



## 值得信赖的 FARO 三维扫描技术为城市隧道监测保驾护航

如今，轨道交通已然成为一项不可或缺的出行方式，其运量大、全天候、少污染，安全且快速，是城市公共运输系统的骨干。作为我国大力发展的新型基础设施建设之一，城际高速铁路和城市轨道交通秉承了衔接协调，集约高效的基本原则，对城市交通运输起到支撑引导作用。同时，政府运营部门及相关安全监测单位也在不遗余力，努力加强安全生产和运营管理，进一步推动城市轨道交通建设、运营模式创新，增强可持续发展能力。

广州南方高速铁路测量技术有限公司，简称“南方高铁”，隶属于南方测绘集团。集研发、生产、销售于一体，致力于高速铁路精密测量技术和设备的国产化。公司同时建立企业级的南方特种精密测量研究院，以雄厚的软硬件自主研发实力，提供创新源动力。南方高铁致力于为高铁、地铁、隧道、大坝、边坡等提供结构形变精密测量，并为矿山、港口、管道等方面提供特种精密测量解决方案。

### 行业

- 测绘

### 应用

- 隧道安全监测

### 优势

- 快速、高精度的无损监测
- 提高安全运行管理效率
- 数字化记录隧道情况，为客户提供真实的现场数据

## FARO 三维扫描技术为隧道安全检测保驾护航

采用钻爆法施工的隧道超欠挖的情况是不可避免的，而2018年1月1日正式实施铁路建设项目质量安全红线管理规定中也明确了隧道初支、衬砌厚度问题的重要性。这些问题若不进行及时处理不仅会增加工程的建设成本，更是对隧道的施工质量和运营安全产生严重影响。建成后的隧道也会因地质条件、材料性能劣化、列车振动等综合因素的影响，发生渗漏水、衬砌裂损及混凝土掉块等典型病害，从而产生安全隐患。因此，安全检测已经成为隧道建设一项必不可少的施工程序。

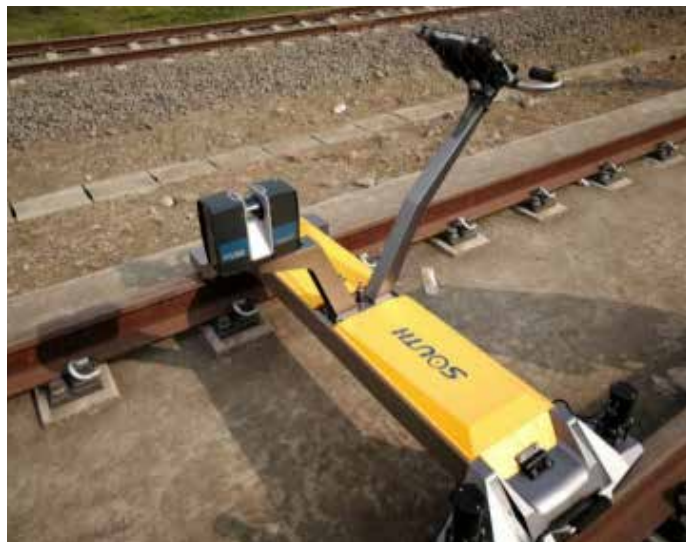


隧道施工现场情况。



隧道渗水现象。

扎根铁路行业的南方高铁，很早就开始了在轨道检测领域的探索。“2008年我们就开始了轨道检测设备的研发，经过10年的技术积累和沉淀，监测事业部于2018年正式成立，”李中立经理介绍到。南方高铁在2018年相继正式采购了两台 FARO Focus 系列三维激光扫描仪 Focus<sup>S</sup> 350 和 Focus<sup>M</sup> 70，并基于 FARO Focus<sup>S</sup> 350 推出了一套移动隧道检测系统。该系统以动态无控制方式进行测量，减少外业对设计数据的依赖，高效获取隧道点云数据，为隧道检测提供更丰富的数据支撑，极大地提高了现场作业的工作效率。



(小车测量系统- SOUTH ALTIS)

## 隧道检测面临的困难和挑战

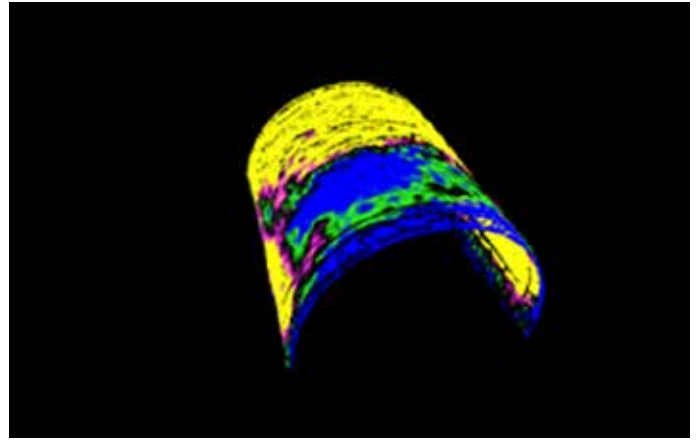
谈到隧道超欠挖检测时，李中立经理介绍到，“超欠挖检测的现场情况非常复杂，测量人员只能在施工间歇期进入现场，考虑到安全因素及施工进度，现场允许停留的工作时间非常短暂。”隧道在开挖阶段和初支阶段，四壁极不稳固，拱顶位置伴有掉渣的危险。此外，施工现场光线昏暗，通风差多粉尘，路面不平有暗沟等，环境可谓十分恶劣。

在使用三维激光扫描技术之前，测量人员通常依靠人工的经验并结合全站仪对隧道进行超欠挖检测。测量人员往往通过用眼睛观察隧道内部的凹凸情况并在明显鼓包处使用全站仪进行断面测量。无论人工估测或是使用全站仪测量都存在各自的局限性，人工观察无法获得精确且真实的数据，误判的情况时常发生，全站仪虽能够获得准确的数据，但实际操作中的断面选取点数有限、断面间隔较大，测量成果与现场实际情况。





工作人员正在人工采集隧道断面。



超欠挖分析图。

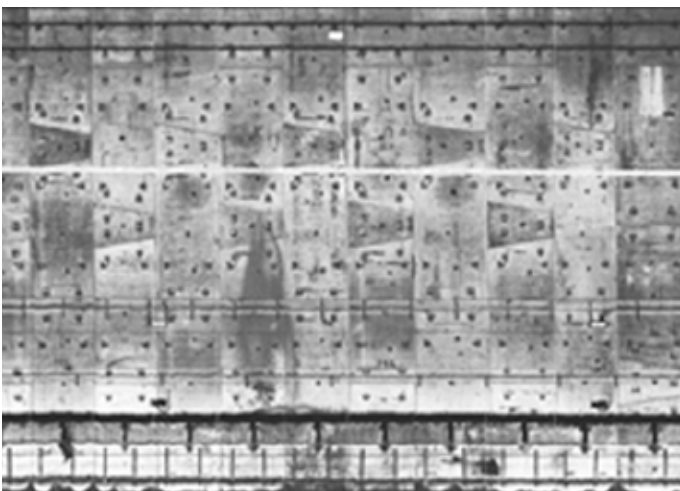
针对超欠挖检测，通常此时地面轨道还未铺设完成，将三维激光扫描仪架设在隧道内，扫描需要测量超欠挖的里程段；同时，使用全站仪采集球棱镜镜面坐标，用于后期绝对坐标转换。完成数据采集后，将拥有绝对坐标的点云数据和隧道的设计模型同时导入隧道三维监测软件，即可进行隧道超欠挖分析，混凝土方量计算等，为隧道施工提供有效的安全指导。



架站式扫描现场正在进行现场测量。

## FARO 三维扫描仪帮助提高隧道检测效率

在南方高铁，FARO 三维激光扫描仪主要被运用于隧道建设期和运维期的隧道检测。建设期通过超欠挖分析以及点云数据比较，计算出混凝土方量，为安全施工提供指导；运维期通过检测隧道变形和收敛直径，为安全通车提供真实可靠的数据支撑。



环片正射影像。

FARO 扫描仪的扫描速度非常快，每秒最快可记录 976,000 个点，在几分钟内就可以完成对隧道内壁的扫描。这不仅提高了测量人员在现场的工作效率，更重要的是可以做到最大限度的还原隧道内壁，避免了信息的遗漏，节省时间、人力和财务成本。Focus<sup>M</sup> 70 在隧道中的最远扫描距离可达 100 米，完全能够满足开挖阶段的扫描需求。“进入现场后，仅用 3-5 分钟就能完成快速完成扫描，”李经理介绍到。

针对运维期隧道检测，南方高铁则采用结合 FARO 三维激光扫描技术研发的移动隧道检测系统，移动激光扫描技术比传统的站式扫描技术获取数据速度更快、同时不需要数据拼接过程，更加适用于空窗期较短的运维期隧道。经 180 米实测验证，移动采集速度为 1.4km/h，外业操作只需 2-3 人，同时保证点云数据相对精度可达 3mm。通过软件对点云数据进行分析处理即可获得隧道结构的断面分析、收敛直径、净空断面、正射影像等测量成果。

目前，南方高铁正与深圳市建设工程质量检测中心合作，运用结合 FARO 扫描仪研发的移动小车测量技术，对深圳市穗莞深城际铁路宝安机场段（未运营）进行运维检测。深圳市建设工程质量检测中心是专门为建设行政主管部门在建设工程质量方面的行政执法、监督管理提供技术支持和技术保障，配合市建设工程质量监督机构开展工作。

在现场时，深圳市建设工程质量检测中心岩土部工程师介绍：“扫描小车的出现，让地铁检测效率大大提高。”谈到后续技术改进时工程师表示，希望能够进一步考虑坡度对固定匀速行驶的影响及提高移动扫描的精度，从而得到更加优化的扫描结果。对于穗莞深城际铁路宝安机场段的运维检测结果，深圳市建设工程质量检测中心给予了充分肯定。

## 未来展望

依托于雄厚的公司背景以及不断变化的客户需求，南方高铁始终在不断探索寻求技术突破，为隧道行业客户提供更多定制化的检测解决服务。此外，凭借数字化，标准化，信息化的隧道扫描工作流程及多年的行业经验积累，南方高铁期望在隧道测量领域充分发挥自身的行业优势，努力推动隧道三维监测的流程标准化。



测量小车现场工作照片。

# 关于 FARO

FARO 是全球最值得信赖的三维测量和成像解决方案供应商。公司面向以下细分市场开发和销售计算机辅助测量、成像设备及软件：

- 工业三维——在生产和质量管理流程中，对零部件和复杂结构进行高精度的三维测量，成像和对比
- 建筑与建造 BIM——对建筑施工项目和工厂进行三维采集，以记录复杂结构，并进行质量控制、规划和保存
- 公共安全解决方案—执法取证——捕获和分析现场数据，以调查车祸、犯罪和火灾，规划安全活动，并为公共安全人员提供虚拟现实培训
- 三维设计——采集和编辑产品、人体或环境的三维形状，用于产品开发、计算机绘图、牙科和医疗应用的设计。
- 光电——开发和推广振镜式激光测量产品和解决方案

FARO 的全球总部设在佛罗里达州玛丽湖。公司的欧洲总部位于德国斯图加特，亚太区总部位于新加坡。FARO 在美国、加拿大、墨西哥、巴西、德国、英国、法国、西班牙、意大利、波兰、土耳其、荷兰、瑞士、印度、中国、马来西亚、泰国、韩国、日本和澳大利亚均设有分支机构。

# 展示产品



## FARO Focus Laser Scanner

FARO 最新推出的超便携式 Focus<sup>S</sup> 激光扫描仪能够快速、轻松、精确地获取复杂物体和建筑物的测量结果。Focus<sup>S</sup> 型扫描仪配备尺寸更大、更清晰的直观触摸屏，为用户提供非凡的体验。

要了解更多信息，敬请登陆  
[www.faro.com/LaserScanner/cn](http://www.faro.com/LaserScanner/cn)

服务热线：400 677 6826  
法如国际贸易（上海）有限公司  
FARO International (Shanghai) Co., Ltd  
上海市徐汇区平福路 188 号聚鑫信息科技园  
2 号楼 1 楼 邮编：200231  
电话：+86.21.61917600 传真：+86.21.64948670  
邮箱：[china@faro.com](mailto:china@faro.com) URL: [www.faro.com](http://www.faro.com)

© 2019 FARO Technologies Inc. FARO and the FARO logo are registered trademarks and trademarks of FARO Technologies Inc. All Rights Reserved. This customer's results depend upon its unique business and environment, the way it used FARO products and services and other factors. These results that you read from the article may not be typical; your results may vary.