

普兰克 1923 年在华学术活动*

刘娜[†] 李艳平

(首都师范大学物理系 北京 100048)

摘要 1923 年,德国科学家鲁道夫·普兰克来华,在上海、南京、北京等地讲学,文章梳理了这段历史事实,概述了普兰克在华活动行程,并介绍了其学术演讲内容.

关键词 物理学史,普兰克,科学交流,熵,普朗克

史海浮沉,众星闪烁.在一些学术论著中,有关德国物理学家 I. R. 普朗克 1923 年来华,并在东南大学和北京大学讲学的文字跃然在目.“熵”的概念也是因此得以引入中文物理学.物理学界的人们可能会联想到:这个 I. R. 普朗克是否就是我们所熟知的量子物理学的奠基者马克斯·普朗克(Max Karl Ernst Ludwig Planck, 1858—1947)?如是,他来华的具体时间和行程是怎样的?如不是,这个普朗克又是何人?他在华的访问行程和内容又如何?本文依据此期间我国的一些报刊和档案资料,对上述问题做出尝试性回答,以澄清这段史实,梳理出一位在制冷技术与热力学方面有很深造诣的德国科学家在华的学术活动.

1 普兰克其人



图 1 普兰克像(采自文献[1])

查遍 1923 年的各种报纸和期刊报道、学术活动通告、学术演讲翻译稿以及一些档案资料等,见到这位来华的德国物理学家的中文译名有濮郎克、濮阑克、勃朗克、拨兰克等,但其姓氏的西文拼写均为 Plank,现译普兰克.笔者判断,于 1923 年访华的这位学者不是马克斯·普朗克,而是另一位德国科学家——鲁道夫·阿洛伊斯·瓦莱里安·普兰克(Rudolf Aloys Valerian Plank, 1885—1973)(图 1).

1885 年 6 月 22 日,鲁道夫·普兰克出生于乌克兰的基辅(当时属于俄罗斯),父亲是基辅国际商业银行的行长.1903 年高中毕业后,普兰克在当地学习数学和物理学.1904 年,普兰克到圣彼得堡学习机械工程,未完成学业,转到德国德累斯顿工业大学学习机械制造.1909—1911 年,普兰克在但泽工业大学担任力学教授的助教,同时取得热力学和弹性力学的博士学位,并获得教授资格.之后,普兰克在柏林博尔西格公司的制冷系统部门工作了两年,从事制冷技术研究.1913 年 10 月—1925 年 9 月,普兰克在领导力学实验室的同时,还任但泽工业大学热学教授.在此期间(1914—1916),普兰克代表柏林中央销售协会,进行了大量有关食物保鲜的试验.于 1918 年回到但泽工业大学之前,普兰克一直在许特—兰茨飞船建造公司担任工程师.

1923 年,普兰克有 8 个月的东亚之行,同时从事冷冻鱼的技术研究,这期间他到访中国,先后在上海、南京和北京讲学和游历.

普兰克事业上的辉煌,始于 1925 年被聘为卡尔斯鲁厄高等工业学校的热力学和制冷技术工程学教授.他是德国第一个制冷研究所的奠基人和领导者,并于 1926 年正式就职于卡尔斯鲁厄高等工业学校.这个研究所获得了国际声誉,今天仍是卡尔斯鲁厄高等工业学校最有声誉的研究所之一.1936 年,普兰克创办了帝国食品研究所,后更名为联邦营养与食品研究所.第二次世界大战期间,普兰克对纳粹政权消极抵抗,没有以教授身份工作.战后,他成为了卡尔斯鲁厄高等工业学校的第一任副校长,并因此

* 北京市教委科研计划(批准号:KM200810028005)资助项目
2010-04-21 收到

[†] 通讯联系人. Email:awo7706@163.com

成为新建立的巴登—符腾堡州的议员。1947年,普兰克创建全德制冷技术协会,担任主席至1959年。

受理查德·莫利耶(Richard Mollier)的影响,普兰克成为众多专家中最有才能且最有名气的制冷工程师。他主编了影响深远的十二卷《制冷技术手册》,出版了著名文集《小型制冷机》和《美国制冷技术》,于1949年创办《制冷技术》杂志,一生共发表论文210多篇。普兰克被誉为“科学制冷的发明人”和“寒冷大师”。普兰克在大学里讲授科学和技术,也讲经济和艺术。普兰克一生被多次授奖,如德国化学与生物技术协会奖章,还获得许多荣誉博士学位。

普兰克极具语言天赋,他家里以德语和俄语为母语,此外,他还能流利地讲法语、英语,这为其开展国际合作创造了条件。普兰克曾与苏联、南北美诸国在制冷技术方面有合作。普兰克的兴趣极其广泛,除力学、热力学、制冷技术、科学技术史、科学机构和大学的管理、科学哲学外,他还喜欢文学、哲学和音乐。普兰克热爱俄罗斯文学和艺术,利用自己的语言知识,翻译了俄罗斯的诗歌和戏剧。正如他在赞扬洪堡(Alexander von Humboldt, 1769—1859)时所说,他的理想是“自然与精神的有机和谐”。普兰克的爱好是周游世界,了解外国文化。普兰克不仅是现代制冷技术的创建者,更是一个文化传播者,被称为“世界公民”。

1973年6月16日,普兰克在埃特林根逝世,享年88岁。普兰克以其毕生书写了一页光辉的历史。

2 普兰克在华行程

普兰克1923年4—6月来华,先后到达上海、南京和北京等地。普兰克于4月7日左右抵沪,在沪期间受到同济大学和江苏省教育会的热情接待。

《新闻报》1923年3月31日报道说:德国丹齐希自由邦工科大学教授濮郎克氏 Professor Dr. Budolf Planr(应为 Professor Dr. Rudolf Plank),精研物理学,在欧颇负名望,将来华游历,四月七左右,可以到沪。氏抵沪后,先应同济医工大学之约,在该校为一月之长期演讲,然后再赴各地临时讲演,江苏省教育会已推定阮介藩郭秉文张叔良三君为招待员,一面并分函本省交通便利各工业机关,询问其是否愿濮氏演讲,以便排定招待演讲程序^[2]。

普兰克到沪前,江苏省教育会致函该省各工业学校,协商筹备各学校和工业团体招待普兰克和邀请演讲事宜。《时事新报》4月6日对此做了报道:江

苏省教育会顷致本埠各工业学校函,略谓德国丹齐希自由邦工科大学教授濮郎克君将来华游历。濮氏精研物理学,于制冰工业尤多发明,在欧学者中破负重望。本会已在预备招待,本省各工业团体,如延请濮氏演讲,必有崇论宏议,足资借镜,特先函达贵校,以便濮氏到沪期定,再当将排定招待讲演秩序,寄奉台鉴云云^[3]。

普兰克到上海后,先在同济大学做了为期一个月的讲演,同济大学请其“教授造冷工业,并旁及热力学的紧要原则”^[4]。5月13日,普兰克带领同济大学工正科学生到上海振新冰鲜公司筹备处,对那里的试验机器进行测量。

除在同济大学讲演和带领学生实地测量外,普兰克在沪的其他活动基本是由江苏省教育会招待。原定于5月5日晚8时在江苏省教育会事务所讲演“科学之价值”,《新闻报》于讲演前一日公告:“江苏省教育会定本月五日星期六下午八时,在该会事务所开讲演会,延请德国工业学者濮郎克博士讲演科学之价值,由同济医工学校¹⁾校长阮介藩君担任翻译”。^[5]由于演讲当天下雨,到会者不多,故普兰克临时将讲演题目改为“中国工业教育”。先由黄任之²⁾主席向听者介绍普兰克,随后开始讲演,同济大学校长阮介藩翻译。《申报》和《时报》对此次演讲均有报道^[6]。

5月普兰克来到南京后,计划在东南大学做六次讲演。东南大学校长郭秉文³⁾署名发出布告曰:

德国自由邦理工大学濮郎克教授演讲热力学(Thermodynamics)及造冰原理(Refrigeration)共分六次讲完,地点在物理教室时间商定后在交通要广告栏宣布。

郭

十二年五月^[7]

5月15日,普兰克在东南大学做第一次讲演,讲演题目为“热力学第二定律及熵‘Entropie’之概念”,胡刚复⁴⁾先生为其翻译,《科学》杂志刊登了这

1) 1923年3月,“同济医工学校”更名为“同济大学”。

2) 黄炎培(1878—1965),号楚南,字任之,笔名抱一。江苏川沙县(今属上海市)人。时任江苏省教育会副会长。

3) 郭秉文(1880—1969),字鸿声,江苏江浦人,中国近代教育家。1908年赴美国留学,获伍斯特大学理学士、哥伦比亚大学师范学院博士学位。1914年回国。1915年起历任南京高等师范学校教务主任、校长和东南大学校长。

4) 胡刚复(1892—1966),江苏省无锡县人。物理学家、教育家,我国近代物理学事业奠基人之一。1918—1926年任南京高师至东南大学教授。

次讲演的德文稿(图2)^[8]和中文译稿^[9]。

5月末,受北京大学和国立工业专门学校之邀请,普兰克到达北京,准备在两校发表公开讲演。《京报》报道云:本京工业专门学校及北京大学,因博士为工业界及理学界之明星,特礼聘博士来京,将于下星期在两校分期公开讲演。闻博士预定在工专演讲之题目,第一次为“机器产冷法及其应用处”,第二次为“笛瑟耳引擎内部之燃烧作用”,博士于此两种机器,富有经验,且有最新发明之点,今既慨允讲演,于我国机械工业,示以先河,必能详加发挥,使一般研求此种机器者,有所遵循,届时必有一番崇论宏谈,以饷吾人之听闻也^[10]。

502 科 学 第八卷

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik und der Entropiebegriff

Von Prof. Dr. R. Plank

Die physikalische Gesetze sind Aussagen über den Zusammenhang bzw. die Abhängigkeit einzelner physikalischer Grössen mit bzw. von einander. Sie lassen sich durch Gleichungen ausdrücken, wobei irgend eine Grösse als Funktion einer oder mehrerer anderen Grössen erscheint. Solche Gesetze sind entweder rein empirischen Charakters, das heisst sie sind direkt aus physikalischen Messungen abgeleitet und geben den Komplex der in einer oder mehrerer Versuchsreihen gewonnenen Zahlenwerte wieder, oder sie sind auf analytischen Wege durch Kombination mehrerer einfacher empirischer Gesetze unter Zuhilfenahme mathematischer Operationen gewonnen. Als Beispiel für rein empirische Gesetze nennen wir die Formulierungen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac für das Verhalten idealer Gase. Nach dem ersten Gesetz ist bei konstanter Temperatur der Druck P eines Gases umgekehrt proportional dem Volumen V , was in der Form $PV = \text{konst.}$ ausgedrückt werden kann. Nach dem zweiten Gesetz nimmt bei konstantem Druck das Volumen eines idealen Gases um je $\frac{1}{273}$ seines Volumens V_0 bei $t = 0^\circ\text{C}$ zu, wenn man das Gas um je 1°C erwärmt. Das wird durch die Gleichung $V = V_0 (1 + \frac{t}{273})$ ausgedrückt. Führt man die absolute Temperatur $T = t + 273$ ein, so kann man auch schreiben: $V = \text{konst.} \times T$. Durch Kombination beider empirischer Gesetze, die um je 2 Grössen verknüpft, erhält man eine höhere Gesetzmässigkeit, die bereits 3 Grössen in Zusammenhang bringt und die in der Form $PV = RT$ als die Zustandsgleichung idealer Gase bekannt ist. R ist dabei s. g. Gaskonstante. Oft leitet man zahlreiche Gesetzmässigkeiten auch aus bestimmten theoretischen Annahmen über die Natur der Materie oder Erscheinungen ab. Dieser deduktive Weg ist schon oft eingeschlagen worden und hat schon Früchte getragen. Sein Ausgangspunkt ist stets eine mehr oder weniger kunstvolle physikalische Theorie, die, intuitiv gewonnen, den Komplex der Beobachtungen decken soll und natürlich korrigiert, erweitert, oder fallen gelassen werden muss, sobald sie mit dem Experiment, das als oberster Richter

图2 普兰克德文讲稿(采自文献^[8])

《北京大学日刊》于5月28日开始,多日连续刊登普兰克演讲公告。普兰克在北京大学的讲演题目为“热力学第二定律及‘热温商’之意义”和“Nernst热论(即热力学之第三原理)”,讲演地点在北京大学二院大礼堂,讲演时间是5月29日和6月1日。普兰克在国立工业专门学校的讲演题目为“最新之产冷法”和“产冷法之应用”,讲演时间是5月30日和31日。普兰克在北京大学和国立工业专门学校的演讲,均由工业专门学校教授赵汉威先生⁵⁾翻译^[11]。

3 普兰克在华演讲内容

普兰克分别在上海、南京、北京的五六个机构进行了讲演,这三地讲演的有些题目相同或相似,讲演内容主要集中在热力学和制冷工业技术,以及工业教育问题。

《科学》发表了普兰克三篇热力学演讲的中译稿,“热力学第二定律及熵(Entropie)之观念”为5月15日在东南大学第一次演讲,“热力学第三定律‘奈痕斯坦’定理”^[12]和“物态方程式”^[13],均由同济大学校长阮介藩⁶⁾翻译,张济翔笔记,应在在同济大学的演讲稿翻译。在“热力学第三定律‘奈痕斯坦’定理”中,普朗克讲到“……在前论热力学第二定律时,曾言欲得最大工……”;在东南大学第一讲最后,普兰克交代了下一讲的内容是热力学第三定律。可见,普兰克在同济大学和东南大学都讲了这两个题目。普兰克在北京大学的讲演题目亦与这两个一致。

在“热力学第二定律及熵(Entropie)之观念”的演讲中,普兰克首先说明了热力学第二定律与其他物理学定律不同之处——热力学第二定律涉及物理过程的方向,他说:“自然界之平衡状态日趋平稳。第二定律有特殊向量之性质;而其他物理定律仅有数量之性质。第二定律之数学方程式为不等方程;其他定律则皆为相等方程式。”接着,介绍了热力学第二定律的各种不同表述,并说明这些表述的等价性。他从卡诺循环的讨论引入熵的数学表达式,阐述其物理含义,“熵之变易,洵可作为每一热力学序程中可逆度之标准计量物。”在演讲的后半部分,普兰克论述了熵的概念在工程热力学及热机学理论中的重要性。他说,“学工程者之思想,往往偏于实用问题,对于如此得来之熵之观念,每感某种特别困难,缘此观念属统计力学之范围,而毫无机械的设解故也。”演讲最后,普兰克“略论第二定律可适用的范围”。在“热力学第三定律‘奈痕斯坦’定理”讲演中,普兰克从热机工作过程和提高热机效率出发,提出“现在科学状况之下,最大工能究如何乎?”接着,普兰克介绍

5) 赵汉威(1895—1984),江苏吴江人。教授。1918年毕业于北京大学化学系,1921年获瑞士苏黎世大学理学博士学位。历任北京大学、东北大学、北京工业专科学校、西北大学教授,北京工业大学教授、研究院主任,复旦大学化学系教授

6) 阮介介(1891—1960),字介藩,江苏奉贤人。1914年9月毕业于德国柏林工业学院机械制造系,1924年,该校赠予他名誉工学博士学位。回国后曾任北京政府陆军部技正,北京大学教员。1917年4月—1927年3月任同济大学校长。

了亥姆霍兹(Helmholtz)、贝特洛(Berthelot)、能斯特(Nernst)、普朗克等人的工作,并阐述热力学第三定律的内容.最后,介绍了低温物理学当时的研究进展.

在“物态方程式”的讲演中,普朗克首先说明,对此课题的研究有物理学和工程两个视角.物理学的研究追求普适性,希望包罗万象,举所有现象尽纳之于方程式中;工程方面则范围比较狭窄,追求在一定范围内的数量精确.但在这两方面,“虽费无数精力,然至今此问题尚未完全解决也.”随后,普朗克介绍了从理想气体状态方程到实际气体状态方程的研究工作.最简单的气体状态方程为理想气体状态方程,但在压力逐渐增大,气体状态接近临界点时,此方程则完全无用.在理论方面的研究,普朗克介绍了安鲁斯(Andrews)、范德瓦尔斯(Van der Waals)、克劳修斯(Clausius)、武尔(Wohl)和昂纳斯(Onnes)的工作.在工业应用方面有两种需求,一是方程式宜简单,二是在高压时宜精确.在这方面亦有贝特洛(Berthelot)、康茅(Callender, Mollier)等人的工作.普朗克最后说,“统观斯题之研究,而以胡氏(A. Wohl)为最合理,诸君果能尽心研究,其成绩定有可观也”.

普朗克在同济大学关于“造冷工业”演讲的主要内容,由薛祉镐翻译整理后,分两部分发表在《同济杂志》上,其内容共分四节.第一节讲食物保存法今昔之不同点.过去保存食物的方法是食物结冰法,先用冷气管使其周围空气变冷,再使食物从这冷空气中受冷.此种方法不足之处在于食物受冷结冰速度慢,所生结晶中心数目很少,结成的晶体很大,容易破坏食物的内部构造.现在使用的方法是快速结晶法,即用一种盐类溶液代替空气.因为溶液与空气相比有两点好处,一是盐溶液的比热比空气的比热大,二是盐溶液流动时的导性比空气的导性强.比热大,温度不容易升高;导性强,食物里面的热量容易被吸去.第二节讲造冷机的原则.造冷机根据热力学第二定律制造,分为冷空气机、冷蒸汽机和吸收机三种类型.接下来的两节分别讲冷空气机和冷蒸汽机.冷空气机是用空气做冷料.普朗克介绍了冷空气机的结构、冷功效(即造冷机在一个时间单位内从食物里面吸出来的热量)和功效数(冷功效与造冷机所需工作的比值).讲到冷蒸汽机时,普朗克介绍说在造冷工业上可以用作冷料的有四种液体:水、亚摩尼亚(氨)的饱和蒸汽、亚硫酸的饱和蒸汽、碳酸的饱和蒸汽.水的气压太低,不宜用于实用的造冷工业.亚摩尼亚和亚硫酸的饱和蒸汽的气压适宜,但有种难闻的臭

气,在多人聚集的地方禁止使用.碳酸的饱和蒸汽的气压很高,所以铁管连接的地方不容易密封,又因为临界温度低,汽化热也小,所以冷工效也小.普朗克还分别从经济和功效两方面比较了湿法和燥法,给出了亚摩尼亚的饱和蒸汽表,并列举例题说明了计算压缩器气缸活塞升程及旋转数的方法,强调做此种计算时,要预先假定造冷机里面的温度及冷功效的大小.结合制冷机效率的讲演,5月13日,普朗克约同济工正科一、二年级的同学一起到上海振新冰鲜公司筹备处,对其一部小型制冷机进行实际测量.这部小型制冷机由压缩器、去热器(散热器)及冰鱼箱组合而成,原动力为电,自装电气马达(电机)以发动,并装电表以控制所需之电量.通过测量和计算得到电动机的功率、压缩机功率和散热器的散热效率,最后得出该小型制冷机的效率只有0.526.普朗克说明,虽然这是个很低的效率值,但在该种小型制冷机上,仍是一个满意的数值^[14].

5月5日在江苏省教育会演讲“中国工业教育”时,普朗克讲到:“无论何种工业,均当以自然科学为基础,高等工业家,非有充分之科学知识,不能成功,虽目前社会上,尚多商业化之工程师,似不需要科学根基,即能应付裕如,惟此仅就经济方面而言,或自有其价值,苟自文化言之,则必将永无进步,而当于创造力者,故就教育方面而言,其目的非欲养成商业化之工程师,乃欲养成有益文化之创造的工业家,创造的工业家可分为三类,即(1)理论工程师,专究学理,而委其身于试验室者;(2)画图打样者,即真正之制造家;(3)管理工程师,专事改良工厂组织及管理方法.教育于此三方面俱需注重,惟学生则可就其性之所近,而任择其一方面,工业发达之国家,其工业分类愈精密,则其需要专门人才愈切要,此项人才,不仅于其专门部分,有充分研究,即有关系之各种,亦须连带研究,此盖需躬毕生精力而为之者也,至工业幼稚之国家,专门家不为世重,故宜注重普通的工程师(即能了解多种工业之工程师),德国二十五年前,其情形与中国今日相似,如电机机械,尚合为一科,近则分类愈细,即最相接近之土木科,亦已分离,电机科并已废止摄影几何学,以其在该科中不重要,此仅就科学分类言之,又毕业考试方法,亦已更变,学生得择其平日乐于研究之科学受试,其普通科学,竟可置之不问,故如汽车飞机无线电等,专门研究者已多其人,专门人才,以中国今日工业幼稚之故,余意尚非必需,譬如中国最重要之工业,如麦粉厂榨油厂等,其所有管理之职,决非极精细之工业家

所适宜,至所谓工业家,仍不当信仰天才,要以科学为根据,而科学则当自两种方法研究之,即归纳与演绎云云^[15]”。

4 讨论

普兰克来华,在我国物理学界留下了一段广为流传的佳话:胡刚复在为其翻译时创造德语“Entropie”的汉译字“熵”。阎康年先生在《热力学史》中说:“关于‘Entropie’的中译字‘熵’的来历问题,据作者的考证和钱临照教授的介绍,基本上证实是胡刚复教授于1923年5月23日为I. R. 普朗克(I. R. Planck)⁷⁾来南京东南大学作《热力学第二定律及熵(Entropie)之观念》讲学的翻译时,第一次译为‘熵’。据钱临照教授向作者(指阎康年先生)介绍说:‘胡刚复先生曾亲自’向我讲过,熵这个概念太复杂,所以他想了一个简单办法,为它起了中文名字‘熵’”。胡刚复教授根据 $dS = dQ/dT$,认为S的量纲为热量与温度的之商,而且这个概念与火有关,就在商字上加火字旁,构成“熵”,并被广泛采用和流传下来^[16]。

吴大猷先生称赞胡刚复的这一创新,“有一个关于胡刚复先生的事迹,我最近才发现.在理论力学里面,有一个熵(entropy)的概念和他有些关系.中文翻译也是新创的——火字旁,右边是一个商字.……我认为这是非常好的一个字.……在我们中文里,头一次出现这个字(熵)是在1923年左右,大概是在胡刚复先生教书的时候,很早的时期.……胡刚复先生创出这个新名词,中文名称叫做‘熵’”。“这个汉字是怎么来的呢?因为entropy跟能量(火)有关系,能量被温度来除(商),得到‘熵’。现在entropy被译成中文的熵.真是高明.这是一个新的字,从来没有出现过的,我也是最近才晓得,原来是胡刚复先生所贡献出来的一个新名称”^[17]。

尽管本文努力搜寻并梳理了普兰克1923年在华学术活动的历史片段,但基于文献有限,对其来华有一些具体问题仍有待发掘和解析.有资料说普兰克是“应上海丹麦某公司特约,来华专任短期之指导”^[10],另一资料说普兰克“为了卖食物冷藏法专利权的事情来华”^[4],普兰克来华是应谁的邀请,主要目的是什么等还未搞清.另外,普兰克在华学术活动产生了哪些影响也有待进一步探讨。

致谢 感谢刘寄星先生建议我们对此问题进行研究,感谢方在庆先生在本文写作过程中给予的多次帮助,特别感谢方先生在Nationale Biographie中搜

索出Rudolf Plank姓名.感谢戴念祖先生和王士平先生多次阅读本文并提出宝贵意见和建议。

参考文献

- [1] Baehr H D, Plank R. in Neue Deutsche Biographie, Bd. 20, Menges Franz. 2001. S. 501 f
- [2] 行将来沪之德国工业学家. 新闻报, 1923-3-31; 4(3) [Xinwen Bao, 1923-3-31; 4(3)(in Chinese)]
- [3] 德国工业学家来华游历, 工科大学教授濮郎克博士. 时事新报, 1923-4-6; 学灯副刊 [Shishi Xinbao, 1923-4-6 (in Chinese)]
- [4] 薛祉稿. 造冷工业. 同济杂志, 1923, (18): 66-76 [Xue Z. G. Tongji Magazine, 1923, (18): 66-76(in Chinese)]
- [5] 濮郎克博士将讲演科学之价值, 时期本月五日在江苏省教育会. 新闻报, 1923-5-4; 4(3) [Xinwen Bao, 1923-5-4; 4(3)(in Chinese)]
- [6] 濮郎克之演讲, 演讲为工业教育, 谓专门人才不适中国目前. 时报, 1923-5-6; 3(6) [Shi Bao, 1923-5-6; 3(6)(in Chinese)]
- [7] 中国第二历史档案馆, 全宗名称: 国立中央大学档案; 案卷标题: 关于演讲问题的函告; 全宗号: 648; 案卷号: 406; 缩微号: 16J-3031, [The Second Historical Archives of China, 648-406(in Chinese)]
- [8] Von Prof. Dr. R. Plank. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik und der Entropiebegriff. 科学, 1923, 8(5): 502-514 [Von Prof. Dr. R. Plank. Science Magazine, 1923, 8(5): 502-514(in German)]
- [9] 濮郎克讲, 胡刚复译. 热力学第二定律及熵(Entropie)之观念. 科学, 1923, 8(5): 515-527 [Plank, Hu G F translated. Science Magazine, 1923, 8(5): 515-527(in Chinese)]
- [10] 工业界之福音, 德国拔兰克博士将来华讲演. 京报, 1923-5-27 [Jing Bao, 1923-5-27(in Chinese)]
- [11] 濮郎克教授演讲题目及时间. 北京大学日刊, 1923-5-28; 1, 1923-5-29; 1, 1923-5-30; 1, 1923-5-31; 1, 1923-6-1; 1 [Beijing Daxue Rikan (Daily Bulletin of Peking University), 1923-5-28; 1, 1923-5-29; 1, 1923-5-30; 1, 1923-5-31; 1, 1923-6-1; 1(in Chinese)]
- [12] 勃朗克博士演讲, 阮介蕃博士翻译, 张济翔笔记. 热力学第三定律“奈痕斯坦”定理. 科学, 1924, 9(11): 1382-1392 [Plank, Ruan J F, Zhang J X translated. Science Magazine, 1924, 9(11): 1382-1392(in Chinese)]
- [13] 勃朗克博士演讲, 阮介蕃博士翻译, 张济翔笔记. 物态方程式. 科学, 1924, 9(9): 1051-1063 [Plank, Ruan J F, Zhang J X translated. Science Magazine, 1924, 9(11): 1051-1063(in Chinese)]
- [14] 薛祉稿. 同济杂志, 1923, (18): 66-76; 薛祉稿. 1923, (21): 90-105 [Xue Z G. Tongji Magazine, 1923, (18): 66-76; 1923, (21): 90-105 (in Chinese)]
- [15] 濮郎克演讲中国工业教育, 谓专门人才不适于中国目前. 申

7) 此处演讲者姓氏西文拼写与引用文献不同, 在引用文献中为Plank, 此处为Planck, 而在一篇此著作的介绍文章中, 演讲者已经成为大名鼎鼎的著名物理学家普朗克(M. Planck)(王森.“熵”与《热力学史》. 中国图书评论, 1991, 4: 98-99).

- 报,1923-5-6:13[Shen Bao(Shanghai News) 1923-5-6:13 (in Chinese)]
- [16] 阎康年. 热力学史. 济南: 山东科学技术出版,1989:143[Yan K N. A History of Thermodynamic. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 1989:143(in Chinese)]
- [17] 吴大猷述,黄伟彦、叶铭汉、戴念祖整理,柳怀祖编. 早期中国物理发展之回忆. 上海:上海科学技术出版社,2006:55[Wu D Y, Huang W Y, Ye M H, Dai N Z settled, Liu H Z ed. A Memory of the Development of Early Chinese Physics. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2006:55 (in Chinese)]