# 基于树木年轮信息的宝天曼华山松碳储量研究

报告人：潘娜，任思远

河南农业大学

- 引言
- 研究方法
- 研究结果
- 讨论
- 结论

# 1.引言

- 河南宝天曼位于暖温带向北亚热带过度的典型区域，对研究全球碳循环具有重要的理论意义。
- 森林碳储量的研究方法主要有：样地调查法，通量观测法，模型模拟法，遥感估算法和树木年轮法。

# 1.1 研究方法比较

## （1）样地调查法

- 样地调查法分：固定标准地复查法、伐倒标准木一次调查法、简易测定法。通过对森林永久调查样地每年或每5或10年的胸径、树高复查记录，计算样地生物量变化，可以获得该样地每年的或不同时段的森林生物量第一手资料。

- 永久调查样地方法获取的结果精度高，但耗时长，投入较大。

# （2） 通量观测法

- 通量观测法的优点是直接对森林与大气之间的通量进行了计算，考虑了由于涡旋作用而导致的垂直通量，估计精度较高，可以进行长期连续测定，时间分辨率高。
- 需要精密仪器，成本高，测定范围小。

# （3）遥感估算法

- 遥感估算法一种是利用遥感图像提取生态参数，与地面观测森林生物量建立经验关系，或作为模型参数模拟森林生物量，然后估算森林碳蓄积；

- 另一种是根据摄影测量学的原理对植物三维形态进行直接测量，产生包含植冠表面高度的数字表面模型(DSM)，对植物的高度和植冠大小进行计算，推算森林生物量，进而估算碳蓄积。

# （4）模型模拟法

- 模型模拟法是通过数学模型，基于生态系统的生态过程和机制，综合模拟植被的光合作用和呼吸作用以及它们与环境的相互关系，并估算森林生态系统的净初级生产力和碳储量。

# （5）树木年轮法

- 树木年轮记录了树木生长的丰富信息，是估算森林过去每年的生物量及碳蓄积量的有用信息源。树木年轮资料具有分辨率高、样本分布广泛、时间序列长、定年准确、环境变化指示意义明确且可定量等优势。

- 树木年轮方法应用于树木材积计算和森林碳蓄积枯算的方法有:①树干解析法,②树芯法。

# （5）树木年轮法

- 树干解析法，将树干锯成若干段，在每个横断面上根据年轮宽度测定各年龄(或龄级，5或10年)的直径生长量，根据横断面上相邻两个的年轮之差和它们之间的高度测定各年龄的树高生长量，从而计算出各年龄的材积及其生长量，进而估算森林碳蓄积量;
- 树芯法，用生长锥取出树芯，测定年轮宽度，计算直径生长量和推算材积生长量。

# （5）树木年轮法

- 树木年轮法应用于树木材积运算和森林碳储量的估算有树干解析法和树芯法；
- 树芯法的工作量小，对树木自身的破坏可以忽略不计；
- 树木年轮宽度资料与森林生物量有很好的联系。

# 1.2研究目的

利用树木年轮学的方法探讨森林乔木的碳储量研究：

- 利用树木胸径计算；
- 不同高度树木的直径建立模型求得树干的立体体积。

# 2.研究方法

## 2.1 研究区概况

- 宝天曼自然保护区位于N33°20′～33°36′，E111°47′～112°04′，保护区总面积53.4km$^2$，最高海拔1830m，年均气温15.1℃，一月平均气温1.5℃，七月平均气温27.8℃。
- 森林覆盖率达97.3%，共有植物2911种及变种，隶属256科、1054属，占河南植物总数的73%。

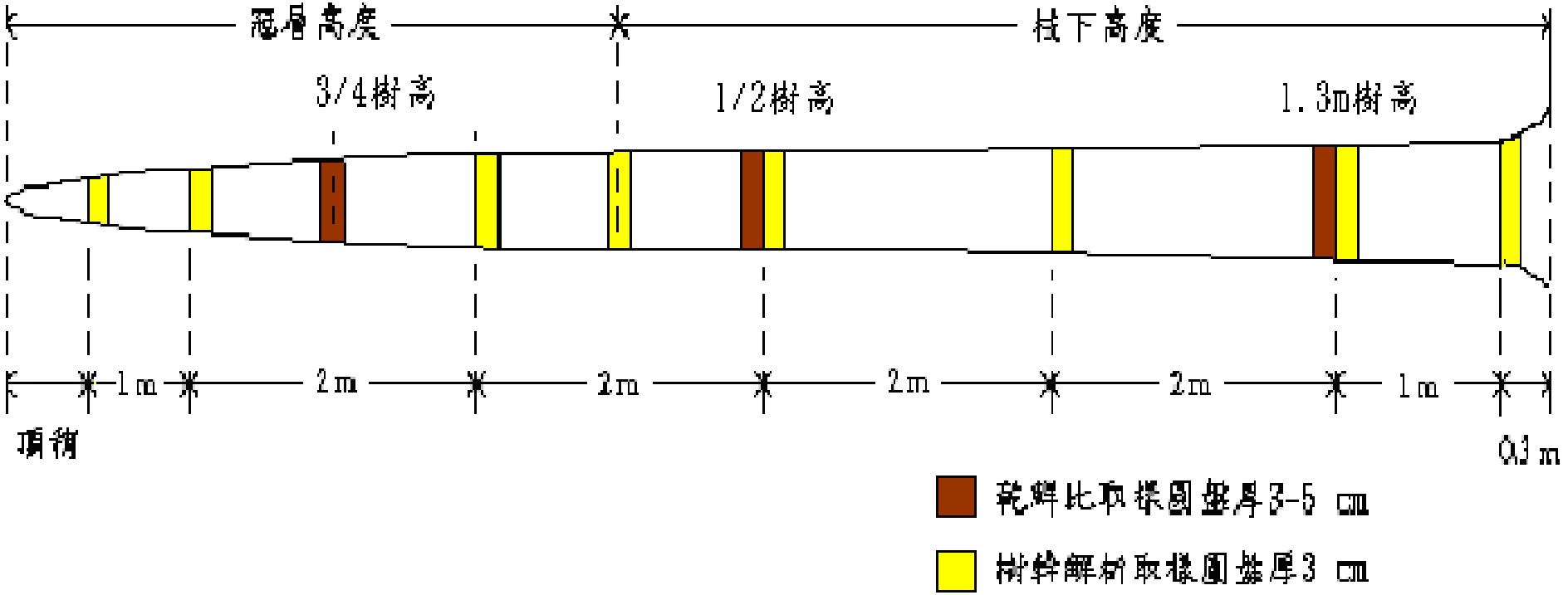
# 2.2 样地设置和取样

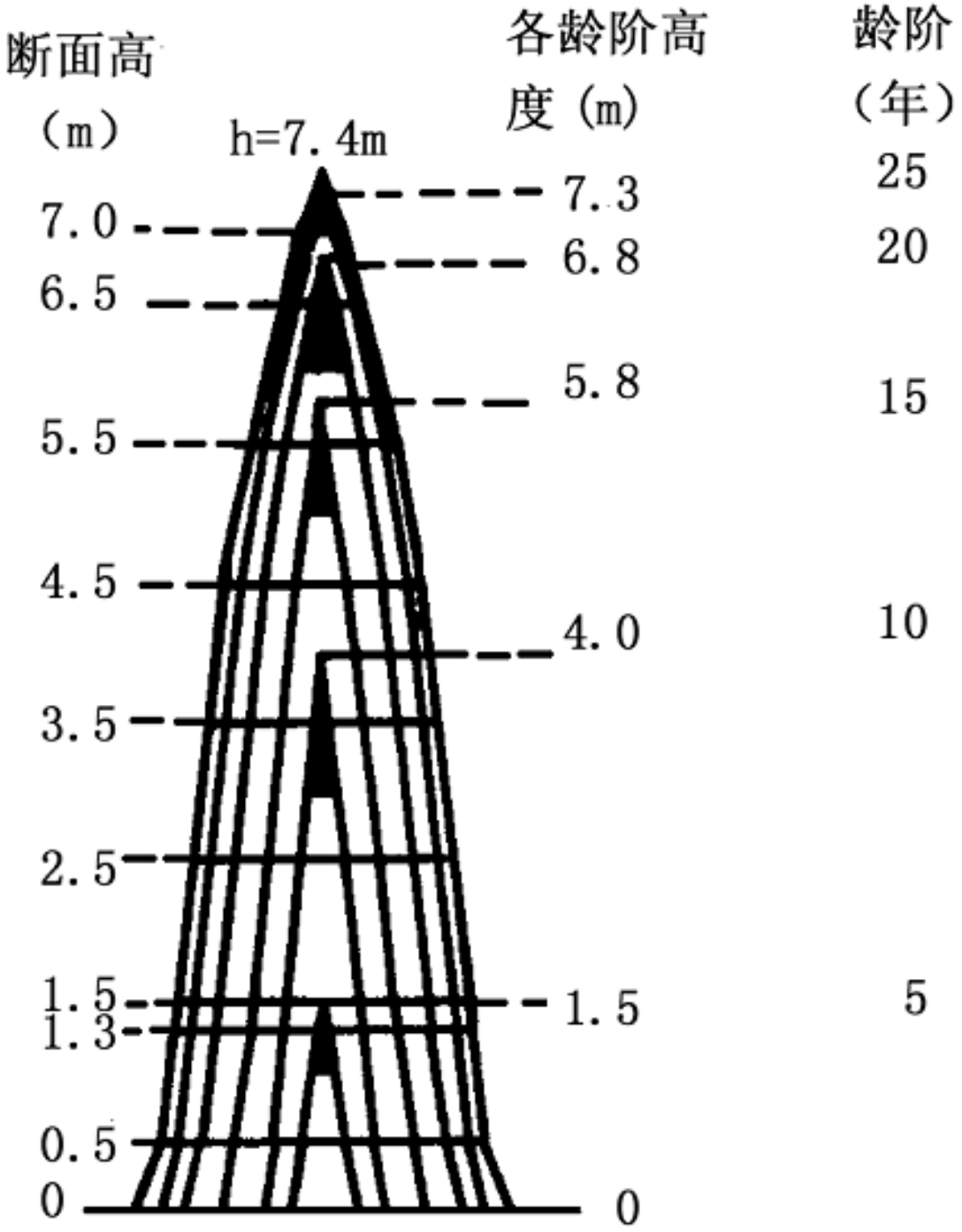
## 2.2.1 乔木调查取样

- 利用1hm²华山松样地，每木测量胸径和树高，每棵华山松测量其基径0.5cm、1.3cm、1.7cm处直径；
- 样方内华山松按径级5cm进行分组，在样方外每个径级选3-5棵华山松，在三个不同高度用生长锥钻取树芯。

# 解析木资料

- 利用样地资料算出样地华山松优势树种平均胸径，作为解析木伐木标准。
- 并标明胸高直径的位置和南北方向，然后伐倒测量树的全高和全高的1/4、1/2以及3/4处的直径。按照基径、胸径（1.3m），其后按照1m一段截盘直到梢头不足一米为止。






## 树干纵断面图

- 以直径为横坐标，以树高为纵坐标，在各断面高的位置上，按各龄阶直径大小绘纵剖面图。
- 纵剖面图的直径与高度的比例要恰当(见测树学)。
- 纵剖面图有利于直观认识树干的生长情况。

# 2.2.2 枝、叶重量测定方法

**(1)标准枝法**

- 在树木上选择具有平均枝基径与平均枝长的枝条，测其枝、叶重用于推算整株树枝、叶的重量。
- 标准枝的抽取方式有两种：
  - 平均标准枝法
  - 分级标准枝法

# 2.2.2 标准枝的抽取方式

**(1) 平均标准枝法**

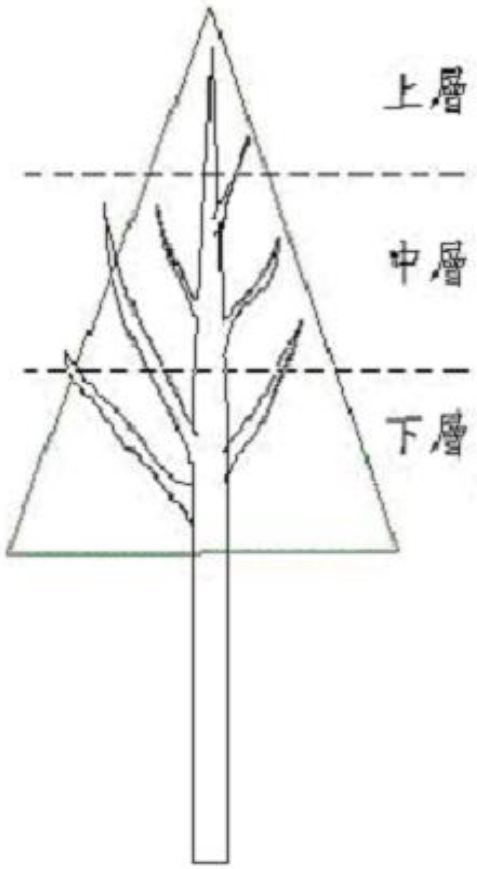
- 树木伐倒后，测定所有枝的基径和枝长，求二者的算术平均值。
- 以平均基径和平均枝长为标准，选择标准枝，标准枝的个数根据调查精度确定，同时要求标准枝上的叶量是中等水平。
- 分别称其枝、叶鲜重，并取样品。

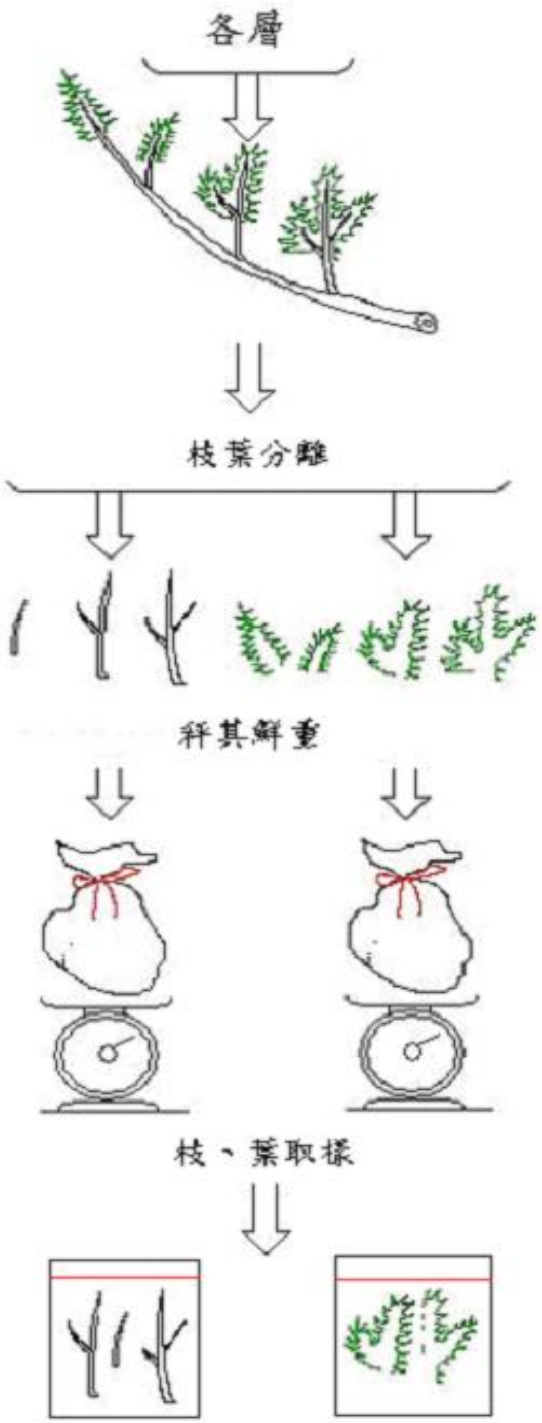
$$W = \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{n} W_i$$

- 式中：N-全树的枝数；n-标准枝数；Wi-标准枝的枝鲜重或叶鲜重

## （2）分级标准枝法

- 在树冠上部与下部的枝粗、长度、叶量变动较大时，可将树冠分为上、中、下三层，在每一层抽取标准枝，根据每层标准枝算出各层枝、叶的鲜重重量，然后将各层枝、叶重量相加，得到树木枝、叶鲜重。
- 能够较好地反映出树冠上、中、下枝和叶的重量，对树冠枝和叶的重量估计较平均标准枝法准确。




# 枝叶取样

- 依树冠高度平均区分为上、中、下层。
- 各层进行树叶及枝条生物量估算。

## (3)全称重法

- 具体方法与树干重量的全称重法相同；
- 将树木伐倒，摘除全部枝叶称其鲜重，采样烘干得到样品干重与鲜重之比，从而计算样木枝叶的干重；
- 全称重法是测定枝叶干重最基本的方法，获得的数据可靠，但工作量极大。

# 2.3 实验室样品处理

- 对取回来的树芯进行处理后，用Lintab5年轮分析仪进行测量和交叉定年，建立华山松树木年轮宽度年表；
- 用排水法，把华山松树木样芯排开水的体积，用密度计算公式算出华山松树干的密度值。

# 2.3 实验室样品处理

- 对取回来的树芯进行预处理后，用**Lintab5**年轮分析仪进行宽度的测量；
- 用**COFFCHA**程序进行交叉定年检测；
- 利用**ARSTAN**程序进行去除树木生长趋势和环境的干扰，建立华山树木年轮宽度年表。

# 2.4 华山松单木体积（不同年轮对应立体体积）

$$V = \sum_{i}^{n} \pi D_i^2 H_i$$

- 式中：V为华山松单木的树干总材积，i为华山松年龄，$D_i$、$H_i$分别为不同年龄华山松对应的胸径和树高。

# 2.5 华山松树干生物量

利用排水法测定树干密度，树干密度值与求的不同年龄段树干总体积相乘即得出不同年龄段树干总生物量。

ρ为树木密度kg/m³,$m_i$为样芯第i次质量kg，$v_i$为排第i次样芯排开水的体积m³,n为重复次数。

$$\rho = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{m_i}{n_i}$$

华山松生物量：$W = \rho V$

# 2.6 华山松含碳量的测定

- 有机碳含量测定方法选取湿烧法：
  - 该方法是用过量的k2Cr2O7-H2SO4溶液在油浴加热条件下使样品中C氧化成CO2；
    - Cr2O72-等被还原成Cr3+,将剩余的Cr2O72-再用Fe2+标准溶液滴定，
      - 根据C被氧化的前后Cr2O72-的数量变化，可算出样品中有机C的含量，用此方法求出华山松干、枝、叶、根有机碳的含量。

- 将适量(0.01g～0.05g)样品放入25ml的圆底硬质试管底部；
- 加入5m1 $K_2Cr_2O_7$（0.8mol / L）溶液，轻轻摇匀，再倒入5ml浓硫酸（浓度为98%），用0.2mol / L的$FeSO_4$滴定；
- 滴定液先由橙色到蓝绿，再到砖红色为止。
- 计算公式为：

$$c\% = \frac{\frac{0.8\times 5}{V_0}\times(V_0 - V)\times 100}{W}$$

式中，W—样干重，$V_0$—空白实验用去的$FeSO_4$的体积，V—滴定时用去的$FeSO_4$的体积。

# 2.7 华山松碳储量计算

华山松碳蓄积量的计算公式：

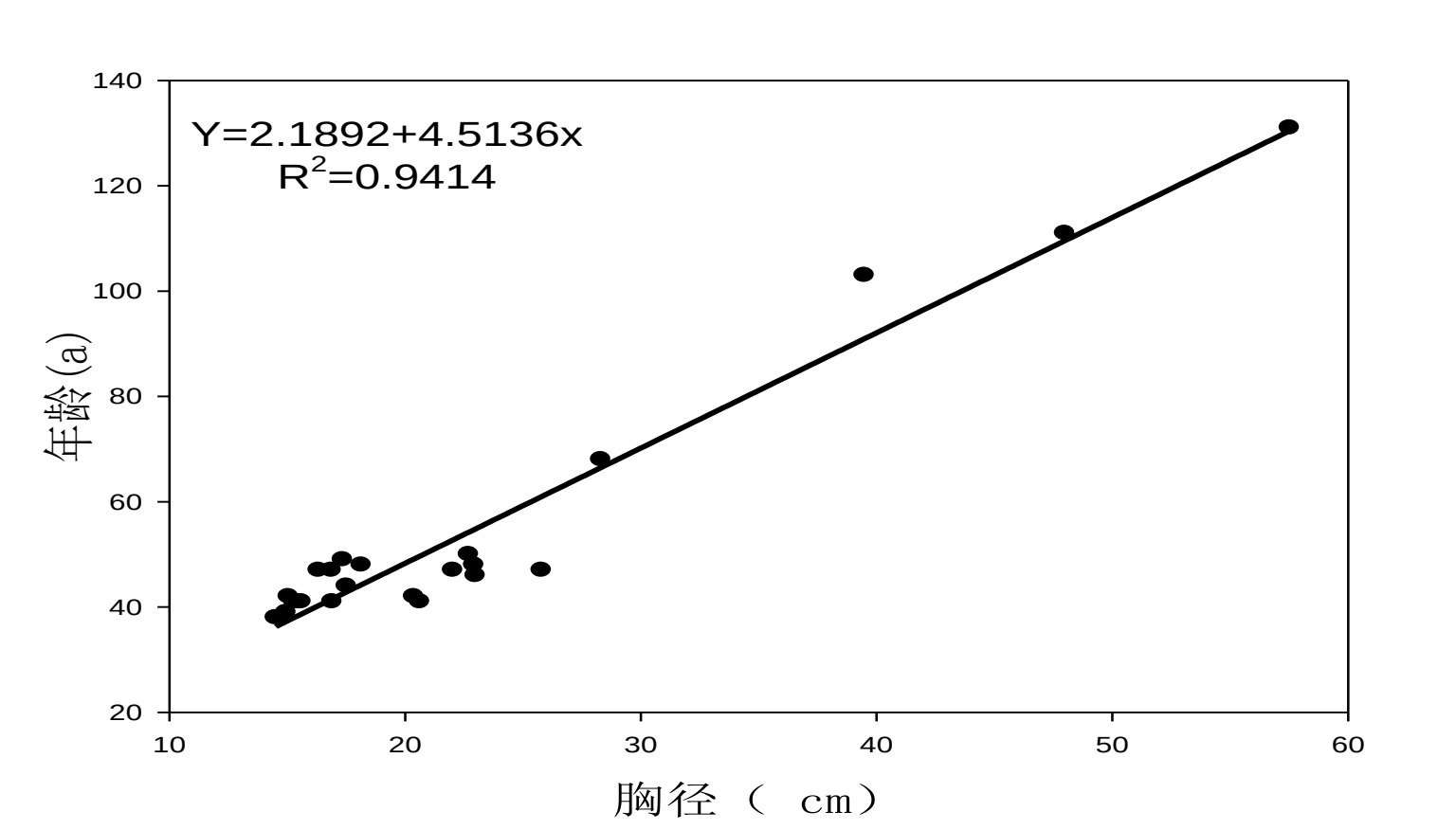
$$Q_D = D_{干} + D_{枝} + D_{叶} + D_{根}$$

$$= B_{干} \times S_{soc} + B_{枝} \times S_{soc} + B_{叶} \times L_{soc} + B_{根} \times R_{soc}$$

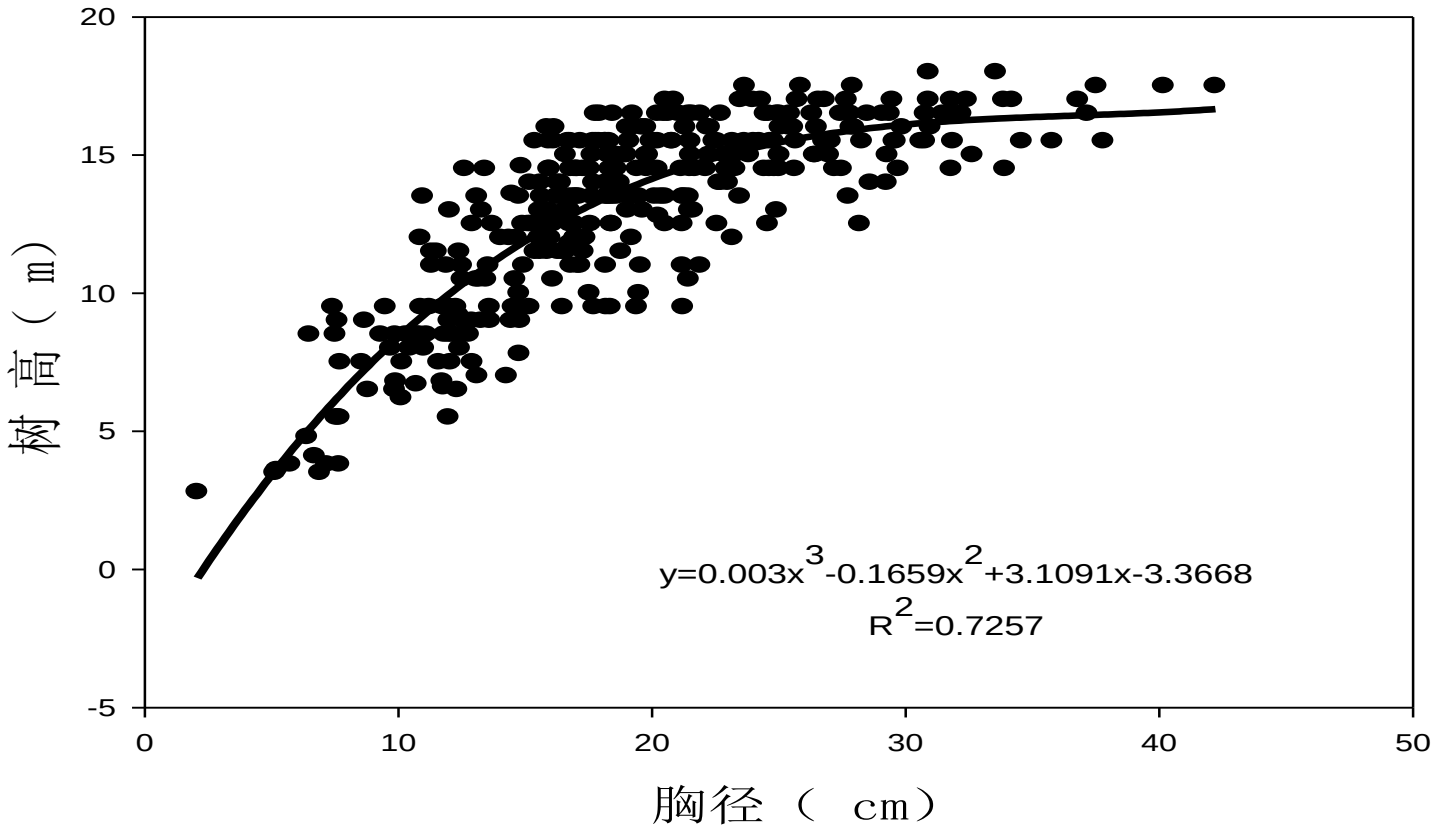
式中，$Q_D$-碳蓄积量，B为各部分生物量，$S_{SOC}$为各部分有机碳的含量百分数；

# 3. 研究结果

## 3.1 样地内华山松(374株)胸径与年龄的关系



# 3.2 华山松树高与胸径的关系



# 3.3 华山松总材积量

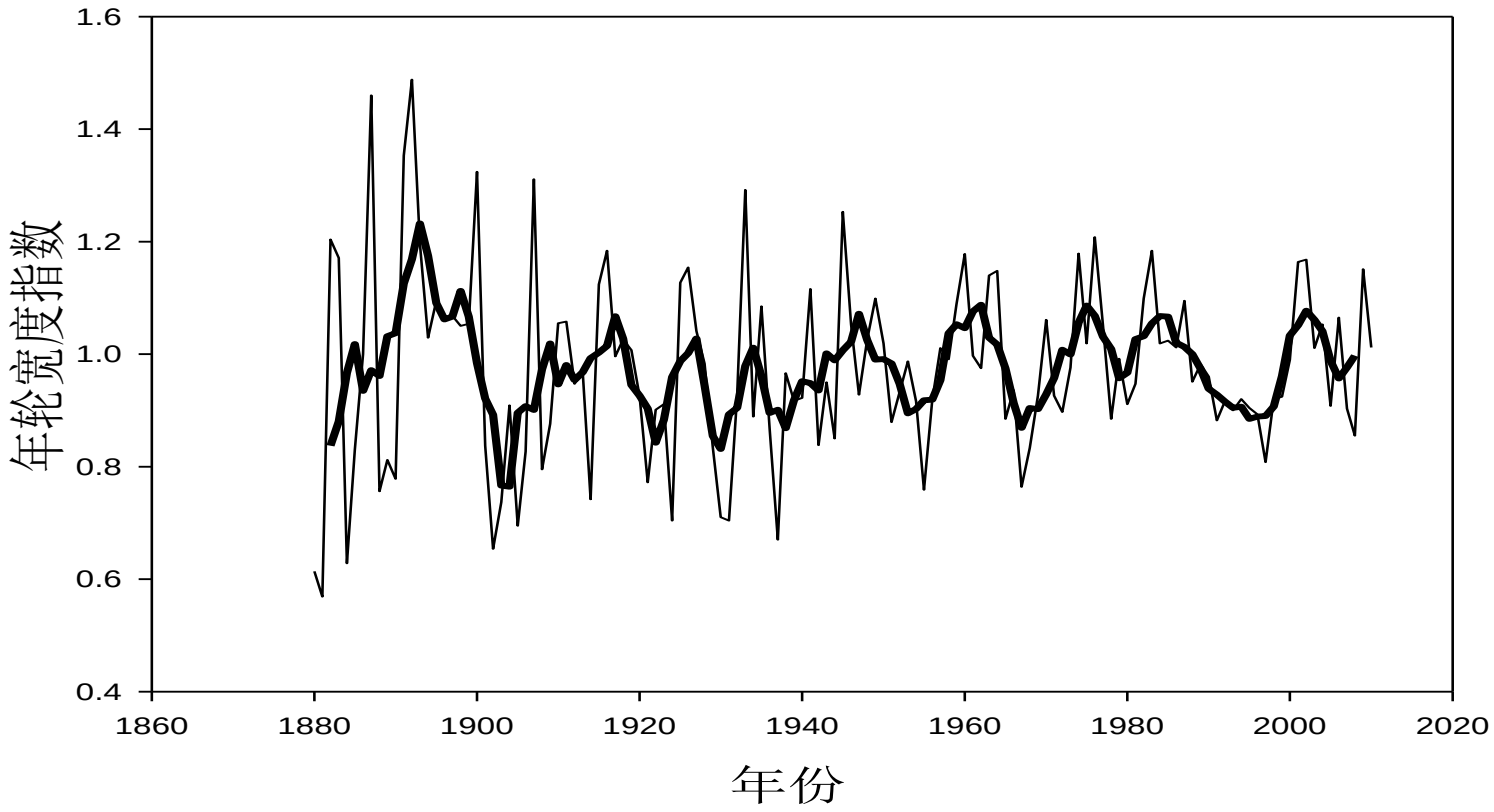
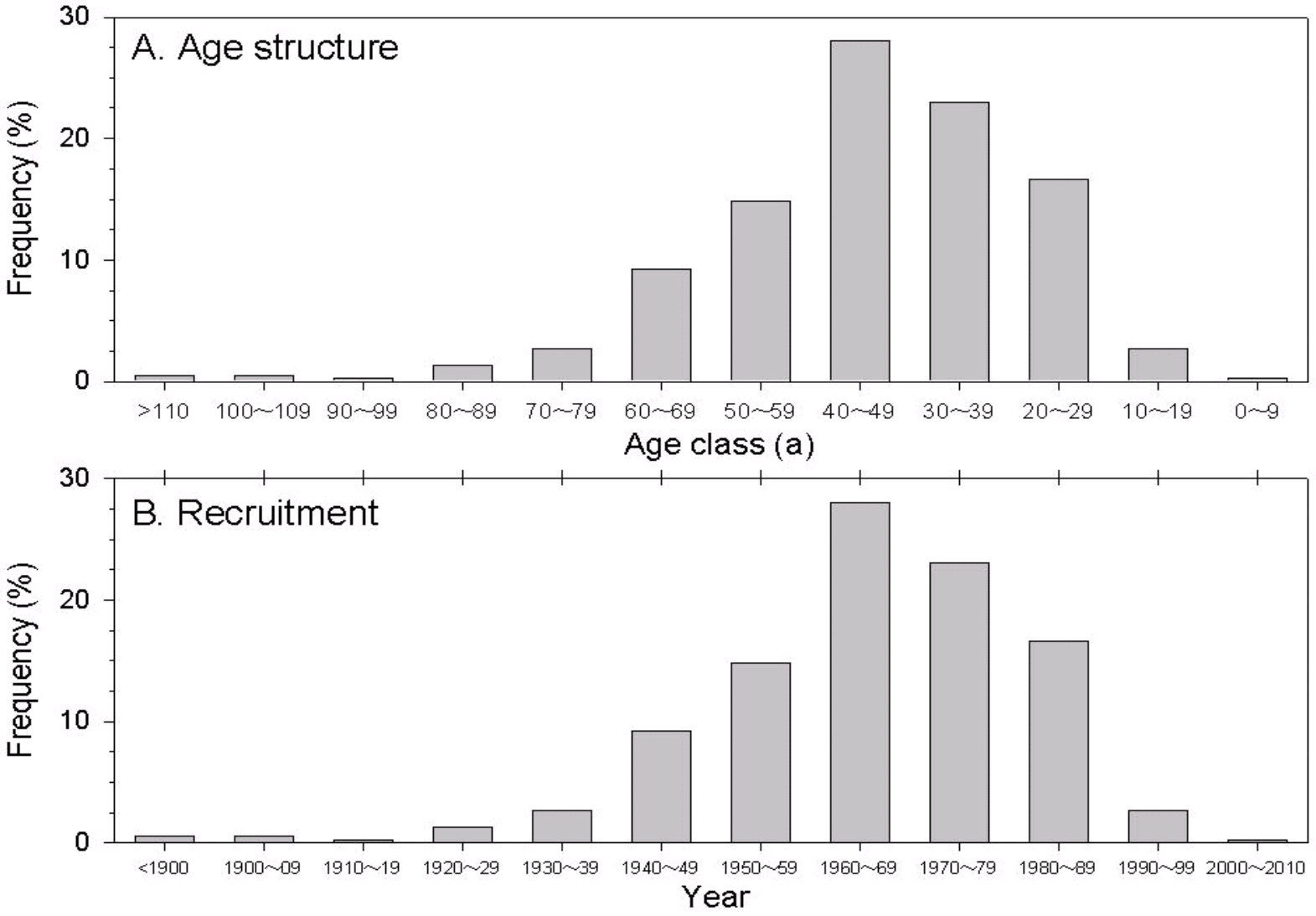



图 3-1 华山松树木年轮宽度年表

Fig. 3-1 Tree-ring width chronology of *Pinus armandii* Franch. in Baotianman

# 3.4 华山松的年龄结构和更新动态



# 3.5 不同年龄华山松的生物量

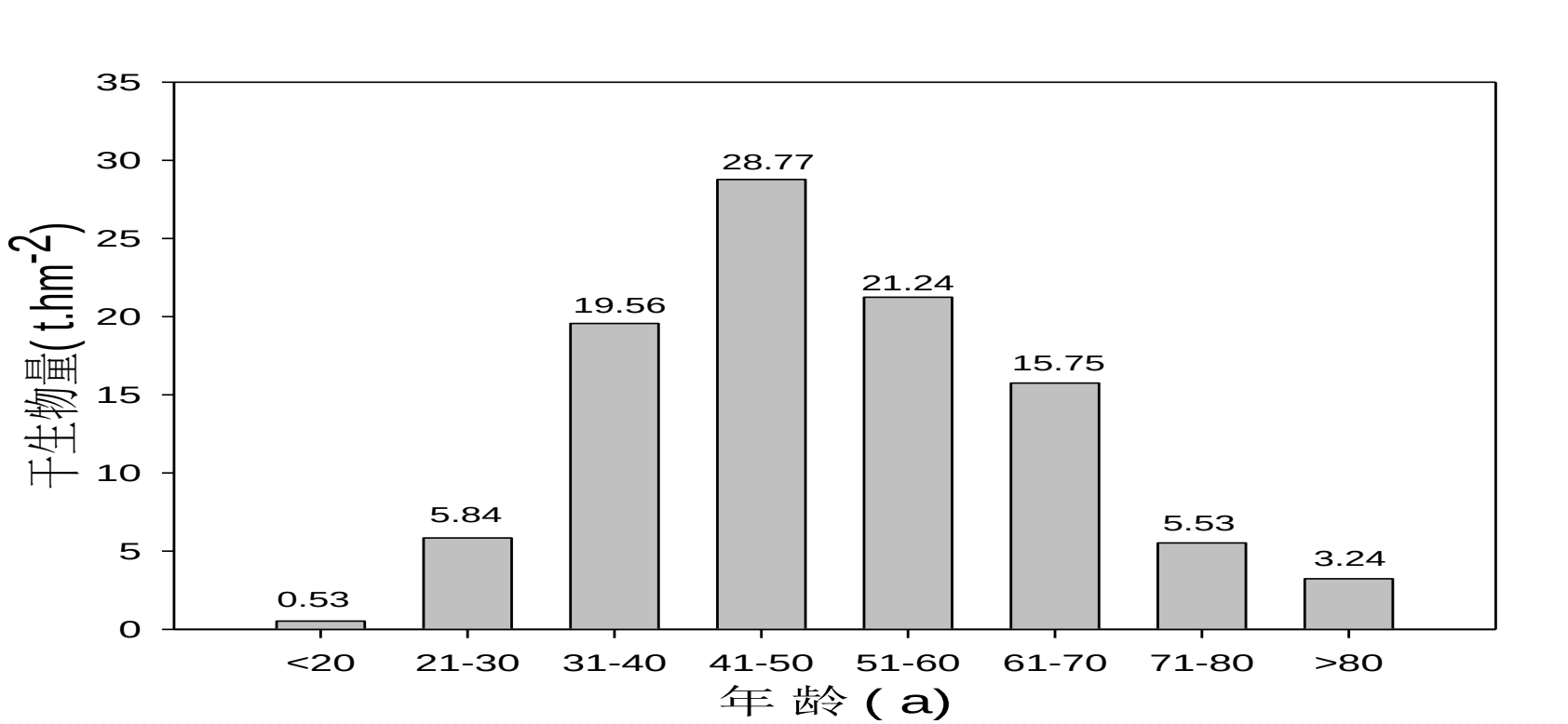



图 3-3 不同年龄华山松树干生物量

Fig. 3-2 Trunk biomass of different age group of *Pinus armandii Franch.* in tree layer in coniferous and broad leaf forests

# 3.6 华山松年均碳储量

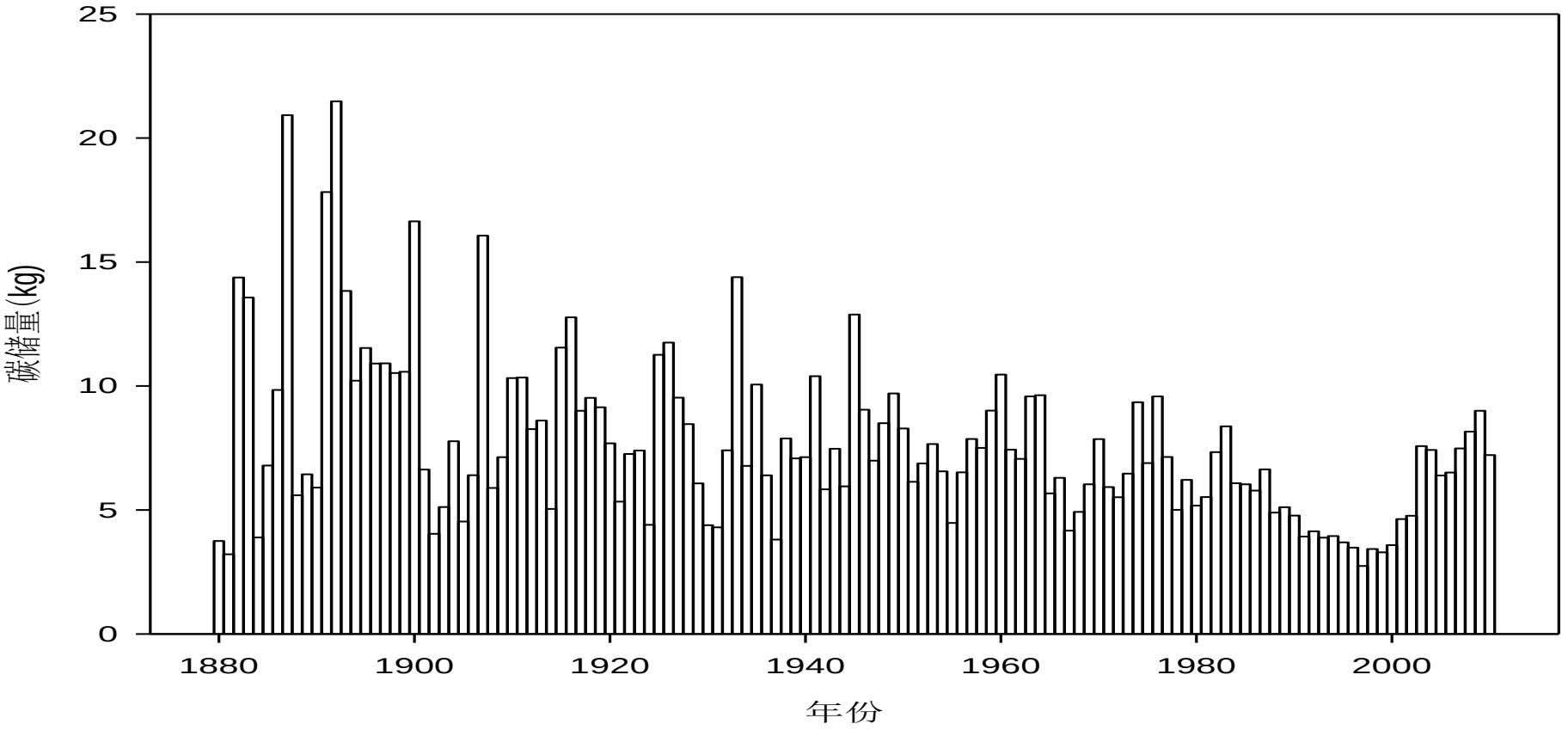



图3-4 华山松年均碳储量

Fig 3-3 Average year carbon storage of *P. armandii Franch* of tree layer in coniferous and broad leaf forests

# 3.7 华山松碳储量与气候的相关分析

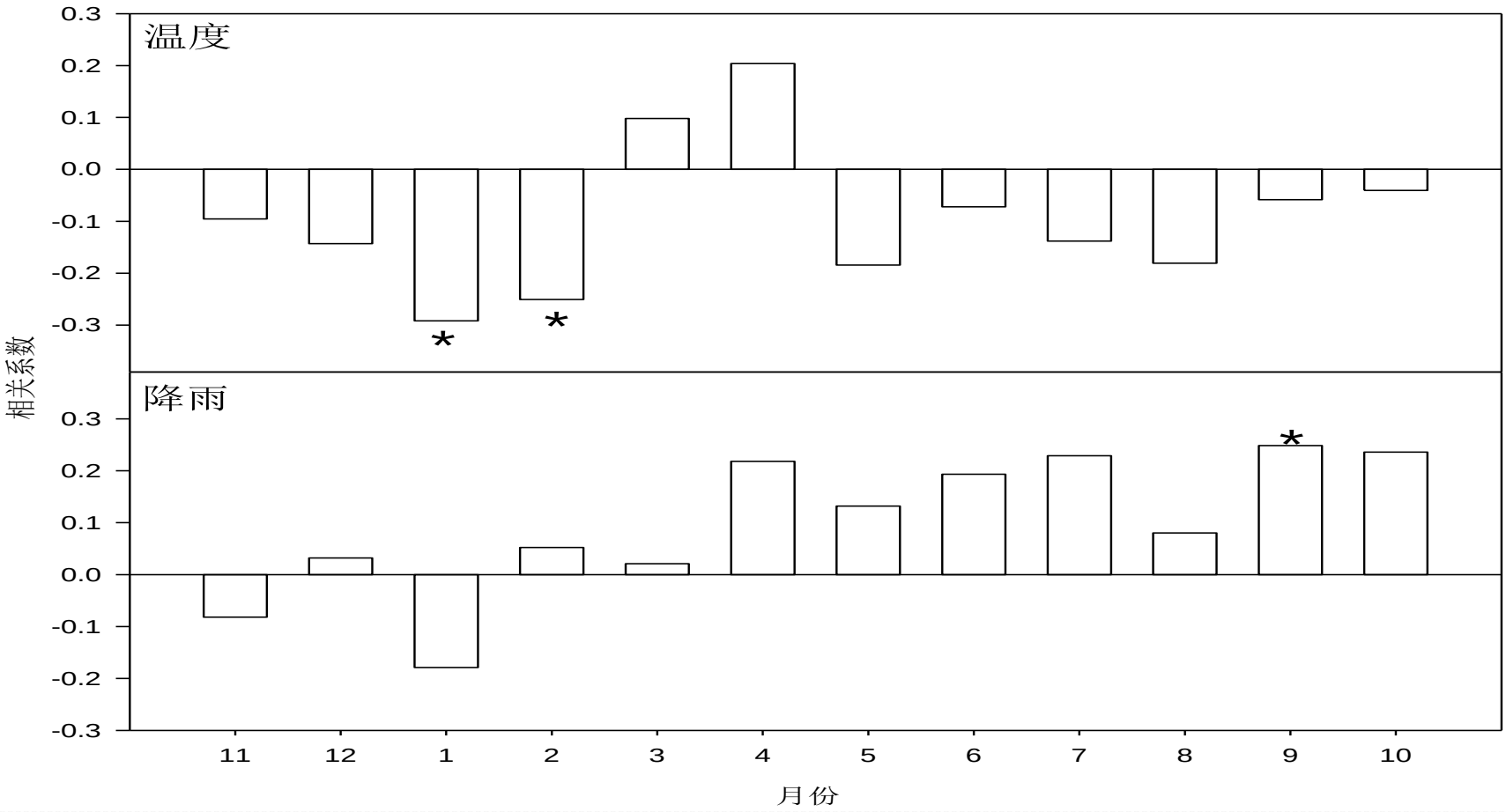



图3-5华山松年平均碳储量与月均温度和月总降雨量的相关分析

Fig.3-4 Correlation function analysis for average year carbon storage of *P. armandii Franch* and the average month temperature and month total precjpitation

# 4.结果与讨论

## 4.1 华山松树木年轮宽度与生物量

- 树干不同高度的年轮宽度得出不同高度华山松的立体体积；基于年轮信息计算出不同年份碳储量动态变化及其与当地气候的相关性。
- 华山松单年年碳储量与前一年11月至当年1月，当年碳储量5月至10月温度显示出负相关关系，并与1月（相关系数r=-0.29，p<0.01）和2月温度显著负相关(相关系数r=- 0.25, p<0.01）；
- 单年碳储量与华山松当年生长季（6-8月）降水显示出正相关，并与当年9月降水达到显著正相关，相关系数r=0.25(p<0.01)。

# 4.2 华山松碳储量

- 华山松平均碳含量为0.5026±0.001，各器官的碳含量大小关系为叶>根>干>枝，碳含量值分别为0.5204，0.5024，0.4987，0.4892.差异显著性检验显示：华山松碳含量受器官的影响较小（$p<0.01$）。
- 华山松的平均碳含量为0.5026，略高于国际普遍使用系数0.5，也略高于马明等研究的秦岭南坡0.4956的含量率，可能与当地植被生长的气候条件及物种有一定的关系。

# 4.3 不足之处

- 本研究只估算宝天曼华山松的生物量和碳蓄积量，没有考虑林下植被的生物量和碳蓄积，以及土壤碳蓄积。今后的进一步工作要研究林下植被的生物量和碳蓄积，以及土壤碳蓄积问题，以便得到整个华山松林生态系统的生物量和碳蓄积量。

- 进一步比较样地调查法、标准木法、胸径-生物量法、树木年轮学等不同方法获得的华山松碳储量的异同，探讨简单易行的研究森林生物量和碳储量的方法。

# 致谢


- 感谢植被与环境变化国家重点实验室开放课题（LVEC-2012kf06）的资助。
- 感谢宝天曼自然保护区对本研究的帮助和支持。

# 谢　谢！

欢迎各位专家多提宝贵意见！