

基于绿色建筑理念下严寒地区幼儿园节能改造研究

王欣怡 吕慧洁 张芸栗 侯天琦

沈阳城市建设学院 110167

摘要: 基于绿色建筑助推国家双碳目标的实施, 现有建筑的节能改造设计成为未来建筑行业的重要目标, 以严寒地区沈阳市某幼儿园为节能改造对象, 对该建筑的运行现状进行调研分析, 结合绿色建筑斯维尔模拟软件的分析结果, 得到绿色建筑节能改造的三个重要关键点, 即建筑围护结构改造、采光通风改造、可再生能源利用。通过以上三个方面的改造设计, 降低了该幼儿园的建筑运行能耗, 提高了建筑的节能率, 节能率达到 27.55%, 同时提高了该幼儿园建筑的舒适性。

关键词: 绿色建筑; 节能改造; 幼儿园

缘于我国幅员辽阔、地域面积大, 不同地区气候类型差异较大, 因此绿色低碳建筑设计应根据不同地区的气候环境、建筑特点、生活需求等进行差异化设计研究^[1], 本文以严寒地区沈阳为例对该市幼儿园建筑在实际使用中的情况进行调查研究, 并应用绿色建筑模拟软件对建筑的能耗进行模拟分析, 结合实际调研和模拟分析结果找到适合严寒地区幼儿园建筑的绿色建筑设计和设计思路, 以沈阳某幼儿园为例, 进行绿色建筑设计和研究, 为同气候区域同类型建筑提供设计参考。

1. 幼儿园建筑能耗调研与模拟分析

1.1 沈阳幼儿园实际调研情况

(1) 围护结构保温性能差

由于经济水平低、在施工技术和施工设备上受限以及没有明确的工程质量监管机制, 多数民营幼儿园在建造时不会过多的注重建筑围护结构的保温性能, 以及后期使用期间建筑室内的热舒适性。20 世纪初建造的幼儿园墙体普遍使用矽小型空心砌块, 传热系数较大, 门窗等配件在制作和安装过程中气密性较差, 容易造成较大冷风渗透量。外窗从玻璃厚度以及边框材料上有所优化, 但与建筑节能标准中的传热系数限制值仍相差很多。对于少数能够使用市政热源进行集中供暖的幼儿园, 由于其采暖费用按面积缴纳, 如果未能提升建筑的绝热性能, 可能会导致供给热量通过围护结构过多散失, 室内温度达不到理想范围, 引起能源的无效利用, 造成能源浪费。

(2) 过度季节有供暖需求

沈阳地区市政热源可用时间通常为每年的 11 月 1 日至次年 3 月 31 日。《托儿所、幼儿园建筑设计规范》(JGJ39-2016) 中第 6.2.5 条规定采用集中供暖热源的托儿所、幼儿园建筑, 应考虑设置过度季节的供暖设施^[2]。幼儿园采用集中供暖系统, 会在供暖期之前使用空调供暖, 能耗较大。

(3) 部分教室及活动区采光效果一般

据调研幼儿园存在部分教室及走廊等活动区域采光效果差, 一

方面对学生身体方面, 低劣的照明环境会造成学生群体视力问题, 超标的蓝光含量易造成视网膜损伤, 视力下降; 另一方面照明环境不达标, 能源浪费, 后期设备维护成本高昂, 管理水平低下。

2. 严寒地区幼儿园绿色建筑改造内容

2.1 建筑围护结构改造

通过调研和模拟分析结果发现, 幼儿园建筑的主体结构包括门窗、屋顶和墙体。这些外围护结构的性能直接影响幼儿教室及活动室的保温隔热能力。因此本文根据该幼儿园建筑现有的外围护结构及其传热系数等性能参数对幼儿园的外围护结构进行改造。

2.1.1 外墙保温隔热设计

对于大部分严寒地区而言, 建筑外围护结构中的外墙的蓄热能力以及保温能力至关重要, 将直接影响建筑的采暖热负荷。通常会使用夹层保温方法、外保温方法以及内保温方法来提升建筑的保温能力。该幼儿园现有外墙为矽小型空心砌块 (pu 板), 由于夹层保温和内保温的方法的造价过高, 工艺过于繁琐, 在建筑改造方面并不适应。根据既有条件和情况, 综合考虑采用建筑外保温方法, 在矽小型空心砌块外增加外聚苯板 100mm, 可降低传热系数, 增加保温能力。

2.1.2 屋顶保温隔热设计

屋顶是接受太阳辐射最多的区域, 在严寒地区, 冷空气能够带走更多的热量, 因此可以加设外保温层或者植物层来保温、隔热。该幼儿园屋顶为上人屋面, 屋顶四周有 1.5m 高度的女儿墙, 在屋顶改造过程中, 为了充分考虑幼儿的生活需求和学习需求, 考虑充分利用空间为幼儿提供更多的活动区域, 因此考虑为幼儿园屋顶增设幼儿活动区域和屋顶种植园区域, 种植园对于屋顶围护结构有较高的要求, 除增设保温结构外, 需兼顾考虑防水防渗透的材料。在钢筋混凝土屋面板和保温隔热层的上面, 至下而上依次铺设最薄 30mm 厚的轻集料混凝土 2%找坡层, 20mm 厚的水泥砂浆找平层, 防水层, 低标号砂浆隔离层, 细石混凝土保护层, 塑料板排水层, 土工布过滤层, 自然土壤层。

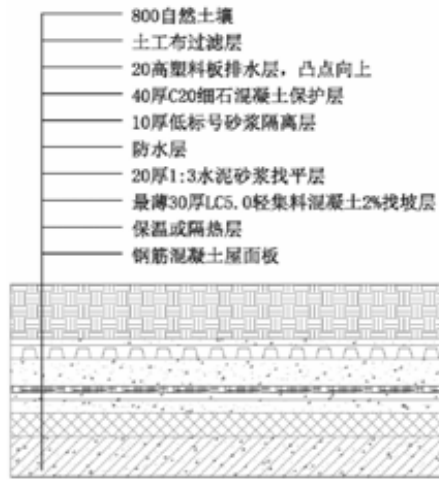


图2 屋顶种植园改造

2.1.3 门窗保温隔热设计

根据中国现阶段执行的《建筑采光设计标准》，教育建筑中的普通教室的窗地比应该大于等于五分之一^[9]。该幼儿园建筑平均每个教室的面积约180m²，那么窗户面积平均每个房间不低于36m²。从幼儿园建筑图中可以发现，该幼儿园窗户较多，即冷风侵入渗透量较大，且窗户目前采用PA断桥铝合金LOW-E中空玻璃，传热系数较大，约为2.7W/m²·K。基于此，本文对该幼儿园的窗户进行改造设计，改为塑料LOW-E中空玻璃，6无色+0.05节能安全膜+12A+6LOW-E，传热系数降至1.69W/m²·K，减少热量损失的同时可以让更多光线进入室内。

2.2 采光改造设计

通过对该幼儿园建筑的采光情况进行模拟研究，并结合实际的调研结果可以发现，该幼儿园一层的走廊活动区域存在严重的采光不合格情况，且各层的普通教室因教室空间较大，距离走廊侧部分区域采光情况一般，模拟结果显示达不到教室采光标准。从能耗分析以及幼儿的心理舒适度分析，可以确定自然采光的效用更高。因此，在改造幼儿园采光的过程中，首选利用新技术引入自然光。例

如采用高窗、天窗、设置采光隔板、鱼尾板百叶系统、阳光导向玻璃窗等。本文根据该幼儿园的建筑结构情况，拟采用导光管系统对部分采光不合格的教室及走廊进行改造设计，通过对幼儿园进行布局计算，确定导光管管径、材质、布置位置及其传输效率。

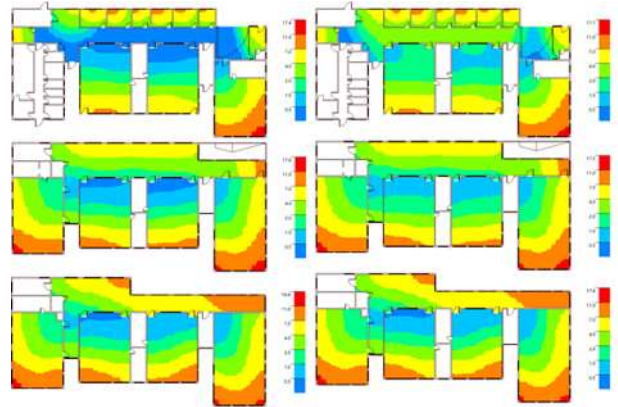


图3 导光管系统设计前后模拟对比

2.3 可再生能源利用

目前在建筑改造设计中，应用最广泛的可再生能源即太阳能，资源丰富且对环境的污染小。通常情况下，可以将太阳能技术，分为主动技术，以及被动技术^[4]。对于严寒地区而言，其太阳能资源相对匮乏，因此在改造设计中可以采取被动优先、主动补充的原则，可以充分提高太阳能的利用率。

主动式太阳能建筑技术就是使建筑使用者可以及时收集太阳能，并将其转化为其他能量加以储存的技术。可以将这种技术分为两大部分，分别是光电系统和光热系统^[9]。结合该幼儿园的实际情况和可利用的闲置空间，将以上两种系统组合设计，并根据自己的实际情况设置二者的比重。

通过对该建筑进行计算分析，并应用绿建斯维尔软件Sun2022，确定太阳能集热板和光伏板的位置和面积，基于现有屋顶面积的限制，本次光电设计仅供给幼儿园的照明用电，设计面积72m²，年总发电量3.0MWh。

表1 铜钢镓硒光伏组件发电项目产能预估报告书

场地信息			
地点	沈阳	经纬度	北纬 41° 48' 东经 123° 25'
标准辐照	14376.1KJ/(m ² ·day)		
光伏系统信息			
组件类型	铜钢镓硒	铜钢镓硒	100W _p
组件数量	24	总装机量	2.4kW
组件安装方式	固定集成	方向角度	方位角(正南)倾角 40°
逆变器效率	96%	逆变器功率	6.75kW
线路损耗效率	1%	材料表面污染效率	1%
修正系数	1%	系统综合效率	93%
初始阶段光伏发电产量			
月	太阳能总辐照量 kWh/m ²	交流发电量 MWh	占全年百分比%

1月	73.9	0.17	5.5
2月	105.4	0.24	7.8
3月	124.7	0.28	9.2
4月	132	0.30	9.7
5月	152.6	0.34	11.3
6月	131.9	0.29	9.7
7月	120.8	0.27	8.9
8月	124.1	0.28	9.2
9月	129.7	0.29	9.6
10月	105	0.23	7.8
11月	88.8	0.20	6.6
12月	65.3	0.15	4.8
全年	1354	3.03	100
年总发电量	3.0MWh		
计算依据	参照标准《光伏电站设计规范》GB 50797-2012		
说明	标准辐照(南向倾角=纬度时候的太阳辐照),单位: KJ/(m ² .day)		

根据该幼儿园师生约 300 人,按照不住宿幼儿园的生活热水日用水量标准为 10-15L/人/d,按照 10L/人/d 为计算,日用水量为 3000kg,根据模拟软件估算集热板面积,本次设计为 61m²,符合要求。根据日用水量,除去节假日寒暑假等,用水天数为 265 天,计算出所需热量为 221911MJ,根据集热板的设计,61m²的集热板约产生 309956MJ,符合该幼儿园的热热水需求。基于太阳能设计改造,应用斯维尔软件进行节能量和节碳量分析,该系统的年节碳量为 158141.49kg,节能量 69740.1MJ。

2.4 幼儿园改造前后建筑能耗模拟

对该幼儿园既有建筑运行情况 & 通过节能改造后的运行能耗进行模拟分析,应用绿建斯维尔能耗分析软件对建筑负荷、热回收、供暖供冷电耗、空调风机电耗、采暖空调电耗等进行分析,模拟结果显示,现有建筑总能耗包括供暖电耗、照明电耗和插座的电耗,总计电耗为 57.53kWh/m²,节能率为-11.07%;节能改造设计后的幼儿园总能耗为 24.07kWh/m²,节能率为 27.55%。

表 2 改造前后能耗分析计算

能耗分类	设计建筑(改造前) kWh/m ²	节能率(改造前)%	设计建筑(改造后) kWh/m ²	节能率(改造后)%
建筑负荷	119.97	-21.66	67.07	-14.54
热回收	0.00	-	0.00	-
供冷电耗	8.75	45.72	3.97	69.65
冷暖电耗	33.85	-63.18	20.11	-129.40
空调风机电耗	0.00	-	0.00	-
采暖空调电耗	42.60	-15.56	24.07	-10.26
照明电耗	14.92	-	0.00	-
建筑综合电耗	57.53	-11.07	24.07	27.55

3. 结论

以严寒地区某幼儿园绿色建筑改造设计的内容得出如下结论:

(1) 严寒地区幼儿园建筑可通过改造建筑围护结构、采光通风、可再生能源利用等方面进行节能设计,其中建筑围护结构的改造设计可降低建筑负荷,节能效果较好。

(2) 可利用太阳能等可再生能源进行改造,光热和光电系统可组合设计,充分提高太阳能的利用率,同样可降低建筑的运行能耗。

参考文献:

[1]孙宝樑.绿色建筑与低碳生活[J].住宅科技,2012,32(2):3.

[2]行业标准《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 局部修订条文及条文说明[J].工程建设标准化,2019(10):43-56.

[3]中华人民共和国建设部.中华人民共和国国家标准:建筑采光设计标准 GB/T 50033-2013[M].中国建筑工业出版社,2013.

[4]张昌奎.太阳能技术在建筑设计中的应用分析[J].工业 B,2015(6):279-280.

[5]胡启力.基于绿色建筑理念下夏热冬冷地区高校教学楼设计研究[D].南昌大学,2021.

沈阳城市建设学院大学生创新创业训练计划资助项目(项目编号:202313208006)