

人员应急疏散 仿真工程软件 ——Pathfinder 从入门到精通

王春雪 吕淑然 编著

Pathfinder

► **Pathfinder软件快速入门:** Pathfinder基础知识和操作流程介绍简明扼要, 配合各小节实战练习轻松入门

► **Pathfinder全面精通:** Pathfinder仿真案例丰富, 软件的应用技巧解读详尽, 实现Pathfinder应用从入门到精通的跨越



化学工业出版社

人员应急疏散 仿真工程软件 ——Pathfinder 从入门到精通

王春雪 吕淑然 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分入门篇、提高篇、精通篇,从基础入门开始逐渐介绍 Pathfinder 的基础知识和操作流程,配合各小节实战练习及各阶段仿真模型实例详解,在实例应用中帮助读者不断巩固所学软件知识,将软件学习与实际应用紧密结合,力求帮助读者快速入门并全面精通,最终熟练掌握 Pathfinder 模拟仿真软件的学习效果。

本书适合消防及安全技术人员,消防、安全专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

人员应急疏散仿真工程软件: Pathfinder 从入门到精通 / 王春雪, 吕淑然编著. —北京: 化学工业出版社, 2016.9

ISBN 978-7-122-27701-5

I. ①人… II. ①王… ②吕… III. ①公共场所—安全疏散—计算机仿真—应用软件 IV. ①D631.43-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 172309 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 14½ 字数 293 千字 2016 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

我国城市发展已进入快速增长期，城市正在快速涌现高层、大型建筑物，这使得建筑物内人员高度密集，同时伴随而来的在开放场合和建筑物内的以过度拥挤踩踏等为代表的非常规突发事件的危险性和危害性也日益严重，使得公共安全問題愈发引起人们的关注。

由于人群密集也使得在面临其他灾害时，例如火灾、地震、恐怖袭击等突发事件，想要快速安全疏散密集的人群到达安全场所就显得非常困难。安全疏散必须保证所有人员在可利用的安全疏散时间内，均能到达安全的避难场所，而且疏散过程不会由于长时间的高密度人员滞留和通道堵塞等引起群集拥挤、踩踏、伤亡等事故。恐慌是突发事件发生时人群的自然反应，如何消除恐慌及其所带来的灾难性后果，中外研究者做了大量研究和探索，总结了应急恐慌行为的一些规律，并取得了不少令人瞩目的成就。

灾难发生时的逃生个体希望以比平时更快的速度逃离灾难现场，而人群则显示出一种从众的行为，个体之间开始进行身体接触，相互摩擦甚至挤压。恐慌人群经过逃生通道瓶颈时的竞争动态变得极不协调。因此，在出口处易出现拥挤，而这种拥挤会使得人群之间相互挤压的力量迅速增大，将出口堵塞。另外，受恐慌情绪下的盲目从众行为影响，灾害逃生时经常出现一个出口拥挤不堪，而另一出口却几乎无人通过的低效率现象。因此，借助仿真工程技术模拟应急疏散恐慌人群行为，优化人群逃生空间及人员逃生组织结构，研究人群在应急行为中的确定性和随机性规律，以及竞争与协作机制，根据工程仿真结果，设计有效的疏散和干预方法，有助于尽量减少群体恐慌行为所造成的经济损失和人员伤亡，对改进非常规突发事件应对策略具有十分重要的现实意义。

疏散逃生关乎人的生命，如何提高人们在突发事件发生时快速有序地进行疏散与逃生的能力，不仅需要在日常加强对人们在面临灾难时的逃生能力的培养及相关火灾、爆炸、地震、反恐基础知识的教育，而且还应在建筑工程设计、逃生设备设施的设计和建设上为人员安全逃生创造基础性条件。在日常生活中加强应急疏散演练，制订有效的疏散演练预案，则是更好地应对突发事件发生时缓解或避免人群恐慌，实现有序快速安全疏散的有效手段和方法。

基于此，出版《人员应急疏散仿真工程软件——Pathfinder 从入门到精通》一书，本书可满足安全工程、消防工程、建筑安全工程以及制订疏散应急演练教学、科研及设计的需要，本书以 Pathfinder 的流行版本 2015 版本为基础，全面系统地介绍了 Pathfinder 的操作流程，结合大量仿真案例对软件应用做了详尽解读，使读者在短时间内能够实现从入门到精通的跨越。

本书在编写过程中得到了杨凯、郭丹彤、任冬、魏明明、刘芳茗、詹求杰、李泽华、尚志通等的帮助。吕佩桦、吕方舟在文字翻译及文字整理方面也做了大量工作。

本书的出版还得到了上海曼恒数字技术有限公司的鼎力协助，上海曼恒数字技术有限公司提供了 Pathfinder（2015）试用版。

在此向参与此书出版的个人和单位一并表示感谢。

由于水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

入 门 篇

第 1 章 初识 Pathfinder2015 2

- 1.1 Pathfinder2015 图形用户界面..... 2
- 1.2 Pathfinder2015 模型展示..... 4
- 1.3 Pathfinder2015 模拟方式..... 5
- 1.4 Pathfinder2015 的局限性及存在的问题..... 5
- 1.5 Pathfinder2015 模拟器名称..... 5
- 1.6 运行 Pathfinder2015 软件的系统需求..... 5

第 2 章 Pathfinder2015 工作界面 8

- 2.1 导航视图..... 8
- 2.2 3D 和 2D 视图..... 9
 - 2.2.1 3D 导航视图..... 10
 - 2.2.2 2D 导航视图..... 10
 - 2.2.3 重置视图..... 10
 - 2.2.4 填充视图..... 11
 - 2.2.5 3D 和 2D 视图中的模型绘制..... 11
- 2.3 视图选项..... 11
 - 2.3.1 渲染..... 12
 - 2.3.2 人员显示..... 12
 - 2.3.3 房间着色..... 13
 - 2.3.4 房间透明..... 13
- 2.4 群组设置..... 13
 - 2.4.1 创建子群组..... 13
 - 2.4.2 变更群组..... 13

第 3 章 基本模型绘制 14

- 3.1 楼层..... 14
 - 3.1.1 自动创建楼层..... 14

3.1.2	手动创建楼层	15
3.1.3	改变活动楼层	16
3.1.4	显示所有楼层	16
3.1.5	楼层特性	16
3.1.6	入门练习一	17
3.2	房间	18
3.2.1	创建新的房间	18
3.2.2	模型绘制平面	19
3.2.3	薄墙	19
3.2.4	分割房间	20
3.2.5	分隔和合并房间	21
3.2.6	房间属性	22
3.2.7	阻止从房间进出	23
3.2.8	入门练习二	24
3.3	障碍物/孔洞	25
3.3.1	任意形状的障碍物	25
3.3.2	厚墙	28
3.3.3	入门练习三	28
3.4	门	30
3.4.1	薄门	30
3.4.2	厚门	32
3.4.3	门的属性特征	33
3.4.4	入门练习四	34
3.5	出口	36
3.5.1	出口的创建	36
3.5.2	入门练习五	36

第4章 入门模型实例——建模详解38

4.1	单门简单房间模型	38
4.2	双门套间房间模型	39
4.3	起居室模型	41

提 高 篇

第5章 运动空间绘制46

5.1	对象编辑	46
-----	------------	----

5.1.1	移动	46
5.1.2	旋转	49
5.1.3	镜像	51
5.1.4	提高练习一	53
5.1.5	提高练习二	54
5.2	楼梯	55
5.2.1	两边之间的楼梯	57
5.2.2	单边延伸楼梯	57
5.2.3	楼梯属性特征	59
5.2.4	提高练习三	61
5.3	斜坡	65
5.4	自动扶梯	65
5.5	自动坡道	65
5.6	电梯	66
5.6.1	创建电梯	66
5.6.2	电梯显示	68
5.6.3	电梯属性特征	69
5.6.4	电梯额定负载	71
5.6.5	连接/非连接楼层	71
5.6.6	召唤一组电梯	71
5.6.7	提高练习四	71

第6章 创建人员.....74

6.1	扼要描述	74
6.1.1	扼要描述配置	76
6.1.2	人员设置	76
6.1.3	提高练习五	76
6.2	行为	77
6.2.1	创建新的行为	78
6.2.2	添加动作	78
6.2.3	去航点的动作	79
6.2.4	去房间的动作	80
6.2.5	通过电梯逃生的动作	80
6.2.6	等待动作	80
6.2.7	提高练习六	81
6.3	添加人员	83
6.3.1	人员安置	83

6.3.2 人群安置	84
6.3.3 在房间内安置人群	86
6.3.4 提高练习七	86
6.4 重新对人员的行为及特性进行描述	89

第 7 章 控制点操作90

7.1 编辑控制点	90
7.1.1 选择和取消控制点	90
7.1.2 编辑控制点	90
7.2 用控制点来操作对象	91
7.2.1 房间控制点	91
7.2.2 薄门控制点	91
7.2.3 厚门控制点	91
7.2.4 台阶和斜坡控制点	92
7.2.5 人员控制点	92
7.2.6 航点控制点	92
7.2.7 提高练习八	92

第 8 章 文件操作95

8.1 导入文件	95
8.1.1 导入图像	95
8.1.2 导入 CAD 文件	96
8.1.3 导入 Revit 文件	98
8.1.4 导入 PyroSim 和 FDS 文件	99
8.2 使用导入的数据	99
8.2.1 使用图像文件	99
8.2.2 使用导入的 3D 的 DXF、PyroSim 和 FDS 文件	100
8.2.3 使用 2D 的 DXF 文件	101
8.2.4 填充缺失部分	101
8.3 可视化特征设置	103
8.3.1 材料	104
8.3.2 材料改组和快速编辑	105

第 9 章 模拟 106

9.1 参数	106
9.1.1 时间参数	106
9.1.2 输出参数	106

9.1.3 路径参数	107
9.1.4 行为参数	107
9.2 仿真的启动和管理	109
9.2.1 仿真的运行	109
9.2.2 提高练习九	110
9.3 仿真的暂停和开始	112
9.4 被困人员	112
9.4.1 人员被困时的解决方法	112
9.4.2 提高练习十	112

第 10 章 提高模型实例——建模详解 115

10.1 工厂车间模型	115
10.2 小型办公楼模型	123
10.3 学生公寓模型	134

精 通 篇

第 11 章 模型检查 148

11.1 距离测量	148
11.2 连接检查	148
11.3 检查正在使用的对象	150
11.4 错误和警告	150

第 12 章 模型观察与记录 151

12.1 观察视频	151
12.1.1 创建一个观察视频	151
12.1.2 回顾一个观察视频	151
12.1.3 编辑一个观察视频	152
12.2 视频录制	152
12.2.1 录制一个视频	152
12.2.2 调节视频	153
12.2.3 精通练习一	153
12.3 在不重新模拟一遍的情况下改变模拟视频	155

第 13 章 模拟结果 156

13.1 总结报告	156
-----------	-----

13.2 门的使用记录	157
13.2.1 门的流率与流量	157
13.2.2 门的使用量	158
13.3 房间的使用记录	158
13.4 人员总结	159
13.5 人员历史	159
13.6 3D 结果	160
13.6.1 导航到模型任意位置	160
13.6.2 显示几何文件输入	161
13.6.3 显示人员	161
13.6.4 选择人员	161
13.6.5 查看多楼层问题	162
13.6.6 动画回放	164
13.6.7 刷新结果	164
13.6.8 查看人员路径	164
13.6.9 控制绘图细节/速度	164
13.6.10 显示保存的视图	165
13.6.11 显示相机轨迹	165
13.6.12 创建模拟疏散影片	165
13.6.13 显示 FDS 模拟结果	168
13.6.14 人员轮廓/热图	170
13.6.15 精通练习二	176

第 14 章 精通模型实例——建模详解 181

14.1 幼儿园模型	181
14.2 商场模型	194
14.3 高层住宅模型（CAD 文件导入建模）	206

入门篇

- 第1章 初识 Pathfinder2015
- 第2章 Pathfinder2015 工作界面
- 第3章 基本模型绘制
- 第4章 入门模型实例——建模详解

第 1 章 初识 Pathfinder2015

Pathfinder 是一款基于人员疏散和移动模拟的仿真器。它为用户提供了仿真模拟设计和运行的图形用户界面，以及用于分析结果的 2D 和 3D 可视化工具。

1.1 Pathfinder2015 图形用户界面

Pathfinder 的图形用户界面，主要用于创建和运行仿真模型。用户界面的屏幕截图如图 1-1 所示。图 1-1 是一家商场的仿真模型。该模型中的人员有 750 人，为了简洁，只对该模型的一部分进行了展示。

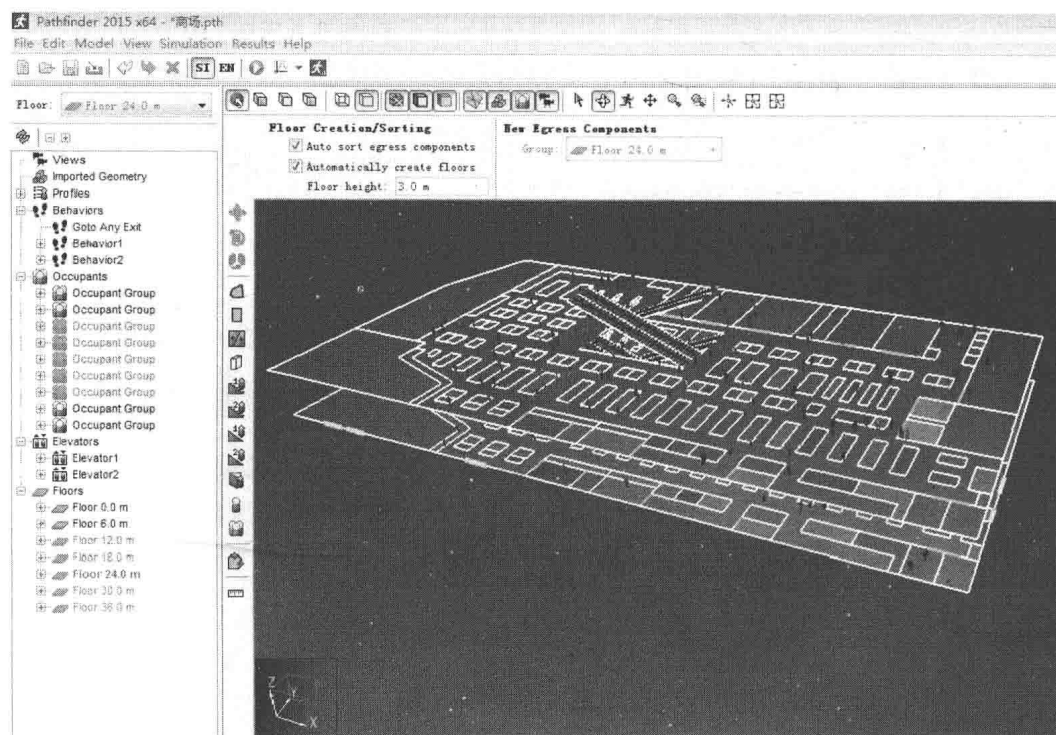


图 1-1 用户界面的屏幕截图

Pathfinder 还专门提供了高性能可视化的 3D 时间历程模拟，利用透明化功能来更好地显示密集人群在楼层中的疏散情况。3D 时间历程模拟结果如图 1-2 所示，在这幅图中，可清晰展示人员在前往电梯进行疏散前，人员聚集在避难区的情景。

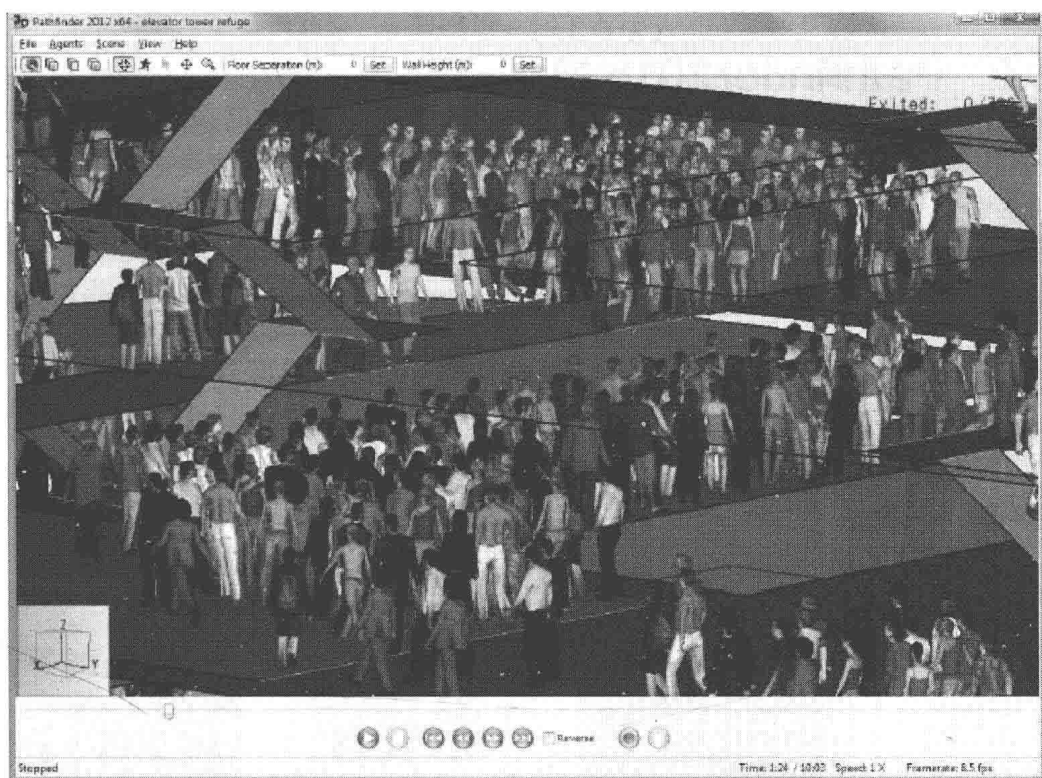


图 1-2 3D 时间历程模拟结果

除了 3D 模拟视图, Pathfinder 还提供了 2D 时间关系曲线图的 CSV 文件和记录楼层疏散时间和出入口流通率的文本文件。时间关系曲线见图 1-3 所示。该图显示了建筑物内的人员数量随时间的变化。

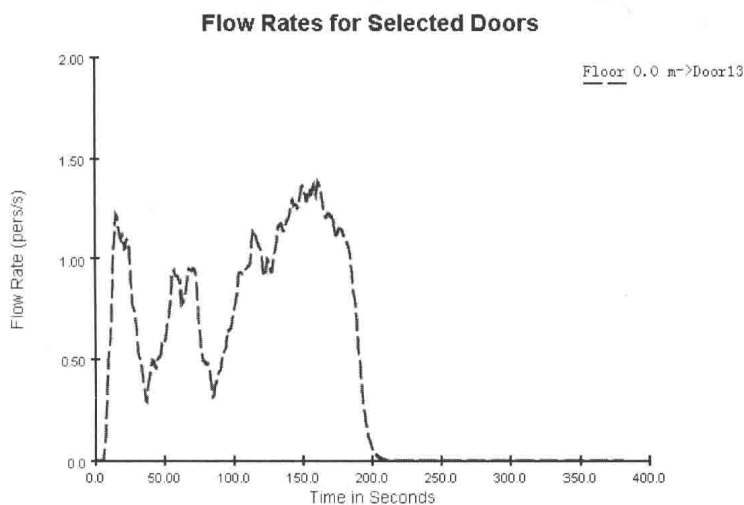


图 1-3 时间关系曲线图

1.2 Pathfinder2015 模型展示

为了契合实际的建筑模型,Pathfinder 中用来模拟移动的环境是一个三维三角的网格模型,如图 1-4 所示。移动网格可以手动生成或通过导入数据来自动生成,例如导入 FDS 几何体。

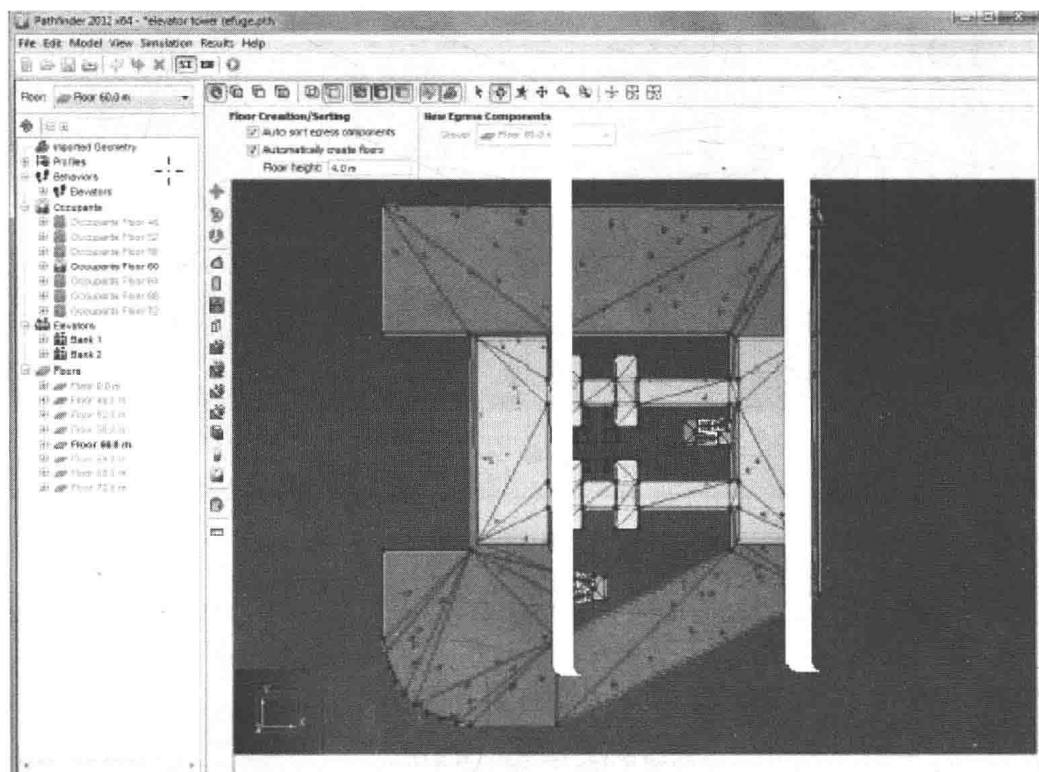


图 1-4 三维三角网格模型

导航网格中,墙壁和其他不能通过的区域用缺口代表。这些区域没有体现在模拟器上面,因为在模拟器上,人群无法移动到没有建立导航网格的地方。

导航网格中,门用特殊的导航网格边界来表示。在所有的模拟情况中,门是用来连接房间和跟踪人员流动的途径。在某些模拟选项下,门也可以用来明确地控制人群流动。

楼梯也用特殊的导航网格边界和三角形来表示。人员在楼梯上移动的速度会在其水平移动速度的基础上,根据楼梯的倾斜程度而降低。每有一个楼梯,便暗示了有两个门。这些门的功能和模拟器中其他门的功能一样,但是,这些门是通过楼梯编辑来进行控制的,以确保不会由于在楼梯和连接门之间数量不匹配而产生几何错误。

当人群到达电梯门前时，电梯将会到达人群所处楼层。电梯的模型包含电梯的运载能力、运行起止楼层、将乘电梯的人归为一群等多种功能。

在 Pathfinder2015 软件中，每个人员被定义为一个位置点，每个人员有一份简介，明确了人员大小、移动速度等等。每个人员都被赋予一个行为来明确每个人的目标，人员的行为可以提前进行设置，例如，可以使某个人员在指定点等待一段时间后再前往电梯进行逃生。在移动网格中，直立圆柱体用来代表人员。对于人员的移动的模拟，采用了 inverse steering 仿真技术，对每个人员的移动数据单独进行运算。

1.3 Pathfinder2015 模拟方式

Pathfinder 支持两种移动仿真模式。在 Steering 模式里，门不会限制人群的流动；而且，在 Steering 模式下，人与人之间会保持一个合理的间距。在 SFPE 模式里，人们并不会试图去避开对方，并且会相互拥挤，但是，门会限制人群的流动，并且人员的移动速度是由空间中的人员密度控制的。用户可以在 Pathfinder 的用户界面里通过菜单操作对这两种模式进行自由切换，并观察和比较两种疏散模式下的不同的疏散结果。

1.4 Pathfinder2015 的局限性及存在的问题

Pathfinder2015 软件目前并不能对火灾模型或疏散中的社会性的复杂行为进行疏散模拟（如：疏散中的家庭性集体疏散等）。

Pathfinder2015 软件目前只支持模拟几种特定的动态几何体（如：电梯、虚拟扶梯、门的开与关，但不支持火车以及其他移动曲面）。

Pathfinder2015 软件中，电梯只有人员疏散功能，并没有一般的电梯所具有的功能。

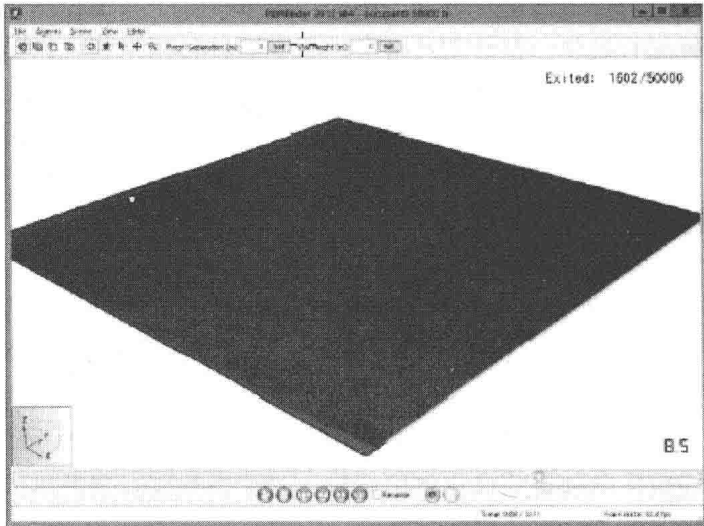
1.5 Pathfinder2015 模拟器名称

Pathfinder 这个名称之前被 Rolf Jensen 和他的同事命名并使用，他们用 Pathfinder 这个名称来描述一个 2D 出口模拟器。虽然最初的 Pathfinder 激发了一些新的模拟器的特性，但本书中描述的该模拟器不使用最初 Pathfinder 软件的任何代码。

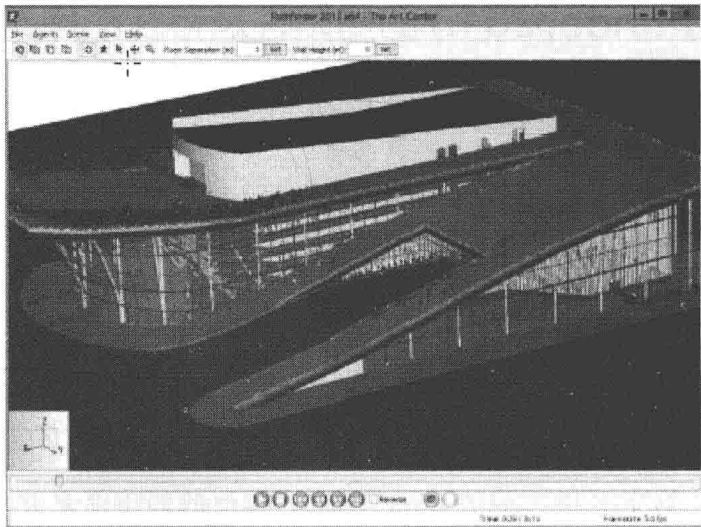
1.6 运行 Pathfinder2015 软件的系统需求

系统需求取决于分析模型的种类，为了演示不同模型的系统需求，利用计算机

运行了 2 个不同的疏散模型，计算机的配置是：64-bit Windows 8 Pro 搭载 Core i7 2.6 GHz 处理器，8GB 内存，NVIDIA NVS 5200M 显卡。第 1 个疏散模型为一个不插入任何几何形状的简单独立房间，房间内有 50000 个人员待疏散；第 2 个模型中插入了一个较为复杂的几何模型，且有 3000 个人员待疏散，如图 1-5 所示。



(a) 疏散模型 1



(b) 疏散模型 2

图 1-5 2 个不同的疏散模型示例

表 1-1 对比了上述 2 个模型的疏散情况。其中，关键的因素为模型的人员数量和模型的复杂程度。由表 1-1 可知，模型 1 的虚拟计算三角值为 4，人员疏散运动路径计算较为简单；而模型 2 的导航网格的虚拟计算三角值为 21480，且几何模型的虚拟计算三角值达 1300000。