

篱式果园梯形树冠截面设计研究

刘永朝¹, 武海霞¹, 崔香娥²

(1. 河北工程大学, 邯郸 056021; 2. 河北省永年县水务局, 057150)

摘要:利用天文三角公式计算太阳在不同纬度地区某日各时刻的位置,并计算在南北成行的条件下,满足光照条件的树篱的确形角。在满足光照条件下,依不同的冠高与冠间距的比值分析确定梯形树冠截面树篱适合的地理纬度,并利用前人的研究与该文相结合,进而讨论确定在不同纬度地区梯形树冠截面树篱的最佳参数,为在篱式果园中梯形树冠截面的设计提供理论依据。

关键词:果树;篱式果园;梯形树冠截面;纬度

中图分类号:S 66.05+.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)04-0032-04

20 世纪世界各地研究表明^[1,2],密植的树篱型树冠是一种较好的栽培形式。树篱的树形有圆锥形、纺锤形、半圆形、圆台形、半圆顶形及圆柱形等。从树篱的横截面看则有三角形、半圆形、梯形、半圆顶形、矩形等形式。

乔木果树接受光能的数量直接决定着果树的生长及果实的产量和品质^[3]。在篱式果园中,常在株间甚至行间枝条相互交接连成一片,当整行树冠连接时形成一条树墙,行间相互遮荫是决定篱式果园光分布是否合理的一个重要因素。据 АΓαφΟΗΟΒ(1974)^[4]报道,在纬度 56°地区(莫斯科)南北成行的条件下,每天应保证有 3h 的直射光才能满足苹果结果器官对光能(837.36 J/d)的需要;J. C. Cain(1973)^[5]在篱式果园中研究证明,苹果结果器官正常执行机能需 3.0~3.5h 的直射光照。

在篱式果园光能利用的研究中,研究者们提出了“树冠最佳参数^[6,7]”,包括树干高度、树冠高度(冠厚)、树冠基部宽度、树冠间距、确形角(影射角)以及侧削角等。而这些参数皆影响着果园的受光,同时随纬度不同而有一定的变化。为充分利用光能,减少不必要的漏光,现就在不同纬度地区篱式果园梯形树冠截面的设计中树篱最佳参数的确定进行了分析与研究,为篱式果园的设计提供必要的理论依据。

1 方法与设计

1.1 太阳方位角与高度角

利用天文三角公式^[8] $\sin A = \sin t \cdot \cos \delta / \cos \alpha$, $\sin \alpha = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t$ (A —太阳方位角, α —太阳高度角, δ —太阳赤纬, t —时角, φ —地理纬度),可计算太阳在不同纬度地区某日各时刻的位置。

1.2 影长和确形角

1.2.1 影长计算 设树冠高度为 h ,影长为 L ,在一定的太阳高度角下有 $L = h \cdot \cot \alpha$ 。

1.2.2 树篱的确形角 篱式果园中,把一行树冠顶部和其邻行树冠基部连成的直线与水平线的夹角称为树篱的确形角^[9,4],用 θ 表示,见图 1。

1.3 纬度与行向

选择北纬 $0^\circ \sim 60^\circ$ (或 $0^\circ \sim 60^\circ \text{N}$),以 5° 为间隔进行分析。行向采用目前生产上常用的南北行。

1.4 树篱截面形状及侧削角

1.4.1 树篱截面形状 采用与行向垂直的梯形树冠截面(等腰)进行研究,并结合矩形、三角形树冠截面进行分析,如图 1 所示。设树冠(篱)高度为 h (图中 h 实用于矩形、梯形、三角形)、树冠间距为 d ,令冠高与冠间距之比为 K ,且 $K = \tan \theta_0 = h/d$ (仅限于矩形),当树冠截面为梯形、三角形时有 $\tan \theta = h/d'$ 。

1.4.2 树篱的侧削角 以树冠截面基部边沿一点 E (见图 1)为原点,由矩形截面的垂直边向梯形边转化所旋转的角度 β 称树篱的侧削角。

1.5 季节

采用果树生长季中春分到夏至,夏至到秋分进行研究。

2 计算与分析

2.1 不同纬度地区确行角的计算

篱式果园中,行间相互遮荫,直接影响果树的生长。在生长季中,一般认为树冠基部应保证有 3h 以上的直射光照才能满足果树对光的需要,生长结果才有保证。

在一定的纬度地区,按前所设计的行向、季节,如果在春、秋分点考虑一行树篱两侧,树冠基部,中午前后各有 3h 的直射光照,也即 9~15 时这段时间。设春、秋分点 9 时、15 时两个时刻的太阳高度角皆为 α_0 ,那么,在春分到夏至、夏至到秋分点之间,这段时期内每日同一时刻的太阳高度角 α 值较大(即 $\alpha > \alpha_0$)。又因对于已建果园的冠高、冠间距及冠形一定,所以,春分到夏至、夏至

第一作者简介:刘永朝(1957-),男,讲师,主要从事农业工程方面教学与研究。

收稿日期:2006-11-15

到秋分点之间,这段时期内树冠基部晒阳时间必在 3h 以上,这样就保证了在这段生长期,一行树篱两侧、树冠基部、中午前后都有 3h 以上的直射光照。因天文三角公式中每日 9 时、15 时两个时刻的时角(t)分别为 -45° 、 $+45^\circ$,又在一年之中春、秋分点的太阳赤纬(δ)皆为 0° ,那么,在一年之中春、秋分点这一日 9 时、15 时两个时刻的太阳高度角 α_0 可由式 $\sin\alpha_0 = \sqrt{2} \cos\varphi/2$ 求出,相对于 α_0 的太阳方位角的绝对值 A_0 由式 $\sin A_0 = \sqrt{2}/2 \cos\alpha_0$ 求出。由前知 $L = h \cdot \text{ctg}\alpha_0$,那么 $d = L \cdot \sin A_0$,则在春、秋分点这一日,满足篱式果园光照条件的 h/d (限于矩形,见图 1。梯形、三角形时为 h/d')的值 $K_0 = \text{tg}\alpha_0 / \sin A_0 = \sin\alpha_0 / \cos\alpha_0 \cdot \sin A_0 = \sqrt{2} \cos\varphi/2 (\cos\alpha_0 \cdot \sqrt{2}/2 \cos\alpha_0) = \cos\varphi$ 。设这时树篱的确形角为 θ_0 (梯形、三角形时用 θ),又 $K_0 = \text{tg}\theta_0$,那么, $\theta_0 = \text{arc tg} K_0$ 。由此可算得不同纬度地区 α_0 、 K_0 、 θ_0 的值列于表 1。

表 1 不同纬度地区 α_0 、 K_0 、 θ_0 、 β 值

纬度(φ)	α_0	K_0	θ_0	$\beta(K=1)$
0° N	50.0°	1.00	45.0°	0°
5° N	44.8°	0.99	44.9°	0.2°
10° N	44.1°	0.98	44.6°	0.9°
15° N	43.1°	0.97	44.0°	2.0°
20° N	41.6°	0.94	43.2°	3.7°
25° N	39.9°	0.91	42.2°	5.9°
30° N	37.8°	0.87	40.9°	8.8°
35° N	35.4°	0.82	39.3°	12.5°
40° N	32.8°	0.77	37.5°	17.0°
45° N	30.0°	0.71	35.3°	22.5°
50° N	27.0°	0.64	32.7°	29.1°
55° N	23.9°	0.57	29.8°	36.6°
60° N	20.7°	0.50	26.6°	45.0°
25° S	39.9°	0.91	42.2°	

2.2 冠形分析

在一定的纬度地区南北成行的篱式果园中,设矩形树冠截面宽为 W_1 。为了满足光照条件并使树冠适应不同的纬度地区,在冠高(h)、冠间距(d)以及树冠底宽(W_1)不变的情况下,使树冠截面发生如图 1 所示的变化。即在低纬度地区为使树冠有较大的有效容积采用矩形截面,那么随着纬度的升高,某日同一时刻的太阳高度角(α)将减小,进而影响确形角(θ)的减小。为了满足光照条件树冠截面必须向梯形、三角形进行转化。当树冠截面为梯形、三角形时,冠基宽为 W_1 ,梯形时上底宽为 W_2 ,冠高皆用 h 表示,如图 1 所示。考虑到实际生产中树高不宜过低,这里只分析冠高(h)与冠间距(d)的比值 $K = h/d \geq 1$ 的情况。

2.2.1 $K=1$ 时分析 如果 $K = h/d = 1$,要满足光照条件,由表 1 知,这时树篱的确形角 $\theta_0 = 45^\circ$,所对应的地理纬度 $\varphi = 0^\circ$ 。 $K=1$ 时适合的地理纬度为 0° ,即赤道上。

由图 1 知,在 d 、 h 不变的情况下,当 $X=0$ 时,截面为矩形,由上知 $\varphi=0^\circ$,矩形树冠截面树篱的确形角 $\theta_0 =$

45° ;当 $X=W_1/2$ 时,截面为三角形,由图 1 知, $d' = h \cdot \text{ctg}\theta$, $d = h \cdot \text{ctg}\theta_0$,所以, $X = d' - d = h \cdot (\text{ctg}\theta - \text{ctg}\theta_0) = h \cdot (\text{ctg}\theta - 1)$ 。又 $X=W_1/2$,那么, $\text{tg}\theta = 2h/(W_1 + 2h)$,这时三角形树冠截面树篱的确形角(在图中用 θ 表示,而这里用满足光照条件要求时的确形角 θ_0 表示) $\theta_0 = \text{arc tg}[2h/(W_1 + 2h)]$,由 $K_0 = \cos\varphi$ 、 $K_0 = \text{tg}\theta_0$ 知 $\cos\varphi = \text{tg}\theta_0$,所以, $\cos\varphi = 2h/(W_1 + 2h)$,那么,三角形树冠截面对应的地理纬度 $\varphi_1 = \text{arc cos}[2h/(W_1 + 2h)]$ 。则对于任意纬度(φ)地区,当 $0 < X < W_1/2$ 时,截面为梯形,当 $0^\circ < \varphi < \varphi_1$,即当 $0^\circ < \varphi < \text{arc cos}[2h/(W_1 + 2h)]$ 时,可采用梯形树冠截面。且梯形树冠截面树篱的确形角(在图中用 θ 表示,而这里用满足光照条件要求时的确形角 θ_0 表示) $\theta_0 = \text{arc tg}(\cos\varphi)$;梯形树冠截面的上底宽(见图 1) $W_2 = W_1 - 2X = W_1 - 2h \cdot (\text{ctg}\theta - 1)$,又 $\cos\varphi = \text{tg}\theta_0$,因此,梯形树冠截面的上底宽还可下式求出: $W_2 = W_1 + 2h \cdot (1 - 1/\cos\varphi)$ 。

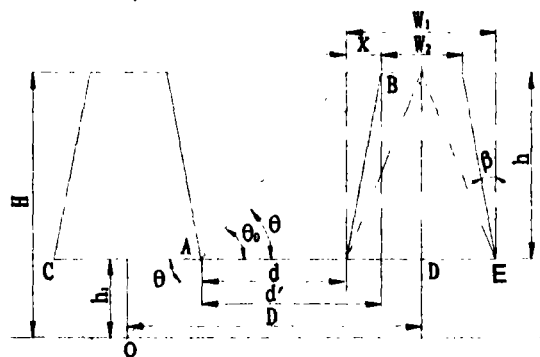


图 1 树冠截面变化示意图

2.2.2 $K>1$ 时分析 在赤道上 $\varphi=0^\circ$, $\cos 0^\circ = 1$ 。对于 $K>1$ 的情况,为了达到满足光照条件的目的,篱式果园不能采用矩形树冠截面。但设计为梯形截面是可以的,这时的确形角 $\theta = 45^\circ$ (见图 1)。由图 1 知,此时 $X = h - d$,那么,梯形截面上底宽可用 $W_2 = W_1 - 2X = W_1 + 2(h - d)$ 求出。当 $X=W_1/2$,截面为三角形,此时 $\text{tg}\theta = h/(d + W_1/2) = 2h/(W_1 + 2d)$,那么三角形树冠截面树篱的确形角(与上同,用 θ_0 代替 θ) $\theta_0 = \text{arc tg}[2h/(W_1 + 2d)]$,又 $\cos\varphi = \text{tg}\theta_0$,所以, $\cos\varphi = 2h/(W_1 + 2d)$,则三角形树冠截面对应的地理纬度 $\varphi_2 = \text{arc cos}[2h/(W_1 + 2d)]$ 且 $d < h \leq d + W_1/2$ 。当 $0^\circ \leq \varphi < \varphi_2$,即当 $0^\circ \leq \varphi < \text{arc cos}[2h/(W_1 + 2d)]$ 时,可采用梯形树冠截面。由图 1 知,对于任意纬度(φ)时, $d' = h \cdot \text{ctg}\theta$,且梯形树冠截面上底宽 $W_2 = W_1 - 2(d' - d) = W_1 + 2(d - h \cdot \text{ctg}\theta)$ 。为满足光照条件时有(与上同,以 θ_0 代替 θ) $\cos\varphi = \text{tg}\theta_0$,因此,梯形树冠截面的上底宽还可下式求出: $W_2 = W_1 + 2(d - h/\cos\varphi)$;梯形树冠截面树篱的确形角 $\theta_0 = \text{arc tg}(\cos\varphi)$ 。

3 讨论

在篱式果园中,对于梯形树冠截面的设计,应确定

梯形树冠截面适合的地理纬度及其树篱的最佳参数。

3.1 梯形树冠截面适合的纬度

当 $K=h/d=1$ 时,对于任意纬度(φ)地区,梯形树冠截面适合的地理纬度 $0^\circ < \varphi < \arccos [2h/(W_1+2h)]$;树篱的确形角 $\theta_0 = \arctg(\cos\varphi)$;梯形截面的上底宽可用下式求出: $W_2 = W_1 + 2h \cdot (1 - 1/\cos\varphi)$ 。

当 $K=h/d > 1$ 时,对于任意纬度(φ)地区,梯形树冠截面适合的地理纬度 $0^\circ \leq \varphi < \arccos [2h/(W_1+2d)]$,且 $d < h \leq d + W_1/2$;树篱的确形角 $\theta_0 = \arctg(\cos\varphi)$;梯形截面的上底宽可用下式求出: $W_2 = W_1 + 2(d - h/\cos\varphi)$ 。

在树冠间距(d)与树冠截面形状不变的情况下,随着地理纬度的升高,某日同一时刻的太阳高度角(α)将减小,那么,原树冠截面形状将不能满足光照条件。为了达到满足光照条件的目的,树冠高度(h)必须降低。因此,在梯形树冠截面适合的地理纬度范围内,对于中纬度地区宜选 $K=h/d=1$ 的情况,对于较低纬度地区宜选 $K=h/d > 1$ 的情况。

综上所述,在冠高(h)、冠间距(d)以及冠基宽(W)正常取值范围内,为达到满足光照条件的目的,梯形树冠截面树篱适合的地理纬度为中、低纬度地区。

3.2 树篱参数的确定

3.2.1 干高与树篱基部宽度 对于干高,因整形方式而有不同。可变动在 50~60cm 左右,而美国和新西兰的定干偏高。在美国,德雷灵认为^[10],定干应为 83~90cm,当顶梢长到 6cm 左右时,再剪回 8cm 左右,最后剩 75~80cm 的树干。在新西兰,麦肯兹(1965)提出的定干高度是 90cm^[11]。关于树篱基部宽度,一般认为 1.5~2.0m 较合适^[7]。树篱基部宽度(W_1)与树干高(h_1) (见图 1)还应满足树冠底部反射光的要求,如图 1 所示,延长直线 BA(相当于光线)至树干底部 O 点,因入射角等于反射角,如果冠基部 A 点在中午后能满足 3h 的直射光照,那么,在树冠底部 AC 长度范围内,即可满足 3h 的地面反射光。由于 C 在中午前受光 3h, A 点在中午后受光 3h,这样就保证了在中午前后树冠底部 AC 长度范围内有 6h 的地面反射光,依弥补树冠底部光照不足的现象。也可在果树生长期树冠底部的地面采用地膜覆盖措施,既可以增加反射光的强度又可以提高地温,有利于果树的生长。树篱基部宽度(W_1)与树干高度(h_1)因受到确形角(θ)影响,同时也将随纬度变化而不同,它们之间有如下关系 $\tg\theta = 2h_1/W_1$,那么, $h_1 = W_1 \tg\theta/2$ 。由前知。当满足光照条件时有 $\cos\varphi = \tg\theta$,所以 $h_1 = W_1 \cos\varphi/2$ 。

3.2.2 树篱高度与树冠间距 对于树篱高度,荷兰人(Nederland)认为^[12],在不同高度条件下,树篱高度宜控制在 2.25m。加拿大对于矮化树采用 2.4m^[13],原苏联多为 2.25~3.0m^[14]。关于树冠间距,凯恩(1973)主张

1.8~2.1m^[6],阿戈夫诺夫(1978)主张 2~2.5m^[15]。由前知 $K=h/d$ (仅限与矩形),而对于梯形树冠截面,要满足光照条件(见图 1), $K = \tg\theta = h/d' = h/[d + (W_1 - W_2)/2]$,又 $K = \cos\varphi$,那么, $\cos\varphi = h/[d + (W_1 - W_2)/2]$ 。为便利作业等需要,对于树篱高度 h 与树冠间距 d 两个参数,应首先确定其中一个,并利用公式 $\cos\varphi = h/[d + (W_1 - W_2)/2]$ 求得另一个参数。

3.2.3 梯形树冠截面的上底宽 由以上分析知,梯形树冠截面的上底宽可由下式求出: $W_2 = W_1 + 2(d - h/\cos\varphi)$ 。

3.2.4 树篱的确形角 由计算与分析知,梯形树冠截面树篱的确形角 $\theta = \arctg(\cos\varphi)$ 。关于确形角,凯恩(1973)确定为 $44^\circ \sim 51^\circ$,阿戈夫诺夫(1978)确定为 49° ^[7]。凯恩是在北纬 43° 的纽约、阿戈夫诺夫是在北纬 56° 的莫斯科地区进行的研究。而这些研究是在不同纬度、不同地区的研究,并没有考虑确形角随纬度变化的影响。按该项研究,在北纬 43° 、 56° 两地区树篱的确形角分别为 36.2° 、 29.2° 时,在每年的春分到秋分这段生长期,才能满足树篱两侧树冠基部每日中午前后都有 3h 以上的晒阳时间。

3.2.5 树篱的侧削角 由图 1 知, $\tg\beta = (W_1 - W_2)/2h$,而对于梯形树冠截面,要满足光照条件(见图 1),由前知 $\cos\varphi = h/[d + (W_1 - W_2)/2]$,由此式可得 $(W_1 - W_2)/2h = 1/\cos\varphi - d/h$,代入上式有 $\tg\beta = (W_1 - W_2)/2h = 1/\cos\varphi - d/h$ 。那么,梯形树冠截面树篱的侧削角 $\beta = \arctg(1/\cos\varphi - d/h)$ 。

当 $K=d/h=1$ 时,梯形树冠截面树篱的侧削角 β 随纬度的变化值也列于表 1。

关于侧削角,凯恩认为,侧削角 $18^\circ \sim 20^\circ$ 对树篱晒阳是有利的。对于北纬 43° 地区来说,由表 1 知,这一结论与该项研究成果基本一致。但为了满足光照条件,在不同的纬度地区将有不同的侧削角。

4 实例设计

在我国武汉($30^\circ N$)为代表的南部地区,设计一南北成行的篱式果园,如果考虑树篱高度(h)与树冠间距(d)的比值为 $K=h/d > 1$ 的情况,为了满足树篱的光照条件,试确定篱式果园树篱的最佳参数。

解:根据分析、讨论的结果

1) 由树冠基部宽度确定树干高

若取树冠基部宽度 $W_1 = 1.8m$,那么,为了保证在中午前后树冠底部有 6h 的地面反射光,树干高度应为 $h_1 = W_1 \cos\varphi/2 = 1.8 \cos 30^\circ/2 \approx 0.78m$ 。

2) 由树冠间距确定树篱高度

据机械化作业等需要选树冠间距 $d = 2.1m$,若取 $K_1 = 1.1m$,则树篱高度 $h = K_1 d = 1.1 \times 2.1 = 2.31m$ 。

3) 验证所在地区是否适合梯形树冠截面

当 $K=h/d>1$ 时,对任意纬度(φ)地区,梯形树冠截面适合的地理纬度为 $0^\circ\leq\varphi<\arccos[2h/(W_1+2d)]$ 且 $d<h\leq d+W_1/2$,这里 $\arccos[2h/(W_1+2d)]=\arccos[2\times 2.31/(1.8+2\times 2.1)]\approx 39.6^\circ$, $d+W_1/2=2.1+1.8/2=3.0\text{m}$,对于此例 $0^\circ<30^\circ\text{N}<39.6^\circ\text{N}$, $2.1\text{m}<2.31\text{m}<3.0\text{m}$,说明武汉地区(30°N)在适合的地理纬度范围内,设计为梯形是可以的;树篱高度(h)的取值 2.31m ,也符合要求。

4) 梯形树冠截面上底宽 $W_2=W_1+2(d-h/\cos\varphi)=1.8+2(2.1-2.31/\cos 30^\circ)\approx 0.7\text{m}$ 。

5) 树篱的侧削角 $\beta=\arctg(1/\cos\varphi-d/h)=\arctg(1/\cos 30^\circ-1.8/2.31)\approx 20.6^\circ$

6) 树篱的确形角 $\theta_0=\arctg(\cos\varphi)=\arctg(\cos 30^\circ)\approx 41^\circ$ 。

7) 树高的确定 $H=h_1+h=0.78+2.31=3.09\text{m}$ 。

8) 行间距的确定 $D=d+W_1=2.1+1.8=3.9\text{m}$

9) 株距的确定 株间相互连接,取一个宽基宽的距离 1.8m 为株距。

通过确定和计算,在北纬 30° 的武汉地区,为了满足篱式果园的光照条件,梯形树冠截面树篱的有关参数如下:树冠基部宽度 $W_1=1.8\text{m}$,上底宽 $W_2=0.7\text{m}$,树篱高度 $h=2.31\text{m}$,树冠间距 $d=2.1\text{m}$,树篱的侧削角 $\beta=20.6^\circ$,树篱的确形角 $\theta_0=41^\circ$,树干高 $h_1=0.78\text{m}$,树高 $H=3.09\text{m}$,行株距 $3.9\text{m}\times 1.8\text{m}$ 。

5 结论

在一定的纬度地区南北成行的条件下,为了保证每年的春分到秋分这一生长季,一行树篱两侧树冠基部中午前后都有 3h 以上的直射光照,通过计算与分析得出了满足篱式果园光照条件且随纬度变化的树篱的确形角 $\theta_0=\arctg(\cos\varphi)$ 。在此基础上讨论确定了梯形树冠截面树篱适合的地理纬度为中、低纬度地区。对于中纬度地区宜选 $K=h/d=1$ 的情况,对于较低纬度地区宜

选 $K=h/d>1$ 的情况。

在篱式果园梯形树冠截面设计时,对于树篱参数,如树干高(h_1)与树冠基部宽度(W)、树篱高度(h)与树冠间距(d)可依前人研究成果为基础并与该研究相结合来确定,应充分满足光照条件,对于前者有如下关系 $h_1=W\cos\varphi/2$,对于后者有 $h=[d+(W_1-W_2)/2]\cos\varphi$ 。梯形树冠截面树篱的确形角 $\theta=\arctg(\cos\varphi)$,侧削角 $\beta=\arctg(1/\cos\varphi-d/h)$ 。

参考文献:

- [1] 河北农业大学. 果树栽培总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [2] 李正之. 果树矮化密植[M]. 上海科学技术出版社, 1982, 180-183.
- [3] 陈宾如译. 光照强度对苹果树生长、结实和果实品质的影响[J]. 辽宁果树, 1979, (3), 37-40.
- [4] Агафонов Н. В. Теоретическое обоснование оптимальных параметров кроны яблони. Изв. ТСХА [J], 1974, (2), 98-107.
- [5] 李正之. 果树矮化密植[M]. 上海科学技术出版社, 1982, 107-113.
- [6] Cain J. C. The interception of solar radiation by the hedgerow orchard, Proc. Ohio State horticulture, Soc [J]. 1973, 126-th Ann. Meet. 31-34.
- [7] 李正之. 果树矮化密植[M]. 上海科学技术出版社, 1982, 177-179.
- [8] 吴伯雄. 气象学[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1979.
- [9] 吴光林. 果树整形与修剪[M]. 上海科学技术出版社, 1986, 85-88.
- [10] 德雷灵 F. R. 李靖远摘译. 苹果幼树的整枝法. 农业文摘[M]. 园艺 [A]Ⅲ. 99(条). 1966
- [11] 麦肯兹 D. W. 等. 杨著诚摘译. 半集约栽培与果园管理—新西兰苹果栽培之新途径. 农业文摘[M]. 园艺Ⅱ. 611(条). 1966.
- [12] 李正之. 苹果密植中的光照问题[Z]. 河北: 果树技术资料. 1975, 1, 23-26.
- [13] 施奈德 J. C. 程沛宇摘译. 光在果园内是常感不足的[M]. 农业文摘. 园艺[A]Ⅲ. 345(条). 1966.
- [14] Будаговский В. Н. Промышленная культура карликовых плодовых деревьев. Сельхозиздат, 1963.
- [15] Агафонов Н. В. Принципы моделирования оптимальных параметров кроны плодовых деревьев для интенсивных насаждений. Изв. ТСХА [J], 1978, (5), 140-151.

Research on the Design of Trapezoid Crown Section in Hedgerow Orchard

LIU Yong-chao¹, WU Hai-xia¹, CUI Xiang-e²

(1. Hebei University of Engineering, Handan 056021; 2. Yongnian Bureau of Water Affair, Hebei 057150)

Abstract: This paper calculated the solar location in each time of different latitude area certain day using astronomical formula, and calculated hedge definitive shape angle that can satisfy shining of the fruit tree, on the condition that from Southward to Northward in a row. On the condition that meeting the need of sun light, this paper analyzed and decided suitable geography latitude for the trapezoid crown section, according to different specific value of crown height to crown span, and made use of combination previous research results and this paper, and further discussed and decided the best parameter of hedgerow of trapezoid crown section in different latitude areas. A theory was put forward regarding the design of trapezoid crown section in hedgerow orchard.

Key words: Fruit tree; Hedgerow orchard; Trapezoid crown section; Latitude