促进深度学习的物理模型教学的策略研究

——以“热机”教学为例

邱亦斌 （诸暨市浣纱初级中学 浙江 311800）

摘 要 分析当前模型教学中存在的问题，通过热机教学的实践研究，提出了促进深度学习的物理模型教学策略：精准定位，准备深度学习；情境导入，启动深度学习；模型建构，进行深度学习；逆向建构，进阶深度学习；迁移拓展，升华深度学习。通过模型教学，促进深度学习，提高核心素养。

关键词 深度学习 模型教学 热机

文章编号 1002-0748(2024)3-0023 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

模型教学在物理教学中有着非常重要的作用。在对模型建构过程中，学生对模型的分析、设计、认同、评价、迭代和创新时，不但能使抽象过程具象化、隐性思维显性化，还能全身心、沉浸式、高效地投入到物理学习中去。在模型建构过程中，聚焦高阶思维，促进深度学习。

1 物理模型教学中存在的问题

虽然模型教学很重要，但经过笔者调查研究，在实际教学过程中，存在以下几个突出问题。

（1）模型教学少“定位”

在好多模型教学中，教师往往凭自己的教学经验进行教学设计，没有在课前进行有效的前测或学情的精准定位，导致对学生学情把握不透，前概念掌握不清，最后在教学中出现设计的问题精准度不高，实际教学定位不明。

（2）模型教学多“抛物”

为节省教学时间，往往在模型教学中，教师多呈现模型的“抛物”现象，如对热机模型不是经过学生的初步建构、改进和完善来进行建构教学，而是直接“抛”给学生，让学生通过模型观察，进行模型相关知识和结构的学习，这样的结果会导致对模型的结构掌握不清，原理把握不明，本质理解不透。

（3）模型建构少“思维”

在模型教学中，缺少让学生对模型设计、分析、评价和改进等高阶思维，而是一直运行在低阶思维的学习过程中。这样的教学会导致思维含量不高，没有聚焦高阶思维，也无法促使学生深度学习。

2 物理模型教学的策略实践

2.1 精准定位 准备深度学习

深度学习的深是指知识掌握度好，原理理解透彻，思维含量较高。因此要促进学生深度学习的前提是要充分掌握学生的学习起点，即学情，包括对知识（已掌握的正确知识及错误前概念等）和能力等要做到精准掌握，根据学生的学情做到以学定教，如知识的深度要达到哪里，思维深度要达到多高，特别是针对学生的思维难点教师要设置创新实验等。掌握学生的学情有很多种方法：如上课前对即将学习的知识或概念等设计问卷进行前测；上课时进行有目的有方法的提问等。在比较各种前测中，相对于深度学习的精准把握最好是基于问卷的前测。用问卷的前测精准把握学情，为后续深度学习的进行做好充足的准备。

环节一：课前前测 做足准备

教师设置热机这节课的前测，在前测中进行统计发现：学生对于蒸汽机和它的原理是清楚的，但无法把前一节气体对外做功的简单模型（如图1所示）跟它的原理匹配起来。学生对于汽油机、柴油机熟悉，知道他们所用的燃料分别是汽油和柴油，知道工作时汽油机响声小而柴油机响声大。也知道外界对气体做功，气体内能会增加。但对于热机的四个冲程模型，特别是做功冲程和压缩冲程是不知的。针对这些前测，教师可以设置模型建构的进阶设计，对做功冲程和压缩冲程、汽、柴油机的压缩比等用创

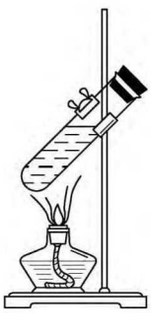

图1 蒸汽机简单模型

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

新实验来突破。

以问卷星这种形式的前测，对于学生的已知，如压缩气体做功及汽、柴油机的噪声、燃料不同等，对于四个冲程的未知和做功、压缩等的不理解，还有像汽油机、柴油机等一些未知内容做到精准定位。特别是对学生的难点进行精准定位，为教师创新教具做依据，为后续进行深度学习做足准备。

2.2　情境导入　启动深度学习

深度学习的一大特征是高投入。高投入的学习是学生全身心、高效率地投入到一定的学习情境中去，通过发现问题、分析问题，从而达到解决问题的过程[1]。因此，高投入的学习须建立一个真实的教学情境(这个教学情境可以是生活化情境、实验化情境、问题化情境等)，用真实的教学情境，如生活化情境所特有的亲和力强、认知度高、复杂性多等特征让学生沉浸式、具身性地融入到教师创设的生活化情境中。在教学情境中，教师用驱动问题引导学生，启动深度学习。

环节二：蒸汽模型　启动思维

教师首先播放蒸汽火车视频，然后拿出已经准备好的简易模型，如图1所示，加热酒精灯让学生观察实验现象，并让学生分析蒸汽火车的原理跟此装置的相同点，分析完成后，教师介绍简易模型所代表的蒸汽机的部件，如试管代表气缸，橡皮塞代表气缸中的活塞等，然后让学生回答现代汽车的发动机类型及思考与此模型的异同点。

通过蒸汽火车视频和简易模型实验的呈现，把蒸汽火车原理与简易模型深度融合(原本在学生的理解中这是两个互不相关的东西，现在知道这是蒸汽火车的简易模型)。通过回答蒸汽火车到汽油机，体现科学与技术的进步，同时通过比较他们的异同点，启动学生的思维，开启深度学习之旅。

2.3　模型建构　进行深度学习

深度学习的又一大特征是高认知。高认知要求学生亲身经历实验观察、实验分析、实验探究等知识的建构过程，在探究和建构过程中，做到观察中思考，思考中分析，分析中评价，评价中改进，聚焦高阶思维，进行深度学习。模型建构一般要经过初建模型、改进模型和完善模型这几个过程，是一个分析、质疑、评价、改进、认同及迭代的过程，特别是在改进模型的过程中，往往要找出初建模型的不足之处，针对不足之处提出自己的想法和看法(包括模型外观、功能、结构等)，再对不足之处进行改进和创新，使得模型与真实物体的结构、功能、原理等基本趋于一致，因此，模型建构是一个聚焦高阶思维的过程。但在模型建构过程中，学生往往会碰到思维上的难点，这时教师要适时、适切地为学生提供一定的思维支架(可以是问题支架、图片支架、实验支架等)，在层级与层级之间架起一座思维的桥梁，让学生顺着支架能顺利往上爬，真正做到跳一跳能摘到桃子。

环节三：建构模型　深度学习

(1) 火花塞模型建构

学生通过分析，发现汽油机与蒸汽机的主要区别有二个：一是蒸汽机用的是蒸气源而汽油机用的是汽油源；二是蒸汽机用的是外部加热而汽油机用的是内部点火方式。应该在橡皮塞处加一个点火装置(火花塞)，如图2所示。

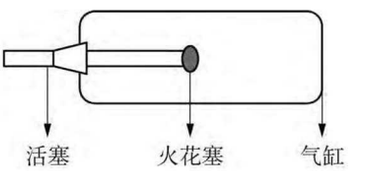

图2　内燃机初步模型

(2) 活塞模型建构

建构完火花塞模型后，教师拿出自制教具进行演示，如图3所示，在矿泉水瓶中装适量的酒精，震荡并马上把酒精倒出，用长嘴打火机一点火发现整个瓶飞出去了，然后问学生此装置模拟汽车发动机存在什么问题，应该如何改进。学生思考后认为应该是活塞飞出去而不应该是气缸飞出去，点火装置应该放在瓶后，如图4所示。教师再次演示创新教具，再让学生分析问题所在。学生认为活塞不应该飞出去不回来，应该设计一个能回来的活塞。教师让学生自主设计，学生完成设计后如图5、6、7所示。图5中活塞与气缸之间加一根弹簧，图6中在活塞前加一根弹簧，图7中活塞前连接一个曲轴和连杆。经过讨论、评价后，一致认为图7所示装置能符合要求(如果图7所示模型学生设计不出时，教师可以在PPT上呈现一个如图8所示的模型，让学生借鉴和思考)。


图3　做功冲程装置


图4　改进做功冲程装置

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

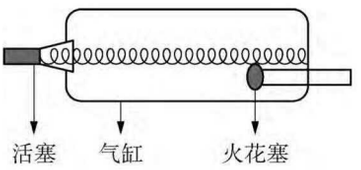

图 5　弹簧连接 1

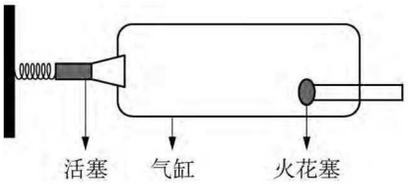

图 6　弹簧连接 2

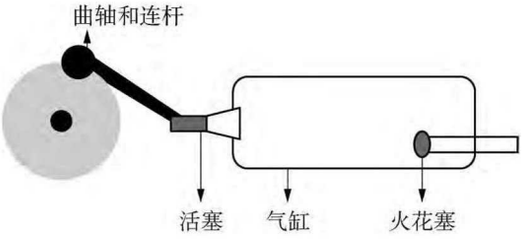

图 7　连接曲轴和连杆


图 8　简单模型

(3) 气门模型建构

教师拿起创新教具，问：装汽油(酒精)和进空气，如何解决？学生经过分析、评价后一致认为在矿泉水瓶底部开 2 个小口，如图 9 所示的，当进气时，进气门打开，排气门关闭，反之排气门打开，进气门关闭。此时，有学生质疑，活塞向下运动，进气门打开，空气和汽油进来了，但活塞往上运动时，从排气门出去了，肯定不符合要求。他们认为，第一步应该是进气后，进气门打开。第二步是活塞往上运动，压缩气体做功，使气体内能增加，温度升高。第三步应该是火花塞点火，汽油燃烧，内能转化为机械能，推动活塞往下运动。第四步才是排气。所以在第二步和第三步进气门和排气门应该是关闭的。

当学生思维陷入深坑时，教师让学生把桌面下的汽油机模型拿出来，让他们把此模型与自己设计和想像的模型进行对比分析，特别是进气门与排气门的开与闭、活塞的运动与曲轴的转运等的理解与对比，深度理解排气门与排气门的开与闭、活塞的上下运动与曲轴的总共转运的次数等知识与原理。

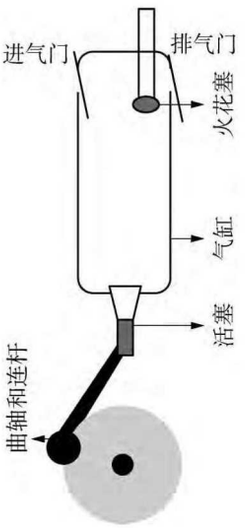

图 9　进气门和排气门改进

通过主要部件的完善，如点火从外部到内部，点火的部位、活塞的连接等，使得模型逐渐完善，在建构过程中，学生经过分析、评价和创造等，思维始终聚焦在高阶。通过模型的建构，使得他们对四冲程内燃机(汽油机)的构造、原理等理解得非常透彻，真正进行深度学习。同时，也为后面柴油机模型的建构打下基础。

2.4　*逆向建构　进阶深度学习*

深度学习的一大特征是新旧知识间的有机整合。整合是基于多问题的多维化的整合，因此，教师在设计教学过程时，应该全面地分析学情，分析教材，深度挖掘教材，重整教学内容，使得内容结构化、框架式和弹性化，将碎片化知识联接起来，这样有利于学生对知识的有效建构，也有利于学生对所学知识的迁移应用。逆向建构是基于整合的对比教学方法，它是建立在原有学生的认知基础上，利用已知去建构未知的设计，如本来是结构决定功能的设计，现在反过来是通过功能来逆推结构等的设计。这样的建构更有利于学生对先前所学知识的灵活应用，更有利于模型建构的进阶理解。

环节四：逆向建模　进阶理解

在这个环节中，教师让学生回忆生活情境中柴油机(特别是拖拉机)与汽油机(汽车)噪声的大小，让学生逆推做功冲程时哪个爆炸更厉害，哪个压缩更厉害。学生回答后，教师用自己教具(如图 10 所示，针筒头部用热熔胶封住，里面放一张涂了变温油墨的纸巾，筒内插一支温度传感器)，演示压缩比大小对温度的影响情况(压缩比小


图 10　压缩冲程

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

时，传感器测得温度升高得少而且油墨只是部分变黄色，压缩比大时，温度升高得多而且油墨全部变成黄色）。基于这温度的不同，再让学生根据汽油机与柴油机的压缩比不同，逆推汽油机与柴油机的不同结构。学生思考后，认为柴油机不用火花塞，进气只要有空气，在汽油机火花塞的地方装一个喷油嘴，理由是因为汽油机压缩比不大，温度不高，所以要加一个火花塞，而柴油因为压缩比大，温度高，所以不用装火花塞。

通过自制教具的演示，学生理解了压缩比大小对温度的影响，这为理解柴油机为什么没有火花塞打下坚实基础。通过逆向建构柴油机模型，一方面回忆巩固了汽油机的模型，另一方面学生利用噪声、压缩比的大小等逆推柴油机的结构，理解了结构决定功能和功能逆推结构的科学方法，同时使他们对柴油机的结构与原理理解得更为透彻、更为深刻，真正做到进阶理解。

2.5　迁移拓展　升华深度学习

深度学习的一大特征是高产出[2]。要做到高产出，学生必须对所学知识做到迁移应用，拓展提高。在模型建构完成后，应该把所学知识向着更高、更广、更远的方向拓展和提升，如从汽车向飞机、火箭过渡，从现代向未来拓展等。当然，教学是一项马拉松式的活动，课堂教学仅仅只有40分钟，应该多向课外拓展和延伸，如家庭实验或家庭设计等，利用学生自主思考、自主探究、自主制作，在分析、设计和制作过程中，对所碰到的问题经过分析、解决，一方面培养学生的创新思维和高阶思维，在培养思维的过程中，也培养学生分析问题和解决问题的能力；另一方面促使对所学的知识、概念、规律和原理的迁移、应用和巩固，升华深度学习。

环节五：拓展模型　升华提高

课堂拓展一：教师让学生利用今天所学知识，来设计喷气发动机和火箭发动机的构造和原理，然后再跟教科书上的喷气发动机与火箭发动机进行对比、分析，进一步理解内燃机的构造和原理。

课外拓展二：教师指出科学知识与技术的进步，会带来更强、更好的发动机，让学生在课后畅想设计一款未来的创意发动机，并说明原理。

通过课内拓展——设计喷气发动机、火箭发动机的构造及后面的对比，使得学生对内燃机的构造和原理的理解进一步升华。通过课外拓展——设计一款未来的创意发动机，让学生体会科学知识与技术的关系，即科学促进技术的进步，技术的进步推动知识的改变。通过从蒸汽机到内燃机到喷气机、火箭发动机再到未来创意机，体现发动机的迭代更新，也让学生树立学好科学知识为人类服务的社会责任感。

3　反思提高

3.1　模型教学要进阶推进

模型教学不能一蹴而就，更不能一步登天，它是一个立足真实的生活情境且不断进阶式推进的过程。因此，模型教学中，教师要设置一个合适的生活化情境，让学生在此情境中自主合作、自主探究建构模型。在教学设计过程中，教师就要想到进阶的几个层级，如本课中的几个层级为蒸汽机简单模型到火花塞的改进到活塞的改进到进排气门的改进等，每个层级间是递进的关系，而且在每个层级间还要设置一定的思维支架，当学生遇到思维难点时，教师要及时地提供学生学习的思维支架，供他们顺利攀爬。

3.2　模型教学要凸显方法

物理教学要做到求知显法重本质，动手动脑学物理。特别是科学方法，对学生今后学习物理有着指导性作用，因此，在物理教学中，教师要努力把科学方法显性化，如本课中的蒸汽机与内燃机、汽油机与柴油机等的比较法，汽油机与柴油机的模型法，压缩比实验的控制变量法，还有实证法、归纳法等等，在教学中，都显性地凸显出来，使得知识与方法双线发展，螺旋上升。

3.3　模型教学要体现科学技术

模型教学要按一定的历史发展规律进行，如本课教学中，是按蒸汽机、内燃机、喷气发动机、火箭发动机、未来创意发动机的历史发展顺序进行的。在模型教学中，一方面要让学生知道模型是在不断地更新迭代中完成改进和创新的；另一方面也要让学生知道科学与技术是双线发展的，即科学知识促进技术的进步，技术的进步又助推科学知识的发现，在体现科学与技术的过程中，让学生树立努力学习科学知识，为人类进步作出自己应用的贡献的社会责任感。

参考文献

[1] 黄建林. 指向深度学习的“高见度”实验教学的策略[J]. 教学与管理，2020(6)：70—72.

[2] 黄建林. 促进深度学习的化学实验教学策略研究——以二氧化碳的教学为例[J]. 中学化学教学参考，2019(6)：43—46.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net