建筑钢结构在“中国制造2025”中的突破点

戴为志

在过去的岁月里，建筑钢结构工程轰轰烈烈，创造了一个又一个奇迹，促使我国的钢结构大踏步进入了成熟期，迅速成为名符其实的钢结构大国。然而，事物总是“一分为二”的：在成绩和光环的后面，在奥运、世博钢结构工程的高峰期之后，市场出现疲软；已竣工运营工程开始暴露缺陷和不足，人们不得不面对钢结构行业十分严峻的局面，去分析现状、思考我们的工作。

众所周知：在“中国制造2025”的推动下，新一代信息技术与制造业深度融合，正在引发影响深远的产业变革，形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。各国都在加大科技创新力度，推动三维（3D）打印、移动互联网、云计算、大数据、生物工程、新能源及新材料等领域取得新突破。基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革；网络众包、协同设计、大规模个性化定制、精准供应链管理、全生命周期管理及电子商务等正在重塑产业价值链体系；可穿戴智能产品、智能家电和智能汽车等智能终端产品不断拓展制造业新领域。为我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇。

分析思考问题的切入点就是焊接和焊接相关的人和事，况且建筑钢结构已经大大落后我国工业发展速度。

一、建筑钢结构目前仍然是传统人治的管理模式

企业管理层次分：“人治”、“法治”、“企业文化”；众所周知，“人治”是最原始的管理模式；仅从表面上看，我国的钢结构企业几乎100%的通过了ISO9000标准体系认证，也取得了钢结构制作级别证书；应当说企业已经进入“法治”阶段，好的企业可以认为形成“企业文化”，形势一遍大好。

然而事实并不能让人完全乐观，我们面对的事实是：很多企业在工程全面质量管理方面缺乏起码的知识，多数工程来往往是“遭遇战”，来不及策划、研究“施工组织设想”、“专项技术方案”等必须的工艺文件和预案；碰到问题“头痛医头，脚痛医脚”，由于缺乏预案，往往是“治标不治本”，有的企业甚至连“标”也治不了。此外、大部分企业没有树立“三全”、“四个一切”的观念；由于没有建立真正意义上的质量保证体系及有效的管理模式、没有相应的硬件，所以个别企业仅仅依靠个别领导人、技术人员的威信和能力进行管理，是典型“桃园结义”式的“人治”阶段；为数不多的企业进入到依靠规章制度的“法治”阶段；只有极个别企业实现了最高境界，即形成“企业文化”。

二、建筑钢结构标准化进程缓慢

纵观全国钢结构各系统、行业，建筑钢结构应用焊接机器人所占比例最低，而目前还没有成热技术可参考。

客观地说：在焊接机器人应用十分广泛，技术水平最高的日本，建筑钢结构应用焊接机器人的地位也不高。根据2015年7月由中国工程建设焊接协会在

北京组织的中、日技术交流会上，日本专家介绍了日本已实现标准化设计的“梁贯通”节点，采用焊接机器人自动焊技术取得了长足的发展，在工厂钢结构制作中已经大规模应用的情况；确实反映了建筑钢结构制作中的技术进步，但不全面，覆盖面不到100%。日本建筑钢结构焊接机器人自动焊技术的发展，除机器人制造业发达之外，最大得益于建筑钢结构逐步实现标准化设计；日本人的发展道路再一次告诉我们：焊接机器人在建筑钢结构制作或者安装工程中应用，其技术水平和规模大小，取决于建筑钢结构标准化设计的程度。

同理，在中国机器人自动焊接首要条件是工件相对固定，然而我国建筑钢结构焊接工程很难做到这一点，这是因为建筑钢结构设计没有实现标准化，或者说标准化程度不高；这对在复杂钢结构体系中应用机器人自动焊技术带来很大的困难，因此存在很多方面的关键难题。

三、建筑钢结构在“中国制造2025”中的突破点

当前钢结构企业“精细化”生产管理已是一种趋势。特别是国外工程、大型工程，对交货计划的控制非常严格，项目管理工作显得尤为重要，选择必要的计算机辅助管理工具是必然之选。遗憾的是，类似Project之类的管理软件都是通用软件，不适合钢结构企业实际需要，EXCEL表格软件虽然有强大的制表功能，但是在数据分析方面无能为力，且手工工作量巨大，无法实现同步协同工作。

根据钢结构产品加工制作过程具有一定的流水作业特点，生产节拍和步距都有据可循。对于一些标准构件的生产过程均可通过规定的工艺过程进行控制和管理。安徽奇荐科技有限公司，对钢结构制造、安装和管理进行了长期深入研究，找到了建筑钢结构改变落后管理的突破点，研究成功钢结制造智能动态负反馈协同管理系统；针对对所提出的问题进行一系列结合生产管理的实际，特别是工厂中最棘手的质量和进度管理的实际，结合现代ERP管理优势，努力克服其不足，提出了一整套设计，如图1所示。

该系统的核心是进度与计划管理系统，是本系统的基础模块，也是核心模块；所有项目的计划、进度信息的规划和收集均由此开始，直到项目结束。全系统共用一个数据库系统 。

1.开发该系统设计的基本依据

该系统针对建筑钢结构制造中的日常最难解决的问题设计：

（1）国外客户要求提供构件生产准确计划　企业接到外单生产，经常被国外驻厂代表和监理要求提供详细准确的构件加工计划和检验计划。而这正是我建筑钢结构制造工程中的软肋，我们只能提供粗糙的大节点计划，没法满足客户的要求。 因为制造工厂没有编制构件生产计划的熟悉程序和工具，采用完全手工编制既不准确、也不及时，因此产生不可控因素，随意性时有发生。

（2）客户要求每天提供详细的生产进度　重要项目的生产，特别是大型项目、国外项目，甲乙双方都会重视项目的管理工作。每日要向上级部门汇报工程进展情况，人手少工作面广、数据收集量太大，如果只靠管理人员人工收集，既不准确、不及时，又不全面。信息偏差大，常会掩盖问题实质所在，存在管理上的漏洞。

（3）计划不断在变，何时能够全部完成　项目会由于各种原因导致停滞和拖延，预定计划节点总会被打乱，而工厂又经常会有多个项目同时开工，怎样预测和把握项目的完成时间是个难题。

现场要货很急，但生产就是滞后、节奏缓慢，工厂又没有努力配合，管理者无法真正知道构

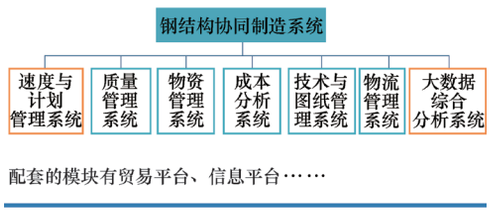

图1　系统框架和主要模块

（注：钢结构协同制造系统为ppt暂定名）

件制作真象，无法全程跟踪重要构件的生产情况。

（4）工厂开工项目多，生产准备和信息整理是个问题 ①项目要开工，下周下月材料需要多少，需要生产的材料有没有到齐？②几个项目都在催货，加班加点能不能按期完成？劳力够不够？③按计划完成我应该在哪天组织加班、增加人手，④后面哪些工序事情不多了，生产问题出在哪道工序？⑤上面索要的生产信息没有人手去统计。

（5）项目管理者在任务分配、计划控制与平衡，以及在哪需要编制详细可行的生产计划等， 都需要有详细的进度跟踪信息， 需要有足够的生产准备信息。另外，还要了解图纸、材料、拟用工厂可用产能等，及时获得工厂的问题所在的环节。

2. 钢结制造智能动态负反馈协同管理系统特点

根据制造工厂的实际问题，钢结制造智能动态负反馈协同管理系统，应用了现代科技成果，形成了以下特点。

第一，基于互联网技术，实现产品信息模型数据的共享。

第二，用户跨平台操作，手机端支持安桌和苹果系统；PC端面支持浏览器访问。

第三，工序化生产管理，可将生产过程涉及的每一环节纳入到工艺流程中进行管理 。

第四，整合并提高项目运行的整体效率，实时、动态和真实，达到全员参与管理。

第五，工序工艺、部门、组群、权限可完全自行定制 。

第六，工序流动信息实现实时推送 。

第七，计划自动编排并自适应。

第八，自动生成预警信息 。

3. 钢结制造智能动态负反馈协同管理系统的技术内涵

（1）计划编制 自动编制项目原始计划 ，自动编制未完的构件计划 ，按优先级顺序进行控制 ；输出计划横道图。

（2）进度跟踪 对构件按工序进行跟踪，跟踪15道生产工序构件是最小跟踪单位，质检信息同步跟踪 。

（3）生产准备 按不同阶段、不同工程及子项分类汇总所需材料 ，根据预定计划确定工厂的日、周、月负荷量分布， 输出未来日、周、月构件清单及材料用量 。

（4）信息分析 根据计划预测完成节点，分析工厂负荷确定劳力，从不同角度对工厂工程，进行定量分析输出报表，比较计划趋势发现问题 。

综上所述，在制造过程中，进度和计划每个工序都进行检测，及时发现同计划的误差并及时调整，形成典型的负反馈系统，形成动态管理。由于随时得到反馈和纠正，避免了问题“积重难返”的局面，使生产质量和进度受控，从而实现精细化管理。

4. 钢结制造智能动态负反馈协同管理系统的软件架构

（1）云存储 系统数据库服务、Web服务， 以及产品信息模型PIM建在云端 ，实现互联网共享 。

（2）进行服务（B/S）项目运行情况查询， 生产实时动态查询， 项目资讯、办公信息等，系统的终端就是智能手机，如图2所示。

（3）任务计算（C/S） 生产计划自动编排 ；生产进度计算 ；生产材料统计等 。

(4) 时效业务 (移动APP) 生产工序进度推送； 生产动态信息推送； 构件状态查询； 工序位置跟踪等，如图3所示 。

（5）手机APP功能模块 手机终端功能有：工序状态推送，项目运行信息日志 ，项目资讯发布、热点讨论 ，项目知识库查询， 员工岗位状态跟踪 ，物流跟踪、构件位置信息跟踪，如图4所示。

5. 钢结制造智能动态负反馈协同管理系统的特点与核心价值

钢结制造智能动态负反馈协同管理系统共有以下19个功能：

（1）显示关注项目的最新

图2 终端控制示意

总体动态（工程量完成情况、交货情况、进度） 工程简报图片信息。

（2）重要预警信息。

（3）按工程汇总所含工厂、单体、分项的工程量。

（4）按工厂汇总所含工程、单体、分项的工程量。

（5）从工程、工厂、单体等不同角度查看项目各工序的完成工作量。

（6）根据工厂产能及构件特征，自动对项目构件进行计划编制。

（7）生成与项目、构件相对应的计划横道图。

（8）分工序和项目两大类。

（9）对原始计划、实际计划与预估计划进行比较显示，分析进度情况。

（10）对所有构件按工序进行日期更新，提供实时生产动态。

（11）对构件完成情况进行计算分析 。

（12）对构件完成、未完成情况进行统计、汇总。

（13）按数量、重量、权重生成报表 。

（14）对照原始计划，考查当前生产实际进度与计划的偏离情况，分析原因。

（15）根据预估计划的负荷分布量，对照工厂的实际产能形成负荷超支量，确定加班的需求。

（16）比较计划与实际完成情况，生成双S曲线图，分析计划符合性 。

（17）跟踪记录项目执行过程中发生的相关信息，提供图文并茂的信息平台 。

（18）根据所选范围统计构件清单，零件清单，材料清单。

（19）可由决算单或TEKLA生成的文件导入系统生成项目构件清单。

图3　系统控制示意

图4　手机终端界面示意

四、结语

随着研究工作的不断深入，钢结制造智能动态负反馈协同管理系统的功能会越来越强，就目前而言，已经产生了以下实际价值：①真正意义上的“三全”管理思想的落实。全员、全面、全过程无遗漏的管理思想是全面质量管理思想的精髓。由于手机人人都有，可随时收到准确信息；从计划开始到交工整个过程和全体人员都处于受控状态。②全面提升项目管理效率，实现精细化管理，补充和完善ERP系统。③有效降低项目管理成本。④及时发现工厂管理问题，有效提高工程质量。⑤实时跟踪项目生产进度，有效加快了施工进度。⑥智能预测工程进度节点。⑦提高企业管理执行能力。⑧协同处理 工程工厂信息。

钢结制造智能动态负反馈协同管理系统虽然没有办法解决建筑钢结构标准化的问题，但该系统绝对是实现建筑钢结构机器人自动焊的最好搭档。管理精细化实现了，质量肯定提高，因此对产量的要求越来越高，对自动化的需求也就顺理成章。这肯定是我们的努力方向。从这个意义上说：钢结制造智能动态负反馈协同管理系统是建筑钢结构制造在“中国制造2025”中的突破点。

作者简介：戴为志，中国工程建设焊接协会副秘书长。

MW 20151228