



无线信号基站位置优化部署软件

用户手册

内蒙古大学计算机学院

目 录

第一章 概述	4
1.1 软件概述	4
1.2 功能简介	4
1.3 快速安装指南	4
1.4 关于手册	4
1.5 关于地图	5
第二章 使用入门	6
2.1 软件界面简介	6
2.2 项目管理	7
2.2.1 新建项目	7
2.2.2 打开项目	8
2.2.3 保存项目	9
2.2.4 导出数据	11
2.3 障碍物管理	12
2.3.1 选择障碍物	13
2.3.2 管理障碍物	14
2.4 AP 和 Beacon 管理	15
2.4.1 部署 WiFi	15
2.4.2 部署 Bluetooth	16
2.4.3 AP 和 Beacon 管理	17
2.5 无线信号仿真	18

2.6 AP 和 Beacon 部署优化	20
2.6.1 划定部署范围	20
2.6.2 设置参考点的位置	21
2.6.3 AP 和 Beacon 部署优化设置	22
2.6.4 AP 和 Beacon 部署优化	24
2.7 图层管理	25
2.8 辅助工具	26
2.8.1 光标	26
2.8.2 单个 AP 或 Beacon 管理	26
2.8.3 放大	28
2.8.4 缩小	28
2.8.5 拖拽	29
2.8.6 缩放	30
2.8.7 查看坐标信息	30
2.9 信息状态栏	31
第三章 无线信号仿真	31
3.1 无线信号强度计算	32
3.2 无线信号传播模型	32
第四章 接入点信标部署优化	33
4.1 AP 和 Beacon 部署问题的复杂性	33
4.2 Coverage-CRLB	34
4.3 Exhaustion-CRLB	34

4.4 均匀部署	34
第五章 附录	35
6.1 快速安装指南	35
6.1.1 系统配置要求	35
6.1.2 软件安装	36
6.2 地图文件说明	36
6.2.1 Shapefile 文件	36
6.2.2 如何获取 Shapefile 文件	37

第一章 概述

1.1 软件概述

欢迎使用无线信号基站位置优化部署软件，本软件主要用于优化指纹定位系统中接入点（Access Point, AP）和信标（Beacon）的位置，以提高指纹定位系统的定位精度。使用者借助此软件可以对不同 AP 和 Beacon 部署方案下指纹定位的定位误差进行仿真分析，以便于指纹定位方案的制定、改进与优化。

1.2 功能简介

无线信号基站位置优化部署软件支持无线信号强度仿真、定位误差评估、AP 和 Beacon 部署优化等功能，并且提供了一系列操作和显示地图空间数据的方法，可以快速、准确的为用户提供可靠的 AP 和 Beacon 部署参考方案。

主要的功能模块如下：

- [项目管理](#)
- [障碍物管理](#)
- [AP/Beacon 管理](#)
- [无线信号强度仿真](#)
- [AP/Beacon 部署优化](#)
- [辅助工具](#)

1.3 快速安装指南

如何安装使用无线信号基站位置优化部署软件，请参阅[快速安装指南](#)。

1.4 关于手册

本手册介绍了无线信号基站位置优化部署软件 V4.3.3 所有功能的使用方法。

 提示：点击“帮助(H)”选项卡下的“软件帮助(H)”可以获得软件的使用手册。

1.5 关于地图

无线信号基站位置优化部署软件目前仅支持 Shapefile 格式的地图文件，更多信息请参阅[地图文件说明](#)。

第二章 使用入门

无线信号基站位置优化部署软件具有友好的图形界面，提供了大量实用且操作便利的工具，并且按功能分为不同的组件模块。

2.1 软件界面简介

无线信号基站位置优化部署软件的主界面如图 1 所示，包含了导航栏、功能栏、图层管理区、主视图区、工具栏以及状态栏六个部分。

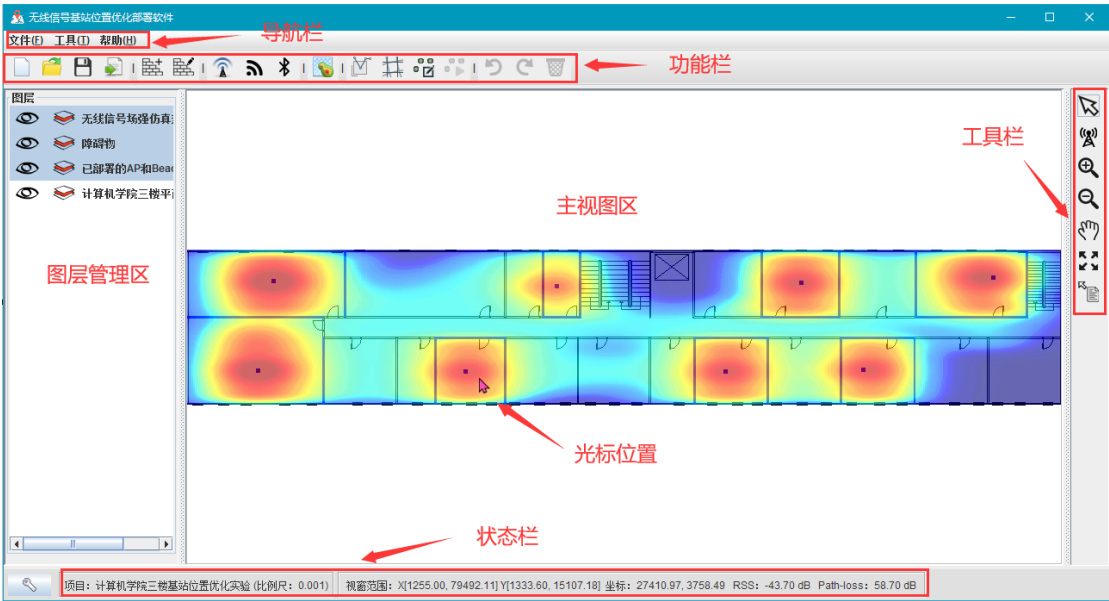


图 1 软件主界面展示

导航栏包含文件、工具、帮助三个菜单。导航栏的下方是功能栏，涵盖了各个功能模块对应的功能按钮，从左至右分别是新建项目、打开项目、保存项目、导出数据、选择障碍物、障碍物信息管理、AP 和 Beacon 信息管理、部署 WiFi、部署 Bluetooth、无线信号强度仿真、划定 AP 和 Beacon 部署范围、设置参考点位置、AP 和 Beacon 部署优化信息设置、AP 和 Beacon 部署优化、撤销、重做、清空，共 17 个功能。

功能栏的下方分为三个部分，左侧为图层管理区，包含图层的显示、隐藏和删除功能；中间为主视图区，显示地图信息及叠加的图层；主视图区右侧是工具栏，从上至下分别是光标、单个 AP 或 Beacon 管理、放大、缩小、拖拽、放缩、坐标信息，共 7 个功能。

最下方是状态栏，显示项目信息、视窗范围和坐标等信息，左侧设置按钮用于控制信息状态栏中信息的显示与隐藏。

2.2 项目管理


项目管理包含项目的新建、打开、保存三个功能。

2.2.1 新建项目

- 功能说明

新建项目功能根据项目名称和路径建立项目文件，并通过用户选择的 .shp 格式文件路径读入和显示 Shapefile 文件。

- 使用说明

点击“”按钮，新建项目界面如[图 2](#)所示，输入项目名称并选择地图路径（项目路径默认为地图路径，也可以取消勾选“将地图路径默认为项目路径”后重新选择），输入比例尺信息后，点击“完成”即可完成新建项目，效果如[图 3](#)所示。

- 操作规范

- (1) 地图文件仅支持.shp 格式文件，读入其他格式文件软件会弹出提示信息。
- (2) 比例尺信息需要输入数字（支持小数），输入其他信息软件会弹出提示信息。

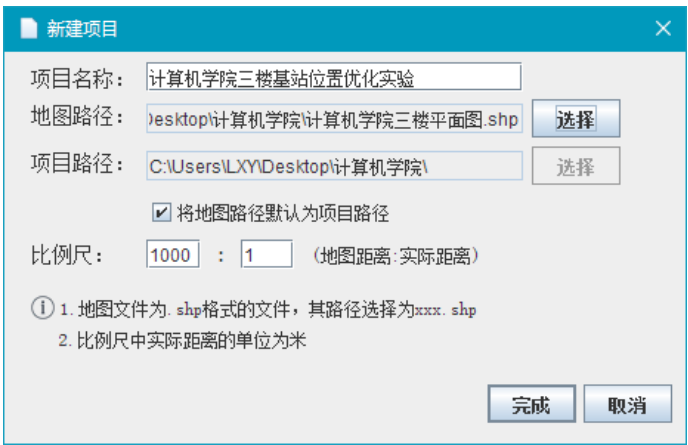


图 2 新建项目展示

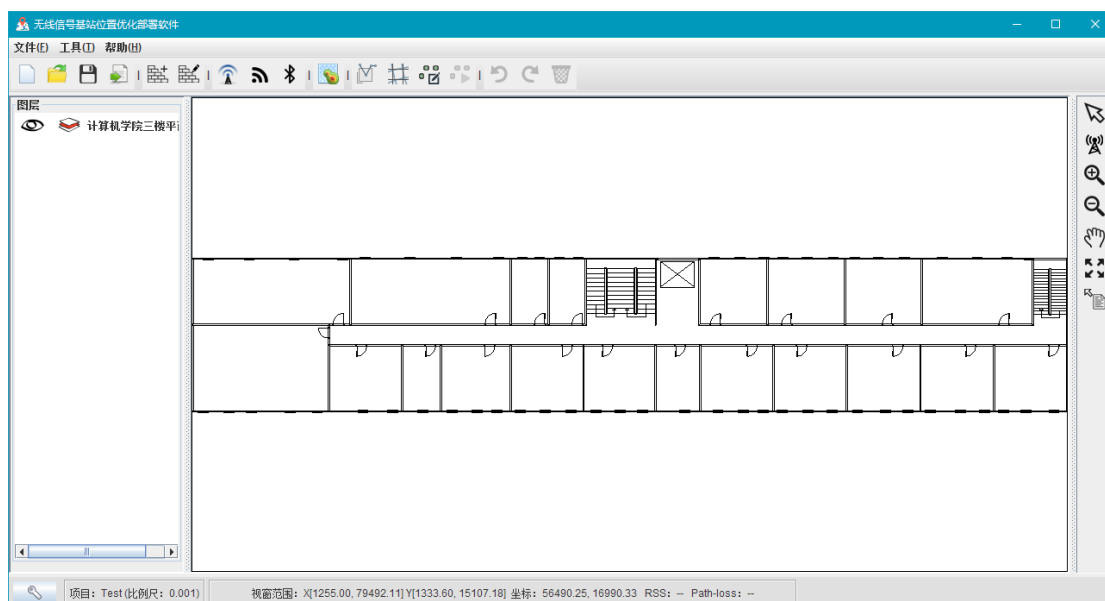



图 3 新建项目效果展示

2.2.2 打开项目

- 功能说明

打开项目功能根据用户选择的地图路径和项目文件初始化项目信息，根据选择的地图文件读入和显示 Shapefile 文件，根据选择的项目文件分别初始化障碍物信息列表、AP 和 Beacon 信息列表，以及建立障碍物、AP 和 Beacon 图层。

- 使用说明

点击“”按钮，打开项目界面如[图 4](#) 所示，选择地图路径和项目路径后，点击“完成”即可完成打开项目，效果如[图 5](#) 所示。

- 操作规范

- (1) 地图文件仅支持.shp 格式文件，读入其他格式文件软件会弹出提示信息。
- (2) 项目文件仅支持.txt 格式文件，读入其他格式文件软件会弹出提示信息。
- (3) 如果项目文件中的 Shapefile 文件信息与读入的.shp 文件信息不符，则无法打开项目，软件会弹出提示信息。

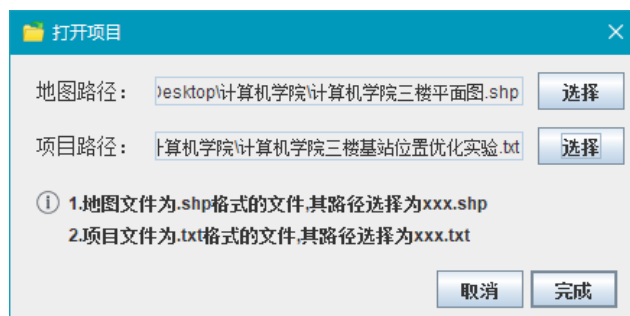


图 4 打开项目展示

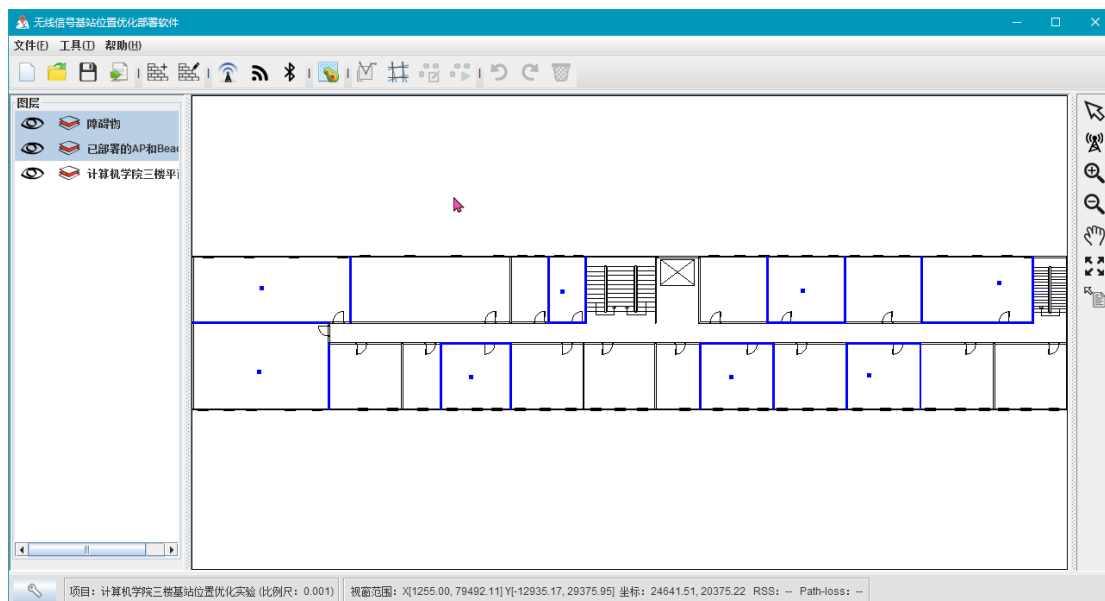



图 5 打开项目效果展示

2.2.3 保存项目

• 功能说明

由于软件仿真需要进行大量的环境参数设置，包括标记障碍物、部署环境中已有的 AP 和 Beacon、划定定位区域等，重复的参数设置会极大的降低软件运行的效率。因此，软件以项目的形式管理数据文件，并提供了项目的保存、打开功能。保存功能将地图上的障碍物及 AP 和 Beacon 部署信息保存到后缀为“.txt”的文件里。

• 使用说明

点击“”按钮，将当前地图中标记的障碍物及部署的 AP 和 Beacon 信息保存到项目名的“.txt”文件里，如图 6 所示。其中保存的内容分为 AP 和 Beacon 信息及障碍物信息，AP 和 Beacon 信息保存为 X 轴坐标、Y 轴坐标、AP 名称、类

别、频率、功率、部署类型和 MAC 地址，障碍物信息保存为障碍物数量、坐标数量、坐标、障碍物类别、障碍物名称、衰减值。AP 和 Beacon 部分信息如图 7 所示，障碍物部分信息如图 8 所示。

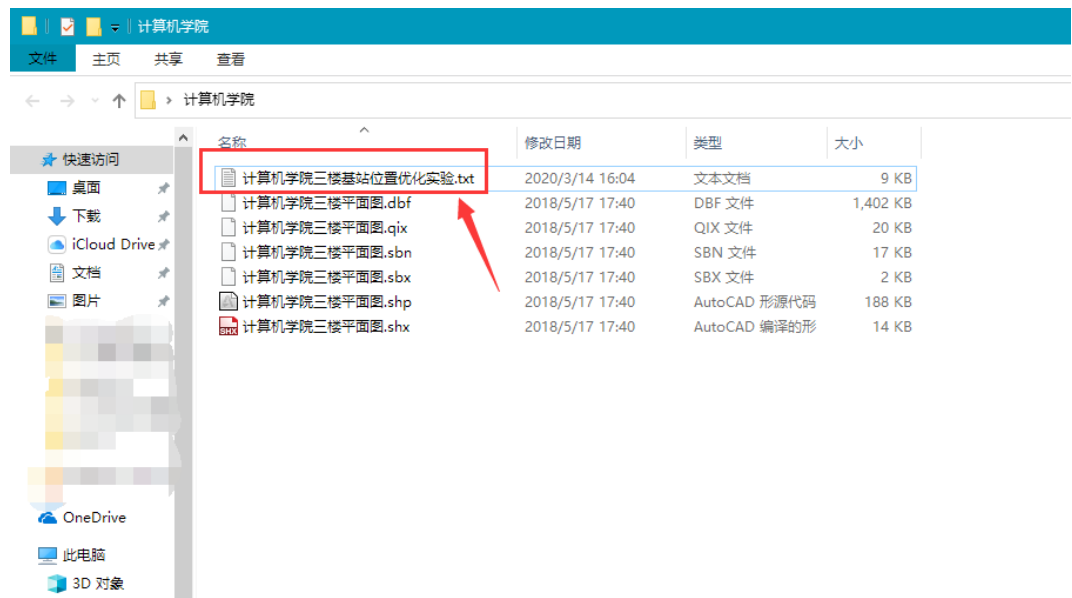


图 6 保存项目展示

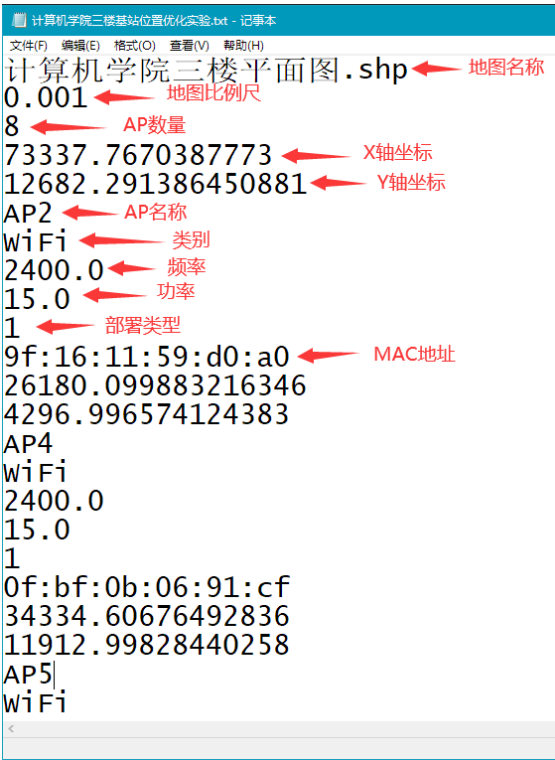


图 7 AP 和 Beacon 部分保存内容展示

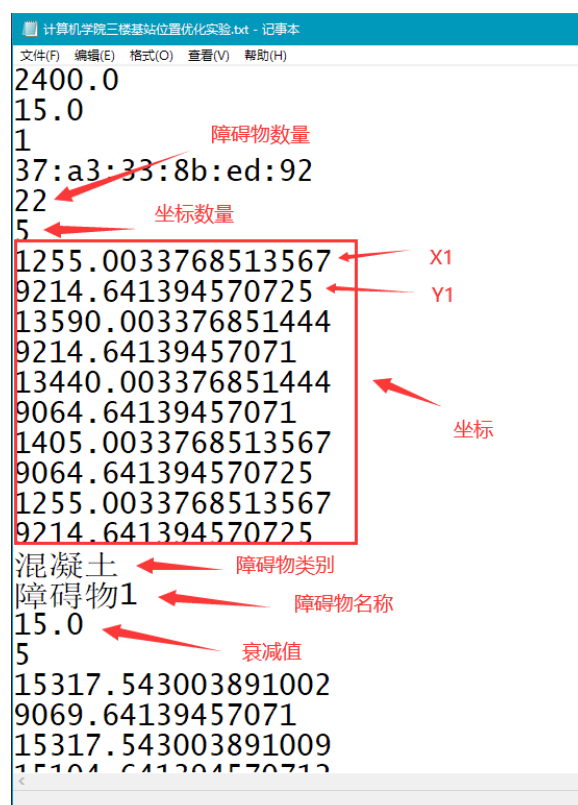



图 8 障碍物部分保存内容展示

2.2.4 导出数据

- 功能说明

导出当前地图上已标记的障碍物信息、已部署的 AP 和 Beacon 信息及模拟的信号强度信息到后缀为“-Data.txt”文件里。

- 使用说明

点击“”按钮，将当前地图中标记的障碍物信息、部署的 AP 和 Beacon 信息及模拟的信号强度信息导出到项目名的“-Data.txt”文件里，如[图 9](#)所示。内容包括坐标点下 MAC 地址与其的信号强度，信号强度后的“W”标识符是“WiFi”的简称，“B”是“Bluetooth”的简称。如[图 10](#)所示。

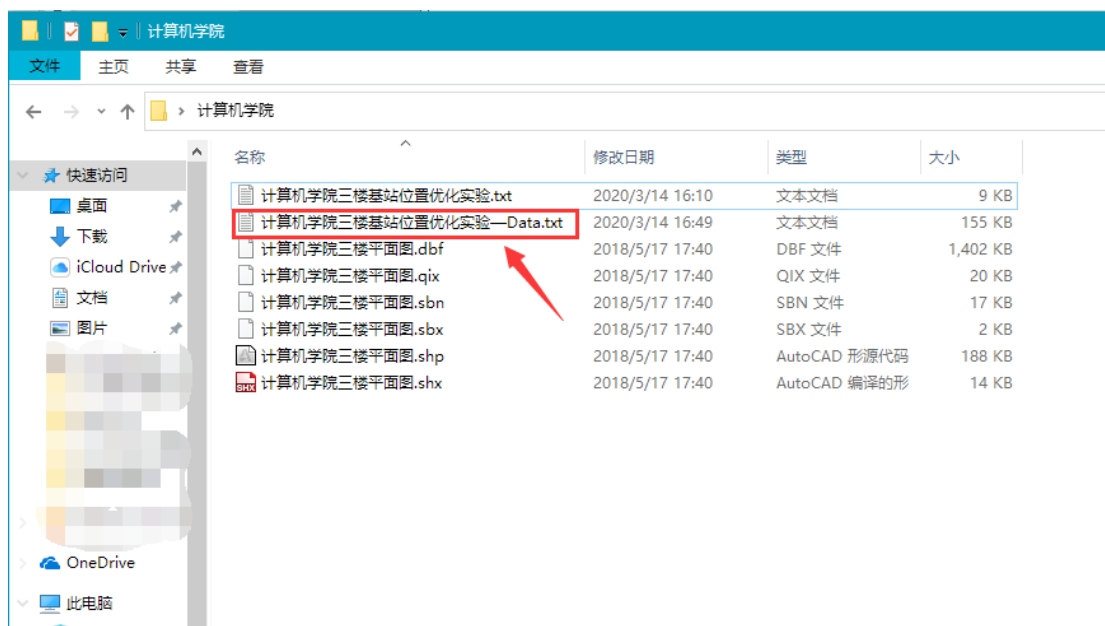


图9 导出数据展示

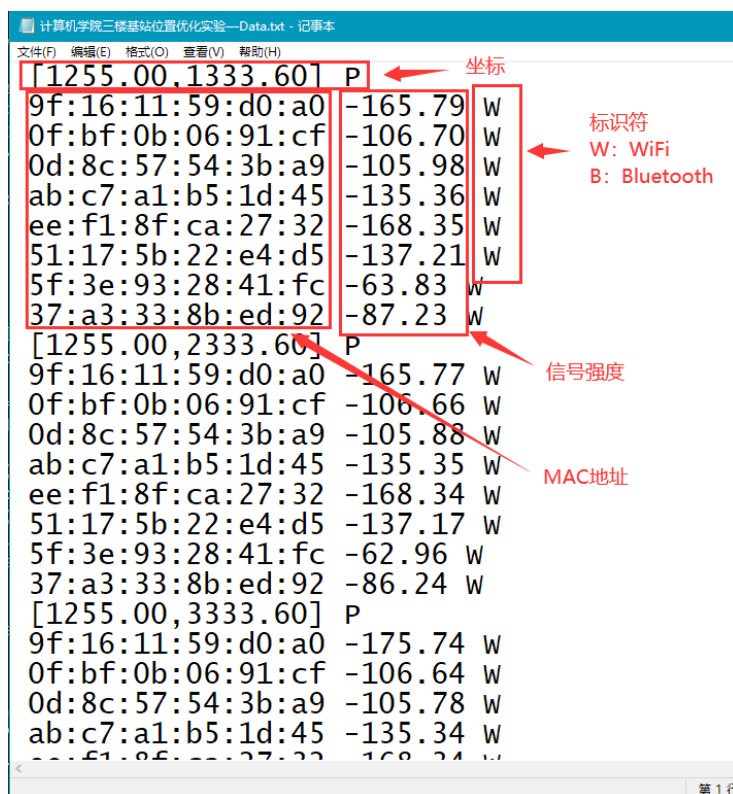


图10 导出数据内容展示

2.3 障碍物管理

为了精确的模拟无线信号在环境中的衰减，软件提供了标记障碍物功能。用户可以通过点选平面图中的图形来标记障碍物，软件记录点选的图形并显示在平



面图中。障碍物管理提供了选择障碍物和管理障碍物功能。

2.3.1 选择障碍物

- 功能说明

本功能包括障碍物的选取和参数设置。用户可以自由的选取地图中所需要标注的障碍物信息并设置其参数。

- 使用说明

点击“”按钮，此时鼠标在主视图区中变为“”，使用鼠标点选地图上所要标记的障碍物图形，随之弹出该障碍物的参数设置窗口如[图 11](#)所示，参数设置完成后被选中的障碍物呈现蓝色填充如[图 12](#)所示。

- 操作规范

- (1) 鼠标点选在地图之外或点选位置处附近没有障碍物，则无法标记障碍物，软件会弹出提示信息。
- (2) 损耗信息需要输入数字(支持小数)，输入其他信息软件会弹出提示信息。



障碍物参数设置对话框，包含以下字段：

- 名称：障碍物
- 损耗：10 dB
- 类型：砖墙 (其他：)
- 底部有“取消”和“确定”按钮。

图 11 设置障碍物参数展示

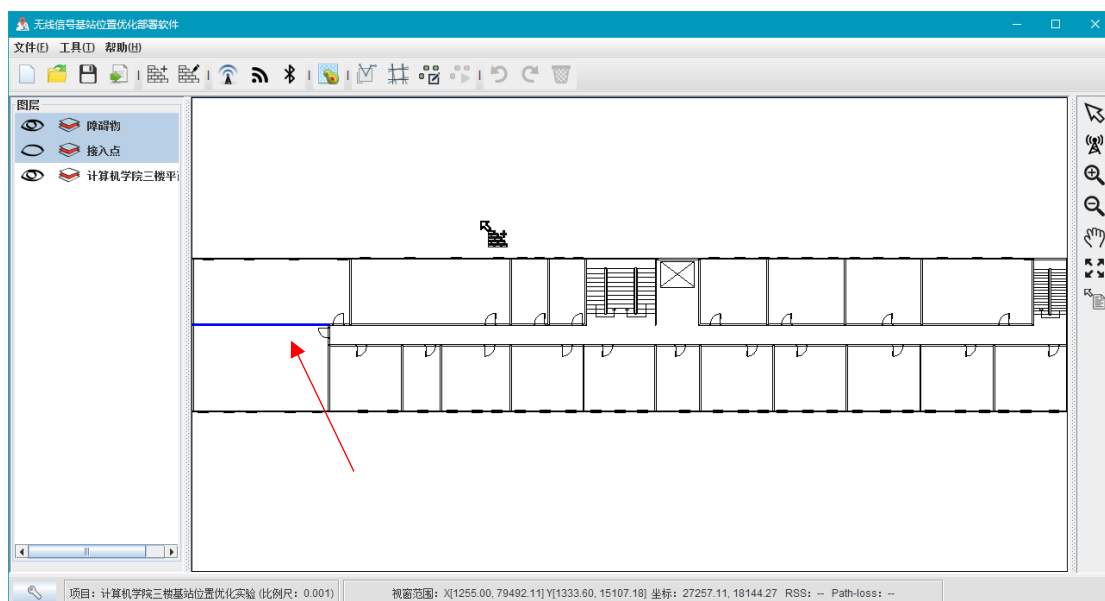



图 12 障碍物标记效果展示

2.3.2 管理障碍物

• 功能说明

管理障碍物功能包括修改和删除障碍物信息，执行管理障碍物功能后软件会自动更新障碍物图层。

• 使用说明

点击“”按钮，可查看、修改和删除障碍物信息，修改障碍物信息功能用于修改障碍物的类型、衰减值，通过选中障碍物信息列表中的障碍物，再修改被选中障碍物的参数信息，进而点击修改按钮实现信息的修改。删除障碍物功能用于删除已选中的障碍物，通过选中障碍物信息列表中的障碍物，再点击删除按钮，实现障碍物的删除。通过点击‘清空’按钮，快速清空现存所有障碍物。如[图 13](#)所示。

• 操作规范

- (1) 损耗信息需要输入数字(支持小数)，输入其他信息软件会弹出提示信息。

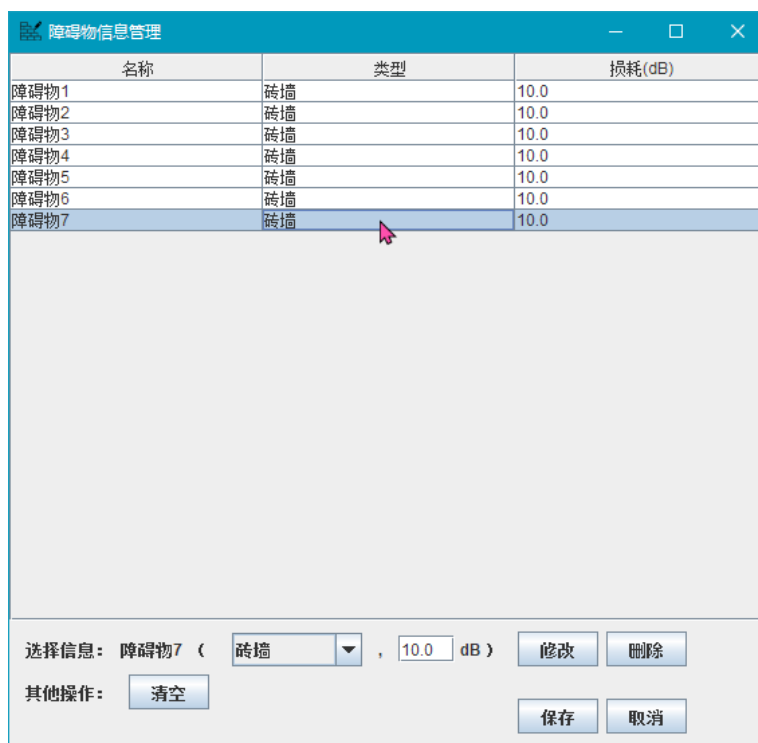


图 13 管理障碍物展示

2.4 AP 和 Beacon 管理



为了精确的模拟优化 AP 和 Beacon 的位置，软件提供了部署和管理 AP 和 Beacon 功能。

2.4.1 部署 WiFi

- 功能说明

在地图内点选的位置处部署 WiFi 并设置其参数。

- 使用说明

点击“”按钮，此时光标变为“”，在地图中点击要部署 WiFi 的位置，软件弹出设置 WiFi 参数信息界面如[图 14](#)所示，填写 WiFi 信息后，点击“确定”完成 WiFi 部署，如[图 15](#)所示（WiFi 在地图中以蓝色方块显示）。

- 操作规范

- (1) 鼠标点选在地图之外，则无法部署 WiFi，软件会弹出提示信息。
- (2) 频率和功率信息需要输入数字（支持小数），输入其他信息软件会弹出提

示信息。



图 14 WiFi 参数设置展示

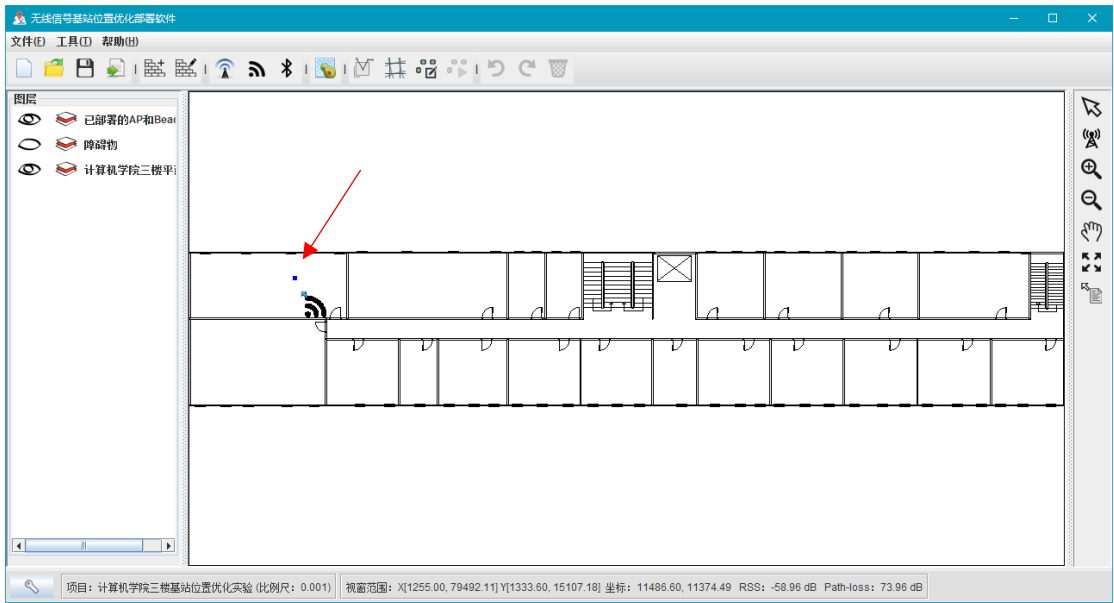




图 15 部署 WiFi 展示

2.4.2 部署 Bluetooth

• 功能说明

在地图内点选的位置处部署 Bluetooth 并设置其参数。

• 使用说明

点击“”按钮，此时光标变为“”，在地图中要部署 Bluetooth 的位置单击，在弹出的接入点参数设置窗口填写 Bluetooth 信息，如[图 16](#)所示，点击“确定”完成 Bluetooth 部署操作，如[图 17](#)所示(Bluetooth 在地图中以蓝色三角显示)。

• 操作规范

- (1) 鼠标点选在地图之外，则无法部署 Bluetooth，软件会弹出提示信息。
- (2) 频率和功率信息需要输入数字（支持小数），输入其他信息软件会弹出提示信息。



图 16 Bluetooth 参数设置展示

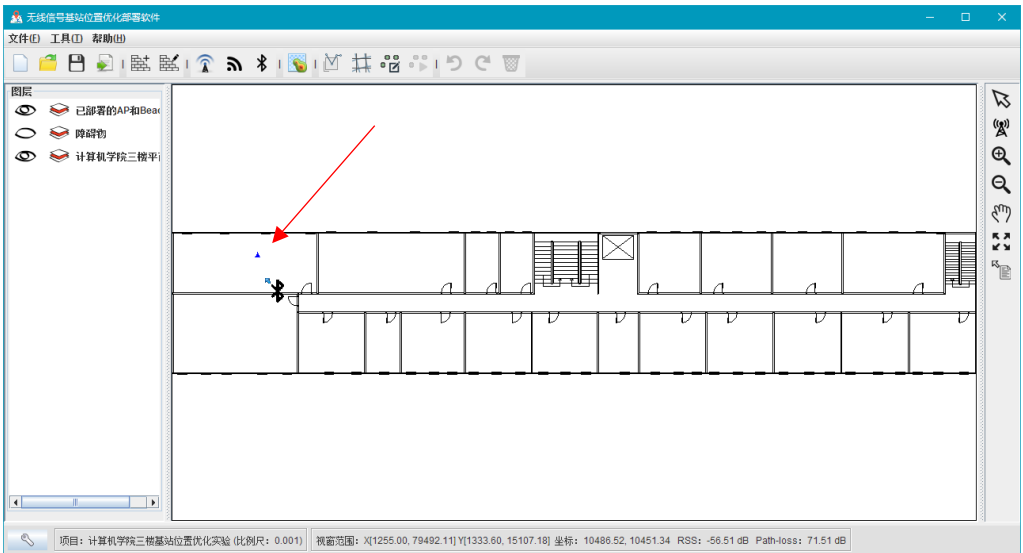



图 17 Bluetooth 部署展示

2.4.3 AP 和 Beacon 管理

- 功能说明

AP 和 Beacon 管理功能包括查看、修改和删除 AP 和 Beacon 信息。

- 使用说明

点击“”按钮，在弹出的 AP 和 Beacon 管理界面中选中要管理的 AP 或 Beacon。点击“删除”按钮，删除该 AP 或 Beacon；点击“修改”按钮，修改该 AP

或 Beacon 的频率和功率信息；点击“清空”按钮，快速清空所有的 AP 和 Beacon。当优化部署功能执行过后，可通过“导入最优部署 AP 和 Beacon”按钮将优化部署算法得到的最优 AP 和 Beacon 部署方案导入，进而可以对导入的 AP 和 Beacon 进行场强仿真等功能，如图 18 所示。

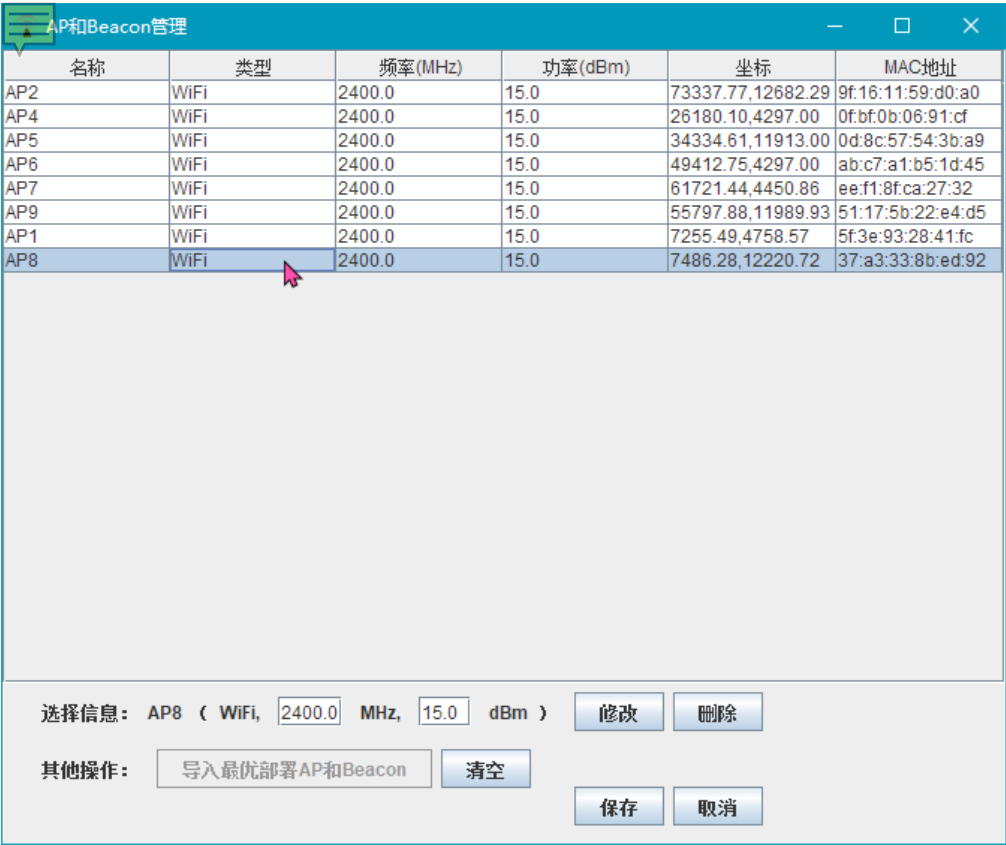


图 18 AP 和 Beacon 管理界面展示


2.5 无线信号仿真

软件提供了三种无线信号传播模型来仿真平面图区域内 AP 和 Beacon 的信号强度，分别是自由空间传播模型、对数距离路径损耗模型（LDPL）和 Motley-Keenan 模型，场强热图以综合场强热图和显示每个 AP 和 Beacon 的场强热图两种形式呈现。

- 功能说明

选择不同的传播模型，仿真计算整个平面图的无线信号场强并以热图形式呈现。

- 使用说明

点击“”按钮执行场强仿真操作，选择传播模型以及其他信息如[图 19 \(a\)](#)所示，其中无线信号传播模型右方的“设置”可对参考距离处的路径损耗、参考距离、有效 RSS 阈值等信息进行修改，如[图 19 \(b\)](#)所示。热图显示右方的“设置”可对密度核半径和热图输出栅格信息进行修改，如[图 19 \(c\)](#)所示。场强仿真结果如[图 20](#)所示。

• 操作规范

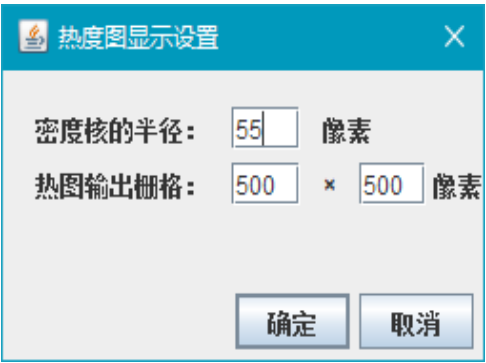
- (1) 地图中必须已部署一个及以上数量的 AP 和 Beacon(请参阅[部署 WiFi](#)和[部署 Bluetooth](#))。
- (2) 若使用 Motley-Keenan 模型进行无线信号场强仿真，则需要在地图中设置合理的障碍物信息（请参阅[设置障碍物](#)）。



(a) 无线信号场强仿真界面展示



(b) 无线信号传播模型参数设置展示



(c) 热图显示参数设置展示

图 19 无线信号参数设置界面

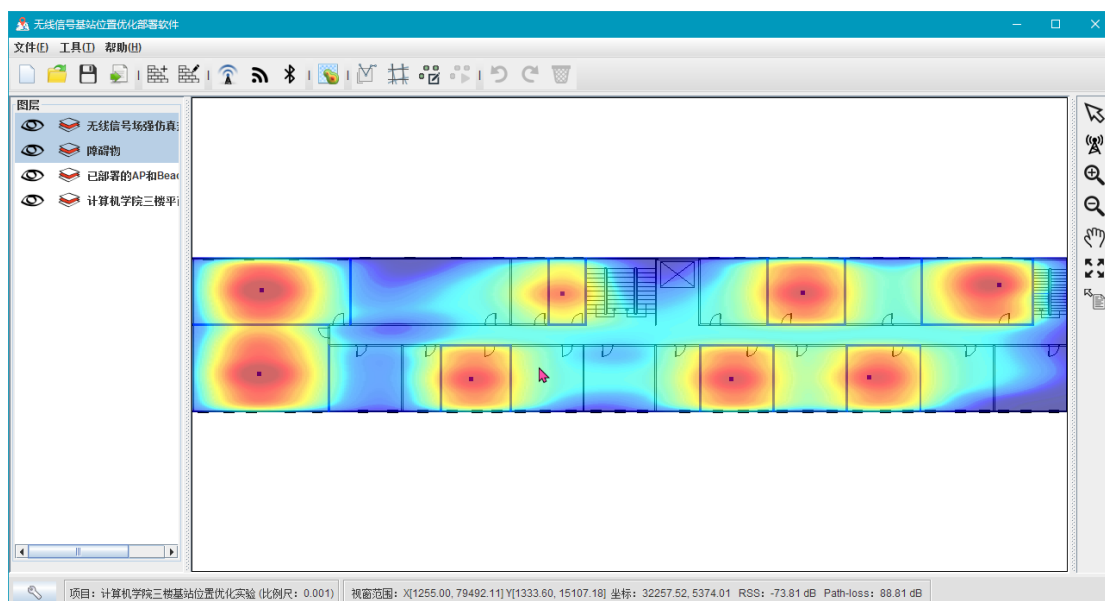


图 20 场强仿真效果图展示

2.6 AP 和 Beacon 部署优化






AP 和 Beacon 部署优化模块是本软件的核心模块,该模块通过不同的部署优化算法来优化 AP 和 Beacon 的位置以提高指纹定位的定位精度。

2.6.1 划定部署范围

- 功能说明

在地图中划定 AP 和 Beacon 的部署区域。

- 使用说明

点击“”按钮,此时鼠标变为“”,在地图中依次点击所要划定 AP 和 Beacon 部署区域的位置点,软件会依次连接成闭合图形。在地图中点选位置点时,可通过位于功能栏最后的撤销()、恢复()和清空()按钮辅助用户完成部署区域的划定。划定效果如图 21 所示(红色线所围区域)。

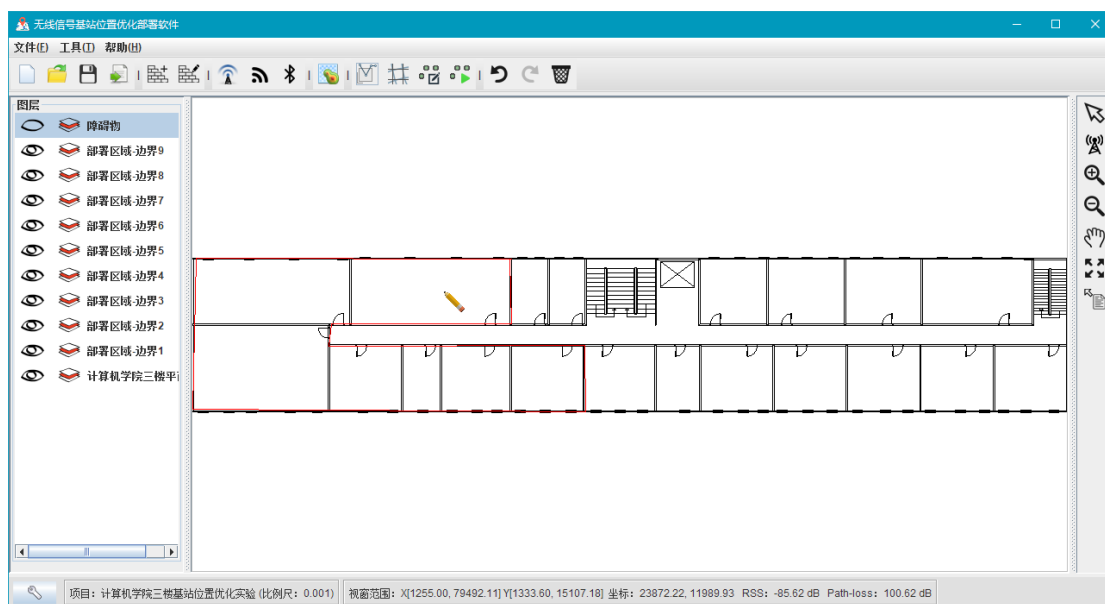



图 21 划定接入点部署区域展示

2.6.2 设置参考点的位置

• 功能说明

通过离散单元大小控制参考点的密度，在一定范围内参考点离散单元越小定位效果越佳，但过小的参考点离散单元会导致参考点之间的指纹差异不明显，从而降低定位精度，同时增加计算量与时间消耗。

• 使用说明

点击“”按钮进行离散单元参数设置（通常离散单元设置为 1 米），如图 22 所示。参考点范围可选择部署区域和整个区域。选择部署区域即只考虑已划定范围内的定位效果，选择整个区域即考虑整个地图范围内的定位效果，参考点范围选择部署区域如图 23（a）所示，选择整个区域如图 23（b）所示（圆点是参考点的位置）。

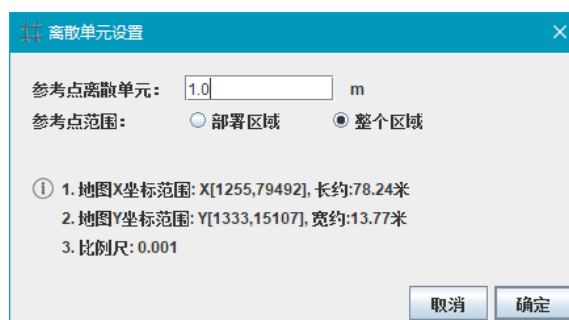


图 22 离散单元设置展示

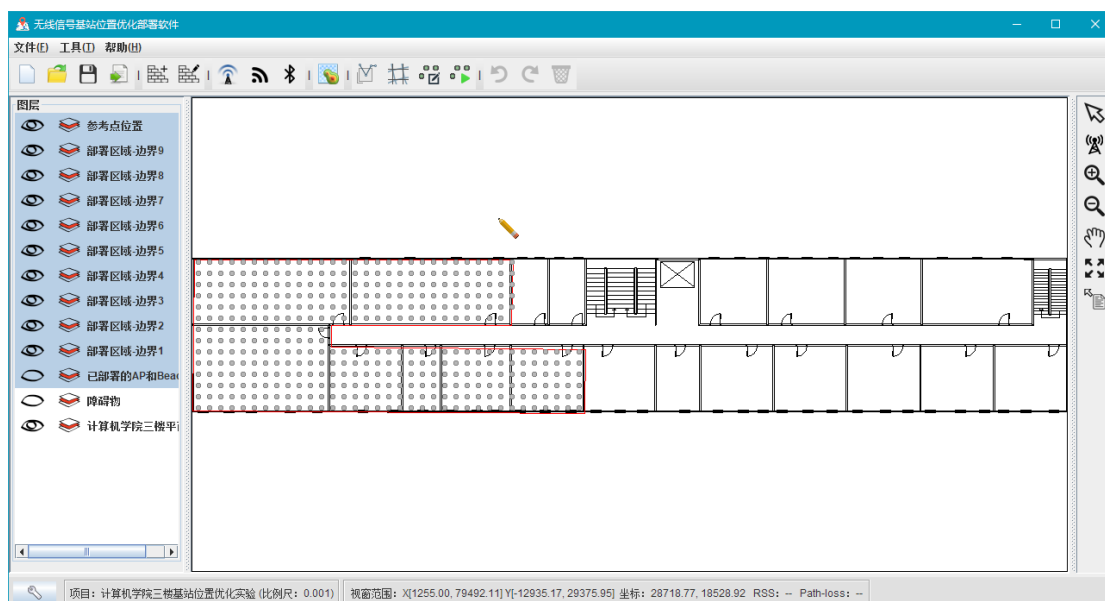


图 23 (a) 选择部署区域效果展示

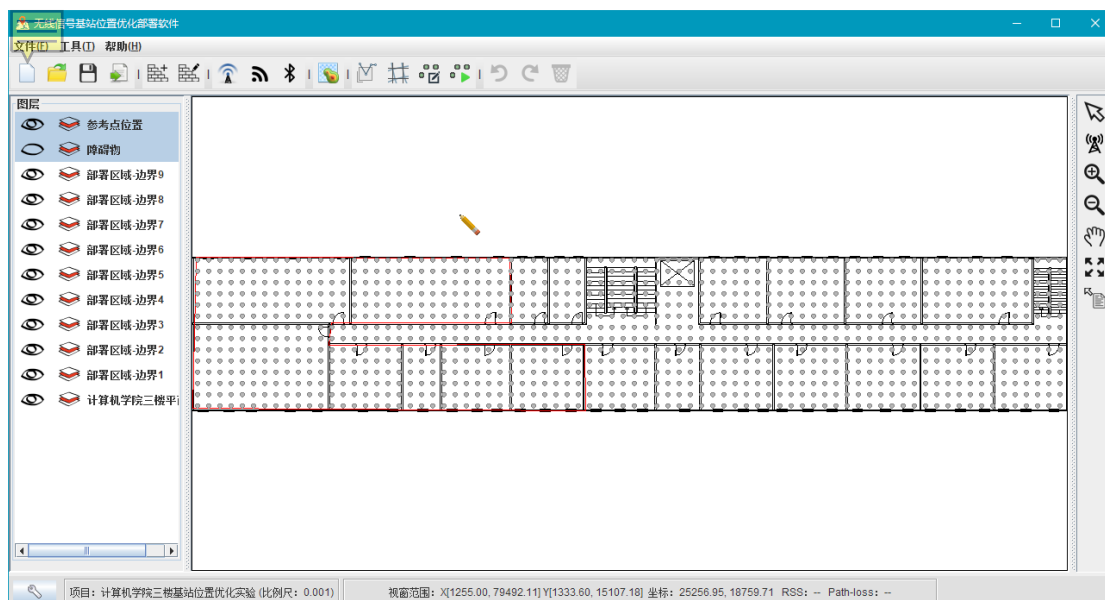


图 23 (b) 选择整个区域效果展示

2.6.3 AP 和 Beacon 部署优化设置

- 功能说明

AP 和 Beacon 部署优化设置功能用于选择部署优化算法、设置要优化的 AP 或 Beacon 等信息。

- 使用说明

点击“”按钮弹出 AP 和 Beacon 部署优化设置窗口。

在“AP 和 Beacon 设置”中可设置相同类型或者不同类型的 AP 和 Beacon，及相关的 AP 和 Beacon 参数设置。如果想要将环境中的 AP 和 Beacon 信息作为优化新部署 AP 和 Beacon 的参考，则需要勾选 AP 和 Beacon 列表中的 AP 和 Beacon 作为环境中已有 AP 和 Beacon，如[图 24](#)、[图 25](#)所示。

在“部署优化设置”中，可选择部署方式为部署 AP 和 Beacon 和插补 AP 和 Beacon，其中部署 AP 和 Beacon 是在已有异构或同构的无线网络环境中，优化一个或多个额外 AP 或 Beacon 的部署；插补 AP 和 Beacon 是在已有异构或同构的无线网络环境中根据定位精度需求给出插补 AP 或 Beacon 的数量与位置。在部署方式下方的部署算法选择区域可选择不同部署优化算法优化，如[图 26 \(a\)](#)所示；若选择启发式搜索算法可在其后的“设置”中设置算法详细参数，如[图 26 \(b\)](#)所示；若选择均匀部署算法，则可在其后的“设置”中设置 AP 之间部署距离，如[图 26 \(c\)](#)所示。在其他设置中可对本次部署优化仿真进行参数设置，如[图 27](#)所示。

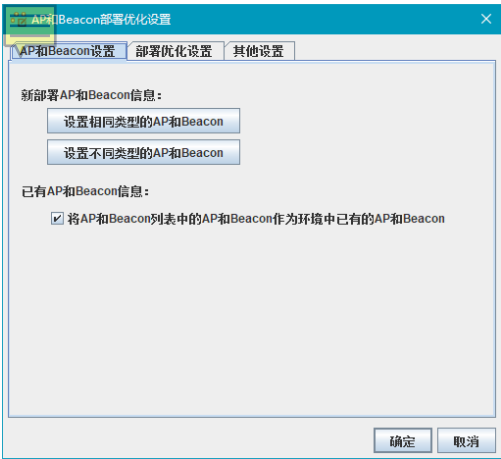


图 24 接入点部署优化设置 I



图 25 接入点部署优化设置 II



图 26 (a) 接入点部署优化设置 III

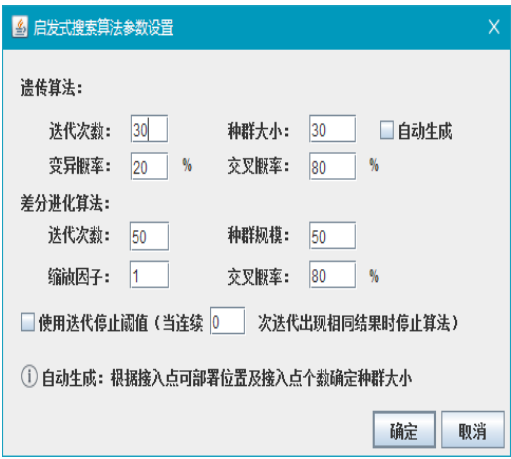


图 26 (b) 启发式搜索算法参数设置 IV



图 26 (c) 均匀部署算法参数设置 V




图 27 接入点部署优化设置 VI

2.6.4 AP 和 Beacon 部署优化

- 功能说明

根据设置的 AP 和 Beacon 部署优化参数进行 AP 和 Beacon 部署优化模拟。

- 使用说明

点击“”按钮执行 AP 和 Beacon 部署优化算法得到最优 AP 和 Beacon 部署方案，结果如[图 28](#)所示（红色方块为优化后的 AP 部署方案）。

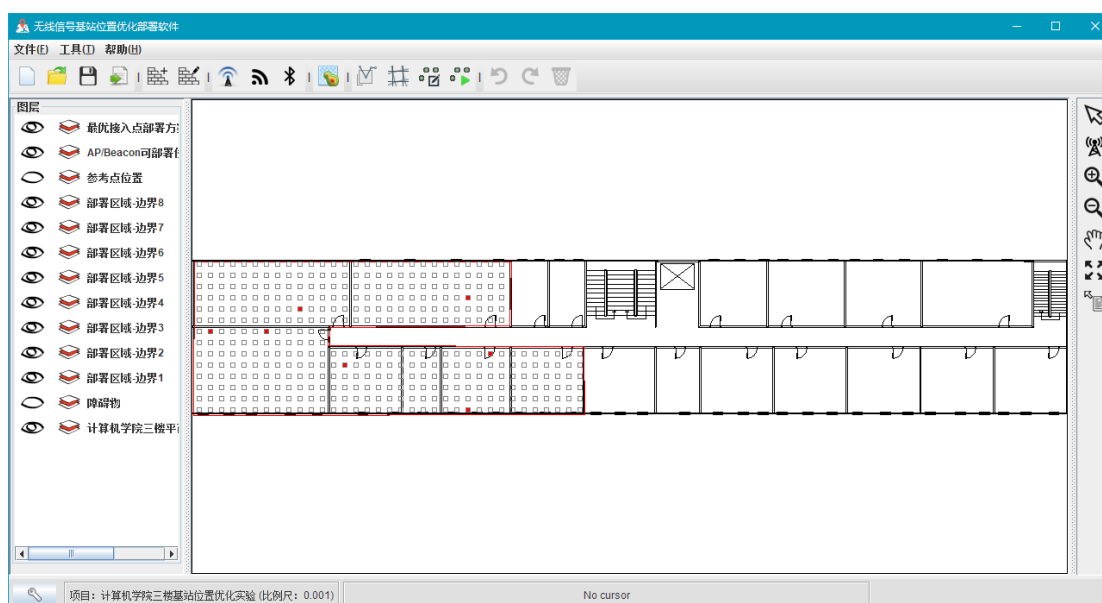




图 28 AP 和 Beacon 部署优化结果展示

2.7 图层管理

- 功能说明

图层管理用于图层的显示、隐藏和删除。

- 使用说明

点击图层前的“”即可隐藏和显示该图层，如[图 29](#)所示；单击“”即可删除该图层，如[图 30](#)所示。

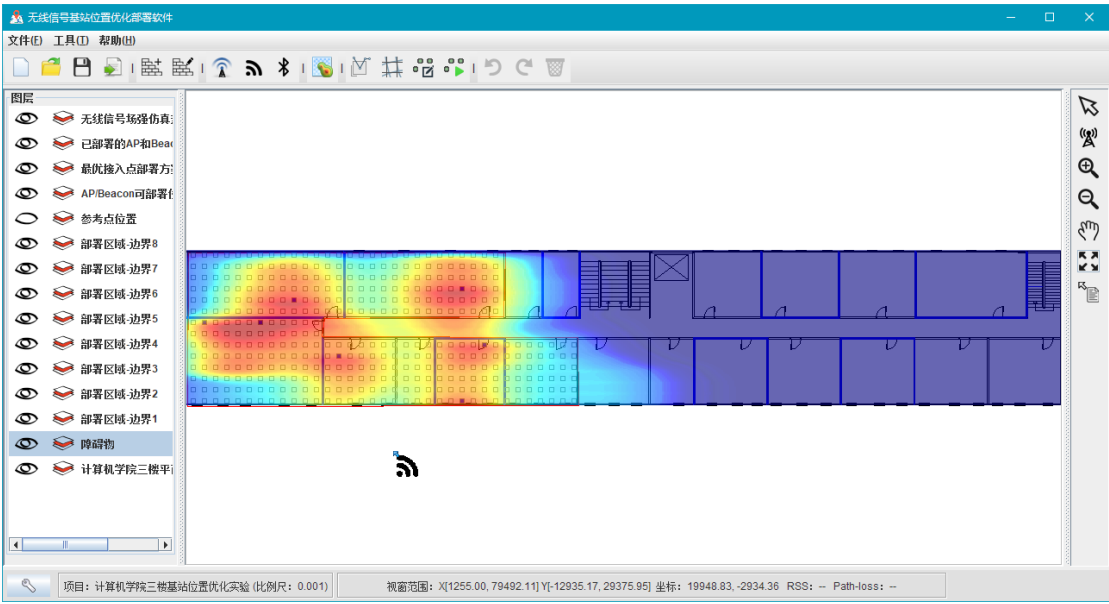


图 29 部分隐藏图层效果展示

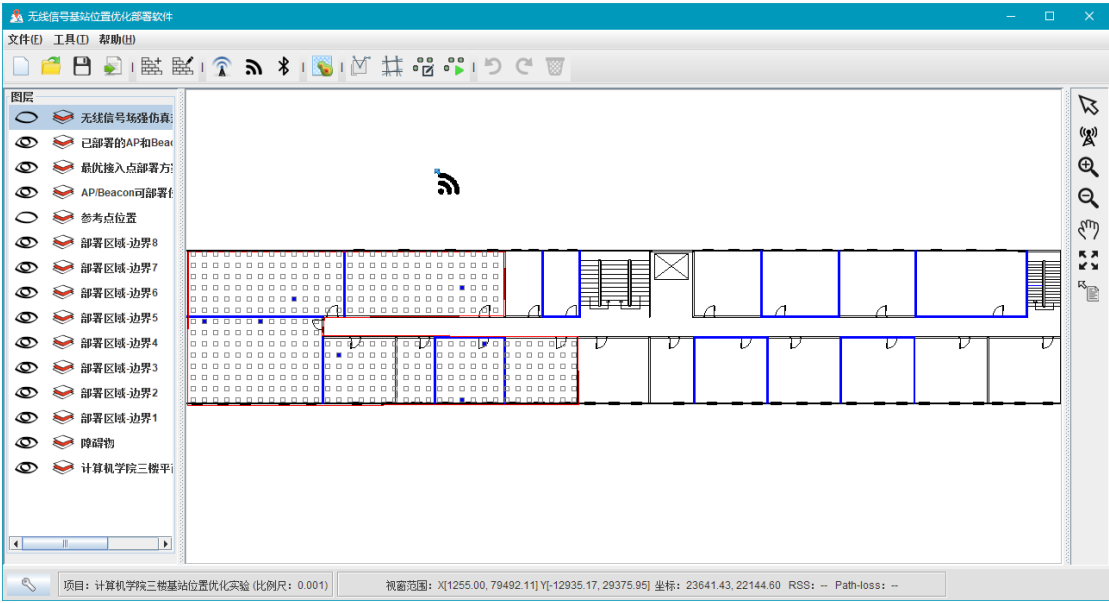


图 30 删除场强仿真图层效果展示

2.8 辅助工具

辅助工具模块位于主视图区右侧，包括光标、单个 AP 或 Beacon 管理、放大、缩小、拖拽、缩放和查看坐标信息功能。

2.8.1 光标

- 功能说明

使当前鼠标状态变为光标状态。

- 使用说明

点击右侧工具栏内“”，如[图 31](#)所示。

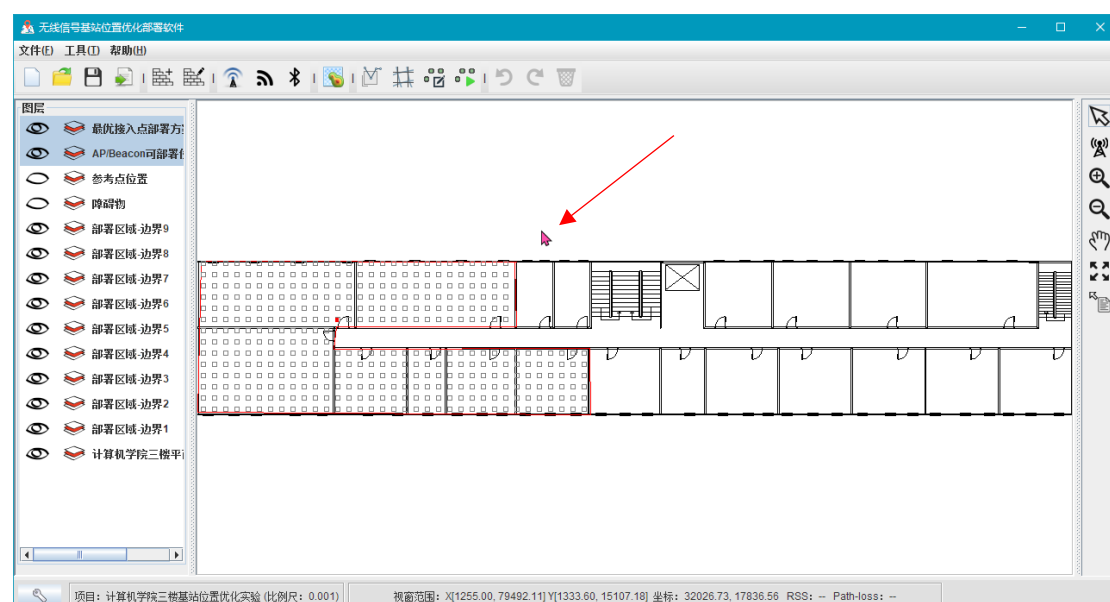


图 31 光标状态展示

2.8.2 单个 AP 或 Beacon 管理

- 功能说明

单个 AP 或 Beacon 管理通过点选地图中的 AP 或 Beacon 实现查看修改及删除 AP 或 Beacon。

- 使用说明

单击“”，此时鼠标变为“”如[图 32](#)所示，在主视图使用鼠标点击

所要管理的 AP 或 Beacon 位置点，即可通过弹窗查看、修改及删除该 AP 或 Beacon，点击后的弹窗效果如图 33 所示。

• 操作规范

- (1) 鼠标点选 AP 或 Beacon 位置之外，则无法选中，软件会弹出提示信息。
- (2) 频率和功率信息需要输入数字（支持小数），输入其他信息软件会弹出提示信息。
- (3) 本功能使用前请确保接入点管理功能中存在已部署 AP 和 Beacon 的信息，请参阅[部署 WiFi](#)、[部署 Bluetooth](#)和 [AP 和 Beacon 管理](#)。

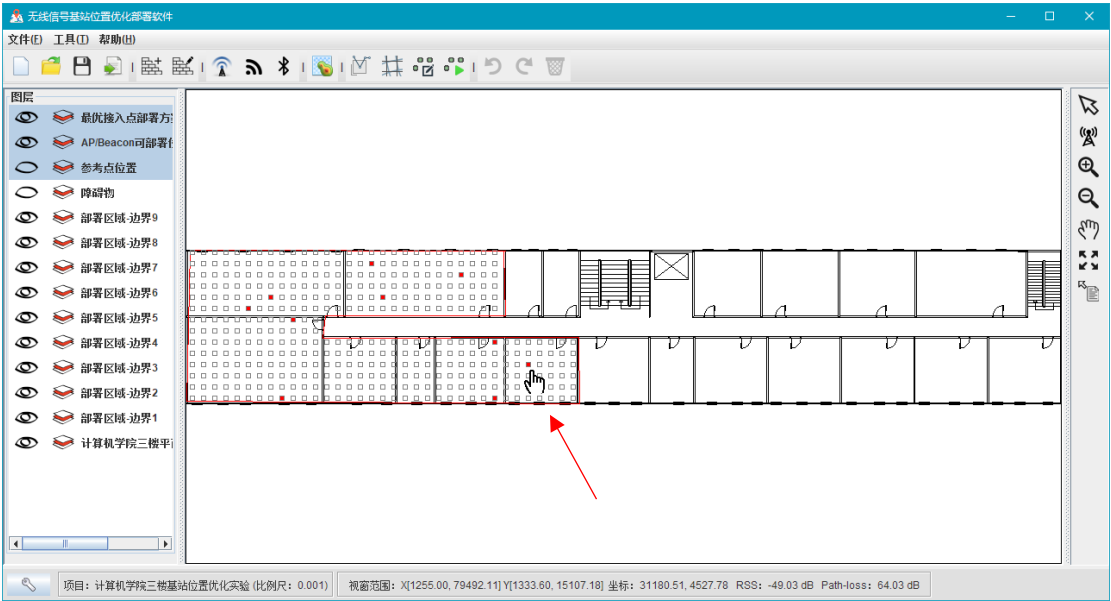


图 32 AP 选择时鼠标样式展示





图 33 AP 选择点击任意 AP 效果展示

2.8.3 放大

- 功能说明

将主视图显示区域中的地图进行放大。

- 使用说明

点击“”此时鼠标光边变为“”通过在主视图区点击可将地图以鼠标为中心局部放大，效果如[图 34](#)所示。

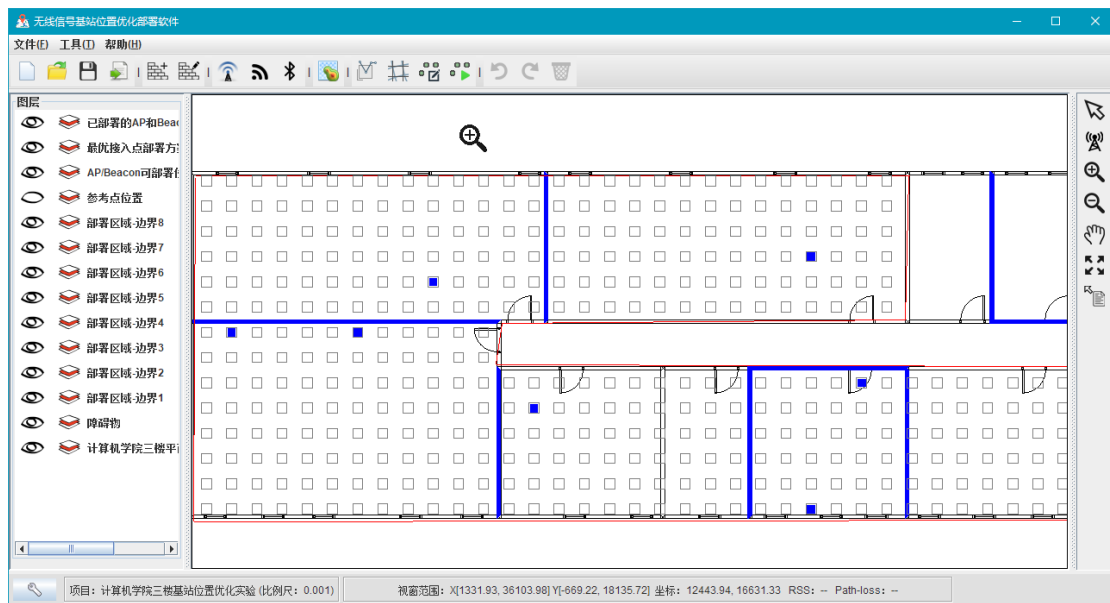




图 34 放大功能展示

2.8.4 缩小

- 功能说明

将主视图显示区域中的地图进行缩小。

- 使用说明

点击“”，此时鼠标光标变为“”，通过在主视图区点击可将地图以鼠标为中心整体缩小，效果如[图 35](#)所示。

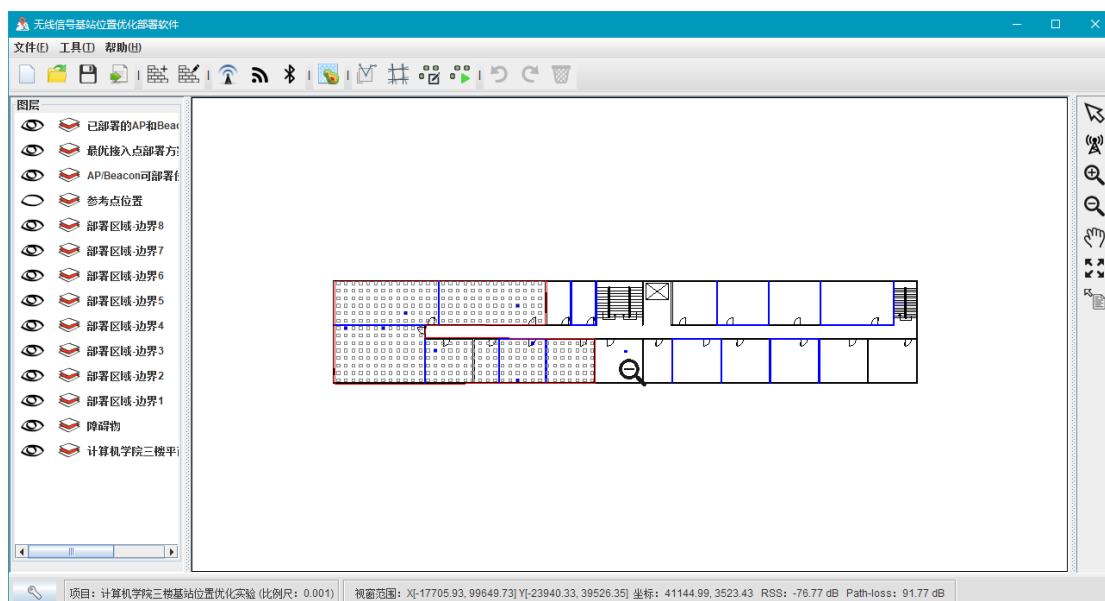




图 35 缩小功能展示

2.8.5 拖拽

- 功能说明

自由拖拽地图。

- 使用说明

点击“”时，此时鼠标光标变为“”，通过长按鼠标左键抓取地图，继而向鼠标移动方向进行移动，效果如图 36 所示。

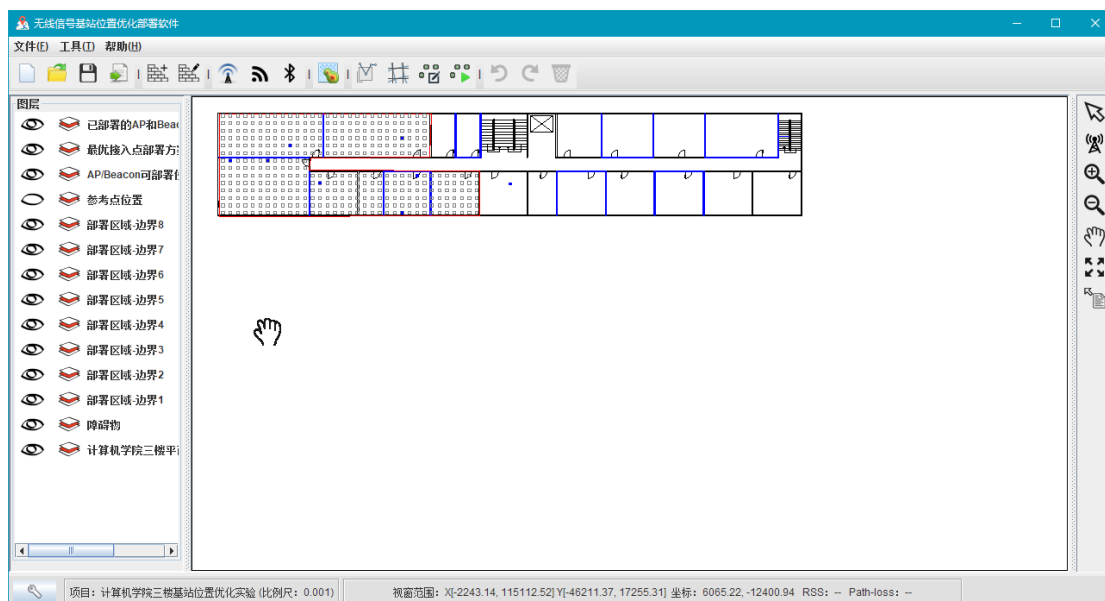



图 36 拖拽功能展示

2.8.6 缩放

- 功能说明

将软件最近新增图层的内容缩放至整个视窗。

- 使用说明

点击“”按钮执行缩放操作，效果如[图 37](#)所示。

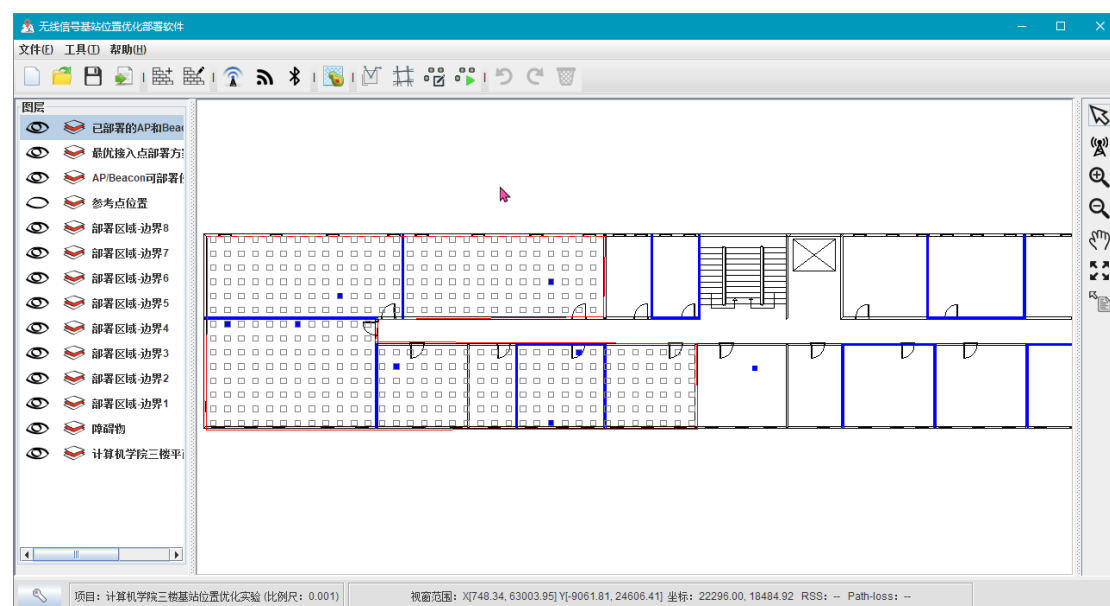



图 37 缩放功能展示

2.8.7 查看坐标信息

- 功能说明

查看地图中坐标的详细信息。

- 使用说明

点击“”按钮后，继而点击主视图区中的任意位置点，软件弹出坐标信息窗口，即可查看当前坐标、离散单元中心坐标、当前使用的传播模型、误差、以及各个已部署 AP 的详细信息，效果如[图 38](#)所示。

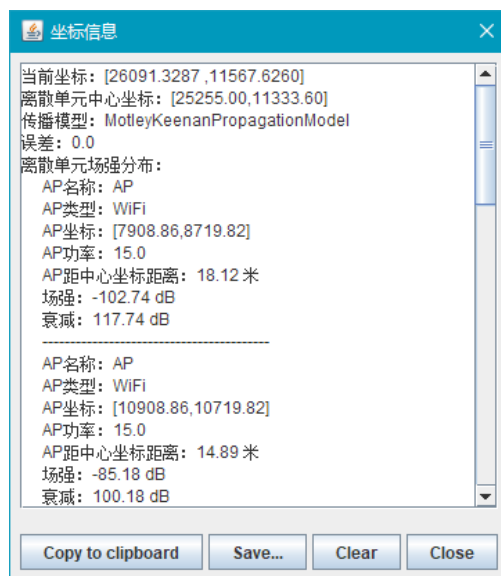


图 38 查看 AP 信息功能展示

2.9 信息状态栏

状态栏可随鼠标指针的位置动态显示该位置的坐标、信号强度和路径衰减信息。状态栏展示如图 39 下方视窗范围所示。

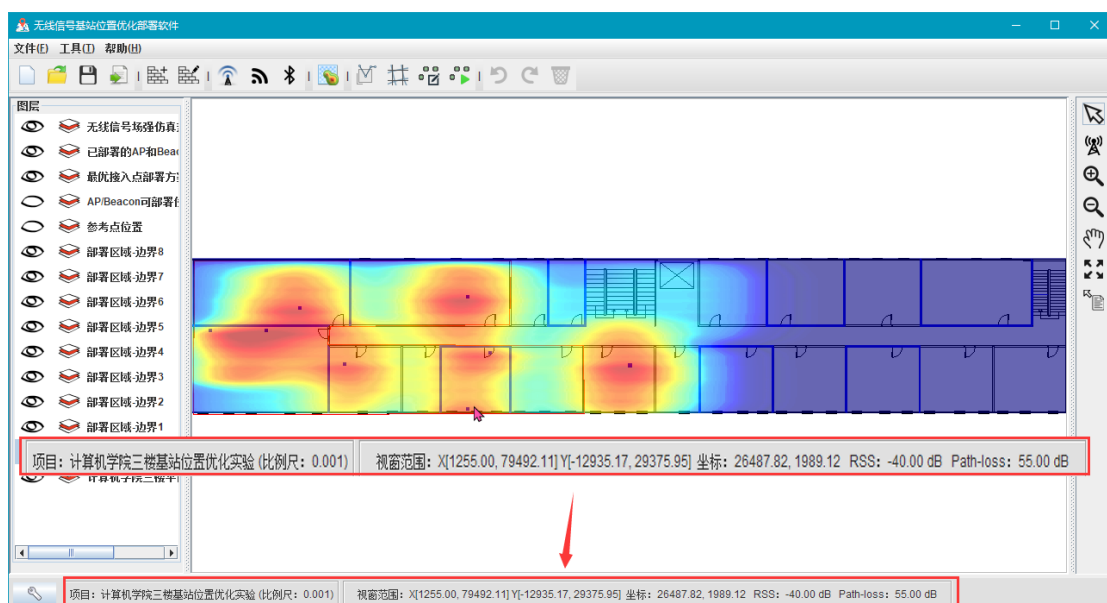


图 39 信息状态栏展示

第三章 无线信号仿真

在 2.5 小节我们已经介绍了无线信号仿真的使用方法，本章将重点介绍无线信号仿真参数选取的影响及不同传播模型下的热度图解读。

3.1 无线信号强度计算

无线信号强度仿真可以使用不同的无线信号传播模型仿真平面图区域内 AP 和 Beacon 的信号强度。由于平面区域是连续的，计算每一个坐标点的信号强度值将花费大量的时间，因此软件根据用户输入的离散单元值将平面区域划分为均匀的网格，仅计算网格中心点的信号强度值并代表该网格区域的信号强度数据。

当离散单元值设置相对较大时，由于网格中心点的信号强度值代表该网格区域的信号强度，某些 AP 或 Beacon 的热度图的中心会偏离 AP 或 Beacon，如图 40 所示。在无线信号强度仿真时，建议的离散单元大小为 0.1m。

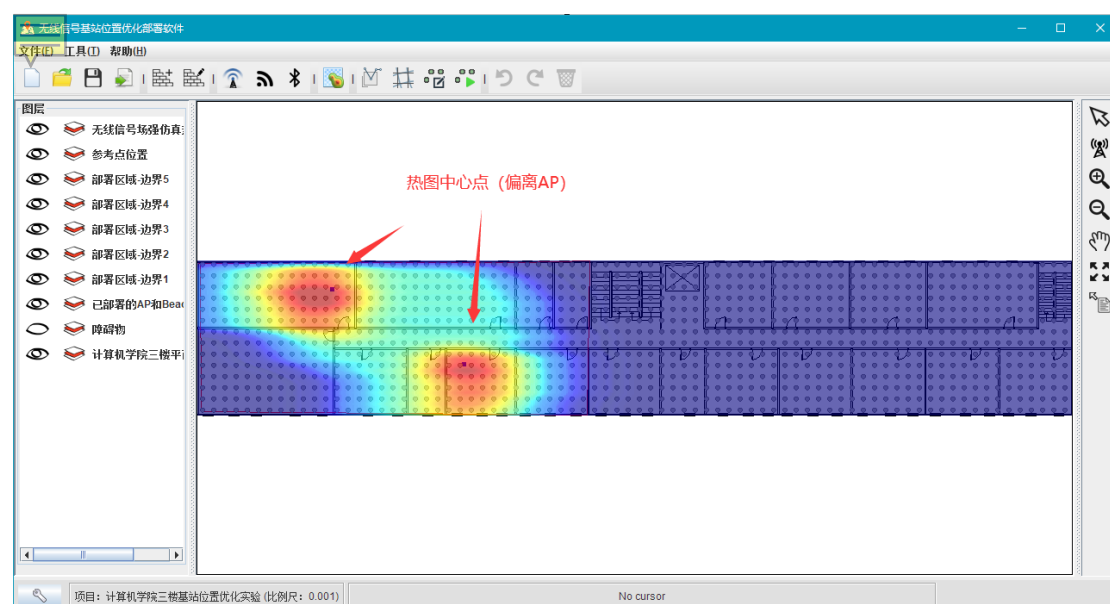


图 40 热图中心点偏离 AP 或 Beacon

3.2 无线信号传播模型

软件提供了三种无线信号传播模型来仿真平面图区域内 AP 和 Beacon 的信号强度，分别是自由空间传播模型（请参阅论文[《室内无线传播模型的研究与仿真》](#)）、对数距离路径传播模型（请参阅论文[《基于 RSSI 的对数距离路径损耗模型研究》](#)）和 Motley-Keenan 模型（请参阅论文[Radiocoverageinbuildings](#)）。

自由传播模型适用于无任何阻挡、无任何多径的理想空旷环境下的无线信号传播仿真，如图 41 (a) 所示。对数距离路径传播模型是最常用的无线信号传播模型，但该模型不能体现由 AP 或 Beacon 和接收端之间障碍物引起的衰减，如

图 41 (b) 所示。Motley-Keenan 模型可以尽可能的反映室内环境中无线信号的传播特征，更适用于不同场景下无线信号的强度仿真，如图 41 (c) 所示。

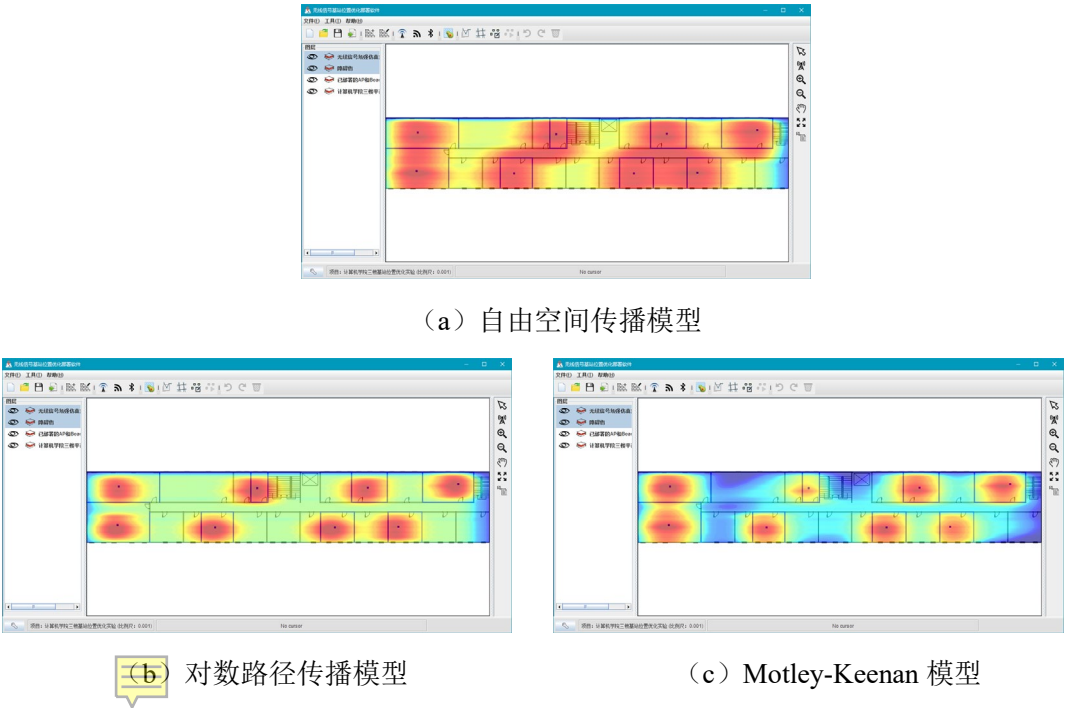


图 41 传播模型效果对比

第四章 接入点信标部署优化

在 2.6 小节我们已经介绍了接入点部署优化功能的使用方法，本章将介绍不同的部署优化算法。

4.1 AP 和 Beacon 部署问题的复杂性

为了找到最佳 AP 和 Beacon 的位置，需要搜索所有可能的 AP 和 Beacon 位置组合并进行分析和比较。由于部署 AP 和 Beacon 的区域是连续的，并且包含无数个可以部署 AP 和 Beacon 的位置点，因此无法在有限的时间内完成搜索。

软件通过搜索一组数量有限的 AP 和 Beacon 可部署点来解决这些问题。具体方法如下：将部署区域划分为均匀的网格，则部署区域可以由网格中心点（AP 和 Beacon 可部署点）组成的点阵替换，使得搜索目标变为在该点阵上找到最佳 AP 和 Beacon 的位置，即 AP 和 Beacon 只能部署在这些离散的参考点上，使得定位误差和覆盖范围最大化。

替代方法的性能显著依赖于划分网格的大小，网格越小得到的参考点密度越高，越接近于实际情况，但计算量也随之增大。例如，给定 p 个参考点和 n 个 AP 和 Beacon，AP 和 Beacon 位置组合即搜索空间为 C_p^n ，并随着 p 和 n 的增大指数上升。

为了尽快找到最佳 AP 和 Beacon 部署方案，软件采用启发式搜索算法来提高时间效率。

4.2 Coverage-CRLB

软件提供了一种有效的 AP 和 Beacon 部署优化算法 Coverage-CRLB。该算法采用 CRLB 作为定位误差的度量标准，使用参考点处接收到有效信号的 AP 和 Beacon 数量作为覆盖度的度量标准，应用遗传算法快速搜索具有最小平均定位误差并满足预定覆盖要求的最佳 AP 和 Beacon 部署方案。

提示：算法更多信息请参阅论文 [Optimizingwifiapplacementforbothlocalizationandcoverage](#)

4.3 Exhaustion-CRLB

Exhaustion-CRLB 算法与 Coverage-CRLB 算法的定位误差的度量标准、覆盖度的度量标准以及搜索目标等均相同，唯一的不同点是将遗传算法替换为穷举搜索算法。

4.4 均匀部署

均匀部署算法是在部署范围内以正六边形方式部署 AP 或 Beacon，如[图 42](#)所示，部署效果如[图 43](#)所示。

提示：算法更多信息请参阅论文[基于最小二乘测距定位算法信标最优部署模型](#)

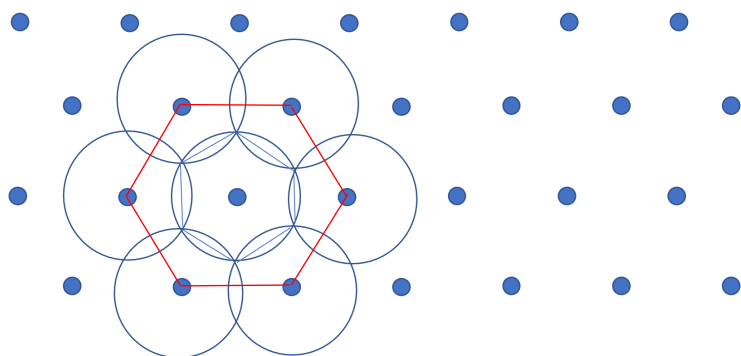


图 42 正六边形部署理论展示（红线）

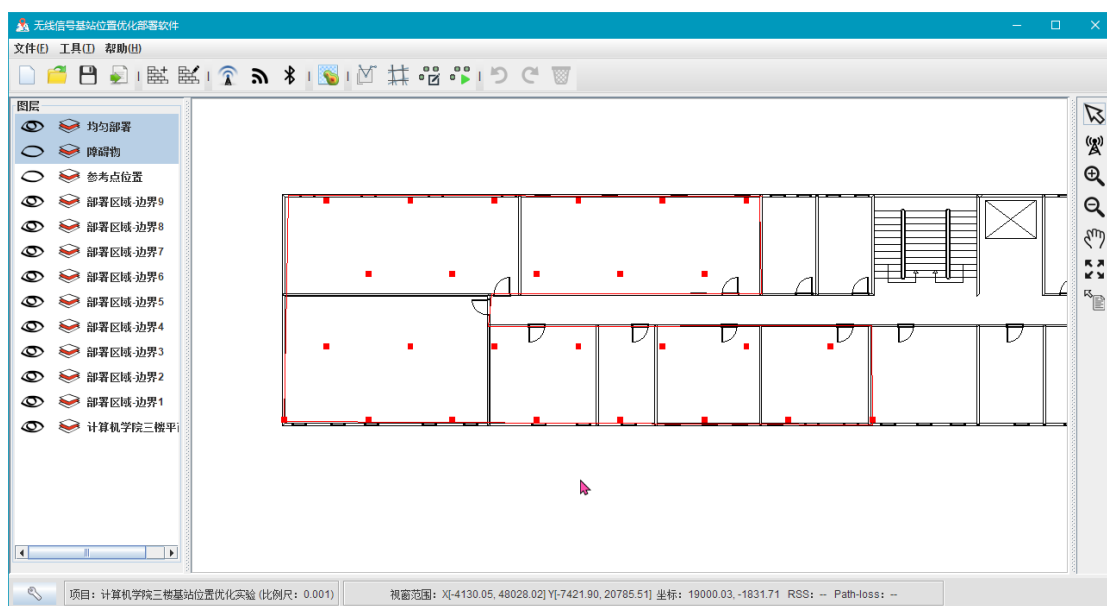


图 43 部署效果展示

第五章 附录

本章作为手册的补充说明部分。

6.1 快速安装指南

6.1.1 系统配置要求

系统配置要求如表 1 所示。

表 1 系统配置要求

处理器:	使用 SSE2 指令集的 2Ghz 或更快的 x86 或 x64 位处理器
------	---------------------------------------

	(Intel/AMD/Apple)
内存:	2GB (及以上)
硬盘:	500GB (及以上)
操作系统:	带.NET3.5 或更高版本的 Windows7、Windows8、Windows10 (或更高版本)
环境:	需要已配置 JDK1.8、JRE1.8 及以上或使用本软件封装 JDK/JRE 版本

6.1.2 软件安装

本软件无需安装，在满足配置要求及环境配置的条件下，可直接运行使用。

6.2 地图文件说明

6.2.1 Shapefile 文件

软件使用的平面图是 Shapefile 格式的文件。Shapefile 是 ESRI 公司提供的不包含拓扑信息的矢量数据格式，描述了空间数据的几何特征及其属性。Shapefile 文件由一组文件集合构成，并且所有文件应存在于同一目录下，其中.shp、.shx 和.dbf 是构成 Shapefile 文件的三个必不可少的文件。

.shp 文件用于保存几何实体并记录空间数据的坐标信息，由文件头和记录内容组成。文件头是一个固定长度（100 字节）的记录段，包含文件大小、空间数据几何类型、版本号、空间数据范围等信息。记录内容的长度是变化的，包括几何类型及其坐标。常见的 Shapefile 支持的几何类型有：点(Point)、折线(PolyLine)、多边形 (Polygon) 和多点 (MultiPoint)。

.shx 文件存储几何实体在.shp 文件中的位置，包含与主文件相同的文件头和一定数量的固定长度记录。

.dbf 文件使用 dBase 格式存储每个图形的属性数据。另一种格式是 xBase，已在开源 Shapefile 函数库中使用。

6.2.2 如何获取 Shapefile 文件

如果您持有（后缀为）.dwg 格式的文件，可通过 ArcMap 软件导出软件所需的 Shapefile 地图文件。

步骤一：目前大多数室内平面图均为.dwg 格式文件，打开该类文件需要 AutoCAD（或其他支持 CAD 文件的软件）。在 AutoCAD 中把平面图置于坐标第一象限（即保证平面图中的所有坐标为正）后导出，如[图 46](#)所示。

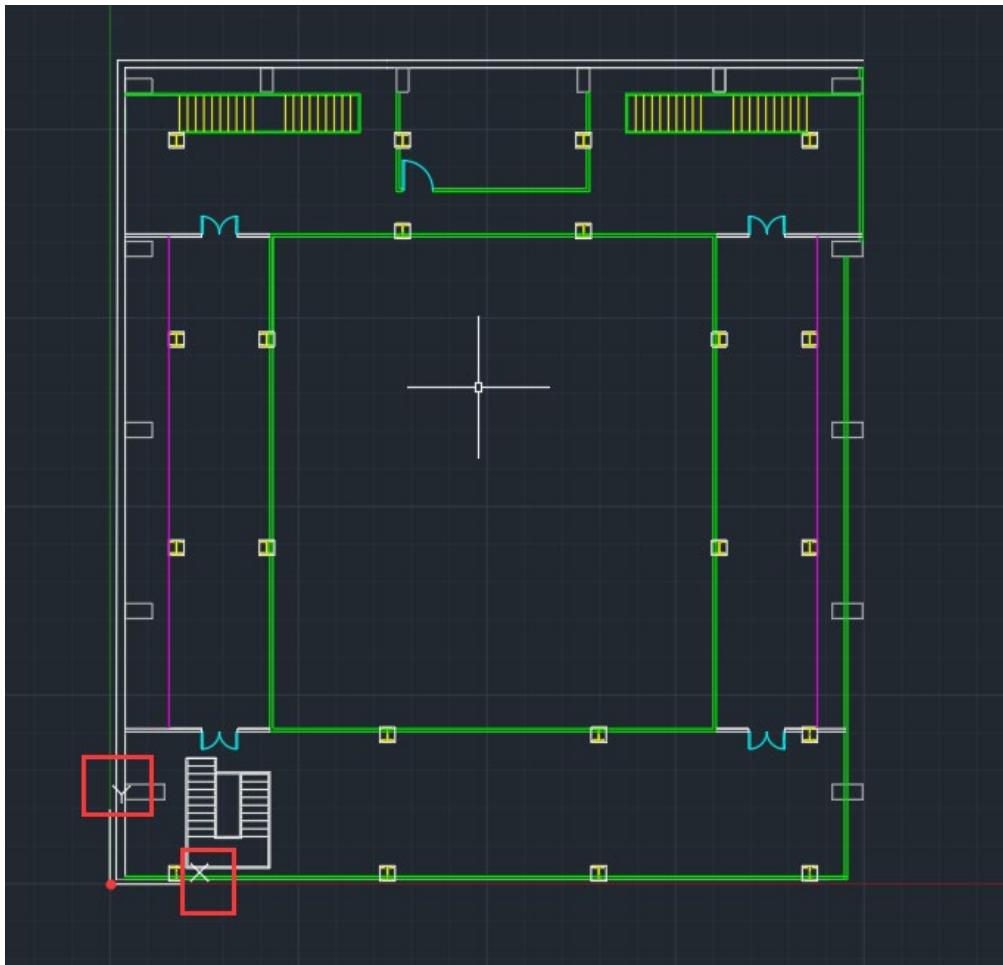


图 46AutoCAD 展示

步骤二：使用 ArcMap 打开此.dwg 文件，如[图 47](#)所示。

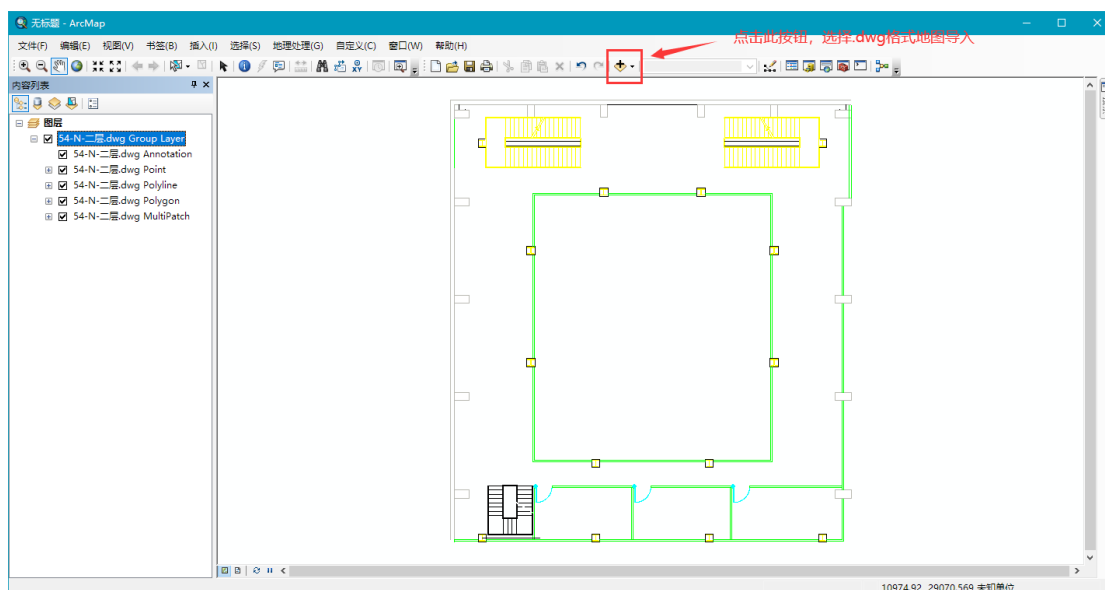


图 47ARCMAP 打开.dwg 格式文件展示

步骤三：选中“Polyline”图层并右键点击弹出菜单栏→“数据”→“导出数据”即可打开“导出数据”窗口，并可通过选择导出路径，进而导出.shp 格式的地图信息，如[图 48](#)所示。

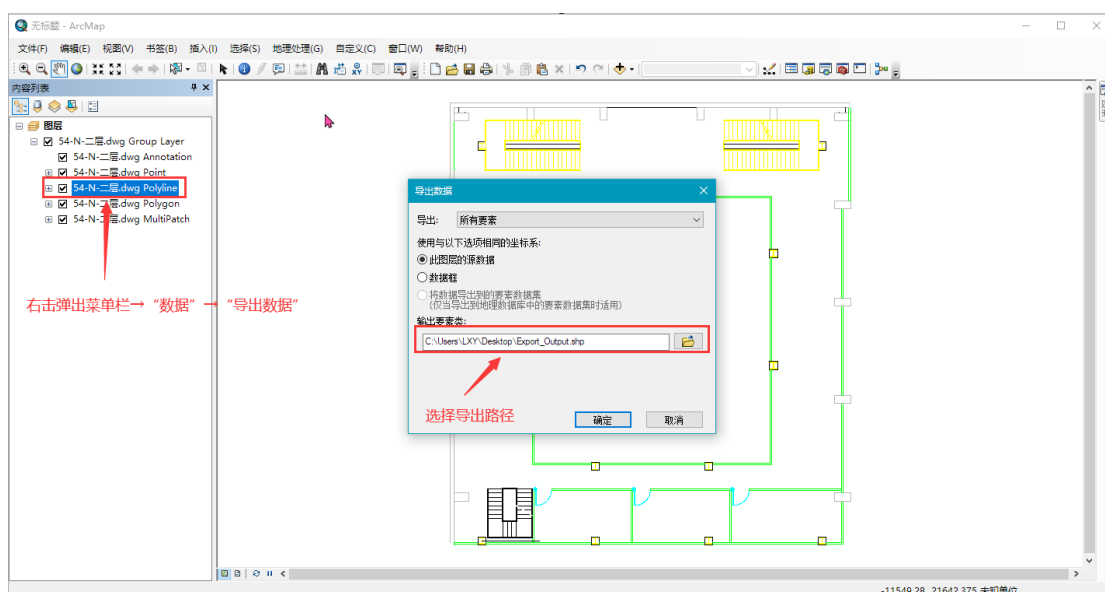


图 48ARCMAP 导出数据展示

步骤四：通过查看导出路径中所导出的文件可知，除了.shp 格式的文件还有 5 种不同后缀的文件生成，这 6 个文件必须放在同一路径下使用，如[图 49](#)所示。

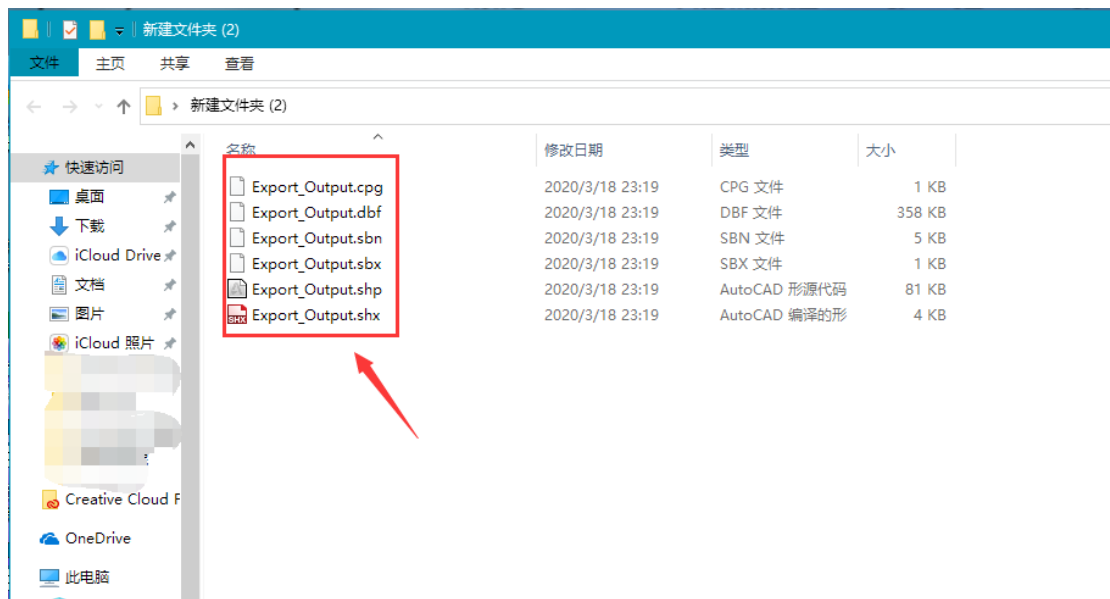


图 49 导出文件展示