



三北防护林体系建设监测评价指标研究

三北工程涵盖我国西北大部、华北北部、东北西部，东西长达 4480 千米，南北宽 560 ~ 1460 千米，总土地面积 406.9 万平方千米，占国土总面积的 42.4%。建设区深处内陆，严重的干旱灾害困扰着大部分地区，世界著名的黄土高原位于本区中部，强烈的水土流失严重危害这一地区的农牧业生产和经济发展。干旱、风沙、水土流失等自然灾害和土地利用结构不合理，导致三北地区生态平衡严重失调。为改变这一地区的自然面貌，加快经济建设，改善工农业生产和城乡人民生活环境，1978 年，党中央、国务院从中华民族生存与发展的战略高度，做出了建设三北防护林体系的重大决策，开创了我国生态工程建设的先河。

一、政策支持

党中央、国务院始终高度重视三北工程建设。1988 年，邓小平同志为三北工程亲笔题词“绿色长城”。党的十五届五中全会明确指出：加强生态建设，遏制生态恶化。大力植树种草，推进东北、华北、西北防护林体系建设。《中共中央国务院关于加快林业发展的决定》中指出：继续推进三北、长江等重点地区的防护林体系工程建设。胡锦涛总书记多次深入到三北地区考察生态建设，明确指出：要大力加强防沙治沙工作，努力实现由“沙逼人退”到“人逼沙退”。2006 年，温家宝总理在中央人口资源环境工作会议上进一步强调：继续推进以三北防护林为重点的防护林体系建设，提高森林覆盖率。2008 年 11 月，回良玉副总理在三北工程建设 30 年总结表彰大会的重要讲话中指出：坚定不移地将三北工程建设这项伟大事业推向前进。2009 年中央 1 号文件提出要“完善三北防护林工程投入和建设机制”。中央林业工作会议又明确指出“突出抓好三北防护林建设”。2009 年 8 月，又专门出台了《国务院办公厅关于进一步推进三北防护林体系建设的意见》。

经过 30 多年的建设，三北工程取得了重大的阶段性成果，累计完成造林保存面积 2446.9 万公顷，森林覆盖率由 1977 年的 5.05% 提高到目前的 10.51%，27.8 万平方千米的沙化土地得到治理，控制水土流失面积 38.6 万平方千米，工程区生态状况明显改善，为维护国家生态安全、促进经济社会发展发挥了重要作用，在国内外产生了广泛而深远的影响。长期以来，三北工程监测评价领域的水平严重滞后于工程建设，既没有统一的监测评价标准，也没有长期稳定的监测评价数据来源渠道，已有的一些监测和评价数据零散，集成度差，监测效果缺乏权威性和说服力。因此，研究制定科学、适用的监测评价指标体系，实现快速、便捷、实时的监测评价，具有重要现实意义。

1. 研究制定科学、适用的监测评价指标体系是贯彻落实科学发展观，建设生态文明，提高国际履约能力的国家需要

我国自 20 世纪 70 年代末期实施三北工程以来，开始进行大范围的生态环境建设，但因工程建设地域跨度大，生态类型多样，社会经济情况千差万别，加之技术手段落后，科学评价工程的效益一直是困扰工程决策和管理部门的重要问题。新时期，党中央提出了落实科学发展观，建设生态文明，林业是生态文明建设的主体，增加和保护森林植被已成为国际公认的减缓气候变暖的有效举措，三北工程的效益监测和评价工作，对于科学指导工程建设，推进生态文明意义深远。2009 年在全球气候变化峰会和哥本哈根会议上，中国政府做出了把应对气候变化作为重要战略任务的庄严承诺，确定了减缓温室气体排放的具体目标，提出大力增加森林碳汇，森林面积 2020 年比 2005 年增加 4000 万公顷，森林蓄积量比 2005 年增加 13 亿立方米的林业发展目标；准确掌握和评价占国土面积近一半的三北工程的森林固碳功能和各种效益，对于彰显负责任的大国形象，提高履约能力具有重要意义。

2. 研究制定科学、适用的监测评价指标体系是准确掌握我国三北地区生态安全形势的需要

三北工程建设区是我国生态治理最重要、最紧迫、最艰巨的地区之一，是构筑我国北方地区生态屏障的主体和骨干工程，工程区的生态安全关系到改善三北地区乃至全国生态环境，关系到巩固与拓展中华民族生存和发展空间。因此，开展三北工程监测评价工作是实时了解和掌握我国北方地区的生态安全变化情况的必要手段，同时通过详实可靠的监测数据和科学的评价结果，既是制定国家和地方发展战略的重要参考，也是国家和地方确定生态建设规模和速度的根本依据。

3. 是提高行业科技含量，提高社会公信力的需要

林业是长线行业，三北工程历时久、战线长，信息发布滞后，导致社会各界的认识存在争议，直接影响了三北工程的认同度，一定程度上滞缓了以林业为主体的生态建设步伐。进入 21 世纪，随着人们对地球生态环境受人类活动压力的认识不断深化，了解有关地球生态环境状况的各种信息已经成为人们越来越迫切的信息需求之一。开展工程的监测评价工作，向社会各界提供具有说服力的科学评估数据，对于林业行业科技含量的提升，提高公众对林业生态工程重要性的认识和参与热情非常必要。

4. 是协调与其他行业关系，加快工程自身建设进度的需要

30 多年来，三北工程通过防风固沙林、水土保持林、农田防护林、护牧林等形式的建设，对农牧业生产力的提高和农民增收做出了重要贡献，但由于对三北工程防风固沙、保持水土、改善农田小气候、固碳、改善农村人居环境、调整传统农区的产业结构等方面的效益缺乏科学的认识，工程建设中林牧、林农、林水矛盾突出，工程建设受到一定程度的影响。因此，定量评价三北工程在改善生态环境及社会经济方面的效益，有助于协调各业矛盾，消除阻碍三北地区社会经济发展的生态瓶颈，推动工程建设的持续健康发展，从而更好地统筹三北地区社会发展，推进全面建设小康社会建设进程。

二、技术路线

三北工程范围广，面积达 406.9 万平方千米，占国土面积近一半，建设区域覆盖《中国综合自然区划》的中温带和青藏高原区两个自然地带，干旱（含极端干旱）区、半干旱区、亚湿润干旱区、青藏高原高寒区四大气候类型区，植被也有旱生型森林区到草原、干草原、荒漠，社会经济类型复杂，涉及农区、牧区、农牧交错区，因此，建设区的生态、社会、经济情况极其复杂，为了满足工程管理的要求，同时能够科学准确地评价工程建设成效，拟采用如下研究方案。

（一）监测评价指标体系的构建原则

1. 客观性原则

监测评价指标体系力求全面客观反映三北工程的生态、经济和社会效益，监测指标的选取和监测方法的确定主要依据现行的相关国家和行业规范及标准，有关规范和标准未及的指标，依据三北工程的实际需要和评价目的，设计指标过程中力争最大限度地反映工程实施进程的客观现实，同时对工程产生的社会经济影响效果进行如实反映，减少主观性指标的影响。

2. 实用性原则

监测评价指标明确，数据易于获取，能够直接应用于基层和管理部门生产决策服务。

3. 连续性原则

监测指标的设计便于持续监测，根据各期监测数据对比分析，评价工程建设对社会经济的影响。

4. 系统性原则

在整个监测指标体系设计过程中，既要考虑工程在不同区域的具体目标，又要考虑到其生态性工程的基本目标，因此设计的监测指标体系框架要有一致性，不仅要反映其具体个性的一面，也要注意其存在的共性内容。

（二）监测分区及主要监测内容

综合《中国林业区划》、《三北防护林体系建设总体规划方案》、《国务院办公厅关于进一步推进三北防护林体系建设的意见》等成果和文件精神，将三北工程建设区分为风沙区、西北荒漠区、黄土高原丘陵沟壑区、东北华北平原农区。风沙区主要包括我国半干旱区的辽宁西北部地区、内蒙古东部和中部、宁夏东部，西北荒漠区主要包括我国干旱区的内蒙古西部、宁夏西部、甘肃河西走廊地区、新疆全部以及青海柴达木盆地和共和盆地，黄土高原丘陵沟壑区主要包括青海湟水河流域、宁夏南部地区、甘肃陇东地区、陕西北部、晋西北等地，东北华北平原农区主要包括松嫩平原、辽河平原、华北平原北部地区。

1. 风沙区

该区主要建设任务是通过造林、封育等措施，以治理沙化土地为重点，适度开发利用沙区资源，建成乔灌草相结合的防风固沙防护林体系。本区生态监测内容主要为三北工程防风

固沙、防治土地沙化及固碳等效益，社会经济主要监测内容为沙区资源开发所带来的经济效益、防护林建设对沙区社会经济发展的影响。

2. 西北荒漠区

该区以保护天然荒漠植被为重点，采取以封育保护为主的措施，加强以典型荒漠生态系统为主的自然保护区建设，建成以沙生灌木为主的荒漠绿洲防护林体系。该区工程生态效益重点监测内容为三北工程防风固沙、保护绿洲等方面，社会经济重点监测内容为三北工程建设对于区域内绿洲农田、居民生产生活、荒漠生态旅游发展的影响。

3. 黄土高原丘陵沟壑区

该区以小流域治理为重点，积极发展以干鲜果品为主的水土保持兼用林，建成生态经济型防护林体系。工程生态方面重点监测内容为三北工程的水土保持效益，社会经济监测的重点内容为区域内经济林产业、林产工业以及以林产品（包括木质林产品和非木质林产品）为基础的林业产业，小流域治理带动的农业生产，以及由此带动区域社会经济发展的影响。

4. 东北华北平原农区

该区以改善农业生产条件为重点，坚持建设、改造、提高相结合，建成网带片相结合的高效农田防护林体系。该区生态重点监测内容为农田防护林对农田小气候环境的影响，社会经济监测内容为防护林建设对于农业生产以及以农产品为基础的产业发展和地方社会经济发展的影响。

（三）监测指标体系框架

为了全面监测三北工程带来的生态和社会经济效益，指标体系的设计采用分区域、面上监测为主、定位监测为辅的方针。设置区域面上监测指标主要是为了满足三北防护林体系建设在防风固沙、保持水土、固碳释氧等生态环境效益评价方面的要求。定位监测主要依据生态系统原理，生态系统是由生物有机体和无机环境构成的一个统一整体，三北工程通过植被建设，改善生态系统水文、土壤、气象、生物四类要素，定位监测即是对四类要素的变化进行及时了解，以便对工程效益评价提供必要的科学支撑。本项研究监测指标体系的构建借鉴了联合国环境规划署（UNDP）的全球资源信息数据库（GRID）、国际环境信息系统（IEIS）、美国“长期生态学研究网络”（LTER）、英国“环境变化研究网络”（ECN）、中国陆地生态系统研究网络（CTERN）的相关监测指标，并参考了《干旱、半干旱地区森林生态系统观测指标体系》（LY/T 1688-2007）、《荒漠生态系统定位观测指标体系》（LY/T1698-2007）两个行业标准，生态效益拟采用的指标及监测手段（见表 4-1，4-2）。

1. 生态监测指标体系

- （1）面上监测指标
- （2）定位监测指标

2. 社会经济监测指标体系

三北工程虽然是一项生态工程，但对工程实施区的社会经济也带来了重要的影响。根据一般社会经济监测评价理论和方法，三北工程社会经济监测主要是针对工程实施以后对工程

表4-1 三北防护林体系分区监测指标体系

建设分区	监测指标	监测手段
风沙区	森林覆被率	遥感监测+抽样调查
	森林蓄积量	资源清查
	年土壤风蚀量	遥感监测+定位调查
	土壤沙化面积	遥感监测
	流沙面积	遥感监测
	活化沙丘面积	遥感监测+抽样调查
	流沙固定面积	遥感监测
	工程治沙面积	遥感监测
	土壤盐渍化面积	遥感监测
	沙丘移动速度	遥感监测+定位调查
	生物土壤结皮覆盖率	遥感监测
西北荒漠区*	绿洲面积	遥感监测
黄土高原丘陵沟壑区	森林覆被率	遥感监测+抽样调查
	森林蓄积量	资源清查数据
	土壤侵蚀面积百分比	遥感监测
	侵蚀模数	水文部门查算
	监测流域年径流总量	水文部门查算
	监测流域河流泥沙含量	水文部门查算
	水土流失面积	遥感监测
	水土流失治理面积	遥感监测
东北华北平原农区	农田总面积	遥感监测
	宜建林网总面积	资源清查
	已建林网总面积	资源清查
	活立木总蓄积量	资源清查
四区共有	灾害天气	气象站查算
	植被固碳	生物量清单法
	植被释氧	生物量估算法
	造林计划完成率	工程进展统计
	作业设计完成率	工程进展统计
	建设资金到位率	工程进展统计

* 表示其余指标同风沙区。

表4-2 三北防护林体系定位监测指标体系

指标类别		监测指标
气象类指标	灾害天气	干旱、暴雨、冰雹、霜冻、沙尘暴等
	常规气象	年大风日数
		年降水量
		年蒸发量
		相对湿度
		年均气温
		最低温度
		最高温度
		无霜期
		≥10℃积温
		风速、风向
		干燥度
		土壤类指标
土壤机械组成		
土壤容重		
土壤总孔隙度、毛管孔隙度及非毛管孔隙度		
土壤入渗速率		
土壤化学性质	土壤pH值	
	土壤有机质	
	土壤氮、磷、钾	
土壤碳素	土壤有机碳	
	土壤全碳	
水文类指标	水量	地表径流量
		地下水位
		河流泥沙含量
		林地土壤含水量
		林地蒸散量

(续)

指标类别		监测指标	
水质		硬度Ca ²⁺ , Mg ²⁺	
		碱度	
		pH值	
		K ⁺ , Na ⁺ , CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , 总磷量, NO ₃ ⁻ , 总氮量	
		悬浮固体浓度	
		碱度	
		溶解氧	
		化学需氧量	
		生物化学需氧量	
		色度	
		浊度	
生物学指标	群落特征	乔木	群落年龄
			平均树高
			平均胸径
			群落密度
			树种组成
			群落郁闭度
			灌木种类
	灌木	灌木株数或灌丛数	
		灌木或灌丛平均高度	
		灌木或灌丛平均冠幅	
		灌木盖度	
	草本	平均高	
	林下植被	总盖度及分层盖度	
	生物量		乔木树高年生长量
乔木胸径年生长量			
灌木生物量			
草本生物量			
生物多样性指标		国家和地方保护动植物的种类、数量	
		地方特有物种的种类、数量	

注：定位监测各类指标的监测手段参照《干旱、半干旱地区森林生态系统观测指标体系》(LY/T 1688-2007)、《荒漠生态系统定位观测指标体系》(LY/T1698-2007)等行业和国家标准。

区社会经济发展所带来的直接的和直接关联的影响结果监测。从社会经济效益内涵和构成看，社会效益主要是包括由三北工程带来的直接的劳动就业、生态服务、碳汇交易等效益，也包括直接关联的对区域社会事业发展、反贫困、生活能源需求的影响；经济效益同样包括由三北工程带来的国民财富增加、投资等效益，也包括直接关联的对区域农民收入、投资带动产出额的影响。根据上述社会和经济效益内涵构成，结合三北防护林建设分区规划要求，社会和经济效益监测指标体系由两部分构成，一是共有指标，二是各区特有指标。

- (1) 四个区域共有社会经济监测指标体系（见表 4-3）
- (2) 分区特有社会经济监测指标体系（见表 4-4）

表4-3 四个区域共有社会经济监测指标体系

指标类别	监测指标	单位	监测方法与频度
社会影响监测指标（14个）	居民年平均消费支出额	元/人	县级数据来源于地方统计年鉴，村的数据来源于调查，每年一次
	基本生活需求的消费支出额	元/人	
	绝对贫困人口减少数量	人	县级数据来源于地方扶贫开发部门，村的数据来源于调查，每年一次
	以薪柴为主要生活能源的户数	户	县级数据来源于地方统计年鉴，村的数据来源于调查，每年一次
	林业税费收入	万元	县级数据来源于地方统计年鉴或财政部门，每年一次
	粮食单位面积产量	千克/公顷	县级数据来源于地方统计年鉴或农业部门，村的数据来源于调查，每年一次
	人均占有粮食产量	千克/人	
	由于工程带动的就业人数	人	县级数据来源于地方统计年鉴或林业部门，村的数据来源于调查，每年一次
	年增碳汇储量的价值量	万元	由林业部门根据生态监测的数据和市场交易价格测算，每年一次
	当年碳汇交易额	万元	
	年生态服务价值量	万元	
	年提供生物能源价值量	万元	
	年提供薪柴产量	万元	由林业部门调查统计，每年一次
	农民对工程满意度	%	通过对村民的抽样问卷调查获取数据，每年一次
经济影响监测指标（5个）	林业总产值	万元	数据来源于县统计部门、林业部门，每年一次
	工程投资总额	万元	
	工程投资带动产出额	万元	
	林业企业人员平均工资	元/人	
	农村人均纯收入	元	通过对村民的抽样问卷调查获取数据，每年一次

表4-4 分区特有社会经济监测指标体系

指标类别		监测指标	单位	监测方法与频度
风沙区	社会影响监测指标	主要沙生植物提取物产量	万吨	县级数据来源于地方统计年鉴或林业部门，每年一次
		沙区旅游年接待人数	万人·次	
		沙区旅游接待能力	万人·次	
		人造板产量	万立方米	
	造纸量	万吨		
经济影响监测指标	沙区产业总产值	万元		
西北荒漠区	社会影响监测指标	生态旅游年接待人数	万人·次	县级数据来源于地方统计年鉴或林业部门，每年一次
		休闲旅游业服务人员数	万人	
		绿洲总面积	公顷	县级数据来源于地方统计年鉴或农业部门，每年一次
		绿洲扩大面积	公顷	
	耕地总面积	公顷		
经济影响监测指标	休闲旅游总收入	万元	县级数据来源于地方统计年鉴或林业部门，每年一次	
黄土高原丘陵沟壑区	社会影响监测指标	干鲜果产量	万吨	县级数据来源于县林业部门，每年一次
		林产调料产品	万吨	
		森林食品（干重）	万吨	
		木本药材	万吨	
	经济影响监测指标	林产品总产值	万元	
林下产业产值	万元			
东北、华北平原农区	社会影响监测指标	耕地面积	公顷	县级数据来源于县统计部门、农业部门、林业部门，每年一次
	经济影响监测指标	单位耕地面积增加收入额	元/公顷	
		单位防护林收入额	元/公顷	

（三）监测点设置

“三北”工程区监测点的布设主要按照气候、地理、生物等分区和分类，遵循“全面监测、生态优先、科学布局、突出重点”的原则，依据四大类型区，选择具有区位代表性、且有一定工作基础的县市设立。建议在风沙区设立 12 个监测点，西北荒漠区设立 15 个监测点，黄土高原丘陵沟壑区设立 10 个监测点，东北华北平原农区设立 9 个监测点。考虑到工程区监测设备、设施及监测人员的水平等现实问题，可采用委托或依托区域内的相关国家定位监测站点开展工程效益监测工作，各区相关国家定位监测站资源情况见表 4-5。

表4-5 三北防护林建设区相关国家监测站点一览表

建设分区	区内国家相关野外监测台站	技术依托单位
风沙区	辽宁章古台站	辽宁省固沙造林研究所
	内蒙古乌兰敖都站	中国科学院沈阳应用生态研究所
	宁夏盐池站	北京林业大学
西北荒漠区	内蒙古磴口站	中国林业科学研究院磴口沙漠林业实验中心
	甘肃民勤站	中国林业科学研究院林研所/民勤治沙站
	甘肃临泽站	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
	宁夏沙坡头站	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
	新疆阜康站	中国科学院新疆生态与地质研究所
	新疆策勒站	中国科学院新疆生态与地质研究所
	青海沙珠玉站	中国林业科学研究院林业研究所/青海省治沙站
	甘肃祁连山水源涵养林生态站	中国森林生态系统定位研究网络
	宁夏贺兰山森林生态站	中国森林生态系统定位研究网络
	新疆阿尔泰山森林生态站	中国森林生态系统定位研究网络
	甘肃祁连山水源涵养林生态站	中国森林生态系统定位研究网络
	新疆天山针叶林生态站	中国森林生态系统定位研究网络
黄土高原丘陵沟壑区	山西吉县森林生态站	中国森林生态系统定位研究网络
	陕西安塞水土保持综合试验站	中国科学院水利部水土保持研究所
东北华北平原农区	吉林九台农田防护林生态站	中国森林生态系统定位研究网络

（四）评价方法

1. 生态评价

基于各区的监测指标和监测重点，工程效益主要从区域森林覆盖率变化、森林蓄积量变化、土壤流失（沙化）减少率、水土流失治理率、储碳量、流沙固定率、流域径流变化率、流域输沙量、农田林网化率等方面进行评价。

2. 社会经济评价

根据整个监测评价指标设置的框架，评价指标是在监测指标的基础上提取的，是监测指标的概括和总结，因此在后续中依然按照四个区域分别设置指标。总体来看，评价指标四个区域绝大部分相同，只有个别指标不同，因此具体评价指标也由两部分构成，一是共有指标，二是各区特有指标。

（1）四个区域共有评价指标（见表 4-6）

表4-6 四个区域共有评价指标

类别	评价指标
社会影响评价指标（8个）	恩格尔系数变化率
	绝对贫困人口降低率
	以薪柴为主要生活能源的户数占总户数的比例
	粮食单位面积产量增长率
	工程带动的就业人数占从业总人数的比例
	碳汇储量价值量增长率
	生态服务价值量增长率
	农民对工程满意度变化率
经济影响评价指标（5个）	林业总产值增长率
	工程投资带动产出增长率
	农民人均纯收入增长率
	林业税费收入增长率
	林业企业从业人员平均工资增长率

(2) 各区域特有指标（见表 4-7）

表4-7 各区域特有指标

类别	评价指标	
风沙区(2个)	社会评价指标 沙区旅游年接待人数增长率	
	经济评价指标 沙产业总产值增长率	
西北荒漠区（3个）	社会评价指标 生态旅游年接待人数增长率 绿洲总面积变化率	
	经济评价指标 生态旅游年产值增长率	
	黄土高原丘陵沟壑区（5个）	社会评价指标 干鲜果产量增长率 林产调料产品产量增长率 药材产量增长率
经济评价指标 林产品总产值增长率 林下产业产值增长率		
东北华北平原农区（3个）		社会评价指标 耕地总面积变化率
		经济评价指标 耕地单位面积增收增长率 防护林单位面积收入增长率

根据上述指标，逐层按照社会效益的综合评价方法进行计算得到评价结果。

三、预期目标

通过对三北工程监测评价指标体系研究，并在五期工程建设中进行实践应用，预计主要产生以下几方面的作用：

1. 科学评价工程建设成果

科学、公正地评价工程建设成果是确保工程健康进行的关键。缺乏科学评价的工程，必然导致各评估机构各行其是，自拟章法，带有一定的随意性，影响到工程成果评价的科学性、权威性。因此，探索一套相对完整科学的工程监测评价指标和建立一条获取监测评价的数据通道，健全工程成果评价机制，改进成果评价方法，是三北工程管理及科研部门亟待解决的问题。建立起一套多层次、全方位、纵横向可比、可以量化的监测评价指标体系，尽可能做到全面、完整、系统地反映工程建设的全貌，并根据监测评价结果，有助于预测工程建设发展趋势，及时调整工程建设目标及方向。

2. 为加强工程管理提供依据

科学的评价数据和有效的监测手段是做出建设决策的前提。通过指标的制定和连续的监测评价，为强化工程管理措施、增强督导检查职能等方面提出详实数据参考，通过各项指标的制定和应用实践，用数据分析提出切实可行的工程建设建议，实现从宏观表象向微观深入的指标转变，更加有利于实现工程的科学建设、民主建设、依法建设，由此提出的建议和决策更具信服力和长远见地，采取的措施更加细致和有效。

3. 增强工程建设的社会聚合力

通过将工程监测与评价结果定期向国务院、国家林业局及其他有关部门报告，适时向社会公开发布。这样，在政府管理层面赢得相关部门、社会组织的支持和协作；在社会公众层面达成共识；在国际层面提高对工程建设效益的认同度和认可度。从而最大限度地聚合社会资源参加工程建设，同时有利于调动工程建设资源更好更有效地服务社会。

研究人员：张宇清 陈文汇 曹卫平 高森 胡莽 孙垂河