

三维激光扫描技术 在北京燃气技能培训和数字化管理的应用

□ 北京市燃气集团有限责任公司高压管网分公司(100011) 颜丹平 李夏喜 赵欣 高岷

□ 北京浩宇测绘科技发展有限公司(100039) 王树辉

摘 要: 三维激光扫描技术作为一项比较新的数字化信息技术,首次在北京燃气高压管网分公司职工技能培训和调压站的数字化管理等方面进行了探索和应用,本文就这项技术的应用效果和应用前景进行探讨。

关键词: 三维激光扫描原理 城市燃气 调压设施 技能培训

1 引言

三维激光扫描技术又称“实景复制技术”,是一种先进的全自动高精度立体扫描技术。作为一项新的数据获取手段,三维激光扫描仪可以快速、精确和高效地测量目标的三维影像数据,突破了传统的测量和数据处理方法,赢得了全新的研究和应用领域。将任何复杂的现场环境及空间进行扫描操作,并直接将各种大型的、复杂的、不规则、标准或非标准等实体或实景的三维数据完整的采集到电脑中,瞬间产生可量测的带有色彩的三维影像,即把现实搬入到计算机中。而且还可以快速重构出目标的三维模型及线、面、体、空间等各种制图数据,同时,它所采集的三维激光点云数据还可进行各种后处理工作(如:测绘、计量、分析、仿真、模拟、展示、监测、虚拟现实等),三维激光扫描技术就是这类全自动高精度立体扫描的技术。

调压器是城市燃气输配系统中的主要设备,调压站(箱)的安全稳定运行是保证城市燃气输配系统正常供应的基础。通过三维激光扫描技术可以将调压站(箱)实景搬到计算机中,能有效提高调压站(箱)

设备的基础管理水平,为实现调压站(箱)的动态化科学管理提供良好平台。三维激光扫描的动态拟合技术仿真能力强,空间立体感表现突出的特点能将调压设备的各个零部件进行详细的分解,再重新进行组装,将调压器的内部结构、工作原理和装配、拆解过程,非常直观的展现出来,通过将三维激光技术引进职工技能教学培训中,职工对于新设备、新技术的学习,更加易于接受和掌握,也使教学培训工作更加规范、严谨和直观,有效的提高了职工培训的效率和水平。

2 三维激光扫描仪原理

三维激光扫描仪发射器发出一个激光脉冲信号,经物体表面漫反射后,沿几乎相同的路径反向传回到接收器,可以计算目标点P与扫描仪距离S,控制编码器同步测量每个激光脉冲横向扫描角度观测值 α 和纵向扫描角度观测值 β 。三维激光扫描测量一般为仪器自定义坐标系。X轴在横向扫描面内,Y轴在横向扫描面内与X轴垂直,Z轴与横向扫描面垂直。获得P的坐标。见图1。

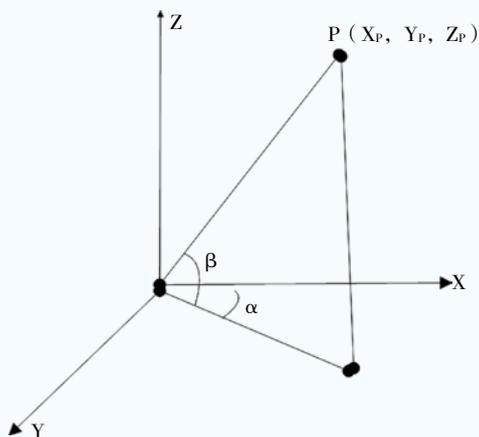


图1 扫描点坐标计算原理

$$X_p = S \cos \beta \cos \alpha$$

$$Y_p = S \cos \beta \sin \alpha$$

$$Z_p = S \sin \beta$$

激光测距作为激光扫描技术的关键组成部分，对于激光扫描的定位、获取空间三维信息具有十分重要的作用。目前，测距方法主要有：三角法、脉冲法，相位法。地面三维激光扫描仪的测距方法为脉冲法和相位法。

3 三维激光扫描技术在北京燃气的应用

三维激光扫描技术产生伊始，由于其先进性，在国内外已经成功应用于许许多多的行业。2011年，北京燃气集团高压管网分公司将该技术应用到职工燃气调压器可视化教学培训中，编辑制作了声像一体化的调压器工作原理、拆卸和装配的教学片；2012年，又将该技术成功应用于部分调压站数据库管理中。

3.1 利用三维技术制作燃气调压器教学片，提高职工技能的培训水平。

燃气调压器是城市燃气调压站实施稳定降压最重要的设备，其结构和工作原理比较复杂，要掌握其原理和结构，对初学者来说是个难点。特别是随着北京燃气的快速发展，每年都有近百名新职工进入高压公司工作，为了让新入职的职工能直观学习调压器的结构，理解和掌握其工作原理，同时也为全面提升职工的生产操作技能和素质，以满足生产岗位工作和企业发展的需要，分公司每年都要举办不同形式的生产技能培训，为能让职工尽快掌握培训内容，提高职工业

务素质和技术技能，积极探索提升培训工作水平的新思路、新形式和新方法，为此，我们对制作三维动态教学片进行了精心的策划和的准备。

首先，我们选取了北京燃气高压站（箱）常用的FL、PL系列轴流式调压器作为研究对象。FL、PL系列调压器被广泛地应用于北京燃气输配系统中，按照北京燃气集团相关规定要求，调压器在日常运行期间都要进行维护保养，根据调压器工作状态，该设备运行周期一年或总运行时间达到5 000h后，要进行全面检修，而轴流式调压设备的维护检修、拆卸和安装比较繁琐，对设备的维护检修都有详细的技术规定，这就要求职工必须具备一定的技能水平才能完成。

调压器主要是由调压器本体和指挥器两大部分组成。我们对调压器本体和指挥器分别进行了拍摄制作。我们请调压技师按标准步骤对调压器本体和指挥器进行拆卸和安装，每拆下或安装一个部件包括每个螺钉，都要进行全过程拍摄记录。每个部件的拆卸或安装方法、码放位置和作用及注意事项都有详细的配音讲解。利用三维激光扫描技术快速的对各种复杂的零件及设备进行建模，形成真实的3D模型，然后使用动画软件，快速的对设备的拆卸及安装形成动画，在动画中再加入讲解及字幕，生成视频，分别制作成了拟真的调压器检修教学片，真实再现调压器每个部件拆卸组装的过程（见图2），既能提高职工的学习的兴趣，又起到了易学、易懂、易理解的良好学习效果。

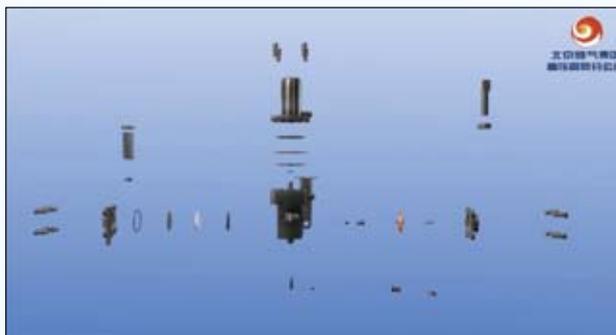


图2 指挥器安装的部分视频截图

3.2 三维技术在北京燃气高压站实施数字化管理中的推广应用

北京燃气集团高压管网分公司担负着全市高压、次高压管网燃气的输配和运行管理任务，目前所管辖

的天然气高压站（箱）共265个，其中门站7个，调压站96个，调压箱162个，主要分布在六环至三环路沿线附近。燃气高压站作为北京燃气输配系统的关键节点，为整个城市安全稳定供气发挥着非常重要的作用，做好调压站的运行维护管理，是高压管网分公司的重要工作之一。

由于高压站十分分散，距离较远，现场查看十分不便，为完善基础数据库，实现可视化管理，需要一个统一的管理平台。而三维激光扫描技术的出现，为调压站利用数字化技术实施动态管理创造了有利条件。三维激光扫描仪可以快速的获取各个高压站的状况，形成现实环境的三维可测量彩色影像，利用网络平台功能，可以不去现场，通过系统平台调用三维影像数据，在监控室里就可以查看各个高压站工艺设备的具体情况（见图3）。

在总览图上，可以准确的测量出站房土建基础面积；在全景图上，可直观的查看高压站内各个设备的安装位置，工艺管道相对距离，并且准确的实时测量设备部件的直径、长度等细节。为了规范化管理调压站内所有设备，可以给每个设备添加属性，详细描述其规格、型号、安装时间及生产厂家等原始信息。有关设备的运行保养、维护检修的信息可随时更新，实施调压站信息的动态化管理。根据管理的需要可以实现设备档案的链接，将相关文档、图片及视频资料链接到系统中，集声、色彩、现状为一体，通过网络平台实现三维可视化管理，虽然没到现场，但是能感

受到亲临现场的效果。

2012年，北京燃气高压管网分公司对南苑高压站和大兴北高压B站进行了降噪工艺改造，对北郊调压站和南湖渠调压站进行了大规模的工艺改造。改造前采用三维激光扫描仪对现场进行扫描，生成平剖图，作为设计图纸改造的基础数据，克服了用传统方法测量精度不高、时间长、成本高等缺点。改造中和竣工后我们还利用三维扫描技术对新的调压站进行了全方位的现场拍摄，通过对扫描数据的整合编辑，形成现实环境的三维可测量彩色影像，将新旧设备的所有信息与设备影像进行链接，形成图形、表格和文字一体的数字化数据库，使运行管理人员能随时能将设备的维护、检修、更新等信息添加到数据库中，实现设备信息的动态管理，大大提高了档案资料的持续性、准确性和实用性。

4 总结

三维激光扫描技术作为一项新技术在国内许多行业已经有了广泛的应用，我们将该技术引入并应用在高压管网的调压站数字化管理中，为实现北京燃气管网的动态化管理和管道完整性管理奠定基础。我们将该技术应用到燃气职工的技能培训工作中，丰富了培训方式方法，充分提高了培训效率。随着三维激光扫描技术在北京燃气的推广应用，将进一步提高北京燃气管网智能化水平和设备管理水平。

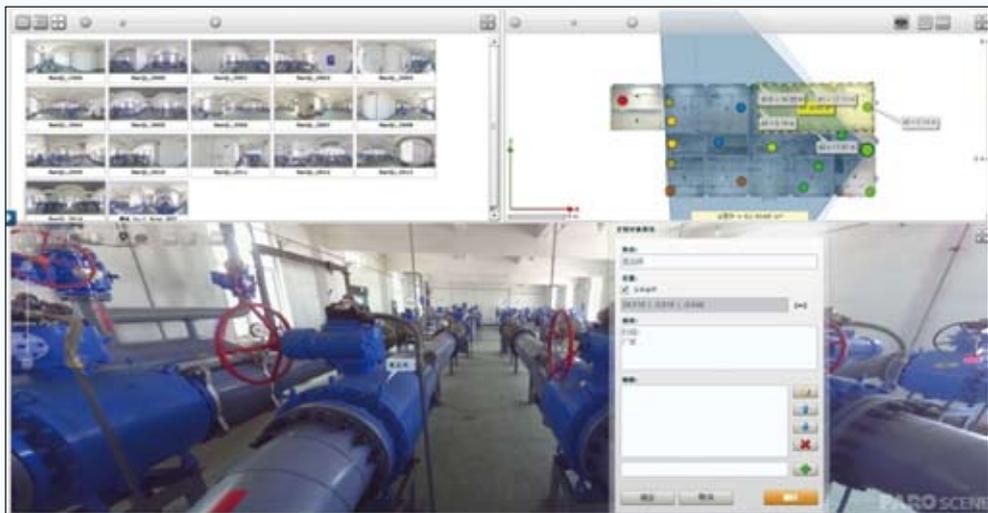


图3 webshare系统平台数据