

# 基于培养科学论证能力的长周期作业设计策略

上海市民办华育中学 曹惠洁

**摘要：**科学论证能力指学生在面对科学情境问题时能够用所获得的信息为基础，提出个人主张，进行合理辩护的能力。长周期作业充分培养学生使用科学证据的意识，运用证据进行因果推理的能力以及阐述自身观点并进行论证的表述能力，助力批判性思维、创造性思维、合作能力、交流能力、自主学习能力等综合性共通素养的培养。教师在设计长周期作业的时候要基于课程标准来选择合适情境任务、依据学生学情搭建难度梯度作业、梳理逻辑框架并有效辅导学生，同时有策略性地评价，可以帮助学生有效提高科学论证能力。

**关键词：**科学论证能力、长周期作业、核心素养

论证最早出现在逻辑学领域，在自然科学领域，论证占据了极其重要的地位，科学观点的确立往往需要科学家们之间的主张冲突和各自论证来逐步推进。初中学生的科学论证能力可以表现为：面对科学问题情境，他们能够用所获得的信息为基础阐述科学问题，提出个人主张，进行合理辩护，能够考虑到对立观点的缺陷，进行反驳，或者重新评价自己最初的主张。<sup>①</sup>根据对 185 位初中学生进行的科学论证能力测试和访谈得出，初中学生对于身边的科学情境问题有着强烈的兴趣，能够提出自身的主张和意见，但对于如何基于证据进行论证表达相对比较薄弱。

《义务教育课程标准 2022》<sup>②</sup>立足我国义务教育科学教育的现状，提炼了包括科学观念、科学思维、探究实践、态度责任四个方面的核心素养发展要求。其中提出：科学思维是从科学的视角对客观事物的本质、规律与关系的认识方式，也是适应现代社会发展的核心思维方式，是科学课程中最重要的核心素养发展要求。而科学论证能力正是科学思维的一种具象化体现，论证过程中，不仅体现了学生是否能从科学视角客观看待事物的本质，是否能够基于证据阐述客观事物的规律，是否能够论证主张与证据之间的关系，还体现了学生的批判性思维、创造性思维、合作能力、交流能力、自主学习能力等综合性共通素养。

科学论证能力	科学核心素养
基于所获得的资料对科学问题进行解释说明	科学观念：学生在进行科学问题解释说明的时候能够体现出其科学观念的形成情况。 科学思维：学生能够从科学视角客观看待客观事物的本质。 探究实践：学生可以通过探究实践获得资料。
提出主张	态度责任：学生基于对科学观念的深度理解，形成一定的品格。 譬如对于一些社会问题、环境问题能提出自我的主张。
进行合理辩护	科学思维：学生能够基于证据阐述客观事物的规律，能够论证主张与证据之间的关系
考虑到相竞争观点的不足提出反驳	科学思维：科学能够认识到事物具有辩证性，能够意识到相竞争观点与证据之间的联系。
重新评估自己最初的主张	态度责任：学生能够自我修正主张，并不断进阶上升。

如何进行作业设计帮助学生有效切实地从提出主张、收集证据、进行推理等多方面进行科学论证能力的培养，是科学教师应当关注的点。

## 一、长周期作业是培养科学论证能力的有效作业方案

长周期作业<sup>③</sup>即实践类作业，区别于传统的书面作业，是指以实践活动形式完成的学习任务。具体来说，实践类作业有绘图、建模、调查、实验、观察、设计等多种类型。为了

更好地落实，实践类作业往往需要较长的时间来进行。这便形成了科学作业中的“长周期作业”。

长周期作业往往具有一定的论证性特征，即培养学生使用科学证据的意识和评估科学证据的能力。比如调查类的长周期作业，学生需要搜集相关证据，例如在学习近视眼和远视眼的相关知识后，学生需要去调查班级近视情况和用眼习惯，并了解一些用眼卫生的好习惯，这一过程中学生需要制定调查计划、逐一进行询问或是制定问卷，而后搜集证据，并且需要去检索一些信息进行自学。在这一过程中，培养了学生在论证过程中必须使用真实、有效的科学证据这一意识。

长周期作业还具有一定的推理性特征，即培养学生运用证据进行因果推理的能力。比如教师可以提出思考题，你认为政府可以进行哪些工作防治酸雨呢？为什么？学生不仅需要检索资料找出相应证据，并且需要阐述该手段是如何达成酸雨防治的目的。在这一过程中，学生需要进行推理过程，从表面的手段找到其核心的逻辑，即减少酸雨相关污染物的排放。推理性特征在一些短周期作业比如主观题中也常有涉及，但是在长周期作业中往往更加完整和系统性，对学生的限制也相对较少，学生可以采用表格、图片、思维导图等各种形式帮助推理过程的演绎。

长周期作业具有表述性特征，学生需要完整阐述自身观点或者主张，并且可能会面对同学的质疑或者同学不同的主张，学生在聆听对方的证据和推理后，能够修正自身主张或者反驳对方的主张。比如家庭的饮食是否达到均衡膳食，学生可以主张自己家庭的饮食是否均衡营养，但是要用证据进行推理和解释，同学在听取该家庭的饮食比例后也可以提出异议，但同样需要有理有据，这个环节要求学生能够表述问题、过程和结论，并准确表达自己的观点。

通过调查我们发现，初中学生对于身边的科学情境问题有着强烈的兴趣，能够提出自身的主张，但对于如何基于证据进行论证表达相对比较薄弱。而长周期作业往往从生活或社会现象出发，在创设的真实情境中发现问题、解决问题，让学生经历与科学工作者相似的科学探究、科学论证过程，在巩固知识的同时体验到科学探究的乐趣，提高论证能力，提升了思维水平，在科学核心素养上有所进步。

## 二、设计长周期作业的策略

如果缺伐作业设计策略，长周期作业易流于形式，无法作为一种有效的科学论证能力的培养和评价方式。如何让学生愿意尝试去做，知道如何做，以及在实践中体验收获的喜悦，长周期作业的准备、实践和评价环节都十分重要。

### 1. 基于课程标准，选择合适情境任务

在过往，不少科学作业的布置中存在“去背景化”倾向，即在设计作业时，过分强调学科知识内容的重复检测，过分维护学科基础或者学科知识的系统性和完整性，导致部分作业内容远离体现科学应用价值的实际情境，这会导致学生产生疑问“这个知识有什么用？”学生对于相关作业的兴趣度较低，也无法在自我探究的过程中逐级建立论证过程，对学生的核心素养无法有效培育。

在《义务教育课程标准 2022》中多次提到，倡导创设良好的学习情境，设计适宜的探究问题，引发学生认知冲突，激发积极思维。注重以探究和实践为主的多样化学习方式，让学生主动参与、动手动脑、积极体验，经历科学探究以及技术与工程实践的过程。以此才能够产生深厚的理论兴趣，即对把具体的因果认识上升为一套能有效地分析客观事物所进行的过程的理论结构，以及运用该结构中的概念规律能主动地解决科学问题的兴趣。可见，良好的真实的，基于生活的情境化设计对于学生核心素养的提升是十分有利的。

一方面情境化的长周期作业有利于激发学生的学习兴趣，进入高质量学习状态。比如“根据书本上的食物金字塔总结健康饮食的注意事项”与“我家的饮食健康吗？有哪些改进方案呢？”相比较，虽然在知识内容上两项作业检测内容类似，但学生明显对后者的兴趣更为浓厚，也更为愿意交流自己的观察结论和具体意见。教育科学研究表明，兴趣是学生进行学习训练的重要基础。当学生对一门学科有了学习的热情，就会表现出积极的学习态度和旺盛的求知欲望。一旦学生的兴趣和思维被激发，就会去主动学习、探索、思考。

另一方面情境化的长周期作业组织学生在面对真情情境来进行分析，学生在学习的过程中逐步构建理论结构，这一分析过程是以长周期作业中的情境问题解决为核心，其所建构的理论可以是跨学科的，这也模拟了真实情况下学生在面对问题时的解决思维。比如在完成“我家的饮食健康吗？”这一作业中，学生需要进行观察和记录家庭成员每日的饮食情况，并检索资料知道每类食物中所包含的营养成分，并根据家庭成员的性别年龄等衡量其饮食结构是否健康。学生在完成过程中，不仅加深对知识的理解和串联其内在联系，同时也发展了基于证据提出主张的科学论证思维。

## 2. 依据学生学情，搭建难度梯度作业

“不知道如何做/不会做”是长周期作业流于形式的主要原因之一，也是长周期作业无法达成培育目标的原因。剖析其原因，在于教师设计作业时没有充分了解学生的已有经验，没有充分考虑学生的能力和承受范围，使得学生难以在实践中获得成功的快乐。长周期作业的设计绝不能脱离学生实际，而是要基于培养目标和学生的认知发展水平进行系统性开发，形成具有阶梯性和持续性的长周期作业体系。

长周期作业形式多样，且不同形式的长周期作业对于学生的难度是不一样的。比如检索类作业，在该类作业中，学生需要针对某个问题利用计算机网络或者相关参考书搜索资料，该类作业的难度上相对较低，使用的技能方法较单一，主要锻炼学生搜索证据和评估相关证据的能力。而体验类作业则需要学生进行实验探究，比如饲养蜗牛并对蜗牛进行一些观察类的小实验。这些体验类作业对学生科学素养的培养是多样性的，包括学生进行假设、设计实验、进行实践、收集实践数据并分析数据得出结果的一系列科学核心能力。而调查类作业要求学生走出教室，到大自然或社会中进行调查，培养其从多方面获取相关证据，并进行逻辑推理论证自己的主张。

针对不同年龄段的学生，可以根据兴趣、能力和培养目标设置不同的长周期作业形式。比如介绍一种濒危生物，这一作业需要学生进行检索、搜集资料，对资料进行整理并表达，这一过程锻炼了学生搜集材料整理材料的能力，技能难度并不高，适合于刚刚开始学习科学并对万事万物充满了好奇的低年级学生。而探究酸雨对生物的影响这一作业，是一个非常复杂的过程，学生不仅需要进行实验的设计，选择实验材料和方案的过程中也涉及了检索资料，还要严谨地完成该实验，在实验过程中注重收集数据等证据，并对证据进

行统计等处理。这一作业中对于知识、技能等的要求远大于前者，所以并不适合在低年级学生中进行，更适合于高年级同学。高年级学生在知识技能上具有了一定的能力，来源于生活具有情境性的作业更能让其感到兴致盎然，他们也渴望通过自己的努力改造世界或者解决问题，教师可以多设计一些综合性的主题任务，引导学生关注社会事件，解决更真实、更复杂的问题。

在过往的作业布置中，有少数同学始终未能完成长周期作业，经谈话后，学生表示内容难度大，无法完成，但同时也有部分同学完成度非常高，反映出学生的能力的差异性。因此，“长周期作业”的内容设计应该考虑学生之间的差异，尊重学生个体的不同体验，分层设计，让每一位学生都能得到不同程度的发展。长周期作业的设计和布置必须因材施教。

教师应当充分了解学生的兴趣点、知识技能发展水平，使得长周期作业与之相适应。同时在要求上可以进行分层，帮助每一个学生都能够在一定程度上完成作业，体验成就感。

### 3. 梳理逻辑框架，有效辅导学生

长周期作业从布置到完成的过程中，学生是主体，但并不是教师直接脱手完全不管，这容易导致学生对长周期作业不了了之的结果，教师始终起到合理的引导和帮助的作用。如何有效帮助学生通过长周期作业培养科学论证能力，提升科学素养，首先需要教师自身对该项长周期作业的内在逻辑框架进行梳理，找到该项作业的核心问题链。比如七年级学生进行的“提出针对我家的节水方案”这一长周期作业中，其内在论证逻辑框架可以梳理如下：

主张	证据	调查方法	备注
家庭用水量较多/较少	上海市家庭人均日用水量	利用网络进行搜索	需要有意识地将自己家庭的用水量也转换成人均日用水量
	家庭用水总情况	水费单的读取与分析	可以利用计算机软件EXCEL等制作图表从而清晰明了地显示家庭用水情况。
家庭洗澡/厨房/……用水量较多	家庭日用水总情况	家庭水表的读取与分析	两者需要结合分析，从而建立家庭活动与用水之间的联系
		家庭工作日和双休日的用水情况区别性	
	家庭具体各方面用水情况	可以采用容器进行测量	可以多种方式同步进行，进而能够达成更有力度的论据
		可以采用水表进行单行为读数	
可以采用马桶、洗衣机等说明书。			
家庭用水习惯	观察与记录	针对一些浪费水资源的情况可以进行测量浪费量	
我的家庭应该采用……方法进行节水			

在教师布置长周期作业时，就可以适当地给予学生一些核心问题，帮助学生找到解决该项情境问题的钥匙。比如在布置上述“提出针对你家的节水方案”这一长周期作业时，教师可以组织当堂讨论，讨论核心为三个问题：“1、你家用水量多吗？”“2、家庭哪方面用水最多？”“3、你能提出适合你家的节水方案吗？”在针对第一问题的时候，学生可能会想当然地提出主张，即自己家的用水量很多或是很少，教师会进一步引导“为什么你会这么觉得？”学生在提出水费单这一证据后，教师引导学生应该进行数据的比较，并进一步启发“你觉得应该将你家的家庭用水量与什么数据去进行比较呢？”逐步激发学生搜寻数据作为证据来支持自己的主张，进而具有逻辑性地为自己辩护这一科学论证能力。学生在经历了第一问题的深入探讨后，在第二、第三问题中会开始思考如何来支持自己的主张，进而开始想出各类方法。教师在此时可以不进行评价，让学生百花齐放带着想法进行尝试。这种具有一定开放性的调查活动让学生在调查过程中可以产生无法预知的新的疑问、新的方向，展开不同的讨论，提出不同的观点，使得活动的全面性和综合性提升。

在辅导的内容上，可以是知识、技能也可以是科学思维的辅导。我们建议教师可以适当减少对知识的辅导，授人与渔，比如学生表示困难，不知道某某动物是否是濒临灭绝的动物，教师不用直接告知答案，而可以引导其去 IUCN 濒危物种红色名录等信息进行比对。辅导更多体现在科学思维和方法的引导上，比如当学生提出主张“我认为家庭用水大部分用在洗澡上”时，教师需要引导学生此时尚为猜测，学生要运用证据去求证并支持自己的猜测。而学生可能会有无所适从的时候，教师应当提供帮助和鼓励。比如学生表示不知道该如何取得证据支持自己家庭用水消耗主要在洗澡上，教师可以鼓励学生采用测量的方法获取证据。教师的细心引导可以帮助学生逐渐建立自己的完整论证，有利于培养学生思维的发展。

在辅导方式上，可以针对全班辅导，也可以进行个别辅导，考虑到班额的情况，更多的辅导会发生在全班。可以采用全班分组阶段性就长周期作业中的常见问题进行讨论，通过学生之间的讨论交流，往往一些学生就能够获得灵感，更正自己的方向。事实上，这一过程本身，也是一个论证过程，每一位学生针对问题有自己的主张，同时为了说服其他同学他必须提出大量证据，有力地对自己的主张进行论证，在听到其他同学的不同想法时，他可以采用新的证据反驳该主张，也可以合理修正自己的主张。这一过程对于学生的科学论证能力十分有帮助。

此外，教师的参与可以及时了解出现的问题，做出及时的指导和把控。特别是一些偶发的现象，产生的不同声音或者错误结论，都可以作为很好的教育资源，放手给学生去指正、去质疑、去评判，启发学生进一步思考。

#### 4. 多元化评价体系，助力学生培养论证能力

长周期评价的来源可以是多样性的，可以来自教师、同学、家长等。除了教师本人进行评价外，作为家庭作业，也可以让家长进行留言，肯定学生在家中所做的尝试，有助于家校一体的教育理念。

教师还应鼓励同学之间进行相互评价，在这一过程中也同样帮助学生进行了论证，“哪个作品你最为欣赏？为什么？”学生在提出主张的同时，也需要论证自己的观点，比如在“家庭净水器的工作原理是怎样的？”这一作业展评时，某同学提出自己欣赏 A 作品的理由是他拆解了家里的老净水器，并且绘制了净水器的结构图，生动形象地给我们展示

了这台净水器的工作原理。在这一过程中，这位同学有理有据地表达了自己的主张。而另一位同学则支持了B作品，证据是他查阅了说明书，找到了自家净水器的滤芯材料，并且做了一个简易净水器，通过不同材料放置顺序对污水处理的影响，验证了净水器内的材料布置是最有效的。他认为B作品不仅让我们了解了该净水器的净水原理，并且他通过探究实验证明了该净水方式的高效性。这一评价过程中没有孰是孰非，更为重要的是学生在完成长周期作业中所用到的科学思维和探究方法被肯定了，保护和提高了学生的学习积极性，这将有助于学生的进一步成长。

### 三、总结

长周期作业充分体现了科学本质，培养学生在真实情境下运用所学知识解决问题的能力，并且在解决问题的过程中学生需要运用收集到的各类证据去支持自己的主张和立场。同时，更能发挥其主观能动性，主动地参与社会，融入生活。

初中学生对于身边的科学情境问题有着强烈的兴趣，能够提出自身的主张，但对于如何基于证据进行论证表达相对比较薄弱。教师在设计长周期作业的时候要考虑选择生活情境化内容，以此吸引学生参与问题的解决。同时要充分考虑学生的能力水平，选择適切性的作业形式，并进行一定的分层要求，以此帮助学生从简单的提出主张到寻找相关证据，再到基于证据进行论证的思维水平逐步提升。同时教师在进行辅导和评价时需要梳理作业背后的论证核心逻辑链，帮助学生经历与科学工作者相似的科学探究、科学论证过程，在巩固知识点的同时提高论证能力，提升了思维水平。

《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》<sup>④</sup>提出：提升科学素质，对于公民树立科学的世界观和方法论，对于增强国家自主创新能力和文化软实力、建设社会主义现代化强国，具有十分重要的意义。科学论证能力是科学核心素养的具象化体现，长周期作业不仅提升了学生的科学论证能力，还体现了对于学生的批判性思维、创造性思维、合作能力、交流能力、自主学习能力等综合性共通素养的培育，在长周期作业的设计中还可以尝试跨单元、跨学科，帮助学生在更多领域发展论证能力。

### 参考文献：

- ①王星乔，米广春. 论证式教学：科学探究教学的新图景. 中国教育学刊, 2010, (10): 50.
- ②义务教育科学课程标准（2022年版）[M]. 北京师范大学出版社，2022：课程目标
- ③袁晓萍. 长周期作业：为学生掌握学科思想方法注入独特养分. 人民教育，2021. 3-4: 66
- ④《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》