

全国温室气体自愿减排交易市场 政策汇编

四川省生态环境厅应对气候变化与对外合作处
四川省林业和草原局生态保护修复处
四川省环境政策研究与规划院
2024年5月

全国温室气体自愿减排交易市场 政策汇编

四川省生态环境厅应对气候变化与对外合作处
四川省林业和草原局生态保护修复处
四川省环境政策研究与规划院
2024年5月

进一步发展碳市场，完善法律法规政策，稳步扩大行业覆盖范围，丰富交易品种和交易方式，降低碳减排成本，增强企业绿色低碳发展意识，并启动温室气体自愿减排交易市场，建成更加有效、更有活力、更具国际影响力的碳市场。

——摘自习近平总书记 2023 年 7 月 17 日

在全国生态环境保护大会上讲话

前 言

建设统一的全国碳市场，是推动我国经济社会绿色化、低碳化发展的重大制度创新。全国碳市场是由全国碳排放权交易市场（强制碳市场）和全国温室气体自愿减排交易市场（自愿碳市场）组成，两个碳市场既各有侧重、独立运行，又互补衔接、互联互通，共同构成全国碳交易体系。

温室气体自愿减排交易是通过市场机制控制和减少温室气体排放，推动实现碳达峰碳中和目标的重要制度创新。全国温室气体自愿减排交易市场鼓励各类主体自主自愿采取额外的温室气体减排行动，产生的减排效果经过科学方法量化核证后，通过市场来出售，从而获取相应的减排收益，有利于支持林业碳汇、可再生能源、甲烷减排、节能增效等项目发展，有利于激励更广泛的行业、企业和社会各界参与温室气体减排行动，对推动经济社会绿色低碳转型、实现高质量发展具有积极意义。

为帮助各类市场主体、各级主管部门学习掌握全国温室气体自愿减排交易市场政策要求、规则要点、技术要领和系统平台，提升温室气体自愿减排项目开发能力，参与温室气体自愿减排交易机制，编写本政策汇编。

编制组

2024 年 5 月

目 录

温室气体自愿减排交易管理办法（试行）	1
温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇	11
温室气体自愿减排项目设计与实施指南	80
温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则	127
温室气体自愿减排注册登记管理规则（试行）	142
温室气体自愿减排交易和结算规则（试行）	146
关于全国温室气体自愿减排交易市场有关工作事项安排的通告	152
附录 1 名词解释	153
附录 2 大事记	155
附录 3 信息渠道	158

温室气体自愿减排交易管理办法（试行）^①

生态环境部、市场监管总局令第 31 号

第一章 总 则

第一条 为了推动实现我国碳达峰碳中和目标，控制和减少人为活动产生的温室气体排放，鼓励温室气体自愿减排行为，规范全国温室气体自愿减排交易及相关活动，根据党中央、国务院关于建设全国温室气体自愿减排交易市场的决策部署以及相关法律法规，制定本办法。

第二条 全国温室气体自愿减排交易及相关活动的监督管理，适用本办法。

第三条 全国温室气体自愿减排交易及相关活动应当坚持市场导向，遵循公平、公正、公开、诚信和自愿的原则。

第四条 中华人民共和国境内依法成立的法人和其他组织，可以依照本办法开展温室气体自愿减排活动，申请温室气体自愿减排项目和减排量的登记。

符合国家有关规定的法人、其他组织和自然人，可以依照本办法参与温室气体自愿减排交易。

第五条 生态环境部按照国家有关规定建设全国温室气体自愿减排交易市场，负责制定全国温室气体自愿减排交易及相关活动的管理要求和技术规范，并对全国温室气体自愿减排交易及相关活动进行监督管理和指导。

省级生态环境主管部门负责对本行政区域内温室气体自愿减排交易及相关活动进行监督管理。

设区的市级生态环境主管部门配合省级生态环境主管部门对本行政区域内温室气体自愿减排交易及相关活动实施监督管理。

市场监管部门、生态环境主管部门根据职责分工，对从事温室气体自愿减排项目审定与减排量核查的机构（以下简称审定与核查机构）及其审定与核查活动进行监督管理。

第六条 生态环境部按照国家有关规定，组织建立统一的全国温室气体自愿减排注册登记机构（以下简称注册登记机构），组织建设全国温室气体自愿减排注册

^① 2023 年 9 月 15 日由生态环境部 2023 年第三次部务会议审议通过，2023 年 10 月 19 日生态环境部、市场监管总局公布。

登记系统（以下简称注册登记系统）。

注册登记机构负责注册登记系统的运行和管理，通过该系统受理温室气体自愿减排项目和减排量的登记、注销申请，记录温室气体自愿减排项目相关信息和核证自愿减排量的登记、持有、变更、注销等信息。注册登记系统记录的信息是判断核证自愿减排量归属和状态的最终依据。

注册登记机构可以按照国家有关规定，制定温室气体自愿减排项目和减排量登记的具体业务规则，并报生态环境部备案。

第七条 生态环境部按照国家有关规定，组织建立统一的全国温室气体自愿减排交易机构（以下简称交易机构），组织建设全国温室气体自愿减排交易系统（以下简称交易系统）。

交易机构负责交易系统的运行和管理，提供核证自愿减排量的集中统一交易与结算服务。

交易机构应当按照国家有关规定采取有效措施，维护市场健康发展，防止过度投机，防范金融等方面的风险。

交易机构可以按照国家有关规定，制定核证自愿减排量交易的具体业务规则，并报生态环境部备案。

第八条 生态环境部负责组织制定并发布温室气体自愿减排项目方法学（以下简称项目方法学）等技术规范，作为相关领域自愿减排项目审定、实施与减排量核算、核查的依据。

项目方法学应当规定适用条件、减排量核算方法、监测方法、项目审定与减排量核查要求等内容，并明确可申请项目减排量登记的时间期限。

项目方法学应当根据经济社会发展、产业结构调整、行业发展阶段、应对气候变化政策等因素及时修订，条件成熟时纳入国家标准体系。

第二章 项目审定与登记

第九条 申请登记的温室气体自愿减排项目应当有利于降碳增汇，能够避免、减少温室气体排放，或者实现温室气体的清除。

第十条 申请登记的温室气体自愿减排项目应当具备下列条件：

- （一）具备真实性、唯一性和额外性；
- （二）属于生态环境部发布的项目方法学支持领域；
- （三）于 2012 年 11 月 8 日之后开工建设；
- （四）符合生态环境部规定的其他条件。

属于法律法规、国家政策规定有温室气体减排义务的项目，或者纳入全国和地方碳排放权交易市场配额管理的项目，不得申请温室气体自愿减排项目登记。

第十一条 申请温室气体自愿减排项目登记的法人或者其他组织（以下简称项目业主）应当按照项目方法学等相关技术规范要求编制项目设计文件，并委托审定与核查机构对项目进行审定。

项目设计文件所涉数据和信息的原始记录、管理台账应当在该项目最后一期减排量登记后至少保存十年。

第十二条 项目业主申请温室气体自愿减排项目登记前，应当通过注册登记系统公示项目设计文件，并对公示材料的真实性、完整性和有效性负责。

项目业主公示项目设计文件时，应当同步公示其所委托的审定与核查机构的名称。

项目设计文件公示期为二十个工作日。公示期间，公众可以通过注册登记系统提出意见。

第十三条 审定与核查机构应当按照国家有关规定对申请登记的温室气体自愿减排项目的以下事项进行审定，并出具项目审定报告，上传至注册登记系统，同时向社会公开：

- （一）是否符合相关法律法规、国家政策；
- （二）是否属于生态环境部发布的项目方法学支持领域；
- （三）项目方法学的选择和使用是否得当；
- （四）是否具备真实性、唯一性和额外性；
- （五）是否符合可持续发展要求，是否对可持续发展各方面产生不利影响。

项目审定报告应当包括肯定或者否定的项目审定结论，以及项目业主对公示期间收到的公众意见处理情况的说明。

审定与核查机构应当对项目审定报告的合规性、真实性、准确性负责，并在项目审定报告中作出承诺。

第十四条 审定与核查机构出具项目审定报告后，项目业主可以向注册登记机构申请温室气体自愿减排项目登记。

项目业主申请温室气体自愿减排项目登记时，应当通过注册登记系统提交项目申请表和审定与核查机构上传的项目设计文件、项目审定报告，并附具对项目唯一性以及所提供材料真实性、完整性和有效性负责的承诺书。

第十五条 注册登记机构对项目业主提交材料的完整性、规范性进行审核，在

收到申请材料之日起十五个工作日内对审核通过的温室气体自愿减排项目进行登记，并向社会公开项目登记情况以及项目业主提交的全部材料；申请材料不完整、不规范的，不予登记，并告知项目业主。

第十六条 已登记的温室气体自愿减排项目出现项目业主主体灭失、项目不复存续等情形的，注册登记机构调查核实后，对已登记的项目进行注销。

项目业主可以自愿向注册登记机构申请对已登记的温室气体自愿减排项目进行注销。

温室气体自愿减排项目注销情况应当通过注册登记系统向社会公开；注销后的项目不得再次申请登记。

第三章 减排量核查与登记

第十七条 经注册登记机构登记的温室气体自愿减排项目可以申请项目减排量登记。申请登记的项目减排量应当可测量、可追溯、可核查，并具备下列条件：

- （一）符合保守性原则；
- （二）符合生态环境部发布的项目方法学；
- （三）产生于 2020 年 9 月 22 日之后；
- （四）在可申请项目减排量登记的时间期限内；
- （五）符合生态环境部规定的其他条件。

项目业主可以分期申请项目减排量登记。每期申请登记的项目减排量的产生时间应当在其申请登记之日前五年以内。

第十八条 项目业主申请项目减排量登记的，应当按照项目方法学等相关技术规范要求编制减排量核算报告，并委托审定与核查机构对减排量进行核查。项目业主不得委托负责项目审定的审定与核查机构开展该项目的减排量核查。

减排量核算报告所涉数据和信息的原始记录、管理台账应当在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存十年。项目业主应当加强对温室气体自愿减排项目实施情况的日常监测。鼓励项目业主采用信息化、智能化措施加强数据管理。

第十九条 项目业主申请项目减排量登记前，应当通过注册登记系统公示减排量核算报告，并对公示材料的真实性、完整性和有效性负责。

项目业主公示减排量核算报告时，应当同步公示其所委托的审定与核查机构的名称。

减排量核算报告公示期为二十个工作日。公示期间，公众可以通过注册登记系

统提出意见。

第二十条 审定与核查机构应当按照国家有关规定对减排量核算报告的下列事项进行核查，并出具减排量核查报告，上传至注册登记系统，同时向社会公开：

- （一）是否符合项目方法学等相关技术规范要求；
- （二）项目是否按照项目设计文件实施；
- （三）减排量核算是否符合保守性原则。

减排量核查报告应当确定经核查的减排量，并说明项目业主对公示期间收到的公众意见处理情况。

审定与核查机构应当对减排量核查报告的合规性、真实性、准确性负责，并在减排量核查报告中作出承诺。

第二十一条 审定与核查机构出具减排量核查报告后，项目业主可以向注册登记机构申请项目减排量登记；申请登记的项目减排量应当与减排量核查报告确定的减排量一致。

项目业主申请项目减排量登记时，应当通过注册登记系统提交项目减排量申请表和审定与核查机构上传的减排量核算报告、减排量核查报告，并附具对减排量核算报告真实性、完整性和有效性负责的承诺书。

第二十二条 注册登记机构对项目业主提交材料的完整性、规范性进行审核，在收到申请材料之日起十五个工作日内对审核通过的项目减排量进行登记，并向社会公开减排量登记情况以及项目业主提交的全部材料；申请材料不完整、不规范的，不予登记，并告知项目业主。

经登记的项目减排量称为“核证自愿减排量”，单位以“吨二氧化碳当量（tCO₂e）”计。

第四章 减排量交易

第二十三条 全国温室气体自愿减排交易市场的交易产品为核证自愿减排量。生态环境部可以根据国家有关规定适时增加其他交易产品。

第二十四条 从事核证自愿减排量交易的交易主体，应当在注册登记系统和交易系统开设账户。

第二十五条 核证自愿减排量的交易应当通过交易系统进行。

核证自愿减排量交易可以采取挂牌协议、大宗协议、单向竞价及其他符合规定的交易方式。

第二十六条 注册登记机构根据交易机构提供的成交结果，通过注册登记系统

为交易主体及时变更核证自愿减排量的持有数量和持有状态等相关信息。

注册登记机构和交易机构应当按照国家有关规定，实现系统间数据及时、准确、安全交换。

第二十七条 交易主体违反关于核证自愿减排量登记、结算或者交易相关规定的，注册登记机构和交易机构可以按照国家有关规定，对其采取限制交易措施。

第二十八条 核证自愿减排量按照国家有关规定用于抵销全国碳排放权交易市场和地方碳排放权交易市场碳排放配额清缴、大型活动碳中和、抵销企业温室气体排放等用途的，应当在注册登记系统中予以注销。

鼓励参与主体为了公益目的，自愿注销其所持有的核证自愿减排量。

第二十九条 核证自愿减排量跨境交易和使用的具体规定，由生态环境部会同有关部门另行制定。

第五章 审定与核查机构管理

第三十条 审定与核查机构纳入认证机构管理，应当按照《中华人民共和国认证认可条例》《认证机构管理办法》等关于认证机构的规定，公正、独立和有效地从事审定与核查活动。

审定与核查机构应当具备与从事审定与核查活动相适应的技术和管理能力，并且符合以下条件：

- （一）具备开展审定与核查活动相配套的固定办公场所和必要的设施；
- （二）具备十名以上相应领域具有审定与核查能力的专职人员，其中至少有五名人员具有二年及以上温室气体排放审定与核查工作经历；
- （三）建立完善的审定与核查活动管理制度；
- （四）具备开展审定与核查活动所需的稳定的财务支持，建立与业务风险相适应的风险基金或者保险，有应对风险的能力；
- （五）符合审定与核查机构相关标准要求；
- （六）近五年无严重失信记录。

开展审定与核查机构审批时，市场监管总局会同生态环境部根据工作需要制定并公布审定与核查机构需求信息，组织相关领域专家组成专家评审委员会，对审批申请进行评审，经审核并征求生态环境部同意后，按照资源合理利用、公平竞争和便利、有效的原则，作出是否批准的决定。

审定与核查机构在获得批准后，方可进行相关审定与核查活动。

第三十一条 审定与核查机构应当遵守法律法规和市场监管总局、生态环境部

发布的相关规定，在批准的业务范围内开展相关活动，保证审定与核查活动过程的完整、客观、真实，并做出完整记录，归档留存，确保审定与核查过程和结果具有可追溯性。鼓励审定与核查机构获得认可。

审定与核查机构应当加强行业自律。审定与核查机构及其工作人员应当对其出具的审定报告与核查报告的合规性、真实性、准确性负责，不得弄虚作假，不得泄露项目业主的商业秘密。

第三十二条 审定与核查机构应当每年向市场监管总局和生态环境部提交工作报告，并对报告内容的真实性负责。

审定与核查机构提交的工作报告应当对审定与核查机构遵守项目审定与减排量核查法律法规和技术规范的情况、从事审定与核查活动的情况、从业人员的工作情况等作出说明。

第三十三条 市场监管总局、生态环境部共同组建审定与核查技术委员会，协调解决审定与核查有关技术问题，研究提出相关工作建议，提升审定与核查活动的一致性、科学性和合理性，为审定与核查活动监督管理提供技术支撑。

第六章 监督管理

第三十四条 生态环境部负责指导督促地方对温室气体自愿减排交易及相关活动开展监督检查，查处具有典型意义和重大社会影响的违法行为。

省级生态环境主管部门可以会同有关部门，对已登记的温室气体自愿减排项目与核证自愿减排量的真实性、合规性组织开展监督检查，受理对本行政区域内温室气体自愿减排项目提出的公众举报，查处违法行为。

设区的市级生态环境主管部门按照省级生态环境主管部门的统一部署配合开展现场检查。

省级以上生态环境主管部门可以通过政府购买服务等方式，委托依法成立的技术服务机构提供监督检查方面的技术支撑。

第三十五条 市场监管部门依照法律法规和相关规定，对审定与核查活动实施日常监督检查，查处违法行为。结合随机抽查、行政处罚、投诉举报、严重失信名单以及大数据分析等信息，对审定与核查机构实行分类监管。

生态环境主管部门与市场监管部门建立信息共享与协调工作机制。对于监督检查过程中发现的审定与核查活动问题线索，生态环境主管部门应当及时向市场监管部门移交。

第三十六条 生态环境主管部门对项目业主进行监督检查时，可以采取下列措

施：

- （一）要求被检查单位提供有关资料，查阅、复制相关信息；
- （二）进入被检查单位的生产、经营、储存等场所进行调查；
- （三）询问被检查单位负责人或者其他有关人员；
- （四）要求被检查单位就执行本办法规定的有关情况作出说明。

被检查单位应当予以配合，如实反映情况，提供必要资料，不得拒绝和阻挠。

第三十七条 生态环境主管部门、市场监管部门、注册登记机构、交易机构、审定与核查机构及其相关工作人员应当忠于职守、依法办事、公正廉洁，不得利用职务便利牟取不正当利益，不得参与核证自愿减排量交易以及其他可能影响审定与核查公正性的活动。

审定与核查机构不得接受任何可能对审定与核查活动的客观公正产生影响的资助，不得从事可能对审定与核查活动的客观公正产生影响的开发、营销、咨询等活动，不得与委托的项目业主存在资产、管理方面的利益关系，不得为项目业主编制项目设计文件和减排量核算报告。

交易主体不得通过欺诈、相互串通、散布虚假信息等方式操纵或者扰乱全国温室气体自愿减排交易市场。

第三十八条 注册登记机构和交易机构应当保证注册登记系统和交易系统安全稳定可靠运行，并定期向生态环境部报告全国温室气体自愿减排登记、交易相关活动和机构运行情况，及时报告对温室气体自愿减排交易市场有重大影响的相关事项。相关内容可以抄送省级生态环境主管部门。

第三十九条 注册登记机构和交易机构应当对已登记的温室气体自愿减排项目建立项目档案，记录、留存相关信息。

第四十条 市场监管部门、生态环境主管部门应当依法加强信用监督管理，将相关行政处罚信息纳入国家企业信用信息公示系统。

第四十一条 鼓励公众、新闻媒体等对温室气体自愿减排交易及相关活动进行监督。任何单位和个人都有权举报温室气体自愿减排交易及相关活动中的弄虚作假等违法行为。

第七章 罚 则

第四十二条 违反本办法规定，拒不接受或者阻挠监督检查，或者在接受监督检查时弄虚作假的，由实施监督检查的生态环境主管部门或者市场监管部门责令改正，可以处一万元以上十万元以下的罚款。

第四十三条 项目业主在申请温室气体自愿减排项目或者减排量登记时提供虚假材料的，由省级以上生态环境主管部门责令改正，处一万元以上十万元以下的罚款；存在篡改、伪造数据等故意弄虚作假行为的，省级以上生态环境主管部门还应当通知注册登记机构撤销项目登记，三年内不再受理该项目业主提交的温室气体自愿减排项目和减排量登记申请。

项目业主因实施前款规定的弄虚作假行为取得虚假核证自愿减排量的，由省级以上生态环境主管部门通知注册登记机构和交易机构对该项目业主持有的核证自愿减排量暂停交易，责令项目业主注销与虚假部分同等数量的减排量；逾期未按要求注销的，由省级以上生态环境主管部门通知注册登记机构强制注销，对不足部分责令退回，处五万元以上十万元以下的罚款，不再受理该项目业主提交的温室气体自愿减排量项目和减排量申请。

第四十四条 审定与核查机构有下列行为之一的，由实施监督检查的市场监管部门依照《中华人民共和国认证认可条例》责令改正，处五万元以上二十万元以下的罚款，有违法所得的，没收违法所得；情节严重的，责令停业整顿，直至撤销批准文件，并予公布：

- （一）超出批准的业务范围开展审定与核查活动的；
- （二）增加、减少、遗漏审定与核查基本规范、规则规定的程序的。

审定与核查机构出具虚假报告，或者出具报告的结论严重失实的，由市场监管部门依照《中华人民共和国认证认可条例》撤销批准文件，并予公布；对直接负责的主管人员和负有直接责任的审定与核查人员，撤销其执业资格。

审定与核查机构接受可能对审定与核查活动的客观公正产生影响的资助，或者从事可能对审定与核查活动的客观公正产生影响的产品开发、营销等活动，或者与项目业主存在资产、管理方面的利益关系的，由市场监管部门依照《中华人民共和国认证认可条例》责令停业整顿；情节严重的，撤销批准文件，并予公布；有违法所得的，没收违法所得。

第四十五条 交易主体违反本办法规定，操纵或者扰乱全国温室气体自愿减排交易市场的，由生态环境部给予通报批评，并处一万元以上十万元以下的罚款。

第四十六条 生态环境主管部门、市场监管部门、注册登记机构、交易机构的相关工作人员有滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊行为的，由其所属单位或者上级行政机关责令改正并依法予以处分。

前述单位相关工作人员有泄露有关商业秘密或者其他构成违反国家交易监督管

理规定行为的，依照其他有关法律法规的规定处理。

第四十七条 违反本办法规定，涉嫌构成犯罪的，依法移送司法机关。

第八章 附 则

第四十八条 本办法中下列用语的含义：

温室气体，是指大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

审定与核查机构，是指依法设立，从事温室气体自愿减排项目审定或者温室气体自愿减排项目减排量核查活动的合格评定机构。

唯一性，是指项目未参与其他温室气体减排交易机制，不存在项目重复认定或者减排量重复计算的情形。

额外性，是指作为温室气体自愿减排项目实施时，与能够提供同等产品和服务的其他替代方案相比，在内部收益率财务指标等方面不是最佳选择，存在融资、关键技术等方面的障碍，但是作为自愿减排项目实施有助于克服上述障碍，并且相较于相关项目方法学确定的基准线情景，具有额外的减排效果，即项目的温室气体排放量低于基准线排放量，或者温室气体清除量高于基准线清除量。

保守性，是指在温室气体自愿减排项目减排量核算或者核查过程中，如果缺少有效的技术手段或者技术规范要求，存在一定的不确定性，难以对相关参数、技术路径进行精准判断时，应当采用保守方式进行估计、取值等，确保项目减排量不被过高计算。

第四十九条 2017年3月14日前获得国家应对气候变化主管部门备案的温室气体自愿减排项目应当按照本办法规定，重新申请项目登记；已获得备案的减排量可以按照国家有关规定继续使用。

第五十条 本办法由生态环境部、市场监管总局在各自的职责范围内解释。

第五十一条 本办法自公布之日起施行。

温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇 (CCER—14—001—V01)

1 引言

造林碳汇项目可通过增加森林面积和森林生态系统碳储量实现二氧化碳清除，是减缓气候变化的重要途径。本方法学属于林业和其他碳汇类型领域方法学。符合条件的造林碳汇项目可按照本文件要求，设计和审定温室气体自愿减排项目，以及核算和核查温室气体自愿减排项目的减排量。

2 适用条件

本文件适用于乔木、竹子和灌木造林，包括防护林、特种用途林、用材林等造林，不包括经济林造林、非林地上的通道绿化、城镇村及工矿用地绿化，使用本文件的造林碳汇项目必须满足以下条件：

- a) 项目土地在项目开始前至少三年为不符合森林定义的规划造林地；
- b) 项目土地权属清晰，具有不动产权属证书、土地承包或流转合同；或具有经有批准权的人民政府或主管部门批准核发的土地证、林权证；
- c) 项目单个地块土地连续面积不小于 400m²。对于 2019 年（含）之前开始的项目，土地连续面积不小于 667m²；
- d) 项目土地不属于湿地；
- e) 项目不移除原有散生乔木和竹子，原有灌木和胸径小于 2cm 的竹子的移除比例总计不超过项目边界内地表面积的 20%；
- f) 除项目开始时的整地和造林外，在计入期内不对土壤进行重复扰动；
- g) 除对病（虫）原疫木进行必要的火烧外，项目不允许其它人为火烧活动；
- h) 项目不会引起项目边界内农业活动（如种植、放牧等）的转移，即不会发生泄漏；
- i) 项目应符合法律、法规要求，符合行业发展政策。

3 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 26424	森林资源规划设计调查技术规程
GB/T 38590	森林资源连续清查技术规程
CH/T 8024	机载激光雷达数据获取技术规范
LY/T 1812	林地分类
BD 420073	全球卫星导航系统（GNSS）定向设备性能要求及测试方法

4 术语和定义

GB/T 15776、GB/T 18337.1、GB/T 26423、LY/T 1812、LY/T 2647、LY/T 2736 和 TD/T 1055 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4.1

造林 forestation

在不符合森林定义的规划造林地上，通过人工措施营建或恢复森林的过程。

[来源：GB/T 15776-2023，3.1，有修改]

4.2

规划造林地 planning afforestation land

依据全国国土调查及其最新年度国土变更调查成果数据，综合考虑降水、积温、地貌、海拔、坡度、坡向、地表基质、土壤类型等自然条件，在各级国土空间规划中明确的，可用于造林绿化的用地空间。

[来源：《造林绿化落地上图技术规范（试行）》（办生字〔2021〕87号），3.1，有修改]

4.3

森林 forest

包括乔木林、竹林和国家特别规定的灌木林。其中，国家特别规定的灌木林按照国家相关行业主管部门的规定。

[来源：中华人民共和国森林法，第八十三条]

4.4

乔木林 arboreal forests

由乔木（含因人工栽培而矮化的）树种组成，郁闭度 ≥ 0.2 的片林或林带。其中，乔木林带行数应在2行以上且行距 $\leq 4\text{m}$ 或林冠冠幅水平投影宽度在10m以上。

[来源：GB/T 26423-2010，6.68，有修改]

4.5

竹林 forests of bamboos

附着有胸径2cm以上的竹类植物，郁闭度 ≥ 0.2 的片林或林带。

[来源：GB/T 26423-2010，6.69；LY/T 1812-2021，表1，有修改]

4.6

通道绿化 passageway greening

在铁路、公路沿线及两侧，以及河道两岸、渠道两侧，以保护铁路、公路、河岸、渠岸等生态安全、改善生态景观为主要目标的造林绿化。

[来源：LY/T 2647-2016，3.1]

4.7

城镇村及工矿用地 towns, villages, industrial and mining area

城乡居民点、独立居民点以及居民点以外的工矿、国防、名胜古迹等企事业单位用地，包括城市、建制镇、村庄、盐田及采矿用地、特殊用地。

[来源：TD/T 1055-2019，表 A.3，有修改]

4.8

生态公益林 non-commercial forest

为维护和改善生态环境，保持生态平衡，保护生物多样性等满足人类社会的生态、社会需求和可持续发展为主体功能，主要提供公益性、社会性产品或服务的森林、林木、林地。生态公益林按事权等级划分为国家级公益林和地方级公益林。国家级公益林区划界定执行《国家级公益林区划界定办法》的相关规定。

[来源：GB/T 18337.1-2001，2.1；《国家级公益林区划界定办法》（林资发〔2017〕34号），有修改]

4.9

经济林 non-wood product forest

以生产果品，食用油料、调料、饮料，工业原料，药材和生物质能源为主要目的的林种。包括：以生产各种干、鲜果品为主要目的的果品林（如香榧、枣、苹果、梨、桃等），以生产食用油料、饮料、调料、香料等为主要目的的食用原料林（如咖啡、茶树、椰子等），以生产工业油料、树脂、木栓、单宁等非木质林产化工原料为主要目的的林产工业原料林（如油茶、小桐子、棕榈等），以生产药材、药用原料为主要目的的药用林（如杜仲、厚朴、肉桂等），以及以生产其他林副（特）产品为主要目的的其他经济林。

[来源：LY/T 2736-2016，2.1，有修改]

4.10

碳库 carbon pools

生态系统中碳储存的形式或场所，包括地上生物质、地下生物质、枯落物、枯死木、土壤有机碳和木（竹）产品。

4.11

地上生物质 aboveground biomass

土壤层以上所有活体植物的生物质，包括茎干、桩、枝、皮、叶、花、果和繁殖体等。

4.12

地下生物质 belowground biomass

土壤层以下所有植物活根的生物质，通常不包括难以从土壤有机成分或枯落物中区分出来的直径 $\leq 2\text{mm}$ 的细根。

4.13

生物量 biomass

地上生物质和地下生物质总的干物质质量。

4.14

枯落物 litter

枯落物是土壤层以上，直径 $\leq 5\text{cm}$ 、处于不同分解状态的所有死有机质，包括凋落物、腐殖质，以及难以从地下生物质区分出来的细根。

4.15

枯死木 dead wood

枯落物以外的所有死有机质，包括枯立木、枯倒木以及直径 $> 5\text{cm}$ 的枯枝、死根和树桩。

4.16

土壤有机碳 soil organic carbon

一定深度内（通常为 30cm ）矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机碳，包括难以从地下生物质中区分出来的直径 $\leq 2\text{mm}$ 的细根。

4.17

木（竹）产品 harvested wood or bamboo products

由项目产生的、从项目边界内移出的木材（或竹材）加工而成，在项目计入期结束后仍然在用或进入到垃圾填埋的木制（或竹制）产品。

4.18

湿地 wetlands

全年（或一年中大部分时间，如泥炭土）被水淹没或土壤水分处于饱和状态的土地，且不属于森林、农田、草地和居住用地的范畴。

5 项目边界、计入期、碳库和温室气体排放源

5.1 项目边界

造林碳汇项目区域可包括若干个不连续的地块，每个地块应有特定的地理边界。项目边界内不包括宽度大于 3m 的道路、沟渠、坑塘、河流等不符合适用条件的土地。项目边界可采用下述方法之一确定：

a) 利用北斗卫星导航系统（BDS）、全球定位系统（GPS）等卫星定位系统，直接测定项目地块边界的拐点坐标，单点定位误差不超过 $\pm 5\text{m}$ ；

b) 利用空间分辨率不低于 5m 的地理空间数据（如卫星遥感影像、航拍影像等）、林草资源“一张图”、造林作业设计等，在地理信息系统（GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。

5.2 项目计入期

5.2.1 项目计入期为可申请项目减排量登记的时间期限，从项目业主申请登记的项目减排量的产生时间开始，最短时间不低于 20 年，最长不超过 40 年。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。

5.2.2 项目寿命期限应在项目业主对项目边界内土地的所有权（或使用权）或项目边界内林木的所有权（或经营权）的有效期限之内。项目寿命期限的开始时间即项目边界内首次实施整地、播种或植苗的项目开工日期。

5.3 碳库和温室气体排放源的选择

项目边界内选择不选择的碳库如表 1 所示。

表 1 碳库的选择

情景	碳库	是否选择	理由
基准线情景	地上生物质	否	在计算项目清除量时扣除
	地下生物质		
	枯死木	否	根据适用条件，该碳库的清除量所占比例小，忽略不计
	枯落物		
	土壤有机碳	否	根据适用条件，土地处于稳定或退化状态，忽略不计
	木（竹）产品	否	根据适用条件，该碳库的清除量所占比例小，忽略不计
项目情景	地上生物质	是	主要碳库
	地下生物质		
	枯死木	是或否	相比基准线情景，造林项目通常会增加枯死木碳储量；如果项目存在移除枯死木的情形，基于保守性原则不选择该碳库
	枯落物	是或否	相比基准线情景，造林项目通常会增加枯落物碳储量；如果项目存在移除枯落物的情形，基于保守性原则不选择该碳库
	土壤有机碳	是	造林项目会引起土壤有机碳储量发生变化
	木（竹）产品	否	按照保守性原则，忽略不计

项目边界内选择不选择的温室气体排放源与种类如表 2 所示。

表 2 温室气体排放源的选择

情景	温室气体排放源	温室气体种类	是否选择	理由
基准线情景	火灾或人为火烧	CO ₂ 、CH ₄ 和 N ₂ O	否	按照保守性原则，忽略不计
	使用车辆、机械设备等过程中化石燃料燃烧产生的排放			
	使用石灰、污泥施肥过程中产生的排放			
项目情景	火灾或人为火烧	CO ₂	否	生物质燃烧导致的 CO ₂ 排放已在碳储量变化中考虑
		CH ₄ 和 N ₂ O	是	在项目设计阶段计为 0；如果项目计入期内发生森林火灾或人为的火烧活动，则必须选择该排放源
	使用车辆、机械设备等过程中化石燃料燃烧产生的排放	CO ₂ 、CH ₄ 和 N ₂ O	否	相对于基准线情景，排放量的变化量不显著，忽略不计
	使用石灰、污泥施肥过程中产生的排放			

6 项目减排量核算方法

6.1 基准线情景识别

本文件规定的造林碳汇项目基准线情景为：维持造林项目开始前的土地利用与管理方式。

6.2 额外性论证

6.2.1 免予论证

以保护和改善人类生存环境、维持生态平衡等为主要目的的公益性造林项目，在计入期内除减排量收益外难以获得其他经济收入，造林和后期管护等活动成本高，不具备财务吸引力。符合下列条件之一的造林项目，其额外性免予论证：

- a) 在年均降水量 $\leq 400\text{mm}$ 的地区开展的造林项目；
注：年均降水量 $\leq 400\text{mm}$ 的地区可参考《国家林业局关于颁发<“国家特别规定的灌木林地”的规定>（试行）的通知》（林资发〔2004〕14号）。
- b) 在国家重点生态功能区开展的造林项目；
注：国家重点生态功能区可参考《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46号）、《国务院关于同意新增部分县（市、区、旗）纳入国家重点生态功能区的批复》（国函〔2016〕161号）。
- c) 属于生态公益林的造林项目。

6.2.2 一般论证

其他造林项目按照《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》中“温室气体自愿减排项目额外性论证工具”对项目额外性进行一般论证。

6.3 项目碳层划分

6.3.1 为提高碳储量变化量计算的精度，并在一定精度要求下精简监测样地数量，应按照不同的分层因子将项目边界内的地块划分为不同的层次，包括项目设计阶段的碳层划分和项目实施阶段的碳层划分。

6.3.2 项目设计阶段划分的碳层用于预估碳储量变化量，综合考虑项目边界内土地在造林前的立地条件（如土壤类型、坡度坡向、海拔等），以及拟实施的项目造林时间、造林树种、造林密度等因素划分项目碳层，将无显著差别的造林地块划分为同一碳层。

6.3.3 项目实施阶段划分的碳层用于计算碳储量变化量，主要基于项目设计阶段碳层的划分，结合造林活动的实际情况进行调整确定。若存在自然因素（如立地条件、火灾、病虫害等）或人为干扰（如火烧、采伐等）导致原有碳层的异质性增加，或土地利用发生变化，须对项目碳层进行调整。

6.4 基准线清除量计算

基准线情景下原有植被的生物质碳储量变化量在项目清除量的计算中给予考虑。根据表1和表2，项目开始后第 t 年的基准线清除量计为0，即：

$$\Delta C_{BSL,t}=0 \quad (1)$$

式中：

- $\Delta C_{BSL,t}$ —— 项目第 t 年的基准线清除量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
- t —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

6.5 项目清除量计算

项目开始后第 t 年的项目清除量按照公式（2）计算：

$$\Delta C_{\text{PROJ},t} = \Delta C_{\text{BiomassPROJ},t} + \Delta C_{\text{DOMPROJ},t} + \Delta SOC_{\text{PROJ},t} - GHG_{\text{PROJ},t} - \Delta C_{\text{BiomassPE},t} \quad (2)$$

式中：

$\Delta C_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 t 年的项目清除量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
$\Delta C_{\text{BiomassPROJ},t}$	——	项目第 t 年的生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ），采用本文件附录 A 计算；
$\Delta C_{\text{DOMPROJ},t}$	——	项目第 t 年的死有机质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ），采用本文件附录 B 计算；
$\Delta SOC_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 t 年的土壤有机碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ），采用本文件附录 C 计算；
$GHG_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 t 年因火烧引起的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ），采用本文件附录 D 计算；
$\Delta C_{\text{BiomassPE},t}$	——	项目第 t 年原有植被（乔木、竹子和灌木）的生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ），采用本文件附录 A 计算；
t	——	自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

在项目设计阶段，火烧引起的温室气体排放通常无法预料，因此项目情景下火烧引起的温室气体排放量计为 0。在项目实施阶段，通过监测项目边界内实际火烧发生情况，计算项目温室气体排放量。

6.6 项目泄漏计算

根据本文件适用条件，项目不考虑泄漏。

6.7 项目减排量核算

项目开始后第 t 年的项目减排量按照公式（3）核算：

$$CDR_t = (\Delta C_{\text{PROJ},t} - \Delta C_{\text{BSL},t} - LK_t) \times (1 - K_{\text{RISK}}) \quad (3)$$

式中：

CDR_t	——	项目第 t 年的项目减排量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
$\Delta C_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 t 年的项目清除量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
$\Delta C_{\text{BSL},t}$	——	项目第 t 年的基准线清除量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；
LK_t	——	项目第 t 年的泄漏量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；根据适用条件， $LK_t = 0$ ；
K_{RISK}	——	项目的非持久性风险扣减率，单位为百分比（%）；
t	——	自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

7 监测方法

7.1 项目设计阶段确定的参数和数据

项目设计阶段需确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 3—表 26。

表 3 K_{RISK} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	K_{RISK}
应用的公式编号	公式 (3)
数据描述	造林碳汇项目可能会由于自然因素（如火灾、病虫害、雨雪冰冻、风灾等）或人为干扰（如非法采伐和破坏等）原因导致项目清除的温室气体重新释放到大气中，即非持久性风险。在核算减排量时须按照项目非持久性风险扣减率，扣除一定比例的项目减排量。非持久性风险扣减率采用历史火灾、病虫害等灾害导致的森林蓄积量或森林面积的损失比例计算确定
数据单位	%
数据来源	本表默认值，根据《中国林业统计年鉴》统计全国及各省（区、市）因火灾引起的蓄积损失量占当年森林蓄积增长量的比例，以及病虫害重度危害面积占森林面积的比例，1999-2018 年全国年均因灾损失率约 4.98%，出于保守性原则取值 10%
数值	10%
数据用途	用于计算项目减排量的非持久性风险

表 4 $A_{i,j,t}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$A_{i,j,t}$
应用的公式编号	公式 (A.2)、公式 (A.3)、公式 (A.4)、公式 (B.2)
数据描述	第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的森林面积
数据单位	hm ²
数据来源	项目设计文件及审定确认的项目碳层各树种的森林面积
数值	/
数据用途	用于预估项目清除量

表 5 CF 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	CF
应用的公式编号	公式 (A.2)、公式 (A.3)、公式 (A.4)、公式 (B.2)、公式 (D.3)
数据描述	生物量含碳率
数据单位	t C·(t d.m.) ⁻¹
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.10
数据用途	用于将生物量转换为生物质碳储量

表 6 RSR 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	RSR
应用的公式编号	公式 (A.8)、公式 (A.13)、公式 (A.14)、公式 (A.16)、公式 (A.22)、公式 (A.24)
数据描述	乔木、竹子或灌木的地下生物量占地上生物量的比例
数据单位	无量纲
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的

	整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.8、表 A.9、表 A.12、表 A.15
数据用途	用于利用地上生物量计算地下生物量

表 7 $f(DBH, H)$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f(DBH, H)$
应用的公式编号	公式 (A.10)
数据描述	单株乔木全株（或地上）生物量与胸径和（或）树高的相关方程
数据单位	kg d.m.·stem ⁻¹
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.1、表 A.2、表 A.3
数据用途	用于利用胸径和树高计算乔木林单株生物量

表 8 $f(V_{AF,t})$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f(V_{AF,t})$
应用的公式编号	公式 (A.6)
数据描述	乔木林单位面积全林（或地上）生物量与蓄积量的相关方程
数据单位	t d.m.·hm ⁻²
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.5
数据用途	用于利用单位面积蓄积量计算乔木林全林（或地上）生物量

表 9 $f(Age_{AF,t})$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f(Age_{AF,t})$
应用的公式编号	公式 (A.7)
数据描述	乔木林单位面积蓄积量与林龄的相关方程
数据单位	m ³ ·hm ⁻²
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.11
数据用途	用于利用单位面积蓄积量计算乔木林全林生物量

表 10 $BCEF$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	<i>BCEF</i>
应用的公式编号	公式 (A.13)、公式 (A.14)
数据描述	乔木林生物量转换与扩展因子，即全林（或地上）生物量与蓄积量的比值
数据单位	$\text{t d.m.} \cdot \text{m}^{-3}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.5、表 A.6
数据用途	用于将乔木林蓄积量转化为全林生物量或地上生物量

表 11 *BEF*的技术内容和确定方法

数据/参数名称	<i>BEF</i>
应用的公式编号	公式 (A.17)
数据描述	乔木林生物量扩展因子，即地上生物量与树干生物量的比值
数据单位	无量纲
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.7
数据用途	用于将乔木林树干生物量转化为地上生物量

表 12 *SVD*的技术内容和确定方法

数据/参数名称	<i>SVD</i>
应用的公式编号	公式 (A.17)
数据描述	乔木树种的基本木材密度，即单位体积木材的干物质重量
数据单位	$\text{t d.m.} \cdot \text{m}^{-3}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.10
数据用途	用于将林木蓄积量转换为树干生物量

表 13 $f_v(DBH, H)$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f_v(DBH, H)$
应用的公式编号	公式 (A.15)
数据描述	乔木单株材积与树高和（或）胸径的相关方程
数据单位	$\text{m}^3 \cdot \text{stem}^{-1}$

数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.4
数据用途	用于计算乔木林单位面积全林生物量

表 14 AGB_{BF,T_b} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	AGB_{BF,T_b}
应用的公式编号	公式 (A.20)、公式 (A.22)
数据描述	竹林成熟稳定后的单位面积地上生物量
数据单位	$t\ d.m.\cdot hm^{-2}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.12
数据用途	用于计算竹林单位面积地上生物量

表 15 $f_{AGB,BF}(DBH,H)$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f_{AGB,BF}(DBH,H)$
应用的公式编号	公式 (A.21)
数据描述	竹子单株生物量与胸径和（或）竹高的相关方程
数据单位	$kg\ d.m.\cdot stem^{-1}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.13、表 A.14
数据用途	用于计算竹林单位面积地上生物量

表 16 AGB_{SF} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	AGB_{SF}
应用的公式编号	公式 (A.24)
数据描述	灌木林成熟稳定时的单位面积地上生物量
数据单位	$t\ d.m.\cdot hm^{-2}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值；

	d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.15
数据用途	用于计算灌木林地上生物量

表 17 $f_{SF}(x_1, x_2, x_3 \dots)$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f_{SF}(x_1, x_2, x_3 \dots)$
应用的公式编号	公式 (A.23)
数据描述	灌木单株生物量与灌木测树因子（如基径、灌高、冠幅、灌径等）的相关方程
数据单位	kg d.m.·stem ⁻¹
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 A.16、表 A.17
数据用途	用于计算灌木林地上生物量、地下生物量和全林生物量

表 18 CD_{PE,i,t_0} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	CD_{PE,i,t_0}
应用的公式编号	公式 (A.25)
数据描述	项目开始前，各项目碳层样地内原有散生木（竹）的平均冠层盖度，即树冠投影面积与林地面积的比值
数据单位	无量纲，以小数计
数据来源	根据项目开始前的森林资源调查数据确定；或利用分辨率不超过 2m 的高清卫星影像数据，借助 GIS 等工具进行分析确定
数值	实际测量
数据用途	用于扣减项目碳层原有散生木（竹）继续生长产生的清除量

表 19 DF_{LI} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	DF_{LI}
应用的公式编号	公式 (B.3)
数据描述	枯落物生物量与森林地上生物量的比例
数据单位	无量纲
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 B.1
数据用途	用于计算枯落物生物量

表 20 DF_{DW} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	DF_{DW}
---------	-----------

应用的公式编号	公式 (B.4)
数据描述	枯死木生物量与森林地上生物量的比例
数据单位	无量纲
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 B.2
数据用途	用于计算枯死木生物量

表 21 δSOC 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	δSOC
应用的公式编号	公式 (C.2)
数据描述	造林后土壤有机碳密度平均年变化率
数据单位	$t\ C \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 C.1
数据用途	用于计算土壤有机碳储量变化

表 22 $COMF$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$COMF$
应用的公式编号	公式 (D.2)、公式 (D.4)
数据描述	燃烧因子 (针对不同的植被类型)
数据单位	无量纲
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； c) 本文件及附录中推荐的缺省值； d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析，且经过同行专家评议
数值	表 D.1
数据用途	用于计算森林火烧引起的温室气体排放量

表 23 EF_{CH_4} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	EF_{CH_4}
应用的公式编号	公式 (D.2)、公式 (D.4)
数据描述	CH_4 排放因子
数据单位	$g\ CH_4 \cdot (kg\ d.m.)^{-1}$
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： a) 地方标准； b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据；

	c) 本表缺省值; d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析, 且经过同行专家评议
数值	热带森林: 6.8; 其它森林: 4.7
数据用途	用于计算森林火烧引起的 CH ₄ 排放量

表 24 EF_{N_2O} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	EF_{N_2O}
应用的公式编号	公式 (D.2)、公式 (D.4)
数据描述	N ₂ O 排放因子
数据单位	g N ₂ O·(kg d.m.) ⁻¹
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择: a) 地方标准; b) 国家或行业标准中适用于项目区的数据; c) 本表缺省值; d) 项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据。须基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析, 且经过同行专家评议
数值	热带森林: 0.20; 其它森林: 0.26
数据用途	用于计算森林火烧引起的 N ₂ O 排放

表 25 GWP_{CH_4} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	GWP_{CH_4}
应用的公式编号	公式 (D.2)、公式 (D.4)
数据描述	100 年时间尺度下 CH ₄ 的全球增温潜势
数据单位	无量纲
数据来源	本表默认值, 参考 IPCC 第五次评估报告
数值	28
数据用途	将 CH ₄ 排放量转化为 CO ₂ e

表 26 GWP_{N_2O} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	GWP_{N_2O}
应用的公式编号	公式 (D.2)、公式 (D.4)
数据描述	100 年时间尺度下 N ₂ O 的全球增温潜势
数据单位	无量纲
数据来源	本表默认值, 参考 IPCC 第五次评估报告
数值	265
数据用途	将 N ₂ O 排放量转化为 CO ₂ e

7.2 项目实施阶段需监测的参数和数据

项目实施阶段需确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 27—表 34。

表 27 $A_{i,j,t}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$A_{i,j,t}$
应用的公式编号	公式 (A.2)、公式 (A.3)、公式 (A.4)、公式 (B.2)

数据描述	第 t 年时, 第 i 项目碳层树种 j 的森林面积
数据单位	hm ²
数据来源	野外测定
监测点要求	所有实际实施造林活动的项目地块及其拐点坐标
监测仪表要求	实时动态差分技术 (RTK)、GPS、BDS 等导航设备、高分辨率卫星影像和大比例尺地形图
监测程序与方法要求	核对实际实施的项目地块及其拐点坐标与项目设计是否一致, 针对不一致的地方: a) 位于项目设计边界之外的部分, 不得纳入项目边界内; b) 在监测时, 项目设计边界内尚未实际实施造林的部分地块, 如果面积 $\geq 400\text{m}^2$, 须单独纳入新的碳层或移出项目边界外 (如改变土地用途), 并重新测定相关部分的项目边界坐标
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 5 年至少监测一次。须有项目及碳层边界坐标的.shp 或.kml 文件
质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算项目清除量

表 28 DBH的技术内容和确定方法

数据/参数名称	DBH
应用的公式编号	公式 (A.10)、公式 (A.15)、公式 (A.21)
数据描述	乔木或竹子的胸径
数据单位	cm
数据来源	野外测定
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	胸径测量仪、皮尺; 罗盘、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序 (SOP)
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 5 年至少监测一次。精确到小数点后一位
质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算监测样地的单位面积生物量

表 29 H的技术内容和确定方法

数据/参数名称	H
应用的公式编号	公式 (A.10)、公式 (A.15)、公式 (A.21)、公式 (A.23)
数据描述	乔木 (或竹子、灌木) 的高度
数据单位	m
数据来源	野外测定
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	测高仪、皮尺; 罗盘、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序 (SOP)
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 5 年至少监测一次。精确到小数点后一位
质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算监测样地的单位面积生物量

表 30 $SC_{BF,t}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$SC_{BF,t}$
应用的公式编号	公式 (A.22)
数据描述	竹林 t 年时, 累计择伐地上生物量占其单位面积地上生物量的比例 (如株数比例)
数据单位	无量纲
数据来源	野外测定
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	测高仪、皮尺; 罗盘、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序 (SOP)
监测频次与记录要求	每次择伐时记录
质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算监测样地的单位面积生物量

表 31 $CC_{SF,t}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$CC_{SF,t}$
应用的公式编号	公式 (A.24)
数据描述	第 t 年时, 灌木林覆盖度, 用小数表示 (例如覆盖度 10% 记为 0.10)
数据单位	无量纲
数据来源	野外测定灌木冠幅和株数, 换算成单位面积灌木覆盖度
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	皮尺; 罗盘、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序 (SOP)
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 5 年至少监测一次。精确到小数点后一位
质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算监测样地的单位面积生物量

表 32 $A_{BURN,i,t}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$A_{BURN,i,t}$
应用的公式编号	公式 (D.2)、公式 (D.3)
数据描述	第 t 年时, 第 i 项目碳层发生燃烧的面积
数据单位	hm ²
数据来源	野外测定
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	皮尺; 罗盘、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序 (SOP)。对于在坡地上的样地, 须进行坡度校正
监测频次与记录要求	火灾发生后当年监测。火烧地块位置应用 GPS 或 BDS 定位并记录经纬度坐标 (以度表示的坐标至少保留 6 位小数)、位置 (县、乡、村和小地名) 以及地块的形状和大小

质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程（GB/T 26424）和森林资源连续清查技术规程（GB/T 38590）使用的质量保证和质量控制（QA/QC）程序
数据用途	用于计算火烧引起的温室气体排放量

表 33 $R_{\text{BURN},i,t}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$R_{\text{BURN},i,t}$
应用的公式编号	公式（D.4）
数据描述	第 t 年时，第 i 项目碳层烧除的病原疫木的数量占比
数据单位	无量纲
数据来源	野外测定
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	胸径测量仪、皮尺、测高仪、罗盘、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程（GB/T 26424）和森林资源连续清查技术规程（GB/T 38590）使用的标准操作程序（SOP）
监测频次与记录要求	伐除前监测。记录伐除木树种、胸径、树高、单位面积株数等
质量保证/质量控制程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程（GB/T 26424）和森林资源连续清查技术规程（GB/T 38590）使用的质量保证和质量控制（QA/QC）程序
数据用途	用于计算火烧引起的温室气体排放量

表 34 x_k^1 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	x_k^1
应用的公式编号	公式（G.4）
数据描述	第 k 株单木的激光雷达特征参数
数据单位	m 或无量纲
数据来源	野外测定
监测点要求	所有野外监测样地
监测仪表要求	无人机或有人机、机载激光雷达、RTK、GPS、BDS 等定位和导航设备
监测程序与方法要求	采用机载激光雷达数据获取技术规范（CH/T 8024）使用的标准操作程序（SOP）
监测频次与记录要求	与样地监测频次同时进行，首次核查后，一般每 5 年至少监测一次。无人机点云密度不得少于 100 个/m ²
质量保证/质量控制程序要求	采用机载激光雷达数据获取技术规范（CH/T 8024）使用的标准操作程序（SOP）
数据用途	用于计算乔木或竹林生物量

7.3 项目实施及监测的数据管理要求

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 项目业主应采取以下措施，确保监测参数和数据的质量：

- 遵循项目设计阶段确定的数据监测程序与方法要求，制定详细的监测方案；
- 建立可信且透明的内部管理制度和质量保障体系，包括但不限于可靠的外业测定、外业测定的互检互核、内业数据的输入、计算和核实等；
- 明确负责部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等；
- 指定专职人员负责项目边界、项目实施情况、测树因子、火烧等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

7.3.1.2 鼓励项目减排量收益至少不低于 90%返给具体实施了造林活动，并拥有林木的所

有权或经营权的项目实施主体。

7.3.2 项目边界监测要求

7.3.2.1 在项目设计阶段，项目业主须明确项目计划造林的地块边界，并提供所有项目地块边界的矢量数据文件。在项目实施阶段，项目业主须测量项目实际造林的地块边界。

7.3.2.2 在计入期内，项目业主须根据监测方案对项目边界进行监测，检查项目实际边界是否与项目设计文件一致。如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之外，则边界以项目设计文件为准；如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之内，则以实际边界为准，并提供新的项目边界矢量数据文件。

7.3.2.3 如果项目边界发生任何变化，例如土地利用类型发生变化，应测定被征占地块的地理坐标和面积，将这部分地块调出项目边界，并在后续减排量核算报告中予以说明，之后不再纳入项目边界。

7.3.3 项目实施情况监测要求

项目实施阶段，主要监测和记录项目边界内所发生的造林、管护以及与温室气体排放有关项目活动的实施情况，并判断是否与项目设计文件及监测方案一致。主要包括：

- a) 造林活动：造林时间、造林地块、造林树种、造林密度、苗木成活率和保存率、整地清林方式等；
- b) 管护活动：巡护、补植、采伐、有害生物防治和森林火灾预防措施等；
- c) 项目边界内自然灾害（如火灾、病虫害、台风、干旱等）和人为干扰（如土地利用变化等）的发生情况（如时间、地点、面积、边界、损害强度等）。

7.3.4 项目碳层划分要求

项目实施阶段，如果项目边界内出现下述情形之一，项目业主须在每次监测前对上一次划分的碳层进行调整：

- a) 项目实际活动与项目设计文件不一致，并影响了项目碳层内的均一性，如造林时间、树种选择、造林面积以及边界等发生变化；
- b) 因自然因素（如立地条件、火灾、病虫害等）或人为干扰（如火烧、采伐等）导致碳层内的变异性增加；
- c) 因土地利用类型变化等造成碳层边界发生变化。

若上一次监测发现，两个或多个碳层具有相近的碳储量及变化，则可将这些不同的碳层合并成一个碳层，以降低监测工作量。

7.3.5 抽样设计要求

本文件要求对项目生物质碳储量进行抽样监测，监测应达到 90%可靠性水平下 90%的精度要求。项目业主须按照附录 E 步骤计算获得抽样监测所需的样地数量及在各碳层中的分布。

7.3.6 样地设置要求

项目生物质碳储量的变化可采用固定样地连续监测。项目业主须按照附录 E 步骤，采用随机起点、系统布点的方法设置样地。

7.3.7 监测频率与时间要求

项目业主应在项目设计阶段确定固定样地监测频率，一般每 5 年至少监测一次。首次监测时间不早于项目申请登记时间。

7.3.8 项目生物质碳储量监测与计算要求

项目业主须按照附录 F 步骤，通过在项目样地监测得到的平均单位面积年生物质碳储量，计算项目边界内生物质碳储量的年变化量。

7.3.9 数据精度控制与校正要求

基于样地的生物质碳储量的抽样调查（见附录 F），要求达到 90%可靠性水平下 90%的精度要求。如果测定精度低于该值，项目业主可通过增加样地数量进行补测，从而使测定结果达到精度要求；或选择扣减一定比例清除量的方式进行校正。

$$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROJ},t}} = \Delta C_{\text{Biomass},t} \times (1 - DR) \tag{4}$$

式中：

$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROJ},t}}$ —— 校正后第 t 年的项目生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

$\Delta C_{\text{Biomass},t}$ —— 监测的第 t 年的项目生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

DR —— 扣减率，单位为百分比（%）；

t —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3\cdots$ ，无量纲。

扣减率可从表 35 获得，不确定性的计算见附录 F。

表 35 样地监测生物质碳储量变化量的扣减率

不确定性	扣减率（ DR ）
小于或等于 10%	0%
大于 10%但小于或等于 20%	6%
大于 20%但小于或等于 30%	11%
大于 30%	须增加样地数量，直至测定结果达到精度要求

为保证监测数据的可靠性，在现有监测方法的基础上，本文件鼓励使用机载激光雷达技术作为林木生物质碳储量监测的辅助校核工具。

在拟开发项目区域首次应用机载激光雷达技术开展监测时，须与样地监测数据比照，充分检验该技术在当前场景下的适用性（见附录 G）。在确保能够满足最低精度要求后，方可采用其计算项目范围内林木生物质碳储量。若基于样地监测方法与基于激光雷达方法的计算结果相比误差小于 10%，可基于保守性原则，在首次监测时选取较小值作为项目当年的林木生物质碳储量。

在满足上述精度与误差要求的基础上，后续可选用机载激光雷达方法进行监测，并复用首次监测时建立的激光雷达生物量模型进行计算。若首次监测时，基于激光雷达方法计算结果与基于样地监测方法相比较，则须采用首次监测时基于样地监测方法与基于激光雷达方法计算结果的比值，向下修正基于激光雷达方法的计算结果。

$$C_{\text{Biomass},t} = C_{\text{Biomass},t}^l \times \frac{C_{\text{Biomass},T_1}^m}{C_{\text{Biomass},T_1}^l} \tag{5}$$

式中：

$C_{\text{Biomass},t}$	——	项目第 t 年时的森林生物质碳储量，单位为吨碳（t C）；
$C_{\text{Biomass},t}^l$	——	第 t 年时，使用激光雷达方法监测的森林生物质碳储量，单位为吨碳（t C）；
C_{Biomass,T_1}^l	——	首次监测时（ T_1 ），使用激光雷达方法监测的森林生物质碳储量，单位为吨碳（t C）；
C_{Biomass,T_1}^m	——	首次监测时（ T_1 ），使用样地监测方法监测的森林生物质碳储量，单位为吨碳（t C）；
l	——	通过激光雷达获取或计算的值，无量纲；
m	——	样地实测直接获取或计算的值，无量纲。

在计算最终生物质碳储量变化量时，根据激光雷达生物量模型精度检验结果，采用扣减的方法进行校正，扣减率见表 36。

表 36 激光雷达监测的生物质碳储量变化量的扣减率

精度检验 R^2 值	扣减率（ DR ）
大于或等于 0.9	0%
大于或等于 0.8 但小于 0.9	6%
大于或等于 0.7 但小于 0.8	11%
小于 0.7	须优化模型或额外增加样地数量，直至测定结果达到精度要求

7.3.10 项目火烧排放监测和计算要求

7.3.10.1 项目业主须详细记录项目边界内每一次森林火灾发生的时间、面积、地理边界等信息，根据火烧前最近一次核查确定的单位面积生物量，计算项目边界内由于森林火灾燃烧地上生物质和死有机质所引起的温室气体排放量。

7.3.10.2 如果发生有计划的人为清除病原疫木引起的火烧，项目业主须在伐前监测各样地内病原疫木的树种、胸径、树高、数量等，计算清除的病原疫木的生物质碳储量，进而计算人为火烧引起的温室气体排放量。

7.3.11 数据管理与归档要求

7.3.11.1 对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管监测数据、原始记录（植被调查、生态综合调查数据）、证明材料（权属证明文件、土地合格性证明）相关的书面文件等。原始记录和台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。

7.3.11.2 项目监测的所有数据均应进行电子存档，在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年，确保相关数据可被追溯。

8 项目审定与核查要点

8.1 项目适用条件的审定与核查要点

审定与核查机构应基于项目设计文件，对本文件适用条件进行逐条分析，重点确定以下内容：

a) 核实项目是否符合法律、法规要求，符合行业发展政策。可查阅《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国森林法实施条例》《中华人民共和国土地管理法》等法律及

造林相关的法规和政策，确认项目不违反有关法律法规和政策；

b) 核实项目地块的合格性：

——可通过项目开始前项目边界内的土地利用现状图、现场照片或高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片）、林地“一张图”或林草资源“一张图”、森林资源规划调查数据、造林作业设计、同行评议的研究报告等确认项目边界内地块在项目开始前符合本文件的适用条件；

——对于无法通过上述方式确定造林地块合格性的，应采用现场走访的方式确认，并以影像等可证明的方式记录赴现场开展审核活动的点位和线路。

c) 核实项目边界内的土地权属。在项目审定和减排量核查时，须核对项目全部的土地所有权（或使用权）或林木所有权（或经营权）的证据，如不动产权属证书、土地承包或流转合同；或经有批准权的人民政府或主管部门批准核发的土地证、林权证等；如果项目业主不是项目边界内土地（或林木）权属所有人，项目业主应取得权属人授予的相关权利，并提供相关证明文件；

d) 核实造林活动对项目地块的影响。可基于造林作业设计、卫星影像和实地走访等方式核查项目区域原有植被的移除比例、土壤的扰动程度、清林方式、造林模式等。

8.2 项目开始时间的审定与核查要点

审定与核查机构须通过对比项目开始前后的卫星遥感影像或实地走访（如查数针叶树轮枝数或年轮数确定树木年龄），并结合证据文件核实等方法，验证项目开始时间的真实性。项目业主可选择提供下列材料之一，说明项目的开始时间：

- a) 经县级（含）以上行业主管部门批复的作业设计和（或）出具的验收报告；
- b) 项目业主与施工方签署的施工合同和相关付款证明；
- c) 其他具有法律效力的、注明项目开始日期的文件（如项目监理报告）。

8.3 项目边界的审定与核查要点

审定与核查机构须根据项目业主提供项目边界的矢量数据文件（如.shp 文件或.kml 文件，并细化到地块），重点开展以下工作：

a) 从每个碳层中以随机方式选取至少1个地块（或总共不少于5个地块），利用BDS或GPS系统，直接测定项目地块的全部多边形边界及其拐点坐标，核实单点定位误差是否超过 $\pm 5\text{m}$ 。根据重要拐点坐标定位，计算选取项目地块的面积，与项目业主的测定结果进行对比，核实项目边界面积误差是否超过 $\pm 5\%$ ；

b) 通过遥感影像或实地走访，确认项目边界内是否包含宽度大于3m的道路、沟渠、坑塘、河流等不符合适用条件的土地；

c) 通过项目所在地遥感影像、造林作业设计、造林验收报告等资料，核对实际造林地块的边界与项目设计文件中计划实施的边界是否一致，识别项目实施与项目设计是否出现偏移，并确认出现的偏移是否按照6.3和7.3.4要求调整碳层划分；

d) 核实项目边界内土地利用类型是否发生变化。对土地利用方式已经发生变化的地块，需要从项目边界内调出。

8.4 项目减排量核算的审定与核查要点

8.4.1 审定与核查机构须核实项目减排量核算过程符合本文件的要求，项目实施阶段每次监测和计算方法一致，参数选择合理，计算结果准确且符合保守性原则。

8.4.2 在项目设计阶段，基准线清除量经过审定后，在整个计入期内都是有效的。在项目实施阶段，项目业主可选择不对基准线清除量进行监测，核查机构也不需要基准线清除

量进行核查。

8.4.3 如果项目业主选择对项目开始时的原有散生木（竹）进行标记，在项目实施阶段，项目核查机构须随机抽取不少于 10 个样地，核对原有散生木（竹）的标记情况，株数误差不超过 1 株，并确认没有人为移除原有散生木（竹）的情况发生。如果项目业主未选择对项目开始时的原有散生木（竹）进行标记，在项目设计阶段或项目实施阶段，审定与核查机构须根据项目业主提供的项目开始前的森林资源调查数据、或利用高清卫星影像（分辨率不超过 2m）来确定项目边界内原有散生木（竹）的冠层盖度，与项目业主测定值误差不超过 10%。

8.4.4 审定与核查机构须对项目业主自选参数的真实性和保守性进行核实。自选参数必须是基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的或总数不少于 30 个样本的调查数据的整合分析结果，且经过同行专家评议。整合分析须采用剔除异常值之后的样本数据，计算参数平均值和 95% 置信区间，或构建模拟模型且决定系数（ R^2 值）不低于 0.7，并将参数或模型的不确定性整合到碳储量变化计算结果的不确定性。不确定性的整合方法可参考《IPCC 2000 不确定性管理优良做法指南》。

8.5 样地监测的审定与核查要点

- 确认项目是否按照本文件的要求制定了监测计划并实施，重点审定与核查以下要点：
- a) 确认监测计划是否包含了监测实施的组织形式和职责分工，监测方法、程序和频次，数据记录与收集程序，抽样方案等；
 - b) 确认项目碳层划分、抽样设计和样地设计是否满足 90%可靠性水平下 90%的精度要求，是否满足 7.3.9 节的要求；
 - c) 确认项目监测阶段项目碳层调整与地块生物质碳储量异质性变化的符合性，可使用项目开始时和发生干扰时的卫星影像进行对比，确定项目实施阶段项目碳层调整的合理性；
 - d) 确认固定样地的布设是否根据 7.3.6 节执行；
 - e) 现场核查须在监测完成后 6 个月之内完成。核查机构须从项目所有监测样地中随机选择至少 10 个样地，且每个碳层至少抽 1 个监测样地（以数量多的为准），进行现场测定核查。首先须核实监测样地与所属碳层样地外的造林与经营措施的一致性，确定无误后开展样地测定核查。测定内容包括：样地位置、面积以及每木检尺的株数、胸（地）径、树（株）高或灌木覆盖度，并与项目业主的测定结果进行对比。在误差允许范围内，使用业主的测量值；在误差允许范围之外，项目业主须重新监测和核算。样地监测的平均允许误差如下：

- 样地位置：样地中心点复位误差不超过 $\pm 5\text{m}$ ；
- 样地面积：样地面积与核算报告描述面积一致；
- 株数：胸（地）径 $\geq 2\text{cm}$ 的检尺株数测量误差不超过 $\pm 5\%$ ，最多不超过 ± 3 株；
- 胸（地）径：样地平均胸（地）径测量误差不超过 $\pm 5\%$ ；
- 灌木覆盖度：平均覆盖度误差不超过 $\pm 10\%$ 。

8.6 参数的审定与核查要点及方法

参数的审定与核查要点及方法见表 37。

表 37 参数的审定与核查要点及方法

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
1	CF	确认参数的来源并评估其适用	a) 查阅项目减排量核算报告中的参

2	RSR	性： a) 若参数来源为地方标准、行业标准、国家标准或本文件及附录中推荐的缺省值，则须审定参数是否适用于项目所在地和所选树种； b) 若参数为项目业主自选参数，则须判断参数选择是否符合以下要求： ——参数为项目区当地、相邻地区或相似生态条件下的调查统计数据； ——参数为基于 5 篇以上国内外核心期刊发表的研究结果的整合；或经过同行专家评议的不少于 30 个样本的调查数据的整合结果。	数取值是否与项目设计文件一致、准确； b) 须对参数选取的适用性、准确性、保守性进行核查，核查是否符合 7.1 对参数的技术内容和确定方法的要求。
3	$BCEF$		须对参数选取的适用性、准确性、保守性进行核查，核查是否符合 7.1 对参数技术内容和确定方法的要求。
4	BEF		
5	SVD		
6	AGB_{BF,T_b}		
7	AGB_{SF}		
8	DF_{Li}		
9	DF_{DW}		
10	δSOC		
11	$COMF$		
12	EF_{CH_4}		
13	EF_{N_2O}		
14	$f(DBH, H)$		
15	$f(V_{AF,t})$		
16	$f_{AGB,BF}(DBH, H)$		
17	$f_{SF}(x_1, x_2, x_3 \dots)$		
18	$A_{i,j,t}$	a) 确认项目碳层边界的准确性： ——通过查阅项目设计文件、造林作业设计等，确认项目边界的实际位置； ——确认空间数据分辨率不低于 5m，保障项目边界的准确性； b) 确认项目碳层面积的准确性： ——通过查阅项目设计文件、造林作业设计等，确认碳层划分是否符合 6.3 节要求； ——确认空间数据分辨率不低于 5m，保障地块边界的准确性。	a) 确认项目碳层边界的准确性： ——若利用 BDS 或 GPS 系统，直接测定项目地块边界的拐点坐标，应现场核查拐点情况，并确认拐点坐标采集设备精度不低于 5m； ——若利用地理空间数据（如卫星遥感影像、无人机航拍影像），在 GIS 辅助下直接读取项目地块的边界坐标，应确认空间数据分辨率不低于 5m，同时现场核查边界坐标的实际情况； ——比较项目边界和碳层核查面积与项目业主的监测结果误差。 b) 确认项目碳层调整的准确性： ——查阅项目监测记录，确认项目碳层调整是否符合 7.3.4 节要求； ——确认碳层调整后，项目减排量核算是否符合 7.3.9 节要求。
19	CD_{PE,i,t_0}	根据项目开始前的森林资源调查数据，或分辨率不超过 2m 的高清卫星影像数据，审定该数据是否准确。	a) 查阅项目减排量核算报告中的参数取值是否与项目设计文件一致、准确； b) 须对参数选取的适用性、准确性、保守性进行核查，核查是否符合 7.1 对参数的技术内容和确定方法的要求。
20	DBH	项目审定阶段不包括该参数。	确认测树因子监测的准确性： a) 从监测样地中，随机选择至少 10 个样地，且每个碳层至少抽 1 个监测样地，以数量多的为准进行现场测定，包括样地位置、面积以及株数、胸（基）径和株高； b) 比较核查测树因子与项目业主的监测结果误差是否符合 8.5 节的要求。
21	H		核查管理日志，确定项目边界内火灾发生的时间、面积、地理边界等信息
22	$SC_{BF,t}$		
23	$CC_{SF,t}$		
24	$A_{BURN,i,t}$		

			与项目业主的监测结果相比是否在误差范围内。
25	$R_{\text{BURN},i,t}$		核查病原疫木伐除记录，确定各样地内疫木的树种、胸径、树高、数量等与项目业主的监测结果相比是否在误差范围内。
26	x_k^1		核查机载激光雷达数据的获取是否符合《CH/T 8024-2011 机载激光雷达数据获取技术规范》。

9 方法学编制单位

在本文件编制工作中，中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所，以及大自然保护协会北京代表处、北京林业大学生态与自然保护学院、清华大学能源环境经济研究所、中国绿色碳汇基金会、扬州大学植物保护学院生态学系、中国林业科学研究院资源信息研究所、北京天德泰科技股份有限公司、中国林业集团有限公司、大兴安岭林业集团公司、腾讯科技（北京）有限公司、国家林业和草原局林草调查规划院、中国林业科学研究院林业研究所、生态环境部环境与经济政策研究中心、中国内蒙古森林工业集团有限责任公司、北京汇智绿色资源研究院、中国计量科学研究院、中国林业与环境促进会、北京碳宝科技有限公司、中建生态环境集团有限公司、中国林场协会、江南大学国家安全与绿色发展研究院、北京和碳环境技术有限公司、中国民贸一乡一品产业促进中心、海南斯兰低碳研究中心有限公司、广西森工集团股份有限公司、广西壮族自治区国有高峰林场、广西力源宝科技有限公司、广西壮族自治区国有三门江林场、广西壮族自治区国有黄冕林场、广西壮族自治区国有维都林场等单位作出了积极贡献。

附录 A

（资料性附录）

森林生物质碳储量变化计算方法

A.1 森林生物质碳储量变化的计算

本文件采用“储量变化法（Stock Difference Method）”计算项目边界内的森林生物质碳储量在一段时期内的年均变化量：

$$\Delta C_{\text{Biomass},t} = \frac{C_{\text{Biomass},t_2} - C_{\text{Biomass},t_1}}{t_2 - t_1} \times \frac{44}{12} \quad (\text{A.1})$$

式中：

- $\Delta C_{\text{Biomass},t}$ —— 项目开始第 t 年的森林生物质碳储量的年变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $\text{t CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ ）；
- C_{Biomass,t_1} —— 第 t_1 年时，森林生物质碳储量，单位为吨碳（ t C ）；
- C_{Biomass,t_2} —— 第 t_2 年时，森林生物质碳储量，单位为吨碳（ t C ）；
- $44/12$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比，无量纲；
- t —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- t_1, t_2 —— 项目开始后的第 t_1 年和第 t_2 年，单位为年（ a ），且 $t_1 \leq t \leq t_2$ 。

A.2 森林生物质碳储量的计算

首先分别计算各碳层内各树种（含竹子和灌木）的全林生物质碳储量。当无法直接计算全林生物质碳储量时，可选择分别计算各碳层内各树种的地上和地下生物质碳储量，然后加总得到全林生物质碳储量：

$$C_{\text{Biomass},t} = \sum_i \sum_j (A_{i,j,t} \times B_{\text{Total},i,j,t} \times CF_{\text{Total},i,j}) \quad (\text{A.2})$$

$$C_{\text{AGB},t} = \sum_i \sum_j (A_{i,j,t} \times AGB_{i,j,t} \times CF_{\text{AGB},i,j}) \quad (\text{A.3})$$

$$C_{\text{BGB},t} = \sum_i \sum_j (A_{i,j,t} \times BGB_{i,j,t} \times CF_{\text{BGB},i,j}) \quad (\text{A.4})$$

$$C_{\text{Biomass},t} = C_{\text{AGB},t} + C_{\text{BGB},t} \quad (\text{A.5})$$

式中：

- $C_{\text{Biomass},t}$ —— 第 t 年时，森林生物质碳储量，单位为吨碳（ t C ）；
- $C_{\text{AGB},t}$ —— 第 t 年时，森林地上生物质碳储量，单位为吨碳（ t C ）；
- $C_{\text{BGB},t}$ —— 第 t 年时，森林地下生物质碳储量，单位为吨碳（ t C ）；
- $A_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的森林面积，单位为公顷（ hm^2 ）；
- $AGB_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积地上生物量，单位为吨每公顷（ $\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$ ）；
- $BGB_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积地下生物量，单位为吨每公顷（ $\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$ ）；
- $B_{\text{Total},i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积全林生物量，单位为吨每公顷（ $\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$ ）；

$CF_{AGB,i,j}$	——	第 i 项目碳层树种 j 的地上生物量含碳率, 单位为吨碳每吨 (t C·(t d.m.) ⁻¹) ;
$CF_{BGB,i,j}$	——	第 i 项目碳层树种 j 的地下生物量含碳率, 单位为吨碳每吨 (t C·(t d.m.) ⁻¹) ;
$CF_{Total,i,j}$	——	第 i 项目碳层树种 j 的全林生物量含碳率, 单位为吨碳每吨 (t C·(t d.m.) ⁻¹) ;
i	——	项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$, 无量纲;
j	——	树种, $j=1, 2, 3\cdots$, 无量纲;
t	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

A.3 乔木林生物量的计算

推荐优先使用生物量方程法, 其次为生物量转换因子法, 并可采用激光雷达估测法进行校核。当选择生物量方程法或生物量转换因子法时, 优先选择全林生物量的计算方法, 其次选择分别计算地上生物量和地下生物量的方法。在项目实施阶段, 每次监测和核算均须使用同一类方法, 以保证项目减排量核算结果的可比性。

A.3.1 生物量方程法

在项目设计阶段, 采用乔木林全林 (或地上) 生物量与单位面积蓄积量的相关方程 (表 A.5) 计算乔木林全林 (或地上) 生物量。其中, 乔木林单位面积蓄积量采用单位面积蓄积量与林龄的相关方程 (表 A.11) 计算:

$$B_{Total,AF,t} = f(V_{AF,t}) \quad (A.6)$$

$$V_{AF,t} = f(Age_{AF,t}) \quad (A.7)$$

式中:

$B_{Total,AF,t}$	——	第 t 年时, 乔木林单位面积全林生物量, 单位为吨每公顷 (t d.m.·hm ⁻²) ;
$f(V_{AF})$	——	乔木林单位面积全林 (或地上) 生物量与单位面积蓄积量的相关方程, 单位为吨每公顷 (t d.m.·hm ⁻²) ;
$f(Age_{AF})$	——	乔木林单位面积蓄积量与林龄的相关方程, 单位为立方米每公顷 (m ³ ·hm ⁻²) ;
$V_{AF,t}$	——	第 t 年时, 乔木林单位面积蓄积量, 单位为立方米每公顷 (m ³ ·hm ⁻²) ;
$Age_{AF,t}$	——	第 t 年时, 乔木林的林龄, 无量纲。

如果采用通过地上生物量计算地下生物量的方法, 在得到乔木林地上生物量后, 利用乔木林地下生物量与地上生物量的比值计算乔木林地下生物量, 并加和得到乔木林全林生物量。

$$BGB_{AF} = AGB_{AF} \times RSR_{AF} \quad (A.8)$$

$$B_{Total,AF} = AGB_{AF} + BGB_{AF} \quad (A.9)$$

式中:

$B_{Total,AF}$	——	乔木林单位面积全林生物量, 单位为吨每公顷 (t d.m.·hm ⁻²) ;
----------------	----	--

- AGB_{AF} —— 乔木林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- BGB_{AF} —— 乔木林单位面积地下生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- RSR_{AF} —— 乔木林地下生物量与地上生物量的比值，无量纲。

在项目实施阶段，须使用单株林木的全株（地上或地下）生物量（表 A.1、表 A.2 和表 A.3）与林木胸径和（或）树高的相关方程，再根据单位面积林木数量，计算乔木林全林生物量。

$$B_{Total,AF,i,t} = \sum_j [f(DBH_{AF,i,j,t}, H_{AF,i,j,t}) \times N_{i,j,t}] \times 10^{-3} \quad (A.10)$$

$$B_{Total,AF,t} = \sum_i B_{Total,AF,i,t} \quad (A.11)$$

式中：

- $B_{Total,AF,t}$ —— 第 t 年时，乔木林单位面积全林生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- $B_{Total,AF,i,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层乔木林单位面积全林生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- $f(DBH_{AF}, H_{AF})$ —— 乔木全株（或地上）生物量与胸径（单位为厘米，cm）和（或）树高（单位为米，m）的相关方程（单位为千克每株，kg d.m.·stem⁻¹）；
- $DBH_{AF,i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层乔木林第 j 树种的平均胸径，单位为厘米（cm）；
- $H_{AF,i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层乔木林第 j 树种的平均树高，单位为米（m）；
- j —— 树种， $j=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- i —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- $N_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层乔木林树种 j 的单位面积株数，单位为株每公顷（stem·hm⁻²）；
- t —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- 10^{-3} —— 将千克转换为吨的常数。

在项目实施阶段，如果项目首次监测时间（ T_1 ）是在项目计入期开始（ t_0 ）之后，则可根据经核查的首次监测结果，采用如下办法计算计入期开始时（第 t_0 年）的单位面积生物量：

- 根据项目设计阶段预估的单位面积生物量（公式 A.6 和公式 A.7），计算项目开始至首次监测间每一年的单位面积生物量与上一年的比值（ $b_{Total,AF,t}/b_{Total,AF,t-1}$ ）；
- 通过首次监测的项目实际单位面积生物量，计算前一年的单位面积生物量，直至计入期开始时。

$$B_{Total,AF,T_1-1} = B_{Total,AF,T_1} / (b_{Total,AF,T_1} / b_{Total,AF,T_1-1}) \quad (A.12)$$

式中：

- B_{Total,AF,T_1} —— 经核查的首次监测时的乔木林单位面积生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- B_{Total,AF,T_1-1} —— 首次监测前一年时，乔木林单位面积生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；

$b_{\text{Total,AF},T_1}$	——	项目设计阶段预估的第 T_1 年时, 乔木林单位面积生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$) ;
$b_{\text{Total,AF},T_1-1}$	——	项目设计阶段预估的第 T_1-1 年时, 乔木林单位面积生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$) 。

A. 3. 2 生物量转换因子法

首先选择利用生物量转换与扩展因子法, 将乔木蓄积量 (或单株材积) 转换为乔木林 (或单木) 的全林 (或地上) 生物量。若计算的是全林生物量, 则利用表 A.5 提供的全林生物量方程计算。若计算的是地上生物量, 则利用乔木林地下生物量与地上生物量的比值转化为乔木林全林生物量, 见公式 (A.13)、公式 (A.14) 和公式 (A.15) :

$$B_{\text{Total,AF},t} = V_{\text{AF},t} \times BCEF \times (1 + RSR_{\text{AF}}) \quad (\text{A.13})$$

$$B_{\text{Total,AF},t} = \sum_j \sum_s [v_{j,s,t} \times BCEF_j \times (1 + RSR_{\text{AF},j})] / A_{\text{AF},t} \quad (\text{A.14})$$

$$v_{j,s,t} = f_v(DBH_{j,s,t}, H_{j,s,t}) \quad (\text{A.15})$$

式中:

$B_{\text{Total,AF},t}$	——	第 t 年时, 乔木林单位面积全林生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$) ;
$V_{\text{AF},t}$	——	第 t 年时, 乔木林的单位面积蓄积量, 单位为立方米每公顷 ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$) ;
$v_{j,s,t}$	——	第 t 年时, 乔木林内树种 j 第 s 株树的立木材积, 单位为立方米 ($\text{m}^3\cdot\text{stem}^{-1}$) ;
$BCEF$	——	基于林分的乔木林地上生物量转换与扩展因子, 单位为吨每立方米 ($\text{t d.m.}\cdot\text{m}^{-3}$) ;
$BCEF_j$	——	基于单木的乔木林树种 j 的地上生物量转换与扩展因子, 单位为吨每立方米 ($\text{t d.m.}\cdot\text{m}^{-3}$) ;
RSR_{AF}	——	基于林分的乔木林地下生物量与地上生物量的比值, 无量纲;
$RSR_{\text{AF},j}$	——	基于单木的乔木林树种 j 的地下生物量与地上生物量的比值, 无量纲;
$A_{\text{AF},t}$	——	第 t 年时, 乔木林面积, 单位为公顷 (hm^2) ;
$f_v(DBH_j, H_j)$	——	乔木林内树种 j 的单株立木材积方程, 单位为立方米 (m^3) , 见表 A.4;
j	——	树种, $j=1, 2, 3\cdots$, 无量纲;
s	——	乔木林内树种 j 的单木, $s=1, 2, 3\cdots$, 单位为株 (stem) ;
t	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

其次, 可利用基本木材密度 (表 A.10) 和生物量扩展因子 (表 A.7) 将乔木林蓄积量转化为乔木林地上生物量, 再利用乔木林地下生物量与地上生物量的比值计算全林生物量:

$$B_{\text{Total,AF},t} = AGB_{\text{AF},t} \times (1 + RSR_{\text{AF}}) \quad (\text{A.16})$$

$$AGB_{\text{AF},t} = V_{\text{AF},t} \times SVD \times BEF \quad (\text{A.17})$$

式中:

$B_{\text{Total,AF},t}$	——	第 t 年时, 乔木林单位面积全林生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$) ;
-------------------------	----	--

$V_{AF,t}$	——	第 t 年时，乔木林的单位面积蓄积量，单位为立方米每公顷 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)；
RSR_{AF}	——	基于林分的乔木林地下生物量与地上生物量的比值，无量纲；
$AGB_{AF,t}$	——	第 t 年时，乔木林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
SVD	——	乔木林的基本木材密度，单位为吨每立方米 ($\text{t d.m.} \cdot \text{m}^{-3}$)；
BEF	——	乔木林的生物量扩展因子，是地上生物量与树干生物量的比值，无量纲；
t	——	自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

在项目设计阶段可采用乔木林单位面积蓄积量随林龄变化的模型（表 A.11）计算从项目开始以来逐年单位面积蓄积量（公式 A.7）。在项目实施阶段则须通过监测乔木林密度、平均树高和（或）胸径等（见附录 F）来计算单位面积蓄积量。

A.3.3 机载激光雷达估测法

利用机载激光雷达数据进行单木分割，获取单木位置、树高和冠幅，并与实际中单木位置进行精准匹配。通过实测不同径级的单木样株生物量，构建单木生物量模型。基于激光雷达单木分割获取的每株单木的激光点云数据，计算每株单木的地上生物量，以及单位面积地上生物量：

$$AGB_{AF,t} = \frac{\sum_i \sum_j \sum_s f_{AGB,AF}(x_{1,i,j,s,t}, x_{2,i,j,s,t}, x_{3,i,j,s,t} \dots)}{A_{AF,t}} \times 10^{-3} \quad (\text{A.18})$$

式中：

$AGB_{AF,t}$	——	第 t 年时，乔木林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
$f_{AGB,AF}(x_1, x_2, x_3 \dots)$	——	乔木单株地上生物量与激光点云数据的相关方程，单位为千克每株 ($\text{kg d.m.} \cdot \text{stem}^{-1}$)。其中， $x_1, x_2, x_3, \dots$ 为树高、冠幅、枝下高等；
$A_{AF,t}$	——	第 t 年时，乔木林面积，单位为公顷 (hm^2)；
i	——	项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
j	——	树种， $j=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
s	——	第 i 项目碳层内第 j 类树种的单木， $s=1, 2, 3, \dots$ ，单位为株 (stem)；
t	——	自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

基于上述方法获得乔木林单位面积地上生物量，再利用乔木林地下生物量与地上生物量的比值转换成单位面积全林生物量。

A.4 竹林生物量的计算

单位面积竹林生物量包括地上生物量和地下生物量：

$$B_{\text{Total,BF}} = AGB_{\text{BF}} + BGB_{\text{BF}} \quad (\text{A.19})$$

式中：

$B_{\text{Total,BF}}$	——	竹林单位面积全林生物量，单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
-----------------------	----	---

AGB_{BF} —— 竹林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷 ($t\ d.m.\cdot hm^{-2}$)；

BGB_{BF} —— 竹林单位面积地下生物量，单位为吨每公顷 ($t\ d.m.\cdot hm^{-2}$)。

A. 4. 1 竹林地上生物量的计算方法

新造竹林生长发育可分为发育阶段（一般大径散生竹林 1-9 年、小径散生竹林 1-5 年、丛生竹 1-5 年、混生竹 1-6 年）和成林稳定阶段（一般大径散生竹林从第 10 年开始、小径散生竹林从第 6 年开始、丛生竹从第 6 年开始、混生竹从第 7 年开始）。

在发育阶段，竹林的生物量、株数、平均胸径、平均竹高等都会发生明显的变化。而达到成林稳定阶段后，由于择伐或自然枯损以及新竹的生长，竹林地上生物量基本上处于动态平衡状态。

假定竹林达到成熟稳定的竹龄为 T_b ，在竹龄 (t_b) 达到成熟稳定年龄之前 ($t_b \leq T_b$)，可采用下列方法计算竹林地上生物量。竹林达到成林稳定后 ($t_b > T_b$)，则等于第 T_b 年时的竹林地上生物量。

在项目设计阶段，采用平均生长量的方法计算竹林地上生物量：

$$AGB_{BF,t_b} = \begin{cases} \frac{AGB_{BF,T_b}}{T_b} \times t_b & t_b \leq T_b \\ AGB_{BF,T_b} & t_b > T_b \end{cases} \quad (A.20)$$

式中：

AGB_{BF,t_b} —— 第 t_b 年时，竹林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷 ($t\ d.m.\cdot hm^{-2}$)；

AGB_{BF,T_b} —— 竹林达到成熟稳定后的单位面积地上生物量，单位为吨每公顷 ($t\ d.m.\cdot hm^{-2}$)，见表 A.12；

T_b —— 竹林达到成熟稳定的年龄，无量纲；

t_b —— 项目竹龄，无量纲。

在项目实施阶段，监测竹林单位面积株数、平均胸径和（或）竹高等（见附录 F），采用单株地上生物量与胸径和（或）竹高的相关方程计算单位面积地上生物量。

$$AGB_{BF,t_b} = f_{AGB,BF}(DBH_{t_b}, H_{t_b}) \times N_{t_b} \times 10^{-3} \quad (A.21)$$

式中：

AGB_{BF,t_b} —— 第 t_b 年时，竹林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷 ($t\ d.m.\cdot hm^{-2}$)；

$f_{AGB,BF}(DBH, H)$ —— 竹子单株地上生物量与胸径和（或）竹高的相关方程，单位为千克每株 ($kg\ d.m.\cdot stem^{-1}$)，见表 A.13 和表 A.14；

DBH_{t_b} —— 第 t_b 年时，竹林平均单株胸径，单位为厘米 (cm)；

H_{t_b} —— 第 t_b 年时，竹林平均单株高度，单位为米 (m)；

N_{t_b} —— 第 t_b 年时，竹林的单位面积株数，单位为株每公顷 ($stem\cdot hm^{-2}$)；

t_b —— 项目竹龄，无量纲；

10^{-3} —— 将千克转换为吨的常数。

A. 4. 2 竹林地下生物量的计算方法

由于竹林经营通常只移除地上部分，而地下部分（竹蔸、竹根和竹鞭）仍会在较长时间内留存于林地中，竹林地下生物量通常还会继续增加，即竹林地下生物量与地上生物量的比值会随着竹林年龄的增加而增加，呈现动态变化关系。

在竹林达到成熟稳定的年龄前，通过竹林地下生物量与地上生物量的比值，结合竹林地上生物量的变化，计算竹林地下生物量。当竹林成熟稳定后，经过一段时间的经营，考虑到地下生物量生长也存在上限，本文件保守地假定 $t_b > 2T_b$ 时，地下生物量不再增长。

$$BGB_{BF,t_b} = \begin{cases} AGB_{BF,t_b} \times RSR_{BF}, & t_b \leq T_b \\ AGB_{BF,T_b} \times RSR_{BF} + SC_{BF,t_b} \times AGB_{BF,T_b} \times RSR_{BF}, & T_b < t_b \leq 2T_b \\ AGB_{BF,T_b} \times RSR_{BF} + SC_{BF,2T_b} \times AGB_{BF,T_b} \times RSR_{BF}, & t_b > 2T_b \end{cases} \quad (A.22)$$

式中：

- BGB_{BF,t_b} —— 第 t_b 年时，竹林单位面积地下生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- AGB_{BF,t_b} —— 第 t_b 年时，竹林单位面积地上生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- RSR_{BF} —— 基于林分的竹林地下生物量与地上生物量的比值，无量纲，见表 A.12；
- AGB_{BF,T_b} —— 竹林达到稳定成熟年龄时的单位面积地上生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- SC_{BF,t_b} —— 第 t_b 年时，竹林累计择伐地上生物量占 AGB_{BF,T_b} 的比例（如株数比例），无量纲。

A. 5 灌木林单位面积生物量的计算

灌木林单位面积生物量计算方法，可按照下列方法的优先顺序进行选择。在项目实施阶段，每次监测和核算均须使用同一类方法，以保证项目减排量核算结果的可比性。

A. 5. 1 生物量方程法

通过构建灌木林单株全株生物量、地上（或地上部各器官）或地下生物量与灌木测树因子（如基径、灌高、冠幅等）的相关方程，再结合单位面积灌木株数进行计算。在选择生物量方程时，优先选择全株生物量方程，其次选择地上和地下生物量方程（表 A.16 和表 A.17）。

$$B_{Total,SF} = \sum_j \sum_p f_{SF,j,p}(x_1, x_2, x_3 \dots) \times N_j \times 10^{-3} \quad (A.23)$$

式中：

- $B_{Total,SF}$ —— 灌木林单位面积全林生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²）；
- $f_{SF,j,p}(x_1, x_2, x_3 \dots)$ —— 灌木林中第 j 类灌木器官 p 的生物量与测树因子（ $x_1, x_2, x_3 \dots$ ，如基径、灌高、冠幅等）的相关方程，单位为千克每株（kg·stem⁻¹）；
- N_j —— 灌木林中第 j 类灌木的单位面积株数，单位为株每公顷（stem·hm⁻²）；

j	——	灌木种类, $j=1, 2, 3\cdots$, 无量纲;
p	——	灌木的器官, 可分为叶、枝、茎、根等; 也可分为地上与地下部分; 也可是全株, 无量纲;
10^{-3}	——	将千克转换为吨的常数。

A.5.2 缺省值法

对于灌木造林, 当灌木盖度 <0.05 时, 灌木生物量可忽略不计, 计为 0。当灌木盖度 ≥ 0.05 时, 按照下列方式计算:

$$B_{\text{Total,SF},t} = AGB_{\text{SF}} \times CC_{\text{SF},t} \times (1 + RSR_{\text{SF}}) \quad (\text{A.24})$$

式中:

$B_{\text{Total,SF},t}$	——	第 t 年时, 灌木林单位面积全林生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$);
AGB_{SF}	——	灌木林成熟稳定时的平均单位面积地上生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$), 见表 A.15;
$CC_{\text{SF},t}$	——	第 t 年时, 灌木林盖度, 用小数表示 (例如盖度 10%记为 0.10), 无量纲;
RSR_{SF}	——	基于林分的灌木林地下生物量与地上生物量的比值, 无量纲, 见表 A.15。

A.6 原有植被生物质碳储量变化量的计算

项目业主须选择以下方式之一, 确定项目原有植被生物质碳储量变化量:

a) 在项目设计阶段和项目实施阶段, 项目业主可选择对每个项目碳层内原有的散生木 (竹) 进行逐一标记, 记录编号和数量, 并确保项目实施阶段不会人为移除原有散生木 (竹)。项目业主仅对造林项目新增的林木 (竹) 进行监测, 同时忽略原有植被的生物质碳储量变化量, 即 $\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PE}},t} = 0$;

b) 如果项目开始时项目业主未对原有散生木 (竹) 进行标记, 则在项目首次监测时须补充标记原有散生木 (竹)。项目业主须对新增林木进行监测, 并计算项目各碳层的生物质碳储量变化量, 再对原有植被的生物质碳储量变化量进行扣除。原有植被的生物质碳储量变化量按照公式 (A.25) 进行计算。

$$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PE}},t} = \sum_i \left(\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROJ},i,t}} \times CD_{\text{PE},i,t_0} \right) \quad (\text{A.25})$$

式中:

$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PE}},t}$	——	项目原有散生木 (竹) 第 t 年的生物质碳储量变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ($\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$);
$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROJ},i,t}}$	——	第 i 个项目碳层第 t 年的生物质碳储量变化量 (包括原有植被和新增林木), 单位为吨二氧化碳当量每年 ($\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$), 采用本文件附录 A 计算;
CD_{PE,i,t_0}	——	项目开始时第 i 个项目碳层原有散生木 (竹) 的平均冠层盖度, 无量纲。须利用项目开始前的调查数据或高清遥感影像资料进行确定。以小数表示, 例如盖度 10%计为 0.10, 若无散生木 (竹) 则计为 0;
i	——	项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

c) 如果基准线和项目情景下会发生灌木的移除, 可根据移除比例 (如灌木盖度变化), 采用公式 (A.24) 计算项目边界内原有灌木生物量的减少量。

A.7 生物量模型与参数

表 A.1 中国主要乔木林树种单株生物量与胸径或树高的相关方程（行业标准汇总）

树种	适用范围	生物量	应用条件	一元模型			二元模型			
				模型参数		R^2	模型参数			R^2
				a	b		a	b	c	
油松	晋冀鲁 京津蒙 辽豫甘 青宁陕	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08611	2.46157	0.95	0.06777	2.18050	0.4361	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.42937	1.46329		0.39835	1.07994	0.4361	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01093	2.66478	0.87	0.01090	2.66184	0.0046	0.87
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.10931	1.23382		0.13901	1.07994	0.0046	
湿地松	闽赣湘 粤桂	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08389	2.44091	0.94	0.04744	2.10359	0.6311	0.97
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.30976	1.62928		0.29002	0.97868	0.6311	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04357	2.22877	0.91	0.03526	2.10359	0.2342	0.90
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.07144	1.92151		0.07199	1.66011	0.2342	
云南松	川滇藏	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09492	2.35667	0.92	0.07023	2.10392	0.4112	0.95
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01654	2.34490	0.78	0.01436	2.22637	0.1928	0.81
马尾松	苏浙徽 闽赣湘 粤桂贵	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09949	2.40859	0.95	0.06662	2.09317	0.4976	0.96
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14769	2.16312		0.11727	1.74179	0.4976	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.00811	2.69505	0.89	0.00883	2.73828	-0.0803	0.88
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03384	1.80754		0.04367	1.74485	-0.0803	
	鄂川	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.13792	2.34359	0.91	0.09235	2.02817	0.4976	0.92
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.18919	2.14721		0.18167	1.60778	0.4976	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01125	2.63005	0.58	0.01224	2.67327	-0.8026	0.75
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.04335	1.79163		0.06766	1.61084	-0.8026	
杉木	湘鄂粤 桂浙徽 苏川贵	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07637	2.40393	0.96	0.06539	2.01735	0.4943	0.97
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.21277	1.76730		0.19071	1.35226	0.4943	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01550	2.44421	0.92	0.01639	2.52941	-0.1174	0.92
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03299	1.97505		0.34655	2.06398	-0.1174	
	赣闽	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04363	2.54589	0.98	0.03272	2.11093	0.6021	0.98
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.20848	1.57405		0.17382	1.07322	0.6021	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.00886	2.58617	0.76	0.00820	2.62298	-0.0096	0.84
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03232	1.78179		0.31586	1.78495	-0.0096	
落叶松	黑吉 辽、蒙 东部	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11270	2.39582	0.96	0.06848	2.01549	0.5915	0.97
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.18254	2.09620		0.14583	1.54581	0.5915	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04258	2.37053	0.94	0.04441	2.40255	-0.0498	0.94
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.01671	2.95176		0.01632	3.02446	-0.0498	
	晋冀、 蒙中西 部	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07302	2.47298	0.92	0.06233	2.01549	0.5915	0.92
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14214	2.05910		0.17051	1.39024	0.5915	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02829	2.36403	0.90	0.02867	2.40255	-0.0498	0.90
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.02275	2.49938		0.03919	2.20824	-0.0498	
	新	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11795	2.33612	0.92	0.05851	2.01549	0.5915	0.96
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14236	2.21923		0.12291	1.55432	0.5915	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02055	2.37556	0.70	0.02180	2.40255	-0.0498	0.70
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.07852	1.54259		0.05325	1.84756	-0.0498	
	川滇藏	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11161	2.32803	0.90	0.05577	2.01549	0.5915	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.16341	2.09118		0.15678	1.37332	0.5915	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02136	2.37623	0.71	0.02265	2.40255	-0.0498	0.71
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03663	2.04127		0.03145	2.19867	-0.4980	
云杉	黑吉	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09307	2.43215	0.97	0.08070	2.25957	0.2566	0.98
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13695	2.19211		0.12976	1.96448	0.2566	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02072	2.47431	0.81	0.02513	2.70802	-0.3475	0.80
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.77534	1.65434		0.08751	1.93277	-0.3475	
	甘青、 新疆天 山	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.14865	2.28906	0.91	0.12890	2.09828	0.2566	0.91
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.31796	1.81664		0.30798	1.55710	0.2566	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04632	2.28836	0.81	0.05618	2.54672	-0.3475	0.85

树种	适用范围	生物量	应用条件	一元模型			二元模型			
				模型参数		R^2	模型参数			R^2
				a	b		a	b	c	
冷杉	新疆阿尔泰山	BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.09703	1.82893		0.09415	2.22593	-0.3475	
		AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.15559	2.25877	0.83	0.13492	2.07331	0.2566	0.89
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.17081	2.20079		0.17492	1.91201	0.2566	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.03408	2.27061	0.84	0.04134	2.52175	-0.3475	0.85
	川	BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.06622	1.85795		0.06690	2.22700	-0.3475	
		AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12961	2.30961	0.89	0.11239	2.12257	0.2566	0.89
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.30880	1.77020		0.31004	1.49208	0.2566	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02679	2.31771	0.97	0.03249	2.57101	-0.3475	0.97
	滇	BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.69286	1.72732		0.05914	2.19889	-0.3475	
		AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10554	2.38926	0.96	0.09152	2.21060	0.2566	0.98
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.18746	2.03230		0.16923	1.82866	0.2566	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02413	2.41710	0.94	0.02927	2.65904	-0.3475	0.93
	藏	BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03062	2.26907		0.03812	2.49485	-0.3475	
		AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.18143	2.21804	0.91	0.15732	2.03623	0.2566	0.92
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13692	2.39293		0.12691	2.16973	0.2566	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.03144	2.23846	0.85	0.03813	2.48467	-0.3475	0.80
	藏	BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.02642	2.34646		0.03278	2.57872	-0.3475	
冷杉	黑吉	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09088	2.41762	0.95	0.06945	2.05753	0.5084	0.96
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14035	2.14761		0.12545	1.69012	0.5084	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02608	2.30198	0.81	0.03118	2.54141	-0.3380	0.82
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.02230	2.39904		0.02516	2.67482	-0.3380	
	甘青、新疆天山	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09751	2.42878	0.89	0.07451	2.05753	0.5084	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13128	2.24404		0.10279	1.85762	0.5084	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.03863	2.29457	0.89	0.04620	2.54141	-0.3380	0.90
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.01360	2.94304		0.01570	3.21188	-0.3380	
	川	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08486	2.40985	0.88	0.06484	2.05753	0.5084	0.93
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.16896	1.98195		0.15765	1.50552	0.5084	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02407	2.30715	0.85	0.02879	2.54141	-0.3380	0.83
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.02519	2.27893		0.02722	2.57625	-0.3380	
	滇	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08018	2.41049	0.99	0.06127	2.05753	0.5084	0.99
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.18175	1.90205		0.19406	1.34122	0.5084	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02942	2.30673	0.87	0.03518	2.54141	-0.3380	0.90
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.05096	1.96530		0.05257	2.29188	-0.3380	
	藏	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08116	2.42411	0.94	0.06202	2.05753	0.5084	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.10366	2.27209		0.09159	1.81526	0.5084	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.03035	2.29767	0.94	0.03630	2.54141	-0.3380	0.94
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.01041	2.96271		0.01263	3.19747	-0.3380	
柳杉	浙鄂湘川渝	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.15483	2.17100	0.94	0.09311	1.81174	0.6068	0.97
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.22754	1.93180		0.19780	1.34355	0.6068	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01406	2.57193	0.87	0.01679	2.69756	-0.2122	0.86
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.06279	1.93180		0.05884	1.91838	-0.2122	
栎树	黑吉辽、蒙东部	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09135	2.48954	0.92	0.06149	2.14380	0.5839	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.11963	2.32194		0.10918	1.78705	0.5839	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04588	2.30079	0.81	0.05183	2.40723	-0.1797	0.80
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.08646	1.90705		0.29352	1.32981	-0.1797	
	豫晋冀陕青甘宁	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09393	2.54608	0.94	0.07509	2.32637	0.3302	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.20484	2.06167		0.15419	1.87937	0.3302	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.05209	2.30130	0.89	0.06989	2.58980	-0.4335	0.88
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.12730	1.74612		0.17702	2.01240	-0.4335	
	川滇	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11520	2.42424	0.91	0.07806	2.06321	0.5739	0.92
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.29813	1.83342		0.22999	1.39183	0.5739	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04890	2.20730	0.77	0.05561	2.32664	-0.1897	0.78
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14067	1.55077		0.15621	1.68493	-0.1897	

树种	适用范围	生物量	应用条件	一元模型			二元模型			
				模型参数		R^2	模型参数			R^2
				a	b		a	b	c	
	鄂湘赣 徽浙渝 贵	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.21360	2.30416	0.91	0.13188	1.82892	0.7112	0.97
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.22586	2.26960		0.15444	1.73082	0.7112	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11060	2.05730	0.79	0.11460	2.09235	-0.0525	0.75
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.06271	2.40982		0.05344	2.56640	-0.0525	
桦树	黑吉、 蒙东部 (白桦)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10298	2.44022	0.94	0.06807	2.10850	0.5202	0.96
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14305	2.23603		0.10408	1.84470	0.5202	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.05511	2.25464	0.81	0.04409	2.07591	0.2803	0.79
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.05612	2.24334		0.04729	2.03242	0.2803	
	黑吉、 蒙东部 (其他桦)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09588	2.42564	0.92	0.06338	2.10850	0.5202	0.94
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13863	2.19653		0.11029	1.76426	0.5202	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04916	2.24678	0.71	0.03933	2.07591	0.2803	0.71
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.05998	2.12325		0.05409	1.87801	0.2803	
	蒙中西部、 豫 晋陕青 甘宁新	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11146	2.42983	0.94	0.07367	2.10850	0.5202	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.30646	1.80136		0.20254	1.48013	0.5202	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.05084	2.24904	0.86	0.04068	2.07591	0.2803	0.85
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.08875	1.90290		0.07566	1.69031	0.2803	
	川滇	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09615	2.41861	0.88	0.06356	2.10850	0.5202	0.90
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13097	2.22660		0.08907	1.89878	0.5202	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04159	2.24300	0.82	0.03328	2.07591	0.2803	
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.02004	2.69673		0.01723	2.48504	0.2803	0.82
木荷	滇闽赣 贵浙湘 粤	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17685	2.26314	0.96	0.12045	2.06446	0.3827	0.96
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.06408	2.19784	0.81	0.08177	2.32395	-0.2429	0.82
枫香	桂闽赣 湘贵浙 徽渝	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10615	2.46650	0.95	0.08909	2.25564	0.3041	0.96
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09552	2.14190	0.92	0.12052	2.42178	-0.4037	0.90
柏木	京津冀 晋蒙鲁 豫	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.15341	2.31696	0.92	0.12483	1.91489	0.6152	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.36274	1.78224		0.27086	1.43357	0.6152	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.05961	2.16657	0.88	0.04381	1.76750	0.6428	0.90
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.14096	1.63185		0.09507	1.28618	0.6428	
	陕甘青	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.13313	2.25359	0.85	0.08947	1.91489	0.6152	0.90
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.48331	1.45248		0.33843	1.08825	0.6152	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.05487	2.10320	0.81	0.03370	1.76750	0.6428	0.86
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.19921	1.30209		0.12749	0.94085	0.6428	
	川滇藏	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.14179	2.32928	0.89	0.09433	1.91489	0.6152	0.98
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.23907	2.00472		0.16090	1.58314	0.6152	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.03917	2.17890	0.77	0.02453	1.76750	0.6428	0.93
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.06603	1.85434		0.04184	1.43574	0.6428	
	浙鄂湘 粤渝贵	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.14734	2.34512	0.93	0.10014	1.91489	0.6152	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.19117	2.18332		0.12088	1.79791	0.6152	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.05617	2.19473	0.87	0.03518	1.76750	0.6428	0.91
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.07288	2.03293		0.04247	1.65052	0.6428	
高山松	藏川滇	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10387	2.37122	0.90	0.08909	2.25564	0.3041	0.94
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.24417	1.84015		0.22306	1.62370	0.2747	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02174	2.37122	0.77	0.01586	2.19183	0.3257	0.79
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.05024	1.84015	0.77	0.03958	1.62370	0.3257	0.79
思茅松	普洱、 西双版纳、 德宏、 临沧	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02742	2.80363	0.96	0.02106	2.52398	0.4163	0.97
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.11144	1.93247	0.96	0.10397	1.53180	0.4163	0.97
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.00636	2.68731	0.94	0.00402	2.63445	0.2252	0.93
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.01379	2.20606	0.94	0.01624	1.76761	0.2252	0.93
樟子松	蒙东部、 黑吉辽	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07599	2.42539	0.94	0.05460	2.23412	0.3478	0.94
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.07599	2.42539	0.94	0.17577	1.50770	0.3478	0.94
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01281	2.50659	0.78	0.01131	2.57232	-0.0398	0.76

树种	适用范围	生物量	应用条件	一元模型			二元模型			
				模型参数		R^2	模型参数			R^2
				a	b		a	b	c	
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.08105	1.36051	0.78	0.03343	1.89875	-0.0398	0.76
椴树	黑吉辽	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07111	2.45853	0.93	0.03798	2.12825	0.6112	0.96
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02158	2.51509	0.86	0.01671	2.70249	-0.1312	0.86
榆树	黑吉辽 冀蒙	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.18527	2.17522	0.92	0.10266	1.98520	0.4907	0.95
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07187	2.14011	0.87	0.04323	2.06056	0.3372	0.91
黄山松	浙徽闽 赣	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09421	2.41667	0.93	0.05952	2.12183	0.5238	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.18297	2.00425		0.16591	1.48491	0.2524	
杨树	黑吉辽 蒙 (天然山杨)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07357	2.49646	0.94	0.04502	2.12223	0.5916	0.96
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13307	2.12826		0.08428	1.73268	0.5916	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02407	2.36207	0.92	0.02243	2.30820	0.0852	0.92
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.04152	2.02344		0.05776	1.72050	0.0852	
	陕甘青 宁新 (天然山杨)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07529	2.51165	0.95	0.04607	2.14892	0.5916	0.95
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.15911	2.04669		0.09107	1.72550	0.5916	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02512	2.38711	0.90	0.02341	2.33489	0.0852	0.90
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.09539	1.55813		0.07508	1.61070	0.0852	
	川滇藏 (天然山杨)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09549	2.42842	0.93	0.05843	2.05186	0.5916	0.96
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.09977	2.40118		0.06530	1.98276	0.5916	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02668	2.29204	0.87	0.02486	2.23783	0.0852	0.87
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.02217	2.40704		0.02208	2.31139	0.0852	
	黑吉辽 蒙 (人工杨树)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09084	2.37209	0.92	0.05559	2.00861	0.5916	0.94
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.12638	2.16693		0.09585	1.67005	0.5916	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.03389	2.24690	0.67	0.03157	2.19458	0.0852	0.66
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03201	2.28221		0.03961	2.05364	0.0852	
	鲁豫蒙 冀晋京 (人工杨树)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.07685	2.50731	0.92	0.04703	2.12487	0.5916	0.94
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.10182	2.33251		0.06741	1.90115	0.5916	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.02606	2.36590	0.91	0.02428	2.31085	0.0852	0.91
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.03539	2.17573		0.03669	2.05421	0.0852	
	苏徽鄂 湘渝贵 (人工杨树)	AGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.04792	2.67346	0.97	0.02933	2.27634	0.5916	0.98
		AGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.13816	2.01559		0.09837	1.52435	0.5916	
		BGB	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.01232	2.51948	0.94	0.01148	2.46232	0.0852	0.94
		BGB	$DBH < 5\text{cm}$	0.05851	1.55130		0.05966	1.43820	0.0852	

注 1: 一元模型方程的表达式为 $M = a \cdot DBH^b$, 二元模型方程的表达式为 $M = a \cdot DBH^b \cdot H^c$ 。其中, M 为单株生物量, 单位为千克 (kg d.m.); AGB 为地上生物量, 单位为千克 (kg d.m.); BGB 为地下生物量, 单位为千克 (kg d.m.); DBH 为胸径, 单位为厘米 (cm); H 为树高, 单位为米 (m); a 、 b 、 c 为模型参数; R^2 为决定系数。

注 2: 在造林密度和立地条件等相对一致的情况下, 应优先选择基于胸径的一元模型, 否则应选择基于胸径和树高的二元模型。本表中未包含的树种, 可参考表 A.2 和表 A.3 中的方程。本表未包含的树种, 可采用文献值。

表 A.2 中国主要乔木林树种单株生物量与胸径的相关方程 (文献混合建模)

树种 (组)	器官	a	b	R^2	胸径范围
针叶树	地上	0.1112	2.3689	0.926	1.0~95.0
	整株	0.1533	2.3377	0.917	1.0~95.0
阔叶树	地上	0.0622	2.5289	0.933	1.0~150.0
	整株	0.0277	2.7518	0.944	1.0~150.0
云冷杉	地上	0.2848	2.1344	0.962	1.0~95.0
	整株	0.3492	2.1103	0.963	1.0~95.0
红松	地上	0.1380	2.2885	0.980	1.0~80.0
	整株	0.0380	2.7330	0.996	1.0~50.0
栲类	地上	0.0076	3.2895	0.964	2.0~40.0
	整株	0.0130	3.1995	0.977	2.0~40.0

树种（组）	器官	a	b	R^2	胸径范围
桉树	地上	0.1882	2.1916	0.953	2.0~19.7
	整株	0.1898	2.2407	0.937	2.0~19.7
橡胶	地上	0.1784	2.3197	0.984	2.0~38.0
	整株	0.2113	2.3117	0.991	2.0~38.0
青冈	地上	0.2235	2.2311	0.977	3.2~37.5
	整株	0.1930	2.3590	0.998	3.2~37.5
注：方程表达式为 $Y = a \cdot DBH^b$ 。其中， Y 为单株生物量，单位为千克（kg d.m.）； DBH 为胸径，单位为厘米（cm）； a 、 b 为模型参数； R^2 为决定系数。					

表 A.3 中国主要乔木林树种单株生物量与胸径和树高的相关方程（文献混合建模）

树种（组）	器官	a	b	R^2	胸径范围	树高范围
针叶树	地上	32.6335	0.9472	0.933	1.0~80.0	0.7~36.0
	整株	51.5232	0.9212	0.923	1.0~80.0	0.7~36.0
阔叶树	地上	119.1632	0.8542	0.921	1.0~150.0	0.7~66.8
	整株	102.1363	0.8793	0.931	1.0~150.0	0.7~66.8
云冷杉	地上	227.3627	0.7660	0.853	1.0~46.0	2.3~33.4
	整株	707.3147	0.6703	0.793	1.0~46.0	2.3~23.3
红松	地上	164.1689	0.7998	0.971	1.0~50.0	1.5~25.5
	整株	141.8679	0.8427	0.985	1.0~50.0	1.5~25.5
水杉	地上	131.9814	0.7589	0.967	2.0~32.0	5.8~22.7
	整株	191.4221	0.7385	0.964	2.0~32.0	5.8~22.7
侧柏	地上	270.7737	0.7326	0.861	2.0~20.0	2.4~11.5
	整株	72.5015	0.9334	0.985	2.0~20.0	2.4~9.8
桉树	地上	10.6870	1.1219	0.884	2.0~23.0	4.1~29.0
	整株	11.6078	1.1356	0.858	2.0~23.0	4.1~29.0
刺槐	地上	56.5556	0.9282	0.976	2.0~34.0	2.1~18.0
	整株	103.8042	0.8764	0.969	2.0~34.0	2.1~18.0
金合欢	地上	321.2532	0.7195	0.875	2.0~26.0	3.4~24.0
	整株	114.6927	0.8634	0.993	2.0~26.0	3.4~24.0
樟树	地上	5.7680	1.1846	0.985	2.0~26.0	2.8~19.1
	整株	7.4309	1.1827	0.985	2.0~26.0	2.8~19.1
注：方程表达式为 $Y = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b \cdot 10^{-3}$ 。其中， Y 为单株生物量，单位为千克（kg d.m.）； DBH 为胸径，单位为厘米（cm）； H 为树高，单位为米（m）； a 、 b 为模型参数； R^2 为决定系数。						

表 A.4 中国主要乔木林树种单株材积与胸径或树高的相关方程（行业标准汇总）

树种	适用范围	应用条件	一元模型			二元模型			
			模型参数		R^2	模型参数			R^2
			a	b		a	b	c	
油松	晋冀鲁 京津蒙 辽豫甘 青宁陕	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12867	2.45051	0.9659	0.08547	1.97057	0.74467	0.9876
		$DBH < 5\text{cm}$	0.31978	1.88486	0.9659	0.28135	1.23026	0.74467	0.9876
湿地松	闽赣湘 粤桂	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.16355	2.37833	0.9457	0.07788	1.93930	0.82136	0.9791
		$DBH < 5\text{cm}$	0.28709	2.02872	0.9457	0.26351	1.18195	0.82136	0.9791
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17251	2.37594	0.8800	0.09653	1.88886	0.79242	0.9733

树种	适用范围	应用条件	一元模型			二元模型			
			模型参数		R^2	模型参数			R^2
			a	b		a	b	c	
云南松		$DBH < 5\text{cm}$	0.17251	2.37594	0.8800	0.09653	1.88886	0.79242	0.9733
马尾松	苏浙徽 闽赣湘 粤桂贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.13881	2.48492	0.9552	0.06694	1.91140	0.90485	0.9854
		$DBH < 5\text{cm}$	0.21433	2.21499	0.9552	0.14091	1.44888	0.90485	0.9854
	鄂川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.14644	2.48492	0.9448	0.07063	1.91140	0.90485	0.9831
		$DBH < 5\text{cm}$	0.18142	2.35184	0.9448	0.16851	1.37100	0.90485	0.9831
杉木	湘鄂粤 桂浙徽 苏川贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09301	2.61838	0.9413	0.06799	1.83798	0.99776	0.9934
		$DBH < 5\text{cm}$	0.23149	2.05185	0.9413	0.18560	1.21398	0.99776	0.9934
	赣闽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09226	2.60314	0.9554	0.05561	1.83798	1.05922	0.9934
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20996	2.09213	0.9554	0.15249	1.21118	1.05992	0.9934
落叶松	黑吉 辽、蒙 东部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17694	2.43583	0.9617	0.07669	1.80035	0.99246	0.9878
		$DBH < 5\text{cm}$	0.16654	2.47616	0.9617	0.11426	1.55262	0.99426	0.9878
	晋冀、 蒙中西 部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09477	2.56801	0.9574	0.07267	1.80035	0.99246	0.9868
		$DBH < 5\text{cm}$	0.10844	2.48428	0.9574	0.14715	1.36194	0.99426	0.9868
	新	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.24773	2.33835	0.8857	0.07640	1.80035	0.99246	0.9669
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20864	2.44505	0.8857	0.16305	1.32936	0.99426	0.9669
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.24067	2.32478	0.8808	0.07514	1.80035	0.99246	0.9760
		$DBH < 5\text{cm}$	0.25551	2.28762	0.8808	0.23836	1.08307	0.99426	0.9760
云杉	黑吉	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12677	2.48937	0.9394	0.07089	1.78562	1.04651	0.9876
		$DBH < 5\text{cm}$	0.16450	2.32750	0.9394	0.13202	1.39924	1.04651	0.9876
	甘青、 新疆天 山	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11801	2.56362	0.8616	0.06599	1.78562	1.04651	0.9903
		$DBH < 5\text{cm}$	0.26385	2.06367	0.8616	0.23169	1.00526	1.04651	0.9903
	新疆阿 尔泰山	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11747	2.54190	0.7919	0.06569	1.78562	1.04651	0.9680
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20471	2.19680	0.7919	0.22553	1.10920	1.04651	0.9680
	川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12123	2.54838	0.8313	0.06779	1.78562	1.04651	0.9576
		$DBH < 5\text{cm}$	0.29252	2.00109	0.8313	0.29738	0.86695	1.04651	0.9576
	滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12603	2.51419	0.8504	0.07047	1.78562	1.04651	0.9847
		$DBH < 5\text{cm}$	0.26608	2.04985	0.8504	0.17530	1.21941	1.04651	0.9847
	藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11773	2.52704	0.8066	0.06583	1.78562	1.04651	0.9807
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22263	2.13116	0.8066	0.16335	1.22096	1.04651	0.9807
冷杉	黑吉	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10871	2.55115	0.9650	0.06265	1.81341	1.04158	0.9895
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20966	2.14304	0.9650	0.16659	1.20574	1.04158	0.9895
	甘青、 新疆天 山	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11390	2.54010	0.8623	0.06564	1.81341	1.04158	0.9818
		$DBH < 5\text{cm}$	0.17354	2.31237	0.8623	0.10514	1.52068	1.04158	0.9818
	川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10980	2.53524	0.9339	0.06328	1.81341	1.04158	0.9842
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22558	2.08785	0.9339	0.19574	1.11175	1.04158	0.9842
	滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11956	2.53654	0.9081	0.0689	1.81341	1.04158	0.9647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20097	2.21388	0.9081	0.22985	1.06486	1.04158	0.9647
	藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11421	2.56444	0.9384	0.06582	1.81341	1.04158	0.9794
		$DBH < 5\text{cm}$	0.17514	2.29877	0.9384	0.13592	1.36281	1.04158	0.9794
柳杉	浙鄂湘 川渝	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.15598	2.43125	0.9494	0.06650	1.82909	1.01703	0.9902
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20944	2.24816	0.9494	0.16561	1.26217	1.01703	0.9902
栎树	黑吉 辽、蒙 东部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.11983	2.44828	0.9100	0.06405	1.90118	0.92394	0.9780
		$DBH < 5\text{cm}$	0.12070	2.44378	0.9100	0.10443	1.59739	0.92394	0.9780
		$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12007	2.51608	0.9289	0.06418	1.90118	0.92394	0.9741

树种	适用范围	应用条件	一元模型			二元模型			
			模型参数		R^2	模型参数			R^2
			a	b		a	b	c	
	豫晋冀 陕青甘 宁	$DBH < 5\text{cm}$	0.42140	1.73601	0.9289	0.19029	1.22584	0.92394	0.9741
		$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12466	2.48238	0.9172	0.06663	1.90118	0.92394	0.9671
	川滇	$DBH < 5\text{cm}$	0.19649	2.19967	0.9172	0.12939	1.48879	0.92394	0.9172
		$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12881	2.51860	0.9259	0.06884	1.90118	0.92394	0.9837
	鄂湘赣 徽浙渝 贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.18093	2.30746	0.9259	0.11042	1.60764	0.92394	0.9837
		$DBH < 5\text{cm}$							
桦树	黑吉、 蒙东部 (白桦)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.16415	2.40688	0.9482	0.08077	1.83864	0.89108	0.9797
		$DBH < 5\text{cm}$	0.19500	2.29987	0.9482	0.11309	1.62952	0.89108	0.9797
	黑吉、 蒙东部 (其他桦)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.16415	2.38190	0.8875	0.08077	1.83864	0.89108	0.9444
		$DBH < 5\text{cm}$	0.31578	1.97537	0.8875	0.21343	1.23490	0.89108	0.9444
	蒙中西 部、豫 晋陕青 甘宁新	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.16415	2.38909	0.8617	0.08077	1.83864	0.89108	0.9283
		$DBH < 5\text{cm}$	0.33894	1.93860	0.8617	0.16673	1.38833	0.89108	0.9283
	川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.16415	2.36986	0.9462	0.08077	1.83864	0.89108	0.9676
		$DBH < 5\text{cm}$	0.16159	2.37963	0.9462	0.08349	1.81809	0.89108	0.9676
木荷	滇闽赣 贵浙湘 粤	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.18509	2.34176	0.9542	0.09250	1.98290	0.69115	0.9814
枫香	桂闽赣 湘贵浙 徽渝	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12899	2.49044	0.9644	0.07752	1.87744	0.88418	0.9922
柏木	京津冀 晋蒙鲁 豫	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.10552	2.43135	0.9513	0.08077	0.07212	1.68893	0.9838
		$DBH < 5\text{cm}$	0.32464	1.73310	0.9513	0.11309	0.18931	1.08929	0.9838
	陕甘青	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.15131	2.31433	0.8647	0.08077	0.07264	1.68893	0.9772
		$DBH < 5\text{cm}$	0.26101	1.97556	0.8647	0.21343	0.13518	1.30300	0.9772
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.13976	2.45411	0.7916	0.08077	0.06585	1.68893	0.9699
		$DBH < 5\text{cm}$	0.18766	2.27099	0.7916	0.16673	0.09033	1.49254	0.9699
	浙鄂湘 粤渝贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.13661	2.48335	0.9391	0.08077	0.06695	1.68893	0.9731
		$DBH < 5\text{cm}$	0.18758	2.28632	0.9391	0.08349	0.08047	1.57467	0.9731
高山松	藏川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12797	2.45410	0.8814	0.07989	1.89095	0.86227	0.9848
		$DBH < 5\text{cm}$	0.28232	1.96247	0.8814	0.21255	1.28297	0.86227	0.9848
思茅松	普洱、 西双版纳、 德宏、临 沧	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09916	2.57713	0.9656	0.05648	1.98128	0.88709	0.9890
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22219	2.07585	0.9656	0.19167	1.22213	0.88709	0.9890
樟子松	蒙东 部、黑 吉辽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17523	2.35785	0.8835	0.07571	1.87223	0.88288	0.9759
		$DBH < 5\text{cm}$	0.20629	2.25645	0.8835	0.19151	1.29559	0.88288	0.9759
椴树	黑吉辽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17860	2.37243	0.9403	0.07725	1.93103	0.81681	0.9840
榆树	黑吉辽 冀蒙	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.25977	2.13101	0.8719	0.09838	1.81849	0.80712	0.9494
		$DBH \geq 5\text{cm}$	0.14687	2.45581	0.9221	0.06799	1.96127	0.87851	0.9804

树种	适用范围	应用条件	一元模型			二元模型			
			模型参数		R^2	模型参数			R^2
			a	b		a	b	c	
黄山松	浙徽闽赣	$DBH<5\text{cm}$	0.22278	2.19693	0.9221	0.18905	1.32580	0.87851	0.9804
杨树	黑吉辽蒙天然山杨	$DBH\geq 5\text{cm}$	0.13447	2.49461		0.06124	1.89521	0.94759	
		$DBH<5\text{cm}$	0.17698	2.32395	0.9462	0.08515	1.69037	0.94759	0.9830
	陕甘青宁新（天然山杨）	$DBH\geq 5\text{cm}$	0.13427	2.47618		0.06114	1.89521	0.94759	
		$DBH<5\text{cm}$	0.21850	2.17363	0.9437	0.08940	1.65919	0.94759	0.9848
	川滇藏（天然山杨）	$DBH\geq 5\text{cm}$	0.13560	2.49834		0.06175	1.89521	0.94759	
		$DBH<5\text{cm}$	0.15005	2.43546	0.9447	0.07611	1.76530	0.94759	0.9848
	黑吉辽蒙（人工杨树）	$DBH\geq 5\text{cm}$	0.12763	2.47739		0.05812	1.89521	0.94759	
		$DBH<5\text{cm}$	0.19993	2.19851	0.9326	0.12840	1.40268	0.94759	0.9700
	鲁豫蒙冀晋京（人工杨树）	$DBH\geq 5\text{cm}$	0.12296	2.50774		0.05599	1.89521	0.94759	
		$DBH<5\text{cm}$	0.20946	2.17677	0.9624	0.10820	1.48589	0.94759	0.9889
	苏徽鄂湘渝贵（人工杨树）	$DBH\geq 5\text{cm}$	0.11991	2.53125		0.05460	1.89521	0.94759	
		$DBH<5\text{cm}$	0.17900	2.28229	0.9489	0.10390	1.49547	0.94759	0.9849
注 1：一元模型方程的表达式为 $V=a\cdot DBH^b\cdot 10^{-3}$ ，二元模型方程的表达式为 $V=a\cdot DBH^b\cdot H^c\cdot 10^{-3}$ 。其中， V 为单株材积，单位为立方米（ m^3 ）； DBH 为胸径，单位为厘米（ cm ）； H 为树高，单位为米（ m ）； a 、 b 、 c 为模型参数； R^2 为决定系数。									
注 2：在造林密度和立地条件等相对一致的情况下，应优先选择基于胸径的一元模型，否则应选择基于胸径和树高的二元模型。									

表 A.5 中国主要乔木树种林分水平全林（或地上）生物量方程与生物量转换与扩展因子

森林类型	a	b	c	R^2
冷杉林	4.1095	0.5976	0.8181	0.871
云杉林	1.3879	0.7168	0.7991	0.913
落叶松林	0.6986	0.8262	0.7794	0.936
杉木林	0.5743	0.7120	0.8109	0.936
柏木林	0.4545	1.5341	0.8007	0.947
马尾松林	1.4282	0.9768	0.8297	0.953
油松林	0.2112	1.1235	0.8098	0.966
云南松林	0.9158	0.6501	0.8453	0.973
其他针叶林	1.0721	0.8303	0.8041	0.946
栎类林	0.7196	1.2948	0.7930	0.917
桦树林	0.7507	1.0118	0.7821	0.898
杨树林	0.2945	0.8978	0.8246	0.934
刺槐林	0.3864	1.5499	0.7833	0.933
桉树林	0.3330	1.1740	0.7793	0.962
橡胶林	0.2401	0.8679	0.7981	0.989

其他软阔类	0.3454	1.2130	0.7880	0.933
其他硬阔类	0.6534	0.9920	0.7954	0.897
针叶混交林	3.3612	0.8348	0.8088	0.919
针阔混交林	2.2575	0.9560	0.7961	0.892
阔叶混交林	1.3944	1.1086	0.7938	0.916
注 1: 全林生物量的方程表达式为$B_{\text{Total}} = a + b \cdot V$, 地上生物量的方程表达式为$AGB = c \cdot (a + b \cdot V)$。其中, B_{Total}为单位面积全林生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$); AGB为单位面积地上生物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$)。 注 2: 全林生物量转换与扩展因子的方程表达式为$BCEF_{\text{Total}} = a/V + b$, 地上生物量转换与扩展因子的方程表达式为$BCEF_{\text{AGB}} = c \cdot (a/V + b)$。其中, $BCEF_{\text{Total}}$为全林生物量转换与扩展因子, 单位为吨每立方米 ($\text{t d.m.} \cdot \text{m}^{-3}$); $BCEF_{\text{AGB}}$为地上生物量转换与扩展因子, 单位为吨每立方米 ($\text{t d.m.} \cdot \text{m}^{-3}$)。 V为单位面积蓄积量, 单位为立方米每公顷 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); a、b、c为模型参数; R^2为决定系数。				

表 A.6 中国主要乔木林树种的地上生物量转换与扩展因子 (行业标准汇总)

树种	适用范围	应用条件	一元模型		二元模型		
			模型参数		模型参数		
			a	b	a	b	c
油松	晋冀鲁京津蒙 辽豫甘青宁陕	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.66925	0.01106	0.79289	0.20994	-0.30857
		$DBH < 5\text{cm}$	1.34270	-0.42157	1.41587	-0.15032	-0.30857
湿地松	闽赣湘粤桂	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.51294	0.06258	0.60913	0.16429	-0.19028
		$DBH < 5\text{cm}$	1.07895	-0.39944	1.10058	-0.20327	-0.19028
云南松	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.55024	-0.01927	0.72754	0.21506	-0.38122
马尾松	苏浙徽闽赣湘 粤桂贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.71673	-0.07633	0.99519	0.18177	-0.40722
		$DBH < 5\text{cm}$	0.68906	-0.05187	0.83220	0.29290	-0.40722
	鄂川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.94183	-0.14134	1.30774	0.11677	-0.40722
		$DBH < 5\text{cm}$	1.04284	-0.20464	1.07805	0.23678	-0.40722
杉木	湘鄂粤桂浙徽 苏川贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.82107	-0.21445	0.96176	0.17937	-0.50351
		$DBH < 5\text{cm}$	0.91913	-0.28455	1.02753	0.13827	-0.50351
	赣闽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.47291	-0.05725	0.58839	0.27295	-0.45710
		$DBH < 5\text{cm}$	0.99295	-0.51815	1.13991	-0.13795	-0.45710
落叶松	黑吉辽、蒙东 部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.63696	-0.04271	0.89292	0.21510	-0.40100
		$DBH < 5\text{cm}$	1.09608	-0.37997	1.27630	-0.00682	-0.40100
	晋冀、蒙中西 部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.77052	-0.09503	0.85779	0.21514	-0.40100
		$DBH < 5\text{cm}$	1.31083	-0.42570	1.15871	0.02830	-0.40100
	新	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.47612	-0.00224	0.76584	0.21514	-0.40100
		$DBH < 5\text{cm}$	0.68235	-0.22583	0.75383	0.22496	-0.40100
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.46376	0.00325	0.74226	0.21514	-0.40100
		$DBH < 5\text{cm}$	0.63954	-0.19644	0.65774	0.29025	-0.40100
云杉	黑吉	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.73413	-0.05722	1.13843	0.47395	-0.78988
		$DBH < 5\text{cm}$	0.83254	-0.13538	0.98287	0.56524	-0.78988
	甘青、新疆天 山	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.25968	-0.27456	1.95342	0.31266	-0.78988
		$DBH < 5\text{cm}$	1.20508	-0.24703	1.32927	0.55184	-0.78988
	新疆阿尔泰山	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.32452	-0.28313	2.05397	0.28769	-0.78988
		$DBH < 5\text{cm}$	0.83440	0.00399	0.77559	0.89281	-0.78988
	川	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.06911	-0.23877	1.65789	0.33695	-0.78988
		$DBH < 5\text{cm}$	1.05564	-0.23089	1.04260	0.62514	-0.78988

树种	适用范围	应用条件	一元模型		二元模型		
			模型参数		模型参数		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
	滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.83745	-0.12493	1.29866	0.42498	-0.78988
		$DBH < 5\text{cm}$	0.70453	-0.01754	0.96536	0.60925	-0.78988
	藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.54107	-0.30900	2.38978	0.25061	-0.78988
		$DBH < 5\text{cm}$	0.61499	0.26177	0.77690	0.94877	-0.78988
冷杉	黑吉	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.83602	-0.13353	1.10853	0.24412	-0.53319
		$DBH < 5\text{cm}$	0.66940	0.00457	0.75304	0.48438	-0.53319
	甘青、新疆天山	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.85612	-0.14523	1.13518	0.24412	-0.53319
		$DBH < 5\text{cm}$	0.75645	-0.06833	0.97766	0.33694	-0.53319
	川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.77285	-0.12539	1.02476	0.24412	-0.53319
		$DBH < 5\text{cm}$	0.74899	-0.10590	0.80543	0.39377	-0.53319
	滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.67066	-0.12605	0.88926	0.24412	-0.53319
		$DBH < 5\text{cm}$	0.90439	-0.31183	0.84430	0.37636	-0.53319
	藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.71064	-0.14034	0.94228	0.24412	-0.53319
		$DBH < 5\text{cm}$	0.59184	-0.02667	0.67386	0.45244	-0.53319
柳杉	浙鄂湘川渝	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.99262	-0.26025	1.40002	-0.01734	-0.41026
		$DBH < 5\text{cm}$	1.08643	-0.31636	1.19435	0.08138	-0.41026
栎树	黑吉辽、蒙东部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.76233	0.04126	0.96000	0.24261	-0.34004
		$DBH < 5\text{cm}$	0.99116	-0.12184	1.04540	0.18966	-0.34004
	豫晋冀陕青甘宁	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.78232	0.03000	1.17012	0.42518	-0.59379
		$DBH < 5\text{cm}$	0.48610	0.32566	0.81026	0.65353	-0.59379
	川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.92409	-0.05814	1.17159	0.16203	-0.35001
		$DBH < 5\text{cm}$	1.51730	-0.36625	1.77745	-0.09695	-0.35001
桦树	鄂湘赣徽浙渝贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.65835	-0.21443	1.91568	-0.07227	-0.21275
		$DBH < 5\text{cm}$	1.24832	-0.03796	1.39866	0.12318	-0.21275
	黑吉、蒙东部（白桦）	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.62738	0.03334	0.84379	0.26986	-0.37089
		$DBH < 5\text{cm}$	0.73359	-0.06384	0.92032	0.21518	-0.37089
	黑吉、蒙东部（其他桦）	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.58407	0.04374	0.78462	0.26986	-0.37089
		$DBH < 5\text{cm}$	0.43899	0.22116	0.51674	0.52936	-0.37089
木荷	蒙中西部、豫晋陕青甘宁新	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.67898	0.04075	0.91211	0.26986	-0.37089
		$DBH < 5\text{cm}$	0.90420	-0.13724	1.21480	0.09180	-0.37089
	川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.58767	0.04875	0.78688	0.26986	-0.37089
		$DBH < 5\text{cm}$	0.81051	-0.15304	1.06992	0.08069	-0.37089
	滇闽赣贵浙湘粤	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.95545	-0.07862	1.30222	0.08156	-0.30851
		$DBH < 5\text{cm}$	0.82290	-0.02394	1.14926	0.37820	-0.58004
枫香	桂闽赣湘贵浙徽渝	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.82290	-0.02394	1.14926	0.37820	-0.58004
柏木	京津冀晋蒙鲁豫	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.45379	-0.11439	1.73094	0.22596	-0.52074
		$DBH < 5\text{cm}$	1.11738	0.04914	1.43079	0.34429	-0.52074
	陕甘青	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.87984	-0.06075	1.23175	0.22596	-0.52074
		$DBH < 5\text{cm}$	1.85167	-0.52308	2.50363	-0.21475	-0.52074
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.01457	-0.12482	1.43257	0.22596	-0.52074
		$DBH < 5\text{cm}$	1.27394	-0.26627	1.78127	0.09060	-0.52074
	浙鄂湘粤渝贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	1.07857	-0.13823	1.49567	0.22596	-0.52074
		$DBH < 5\text{cm}$	1.01913	-0.10301	1.50223	0.22324	-0.52074

树种	适用范围	应用条件	一元模型		二元模型		
			模型参数		模型参数		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
高山松	藏川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.81169	-0.08289	1.11897	0.30088	-0.58760
		$DBH < 5\text{cm}$	0.86488	-0.12232	1.04945	0.34073	-0.58760
思茅松	普洱、西双版纳、德宏、临沧	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.27656	0.22650	0.37281	0.54270	-0.47075
		$DBH < 5\text{cm}$	0.50156	-0.14338	0.54247	0.30967	-0.47075
樟子松	蒙东部、黑吉辽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.43367	0.06755	0.72123	0.36189	-0.53513
		$DBH < 5\text{cm}$	0.87738	-0.37029	0.91783	0.21211	-0.53513
椴树	黑吉辽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.39815	0.08610	0.49168	0.19723	-0.20564
榆树	黑吉辽冀蒙	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.71322	0.04421	1.04356	0.16671	-0.31638
黄山松	浙徽闽赣	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.64147	-0.03914	0.87551	0.16057	-0.35477
		$DBH < 5\text{cm}$	0.82127	-0.19267	0.87756	0.15911	-0.35477
杨树	黑吉辽蒙 (天然山杨)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.54713	0.00185	0.73523	0.22702	-0.35596
		$DBH < 5\text{cm}$	0.75192	-0.19569	0.98976	0.04231	-0.35596
	陕甘青宁新 (天然山杨)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.56070	0.03547	0.75347	0.25371	-0.35596
		$DBH < 5\text{cm}$	0.72820	-0.12694	1.01871	0.06631	-0.35596
	川滇藏 (天然山杨)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.70416	-0.06991	0.94625	0.15665	-0.35596
		$DBH < 5\text{cm}$	0.66491	-0.03428	0.85802	0.21747	-0.35596
	黑吉辽蒙 (人工杨树)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.71175	-0.10530	0.95645	0.11340	-0.35596
		$DBH < 5\text{cm}$	0.63212	-0.03158	0.74651	0.26737	-0.35596
	鲁豫蒙冀晋京 (人工杨树)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.62504	-0.00043	0.83992	0.22966	-0.35596
		$DBH < 5\text{cm}$	0.48613	0.15574	0.62303	0.41527	-0.35596
	苏徽鄂湘渝贵 (人工杨树)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.39968	0.14221	0.53709	0.38113	-0.35596
		$DBH < 5\text{cm}$	0.77182	-0.26669	0.94681	0.02887	-0.35596

注 1：一元模型方程的表达式为 $BCEF = a \cdot DBH^b$ ，二元模型方程的表达式为 $BCEF = a \cdot DBH^b \cdot H^c$ 。其中， $BCEF$ 为地上生物量转换与扩展因子，是地上生物量与树干蓄积量的比值，单位为吨每立方米（ $\text{t d.m.}\cdot\text{m}^{-3}$ ）； DBH 为胸径，单位为厘米（ cm ）； H 为树高，单位为米（ m ）； a 、 b 、 c 为模型参数。

注 2：在造林密度和立地条件等相对一致的情况下，应优先选择基于胸径的一元模型，否则应选择基于胸径和树高的二元模型。本表未包含的树种，可采用文献值。

表 A.7 中国主要乔木林树种的生物量扩展因子（文献整合分析）

森林类型	应用条件：公顷蓄积 $\leq 100 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	应用条件：公顷蓄积 $> 100 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$
	<i>BEF</i>	<i>BEF</i>
云冷杉林	1.8275	1.4048
落叶松林	1.4511	1.2224
温性针叶林	1.8100	1.3405
油松林	1.8359	1.4081
马尾松林	1.5565	1.2063
暖性针叶林	1.7119	1.3971
杉类	1.9085	1.2875
柏木林	1.7029	1.3593
栎类	1.3694	1.2693
桦木林	1.3889	1.2416
其它硬阔类	1.5670	1.3104

杨树林	1.5558	1.4184
桉树林	1.2413	1.1266
其它软阔类	1.4719	1.3335
针叶混	1.6166	1.3033
阔叶混	1.4042	1.3587
针阔混	1.6713	1.3725
注: <i>BEF</i> 为生物量扩展因子, 是地上生物量与树干生物量的比值, 无量纲。		

表 A.8 中国主要乔木林树种的地下生物量与地上生物量的比值 (行业标准汇总)

树种	适用范围	应用条件	一元模型		二元模型		
			模型参数		模型参数		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
油松	晋冀鲁京津蒙 辽豫甘青宁陕	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.12688	0.20321	0.16082	0.48134	-0.43154
		$DBH < 5\text{cm}$	0.25457	-0.22947	0.34897	0.00000	-0.43154
湿地松	闽赣湘粤桂	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.51937	-0.21214	0.74331	0.00000	-0.39689
		$DBH < 5\text{cm}$	0.23064	0.29223	0.24824	0.68143	-0.39689
云南松	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17427	-0.01177	0.20451	0.12245	-0.21837
马尾松	苏浙徽闽赣湘 粤桂贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08154	0.28646	0.13252	0.64510	-0.57789
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22916	-0.35558	0.37243	0.00307	-0.57789
	鄂川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.08154	0.28646	0.13252	0.64510	-0.57789
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22916	-0.35558	0.37243	0.00307	-0.57789
杉木	湘鄂粤桂浙徽 苏川贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.20301	0.04028	0.25059	0.52050	-0.61168
		$DBH < 5\text{cm}$	0.15505	0.20775	0.18171	0.71173	-0.61168
	赣闽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.20301	0.04028	0.25059	0.52050	-0.61168
		$DBH < 5\text{cm}$	0.15505	0.20775	0.18171	0.71173	-0.61168
落叶松	黑吉辽、蒙东 部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.37783	-0.02529	0.64849	0.38706	-0.64126
		$DBH < 5\text{cm}$	0.09154	0.85556	0.11192	1.47865	-0.64126
	晋冀、蒙中西 部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.38739	-0.10895	0.45990	0.38706	-0.64126
		$DBH < 5\text{cm}$	0.16005	0.44027	0.22985	0.81800	-0.64126
	新	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17421	0.03944	0.37253	0.38706	-0.64126
		$DBH < 5\text{cm}$	0.55155	-0.67664	0.43325	0.29325	-0.64126
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.19141	0.04821	0.40608	0.38706	-0.64126
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22415	-0.04991	0.20057	0.82535	-0.64126
云杉	黑吉	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.22262	0.04217	0.31139	0.44844	-0.60415
		$DBH < 5\text{cm}$	0.56614	-0.53777	0.6744	-0.03171	-0.60415
	甘青、新疆天 山	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.31161	-0.00070	0.43586	0.44844	-0.60415
		$DBH < 5\text{cm}$	0.30516	0.01229	0.3057	0.66884	-0.60415
	新疆阿尔泰山	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.21906	0.01184	0.3064	0.44844	-0.60415
		$DBH < 5\text{cm}$	0.38768	-0.34284	0.38245	0.31069	-0.60415
	川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.20670	0.00810	0.28912	0.44844	-0.60415
		$DBH < 5\text{cm}$	0.22437	-0.04288	0.19076	0.70681	-0.60415
	滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.22863	0.02784	0.31979	0.44844	-0.60415
		$DBH < 5\text{cm}$	0.16334	0.23677	0.22525	0.66619	-0.60415
	藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17328	0.02042	0.24238	0.44844	-0.60415
		$DBH < 5\text{cm}$	0.19298	-0.04647	0.25827	0.40899	-0.60415
冷杉	黑吉	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.28691	-0.11563	0.44902	0.48388	-0.84642

树种	适用范围	应用条件	一元模型		二元模型		
			模型参数		模型参数		
			a	b	a	b	c
	甘青、新疆天山	$DBH < 5\text{cm}$	0.15892	0.25143	0.20054	0.9847	-0.84642
		$DBH \geq 5\text{cm}$	0.39615	-0.13421	0.61997	0.48388	-0.84642
		$DBH < 5\text{cm}$	0.10363	0.69901	0.15276	1.35426	-0.84642
	川	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.38367	-0.10270	0.44395	0.48388	-0.84642
		$DBH < 5\text{cm}$	0.14909	0.29698	0.17264	1.07073	-0.84642
	滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.36688	-0.10376	0.57416	0.48388	-0.84642
		$DBH < 5\text{cm}$	0.28041	0.06325	0.27087	0.95066	-0.84642
	藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.37396	-0.12644	0.58525	0.48388	-0.84642
		$DBH < 5\text{cm}$	0.10040	0.69062	0.13786	1.38221	-0.84642
柳杉	浙鄂湘川渝	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.09077	0.40093	0.18034	0.88582	-0.81895
		$DBH < 5\text{cm}$	0.27596	-0.28993	0.29748	0.57483	-0.81895
栎树	黑吉辽、蒙东部	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.50224	-0.18875	0.8429	0.26343	-0.76364
		$DBH < 5\text{cm}$	0.72273	-0.41489	2.68849	-0.45725	-0.76364
	豫晋冀陕青甘宁	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.55458	-0.24479	0.93074	0.26343	-0.76364
		$DBH < 5\text{cm}$	0.62147	-0.31554	1.14809	0.13303	-0.76364
	川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.42448	-0.21694	0.7124	0.26343	-0.76364
		$DBH < 5\text{cm}$	0.47183	-0.28265	0.67919	0.29309	-0.76364
	鄂湘赣徽浙渝贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.51776	-0.24687	0.86894	0.26343	-0.76364
		$DBH < 5\text{cm}$	0.27765	0.14032	0.346	0.83558	-0.76364
桦树	黑吉、蒙东部（白桦）	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.53510	-0.18558	0.64767	-0.03259	-0.23991
		$DBH < 5\text{cm}$	0.39229	0.00731	0.45432	0.18772	-0.23991
	黑吉、蒙东部（其他桦）	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.51276	-0.17885	0.62063	-0.03259	-0.23991
		$DBH < 5\text{cm}$	0.43263	-0.07328	0.4904	0.11375	-0.23991
	蒙中西部、豫晋陕青甘宁新	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.45615	-0.18079	0.55211	-0.03259	-0.23991
		$DBH < 5\text{cm}$	0.28958	0.10153	0.37354	0.31018	-0.23991
	川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.43256	-0.17561	0.52356	-0.03259	-0.23991
		$DBH < 5\text{cm}$	0.15300	0.47013	0.19338	0.58626	-0.23991
木荷	滇闽赣贵浙湘粤	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.36234	-0.065299	0.67887	0.25949	-0.62553
枫香	桂闽赣湘贵浙徽渝	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.89984	-0.3246	1.3527	0.16614	-0.70784
柏木	京津冀晋蒙鲁豫	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.38859	-0.15039	0.35097	-0.14740	0.02765 ₁
		$DBH < 5\text{cm}$	0.38859	-0.15039	0.35097	-0.1474	0.02765 ₁
	陕甘青	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.41217	-0.15039	0.37672	-0.14740	0.02765 ₁
		$DBH < 5\text{cm}$	0.41217	-0.15039	0.37672	-0.14740	0.02765 ₁
	川滇藏	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.27622	-0.15039	0.26005	-0.14740	0.02765 ₁
		$DBH < 5\text{cm}$	0.27622	-0.15039	0.26005	-0.1474	0.02765 ₁
	浙鄂湘粤渝贵	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.38121	-0.15039	0.35131	-0.14740	0.02765 ₁
		$DBH < 5\text{cm}$	0.38121	-0.15039	0.35131	-0.1474	0.02765 ₁
高山松	藏川滇	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.20576	0	0.17745	0	0.05105 ₄

树种	适用范围	应用条件	一元模型		二元模型		
			模型参数		模型参数		
			a	b	a	b	c
思茅松	普洱、西双版纳、德宏、临沧	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.23177	-0.11632	0.19105	0.11047	-0.19119
		$DBH < 5\text{cm}$	0.12374	0.27359	0.15615	0.23581	-0.19119
樟子松	蒙东部、黑吉辽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.17186	0.075065	0.2181	0.36695	-0.44064
椴树	黑吉辽	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.30349	0.056563	0.44003	0.57424	-0.74241
榆树	黑吉辽冀蒙	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.3879	-0.03511	0.42112	0.075352	-0.15356
黄山松	浙徽闽赣	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.15825	0.06621	0.20102	0.36734	-0.46549
		$DBH < 5\text{cm}$	0.34655	-0.42085	0.39221	-0.04794	-0.46549
杨树	黑吉辽蒙 (天然山杨)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.32719	-0.13439	0.49819	0.18597	-0.50647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.31198	-0.10482	0.68533	-0.01218	-0.50647
	陕甘青宁新 (天然山杨)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.33369	-0.12454	0.50808	0.18597	-0.50647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.59949	-0.48857	0.82444	-0.11480	-0.50647
	川滇藏 (天然山杨)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.27936	-0.13639	0.42537	0.18597	-0.50647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.2222	0.00586	0.33811	0.32863	-0.50647
	黑吉辽蒙 (人工杨树)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.37302	-0.12519	0.56798	0.18597	-0.50647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.25331	0.11528	0.41324	0.38359	-0.50647
	鲁豫蒙冀晋京 (人工杨树)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.33904	-0.14141	0.51623	0.18597	-0.50647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.34753	-0.15678	0.54431	0.15306	-0.50647
	苏徽鄂湘渝贵 (人工杨树)	$DBH \geq 5\text{cm}$	0.25702	-0.15398	0.39135	0.18597	-0.50647
		$DBH < 5\text{cm}$	0.42352	-0.46429	0.60641	-0.08615	-0.50647

注 1: 一元模型方程的表达式为 $RSR_{AF} = a \cdot DBH^b$, 二元模型方程的表达式为 $RSR_{AF} = a \cdot DBH^b \cdot H^c$ 。其中, RSR_{AF} 为乔木林地下生物量与地上生物量的比值, 无量纲; DBH 为胸径, 单位为厘米 (cm); H 为树高, 单位为米 (m); a 、 b 、 c 为模型参数。

注 2: 在造林密度和立地条件等相对一致的情况下, 应优先选择基于胸径的一元模型, 否则应选择基于胸径和树高的二元模型。本表未包含的树种, 可采用文献值。

表 A.9 中国主要乔木林树种的地下生物量与地上生物量的比值 (文献整合分析)

森林类型	RSR_{AF}
冷杉林	0.2223
云杉林	0.2514
落叶松林	0.2830
杉木林	0.2332
柏木林	0.2489
马尾松林	0.2053
油松林	0.2349
云南松林	0.1830
其他针叶林	0.2436
栎树林	0.2610
桦树林	0.2786
杨树林	0.2127
刺槐林	0.2767
桉树林	0.2832
橡树林	0.2530
其他软阔类	0.2690

其他硬阔类	0.2572
针叶混交林	0.2364
针阔混交林	0.2561
阔叶混交林	0.2598
注： RSR_{AF} 为乔木林地下生物量与地上生物量的比值，无量纲。	

表 A. 10 中国主要乔木林树种的基本木材密度和生物量含碳率（文献整合分析）

森林类型	SVD	CF_{Total}	CF_{AGB}	CF_{BGB}
云冷杉林	0.3597	0.4931	0.4931	0.4933
落叶松林	0.4059	0.4893	0.4895	0.4884
温性针叶林	0.3897	0.4961	0.4967	0.4955
油松林	0.4243	0.5165	0.5184	0.5093
马尾松林	0.4476	0.5252	0.5254	0.5082
暖性针叶林	0.3942	0.5034	0.5045	0.4912
杉类	0.3098	0.4990	0.5003	0.4880
柏木林	0.5010	0.4847	0.4846	0.4851
栎类	0.5762	0.4802	0.4827	0.4678
桦木林	0.4848	0.4872	0.4897	0.4779
其它硬阔类	0.5257	0.4711	0.4734	0.4637
杨树林	0.4177	0.4705	0.4728	0.4644
桉树林	0.3848	0.4730	0.4750	0.4685
其它软阔类	0.3848	0.4730	0.4750	0.4685
针叶混	0.3828	0.5005	0.5014	0.4943
阔叶混	0.4967	0.4718	0.4741	0.4652
针阔混	0.4397	0.4861	0.4877	0.4797
注： SVD 为基本木材密度，单位为吨每立方米 ($t \cdot d.m. \cdot m^{-3}$)； CF_{Total} 为全树生物量含碳率，单位为吨碳每吨 ($t \cdot C \cdot (t \cdot d.m.)^{-1}$)； CF_{AGB} 表示地上生物量含碳率，单位为吨碳每吨 ($t \cdot C \cdot (t \cdot d.m.)^{-1}$)； CF_{BGB} 表示地下生物量含碳率，单位为吨碳每吨 ($t \cdot C \cdot (t \cdot d.m.)^{-1}$)。				

表 A. 11 中国主要乔木林树种（组）单位面积蓄积量随林龄的 Richards 生长方程

区域	树种（组）	a	b	c	R^2
东北	落叶松	100.921	2.176	0.072	0.739
	其他针叶树	284.550	1.622	0.014	0.819
	栎类	171.960	2.029	0.032	0.776
	白桦	156.917	2.302	0.026	0.746
	其他阔叶树	204.535	1.326	0.019	0.701
	针叶混交类	224.047	2.311	0.031	0.814
	针阔混交类	236.051	1.629	0.019	0.738
华北	落叶松	117.890	2.189	0.044	0.612
	油松	207.730	1.745	0.014	0.743
	其他针叶树	102.044	0.288	0.001	0.591
	栎类	193.586	1.208	0.008	0.649
	桦木	173.604	1.587	0.020	0.661
	杨树	55.5530	2.319	0.177	0.628
	其他阔叶树	205.419	1.175	0.009	0.665

区域	树种（组）	a	b	c	R^2
	针阔混交类	200.447	0.931	0.006	0.68
西北	落叶松	293.610	1.498	0.012	0.767
	云杉	331.677	1.395	0.010	0.621
	其他针叶树	105.319	1.888	0.035	0.488
	栎类	135.739	0.939	0.179	0.520
	杨树	107.418	1.120	0.033	0.500
	其他阔叶树	133.516	1.317	0.016	0.702
	阔叶混交类	120.323	1.947	0.040	0.675
	针阔混交类	146.221	1.364	0.023	0.659
中南	马尾松	151.518	1.579	0.029	0.616
	杉木	149.544	1.786	0.056	0.693
	其他针叶树	73.352	0.981	0.036	0.558
	栎类	154.610	1.575	0.029	0.721
	杨树	92.694	2.466	0.210	0.673
	其他阔叶树	115.412	1.205	0.031	0.603
	针叶混交类	126.878	1.578	0.046	0.624
	阔叶混交类	475.254	1.134	0.007	0.670
	针阔混交类	216.571	1.101	0.015	0.615
东南沿海	马尾松	142.338	1.752	0.039	0.641
	杉木	183.207	1.355	0.037	0.58
	其他针叶树	161.892	1.252	0.031	0.602
	栎类	265.696	2.028	0.031	0.704
	桉树	70.355	2.713	0.457	0.658
	其他阔叶树	269.405	1.218	0.016	0.655
	针叶混交类	266.060	1.656	0.025	0.657
	阔叶混交类	320.261	1.644	0.022	0.742
	针阔混交类	286.927	1.502	0.021	0.735
西南	冷杉	395.017	2.092	0.02	0.533
	云南松	172.713	1.731	0.03	0.578
	马尾松	176.927	2.045	0.045	0.740
	杉木	123.337	3.352	0.14	0.759
	其他针叶树	465.204	0.857	0.004	0.647
	栎类	267.122	1.185	0.011	0.712
	其他阔叶树	492.465	0.837	0.034	0.653
	针叶混交类	513.458	1.123	0.008	0.678
	阔叶混交类	259.759	1.315	0.019	0.724
	针阔混交类	375.539	1.246	0.012	0.740
注：方程表达式为 $V = a \cdot (1 - e^{-c \cdot Age_t})^b$ 。其中， V 为单位面积蓄积量，单位为立方米每公顷 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)； Age_t 为林龄，无量纲； a 、 b 、 c 为模型参数； R^2 为决定系数。					

表 A. 12 中国主要竹林类型的生物量参数（文献整合分析）

指标	毛竹	其他竹子
林分地上生物量 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$)	63.4237	34.1104
林分地下生物量 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$)	30.5144	16.5211

全林生物量 (t d.m.·hm ⁻²)	99.0707	40.2236
林分地下/地上生物量的比值	0.5110	0.7224

表 A. 13 中国主要竹林类型单株生物量与胸径的相关方程（文献混合建模）

生长型	器官	a	b	R^2	胸径范围
散生竹	地上	0.1697	2.0812	0.912	1.9~17.0
	整株	0.1782	2.1003	0.954	1.9~17.0
丛生竹	地上	0.4723	1.7928	0.948	0.5~7.0
	整株	0.4117	1.8921	0.921	0.5~7.0
混生竹	地上	0.3382	1.9156	0.989	1.0~5.5
	整株	1.0491	1.2832	0.898	1.0~5.5
注：方程表达式为 $M = a \cdot DBH^b$ 。其中， M 为单株生物量，单位为千克每株 (kg·stem ⁻¹)； DBH 为胸径，单位为厘米 (cm)； a 、 b 为模型参数； R^2 为决定系数。					

表 A. 14 中国主要竹林类型单株生物量与胸径和竹高的相关方程（文献混合建模）

生长型	器官	a	b	c	R^2	胸径范围	竹高范围
散生竹	地上	0.0019	0.1239	3.1870	0.937	1.9~17.0	4.9~20.1
	整株	0.0390	0.5112	1.8956	0.945	1.9~17.0	4.9~20.1
丛生竹	地上	0.9993	2.0499	-0.5615	0.881	0.5~7.0	1.5~16.0
	整株	0.3259	0.6172	1.1898	0.988	0.5~7.0	1.5~16.0
混生竹	地上	0.2756	3.4175	-1.0315	0.519	1.0~5.5	1.5~13.8
	整株	1.8662	5.9533	-3.2990	0.661	1.0~5.5	1.5~13.8
注 1：方程表达式为 $M = a \cdot DBH^b \cdot H^c$ 。其中， M 为单株生物量，单位为千克每株 (kg·stem ⁻¹)； DBH 为胸径，单位为厘米 (cm)； H 为竹高，单位为米 (m)； a 、 b 、 c 为模型参数； R^2 为决定系数。							
注 2：在造林密度和立地条件等相对一致的情况下，应优先选择基于胸径的一元模型，否则应选择基于胸径和竹高的二元模型。							

表 A. 15 中国主要灌木林的生物量参数（文献整合分析）

指标	人工灌木林	天然灌木林
	均值	均值
林分地上生物量 (t d.m.·hm ⁻²)	13.4704	8.7383
林分地下生物量 (t d.m.·hm ⁻²)	6.6772	9.3568
全林生物量 (t d.m.·hm ⁻²)	24.6358	17.2700
林分地下/地上生物量的比值	0.6590	1.3838

表 A. 16 中国主要灌木林单株生物量模型（基于文献汇总）

优势灌木物种	研究区域或地点	器官	自变量	模型形式	模型系数			R^2
					a	b	λ	
沙针、坡柳、石株、虾子花、朝天罐、水锦树、悬钩子、铁刀木、算盘子、酸藤子、余甘子	云南省临沧市，膏桐种植区	地上	D^2H	$M = a \cdot (D^2H)^b$	0.091643	0.6711		0.976
		地下	D	$M = a \cdot D^b$	0.037879	2.341		0.614
		整株	D^2H	$M = a \cdot (D^2H)^b$	0.013594	0.737		0.875
驼绒藜、盐爪爪、珍珠猪毛菜、红砂	腾格里沙漠，荒漠生态系统	地上	V_c	$M = a \cdot V_c^b$	0.035	0.694		0.693
		地下	V_c	$M = a \cdot V_c^b$	0.023	0.656		0.653
		整株	V_c	$M = a \cdot V_c^b$	0.069	0.672		0.718

优势灌木物种	研究区域或地点	器官	自变量	模型形式	模型系数			R ²
					<i>a</i>	<i>b</i>	λ	
四川红淡、格药枰、梔子、满树星、美丽胡枝子、白株、杜鹃、盐肤木、山莓、长托栽英、山矾、白檀、轮叶蒲桃、南烛、牡荊	江西千烟洲红壤丘陵区，林下灌木层	整株	V_c	$M = a \cdot V_c^b \cdot \lambda$	0.165515	0.817	1.36	
大白杜鹃、白背杜鹃、金顶杜鹃、小鞍叶羊蹄甲	四川、云南	叶	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.043	0.004		0.828
		茎	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	-0.211	0.064		0.885
		地下	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	-0.216	0.082		0.968
千里香杜鹃、密枝杜鹃、裂毛雪山杜鹃、草原杜鹃、头花杜鹃、金背杜鹃	青海、四川、云南	叶	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.095	0.02		0.979
		茎	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.199	0.037		0.933
		地下	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.393	0.061		0.969
千果榄仁、香合欢、岗枰、胡颓子、潺槁木姜子、盐肤木	四川、云南	叶	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.089	0.011		0.900
		茎	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.26	0.096		0.901
		地下	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	-0.226	0.07		0.966
小果蔷薇、绢毛蔷薇	贵州、四川、云南	叶	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	-0.001	0.027		0.934
		茎	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.17	0.06		0.924
		地下	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.083	0.028		0.955
一担柴、银柴、银叶锥、锐齿斛株、唐梨	四川、云南	叶	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.054	0.003		0.908
		茎	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.064	0.018		0.989
		地下	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.237	0.015		0.867
高山柏、香柏	四川、西藏	叶	V_c	$M = a + b \cdot V_c$	0.283	1.466		0.909
		茎	V_c	$M = a + b \cdot V_c$	-0.466	3.86		0.905
		地下	V_c	$M = a + b \cdot V_c$	0.065	6.265		0.897
红棕杜鹃、单色杜鹃	西藏	叶	V_c	$M = a + b \cdot V_c$	0.012	0.181		0.858
		茎	V_c	$M = a + b \cdot V_c$	-0.027	3.15		0.932
		地下	V_c	$M = a + b \cdot V_c$	-0.05	1.97		0.976

注： M 为单株生物量，单位为千克每株（ $\text{kg} \cdot \text{stem}^{-1}$ ）； D 为基径，为地面高度 5cm 处的树干直径，单位为厘米（cm）； H 为植株高度，单位为米（m）； D^2H 为基径平方与株高的乘积； V_c 为冠幅投影体积，单位为立方米（ m^3 ）； a 、 b 为模型系数， λ 为幂函数模型中由对数单位（ $\ln M$ ）转换为测量单位（ M ）时的标准误修正因子； R^2 表示调整后的决定系数（ $\text{adj-}R^2$ ）。

表 A. 17 中国主要灌木林单株生物量模型（基于调查的混合物种建模）

植被分区	枝干形态	器官	自变量	模型形式	模型系数			R^2
					a	b	λ	
温带针叶、落叶阔叶混交林区域	类型 a	地上	D^2H	$M = a \cdot (D^2H)^b \cdot \lambda$	0.0323	0.7954	1.2187	
		地下	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	-0.0026	0.0225		0.7751
		整株	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.0121	0.0397		0.8642
暖温带落叶阔叶林区域	类型 a	地下	M_a	$M = a \cdot M_a^b$	0.0119	0.6172		0.4026
		叶	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.0487	0.0028		0.3354
		茎枝	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.0669	0.0266		0.6205
亚热带常绿阔叶林区域	类型 a	地上	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.1169	0.0294		0.6156
		地下	M_a	$M = a \cdot M_a^b \cdot \lambda$	0.3753	0.8094	1.4315	
		整株	D^2H	$M = a + b \cdot D^2H$	0.2652	0.0367		0.6181
亚热带常绿阔叶林区域	类型 b	地下	M_a	$M = a \cdot M_a^b \cdot \lambda$	0.6561	0.7998	1.1974	
		叶	A_c	$M = a \cdot A_c^b \cdot \lambda$	0.0778	0.9059	1.2669	

植被分区	枝干形态	器官	自变量	模型形式	模型系数			R^2
					a	b	λ	
		茎枝	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.0211	0.4208		0.5613
温带草原区域	类型 b	地上	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.0249	0.5094		0.6301
		地下	M_a	$M = a \cdot M_a^b \cdot \lambda$	0.7294	0.9674	1.3231	
		整株	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	-0.0214	1.3520		0.5550
温带荒漠区域	类型 b	地上	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.1480	1.1480		0.5435
		地下	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.0855	0.4036		0.5621
		整株	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.2306	1.5633		0.6258
青藏高原高寒植被区域	类型 b	地上	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.1375	0.2029		0.3488
		地下	M_a	$M = a + b \cdot M_a$	-0.0353	1.0296		0.7104
		整株	A_c	$M = a + b \cdot A_c$	0.2213	0.4632		0.4515
注 1: 根据个体的枝干形态, 可将灌木划分为 2 种类型: 类型 a 为分枝明确、枝干离散可数的灌木; 类型 b 为分枝不明确、枝干成簇成团的灌木。 注 2: M_a 为单株地上生物量, 单位为千克每株 ($\text{kg} \cdot \text{stem}^{-1}$); M 为对应器官的生物量, 单位为千克每株 ($\text{kg} \cdot \text{stem}^{-1}$); A_c 为冠幅投影面积, 单位为平方米 (m^2); D 为基径, 为地面高度 5cm 处的树干直径, 单位为厘米 (cm); H 为植株高度, 单位为米 (m); D^2H 为基径平方与株高的乘积; a、b 为模型系数, λ 为幂函数模型中由对数单位 ($\ln M$) 转换为测量单位 (M) 时的标准误差修正因子; R^2 表示调整后的决定系数 ($\text{adj-}R^2$)。								

附录 B
(资料性附录)

森林死有机质碳储量变化计算方法

B.1 森林死有机质碳储量变化的计算

本文件采用“储量变化法 (Stock Difference Method)”计算项目边界内的森林死有机质碳储量在一段时期内的年均变化量:

$$\Delta C_{\text{DOM},t} = \frac{C_{\text{DOM},t_2} - C_{\text{DOM},t_1}}{t_2 - t_1} \times \frac{44}{12} \quad (\text{B.1})$$

式中:

- $\Delta C_{\text{DOM},t}$ —— 项目开始后第 t 年的森林死有机质碳储量的年变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ($\text{t CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$);
- C_{DOM,t_1} —— 第 t_1 年时, 森林死有机质碳储量, 单位为吨碳 (t C);
- C_{DOM,t_2} —— 第 t_2 年时, 森林死有机质碳储量, 单位为吨碳 (t C);
- 44/12 —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比, 无量纲;
- t —— 项目开始后第 t 年, 无量纲;
- t_1, t_2 —— 项目开始后的第 t_1 年和第 t_2 年, 单位为年 (a), 且 $t_1 \leq t \leq t_2$ 。

B.2 森林死有机质碳储量的计算

森林死有机质包括枯落物和枯死木。下列方法适用于所有森林类型, 包括乔木林、竹林和灌木林:

$$C_{\text{DOM},t} = \sum_i \sum_j A_{i,j,t} \times (LI_{i,j,t} \times CF_{\text{LI},i,j} + DW_{i,j,t} \times CF_{\text{DW},i,j}) \quad (\text{B.2})$$

式中:

- $C_{\text{DOM},t}$ —— 第 t 年时, 森林死有机质碳储量, 单位为吨碳 (t C);
- $A_{i,j,t}$ —— 第 t 年时, 第 i 项目碳层树种 j 的森林面积, 单位为公顷 (hm^2);
- $LI_{i,j,t}$ —— 第 t 年时, 第 i 项目碳层树种 j 的单位面积枯落物量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$);
- $DW_{i,j,t}$ —— 第 t 年时, 第 i 项目碳层树种 j 的单位面积枯死木量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$);
- $CF_{\text{LI},i,j}$ —— 第 i 项目碳层树种 j 的枯落物含碳率, 单位为吨碳每吨 ($\text{t C} \cdot (\text{t d.m.})^{-1}$), 缺省值 0.37;
- $CF_{\text{DW},i,j}$ —— 第 i 项目碳层树种 j 的枯死木含碳率, 单位为吨碳每吨 ($\text{t C} \cdot (\text{t d.m.})^{-1}$), 缺省值 0.37。

B.3 枯落物量的计算

本文件采用缺省值的方法计算森林枯落物量。首先计算森林单位面积地上生物量, 再利用枯落物量与地上生物量的比值, 计算单位面积枯落物量:

$$LI_{i,j,t} = AGB_{i,j,t} \times DF_{\text{LI},i,j} \quad (\text{B.3})$$

式中:

- $LI_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积枯落物量，单位为吨每公顷（ $t\ d.m.\cdot hm^{-2}$ ）；
- $AGB_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积地上生物量，单位为吨每公顷（ $t\ d.m.\cdot hm^{-2}$ ）；
- $DF_{LI,i,j}$ —— 第 i 项目碳层树种 j 的枯落物量与地上生物量的比值，无量纲。

B. 4 枯死木量的计算

本文件采用缺省值的方法估计乔木林枯死木量，竹林或灌木林的枯死木量计为 0。首先计算乔木林单位面积地上生物量，再利用枯死木量与地上生物量的比值，计算单位面积枯死木量：

$$DW_{i,j,t} = AGB_{i,j,t} \times DF_{DW,i,j} \tag{B.4}$$

式中：

- $DW_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积枯死木量，单位为吨每公顷（ $t\ d.m.\cdot hm^{-2}$ ）；
- $AGB_{i,j,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层树种 j 的单位面积地上生物量，单位为吨每公顷（ $t\ d.m.\cdot hm^{-2}$ ）；
- $DF_{DW,i,j}$ —— 第 i 项目碳层树种 j 的枯死木量与地上生物量的比值，无量纲。

B. 5 死有机质参数

表 B. 1 中国主要乔木林树种的枯落物量与地上生物量的比值（ DF_{LI} ，%）（基于文献整合分析）

森林类型		适用的林龄范围				
		1 年-10 年	11 年-20 年	21 年-30 年	31 年-40 年	≥41 年
南方地区	针叶林	5.27	5.54	5.82	5.42	
	阔叶林	9.67	6.92	4.72	4.35	
	针阔混	7.84	7.58	6.78	4.89	
北方地区	针叶林	6.01		9.80		14.59
	阔叶林	7.81		7.69		7.69
	针阔混	8.98				
毛竹林		6.63				
其他竹林		17.73				
灌木林		16.30				
注：南方地区包括上海、江苏、浙江、安徽、江西、福建、广东、广西、海南、四川、云南、贵州、西藏、重庆、湖北、湖南等；北方地区包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河北、北京、天津、山东、河南、陕西、青海、甘肃、宁夏、新疆等。						

表 B. 2 中国主要乔木林的枯死木量与地上生物量的比值（ DF_{DW} ，%）（基于文献整合分析）

森林类型		适用的林龄范围			
		1 年-10 年	11 年-20 年	21 年-30 年	≥31 年
南方地区	针叶林	5.12	5.30	5.82	1.74
	阔叶林	4.60			
	针阔混	3.28			

北方地区	针叶林	3.36
	阔叶林	3.20
	针阔混	3.28
注：南方地区包括上海、江苏、浙江、安徽、江西、福建、广东、广西、海南、四川、云南、贵州、西藏、重庆、湖北、湖南等；北方地区包括黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河北、北京、天津、山东、河南、陕西、青海、甘肃、宁夏、新疆等。		

附录 C (资料性附录)

森林土壤有机碳储量变化计算方法

造林活动由于整地扰动土壤，可能会使项目地块的土壤有机碳储量在整地后发生减少；后期随着林木生长、死亡根系和枯落物返还与分解等，土壤有机碳又会逐渐增加，最终趋于稳定。

由于土壤有机碳储量及其变化的监测成本较高、监测结果的不确定性大，基于保守性原则和成本有效性原则，项目业主须基于以下假设条件对土壤有机碳储量及其变化量进行计算：

- a) 整地造林之后 0-5 年，项目地块的土壤有机碳含量逐渐下降，从第 6 年之后逐渐上升，恢复至整地前的土壤有机碳水平大约需要 20 年左右；
- b) 整地造林之后第 20-40 年，项目地块的土壤有机碳含量呈线性增加，且在第 40 年后土壤有机碳含量达到稳定状态，即不再增长；
- c) 造林碳汇项目基准线情景下土壤有机碳储量变化量计为 0。

基于上述假设，项目情景下土壤有机碳储量年变化量可采用如下公式计算：

$$\Delta SOC_t = \sum_i \Delta SOC_{i,t} \quad (C.1)$$

$$\Delta SOC_{i,t} = \delta SOC \times \frac{44}{12} \times A_{i,t} \quad (C.2)$$

式中：

- ΔSOC_t —— 整地造林后第 t 年项目边界内土壤有机碳储量的年变化量，单位为吨二氧化碳当量每年 ($t CO_2e \cdot a^{-1}$)；
- $\Delta SOC_{i,t}$ —— 第 i 项目碳层整地造林后第 t 年的土壤有机碳储量的年变化量，单位为吨二氧化碳当量每年 ($t CO_2e \cdot a^{-1}$)；
- δSOC —— 整地造林后土壤有机碳密度平均年变化率，单位为吨碳每公顷每年 ($t C \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$)，见表 C.1；
- $44/12$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比，无量纲；
- $A_{i,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层的面积，单位为公顷 (hm^2)；
- i —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- t —— 自项目整地造林后的年数，无量纲。

表 C.1 整地造林后土壤有机碳密度年变化率参考值 ($t C \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$) (基于文献整合分析)

整地造林后的年限	常绿阔叶	落叶阔叶	针叶	竹子	灌木
0-5 年	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.20
6-20 年	+0.20	+0.15	+0.15	+0.15	+0.10
21-40 年	+0.70	+0.40	+0.40	+0.40	+0.10
≥41 年	0	0	0	0	0

附录 D
(资料性附录)

森林火烧引起的温室气体排放量计算方法

D.1 森林火烧引起的温室气体排放量的计算

森林火烧包括火灾和人为火烧。森林火灾会引起林木地上生物质和死有机质的燃烧，人为伐除疫病死木并烧除，都可能会造成非 CO₂ 温室气体的排放。

$$GHG_t = GHG_{\text{FIRE,AGB},t} + GHG_{\text{FIRE,DOM},t} + GHG_{\text{BURN},t} \quad (\text{D.1})$$

式中：

- | | | |
|---------------------------|----|--|
| GHG_t | —— | 第 t 年时，项目边界内由于森林火烧引起的非 CO ₂ 温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO ₂ e·a ⁻¹)； |
| $GHG_{\text{FIRE,AGB},t}$ | —— | 第 t 年时，项目边界内由火灾引起的地上生物质燃烧造成的非 CO ₂ 温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO ₂ e·a ⁻¹)； |
| $GHG_{\text{FIRE,DOM},t}$ | —— | 第 t 年时，项目边界内由火灾引起的死有机质燃烧造成的非 CO ₂ 温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO ₂ e·a ⁻¹)； |
| $GHG_{\text{BURN},t}$ | —— | 第 t 年时，项目边界内由人为火烧造成的非 CO ₂ 温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO ₂ e·a ⁻¹)。 |

D.2 火灾引起地上生物质燃烧造成的温室气体排放的计算

火灾引起森林地上生物质燃烧造成的非 CO₂ 温室气体排放，使用最近一次项目核查时 (T_V) 划分的碳层、各碳层地上生物量数据和燃烧因子进行计算：

$$GHG_{\text{FIRE,AGB},t} = \sum_i [A_{\text{BURN},i,t} \times AGB_{i,T_V} \times COMF_i \times (EF_{\text{CH}_4} \times GWP_{\text{CH}_4} + EF_{\text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}})] \times 10^{-3} \quad (\text{D.2})$$

式中：

- | | | |
|----------------------------|----|--|
| $GHG_{\text{FIRE,AGB},t}$ | —— | 第 t 年时，项目边界内由于森林火灾引起地上生物质燃烧造成的非 CO ₂ 温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO ₂ e·a ⁻¹)； |
| $A_{\text{BURN},i,t}$ | —— | 第 t 年时，第 i 项目碳层发生燃烧的土地面积，单位为公顷 (hm ²)； |
| AGB_{i,T_V} | —— | 火灾发生前，项目最近一次核查时第 i 项目碳层的地上生物量，单位为吨每公顷 (t d.m.·hm ⁻²)； |
| $COMF_i$ | —— | 第 i 项目碳层的燃烧指数，针对植被类型取值，无量纲； |
| EF_{CH_4} | —— | CH ₄ 排放因子，单位为克甲烷每千克 (g CH ₄ ·(kg d.m.) ⁻¹)； |
| $EF_{\text{N}_2\text{O}}$ | —— | N ₂ O 排放因子，单位为克氧化亚氮每千克 (g N ₂ O·(kg d.m.) ⁻¹)； |
| GWP_{CH_4} | —— | CH ₄ 的全球增温潜势，用于将 CH ₄ 转换成 CO ₂ e，无量纲； |
| $GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ | —— | N ₂ O 的全球增温潜势，用于将 N ₂ O 转换成 CO ₂ e，无量纲； |

i	——	项目碳层, $i=1, 2, 3, \dots$; 根据第 T_V 年核查时的分层确定, 无量纲;
t	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3, \dots$, 无量纲;
T_V	——	自项目开始至项目最近一次核查的时间, 无量纲;
10^{-3}	——	将千克转换成吨的常数。

第一次核查时, 如果核算期内有火灾发生, 但不清楚燃烧前的地上生物量, 可保守地采用第一次核查时火灾发生所在的同一碳层的平均单位面积地上生物量进行计算。

D.3 火灾引起死有机质燃烧造成的温室气体排放的计算

森林火灾引起死有机质燃烧造成的非 CO_2 温室气体排放, 应使用最近一次核查 (T_V) 的碳层死有机质碳储量来计算。第一次核查时, 可保守地采用第一次核查时同一碳层的平均单位面积死有机质碳储量进行计算:

$$GHG_{\text{FIRE,DOM},t} = \sum_i [A_{\text{BURN},i,t} \times (DW_{i,T_V} \times CF_{\text{DW}} + LI_{i,T_V} \times CF_{\text{LI}})] \times \frac{44}{12} \times 0.07 \quad (\text{D.3})$$

式中:

$GHG_{\text{FIRE,DOM},t}$	——	第 t 年时, 项目边界内由于森林火灾引起死有机质燃烧造成的非 CO_2 温室气体排放量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ($\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$);
$A_{\text{BURN},i,t}$	——	第 t 年时, 第 i 项目碳层发生燃烧的土地面积, 单位为公顷 (hm^2);
DW_{i,T_V}	——	火灾发生前, 项目最近一次核查时第 i 项目碳层的枯死木单位面积干物质量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$), 使用附录 B 的方法计算;
CF_{DW}	——	枯死木干物质含碳率, 单位为吨碳每吨 ($\text{t C}\cdot(\text{t d.m.})^{-1}$);
LI_{i,T_V}	——	火灾发生前, 项目最近一次核查时第 i 项目碳层的枯落物单位面积干物质量, 单位为吨每公顷 ($\text{t d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$), 使用附录 B 的方法计算;
CF_{LI}	——	枯落物干物质质量含碳率, 单位为吨碳每吨 ($\text{t C}\cdot(\text{t d.m.})^{-1}$);
i	——	项目碳层, $i=1, 2, 3, \dots$; 根据第 T_V 年核查时的分层确定, 无量纲;
t	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3, \dots$, 无量纲;
T_V	——	自项目开始至项目最近一次核查的时间, 无量纲;
$\frac{44}{12}$	——	二氧化碳与碳的相对分子质量之比, 无量纲;
0.07	——	非 CO_2 排放量占碳储量的比例。

D.4 人为火烧引起的温室气体排放

项目期内如果有伐除病原疫木并烧除的活动, 则须计算人为火烧活动引起的非 CO_2 温室气体排放。可通过调查人为火烧活动发生的碳层内采伐病原疫木的数量比例 (如蓄积量比例或株数比例), 使用最近一次项目核查时 (T_V) 划分的相同碳层的平均地上生物量数

据来计算燃烧的地上生物量，结合燃烧因子计算人为火烧活动引起的非 CO₂ 温室气体排放：

$$GHG_{\text{BURN},t} = \sum_i [A_{i,t} \times AGB_{i,T_V} \times R_{\text{BURN},i,t} \times COMF_i \times (EF_{\text{CH}_4} \times GWP_{\text{CH}_4} + EF_{\text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}})] \times 10^{-3} \tag{D.4}$$

式中：

- $GHG_{\text{BURN},t}$ —— 第 t 年时，项目边界内由于人为火烧引起的非 CO₂ 温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂e·a⁻¹）；
- $A_{i,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层的土地面积，单位为公顷（hm²）；
- AGB_{i,T_V} —— 火灾发生前，项目最近一次核查时第 i 项目碳层的地上生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm⁻²），使用附录 A 的方法计算；
- $R_{\text{BURN},i,t}$ —— 第 t 年时，第 i 项目碳层内烧除病原疫木的数量占比（如蓄积量比例或株数比例），单位为百分比（%）；
- $COMF_i$ —— 第 i 项目碳层的燃烧指数（针对每个植被类型），无量纲；
- EF_{CH_4} —— CH₄ 排放因子，单位为克甲烷每千克（g CH₄·(kg d.m.)⁻¹）；
- $EF_{\text{N}_2\text{O}}$ —— N₂O 排放因子，单位为克氧化亚氮每千克（g N₂O·(kg d.m.)⁻¹）；
- GWP_{CH_4} —— CH₄ 的全球增温潜势，用于将 CH₄ 转换成 CO₂e，无量纲；
- $GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ —— N₂O 的全球增温潜势，用于将 N₂O 转换成 CO₂e，无量纲；
- i —— 项目碳层， $i=1, 2, 3\cdots$ ；根据第 T_V 年核查时的分层确定，无量纲；
- t —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3\cdots$ ，无量纲；
- T_V —— 自项目开始至项目最近一次核查的时间，无量纲；
- 10^{-3} —— 将千克转换成吨的常数。

第一次核查时，如果核算期内有人为火烧发生，但不清楚燃烧前的地上生物量，可保守地采用第一次核查时火灾发生所在的同一碳层的平均单位面积地上生物量。

表 D.1 不同植被类型燃烧因子参考值

森林类型	林龄	缺省值
亚热带/热带森林	3 年-5 年	0.46
	6 年-10 年	0.67
	11 年-17 年	0.50
	≥18 年	0.32
寒温带森林	全林龄	0.40
温带森林	全林龄	0.45

附录 E
(资料性附录)

监测样地数量计算与样地布设方法

E.1 抽样设计要求

项目监测所需的样地数量，可采用如下方法进行计算：

第一步：计算样地数量 n 。如果 $n \geq 30$ ，则该步骤所得样地数为 n 值；如果 $n < 30$ ，则须采用自由度为 $n-1$ 时的 t_{VAL} 值，进行第二次迭代计算，得到的 n 值即为最终的样地数：

$$n = \frac{N \times t_{VAL}^2 \times (\sum_i w_i \times S_i)^2}{N \times E^2 + t_{VAL}^2 \times \sum_i (w_i \times S_i^2)} \quad (E.1)$$

式中：

- n —— 项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量，无量纲；
- N —— 项目边界内监测样地的抽样总体， $N=A/A_p$ ；其中 A 是项目总面积， A_p 是样地面积，无量纲；
- t_{VAL} —— 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷 (∞) 时查 t -分布双侧 t -分位数表的 t 值，取值为 1.645，无量纲；
- w_i —— 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重， $w_i=A_i/A$ ，其中 A 是项目总面积 (hm^2)， A_i 是第 i 项目碳层的面积 (hm^2)，无量纲；
- S_i —— 项目边界内第 i 项目碳层单位面积生物质碳储量估计值的标准差，单位为吨碳每公顷 ($\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2}$)；项目设计阶段，采用碳层单位面积生物质碳储量估计值的 10%；
- E —— 项目单位面积生物质碳储量估计值允许的误差范围，单位为吨碳每公顷 ($\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2}$)；项目设计阶段，采用项目单位面积生物质碳储量估计值的 10%；
- i —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

第二步：当抽样面积较大时（抽样面积大于项目面积的 5%），按公式 (E.1) 进行计算获得样地数 n 之后，按照公式 (E.2) 对 n 值进行调整，从而确定最终的样地数 (n_a)：

$$n_a = n \times \frac{1}{1 + n/N} \quad (E.2)$$

式中：

- n_a —— 调整后项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量，无量纲；
- n —— 项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量，无量纲；
- N —— 项目边界内监测样地的抽样总体，无量纲。

第三步：当抽样面积较小时（抽样面积小于项目面积的 5%），可采用简化方式计算：

$$n = \left(\frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 \times \left(\sum_i w_i \times S_i \right)^2 \quad (E.3)$$

式中：

- n —— 项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量，无量纲；
- t_{VAL} —— 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷 (∞) 时查 t -分布双侧 t -分位数表的 t 值，取值为 1.645，无量纲；

- w_i —— 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重, $w_i=A_i/A$, 其中 A 是项目总面积 (hm^2), A_i 是第 i 项目碳层的面积 (hm^2), 无量纲;
- S_i —— 项目边界内第 i 项目碳层单位面积碳储量估计值的标准差, 单位为吨碳每公顷 ($\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$); 项目设计阶段, 采用碳层单位面积生物质碳储量估计值的 10%;
- E —— 项目单位面积生物质碳储量估计值允许的绝对误差限, 单位为吨碳每公顷 ($\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$); 项目设计阶段, 采用项目单位面积生物质碳储量估计值的 10%;
- i —— 项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

第四步: 分配到各碳层的监测样地数量, 采用最优分配法进行计算。分配样地数量不足 3 个的碳层, 最少设置 3 个样地:

$$n_i = n \times \frac{w_i \times S_i}{\sum_i (w_i \times S_i)} \quad (\text{E.4})$$

式中:

- n_i —— 项目边界内第 i 项目碳层计算生物质碳储量所需的监测样地数量, 无量纲;
- n —— 项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量, 无量纲;
- w_i —— 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重, $w_i=A_i/A$, 其中 A 是项目总面积 (hm^2), A_i 是第 i 项目碳层的面积 (hm^2), 无量纲;
- S_i —— 项目边界内第 i 项目碳层单位面积生物质碳储量标准差的估计值, 单位为吨碳每公顷 ($\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$); 项目设计阶段, 采用碳层单位面积生物质碳储量估计值的 10%;
- i —— 项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

E.2 样地布设方案

样地的空间布设须采用随机起点、系统布点的方法, 具体操作流程如下:

a) 采用 GIS 等空间工具将每个碳层网格化, 每个网格面积大小与监测样地面积大小相同。计算第 i 个项目碳层的总网格交叉点的数量 (N_i), 将每个网格交叉点按照固定顺序编号, 从 1、2、3……直到 N_i ;

b) 在 $1\sim N_i$ 之间产生一个随机数 (如在 Excel 表格中, 使用随机数公式 $f(x)=\text{ROUND}(\text{RAND}()*(N_i),0)$ 产生一个随机数), 该随机数代表的网格交叉点编号即为第 i 项目碳层的第 1 个监测样地的中心点。第 2 个样地的中心点等于第 1 个样地的网格交叉点编号加间隔的网格交叉点数, 该间隔数等于第 i 项目碳层的总网格交叉点数量 (N_i) 除以该碳层样地数量 (n_i) 后取整数; 第 3 个样地中心点的网格交叉点编号等于第 2 个样地的网格交叉点编号加间隔的网格交叉点数, 依此类推。

c) 将每个确定的网格交叉点作为监测样地的中心点, 在 GIS 等空间分析工具的帮助下, 确定每个监测样地的经纬度坐标。坐标以度表示, 至少保留 6 位小数。

E.3 样地设置

根据确定的样地中心点坐标, 使用 RTK 等定位工具找到样地中心点准确地理位置。如果样地边界距离林缘、悬崖等地形地物小于 10m, 可沿这些地形地物边缘线的垂直方向移动一定距离, 最多不超过 10m, 并记录新的样地中心点坐标。坐标以度表示, 至少保留 6 位小数。

首次监测时，可在样地中心点设置永久性标志，便于后续监测时的位置识别。样地边界除用于测定时识别外，不宜建立永久性标志。样地面积为 $0.04\text{hm}^2 \sim 0.06\text{hm}^2$ ，样地形状采用矩形（样地测量闭合差 $\leq 0.5\%$ ）或圆形。对于在坡地上的样地，须进行坡度校正。在同一个项目中，所有样地的面积和形状应相同，样地内林木和管理方式应与样地外完全一致。

对于灌木造林，须在每个样地的四个角和中心点位置，设置 5 个固定样方，每个固定样方面积不小于 4m^2 。

现场记录经纬度坐标（以度表示的坐标至少保留 6 位小数）、位置（县、乡、村和小地名）、样地名称/编号、样地的形状和面积大小、树种和造林时间等信息。固定样地复位率须达 100%。

为了便于核查，项目开始前可对样地内的原有林木单独进行标记，在项目计入期内可不进行监测。

E.4 样地调整

项目实施阶段，如果重新调整了碳层划分，或为了满足抽样精度需要额外增加样地，须对碳层内的样地数量和布设进行调整。每个碳层在保留已有样地的基础上，在新碳层内按照上述原则和步骤，补充并布设新的监测样地，以确保抽样精度。

附录 F
(资料性附录)

森林生物质碳储量变化的样地监测方法

第一步：样地每木检尺，实测样地内除基准线林木以外所有活立木的胸径（或竹径），根据选择测量树高（或竹高），起测胸径为 2cm。对于灌木林可只选择监测样方内灌木株数、单株灌木的基径、分枝数、灌高、灌幅等，或监测样方内的灌木盖度。

第二步：采用附录 A 的方法计算单株林木（或竹子、灌木）的生物量，累加得到样地水平的生物量，再结合生物量含碳率计算样地水平的生物质碳储量，以及各碳层的平均单位面积生物质碳储量。

第三步：计算第 i 项目碳层样本平均数（平均单位面积生物质碳储量的估计值）及其方差：

$$c_{\text{Biomass},i,t} = \left(\sum_p c_{\text{Biomass},i,p,t} \right) / n_i \quad (\text{F.1})$$

$$S_{c_{\text{Biomass},i,t}}^2 = \frac{n_i \times \sum_p c_{\text{Biomass},i,p,t}^2 - (\sum_p c_{\text{Biomass},i,p,t})^2}{n_i \times (n_i - 1)} \quad (\text{F.2})$$

式中：

$c_{\text{Biomass},i,t}$	——	第 t 年时，第 i 项目碳层平均单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷 ($\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
$c_{\text{Biomass},i,p,t}$	——	第 t 年时，第 i 项目碳层样地 p 的单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷 ($\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
n_i	——	第 i 项目碳层的监测样地数，无量纲；
$S_{c_{\text{Biomass},i,t}}^2$	——	第 t 年时，第 i 项目碳层平均单位面积生物质碳储量的方差，单位为吨碳每公顷的平方 ($(\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2})^2$)；
p	——	第 i 项目碳层中的样地， $p=1, 2, 3, \dots, n_i$ ，无量纲；
i	——	项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
t	——	自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

第四步：计算项目总体平均数估计值（平均单位面积生物质碳储量的估计值）及其方差：

$$c_{\text{Biomass},t} = \sum_i (w_i \times c_{\text{Biomass},i,t}) \quad (\text{F.3})$$

$$S_{c_{\text{Biomass},t}}^2 = \sum_i \left(w_i^2 \times \frac{S_{c_{\text{Biomass},i,t}}^2}{n_i} \right) \quad (\text{F.4})$$

式中：

$c_{\text{Biomass},t}$	——	第 t 年时，项目边界内的平均单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷 ($\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
w_i	——	项目边界内第 i 项目碳层的面积权重， $w_i=A_i/A$ ，其中 A 是项目总面积 (hm^2)， A_i 是第 i 项目碳层的面积 (hm^2)，无量纲；
$c_{\text{Biomass},i,t}$	——	第 t 年时，第 i 项目碳层的平均单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷 ($\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2}$)；
$S_{c_{\text{Biomass},t}}^2$	——	第 t 年时，项目平均单位面积生物质碳储量的方差，单位为吨碳每公顷的平方 ($(\text{t C} \cdot \text{hm}^{-2})^2$)；
$S_{c_{\text{Biomass},i,t}}^2$	——	第 t 年时，第 i 项目碳层平均单位面积生物质碳储量的方差，单

- 位为吨碳每公顷的平方 $((t\ C\cdot hm^{-2})^2)$;
- n_i —— 第 i 项目碳层的监测样地数, 无量纲;
- i —— 项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$, 无量纲;
- t —— 自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

第五步: 计算项目边界内平均单位面积生物质碳储量的不确定性:

$$u_{C_{Biomass,t}} = \frac{t_{VAL} \times S_{C_{Biomass,t}}}{C_{Biomass,t}} \quad (F.5)$$

式中:

- $u_{C_{Biomass,t}}$ —— 第 t 年时, 项目边界内平均单位面积生物质碳储量的估计值的不确定性, 即相对误差限, 单位为百分比 (%)。要求相对误差不大于 10%, 即抽样精度不低于 90%;
- t_{VAL} —— 可靠性指标, 自由度等于 $n-M$ (其中 n 是项目边界内样地总数, M 是林木生物量计算的碳层数), 置信水平为 90%, 查 t -分布双侧分位数表获得, 无量纲。如置信水平为 90%, 自由度为 45 时, 双侧 t -分布的 t 值在 Excel 电子表中输入 “=TINV(0.10,45)” 可计算得到 t 值为 1.6794;
- $S_{C_{Biomass,t}}$ —— 第 t 年时, 项目边界内平均单位面积生物质碳储量方差的平方根, 即标准误差, 单位为吨碳每公顷 $(t\ C\cdot hm^{-2})$;
- $C_{Biomass,t}$ —— 第 t 年时, 项目边界内的平均单位面积生物质碳储量, 单位为吨碳每公顷 $(t\ C\cdot hm^{-2})$;
- t —— 自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

第六步: 计算第 t 年项目边界内的生物质总碳储量:

$$C_{Biomass,t} = A \times c_{Biomass,t} \quad (F.6)$$

式中:

- $C_{Biomass,t}$ —— 第 t 年时, 项目边界内生物质碳储量, 单位为吨碳 $(t\ C)$;
- A —— 项目边界内各碳层的面积总和, 单位为公顷 (hm^2) ;
- $c_{Biomass,t}$ —— 第 t 年时, 项目边界内的平均单位面积生物质碳储量, 单位吨碳每公顷 $(t\ C\cdot hm^{-2})$;
- t —— 自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

第七步: 计算核算期内第 t 年项目边界内生物质碳储量的年变化量。假设在核算期内, 生物质碳储量变化是线性的:

$$\Delta C_{Biomass,t} = \frac{C_{Biomass,t_2} - C_{Biomass,t_1}}{t_2 - t_1} \times \frac{44}{12} \quad (F.7)$$

式中:

- $\Delta C_{Biomass,t}$ —— 核算期内第 t 年的项目边界内生物质碳储量的年变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 $(t\ CO_2e\cdot a^{-1})$;
- $C_{Biomass,t_1}$ —— 第 t_1 年时, 项目边界内生物质碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每年 $(t\ CO_2e\cdot a^{-1})$;
- $C_{Biomass,t_2}$ —— 第 t_2 年时, 项目边界内生物质碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每年 $(t\ CO_2e\cdot a^{-1})$;
- $44/12$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比, 无量纲;
- t_1, t_2 —— 核算期的间隔时间, 单位为年 (a) ; 开始于第 t_1 年, 结束于第 t_2 年, 且 $t_1 \leq t \leq t_2$;
- t —— 自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$, 无量纲。

如果乔木造林使用的苗木平均胸径 $< 2cm$, 可假定造林时的林木生物质碳储量为 0。如果乔木造林活动采用了平均胸径 $\geq 2cm$ 以上的大苗, 须根据造林时各碳层的造林树种、平

均胸径、平均树高、造林密度、造林面积等，采用附录 A 的方法计算造林时的林木生物质碳储量。

附录 G (资料性附录)

森林生物质碳储量的机载激光雷达监测方法

本附录文件主要适用于乔木（或竹子）造林。在项目监测阶段，项目业主须在减排量核算中明确说明实施过程，并提交实施过程中完整的数据文件，包括但不限于激光雷达点云文件（.las）、点云数据配套的边界矢量数据文件（.shp 或.kml）、数据处理代码文件以及相应的模型计算结果文件（.csv 或.xlsx）。首次使用机载激光雷达进行森林生物质碳储量监测的操作流程如图 G.1 所示：

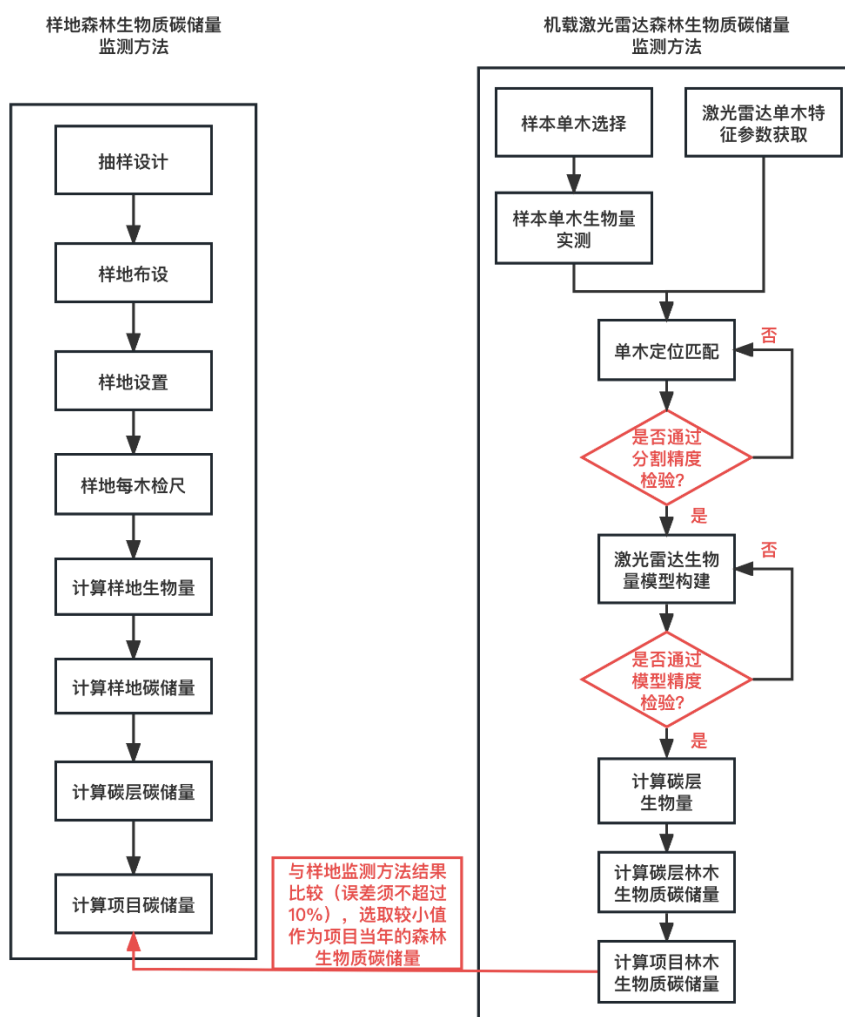


图 G.1 首次使用机载激光雷达监测森林生物质碳储量的操作流程

第一步：样本单木选择

根据项目树种选择在项目所在地针对每个树种随机选择不少于 60 株单木作为建模样本。样本单木胸径不小于 2cm，按照 2cm~3cm 的径阶间隔进行划分，每个径阶不少于 2 株~3 株样本木，尽可能覆盖所有径阶。所有被选择的样本单木应较容易从激光雷达点云数据中分割。使用 RTK 等设备对单木坐标进行精确定位（定位误差小于 0.3m）并标记编号（ $k=1, 2,$

3……)。

第二步：样本单木生物量实测

实测所有样本单木的胸径和（或）树高，并利用生物量方程法或生物量转换因子法计算单木 k 的全株（或地上）生物量，以此作为单木 k 的实测全株（或地上）生物量 (b_k^m)。

第三步：激光雷达单木特征参数获取

参照《CH/T 8024-2011 机载激光雷达数据获取技术规范》，使用机载激光雷达对所有样木所在范围内的林木进行扫描，获取机载激光雷达数据，进行噪声去除、点云分类（地面点与非地面点）、点云归一化、单木分割、单木特征参数提取等处理。单木特征参数包括但不限于树高、百分位树高、冠幅、激光雷达生物量指数 (LiDAR Biomass Index, LBI) 等。

a) 单木位置和树高

利用基于栅格的方法或基于点云的方法对机载激光雷达数据进行单木分割，获取每株单木的机载激光点云，并从单木机载激光点云中计算获取单木的位置和树高。单木位置和树高可由最高点的空间坐标来确定：

$$(X_{Tree}, Y_{Tree}, Z_{Tree}) = (X_{Highest}, Y_{Highest}, Z_{Highest}) \quad (G.1)$$

式中：

$(X_{Tree}, Y_{Tree}, Z_{Tree})$ —— 最终确定的单木三维坐标，单位为米 (m)；

$(X_{Highest}, Y_{Highest}, Z_{Highest})$ —— 单木最高点的三维坐标，单位为米 (m)。

b) 单木冠幅

单木点云在 X 方向和 Y 方向上垂直投影的平均值，视为冠幅直径，可采用下式计算：

$$C = \frac{(X_{\max} - X_{\min}) + (Y_{\max} - Y_{\min})}{2} \quad (G.2)$$

式中：

C —— 单木的冠幅，单位为米 (m)；

$X_{\max}$ —— 单木点云在 X 方向垂直投影的最大值，单位为米 (m)；

$X_{\min}$ —— 单木点云在 X 方向垂直投影的最小值，单位为米 (m)；

$Y_{\max}$ —— 单木点云在 Y 方向垂直投影的最大值，单位为米 (m)；

$Y_{\min}$ —— 单木点云在 Y 方向垂直投影的最小值，单位为米 (m)。

第四步：单木定位匹配

选取统一的参考坐标系 (WGS84 或 CGCS2000) 对激光雷达单木定位与每木检尺样本单木定位进行匹配，获取每个样本单木对应的激光雷达特征参数和实测单木全株（或地上）生物量，形成单木特征参数与样地实测全株（或地上）生物量的数据集。

在进行该步骤时须同时检验单木分割精度，分割精度应大于等于 90%，否则应重新检验该技术在当前场景下的适用性。

$$\omega = \left(1 - \frac{|K^l - K^m|}{K^m}\right) \times 100\% \quad (G.3)$$

式中：

ω —— 单木分割精度，单位百分比 (%)；

K^l —— 点云单木分割数量，单位为株 (stem)；

K^m —— 样地实测单木数量，单位为株（stem）。

第五步：激光雷达生物量模型构建

根据不同林地的实际情况，可选择适当的拟合方法（如最小二乘法）构建激光雷达生物量模型。随机选取从第四步数据集中一定数量的样本作为训练集（如训练集与验证集按 3:1 的比例），构建激光雷达生物量模型：

$$b_k^m = f(x_k^l) \xrightarrow{\text{minimizing } SSE} b_k^l = \hat{f}(x_k^l) \quad (\text{G.4})$$

式中：

- b_k^m —— 第 k 株单木的样地实测全株（或地上）生物量，单位为千克（kg d.m.）；
- b_k^l —— 第 k 株单木的激光雷达计算的全株（或地上）生物量，单位为千克（kg d.m.）；
- x_k^l —— 第 k 株单木的激光雷达特征参数，单位为米（m）或无量纲；
- SSE —— 残差平方和， $SSE = \sum_k (b_k^m - b_k^l)^2$ ；
- $f(x_k^l)$ —— 样地实测全株（或地上）生物量与激光雷达特征参数之间的假设函数形式；通过最小化调查样地数据内的 SSE ，可对 $f(x_k^l)$ 求解参数，并将其记为 $\hat{f}(x_k^l)$ ，单位为千克每株（kg d.m.·stem⁻¹）；
- $\hat{f}(x_k^l)$ —— 拟合所得的激光雷达全株（或地上）生物量计算函数；也即对 $f(x_k^l)$ 求解参数的结果，单位为千克每株（kg d.m.·stem⁻¹）；
- l —— 通过激光雷达直接获取或计算的值，无量纲；
- m —— 样地实测直接获取或计算的值，无量纲；
- k —— 样本单木， $k=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

此处以基于激光雷达生物量指数和树高的拟合方法为例，建立激光雷达特征参数与林木（或林地）特征参数的关系模型，也可选择采用其他建模方法：

a) LBI 的计算

对任一样本分割单木的激光点云数据从枝下高度（树冠低点）到树冠顶点高度以一定的高度间隔进行分层，并根据每层的点云计算对应层的体积，最终对所有层进行积分，获取单木树冠的激光雷达生物量指数：

$$LBI = \lim_{\Delta H \rightarrow 0} \sum_{H=H_C}^{H_T} \{U_L(H) \times \pi \times [r(H)]^2 \times \Delta H \times H\} \quad (\text{G.5})$$

式中：

- LBI —— 单木的激光雷达生物量指数，无量纲；
- $U_L(H)$ —— 从解析木的点云数据中提取的单木叶面积的体积密度函数，单位为平方米每立方米（m²·m⁻³）；
- $r(H)$ —— 高度为 H 处的树冠的半径，通过点云单木特征参数提取，单位为米（m）；
- ΔH —— 树冠纵向分层的间隔，单位为米（m）；
- H_C —— 枝下高度（树冠低点），单位为米（m）；
- H_T —— 单木树冠顶点高度，单位为米（m）。

b) 生物量模型的构建

结合从机载激光雷达中提取的所有样本单木的激光雷达生物量指数和树高，及野外实测获取的单木全株（或地上）生物量，采用非线性回归方法构建单木生物量模型，公式（G.6）以使用 LBI 反演地上生物量的方法为例。也可采用其他类似的建模方法，选择不同的激光雷达特征参数和林木（或林地）特征参数，建立其与生物量之间的关系模型。

$$\ln AGB = \ln p + \beta \ln H_T + \frac{2\beta}{\alpha} \ln LBI \quad (\text{G.6})$$

式中:

AGB	——	单木地上生物量, 单位为千克每株 ($\text{kg} \cdot \text{stem}^{-1}$);
H_T	——	单木的树冠高度, 单位为米 (m);
LBI	——	单木的激光雷达生物量指数, 无量纲;
p	——	模型参数, 无量纲;
α	——	模型参数, 无量纲;
β	——	模型参数, 无量纲。

第六步: 模型精度检验

计算模型决定系数 (R^2)。对于单一树种, 训练集决定系数应不低于 0.9, 验证集决定系数应不低于 0.8; 对于多树种混交林, 训练集与验证集决定系数均应不低于 0.7。若满足精度要求, 后续监测可复用首次监测时建立的激光雷达生物量模型进行计算。若不能满足精度要求, 则应重新建模, 直至达到精度要求。

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_k (b_k^m - b_k^l)^2}{\sum_k (b_k^m - \bar{b}_k^m)^2} \quad (\text{G.7})$$

式中:

R^2	——	模型决定系数, 无量纲;
$\bar{b}_k^m$	——	样地实测全株 (或地上) 生物量的平均值, 单位为千克 (kg d.m.);
b_k^m	——	第 k 株单木的样地实测全株 (或地上) 生物量, 单位为千克 (kg d.m.);
b_k^l	——	第 k 株单木的激光雷达计算的全株 (或地上) 生物量, 单位为千克 (kg d.m.);
k	——	样本单木, $k=1, 2, 3, \dots$, 无量纲;
l	——	通过激光雷达直接获取或计算的值, 无量纲;
m	——	样地实测直接获取或计算的值, 无量纲。

第七步: 碳层生物量和碳储量计算

若模型满足第六步中的精度要求, 则使用第五步得到的激光雷达生物量模型计算第 i 项目碳层内每株单木的全株 (或地上) 生物量, 形成第 i 项目碳层内 j 树种激光雷达单木全株 (或地上) 生物量数据集 $b_{i,j,1}^l, b_{i,j,2}^l, \dots, b_{i,j,s}^l$, 再结合各类型树种生物量含碳率 (若计算的是地上生物量, 则须利用地下生物量与地上生物量的比值转化为全株生物量) 将单木生物量转换为单木生物质碳储量, 再计算各碳层的生物质碳储量:

$$c_i^l = \sum_j \sum_s c_{i,j,s}^l \quad (\text{G.8})$$

式中:

c_i^l	——	第 i 项目碳层的激光雷达生物质碳储量, 单位为吨碳 (t C);
$c_{i,j,s}^l$	——	第 i 项目碳层第 j 类树种第 s 株单木的激光雷达生物质碳储量, 单位为吨碳 (t C);
s	——	第 i 项目碳层内第 j 类树种的单木, $s=1, 2, 3, \dots$, 单位为株 (stem);
i	——	项目碳层, $i=1, 2, 3, \dots$, 无量纲;
j	——	树种, $j=1, 2, 3, \dots$, 无量纲;
l	——	通过激光雷达直接获取或计算的值, 无量纲。

第八步：项目边界内生物质碳储量计算

利用各碳层生物质碳储量，计算项目边界内生物质碳储量：

$$c^l = \sum_i c_i^l \tag{G.9}$$

式中：

- c^l —— 项目边界内激光雷达生物质碳储量，单位为吨碳（tC）；
- c_i^l —— 第 i 项目碳层的激光雷达生物质碳储量，单位为吨碳（tC）；
- i —— 项目碳层， $i=1, 2, 3\cdots$ ，无量纲；
- l —— 通过激光雷达直接获取或计算的值，无量纲。

第九步：项目边界内生物质碳储量年变化量的计算

利用附录 A 公式（A.1）计算项目边界内森林生物质碳储量的年变化量。

温室气体自愿减排项目设计与实施指南

2023 年 11 月

目 录

1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则和要求	3
5 项目设计与实施流程	4
6 项目设计与实施要求	4
6.1 项目设计	4
6.2 项目公示	7
6.3 项目审定	7
6.4 项目登记申请	7
6.5 项目实施、监测及减排量核算	7
6.6 减排量公示	9
6.7 减排量核查	9
6.8 减排量登记申请	9
6.9 项目自愿注销	9
附 1 温室气体自愿减排项目设计与实施流程图	10
附 2 温室气体自愿减排项目所属行业领域	11
附 3 温室气体自愿减排项目设计文件模板——避免、减少排放类项目	13
附 4 温室气体自愿减排项目设计文件模板——林业和其他碳汇类型	21
附 5 温室气体自愿减排项目减排量核算报告模板	30
附 6 温室气体自愿减排项目额外性论证工具（1.0 版）	35

温室气体自愿减排项目设计与实施指南

1 适用范围

本指南规定了温室气体自愿减排项目设计与实施的术语和定义、基本原则和要求、设计与实施流程及相关要求。

本指南适用于指导温室气体自愿减排项目的设计与实施。

2 规范性引用文件

本指南内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本指南。

《碳排放权交易管理办法（试行）》

《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》

《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》

GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1

温室气体 greenhouse gas

指大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

3.2

温室气体源 greenhouse gas source

向大气中排放温室气体的物理单元或过程。

[来源：GB/T 33760-2017，定义 3.2]

3.3

温室气体汇 greenhouse gas sink

从大气中清除温室气体的物理单元或过程。

3.4

温室气体排放 greenhouse gas emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计）。

[来源：GB/T 33760-2017，定义 3.3，有修改]

3.5

温室气体清除 greenhouse gas removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量（以质量单位计）。

3.6

温室气体减排量 greenhouse gas emission reduction

经核算得到的一定时期内项目所产生的温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减少量，或项目所产生的温室气体清除量与基准线情景的清除量相比较的增加量。

[来源：GB/T 33760-2017，定义 3.5，有修改]

注：为方便表达，本指南将一定时期内项目产生的相对于基准线情景的清除量的增加也简称为“减排量”。

3.7

项目业主 project owner

申请温室气体自愿减排项目登记的法人或者其他组织。

注：项目业主原则上是项目所有者，也可以是获得项目所有者授权并申请温室气体自愿减排项目登记的法人或其他组织。

3.8

项目边界 project boundary

与项目有关或受项目影响的设施、系统和设备，以及可合理归因于项目产生的所有温室气体排放源和汇。

3.9

基准线情景 baseline scenario

用来提供参照的，在不实施温室气体自愿减排项目的情况下提供同等产品和服务最可能发生的假定情景。

3.10

额外性 additionality

指作为温室气体自愿减排项目实施时，与能够提供同等产品和服务的其他替代方案相比，在内部收益率财务指标等方面不是最佳选择，存在融资、关键技术等方面的障碍，但是作为自愿减排项目实施有助于克服上述障碍，并且相较于相关项目方法学确定的基准线情景，具有额外的减排效果，即项目的温室气体排放量低于基准线排放量，或者温室气体清除量高于基准线清除量。

3.11

项目计入期 project crediting period

可申请项目减排量登记的时间期限。

3.12

泄漏 leakage

由项目引起且发生在项目边界之外的，可测量、可核查的温室气体排放量。

3.13

监测 monitoring

对项目减排量核算所涉及的所有相关参数实施测量、记录、汇总的过程。

3.14

监测计划 monitoring plan

对项目减排量核算所涉及的所有相关参数实施测量、记录、汇总的计划。

3.15

核算期 accounting period

在项目计入期内，实际申请登记温室气体减排量的时间区间。项目计入期可根据方法学和相关规定要求以及项目实际情况分为若干核算期，一个核算期为温室气体自愿减排项目减排量核算报告所覆盖的连续时间区间。

3.16

审定 validation

审定与核查机构对拟申请登记的温室气体自愿减排项目进行系统的、独立的第三方评审，并且形成报告的过程。

3.17

核查 verification

审定与核查机构对拟申请登记的项目减排量进行系统的、独立的第三方评审，并且形成报告的过程。

4 基本原则和要求

4.1 基本原则

4.1.1 完整性

包括方法学规定的所有与项目相关的温室气体源和汇，不遗漏任何相关的温室气体排放和清除。

4.1.2 准确性

尽可能减少偏差和不确定性。

4.1.3 保守性

在难以对相关参数、技术路径等进行精准判断时，使用保守的假设、数值和程序，以确保项目减排量不被高估。

4.1.4 透明性

在满足相关法律法规要求的前提下，以便于公众获得的方式披露项目和减排量的相关信息。

4.1.5 唯一性

避免项目同时在两个或两个以上的温室气体减排机制下登记，避免项目重复认定或者减排量重复计算。

4.2 项目基本要求

温室气体自愿减排项目应当符合《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》的相关要求。

5 项目设计与实施流程

温室气体自愿减排项目设计与实施的主要步骤包括：项目设计（6.1），项目公示（6.2），项目审定（6.3），项目登记（6.4），项目实施、监测及减排量核算（6.5），减排量公示（6.6），减排量核查（6.7），减排量登记（6.8）。项目业主可以自愿向注册登记机构申请对已登记的温室气体自愿减排项目进行注销（6.9）。

项目设计与实施流程中产生的数据、信息等原始记录和管理台账应当在该项目最后一次减排量登记后至少保存 10 年。

具体实施流程见附 1。

6 项目设计与实施要求

6.1 项目设计

6.1.1 项目类型和所属行业领域的识别

温室气体自愿减排项目包括避免、减少排放类项目和清除（碳汇）类项目。

项目设计文件应当结合所应用的温室气体自愿减排项目方法学，说明拟申请登记项目的所属行业领域。项目所属行业领域目录详见附 2。

6.1.2 项目描述

项目设计文件（模板见附 3）应当描述以下信息：

- 项目名称；
- 项目目的、概述以及如何促进当地可持续发展；
- 项目业主、授权协议（当项目业主不是项目所有者时）等相关信息；
- 项目地点（地理位置）；
- 项目拟采用的技术和措施，以及项目实施前在同一地点采用的技术和措施（如涉及）；
- 项目的唯一性；
- 项目是否为本机制下注销的项目。

6.1.3 方法学的选择

项目业主应当在生态环境部发布的温室气体自愿减排项目方法学中选择适用的方法学，在项目设计文件中描述该方法学的名称、版本，并详细论证该方法学及其版本的适用性。

6.1.4 方法学的应用

6.1.4.1 项目边界的确定

项目设计文件应当描述项目边界，包括项目设施、系统和设备所在的地理边界以及边界内的排放源和汇。

项目设计文件应当按照方法学和相关规定的要求，确定与项目及基准线情景有关的排放源和汇，以及温室气体的种类，并且论证其合理性。

6.1.4.2 基准线情景

项目设计文件应当按照方法学和相关规定的要求识别项目基准线情景，分别说明项目和基准线情景下运行的设施、系统和设备的相关信息，并且对基准线情景提供同等产出或服务的情况作出说明。如果项目涉及对现有设备的替代，应当合理估计在不实施项目情况下该设备本应被替代的时间点。

6.1.4.3 额外性论证

项目设计文件应当根据方法学中关于额外性论证的要求以及额外性论证工具（见附 6）规定的相关步骤和方法，对项目额外性进行论证。

6.1.4.4 减排量计算

6.1.4.4.1 计算方法

项目减排量为基准线排放量（清除量）与项目排放量（清除量）之差，如果由于项目实施引起项目边界之外的泄漏，泄漏量应当在减排量中予以扣除。

项目设计文件应当按照方法学和相关规定的要求描述减排量计算方法，减排量计算分为项目设计阶段的预先估算和项目实施后的核算：

- 预先估算：描述基准线排放量（清除量）、项目排放量（清除量）、泄漏以及项目计入期内减排量预先估算的方法、步骤和结果；
- 核算：描述项目实施后用于核算基准线排放量（清除量）、项目排放量（清除量）、泄漏以及项目减排量的方法和步骤。

6.1.4.4.2 参数的确定

用于减排量计算的参数分为项目设计阶段确定的参数和需要在项目实施阶段监测的参数。项目设计文件应当分别对上述两类参数的名称、单位、来源等进行详细说明。

如果方法学和相关规定中对某个参数的确定提供了多种选项，项目设计文件应当作出合理选择并且予以论证。

6.1.4.4.3 抽样

如果方法学和相关规定允许，项目业主可以采用抽样的方法确定用于减排量计算的参数，项目设计文件应当确定数据抽样的具体方式，制定数据抽样方案，并对数据抽样方案进行说明。

6.1.4.5 监测计划

项目设计文件应当根据方法学和相关规定的要求制定监测计划，监测计划应当至少包含如下内容：

- 监测计划实施的组织形式和职责分工；
- 参数名称、单位、获取方式，涉及的计算方法；
- 监测方法和程序、监测和记录频次以及实施监测的人员；
- 监测仪表的名称、数量、安装位置、精度、校准频次等，以及与监测仪表相关的内部管理规定等；
- 数据缺失或异常的处理方式，须遵循保守性原则并且符合方法学和相关规定；
- 监测数据记录、收集、归档及保存期限；
- 数据抽样方案（如涉及）；
- 质量保证与质量控制程序。

6.1.5 项目开工日期、计入期和寿命期限

项目设计文件应当确定项目开工日期、计入期开始时间和期限。

项目开工日期一般为建设工程施工合同或者开工文件签署日期。

项目设计文件应当对项目寿命期限及其确定的依据进行说明，并根据项目寿命期限以及方法学和相关规定确定项目计入期开始时间和结束时间。

计入期开始时间应当在 2020 年 9 月 22 日之后，且不得早于项目开工日期。分期实施的项目只能确定一个计入期开始日期。

6.1.6 环境影响和可持续发展

项目业主应当根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等相关规定，对项目的环境影响进行评价。项目应当对促进当地可持续发展有促进作用。

6.1.7 林业和其他碳汇类项目的特殊要求

项目业主应当根据所应用的林业和其他碳汇项目方法学等相关规定，完成林业和其他碳汇类项目的项目设计（模板见附 4）。其中林业碳汇类项目还应当满足本指南 6.1.7.1~6.1.7.5 相关要求。

6.1.7.1 项目描述

林业碳汇类项目设计文件应当在本指南 6.1.2 相关要求的基础上增加如下描述：

- 项目边界的环境条件，包括气候、水文、土壤和生态系统；
- 稀有和濒危物种及其栖息地情况；
- 当前土地和林木的权属以及项目减排量归属权；
- 土地合格性；
- 项目选择的树种等。

6.1.7.2 方法学的选择和应用

林业碳汇类项目方法学选择和应用除满足本指南 6.1.3 和 6.1.4 相关要求外，还应当满足以下要求：

- 项目边界：项目设计文件应明确项目所在土地的唯一识别信息，证明项目业主对项目边界内的林业活动拥有控制权；证明项目边界内每个实施林业活动地块的合格性；
- 基准线情景：项目设计文件应当按照林业碳汇类项目方法学和相关规定的要求，说明项目边界内每个碳层的基准线情景；
- 减排量计算：林业碳汇类项目的减排量等于项目清除量与基准线清除量之差，如有泄漏，应当予以扣除。项目清除量是指项目各碳库的碳储量变化量之和减去项目排放量；基准线清除量是指在基准线情景下各碳库的碳储量变化量之和减去基准线排放量；
- 监测计划：除满足本指南 6.1.4.5 相关要求外，林业碳汇类项目设计文件还应当说明如何监测森林管理活动；说明如何确定和记录项目边界的地理坐标（包括分层边界的地理坐标）；识别降低泄漏的措施，并且定期监督措施的实施情况。

6.1.7.3 项目开工日期和计入期

项目设计文件应当根据林业碳汇类项目方法学和相关规定，对项目开工日期、项目寿命期限、计入期期限及其确定的依据进行说明。

林业碳汇类项目的开工日期一般为在项目边界内的土地上首次实施整地、播种或者植苗的日期。

6.1.7.4 环境影响分析和可持续发展协同效益

除满足本指南 6.1.6 相关要求外，环境影响分析应当特别关注对生物多样性和自然生态系统的影响，以及项目边界以外的影响，并且分析对可持续发展的促进作用。

6.1.7.5 非持久性

林业碳汇类项目设计文件应当说明为防止火灾、病虫害、采伐等影响减排量持久性而采取的措施。

施。

6.2 项目公示

项目业主应当按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，在申请项目登记前通过注册登记系统公示项目设计文件，并且对公示材料的真实性、完整性和有效性负责。

项目业主公示项目材料时，应当同步公示其所委托的审定与核查机构的名称。公示期为 20 个工作日。如在公示期内收到意见，项目业主应当对收到的意见进行处理。

6.3 项目审定

项目业主应当按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，委托具有资质的审定与核查机构对项目进行审定，将项目设计文件、支持性文件和相关证明提交至审定与核查机构，并且配合审定与核查机构按照《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》及相关规范性文件的要求，开展审定工作。

6.4 项目登记申请

审定与核查机构出具项目审定报告后，项目业主可以按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》相关规定，申请项目登记。项目业主申请项目登记时，应当通过注册登记系统提交项目申请表和审定与核查机构上传的项目设计文件、项目审定报告，并附具对项目唯一性，以及所提供材料真实性、完整性和有效性负责的承诺书。

6.5 项目实施、监测及减排量核算

6.5.1 总体要求

根据《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，项目业主应当严格按照项目设计文件相关内容实施和运行项目，按照监测计划相关内容开展监测活动。

项目业主可根据方法学和相关规定要求以及项目实际情况，将计入期划分为若干核算期，对每个核算期的减排量单独核算并编制温室气体自愿减排项目减排量核算报告（以下简称减排量核算报告）。减排量核算报告（模板见附 5）应当说明项目实施和运行情况，以及核算期内参数的监测情况，主要包括如下信息：

- 项目描述；
- 项目实施；
- 监测系统的描述；
- 参数的确定；
- 减排量的核算。

6.5.2 项目描述

减排量核算报告应当对如下项目基本信息进行说明：

- 项目概述，包括项目目的、减排措施、所采用技术和相关设施、项目实施的关键日期（如建设、调试、开始运行等）；
- 项目登记或相关批复等关键信息；
- 核算期顺序号、覆盖日期及所产生的温室气体减排量；
- 项目的地理位置，包括能唯一识别项目位置的信息及地图；
- 采用方法学的名称及版本号，以及引用的规范性文件；
- 相较于登记的项目设计文件，监测计划及其相关参数的调整情况（适用时）。

6.5.3 项目实施

减排量核算报告应当对如下项目实施情况进行说明：

- 项目采用的技术，工艺流程，设施、系统及设备等相关信息；
- 项目实施和运行信息，包括项目实施关键日期等。对于存在多个场地的项目，应当说明每个场地的实施情况和开始运行日期。对于分阶段实施的项目，应当说明项目在每个阶段的实施情况。

6.5.4 监测系统的说明

减排量核算报告应当说明项目所采用的监测系统，并且提供显示所有相关监测点的示意图。说明内容包括：数据收集程序（包括数据生成、汇总、记录、计算和报告、归档等信息流）、组织形式、人员分工及责任，以及监测系统的应急程序等。

6.5.5 参数的确定

减排量核算报告应当说明用于计算基准线排放量、项目排放量和泄漏的所有参数的确定方法，并对于每个参数：

- 确认参数的名称、数值和在方法学中对应计算公式的编号；
- 提供参数的说明、单位、数据来源（如日志、日常测量记录、调查等）等；
- 说明项目设计阶段确定的相关参数及其数值；
- 对测量获得的数据，应当说明监测仪表的安装位置、准确度、校准信息（频率、校准日期和有效期）、监测方法、记录频次等信息；
- 说明质量控制或质量保证程序，包括监测设备的校准程序、数据缺失或异常的处理程序、数据内部校核等规定；
- 数据用途等。

通过抽样方式获得的数据，应当说明项目设计文件中的数据抽样方案及执行情况。

项目业主应当按照方法学、监测计划或相关规定中要求的校准频次，对监测仪表进行校准。存在未校准、延迟校准或者校准误差不满足规定要求的，应按照相关方法学要求对数据进行保守性处理。

6.5.6 减排量核算

减排量核算报告应当按照项目方法学相关要求，详细说明减排量的核算过程，并说明以下数据的核算方法、步骤、公式和结果：

- 基准线排放量或基准线清除量；
- 项目排放量或清除量；
- 泄漏；
- 减排量。

减排量核算报告应当将核算期内年均减排量核算结果与登记的项目设计文件中的预先估算值进行比较。如果核算期内的年均减排量高于项目设计文件中的预先估算值，应详细解释减排量增加的原因。

6.5.7 林业和其他碳汇类项目的特殊要求

林业和其他碳汇类项目，根据生态环境部发布的相关方法学，在减排量核算时需要扣除核算期内一定比例的减排量，以应对非持久性风险，具体扣除比例按照项目方法学执行。

6.6 减排量公示

项目业主应当按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，在申请减排量登记前通过注册登记系统公示减排量核算报告，并且对公示材料的真实性、完整性和有效性负责。

项目业主公示减排量核算报告时，应当同步公示其所委托的审定与核查机构的名称。公示期为20个工作日。如在公示期内收到意见，项目业主应当对收到的意见进行处理。

6.7 减排量核查

项目业主应当按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，委托具有资质的审定与核查机构对项目减排量进行核查，但不应委托负责项目审定的审定与核查机构开展该项目的减排量核查。项目业主应当将减排量核算报告、支持性文件和相关证据提交至审定与核查机构，并且配合审定与核查机构按照《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》的要求开展核查工作。

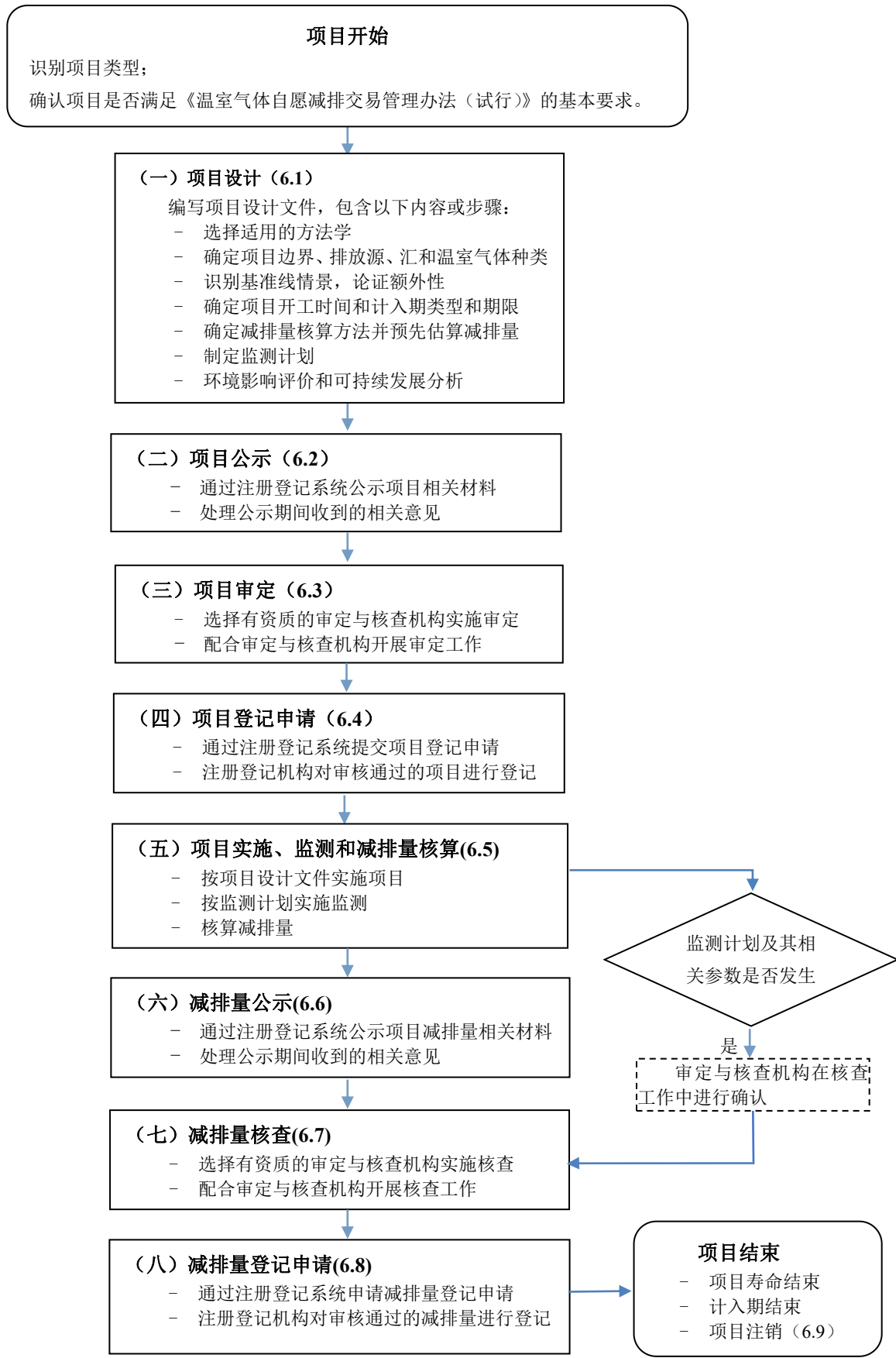
6.8 减排量登记申请

审定与核查机构出具减排量核查报告后，项目业主可以按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》的相关规定，申请减排量登记。项目业主申请减排量登记时，应当通过注册登记系统提交减排量申请表和审定与核查机构上传的减排量核算报告、减排量核查报告，保证项目减排量归属权无争议，并附具对减排量核算报告真实性、完整性和有效性负责的承诺书。

6.9 项目自愿注销

项目业主可以自愿向注册登记机构申请对其名下已登记的温室气体自愿减排项目进行注销。注销之后的项目不能再次申请登记，包括但不限于以原项目名义再次申请登记、将原项目拆分后再次申请登记、作为其他项目的一部分申请登记等情形。

附 1 温室气体自愿减排项目设计与实施流程图



附 2 温室气体自愿减排项目所属行业领域

序号	行业	包含的活动（示例）
1	能源产业（可再生/不可再生资源）	利用可再生能源生产电力、热力或燃气，或在能源生产活动中采取能效提升、低碳电力、燃料/原料转换等减排技术和措施
2	能源分配	在电力、热力、燃气等能源输配活动中采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换等减排技术和措施
3	能源需求	在能源需求侧采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换等需求侧响应技术和管理措施避免或减少温室气体排放
4	制造业	在制造业生产过程中（化学工业、金属生产除外）采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换、销毁温室气体、替代强效温室气体、避免温室气体排放等减排技术和措施
5	化学工业	在化学工业生产过程中采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换、销毁温室气体、替代强效温室气体、避免温室气体排放等减排技术和措施
6	建筑业	在建筑业生产过程中采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换、销毁温室气体、替代强效温室气体、避免温室气体排放等减排技术和措施
7	交通运输业	在交通运输活动中采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换、替代强效温室气体等减排技术和措施
8	采矿/矿物生产	在采矿和矿物生产过程中采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换、销毁温室气体等减排技术和措施（不包括避免、减少、销毁或回收利用煤炭、石油、天然气等燃料生产与输送过程中逸散的甲烷等温室气体）
9	金属生产	在金属生产活动中采取可再生能源利用、能效提升、燃料/原料转换、避免温室气体等减排技术和措施
10	燃料（固体、石油和天然气）的逸散性排放	避免、减少、销毁或回收利用燃料（煤炭、石油、天然气等）生产与输送过程中逸散的甲烷等温室气体
11	卤烃、六氟化硫的生产与使用过程中的逸散性排放	避免、减少、销毁或回收利用卤烃、六氟化硫生产与使用过程中产生的温室气体
12	溶剂使用	避免、减少、销毁或回收利用化石燃料、HFCs、PFCs等作为溶剂使用过程中产生的温室气体

13	废物处理处置	避免、减少、销毁或回收利用固体废弃物、工业废水、生活废水处理处置过程中产生的甲烷、氧化亚氮等温室气体
14	林业和其他碳汇类型	通过造林再造林，改善森林经营管理，避免森林转化，保护恢复草地、湿地、红树林等技术措施增加林业或其他生态系统的碳储量
15	农业	通过可持续农业、改进牲畜养殖或动物粪便管理方式等技术措施，避免、减少、销毁或回收利用动物养殖、水稻生产、农田氮肥施用、农业残留物焚烧等过程中的甲烷或氧化亚氮排放
16	碳捕集、利用和/或封存	二氧化碳的捕集、利用和/或封存

附 3 温室气体自愿减排项目设计文件模板——避免、减少排放类项目

温室气体自愿减排项目设计文件模板——避免、减少排放类项目¹
1.0 版

项目设计文件

项目名称 ¹	
项目所属行业领域	根据《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》附 2 填写， 请选择其中的一类或多类 (蓝色斜体字体内容为填写说明，使用时请删除，以下同)
项目设计文件版本	如 1.0 版
项目设计文件完成日期	以年/月/日的格式表示
申请项目登记的项目业主	项目业主可以是项目所有者，也可以是获得授权申请温室 气体自愿减排项目登记的法人或其他组织
项目所有者	
所选择的方法学及版本	
计入期起止时间	以年/月/日的格式表示
预计的温室气体年均减排量	tCO ₂ e

注 1：项目名称应包含项目所有者、项目地域、方法学、减排技术措施等关键信息。例如：海上风电类项目可参考“项目所有者简称+具体地域或海域+XX 期 XX 兆瓦海上风电项目”的样式命名；光热发电项目可参考“项目所有者简称+具体地域+XX 期 XX 兆瓦光热独立（或一体化）发电项目”的样式命名。

¹ 该模板仅适用于避免、减少排放类项目，不适用于清除（碳汇）类项目，后者另有专用模板。

A 项目描述

A.1 项目目的和概述

- 简要描述项目名称、目的、位置、拟采取的技术和措施、项目边界、基准线情景、预计产生的年减排量和整个计入期的减排量。（本部分内容需在 A.2, A.3, B.3, B.4 和 B.6 部分详细描述）；
- 描述项目业主、项目所有者及项目授权协议等相关信息；
- 描述项目如何促进当地可持续发展；
- 描述项目的批复情况，包括工程建设、可行性研究报告、环境影响评价报告书（表）等相关批复情况。

A.2 项目地点（地理位置）

A.2.1 省/直辖市/自治区，等

A.2.2 市/县/乡(镇)/村，等

A.2.3 项目地理位置

提供项目所在地理位置的地图，并标识能唯一识别项目位置的信息，包括地理坐标等。

A.3 采用的技术和措施

- 描述项目拟采用的技术和措施，根据项目的实际情况，可包括：
 - 项目计划安装或改建的设施、系统和设备的清单；
 - 项目提供的服务类型及其与边界外相关生产系统/设备的关系；
 - 设施、系统和设备的布置；
 - 主要设备的设计使用年限；
 - 装机容量、负荷系数和效率；
 - 输入输出设施、系统和设备的能源流和物质流；
 - 监测仪表及位置。
- 简要描述项目实施前在同一地点采用的技术和措施。

A.4 项目及减排量的唯一性声明

声明该项目未在其他减排机制下同时登记，不是本机制下注销的项目，并说明相关证据。

B 基准线和监测方法学的应用

B.1 采用的方法学

描述以下信息：

- 所选择方法学的准确名称及版本号；
- 所选择方法学中引用的文件的名称和版本。

B.2 采用方法学的适用性

详细论证该方法学及其引用文件的适用性。

B.3 项目边界

- 描述项目边界，包括项目设施、系统和设备所在的地理边界以及边界内的排放源和汇；
- 确定与项目及基准线情景有关的排放源和汇，以及温室气体的种类，并且论证其合理性；
- 除下表外，应根据 A.2 部分的描述，提供项目边界图，并勾画出项目的边界。图中应包括 A.3 部分描述的设施、系统和设备，以及物质和能量流，应在图中指出边界内的排放源和温室气体种类，以及需要监测的数据和参数。

表 B. X 项目边界内排放源以及主要的温室气体种类

排放源		温室气体种类	是否包含	说明理由/解释
基准线	排放源 1	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
	排放源 2	...		
项目活动	排放源 1	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
	排放源 2	...		

B.4 基准线情景的识别和描述

- 描述如何按照方法学和相关规定的要求识别基准线情景；在此过程中需要解释和论证关键假设和理由。提供并说明用于识别基准线情景的所有相关证据；
- 分别描述项目和基准线情景下运行的设施、系统和设备的相关信息，并清晰地解释基准线情景如何在没有项目情况下提供同等的产出或服务；
- 如果项目涉及对现有设备的替代，应合理估计并描述在不实施项目情况下该设备本应被替代的时间点；

- 本部分的内容与 B.5 额外性论证中的基准线情景识别的内容可能重复。当有重复时，无需重复论述，只需说明参考某一部分的内容即可。

B.5 额外性论证

描述如何按方法学和相关规定的要求对项目额外性进行论证，并清晰说明相关证据来源及各个论证步骤的结论。

B.6 减排量计算

B.6.1 计算方法的说明

- 按照方法学和相关规定的要求，在本部分清晰描述基准线排放量、项目排放量、泄漏以及项目计入期内减排量预先估算的方法、步骤和结果以及描述项目实施后用于核算基准线排放量、项目排放量、泄漏以及项目减排量的方法和步骤；
- 清晰地表述上述计算过程中用到的公式。

B.6.2 项目设计阶段确定的参数

按下表填写说明罗列在项目设计阶段已确定并在计入期内固定不变的参数。对于在项目实施以后通过监测获得的参数，应当在 B.7.1 部分列出。

（每项参数请复制本表格）

数据/参数名称	
应用的公式编号	- 方法学中的公式编号
数据描述	
数据单位	
数据来源	- 描述数据的来源，是文献还是基于测量
数值	- 填写数值 - 对于同一个参数有多个数值的情况，可以用表格形式表述
数值的合理性	- 对于采用缺省值的，应说明参数缺省值选取依据及合理性 - 如果数值来源于测量，描述测量方法和采用的程序步骤（比如采用的标准），描述实施测量的人员或机构、测量日期和测量结果，详细信息可以附件的形式补充
数据用途	在以下用途中选择： - 计算基准线排放（预先估算、项目实施后核算） - 计算项目排放（预先估算、项目实施后核算） - 计算泄漏排放（预先估算、项目实施后核算）

备注	
----	--

B. 6.3 减排量估算

- 按照方法学和相关规定的要求，描述基准线排放量、项目排放量、泄漏以及项目计入期内减排量预先估算的方法、步骤和结果，并论证数据选取的合理性；
- 对于项目设计阶段已确定的参数，采用 B.6.2 中的数值；
- 对于在项目实施后通过监测获得的参数，使用 B.7.1 中的预先估算值；
- 如其中有参数是通过抽样调查的方法预估的，应描述数据抽样方案，并证明其符合所采用的方法学及相关规定。

B. 6.4 减排量估算汇总

将计入期内预先估算的年减排量结果汇总入下表。

表 B. X 预先估算的项目减排量

年份	基准线排放 (tCO ₂ e)	项目排放 (tCO ₂ e)	泄漏 (tCO ₂ e)	减排量 (tCO ₂ e)
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日				
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日				
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日				
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日				
.....(到计入期结束)				
合计				
计入期年数				
计入期内年均值				

注：每一行采用一个单独的日历年。

B. 7 监测计划

B. 7.1 需要监测的参数

- 描述方法学及所引用文件要求监测的参数；
- 按照填写说明将每个参数填入下表。

(每项参数请复制本表格)

数据/参数名称	
应用的公式编号	
数据描述	
数据单位	
数据来源	- 明确数据的来源（如日志、日常测量记录、调查等），如果可以 使用多个来源，明确优先采用哪个数据源
数值	- 用于减排量的预先估算（如预估时不用此参数，可不填数值）
监测仪表	- 填写对该参数监测所使用仪器的详细说明
监测点要求	- 填写对该参数监测点要求的详细说明
监测仪表要求	- 监测仪表的准确度等级及校准频次的详细说明
监测程序与方法要求	
监测频次与记录要求	- 明确监测和记录的频次
质量保证/质量控制程序要求	- 描述所采用的质量保证/控制程序，包括： - 监测仪表的校准程序和校准频次应符合方法学及相关规范性文件的规定，如果无相关规定，应按地方标准、国家标准、供应商说明、国际标准的优先次序选取相应的规定作为依据 - 数据缺失或异常的处理方式，须遵循保守性原则并且符合生态环境部相关规定 - 内部数据校核
数据用途	在以下用途中选择： - 计算基准线排放（预先估算、项目实施后核算） - 计算项目排放（预先估算、项目实施后核算） - 计算泄漏排放（预先估算、项目实施后核算）
备注	

B. 7. 2 数据抽样方案

如 B.7.1 部分监测的参数需要通过抽样的方法确定，应清晰描述数据抽样方案，并论证其符合项目所采用方法学或所引用相关文件的要求。

B. 7. 3 监测计划的其他内容

根据方法学和相关规定的要求制定监测计划，并且在项目实施过程中严格执行。监测计划应当至少包含如下内容：

- 监测计划实施的组织形式和职责分工；

- 明确参数名称、单位、获取方式，涉及的计算方法；
- 监测方法和程序、监测和记录频次以及实施监测的人员；
- 监测仪表的名称、数量、安装位置、精度、校准频次等，明确监测仪表的内部管理规定等；
- 数据缺失或异常的处理方式，须遵循保守性原则并且符合生态环境部相关规定；
- 监测数据记录、收集、归档及保存期限；
- 数据抽样方案（如有）；
- 质量保证与质量控制程序。

C 项目开工日期，计入期类型和活动期限

C.1 项目的开工日期

描述并证明项目开工日期（一般为建设工程施工合同或者开工文件签署日期），项目开工日期以年/月/日的格式表示。

C.2 预计的项目寿命期限

- 项目寿命期限是指自项目开始到项目结束的间隔时间，以年/月的方式描述；
- 应描述项目寿命期限及其确定的依据。

C.3 项目计入期

- 可根据项目寿命期限自行确定计入期期限，避免、减少排放类项目计入期最长一般不超过10年。方法学和相关规定对计入期另有规定的，从其规定；
- 计入期开始时间应当在2020年9月22日之后，且不得早于项目开工日期。分期实施的项目只能确定一个计入期开始日期。

D 环境影响和可持续发展

D.1 环境影响和可持续发展分析

- 分析本项目对环境产生的影响，并明确引用的所有相关文件；
- 分析本项目对可持续发展各方面的影响，包括对当地居民和社区的社会经济影响。

D.2 环境影响评价

- 明确该项目已开展环境影响评价工作，简述环境影响评价的结论，并附环境影响评价审批文件或备案回执。

附件 1：项目业主联系信息

法人名称：	
地址：	
邮政编码：	
电话：	
传真：	
电子邮件：	
网址：	
授权代表：	
姓名：	
职务：	
部门：	
手机：	
传真：	
电话：	
电子邮件：	

附件 2：项目营业执照、事业单位法人证书或者社会组织登记证书

附件 3：项目方法学和相关规定要求提供的合法性证明材料，对于避免、减少排放类项目，至少包括可行性研究报告及项目批复（核准、备案）文件、环境影响评价文件及其批复(备案)文件、项目开工建设证明文件以及其他相关支持性材料；如果采用了投资分析论证额外性，还需提供会计师事务所出具的财务鉴证报告、财务质量检查报告或财务审计报告。

附件 4：预先估算减排量计算表以及其它补充信息（Excel 格式提供）

附件 5：监测计划及其相关参数的调整情况等补充信息（适用时）

附 4 温室气体自愿减排项目设计文件模板——林业和其他碳汇类型

温室气体自愿减排项目设计文件模板——林业和其他碳汇类型 ² 1.0 版

项目设计文件

项目名称 ¹	
项目所属行业领域	领域 14：林业和其他碳汇类型 (斜体字体内容为填写说明，使用时请删除，以下同)
项目设计文件版本	如 1.0 版
项目设计文件完成日期	以年/月/日的格式表示
申请项目登记的项目业主	项目业主可以是项目所有者，也可以是获得授权申请温室气体自愿减排项目登记的法人或其他组织
项目所有者	
所选择的方法学及版本	
计入期起止时间	以年/月/日的格式表示
预计的温室气体年均减排量	tCO _{2e}

注 1：项目名称应包含项目所有者、项目地域、方法学、碳汇类型等关键信息。例如：造林项目可参考“项目所有者简称+具体地域+防护林（或用材林、能源林、竹林等体现林种和用途的词）造林项目”的样式命名；红树林植被修复项目可参考“项目所有者简称+具体地域+红树林植被修复项目”的样式命名。

² 该模板主要针对林业碳汇项目设计，其他清除（碳汇）类项目可结合相关方法学具体要求参考使用。

A 项目描述

A.1 项目的目的与概述

- 简要描述项目名称、目的、位置、拟采取的技术和措施、项目边界、基准线情景、预计产生的年减排量和整个计入期的减排量。（本部分内容需在 A.2, A.6, B.3~B.6 部分详细描述）；
- 描述项目业主、项目所有者及项目授权协议等相关信息；
- 稀有和濒危物种及其栖息地情况；
- 描述项目如何促进当地可持续发展；
- 描述项目的批复情况（如有）。

A.2 项目边界

- 提供项目详细的地理位置，提供地图并标识项目所在土地的唯一识别信息（如全球卫星导航系统直接测定的地块边界的拐点坐标、地理信息系统提供的地块边界的坐标等），并在附件 4 中详细列出。

A.3 土地和林木权属

- 描述当前土地和林木权属以及项目减排量归属权等信息，并说明相关证据；
- 证明对项目边界内的林业活动拥有控制权并说明相关证据。

A.4 土地合格性

- 证明项目边界内每个实施林业活动地块的合格性并说明相关证据。

A.5 环境条件

描述项目所在区域的环境条件，包括气候、水文、土壤及生态系统等自然环境条件及信息来源，至少包括以下信息：

- 气候：年均温度、年均降雨量、极端灾难性气候事件（如大风、霜冻以及干旱）等；
- 水文：水侵蚀、洪涝（包括灾害事件信息，如有）；
- 土壤：土壤类型、土壤肥沃性、土层深度、土壤侵蚀/污染/碱度/酸度/沙漠化、土壤利用及管理情况；
- 生态系统：生态系统的类型（天然形成的或人工的）、植被类型、珍稀或濒临灭绝的物种、生态系统资源的人类活动利用情况、生态系统是否在退化等。

A.6 采用的技术和措施

详细描述如下信息：

- 目前和过去土地利用情况，包括涉及的设施、系统和设备的信息；
- 本项目采用的技术标准或规程；
- 项目选用的树种（种源及育苗）、立地类型、造林模式、整地模式、造林技术以及抚育管护等。

A. 7 降低非持久性风险拟采取的措施

描述为防止火灾、病虫害、采伐等影响减排量持久性而采取的措施。

A. 8 项目及减排量唯一性声明

声明该项目未在其他减排机制下同时登记，不是本机制下注销的项目，并说明相关证据。

B 选定的基线和监测方法学应用

B. 1 采用的方法学

描述以下信息：

- 所选择方法学的准确名称及版本号；
- 所选择方法学中引用的文件的名称和版本。

B. 2 采用方法学的适用性

详细论证该方法学及其引用文件的适用性。

B. 3 项目碳库和温室气体排放源的选择

根据方法学的要求，确定本项目边界内碳库和排放源并填写表：

表 B. X 碳库的选择

	碳库	是否包含	理由或解释
基准线	碳库 1：地上生物质		
	碳库 2：		
			
项目	碳库 1：地上生物质		
	碳库 2：		
			

表 B.X 项目边界内排放源以及主要的温室气体种类

排放源		温室气体种类	是否包含	说明理由/解释
基准线	排放源 1	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
	排放源 2	...		
项目活动	排放源 1	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
	排放源 2	...		

B.4 碳层划分

按方法学的规定描述项目碳层是如何划分的，包括项目开始前的基准线分层和项目实施后的分层。

B.5 基线情景识别与额外性论证

按照方法学和相关规定的要求，清晰说明并论证项目边界内每个碳层的基准线情景以及额外性论证的方式和步骤，并说明相关证据来源及各个论证步骤的结论。

B.6 减排量计算

B.6.1 计算方法的说明

- 林业碳汇类项目的减排量等于项目清除量与基准线清除量之差，如有泄漏，应当予以扣除。项目清除量是指项目各碳库的碳储量变化量之和减去项目排放量；基准线清除量是指在基准线情景下各碳库的碳储量变化量之和减去基准线排放量；
- 按照方法学和相关规定的要求，在本部分清晰描述基准线清除量、项目清除量、泄漏以及项目计入期内减排量预先估算的方法、步骤和结果以及描述项目实施后用于核算基准线清除量、项目清除量、泄漏以及项目减排量的方法和步骤；对计算过程中采用的参数取值应予以说明并论证其合理性；
- 清晰地表述核算过程中用到的公式。

B.6.2 项目设计阶段确定的数据和参数

按下表填写说明罗列在项目设计阶段已确定并在计入期内固定不变的参数。对于在项目实施以后通过监测获得的参数，应当在 B.7.1 部分列出。

(每项参数请复制本表格)

数据/参数名称	
应用的公式编号	- 方法学中的公式编号
数据描述	-
数据单位	-
数据来源	- 描述数据的来源，是文献还是基于测量
数值	- 填写数值 - 对于同一个参数有多个数值的情况，可以用表格形式表述
数值的合理性	- 对于采用缺省值的，应说明参数缺省值选取依据及合理性 - 如果数值来源于测量，描述测量方法和采用的程序步骤（比如采用的标准），描述实施测量的人员或机构、测量日期和测量结果，详细信息可以附件的形式补充
数据用途	- 计算基准线清除量（预先估算、项目实施后核算） - 计算项目清除量（预先估算、项目实施后核算） - 计算泄漏排放（预先估算、项目实施后核算）
备注	

B. 6. 3 减排量估算

- 按照方法学和相关规定的要求，描述基准线清除量、项目清除量、泄漏以及项目计入期内减排量预先估算的方法、步骤和结果，并论证数据选取的合理性；
- 对于项目设计阶段已确定的参数，采用 B.6.2 中的数值；
- 对于在项目实施后通过监测获得的参数，使用 B.7.1 中的预先估算值；
- 如其中有参数是通过抽样调查的方法预估的，应描述数据抽样方案，并证明其符合所采用的方法学及相关规定；
- 根据生态环境部发布的相关方法学等规定估算因应对非持久性风险而扣减的减排量。

B. 6. 4 减排量估算汇总

将计入期内预先估算的年减排量结果汇总入下表。

表 B. X 预先估算的项目减排量

年份	基准线清除量 (tCO ₂ e)	项目清除量 (tCO ₂ e)	泄漏排放 (tCO ₂ e)	因应对非持久性风险而扣减的减排量 (tCO ₂ e)	项目减排量 (tCO ₂ e)
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日					
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日					
XXXX 年 XX 月 XX 日- XXXX 年 XX 月 XX 日					
.....(到计入期 结束)					
合计					
计入期年数					
计入期内年均值					

注：每一行采用一个单独的日历年。

B. 7 监测计划

B. 7. 1 项目实施阶段需监测的参数

- 描述方法学及所引用文件要求监测的参数；
- 按照填写说明将每个参数填入下表。
(每项参数请复制本表格)

数据/参数名称	
应用的公式编号	
数据描述	

数据单位	
数据来源	- 明确数据的来源（如日志、日常测量记录、调查等），如果可以使用多个来源，明确优先采用哪个数据源
数值	- 用于减排量的预先估算（如预估时不用此参数，可不填数值）
监测仪表	- 填写对该参数监测所使用设备的详细说明
监测点要求	- 填写对该参数监测点要求的详细说明
监测仪表要求	- 监测仪表的准确度等级及校准频次的详细说明
监测程序与方法要求	
监测频次与记录要求	- 明确监测和记录的频次
质量保证/质量控制程序要求	- 描述所采用的质量保证/控制程序，包括： - 监测仪表的校准程序和校准频次应符合方法学及相关规范性文件的规定，若无相关规定，应按地方标准、国家标准、供应商说明、国际标准的优先次序选取相应的规定作为依据 - 数据缺失或异常的处理方式，须遵循保守性原则并且符合生态环境部相关规定 - 内部数据校核
数据用途	在以下用途中选择： - 计算基准线清除量（预先估算、项目实施后核算） - 计算项目清除量（预先估算、项目实施后核算） - 计算泄漏排放（预先估算、项目实施后核算）
备注	

B. 7. 2 抽样设计和分层

如 B.7.1 部分监测的参数需要通过抽样的方法确定，应清晰描述数据抽样方案和分层信息，并论证其符合项目所采用方法学或所引用相关文件的要求。

B. 7. 3 监测计划的其他内容

根据方法学和相关规定的要求制定监测计划，并且在项目实施过程中严格执行。监测计划应当至少包含如下内容：

- 监测计划实施的组织形式和职责分工；
- 明确参数名称、单位、获取方式，涉及的计算方法；
- 监测方法和程序、监测和记录频次以及实施监测的人员；

- 说明如何监测森林管理活动，以及如何确定和记录项目边界的地理坐标（包括分层边界的地理坐标）；
- 识别降低泄漏的措施，并且定期监督措施的实施情况；
- 监测仪表的名称、数量、安装位置、精度、校准频次等，明确监测仪表的内部管理规定等；
- 数据缺失或异常的处理方式，须遵循保守性原则并且符合生态环境部相关规定；
- 监测数据记录、收集、归档及保存期限；
- 数据抽样方案（如有）；
- 质量保证与质量控制程序。

C 项目开工日期，计入期类型和活动期限

C.1 项目开工日期

描述并证明项目开工日期（一般为在项目边界内的土地上首次实施生境修复、整地、播种或者种植的日期），项目开工日期以年/月/日的格式表示。

C.2 预计的项目寿命期限

项目寿命期限是指自项目开始到项目结束的间隔时间，以年/月的方式描述。
应描述项目寿命期限及其确定的依据。

C.3 项目计入期

- 可根据项目寿命期限自行确定计入期期限，林业和其他碳汇类项目计入期一般不低于 20 年，且不超过 40 年。方法学和相关规定对计入期另有规定的，从其规定；
- 计入期开始时间应当在 2020 年 9 月 22 日之后，且不得早于项目开工日期。分期实施的项目只能确定一个计入期开始日期。

D 环境影响和可持续发展

D.1 环境影响和可持续发展分析

- 分析本项目对环境产生的影响，包括对当地生物多样性、自然生态系统的影响，以及项目边界以外的影响，并明确引用的所有相关文件；
- 分析本项目对可持续发展各方面的影响，包括对当地居民和社区的社会经济影响。

D.2 环境影响评价

- 明确该项目已开展环境影响评价工作，简述环境影响评价的结论，并附环境影响评价审批文件或备案回执。

附件 1：项目业主联系信息

法人名称：	
地址：	
邮政编码：	
电话：	
传真：	
电子邮件：	
网址：	
授权代表：	
姓名：	
职务：	
部门：	
手机：	
传真：	
电话：	
电子邮件：	

附件 2：项目营业执照、事业单位法人证书或者社会组织登记证书

附件 3：项目方法学和相关规定要求提供的合法性证明材料，包括造林作业设计文件、土地和林木权属文件、开工日期证明材料以及其他相关支持性材料；如果采用了投资分析论证额外性，还需提供会计师事务所出具的财务鉴证报告、财务质量检查报告或财务审计报告。

附件 4：项目地块/小班信息表

附件 5：预先估算减排量计算表及其他补充信息（Excel 格式提供）

附件 6：监测计划及其相关参数的调整情况等补充信息（适用时）

附 5 温室气体自愿减排项目减排量核算报告模板

减排量核算报告

项目名称	
项目登记编号	
方法学及版本号	
项目所属行业领域	根据《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》附 2 填写， 请选择其中的一种或多种 (蓝色斜体字体内容为填写说明，使用时请删除，以下同)
登记的项目设计文件版本 (适用于本核算期减排量核算报告)	如 1.0 版本
减排量核算报告的版本号	如 1.0 版本
减排量核算报告的完成日期	以年/月/日的格式表示
核算期的顺序号	如第一核算期
本核算期覆盖日期	年/月/日~年/月/日
申请项目登记的项目业主	项目业主可以是项目所有者，也可以是获得授权申请温室气体自愿减排项目登记的法人或其他组织
项目所有者	
项目设计文件中预先估算的本核算期内 减排量	tCO ₂ e
本核算期内产生的减排量	tCO ₂ e

A 项目描述

A.1 项目的目的和一般性描述

简要描述以下内容：

- 项目概述，包括项目目的、减排措施、所采用技术和相关设施、项目实施的关键日期（如建设、调试、开始运行等）；
- 项目登记或相关批复等关键信息；
- 本核算期内所产生温室气体减排量等。

A.2 项目的位置

描述项目的地理位置，包括能唯一识别项目位置的信息及地图。

A.3 所采用的方法学

描述采用方法学的名称及版本号，以及引用的规范性文件。

A.4 项目计入期

描述项目计入期起止时间，以及本核算期覆盖日期和顺序号信息。

B 项目实施

B.1 项目实施情况描述

详细描述以下内容：

- 项目采用的技术和措施，工艺流程，设施、系统及设备等相关信息；
- 项目实施和运行信息，包括项目实施关键日期等；
- 对于存在多个场地的项目，应当说明每个场地的实施情况和开始运行日期；
- 对于分阶段实施的项目，应当说明项目在每个阶段的实施情况。

B.2 监测计划及其相关参数的调整情况

- 描述本核算期是否涉及监测计划及其相关参数的调整，并说明原因及调整情况；
- 替代的监测计划应当按照保守的假设或参数取值，确保减排量不被高估；
- 未提出合理替代监测计划的，在本核算期内减排量应采用以下方式处理：
 - 基准线排放量取值为0、基准线清除量按照各清除汇的最大可能清除量取值，并且
 - 项目排放量按照各排放源的最大可能排放量取值、项目清除量取值为0。

C 监测系统的描述

详细描述监测系统，并提供显示所有相关监测点的示意图。

描述可包括：

- 数据收集程序（包括数据生成、汇总、记录、计算和报告、归档等信息流）；
- 组织形式；
- 人员分工及责任；
- 监测系统的应急程序等。

D 参数的确定

D.1 项目设计阶段确定的参数

按照登记项目设计文件 B.6.2 中的信息，对每个参数都复制此表格

数据/参数名称	
应用的公式编号	- 方法学中的公式编号
数据描述	-
数据单位	-
数据来源	- 描述数据的来源，是文献还是基于测量
数值	- 填写数值 - 对于同一个参数有多个数值的情况，可以用表格形式表述
数值的合理性	- 对于采用缺省值的，应说明参数缺省值选取依据及合理性 - 如果数值来源于测量，描述测量方法和采用的程序步骤（比如采用的标准），描述实施测量的人员或机构、测量日期和测量结果，详细信息可以附件的形式补充
数据用途	在以下用途中选择： - 核算基准线排放/清除量 - 核算项目排放/清除量 - 核算泄漏排放/清除量
备注	

D.2 项目实施阶段需监测的参数

按照项目设计文件 B.7.1 中的信息，对每个参数都复制此表格

数据/参数名称	
应用的公式编号	
数据描述	

数据单位	
数据来源	- 明确数据的来源（如日志、日常测量记录、调查等），如果可以 使用多个数据来源，明确优先采用哪个数据源
数值	- 事后监测值
监测仪表	- 填写对该参数监测所使用设备的详细说明
监测点要求	- 填写对该参数监测点要求的详细说明
监测仪表的要求	- 监测仪表的准确度等级及校准信息（频率、校准日期和有效期）
监测程序与方法要求	
监测频次与记录要求	- 填写监测和记录的频次
质量保证/质量控制程序要求	- 描述所采用的质量保证/控制程序，包括： - 监测仪表的校准程序和校准频次应符合方法学及相关规范性文件的规定，如果无相关规定，应按地方标准、国家标准、供应商说明、国际标准的优先次序选取相应的规定作为依据 - 数据缺失或异常的处理方式，须遵循保守性原则并且符合生态环境部相关规定 - 内部数据校核
数据用途	在以下用途中选择： - 核算基准线排放/清除量 - 核算项目排放/清除量 - 核算泄漏排放
备注	

D.3 抽样方案的实施

通过抽样方式获得的数据，应当说明项目设计文件中的数据抽样方案实施情况，并符合方法学和相关规定的要求。包括：

- 抽样方案的描述；
- 数据收集和数据分析；
- 如何满足置信度或精度要求等。

E 减排量的核算

- 按照方法学和所引用的相关文件要求，在 E.1~E.3 部分分别描述项目实施后用于核算基准线排放量（清除量）、项目排放量（清除量）、泄漏、因应对非持久性风险而扣减的减排量(tCO₂e)以

及项目减排量的方法、步骤、公式和结果。

- 如在本核算期存在未校准、校准延迟或者校准误差不满足规定要求的，应当按照相关方法学要求对数据进行保守性处理。

E.1 基准线排放量（清除量）的核算

E.2 项目排放量（清除量）的核算

E.3 泄漏的核算

E.4 应对非持久性风险而扣除的减排量核算（适用于林业和其他碳汇类项目）

E.5 减排量核算汇总

本核算期	基准线排放量 (清除量) (tCO ₂ e)	项目排放量 (清除量) (tCO ₂ e)	泄漏 (tCO ₂ e)	因应对非持久性风险 而扣减的减排量 (tCO ₂ e)	减排量 (tCO ₂ e)
XX年XX月XX 日～XX年XX 月XX日					

E.6 实际减排量与登记的项目设计文件中预先估算值的比较

项目	登记的项目设计文件中的预先估算值	本核算期内项目实际减排量
减排量 (tCO ₂ e)		

E.7 对实际减排量与登记的项目设计文件中预先估算值的差别的说明

将核算期内减排量核算结果与项目设计文件中对应时期的预先估算值进行比较。如果核算期内的减排量高于项目设计文件中的预先估算值，详细解释减排量增加的原因。

附件 1：本核算期内减排量计算表及其他信息（提供 Excel 格式）

附件 2：其他说明或补充信息（适用时）

附 6 温室气体自愿减排项目额外性论证工具（1.0 版）

1 适用范围

本工具规定了论证申请登记成为温室气体自愿减排项目（以下简称申请登记项目）额外性的一般性方法和流程。申请登记项目应当根据温室气体自愿减排项目方法学（以下简称方法学）的要求使用本工具，在确保不同申请登记项目额外性论证具有一致性的基础上，论证申请登记项目是否财务可行，或者存在融资、关键技术、技术人员等障碍，影响项目作为商业项目实施，但在温室气体自愿减排交易机制支持下具有建设运行的可行性，进而实现额外的温室气体减排效果，促进具有技术创新性、行业引领性的绿色低碳技术推广应用。

2 规范性引用文件

本工具内容引用了下列文件或者其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，适用其有效版本。

《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》

《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本工具。

3.1

适用地理区域 applicable geographical area

一般指中华人民共和国境内。如果申请登记主体认为适用地理区域为省级区域，则应当充分论证申请登记项目所在省级区域与其他省级区域之间的实质性区别，以及该实质性区别对申请登记项目实施的重大影响。

3.2

产品或者服务 output

项目生产的商品或者提供的服务。

3.3

碳减排收入 revenues from certified emission reductions

项目通过出售核证自愿减排量所获得的经济收入。

3.4

类似项目 similar activities

已在适用地理区域内实施的技术类型和规模均与申请登记项目相近的项目。

4 额外性论证流程

论证流程包括步骤 1 到步骤 5。步骤 1 为分析申请登记项目是否为首个同类项目，识别原创性、引领性减碳增汇技术创新；步骤 2 为识别申请登记项目的可行替代方案，用于后续步骤对比判断申

请登记项目是否存在推广应用方面的困难；步骤 3 为投资分析，用于识别申请登记项目是否具有财务困难；步骤 4 为障碍因素分析，用于识别申请登记项目是否具有融资、关键技术等方面的困难；步骤 5 为常规实践分析，用于分析申请登记项目所使用技术的推广应用现状，进一步检验申请登记项目存在财务、融资、关键技术等方面障碍是否具有可信性。其中，步骤 1 可以由各申请登记项目自主选择是否开展论证，步骤 2 到步骤 5 根据方法学规定开展论证。

具体实施流程见图 1。

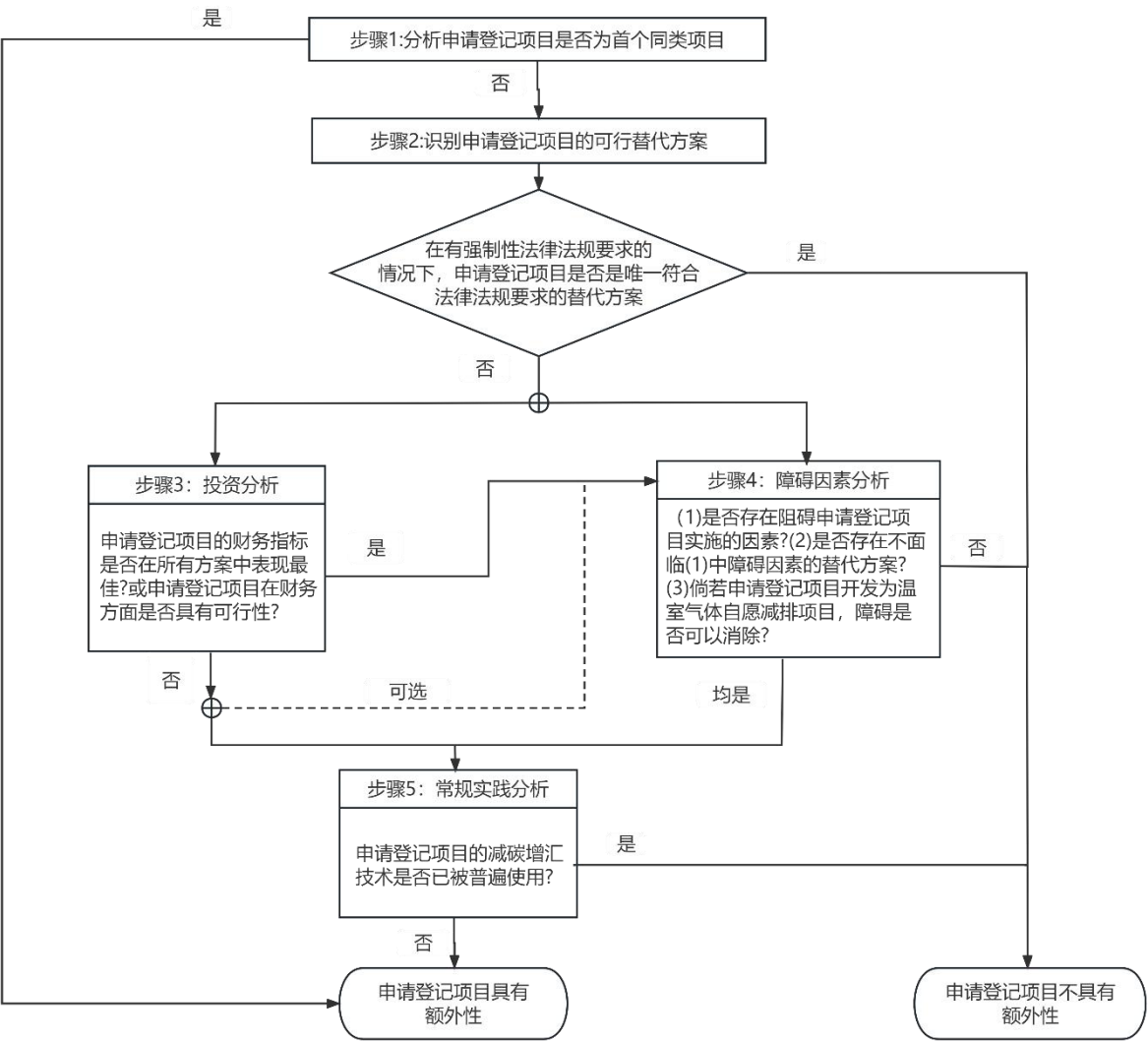


图 1 额外性论证流程示意图

5 步骤 1：分析申请登记项目是否为首个同类项目

5.1 基本要求

- 5.1.1 如果选择不论证申请登记项目是首个同类项目，则省略本步骤。
- 5.1.2 同时满足以下条件的申请登记项目，可判定为首个同类项目：
 - a) 申请登记项目的减排技术首次在适用地理区域内用于商业运行；
 - b) 与能够提供同样产品或者服务的现有技术相比，该类技术在以下任意方面存在明显差异：

- 1) 能源来源和燃料（如，使用风力、光等不同的能源发电，使用生物质、天然气等不同的燃料供热）；
- 2) 原料（如，使用甘蔗和淀粉等不同的原料生产乙醇）；
- 3) 单机装机容量相差 50%以上。

5.2 步骤 1 的结果

如果申请登记项目是首个同类项目，则其具有额外性，论证结束。如果不是，则继续按照步骤 2 要求开展分析。

6 步骤 2：识别申请登记项目的可行替代方案

6.1 子步骤 2a：识别技术上可行的替代方案

6.1.1 申请登记项目的替代方案应当技术可行，并且其提供的产品或者服务的性能与申请登记项目相当，或者优于申请登记项目。应当按照方法学要求列举所有技术可行的替代方案，至少应当包括以下 3 类替代方案：

- a) 申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施；
- b) 维持现状，不采取任何措施，继续使用现有技术提供所需产品或者服务；
- c) 使用其他技术提供与申请登记项目功能、产能相当的产品或者服务。

6.1.2 当申请登记项目涉及多种设施、技术、产品或者服务时，应当分别针对各设施、技术、产品或者服务识别替代方案，并且应当考虑各设施、技术、产品或者服务替代方案之间的可能组合。

6.1.3 子步骤 2a 的结果：所有技术上可行的申请登记项目替代方案。

6.2 子步骤 2b：识别符合法律法规等要求的替代方案

6.2.1 去除不符合法律法规等要求的替代方案。

6.2.2 若申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施，是唯一符合法律法规等要求的替代方案，则申请登记项目不具有额外性。

6.2.3 子步骤 2b 的结果：所有符合法律法规等要求并且技术上可行的申请登记项目替代方案。

6.2.4 依照方法学，继续按照步骤 3（投资分析）或者步骤 4（障碍分析）要求开展分析。

6.2.5 如果方法学已经明确规定了基准线情景，则无需开展子步骤 2a、2b 的论证，可以直接进入步骤 3（投资分析）或者步骤 4（障碍分析）。该情况下，申请登记项目替代方案即为方法学规定的基准线情景，以及申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施的方案。

7 步骤 3：投资分析

7.1 基本要求

本步骤应当按照附录 A（投资分析指南）要求开展论证。

7.2 子步骤 3a：选择合适的分析方法

投资分析可采用以下三种方法之一：简单成本分析法、投资比较分析法和投资基准分析法。如果除碳减排收入之外，申请登记项目和步骤 2 所识别出的替代方案均没有其他的财务收入，应当使用简单成本分析法（选项 I）。否则，应当使用投资比较分析法（选项 II）或者投资基准分析法进行分析（选项 III）。

7.3 子步骤 3b：选项 I. 简单成本分析法

分析是否存在比申请登记项目成本更低的替代方案。如存在，则继续按照步骤 5（常规实践分析）要求进行分析。

7.4 子步骤 3b：选项 II. 投资比较分析法

根据项目实际，确定最合适的财务指标，如内部收益率、净现值、成本效益比或者提供单位服务的成本（如发电的平准化成本或者供热的平准化成本）。

7.5 子步骤 3b：选项 III. 投资基准分析法

7.5.1 根据项目实际，确定最合适的财务基准值，如基准内部收益率。

7.5.2 在选择选项 II 或者选项 III 进行分析时，选择的财务指标应当反映市场的一般情况，并且不应当与项目业主主观的盈利期望和风险承受能力有关。如果申请登记项目只能由特定投资方投资，则相关财务指标的选择可以考虑该投资方的特殊情况¹⁾。

7.5.3 投资分析所用的财务基准值应当为最新可获得的政府部门批准的用于投资决策的财务基准值或者行业通用的财务基准值等。如果申请登记项目只能由特定投资方投资，则可以采用该投资方的内部财务基准值，但该投资方必须证明，所选择的财务基准值是其最近 3 年开发同类项目时所普遍采用的基准值。

7.6 子步骤 3c：财务指标的计算和比较（只适用于投资比较分析法和投资基准分析法）

7.6.1 计算申请登记项目的财务指标。对于投资比较分析法，也需计算替代方案的财务指标。计算时应当考虑项目相关的全部费用（如投资成本、运营和维护成本等）和收入（包括财政补贴等非营业收入，但不含碳减排收入）。

7.6.2 在项目设计文件中，应当充分公开投资分析过程、使用的关键技术经济参数和假设条件（如资本成本、燃料价格、项目寿命和贴现率）等信息，以及数据获取来源，确保审定与核查机构、公众能够对分析结果进行复核。

7.6.3 在投资分析中，申请登记项目和替代方案应当使用相同的假设条件和基础数据；若使用不同的假设条件或者基础数据，必须证明其合理性。

7.6.4 在项目设计文件中，应当明确财务指标比较结果。

7.6.4.1 对于投资比较分析法，必须比较申请登记项目和所有替代方案的财务指标计算结果。如果有替代方案的财务指标比申请登记项目的财务指标更好，例如具有更高的内部收益率，则申请登记项目不是最佳的投资选择。

7.6.4.2 对于投资基准分析法，必须将申请登记项目的财务指标与基准值进行比较。如果申请登记项目的财务指标劣于基准值，例如其内部收益率低于基准内部收益率，则申请登记项目不具有财务可行性。

7.7 子步骤 3d：敏感性分析（仅适用于投资比较分析法和投资基准分析法）

本步骤旨在分析在关键参数的假设取值发生合理变化时，子步骤 3c 的结论是否依旧成立。只有在敏感性分析的结果与子步骤 3c 的结论一致时，才能够确定申请登记项目在财务表现上不是最佳选择或者不具有财务可行性。

7.8 步骤 3 的结果

如果申请登记项目财务指标不是最佳或者不具有财务可行性，则继续按照步骤 5（常规实践分

¹⁾ 例如，申请登记项目为对现有工艺设备进行改造。

析)要求开展分析²⁾。否则,继续按照步骤4(障碍因素分析)要求开展分析。

8 步骤4:障碍因素分析

8.1 基本要求

8.1.1 本步骤旨在判断实施申请登记项目是否存在特有的障碍,开发为温室气体自愿减排项目是否有助于克服该障碍,并且至少有一个替代方案在实施时不存在该障碍。

8.1.2 本步骤应当按照附录B(障碍因素分析指南)要求开展论证。

8.2 子步骤4a:识别申请登记项目实施存在的障碍

8.2.1 从以下方面识别当申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施时可能存在的障碍:

a) 投资障碍(步骤3中讨论的因素除外),包括但不限于:

- 1) 对于由企业投资的项目,此前需要补贴或者其他非商业性资金支持的类似项目;
- 2) 在适用地理区域内,由于存在投资风险,项目无法从资本市场获得投资,并且由信用评级机构提供信用评级报告证实该风险的存在,信用评级机构必须满足《信用评级业管理暂行办法》要求。

b) 技术障碍,包括但不限于:

- 1) 在适用地理区域内,因缺少运行和维护设备需要的技术熟练和/或经适当培训的员工,存在导致设备破损、故障或者工况不佳等风险;
- 2) 缺少项目建设和/或运行需要的基础设施和技术维护保障(如,因缺少输配管网而无法使用天然气);
- 3) 项目使用的工艺/技术发生故障的风险远高于提供同等产品或者服务的其他工艺/技术,必须提供相关科学文献或者技术供应商出具的材料予以证明;
- 4) 在适用地理区域内无法获得项目需要的技术。

c) 其他障碍,包括但不限于所使用方法学中具体列举的障碍。

8.2.2 如果申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施时没有障碍,则其不具有额外性。

8.2.3 步骤4a的结论:确定申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施时,是否存在障碍。

8.3 子步骤4b:分析是否存在至少一种替代方案不存在所识别出的障碍

8.3.1 分析子步骤4a识别出的障碍,是否会阻碍替代方案的实施。

8.3.2 如果替代方案也存在识别出的障碍,则不是可行的替代方案,在后续分析中不再予以考虑。如果认为某个替代方案受到所识别出的障碍影响较小,不会严重阻碍其实施,则需充分解释原因。

8.3.3 如果所有替代方案均存在所识别出的障碍,则申请登记项目不具有额外性。

8.3.4 步骤4b的结论:确定申请登记项目不作为温室气体自愿减排项目实施时,是否存在障碍,并且存在至少一个替代方案在实施时不会存在该障碍。

8.4 子步骤4c:分析申请登记项目作为温室气体自愿减排项目实施时,是否可以克服所识别出的障碍

8.4.1 如申请登记项目作为温室气体自愿减排项目实施时,不能克服所识别出的障碍,则申请登记项目不具有额外性。如果申请登记项目作为温室气体自愿减排项目实施时,可以克服所识别出的障

²⁾ 申请登记项目主体可自愿选择是否按照步骤3(障碍因素分析)要求开展分析。

碍，则申请登记项目存在特有的障碍。

8.4.2 步骤 4c 的结果：确定作为温室气体自愿减排项目实施是否有助于申请登记项目克服其存在特有的障碍。

8.5 步骤 4 的结果

如果申请登记项目满足子步骤 4a、4b 和 4c 的要求，则进入步骤 5（常规实践分析）。

9 步骤 5：常规实践分析

9.1 基本要求

9.1.1 本步骤旨在进一步检验步骤 3 和步骤 4 额外性论证结论的可信性。

9.1.2 如果申请登记项目采用了以下类别的减排措施，则按照子步骤 5a 要求进行分析，否则按照子步骤 5b 要求进行分析。

- a) 燃料和原料转换（如，从使用煤炭改为使用天然气，回收甲烷替代天然气）；
- b) 改变生产技术或者服务提供方式，包括提高能源利用效率以及使用可再生能源；
- c) 甲烷销毁（如，煤矿通风瓦斯的回收利用）；
- d) 避免甲烷的产生（如，通过改变处理方式避免生物质腐烂产生甲烷）。

9.2 子步骤 5a：申请登记项目采用了本工具第 9.1.2 款所列减排措施的，按照以下步骤进行分析

9.2.1 步骤 5a-1：按照申请登记项目总设计产能的±50%，计算获得产能范围。

9.2.2 步骤 5a-2：识别适用地理区域内满足以下条件的项目³⁾（包括温室气体自愿减排项目和非温室气体自愿减排项目）：

- a) 应用与申请登记项目相同的减排措施；
- b) 提供与申请登记项目质量、性能和应用领域可比的产品或者服务；
- c) 产能处于步骤 5a-1 计算的产能范围内；
- d) 近 3 年内开工建设或者投入运行；
- e) 在申请登记项目进入审定阶段和开工之前已经商业化运行。

9.2.3 步骤 5a-3：在步骤 5a-2 所确定的项目中，排除已登记、已提交登记申请或者正处于审定阶段的温室气体自愿减排项目和已经注册、正在提交注册申请或者正处于审定阶段的联合国减排机制下的项目，将未排除的项目数量记为 N1。

9.2.4 步骤 5a-4：在步骤 5a-3 未排除的项目中，识别与申请登记项目具有差异性的项目，将项目数量记为 N2，差异性可以体现在以下方面：

- a) 减排技术，例如风力发电技术与光伏发电技术具有差异性。
- b) 投资环境，包括但不限于：
 - 1) 技术可获得性；
 - 2) 补贴或者其他资金来源；
 - 3) 优惠政策；
 - 4) 法律规定。
- c) 其他特征，包括但不限于投资特征，例如单位产品/服务/产能的成本相差超过 20%。

9.2.5 步骤 5a-5：计算因子 $F=1-N2/N1$ ，以表示与申请登记项目采用类似技术项目的市场份额，即技术的市场渗透率。

9.2.6 如果 F 值大于 0.2，并且 (N1-N2) 大于 5 时，则申请登记项目类似的项目已普遍存在，申

³⁾ 项目业主可使用公开信息，如政府部门、行业协会等发布的技术市场渗透率信息。

请登记项目不具有额外性。

9.3 子步骤 5b：申请登记项目未应用本工具第 9.1.2 款所列减排措施的，按照以下步骤进行分析

9.3.1 分析在适用地理区域内与申请登记项目类似项目的建设和运行情况，排除已备案、已提交备案申请或者正处于审定阶段的自愿减排项目和已经注册、正在提交注册申请或者正处于审定阶段的联合国减排机制下的项目。

9.3.2 若已经有类似项目开始建设或者运行，需分析这些项目与申请登记项目之间是否存在实质性区别。若存在实质性区别，需充分分析两者的区别，并解释类似项目具有财务吸引力而申请登记项目不具有财务吸引力的原因，或者申请登记项目存在障碍而类似项目不存在相应障碍的原因。

9.3.3 实质性区别指申请登记项目与类似项目的建设和/或运行环境有根本性、可核实的重大变化，例如出现新的障碍因素或者原有优惠政策已过期等。

9.3.4 如果存在类似项目并且无法说明申请登记项目与类似项目之间的实质性区别，则申请登记项目是常规实践，不具有额外性。

9.3.5 步骤 5 的结论：如果申请登记项目不是常规实践，则具有额外性；如果申请登记项目是常规实践，则不具有额外性。

附录 A

投资分析指南

A.1 适用范围

- A.1.1 本指南规定了投资分析中财务指标计算、财务基准值选择、敏感性分析的具体要求。
- A.1.2 如果所应用方法学中关于投资分析的具体要求与本指南不同，则以方法学中的要求为准。

A.2 一般性要求

- A.2.1 投资分析所用的时间周期不应当局限于项目的减排计入期。项目内部收益率和资本金内部收益率的计算均应当包含项目的整个预期寿命。如果投资分析所用的时间周期小于项目的预期寿命，则至少应当为 10 年，并考虑期末项目资产的公允价值。内部收益率计算中可包括预期存在的维护或者修复费用。
- A.2.2 在计算期末资产公允价值时，应当以最后一年现金流入量计入。资产公允价值应当根据相关会计准则进行计算，应当包括资产的账面价值和对资产变现时潜在损益的合理预期。
- A.2.3 投资比较分析中使用的贴现率应当使用根据下文要求确定的内部收益率基准值。
- A.2.4 投资分析应当使用税后现金流。与项目有关的固定资产折旧和其它非现金支出项，应当在计算税收时扣除，但在计算相关的财务指标（如内部收益率、净现值）时，应当加回到净利润中。
- A.2.5 投资分析中使用的所有参数应当有效并且适用于项目投资决策。
- A.2.6 如果项目曾经中断，但因考虑碳减排收入而重启，则投资分析应当说明重启项目的理由。项目重启前发生的支出可以包括固定资产的可回收价值，但仅限于其潜在再利用/转售的公允价值，并提供具有相关资质专家的评估结果。
- A.2.7 项目业主应当公开投资分析所有计算表格的电子版本，使用的公式应当设置为可读，单元格应当设置为可见并且不设置为保护模式。

A.3 项目内部收益率和资本金内部收益率的应用

- A.3.1 融资成本（如偿还贷款和利息）不应当计入项目内部收益率的计算。
- A.3.2 在计算资本金内部收益率时，项目现金流出只应当包括股权融资部分的资本金支出，不应当包括融资带来的投资成本。

A.4 选择适当的基准值

- A.4.1 应当针对不同的内部收益率类型，选择合适的基准值。项目业主可以使用国家主管部门提供的相应基准值，也可以使用当地商业贷款利率作为项目内部收益率的基准值，使用预期净资产收益率作为资本金内部收益率的基准值。
- A.4.2 一般情况下，基准值应当选择受市场认可、被广泛采用的数据。
- A.4.3 如果申请登记项目只能由项目业主开发，则可以使用业主的特定基准值，但应当证明项目业主在过去 3 年中投资类似项目时，一直在使用该基准值。应当至少提供公司董事会和/或股东会议过去 3 年的相关决议等证据，并且审定与核查机构应当对项目业主的相关财务报表进行审查。如果是新成立的公司，缺乏过去 3 年的相应信息，则应当证明该基准值被广泛用于同一地区类似项目的投资决策。

A.5 敏感性分析的要点

- A.5.1 若投资分析中某一参数占项目总成本或者总收益的 20%以上，则应当对此参数进行敏感性分析，假定该参数的合理变动范围，计算在参数变动时对财务指标计算结果的影响，分析过程和结果

应当予以公开。如果审定与核查机构认为有参数占项目总成本或者总收益比例小于 20%，但对分析有重大影响的，则也应当对该参数进行敏感性分析。

A. 5. 2 审定与核查机构应当评估相关参数的变动范围在项目背景下是否合理。变动范围可以参考参数以往的变化趋势。除特殊情况外，变动范围应当至少覆盖±10%。如果参数变动使申请登记项目变为最佳投资选择或者具有财务可行性，则审定与核查机构应当评估该变动发生的概率，并与投资分析中原假设发生的概率进行比较。

附录 B

障碍因素分析指南

A.1 适用范围

A.1.1 本指南旨在通过提供量化的论证方法来提高障碍因素分析的客观性。

A.1.2 如果所应用方法学中关于障碍因素分析的具体要求与本指南不同，则以方法学中的要求为准。

A.2 一般性要求

A.2.1 在按照子步骤 4a 和 4b 要求进行分析时，需公开相关证明文件并进行解释说明，以证明所识别出的障碍是否存在及其对申请登记项目和替代方案的影响。应当提供证明文件说明障碍是普遍存在的，可以采用举例的方式辅助证明存在障碍，但只进行举例分析不足以充分证明存在障碍。

A.2.2 所提供证明文件的类型应当至少包括以下其中一项：

- a) 相关法律法规或者行业标准；
- b) 高等院校、研究机构、行业协会、双边/多边机构、公司等相关研究或者调查（如市场调查、技术研究等）成果；
- c) 国家或者国际相关统计数据；
- d) 相关市场数据（如市场价格、税费等）来源文件；
- e) 高等院校、行业协会等专家的书面评定文件。

A.2.3 开展子步骤 4c 时，如需分析与缺乏资金、技术和熟练员工相关的障碍，应当提供参与项目融资和/或实施的有关公司/实体的信息，包括：

- a) 在分析与缺乏资金有关的障碍时，应当提供投资申请登记项目的公司/实体的基本情况、所有权性质，以及财务信息的证明文件。
- b) 在分析与技术和熟练员工有关的障碍时，应当提供投资申请登记项目的公司/实体的基本情况、所有权性质，以及其他地方类似项目的投资经验等证明文件。

A.2.4 应当客观分析申请登记项目作为温室气体自愿减排项目开发实施后，温室气体自愿减排机制将如何有助于申请登记项目克服障碍，应当公开相关文件证据并进行解释说明。

A.3 障碍因素分析的要点

A.3.1 应当证明所识别出的障碍不仅阻碍申请登记项目的实施，也阻碍了相似规模和所有权结构的公司在类似的行业采用类似技术的项目的实施。例如，如有证据表明，在项目所处行业中使用高压蒸汽技术的比例低于 10%，则采用高压蒸汽技术的项目存在技术障碍。

A.3.2 可以通过金融手段解决的障碍应当归为项目成本，并在投资分析中予以考虑和量化，不应当将其识别为障碍。

示例 1：

无法立即获得可以使用和维护新技术的熟练员工并不一定会阻碍项目的实施。例如，设备供应商能够提供相关培训或者派员驻场办公，此种情形下项目发生的额外成本（工资、培训成本、服务费等）可通过投资分析予以考虑。

示例 2：

由于某些地区较为偏远而无法获得熟练员工。此时障碍是真实存在的，并且难以通过额外的金融手段加以克服，可以使用障碍分析。

A.3.3 与技术故障风险有关的障碍可以通过计算故障概率和损失费用进行量化，需充分提供材料证明相关数据和假设成立，步骤如下：

a) 计算损失：故障概率 P 是每年发生某一技术故障的概率，损失费用 E 是发生此技术故障时损失的费用，则年均预期损失为 $L=P \cdot E$ 。

b) 证明障碍存在的方法：如果申请登记项目同时满足以下两个条件，并且有充分证据证明，则存在障碍。

- 项目无碳减排收入的年化回报 R_{without} 低于预期损失 L ，即 $R_{\text{without}} < L$ ；
- 项目获得碳减排收入后的年化回报 R_{CCER} 远高于预期损失 L ，即 $R_{\text{CCER}} > 1.5 L$ 。

A. 3. 4 在分析申请登记项目存在投资障碍时，如果要论证项目仅在作为温室气体自愿减排项目实施时才可获得相关融资，则需提供相关贷款协议或者融资决定等证明材料，材料中应当写明温室气体自愿减排机制与融资决策间的因果关系。

示例 1：

如有一家公司可为申请登记项目提供贷款，并且贷款协议明确提到项目获得核证自愿减排量与提供贷款之间具有因果关系，则可以证明温室气体自愿减排机制促进了贷款的提供。

示例 2：

如申请登记项目投资方已预先拨付项目所需的 50% 以上的经费，作为对核证自愿减排量的预付款，则可以证明温室气体自愿减排机制有效促进了项目融资。

编号：CNCA—CCER—01：2023

温室气体自愿减排 项目审定与减排量核查实施规则

2023 年 12 月 26 日发布

2024 年 1 月 1 日实施

国家市场监督管理总局
国家认证认可监督管理委员会

发 布

目 录

0 引言	1
1 适用范围	1
2 术语和定义	1
3 审定与核查依据	2
4 项目审定程序	2
4.1 提出审定委托	2
4.2 签订委托合同	2
4.3 审定策划	3
4.4 文件评审	3
4.5 现场评审	4
4.6 编写审定报告	6
4.7 复核	7
4.8 决定与审定报告签发	7
4.9 记录保存	7
5 减排量核查程序	7
5.1 提出核查委托	7
5.2 签订委托合同	8
5.3 核查策划	8
5.4 文件评审	9
5.5 现场评审	9
5.6 编写核查报告	11
5.7 复核	12
5.8 决定与核查报告签发	12
5.9 记录保存	13
6 信息报送与公开	13
6.1 信息报送	13
6.2 信息公开	13
7 责任	13

0 引言

本规则参考 GB/T 27029—2022/ISO/IEC 17029:2019《合格评定 审定与核查机构通用原则和要求》制定，规定了温室气体自愿减排项目审定与减排量核查的依据、基本程序和通用要求。

审定与核查机构应依据本规则要求编制审定与核查实施细则，并向市场监管总局（国家认监委）备案后，与本规则配套使用。

1 适用范围

本规则适用于符合《温室气体自愿减排交易管理办法(试行)》要求的行业领域所属温室气体自愿减排项目。

2 术语和定义

2.1 项目业主

申请温室气体自愿减排项目登记的法人或者其他组织。

项目业主原则上是项目所有者，也可以是获得项目所有者授权并申请温室气体自愿减排项目登记的法人或其他组织。

2.2 项目计入期

可申请项目减排量登记的时间期限。

2.3 核算期

在项目计入期内，实际申请登记温室气体减排量的时间区间。核算期为温室气体自愿减排项目减排量核算报告所覆盖的连续时间区间。

2.4 监测计划

对项目减排量核算所涉及的所有相关参数实施测量、记录、

汇总的计划。

2.5 整改要求

审定与核查机构针对发现的不符合事项、错误陈述、遗漏等问题，要求项目业主采取消除和更正措施，或者对相关事实进一步阐述和解释说明。

2.6 观察项

审定与核查机构针对发现的与项目实施有关、可能影响后续减排量核算的问题，要求项目业主未来采取措施消除潜在的风险。

3 审定与核查依据

温室气体自愿减排项目方法学（由生态环境部制定发布，以下简称方法学）。

4 项目审定程序

4.1 提出审定委托

项目业主向审定与核查机构提出审定委托，并按照审定与核查机构要求提供委托资料。

审定与核查机构应根据法律法规、方法学及审定活动的需要在审定与核查实施细则中明确委托资料清单，至少包括项目设计文件、相关方法人证书、授权书（适用时）等。

4.2 签订委托合同

审定与核查机构对项目业主提交的资料进行审核，按照审定与核查实施细则中相关要求，作出是否接受委托的决定。接受审定委托的，双方签订委托合同，不接受审定委托的，及时告知项

目业主。

4.3 审定策划

4.3.1 制定审定方案

审定与核查机构在签订委托合同后开展策略分析，制定审定方案，组建审定组，明确审定目的、范围、依据、审定组成员及其职责分工、审定活动进度安排等内容。

4.3.2 审定组安排

审定组应至少由 2 名专职人员组成，其中至少 1 人具备相应行业领域的专业能力。审定组成员不应与所审定的项目存在利益关系。审定组长确定审定组任务分工时，应充分考虑项目的技术特点、复杂程度、技术风险、设施的规模与位置、测量设备的种类、数据收集系统的复杂程度以及审定组的专业背景和实践经验等方面的因素。

4.3.3 审定时限

审定与核查机构应在审定与核查实施细则中对审定各环节的时限作出明确规定，并确保相关工作按时限要求完成。自公示项目设计文件之日起至出具审定报告之日止，原则上不超过 100 天。因项目业主未及时提交资料、不能按计划接受现场评审、未按规定回应整改要求等原因导致评审时间延长的，不计算在内。

4.4 文件评审

审定组在开展现场评审前，应完成委托审定项目的文件评审，初步判断项目设计的合理性，并明确现场评审的重点。项目业主

应按照审定与核查实施细则的要求提供相应材料。

对于避免、减少排放类项目，至少包括可行性研究报告及项目批复（核准、备案）文件、环境影响评价文件及其批复（备案）文件、项目开工建设证明文件以及其他相关支持性材料。对于清除（碳汇）类项目，至少包括造林作业设计文件、土地及林木权属文件、开工日期证明材料以及其他相关支持性材料。

文件评审应至少包括以下内容：

- （1）评审项目基本情况以及合规情况；
- （2）评审项目是否符合《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》规定的申请登记条件；
- （3）评审项目设计文件信息与证据文件的一致性；
- （4）评审项目设计文件中数据和信息的可靠性；
- （5）其他支撑现场评审工作的必要内容。

审定与核查机构应结合项目特点，制定文件评审的具体内容，并在审定与核查实施细则中予以明确。

4.5 现场评审

4.5.1 现场评审计划

审定组根据文件评审结果制定现场评审计划。现场评审计划至少包括目的、范围、内容、日期、访谈对象和抽样方案等内容。

现场（场所、样地）数量不超过 5 个的，应覆盖全部现场。现场数量超过 5 个的，应制定抽样方案并按照抽样结果赴现场进行走访，并且数量不少于 5 个。方法学另有规定的从其规定。

4.5.2 现场评审实施

现场评审原则上应到现场，审定组应确认项目是否符合《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》规定，对项目基本要求、项目类型和领域、项目描述、方法学选择、方法学应用、开工日期、计入期及寿命期限、环境影响和可持续发展等内容进行审定，具体内容可以参考《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》，审定方式至少包括：

（1）与相关方访谈，了解项目设计和实施情况，并且对受访人员提供的信息进行交叉校核，确保没有遗漏相关信息。相关方可以包括：项目运营人员、地方主管部门、相关群众等；

（2）经现场查看并查阅相关文件，确认项目描述以及有关信息的真实性、完整性、准确性；

（3）根据方法学和相关规定，对减排量计算的合理性进行检查；

（4）查看相关设施、系统和设备，评估监测计划的合理性和可操作性。

在获得项目业主同意后，采用复印、拍摄、录音、笔记等方式保存现场评审记录。

审定与核查机构应结合项目特点，制定现场评审要求的具体内容，并在审定与核查实施细则中予以明确。

4.5.3 整改要求和观察项

现场评审完成后，审定组向项目业主书面反馈文件评审和现场评审中的整改要求和观察项，项目业主按商定的时间要求逐项

予以回应，并提供相应的证据材料。

有以下情形之一的，审定组应向项目业主提出整改要求：

（1）影响项目真实性、唯一性、额外性的；

（2）不满足项目登记要求的；

（3）监测计划存在不合理、不全面的；

（4）由于获取的信息不准确、不充分或者不清晰，导致无法确定项目是否符合方法学及相关规定要求的。

对于与项目实施有关、可能影响后续减排量核算的问题，审定组应提出观察项，要求项目业主未来采取措施消除潜在的风险。

4.6 编写审定报告

审定组在完成现场评审后，根据评审实际情况编写审定报告。只有在项目业主根据整改要求逐项予以回应，提供合理解释和证据，对项目设计文件进行必要修改并符合相关要求后，审定组方可作出肯定的审定结论。

审定报告至少涵盖以下内容：

（1）清晰描述审定发现情况，明确作出审定结论；

（2）报告所有提出的整改要求和观察项，项目业主的整改措施和结果，以及对整改有效性的验证；

（3）说明项目业主对项目在公示期间收到的公众意见的解释和处理情况；

（4）以清单形式列出审定过程中所有支撑性文件名称，必要时可附上相关文件的全文或者部分内容。

4.7 复核

审定与核查机构应对审定组作出的审定结论及有关资料/信息开展复核。复核应确认：

- (1) 所有审定活动已按照委托合同和审定方案完成；
- (2) 支持决定的证据的充分性和适宜性；
- (3) 重要的发现是否被识别、解决并形成文件。

审定与核查机构应明确复核要求的具体内容，并在审定与核查实施细则中予以明确。

复核人员应具备相应行业领域的专业知识和能力，不得是参与项目审定的人员，不得与所审定的项目存在利益关系。

4.8 决定与审定报告签发

4.8.1 决定

复核完成后，审定与核查机构应作出肯定或否定的审定决定。审定决定人员不得是参与项目审定的人员。

4.8.2 审定报告签发

审定与核查机构依据审定决定向项目业主出具审定报告。

审定与核查机构应对项目审定报告的合规性、真实性、准确性负责，并在项目审定报告中作出承诺。

4.9 记录保存

审定与核查机构应记录并保存审定过程中所有资料，自出具审定报告之日起保存至少 10 年。

5 减排量核查程序及要求

5.1 提出核查委托

项目业主向审定与核查机构提出核查委托，并按照审定与核查机构要求提供委托资料。

审定与核查机构应根据法律法规、方法学及核查实施的需要，在审定与核查实施细则中明确委托资料清单，应至少包括项目设计文件、减排量核算报告等。

5.2 签订委托合同

审定与核查机构对项目业主提交的资料进行审核，按照审定与核查实施细则中的时限做出是否接受委托的决定。接受核查委托的，双方签订委托合同，不接受核查委托的，及时告知项目业主。

5.3 核查策划

5.3.1 制定核查方案

审定与核查机构在签订委托合同后作出策略分析和风险评估，制定核查方案，组建核查组，明确核查目的、范围、依据、核查组成员及其职责分工、核查活动进度安排等内容。

5.3.2 核查组安排

核查组应至少由 2 名专职人员组成，其中至少 1 人具备相应行业领域的专业能力。核查组成员不应与所核查的项目存在利益关系。核查组长确定核查组任务分工时，应充分考虑项目的技术特点、复杂程度、技术风险、设施的规模与位置、测量设备的种类、数据收集系统的复杂程度以及核查组的专业背景和实践经验等方面的因素。

5.3.3 核查时限

审定与核查机构应在审定与核查实施细则中对核查各环节的时限作出明确规定，并确保相关工作按时限要求完成。自公示减排量核算报告之日起至出具核查报告之日止，原则上不超过 100 天。因项目业主未及时提交资料、不能按计划接受现场评审、未按规定回应整改要求等原因导致评审时间延长的，不计算在内。

5.4 文件评审

核查组在开展现场评审前，应完成委托核查项目的文件评审，并明确现场评审的重点。

通过对项目业主提交的减排量核算报告、项目设计文件等资料的评审，初步判断项目实施与项目设计文件的符合性，监测计划与方法学的符合性，监测活动与监测计划的符合性，校准频次的符合性，减排量核算的准确性，以及监测计划及其相关参数的调整情况等。

审定与核查机构应结合项目特点，制定文件评审要求的具体内容，并在审定与核查实施细则中予以明确。

5.5 现场评审

5.5.1 现场评审计划

核查组根据文件评审结果制定现场评审计划。现场评审计划至少包括目的、范围、内容、日期、访谈对象和抽样方案等内容。

现场（场所、样地）数量不超过 5 个的，应覆盖全部现场。现场数量超过 5 个的，应制定抽样方案并按照抽样结果赴现场进行走访，并且数量不少于 5 个。方法学另有规定的从其规定。

5.5.2 现场评审实施

核查组应确认已登记项目减排量核算符合《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》规定要求，对减排量唯一性、项目描述、项目实施与项目设计文件的符合性、监测系统与参数符合性、监测计划及其相关参数调整、减排量核算的准确性进行核查，具体内容可以参考《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》，核查方式至少包括：

（1）与相关方访谈，了解项目运行和监测情况，并且对受访人员提供的信息进行交叉校核，确认项目实施与项目设计文件的符合性，确保没有遗漏相关信息。相关方可以包括：项目运营人员、地方主管部门、相关群众等；

（2）经现场查看并查阅相关文件，评估监测计划与方法学的符合性，监测活动与监测计划的符合性，确认已登记的项目是否按照计划监测，以及监测计划及其相关参数的调整情况；

（3）对各参数信息流进行评估，包括计量、记录、传递和汇总；

（4）对监测报告中数据进行交叉核对，包括生产记录信息、采购信息、财务信息等；

（5）对测量仪表进行检查，包括检定、校准情况和监测运行情况，确认检定、校准频次的符合性；

（6）检查温室气体排放数据和减排量核算准确性；

（7）查阅质量控制和质量保证程序，确保报告的监测参数不出现任何错误或遗漏。

在获得项目业主同意后，可以采用复印、拍摄、录音、笔记等方式保存现场评审记录。

审定与核查机构应结合项目特点，制定现场评审要求的具体内容，并在审定与核查实施细则中予以明确。

5.5.3 整改要求和观察项

现场评审完成后，核查组向项目业主书面反馈文件评审和现场评审中的整改要求和观察项，项目业主按商定的时间要求逐项予以回应，并提供相应的证据材料。

有以下情形之一的，核查组应向业主提出整改要求：

（1）实际监测与监测计划不一致的；

（2）减排量核算错误的；

（3）在审定期间或上一次核算期核查过程中提出的观察项，在当前核算期应解决但未解决的；

（4）由于获取的信息不准确、不充分或者不清晰，导致无法确定项目的运行和监测是否符合相关要求的。

对于需要项目业主在下一个核算期对监测和报告进行调整的问题，核查组应提出观察项。

5.6 编写核查报告

核查组在完成现场评审后，根据评审实际情况编写核查报告。只有在项目业主根据整改要求逐项予以回应，提供合理解释和证据，对减排量核算报告进行必要修改并符合相关要求后，核查组才能作出肯定的核查结论。

核查报告至少涵盖以下内容：

（1）清晰描述核查发现情况，明确作出核查结论；

（2）报告所有提出的整改要求和观察项，项目业主的整改措施和结果，以及对整改有效性的验证；

（3）说明项目业主对减排量核算报告在公示期间收到的公众意见的解释和处理情况；

（4）以清单形式列出核查过程中所有支撑性文件名称，必要时可附上相关文件的全文或部分内容。

5.7 复核

审定与核查机构应对核查组作出的核查结论及有关资料/信息开展复核。复核应确认：

（1）所有核查活动已按照委托合同和核查方案完成；

（2）支持决定的证据的充分性和适宜性；

（3）重要的发现是否被识别、解决并形成文件。

审定与核查机构应明确复核要求的具体内容，并在审定与核查实施细则中予以明确。

复核人员应具备相应行业领域的专业知识和能力，不得是参与项目核查的人员，不得与所核查的项目存在利益关系。

5.8 决定与核查报告签发

5.8.1 决定

复核完成后，审定与核查机构应作出肯定或否定的核查决定。核查决定人员不得是参与项目核查的人员。

5.8.2 核查报告签发

审定与核查机构依据核查决定向项目业主出具核查报告。

审定与核查机构应对减排量核查报告的合规性、真实性、准确性负责，并在减排量核查报告中作出承诺。

5.9 记录保存

审定与核查机构应记录并保存核查过程中所有资料,保存期自该项目最后一期减排量登记后不少于 10 年。

6 信息报送与公开

6.1 信息报送

审定与核查机构应向市场监管总局（国家认监委）报送审定与核查报告及有关信息。

6.2 信息公开

审定与核查机构应通过网站向社会公布审定与核查实施细则、收费标准、审定与核查报告及有关信息。

7 责任

审定与核查机构应对其作出的审定与核查结论的合规性、真实性、准确性负责。不得弄虚作假，不得泄露项目业主的商业秘密。

项目业主对其所提交的委托资料的真实性、完整性和有效性负责。

温室气体自愿减排注册登记规则（试行）^①

第一章 总 则

第一条 为规范全国温室气体自愿减排注册登记活动，保护全国温室气体自愿减排交易市场各参与方的合法权益，维护全国温室气体自愿减排交易市场秩序，根据《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》及相关规范性文件，制定本规则。

第二条 本规则适用于全国温室气体自愿减排注册登记相关活动。全国温室气体自愿减排注册登记相关参与方开展上述活动应当遵守本规则。

第三条 全国温室气体自愿减排注册登记机构（以下简称注册登记机构）通过全国温室气体自愿减排注册登记系统（以下简称注册登记系统）受理温室气体自愿减排项目和减排量的登记、注销申请，记录温室气体自愿减排项目相关信息和核证自愿减排量的登记、持有、变更、注销等信息。

第四条 全国温室气体自愿减排注册登记遵循公平、公正、公开、诚信、安全和高效的原则。

第二章 账户管理

第五条 注册登记机构依申请为以下符合条件的主体开立注册登记账户。

- （一）申请温室气体自愿减排项目登记的法人和其他组织（以下简称项目业主）；
- （二）全国或者地方碳排放权交易市场重点排放单位；
- （三）从事核证自愿减排量交易的其他交易主体；
- （四）审定与核查机构；
- （五）省级生态环境主管部门。

第六条 符合本规则第五条要求的主体申请开立注册登记账户时，应当根据注册登记机构有关规定提供真实、准确、完整、有效的申请材料。

每个主体只能开立一个注册登记账户。注册登记账户应当以申请登记主体本单位或者本人的名义申请开立，不得冒用或者以其他单位和个人名义，也不得使用虚假证件。

^① 2023年11月15日生态环境部常务会议审议通过，2023年11月16日国家应对气候变化战略研究和国际合作中心发布。

第七条 注册登记机构对相关主体开立注册登记账户的申请进行审核，在收到申请材料之日起 15 个工作日内对审核通过的申请开立注册登记账户；申请材料不符合本规则第六条要求的，不予开立，并告知申请主体。

第八条 已经在注册登记系统开立注册登记账户的主（以下简称登记主体）发生以下信息变化时，应当在 15 个工作日内向注册登记机构申请信息变更：

- （一）登记主体名称或者姓名，账户代表信息及联系电话；
- （二）营业执照，有效身份证明文件类型、号码及有效期。

注册登记机构在收到申请材料之日起 15 个工作日内对审核通过的申请开立注册登记账户；申请材料不符合本规则第审核通过的申请完成账户信息变更。因未办理变更产生的风险，由登记主体承担。

第九条 登记主体应当妥善保管账户的用户名和密码等信息，账户下发生的一切活动视为登记主体的行为。

第十条 注册登记机构发现以下情况，有权对相应账户采取限制使用措施并同时通知相关登记主体，涉及交易活动的及时通知全国温室气体自愿减排交易机构：

- （一）登记主体营业执照或者有效身份证明文件与实际情况不符；
- （二）本规则第八条中规定的信息发生变化而未按要求办理账户信息变更手续；
- （三）其他违反本规则的情况。

对已被采取限制使用等措施的账户，登记主体在对上述所列问题改正后，可向注册登记机构申请办理账户恢复手续。

第十一条 发生下列情形的，登记主体或者依法承继其权利义务的用户应当申请关闭账户：

- （一）法人及其他组织登记主体因合并、分立、依法被解散或者破产等原因导致主体资格丧失；
- （二）自然人登记主体死亡；
- （三）法律法规、部门规章等规定的其他情况。

登记主体申请关闭账户前，应当了结其相关业务。注册登记机构受理关闭账户期间和账户关闭后，登记主体无法使用该账户进行交易、注销、查询等相关操作。

第三章 登 记

第十二条 持有核证自愿减排量的项目业主、全国或者地方碳排放权交易市场重点排放单位、其他交易主体可以通过注册登记系统查询其核证自愿减排量的持有数量和持有状态等信息。

第十三条 注册登记机构按照《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，办理项目和减排量登记、注销，并按规定在注册登记系统公开。

项目业主、审定与核查机构对在注册登记系统提交的项目和减排量相关材料的真实性、完整性和有效性负责。

第十四条 核证自愿减排量以承继、强制执行等方式转让的，登记主体或者依法承继其权利义务的主体应当向注册登记机构提供有效的证明文件，注册登记机构审核后办理变更。

第十五条 项目业主、全国或者地方碳排放权交易市场重点排放单位、其他交易主体自愿注销其所持有的核证自愿减排量，注册登记机构依申请出具相关证明并在注册登记系统公开。

第十六条 司法机关要求冻结持有账户中核证自愿减排量的，注册登记机构依法予以配合；涉及司法扣划的，注册登记机构根据人民法院的生效裁判，办理变更登记。

第四章 信息管理

第十七条 司法机关和国家监察机关依照法定条件和程序向注册登记机构查询温室气体自愿减排项目和核证自愿减排量登记相关数据和资料的，注册登记机构依法予以配合。

第十八条 注册登记机构配合省级生态环境主管部门将公开的项目与核证自愿减排量信息连接至省级生态环境主管部门网站。

第十九条 按照法律法规的要求，通过注册登记系统提出意见时，需文明互动，理性表达，不得发布任何不良信息。对于发布与温室气体自愿减排项目及减排量无关信息和言论的，注册登记机构可以采取警示提醒、拒绝发布等措施；对于经警示提醒不改正的，注册登记机构可暂停其提出意见权限；对于发布违法和严重不良信息的，根据具体情形向有关部门报告。

第五章 监督管理

第二十条 注册登记机构的相关工作人员、为注册登记系统提供软硬件运维服务的相关单位和人员，不得利用职务便利牟取不正当利益，不得参与核证

自愿减排量交易以及其他可能影响审定与核查公正性的活动。

任何人在成为前款所列人员时，其本人已持有或者委托他人代为持有的核证自愿减排量，应当依法转让并办理完成相关手续，向供职单位报告全部转让相关信息并备案在册。

第六章 附 则

第二十一条 本规则由注册登记机构负责修订与解释，注册登记机构可以根据本规则制定相关业务实施细则。

第二十二条 本规则自公布之日起施行。

温室气体自愿减排交易和结算规则（试行）^①

绿交文〔2023〕76号

第一章 总 则

第一条 为规范全国温室气体自愿减排交易，保护全国温室气体自愿减排交易市场各参与方的合法权益，维护全国温室气体自愿减排交易市场秩序，根据《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》及相关规范性文件，制定本规则。

第二条 本规则适用于全国温室气体自愿减排交易、结算及相关活动。全国温室气体自愿减排交易相关参与方应当遵守本规则。

第三条 全国温室气体自愿减排交易机构（以下简称交易机构）负责运行和管理全国温室气体自愿减排交易系统（以下简称交易系统），提供全国集中统一的温室气体自愿减排交易与结算服务。全国温室气体自愿减排交易通过交易系统进行。

第四条 全国温室气体自愿减排交易、结算及相关活动应当遵守国家有关规定，遵循公平、公正、公开、诚信、自愿、安全和高效的原则。

第二章 交 易

第五条 全国温室气体自愿减排交易主体是指符合国家有关规定的法人、其他组织和自然人。

第六条 交易主体应当符合交易机构规定的条件，在交易机构开户并签署入场交易协议。交易主体进入交易机构进行全国温室气体自愿减排交易，应当向全国温室气体自愿减排注册登记机构（以下简称注册登记机构）申请取得实名注册登记账户后，向交易机构申请取得实名交易账户。交易主体信息发生变化时，应当及时向交易机构提交交易账户信息变更申请。

交易主体应当保证提交的开户、变更申请资料真实、完整、准确和有效。

第七条 每个交易主体只能开设一个交易账户，可以根据业务需要申请多个操作员和相应的账户操作权限。

交易主体应当妥善保管交易账户及密码等信息，交易账户下发生的一切活动均视为交易主体的行为。

第八条 交易主体申请注销交易账户，应当确保交易账户内无交易产品及资金。

^① 2023年11月15日生态环境部常务会议审议通过，2023年11月16日北京绿色交易所有限公司公告发布。

交易账户注销后，交易主体无法使用该账户进行相关操作。

第九条 全国温室气体自愿减排交易市场的交易产品为核证自愿减排量，以及根据国家有关规定适时增加的其他交易产品。

第十条 核证自愿减排量交易标的为交易主体从全国温室气体自愿减排注册登记系统（以下简称注册登记系统）划转至交易系统的核证自愿减排量，并按照其登记的温室气体自愿减排项目及产生年度进行区分。

第十一条 核证自愿减排量交易以“每吨二氧化碳当量价格”为计价单位，买卖申报量的最小变动计量为 1 吨二氧化碳当量，申报价格的最小变动计量为 0.01 元人民币。

交易机构可以根据市场需要，调整最小变动计量。

第十二条 全国温室气体自愿减排交易采取挂牌协议、大宗协议、单向竞价及其他符合规定的交易方式。

第十三条 挂牌协议是指交易主体提交买入或卖出申报，申报中明确交易标的的数量和价格，对手方通过查看实时挂牌列表，以价格优先的原则，在买入或卖出申报大厅摘牌并成交的交易方式。同一价位有多个挂牌申报的，对手方按照交易主体申报时间依次摘牌完成交易。

第十四条 大宗协议是指符合单个交易标的特定数量条件的交易主体之间在交易系统内协商达成一致，并通过交易机构确认完成交易的方式。具体条件由交易机构另行公告。

第十五条 单向竞价包括单向竞买和单向竞卖两种方式，是指报价方在限定时间内按照确定的单向竞价成交规则，将交易标的出让给竞价成功的单个或者多个应价方，或是从竞价成功的单个或多个应价方受让交易标的的交易方式。

第十六条 挂牌协议和大宗协议实行涨跌幅限制制度。挂牌协议涨跌幅为当日基准价的 $\pm 10\%$ ，大宗协议涨跌幅为当日基准价的 $\pm 30\%$ 。

第十七条 基准价为交易标的上一交易日通过挂牌协议方式成交所产生的加权平均价，计算结果按照四舍五入原则取至价格最小变动单位。上一交易日无成交的，以上一交易日的基准价为当日基准价，以此类推。交易标的上市初始价格，由首个将该交易标的从注册登记系统划转至交易系统的交易主体提出申报后确定。

第十八条 交易主体申报卖出交易产品的数量，不得超出其交易账户内可用数量。交易主体申报买入交易产品的相应资金，不得超出其交易账户内可用资金。

第十九条 买卖申报在交易系统成交后，交易即告成立。依照本规则达成的交

易于成立时即告交易生效，交易结果以交易系统记录的成交数据为准，买卖双方应当承认交易结果，履行清算交收义务。

第二十条 交易完成后，交易系统自动生成电子交易凭证，交易主体可以通过交易账户查询交易记录。

第二十一条 交易日为每周一至周五。国家法定节假日和交易机构公告的休市日，市场休市。

第二十二条 挂牌协议和大宗协议的交易时段为每个交易日的 9:30-11:30，13:00-15:00。单向竞价的交易时段由交易机构另行公告。

根据市场发展需要，交易机构可以调整交易时间。

第二十三条 交易时间内因故暂停交易的，交易时间不作顺延。

第二十四条 全国温室气体自愿减排交易的收费应当合理，并公开收费项目、收费标准。收费事宜按程序报批后，依法依规执行。

第三章 结 算

第二十五条 交易机构选择符合条件的机构作为结算渠道，并开立交易结算资金专用账户，用于存放各交易主体的交易资金和相关款项。交易机构对各交易主体存入交易结算资金专用账户的交易资金实行分账管理。

交易机构与交易主体之间的业务资金往来，通过结算渠道所开设的专用账户办理。

第二十六条 交易机构与结算渠道签订结算协议，保障各交易主体存入交易结算资金专用账户的交易资金安全。

第二十七条 当日交易结束后，交易机构根据交易系统的成交结果，按照货银对付的原则，以每个交易主体为清算单位，通过交易系统进行交易产品与资金的逐笔全额清算。

第二十八条 当日清算完成后，清算结果经交易机构和注册登记机构确认无误，注册登记机构完成核证自愿减排量的交收，交易机构完成资金的交收。

第二十九条 交易主体买入后卖出或卖出后买入同一交易产品的时间间隔不得少于 5 个交易日。卖出交易产品的资金可以用于该交易日内的交易。

第三十条 当日结算完成后，交易机构通过交易系统向交易主体发送结算数据。

第三十一条 交易主体可以通过交易账户查询结算相关数据，包括交易产品和资金的出入情况、账户余量和余额等。

第三十二条 交易主体应当及时核对当日结算结果，对结算结果有异议的，应

当在下一交易日开市前，以书面形式向交易机构提出。交易主体在规定时间内没有对结算结果提出异议，视作认可结算结果。

第四章 信息管理

第三十三条 交易信息由交易机构统一管理和发布。交易机构在每个交易日发布全国温室气体自愿减排交易行情等公开信息，定期编制并发布反映市场成交情况的报表。

第三十四条 全国温室气体自愿减排交易活动中，涉及交易经营、财务或者对全国温室气体自愿减排交易市场价格有影响的尚未公开的信息及其他相关信息，属于内幕信息。禁止内幕信息的知情人、非法获取内幕信息的人员利用内幕信息从事全国温室气体自愿减排交易活动。

第三十五条 交易机构可以根据市场需要，调整交易信息发布的方式和内容。

第五章 风险管理

第三十六条 交易机构实行涨跌幅限制制度，按照本规则第十六条执行。

交易机构可以根据市场需要，调整涨跌幅比例。

第三十七条 交易机构实行最大持仓量限制制度。交易机构对交易主体的持仓量进行实时监控，注册登记机构对交易机构实时监控提供必要支持。交易主体的交易产品持仓量不得超过交易机构规定的限额。

交易机构可以根据市场风险状况，对最大持仓量限额进行调整。

第三十八条 交易机构实行大户报告制度。交易主体的持仓量达到交易机构规定的最大持仓量的一定比例，交易主体应当及时向交易机构报告。

第三十九条 交易机构实行风险警示制度。交易机构可以采取要求交易主体报告情况、书面警示、发布风险警示公告、限制交易等措施，警示和化解风险。

第四十条 交易机构建立风险准备金制度。

风险准备金是指由交易机构设立，用于为维护全国温室气体自愿减排交易和结算活动正常开展提供财务担保和弥补不可预见风险带来的亏损的资金。风险准备金应当单独核算，专户存储。

第四十一条 因不可抗力、意外事件、不可归责于交易机构的重大技术故障等原因，导致部分或全部交易无法正常进行的，交易机构可以决定采取暂停交易措施。

第四十二条 导致暂停交易的原因消除后，交易机构可以决定恢复交易。

第四十三条 交易机构对暂停交易、恢复交易的决定予以公告，并向生态环境主管部门报告。

第六章 交易行为监督

第四十四条 交易机构对交易主体的下列异常交易行为，予以重点监控：

可能对交易价格产生重大影响的信息披露前，大量或持续买入或卖出的行为；

（一）固定或涉嫌关联的交易账户之间，大量或频繁进行反向交易的行为；

（二）大笔申报、连续申报、密集申报或申报价格明显偏离行情展示的最新成交价的行为；

（三）频繁申报和撤销申报，或大额申报后撤销申报，可能影响交易价格或误导其他交易主体的行为；

（四）大量或者频繁进行高买低卖交易；

（五）交易机构认为需要重点监控的其他异常交易行为。

第四十五条 交易机构可以对异常交易行为进行现场或非现场调查，根据需要可以要求相关交易主体及时、准确、完整地提供有关文件和资料。

第四十六条 对发生异常交易行为、违反本规则或交易机构其他业务规则规定、操纵或扰乱全国温室气体自愿减排交易市场的交易主体，交易机构有权采取要求提供书面说明、限制交易等措施，并向生态环境主管部门报告。

第四十七条 生态环境主管部门、市场监督管理部门、注册登记机构、交易机构、审定与核查机构及其相关工作人员不得参与全国温室气体自愿减排交易。

第四十八条 交易主体涉嫌重大违法违规，正在被司法机关、国家监察机关、生态环境主管部门等单位调查或已被查处的，交易机构依法配合对其采取暂停交易等措施。

第七章 争议处理

第四十九条 交易主体之间发生交易纠纷，相关交易主体应当记录有关情况，以备查阅。交易纠纷影响正常交易的，交易主体应当及时向交易机构报告。交易机构可以按有关规定，提供必要的交易信息。

第五十条 交易主体之间因全国温室气体自愿减排交易业务产生交易争议和纠纷的，双方可以协商解决，也可以向交易机构提出调解申请，还可以依法向仲裁机构申请仲裁或者向人民法院提起诉讼。

第五十一条 交易主体申请交易机构进行调解的，应当提出书面调解申请。交易机构的调解意见，经相关交易主体确认并在调解意见书上签章后生效。

第八章 附 则

第五十二条 本规则由交易机构负责修订与解释，交易机构可以适时根据本规

则制定实施细则或办法。

第五十三条 本规则中所述时间，以交易机构交易主机的时间为准。

第五十四条 本规则下列用语具有如下含义：

清算，是指按照确定的规则计算交易产品和资金的应收应付数额的行为。

交收，是指根据确定的清算结果，通过变更交易产品和资金以履行相关债权债务的行为。

本规则未定义的用语的含义，依照法律、法规、规章、规范性文件及交易机构有关业务规则确定。

第五十五条 本规则所称“超过”不含本数。

第五十六条 本规则自发布之日起施行。

关于全国温室气体自愿减排交易市场 有关工作事项安排的通告^①

为进一步规范全国温室气体自愿减排交易市场的登记、交易和结算活动，做好全国温室气体自愿减排交易市场与全国碳排放权交易市场的衔接工作，根据《碳排放权交易管理办法（试行）》和《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，现将有关事项通告如下。

一、全国温室气体自愿减排注册登记机构成立前，由国家应对气候变化战略研究和国际合作中心承担温室气体自愿减排项目和减排量的登记、注销等工作，负责全国温室气体自愿减排注册登记系统的运行和管理。

二、全国温室气体自愿减排交易机构成立前，由北京绿色交易所有限公司提供核证自愿减排量的集中统一交易与结算服务，负责全国温室气体自愿减排交易系统的运行和管理。

三、2017年3月14日前已获得国家应对气候变化主管部门备案的核证自愿减排量，可于2024年12月31日前用于全国碳排放权交易市场抵销碳排放配额清缴，2025年1月1日起不再用于全国碳排放权交易市场抵销碳排放配额清缴。

特此通告。

生态环境部

2023年10月24日

^① 2023年10月24日，生态环境部发布。

名词解释

温室气体 大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

温室气体源 向大气中排放温室气体的物理单元或过程。

温室气体排放 在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计）。

温室气体汇 从大气中清除温室气体的物理单元或过程。

温室气体清除 在特定时段内从大气中清除的温室气体总量（以质量单位计）。

二氧化碳当量 在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

碳资产 由碳交易机制产生的新型资产。主要包括碳排放配额和碳信用。

碳信用 项目主体依据相关方法学，开发温室气体自愿减排项目，经过第三方的审定和核查，依据其实现的温室气体减排量化效果所获得签发的减排量。

温室气体自愿减排项目方法学 指导特定领域内温室气体自愿减排项目设计、实施、审定和减排量核算、核查的主要依据。各类社会主体应当按照生态环境部发布的方法学，自主自愿开发温室气体减排项目，项目减排效果按照方法学等核算核证后可以在市场出售并获取相应的减排贡献收益。

项目业主 申请温室气体自愿减排项目登记的法人或者其他组织。项目业主原则上是项目所有者，也可以是获得项目所有者授权并申请温室气体自愿减排项目登记的法人或其他组织。

项目边界 与项目有关或受项目影响的设施、系统和设备，以及可合理归因于项目产生的所有温室气体排放源和汇。

项目计入期 可申请项目减排量登记的时间期限。

核算期 在项目计入期内，实际申请登记温室气体减排量的时间区间。项目计入期可根据方法学和相关规定要求以及项目实际情况分为若干核算期，一个核算期为温室气体自愿减排项目减排量核算报告所覆盖的连续时间区间。

基准线情景 用来提供参照的，在不实施温室气体自愿减排项目的情况下提供同等产品和服务最可能发生的假定情景。

温室气体减排量 经核算得到的一定时期内项目所产生的温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减少量，或项目所产生的温室气体清除量与基准线情景的清除量相比较的增加量。

审定与核查机构 依法设立，从事温室气体自愿减排项目审定或者温室气体自愿减排项目减排量核查活动的合格评定机构。

监测计划 对项目减排量核算所涉及的所有相关参数实施测量、记录、汇总的计划。

审定 审定与核查机构对拟申请登记的温室气体自愿减排项目进行系统的、独立的第三方评审，并且形成报告的过程。

核查 审定与核查机构对拟申请登记的项目减排量进行系统的、独立的第三方评审，并且形成报告的过程。

唯一性 项目未参与其他温室气体减排交易机制，不存在项目重复认定或者减排量重复计算的情形。

额外性 作为温室气体自愿减排项目实施时，与能够提供同等产品和服务的其他替代方案相比，在内部收益率财务指标等方面不是最佳选择，存在融资、关键技术等方面的障碍，但是作为自愿减排项目实施有助于克服上述障碍，并且相较于相关项目方法学确定的基准线情景，具有额外的减排效果，即项目的温室气体排放量低于基准线排放量，或者温室气体清除量高于基准线清除量。

保守性 在温室气体自愿减排项目减排量核算或者核查过程中，如果缺少有效的技术手段或者技术规范要求，存在一定的不确定性，难以对相关参数、技术路径进行精准判断时，应当采用保守方式进行估计、取值等，确保项目减排量不被过高计算。

大 事 记

全 国

2023 年 3 月 28 日，生态环境部办公厅公开征集温室气体自愿减排项目方法学建议。

2023 年 10 月 19 日，生态环境部、市场监管总局发布保障全国温室气体自愿减排交易市场有序运行的基础性制度《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》。

2023 年 10 月 24 日，生态环境部发布造林碳汇、并网光热发电、并网海上风力发电、红树林营造等首批 4 项温室气体自愿减排项目方法学。其中，造林碳汇方法学适用于乔木、竹子和灌木荒地造林。

2023 年 10 月 24 日，生态环境部发布通告，明确全国温室气体自愿减排注册登记机构成立前，由国家应对气候变化战略研究和国际合作中心承担温室气体自愿减排项目和减排量的登记、注销等工作，负责全国温室气体自愿减排注册登记系统的运行和管理；全国温室气体自愿减排交易机构成立前，由北京绿色交易所有限公司提供核证自愿减排量的集中统一交易与结算服务，负责全国温室气体自愿减排交易系统的运行和管理。

2023 年 10 月 24 日，生态环境部发布通告，明确 2017 年 3 月 14 日前已获得国家应对气候变化主管部门备案的核证自愿减排量可于 2024 年 12 月 31 日前用于全国碳排放权交易市场抵销碳排放配额清缴，2025 年 1 月 1 日起不再用于全国碳排放权交易市场抵销碳排放配额清缴。

2024 年 1 月 22 日，全国温室气体自愿减排交易市场启动仪式在北京举行，河北塞罕坝机械林场、中国广核集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、自然资源部第三海洋研究所 4 家项目开发单位负责人签署自愿减排项目开发和减排量交易合规倡议。

四 川

2021 年 2 月 2 日，《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，提出实施碳资产提升行动，推动林草碳汇开发和交易。

2021 年 7 月 29 日，四川省林业和草原局印发《四川林草碳汇行动方案》，明确

到 2025 年，基本建立林草碳汇高质量发展体系，基本形成林草碳汇多元化发展格局，全省林草碳汇项目总规模达到 3000 万亩。

2022 年 1 月 10 日，四川省生态环境厅召开温室气体自愿减排项目开发和交易工作座谈会。

2022 年 3 月 15 日，四川省林业和草原局印发《关于开展林草碳汇项目开发试点的通知》，启动省级林草碳汇项目开发试点。

2022 年 6 月 7 日，四川省林业和草原局印发《四川省林草碳汇发展推进方案（2022—2025 年）》。

2022 年 8 月 29 日，中国人民银行成都分行、四川省发展和改革委员会、四川省生态环境厅、四川省地方金融监督管理局、中国保险监督管理委员会四川监管局印发《四川省环境权益抵质押贷款指导意见》。

2022 年 11 月 9 日，经四川省人民政府同意，四川省节能减排及应对气候变化工作领导小组办公室印发《四川省碳市场能力提升行动方案》。

2022 年 11 月 22 日，国家林业和草原局将洪雅县国有林场纳入全国 21 个国有林场森林碳汇试点单位之一。

2022 年 12 月 16 日，四川林草碳汇创新发展联盟成立。

2023 年 7 月 21 日，四川省参与全国温室气体自愿减排交易市场研讨会暨天府碳资产沙龙（第六期）在成都举行，14 家单位的专家共同发起《四川省积极有序参与全国温室气体自愿减排交易市场的十点倡议》。

2023 年 9 月 25 日，四川省生态环境厅在眉山举办 2023 年全省应对气候变化工作会暨应对气候变化业务培训班。四川省生态环境厅提出“紧盯 1 个目标、突出 3 条主线、管好 2 个市场、用好 5 个抓手”的应对气候变化工作总思路。

2023 年 11 月 23 日，四川省生态环境厅召开推进温室气体自愿减排项目开发工作座谈会。

2023 年 12 月，兴业银行成都分行为乐山市某林业企业发放一笔国家核证自愿减排量项目登记挂钩贷款。

2024 年 4 月 18 日，成都环境资源法庭正式揭牌并入驻天府中央法务区，集中管辖全省原来应由 21 个市州中级人民法院管辖的部分一审、二审、再审环境资源刑事、民事、行政及公益诉讼案件。民事案件方面，管辖碳汇交易纠纷、碳排放权交易纠纷等新类型民事案件。

2024 年 4 月 18 日，四川省环境政策研究与规划院、全国碳市场能力建设（成都）

中心公开发布《四川省碳市场能力建设课程需求清单（2024 年版）》。

2024 年 4 月 28 日，四川省生态环境厅召开四川省学习宣传和贯彻落实《碳排放权交易管理暂行条例》视频会议，要求紧扣“数据质量管理、配额清缴履约、履约成本控制、资产开发转化”，以更加积极有为的姿态做好碳市场工作。

信息渠道



生态环境部应对气候变化司



四川省生态环境厅应对气候变化专栏



全国温室气体自愿减排注册登记机构/系统



全国温室气体自愿减排交易机构/系统

