



激光加工

在铁路车辆制造中 AMADA 解决方案的应用

现在，铁路作为输送和移动基础设施，正在被全世界重新认识。不仅在中国，在美国和欧洲也陆续出现很多国策级别的事业规划。因此，为解决环境问题、能源问题，并且能够实现高效率大量运输的铁路网的建设备受瞩目。

文 | 田中啓晶 天田（中国）有限公司

AMADA 作为金属加工机的综合厂商，其在铁路车辆制造业中积累了很多经验，本文就 AMADA 在最擅长的钣金加工中的一些实际制造加工事例进行介绍。

铁路车辆分为旅客车、机关车、货物车、事业用车以及线路维护专

用车五大类。铁路车辆的主要构成单元包括车顶单元、车厢构体（铝制和不锈钢制两种）、内装及车底单元等。

铁路车辆构体的制造

构体的种类和特征。采用铝制

构体主要车种包括新干线、特急列车、地铁及换乘地铁的通勤车。这类车辆的主要特征为轻量化、安静性和舒适性、空间扩大、耐久性、耐腐蚀性、节能以及再利用性。材料主要采用铝挤压和双皮层型材。

采用不锈钢构体的主要车种有

近郊电车和通勤电车。该类车辆的主要特征为耐久、耐腐蚀、节能。材料为不锈钢板。

构体构造大致可分为铝构体和不锈钢构体两种。如果根据主要材料进行分类,一般来讲铝构件多用于高速车辆,通常采用为了高速运行而轻量化和重视车内的舒适性的车辆。作为制造方法,以铝挤压成形为主。因此,挤压材的开孔、切口等加工均以机加工为中心。一些安装构造零件的支架等制品多以钣金加工为主,同样使用的是铝材,厚度为3~6 mm。

另一方面,在大都市近郊进行大量运输并且移动距离相对近的车辆会采用不锈钢构体。比起新干线和特急列车运转率高,由于停车和起动反复进行,其耐久

性、保养性成为最大关注问题。作为制造方法以钣金加工为主,立柱、横梁、顶部、下部、外壁以及内壁等基体都是通过钣金加工进行制造的。1~4.5 mm厚度的不锈钢材料通过数控冲床加工(NCT)、激光切割机等加工后,再使用折弯机进行折弯。最后主要使用点焊机和激光焊接机进行焊接组装。

APH 确保 NCT 加工顺利进行

铝制车辆(铝材构体)中的钣金加工(冲切工序)。在铝制车辆中,钣金加工的贡献度比较小。如上所述,使用钣金加工制造的零件以支撑架类为主。

在铝材加工中,特别是冲切加工,一般都不使用 NCT 加工。

这是由于材料的原因。使用 NCT 加工时,在其模具(上模)前端侧面容易熔敷母材,很难维持稳定长时间的加工。例如,上模将废料带到材料表面,发生卡模,出现加工不良或中止加工的情况。

AMADA 为了保证 NCT 加工铝材的稳定性,并可以长时间加工,向客户推荐使用比起一般模具不容易熔敷的 APH 模具。

在 APH 模具的刀刃先端的表面处理中,AMADA 投入了最新技术,在铝材等加工中,可以大幅抑制母材熔敷刀刃先端的现象。因此,即使使用 NCT 进行



光纤激光焊接机 FLW4000M3

Safety for man and machine



made
in
Germany

www.euchner.com

EUCHNER GmbH + Co. KG is a world-leading company in the area of industrial safety technology. EUCHNER has been developing and producing high-quality switching systems for mechanical and systems engineering for more than three generations. EUCHNER safety switches monitor safety doors on machines and installations, help to minimize dangers and risks and thereby reliably protect people, machines and products.

安士能在工业安全技术领域上是世界领先的公司。自1953年在德国斯图加特成立以来,安士能致力于研发和生产高质量的机械和系统性工程开关系统已超过三代人。安士能的安全开关监控安装在机械和其它设施上的安全门,能够极小化危险和风险,因此有效可靠地保护人、设备和产品。

EUCHNER
More than safety.

EUCHNER CHINA | 201613 SHANGHAI | +86 21 5774-7090 | INFO@EUCHNER.COM.CN

▲反馈服务编码M3624

铝材加工也可以完成稳定且长时间的加工。

不可替代的激光加工

作为铝材的切割加工方法，激光加工也是其中的一种。目前被广泛普及的激光切割机是 CO₂ 激光切割机，但是 CO₂ 激光切割机对于铝材等高反射材料加工不是很擅长。这是因为 CO₂ 激光的波长为 10.6 μm，此波长的光具有不易被铝材吸收的物理性质。

因此，使用 CO₂ 激光切割机难以加工的高反射材料，为获得稳定的加工，AMADA 准备了光纤激光切割机。由于光纤切割机的激光波长为 1.06 μm，铝材的吸收率是 CO₂ 激光的 3 倍。因此，激光被材料高效吸收，可进行稳定的激光切割加工。此外，与 CO₂ 激光切割机相比，光纤切割机由于切割速度大幅度提高，对于降低成本和提高生产率都有很大的贡献。

在激光切割机的铝材加工中，为了能够得到更加稳定的加工，AMADA 提供了气体混合装置。一般来讲，激光切割机加工铝材时，辅助气体一般使用氮气。但是使用了氮气，就会发生毛刺大等问题。为改善此现象，通过气体混合装置生成的气体作为激光加工的辅助气体而使用，可达到无需去毛刺等二次处理的效果。

不锈钢制车辆（不锈钢构体）中的钣金加工。在不锈钢制车辆的制造中，钣金加工占据总加工量的很大一部分，即使说基本都是钣金加工也不过分。从冲切工序到折弯工序、焊接工序，都是以钣金加工为主。

不锈钢制车辆由于采用焊接、铆钉接合进行组装，所以对折弯工序、冲切工序的加工精度要求

必然就会高。冲切工序中，虽然以 NCT 和激光切割机为中心，但是由于自由形状(R 形状)、异形孔、复杂的切口形状等比较多，因此激光切割机非常重要。不允许发生熔渣、毛刺是理所当然，考虑到之后的焊接工序，激光切割面不容许有氧化膜，辅助气体一般使用氮气。此外，由于在注意变形和精度的同时，还要求降低成本，所以要求导入稳定的无人化系统越来越多。

此外，不锈钢制车辆的外侧镶板等是使用板厚 1.0 mm 或者 1.2 mm 的材料，采用设置了窗框的 1 张镶板的制作方法。由于材料尺寸有限制，因此会经过焊接工序制作，近年使用激光焊接机（YAG、光纤）进行焊接的事例较多。激光焊接的最大特点虽然是可以减少焊接产生的变形和烧痕，但是焊接间隙如果不在板厚的 20% 以下，将很难接合。因此为了降低焊接长度和进行高精度切割加工，需要 4 m × 2 m 的激光切割机，AMADA 也生产了适合大尺寸板材的激光切割机。

AMADA 在激光焊接机中也准备了可进行高品质焊接的光纤激光焊接机。光纤激光焊接机不仅可以用于不锈钢制车辆的制造，也可应用于铝制车辆的制造。特别是不锈钢制车辆的开关门周边的部件，对于变形降低的要求严格，光纤激光的高品质焊接（变形、焊接烧痕等少）最为适合。

提供稳定折弯的加工系统

在折弯工序中，为削减焊接的工序，对于高精度的要求越来越高。这点是不锈钢制车辆和铝制车辆在折弯加工中存在的共同点。如前面所述，焊接工序中的焊接部分间

隙在板厚的 20% 以下为最低条件。不锈钢材料板厚为 2 mm 时、焊接部间隙的容许量最大为 0.4 mm。

AMADA 提供维持稳定折弯加工的系统。折弯角度器在实际加工中，是实际测定折弯角度并进行补正的系统。通过使用此系统，折弯加工不会被作业人员的技术水平所左右，也不受材料的组成和批号的影响，可以保持一定折弯角度。此外，还避免频繁的试折弯加工，降低废件的产生和生产成本。

在铁路车辆制造业中，考虑到生产效率化，有的厂家已经开始从一整列的生产（半成品增多）向对应组装工序的车辆数（JIT 生产）的方式进行转移。一整列的生产中，由于零部件要统一列入到生产计划，所以生产现场会经常存在 1 整列所需的半成品。此外，以零部件为单位，将一整列的零部件备齐需要很长的生产周期，并且还会出现到完成整列车辆的加工为止，无法进行下一种车辆生产的问题。为解决此问题，就必须转换至一节车厢的生产，但是这样一来生产计划和管理可能会变的繁杂。AMADA 所推荐的 VPSS 系统是实现生产管理 with CAD（3D 灵活运用）CAM 设备一体化，各个零部件统一管理，按照生产计划进行编程和加工机准备的系统。通过灵活运用其功能，在零部件的冲切工序中可实现以焊接组为单位进行成套化加工。此外，在折弯工序中通过模拟演示，决定折弯加工准备和折弯顺序，减少现场作业。

AMADA 丰富的软件解决方案可以进行整个生产工序的管理。对于实现高精度、低成本以及高生产率有着重要作用。[MM]