

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202308064

www.dxhx.pku.edu.cn

科学可视化应用于药物分析实验教学 ——以葡萄糖的鉴别为例

陈睿婷*, 郑艳洁, 林小燕, 王彦霖, 许玉娜, 赵博文, 陈伟*

福建医科大学药学院, 福州 350122

摘要: 以葡萄糖鉴别为例, 讲述了将科学可视化引入药物分析实验的教学设计和视频制作流程。以图片和视频的方式, 形象生动地展示了实验原理、操作过程和实验现象, 增加了课程的趣味性和吸引力。拍摄制作的一系列相关视频已应用于课堂教学并发布于视频网站, 取得了较好的教学效果, 并实现了更大范围的共享和交流。

关键词: 可视化教学; 教学改革; 药物鉴别; 科学摄影; 教学视频

中图分类号: G64; O6

Application of Scientific Visualization in Pharmaceutical Analysis Experiment Teaching: A Case Study on the Identification of Glucose

Ruiting Chen*, Yanjie Zheng, Xiaoyan Lin, Yanlin Wang, Yuna Xu, Bowen Zhao, Wei Chen*

Faculty of Pharmacy, Fujian Medical University, Fuzhou 350122, China.

Abstract: Taking the identification of glucose as an example, this article outlines the instructional design and video production process for integrating scientific visualization into the pharmaceutical analysis experiment. The principle, procedure, and phenomenon of the experiment are vividly demonstrated through the pictures and videos, enhancing the interest and attraction of the experiment course. A series of related videos have been applied to classroom teaching and uploaded to the video website, achieving favorable educational outcomes and facilitating broader sharing and communication.

Key Words: Visual teaching; Teaching reform; Drug identification; Scientific photography; Instructional video

“可视化”一词源于英文的“visualization”, 其作为专业术语, 始于1987年美国国家自然基金会召开的首届“科学计算之中的可视化”研讨会。可视化是将数据、信息和知识, 转变为形象化的视觉表达形式, 通过人对可视模式的敏锐识别, 实现快速解读的过程^[1]。科学可视化则是将科学知识和视觉艺术相结合, 通过图像、视频等方式, 进行具象化演绎的过程^[2]。信息时代的来临, 极大地推动了科学可视化的发展和传播。梁琰等人组成的“美丽科学”团队, 建立了美丽化学网站, 将化学之美通过数字技术和媒体传递给大众^[3]。中国科学技术大学成立的“火花学院”, 利用信息化技术, 形象生动地展示了中学课本上的知识点, 是科学可视化应用到教育行业的成功案例^[4]。由视频博主真·风舞九天打造的《疯狂化学》《色彩重铸》等系列科普短视频, 在各网络平台上广受好评^[5]。视频博主Initial_Pharmacy发布了一系列药剂静态崩解的视频, 为药学知识的普及和传播做出了良好的示范^[6]。科学可视化具有直观易懂的特性, 将其应用于教学, 可使教学过程变得更为轻松有趣^[7-10]。

收稿: 2023-08-17; 录用: 2023-09-11; 网络发表: 2023-10-11

*通讯作者, Emails: ruiting_chen@163.com (陈睿婷); chenandhu@163.com (陈伟)

基金资助: 福建医科大学教育教学改革研究项目(J21014, J21029)

药物分析实验课程是药学的专业必修课,近年来,许多高校教师致力于这门课程教学模式的改革,一些诸如线上线下混合式教学、翻转课堂、以问题为导向的教学方法(problem-based learning, PBL)、虚拟仿真等有别于传统课堂的教学方式,均取得了较好的教学效果^[11-13]。将可视化教学引入药物分析实验,一些较为抽象难以讲解的原理、操作和现象,都可以通过影像来直观地展示,使教学变得更加形象清晰且丰富多彩,让学生在感受到科学的美丽和神奇的同时,对课程产生兴趣,潜移默化中培养学生独立思考和创新思维的能力。

药物分析实验是一门专业性比较强的课程,目前在网络上,相关的高质量视频资源仍然比较缺乏,且很难找到和本校设立的实验项目较为契合的视频。因此,选择自己拍摄制作教学视频就成为了必然。在视频拍摄制作过程中,我们融入了科学可视化技术,使之更加赏心悦目,应用于课堂教学时,获得师生的广泛好评。相关的录课视频,陆续发布在bilibili网站^[14],依托互联网,建立起线上教学平台,实现了更大范围的资源共享和学术交流,为药物分析的实验教学和知识传播添砖加瓦。

1 可视化教学设计

药物分析实验作为药学的一门重要的专业必修课程,其教学目的,绝不只是将药典中的操作过程和现象数据重现。其更深层次的目标在于让学生掌握药物分析的原理和方法,了解学科的前沿及发展趋势,继而对药物分析领域有整体上的把握。这就要求在教学过程中,教师对学生进行积极引导。可视化教学方式的引入,可通过形象直观的图像和视频,让学生觉得轻松有趣的同时,增强其洞察力,进而引发更深层次的思考。

葡萄糖在生物学中具有重要的地位,它是活细胞的能量来源和新陈代谢的中间产物。葡萄糖口服后能迅速吸收并被组织利用,通常用于快速能量补充。很多高校的药物分析实验课程,会选择将葡萄糖的分析作为实验项目之一。

本文以葡萄糖的鉴别为例,来讲述可视化教学设计和视频制作流程,相关的教学视频已发布于bilibili网站^[15]。药物分析实验的教学设计可分为实验原理、实验过程和实验现象三部分,以下分别进行详细讲述。

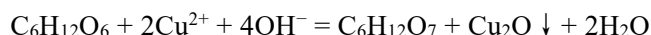
1.1 实验原理可视化

葡萄糖的鉴别实验方法,参考2020版《中华人民共和国药典》^[16]。葡萄糖的鉴别项(1)的描述如下:

取本品约0.2 g,加水5 mL溶解后,缓缓滴入微温的碱性酒石酸铜试液中,即生成红色的氧化亚铜沉淀。

葡萄糖的鉴别项(1),采用的是化学鉴别法,是典型的氧化还原反应。二价的 Cu^{2+} 为氧化剂,葡萄糖为还原剂,在碱性条件下,葡萄糖可将蓝色的酒石酸铜(+2价)还原为红色 Cu_2O 沉淀(+1价)。在这个反应中,酒石酸的主要作用是和 Cu^{2+} 配位,生成稳定的水溶的配合物,避免 Cu^{2+} 在强碱性条件下生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀。 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀的生成会使得氧化还原反应的速率变慢,且会影响反应过程中的颜色观测。

因葡萄糖鉴别反应过程中伴随着明显的颜色变化,故而能通过颜色观测来判断反应的进程。其反应方程式如下:



实验原理的讲解对于实验教学来说非常重要,我们对于学生的要求是要做到知其然,更要知其所以然,最好能举一反三。葡萄糖鉴别部分的原理讲解课件设计要素如图1所示,主要包含三部分,供试品、分子构型和预期现象。

供试品通过实物图片展示,让学生对分析对象有直观的印象,葡萄糖粉剂的图片及其包装规格如图1A所示。

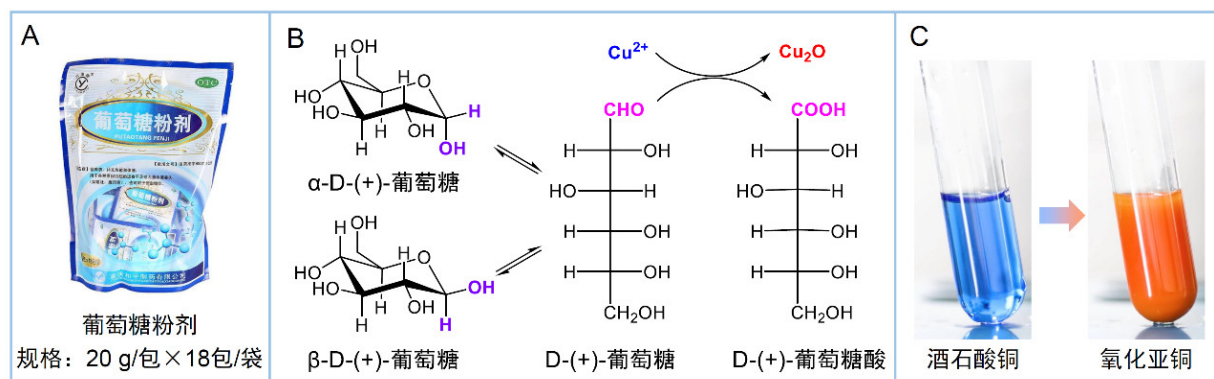


图1 葡萄糖鉴别原理的课件设计要素

电子版为彩图，下同

葡萄糖的分子构型如图1B所示，天然葡萄糖均属于D构型，有直链式结构D-(+)-葡萄糖，以及两种互为手性异构体的呋喃环结构 α -D-(+)-葡萄糖和 β -D-(+)-葡萄糖。葡萄糖固体的分子结构及其析出条件有关，在常温条件下，通常以 α -D-(+)-葡萄糖带一个结晶水的形式析出晶体，在50–115 °C之间析出无水 α -D-(+)-葡萄糖，115 °C以上则析出 β -D-(+)-葡萄糖。本实验采用的葡萄糖粉剂，为带有一个结晶水的 α -D-(+)-葡萄糖。

在葡萄糖水溶液中，其链式结构和环状结构可通过半缩醛反应相互转换，链式结构中具有醛基，醛基为还原性基团，这便是葡萄糖呈现还原性的原因。它与 Cu^{2+} 反应后，醛基被氧化为羧基，生成葡萄糖酸，同时 Cu^{2+} 被还原为 Cu_2O 。

在进行分子结构式的讲解时，为了突出重点，关键的变化的基团，可用不同颜色标记。比如 α 和 β 构型的差异，就在于紫色标记的H和OH的位置的互换，形成了一对手性异构体。葡萄糖被氧化为葡萄糖酸，醛基变为羧基，这二者用紫红色字体标记，化学反应发生的基团位置就一目了然。 Cu^{2+} 和 Cu_2O 的字体则分别用代表它们本身颜色的蓝色和红色标记，可以让人联想到反应过程中的颜色变化趋势。

预期现象则通过反应前后的溶液颜色展示(图1C)，由于反应物 Cu^{2+} (澄清蓝色)和产物 Cu_2O (红色沉淀)的颜色和状态截然不同，鉴别反应过程将会观测到明显的变色现象。

在原理讲解中，与单纯的文字和反应方程式相比，采用色彩明丽的图片和形象的分子结构式，让学生感觉赏心悦目的同时，对于鉴别反应的原理会更容易形成清晰的图像，从而对葡萄糖的分子构型、化学性质和反应过程理解得更为深入。

1.2 实验过程可视化

要清晰地讲述一个实验的操作过程，最为便利的莫过于拍摄实验的操作视频。采用操作视频进行教学，相对于传统的教师现场示范来说，具有如下几个优点：

(1) 可重复播放。虽然在视频的拍摄制作过程中需要花费很多的时间和精力，但是在多个平行班教学的情况下非常便利，可避免多次重复的现场示范。

(2) 过程时长可控。有些操作步骤，如加热、过滤等，需时很长，又不能直接跳过，并不适宜现场示范。但是在教学视频中，可以通过剪辑或者倍速缩短时长，更好地把握快慢节奏，避免学生在单调枯燥的等待中注意力转移。

(3) 对细节的特写。在实验中，有一些动作幅度较小的操作或者尺寸较小的物体，如果现场示范的话，由于学生距离远近或者视角遮挡等原因，可能难以看清；但是在拍摄教学视频时，我们可以采用微距镜头进行特写，使细节清晰可见。

1.2.1 反应温度优化

葡萄糖的化学鉴别，依据药典的描述，是将浓度大约为4%的葡萄糖溶液，滴入微温(40–50 °C)的碱性酒石酸铜试液中。然而在实际操作中会发现，40–50 °C对于葡萄糖鉴别反应来说，温度太低，很难短时间内反应完全，生成红色沉淀。温度是影响氧化还原反应速率的关键因素，因此在葡萄糖的鉴别中，需要适当地提高反应温度。这也是我们在进行药物分析实验时需要注意的，药典会提供总体的分析方案，但是在具体实验条件上，则需要操作者进行条件优化。

考虑到拍摄的便利性，我们对控温方法进行调整，将葡萄糖溶液和碱性酒石酸铜试液同时置于水浴中，加热至指定初始温度，然后取出立即混合反应，进行拍摄。因为反应时试管处于室温环境，反应过程难免会伴随着溶液温度的下降。为了更好地观测溶液的混匀和反应情况，我们将有颜色的碱性酒石酸铜试液加入到无色的葡萄糖水溶液中。分别向初始温度为50、70、90 °C的5 mL的葡萄糖溶液中，同时快速加入1 mL与对应的葡萄糖溶液同温度的碱性酒石酸铜试液，以二者混匀瞬间作为计时零点，用视频记录反应进程。将反应时间为0、10、25、60、150 s的图像进行截图，如图2所示，可以看到，初始温度越高，则反应速率越快。

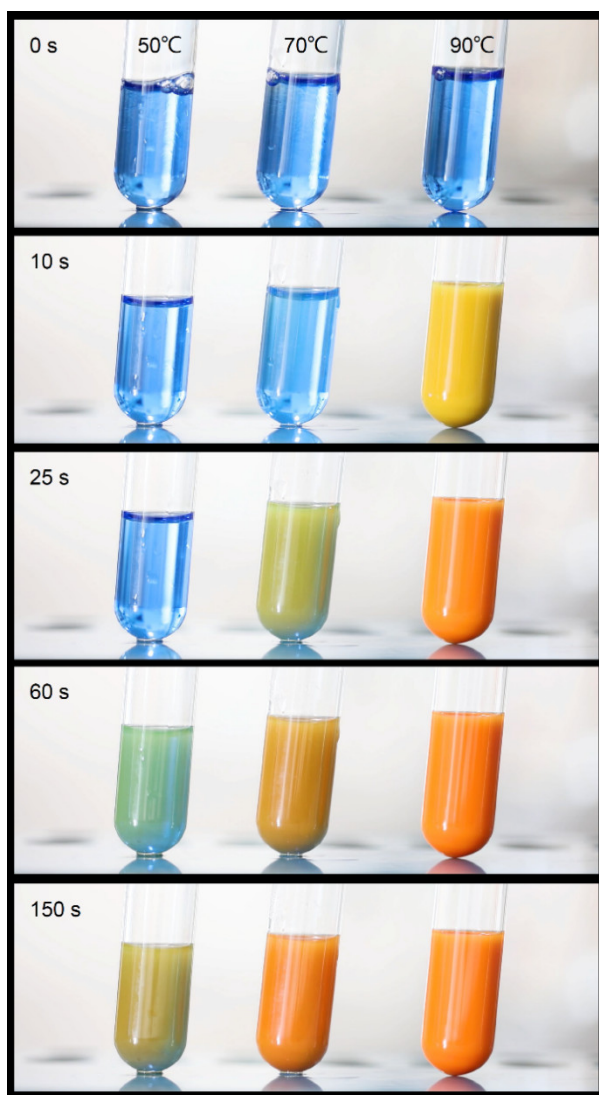


图2 不同初始温度下葡萄糖和酒石酸铜试液反应进程

初始温度：左：50 °C；中：70 °C；右：90 °C；反应时间：0 s、10 s、25 s、60 s、150 s

通过视频影像, 得到不同初始温度下, 开始变色时间和反应完全时间, 如表1所示。50 °C的样品, 150 s内未反应完全, 这也佐证了如果直接采用药典方法, 因其初始温度低于50 °C, 是很难短时间内观测到红色沉淀生成的。而90 °C样品温度过高, 反应太快, 不易观测到反应过程中更细微的颜色变化, 考虑到拍摄的视觉效果, 70 °C是一个比较适宜的反应温度。

表1 不同初始温度下的反应变色情况

样品编号	初始温度/°C	开始变色时间/s	反应完全时间/s
1	50	30	> 150
2	70	8	150
3	90	2	25

1.2.2 实验过程拍摄

实验过程采用叙事式的拍摄手法。依据实验步骤拟定分镜头, 分别进行拍摄, 再通过后期剪辑串起来, 像讲述一个完整的故事一样, 娓娓道来。葡萄糖的鉴别, 可以分为葡萄糖水溶液配制和碱性酒石酸铜溶液配制两条支线。其操作过程中关键步骤的视频截图, 配上相应的文字说明, 连接形成实验操作的流程图, 如图3所示, 则葡萄糖的鉴别的操作过程一目了然。



图3 葡萄糖鉴别的操作过程流程图

在拍摄的过程中, 相机和镜头的选择是非常重要的, 它会影响到整体画面的质感和风格。本实验采用全画幅单反相机搭配微距镜头, 镜头参数为: 放大倍率1:1, 焦距100 mm, 最大光圈F2.8。微距镜头通常具有较大的放大倍率, 可用于拍摄小尺寸的物体, 更有利于展示实验操作中细微之处。这枚微距镜头同时具有较长的焦距和较大的光圈, 可获得浅景深, 有利于虚化背景, 使得画面主体突出。布景时, 注意背景和主体的颜色对比、明暗关系和距离远近, 可在背景中适当摆放一些玻璃器皿和试剂, 避免单一呆板, 增加画面美感。背景音乐的选择要恰当, 不喧宾夺主, 与画面的节奏相协调, 教师可以通过配音和字幕, 适时提醒实验操作中的要点, 并以规范的操作示范, 对学生的实验习惯产生潜移默化的影响。

1.3 实验现象可视化

实验现象的拍摄，不是简单地记录，而是要通过拍摄者的审美及艺术的加工而成。这其中创意是最为珍贵的，怎样把实验现象拍得美且有趣，富有吸引力，是现象可视化中最关键的环节。这就要求拍摄者不但要有扎实的专业背景，也要有娴熟的拍摄技巧，如此方能从一个科学摄影师的角度，去预期和发现实验中的美，并采用合适的摄影方法，将之展现出来。

1.3.1 实验的主题和创意

在葡萄糖鉴别的实验中，葡萄糖可还原蓝色酒石酸铜，使之生成红色的氧化亚铜沉淀，而蓝色和红色，恰巧位于可见光谱的两端。在反应过程中，随着酒石酸铜和氧化亚铜的含量变化，溶液颜色会呈现出彩虹色的渐变。因此对于葡萄糖的鉴别实验，我们将之命名为《彩虹糖》，在拍摄的时候，也始终紧扣着“如何用葡萄糖来生成一条彩虹”这个主题，去设计和拍摄了两个很有趣的场景，时间彩虹和空间彩虹。

1.3.2 时间彩虹

时间彩虹，体现的是葡萄糖鉴别反应中，在时间维度上的彩虹色渐变过程。如图4所示，在70 °C的初始温度下，用视频完整记录反应过程中的颜色变化，将不同反应时间的图像截图，随着反应的进行，溶液颜色依次为蓝色、青色、绿色，黄绿色、黄色、橙色、红色的彩虹渐变色调，生成了一条时间维度的彩虹。

由于反应全程需时较长，且过程中颜色变化快慢不均，呈现先快后慢的趋势，这与反应过程中，后期反应温度和反应物浓度均有下降有关。这对于肉眼观测显然是不利的，后期很容易因为颜色变化缓慢，引起视觉疲劳。但是在视频的后期处理时，可通过调节时间轴的倍率，在10 s内，较为均匀快速地展示整个变色过程。

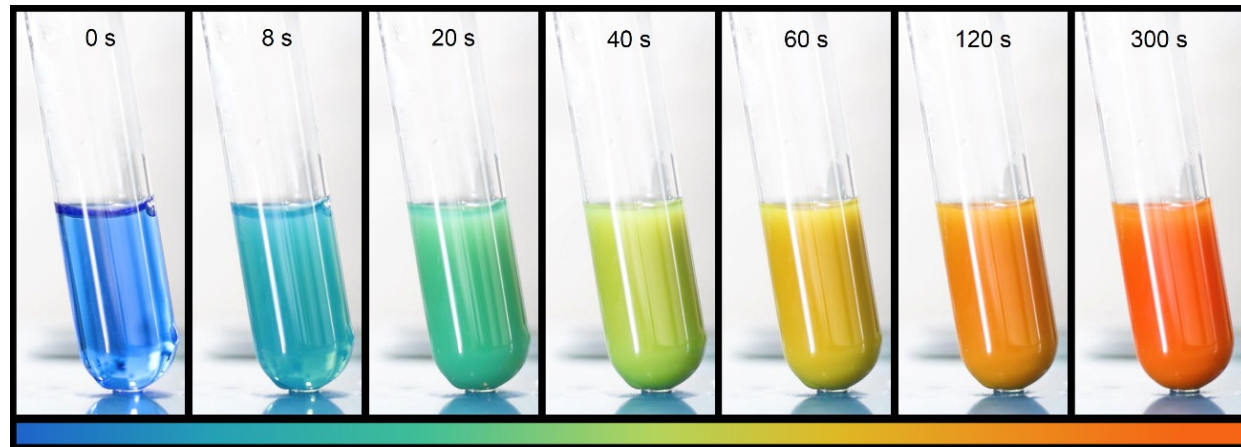


图4 时间彩虹的生成

初始温度：70 °C；反应时间：0 s、8 s、20 s、40 s、60 s、120 s、300 s

时间速率的调整，对于拍摄化学反应来说，是一种非常有用的拍摄手法。一些反应速率极慢或极快的化学反应，可以通过延时摄影或高速摄影，对时间维度进行压缩或延长，时间速率的改变，可以使得我们看到肉眼无法观测到的奇妙过程。

1.3.3 空间彩虹

对于肉眼观测来说，时间彩虹略微欠缺观赏性。那么怎样将之转变为更具有视觉冲击力的空间彩虹呢？为此我们设计了这样的一个场景。取7份装有5 mL 70 °C的葡萄糖溶液的试管，将其横向排列在试管架上，从左向右依次加入1 mL 70 °C的碱性酒石酸铜试液，当第一根试管开始变色时，则立即向第二根试管加入试液，以此类推。通过加入试液的时间差，可使试管中的溶液，在同一时刻

处于不同的反应进程，呈现出不同的颜色，从而生成一条空间维度上的彩虹。图5显示了空间彩虹的生成过程。从图5A到图5G，依次为第1–7次加入碱性酒石酸铜试液时的即时图像，当试液加入到最后一根试管中时，我们看到了一条空间彩虹(图5G)。



图5 空间彩虹的生成

初始温度：70 °C；A–G：从左至右依次加入碱性酒石酸铜试液

2 实验视频的制作流程

要制作一个高质量的实验视频, 需经历多个步骤, 以及多轮次的改进和完善, 其主要流程如图6所示。可分为7个主要步骤。

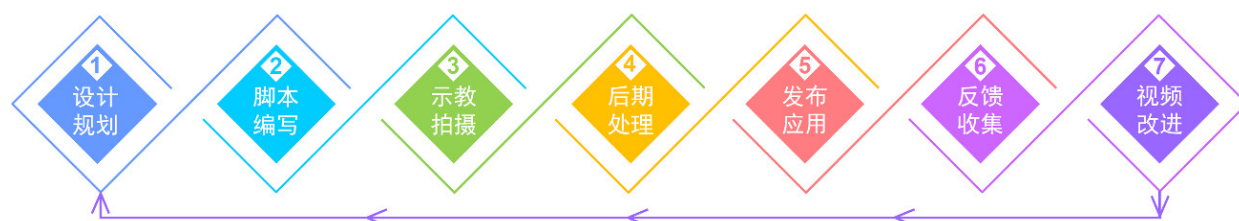


图6 实验视频制作流程

2.1 设计规划

在进行拍摄之前, 需根据主题和创意, 对拍摄内容进行设计规划, 预设需要拍摄的场景。以葡萄糖鉴别为例, 视频的内容, 可分为4个部分, 温度优化、实验流程、时间彩虹和空间彩虹。

2.2 脚本编写

脚本的编写, 需要根据拍摄内容和预设场景, 初步拟定拍摄器材, 器材参数, 布景光照等条件。预先规划好需要拍摄的分镜头, 计划好每个分镜头的操作内容、操作要点, 拍摄要点等。图7是葡萄糖鉴别实验流程的脚本示例, 整个视频分为6个分镜头。

脚本：葡萄糖鉴别实验流程					
相机：全画幅单反相机；微距镜头：1:1, 100mm, F2.8；手动模式M；ISO：400；光圈：F2.8；自然光线；三脚架					
序号	分镜头	操作内容	操作要点	拍摄要点	场景预设
1	葡萄糖水溶液配制	一包(20 g)葡萄糖粉剂, 倒入500 mL蒸馏水中, 搅拌溶解。	玻棒搅拌不能碰壁。	对焦点：烧杯外壁, 试剂标签；侧光	
2	药品称量	硫酸铜3.46 g；酒石酸钾钠17.3 g；氢氧化钠5.0 g。	药品不要掉落称量纸外。	对焦点：药品中心位置；顺光。	
3	碱性酒石酸铜配制	硫酸铜加水50 mL溶解, 酒石酸钾钠+氢氧化钠加水50 mL溶解, 二者混合。	搅拌过程中注意不要让溶液溅出。	微距特写, 对焦点：试剂标签；侧光。	
4	碱性酒石酸铜装瓶	将混合而成的碱性酒石酸铜试液, 装入滴瓶。	动作流畅, 注意不要遮挡标签。	对焦点：试剂标签；顺光, 拍摄中玻璃器皿与相机距离恒定, 避免失焦。	
4	水浴加热	装有5 mL葡萄糖溶液的试管放于装水大烧杯中, 再置于水浴, 碱性酒石酸铜滴瓶置于水浴, 70℃。	注意水浴水位, 样品放稳小心倒伏。	对焦点：水浴温度显示屏；顺光；利用窗帘挡光。	
5	鉴别反应（全景）	5 mL葡萄糖试管置于试管架上, 碱性酒石酸铜滴瓶位于试管架边上, 滴入1滴管约1 mL试液。	滴加过程连续快速, 便于混匀计时。	滴瓶和试管与相机等距, 对焦点：滴瓶标签和试管前方外壁；侧光。	
6	鉴别反应（特写）	另取一份样品, 调整相机距离更靠近试管, 对焦, 对反应变色过程进行特写拍摄。	加入试液过程尽量避免试管晃动。	微距特写, 保持三脚架稳定, 人员少走动, 避免振动和挡光；侧逆光。	

图7 葡萄糖鉴别实验流程脚本示例

2.3 示教拍摄

示教和拍摄同步进行,示教时要注意操作的规范优雅,避免动作的僵化刻板。按照脚本进行拍摄,并在拍摄过程中,根据实际拍摄效果,实时对器材参数、光线和布景进行调整。

2.4 后期处理

后期处理主要采用Adobe Premiere和爱拍两个软件。需经历调色、剪辑、配音、配乐和字幕等步骤。调色注意色彩柔和通透,光线明暗对比适宜。剪辑的关键是要注意节奏感,详略得当,要避免镜头冗长引起的视觉疲劳。配音的讲稿书写务必严谨,语言准确凝练,录音时要注重音质和语音标准。配乐要和画面协调同步,且不影响配音的清晰度。字幕注意校对,避免错别字。

2.5 发布应用

教学视频主要用于课堂教学和网络共享。课堂教学主要是利用视频来对实验的过程及要点进行讲解示教,展示实验过程中的现象,以此培养学生的实验操作能力和洞察力,并鼓励学生进行思考和创新。同时录制含有实验视频的录课,并上传至bilibili网站,通过互联网实现资源共享。图8为bilibili网站中的《药物分析实验》合集^[14],目前已有相关视频21个,部分视频如砷盐的检查、氯化物的检查、阿司匹林含量测定和青蒿素含量测定,均获得较高的播放量。

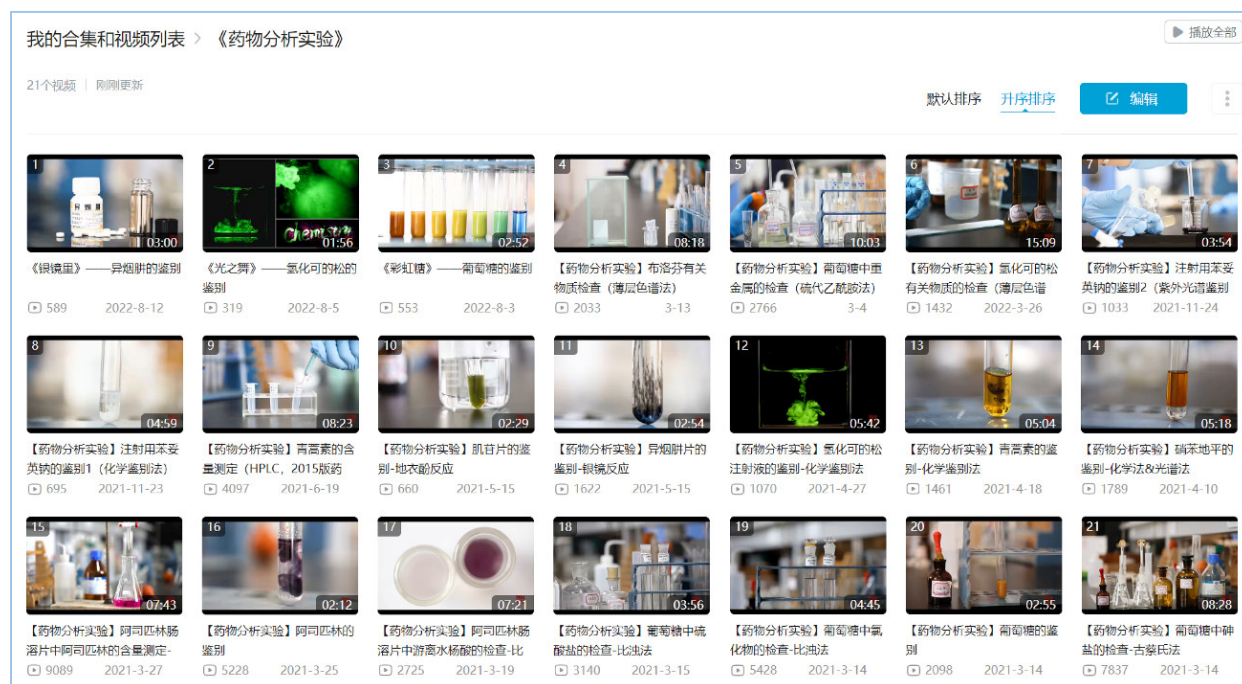


图8 bilibili网站发布的药物分析实验视频合集

2.6 反馈收集

教学视频应用于课堂教学后,其教学效果和学生反馈意见对我们视频的进一步改进非常重要。通过课堂观察以及课后的师生交流可知,同学们对于实验视频普遍较为认可,这一点也体现在他们实验过程的创意、课堂的整体气氛和实验报告的撰写中。如在葡萄糖的鉴别实验中,他们自己开发出许多有趣便利的控温方式,从最常规的水浴加热、烘箱控温,到开水和冷水不同比例混合控温等。也会更加愿意和教师分享自己的实验过程,展示他们的实验结果和异常现象,并逐渐养成了用手机拍照,随时记录实验现象的良好习惯。在撰写实验报告时,会将相关的实验图片加入到报告中,图文并茂,并针对过程和现象,进行更为具体的个性化讨论。课后也会针对教学视频和教师讨论交流,提出一些有趣的建议。教学视频分享至网络平台后,在弹幕、留言和私信里,也经常会有网友针对

实验进行交流讨论,形成了学习气氛良好的线上教学平台。

2.7 视频改进

教学视频的制作,并不是一劳永逸的事情。药典五年一版,其间可能会伴随着分析方法的变更,且视频中可能会有谬误或不够完美的地方,需收集教师授课过程中发现的问题,及学生或者网上视频观看者的反馈意见,对视频进行修订和完善。通常每一个教学周期,我们都会对课件和视频进行调整更新,在预实验时补拍或重拍一些素材,或重新进行剪辑,使之更契合我们的课程。如葡萄糖的鉴别的视频和录课,也是经过多次调整修改而成,最新版本视频^[15]较旧版本视频^[17],在实验的创意设计和画面美化上,都有了较大的进步。视频的制作、应用和改进,以及网络教学平台的维护运行,都是需要长期耐心的工作。

3 教学反思

信息化时代的来临,极大地改变了传统的教学方式,多元化和个性化是大势所趋。教学方式从来不是一成不变的,随着时代发展,大量的先进科学技术逐步纳入大学教学体系。教学观念从以教师为中心,开始逐步向以学生为中心转变。教与学是个相辅相成的过程,而兴趣是最好的老师。怎样让课堂变得生动有趣,吸引学生的注意力,调动其主观能动性,继而由被动上实验课转变为积极主动地做实验,这是我们教学改革所关注的重点。

人类对于美的追求都是相似的,当画面赏心悦目的时候,会更自然地被吸引,并给予更多的关注。可视化教学的引入,营造了轻松有趣的学习氛围,以学生的兴趣为导向,在课堂上能形成一种张弛有度的节奏感,增强了师生间的互动,实现教学模式的扩展。

教学方式的变革,对高校教师自身素质提出了更高的要求。可视化教学的实行,要求教师具备科学审美、摄影技能、后期剪辑等各项能力,要学会运用镜头语言来正确地表达想要讲述的知识。这给高校教师带来了新的挑战,需要不断学习新的技能,适应新的角色,与时俱进,从而真正地实现教学相长。

4 结语

近年来我们将科学可视化引入药物分析实验的教学,拍摄了大量的教学视频,并在多轮次的教学中不断完善补充。通过师生间的沟通交流获知,大部分学生对于教学视频是认同且喜欢的,普遍认为教学视频拍得美且有趣。教学视频中所传递出来的对于科学态度和科学审美的引导,也反映到了他们的实验过程和实验报告中,这无疑增加了我们对于可视化教学的信心。在接下来的教学工作中,我们将会对原有的教学视频在创意、拍摄手法和后期处理上进一步优化改进,精益求精,并继续拍摄新的视频。这些教学视频将会在网络平台上持续更新,通过互联网,分享给更多的药学相关专业的老师和学生,为药物分析实验教学的改进,提供新的思路和素材,为药物分析知识的普及工作抛砖引玉。

参 考 文 献

- [1] 徐苑苑. 中国信息技术教育, **2013**, No. 5, 70.
- [2] 韦毅. 海峡科学, **2015**, No. 12, 90.
- [3] 美丽化学官方网站. [2023-08-01]. www.beautifulchemistry.net
- [4] 火花学院官方网站. [2023-08-01]. <https://www.huohuaschool.com>
- [5] 真·凤舞九天. [2023-08-01]. <https://space.bilibili.com/865267>
- [6] Initial_Pharmacy. [2023-08-01]. <https://space.bilibili.com/238299060>
- [7] 周荣庭, 武伟, 梁琰. 科技与出版, **2017**, No. 11, 20.

-
- [8] 黄金莎, 吴晓红, 李文婷. 化学教学, **2015**, 37 (2), 44.
- [9] 刘江, 王丽娇, 双伸苹. 化学教育, **2019**, 40 (8), 51.
- [10] 鞠志宇, 赵书珍, 孔灵钰, 杨莹莹. 大学化学, **2022**, 37 (5), 2110074.
- [11] 刘媛媛, 褚光松, 贾宝秀, 李玉琴, 刘彩红, 李珂, 齐永秀. 中国继续医学教育, **2023**, 15 (7), 14.
- [12] 曹玉娥, 梁洁. 广州化工, **2019**, 47 (20), 185.
- [13] 纪万里, 杨志钧, 王小芬, 陆叶, 贾冬玲, 张宜凡. 药学教育, **2023**, 39 (1), 80.
- [14] Ruiting_Cheng 《药物分析实验》合集. [2023-08-01]. <https://space.bilibili.com/507102720/channel/seriesdetail?sid=264037>
- [15] Ruiting_Cheng 《彩虹糖》——葡萄糖的鉴别. [2023-08-01]. <https://www.bilibili.com/video/BV17W4y117Np/>
- [16] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(二部). 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 1514–1516.
- [17] Ruiting_Cheng [药物分析实验] 葡萄糖的鉴别. [2023-08-01]. <https://www.bilibili.com/video/BV1ki4y1N78g/>