

结合新冠肺炎疫情 上好《大学物理实验》线上课

魏 凌^{1,2} 刘平安^{1,2*}

1.河南大学物理与电子学院

2.河南大学物理与电子国家级实验教学示范中心

摘要

为体现立德树人的根本目标,保证线上教学效果,《大学物理实验》线上教学可依托新冠肺炎疫情防控,在线上教学中融入课程思政,提醒学生科学防护,树立正确的人生观和价值观。教育学生在疫情防控的过程中,与祖国共命运,抓紧时间,努力学习,肩负起时代的使命与重任。本文通过新冠病毒的攻击目标(肺泡的表面张力)、发现病毒的“火眼金睛”(显微镜与望远镜的光学原理)、临床诊断的利器(X射线的发现与应用)和疫情防控的必备(人体红外测温仪的原理)四个实例,进行了教学设计与讨论,在课程改革上做了有益的尝试,希望为当前特殊形式下的《大学物理实验》教学提供新的思路与方法。

关键词: 新冠肺炎疫情; 大学物理实验; 线上教学; 课程思政

通讯作者: 刘平安 副教授, 邮箱: henuipa@163.com

Let us do well in online education of College Physics Experiment

combined with the situation of the COVID-19 Outbreak

Ling Wei^{1,2} and Ping'an. Liu^{1,2}

¹ School of Physics and Electronics, Henan University, Kaifeng 475004, People's Republic of China

² Physics and Electronics National Experimental Teaching Demonstration Center, Henan University, Kaifeng 475004, People's Republic of China

Abstract

In order to strengthening morality education, we has integrated course ideology and politics into the teaching content. That would both remind students of scientific protection and establish a correct outlook on life and values during the prevention and control of the outbreak of COVID-19. To fully mobilize students' enthusiasm and ensure the effect of online teaching, the author

combined several cases of the current outbreak of COVID-19 with the teaching of College Physics Experiment. This article mainly from the virus offensive (surface tension), discovery (microscope and telescope), clinical diagnosis (X-ray) and prevention (infrared ray), respectively, discuss the teaching design. We has made the beneficial attempt in the curriculum reform and hope to provide new ideas and methods for the teaching of College Physics Experiment.

Keywords: COVID-19 Outbreak, College Physics Experiment, Online education, Ideological and Political Education

正文

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调，要用好课堂教学这个主渠道，各类课程都要与思想政治理论课同向同行，形成协同效应。社会即课堂，生活即教育。2020年新冠肺炎疫情让每一个人都卷入了一场灾难。尽管我们不能像医务工作者那样投身前线用生命去挽救生命，也不能走向工作岗位进行正常的教学和科研，但作为《大学物理实验》课程的指导教师，能做的就是端正态度，振奋精神，把眼前的灾难变成教材。在万众一心抗击疫情的特殊时期，教育部要求“原则上疫情得到有效控制前大学生不返校、高校不开学”。全国的教育工作者把阵地从三尺讲台转移到了网络，线上教学的新模式对各学科教学尤其是实验教学提出了挑战。理工科均开设的大学物理实验课的教学任务变得更加艰巨。面对这一现状，多数高校实行将实验课在网络上先进行理论部分的讲解，操作部分顺延，等待开学后再进行。2012年起，教育部将原国家精品课程择优升级改造为精品资源共享课，以提升教学效果和学习效果为目标，并通过统一平台爱课程网进行共享应用。线上实验教学可以借助精品课程、慕课等网络资源。网络资源往往限于时长，教师在讲解时往往高度概括，更不可能进行课程思政，学生学习时无法与教师实时互动，因此只能作为教学辅助。当前形势下，在线上教学过程中，我们可以结合当前疫情，把《大学物理实验》知识融入思政教育，在提醒同学们科学防护，注重实验知识的学习，为开学后的实验操作做准备的同时，培养学生的责任心和使命感，使之树立正确的人生观与价值观。以下结合新冠肺炎疫情，从《大学物理实验》课程思政与知识普及两个层面进行讨论：

一、结合新冠肺炎疫情做好《大学物理实验》课程思政

新冠肺炎疫情期间的《大学物理实验》线上教学是挑战也是机遇。虽然常规的实际操作

和实验演示不能实现，但是可以在较为充足的时间内利用线上的多种资源，向同学们展示多样的视频、动画、音频、图片等。相比与常规课堂，线上教学更方便任课教师把课程内容融入课程思政，以下从三种角度进行探讨。

1. 将新冠肺炎疫情与历史及大事件结合进行课程思政

此次灾难是我们人生中的一次大课。经历磨难让人成长，面对长在“幸福”窝里的“零零后”，在教学过程中如何结合当前的特殊情况融入思政教育？温家宝总理曾说“多难兴邦”，以史为鉴，会更有说服力。悠久的历史长河中能称得上“人生大课”的事件有很多，仅近现代史上就不胜枚举。教学中可以结合当前疫情在课件中展示一些有教育意义的图片和视频，融入思政教育。提供以下几个素材供参考。例如：结合西南联大广为人知的事迹：西南联大与战争同行 8 年时间，历经磨难，虽然毕业生只有 3300 余名，但其中 2 位诺贝尔奖获得者，8 位“两弹一星”功勋奖章获得者，4 位国家最高科技奖获得者，172 位院士，百位人文大师^[1]。或结合所在学校或地区的光辉历史：例如在 8 年抗战期间，河南大学坚持在敌前办学，前后有 9 名河大师生牺牲，25 人失踪^[2]。也可以结合并不遥远的汶川地震：对于经历过汶川地震的孩子们来说，他们的生命有的是地震中父母亲人用生命保护才挽救的，有的被埋了十几个甚至几十个钟头才被救出。通过这些内容，让同学们体会只有经历过，才知道什么叫“生命的脆弱”，什么是“绝望和希望”的人生感悟，从而积极面对困难，珍惜时间和生命。

2. 结合科学家的励志故事，激发人生情怀

为了使同学们更好的了解物理实验的起因和科学发展过程，在《大学物理实验》的教学中离不开科学史的相关内容。例如，在《分光计的调整和使用》、《光的夫琅禾费衍射研究》和《用菲涅尔双棱镜测光波波长》等实验项目中，可以引入科学家的励志故事来激发学生的人生情怀。夫琅禾费和菲涅尔都是光学领域知名的物理学家，而且他们在科学研究上都做出了名垂史册的卓越贡献。令人惋惜的是他们却都在 39 岁英年早逝。德国物理学家夫琅和费的科学研究成果主要集中在光谱方面。他的幼年家庭非常贫困，11 岁成为孤儿后在慕尼黑的一家玻璃作坊当学徒。通过努力学习，最后担任慕尼黑科学院物理陈列馆馆长和慕尼黑大学教授，慕尼黑科学院院士。由于长期从事玻璃制作而导致的重金属中毒，1826 年夫琅和费年仅 39 岁便与世长辞。而菲涅尔是法国物理学家和铁路工程师。被誉为“物理光学的缔造者”，对于波动光学的理论建立做出了杰出的贡献。菲涅尔一生坎坷，收入非常微薄，而他却把收入的大部分都投入到了科学研究中，耽误了治疗。1827 年菲涅尔因肺病医治无效而

逝世，终年同样仅 39 岁。两位伟大的科学家的杰出的贡献令人赞叹，然而他们短暂的生命让人叹息。作为青年一代，教育同学们既要重视科学研究，更要锻炼身体，有了健康的身体，才能更好的报效祖国。

3. 结合科学发展脉络，弘扬格物穷理求真精神

在具有清晰科学发展脉络的实验内容的讲解过程中，可以引入历代科学家的探索过程与结果，从而弘扬格物穷理，精益求精的求真精神。例如在《霍尔效应及磁场的测定》项目中，可引入量子霍尔效应、分数量子霍尔效应以及反数量子霍尔效应等相关知识。迄今为止，已经有四次诺贝尔物理学奖和霍尔效应有关，分别是：1985 年量子霍尔效应^[3]，1998 年分数量子霍尔效应^[4,5]，2016 年拓扑物相和拓扑相变^[6]，2010 年获奖的石墨烯^[7]之重要实验证据也是半整数量子霍尔效应^[8]。我们可以通过这一研究发展脉络，使学生了解实验内容的同时，开拓视野，举一反三地掌握更多的物理知识。从而达到既激发了学生对实验物理的学习兴趣又“润物细无声”地进行了思政教育。

《大学物理实验》可以进行课程思政的方式和方法还有很多，需要我们不断地探索和总结。通过实践发现，在当前新冠肺炎疫情的大环境下，进行的思政教育会更加能够触动学生心灵，使学生感同身受，由此明白疫情是灾难更是不可多得的“人生大课”，虽然这节课在课表里都没有列出来，却能够深深影响我们，让我们在真实的祸福、得失、悲喜情境中，深受触动。由此教育学生在疫情防控的过程中，与祖国共命运，努力学习，将来肩负起时代赋予的使命与责任。

二、结合新冠肺炎疫情普及《大学物理实验》科学知识

当前，《大学物理实验》线上理论教学可以结合疫情中常见的场景与实例进行。以下着重从四个方面进行讨论，其中可融入课程思政的内容做了特别提示。

1. 新冠病毒的攻击目标——肺泡及其表面张力（关联实验——液体表面张力系数的测量）

据报道，研究人员发现新冠病毒首先攻击的不是上呼吸道，而是位于人体深部的肺泡^[9]。肺部的支气管分支末端分布了大量的细小的肺泡。肺泡外部包裹着大量的毛细血管。人通过吸气将氧气送到肺泡，肺泡中的氧气和毛细血管中的二氧化碳相互扩散完成气体交换，然后氧气经血液被运送到全身的组织细胞，而肺泡把二氧化碳呼出体外，这个呼吸作用在高中生物课中有涉及。当有新型冠状病毒损伤毛细支气管及肺泡后，周围的结缔组织也会发生炎症反应而受损，大量的富含蛋白的炎性渗出物便会渗出到肺泡中，使肺泡失去了容纳空气的场

所，氧与二氧化碳的交换无法完成，造成了呼吸困难直致人体缺氧而危及生命。影像学检查会看到肺泡中呈毛玻璃状的白色称为“白肺”，即新冠肺炎的主要表现^[10]。

肺泡有表面张力，这个力的大小直接影响肺部健康。如果肺泡表面张力过大，则肺回缩力增强，不但可引起肺不张，并可使肺组织间隙的静脉水压下降，从而促使毛细血管中液体进入肺组织间质及肺泡中，导致肺水肿^[10]。肺泡细胞可以分泌的一种脂蛋白，以单分子形式分布于肺泡液体分子层的表面，使肺泡表面张力降低到原来的 $1/7\sim 1/14$ 。课堂上可以通过视频实验来理解这一原理。视频截图如图 1、2 所示。图 1 上红线两边都有肥皂膜，模拟具有表面活性物质的肺泡。肥皂膜未破时，细线受到两边的液体分子的表面张力的作用，合力为零，所以细线处于未绷紧状态。图 1 下用笔尖扎破一边的肥皂膜，用来表示活性物质消失。肺泡表面张力增大，红线处于绷紧的状态。这是由于细线左边空气分子对线的吸引力小（蓝箭头），不如液体分子的大（黑箭头），所以细线被液体拉向右边。细线被液体分子拉绷紧之后就产生了张力（黄箭头）（图 2）。（可融入课程思政：知识就是力量，将来为了像医务工作者那样帮助更多的人，当下就必须为储备足够的知识而努力学习。）

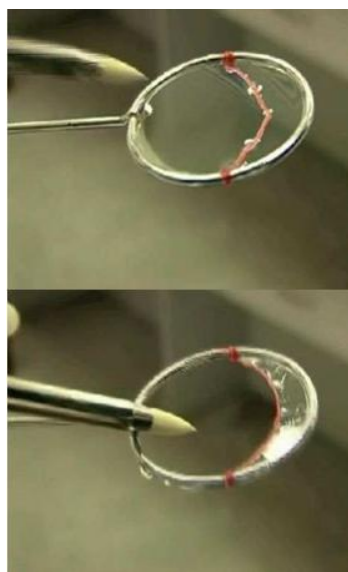


图 1 用皂膜模拟肺泡表面张力

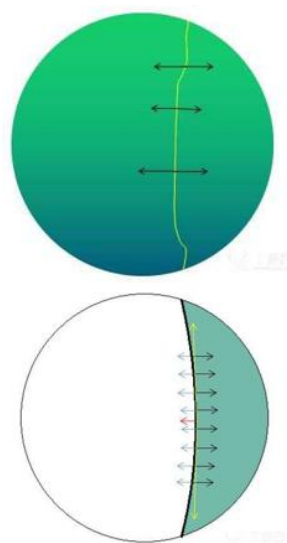


图 2 肺泡表面张力变化

2. 看清病毒的“火眼金睛”——显微镜及其光学原理（关联实验——显微镜和望远镜的组装）



图3 透射显微镜看到的新冠病毒及其3D仿真图

图3左图就是美国科学家使用透射显微镜看到的新冠病毒。右图是3D仿真图。新冠病毒在显微镜的火眼金睛下无处遁形。显微镜是人类最伟大的发明之一。在它发明出来之前，人类关于周围世界的观察局限于肉眼所及。放大镜和显微镜的发明，为人类打开了探索微小世界的大门，使人们渐渐认识到微生物对人类的帮助和危害。使人类在生命科学、医学、农业、材料科学等许多领域都取得了很多重大的成果，大大的促进了社会文明的进程^[1]。本次新冠肺炎病毒的发现也依赖于显微镜这个“火眼金睛”。

总的来说，显微镜分为两种：光学显微镜和电子显微镜。光学显微镜是指利用光学原理，把肉眼所不能分辨的实验生物医学样品放大成像，以显示其细微形态结构信息的仪器。电子显微镜用电子束代替光作为显微镜的“光源”。电子的波长比光的波长短得多，利用电子束照射样品，就能分辨样品更微小的细节^[2]。新型冠状病毒只有125nm，用光学显微镜无法看到，需要用透射电子显微镜才可以看到它的真面目^[3]。1590年前后，眼镜工匠詹森把两个凸透镜前后放置，发现物体的细节变得十分清楚。光学显微镜就是这样偶然发明的。后来荷兰人列文虎克自制出放大倍数达到300倍的显微镜，在当时就可以观察细菌。从光学显微镜、电子显微镜到扫描隧道显微镜，显微术与近现代科学结伴同行，走过了400多年的历程。显微镜陪伴伽利略、牛顿、麦克斯韦、爱因斯坦一路走来。显微镜发展的历史，是科学革命的历史，是技术创新的历史，是制造技术发展的历史（可融入课程思政，自然科学博大精深，科学家不断进取，精益求精；不积跬步，无以至千里）。

显微镜的光学原理如下：我们的眼睛，能分辨离眼睛25厘米处相距0.1毫米的两个点。在这种情况下，对眼睛来说，它们所成的视角大约是 $1'$ ，所成的像恰好能落在视网膜的两个感光细胞上。两个点的距离如果小于0.1毫米，它们在视网膜上的像，就都落到一个感光细胞上，我们的视觉感受到的就只是一个点。显然，设法把这个视角放大，我们就可以看到更

小的东西。

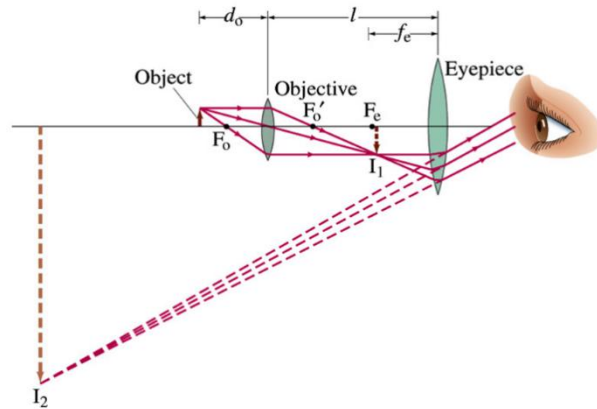


图 5 显微镜的光学原理

显微镜由两个会聚透镜组成，光路如图 5 所示。物体经物镜成放大倒立的实像 I_1 ，位于目镜的物方焦距的内侧，经目镜后成放大的虚像 I_2 于明视距离处。

3. 临床诊断的利器——X 射线的发现与应用（关联实验——X 射线衍射，光电效应，康普顿散射等）

1895 年 11 月 8 日，德国物理学家伦琴发现了 X 射线，他因此成为第一个获得诺贝尔物理学奖的人。X 射线的发现标识着物理学中划时代的里程碑级的重大发现和发明。1895 年 11 月 8 日那天晚上伦琴发现了一个意外的现象：他在实验时为了防止紫外线和可见光的影响，不让管内的可见光漏出管外，用黑色硬纸板把放电管严密封好，在接上高压电流进行实验时，他发现 1 米以外的一个荧光屏，发出微弱的浅绿色闪光，一切断电源闪光就立即消失。这一发现使他十分惊奇他全神贯注地重复实验把荧光屏一步步移远即使在 2 米左右屏上仍有较强的荧光出现当他带着这张涂料纸走进隔壁房间荧光屏在管子工作时仍继续闪光当时伦琴确信，这一新奇的现象是迄今为止尚未观察过的。连续几个星期在实验室废寝忘食引起了伦琴夫人的注意。1895 年 12 月 22 日晚上伦琴夫人来到伦琴的实验室。伦琴说服安娜充当实验对象当他夫人的手放在荧光屏后时她简直不敢相信荧光屏上这只有戒指和骨骼毕露的造影就是她自己的手。伦琴夫人惊呼：“我仿佛看到了自己的死亡！”（图 6）由于当时这是一种从未有过的发现，伦琴将它命名为 X 射线。^[14]

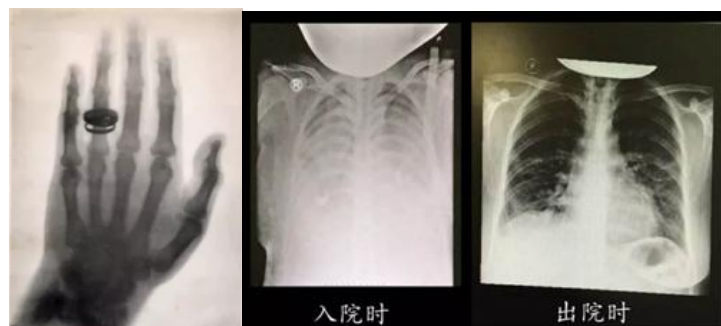


图6 伦琴夫人手部 X 光片（左）与肺炎患者 X 光片（右）

伦琴把这个发现公布于世，马上引起了举世轰动。很多人包括当时的德国皇帝和各个阶层的人都对这种发现表示了浓厚的兴趣。当时柏林通用电气协会想以高价换取伦琴的新发现的专利权被伦琴言辞拒绝“不是我发明了 X 射线，它千古以来就存在着，我仅仅是“发现”了它而已。因此 X 射线属于全人类，而非我个人的私产。”伦琴的无私精神，让 X 射线最终得到了广泛应用。自此，在科学研究和医学方面人们就拥有了一种新的利器那就是放射线^[15]。

（融入课程思政，学习伦琴先生无私奉献的科学精神，列举我们国家品德高尚的科学家故事如说钱学森、屠呦呦等。）

X 光是一种高能射线，可以使空气电离，具有很强的穿透力。人的肺就像是两个气囊，在 X 线下照射，因为密度低，X 光穿透性较好，所以在片子上显示是黑色的，“白肺”则是肺部出现严重感染后，肺部充血，渗出及炎性细胞浸润，密度变高，这才导致双肺 X 光穿透性较差。X 射线在穿透物体的过程中，会有部分能量被物体吸收。这主要是 X 光与物质原子核外电子发生碰撞，产生了光电效应，康普顿效应等等。这样的碰撞会导致能量损失，通过检测 X 光贯穿物体前后能量的差异就可以求出物体对 X 光的吸收能力的大小，也就是衰减系数。每种物质的核外电子数目都不一样，对 X 光的吸收也不一样，各原子序数的元素对 X 光的吸收能力可以查到。因此 X 射线可以用于元素成分检测。

CT 是用 X 射线束对人体某部一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收透过该层面的 X 射线，转变为可见光后，由光电转换变为电信号，再经模拟/数字转换器转为数字，输入计算机处理。经过数字图像处理形成医学上的 CT 图像。整个过程比较复杂，物理上涉及到瑞利散射，光电效应，康普顿散射等。数学上则涉及 Radon 变换，傅里叶变换，优化算法等等。

4. 疫情防控的必备——人体红外测温仪及原理（关联实验——集成电路温度传感器的特征

测量与应用，非平衡电桥的原理与应用。)

人体感染新型冠状病毒的一个显著症状就是发热。疫情防控需要，各复工单位入口都需要进行测量体温。高于绝对零度（-273.15℃）的物质都可以产生红外线。现代物理学称之为热射线。红外线是波长介于微波与可见光之间的电磁波，波长在 1mm 到 760nm 之间，它是波长长于红光的非可见光^[16]。太阳的热量就是主要通过红外线传到地球的。讨论红外辐射离不开物理学著名的黑体辐射定律，它是一切辐射理论的出发点。量子力学之父普朗克首先提出了体腔辐射的量子化模型。定性的说，随着温度的升高，红外线辐射的强度会不断增加。在科学领域，利用黑体辐射原理，制成能吸收雷达波的黑色涂料，可用于涂布隐形飞机表面的涂层。（可融入课程思政，科学不但能富国，也能强国。结合华人因疫情受到歧视说明只有不断强大，国富民安，才不会被他国小觑。）

通过物体自身辐射的红外能量的测量，便能准确地测定物体的表面温度。人体红外测温仪就是基于这一原理工作的。另外，辐射高温计也是利用高温物体的热辐射来测量其温度的一种高温测量仪器，测量范围约为 500~1600℃^[17]。这种温度计可以不直接和被测物体接触而在远距离测量，可以测回转炉的温度。

综上所述，结合新冠肺炎疫情因时制宜，提出了《大学物理实验》如何进行课程思政和线上教学的一些新思路和新方法。《大学物理实验》课程教学改革与创新工作是一个永恒的话题，也是一项长期艰巨的系统工程。希望本文能为当前高校物理实验教学提供一定的帮助与参考。

致谢：

感谢 2019 年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目对本文的资助。项目名“大学物理实验教学标准化的研究与实践——河南省三所国家级实验教学示范中心联合研究”

参考文献：

[1] 邵春艳, 略论西南联大人才培养模式的经验启示[J], 国内高等教育教学研究动态, 2011(1),12.

[2] 河南大学校史编纂组. 河南大学校史[M], 河南大学出版社, 1992.06, 157-171

[3] K.von Klitzing et al. New method for high-accuracy determination of the fine-structure

constant based on quantized Hall resistance. Phys. Rev. Lett.45, 1980, 494.

[4] D.C. Tsui, H. L. Stormer, and A. C. Gossard. Two-dimensional magnetotransport in the extreme quantum limit. Phys. Rev. Lett. 48, 1982, 1559.

[5] R.B. Laughlin. Anomalous quantum Hall effect: An incompressible quantum fluid with fractionally charged excitations. Phys. Rev. Lett. 50, 1983, 1395.

[6] D.J. Thouless, M. Kohmoto, M. P. Nightingale, and M. den Nijs. Quantized Hall conductance in a two-dimensional periodic potential. Phys. Rev. Lett. 49, 1982, 405.

[7] K.S. Novoselov. Two-dimensional gas of massless Dirac fermions in graphene. Nature 438, 2005, 197.

[8] Y.B. Zhang et al. Experimental observation of the quantum Hall effect and Berry's phase in graphene. Nature 438, 2005, 201.

[9] Yu Zhao, Zixian Zhao, Yujia Wang, Yueqing Zhou, Yu Ma, Wei Zuo, Tongji University, bioRxiv, doi: <https://doi.org/10.1101/2020.01.26.919985>, Single-cell RNA expression profiling of ACE2, the putative receptor of Wuhan 2019-nCov, 2020.01.26.

[10] 丁香园 (<http://commercial.dxy.cn/article/679305>) 宋斌, 四川大学华西医院放射科, 2020.2.11, 影像学在抗击新冠肺炎战“疫”中的价值.

[11] 周敬国. 揭开微观世界的奥秘——显微镜发明的科学历程, 科学 24 小时[J]. 2008(9), 42-43.

[12] 潜伟, 现代科学的利器——电子显微镜的发明, 科技导报[J], 2009(18), 120

[13] 搜狐网(https://www.sohu.com/a/376505846_578111). 图片来源: 美国国家过敏和传染病研究所落基山实验室

[14] 李美亚, 张之翔. 射线的发现及其对现代科学技术的影响——纪念伦琴发现 X 射线 100 周年[J], 物理, 1995(24), 474-482

[15] 李仪. 纪念威廉·伦琴诞辰 100 周年[J], 现代仪器, 1996(1), 56.

[16] 苏君红, 郑为建. 红外线的二百年——从科学探索到技术创新[J], 红外技术, 2001, 23(1), 1-2.

[17] 张霓, 于耀. 红外辐射高温计在回转窑上的应用[J], 自动化仪表, 2004, 25(12), 30-40.