[变电站]

变电站三维实景无人值守感知系统设计

文/国网陕西省电力公司　万康鸿

传统变电站现场监测技术无法对变电站空间全景进行探测与感知，无人化、智能化作业水平不足。以三维激光雷达以及全景感知技术为依据，对变电站三维实景无人值守感知系统进行设计，采用静-动结合的方式进行设计，可获取变电站的全景效果，实现变电站整体运行状态监控水平的提升。

三维全景技术分析

三维全景技术是通过图形技术拼合，实现对监控场景的展示。具有实感强、交互性佳、制作复杂难度比较低和传播性比较强等优势。三维全景技术在实际应用中，可达到固定视点、大范围视角。对图像采集、图像拼接和投影转换等流程化设计，可实现图像匹配与融合。获取流程如1所示。

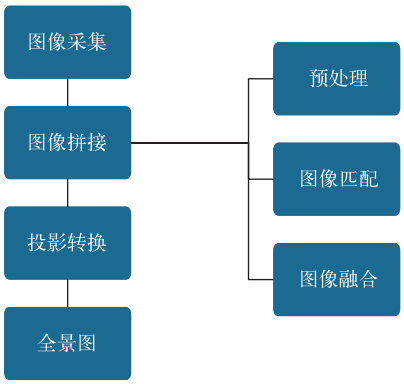

图1　全景图获取流程

激光雷达属于精确、快速获取目标的三维空间探测技术，在对二维像素点进行激光测距的基础上，可通过单点激光测距的方式，对不同测距点的方位信息同步测量，实现三维成像。方位信息的获取，可通过单点扫描、面阵器件成像两种方式处理，向探测目标发射激光束，并将目标回波与发射的信号比较，对信号进行处理后，可获得探测目标的相关参数，包含距离、方位、速度、形状和高度等。具有高分辨率、隐蔽性强和可靠性高等特点，可应用于三维实景无人值守感知系统设计中。三维全景技术在变电站中应用，可通过定位算法对变电站的全景动态数据整合，建立场景坐标系后，可对点云数据信息处理，获取动态图像数据后，实现三维实景感知系统的数据统计与动态图像分析。

变电站实景监控现状分析

随着变电系统的智能化发展，对变电站进行全范围实时监控，单一设备监控系统只针对变电站的关键设备运行状态监控。变电站全景环境以人工的方式监测，易出现审察不严的情况，对变电站的运行、全景监控等产生直接影响。信息技术与变电技术融合度不足，对变电站实景监控及动态控制等产生直接影响。缺少全景监控系统，变电站在线监测成本、监控可靠性等方面受到影响。在对三维实景无人值守感知系统进行设计中，可将三维技术与变电技术、信息技术融合，通过动态感知的数据整合与统计，获得变电站的全景动态数据，满足变电站的动态实时监控需求。

三维实景无人值守感知系统设计

1）功能分析。结合变电站的实际发展需求，对三维实景无人值守感知系统的功能进行制定与完善，需从在线数据监测、SCADA数据测量、环境数据监测和视频数据分析等角度综合分析。在建立基本功能框架的基础上，通过SMP接口服务器对各项功能进行连接与控制，并通过数据转换及信息处理，实现三维实景无人值守感知系统的功能体系完善。功能框架如图2所示。

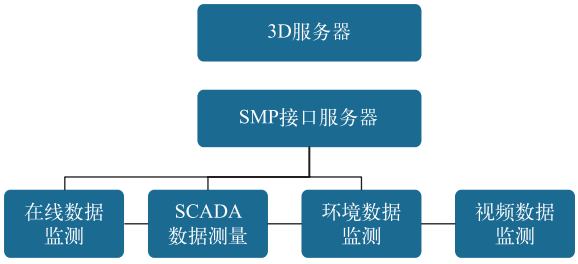

图2　功能框架

变电站三维实景无人值守感知系统在实现功能设计中，在线数据监测针对变压器关键设计进行实时监测，包含变压器油色谱在线监测仪、测温仪及避雷器监测装置等，通过信息反馈实现信息处理。SCADA模块对电气量的相关数据进行采集与统计。机器人巡检模块建立光感成像系统。环境监测是针对变电站的温度、烟雾和湿度等的监测，视频监测通过摄像头对变电站的场地环境、设备安装与使用情况等进行综合控制。三维实景无人值守感知系统实现三维数据统计与信息处理，需对变电站的全天运行状态、关键设备的工作环境和视频监控等综合分析，实现变电站相关设计运行状态、相关操作过程等视频监控与动态感知分析。

2）总体业务流程分析。三维实景无人值守感知系统的总体框架设计与分析，通过通信网络对图形工作站与3D服务器连接，并将3D服务器与SMP接口服务器嵌入到一起，与三维实景无人值守感知系统的全景监测功能连接。实现三维实景无人值守感知系统的功能，需从变电站数据、光感成像、温度、烟雾和湿度等方面综合控制。利用三维实景无人值守感知系统的全景视图软件，在固定视点下，对全视角实景的图像监控、信息处理、数据整合和点云数据分析等综合控制，实现三维实景无人值守感知系统的整体业务处理效果提升。结合变电站的实际运行效果，对三维实景无人值守感知系统整体架构设计，需对实时监控变电站一二次电气设备的运行状态，通过环境监控、图像监控和后台监控等功能优化，满足三维实景无人值守感知系统实际运行控制需求。

建立三维实景无人值守感知系统后，需对激光束识别过程、可移动体的目标数据等进行综合处理，根据原始点云数据，可将获得可移动目标体的实时点云数据与变电站背景点云数据整合，建立三维全景动态图像。对被追踪物体的抓拍图像进行识别与分析，可在被追踪物体的包围盒上处理被追踪物体的抓拍图像，动态图像达到可识别的状态，对物体的识别信息统计与整合，满足变电站动态全景监测与轮廓数据分析。三维实景无人值守感知系统中，还需要对激光束识别的可识别过程数据处理，将可移动体轮廓特征进行检验与信息处理，记录原始点云数据，提高数据处理分析效果。

3）硬件配置分析。变电站三维实景无人值守感知系统主要的射频包含图像监控、后台监控和环境监控等相关设备，具体的设备配置见下表。

表　主要设备

编号	设备名称	型号	数量
1	红外探测器	ZRAQ-T-HW1	6
2	烟感探测器	ZRAQ-T-HWYW1	6
3	烟雾探测器	ZRAQ-T-YW1	30
4	安全预警主机	CEP261	1
5	室外摄像机	LTC 0033	4
6	室内摄像机	NO-8602	20
7	计算机	戴尔	2
8	监控软件	YJ300	1

实现全景动态感知探测的过程，需从动态信息获取、坐标信息等方面统计与分析，实现追踪问题信息的检验与处理。

三维实景无人值守感知系统的动态感知探测

三维实景无人值守感知系统实现动态感知探测，需从点云场景数据统计与分析，对物体追踪信息ID进行跟踪。点选被追踪物体需对其几何中心轨迹进行抓取与分析，通过全景动态感知探测与统计分析，对激光雷达、定位、升降机构和交换机等进行综合控制。通过激光雷达三维场景的搭建对定位获取过程进行完善，对可移动体、设备环境进行

监测与分析。可通过激光发射激光束对可移动体检测，根据反射回来的景观树区域与轮廓特征，对移动过程进行识别与分析。通过激光传感器，对不同移动体进行检测与分析。

信号捕获与分析，通过三维激光传感器输出FOV空间的位置信息，获取原始点云数据，将实时点云数据与背景点云数据对点云数据进行处理，建立点云数据集合，根据每个点之间的距离，处理聚类过程。结合移动体的体积、移动速度，在可移动体数据统计与分析的基础上，对捕获的数据进行整合与控制。利用激光点云定位分析，通过激光离散坐标点的信息与反射强度信息，对可移动体距离激光雷达设备之间的距离进行信息统计与分析。激光雷达通过扫描点云集合数据与三维地图进行匹配，确定自身场景中的位置姿态。选择每一个代表移动物体的点云集合获得最新的点云数据信息，对点云的位置数据进行信息处理，实现全景动态数据的统计与整合。16线三维激光在实际应用中，通过TOF计算光速与发射接收时间差的乘积半数，获得可移动体与激光之间的相对距离。在激光坐标系中，将可移动体位置转换到三维场景的坐标系中，对可移动体的准确位置定位与检测，标注三维场景，获得动态图像。

三维实景无人值守感知系统的测试分析

三维实景无人值守感知系统的实际应用测试与统计分析，利用激光雷达覆盖变电站，获得点云数据。对被追踪物体信息分类，建立全景的三维动态图像体系。通过三维激光传感器，将FOV空间中的点云数据信息输出到全景坐标系中。将输出的数据信息转化为标准点云数据格式，数据信息整合后，可对变电站三维场景中的可移动体运动估计、运动速度等进行数据分析，提高三维实景无人值守感知系统的功能分析水平。三维场景中的追踪信息显示与详细信息整合，利用摄像机与激光扫描技术，实现全景实时监控。

结合变电站三维实景无人值守感知系统的功能设计，对激光雷达成像过程进行测试与分析，需检测点云场景中的可移动目标，捕捉与处理数据信息。对点云场景中可移动体目标检测、捕捉等过程进行数据分析，对目标的距离、特征信息等进行综合评估与分析。成像结果如图3所示。

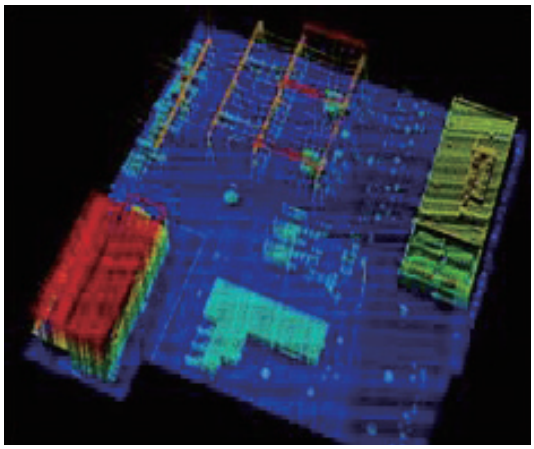

图3　点云场景中的捕获效果

对激光雷达成像过程进行分析，通过相机获取可移动目标去距离，对成像信息进行全面探测与统计分析。在对雷达成像过程优化的基础上，可对目标物的移动数据进行数据整理与分析。激光雷达成像在实际应用中，整合被监测目标强度信息、图像及目标信息等。监测距离比较远，角度分辨率比较高，功耗相对比较小。对三维实景无人值守感知系统的可移动目标进行检测与分析，通过动态目标检测、捕捉和定位，在点云场景中，对可移动体的方位信息、运动轨迹等定位与分析，实现三维实景无人值守感知系统的实际应用效果。对三维实景无人值守感知系统的实际操作进行分析，获取变电站呃逆可移动目标的信息状况，包含位置、距离及相关特征，帮助电力维护人员动态监控与实时监测变电站全景，提高变电站无人化的智能监控效果。

结束语

基于全景感知技术与激光雷达成像的联合应用，变电站三维实景无人值守感知系统的设计，可通过不同的监控系统进行数据反馈，并对变电站进行三维展示，这对实现全局掌控方面有积极作用。变电站三维实景无人值守感知系统在设计与完善的过程中，具有测量准确度高、时间与空间分辨率比较惊喜及探测跨度比较大等特点，这对进一步提高监控能力方面有积极作用。在利用定位机构对变电站进行全景监控中，则需要从位置信息、速度信息等方面进行精准定位，这对智能变电站的监控水平提升方面有积极作用。**EA**

（收稿日期：2021.08.04）