

纺织厂有窗厂房日照及遮阳问题的探讨

李 锡 苏

摘 要

本文通过对太阳与地球相对运动的分析,认为单纯改变厂房的朝向,尚不能解决北向窗户的日照问题。为了防止阳光直射到工作面上,在厂房朝向确定以后,可采用适当的遮阳方式,并合理地确定厂房各有关部位的结构尺寸。

纺织厂厂房对采光有一定的要求,一般不希望阳光从采光窗户直射入车间,以免引起工人操作时眼花缭乱,影响生产的正常进行和半制品质量的稳定,增加夏季空调降温的负荷。通常认为,锯齿厂房天窗朝北偏东^[1]或朝正北方向^[2]能够解决上述问题。笔者则认为,这虽有助于改变车间日照时刻,但尚不能完全解决车间日照问题。为此,本文就锯齿厂房及其他有窗厂房的日照问题进行讨论,并根据不同的日照情况,对其遮阳方式提出一些看法。

一、地日的相对运动与日出、日没时刻的关系

为讨论问题方便起见,作如下假设:

1. 地球为一正球体,且密度均匀
2. 研究的点 M 位于地球表面
3. 重力指向地球球心
4. 将阳光看成是平行光线,视太阳为一点,且不考虑大气层对阳光的折射作用^[3]

取一直角坐标,将地球球心置于坐标原点(O点),Z轴通过地球南北极点,其正向通过地北极点,如图1所示。则地球的球面方程为:

$$\left. \begin{aligned} x &= -R \cos \varphi \sin t \\ y &= R \cos \varphi \cos t \\ z &= R \sin \varphi \end{aligned} \right\} x^2 + y^2 + z^2 = R^2 \quad \text{或} \quad (1)$$

式中:

R—地球平均半径

φ —地理纬度

t—时角,以YOZ平面,Y轴正向为起始点,逆时针方向为正值

δ —太阳光与地球赤道平面间的夹角,亦称赤纬,以赤道向北为正,向南为负

$\vec{n}$ —以垂直于地球上某一点切平面的太阳光作矢量,表示阳光照射的方向

将 $\vec{n}$ 置于YOZ平面上。根据地日间的相对运动可知, $\vec{n}$ 与地球赤道平面间夹角 δ 在一年中是不断变化的,夏至那天 $\delta = 23^\circ 27'$,冬至那天 $\delta = -23^\circ 27'$,春、秋分那天 $\delta = 0$ 。

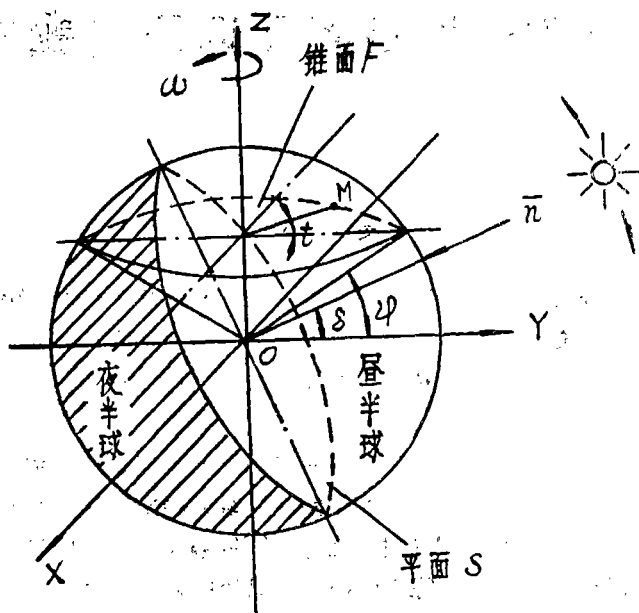


图 1 地球上日照情况示意图

地球则以Z轴为轴按 ω 方向回转。

$\therefore \vec{n}$ 通过球心O点

$\therefore \vec{n} = \{0, R\cos\delta, R\sin\delta\} = \{0, \cos\delta, \sin\delta\}$

作一垂直于 $\vec{n}$ 并通过O点的平面S,则其方程为:

$$S = 0(x-0) + \cos\delta(y-0) + \sin\delta(z-0) = \cos\delta \cdot y + \sin\delta \cdot z = 0$$

即: $y = -\operatorname{tg}\delta \cdot z$

将上式中的y、z用球面方程(1)代入,得

$$\cos t = -\operatorname{tg}\delta \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (2)$$

所得式(2)是平面S与地球面的交线方程,该交线将地球分为昼半球和夜半球。而M点上所看到的日出、日没时刻可用时角t来表示。

现根据式(2)将夏至日($\delta = 23^\circ 27'$)北半球不同纬度的日出、日没时角t。与真太阳时列于表一。

二、阳光与天窗平面间的夹角

从假设可知,地球表面任一点的垂线即为球面在该点切平面的法线,若将地球表面任一

表一

φ	0	15°	20°	$23^{\circ}27'$	25°	30°
t_0	$\mp 90^{\circ}$	$\mp 96^{\circ}40'$	$\mp 99^{\circ}05'$	$\mp 100^{\circ}50'$	$\mp 101^{\circ}40'$	$\mp 104^{\circ}30'$
日出真太阳时	6:00	5:33	5:24	5:17	5:13	5:02
日没真太阳时	18:00	18:27	18:36	18:43	18:47	18:58
φ	35°	40°	45°	50°	55°	$66^{\circ}33'$
t_0	$\mp 107^{\circ}40'$	$\mp 111^{\circ}20'$	$\mp 115^{\circ}42'$	$\mp 121^{\circ}07'$	$\mp 128^{\circ}16'$	$\mp 180^{\circ}$
日出真太阳时	4:49	4:35	4:17	3:55	3:27	0:00
日没真太阳时	19:11	19:25	19:43	20:05	20:33	24:00

点的法线绕 Z 轴迥转, 即得一旋转曲面。这是一个圆锥面(如图 1), 其方程为:

$$z^2 = \operatorname{tg}^2 \varphi (x^2 + y^2)$$

$$\text{即} \quad F(x, y, z) = z^2 - \operatorname{tg}^2 \varphi (x^2 + y^2) = 0 \quad (4)$$

锥面 $F(x, y, z)$ 与球面 $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ 相交得一曲线圆, 即为地球上同一纬度各点的连线。

若在北半球上某一纬度的任一点 M 上建造厂房, 假设该厂房天窗采用正北方向(本文中朝向均以地北极为准)采光, 则该厂房天窗平面的法矢量就是锥面 F 上与球面相交点 M 切平面的法矢量。若用 $\overline{N}$ 表示锥面 F 上 M 点切平面的法矢量, 则:

$$\begin{aligned} \overline{N} &= \{F'_x, F'_y, F'_z\} \\ \therefore \begin{cases} F'_x = 2R \sin \varphi \operatorname{tg} \varphi \sin t \\ F'_y = -2R \sin \varphi \operatorname{tg} \varphi \cos t \\ F'_z = 2R \sin \varphi \end{cases} \\ \therefore \overline{N} &= \{\sin t, -\cos t, \operatorname{ctg} \varphi\} \end{aligned}$$

另立一直角坐标, 如图 2 所示。其原点座落在 M 点, Y' 轴平行于 $\overline{N}$ 且指向地北极, Z' 轴为图 1 中 $\overline{OM}$ 连线的延长线, $\overline{n}$ 通过原点 M 。

设:

α, β, γ —分别为 $\overline{n}$ 与 x', Y', Z' 轴的夹角

ϕ — $n_{x'}$ 与 n_x 的夹角

Ψ — $n_{y'}$ 与 n_y 的夹角

则 $\overline{N}$ 与 $\overline{n}$ 夹角的余弦为:

$$\cos \beta = \frac{\overline{N} \cdot \overline{n}}{|\overline{N}| \cdot |\overline{n}|} = \cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos t$$

α 为 x' 轴与 $\overline{n}$ 的夹角。用 $\overline{x'}$ 矢量表示 x' 轴, $\overline{z'}$ 矢量表示 Z' 轴。

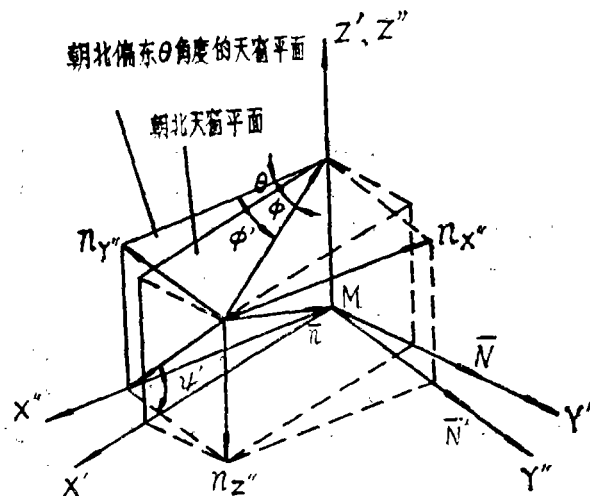


图 3 当天窗平面偏转 θ 角度时, 阳光与天窗平面间的夹角

$\because Z''$ 轴与 z' 轴重合, 所以 $\overline{n}$ 与 Z'' 轴的夹角即为 $\overline{n}$ 与 z' 轴的夹角:

$$\cos \gamma' = \cos \gamma = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \theta$$

从图 3 中还可看出:

$$\phi' = \theta + \phi = \theta + \arctan \frac{\cos \varphi \tan \delta - \sin \varphi \cos \theta}{\sin \theta} \quad (7)$$

$$\therefore n_{z''} = |\overline{n}| \cdot \cos \gamma'$$

$$\therefore \tan \Psi' = \frac{n_{z''}}{n_{y''}} = \frac{\sin \varphi \tan \delta + \cos \varphi \cos \theta}{\cos \theta (\tan \theta \sin \theta - \sin \varphi \cos \theta + \cos \varphi \tan \delta)} \quad (8)$$

三、车间日照问题的讨论

在讨论车间日照时, 对于朝北或朝北偏东 θ 角度的天窗, 主要考虑 $\delta = 23^\circ 27'$ 时的情况, 即根据北半球夏至那天阳光与赤道平面间的夹角进行分析。只要此日没有阳光射入天窗, 或有阳光射入, 但对生产影响不大, 则可确保全年其余季节没问题。

(一) 阳光与天窗平面平行时的时角 $t_{\mp}$

当阳光与天窗平面平行时, 则阳光决不会射入天窗。为此, 将此时的时角 t 用 $t_{\mp}$ 表示。

1. 当天窗朝正北向时

令 $\Psi = 90^\circ$, 即可从式(5)得:

$$\cos \theta = \frac{\tan \delta}{\tan \varphi} \quad (9)$$

根据式(9), 将 $\delta = 23^\circ 27'$ 时, 不同 φ 所对应的 $t_{\mp}$ 列于表二中。

表二

φ	15°	20°	23°27'	25°	30°	35°
$t_{\text{平}}$			0°	±21°32'	±41°18'	±51°43'
T			12:00	10:34	9:15	8:33
			12:00	13:26	14:45	15:27
Δt	195°42'	198°10'	201°40'	160°17'	126°26'	111°54'
ΔT	13 ^h 03 ^m	13 ^h 13 ^m	13 ^h 27 ^m	10 ^h 41 ^m	8 ^h 26 ^m	7 ^h 28 ^m
θ	15°	12°30'	10°44'	10°	7°30'	5°
Ψ_0'			90°	86°27'	84°20'	84°50'
Ψ'			90°	93°33'	95°40'	95°10'
t_{min}	±92°18'	±94°31'	±96°05'	±96°48'	±99°13'	±101°49'
t_{max}	±41°07'	±51°36'	±56°47'	±58°47'	±64°14'	±68°36'
$\Delta t'$	102°22'	85°48'	78°34'	76°02'	69°59'	66°26'
$\Delta T'$	6 ^h 49 ^m	5 ^h 43 ^m	5 ^h 14 ^m	5 ^h 04 ^m	4 ^h 40 ^m	4 ^h 26 ^m

φ	40°	45°	50°	55°	66°33'
$t_{\text{平}}$	±58°52'	±64°18'	±68°39'	±72°19'	±79°09'
T	8:05	7:43	7:25	7:11	6:43
	15:55	16:17	16:35	16:49	17:17
Δt	104°55'	102°49'	104°57'	111°54'	158°19'
ΔT	7 ^h 00 ^m	6 ^h 51 ^m	7 ^h 00 ^m	7 ^h 28 ^m	10 ^h 33 ^m
θ	2°30'	0			
Ψ_0'	86°50'	90°			
Ψ'	93°10'	90°			
t_{min}	±104°41'	±107°52'	±111°34'	±115°58'	±131°34'
t_{max}	±72°16'	±75°27'	±78°17'	±80°53'	±86°16'
$\Delta t'$	64°49'	64°50'	66°32'	70°10'	90°35'
$\Delta T'$	4 ^h 19 ^m	4 ^h 19 ^m	4 ^h 26 ^m	4 ^h 41 ^m	6 ^h 02 ^m

注：① T 为 $t_{\text{平}}$ 所对应的真太阳时， $\Delta t = 2(|t_0| - |t_{\text{平}}|)$ ， ΔT 为 Δt 所对应的真太阳时；
 $\Delta t' = 2(|t_{\text{min}}| - |t_{\text{max}}|)$ ， $\Delta T'$ 为 $\Delta t'$ 所对应的真太阳时。

② 表中 θ 角按《棉纺织厂设计》一书所提供的数值按比例折算得出。

从表二中 $|t_{\text{平}}|$ 的数值可以看出， φ 愈大，则 $|t_{\text{平}}|$ 亦愈大。也就是说，在北半球，纬度 φ 愈高，阳光与天窗平面平行的时刻愈接近清晨和傍晚。在 $\varphi = 23^\circ 27'$ 处（北回归线上）， $t_{\text{平}} = 0$ ，亦即夏至那天仅在中午 12 时阳光才与天窗平面平行，而其余时间阳光均与天窗平面有一定的角度，即 $\Psi \approx 90^\circ$ 。而在 $\varphi < 23^\circ 27'$ 的地区，夏至那天阳光与天窗平面就根本不可能有平行的时刻。

阳光从北面射向天窗，还是从南面射向天窗，可从式(5)求得的 $\text{tg}\Psi$ 加以判断。当 $\Psi < 90^\circ$

时, $\operatorname{tg} \Psi$ 为正值, 则阳光从北面射向天窗; 反之, 则阳光从南面射向天窗。

因此, 当天窗朝正北向时, 若不考虑屋檐的遮阳作用, 则在 $\varphi > 23^{\circ} 27'$ 的广大地区夏至那天仍会在清晨和傍晚时刻有阳光射入天窗, 而在 $\varphi \leq 23^{\circ} 27'$ 地区则全天都有阳光射入天窗。阳光射入天窗的时间可用 ΔT 表示。从表二中 ΔT 的数值可知, 由于纬度 φ 的不同, ΔT 也有差异。在 $23^{\circ} 27' < \varphi < 45^{\circ}$ 广大地区, ΔT 随着纬度 φ 的提高而减小; 在 $\varphi < 23^{\circ} 27'$ 及 $\varphi > 45^{\circ}$ 的广大地区, ΔT 随着 φ 的增加而增加。

2. 当天窗朝北偏东 θ 角度时

因无法直接从式(8)中求出阳光与天窗平行时($\Psi' = 90^{\circ}$)的 $t'_{\mp}$, 所以先将当 $\Psi = 90^{\circ}$ 时从式(5)所求得的 $t_{\mp}$ 代入式(8), 求出相应的 Ψ' , 再将 Ψ' 与 Ψ 进行比较。

将求得的 Ψ' 值列于表二。 $t_{\mp}$ 有正负值之分。 $t_{\mp}$ 为负值时表示上午时刻, 因而用 Ψ'_0 表示上午时夹角; $t_{\mp}$ 为正值时表示下午时刻, 因而用 Ψ' 表示下午时的夹角。

从表二中 Ψ'_0 与 Ψ' 分析可得出以下结论:

假若在 $\varphi > 23^{\circ} 27'$ 的广大地区的同一点上建造两座厂房, 一座天窗朝正北向, 一座天窗朝北偏东 θ 角度, 某一时刻 $t_{\mp}$, 阳光与天窗朝正北方向的天窗平面平行, 即 $\Psi = 90^{\circ}$ 。与此同时, 根据式(8)可求得朝北偏东 θ 角度的厂房天窗平面却不与阳光平行, 而是 $\Psi'_0 < 90^{\circ}$ 及 $\Psi' > 90^{\circ}$, 且 $\Psi'_0 + \Psi' = 180^{\circ}$ 。这就是说, 在同一 M 点上, 对于朝北偏东 θ 角度的厂房, 上午阳光射入天窗的时间要比朝正北向长一些, 而下午则相反。由此可知, 若使厂房朝北偏东 θ 角度, 就能使上午阳光射入天窗的时间较天窗朝正北方向时延长, 下午阳光射入天窗的时间较天窗朝正北方向时推迟并缩短, 即有利于避免午后(全天气温最高的时刻)阳光射入天窗。如厂房朝北偏西, 则情况相反。

为方便起见, 以下讨论只考虑 $\theta = 0$ 的情况, 而 $\theta \neq 0$ 的情况也可从中间接地反映出来。

(二) 锯齿厂房某些建筑构件对日照的影响

从表一中的 t_0 和表二中的 $t_{\mp}$ 可知, 夏至那天阳光射入朝北天窗的时间 $\Delta T = \Delta t / 15^{\circ} = 2(|t_0| - |t_{\mp}|) / 15^{\circ}$ 。在纬度较低的地区, Δt 比较大(见表二)。由此看出, 夏至那天阳光射入车间的时间较长。然而, 由于锯齿厂房的某些建筑构件(如: 风道大梁, 揩窗走道, 屋檐等)也能起到遮挡阳光的作用, 所以实际上阳光照射到工作面上的时间较 ΔT 为短。下面就再作一些分析。

1. $\Psi_{\min}$

在考虑阳光照射对生产的影响时, 实际上只要尽量使阳光不射到车间工作面上即可。从图 4 可知, 当 $\Psi \leq \Psi_{\min}$ 时, 阳光只会射到风道大梁上, 而决不会射到工作面上。此时 $\operatorname{tg} \Psi_{\min} = H/L$ 。因而, 适当加大 H/L 的比值, 就有助于缩短阳光射到工作面上的时间, 但同时也给车间采光带来了影响。

若 $\delta = 23^{\circ} 27'$, $\operatorname{tg} \Psi_{\min} = 1.2/7$ 时, 则从式(5)得出不同 φ 所对应的 $t_{\min}$ 如表二所示。从表一和表二中可知, $|t_{\min}| < |t_0|$, 且两者的差值与 φ 成正比。

2. $\Psi_{\max}$

厂房的屋檐能遮挡阳光, 当太阳高度角较大时(即中午前后), 屋檐所起的遮阳作用尤为显著。部分锯齿厂房在天窗墙下设有揩窗走道, 有些也能起到类似于屋檐的遮阳作用, (如图 4)。

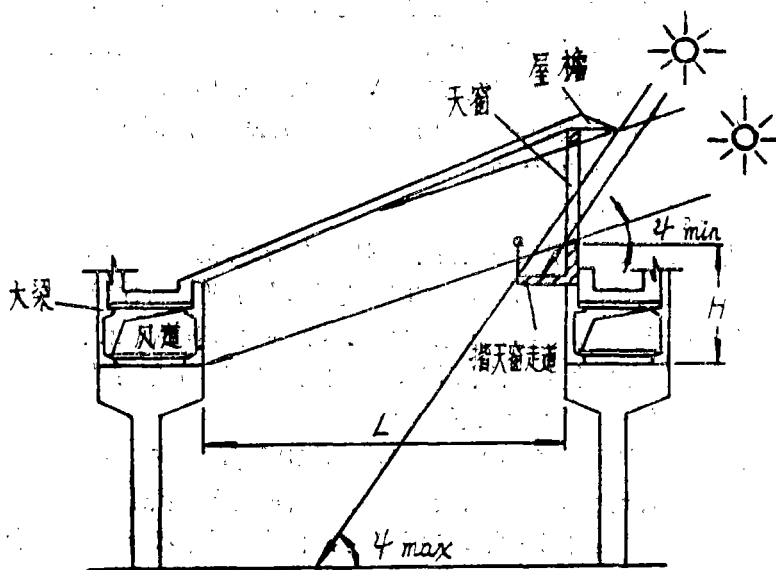


图 4 锯齿厂房日照示意图

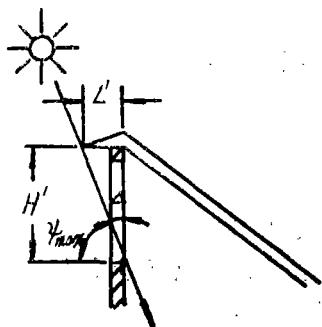


图 5 屋檐遮阳角 Δ

屋檐的遮阳作用可用遮阳角 Δ 来表示。从图 5 中可知, $\Delta = \arctg L'/H'$, 而 $\Psi_{max} = 90^\circ - \Delta$ 。显然, 当 $\Psi \geq \Psi_{max}$ 时, 阳光决不会射入天窗。当 $L' = 800\text{mm}$, $H' = 3000\text{mm}$ 时, 得 $\Delta = 14^\circ 56'$, 若 $\delta = 23^\circ 27'$, 则从式 (5) 可求得不同 φ 所对应的 t_{max} , (如表二)。

从表二可知 $|t_{max}| > |t_{\varphi}|$ 。因而, 由于锯齿厂房屋檐与风道大梁的遮挡, 使得 $2(|t_{min}| - |t_{max}|) < 2(|t_0| - |t_{\varphi}|)$, 或 $\Delta T' < \Delta T$, 即夏至那天阳光照射到工作面上的时间比不考虑屋檐、风道大梁的遮阳作用时短一些。从表二中 $\Delta T'$ 的数值可知, 当锯齿厂房某些结构尺寸如上面所述时, 夏至那天阳光射入天窗的时间在我国大部分地区不超过 5 小时, 且

主要在清晨和傍晚。在对生产影响不大时, 一般不必考虑设置专门的遮阳设施。

(3) 遮阳设施的考虑

从上面的分析可知, 从夏季降温的角度考虑, 天窗适当偏东, 有利于降低车间下午的温度, 但却使上午车间日照时数增加。若厂房对遮阳要求较高, 即希望做到全年不让一点阳光射到车间工作面上时, 则应考虑遮阳设施。

遮阳的措施很多, 概括地可分为三类: 利用绿化的遮阳; 结合建筑构件处理的遮阳; 专门设置的遮阳^[4]。现仅就专设的窗户遮阳进行讨论。

窗户遮阳的基本形式大致可分为: 水平式、垂直式、综合式、挡板式四种。前三种遮阳设施的遮阳效果如图 6 所示。图中阴影部位和面积表示遮阳设施起到遮阳作用的时间和效果^[5]。

在锯齿厂房中, 屋檐所起的遮阳作用与水平遮阳板相同, 即中午太阳较高时, 遮阳效果

较好的，而早晨、傍晚太阳高度较低时，遮阳效果较差。因而，这时可考虑采用垂直式遮阳板。

若将式(6)中 $\text{tg}\phi$ 对 t 求偏导，得：

$$\frac{\partial(\text{tg}\phi)}{\partial t} = \frac{1 - \text{ctg}\varphi \text{tg}\delta \cos t}{\csc\varphi \sin^2 t}$$

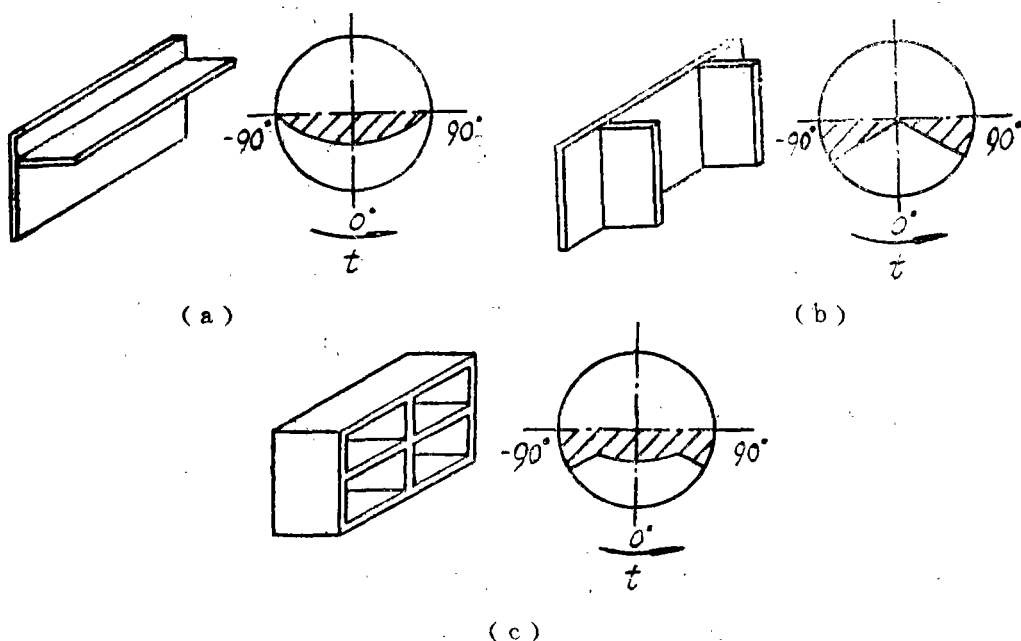


图 6 南北朝向时不同遮阳方式的遮阳效果示意图

- | | | |
|------------|------------|------------|
| (a) 水平式遮阳板 | (b) 垂直式遮阳板 | (c) 综合式遮阳板 |
| 遮阳效果正午时最大， | 遮阳效果正午时最小， | 遮阳效果比较均匀 |
| 日出、日没时最小。 | 日出、日没时最大。 | |

当上式中 $\varphi \geq \delta$ 时，则 $\partial(\text{tg}\phi)/\partial t \geq 0$ ，函数 $\text{tg}\phi$ 单调增加，即 $|t|$ 愈大， $|\phi|$ 愈大。且从图 6(a) 得知，此时屋檐的遮阳效果较差，因而愈需考虑侧向遮阳。为此，可根据厂房的结构尺寸计算出 $\Psi_{\min}$ 及 $t_{\min}$ ，再将 $t_{\min}$ 代入式(6)，求出相应的 ϕ 角。

根据 $t_{\min}$ 所求得的 $|\phi|$ 为太阳有可能射到工作面上一段时间内的最大值。因而，结合天窗长度方向尺寸就可求出垂直遮阳板的伸出长度。从图 7 中可知，垂直遮阳板的伸出长度 $N = M \cdot \text{tg}\phi$ 。

采用以上屋檐与垂直遮阳板相结合的方法遮阳，可以做到一年四季、一天到晚没有阳光从锯齿天窗射到车间工作面上。

(四) 多层有窗厂房的日照问题

近几年国内一些地区新建、扩建或改

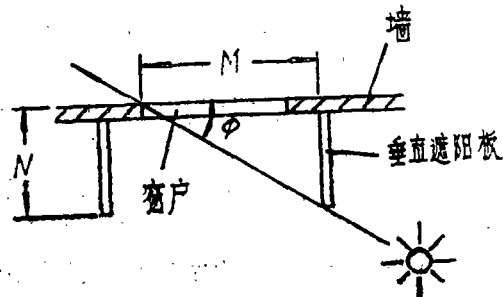


图 7 垂直遮阳板尺寸计算示意图

建的纺织厂，多层厂房型式有增加的趋势，其中多层有窗厂房也占有相当的比例。当多层有窗厂房采用屋顶或侧窗采光时，则必须考虑车间的日照问题。

多层有窗厂房若采用屋顶采光时有锯齿和气楼等型式。有关锯齿天窗的日照问题，多层厂房与单层厂房的结论是一样的。以下仅对气楼和南北侧窗的日照问题进行一些分析。

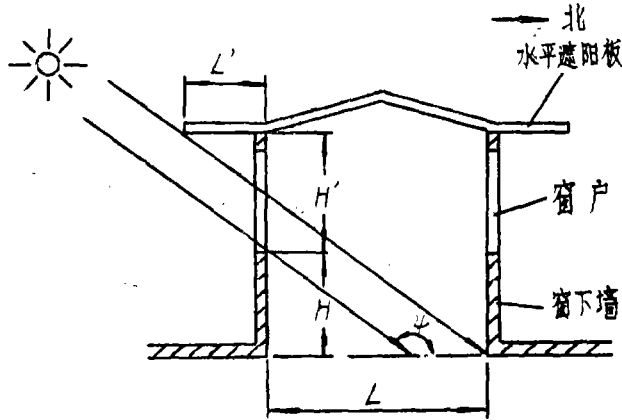


图 8 气楼南窗日照示意图

1. 气楼

当厂房南北朝向时，气楼的日照情况如图 8 所示。若图中 $H = 1500\text{mm}$ ， $H' = 1800\text{mm}$ ， $L = 6000\text{mm}$ ， $L' = 600\text{mm}$ ，则可从式(5)求出夏至日阳光从气楼北窗射到工作面上的时间 ΔT_1 (见表三)。

从 ΔT_1 可知，夏至日阳光从北窗射到工作面上的时间并不很长，且主要在清晨和傍晚。而在全年其余日子中，阳光从北窗射入的时间都短于夏至日，因而一般可不考虑遮阳问题。如认为对生产影响较大时，则可考虑设置垂直式遮阳板。

表三

φ	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
ΔT_1	5 ^h 32 ^m	4 ^h 46 ^m	4 ^h 17 ^m	3 ^h 58 ^m	3 ^h 47 ^m	3 ^h 41 ^m	3 ^h 41 ^m	3 ^h 46 ^m	3 ^h 56 ^m
ΔT_2	10 ^h 09 ^m	9 ^h 44 ^m	9 ^h 15 ^m	8 ^h 42 ^m	8 ^h 00 ^m	7 ^h 06 ^m	5 ^h 50 ^m	3 ^h 36 ^m	—
n	159天	193天	227天	261天	295天	330天	365天	360天	325天

注：表中 n 是根据全年 δ 平均日变化量求得。

但气楼南窗的日照情况却与北窗大不一样。在北纬 $23^\circ 27'$ 以北广大地区。若不考虑遮阳设施，夏至日中午前后，阳光也会射向南窗。随着 δ 的减小，每天阳光射向南窗的时间也随之延长。当 $\delta \leq 0^\circ$ 时，则阳光全天都射向南窗。

从图 8 可知，当 $H/L \geq \tan(180^\circ - \psi)$ 时，从南窗射入的阳光只会照在北面窗下墙上。但 ψ 是 t 的函数。一天中，早晚 ψ 小，中午 ψ 最大。当气楼的 H 、 H' 、 L 、 L' 采用前述数值时，冬至日阳光从南窗射到工作面上的时间 ΔT_2 和每天中午日照 4 小时以上的天数 n 如表三中所示。从表中数值可知，采用以上结构尺寸的气楼，大部分地区 n 超过 183 天，即超过半年，在纬度较高地区竟达全年(其中包括夏季中午前后)。因此，气楼的南窗必须考虑日照问题。笔者曾参观了几个采用气楼采光的的多层有窗厂房，不同程度地反映有阳光从气楼的窗户(主要是南窗)射到工作面上。因冬季前后太阳高度角较低，若采用单层水平遮阳板，则因其伸出长度 L' 有一定限度而往往不能完全遮住射入南窗的阳光。为此，可考虑采用多层水平式遮阳板或其他类型的遮阳方式来解决气楼南窗的日照问题。

2. 南北侧窗

多层有窗厂房为了达到较好的采光效果，往往开设了面积较大的侧窗，一般多开在南北两

侧(也有在南面布置辅房)。由于侧窗的遮阳角 Δ (只考虑墙厚所起的遮阳作用时)通常是很小的,因此阳光射入车间的时间较长。虽然也可在侧窗与机器之间布置较宽的走道(3.5~4.5米左右),但仍可能有阳光射到机器上。

若侧窗高2.5米,窗下墙高1.1米时,夏至日阳光从北侧窗射入车间深度达3米的时间 ΔT_3 见表四。从 ΔT_3 可知,在纬度 $15^\circ \sim 45^\circ$ 范围内,夏至日阳光射入北窗达3米的时间不超过4小时,且主要在清晨和傍晚,与南侧窗相比,北侧窗的日照情况要好一些。若希望夏至前后没有阳光射入北窗,则可采用垂直式遮阳板(也可同时采用水平式遮阳板)。

表四

φ	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
ΔT_3	3^h16^m	3^h10^m	3^h08^m	3^h09^m	3^h15^m	3^h26^m	3^h44^m	4^h10^m	4^h49^m
L	2.86米	3.41米	4.06米	4.86米	5.86米	7.20米	9.12米	12.11米	17.62米
n'	—	—	25天	60天	94天	128天	162天	183天	183天

同样,可从式(5)求得冬至日中午阳光从南侧窗射入车间的深度L,以及全年阳光从南侧窗射入车间深度达4米,时间超过6小时的天数 n' 如表四所示。实际上,中午时分阳光从南侧窗射入车间的深度是全天中最小的。为此,多层有窗厂房开了南侧窗后,车间日照情况较为严重,阳光入射较深,且在中纬地区持续日子较长。因此,南侧窗必须设置遮阳设施。为了减少或杜绝阳光从南侧窗射到工作面上的情况发生,可考虑采用综合式或多层水平式遮阳板。

(五) 几点说明

1. 以上讨论遮阳设施时,仅限于遮阳功能这一范围,对于其他多项功能从略。
2. 在纬度较高地区,夏至前后阳光射入朝北窗户的日子较少,且主要在清晨和傍晚。如对生产影响不大,不要过分强调一年四季、从早到晚不让阳光射到工作面上这一要求。因为设置专门的遮阳设施要增加厂房造价。
3. 本文在讨论车间日照程度时,只涉及阳光通过窗户照射到室内的持续时间,而未讨论照射面积这一因素。

四、结 论

(一) 单纯改变厂房朝向,并不能做到夏至那天没有阳光射入朝北天窗,而只改变阳光射入天窗的时刻。当厂房朝北偏东时,可推迟并缩短午后阳光射入朝北天窗的时间。

(二) 对于有窗厂房来说,南向窗户的日照情况较北向窗户严重,设计厂房时应引起重视。

(三) 为了避免阳光射到工作面上,在确定了厂房朝向后,可根据需要考虑适当的遮阳设施。南向窗户应采用综合式或多层水平式遮阳板。对于北向窗户,一般可不设专门的遮阳设施;若对遮阳要求较高时,可考虑同时采用水平式(包括屋檐)与垂直式遮阳板。

(四) 在确定厂房跨度、屋檐伸出长度、窗户的宽度和高度、窗下墙高度、遮阳板伸出长度等有关尺寸时,可根据本文中提出的有关公式进行校核,以明确能否达到不使阳光射到

工作面上这一要求。

本文初稿承本院刘国涛、吴科征、毛国祥、马健等老师及无锡市纺织职工大学辜隆基老师详细审阅，并提出了许多宝贵意见。在此特表谢意。

参 考 文 献

- [1] 《棉纺织厂设计》，纺织工业出版社，1980年，
- [2] 《纺厂设计中几个问题的讨论》，《纺织学报》1981年第6期。
- [3] 《数理地理》，金祖孟著，中华书局出版，1958年。
- [4] 《建筑日照设计》，吉林省建筑设计院，中国建筑工业出版社，1979年。
- [5] 《建筑设计资料集(1)》，中国建筑工业出版社，1980年。

A study on the problems of with use the window and sunshine and sunshade of the textile shops

Li Xi-su

Abstract

This paper analyses the relative motion between the sun and the earth, and holds that the problem of the sunshine on the north window is not solved if only the exposure of the shop is changed. In order to prevent the sunlight from shining directly on the working surface, it is necessary to select the suitable type of the sunshades and rationally determine the relevant dimensions of the shop's structure after the exposure of the shop is determined.