

校园日照分析优化与室外活动场地设计

——以福建工程学院北校区为例

林国良¹, 范津¹, 尤增建¹, 林益涵¹, 武瑜¹, 卢熙南³, 刘敏毅²

(1.福建工程学院 土木工程学院, 福建 福州 350118;

2.福建工程学院 生态环境与城市建设学院, 福建 福州 350118;

3.中国重型机械有限公司, 北京 海淀 100036)

摘要:以福建工程学院北区校园为例,从日照角度分析,结合校园内主要活动群体外出活动时间规律,通过天正日照分析软件对室外环境进行建筑物阴影轮廓和多点日照分析,了解在不同时点建筑物的阴影范围和户外空间中的日照时长,并以此为依据,对校园室外活动场所的位置选择进行优化,为校区外部活动场所的设计提供指导性的建议。

关键词:日照分析;阴影轮廓法;多点分析法;优化设计

中图分类号: TU984.12

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2017)03-0268-05

The analysis of sunshine on campus and the optimization design for outdoor activity space:

Taking the north campus of Fujian University of Technology as an example

Lin Guoliang¹, Fan Jin¹, You Zengjian¹, Lin Yihan¹, Wu Yu¹, Lu Xinan³, Liu Minyi²

(1. College of Civil Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China;

2. College of Ecological Environment and Urban Construction, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China;

3. China National Heavy Machinery Co., Ltd., Beijing 100036, China)

Abstract: The effect of sunshine on the layout of outdoor activity area was discussed in combination with the rule of the main activity group on campus, taking the north campus of Fujian University of Technology as an example. The shadow contour method and multi-point analysis method were employed to analyse the shadow of buildings and the sunshine duration of outdoor space via Tsun sunshine analysis software. The selected outdoor activity space was optimized to improve the design of external campus activity area.

Keywords: sunshine analysis; shadow contour method; multi-point analysis method; optimization design

高校校园环境建设规划应充分体现以人为本的思想,在提供给学生丰富多样的空间和场所中实现人和自然的和谐交融,充分体现出高校校园的生态化和人文性。校园户外空间是学生开展各种休闲、娱乐、活动的依存之所,其合理布局是校

园环境设计的要点,而日照作为重要环境要素,对户外舒适性起决定性作用,亦同时是学生户外活动的主要诉求之一,因此,在设计时必须予以充分的考虑。

在中国现行的规划条例中并未对校园室外活

动场地的日照情况有所要求,因此在进行校园设计时并未把日照环境融合在建筑布局和场所环境布置中。然而,在理论探索上,对日照质量的研究已经逐渐从建筑内部日照资源和热负荷向建筑外部日照环境设计探索。左广现^[1]和张亭^[2]等都提出可以运用日照阴影辅助外部环境中道路、绿化、室外活动空间的设计;李建成^[3]借助阴影率的指标来对比外环境日照情况,从而用于评价规划方案;郑洁^[4]也提出可以利用对日照阴影的优化来提高建筑外部空间的使用效率。

下面以福建工程学院北校区为例,结合校园内主要活动群体外出活动时间规律,通过天正日照分析软件使用多点分析法和阴影轮廓法对室外环境进行日照分析研究,并且对日照分析如何优化室外活动场所位置选择的过程进行详细的阐述。通过日照分析得出室外活动场地最佳位置的选择,并对原方案设计提出相关调整建议,为校区外部活动场所的设计提供指导性的建议。

1 研究区概况

福州位于北纬 $25^{\circ}15' \sim 26^{\circ}39'$,东经 $118^{\circ}08' \sim 120^{\circ}31'$,是典型的河口盆地地貌,盆地四周被海拔约为 $600 \sim 1\ 000\text{ m}$ 群山环抱,境内地势自西向东倾斜。福州属典型的亚热带季风气候,气温适宜,夏长冬短,阳光充足,年平均日照数为 $1\ 700 \sim 1\ 980\text{ h}$;年平均气温为 $20 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,主导风向为东北风,夏季以偏南风为主。福建工程学院新校区位于福州市闽侯县上街镇大学城内,新校区用地面积约 107.20 hm^2 ,包含南区、北区、体育公园,总建筑面积 50.19 万 m^2 ,校园综合容积率 0.468 ,建筑密度 10.6% ,绿地率 35.5% ,规划总人口为 1.8 万人 ,人口毛密度 $168\text{ 人} \cdot \text{hm}^2$ 。福建工程学院北校区的规划总平面图和体块示意图如图 1 所示。

2 研究方法

2.1 优化原理

室外空间质量的高低与日照阴影有密切关系,同样情况下太阳直射的空气温度要比阴影处的空气温度高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,这会对气流流动和相对湿度产生影响,由此可见太阳辐射对户外环境舒适度起决定性作用^[5]。因此在满足日照标准、建筑布局和景观特色等需求为前提条件的基础上对



(a) 规划总平面图



(b) 体块示意图

图 1 福建工程学院北校区规划总平面图和体块示意图
Fig.1 The general plan (layout) and block diagram of the north campus of Fujian University of Technology

外部活动场所进行日照分析是适用的。对于户外日照设计而言,通过当地地区的时令、时间来得到经度、纬度和时差等因素,运用相关公式计算太阳位置,求得方位角与高度角等参数,结合投影原理,运用光线返回法或阴影轮廓可以计算建筑的阴影面积和日照时数^[6]。本研究即基于这一原理和方法,在获知校园主要活动人群的活动规律下研究日照对外部场地布置设计的影响,从而合理选择外部活动场地。

2.2 时域设定

福建工程学院新校区位于福建省福州市闽侯县大学城内,由于夏季太阳高度角大,白天建筑物的阴影比较短,阴影范围一般比较小,无法覆盖到比较远的区域,因此在炎热夏季适宜的活动范围就局限在建筑物周围的阴影范围内,这对楼前活动场地的选择产生较大影响。且由于福州地区最热的 $7 \sim 8$ 月恰好学生暑假,校园内无明显的活动人群,因此对于夏季的校园户外活动场所布局不作为本篇的主要考察对象;而福州自 11 月份立冬

以后将进入湿冷的冬季,冬季太阳高度角小,会在比较远的区域覆盖建筑阴影,导致室外空间中产生明显的日照对比,使得学生群体在冬日的活动中因对户外阳光的需求而产生场地选择上的差异。因此,结合福州的气候特点及校园主体学生的活动特点,活动场所应尽可能布置在冬日阳光可以充分照射而夏季阳光不强烈的位置,且更应注重冬季时室外活动场地的布局,从而营造好的活动环境以增加学生在冬季外出活动的频率。针对学生的活动规律,每日的体育课、下课后、午饭和晚饭前后,是室外活动的主要时间,且以下午出行最多。因此,研究时域定位在冬至日 9:00~12:00 和 14:00~17:00。

2.3 优化过程

本研究借助天正日照分析软件,选取冬至日这一标准日该地区的相关参数,通过国家授时中心提供的不同节气日出日落时间对参数进行设置,用多点日照分析法及阴影轮廓法这两种方法对冬至日福建工程学院北校区户外的日照情况进行分析^[7]。多点分析法可以通过不同颜色来表示外部环境不同的日照时数,借此可以清晰显示地块外部场所的日照情况,用以引导设计者对活动场所进行选址;而阴影轮廓法则可以在临近住宅建筑,并且场所空间尺寸比较小的区域进行分析,得出不同时段建筑物随着太阳高度的变化产生的阴影轮廓范围。因此,采用这两种方法对校园内的活动场所进行选址,可以获取合理的建筑近区和远区的环境布局。

根据软件要求设置相关参数:包括日照分析的地点经纬度、日照分析标准、日照时间统计方式、日照分析精度、有效太阳高度角、扫掠角度、日照分析后日照时数颜色设置、阴影颜色设置等,参数如下:

经纬度:北纬 25°15'~26°39',东经 118°08'~120°37'。

有效时间:冬至日 9:00~12:00 和 14:00~17:00,累计所有连续照射大于 10 min 的时段。

时间计算精度:1 min。

采样点间距:1 m。

计算高度:0(海拔高度)。

对校园平面图进行三维建模,因主要涉及户外日照分析,故以建筑轮廓线建模为主,其次,采用软件的多点日照分析法及阴影轮廓法,结合学

生人群外出活动时间规律在已有的校园布局上对建筑群体的外部空间环境日照情况进行分析,进行外部活动场所主次区分,从而为适宜活动场的设置提供了相关限定和指导条件,用于优化室外活动场所的设计。

3 实例分析

以福建工程学院北校区的建筑规划设计作为研究对象,以建筑群体的分布为基础,整个校园以 1~7 层的多层建筑为主,图书馆为一类高层建筑,校区内最高建筑。地块东北部以行政办公教学授课为主,西南部以学生住宿,休闲活动为主,以校内苍霞湖沿线为分区轴线,整体格局分区明确。要对校园户外活动场所进行合理布局,首先必须把户外空间进行节点划分,即应有中心节点、次要节点之别。因此,根据户外场地大小、人群聚集程度、承担户外活动的重要程度可以把活动场所分为中心活动场所、次要活动场所、楼前活动场地 3 个层次^[4]。中心活动场作为人气最多、最为重要的活动场所,在设计时应考虑将其尺寸最大化,也就是相对应地需要更大的能够利用的平面尺寸;次要活动场根据所需场地空间大小,可以是环湖地带,运动场地等;楼旁活动场由于使用人数规模的最小化,其场地空间尺寸也是小于次要活动场地的,可以利用中庭、学院前入口广场、球场等。

对上午 9:00~12:00 和下午 14:00~17:00 住宅室外场地进行阴影轮廓分析,见图 2(a)、(c) 和多点日照分析图,见图 2(b)、(d)。通过这两个时域的日照分析,结合原设计方案,可以初步根据中心活动场所、次要活动场所、宅前活动场所这 3 个等级来选择合适的户外布局。

通过多点分析法和阴影轮廓法分析图可以看到,校园内在上、下午不同的时段内,光照充分的地方有所区别,上午时段主要在宅前活动场所西北范围内有阴影,且建筑物阴影范围内由于建筑物的遮挡而影响其日照时间,随着距离的增加,建筑物将不能遮盖阳光,故有较长的日照时间,且随着时间的推移,阴影部分减小,直至午时,只在建筑物的垂直投影下产生阴影。因此在上午时段内,可以选择开阔地作为中心活动场所,其余环状、带状区域作为次要活动场所。

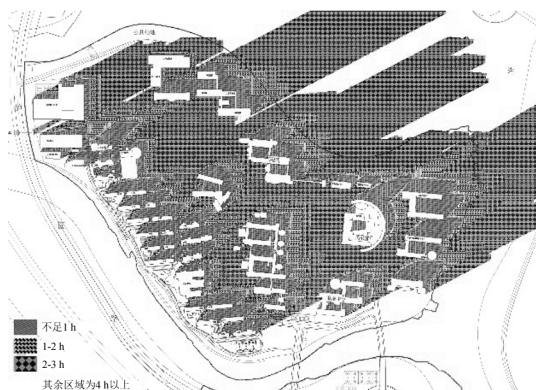
而在下午时段内,阴影轮廓较上午明显增大,



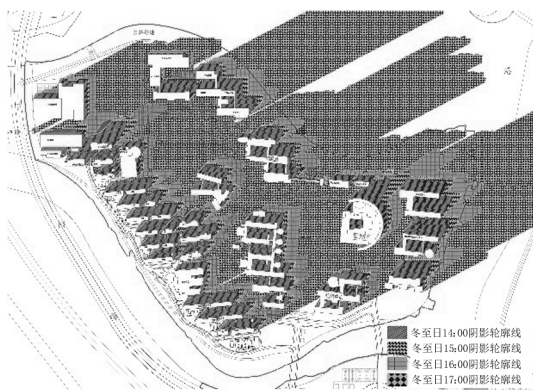
(a) 冬至日 9:00~12:00 阴影轮廓法示意图



(b) 冬至日 9:00~12:00 多点分析法示意图



(c) 冬至日 14:00~17:00 阴影轮廓法示意图



(d) 冬至日 14:00~17:00 多点分析法示意图

图2 北校区冬至日多点分析法和阴影轮廓法示意图

Fig.2 The schematic of shadow contour method and multi-point analysis method of analysing the sunshine of north campus on winter solstice (Dec.22)

阴影形成方向为东北方,且随时间推移阴影轮廓增大,但观之下午时段的多点分析图亦可以发现,在建筑物周边小范围内的活动场地仍然与早上相同只有较短的日照时间,在远离建筑物的地方因为阴影在较晚的时段内才覆盖到故有较长的日照时长。对于同一个场地,由于在上午和下午不同时段内阴影覆盖角度和日照时长有所区别,因此从另外一个角度对上下午不同研究时域内的外部活动场所日照质量进行叠加,从而分析和验证活动场所位置选择的合理性。

图3为日照质量分析图,深色表明该区域在上午和下午都可以获得阳光的照射,该区域日照充裕,是最适宜布置大型活动场所的地方;比之较浅的颜色表示该区域只有某一段研究时域内能够获得阳光照射,因此,该区域只能作为室外活动的一般位置,处于次要地位,可以作为次要活动场所;最浅色则表示在研究时域内该地都无法照射

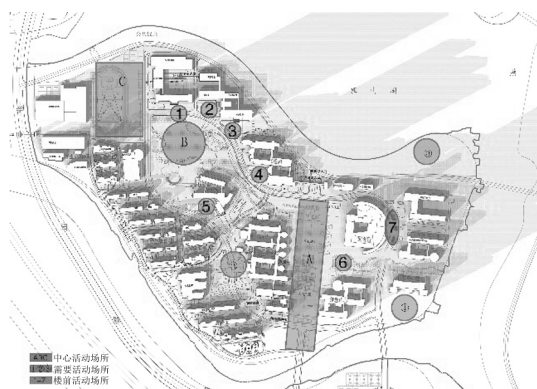


图3 福建工程学院北校区日照质量分析图

Fig.3 The sunshine quality analysis of north campus

到太阳,是设置室外活动场所最差的位置,在设计时应该避免将活动场所布置其中^[8-9]。依据日照质量图和场所分层理论,可以得出图4所示的场所布置示意图,对比规划中对活动场所的位置的选址情况,通过日照方法的运用,可改善和验证原

方案中室外活动场所的日照环境, 现对原方案的场所设置提出以下调整建议, 图 4 分别用 A、B、C 代表中心活动场所, ①、②、③为次要活动场地, 小圆点区域(1、2、3、4、5、6、7)代表楼前活动场所。

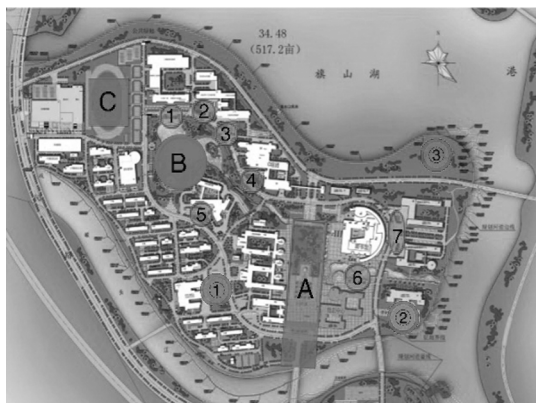


图 4 福建工程学院北校区场所布置示意图

Fig.4 Schematic of the layout of north campus

(1) 主要活动场所: 在冬季主要活动场所日照时长应较大, 全天约有 7~8 h。综合考虑北校区主入口、北区教学楼与拟建信息中心中轴线、景观视觉通廊等因素, 入口广场、中心绿地(A 处中心活动场所)位置可不做改变, 广场可延伸至岐头江桥头, 增大中央活动广场面积, 广场铺地结合绿化的布置使区域在日照下最大化; 将 B 处苍霞湖区域设置为中心活动场所, 该处在空间及日照情况都满足作为中心活动场所的要求, 可以结合苍霞湖设计人工湿地系统作为学生主要的休闲活动区域; 将 C 处的田径场、足球场设置为中心活动场所, 运动场地在研究时域内能够获得日照时数长, 适合设置较大空间的活动场所, 应作为学生的主要健身区域。

(2) 增加①、②、③三处作为次要活动场地, 这 3 处次要活动场所全天的日照在 6~7 h, 属于校内中等范围大小的空旷地带, 可结合景观设计引导学生参与互动; 拟建行政中心楼前设置次要活动场地①; 北区公共教学楼与学生食堂间空间较大, 日照条件较好, 可设置次要活动场地②; 东北角沿旗山湖公共绿地处较为开阔, 设置次要活动场地③。这 3 处活动场所冬至日的日照时数在 6~7 h, 能够满足作为次要活动场所位置的要素, ②、③处位置在上下午的时段内略有有所偏差, 但总体位置基本一致。

(3) 沿着环湖地带的教学空地, 是每个人从

建筑内部与建筑外部过渡的必经之所, 也是最为常见的较为短暂性的活动, 属于楼前活动场所。因距离建筑物范围较近, 在冬夏两季阴影范围与远离建筑物的空旷场地相比, 存在较大差异, 因此在具体的位点选择时情况比较复杂。

以校内 B 组团的两列建筑群为例, 见图 5 和图 6, 对研究范围内的建筑来说, 在现方案中活动场所主要位于建筑南侧的入口广场处。根据外部环境的日照分析, 在冬季, 建筑南侧有较长的日照时长, 因此适宜作为楼前活动场所, 与现方案的布局相符合; 但在炎热的夏季, 建筑北侧日照时长短, 阴影范围大, 是活动场所最佳区域, 建筑东侧是适宜区域, 因此, 在冬夏两季就存在着不同区域分布。故在楼前场地合宜的做法应如学生公寓区一般把建筑的底层架空, 在前后结合绿化布置长椅等休闲设施, 以供学生在冬日暖阳中短暂停留, 其日照时数在 5~6 h, 并主要集中在上午和中午时段。

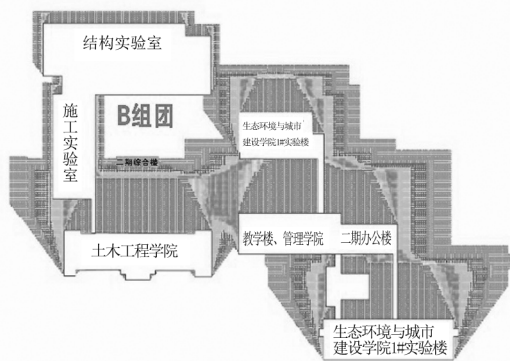


图 5 B 组团夏季多点分析法示意图

Fig.5 Schematic of multi-point summer sunshine analysis method of group B

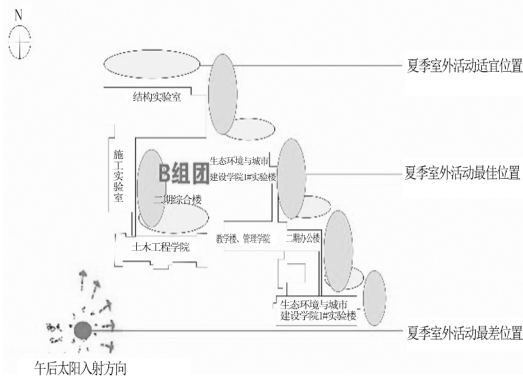


图 6 B 组团夏季活动场所位置图

Fig.6 Schematic of summer activities area of group B

负载突变情况;第二通道为补偿 5、7、11、13、17 和 19 次谐波后电网侧的电流波形。由网侧电流波形可知:负载固定时,补偿后电流的正弦度很高;负载突变时动态响应速度快,调节时间大约 15 ms,满足工程要求。

6 结论

(1) 动态预测算法可应用于指定次谐波预

测,有效地克服了离散系统固有的控制延时。

(2) 预测算法是开环的,引入递推重复预测的误差修正机制能提高动态预测的精度,提高鲁棒性。

参考文献:

- [1] 王兆安,杨君,刘进军,等.谐波抑制和无功功率补偿[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 杨君,叶杰,吴钊,等.谐波电流分次补偿控制的等效性研究[J].电力电子技术,2015,49(5):80-83.
- [3] 张国荣,邵竹星,陈林.基于改进重复预测原理的并联型有源电力滤波器无差拍控制策略[J].农业工程学报,2012,28(13):172-178.
- [4] 谢川,贺超,闫辉,等.基于频率自适应广义积分控制器选择性谐波电流控制策略[J].电工技术学报,2013,28(9):65-72.
- [5] 张树全,戴珂,谢斌,等.多同步旋转坐标系下指定次谐波电流控制[J].中国电机工程学报,2010,30(3):55-61.
- [6] 刘威葳,丁洪发,段献忠.有源电力滤波器选择性谐波电流控制策略[J].中国电机工程学报,2011,31(27):14-20.
- [7] 韩学军,刘万勋,刘广平,等.基于三相旋转参考相量的并联有源电力滤波器谐波电流精确检测方法[J].电网技术,2008,32(3):75-83.

(特约编辑:黄家瑜)

(上接第 272 页)

4 结语

日照分析对校园活动场地位置的设计选择具有一定的借鉴意义,同时对规划设计工作具有指导性的作用。借助日照分析软件,可以对校内的户外环境进行生态化和科学性的设计,满足学生对校园环境的多重需求,这对建设生态校园有着

重要作用。本研究只是为了辅助场所选择,并不能代替人的感官艺术设计,同时并没有全方位地考虑夏季场地日照的情况,存在着一定的局限性。在将来的研究工作中,将结合景观进行校园内文化环境设计的研究,将 3 个层次的活动场所进行统筹布局,以获得兼具生态性和人文性的校园户外环境。

参考文献:

- [1] 左广现,储坤.日照阴影辅助建筑环境设计[J].建筑重庆,2003(1):28-30.
- [2] 张亭.京津石地区居住外环境气候设计研究[D].保定:河北农业大学,2005.
- [3] 李建成,王凌,李鹏.夏热冬暖地区居住小区的阴影率[J].西安建筑科技大学学报,2001(4):387-391.
- [4] 郑洁.夏热冬冷地区居住小区户外空间气候适应性设计策略研究[D].武汉:华中科技大学,2005.
- [5] 陈铭,杨卓琼.日照分析优化住区外部活动场所设计研究——以鄂州市红莲湖某住宅规划设计为例[J].华中建筑,2014(2):40-44.
- [6] 姜涛.日照分析技术在上海经纬城市绿洲商业项目中的应用[J].中华民居,2014(8):202-204.
- [7] 杨馥与.基于日照舒适度分析华丽家族古北花园住区儿童户外活动场地布局[J].南方农业,2016,10(18):104-107.
- [8] 高原.大连地区高层住宅日照设计研究[D].大连:大连理工大学,2014.
- [9] 赵弘野.哈尔滨行列式住宅日照分析线性数学模型研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2015.

(特约编辑:黄家瑜)