

国家重点图书出版规划项目

20世纪 中国知名科学家 学术成就概览

总 主 编 钱伟长

本卷主编 干 勇



化工、冶金与材料工程卷



材料科学与工程分册

科学出版社



国家重点图书出版规划项目

20世纪 中国知名科学家 学术成就概览

总 主 编 钱伟长

本卷主编 干 勇



化工、冶金与材料工程卷



材料科学与工程分册

科学出版社

北 京

内 容 简 介

国家重点图书出版规划项目《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》，以纪传文体记述中国 20 世纪在各学术专业领域取得突出成就的数千位华人科学技术和人文社会科学专家学者，展示他们的求学经历、学术成就、治学方略和价值观念，彰显他们为促进中国和世界科技发展、经济和社会进步所做出的贡献。本卷按学科集结成册。书中着力勾画出这些知名专家学者的研究路径和学术生涯，力求对学界同行的学术探索有所镜鉴，对青年学生的学术成长有所启迪。

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·化工、冶金与材料工程卷》记述了该领域约 200 位知名科学家，其中材料科学与工程分册收录了 68 位专家学者。

图书在版编目(CIP)数据

20 世纪中国知名科学家学术成就概览·化工、冶金与材料工程卷·材料科学与工程分册/钱伟长总主编；干勇本卷主编. —北京：科学出版社，2015. 1

国家重点图书出版规划项目 国家出版基金项目

ISBN 978-7-03-042947-6

I. ①2… II. ①钱… ②干… III. ①材料科学-科学家-列传-中国-20 世纪 ②材料科学-技术发展-成就-中国-20 世纪 IV. ①K826. 1 ②N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 002573 号

责任编辑：胡庆家 阚 瑞 张冬梅 吴 颀/责任校对：张凤琴 张怡君

责任印制：肖 兴/封面设计：黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 1 月第 一 版 开本：889×1194 1/16

2015 年 1 月第一次印刷 印张：42 1/2

字数：832 000

定价：209.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》
化工、冶金与材料工程卷编辑委员会

主 编 干 勇

副主编 叶恒强 汪燮卿 陈立泉 邱定蕃

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

才鸿年	曹湘洪	陈立泉	范守善
干 勇	顾秉林	何季麟	李大东
欧阳平凯	邱定蕃	孙传尧	汪燮卿
王淀佐	王静康	徐德龙	徐匡迪
薛群基	叶恒强	殷瑞钰	周 廉
祝世宁	左铁镛		

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》

总 序

记得早在 21 世纪的新世纪之初，中国科学院、中国工程院和中国社会科学院的一些老同志给我写信，邀我来牵头一起编一套书，书名就叫《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》（以下简称《概览》）。主要目的就是以此来记录近代中国科技历史、铭记新中国科技成就，同时也使之成为科技创新的基础人文平台，传承老一辈科技工作者爱国奉献、不断创新、追求卓越的精神，并以此激励后人。我国是一个高速发展中的大国，世界上的影响力不断增强，编写出版这样一套史料性文献，可以总结中华民族对人类科技、文化、经济与社会所做出的巨大成就与贡献，从而最广泛地凝聚民族精神与所有炎黄子孙的“中华魂”，让中国的科技工作者能团结奋进，为共建和谐的祖国多做贡献，更可以激发年轻一代奋发图强，积极投身祖国“科教兴国”战略的伟大实践中。

在党和政府的高度重视和长期大力支持下，酝酿已久的《概览》项目终于被列为国家重点图书出版规划项目，并由科学出版社承担实施。

《概览》总体工程包括纸书出版、资料数据库与光盘、网络传播三大部分。全套纸书计划由数学、力学、天文学、物理学、化学、地学、生物学、农学、医学，机械与运载工程、信息与电子工程、化工冶金与材料工程、能源与矿业工程、环境与轻纺工程、土木水利与建筑工程，以及哲学、法学、考古学、历史学、经济学和管理学等卷组成。

《概览》纸书预计收录数千名海内外知名华人科学技术和人文社会科学专家学者，展示他们的求学经历、学术成就、治学方略、价值观念，彰显他们为促进中国和世界科技发展、经济和社会进步所做出的贡献，秉承他们在百年内忧外患中坚韧不拔、追求真理的科学精神和执著、赤诚的爱国传统，激励后人见贤思齐、知耻后勇，在新世纪的大繁荣、大发展时期，为中华民族的伟大复兴和全人类的知识创新而奋发有为。

在搜集整理和研究利用已有各类学术人物传记资料的基础上，《概览》以突出对学术成就的归纳和总结为主要特色。在整理传主所取得的学术成就的基础上，分

析并总结他们所以取得这些学术成就的情境和他们得以取得这些学术成就的路径，如实评介这些学术成就对学术发展的承前启后的贡献和影响，以及这些学术成就给人类社会所带来的改变。从知识发生、发展的脉络上揭示他们创造、创新的过程，从而给当前的教育界在培养创新型人才方面，以及给年轻科技工作者自我成长方面有诸多启示。同时，《概览》还力求剖析这些海内外知名华人科学技术和人文社会科学专家学者之所以成才成家的内外促因，提供他们对当前科技和学术后继人才培养的独到见解，试图得出在科学史和方法论方面具有普遍性意义的结论，进而对后学诸生的个人成长和科技人才培育体系的优化完善有所裨益。

在世纪转型的战略机遇期，编写出版《概览》图书，可以荟萃知名专家学者宝贵的治学思想、学术轨迹和具有整体性的科技史料，为科研、教学、生产建设、科研管理和人才培养等提供一个精要的蓝本。

他们的英名和成就将光耀中华，垂范青史。

钱伟长

2009 年 1 月 9 日

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·化工、冶金与材料工程卷》

前 言

化工、冶金与材料工程是一个重要的工程科技领域，是国民经济的支柱产业。1994 年中国工程院成立时，将“化工、冶金与材料工程”设为一个学部。《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》编撰工作启动时，“化工、冶金与材料工程”作为一卷，也与此有关。

化工是化学工业、化学工程和化学工艺的简称。化工有着长远的发展历史，可以追溯到远古时期，从那时起人类就能运用化学加工方法制作一些生活必需品，如制陶、酿造、染色、冶炼、制漆、造纸以及制造医药、火药和肥皂。进入 20 世纪，化工进入大规模生产的主要阶段，中国的化工领域有了很大发展，其中涌现出大批科技成果，如制碱专家侯德榜创立的“侯氏制碱法”，使中国有了自己的制碱工艺，使纯碱工业和氮肥工业得到发展；催化专家闵恩泽研制的石油化工催化技术使中国炼油催化剂迎头赶上世界先进水平。

冶金是研究从矿石等资源中提取金属或金属化合物，并制成具有良好的使用性能和经济价值的材料的工程技术领域。冶金在中国可以追溯到商周时期的青铜器时代，曾有世界上光辉灿烂的“青铜文明”。新中国成立后，有色金属和黑色冶金工业不断发展，品种不断增加。以钢铁为例，1949 年前，中国每年仅能产十几万吨钢，到 2008 年，中国粗钢产量超过 5 亿吨，产量占到全球的 38.2%。冶金工业为尖端科学和国防现代化提供了新型材料，有效地支撑了中国工业化和城镇化的发展进程。

材料是人类可以利用制作物件，如用具、工具、元器件、设备设施、系统等的物质。人类文明的发展史，曾以生产工具的材料来划分，如“石器时代”“青铜时代”“铁器时代”等，材料研究上的每一次重大突破，都成了人类进步的里程碑。材料、信息、能源被称为现代文明三大支柱的提法，已得到广泛认同。在中国，材料科学取得了快速发展和进步，特别是实验室材料的研究，与国外发达国家差距不大。2010 年，师昌绪获得国家最高科学技术奖，成为首位获此殊荣的材料科学家。

20 世纪的中国在化工、冶金、材料领域的卓越成就离不开相关科技专家的艰苦

创业和努力奋斗,从几代工程科技专家中遴选出代表人物并记载他们的精彩人生、学术轨迹和成就,对于承前启后、传播科学,具有重要的现实意义和深远影响。

为此,《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·化工、冶金与材料工程卷》于 2010 年组建了编委会,召开会议,充分讨论了本卷入选传主的遴选原则:①两院院士(包括已故院士,外籍华裔院士);②在该学科领域做出开创性贡献的老一辈工程科技专家。按此原则基础,征求各单位、学会和专家意见,并经过编委会的严格把关和投票,最终确定入选专家约 400 人。之后,编委会领导开展组稿工作,根据传主本人、家属或编委的推荐意见,确定了具有相关专业背景的撰写者。

虽然组稿时做了很大努力,但由于多种原因(传主过世早,资料少;传主生前所在单位变动较大,无法联络传主家人,单位也不能推荐合适的撰稿人;传主本人或家属不愿意入传等),有些传主未能及时收入。

经编委会讨论,传文采取文责自负原则,并按化学工程与技术、冶金工程与技术、材料科学与工程分册出版。传文主要包括摘要、简历、学术成就与学术思想、主要论著、主要参考文献和撰写者 6 部分,较为全面地介绍了科学家们的成才历程、取得的主要成就及其研究的理论、方法和途径,分析他们成才成家的原因,使读者在阅读中能从中受到启发和激励,并以史为鉴,继续前进。

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·化工、冶金与材料工程卷》全书编研工作是在相关院士、专家、教授和研究人员等的积极参与下进行的,并得到了中国工程院、相关学会、有关科研院所及高等院校等单位的大力支持和协助,这是全书的编辑工作能够顺利完成的有力保证。在此,谨向他们致以崇高的敬意和衷心的感谢。无论是入选名单还是传文内容,难免有疏漏和不当之处,衷心地希望广大读者提出批评意见。



2013 年 7 月 4 日

目 录

《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》总序	钱伟长 (i)
《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·化工、冶金与材料工程卷》前言...	
.....	干勇 (iii)
20 世纪中国知名材料科学与工程专家	(1)
王 涛 (1905 ~ 1985)	(3)
郁国城 (1908 ~ 1985)	(13)
陆宗贤 (1909 ~ 2011)	(24)
蒋文达 (1916 ~ 1986)	(32)
黄大能 (1916 ~ 2010)	(40)
章守华 (1917 ~)	(53)
吴中伟 (1918 ~ 2000)	(61)
张作梅 (1918 ~ 1998)	(71)
师昌绪 (1918 ~ 2014)	(78)
张乐湲 (1919 ~ 2006)	(87)
李家治 (1919 ~)	(97)
张名大 (1920 ~ 1990)	(106)
肖纪美 (1920 ~)	(114)
许少鸿 (1921 ~ 2010)	(124)
徐祖耀 (1921 ~)	(133)
斯重遥 (1921 ~ 2005)	(144)
王启东 (1921 ~)	(152)
夏 非 (1921 ~ 2003)	(161)
钟香崇 (1921 ~)	(168)
何欧里 (1923 ~ 1990)	(178)
郭可信 (1923 ~ 2006)	(184)
崔 崑 (1925 ~)	(194)
曹荫之 (1925 ~ 2002)	(202)

陈 簏 (1927 ~ 1978)	(210)
潘际銮 (1927 ~)	(218)
雷廷权 (1928 ~ 2007)	(233)
龙期威 (1928 ~ 2001)	(243)
王景唐 (1929 ~ 1992)	(253)
王 润 (1929 ~)	(263)
胡壮麒 (1929 ~)	(271)
朱鹤孙 (1930 ~)	(281)
姜中宏 (1930 ~)	(296)
贾寿泉 (1930 ~)	(305)
王仪康 (1930 ~)	(315)
李青云 (1931 ~)	(331)
邹世昌 (1931 ~)	(339)
周本濂 (1931 ~ 2000)	(348)
曾苏民 (1932 ~)	(356)
宋家树 (1932 ~)	(364)
张彦生 (1932 ~)	(375)
蔡其巩 (1932 ~)	(386)
董海山 (1932 ~ 2011)	(392)
柯 伟 (1932 ~)	(401)
干福熹 (1933 ~)	(409)
李依依 (1933 ~)	(419)
葛昌纯 (1934 ~)	(428)
武 胜 (1934 ~)	(442)
柳百新 (1935 ~)	(450)
王泽山 (1935 ~)	(464)
蒋民华 (1935 ~ 2011)	(473)
李龙土 (1935 ~)	(483)
邹 竞 (1936 ~)	(492)
闻立时 (1936 ~ 2010)	(502)
都有为 (1936 ~)	(514)
陈创天 (1937 ~)	(524)

周国治 (1937 ~)	(535)
赵振业 (1937 ~)	(547)
朱 静 (1938 ~)	(558)
金展鹏 (1938 ~)	(569)
王占国 (1938 ~)	(578)
李冠兴 (1940 ~)	(587)
陈立泉 (1940 ~)	(594)
沈德忠 (1940 ~)	(605)
叶恒强 (1940 ~)	(615)
周克崧 (1941 ~)	(624)
薛群基 (1942 ~)	(635)
范良士 (1947 ~)	(645)
周 玉 (1955 ~)	(658)

20世纪
中国知名材料科学
与工程专家

王 涛



王涛（1905～1985），江苏崇明人。水泥科学技术专家。1926年毕业于天津北洋大学矿冶工程系。1929年赴德国留学，在德国柏林皇家水泥研究院师从水泥化学家库尔，从事水泥化学基础研究。和库尔合著《水泥水化》（1932）一文，成为当时国外水泥经典论文作者中罕有的中国学者，蜚声国际水泥化学界。1933年应邀担任启新洋灰公司唐山水泥厂总技师（总工程师），成为中国水泥工业史上第一位中国总技师。任职期间，理顺体制、革新技术，研制成功抗海水水泥，满足了钱塘江大桥建设之急需。从1935年开始，积极建议并主持了江南水泥厂的建设，相继组织了启新华记水泥厂的内迁，创建了华中水泥股份有限公司，主持建设了昆明水泥股份有限公司，筹建了江西泰和水泥厂，协助贵州水泥厂改进经营管理，为内迁企业的建设和抗日战争提供了重要的战略物资。创办了具有当时世界一流水平的华新水泥厂，为新中国水泥工业的发展提供了先进技术并培养了大批人才。1955年调国家重工业部，任一级工程师。其后担任建筑材料工业部新成立的水泥工业研究院院长，将其建设成为新中国第一个专业齐全、人才济济的水泥综合科研机构，开创了中国水泥科研工作新局面。历任建材部科技局副局长、北京建筑工程学院副院长、国务院科学规划委员会硅酸盐组副组长、国家科学技术委员会硅酸盐工程学学科副组长、建工部科学技术委员会常务委员、中国硅酸盐学会首届常务理事和顾问、北京硅酸盐学会理事长、《硅酸盐学报》编委会副主任委员等职务。

一、受益于名师指导 历练于生产实践

王涛，字松波，1905年3月19日生于江苏崇明（现隶属上海市），1985年5月23日在北京逝世。父亲王志夔是清末秀才，毕生从事教育事业。他对子女管教很严，要求每日黎明即起，洒扫庭除，锻炼体格，读书习字。王涛成长在这样一个家庭中，受到中华民族传统美德和历史文化的熏陶，从小树立起爱国敬业、严谨求实、不畏艰苦的优良品德。

王涛天资聪颖，学习勤奋。1920年他从苏州第二工业学校毕业，考入全国名

校——北洋大学矿冶工程系深造。在校期间，成绩优秀，年年享受免费生待遇。1926 年大学毕业时，成绩名列全校第一，获得金质奖章。之后，他到姚锡舟创办于南京的中国水泥股份有限公司工作，在德国总技师克斯满的手下任化验室技术员。王涛工作积极主动，认真负责，颇受克斯满的器重。王涛深谙实践出真知的道理，除做好化验室本职工作外，还经常陪同克斯满到窑头和粉磨车间处理技术问题，着力在实践中学习水泥生产工艺知识。1927 年中国水泥股份有限公司收购太湖水泥厂，他受厂方委托参加设备拆迁工作，进一步学到了水泥机电设备的结构、工作原理及安装知识。通过在中国水泥股份有限公司三年的历练，王涛对水泥生产的工艺知识、生产装备和技术了然于胸，为日后亲自兴办水泥实业奠定了扎实的技术基础。

1929 年王涛通过江苏省官费留学考试，赴德国柏林皇家水泥研究院进修，师从水泥化学家库尔，从事水泥化学基础理论的研究，探讨水泥凝结硬化等机理。水泥凝结硬化理论是水泥化学研究的前沿和热点课题，对改进水泥性能和开发新品种水泥具有重要的理论指导意义。19 世纪末，关于水泥凝结硬化机理，世界水泥界相继形成了“晶体理论”和“胶体理论”等学派。通过三年的学习，王涛熟悉了水泥化学的原理，开阔了视野，知晓了水泥化学前沿科研内容。在库尔的指导下，他用独特的研究方法取得了新颖的科研成果，进一步验证和发展了水泥“胶体理论”的观点。他以该成果为基础，在柏林工业大学技术研究所和导师库尔合作撰写了技术报告《波特兰水泥和水的反应》；并与库尔合著了《水泥水化》一文，发表于 1932 年 2 月出版的德国《水泥》杂志，随后发行德文单行本。该论文在国际水泥化学界受到高度重视和赞赏，成为日后诸多水泥权威性论著经常援引的经典性著作，王涛因此也成为中国第一位扬名国际水泥化学界的学者。

库尔对王涛的才学和勤奋极为赏识，总是将其树为后继年轻中国学者学习的榜样。他还竭力向中国的水泥企业推荐王涛担任总技师，很快王涛即成为国内各大水泥企业竞相争聘的对象。1932 年 6 月王涛完成学业后回国，应姚锡舟之聘，返回自己水泥知识的启蒙地——中国水泥股份有限公司工作，做克斯满的副手，担任副总技师。

王涛在克斯满手下工作近半年后感到难以充分发挥自己的才能，于是另谋高就，将最终目标选定为启新洋灰公司。启新洋灰公司是雄踞于长江以北的最大水泥企业，下属两个水泥厂，分别是位于河北的唐山水泥厂和位于湖北黄石的华记水泥厂，其水泥产销量占据中国的一半。启新洋灰公司将王涛列为总技师人选之一。鉴于中国水泥界此前尚无聘用中国人担任总技师之先例，启新洋灰公司对此持十分慎重的态度，1932 年 11 月邀请王涛到唐山水泥厂参观，借此考察王涛的实际才学。对于王涛来说，能到这样一个大型水泥企业担任总技师，有很大的吸引力。他到厂后，深

入车间进行周密的考察，写出了考察报告。在考察报告中，王涛综合分析了启新洋灰公司唐山水泥厂在交通、原料等方面的优势，同时对工厂存在的主要问题进行了精辟的分析，并提出了相应的解决办法：在原燃料方面，对含镁量较高的石灰石，应予以剔除；对红、黄两种黏土，因其硅率不同，需在配料时搭配使用；对于灰分较多的燃料，应采取必要措施进行补救。在水泥质量方面，存在速凝问题，应从配料方面予以解决。在工艺布置方面，由于历次扩建，机器前后连接不当，应进行适当调整。在动力运行和配备方面，两台发电机组都在半负荷状态下运行，两种不同电压和周波并存，不仅管理困难，而且造成很大浪费。在器材管理方面，库存零配件大量积压，可用 20 年之久。

启新洋灰公司对这份考察报告给予了高度评价，认为王涛所提问题切中要害，提出的解决措施切实可行，充分显示出了王涛深厚的水泥化学造诣和对水泥生产技术的精通。1933 年 2 月启新洋灰公司破格聘用了年仅 28 岁的王涛担任副总技师，代行总技师职责，不久便正式任命他为总技师，从而结束了建厂四十多年来一直聘用外国人担任总技师的历史，王涛因此也成为中国水泥史上第一位完全取代外国人的中国水泥总技师。

王涛担任总技师以后，大刀阔斧地进行了一系列重要改革。在公司领导的支持下，他理顺管理体制、整顿指挥秩序、集中权力、统一指挥，经过不懈努力，建立起以总技师为首的生产技术管理体系。在此基础上，王涛对工厂有关生产管理制度进行了改革，对重要的技术岗位和技术措施，建立起相应的管理与考核制度予以保证。

王涛认为，作为总技师，不仅要抓产品产量，更要抓产品质量。他针对生产中存在的诸多问题，逐一进行技术革新，予以解决。在进行每项技术改革前，必先开展科学实验。为此，他特地从德国购进高温炉、显微镜、颗粒分析仪和高压渗透仪等仪器设备，建立了先进的实验室。王涛通过原料试烧，决定采用高铁配料方案，从根本上解决了长期困扰工厂的水泥速凝问题。根据磨机各仓细度分析曲线，调整各仓钢球级配，大大提高了磨机产量和产品质量。他还改革了水泥成品包装办法，从国外引进了 50 千克纸袋灌包机，降低了包装成本，减轻了工人的劳动强度。一系列技术改革措施的实施，使水泥产量和质量显著提高，产品行销全国，并出口海外，在东南亚一带赢得了极好的声誉。1933 年，启新洋灰公司“马牌”水泥获得芝加哥世界博览会嘉奖。

王涛任总技师以后，积极研究开发新品种水泥。1933 年茅以升主持设计并领导建造中国第一座现代化大桥——钱塘江大桥，要求王涛解决大桥墩基的抗海水侵蚀

问题。王涛通过大量的试验工作，对波特兰水泥熟料的化学成分进行了调整，研制出一种能耐海水侵蚀的水泥，开中国特种水泥研究与生产之先河。1934 年钱塘江大桥开工，王涛亲临施工现场，指导施工人员正确地使用该品种水泥。该水泥的使用在世人瞩目的钱塘江大桥工程中取得了圆满成功，为大桥的建设做出了贡献。事后，他对这种水泥的生产和应用技术进行总结，写成《抗海水水泥》一文，发表于德国《黏土工业》杂志。

王涛回国之时，冀东地区已处于日军的监视与控制之下，唐山水泥厂前途未卜。王涛到启新洋灰公司任职不久，受丹麦史密斯公司资助到日本进行了为期一个月的考察，回国后王涛积极建议公司在南京栖霞山一带建设新的江南水泥厂。公司立即采纳建议，并责成他主持新厂的筹建工作，后又正式任命他为新厂技术专员。1937 年工程即将告竣，大窑点火试车在即，“七七”事变和“八一三”事变相继发生，抗日战争爆发，北平、天津、唐山很快沦陷，上海、南京危在旦夕。为保住江南水泥厂不沦于敌手，王涛决定利用与债权人的关系，请丹麦史密斯公司代表辛德贝格和德国礼和洋行代表京特“看守”工厂。11 月上海沦陷，王涛忍痛放弃大窑试车计划，立即组织遣散人员。最终日军将大窑等主要设备强行拆迁至山东张店，建设铝厂，王涛等四年心血尽付东流。新中国成立后，江南水泥厂于原址复建。

王涛在启新洋灰公司任职并取得具有开创意义的成就，做到了外国人未能做到的事情，使唐山水泥厂的面貌为之一新。不少水泥企业也开始冲破思想束缚，不再认为总技师非外国人莫属，一批中国工程技术人员迅速成长起来。

二、受任于民族危亡之际

1938 ~ 1945 年，王涛发挥自己的专业知识和技能，以对国家的一片赤诚之心，奔波于中国西南抗日大后方的崇山峻岭之中，创建了一个又一个水泥厂，为内迁工厂的建设，为全民族的抗战大业，做出了贡献。

1938 年 6 月安庆失守，九江告急，武汉会战即将打响，国民政府经济部加紧组织武汉一带工厂内迁。时任国民政府经济部部长的翁文灏任命王涛负责将地处湖北大冶的启新华记水泥厂迁往湘西山区。王涛迅速组成一支上百人的骨干队伍，日夜奋战，紧张有序地抢拆笨重机器设备。经过 24 天的连续工作，终于完成了一套旋窑生产系统的拆卸任务，连同器材有 3000 多吨，用数十条木船分装启运。船队沿长江上溯，经武汉，穿过洞庭湖，抵达常德，然后进入沅江逆流而上。沅江滩多水急，正值枯水期，吃水深的拖轮和木驳船无法行驶，吃水浅的小船又无法装载庞大笨重