

为何是伦琴发现了X射线?

林志忠[†]

(台湾交通大学电子物理系)

2021-08-31收到

[†] email: jlin@nycu.edu.tw

DOI: 10.7693/wl20211208

“科学发现有无规律可循”是一个哲学问题，但宇宙及大自然的奥妙和一切物质的特性需由定量的系统性实验和测量拍板定案，则无可置疑。

X射线(X光)于1895年11月8日被德国物理学家伦琴(Wilhelm C. Röntgen, 1845—1923)意外发现，他因此在1901年获得了史上第一个诺贝尔物理学奖——瑞典化学家诺贝尔正巧于X射线被发现的半个多月前立下遗嘱，捐赠遗产设立诺贝尔奖。但是，伦琴拒绝为X射线申请专利，谢绝同事和朋友的建议用自己的名字命名(虽然后人有时仍将X射线称为伦琴射线)，并且婉拒了在诺贝尔奖颁奖典礼上致词。伦琴又在遗嘱中，将他获得的诺贝尔奖金捐赠给了维尔茨堡大学(University of Würzburg)做为研究资助，但可惜由于第一次世界大战之后严重的通货膨胀，他捐赠的奖金后来几乎形同废纸。X光一被发现，当时的医学界立即认识到它的无限医疗价值，马上应用到医院中。1900年德军便已配备了移动式X光机，在战场上医疗伤兵。

1 发现X射线

19世纪下半叶，由于工业革命后的电气工程以及科学研究的三重发展与迫切社会需求，(真空管中的)“阴极射线”和“气体放电”研究成为了一支显学，无数科学家参与其间，包括了欧洲的赫兹(Heinrich Hertz)、莱纳德(Philipp Lenard)和汤姆孙(J. J. Thomson)等青史留名的物理学家，以及远在美国的发明家特斯拉(Nikola Tesla)。在发现X

光之前，伦琴未曾做过任何和阴极射线相关的实验，换句话说，他是一位阴极射线和气体放电领域的新手。而且，在进行X射线实验之前一年，他因为学术声誉卓著，被学校聘教授推选为维尔茨堡大学校长，担任繁重的行政职务一年。1895年10月，他卸下校长职务之后，才开始进行阴极射线实验。所以，值得探问为何是伦琴而不是他同时代的其他经验老到、功力深厚的竞争对手，率先发现X射线？尤其，可以相当肯定的一件事是，在伦琴进行实验之时甚至之前一些年，在各地的几个阴极射线实验室中，必定已经反复出现了X光，而且有人看到了。只是，他们因心有成见，又不知其所以然，故“视而不见”，大意失荆州，与珍贵的科学发现及千古荣誉失之交臂。

为何是伦琴发现了X射线？有一个合理的解释如下：伦琴是一位优秀的实验物理学家，他对仪器的掌握与运用得心应手，在测量过程中观察入微，又能够对测量数据进行严谨的验证及论证。伦琴在大学时主修机械工程，专精于气体的导热性质和蒸汽机的原理及构造(他的热力学课程受教于“热力学之

父”克劳修斯(Rudolf Clausius))，他因此喜欢自己设计和组装(简易)实验仪器，并且自己进行测量(图1)。这种研究取向与习惯，一方面当时的欧洲学术氛围使然，让伦琴有里仁为美之利，得以取法乎上；另一方面则是因为伦琴的人格特质的确与同侪有别，他有很强烈的精确实验意识及偏好，并且很少请助手帮助测量。再者，伦琴非常重视欧洲近代科学兴起与发展过程中的实验传统，他高度肯定自16世纪以来实验和观测以及客观逻辑推理(科学方法)所扮演的关键性和批判性角色。

1894年1月伦琴就任维尔茨堡大学校长时，他一反当时的学界惯例，不在就职典礼上宣读自己的主要研究成果，而是演讲他心目中的(欧洲)近代科学的发展历程。其中，他强调从16世纪以来，自然科学家群体就“逐渐形成了这么一个信念，认知实验是探究(拷问)自然奥秘的最强有力又最可靠的手段，

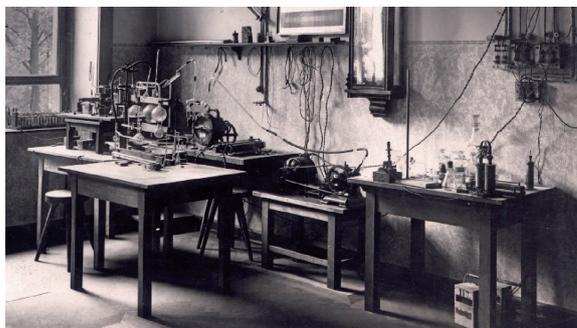


图1 伦琴在维尔茨堡大学发现X射线的实验室，照片来自“德国伦琴博物馆”(German Röntgen Museum)

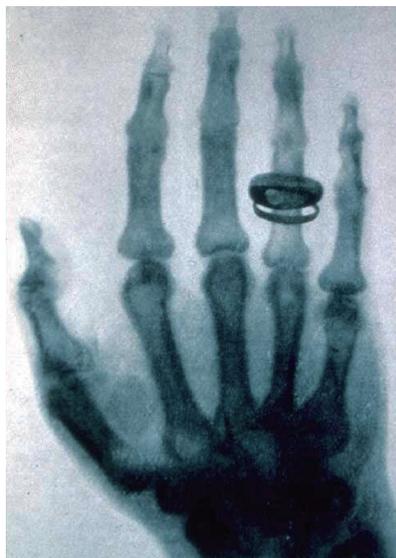


图2 伦琴在演讲当场拍摄的著名解剖学家科力克的手的X射线照片，取自 X-ray|Psychology Wiki|Fandom (wikia.org)

实验更代表了判定一个假说(hypothesis)是否应该被保留或是被扬弃的最高权威”。伦琴肯定的科学实验是指那些经过精心设计、严谨执行，而且对其现象解释都根基于测量数据(客观证据)的实验。后世科学史学家认为，伦琴是一位非常严谨，做事一丝不苟，又观察敏锐、思路清晰的实验物理学家。

1895年11月8日星期五晚上(伦琴喜欢在周末晚上做实验，因为可以集中心神，不受同事或学生的干扰)，伦琴首先在阴极射线管外约1 m处(一个阴极射线到达不了的距离)的荧光屏上发现了亮光。他很快地意识到，这个亮光不是任何已知的物理现象或射线(或粒子流)所造成的光点。他随即几度开关阴极射线管的电源，从而明确判定这个荧光的出现或消失是瞬间的，来自于阴极射线管的开或关。这时，他排除了亮光是磷光的疑虑(phosphores-

cence)，因为磷光的明暗变化是逐渐的，需要一点缓冲的反应时间。

猜想X光是一种穿透性很强的新射线(或粒子流)之后，伦琴立即采取一系列步骤，努力进行各种测量，想方设法综合和归纳它们¹⁾的物理性质。这是即将降临的确立和巩固伦琴的X光发现者地位的关键一步，因为事实胜于雄辩，让全面的实验证据说话是判定自然科学真假的不二法门。在随后的6周里，伦琴不断实验，他反复自问，试图回答下列问题，包括X射线是直线前进的吗？它们会反射或折射吗？它们与阴极射线有何区别吗？它们的(本质)到底是什么？伦琴很快验证了X光的路径不受磁场影响，因此它们不是阴极射线。伦琴也证实了X光的强大穿透力，以及除了产生荧光之外，还能在摄影底片上感光成像。因为能够在底片上成像，眼见为凭，所以X射线的发现一经公布，就在大西洋两岸的科学家与公众和媒体之间造成轰动。此外，如众所周知，伦琴更惊讶地发现，除了穿透纸张、书本、木头，和薄金属片之外，X光还能够穿透人体肌肤。

虽然很肯定自己发现了一种新射线(或粒子流)，但是伦琴心中还是非常焦虑忐忑，他深恐万一这些屏幕上的亮光只是因为长时间在暗室中工作，由于眼睛疲乏而造成的幻觉(眼缬)。他担心倘使轻率发表了不真实的虚幻测量结果，岂不就声名扫地，学术生涯告终了。因此在反复自问与测试的过程中，他恍如失魂落魄，不与人交谈，并且禁止任何人进入实验室。直到12月22日，伦琴终于邀请他的太太到实验

室，请她允许他用X光拍摄她的手，这就是科学史上著名的伦琴太太的手指头及结婚戒指X射线照片的由来。(在拍摄她太太的手之前，伦琴已经无意间发现了X光会穿透他自己的肌肤，但他一则不愿告诉别人，二则仍有些许担心这是来自眼睛疲劳所造成的幻觉。而当毫无心理准备，突然看到了自己的手骨头的照片之后，伦琴夫人似乎惊吓过度，从此拒绝再进入实验室。伦琴此时决定立即公开他的实验结果，他对着太太说“特大麻烦来了”(“Now the devil will be to pay”)。)

2 迅速发表，孤篇压卷

确立了X光的穿透性和拍摄了手影像之后，伦琴迅速地简短写出了他的惊人发现，他把论文题目定为“On a New Kind of Rays: A Preliminary Communication”。而且，伦琴并没有把论文投递到当时学术地位崇高的全国性著名物理期刊，如*Annalen der Physik*，而是在12月28日(圣诞节假期期间)交由当地的*Proceedings of the Würzburg Physical Medical Society*出版，并且叮咛他们破例即日印行。这时的伦琴年满50岁，他虽然仅是阴极射线领域的一位新手，却已经不是一位学术界的泛泛之辈，或芸芸众生而已。显然，伦琴深知优先发表在科学史上的无可替代的指标性与绝对意义。他想必经过深思熟虑及一番内心煎熬，在斟酌现实之后，明智地选择当地(地方性)期刊顺利完成发表任务，从而摘取了不容改写的“X射线发现者”的头衔。

1896年1月23日，伦琴在Würzburg Physical Medical Society的例行会议上宣读了他的论文，这是他一生中第一次、也是最后一次关

1) X光的英文时常写为复数X rays，所以这里中文用“它们”。

2) 全唐诗中，张若虚仅存两首，他的《春江花月夜》被誉为是“孤篇压全唐”。

于X射线的正式演讲。接着，在1896和1897两年，他又同样在*Proceedings of the Würzburg Physical Medical Society*各发表了一篇X射线论文。这三篇论文和唯一一次公开演讲有如是他的“孤篇压卷”²⁾，此后伦琴未曾再就X射线留下任何片言只字。1900年，伦琴离开维尔茨堡大学，转任慕尼黑大学“实验物理研究所”所长，并重拾他早年的兴趣，再度集中于晶体物理性质的研究。

在 Würzburg Physical Medical Society的会议中，伦琴当场为出席演讲的当时著名的解剖学家科力克(Albert von Kölliker)拍摄了他的手，这张射线照片即使以100多年后的今天标准来说，仍是影像清晰透彻的(图2)。也是在这一场演讲中，Kölliker建议把X光命名为“伦琴

射线”。

3 推动慕尼黑大学“理论物理研究所”的成立

笔者认为，伦琴的两大科学贡献，一是发现X射线(这一贡献是大众所熟知的)，二是于1900年代中期在慕尼黑大学奋力争取成立了“理论物理研究所”(这一贡献可能是鲜为人知的)。先是1890至1894年短暂4年期间，玻尔兹曼(Ludwig Boltzmann)曾经担任慕尼黑大学的理论物理讲座教授，但自玻尔兹曼离开之后，慕尼黑大学的理论物理教授职位就悬缺多年，直到“理论物理研究所”成立，索末菲(Arnold Sommerfeld)应聘成为第一任所长。由于索末菲的到来(1906年)，几年后“慕尼黑学派”形成了上与“哥廷根学派”和“哥本哈根学派”三

峰并峙的辉煌局面，为20年后量子力学的发展完成，写下了灿烂多彩的英雄事迹。伦琴鼎力争取在“实验物理研究所”之外，于慕尼黑大学设立“理论物理研究所”，便于理论与实验相互切磋，彼此密切合作，这是他对近代物理学发展的又一项重大贡献，值得后人的敬佩与怀思。

后记 伦琴在遗嘱中要求销毁他生前的所有个人的及科学方面的通讯——来往信件，他(在发现X射线之后)内心所呼唤向往的，似乎是一种功力深厚而默默无闻的学者人生，有如(唐)卢照邻《长安古意》诗中写的：“寂寂寥寥扬子居，年年岁岁一床书。独有南山桂花发，飞来飞去袭人裾。”

读者和编者

订阅《物理》得好礼

——超值回馈《岁月留痕——<物理>四十年集萃》

部特推出优惠订阅活动：向编辑部连续订阅2年《物理》杂志，将获赠《岁月留痕——<物理>四十年集萃》一本。该书收录了1972年到2012年《物理》发表的40篇文章，476页精美印刷，定价68元，值得收藏。

希望读者们爱上《物理》!

订阅方式(编辑部直接订阅优惠价180元/年)

(1) 邮局汇款

收款人地址：北京市中关村南三街8号中科院物理所，100190

收款人姓名：《物理》编辑部

(2) 银行汇款

开户行：农行北京科院南路支行

为答谢广大读者长期以来关爱和支持，《物理》编辑

户名：中国科学院物理研究所

帐号：11 250 1010 4000 5699

(请注明《物理》编辑部)

咨询电话：010-82649029；82649277

Email: physics@iphy.ac.cn





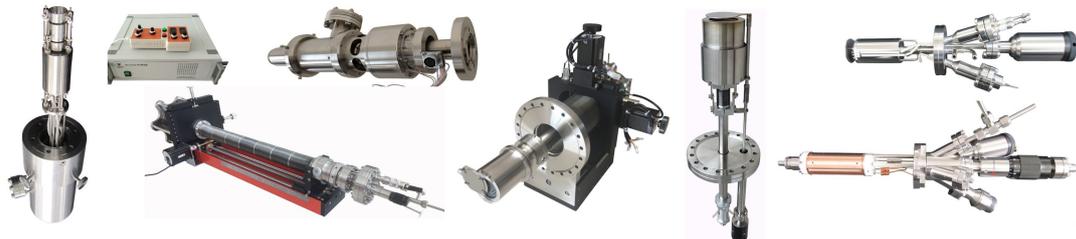
大连齐维科技发展有限公司

地址: 大连高新园区龙头工业园龙天路27号

电话: 0411-8628-6788 传真: 0411-8628-5677

E-mail: info@chi-vac.com HP: <http://www.chi-vac.com>

表面处理和薄膜生长产品: 氩离子枪、RHEED、磁控溅射靶、束源炉、电子轰击蒸发源、样品台。



超高真空腔室和薄膜生长设备: PLD系统、磁控溅射系统、分子束外延系统、热蒸发镀膜装置。



北京欧普特科技有限公司

Golden WAY SCIENTIFIC 专心/专注/专业

二十年的默默耕耘, 风雨兼程, 铸就了欧普特人“专心”、“专注”、“专业”的风格和品质, 孜孜不倦地对创新和品质的追求, 让欧普特具备了全线条覆盖低、中、高, 超高功率激光光学元件的加工生产和检测能力。

伴随中国激光行业的蓬勃发展, 欧普特愿与您共同进步, 砥砺前行, 为中国光电事业的发展 and 进步共同尽一份心力和责任。

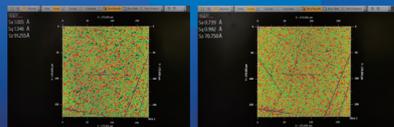
精密光学元件

1. 球面透镜
2. 柱面&非球面透镜
3. 光学棱镜
4. 反射镜(玻璃&金属)
5. 光学窗口
6. 偏振&消偏元件
7. 滤光片
8. 光栅

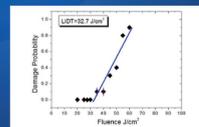


激光器件

1. 扫描场镜(紫外-红外)
2. 线扫镜头
3. 紫外远心镜头
4. 中继镜
5. 扩束镜



(熔石英基材, 直径50.8mm光学窗口)



(单晶硅基材, 1070nm高反膜)



关注二维码



北京市朝阳区酒仙桥东路
1号M7栋东五层



www.goldway.com.cn
Email: optics@goldway.com.cn



Tel: +86-(0)10-8456 0667
Fax: +86-(0)10-8456 9901