

1949年以前青藏高原探险和科学考察活动概况

陈发虎,王亚军,丁 林,姚檀栋

(中国科学院青藏高原研究所 青藏高原地球系统与资源环境全国重点实验室,北京 100101)

摘要: 本文收集整理了1949年以前对青藏高原区域的主要探险和考察活动。青藏高原的探险和考察主要可划分为4个阶段:① 古代主要是与国内外宗教活动相关的附带零星记录;② 晚清时期主要是西方人以科学名义的初步科学考察;③ 1912—1949年中外联合科学考察;④ 1912—1949年中国学者主导的较系统科学考察。清代以前对青藏高原的考察,以地理现象描述、资料收集、单学科考察和研究为主,1912—1949年科学考察已过渡到采用简易科学仪器进行地理要素的测量、对某一专题(如植物)的局部区域有了比较深入的研究。1912—1949年中国学者从配合西方科学家开展联合科学考察发展到政府组织国内学者对青藏高原地理、地貌、地质和气象气候、植物等的考察和研究,中国学者的一些成果也开始走向国际,扩大了国内外对青藏高原的认识。

关键词: 青藏高原;探险考察;古代;清代;1912—1949年;1949年以前

DOI: 10.11821/dlxb202207001

1 引言

青藏高原是“世界屋脊”“亚洲水塔”“地球第三极”^[1],是中国的生态安全屏障、水资源安全屏障、国土安全屏障和战略资源储备基地,更是人类长期适应的地球三大低压高寒缺氧高原之首^[2-3],是验证板块构造理论的试验场^[4-5],是开展地球圈层相互作用和地球系统科学研究的天然实验室^[6-7]。按照最新资料,青藏高原北起西昆仑山—祁连山山脉北麓,南抵喜马拉雅山等山脉南麓,南北横跨14个纬度,最宽达1560 km;西自兴都库什山脉和帕米尔高原西缘,东抵横断山等山脉东缘,东西横跨37个经度,最长约3360 km;高原面处于海拔4000 m以上,平均海拔约4320 m,总面积为308万km²。青藏高原主体位于中国,面积258多万km²,但也涉及吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹、缅甸等8个国家的部分领土^[8-9]。中国的青藏高原部分主要由青藏高原(西藏自治区)和青海高原(青海省)组成,合计190万km²,也涉及新疆、甘肃、四川、云南部分地区的近70万km²。本文涉及的青藏高原早期探险和考察历史是指以中国青藏高原部分为主体的整个青藏高原,包括其他国家领土的帕米尔高原、喜马拉雅山脉和兴都库什山(图1)。

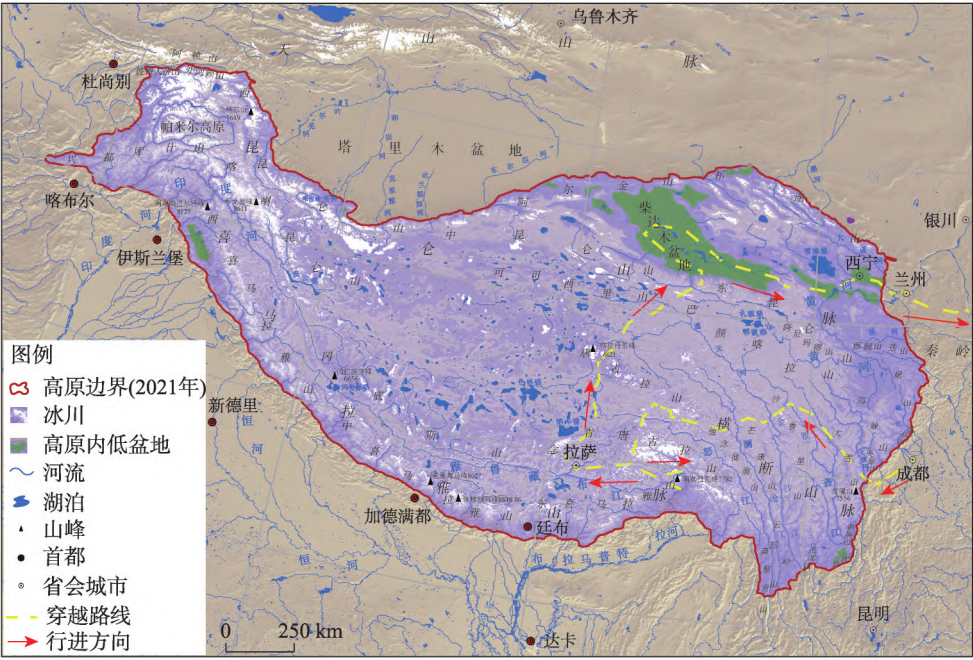
大规模系统性的青藏高原科学考察研究开始于20世纪50年代。1951年6月中国科学院组建西藏工作队,李璞队长率队随军进藏进行综合科学考察^[11],1973年成立了以冷冰为队长,孙鸿烈、王振寰为副队长的中国科学院青藏高原综合科学考察队,开始了第一

收稿日期:2022-02-16;修订日期:2022-06-14

基金项目:第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZKK0601) [Foundation: The Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research, No.2019QZKK0601]

作者简介:陈发虎(1962-),男,陕西丹凤人,博士,研究员,中国科学院院士,发展中国家科学院院士,中国地理学会会士,主要从事气候环境变化及史前人—环境相互作用研究。E-mail: fhchen@itpcas.ac.cn

1565-1585 页



注：据文献[8]和[10]改绘。

图1 青藏高原范围、地理概况及陈渠珍进、出藏路线概略

Fig. 1 Region and geographical situation of the Tibetan Plateau and Quzhen Chen's travel route in eastern part of it

次青藏高原综合科学考察研究，1981年以来又相继组织开展了横断山区、南迦巴瓦等地区的科学考察研究。总的来看，20世纪50年代以来中国科学家在青藏高原研究领域积累了大量宝贵的第一手科学资料，发表了数以千计的论文、报告、图件和专著，填补了青藏高原一些地区和学科研究的空白，取得了举世瞩目的成就^[12-13]，形成了“脚踏实地、勇于探索；协力攻坚，勇攀高峰”的青藏科学精神。1949年以后的青藏高原科学考察历程我们将另文详细梳理介绍^[14]。本文中重点探讨的是中华人民共和国成立以前的青藏高原探险和考察活动。对于1949年以前青藏高原考察探险，迄今为止也出现较多的相关文献记录和报道，但是文献缺少系统整理，考察资料比较零散，系统性梳理和描述也很少见。

本文通过系统性资料收集和文献整理，试图对带有科学性质的青藏高原主体范围内的探险和考察活动进行总结，概述1949年以前部分考察探险家和研究者在青藏高原的活动历史和科学考察成果。主要内容包含清代末年（1900—1912年）以前宗教人士们在青藏高原从事与宗教相关活动时的探索记录、晚清（1840—1912年）时期的初步科学考察、1912—1949年中外联合考察及中国科学家主导的青藏高原科学考察。

2 晚清以前宗教人员对高原地理现象的零星记录

对于青藏高原一些区域的自然地理和人文地理情况，中国上古时期已开始有记载。如从大禹时代开始出现的《山海经》^[15]，在书中能找到从黄河上游地区到帕米尔高原间一些地理情况的记载^[16]，书中也包括一些关于山海实地考察的记录^[15]，如记述的500余座山体，相邻山体间都有明确的距离里数，说明可能是以实际考察为基础的而非凭想象编

造^[17]。另外古代关于青藏高原较多的记录出现在宗教人士在从事宗教活动过程中的文献记载中。

2.1 中国古代对青藏高原一些地区的考察记载

中国古代对高原探险考察的文献记载, 涉及帕米尔高原的记录相对较多。帕米尔是古丝绸之路所经之地, 中国人很早就发现帕米尔并多次往返经过且记载了帕米尔^[18]。最早对帕米尔进行详细记录的首推东晋僧人法显^[18], 他于399年从长安出发经河西走廊出西域, 翻越葱岭(帕米尔)进入北天竺境内^[19], 在撰写的实地考察记录《法显传》^[20]中记载了葱岭的一些道路、山体、深谷、气候等自然地理情况以及沿途各地的地理位置和里程^[21]。其考察时间、地点、路线和内容等简要列于表1。在法显200多年后的唐朝僧人、探险家玄奘(陈祜), 是中国古代内地走过帕米尔地方最多的人, 他西行时经过葱岭的北面又绕经它的西面, 东归时横越葱岭的南部和东部, 第一次较明确记录了葱岭的位置和四至范围^[18]。玄奘在《大唐西域记》^[22]中描述了帕米尔高原上许多地区地理、气候、物产、人种、信仰等方面情况, 其中对羯盘陀国(塔什库尔干)的介绍较多^[23]。另外从西晋到北宋的一些中国僧侣也留下了关于葱岭的记载^[18], 这里不多赘述。

中国古代传保留下来的这些关于青藏高原的文献记载, 对于研究1000多年前青藏高原的自然和人文情况提供了宝贵的基础材料, 也是进行自然地理和人文状况研究的对比材料。《大唐西域记》是被举世公认的一部研究古代帕米尔的最重要著作^[18], 留下了难得的当时的自然和人文地理情况, 不过由于受当时的技术和方法所限, 一些记录描述需要甄别对待。整体来看, 法显和玄奘等在西去印度取经过程中的沿途所见记录在某种程度上也可以说是景观游记, 具有考察性质但缺乏严格的地学科学性。

2.2 明末和清早中期外国传教士对青藏高原地理环境的零星记述

明末和清早中期对于青藏高原概况的许多记述出现于外国传教士的传教报告、日记、备忘录和一些信件中, 增加了欧洲对青藏高原的了解。最早抵达中国西藏西部的近代西方传教士, 是以葡萄牙人安东尼奥·德·安夸德(Antonio de Andrade)和马努埃尔·马科斯(Fratello Manuel Marques)为首的耶稣会传教士。他们翻越了喜马拉雅山, 经过大雪山、恒河、巴德里德(Badrid)等地, 于1624年8月初抵达西藏阿里南部。此后陆续有葡萄牙的埃斯特万·卡塞拉(Estevao Cacella)、约翰·卡布拉尔(Joao Cabral)、奥地利的白乃心(Jean Grueber)、比利时的吴尔铎(Albert d'Orville)、法国的弗朗索瓦·玛利神父(P. Francois Marie de Tours)和意大利的古瑟普(P. Giuseppe da Ascoli)、耶稣会传教士依波利多·德西迪利(Ippolito Desideri)、弗朗西斯科·奥拉济奥(P. Francesco Orazio della Penna di billi)等人进入西藏传播基督教。这些西方传教士在传播基督教、开拓新教区、开拓欧亚陆路交通路线的同时, 记录了西藏的宗教和一些民俗活动等情况, 同时描述了西藏地区的自然状况(如气候冷暖和风雪晴雨变化等)^[24]。

传教士的记录和描述为了解青藏高原自然环境和人文地理提供了大量的第一手宝贵材料。有的传教士随身携带着测量仪器, 测量记录所经之地的高山、湖泊和城镇的一些自然特征, 如高度、深度与纬度等, 提供了部分地区自然特征的定量化描述, 有些数据和描述在当时的科技水平条件下还是比较准确的, 如17世纪中后期入藏的白乃心等测量记录了拉萨纬度为29°6'N, 西宁纬度是36°20'N^[25], 数据与现代数字相比已经较为准确。还有其他一些地区的纬度数据, 与现代数字相比即使有差距也相差不大^[24], 可见当时的简要记述对于现在的青藏高原考察还是具有一定的科学参考价值的。另外, 意大利传教士德西迪利对西藏气候变化及原因的一些论述是比较正确的, 如指出西藏的寒冷并不是

由于地理位置(纬度)原因,而是由于高山环绕和来自雪峰顶部的寒风,10月到来年4月中旬最冷^[26];另外他也断言了当时东西向穿越西藏南部时所沿的大江(雅鲁藏布江)是布拉马普特拉河的上游^[26],这个科学问题直至20世纪初才确定下来。德西迪利在报告中比较客观准确地记录了地貌、山川、湖泊和资源等信息,得到西方后来一些学者甚至诸如瑞典地理学家、探险学家斯文·赫定(Sven Anders Hedin)的赞叹,评价他的记述是实事求是、不夸大、没有主观猜测^[27]。

总之,传教士对于青藏高原的这些描述除了提供了解青藏高原的素材外,也促进了东西方之间的文化交流。如安夺德等传教士在信件手稿中,第一次比较详细地将喜马拉雅地区、西藏西部地区的情况介绍给了欧洲^[24, 28];白乃心信件中的部分内容被基歇尔(Athanasius Kircher)编写在《China Illustrata》^[25]中,记述了西宁、拉萨、加德满都等城市、青海湖、日喀则以北的一些情况;德西迪利的数十件信函和报告被意大利藏学家卢西亚诺·伯戴克(Luciano Petech)收入了《赴西藏和尼泊尔的意大利传教士文献》^①,这些早期素材促进了欧洲对西藏的了解^[24],也逐步揭开东西方人士了解青藏高原神秘面纱的一角。不过应当看到,尽管传教士携带着测量地形、经纬度、气候的器材和绘图工具,但由于没有充分的地学知识背景,大多没有先进高端的调查方法和手段,有些是道听途说,导致了一些错误的记述。如安夺德认为,德阿湖(Deo Tal)是恒河的发源地,白乃心错误地把青海湖当做黄河发源地^[24]。

另外,该时期也有一些地理学家个人和政府组织的考察活动,如明末杰出的地理学家和旅行家徐霞客,曾于1639年前在丽江一带踏勘金沙江,首次提出金沙江是长江江源,对长江起源问题产生了深远影响^[29],他的考察记录《徐霞客游记》^[30]是中国和世界地理史上的重要著作。康熙1717年派遣喇嘛和官员入藏测绘^[31],根据沿途实地测量和传闻完成了西藏草图,交由西方传教士审定后编入《皇舆全览图》,尽管精确性需要提高,不过在此次测量中发现了珠穆朗玛峰^[32],根据当地藏族人的称呼命名为“朱母郎马阿林”^[33],且标出了绒布冰川的东、中、西3个分支^②。清代大臣松筠于1794—1799年任驻藏大臣期间,曾于1795年春、1797年秋、1798年春3次至后藏进行巡边,根据大量第一手实地调查资料撰写的《西藏图说》内有西藏总图1幅和分图15幅,并记载了各地的地形地势、气候冷暖、管辖区域、道路等情况,基本确定了清中央政府治下中国西藏的地理版图^[34]。

综上所述,中国古代主要与宗教活动相关的探险考察给我们留下了青藏高原一些地区的地貌、山川、湖泊、气候、交通、物产、资源、城镇、村落和政治制度、民情风俗、文化艺术等诸多方面内容的记载。早期弥足珍贵的部分资料是探险考察者冒生命危险首次揭开了青藏高原某一区域神秘面纱的一角,从而给后来者提供了可供参考借鉴的材料和新的考察路线。不过从目前日益增加的考察范围、研究深度和细致分类的学科领域等方面来看,由于宗教人士的主要目的和出发点是追求和传播信仰,所以对于自然地理现象和人文地理方面多是一种附带的、表面的、零散和片断式的静态描述,论述多是不系统不完整的,而且也存在一些不准确不恰当甚至错误之处,但不能否认这是青藏高原科学发展的“地基”材料。另外这一阶段个别地理学家和政府组织的一些考察活动也给我们留下了宝贵的文献材料。

① Petech, L. I Missionari italiani nel Tibet e nel Nepal. Rome, 1952-1957.

② 新华社. 史料证明:我国最早对珠峰进行了测绘. 2020-05-03.

3 晚清时期以科学名义开展的初步科学考察探险

晚清时期(本文指1840—1912年)对于青藏高原的考察,主要表现为外国人多以科学名义开始了对西藏高原的大量探险和考察,部分考察结果质量较高且影响久远,中国人的身影也出现在探索高原的行列中。

3.1 晚清外国人以科学名义对青藏高原的探险

外国人以科学名义考察探险西藏高原开始于19世纪后半叶,英国、印度、俄国、法国和美国等国家都曾派出探险队进入高原^[35]。他们测定山体所在位置、绘制沿途地图、记录当地气象条件等,获得了大量珍贵的实地考察材料。

1845年前后,英国亨利·斯特雷奇(Henry Strachey)在拉达克地区军界任职^[36],曾于1846年、1849年分别从卡利河上游和拉达克进入西藏阿里进行考察探险测绘^[37],在著作《Physical Geography of Western Tibet》^[38]中比较详细描述了西藏的一些自然地理情况,如山体、峡谷、关口、河流、湖泊、冰川、温度和霜冻等信息。印度测绘人员纳英·辛哈(Nain Singh)1865年从尼泊尔进入西藏,沿雅鲁藏布江东进,于1866年1月抵拉萨,沿途进行气象观测、测定地形高度和收集民情风俗等材料^[39],发现了昂孜措湖^[40],完成了对雅江上游的考察^[41];1874—1875年间纳英到达西藏中部勘测了多处地图上没有标识的地区和许多不知名的河流与湖泊,探明了雅鲁藏布江中部许多未知地区^[39]。英国探险家鲍尔(Hamilton Bower)于1891年从列城向东穿越西藏到达川边,沿途探测绘制地图,记录沿途自然地理和人文地理概况,1894年发表了《Diary of a Journey Across Tibet》^[42]。

英俄两国对于帕米尔高原也进行了大范围 and 比较详细的频繁的地理考察,具有争夺领土的军事服务目的色彩。1887—1891年间,英国探险家法兰西斯·杨哈斯班(Francis Younghusband)于先后数次探查帕米尔高原,1896年发表了考察著作《The Heart of A Continent》^[43],其中1889—1891年的考察为英印政府于1891年12月占领坎巨提部提供了直接帮助^[44]。杨哈斯班(也称荣赫鹏)1889年带队从列城出发,经喀喇昆仑山口进入新疆,相继勘测了从塔克敦巴什帕米尔地区的塔什库尔干通往坎巨提部的山口,记录了沿途道路和地理情况;1890年9月底杨哈斯班一行先后探查了小帕米尔、大帕米尔、阿尔楚尔帕米尔、朗库里帕米尔、和什库珠克帕米尔等地区^[45]。俄国人对帕米尔的考察主要集中在19世纪末期,从1871年首次考察以来^[46],在大约20年左右时间里广泛勘察收集该区域的山脉、河流、地形地貌和道路交通等信息,如1876年俄国军事家米哈伊尔·斯科别列夫(Mikhail Skobelev)率领一支由地理学家、测量学家、博物学家等组成的考察队穿越阿赖山脉,考察了大喀喇库里湖、乌孜别里山口、白马山口等地地形,遥望到了慕士塔格峰等地^[47]。另外,1893—1895年间,斯文·赫定两次攀登帕米尔的绵延山脉,曾到达慕士塔格峰6000多米高度,不过未能如愿登顶,曾抵达兴都库什山脉并穿越高耸的垭口^[40],测量了高原湖泊喀喇湖最深处为23 m,填补了当时该湖没有湖深数据的空白^[48]。1867年法国人阿尔芒·戴维(Fr Jean Pierre Armand David)在四川省雅安市传教同时从事生物研究,在夹金山下发现动植物新种数以百计,采集标本6万多份,并设法将大熊猫标本带回巴黎,在国际上引起极大轰动^[49]。

晚清阶段的青藏高原探险考察,相比于早期传教士对高原情况的记录和描述来说,显著的特点就是考察科学性开始显现,目的性比较明确,考察范围逐步扩大,也出现了对部分考察结果的较精准定量记录和描述。不过也应当看到,此阶段仍是处于揭开高原神秘面纱的初级阶段,还主要是调查地图上空白区域的路线、测量地形高度、记录自然

状况、初步绘制地图等；从区域性和学科的角度看，还是处于对局部地区、单学科的考察过程中，未实现多区域、多学科的综合考察和研究。从考察的动力来看，多数活动由于英印政府的需求，以科学考察名义带有明显英印政府扩张的需求。

3.2 20世纪初期的高原考察

20世纪初期青藏高原考察的部分成果在质量上有了明显提升，另外还有一个显著的特点就是除了西方人对青藏高原环境众多的考察探险的描述记录外，出现了中国学者对于高原地理状况的具有科学价值且影响较长远文献记载。

3.2.1 考察成果质量的飞跃 20世纪初期不同国家的探险家、传教士和学者对青藏高原获得了大量的考察材料，其中尤其以瑞典地理学家、探险学家斯文·赫定最为突出。斯文·赫定长期在中国西藏等地区探险考察，他曾于1894—1908年间3次深入青藏腹地，其成果以《Central Asia and Tibet towards the Holy City of Lassa》^[50]《Adventures in Tibet》^[51]《Scientific Results of a Journey in Central Asia 1899-1902》^[52]《Trans-Himalaya: Discoveries and Adventures in Tibet》^[53]《From Pole to Pole》^[54]《Southern Tibet: Discoveries in Former Times Compared with My Own Researches in 1906-1908》^[55]等6部考察报告形式发表。

斯文·赫定对于青藏高原考察的主要贡献，首先体现在考察范围广阔，考察区域包括了西藏北部、中部和南部，也对喜马拉雅山、雅鲁藏布江及其上游藏波河的一些尚未勘探地带做了考察，有些地方当地人很少去过；其次，考察内容涉及的学科广泛，包括地理、地质、考古、水文、动物、古生物、气象等，这也是早期北欧地区开展地理考察的普遍方式；其三，考察成果众多且较准确，如他的考察证实了冈底斯山是西藏南北的分水岭，山北为西藏中部湖区，属内陆地区，山南为印度河、雅鲁藏布江谷地，河水注入印度洋^[41]。此外，斯文·赫定的考察结果影响比较久远，如玛旁雍错湖深数据，科学家们沿用了70年，直到21世纪初期青藏科考团队才测出新的湖深数据^[49]；他所绘制的地图精确，填补了当时世界地图的大量空白^[56]。相较于前人，斯文·赫定的考察成果取得了质的飞跃，且留下了数量可观的考察报告、探险实录、札记和图像等资料，这些倾注毕生精力考察汇总下来的基础材料成为青藏高原科学研究中的珍贵历史资料。部分原因由于斯文·赫定在青藏高原等亚洲地区地理考察中的突出贡献，他与对中亚（也包括中国西北干旱区）科学考察有杰出贡献的德国导师地理学家费迪南·冯·李希霍芬（Ferdinand von Richthofen）一起先后获得了瑞典皇家科学院颁发的维加奖。

20世纪初，对于西方学者、探险家难以涉足的以拉萨为中心的西藏腹地的考察取得了前所未有的进展。1903—1904年荣赫鹏率军入侵西藏并直抵拉萨，随军的地理学家、地质学家、博物学家沿途进行地质矿产探索、收集动植物标本、气象观测、地理勘测等，尤其是动植物标本采集更是首次深入拉萨及周边地区，这次综合探索积累了大量的珍贵的游记、考察报告等基础资料，很多关于高原地理环境方面的论文成为后来相关领域研究的必引文献^[57]，荣赫鹏在探索论文《The Geographical Results of the Tibet Mission》^[58]中向欧洲人描绘了拉萨附近的地理景观：“拉萨、江孜和日喀则所处之地，以及雅鲁藏布江流域既不是贫瘠高原，也不是狭窄的‘V’型峡谷，是四五英里宽到十英里宽的平坦山谷，土壤肥沃，适于种植”，与当时欧洲人对西藏北部贫瘠荒凉的印象完全不同；另外考察队伍对于西方激烈争论的玛旁雍错的大河源头、雅鲁藏布江与布拉马普特拉河的关系等问题进行实地勘测^[59]，解决了玛旁雍错及姊妹湖确实有连通且不是萨特累季河的源头^[60]的地理悬案，以及毫无疑问地证明在喜马拉雅山北侧没有比珠穆朗玛峰更高的山体^[59]，都是这次探索的重要科学价值。

另外, 俄国地理学家、探险家贡博扎布·采别科维奇·崔比科夫 (Gombojab Tsebekovitch Tsybikoff) 1900年拍摄的拉萨的第一批照片^[61], 成为考察100年前西藏社会生活的珍贵对比资料。德国探险家台飞 (Albert Tafel) 在1905—1907年间历时22个月在青藏高原东部进行考察, 收集标本、勘查地质、观测气象等^[62], 1914年出版了著作《Meine Tibetreise》^[63], 是国内外研究百年前青藏高原的珍贵史料。英国探险家约翰·布鲁克 (John Weston Brooke) 等在青藏高原东南的大小金川地区考察测量及采集标本^[64], 也取得了系列成果。

3.2.2 中国人对青藏高原自然地理和人文地理特征的考察和记述 在20世纪初期, 除了众多国外探险者、考察者和科学家获得了大量考察材料外, 中国人对于高原的考察研究也给我们留下宝贵的原始记录和描述, 其中两位中国人记录的高原信息, 从科学角度值得一提。第一位是清代驻藏大臣有泰在日记中对于高原天气和物候的记录。1904—1907年有泰在西藏的4年期间, 写了22册约40万字的《有泰日记》^[65], 详细记录了拉萨每天的天气概况、气象灾害等, 为研究20世纪初拉萨气象和气候学概况提供了详实的资料和科学依据; 另外, 日记中还详细记载了动植物的物候期, 包括农作物、花卉与水果、杨柳、雁等, 为深入分析物候资料所反映的气候变化提供了珍贵的研究资料^[66-67]。第二位是百年前徒步穿越青藏高原的陈渠珍。清代末年的1909年, 陈渠珍奉命随军由成都出发, 经由雅安、康定等地入藏抗英, 1911年11月离藏的时候, 取道羌塘草原, 翻越唐古拉山, 过通天河, 再到达昆仑山口, 入青海, 最后到达西宁 (图1)^[10]。这条进藏和出藏路线, 现在不断地被一些探险旅游爱好者自发地沿用^[68]。在新出版的陈渠珍回忆录《艸野尘梦》中, 有多处描写了青藏高原自然地理和人文地理概况^[10]。不过我们也看到, 陈渠珍是以政府官员身份入西藏, 是从武官的视角来描述西藏地理状况的表面特征, 并不是从科学研究角度出发, 从而在科学性和系统性方面与科学考察的要求还是有一些差距的。

可以看到, 20世纪初期部分考察成果取得了质的飞跃, 也出现了对天气连续的短期的观测, 这些都是青藏高原科学研究的重大进展。不过大部分的考察仍主要体现为路线调查, 探寻地图上未标识之地, 多属于中国传统的风土人情描写记录, 处于青藏高原基本特征认识的初期阶段, 对于自然地理现象的发生、发展和机制研究并不多见。

4 1912—1949年中国学者逐渐主导科学考察

1912—1949年的青藏高原考察, 除了英国和印度等国外学者和探险家继续考察青藏高原外, 显著特点之一是开启了中外合作科学考察, 另外一个特点是中国学者的考察成就日渐突显, 在人文地理、气象气候和地质等方面都获取了大量第一手考察材料。

4.1 国外学者的科学考察和登山探险

西方探险家、地理学家、植物学家、地质学家和藏学家等在西方国家对青藏高原地区交通开发、资源探测等过程中获取了大量第一手的考察材料。英国皇家地理学会会员弗里德里克·贝利 (Frederick Marshman Bailey) 多次进入康区 (这里主要指西藏昌都、云南迪庆、青海玉树和川西的藏区) 考察, 1913年从印度进入雅鲁藏布江大峡谷地区, 对中国藏东南地区开展考察, 绘制山川河流地形及行程路线图, 除测绘外还采集了大量动植物标本, 为错误的麦克马洪线 (McMahon Line) 提供了大量地理资料^[64], 其考察成果整理成《No Passport to Tibet》^[69]一书出版, 书中记录了藏东南的地理风情, 记述了大峡谷中的“彩色瀑布”等^[70]; 1922年他带领测量队从亚东出发翻越喜马拉雅山, 从羊卓雍湖东南向西转往江孜、噶大克, 沿途测绘超2.4万 km²的区域^[71]。英国植物学家金敦·

沃德 (Francis Kingdon Ward) 从 1909 年首次入康, 到 1951 年离开中国, 先后在康藏地区度过了 40 余年, 其中 1924 年出入西藏、西康进行地理探测, 在雅鲁藏布江流域考察了多年, 测量了雅鲁藏布江大拐弯处的南迦巴瓦峰和加拉白垒峰地区, 见到了“虹霞瀑布”^[72]。根据文献, 沃德对“虹霞瀑布”等画有地形图, 标有测量数据, 拍有黑白照片^[70]。沃德考察阿扎冰川时拍摄的照片, 是第一次青藏高原科考时李吉均教授进行冰川变化对比研究的参照, 也是后来进行新的对比研究的参照。沃德的考察成果总结在《The Mystery Rivers of Tibet》^[73]《The Riddle of the Tsangpo Gorges》^[74]《A Plant Hunter in Tibet》^[75]等专著中。1936 年 26 岁的地质学家奥古斯都·甘塞 (Augusto Gansser) 参加了瑞士组织的喜马拉雅山和南藏的地质考察活动^[76], 这位被称为“喜马拉雅之父”的地质学家^[77]详细进行了沿途的岩石学考察, 第一次对雅鲁藏布蛇绿岩进行科学研究^[77], 合作出版了成果《Central Himalaya: Geological observations of the Swiss expedition 1936》^[78]。西藏地方政府影响所及的广大区域的西部边缘, 如拉达克, 也留下了西方传教士、探险家等的考察痕迹, 如意大利著名藏学家朱塞佩·图齐 (Giuseppe Tucci) 在 1929—1948 年间曾 8 次进藏, 多次广泛考察了拉达克寺院建筑等^[79], 开启了西藏文化研究的一个新阶段^[80]。

1912—1949 年国外学者非常热衷对于青藏高原神秘面貌的考察, 1929—1933 年间相继对于贡嘎山地形进行了执着考察和探索。1929 年 3 月初, 美籍奥地利人类学家、植物学家兼探险家约瑟夫·洛克 (Joseph Charles Francis Rock) 考察了贡嘎山, 在该区域采集了大量植物标本和鸟类标本, 拍摄了 240 幅在当时来说最昂贵的天然彩色照片和 530 幅黑白照片^[81], 而且遥测估算贡嘎山高度约 8700 m, 粗疏测量为世界第一高峰, 引得此后相关人士纷纷前来考察^[82]。1930—1931 年瑞士地图学家爱德华·英霍夫 (Eduard Imhof) 与中山大学联合考察探险, 深入到贡嘎山区, 绘制了贡嘎山主峰草图, 不过未能实现登顶; 1932 年美国入理查德·波德塞尔 (Richard Burdsall) 领导科考队沿西坡转西北山脊首次登上贡嘎山主峰, 轰动了中外地理学界, 精确测得贡嘎山海拔为 7590 m (± 27 m), 与今天的测量数据 7556 m 相近^[82], 此次考察收集了大量地图和照片以及专业性很强的资料, 编写出版了考察报告《Men against the Clouds: The Conquest of Minya Konka》^[83]。至此国外学者和探险家对贡嘎山高度的疑问和热衷告一段落。

4.2 中外联合考察队伍对高原的科学考察

1912—1949 年中国学者参与了中外联合野外考察, 取得了大量的考察成果。1927 年中国科学界组建中瑞西北科学考查团, 首开中外合作科学考察的先河。考察团中方团长由时任北京大学教务长、哲学系教授的徐炳昶担任, 中方团员有袁复礼 (1928 年 12 月徐炳昶离开后, 继任中方代理团长)、黄文弼、丁道衡、詹蕃勋、龚元忠和李宪之等, 后来补充了徐近之、郝景盛等 4 名新团员协助外方专家工作。外方团长是地理学家斯文·赫定, 其他团员有瑞典传教士、旅行家拉尔生 (Frans August Larson)、瑞典人类学家赫默尔 (David Hummel)、瑞典考古学家贝格曼 (Folke Bergman)、瑞典地质学家那林 (Erik Norin) 和德国气象学家郝德 (Woldemar Haude) 等^[84]。考查团的考察范围是西北广大地区, 包括了青海、甘肃等地的青藏高原部分, 考察内容涉及到气象、地质、古生物、考古等多个学科, 考察时间长达 6 年之久, 绘制了大量地质测量图和实测地图, 采集了大批植物标本^[56], 对以后的青藏高原科学研究和经济建设都有极其深远的影响。

在考查团所有珍贵的考察成果中, 气象观测记录及对寒潮的研究取得了创新认识。中国气象学家和气象教育家李宪之在学生时代与气象学家郝德等人在柴达木盆地西北部的铁木里克进行寒潮气象观测, 记录了 1928 年 10 月 26—31 日的强大寒潮。考察结束后

李宪之根据这次寒潮观测结果以及其他气象观测资料,对寒潮做了研究,发现南北半球的气流可以通过赤道相互影响,在德国柏林大学冯·费卡(H. V. Ficker)教授指导下完成的博士论文《东亚寒潮侵袭的研究》轰动了国际气象界,打破了当时气象学的局限性,从而找到了台风的成因。他的关于寒潮和台风的论文,至今仍是这方面研究的奠基性、经典性著作,是中国乃至亚洲气象学先辈们对世界气象学的重大贡献^[56]。

对植物、植被考察和植物标本采集,是这一时期青藏高原科学考察特点之一。当时在北京大学生物系就读的郝景盛1930年历时4个多月在青海湖东部和南部,以及黄河源以西的地区采集植物标本,其考察范围大致是北到大通河,南至阿尼玛卿山^[85];植物学家刘慎谔博士1932年3月在西藏北部采集了大量植物标本,科考足迹深入羌塘无人区深处。这些植物标本是研究青藏高原的植物种类、植物地理分布、植物区系、植被类型和植被区划等的第一手的珍贵科学资料^[56],与当前全球变暖背景下这一区域生态和植被对比会产生重要结果。

总的来看,尽管此阶段大部分的科学考察主要还是处于探索阶段,以路线调查、收集基础资料和科学发展为主,重点还是在为高原概况的系统性、整体性研究准备材料,不过出现了对于部分地理现象发生原因的深入剖析,并取得了当时国际前沿的轰动性科学成果,为学科发展做出了重大贡献。

4.3 中国学者主导的较系统科学考察

1912—1949年科学考察热潮兴起,众多地理学家、地质学家等走入青藏高原边缘及腹地,收集了大量第一手科学基础资料。比如调查高原北部地质情况的谢家荣^[86]、调查高原东部的谭锡畴、李春昱等^[87],他们取得的珍贵的考察成果长期以来都有很大的参考价值。还有人口地理学初创时期的代表人物之一胡焕庸^[88],基于中国各地包括西康、青海、西藏等地人口密度数据,提出了中国人口分布东密西疏的重要分界线^[89],即著名的“胡焕庸线”。这些不畏艰辛的科学家堪称中国青藏高原研究之先驱。

下面本文将较详细介绍康藏人文地理研究方面建树卓越的任乃强,气象学家、地理学家徐近之,国家石油工业部为其树立了纪念碑的地质学家孙健初,以及在西康考察了10多年的地质学家崔克信。

任乃强是著名的藏学家、历史地理学家、民族学家和农经学家,他历任重庆大学、四川大学教授、四川社科院特约研究员。1929年他历时近1年时间,首次对康藏地区的自然地理、政区沿革、社会文化、民族民俗等进行了科学的全面考察,相继撰成各县的考察报告^[90],并根据实地考察材料撰写了《西康图经》^[91]。他经历15年实地踏勘,使用现代圆锥投影、经纬度定位,于1943年绘制成了第一张1:100万康藏标准地图^[90],使这些地区第一次有了较详尽和准确的现代地图,各县有了明确的行政区划和4个方位的界线即四至标识^[92]。

徐近之是著名的近代地理学家,他于1927年考取南京东南大学地学系,大学毕业后开始在青藏高原进行考察^[93],他是实地研究青藏高原的先驱者,对青藏高原研究做出了卓越的科学贡献^[94]。其一是对高原湖泊比较系统的考察。1933年他环绕青海湖测图,考察湖岸地貌和湖泊成因等;他考察了世界屋脊上的大天湖(现纳木错),速测绘制地形图,是中国最早在海拔4500 m以上实地考察研究高原内陆湖泊空间变化的科学家^[95],考察结果以《西藏之大天湖》^[96]发表在《地理学报》上。其二是建立了西藏高原的首个气象台站。1934年他在拉萨建立了西藏高原第一个气象台^[97],每天观测14次并电告南京中央气象台^[93],日常观察包括云彩、风向、物候、农事等,首次系统收集整理和分析研究中国第一次取自西藏高原海拔3760 m的高山气象资料^[93],并在《气象杂志》发表了《拉

萨今年之雨季》^[98]一文,开创了气候观测历史。其三是引领中国学者对青藏高原的科学观测首次走向国际,1941年以《A Note on the Climatic Conditions of Lhasa》^[99]为题在《美国气象学会会志》发表了研究成果,向国际精确报道了拉萨的风温压及降水特征,确认西南季风可以进入高原腹地。

孙健初是杰出的石油地质学家和中国石油地质的奠基人,是第一批跨越祁连山考察的中国地质学家^[100],是中国第一个石油工业基地玉门油田的探明人和开拓者,被誉为“中国石油之父”^[101],也是1949年8月人民解放军进军兰州市前指示要保护的人物^③。孙健初为寻找石油、煤炭、金属等矿藏,长年工作在荒山旷野、戈壁沙滩。1935年他负责甘肃、青海、宁夏地质调查,调查的路线是兰州—西宁—湟源日月山—贵德县—共和县—都兰县—茶卡盐湖—青海湖,考察的大部分地区属于青藏高原范围(图1);在考察完青海湖的地质情况后,孙健初继续北上,开始考察祁连山脉,考察过程中沿途采集标本,测绘地质图,考察地层情况及地层分界^[102]。从最初出发赴青海到穿越祁连山,历时8个月。根据考察材料编写发表了3篇重要论文,分别是《青海湖》^[103]《甘肃及青海之金矿》^[104]和《祁连山一带地质史纲要》^[105],为祁连山地质的研究提供了宝贵材料。

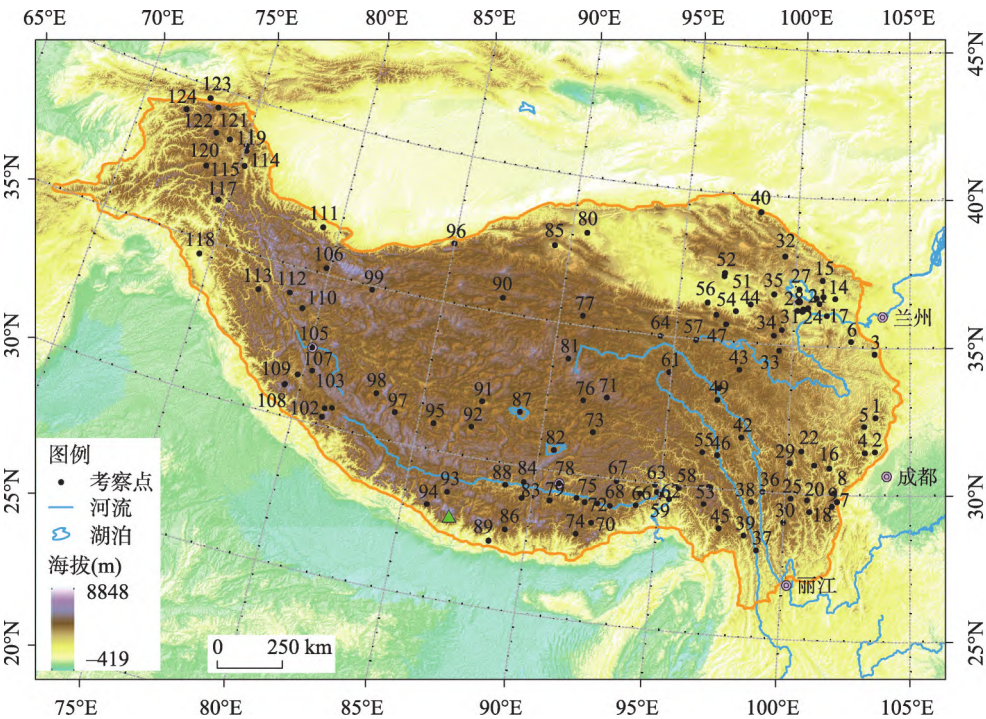
崔克信是第一位入藏进行地质调查的中国地质学家^[106],从1939年4月开始在康藏地区工作了11年,取得了大量第一手宝贵的实地考察材料。他的主要考察经历有:1939年进入西康省,在道孚、炉霍、甘孜和瞻化等地调查地质情况及矿产资源概况^[106];1941年在巴塘、宁静(芒康)和盐井一带调查石油矿藏,随后对大渡河至安宁河以西、金沙江以东广大高原及其边缘地区进行比较详细的路线地质网调查^[107]。这些科学考察为他后面的成果,如《1:200000西康东部地质考察路线图》《1:500000康藏路线地质考察图》《西康自然地理》《康藏地质志》和《康定、雅江附近等地的砂金矿地质报告》等^[106]的编制和撰写奠定了坚实的基础。崔克信是青藏高原地质野外考察与研究的杰出先驱。

还有众多科学家对青藏高原的大量卓越科学考察成果,限于篇幅这里不多作赘述。1949年以前探险者和研究学者们在青藏高原的部分考察地点标注在图2中,表1罗列了文中谈及的部分学者以及部分考察地点。这些前仆后继的探险者和科学家们正在使得青藏高原科学考察逐步经历从无到有、从局部地区到高原整体,从定性描述到定量分析,以及从单学科到多学科交叉融合的发展过程,为青藏高原系统科学的发展积累了一批批科学素材、奠定了较为坚实的基础。

5 结论与展望

中华人民共和国成立以前,国内外对青藏高原自然地理、人文地理、地质地貌、河流湖泊、气候气象、动物植物等自然要素和自然景观的考察探险活动资料散见于不同文献记录,本文系统收集整理了这些文献资料。结果发现,1949年以前的科学考察探险主要可以分为下列4个阶段:①古代主要是以中国僧人和外国传教士为主的在宗教活动过程中对青藏高原(主要是帕米尔高原和西藏高原)地理现象的零星记录和描述;②清代晚期基本是西方科学家以科学名义对青藏高原的考察探险;③1912—1949年中外对青藏高原的联合科学考察和研究;④1912—1949年国内学者开始主导了现代意义的对高原不同区域的科学考察和研究。大禹时代出现的地理著作《山海经》是中国最早的山海实地探险考察记录。法显是最早详细记载帕米尔高原的中国探险家,中国人是最早科考人中

③ 玉门市融媒体中心. 玉门红色记忆:孙健初壮志石油河. 2021-10-20.



注：图中数字表示考察地点，考察地点名称见表1。

图2 1949年以前青藏高原部分考察地点分布概略图

Fig. 2 The distribution of some survey sites on the Tibetan Plateau before 1949

的一员。明代末年的1624年葡萄牙传教士安夺德神父穿越喜马拉雅山到达西藏阿里地区，记录了沿途的自然环境和风土人情，可以算作带有科学性质记录的传教士最早考察西藏西部活动。晚清和1912—1949年的青藏高原考察取得了大量的考察成果，已逐步由零星描述发展到比较系统的专业记录，也逐步利用科学仪器测量获取相关的科考数据，科学性和准确性日渐明确和提升，也初步使得中国学者对于高原的科学研究开始走上国际，部分成果甚至处于国际水平，从而为中华人民共和国建国后的中国青藏高原综合科学考察积累了大量基本的科学资料。不过应当看到，这些青藏高原的早期考察主要还是以现象描述、路线调查、单学科考察为主，目的在于揭开青藏高原的神秘面纱，大部分的考察是为了对青藏高原地质、地理、植物、动物、人文等现象的认识，对其发生、发展和演化机制并没有系统分析和研究，也缺少多学科、综合性、系统性的科学考察，考察的人员主体还是以西方为主导。20世纪30—40年代，为了国家发展需要，中国科学家已经开始注重青藏高原的地质矿产、自然资源、气象气候、植物分布，也对人文地理、民族和行政区域等开展了深入的调查、考察和研究。

在全球变暖背景下，20世纪50年代中期以来青藏高原气候变暖幅度大约是同期全球平均值的1.5倍^[108]，其生态格局、自然景观和水循环格局发生了重大变化，对人类生存环境和经济社会发展造成了重大影响。青藏高原作为泛第三极的核心区域，其变化将对“一带一路”沿线20多个国家和30多亿人口的生存与发展带来巨大挑战。为此，中国正式启动“第二次青藏高原综合科学考察研究”项目。新时代的科学考察研究将在大量实地考察资料基础上，重点研究过去50年来环境变化的过程与机制及其对人类社会的影

表 1 1949 年以前青藏高原部分考察概况
Tab. 1 Overview of some investigation on the Tibetan Plateau before 1949

考察人及生卒年份	考察人身份	考察时间	考察地点、路线 (地点后面数字对应于图 2 中标示的考察地点)	考察内容
法显 约 377—422 年 玄奘(陈祚) 602—664 年	僧人、旅行家、探险家 僧人、旅行家、探险家	402 年 东晋 628 年 644 年	长安—陇山—河西走廊—敦煌—鄯善—均夷诸国—于阗—塔克拉玛干—帕米尔高原(124)—北天竺—…… 长安—兰州—吐鲁番—焉耆—温宿—凌山—大清池(伊塞克湖)—……—天竺	记录各地自然地理和人文地理情况 ^[20] 记录沿途地理、宗教、语言、人种等 ^[22]
安守德(Antonio de Andrade) 1580—1634 年 徐霞客 1587—1641 年	葡萄牙的耶稣会士 地理学家 旅行家	唐 1624 年 明末 1639 年前 明末	天竺—帕米尔高原(124)—塔里木盆地南缘—莎车—于阗—长安 德里—哈得瓦—喜马拉雅山(97)—恒河—巴德里德—德阿湖(109) 或德伯湖—马纳山口(108)—扎布让(107), 抵达阿里(104)南部 在云南艰苦跋涉, 在丽江一带到过金沙江	测量高度(或深度)与纬度, 记述旅途天数、道路、山川和地貌, 气候变化等 调查地貌、江河、水文、地质、气象、植物、动物、泉瀑、地热、火山等众多方面 ^[20] 沿途地理测量, 搜集记录政治、经济、文化、科学、交通和物产方面情况等 ^[23]
白乃心 (Jean Grueber) 1623—1680 年	奥地利的耶稣会士	1661 年 清代	北京—西宁(10)—拉萨(78)—库蒂(尼泊尔)—……	记录地貌、交通、山川、湖泊、气候、物产、资源、城镇、村落和政治制度、民情风俗、文化艺术、藏传佛教等 ^[26] 记载各地的地形地势、气候冷暖、管轄区域、道路等情况
德西通利 (Ippolito Desideri) 1684—1733 年	意大利的耶稣会士	1716—1721 年 清代	列城—拉萨(78)—江孜(83)—聂拉木(94)(西藏)	从事测量, 并收集气象观测资料, 使用沸点高度表测定高度等 主要是从事生物研究, 采集标本
松筠 1752—1835 年	清代大臣	1794—1799 年 清代	1795 年春、1797 年秋、1798 年春在后藏巡边, 主要是西藏的西、南、北 3 个方位	
纳英·辛哈 (Nain Singh)	印度测绘人员	1865 年 1874—1875 年 清代	1865: 尼泊尔—喜马拉雅山(97)—拉萨(78)、雅鲁藏布江上游(84) 1874—1875: 列城—西藏中部(125)—班公湖(110)西端鲁公—拉萨(78)、雅鲁藏布江中部	
阿尔芒·戴维 (Fr Jean Pierre Armand David) 1826—1900 年	法国传教士 动物学家 植物学家	1867—1874 年 清代	四川省雅安、夹金山(126)等地考察	
米哈伊尔·斯科 别列夫 (Mikhail Skobelev) 1843—1882 年	俄国军事家	1876 年 清代	阿赖山脉(123)、大喀喇库里湖(116)、乌孜别里山口(30)、白马山口(121)等地	实地考察地形

续表1

考察人及生卒年份	考察人身份	考察时间	考察地点、路线 (地点后面数字对应于图2中标示的考察地点)	考察内容
法兰西斯·杨哈 斯班 (Francis Younghusband) 1863—1942年	英国探险家、战略家、 外交家	1889年 1890年 1903—1904年 清代	1889年: 经喀喇昆仑山口(118)进入新疆, 调查了从塔什库尔干 (114)通往坎巨提(117)北部所有山口、叶尔羌河上游; 1890年: 考察塔克敦巴什帕米尔(124)、大帕米尔(120)、小帕米尔 (124)、阿尔楚尔帕米尔(124), 返回喀什噶尔(105) 1903—1904年: 拉萨(78)及其周边区域	实地考察, 绘制地图、地质矿产探 察、收集动植物标本、气象观测、地 理勘测等 ^[43,58]
鲍尔 (Hamilton Bower) 1858—1940年	英国探险家	1891年 清代	自列城向东, 横贯西藏, 抵达川边	实地探测 ^[42]
斯文·赫定 (Sven Anders Hedin) 1865—1952年	瑞典地理学家 探险家	1894—1908年 清代	1894年: 塔什干—阿莱谷(123)—赤水河—喀吉尔亚口(122)—喀喇 湖(116)—兰戈库尔湖(119)—慕士塔格峰下(115)—喀什 1896年: 从新疆且末县南部, 进入通往青藏高原的山路入口, 越 过可可西里山(77)、托素湖(52)、可鲁克湖(51)、喀喇湖(116)、青 海湖(27)、库班寺等地 1900—1901年: 新疆且末、阿尔金山(96)、藏北山地、阿亚克库木 湖(85)、……、雅鲁藏布江(84)、安多默珠(81)后返回新疆营地、 雅江、色林措湖(87)、波仓藏布江(91)、佩鲁泽措湖、罗多克、昂 波措、列城等地 1906—1908年: 列城、昌喇山口、班公措(110)、马尔米克拉山 口(112)、阿克赛钦湖(106)、雅西尔湖、普尔措(99)、藏北、雅 江、昂孜措湖(92)、雅江(20)、日喀则(88)、廓尔拉山口(喜马拉雅 山脉(97)、库比藏布(93)、玛旁雍措湖(100)、拉昂措(101)、喀拉喀 什河谷(111)、桑莫山口、扎日南木措(95)、昂拉仁措(98)等地	沿途测绘, 绘制地图, 逐日记录气象 信息等 ^[40,50,51]
台飞 (Albert Tafel) 1876—1935年	德国探险家 地理学家 藏学家	1905—1907年 清代	1905年: 兰州—狄道—河州(5)—西宁(10)—湟源(14)—青海湖 (27)—西宁(10) 1906年: 西宁(10)—贵德(12)—青海南山(26)—塔拉草原—巴彦淖 尔—达连海(23)—更尕海(28)—鄂拉山(31)—多罗池(34)—托逊池— 柴达木盆地(19)—巴隆(44)—翻越布尕布达山(54)—阿拉克湖西 (47)—星宿海(127)—黄河河源(57)—翻越巴颜喀拉山(43)—沿楚玛 尔河(64)向西—柴达木盆地(19)—诺木洪(56)—都兰(41)寺—青海湖 南(27)—西宁(10) 1907年: 西宁(10)—丹噶尔(13)—恰卜恰(24)—拉布寺(48)—玉树 (49)—过金沙江(18)—甘孜(8)—打箭炉厅—章谷屯(11)—懋功厅 (11)—松潘厅(1)—索宗寺—洮州(3)—拉卜楞寺(6)—河州(5)—兰州	收集标本, 绘制地图, 地质勘查, 拍 摄相片, 调查沿途民俗、语言、人种 差异等 ^[61]

续表 1

考察人及生卒年份	考察人身份	考察时间	考察地点、路线概况 (地点后面数字对应于图2中标示的考察地点)	考察内容
约翰·布鲁克 (John Weston Brooke) 1880—1908年	英国探险家	1906—1908年 清代	1906—1907: 通天河(61)—那曲卡(73)—当拉山口(71)—肅州(40) 1908: 成都—汶川(2)—道孚(16)—打箭炉—杂谷脑(4)—嘉定—雅州—宁远—美姑	考察测量, 标本采集等
有泰 1844—1910年	清代驻藏大臣	1904—1907年 清代	拉萨(78)	记录每日天气概况、物候、气象灾害等实况 ^[65]
陈果珍 1882—1952年	清代武官	1909—1912年 清代	成都—雅安—康定—思达(55)—昌都(46)—江达(42)—工布(67)—波密(58)—鲁朗(63)—青海无人区—唐古拉山(76)—通天河(61)—昆仑山口(90)—柴达木(19)—丹噶尔厅(13)—兰州—西安	记录沿途自然地理、人文地理情况等 ^[100]
弗里德里克·贝利 (Frederick Marshman Bailey) 1882—1967年	英国探险家	1913年 1922年 1912—1949年	1913: 雅鲁藏布江湾的白马岗(59)—门隅—隆子(70)—乃东(75)—曲松(72)—加查(69)—朗县(68)—米林(66)—林芝(65), 八宿(50)—波密(58)—工布(67)—错那(74)宗, 从门隅回到印度 1922: 亚东(86)—木丹河—喜馬拉雅山(97)—羊卓雍湖东南(79)—江孜(83)—噶大克(103)	测绘路线图, 测量高度, 绘制地形及行程路线图, 采集动植物标本等 ^[69]
金敦·沃德 (Francis Kingdon Ward) 1885—1958年	英国植物学家 探险家	1909—1950年 1912—1949年	考察西藏、西康等地, 如芒康(38)、昌都(46)和四川巴塘(36)、三江峡谷地区、藏东察瓦龙(39)、锡金(89)、雅鲁藏布江、南迦巴瓦峰(60)、加拉(62)白垩峰地区、伊洛瓦底江与察隅河的分水岭地区、察隅河、察隅(45)、然乌湖边(53)和八宿(50)、怒江河谷等地。	地理探测, 采集植物标本等 ^[73, 75]
约瑟夫·洛克 (Joseph Charles Francis Rock) 1884—1962年	美籍奥地利探险家 人类学家 植物学家	1922—1949年 1912—1949年	川、甘、滇以及青海等地区, 其中3次在岷山和阿尼玛卿山(33)之间山谷河谷地带考察 在康区(丽江、滇西北、康定、青海南部等地)游历考察、生活20余年	拍摄资源照片, 测绘地形地图, 搜集植物标本和种子等
朱塞佩·图齐 (Giuseppe Tucci) 1894—1984年	意大利藏学家 东方学家	1929—1948年 1912—1949年	8次进藏 多次广泛考察了拉达克(113)寺院建筑	收集西藏文化资料、详细记录、拍摄照片
奥古斯都·甘塞 (Augusto Gansser) 1910—2012年	瑞士地质学家	1936年	喜马拉雅山(97)和南藏 进入西藏的普兰(102)境内	地质考察、岩石学研究 ^[78]

续表1

考察人及生卒年份	考察人身份	考察时间	考察地点、路线概况 (地点后面数字对应于图2中标示的考察地点)	考察内容
李宪之 1904—2001年	气象学家 气象教育家 (北京大学物理系学生)	1928年 1912—1949年	柴达木盆地西北部的铁木里克(80)	气象观测
任乃强 1894—1989年	藏学家、历史地理 学家、民族学家 (二十四军军部川康边 区视察员)	1929—1930年	泸定(7)、康定、丹巴(11)、道孚(16)、炉霍(22)、甘孜(8)、瞻化 (新龙)(29)、理化(理塘)(25)、雅江(20)等县城	实地踏勘、调查 ^[91]
郝景盛 1903—1955年	林学家、植物学家 (北京大学生物系学生)	1930年 1912—1949年	在青海湖(27)东部和南部、黄河源(57)以西的地区,大致是北到 大通河(15),南至阿尼玛卿山(33)	采集植物标本
徐近之 1908—1981年	地理学家 气象学家 (中央大学)	1931—1936年 1912—1949年	青海、青海湖(27)、拉萨(78)、纳木错湖(82)、横断山(37)	实地测绘、气象观测 ^[96, 98-99]
刘慎谔 1897—1975年	植物学家、林学家 (北平研究院植物学 研究所)	1932年 1912—1949年	西藏北境	采集植物标本
孙健初 1897—1952年	石油地质学家 (中央地质调查所)	1935年 1912—1949年	兰州—西宁(10)—湟源日月山(17)—贵德县(12)—共和县(21)— 都兰县(41)—茶卡盐湖(35)—青海湖(27),祁连山脉(32)	采集标本、测绘地质图、考察地层 情况及地层分界 ^[100-105]
崔克信 1909—2013年	地质学家、古地理学家 (西康省地质调查所)	1939—1950年	西康省的道孚(16)、炉霍(22)、甘孜(8)和瞻化(29)等; 巴塘(36)、宁静芒康(38)和盐井一带,大渡河至安宁河以西、 金沙江(18)以东广大高原及其边缘地区	调查地质情况、石油矿藏、矿产资 源,路线地质网调查等

注:中国学者的单位是当时考察时所在的单位,也注明了参加考察时的身份,如大学生。

响,进行综合科学观测和灾害预警示范,构建保障“亚洲水塔”(尤其是“中华水塔”)和中国生态屏障安全的青藏高原环境变化应对科学工程。通过新时代的科学考察和多学科的科学考察等重大计划,还将推动青藏高原生态文明建设、碳中和贡献先行综合示范建设,推动青藏高原区域地球系统模拟(青藏高原模拟器),革新研究范式,引领青藏高原地球系统科学的国际研究。

致谢: 本文在收集资料过程中得到许多学者和研究生的帮助,特别感谢孙鸿烈先生提供了孙健初先生的部分材料,感谢张懿锂提供了图1中青藏高原范围、主要山脉、水系、湖泊、冰川分布及周边地理概况图,感谢陈圣乾提出修改意见和建议和修改图件,感谢王伟财在资料收集和论文修改过程中的帮助。数字高程模型数据来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>)。

参考文献(References)

- [1] Yao Tandong, Chen Fahu, Cui Peng, et al. From Tibetan Plateau to Third Pole and Pan-Third Pole. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(9): 924-931. [姚檀栋, 陈发虎, 崔鹏, 等. 从青藏高原到第三极和泛第三极. *中国科学院院刊*, 2017, 32(9): 924-931.]
- [2] Chen F H, Welker F, Shen C C, et al. A late Middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau. *Nature*, 2019, 569: 409-412.
- [3] Zhang Dongju, Dong Guanghui, Wang Hui, et al. History and possible mechanisms of prehistoric human migration to the Tibetan Plateau. *Science China: Earth Sciences*, 2016, 46(8): 1007-1023. [张东菊, 董广辉, 王辉, 等. 史前人类向青藏高原扩散的历史过程和可能驱动机制. *中国科学: 地球科学*, 2016, 46(8): 1007-1023.]
- [4] Ding L, Qasim M, Jadoon I A K, et al. The India-Asia collision in north Pakistan: Insight from the U-Pb detrital zircon provenance of Cenozoic foreland basin. *Earth & Planetary Science Letters*, 2016, 455: 49-61.
- [5] Ding L, Satybaev M, Cai F L, et al. Processes of initial collision and suturing between India and Asia. *Science China Earth Sciences*, 2017, 60(4): 635-651.
- [6] Chen F H, Ding L, Piao S L, et al. The Tibetan Plateau as the engine for Asian environmental change: The Tibetan Plateau earth system research into a new era. *Science Bulletin*, 2021, 66(13): 1263-1266
- [7] Yao T D, Thompson L G, Mosbrugger V, et al. Third Pole environment (TPE). *Environmental Development*, 2012, 3: 52-64.
- [8] Zhang Yili, Li Bingyuan, Liu Linshan, et al. Redetermine the region and boundaries of Tibetan Plateau. *Geographical Research*, 2021, 40(6): 1543-1553. [张懿锂, 李炳元, 刘林山, 等. 再论青藏高原范围. *地理研究*, 2021, 40(6): 1543-1553.]
- [9] Zhang Yili, Liu Linshan, Li Bingyuan, et al. Comparison between the 2021 edition and 2014 edition of the Tibetan Plateau Range Dataset. *Journal of Global Change Data & Discovery*, 2021, 5(4): 32-42. [张懿锂, 刘林山, 李炳元, 等. 青藏高原范围数据集2021年版与2014年版比较. *全球变化数据学报*, 2021, 5(4): 32-42.]
- [10] Chen Quzhen. *Earthly Dreams on the Wilderness*. Changsha: Hunan People's Publishing House, 2015. [陈渠珍. 艸野尘梦. 长沙: 湖南人民出版社, 2015.]
- [11] Liu Dongsheng, Gao Dengyi, Wang Fuzhou. Half a century of scientific exploration. *Science and Culture*, 1999(10): 8-9. [刘东生, 高登义, 王富洲. 半个世纪的科学探险. *科技潮*, 1999(10): 8-9.]
- [12] Sun Honglie, Li Wenhua, Zhang Mingtao, et al. A comprehensive scientific expedition to the Tibetan Plateau. *Natural Resources*, 1986: 8(3): 22-30, 10. [孙鸿烈, 李文华, 章铭陶, 等. 青藏高原综合科学考察. *自然资源*, 1986: 8(3): 22-30, 10.]
- [13] Zheng Du. The paradigm of scientific researches on Tibetan Plateau and its effects. *Chinese Journal of Nature*, 2009, 31(5): 249-253, 246. [郑度. 青藏科学研究范式与效应. *自然杂志*, 2009, 31(5): 249-253, 246.]
- [14] Yao Tandong, Wang Weicai, An Baosheng, et al. The scientific expedition and research activities on the Tibetan Plateau after 1949. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(7): 1586-1602. [姚檀栋, 王伟财, 安宝晟, 等. 1949—2017年青藏高原科学考察研究历程. *地理学报*, 2022, 77(7): 1586-1602.]
- [15] Huang Zhenyun. On *The Classic of Mountains and Rivers* and Chinese civilization. *Journal of Northwest Minzu University: Philosophy and Social Science*, 2019(6): 104-118. [黄震云. 论《山海经》和中华文明. *西北民族大学学报: 哲学社会科学版*, 2019(6): 104-118.]
- [16] Zhou Yunzhong. New interpretation on *The Classic of Mountains and Rivers: Xishan Sutra*. *The Journal of Ancient*

- Civilizations, 2012, 6(1): 100-105, 114. [周运中.《山海经·西山经》地理新释. 古代文明, 2012, 6(1): 100-105, 114.]
- [17] Wang Hongqi. Reconstructing the geographical map of *The Classic of Mountains and Rivers*: Interpreting the geographical survey report of more than 4000 years ago. Map, 1998(1): 62-64, 42. [王红旗. 重新复原山海经地理图: 解读四千多年前的地理考察报告. 地图, 1998(1): 62-64, 42.]
- [18] Huang Shengzhang. Pamir in Chinese history. Social Sciences in Xinjiang, 1982(2): 37-48. [黄盛璋. 我国历史上的帕米尔. 新疆社会科学, 1982(2): 37-48.]
- [19] Hu Yunhong. A study on the beginning of Fa Xian's westward journey and the time of his return to China: Also on "Taoist priest of the Southern Commandments". The Voice of Dharma, 2020(1): 20-25. [胡运宏. 法显西行起始及归国时间考—兼论“南国律学道士”. 法音, 2020(1): 20-25.]
- [20] Fa Xian. Biography of Fa Xian. Beijing: Literature Ancient Books Publishing House, 1955. [法显. 法显传. 北京: 文学古籍刊行社, 1955.]
- [21] Chen Qiaoyi. Fa Xian and the *Biography of Fa Xian*. Journal of Shanxi University (Philosophy and Social Science Edition), 1989(2): 8-11. [陈桥驿. 法显与《法显传》. 山西大学师范学院学报(哲学社会科学版), 1989(2): 8-11.]
- [22] Xuan Zang, Bian Ji. Zhang Xun, proofread. Records of Western Regions of Tang Dynasty. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1977. [玄奘, 辩机. 章巽, 校. 大唐西域记. 上海: 上海人民出版社, 1977.]
- [23] Shen Wei. Pamir four questions. Literatures, 2008(6): 58-61. [沈苇. 帕米尔四题. 文学界, 2008(6): 58-61.]
- [24] Wu Kunming. History of Early Missionaries' Activities in Tibet. Beijing: China Tibetology Publishing House, 1992. [伍昆明. 早期传教士进藏活动史. 北京: 中国藏学出版社, 1992.]
- [25] Kircher A. van Tuyl C D, Translator. China Illustrata. Bloomington: Indiana University Research Institute for Inner Asian Studies. 1987.
- [26] Desideri I, Filippi F D. An Account of Tibet: The Travels of Ippolito Desideri of Pistoia S J, 1712-1727. London: George Routledge and Sons LTD, 1932.
- [27] Wessels C. Early Jesuit Travellers in Central Asia 1603-1721. New Delhi: Asian Educational Services, 1992, reprint.
- [28] Wu Kunming. The activities of the first western missionaries entering Tibet and the resistance struggle of the Tibetan people. Ethno-national Studies, 1985(6): 38-45. [伍昆明. 西方首批传教士进藏的活动和藏族人民的反抗斗争. 民族研究, 1985(6): 38-45.]
- [29] Sun Zhongming. The contribution of Xu Xiake's famous work *Travel Note for Tracing to River Source* to geography. Scientia Geographica Sinica, 1986, 6(1): 64-69. [孙仲明. 徐霞客《溯江纪源》在地理科学上的贡献与影响. 地理科学, 1986, 6(1): 64-69.]
- [30] Xu Hongzu. Travel Notes of Xu Xiake. Shanghai: Shanghai Ancient Books Publishing House, 2016. [徐弘祖. 徐霞客游记. 上海: 上海古籍出版社, 2016.]
- [31] Fang Jianchang. A brief history of surveying and mapping in modern Tibet. Collections of Essays on Chinese Historical Geography, 1993, 8(4): 175-195. [房建昌. 近代西藏测绘史略. 中国历史地理论丛, 1993, 8(4): 175-195.]
- [32] Sun Guoqing. The first actual longitude and latitude map of China: *Huangyu Panorama* of Kangxi of Qing Dynasty. Map, 2009(5): 136-137. [孙果清. 中国第一部经纬度实测地图: 清康熙《皇舆全览图》. 地图, 2009(5): 136-137.]
- [33] Lin Chao. The discovery and name of Qomolangma. Journal of Peking University (Humanities), 1958(4): 145-165. [林超. 珠穆朗玛的发现与名称. 北京大学学报(人文科学), 1958(4): 145-165.]
- [34] Liu Sen. Textual research on the background and document value of Xizangtushuo. Tibetan Studies, 2020(2): 85-92. [柳森.《西藏图说》成书背景与文献价值考论. 西藏研究, 2020(2): 85-92.]
- [35] Sun Honglie. A comprehensive history of scientific expedition to the Tibetan Plateau. China Historical Materials of Science and Technology, 1984, 5(2): 10-19. [孙鸿烈. 西藏高原的综合科学考察史. 中国科技史料, 1984, 5(2): 10-19.]
- [36] Xiao Ping, Xiang Yucheng. Stage characteristics and causes of the British's investigation in the Ü-Tsang area (1840-1875). Journal of Sichuan Normal University (Social Science Edition), 2021, 48(3): 161-169. [肖萍, 向玉成. 英国人进入卫藏考察活动的阶段性特点及成因(1840—1875). 四川师范大学学报(社会科学版), 2021, 48(3): 161-169.]
- [37] Yao Yong. Scientific imperialism and the Kali River border dispute between Nepal and India. South Asian Studies Quarterly, 2021(1): 126-138, 159. [姚勇. 科学帝国主义与尼泊尔、印度的卡利河边界争端. 南亚研究季刊, 2021(1): 126-138, 159.]
- [38] Strachey H. Physical geography of western Tibet. The Journal of the Royal Geographical Society of London, 1853, 23: 1-69.
- [39] Xu Erhao. A brief history of the investigation of Westerners in Qinghai, Xikang, Tibet and Xinjiang. Chongqing: Department of Geography, Institute of Science, National Central University, 1945. [徐尔灏. 青康藏新西人考察史略. 重庆: 国立中央大学理学院地理学部, 1945.]
- [40] Hedin S A. My Life as an Explorer. New York: Boni & Liveright. 1925.

- [41] Shen Fuwei. Geographical expeditions made by foreigners in Tibet of China during 1845 to 1945. *China Historical Materials of Science and Technology*, 1997, 18(2): 8-16. [沈福伟. 外国人在中国西藏的地理考察(1845—1945). 中国科技史杂志, 1997, 18(2): 8-16.]
- [42] Bower H. *Diary of a Journey across Tibet*. London: Rivington, Percival and Co., 1894.
- [43] Younghusband F E. *The Heart of a Continent*. London: John Murray, 1896.
- [44] Fan Mingfang, Wang Wei. Rong Hepeng's exploration of Southern Xinjiang and Kanjuti. *The Western Regions Studies*, 2010(1): 28-34. [樊明方, 王薇. 荣赫鹏对新疆南部地区和坎巨提部的几次探查. 西域研究, 2010(1): 28-34.]
- [45] Ji Zong'an, Li Qiang. Surveys on Pamir by Britain in the 19th century and their influence. *Journal of Xinjiang University (Philosophy & Social Sciences)*, 2004, 32(2): 65-71. [纪宗安, 李强. 19世纪英国对帕米尔的几次查勘及影响. 新疆大学学报(哲学人文社会科学汉文版), 2004, 32(2): 65-71.]
- [46] Liu Cunkuan. Russian geographical expeditions to Xinjiang in the nineteenth and early twentieth centuries. *Social Science Front*, 1993(2): 210-218. [刘存宽. 十九世纪和二十世纪初俄国对新疆的地理考察. 社会科学战线, 1993(2): 210-218.]
- [47] Curzon G N. The Pamirs and the source of the Oxus: Part III. *The Geographical Journal*, 1896, 8(3): 239-260.
- [48] Jiang Jiwei. *The Adventures of Sven Hedin*. Shanghai: Shanghai Sanlian Bookstore, 2009. [姜继为. 斯文·赫定探险记. 上海: 上海三联书店, 2009.]
- [49] Ma Lihua. *Rays of Light of the Tibetan Plateau*. Beijing: Beijing Press, 2018. [马丽华. 青藏光芒. 北京: 北京出版社, 2018.]
- [50] Hedin S A. *Central Asia and Tibet towards the Holy City of Lassa*. London: Hurst and Blackett, Limited, 1903.
- [51] Hedin S A. *Adventures in Tibet*. Leipzig: F. H. Brockhaus, 1904.
- [52] Hedin S A. *Scientific Results of a Journey in Central Asia 1899-1902 (I-VIII)*. Stockholm: Lithographic Institute of the General Staff of the Swedish Army, 1904-1907.
- [53] Hedin S A. *Trans-Himalaya: Discoveries and Adventures in Tibet (I-III)*. London: Macmillan & Company, Limited, 1909-1913.
- [54] Hedin S A. *From Pole to Pole*. London: Macmillan and Company Limited, 1912.
- [55] Hedin S A, Herrmann A, Coq A, et al. *Southern Tibet: Discoveries in former times compared with my own researches in 1906-1908 (I-XII)*. Stockholm: Lithographic Institute of the General Staff of the Swedish Army, 1917-1922.
- [56] Editorial Committee of the 80th Anniversary Commemorative Album of the Sino-Sweedish Scientific Expedition to Northwest China, Chinese Geophysical Society. *Commemorative Album of the 80th Anniversary of the Sino-Sweedish Scientific Expedition to Northwest China*. Beijing: China Meteorological Press, 2011. [中国地球物理学会西北科学考查团研究会八十周年大庆纪念册编委会. 中国西北科学考查团八十周年大庆纪念册. 北京: 气象出版社, 2011.]
- [57] Liu Liang. Research on the survey in Lhasa and its surrounding areas by the British expedition to Tibet under Younghusband in the early 20th century. *Studies in the History of Natural Sciences*, 2012, 31(3): 314-328. [刘亮. 20世纪初荣赫鹏侵藏英军对拉萨等地综合探索的研究. 自然科学史研究, 2012, 31(3): 314-328.]
- [58] Younghusband F E. The geographical results of the Tibet Mission. *The Geographical Journal*, 1905, 25(5): 481-493.
- [59] Holdich T, Gordon T, Freshfield D, et al. The geographical results of the Tibet mission: Discussion. *The Geographical Journal*, 1905, 25(5): 493-498.
- [60] Ryder C H D. Exploration and survey with the Tibet frontier commission and from gyangtse to simla via gartok. *The Geographical Journal*, 1905, 26(4): 369-391.
- [61] Fang Jianchang. Lhasa: Westerners' early peeping into Tibet. *Tibet Geographic*, 2010(3): 106-119. [房建昌. 拉萨: 西方人早期对西藏的窥视. 西藏人文地理, 2010(3): 106-119.]
- [62] Du Yilun. The research of German explorer Albert Tafel's investigation in Western China in the late Qing Dynasty and its significance in geography. *Journal of Tibet University (Social Sciences)*, 2018, 33(1): 58-65, 85. [杜轶伦. 清末德国探险家台飞在中国西部考察活动及其地理意义. 西藏大学学报(社会科学版), 2018, 33(1): 58-65, 85.]
- [63] Tafel A. *Meine Tibetreise*. Stuttgart, Berlin, Leipzig: Union Deutsche Verlagsgesellschaft, 1914.
- [64] Xiang Yucheng, Xiao Ping. Commentary of travel and investigation by some members of the Royal Geographical Society in modern Khams. *Journal of Minzu University of China (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 2013, 40(6): 61-69. [向玉成, 肖萍. 英国皇家地理学会部分会员在近代康区的游历考察活动述论. 中央民族大学学报(哲学社会科学版), 2013, 40(6): 61-69.]
- [65] You Tai. Kang Xinping collated. *Diary of You Tai*. Nanjing: Phoenix Publishing House, 2018. [有泰. 康欣平, 整理. 有泰日记. 南京: 凤凰出版社, 2018.]
- [66] Lin Zhenyao, Wu Xiangding. The weather log of Lhasa in late Qing Dynasty and its scientific significance. *Chinese*

- Science Bulletin, 1984, 29(12): 768. [林振耀, 吴祥定. 清末拉萨有泰天气日志及其科学意义. 科学通报, 1984, 29(12): 768.]
- [67] Zhang Xueqin, Ge Quansheng. Reanalysis on the climatic characteristics of Lhasa during 1904-1907. Progress in Geography, 2001, 20(4): 364-370. [张雪芹, 葛全胜. 1904—1907年拉萨气候特征再分析. 地理科学进展, 2001, 20(4): 364-370.]
- [68] Tian Maojun, Lu Mingyong. Earthly dreams on the wilderness: A historical legend that should not be forgotten. Journal of Yangtze University (Social Sciences), 2012, 35(1): 31-34. [田茂军, 鲁明勇. 《亢野尘梦》: 不该遗忘的历史传奇. 长江大学学报(社会科学版), 2012, 35(1): 31-34.]
- [69] Bailey F M. No Passport to Tibet. London: Travel Book Club, 1957.
- [70] Gao Dengyi, Yang Yichou. A glimpse of one century's scientific survey of Yarlung Zangbo Grand Canyon. Science News, 2001(10): 14-15. [高登义, 杨逸畴. 雅鲁藏布大峡谷科考百年一瞥. 科学新闻, 2001(10): 14-15.]
- [71] Bailey F M. Through Bhutan and southern Tibet. Geographical Journal, 1924, 64(4): 291-297.
- [72] Xiao Ping, Xiang Yucheng. Francis Kingdon Ward's investigation in Kham- Tibetan and his achievements and influence. Journal of Yunnan Minzu University (Social Sciences), 2017, 34(1): 147-153. [肖萍, 向玉成. 金敦·沃德的康藏考察及其成就与影响. 云南民族大学学报(哲学社会科学版), 2017, 34(1): 147-153.]
- [73] Ward F K. The Mystery Rivers of Tibet. London: Seeley Service and Co., 1923.
- [74] Ward F K. The Riddle of the Tsangpo Gorges. London: Edward Arnold & Co., 1926.
- [75] Ward F K. A Plant Hunter in Tibet. London: Jonathan Cape, 1933.
- [76] Srikantia S V. Augusto gansser (1910-1912). Journal of the Geological Society of India, 2012, 79(6): 549-552.
- [77] Wu Fuyuan, Liu Chuanzhou, Zhang Liangliang, et al. Yarlung Zangbo ophiolite: A critical updated view. Acta Petrologica Sinica, 2014, 30(2): 293-325. [吴福元, 刘传周, 张亮亮, 等. 雅鲁藏布蛇绿岩: 事实与臆想. 岩石学报, 2014, 30(2): 293-325.]
- [78] Heim A, Gansser A. Central Himalaya: Geological Observations of the Swiss Expedition 1936. Delhi: Hindustan Publishing Corporation, 1975.
- [79] Zhou Jing, Li Tian. The regional style of Tibetan Buddhist architecture in Ladakh. Journal of Tibet Minzu Institute (Philosophy and Social Sciences), 2010, 31(1): 26-30, 122. [周晶, 李天. 拉达克藏传佛教寺院建筑地域性艺术特征研究. 西藏民族学院学报(哲学社会科学版), 2010, 31(1): 26-30, 122.]
- [80] Francesco Sferra, Ban Ma Geng Zhu. Tibetan and Indo-Tibetan studies in Italy: Past and present. China Tibetology, 2012(2): 233-238. [弗朗切斯科·塞弗热, 班玛更珠. 意大利藏学研究的历史与现状. 中国藏学, 2012(2): 233-238.]
- [81] Wang Tashinima. Lin Qiang, photography. Gongga mountain: A very high mountain beside a highway. Chinese National Geography, 2006(10): 276-283. [王·扎西尼玛. 林强, 摄影. 贡嘎山: 公路旁的极高山. 中国国家地理, 2006(10): 276-283.]
- [82] Xiang Yucheng, Xiao Ping. Scientific investigation of extremely high mountains in Kham by foreigners in the 1920s and 1930s. Journal of Xihua University (Philosophy & Social Sciences), 2019, 38(4): 1-7. [向玉成, 肖萍. 二十世纪二三十年代外国人对康区极高山的科学考察. 西华大学学报(哲学社会科学版), 2019, 38(4): 1-7.]
- [83] Burdsall R L, Emmons A B, Moore T, et al. Men against the Clouds: The Conquest of Minya Konka. New York: Harper & Brothers Publishers, 1935.
- [84] Guo Lianjie, He Jing. A great expedition in Chinese scientific history: Commemorating to the ninetieth anniversary of "The Sino-Swedish scientific expedition to the North-Western province of China". Chinese Journal of Geology, 2017, 52(4): 1411-1435. [国连杰, 何京. 中国科学史上一次伟大的考察—纪念“中瑞西北科学考察”90周年. 地质科学, 2017, 52(4): 1411-1435.]
- [85] Xu Fengxian. Hao's plant collection in the Sino-Swedish Scientific Expedition to the North-Western Provinces of China and further research. Studies in the History of Natural Sciences, 2007, 26(Suppl.): 23-30. [徐凤先. 郝景盛在西北考查团的植物采集及后来的研究. 自然科学史研究, 2007, 26(增刊): 23-30.]
- [86] Zhang Lisheng. Xie Jiarong and scientific investigation of the Haiyuan earthquake. City and Disaster Reduction, 2020(6): 59-67. [张立生. 谢家荣与海原大地震科学考察. 城市与减灾, 2020(6): 59-67.]
- [87] Pan Yuntang. The authoritative master of regional geology and geotectonics in China: Commemorating the 30th anniversary of the death of Academician Li Chunyu (1). Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2018, 37(5): 999-1002. [潘云唐. 我国区域地质学、大地构造学的权威大师: 纪念李春昱院士逝世30周年(一). 矿物岩石地球化学通报, 2018, 37(5): 999-1002.]
- [88] Ding Jinhong, Cheng Chen, Zhang Weijia, et al. The ideological origins and geographical demarcation significance of Hu Huanyong Line. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(6): 1317-1333. [丁金宏, 程晨, 张伟佳, 等. 胡焕庸线的学术思

- 想源流与地理分界意义. 地理学报, 2021, 76(6): 1317-1333.]
- [89] Hu Huanyong. The distribution of population in China: With statistics maps. *Acta Geographica Sinica*, 1935, 2(2): 33-74. [胡焕庸. 中国人口之分布: 附统计表与密度图. 地理学报, 1935, 2(2): 33-74.]
- [90] Yang Hongru. Professor Naiqiang Ren who worked hard all his life. *Tibetan Studies*, 1991(1): 133-144, 132. [杨鸿儒. 辛勤耕耘一生的任乃强教授. 西藏研究, 1991(1): 133-144, 132.]
- [91] Ren Naiqiang. *Tibet Academy of Social Sciences, collated. The Records and Maps of Xikang Region*. Lhasa: Tibetan Ancient Books Publishing House, 2000. [任乃强. 西藏社会科学院, 整理. 西康图经. 拉萨: 西藏藏文古籍出版社, 2000.]
- [92] Ren Xinjian, Zhou Yuan. *Memorial Collection of Mr Ren Naiqiang: Studies on Ren Naiqiang and Kang-Tibet*. Beijing: China Tibetology Publishing House, 2011. [任新建, 周源. 任乃强先生纪念文集: 任乃强与康藏研究. 北京: 中国藏学出版社, 2011.]
- [93] Xu Ningguang. *Remembering his Father Xu Jinzhi//Editorial Committee of the 80th Anniversary Commemorative Album of the Sino-Sweedish Scientific Expedition to Northwest China, Chinese Geophysical Society. Commemorative Album of the 80th Anniversary of the Sino- Sweedish Scientific Expedition to Northwest China*. Beijing: China Meteorological Press, 2011. [徐宁光. 怀念父亲徐近之//中国地球物理学会西北科学考查团研究会八十周年大庆纪念册编委会. 中国西北科学考查团八十周年大庆纪念册. 北京: 气象出版社, 2011.]
- [94] Shi Yafeng. *Mr. Xu Jinzhi and Research on Qinghai-Tibet Geography//Editorial Committee of the 80th Anniversary Commemorative Album of the Sino-Sweedish Scientific Expedition to Northwest China, Chinese Geophysical Society. Commemorative Album of the 80th Anniversary of the Sino- Sweedish Scientific Expedition to Northwest China*. Beijing: China Meteorological Press, 2011. [施雅风. 徐近之先生与青藏地理研究//中国地球物理学会西北科学考查团研究会八十周年大庆纪念册编委会. 中国西北科学考查团八十周年大庆纪念册. 北京: 气象出版社, 2011.]
- [95] Yan Deyi. Xu Jinzhi's life struggle for Chinese geography. *China Historical Materials of Science and Technology*, 1983 (2): 48-54. [严德一. 徐近之为我国地理科学奋斗的一生. 中国科技史料, 1983(2): 48-54.]
- [96] Xu Jinzhi. The great lake in Xizang. *Acta Geographica Sinica*, 1937(4): 897-904. [徐近之. 西藏之大天湖. 地理学报, 1937(4): 897-904.]
- [97] Liu Yishi. Xu Jinzhi, the first geographer to Tibet. *Jiangsu Local Chronicles*, 2007(1): 52-53. [刘亦实. 第一个进藏的地理学家徐近之. 江苏地方志, 2007(1): 52-53.]
- [98] Xu Jinzhi. Lhasa's rainy season this year. *Meteorological Magazine*, 1935(6): 269-274. [徐近之. 拉萨今年之雨季. 气象杂志, 1935(6): 269-274.]
- [99] Hsü G T. A note on the climatic conditions of Lhasa. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1941, 22(2): 68-70.
- [100] Sun Honglie, Li Jing. The geological feelings of father and son. *China Territory Today*, 2007(6): 34-35. [孙鸿烈, 李菁. 父子两代的地学情. 今日国土, 2007(6): 34-35.]
- [101] Mu Wei, Yuan Bingjie, Su Bin, et al. The father of Chinese oil (1). *Resources Guide*, 2017(9): 60-61. [穆伟, 袁冰洁, 苏斌, 等. 中国石油之父(一). 资源导刊, 2017(9): 60-61.]
- [102] Mu Wei, Yuan Bingjie, Su Bin, et al. The father of Chinese oil (3). *Resources Guide*, 2017(11): 60-61. [穆伟, 袁冰洁, 苏斌, 等. 中国石油之父(三). 资源导刊, 2017(11): 60-61.]
- [103] Sun Jianchu. The Qinghai Lake. *Geological Review*, 1938, 3(5): 507-512. [孙健初. 青海湖. 地质论评, 1938, 3(5): 507-512.]
- [104] Sun Jianchu. Gold deposits in Gansu and Qinghai provinces. *Geological Review*, 1940, 5(3): 243-248. [孙健初. 甘肃及青海之金矿. 地质论评, 1940, 5(3): 243-248.]
- [105] Sun Jianchu. Key points of geological history in the Qilian Mountains. *Geological Review*, 1942, 7(Suppl.1): 17-25. [孙健初. 祁连山一带地质史纲要. 地质论评, 1942, 7(增刊1): 17-25.]
- [106] Pan Yuntang. Warm congratulations to Mr. Cui Kexin, paleogeographer and pioneer of Tibetan Plateau research, on his 100th birthday. *Chinese Journal of Geology*, 2008, 43(3): 623-625, 414. [潘云唐. 热烈祝贺古地理学家、青藏高原研究先驱者崔克信先生百岁华诞. 地质科学, 2008, 43(3): 623-625, 414.]
- [107] Institute of Geology, Academic Sinica. Getting rid of hardships and dangers and bravely advancing on science-congratulate Cui Kexin on his eighty birthday. *Scientia Geologica Sinica*, 1989(4): 305-307. [中国科学院地质研究所. 力克艰险奋进不滞: 贺崔克信教授八十寿辰. 地质科学, 1989(4): 305-307.]
- [108] Kuang X X, Jiao J J. Review on climate change on the Tibetan Plateau during the last half century. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2016, 121: 3979-4007.

The expedition and scientific investigation activities on the Tibetan Plateau before 1949

CHEN Fahu, WANG Yajun, DING Lin, YAO Tandong

(State Key Laboratory of Tibetan Plateau Earth System, Environment and Resources (TPESER),

Institute of Tibetan Plateau Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: This paper reviewed the main expedition and scientific investigation activities on the Tibetan Plateau (TP) before 1949. The history of scientific investigations on the TP can be divided into four stages: (1) The investigations in ancient times were mainly sporadic records of geographical phenomena in some parts of the TP by Chinese monks and Western Christian missionaries. (2) In the late Qing Dynasty, foreign and Chinese scholars and explorers, mainly Westerners, carried out preliminary scientific investigations. (3) 1912-1949, Chinese scholars began to take part in sino-foreign investigation teams to explore the TP. (4) Chinese scholars led scientific investigations in some regions during the Period of the Republic of China. The expedition on the TP mainly focused on geographical description, data collection, and single-subject investigation and research before the Qing Dynasty, which changed to the measurement of geographical elements with simple scientific instruments and in-depth research on a certain topic (such as vegetation) in some regions during the Period of the Republic of China. A remarkable feature of the investigations by Chinese scholars on the TP during the Period of the Republic of China was that they changed from cooperation with Western scientists in joint scientific investigations to independent investigation of geography, geomorphology, geology, meteorology, climate and plants. Some achievements by Chinese researchers have spread worldwide, which expanded the domestic and international understanding of the TP.

Keywords: Tibetan Plateau; expedition and scientific investigation; ancient times; Qing Dynasty; 1912-1949; before 1949