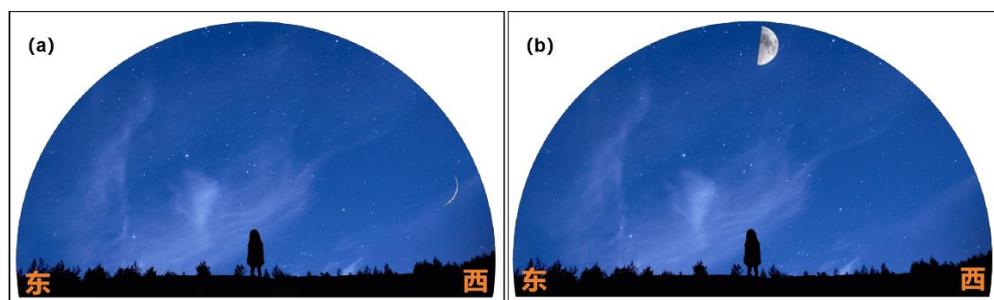


图4 面朝南方晚上七点看月相 (a) 正月初三 (b) 正月初八

**提问：**从正月初三到正月初八，月相发生了怎样的变化？（不同：明亮的面积、天空的位置不同……）

**追问：**有相同的地方吗？（都是月亮，亮的部分都在月亮的右边/月亮的西边。）

**提问：**老师这里还有两个月相（出示月相），这两个月相可能出现在什么位置？大概是什么时候？理由？

**上台摆+交流：**一个是初五或初六，它比初三的大一点，比初八的小一点；另一张是初一或初二，比初三小一点。

### 2. 初建模型：★上半月月相排队

在掌握“内插”“外延”等思想方法的基础上，提供学生结构化材料进行初步建模。“天空”面板教具与板贴对应，动手操作二维的“月相”骨牌在“天空”中的位置，建构地球视角下的月相变化模型与宇宙观。并且该教具贯穿课堂始终，引导学生思维螺旋发展。考虑到三年级孩子的思维水平，本环节先建模上半月月相变化，便于教师适时关注学生的思维状况。

**任务：**将上半月月相骨牌有序放入“天空”面板中，讨论你们的发现（见图5）。



图5 (a)“天空”面板仰视图 (b)摆放“天空”面板，方向统一  
(c)排列上半月月相

**摆放。**

**提问：**黑板上的摆法你们同意吗？（适当调整，达到一致）。

**交流：**明亮部分从小到大，科学中我们称为由缺到圆。明亮部分是怎么变大的？（从右往左，亮的地方在月亮的右边）是的，明亮的部分都在月亮的右边，或者说朝西。

### 3. 进阶模型：★下半月月相排队

在初建模型的基础上进行进阶，培养学生推理、归纳、迁移的能力。为了方便上下半月建模情况呈现在一起比较，排除更换教具造成干扰与思维中断的可能，

设计撕下天空面板下部“大地”露出空白区域进行摆放。根据上半月月相信息推测下半月月相，并说明理由，判定学生的思维发展。

**任务升级：**下半月月相天文学家建议我们早上7点来观察。

①撕：按住“天空”面板，上半月月相不动，将“大地”贴纸撕下。

②换：将“大地”贴纸换下半月月相。

③排：把下半月月相依次放入空白处，讨论你们的发现。（见图6）



图6 步骤 (a) 按住“天空”面板 (b) 撕下“大地”贴纸  
(c) 排列下半月月相

**分享：**你们的排序规律。（预设四种情况：十六—三十：缺→圆（亮面朝东）、缺→圆（亮面朝西）、圆→缺（亮面朝东）、圆→缺（亮面朝西），见图7）

**提问：**有四种摆法，你有什么想说的？

生1：我觉得应该从圆到缺，十五到十六月相从圆月直接变成“没有”太突兀了。

生2：俗话说“十五的月亮十六圆”，说明十六也是圆月（满月），我也认为应该时从圆到缺。

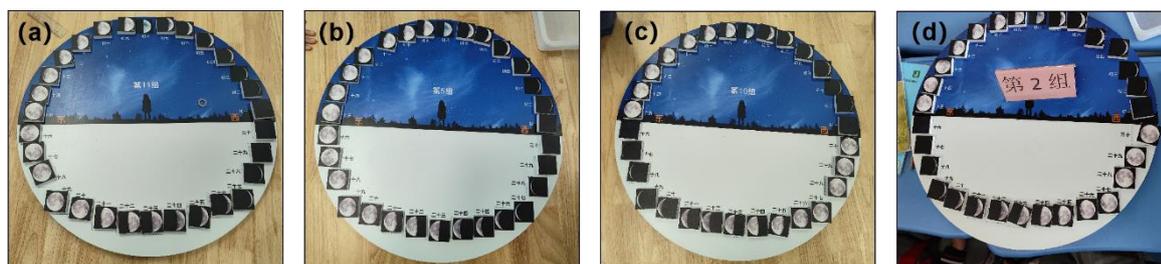


图7 (a) 圆→缺（亮面朝西） (b) 圆→缺（亮面朝东）  
(c) 缺→圆（亮面朝东） (d) 缺→圆（亮面朝西）

面对四种月相排列假说，学生再次运用“外延”与“内插”的统计方法，有理有据地进行判断与论证。

4. 比照原型：3D 投影凸现月相

建构模型为动态过程，需要比照原型进行修正改进。地球与宇宙领域教学难

点之一是观察原型（仰望天空）受到时空、天气等因素限制学生对上下半月的月相渐变的过程缺乏支撑，这是本课思维建模的难点，需要教师搭建学习支架进行突破。

可以通过信息技术辅助，采用 3D 投影技术将三维立体的月相变化过程进行立体呈现（见图 8）。让学生沉浸其中，帮助学生构建正确的三维宇宙空间思维模型，眼见为实，促进对月相变化规律的理解，培养学生比较判断、重组建模的能力。

**植入：**到底哪种情况是下半月月相变化的规律呢？我们将通过全息投影技术，再现农历 1 个月的月相变化的 3D 图像。

**播放：**3D 投影技术微课。

**活动：**学生独立完成 3D 投影设备的组装，利用 3D 成像技术观察月相变化的规律，找到下半月月相的变化规律，修正月相变化模型。



图 8 3D 投影凸现月相 (a) 放平板并将“倒金字塔”吸在屏幕圆点位置  
(b) 播放视频从“金字塔”的四面观察 (c) 动态呈现渐变效果

#### (四) 模型解释

建构模型的目的并不是获取模型本身<sup>[3]</sup>，而是搭建模型与原型的桥梁，利用模型来解释系统中的各个组成部分之间的互动关系，帮助学生进一步理解原型的本质与变化，这一认知过程即为“模型应用”。通过“模型探究”环节学生已经获得月相变化的修正模型，在“模型应用”环节需要评估模型与原型，突破难点。

##### 1. 提炼原型规律

建构模型后会产生大量信息，需要学生进行分析归纳，进而寻找规律。学生提炼规律时易遗漏、不全面，教师适时提供语言、文字支架引导，帮助学生突破认知难点。前期利用 3D 全息投影技术呈现月相变化的过程，学生已获得修正的月相变化模型，分析描述变化规律成为重点。

**提问：**现在你知道下半月月相变化的规律了吗？

生 1：由圆到缺/亮面从大变小。

生 2: 亮面都在月亮的左边/亮面朝东, 位置由东至西。

出示: 我们再来看看一帧一帧月相变化图。

总结: 上半月: 由缺到圆, 亮面朝西; 下半月: 由圆到缺, 亮面朝东(板贴)。

学生总结月相规律时容易只关注圆缺变化, 而前期对比初三与初八月相时留下的“方向”“位置”板书可作为提示, 引导学生发现上下半月月相变化时方向、位置同样发生变化, 培养学生比较、分析、归纳的能力。为此, 提供月相变化一帧一帧变化图, 进一步感知每天月相的差异, 加深月相变化规律的理解。

## 2. 输出思维模型

学生通过比较分析, 发现上下半月的月球明亮部分的方向存在差异, 其原因是什么呢? 这个问题立足于《太阳、地球和月球》单元视角, 站在太阳系与地月系, 月相为什么会如此变化? 这里并不需要学生论述月球围绕地球公转这一深层次原因。巧妙调用学生已经知晓“月球本身不发光, 之所以被我们看到是因为太阳光的照射”、“上下半月建议观看时间不同”的信息, 联系太阳的位置, 推断月相朝向差异的原因, 培养学生的宇宙观。

师: 同学们, 为什么上半月的月相都朝西吗? 事实上这和太阳有关。还记得××同学几点看月亮吗?

生: 晚上七点。

师: 这时候太阳在?

生: (摆出上半月的太阳, 见图 9a) 西边, 所以月亮的西边被照亮了!

师: 那为什么下半月月相亮面朝东?

生: 下半月月相是早上 7 点看的, 太阳在东边! 板贴 (见图 9b)

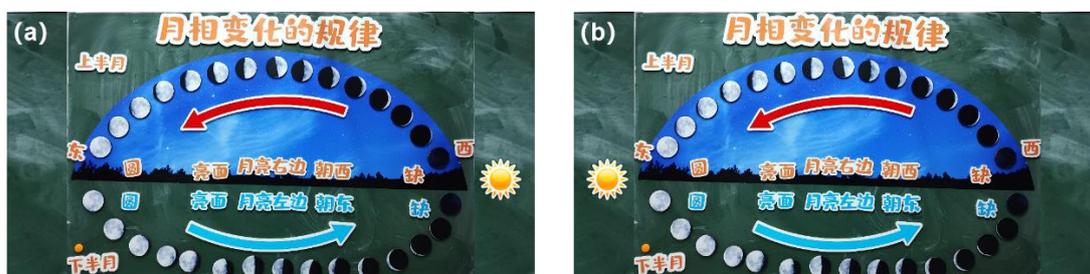


图 9 摆“太阳”方位解释月相方向变化 (a) 上半月晚上 7 点时  
(b) 下半月早上 7 点时

只有引入“太阳”“地球”“方位”等现实要素，建构的月相变化模型才具有现实意义。学生说出、摆出“太阳”方位是学生模型内化以后再进行输出的过程，即为思维建模。正因为太阳光的照射使得月球被人们看到才出现月相，只有理解太阳与月球的本质差异才能更好地建构月相变化模型，理解日地月的空间关系。摆“太阳”方位的过程外显了学生思维模型的建构过程，是一种有效的教学手段。

### 3. 融入中国文化

科学教育应做好加法，选取恰当时机，将中国传统文化有机融入科学教育，激发学生的民族认同感，增强课程的思想性。根据“月相变化具有周期性规律性”这一发现，教师可介绍中国古代天文学家编制了农历这一传统历法，渗透历法科学史教育，现今使用的农历已经过了多次修订、融合、演变，一个月中任何一天都含有月相的意义，如初一的月相叫新月，十五叫满月。

**思考：**农历一年中月亮会这样循环变化几次呢？

生1：2次，正月十五元宵节圆一次，八月十五中秋节圆一次。

生2：不对，应该是12次，正月、二月，到十二月每个月都会圆一次，所以是12次。

师：是的，正是月相变化是循环往复的周期性变化，中国古代天文学家编制了农历这一传统历法……

### （五）达成共识

用模拟实验所得的证据来推断某个系统的运作过程或结果，达成共识。

#### 1. 创新实物建模：制作生日月相徽章

由于“宇宙中的地球”这一学科核心概念抽象程度较高，对学生的探究水平要求也较高，因此采用“制作专属月相徽章”的方法进行实物建模，从月相变化周期天空面板中攫取某一农历的月相，“画一画”改为“捏一捏”，加强科学实践（见图10）。

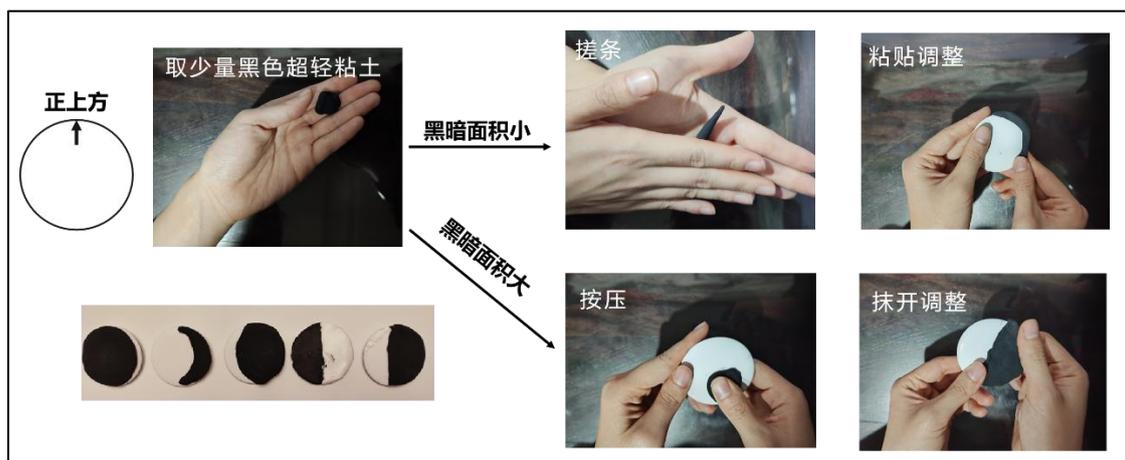


图 10 制作生日月相徽章

## 2. 应用思维建模：生日月相排排队

让学生佩戴专属生日月相徽章进行排队，实现建模的迁移应用，学生按照日期逆时针围成一圈，再次将月相变化模型具象化，提升他们对月相变化规律的再认知（见图 11）。该环节可引导学生进一步感知月相变化是一个循环往复的过程，例如排队时学生发现“正月初五”与“二月初五”的月相是一样的，排在一起。

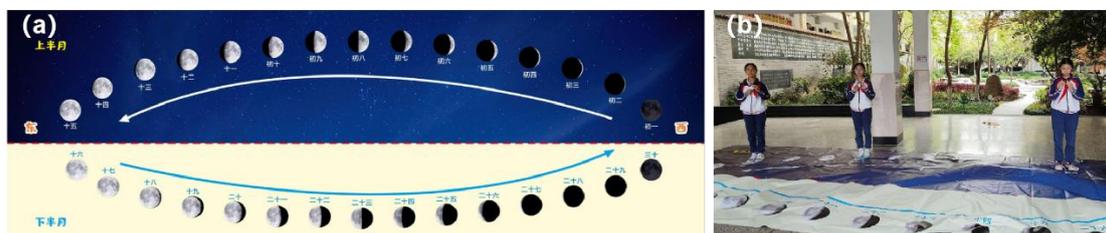


图 11 佩戴生日月相徽章按序排队

## 四、结语

综上所述，建构模型是一种思维方法，适用小学生建构宇宙观的启蒙教育。教师要依托真实宇宙场景，搭建模型与原型的桥梁，充分认知原型，利用图文或实体建模，解释系统中的各个组成部分之间的互动关系，渗透宇宙空间关系，促进学生的科学思维发展。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育小学科学课程标准(2022年版)[M]. 北京师范大学出版社, 2022. 4.
- [2] 王小燕. 科学思维与科学方法论[M]. 华南理工大学出版社, 2015. 8.

- [3] 喻伯军. 义务教育课程标准(2022年版)课例式解读[M]. 教育科学出版社, 2022. 6.

(作者单位: 杭州市临平区临平第一小学)