

建立高密度苹果果园的常见错误

Terence Robinson

美国康奈尔大学园艺系，纽约州农业试验站

我们的试验表明，如果果农采用多分枝的大苗，高纺锤形苹果果园在第二年就可达到较高的产量。在纽约州，高纺锤形果园头五年的生产潜力是大多数果农预期的两到三倍。然而，对于高密度果园的苹果树的成功管理在于保持营养生长和生殖生长的平衡。如果树的长势太弱，结果过多，则果个小，大小年的趋势增加，树体无法很快占满给其分配的空间而给果园带来经济效益。如果营养生长过旺，开花与结果量都会降低，这样一来将树体限制在给其分配的空间就会比较困难。成功地平衡营养生长和生殖生长，会带来稳态树，它们年结果量大，只需要轻度修剪。修剪和负载量的调控是达到这一平衡的主要手段，其他方法还包括施肥和灌溉。但这些管理手段都会受到种植密度，苗木质量和整形策略的影响。

1. 种植密度

种植密度是决定果园头五年产量最重要的因素。同时，苗木质量对于每棵树的早期产量也有关键的影响。我们建议高密度果园的种植密度为行内距 3-5 英尺，行间距 10-14 英尺（780-1450 株/英亩）。在这个范围内，具体的种植密度由接穗和砧木的活力以及土壤的肥力决定。对于活力强的品种，果农应使用矮化砧木 M.9, G.11 或 B.9，并/或采用较大的栽种距离。对于活力较弱的接穗品种，应使用活力较强的 M.9 克隆，G.41, 或 G.16，并/或采用较小的栽种距离。虽然在栽种的距离上有一定灵活性，但想要获得早期高产，密植是关键。对于活中等或活力较弱的品种，如蜜脆，元帅，Braeburn，帝国，Jonamac，Macoun，Idared，嘎拉，NY647，金元帅等，我们建议使用 3 英尺的行内距。对于活力较强的品种，例如旭，Spartan，富士，乔纳金，Mutsu 等以及肢端结果的品种，如 Corland，Rome，Granny Smith 以及 Gingergold，我们建议使用 4 英尺的行内距。而行间距在斜坡上应为 12-13 英尺，平地上为 10-11 英尺。

2. 苗木的质量

几个相关的实验都表明苗木的侧分枝越多，第二三年的产量越高。在高密度果园里，如果使用多分枝的大苗并且苗木在第一年生长良好，便可在第二、第三年有可观的产量。如果使用无分枝的苗木，或是直径过小的苗木，它们直到第四或第五年才能达到可观的结果量。我们建议使用的苗木从土壤线以上 80 厘米处开始有 10-15 个分布均匀的分枝并且分枝的长度不超过 30 厘米。北美的苗圃直到近两年才开始有这种分枝较多的苗木。许多苗圃的苗木有 3-5 个较长的分枝而不是 10 个较短的分枝。前者比后者需要更多枝角的调节。果农应当坚持让苗圃提供侧枝位置够高的苗木，从而在栽植后可以进行拉枝。

3. 枝角的调控和苗木的种植密度

将幼龄果树从营养生长过渡到结果状态的一个重要方法是将侧枝绑扎到水平线以下以促进坐果。因为处于直立角度的侧枝往往比水平或下垂的侧枝生长更加旺盛，并常常保持不结果的状态。水平或下垂的树枝长势较弱，顶端生长点分泌的生长素也较少。这就使得枝上的侧芽可以不再休眠而开始生长。这些水平生长的侧枝在第二年会大量开花然后被果实的重量压弯。果实还是对资源强有力的竞争者，因此会进一步限制侧枝的生长。如果一个直立生长的枝条被人为地压

到水平，侧芽会被从休眠状态中唤醒；如果这个侧枝的长势过旺，这些侧芽就有可能长成较旺的直立枝条，并保持不结果的状态。但是，如果这个侧枝的长势适中，侧芽则会长成结果的短枝。枝条的角度同样会影响它们对短截的反应。对于直立的枝条，短截会大大促进枝条的长势，减少开花；对于水平或下垂的枝条，短截的影响很小。这是因为直立的枝条的顶芽对于枝条的其它部分具有强有力的控制，而在水平枝条中，顶芽的这种控制力要小得多。

当果园的种植密度适中或较低时，苗木需要快速生长以填充给其分布的空间；而对于高密度果园而言，行内距只有 3-5 英尺，生长适中即可。如果在栽植时，苗木已有较多侧枝，则不需过多的侧向生长，但是中心干需要继续生长以达到预期的树高。这就要求在栽植后及时对侧枝进行枝角的调节以限制向水平方向的延伸。枝角调节的程度是由行内距决定的。对于 3-4 英尺的距离（高纺锤形），侧枝需在栽植时绑扎到水平线以下成下垂状，这样一来它们几乎不会继续延伸，并在第二年开始结果。这同时也防止它们变成下层的骨干枝。下垂的角度会使它们成为较弱的结果枝而不是骨干枝。相比而言，对于行内距较大的系统，如垂直主干形（5-6 英尺），在果实把侧枝压弯之前，我们期望它们在水平方向有一定的延伸，因此在栽植时不要进行拉枝。这样它们可以在头四年发展成骨干枝。但是，在第三年时，原先的不是水平生长的侧枝仍需要被束缚，否则它们的长势对于相应的种植密度来说会过强。果农使用有分枝的苗木，采用高密度纺锤形的种植密度，却不进行拉枝时，树体底部的枝条会变得过强，从而需在早期将整个侧枝去掉。这就刺激树体旺长使得对树冠的长期管理变得困难。这一在树体管理上的简单变化，会使得侧枝长期结果，并且在头 5-8 年内不需要在密植的高纺锤形果园里进行过多的修剪。对于没有分枝的苗木而言，即使只有 3-4 英尺的行内距，也需要一定的侧向延伸生长。然而，对于新的侧枝的管理也应当像管理分枝的苗木一样，只不过要晚一年。

在栽植时将侧枝束缚拉枝后，沿着主干新长的侧稍不需要进行拉枝。在大多数气候条件，长势适中的枝条在不被修剪的情况下，第三年的结果量会自然地将树枝压倒水平线以下，从而在不拉枝的情况下建立起营养生长和结果的平衡。所以对于高纺锤形而言，除了栽植时的拉枝，不需要再进行额外的工作。然而在较热的气候环境下，或需冷量不足时，侧枝往往在还没被果实压弯时就已经长得过大。在这种条件下，头三到五年里每年都要拉枝，直到树体的营养生长缓和下来，开始大量结果为止。但是，在传统的苹果种植区，果农往往花了太多的钱在拉枝上，其实只需要栽植时进行就可以了。随后，诱导早实的砧木会促进大量结果，从而达到自然的平衡。

4. 灌溉和肥水灌溉

即便在土壤水分充足的条件下，多分枝的大苗在栽植后的短期内也会经历水分胁迫。这是因为苗木的根部在移栽的过程中受到了损伤，因此在缺乏频繁的灌溉的条件下无法支持较大的地上部。多分枝的大苗和无分枝的苗木相比会在较短的时间内获得较大的叶面积，这就对还没有足够的时间重新生长的根系提出了较高的水分要求。另外，在许多年份栽植季节后的天气较干旱，由此产生的对新栽苗木的水分胁迫会限制树的生长。较早的采用频繁的滴灌可以帮助苗木在第一年有较好的生长。在潮湿的地区，果农不习惯在栽植后马上安装灌溉系统，往往拖到仲夏。我们建议采用高密度果园和多分枝大苗的果农在栽植苗木后尽快安装滴灌系统以防止水分胁迫，使苗木在第一年的生长最大化。

头两年生长季的前 12 周，通过滴灌系统频繁（最起码一周两次）施少量的氮肥会加速树冠的扩展（表 1 和表 2）。在土壤表面施干的肥料往往效果不好，因为从施肥到苗木将肥料利用起来需要很长的时间。对于采用高纺锤形和多分枝苗木的高密度果园而言，我们需要主干继续延长，但是几乎不需要在水平方向延伸。在这种情况下，在头两年进行肥水灌溉即可防止水分胁迫，也可使氮随着水的流动迅速到达根部，尽快地被开始生长的苗木所利用。

表 1: 灌溉和肥水灌溉对 Delicious/M.26 树生长和结果的影响

处理	第 1-3 年枝条的生长量 (%无灌溉)	第 4-6 年枝条的生长量 (%无灌溉)	第 2-4 年的产量 (%无灌溉)	第 5-7 年的产量 (%无灌溉)	平均单果重 (%无灌溉)
无灌溉	100c	100b	100b	100b	100b
滴灌	137b	131a	98b	115ab	101b
肥水灌溉	171a	140a	124a	127a	104a

表 2: 灌溉和肥水灌溉对 帝国/M9/MM106, 陆奥/M9/MM106 和元帅/M.26 的生长和结果的影响

处理	第 1-3 年枝条的生长量 (%无灌溉)	第 4-6 年枝条的生长量 (%无灌溉)	第 2-4 年的产量 (%无灌溉)	第 5-7 年的产量 (%无灌溉)	平均单果重 (%无灌溉)
无灌溉	100b	100b	100b	100b	100b
肥水灌溉	171a	140a	124a	127a	104a

如果对多分枝大苗及时进行肥水灌溉，纽约州的果农将会看到苗木生长情况显著改善和第二年以及第三年结果潜能的提高（表 1，表 2 和图 1）。对于种植密度适中的果园，例如垂直主干形，细长纺锤形和 Y-篱架，苗木必须经过几年旺盛的生长，其树冠才能填充与其分配的生长空间。同时，在栽植后的头两三年也需要施较多的氮肥。但是对于高纺锤形而言，过多的施肥，尤其是氮肥，会导致营养生长过于旺盛，从而使成花推迟，结果量减少，果实质量差，并需要较多的修剪。



图 1. 肥水灌溉对帝国/M.9 果树第三年结果量的影响（左图：有肥水灌溉；右图：无肥水灌溉）

头几年过后，低量的氮肥会比较好，因为可以维持营养生长和生殖生长的平衡。许多成龄的高密度果园由于施用了过多的氮肥而导致严重的树冠管理问题。在计算成龄高密度果园的氮肥使用量时，一定要将土壤的肥力考虑进去，尤其是对于长势强，着色差的品种而言。在纽约，许多土壤通过矿化作用每公顷可以提供 30-60 磅氮。一般来说这已经接近一个成龄的高密度果园对氮的需求量。

5. 熏蒸和杂草的控制

很多情况下，对于建立在旧果园上的新果园，如果在栽植之前对土壤进行熏蒸，会大大改善苗木的生长情况。然而重茬病往往具有地域性，有些地方熏蒸能够改善土壤状况，有些地方则不那么明显。在理想情况下，果农在种植新果园之前，应当对土壤进行生物鉴定，以了解重茬病的严重性以及熏蒸的有效性。即便进行了熏蒸，老果园的苗木的生长状况也不如围垦殖地的生长状况。因此重茬果园的种植密度应当提高 20-30%。

头几年自杂草的竞争会显著降低苗木的生长，使得它们无法填充与其分配的生长空间，从而降低产量和经济效益。生长季的头三四个月是能够较好地控制杂草的最佳时刻。夏季晚期的杂草如果不是控制得特别好，并不会给苗木的生长带来致命伤害。所以我们建议果农在果园逐渐成熟过程中的每一生长季的头几个月对果园进行良好的杂草管理。

6. 负载量管理

高密度果园头四年的负载量的管理对于防止大小年，以及保证树体开始结果时营养生长和生殖生长的平衡至关重要。随着促进早实的矮化砧木的使用，幼龄树往往在第二和第三年过度结果，导致早在第四年就出现大小年。大小年使得第四年的结果量降低，并导致树体长势增强；而

此时树体往往刚刚填充了与其分配的生长空间，恰是需要它们长势减弱的时候。不同的品种产生大小年的趋势不同，因此在调整幼龄树的结果量时需要把这点考虑进去。对于年年结果的品种，比如嘎拉，我们建议 6 个果/cm² 树干横截面积（第二年 25-40 果/株，第三年 40-60 果/株，第四年 100-120 果/株）。对于生长弱且大小年趋势强的品种，如蜜桃，我们建议 4 个果/cm² 树干横截面积（第二年 15-20 果/株，第三年 25-40 果/株，第四年 50-70 果/株）。在每一年当中，此范围的下限应用于长势较弱的树，上限用于长势较强的树。

7. 幼龄树的修剪

在果园形成的早期，树体在营养生长和生殖生长的平衡中更倾向于营养生长。对于像高纺锤形这样的高密度果园，目标是使树体尽快进入结果期。达到这一目标的最好途径是尽量较少头四年的修剪。不管是在栽植时还是头四年都不要对主干或侧枝进行短截，因为最大化的生长和早结果都是通过不修剪而达到的。头四年的修剪应当只限于完全去除不合适的侧枝，例如那些超过主干直径 2/3 的侧枝。在头四年里更重要的一个管理是通过对枝角的控制将长势旺盛的树从营养生长过渡到生殖生长。对于高纺锤形和垂直主干形，人工拉枝只限于最下面的一层侧枝；对于主干弯曲侧枝下垂系统，上面的侧枝也要绑缚拉下。高纺锤形和垂直主干形的顶部侧枝的下垂是通过结果负重而自然达到的。

8. 成龄树的修剪

随着果园逐渐成熟，修剪的主要目的是将树冠限制在所分配的生长空间内，并保证树的下部分有足够的光照。如果能保持树体的顶端比底端窄，并保持良好的营养生长和生殖生长的平衡，就可以保证良好的光照和优质的果实。将侧枝是将永久枝回缩的修剪策略往往不如更新修剪来得更有效。一是当对侧枝回缩时，往往也去掉了侧枝上最易结果的部分。另外，重回缩会增强被去掉的侧枝附近的长势，从而引起对树冠下部遮荫。在我们对如何管理高密度果园的树冠的研究中，和对照组相比，当侧枝被回缩以维持锥状树冠时，带来的是过低的产量，过密的树冠，过高的郁闭度，过度的营养生长降低果实品质。

一个更为有效的方法是每年在顶部去掉一两个过大的侧枝，以发展年轻的替代枝。这种在高密度果园将树的顶部的一个大枝完全去掉的方法，打开了将阳光引进树冠的渠道，从而保证了树体底部的果量和品质。这一“侧枝更新法”是成龄高密度果园的修剪策略中控制树冠大小和维持锥状树形的一个最重要的概念。为了确保替代枝的形成，在去除侧枝时应采用斜剪法以保留一小截橛子。从这个橛子的附近往往会长出一个水平方向的长势较弱的替代枝。如果不对它们进行短截，它们会在果实的重量下自然下垂。它们天生就比下层的侧枝短，所以维持了锥状的树形。这一修剪方法不会促进旺盛的营养生长。

我们建议当果树成龄后（第 6-7 年），开始在顶部去掉 1-3 个侧枝。这使得每年修剪量适中，并能够维持树体的大小。这一方法还能在树冠里保持良好的光照却不会诱发旺长。对顶部过旺需要调整的树，中等程度的更新修建（每年在顶部去掉 1-2 个大的侧枝）持续 4 到 5 年便可去除顶部所有大枝。

当侧枝在果实的重量下变成水平或下垂方向时，可以进行回缩，因为此时顶芽的作用已经没有那么大了。但是如果这时树体的整体长势较高，将下垂的枝维持较长时间，可以促进结果，降低树的长势。几年后，如果这一下垂枝开始遮挡树的下部，则应该用更新修剪去除以发展替代枝。

这种让侧枝在果实的重量的作用下自然下垂的方法可以很好地被用在园艺学中，当希望控制长势旺盛的树的树高时。果农们往往希望通过对中心干的短截来控制树高。如果修剪的是树顶部直立生长的枝条，则会促进旺盛的再生长。如果侧枝是在人为的作用或果实的重量下被压弯的，

那么它们会在第二年大量的结果。而果实会成为一个很强的库，从而进一步限制树的顶端的生长。当树体顶端开始结果，并且中心干以被果实压弯时，可以通过回缩到一弱的侧枝，而不会引起较强的再生长。

结论

纽约州高纺锤形果园头五年的生产潜力大大超过了大多数果农的预期。随着越来越多的果农采用高纺锤形果园，他们需要避免那些引起生长过旺或过弱的错误。应尽量达到让主干在第一年长 50 cm, 第二年和第三年长 75-100 cm, 第四年长 50 cm。这可以通过高密度栽植，拉枝来调整枝角和种植后及时灌溉来达到。如果再结合轻剪和促进早实的砧木，可期望在 2-5 年获得较高的产量。这样会限制后来的营养生长，使之成为稳态树。当营养生长和生殖生长平衡时，成熟的高密度果园便可以带来高产和高质。达到这一目的的最好方法是通过保持较窄的树冠形状，更新修剪和发展下垂的结果枝。

翻译：杨晓华博士，康奈尔大学园艺系 校对：程来亮 教授，康奈尔大学园艺系