

## “完全学分制”下分析化学实验的“多维”教学设计与思政挖掘

张盛\*, 王明玉, 王小红\*, 冯建成

海南大学化学化工学院, 海口 570228

**摘要:** 基于理工科、农学、海洋等专业人才培养方案和“完全学分制”下人才培养要求, 提出“线上线下结合式教学模式”“翻转课堂教学模式”“单道双轨型教学模式”结合的“多维”实验教学法。基于“以成果为导向”“以不同专业为导向”以及“以学生为中心”的思政挖掘理念, 运用“自上而下”和“问卷调查”的方法, 提炼出七大思政元素, 将专业知识传授与思政育人元素有机结合, 渗透性地贯穿于课程教学全过程。采用实践性评价、过程性评价与终结性评价相结合的多元化评价方法, 注重学生全面能力考核。以开放创新实验与科普性实验设计为抓手, 注重竞赛能力提升, 强化实践与创新能力, 符合“完全学分制”背景下, 以成果导向(OBE)为基础的人才培养目标。

**关键词:** 完全学分制; 分析化学实验; 人才培养; “多维”教学法; 课程思政

**中图分类号:** G64; O6

## Multidimensional Teaching Design and Ideological and Political Exploration of Analytical Chemistry Experiment under the Complete Credit System

Sheng Zhang\*, Mingyu Wang, Xiaohong Wang\*, Jiancheng Feng

School of Chemistry and Chemical Engineering, Hainan University, Haikou 570228, China.

**Abstract:** In accordance with the talent development programs in science and engineering, agronomy, and oceanography, and under the framework of the “complete credit system”, we propose a “multidimensional” experiment teaching method that integrates “online and offline blended learning”, “flipped classroom”, and “single-path dual-track” teaching models. Guided by “outcome-oriented”, “discipline-specific”, and “student-centered” philosophies, we employ “top-down” and “questionnaire-based” approaches to identify seven key ideological elements. These elements are organically integrated with disciplinary instruction and are seamlessly woven into the entire course teaching process. A diversified evaluation method combining formative, summative, and process-oriented assessments is employed to assess students’ comprehensive abilities. With open-innovation experiments and popular science experimental designs as the starting point, the program focuses on enhancing competitive abilities, strengthening practical and innovative abilities, and meets the talent cultivation goal based on the outcome-based education (OBE) under the background of the “full credit system”.

**Key Words:** Complete credit system; Analytical chemistry experiment; Talent training; Multidimensional teaching method; Ideological and political education

收稿: 2023-07-26; 录用: 2023-09-15; 网络发表: 2023-10-20

\*通讯作者, Emails: zhangsheng19890501@163.com (张盛); wangxiaohong@hainanu.edu.cn (王小红)

基金资助: 海南省高等学校教育教学改革研究项目(Hnjg2022-29, Hnjg2022-5); 海南大学教育教学改革研究项目(hdjy2222, hdjy2352); 海南省自然科学基金青年基金项目(222QN223); 海南大学科研启动项目(KYQD(ZR)21141); 国家自然科学基金青年基金项目(22363004, 21703002)

响应教育部积极推进的新工科建设, 全国高校全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验, 助力高等教育强国建设<sup>[1]</sup>。2010年, 我国出台《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010–2020)》, 提出要深化教学改革, 推进和完善学分制<sup>[2]</sup>; 2018年, 教育部出台《教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》, 支持高校进一步完善学分制, 扩大学生学习自主权、选择权<sup>[3]</sup>; 2018年, 新时代全国高等学校本科教育工作会议强调“以本为本”“四个回归”, 打响全面振兴本科教育攻坚战<sup>[4]</sup>。近年来, 海南大学结合区域发展目标和学校自身定位, 探索协同育人人才培养体系。其中, 完全学分制改革可使学生自主选择专业、课程和授课教师, 力求打破学院、学科壁垒, 强化不同学科交叉、教学与科研的深度融合, 完善“个性化”人才培养机制。

分析化学实验是理工科、农学、海洋等专业学生学习的的第一门必修化学基础课程, 具有较强的实践性、理论性和实用性, 如何构建分析化学实验教学体系, 同时将学习目标、实验技能、实验教学时间、课程教学、实验教学、评价体系、安全有效的管理体系、学习计划等诸多因素有机结合, 促进学习成效, 进而提升教学效率, 是推行学分制的关键。设计研究性实验一直是基础课教师关注的焦点之一, 是完成分析化学实验课程的重要环节。传统设计性实验与学生互动较少, 学生对产生的实验现象不进行深入思考, 不能锻炼实验技能, 易出现“老师难教、学生不愿听”的现象。照本宣科的讲授方法, 难以建立“理论–实验–实践技能”之间的联系。设计性实验教学与现代社会发展结合紧密, 加强设计性实验教学是学科发展的需要, 同时结合以实验竞赛、开放实验室与科普基地项目这种目标导向, 更符合新工科的培养目标。

“多维”教学法是在教学中教师多角度、多系统地激励、开拓学生思维, 着重培养和提高学生分析、概括、判断和迁移能力的一种教学方法<sup>[5–7]</sup>。采用“多维”教学法突破学生机械接受的思维模式而形成一种积极主动、具有独创精神的创造性思维。基于“理论–实验–实践技能”联系, 将课堂教学、实验实践活动、开放实验、科普实验和学科竞赛等相互融合, 将这种成果导向(OBE)式教育模式引入授课模式, 同时加强过程性考核, 有望实现预期效果<sup>[8,9]</sup>。OBE理念下的“多维”分析化学实验课程设计以学生为中心, 教师注重引导与辅助, 如翻转课堂模式、邀请知名专家、大数据平台、化学实验, 调动学生学习主动性、积极性, 实现理论和实际相结合, 为课程思政提供更多载体。

根据《高等学校课程思政建设指导纲要》(教高[2020]3号)要求<sup>[10]</sup>, 课程思政建设内容要紧紧围绕坚定学生理想信念, 海南大学分析化学实验教师团队从新工科专业建设角度出发, 全面分析、收集及整理了分析化学实验中的思政元素, 梳理提炼出专业知识与思政元素的结合点, 进行“融入式”设计, 将家国情怀、国际视野、法制意识、生态意识和工程伦理意识等意识形态的培养潜移默化地融入到教学中, 为新工科输出竞争人才奠定坚实基础, 真正做到“守好一段渠、种好责任田”<sup>[11]</sup>。

## 1 教学整体设计

### 1.1 教学内容

分析化学实验为全校公共基础课程, 是实践性较强的一门课程, 主要培养学生的创新能力、思维能力、科学研究能力、自学能力以及动手能力。课程内容包括: 验证性实验、综合性实验、设计研究性实验等。传统的实验内容中, 实验性质多为验证性, 在新的人才培养方案中, 虽设置了设计性和综合性实验, 但是其占总实验项目数比例较少。个别实验性质定性为设计性, 但是由于学生缺乏设计的积极性和创新性, 因此多数同学还是采用课本现有内容, 不能实现设计的真正意义。因此, 为了激发学生的学习兴趣, 把学生从被动学习变为主动学习, 对这部分内容进行教学设计。具体教学内容如图1所示, 安排了32学时的教学任务(表S1)与教学安排(见补充材料S1小节)。设计研究性实验为主要改进内容(见补充材料S2小节)。通过分析化学实验课程的创新教学, 设置重难点(见补充材料S3小节)。

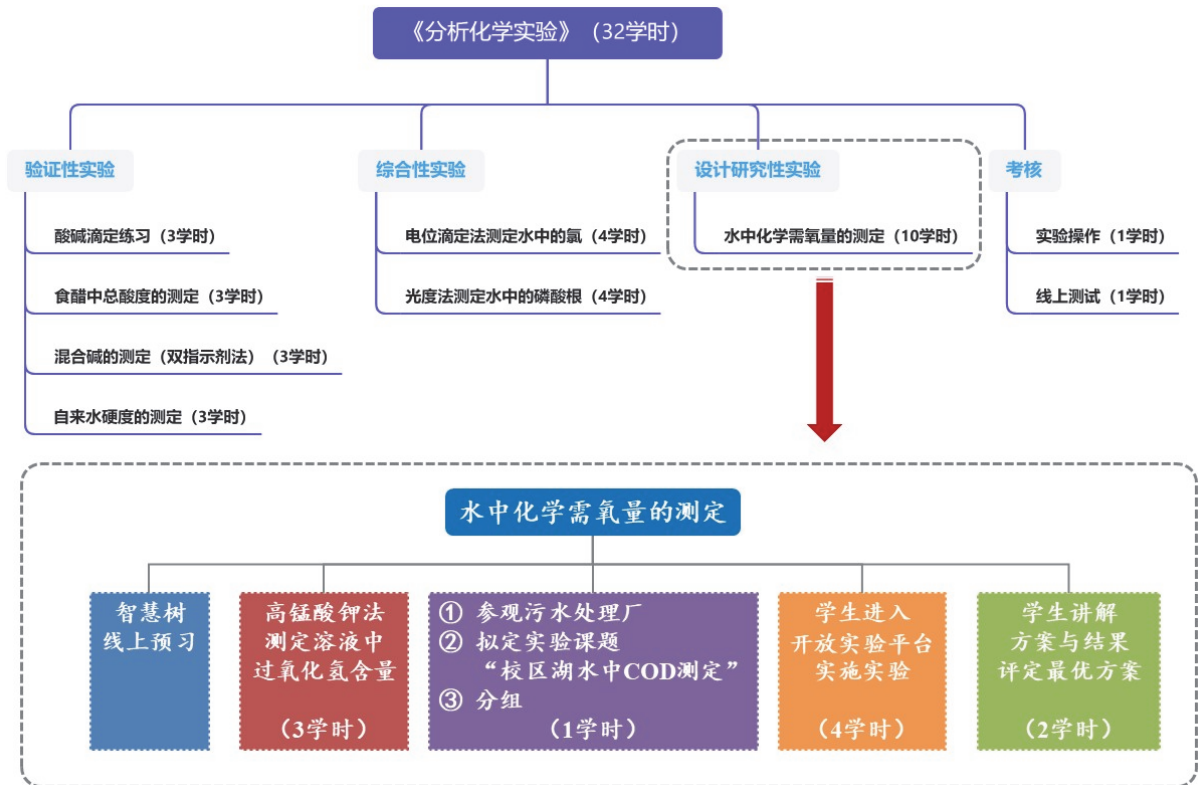


图1 教学内容设计

## 1.2 教学策略

适应当下学生学情和教学目标(见补充材料S4与S5小节), 借助现有教学资源(见补充材料S6小节), 团队将传统课堂与“线上”课堂有机融合, 构建“线上线下”结合教学模式, 增强学生自主学习意识; 开展以学生为中心的“翻转课堂”教学模式, 加强团队协作, 实现师生、生生间实时互动和对话, 提高学生语言表达能力; 确定理论联系实际和课内课外相结合的OBE教学模式为主轨道, 以实测项目与竞赛培养结合的“双轨道”模式为抓手, 构建“单道双轨型”模式(图2), 实现“多维”教学理念。

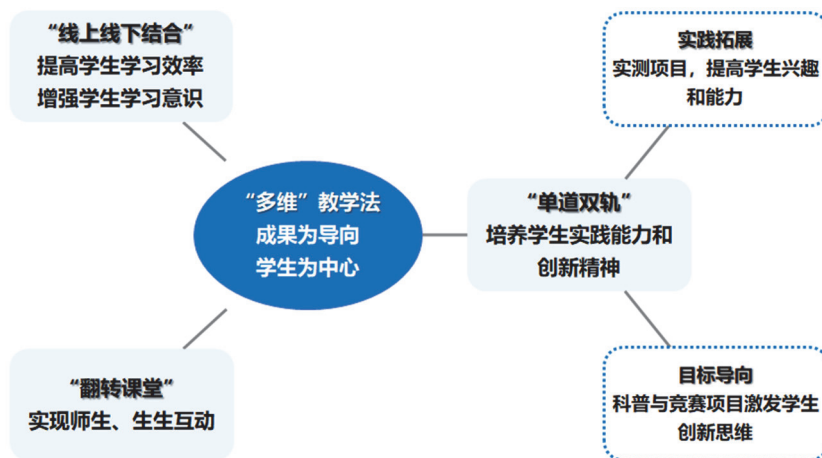


图2 “多维”教学法

### 1.3 思政挖掘理念

相比较于传统地直接从专业书本知识点“挖掘”思政要素的方式，避免思政元素融入方式生硬、贴合度不高、素材关联性不足等问题，采用以下思政挖掘理念。

#### 1.3.1 “以成果为导向”的思政挖掘理念

采用“自上而下”的思政挖掘方式(图S1)，即从化学家人物事迹、化学史、时事政治、化工产业、民生、文化生态文明、科技前沿、医疗卫生、能源材料、军事、哲学、农业生产等各个方面“剖析”相关素材并关联分析化学实验知识点，提高思政贴合度，让学生不光能感受“化学之美”“化学之用”“化学之功”，也使学生会用化学的眼光看问题。

#### 1.3.2 “以不同专业为导向”的思政挖掘理念

分析化学实验课程除了是针对材料化学与工程，材料化学专业的基础课，还是植物保护、农学、作物学、水产养殖学、土木工程等专业的公共课，针对不同专业我们提出了“以不同专业为导向”的思政挖掘方式，即根据不同专业特点和教学目标，渗透融入思政元素，让思政元素和专业更有贴合力，减弱“专业跳跃”带来的“思维冲突”，使学生潜移默化地接收思政元素。

#### 1.3.3 “以学生为中心”的思政挖掘理念

在新生开课之前，采用调查问卷的形式，设计思政元素问卷，对不同专业学生设置“想接受和培养什么样的情怀？”“想成为什么样的人？”“想具备什么样的科学素养？”“想关注什么样的科学问题？”等问题。从结果中分析和挖掘思政元素，巩固和提高不同专业个性化思政教育，加强和完善思政薄弱环节，使思政教育更具针对性、科学性和成效性。以材料化学与工程专业学生调查问卷为例(表S2、表S3)，根据结果挖掘思政元素。

#### 1.3.4 课程思政“渗透性”融入

采用“以成果为导向”“以不同专业为导向”以及“以学生为中心”的思政挖掘理念，运用“自上而下”(图S1)以及“问卷调查”的方法(表S2与表S3)，最大程度地增强思政贴合度。根据分析化学实验课程思政育人目标，结合专业知识提炼出了分析化学实验七大思政元素(如图S2所示)，将专业知识传授与思政育人元素有机结合，贯穿于课程教学的全过程。

## 2 教学实施过程

将分析化学实验中的设计性实验作为教学实施重点(见补充材料S7小节)，教学实施任务按照课前准备、课堂教学、课后巩固和拓展组织教学活动如图S3所示，具体过程如表1所示。

## 3 教学评价

课程教学评价突出过程性评价的多样化考核方式，根据学校要求，终结性考评包含期末线上理论考试成绩、操作技能考核成绩和平时成绩，平时成绩的考核注重过程性考评，包括在线资源自学情况评价、翻转课堂的过程性评价、平时操作成绩、实验报告与预习报告成绩、课后巩固和拓展辅助评价等(如图S4与表S4所示)。该评价注重学生学习过程、学习态度、语言表达、协同合作、查阅文献、实验技能规范、归纳总结、理论联系实际等方面全面能力考核。

## 4 学习效果

### 4.1 直接达程度

根据《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》和《海南大学课程目标达成情况评价办法(试行)》等相关文件要求，制定相关专业课程目标达成情况评价机制与实施办法，通过标准化测试成绩分析法，针对课程的期末试卷，按照其对毕业要求指标点支撑的权重，根据学生所得分数计算毕业要求指标点的达成度值。抽取设计性实验标准化测试成绩得分情况分析评价学生对问题分析等指标的达成情况，其中知识目标与能力目标的数值均大于0.85(见表S5)，目标达成。

## 4.2 间接达成度

利用问卷星对2021级授课班级学生(105人)进行了学习效果调查(表S6), 评判标准依据的是工程教育认证工作中对毕业要求的间接达成度评价, 采用方法为问卷调查法, 如表S6所示。本专业设定0.75作为间接达成度“达成”的评价标准, 即 $\geq 0.75$ 结论为“达成”。表S7统计结果94% (0.94)以上的人选择了AB选项, 评价正面, 达到课程效果。

表1 教学实施过程

教学过程					
教学 预计	环节 实践	教学活动		教学 目标	设计意图
		教师活动 (主导)	学生活动 (主体)		
网上学习点 评、答疑		1. 发布相关视频与讨论题目; 2. 师生线上互动: 对学生课前的网上视频和在线章测试题在平台进行点评; 3. 对章测试题错误较多的题讲解; 4. 解答学生在线学习中的疑问; 5. 提出本实验的教学任务	1. 线上预习; 2. 学生在线提问; 3. 了解本实验的学习任务	B1、 B4	1. 对学生线上学习点评, 及时了解学生学习情况, 增强学生自主学习意识; 2. 对在在线测试题出现错误较多的题进行线上讨论, 纠正问题; 3. 提高预习效果
课程一		高锰酸钾法测定溶液中过氧化氢含量			
重点知识讲解: 高锰酸钾法测定溶液中过氧化氢含量-基本知识讲解/25 min		1. 教师讲授“高锰酸钾法测定溶液中过氧化氢含量”实验; 2. 引出标准溶液配置与滴定方法, 强调氧化还原滴定法的原理, 介绍本实验中玻璃仪器与试剂; 3. 融入思政教育: 讲解我国分析仪器领域从无到有, 从弱到强, 体现工匠精神	1. 掌握氧化还原滴定原理; 2. 掌握高锰酸钾不同条件下的反应方程式; 3. 掌握自身指示剂特点; 4. 学生了解我国高精尖领域的发展, 树立工匠精神; 5. 学生积极互动	A1、 C3、 C4	1. 以讲授引入知识点; 2. 开展思政教育
重点知识讲解: 高锰酸钾法测定溶液中过氧化氢含量-操作指导/25 min		1. 教师演示仪器使用并指出注意事项; 2. 引导学生参与易错操作讨论; 3. 教师指导学生操作	1. 学生移液管操作练习; 2. 学生定容操作练习; 3. 学生滴定操作练习; 4. 学生取液操作练习	A2、 C3、 C4	1. 通过小组讨论书写方程式, 发挥小组团队协作能力和团队荣誉感; 2. 让学生代表给每个小组打分, 激发学生兴趣和积极参与课堂, 提升学习效果; 3. 将传统的以“教师讲授为主”的模式向“以学生为中心”的模式转变
实践拓展		课外实习 + 开放实验室			
实践拓展1: 课外实习安排-污水处 理厂参观		1. 引入: 除了课内验证性实验, 课外实践拓展也很重要; 2. 在智慧树发布“污水处理厂污染物分析与处理方法”的视频; 3. 带领学生参观污水处理厂	1. 进一步理清实验和应用的关系; 2. 观看视频, 了解处理污水中原理; 3. 根据参观实习的任务, 思考任务; 4. 参观学习, 完成实习报告	B1、 B2、 C1、 C4	1. 加强理论知识和实际应用的联系; 2. 继续进行课内课外相结合的“单道双轨型”教学模式; 3. 让学生了解, 课内验证性实验, 课外设计性实验、实际应用能力都很重要
实践拓展2: 通过开放实验平台完成设计性实验		1. 指导学生设计实验; 2. 指导学生在开放实验室完成实验	1. 查询资料, 设计实验方案; 2. 开放实验室完成实验		

(待续)

(续表1)

教学过程						
教学 预计	环节 实践	教学活动		教学 目标	设计意图	
		教师活动 (主导)	学生活动 (主体)			
课程二		水中化学需氧量的测定-翻转课堂				
实践拓展: 课外设计实验: 水中化学需氧量的测定 (翻转课堂)/ 40 min	1. 了解“水中化学需氧量的测定”, 并且安排大家进行小组分工合作, 在开放实验室完成实验, 制作讲解PPT, 现在请其中四组同学对自己的设计方案进行讲解; 2. 请四组的代表上台讲解实验方案; 3. 特邀教师或专家对方案进行点评, 有问题的学生对方案进行提问; 4. 教师对比点评四个小组的设计方案进行, 提出除了实验方案, 数据的处理过程也非常重要; 5. 课堂思政: 通过COD测定, 指出水污染, 树立“生态文明和环境保护意识”	1. 第一组讲解实验方案: 水中化学需氧量测定-酸性高锰酸钾法; 2. 第二组讲解实验方案: 水中化学需氧量测定-重铬酸钾法; 3. 第三组讲解实验方案: 水中化学需氧量测定-碱性高锰酸钾法; 4. 第四组讲解实验方案: 水中化学需氧量测定-重铬酸钾分光光度法; 5. 学生树立环保意识	A2 、 A6 、 B1 、 B2 、 B3 、 B4 、 C3 、 C4	1. 培养学生查阅文献、归纳总结的能力; 2. 开展以学生为中心的“翻转课堂”教学模式, 加强团队协作, 实现师生、生生间实时互动和对话; 3. 开展理论联系实际、实行“单道双轨型”教学模式, 培养学生的实验设计能力、语言表达能力和创新精神; 4. 融入思政教育: 树立“生态文明和环境保护意识”		
总结/5 min	1. 学生总结课外设计实验方案, 写出实验报告; 对参观完污水处理厂后, 完成相应的实习报告; 2. 请组长汇总打分成绩, 展示出各个小组最终分数, 并评出一、二、三等奖; 3. 颁发奖品, 公布竞赛拟入选队伍	1. 组长汇总最后分数, 公布获奖名次; 2. 前三名上台领奖	B2	1. 学生明确课后需要完成的任务; 2. 学生打分, 评出前三名, 发放奖品, 提高学生积极性, 获得认同感		

### 4.3 过程性考核分析法

过程性考核分析法主要包括对实验报告、平时操作、预习报告、操作考试、考情、翻转课堂表现、实践拓展等进行评价。各环节有明确的评分细则, 据此对相应指标点的达成情况进行评价。结果显示, 学生过程性考核的平均成绩达到85分以上, 体现了学生对于这种过程性学习表现出了较高的参与度和积极性, 这为直接达成度与间接达成度的完成提供保证。

## 5 结语

基于“完全学分制”下“多维”教学法, 结合“线上线下”开展以学生为中心的“翻转课堂”教学模式, 确定理论联系实际和课内课外相结合的OBE教学模式为主轨道, 以实测项目与竞赛培养结合的“双轨道”模式为抓手, 构建“单道双轨型”教学模式, 通过强化设计性实验和过程性考核, 将传统的以“教师讲授为主”的模式向“以学生为中心”的模式转变。采用“以成果为导向”“以不同专业为导向”以及“以学生为中心”的思政挖掘理念, 采用“自上而下”和“问卷调查”的方法, 设计出七大思政元素, 渗透性贯穿于课程教学, 实现人才培养目标。

补充材料: 可通过链接 <https://www.dhx.pku.edu.cn> 免费下载。

参 考 文 献

- [1] 田金磊, 牛志强, 陈军. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (18), 61.
- [2] 中共中央国务院. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010–2020年). 中国教育报, 2010-07-31(01).
- [3] 教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见. [2023-10-11].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011\\_402759.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011_402759.html)
- [4] 陈宝生. 坚持“以本为本” 推进“四个回归” 建设中国特色、世界水平的一流本科教育. 时事报告(党委中心组学习), 2018-05-18.
- [5] 温晓辉, 李高鹏, 薛冰纯. 广东化工, **2023**, 50 (10), 240.
- [6] 胡蝶, 何玉财, 张静, 邹平, 张迎阳. 现代食品, **2023**, 29 (09), 89.
- [7] 顾晓乐. 外语界, **2023**, 2023 (1), 24.
- [8] 王银锋, 黄俭根, 罗志刚, 叶慧贤, 李佳. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2201057.
- [9] 杨仲年, 许兰娟, 张丽娟. 大学化学, **2021**, 36 (5), 2012008.
- [10] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知. [2023-10-11].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603\\_462437.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html)
- [11] 习近平. 在全国高校思想政治工作会议上强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面. 人民日报, 2016-12-09(1).