

“动态电路”中考试题的分类与解析

——以 2020 年中考物理真题为例

张 亮 (安徽省阜阳市第十八中学 安徽 236000)

摘 要 本文以 2020 年全国各地中考物理“动态电路”试题为背景,利用表格对动态电路进行分类,利用流程图显示动态电路问题的分析思路,结合典型试题巩固动态电路的解题方法。

关键词 动态电路 分类 流程图 解析

文章编号 1002-0748(2021)1-0051

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

动态电路,即由于开关的闭合(断开)或电路中某部分阻值变化引起的电流、电压的变化或小灯泡亮度改变的电路^[1]。回顾 2020 年全国各地中考物理试卷,有近百套试卷考查了动态电路,有的省市(比如黑龙江省绥化市第 8、10、20、28 题;四川省自贡市第 17、18、24 题等)在同一张试卷中以不同题型多次考查了动态电路,考查的题型有填空题、选择题、实验题和计算题。由此可见动态电路在中考

物理命题中的地位。本文以 2020 年全国各地中考物理试题中的动态电路问题为背景,归纳动态电路问题的常规题型,总结解决动态电路问题的常规思路和方法,最后通过典型试题再现动态电路问题的分析过程,以期与广大物理教师交流讨论。

1 动态电路基本题型分类

动态电路基本题型分类如表 1 所示。

表 1

原因	形式	串联	并联	简单混联
开关的闭合与断开	试题来源	四川省内江市	黑龙江省绥化市	湖北省十堰市
	电路图			
	试题描述	$U_{源} = 6\text{ V}$, $R_1 = 20\ \Omega$, $R_0 = R_2 = 10\ \Omega$, 先只闭合 S、 S_1 , 再只闭合 S、 S_2 , 求 ΔU 、 ΔI 、 $\Delta R_{总}$ 、 $\Delta P_{总}$	电源电压不变, S 断开时, 灯泡正常发光; 开关 S 闭合时, 分析电表示数变化及灯泡亮度变化	已知 $U_{源} = 6\text{ V}$, 灯泡 $U_{额} = 2.5\text{ V}$, 定值电阻 R_0 阻值已知。设计实验测量并表达小灯泡的额定功率
滑动变阻器滑片的移动	试题来源	安徽省	山东省泰安市	辽宁省丹东市
	电路图			
	试题描述	电源电压保持不变, 闭合开关 S 后将滑动变阻器的滑片 P 自左向右滑动。分析电表示数变化电表比值变化情况	电源电压不变, R_1 为定值电阻, 闭合开关, 当滑动变阻的滑片向右移动时, 分析电表示数及变阻器功率变化	电源电压不变。闭合开关, 滑片 P 从 b 端向中点滑动, 两个电表都有示数, 分析电流表示数变化、 R_1 功率变化等

续 表

原因	形式	串联	简单混联
敏感元件的阻值变化(热敏、光敏、气敏等)	试题来源	北京市	福建省
	电路图		
	试题描述	R_1 为定值电阻, R_2 为热敏元件, 阻值随温度升高而减小, 电源电压不变, 闭合开关 S, 当所测物体温度升高时, 分析两表示数变化情况	R_1 是光敏电阻, 当光照射的强度增大时其阻值变小, R_2 是定值电阻, 电源电压不变. 当有人经过通道遮蔽光线时, 分析 R_1 和 R_2 电压、电流的变化情况

2 动态电路解题基本思路

不论哪种原因引起电路变化的动态电路, 在电源电压不变的前提下, 如果只有开关的通断、滑片位置的变动、热敏元件阻值的变化等单一因素变化, 只要部分电路的阻值变化, 必然导致电路总电阻发生变化, 从而导致总电流发生变化, 再针对部分电路使用欧姆定律, 判断相关元件电压和电流的变化。电

压、电流之积为电功率, 对于纯电阻元件, 电压、电流之比为电阻, 因此只要找出电流、电压的变化情况, 就能比较或求解相关电表的示数、电阻、电功率等物理量。在电源电压不变的前提下, 常见动态电路问题的解题思路流程如图 1、图 2 所示。对于简单的混联电路, 必须先研究其中的部分串联或并联电路, 化繁为简, 逐一突破^[2], 再借用以下的思维方法:

(1) 开关的闭合或断开(以开关闭合为例)。

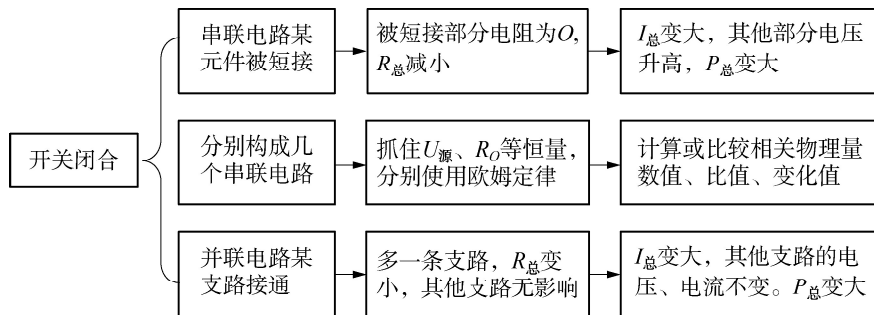


图 1

(2) 滑动变阻器(敏感元件)阻值变化(以阻值 变大为例)。

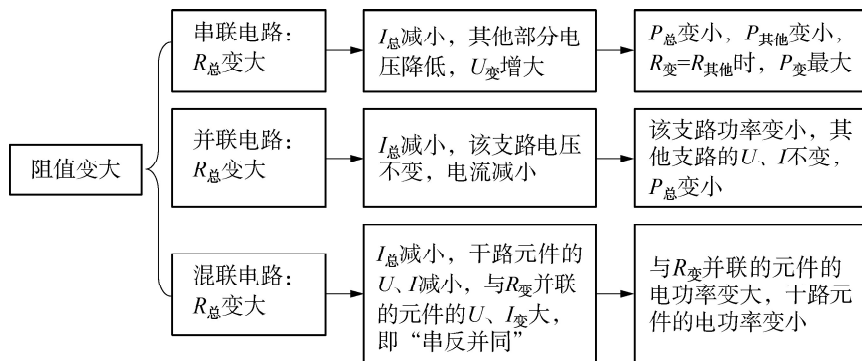


图 2

解题思路口诀:

动态电路不可怕, 形式原因先记下。电路串联分电压, 并联分流加减法。

某处电阻在增加, 总阻同向也变大。初末状态纸上画, 电学规律解决它。

电学规律“二二四”解读: 两个定律即欧姆定

律、焦耳定律；两个公式即电功公式和电功率公式；四大关系即串、并联电路中电流关系、电压关系、电阻关系和电功率关系。

3 动态电路典型问题解析

针对一些非常规的或复杂的动态电路，比如滑动变阻器滑片移动时电阻值不变的电路、双滑动变阻器电路、由开关与滑动变阻器共同影响的动态电路、串并联之间的电路转化、含有 $U-I$ 图象的动态电路、实用型动态电路等，学生除了要具备基础的电学知识，还要有相应的数学知识及一定的推理能力，对思维能力要求较高。但是万变不离其宗，动态电路解题思路“三步曲”要点如下：第一步，识图与看表，对于含有电压表、电流表的电路，若无特殊说明，一般默认忽略电表内阻对电路的影响，因此在识别电路结构时，通常把电压表看成断路，把电流表看成导线，再明确电表测哪一个元件或哪一段电路的电流、电压；第二步，化繁为简，化动为静^[1]，根据题意明确初态与末态（开关的通断或滑片的位置或传感器阻值的变化）；第三步，分别根据串、并联电路的规律对电路的初、末态进行对比分析或列方程求解。按照以上的解题思路，下面挑选几例 2020 年中考物理动态电路典型问题进行分析。

例 1（江西）如图 3 所示，滑动变阻器 R_2 的最大阻值与定值电阻 R_1 相等。闭合开关 S，当滑片 P 在 a 端时，电压表示数为 2 V，则电源电压为 _____ V，此时电流表示数为 I_1 ，当滑片 P 在 b 端时，电流表示数为 I_2 ，则 $I_1 : I_2 =$ _____。

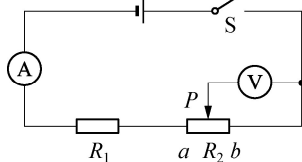


图 3

解题思路：

(1) 识图与看表：由电路图可知， R_1 与 R_2 串联，电流处处相等。滑动变阻器的电阻丝全部连入电路。电压表测滑片右侧电阻丝两端的电压，电流表测整个串联电路中的电流。

(2) 明确初、末态：移动滑片的过程中，滑动变阻器的阻值不变。因此电路总电阻也不变。滑片在 a 端时，电压表测量整个变阻器两端电压，因 $R_1 = R_2$ ，所以 $U_1 = U_2$ ， $U_{\text{源}} = U_1 + U_2 = 4 \text{ V}$ 。

(3) 串联电路特点：滑片移动时，电路总电阻不变，由 $I = \frac{U}{R}$ 可得，电路中的电流不变，则当滑片 P 在 a 端或 b 端时，电流表的示数相等，即 $I_1 : I_2 = 1 : 1$ 。

答案：4；1：1。

例 2（新疆）如图 4 所示的电路中，电源电压保持不变，滑动变阻器 R_1 、 R_2 的滑片可移动的最大距离相等。开始时， R_1 、 R_2 的滑片均位于变阻器的正中间，开关闭合

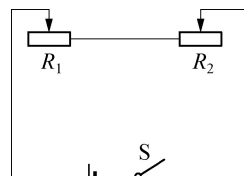


图 4

后，电路的总功率为 0.4 W。若将 R_1 的滑片向左移动 3 cm， R_2 的滑片向右移动 3 cm，电路的总功率变为 0.3 W；若将 R_1 、 R_2 的滑片从正中间均向右移动 3 cm，电路的总功率变为 0.5 W。已知滑动变阻器电阻丝的阻值与其长度成正比，则滑动变阻器 R_1 的最大阻值与 R_2 的最大阻值之比为（ ）

- (A) 3 : 1 (B) 4 : 1
(C) 5 : 1 (D) 6 : 1

解题思路：

(1) 识图： R_1 与 R_2 构成串联电路。串联电阻器的总电阻等于各部分电阻之和。

(2) 化简：画出三种状态对应的电路图。根据 $P = U^2/R$ 写出对应的总功率的表达式。

(3) 求解：抓住电源电压不变，联立三个方程求解。

解题要点：设电源电压为 U ，滑片均在中间时，电路中的总电阻为 R ，3 cm 长度电阻丝的阻值分别为 r_1 、 r_2 。三种情况下都有 $P = U^2/R_{\text{总}}$ 。

当滑片均在正中间时，电路的总电阻为 R ，根据 $P = U^2/R_{\text{总}}$ 可得：

$$U^2 = 0.4R \quad (1)$$

将 R_1 的滑片左移 3 cm、 R_2 的滑片右移 3 cm 时，电路总电阻为 $R + r_1 + r_2$ ，根据 $P = U^2/R_{\text{总}}$ 可得：

$$U^2 = 0.3(R + r_1 + r_2) \quad (2)$$

将滑片从正中间均向右移动 3 cm 时，电路中的总电阻为 $R - r_1 + r_2$ ，根据 $P = U^2/R_{\text{总}}$ 可得：

$$U^2 = 0.5(R - r_1 + r_2) \quad (3)$$

$$\text{由 } (1)(2) \text{ 式可得：} 3(r_1 + r_2) = R. \quad (4)$$

$$\text{由 } (1)(3) \text{ 式可得：} 5(r_1 - r_2) = R. \quad (5)$$

$$\text{由 } (4)(5) \text{ 式可得：} r_1 = 4r_2.$$

则滑动变阻器 R_1 的最大阻值与 R_2 的最大阻值之比 $R_1 : R_2 = r_1 : r_2 = 4 : 1$ 。

答案：B。

例 3（黑龙江绥化）灯泡的 $I-U$ 图象如图 5 (a) 所示，电阻 R_1 的阻值是 10 Ω ，电源电压是 8 V。在图 5 (b) 所示的电路中，若只闭合 S_1 和 S_2 时，电压

表的示数是 2 V, 此时电路中的电流是_____ A; 若只闭合 S_1 和 S_3 时, 电压表的示数是 4 V, 10 s 内电流通过电阻 R_2 产生的热量是_____ J; 若将电压表换成电流表, 闭合 S_1 、 S_2 和 S_3 时, 电流表的示数是_____ A。

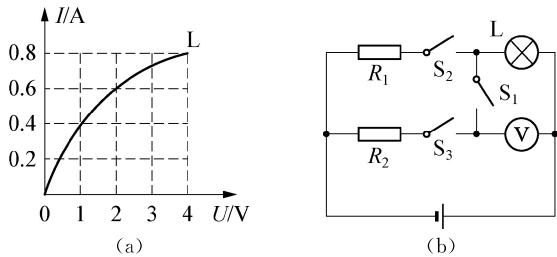


图 5

解题思路:

(1) 识图与看表: 只闭合 S_1 和 S_2 时, L 与 R_1 串联, 电压表测量 L 两端的电压。

只闭合 S_1 和 S_3 时, L 与 R_2 串联, 电压表测量 L 两端的电压。

将电压表换成电流表, 闭合 S_1 、 S_2 、 S_3 时, L 被短接, R_1 与 R_2 并联, 电流表测量干路电流。

(2) 化简: 画出对应的三个电路图。

(3) 求解: 根据灯泡的 $I-U$ 图象可知当灯泡的电压为 2 V 时, 其电流为 0.6 A。

当灯泡的电压为 4 V 时, 其电流为 0.8 A, 根据串联电路电压关系可知此时 R_2 的电压也为 4 V。

可解得 $R_2 = 5 \Omega$, 根据 $Q = I^2 R t$ 求出 10 s 内电流通过电阻 R_2 产生的热量是 32 J。

将电压表换成电流表、三个开关都闭合时, 分别对 R_1 和 R_2 应用欧姆定律可得 $I_1 = 0.8 \text{ A}$, $I_2 = 1.6 \text{ A}$, 电流表示数即干路电流为 2.4 A。

答案: 0.6 A; 32; 2.4。

例 4 (湖北孝感 多项选择) 如图 6(a) 所示, 电源电压 U 恒定, R_0 为定值电阻, R 为滑动变阻器, 闭合开关 S , 调节滑动变阻器的滑片 P , 两电压表 V_1 、 V_2 的示数随电流表示数变化的图象如图 6(b) 所示, 则以下说法中正确的是 ()

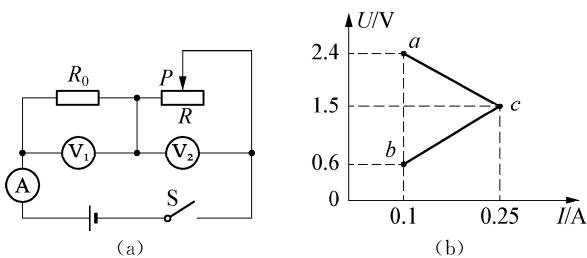


图 6

(A) 图 4(b) 中“ac”段表示电压表 V_2 的示数随电流表示数变化的图象

(B) 电源电压 $U = 3.0 \text{ V}$

(C) 定值电 $R = 24 \Omega$

(D) 调节滑片 P 的过程中, 滑动变阻器 R 的最大电功率为 0.375 W

解题思路:

(1) 识图与看表: 由电路图可知, 定值电阻 R_0 与滑动变阻器 R 串联, 电压表 V_1 测 R_0 的电压, V_2 测 R 的电压, 电流表 A 测电路中的电流。

(2) 化简: 画出滑片在不同位置的两个电路图, 对比分析。滑片 P 向右移动时, 变阻器 R 接入电路的阻值变大, 总电阻变大, 由欧姆定律可知电路的电流变小, 根据 $U = IR$ 可知, V_1 示数变小, 由于总电压不变, 所以 V_2 示数变大。

(3) 根据串联电路的规律逐一判断、求解。

由串联电路电压关系可得: $U_2 = U_{\text{源}} - IR_0$ 。因此“ac”段表示电压表 V_2 的示数随电流表示数变化的图象, A 正确。

根据串联电路电压规律, 电源电压: $U_{\text{源}} = 2.4 + 0.6 = 3 \text{ V}$, 或 $U_{\text{源}} = 1.5 + 1.5 = 3 \text{ V}$, B 正确。

由欧姆定律可得 R_0 的阻值: $R_0 = U_1 / I = 0.6 / 0.1 = 6 \Omega$, C 错误。

由欧姆定律可得, 变阻器接入电路的最大电阻为: $R_{\text{滑大}} = U_{2\text{大}} / I_{\text{小}} = 2.4 / 0.1 = 24 \Omega$ 。

滑动变阻器 R 消耗的功率:

$$P_{\text{滑}} = I^2 R_{\text{滑}} = \left(\frac{U}{R_0 + R_{\text{滑}}} \right)^2 \times R_{\text{滑}} = \frac{U^2}{\frac{(R_0 - R_{\text{滑}})^2}{R_{\text{滑}}}}$$

$$= \frac{U^2}{(R_0 - R_{\text{滑}})^2 + 4R_0 R_{\text{滑}}}$$

当变阻器连入电路的电阻 $R_{\text{滑}} = R_0 = 6 \Omega$ 时, 变阻器消耗的功率最大, $P_{\text{滑大}} = \frac{U^2}{4R_0} = \frac{(3\text{V})^2}{4 \times 6 \Omega} = 0.375 \text{ W}$ 。D 正确。

答案: ABD。

在中考命题中, “动态电路”一直是命题的重点和难点。会涉及很多物理观念、思想和方法, 有时对学生的数学知识提出较高的要求, 这为培养学生的科学思维提供了土壤, 通过“动态电路”试题, 能够有效评价学生在科学思维上的发展状况^[3]。

综上所述, 无论何种形式及何种原因引起的动态电路, 都在以图形、数据、图象等为背景考查学生

(下转第 50 页)

- (B) 图 4(a)中鸡蛋排开水的重力大
 (C) 图 4(b)中鸡蛋所受浮力大于重力
 (D) 放置 50 天后的鸡蛋密度变大

分析: 本题情境具有创新性, 并为学生提供了辨别鸡蛋是否新鲜的方法, 引导学生通过实验进行验证, 培养学生的实证精神和探究精神, 立意高。物理教育的最终目的是让学生具有一定的科学素养, 能以科学的思维和观点去看待周围的事物和自然世界, 也就是树立起科学的价值评判标准, 为形成正确的世界观、人生观与价值观奠定基础, 本题有这方面的导向作用。

情境与问题整合度, 决定了试题不是简单的知识告知或呈现, 而是需要学生自己通过现象分析、原理归因而得到正确答案。大大地增加了学生思维量, 提高了试题的效度。有利于引导师生尝试将实际的、陌生的情境转化成较为熟悉的物理问题和模型, 通过转化有利于加深对基本知识的理解和熟练掌握基本技能, 同时也能够活化学生的思维, 逐步培养学生的知识迁移能力。

3 情境设问要科学

3.1 情境设问的适切性

试题情境要体现物理学学科的特性和发展特征。情境设问能体现学科问题解决的过程, 驱动学生进行辨别、分析、综合、判断、建构、决策等各类解决问题的探究活动。力求在问题情境中考查学生对所学知识的掌握情况, 强调学以致用, 从新的问题情境中提炼出适合初中物理教学要求的考试内容, 进而设置问题。情境设问要在课程标准的基础上, 认真细致地研读教材, 从学科核心、主干知识的层面上去选择设问的内容, 不要随意拔高或延伸^[2], 要符合初中阶段对学生科学思维能力的要求。

3.2 情境设问的有效性

情境作为设问的铺垫, 给予了学生更大的自主发挥空间, 学生的思维过程通过解答题目得以充分

展示。因此, 情境设问不仅对学生的思维结果进行考查, 还较准确地考查了学生的思维过程。基于 SOLO 评价的情境试题则能将不同思维层次的学生进行分类评价, 有效地提高了试题的效度和甄别功能。情境设问为了体现对不同层次的认知目标和能力目标进行测量, 在问题的设计方面具有更好的系统性与多样性, 导致测量能力的目标不同, 可较全面地测量出学生的多种能力水平。

3.3 情境设问的价值性

培养学生的科学态度和科学精神, 树立正确的价值观和人生观, 是物理教育的重要目标和归宿^[3]。在一个完整的情境素材中, 从提出问题到得出结论、进行评价的各个环节, 命题时原则上都可以设问, 但是受到考试时间、卷面容量和减小评分误差的因素限制, 只能选择其中的某个或某几个环节设问。情境设问应该针对具有价值的问题, 若问题价值不大, 则直接影响试题的质量; 若问题设置的开放性过大, 则会给后续问题的设计和考试后的评分带来困难, 甚至使考试的效度和信度都受到影响。

情境性物理试题摆脱传统试题的呈现方式, 以提供一段文字、图表等内容为主要表现形式, 供学生进行现场阅读学习, 在领会其要领后回答相关问题, 有效考查学生的科学阅读能力和运用知识解决问题的能力。通过多样化的情境素材呈现, 既可以激发学生的答题欲望, 还可以拓展学生的知识面, 实现蕴教育功能于试题解答之中, 让学生在答题中深化知识的理解与认识, 实现考试的育人功能。

参考文献

- [1] 王耀村. 科学命题技术研究[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2017. 12: 38—40.
- [2] 陶宏玲. 关注情境创设, 提升高中数学的教学效率[J]. 数学教学通讯, 2020, 21: 43—44.
- [3] 中华人民共和国教育部. 基础教育课程改革纲要(试行)[R]. 教基[2001]17号, 2001-6-8.

(上接第 54 页)

对电学基本规律的理解与应用, 问题外在表现千差万别, 经过归类分析, 不外乎三个原因、三种形式, 解题思路也大同小异, 考查的核心知识点更是高度统一。因此, 学生牢固掌握电学规律“二二四”是解决动态电路问题的基本功, 在具体问题中学会必要的信息提取、图文转换、模型建构、逻辑推理, 抓住解题的关键点^[4], 并进行适量的训练, 动态电路问题一定能够迎刃而解。

参考文献

- [1] 黄文婷, 王辛辛, 曾克军. 2020 年中考物理“动态电路思维可视化”解题方法探析[J]. 中学物理教学参考, 2020(3): 42—46.
- [2] 朱文莲. 化繁为简 逐一突破——一道动态电路的繁简转化[J]. 物理教学, 2020(1): 56—59.
- [3] 赵妍妮, 陈晨. 培养科学思维 提升解题技能——例谈 2018 年南京中考电学综合题[J]. 物理教师, 2019(9): 50—52.
- [4] 魏增林. 2016 年中考动态电路选择题解析[J]. 中学物理教学参考, 2017(7): 93—94.