



轻型货车焊装线建设

□ 中国汽车工业工程有限公司/卢重瑞

中国汽车产业的国际化，尤其是自主品牌汽车产业的国际化，是中国汽车产业发展的必由之路。目前，中国汽车产业已进入国际化进程，国内市场已经与国际市场形成了“你中有我，我中有你”的格局。笔者结合自己亲历的项目，浅谈一下在项目进程中的技术及管理问题，希望在国际化进程中的车企



卢重瑞

高级工程师，中国汽车工业工程有限公司工艺工程院项目经理部项目经理。2005年评为工程师，2010年评为高级工程师，2010年取得工程项目经理资格。

在生产线的建设中得到一些启发。

项目概况

该项目是关于某多功能工厂车身项目夹具及焊装输送装置的设计及安装。新建的车身焊装生产线生产车型包含单排、排半和双排，三种宽度（1 695mm、1 800mm、1 995mm），左右舵及衍生车型等，共计191种车身共线生产。设计纲领双班年产6万台，生产节拍204s（单班生产120台/天）。

该焊装线项目中主要设备包含：226套焊接夹具、1条车身总成线、1条下车身总成线、4条自行葫芦输送线（EMS）、1条车身调整线、1台机器人搬运系统和2台机器人焊接系统等。

焊装线设计及安装

笔者对该项目进行了全程跟进。该项目从立项开始，都是围绕工艺设备生产进行的，在经过初步设计和土建、公用等专业配合后，在施工图设计阶段，焊装生产线在初步设计基础上进行了微调。在总体焊装方案上，我们组织焊装方面技术专家及设计人员进行了总体方案评审，并根据技术专家建议及其他现场积累的经验，对焊装设备设计、安装、校审、生产、试焊，提出了更详尽的计划和细节安排。

该项目在土建、钢结构及公用系统等相继完成后，焊装线及焊接设备陆续发往施工现场进行安装。中汽工程公司同时承接了该项目的焊装线、钢结构、吊挂系统及相关设备等工程。该项目的钢结构、吊挂系统及相关设备工程主要有：车间主体结构形式为门刚结构，柱

距，跨度，共5跨；基础为独立基础，悬挂电焊机410台、43台固定点焊机、5台一体化焊钳、578把悬挂焊钳（气动）、60台CO₂焊机、7台手动螺柱焊机、17台涂胶机、12台螺母输送机、32台电动葫芦、1台打号机、4台车身修复机、3台排烟除尘机、7台助力机械手、2台起重机、钢结构吊挂（4 000m²）、积放链系统以及EMS自行小车系统等。

在焊装线进场前，土建、钢结构及公用系统工作最好提前完成，这样既不影响各自安装，又可以安全的交叉施工。钢结构系统、积放链主体骨架、EMS自行小车主体骨架以及焊钳轨道等都需要提前完成。只有这些工作完成后，焊装线以及焊接夹具进场安装才互相不会受到影响。车间钢结构系统、积放链主体骨架和EMS自行小车主体骨架完成后的情况分别如图1~图3所示。

从焊装线以及焊装夹具的结

构上进行分析，安装难度比较大的是焊装线（MB与UB结构相同，这里说的焊装线指的是MB，包含线上夹具，下同）。焊装线由两个大的部分组成，一部分是线体，另一部分是线上夹具。安装之前找到车间厂房施工时的基准柱，根据图样尺寸放线，将焊装线的关键单元以及每个工位焊接夹具的位置标识清楚，采用叉车或汽车吊将各个单元都落入基础坑中，焊装线线体落坑后的情况如图4所示，线上夹具的安装落位如图5所示。

在安装顺序上，由于线上夹具在地坑与操作者之间，因此在落位的时候，先落位并安装焊装线，然后落位安装线上夹具。夹具及生产线就位后，给夹具供气；完成焊装线的驱动电动机与电控柜接着电控柜接线（电控柜的接线以及电器元件与分控柜的安装见图6），公用施工单位给电控柜送电。以上按照图样落位并连接完毕后，焊装线的安装工作就完成了。



图 1



图 2



图 3



图 4



图 5

分装夹具的安装落位稍微简单一些，等车间的公用系统分支管线施工完毕后，用叉车将分装夹具就位，并接通气源气管（见图7）。连接完成后，通气并操作焊装夹具，将夹具动作试一下，至此分装夹具安装完毕。



图 7

焊装线调试

设备调试是设备设计、生产的重点。焊装线的调试分为机械部分调试和电控程序调试。

（1）机械部分调试。当焊接线按图样尺寸落位完成，要对线体部分各个单元的位置进行相对精确，位置度关键尺寸精确到2mm之内，线体主要单元（水平驱动站、升降驱动站）与工位夹具的相对位置尺寸控制在偏差不得超过2mm（这个偏差包括水平偏差，检测水平偏差使用水平仪）。当检测都达到要求时，最主要的是对现场支撑的工位间距进行检测，线上支撑的位置

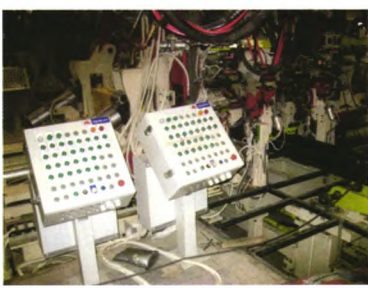


图 6

主要取决于它所传递的两个工位之间的实际距离，以满足于当焊装线实际输送距离时能顺利的将车身送至准确的工位上。

（2）电控调试。首先是基础工作，电控根据夹具设计人员提供的电控原理图，对夹具部件、生产线动作等进行编程，编程前先兑点（检测每一个检测开关、电控阀的位置并进行编号）。程序完成后，先进行试动作，试动作后再进行优化。

该焊装线下线的白车身要满足以下要求：关键尺寸100%合格，全尺寸达到80%以上的合格率，并且达到批量生产条件。在完成调试工作后，该多功能汽车厂质检部组织了一次车身质量评审，焊接的9辆不同车型的车身，经过三坐标测量机进行检测，检测结果都达到了客户公司的质量目标。生产旺季期间，利用一周的时间对焊装线的节拍进行了验证，在故障率稳定的前提下，节拍（每204s下线一辆合格的白车身）也达到了该公司的产能要求。

项目技术创新点

由于多种车身要共线生产，焊接工艺性非常复杂，给焊接夹具和焊接生产线的设计方案增加了很

大难度，我们在设计夹具和生产线时要考虑到多种不同车型的柔性切换，而且要满足节拍要求。在设计中引入了多项新工艺、新技术、新装备等是此项目的特点。

1. 工艺创新点

（1）地板分为两大系列，分别在下车身总成线一、二工位上件拼装，三工位补焊，可以焊接包含3种宽度（1 695mm、1 800mm、1 995mm）及3种长度（单排、排半、双排）等所有车型的地板；地板线九工位设置1台搬运机器人及3个弧焊补焊胎，满足了所有地板的焊接工艺要求。

（2）地板线九工位的搬运机器人是该项目本次设计的一个亮点，通过机器人的搬运大大提高了生产线的自动化程度。搬运机器人首先将焊接完成的地板分总成搬运至弧焊工作胎上面，人工采用CO₂焊机和焊钳对地板反面进行补焊，焊接完成后再将地板总成焊接件搬运至驾驶室总成第一工位上。所有的动作都由电控编程自动运行，有效地将地板线与驾驶室焊装线连接起来，大大提高了线体的自动化水平。

（3）由于车型较多，为3种宽度的车身设置了3个总成焊胎，每种宽度车身上要考虑3种长度（单排、排半、双排）的切换，同时要考虑车型的切换，夹具非常复杂，每个总成夹具上面设置22把自动焊钳，并且要考虑自动接有自行葫芦送来的侧围总成焊接件，每个工位的侧围定位工装要有翻转和平移两种动作，同时侧围自行葫芦要能自动在3个接车位自动降落，在保证

机械装置定位困难的情况下也增加了电控连锁程序的复杂性。在经过为时一年多的陪产及反复调试过程中，完成了164种左舵车和14种右舵车的精简型车身（细化3650种）焊接，截止验收共计完成5.3万辆车身的焊接任务。

(4) 在车身总成线九工位设置了2台点焊机器人，主要完成人工难于焊接的侧围与后围搭接、侧围与顶盖搭接等的焊点焊接，有效地提高了生产效率和焊接质量，机器人的程序也非常复杂，满足各种不同车身的焊接，这是中汽工程公司第一次在这类产品的焊装线上采用这种机器人焊接工艺方案。

2. 设备创新点

(1) 夹具设计采用CATIA三维软件设计，将焊钳插入夹具中进行动态模拟，可以保证夹具设计和焊钳选型的正确性。

(2) 机器人焊接仿真模拟与主焊线动态模拟结合在一起进行，既保证了焊接的准确性，也有利于分析节拍。

(3) 工艺方案调整以后，主线侧围上件采用6个车组向3个车身总成夹具上件，既节约了空间，也使得上件工艺更合理。

(4) 地板分装区及地板线夹具采用了双层滑胎，大小滑胎组，有效地实现了多种地板件（3 650种）的共线生产，是一条高柔性的自动化生产线。

(5) 地板线九工位采用了机器人搬运地板总成，同时搬运机器人将完成补焊的地板总成搬运至车身总成一工位，大大提高了生产线的自动化程度。

(6) 轻型载货车的车身驾驶室所有车型在一个焊装线上进行生产，难度非常大。为了解决人工难以焊接的焊点焊接，每个车身总成夹具上面设计了22把自动焊钳，为这些自动焊钳设置了3个分体式焊机，通过程序控制这些自动焊钳焊接。已完成的车身通过三坐标进行检测，关键点的尺寸合格率为100%，全尺寸合格率也在92%以上。

(7) 顶盖总成上驾驶室焊装线，吊具采用了真空吸盘，真空吸盘吊具要能同时满足2种车型，3种宽度，单排、排半、双排等16种顶盖总成的吸附，放置胎使用软质聚氨酯材料对所有顶盖进行定位，且不划伤顶盖，有效保证外覆盖件表面质量的同时，又大大提高了生产效率。

(8) 在车身总成线九工位设置了2台点焊机器人，主要完成人工难于焊接的侧围与后围搭接的焊点焊接，有效地提高了生产效率和焊接质量，机器人的程序也非常复杂，满足各种不同车身的焊接。

3. 电控创新点

(1) 主焊线所有夹具检测开关（约1 830个）和车型检测开关（80个）等输入信号接入总线输入模块，线上夹具可根据不同车型进行柔性切换，实现多种车型的共线生产。线体运行控制采用伺服控制器及带旋转编码器的伺服电动机，极大提高了往复定位精度。

(2) 线上机器人配置总线通讯板卡，主线PLC和机器人之间通过总线完成车型、连锁线号等信息的交换。车型切换时，机器人工位

的车型检测信息和焊接主线传递的车型信息核对，机器人对不同车型时调用不同的焊接程序，保证焊接操作正确无误。

(3) 在主控柜上配置HMI一个，主要完成各工位夹具打开夹紧状态监视、各工位急停完工状态监视、各工位车型信息查询及修改、所有机器人工作状态监视及最后一个工位的机器人离在线切换、外围连锁信号监视、伺服控制器的运行、转速、工作电流的实时显示、总线网络站点通讯状态监视、故障报警显示及存储等。

(4) 通过电控编程，控制地板九工位的搬运机器人，有机地将地板总成线、驾驶室总成线连成一条22工位的全自动焊装生产线，大大提高了生产效率和本线的自动化程度。

结语

该项目实施困难很多：时间紧、设计任务重、技术难度大（要满足191种车身的共线生产）。但是项目参与者能集思广益，充分利用我公司的优势资源和个人创新相结合，设计出了很多能代表设计院高新水平的新装备。目前该项目已顺利验收，并进入批量生产阶段。该项目的产品是该公司的主打轻型载货车产品，项目的完成对该公司的经济效益和长远发展都起到了很好的推动作用。AME

通知

作者投稿请登录<http://tougao.cut1950.com>，注册后上传稿件。