2024-2025 学年全国中学生地球科学奥林匹克竞赛

预赛试题

注意事项：

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷分为A、B两个部分；其中A卷包括两个题型：单选题、不定项选择题，单选题选择正确得1分，选错或者多选不得分；不确定选择题每一个正确答案得1分，选错一个扣1分，最多扣至0分。B卷为综合分析不定项选择题，每一个正确答案得2分，选错一个扣2分，最多扣至0分。考试时间为150分钟，考试结束后，请将本试卷、答题卡、草稿纸一并交回。
2. 答题前请务必将自己的姓名、考号用黑色签字笔填写在答题卡的规定位置。
3. 作答选择题须用2B铅笔在机读卡指定位置涂卡。
4. 考试开始60分钟内不允许提前交卷，考试结束后待监考老师确认后方可离场。

A卷：

一、单选题（只选一个正确答案，正确得一分，错误或多选不得分）

1. “化石”是指通过自然作用保存在岩石中的古代生物的遗体和生命活动的遗迹，以及生物成因的残留有机物分子。最后者称为分子化石，前两者依次分别称为（　　）。

A. 实体化石与模铸化石；　B. 实体化石与遗迹化石；

C. 实体化石与化学化石；　D. 硬体化石与遗迹化石。

2. “植物庞贝城”指的是大约三亿年前，中国内蒙古贺兰山西北角乌达煤田形成七号煤层的远古森林，呈现了二叠纪热带成煤沼泽森林的面貌。那么乌达植物群里最不可能包含下列（　　）门类。

A. 大羽羊齿；　B. 舌羊齿；　C. 苏铁；　D. 封印木。

3. 中国陆地范围内金在火成岩、沉积岩和变质岩中的平均含量分别为 0.6、1.0 和 1.0ng/g，火成岩占地壳（平均深度 35km）体积的 64.7%；变质岩占地壳体积的 27.4%；沉积岩占地壳体积的 7.9%。若沉积岩只平均分布在地表以下 5km 范围内，而在这范围内变质岩和火成岩按比例分布。那么中国陆地范围（取 960 万平方千米）内深度 1km 范围 Au 的资源量为（　　）。（地壳的平均密度取 2.7g/cm^3）

A. 1.26×10^{10}kg；　B. 2.27×10^{10}kg；　C. 2.27×10^{13}kg；D. 4.26×10^{10}kg。

4. 陨石坑是行星表面被流星体撞击后形成的坑洞，记录了太阳系内发生的激烈撞击事件，为人类探索太阳系的历史变迁提供了关键线索。那么下述太阳系陨石坑最大的是（　　）。

A. 水星的卡洛里陨石坑；　　B. 月球的南极艾肯陨石坑；

C. 地球的弗里德堡陨石坑；　　D. 金星的米德陨石坑。

5. 图 1 为地外天体发育的 4 个陨石坑(A, B, C 和 D)，其中产生 A 陨石坑的撞击作用，还形成了两个次级的撞击坑（图中的 a）和三个方向的撞击射线（Ray）。陨石坑 D 形成时，也产生了一个次生的撞击坑（图中的 d）。据此示意图，几个陨石坑形成的先后顺序正确的是（　　）。

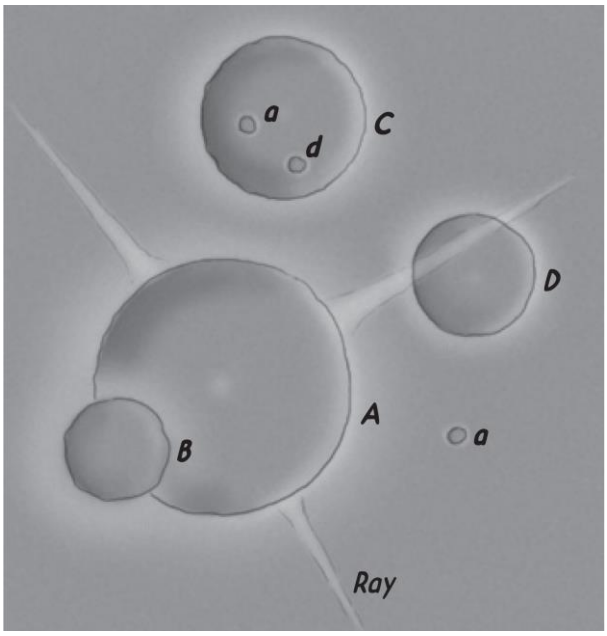


图 1

A. A-B-C-D；　　B. D-C-B-A；　　C. C-D-A-B；　　D. C-A-D-B。

6. 地球表面由于地球的大气圈、生物圈、水圈和岩石圈的相互作用而发生改变。图 2 一幅由异常降雨引发的泥石流灾害掩埋了菲律宾莱特岛上的一个小镇的一张照片，提供了地球系统不同部分之间相互作用的一个例子。有关地球的四个“圈层”对事件的贡献或受到事件的影响，下面说法正确的是（　　）。



图 2

A. 重力在泥石流发育过程中，不发挥作用；

B. 在大气和水的作用下，岩石化学风化作用强烈，堆积了巨厚的残坡积物；

C. 在泥石流发育过程中，植被具有重要的作用；

D. 泥石流主要发生在山区，出山后就没有什么影响了。

7. 图 3 右侧的图显示其三个从砾岩到黏土岩沉积层。左侧为颗粒大小与流速的关系图。根据左侧的图分析一下，形成这些层的沉积位置是（　　）。

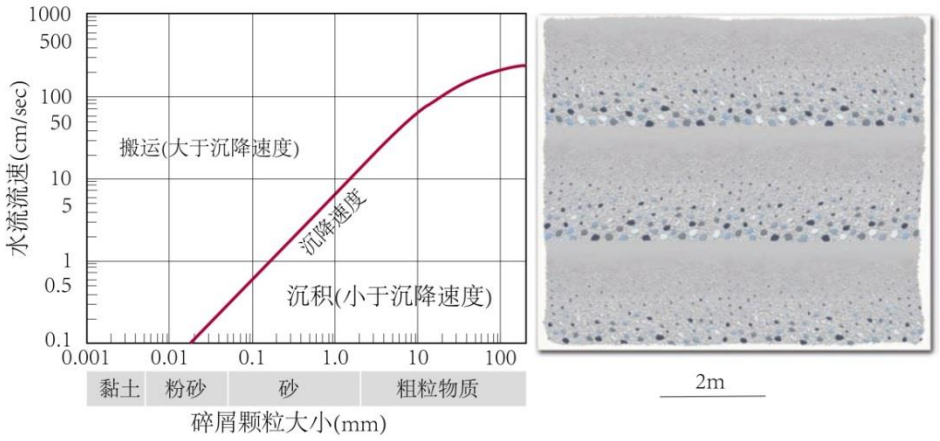


图 3

A. 右图三个沉积层应该属于粒序层理，反映了水动力条件有周期性变化；

B. 河流三角洲前缘地区；

C. 大陆架浅海地区；

D. 大陆坡和深海平原交界地区。

8. 在潮差较大的沿海地区，通过在海湾或河口建造大坝（图 4），海水的强流入和流出流被用来驱动涡轮机和发电机，从而利用潮汐能。那么具有（　　）潮汐条件，建造潮汐发电站才可能有经济效益。

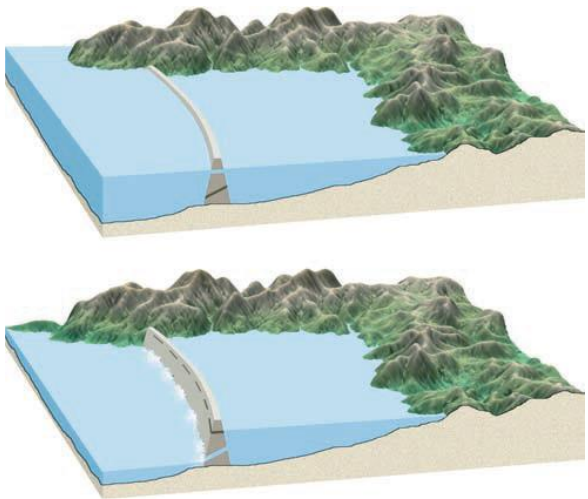


图 4

A. 沙滩海岸和 3m 的潮差；　　B. 潮坪海岸和 2m 潮差；

C. 宽阔开口的海湾海岸和 5m 潮差；D. 狭窄开口海湾海岸和大于 8m 潮差。

9. 面对快速增长的电力用电需求，如何保障供电安全，又让电价保持合理，已

成为当前亟待解决的重要问题。抽水蓄能电站作为一种储能方式（图 5），它可以将多余的电能转化为水能进行储存，待用电高峰时再将水能转化为电能，向电网释放。那么储能电站存在的意义不包括（　　）。

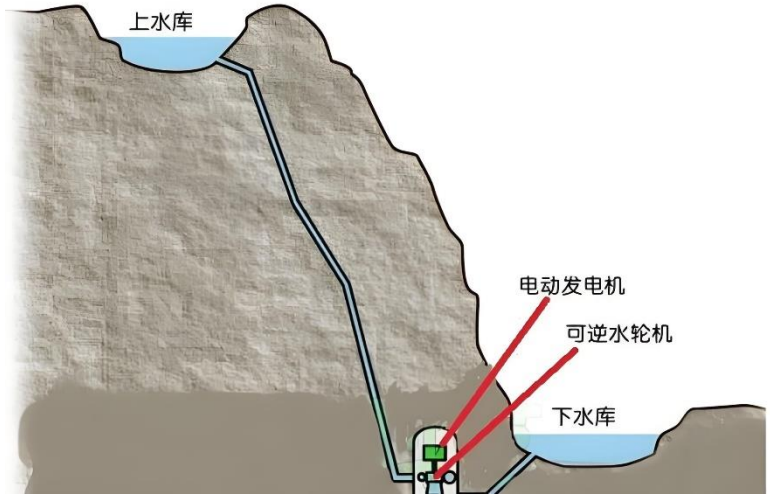


图 5

A. 提高能源利用效率；

B. 可以改善电网运行的稳定性和安全性。

C. 实现生态建设和经济效益的平衡；

D. 有助于节能减排。

地质学家从众多单独的露头中收集地层的产状数据(包括走向、倾向和倾角)，以推断地球表层岩层大规模的构造样式。这种测量和成图的行为可以重建地质历史，解释深部岩层构造的形态和方向，这对资源开采和危害评估来说也是一件重要的事情。下面是地质学家根据露头区的地层产状特征，绘制的地质图（图 6）。

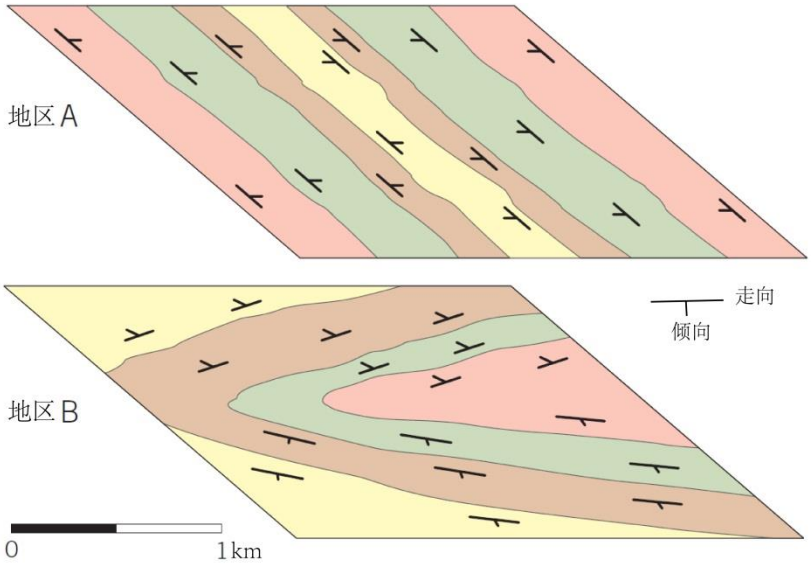


图 6

10. 假如本地区的地层没有发生倒转，下面说法正确的是（　　）。

A. 地区 A 发育线状背斜，地区 B 发育了倒转背斜；

B. 地区 A 发育线状向斜，地区 B 发育了倾伏背斜；

C. 地区 A 发育线状向斜，地区 B 发育了倾伏向斜；

D. 两个地区四套地层，最老的为黄色所代表的地层，最新的为粉红色部分。

研究表明，地壳的厚度在大陆的造山带地区最厚，在大洋地区最薄，青藏高原的地壳厚度达到 78km，而在大洋的一些地区不到 5km，甚至更薄。重力平衡中的浮动地壳概念称为重力均衡（图 7）。均衡原理有助于我们了解地球表面的许多大规模变化——从高耸的山脉到深海盆地。据此完成 11-12 两题。

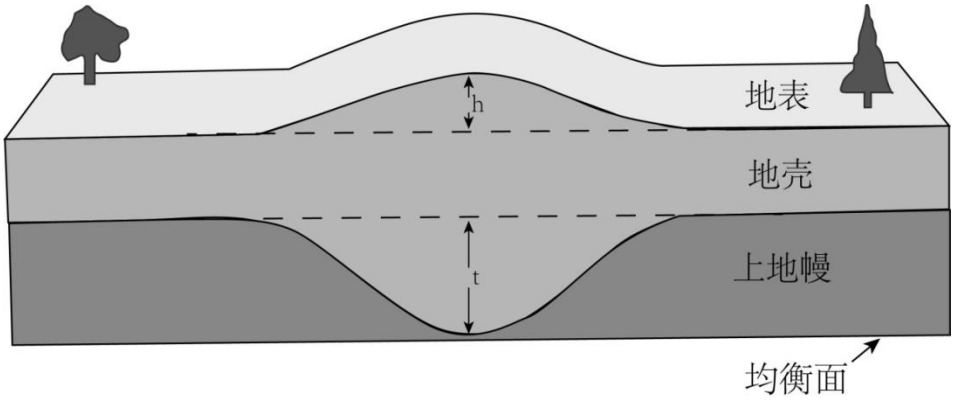


图 7

11. 根据地壳均衡的艾里模型，设具有密度 2.67g/cm^3 的地壳山体浮在地下具有密度 3.27g/cm^3 的上地幔岩石体中，山体越高，下面沉的越深，因此山下面存在“山根”。根据密度关系，山根的厚度（t）和地形高度（h）之间存在（　　）关系。

A. t=2.25h；　　B. t=1h；　　C. t=4.45h；　　D. t=6h。

12. 地壳均衡原理可以解释很多地质现象，但是不包括（　　）等。

A. 洋脊巨大的山系；

B. 山脉和相邻盆地具有耦合作用；

C. 年轻的造山带较之古老造山带具有更大的高程；

D. 大陆冰川消融后，地壳的弹性回跳。

图 8 为显示松散沉积物中地下水分布的剖面示意图，可以划分为两个主要部分，其中上部孔隙被部分充填，而下部孔隙充满水分。据此完成 13-14 两题。

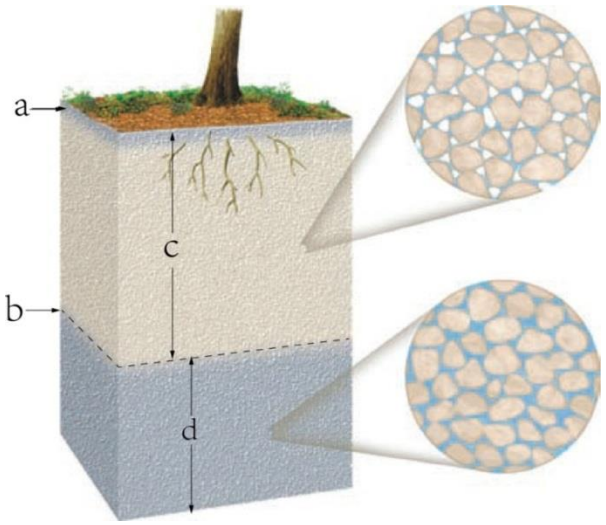


图 8

13. 根据地下水分布特征，下面对各部分标记正确的是（　　）。

A. a 为地面，b 为隔水层，c 为包气带，d 为饱水带；

B. a 为土壤水带，b 为隔水层，c 为包气带，d 为饱水带；

C. a 为土壤水带，b 为潜水面，c 为饱水带，d 为包气带；

D. a 为土壤水带，b 为潜水面，c 为包气带，d 为饱水带。

14. 地下水来源一般为降水入渗所致，而且地下水与地面水、空气和植被等相互作用，发生在上述各带中的地下水运动方式说法不正确的是（　　）。

A. a 带发生入渗和蒸腾作用，与地表水和空气发生作用；

B. b 部分发育入渗和毛细作用，作为 c 和 d 两带水交换；

C. d 带内水静止不动，可以一直保持；

D. c 带内发生毛细作用和入渗作用。

遥感技术的基本原理是通过传感器探测地球表面物体发射、反射或散射的电磁辐射，进而获取目标物体的空间、光谱、辐射等信息。一个典型的被动遥感系统电磁辐射传输过程如图 9 所示：太阳照向地球的电磁辐射经过与大气的相互作用后到达地表，经地物目标相互作用后产生发射电磁辐射，该电磁辐射又经过与大气的相互作用后被传感器捕获，得到与地物目标物性相关的信息。基于该传输过程回答下列 15–19 问题。

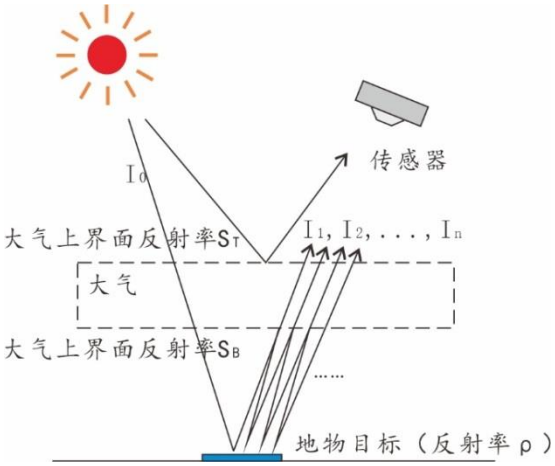


图 9

15. 如果将大气抽象成为一个厚度及内部均匀的平板，其内部对电磁辐射无吸收和散射等衰减作用，上界面反射率为S_T，下界面反射率为S_B。设有电磁辐射I_0下行照射至某地物目标（反射率为ρ，则经大气与地物目标的多次反射后，反射回的总电磁辐射为（　　）。

A. $I_0 \times \rho^n$；　　B. $\frac{\rho}{1-\rho \times S_B}$；　　C. $\sum_1^n I_0 \times \rho \times S_B$；　　D. $I_0 \times \rho \times S_B^n$。

16. 某遥感影像有两个地物目标 A 和 B，假设在无大气时目标 A 读出亮度值 50，目标 B 读出亮度值 0。而实际情况是由于大气的存在会导致电磁辐射发生衰减（亮度降低 10%），以及发生电磁辐射的散射（为传感器带来额外的电磁辐射亮度 10），则目标 A 和目标 B 在有大气情况下的亮度值分别可能是（　　）。

A. 55, 10；　　B. 44, 9；　　C. 50, 10；　　D. 65, 15。

17. 已知物体有以下热力学参数（1）热传导率 K，表征物质内部温度变化的速率；（2）比热容 c，表示一定条件下单位质量的物质升高 1℃ 所需的热量；（3）热扩散率 d，单位时间内通过单位面积的热量与垂直于表面方向上的温度梯度绝对值之比；（4）热惯量 P，表示物体温度因环境温度变化而变化大小的量度。若已知下表中各物体的热力学参数测量值，请问（　　）物质在一天 24 小时的周期中温度波动最大。

	水	沙土	玄武岩	不锈钢
热传导率 K	0.0014	0.0015	0.0050	0.030
比热容 c	1.0	0.2	0.2	0.1
热扩散率 d	1.0	1.8	2.8	7.8
热惯量 P	0.038	0.024	0.053	0.168

A. 水；　　B. 沙土；　　C. 玄武岩；　　D. 不锈钢。

18. 已知维恩位移定律（Wien displacement law），即在一定温度下，绝对黑体的温度与辐射最大值相对应的峰值波长乘积为一常数，表明当绝对黑体的温度升高

时，辐射最大值向短波方向移动。在恒星的演化过程中随着燃料耗尽而膨胀，会导致其表面温度不断降低，因此我们观察到的颜色会越来越呈现（　　）。

A. 蓝色；　　B. 紫色；　　C. 红色；　　D. 白色。

19. 微波（波长大于 1 毫米）的波长比云雾中水滴和气溶胶等颗粒直径大很多，因此不会像可见光那样被散射或吸收，所以具有穿云透雾的能力。如果要利用卫星遥感技术探测茂密雨林地区被植被冠层所遮挡的地表，选择（　　）波长的微波传感器比较合适？

A. 3 纳米；　　B. 3 毫米；　　C. 3 厘米；　　D. 3 分米。

钢铁是现代工业的基础材料，其矿物原料主要来自于铁矿床。人类常用的铁矿石原料主要有磁铁矿（Fe_3O_4）、赤铁矿（Fe_2O_3）、菱铁矿（$FeCO_3$）、褐铁矿（$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$(三氧化二铁水合物)和 $Fe(OH)_3$）。我国最重要的铁矿床包括岩浆成因的钒钛磁铁矿床、变质铁矿床（BIF，一般品位较低）、矽卡岩型铁矿和沉积成因铁矿床。矽卡岩型铁矿因其矿石品位高，在我国占有特殊的地位。据此回答 20-21 题。

20. 矽卡岩型铁矿床的原生铁矿物主要是（　　）。

A. 磁铁矿；　　B. 赤铁矿；　　C. 菱铁矿；　　D. 褐铁矿。

21. 沉积铁矿一般形成于浅水氧化环境，其最要的工业矿物是（　　）。

A. 磁铁矿；　　B. 赤铁矿；　　C. 菱铁矿；　　D. 褐铁矿。

斑岩铜矿虽然品位低，但其储量大、埋藏浅、易开发而成为当今世界和我国重要的铜矿床工业类型，阅读下面图 10 和图 11，回答 22-24 问题。

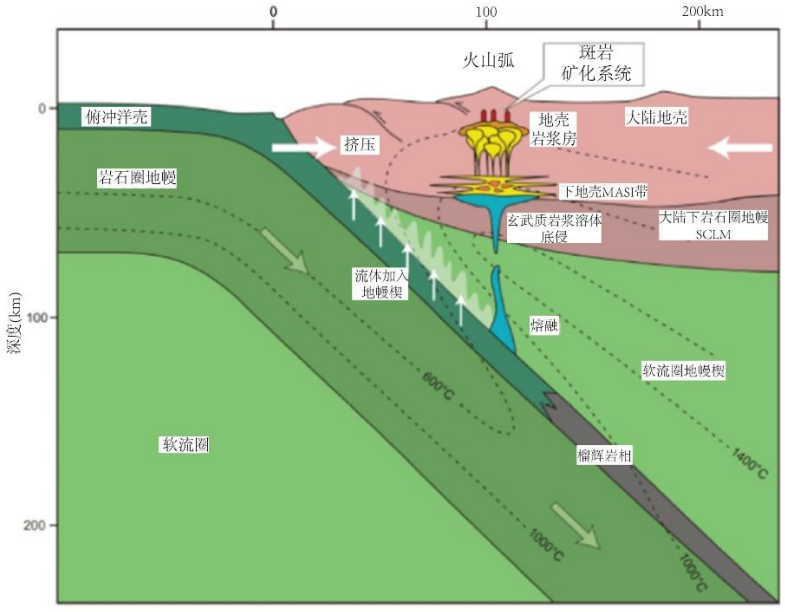


图 10 斑岩铜矿成矿模式

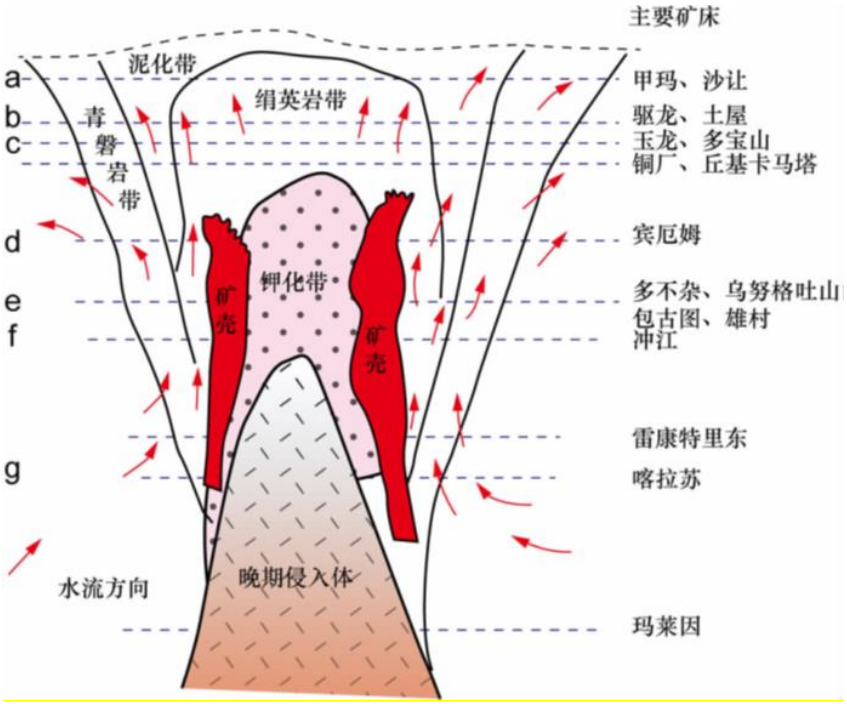


图 11　斑岩铜矿蚀变分带模式

22. 典型斑岩铜矿形成于（　　）。

A. 汇聚板块边缘；　　B. 离散板块边缘；

C. 转换板块边缘；　　D. 被动大陆边缘。

23. 斑岩铜矿最常的铜矿物是（　　）。

A. 黑铜矿；　B. 赤铜矿；　C. 黄铜矿；　D. 自然铜。

24. 斑岩铜矿一般形成深度较小，如果一个斑岩铜矿已经出露钾化带，代表这个矿床隆升剥蚀的量（　　）。

A. 很小；　B. 小；　C. 较大；　D. 难以确定。

沉积物的从源到汇过程是地表物质循环的关键环节。具体而言，地表岩石经历风化侵蚀过程后形成松散物质，之后通过地表径流等形式在流域内搬运，最后在河漫滩或者边缘海等沉积区沉积埋藏。国际上已有若干个相关大型计划对此开展专门研究，包括“海岸带陆海相互作用研究计划”（LOICZ）、“大陆边缘从源到汇计划”（MARGINS S2S）和“河控型大陆边缘”（RiOMars）等。示踪沉积物从山区、流域至海区的搬运过程需要有效的研究工具，比如轻、重矿物学、元素地球化学和同位素地球化学等。以下 25-30 题目都与从源到汇过程有关。

25. 以下（　　）矿物不属于重矿物。

A. 锆石；　B. 金红石；　C. 石榴石；　D. 石英。

26. 为了示踪沉积物的来源，所采用的指标应当受后期改造作用，如流域化学风化，影响较小，从而能够反映源区信息。下面列举的矿物中，（　　）最不适合用于物源示踪。

A. 橄榄石； B. 金红石； C. 独居石； D. 电气石。

27. 由于不同矿物的密度及形状不同，在沉积物搬运的过程中，水动力分选作用会导致沉积物的矿物组成分异。若在一条大河的下游地区采集一个垂向水柱剖面，从表层到底层，各矿物占沉积物中的百分比是（ ）。

A. 石英逐渐降低，云母逐渐升高； B. 高岭石逐渐降低，云母逐渐升高；

C. 云母逐渐降低，高岭石逐渐升高；D. 石英逐渐升高，云母逐渐降低。

28. 若要示踪海区沉积物的陆地源区，常用的方法之一是选取在表生环境中化学活动性小的元素，并对比沉积物和潜在源区的元素比值指标以示踪物源。以下哪个元素比值不适宜于物源示踪（ ）。

A. Cr/Th； B. Ca/Al； C. Cr/Al； D. Sc/Th。

29. 近几十年来，单矿物地球化学方法，尤其是碎屑锆石铀铅（U-Pb）年代学迅速发展，逐渐成为沉积物源判别的常用手段，其中的原因不包括（ ）。

A. 原位测试速度快； B. 受风化影响小；

C. 在基性岩中较为缺乏； D. 受水动力分选影响小。

30. 碎屑锆石年代学的关键在于两个同位素衰变体系，即 ^{238}U 衰变为 ^{206}Pb，以及 ^{235}U 衰变为 ^{207}Pb。这两个衰变体系的关联在于 $^{238}U/^{235}U$ 在上地壳的所有岩石中基本保持恒定。通常，我们利用 $^{206}Pb/^{238}U$ 和 $^{207}Pb/^{235}U$ 两组年龄绘制 U-Pb 协和图（如下图 12）。其中，2000 Ma（百万年前）的年龄点已在图中标注，请问五角星标注的年龄应该是（ ）。

A. 1200 Ma； B. 2800 Ma； C. 2000 Ma； D. 无法测量。

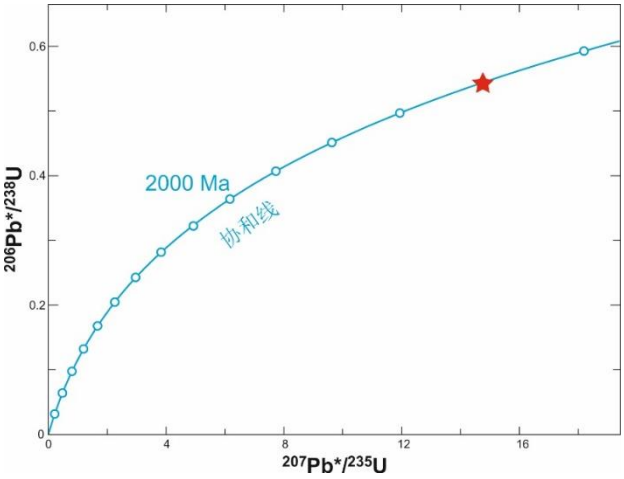


图 12

二、不确定选择题（单选或多选，每一个正确答案得 1 分，选错一个扣 1 分）

水质对生物有机体有很大影响，污水向天然水体的排放会影响水体的生态系统。图 13 为一个溪流生态系统，根据水向下游流动时的溶解氧水平和生物需氧

量确定五个不同的区域，每个区域的一些最常见的鱼类和大型无脊椎动物如图所示，请据此回答下面 Q1-Q8 问题。

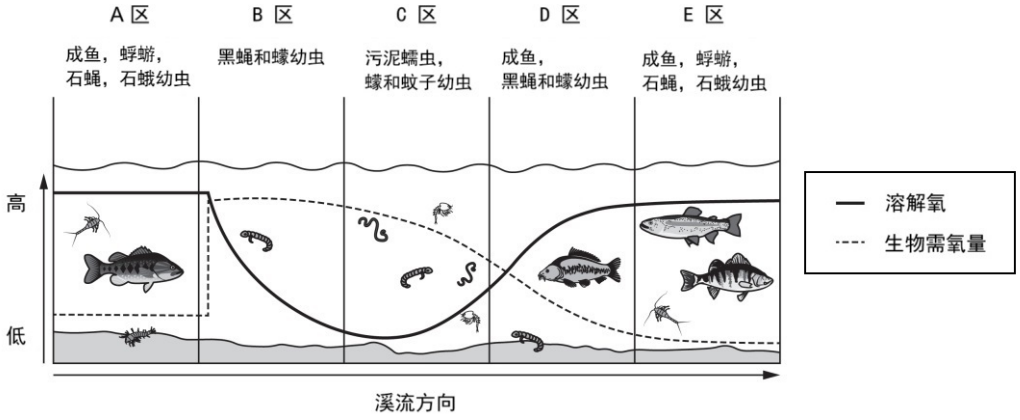


图 13

Q1. 向溪流排放污水最有可能的区域是（　　）。

A. A 区；　　B. B 区；　　C. C 区；　　D. E 区。

Q2. 如果测定水中的氧化还原电位，最低的区域可能是（　　）。

A. A 区；　　B. C 区；　　C. D 区；　　D. B 区。

Q3. 如果研究溪流中溶解氧水平与大型无脊椎动物物种丰富度的关系，选择（　　）作为对照区域最为合适。

A. A 区；　　B. C 区；　　C. D 区；　　D. E 区。

Q4. E 区成鱼中持久性污染物的含量高于蜉蝣中，这一现象称为（　　）。

A. 生物富集；　B. 生物积累；　C. 生物放大；　D. 无法确定。

Q5. 与夏季相比，冬季进行水体中物种丰富度的调查，可能会有如下结果（　　）。

A. 冷水将含有更多的溶解氧，这可能会增加物种的数量；

B. 冷水将含有更少的溶解氧，这可能会减少物种的数量；

C. 冷水可能低于某些生物的耐受范围，这可能会减少物种的数量；

D. 低光照水平会降低植物的光合作用，这可能会减少物种的数量。

Q6. 水体中引发富营养化的元素主要是（　　）。

A. 碳；　　B. 氮；　　C. 氧；　　D. 磷。

Q7. 水体中引发水俣病和骨痛病的主要元素分别是（　　）。

A. 铅；　　B. 镉；　　C. 汞；　　D. 铬。

Q8. 地球上河流与小溪总水量约占地球总水量的（　　）。

A. 2.59%；　　B. 0.59%；　　C. 0.007%；　　D. 0.0001%。

在生态系统中，各食物链之间可以相互交错，形成复杂的网状食物关系，称为食物网。自然界中普遍存在的食物网，不仅维系着一个生态系统的平衡和自我调节能力，而且推动着有机界的进化。图 14 是一个北极食物网，请据此回答下

面 Q9-Q16 问题。

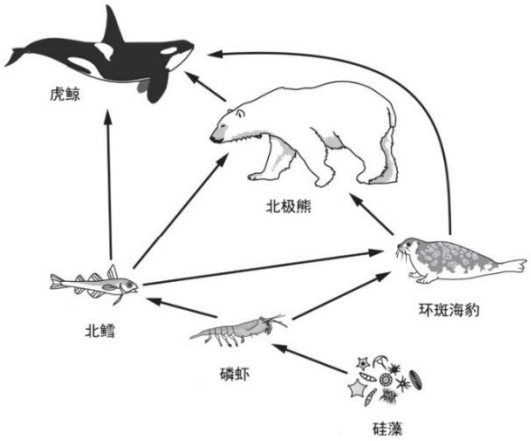


图 14

Q9. 图中三级消费者是（　　）。

A. 北鳕；　B. 环斑海豹；　C. 北极熊；　D. 虎鲸。

Q10. 图中能量在沿各个营养级顺序向前传递时，每一级为下一级提供的能量大约为固有能量的（　　）。

A. 50%；　B. 30%；　C. 10%；　D. 5%。

Q11. 硅藻的能量来源于（　　）。

A. 土壤；B. 水体；C. 微生物；D. 太阳。

Q12. 虎鲸中持久性污染物的含量高于环斑海豹，这一现象称为（　　）。

A. 生物富集；B. 生物积累；C. 生物放大；D. 无法确定。

Q13. 环纹海豹是北极熊的首选猎物，它们会到海冰的洞穴呼吸。夏季海冰数量的减少，对北极熊狩猎的影响可能是（　　）。

A. 狩猎场面积增大，北极熊更易获得食物；

B. 狩猎场面积减少，北极熊更难获得食物；

C. 狩猎场距离增大，北极熊更易获得食物；

D. 生理性压力增大，北极熊更难获得食物。

Q14. 海冰融化将导致如下结果（　　）。

A. 海冰融化导致水面吸收太阳能量增多；

B. 海冰融化导致水面吸收太阳能量减少；

C. 与北极变暖形成正反馈回路；

D. 与北极变暖形成负反馈回路。

Q15. 生态系统的基本功能是（　　）。

A. 生命演化；　B. 能量流动；　C. 物质循环；　D. 信息传递。

Q16. 碳是生命物质的主要元素之一，在地球几大碳库中，最大的是（　　）。

A. 大气圈碳库；　B. 水圈碳库；　C. 生物圈碳库；　D. 岩石圈碳库。

青藏高原位于中国的西南部，介于北纬 26° 00′ ~39° 47′，东经 73° 19′ ~104° 47′ 之间。它南起喜马拉雅山脉南缘，北至昆仑山、阿尔金山脉和祁连山北缘，西部为帕米尔高原和喀喇昆仑山脉，东及东北部与秦岭山脉西段和黄土高原相接。青藏高原的总面积约 250 万平方千米，东西长约 2800 千米，南北宽约 300~1500 千米，是中国最大、世界海拔最高的高原，被称为“世界屋脊”、“第三极”（图 15）。以下 Q17-Q23 各题与青藏高原有关。

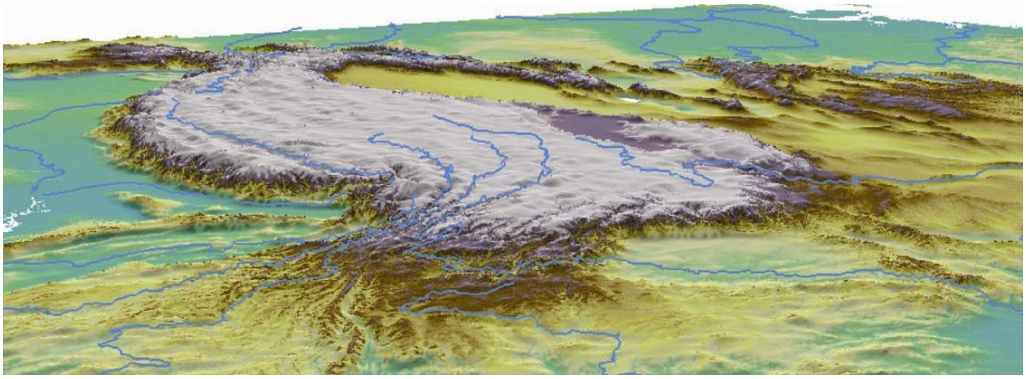


图 15

Q17. 以下关于青藏高原隆升说法正确的是（　　）。

A. 印-亚大陆碰撞及印度大陆俯冲约在 65~41 Ma；

B. 太-亚大陆碰撞及太平洋大陆俯冲约在 65~41 Ma；

C. 青藏高原隆升至 2000m 以上时对西风产生有效屏障；

D. 板块会聚速率突然降低被指大陆碰撞结束时代。

Q18. 关于青藏高原隆升地质证据说法正确的是（　　）。

A. 地层倾角变化表明区域褶皱变形产生时期；

B. 沉积地层产状平缓，变形微弱，表明地壳缩短增厚；

C. 造山作用自北向南相继变年老；

D. 出现大量浅海灰岩沉积岩。

Q19. 青藏高原隆升过程的内动力地质作用包含（　　）。

A. 地壳运动；　B. 岩浆作用；　C. 沉积作用；　D. 变质作用。

Q20. 青藏高原及周缘地区断层发育，在高原面以下列哪些断层性质为主（　　）。

A. 逆冲型；　B. 走滑型；　C. 正断型；　D. 逆冲兼走滑型。

Q21. 青藏高原及周缘常见自然灾害有（　　）。

A. 地震；　B. 地面隆起；　C. 泥石流；　D.雪崩。

Q22. 与青藏高原隆升密切相关的山脉有（　　）。

A. 喜马拉雅山脉；　B. 横断山脉；　C. 昆仑山脉；　D. 天山山脉。

Q23. 青藏高原地区修建大型水库，针对水库蓄水说法不正确的是（　　）。

A. 增加地壳压力有利于断层带应力平衡，不利于产生地震；

B. 增加岸坡侧向压力有利于岸坡稳定；

C. 对岸坡冲刷和浸泡作用易于引发滑坡等地质灾害；

D. 对周边的气温和降水产生影响。

冰期（Ice Age）是指地球表面和大气温度长期下降的时期，导致大陆冰川、极地冰盖或者高山冰川长期存在或发生扩张。目前认为，在漫长的地质历史时期，地球的气候在冰室期（ice house）和温室期（warm house）之间交替（图 16）。冰室期中出现的间歇性温暖期被称为间冰期。据此回答下面 Q24-Q29。

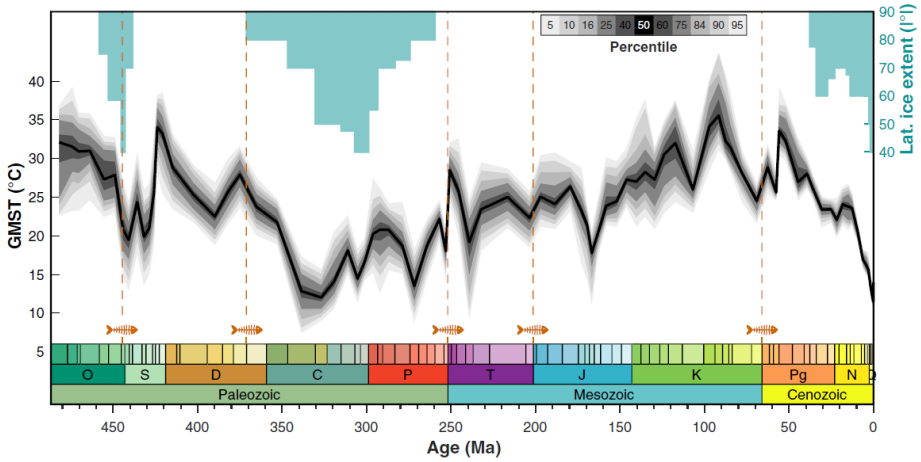


图 16 显生宙温度变化曲线。蓝色矩形指示最大纬度冰范围，黑线表示中位数，橙色虚线指示显生宙五次生物大灭绝的时间。GMST-全球平均表面温度（据 Judd et al., 2024）

Q24. 地质历史上完全没有出现冰期的时代是（　　）。

A. 奥陶纪；　　B. 白垩纪；　　C. 第四纪；　　D. 志留纪。

Q25. 冰期在沉积或化石记录中保存的证据包括（　　）。

A. 冰碛岩；　　B. V 形谷；　　C. 生物化石壳体中的氧同位素信息；

D. 适应寒冷环境的生物向低纬度地区迁移的现象。

Q26. 雪球地球（Snowball Earth）被认为是地质历史上最严酷、最极端的一次地质和古气候事件，它的发生、发展和结束改变了地球海洋和大气的物理化学条件。关于雪球地球期间的生命活动表述，下列错误的是（　　）。

A. 雪球地球期间，全球冰封，生命活动终止。只有等雪球融化，生命活动才能重新启动；

B. 在冰裂缝、火山喷口以及海底热液活动区域，还存在局部的开放环境，生命可以存活；

C. 雪球地球期间，存在生物的避难所，使得生命可以延续；

D. 雪球地球期间，应该有原核生物和少量真核生物存活。

Q27. 雪球地球之后的地球生物圈发生了翻天覆地的变化，埃迪卡拉系地层中，保存了大量的真核生物。下列不属于当时的真核生物化石的是（　　）。

A. 陡山沱组中保存的大型带刺疑源类；

B. 灯影组中保存的叶状化石；

C. 澄江玉案山组页岩中产出的奇虾化石；

D. 陡山沱组中保存的动物胚胎化石。

Q28. 奥陶纪末期的冰期时段，发生了显生宙第一次生物大灭绝事件：全球性海洋动物~50%的属，~80%的种消失。下列不属于奥陶纪生物的是（　　）。

A. 角石；　　B. 蕨类；　　C. 牙形动物；　　D. 笔石动物。

Q29. 我们现在处在第四纪冰期时代，2.58Ma 至今，南极大陆与格陵兰岛形成了永久性的冰盖，欧亚大陆北部、北美北部出现了面积广大的大陆冰盖，世界各处高纬度或高海拔地区广泛发育山岳冰川。关于第四纪冰期下列表述错误的是（　　）。

A. 第四纪冰期中也有间冰期存在，表现为大陆冰川面积大规模缩减；

B. 有丰富的地质记录证明了第四纪冰期的存在；

C. 第四纪冰期的发生和构造运动、地球轨道周期等均有一定的关系；

D. 工业革命以来人类活动导致的温室气体升高，不会影响第四纪冰期继续延续下去。

图 17 为某地区的简化地质剖面平面图，从中能够读出的有关相对和绝对地质年代的一些信息。据此回答下面 Q30-Q32 问题。

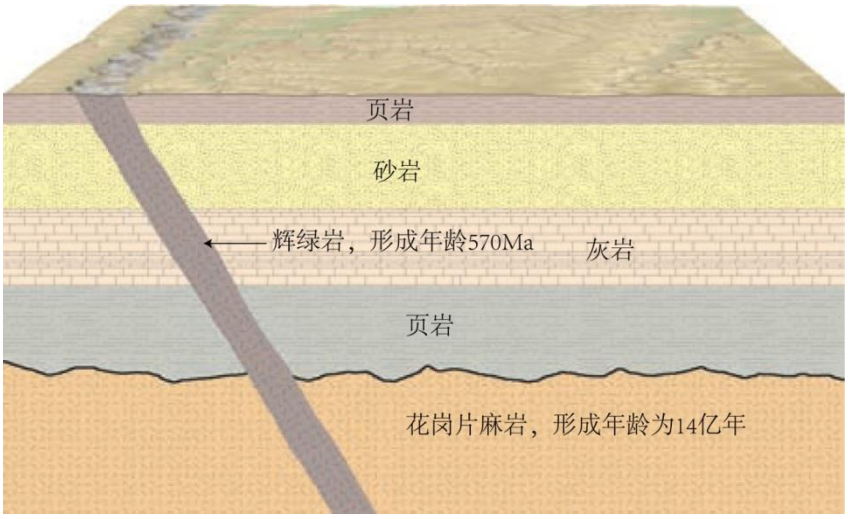


图 17

Q30. 根据剖面图，我们可以确定图中存在的地质体和地质现象及其演化过程，那么下面说法正确的是（　　）。

A. 本区构造复杂，属于古老的造山带；

B. 该区发育了基底和盖层的结构，现今位于稳定的板块内部；

C. 该区存在海进沉积旋回；

D. 该区存在海退沉积旋回。

Q31. 砂岩的形成时代（　　）。

A. 大于花岗片麻岩的形成年龄；B. 小于辉绿岩的形成年龄；

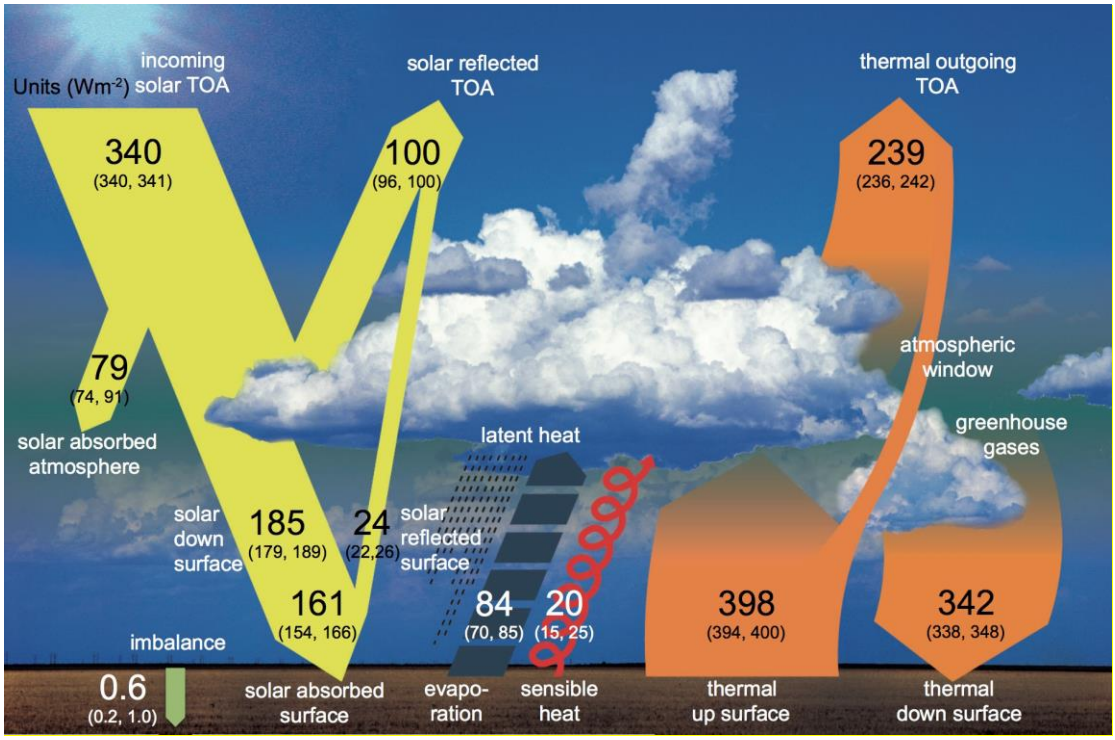
C. 介于花岗片麻岩和辉绿岩形成年龄之间；D. 大于辉绿岩的形成年龄。

Q32. 碎屑岩的形成时代，根据相对年龄的确定原则，可以确定其形成顺序，然而形成温度低于定年矿物的封闭温度时，难于确定其时代，那么可以根据（　　）确定图中砂岩形成时代。

A. 磁性地层方法；　　B. 古生物化石；

C. 碎屑矿物测年可以限定上限年龄；D. 碎屑矿物测年可以限定下限年龄。

我们所生活的地球，包括由海洋和大气以及其他组分所形成的气候系统，主要由太阳辐射来驱动，而地球所释放的红外辐射与之形成平衡。图 18 为地表以上能量通量平衡情况，请根据此图回答下面 Q33-Q40 问题。



注释：TOA，大气层顶；atmosphere，大气；surface，地表；up，向上；down，向下；solar，太阳辐射；thermal，红外辐射；incoming，输入； outgoing，输出；reflected，反射；absorbed，吸收； evaporation，蒸发；sensible heat，热传导。

图 18

Q33. 在大气层顶，平衡地球红外辐射输出的能量为（　　）。

A. 太阳辐射输入；　　B. 太阳辐射的反射；

C. 净太阳辐射（输入-反射）；　D. 大气吸收的太阳辐射。

Q34. 在地表，最强的向上热通量是（　　）。

A. 太阳辐射的反射；　　B. 地表蒸发（潜热）；

C. 热传导（感热）；　　D. 净红外辐射（向上-向下）。

Q35. 有（　　）W m^{-2} 的太阳辐射被云层反射出去。

A. 100；　　B. 76；　　C. 79；　　D. 24。

Q36. 影响云层对太阳辐射的反射的主要因素有（　　）。

A. 云量；　　B. 云高；　　C. 云厚；　　D. 云形。

Q37. 影响地表热传导的主要因素包括（　　）。

A. 风速；　B. 大气与表面的温差；　C. 大气密度；　D. 大气绝对湿度。

Q38. 影响地表蒸发的主要因素包括（　　）。

A. 地表温度；　　B. 大气与表面的温差；

C. 大气密度；　　D. 大气绝对湿度。

Q39. 地表的反照率，即向上/向下的太阳辐射约为（　　）。

A. 13%；　　B. 15%；　　C. 25%；　　D. 23%。

Q40. 有（　　）W m^{-2} 的太阳辐射被地球气候系统吸收。

A. 185；　　B. 161；　　C. 79；　　D. 240。

地球的水文地球化学过程在地球形成之初便开始演化，与地球的温度、气候、地壳活动以及生物活动息息相关。水文循环是地球表层化学循环的重要组成部分，通过降水、地表径流、地下水流动以及蒸发等过程，将各种化学元素在陆地、大气和海洋之间输送和转化。早期地球的水文循环受到火山活动和陨石撞击的显著影响，而随着地球逐渐冷却，液态水的形成促进了化学风化和海洋的形成。生物的出现进一步改变了水文地球化学过程，特别是蓝细菌的光合作用导致了大气氧含量的显著增加，称为大氧化事件（GOE），从而改变了全球化学循环的格局。据此回答下面 Q41-Q47 问题。

Q41. 在地球早期，火山喷发是影响水文循环的重要因素，以下（　　）过程与火山喷发密切相关。

A. 释放水蒸气，增加大气湿度；

B. 释放二氧化碳，影响温室效应；

C. 释放甲烷，导致大气氧气浓度升高；

D. 提供硫化物，导致酸性降水的产生。

Q42. 在地球早期，没有明显的水文循环时，化学风化作用可能表现出（　　）特点。

A. 风化速率较高，因大气中氧气含量高；

B. 风化速率较低，因液态水缺乏且温度较高；

C. 风化速率较高，因火山释放的气体促进反应；

D. 风化作用完全停止，因岩石未接触液态水。

Q43. 假设地球早期的大气中二氧化碳浓度是现在的 100 倍，以下（　　）可能是这种高二氧化碳浓度对水文循环的主要影响。

A. 地表温度显著降低，水循环增强；

B. 地表温度显著升高，水循环增强；

C. 降水主要以酸雨形式出现，促进化学风化；

D. 水分蒸发速率下降。

Q44. 在地球大氧化事件（GOE）发生后，以下（　　）现象可能与海洋化学的变化直接相关。

A. 海洋中溶解铁的大量沉淀；

B. 硫化物被氧化为硫酸盐；

C. 碳酸盐沉积速率短期内显著增加；

D. 海洋 pH 短期内显著下降，长期趋于稳定。

Q45. 假设地球早期的降水量显著增加，以下（　　）可能是水文地球化学的直接反应。

A. 海洋盐度降低，化学风化作用被削弱；

B. 化学风化作用增强，大量碳酸盐进入海洋；

C. 蓝细菌光合作用减弱，氧气浓度下降；

D. 地表岩石分解速率下降，矿物循环中断。

Q46. 在全球冰冻期（雪球地球事件）结束后，以下（　　）现象可能发生。

A. 冰川快速融化，释放大量矿物质进入海洋；

B. 大气中温室气体浓度增加，导致气温快速升高；

C. 海洋中缺氧环境导致厌氧微生物繁盛；

D. 化学风化作用重新加强，吸收大量二氧化碳。

Q47. 在地球水文地球化学的演化过程中，以下（　　）最能解释水循环对全球气候的调节作用。

A. 水循环通过化学风化吸收二氧化碳，降低温室效应；

B. 水循环通过火山活动释放热量，增加全球气温；

C. 水循环通过海洋蒸发增加氧气含量，减缓气候变化；

D. 水循环通过增加大气中甲烷浓度，稳定气温波动。

地层是具有时间顺序（古生代到中生代包括寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪、侏罗纪和白垩纪）的层状岩石，其岩性和构造特征能揭示地质时期的地理环境和地质演化过程。图 19 为某地地层出露分布示意图。完成下面小题。

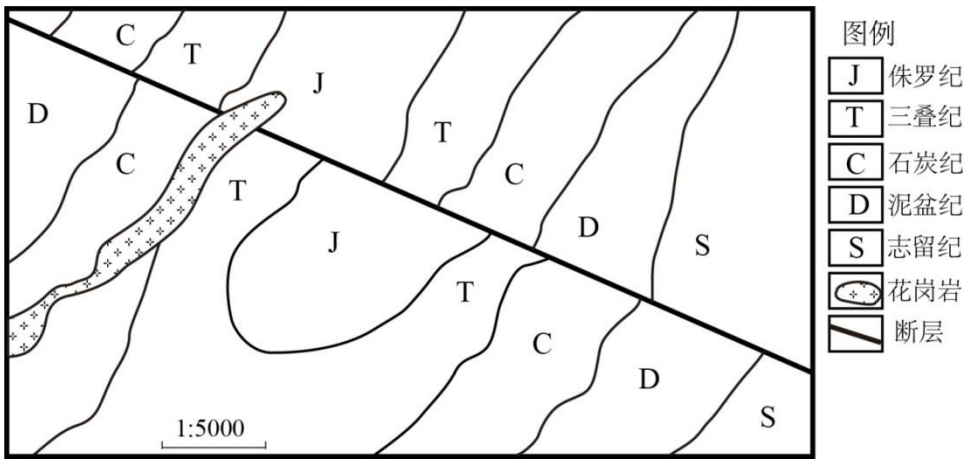


图 19

Q48. 断层东北侧的岩层（　　）。

A. 相对西南侧抬升；　　B. 向西北水平移动；

C. 相对西南侧下沉；　　D. 向东南水平移动。

Q49. 该区域地壳至少抬升了（　　）。

A. 1 次；　B. 2 次；　C. 3 次；　D. 4 次。

Q50. 该区域经历的地质作用过程是（　　）。

A．沉积成岩、断裂作用、水平挤压、岩体侵入；

B. 水平挤压、沉积成岩、岩体侵入、断裂作用；

C. 水平挤压、断裂作用、岩体侵入、沉积成岩；

D. 沉积成岩、水平挤压、岩层断裂、岩体侵入。

B 卷：

三、综合分析题（单选或多选，每一个正确答案得 2 分，选错一个扣 2 分）

脆性破裂是浅部地壳岩石发生变形的主要机制，破裂的类型主要包括张破裂（节理）和剪破裂（断层）两类。其中，库仑破裂准则描述了岩石发生剪破裂所需的临界应力条件，即当岩石受到的剪应力超过岩石所能承受的最大剪应力（或抗剪强度）时，岩石即发生剪破裂。摩擦定律是确定岩石的抗剪强度的理论基础，即$\tau = C + \mu\sigma_n$。τ为剪应力，σ_n为正应力，C为内聚力，μ为内摩擦系数。假设地壳浅部岩石受到的应力状态如图20所示。已知岩石的内聚力为50 MPa，内摩擦系数为0.5，$\sigma_1 = 200$ MPa，$\sigma_3 = 50$ MPa。据此回答下面W1-W6。

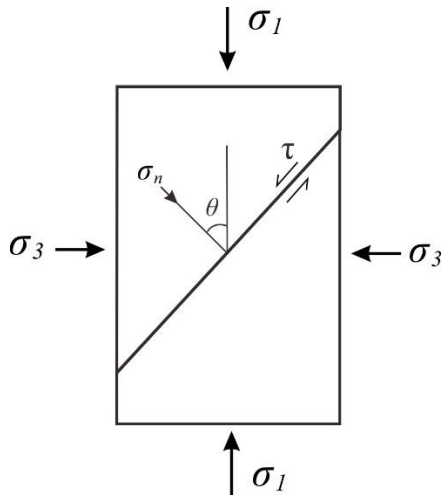


图20

W1. 平行 σ1 和垂直 σ3 的平面上所受到的正应力和剪应力分别为（　　）。

A. 50 MPa 和 0 MPa；　　B. 200 MPa 和 0 MPa；

C. 100 MPa 和 50 MPa；　　D. 200 MPa 和 50 MPa。

W2. θ 角为 30°的平面上的正应力为（　　）。

A. 125 MPa；　　B. 163 MPa；　　C. 185 MPa；　　D. 200 MPa。

W3. θ 角为 30°的平面上的剪应力为（　　）。

A. 45 MPa；　　B. 65 MPa；　　C. 75 MPa；　　D. 100 MPa。

W4. 如果要使岩石发生剪破裂，可以通过以下哪些方式实现（　　）。

A. σ1 增大，σ3 不变；　　B. σ1 不变，σ3 增大；

C. σ1 和 σ3 同时减小；　　D. σ1 和 σ3 同时增大。

W5. 孔隙流体广泛存在于地壳中，可以产生孔隙流体压力，孔隙流体压力可以弱化岩石，使岩石更容易发生剪破裂。那么在上述情况下，需要（　　）的孔隙流体压力可以使岩石发生剪破裂。

A. 42.3 MPa；　　B. 47.5 MPa；　　C. 52.5 MPa；　　D. 57.3 MPa。

W6. 断层强度限定了地壳的极限强度，断层强度由小到大顺序为（　　）。

A. 正断层、走滑断层、逆断层；　　B. 正断层、逆断层、走滑断层；

C. 走滑断层、正断层、逆断层 ；　　D. 断层强度与断层性质无关。

地球具有明显的分层现象，自内而外可以分成内核、外核、地幔、地壳、大气圈等，科学家们提出了一系列的理论来描述这些不同圈层的运动，如板块构造理论、地幔柱理论等。目前一般认为地球不同圈层之间相互联系与影响，存在明显的物质与能量交换，共同构成一个异常复杂的系统（如图 21 所示）。据此回答以下 W7-W13 问题。

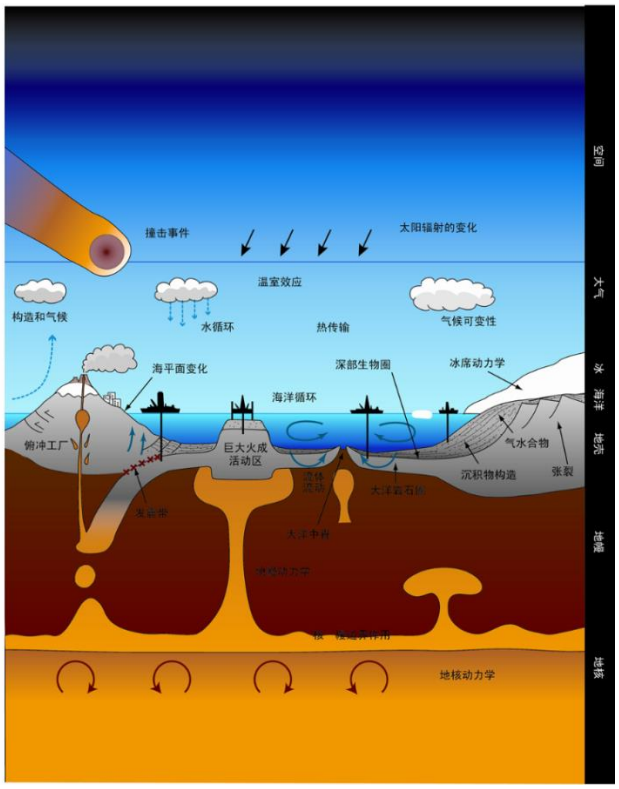


图 21

W7. 上地幔的顶部与地壳构成了地球外层的固态岩石圈，板块运动理论主要描述的就是岩石圈运动。假设岩石圈中岩石的密度为 $3g/cm^3$，请问岩石圈下部 100km 处的压力大致是（　　）。

A. 3×10^6 帕斯卡；　　B. 3×10^7 帕斯卡；

C. 3×10^8 帕斯卡；　　D. 3×10^9 帕斯卡。

W8. 板块构造活动会导致地震频发，地震活动既给人类带来巨大的灾难，但是也在地表形成了丰富多样的地貌景观。下列板块边界类型与其典型地震特性对应正确的是（　　）。

A. 俯冲带 - 深源地震；　　B. 断裂带 - 浅源地震

C. 生长边界 - 中强地震为主；　　D. 碰撞边界 - 火山喷发多于地震。

W9. 虽然地震具有极大的灾害性，但我们人类依然无法准确预测地震。地震主要危害是地震波传到地表后导致的破坏，尤其是 S 波。现在可以利用 P 波和 S 波的到时差来提前预警 S 波的到达时间。假设某次地震的震源深度为 h=20 km，震中距（观察点到震中的地表距离）为 d=50 km，P 波在地壳中的平均速度为 Vp=6 km/s，S 波的速度为 Vs =3.5 km/s。请问，P 波到达后，大致有多长的 S 波到达预警时间（　　）。

A. 4 秒；　　B. 6 秒；　　C. 8 秒；　　D. 10 秒。

W10. 下列（　　）因素会对地表地形产生影响？

A. 气候条件；　B. 地震和火山活动；　C. 地壳的物质成分；　D. 地幔运动。

W11. 关于地球圈层之间的相互作用，下列说法合理的是（　　）。

A. 板块构造理论描述的岩石圈水平运动，而地幔柱则主要描述从内核到地壳的竖直运动；

B. 地磁场一般认为是由液态外核流动所产生，其强度和方向比较稳定，对生命的演化非常重要；

C. 地球内部的物质和能量主要通过地震和火山释放到地表，而浅部的物质和能量则通过板块俯冲到达地球深部；

D. 地球内部的运动对大气圈和水圈也有着很强的影响。

W12. 全球气候变化对地震和火山活动可能产生间接影响，下列可能的机制包括（　　）。

A. 冰川消退引起地壳负荷减小，诱发火山喷发；

B. 全球变暖增加海水压力，可能抑制海底断层活动；

C. 降雨增加可能导致断层润滑，触发地震；

D. 气候变暖引发的风化作用减少板块俯冲速率。

W13. 假设某一板块长为 1000km、宽为 1000km、厚为 100km，以 10mm 每年的速度朝某一个方向做匀速运动。现要施加一个力将该板块在 1 年内停止运动，请估算一下该力的大小大致是（　　）。

A. 3×10^4 牛顿； B. 3×10^6 牛顿；C. 3×10^8 牛顿；D. 3×10^{10} 牛顿。

全球碳循环可简化为碳源（input）与碳汇（output）的平衡。其中，火山及变质去气和有机质风化排放的二氧化碳构成主要的碳源，而这些二氧化碳被碳酸盐沉积（carbonate precipitation）和有机质埋藏（organic carbon burial）移除，构成主要的碳汇过程（如图 22 所示）。

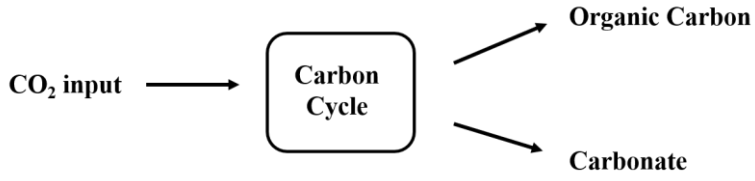


图 22 全球碳循环的简化图

地质学家在估算碳酸盐岩和有机质埋藏两者在碳汇作用中所占的相对比例时，往往需要用到它们的碳同位素值（$\delta^{13}C$（‰）= $(\frac{^{13}C/^{12}C_{样品}}{^{13}C/^{12}C_{标准样品}} - 1)$ *1000，可简单理解为样品内 ^{13}C 同位素的相对丰度）。在物质平衡状态情况下，碳源总通量等于碳汇总通量，可以列出如下碳通量 F 和同位素 $\delta^{13}C$ 质量平衡公式：

$$F_{碳源} = F_{碳汇} = F_{有机质} + F_{碳酸盐岩}$$

$$F_{碳源}\delta^{13}C_{碳源} = F_{有机质}\ \delta^{13}C_{有机质} + F_{碳酸盐岩}\delta^{13}C_{碳酸盐岩}$$

假设整个碳循环处于平衡态，碳源的 $\delta^{13}C_{碳源}$ 为-7.00‰，回答 W14-W17 问题：

W14. 假设现代碳酸盐岩的碳同位素组成 $\delta^{13}C$ 碳酸盐岩为 0.02‰，有机碳的碳同位素组成 $\delta^{13}C$ 有机质为-31.69‰，计算有机质埋藏和碳酸盐岩埋藏占总埋藏量的比例约为（　　）。

A. 22% 和 78%；　　B. 80% 和 20%；

C. 7% 和 93%；　　D. 31.7% 和 68.3%。

W15. 假设有机碳与碳酸盐岩之间的碳同位素存在分馏平衡（即 $\delta^{13}C$ 有机质与 $\delta^{13}C$ 碳酸盐岩之间差值恒定），有机质埋藏比例的增加会导致（　　）。

A. $\delta^{13}C$ 有机质不变；　　B. $\delta^{13}C$ 有机质变低

C. $\delta^{13}C$ 有机质变高；　　D. 不能确定。

W16. 假设有机碳与碳酸盐岩之间的碳同位素存在平衡分馏（即 $\delta^{13}C$ 有机质与 $\delta^{13}C$ 碳酸盐岩之间差值恒定），根据下表推断（　　）时代有机质埋藏比例最高。

表　各时代碳酸盐岩碳同位素值

age (Ma, 百万年前)	$\delta^{13}C_{碳酸盐岩}$ (‰)
0-250	0.5
250-350	4.4
350-400	2.5
400-500	1.4

A. 0-250 Ma；　B. 250-350 Ma；　C. 350-400 Ma；　D. 400-500 Ma。

W17. 根据（W16）结果，判断近 5 亿年来氧气含量最高的时期为（　　）。

A. 0-250 Ma；　B. 250-350 Ma；　C. 350-400 Ma；　D. 400-500 Ma。

稳定同位素是广泛使用的天体化学工具，被用于元素溯源、示踪地质过程、解译反应过程等。一个元素存在不同同位素时，其相对丰度通常用两者的比值（R≡*C/C）来表示。其中，*C 和 C 分别是两种同位素的摩尔含量。稳定同位素测量普遍采用测定两种物质的相对 R 值，即样品与标准物质的 R 值之比。这样要比直接测定样品的 R 值更精确。因此，报导时通常都将 R 比值转换为 delta 值来表征某种物质微量同位素的相对富集程度：$\delta \equiv (R_{sm}/R_{st}-1)\times 1000‰$。

大气中 N、C、O 的同位素丰度（${}^{i}A={}^{i}C/C_{tot}$，i 表示同位素，C_{tot} 为元素含量）如下表：

同位素	^{14}N	^{15}N	^{12}C	^{13}C	^{16}O	^{17}O	^{18}O
丰度(%)	99.634	0.366	98.89	1.109	99.759	0.037	0.204

W18. 在测量氮气的 $\delta^{15}N$ 值时，通入质谱的 N_2 中混入了 1%的 CO。以 $^{15}R_{标样}=3.6765\times10^{-3}$ 为标准，此时测出的 $\delta^{15}N$ 值和真实值比（　　）。

A. 偏重 2.2‰；　B. 偏轻 2.2‰；　C. 偏重 1.1‰；　D. 偏轻 1.1‰。

W19. 以 $^{15}R_{标样}=3.6765\times10^{-3}$ 为标准，Isheyevo CH/CB$_b$ 碳质球粒陨石中原生捕虏体 PX-18 的氮同位素值为 $\delta^{15}N = 4900‰$；而难容包裹体（Calcium-, Aluminum-rich Inclusion, CAI）里陨氮钛矿（TiN）颗粒 $\delta^{15}N=-358‰$。假设研究人员将 PX-18 和 TiN 颗粒进行 1：1 混合后测量整体的氮同位素组成，获得的 $\delta^{15}N$ 值为（　　）。

A. 2271‰；　B. 2246‰；　C. 2221‰；　D. 2196‰。

W20. 已知：随着温度的升高，水和碳酸钙之间的氧同位素组成之差可以用以下公式来描述：$\delta^{18}O_{碳酸钙} - \delta^{18}O_{水} = 0.24t + 40‰$，其中 t 是温度（℃）。而雨水的同位素值和温度的关系为：$\delta^{18}O_{雨水}= 0.7t - 20‰$。研究人员在 20 百万年前采集了一个 1000 公里的古土壤剖面，发现土壤中的碳酸钙氧同位素组成从-3‰下降到了-15‰。请问这个古土壤剖面的温度梯度是（　　）？

A. -0.0500℃/km；　B. -0.0261℃/km；　C. -0.0171℃/km；　D. -0.0128℃/km。