

第一章 概述

第一节 客车概论

1.1 客车

客车是指在设计和技术特性上用于载运乘客及其随身行李的商用车辆，包括驾驶员座位在内其座位数超过9座。

客车是现代社会中的主要交通工具之一。以我国为例，2000年公路客车的客运量、旅客周转量分别占全社会客运量和旅客周转量的91.2%和54.3%。与此同时，全国城市客车客运量达341.1亿人次。因此，客车对发展国民经济和促进人民生活水平提高发挥着重要作用。世界各主要客车生产厂无不应用最新科技成果潜心致力于客车新产品的研制和开发，不断地向市场提供有竞争力的新型客车。

客车工业在我国还是一个年轻而充满朝气的产业，随着我国国民经济的蓬勃发展、人民生活水平的迅速提高和高速公路的连线成网，客车工业在我国必将有新的发展空间和机遇。

1.2 客车分类

按客车的用途可将客车分为城市客车、长途客车、旅游客车和专用客车。

城市客车是为城市内运输而设计和装备的客车。这种车辆设有座椅及乘客站立的位置，并有足够的空间供频繁停站时乘客上下车走动用。

长途客车是为城间运输而设计和装备的客车。这种车辆没有专供乘客站立的位置，但在其通道内可载运短途站立的乘客，有存放行李物品的设施。

旅游客车是为旅游而设计和装备的客车。这种车辆的布置要确保乘客的舒适性，不载运站立的乘客。

专用客车在其设计和技术特性上只适用于需经特殊布置安排后才能载运人员的车辆。如机场客车、会议客车等专用客车，其技术特性和内部设施可根据其特定的用途而定。

1.3 客车底盘

客车底盘的技术性能是客车动力性、经济性、平顺性、安全性、可靠性等性能的基础。客车技术性能的好坏主要取决于底盘，所以客车底盘设计和制造水平的不断提高是客车技术赖以发展的基础。

客车底盘的性能不仅取决于组装底盘的发动机、离合器、变速器、前桥、后桥和悬架装置等各总成的技术性能指标，还取决于各总成之间的良好匹配。

不同用途和不同使用条件的客车对其底盘的要求也不尽相同。随着城市建设的现代化，城市客车也在向大型化、低地板化、环保化、高档化、造型现代化等方面发展。其客车底盘装配

了大功率低排放的发动机、低地板专用的前桥、后桥、自动变速器、全气囊悬架、ABS等装置。

随着高速公路建设的飞速发展，高速公路客运亦在我国得到蓬勃发展，对高速公路的快速客运车辆要求具有更高的可靠性、运行的安全性、乘坐的舒适性和高速行驶等性能。客车底盘选配大功率发动机、低噪声的后桥总成、全气囊悬架、缓速器、盘式制动器、ABS等装置和适应高速行驶的轮胎等。

1.4 客车车身

车身是客车结构中、与发动机、底盘并列的三大组成部分之一。统计资料表明，车身是客车自重和价格的主要组成部分，车身占客车自重和制造成本的40%~60%。对于大多数客车而言，车身自重大致与底盘（包含发动机）的整备质量相当。视车内设施配置程度的不同（如是否有空调和卫生间等），车身大约为底盘（包含发动机）整备重量的0.8~1.2倍。因此减轻车身重量是改善客车许多指标（如载客量、制造成本、燃料经济性、动力性等）的最有效的手段之一。

客车的轴荷分配和质心位置，取决于车身中的载荷分配情况，这对客车行驶的稳定性和操纵性的主要参数产生决定性的影响。

车身的密封性、隔音隔热性能、视野、空气调节功能、座椅甚至车内的采光等都是影响客车乘坐舒适性的主要因素。一旦发生交通事故，良好的车身可以减少乘员伤亡的危险性。不难看出，车身将直接影响客车的动力性、经济性、舒适性、安全性和操纵性能。人们对客车性能的要求更多体现在车身上。

客车不仅是一种交通运输工具，而且是城乡流通的完美艺术形体，它必须具有时代特征，起到美化周围环境、给人以赏心悦目的美感。而车身的造型、色彩和装饰性是对客车的美学具有极其重要意义。用户在心理上的舒适感、美感、豪华感的要求日益提高，车身使其客车商品性质的价值砝码更加突出，对客车的市场销售亦产生影响。

第二节 客车制造工艺

2.1 客车制造工艺的特点

(1)通常，发动机、离合器、变速器、前桥、后桥、电气设备等各总成和车身的内、外饰件等均由相对独立的制造厂进行专业化生产，客车制造厂是通过协作从这些专业厂得到所需要的总成和零部件，所以客车制造厂实际上是一个车身制造和客车总装配的生产厂，车身的生产是客车制造厂的主要作业，车身制造水平是客车制造厂的标志。

(2)客车与其它产品相比，工件尺寸大。大型客车的长度达12m，宽度达2.5m，高度达4m。因此它要求高大的生产空间，良好的工件转运方式以及便捷的工艺路线。

(3)客车车身是一个特殊的机械产品，它是集结构设计、工艺制造与艺术造型相结合的机械工艺产品，由于产品的特点对车身的制造质量和制造技术水平要求高，并对其造型、内外饰以及防腐都有特殊的要求。

(4)客车厂与轿车厂相比，生产纲领较小，其生产规模不足以像在轿车生产中那样有效地利用批量生产的工艺装备。客车生产具有小批量、多品种的生产特点，必须选择相适应的工艺方法和工装装备。客车制造工艺与客车结构、工厂规模、生产条件等因素密切相关，由于客车结构的不同和工厂生产规模的差异，造成所选择的工艺方法和工艺装备呈现多样性。

2.2 客车制造的主要工艺技术

冲压、焊装、涂装和装配是客车制造厂的主要生产工艺。

冲压工艺：车身的构件、覆盖件等零部件大部分是冲压件，冲压是车身零部件的主要生产工艺。车身冲压零件的尺寸精度和表面质量是保证车身质量的基础，只有稳定的冲压件质量才能保证生产出合格的车身总成。板材、模具和冲压设备是冲压生产的三大要素。

焊装工艺 冲压成形的构件和覆盖件通过焊装而形成车身总成（又称白车身）焊装是车身成形的关键。车身焊装工艺将车身零部件焊装为合件，再将若干合件和零部件焊装为分总成，最后将分总成、合件、零件装焊成白车身。车身焊装过程中，通常使用专用的装焊夹具将其零件进行定位、夹紧。装焊夹具和焊接设备是焊装的主要生产要素。

涂装工艺：涂装是对客车零部件和车身表面处理的工艺。客车对装饰性、耐候性、耐腐蚀性要求很高。涂装工艺一般由漆前表面处理、涂布涂料和干燥三个基本工序组成，对于不同的被涂物根据其底材、产品的使用和要求等，围绕上述三个基本工序进行展开，从而形成一个程度不同的完整的工艺。

总装配工艺（包括整车的检测和调整）：总装配是客车生产中最后一道工序。将在相对独立各专业厂生产的发动机、变速器、离合器、前桥、后桥、车轮、悬架等（或者是以底盘总成的形式）和车身内外饰件等运至装配车间，与已涂装完工的车身进行总装。由于客车总装的零部件和总成的品种、数量很大，所以客车总装配是一项相当复杂的工艺，尤其对多品种、豪华大客车的装配，其装配件的品种、数量更为繁多，装配关系更为复杂。保证总装配正常生产，对物流管理要求更加严密，要求各部门统一协调，形成一个有机的整体才能保证总装配有序的进行。客车总装配是客车生产最后的一道工序，它将最终影响产品的质量。对总装配完工的客车要进行整车检测和调整，汽车检测线是企业对出厂客车的装配质量、技术性能和安全性能进行检测的质量保证措施和手段。

2.3 客车制造工艺流程

大部分客车制造厂已采用流水线生产方式，但各厂的产量大小和生产条件的不同，所采取的工艺流程亦有所不同，常见的工艺流程可归纳为三类。

图 1-1 所示客车制造工艺流程 A 是我国客车厂最常见的一种形式。它的最大特点是车身和底盘分别制作，涂装完工的车身总成再与底盘总成进行扣合连接，进入内外饰装配。该工艺流程与客车骨架在底盘总成上进行焊装的客车制造工艺流程 C 相比，可节省大量的生产占用底盘总成；为实现车身体整体的前处理和中、高温烘漆等新工艺创造了条件；同时有利于把涂料喷涂到一些不易接近的角落处，提高了车身涂装质量。

图 1-2 所示的客车制造工艺流程 B 与客车制造工艺流程 A 的最大的差异是涂装完工的车身将依次安装悬架、前桥、后桥、发动机、变速器等总成，并进入内外饰装配。该生产方式将大大增加客车总装配的工作量。该工艺流程常常用于用异型钢管焊接的格栅底架和骨架的全承载车身的客车生产，梅赛德斯·奔驰的曼海姆工厂、曼公司的萨尔茨吉特工厂、凯斯鲍尔公司的乌尔姆工厂等均采用该工艺流程。

图 1-3 所示客车制造工艺流程 C 是过去最常见的一种生产形式，至今在一些规模较小的企业中仍得到应用。该工艺流程最大的特点是在底盘总成上进行车身总成的焊装，底盘将随同车身一起进入涂装车间进行车身涂装，车身涂装过程中，不可避免对其底盘造成“污染”，由

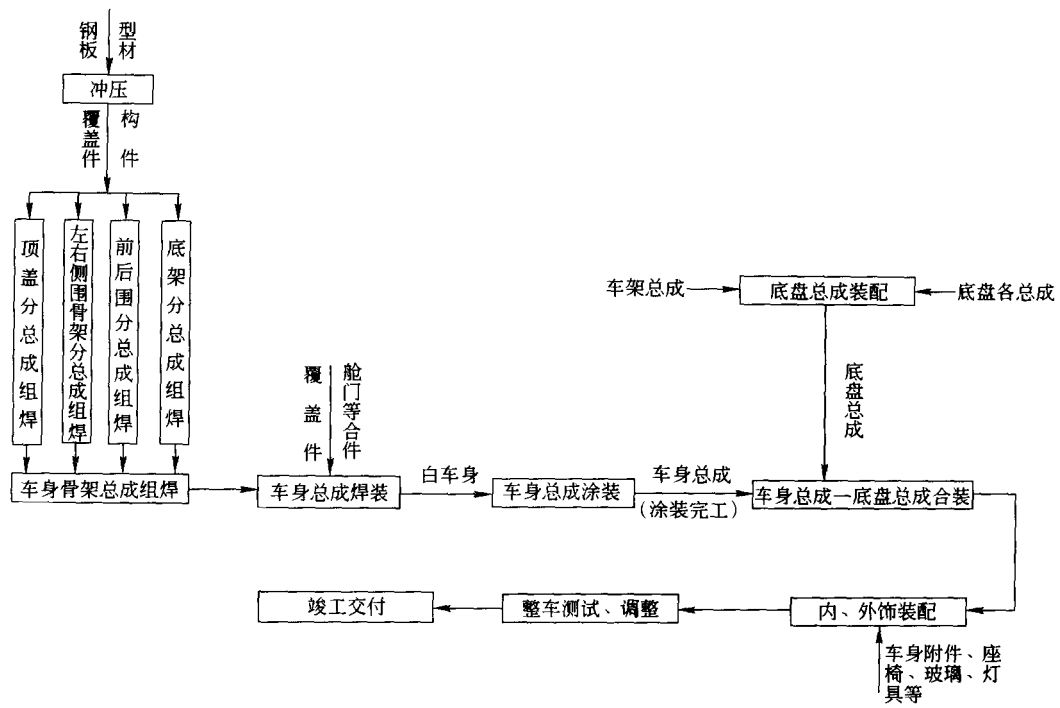


图 1-1 客车制造工艺流程 A

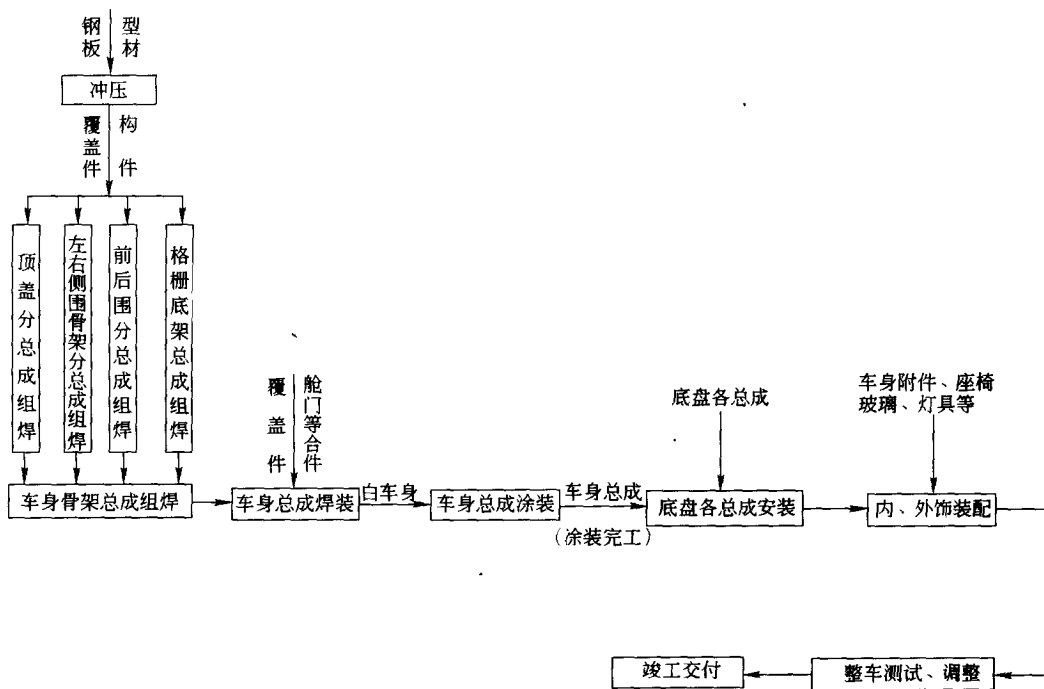


图 1-2 客车制造工艺流程 B

于塑胶件的存在 烘干温度不宜高于 90℃；不能采用整体的漆前处理工艺技术。车身涂装质量不及上述两种工艺流程；而且在客车生产过程中占用客车底盘数量将大大增加，增加了生产成本。

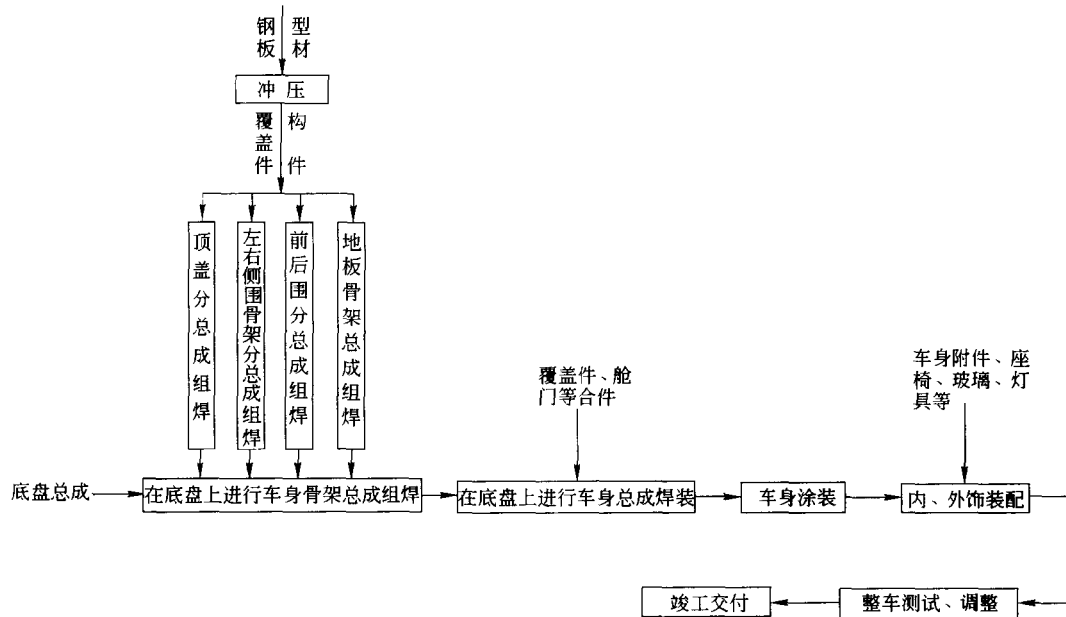


图 1-3 客车制造工艺流程 C。

2.4 客车生产组织形式

客车生产组织形式尽管很多 但归纳起来有以下三种。

(1)第一类型的客车厂：是指隶属大的汽车公司或汽车生产集团中专门生产客车的工厂。如梅赛德斯-奔驰公司的曼海姆客车工厂、曼公司的萨尔茨吉特客车工厂、三菱公司的大江客车工厂……实际上，这些工厂是属于该汽车集团的一部分，该类型客车工厂所生产的客车和客车底盘所采用总成主要来自本集团的产品，其生产规模较大、工艺设备先进，具有较强的产品开发能力，产品性能优良。该类客车厂除了生产客车外，亦生产客车底盘，供其它大客车工厂选用。

(2)第二类型客车厂：它与第一类型客车厂最大的不同是客车厂由市场选购底盘各总成进行客车底盘的设计和生 产，其客车底盘除了本厂采用外，还向其它客车厂提供。该类型客车厂对市场具有较大的适应性，根据不同的使用条件、不同地区的汽车维修网络，可选用相适应的总成。由于国外客车总成良好的配套条件 该类型客车工厂在国外很多 规模很大 产品优良。如德国的尼奥普兰 (Neoplan)、比利时的范胡尔 (Van Hool)、英国的 M.C.W 等 该类企业在我国客车行业中所占的比例还不够多 规模大的该类型客车厂有亚星、常州长江、上海客车厂等。

(3)第三类型客车厂：该类客车厂从市场选购客车底盘组织客车生产。实际上该厂仅仅进行车身设计、车身生产和客车的总装配。该类工厂往往规模比较小，技术力量相对薄弱、工艺装备较落后。该类厂最大的特点是机动灵活，车型多、服务周到，能够最大限度地满足市场需

求。由于国外良好的配套条件，可在市场上选购性能十分优良的底盘，因此该类型客车厂虽然生产条件较差，但依靠科学的管理、丰富的经验仍能生产出十分优秀的客车产品，以其质量和信誉赢得用户。一些特殊要求的车辆在大型客车厂流水线上生产有困难，往往由这类工厂组织生产，充分发挥小厂在生产、管理上灵活的长处。因此该类客车厂虽小，但在世界客车市场上仍占有一席之地，也不乏有世界著名的客车厂，如意大利的德西蒙、德国的恩斯特·欧维特(ERNST AUWAT)等。

第三节 我国客车制造工艺技术的发展

3.1 我国客车制造工艺技术的发展历程

随着外国金融资本和产业资本大量涌入中国，西方工业革命成果相继进入中国，城市公共交通和公路运输的客运车辆由此在中国发展起来。伴随客车运输业的发展，运输业内的客车维护、修理厂中逐步形成客车车身的翻新和制造能力，进而在货车底盘上改装简易客车，从此在中国大地上出现了客车制造业的萌芽。新中国成立以后，随着国民经济的发展，我国的客车制造业进入了创建发展的新时期 尤其是改革开放以来 客车工业进入了高速发展的新阶段。

从客车工业的发展来看，客车工业产生的基础是汽车修理业。长期以来在“自给自足”、“自产自用的计划经济模式下 采取‘修造并举’的方针 我国客车制造业的工艺技术 在很长时期内打下了很深的‘修理业’烙印。

20世纪50年代客车生产多沿用汽车修理的工艺方法，采取单件生产、就车作业方式。工厂内仅有少量的焊接、钣金和喷涂设备，其生产主要依靠工人的手工作业。金属板材和型钢下料以手工剪切、气割或在通用剪切机上完成；车身骨架构件和外壳覆盖件利用手工敲模成形；采用手工除锈、手工涂刷防锈涂料的方法进行防锈处理；车身骨架和底架的组合是逐根地进行焊接或铆接，车身外壳覆盖件与骨架的连接是采取铆接、气焊或板边咬合的方法；车身外涂装均采用手工喷涂。

20世纪60年代，客车工业在调整中得到进一步发展，客车产品纳入了国家机械产品计划和归口管理的轨道。在这一时期，不但客车产品技术水平稳步提高，产品品种及产量逐步增加，而且进一步促进了客车制造技术水平的提高。车身骨架构件成形逐步用冲压技术代替手工作业；车身薄板件的连接广泛采用氧-乙炔焊 中厚板采用电弧焊工艺 在少数工厂开始应用接触焊和CO₂气体保护焊；为了提高车身的防锈能力，少数工厂开始应用喷砂、喷丸或化学除锈 但车身仍然是在露天或厂房内打磨腻子、喷漆 并进行自然干燥。

20世纪70年代，随着第二汽车制造厂和其它一些汽车厂的建立投产，客车底盘的开发也取得瞩目的成绩，给客车工业的发展提供了良好的底盘条件。在该时期，客车生产逐步与汽车修理分离，还有一些工业企业调整为生产客车的工厂，从而一些生产客车的专业厂应运而生，客车生产规模逐步扩大 工厂的冲压、焊装、涂装、总装等生产工艺 都有不同程度的发展。车身零部件落料、冲压设备的配套逐步趋于完善，提高了机械化生产程度；CO₂气体保护焊技术得到普遍的推广应用，在薄板和构件的焊接中基本淘汰了氧-乙炔焊和电弧焊。采用组焊胎具进行车身骨架的焊装，有的形成初具规模的车身焊装生产线，提高了车身的焊装精度；为了改善车身的防腐性能，开始应用构件磷化工艺技术，并出现了构件表面处理生产线（即除油—除锈—磷化—浸漆—烘干）和客车涂装生产线。

改革开放以来，我国国民经济快速发展，人民生活水平不断提高，尤其是高速公路建设蓬勃发展和城市现代化建设，对客运车辆提出了更多，更高的要求，为客车工业的发展提供了良好的市场条件。改革开放又为客车行业创造了“走出去 请进来”与国外同行进行技术交流的机遇，对国外客车生产技术有了进一步了解，找到了差距，学到了先进技术。在国家统一领导规划下，通过引进国外先进技术或与发达国家客车厂合资的方式对重点企业进行技术改造，使我国客车工业有了飞速的发展，客车制造工艺技术亦取得了长足的进步，一些重点企业的生产工艺技术达到了国外客车企业八十年代的水平，个别技术达到了国外的先进水平。

3.2 我国客车制造工艺技术现状和发展

引进、消化、吸收国外的客车制造工艺技术 并通过工厂的技术改造 将这些国外先进工艺技术应用到我国的客车生产中。

客车制造采用了流水线的生产方式，一般由车身焊装线、车身涂装线、客车总装线和客车检测线等四个主要生产流水线组成，有的企业还设有底盘装配生产线。以车身制造工艺为中心进行客车生产流水线的工序安排，将涂装完工的车身总成与底盘总成扣合连接。不难看出，这种工艺方案，使车身涂装质量得到保证，提高了客车车身的质量。

车身的顶盖、左右侧壁、前后围和底架分总成的组焊以及车身骨架的合装实现了胎具化，它不但提高了焊装生产效率和车身焊装质量，而且对车身尺寸的变化具有一定的适应性；顶盖分总成的骨架、蒙皮的焊装实现了低位作业 现已普遍应用了 CO_2 气体保护焊 单面双点焊机在蒙皮—骨架的连接中也得到了应用。根据生产规模不同，采用了电热、液压或机械式的张拉蒙皮装置。由于焊装胎具和其它新装备、新工艺的应用，提高了车身焊装的生产效率，减轻工人的劳动强度，并大大提高了焊装白车身的质量。

根据我国客车打磨腻子工作量大、工位多、生产周期长的特点，涂装工位采用并列式的布置，将产生粉尘的打磨腻子工位集中布置在厂房的一侧，与清洁度要求高的中涂、面涂及其烘干工位保持一定的距离 而中涂 或面涂 的喷漆室与烘干室常常采用贯通式布置 进一步保证了喷涂对清洁环境的要求。在一些客车厂采用了客车车身整体浸渍式漆前预处理或整体喷淋式磷化处理工艺，两种工艺方法都取得了良好的效果。在车身涂装生产线上还采用了水旋式喷漆室 对流式烘干室 移动龙门式自动喷涂机 防震隔热胶喷涂装置等先进设备。

客车总装线首先用专用车身吊装装置将涂装完工的车身总成与底盘总成扣合、连接，在客车的内外饰安装中，广泛采用高效的电动、气动工具和升降工作台，便于工人操作和适应多品种客车的生产。

为了保证客车出厂的质量，客车厂一般都建立汽车自动检测线，对总装完工的客车速度表、侧滑以及前轮定位角、轴重、喇叭声级、制动力等项目进行 100% 的检测，检测结果通过显示器显示，并将检测结果储存和直接打印出检测报告。在厂区通常还建有进行车身淋雨密封性检测的淋雨试验台；有的企业为了加强对产品出厂装配质量的检验，在厂区内建有专用的封闭式汽车试车跑道 该试车跑道由扭曲路、搓板路、弯路、振动路等路段组成。

车身或客车在生产流水线上的移动有地面牵引链、板式输送机、滚床-滑橇输送装置等 而车身、客车的横移常常是采用光电对轨的平板转移车或板式输送机。在流水生产线上配备了相应的起重运输设备 如小型平衡吊、单轨电动葫芦、天车等。

车身组合的整体质量取决于焊装，而合格的冲压件是焊装的基础。为此，一些客车厂在冲压工艺上投入大量资金，配置了大型冲压设备和数控冲压设备，以保证客车的质量和对产品多

样性的适应。板材下料由常规的剪板机，快速曲线剪切机到应用等离子切割机、数控激光切割机、数控冲切机、开卷校平剪切机组等完成。采用矩形管切割机、数控弯管机进行矩形冷弯型钢的切割成形。一些客车厂装备的下料机械已达到国外客车厂的先进水平。

车身构件和覆盖件的冲压成形，除了采用钢制模具外，大型覆盖件一般采用低熔点合金模具或中熔点合金模具，进行整体或分段冲压成形。冲压车间除了配置了 630t、800t 的大型压力机外，有的还装备了大台面的双动薄板拉伸压力机，以提高冲压质量。

自“七五”技改以来，客车企业在工厂建设中既注意到新技术、新工艺、新装备、新材料的应用，又十分重视消防、职业安全卫生、环境保护等方面的要求。尽量采用少毒和无毒的工艺，对那些不可避免产生的废气、废水、废渣、噪声等污染均采取了治理措施，从而使现在的客车工厂的公害治理工作，达到了目前国家和地方的环保要求。

采用联合厂房，将车身焊装、车身涂装及客车总装布置在一个整体式厂房内，使其客车制造过程的工艺路线便捷，有利组织客车生产。在其厂房建筑结构上采用全钢结构，不但通风采光好，造型美观，而且实现了大跨度，满足了大客车生产的需要。

客车工业的迅速发展，也带动了焊装、涂装等工艺装备技术的发展，促进了工艺装备的专业化生产。工艺装备的专业生产厂的建立和发展，提高了客车工厂工艺装备的国内配套能力，亦有利于专用工艺设备技术水平的提高，为我国客车工业的未来发展打下良好的基础。

为了生产用户满意的产品，客车生产企业越来越重视质量管理工作，全面贯彻执行 ISO9000 系列标准，结合本企业的实际情况，设计和建立适合本企业的质量管理体系。在贯彻执行 QC/T 900—1997 “汽车整车产品质量检验评定方法”标准的基础上，个别企业还引用了国际上通用一种评价产品质量方法，即奥迪特 (Audit) 评分法。产品奥迪特评分法旨在核查和改善产品质量，使用户对产品满意。

面对国外客车制造工艺技术不断发展和我国客车制造工艺技术的现状，我们必须以技术进步为核心，以推进企业技术创新能力为动力，努力把我国客车制造工艺技术达到国外的先进水平，以满足我国客运市场和客车工业迅速发展的需求，进而参与加入 WTO 后日益加剧的市场竞争。

为此，采取主要措施如下：

(1) 应用计算机集成制造系统 (CIMS) 改造传统的客车工业。

为了提高企业的市场竞争能力，必须采用先进的管理方式和科学技术。计算机集成制造系统 (CIMS) 就是将传统的制造技术与现代信息技术、管理技术、自动化技术等有机结合，借助于计算机系统，对产品经营、生产管理、制造研究开发等企业活动进行有机集成，并优化运行，建立一个提高制造企业面对市场竞争具有快速应变能力的综合性自动系统。

建立计算机集成制造系统，必须有计算机 (软、硬件) 资源的支撑。为了保证 CIMS 的实施和正常运行，还必须进行企业管理的组织机构建设、管理程序的完善和提高企业人员素质的工作。

(2) 提高冲压件的表面质量和尺寸精度，确保稳定的冲压零部件质量。

虽然很多厂家已装备了大台面的双动压力机，但覆盖件的拉伸成形冲模的技术水平还不高，直接影响了覆盖件的冲压质量，致使焊装的白车身普遍存在棱条、筋条不清晰，曲面过渡不平顺和质量不稳定的问题。为此，必须加快提高客车行业的模具设计、制造和调试的技术水平。矩形钢管材料普遍存在扭曲、表面不平整的问题，致使焊装的车身骨架总成的平整度还不够高，影响了白车身的的外观质量，因此对提高矩形钢管的质量必须给予足够的重视，必要时对

异形钢管材料进行校正。

(3)进一步提高车身焊装线的技术水平。

低位作业在顶盖总成焊装中应用的基础上，将该技术进一步应用前围、后围总成的焊装上，在低位的专用胎具上实现蒙皮与前（后）围骨架的焊接。低位作业工艺性好，焊装质量高，可减少焊装流水线的工作量，并保证其流水线的稳定生产。进一步推广应用电阻点焊，减少焊接变形，加强对焊缝、焊点的修磨，以确保白车身的外观质量，减少腻子的用量和打磨工作量。为了提高客车产品的市场应变能力，要进一步提高车身焊装线的柔性，使更多品种的车身能在同一条生产线上进行焊装。

(4)改善和提高车身涂装工艺技术水平，进而提高车身的防腐能力和装饰水平。

进一步总结经验，改善和提高车身的漆前处理工艺技术，在有条件的企业推广应用白车身的整体喷淋磷化工艺或全浸式车身磷化工艺和车身总成的电泳底漆；加强涂装工艺管理，严格实施工艺规范，确保涂装质量的稳定。

(5)进一步提高总装配的技术水平和客车装配质量。

在总装配线附近设置相应的预装工位（pre-assembly station），就是将很多部件在总装配线之外先进行预装配使之成为整体（如仪表板、乘客门等）作为总装配线上装配操作的准备。操作人员可以在预装工位用机械化或自动化机械进行装配，既可改善工人的劳动条件，又可以提高劳动生产效率。通过在预装过程中的检查，消除了在总装配线上可能出现故障的隐患，运用计算机技术，对装配生产调度过程和存、取零部件信息进行处理，对众多的材料流进行精确的组织，以保证装配流水线的正常生产，有助于把总装配流水线建成一个能进行多品种生产的柔性系统。

(6)积极开发和应用非金属材料。

为了减轻客车自重，提高乘坐安全性、舒适性和客车的装饰水平，应积极采用塑料件，增加其数量和品种。塑料除了应用在仪表板、内饰板上作为内装饰软化件外，亦可用于制造水箱面罩、前后保险杠、发动机罩、侧仓门等零部件。特别是将玻璃钢应用在客车车身上，不但能够减轻车身重量，还可以减少工装模具费用，缩短生产准备周期，适用于客车多品种、少批量的生产特点。

在提高塑料及其制件质量的同时，应制定相应的制件标准和检测规范，以正确进行塑料制件性能检测和质量评定。

第二章 冲压与车身零部件制造技术

第一节 冲压工艺概述

1.1 概述

1.1.1 冲压工艺的特点

冲压工艺是一种先进的金属加工方法,它是建立在金属塑性变形基础上,在常温条件下利用模具和冲压设备对板料施加压力,使板料产生塑性变形或分离,从而获得具有一定形状、尺寸和性能的零件。冲压工艺在工业各个领域中得到广泛的应用。客车车身是由覆盖件、结构件等组焊而成的全金属薄壳结构,车身本体的零件基本是冲压工艺生产出来的,客车车身对其冲压件的尺寸精度和表面质量的要求高,只有合格的冲压件才能焊装出合格的白车身,因此冲压件的质量是客车车身制造质量的基础,冲压技术是客车车身制造中的关键技术之一。总之,冲压技术对客车的产品质量、生产效率和生产成本都有着重要的影响。

客车的冲压件具有尺寸大、形状复杂、配合精度要求高和外观质量要求高的特点,对其生产所用的材料、模具和设备都有较高的要求,对于不同的零件、不同的工艺特点,所用的材料、模具和设备都有所不同。

冲压与其它金属加工方法相比,具有下述的特点:

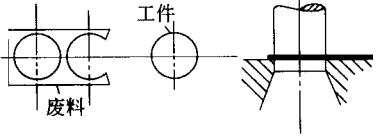
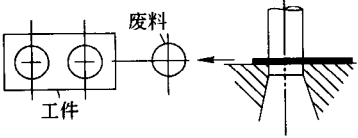
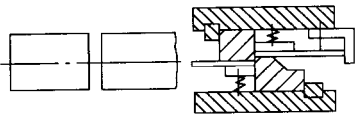
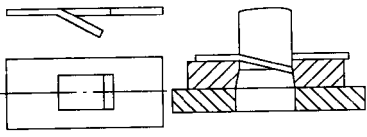
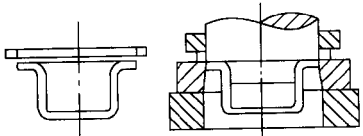
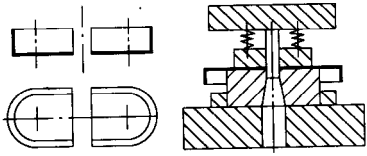
- (1)生产率高,而且操作简便,易实现机械化与自动化。
- (2)车身零件的尺寸精度是由模具保证的,所以质量稳定,一般不需要切削加工便可用于装配。
- (3)利用冲压工艺方法可以获得其他金属加工方法所不能或难以加工的、形状复杂的零件。
- (4)冲压加工一般不需加热毛坯,也不像切削加工那样切除大量金属,所以它不但节能,而且材料利用率高。冲压工艺能获得刚度大、强度高而重量轻的零件,适合于进行客车车身零件的加工。
- (5)冲压所用原材料为轧制板料或带料,在冲压过程中材料表面一般不受破坏,所以冲压零件的表面质量较好,为后续表面处理工序,如涂装,提供了方便条件。

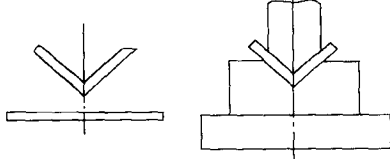
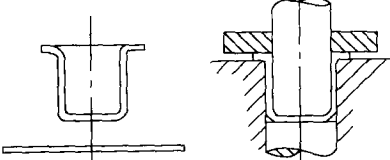
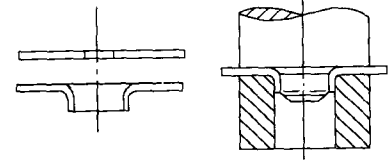
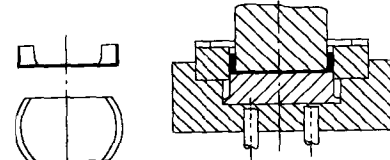
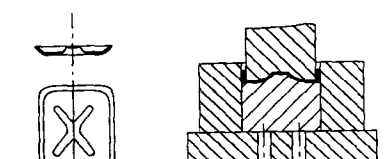
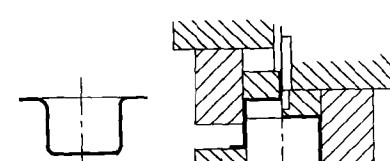
1.1.2 冲压工序的分类

由于冲压加工零件的形状、尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等的不同,其冲压方法多种多样,但冲压工序按加工性质的不同,可以分为两大类型:分离工序和成形工序。分离工序是将冲压件或毛坯在冲压过程中沿一定的轮廓相互分离,其冲压零件的分离断面要满足一定的断面质量要求;板料在不破坏的情况下产生塑性变形,获得所需求的形状及尺寸的工序叫做成形工序。

车身制造中常用分离工序见表 2-1,常见的成形工序见表 2-2。

冲压最常用的四个基本工序为:冲裁、弯曲、拉深、成形。

工 序	图 例	工 序 性 质
落料		<p>用落料模沿封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是零件</p>
冲孔		<p>用冲孔模沿封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是废料</p>
剪切		<p>用剪刀或模具切断板材,切线不封闭</p>
切口		<p>在坯料上将板材部分切口,切口部分发生弯曲</p>
切边		<p>将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉</p>
剖切		<p>将半成品切开来成两个或几个工件,常用于成双冲压</p>

工 序	图 例	工 序 性 质
弯曲		把板料沿直线弯成各种形状
拉深		将板料压制开口空心零件
内孔翻边		将板料上的孔的边缘翻成竖立边缘
外缘翻边		将工件的外缘翻成圆弧或曲线状的竖立边缘
胀形		在板料或工件压出筋条、花纹或文字
整形		把形状不太准确的工件校正成形

1.2 客车覆盖件的冲压工艺

1.2.1 客车覆盖件的特点

客车车身覆盖件是指覆盖发动机、底盘等构成车身(包括驾驶员门、乘客门、行李仓门等)的表面零件。它包括外覆盖件和内覆盖件。

客车覆盖件通常采用冷轧钢板冲压而成。但它与一般冲压件相比,具有形状复杂(多为空间曲面)轮廓尺寸大、材料薄、表面质量要求高等特点。因此客车覆盖件的冲压工艺是板料冲压技术难度大的工艺。

1.2.2 客车覆盖件的技术要求

(1)表面质量好

覆盖件表面不许有裂纹、皱纹、划伤、压痕、凸凹不平及其它破坏表面质量的缺陷。覆盖件表面上的筋线要求清晰、平直,曲面应圆滑、过渡均匀。覆盖件表面上的一些微小的缺陷就会在涂漆之后引起的光的漫反射,从而影响外观质量。

(2)尺寸和形状应符合覆盖件零件图和车身总图的要求

客车覆盖件由于形状复杂,用一般的平面图无法准确表达,因此客车覆盖件的尺寸和形状标注是由主模型、零件图纸、工艺模型来互相补充、互相注明来完成。客车覆盖件的图纸是在客车坐标系中表示其投影的形状和主要尺寸,而不表示出零件的主要尺寸。客车覆盖件的外形尺寸及孔、窗洞、局部鼓包、小前顶和其它类似部分的形状、尺寸则必须依赖主模型确定。主模型是汽车覆盖件成形模具、焊装夹具和检验夹具的制造标准,它是确定各个零件的成形工艺,设计和制造成形模具、检验成形模具是否合格的依据。所以,覆盖件的尺寸和形状应与模具和经过焊装合件匹配过的样件相吻合。覆盖件形状复杂而尺寸大,其形状和尺寸的精确性,直接影响车身的装配精度和造型美观。

(3)良好的刚性

覆盖件应具有良好的刚性,以防止客车行驶过程中产生振响和早期损坏。因此,在覆盖件成形过程中应有足够的变形。在拉深过程中,往往由于材料的塑性不好,造成覆盖件的局部缺陷,如变薄、起皱等现象。导致客车覆盖件的早期损坏。这些情况多出现在拉深度比较大、圆角比较小的部位上。

(4)良好的工艺性

覆盖件的设计结构应具有良好的冲压工艺性能,能最经济、最安全、最稳定地获得高质量产品的可能性。覆盖件还应有良好的焊接工艺性能。

1.2.3 客车覆盖件的分类

根据形状复杂程度、变形大小和特点,覆盖件可分为三类:浅拉深件、一般拉深件和复杂拉深件。各类客车覆盖件的变形特点见表 2-3。

覆盖件的分类

表 2-3

分类	零件外形特征	拉深变形特点
浅拉深件	(1)拉深深度浅($< 50\text{mm}$) (2)外形较简单匀称 (3)平的或基本平的底,或是小台阶的底	(1)拉深中从压料面下获得少量的补充材料,工件本体的拉深成形主要依靠自身材料的延伸 (2)变形、应力比较均匀,成形表面的应力数值远小于抗拉强度极限,故需采用拉深槛来增加压料面下材料的流动阻力,使材料充分塑性变形,以保证制件得到应有的刚度 (3)一般不会产生破裂

续上表

分类	零件外形特征	拉深变形特点
一般拉深件	(1)拉深深度较深 < 100mm (2)外形较复杂 (3)平的或基本平的底或是大曲率半径的外凸形底	(1)拉深表面主要靠压料面下的毛坯向内补充而拉深成形 (2)变形、应力比较均匀 成形表面塑性变形程度较大 但应力尚小于 σ_b (3)只要材料合格或模具技术状态良好，一般不会破裂
复杂拉深件	(1)拉深深度较深 (170 ~ 240mm) (2)外形较复杂又不对称 (3)有外凸或内凹的底，或是大台阶形底	(1)拉深表面既靠压料面下的材料补充，又靠内部表面材料延伸而拉深成形 (2)制件各处应力、变形很不均匀 大部分区域已充分塑性变形，且应力已临近 σ_b 个别区域尚有变形不足的状态 (3)若材料不合格或压料力调整不当 容易出废品

1.2.4 客车覆盖件的冲压工艺

1.2.4.1 客车覆盖件的冲压工序

客车覆盖件的冲压工艺 通常都是由拉深、修边、翻边三个基本工序组成 有的还需要落料或冲孔。有时根据需求和可能可以将一些工序合并，如修边冲孔、修边翻边等。

落料工序是为了获得拉深工序所需的毛坯。

拉深工艺是覆盖件冲压的关键工序，覆盖件的形状大部分是由拉深工序形成的。

修边工序是为了切除拉深件的工艺补充部分。这工艺补充部分只是拉深工序的需要，因此完成拉深后将其切掉。

翻边工序是在修边工序之后，使覆盖件边缘的竖边成形。

冲孔工序是加工覆盖件的孔洞。冲孔工序一般在拉深工序之后，以免孔洞破坏拉深时的均匀应力状态，避免孔洞在拉深时变形。

对于一个具体的客车覆盖件来说，要确定其冲压工艺，必须具体分析该覆盖件的形状、尺寸、结构、材料和技术要求 并结合生产纲领和生产条件进行确定。

1.2.4.2 客车覆盖件的拉深成形工艺的设计原则

拉深工序是制造覆盖件的关键 它直接影响产品质量、材料利用率、生产效率和制造成本。因此，覆盖件的拉深工艺设计是覆盖件生产过程中十分重要的阶段，其拉深成形工艺必须遵循以下原则：

(1)尽可能用一道工序成形出覆盖件形状，因为二次成形会造成定位困难，发生成形不完整的情况 影响表面质量。

(2)覆盖件的成形深度应尽可能均匀平缓，使各处的变形程度趋于一致。

(3)拉深表面较为平坦的覆盖件 应适当设置拉延筋和拉深槛 和设计合适的压料面 以调整各个部位材料的变形流动情况。

(4)覆盖件主要结构面上往往有急剧变化的凸凹曲面和较深的鼓包等局部形状。在形状设计时应尽可能满足合理成形的条件要求。在确定成形工艺时，可以通过加大过渡区、过渡圆角、切口等方法改善材料的流动和补充条件。

(5)覆盖件上的焊接面不允许有皱折等质量问题，对于不规则的形状只能考虑用拉深成形出焊接面。

(6)覆盖件成形压料面的设计形状应使材料不发生皱折、翘曲等质量问题，保证压料面材

料变形流动顺利，同时，压料面的形状还应保证坯料定位的稳定性、可靠性、安全性和可操作性，并且力求压料废边最小。

(7)覆盖件在成形后，一般还进行翻边、修边等工序，在进行主成形工序时的坯料形状和尺寸应充分考虑，为其后翻边、修边等工序提供良好的工艺条件，包括材料变形条件，模具结构、零件定位、送料、取件等。

(8)坯料的送进和取出应确保安全、方便，当成形模具的内表面与坯料发生干涉时，尽可能在模具内设置导向装置。

(9)覆盖件坯料的定位装置要简便易行，在成形工序设计时必须为后道工序创造良好的定位形式。确保已成形的表面不被损伤，并使成形零件得到令人满意的效果。

表 2-4、表 2-5 列出客车覆盖件的冲压工艺实例。

前挡风蒙皮的冲压工艺

表 2-4

工序	工艺说明	设备	工序	工艺说明	设备
1	下料	开卷校平剪切机组	4	整形	单动压力机 6 300kN
2	落料	单动压力机 6 300kN	5	修边	单动压力机 6 300kN
3	拉延成形	双动压力机 6 000/4 000kN	6	翻边、整形	单动压力机 6 300kN

驾驶门内蒙皮的冲压工艺

表 2-5

工序	工艺说明	设备	工序	工艺说明	设备
1	下料	开卷校平剪切机组	4	冲孔、切边	单动压力机 6 300kN
2	落料	数控激光切割机	5	翻边、整形	单动压力机 8 000kN
3	拉延成形	双动压力机			

1.3 车架纵梁与横梁的冲压工艺

1.3.1 车架纵梁冲压工艺

纵梁是构成车架总成的主要零件，也是客车的最大冲压件。纵梁冲压通常包括落料、冲孔和成形工序。由于纵梁属于尺寸长、材料又较厚、强度又高的冲压件，需要大的金属模具和大型压力机，因此在大批量生产中，车架纵梁采用中厚钢板，利用金属模具，在大型压力机上依次完成落料、冲孔、成形的生产方法。该生产方式质量比较稳定、生产效率高，易于实现机械化。

客车生产规模一般较小，其纵梁冲压工艺通常采用一些较简单的方法。

(1)纵梁的下料

下料是冲压件加工的第一道工序，它是根据要求将原材料加工成毛坯。纵梁下料可采用剪板机的剪切、丙烷切割机、等离子切割机和激光切割机的切割等方法。其中剪板机是通用的下料设备，它使用方便、送料简单、剪切速度快、精度高，它能剪切较宽的板料。

丙烷切割、等离子切割亦在客车生产中得到应用，尤其是数控的等离子切割机，可以极

大的提高切割质量和生产效率。但丙烷、等离子切割的缺陷是切口质量有时不能令人满意，都使切口区域产生热影响区，使强度和延伸率都产生变化，使成形工序纵向翘曲回弹变大，使下道工序无法钻孔装配，所以必须消除热影响区域。而激光切割机可以弥补上述不足，但由于设备成本等方面的原因，目前激光切割机主要应用在大批量的小厚度钢板的加工方面。

(2) 纵梁的冲孔

为了在纵梁上连接各种支架，在纵梁腹板上有很多 $\phi 10\text{mm} \sim \phi 15\text{mm}$ 的孔。冲孔工序经常是采用液压机和冲模完成。在小批量生产中常采用钻模在钻床上进行加工；有的应用数控冲床进行冲孔，该方法不但生产效率高、冲孔质量好，而且能适应多品种生产。

(3) 纵梁的成形

成形工序是车架纵梁冲压生产中的关键工艺。小批量生产的纵梁成形，一般用 8 000 ~ 12 500kN 压力机进行分段压弯成形，通常分三段或四段成形，这种成形方法生产效率低、劳动强度大、质量也不能令人满意，在分段处的翼面上有波纹、腹板平度和圆角都不太理想。第二种方法是采用多个 3 000kN 或 5 000kN 单缸液压机，通过多组框架结构构成一个整体的 30 000kN 或 40 000kN 压力机，通过整体的大滑块向下运动，从而生产出质量很好的纵梁，其生产效率较高，能达到中批量生产的需要。第三种方法对于等截面纵梁，可用折边机进行折弯成形，尤其是三段式车架的前、后部分长度较短的纵梁成形，但该方法不能保证折边的圆角大小。此外，在过去在一些企业还曾应用滚压冷弯成形法生产纵梁，但质量不太好，该成形方法现已很少应用。

1.3.2 车架横梁冲压工艺

车架横梁虽然尺寸较纵梁小得多，但横梁的形状、结构多种多样，且比较复杂。根据生产规模、结构形状来确定横梁的冲压工艺。

对一般“C”形直横梁，可由剪板机剪切下料，以保证宽度尺寸，然后用模具修两端边并冲孔，再成形。也可在折板上折弯成形。较复杂拱形横梁，一般都是先落料、冲工艺孔，再成形，最后用楔模冲孔。压力机多选用 8 000kN ~ 12 500kN。

1.4 冲压模具在客车生产中的应用

冲压模具生产周期长、设计与制造难度大、成本高，对于生产批量相对较小、品种多的客车生产而言，给钢制的冲压模具在客车生产中的应用带来一定困难。客车市场竞争的加剧，产品要求改型快，对冲压模具提出了制造周期短、结构简单、易于制造、生产成本低的要求。锌合金模和低熔点合金模技术满足了这一需求。

1.4.1 锌合金模

锌基合金是以锌为基体，加入少量铜、铝和微量的镁。

锌基合金的物理性能见表 2-6，机械性能见表 2-7。

锌 基 合 金 物 理 性 能 表 2-6

熔点(°C)	相对密度(g/cm ³)	收缩率(%)	热膨胀系数	热传导率
380	6.7	1~1.2	26×10^{-6}	0.24

锌基合金机械性能

表 2-7

硬 度 (HB)	抗拉强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)	抗剪强度 (MPa)	延伸率 (%)	冲击值 (kg/m ²)
100 ~ 140	220 ~ 260	550 ~ 800	240 ~ 300	1.3 ~ 1.5	60 ~ 80

锌基合金具有良好的工艺性能：

- (1)铸造性能 熔点低、流动性好。
- (2)切削加工性能 具有良好的切削加工性能 车、铣、刨、钻、铲刮、锉及磨皆可。
- (3)可焊性 用锌基合金做焊条 气焊和氩弧焊均可 均呈良好的焊接性能。

锌基合金拉深模的制造方法分石膏模型浇注、样件制模、砂型制模及金属制模等各种形式，对于尺寸较小的零件通常采用石膏模型浇注，对尺寸较大的零件通常采用样件浇注。

由于锌合金有冷缩性，要采取一些技术措施控制冷却速度的一致性，防止模具的变形甚至开裂。

铸模精度和光洁度一般都较高 形腔面不再需要机械加工 只需打光即可 稍有变形可采取粗铲修整和精修打光的方法修整；对局部缩孔的缺陷，可采用锌基合金焊条焊接，并进行打磨修整。

由于锌合金铸造的方法制造拉深模十分简便，易加工，故适应客车的生产。

1.4.2 低熔点合金模

低熔点合金模是用熔点低的金属合金，采用铸造的方法制造冲模。常用的低熔点合金有铋基合金和锡基合金。铋基合金的熔点一般只有 90℃ ~ 150℃ 熔化后流动性好 具有良好的铸造性能 冷凝时体积膨胀。

低熔点合金模的最大特点是凸、凹模可以通过铸模同时形成 铸模后 凸、凹模之间的间隙均匀，使用时不需调整。20 世纪 80 年代，国外出现了低熔点压力机，把低熔点合金模的铸模成形与压力机组合起来，成为一种专用设备，该设备不仅具有压力机相同的机械部分和液压传递部分，而且还有合金熔池及其加热、冷却系统，低熔点压力机自身可完成合金的迅速熔化和冷却，形成凸凹模以及冲压件的生产。

低熔点合金模具有制造工艺简单、周期短、成本低、铸模材料可反复使用的特点。但由于该模具使用寿命短 低熔点合金模适用于小批量、多品种生产。

低熔点合金模具铸造工艺有自铸模和浇铸模两种。

在熔箱内把合金熔化，浸放样件及凸模连接板，待合金冷却后分模，样件将合金隔成凸凹模 该铸模工艺称为自铸模 如图 2-1 所示。

浇铸模工艺如图 2-2 所示。首先把样件和其它零件预先安装并调整好位置，将熔合金浇入形腔内，合金冷却后分模，样件将合金分隔成凸、凹模，这种铸模工艺称为浇铸模。

自铸模和浇铸模均可在压力机上或其它地方完成铸造。

由于低熔点合金强度比较低，采用调质钢制的凸模板、凹模板、压料板可提高模板的使用寿命。因此在铸模前必须准备好凸模板、凹模板、压料板和凸模连接的螺栓 并将它们和合格的样件一并放入熔箱内 如图 2-3 所示。为了合金的流通，样件上要适量钻出 $\phi 2.5\text{mm} \sim \phi 3\text{mm}$ 的工艺孔。