278—286

58647

维普资讯 http://www.cqvip.com

第15卷 第3期
1995年9月

生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol. 15, No. 3
Sep., 1995

暖温带落叶阔叶林辐射能量环境初步研究*

孙雪峰 陈灵芝
(中国科学院植物研究所生态室,北京,100044)

S718.554.1

摘 要 本文对暖温带落叶阔叶林辐射能量环境进行了初步探讨,文中对林、灌、草各层次的总、反、净、光合有效及吸收、透射等辐射因子的变化分别进行了系统分析。主要结论如下:(1)在生长季(5—10月)期间,抵达林冠的太阳总辐射为3095.45MJ·m^{-2},抵达灌草层的为388.34MJ·m^{-2}。峰值出现在5月,谷值在8月。(2)生长季内,抵达群落的太阳总辐射主要集中于5、6两月,占整个生长季的40.99%。(3)生长季内,林冠上方净辐射总值为1658.74MJ·m^{-2},(4)林冠反射主要受入射光的光谱特性及群落发育状况共同影响,反射率的变化主要与群落发育状况相关;灌草层的反射及反射率主要受群落发育状况的影响。(5)整个生长季,林冠所接收的光合有效辐射为1308.3MJ·m^{-2},灌草层为194.2MJ·m^{-2},(6)净辐射日进程受气候因素影响十分强烈,(7)群落内光能资源的时空分布存在很大差异。

关键词:辐射能量环境,太阳辐射,落叶阔叶林。

从绿色植物的光合作用到微生物对腐殖质的分解,生态系统内的一切生命活动都沿循着能流过程而进行,太阳辐射就是这种能量活动的来源。

有关森林群落的辐射研究最早可以追溯到本世纪初。1911年,G. P. Burns利用美国国家气象局的热电记录仪测量了太阳辐射在森林及其它群落中的分布状况,并于1923年将其11年的研究成果发表于Ecology[1]。之后,国内外学者先后对许多森林群落的太阳辐射进行了研究[2—10]。仅就笔者所掌握的资料,有关暖温带落叶阔叶林的辐射研究在国内尚属空白。1991年,中国科学院北京森林生态系统定位研究站在其观测样地建立了太阳辐射定位观测塔,按群落结构分别对总辐射、散射辐射、直射辐射、反射辐射、净辐射、及红、黄分光谱辐射等进行了24h全天候观测(本文未对散射及直射辐射予以讨论)。

1 样地概况

本站位于北京市门头沟区东灵山(N39°58′,E115°41′),属太行山北脉,小五台山余脉。观测样地设在小龙门林场南沟(南北走向)。样地所在山坡坡向N40°W,坡度28°,海拔1250m,面积40×30m^2。

群落类型为辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、棘皮桦(*Betula dahurica*)等多种阔叶混交林,是暖温带地区最典型的群落类型之一。群落成层现象十分明显,按高度可分为乔木层(3—15m)、灌木层(0.6—3.5m)和草本层(0—1m)。主要种类除辽东栎、棘皮桦外,还有大叶白蜡(*Fraxinus phychophylla*)、五角枫(*Acer mono*)、糠椴(*Tilia mandshurica*)、六道木(*Abelia biflora*)、大花溲疏(*Deuzia grandiflora*)、苔草(*Carex* sp.)及其它一些中生草本植物。

样土中央设有24m高铁塔,塔上不同高度装有锦州322研究所生产的辐射探头,下联记

* 本文承蒙中国气象局汪炳忠教授悉心审阅,在此深表谢意。
收稿日期:1993-10-02,修改稿收到日期:1994-04-07。

维普资讯 http://www.cqvip.com

录仪。本文所有辐射量计算均未考虑地形因素，所采用的数据来自1991年7—10月及1992年5—10月资料。

2　群落的能量环境分析

2.1　辐射能的月际变化

由于地球的自转及公转，不同季节地面所接收的太阳辐射量是十分不同的。太阳赤纬由春分的0°升至夏至的23.5°，太阳高度角也逐渐增大、日照时间变长，辐射日总量增大，直至夏至的最大值。然后，太阳赤纬逐渐变小，直至秋分时日的0°，太阳高度角也逐渐减小，日照时间变短，辐射日总量减少。这种变化规律是在没有大气层或在晴朗无云的条件下单纯从天文因子变化来考虑的。事实上，抵达下垫面的太阳辐射季节变化还与气候因子有很大关系。

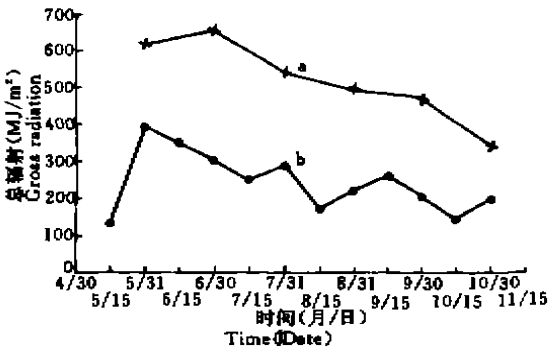

图1　林冠总辐射的月际变化

(a.全月际变化，b.半月际变化)

Fig.1　Monthly course of the gross radiation above the canopy(a. whloe month, b. half month)

2.1.1　总辐射的月际变化　总辐射的测量采用了吸收光谱范围为0.3—3.0μm的TBQ-2型总辐射表。在整个生长季(5—10月)抵达群落的总辐射经历了由高到低的单峰曲线变化过程(图1a)。5、6两月多为晴朗少云天气，1992年6月的30d中，晴天占了73%，阴雨天只占27%，加之太阳高度角接近最大，总辐射月总值较高，直至6月达最大值。7、8两月是本地区的雨季，1992年7、8两月，晴天只占34%，阴、雨天却占了66%。浓重的云层经常阻挡了太阳辐射的直接入射。9、10两月虽然阴、雨天气减少，但由于太阳高度角减小，故此，总辐射月总值变小。从图1a上看，总辐射季节变化的趋势主要还是与天文因子密切相关，但从上述分析及图1b上看，气候因素也起着重要的作用。按半月计，总辐射峰值出现在5月的后半月，谷值出现在阴、雨天气为主的8月前半月和太阳高度角较小而又有一定阴、雨天气的10月上半月。

表1　群落不同层次总辐射月变化($MJ \cdot m^{-2}$)

Table 1　Monthly course of the gross radiation above each layer

项　目 Item	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	合计 Total
林　冠　层 Above the canopy	617.51	651 37	536.55	487.71	463.21	339.1	3095.45
灌　草　层 Above the shrub	132.38	67.93	51.93	30.62	40.28	65.2	388.34
灌草层/林冠层 Shrub/canopy(%)	21.44	10.43	9.68	6.28	8.70	19.23	12.55

从表1上看，整个生长季群落所接收的总辐射5、6两月占40.99%，7、8两月占33.09%，可见，植物生长季，太阳辐射能主要集中于5、6两月。

林冠上层所接收的太阳辐射能是决定群落内部能量环境的主要因素，但也受群落发育的影响。图2是灌草层所接收的总辐射月际变化曲线。

在这里，生长季期间总辐射有两个峰值，一个出现在天空总辐射值较高，林冠层叶面积指

维普资讯 http://www.cqvip.com

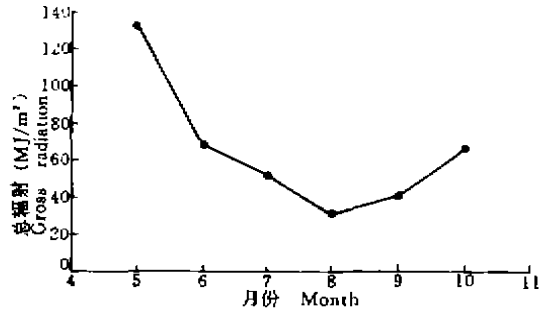

图2 灌草层总辐射月际变化

Fig. 2 Monthly course of the gross radiation above the shrub layer

数(LAI)较低(0—5.1)的5月,另一个出现在叶片色素组成发生明显变化,且有部分落叶的10月(LAI:6.79—0)。谷值出现在枝繁叶茂,林冠上层总辐射不高的8月,此时林冠叶面积指数达到生长季最高值,为9.14—9.53,可见,森林群落内部的能量环境除受外部太阳总辐射制约外,更主要地还是受其自身发育状况的影响。

在辽东栎阔叶混交林群落中,5月份林下光照充足,是较为耐旱、喜阳的早春植物发育的最佳时期,一但进入乔木层片的充分发育期,这些早春植物就被一些耐阴的中生植物所取代。从表1上看,灌草层5月的总辐射占林冠总辐射的21.44%,而8月的只占6.28%。

2.1.2 净辐射的月际变化 净辐射,即辐射平衡值,是能量平衡的重要成分,其测量采用了可接收光谱范围在0.3—30μm的TBB-1型净辐射表。通常的理论计算公式是:$R=Q(1-a)-I$,其中,R为净辐射,Q为短波总辐射。a为下垫面反射率,I为有效辐射,即下垫面长波辐射与向下的大气辐射之差。

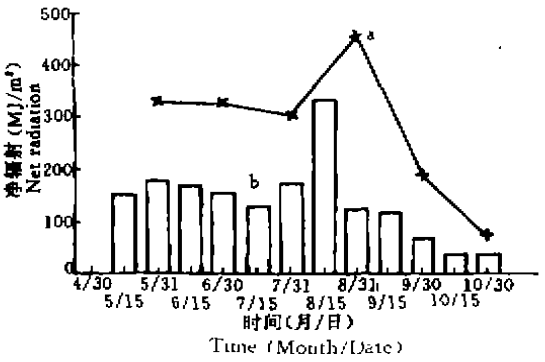

图3 林冠净辐射月际变化

(a. 全月际变化,b. 半月际变化)

Fig. 3 Monthly course of the net radiation above the canopy (a. whloe month, b. half month)

生长季内,群落上方的净辐射月际变化如图3a所示。生长季期间净辐射最大值出现在8月,为453.4MJ·m^{-2},占生长季净辐射总值1658.74MJ·m^{-2}的27.33%,5、6、7等3个月的林冠净辐射值基本接近,最低值出现在10月,为70.6MJ·m^{-2},只占生长季净辐射总值的4.26%。从半月进程上看(图3b),净辐射的真正峰值出现在8月的前半月。笔者认为,这是因为8月的前半月以阴雨天气为主,空气湿度很大,有时高达99%,夜间的有效辐射值(I)较高,且以大气向下的辐射为主,故此净辐射的日累值很高,(有关问题将在净辐日进程一节中深入讨论)。如此大的净辐射主要用来进行群落的蒸腾和蒸发,另外就是下垫面层的蓄热。

2.1.3 反射辐射的月际变化 林冠反射辐射的月际变化主要受总辐射、更确切地说是入射光的光谱特性所制约,同时,也受森林发育状况的影响(图4)。整个生长季进程是一双峰曲线。第一峰值出现在6月,这时总辐射最大,而且,叶子处于发育的旺盛期(LAI:5.1—8.38),叶绿素含量大大增加,叶子对近红外光的反射急剧增加,这可能是由于叶肉细胞间的空隙所致[7]。按崔启武、朱劲伟的理论推导[11],林冠反射率与叶子的反射率及叶面积系数成正比,与叶子的透过率成反比。故此时林冠的反射值最高。第二高峰出现在9月,这可能主要是9月阴雨天气减少,直射入射光增加所致。在5月,虽然总辐射值较大,但叶片的反射率及叶面积指数均不如6月高,而且,近红外反射较低,所以,反射低于6月的。而在7、8两个月,由于阴雨天气居多,直射入射光较少,因此,反射辐射也较低。10月,叶片色素组成发生变化,叶绿素急剧减少,并

维普资讯 http://www.cqvip.com

伴随着后半月落叶的发生和总辐射的下降，反射值也跌进了低谷。从反射率变化（图4b）看，则是一相对平缓的曲线。峰值出现在6月，这与该月总辐射最大同步。7、8、9、10四个月的反射率变化很小。可见，林冠层的反射率主要与林冠层的结构与特性有关，与总辐射关系不大。

如果说林冠层的反射主要与总辐射的大小相关，灌草层的反射则主要受制于林冠的发育状况（图5）；该曲线的变化趋势与其总辐射的趋势相同（见图2）。

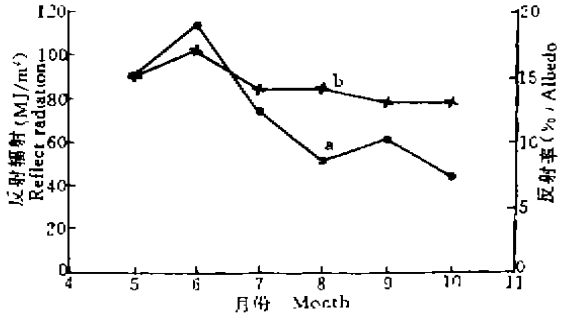

图4　林冠反射辐射特征月际变化
（a. 反射，b. 反射率）

Fig. 4　Monthly course of the reflect radiation above the canopy (a. reflection, b. albedo)

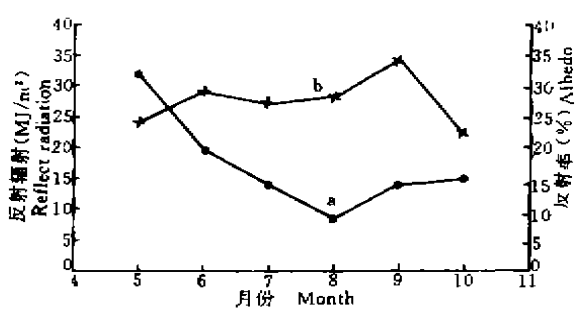

图5　灌草层反射辐射月际变化
（a. 反射，b. 反射率）

Fig. 5　Monthly course of the reflect radiation above the shrub herbous layer (a. reflection, b. albedo)

灌草层的反射率在5、6、7、8四个月变化平缓，9月份达到峰值，10月为其谷值。导致这种现象的原因可能由于林下灌木层覆盖度较低，反射面粗糙所致，也可能是林冠层改变了入射光的光谱成分所致。

2.1.4　光合有效辐射　光合有效辐射是植物进行光合作用的主要能源，波长范围为0.40—0.70μm（有些文献记载为0.38—0.71μm[16]）。本文利用TBQ-4-1型分光谱辐射表分别连续测量林冠层上0.395—3.2μm（黄）和0.695—3.2μm（红）的分光谱辐射值，再求得二者之差，即可得到0.395—0.695μm（近似为0.40—0.70μm）的光合有效辐射值。对于灌草层的光合有效辐射，近似地认为是其总辐射的1/2[12,13]。

表2和图6所反映的就是林冠层和灌草层的光合有效辐射月际变化，其变化趋势与总辐射相同。在整个生长季，群落所接收的光合有效辐射为1308.3MJ·m^{-2}，占总辐射的42.27%，占林冠吸收辐射（见2.1.5）的57.52%，6月的光合有效辐射占整个生长季的21.35%，生长旺季（6、7、8月）占52.92%。抵达灌草层的光合有效辐射占林冠总辐射的6.27%，占林冠光合有

表2　群落不同层次光合有效辐射月标变化（MJ·m^{-2}）

Table 2　Monthly course of the PAR above each layer

项　目 Item	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	合计 Total
林冠层 Above the canopy	277.65	279.35	241.18	171.78	196.62	141.72	1308.3
灌草层 Above the shrub	66.19	33.97	25.97	15.32	20.15	32.61	194.21
灌草层/林冠层 Shrub/canopy (%)	23.84	12.16	10.77	8.92	10.25	23.01	14.84

维普资讯 http://www.cqvip.com

效辐射总值的14.84%，5月份，灌草层光合有效辐射占同期林冠总光合有效辐射的23.84%，8月份只占8.92%，在辽东栎阔叶混交林群落，这种林下光能资源分布的时空差异性势必对那些以光照为主要限制因子的林下植物，尤其是草本植物的生长发育产生一定的影响，进而导致沿光能资源轴的生态位分化。

2.1.5 林冠对太阳辐射的透射和吸收* 太阳辐射抵达林冠时，除被林冠反射外，还将被林冠吸收，剩余部分将透过林冠照射到灌草层上。表3和图7所显示的是林冠对太阳辐射的吸收与透射状况。生长季，林冠的吸收峰值出现在6月，占入射总辐射的72%，谷值出现在10月，占总辐射的68%透射辐射的峰值在5月，谷值在8月，这主要与入射总辐射及林冠发育状况有关(参见2.1.1)。

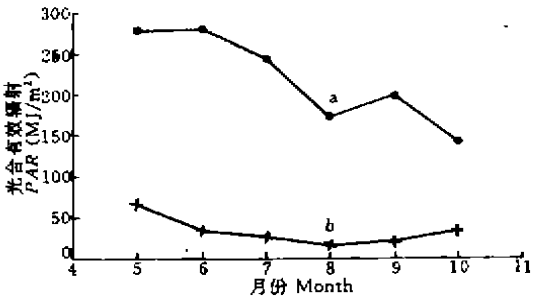

图6 光合有效辐射的月际变化
(a. 林冠层，b. 灌草层)

Fig. 6 Monthly course of the PAR(a. above the canopy, b. above the shrub)

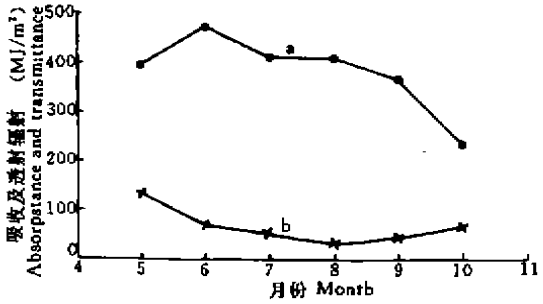

图7 林冠层吸收及透射月际变化
(a. 吸收，b. 透射)

Fig. 7 Monthly course of the absorptance and transmittance(a. absorptance, b. transmittance)

表3 林冠层的吸收与透射特征月际变化($MJ \cdot m^{-2}$)

Table 3 Monthly course of the absorptance and transmittance

项 目 Item	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	合计 Total
吸收 Absorptance	394.99	470.28	410.47	406.29	362.25	230.23	2274.33
吸收率 Absorptivity(%)	64	72	17	83	78	68	74
透射 Transmittance	132.38	67.93	51.93	30.62	40.28	65.2	388.34
透射率 Transmitivity(%)	21	10	10	6	9	19	13

林冠的吸收及透射率即与入射辐射有关，又与叶片的光谱特征及林冠的发育状况有关。虽然，6月份的吸收辐射最多，但叶片尚未完全发育成熟，吸收特性并未发育完整，透光性较大，因此，吸收率不高。10月份叶绿素渐减，甚至有落叶发生，吸收率也很低，透射率较高。只有到了8月，叶片完全发育成熟，叶绿素含量最多，叶片光谱吸收性最强，叶面积指数最高，因此，吸收率最我，透射率最低。

* 林冠吸收=林冠总辐射-林冠反射辐射-灌草层总辐射；林冠透射=灌草层总辐射；吸收率=(吸收/总辐射)·100%；透射率=(透射/总辐射)·100%

维普资讯 http://www.cqvip.com

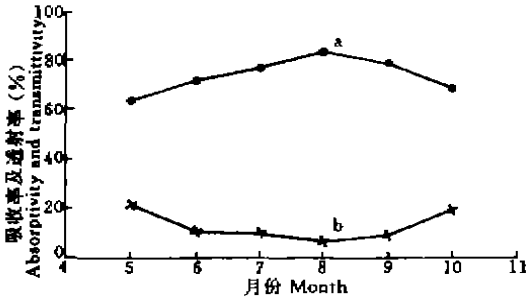

图 8　林冠吸收率及透射率月际变化
(a. 吸收率，b. 透射率)

Fig. 8　Monthly course of the absorptivity and transmittivity of the canopy
(a. absorptivity, b. transmittivity)

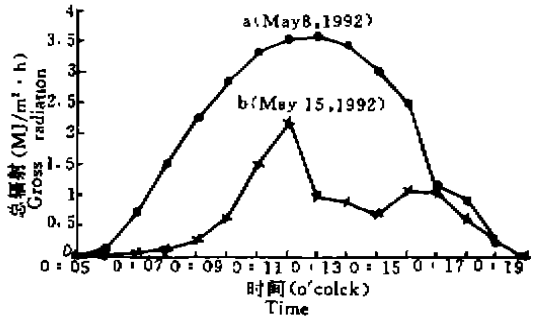

图 9　总辐射日变化(a. 晴天，b. 阴天)

Fig. 9　Daily course of the gross radiation(a. clear, b. overcast)

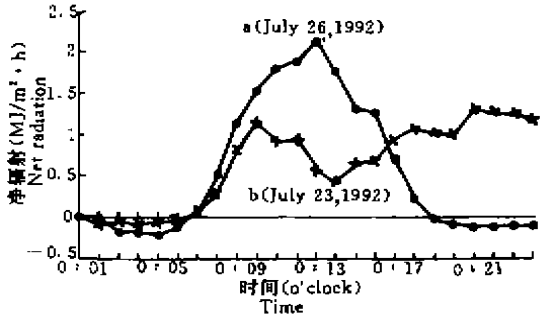

图 10　净辐射日变化(a. 晴天，b. 阴雨天)

Fig. 10　Daily course of the net radiation(a. clear, b. raniny)

整个生长季过程中，林冠吸收辐射占入射总辐射的 74%，透射辐射占总辐射的 13%。所吸收的辐射一部分用于光合作用和群落(含土壤)蓄热，大部分用于蒸腾、蒸发和传导、对流。

2.2　太阳辐射的日变化

决定太阳辐射日变化的因素首推太阳高度角，高度角愈大，辐射接受面愈小，辐射通量密度愈大，群落的吸收、透射和反射就愈大；反之，太阳高度角愈小，辐射通量密度就愈小，群落对辐射的吸收、透射和反射就愈小。随着太阳高度角的变化，其它辐射平衡分量也相应地发生变化。除高度角外，大气湿度、云量、云层厚度等也对辐射的日变化有着一定的影响。

2.2.1　总辐射的日变化　晴朗的天气情况，总辐射的日变化是一纯粹的单峰曲线(图 9a)，中午 12：00—13：00，太阳高度角最大，总辐射达到一天中的峰值；早、晚太阳高度角最小，总辐射接近零，这完全由太阳高度角所控制。阴天总辐射的日变化还受天气状况，如云量、云层厚度等影响(图 9b)，因此，曲线的变化不十分规则，但基本的趋势还是早晚低、中午高。

2.2.2　净辐射的日变化　净辐射的日变化除受太阳高度角制约外，在很大程度上还受天气状况的影响。图 10 所显示的是 7 月下旬晴天和阴雨天的净辐射日变化。从中可以看出，晴天净辐射时累值白天为正值，夜晚为负值，峰值总是出现在中午时分，与总辐射的最大值同步(图 10a)。但阴天，除受总辐射制约外，天气状况，尤其是云层厚度、云量及空气湿度更成为影响净辐射的重要因素(图 10b)。本应在中午时分出现峰值，但由于此时对入射光的遮挡，入射总辐射减少，净辐射并未形成峰值。日出前及日落后，净辐射应为负值，即有效辐射小于零。然而，日出前的净辐射接近于零，日落后又大于零，甚至高于日间峰值。说明日出前有效辐射很小，即下垫面向上的长波辐射与天空向下的长波辐射十分接近。而在日落后，有效辐射又大于零，说明天空向下的长波辐射大于下垫面向上的长波辐射。笔者认为，导致这种现象的原因之一可能是连日的绵绵细雨，空气湿度很大，厚厚的云层遮挡了向上的长波辐射，形成了“温室”效应。故此，向下的长波辐射较大。这种现象在 8 月份出现的较为频繁，且为阴雨连绵的天气，是否属于偶然现象，尚待进一步观察。

维普资讯 http://www.cqvip.com

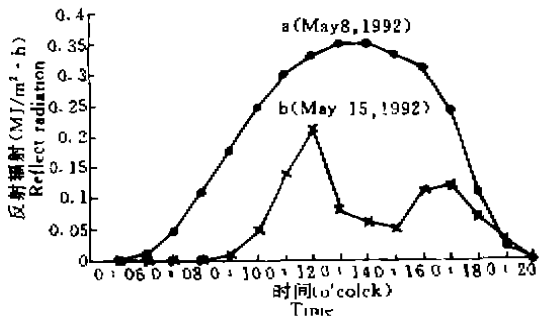

图 11 反射辐射日变化(a. 晴天,b. 阴天)

Fig. 11 Daily course of the reflect radiation(a. clear, b. overcast)

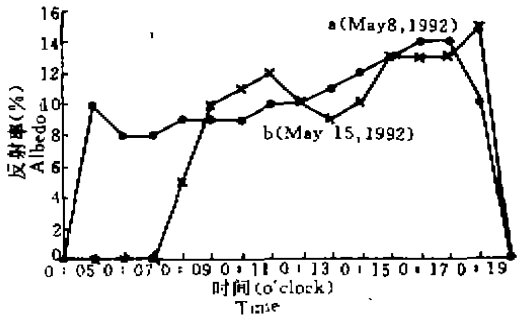

图 12 反射率日变化(a. 晴天,b. 阴天)

Fig. 12 Daily course of the albedo (a. clear, b. overcast)

2.2.3 反射辐射的日变化 反射辐射的日变化总体上与太阳高度角成正比,早晚低、中午高(图 11a),但同时也受天气状况影响(图 11b)。晴天的反射变化是一单峰曲线,峰值出现在中午时分,阴天情况有所不同,可能是一多峰曲线,视具体天气情况而变化,但总体趋势以中午时分反射最大,早晚小。

反射率的日变化一般为双峰曲线,分别出现在日出后及日落前时分(图 12)。这是由于早晚时分,太阳高度角较小,而且,由于地形影响,入射光线近乎与林冠平行,林冠上部的入射辐射几乎全部向上散失掉,因此,反射率较高。

2.2.4 光合有效辐射的日变化 光合有效辐射的日变化趋势与总辐射的完全相同(图 13),早晚低,中午高。

2.2.5 林冠吸收及透射辐射日变化* 林冠吸收辐射日变化趋势大致与总辐射的相同(图 14),中午高,早晚低。从图上所看到的曲线波动现象主要由于辐射探头上部林冠结构所致,尽管总辐射在正午时分达到高峰,但由于此时太阳光线所穿过的林冠路径较短,吸收层较薄,因此,吸收达不到峰值,在 11 点,总辐射接近最高值,所经过的林冠层又较厚,因此,此时吸收达到一天中的峰值。

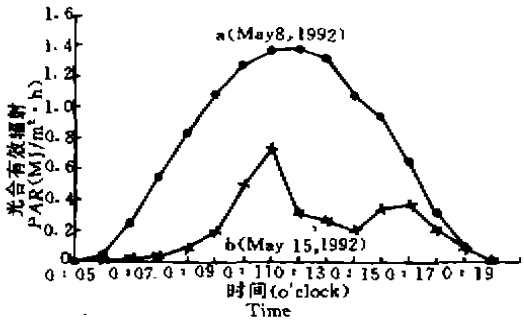

图 13 林冠上层光合有效辐射日变化 (a. 晴天,b. 阴天)

Fig. 13 Daily course of the PAR above the canopy(a. clear, b. overcast)

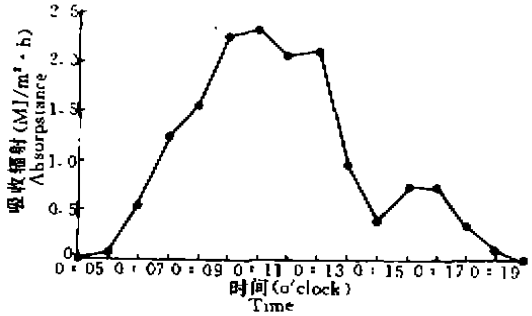

图 14 林冠吸收辐射日变化

Fig. 14 Daily course of the absorptance radiation

林冠的透射与吸收是互补的(图 15),即透射的峰值(15:00)是吸收的谷值,透射的谷值,是吸收的峰值,晴天情况下,透射的峰值出现在下午 14:00—15:00。

* 有关分量计算同 2.1.5

维普资讯 http://www.cqvip.com

从吸收率变化（图 13b）看，6：00—10：00，吸收率一直处于较高水平（0.8—0.9），但在吸收峰值（11：00）时，吸收率并非最大值，为0.72，而且，还在逐渐降低，直至 15：00 的谷值，此时，吸收也为谷值。这种变化与林冠结构有关，还与样地所处的坡向有关。样地的坡向为N40°W，上午，入射光线与坡面的夹角较小，光线近于平行入射，经过林冠的层层吸收后，透过辐射就很低了，到了下午，光线与坡面的夹角较大，光线，尤其是直射光，近于垂直入射，而且，所经过的路径较短，吸收渐减，透射增加。

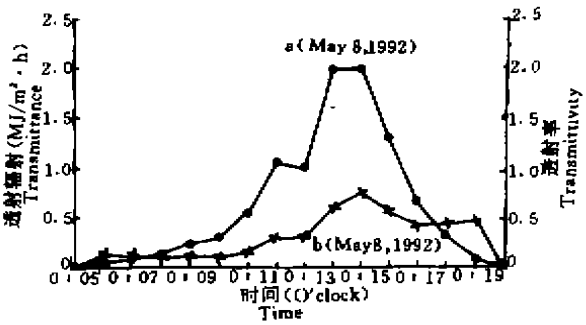

图 15　林冠透射特征日变化

（a. 透射辐射，b. 透射率）

Fig. 15　Daily course of the transmittance of the canopy

(a. transmittance, b. transmittivity)

3　结论

3.1　与任何地区一样，暖温带落叶阔叶林的太阳辐射特征受天文因子和气候因子共同影响。

3.2　生长季内抵达群落的太阳总辐射主要集中于 5，6 两个月，占整个生长季（5—10 月）的 40.99%。

3.3　生长季内（5—10 月）抵达群落的总辐射峰值出现在 5 月的后半月，谷值出现在 8 月的前半月，生长季内抵达林冠的太阳总辐射为 3095.45MJ·m^{-2}，抵达灌草层的总辐射值为 388.34MJ·m^{-2}，其峰值出现在 5 月，谷值在 8 月。

3.4　5 月份，林下光照充足，是较为耐旱、喜阳的早春植物的充分发育期，之后，随着群落的发育，林下光照逐渐减弱。

3.5　生长季内，净辐射峰值出现在 8 月的前半月，谷值在 10 月，整个生长季净辐射总值为 1658.74MJ·m^{-2}。

3.6　林冠反射辐射主要受入射光的光谱特性以及群落发育状况共同影响。峰值出现在 6 月，谷值出现在 8 月，而反射率的变化主要与群落发育状况相关。灌草层的反射及反射率主要受群落发育状况影响。

3.7　整个生长季林冠层所接收的光合有效辐射为 1308.3MJ·m^{-2}，灌草层为 194.21MJ·m^{-2}。

3.8　生长季，林冠对太阳辐射的吸收率峰值出现在 8 月，谷值在 5 月。

3.9　群落上方净辐射的日变化受气候因子影响十分强烈。

3.10　群落内光能资源的时空分布存在很大差异。

参　考　文　献

1　George P Burns. Measurment of Solar Radiation Energy in Plant Habitats. *Ecology*, 1923, **4**(2): 189—195

2　齐亚东，周晓峰等. 天然栎木次生林的能量吸收和转换. 森林生态系统研究. 哈尔滨：东北林业大学出版社，1990. 21—36

3　肖文发. 油松林的能量平衡. 生态学报，**12**(1): 16—24

4　曾士余，朱劲伟等. 杉木人工林辐射状况的初步分析. 生态学杂志，1990. 79—83

5　Olson C E and Good R E. Seasonal changes in light reflectance from forest vegetation. *Photogramm. Engng*, 1961, **27**: 492—493(abstr.)

6　Federer C H and Tanner C B. The spectral distribution of light in the forest. *Ecology*, 1963, **47**: 555—560

7　Gates D M and Tantrapon W. The reflectivity of deciduous trees and herbaceous plants in the infrared to 25 microns. *Science*, **115**: 613—616

8　Landsberg J J, Jarvis P G and Slater M B. The rediation regime of a spruce forest, UNESCO, 1973. Plant response to cli-

维普资讯 http://www.cqvip.com

matic factors. Proc Uppsala Symp. ,*Ecology and conservation*,5,1970
9 Gay L W. The radiant energy balance of a pine plantation. *PH. D. Dissertation*, Duce University. Univ. Microfilms, Ann Arbor, Michigan. 224
10 William E. Reitsnyden, The Forest Energy Balance. International Review of Forertry Reserch. 1967,2:127—179
11 崔启武、朱劲伟. 地理学报,1961,36(2):196—208
12 H A. 叶菲莫娃,汪丙忠译. 植被产量的辐射因子,北京:气象出版社,1977,84
13 姜恕. 草地生态学研究方法. 北京:农业出版社. 1986,100
14 Riners W A. Structure and Energetics of three Minnesota Forests. *Ecological Monographs*,1972,24(1)

A PRELIMINARY STUDY ON THE ENVIRONMENT OF RADIATION ENERGY OF DECIDUOUS BROAD-LEAVED FOREST IN THE WARM TEMPERATE ZONE

Sun Xuefeng Chen Lingzhi
(*Departement of Ecology, Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing*, 100044)

This paper is the first one to study the environment of radiation energy of deciduous broad-leaved forest in the warm temperate zone, North China. In this paper, we systematically analysed the course of gross radiation, reflection radiation, net radiation, photosynthetic active radiation and absorptance radiation and transmittance radiation both above conopy and shrub-herbous layer. The major conclusions are as follows:

1. During the growing season, the amounts of gross solar radiation reaching the canopy and shrub-herbous layer were 3095.45MJ/m^2 and 388.34MJ/m^2, respectively. The monthly maximum appered in May, minimum in August.

2. During the growing season, the gross radiation reaching the canopy mainly appeared in May and Jun. The amount of the two months was 40.99% of total gross radiation.

3. During growing season, the amount of net radiation above the canopy was 1658.74MJ/m^2.

4. The reflection radiation above the canopy was affected both by the characters of spectrum of incident light and the growing situation of the community. The albedo of the canopy related mainly to the growing situation of the community. The reflection and albedo of the shrub-berbous layer were affected mainly by the growing situation of the community.

5. During the whole growing season, the photosynthetic active radiation (PAR) reaching the canopy and the shrub-herbous layer were 1308.3MJ/m^2 and 194.21MJ/m^2, respectivily.

6. Daily course of the net radiation above the canopy was strongly affected by weather conditions.

7. There were great differences in time and spatial distribution of solar radiation reaching each layer.

Key words: environment of radiation energy, solar radiation, deciduous broad-leaved forest.