

# 基于 PCK 的高中化学教学实录和反思

## ——以苏教版“酚的性质和应用”为例

王 澄

(溧阳市光华高级中学, 江苏常州 213300)

**摘要:** PCK 是将传统意义上独立的学科知识、教学法知识和其他相关知识有机融为一体的复杂系统。本文通过对“酚的性质和应用”的教学实录, 探讨如何在教学中落实 PCK, 提升课堂有效性, 实现师生共同成长。

**关键词:** PCK; 学科教学知识; 苯酚

**文章编号:** 1005-6629(2015)4-0043-05

**中图分类号:** G633.8

**文献标识码:** B

新课程实施以来, 各种教学思想层出不穷, 各种理念所关注的焦点也不尽相同。20 世纪 80 年代, Shulman 在《教育研究者》中首次提出 PCK 概念 (Pedagogical Content Knowledge, 即学科教学知识)。他将 PCK 定义为教师在教学过程中将学科内容和教学方法结合起来的特殊的知识<sup>[1]</sup>。基于文献研究和理论学习, 笔者发现国内外众多学者对 PCK 要素的阐述虽然有一定的差异, 但基本的要素和大致的框架没有本质的变化, PCK 要素都涉及了学科内容知识、关于学生的知识、教学法知识和教学评价知识, 四个要素的融合运用是 PCK 的核心观点。

### 1 设计思想

PCK 理论的实践过程体现出教师对化学学科内容知识特有的理解力。PCK 的研究能帮助教师从化学学科专业的角度对教学的核心活动做出分析, 界定核心概念, 明确需要学习的内容, 评估学生迷思概念, 选择学习内容和课程资源, 开展学生活动, 评价学生表现, 修改完善教学过程。基于 PCK 的教学更有助于教师用系统的、联系的视角分析教材, 使学生学会从学科的角度思考和解决问题, 激发学生的内在动机, 提高学生化学学力, 使教师成长为高成效教师和学科专家型教师, 实现师生共同成长。笔者选取了高二选修 5《有机化学基础》中第二单元第 2 节“酚的性质和应用”为课题, 基于 PCK 设计、实施、评价、反思和改进教学: 以酚的代表物苯酚的结构为基础、性质为重点, 围绕学生容易迷思的概念引导学生思考讨论, 组织相应的师生互动教学活动和评价活动。现将

教学实录与反思阐述如下。

### 2 教学实录

环节一: 学什么?

[PPT 投影] 手术室照片、教师身上阑尾炎手术留下伤口的照片。亲身经历在手术中缝合伤口时, 使用石炭酸溶液处理刀口。字幕: “石炭酸是什么?”

设计意图: 用真实的场景激发学生求知欲, 首尾呼应, 从真实的问题开始, 本节课结束时又以这个问题作为学生学习反思的切入点。

环节二: 怎么学?

[学生活动] 自主学习课本 P71~73, 独立完成“是真的吗?”:

1. 苯酚分子中所有原子一定共平面, 是真的吗?
2. 常温下, 苯酚是无色有特殊气味的固体, 是真的吗?
3. 常温下, 苯酚与水以任意比例互溶, 是真的吗?
4. 苯酚俗称石炭酸, 苯酚具有酸性, 是真的吗?

[师生互动] 学生 A 根据已有空间构型的知识, 很顺利地判断“问题 1”不是真的。教师追问“一定共平面的原子最多有几个?” (12 个); “可能共平面的原子最多有几个?” (13 个)。教师手中拿着苯酚分子球棍模型, 边问边旋转 C-O。

学生 B 根据自主学习判断“问题 2”是真的。教师展示装有苯酚的试剂瓶, 追问“为什么瓶中苯酚为红色?” (被氧化了); “苯酚和什么物质发生

反应?”(空气中的氧气);“苯酚体现什么性?”(还原性);“苯酚能否使酸性高锰酸钾褪色?”(学生B回答“能的吧”),学生B完成实验,向高锰酸钾溶液中滴加苯酚。教师用平板同步投影学生实验。

学生C根据自主学习判断“问题3”不是真的。学生C完成实验:在试管中放入两块大拇指甲盖大小的苯酚,加入约20mL的水,振荡,观察现象(学生D:变浑浊,苯酚没有完全溶解于水中)。加热,观察现象(学生D:变澄清,苯酚不见了,可能和水反应了)。继续将热的试管放在冷水中,观察实验现象(学生D:变浑浊,又有苯酚了。刚刚应该不是反应是溶解,现在变冷又析出)。教师用平板同步投影学生实验。

学生E判断“问题4”是真的。教师将上述试管中的苯酚浊液平均分装在两支试管中,向一支试管逐滴加入氢氧化钠溶液,3滴就使浊液变澄清;向另一支加入3滴水,浊液无明显变化(学生E用平板同步投影、描述现象、归纳总结:苯酚和氢氧化钠发生反应,苯酚有酸性)。学生写出化学反应方程式,学生E在澄清试管上贴上标签“苯酚钠溶液”。

[过渡]除了与氢氧化钠的反应能证明苯酚具有酸性,你还有哪些方法能证明苯酚的酸性?根据提供的实验药品和自己的兴趣爱好,设计实验方案和完成实验预测,小组讨论。

实验物品:苯酚清液1瓶,pH计1支,表面被氧化的镁条1块,碳酸钠溶液1瓶,胶头滴管1支,试管若干。

[学生活动]独立思考、完成实验方案、进行实验预测,小组讨论、分享讨论结果。

[平板投影]拍摄学生设计方案、投影,投影学生F方案,学生F对自己的方案进行评价(酸有五点通性,根据桌面上的物品,设计苯酚清液和指示剂、盐、金属、金属氧化物反应)。学生G对学生F的方案进行评价(实验方案中要说明取样,pH计是仪器,不是指示剂)。投影学生G方案(见图1中的“实验”和“实验预测”部分)。

[学生活动]分组实验,记录实验现象。与实验预测对比分析实验结果(见图1)。

序号	实验	实验预测	实验现象
1.	取样,用pH计测pH值	pH < 7	pH = 6.2
2.	取样,滴入Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液	有气泡生成	无明显现象
3.	在试管中加入表面被氧化Mg条,加入苯酚清液	有气泡产生	有气泡产生

结论: 苯酚具有酸性: ① pH < 7, ② 与MgO反应, ③ 与Mg反应  
苯酚具有弱酸性: 遇Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液无气泡

图1 学生G设计的实验方案

[小组讨论]

1. 哪些现象也说明了苯酚有酸性?(学生H: 苯酚清液pH为6.2,和镁条反应产生气泡,也说明苯酚有酸性)

2. 根据实验现象,你认为苯酚酸性的强弱如何?(学生I: 苯酚是弱酸,没有产生二氧化碳)

3. 碳酸钠溶液加入苯酚清液无现象是否说明两者不反应?如何证明?

[小组讨论]设计实验证明苯酚与碳酸钠溶液是否反应?

[平板投影]拍摄学生设计方案、投影:

学生J方案:取苯酚浊液,滴加碳酸钠溶液;用水作对比实验(教师演示该实验,学生J用平板同步投影实验)。

学生K方案:取苯酚清液滴加碳酸钠溶液,再滴加氯化钙溶液;取水滴加碳酸钠溶液,再滴加氯化钙溶液。

[师生互动]教师:设计的原理是什么?(学生K:苯酚和碳酸钠反应的话,那么就没有碳酸根离子,用氯化钙就检测不出来。为了排除是碳酸钠浓度不够,所以用水做对比实验)

教师:本节课提供的碳酸钠溶液是饱和的,你的方案对苯酚溶液和碳酸钠溶液的用量有没有要求?(学生K思考了一下:有要求,要防止碳酸钠过量的。)

教师:怎么修正方案?(学生K:取苯酚多一点,碳酸钠溶液加一滴)

教师:苯酚溶液能不能也定量表示一下,大家觉得取多少比较好?(试管的三分之一处)

[学生活动]学生K完成实验:取苯酚清液约1/3试管,滴加1滴碳酸钠溶液,再滴加氯化钙溶液(无明显现象);取水约1/3试管,滴加1滴碳酸钠溶液,再滴加氯化钙溶液(产生白色沉淀)。教

师平板同步拍摄实验过程(见图2)。



图2 平板拍摄试管实验

学生K在黑板完成苯酚和碳酸钠溶液反应的化学方程式,其他同学在学案上完成。

设计意图:利用自主互助教学法,选择合适的教材资源,在教学中利用多种评价方式不断改进方案,选择最优实验方案。培养学生对比意识和定量意识。苯酚浊液中滴加氢氧化钠变澄清证明苯酚酸性的实验由教师完成主要有两个原因:①苯酚浊液的腐蚀性太强;②产物要用于生成苯酚的实验。若氢氧化钠过量,则生成苯酚浊液的时间较长,教师实验可以控制氢氧化钠用量。

环节三:学得怎么样?

[展示]苯酚软膏,拍摄说明书,平板投影。

[师生互动]教师:请你根据所学的知识,解释苯酚软膏的使用说明书。(学生L:不能与碱性药物并用是因为苯酚有酸性,色泽变红后停用是因为苯酚与空气反应)

教师:还有同学补充么?(学生M:局部红肿用酒精洗是因为苯酚极易溶于酒精)

教师:请M同学向大家说明一下他是怎么认识苯酚在酒精中的溶解性的。(学生M:课前我取了等量的苯酚,加入两支试管。加入2mL酒精,振荡后变澄清。加入2mL水,振荡后变浑浊。对比说明,苯酚在酒精中的溶解度大)

[过渡]稀苯酚溶液不仅可以用做医疗中的消毒剂,苯酚在生产中的用途更多。但是苯酚的浓度一旦变大,超过5%,就会对人体造成伤害。所以工业上的含酚废水直接排放,不仅对人类的生活造成危害,也是一种资源的浪费。利用含酚废水来回收苯酚是两全其美的好方法。回顾自主学习过程,思考如何快速检测废水中有没有苯酚呢?(有同学

说三氯化铁,有同学说溴水)

设计意图:构建明确的情境线,使用情境教学法,渗透化学“来源于生活、作用于生活”的学科思想,体现化学学科价值,验证了体验在学生认知过程中的重要作用。

环节四:进一步认识苯酚

[学生活动]学生N取稀苯酚约2mL,滴加三氯化铁溶液,观察实验现象,表达实验过程。

[师生互动]教师:请同学们预测,向苯酚清液中加浓溴水的实验现象(有白色沉淀)。

教师:分组实验。观察、描述实验现象。(学生O:没有现象;学生P:不对,一开始有点白的,后来又没有了)

教师:再次体验这个实验,仔细观察,是否有P同学描述的现象产生?(大部分同学观察到现象,仍有同学说没观察到,在未观察到的同学中选择两位学生Q、R做探究实验)

[PPT投影]教材第73页上的活动探究及苯酚和溴水的反应方程式。

教师:你手中的苯酚到底有没有发生这个反应呢?请小组内讨论:如何设计实验证明苯酚和溴水发生了反应。(学生Q:用pH计测定反应后苯酚溶液的pH为2.9。对比未加溴水的苯酚溶液pH为6.2,酸性变大,说明反应生成 $H^+$ ;学生R:向反应后溶液中加入硝酸银,生成明显的淡黄色沉淀。说明反应后溶液中存在 $Br^-$ 。得出结论苯酚和溴水发生了反应,生成产物HBr)

教师:实验说明了苯酚和溴水发生了反应,为什么实验结果并未出现预测的白色沉淀?三溴苯酚去哪里了?(学生S:苯酚浓度大,未反应完,生成的沉淀是有机物,溶解在有机物苯酚中)

学生实验:重新取苯酚清液2滴加入约5mL水,加浓溴水,观察实验现象(有白色沉淀)。

[过渡]用这两种方法测定废水中有苯酚后,又该如何回收呢?

[PPT投影]含酚废水的处理方法:①向含有苯酚的废液中加入苯,静置分层,分液;②取上层液体,加入NaOH的水溶液,静置分层,分液;③取下层液体,通入二氧化碳。

[学生活动]独立思考三个步骤的目的和涉及的化学方程式。小组交流汇报。

[学生实验] 学生 E 上讲台找到自己贴有“苯酚钠”标签的试管, 学生 T 用实验室制法制取二氧化碳气体, 将二氧化碳通入学生 E 手中的试管。教师平板同步投影实验。学生观察实验现象, 完成反应方程式。学生 E 和学生 T 在黑板板演。

[学生活动] 根据黑板上的化学方程式, 对比分析: 向苯酚钠中通入二氧化碳的产物是碳酸钠还是碳酸氢钠? 完善反应方程式。

设计意图: 再次利用自主互助的教学方法, 实验探究、矛盾冲突、分析异常、重新体验的方式带领学生经历从意外到困惑到突破后的喜悦。利用师生同台、生生同台实验, 构建了和谐的师生关系、同伴关系。

环节五: 苯酚是什么?

[PPT 投影] 课本第 66 页“观察与思考”。

[小组讨论] ①为什么丁香油酚叫酚, 胆固醇、肌醇叫醇? 请观察这三种物质结构上具有什么特点? 维生素 A、维生素 E 属于醇还是酚? ②请根据自己的理解, 给酚类下定义<sup>[2]</sup>。

教师: 回到本节课开始时的情境, 小护士问: “石炭酸是什么?” 你该怎么向她说明你认识的石炭酸? (学生自由发挥, 根据自己的理解, 解决小护士提出的问题, 同时分享本节课的学习收获和困惑)

设计意图: 系统、联系地用好教材资源, 改变常规的评价方式。根据学生的回答过程很好地测量和评价学生的表达能力、思维能力、自我评价能力, 使师生在评价过程中平等对话、互惠互利、共同提升。

### 3 教学反思

PCK 内在的独特性主要包括两个方面:

(1) PCK 效力的发挥并不是某一个要素在起决定作用, 而是多种要素相互交汇融合、相互影响的过程; (2) PCK 涉及的四个要素存在独立性<sup>[3]</sup>。

PCK 对学科内容知识的研究显示, 本节课除了苯酚的概念和事实性知识外, 还包含着学科结构知识。例如有关苯酚的两个陈述: (1) 苯酚固体和水混合形成浊液; (2) 苯酚中的酚羟基能电离出氢离子。陈述 1 是通过观察到的现象, 使断言得到证实。而陈述 2 和 1 形成了鲜明的对比, 苯酚中的氢离子是看不到的。这个陈述依据这样一个事实:

以氢离子体现的特殊现象为基础, 通过假设、推论、验证得到论证。两种陈述的论证来自于不同的证据和不同的方式, 这就是学科结构知识的重要体现。这些知识对于教学的设计产生重大影响。笔者认为化学学科知识不仅是定义和性质构成的知识体, 更应该是培养学生认识世界的方法。教材 P71~75 上内容被理解为: 苯酚是什么? (苯酚的化学式结构、苯酚的性质); 怎么发现苯酚? (检验苯酚); 为什么学苯酚? (含酚废水的处理)。教学中仅考虑学科内容知识是不够的, 补充对学生因素的考虑才能使教学具有高效性, 这就是 PCK 的初步呈现。

对学生知识的考虑需要教师回答这几个问题, “为什么要教?” “教什么?” “教给谁?” “怎么教? ”。这些问题的解决需要教师考虑学生所处的社会环境、学生对于苯酚理解的起点、学生有哪些思考方式和论证层次、学生可能出现的迷思问题、如何使学生走出迷思状态等。结合学科内容知识和学生知识, 笔者将本节课设计了一明一暗两条线索。明线是“苯酚让生活更健康”: 手术用苯酚溶液防止伤口感染→生活中用苯酚治疗皮肤病→苯酚是重要的化工原料, 有回收价值→发现苯酚并回收。暗线是学生化学学力的培养: 自主互助、实验探究、用所学知识解决生活中的问题。在课堂动态生成过程中, 暗线成为 PCK 设计理念的亮点。课堂教学的魅力在于生成性和不可预测性, 教师并不一定能考虑到学生所有的迷思问题。在本节课环节中, 学生 D 将“变澄清”理解为发生化学反应, 是教师未预设到的答案。教师根据学生提出的问题, 结合教学法知识, 调整预设过程, 跟进实验, 分析现象, 自我评价, 帮助学生解决迷思概念。这个过程正是体现了 PCK 作为多因素融合开放系统的反馈、补偿、再组织的特性。

在教师真正设计教学环节时, 教学法知识被充分调用起来解决问题。本节课的设计考虑了以下几个问题: “在以前的教学中行之有效的教学方法有哪些?”、“适合本节内容的有效的教学方法有哪些?”、“帮助学生掌握苯酚相关知识的样例、表征、类比有哪些?”、“如何运用教材支持学生学习?”、“如何运用新技术支持学生学习?”、“学生对知识的理解如何表现?”、“学生的能力能否

逐步提高?”、“如何支持学生能力提高?”。基于这些思考,笔者创设教学环境,激发学生学习兴趣,使学生赞赏化学对生活的贡献;进行了苯酚的性质及化学表征的教学,使学生掌握文字语言和化学表征之间的转化;进行了与苯酚相关联的教学,建立了研究苯酚的过程和日常生活的联系,鼓励学生参与讨论和质疑,拓展对联系的理解;进行了问题解决的教学,在苯酚的酸性、取代反应两个教学片段中,由学生提出问题,分析解决问题的方法,实验论证并解释结果,培养学生思维的习惯,形成解决问题的一般过程;进行了化学交流的教学,给予学生交流的机会,规范学生的化学用语,促使学生在自主互助中进行化学交流;进行了化学推理的教学,从浊液中滴加氢氧化钠论证两者反应迁移到浊液中滴加碳酸钠溶液,给予学生拓展化学推理的机会;进行了提高化学素质的教学,环节二中学生 E 亲手写标签、贴标签,在环节四中又找到该试管,进行后续实验,强化化学实验的基本要求,强化化学学科素养;在教学中充分利用科技,用平板播放 PPT、同步实验、拍摄学生方案,克服了个人进行试管实验时可观察性不强的弊端,使试管实验这种化学教学中最常见的技术成为化学中最优质的教学资源。

PCK 指导教学的最终目的是要求将教师知识转变为课堂知识最终转化为学生知识。这就要求教师能使用多种评价方法评价学生对苯酚的理解程度和学习表现。本节课选取了多种体现学生个性的评价方式,在教学过程和评价之间并没有明确的界限,评价发生在教学中的各个环节。有别于一般教学评价,PCK 更倡导在教学过程中融合教学评价,使师生经历矛盾的冲突,利用评价产生的反馈知识,反思矛盾的缘由,发现迷思问题,不断修正知识结构,最终完成高效的、有意义的学习过程。长期引导学生评价,有助于培养学生提出问题和解决问题的能力,更能拓宽学生学习的视野和提升思维的高度,最终促进教师的成长。本节课结束后,几位同学对教学中的几个片段进行讨论和评价。汤某:“苯酚溶液中滴加浓溴水,pH 由 6.2 下降为 2.9,得出反应产物中含有氢离子的结论不科学。因为溴单质和水反应生成 HBr,可能是这个酸造成的。”张某:“那么用  $\text{Ag}^+$  测溴离子也不科

学,可能也是溴单质和水反应生成的 HBr。”经过汤、张同学所在小组的讨论,该学习小组又去实验室用水做了对比实验。得出结论后,又提出质疑:

“为什么是三取代?如何证明?”继续进行数字实验,控制苯酚用量,用光电传感器和 pH 传感器进行定量实验。得出结论后继续追问:“为什么是 2,4,6 取代?”对于这个高中阶段较难完成的实验,教师建议该小组的同学上网查阅资料。该学习小组搜索、阅读、讨论了 2001 年《化学教学》第 8 期的《苯酚与溴水取代反应的研究》。在学生提出质疑并设法解决的过程中,笔者思考的角度也不再局限于教材的教学要求。学生对知识的渴求促进了教师进一步的思考、学习和成长。

PCK 不是教学中四个要素的简单加和,笔者赞同把 PCK 作为一种复杂系统来理解,因为在教学设计和教学环节中很难把这四个要素剥离开来,本节教学实录中使用的 PCK 模型可以用图 3 做简单表征。这四个要素在教学设计中的关系根据不同的课型不断变化,这也是 PCK 内在独特性的体现。每个教师具有 PCK 知识都不同,对于同一课题的理解也不同,这也是同课异构的本质原因。坚持在教学中践行 PCK,能使师生在课堂中实现共同生长。

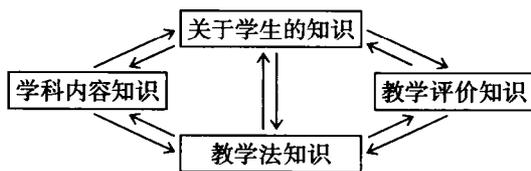


图3 教学过程的PCK模型

#### 参考文献:

- [1] 张莹. 中学化学教师学科教学知识的课例研究 [J]. 化学教学, 2014, (9): 41.
- [2] 曹丽敏. “酚的性质与应用”教学设计 [J]. 化学教学, 2010, (6): 46.
- [3] 沈睿. 复杂理论视角下对化学教师 PCK 的研究 [D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2012: 106~109.