

OPEN TRACK
北京星竹科技发展有限公司

OPEN TRACK

网络化轨道交通仿真工具

OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK OPENTRACK

北京星竹科技发展有限公司
北京市宣武区广外大街305号8区C2-1718
邮编：100055
联系电话：13910083694
电子邮件：sales@opentrack.com.cn
网址：<http://www.opentrack.com.cn>



目
录

网络化轨道交通仿真工具 / 01

列车牵引特性 (Rolling Stock data) / 02

网络化轨道数据 (Network data) / 02

列车时刻表 (Timetable) / 03

仿真 (Simulation) / 03

数据输出及后处理 (Output data) / 04

OpenTrack应用 / 07

网络化轨道交通仿真工具

OpenTrack源于瑞士联邦研究院，是一款采用面向对象思想开发、拥有友好用户界面的仿真软件，广泛应用于以下轨道交通工程领域：

- 铁路网络系统基础设施的需求分析与规划；
- 线路、车站运输、列车牵引能力分析；
- 多种信号制式分析（如：固定闭塞信号系统和移动闭塞信号系统）；
- 构建列车运行时刻表并分析其适应性和鲁棒性；
- 系统故障和非正常场景模拟分析（如：基础设施故障、车辆故障、列车晚点等）；
- 工程设计评估（如：站场咽喉区布局评估）；
- 工程能力限制点分析（如：终点折返站点能力、列车停放基地出入车能力分析）。

该软件可实现列车自动运行过程仿真，适合我国铁路工程应用，常用功能包括：

- 仿真列车运行调度方式；
- 仿真分析车站、线路的运能（分析车站接发车能力，从而确定车站设置到发线数量是否满足要求，辅助确定车站方案设计）；
- 仿真分析大型站场咽喉区道岔布置（分析咽喉区道岔使用频率，从而确定道岔配列的合理性）；
- 列车运行计划合理性分析及优化（分析过程中可输出预定运行计划与实际运行情况的对照图）；
- 仿真信号机工作状态；
- 仿真非正常情况行车组织（如：突发事件、晚点、事故等）；
- 信号系统的对比与分析（如：信号机设置间距、位置及所选用的信号系统进行比较分析）；
- 仿真列车运行过程中外部影响因素的敏感性分析（如：额外增加停站时间、列车临时性限速运行等）；
- 仿真人工干预场景（通过将控制方案作为仿真输入来反映运营中的人工干预情形）；
- 车辆特征曲线分析（对将投入使用的车辆性能进行仿真分析）；
- 仿真车站股道利用规划、列车运行会让和越行过程，确定合理站间距及车站规模；
- 仿真轨道占用情况，辅助制定合理利用轨道计划；
- 仿真列车解编或联编（一列车解编或多列车联编）；
- 列车运行中功率和能耗的计算。



图1显示了应用OpenTrack软件的仿真过程。预先设置好各类属性的列车根据列车时刻表在网络化轨道上运行。仿真过程中，OpenTrack在时刻表和信号系统约束下解算列车的运行。仿真结束后，OpenTrack支持以图像、列车运行图和轨道占用情况和数据统计等图表和文本格式输出多种形式的仿真数据结果。

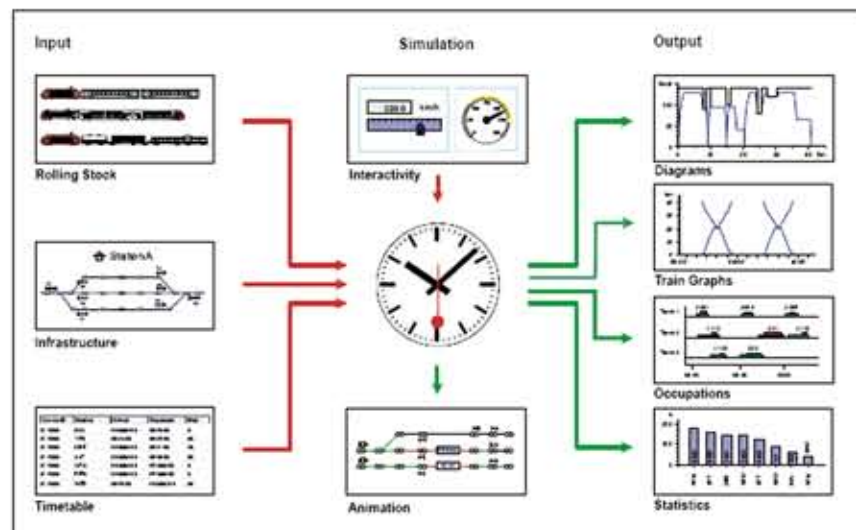


图 1: OpenTrack 系统结构图: 输入-仿真-输出

列车牵引特性 (Rolling Stock data)

OpenTrack通过数据库存储每个机车的技术参数，包括牵引力-速度曲线、重量、长度和粘着系数等。数据库可以把机车数据分组保存以便仿真计算使用。仿真过程中列车通常由取自机车数据库的机车和一定数量的客运或货运车辆组成，仿真过程中定义的所有列车可以保存。

网络化轨道数据 (Network data)

OpenTrack通过双顶点图技术 (Double Vertex Graph, DVG) 来描述轨道网络结构。用户可以通过图形化操作编辑轨道网络拓扑结构。不同图形单元具有不同的属性。

双顶点之间通过轨道 (Edge) 连接，轨道具有长度、坡度、限速等多项属性。用户可以创建并管理轨道 (Edge)、车站顶点 (Station Vertex)、信号 (Signals)、道岔 (Switches) 以及车站管理范围等对象。图2为某车站区域内轨道布局图。

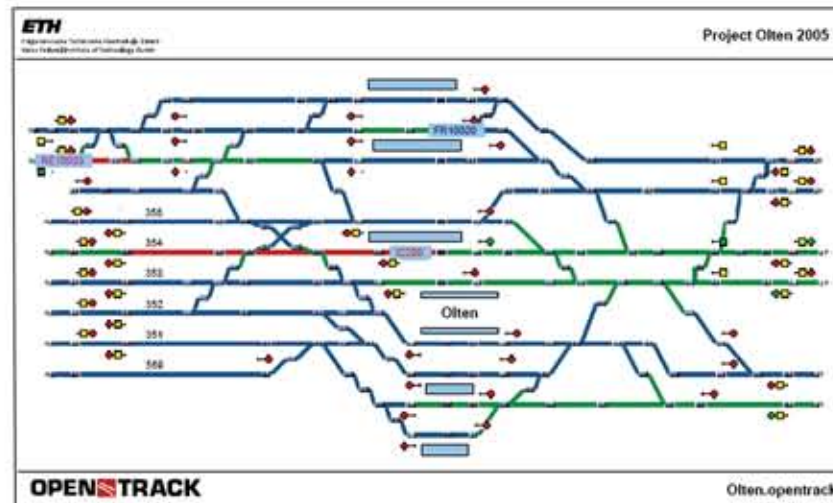


图2: 车站区域轨道布局图

列车时刻表 (Timetable)

列车时刻表数据库存储每列车经过每个车站的时间信息，包括到站时间、发车时间、最小停站时间以及列车间的解编、联编等相关数据。

仿真 (Simulation)

仿真过程中列车尽可能遵照列车时刻表运行。OpenTrack利用连续-离散混合求解算法来模拟列车运行和信号系统状态。列车运动微分方程是求解列车速度和里程的基础。轨道网络的信号系统对列车运行施加约束。当列车运行前方区段被占用或信号系统未开放 (显示为红灯) 均会导致列车无条件停车。

仿真过程中每列车的速度、加速度、位置、功率、能耗以及其他数据被保存，便于仿真后对结果的评估（如图3到图11）。

OpenTrack支持用户以动画模式显示列车运行。动态显示包括列车运行状态、轨道占用情况、进路排列过程、信号显示状态等。

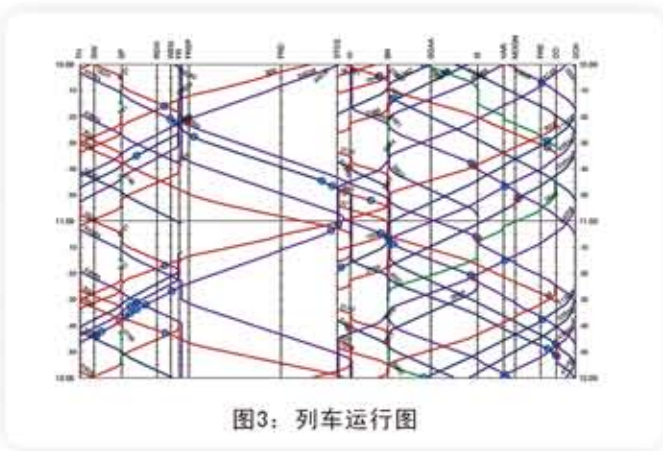


图3：列车运行图



图4：OpenTrack中定义突发事件（Incident）

通过定义Incident事件（如图4），OpenTrack也可以对列车运营非正常状态，包括轨道故障、突发事件和晚点等进行仿真。

数据输出及后处理（Output data）

OpenTrack支持以多种格式输出仿真结果数据来评估列车、线路及车站情况。对列车而言，OpenTrack可以提供加速度-里程、速度-里程（如图5）以及限速-里程等曲线。对线路而言，OpenTrack可以给出列车运行图曲线（如图3）、轨道占用情况（如图7）和线路其它记录等。可以把经过某车站的列车信息全部输出，包括到站、发车和停站时间。

OpenTrack支持用户以图像、EXCEL数据表或ASCII可读文件形式浏览、编辑或保存数据（如图9）。

OpenTrack支持包括EXCEL、OpenTrack ASCII、RailML、XML等多种格式数据的导入和导出，极大方便用户使用（如图6）。

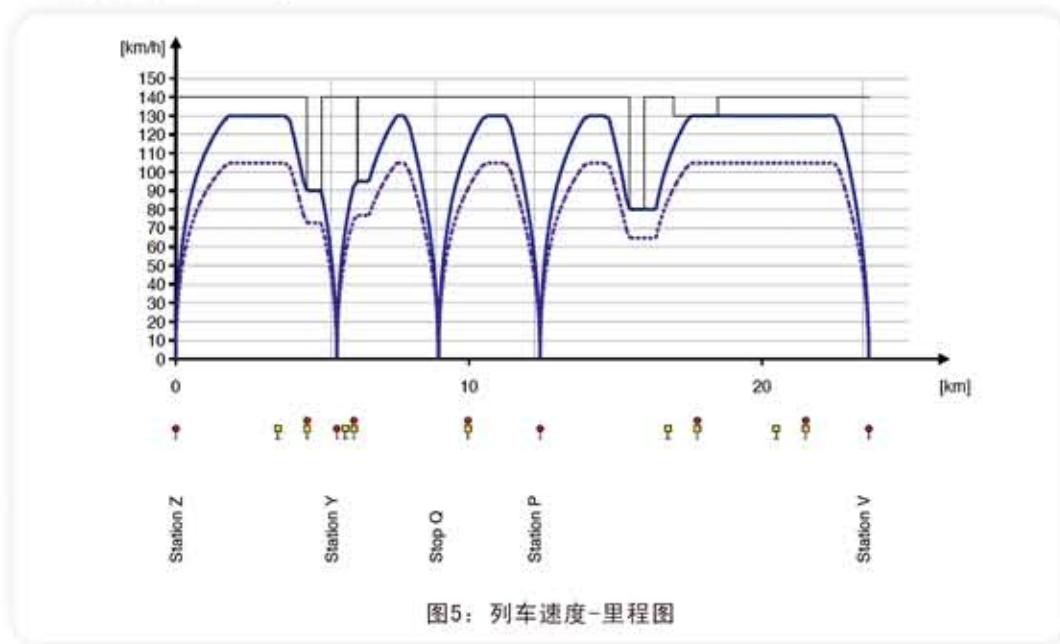


图5：列车速度-里程图



图6：OpenTrack支持多种数据格式导入和导出

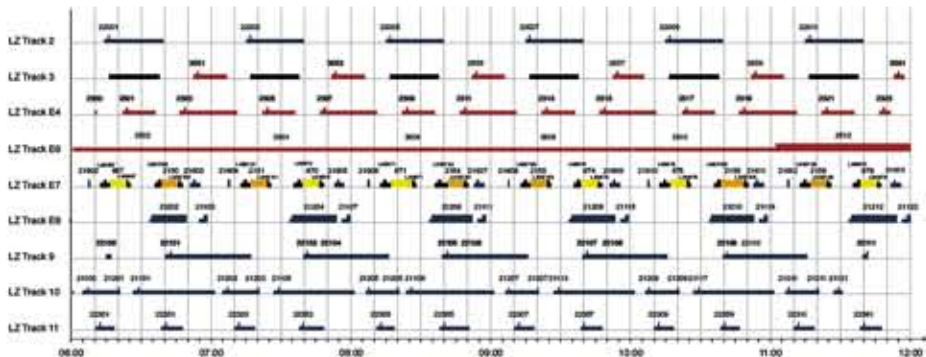


图7: 车站站台轨道被占用情况

OT_511.tt

```

1 //
2 // File: /Users/huertima/OTOutput/OT_511.tt
3 //
4 // Produced by OpenTrack: Sat May 12 16:21:21 2001
5 // Timetable of Train 511
6 // Type: OT_Text
7 // Desc: :OT_tt
8
9
10 Actual Timetable vs. Planned Timetable
11
12 Station          Planned          Actual          Difference       Distance [km]
13
14 Station A      Dep.             2:45:00         9900             2:45:00         9900 +00:00:00         0           0
15 Station B      Pass            14:24:55         -1             2:49:35         10175 +00:00:00         0           9.41
16 Station C      Pass            14:24:55         -1             2:55:15         10515 +00:00:00         0          24.514          15.104
17 Station D      Pass            14:24:55         -1             3:04:50         11090 +00:00:00         0          46.622          22.308
18 Station E      Arr.             3:12:00         11520           3:10:45         11445 -00:01:15          -75          56.071           9.249
    
```

图9: 输出文件可用Excel打开

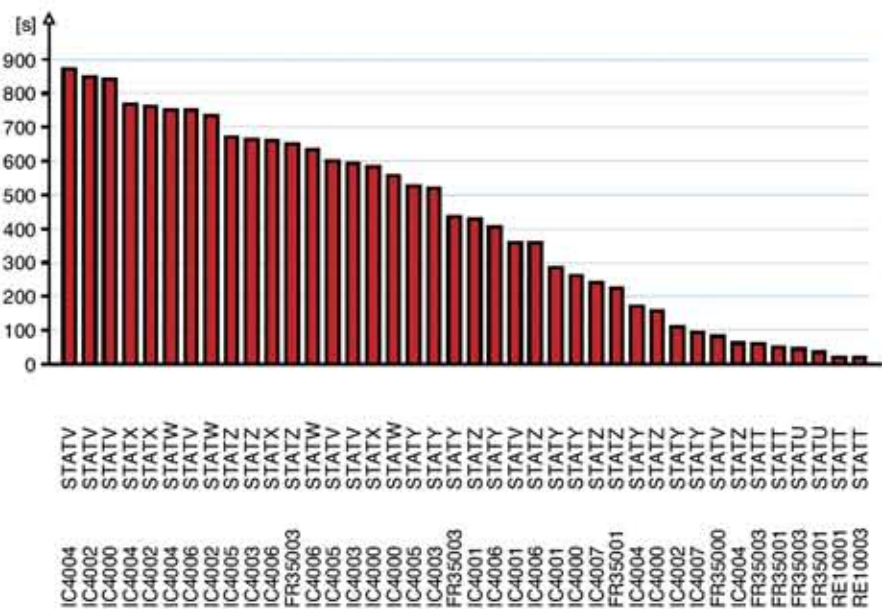


图8: 到站延迟统计

OpenTrack应用

OpenTrack支持多种操作系统，包括 Windows NT / 2000 / XP/Vista和 Mac OS以及Mac OS Server。

图10为OpenTrack仿真界面示例，OpenTrack仿真动画显示也支持多屏幕模式(如图11)。

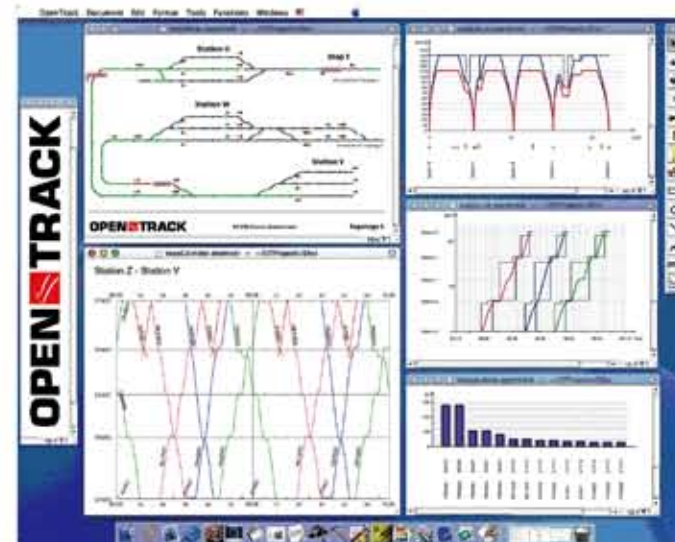


图10: OpenTrack仿真界面示例



图11: OpenTrack多屏幕运行

瑞士巴塞尔地区评估: 以优化巴塞尔地区的基础设施, 最大程度地利用新建巴塞尔隧道为目的, 对基础设施的规划和发展、运营列车长度改变和时刻表调整进行仿真。

英国铁路网现代化: 制定重大基础设施改建项目发展规划, 展开跨区线路(英格兰伯明翰-谢菲尔德)的运营分析仿真(每3小时超过2000列车), 优化轨道占用和开发意外事故的应对策略。

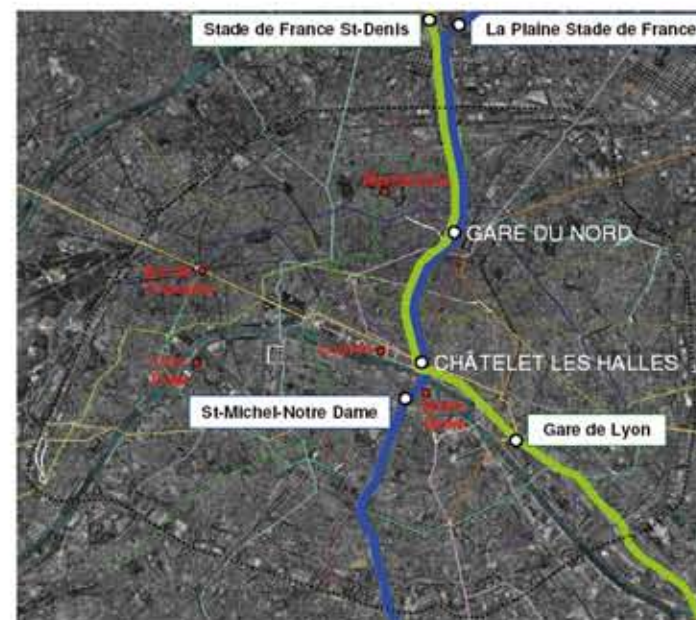
苏黎士地区运能研究: 对泊尔尼郊区线网、巴塞尔-奥尔腾线、奥尔腾-卢森线(ETCS二级)、Mattstetten-Rothrist线(ETCS二级)和Bruenig线(齿轨铁路)进行仿真模拟。

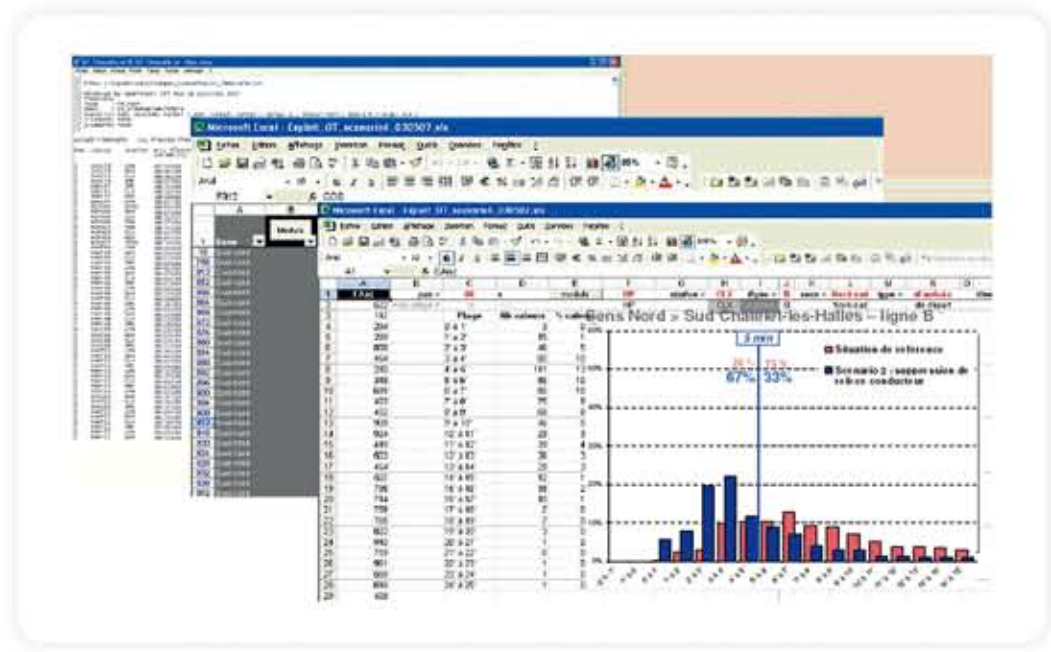
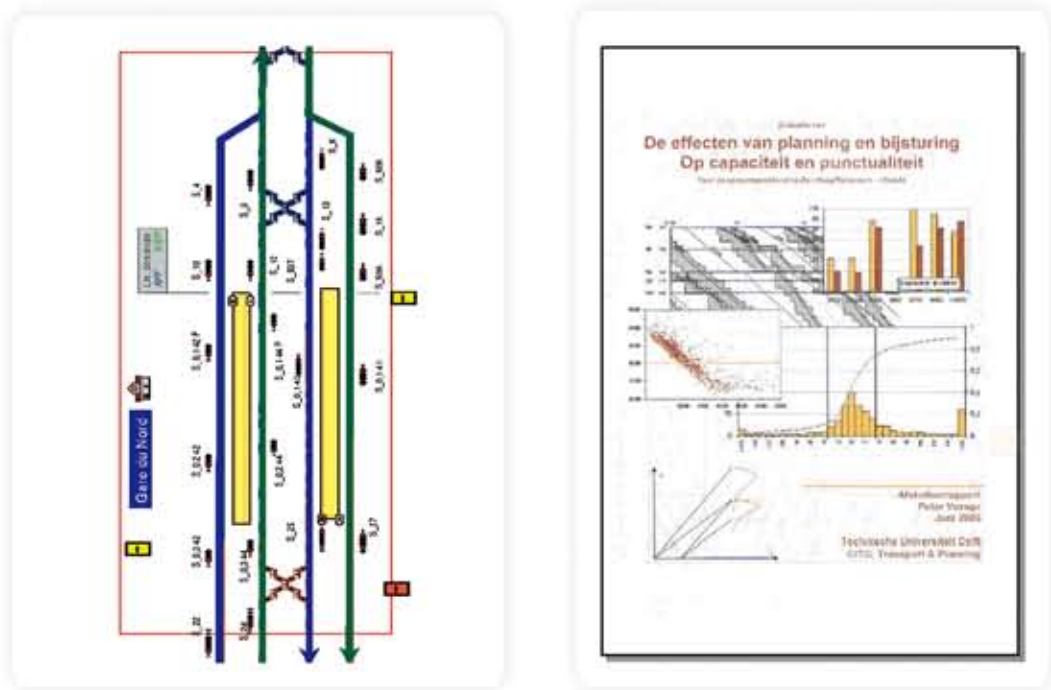
德国吕贝卡、巴塞尔和鲁尔地区(磁浮线)、德国Vattenfall欧洲共同体采矿线网、奥地利格拉兹货运站以及法国诺曼底和塞纳河流域的快速服务线仿真。

英国南威尔士Carillion线网、英国 Amey 铁路、芬兰赫尔辛基车站方案、荷兰高速铁路线Zuid、葡萄牙里斯本-波尔图干线铁路以及土耳其布鲁塞尔轻轨系统项目。

大洋洲: 澳大利亚维多利亚快速铁路线、澳大利亚Latrobe流域铁路运营仿真。

亚洲: 中国上海地铁和轻轨系统、中国北京南站新建项目、中国北京-天津高速铁路项目、马来西亚吉隆坡捷运线、泰国曼谷地铁MRTA等。





OpenTrack用户分布在铁路和轨道交通行业、咨询公司和科研机构:

Users: railway organizations



Users: railway and maglev supply industry



Users: consultancies

 SMA +Partner, Switzerland Electrowatt Infra, Switzerland Cibercoe Performance, Switzerland Ernst Basler + Partner Ernst Basler + Partner, Switzerland systansis, Switzerland Softlab AG, Switzerland DHV Group, The Netherlands	 ETC, Germany MVP, Germany Inst. für Bahntechnik, Germany NET engineering, Italy Febrilas, Portugal Banverket Consulting, Sweden COWI, Denmark	 Interfleet, United Kingdom Booz Allen Hamilton Booz Allen Hamilton, United Kingdom SMC Rail, United Kingdom Holland Railconsult Holland Railconsult, The Netherlands Platway, Australia Tyréns, Sweden
--	---	---

Users: universities and research institutes

 EPF Lausanne, Switzerland Fraunhofer IVI, Germany Fraunhofer FIRSI, Germany TU Dresden, Germany 铁道科学研究院	 DLR, Germany TU Berlin, Germany TU Braunschweig, Germany University of Trieste, Italy Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal	 TU Vienna, Austria University of Sheffield, UK TU Praha, Czech Republic TU Delft, The Netherlands 北京交通大学
---	--	--



北京星竹科技发展有限公司 (Beijing StarBamboo Tech.) 一直专注于铁路和轨道交通行业系统控制及仿真技术，致力于为铁路和轨道交通等行业提供先进技术产品解决方案和技术咨询服务。北京星竹科技秉承“诚信、卓越、多赢”价值理念，依托自身技术和资源优势，提升客户可持续竞争力和满意度。

