

走向更绿色的明天:中国如何引领全球绿化进程

奚哲铭

(包玉刚实验学校,上海 200060)

摘要:现阶段环境问题尤其是森林绿化问题成为全球关注的焦点,为了促进相关问题更好的解决,本文以数量研究方法阐述近些年中国为应对环境问题,在森林保护立法、植树造林、退耕还林等方面工作的实施情况,并系统性的概括了相关工作的实施效果,在以上研究成果的基础上以数学方法揭示了森林发展、人口与经济之间的关系,希望该研究能够促进森林绿化相关工作更好的推进。

关键词:绿化;植树造林;绿地率

中图分类号:X321

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2021)31-0294-05

0 引言

本文旨在研究中国是如何在绿地增长,尤其是森林覆盖率的增长方面取得如此巨大成功的。本文除了以中国为研究对象外,还致力于揭示不同发展阶段和人口水平国家的森林覆盖面积增长模式。通过本研究,希望将中国在可持续绿地开发和保护方面的经验传播到世界其他国家,也希望本研究的结果和分析可以为其他研究者和决策者提供参考。

1 中国在森林可持续发展方面做出的努力

中国的植树造林是由政府主导。大多数森林保护和发展计划都是通过自上而下的方式设计、实施和资助,并有中央和地方政府的大力参与。虽然部分政策和项目由于野心过大而招致批评,但中国对森林保护的高度重视保证了相关项目的效率和效果。在本节中,我们将从历史的角度总结中国在森林保护与发展方面的主要战略目标和实施情况,并对其成效进行分析。

1.1 立法及筹资

立法是保护森林的第一步。从1985年开始,中国政府在土地与植被管理、生物多样性保护、病虫害防治等方面颁布了数十项与森林管理有关的法律法规。伐木业是立法中最重要的部分。1985年、1987年和2000年,分别颁布了3项法律法规来防止出于建设农牧用地等目的而进行非法砍伐。相关规定还要求木材贸易和交易须在监督下进行。此外,地方政府投入了巨大努力控制野火,防止人们在森林中用火。森林资源属性的界定也是森林资源管理的一项重要措施。所有权与经营权分离。森林是国有的,但个人或团体可以经营并从中获利。权利的澄清为有纪律的活动提供了支持。政府的投资也促进了森林的可持续发展。近年来,中国政府投入约500万元用于植树造林工作的实施、研究和筹备。政府还设立了若干奖项来激励个人和组织自愿开展造林工作。

1.2 三北防护林计划

1978年,中国启动了第一轮森林保护计划。在中国改革开放的同一年,一项大规模的环境和生态保护工程——“三北防护林工程”,又称“绿色长城工程”启动了,该工程旨在遏制戈壁沙漠的扩张,并为地方居民提供木材。“三北”防护林规划分3个阶段7个细分阶段实施,目标是到2050年将华北、东北和西北地区森林覆盖率由5.05%提高到14.95%。



图1 三北防护林工程各阶段(资料来源:中国国家森林草地信息中心)

根据2018年发布的评估报告,“三北”防护林工程已完成造林461200km²,完成初步目标的118%。该工程在很大程度上促进了中国北方土质的改善。1979—2018年,土壤侵蚀减少了67%,三北防护林项目的贡献被公认为高达61%。该工程还使得荒漠化都降低了15%,增长了23.1亿t的碳沉积。新植造的防护林还提高了被侵蚀地区的粮食产量和生物多样性。此外,该工程还缓解了来自蒙古的严重沙尘暴对北京、天津、河北等城市造成的危害,同时也减少了由此造成的经济损失。

这是世界上规模最大的造林工程,也是中国的首个造林工程。在工程实施的早期,由于过分注重绿化速度,造成了种植树木的大量死亡。由于过分依赖快速生长树种也损害了干旱地区的地下水储备和生物多样性。

1.3 退耕还林计划(CCFP)

自1998年中国南方发生特大洪水以来,退耕还林一直是优先考虑的问题。纳入退耕还林计划考量的耕地主要是坡地(坡度

为 25°以上)和严重沙化土地,这些土地的作物产量低,环境异常脆弱。造林树种应根据环境条件进行选择。CCFP 分 2000—2007 年和 2008—2016 年两个阶段设计,目标是实现 146700km² 耕地还林。截至 2019 年,CCFP 已完成 19900km² 还林。更重要的是,该计划还在不到 20 年的时间里完成了约 26300km² 的额外造林任务。在充足的政府资金支持下,参与退耕还林计划的农户获得各级政府累计补偿 9000 元。超过 15800 百万农民从 CCFP 的生态和社会改善中获益。

在其他土地更适合草而不是森林生长的地区,政府也要求农牧民退耕还林。这项工程旨在防止中国北方的过度耕作和过度放牧。

退耕还林增长了粮食供应和国家粮食安全方面的压力。牧场的还林就要求建造更多的室内牲畜庇护所来减少对土地的使用。这两项行动都需要大规模的政府补偿。据统计,政府为这两项工程提供了超过 80% 的成本补贴。例如,西藏地方政府对每亩还林耕地补偿 20 元,全国平均补偿水平为 16 元。

1.4 滨海防护林计划(CSP)

与 CCFP 一起获批的还有旨在提高沿海地区森林覆盖率和维护红树林沼泽的滨海防护林计划。项目初期覆盖全国沿海地区 11 个省 261 个县,目标是到 2015 年将森林覆盖率提高到 37.3%,恢复 95.1% 的红树林沼泽。在 2015 年超额完成目标之后,该项目的 2016—2025 年的新阶段计划制定。根据新阶段的规划,中国将在沿海地区全部县实现 40.8% 的森林覆盖率和 95% 的红树林恢复率。

1.5 天然林保护计划(NFPP)

不同于其他造林、森林再造工程,实施天然林保护工程是为了保护现有的天然林资源。1998 年水灾发生之后,中国意识到过度砍伐和过度开发已经耗尽了森林资源。因此,经过两年的试验后,政府于 2000 年开始实施 NFPP。严格限制采伐活动,目标是到 2010 年减少木材采伐 1239 万 m³,减少森林资源消耗 6108 万 m³。中国已在该项目中累计投资 1207 亿元人民币。从 2014—2017 年,政府逐步将停止采伐的补偿从每亩 5 元增长到每亩 10 元。

2 中国可持续森林管理带来的效益

中国森林保护的主要方法是可持续森林管理,即保护不断变化的森林,以适应人类不断扩大的需求和新的生态环境知识。在管理层面,生态环境的优先级高于社会经济发展,以最大限度地减少人类活动对环境造成的破坏。在本节中,我们将总结中国可持续森林管理的优势和效益。

(1) 可持续森林管理可以增长森林碳储量。森林在光合作用的过程中能够吸收和保留碳,因此它已成为地球上巨大的碳库。如今,为了控制全球变暖的速度,大多数的政策都对碳排放加以限制。但反过来,增长二氧化碳的吸收能力也可以减少大气中的二氧化碳含量,从而控制全球变暖的速度。中国将“努力增长森林碳储量,力争到 2020 年森林面积比 2005 年增长 40 万 km²,森林蓄积量比 2005 年增长 13 亿 m³”。

(2) 可持续森林管理的目标是对森林资源和林地进行管理,以满足当代人和子孙后代的社会、经济、生态、文化精神需求。该

计划是在保护森林的同时,让森林资源长期创造经济等方面的效益,实现效益最大化。森林作为一种传统资源,与能源、水、粮食一样,成为各国日益激烈争夺的战略资源。虽然森林是一种可再生资源,但从全球范围来看,森林资源仍相对有限。因此,可持续森林管理在提高森林生产力、缓解森林资源供需冲突,甚至解决深层的生态、社会和经济问题等方面已变得越来越重要。

(3) 可持续森林管理可以促进文明发展。森林是陆地生态系统的重要组成部分。它在改善生态环境、维护生态平衡、保护人类生存和发展环境方面发挥着不可替代的作用。目前,世界森林数量和质量远远不能满足社会对森林日益增长和多样化的需求。生态问题仍是制约可持续发展的最突出问题之一。可持续森林经营突出森林的主体地位,依托森林的主导作用,发挥森林在生态服务和保护中的功能和作用,以森林为依托,发展绿色经济,促进生态文明发展。

(4) 可持续森林管理可以保护生物多样性。森林是多种陆地物种的栖息地。它能保证生态系统的抗干扰能力、自修复能力和环境适应能力。可持续森林管理可以加强森林的培育、保护和管理力度,增长森林面积,提高森林质量,扩大物种栖息地。

(5) 可持续森林管理可以保护水土资源。森林是一种具备水土保持功能的生态屏障,可以抵御荒漠化等自然灾害。森林可以影响小气候,降低风速,防止沙尘暴。它还可以借助巨大的根系网络改善和保持土壤,通过树冠截留雨水,通过凋落物层吸收水分,分散、滞留和过滤地表径流,以减少雨水侵蚀土壤以及洪水、雪崩、滑坡和泥石流等灾害的发生。森林在调蓄水资源、保持水土、防灾减灾等方面发挥着重要作用。合理的森林管理可显著改善区域内的土质、水质以及相应的水生境。

3 新兴的公众参与和企业活动

除了政府自上而下的项目推动外,个人和企业的活动也成为不可忽视的绿色力量。蚂蚁森林就是一个很好的例子。

蚂蚁森林是一个集金融、互联网、运动、低碳生活为一体的个人环保计划。用户通过旅行或乘坐公共交通工具收集自己的低碳活动足迹,如每天的足迹数和支付记录等,交换可用于种植虚拟树木的“绿色能量”。可以通过消耗自己的“绿色能量”来种植真正的树木,这都是由蚂蚁金服支持的。这些树将种植在中国最干旱的地方或沙漠边界地带,如内蒙古、甘肃、青海等。为了激发参与者的积极性,该项目允许人们通过人造卫星实时查看他们种下的真实树木的照片。

2016 年 8 月,支付宝建立蚂蚁森林。2016 年 9 月,蚂蚁金服与联合国环境规划署签署战略合作协议。2017 年 1 月,双方在达沃斯世界经济论坛联合发起绿色数字金融联盟,探讨如何在全球推广蚂蚁森林。2017 年 11 月,蚂蚁森林与 GaGo 集团和 XAIRCRAFT 合作,通过卫星和无人机拍摄树木图像。2018 年 10 月,国家绿化委员会办公室、中国绿化基金会与蚂蚁金融集团签署了“互联网+全国志愿植树”战略合作协议,将“蚂蚁森林”纳入全国志愿植树体系。

截至目前,蚂蚁森林拥有至少 5 亿用户,减少了碳排放 792 万 t,种植了 1.22 亿棵真实的树木,覆盖面积 583000km²,相当于一个半新加坡的面积。由此减少的碳排放量相当于 340 万 m³。这

与在中国北部沙漠边缘筑起 4500km 长的“绿色长城”目标一致，“绿色长城”旨在对抗土地退化问题。根据 NASA 2019 年 2 月发布的一项研究，研究人员发现，在过去 20 年里，中国和印度的植被覆盖增长量占全球的 1/3。蚂蚁森林对这项成果做出了很大贡献。这个项目也让人们对环境保护有了更深的认识。蚂蚁森林成立后，阿里巴巴旗下线下连锁超市盒马上有 22% 的用户放弃了使用塑料袋。星巴克在中国的早午餐每天减少了 1 万个纸杯的使用，在中国食品外卖独角兽“饿了么”平台上，选择不再使用一次性餐具的人数增长了 500%。

4 全球视野下的中国森林发展

20 世纪 80 年代以来实施的森林开发手段在中国取得巨大的成功。从 1981 年开始，森林覆盖面积迅速增长，从 11.5 万 hm^2 增长到 2013 年的 20.8 万 hm^2 。如果将时间范围分成六个短时段即 1981—1988 年、1988—1993 年、1993—1998 年、1998—2003 年、2003—2008 年和 2008—2013 年的话，区域绝对增量是 0.01 万 hm^2 、0.009 万 hm^2 、0.024 万 hm^2 、0.016 万 hm^2 、0.02 万 hm^2 、0.013 万 hm^2 ，增长率分别为 8%、7.3%、18%、10%、11% 和 6%。

为了与其他国家进行比较，我们把这些国家分为两类。一类是发展中国家，另一类是发达国家，因为我们假设国家的发展阶段不同，特别是经济发展方面的差异会影响森林面积的增长。我们选择了巴西、印度、俄罗斯和南非作为发展中国家的代表，澳大利亚、德国、日本和美国作为发达国家的代表。这些国家的森林面积和森林面积占土地总面积的百分比见图 2。从世界银行数据库中收集了 1990—2016 年发展中国家和发达国家的森林面积和百分比数据。

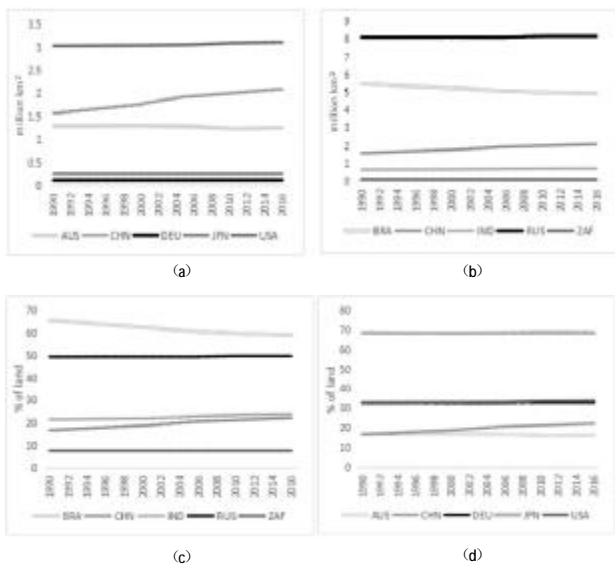


图 2 中国森林面积与发展中及发达国家的对比情况(资料来源:世界银行)

如果我们将这一增量与其他发展中国家相比，我们可以看到中国与其他发展中国家森林面积增量存在巨大差异。

在所选定的发展中国家，只有中国的森林面积在 1990—2016 年间出现了显著增长，从 1990 年的 1571405.94 km^2 增长到了 2016 年的 2098635 km^2 。总变化率为 33.55%，年变化率为 1.29%。林地面积占土地总面积的比例由 16.73% 增长到 22.35%，年均 0.22%。从图 2 (b) 和 (d) 中可以看出，由于 2002 年中国政府

开始全面实施“退耕还林”计划，这一比例出现了急速增长。与中国的巨大增长相比，印度和俄罗斯的森林面积增长很小。印度森林面积从 1990 年的 639390 km^2 增长到 2016 年的 708603.98 km^2 ，变化率为 10.83%，年变化率为 0.417%。其百分比从 1990 年的 21.5% 上升到 2016 年的 23.83%，年变化率仅为 0.09%。俄罗斯的增量数据甚至更低。俄罗斯虽然拥有世界上最大的土地面积和森林覆盖面积，但其森林面积仅从 1990 年的 8089500 km^2 增长到 2016 年的 8148895 km^2 。其变化率为 0.73%，年变化率为 0.028%。百分比从 1990 年的 49.35% 上升到 2016 年的 49.75%，年均增长仅为 0.015%。这些微小的变化主要是由自然原因造成的，而不是由于上述国家在森林发展方面做出的努力。人类活动释放到大气中的二氧化碳的增长会使树木的生长速度下降，因此地球上的一些森林实际上受此影响，俄罗斯便是其中之一。南非的森林面积在 26 年里几乎保持不变。这是因为其森林面积的基数极小，所以差异也是不可见的。相比之下，巴西的森林面积急剧减少。从 1990 年的 5467050 km^2 减少到 2016 年的 4925540 km^2 ，变化率为 -9.9%，年均变化率为 -0.38%。其百分比从 1990 年的 65.41% 下降到 2016 年的 58.93%，年均下降 0.25%。巴西该百分比的下降是由于其奉行经济优先，而不是生态优先。巴西的经济高度依赖森林资源，这导致了巴西严重的森林砍伐、过度耕种和非法采伐问题。

如果我们把中国和发达国家放在一起比较，我们仍然可以看到中国森林面积百分比的显著增长。

与中国相比，如图 2 (a) 和 (c) 所示，发达国家的森林面积波动不大。在这 26 年里，澳大利亚有轻微的下降，而美国出现了增长。德国的森林面积从 1990 年的 113000 km^2 增长到 2016 年的 114210 km^2 ，26 年的总增长率为 1.07%，年增长率为 0.04%，这一数据非常不明显。森林面积占德国陆地总面积的比例同样保持不变。日本的森林面积从 1990 年的 249500 km^2 增长到 2016 年的 249564 km^2 。总增长率为 0.03%，这也并非一个显著的增长率。森林面积占比仍保持在 68.4% 左右，尽管日本的绝对森林面积非常有限，但与其他发达国家相比，这一比例是相当高的。德国和日本的森林面积已经饱和，政府已经出台了成熟的森林保护政策和法律。澳大利亚的森林面积从 1990 年的 1285401 km^2 减少到 2016 年的 1250590 km^2 。其变化率为 -2.7%，每年下降约 0.1%。森林覆盖率由 1990 年的 16.73% 下降到 2016 年的 16.25%，年均变化 -0.02%。这是因为澳大利亚的气候干燥炎热。因此，澳大利亚发生野火的风险相对较高，这导致该国的森林面积不断减少。美国森林面积从 1990 年的 3024500 km^2 增长到 2016 年的 3103700 km^2 ，总增长率为 2.6%，年均增长率为 0.1%。森林覆盖率由 1990 年的 33.02% 上升到 2016 年的 33.93%，年均上升 0.035%。这种增长得益于 1969 年《国家环境政策法案》和 1976 年《国家森林管理法》的有效实施。

从以上数据我们可以得出以下结论。在全球范围内，1990—2016 年，只有中国和印度的森林面积出现了明显的增长趋势。在此期间，中国为世界森林面积的增长做出了重大贡献。但是，从绝对森林面积和森林面积百分比来看，中国与发展中国家和发达国家相比仍然没有表现出任何优势。虽然中国的森林面积比例仍然低于大多数发达国家，但其增长是显著的。这主要有两个

原因:政府政策和公司活动。

5 森林发展、人口与经济之间的关系

在比较了发展中国家和发达国家的森林面积发展情况之后,我们正试图调查各国之间是否存在一种潜在的森林发展模式。由于各国的人口和经济发展阶段不同,我们也试图研究人口和经济是否对森林的发展有影响。我们希望利用这一关系为未来的森林保护和发展计划提供参考。

作为分析的第一步,我们在图3中绘制了1990—2016年几个国家和地区的森林面积与人口的关系。由于各国森林面积和人口的绝对水平差异较大,我们以1990年的数据为基准,对森林面积和人口数据进行了归一化处理:

$$\text{forest area normalized}_i = \frac{\text{forest area absolute}_i}{\text{forest area absolute}_{1990}}$$

$$\text{population normalized}_i = \frac{\text{population absolute}_i}{\text{population absolute}_{1990}}$$

为了显示时间范围,我们使用点的暗度作为第三个变量。较亮的代表1990年附近的年份,而较暗的代表2016年附近的年份。

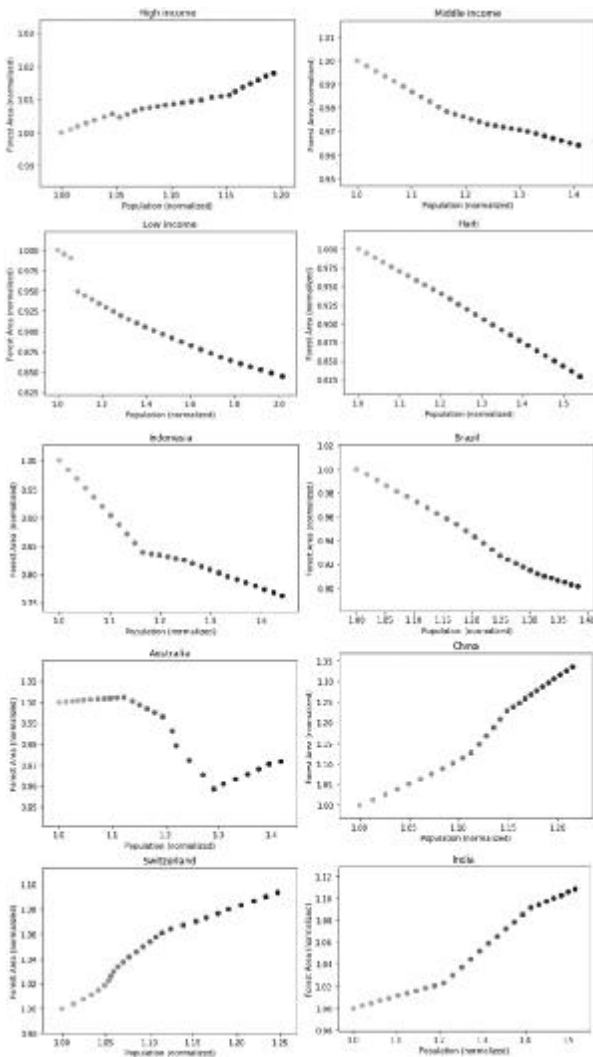


图3 不同国家及地区森林和人口之间的关系(资料来源:世界银行)

根据图3,我们首先将低收入、中等收入和高收入国家作为分区看待。对于低收入和中等收入国家,随着人口的增长,森林面积呈减少趋势。与中等收入国家相比,1990—2016年,低收入国家人口增长幅度较大,森林面积减少幅度也较大。而高收入国家则呈现相反的趋势。就单个国家而言,海地的标准化森林面积从1.000减少到0.825,而其标准化人口从1.0增长到1.5;印度尼西亚的标准化森林面积从1.00减少到0.75,而其标准化人口从1.0增长到1.4;在人口从1.0增长到2.2的过程中,乌干达的森林面积从1.0减少到0.4。我们可以得出结论,在低收入国家,这一规则在大多数时间是适用的,在这些国家,森林面积增长与人口增长负相关。然而,在中等收入国家,情况则较为复杂。中国人口从1.00增长到1.20的过程中,森林面积从1.00增长到1.35;印度人口从1.0增长到1.5的过程中,森林面积从1.00增长到1.11;而巴西在人口从1.0增长到1.4的过程中,森林面积则从1.00减少到0.9。因此,中等收入国家并不总是遵循前述规律,森林面积的增长与人口的增长没有表现出一致的相关性。对于高收入国家来说,增长率是有波动的,并且在很大程度上取决于森林火灾的发生或环境保护政策的颁布等特殊事件。例如,当澳大利亚的标准化人口从1.0增长到1.3时,其标准化森林面积从1.00减少到0.96,而当其标准化人口从1.3增长到1.4时,标准化森林面积又从0.96增长到0.97;当瑞士的人口从1.00增长到1.25时,其森林面积从1.00增长到1.10;当美国的人口从1.00增长到1.10时,其森林面积几乎保持在1.00不变;而当其人口从1.10增长到1.30时,森林面积迅速从1.00增长到1.03。总体而言,在高收入国家,森林面积增长与人口增长呈微弱的正相关关系。总之,不同国家的森林和人口之间的关系无法进行统一描述。

为了深入研究森林发展模式,这里我们将经济发展水平作为另一个因素。在图4中,我们绘制了2018年人均GDP与森林面积变化随人口变化率变化的关系图。单个国家的y轴森林面积变化与人口变化率之间的变量表示1990—2016年该国森林面积基于人口变化而变化的情况。我们用线性回归得到这个比率:

$$\text{forest area normalized}_{\text{country}_i} \sim b_i \text{ population normalized}_{\text{country}_i} + a_i$$

在这个式子里, b_i 是从回归中得出的回归系数,使用的是国家 i 从1990到2016年期间的数据,而 a_i 则是回归常数。

在图4中, $y=0$, $x=2018$ 年的人均GDP,这两条轴线将图划分为四个象限。我们发现,意大利、法国、英国等高收入国家大都处于第一象限,而低收入或中等收入国家大都处于第三象限。这表明,在法国、英国、瑞士和美国等高收入国家,森林面积与人口呈正相关关系。在低收入和中等收入国家,如海地、乌干达、柬埔寨、津巴布韦、朝鲜和印度尼西亚,森林面积与人口呈负相关。但也存在一些例外,中国和印度都处于第二象限,澳大利亚则处于第四象限,这意味着它们的森林面积和人口没有相关性。

图4还表明,(以2018年人均GDP表示的)经济发展水平对森林面积发展与人口的关系有影响。在低收入地区,国家更有可能牺牲森林面积来换取经济发展。例如,他们可能会开垦林地用作耕地,以养活其人口或支持其他经济活动。煤炭开采和其他矿业也会造成森林砍伐和林地人口增加。因此,在低收入国家,森

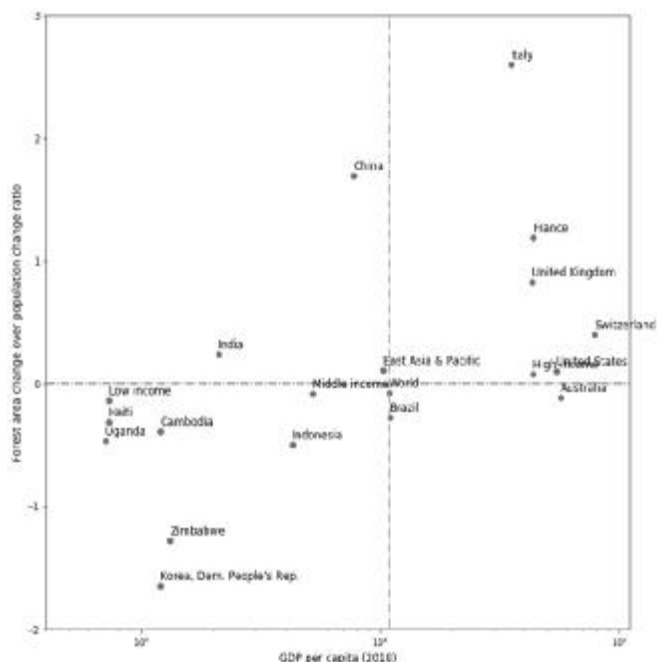


图4 森林、人口和经济之间的关系(资料来源:世界银行)

林面积通常随着人口的增加而减少。然而,在高收入国家,随着经济发展到一定水平,发展重点逐渐由第一产业、第二产业向第三产业转移。此外,这些国家的教育水平和环境意识也有所提高。在这些国家,森林面积往往随着人口的增加而增加。

6 结论

综上所述,由于有效的政府政策和环保企业活动,中国为全球森林增长做出了最大的贡献。中国的森林面积随着人口的增

长和经济的发展而出现增长。中国的发展模式与印度类似,在世界各发展中国家中呈现出独有的现象。在全球范围内,中低收入国家的森林面积增长与人口增长呈负相关。高收入国家经济发展水平高,环境保护意识强,森林发展与人口呈正相关。虽然中国的森林发展在经济发展的总体模式中是一个特例,但其经验教训对其他发展中国家也具有一定的指导意义。

参考文献

- [1] 森林面积(占土地面积的百分比)[EB/OL]. 世界银行, 2019-05-03. <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS>.
- [2] 我国新一期沿海防护林体系建设工程解读[EB/OL]. 国家林业和草原局, 2017-10-13. <http://www.forestry.gov.cn/main/3957/20171031/1042049.html>.
- [3] 支付宝画廊:2019年春天蚂蚁森林植树情况[EB/OL]. 支付宝集团, 2019-04-30. <https://medium.com/alipay-and-the-world/alipay-gallery-ant-forest-tree-planting-spring-2019-dc4e0578cc7c>.
- [4] Chen, C., Park, etc. China and India lead in greening of the world through land-use management[J]. Nat Sustain, 2019(2): 122-129.
- [5] 《三北防护林体系建设工程40年综合评价报告》发布会[EB/OL]. 中华人民共和国国务院新闻办公室, 2018-12-24. <http://www.scio.gov.cn/xwfbh/xwfbh/wqfbh/37601/39515/index.htm>.
- [6] 冯灏. 气候变化或助中国绿化行动“国际化”[EB/OL]. 中外对话, 2019-8-30. <https://chinadialogue.net/zh/3/44248/>.

收稿日期: 2021-07-06

作者简介: 晏哲铭(2002—), 男, 汉族, 上海人, 高中在读, 研究方向为地理学。

(上接第107页)

未浇盐水之前的测量值。

通过上述综合分析, 建议选取 WDDS-2 仪器测得的土壤电阻率值作为本项目最终设计建议值。

4 结论

通过对上述电阻率成果的对比分析影响因素评价, 结合类似工程经验, 得出以下结论:

(1) 在相同的电阻率测试点, 采用不同的仪器, 地表湿度较大的情况下, 电极接地电阻较低, 两种仪器测得电阻率值基本一致。

(2) 在电阻率测试过程中, 尽量采用精度较高的数字电阻率仪器进行测试; 并且在测试之前对选择的仪器进行校正, 从而避免仪器带来的误差的影响。

(3) 在旱季测试土壤电阻率时, 若测点土壤中的含水量较低, 地表干燥, 建议在电阻率测试过程中采用盐水或其他降阻剂处理电极与土壤连接处, 其测试值更接近真实值。

(4) 在电阻率测试过程中, 建议结合土壤中导电离子的浓度、土壤中的含水量、地层岩性、季节因素、温度及土壤的致密性等因素随时对测试成果进行综合分析, 可以及时修正测试中的异常数据。

(5) 在土壤电阻率的取值的过程中, 除了分析影响因素, 对测试成果进行修正之外, 还需结合同一地区类似工程相关成果及经验进行综合取值。

参考文献

- [1] 中华人民共和国建设部. 岩土工程勘察规范: GB 50021—2001(2009年版)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家市场监督管理总局. 330kV~750kV 架空输电线路勘测标准: GB/T 5048—2018[S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [3] 中国国家能源局. 电力工程物探技术规程: DL/T 5159—2012[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [4] 老挝 Ban Hat-Ban Lak25 500kV 输电线路工程(详细勘察阶段)(施工图)塔基土壤电阻率测试报告[Z]. 2017.

收稿日期: 2021-07-12

作者简介: 张彪(1981—), 男, 土家族, 贵州凤冈人, 本科, 高级工程师, 主要从事水电、火电、风电、光伏、送变电等电力工程项目勘察工作。