

BIM在台湾营建的应用

Application of BIM in Construction Industry in Taiwan

撰文 江志云 大陆工程建筑项目部

摘要 在台湾建筑工程的合同模式下，从工程承揽的作业规划到施工，藉由BIM的技术协助工程现场的整合作业，强化多方的沟通接口，进而提供高质量的作业图面。

关键词 BIM 施工 营建管理

1 台湾民间建筑的合同模式

从2008年起，“BIM”这个名词在台湾的建筑营建业开始被热烈地讨论，新的观念与工具也带来了新的变革。在产业链（开发、设计、施工、运转）中，营造端是产品的实现者，在执行BIM项目过程中，与业主的合约关系则影响未来BIM执行的效益。

台湾的民间建筑案大多是以建设公司为投资开发者（业主），委托建筑师设计，产出设计图纸后，再由业主招标找寻营造厂商承揽施工，最后营造厂商负责完工交付给业主，其中结构设计、机电设计及景观设计均受建筑师的委托（图1）。BIM的服务随着不同的需求合同（合约）的关系也有所不同，因为这关系着BIM信息的流通程度。如果是由业主委托的BIM合同，则产出的内容是为了业主需要的项目管理信息以确认完工时的产品是符合要求的。

大陆工程（Continental Engineering Corporation，CEC）是以施工营造为本业的公司，主要业务范围有土木工程、建筑工程及环境工程，经长期经营耕耘，现已发展成为台湾营建业的企业标杆。而BIM的导入则是从建筑工程先行尝试执行，并完全采用自办的方式执行（图2）。经过长时间的测试及验证，不断累积经验，以确认上线时能真正发挥实质效益，找寻企业新的竞争能力与价值。

2 业主需要的价值

什么是价值（Value）？如果以价值工程（Value Engineering）来思考，价值（Value）=机能（Function）/ 成本（Cost）。实现价值通常有两种策略，即保持机能不变、削价竞争的“红海”策略和增加初期成本的投入、将机能提升以增加获利空间的“蓝海”战略（图3）。BIM在应用之初是以设计阶段的使用为

主，产品的风险在设计阶段就已决定了，那营造厂是否有引入BIM的价值，其投入成本与产出效益是否能被市场接受？答案是显而易见的。在台湾，由于市场竞争与发包方式的关系，使得营造厂商在工程得标之初就肩负整合之责，期望在施作前能检查完成，然而随着工期的紧迫、图纸整合的复杂度及成本的考虑，要如期完成的确是一项挑战。BIM技术的出现让营造厂有了较为科学的改善工具，笔者认为BIM在营建业的应用主要有三项特性（图4）：1）资料一致性：产出的图纸内容随着时间改变而连动，实时提供最正确的信息，大量减少人工校正的维护量；2）良好的沟通工具：藉由3D的视觉效果，加强对二维图纸的解释，将每个人心中的3D画面共同表现在会议的投影画面上，让沟通更为顺畅；3）接口整合管理：依赖现场工程师的专业能力，将整合的结果提供业主、建筑师及各专业技师进行设计图纸检验，让业主做出最有利的决定，并将结果产出整合图面送审后依图施工，达到一气呵成的整合管理。

从这三项特性发展出适合营建业的BIM服务功能，台湾经过这几年的努力已经产出可商品化的服务功能有（图5）：1）基础服务功能：藉由3D建模完成立体的视觉仿真，并以软件的碰撞功能找寻图面的不合理处，以降低施工错误的风险；2）进阶服务功能：结合工程进度表转为4D（3D+进度）的视觉表现，并将已完成检验碰撞的信息以施工图的方式产出，达到整合的目的，同时核算数量的差异性。

不同的BIM服务功能当然建模输入的信息程度也有所不同，如果只考虑基础服务功能，建模的限制条件较少，也较易达成。当然，如果要考虑进阶服务功能，从组件的设计到建模的技巧都有所



图1



图2



图3



图4

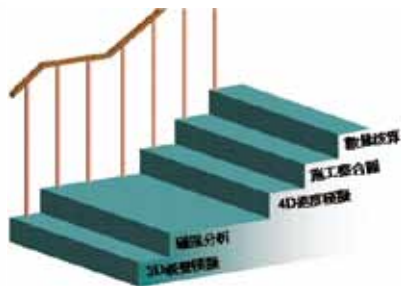


图5

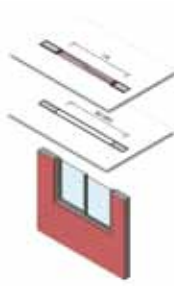


图6



图7

差异，这也成为最初导入BIM时一个很大的挑战。

再者，施工用的整合图在同一楼层必须随着不同阶段需要产出不同的施工图面，以方便施工者读图。如同洋葱一层一层被剥开，在结构体阶段提供模板工程所需的模板放样图，装修阶段提供泥作厂商及装修厂商的装修整合图面等。这与设计图纸表现最终面面的BIM信息是有所不同的。

举例而言，设计图中的窗是完成面的表现，而施工用的BIM必须考虑从结构开口、立窗、嵌缝最后再贴砖的时序，为符合施工者在各阶段所需的管理信息，同一组件在不同时间需要图纸表现出不同的信息，且能够随时保持连动。这在Revit使用上是较为困难的，因此最后还是必须依靠开发程序（API）解决需求（图6）。

一般建筑承揽工程得标之初，大部分都是二维图面的CAD档，所以都必须重新建模，并依次考虑施工阶段、4D模拟、施工整合图及数量核算之需求建置BIM模型，才能产出不同阶段需要的施工图，如结构体阶段的模板放样图到室内装修图（图7）。

因为是以BIM为基础产出的图面，施工图的表现除了二维的图纸外，大量使用3D的表现法已成为BIM施工图的特色，让图面更容易表达。以浴厕瓷砖分割图为例，除了保持原有的表现外，再加上3D剖面加强二维的表现尺寸，能够让施工者更清楚地了解图面内容（图8）。

3 结构与机电的整合

BIM的导入如果没有与机电的整合，便无法展现BIM的魅力。而台湾一般的机电图由于合同关系，只做到满足事业主管机关核可所需的机电图，所以营造厂取得图纸后必须先套绘整合并规划配管原则后，才有办法建立BIM模型（图9）。在没有BIM的工具出现之

前，只能用二维的图面进行整合，再由专业的包商依图施作，然而机电管线都是3D空间的变化，如果图面表达不够详细及准确时，承做的包商就会自行解释图面的意思，因此管线施作过程经常发生已完成施作的管线与后续进场的工项产生争议等问题。

所以BIM MEP的导入不仅使机电专业人员容易达成共识，也让非机电人员更能了解机电与建筑结构、装修的关系，确认正确性，机电施工包商也可以藉由3D的图形更清楚地了解图面，减少做错的风险（图10）。

机电3D模型必须建构在已完成的建筑结构模型上，而建筑模型信息的异动与机电模型相通是非常重要的，所以在BIM评估导入之初选择了Autodesk公司的Revit Architecture与Revit MEP 作为操作软件，因为这两个软件都是相同的档案格式，没有数据交换的问题。

在机电方面碰撞检验是首要任务，然而经过检验后的机电整合图产出效益更大，而整合必须是以工程专业为前提，如图11所示，在软件的检测上不会有碰撞的，但从使用空间考虑则应该将车道上的管道移至侧边，便可提高车道净宽。另外将检验完成的结果以3D表现在图面上，更能加强图纸的表现，减少与施工者的认知差距（图12）。所以若能将BIM的数据库多次使用（碰撞检验、出图……），就越能够发挥其应有效益。

从单调的蓝晒二维工程图到色彩鲜艳的立体图，这样的改变的确为工地提供了更进步的管理工具，这也意味着工程师可用更好的管理工具来监督工程并达成更好的工程质量。以一楼楼板高程为例（图13），这是高程变化较大的楼层，藉由BIM产出的3D高程图并利用不同色彩表现不同高程的楼板，可以清楚地了解楼板高程变化情形，而



图8

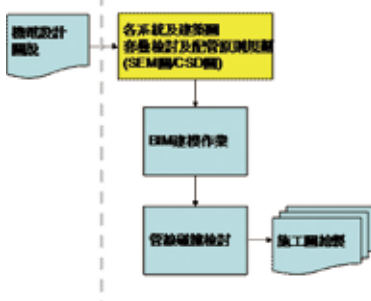


图9



图10

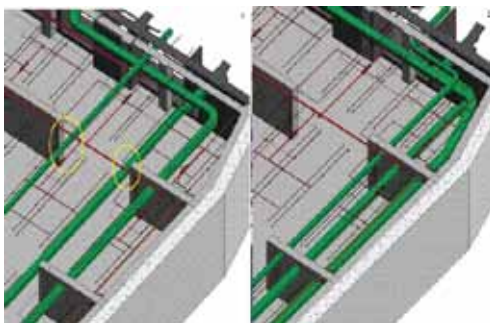


图11

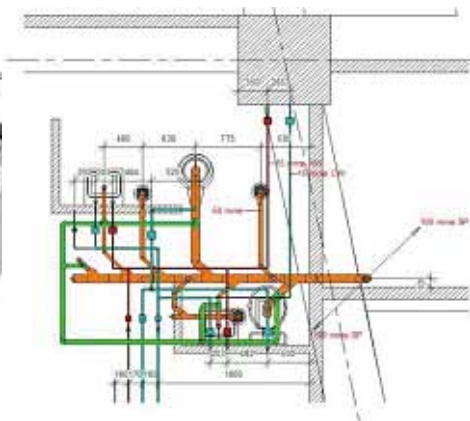


图12

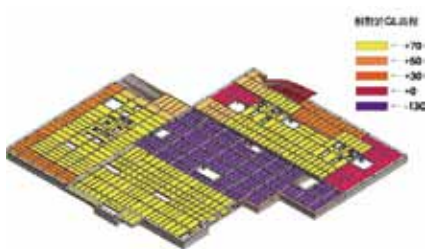
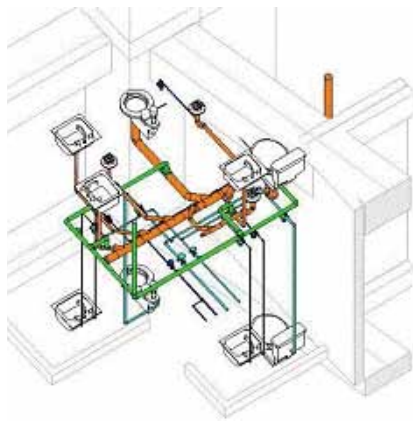


图13

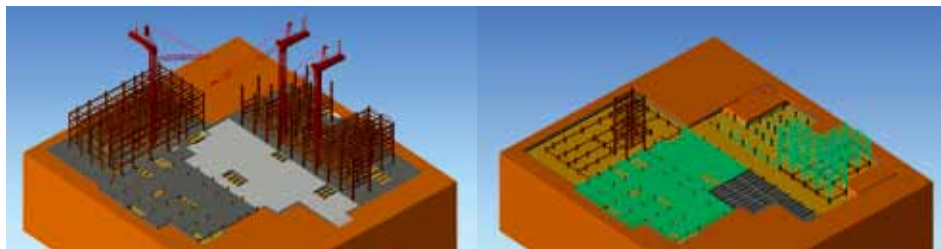


图14

这样的图面只是将楼板组件的信息筛选出来并经过定义后，便可快速完成。也就是说，如果期间楼板组件高程参数变更时，楼板颜色亦会自动修改至高程图例色块相符，达到一致的数据。

另外工程管理很重要的元素就是“进度”。专业的工程师看进度图或Gantt chart（甘特图）可实时在脑海中产生3D建筑物的“成长”形象，但这需要一定的经验及对图面了解度才能有如此的功力。而BIM已经辛苦建立基础数据，藉由4D的工具将其结合进度表档案，可以将建筑物的“成长”可视化，让所有人快速了解进度表的规划。这是BIM数据再利用的重要应用。

如同前述的施工阶段的特性，如何在一定的时间内可以多次讨论与修正资料，并快速且正确地回馈是很重要的因素。Navisworks软件的Time Liner功能考虑多方的软件整合接口数据流通问题，只要第一次设定调整后，而后多次的更动不会有太多的数据转换问题，大大提升工作效率（图14）。

4 结论

BIM的兴起确实让营建业开始更有效地进行管理，虽然BIM的门坎与复杂度不像CAD来的简单，但从3D视觉仿真的服务功能到施工图及数量核算，一连串的产出全部会因模型信息更动而连动，大幅地降低了维护量及错误率，这是目前一般CAD工具所无法做到的。

BIM在营建阶段主要的应用有：空间碰撞检验、整合图面及4D进度视觉仿真三项服务功能，同时强化建筑与机电的界面整合性，并与业主、各级包商有良好的沟通，真正发挥效益。

从BIM（Building Information Modeling）的字面可以了解，模型（Modeling）只是解决视觉的需要，而信息（Information）的掌握才是使用的焦点。而笔者据这几年的使用心得认为，整合（Integration）及信息管理（Management）或许能更加贴切地说明BIM的价值。



作者简介

江志云，毕业于台湾科技大学营建工程系，目前担任大陆工程建筑项目部副理，从2008年开始研究BIM并主持公司BIM技术的推动，主要业务为工程规划及BIM在施工之整合作业。