

地质学研究中的科学与社会

——以中国近代地质学理论研究与应用研究为例

张九辰

(中国科学院自然科学史研究所,北京 100010)

摘要: 关注中国近现代科学史的学者不难发现,自近代科学体制化之后,科学研究一直受到来自社会、政治、经济等多种社会因素的影响。但是它们究竟是以什么方式影响科学研究的?其影响的程度如何?科学的发展到底更多地受到来自科学之外还是科学内部的影响?只有将这些问题分析清楚,才能够真正了解科学的影响因素和动力机制。本文以20世纪前50年近代地质学在中国建制化之后,地质学理论研究与应用研究之间的关系为例,分析了近代科学发展的影响因素。

关键词: 地质学;理论研究;应用研究;学术方向

中图分类号: B085 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 5680(2004)04 - 0092 - 05

中国近代地质学是自19世纪末至20世纪初期从西方引进的,但是它在中国的成长历程却不是简单地追随西方科学的发展模式。中国不但有着独特的地质构造特点,而且还有中国式的学术管理体制、学术行为规范、学术动力机制、学术奖励系统和学术成果的产出形式。

影响中国地质学研究方向的因素很多。近代地质学在中国的发展既要满足政府的需要、国家的利益,同时又不能违背科学自身的要求。科学的发展有着自身的需求,尤其是学科的初创时期,基础性、奠基性的学术研究是必不可少的。没有这些工作,一门学科就无从谈起。而且在学术界内部,学者总会有独立于社会需求之外的学术取向。这种学术取向一旦成为学术界内部共同的价值认同,它就会直接影响科学家的研究方向;与此同时,来自学术界外部的社会影响也是无法忽视的。地质学研究在中国成为一种职业之后,还会受到来自科学之外诸多因素,诸如社会、政府、企业等的约束和影响。这些外部因素通过行政制约、研究经费等多种途径反映出来。

对于学科之外的人来讲,“学术研究可能是客观的和‘科学的’。然而其中必然存在许多主观性的抉择……像人的所有抉择一样,学科抉择也都是在学者所处的社会的限定中进行的”^[1]。尤其是在近代科学的初创时代,存在着大量有待研究的领域,留给研究者的选择余地也就很大,学术方向就会有更大的可变性。在具体的研究之中究竟更多地受到来自哪一

方面因素的影响,只有从学术的实际运行中寻求答案。

一 地质学理论研究与应用研究之间的关系

学术方向本应有自身的发展轨迹,但是在观察中国近代地质学进程时,我们看到的不是一条平滑的曲线,而是不断出现分支甚至发生突变的复杂曲线。这是由于影响中国地质学的因素太多了。在短短的40多年中,中国学者不但要考虑学科的建设问题,还要面对艰苦的工作条件、危险的野外环境、动荡的政治风云、激变的社会思潮和来自政府及社会上的各种需求及压力,甚至中国学者还因多次面对战争的影响而不得不再调整研究方向,这就构成了中国地质学学术方向的复杂性。

对于地质学研究是如何受到来自学术界内部和社会外部因素的影响,可以从中国学者在实际研究中如何处理理论研究与应用研究之间的关系进行分析。

地质学家对于理论与应用研究重要性的认识是一致的。中国地质事业的开创者章鸿钊(1877 - 1951)曾将地质调查的用途分为学理与实用二项^[2];中央地质调查所第一任所长丁文江(1887 - 1936)在“主办农商部地质调查所的时候,对于学术与实用向来并重,所以:一方面提倡研究古生物,一方面却调查矿产,编辑统计,参考部内档案,搜集矿业史料”^[3];经常“以经济地质学家自勉”^[4]的谢家荣(1898 - 1966)在强调应用性研究重要性的同时,也十分重视理论研究对于学科发展的

【收稿日期】 2004 - 04 - 05

【作者简介】 张九辰(1964 -),河北邯郸人,中国科学院自然科学史研究所副研究员,主要研究方向为科学史。

重要性,并指出:“学理和应用,应当等量齐观,不可偏废”^[5]。而以地质学理论研究见长的杨钟健(1897 - 1979)也强调:“凡是一种科学,纯粹研究与实用问题之不可分,有如一个东西之两面”^[6]。从上述分析看,地质学家在理论研究与应用研究同样重要这个问题上没有分歧。

地质学领域不同研究方向的学者数量,可以反映出理论研究与应用研究之间的关系。中国最大的地质学机构中央地质调查所,具有高级职称的学者共有20多名,其中半数以上既从事理论研究也从事应用研究;另一半学者,或专门从事理论研究,或专门从事应用研究,其比例也基本上各占一半,即各占总数的四分之一。这个统计结论还可以从40年代后期发表的文章得到证实:据当时地质学家的估计,在中国实际从事地质工作的人员约在100人左右,而“专门研究应用地质的人,恐尚不及三分之一”^[7]。另外三分之二的学者既可能专门从事理论研究,也可能属于理论与应用兼顾的研究类型。这个比例与笔者的统计基本接近。从学者的数量上,似乎看不出理论与应用哪一方面更占优势。

学术会议是学者们交流最新研究成果的有效形式。从中央地质调查所抗战前后学术报告的内容上分析,抗战前报告的内容在理论与应用研究上基本持平,看不出哪一方面更占优势。只有在抗战期间应用研究的内容明显增多,高于理论研究。

中国近代地质学的理论研究与应用研究是否确实如上述资料显示的基本在保持平衡发展呢?尽管地质学家们对两者重要性的认识基本一致,但是在不同的时期、在具体的研究中,对两者之间哪一方面应该优先发展的问题,地质学家之间却存在着分歧,这一点可以从实际研究中来自不同学者的声音来分析。以应用研究为主的谢家荣认为:“当经济恐慌,物资匮乏的时候,为斟酌缓急权衡先后起见,好像应用问题,总要多被重视一些”^[8]。地质学界一些从事应用研究的学者认为有些地质机构“特别注意地层与古生物方面的研究”,从而抱怨“有人把矿物岩石和经济地质各部门的研究都看轻了”^[9];20年代有地质界以外的人士认为《中国古生物志》这一杂志的印刷浪费金钱,应该停止或限制出版^[10]。而专门从事地层与古生物研究的学者则认为理论研究“向来是最易被人忽略的一部分”,指出有些学者对于理论研究“不免多少有些轻视的口吻”,并且反对“头痛医头脚痛医脚的那种求速效的实用”^[11]。在具体的研究中,理论与应用研究显然不是均衡发展的。

高等院校地质系的学生在专业上的选择可以反映出一个时代的学术思潮。北京大学地质系从三年级开始要分专业授课,在20年代初期的一届38名学生中,29人选择矿业,8人选择地史古生物,1人选择岩石学^[12]。选择地质学应用研究的学生占有绝对的优势。

应用研究“因为切于实用,所以亦最亦见功效”^[13]。任

何国家地质学在职业化的创始时期都以应用研究为主,中国当然也不例外。当时地质机构每年派出去的调查队,大多为矿产而去。地质机构一般隶属于政府部门,这就决定了它的任务首先要为政府、国家服务,而且政府也通过行政手段干预它的研究方向。在政府公布的历届地质机构的《组织条例》中都强调了为政府服务的职能,其中明确规定“地质调查所对于政府机关之咨询或请托调查事项,应尽先办理”。政府通过行政手段对学术方向的干预,在政府拨款充足时更为明显。例如30年代,政府一度增加了对地质机构的经费投入,从而使这些机构“更侧重于实用工作”^[14]。

尽管学者们一再强调理论与应用研究并重,但为了学科的生存与发展,地质机构一般从建立之初制定计划时,就都以矿产勘查为重要目的。他们根据“我国目前缓急之情形”,制定了“以学理为辅,而以实用为归”^[15]的研究纲领和“以测制地质图及调查矿产为要务,同时兼为各种学术研究”的工作计划^[16]。地质工作人员开始赴野外调查地质矿产时大多是在铁路沿线附近。由于铁路之规划与建设与沿线的矿产关系密切,地质机构常承各铁道当局的赞助调查沿线地质、地形与矿产。

抗日战争的爆发使应用研究的重要性再一次凸显出来。国难当头,社会责任感促使地质学家更多地选择了能够解决实际问题的应用研究。国民党政府资源委员会秘书长翁文灏,委员会委员丁文江都是著名地质学家。他们以地质学家的眼光,认为要进行国防建设必须了解全国的资源情况,并把矿产资源调查的重点放在涉及国家战略资源的金属矿、煤矿、石油上。该委员会将中国矿产资源调查工作委托给地质机构承担。翁文灏曾号召地质界同仁:“在此全国抗战之时……我辈处在后方,决不应优游逸乐,坐视国家沦亡。即不能投笔从戎,直接增加抗战武力,亦必须努力工作,开发富源,充实生产,以巩固国家之基础”^[17]。丁文江个人的兴趣更多是在古生物学研究上,但是在中国“到了非常时期,正宜急谋自给自存,更要注意物尽其用,地尽其利”的时候,出于科学家的责任感,丁文江常说:“一样的研究,何不研究应用问题”^[18]。

抗日战争爆发后,为了保障非常时期专业刊物的正常出版,中国地质学界的最高学术刊物之一《地质论评》在“本刊编辑部启示”中特别强调:“值此非常时期,拟尽先发表关于实用地质文字”;“篇幅力求减少,凡不必要之理论或冗长叙述,力求免去”以及减少插图和图版等4项要求。并强调“作者如不注意上列数点,编辑者得拒绝刊载,或退还作者请其自动减缩”^[19]。

值得注意的是,地质学者在强调以应用研究为主、并在相关方面做出了很大成就的同时,理论研究也在继续。即使在战争最艰苦的时期,理论研究也没有停止。追求学术界的

这个结论是根据40年代末期中央地质调查所具有技正级学者发表的主要成果的分析得出的。由于在理论与应用研究之间并没有明确的界线,所以这里仅是概括地将从事古生物学研究的学者归入专门从事理论研究之列,从事经济地质学和地震学研究的学者归入专门从事应用研究之列,而从事土壤学研究和岩石矿床学等方面的学者则认为他们在从事理论研究的同时也在从事应用性研究。

承认和地质学界的学术取向是推动理论研究的主要动力。中国地质学界的奖励制度是学术界内部取向的直接反映。中国地质学会曾经颁布过 7 个奖章或奖金,其中在学术界影响最大的是 1925 年设立的葛氏奖章。奖章规则中明确规定要奖励给“对于中国地质学或古生物学之有重要研究或与地质学全体有特大之贡献者”^[20]。葛氏奖章共颁发过 9 次,在 9 名获奖者中有 5 人是因古生物学等理论研究成就而获奖的,另外 4 人,即章鸿钊、丁文江、翁文灏和朱家骅,则更多地是由于对中国地质学事业的开创性贡献。1930 年设立的赵亚曾先生研究补助金,最初 5 年的奖金也是注重奖励古生物学领域的学者。而在其后的 13 次获奖者中,理论与应用研究方向的学者基本上各占一半。1936 年设立的丁文江先生纪念奖金共颁发 5 次,获奖的学者全部偏重于理论研究。1945 年设立的许德佑先生纪念奖金也多授予理论研究方面的突出贡献者。另外,1940 年设立的学生奖学金和 1945 年设立的陈康先生、马以思女士纪念奖金,由于奖励对象是各大学地质系四年级的学生,所以获奖成果多以应用性地质报告为主。

从受中国地质学会奖励的研究领域分析,评审者重视理论研究的倾向十分明显。这说明在学术界内部,地质学家必须侧重于理论性研究以保持其在学术界的地位。地质学家更愿意把地质学作为理论科学之一,更强调理论研究的重要性。

从科学发展的规律来看,应用研究与理论研究本是相辅相成的,一些理论研究可以得到实际的应用,一些应用性研究也会反过来促进理论研究的发展。但是上述的分析表明,在实际研究之中理论与应用两个方面并不均衡。在具体的研究中学者们如何选择或协调两者之间的关系,或者说究竟

来自哪一方面的影响因素对科学研究起着更大的作用呢?这只能从具体研究案例中寻求答案。

二 科研经费的来源与应用性研究

近代科学研究的经费已经远远超出了科学家的薪金,科学研究经费是学者个人所无力承担的。科学体制化之后,经费成为学术研究方向的重要“指挥棒”之一。中国近代科学时期“吾国多数机关,所以成为伴食衙门,而多数学者所为扼腕愤慨于用武之无地者,皆此缺乏少数之事业费为之尔”^[21]。地质学研究的“实验室”是广阔的自然界,这种研究需要众多的科学家长期在野外的合作才能完成,因此地质学对于经费的需求很大,经费的来源及其影响也就更为突出。尤其是在地质事业的创建时期,经费问题一直影响、甚至控制着学科的发展。这一点正是科学职业化带来的新问题。

在原本就经济落后、科学基础薄弱的中国,要想获得研究经费并使科学事业获得强劲持久的动力,就不能忽视社会对科学的需求。正如当时的地质学家所说:地质学“应用于矿业及其它事业者甚广。科学方在草创之中国,欲得当局之维护,国民之信仰,尤非藉应用一途不为功,是无怪中国地质事业之肇始,纯从经济方面立足也”^[22]。

地质学研究内容关乎国家的经济、国防等重要自然资源,需要政府强有力的支持与管理,所以在许多国家都是由政府支持、提倡的科学。但是在中国近代地质学发展时期,政府的支持十分有限。在政府拨款不足的年代,经费问题更是棘手。

下表以中央地质调查所为例,概括地反映出了地质机构的主要经费来源情况。

表:中央地质调查所经费来源的主要渠道及其对学术方向的影响

经费来源	政府拨款	企业赞助	基金会资助	个人捐款
赞助原因	政府拨款;资源委员会、建设厅等政府机关委托调查资源	矿山地质勘查、测量矿区地质图、分析矿石品位、帮助矿区选定钻孔位置、制定勘探计划及解决生产中遇到的各种问题	地质调查的重要性及其丰硕的研究成果;调查所的权威人士曾在基金会中担任重要职务;具有重要的学术研究价值	捐助者多是出于对地质调查所或所领导的信任,或是出于对地质学的兴趣。也不排除有宣传的目的
资助内容	矿产资源勘查、地质调查及地质图的绘制	筹建地质图书馆、陈列馆和其它相关建筑;建立研究室	资助野外考察,装备实验室,设置研究室、图书馆,建立博物馆,出版地图和书刊,派人出国留学	出版学术刊物、建立研究室
控制程度	宏观控制。对具体研究内容约束较小	有具体的工作需求。捐助的经费一般用于修建房屋和添置设备	资助研究方向具体、明确,要求有达到一定学术水平的研究成果	一般没有具体的需求。捐助的经费多用于修建房屋和添置设备
影响时间	整个历史时期	不定	某一历史时段	不定
支持强度	政府拨款占该所经费的四分之一	不定	20、30 年代资助经费占该所经费一半以上;40 年代后减弱	不定

为了吸引国内企业和相关机构的支持,中央地质调查所十分重视应用研究。研究人员多次到矿区考察、参加交通建设的地质考察,解决了许多实际地质问题,也与相关的部门和企业建立了良好的关系。北票、中兴、开滦、福中等矿业公司,以及资源委员会、交通部门等机构都曾积极出资,赞助该

所筹建地质图书馆、地质陈列馆,建立古生物研究室等。地质调查所还先后得到中华教育文化基金会(简称中基会)、美国洛克菲勒基金会的资助,其中中基会在很长的时间内一直担负着所中一半以上的研究经费。

大规模、长时间的经费支持在学术方向上的影响尤为突

出。在中央地质调查所研究室的设置中,“燃料与土壤原不是地质学者分内的事”^[23],它们的建立直接来自于研究经费的推动。土壤研究室是由于中华教育文化基金会的资助而建立的;沁园燃料研究室是由著名实业家金绍基出资兴建了一座办公楼,并由中华教育文化基金会资助研究经费才得以成立。新生代研究室的建立也与洛克菲勒基金会的资助有着密切的关系。洛克菲勒基金明确用于资助周口店的化石发掘与新生代地质研究。拨款是专款专用,在支出单据上不打上CKT(周口店的英文简称)三个字母,基金会是绝对不会支付任何经费的^[24]。

短期的经费资助也会影响到一些具体的研究工作。中央地质调查所绘制《中华民国新地图》的工作本不是“分内”之事。30年代初上海申报馆为庆祝60周年,想作一项有纪念意义的作品,于是委托中央地质调查所编制了《中华民国新地图》。

一些科学研究会因经费的制约而无法正常进行。在实际的地质调查工作中经常“因经费关系,各地调查之先后详密,须视能否有人合作补助为定,不能按照一定计划循次进行。其结果或致重复、或致遗漏”^[25]。地质研究工作因经费需要临时改变研究计划的事情也时有发生。1938年冬,地质学家刚刚完成峨眉山地区的地质调查,适逢某个企业需要大量水晶作为光学材料,于是临时加入水晶矿床调查计划,延长了调查的时间^[26]。抗日战争时期地质机构与国民党政府资源委员会的合作关系十分密切,经常是资源委员会出经费、设备,地质机构负责具体的调查工作。但是资源委员会经常在未事先征求地质机构意见或未事先通知的情况下就下达一些紧急的任务,从而造成了学术研究经常被迫改变工作计划、疲于应付。

中央地质调查所以中国最大的地质学机构的地位以及历任领导的努力,在争取社会经费的支持方面取得了不少成功的经验。但是靠不稳定的经费来源维持学术研究毕竟是中国近代地质学初创时期不得已的办法。尤其是对于企业及私人的捐款,地质学家一定要将费用花在让捐助者认为有价值、看得见的地方。因此这些经费主要用于建筑办公楼房、添置仪器设备等。由企业或个人资助科学研究存在着一定的弊端。英国学者贝尔纳认为,个人捐款是筹措科研经费的最糟糕的办法。他认为这些钱一般并没有用于科学研究最急需的地方,而是落入了最善于从富人那里争取捐助、或是趋炎附势的科学家的手中。他还指出:“更糟糕的是,获得这种捐助的机会促使科学界对富有者和他们的机构普遍采取奴颜婢膝的态度。大多数有激进思想的教授,一旦觉得自己的观点可能妨碍他们取得有助于他们最心爱的研究项目的经费,就不敢贸然发表意见”^[27]。

三 学术界的认同与理论性研究

在开展应用研究的同时学者们也意识到,如果只重视应用研究而忽视基础理论,在地质学尚处于萌芽阶段、基础尚未牢固、从事学术研究的人员数量有限的情况下,结果必然会因后继乏力而难以为继。一旦条件成熟,学者们会投入更

多的精力从事理论研究。

理论研究能够在艰苦的条件下得以发展,其影响因素要比应用研究复杂得多。中国近代地质学的许多理论研究,并不是学术上的“水到渠成”。领导者的兴趣、学术界的认同,都可以影响地质学家的追求,左右研究方向。

“承认在科学建制的运行中是非常重要的,在科学的社会规范公有主义的约束之下,获得承认成为科学家追求的目标”^[28]。“承认是对科学家‘角色表现’的认可,是科学家继续承担科学家角色的保证,因而是科学这种社会建制运转的‘能源’”^[29]。中国学者不但要寻求国内学术同行的承认,还需要追求国际学术同行的认同,而后者在近代地质学初创时期的中国影响更大。

在中国近代学术评价机制中,国际学术界的潮流及其认同对中国学术方向有着很大的影响。“地层化石、矿物岩石等之纯粹科学研究,在国内虽为一般人士所鲜知,而扬名海外实多赖此。此亦中国地质创业大师之所以积极倡导者也”^[30]。古生物学研究能够在中国近代地质学草创时期异军突起就是一个很好的例证。

地球上不同地区的地层和古地理环境是不同的。正是地质学的这种区域性特点,促使各国地质学家十分关注不同地区的地质资料和研究结果。地质学要研究整个地壳,如果缺少了中国这一辽阔土地上的资料,则整个的地质知识就不会完备。所以在中国任何一种古生物学的发现,或任何一个时代地层研究,都对整个地层学、古生物学有很大的贡献。这种学科性质导致了国外学术界十分重视中国学者的工作。

地层研究是地质学各分支学科的基础,而确定各地层的时代则必须根据地层中所含的生物化石进行分析,化石是鉴定地层时代的重要依据,这也是地质学界特别重视古生物学研究的原因。

20世纪20年代,随着美国著名地质学家葛利普(Amadeus William Grabau, 1870 - 1946)来华和中国农商部矿政司顾问、瑞典地质学家安特生(Johann Gunnar Anderson, 1874 - 1960)对古生物学的重视,使中国“地质研究之空气,为之一变。地质界同人相率以高谈海陆变迁、生物进化为荣,而以煤田及矿床之研究为肤浅不足道”^[31]。

在学术刊物上发表文章是获得学术界承认的形式之一。中国地质学会会刊是中国地质学界的最高学术刊物。会刊中古生物学论文从早期的20%左右逐年增加,最多时达到86%。平均百分比为44.3%,将近一半^[32]。由此可见古生物学研究在地质学界中是比较容易获得承认的学科之一。

早期,中国古脊椎动物研究领域的人才一直十分缺乏。脊椎动物化石需要依靠大规模的发掘,因而这项研究工作必须要有充足的人力和财力。20年代早期无论从人员上还是工作条件上这一领域都不具备研究的基础。

自从周口店发现了古人类化石之后,中国的古生物学研究格局发生了根本性的改变。

从19世纪末期开始“人类由何而来”的问题吸引了许多西方学者,他们在世界各地开始了搜寻人类祖先的工作。1848年尼安德特人的发现、1889年爪哇直立人的发现、1901

年海德伯尔人的发现、1911年波尔当人的发现奠定了古人类学研究的基础。周口店类人猿牙齿的发现更引起了世界学术界的重视。

1903年在北京行医的德国医生哈伯尔(K. A. Haberer)在回国时带回了一箱从中药店买的“龙骨”和“龙齿”。它们实际上就是古脊椎动物的骨骼和牙齿,中国人长期把它们作为中药药材销售。德国著名的古脊椎动物学家施洛斯(M. Schlosser)对哈伯尔带去的“龙骨”和“龙齿”研究后发现其中有一颗类人猿的牙齿。这一发现引起了世界的重视,于是中外学者开始了在北京附近寻找古人类遗址的工作。

1918年春,安特生在北京西南考察时,发现周口店地区化石极其丰富。他的工作使中外学者十分重视周口店的化石。

安特生本人并不是古脊椎动物学专家,为了更好地研究在中国发现的化石标本,他联系瑞典古生物学家师丹斯基(O. Zdansky)和布林(B. Bohlin, 1898-1951)来华工作,研究周口店化石。师丹斯基来华后,在周口店发现了许多化石,尤其是得到了两颗可能为人类牙齿的化石。这一发现是在中国地质学会欢迎瑞典皇太子大会上发表的,当时即引起了中外学者的注意。在中外学者的共同努力下,洛克菲勒基金会于1927年拨款,资助在周口店从事发掘和研究工作。

就在周口店开始发掘古生物化石时,美国纽约自然历史博物院派考察团来华,在蒙古从事地质及古生物的考察工作。考察团发现了大量新生代地层与脊椎动物化石,而且在内蒙古发现白垩纪爬行动物化石,引起了国际学术界的轰动。此外山东、新疆、河北、湖南、云南、山西、陕西、甘肃等省不断有新的化石标本为中外学者发现。众多的发现使“我国境内此项研究,无论中外人士,悉见蒸蒸日上之势”,“于是奇古动物,日益增多,新添地点,屡有递加,不但引起中外学术界之注意,且引起一般人士之兴趣矣^[33]”。由于外国学者纷纷加盟周口店北京人的研究工作,中国的古人类学研究引起了世界的瞩目。

在研究基础和条件都十分薄弱的中国,国内学术界的重视和国际学术界的认同直接推动了古生物学的研究。

科学研究成为一种职业后首先要应付来自社会的压力。在社会、经济状况相对稳定的时期外界压力减小,地质学家就可以仔细考虑学科建设问题,理论科学就会有所发展。学者们在基本生存条件得到保障后,更倾向于精神上的追求,他们在追求学术界承认的过程中更加倾向于理论研究;而当外界压力增大时,尤其是在战争时期和经济困难时期,作为一种职业的科学,首先要应付来自于外界的强大压力。科学必须强调它解决问题的能力以图发展,科学家们必须证明他们花费的资金是有价值的,因此他们首先要满足社会的要求,发展应用研究。在中国地质学的不同历史时期,理论研究与应用研究之间的关系成为学术影响因素的直接体现。

【参 考 文 献】

[1][英]约翰斯顿. 地理学与地理学家[M]. 北京:商务印书馆,1999. 1.

[2]章鸿钊. 中华地质调查私议[J]. 地质杂志. 1912. 1,3,4.

[3][18]叶良辅. 研究浙江平阳矾矿之经过[J]. 地质论评. 1936, 1(3):301 - 309.

[4]《科学家传记大辞典》编辑组. 中国现代科学家传记, 5, 北京:科学出版社,1994. 387 - 403.

[5][8]谢家荣. 中国经济地质界的新方向[J]. 地质论评. 1947, 12(1,2 合期):151 - 154.

[6][11]杨钟健. 新生代地质研究与经济地质[J]. 地质论评. 1938, 3(6):631 - 638.

[7][9]张兆瑾. 谢老师在应用地质上的贡献和成功[J]. 矿测近讯, 1947. 72.

[10]黄汲清. 论古生物学与地质学之联系. 科学, 1948, 30(4):98 - 102.

[12]杨钟健. 李四光老师回忆录[A]. 李四光纪念文集. 北京:地质出版社,1981.

[13]李春昱. 中国之地质工作[M]. 行政院新闻局印行, 1947.

[14]地质调查所编印. 中国地质调查所概况. 1931.

[15]中国第二历史档案馆档案:全宗号 1038, 卷宗号 2583.

[16]科学新闻[J]. 科学. 1930, 14(6):864 - 866.

[17]翁文灏. 追悼吴亦鲁先生[J]. 地质论评. 1938, 3(1):78 - 80.

[19]本刊编辑部启示[J]. 地质论评. 1938, 3(1):8.

[20]计荣森. 中国地质学会概况. 1941.

[21]任鸿隽. 中基会与科学[J]. 科学. 1933. 17(9):1521 - 1529.

[22][31]谢家荣. 近年来中国经济地质学之进步[J]. 地质论评. 1936, 1(1):41 - 54.

[23]丁文江. 我所知道的翁咏霓. 独立评论, 1934. 97.

[24]贾兰坡. 悠长的岁月[M]. 长沙:湖南少年儿童出版社, 1997. 89.

[25]台湾代史所档案馆档案:08 - 24 5(1).

[26]盛莘夫. 四川峨边县金口河附近地质及水晶矿[J]. 地质论评. 1940, 5(1,2).

[27][英]J. D. 贝尔纳. 科学的社会功能[M]. 陈体芳译. 北京:商务印书馆,1982, 430 - 431.

[28]顾昕. 科学共同体的社会分层[J]. 自然辩证法通讯. 1987. 9.

[29][美]杰里日加斯顿. 科学的社会运行[M]. 顾昕等译. 北京:光明日报出版社,1988. 5.

[30]经济部中央地质调查所二十五周年纪念会记略[J]. 地质论评. 1942. 7(1 - 3).

[32]潘云唐. 前地质调查所的古生物学家与古生物学研究. 程裕淇, 陈梦熊主编. 前地质调查所的历史回顾. 北京:地质出版社,1996.

[33]杨钟健. 中国新生代地质及古生物学之现在基础[J]. 地质论评. 1942, 7(6).

(责任编辑 许玉俊)