

柳大纲的广博与执著

乌志明

(青海民族大学 青藏高原资源化学与生态环境保护国家民委重点实验室 西宁 810007)

摘要 柳大纲(1904-1991)是 20 世纪中国著名的化学家、卓越的科研组织者和领导者,是中国硅酸盐化学、盐湖化学和光谱学等方向的先驱,是中国近现代科技史上推动前科学向科学质变的代表人物。他的早期科研经历和成长过程显示,他不仅推动了传统手工业陶瓷、制盐等向现代工业的革新,还使用完善的科学范式与方法来研究陶瓷、玻璃和制盐过程。以上这些积累,使他于 1958 年以“赛马式”研发模式推动了盐湖钾肥和硼砂生产由手工业跃进到现代工业。他参与筹建并领导中科院化学所,规划和发展其研究领域,进而以中科院化学所为孵育基地,抽调该所力量,建设了中科院青海盐湖所等多个研究机构。他重视人才培养,重视发展中国化学会和期刊建设工作。

关键词 硅酸盐化学 盐湖工业 赛马式研发 手工业 工业化

Liu Dagang's Broadness and Perseverance

Wu Zhiming

(Qinghai Minzu University, Key Laboratory of Resource Chemistry and Eco-environmental Protection
in Qinghai-Tibet Plateau, State Ethnic Affairs Commission, Xining, 810007)

Abstract Liu Dagang (1904-1991) was a famous Chinese chemist in the 20th century, an outstanding scientific research organizer and leader, and also a pioneer in the fields of silicate chemistry, salt lake chemistry and spectroscopy in China. In the history of modern science and technology in China, he is a representative figure in promoting the qualitative change from pre-science to science. His early scientific research experience and growth process showed that he not only promoted the innovation of ceramics and salt making from traditional handmade style to modern industries model, but also introduced well-established paradigms and methods in the study of ceramics, glass and salt making. All the above accumulation enabled him to promote the potash fertilizer and borax production in Salt Lake from handmade to modern industry style in 1958 with the “horse-racing” research and development model. He participated in the preparation and leadership of the Institute of Chemistry, Chinese Academy of Sciences, and planned and developed the research field. Further, using it as an incubation base, the institute has been transferred to build a number of research institutions such as the Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences. He attached great importance to both the personnel training and the development of the Chinese Chemical Society and the publications construction.

Keywords Silicate chemistry, Salt lake industry, Horc-racing R&D, Handmade industry, Industrialization

柳大纲(1904~1991)是 20 世纪中国顶尖科学家之一,学贯东西、承古拓新,尤以应用化学见长。柳大纲有广博的化学知识基础和优秀的实验操作能力,在陶瓷、玻璃、光谱学、制盐、荧光材料、土壤砂化加固、盐湖、稀土、核燃料处理、锂硼同位

素分离、腐殖酸等十几个领域^[1-4]皆有建树。广博的研究涉猎为柳大纲领导中国化学在相关领域建立研究方向、发展学科分支和专门科研机构奠定了基础。柳大纲的生前身后有许多介绍和评述^[1-9],有侧重盐湖^[5,6],有侧重刊物和学术团

体^[7-9],也多以“一生常耻为身谋”^[1-3]为题突出其执著为国为民的高风亮节。但是,以往对柳大纲在新中国成立之前的科研,也就是对其 45 岁前在陶瓷、玻璃和制盐等方面的科研评介极为不够;更对柳大纲于化学相关手工业向现代工业转变时的重要贡献等缺乏评介。柳大纲在陶瓷、制盐和盐湖等研究中一贯秉承运用现代科学的科研范式。本文通过柳大纲早期科研著述并结合时代背景回顾柳大纲科研经历。在中国化学会 90 华诞之际,谨以此文致敬柳大纲的传奇生涯及其大公无私的家国情怀。

1 良好的教育与科研基础

柳大纲出生于江苏仪征,其父柳承元是清末秀才,从事小学教育。得益于严父的教育启蒙,中国传统文化跨时代熏陶了柳大纲^[4]。柳大纲中学就读于扬州江苏省立第八中学,该中学是辛亥革命后改建的新式中学。柳大纲中学期间正逢校长(1917~1922)李荃锐意改革:设立分科制,创能力编级法,因材施教,重视学生实际操作能力培养等。

1920 年柳大纲考入南京高等师范学校(南京大学、东南大学的前身),同年考入该校的还有吴学周、赵忠尧等,1925 年柳大纲毕业留校物理系任教。柳先生就读期间该校聚集一批享誉近现代史的名师,如陶行知、竺可桢、熊庆来、胡刚复等。柳大纲就读的化学系当时有赵承嘏、王璉、张子高等留学归国的学者。赵承嘏是中国第一位化学博士,主要讲授工业化学课程,柳大纲回忆赵承嘏带着学生们到上海化工厂、轮胎厂、味精厂和搪瓷厂等观摩实习。1927 年柳大纲到上海担任中国公学大学部教员。

柳大纲的大学老师王璉是其青年时期的主要引路人,作为王璉的学生和科研助手,柳大纲 1928 年随王璉到《科学》编辑部和中央研究院化学所工作,也有机会参与学会事务,增加社会经验同时开阔学术视野。纪念柳大纲的科学论著选集^[1]和纪念文集^[2]等都写柳大纲 1929 年进入中央研究院化学所,但有文章^[10]言及柳大纲 1928 年进入中央研究院化学所。柳大纲 1928 年进入中央研究院化学所依据有三:其一是文章^[10]所据的存于南京中国第二历史档案馆的《一九二八年中央研究院职员录》;其二张长美回忆^[2]1983 年中国化学会为柳大纲举办从事科研 55 周年纪念

大会,可知柳先生开始科研时间是 1928 年;其三 20 世纪初办《科学》杂志主要是业余时间的义务工作。王天骏据王璉日记等回忆:办《科学》杂志是在尽义务,“王璉带着他在中央研究院化学所的两个助手柳大纲和姚国珣编辑《科学》杂志时,大量的工作时间也都是在晚上进行”。文献^[1-4]记 1928~1929 年柳大纲在《科学》编辑部任职,与其同时进中央研究院化学所并不冲突。因为王璉 1922~1934 年间担任《科学》杂志主编,同时也先后在大学任教和担任中央研究院化学所所长。

柳大纲的科研工作始于中国科学建制化伊始、化学职业之路初现的历史时期。柳大纲进入中央研究院化学所,成为中国最早一批职业化化学研究工作者,开始有较好的科研工作条件并有机会承担或参与重要科研。中央研究院化学所刚成立的 1928 年只有 7 个专职研究人员,加 1 个兼职研究员和 1 个事务员^[10]。24 岁的柳大纲是初期唯一的助理员,这一身份注定柳大纲要经历更多科研方向的实践锻炼。

2 中国硅酸盐化学研究的先驱

在中国柳大纲最早开展对陶瓷、玻璃原料的研究分析^[4],为中科院上海硅酸盐研究所的前身中央研究院工程研究所的相关工作提供了最基础的实验数据和理学基础。

20 世纪初叶受近代科技传播影响,时代大环境推动中国传统手工业向现代工业发展革新以振兴实业^[11,12]。中央研究院成立之初受时代影响较大,其中“工程研究所尤注重于利用科学探讨之结果,以谋国内旧有工业之改进及新工业之创设”^[13],该段话中“旧有工业”即指传统手工业。在新中国成立之前,中央研究院的工程所和化学所一直共同或邻近办公,化学所经常配合工程所的科研。据吴学周日记回忆,直到西迁时工程所仍“无分析人员,拟有请化学所合作意”^[14]。中央研究院工程研究所 1928 年 7 月建所,8 月即建设陶瓷试验场,陶瓷试验场化学相关工作委托中央研究院化学所完成。作为中央研究院化学所当时唯一基层科研人员,柳大纲第一项科研就是受中央研究院工程研究所陶瓷试验场委托分析原料和江西的 18 种著名陶料。

1930 年柳大纲独作发表第一篇科研文章《数种著名国产陶料之分析》^[1],论文开篇“本所因欲于我国著名之陶瓷工业,作科学之窥察。故于陶

料分析积极进行,以为进步研究之基础”。该段文字反映了柳先生早期科研宗旨:承古拓新、科学报国。该文章对多种陶料、陶土和坯子样品分类洗涤、研磨及性状记录、灼热及灼热色泽变化,灼热前后灼失量计算。柳先生分析陶料的主要化学成分: SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 MnO 、 CaO 、 MgO 、 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 等共计 8 项,根据结果计算陶料的化学式,进而分析矿物成分、讨论碱量。使得陶瓷手工业的原材料研究,引入了现代科学方法。陶土等的化学成分比例及其杂质有害与否,超脱旧有经验体系而属于现代科学范畴。基础化学研究有助于中国手工业脱离传统的经验,转向以现代科学理化指标为基础的科学控制。该篇文章的结论部分“矿物成分如何,固甚重要,但迄今未得完善之方法。由化学成分分析之结果,佐以显微镜之矿物观察,亦足窥其梗概”。显微镜观察与化学分析结合的模式,是矿物资源研究的基本手段,直到现在,仍是盐湖盐矿等研究的基本程序。1932 年柳大纲又与王璉合著发表了《宜兴陶业之初步化学观察》^[1]。

继陶瓷化学之后,柳大纲又研究玻璃并于 1933 年发表《玻璃原料之分析》。20 世纪初中叶,受科学基础薄弱和战争等影响,化学实验相关的玻璃仪器需要科研人员自己吹制,所以研究玻璃并建立玻璃试验场是科研必需的前提保障。据中科院上海硅酸盐研究所官网的历史沿革介绍,其前身是中央研究院工程所的陶瓷试验场,1934 年接收中央研究院化学所创设的玻璃试验场。相关记述^[13]:“至玻璃之研究,原本由本院化学研究所主办,年余以后,方由本所继续其工作。于是,依照原定计划,进行应用于科学上之各项特殊玻璃,如化学玻璃、耐酸玻璃、抗热压玻璃、中性玻璃、阻电玻璃等,均经作学理之探讨后试制成品,并检验合度,交各方使用,咸称满意”。1934 年 7 月,中央研究院工程所接管化学所创建的玻璃试验场。在工程所接管之前,柳大纲进行玻璃研究并建设运营玻璃试验场。即工程所早期的陶瓷和玻璃相关的化学工作主要由柳大纲完成。在研究玻璃和创建玻璃试验场的过程中,柳大纲掌握了精湛的玻璃工技术。招禄基 1951 年大学毕业跟随柳大纲工作,柳先生要求其每天向吹玻璃师傅学习 1 小时,招禄基曾利用柳大纲亲自吹制的一套大型真空系统提纯试剂^[2]。

综合上述,柳大纲最初 6 年科研(1928 ~

1934)主要是陶瓷和玻璃。虽然中央研究院化学所初衷“以纯粹学理为主”,但受时代影响,同时首任所长王璉专业是化工且是中国化学工业会的常务理事,所以,直到 1934 年王璉再次出国留学前,中央研究院化学所一直涉猎应用化学研究。硅酸盐化学主要研究陶瓷、玻璃和水泥等以硅酸盐为主体的成品和材料相关化学。中央研究院化学所年轻的基层科研元老柳大纲在该时期偏向应用的陶瓷和玻璃研究。新中国成立后根据工业建设和保护古建筑需要,柳大纲亲自组团到波兰学习电动矽化加固土壤的先进技术,回国后组织学习班推广,完成了唐山林西煤矿风井流沙层和佳木斯糖厂厂房地基加固工程,开创了我国化学灌浆研究领域的先河^[4]。柳大纲领导学习、引进和推广土壤矽化加固技术属于硅酸盐水泥化学领域,他在中国硅酸盐化学涉及的陶瓷、玻璃和水泥等主要领域都进行过开拓性的化学工作,可以说柳大纲是中国硅酸盐化学研究的先驱。

3 承古拓新,制盐研究

中国 5000 年文明中有陶瓷、制盐等传承悠久的工艺和手工作坊,中国手工业有经验而缺理论,知其然而不知所以然。陶瓷、制盐等手工业概不例外,对原材料化学成分比例及其杂质有害与否一直鲜有研究。20 世纪是中国传统手工业向现代工业转型革新时期,欲使相关手工业超脱旧有经验体系,必须建立便于工业控制的现代科学指标体系,这是个承古拓新的工程。20 世纪初叶,手工业改良革新偏重见效快的机器和新动力等,但也有希望手工业科学化的声音^[12]。手工业技术转向科学,首先要知道原材料中有什么,即化学成分为何;其次要知道原料是什么,即化学物理结构如何。进而探讨成分和结构的作用,决定发挥什么的价值,抑制或摒弃分离哪些成分。柳大纲在陶瓷和玻璃研究中主要研究其原材料的化学成分和矿物成分,研究传统手工业原料有什么、是什么等关键的科学问题。抗日战争时期在制盐研究^[1]中,柳大纲更进一步,不仅研究有什么、是什么,还研究哪些共生物质有害,以及研发将有害物分离去除的工艺方法。

淞沪会战后,中国海盐产区几乎全被日本夺取,中国盐产量锐减到 30%。中国的制盐行业和民用盐、医用盐供应受影响极大,抗战时期中国人

民常受盐荒之苦。在敌机轰炸破坏和前线抗战时期,医疗方面也极其需要生理盐水等医疗用盐。柳大纲亲历战乱中民间疾苦,中央研究院化学所迁到昆明后重建实验室,初步具备基本条件后柳大纲就投身制盐研究以报国。1937 年 9 月云南元永井到一平浪“移卤就煤”工程完全竣工,是云南最倾向革新的一座盐场,柳大纲就从元永井和一平浪入手开始制盐的化学调查等研究。制盐研究列入中央研究院化学所 1939 年的年度研究计划和研究题目,如“滇省矿盐之研究,对云南元永井区盐矿及云南一平浪盐场之成盐成分进行化学分析”,“为昆明市医院制造生理食盐”^[14]。

对柳大纲在抗日战争时期工作的评介很少,只能通过柳大纲 1942 年到 1945 年间发表的 3 篇英文文章^[1]去了解。1942 年发表的制盐原料化学调查文章,取许多卤水和矿物样品并进行分析,如对卤水样分析了 Li、Na、K、Mg、Ca、Sr、Al、Mn、Fe 等 9 项阳离子及 Cl、Br、I 等 9 项阴离子,还有 CO₂ 和 SiO₂ 的分析。这些分析是在中国《卤水和盐的分析方法》出版之前 30 余年,许多分析方法需要反复摸索验证。相关工作是抗战时期化学所迁到昆明重建科研条件下完成,这篇文章反映了柳大纲扎实的分析实验功底。相关的第二篇文章对一平浪制盐工艺和各工段的样品进行化学研究,发现生产的食盐含硫酸钠 17%~21%;相关的第三篇文章针对一平浪制盐原料中高硫酸根问题,研发了冷冻除硝法和加氯化钙沉淀除硫酸根的两种技术方法,都可使 NaCl 纯度达到 99% 以上。柳大纲针对一平浪制盐的科学研究,奠定了一平浪在中国制盐行业领先的基础,直到 20 世纪七八十年代还有专业刊物多次刊载一平浪在行业内推广制盐、除硝等技术经验。在制盐研究过程中,柳大纲尝试中国紧缺的锂、钾、硼、锶和碘等资源寻找与分析,尽管云南制盐原料中这些元素含量都极微,但在研究中探索了分析方法,为新中国盐湖研究积累了经验。柳大纲在进行陶瓷、制盐研究过程中,逐渐完善了调查分类、化学分析、光谱法和显微镜鉴定等整套的科学研究范式,为新中国成立后其领导盐湖、稀土等资源利用研究积累了经验。

4 中国盐湖事业奠基人与赛马式研发

盐湖钾、镁、硼、锂等资源价值因世界大战

而凸显。第一次世界大战之前,德国是全球钾肥的唯一供应者,钾肥攸关粮食产量乃至农业安全,第一次大战时钾肥来源中断,美俄(苏)等国纷纷寻找钾资源并研发钾肥生产技术^[15];第二次大战时德国飞机大量用镁,使得飞机更轻,飞得更快更高,还能更多携带炸弹,战争使各国猛醒,如美国立即新建 15 座金属镁厂;在材料冶金等领域广泛应用的硼,二战时因其可作高能燃料被关注,如硼戊烷的发热量比汽油高 54%;锂在二战中也倍受重视,除可用于更轻合金之外,因 1 公斤氢化锂分解可产生 2.8 立方米的氢气,成为海空远航首选锭剂用于快速充满救生工具,还可用于远航后备能源。二战后期展现了核弹之威,二战之后氢弹研制成功,特别是 1954 年 Li⁶D 为核燃料的实用氢弹试爆成功,使得 1955 年到 1960 年锂(以碳酸锂计)的年产量都超过万吨^[16]。即使盐湖普遍存在的氯化钠,也有“化学工业之母”的美誉,是制造纯碱、烧碱、金属钠、盐酸、氯气、合成橡胶、塑料、合成纤维等的原料。上述钾、镁、硼、锂和氯化钠等在许多盐湖中较浓、较丰富的赋存。对于刚站起来的中国人民,想要在世界民族之林持续的站稳,上述盐湖资源必不可少,而且需要尽快找到并进行开发利用。1959 年 3 月 1 日,柳大纲在《光明日报》发表文章^[17]的结尾部分较含蓄地逐一点出氯化钠和钾、镁、硼、锂等资源的重要价值。

1951 年兰州大学戈福祥教授上书政务院建议调研青海盐湖资源,当时此件批到中科院处理。柳大纲身处中科院系统且身兼数职中有中科院学术秘书处学术秘书之职,调研盐湖资源进入柳大纲的计划。1953~1956 年柳大纲派人对运城盐湖、青海茶卡和柯柯盐湖进行探索性考察并取样研究,但并未找到钾、硼和锂等急需的资源。在“第一个五年计划”期间,中国开始找钾成矿预测工作、出版相关成矿理论、举办钾盐培训班、着手组建钾盐找矿和开发队伍等准备工作。1956 年柳大纲参加《1956~1967 年科学技术远景规划》的制定工作,为“盐湖科学工作”部分的主要起草人,从国家资源开发利用的需要提出“钾肥方面,首先要解决水溶性钾肥矿盐的资源问题”^[3,4]。1957 年柳大纲领导柴达木盐湖调查队进入盆地,1957 年 9 月 18 日柳大纲指导队员于大柴旦湖上打钻发现了中国第一个盐湖硼矿物,领先于苏联

专家指导下当时在该区域找矿的地质队。1957年10月2日盐湖调查队在察尔汗盐湖发现中国第一个盐湖含钾矿物。在1958~1960年中苏两国科学院合作开展“柴达木盆地盐湖资源勘探与利用”研究项目之前,中国独立发现盐湖首个硼矿物和钾矿物意义很大。

1957年盐湖调查结束之后,柳大纲向青海省政府汇报并提出建议,促成青海省1958年成立化工局,兴建察尔汗钾肥厂和大柴旦化工厂,分别生产钾肥和硼砂。正逢“大跃进”时期,未进行任何生产相关的科技攻关,直接于1958年上马钾肥和硼砂生产企业。盐湖钾肥土法上马之前,1958年盐务局4名干部和茶卡盐厂15名捞盐工到达察尔汗,工作几天得到氯化钾含量50%的10公斤钾肥,就以此样板开始建厂。氯化钾含量50%的钾肥明显还属于手工业生产水平;青藏高原硼砂历史悠久,高世扬回忆^[2]1957年盐湖调查时见到退伍军人孙连胜带人收取硼土以牧民传统手工业方法制取硼砂;《青海省志·盐业志》载1959年茶卡盐厂工人改捞盐铁勺为铁丝网底勺,时称“跃进勺”。即20世纪50年代末,青海盐湖资源开发整体属于手工业水平。1958年5月柳大纲再进柴达木盆地,为改变匆匆上马的钾肥和硼砂企业落后的手工业生产现状,柳大纲分派4支研发队伍以两两竞争的“赛马式”进行科技攻关。参考柴达木盆地实际,辅助药剂、化工设备、各类技工皆无,基础条件极差,柳大纲因地制宜要求研发最简便、在当地条件下最易转化应用的技术。这沿袭了在抗战时制盐研究^[8]的因陋就简科研宗旨:“尝试用最经济、最有效的方法对其进行精制提纯,以期成品可以达到食用盐及工业用盐的标准”。在察尔汗让曹兆汉、陈敬清各领小组,沟槽晒卤结晶光卤石,进而分解光卤石生产氯化钾的研究,该技术将1958年钾肥产量推高到950吨;在大柴旦安排张伦、高世扬各领小组,利用当地天然碱进行碱解钠硼解石生产硼砂的试验,硼收率约70%,硼砂纯度达到98%,该法1958年即被大柴旦化工厂采用。1957年下半年发现盐湖硼矿和钾矿,1958年就研发出中国第一条钾肥工艺和第一条盐湖硼砂工艺都投入生产应用。回顾国际钾盐发现到生产的时间,德国1839年钻井发现钾到1861年发明从“废盐”中回收氯化钾的方法用了22年;美国1863年发现西尔斯盐湖到1913年因德国控制钾肥而从该湖提钾,中间用了50年。

中国钾矿发现到生产仅约1年,并推动土法上马的钾肥当年就实现了核心技术的现代化,实现了土法钾肥和硼砂手工业向工业的转变和大跃进。因此,中国无机盐工业协会钾盐行业分会编著的《中国钾盐钾肥五十年》称柳大纲为行业基石、中国钾盐科技的奠基人和卓越的组织领导人。

1958年盐湖钾肥和硼砂生产的核心技术虽然进入了现代工业,但各工段设备、衔接等各方面还难免是手工业阶段。受时代制约,新中国各方面人才极缺,以当时调查队的青年人来说,也多是响应国家经济建设需求而提前毕业的学生:高世扬上了3年大学就响应国家召唤提前毕业,郑绵平只读了2年大学就提前毕业投身边疆,柳大纲1958年从兰州大学带进柴达木的史启楨也是尚未毕业的大学生。当时工人主要从农牧区招聘,察尔汗盐湖现场进行技术攻关的研发小组兼当培训师,帮助钾肥厂工人掌握工作最需要的知识和技能,识别光卤石和掌握不饱和的氯化镁卤水冷分解光卤石生产钾肥的技术流程。柳大纲在1959年3月1日的《光明日报》^[17]上报道“土法生产氯化钾55%的钾肥和90%的工业氯化钾”,是该时期钾肥生产手工业与工业共存的写照。柳大纲先生敏锐地发现中国盐湖资源多、大、富、全的特点和重要价值,为提高中国盐湖开发的水平和质量保障长远的国家利益,1960年柳大纲倡议在无机化学中建立盐湖化学分支学科;1963年制订盐湖科学10年规划;1965年组建专门的盐湖科研机构中科院青海盐湖所,柳大纲先后任该所的所长和名誉所长。

半个多世纪的时光过去,现在钾锂相关产品量价齐飞,柳大纲先生结合中国资源特色早早找到盐湖资源,实现开发技术从手工业到工业的跃进、倡建盐湖化学学科、组建专门科研机构等等,较全面地奠基了中国盐湖事业。

5 化学跨界传奇到科研领导者

在20世纪的著名科学家中,柳大纲留下的文章和文字都比较少,但是其跨学科边界却非常多,在完全不同的多个化学分支领域取得优秀成绩。柳大纲从大学毕业就开始了跨界传奇,毕业于化学系却留校物理系任教。按时间先后通读《柳大纲科学论著选集》,能发现柳大纲科研成长的大致脉络。新中国成立之前,柳大纲20余年的科研工作可分为4个小阶段:1928年到1934年7月的

陶瓷和玻璃相关的硅酸盐化学研究;1934 年 7 月到 1937 年 8 月与吴学周一起进行光谱学研究;1939 年到 1945 年进行制盐相关研究;1946 年到 1948 年留学进行光谱学研究并获得博士学位。其中第一和第三阶段是实业相关的应用化学研究,第二和第四两个阶段是偏基础的光谱学研究。新中国成立后百业待兴,柳大纲承担一个个国家任务,从百姓日用所需的日光灯荧光材料研发,到建筑硅酸盐化学范畴的土壤砂化加固,再到农业钾肥和基础化工原料的盐湖资源调查开发,还有尖端材料攸关的稀土资源研发,更有国防尖端的核燃料前后处理、锂硼同位素分离等等^[1-4]。从最接地气的实际应用研究到国际前沿理论的光谱学研究,乃至国防尖端的核技术相关研究,柳大纲总是能在较短的时间内,条件较差的情境下,轻松写意地书写新的传奇。

盐湖相关工作中,无论是短时间内领导盐湖的硼钾找矿获得突破,还是通过赛马式竞争科研快速推动技术研发都很精彩,充分体现了卓越的科研领导者的价值。不同于此前研究陶瓷、玻璃或制盐等科研工作,柳大纲不再是具体研发人员,而是亲临一线的科研领导者。柳大纲的经历也涵盖了其组织领导能力的养成,抗战时期,柳大纲参与中央研究院化学所从华东迁到西南的迁移和重建工作;新中国成立后柳大纲参与中科院物理化学所从华东到东北的迁移和建设工作。研究机构的迁移涉及人力动员、实验室重建等等繁琐组织领导工作,这些经历为其参与中科院化学所的筹建、中国科技大学化学物理系的创建等积累了经验。新中国成立后柳大纲承担的第一项国家任务研制日光灯荧光材料时,柳大纲还亲自实验攻关;柳大纲承担的第二项国家任务去波兰学习、引进土壤砂化加固技术,推广时非常需要组织领导能力。该技术属于土建灌浆涉及电化学和胶体化学,该法有耗电量大等时代局限,但对新中国建设初期的许多工程基建很重要,应用在矿井加固、厂房地基加固等方面,对地下秘密工程加固也是可选方案。柳大纲组织建工部、水利科学院、中科院及生产部门进行大协作。即在盐湖调查之前,柳大纲已是跨行业部门组织技术推广的优秀科技领导者。

柳大纲着眼于整个国家的发展需要,布局化学机构及其研究方向。柳大纲担任中科院化学所领导的近 30 年期间,致力于规划研究领域、开拓

科研方向、组建研究室组、延聘优秀人才等方面,使该所成为新中国早期优秀的化学孵育基地。进而以化学所的某些学科方向为主或抽调该所力量建设中科院青海盐湖所、中科院感光化学所和中科院生态环境中心;中科院成都有机所和中科院上海有机所也曾从化学所抽调力量。相关事迹在中科院化学所网站历史沿革中有介绍,也多有相关报道^[1-3,9]。新中国建设时期各领域都急需科技力量支持,各领域的长期发展会持续产生新的科技需求,针对国家需求培养专业的科技队伍并建立科研机构,才能使各相关行业行稳致远。随着年纪渐长且经验渐丰,柳大纲直接转战各个方向的科技攻关工作渐少,主要致力于科技规划和研究机构孵育等有利于国家和人民的长久计划和布署。

6 为国为民显身手,侠气峥嵘盖九州

柳大纲多彩的科学生涯、科研选择和优秀的组织领导推动了中国传统手工业、中国多大富全的盐湖资源与国际科学思想的碰撞和有机交融。柳大纲在中国陶瓷、玻璃、制盐和盐湖等化学相关手工业向现代工业转变之际做出了独特贡献,在中国科技史上有一席之地。

柳大纲常吟诵爱国诗人陆游的“侠气峥嵘盖九州,一生常耻为身谋”,诗句反映心系天下而大公无私的壮志豪情。纪念柳大纲文章多取后半句以概括其高风亮节,但侠之大者为国为民,“侠气峥嵘盖九州”更能反映柳大纲在中国多地多领域的事功:在上海等华东地区他研究陶瓷和玻璃以图振兴实业;在昆明等西南地区他选择制盐研究以抗日报国;在长春等东北地区他承担国家任务日光灯荧光材料让新中国更多光明;在北京唐山等华北地区他引进推广土壤砂化加固技术让新中国的工程基建更安全稳固;在青海等西北地区他领导盐湖资源调查和开发为农业粮食高产增加钾肥营养;他领导研发内蒙古等正北方的稀土资源助力中国尖端材料的科技进步;他还承担核燃料前后处理、锂硼同位素分离等国防科技任务让中国更有力量。回顾柳大纲的科学生涯,先生堪称 20 世纪化学家的传奇,其行侠所修的基本内功是化学。

柳大纲早期科研自主性较小,1933 年专长于光谱学的吴学周学成归国,1934 年中央研究院化学所特别购买了大号石英光谱仪、玻璃分光器、红

内镜光谱仪、小号石英光谱仪等光谱学研究设备,柳大纲和吴学周一起进行光谱学研究,直到淞沪会战时的 1937 年 8 月^[10,14]。抗战胜利后 1946 年柳大纲出国留学研究光谱学,于 1948 年获得博士学位。1949 年柳大纲归国和吴学周一起继续光谱学研究,直到新中国建设需要其连续承担多项应用任务,而放下光谱学研究。柳大纲潜心光谱学研究多年,被学界奉为中国光谱学研究的先驱者。纵观柳大纲生平,先生的兴趣爱好更偏向物理的光谱学,例如先生大学毕业时留校物理系任教;任《科学》杂志编译员时发文介绍波动力学;在应用化学科研的 3 次间假期间选择的都是光谱学研究。社会和技术大变革时期需要应用化学,柳大纲一次次放下偏理论的光谱学研究而专注于应用化学。只有在为国为民的诸多应用研究间假期,柳大纲才能够潜心钻研其执著的光谱学。柳大纲心怀梦想而脚踏实地,柳大纲总是把为国为民的应用科研置于个人研究兴趣之上,而且是国家和人民需要什么就去研究什么,成为转战各地且频繁跨界的传奇化学家。在科研上柳大纲有小我的执著坚持,更有大我的广博不羁。

柳大纲重视人才培养,关心指导团队的年轻人,注重言传身教,许多学者在回忆柳大纲时都以其学生自居^[2]。柳大纲在人才培养方面的贡献主要体现于中国科技大学化学物理系,据俞书勤、何天敬回忆^[2]:1958 年柳大纲与钱学森、郭永怀一起创建中国科技大学化学物理系培养化学物理复合人才。1958 年中国科学技术大学建校之时,化学物理系尤其为适应中国发展两弹一星尖端科技的人才所需。柳大纲与郭永怀一起为化学物理系制定了培养目标、办学方向和课程设置。柳大纲非常重视系里教师队伍建设,学校初创时期,柳大纲邀请钱人元为学生讲授无机化学,后来请陈尚贤讲授物理化学。开专业基础课时又请胡日恒讲授量子化学。到专业课阶段,他更是安排徐广智、严继民、阎海科、王艳乔、陈德文等到系里讲授相关专业课,这些中科院化学所的研究骨干还直接动手,为系里建立了专业实验室,开出了一批专业实验。柳大纲亲自布置的这些措施为化学物理系的发展打下了坚实的基础。

柳大纲还非常重视中国化学会和相关刊物的

建设工作。据刘惠回忆^[2]柳大纲经常告诫“化学会的工作如果做得好,要比化学所的工作作用大得多”。柳大纲热心学术刊物建设,领导《化学通报》复刊、办刊工作,相关介绍可参见王治浩等的纪念文章^[2,4,7,8]。

7 结论

(1) 柳大纲进入中央研究院的时间是 1928 年,异于以往主流观点的 1929 年;

(2) 柳大纲最初 6 年的科研工作显示柳大纲拓荒中国硅酸盐化学;

(3) 柳大纲在新中国成立之前研究陶瓷、玻璃和制盐,先生开创性的将现代科学分类法、物理和化学实验方法引入陶瓷、制盐等多个传统手工业领域奠定革新基础;

(4) 柳大纲是中国盐湖事业奠基人,领导中国盐湖钾矿和硼矿的发现与开发,以赛马式研发促成盐湖钾肥和硼砂生产技术由手工业向现代工业的大跃进;

(5) 柳大纲在抗战之前、留学攻博和学成归国的 3 次应用研究间假期都选择光谱学并有所建树,因而柳大纲被学界奉为中国光谱学先驱之一。

参 考 文 献

- [1] 《柳大纲科学论著选集》编辑委员会编. 柳大纲科学论著选集. 科学出版社. 北京, 1997.
- [2] 张德清, 吴志坚, 柳怀祖 主编. 一生常耻为身谋纪念柳大纲院士. 中国科学技术出版社. 北京, 2018.
- [3] 李芸. 柳大纲: 一生常耻为身谋. 中国科学报, 2019-10-15.
- [4] 王治浩. 中国化学家与化学会. 北京大学出版社. 北京, 2012, 164~179.
- [5] 高世扬, 陈敬清, 张长美. 化学通报, 1989(10): 55~58.
- [6] 陈敬清. 化学通报, 2004(1): 7~8.
- [7] 胡亚东. 化学通报, 2004(1): 3~4.
- [8] 王治浩. 化学通报, 2004(9): 634~636.
- [9] 万立骏. 化学通报, 2006(10): 723~737.
- [10] 袁振东. 中国科技史杂志, 2006(2): 95~114.
- [11] 刘国良. 苏州大学学报(工科版), 2004(1): 65~69.
- [12] 高阳. 中国美术学院学报, 2021(6): 177~186.
- [13] 周宁. 民国档案, 1990(4): 55~69.
- [14] 高佳, 潘洵. 大学化学, 2017, 32(3): 75~83.
- [15] 曹兆汉. 盐湖研究, 1986(1): 75~96.
- [16] 曹兆汉. 盐湖研究, 1989(2): 28~43.
- [17] 柳大纲. 柴达木盆地盐湖资源丰富. 光明日报, 1959-3-1.