上海现代建筑设计（集团）有限公司

上海市电力公司电网建设公司

上海送变电工程公司

华东电力设计院

客户成功案例

案例

500kV静安（世博）地下变电站

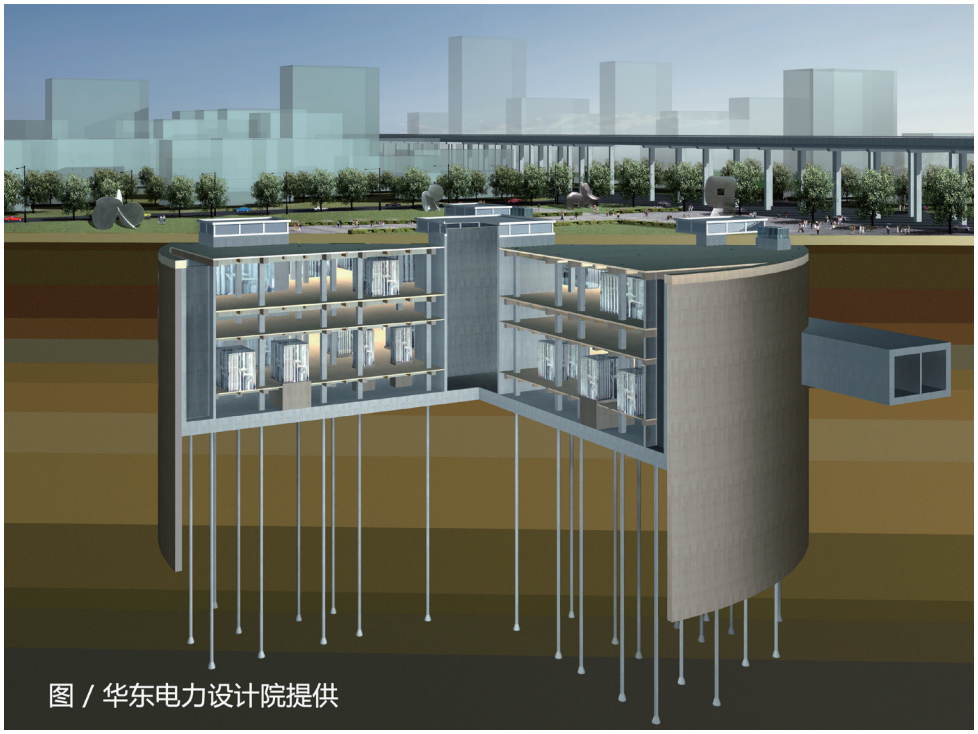
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Inventor®

宏观上，BIM为设计方解决了“设计内容是如何建造”的问题，为施工方解决了“施工是否组织合理”的问题，为管理方解决了“如何去管理和控制”的问题。

—高承勇
总工程师
上海现代建筑设计（集团）有限公司

BIM传世之作为电力建设行业启发未来

——BIM技术让500kV静安（世博）地下变电站堪称世界经典



500kV世博站示意图

上海现代建筑设计（集团）有限公司

上海现代建筑设计（集团）有限公司是一家以建筑设计为主的现代科技型企业，集团旗下拥有华东建筑设计研究院和上海建筑设计研究院等20余家专业公司和机构。2001年至2008年连续八年被美国《工程新闻记录》（ENR）列入“国际工程设计公司200强”和“全球工程设计公司150强”之一。2009年7月在ENR最新发布的“全球工程设计公司150强”评比中率先闯入百强，位列第88位，创下了中国民用设计企业在国际上最高排位记录。

上海市电力公司电网建设公司

上海市电力公司电网建设公司隶属于上海市电力公司，是专业从事上海地区220kV及以上超高压输变电工程项目和城区范围内35kV、110kV输变电工程项目的建设管理单位。在世博电力配套建设任务中，公司成功建成500kV世博变电站、220kV济南输变电、静安站220kV进线等9项电网建设任务。投运了目前世界上变电容量最大、技术水平最先进、全地下、智能化的500kV静安（世博）变电站，进一步提升了上海核心市区电网的安全供电水平，实践了低碳世博、绿色环保的电网理念。

上海送变电工程公司

上海送变电工程公司是上海市电力公司下属全资子公司，主营高压及超高压输变电工程建设，具有中华人民共和国建设部颁发的电力工程施工总承包一级资质，国家电力监管委员会颁发的一级承装（修、试）电力设施许可证，中国电力企业联合会颁发的送变电工程类甲级调试单位等资质。承建的工程荣获国家建筑工程鲁班奖和国家电网优质输变电工程等荣誉，连续多年被评为全国电力优秀施工企业。

华东电力设计院

华东电力设计院自1953年创建至今，创造了中国电力设计史上的诸多第一，已发展成为技术力量雄厚、专业配套齐全的具有工程勘察设计综合甲级资质的国家级综合性电力设计院，在大容量火电、核电、特高压输变电、地下变电等电力工程勘察设计高端技术方面形成了独特优势。

梦回世博，灯火依旧辉煌，霓虹灯姹紫嫣红，夜晚也璀璨亦如白昼……灿烂的背后，一座地下变电站默默地为这一切提供着稳定的保障，它就是500kV静安（世博）地下变电站——中国第一座世界上最先进的全地下筒形500kV变电站，它与向家坝-上海±800kV高压直流输电示范工程奉贤换流站双枝并秀，载入我国电力建设史册，并在世界同行业树立了里程碑。

500kV静安（世博）地下变电站位于上海市中心，由成都北路、北京西路、大田路和山海关路围成的黄金地块内。直径130米，深33.5米，基础面积13300平方米，地下建筑面积53066平方米，地上建筑面积1590平方米。地下四层筒体结构，局部设置小面积夹层，地面层建筑仅保留主控室、进出口和进出风口。一层（-11.5米）为全金属封闭组合电器设备及辅控装置层，二层（-16.5米）为全金属封闭组合电气通管机电缆层，三层（-26.5米）为主变压器等充油设备层，四层（-31.5米）为电缆层。

作为世界最大最深的500kv地下变电站，亦是上海首次将超高压电源引入闹市中心的枢纽变电站。其规模宏伟、技术顶级，不仅满足了上海市浦西内环线以内中心城区的用电需求，优化了浦西中心城区200kV电网，提高了供电可靠性，而且还保障了位于世博地区南市站、连云站的上级供电电源，为包括世博园区在内的供电及中心城区200kV电网的更新改造创造了条件。

可以说，该工程是目前国内最深逆作法施工的项目，很多方面都是超常规施工，而且，工程又建在市中心，一有闪失，经济、社会影响都无法估量，尤其在电气建设方面，规模涵盖500kV及以下所有电压等级，电气设备种类繁多，布置紧凑，其施工难度可想而知。然而，就在这种高难度实施的情况下，有一件神兵利器——BIM，使很多的困难迎刃而解。无论是建设方的上海市电力公司电网建设公司，设计方的华东电力设计院，还是施工方的上海送变电工程公司，都从BIM的实施方上海现代建筑设计（集团）有限公司方面得到了很多启发。宏观上，BIM为设计方解决了“设计内容是如何建造”的问题；为施工方解决了“施工是否组织合理”的问题；为管理方解决了“如何去管理和控制”的问题。不难看出，正是基于对BIM的信赖，如此规模庞大的地下工程才得以顺利推进，如此高精尖的大体量项目才得到了世人的瞩目。

智能BIM之妙

应用BIM的目的本身就是为了更好地解决实际问题。上海市电力公司电网建设公司总经理杨明表示，“对于我们来说，使用软件解决问题的方法有很多，但能够进一步提升效率，才是我们最为希望的，即用最少的时间和人员投入，来完成繁重

图片由上海送变电工程公司提供。

BIM并不是由某个团队单独来运作的，也不是实现于某个阶段的，而是随着项目的进展而不断地更新和维护，存在于建筑的整个生命周期之中的。500kV静安（世博）地下变电站的BIM就是新技术新方法完美结合的产物。

—李嘉军
信息中心主任
上海现代建筑设计（集团）有限公司

摆在BIM面前有诸如软硬件、项目实践、技术方法和标准、团队培养等的挑战。但是，BIM的应用不仅是使用软件，其精髓是一种思想，首先要把BIM想清楚，充分认识其价值。在实际项目中，利用BIM实现价值的最大化，并辅以团队打造、研究探索，通过项目成果的积累和总结提炼出一个技术方法和体系。

—杨明
副总经理
上海市电力公司电网建设公司

从项目的全生命周期看，使用BIM作为一个数据平台来协调合作，更好地提升了整个项目的效率和质量。当然所有这些的基础，是各个参与方在不同阶段的数据成果之间的共享和传递，在这里，BIM功不可没。

—朱玉林
总工程师
上海市电力公司电网建设公司

世博变电站是国内首座全地下布置的500kV变电站。目前，世界上只有日本新丰州变电站一例，可借鉴的经验案例几乎没有。然而，在该项目中，逼真的三维设计模型却让我们看到了未来的设计成果。

—陈平
500kV静安（世博）地下
变电站业主电气项目经理
上海市电力公司电网建设公司

图片由上海送变电工程公司提供。

的工作，而BIM就为500kV静安（世博）地下变电站的整体实施提供了这样的解决方案。可以说，BIM大幅提升建设项目整体交付成果的品质已成为业内共识。”

在500kV静安（世博）地下变电站项目的建设过程中，参与的建设单位众多，长期以来，他们各自形成了自己独有的技术路线，如果要求在短时间内各参建单位摒弃原有的技术平台转向某一统一的新平台，显然是不切实际的，软硬件更新维护、人员的培训以及新技术与现有业务的磨合，都需要投入大量的人力财力，而且还需要有一个更为长期的过渡阶段。而在这里，由欧特克所提供的BIM就成为了一个很好的解决方案，在广泛应用的AutoCAD平台的基础上，BIM实现了由传统到现代技术的平稳衔接，并且AEC数据交换使得BIM打通设计、施工、监理、勘察、供应商、物资、业主的全产业链成为了可能。

与传统作业相比，BIM使得设计人员能够从繁重机械的绘图和出图的工作中解放出来，将更多的时间和精力用作思考更高层次的设计问题；施工单位也可以用更短的时间领会设计意图，把更多的精力用在现场实际情况的提前预控和对重要部位、关键产品的严格把关等准备工作上。总体来说，BIM的应用为这个复杂的项目提供了诸多的传统作业无法比拟的便利。

洞悉BIM智慧

与其说应用BIM实现了项目工程难点的挑战，不如说是凭借BIM自身的智慧完成了项目各方面的跨越。500kV静安（世博）地下变电站作为国内最大的逆作法深基坑施工项目，面临着大件运输吊装风险大、高落差注绝缘油难度大、地下管线敷设复杂、交叉作业频繁、施工环境恶劣、工期紧、质量要求高等难题。然而，应用了BIM辅助建设项目多维nD集成管理的解决方案后，实现了高效地项目合作与沟通；完成了科学地计划与建造；更好地预测了风险与过程控制。

设计变更通常是影响施工项目工期成本和质量的一个主要因素，通过BIM 4D模型可以进行推演评估设计变更的影响。由于支持版本追踪，使得工程模型和数字图纸上每一项修改变更内容都能追溯可控。其实，大型地下建设项目中，施工空间冲突在所难免，成为制约施工安排的一个重要原因，由于施工空间是不断变化的，致使施工空间冲突也是动态的，因此透过BIM 4D模型+流程图中紧前紧后工作的逻辑关系，从而合理安排施工队伍工作的优先级，把有限的资源投入到节点任务最紧、对进度总控影响最大的关键路径上。

500kV静安（世博）地下变电站为地下四层，设备、工料都是通过南北两个吊物最深送到-26.5米层。借助BIM模型中工程构件是参数化数据的特点，工料清单中能快速直观地辨识构件在3D空间的安装部位，进场的施工材料、工器具能合理地布置到位，减少二次搬运、降低成本并满足安全文明的要求。

从项目的全生命周期看，大家都使用BIM作为一个数据平台来协调合作，更好地提升了整个项目

的效率和质量。当然所有这些的基础，是各个参与方在不同阶段的数据成果之间的共享和传递，在这里，BIM功不可没。

驭信BIM于行

实际上，目前国内BIM应用呈现一种重建模轻维护的现象。针对于此，500kV静安（世博）地下变电站项目中，其BIM模型便采取在设计阶段制作BIM基础种子模型，由专业厂家深化补充模型，设备供应商通过AEC交换数据提供部分装配轻量化样机，通过施工单位二次设计和局部模型重塑，来综合运行单位意见调整的技术路线。由此可见，BIM并不是由某个团队单独完成，更不是实现于某个阶段，而是随着项目的进展而不断地更新维护。500kV静安（世博）地下变电站的BIM就是新技术新方法完美结合的产物。

在本项目中，一二次电缆敷设优化和高压电缆敷设施工是项目顺利推进的重要节点。一二次电缆、风管、水管、GIL通管都集中布置在B2、B4层，站内一次动力和控制电缆涵盖多个电压等级，仅电力电气电缆桥架就长达28公里有余，可利用净高小于4.2米，加之考虑预留检修通道后，空间就变得更为有限，而接线工艺要求又非常高。高压电缆截面大、硬度高，敷设时转弯半径受电缆规格、材料特性和现场条件等种种因素的限制，长期以来弯道处的电缆和电缆金具固定一直是敷设时的难点。因此，在现场就可能遇见由错、漏、碰、缺所导致的工程变更及其影响：影响设计单位的设计品质和工作量；施工单位窝工、返工，存在安全风险；建设单位延误送电、造价超支、质量降低，造成资源浪费、产生更多的碳排放等。

如何处理才能避免问题的发生？在对高压电缆敷设弯道处的处理上，应用Autodesk Inventor参数控制电缆容许弯曲半径，支架沿敷设路径iCopy参数化布置。使其优化后，支架布置间距均匀，支架方向与电缆敷设路径一致。从参数化的应用上看，提前发现重要问题73处，并得到了有效解决，大大减少了现场的设计变更和不合理变更，为决策者提供了高附加值的参考信息。

值得一提的是，在整个项目的施工过程中，微观4D四维施工的模拟其应用的价值更加突出，它是3D技术基础上多维nD应用的新手段，是行业内由纯个人经验管理方法提升为科学化管理方法的基石。

体验BIM传承

20多年来，经济因素一直是主导我国建筑业发展的主因，但接下来的10年乃至更长时间，环境和社会因素将会对建筑业产生更大的影响，所以建筑师的创意很重要，但却不能忽视可持续的因素。这就必须重视建筑的性能化，而且要将其放到建筑的全生命周期中去看待。而BIM作为一个技术载体，可以更好地承载建筑全生命周期的各个元素，进而提升项目横跨策划、设计、总承包、管理咨询、物业运营等等的全过程业务能力。

可见，要想将BIM贯穿于500kV静安（世博）地下变电站的整个项目中来，质量管理精细化是前提，绿色施工、持续改进是保障。500kV静安（世博）地下变电站项目在开工前就进行了精心策划，从质量、安全、文明施工和环保等4个方面入手，共编制了多项具体施工策划方案，确保施工有序开展，增进项目合作，根据现场设备就位的实际情况重塑施工模拟。此外，地下施工环境相对封闭，粉尘、炎热聚集危及施工人员职业健康；上海地下水位高，主变室、GIS室内湿度普遍高于80%；地下施工环境无自然采光，人工照明

图片由上海送变电工程公司提供。

有限，增加施工难度和风险，这就要求必须利用BIM做好各种应急预案的模拟和演练，从而达到绿色文明施工，安全布置策划。

500kV静安（世博）地下变电站项目在BIM的持续改进方面做了一些尝试。通常，施工现场需要承担一部分设施竣工投运前的维护管理，而这个过程的工作又极其繁琐：进场待安装的设备数量和种类繁多，每套设备由不同的供应商进行配送和现场技术服务，而且，设备之间的技术协议管理缺乏横向联系，每套设备之间相互的关联关系复杂，进场设备进库存储管理工作量大，设备及配件领用借用频繁。BIM为此而提供的设备关系、合同模块和维护模块，为存储检索与此设备相关的信息，存储和检索与此设备相关的技术协议、使用手册等合同文件，记录和提醒此设备的周期性维护计划，以及设备的变动维修记录等提供了可靠的保障，也为整个项目BIM全生命周期的应用画上了完美的句号。

选择Autodesk的BIM解决方案不仅是出于其理念和方法的优越性，同时也是考虑其能与还在使用传统二维设计、生产模式的众多中小型参建单位有一个很好的软衔接，除此之外，三维模型无论是可视化还是信息量都在原有的基础上有所改善和提升。

—乐群
500kV静安（世博）地下变电站项目副经理
上海送变电工程公司

图片由上海送变电工程公司/华东电力设计院提供。