



基于 PowerPoint 的化学密室逃脱设计*

——氧化还原反应

茹镇缘^{1,2} 刘卫东³ 竺丽英^{1,2,*}

(1. 浙江师范大学教育学院 浙江金华 321004;

2. 浙江师范大学浙江省智能教育技术与应用重点实验室 浙江金华 321004;

3. 浙江师范大学化学与材料科学学院 浙江金华 321004)

摘要 化学密室逃脱(ChEsRm)是一款将化学理论知识融入到谜题中、以激发学生的学习兴趣并培养问题解决能力的交互式教育游戏,不仅能辅助学情诊断,还具备辅助学生复习、补充概念教学、巩固实验技能等功能。以高中化学必修阶段的“氧化还原反应”为载体,借助 PowerPoint 软件,从确定目标、谜题设计、素材筹备和游戏制作等方面,介绍了化学密室逃脱设计的各个环节及制作要点,为化学教育游戏的设计提供了启示。

关键词 中学化学 教育游戏 密室逃脱 PowerPoint 氧化还原反应

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2023010146

1 研究背景

化学密室逃脱(Chemical Escape Room,以下简称 ChEsRm)是以化学理论知识为谜题、以逃离密室为驱动力,以激发学生的学习兴趣和培养解决问题的能力为目的的一款交互式教育游戏,参与者可以通过自由操作呈现对象或切换场景,沉浸式地融入游戏情境,并获得相应的学习成就体验^[1-2]。它不仅可用于化学基本概念的补充教学^[3]、期末考试的复习^[4]、化学实验操作的练习及学习动机的激发^[5],还能用于诊断与测量学生的知识和 21 世纪技能^[6]。因此,受到了化学教育研究者的普遍关注,到目前为止,已涉及化学实验室安全、实验技能训练、分析化学、聚合物、元素周期表等多个主题^[7-11]。

文献分析发现,当前国内化学密室逃脱的研究还较少,而国外的研究主要针对本科生,利用实景搭建、虚拟仿真技术(AR/VR)和 Google Form 等技术手段实现密室^[12-14]。但实景搭建和虚拟仿真技术耗材用量大、费用高,且构建完成的密室不易修改,在中学实现的难度较大^[15];以 Google Form 为代表的问卷编制网站虽能免费使用,但存在学生玩家与密室交互性低等问题^[16]。PowerPoint 是国内教育工作者使用较为普遍的一款办公软件,费用、技术门槛低,但功能强大,能通过常规的“动画触发”“超链接”等功能实现交互,

满足低成本、易修改和可交互的化学密室逃脱设计需求。

氧化还原反应是高中化学课程概念原理内容的重点和难点,贯穿整个中学化学的知识体系^[17]。然而,学生对氧化还原反应的相关概念认知模糊,难以厘清化合价变化、转移电子数、氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物等概念之间的关系,容易产生厌烦心理,而失去学习化学的兴趣^[18];学生的抽象思维尚未完全形成,难以从微观的视角建立得失电子与转移电子总数之间的等量关系,容易产生认知障碍,而丧失学习化学的信心^[19]。基于此,尝试以普通高中化学必修阶段所涉及的“氧化还原反应”为例,利用 PowerPoint 软件设计 ChEsRm,以提升中学生的化学学习兴趣和学习体验,完善氧化还原反应的认知结构。

2 ChEsRm 的设计与开发

Clarke 等研究者提出,设计密室逃脱教育游戏时,需要综合考虑参与者、主题、教学目标、谜题、技术设备和评价工具等 6 个要素^[20]。据此,将 ChEsRm 的制作流程分为 5 个阶段:确定游戏目标、编制双向细目表、设计游戏谜题、筹备素材和制作幻灯片,见图 1。首先,研读高中化学课程标准和教材,确定必修阶段氧化还原反应涉及的内容要求,编制双向细目表;接着,将目标融合到情境线索中设计游戏谜题;然后,收集并制作游戏所

* 浙江师范大学教育学院开放研究基金(项目编号: jykf21017);浙江省教育厅一般科研项目(项目编号: Y202147141)

** 通信联系人, E-mail: zhuly2000@163.com

需的图片、视频等素材;最后,利用 PowerPoint 软件实现密室逃脱的游戏效果。

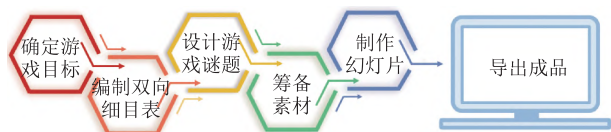


Fig. 1 Development process of ChEsRm

图 1 ChEsRm 的开发流程

2.1 确定游戏目标

教学目标是一切目标的基础,对教学活动的设计具有导向作用^[21]。教育游戏的目标只有与教学目标一致时,才能确保其对学习产生积极的影响^[22]。为此,首先查阅了普通高中化学课程标准,明确“氧化还原反应”的内容要求为“认识有化合价变化的反应是氧化还原反应,了解氧化还原反应的本质是电子的转移,知道常见的氧化剂和还原剂”。在学业要求上,要求学生能从元素价态的角度,依据氧化还原反应原理,预测物质的化学性质和变化,分析、解释有关实验现象^[23],即学会应用氧化还原反应原理解决化学学科中的实际问题^[24]。同时,结合文献中显示的学生不会灵活应用化合价进行计算^[18]、不理解得失电子守恒而错误计算反应转移的电子数等问题^[25],研究将本游戏的目标确定为:掌握元素价态的计算规则和氧化还原反应的判断依据,理解反应转移电子数、氧化剂得电子数和还原剂失电子数之间的关系,应用氧化还原反应原理解决化学实际问题。

2.2 编制双向细目表

基于游戏目标设计了 ChEsRm 的双向细目表,见表 1,将游戏的考查内容定为:氧化还原反应的判断、元素化合价的判断、氧化剂的判断、氧化还原反应原理的应用、转移电子数的判断以及氧化还原反应方程式的配平;并参考《浙江省普通高校招生选考科目考试说明》对知识掌握程度的层次说明^[26],确定各内容的测量水平为“b-理解”和“c-应用”2个层次。

2.3 设计游戏谜题

游戏谜题包括密室逃脱游戏中的线索(辅助游戏通关的信息或道具)、规则、任务和提示等,常见的有密码锁型、机关型、角色扮演型和剧情型等 4 种^[27]。为便于在 PowerPoint 中呈现游戏效果,采用密码锁型和机关型设计了 5 个谜题(Puzzle):抓娃娃机、化合价的秘密、双面玲珑-色彩密钥、数字迷盘和丢失的钥匙,分别用 $P_1 - P_5$ 表示;

表 1 ChEsRm 双向细目表

Table 1 Two-way specification table of ChEsRm

考查内容	测量水平	谜题	谜题类型
氧化还原反应的判断	b	抓娃娃机	机关型
元素化合价的判断	b	化合价的秘密	密码锁型
氧化剂的判断	b	双面玲珑	密码锁型
氧化还原反应原理的应用	c	色彩密钥	密码锁型
转移电子数的判断	c	数字迷盘	密码锁型
氧化还原反应的配平	b	求助	—
氧化还原反应的实际应用	—	丢失的钥匙	机关型

为避免出现学生无法逃脱的情况,还设计了求助谜题,用 P_0 (Optional Puzzle) 表示。同时,对应真人密室逃脱中的密室环境,设置了 4 个游戏场景(Room),分别用 $R_1 - R_4$ 表示;并在场景中隐藏了实验记录本、钥匙模具、铝热剂等 3 条线索(Clue),分别用 $C_1 - C_3$ 表示,辅助推进游戏。

游戏情境的创设有助于顺利串联所有谜题,增强学生在游戏过程中的沉浸感^[28]。为此,以“利用铝热反应制备丢失的钥匙”为主要情境,采用线性式^[27],从易到难呈现谜题,设计框架见图 2。学生首先通过 R_1 场景中的 P_1 谜题热身,然后依次解开 $R_2 - R_4$ 场景中的 P_2 、 P_{3-1} 、 P_{3-2} 和 P_4 谜题,即可获得 C_1 、 C_2 和 C_3 等与铝热反应相关的线索,最后进入 P_5 谜题——应用铝热反应制备钥匙打开门锁,并最终逃离密室。期间,学生可以选择 P_0 谜题进行求助。

2.3.1 抓娃娃机 (P_1)

“抓娃娃机”谜题主要考查学生对氧化还原反应的判断,常规教学中,此类知识常以选择题的形式出现。研究利用中学生喜爱的抓娃娃机游戏,结合他们存在的迷思概念,选择了 Cu 与 $FeCl_3$ 反应等 5 个化学方程式(见表 2),将这些方程式设为游戏机中的“娃娃”,让学生根据氧化还原反应的定义进行判断选择。若选择正确,游戏机的爪子将下落并成功抓取方程式;反之,则无法下落,并发出“滋滋”的电流声进行提醒,既能有效激发学生的游戏兴趣,也能及时给予反馈,达到巩固知识的目的。

2.3.2 化合价的秘密 (P_2)

当反应为歧化或归中反应时,学生对变价元素的化合价认识模糊不清,不能应用“物质中元素价态代数和为 0”的规则进行推算^[18]。为此,设置“化合价的秘密”谜题,将元素的化合价作为密码,考查学生灵活运用化合价计算规则推算元素价态的

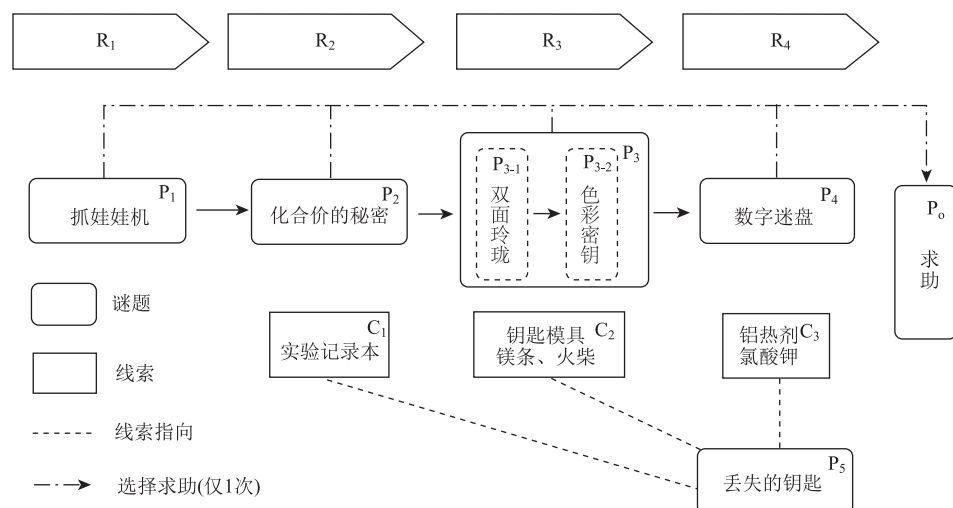


Fig. 2 Design framework of ChEsRm
图 2 ChEsRm 的设计框架

表 2 “抓娃娃机” 谜题设计
Table 2 Design of “Claw crane” puzzle

化学反应方程式	迷思概念
$2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$	氧化还原反应一定属于四大基本反应
$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	分解反应均为氧化还原反应
$\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$	至少有 2 种元素的化合价发生变化的才是氧化还原反应
$2\text{KI} + \text{Br}_2 = 2\text{KBr} + \text{I}_2$	置换反应只发生在金属与盐溶液之间
$3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$	有 O_2 参与的反应一定是氧化还原反应；有单质参与的反应一定是氧化还原反应

能力。如表 3 所示，选择了硫、氯相关的 3 个歧化或归中反应，用蓝、红、黄、绿等 4 种颜色对化学方程式中的变价元素进行标注，要求学生根据“红蓝黄绿”和“元素价态”这 2 条提示，得出正确的密码（0451），并在数字密码锁中准确输入，才能顺利进入下一关。同时，为发展学生提取关键信息的能力，设计时，特意将提示线索中颜色的顺序与方程式中元素的颜色顺序设为不同。

表 3 “化合价的秘密” 谜题设计
Table 3 Design of “Secret of valence” puzzle

化学反应方程式	元素颜色	密码数字
$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	红 (S)	0
	蓝 (SO_2)	4
$3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	黄 (NaClO_3)	5
$\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$	绿 (NaClO)	1

2.3.3 双面玲珑-色彩密钥 (P_3)

氧化还原反应涉及氧化剂、还原剂、被氧化、被还原等多个表述相近的抽象概念，部分学生常因不明确其内涵，导致概念混淆，造成产物判断及反应现象分析上的困难^[18,29]。 H_2O_2 是中学化学中常见的试剂，既有氧化性，又有还原性，研究以其与酸性 KI 溶液、酸性 KMnO_4 溶液的反应为例，设计了“双面玲珑 (P_{3-1})”“色彩密钥 (P_{3-2})”2 个子谜题，考查学生判断氧化剂及应用氧化还原反应原理分析实验现象的能力。

P_{3-1} 谜题对应密码锁 I，要求学生选择 2 个反应的氧化剂，结果正确即可开启谜题 P_{3-2} ，具体密码锁选项见表 4。 P_{3-2} 谜题对应密码锁 II，要求学生选择反应后溶液的颜色，第 1 个反应所对应的密码选项是不同价态或不同溶液中碘元素的颜色，即紫色（碘的 CCl_4 溶液）、蓝色（碘-淀粉溶液）、棕黄色（碘水）、无色（碘离子）；第 2 个反应所对应的密码选项是不同价态锰元素的颜色，即黑色 (MnO_2)、紫色 (KMnO_4)、绿色 (K_2MnO_4)、无色 (Mn^{2+} ，浓度较小)^[30]。谜题解开后，将自动跳转至解说界面，首先借助定格动画展示氧化剂、还原剂的概念解释，然后利用实验视频清晰呈现 2 个反应的颜色变化过程，以深化学生对氧化还原反应相关概念的理解。

2.3.4 数字迷盘 (P_4)

结合学生在氧化还原反应电子守恒及其与化合价之间的关系等方面存在的迷思概念^[25]，研究设计了“数字迷盘”，选择了相对复杂的氧化还原反应，考查学生是否掌握“转移电子数=氧化剂得电子数=还原剂失电子数”这一关系。谜题设置了 2

表 4 “双面玲珑-色彩密钥”谜题设计

Table 4 Design of “Two-sided exquisite-color code” puzzle

反应	密码 I 选项	密码 II 选项
1. H_2O_2 与 $\text{KI}(\text{H}_2\text{SO}_4$ 酸化)	H_2SO_4 , KI , H_2O_2^*	紫色、蓝色、棕黄色*、无色
2. H_2O_2 与 $\text{KMnO}_4(\text{H}_2\text{SO}_4$ 酸化)	H_2SO_4 , H_2O_2 , KMnO_4^*	黑色、紫色、绿色、无色*

注: * 为正确的密码选项。

个数字盘, 分别对应几个方程式, 见表 5。为了让学生明确游戏的规则, 研究设置了文字和视频介绍: 箭头表示在盘面上移动的方向, 转移电子数表示在该方向上可以前进的格子数。如盘面 I, Cl_2 和 NaOH 反应共转移 5 个电子, 则沿箭头方向前进 5 步, 运动轨迹形成数字 “1”。同理, 解码盘面 II, 最终可得此谜题的密码为 “19”, 见图 3。

表 5 “数字迷盘”谜题设计

Table 5 Design of “Digital labyrinth” puzzle

盘面	化学反应方程式	方向	转移电子数
I	$6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	↓	5
	$\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	→	3
II	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$	↑	4
	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$	←	2
	$2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl}$	↓	2
	$\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$	→	1

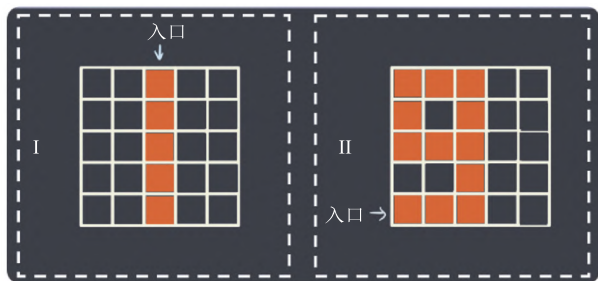


Fig. 3 Disk track of “Digital labyrinth” puzzle

图 3 “数字迷盘”盘面轨迹

2.3.5 丢失的钥匙 (P_5)

铝热反应是典型的氧化还原反应, 在生产中具有重要应用。由于人教版教材不要求掌握铝热反应, 因此, 对于该谜题, 研究未设置具体的测量内容, 而是将其作为游戏的情境任务, 让学生通过文字和视频获取信息, 了解氧化还原反应在实际生活中的应用。根据游戏设置, 学生此前已通过线索 $\text{C}_1 - \text{C}_3$, 对铝热反应的实验装置、步骤等有了初步认识, 进入谜题后, 通过观看 NO-BOOK 软件制作的铝热反应虚拟实验, 自动 “制

得” 门锁的钥匙而得以逃离密室, 进一步体会铝热反应的实验现象, 同时认识到氧化还原反应对工业生产的重要意义, 树立运用化学知识解决实际问题的意识。

2.3.6 求助 (P_6)

ChEsRm 设计的初衷并不是为了 “困住” 学生, 而是希望他们能够成功逃脱以获得知识和良好的学习体验^[31]。为此, 研究设置了 “求助” 这一特殊谜题, 选择了人教版高中化学必修一中难度较小的 3 个方程式进行配平练习, 见表 6。当学生一时无法解决谜题时, 可以通过正确配平这些方程式而获得提示, 即由教师现场提供解答该谜题的思路, 例如, 学生在解决 P_4 时, 无法正确推出轨迹, 点击 “求助” 谜题并顺利配平这些方程式后, 教师就会当场给予 “转移电子总数 = 得电子数 = 失电子数” 等类似的指引, 直至帮助学生解决 P_4 谜题。 “求助” 谜题既考查了学生配平化学方程式的能力, 也为他们提供了继续挑战的机会。当然, 该谜题是否出现取决于学生, 且为了避免出现依赖性, “求助” 仅有 1 次。

表 6 “求助” 谜题设计

Table 6 Design of “Resort” puzzle

化学方程式 (未配平)	教材页码
$__ \text{WO}_3 + __ \text{H}_2 = __ \text{W} + __ \text{H}_2\text{O}$	P25
$__ \text{MnO}_2 + __ \text{HCl} (\text{浓}) = __ \text{MnCl}_2 + __ \text{Cl}_2 \uparrow + __ \text{H}_2\text{O}$	P25
$__ \text{Fe}(\text{OH})_2 + __ \text{O}_2 + __ \text{H}_2\text{O} = __ \text{Fe}(\text{OH})_3$	P67

2.4 筹备素材

确定情境后, 需要根据谜题及线索铺设场景, 筹备制作密室所需的图片、视频等媒体素材。媒体素材的来源多样, 搭建场景的背景图大多可从网络上下载, 但要添置符合需求的化学实验仪器和视频, 则需手工制作。研究借助 “亿图图示” “剪映” 等软件制作媒体素材。

2.4.1 图片素材

ChEsRm 中涉及较多化学图片, 从网上下载的图片大多带有白色背景, 难以满足特定场景的需求。亿图图示 (Edraw) 是一款图形图表制作软件, 拥有数理化等各学科的图形素材, 只需拖拽和简单的编辑即可自定义实验仪器, 输出无背景色的图片, 为本研究的图片制作提供了工具。以制作铝热反应的装置图为例, 单击 “新建-教育科学-科学-实验”, 从左侧符号库中拖拽铁架台、坩埚、滤纸、镁条、固体药品等至绘图页面, 调整素材相对位置即可完成装置图, 见图 4。

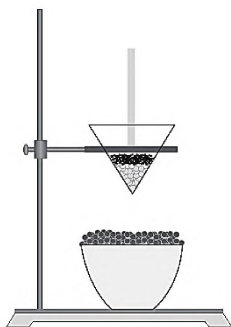


Fig. 4 Experimental apparatus of thermite reaction

图 4 铝热反应实验装置

2.4.2 视频素材

在 P_3 谜题中, 设置了 2 个视频素材。首先, 为帮助学生深入理解氧化剂、还原剂等概念, 设计

了概念解析的定格动画。定格动画是通过逐格拍摄对象并使之连续放映而形成的动画视频, 可用于转变学生的迷思概念, 解决化学疑难问题^[32]。研究以 H_2O_2 与 KI 的反应为例, 介绍定格动画的制作过程: 在 PowerPoint 中利用文本框、形状等工具制作“氧化剂”“还原剂”等文字, 以及“电子”“箭头”等形状, 根据氧化剂、还原剂等概念解释的语言顺序, 在多张幻灯片中排列文字和形状, 将每张幻灯片保存为图片, 得到 32 张图片; 将这些图片导入“剪映”软件, 见图 5, 添加语音解说, 并根据解说需要调整帧速率, 最终得到 42 s 视频素材。此外, 研究还专门录制了实验视频, 放在定格动画的解析之后, 让学生直观感知 H_2O_2 与酸性 KI 、 $KMnO_4$ 溶液反应的颜色变化, 具体过程不再赘述。



Fig. 5 Editing interface of "CapCut"

图 5 “剪映”编辑界面展示

2.5 制作幻灯片

筹备完成场景素材后, 研究使用 PC 端的 PowerPoint 2019 软件, 逐个创建游戏场景, 并利

用动画触发、超链接等实现游戏效果。整个游戏共含 20 张幻灯片, 4 个场景的使用界面见图 6。下面以 R_2 场景为例, 简要介绍搭建过程。

Fig. 6 Scene interface of R_1-R_4 for user图 6 R_1-R_4 场景的使用界面

2.5.1 场景布局及要素设置

R_2 场景包含密码锁型谜题“化合价的秘密 (P_2)”及线索“实验记录本 (C_1)”，谜题内容借助黑板呈现，谜题答案利用密码锁进行验证，线索内容借助实验记录本呈现，若解谜失败可选择“求助”谜题。因此，在场景中需呈现黑板、密码锁、实验记录本、求助按钮等要素。新建 1 张幻灯片 (S_1)，插入化学实验室图片作为背景，在背景上依次插入黑板、密码锁 (小)、密码锁 (大)、实验记录 (书脊)、求助按钮等图片。其中，2 个密码锁的外观相同，只是前者是图片，后者是由数字键、显示盘等组成的图形组合，供玩家输入密码。

2.5.2 要素切换及触发设计

根据游戏情境的设计， R_2 场景的思路是：用户点击“黑板”，进入 P_2 谜题，推测密码；返回后利用“密码锁”输入密码，若正确，则自动跳转至 R_2 场景的另一页面，点击其中的“实验记录 (书脊)”图片，即可打开线索 C_1 ，游戏亦可顺利进入 R_3 场景；若错误，则仍停留在 S_1 场景，游戏无法推进，需重新推测密码。

为实现以上效果，研究使用了 PPT 常见的超链接和动画触发等功能。首先，新增了 3 张幻灯片 (S_2-S_4)，分别对应“黑板”“线索 C_1 获取通道”和“实验记录 (内容)”等道具，见图 7，在 S_1 中选中“黑板”图片，设置超链接跳转至 S_2 ，实现黑板的放大效果；采用相同的方法，将 S_2 中的“返回”按钮超链接回 S_1 。为实现大、小密码锁间的切换，研究使用了动画触发功能，在 S_1 中选中“密码锁 (大)”组图，添加进入动画“浮入”，并设置动画触发为“密码锁 (小)”，使用时，点击小的密码锁就能放大，为用户提供了输入密码的通道，同时，将最后一位密码数字“1”设置超链接跳转至 S_3 。 S_3 的整体布局与 S_1 类似，只是增加了对实验记录的“超链接”设置，将其链接到 S_4 ——铝热反应实验记录本的相关内容。最后，将 S_4 中的“OK”键超链接至后续的 R_3 场景 PPT 页面，即可完成本场景的总体设计。有关密码输入的动画设置同样需要借助动画触发功能，这里不再赘述，有需求的教师可以通过“PPT”“密码锁”等关键词进行百度搜索，在 bilibili 等网页上有相应的视频教程。

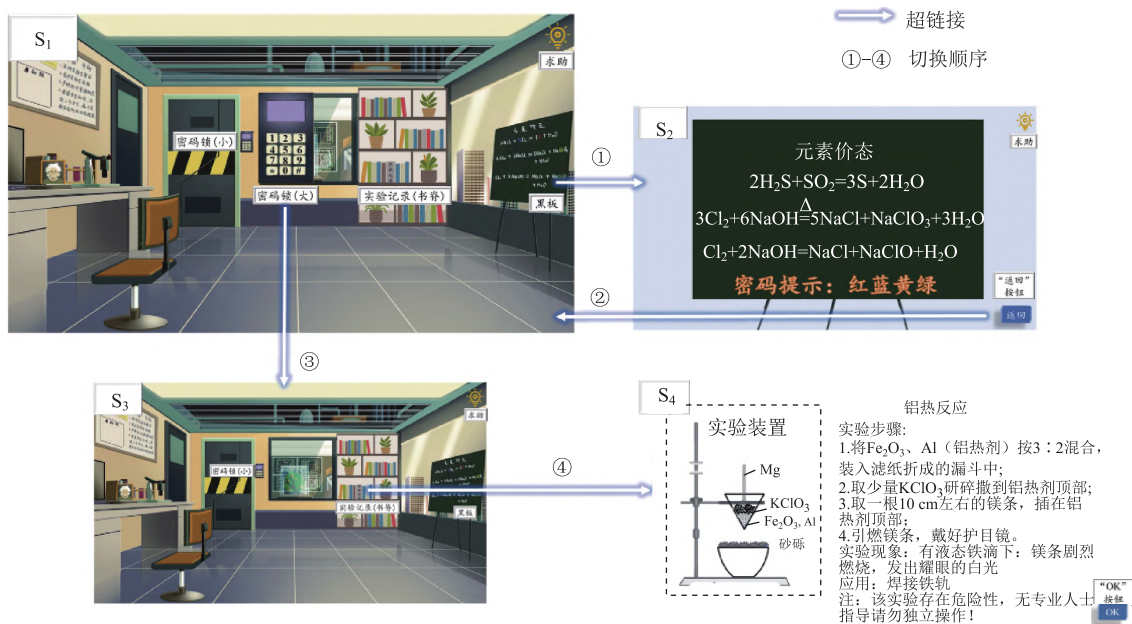


Fig. 7 Switching of R_2 scene elements

图 7 R_2 场景要素的切换

幻灯片制作完毕后，点击“幻灯片放映”，测试游戏效果并保存，具体的逃脱演示视频讲解可参见 bilibili 网站（链接：<https://www.bilibili.com/video/BV1Cd4y1V75E>）。

为确保游戏的体验，防止学生使用时误触 PPT 中的控件或要素而改动设置，研究在保存时采用了“加密”设置，用户运行游戏时只能以“只读”状态打开。

3 游戏的试用与评价

ChEsRm制作完成后,邀请了6名高二学生进行试用,结果发现,所有学生均能顺利逃出密室,耗时为8~10 min。使用李克特5点量表,从态度、体验、价值等3个方面,探查学生对ChEsRm的认同度,结果显示:学生对ChEsRm普遍持积极态度,认为它非常有趣、新颖;游戏难度适中,能获得愉快的体验;肯定了ChEsRm对学习的促进作用,在巩固氧化还原反应知识的同时,也能提高应用化学知识解决问题的能力。但也有学生表示,该游戏谜题的文字提示不够明显,以致错失关键信息,需要改进。

研究还对21位高中化学教师进行了调查,向他们展示介绍了ChEsRm的逃脱操作及制作方法,邀请他们从态度、使用倾向、适用性、教学价值等4个维度进行评价。结果显示:大部分教师对ChEsRm持肯定态度,赞同学生接触此类教育游戏,也愿意在教学中进行试用;认为ChEsRm操作简单,谜题难度恰当,适合于必修阶段的复习;游戏兼具教育性与趣味性,既能激发学生学习化学的兴趣,又能辅助教学,有助于提升教学效果。

4 结语

研究以高中化学必修阶段的“氧化还原反应”内容为例,展示了利用PPT软件设计ChEsRm的过程,并通过小范围的试测和教师调查,初步验证了该游戏的可行性。后续研究中将持续优化ChEsRm的设计方法与制作过程,如在“求助”谜题后自动呈现解题提示,打破现有设计需教师全程陪同的场景限制;同时,探索适宜的教学方法或模式,将其融入复习课等不同课型的教学中,进一步验证其对激发学习兴趣、促进化学学习的效果。

参 考 文 献

- [1] Vergne M J, Simmons J D, Bowen R S. *Journal of Chemical Education*, 2019, 96 (5): 985—991
- [2] 李娟,高文蓓,凌一洲. *化学教学*, 2020 (2): 88—92
- [3] Ang J W J, Ng Y N A, Liew R S. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97 (9): 2849—2856
- [4] Watermeier D, Salzameda B. *Journal of Chemical Education*, 2019, 96 (5): 961—964
- [5] Peleg R, Yaron M, Katchevich D, et al. *Journal of Chemical Education*, 2019, 96 (5): 955—960
- [6] Avargil S, Shwartz G, Zemel Y. *Journal of Chemical Education*, 2021, 98 (7): 2313—2322
- [7] Nephew S, Sunasee R. *Journal of Chemical Education*, 2021, 98 (1): 186—190
- [8] Musgrove H B, Ward W M, Hiatt L A. *Journal of Chemical Education*, 2021, 98 (7): 2307—2312
- [9] Ferreiro-Gonzalez M, Amores-Arrocha A, Espada-Bellido E, et al. *Journal of Chemical Education*, 2019, 96 (2): 267—273
- [10] Gilbert B C T, Clapson M L, Musgrove A. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97 (11): 4055—4062
- [11] Yaron M, Rap S, Adler V, et al. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97 (1): 132—136
- [12] Clapson M, Gilbert B, Mozol V J, et al. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97 (1): 125—131
- [13] Elford D, Lancaster S J, Jones G A. *Journal of Chemical Education*, 2021, 98 (5): 1691—1704
- [14] Vergne M J, Smith J D, Bowen R S. *Journal of Chemical Education*, 2020, 97 (9): 2845—2848
- [15] Dietrich N. *Journal of Chemical Education*, 2018, 95 (6): 996—999
- [16] Rahim A S A. *Journal of Chemical Education*, 2022, 99 (5): 2160—2167
- [17] 党伟华,尹筱莉. *中学化学教学参考*, 2021 (5): 9—12
- [18] 郑文昌. *化学教育*, 2016, 37 (9): 8—15
- [19] 蒋鹏. 氧化还原反应的四重表征研究. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2022
- [20] Clarke S, Peel D J, Arnab S, et al. *International Journal of Serious Games*, 2017, 4 (3): 73—86
- [21] 姜建文,王丽珊. *化学教育 (中英文)*, 2020, 41 (5): 37—44
- [22] Linden A V D, Joolingen W V, Meulenbroeks R F G. Designing an Intrinsically Integrated Educational Game on Newtonian Mechanics//Manuel G, Mario A, Heinrich S. *Games and Learning Alliance 7th International Conference*. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2019: 123—133
- [23] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准 (2017年版2020年修订). 北京: 人民教育出版社, 2020: 15—17
- [24] 刘东方,李文昱,康新. *化学教育 (中英文)*, 2022, 43 (17): 53—61
- [25] 何鹏. *化学教育 (中英文)*, 2022, 43 (13): 12—22
- [26] 浙江教育考试院. 浙江省普通高校招生选考科目考试说明. 杭州: 浙江摄影出版社, 2020
- [27] Nicholson S. The state of escape: escape room design and facilities. Lansing, Michigan: Meaningful Play, 2016: 456—486
- [28] Veldkamp A, Daemen J, Teekens S, et al. *British Journal of Educational Technology*, 2020, 51 (4): 1220—1239
- [29] 麦裕华,何庆辉,肖信. *化学教育 (中英文)*, 2018, 39 (19): 34—40
- [30] 宋立栋,刘翠. *化学教育 (中英文)*, 2021, 42 (23): 44—50

[31] Cai S. Journal of Chemical Education, 2022, 99 (7): 2747—2753

[32] 严茹, 竺丽英. 化学教育 (中英文), 2022, 43 (13): 95—101

Chemical Escape Room Design Based on PowerPoint: Redox Reaction

RU Zhen-Yuan^{1,2} LIU Wei-Dong³ ZHU Li-Ying^{1,2**}

(1. College of Education, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China;

2. Key Laboratory of Intelligent Education Technology and Application of Zhejiang Province, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China;

3. College of Chemistry and Materials Science, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract The chemical escape room (ChEsRm) is an interactive educational game that integrates chemistry knowledge into the puzzles to stimulate students' learning interests in chemistry and cultivate their problem-solving competency. It can not only help to diagnose students' learning, but also contribute to assisting their review, facilitating conceptual learning, and enhancing laboratory skills. The study adopts the theme of "redox reaction" in the compulsory course of high school chemistry, and introduces the development process and crucial specifications of ChEsRm. The software of PowerPoint is employed. The process is composed of the determination of targets, the design of puzzles, the preparation of materials, the making of game, and etc. The study provides implications for teachers to design the educational games of chemistry.

Keywords middle school chemistry; educational games; escape room; PowerPoint; redox reaction