

许明宪 编著

果树修剪生理

天津出版社

序

果树修剪在古代是一门艺术，在欧洲的宫廷里供贵族欣赏，凭匠人想像的美观形式进行整枝修剪。二十世纪三十年代以后，许多学者开始从生理的观点来评论各种修剪技术对于果树生长结果和果实品质的影响，使之成为一门果树栽培有关的科学。

我国自古以来，就有果树修剪技术的记载。《齐民要术》（533—544年）中记载：“正月一日，日出时，反斧斑椎之，名曰嫁枣。不斧则花而无实，斫则子萎而落也。”

《农政全书》（1639年）中记载：“凡果木，皆须剪去繁枝，使力不分。不信时，试看开花结果之际，凡无花无果细枝，后来亦须发叶，岂不减力？若预先芟去，则力聚于花果矣。”可见我国古代的果树修剪技术，是以早果、丰产的营养积累为目的的。抹芽、控梢、扭枝、圈枝等技术，早已为果农所使用。但这些修剪措施的生理规律和经济效益，缺乏系统的研究分析。

果树的修剪技术，历年来是我国果树界争论的课题。有些学者强调树形，另一些学者主张省工修剪，各执己见，争论不休。果树修剪的目的，是要增加单位面积产量、丰产稳产，提高果实品质，降低生产成本。修剪应当根据每种果树生长结果习性的要求，根据树种、品种的萌发力、发枝力、花芽分化、营养需要的要求，因时、因地、因树决定修剪的

轻重、修剪的方法和修剪的时期。修剪直接影响树势和根系的发展，修剪越重，削弱生长程度越大。夏剪比冬剪削弱树势更大。合理修剪可以调节养分输导，提早结果，丰产稳产。

挚友许明宪教授对于果树生理学造诣很深，果树修剪研究有素。从果树生理上说明果树的种、品种的需光量，树冠结构，栽培密度，生态环境与果树修剪的关系，修剪对根系、枝干、叶绿素含量、果树体内养分、内源激素的合成、运输、分配的影响，疏花疏果与保花保果的生理基础，激素、胚、胚乳养分的调节与竞争的关系，夏季抹芽、环割对枝叶与幼果的营养竞争的控制，对幼果脱落的影响。最后提出生长调节剂的化学修剪和机械修剪新技术的应用。

全书立论精确，图文并茂，实为果树栽培学上一本科学性、逻辑性较强的好书，特此为《果树修剪生理》的出版作序志贺。

章文才

于武汉华中农业大学

1991年12月1日

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 修剪的意义.....	(1)
第二节 修剪的目的和作用.....	(2)
第二章 修剪的生态调节	(8)
第一节 光照调节.....	(8)
第二节 温度调节.....	(25)
第三节 空气调节和灾害预防.....	(29)
第四节 水分调节.....	(32)
第三章 修剪的生理调节	(36)
第一节 果树各器官的功能.....	(36)
第二节 果树体内养分的运输与分配.....	(55)
第三节 修剪的解剖学及生理学效应.....	(83)
第四章 各种修剪技术的生理效应	(86)
第一节 疏 剪.....	(86)
第二节 短 截.....	(91)
第三节 长放与缩剪.....	(105)
第四节 修剪量的生理效应与经济效益.....	(112)
第五节 开张角度.....	(121)
第六节 造伤调节及生理机制.....	(129)
第七节 疏花疏果与保花保果的生理基础.....	(152)
第八节 根系修剪及其效应.....	(165)

第五章	不同季节和不同年龄时期的修剪生理 ·····	(180)
第一节	不同季节的修剪生理·····	(180)
第二节	不同年龄时期的修剪生理·····	(191)
第六章	简化修剪的生理基础 ·····	(197)
第一节	简化修剪技术·····	(197)
第二节	化学修剪·····	(201)
第三节	机械化修剪·····	(208)
主要参考文献	·····	(210)

第一章 绪 论

第一节 修剪的意义

修剪包括整形和剪枝两个部分，“修”是修整树形的意思，“剪”是剪裁枝条的意思，二者合起来就是指整形和剪枝。在习惯上，常用整形和修剪两个名词，二者虽有明显的特殊含义，但也有密切关系。

一、整形

整形也称整枝。为了使果树早结果、高产、稳产、优质、便于管理以及降低成本，有必要把果树修剪成一定的骨架结构和外形，使每株果树都能合理利用空间，充分利用光能。整形只有通过修剪技术才能完成。

二、修剪

在整形过程中以及整形任务完成之后，为使果树维持既定的形状和结构，并且达到早果、高产、稳产、优质和低成本等目标，就需要应用短截、疏枝、缩剪、剪梢、摘心、除萌、压枝、扭梢、环剥、环切、疏花、疏果等许多手术和方法来管理果树。这些手术和方法，除了用果树剪之外，还要用锯、刀、棍棒、绳索等。所有控制果树生长和结果的机械手

法，甚至加上近年来广泛应用的化学抑制剂等，都属于广义的修剪。

控制果树生长和结果的措施中，除整形修剪、化学控制之外，还有更重要的肥水控制。这些措施一定要和修剪措施配合，才能更好地达到栽培目的。

果树栽培必须以肥水为基础，病虫害防治作保证，再加上合理的修剪调节，才能有效地控制生长和结果，达到早果、高产、优质和低成本的目标。

第二节 修剪的目的和作用

合理的修剪可以达到下述目的和起到下述作用：

一、早结果

对不同种类和品种的果树，结合不同的气候条件、土壤条件，采用不同的修剪措施，对幼树开花结果迟早的效应也不同。

西北农学院1979年春定植的红星和金冠苹果1年生苗，1980年5月起进行不同修剪处理，以完全不整形修剪为对照，第三年（1981）的修剪反应如表1—1所示。

从表1—1可以看出，压枝十环切可以显著提早结果，不修剪则延迟结果。

从表1—2和表1—3可以看出，不同整形方式，又显著影响早期产量。纺锤形比疏散形的红富士4—5年生树产量高出25—100%左右（兰州市农科所1991）。

表1-1 不同修剪处理对3年生苹果开花结果的效应

处 理	红 星 (果枝%)	金 冠 (果枝%)
压枝+倒贴皮	4.20	44.70
压枝+环切	9.50	49.60
压枝+摘心	0.75	20.95
压枝	0	18.20
不修剪(对照)	0	0

注：各处理单株重复6—12次

表1-2 不同整形方式对5年生红富士生长座果的影响
(1981)

项 目 形	树 高 M	干 高 cm	干 周 cm	枝 展	枝 叶 覆 盖 率	骨 干 数		枝 组 数				座 果 数
						主 枝	侧 枝	合 计	大 组	中 组	小 组	
疏散形	3.5	43	32	2.9×3.0	45.1	3	6	117	9	20	88	104
纺锤形	3.0	40	31.6	3.1×3.2	51.4	1	15	144	15	16	113	218

表1—3 不同整形方式对4—5年生红富士产量的影响(1991)

项目 树形	树龄	调查株数	花序量			座果量			株产 (公斤)
			数	骨干枝 (%)	临时枝 (%)	数	骨干枝 (%)	临时枝 (%)	
			目			目			
疏散形	4	3	42	23.3	76.7	74	22.9	77.1	7.5
	5	3	78	32.1	67.9	104	34.6	65.4	9.5
纺锤形	4	3	63	93.7	6.3	108	85.2	14.8	10.0
	5	3	167	80.8	19.2	218	81.7	18.3	19.5

二、高产

针对品种特性进行适度修剪,可以提高产量,见表1—4。

从表1—4看来,轻剪和长放能显著提高产量。

表1—4 不同修剪处理对盛果期苹果产量的影响
(石家庄果树研究所, 公斤/单株)

品种	处理	1972年	1973年	1974年	1975年	1976年	1977年	合计	平均
红	长放	28.0	228.0	156.5	252.6	149.6	182.3	997.2	166.2
	轻剪	31.8	163.5	186.5	158.6	41.6	162.6	744.7	124.1
星	重剪	53.3	175.5	21.2	167.4	108.1	208.0	734.1	122.3
金	长放	75.3	194.5	279.9	213.5	280.3	147.8	1,191.4	198.6
	轻剪	41.8	253.0	135.5	264.6	209.1	314.3	1,218.4	203.1
冠	重剪	91.5	66.6	140.8	101.0	229.8	175.1	805.0	134.1

河北石家庄果树研究所对鸭梨幼树采用不同冬剪方法，产量差异极为显著。长放是提高早期产量的主要措施。

表1—5 不同修剪方法对鸭梨产量的影响

(1974—76, 5—7年生)

处 理	单株平均枝量			单株平均花芽数			单株平均产量 (公斤)		
	1974	1975	1976	1974	1975	1976	1974	1975	1976
1.用短截法整形和修剪	129	206	307	23	61	238	9.8	25.4	63.4
2.主侧枝短截, 其他枝长放	318	793	1133	131	249	609	48.4	90.8	114.5
3.全部枝条长放 (第4年起)	601	1394	2329	449	328	1675	108.6	142.8	210.6

三、稳产

针对不同品种特性，采用相应的措施修剪比不剪（包括长放）的产量要稳定些，大小年不悬殊。

不修剪产量虽高，但质量差，小果多，总产值也不一定高，因为修剪的树好果率高，产值往往也较高。

山东威海市温泉公社河西大队50亩山地苹果，1953年定植，每亩33株。1976年开始轻剪，多留枝，每亩枝量28~30万。1978年起到1984年逐步减少为24~26万。从1977年起连续7年，每年疏蕾、疏花和疏果三次，配合其他管理措施，每年亩产万斤以上，成为苹果大面积高产、稳产的典型。

四、优质

合理修剪提高果实品质，不修剪降低品质，参见表1—

表1—6 桃幼树不同程度修剪对果实产量及品质的影响

修剪程度	修剪量 (公斤)	结果数 (个)	采收果数	产量	平均果重
			(个)	(公斤)	(克)
轻剪	5.72	7,307	2,312	175.5	77.1
中剪	27.35	4,634	1,621	159.7	99.8
重剪	53.71	926	515	67.1	131.5

表1—7 环切等处理对桃徒长枝果实品质的影响
(西北农学院, 1983)

处理日期	环 剥			环 切		
	单果重 (克)	固形物 %	新梢长 (厘米)	单果重 (克)	固形物 %	新梢长 (厘米)
花前一周 (3月18日)	97.5	8.9	56.2	—	—	—
初花期 (4月2日)	105.2	9.4	47.2	83.9	7.9	52.8
盛花末 (4月8日)	105.0	9.4	60.8	78.5	8.8	49.3
落花后一周 (4月15日)	86.8	9.2	44.5	95.0	8.9	46.7
对 照	63.9	8.5	69.1	73.3	7.6	79.5

五、降低成本

合理疏剪能改善树冠通风透光条件，减少病虫，减少喷药次数，提高产量和产值，相对降低成本；简化修剪也降低成本。例如，环切技术简便，省工省料，提高产量和品质，增加产值，降低成本（表1—8、1—9）。

表1—8 环切对4年生温州密柑着果率(%)的影响
(贝增明, 1982)

处 理	调查株数	每枝花数	6月19日调查	11月采收时调查
环切枝	7	197.6	18.50	15.94
对照枝	7	194.0	6.93	5.54

表1—9 疏剪春梢对3年生温州密柑着果率(%)的影响
(贝增明, 1982)

处 理	调查株数	5月27日调查	6月11日调查	6月24日调查	11月6日采
疏剪(春梢)	18	16.81	10.73	9.98	7.78
对 照	13	2.75	1.71	1.68	1.31

浙江省常山县何家大队6年生温州蜜柑36株, 其中32株进行环切处理, 4株对照, 环切树平均株产23.8公斤, 比对照树株产15.4公斤增产55.6%。

该县十五里林场3~9年生温州蜜柑173株, 同时采用主枝环切和春梢疏剪, 比原计划增产159%, 成本降低二分之一以上。

第二章 修剪的生态调节

在果树管理中，增产的环节很多，肥水是基础，病虫害防治是保证，而修剪则起关键性的调节作用和控制作用。修剪首先是调节果树与环境之间的关系，即果树与光照、温度、水分、土壤、地势、间作以及病虫害鸟兽之间的关系。通过修剪调节和控制，使上述外界条件适于果树生长和结果，从而获得早果、高产、优质和低成本的经济效益。

第一节 光照调节

修剪的光照调节，主要包括光照强度，光合面积和光合时间等几个方面的调节和控制。至于光合能力、光合产物的分配等方面的调节，则属于内部生理调节的范畴，在以后章节阐述。

一、光照强度

光对果树光合作用的影响，主要是通过光照强度、光质（不同颜色的光谱）和光周期，其中光照强度起决定作用。

（一）不同果树的需光强度

不同种类的果树及其品种，来源于不同的原产地和特殊的生态条件，因而有对不同光照强度的遗传适应性。

1. 落叶果树

（1）强阳性果树：桃、扁桃、杏、枣、阿月浑子等。

(2) 阳性果树：苹果、梨、沙果、李、櫻桃、葡萄、柿等。

(3) 耐阴果树。核桃、山核桃、板栗、山楂、猕猴桃等。

2. 常绿果树

(1) 喜光果树：椰子、香蕉等。

(2) 中等喜光：荔枝、龙眼。

(3) 较耐阴：杨梅、柑橘、枇杷等。

(二) 整形调节

(1) 喜光树种：以开心形为主，包括杯状形、盘状形，也可用篱壁形、纺锤形、棚架形等。

(2) 中等喜光树种：疏散分层形、变则主干形、延迟开心形、三挺身等。

(3) 耐阴树种：圆头形、主干形、分层形等。

整形时，除考虑树种外，还应视立地条件而定，如多雨地区，各种树均可采用开心形或杯状形、纺锤形、篱壁形等以利通风透光。光照好的地区均可采用主干分层树冠，以充分利用空间，扩大结果面积。

(三) 光饱和点和补偿点的研究

光合作用通常是随光强的增高而加快，但光强上升到一定程度后，光合作用不再增高，这时的光强度称为光饱和点。

光合强度与呼吸作用强度逐渐接近，直到光合吸收的 CO_2 与呼吸排出的 CO_2 数量相等，即干物质不增不减时的光强度叫光补偿点。

根据上述光饱和点和补偿点两个生理指标的测定，即可

找到各树种和品种的喜光程度和耐阴程度，从而为栽植密度、修剪留枝密度以及树冠高度、宽度、叶幕层厚度的确定提供理论依据。

一般在较低光照下能达到最强的光合作用且光补偿点也很低的树种，属于耐阴树种；反之光饱和点和补偿点均高的树种，属于阳性或强阳性树种（表 2—1）。

表1—2 部分果树的光补偿点和光饱和点 (LUX)

树 种	品 种	光补偿点	光饱和点
苹 果	祝	840~940	75,000
	红 星	650~660	35,000~42,000
	金 冠	650~700	38,000~49,000
梨	—	500~1000	34,000
桃	肥城桃	1,296	40,000
	上海水蜜桃	1,343	40,000
葡 萄	(室内栽培)	500	32,000
葡 萄	(田间栽培)	1,200	54,000
柑橘类	—	100~3000	27,000~40,000
	甜橙、柠檬	100~200	27,000~35,000
	温州蜜柑	1000~3000	35,000~40,000

光补偿点除依种类、品种遗传性之外，又因叶片位置、叶子年龄、大气成分以及温度、CO₂浓度而变化。

桃比苹果的光补偿点高 1 倍左右。在实践中，桃树内膛枝死亡率高于苹果内膛枝。因此，桃树要求开心形整枝，并注意夏季修剪工作；而苹果则可以采用有中心主干的分层

形整枝。

大多数果树在全日照 (10万~14万Lux) 的 $1/4 \sim 1/2$ 时, 达到光合作用的饱和点。这对单叶片或幼苗是这样, 但是对于大树或灌木及密植群是不确实的。如金冠苹果的单叶在某地光照21,000到43000Lux达到光饱和(Barden, 1971), 然而在树冠内部的叶片从未达到饱和。一般来说, 果树光饱和点约为全日照的 $1/4 \sim 1/2$, 而补偿点约为全光照的1%左右。

二、充分利用光能的树体修剪原则

几乎所有果树的成花和结果都需要超过光补偿点以上的良好光照。接近光补偿点的光照只能维持叶的生命而暂不落叶, 低于光补偿点的光照, 将使叶片不能自养而早落, 落去叶片的枝条将会枯死。因此, 处于光补偿点以下的叶片, 称为“无效叶”。果树工作者为了丰产和优质, 必须通过修剪尽可能地减少“无效叶”的面积, 创造最大限度的“有效叶”的面积。而“有效叶”又必须处于光补偿点与光饱和点之间的光照强度。

修剪中必须注意掌握不同果树品种有不同的光照强度要求 (表2-2)。

表2-2的数据指出, ①三个苹果品种在较强光照 (18,000lux以上) 下光合强度都正常, 18,000lux以下时开始下降, 9,000Lux时急剧下降, 在光补偿点左右。②祝和红星要高光照。因此, 修剪上应特别注意通风透光。③金冠在中等光照下 (18,000~30,000Lux) 光合强度最高, 修剪上可适当提高留枝量, 栽培上适于密植, 多雨和日照较差的

表2—2 不同光强度下苹果的光合强度

(表观光合, mg, CO₂/dm²/h)

品 种	52,000	42,000	35,000	30,000	18,000	12,000	9,000
	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux
祝	6.60	6.25	6.06	4.40	4.32	2.44	1.50
金冠	4.20	5.20	6.20	7.20	6.96	5.00	3.60
红星	7.32	8.16	9.14	8.58	7.32	5.34	3.36

地区也能丰产，但树冠内光照强度不能低于12,000lux。

充分利用光能的最佳树体大小与结构为矮小而开放型的。

(一) 树冠大小与光能利用

树高和树宽超过3米的大树冠，有67%的叶片受光量在全光照的60%以下，叶片受光量在60~100%时将生产优质果，60%以下，果实品质下降，40%以下果实失去商品价值，30%以下无结果能力，其叶片成为“无效叶”或“寄生叶”

(吸取其附近有效叶的养分) (Heinicke1964)。生产上将受光量在30% (每日直接受光或间接的散射光在3—3.5小

表2—3 元帅树冠大小与光照分布的关系

(Heinicke1964)

砧 木	树 令	每亩株数	每亩平均		30%以上受光量叶面积	
			叶面积 指 数	叶面积 M ²	单株%	每亩叶面积 M ²
M7	14	22.1	4.27	2830.5	87.68	2481.4
M9	10	71.6*	4.59	3055.8*	92.32*	2801.1*
乔砧	25	7.9	3.80	2508.6	76.92	1929.2