
讨论报告

讨论主题：

1. 查阅资料，从光作为能量载体角度出发，简述其经典的应用 3 个，并论述其对人类文明发展的影响。

2. 从光的波粒二象性出发，畅想其未来可能的应用各 1 个，并论述其可能对人类生活的影响。

3. 查阅资料，阐述光遗传学的基本原理、当前的主要应用、面临的主要问题，畅想其未来可能的应用。重点阐述未来应如何对其进行有效的规范，以解决可能的伦理问题。

4. 除了本次课上已讨论的应用方向，从生命健康角度出发，谈谈你所期待的未来的光学技术，并简要分析其可能应用到的原理。

对于这次的讨论，我们小组分工明确，在讨论课前对点分配问题，每人搜集对应问题的资料，形成初步的结果，再在讨论交流、集思广益，汇集修改成一致的结果。其中，主题一由我负责，主题二由胡炜城负责，主题三由朱伟刚负责，主题四由孟澍负责，最后由胡炜城展示。

§ 主题一

通过查阅资料，我们举例了光伏发电（太阳能电池板）、激光（受激辐射光放大）和光催化。

太阳能电池板（光伏发电）：启发自植物的光合作用，源源不断的能源、环保（减少温室气体）、解决偏远地区的能源问题。但是制造过程也会产生一定的污染（各种有毒气体，以及铅污染）。

激光（受激辐射光放大）：激光的发展不仅使古老的光学科学和光学技术获得了新生，而且导致一门新兴产业的出现。激光可使人们有效地利用前所未有的先进方法和手段，去获得空前的效益和成果，从而促进了生产力的发展。

光催化(常用 TiO_2)：光催化原理是基于光催化剂在光照的条件下具有的氧化还原能力，从而达到净化污染物、物质合成和转化等目的。通常情况下，光催化氧化反应以半导体为催化剂，以光为能量，将有机物降解为二氧化碳和水。因此光催化技术作为一种高效、安全的环境友好型环境净化技术，不仅在废水净化处理方面具有巨大潜力，在空气净化方面同样具有广阔的应用前景。

§ 主题二

光的波动性：近场光学研究的进展对传统的经典光学提出新的问题。虽然经过长时间验证，经典光学在数学描述中无懈可击。然而利用经典的远场光学方法甚至不能解决近场中的很简单的现象。现代近场光学显微镜的快速发展提供了这类问题的实验结果，同时也为近场区域的干涉、衍射、偏振及成像原理提出许多新的理论问题。除了基础研究和基本物理理论现象的认识外，NSOM 最有应用前景 [7] 当属在[微电子学](#)，[光电子学](#)，高密度信息存储与[生命科学](#)中。

光的粒子性：若遥远的星体与地球之间有大质量的物质存在，星体的光线经过时会产生弯曲，类似于光线经过透镜聚焦的情形，因此会观测到圆弧状的天体或是双重甚至多重影像。想象一下在我们和某个遥远天体间的直线上存在一个星系（或者星团、黑洞或随便什么质量巨大的东西），遥远天体发出的光被这个星系弯折、会聚后到达地球。在我们看来，这个遥远天体就被“放大”了，也更明亮了。这种效果与普通的玻璃或塑料透镜是一样的，因此可以把该星系看作一个“引力透镜”。

§ 主题三

光遗传学原理：首先运用工具病毒载体，将光感基因（如 ChR2, eBR, NpHR3.0, Arch 或 OptoXR 等）转入到神经系统特定类型的细胞中进行特殊离子通道或 GPCR 的表达。光感离子通道在不同波长的光照刺激下会分别对阳离子或者阴离子的通过产生选择性，如 Cl^- 、 Na^+ 、 H^+ 、 K^+ ，从而造成细胞膜两边的膜电位发生变化，达到对细胞选择性地兴奋或者抑制的目的。

应用举例：例如，对于 ChR2 来说，当有 473nm 的蓝色激光照射时，这些通道蛋白的通道打开，允许阳离子（如 Na^+ ）大量内流，产生动作电位，即让神经元处于兴奋状态。对于 NpHR 来说，当有 580nm 的黄色激光照射时，这些通道蛋白的通道打开，允许 Cl^- 通过，使神经元一直处于静息电位，即让神经元保持静息状态。

问题：首先，**光遗传学激活子和抑制子的标准用法存在瑕疵**，对神经环路引入这样外源的兴奋或抑制的刺激可能使神经元应答超出生理范围，在这种情况下，神经环路会出现不自然的变化，最后导致不正确的生理学结论；其次，**光敏蛋白的表达和光照在神经元群体中并不均匀**，结果是光遗传学操纵的量级和范围会出现异质性，例如发生光的散射时；再次，大范围光刺激同时作用在神经元群体上，可能使环路出现**非生理性的活动模式**，例如靶向特化的某些细胞时产生的能量沉积等问题；另外，我们知道刺激表达光遗传学蛋白的轴突是一个

常用的策略，不过直接用光刺激轴突 boutons，可能会引起**非生理性的神经递质释放**，容易使人过高估计突触连接的影响；最后，有研究表明，不论是用病毒还是质粒电转，**长期高水平表达 ChR2 都会造成轴突形态异常**，这就让人怀疑光敏蛋白是否还会对神经环路的功能产生一些潜在的影响。因此，在光遗传学用于治疗人类疾病之前，我们必须开发更好的病毒体系，仔细评估病毒递送系统的长期安全性和有效性；另一个更开放的问题就是**这项技术如何应用到临床研究**。因为我们现在仅仅掌握人类大脑里粗略的细胞类型和功能，要精确定位可作为临床研究靶点的神经细胞还需要更坚实的基础科学依据。当然，毫无疑问的是，通过光遗传学在基础神经科学中的应用，未来将会发现更多的供药物开发的分子靶点，更多的供计算机模拟人脑的环路位点，更多的供再生医学如修复人脑使用的方法策略。

未来的应用：基因改造、遗传育种等。

解决伦理问题：充分讨论得出统一的伦理规范，将伦理观带入课堂等。

§ 主题四

1. 光基肿瘤治疗检测手段

我们认为在未来，会有一系列以光基科技为核心技术的医学检测、治疗手段出现。比如说，借助肿瘤组织和人体正常组织对某些特定波长的光反射效果不同的特点。我们可以开发出一种技术，用特定波长的光照射人体内部组织，通过分析反射回来的光的情况来区分癌细胞和正常细胞。另外，我们还可以用高强度激光照射肿瘤组织，实现杀伤癌细胞的目的。这种杀伤癌细胞的方法具有创伤小、操作简单等多种优势，可能会成为一种有效的肿瘤切除手段。

2. 光基基因编辑技术

借助“光镊”等技术，我们目前已经能够实现操控生物蛋白、核苷酸等结构。如果我们可以借助光镊技术实现基因编辑，即利用光镊将特定的核苷酸排好序连接在一起，我们就可以制造出任意我们想要的核酸序列。再将核酸用基因工程手段导入到细胞当中，就可以实现比现在精确的多的基因工程技术。这对于未来的基因治疗、基因编辑等领域有重要意义。

3. 光遗传学

将感光基因转入到或细胞内，并使其与细胞内原有的目标基因连接。这样我们就可以通过光照来调控目标基因的转录水平，进而实现对细胞功能的研究和操控。这项技术同样可以应用于生命健康领域。比如，对于由于视网膜细胞发育不完善而失去视觉的盲人，可以在他们的视网膜细胞中插入感光基因，这样就可以部分帮助他们恢复视觉。

4. 光学调控

光遗传学除了可以帮助我们进行疾病治疗以外，还可以用于调控人体。比如可以通过转入特定的感光基因来调控细胞中特定的蛋白表达量，进而实现对于细胞生理功能的调控。

5. 手术辅助仪器

随着现代医学科技的发展，医学研究、治疗的尺度已经变得越来越小。在这种发展之下，手术的精度也要求的越来越高。比如，现代手术对于切除的精度要求已经达到了毫米级别。如果我们能够开发出高精度的光学仪器，实现对手术刀和人体组织结构的精确定位，我们就可以用这项技术来辅助手术，提高手术的精确性。