



基于年轮信息的宝天曼不同生长时期 华山松碳储量动态研究

任思远
河南农业大学





1 研究意义及背景

2 研究方法

3 结果与分析

4 结论

5 研究展望

1. 研究意义及背景

1.1 研究意义

- 森林生物量和碳储量与气候变化和植被之间的关系；
- 人为排放的碳转入森林生态系统，减缓全球变暖的进程；
- 精确的回顾性评估，成为近些年来碳储量研究的热点。

1.2研究背景

- 目前已经有的研究碳储量的方法：
 - 样地调查法：精度高，但耗时长，投入较大；
 - 通量观测法：时间分辨率高，需精密仪器，成本高；
 - 模型模拟法：范围大，成本高，转移误差局限性
 - 遥感估算法：准确，快捷，估算当年生物量
 - 树木年轮方法：
 - 树木年轮能够记录DBH每年增长量，能否计算每年碳增加量？
 - 树木不同生长时期的生长速率不同，其DBH生长率是否也不相同？

1.3 研究目标

- 利用树木年轮估算每年的材积增长量；
- 利用树木年轮推算每年的增加的碳储量。

1.3 研究区概况

- 本实验室天曼的1 ha华山松卫星样地（33.49°N, 111.94°E），地处暖温带向北亚热带的过渡区。年均气温15.1℃，年均降水量885.6 mm。

2. 研究方法

2.1 野外调查:

对DBH>1cm以上的华山松进行每木尺检，分别记录胸径、树高、坐标、冠幅；按5cm划分华山松径级，在样地外每个径级选3-4株华山松钻取树芯。

2.2 实验室处理:

将处理后的树芯使用树木年轮测量仪Lintab5测量树芯的年轮宽度值，精确到0.001 mm，然后用COFECHA进行交叉定年检验以甄别系统定年错误和测量误差。

2.3 树芯轮宽序列校正

$$\theta = (D_{bh} - D_{ic}) / 2n \quad (1)$$

上式为树木胸径的校正值（cm）， D_{bh} 为实测胸径， D_{ic} 为所测得的树芯年轮轮宽度值累加 $\times 2$ 所得， n 为树龄。

2.4 华山松连年胸径的累计生长

$$D = \sum_{i=1}^t D_i \quad (2)$$

上式中*i*为样地内每株树幼苗的萌发年代，*t*为调查年代，因本文所用的样芯都是2010年钻取的，故上式中*t*为2010。

2.5 华山松树高生长方程

$$H = A \times (1 - e^{-b \times r})^c \quad (3)$$

(3) 式为Richard生长方程，H为第t年树木生长高度，A为树高生长最大值参数，r为生长速率参数，c为树木同化作用参数。

2.6 华山材积计算公式

$$V = 0.42 \times \frac{\pi D^2}{4} (H + 3) \quad (4)$$

(4) 式为华山松树形法体积算法

2.7 年碳储量计算

$$C_t = \sum_i^t C_c \times (W_t - W_{t-1}) \quad (5)$$

$$= \sum_i^t C_c \times \rho \times \frac{V_t - V_{t-1}}{\varphi}$$

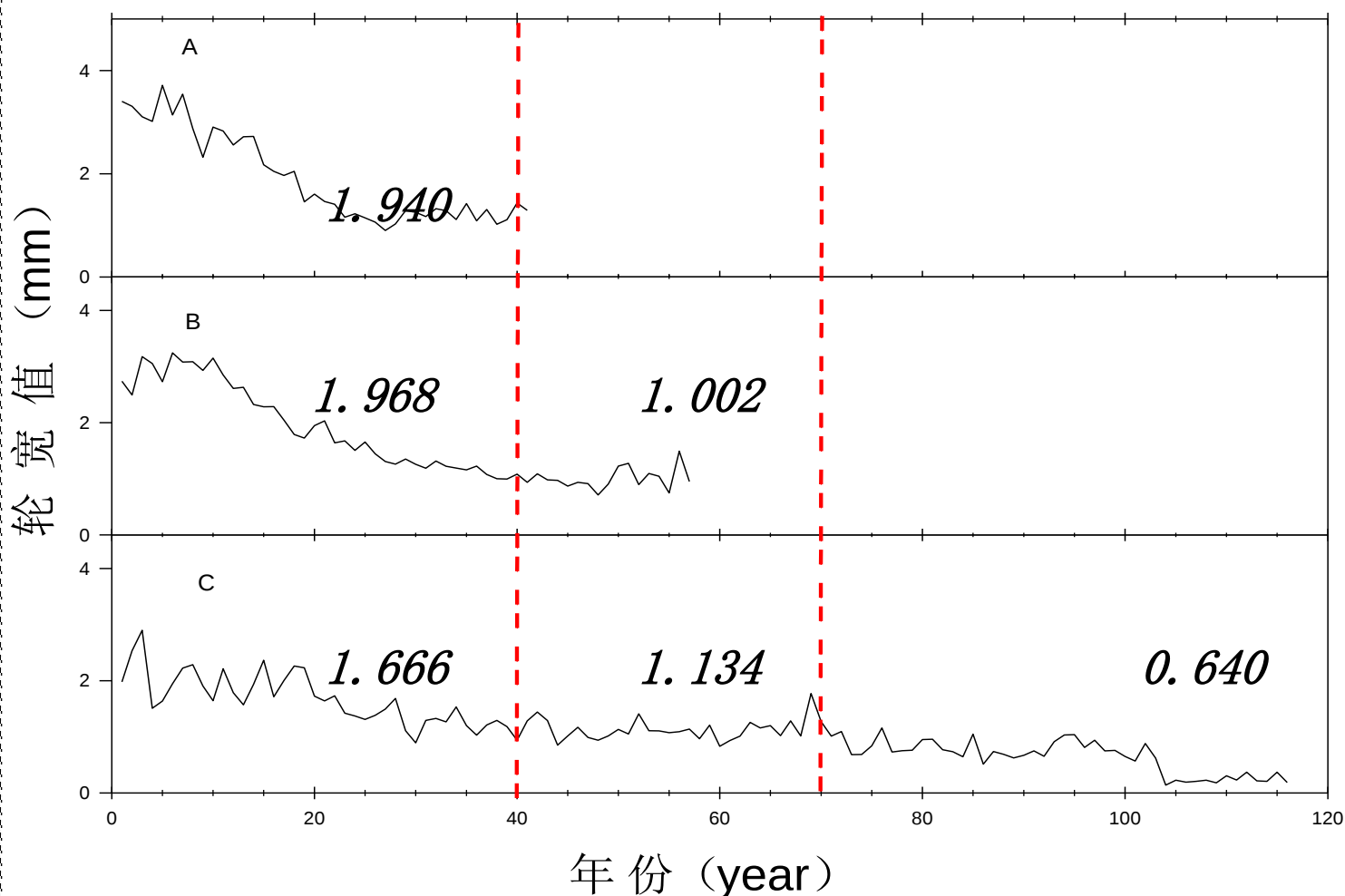
$$= \sum_i^t C_c \times \frac{0.42 \times \rho \times (\frac{\pi D_t^2}{4} \times (H_t + 3) - \frac{\pi D_{t-1}^2}{4} \times (H_{t-1} + 3))}{\varphi}$$

(5) 式中 C_t 为第 t 年碳储量， C_c 为含碳比率， W_t 为华山松第 t 年的生物量， V_t 为华山松第 t 年的材积， D_t 为根据树木年轮宽度值计算的华山松第 t 年的胸径， H_t 为第 t 年的树高， i 为样地内每株树的初始年龄， ρ 为华山松树干密度， φ 为树干生物量比值。

3. 结果与分析

3.1 不同生长时期内华山松的年轮宽度变化

不同生长时期树木的生长速率不同，根据森林调查标准，把宝天曼华山松分为幼龄期（ $\leq 40\text{yr}$ ）、中龄期（41-70yr）、成熟期（ $\geq 71\text{yr}$ ）三个不同的生长时期进行研究。不同时期华山松年轮宽度的变化见图1。



3. 结果与分析

3.2 样地内华山松基本情况

结合样地的调查情况，把宝天曼华山松分幼龄期 ($\leq 40\text{yr}$)、中龄期 (41-70yr)、成熟期 ($\geq 71\text{yr}$) 三个不同生长时期，进而较为准确地估算华山松林的年均碳储量变化。样地的基本情况见表1。

表1 样地的基本情况

	平均树龄 (year)	树龄(year)	平均胸径(cm)	胸径 (cm)	平均树高 (m)	树高 (m)	密度 (株·hm ⁻²)
幼龄期 ($\leq 40\text{yr}$)	37 (2.65)	29-40	9.98 (2.46)	1.72-12.74	8.11 (2.72)	1.9-14.5	77
中龄期(41-70yr)	53 (7.73)	41-70	18.46 (3.34)	12.92-25.74	13.5 (4.27)	7.8-17	240
成熟期 ($\geq 71\text{yr}$)	85 (11.5)	71-115	30.28 (3.15)	26.32-37.8	19.8 (1.37)	10-17.5	58

3. 结果与分析

3.3 华山松的年龄-胸径拟合方程

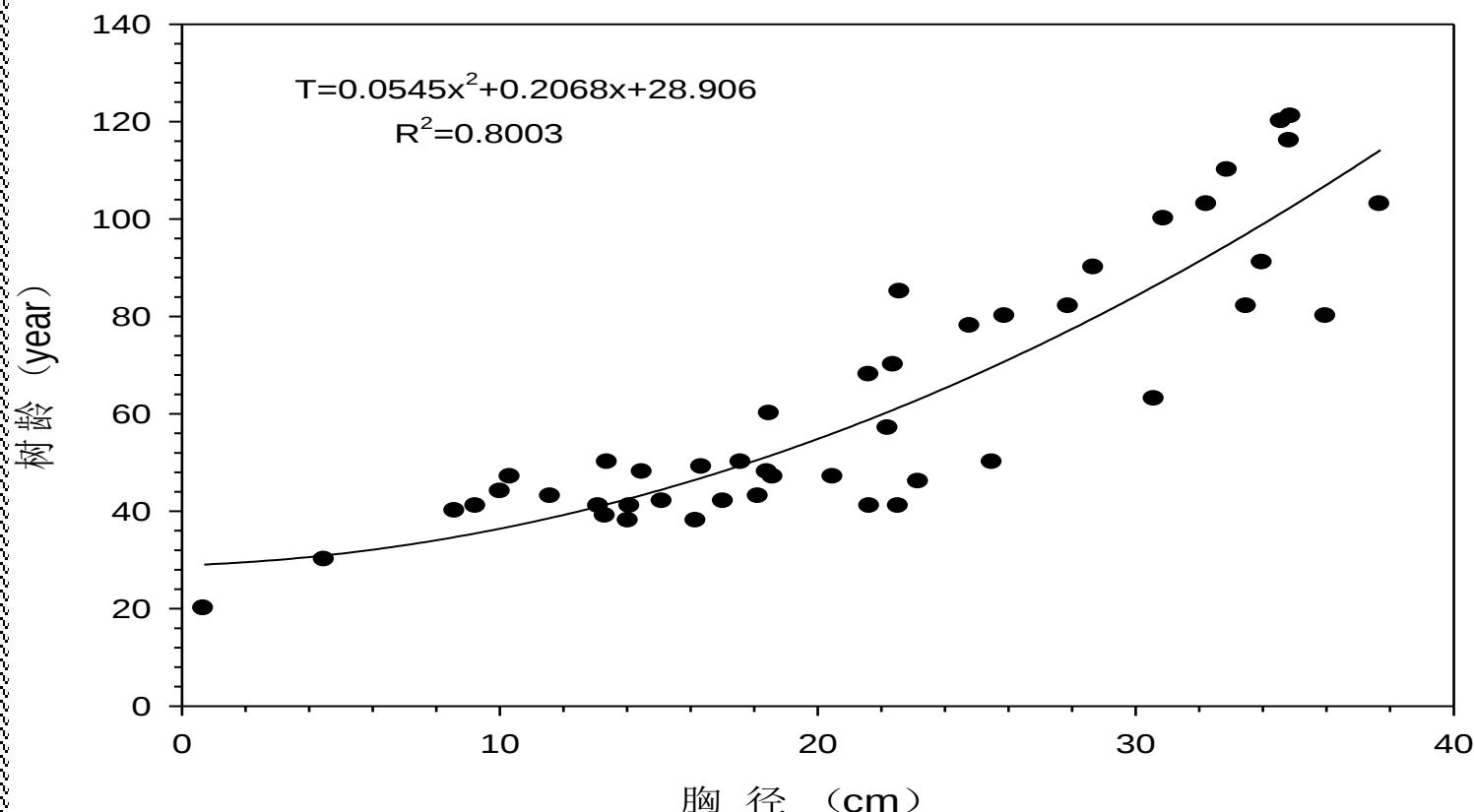


图1华山松胸径-年龄拟合方程

3.4 华山松年龄动态

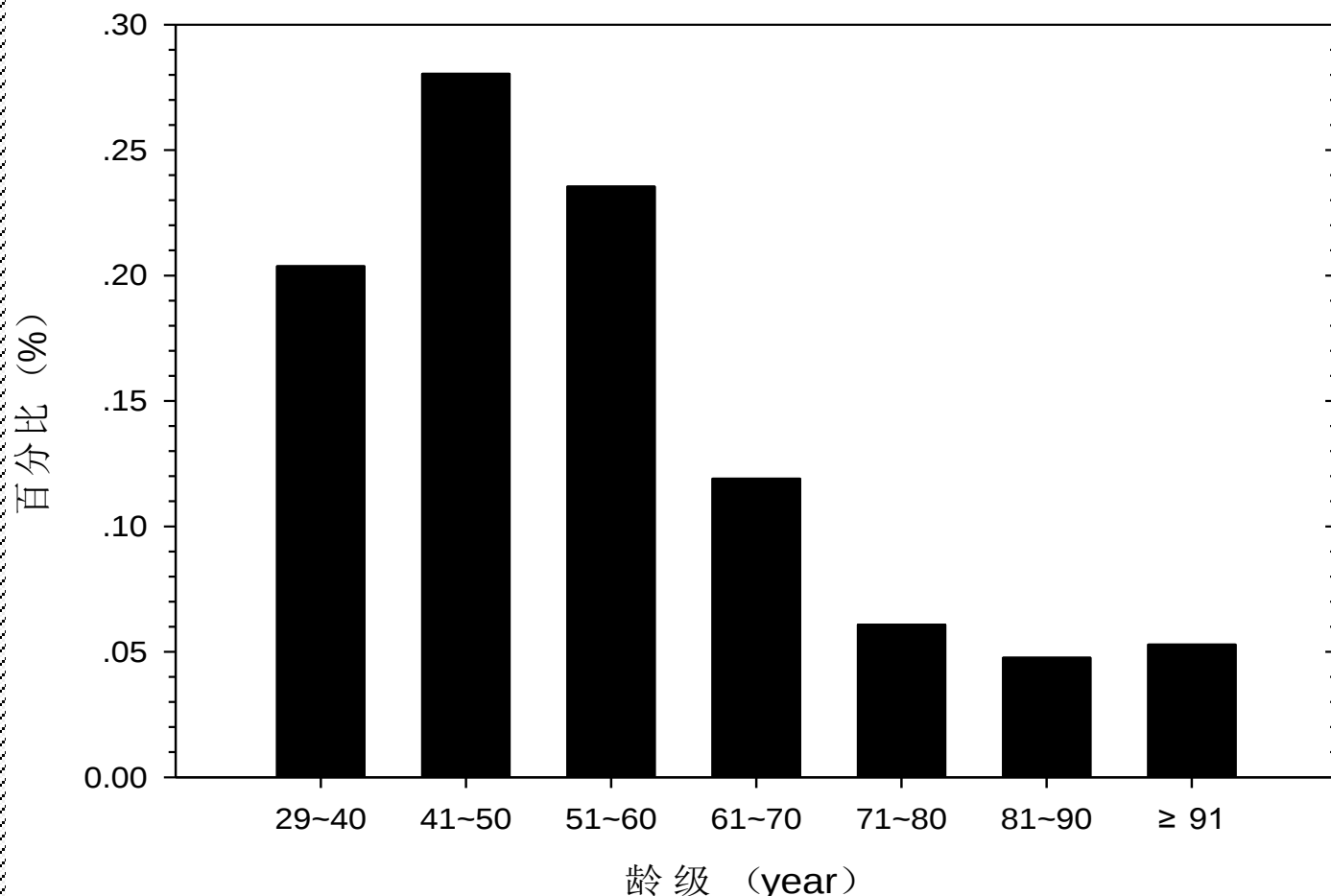


图2宝天曼华山松年龄动态

3.5 华山松的胸径增长动态

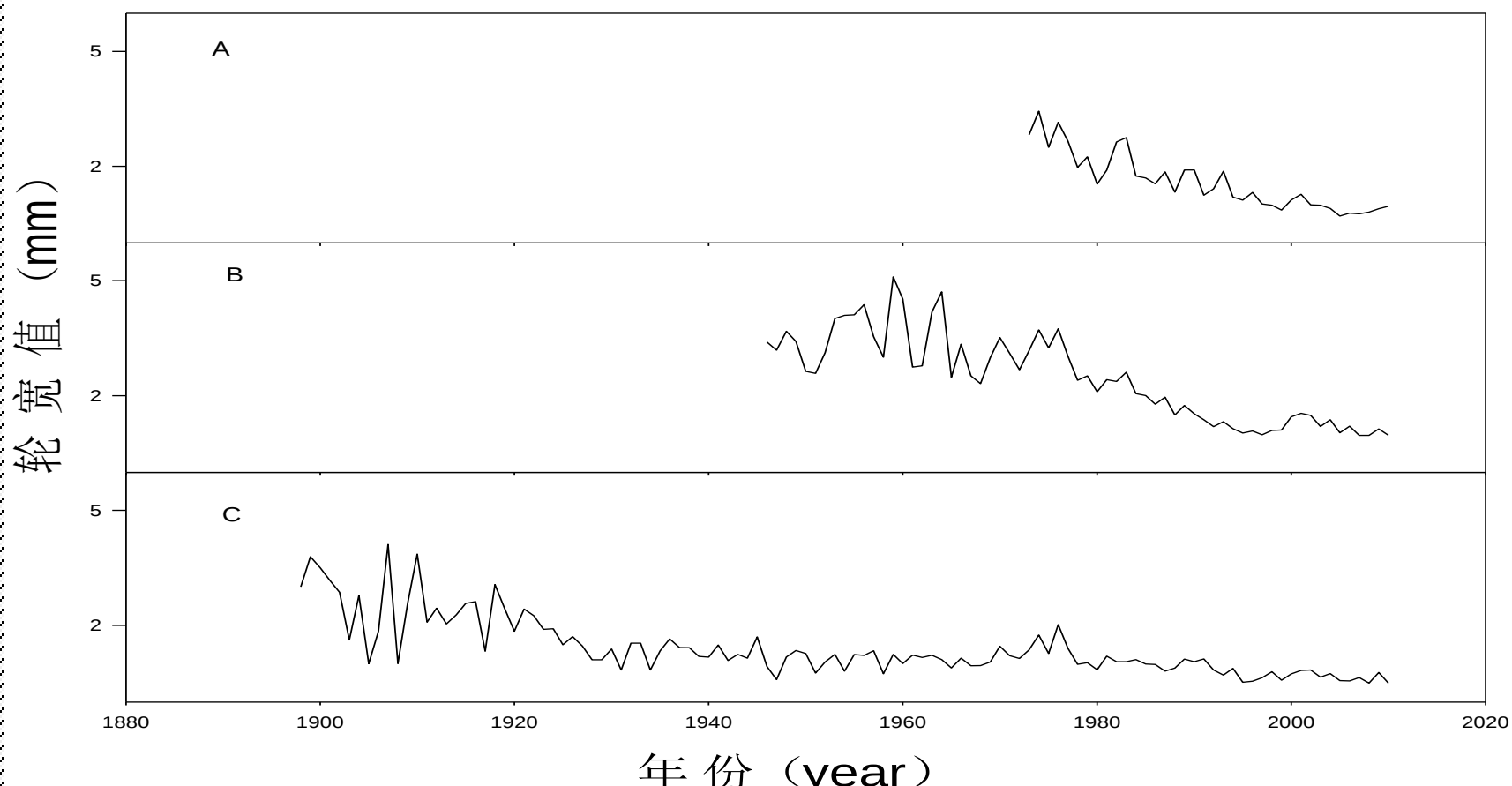


图3. 宝天曼华山松年均轮宽值. 图A、B、C为3个不同时期各组年均轮宽值, A、B、C三个时期分别为: A (≤ 40 yr), B (41-70yr), C (≥ 71 yr).

3.6 华山松的树高连年生长动态

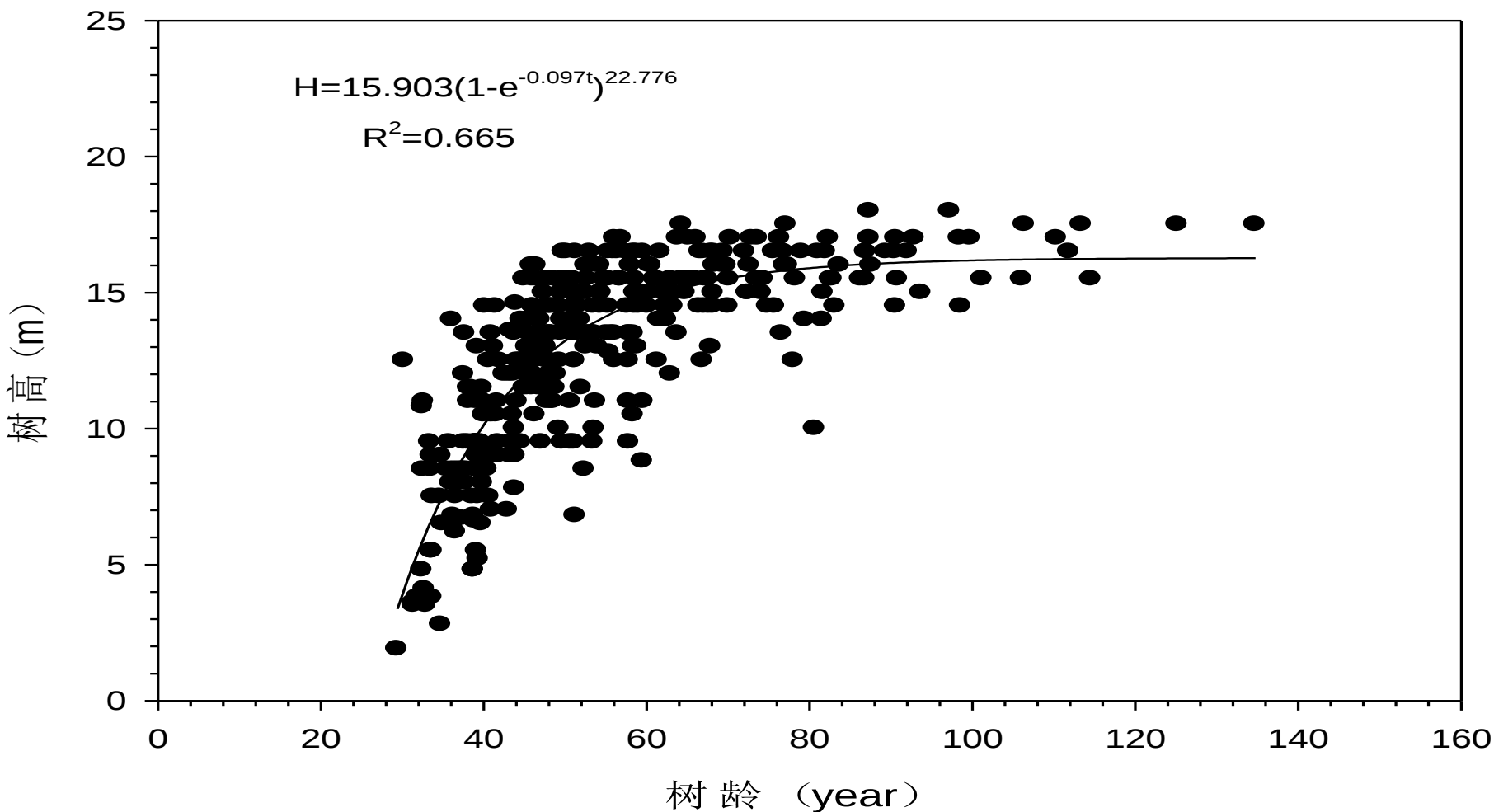


图4 宝天曼华山松树高生长方程

3.7 不同生长时期华山松的碳储量动态

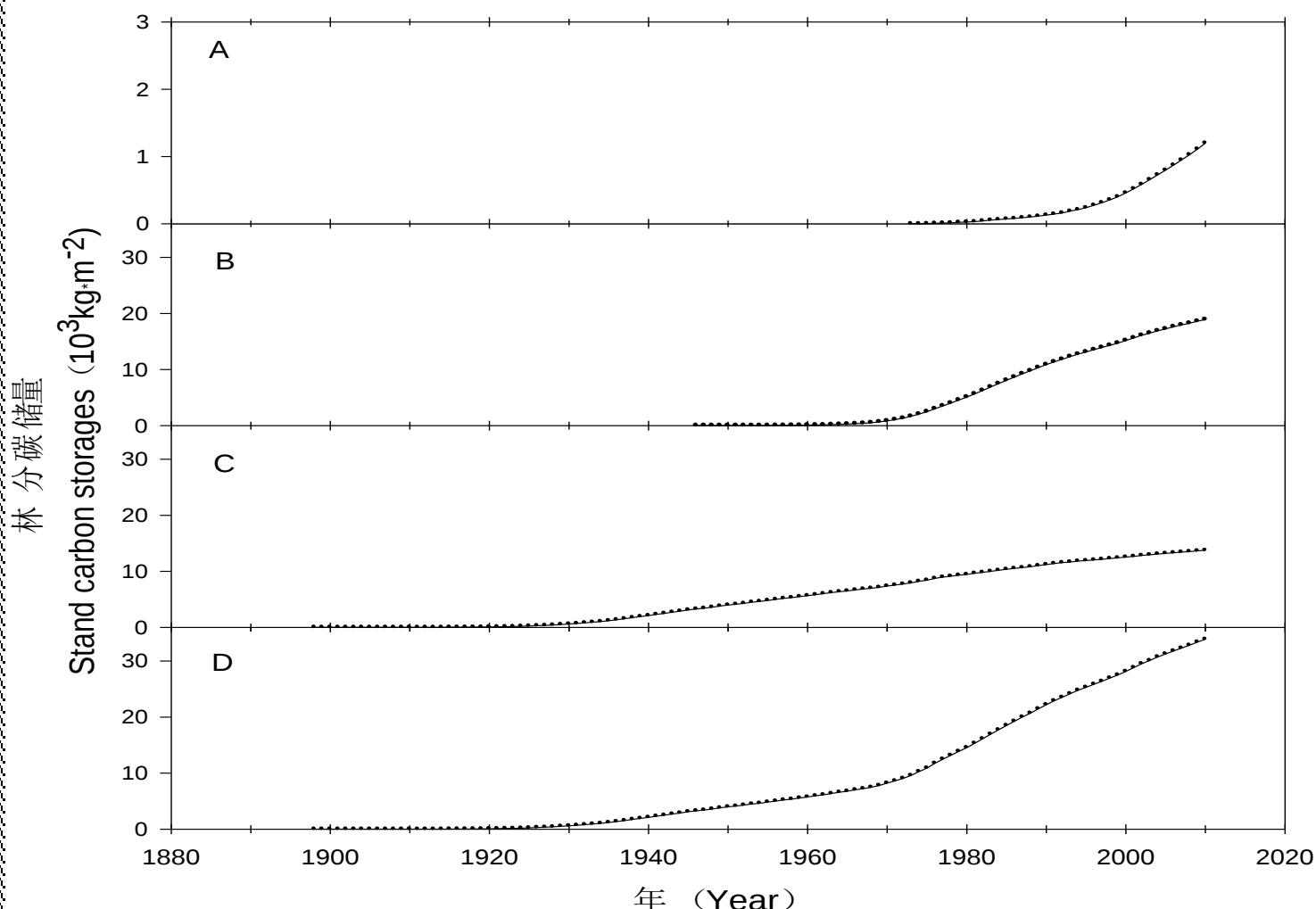


图5. 宝天曼华山松单木碳储量年均增长动态变化。图A、B、C为3个不同时期各组年均轮宽值，A、B、C三个时期分别为：A (≤ 40 yr)，B (41-70yr)，C (≥ 71 yr)

3.7 不同龄级华山松的碳储量动态

- 幼龄期 ($\leq 40\text{yr}$) 单木年均碳储量增长量是 $0.000588\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图5A)，幼龄期整体华山松年均碳储量增长量是 $0.016\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，幼龄期的华山松总量为 $1.198\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图5A)；
- 中龄期 (41-70yr) 的华山松单木年均碳储量增长量是 $0.00091\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图5B)，中龄期整体华山松碳储量年均增长量是 $0.079\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，中龄期的华山松总量为 $18.96\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图5B)；
- 成熟期 ($\geq 71\text{yr}$) 的华山松单木年均碳储量增长量是 $0.00136\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图5C)，成熟期整体华山松碳储量年均增长量是 $0.23\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，成熟期的华山松总量为 $13.79\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图5)。

4. 结论

- 不同生长时期华山松的生长变化特征；
- 符合一般的树木生长量的“S”型变化规律；
- 无法估算林分密度在森林发育过程中的变化；
- 树木轮宽值是影响碳储量年增长量的主要因子。

5. 研究展望

- 林分年碳储量变化是否受气候影响
- 林分年碳储量变化是否受密度制约

谢谢！