

# 浅谈BIM放样机器人精确定位技术研究

冯浪 张利伟

中交一公局集团有限公司北京建筑分公司

**摘要：**随着现代社会经济的不断发展，建设项目的发展标准化，标准化程度不断提高，施工现场周期越来越短，工业建筑预埋件越来越多且难度不断增大，定位要求极高，对其预埋定位精度成为当代建筑的一种难以保证的现象，本文将介绍如何利用BIM放样机器人如何精确定位，预埋误差缩短在5mm以内，希望能为今后工业厂房的选址提供有益的参考。

**关键词：**精确定位；缩短工程；控制误差；效益提升

## 一、预埋件的定位现象

由于某项目特殊，涉及需要精确定位的预埋件约1500个，化学锚栓约3000个，桩基需要进行中心点复核约812个，工期紧、任务重，按照普通的仪器测量方式，无法保证工程进度，复核、放样测量精度。

## 二、现象问题分析

### (一) 人员放样

根据以下数据显示分析，普通仪器放样不管是人员数量还是仪器操作，四人操作两台仪器与两人操作一台BIM放样机器人，与前者相比，差距很大，减少了人力，加快了放样进度，缩短了周期生产。

序号	人员/人	普通仪器	天数/天	点数/个	BIM机器人	天数/天	点数/个
1	2	普通仪器	1	76	BIM机器人	1	209
2	3		2	162		2	434
3	4		3	316		3	827

### (二) 设备对比

经过以下数据对比，BIM放样机器人所拥有的放样功能、全自动校准、误差、取点等，普通仪器是不支持的，测角精度、测距范围、测量时间参数与BIM机器人相比差距大，施工现场预埋件、化学锚栓定位精度普通仪器达不到精度要求且误差大，施工质量难以保证。

普通仪器：

测角精度：2”

测距精度：无棱镜：(2+2PPXD) mm，棱镜：(3+2PPXD)

mm。

测距范围：无棱镜：0.3~350m，棱镜：1.3~4000m。

测量时间：精测：0.9秒，速测：0.7秒，跟踪测：0.3秒

放样功能：无

BIM机器人：

测角精度：1”

测距精度：无棱镜：(3+2PPXD) mm，棱镜：(0.8+1PPXD)

mm。

测距范围：无棱镜：150m，棱镜：7000m。

测量时间：标准2.5秒，跟踪0.4秒，平均观测2.5秒/每次测量。

放样功能：支持创建点，点属性修改，自动创建放样偏差报告，能创建放样汇总，直接以pdf显示，查看点的属性（坐标，图层，属性），创建偏移点，使用免棱镜模式放样，激光自动调节功能（保证x，y始终正确）

### (三) 工期紧，仪器精度要求不满足

某项目工期为176天，由于结构复杂性，前期需对桩基中心点复核，对误差较大的桩基进行统计，实施下一步改进措施，预埋件定位要求在5mm以内，按照常规的普通仪器进行桩基复核、预埋件定位放样，根本满足不了工期要求，复核、放样精度无法达到指定的要求。

## 三、改进措施

### (一) 人工测量改为BIM测量机器人

针对Bim在建筑施工中的应用，介绍了一种放样机器人：无论是软硬件的连接，还是内外产业的合作过程，都将其打包成一个完整的解决方案，贯穿于建筑施工的各个方面，提高建筑施工质量。

为有效的提高施工生产进度，缩短工期，设备定位要求精准无误，钢筋排布时提前预留锚栓位置，质量要求极高，使用测量机器人扫描仪进行无偿复测，提高预留预埋等一次成型质量，减少，从而大大节约成本，达到精度定位要求。

### (二) BIM机器人坐标体系建立

#### 3.2.1 建立坐标系

打开DWG格式的模型，单击“新建UCS”按钮，单击模型中的两个已知控制点，输入实际的三维坐标，选择坐标系单位，发布坐标系并命名。

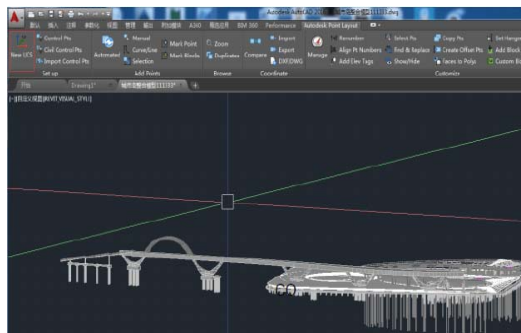


图1 BIM模型坐标

#### 3.2.2 创建建站控制点

在AutoCAD软件中打开DWG模型，单击Autodesk点布局界面中的“控制点”按钮，找到模型中要设置和命名的相应控制点（只需命名第一个控制点，随后的放样点将自动命名）。由于坐标系是以前建立的，因此在建立车站设置控制点时，不需要输入实际的三维坐标。

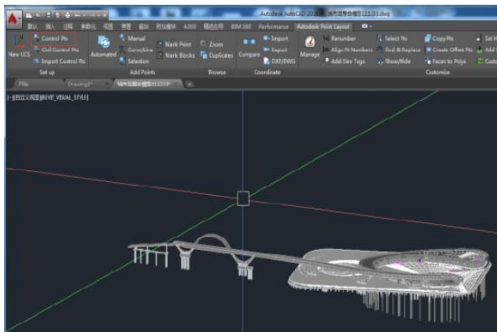


图2 BIM控制点设站

3.2.3 创建放样点

在Autodesk点布局界面中点击“手动”按钮，在模型中找到相应的放样点进行设置和命名（只需命名第一个放样点，随后的放样点将自动命名）。同样，由于坐标系之前已经建立，因此在创建放样点时不需要输入实际的三维坐标。

(三) BIM机器人放样步骤

3.3.1 现场精准设站

根据施工现场的实际情况，尽量在山坡上找一个开阔或稳定的地方，将智能全站仪和iPad带到施工现场，按常规程序对施工现场的智能全站仪进行调平找正，并通过车载内置Wi-Fi将

iPad直接与智能全站仪连接。

3.3.2 现场精确校准

设站方法有两种，即后方交会法和已知点设站法。棱镜的实际位置将显示在iPad端BIM 360布局应用程序中3D模型的虚拟位置。当棱镜在真实世界中移动时，三维模型中的虚拟棱镜也会同步移动，实现真实施工现场的空间坐标与三维模型的空间坐标的映射。

3.3.3 现场精确放样、误差校准

根据平板电脑的提示（方位导航界面），移动棱镜杆，放样出预埋件中心定位位置。在放样作业的过程中，RTS机器人会自动记录每个桩基点的“放样状态”“放样时间”“放样误差值”，自动记录每个点的放样状态及误差值。可视化拾取放样点无需手动输入点坐标，可视化选取操作。直接在CAD图纸或BIM模型中点击拾取放样点。

四、执行后的成果

(一) 经济效益

有了BIM机器人反馈的精确三维信息，运用 BIM 模型结合、指导现场施工，能确保定位精确，误差缩短、操作简便、进度提升，人员投入简单，降低现场劳动力成本，大大减少了现场人工作业所带来的错误与不便。

(二) 应用效果

项	仪器	效率	效益分析
内页取点	普通仪器	算一个点并记录，10分钟，利用CAD标注并记录一个点，1分钟利用Revit模型标注并记录一个点，1分钟约有1%的一次错误率	按每条弧线需要5个点计算，初步统计的总放样点数为：7810+6288+3747+1035x5=23020个，其中约有一半要由我方计算或由其他方式获取点内页取点节约时间为23020/2-23020/15=9975分钟=166小时=21.8工作日
	BIM仪器	取点并导入手部，15个点/分钟，且没有错误	
放点放样	普通仪器	三人组平价每天（8小时）放控制点15-20个	放点放线节约时间：23020（8/20-8/50）=5524小时=690工作日且节约1个测量员（8000/月）
	BIM仪器	两人组评价每天（8小时）放控制点45-50个	
测量	普通仪器	三人组平价每天（8小时）放控制点75-100个	节约1个测量员（8000/月）
	BIM仪器	两人组评价每天（8小时）放控制点75-100个	
偏差分析	普通仪器	将数据导出后，人工将点坐标反馈到CAD图纸：1个点/1分钟，且约有1%的一次错误率	偏差分析节约时间约为23020分钟=383.7小时=48工作日
	BIM仪器	实际测量数据直接反馈到电子图纸：n（取决于实测点位数量）点/1分钟，且没有错误	

(三) 技术攻关

一种智能电子全站仪，能自动搜索、跟踪、识别和精确瞄准目标，代替人工获取角度、距离、三维坐标、图像等信息。BIM测量机器人通过CCD图像传感器等传感器识别真实测量的“目标”，快速进行分析、判断和推理，实现自我控制，自动完成瞄准和读取操作，完全取代了人类的手动操作。BIM测量机器人可以制定测量计划，控制测量过程，并将测量数据处理与分析软件系统相结合。它可以代替人完成许多测量任务。场地精确定位，目标点坐标计算及误差分析，包括（投影校正、仪器倍增常数校正、距离差校正、高差差校正）。

(四) 自动查找点位、报告生成

技术人员利用BIM放样机器人和BIM技术相结合，进行现场定位放样，通过准确的三维模型信息，完成详细的施工设计和结构复核，对施工现场所放样的点，在平板自动生成报告文件，方便快捷查找定位误差的点位，从而减少返工，提升工作效率。

结束语

在施工阶段，BIM机器人采集现场施工成果的三维信息，通

过设计数据与实际数据的一系列简单对比分析，检查埋件的定位，实现对施工成果更全面、更细致的验收，达到了令人满意的高精度和高效率。实现了高层建筑坐标的三维空间定位，避免了误差积累，提高了建筑施工测量的精度和效率，实现了人与机器人的同步运行，实现了高层建筑的轴线测量、BIM和无纸化测量。实现了BIM模型与建筑实体的比较。

可在模型中快速采集坐标信息，数据可以通过计算机上传至BIM测量机器人实现自动化追踪，解决大量不规则的特征点、复杂的工艺有序测量放样，简化了放样步骤、流程、定位，最后将现场实际数据与BIM模型设计对比，其精度完全满足建筑误差要求。

参考文献

[1] 童鹏程《BIM技术结合测量机器人放样功能在高层建筑领域的应用》2018年第十一期  
 [2] 方睿《基于BIM平台测量机器人在施工中放样的研究》2019年第二期  
 [3] 樊冬冬《基于BIM的智能施工测量放样方法》