

住区热环境改造说明

1.项目概况

本次大赛项目建筑为南昌大学前湖校区图书信息中心，建筑面积 43154.58 平方米，建筑总高度 77.10 米。本建筑为一类建筑，使用年限 50 年，耐火等级为一级，防水等级为二级。建筑物室内外高差为 300，绝对高程由施工现场确定。

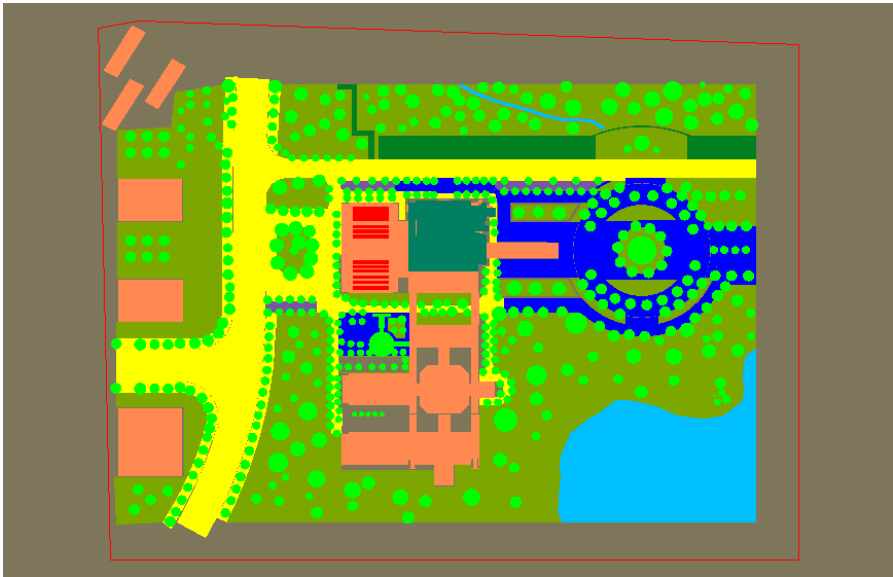
一、南昌地理位置：位于江西中北部，东径约 $115^{\circ}27'$ ~ $116^{\circ}35'$ 北纬约 $28^{\circ}10'$ ~ $29^{\circ}11'$ 之间；其中,市区位于北纬 $28^{\circ}35'$ ~ $28^{\circ}55'$,东径 $115^{\circ}38'$ ~ $116^{\circ}03'$ 之间。处赣江、抚河下游，濒临我国第一大淡水湖-鄱阳湖西南岸；地势平坦，湖泊星罗密布，全市平原面积 2651.79 平方公里，占总面积的 35.8%；水系面积 2146.04 平方公里,占 29.0%；全市西北以岗地丘陵为主，山地面积 87.21 平方公里，占全市总面积的 1.2%，丘陵面积 879.62 平方公里，占 11.9%；岗地面积 1637.7 平方公里，占 22.1%。

二、南昌气候类型：地处北半球亚热带内，受东亚季风影响，形成了亚热带季风气候。市内热量丰富、雨水充沛，光照充足，。但是，由于每年季风强弱和进退迟早不同，气温变化较大，降水分布不均，高温干旱，低温冷害和暴雨洪涝等气象灾害发生较频繁，人们生产、生活带来不利影响。

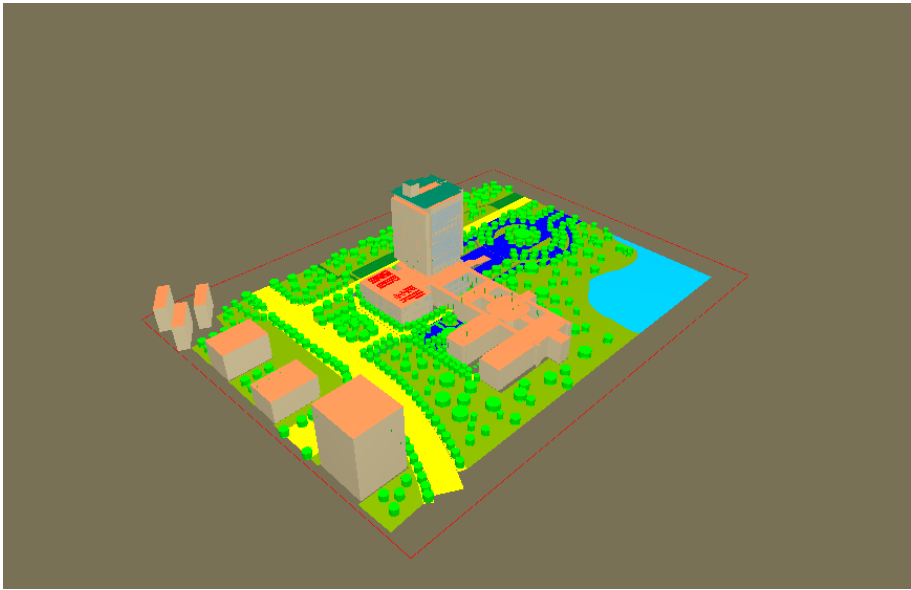
三、南昌热工分区：热工分区为夏热冬冷地区，最冷月平均温度为 0.89°C ，最热月平均温度为 29.52°C ，日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数为 50 天，日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数为 93 天；必须满足夏季放热需要和适当兼顾冬季保温。

四、南昌风向：南昌冬季室外平均风速 3.4m/s ，多为北风，其冬季室外最多风向的平均风速为 4.8m/s ；夏季室外平均风速 2.3m/s ，多为南风；年最多风向为北东方向。

2.场地概况



场地平面图



场地抽测图

工程名称	南昌市某图书馆	
工程地点	南昌	
地理位置	北纬：28.67°	东经：115.92°
建筑气候区	IIIB	
主导风向	西南	

3.当前问题

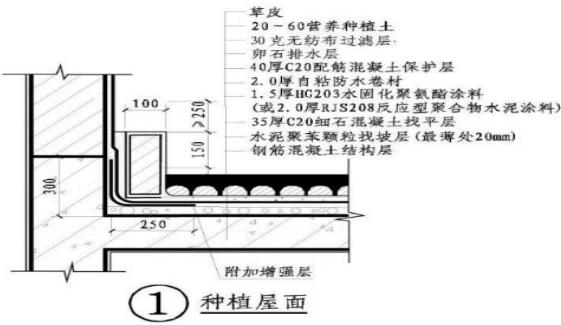
3.1 屋顶绿化问题

本建筑在设计建造之初并考虑屋顶绿化，按照《城市居住区热环境设计标准》，屋面的绿化面积不应低于可绿化屋面面积的 50%。且在平时，屋顶由于都是机房设备间，对学生并不开放，没有人员上去，造成了可利用建筑空间的浪费。我们本着建造更美好的图书馆环境、充分利用建筑可利用空间、遵循规范相关要求的原则，对屋顶进行了种植绿化。

屋顶绿化选用的植物，应当考虑视觉效果赏心悦目、生命力顽强、抗病虫害、无需较多的护理，故选用**大花马齿苋**和**锦绣苋**。

大花马齿苋，一年生草本，具有易于繁殖，存活容易等优点；锦绣苋，对土壤要求不严，适应性强，但以疏松、排水性好的肥沃土壤栽培为佳。

屋顶绿化的构造应当以安全、防水为先，优先考虑屋顶的承重能力。屋顶绿化的构造可按照下图为例：



3.2 人行区、广场绿化问题

经过我们实地调研发现，图书馆周围的场地绿化存在布置不合理、广场区域植被较矮等问题。在图书馆裙房西侧、五四中大道东侧的人行区，以及东侧的广场，绿化植被数量较少，或多为低矮灌木，难以对人行区和广场产生有效遮荫。南昌处于夏热冬冷地区，夏季最高气温可达 38℃ 以上，加之人行区地面和建筑产生的长波辐射，如此缺少必要的遮荫将产生极强的爆晒感。对此我们在人行区边缘、路边、中间绿地、东侧广场栽种了树木，并把部分广场和人行区改造为绿地，不但解决了人行区和广场的遮荫问题，还有效降低了热岛强度，美化了周围环境。

对于栽种树木的选择，在综合考虑树木的耐候性、固碳量等因素后，选择**榉树**和**香樟**作为主要种植树种。在布置上，综合考虑人行区获得有效遮荫和避免夏季产生无风区，优化总体布置，创造更加绿色的、更加舒适的室外环境。

4.设计依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
2. 《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286-2013

5.模拟结果

5.1 平均迎风面积比

建筑名称	迎风面积(m ²)	最大可能迎风面积(m ²)	最大可能迎风方向(°)	迎风面积比
图书信息中心	1157.06	1557.36	120.00	0.7430
图书馆	5024.56	5471.08	130.00	0.9184
大楼梯	76.32	76.37	140.00	0.9993
天桥	388.94	414.18	150.00	0.9391
学生活动中心	1150.88	1441.89	110.00	0.7982
实验楼	4190.85	4191.06	140.00	0.9999
实验楼 2	362.45	662.68	130.00	0.5469
实验楼 4	350.92	630.14	130.00	0.5569
实验楼 5	362.45	662.68	130.00	0.5469
平均迎风面积比	0.783			

平均迎风面积比 0.783，小于《城市居住区热环境设计标准》4.1.1 条规定的 0.8，合格。

5.2 遮阳覆盖率

场地	遮阳面积(m ²)	场地面积(m ²)	遮阳覆盖率(%)	覆盖率限值(%)
广场	356.0	10758.3	3	25
人行道	987.9	6782.2	15	50
停车场	31.1	671.8	5	30

改造前活动场地遮荫

场地	遮阳面积(m ²)	场地面积(m ²)	遮阳覆盖率(%)	覆盖率限值(%)
广场	2260.1	7839.4	29	25
人行道	3318.9	6610.6	50	50
停车场	241.9	671.8	36	30

改造后活动场地遮荫

《城市居住区热环境设计标准》4.2.1 条规定，各类活动场地遮阳覆盖率不得低于标准要求限值。经过重新布置场地中的树木种植布局 and 增加局部地区的树木，广场、人行道、停车场的这样覆盖率均已高于标准规定的最小限制。

5.3 屋顶绿化

建筑名称	屋面轮廓面积 (m ²)	屋顶绿化面积 (m ²)	可绿化屋面 面积(m ²)	屋面绿化率(%)
图书信息中心	2265.1	0.0	0.0	0
图书馆	3853.4	1939.3	3853.4	50
学生活动中心	1639.1	0.0	0.0	0
实验楼	2980.2	0.0	0.0	0

改造后屋顶绿化统计

改造前本建筑没有屋顶绿化。改造后屋顶绿化率达到 50%，满足《城市居住区热环境设计标准》4.4.2 条规定“建筑屋面的绿化面积不应低于可绿化屋面面积的 50%”。

5.4 渗透蒸发计算

地面	面积(m ²)	面积所占比例	地面透水系数 k(mm/s)	蒸发量 m (kg/(m ² ·d))
广场	11262	0.654	4.09	1.32
人行道	5292	0.307	2.36	1.32
停车场	672	0.039	0.13	1.32
合计	17226	1.0	3.41	1.32

地面	渗透面积比率(%)	限值(%)
广场	100	50
人行道	100	60
停车场	100	70
渗透与蒸发指标		
指标	值	限值
地面透水系数 k(mm/s)	3.41	3
蒸发量 m(kg/(m ² ·d))	1.32	1.3

活动场地渗透蒸发统计

活动场地的渗透面积比率、透水系数以及蒸发量均高于《城市居住区热环境设计标准》4.3.1 条所规定的最低限值。

5.5 降温计算

活动场地	绿化遮阴(m ²)		构筑物 遮阴(m ²)	日影面积 (m ²)	阴影区外 总遮阴面 积(m ²)	阴影区外 场地面积 (m ²)	遮阴率 (%)
	乔木面积	爬藤面积	亭廊面积				
广场	156.3	0.0	0.0	42.6	155.0	10715.7	1.4
人行道	839.4	0.0	0.0	93.4	833.1	6688.8	12.5
合计	995.7	0.0	0.0	136.0	988.1	17404.5	5.7

改造前活动场地遮阴降温统计

活动场地	绿化遮阴(m ²)		构筑物遮阴(m ²)	日影面积(m ²)	阴影区外总遮阴面积(m ²)	阴影区外场地面积(m ²)	遮阴率(%)
	乔木面积	爬藤面积	亭廊面积				
广场	1926.9	0.0	0.0	16.0	1923.6	7823.4	24.6
人行道	3077.2	0.0	0.0	93.5	3048.5	6517.1	46.8
合计	5004.1	0.0	0.0	109.6	4972.1	14340.5	34.7

改造后活动场地遮阴降热统计

活动场地	建筑阴影外车道长度(m)	太阳辐射反射系数	建筑阴影外设有遮阴行道树的车道长度(m)	建筑阴影外车道达标长度(m)
车道 1	276.2	0.40	0.0	276.2
车道 12	39.3	0.40	0.0	39.3
车道 13	18.5	0.40	0.0	18.5
车道 14	13.9	0.40	0.0	13.9
车道 15	9.6	0.40	0.0	9.6
车道 16	5.5	0.40	0.0	5.5
车道 17	2.2	0.40	0.0	2.2
车道 4	21.2	0.40	0.0	21.2
车道 4	220.7	0.40	0.0	220.7
车道 5	5.1	0.40	0.0	5.1
车道 6	18.5	0.40	0.0	18.5
车道 6	67.5	0.40	0.0	67.5
车道 6	59.7	0.40	0.0	59.7
车道 7	4.0	0.40	0.0	4.0
合计	761.9		0.0	761.9
总达标比例(%)	100.0			

车道遮阴降热统计

建筑	屋顶面积(m ²)	屋顶绿化面积(m ²)	太阳能板投影面积(m ²)	太阳辐射反射系数不小于 0.4 屋面面积(m ²)	屋顶绿化、太阳能板投影及反射达标面积占屋面比例(%)
图书信息中心	2265.1	0.0	0.0	2265.1	100.0
图书馆	3853.4	2098.0	512.1	1243.4	100.0
学生活动中心	1639.1	0.0	0.0	1639.1	100.0
实验楼	2980.2	0.0	0.0	2980.2	100.0

屋顶降热统计

本改造内容主要为活动场地的遮荫降热，车道遮荫和屋顶降热已经满足。经过重新调整场地树木位置和增加树木、增强场地有效遮荫后，模拟结果满足《绿色建筑评价标准》中 8.2.9 条对于降低热岛强度措施的要求。

降低热岛措施指标	指标要求	设计值	得分
活动场地遮阴率	1. 场地中处于建筑阴影区外的步道、游憩场、庭院、广场等室外活动场地设有乔木、花架等遮阴措施的面积比例，住宅建筑达到 30%，公共建筑达到 10%，得 2 分；住宅建筑达到 50%，公共建筑达到 20%，得 3 分；	29.8%	3
车道长度达标比例	2. 场地中处于建筑阴影区外的机动车道，路面太阳辐射反射系数不小于0.4或设有遮阴面积较大的行道树的路段长度超过70%，得3分；	100.0%	3
屋顶遮阴率	3. 当屋顶的绿化面积、太阳能板水平投影面积以及太阳辐射反射系数不小于 0.4 的屋面面积合计达到 75%时，得 4 分。	100.0%	4
合计得分			10

模拟结果的评价结论

5.6 绿容率

绿容率计算表			
类别	面积(m ²)	系数	叶面积量(m ²)
冠层密集乔木	6363	叶面积指数：4	25451
冠层稀疏乔木	0	叶面积指数：2	0
密集爬藤	175	叶面积指数：4	700
稀疏爬藤	0	叶面积指数：2	0
屋面绿化	1413	计算系数：1	1413
草地	32783	计算系数：1	32783
灌木	3861	计算系数：3	11584
合计			71931

改造前绿容率统计

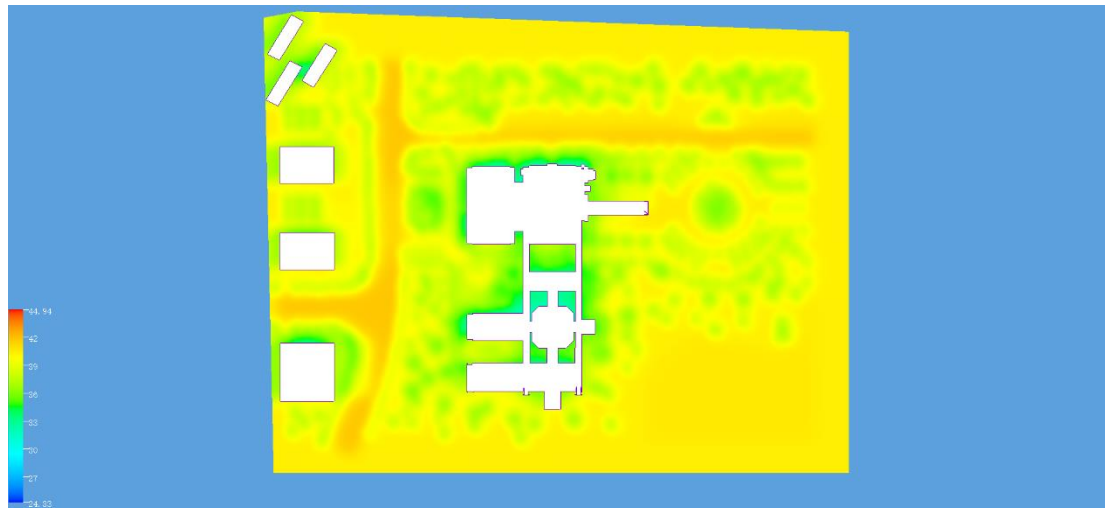
改造前叶面积总量为 71931 平方米，场地面积为 111379 平方米，绿容率为 **0.65**。

绿容率计算表			
类别	面积(m ²)	系数	叶面积量(m ²)
冠层密集乔木	9085	叶面积指数：4	36342
冠层稀疏乔木	0	叶面积指数：2	0
密集爬藤	175	叶面积指数：4	700
稀疏爬藤	0	叶面积指数：2	0
屋面绿化	2121	计算系数：1	2121
草地	33943	计算系数：1	33943
灌木	3861	计算系数：3	11584
合计			84689

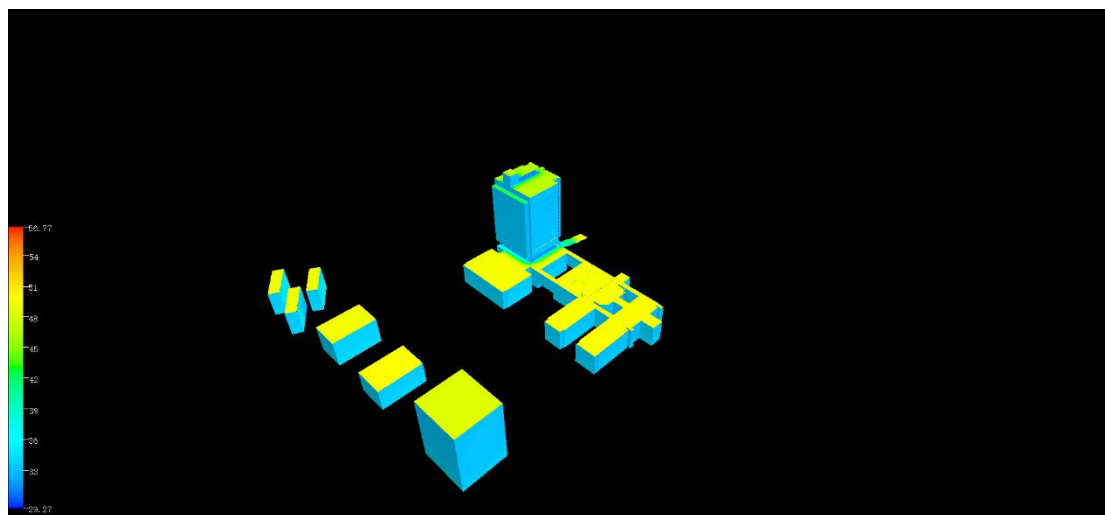
改造后绿容率统计

改造后叶面积总量为 84689 平方米，场地面积为 111379 平方米，绿容率为 0.76，相比于改造前有了显著的提升。

5.7 温度分布



改造后住区气温



改造后建筑表面温度

5.8 平均热岛强度和黑湿球温度

热环境计算

地点

南昌

气候区

IIIB

年份

2023

7

月

21

日

开始时刻

8:00

结束时刻

18:00

主导风向

西南

☐ 重新计算天空角系数

地表类别

B:田野、乡村、丛林、丘陵及房屋稀疏的乡村

导出参数

确定

取消

热环境设置

时刻	平均温度(℃)	太阳辐射升温(℃)	长波辐射降温(℃)	蒸发换热降温(℃)	居住区温度(℃)	典型气象温度(℃)	温差(℃)
8:00	29.3	1.9	3.6	1.0	26.5	27.9	-1.354
9:00	29.3	3.8	3.4	1.3	28.4	28.9	-0.533
10:00	29.3	6.2	3.3	1.4	30.8	29.9	0.893
11:00	29.3	8.9	3.2	1.4	33.6	30.8	2.756
12:00	29.3	11.5	3.2	1.3	36.3	31.5	4.753
13:00	29.3	13.8	3.2	1.2	38.7	32.1	6.563
14:00	29.3	15.6	3.2	1.0	40.6	32.4	8.228
15:00	29.3	16.7	3.3	0.8	41.8	32.6	9.209
16:00	29.3	17.0	3.4	0.6	42.3	32.5	9.762
17:00	29.3	16.7	3.5	0.4	42.0	32.1	9.892
18:00	29.3	15.7	3.6	0.3	41.0	31.2	9.839
平均热岛强度(℃)	5.46						
依据	《城市居住区热环境设计标准》3.3.1 条规定指标，按照 5.0.2 条的公式计算						
标准要求	居住区夏季平均热岛强度不应大于 1.5℃						
结论	不满足						

平均热岛强度计算统计

时刻	居住区温度(℃)	空气相对湿度	太阳辐射照度(W/m²)	地表短波辐射(W/m²)	湿球黑球温度(℃)
8:00	26.5	0.9	217.6	42.9	26.1
9:00	28.4	0.8	361.1	71.1	27.1
10:00	30.8	0.7	490.7	96.7	28.4

11:00	33.6	0.6	584.8	115.2	30.3
12:00	36.3	0.5	640.6	126.2	32.1
13:00	38.7	0.4	621.3	122.4	33.7
14:00	40.6	0.4	565.8	111.5	35.0
15:00	41.8	0.4	472.1	93.0	35.6
16:00	42.3	0.4	336.4	66.3	35.7
17:00	42.0	0.4	199.5	39.3	35.1
18:00	41.0	0.4	75.9	15.0	34.0
最大湿球黑球强度(℃)	35.67				
依据	《城市居住区热环境设计标准》3.3.1 条规定指标，按照 5.0.1 条的公式计算				
标准要求	居住区逐时湿球黑球温度不应大于 33℃				
结论	不满足				

黑湿球温度计算统计

对于平均热岛强度的计算，通过调整设计可得知需要 80000 平米叶面指数大于 3 的乔木方可使得平均热岛强度和黑湿球温度降低到规范标准要求，改造成本过大，故不再做调整。