



Secondary Xylem Development (I)

次生木质部发育 I

针叶树 Coniferous Tree

木材生成机理重要部分

An Important Part of Wood Formation Mechanism

尹思慈 赵成功 龚士淦 著



科学出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

次生木质部发育(I)针叶树

——木材生成机理重要部分

Secondary Xylem Development(I)Coniferous Tree

——An Important Part of Wood Formation Mechanism

尹思慈 赵成功 龚士淦 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

次生木质部是树茎、根和枝的木材部位。本书详述了次生木质部一直是处于保持生命的构建过程中,而立木木材主体是非生命生物材料。利用单株树木内固着的木材差异研究次生木质部的动态变化,是生命科学与材料科学的交叉。本项目由种内株间变化的相似性证明这一变化性质属生物发育。次生木质部构建中存在发育现象首次得到了实验证明。这是原始理论研究成果,是木材生成机理的重要部分。

书中介绍了次生木质部发育研究发育采用的一些新概念和措施:生长鞘、两向生长树龄及其组合、树株内取样要求和必要的图示方式等。依据遗传特征证明次生木质部发育是树木生长中必然发生的自然现象,用生存适应分析它的形成。遗传学、植物学、进化生物学、木材科学和林学等学科的融合构成本项目的理论基础,多学科在以次生木质部为对象的研究中又都分别取得了认识上的新发展。用大量依据数学原理的曲线图示表明次生木质部生命中的动态变化符合遗传特征,使“生命是流”的哲学概念得到了实物证明。

本书适合生命科学多学科高年级大学生、研究生、高校教师、科研院所和林业生产单位学者们参阅。

图书在版编目(CIP)数据

次生木质部发育(I)针叶树:木材生成机理重要部分/尹思慈,赵成功,龚士淦著. —北京:科学出版社,2013.2

ISBN 978-7-03-035503-4

I. ①次… II. ①尹… ②赵… ③龚… III. ①针叶树-次生木质部-发育生物学-研究 IV. ①S79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 209899 号

责任编辑:李悦 贺密青/责任校对:朱光兰 宋玲玲

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 2 月第一次印刷 印张:37

字数:878 000

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

次生木质部是树木主茎、根和枝的木材部位。

本书以生命观点来看待次生木质部长时构建中的变化过程，是基础理论原始研究成果。

树木的发育变化表现在细胞、组织和器官三个层次上。木材在次生木质部的发育变化中生成，其生命变化发生在细胞和组织层次上。植物学已报道了次生木质部构建中逐年共同的细胞和组织生成中的生命变化过程。

木材形成机理中亟需认识逐年间生成的细胞和组织结构和性状间的差异根源，即树木在生命期木材形成中的发育变化。木材形成机理只能在次生木质部发育研究中得到进一步的充实和完备。

木材生成的特点是：主要构成细胞生命期仅数月，生命部位逐时更替保证了次生木质部在树木整体中一直是具有生命的生理和结构部位。次生木质部年年更换下的非生命部位都能在原位置长期不受触动原态保存。本项目研究首次把树株内的木材差异看做次生木质部生命变化过程遗存的实迹；用实验证明了这一变化过程符合遗传特征，并从理论上确认这一变化的生物学属性是生物的共性发育。

本书第一部分概论，第1章重点阐述研究理念萌发自对单株树木内木材差异性质的质疑及在研究中对此取得的感知。次生木质部的生命特征和构建中的两向生长树龄使发育研究必须采取与一般生物研究不同的实验取样和结果报告形式。第2章、第3章介绍能满足研究次生木质部长时生命变化的需要的相应措施。

次生木质部发育研究在多学科融合中进行，密切相关的学科有植物学、林学、木材科学、遗传学和进化生物学等。树木两向生长和次生木质部构建中逐年的共性细胞学过程是植物学内容；木材结构和性能测定是木材科学的项目；明确生物遗传变异的发生和用遗传特征证明次生木质部构建中的变化性质属发育现象需遗传学基础；以生物适应性认识发育变化的形成需具有进化生物学观点；表达发育变化需充分发挥数学工具的作用。以非生命木材材料研究长时生命现象使得本项目处于生命科学和材料科学的交叉点。

第二部分各章的重点是相关学科在本研究中具有重要作用的内容，而应用则需在领悟和拓展中取得。这些是次生木质部发育概念建立的基础。只有克服学科壁垒才能发挥共同作用。本项目研究的依据是次生木质部构建中存在生命变化。研究特点是，首次确定次生木质部发育相随的时间是树茎的两向生长树龄；次生木质部构建的每一固定位置都有确定对应的树茎两向生长树龄和生成后不变的性状值；样树内取样的分布要符合在回归分析中能取得两向生长树龄组合连续的结果；次生木质部发育的三维曲面图示用四种剖视的二维平面曲线替换等。这些都是次生木质部发育研究中的重要观点和措施。

第三部分各章以大量曲线示出五种针叶树次生木质部不同性状随两向生长树龄的变化。结果表明：单株树木次生木质部构建中的变化有序协调，种内株间具有相似性，并可观察出树种间次生木质部构建中变化的类同和差异。这些是生命中性状变化符合遗传控制的条件。一个性状的实验结果只能证明单一性状在次生木质部构建中的变化性质属发育。众多发育性状变化的聚合才构成次生木质部的发育现象。本成果次生木质部发育不是假说，而是经本项目实验充分证明存在的一个自然现象。

树木有关人类生活质量和保障生存环境，并是再生资源。次生木质部是树木构成中的主体。对它的发育研究具有重要的学术意义和实际价值。第四部分是在这一新研究方向上的体会和取得的结论。

本项目研究主持人尹思慈提出和完善了研究理念，拟定实验方案和数据处理要求，主持野外工作和采集样树，实验中全部台式螺旋放大仪下的测长，操作木材物理力学全部试样炉干和精密天平上各次称重，制作纤维形态测定全部样品，指导并参加全部实验，提出每幅图示方案，构建次生木质部发育研究理论基础，写著本项目两本学术研究专著；参加人赵成功确定数据处理适用方程形式，确定计算机数据处理所使用的软件工具，并指导运用，提供本书 2.5 数据处理和增篇(II)数据处理稿；龚士淦负责样树上取样和试样制作，并参加实验工作；张耀丽承担木材切片制作。大学三、四年级学生志愿工作者：高磊承担针叶树图示的计算机成图；孙洪宇操作力学试验机；王顺峰测计记录和计算机数据录入；显微镜下测定管胞形态尺寸的有吴远军(马尾松和云杉)、谢兰曼(落叶松和杉木)、熊先青(冷杉)；丁为强和熊先青(细胞计数)；钟伟鹏(松脂抽提)。

本书全英译本将在科学出版社出版。译本由尹盛斌译、尹思慈初校。孙红梅编辑对全书译文进行了全面细致地审校。译本符合著作原意。中、英两种文字在语序和语法上的差别，使本书中、英版本在学术内容表达上能得到相互有助的效果。

中国国家自然科学基金委员会 1989 年首次对本项目给予项目资助，后再连续两次项目资助，并又批准研究成果出版资助。南京林业大学对研究工作具体领导和支持。这些是本项目二十三年间能坚持进行的必要条件。

国家科学技术学术著作出版基金资助使本著作能得到国内、外同行和相关专家的更多评议机会。本项目虽尽科学审慎，但毕竟是次生木质部发育研究的初试，难免有挂一漏万之虑，敬请不吝指正。

尹 思 慈

2012 年 6 月于南京林业大学木材工业学院

目 录

前言

第一部分 概 论

1 引言	2
摘要	2
1.1 次生木质部发育的自然背景	2
1.2 次生木质部发育研究理念的源头、形成和内容	5
1.3 确定次生木质部发育研究实验措施的理论依据	10
1.4 次生木质部发育研究的原创性	16
2 实验措施、材料和数据处理	19
摘要	19
2.1 测定	20
2.2 实验材料的选择因子	21
2.3 实验材料	22
2.4 确定次生木质部取样位置的生成时间	31
2.5 数据处理	34
3 用图示证明次生木质部生命中存在发育现象	36
摘要	36
3.1 次生木质部发育图示的条件和必要性	37
3.2 次生木质部两向生长树龄发育图示的特点	38
3.3 有关次生木质部内年轮位置序数的词语	42
3.4 对四类主要图示的说明	44
3.5 对本书附表的说明	46
3.6 附表数据在图示绘制中的应用	47

第二部分 相关学科的作用和在应用中取得的进展

4 生物学有关发育概念的论述和在应用中发展	50
摘要	50
4.1 生物学有关发育概念的综述(I)——与发育有关的特征	51
4.2 生物学有关发育概念的综述(II)——发育的动态哲学概念	53
4.3 生物学有关发育概念的综述(III)——与发育有关的一些生物学疑点	54
4.4 对发育概念的商榷	55
4.5 生物发育的共性	61
4.6 次生木质部适合作为确定生物发育共性研究实验材料的条件	66

引用文献	68
5 植物学的作用和在应用中取得的进展	70
摘要	70
5.1 树木发育	71
5.2 对树木发育方面领悟的拓展	81
5.3 本项目对树木生长取得的理论进展	85
5.4 植物学对树木生长和本项目对次生木质部发育在研究方法上的差别	86
6 木材科学和林学的作用和在应用中取得的进展	88
摘要	88
6.1 次生木质部是变化过程受固化的实迹	89
6.2 生长鞘	89
6.3 两向生长树龄	92
6.4 次生木质部生命中发育变化的性状、时间和空间	95
6.5 本章专业词语辨析	97
6.6 次生木质部发育研究在木材科学和林学方面取得的进展	98
7 遗传学的作用和在应用中取得的进展	101
摘要	102
7.1 次生木质部发育研究中有重要作用的细胞学和遗传学成果(I)——遗传物质	103
7.2 次生木质部发育研究中有重要作用的细胞学和遗传学成果(II)——遗传物质的复制和重组	106
7.3 次生木质部发育研究中有重要作用的遗传学成果(III)——遗传性状、获得性 和对发育性状的调控	109
7.4 遗传学观点下的树木	117
7.5 遗传学观点下的次生木质部	121
7.6 专业词语辨析	126
8 进化生物学的作用和在应用中取得的进展	128
摘要	128
8.1 发育研究中具有重要作用的生物演化概念	129
8.2 树种间次生木质部的突变现象和亲缘关系	132
8.3 适应的动态性	133
8.4 树木在演化中形成的适应性	134
8.5 次生木质部及其构成细胞的演化和功能适应性	137
8.6 结论	140

第三部分 实验证明

9 次生木质部管胞形态的发育变化(I)——管胞长度	142
摘要	143
9.1 相关学科对管胞长度研究的成果	145

9.2	本项目对管胞长度研究的认识	148
9.3	实验方法	148
9.4	次生木质部不同高度径向逐龄管胞长度的发育变化	150
9.5	次生木质部逐龄生长鞘管胞长度沿树高的发育变化	161
9.6	次生木质部各年生长鞘全高平均管胞长度随树龄的发育变化	165
9.7	不同高度、相同离髓心年轮数、异鞘年轮间管胞长度的有序发育差异	170
9.8	各龄段管胞平均长度	173
9.9	管胞长度发育变化的三维图示	174
9.10	结论	177
	引用文献	179
10	次生木质部管胞形态的发育变化(II)管胞宽度	188
	摘要	189
10.1	管胞宽度研究上的新视野	190
10.2	管胞的径、弦向宽度	191
10.3	实验方法	192
10.4	不同高度径向逐龄管胞宽度的发育变化	192
10.5	逐龄生长鞘管胞宽度沿树高的发育变化	201
10.6	各年生长鞘全高平均管胞径向宽度随树龄的发育变化	204
10.7	不同高度、相同离髓心年轮数、异鞘年轮间管胞径向宽度的有序发育差异	208
10.8	短、长不同龄段管胞平均径向宽度的变化	212
10.9	管胞宽度发育变化的三维图示	213
10.10	结论	215
11	次生木质部管胞形态的发育变化(III)管胞长宽比	222
	摘要	223
11.1	管胞长宽比实验数据	223
11.2	不同高度径向逐龄管胞长宽比的发育变化	223
11.3	逐龄生长鞘管胞长度沿树高的发育变化	226
11.4	各年生长鞘全高平均管胞长宽比随树龄的发育变化	230
11.5	不同高度、相同离髓心年轮数、异鞘年轮间管胞长宽比的有序发育差异	234
11.6	短、长不同龄段管胞平均长宽比	239
11.7	次生木质部发育变化中管胞长度和宽度的相关性	243
11.8	次生木质部管胞形态发育变化的总结	243
12	次生木质部构建中逐龄径向增生管胞个数的发育变化	251
	摘要	252
12.1	各学科对木材细胞的研究	253
12.2	本项目对年径向增生管胞个数研究的认识	254
12.3	实验方法	255
12.4	落叶松径向逐龄增生管胞个数的发育变化	256

12.5	冷杉径向逐龄增生管胞个数的发育变化	262
12.6	马尾松径向逐龄增生管胞个数的发育变化	266
12.7	杉木径向逐龄增生管胞个数的发育变化	271
12.8	树种间径向逐龄增生管胞个数的比较	275
12.9	针叶树逐龄增生管胞个数发育变化研究中取得的理论认识	279
13	次生木质部构建中基本密度的发育变化	285
	摘要	286
13.1	木材密度在林业和木材科学研究中的学术范围	286
13.2	基本密度在次生木质部发育研究中的新应用	287
13.3	实验	288
13.4	不同高度径向逐龄基本密度的发育变化	289
13.5	各龄生长鞘基本密度沿树高的发育变化	293
13.6	逐龄生长鞘全高平均基本密度的发育变化	298
13.7	树茎中心部位相同离髓心年轮数、不同高度、异鞘年轮间发育差异的变化	301
13.8	各龄段平均基本密度的变化	306
13.9	次生木质部基本密度发育变化在 20mm 边长立方体试样测定结果上的表现	307
13.10	结论	311
14	次生木质部构建中木材力学性能的发育变化	321
	摘要	322
14.1	木材力学性能在林业和木材科学研究中的学术范围	323
14.2	木材力学性能在次生木质部发育研究中的新应用	324
14.3	实验	325
14.4	抗弯强度在次生木质部构建中的发育变化	328
14.5	抗弯弹性模量在次生木质部构建中的发育变化	333
14.6	顺纹抗压强度在次生木质部构建中的发育变化	337
14.7	五种针叶树主要力学性能随两向生长树龄发育变化的树种趋势	341
14.8	次生木质部发育变化中力学性能与基本密度的相关关系	343
14.9	结论	350
15	次生木质部构建中木材干缩性的发育变化	351
	摘要	352
15.1	木材干缩性在林业和木材科学研究中的学术范围	352
15.2	木材干缩性在次生木质部发育研究中的新应用	353
15.3	弦向全干缩率在次生木质部构建中的发育变化	355
15.4	径向全干缩率在次生木质部构建中的发育变化	360
15.5	纵向全干缩率在次生木质部构建中的发育变化	365
15.6	五种针叶树木材干缩性随两向生长树龄发育变化的树种趋势	368
15.7	次生木质部发育变化中木材干缩性与基本密度的相关关系	369
15.8	结论	369

16 次生木质部构建中生长鞘厚度的发育变化	378
摘要	379
16.1 年轮宽度在多学科中的应用	380
16.2 生长鞘厚度在次生木质部发育研究中应用的理论依据	380
16.3 生长鞘厚度在次生木质部发育研究中的应用	382
16.4 不同高度径向逐龄年轮宽度的发育变化	384
16.5 逐龄生长鞘鞘层厚度沿树高的发育变化	390
16.6 各年生长鞘全高鞘层平均厚度随树龄的发育变化	397
16.7 树茎中心部位相同离髓心年轮数、不同高度、异鞘年轮间年轮宽度发育差异的变化	401
16.8 各龄段生长鞘鞘层平均厚度的变化	408
16.9 结论	409
17 次生木质部构建中晚材率的发育变化	420
摘要	421
17.1 晚材率是一个重要的材性指标	421
17.2 本项目对晚材率研究的认识	422
17.3 测定方法	422
17.4 不同高度径向逐龄晚材率的发育变化	424
17.5 逐龄生长鞘晚材率沿树高的发育变化	425
17.6 各年生长鞘全高平均晚材率随树龄的发育变化和龄阶平均值	428
17.7 树茎中心部位相同离髓心年轮数、不同高度、异鞘年轮间晚材率发育的有序差异	431
17.8 结论	433
18 次生木质部构建中树茎材高、生材材积和全干重的发育变化	440
摘要	441
18.1 材高的发育变化	441
18.2 生材材积和全干重的发育变化	444
18.3 结论	460
19 根、枝和主茎次生木质部发育变化的比较	464
摘要	465
19.1 根、枝和主茎的发育过程	466
19.2 取样、测定和比较	467
19.3 根、枝和主茎次生木质部管胞长度发育变化的比较	468
19.4 根、枝和主茎次生木质部管胞宽度发育变化的比较	471
19.5 根、枝和主茎管胞长、宽度发育变化的图示	474
19.6 根、枝和主茎次生木质部管胞长宽比发育变化的比较	477
19.7 根、枝和主茎次生木质部基本密度发育变化的比较	479
19.8 根、枝和主茎次生木质部鞘层厚度发育变化的比较	483
19.9 根、枝和主茎次生木质部晚材率发育变化的比较	491

19.10 五树种根、枝和主茎次生木质部发育变化的概要	496
20 次生木质部生成中与发育有关的一些其他性状	531
摘要	531
20.1 自然着枝和木节	532
20.2 天然斜纹	541
参考文献	545

第四部分 总 括

21 继承和新认识	548
21.1 植物学	548
21.2 测树学	549
21.3 林业科学	549
21.4 木材科学	549
21.5 遗传学	550
21.6 进化生物学	551
21.7 数学和计算机运用	551
22 理论创新	552
22.1 次生木质部的生命	552
22.2 次生木质部发育变化发生在空间“体”中	552
22.3 两向生长树龄	553
22.4 次生木质部中不变的静态木材差异在动态变化的构建中生成	553
22.5 次生木质部中性状的固着状态、位置与生成时间的关系	554
22.6 次生木质部构建中的自身变化受遗传控制	554
22.7 次生木质部构建中变化过程的生物属性是发育	554
22.8 生长是发育现象中的一种变化	554
23 证明次生木质部构建中存在发育变化过程须采取的 necessary 实验措施	555
23.1 实验树种和采伐地的选择	555
23.2 样木株数	555
23.3 样树内的取样	555
23.4 发育性状的选定	556
23.5 发育性状的测定	556
23.6 发育性状随两向生长树龄规律性变化的表达	556
24 洞察、展望和结论	558
24.1 洞察	558
24.2 展望	563
24.3 结论	565

增 篇

1 胸高年轮宽度和晚材率发育变化的四向对称性——树茎圆柱对称性的实证	567
---	------------

1.1	问题的提出	567
1.2	树茎圆柱对称性在年轮宽度上的表现	567
1.3	树茎圆柱对称性在晚材率上的表现	571
1.4	结论	575
2	计算机数据处理步骤	576
2.1	数据的组织	576
2.2	数据的处理方法	577
2.3	绘图	579

第一部分 概 论

次生木质部发育看似是熟悉的词语，实为学术空白点。它的存在要用遗传特征来证明。本项目实验结果表明，它的发生具有受遗传控制的程序性。这是一个有待深究的自然现象。

1 引言

- 1.1 次生木质部发育的自然背景
 - 1.1.1 次生木质部在生命中的构建过程
 - 1.1.2 活树次生木质部的主体是非生命木材
 - 1.1.3 单株树木内的木材差异不是遗传中的变异
 - 1.1.4 次生木质部在生命中的变化
 - 1.1.5 次生木质部中木材差异表现出具有趋势性
 - 1.1.6 新词“生长鞘”
 - 1.1.7 对“发育”涵义的商榷
- 1.2 次生木质部发育研究理念的源头、形成和内容
 - 1.2.1 “次生木质部发育”概念的新见
 - 1.2.2 次生木质部发育研究必须充分利用其构建中的内在因素
 - 1.2.3 次生木质部体内位置的新作用
 - 1.2.4 用新观点来考虑次生木质部发育研究的时间因子
 - 1.2.5 次生木质部发育研究的实验求证主题
 - 1.2.6 次生木质部发育研究实验取得成功的键
 - 1.2.7 数学和计算机的工具作用
 - 1.2.8 次生木质部发育变化在树木动态适应中的作用
 - 1.2.9 次生木质部发育研究的理论意义和实际价值
- 1.3 确定次生木质部发育研究实验措施的理论依据
 - 1.3.1 发育是有机体在遗传控制下的自身变化过程
 - 1.3.2 次生木质部构建中的动态发育变化和静态木材差异间的关系
 - 1.3.3 采用两向生长树龄研究次生木质部发育变化
 - 1.3.4 次生木质部构建中位置与时间的确定关系及在样树中取样位置分布上的重要性
 - 1.3.5 图示在表达次生木质部发育变化中的作用
- 1.4 次生木质部发育研究的原创性
 - 1.4.1 新理念
 - 1.4.2 对次生木质部发育研究实验具有重要作用的一些因素
 - 1.4.3 用实验证明次生木质部构建中的变化符合遗传特征
 - 1.4.4 设定次生木质部发育变化的图示式样
 - 1.4.5 多学科的融合和充分利用数学手段
 - 1.4.5.1 相关学科的基本理论在应用中充分发挥了作用,并取得了新认识
 - 1.4.5.2 生物发育的共性
 - 1.4.5.3 数学手段的作用

摘要

次生木质部构建中的变化存在于它各层次结构的生命过程中。次生木质部发育研究需了解与这一过程有联系的相关学科成果,同时需明确次生木质部发育理念的新颖所在,以及实验设计的理论依据和原创性。

1.1 次生木质部发育的自然背景

自然背景是客观的事实,但观察到这些事实就具有意识的作用。例如,在认识事实中,由于它们的汇集而能觉察出一个尚待发现的新事实,就有另一层意义。

本节所论及的内容都是植物学和木材科学公认的成果。本项目由它们才衍生出有关次生木质部发育的新思维,并构筑了次生木质部发育研究需认识的自然背景。这些内容在第二部分将有详述。

1.1.1 次生木质部在生命中的构建过程

次生木质部(木材)是树木主茎、根和枝相通的一个结构部分。它的构建是在树木的生命活动过程中进行的。

树茎生长由高、径两向生长构成。高生长起源于茎端原分生组织，直径生长是形成层分生的结果。原分生组织位于茎端，是显微镜才能分辨的细胞群，树木生命期中的高生长一直依赖于它发生；形成层是位于树皮和次生木质部(木材)间的分生组织细胞鞘，它贯通树茎全高。形成层原始细胞由原分生组织分生，并经分化后产生。形成层分生前的茎端高向区间是树茎高生长范围。这一范围的全部组织都归属初生分生组织，而后都成为初生永久组织。其中仅形成层恢复分生机能并一直保持，被称为次生分生组织。

树木主茎在梢端质嫩的一年生高度部分就出现次生木质部。木射线是识别次生木质部的解剖特征。树茎各高度横截面邻近髓心第一个年轮就包含木射线，它标志着次生木质部已开始存在。树茎次生木质部在任一高度开始形成时，这一高度的高生长就停止。即树高生长只发生在顶端一年生的范围内，并在这一范围的下端开始直径生长，此处高生长开始停止。高生长区间(茎端)的位置是逐时在向上移动的，移动中的高生长范围的发育变化是细胞分生和分化，这一部位的全体细胞处于生命状态。其高度范围都是当年长成。直径生长的高度范围随高生长而不断向上扩张，此后各高度的直径生长逐年一直在全树茎原位上持续进行着。产生树茎直径生长的形成层鞘层，是由下向上逐时随树茎高生长延伸的，并伴同树茎增长而自行扩大周长。

形成层是侧生分生组织。由它产生的木质部(向内)和树皮韧皮部(向外)都是次生组织。树茎真髓心的外层是初生木质部。初生木质部在树茎中的厚度极薄、体积甚微。在低倍放大下，它与髓心间的区界难以分辨。一般，就把初生木质部纳入髓心。树茎高生长停止后的部位逐年向外扩大增添的木质部分全都为次生木质部。树茎中除树皮、髓和难以分辨的形成层外，都是次生木质部。在根、枝的构成中亦如此。次生木质部是一个解剖部位，木材是它作为材料的通用词。

由上述事实，本项目进而明确：①树茎两向生长逐时在顶梢高向移动中呈连续转换，在树茎上同时进行，但不发生在同一高度；②茎端原分生组织的存在时限随着树高生长在增长，不同高度的形成层原始细胞由存在时限不同的原分生组织生成，树茎不同高度的形成层分生组织的生成时间尚存在随位置而有早迟的连续差别。

1.1.2 活树次生木质部的主体是非生命木材

管胞占针叶树材体积的 90%~94%，它的细胞生命期仅数月。纤维和导管约占阔叶树材材积的 2/3，其生命期的时限与针叶树次生木质部中的管胞类似。边材中的薄壁细胞尚具生命；在心材开始形成后，随着树茎扩大新边材连续形成，前边材部位在不断地转变成心材。在这一过程中，边材具生命的薄壁细胞生理死亡。

本项目从上述事实中意识到，次生木质部是树木中的生命部位，但它的大部分体积是非生命的。这部分非生命体积是逐年在生命中生成的，各年每一层次在短暂生命后都得到完整保存。

1.1.3 单株树木内的木材差异不是遗传中的变异

汉语中变异(variation)不是日常用语,其在生命科学中的用意需符合遗传学的概念。在当今生命科学文献中,这是 variation 正确应用的唯一规范。

英语中 variation 既是日常用语,又是科学术语。但在生命科学中应用则必须遵循遗传学的概念。

迄今,林业和木材科学的中、外著作中,用词“单株内木材的变异”(wood variation within a tree),同时用词“单株树木内木材构造的可变性”(variability of wood structure within a tree)。这些实际都是把 variation 当做普通词“差异”来应用,而由此产生的认识却使木材形成理论长期在禁锢中无法产生新突破。

从遗传学观点,变异一般是发生在种内个体间。单株植物内的木材差异是在个体生命过程中生成,并且表现出差异的规律性,这类差异的性质不应该归属于遗传学的变异范畴。次生木质部是树木营养器官主茎、根和枝的一部分,即使在这些部位发生突变,也不可能在有性繁殖中具有遗传性。从发育变化的理论高度来看待长时间在个体立木内生成的木材差异,是本项目研究次生木质部构建的新视角。

1.1.4 次生木质部在生命中的变化

植物学有形成层细胞分生木质细胞过程的研究成果。植物学报道的这一过程是逐年形成层分生和细胞分化中的共性变化。

本项目由上述事实意识到,次生木质部构建中的变化不会仅发生在细胞层次,必定还会在长时间生成的组织层次间存在。

1.1.5 次生木质部中木材差异表现出具有趋势性

木材科学已取得数量丰富的有关树株内木材差异的测定结果。这些报道中,树茎水平径向木材差异的位置用离髓心年轮数标注,纵向用所在高度标注,它们都显示出树株内木材差异具有趋势性。

本项目由上述事实意识到,静态的木材差异是在动态的生命过程中生成,静态差异的趋势性反映出动态生命中存在的变化受遗传控制的程序性。

1.1.6 新词“生长鞘”

次生木质部是树茎的最主要部分,呈薄层重叠状,每一薄层的形态是鞘状。本书把它命名为生长鞘,简称鞘。生长鞘横截面呈环绕髓心的圆形环状,仍称年轮。

1.1.7 对“发育”涵义的商榷

本书中用何词来恰当表达次生木质部构建中存在的规律性变化,是值得考虑的问题。

汉语中发育(development)多用于表达生物的成长,并特别把它与繁殖能力的发展联系起来。这就大大限制了它应用的覆盖范围。

英语中 development 既是科学术语,又是普通词,都含有发展和变化的涵义。

发育概念在本书中确定的内涵是,有机体生命过程中自身受遗传控制的程序性变化。归属生物发育的变化需具备的必要条件是:①受遗传控制;②是程序性生命中的一

部分；③使生物个体在体内获得能维持生存的协调性，并对环境具适应性；④在保持物种的永续中有作用。

科学词语是人们对自然认识的意识反映，其内涵随着对自然探索的深化而在不断得到补充甚至更新。

生命科学中有个体发育(ontogeny)和系统发育(systematic development)两词。系统发育是用于生物的进化过程，这里的发育涵义不言而喻是变化，而且这种变化是长时间由原始生物至复杂的进化生物，并将继续下去。那有什么理由把个体发育只限于个体生命中的一阶段或部分方面呢？

1.2 次生木质部发育研究理念的源头、形成和内容

本项目是利用非生命材料(木材)来研究立木次生木质部生命中的变化。长时间中生命的变化过程，能以实迹形式完整地保存在由生命变化生成的非生命材料中，并能由它在生物体中不变的固定位置清楚地分辨出各位点的生成时间，实为生物界的罕见现象。

植物学和林学有研究树木生长的成果，木材科学有测定木材结构和性能的方法，迄今尚留下“次生木质部构建的变化过程”的学术空白。这表明次生木质部发育现象必定存在着较深程度的掩蔽。树木是人类生存环境的主要生物类别，木材是人类惯用的材料，长期形成的习惯认识阻碍着人们进一步地思考。依据变化中受固定的材料研究曾发生过的变化，在自然科学中已有可借鉴的实例，凝固的地壳是地表形成中地质变化的实迹。

本项目研究理念是在一系列质疑中萌生，研究思想、方法和内容是在解决这些问题的过程中产生并得以完善。本节框文是在本项目研究中产生有启示作用的质疑。框下是简要应答，各章将再详论。

1.2.1 “次生木质部发育”概念的新见

在植物学和林业科学中都甚少提及“次生木质部发育”一词，但它并非新词。而本项目研究主题中的“次生木质部发育”概念却是新识。其特点是立足变化过程来看待次生木质部的生成。新概念标志着次生木质部在树木生命过程中同样存在着生物共性发育的自然现象。

研究主题

本项目的研究主题是发现和证实次生木质部构建中存在发育现象。次生木质部发育现象是次生木质部构建中在遗传控制下的自身变化过程。其特点是：①发生在生命的持续过程中；②随时间变化；③具遗传的规律性。

进行研究的路径是，发现树木中各位点木材间的静态差异是生命中各时动态变化的遗存实迹，只有通过实验取得这一变化具有遗传规律性的证明后，才能确定次生木质部构建中存在发育现象。

发育是现代生命科学三大核心内容之一。本项目对发育的认识是有机体生命中在遗传控制下随时间的自身变化过程。这里把有机体与外界的交换(新陈代谢)排除在发育概