

第三章 森林的生长发育及其调控

第一节 林木个体的生长发育

第二节 林木群体的生长发育

第三节 森林的生产功能及其调节

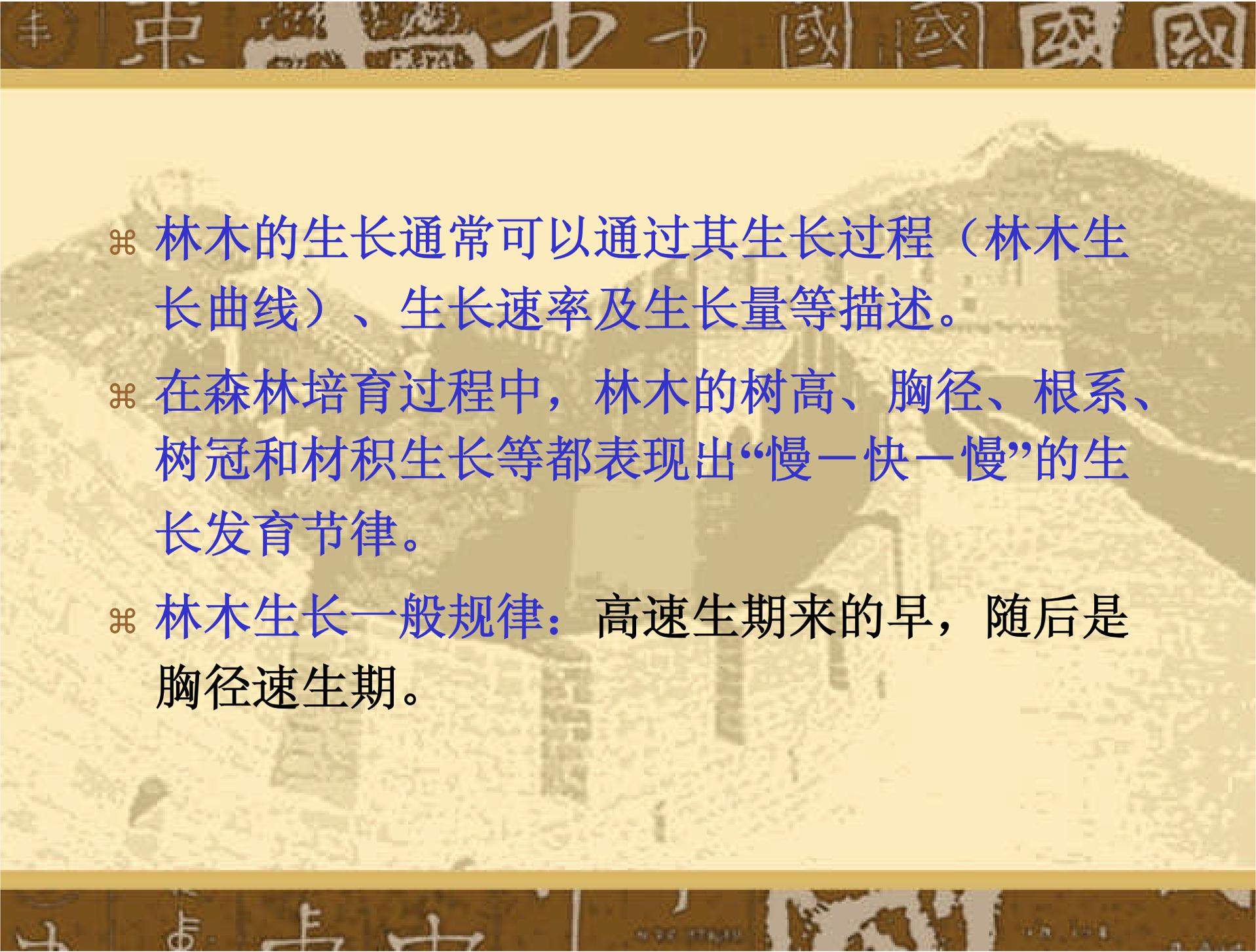
第一节 林木个体的生长发育

Forest tree growth and development

- ⌘ 一、林木个体生长发育（林木生长、林木发育）
- ⌘ 二、林木生长的周期性（前期生长性、全期生长型）
- ⌘ 三、个体生长的协调性（地上地下、侧枝与主茎、营养生长与生殖生长）
- ⌘ 四、林木个体的发育与结实

一、林木个体生长发育

- ▶ 生长——林木个体重量的增加和体积的增加
- ▶ 生长的动因——细胞分裂和体积增大；原生质的积累——器官的分化
- ▶ 生长过程：树木器官（叶片、果实、枝条、根系、树干粗度、树高）和个体的体积和重量的增加过程均呈S曲线
- ▶ 生长过程受自然环境和栽培技术的影响
- ▶ 生长速率——单位时间内物质积累（或体积、面积）增加的量
- ▶ 林木生长参数——树冠、胸径、树高、单株材积、林地蓄积

- 
- ⌘ 林木的生长通常可以通过其生长过程（林木生长曲线）、生长速率及生长量等描述。
 - ⌘ 在森林培育过程中，林木的树高、胸径、根系、树冠和材积生长等都表现出“慢—快—慢”的生长发育节律。
 - ⌘ 林木生长一般规律：高速生期来的早，随后是胸径速生期。



发育

林木个体构造和功能从简单到复杂的变化过程，
即树木细胞和器官的分化，形态结构、功能和
生理机能的完善



林木的发育包括生长和分化

- ⌘ 生长和发育的关系：既有联系又有区别
- ⌘ 发育和分化的区别

二、林木生长的周期性

⌘ **概念：**在自然条件下，林木或器官的生长速率随着昼夜或季节发生有规律的变化。

⌘ 生长的昼夜周期性

⌘ **包括**

⌘ 生长的季节周期性

⌘ **根据一年中林木高生长期的长短，可把树种分为：**

⌘ **前期生长类型：**油松、樟子松、红松、白皮松、银杏、白蜡、栎类、臭椿、云杉属、冷杉属等。

⌘ **全期生长类型：**侧柏、落叶松、杉木、雪松、杨、柳、榆、槐、桉、泡桐、悬铃木、紫穗槐、桃、杏

⌘ 等

三、个体生长的相关性

- ⌘ 地下部分与地上部分的相关性
- ⌘ 主茎与侧枝的相关性
- ⌘ 营养生长和生殖生长的相关性（措施）
- ⌘ 极性和再生（生产意义）

1. 2. 1 营养生长是发育（生殖生长）的基础，开花结实是营养生长积累到一定程度上的结果，是生殖生长的表现形式

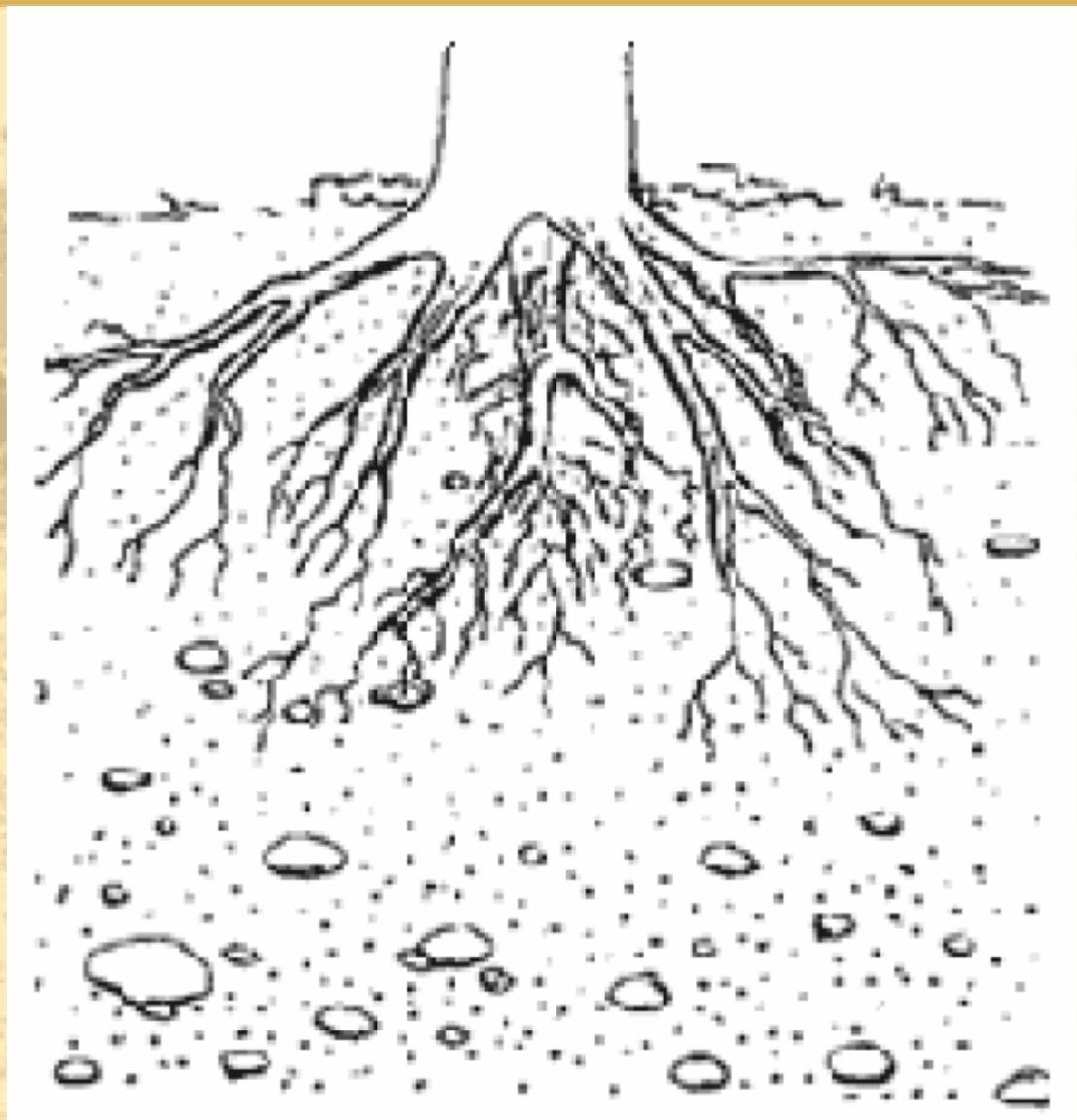
1. 2. 2 树木个体器官之间的相关性

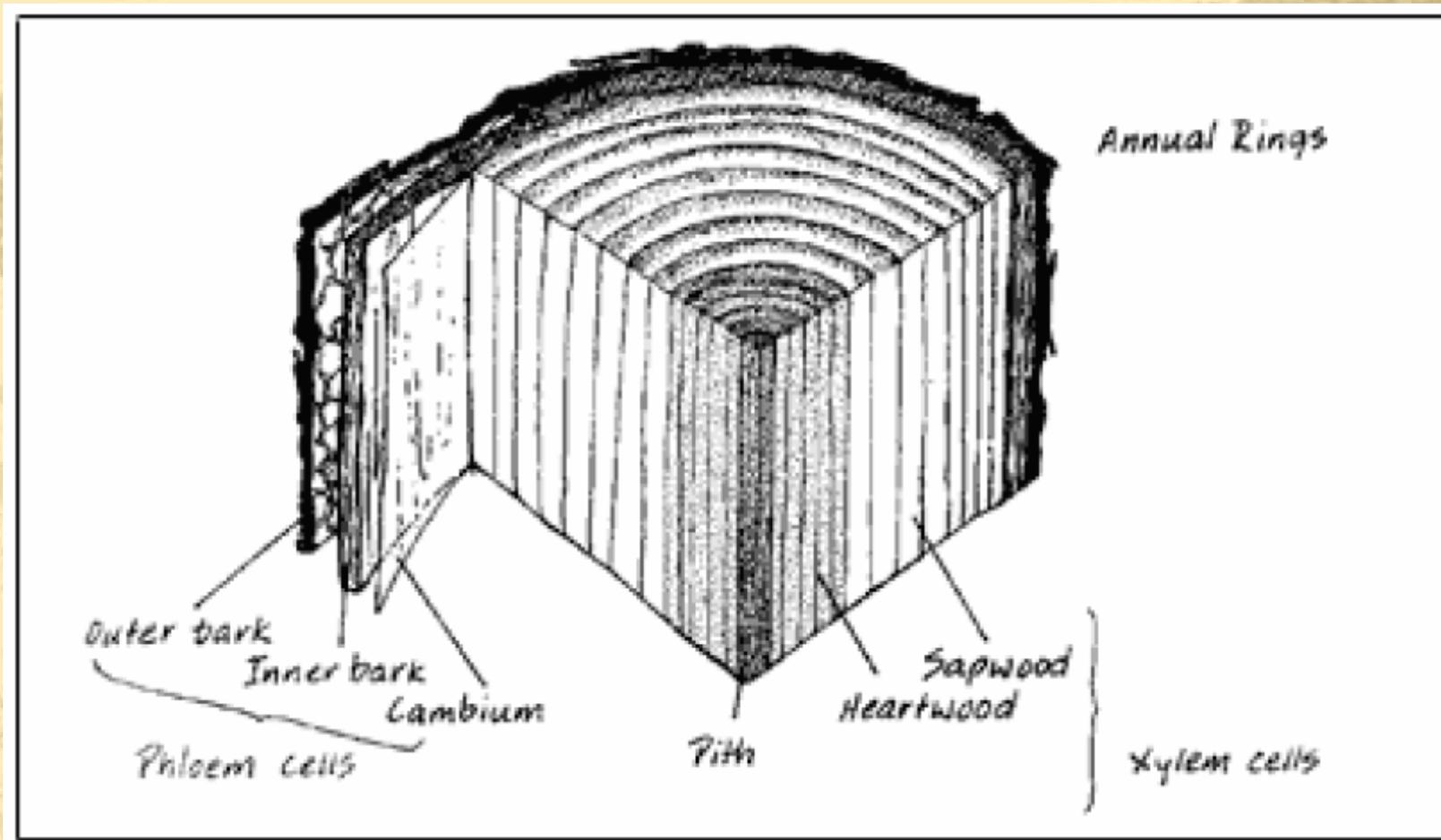
根系与地上部分

主干和枝条

叶片和果实

树木的极性生长



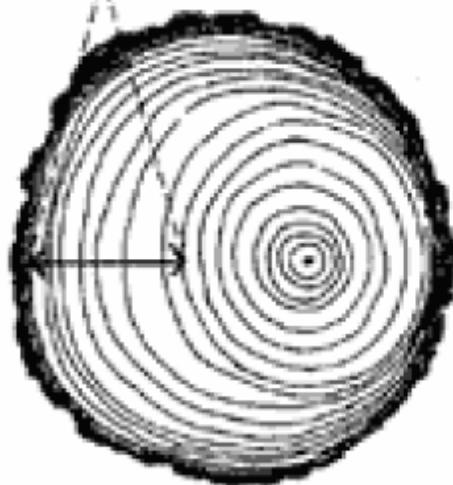


Coniferous only

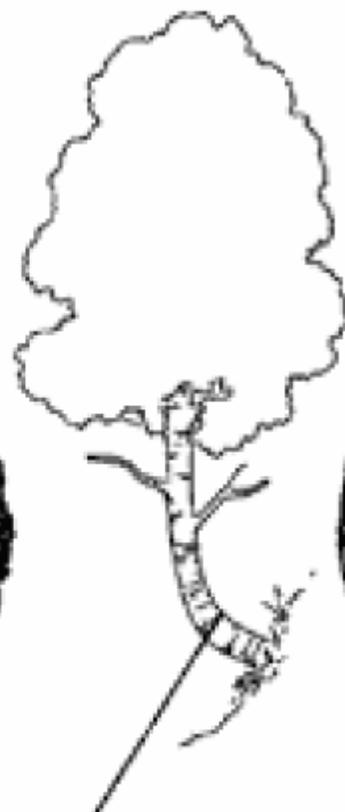
Deciduous only



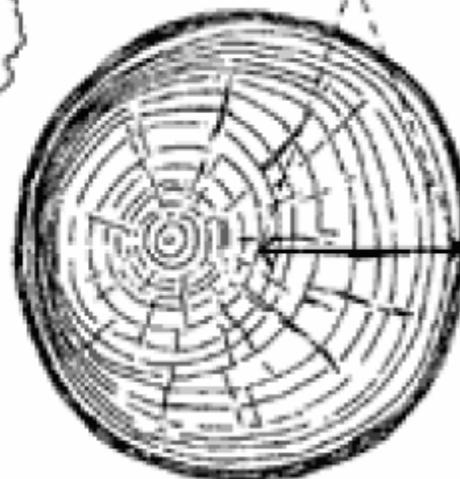
Compression wood



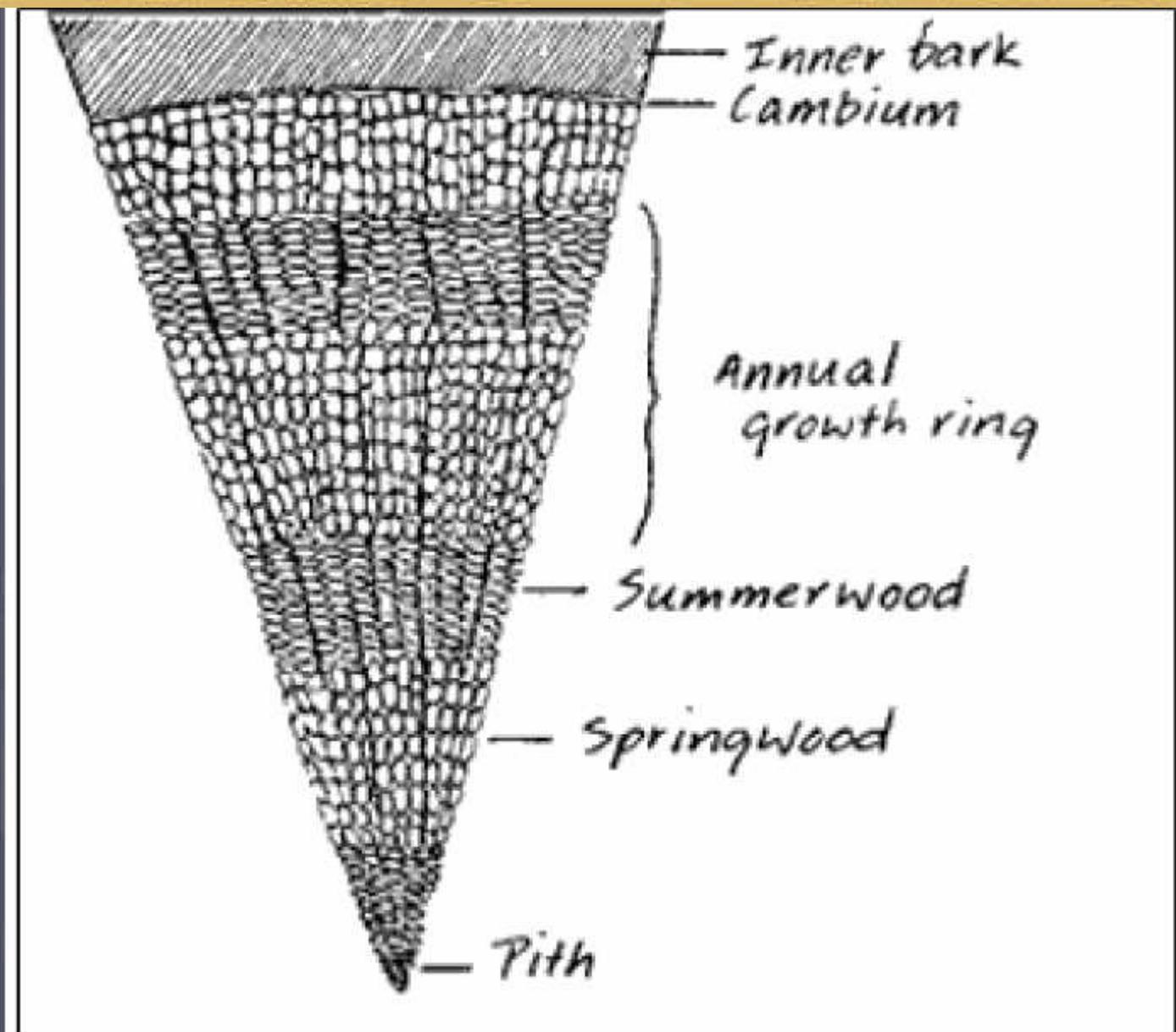
Compression wood forms here (under side)



Tension wood



Tension wood forms here (upper side)



四、林木个体的发育与结实

⌘ 林木个体的发育分为4个时期：

⌘ 幼年期

⌘ 青年期

⌘ 壮年期

⌘ 老年期

1.3.1 幼年期：种子萌发成苗到第一次开花结实

1.3.2 开花结实始期：林木开花结实的前三至五年（林木结实不稳定期）

1.3.3 壮年期（结实盛期）：林木快速生长或大量结实的时期

1.3.4 生长衰退期（结实衰退期）：生长速度明显降低，结实减少，病虫害严重

1.3.5 衰老更新期：枝梢枯死，树冠减小，内堂发生更新

第二节 林木群体的生长发育

一、林木群体生长发育规律（生长特点、培育任务）

幼苗阶段 seedling stage

幼树阶段 sapling stage

幼林阶段 young stand stage

中龄林阶段 half-mature or middleaged stage

成熟林阶段 mature stand stage

过熟林（衰老）阶段 overmature stand stage

2.1.1 幼苗期——从种子形成幼苗或植苗造林的前1~3年

- ▶ 生长发育特点:
- ▶ 对环境条件的要求和抗性:
- ▶ 栽培技术要求: 提高造林质量, 加强幼林抚育管理, 改善环境条件, 提高成活率和保存率

2.1.2 幼树阶段——从幼苗成活到林分郁闭之前，或称为郁闭前阶段

- ▶ 生长发育特点：根系迅速生长，根幅迅速扩大；分枝逐渐增加，树冠逐渐形成
- ▶ 对环境条件的要求和抗性：对杂草和干旱瘠薄抗性弱，容易形成小老树
- ▶ 栽培技术措施：加强幼林抚育（松土、除草、灌溉、施肥、平茬、除萌、间作），促进幼树生长；针叶树直播造林需要加强植生组的管理和侧方遮荫

2.1.3 幼龄林阶段——林分郁闭之后的5~10年或更长时间，为森林的形成期。

- ▶ 生长发育特点：前期为迅速生长期，林分开始郁闭，称为密林阶段；后期一些过密的林分开始出现林木分化，枝下高升高，林内死地被物积累，光照状况恶化，林分开始出现自然稀疏。这个阶段称为干材林阶段

高、径生长先后进入速生期，并逐渐开始郁闭

- ▶ 对环境条件的要求和抗性显著提高
- ▶ 栽培措施：前期继续加强幼林抚育，改善林地环境，促进林分生长；后期适当干预，保证林分个体健康发育

2.1.4 中龄林阶段——幼林以后到成熟之前

▶ 林分的生长发育特点：

幼龄林以后森林的外貌和结构大体定型

林分的生长过程先后由树高生长、胸径生长转入材积速生期，林分群体生物量构成中，干材所占比例增加，而枝梢和叶片所占比例减少

▶ 林分对环境条件的要求和抗性：加强森林保护，防治病虫害和森林火灾发生

▶ 栽培技术要求：林分个体已经达到一定的材种规格，可以根据一定原则和需要进行抚育间伐和利用。抚育间伐要结合具体情况确定（采种母树林、经济林、大规格用材林）

2.1.5 成熟林——森林蓄积连年增长量和平均生长量出现交叉，森林已经进入数量成熟

- ▶ 生长发育特点：树木高生长减缓或停止，树冠变宽，林分逐渐稀疏，林内出现林窗，光照条件改善，发生林下更新
- ▶ 对环境条件的要求和抗性：协调好林分生长与生态功能的关系
- ▶ 栽培技术措施：适时组织采伐和林下更新

二、林分发育阶段及其相应的年龄和龄级

| 林分生长发育阶段 | | 相应的年龄(a) | | | | 相应的龄级 |
|-----------|------|----------|-------|-------|-------|--------|
| | | 天然林 | | 人工林 | | |
| | | 一般树种 | 速生树种 | 一般树种 | 速生树种 | |
| 幼苗(成活)阶段 | | — | — | 1~3 | 1 | I |
| 幼树(郁闭前)阶段 | | 5~10 | 2~3 | 3~7 | 2~3 | |
| 幼龄林阶段 | 幼林形成 | <20 | <10 | <10 | <5 | I |
| | 干材林 | 21~40 | 11~20 | 11~20 | 6~10 | II |
| 中龄林阶段 | | 41~80 | 21~40 | 21~40 | 11~20 | III~IV |
| 成熟林阶段 | 近熟林 | 81~100 | 41~50 | 41~50 | 21~25 | V |
| | 成熟林 | 101~120 | 51~60 | 51~60 | 26~30 | VI |
| 过熟林(衰老)阶段 | | ≥121 | ≥61 | ≥61 | >31 | >VI |

三 林木群体生长量

- 1 林分平均高(average height)
- 2 林分平均胸径(average DBH)
- 3 林分断面积(cross area)
- 4 林分蓄积(
- 5 林分生物量 (biomass)

林分材积生长量

- 1 总生长量(gross increment)
- 2 净生长量(net increment)
- 3 收获量(yield)
- 4 枯损量(mortality)
- 5 采伐量(cut)
- 6 进阶生长量(ingrowth)

第三节 森林的生产力及其调控

一、森林生物量及其形成的生理生态学基础

- 1 光合速率(photosynthetic rate)
- 2 叶面积(leaf area)
- 3 生长期 (growth period)
- 4 老化过程 (senescence process)

二、森林生产力水平和潜力

- 1 森林生产力（**priductivity**）和森林生产潜力(**potential productivity**)的概念
- 2 我国森林的现实生产力

| 生态系 统类型 | 生物量(t/hm ²) | | 生产力[t/(hm ² ·a)] | |
|------------|-------------------------|------|-----------------------------|------|
| | 中国平均 | 世界平均 | 中国平均 | 世界平均 |
| 热带林、季雨林 | 382.66 | 400 | 18.78 | 19 |
| 亚热带(温带常绿)林 | 364.42 | 350 | 16.11 | 13 |
| 暖温带(温带落叶)林 | 253.64 | 300 | 6.89 | 12 |
| 寒温带(北方)林 | 176.12 | 200 | 5.82 | 8 |

全国各省(自治区)人工林林分面积与区域气候生产力

| 地区 | 人工林面积 (km ²) | 占全国的比率 (%) | 气候生产力 [t/(hm ² ·a)] | 参与计算气象 站个数 |
|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|
| 东北(辽、吉、 黑、内蒙) | 49960 | 23.38 | 7.146 | 122 |
| 西南(川、滇) | 22373 | 10.47 | 12.679 | 88 |
| 南方 | 108062 | 50.56 | 10.706 | 193 |
| 华北西北 | 26294 | 12.30 | 10.706 | 122 |

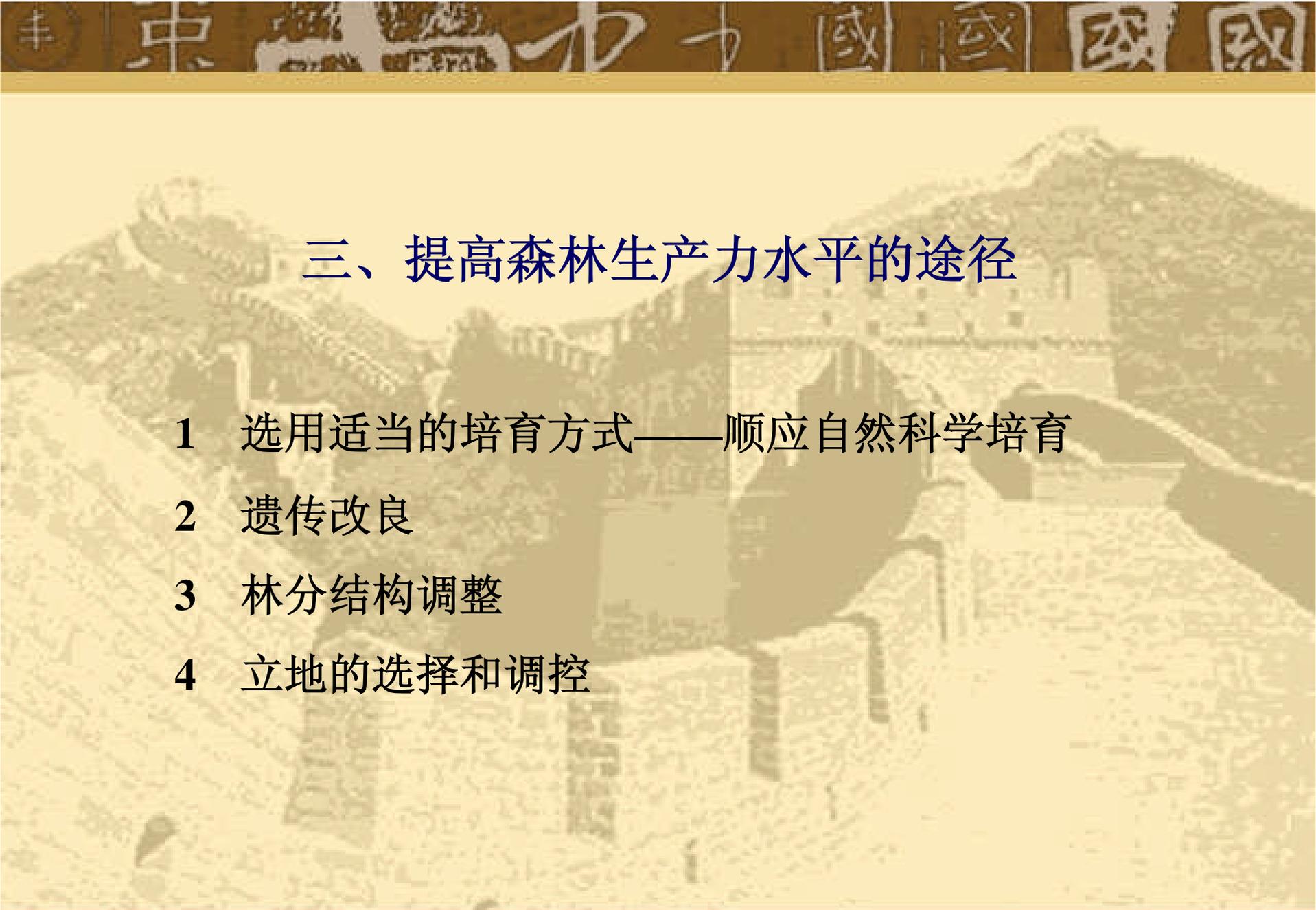
国内外高生产力的人工林实例

*包括间伐

| 自然地带 | 树种类别 | 国内 | | 国外 | |
|--------|------|--------------------|---|--------------|---|
| | | 主要树种 (地点) | 平均生产量 (m ³ /hm ²) | 主要树种 (地点) | 平均生产量 (m ³ /hm ²) |
| 温带 | 针叶树 | 红松(本溪) | 10.3* | 欧洲松(莫斯科) | 11.1* |
| | | 日本落叶松(本溪) | 13.9* | 欧洲落叶松(莫斯科) | 16.3 |
| 暖温带 | 针叶树 | 油松(山西太岳) | 7.0* | 日本柳杉(日本熊本) | 30.4* |
| | | 华山松(云南宜良) | 15.5 | 花旗松(美国华盛顿) | 23.4 |
| | | 柳杉(四川洪雅) | 24.8* | 辐射松(新西兰) | 21 |
| | 阔叶树 | 杨树(山东临沂) | 48.9 | 杨树(意大利) | 53.3 |
| | | 泡桐(河南扶沟) | 18 | | |
| 亚热带和热带 | 针叶树 | 杉木(福建建阳) | 35.7 | 湿地松(阿根廷) | 32 |
| | | 秃杉(云南保山) | 30 | 加勒比松(沙巴) | 48.3 |
| | | 冲天柏(云南昆明) | 17.1 | 柏木(哥伦比亚) | 18 |
| | | 加勒比松(广东湛江) | 16.9 | | |
| | 阔叶树 | 东门杂桉或巨尾桉 (广西东门) | 48~63 | 尾叶桉(巴西) | 70.5 |
| | | | | 蓝桉(印度) | 48.5 |

主要树种速生丰产林生长标准

| 树 种 | 栽培区类型 | 年平均生长量(m ³ /亩) | 目的材种 | 轮伐期(年) |
|-----|-------|---------------------------|-------|--------|
| 杉木 | I | 0.7 以上 | 中径材 | 20~30 |
| | II | 0.6 以上 | 中、小径材 | 20~25 |
| 马尾松 | I | 0.7 以上 | 中径材 | 20~30 |
| | II | 0.6 以上 | 中、小径材 | 20~30 |
| 湿地松 | I | 0.7 以上 | 中径材 | 20~25 |
| | II | 0.65 以上 | 中径材 | 20~25 |
| 水杉 | I | 0.78 以上 | 中径材 | 15~20 |
| | II | 0.70 以上 | 中、小径材 | 20~25 |
| 红松 | I | 0.6 以上 | 大径材 | 65 |
| | II | 0.5 以上 | 大径材 | 70 |
| 落叶松 | I | 0.6 以上 | 中径材 | 30 |
| | II | 0.5 以上 | 中径材 | 40 |
| 毛白杨 | I | 0.62 以上 | 大径材 | 16~20 |
| | II | 0.62 以上 | 大径材 | 16~20 |
| 柠檬桉 | I | 0.8 以上 | 中径材 | 16 |
| | II | 0.65 以上 | 中径材 | 20 |



三、提高森林生产力水平的途径

- 1 选用适当的培育方式——顺应自然科学培育
- 2 遗传改良
- 3 林分结构调整
- 4 立地的选择和调控