

编者按:王竹溪先生是享誉国际的我国著名理论物理学家和物理教育家,他是我国热力学和统计物理学研究的先驱和开拓者,也是我国理论物理学研究和教学的主要推动者之一.从抗日战火纷飞的1938年回国直至改革开放后的1983年,王竹溪先生将自己的一生无私地献给了祖国的物理教育和研究事业,他培养的一代又一代学生为我国的经济、国防建设和科学教育事业创立了丰功伟绩;他的学术名著《热力学》、《统计物理学导论》、《特殊函数概论》(与郭敦仁合著)至今仍为后学者释疑解惑;他为我国物理学期刊建设、物理学名词标准化所付出的宝贵心血依然浇灌着我国的物理出版物,令人长久铭记.2011年12月31日,我国物理学界在北京大学隆重举行了“王竹溪先生诞辰100周年纪念大会”.会上王先生的多代弟子纷纷发言,以自己的亲身经历高度赞扬了王先生的学术成就和道德人品,表达了对先生的无限怀念之情.为纪念王竹溪先生对中国物理学发展所做出的不朽功绩和继承他正直无私、献身科学的高贵品质,我们特邀请部分发言者及其他学者撰写纪念文章,以王竹溪先生百年诞辰纪念专题的形式刊出,以飨读者.

# 王竹溪先生生平事略

王正行

(北京大学物理学院 北京 100871)



图1 王竹溪先生<sup>1)</sup>

王竹溪(1911—1983年),湖北公安县人,物理学家、文字学家和教育家,我国热力学与统计物理学研究的先驱和开拓者.他曾主持我国物理教学指导和教材建设,对我国物理教学和课程建设有很大影响.他曾长期担任《物理学报》主编和审定物理名词,在促进我国物理学研究和传播方面贡献卓著.他创立首部法编撰《新部首大字典》,对研究汉字和汉字检索机械化做出了开创性的工作.林家翘、杨振宁、李政道等国际知名物理学家,都曾是他的学生或得到过他的指导.

## 1 家世与童年

王竹溪先世祖籍江西南昌,明万历年间移居湖北公安,在麻豪口镇潭子湾定居.他曾祖父考取贡生,祖父是补廪秀才,父亲王才俊同治十年(1871年)入邑庠成秀才,民国初年曾任公职于乡里<sup>[1]</sup>.他母亲黎雨生是同县杨家厂南五洲人,性格温顺善良,是勤俭持家的贤妻良母.得自父母的遗传和家庭的影响以及环境的熏陶,铸就了王竹溪待人真诚实在、正直善良的个性,养成他一生节俭朴素、勤奋务实的作风.

王竹溪在兄弟姐妹6人中行五,在兄弟3人中

行三.他从3岁起就跟父兄和姐姐学《三字经》、《百家姓》和《千家诗》,后来还读了《增广贤文》.4岁时父亲取《诗经·卫风》中“瞻彼淇奥,绿竹猗猗”之义,为他取学名治淇,字竹溪,后以字行.

他6岁时曾入麻豪口小学,但旋即退学,回家随兄念家塾.大哥耀怀在家教书,收附近的孩子入学.他8岁那年秋天,耀怀入武昌农学院,不久因伤寒早逝.他接着随二哥铭西一起,跟一位从监利来的老师读《诗经》.9岁到麻豪口附近的淡头从塾师章怀之读《四书》,10岁到麻豪口西堤随塾师范德亮读《左传》,后因水灾回家,自学《唐诗三百首》和《古唐诗合解》.除了这些正课,他还读了《封神演义》等文学读物<sup>[2]</sup>.

1) 本文除图13外,其余照片均由王世珊提供

1922年春,王竹溪再次进麻豪口小学,但只念了半年。

## 2 在武昌和上海念中学

1922年秋,王竹溪随铭西到武昌,进荆南中学。他先在己班的补习班,补习数学与英文。次年升入正式己班,物理老师是罗少玉,英文老师是戴艺农。除了在校学习外,他还常去基督教青年会打乒乓球,并在那里学会下围棋。

1926年夏,念满旧制初中四年,从荆南中学毕业后,王竹溪乘船赴上海,准备进一步升学。但他在船上就着凉生病,王才俊赶到上海照顾。病愈后他回家休养,在养病期间,他读了《汉魏丛书》和《礼记》,还浏览式地读了《幼学琼林》、《庄子》、《老子》、《史记》和《汉书》,以及《聊斋志异》、《红楼梦》、《阅微草堂笔记》等小说和文学读物。

王竹溪自小对书法就有特别的兴趣,写得一手好字,常为麻豪口的商店和住家写楹联,甚至为人写过碑文。在荆南中学期间,他学过何绍基的字和《魏碑》,以及清道人的字。在家养病期间又学习李石岑的字,还学过王羲之的《黄庭经小楷》,以后学过孙过庭的《书谱》和《怀仁集圣教序》。对汉字的兴趣陪伴他的一生。

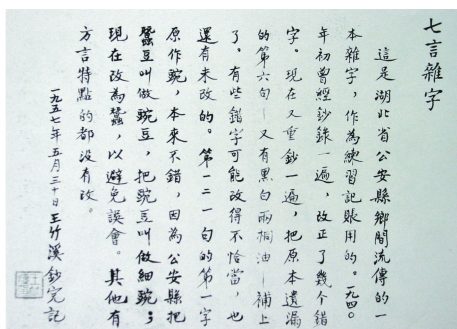


图2 王竹溪墨迹

在那时期,王竹溪学习了康熙字典的切韵法,学习康熙字典,使他对汉字检索问题发生兴趣,而学习切韵法,则为他后来进一步学习音韵学,学习英、德、法、意、俄等外语打下基础。

1927年春,王竹溪离家拟赴上海继续求学。到武汉后,路费被好友借去,他只好留在武昌,考入第二中山大学理预科。第二中山大学是武汉大学的前身,而其前身则是武昌师范大学。学校有两三台破旧的英文打字机,王竹溪借了一台,学会了英文打字。

秋季开始,王竹溪随二嫂晏棣华到上海。1928年春,进上海麦伦书院(Medhurst College)。麦伦书

院有高中、初中和小学,他凭第二中山大学的学历证明,插入麦伦的高二。英国人白约翰(John Barr)做高三年级班主任,教英文历史,英文作文,英文文学和化学,王竹溪与他接触最多。物理老师是张庭潮,校长夏晋麟教算术。

王竹溪在麦伦期间,课外看过梁启超《饮冰室文集》的一部分,和他的《清代学术概论》以及许多散文,中文作文很受梁的影响。此外,还看了鲁迅、郭沫若、郁达夫、蒋光赤、叶灵凤、老舍、茅盾等人的新文艺作品和潘汉年的短文,到清华大学后又看了科学与玄学之争。

麦伦是教会学校,有一个礼拜堂,礼拜天上午学生都要去做礼拜。在这种教会学校,教学与日常生活都用英语,有一个良好的英语语境。王竹溪在麦伦短短一年半,就打下了很好的英语基础。

王竹溪记性和个性都极强。他博闻强记,从小就表现出来。在麦伦书院时写中文作文,他总是先在胸中把全篇句子都想好,然后提笔一气呵成。一篇文章长的可有两千多字,能够从头到尾在心中记住。后来他讲课作演讲,也从不用讲稿。两个小时的课,两手空空就去了。备课只是从家到教室的几分钟,骑自行车上一边骑车一边想想就行。两堂课讲下来,阶梯大教室上下两排四块大黑板都不够用,满满的公式推演,一步一步工工整整清清楚楚,从不出错。遇到重要的公式,他还能随口说出是他书上第几页的第几式。通常的理科教学都强调整理,认为理解是记忆的基础。而王竹溪还注重记忆,他反复强调若不记住一些基本内容和重要公式,则根本无法在头脑里进行思考,也就谈不上深入的理解<sup>[3]</sup>。

“文革”期间在一次专业性的大会上,有人发言说“王竹溪是资产阶级专家权威,我们不能听他的。”王竹溪上去作答,并没有直接反驳。他平心静气,从最基本的量子力学薛定谔(Schrodinger)方程开始,一步一步严格推演,最后给出了被那位发言者批评的结果。讲完后王竹溪放下粉笔走下讲台,全场鸦雀无声。那个年代在那种场合,没人敢鼓掌,沉默无语就意味着心服口服地接受。若没有丰富的积累和过人的记忆,在那种猝不及防的情况和政治高压的氛围下,不可能有勇气和胆量毫无准备就信心十足胸有成竹地走上那个讲台<sup>[4]</sup>。

王竹溪自小就具有很强的个性。一次过年,王家宾朋满座。街上舞龙灯、耍狮子、骑竹马,吸引了大人孩子们夹道围观。幼年王竹溪竟不为所动,而专心致志地在墙上描摹大门的对联。客人惊奇地问:“你怎

么不去看龙灯?”他一本正经地回答:“白日莫闲过,青春不再来.窗前勤苦学,马上锦衣回.”小小年纪就有如此志向,对自己认定的事这般投入,而不为环境所左右,不为潮流所动摇.这种独立不羁的个性和特立独行的作风,在他后来对学问的探索与研究中得到了充分的表现.

### 3 进入清华园

1929年,王竹溪同时考取中央大学和清华大学(以下简称清华).当时梁启超在清华主持国学研究所,王竹溪仰慕其名,想做学问,选择了清华.进清华后,他想学物理.二哥铭西劝他学工程,说将来好找事做.听了铭西的话,王竹溪第一年注册在土木工程系,但是第二年就转入了物理系.入学后的考试,他成绩最好的是数学.数学有一题是解析几何的椭圆问题,他用平面几何方法证出,给教师孙光远很深的印象.所以孙多次劝他入数学系,但是他的兴趣在物理,没有接受孙的劝说.

那时的清华物理,在叶企孙的主持下蒸蒸日上,成为中国最主要的物理学中心.1932年,李书华、叶企孙等19人在清华科学馆210号聚会,宣告成立中国物理学会.那是中国物理学发展由小溪开始汇集成大流逐渐形成气候的时期,叶企孙则是引领这一潮流的一位主帅和掌门人.王竹溪选择清华物理投到叶企孙麾下,就直接进入了中国物理学界的主要圈子.特别是遇到周培源,成为周的“一代相知”,后来辅佐周主持北京大学(以下简称北大)和中国物理学会,与周结成了持续一生的深厚的师生情谊<sup>[5]</sup>.



图3 求学清华园(左起:王竹溪、赵九章、傅承义)

周培源是叶企孙主持清华理学院和物理系时最早聘到的教授之一,他很快就发现王竹溪“能深入理解物理概念并具有数学计算的特殊才能”.而王竹溪早就显露出对于数学的特殊天赋与兴趣.他很小就跟堂姐治英学会珠算.在荆南中学念书时,又跟父亲

的朋友周成武学会不定方程的解法.当时家中有一本几何书,王竹溪从中学了割圆法,即由外切和内接多边形求圆周率.他初中毕业时曾在武昌买到一本程大位编写的《算法统宗》,学习了珠算开方法和其他中国传统算术的方法,发现中国算术的开方法实质上与西方的笔算法是一样的.在南京考中央大学时,有一道阿波罗尼(Appolonius)圆的几何题,他未能做出.考完后回武昌等待发榜期间,就到母校第二中山大学图书馆查资料,找到了这个题目的解法<sup>[2]</sup>.王竹溪自小就对数学抱有极大的兴趣.这种兴趣,决定了他在物理学中选择理论物理,而在理论物理中选择与数学关系更密切的基本理论.

因为有浓厚的兴趣,他学得十分主动和投入.有三点与一般人不同.首先,他不是单纯地获取和堆积物理知识以及前人的物理经验,而是把学习当作自己来研究和发展物理的过程.所以他每学一门新的理论,都会写出详尽而系统的笔记,按照自己的思路和逻辑整理成一个完备和自洽的体系.同学们很快就发现,要想深入理解和学好一门课,最好的途径就是借阅王竹溪的笔记.还是在学生时代,王竹溪的笔记就在同学中间流传.他执教以后,无论是在西南联大(国立西南联合大学的简称),还是在清华和北大,他的分析力学、电动力学、量子力学、热力学、统计力学和数理方法的笔记,都是历代弟子必读的经典.从王竹溪的笔记和讲稿来学习理论物理,这已成为学生中相传的一条重要经验<sup>[6]</sup>.他的量子电动力学重正化的算稿和笔记,也曾在熟人圈中传阅.

与一般人不同的另一点是,对于遇到的问题,在其物理、数学以及思维等不同方面,他都有清晰的分析和判断,绝无含糊与混淆.“文革”中有人以克劳修斯(R. E. Clausius)的“热寂说”为由,写文章批评热力学,把“热寂说”与热力学混为一谈.江青、张春桥和姚文元都作了批示,企图继批相对论之后再搞一场批热力学的运动.经办人员来找王竹溪,王看后说这篇文章是错的,克劳修斯用错了热力学,“热寂说”是克劳修斯的错而不是热力学的错.他为此在《自然科学争鸣》上发表论文“‘热寂说’不是热力学第二定律的科学推论”,一锤定音,使这场批判胎死腹中<sup>[4]</sup>.

与一般人不同的第三点是,他不仅跟随教授和从书本来学习,而且很早就开始从原始论文来获取最新的知识和经验.王竹溪进清华时,正是20世纪物理学飞速发展、英雄辈出的黄金时期.由普朗克(M. Planck)量子论所引起的物理学观念变革,最终导致量子力学的建立.总结这一新理论的专著和教

科书于 1928 至 1932 年期间才相继问世。王竹溪学习量子力学的具体方法,是跟随和阅读创立量子力学的所有原始论文。德布罗意(L. de Broglie)的论文是用法文写成的,狄拉克(P. A. M. Dirac)的论文是用英文,而波恩(M. Born)、海森伯(W. Heisenberg)、约当(P. Jordan)以及薛定谔的论文则都是用德文发表的。王竹溪不仅英文很好,而且在学习音韵学的基础上又选修过德语、法语和意大利语。他后来说,德布罗意的博士论文有二百多页,他从头到尾仔细看过。狄拉克那篇建立电子相对论性波动方程(狄拉克方程)的论文发表于 1928 年,其中包含 4 个  $4 \times 4$  的狄拉克矩阵,他当时看完这篇论文,就记住了这些矩阵,几十年都不忘。而因为看过和熟悉狄拉克的论文和工作,使他赢得了去剑桥留学的机会。

#### 4 留学剑桥

1935 年 7 月,狄拉克应邀访华,来到北平。他在清华分别就《电子理论》和《正电子理论》做了两次演讲,这是使他获得诺贝尔物理奖的主要工作。王竹溪早已认真读过狄拉克 1928 年的那篇经典论文,以及他前后相继发表的一系列论文,了解和熟悉他的工作。所以狄拉克对王竹溪印象很好,把王竹溪推荐给他自己的老师福勒(R. H. Fowler, 1889—1944)。

福勒 1914 年起在剑桥任教,1925 年当选为英国皇家学会会员。他的工作主要是在统计力学和热力学方面,于 1922 年提出著名的达尔文(Darwin)一福勒法,即最速下降法。他是理论天体物理学的奠基人之一,1926 年提出白矮星是由高密度的简并气体组成的,使之保持稳定的原因是泡利(Pauli)不相容原理。他又发展了相变和磁性物质、合金以及溶液中的集体现象的理论。他还运用量子统计和电离理论研究了高温高压下物质的状态。1928 年,他根据量子力学的隧道效应说明了电子从金属上冷发射的现象,这被称为福勒一诺德海姆(Nordheim)模型。而福勒对物理学最大的影响,是他让狄拉克去读海森伯的论文。1925 年 7 月,海森伯在剑桥卡皮查(Kapitza)俱乐部的演讲,狄拉克没有参加。福勒把海森伯的论文副本寄给正在度假的狄拉克,使他得以了解海森伯的工作,从而做出了创建量子力学的历史性贡献。

福勒学派当时的兴趣集中在金属、合金以及溶液中的集体现象和相变问题。王竹溪的第一项研究,是气体通过金属的扩散。在金属薄片一边的气体,在



图 4 狄拉克访华(左起:周培源、狄拉克、王竹溪、任之恭)

高压下会透过金属而逸出到另一边去。里查孙(O. W. Richardson)用统计理论推出的公式表明,气体分子的扩散率与压强的平方根成正比,与金属片的厚度成反比,比例系数与温度有关。实验发现,对于氢气通过镍片的扩散,即使压强加到 112 个大气压,扩散率都像里查孙公式那样与压强的平方根成正比,但在压强低时,扩散率比里查孙公式给出的要高。

王竹溪想到,进入金属的氢原子也可能又回到金属表面,与吸附于表面的原子结合成氢分子,回到氢气中,这是原来的推导没有考虑的。他重新推导的结果表明,在压强很高时,扩散率与压强的平方根成正比,与里查孙的公式一致。而在压强很低时,扩散率与压强成正比,比里查孙公式预言的要高。他的公式与实验相符,这就解释了里查孙公式与实验的偏离并对它作出改进。

氢原子吸附在镍片表面形成一种吸附膜,它包含了新的重要的物理。在完成气体通过金属的扩散这个工作后,王竹溪接着就来研究吸附膜的性质。福勒和派尔斯(R. Peierls) 1936 年研究了近邻吸附原子间有吸引的情形,表明当温度低于一临界值时,表面吸附膜的覆盖率会突然从小变大,发生不连续的改变,即二维体系的相变。王竹溪则进一步用贝特(Bethe)一派尔斯近似来计算近邻吸附原子间有排斥的情形。他通过几个数学变换巧妙地证明了,在温度一定时这种情形的覆盖率与压强的关系没有临界点,即排斥的情形不存在相变。

考虑近邻相互作用只是一种初步的近似,进一步的研究需要考虑吸附原子间次近邻以上的相互作用,即存在长程相互作用的情形。王竹溪的第三个工作,就是将现有统计理论推广到吸附粒子间有长程力的情形。



图5 留学剑桥(左起:李国鼎、王竹溪、张文裕、钱临照)

如何处理粒子间的相互作用,是统计物理计算的难点与核心.针对不同类型的相互作用和物理问题,发展了不同的近似方法.王竹溪在这里提出的近似方法,是假设分布的变化只局限于以某个格点为中心的圆圈内,在此圆圈外的分布是均匀和连续的.可以期待,如果逐步增大这个圆圈的半径,使得包含在圆圈内的格点越来越多,算得的结果就会越来越接近,近似的程度也就会越来越好.最简单和粗略的近似,就是取这个圆圈的半径等于吸附粒子的近邻间距.在这种情况下,确定粒子分布的方程还不太复杂,王竹溪算出了它的解,发现这个解与派尔斯的结果完全一致.也就是说,在只考虑吸附粒子近邻相互作用时,他提出的近似方法与贝特方法给出的结果相同.

王竹溪的这项研究,把气体与其在固体表面的凝聚物合起来作为一个统一的体系来处理,是一个统计理论,给出的是气体凝聚和凝聚物蒸发达到平衡时的性质.另一方面,若把气体与凝聚物分别作为两个体系,从微观过程的动力学分析来研究,就可以直接研究它们之间的相互作用以及如何达到平衡,即吸附作用的分子运动论.这是王竹溪的第四个工作.他把所得的公式运用于气体通过金属的扩散,发现他先前所得到的扩散方程在压强很小和很大时的结论,并不受相互作用的影响.

上述四项研究所涉及的均为平面点阵,点阵单元也只有一种原子,如镍或钨.王竹溪进一步的研究分两方面:一方面,把研究从二维平面点阵推广到三维立体点阵;另一方面,把点阵单元从一种原子推广到两种原子,即从单纯的元素推广到合金或化合物.

对二元合金超点阵(superlattice),贝特1935年给出了两种原子数相等的超点阵的统计理论,不过只考虑近邻原子间的作用.1936年,派尔斯把贝特理论推广到两种组元浓度不等的情形,但仍只考虑

近邻原子作用.1937年,当时也在跟福勒做研究生的张宗燧把贝特理论推广到包括次近邻原子作用,不过限于两种组元浓度相等的情形.王竹溪的理论既能处理组元浓度相等,也能处理组元浓度不等的情形,并且不限于近邻与次近邻原子作用,而是一种普遍的长程相互作用.

在王竹溪的具体计算中,相互作用势能取与距离的幂次成反比的形式.幂次6给出中性原子的范德瓦尔斯吸引,幂次无限大对应于贝特的一级近似.算得的体系有序度随温度增加而下降,在临界温度附近一很小范围内急剧下降到零,发生从有序到无序的相变.贝特一级近似给出的相变温度范围较宽,王竹溪的结果有所变窄.他最后讨论了相互作用形式对结果的影响,考虑了比与距离的幂次成反比更符合实际的相互作用势能.

王竹溪在剑桥3年共完成6篇论文.1938年7月,他以论文《吸附理论及超点阵理论的一个推广》获剑桥大学哲学博士学位.



图6 驱车苏格兰(右二起:王竹溪、张文裕、吴征铠、李国鼎、初大告)

## 5 在西南联大的研究

1938年8月,王竹溪从剑桥回国,应聘为西南联大的清华大学教授,继续工作在相变这个统计物理研究的重要前沿领域,研究晶体有序—无序相变.首先,他在贝特理论的基础上,从一个近似公式出发,求得了自由能的表达式,并讨论了吸附作用的问题.接着,他对这个理论又作了改进.在推广到包含长程相互作用的贝特理论中,他得到一个近似公式,处理了高阶近似,并且运用于吸附作用的问题.这个理论是完全普遍的,计算量也大为减少,可以运用于具体问题,于1945年发表于美国《物理评论》.此外,他紧紧跟随国际上超点阵领域的发展,很快就熟悉和掌握了他离开剑桥后新提出的基尔库德(Kirkwood)方法,用来研究吸附作用中的超点阵问题,并

对这个方法进行深入分析。

除了继续进行研究外,围绕相变问题王竹溪作了一系列演讲,在当时引起轰动.他因此还相继吸引和指导了林家翘、应崇福、杨振宁、李荫远、梅镇岳和徐亦庄等,跟随他研究超晶格相变的统计力学。

在西南联大期间,王竹溪对热力学进行了系统和深入的研究.这些研究涉及活塞两边气体趋于平衡的过程、范氏气体的性质、高级相变、勒夏特列原理、平衡与稳定之理论等.前三个工作是对热力学中一些专门问题的具体探索,后两个工作则关系到热力学基本理论的逻辑与表述,属于真正基础性的研究。

在早期的热力学中,有一条由勒夏特列(A. Le Chatelier)提出而被布劳恩(F. Braun)推广了的勒夏特列原理或勒夏特列—布劳恩原理:系统平衡态某一因素的改变,将使平衡态向抵消此因素改变的方向转移.这个原理回答的问题是系统平衡态在外界扰动下的变化方向.而从热力学的基本原理来看,这个问题可以根据热力学第二定律来回答,王竹溪做了仔细的分析.他把这个原理涉及的具体情形分成三类,并指出这三类情形的严格分析都依赖于平衡态的稳定条件.他发现,在大多数情形,勒夏特列原理的回答都与热力学理论给出的一致.但他也举出两个要用到热力学麦克斯韦(Maxwell)关系的例子,勒夏特列原理的回答与热力学理论给出的相反.于是王竹溪得出结论:“由于不能毫无歧义地应用这个原理,看来最好是把它完全忘掉,在所有的情形都采用热力学的严格推导。”

平衡与稳定是热力学最基本的一个主题,是经典热力学的基础与核心.对这个问题,热力学的奠基人吉布斯(J. W. Gibbs)和普朗克都已经透彻地研究过.王竹溪的工作,是对他们的理论的改进、推广与运用.改进是在理论的逻辑结构与推演方面。

达到平衡的力学、热学和化学三个必要条件,可以从热力学基本原理推出来.吉布斯的推导用的主要是能量极小判据,需要保持总的熵与体积不变.而普朗克的推导用的判据是熵增加原理,需要保持总的内能与体积不变.王竹溪指出,吉布斯的理论普遍而且完整,但论据不是十分直接,跟随起来相当困难.普朗克的理论表述非常清晰,而其数学处理却相当繁重,因为在熵的表达式中温度出现在分母.王竹溪倾向于普朗克的熵判据,因为对于孤立系统来说,容易满足能量和体积不变的条件,而很难保持熵为常数.这两个判据导致相同的结果,人们自然会选

数学上更方便的做法.吉布斯证明了这两个判据是等价的,但是在他的证明中没有明确说出总体积不变这个条件,而且只考虑了变化为无限小的情形.王竹溪按照普朗克的思路,从熵定理出发推出了吉布斯判据,并且是考虑有限大小的变化.这个做法十分清晰简洁,用他论文中的话说,“我相信是更清晰地表现了基本的思想”.当然这里没有对与错的分歧,王竹溪追求的是思维的简单与逻辑的完美.在20世纪初期那一代物理学家中,玻恩数学功底极好、也极注重理论的数学结构与形式表述,玻尔则更欣赏物理的直观与直觉.王竹溪显然是属于玻恩而不是玻尔的类型。



图7 王竹溪与妻子涂福玉在昆明

王竹溪还与植物生理学家汤佩松合作,研究了植物细胞的水分关系(water relations)<sup>[7]</sup>.细胞如何与外界交换水分,涉及细胞壁内外的水分穿过细胞壁的流动与平衡.作为一个热力学体系,这就是压强、温度和化学势趋向平衡的过程.生物学家测量细胞内外的压强,逐渐形成了一些关于压强的概念,用压强来分析和判断水分流动方向.压强的概念虽然简单直观,但是因素复杂,很难发现简单的经验规律.在另一方面,化学势的概念尽管抽象不直观,但比较简单容易运用,特别是对细胞的水分关系这样单纯的问题.汤、王二位明确提出,水分化学势在细胞内外的差,可以作为水分是倾向于流入或流出细胞的量度,并称之为细胞水分流动的趋势(tendency).这个工作1941年在美国《物理化学学报》发表之后,有如石落深山没有反应,植物生理学界仍然继续使用压强的概念。

十多年后,1956至1958年间,中国植物学界有过一次关于植物细胞水分运动的讨论.这次汤、王二人再次联手.为了检验和印证他们的热力学理论分

析,汤佩松与梅慧生用浸泡在蔗糖水溶液里的马铃薯做实验,在恒温下测量不同浓度的糖水中马铃薯的膨胀.王竹溪则先把汤-王理论从细胞浸泡在水中的特殊情形推广到浸泡在溶液中的更一般情形,接着把理论表述成生物学家通常惯用的渗透压形式.汤-梅的实验发表于1957年的《植物生理学年报》,王竹溪的论文则同时发表于1958年《科学记录》的中文与英文版.遗憾的是,汤、王这次的努力仍然没有得到响应.

两年后,与汤、王相同但独立地,斯莱梯耶(R. O. Slatyer)和泰勒(S. A. Taylor)在英国《自然》杂志上著文,提出用水分化学势描述植物含水状态,用水分化学势的梯度描述植物细胞水分运动的趋向和限度.六年后,克拉默(P. J. Kramer)等人进一步在美国《科学》杂志发表文章,肯定和完善了水分化学势的描述体系.自此,用水分化学势描述植物水分关系的热力学体系才取代了用压强描述的力学体系,成为植物生理学的主流.现在植物生理学界把水分化学势简称为水势.从1941年到1966年,汤、王的工作领先了整整四分之一世纪!

## 6 传授理论物理

西南联大物理系的课程,分本科与研究院两大类,王竹溪为本科讲授《普通物理》、《热学》与《微子论》.其中普通物理不仅为本系学生,也为工学院等外系学生讲授,是物理系最重要的基础课.热学是与普通物理分开的一门单独的课程,而微子论也就是气体分子运动论.在实际上,王竹溪也讲授过《力学》,李政道和黄祖洽就听过他的力学课<sup>[8]</sup>.那年的第一学期,赵忠尧讲理论力学前半部分,第二学期王竹溪接着讲理论力学后半部分,包括刚体运动和分子力学.



图8 1956年与理论物理毕业班合影(第二排左四起:郭敦仁、王竹溪、章立源)

后来王竹溪还多次讲授过力学.1951年春,他参加高等教育部组织的赴东北教育参观团,在当时的东北工学院院长春分院为教师作了系列演讲,持续一个多月,内容主要就是牛顿力学,包括广义坐标、正则变换、刚体动力学、拉格朗日方程、哈密顿方程、哈密顿-雅可比方程等.

一些较深但基本而且重要的内容,即便学生不能完全懂得,也应该让他们知道,这是王竹溪授课中一贯的指导思想.“文革”后期开始招收的学生,多数都没有完成高中学业,而且程度参差不齐.为了避免有的学生听不懂,让多数学生能跟上教学进度,当时一般的做法是删去较深内容不讲.王竹溪不赞成这样做.如林纯镇回忆,刚体动力学的欧勒定理,当时他不想讲了,一是这个定理讲起来有难度,二是讲了学生也听不懂.可是王竹溪说,即使学生听不懂,但知道有这么个定理在那儿,将来他们有能力有条件时可以回过头来再搞懂.他说西南联大时给杨振宁、李政道讲课涉及的一些内容,后来他们都有所发展<sup>[9]</sup>.

在西南联大的研究院,吴大猷、王竹溪和马仕俊是开课最多的三位教授.王竹溪讲授《电动力学》、《统计力学》、《量子力学》和《动力学》.杨振宁在西南联大时,就听过王竹溪的量子力学,所以泰勒(Edward Teller)问他氢原子基态波函数是什么时,他马上答了出来.这使他轻松地通过了泰勒的口试,被泰勒接受为他的研究生<sup>[10]</sup>.杨解释说,泰勒这样做是有道理的,照他看来,能够回答这个问题的人,才是可以造就的.这也印证了王竹溪一贯强调的观点:若不记住一些基本内容和重要公式,则根本无法在头脑里进行思考,也就谈不上深入的理解.

在西南联大听课的情形,杨振宁有如下的回忆<sup>[11]</sup>:总的说来,课程都非常有系统,而且都有充分的准备,内容都极深入.直到今天,我还保存着当年听王先生讲授量子力学时的笔记,它对我仍是有用的参考资料.

他在这里提到了王竹溪讲授的量子力学,但没有细说.而在1978年的庐山中国物理学会年会上,他讲得就比较具体.在庐山大礼堂的全体大会上,王竹溪代表理事会作过关于修改会章的报告后,杨振宁有一个关于规范场的精彩演讲.他在演讲中说,他关于在曲线坐标中的量子化的知识,最早就是王竹溪先生的授课内容.

量子力学中,通常是先在直角坐标系中进行量子化,然后通过坐标变换,再把所得的公式变换到球坐标或柱坐标等曲线坐标系.直接在曲线坐标系中



图9 1971年王竹溪(右)与周培源(中)、杨振宁(左)合影

进行量子化的做法,除了珀多尔斯基(B. Podolsky) 1928年的原始论文,早期只有泡利在他1933年的名著《波动力学一般原理》中提到.如何直接在曲线坐标中进行量子化,国内对这个问题直到上个世纪80年代还在《大学物理》杂志上进行热烈的讨论.王竹溪在西南联大讲授的内容中,有他自己钻研过而鲜为人知的东西,所以数十年后杨振宁还要翻阅他当年的笔记.二十多年后他还强调指出,按照狄拉克的讲法,量子化只在直角坐标系中进行.为什么狄拉克不讨论在曲线坐标中的量子化,这还是一个值得认真思考的问题.

王竹溪与狄拉克的风格与品味相同,像狄拉克一样追求理论的普遍与完美,以逻辑和数学的美作为判断的重要标准.听他的课,就不仅仅是在学一些精细严谨的技巧,而是在接受这种科学境界与求索精神的培育与熏陶.

## 7 笔耕不辍

到北大后,王竹溪的热力学、统计力学和数理方程笔记和讲稿相继成书问世,广为流传,这就是他的名著《热力学》、《统计物理学导论》和与郭敦仁合著的《特殊函数概论》.而其他的笔记和讲稿,却一直未能整理出版.“文革”中,他在血吸虫病疫区鄱阳湖鲤鱼洲牧牛时染上的恶疾,终于夺去了他的生命.有感于他的不幸辞世,彭桓武等早就发出呼吁<sup>[6]</sup>:“希望北京大学的同志们能够注意收集、保存和整理他的笔记,以便在适当的时候加以出版.”现已整理和准备出版的,有《量子力学中一些重要理论》、《量子电动力学重正化理论大要》和《复变函数大要》三部.

在“文革”后期,杨振宁首次回国探亲访友时,得到王竹溪与郭敦仁的《特殊函数概论》,就立即推荐给 World Scientific Publishing Co. (世界科学出版公司)出英文版,同时还极力向国内推荐出版王竹溪早年在西南联大的量子力学讲稿<sup>[12]</sup>.王竹溪则着手

准备写一部量子力学专著.1973年春节过后不久,他开始给北大物理系的部分教师讲授量子力学,写出了一份基本完整的讲稿.此外,王竹溪还写了大量量子力学的研究笔记.当时听讲的阎守胜至今还清楚记得,王竹溪从5条基本原理出发一步一步推演,给他留下了深刻的印象.

讲稿《量子力学中一些重要理论》的内容、讲法和深度都超出了本科生的量子力学.其中第八章角动量的第7节“刚体的能级”,讨论了刚性陀螺这一宏观模型的量子力学.而王竹溪早年就为这个问题写过长达30页的笔记,其中有从经典分析力学到量子力学的详尽处理,包括对索末菲的结果的推广,与惠塔克(E. T. Whittaker)的符号的比较,和泡利—珀多尔斯基量子化,后者正是杨振宁在庐山中国物理学年会上提到的问题.在这些笔记中,还有王守竞1929年在美国《物理评论》的论文的摘录,这篇著名的开创性论文是这方面的经典.笔记中还追溯和摘录了威特麦(E. E. Witmer)1927年的论文,克拉麦斯(H. A. Kramers)和伊特曼(G. P. Ittmann)1929—1930年的论文,甚至瑞舍(Von F. Reiche)1918年的论文.

上述讲稿和笔记,包含一些很难在文献中找到的内容,例如第九章近似方法的第3节密集能级的微扰.而第八章第6节3个和多个角动量的耦合,有对拉卡(Racah)系数或 $6-j$ 符号表达式的详细推导,长达十多页,经过反复修改,这就完全是王竹溪自己的工作 and 成果.这在一般量子力学的著作中都不细讲,只能查阅拉卡1942年的原始论文或关于这个论题的少数专门著作.有些简洁的用词,如薛氏方程、薛表象、海表象、狄表象、基组、全集、正一性等等,则表现了王竹溪一贯简洁的文风.

量子电动力学的重正化理论,在1965年获诺奖之前就早已被普遍接受,而王竹溪却说“重正化是要赖皮,明明有一项无限大,硬是被死皮赖脸地拿掉了!”<sup>[3]</sup>他的这个让人感到震惊的评论,不是大致了解之后空泛的议论,而是立足于他自己详细的计算和系统的归纳与思考.

《量子电动力学重正化理论大要》初稿写成于1968到1969年.这是“工、军宣队”接管学校的第一年,在这一年里,王竹溪默默和不受干扰地完成和写出了他以前多年思考和计算的总结.一年之后,有将近一年的时间,他被送到鄱阳湖鲤鱼洲一个原来的劳改农场喂牛,那是“文革”动荡最激烈的时期.由于杨振宁第一次回大陆探亲访友,王竹溪才得以从鲤



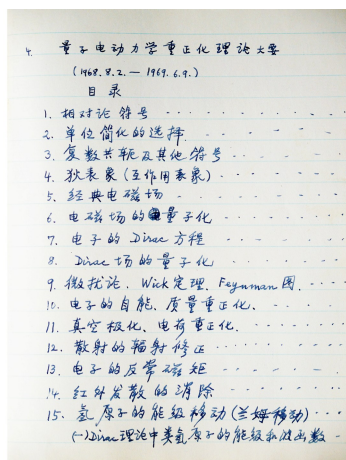


图10 《量子电动力学重正化理论大要》手稿

鱼洲脱身。当时虽然电弱统一模型和量子色动力学都已确立,量子场论经历了文尔特曼(M. Veltman)称之为“扭转心灵的转变”,但是胡夫特(G. 't Hooft)和文尔特曼关于纯规范场可重正化的证明还没有出来,重正化问题正是当时关注的焦点。王竹溪回北京见过杨振宁之后,就立即对放下了两年多的重正化问题进行重算和改写,尽管当时还在“文革”的劫难之中,由此也可看出他心中的真正关注和执着追求。

这份手稿的重正化计算,采用费曼(R. Feynman)的方法,引入收敛因子使积分收敛。这在物理上相当于引进光子有效质量,属于泡利-维拉斯(Villars)正规化。文稿只用五十多页就简明扼要地完成了从自由场、量子化直到微扰论费曼图的铺垫,直奔重正化这一主题。而对于重正化,则不仅依次详尽地讨论了电子自能、真空极化、散射的辐射修正、电子反常磁矩以及红外发散的消除等问题,并给出了兰姆(Lamb)移动具体和完整的计算。特别是兰姆移动的计算,因为要用到相对论的束缚态波函数,计算相当复杂,一般量子场论的著作很少涉及。在这份文稿中,所有计算都一步一步写出,包括数值计算,很少跳跃。由于相关的实验精度是近代物理之最,所以数值计算也要相应算到十多位有效数字。那时电脑尚未普及,电子计算器也还没有面世,王竹溪的这些计算全是用对数表手工进行的。这在文稿中有具体和深切的反映。从这个意义上讲,这份文稿既不是一份教材或讲稿,也不仅仅是一份详尽的专题论述,而更像是一份记录研究工作的笔记。思路清晰透彻,表述严谨简洁,体现了他一贯的风格与品味。特别是与那个年代国内量子场论普遍采用的时空坐标 1234 不同,他的这份文稿采用的是 1230,与今天通用的 0123 实际上相同。为什么不采用在狭义相对论中传

统的 1234,文稿也给了解释。

《复变函数大要》是《数理物理方法》这门课程第一部分的讲稿。1952年,全国高等学校院系调整后,仿照原苏联的课程设置,北大物理系新设这门必修课,包括复变函数和数理物理方程两部分。1953年秋季学期,分别由王竹溪和数学系的胡祖焯讲授,对象是院系调整前一年入学的那一级本科生。这可以说是我国大学物理系数理物理方法(现在叫数学物理方法)课程最早的一份讲稿,是我国物理系数学物理方法课程产生形成和发展演变的一个源头。饮水思源,这份讲稿除了学科内容本身的价值外,在历史沿革的研究上也有很大的参考价值。

由于是当时新开设的课程,国内还没有合适的教材和参考书。王竹溪主要参考了剑桥惠塔克和华生(G. N. Watson)的《现代分析教程》,巴黎古萨(E. Goursat)的《数学分析教程》,和牛津梯奇马仕(E. C. Titchmarsh)的《函数论》,这都是在学界至今还广为流传长盛不衰的国际经典。此外,也参考了前苏联普里瓦洛夫的名著《复变函数引论》。王竹溪有深厚的数学功底,早在西南联大时就和数学家华罗庚、陈省身共同主持过李群讨论班,他因此在数学家中也出了名,参加讨论班的严志达还选修了他讲授的量子力学。

王竹溪身后留下了数十本书写工整的笔记和手稿。除了上面三份完整的手稿外,在“文革”期间,在为部分教员讲过量子力学之后,他接着又讲超导和量子统计中的格林函数方法,其中有很多王竹溪自己的工作。此外,他还有大量阅读原始论文和专著的笔记,大部分是用英文、德文和法文写的。但愿这些讲稿或笔记能被一一整理编辑出来,让更多的读者有机会阅读和学习。

在王竹溪生前出版的著作中,专著《热力学》既是对热力学理论系统、完整和严谨的表述,也是对他的研究工作的全面总结,书中对卡拉氏(C. Carathéodory)理论的介绍和关于热力学方法论的讨论,体现了王竹溪理论物理研究的风格、品味和一贯的追求。这是半个多世纪以来一直在流传的经典著作,对我国热力学的教学与研究有深远的影响。本书在1987年被授予高等学校国家级优秀教材特等奖,而在实际上,他在西南联大时期关于热力学的研究,就以题目《热学问题之研究》得到当时国民政府教育部的褒奖,享誉学术界。为了纪念王竹溪对提高我国物理教学和教材质量作出的历史性贡献,继承大师优良传统,鼓励后学,高等教育出版社于1998年捐资

设立了《王竹溪物理学讲习基金》。

## 8 服务学界——中国物理学会、学报与物理学名词工作

中国物理学会 1932 年成立后,于 1933 年正式创办《中国物理学报》,用英、法、德三种文字发表原创性论文,由干事 2 人主持日常工作。王竹溪从 1943 年开始与钱临照共同担任干事,主持《中国物理学报》。1951 年,《中国物理学报》改设主编一人,副主编二人,委员若干人,王竹溪任主编。1953 年改名为《物理学报》,王竹溪仍任主编,直到他 1983 年初不幸辞世前不久。他为学报倾注了一生的心血。

王竹溪把学报的水准与信誉当作自己的水准与信誉一样珍惜与爱护,所以事必躬亲,发表的每一篇文章都一定要亲自仔细审阅。学报涵盖物理学各个领域,隔行如隔山,每篇文章都自己过目审阅,实非易事,这耗去他大量的时间与精力。他在“文革”中曾对人说起:“胡慧玲和夏蒙桢的一篇超导方面的文章,当时觉得有问题,压下了没有发表。现在没有事,找出来仔细推算,才发现并不大,没有发表可惜了。”胡慧玲与夏蒙桢是王竹溪在北大理论物理教研室的同事,在同一个研究组。这件事既可看出他严格把关不循私情,又可看出他对后辈的提携与爱惜。

“学会”一词的英文是“Society”,也就是社会,是由一群人汇聚而成的圈子或团体,藉以维系学术圈中一群成员的,就是定期或不定期举行的各种学术会议,以及由学会编辑出版发行的刊物。在那个年代,学会组织的会议很少,出版学报几乎成为学会唯一的作为。而在实际上,学报不仅仅是会员的同仁刊物,它面向更加广大的读者群,王竹溪事实上是为这一更大圈子服务的干事。

学会的成立、活动和出版学报,意味着物理学开始在华夏落地生根并发芽长大。但要想把物理学也融入我们的文化,成为我们文明的一部分,而不只是简单地引进一门实用的技术(所谓“西学为用”),则是一个长期和并不容易的过程。

物理学传入东方时,都是使用西方的语言和文字。要把物理学融入我们的文化,首先就要把物理学的术语纳入我们的语言和文字之中。中国物理学会一成立,就设立了译名委员会。1950 年代初期,物理学会推荐杨肇熾、王竹溪等 7 人组成物理学名词审查工作小组,在杨肇熾主持下,经过一年紧张的工

作,编成《物理学名词》。1960 年代初期,又组织了《物理学名词补编》的编订和审查。1970 年代中期,在王竹溪的主持下,在前两本书的基础上,又补充了新增的物理学名词,合编成《英汉物理学词汇》<sup>[13]</sup>。1978 年 8 月在江西庐山的中国物理学年会之后,11 月成立了中国物理学会名词委员会,由王竹溪主持,直到他逝世。编辑审订物理学名词,是王竹溪为之付出毕生心血的又一大奉献。

审定物理学名词,实质上是在做中西方文化的交流,既要有深厚的传统文化和中文功底,又要熟悉西方文化和多种外文,而且要精通物理学和熟悉相关学科。王竹溪兼有这三方面的长处,是这一工作难得一遇的最佳主持人。

比如 1974 年底,丁肇中和李希特(B. Richter)几乎同时意外地发现 J/ψ 粒子,证实了粲夸克的存在。理论家们 1970 年就设想存在这个夸克,用来解释粒子物理的一个重要现象。这一发现打破了粒子物理学十年来的沉寂,大家惊喜若狂。这个夸克英文名为 charm quark,简称 c 夸克。根据 charm 的字义,中文最初有人建议叫美夸克,也有人译成魅夸克。在 1975 年初版的《英汉物理学词汇》(科学出版社,1978 年,48 页)中定为魅夸克,但大家并不满意,嫌这个魅字俗了一点,又略带主观性,不太像一个学术名词。后来王竹溪根据《诗经·唐风·绸缪》中的“今夕何夕,见此粲者”句,取粲字既有美好之意,又与 charm 音近,典雅古朴,带学术气,建议译为粲夸克,立即被大家接受<sup>[14]</sup>。这首诗的全文是

绸缪束薪,三星在天。  
今夕何夕,见此良人。  
子兮子兮,如此良人何。  
绸缪束刍,三星在隅。  
今夕何夕,见此邂逅。  
子兮子兮,如此邂逅何。  
绸缪束楚,三星在户。  
今夕何夕,见此粲者。  
子兮子兮,如此粲者何。

此诗的意境,还真符合当时粒子物理学家们意外发现期待已久的粲夸克时的心情。

又如 classical physics,从字面上看,可以仿照已经广为流行的古典音乐、古典文学等名词,译为古典物理学。事实上,也有不少人在使用古典物理、古典力学这类名词。但是王竹溪指出,从含义上看,与古典音乐、古典文学等完全不同, classical physics



图 11 王竹溪夫妇“文革”期间摄于北京香山

并非特指古代某一时期的物理,而是指以牛顿力学和麦克斯韦电磁学为基础的物理,丝毫没有“古”的意思,在当代仍然是很活跃的领域.所以在这里更恰当的译名,是取 classical 的另一含义“经典的”,译为经典物理学.把海森伯的 uncertainty principle 或 principle of indeterminacy 审定为“测不准原理”,则更是王竹溪、吴大猷等我国老一辈物理学家把握量子力学精髓的共同选择<sup>[15]</sup>.只是后来受到前苏联的影响,有些人想避开量子力学的测量问题而另择译名,这种文化表达的演变,就不是本文的话题.王竹溪选择和审定物理学名词,不是简单从字面上来直译,而是要根据这个名词的实际物理含义来决定,更接近于意译.

## 9 服务国家——鲜为人知的工作

竹溪 1960 年代在《物理学报》发表了两篇热学方面的论文,这就是他 1962 年发表的《物质内部有辐射的热传导问题》,和与章立源合作 1965 年发表的《由实验数据计算氢气的维里系数问题》.

《物质内部有辐射的热传导问题》一文,研究在透明物质内部有辐射的热传导,首先得到了普遍的传热方程.接着详细研究了稳定情形下传热方程在平面、圆柱、球和长椭球四种特殊形状物体中的解.在平面问题中进行了数值计算,所得结果与以前开累(B. S. Kellert)所得的不同.文章指出,开累忽略了热在各个方向的辐射,只考虑在温度变化方向的辐射,因而所得的传热方程不同.

在《由实验数据计算氢气的维里系数问题》这篇论文中,对于气体物态方程中维里系数的计算方法,王竹溪与章立源作了全面的探讨,提出了如何判定物态方程中项数的四个原则,并进一步建议在计

算中使用什么条件,不用什么条件.此外还讨论了用压强展开和用密度展开的问题,级数展开中省去奇数幂次项问题,维里系数的有效位数问题,若干实验数据的修正问题等.他们根据上述原则和建议,重新计算了氢气的维里系数,把结果与国外所得的进行比较.论文中的几百个数据点,都是章立源先用机械的电动计算机算出来后,王竹溪又用对数表逐一重新计算和核对<sup>[16]</sup>.

这两个工作,隐含了原子能和核武器研究的背景.物质内部有辐射的热传导,使人联想到反应堆与核武器的设计.氢气的物态方程,则可联想到氢弹计算和爆炸过程的动力学计算.实际上,在 1955 年到 1966 年期间,王竹溪参与筹建并在原子能研究所(现中国原子能科学研究院的前身)二部兼职.

1956 年,当原子能研究所还在兴建时,钱三强就考虑,原子能研究所二部要设八个研究室,分别是低能物理、中子物理、高能基本粒子、理论物理、放射化学、金属物理、放射生理学、同位素应用<sup>[17]</sup>,其中第六研究室金属物理,也就是核材料,主要从事核材料的辐射损伤研究<sup>[18]</sup>.

应钱三强的邀请,王竹溪从 1955 年起,就参与了原子能研究所的筹建,与葛庭燧共同负责金属物理研究室.1956 年,他还在原子能研究所理论物理研究室统计物理组兼职.在金属物理研究室,实际上由于葛庭燧未能到任,王竹溪除理论组外,还管物理组,统管全室的工作.1962 年,王竹溪做北大副校长后,改由李林做室主任,他每周还去,一直到“文革”开始以后.这件事在北大严格保密鲜为人知,只有主管的副校长一人知道.就是这样,王竹溪为我国的原子能和核武器事业勤勤恳恳,默默无闻,甘当配角,无私奉献地持续工作了十多年.

## 10 编撰新部首大字典

拼音文字检索的基础是字母.因为文字是字母拼成的,可以根据读音来分解,按照字母的顺序来检索.我们的文字是单音字,并且有四声,即使勉强根据读音来分解,也存在很大的重码问题.而在另一方面,方块字是由各种笔画单元组成的,可以根据字形结构来分解.于是王竹溪想到,可以把汉字分解为一些组成单元,把这些组成单元与英文字母类比,按照组成单元的顺序来检索.他产生这个具体想法,还是 1943 年在西南联大时的事.

中国历史上的第一部字典,即东汉许慎的《说文

解字》，就是根据字形结构，分解出 540 个部首，用它们对汉字进行分类，按照部首的顺序来检索。这种做法一直延续和流传下来。《康熙字典》把部首归并为 214 个。后来流行的字典，部首的数目大致也在 200 左右。

而王竹溪的想法，并不停留在简单地用部首来对汉字进行分类。他是要用部首来分解和拼成汉字。例如，

酉→西一，固→口十口，然→月犬火，輿→白车一八，……。

所以，确切地说，他分解出来的不是原来意义上的部首，而是构成方块汉字的字元。他是尝试用简单的字元来解读复杂的字形，就像用原子分子来解读各种物质的构成一样。许慎把汉字按照相似的部分来分类，这是一种整体性的综合思维。而王竹溪把汉字用基本的字元来分解，则是一种结构性的分析思维，或者说物理思维，具有西方文化注重分析把复杂的事情分解成简单成分的色彩。

按照王竹溪的这个想法，二百多个部首就太多，它们并不全都是汉字最基本的组成成分。而且数目太多不容易记住，用起来就不方便。所以，他尝试简化原有的部首，减少部首的数目。这个数目也不能太少，否则对于笔画多的复杂的字，就需要用十多个部首来拼成，拼凑或分解都不容易，并且难以避免重码，无疑为检索增加了困难。

经过反复的尝试，王竹溪最后选定了 56 个字元，他称之为“新部首”，见下图。这个数目虽然比拉丁字母多出一倍多，但仍然能够容易地背诵和记住。这 56 个部首可以分成八组，每组七个。于是可以编出八句歌诀，以便念诵记忆（有些新部首本身不是字，这里用对应的字来表示）：

一竖点撇弯乙纒，上十义冫厂人八。

包几廿阜山小尸，女土口丰止牛辵。

心手犬水木月爪，火日示疒目田𠂔。

西虫白糸衣竹羊，車門言雨金食馬。

一 | 丿 乙 纒 冫 十 义 冫 厂 人 八

勺 几 廿 阜 山 小 尸 女 土 口 丰 止 牛 辵

心 手 犬 水 木 月 爪 火 日 示 疒 目 田 𠂔

西 虫 白 糸 衣 竹 羊 車 門 言 雨 金 食 馬

图 12 王竹溪的 56 个新部首（有些部首有变体，见其右下角）

有了这些构成汉字的基本字元，还要有一套用

它们来分解或构成汉字的规则。与拼音文字不同。拼音文字是根据读音来分解或组合，用字母拼音的顺序就自然是字母排列的先后顺序。这是一维的线性关系，很容易唯一而没有歧义地确定。现在是用构成字形的字元，就要有一个如何在平面上读取或排列它们的规则。王竹溪选择的规则是先上后下，先左后右。由于平面的图形安排是二维的几何关系，所以还用一些附加的规则来避免歧义。

有了这 56 个字元和用它们来分解或组成汉字的规则，就可以得到每个汉字与构成它的字元序列之间的对应关系，就像每个英文单词与构成它的字母序列之间的对应一样。于是，就可以根据字元序列的顺序来检索，就像根据英文字母的顺序来检索一样。这就是王竹溪提出的新部首检字法。

比英文复杂的是，这里还会有重码。例如人与人，土与土，日与日，等等。可以说，重码是王竹溪在选择部首和设计规则时所要克服的主要困难。他提出的这个新部首检字法，基本上满足不能有重码这个条件，但仍然还有少数重码字。用新部首分解 5 万多个汉字，还有 34 对汉字的新部首次序全同，需要附加一个符号来分辨。现在大家使用手机或电脑，熟知重码是提高效率的一大障碍，也就能够感受到在 5 万多字中仅有 34 对重码字是多么大的成就了。

1943 年，那时还没有电脑，也没有汉字检索机器化的问题。就是到了 1979 年，他发表论文《汉字检索机器化的一个方案》时，汉字输入法也才刚刚提到议事日程。把西方科学的分析方法运用于华夏的传统文字，王竹溪这一开创性的研究超越时代三十多年。由于把握了先进的思维方法，他走在当代文化发展的最前沿，超越时代地成为研究汉字检索机器化的先驱。

只有把所有的字都分解成字元的组合，才知道哪些字是重码。为了避免重码，就要调整字元。调整以后，又要再用新的字元来分解所有的字。这样一次次尝试，才能找出最理想的字元。所以，王竹溪最后选定这 56 个字元，是反复尝试的结果。而这反复的尝试，实际上就是在一遍一遍地整理排列所有的字。最后选定字元，同时也就选定了所有汉字的一种排序，也就是有了一部字典的骨架。

把这个骨架变成内容充实的字典，是一个更加巨大的工程。首先，这部字典收字要全，要尽可能包括古今书籍和报刊上所见到的字，从而能帮助读者找到普通字典没有收入的生僻字词。汉字随着社会与时代的发展在不断增加和演变。有人统计过《易经》、

《尚书》、《左传》、《公羊传》、《论语》、《孟子》等十三经中不相同的字数,为 6500 多个,因此秦以前的常用字不过 3 千左右.许慎的《说文解字》收了 9353 个字条,这是东汉时的情形.历经晋、唐,到宋代司马光的《类篇》,已经是 3 万多字.而到清代 1716 年成书的《康熙字典》,收字就超过 4 万 7 千之数.

到了近代,民国初年由徐元浩等主编,1915 年出版的《中华大字典》,收字超过 4 万 8 千.1955 年,日本诸桥辙次的《大汉和辞典》收字已近 5 万.1968 年台北中国文化学院张其昀总编,林尹、高明主编的《中文大辞典》,收字也接近 5 万.而王竹溪生前编撰定稿,在他身后 1988 年出版的《新部首大字典》收字 5 万 1 千 1 百多,超过以上诸字典.可以说,在中文字典的发展史上,王竹溪的《新部首大字典》是收字突破 5 万的一个里程碑.

搜集和整理各种字词,还只是编撰字典的第一步.接下来就要对每一个字精确定音和释义.我们只是书同文,还没有语同音,存在各种方言,又经历了上千年的演变,这定音是件复杂和细致的事,需要对每个字的读音都有完全和准确的了解.定音时,除了《新华字典》外,王竹溪还参考了《广韵》、《集韵》、《康熙字典》等许多其他资料.对古字中一字多音的情况,他则尽可能只采用一个音,使读音简化.

除了在字义解释上力求明确外,《新部首大字典》还粗略地记录了汉字的演变.凡是《说文解字》上有的字,王竹溪都在字义解释的最后把《说文解字》的解释录上,并且把基本的篆字也记录上.凡是甲骨文有可考的,也都记录上.只是没有收录金文.

在日常社会生活中,常用字只有几千个.在用铅字排版的时代,一般印刷厂的铸字铜模也就是一万字左右.对于这部收字 5 万多的字典,就要现刻 4 万左右的字模.就是今天用电脑排版,也要面对同样的问题.电脑软件面向一般用户,字库所收字数也只是一万左右.虽然电脑造字比刻铜模或铅字容易,但要另造数万个字,也是一个巨大的工程.由于上述原

因,王竹溪这部字典完稿后迟迟未能出版.最后是在杜晓庄主持下,采用手写拍照制版印刷的.

文字是文化的基础与核心,对字的释义涉及文化的方方面面.一部高水准的字典,就是整个文化的缩影.苏渊雷(仲翔)在为《新部首大字典》作的序中说:“竹溪教授以一人之力,四十年间,无间寒暑,终于完成此一巨著.盖自秦统一六国文字,许慎《说文解字》辩五经异同以来,未有若是书之经营惨淡,巨细靡遗;不仅为现代汉字储存信息资料,为历史文献考订名物,且为国际外交、文教部门,提供一部体系完备之新工具.其为中华民族文化之瑰宝,可断言也.”

《新部首大字典》在王竹溪逝世五年之后出版,并获得“中华民族文化之瑰宝”这样崇高的赞誉.在字典发行的基础上,还设立了“王竹溪博才奖”.

学识渊博的大物理学家,他们的著作涵盖物理学的各个重要方面.时势造英雄,出现这样学识渊博的物理学家,是在 20 世纪初期物理学大发展之前那个历史时期的景观和现象.之后物理学飞速发展,专业细分深化,物理学家往往需要在一个狭小的专门领域付出毕生的精力.在这种情况下,能够把精力和研究范围涵盖到众多物理分支和领域,并且都取得卓越成就的,就只能是极少数凤毛麟角的天才.而像王竹溪这样不仅涵盖物理、数学与生物,还涉及语言文字和一般历史文化的,则是数百年难得一遇的科学文化奇才,在当代中国学者中很难再找出能与之媲美的第二人.



图 13 武昌鲁巷广场的王竹溪铜像(胡希伟摄)

## 附录 I:王竹溪简历

王竹溪名治淇,字竹溪,以字行.

1911 年 6 月 7 日生于湖北公安县.

1922 至 1926 年武昌荆南中学(旧制 4 年)毕业.

1927 年就读于武昌第二中山大学(武汉大学前身)理科预备班.

1928 至 1929 年上海麦伦书院(Medhurst College)高中毕业.

1929 至 1933 年清华大学物理系毕业.

1933 至 1935 年清华大学研究院, 导师周培源, 发表论文《旋转体后之湍流尾流》。

1934 年考取第二届“留美庚款”, 但改派英国。

1935 至 1938 年剑桥大学菲茨威廉屋学院, 导师为英国皇家学会会员福勒(R. H. Fowler), 以论文《吸附理论及超点阵理论的一个推广》获剑桥大学哲学博士学位。

1938 年 8 月回国, 任西南联合大学清华大学物理系教授, 1946 年随清华大学回到北平。

1943 年任《中国物理学报》编委兼干事, 至 1951 年(1945 至 1946 年度除外)。

1949 年 5 月任清华大学物理系主任。

1951 至 1982 年任《物理学报》(原《中国物理学报》)主编。

1952 年 5 月加入“九三学社”。

1952 年 9 月调任北京大学物理系教授, 理论物理教研室主任, 后又兼任理论物理研究室(现北京大学理论物理研究所的前身)主任。

1955 年 6 月当选为中国科学院数理化学部委员(院士)。

1959 年 9 月任第二届北京市政治协商委员会委员。

1960 至 1966 年兼任中国科学院原子能研究所(现中国原子能科学研究院的前身)二部六室(金属物理研究室)主任。

1962 年 3 月被国务院任命为北京大学副校长。

1963 年 7 月当选为北京市科学技术协会副主席; 8 月当选为中国物理学会副理事长。

1964 年当选为第三届全国人民代表大会代表。

1977 年 11 月任第五届北京市政治协商委员会委员。

1978 年任《中国科学》和《科学通报》副主编, 8 月当选为中国物理学会副理事长, 11 月当选为中国计量测试学会副理事长, 兼任基本常数专业委员会主任, 12 月任第五届全国政治协商委员会委员。

1979 年任《中国大百科全书·物理卷》主编, 9 月加入中国共产党, 10 月任中国物理学会物理学名词委员会主任, 当选为九三学社第三届中央副主席。

1980 年被聘为教育部高等学校理科物理教材编审委员会主任和国务院文字改革委员会委员, 2 月当选为九三学社北京市分社主任委员, 3 月当选为全国科学技术协会委员。

1981 年被聘为国务院学位委员会理科评议组成员。

1982 年当选为中国物理学会名誉理事。

1983 年 1 月 30 日在北京病逝, 终年 72 岁。

## 附录 II: 王竹溪主要论著

1. 王竹溪著. 热力学. 北京: 高等教育出版社(1955 年第一版, 1960 年第二版, 1987 年第 14 次印刷); 热力学. 北京: 北京大学出版社(北京大学物理学丛书), 2005 年。
2. 王竹溪著. 统计物理学导论. 北京: 高等教育出版社(1956 年第一版, 1965 年第二版(修订本), 1987 年第 16 次印刷)。
3. 王竹溪著. 简明十位对数表. 北京: 科学出版社(1963 年第一版, 1966 年第 3 次印刷)。
4. 王竹溪、郭敦仁著. 特殊函数概论. 北京: 科学出版社(1965 年第一版, 1979 年第 2 次印刷); 特殊函数概论. 北京: 北京大学出版社(北京大学物理学丛书), 2000 年; Wang Z X and Guo D R. Special Functions. Singapore: World Scientific, 1989.
5. 王竹溪编纂. 新部首大字典. 上海: 上海翻译出版公司与电子工业部出版社联合出版, 1988 年。
6. C. C. Wang (王竹溪). Turbulent wake behind a body of revolution. The Science Reports of National Tsing Hua University, 1934, A2: 307—326.
7. Jwu-Shi Wang. On the diffusion of gases through metals. Proceedings of The Cambridge Philosophical Society, 1936, 32: 657—662.
8. Jwu-Shi Wang. Properties of adsorbed films with repulsive interaction between the adsorbed atoms. Proceedings of the Royal Society of London, 1937, A161: 127—140.
9. J. S. Wang. Statistical theory of adsorption with long-range interaction. Proceedings of The Cambridge Philosophical Society, 1938, 34: 238—252.
10. J. S. Wang. The kinetics of adsorption with long-range interaction between adsorbed particles. Proceedings of The Cambridge Philosophical Society, 1938, 34: 412—423.
11. J. S. Wang. Statistical theory of superlattices with long-range interaction I. General theory. Proceedings of the Royal Society of London, 1938, A168: 56—67.

12. J. S. Wang. Statistical theory of superlattices with long-range interaction II. The simple cubic lattice and the body-centered cubic lattice. Proceedings of the Royal Society of London, 1938, A168:68—77.
13. P. S. Tang and J. S. Wang. A thermodynamic formulation of the water relations in an isolated living cell. Journal of Physical Chemistry, 1941, 45:443—453.
14. J. S. Wang. Approximate partition function in generalized Bethe's theory of superlattices. Physical Review, 1945, 67:98—106.
15. J. S. Wang. Free energy in the statistical theory of order-disorder transformation. The Science Reports of National Tsing Hua University [A], IV, Nos. 4—6 (April, 1941), (printed but failed to appear); J. S. Wang (王竹溪). Free energy in the statistical theory of order-disorder transformation. The Science Reports of National Tsing Hua University, 1947, A4:341—360.
16. J. S. Wang (王竹溪). Thermodynamics of equilibrium and stability. Chinese Journal of Physics, 1948, 7:132—175.
17. 王竹溪. 物质内部有辐射的热传导问题. 物理学报, 1962, 18:11—26; Wang Zhu-xi(王竹溪). Theory of heat conduction in the presence of radiation, Scientia Sinica, 1962, 11:185—206.
18. Wang Zhu-xi (王竹溪). Chang Li-Yuan (章立源), On the calculation of the Virial coefficients of hydrogen gas from experimental data. Scientia Sinica, 1964, 13:1212—1220; 王竹溪、章立源. 由实验数据计算氢气的维里系数问题. 物理学报, 1965, 21:508—518.
19. 王竹溪. “热寂说”不是热力学第二定律的科学推论. 自然科学争鸣, 1975, (1):62—65.
20. 王竹溪. 汉字检索机器化的一个方案. 自然杂志, 1979, 2:508—509.

### 参考文献

- [1] 湖北公安县政协. 王竹溪传. 北京: 华文出版社, 2000年
- [2] 王竹溪. 回忆童年的一些事. 1981年12月20日, 手稿
- [3] 王正行. 严谨与简洁之美——王竹溪一生的物理追求. 北京: 北京大学出版社, 2008
- [4] 根据与北京大学物理学院林纯镇教授的交谈
- [5] 周培源. 一代相知哭良友——吊王竹溪同志. 人民日报, 1983年4月3日
- [6] 彭桓武, 黄祖洽, 周光召, 何祚庥. 物理, 1983, 12(7):443
- [7] 刘寄星. 物理, 2003, 32(6):403; 32(7):477
- [8] 黄祖洽. 三杂集. 北京: 北京师范大学出版社, 2004. 27
- [9] 李俊兰. 吾爱吾师. 北京青年报, 2002年12月10日 B3版
- [10] 宁平治等主编. 杨振宁演讲集. 天津: 南开大学出版社, 1989. 477
- [11] 杨振宁. 读书教学四十年. 香港: 三联书店香港分店, 1985. 3
- [12] 根据与北京大学物理学院杨泽森教授的交谈
- [13] 中国物理学会第八届名词工作委员会. 物理, 2005, 34(3):228
- [14] 赵凯华. 自然科学术语研究, 1985, (1):20
- [15] 吴大猷. 理论物理第六册(量子力学(甲部)), 北京: 科学出版社, 1984. 78, 155, 179
- [16] 章立源. 我用王先生的治学精神教育学生. 见文献[1], 第123页
- [17] 葛能全. 钱三强年谱. 济南: 山东友谊出版社, 2002. 126—127
- [18] 李林. 物理教学. 2007, 29(1):6