

青藏高原综合科学考察给土壤研究的启示^①

——祝贺中国科学院南京土壤研究所成立 60 周年

陈鸿昭¹, 高以信¹, 王浩清¹, 杨苑璋¹, 张甘霖^{1,2}, 龚子同^{1*}

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008; 2 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

摘 要: 本文以青藏高原综合科学考察中的土壤专业考察为例, 展现了中国科学院南京土壤研究所几批土壤工作者为揭开青藏高原高山土壤奥秘的艰辛历程、科研成果和对推动土壤科学发展作出的重要贡献。文章最后从青藏高原综考实践中引出一些启示。

关键词: 青藏高原; 综合考察; 土壤研究; 启示

中图分类号: S159.2

号称“世界屋脊”的青藏高原素有地球第三极之称, 它类似于极地又不同于极地, 海拔一般超过 4 000 m, 面积约占全国领土的 1/4, 具有独特的自然条件与丰富的自然资源。青藏高原, 这样一个举世无双、雄伟壮丽又是地球上最高的高原, 直到 4 000 万年前还是一片汪洋大海, 但从晚第三纪的上新世末开始隆起, 大约在 300~400 万年的时间内, 累计上升 3 500~4 000 m, 现在还以平均每年 5.8 mm 的速度在上升, 成就了“世界屋脊”这个独特的地理单元。青藏高原海拔高, 自然条件独特而变幻无常, 限制了人类的活动, 较好地保有了原生态的自然景观, 使这个雄伟、粗犷的雪域高原, 这块难得的净土, 充满神奇而让人心醉的传说。加上世代繁衍生息在这里的藏胞特有的民族风情, 成为令世人向往的“圣地”。青藏高原不断强烈的隆起, 引起了我国乃至东亚气候和整个自然地理环境格局的巨大变化, 为中外科学家所瞩目, 是地学和生物学研究的宝库。为了探索青藏高原隆起的时代、幅度和形式, 自然生态系统发生和发展的历史规律, 高原隆起对人类活动的影响等科学问题, 中国科学院南京土壤研究所的科学工作者同其他专业的同志, 一代接一代地赴青藏高原进行科学考察研究, 默默地献出了自己宝贵的青春和智慧。

1 工作历程

中华人民共和国成立之初, 在西藏交通、供应还十分困难的情况下, 国家就组织科学家们去西藏考

察。在 1951—1953 年, 中国科学院组织了西藏科学考察队, 在西藏中部与东部进行了地质、地理、气象、农业等专业的考察, 李连捷、夏荣基等人在土壤方面第一次进行了比较系统的考察研究^[1-2]。其后, 在 1956—1967 年和 1963—1972 年两次国家科学发展规划中, 都把青藏高原科学考察列为重点科研项目。中国科学院从 20 世纪 50 年代到 90 年代, 先后组织了 5 次科学综合考察, 取得了显著的成绩。中国科学院南京土壤研究所从西部地区南水北调土壤和土地资源考察(1959—1961 年)与西藏中部土壤和土地资源考察(1960—1961 年)开始; 继而进行珠穆朗玛峰地区土壤科学考察(1966—1967 年); 接下来是青藏高原 3 个阶段的土壤资源考察: 即西藏全境考察(1973—1976 年)、横断山区考察(1981—1984 年)和喀喇昆仑山-昆仑山地区考察(1987—1990 年)。全国第二次土壤普查期间, 参加了西藏自治区土壤普查和土壤资源调查。40 多年来, 南京土壤研究所几代土壤科学工作者, 先后共有 30 多人参加西藏土壤和土壤资源考察, 在日喀则农场、帕里、拉萨开展半定位研究, 这在南京土壤研究所历史上是前所未有的。其中尤以高以信同志在西藏工作时间最长, 论著较多, 贡献也大。

年轻的土壤工作者蒋晓 1987 年参加了西藏自治区土壤资源调查项目中的“山南地区措美县的土壤资源调查”。张甘霖、陈杰、骆国保与荷兰国际土壤参比中心同志 1994 年联合到西藏高原进行土壤考察和采样, 1995 年又参加了中美西藏高原考察。

基金项目: 科技部基础性工作专项(2008FY110600)资助。

* 通讯作者(ztgong@issas.ac.cn)

作者简介: 陈鸿昭(1936—), 男, 广东揭阳人, 研究员, 主要从事土壤地理与土壤制图工作。

2 主要成果

青藏高原土壤和土壤资源考察时间长、范围广、难度大,土壤工作者克服了山高缺氧、风雪严寒、交通不便等工作和生活中的困难,不仅有重大的政治意义,同时取得了丰硕的成果,对推动土壤学的发展作出了贡献。

2.1 主持编撰专著八本

主要包括:《西藏的土壤》、《西藏土壤》、《喀喇昆仑山-昆仑山地区土壤》和《横断山区土壤》等^[3-9]①。

2.2 参写论著十余本

具体包括《珠穆朗玛峰地区科学考察报告·自然地理》、《青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题》、《考察在青藏高原上》、《西藏森林》、《中国森林土壤》、《中国大百科全书:农业 1、2 卷》、《拉萨菜地土壤》、《拉萨土壤》、《拉萨土种志》、《西藏拉萨土地资源》、《西藏自治区土地资源》和《西藏自治区土种》^[10-19]。

2.3 发表一批学术论文

发表了一批很有学术特色的论文^[20-50],其中包括 1983 年在《Soil Science》发表的首次论述西藏高原土壤的论文^[30]。

2.4 参与编制的地图集两本

《中华人民共和国自然地理地图集》中一幅^[51]、《青藏高原地图集》中 4 幅^[52]。还有《西藏土壤》附图和插图 4 幅^[3]、《横断山区土壤》附图一幅^[5]。

3 学术价值

从上述科研成果可以看出青藏高原土壤专业科考有如下学术价值。

3.1 填补了青藏高原土壤研究的空白

青藏高原是我国的战略要地,从 19 世纪起,瑞

典、英国、印度、俄国、德国、美国等国的学者曾纷纷涉足青藏,以获取我国政治、经济和科学资料。但他们所了解的只是青藏的一鳞半爪。打开 1936 年版梭颇主编的“中国之土壤”附图(图 1),青藏高原是一片空白^[53]。1958 年格拉西莫夫和马溶之所编的中国土壤图上大片的西藏土壤为高山漠土^[54]。1959 年柯夫达所编土壤图上青藏高原虽有高山荒漠和高山草甸土/高山冻土两个图例,但没有具体资料^[55]。



图 1 中国土壤概图一角^[53]

Fig. 1 Part of the sketch soil map of China

人们只知道珠穆朗玛峰高 8 844.43 m,而不知道那里是什么土壤。经过一次又一次的考察,中国土壤工作者已有详细的土壤分类和相应的土壤图,完全填补了空白。现在不仅了解了那里的土壤,而且在土壤物理、化学、矿物(黏土矿物)、微形态和微量元素状况方面已经有充足的科学资料和试验数据。

3.2 拓展了土壤时空分布与变异的研究

(1) 揭示青藏高原土壤的垂直-水平复合分布规律。青藏高原是世界上海拔最高、最年轻的大高原,其四周为一系列高山所烘托,像一个巨大的山体高耸云霄(图 2)。因其跨越不同地带与地区,其四周分列

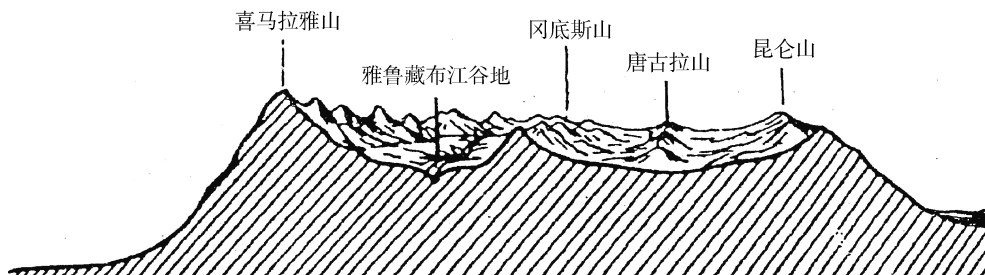


图 2 青藏高原(西藏境内)地形剖面示意图

Fig. 2 Simplified diagram of topographic profile of Qinghai-Xizang Plateau(within Xizang)

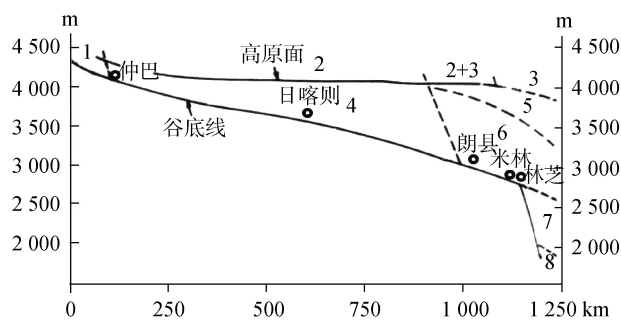
中国科学院西藏综合考察队(刘朝端,何同康主编). 西藏的土壤. 南京:中国科学院土壤研究所编印, 1970: 1-112

西藏自治区拉萨市农牧局(王浩清主编). 拉萨土壤. 1991: 1-565

西藏自治区拉萨市农牧局(王浩清主编). 拉萨土种志. 1991: 1-275

高以信,陈鸿昭,姚宗虞,吴志东. 西藏高原的盐土/盐渍土改良论文选. 1979: 82-98

着一系列垂直带谱,高原面开阔,内部有一系列近东西走向山脉,山地上部白雪皑皑,山脉之间嵌以宽谷、盆地和湖泊,呈现一派“远看为山,近看为川”莽莽苍苍的壮丽景象。与生物气候带的分异相一致,形成明显的土壤水平地带谱,其上又耸立着很多山脉,形成了土壤正垂直带谱。高原面以下的深切河谷则出现了负垂直带谱(下垂谱)(图 3),这样构成了在垂直带谱基础上出现水平地带,而在水平地带基础上又有垂直带谱,遂把这些特殊形式的土壤地理分布规律概括为土壤的垂直-水平复合分布。



1. 黏化/普通寒性干润均腐土; 2. 草毡寒冻锥形土; 3. 有机滞水常湿锥形土; 4. 筒育/钙积灌淤干润锥形土; 5. 暗沃冷凉湿润锥形土和漂白暗瘠寒冻锥形土; 6. 筒育湿润淋溶土/锥形土; 7. 铁质湿润淋溶土/锥形土; 8. 铝质常湿淋溶土/锥形土; (根据中国科学院西藏综合考察队,中国科学院南京土壤研究所 1970 年所编《西藏的土壤》改编)

图 3 西藏一高原河谷中的土壤下垂带谱

Fig. 3 Soil vertical distribution along a valley in Qinghai-Xizang Plateau

(2) 建立高原土壤分类系统。青藏高原大幅度的隆起,造成第四纪以来冰期和间冰期的更替,高寒、干燥气候环境的加剧,使高原土壤发育具有年青性和发生多元等特点。按照成土条件、成土过程和土壤特性,首次对青藏高原土壤进行详细分类,共分出 22 个土类、55 个亚类、33 个土属,同时在命名上,改变过去的植物和景观命名法。另外,对高原(高山)土壤的基层分类也做了有益的尝试。由于基础资料扎实,原有土壤发生分类易于与土壤系统分类衔接。

(3) 结束了我国是否存在灰土的争论。长期以来,我国是否存在灰土一直有争议。《西藏的土壤》、《西藏土壤》中,对高山冷、云杉-杜鹃林下形成的土壤分别称为灰化土和漂灰土。中国土壤分类暂行草案(1978)中曾用漂灰土这一名称。全国土壤普查办公室(1993)土壤分类方案中既有漂灰土又有灰化土。1981—1984 年间引进了土壤系统分类的概念,在研究横断山区土壤时,伴随着中国土壤系统分类的建立,以具体的化学指标,根据有机络合淋溶和淀积作用形成

的灰化淀积层将这种土壤定名为灰土。从此结束了我国关于灰化过程和灰土是否存在的争论。其次,根据西藏高原高寒草甸植被下含高量有机碳的有机土壤物质、活根与死根根系交织缠结的特点,在中国土壤系统分类中划分出了草毡表层(Mattic epipedon)。此外在西藏还发现了含硼酸盐的盐渍土^[29]。

(4) 了解和认识了青藏高原土壤基本性质和肥力特点。青藏高原气温低,土壤黏土矿物以水化度低的水云母为主。由于生物作用微弱,腐殖质处于初始阶段,HA/FA 比值在 0.4 以下,与钙层土(灰钙土、棕钙土、黑钙土)比较,高原土壤中腐殖质体系复杂程度要小得多。由于土壤的幼年性和粗骨特点,各土类的微量元素,除硼外,钒、铬、钼、铜、锌、钴、镍等的平均含量均低于世界正常土壤含量。

(5) 古土壤研究为高原隆起和环境变迁提供佐证。土壤是气候变化的长期纪录者。根据古土壤特征的差异,并参考植物化石和孢粉组合等资料,鉴别出褐红壤型古土壤、褐土型古土壤、棕毡土型古土壤,以古土壤现在分布的高度与相应的现代土壤分布的高度之差,推断出中更新世、晚更新世和全新世时,高原隆起的速度和过程。加上施雅风等指出的气候波动变化和高原热效应两参数的校正,可更准确地计算出青藏高原隆起的速度和过程。

3.3 对西藏土壤资源进行了评价、分区与制图

提出西藏土壤资源评价和土壤分区,为农、林、牧业开发利用和生态环境保护提供了科学决策依据和技术支撑。编制了中、小比例尺青藏高原、横断山区、拉萨市的土壤图及部分典型地区土壤资源图等。阐明西藏自治区适宜牧用土壤资源占土地总面积 51.51%;宜林土壤占 11.87%(其中 9.76%为森林土壤);宜农土壤面积小,仅占 1.81%,即使垦殖指数达 100%,也不过 300 多万亩耕地而已。农业的发展方向应以牧为主,种植业应以提高单产为主,充分利用山地草原土资源和发展设施农业,保护和合理利用现有森林土壤资源。土壤分区运用土壤垂直带谱类型的概念将西藏自治区划分为 8 个土壤地带、14 个土区、30 个土片,为因地制宜分区,分类指导农、林、牧业生产提供科学依据。

这些研究已在国内外产生影响。高山土壤发生、类型及高原土壤的垂直-水平复合分布规律和土壤分区,已进入大学教科书或作为西藏农校乡土教材;耕作土壤供肥、需肥能力和宜林地土壤评价的成果已在推广冬小麦,造林绿化,发展茶树、苹果、核桃等经济果木与当地蔬菜生产中推广应用。

4 几点启示

4.1 亲近土壤

土壤科学是实验科学,土壤学的许多问题只有在实地考察和探索时才能发现,这就是通俗所说的“接地气”。青藏科考之所以取得那么多成绩,不是从文献或概念出发,而是立足于我国的国情,想国家之所想、急国家之所急,在克服重重困难条件下取得大量第一手土壤资料的基础上,概括和提炼出来的。这个传统决不能丢。

4.2 实践出课题

课题来源是多方面的,“跟踪”当然重要,但从实践中提出课题更是可贵。在当今世界上可供科学家考察研究的自然场所越来越少,青藏高原这块辽阔的处女地就显得尤为珍贵。当前青藏高原的土壤研究,仅仅是迈出了一步,揭开了它神秘面纱的一角,值得研究的课题还很多,也许有一些世界水平的课题尚待研究,决不可忽视。

4.3 厚积才能薄发

知识、经验和基本资料来源于积累。中国科学院南京土壤研究所几十年如一日从事综考课题不放,围绕青藏高原这个地区、高山土壤的主题主线,在传承传统(从宏观着眼,微观入手等)的基础上,发挥各人的优势,在渐行渐变的过程中,深化认识,延展思维,这是达到作出有显示度成果所必备的要素之一。

4.4 “有为才有位”

科学发展的历史告诉我们,当一个学科的研究成果被其他学科所承认和接受,或在生产实践中发挥作用时,证明这个学科在发展。青藏高原综考提供了一个学科交叉的机会。获1978年科学大会奖的“珠穆朗玛峰地区科学考察报告(自然地理)”共有10篇报告,其中4篇是土壤学论文,换句话说土壤学研究构成了珠穆朗玛峰地区自然地理研究的基础。中国科学院南京土壤研究所有幸参加刘东生、施雅风为队长的“青藏高原隆起及其对自然环境和人类活动影响的综合研究”获1986年中国科学院科学技术进步奖特等奖、1987年国家自然科学奖一等奖,这中间也有土壤学的一席之地。只有我们土壤科学在学术上或生产上起到重要作用,是别人不可替代的工作时,人们才会重视你,即通常所说的“有为才有位”。

以上成果的取得决非偶然,而是在一定文化背景下形成的,这就是艰苦奋斗的精神、团结协作的作风

和优良的学术传承所构成的土壤研究文化。没有艰苦奋斗的精神如何在高寒缺氧的条件下坚持长期工作?没有团结协作的作风怎么可能即使在“文革”恶劣的条件下,进行室内外跨学科的大协作?没有优良的学术传承,怎能在这学术上一片空白的青藏高原上创造出令人瞩目的科研成果?在此,我们谨向坚持青藏高原研究的同事们表示敬意,向已经离开我们的同事表示深切的怀念!

参考文献:

- [1] 李连捷,郑丕尧,庄巧生. 西藏农业考察[M]. 北京: 科学出版社, 1954
- [2] 李连捷. 青藏高原自然条件的发展与自然区域的形成[J]. 北京农业大学学报, 1956, 1(1): 91-106
- [3] 高以信,陈鸿昭,吴志东,孙鸿烈,李明森. 西藏土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 1-318
- [4] 顾国安,张景德,张百平. 喀喇昆仑山-昆仑山地区土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 1-181
- [5] 高以信,李明森. 横断山区土壤[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1-289
- [6] 中国科学院南京土壤研究所主编(高以信,陈鸿昭参写). 中国土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 1-729
- [7] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会(席承藩,龚子同,徐琪,高以信,陈鸿昭等参写). 中国自然地理 土壤地理[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 1-194
- [8] 熊毅,李庆逵主编(陈鸿昭,何同康,高以信参写). 中国土壤[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 1987: 1-746
- [9] 赵其国,曹升康主编(高以信,陈鸿昭参写). 中国地学大事典 土壤学卷[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1992
- [10] 中国科学院西藏科学考察队(高以信,费振文,陈鸿昭,许冀泉执笔: 珠穆朗玛峰地区土壤地理分布特点、南侧的山地森林土壤、土壤的黏土矿物和土壤的微量元素 4篇论文). 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966—1968)自然地理[M]. 北京: 科学出版社, 1975
- [11] 中国科学院青藏高原综合科学考察队(高以信,陈鸿昭,吴志东参写). 青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题[M]. 北京: 科学出版社, 1981
- [12] 地理知识编辑部编(陈鸿昭,吴志东参写). 考察在西藏高原上[M]. 上海: 上海教育出版社, 1981: 24-39
- [13] 中国科学院青藏高原综合考察队(陈鸿昭参写). 西藏森林[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 1-395
- [14] 张万儒主编(高以信参写). 中国森林土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 920-957
- [15] 李庆逵,谢建昌,龚子同主编(刘朝端,陈鸿昭参写). 土壤学卷[M] // 中国大百科全书出版社农业卷编委会. 中国大百科全书: 农业、卷[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1990: 1-1 903
- [16] 西藏自治区拉萨市农业区划队(王浩清编著). 拉萨菜地土壤[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 141

南京土壤研究所参与过青藏高原考察的同志有:何同康、刘朝端、张同亮、高以信、费振文、陈鸿昭、刘良梧、石华、姚宗虞、杨丰裕、杨艳生、吴志东、王浩清、杜国华、顾国安、刘兴文、蒋晓、张甘霖、陈杰、骆国保等。

- [17] 西藏自治区拉萨市农牧局(王浩清主编). 西藏拉萨土地资源[M]. 北京: 中国农业科技出版, 1993: 1-446
- [18] 西藏自治区土地管理局(王浩清参写). 西藏自治区土地资源[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1-722
- [19] 西藏自治区土地管理局(杜国华参写). 西藏自治区土种志[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1-317
- [20] 蒋玉文, 何同康. 西藏黑河地区盐碱土的概述[J]. 土壤, 1961, 4(6): 23-24
- [21] 何同康. 西藏高原高山草甸土和亚高山草甸土的形成条件和发生特点[J]. 土壤学报, 1965, 13(1): 77-88
- [22] 中国科学院南京土壤研究所青藏组. 西藏高原盐土的形成和分类[J]. 土壤, 1978, 10(5): 186
- [23] 刘朝端. 试论西藏高原土壤的类型及三维层性分布[A]//中国土壤学会土壤分类委员会, 中国科学院南京土壤研究所土壤地理室. 土壤分类及土壤地理论文集[C]. 杭州: 浙江人民出版社, 1979: 76-92
- [24] 中国科学院南京土壤所青藏组. 西藏高原主要成土作用和土壤分类问题[A]//中国土壤学会土壤分类委员会, 中国科学院南京土壤研究所土壤地理室. 土壤分类及土壤地理论文集[C]. 杭州: 浙江人民出版社, 1979: 68-75
- [25] 陈鸿昭, 高以信, 吴志东. 西藏中南部土壤区划[J]. 土壤专报, 1981(第 37 号): 161-185
- [26] 曹升康, 高以信. 西藏高原土壤多元发生的微形态研究[J]. 土壤学报, 1981, 18(1): 38-49
- [27] 陈鸿昭, 高以信, 吴志东. 青藏高原隆起对高山土壤形成的影响[J]. 土壤学报, 1981, 18(2): 137-147
- [28] 高以信, 张连第. 西藏阿里地区盐土的发生演变及其含硼特征[J]. 土壤学报, 1981, 18(2): 148-157
- [29] Gao YX. Principle and basis of soil classification of Xizang[A] // Liu DS. Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau[M]. Beijing: Science Press, 1981: 1 867-1 876
- [30] Gao YX, Chen HZ. Salient characteristics of soil-forming processes in Xizang (Tibet) [J]. Soil Science, 1983, 135(1): 11-17
- [31] 何同康. 高山土壤发生和分类研究的进展[A] // 中国科学院南京土壤研究所土壤地理室主编. 国际土壤分类述评[M]. 北京: 科学出版社, 1988: 185-204
- [32] 高以信. 高山土壤分类研究动态(一): 高山土壤分类研究的国际动态[J]. 国外农学土壤肥料, 1988(2): 1-5
- [33] 高以信. 高山土壤分类研究动态(二): 高山土壤与极地土壤异同[J]. 国外农学土壤肥料, 1988(3): 1-3
- [34] 龚子同, 陈鸿昭, 刘良梧. 中国古土壤与第四纪环境[J]. 土壤学报, 1989, 26(4): 379-387
- [35] 高以信. 我国灰土的分类[J]. 土壤, 1989, 21(2): 71-74
- [36] 顾国安, 张累德. 青藏高原石膏寒漠土的发生特点[J]. 土壤学报, 1991, 28(2): 196-201
- [37] 顾国安, 张连第, 黎泽斌. 青藏高原碱土的发生类型[J]. 土壤学报, 1992, 29(4): 442-446
- [38] 高以信, 张林源. 青藏高原古土壤演化与高原隆起的关系[A] // 龚子同主编. 土壤环境变化[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 17-25
- [39] 顾国安. 昆仑山区土壤形成特点及其与旱化关系[A] // 龚子同主编. 土壤环境变化[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 221-224
- [40] 高以信. 横断山区土壤在中国土壤系统分类中的归属[A] // 龚子同主编. 中国土壤系统分类讨论[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 202-208
- [41] 高以信, 鲍新奎. 青藏高原东南缘亚热带山地腐棕土的分类[A] // 龚子同主编. 中国土壤系统分类进展[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 159-165
- [42] 刘朝端. 高山岩屑土的发生和生态意义[A] // 中国青藏高原研究会主编. 中国青藏高原研究第一届学术讨论会论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1992: 213-217
- [43] 顾国安, 张累德. 昆仑山-北羌塘高原区的龟裂土和石膏寒漠土[A] // 中国青藏高原研究会主编. 中国青藏高原研究第一届学术讨论会论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1992: 218-222
- [44] 顾国安. 浅谈昆仑山区的寒冻土和寒漠土[J]. 干旱区研究, 1993, 10(4): 57-62
- [45] 邹德生, 张连第, 郑连芬. 西藏羌塘高原碱土的形成特征与类型[J]. 土壤, 1993, 25(1): 7-10
- [46] 高以信, 过兴度, 张连第. 灰化淀积层诊断指标的对比研究[J]. 土壤通报, 1996, 27(3): 102-106
- [47] 龚子同等著(高以信参写). 中国土壤系统分类(理论·方法·实践)[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 201-219, 442-487, 609-708
- [48] Huang B, Gong ZT. Elemental geochemistry of Alto-cryic soil of Qinghai-Tibet Plateau in China[J]. Geochemical Journal, 2006, 40: 211-218
- [49] 龚子同, 张甘霖, 陈志诚主编(龚子同, 黄标, 顾国安, 高以信, 陈鸿昭参写). 土壤发生与系统分类[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 89-101, 223-229, 401-439
- [50] 龚子同, 黄荣金, 张甘霖主编(陈鸿昭, 高以信参写). 中国土壤地理 中国自然地理系列丛书[M]. 北京: 科学出版社, 2013
- [51] 刘朝端. 西藏高原(中南部)土壤图(1: 1000 万)//中华人民共和国自然地理图集编纂委员会. 中华人民共和国自然地理图集[Z]. 北京: 地图出版社, 1965
- [52] 中国科学院地理研究所主编(刘朝端, 高以信, 陈鸿昭, 熊国炎参编). 青藏高原地图集[Z]. 北京: 科学出版社, 1990
- [53] 李庆逵, 李连捷译. 梭颇. 中国之土壤[J]. 土壤季刊乙种, 1936: 1-240
- [54] 格拉西莫夫 И.П., 马溶之. 中国土壤发生类型及其地理分布[J]. 土壤专刊, 1958(32): 1-52
- [55] 陈恩健, 杨景辉, 常世华译. 科夫达 BA 著. 中国之土壤与自然条件概论[M]. 北京: 科学出版社, 1960: 1-450

Contributions of Soil Science Researches in the Comprehensive Scientific Surveys of Qinghai-Xizang Plateau ——To the 60th Anniversary of the Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences

CHEN Hong-zhao¹, GAO Yi-xin¹, WANG Hao-qing¹, YANG Yuan-zhang¹,
ZHANG Gan-lin^{1,2}, GONG Zi-tong^{1*}

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*; 2 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China*)

Abstract: Through recalling the experiences of pedological surveys, an essential part of the comprehensive scientific survey in Qinghai-Xizang Plateau, carried out by generations of soil scientists from the Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, this paper proclaimed the arduous processes for exploring the alpine soil resources and evaluated the numerous achievements and the important contributions for developing soil science. At last, some thoughts were presented from the practices of the surveys.

Key words: Qinghai-Xizang Plateau, Comprehensive survey, Soil science research, Thoughts