

# 中国现代 科学家传记

第三集 《科学家传记大辞典》编辑部 编辑

科学出版社

# 中国现代科学家传记

## 第三集

《科学家传记大辞典》编辑组 编辑

科学出版社

1992

3

(京)新登字 092 号

## 内 容 简 介

《中国现代科学家传记》分六集出版，共收入 20 世纪中国著名科学家（包括数学家、物理学家、化学家、天文学家、地学家、生物学家、农学家、医学家以及技术科学家即发明家和工程师）的传记 600 余篇。这是第三集，收入著名科学家传记 115 篇。各篇的作者在进行深入研究的基础上，对立传科学家的生平、学术活动、主要贡献和代表作，予以全面、具体、简洁、准确的记述，并附有文献目录。通过介绍科学家的学术生涯，向读者提供有关科学史的实用而可靠的资料，读者不但可以从中了解这些著名科学家的学术成就，而且还可以看到他们的成长道路、成功经验和思想品格，特别是他们为发展祖国的科学事业，不惧险阻、勇攀高峰的精神，从而受到深刻的启迪。

本书可供广大科学技术工作者、科学史工作者、大学和中学的教师和学生，以及其他文化工作者阅读参考。

## 中国现代科学家传记

### 第三集

《科学家传记大辞典》编辑组 编辑

责任编辑 曹 斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100707

中国科学出版社印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992 年 10 月第 一 版 开本：850×1168 1/32

1992 年 10 月第一次印刷 印张：28 7/8 插页：2

印数：0001—3 000 字数：764 000

ISBN 7-03-003029-X / Z · 180

定 价：24.00 元

## 前 言

在中国科学院的领导下，科学出版社正在组织国内专家编纂一部大型的科学家传记辞典，计划收入古今中外重要科学家(包括数学家、物理学家、化学家、天文学家、地学家、生物学家、农学家、医学家以及技术科学家即发明家和工程师等)的传记约8000篇，字数估计为2000万。辞典将对所收科学家的生平、学术活动、主要贡献和代表作，予以全面、具体、简洁、准确的记述，并附文献目录；即通过介绍科学家的学术生涯，向读者提供有关科学史的实用而可靠的资料，特别是那些第一流科学家的最深入的研究工作和成功经验。其中将以足够的篇幅介绍我国古代和现代科学家的重大成就，以及他们为发展祖国的科学事业，不惧险阻、勇攀高峰的精神，以激励青年一代奋发图强，献身“四化”。这就是编纂这部《科学家传记大辞典》的基本目的。新闻出版署已将这部大辞典列入“1988—2000年全国辞书编写出版规划”。

大辞典总编委会由各科学领域的60余位著名学者组成，卢嘉锡同志担任主编，严东生、周光召、吴文俊、王绶琯、涂光炽、吴阶平、苏世生等同志担任副主编。1988年8月，在北京召开了总编委会第一次会议，讨论了大辞典的编纂方针，制定了“编写条例”。各学科的编委会也已相继成立。在总编委会和各学科编委会的领导和组织下，编纂工作已全面展开。科学出版社设立了《科学家传记大辞典》编辑组，负责大辞典的编辑组织工作。

编纂这样一部大型的辞典，涉及面广，工作量大，需要花费相当长的时间才能完成；而且要求质量高，只有得到学术界的承认，才能有持久的生命力。因此，整个编纂工作分两步进行：先

出版文集，后出版辞典。对于外国科学家，各学科编委会已分别确定第一批入选的最重要的科学家名单，共约 800 人，由有关专家分头执笔撰稿。在大辞典出版之前，按不同学科，定稿每达 20—30 篇，就以《世界著名科学家传记》文集的形式及时发表，广泛听取意见，以便将来收入大辞典时进行必要的修改。

由于这部大辞典是我国编纂的，因而中国科学家辞条将占重要地位，现正下大功夫认真撰写。关于中国古代科学家的传记，计划收入 240 余篇，由中国科学院自然科学史研究所的专家负责组织撰写，先以《中国古代科学家传记》为题分上、下两集出版，将来统一编入大辞典。中国现代科学家的传记，计划收入 600 余篇，由各学科编委会负责组织撰写。

认真撰写 20 世纪中国科学家的传记，具有极其重要的意义。20 世纪是中国现代科学技术开始勃兴的一个重要历史时期。西方先进的科学技术大量引入，经过几代人的艰苦奋斗，已在中国这片沉睡的土地上逐渐生根、开花、结果。中国的科学技术现已具有一个逐步实现“四化”的基础。为了奠定这个基础，无数科学技术工作者艰苦创业，呕心沥血，奋斗终生。其中一些杰出的人物还取得了光辉的成就。他们走过的道路，反映了中国现代科学技术发展所经历的艰难、曲折的过程。他们的爱国热忱、治学态度和高尚品德，是留给后人的宝贵财富。他们的成功经验，以至某些失败的教训，更值得人们总结和记取。“以古为鉴，可知兴替；以人为鉴，可明得失。”为这些杰出科学家立传，如实地记述他们的生平事迹和学术成就，为当代人和后人研究 20 世纪中国科学技术发展史提供可靠的资料，其意义非同寻常。

根据总编委会第一次会议的精神，在确定被立传的中国现代科学家名单时，尽量坚持“科学成就第一”的原则；也就是说，要选择那些或是在科学上有较大突破，或是在技术上有较大创新，或是在科学技术教育事业上有较大功绩，或是对某一科学技术领域的发展有较大推进的科学家和工程师。在选择时，既考虑已去世的，也考虑尚健在的；既考虑在大陆的，也考虑在台、港、澳

和侨居海外的;还考虑了对中国现代科学技术的发展有较大影响的外籍华裔科学家。

中国现代科学家传记已陆续写成。由于作者对所写人物有较深的了解,认真收集和研究有关资料,特别是第一手资料,有的还对所写人物或其亲友、子女专门进行访问,因而写成的传记翔实可靠,具有重要的史料价值。为满足读者的需求,先由《科学家传记大辞典》编辑组将这些传记按定稿先后的顺序,编辑成集,每集大约100篇,以《中国现代科学家传记》为题,陆续出版。需要说明的是,由于编写时间短促及经验不足,这些传记在文字和评述等方面,难免会有缺点。我们热切希望广大读者提出宝贵意见,以便在收入大辞典时进一步修改,使之无论在内容上还是在文字上都更加完善。

《科学家传记大辞典》编辑组

# 目 录

## 数学、力学

杨武之 .....	1
苏步青 .....	10
吴大任 .....	21
陆士嘉 .....	28
胡世华 .....	33
王 仁 .....	38
张广厚 .....	45
姜伯驹 .....	52
钟家庆 .....	58
杨 乐 .....	67

## 物理学

叶企孙 .....	74
王 普 .....	85
王守竞 .....	89
陆学善 .....	92
马大猷 .....	100
魏荣爵 .....	105
李荫远 .....	113
杨振宁 .....	121
黄祖洽 .....	142
于 敏 .....	147

## 化 学

黄子卿 .....	155
-----------	-----

傅 鹰 .....	165
汪 猷 .....	174
蒋明谦 .....	185
蔡启瑞 .....	192
钱人元 .....	200
徐光宪 .....	211
梁晓天 .....	222
朱鹏年 .....	230
陈德恒 .....	236

## 天文学

朱文鑫 .....	242
高平子 .....	247

## 地 学

袁复礼 .....	257
尹赞勋 .....	264
赵九章 .....	275
赫崇本 .....	283
傅承义 .....	289
周立三 .....	302
谭其骧 .....	308
郑 重 .....	315
苏良赫 .....	320
郭令智 .....	326
叶笃正 .....	335

谢义炳 .....	340
池际尚 .....	347
穆思之 .....	354
郭宗山 .....	361
陶诗言 .....	366
顾震潮 .....	373
文圣常 .....	378
许靖华 .....	387
巢纪平 .....	396

### 生物学、农学

伍连德 .....	400
陈焕镛 .....	404
唐 钺 .....	413
陈 桢 .....	420
朱元鼎 .....	426
秦仁昌 .....	435
罗宗洛 .....	446
蔡邦华 .....	454
邓叔群 .....	463
戴松恩 .....	468
冯德培 .....	474
殷宏章 .....	480
熊 毅 .....	490
盛彤笙 .....	503
娄成后 .....	510
汪堃仁 .....	517
侯学煜 .....	527
赵善欢 .....	534
曹天钦 .....	542

邹承鲁 .....	546
-----------	-----

### 医学、药学

蒲辅周 .....	555
李宗恩 .....	566
谷镜汧 .....	574
朱宪彝 .....	582
魏 曦 .....	590
粟宗华 .....	598
叶恭绍 .....	605
朱壬葆 .....	612
黄桢祥 .....	619
王志均 .....	626
顾学箕 .....	635
姜泗长 .....	644
曾宪九 .....	653
裘法祖 .....	662
李镇源 .....	671
王世真 .....	679
吴咸中 .....	689

### 工程技术

徐名材 .....	697
刘敦楨 .....	704
赵祖康 .....	714
梁思成 .....	729
钟兆琳 .....	740
杨廷宝 .....	745
朱物华 .....	756
赵宗澳 .....	764



孟昭英 .....	769	徐舜寿 .....	834
王德荣 .....	782	林兰英 .....	844
侯祥麟 .....	787	李家治 .....	858
刘恢先 .....	796	郭慕孙 .....	865
黄志千 .....	803	陆孝彭 .....	872
张建侯 .....	809	钟香崇 .....	877
邹元熾 .....	814	余国琮 .....	883
蔡长年 .....	824	郑哲敏 .....	888
张直中 .....	828	孙家栋 .....	897

# 杨武之

张奠宙

杨武之 原名杨克纯，号武之。1896年4月14日生于安徽合肥；1973年5月12日卒于上海。数论、代数、数学教育。

杨武之的父亲杨邦盛为清末秀才，早年在家乡坐馆教书，后去天津在段芝贵幕府中司笔札。1907年失业赋闲，次年赴奉天（沈阳）另谋他职，在旅社中染鼠疫去世。由于杨武之的父亲长期在外，母亲王夫人又早故（1905），杨武之自幼由叔父杨邦瑞照料。1914年杨武之在安徽省立第二中学毕业。翌年，考入北京高等师范学校预科，选读数学、物理等科目。



1918年杨武之本科毕业，应母校之聘，回安徽省立第二中学任教师兼舍监（训育主任），因对学生中的纨绔子弟严加管束，引起冲突，遂愤而离校，转赴安庆教书，并准备应考，立志出国。

1923年，杨武之顺利通过安徽省公费留学考试，启程前往美国，他先到斯坦福大学读了三个学季的大学课程，获学士学位。1924年秋天转往芝加哥大学继续攻读。当时的芝加哥大学数学系已属美国一流水平，杨武之师从名家 L. E. 迪克森 (Dickson)，研修代数和数论。1926年以“双线性型的不变量”<sup>[1]</sup>一文获得硕士学位，两年之后又完成博士论文“华林问题的各种推广”<sup>[2]</sup>，使杨武之成为中国学者因代数学研究而被授予博士学

位的第一人。在 20 年代，到国外留学的不少，但得到博士学位的并不多。据统计，在 1930 年以前，中国的数学博士仅有 12 人，他们是胡明复（1917，哈佛大学，分析），姜立夫（1918，哈佛大学，几何），黄炳铨（1922，加利福尼亚大学，几何），俞大维（1922，哈佛大学，哲学、逻辑），魏嗣銮（1925，格丁根大学，分析），朱公谨（1927，格丁根大学，分析），孙光远（1928，芝加哥大学，几何），杨武之（1928，芝加哥大学，代数），赵进义（1928，里昂大学，分析），范会国（1929，里昂大学，分析），陈建功（1929，东北帝国大学，分析），江泽涵（1930，哈佛大学，拓扑）。其中专攻代数的只有杨武之。

杨武之在美国读书期间，因省里提供的经费金额少，又常拖欠不发，生活费不足，所以他常常去餐馆洗碗、农场打杂，颇能吃苦。

杨武之幼年时由父母决定与同乡罗孟华女士订亲，并于 1919 年完婚。罗孟华为家庭妇女，文化程度不高，然夫妇之间感情一直很好。他们生有四子一女。长子杨振宁，以下依次为振平、振汉、振复、振玉（女）。

1928 年秋，杨武之学成归国。先在厦门大学任教一年，次年即被清华大学数学系聘为教授。当时的清华大学经费充裕，讲究学术水准，很快就成为国内的数学中心。有杨武之和郑之蕃、熊庆来、孙光远四教授，唐培经、周鸿经两教员，加上年轻的陈省身、华罗庚，使清华阵容极一时之盛。1933—1934 年，杨武之曾代理数学系系主任。1934 年秋轮到杨武之学术休假，遂去德国访问一年。抗日战争时期，北京大学、清华大学、南开大学三校迁往昆明合并为西南联合大学，数学系主任一职，除短期由江泽涵担任之外，大部分时间均由杨武之担任。同时，杨武之还一直是清华大学数学系研究生部的主任。抗日战争胜利后，清华大学迁回北平，杨武之先与家眷留昆明，后只身回清华大学。1948 年底，他去昆明接家眷至上海待命，不料清华大学在 1949 年之后因故拒绝续聘，遂留在上海复旦大学任教授。清华大学的

拒聘对他打击很大。50年代初教了几年书，就因糖尿病在家休养。1955—1956年间一场大病几乎不起，此后实已无法工作。1957，1960，1964年杨武之曾经三度去日内瓦小住，与杨振宁等欢聚。这几次聚会使杨振宁对新中国多了一些了解，直接影响他于1971年夏决定回大陆探亲，这也使杨振宁成为海外知名华裔学者中访问中华人民共和国之第一人。杨武之晚年身体很差，不能出门，1973年5月12日在上海去世。

杨武之的主要学术贡献是数论研究。尤其以华林问题(Waring's problem)的工作著称。华林问题是指下列猜想：每个正整数都是4个平方数之和，9个立方数之和，一般地， $g(k)$ 个 $k$ 次方数之和。1770年，J.L.拉格朗日(Lagrange)证明了每个正整数的确是4个平方数之和，即 $g(2)=4$ 。1909年，大数学家D.希尔伯特(Hilbert)证明 $g(k)$ 都是有限数。1928年，杨武之的导师迪克森得到： $g(3)=9$ ，即任何正整数都可表成9个立方数之和。

杨武之的博士论文研究华林问题的推广形式。德国的格丁根大学博士S.W.贝尔(Baer)曾证明：凡是大于 $23 \cdot 10^{14}$ 的正整数都是8个立方数之和。迪克森要杨武之考虑带系数的华林问题，即一切正整数可否表示为

$$f = rx^3 + C_7, \quad C_7 = x_1^3 + x_2^3 + \dots + x_7^3, \\ r = 0, 1, 2, \dots, 8.$$

杨武之很快得到结果：

1. 凡是大于  $(14.1) \cdot 401^6$  的正整数都可表示为  $rx^3 + C_7$ ,  $r=5, 7$ .
2. 凡是大于  $(30.1) \cdot 419^6$  的正整数都可表示为  $3x^3 + C_7$ .
3. 凡是大于  $23 \cdot 10^{14}$  的正整数都可表示为  $8x^3 + C_7$ .
4. 凡是大于  $23 \cdot 10^{14}$  的奇整数都可表示为  $rx^3 + C_7$ ,  $r=2, 4, 6$ .
5. 凡是大于  $23 \cdot 10^{14}$  的奇正整数的两倍都可表示为

$$2x^3 + C_7.$$

迪克森还向杨武之提出了带系数的 7 次方数的表示以及堆垒素数论中的二次函数问题，杨武之都在博士论文中给予回答。这些结果，迪克森在 1933 年的综合报告中曾加以引用<sup>[6]</sup>。

杨武之最好的工作是关于棱锥数 (pyramidal numbers) 的华林问题。棱锥数  $P(n) = (1/6)(n^3 - n)$  是三角形数  $f(n) = (1/2)n(n+1)$  的推广。1640 年，大数学家 P. de 费马 (Fermat) 曾猜想每个正整数都是不超过三个三角形数之和。后来证明这是对的。至于棱锥数，好的结果不多。1850 年，英国的 F. 波洛克 (Pollock) 曾猜想：每个正整数都是 5 个棱锥数之和。W. J. 马耶 (Maillet) 在 1896 年第一个得到：每个充分大的正整数是 12 个棱锥数之和。1928 年，杨武之跨了一大步，他在博士论文里证明了：每个正整数都可以写成 9 个棱锥数之和。这里不需要“充分大”，数目也从 12 降到 9。无论从哪一方面看，这都是一个很漂亮的结果。1934 年，W. J. 詹姆斯 (James) 发表论文，证得“充分大的整数都是 8 个棱锥数之和”<sup>[7]</sup>。差不多同时，即 1935 年，华罗庚继续杨武之的研究工作，也得到充分大的正整数都是 8 个形如  $Dx + (x^3 - x)/6$  的正整数之和，当  $D = 0$  时即为詹姆斯的结论<sup>[8]</sup>。在华罗庚的论文的基础上，G. L. 沃森 (Watson) 终于在 1952 年证得：每个正整数都是 8 个棱锥数之和<sup>[9]</sup>。到 1990 年止，这仍是最好结果。不过，在计算机上验证波洛克猜想的工作仍然在继续。H. E. 萨尔泽 (Salzer) 等从 1943 年起到 1968 年连续发表 11 篇报告，最后结果是：凡小于 1 043 999 的正整数，除 17, 27, ..., 343 867 等 241 个例外数需表为 5 个棱锥数之和以外，都是不超过 4 个棱锥数之和，并且推证出：凡小于 276, 976, 383 的正整数都是不超过 5 个棱锥数之和<sup>[10]</sup>。到 1991 年 9 月为止，杨振宁在计算机上算得，凡是小于  $10^9$  的正整数，除上述 241 个例外数之外，都是 4 个或小于 4 个棱锥数之和。因此杨振宁推测：表示充分大的正整数，只要“4 个棱锥数”就够了。总之，波洛克猜想尚未得到证实，杨武之研

究过的这个问题尚有继续发展之余地。

杨武之的这篇博士论文，首先在美国数学会的会议上作了介绍（1928年4月6日），然后在1931年的《清华大学理科报告》上全文发表<sup>[3]</sup>。杨武之在1935年发表的另一篇论文“关于同余式的一个定理”<sup>[5]</sup>，其特例也可以用来推导上述主要定理。

作为中国最早的代数学博士，杨武之的学术兴趣不仅限于数论，而且涉及许多代数领域。他在1926年完成的硕士论文，其内容有关双二次型的不变量<sup>[1]</sup>，这种代数不变量的探求曾经是一个热门话题。杨武之运用迪克森的一种方法，系统地刻划了一个或多个双线性型的代数不变量，先考虑两个变量的双线性型，再推广到多个变量的复杂情形。杨武之回国后讲授过很多代数课程，他发表的论文<sup>[4]</sup>涉及域论。30年代初，他在清华大学数学系为研究生开设群论课，使许多学生如陈省身、华罗庚、柯召等很受教益。因此，杨武之作为我国现代数学的一位先驱，代数和数论学科的开拓者，有其特殊的贡献。

杨武之所师法的迪克森学派，在20世纪初的美国影响很大，人员众多，但是30年代之后，该学派已成了强弩之末，当英国的G.H.哈代（Hardy）—J.E.李特伍德（Littlewood）和苏联的И.М.维诺格拉多夫（Виноградов）领导的解析数论学派相继兴起后，迪克森学派就逐渐解体了。所以，杨武之的代数学研究在20年代和30年代的中国虽曾起过启蒙和推动的作用，可惜由于研究方向的衰落，以后未能取得更进一步的发展。1935年，他去德国考察时曾经想改变研究课题，终因条件所限，没有成功。

杨武之一生从事数学教育，曾任中国数学会理事多年。在清华大学和西南联合大学数学系主持系务时期，培养和造就了两代学术人才，对中国数学的发展贡献很大。其中直接受杨武之影响而跨入数论研究的有华罗庚、柯召等著名学者。

杨武之和华罗庚的关系尤为密切。华罗庚的早期文章“苏家

驹之代数的五次方程式解法不能成立的理由”，在《科学》杂志上发表，此文有关代数，经唐培经介绍，也引起杨武之的注意。于是，系主任熊庆来请唐培经找到华罗庚，并约请华罗庚到清华大学数学系任助理员，管理图书资料，并可随班听课。华罗庚自此走上数学之路，两年之后，华罗庚升为助教，后来又升为教员。因此，发现华罗庚才能的“伯乐”正是唐培经、杨武之、熊庆来等，而系主任熊庆来的支持，则起了关键的作用。

华罗庚到清华大学以后，选择数论为研究方向，自然是受到杨武之的影响。华罗庚早期发表的许多论文曾沿着迪克森和杨武之的工作进行。1935年，华罗庚在日本《东北数学杂志》上发表的论文“关于整数表为7个立方函数之和的问题”（On the representation of integers by the sums of seven cubic functions），就直接引用了杨武之的博士论文。而华罗庚的论文[8]，则是杨武之工作的继续。华罗庚最早引起世人注意的工作，和杨武之的博士论文课题相同，都是“华林问题”，足见他们之间学术联系的密切。

华罗庚于1936年去英国随哈代学习解析数论，成绩卓著，这使杨武之十分高兴。1938年华罗庚回到清华大学和刚成立的西南联大。当时担任系主任的杨武之，立刻向校方要求破格提拔华罗庚，直接升正教授。起初校方以华罗庚在英国未取得博士学位为由加以拒绝，后经杨武之力争，最终才予以同意。西南联大时期，杨武之和华罗庚曾同住在昆明西北郊的大塘子村，两家过往很密。华罗庚曾有一信给杨武之，内称：“古人云：生我者父母，知我者鲍叔，我之鲍叔即杨师也。”1980年，华罗庚有一信给香港《广角镜》周刊，要求澄清该刊的一篇以讹传讹的文章，信中提到：“引我走上数论道路的是杨武之教授”，“从英国回国，未经讲师、副教授，直接提我为正教授的又是杨武之教授”（见《广角镜》，第98期，1980年11月）。

杨武之的长子杨振宁是著名物理学家，1957年诺贝尔物理学奖金获得者。杨武之对杨振宁的培育是应该提及的。杨武之曾

在朋友面前说起过杨振宁的早慧<sup>[11]</sup>，但他从不揠苗助长，避免给幼年的杨振宁以过大的心理压力，而是尽力扩大其知识面，打好基础。1934年，杨武之曾请清华大学历史系雷海宗教授代请一位高年级学生（丁则良），教杨振宁读《孟子》。两个暑假下来，杨振宁把《孟子》背得烂熟。还有一次，杨振宁在《中学生》杂志上读到刘薰宇的一篇介绍置换的文章，很感兴趣。杨武之当然知道这是继续学习群论的契机，然而杨武之此时并未要求杨振宁去涉猎近世代数或微积分。假使那时把杨振宁当“神童”，硬让他读大学课程，说不定会出现类似N.维纳（Wiener）终身患有的一种心理失调现象，那就得不偿失了。

当然，杨武之对杨振宁的数学影响是很大的，家里书架上A.施派泽尔（Speiser）的有限群著作里，有许多插图曾使杨振宁着迷。当杨振宁写毕业论文要读T.E.罗森塔尔（Rosenthal）和G.M.墨菲（Murphy）的物理论述时，杨武之让他看迪克森的《现代代数理论》，杨振宁从中得益良多，尤其对群论的威力和不可思议的数学美留下难以磨灭的印象。日后杨振宁得力于刻划对称性的群论，做出“宇称不守恒”、“非交换规范场”等重大贡献，杨武之的影响是不可忽视的。

杨武之为人纯朴宽厚，常说很喜欢自己名字“克纯”中的“纯”字。他人缘极好，任清华大学数学系主任多年，以身作则，深孚众望。他和熊庆来共事多年，相交颇厚。1964年全国函数论会议期间，70高龄的熊庆来探望病中的杨武之，他们重逢的喜悦之情溢于言表。杨武之和清华大学的另一同事郑之蕃也亲密无间。1937年陈省身和郑之蕃的长女郑士宁订婚，杨武之是介绍人之一。1964年，陈省身从美国到日内瓦探望杨武之夫妇，杨武之曾有诗相赠<sup>[11]</sup>：

冲破乌烟阔壮游，果然捷足占鳌头。  
昔贤今圣遑多让，独步遥登百丈楼。  
汉堡巴黎访大师，艺林学海植深基。



蒲城身手传高奇，畴史新添一健儿。

杨武之的中国传统文化根底很深，尤精于围棋。50年代寓居上海时，曾和各高手对奕，其水平位于全市前列。

## 文 献

### 原始文献

- [ 1 ] Yang Ko-Chuen, The invariants of bilinear forms, A dissertation for the degree of master of science, Chicago, 1926.
- [ 2 ] Yang Ko-Chuen, Various generalization of Waring's problem, Chicago, 1928 (Thesis, Chicago, 1928).
- [ 3 ] K.C. Yang, Representation of positive integer by pyramidal numbers  $f(x) = (x^3 - x) / 6, x = 1, 2, \dots$ , *Science Reports of the Tsing Hua University*, A 1 (1931), pp. 9—15.
- [ 4 ] K.C. Yang, Quadratic fields without Euclid's algorithm, *Science Report of the Tsing Hua University*, A 1 (1935), pp. 261—264.
- [ 5 ] 杨武之, 关于同余式的一个定理, *清华学报*, 6 (1935), 2, 第 107 页。

### 研究文献

- [ 6 ] L.E. Dickson, Recent progress on Waring's theorem and its generations. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 139 (1933), pp. 721—727.
- [ 7 ] R.J. James, The representation of integers as sum of pyramidal numbers, *Math. Annalen*, 109 (1934), p. 196.
- [ 8 ] L.K. Hua, On Waring theorems with cubic polynomial summands, *Math. Annalen*, 110(1935), pp. 622—628.
- [ 9 ] G.L. Watson, Sums of eight values of a cubic polynomial, *J. London Math. Soc.*, 27 (1952), pp. 217—220.
- [ 10 ] H.E. Salzer and N. Levine, Proof that every integer  $< 452, 479, 659$  is a sum of five numbers of form  $Q_x \equiv (x^3 + 5x) / 6, x > 0$ , *Mathematics of Computation*, 22(1968), pp. 191—192.
- [ 11 ] 陈省身, 我与杨家两代的因缘, 见《陈省身文选》, 科学出版社, 1989.