

赛题背景

流体沿压力管道(如输油、输水等管道)流动时,若突然关闭或开启阀门、或者水泵突然停机或启动,流体流动速度将发生突然变化;同时由于流体惯性和可压缩性,流体压强将产生剧烈的周期性变化,此现象被称为水击或水锤(Water-Hammer Effect)。发生水击现象时,管道内压强波动可能达到额定工作压强的几十倍甚至几百倍,管壁及管道上的设备及附件将承受很大的高频交变压力,产生剧烈振动并发出犹如锤击的声音。该交变压力可能造成阀门破坏、管件接头破裂、断开,甚至管道炸裂等重大

事故。因此压力管道中水击现象的危害及防治研究是一项重要的工业工程问题^{①②}。

本题即以水击效应为背景,讨论压力管道阀门关闭时流体压强和流速的变化。

参考文献

- ① 雷鸣远. 液体输送管道水击现象的产生及防控[J]. 化工设计, 2021, 31(1): 8-46.
- ② 王文婷, 路宏. 浅析压力管道中水击现象的危害及预防[J]. 内蒙古石油化工, 2013, 8: 92-94.

* * * * *

欢迎读者朋友参与“物理奥赛”系列专题的有奖竞答活动,并在答案公布前将您的解答发送至 aosai@ihep.ac.cn 邮箱。对于参与并答对每期题目的前 20 名读者,编辑部将赠阅 1 年《现代物理知识》杂志。

科苑快讯

利用金属和高分子粒子结合的复合体可以快速检出导致食物中毒的细菌

日本大阪公立大学的研究组宣布,他们开发出利用金属和高分子粒子结合的复合体检测导致食物中毒细菌的新方法。

以前的细菌检测需要培养 2 天时间,用来标记的荧光物质寿命也短,而且很难识别出各种各样的细菌,于是研究组着手开发新的检测方法。

由于大量的金属纳米(1 纳米=10⁻⁹米)粒子被高分子分开并高密度地存在着,从而使金属纳米粒子和高分子实现化学结合的复合体比相同尺寸的金纳米粒子更能散射强光,从而有效地吸收和散射光线。

接着用光照射金、银、铜纳米粒子和高分子粒子结合的复合体,分别发出白色、红色、蓝色的散射光。根据复合体的金属种类,将各个抗体附着在其表面制成标记,金是出血性大肠杆菌 O26、银是出血性大肠杆菌 O157、铜是金黄色葡萄球菌。之后就开始调查这些能不能检出细菌。

结果 O26、O157、金黄色葡萄球菌分别确认并检测出白色、红色、蓝色的散射光。虽然复合体在没有抗体的情况下也能散射固有的光,但光靠这个亮度根

本不够。但是到达表面的抗体与细菌结合,使复合体成为集团,散射光变强就能检测出来,所需时间在 1 小时以内。将三种细菌加入含有多数细菌的腐败肉中,用这种方法可以同时识别出三种细菌。

这一检测方法如果能够实际应用,将实现食品、医疗、公共卫生等方面的自动化管理,研究组也计划继续开发出多种目标的复合体和小型检查设备。

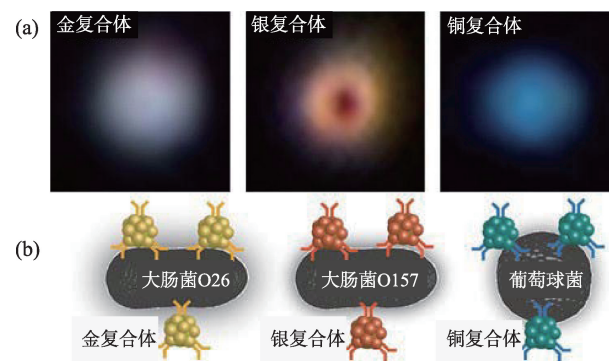


图 1 (a)光照射在各种金属纳米粒子与高分子粒子结合的复合体上,散射出固有颜色的光,在复合体上植入抗体后成功检出细菌;

(b)复合体通过其中的抗体向细菌聚集的模式图

(高凌云编译自 2022 年 8 月 24 日 scienceportal 网站)