**全国高中物理竞赛对能量观念的考查**

**-------以2020年全国高中物理竞赛预赛为例**

**徐平川[[1]](#footnote-1) 黎国胜[[2]](#footnote-2)**

**（西华师范大学，四川南充，637002；四川双流中学，成都双流，610200）**

**关键词：物理竞赛，能量观念，核心素养，物理情景**

**内容摘要：物理观念是高中物理学科核心素养的重要组成部分。能量转化与守恒定律是自然界的普适规律，能量观念是物理学的核心观念。本文分析2020年全国高中物理竞赛预赛试题对能量观念的考查情况、试题特点，最后介绍了试题对培优教学的启示。**

高中物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四个方面。物理观念是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识，是物理概念和规律等在头脑中的提炼和升华，是从物理学的视角解释自然现象和解决实际问题的基础。

物理观念是物理科学核心素养形成和发展的基础，是以基本物理知识为基础的对于物理世界的基本认识，是概念和规律的内化与整合，是将原有的认知进行系统整理后得到的系统认知。中学物理的观念主要有物质观念、运动与相互作用观念、能量观念。

高中物理能量观念的形成是一个渐进的、逐步深入、从量变到质量的过程。首先是对能量种类的认识，机械运动中的机械能包括重力势能、动能、弹性势能，静电场的电势能，磁场的能量，热学中的分子势能与动能，光子能量及核能；其次要求学生认识到能量与运动相联系，一种运动往往与一种或几种形式的能量相联系；最后要求学生要认识到不同形式的能量可以相互转化，但在转化的过程中总量守恒，树立起能量守恒的物理观念。最后经过量子物理及相对论的学习，要树立起能量量子化的观念，从爱因斯坦质能方程的角度理解质量与能量的关系。

高中物理课程标准（2017版）对学业质量提出了明确的要求，划分了五个水平层次。其中水平四是高校选拔性考试的等级要求，水平五是中学阶段的最高层次，高于高考命题的要求。高中物理竞赛是为了满足学有余力的高中生进一步学习物理的需要而举办的竞赛活动，是国家培养创新人才的重要渠道，是为高校输送杰出青年的通道，竞赛预赛的试题难度基本与高中学业质量标准五的水平接近。

全国高中物理竞赛特别重视对学生能量观念的考查，下面以2020年全国高中物理竞赛预赛试题为例进行分析。2020年全国高中物理竞赛预赛试题分选择题、填空题、计算题三种题型。选择题为不定项选择，5个小题，第小题6分，共30分。填空题5个小题，每小题10分，共50分，计算题6个小题，每小题20分，共120分；全卷16个题，满分200分；考试时间3小时。

**一、考查能量观念的试题分布及分值统计**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **题号** | **题型** | **分值** | **物理情景** | **能量观念** | **科学思维** |
| 3 | 选择题 | 6 | 新能源汽车的电池快速充电问题 | 电功、电功率，电能与机械能的转化，效率问题 | 匀速运动的模型建构 |
| 6 | 填空 | 10 | 篮球下落，碰撞中的能量损失与补充问题 | 碰撞的能量损失，能量的转化、功及功率的计算 | 自由落体与竖直上抛运动，碰撞 |
| 8 | 填空 | 10 | 新能源：风力发电中的能量转化 | 动能与电能的转化 | 流体的圆柱体模型 |
| 9 | 填空 | 10 | 新能源：太阳能驱动  月球车的运动 | 电能与机械能的转化 | 机车启动模型 |
| 11 | 计算题 | 20 | 雷暴释放电能 | 电流做功，电阻 | 球状型电阻 |
| 15 | 计算题 | 20 | 电磁感应，弹簧与物体 | 弹性势能与动能的转化，动能与电能、电能与热能的转化，碰撞中的动量守恒 | 完全非弹性碰撞，导体切割磁感应线运动 |

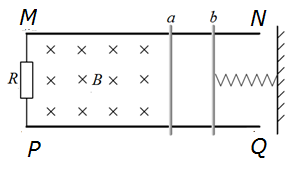
统计表明，全卷共16个试题，6个试题直接考查能量，占试题总数的37.5%。全卷总分200分，直接考查能量的试题76分，占总分的38%。不管是试题数量还是分值，能量试题占比都较大，可见试题突出了对能量观念的考查。

**二、考查能量的试题特点**

**1、试题综合性强**

《中国高考评价体系》强调试题要突出综合性。综合性是指对同一个层面的知识、能力、素养能够横向融会贯通，形成完整的知识、能力结构网络；对不同层面的知识、能力、素养能够纵向融会贯通。竞赛试题是针对学优生来命制的，题目往往要涉及多个物体，多个过程，问题的求解往往要运用多个物理规律、涉及多种思维方法，试题的综合性强。要求学生能够在较短的时间内从题目所叙述的复杂情景中快速识别出物理问题，建立起物理模型，选择出物理规律，正确列出方程，准确求解出答案。以15题为例：

**试题**：如图，间距为***L***的两根平行光滑金属导轨*MN*、*PQ*放置于同一水平面内，导轨左端连接一阻值为*R*的定值电阻，导体棒*a*垂直于导轨放置在导轨上，在*a*棒左侧和导轨间存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度大小为*B*，在a棒右侧有一绝缘棒*b*，*b*棒与*a*棒平行，且与固定在墙上的轻弹簧接触但不相连，弹簧处于压缩状态且被锁定。现解除锁定，*b*棒在弹簧的作用下向左移动，脱离弹簧后以速度*v*0与*a*棒碰撞并粘在一起。已知*a、b*棒的质量分别为*m*、*M*，碰撞前后，两棒始终垂直于导轨，*a*棒在两导轨之间的部分的电阻为*r*，导轨电阻、接触电阻以及空气阻力均忽略不计，*a*、*b*棒总是保持与导轨接触良好。不计电路中感应电流的磁场，求：

（1）弹簧初始时的弹性势能和*a*棒中电流的方向；

（2）*a*棒从开始运动到停止的过程中产生的焦耳热*Q*；

（3）在*a*棒从开向左滑行直至滑行距离为*x*的过程中通过定值电阻的电量*q*。

本题先是弹簧的弹性势能转化为*b*棒的动能，*b*棒与*a*棒完全非弹性碰撞，二者在磁场中切割磁感应线运动，将动能转化为电能，电流流经电阻再转化为热能。涉及的研究对象多、过程多、要应用的物理规律和基础知识多；充分体现了试题的综合性和应用性。完全符合《中国高考评价体系》“一核四层四翼”中的综合性。

**2、试题注重关键能力的考查**

《中国高考评价体系》指出，关键能力是指学生面对相关生活实践和学习探索问题情景时，高质量地认识问题、分析问题、解决问题所必须具备的能力。新时代高考命题要突出“价值引领、素养导向、能力为重、知识为基”，将关键能力作为重心是新时代高考内容改革的必然要求。将关键能力分为知识获取能力群、实践操作能力群、思维认知能力群。全国高中物理竞赛对学生能力的要求高于全国高考，因此纵观2020年全国物理竞赛试题，命题专家将关键能力的考查放在了突出的位置。以第9题为例：

**试题**：我国“玉兔号”月球车利用太阳能电池产生的电能进行驱动。月球车总质量为140 kg，所安装的太阳能电池的电动势为45 V，内阻为10Ω，正常工作时电池的输出功率为45.0 W。月球车在某次正常工作时，从静止出发沿直线行驶，经过5.0s后速度达到最大为0.50 m/s。假设此过程中月球车所受阻力恒定，电池输出功率的80%转化为用于牵引月球车前进的机械功率。在此运动过程中，月球车所受阻力大小为\_\_\_N，前进的距离约为\_\_\_m。

首先要求学生熟读题干，快速回归教材中的典型物理模型：机车在恒定功率牵引下变加速直线运动模型。对月球车的运动过程建立清晰的物理情景，月球在太阳能电池的牵引下，加速度不断减小，速度不断增大，当加速度为0时，速度最大，最后以最大速度作匀速直线运动。根据能量转换首先将电池输出的电功率转化成机械功率，这里有一个效率问题，再选择动能定理和平衡条件进行求解。

**3、注重情景创设，考查学生在复杂情景中建立物理模型解决问题的能力**

《中国高考评价体系》强调高考要突出“价值引领、素养导向、能力为重、知识为基”，情境是实现这一目标的重要载体。高考评价体系中的情景分为“生活实践情境”、“学习探索情境”。以生活实践情景与学习探索情景为载体，引导学生回归人类知识生产的本源，还原知识应用的实际过程，培养学生实践能力。2020年全国高中物理竞赛预赛试题在情景设计方面，命题专家独具匠心，密切生产生活实际和国家重大科技项目和世界科技前沿，紧跟时代。如第3题以新能源汽车的电池充电为背景，情景新颖，能够很好地考查学生运用能量观念解决问题的能力。

**试题**：（6分）某电动汽车自重2.0 t，其电池额定容量为50kWh。车行驶时受到的阻力约为车重的十分之一。电池瞬时功率最高可达90kW，理论续航里程为400km。国家电网的充电桩可在电池额定容量的30%~80%范围内应用快充技术（500V，50A）充电，而便携充电器(220V，16A)可将电池容量从零充至100%；不计充电电源的内阻。当汽车电池剩余电量为其额定值的30%时，下列说法正确的是

A. 汽车至少还能行驶130km

B. 用国家电网充电桩将电池容量充至其额定值的80%，理论上需要40min

C. 用便携充电器将电池电量充至其额定值的80%，理论上需要7h以上

D. 此电动汽车的最高行驶速度可超过130 km/h

**2020年全国高中物理预赛的第8题以风力发电为背景，要求学生建立空气的圆柱体模型，从物理图像中获取有用信息，对学生综合解决实际问题的能力要求高。**

**试题：**（10分）为了提高风力发电的效率，我国目前正逐步采用变桨距（即调节风机叶片与风轮平面之间的夹角，当风速小时使叶片的迎风面积增大，当风速超过一定限度时使叶片的迎风面积减小，以稳定其输出功率）控制风力发电机替代定桨距控制风力发电机。图8*a*所示中风力发电机每片叶片长度为54 m，定浆距风机和变浆距风机的功率与风速的对应关系如图8*b*所示，所处地域全天风速均为7.5 m/s，空气密度为1.29 kg/m3，煤的燃烧值为2.9×107 J/kg。每小时进入一台变桨距控制风力发电机的风的初始动能与完全燃烧\_\_\_kg煤所放出的热量相当，变桨距控制风力发电机将风能转化成电能的效率为\_\_\_%。

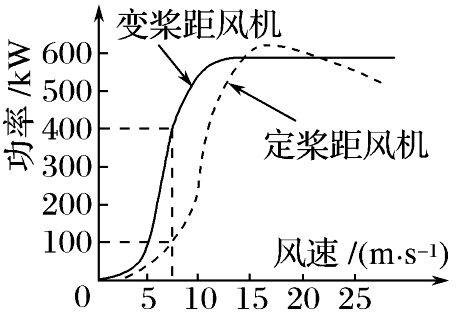


图8*b*



图8*a*

**2020年全国高中物理预赛的第11题以雷暴放电为背景，要求学生根据题意快速建立起电容器模型，对电容器的充放电过程中的能量转化要有清晰的认识，对电容器极板间的空气看成一个电阻，应用欧姆定律及电阻定律求解出平均电阻率及平均漏电功率。**

**试题**：（20分）大气中存在可自由运动的带电粒子，其密度随距地面高度的增加而增大，离地面50 km以下的大气可视为具有一定程度漏电（即电阻率较大）的物质，离地面50 km以上的大气可视为带电粒子密度非常高的良导体，地球本身带负电，其周围空间存在电场。离地面50 km处的大气层与地面之间的电势差约为。由于电场的作用，地球处于放电状态。但大气中频繁发生雷暴又对地球充电，从而保证了地球周围电场强度大小恒定不变；统计表明，雷暴每秒带给地球的平均电荷量约为。已知地球半径。求离地面50 km以下的大气层（漏电大气层）的平均电阻率和该大气层向地球的平均漏电功率。

**三、试题对高中物理培优教学的启示**

**启示之一**：物理教学要关注生产生活实际，打通科学世界与生活世界的联系。

2020年全国高中物理竞赛预赛试题重视对能量观念的考查，几乎每道题都以生产生活实践情景为载体进行呈现，试题的呈现方式多样，文字、图片、图像、表格等，这就要求平常教学要重视联系实际，增加学生的生活阅历，丰富学生的生活经验，引导学生关注生活、关注科技前沿和热点问题，关注社会需要，扩大学生知识面，同时重视培养学生应用物理观念和知识去观察自然现象，打通生活与科学的联系，实现物理教学从知识本位转向素养本位的转变。

**启示之二**：物理教学要重视培养学生解决新情景问题的能力。

纵观2020年全国高中物理竞赛预赛的试题，绝大多数试题涉及的知识与高考内容基本一致，关键是试题的情景新，如计算题12题以潜艇的“掉深问题”为背景，潜艇从海水高密度区域驶入低密度区域，浮力顿减，潜艇如同汽车那样掉下悬崖，称之为“掉深”，曾有一些潜艇因此沉没。以此实际问题为情景，涉及的物理知识主要有受力分析、牛顿定律及直线运动公式，都在高考要求的范围之内。

关于复杂、新颖情景的物理问题，首先要仔细阅读题干，将一个真实的问题转化成物理问题，这一步称为“去情景化”，归入到物理学的某一分支中，如归入力学中的动力学问题还是平衡问题，或者是带电粒子在电场中的运动问题，再选择相应的物理规律，列写物理方程进行求解。从真实问题情景中识别出物理问题是最为关键的一步。只要我们在平时的教学中注重培养学生的阅读理解能力、模型建构能力，注重培养学生分析问题的能力，完全是可以顺利求解的。

**参考文献**：

1. 教育部考试中心. 中国高考评价体系[M]. 北京：人民教育出版社，2019.
2. 教育部考试中心. 中国高考评价体系说明[M]. 北京：人民教育出版社，2019.
3. 李勇.深化考试内容改革，加强学科素养考试[J].物理教学探讨，2015，11：1-2
4. 蒋炜波，赵坚. 物理核心素养的试题命制与评价策略研究----以物理观念为例[J]. 物理教学， 2019, 11：5-11

1. 徐平川，重庆合川人，1973年出生，硕士，副教授，硕士生导师，研究方向：物理学科教学。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 黎国胜，男，四川南充人，1965年出生，硕士，四川省特级教师，硕士生导师，研究方向：物理学科教学

   本文是四川省普教科研资助金课题《核心素养视野下的高中物理课堂的评价与改革研究》成果之一，批准文号川教函2018495号。 [↑](#footnote-ref-2)