



# 中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2573—2016

---

## 退耕还林工程生态效益监测与评估规范

Specification of monitoring and evaluation of ecological benefits of returning  
farmland to forest project

2016-01-18 发布

2016-06-01 实施

---

国家林业局 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 退耕还林工程三种植被恢复类型 .....	1
3.2 退耕还林工程生态效益监测 .....	1
3.3 退耕还林工程生态效益评估 .....	1
3.4 退耕还林工程生态效益专项监测站 .....	1
3.5 测流堰 .....	2
3.6 净化大气环境功能 .....	2
3.7 积累营养物质功能 .....	2
4 专项监测站 .....	2
4.1 站址选择 .....	2
4.2 分析实验室 .....	2
4.3 森林气象监测设施 .....	2
4.4 集水区测流堰设施 .....	2
4.5 坡面径流场 .....	3
4.6 集沙槽 .....	3
4.7 固定标准地 .....	3
4.8 土壤剖面 .....	4
5 监测指标 .....	4
5.1 气象指标 .....	4
5.2 小气候观测及梯度指标 .....	5
5.3 净化大气指标 .....	6
5.4 土壤指标 .....	6
5.5 水文指标 .....	7
5.6 群落指标 .....	7
6 监测方法 .....	8
6.1 空气颗粒物 .....	8
6.2 其他监测指标 .....	8
7 评估方法 .....	8
7.1 数据来源 .....	8
7.2 评估指标体系 .....	9
7.3 森林生态功能修正系数 .....	9
7.4 贴现率 .....	10
7.5 评估公式 .....	10

8 数据管理.....	10
附录 A (规范性附录) 退耕还林工程生态效益实物量评估公式及参数设置 .....	11
附录 B (规范性附录) 专项监测站站点信息 .....	14
附录 C (规范性附录) 专项监测站野外观测数据信息 .....	16
附录 D (资料性附录) IPCC 推荐使用木材密度(D).....	18
附录 E (资料性附录) IPCC 推荐的生物量转换因子(BEF) .....	19
附录 F (资料性附录) 各树种组单木生物量模型及参数 .....	20
附录 G (规范性附录) 退耕还林工程生态效益评估社会公共数据表(推荐使用价格) .....	21
参考文献 .....	23

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家林业局退耕还林(草)工程管理办公室提出。

本标准由国家林业局归口。

本标准负责起草单位:中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所、国家林业局退耕还林(草)工程管理办公室、北京市农林科学院林业果树研究所。

本标准主要起草人:王兵、周鸿升、敖安强、李保玉、鲁绍伟、李少宁、牛香、汪金松、陈波、周梅、高鹏、王丹、宋庆丰、房瑶瑶、王晓燕、张维康、师贺雄、孔令伟、石媛、刘斌。



# 退耕还林工程生态效益监测与评估规范

## 1 范围

本标准规定了退耕还林工程生态效益专项监测站建设、监测指标与方法、评估方法和数据管理等技术要求。

本标准适合于退耕地还林、宜林荒山荒地造林、封山育林等退耕还林工程。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 23233 退耕还林工程建设效益监测评价
- LY/T 1606 森林生态系统定位观测指标体系
- LY/T 1626 森林生态系统定位研究站建设技术要求
- LY/T 1689 暖温带森林生态系统定位观测指标体系
- LY/T 1698 荒漠生态系统定位观测指标体系
- LY/T 1721 森林生态系统服务功能评估规范
- LY/T 1872 森林生态系统定位研究站数据管理规范
- LY/T 1952 森林生态系统长期定位观测方法

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**退耕还林工程三种植被恢复类型** **three types of vegetation restoration in returning farmland to forest project**

在退耕还林工程实施过程中,根据不同的气候、水文及土壤立地条件,将植被恢复类型划分为退耕地还林、宜林荒山荒地造林和封山育林三种类型。其中,退耕地还林是将生产力低下的农田逐步恢复成有林地;宜林荒山荒地造林是在尚未达到有林地标准的荒山荒地进行人工造林;封山育林是利用森林的天然更新能力,禁止一切人类破坏活动,以恢复森林植被的一种育林方式。

### 3.2

**退耕还林工程生态效益监测** **observation of ecological benefits of returning farmland to forest project**

通过定位监测、野外试验等手段,对比退耕后林地的生态环境与退耕前农耕地、坡耕地的生态环境。

### 3.3

**退耕还林工程生态效益评估** **evaluation of ecological benefits of returning farmland to forest project**

运用森林生态效益评价的原理和方法,对退耕还林工程涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、生物多样性保护、森林防护等生态效益进行评估。

### 3.4

**退耕还林工程生态效益专项监测站** **special observation station of ecological benefits of returning farmland to forest project**

承担退耕还林生态效益监测任务的各类野外观测台站。

LY/T 2573—2016

3.5

**测流堰 weir**

通过一定的水工建筑形式来测定水流流量的量水建筑。

3.6

**净化大气环境功能 atmosphere environment purification function**

退耕还林后形成的森林生态系统对大气颗粒污染物和化学污染物的吸附、吸收、过滤、阻隔和分解作用,以及降低噪音、提供负离子和萜烯类(如芬多精)物质等功能。

3.7

**积累营养物质功能 nutrient accumulation function**

森林植物通过生化反应,在大气、土壤和降水中吸收氮、磷、钾等营养物质并贮存在体内各器官的功能。森林植被的积累营养物质功能对降低下游面源污染及水体富营养化有重要作用。

## 4 专项监测站

### 4.1 站址选择

选择能代表该区域主要退耕还林植被恢复类型且能表征土壤、水文及生境等特征,交通、水电等条件相对便利的工程区。专项监测站站点信息见附录 B。

### 4.2 分析实验室

专项监测站要建分析实验室,室内主要仪器设备参见 LY/T 1626。

### 4.3 森林气象监测设施

#### 4.3.1 地面标准气象站建设

地面标准气象站包括选址、指标、监测频率,建设内容参见 LY/T 1626。

#### 4.3.2 森林小气候观测设施

森林小气候观测设施具体参见 LY/T 1626。

### 4.4 集水区测流堰设施

#### 4.4.1 集水区测流堰选址

选择退耕还林植被恢复类型上具有代表性的一个自然闭合的区域,该区域要求自然分水线清楚、底层为不透水层、地质条件一致、生物群落与周边更大范围的生物群落相一致、集水区与周围没有水平的水分交换。应避免变动回水、冲淤急剧变化、分流、斜流、严重漫滩妨碍监测的进行地貌、地物。测流堰控制面积宜小于 50 km<sup>2</sup>。在该闭合区流域出口处选择沟道顺直、沟床稳定、没有支沟汇水影响以及交通方便的地方建立集水区测流堰,该区域内的径流能经集水区出口处所修筑的测流堰流出,以测定全流域的径流和泥沙。

#### 4.4.2 集水区测流堰设计

专项监测站的量水建筑物应根据流量大小选择直角三角形量水堰或巴歇尔测流堰。对枯水流量极小、丰水流量极大径流测堰,可设置复式测堰。测流堰应该有专项设计,观测基准面根据沟道基流情况确定。

## 4.5 坡面径流场

### 4.5.1 坡面径流场设置

针对退耕还林不同植被恢复类型,按不同坡度设置(小于 $15^{\circ}$ 、 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 、 $25^{\circ}$ 以上),监测坡面径流、泥沙、水质。同时,至少在某一未退耕地作为对照设置地表径流场1个。

### 4.5.2 坡面径流场数量

每个植被恢复类型及不同坡度至少设置1个固定坡面径流场。

### 4.5.3 坡面径流场规格

投影面积规格为 $5\text{ m}\times 20\text{ m}$ 。

### 4.5.4 坡面径流场设置方法

使用不透水材料布设径流场时应使长边垂直于等高线,短边平行于等高线,坡度应在 $10^{\circ}$ 以上。径流场边墙高出地面 $10\text{ cm}\sim 20\text{ cm}$ ,埋入地下 $30\text{ cm}$ 。上缘向径流场外呈 $60^{\circ}$ 倾斜,径流场底端为水泥等材料做成的集流槽、导流管和集流桶。集流槽表面光滑,上缘与地面同高,槽底向下及向中间倾斜,斜度达到泥沙不发生沉积。

## 4.6 集沙槽

### 4.6.1 集沙槽设置

在风沙区针对不同的植被模式和树种,设置集沙槽,监测单位面积、一定时间的集沙量,集沙槽质地为混凝土预制件。

### 4.6.2 集沙槽数量

每个植被恢复类型和树种分别设立3个固定集沙槽。

### 4.6.3 集沙槽规格

规格为 $3\text{ m}\times 0.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}$ 。

### 4.6.4 集沙槽布设

在布设时,要根据当地主风方向,在保持与当地主风方向垂直条件下,将混凝土预制件埋设在与地表同一水平面上。

## 4.7 固定标准地

### 4.7.1 固定标准地设置

设置固定标准地,监测退耕还林工程区林草生长过程及生物生产力动态变化,标准样地为正方形或长方形。采用全站仪、测绳或皮尺确定样地及被测林木地理位置、海拔高度;在标准地四角地面下埋设 $1.2\text{ m}$ 水泥桩作为永久标记。

### 4.7.2 固定标准地数量

每个植被恢复类型和树种,至少设置2个固定标准样地。

4.7.3 固定标准地规格

退耕还乔木样地:20 m×20 m;退耕还灌木样地:10 m×10 m;退耕还草样地:5 m×5 m;未退耕样地(对照标准样地):10 m×10 m。

4.8 土壤剖面

4.8.1 土壤剖面选点

土壤剖面应选择在具有代表性的地段。森林剖面则在坡上、坡中、坡下分别设置。

4.8.2 土壤剖面规格

剖面规格宽 0.8 m、长 1 m、深 1 m~1.5 m,土层深不足 1 m 时挖深至母岩风化层。

4.8.3 土壤剖面数量

每个植被恢复类型的土壤剖面不得少于 3 个重复。

5 监测指标

监测指标包括气象指标、小气候观测及梯度指标、净化大气指标、土壤指标、水文指标和群落指标等。其他野外观测数据信息见附录 C。

5.1 气象指标

各类观测指标见表 1。

表 1 气象指标

指标类别	观测指标	单位	监测频率
大气降水	降雨量	mm	连续观测
风	风速	$m \cdot s^{-1}$	连续观测
	风向	°	连续观测
气压	气压	hPa	连续观测
空气温湿度	最低温度	℃	连续观测
	最高温度	年月日时分秒	连续观测
	定时温度	℃	连续观测
	相对湿度	%	连续观测
地表面温度	地表定时温度	℃	连续观测
	地表最高温度	℃	连续观测
	地表最低温度	年月日时分秒	连续观测
土壤温度	10 cm 土壤温度	℃	连续观测
	20 cm 土壤温度		
	30 cm 土壤温度		
	40 cm 土壤温度		

表 1 (续)

指标类别	观测指标	单位	监测频率
蒸发	蒸发量	mm	连续观测
辐射	日照时数	h	连续观测
	总辐射	$W \cdot m^{-2}$ $MJ \cdot m^{-2}$	
	净辐射		
	长波辐射		
	紫外辐射		
	光合有效辐射	$W \cdot m^{-2}$	

## 5.2 小气候观测及梯度指标

各类观测指标见表 2。

表 2 小气候观测及梯度指标

指标类别	观测指标	单位	监测频率
气压	气压	hPa	连续观测
风	林冠上方 5 m 处风速	$m \cdot s^{-1}$	连续观测
	林冠上方 3 m 处风速		
	林冠层 0.75H 处风速		
	林内距地面 1.5 m 处风速		
	林冠上方 3 m 处风向		连续观测
空气温度	冠层上方 5 m 处温度	℃	连续观测
	冠层上方 3 m 处温度		
	冠层 0.75H 处温度		
	林内距地面 1.5 m 处温度		
	地被物层温度		
树干温度	地上 1 m~1.5 m 处温度	℃	连续观测
地表面温度和土壤温度	地表温度	℃	连续观测
	10 cm 深度土壤温度		
	20 cm 深度土壤温度		
	30 cm 深度土壤温度		
	40 cm 深度土壤温度		
	80 cm 深度土壤温度		
空气相对湿度	林冠上方 5 m 处湿度	%	连续观测
	林冠上方 3 m 处湿度		
	林冠层 0.75H 处湿度		

表 2 (续)

指标类别	观测指标	单位	监测频率
空气相对湿度	林内距地面 1.5 m 处湿度	%	连续观测
	地被物层上方湿度		
土壤含水量	10 cm 深度土壤含水量	%	连续观测
	20 cm 深度土壤含水量	%	
	30 cm 深度土壤含水量	%	
	40 cm 深度土壤含水量	%	
	80 cm 深度土壤含水量	%	
辐射 <sup>a</sup>	总辐射量	$J \cdot m^{-2}$	连续观测
	净辐射量		
	直接辐射		
	反射辐射		
	紫外辐射		
	日照时数	h	
注：H 为林冠层高度。			
<sup>a</sup> 已成林的乔木林按林冠层、林冠下层、地表上方 1 m 3 个层次做梯度观测,其他只按一个层次(H/2)进行观测。			

### 5.3 净化大气指标

各类观测指标见表 3。

表 3 净化大气指标

指标类别	观测指标	单位	监测频率
空气颗粒物	PM2.5 吸附量	$g \cdot m^{-2}$	连续观测
	PM10 吸附量	$g \cdot m^{-2}$	连续观测
提供负离子	空气负离子含量	$个 \cdot m^{-3}$	连续观测
吸收空气污染物	吸收二氧化硫	$kg \cdot hm^{-2}$	连续观测
	吸收氟化物	$kg \cdot hm^{-2}$	连续观测
	吸收氮氧化物	$kg \cdot hm^{-2}$	连续观测

### 5.4 土壤指标

各类观测指标见表 4。

表 4 土壤指标

指标类别	观测指标	单位	监测频率
地表状况	土壤风蚀量	$g \cdot cm^{-2}$	每月 1 次,风期连续观测
地表枯落物	厚度	mm	每年 1 次
	持水量	%	每年 1 次

表 4 (续)

指标类别	观测指标	单位	监测频率
土壤物理指标	土壤颗粒组成	%	每 3 年 1 次
	土壤容重	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	每 3 年 1 次
	土壤总孔隙度、毛管孔隙度及非毛管孔隙度	%	每 3 年 1 次
	土壤含水量	%	每 3 年 1 次
土壤化学指标	土壤全氮	%	每 3 年 1 次
	水解氮	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	每 3 年 1 次
	土壤全磷	%	每 3 年 1 次
	有效磷	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	每 3 年 1 次
	土壤全钾	%	每 3 年 1 次
	速效钾	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	每 3 年 1 次
	土壤有机碳	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$	每 3 年 1 次

### 5.5 水文指标

各类观测指标见表 5。

表 5 水文指标

指标类别	观测指标	单位	监测频率
水文指标	径流量	mm	连续观测
	土壤侵蚀模数	$\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	连续观测
水质	pH 值		每年 1 次
	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{HCO}_3^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , 总 P, $\text{NO}_3^-$ , 总 N	$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ 或 $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	每年 1 次
	微量元素(B, Mn, Mo, Zn, Fe, Cu), 重金属元素(Cd, Pb, Ni, Cr, Se, As, Ti)	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 或 $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	有本底值后, 每 5 年 1 次, 特殊情况需增加观测频度

注: 水质样品应从大气降水、穿透水、树干流、土壤渗透水、地表径流和地下水获取。

### 5.6 群落指标

各类观测指标见表 6。

表 6 群落指标

指标类别	观测指标	单位	监测频率
群落结构	退耕恢复年份	a	每 3 年 1 次
	覆盖率	%	每 3 年 1 次
	林分密度	$\text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$	每 3 年 1 次

表 6 (续)

指标类别	观测指标	单位	监测频率
群落结构	树种组成		每 3 年 1 次
	动植物种类		每 3 年 1 次
	郁闭度		每 3 年 1 次
	林下植被(亚乔木、灌木、草本)年平均高	m	每 3 年 1 次
	林下植被盖度	%	每 3 年 1 次
群落乔木层 生物量和林木 生长量	树高年生长量	m	每 3 年 1 次
	胸径年生长量	cm	每 3 年 1 次
	乔木层各器官的年生物量	kg·hm <sup>-2</sup>	每 3 年 1 次
	灌木层、草本层年生物量	kg·hm <sup>-2</sup>	每 3 年 1 次
凋落物量	林地当年凋落物量	kg·hm <sup>-2</sup>	每 3 年 1 次
群落养分	C,N,P,K,Fe,Mn,Cu,Ca,Mg,Cd,Pb	kg·hm <sup>-2</sup>	每 3 年 1 次
群落天然更新	密度	株·hm <sup>-2</sup>	每 3 年 1 次
	数量	株	每 3 年 1 次
	苗高	cm	每 3 年 1 次
生物多样性指数	Shannon-wiener 指数		每 3 年 1 次

## 6 监测方法

### 6.1 空气颗粒物

空气颗粒物采样及称重:按照不同植被恢复类型和树种,于每月上、中、下旬在树冠的上、中、下部位及东、南、西、北方向各采集叶片样品。每个树种选取 3 棵标准木,将采集的叶片封存于塑料袋中,带回实验室后测量叶面积指数,并采用气溶胶再发生器与颗粒物监测仪测量叶片吸附滞纳 PM 2.5 与 PM 10 量。

### 6.2 其他监测指标

其他各项监测指标的监测方法参照 LY/T 1952 执行。

## 7 评估方法

### 7.1 数据来源

本标准所用数据主要有三个来源:

- a) 退耕还林工程生态连清数据集,包括退耕还林生态效益专项监测站及中国森林生态系统定位观测研究网络(CFERN)所属森林生态站开展的长期定位监测数据集;
- b) 退耕还林工程资源清查数据集;
- c) 权威机构公布的社会公共资源数据集。

## 7.2 评估指标体系

评估指标体系见表 7,共包括 7 个类别 15 个评估指标。

表 7 退耕还林工程生态效益评估指标体系

指标类别	评估指标
涵养水源	调节水量
	净化水质
保育土壤	固土
	保肥
固碳释氧	固碳
	释氧
积累营养物质	林木积累营养物质
净化大气环境	吸附 PM 2.5
	吸附 PM 10
	提供负离子
	吸收二氧化硫
	吸收氟化物
	吸收氮氧化物
生物多样性保护	物种保育
森林防护	防风固沙

## 7.3 森林生态功能修正系数

在野外数据观测中,研究人员仅能够得到观测站点附近的实测生态数据,对于无法实地观测到的数据,则需要一种方法对已经获得的参数进行修正,因此引入了森林生态功能修正系数(Forest Ecological Function Correction Coefficient,简称 FEF-CC)。FEF-CC 客观地从生态学精度的角度反映同一林分类型在同一区域的真实差异。其理论公式(1)为:

$$\text{FEF-CC} = \frac{B_e}{B_o} = \frac{\text{BEF}V}{B_o} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

FEF-CC ——森林生态功能修正系数;

$B_e$  ——评估林分生物量,单位为千克每米(kg/m);

$B_o$  ——实测林分生物量,单位为千克每米(kg/m);

BEF ——蓄积量与生物量的转换因子;

V ——评估林分的蓄积量,单位为立方米每公顷(m<sup>3</sup>/ha)。

实测林分的生物量可以通过退耕还林工程生态连清的实测手段来获取,而评估林分的生物量有的还没有完全统计,但其蓄积量可以获得(参见附录 D)。因此,通过评估林分蓄积量和生物量转换因子(BEF,参见附录 E)或者评估林分蓄积量和胸径、树高(参见附录 F),测算评估林分的生物量。

### 7.4 贴现率

退耕还林工程生态效益价值量评估中,由物质量转价值量时,部分价格参数并非评估年价格参数,因此,需要使用贴现率将非评估年份价格参数换算为评估年份价格参数以计算各项功能价值量的现价。

退耕还林工程生态效益价值量评估中所使用的贴现率指将未来现金收益折合成现在收益的比率,贴现率是一种存贷均衡利率,利率的大小,主要根据金融市场利率来决定,其计算公式为:

$$d = (D_r + L_r) / 2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$d$  ——存贷款均衡利率, %;

$D_r$  ——银行的平均存款利率, %;

$L_r$  ——银行的平均存款贷率, %。

贴现率利用存贷款均衡利率,将非评估年份价格参数,逐年贴现至评估年 2015 年的价格参数。贴现率的计算公式为(3):

$$t = (1 + d_n + 1)(1 + d_n + 2)\dots(1 + d_m) \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$t$  ——贴现率;

$d$  ——存贷款均衡利率, %;

$n$  ——价格参数可获得年份,单位为年(a);

$m$  ——评估年年份,单位为年(a)。

### 7.5 评估公式

退耕还林工程生态效益实物量评估公式见附录 A。

## 8 数据管理

专项监测站应按照相关标准的要求,完成规定的观测指标和内容,对观测数据进行规范化整理、分类、保存,确保观测数据的原始性、真实性和科学性,每年定期同时向省级退耕还林工程管理部门提交本年度各阶段的观测数据。观测人员应定期参加培训,不断提高综合观测和数据管理能力。应有专门人员负责数据日常管理。数据管理应符合 LY/T 1872 的规定。

专项监测站应遵循科学数据保密制度,建立档案管理制度,与站网以外机构开展数据交流时,需视情况报经依托单位审批、备案;涉及国家规定的数据资料使用需严格遵守国家相关法律法规。

依托专项监测站观测数据完成成果均应确定标注,专利申请、技术成果转让、申报奖励等按国家有关规定办理。每年定期发布《退耕还林工程生态效益监测国家报告》。

## 附录 A

(规范性附录)

## 退耕还林工程生态效益实物量评估公式及参数设置

表 A.1 退耕还林工程生态效益实物量评估公式及参数设置

功能类别	指标	计算公式和参数说明	
涵养水源	调节水量	$G_{\text{调}} = 10A(P - E - C)$ <p>式中：  <math>G_{\text{调}}</math>——林分调节水量功能，单位为立方米每年(<math>\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>P</math>——降水量，单位为毫米每年(<math>\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>E</math>——林分蒸散量，单位为毫米每年(<math>\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>C</math>——地表径流量，单位为毫米每年(<math>\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>A</math>——林分面积，单位为公顷(<math>\text{hm}^2</math>)。            注：林分蒸散量可自行观测或参照国家林业局森林生态系统定位观测研究站观测数据。</p>	
保育土壤	固土	$G_{\text{固土}} = A(X_2 - X_1) \quad G_{\text{N}} = AN(X_2 - X_1)$ $G_{\text{P}} = AP(X_2 - X_1) \quad G_{\text{K}} = AK(X_2 - X_1)$ <p>式中：</p>	
	保肥	$G_{\text{固土}}$ ——林分年固土量，单位为吨每年( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )； $X_1$ ——林地土壤侵蚀模数，单位为吨每公顷年( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ )； $X_2$ ——无林地土壤侵蚀模数，单位为吨每公顷年( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ )； $G_{\text{N}}$ ——减少的氮流失量，单位为吨每年( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )； $G_{\text{P}}$ ——减少的磷流失量，单位为吨每年( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )； $G_{\text{K}}$ ——减少的钾流失量，单位为吨每年( $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ )； $N$ ——土壤含氮量，%； $P$ ——土壤含磷量，%； $K$ ——土壤含钾量，%； $A$ ——林分面积，单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。	
固碳释氧	固碳	植被固碳	$G_{\text{植被固碳}} = 1.63R_{\text{碳}} AB_{\text{年}}$ <p>式中：  <math>G_{\text{植被固碳}}</math>——植被年固碳量，单位为吨每年(<math>\text{t} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>R_{\text{碳}}</math>——<math>\text{CO}_2</math>中碳的含量，为 27.27%；  <math>B_{\text{年}}</math>——林分净生产力，单位为吨每公顷年(<math>\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>A</math>——林分面积，单位为公顷(<math>\text{hm}^2</math>)。</p>
		土壤固碳	$G_{\text{土壤固碳}} = AF_{\text{土壤}}$ <p>式中：  <math>G_{\text{土壤固碳}}</math>——土壤年固碳量，单位为吨每年(<math>\text{t} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>F_{\text{土壤}}</math>——单位面积林分土壤年固碳量，单位为吨每公顷年(<math>\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}</math>)；  <math>A</math>——林分面积，单位为公顷(<math>\text{hm}^2</math>)。</p>

表 A.1 (续)

功能类别	指标	计算公式和参数说明	
固碳释氧	释氧	$G_{\text{氧气}} = 1.19AB_{\text{年}}$ 式中： $G_{\text{氧气}}$ ——林分年释氧量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $B_{\text{年}}$ ——林分净生产力,单位为吨每公顷年( $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot a^{-1}$ )； $A$ ——林分面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。	
积累营养物质	林木积累营养物质	固氮量	$G_{\text{氮}} = AN_{\text{营养}} B_{\text{年}} \quad G_{\text{磷}} = AP_{\text{营养}} B_{\text{年}} \quad G_{\text{钾}} = AK_{\text{营养}} B_{\text{年}}$ 式中： $G_{\text{氮}}$ ——林分固氮量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $G_{\text{磷}}$ ——林分固磷量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $G_{\text{钾}}$ ——林分固钾量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $N_{\text{营养}}$ ——林木氮元素含量, %； $P_{\text{营养}}$ ——林木磷元素含量, %； $K_{\text{营养}}$ ——林木钾元素含量, %； $B_{\text{年}}$ ——林分净生产力,单位为吨每公顷年( $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot a^{-1}$ )； $A$ ——林分面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。
		固磷量	
		固钾量	
净化大气环境	吸滞空气颗粒物	$G_{\text{PM}} = Q_{\text{PM}} A$ 式中： $G_{\text{PM}}$ ——林分年吸滞 PM2.5 与 PM10 量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $Q_{\text{PM}}$ ——单位面积林分年吸滞 PM2.5 与 PM10 量,单位为千克每公顷年( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot a^{-1}$ )； $A$ ——林分面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。	
	提供空气负离子	$G_{\text{负离子}} = 5.256 \times 10^{15} \times Q_{\text{负离子}} AH/L$ 式中： $G_{\text{负离子}}$ ——林分年提供负离子个数,单位为个每年( $\text{个} \cdot a^{-1}$ )； $Q_{\text{负离子}}$ ——林分负离子浓度,单位为个每立方厘米( $\text{个} \cdot \text{cm}^{-3}$ )； $H$ ——林分高度,单位为米(m)； $L$ ——负离子寿命,单位为分(min)； $A$ ——林分面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。	
	吸收污染物	吸收二氧化硫量	$G_{\text{二氧化硫}} = Q_{\text{二氧化硫}} A$ 式中： $G_{\text{二氧化硫}}$ ——林分年吸收二氧化硫量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $Q_{\text{二氧化硫}}$ ——单位面积林分吸收二氧化硫量,单位为千克每公顷年( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot a^{-1}$ )； $A$ ——林分面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。
吸收氟化物量		$G_{\text{氟化物}} = Q_{\text{氟化物}} A$ 式中： $G_{\text{氟化物}}$ ——林分年吸收氟化物量,单位为吨每年( $t \cdot a^{-1}$ )； $Q_{\text{氟化物}}$ ——单位面积林分吸收氟化物量,单位为千克每公顷年( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot a^{-1}$ )； $A$ ——林分面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ )。	

表 A.1 (续)

功能类别	指标	计算公式和参数说明	
净化大气环境	吸收污染物	吸收氮氧化物量	$G_{\text{氮氧化物}} = Q_{\text{氮氧化物}} A$ <p>式中：  <math>G_{\text{氮氧化物}}</math>——林分年吸收氮氧化物量，单位为吨每年(<math>t \cdot a^{-1}</math>)；  <math>Q_{\text{氮氧化物}}</math>——单位面积林分年吸收氮氧化物量，单位为千克每公顷年(<math>kg \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}</math>)；  <math>A</math>——林分面积，单位为公顷(<math>hm^2</math>)。</p>
森林防护	防风固沙(风沙区)	$G_{\text{固沙}} = A(X_4 - X_3)$ <p>式中：  <math>G_{\text{固沙}}</math>——植被固沙量，单位为吨每年(<math>t \cdot a^{-1}</math>)；  <math>X_4</math>——林地单位面积输沙量，单位为吨每公顷年(<math>t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}</math>)；  <math>X_3</math>——无林地单位面积输沙量，单位为吨每公顷年(<math>t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}</math>)；  <math>A</math>——林分面积，单位为公顷(<math>hm^2</math>)。</p>	

**附录 B**  
(规范性附录)  
专项监测站站点信息

表 B.1 地理位置及地貌表

站点名称	省/区	市/县	依托单位	纬度 ddd-mm-ss	经度 ddd-mm-ss	最高海拔 m	最低海拔 m	平均海拔 m	水系

注：水系指站区所属一级河流。

表 B.2 气候概况表

气候带	年平均 气温 ℃	极端最高 气温 ℃	极端最低 气温 ℃	年积温 (≥10) ℃	年均 降水量 mm	年均 蒸发量 mm	年日照 时数 h	年总 辐射量 $W \cdot cm^{-2}$	无霜期 d

注 1：气候带缩写字母 = FZ/CT/TZ/WT/SZ/TR。其中，寒带：FZ (frigid zone)；寒温带：CT (cold temperate zone)；温带：TZ (temperate zone)；暖温带：WT (warm temperate zone)；亚热带：SZ (subtropic zone)；热带：TR (tropic zone)。

注 2：以上各项(除气候带)均为多年平均值。

表 B.3 监测样地信息表

编号	名称	纬度	经度	海拔 m	郁闭 度	坡度 °	坡向	坡位	土壤 类型	土壤 厚度 cm	群落 类型	林龄 a	株数	面积 hm <sup>2</sup>	形状	退耕 年度	退耕 前植 被	备注

注 1：样地编号以 Y 开头，后跟数字，例如 Y-1。

注 2：经纬度信息按照样地中心点经纬度填写。

注 3：坡向缩写字母 = E/S/W/N/SE/NE/SW/NW。其中，东：E(east)；南：S(south)；西：W(west)；北：N(north)；东南：SE(southeast)；东北：NE(northeast)；西南：SW(southwest)；西北：NW(northwest)。

注 4：坡位按照上、中、下来填写。

表 B.4 坡面径流场信息表

编号	名称	纬度	经度	海拔 m	郁闭 度	坡度 °	坡向	坡位	土壤 类型	土壤 厚度 cm	群落 类型	林龄 a	面积 hm <sup>2</sup>	形状	退耕 年度	退耕 前植 被	备注

注 1：径流场编号以 J 开头，后跟数字，例如 J-1。

注 2：经纬度信息按照坡面径流场中心点经纬度填写。

表 B.5 测流堰信息表

编号	名称	纬度	经度	海拔 m	群落 类型	林龄 a	集水区面积 hm <sup>2</sup>	退耕 年度	退耕前 植被	备注

注 1: 测流堰编号以 C 开头, 后跟数字, 例如 C-1。

注 2: 经纬度信息按照测流堰所在点经纬度填写。

## 附录 C

(规范性附录)

## 专项监测站野外观测数据信息

表 C.1 退耕还林森林群落指标数据-不同植被恢复类型林分、生长量和收获量监测表

退耕还林植被 恢复类型	主要 树、草种	平均高 m	平均胸径 cm	冠幅 m	郁闭度 覆盖度	蓄积量 $m^3 \cdot hm^{-2}$	生物量 $t \cdot hm^{-2}$
退耕地还林							
宜林荒山荒地造林							
封山育林							
备注							

表 C.2 气象常规指标数据-气象观测数据表

年	月	日	气温 ℃			相对 湿度 %	风速 $m \cdot s^{-1}$	日照 时数 h	降水 量 mm	蒸发 量 mm	气压 Pa		地面温度 ℃			分层地温 ℃				天气 现象	
			平均 值	最高 值	最低 值						大气 压	水汽 压	平均 值	最高 值	最低 值	10 cm 深度	20 cm 深度	30 cm 深度	40 cm 深度		

表 C.3 净化大气环境指标数据-释放负离子数据表

观测地点	观测开始时间		观测结束时间	
立地条件描述				
群落特点描述				
气象条件记录	天气状况		气温	
	大气压		风向	
负离子浓度 $个 \cdot cm^{-3}$			平均值	

表 C.4 退耕还林植被恢复类型及未退耕地土壤物理性质监测表

退耕还林植被恢复类型	土层厚度 cm	土壤容重 $g \cdot m^{-3}$	土壤孔隙度 %		
			总孔隙度	毛管孔隙度	非毛管孔隙度
退耕 后林 地	退耕地还林				
	宜林荒山荒地 造林				
	封山育林				
未退耕地					

表 C.5 退耕还林植被恢复类型及未退耕地土壤养分监测表

退耕还林植被恢复类型		pH 值	有机质 %	有机碳 %	全 N %	全 P %	全 K %	水解 N %	速效 P %	速效 K %
退耕 后林 地	退耕地还林									
	宜林荒山荒地造林									
	封山育林									
未退耕地										
备注										

表 C.6 水文指标-降水截留数据表

年	月	日	样地编号	降水量 mm		降水截留量 mm				树干茎流 mm	备注	
				林外降水	穿透降水	林冠	灌木层	草本层	枯落物层			

表 C.7 水文指标-测流堰数据表

年	月	测流堰编号	径流总量 mm	最大流量 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	平水流量 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	枯水流量 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

表 C.8 水文指标-不同坡度、退耕还林植被恢复类型及未退耕地水土保持监测表

退耕还林植被恢复类型		降雨量 mm	坡度 $<15^\circ$		坡度 $15^\circ \sim 25^\circ$		坡度 $>25^\circ$	
			径流量 mm	泥沙量 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	径流量 mm	泥沙量 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	径流量 mm	泥沙量 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
退耕 后林 地	退耕地还林							
	宜林荒山荒地造林							
	封山育林							
未退耕地								

**附 录 D**  
(资料性附录)  
**IPCC 推荐使用木材密度(D)**

**表 D.1 IPCC 推荐使用木材密度(D)**      单位:吨干物质/立方米鲜材积

气候带	树种组	D	气候带	树种组	D
北方生物带、温带	冷杉	0.40	热带	陆均松	0.46
	云杉	0.40		鸡毛松	0.46
	铁杉柏木	0.42		加勒比松	0.48
	落叶松	0.49		楠木	0.64
	其他松类	0.41		花榈木	0.67
	胡桃	0.53		桃花心木	0.51
	栎类	0.58		橡胶	0.53
	桦木	0.51		楝树	0.58
	槭树	0.52		椿树	0.43
	樱桃	0.49		柠檬桉	0.64
	其他硬阔类	0.53		木麻黄	0.83
	椴树	0.43		含笑	0.43
	杨树	0.35		杜英	0.40
	柳树	0.45		猴欢喜	0.53
其他软阔类	0.41	银合欢	0.64		

注:引自 IPCC(2003)。

附 录 E  
(资料性附录)

IPCC 推荐使用的生物量转换因子(BEF)

表 E.1 IPCC 推荐使用的生物量转换因子(BEF)

编号	$a$	$b$	森林类型	$R^2$	备注
1	0.46	47.50	冷杉、云杉	0.98	针叶树种
2	1.07	10.24	桦木	0.70	阔叶树种
3	0.74	3.24	木麻黄	0.95	阔叶树种
4	0.40	22.54	杉木	0.95	针叶树种
5	0.61	46.15	柏木	0.96	针叶树种
6	1.15	8.55	栎类	0.98	阔叶树种
7	0.89	4.55	桉树	0.80	阔叶树种
8	0.61	33.81	落叶松	0.82	针叶树种
9	1.04	8.06	照叶树	0.89	阔叶树种
10	0.81	18.47	针阔混交林	0.99	混交树种
11	0.63	91.00	橡树落叶阔叶混交林	0.86	混交树种
12	0.76	8.31	杂木	0.98	阔叶树种
13	0.59	18.74	华山松	0.91	针叶树种
14	0.52	18.22	红松	0.90	针叶树种
15	0.51	1.05	马尾松、云南省松	0.92	针叶树种
16	1.09	2.00	樟子松	0.98	针叶树种
17	0.76	5.09	油松	0.96	针叶树种
18	0.52	33.24	其他松林	0.94	针叶树种
19	0.48	30.60	杨树	0.87	阔叶树种
20	0.42	41.33	铁杉、柳杉、油杉	0.89	针叶树种
21	0.80	0.42	热带雨林	0.87	阔叶树种

注：引自 Fang 等(2001),  $BEF = a + b/x$ ,  $a$ 、 $b$  为常数,  $x$  为实测林分的蓄积量。

附 录 F  
(资料性附录)  
各树种组单木生物量模型及参数

表 F.1 各树种组单木生物量模型及参数

序号	公式	树种组	建模样本数	模型参数	
1	$B/V=a(D^2H)^b$	杉木类	50	0.788 432	-0.069 959
2	$B/V=a(D^2H)^b$	马尾松	51	0.343 589	0.058 413
3	$B/V=a(D^2H)^b$	南方阔叶类	54	0.889 290	-0.013 555
4	$B/V=a(D^2H)^b$	红松	23	0.390 374	0.017 299
5	$B/V=a(D^2H)^b$	云冷杉	51	0.844 234	-0.060 296
6	$B/V=a(D^2H)^b$	落叶松	99	1.121 615	-0.087 122
7	$B/V=a(D^2H)^b$	胡桃楸、黄菠萝	42	0.920 996	-0.064 294
8	$B/V=a(D^2H)^b$	硬阔叶类	51	0.834 279	-0.017 832
9	$B/V=a(D^2H)^b$	软阔叶类	29	0.471 235	0.018 332

注：引自李海奎和雷渊才(2010)。B:生物量;V:蓄积;a、b为常数;D:胸径;H:树高。

**附 录 G**  
(规范性附录)

退耕还林工程生态效益评估社会公共数据表(推荐使用价格)

表 G.1 退耕还林工程生态效益评估社会公共数据表(推荐使用价格)

编号	名称	单位	出处值	2015 年数值	数值来源及依据
1	水库建设单位库容投资	元/吨	6.32	6.78	中华人民共和国审计署,2013 年第 23 号公告:长江三峡工程竣工财务决算草案审计结果,三峡工程动态总投资合计 2 485.37 亿元;水库正常蓄水位高程 175 m,总库容 393 亿立方米。2015 年价格通过贴现率贴现所得
2	水的净化费用	元/吨	2.94	3.31	采用网格法得到 2012 年全国各大中城市的居民用水价格的平均值,为 2.94 元/吨。2015 年价格通过贴现率贴现所得
3	挖取单位面积土方费用	元/立方米	42.00	42.00	根据 2002 年黄河水利出版社出版的《中华人民共和国水利部水利建筑工程预算定额》(上册)中人工挖土方 I 和 II 类土类每 100 立方米需 42 个工时,人工费依据《建设工程工程量清单计价规范》取 100 元/工日
4	磷酸二铵含氮量	%	14.00	14.00	化肥产品说明
5	磷酸二铵含磷量	%	15.01	15.01	化肥产品说明
6	氯化钾含钾量	%	50.00	50.00	化肥产品说明
7	磷酸二铵化肥价格	元/吨	3 300	3 538.33	根据中国化肥网( <a href="http://www.fert.cn">http://www.fert.cn</a> )2013 年春季公布的磷酸二铵和氯化钾化肥平均价格,磷酸二铵为 3 300 元/吨,氯化钾化肥价格为 2 800 元/吨;有机质价格根据中国农资网( <a href="http://www.ampcn.com">www.ampcn.com</a> )2013 年鸡粪有机肥的春季平均价格得到,为 800 元/吨。2015 年价格通过贴现率贴现所得
8	氯化钾化肥价格	元/吨	2 800	3 002.22	
9	有机质价格	元/吨	800	857.78	
10	固碳价格	元/吨	855.40	917.18	采用 2013 年瑞典碳税价格:136 美元/吨二氧化碳,人民币对美元汇率按照 2013 年平均汇率 6.289 7 计算。2015 年价格通过贴现率贴现所得
11	制造氧气价格	元/吨	1 000	1 392.93	采用中华人民共和国卫生部网站( <a href="http://www.nhfpc.gov.cn">http://www.nhfpc.gov.cn</a> )2007 年春季氧气平均价格(1 000 元/吨)。2015 年价格通过贴现率贴现所得

表 G.1 (续)

编号	名称	单位	出处值	2015 年数值	数值来源及依据
12	负离子生产费用	元/ $10^{-18}$ 个	9.50	9.50	根据企业生产的适用范围 30 平方米(房间高 3 米)、功率为 6 瓦、负离子浓度 1 000 000 个/立方米、使用寿命为 10 年、价格每个 65 元的 KLD-2000 型负离子发生器和负离子寿命(10 分钟)及 2013 年电费(0.65 元/千瓦时)
13	二氧化硫治理费用	元/千克	1.20	1.99	采用中华人民共和国国家发展和改革委员会等四部委 2003 年第 31 号令《排污费征收标准及计算方法》中北京市高硫煤二氧化硫排污费收费标准为 1.20 元/千克;氟化物排污费收费标准为 0.69 元/千克;氮氧化物排污费收费标准为 0.63 元/千克;一般性粉尘排污费收费标准为 0.15 元/千克。贴现到 2015 年二氧化硫排污费收费标准为 1.99 元/千克;氟化物排污费收费标准为 1.14 元/千克;氮氧化物排污费收费标准为 1.04 元/千克;一般性粉尘排污费收费标准为 0.25 元/千克
14	氟化物治理费用	元/千克	0.69	1.14	
15	氮氧化物治理费用	元/千克	0.63	1.04	
16	降尘清理费用	元/千克	0.15	0.25	
17	工业粉尘排污收费标准	元/吨	240	—	
18	由 PM <sub>10</sub> 所造成的健康危害经济损失	元/千克	28.3	30.34	根据 David 等 2013 年《Modeled PM <sub>2.5</sub> removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects》中对美国十个城市绿色植被吸附 PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 及对健康价值影响的研究。人民币对美元汇率按照 2013 年平均汇率 6.289 7 计算。2015 年价格通过贴现率贴现所得
19	由 PM <sub>2.5</sub> 所造成的健康危害经济损失	元/千克	4 350.89	4 665.12	
20	生物多样性保护价值	元/(公顷·年)	—	—	根据 Shannon-Wiener 指数计算生物多样性保护价值,采用 2008 年价格参数,即: Shannon-Wiener 指数 < 1 时, $S_{\pm}$ 为 3 000 元/(公顷·年); $1 \leq$ Shannon-Wiener 指数 < 2, $S_{\pm}$ 为 5 000 元/(公顷·年); $2 \leq$ Shannon-Wiener 指数 < 3, $S_{\pm}$ 为 10 000 元/(公顷·年); $3 \leq$ Shannon-Wiener 指数 < 4, $S_{\pm}$ 为 20 000 元/(公顷·年); $4 \leq$ Shannon-Wiener 指数 < 5, $S_{\pm}$ 为 30 000 元/(公顷·年); $5 \leq$ Shannon-Wiener 指数 < 6, $S_{\pm}$ 为 40 000 元/(公顷·年); 指数 $\geq 6$ 时, $S_{\pm}$ 为 50 000 元/(公顷·年)。 2015 年价格通过贴现率贴现所得

参 考 文 献

- [1] Fang, J. Y., Chen, A. P., Peng, C. H., *et al.* 2001. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998[J]. *Science*, 2001, 292: 2320-2322.
- [2] IPCC. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry[R]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES). 2003.
- [3] 李海奎, 雷渊才. 中国森林植被生物量和碳储量评估[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010.
-





中华人民共和国林业  
行业标准  
退耕还林工程生态效益监测与评估规范  
LY/T 2573—2016

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

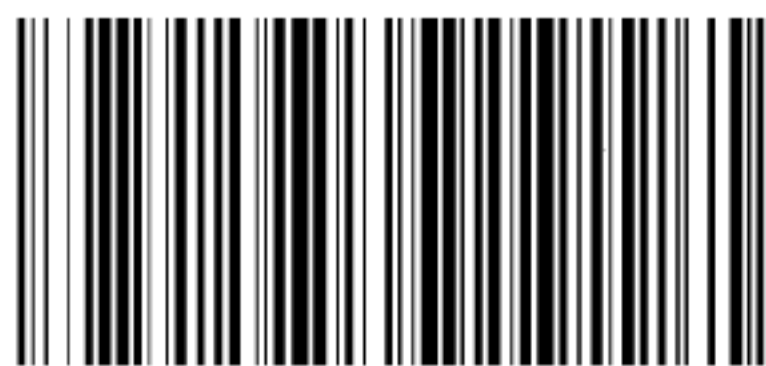
服务热线: 400-168-0010

2016年11月第一版

\*

书号: 155066·2-30701

版权专有 侵权必究



LY/T 2573-2016