成都地铁车顶模块化组装工艺及优化

南车青岛四方机车车辆股份有限公司　张政民　王忠平　王　海　宋福田



高级主任工艺师张政民

轨道车辆模块化组装是指将大部件结构进行分解，形成若干独立而又相互联系的分系统，即模块，然后再将一个个的小模块单元进行组装。例如，将风道等附属部件在车下完全模拟车上安装状态预组成一体，安装时把预组好的模块整体运至车体内部安装。

模块化组装工艺策划

成都地铁一号线是我公司第一个使用模块化结构的项目，车顶模块包括车顶结构组成、防寒材、车顶骨架、风道和线槽等，前期的地铁车顶骨架、风道和线槽采用的都是单件现车组装，线槽布置在侧墙与车顶结合处，布置零乱，施工占用台位时间长。

（1）为了提高组装效率，对车顶组装工序分割成几个模块，将车顶骨架、风道和线槽集成一体，在车下组装后，整体连接到车顶上。由于车顶骨架、风道和线槽集成后长度18 m左右，宽度1.86 m，质量近1 000 kg，只能在车体总成前，在车顶反装台位，先安装在车顶上，再在转台上反转，进行车体总成焊接。

（2）考虑到成都地铁车体结构与其他地铁不锈钢车体结构改变很大，且是新建生产线，弧焊和点焊的空间施工位置干涉，特别是为避免其他车型车顶漏雨的惯性质量问题，在无法实施车顶预装的情况下，只能在总装分厂由车体端门翻转一定角度进入，再反转水平抬升。

模块化组装工艺的实施

（1）设计了带骨架、风道和线槽的车顶反转台位和避让骨架、风道和线槽的车顶支撑杆，可以实现骨架、风道和线槽在车体总成前提前预组在车顶上的工艺。车顶翻转转台如图1所示。

（2）各模块在车体分厂施工后需要运输至总装厂房进行总组，需解决模块化的预组、运输、上车及升降的问题，所以设计了翻转运输工装，可以预组、运输和翻转上车；可以三方向移动的液压升降车将模块化升起安装，升降车如图2所示。



图1　车顶翻转转台



图2　三方向移动液压升降车

（3）但模块化组装不单纯是将车上工序拿到车下预组施工这么简单，很多小的零部件组成一个模块后可能会比较大而且重，给后续运输、上车、升降及总组装施工带来一定难度，所以在模块化基础上还需要进行一些优化。

为了减轻质量，便于后续施工，我们将骨架风道分成3段，每段长度5～7 m，宽1.86 m，每个模块单元的质量为250～300 kg，模块单元如图3所示。

虽然质量减小为分段前的1/3，但是靠人工抬起安装的方式，效率低且存在安全隐患。通过设计模块翻转运输工装及升降安装工装，解决了车下预组，整体模块上车安装的难题，实现了模块化的安装技术，成都地铁车顶模块化组装取得了明显效果。

在车下将风道及线管预组在骨架上，直接整体上车安装，施工时需要用激光经纬仪找出车体纵向和横向中心线，并标识出来，首先安装中间一段的骨架模块，安装到位后再安装两端的骨架模块，其利用工装运输及升降安装的步骤如下：①将模块单元水平吊到工装上，用夹紧装置固定住模块单元，将模块单元运输到施工台位。②将工装翻转并用定位销固定，吊挂工装将其与模块一起放到车辆端门前的升降车上（见图4），将工装从车辆端门处推进车内。③在车内将工装翻转成水平状态，并通过传动轮将模块平移到升降车上。④通过两个升降车的连动升降将模块升起，根据车上滑槽的位置来调整升降车横向位置，保证升到位后，模块安装位置正确。车内安装示意图如图5所示。⑤将车体滑槽内的螺栓与骨架模块安装座上的眼孔对应好后，将模块升降到位，并进行紧固，待另两段模块安装后，将相邻风道法兰进行紧固，保证安装牢固，骨架模块的平整度满足要求。

成都地铁车顶模块化组装后效果如图6所示。

成都地铁线槽模块化组装后效果如图7所示。

（4）随着城轨产品种类的增多，车内风道、顶板骨架及线管的结构也出现了多种形式，从成都地铁一号线到昌平地铁，其骨架的型材结构差别较大，为了使工装能够通用化和柔性化，减少班组的管理难度，后期我们又改进了翻转工装，将翻转工装设计成为可伸缩调整宽度的结构，只需要根据骨架的宽度改变框架结构就可重复使用，能够满足几种车型骨架模块安装的需要。

实现模块化组装工艺后的效果

（1）简化总装配过程，减少占用总装台位的时间，各模块可并行作业，从而大大提高了工作效率。

北京地铁一、四号线的骨架、风道和线槽采用单件组装的方式，批量生产时需要占用16～20 h（其中车顶骨架8 h，车顶吊梁8～12 h，风道8～12 h，线槽4 h，部分可以交叉作业，综合计算需要16～20 h）。而成都地铁在样车试制时，完成同样的工作量只占用总装台位6 h左右，效率提高3倍。对于组装台位十分紧张的总装分厂来说，意义重大。

（2）增加了骨架刚度，大大提高了商品化程度，一改以往地铁产品内装骨架线槽、布线零乱的状况。由在侧墙的线槽布线，改为骨架上的线管穿线，简化施工，外观整洁。

（3）经过现场验证和不断改进，大大提高了各工装的通用性，降低了工装制造和维护成本，降低了班组管理的难度。

（4）此模块化安装技术实现了

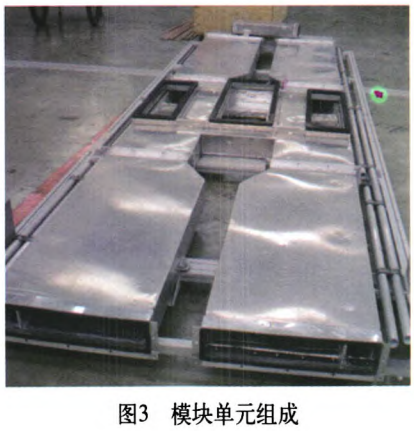


图3 模块单元组成



图4 车端电动升降车



图5 骨架车内安装示意图

多种部件车下预组然后整体模块上车安装的想法，实现了减员增效，降低了施工的潜在危害性。

（5）模块化预组装后，其模块质量完全达到上车安装要求，模块化的组装为后续的内饰面提供了良好的安装基准，保证了内饰面的外观质量和车上安装质量，为生产进度提供了保证。

参考成都地铁上述模块化组装工艺及其工艺装备，北京地铁车顶模块化组装效果如图8所示。

结语

车顶模块化组装工艺需要解决的问题是，需要进行车顶的单独淋雨试验，在保证不漏雨的情况下，才可以在车顶预装防寒材。并根据焊接设备的操作空间改进框架结构，最终实现在车体总成前实现车顶模块化组装工艺。

成都地铁车顶模块化组装工艺研究、优化，以及针对模块化组装工艺设计制作的工艺装备，为其他车型模块化组装提供了思路和工艺方法，相信模块化概念在轨道交通车辆的设计和制造中必将进一步得到推广应用。



图6　成都地铁车顶模块效果图



图7　成都地铁线槽布置



图8　北京地铁4号线车顶

专用拉铆钉新技术在铁路大型养路机械的应用

昆明中铁大型养路机械集团有限公司制造总厂工艺技术室主任　方　宁



在铁路大型养路机械生产制造过程中，车钩的前后从板座和冲击座与车架的连接通常是采用热铆钉来铆接的，这种热铆工艺是传统的铆接方法，存在以下问题：①铆钉返工率高，铆钉内部质量难以检测。②铆接效率低。③需要烧炉子加热铆钉，高能耗、高污染。④零件高温操作，工作环境恶劣，工人劳动强度大。⑤施工过程属于特殊过程，不好控制。⑥检测效率低，铆接后24 h才能检测。

随着铁路车辆向着高速重载的方向发展，对制造工艺技术提出了更高的要求。专用拉铆钉就是在铁路车辆制造上采用的新技术，以替代以前热铆或螺纹联接的结构方式。目前在铁路车辆上的侧柱、脚