

地球科学奥赛天文部分练习题

李嘉轩 何子麒

北京大学物理学院天文学系

jiaxuan_li@pku.edu.cn

zqhe@pku.edu.cn

2017年9月

第一部分 理论部分

天文奥赛的理论部分主要围绕着高中物理和数学知识进行考察，但部分题目也涉及到大学物理和微积分。下面给出常用常数表：

质量	$M_{\odot} = 1.9891 \times 10^{30} \text{kg}$
半径	$R_{\odot} = 696000 \text{km}$

I. 简单天体力学

题目 1. 一颗彗星的近日距为 0.5 A.U. ，远日距为 31.5 A.U. ，那么这颗彗星的公转周期是多少？这颗彗星与太阳的连线每秒扫过的面积是多少？

解答：此题为开普勒三定律的应用。由开普勒第一定律，彗星轨道为椭圆。高中数学知识告诉我们，该椭圆的半长轴长为

$$a = \frac{r_{\text{peri}} + r_{\text{aphe}}}{2} = 16 \text{ A.U.}$$

由开普勒第三定律，代入具体数据得：

$$\frac{a_{\text{comet}}^3}{T_{\text{comet}}^2} = \frac{G(m_1 + m_2)}{4\pi^2}$$

可以解得

$$T_{\text{comet}} = 64 \text{ years.}$$

但这种做法颇为复杂。因为彗星与地球绕的是同一个太阳，所以可以有：

$$\frac{a_{\text{comet}}^3}{T_{\text{comet}}^2} = \frac{a_e^3}{T_e^2},$$

而 $T_e = 1 \text{ years}$ ，因此也有

$$T_{\text{comet}} = 64 \text{ years.}$$

彗星在64年里扫过的面积为整个椭圆的面积

$$S = \pi ab.$$

对于这个椭圆，

$$b^2 = a^2(1 - e^2) = (a + ae)(a - ae) = (\text{aphelion distance}) \times (\text{perihelion distance}),$$

故 $b = 3.97 \text{ A.U.}$

所以面积速度为

$$\frac{dS}{dt} = 3.1 \text{ A.U.}^2/\text{yr}.$$

□

题目 2. 假设太空中飘着一粒灰尘，且假设这粒灰尘是球形的，且距离太阳 1 A.U. 。以下忽略除太阳外其他天体对该灰尘的影响。令人惊奇的是，这粒灰尘可以静止在它原来的位置不动。假设灰尘的密度为 $\rho = 4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。请求出该灰尘的直径。

解答：显然，一粒灰尘只在引力作用下是平衡不了的。这里忽略了地球引力，所以也不是在拉格朗日点。因此只能考虑光压。

电磁学中，电磁波的能量密度为（坡印廷矢量）

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}.$$

电磁波有动量。电磁波被物体表面反射或吸收时，必定产生压强，称为辐射压强，也叫光压。可以证明，真空中光压大小就等于真空中电磁波的能量密度（具体细节请参看电磁学教材）

$$w = \frac{1}{2} \epsilon E^2.$$

还有真空中能流密度和能量密度的关系：

$$S = wc.$$

真空中电磁波动量密度为

$$g = \frac{S}{c^2} = \frac{w}{c},$$

而动量密度乘以光速恰好等于光压大小，所以

$$p = w = \frac{S}{c}.$$

对于太阳而言，

$$S = \frac{L_{\odot}}{4\pi a^2},$$

$$p = \frac{L_{\odot}}{4\pi a^2 c},$$

设灰尘半径为 r ，截面大小就为 πr^2 ，受到的辐射压力为

$$F_r = \frac{L_{\odot} \pi r^2}{4\pi a^2 c}.$$

灰尘受到的万有引力为

$$F_g = \frac{GM_\odot}{a^2} \frac{4\pi r^3 \rho}{3}.$$

两个力等大反向，得到：

$$r = \frac{3L_\odot}{16\pi\rho GM_\odot c} \approx 0.6\mu m.$$

直径就是

$$d \approx 1.2\mu m.$$

□

题目 3. 一次引力灾变使太阳瞬间损失了一半的质量。如果假定地球的轨道是椭圆的，轨道周期是 $T_0 = 1$ 年，地球轨道的椭率 $e = 0.0167$ 。分别计算在以下时间发生引力灾变后地球轨道的运动周期：

1. 7月3日（远日点）
2. 1月3日（近日点）

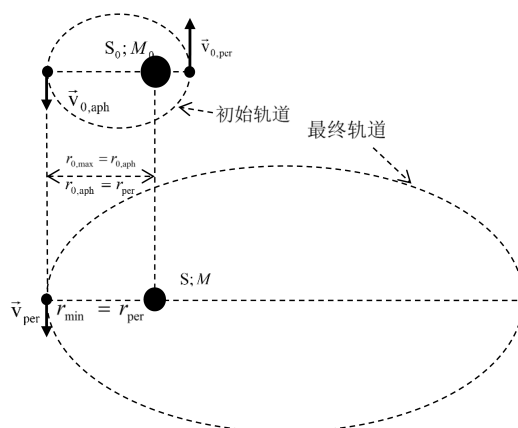


Figure 1: 第三题图

解答： 地球的轨道是椭圆，太阳发生灾变后地球轨道的形状与太阳发生质量衰减的时刻有关。

1. 7月3日地球位于远日点。此时地球的速度比地球在半径为 $r_{0,max} = a_0(1 + e_0)$ 的圆轨道上的速度小。
2. 1月3日地球位于近日点。此时地球的速度比地球在半径为 $r_{0,max} = a_0(1 - e_0)$ 的圆轨道上的速度大。

所以，只有情况1的轨道周期是可求的。该情况下轨道仍为椭圆，地球可能会与太阳发生碰撞。

相关计算如下：

1. 如图2，在7月3日地球距太阳距离最大，距离为 $r_{0,max} = a_0(1 + e_0)$.灾变之前，设:

$v_{0,aph}$	地球在远日点的速度
a_0	地球轨道半长轴
v_0	如果地球轨道为半径为 $r_0 = a_0$ 的圆时，地球的轨道速度
M_0	地球质量
e_0	地球轨道偏心率

根据开普勒第二定律和能量守恒定律可得:

$$v_{0,aph}r_{0,aph} = v_{0,per}a_{0,per},$$

$$\frac{v_{0,aph}^2}{2} - \frac{GM_0}{r_{0,aph}} = \frac{v_{0,per}^2}{2} - \frac{GM_0}{r_{0,per}}.$$

之前设出的 $v_0 = \frac{GM_0}{a_0}$ 由题意,

$$r_{0,min} = r_{0,per} = a_0(1 - e_0),$$

$$r_{0,max} = r_{0,aph} = a_0(1 + e_0),$$

所以

$$v_{0,per} = v_0 \sqrt{\frac{1 + e_0}{1 - e_0}} > v_0,$$

$$v_{0,aph} = v_0 \sqrt{\frac{1 - e_0}{1 + e_0}} < v_0,$$

因此，最终形成的轨道是椭圆。

灾变之后，设:

v_{aph}	灾变后地球在远日点的速度
a	灾变后地球轨道半长轴
v	灾变后，如果地球轨道为半径为 $r = a$ 的圆时，地球的轨道速度
M	灾变后地球质量，即 $M_0/2$
e	灾变后地球轨道偏心率

对于新的椭圆形地球轨道，原来的远日点变成了近日点， $r_{per} = r_{0,aph}$.所以

$$a_0(1 + e_0) = a(1 - e),$$

$$a = a_0 \frac{1 + e_0}{1 - e}.$$

在这一点，速度没法突变，所以还是有

$$v_{per} = v \sqrt{\frac{1 + e}{1 - e}} = v_{0,aph} = v_0 \sqrt{\frac{1 - e_0}{1 + e_0}}.$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{GM_0}{a_0} \frac{a_0}{2a}} = v_0 \sqrt{\frac{a_0}{2a}},$$

$$e = 1 - 2e_0 = 0.9666,$$

$$a = a_0 \frac{1 + e_0}{2e_0} = 30.44 A.U.$$

接下来，用开普勒第三定律很容易算得新的轨道周期为

$$T = \sqrt{2} T_0 \left(\frac{1 + e_0}{2e_0} \right)^{1.5} \approx 238 \text{ years}$$

2. 1月3日地球位于近日点。此时地球速度比地球维持圆轨道所需的速度大。因此，灾变后地球轨道会变成开放的轨道，例如双曲线的一支或抛物线。因此轨道周期

$$T = \infty.$$

□

II. 天象、历法

题目 4. 请说出北半球三大流星雨的名称、母体、极大时间和代号。

名称	母体	极大时间	代号
象限仪座流星雨	2003 EH1	1月3日左右	QUA
英仙座流星雨	109P/Swift-Tuttle彗星	8月13日左右	PER
双子座流星雨	小行星1983 TB	12月14日左右	GEM

解答:

□

题目 5.

解答:

□

III. 天球坐标系

题目 6. 恒星时的定义是什么？

解答: 春分点的时角就是恒星时。

□

题目 7. 天体上中天、下中天的时角分别为多少？

解答: 天体上中天时的时角为 $t = 0h$ ，下中天时的时角为 $t = 12h$ 。

□

题目 8. 已知观测地的纬度为 ϕ ，某天体的赤经为 α ，赤纬为 δ ，试问该天体上中天、下中天时的地平高度各是多少？

解答: 由赤道坐标系的知识可以知道，该天体上中天时的地平高度为

$$h_{up} = 90^\circ - |\phi - \delta|,$$

下中天时的地平高度为

$$h_{down} = |\phi + \delta| - 90^\circ.$$

□

题目 9. 永远不落下的星称为拱极星。已知观测地的纬度为 ϕ ，某天体的赤经为 α ，赤纬为 δ ，请给出判断是否为拱极星的判据。

解答：与上题相仿，☐

题目 10.

解答：☐

IV. 简单天体物理

题目 11.

解答：☐

第二部分 观测部分

题目 12. 黄道穿过多少个星座？

解答：十三个，分别是双鱼座、白羊座、金牛座、双子座、巨蟹座、狮子座、室女座、天秤座、天蝎座、蛇夫座、射手座、摩羯座、宝瓶座。☐

题目 13. 提供的仪器有：接电的赤道仪一台，望远镜一台，目镜若干，星图2.

1. 请写出面前这台望远镜的口径及焦距。
2. 请利用星图在望远镜中寻找辇道增七(β Cyg)。
3. 辇道增七是双星。请使用正确的目镜分解辇道增七A与辇道增七B。在纸上画一个圆圈，标出圆圈对应“东南西北”方向，在这个圆圈内记录你在视场中看到的影像。最后计算这台望远镜的放大倍数。
4. 已知辇道增七A与B的距离为35角秒，估算视场大小。

解答： 1. 注意：焦距/口径=焦比。自行复习望远镜的有关知识。

2. 先使用寻星镜寻找辇道增七的大致位置，再用主镜配焦距较长的目镜寻找。
3. 正确的目镜肯定是要分辨开双星的目镜，所以可以尝试用焦距较小的目镜。判断圆圈东、西南北的方法是：关掉赤道仪的跟踪，星点移动的方向即为W，反方向为E；增加赤纬刻度，星点移动的方向为S，反方向为N。放大倍数=物镜焦距/目镜焦距。
4. 在没有秒表的情况下，只能通过目视，用这35角秒丈量视场大小。

☐

题目 14. 提供的仪器有：赤道仪一台，望远镜一台，目镜若干.

1. 请将这台望远镜调平衡。
2. 请使用使用望远镜找到金星，用合适的目镜观察金星，在纸上画出金星的形状。
3. 请在纸上标出北方向。

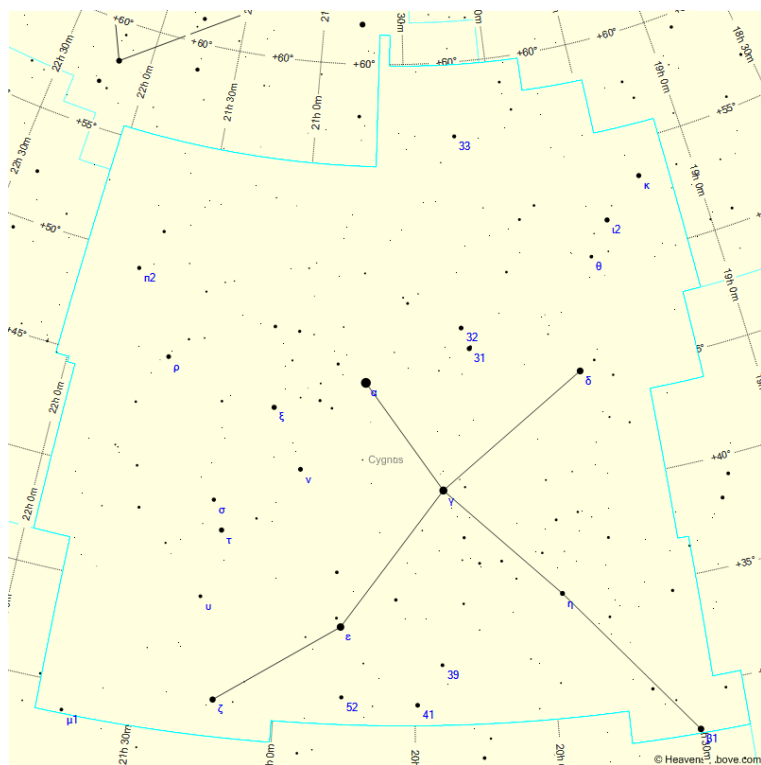


Figure 2: 天鹅座星图

解答: 1. 调平衡应该先将赤经轴调整至与地面平行, 将望远镜筒指向天, 然后调节重锤的位置, 使赤经轴平衡。保持赤经轴不动, 把望远镜调整至与地面平行, 调整望远镜位置, 使赤纬轴平衡。在天文摄影中, 调平衡是很重要的环节, 平衡没调好增加赤道仪的压力, 导致跟踪精度下降。要注意, 一定是在安装好了目镜、寻星镜之后再调平衡。

2. 金星是内地行星, 所以有相位的概念。在东西大距的时候容易观测。这里贴一张图:



Figure 3: 金星相位

3. 判断圆圈东西南北的方法是: 关掉赤道仪的跟踪, 星点移动的方向即为W, 反方向为E; 增加赤纬刻度, 星点移动的方向为S, 反方向为N。

□

题目 15. 提供的仪器有: C8望远镜一台, 赤道仪一台, 目镜若干.

1. 请观察这台折反射望远镜, 画出望远镜的光路示意图, 指出这是哪一种光路结构。
2. 现在在望远镜上安装天顶镜和25mm焦距的目镜, 并将望远镜调平衡。
3. 使用望远镜观测三个梅西耶天体, 在纸上画下你所看到的影像。
4. 计算望远镜的放大倍数。

解答: 1. 折反望远镜有两种大类: 马克苏托夫-卡塞格林式, 施密特-卡塞格林式。施卡的主镜是球面反射镜, 视场大, 容易加工, 但是有球差。为了消除球差, 在主焦点加一片改正透镜和第二反射镜, 可以得到较好的成像效果。施卡视场大, 适合于巡天。光路图如图4。

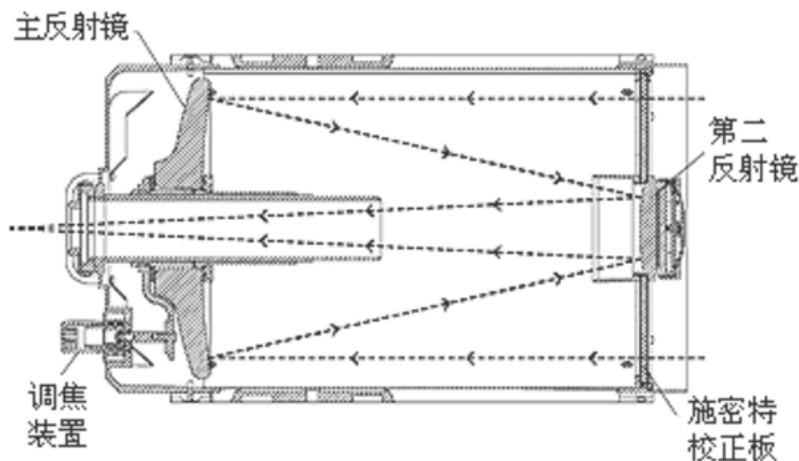


Figure 4: 施密特-卡塞格林望远镜

2. 调平衡应该先将赤经轴调整至与地面平行，将望远镜筒指向天，然后调节重锤的位置，使赤经轴平衡。保持赤经轴不动，把望远镜调整至与地面平行，调整望远镜位置，使赤纬轴平衡。在天文摄影中，调平衡是很重要的环节，平衡没调好增加赤道仪的压力，导致跟踪精度下降。要注意，一定是在安装好了目镜、寻星镜之后再调平衡。
3. 依不同季节而定。夏天人马座、天蝎座那边有很多星云和疏散星团，很漂亮也很容易看。冬天猎户座大星云、御夫座、英仙座都有不错的目标。
4. 放大倍数=物镜焦距/目镜焦距。

□

题目 16. 使用望远镜观察月面。

1. 将望远镜组装好。为保护视力，也为使像更加清晰，请考虑采用简单的遮光措施。
2. 请用望远镜找到以下目标：①第谷坑②柏拉图坑③静海。
3. 在图5的月面图上画出今日的月相。
4. 用这台望远镜可分辨的月球上最小的结构有多大？

解答： 1. 组装望远镜时应该注意顺序。一般的顺序是先组装赤道仪，再把主镜安装在赤道仪上。满月的视星等约为-13等，非常耀眼。若不用减光装置观测月亮的话，眼睛会受到严重损伤。减光有不同方式，一种是减小有效口径：用某些东西遮住望远镜口，或者给望远镜盖上打一个小洞；另一种是使用放置在目镜端的减光滤镜。

2. 下面给出月面图（图6）。第谷坑、柏拉图坑和静海都很容易看到。
3. 注意：月面明暗分界线是一条弧线！不要画错了。
4. 我们可以先算一下。望远镜的最小分辨角度为

$$\theta = \frac{1.22\lambda}{D}.$$



Figure 5: 月面图

设地月距离为 r . 这个角度对应到月面（月面中心，这样不考虑曲率的问题）上的长度为：

$$l = \frac{1.22\lambda}{D} r.$$

当然肉眼看见的跟理论计算的有偏差。

□

题目 17. 使用望远镜观测太阳。

1. 请将巴德膜安装在望远镜上。将望远镜对准太阳。
2. 在纸上画出望远镜中的黑子分布，并标出北方向和东方向。
3. 如果使用像素大小为 $24\mu\text{m} \times 24\mu\text{m}$ 的CCD来进行拍摄，太阳在像中的直径约为多大（太阳的角直径 $\theta \approx 0.5^\circ$ ）？需要至少多大规模的CCD才能拍摄？

解答： 1. 注意：千万不要在无防护措施的情况下将望远镜指向太阳！在寻找太阳的时候，千万不要用无防护的寻星镜寻找太阳！

2. 在画黑子时，如果条件允许，可以画出黑子的本影和半影。在观测考试时，请使用铅笔作答，这样容易修改。标记方向的方法见前文。

3. 设望远镜焦距为 f ，太阳在焦平面上的直径为

$$d = \theta f,$$



Figure 6: 月面地图

其中 θ 必须要化成弧度。一个像素大小为 $l = 24\mu m$ ，所以要把太阳放在视野中，一条边的像素数为：

$$N = \frac{d}{l}.$$

□

第三部分 答题要点

国际天文与天体物理竞赛(IOAA)评分标准：

1	没有详细计算但给出了正确答案	扣50%分数
2	计算中有小错误：正负号、代换等问题	扣20%分数
3	最终结果没有单位	扣10%分数
4	有效数字不对	扣10%分数
5	物理概念错误（无论答案正确与否）	扣100%分数
6	从之前步骤传递下来的小错误	不扣分
7	从之前步骤传递下来的大错误	扣20%分数

1. 答题时尽量写英文。在读题时若中文把握不准或者感觉翻译不通顺，请务必看英文原题。
2. 建议记住考试地点的经纬度（出国前就做做工作），以及注意夏令时、地方时、时区之间的关系，以免考试时紧张出错。
3. 建议将观测考试当天的恒星时、太阳升落、月亮升落的时间记下来，可能会有助于考试。在观测地点，要熟悉方位，提前认清天极和天球上的各个圈，以免考试时紧张出错。
4. 理论和实测考试中，不同题目难度不同。试卷题目设置顺序并不一定按照从易到难，所以在考试时遇到不会的题目先跳过，不用纠结于答题顺序。
5. 观测考试时，记得先摘掉镜头盖，再进行后续操作。

为什么要理性分析？因为历史证明了，理性分析有效。穆良柱：什么是物理？

第四部分 物理定义

狭义物理：研究结构和相互作用。

广义物理：自然哲学，关于整个自然界的理解。

物理学家的信仰：可以用最基本的几个原理解释自然界所有现象，这只是个信仰。

科学：可证伪；完备公理化体系。

还原论与演生论。

龙老师刚上课时说的一件事让我印象很深。他说上世纪八九十年代，一个做生物的研究生只需要做一些测序等非常“劳动性”的工作就可以拿到PhD学位。很

多博士生并没有对生物学这门学科产生一个全局性的理解和认识，或者说他们的视野很窄。这样的博士生相当于是一个“技术员”。龙老师说，一个大科学家不仅要有某个专门领域内的突破，更要有大的视野和蓝图。我对此十分认同。回看近代的伟大物理学家，无论是Planck、Dirac还是Einstein，他们都对整个学科甚至整个科学有着宏观的思考和把握。这让我想到了普林斯顿高等研究院的物理学教授Freeman Dyson写过的一篇文章《Birds and frogs》。鸟与青蛙有着完全不同的视角，青蛙专注于学科中的某个具体的问题，而鸟俯瞰整个学科。好的工作往往是将不同领域连接起来的工作。这里我又想到著名数学家Banach所说：

"Good mathematicians see analogies. Great mathematicians see analogies between analogies."

这些都反映出，要成为某学科的领头人物，就必须得站在高处俯瞰整个学科。这种宽视野其实是较难习得的。我选修此课程就是想要拓宽视野，在以后做工作的时候能够从多方面去思考。

龙老师的课从四个方面介绍了他关于生命在时间层面上的逻辑的一些思考。接下来我从这4个方面回顾整个课的内容，并添加一些我的感受。

首先，生命是演化的结果。Theodosius Dobzhansky的这句话我印象很深：

"Nothing in biology makes sense except in the light of evolution."

在这个部分的介绍中，龙老师用人大脑的演化作为例子，介绍到了cooking hypothesis和sexual selection这两种假说。而后龙老师介绍了四种推动演化的力量，分别是自然选择、性别选择、中心演化理论、历史巧合论。龙老师最近的一些研究表明，性别选择在演化中起到更重要的作用。但我还是比较相信自然选择理论的。

其次，演化必然导致了一个多样化的生物世界。古生物学告诉我们，生物是极其多样的。一些研究告诉我们，即使是人身体内的不同细胞，它们的遗传物质都不是完全相同的。DNA复制也会出错。这些因素导致了生物多样性，也从根本上破除了贵族血统之类的概念。有研究表明，地球上曾经出现过的99.9%的生物都已灭绝，而现存的物种至少在几百万种。可想而知，生命是多么diverse。这种diverse的观念事实上对物理学家是一种极大的冲击。由于物理学挑选的研究对象往往是最简单的，忽略掉了绝大部分diversity性质。尽管物理学家对这种简单模型有着很好的理论，但对于稍微复杂一些的生命系统，他们同样束手无策。物理学家通常想为世间万物找一个universal law。但我认为对生命的研究走这条路是走不通的。归根结底还是因为生命太多样！

演化带来的必然是一个不完美的世界。龙老师举了两个生动的例子。第一个具体的例子是，人的喉返神经并没有按照最短路径直接从喉到大脑，而喉返神经

是从喉出发绕过了心脏上方的动脉才返回大脑的。这样的喉返神经浪费了信号传输速度，肯定是“不完美”的。科学家在研究了鱼的神经之后发现，人类喉返神经的“不完美”可以用“人是由鱼演化而来”的假说来解释。而且，当科学家们对脖子更长的长颈鹿的喉返神经做了研究之后，发现长颈鹿的喉返神经依旧是走了“远路”，喉返神经走了一个比最短路径长5米的路径。这种“设计”显然是不完美的。第二个例子是，研究发现生物的基因组中有一部分基因是没有含义的，甚至有些转座子对生物体没有好处反而有坏处。人的功能基因有25000个，但是无功能的基因有20000个。大量无功能的基因就在人类DNA里存在着。而这样的基因组已经演化了很长的时间。可见，在基因水平上，生命就是“不完美”的。

我在上高中的时候发现了一件很不符合“完美的生命”的事实：光合色素效率的峰值与太阳热辐射功率的峰值并不重合，这会导致植物通过光合作用吸收光能的效率不是最大。这件事当时困扰了我许久，为什么协调分工井井有序的细胞内会有这样不完美的设计？

但之后龙老师讲到了更令人惊奇的事情：这种基因水平上的“不完美”是可以通过数学推导严格得到的。日本科学家Motto Kimura¹利用几个基本假设和易懂的概率论推导，得到：如果某个基因有利，则这个基因在长期演化后有很大的几率被固定下来；但即使某个基因有害，这个有害的基因在长期演化后也有可能被固定下来。这就说明演化所导致的基因水平上的“不完美”是比较合理的。至此，我对生命的“不完美”性有了新的认识。在之前我确实知道很多基因是没有用的甚至有害的，但却从来没想到过为什么这些负面的基因也能在演化中存在下来。我从前一直会以为，有负作用的基因在演化过程中基因频率一定会减小到0，但Motto Kimura的工作颠覆了我的三观。确实，任何感性的、直观的判断都是不可靠的，只有通过细心的观察、严谨的推理、缜密的思考，才能得到令人信服的答案，才能看到事情的真相。

我们的世界没有一个规律叫做**进化论**。我们的世界有的，只是“**演化**”。Francois Jacob是诺贝尔奖得主，也是一个颇有建树的思想家。他在著名的文章《Evolution and Tinkering》中阐明了自己对科学研究和对演化的许多看法。文章仔细读来，字字珠玑，发人深省。龙老师将这篇文章称作《演化与补锅》，十分有趣。我摘录几句如下²：

"Natural selection does not work as an engineer works. It works like a tinkerer—a tinkerer who does not know exactly what he is going to produce but uses whatever he finds around him whether it be pieces of string, fragments of wood, or old cardboards; in short it works like a tinkerer who uses everything at his disposal to produce some kind of workable object."

Jacob教授形容非常形象，将自然选择和演化表现地十分生动。诚然，设计出的东西可以很完美，但是补锅匠补出来的锅可一定不是完美的。龙老师举了例子：人的大脑因为有了前额叶才有了情绪，而黑猩猩的前额叶就很小很小，可见大脑

的演化就是在先前大脑结构的基础上，进行一些**修补**得来的。这样的例子还有很多。

龙老师强调的另一件事就是关于两个概念：**演化**和**进化**。Wikipedia 对于 evolution 的定义是：³

"Evolution is change in the heritable characteristics of biological populations over successive generations. Evolutionary processes give rise to biodiversity at every level of biological organization, including the levels of species, individual organisms, and molecules."

可是令人心寒的是，Wikipedia 中文界面对 evolution 的翻译是：

进化，又称演化，指的是生物的可遗传性状在世代间的改变。

可见，我们对此概念的误读至今仍广泛存在着。在文汇报采访龙漫远老师的题为“不‘进步’的生命：演化没有方向性”的文章中，龙老师更加详细的阐述了关于演化这一概念误读的问题。生命的演化不是朝着“进步”的方向，而是朝着更适应环境的方向。达尔文对 evolution 的定义是 **descent with modification**，是现在对过去的延续和传递，也是对过去的修饰和改变。把 evolution 理解为进化是扭曲了达尔文的原意。对于进化和演化这两个概念的误读，我之前并没有详细思考过。龙老师的教导真可谓是醍醐灌顶。

白老师曾经说过，很多概念自身的定义就是模糊的。如果不先弄清楚这个概念，那么其他工作就没什么意义。Evolution 到底是进化还是演化就是模糊概念的典型。这个概念的误读从1919年马君武翻译出第一版《物种起源》中文版开始，延续到现在近100年。为什么我们习惯于去接受老师和外界灌输给我们的概念和信息，而不去自己思考这些概念和信息是否准确和真实？在我看来，学生主动接受信息已经形成了一种惯性。我们或许会懒得去思考，去探究信息的真实性。这是很值得我们每个人进行反思的地方。只有多问，才能摆脱这种接受和相信别人所说信息的惯性。这里我不禁又想起物理学院穆良柱老师给我们上课的场景，他带领我们重走物理定律发现的道路，让我们体会物理学研究方法。最重要的是，他鼓励我们质疑任何人的结果，无论他有多权威。穆老师有一句话令我印象深刻：

如果你轻易相信，你就会停止思考。

是的。如果你轻易相信，你就会停止思考！

参考文献

- [1] KIMURA, M. "On the Probability of Fixation of Mutant Genes in a Population." *Genetics* 47, no. 6 (1962): 713-719.

[2] Jacob, François. "Evolution and Tinkering." *Science* 196, no. 4295 (1977): 1161-1166.

[3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Evolution>