

高等学校教材

车辆制造与修理工艺学

大连铁道学院	陈世和	主编
北方交通大学	吴绍忠	
上海铁道学院	夏寅荪	主审

中国铁道出版社

1988年·北京

前 言

本教材是在1980年出版的《车辆制造与修理工艺学》试用教材的基础上,根据车辆专业教材编委会第四次会议的精神,以及以后《车辆制造与修理工艺学》教材编审小组第一次会议的安排进行编写的。

这本书与前次所编《车辆制造与修理工艺学》一书相比,主要做了如下修改:增加了机械加工工艺规程的制订、机械加工夹具设计的基本知识、冲压模具总体设计、冲压工艺方案分析、车辆装配-焊接夹具设计基础知识、车体钢结构外部油漆部分等内容。各章普遍加强了工艺分析方面的内容,注意理论密切联系实际,文字也较前精练。

本书阐述了铁道车辆制造与修理工艺的基本理论和知识。由于课程内容实践性比较强,所以在本教材中介绍的一些工艺方法,基本取自国内现场的实际情况,并作了分析与比较。对国外在车辆修造方面的先进技术和工艺方法,也作了一些介绍。

本教材由下列同志共同编写:绪论和第三章由大连铁道学院陈世和编写;第一章由长沙铁道学院李靖南编写;第二章由上海铁道学院夏寅荪编写;第四、五、六、九章分别由北方交通大学缪龙秀、吴绍忠、朱传林、傅华坤编写;第七章由西南交通大学霍庶辉编写;第八章由兰州铁道学院王家发编写。陈世和、吴绍忠担任主编;夏寅荪担任主审。

在本教材编写过程中,得到有关厂、段和科研单位的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

编 者

1987年3月

内 容 简 介

本书是在1980年出版的高等学校试用教材《车辆制造与修理工艺学》的基础上进行修订的。其内容主要是阐述铁道车辆及其主要零部件制造与修理工艺的基本理论和要求。全书共分两部分：第一部分（1～6章）主要介绍车辆转向架、车体钢结构制造与装配及车辆总组工艺；第二部分（7～9章）主要介绍车辆零部件的损伤及车辆修理工艺的基本知识等。

本书除供高等院校铁道车辆专业教学使用外，亦可供铁路车辆制造及修理专业人员学习参考。

高等学校教材

车辆制造与修理工艺学

大连铁道学院 陈世和 主编
北方交通大学 吴绍忠

中国铁道出版社出版

责任编辑：吴桂萍 封面设计 王毓平

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：16.5 字数：408千

1988年4月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,000册 定价：2.80元

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 车辆转向架的制造

第一章 转向架零件的机械加工	4
第一节 概 述	4
第二节 机械加工工艺规程的制订	7
第三节 机械加工夹具设计基本知识	23
第四节 转向架典型零件的加工工艺	36
第二章 转向架组装	46
第一节 机械装配的基本知识	46
第二节 轮对的组装	51
第三节 轴箱装置的组装	56
第四节 202型客车转向架的组装	61

第二篇 车体制造及车辆总组装工艺

第三章 车体钢结构零件的冲压加工	73
第一节 冲 裁	74
第二节 弯 曲	84
第三节 拉 延	88
第四节 压筋及翻边的工艺特点	94
第五节 冲压工艺方案的分析	96
第四章 车体钢结构的装配焊接工艺	104
第一节 车体钢结构制造中的焊接方法	104
第二节 车体钢结构的焊接变形	108
第三节 车辆装配-焊接夹具设计基础知识	118
第四节 车体焊接结构设计中的一些问题	134
第五章 货车制造	143
第一节 C _{62A} 型敞车车体制造概述	143
第二节 中梁组焊工艺	147
第三节 底架组焊工艺	152
第四节 侧墙组焊工艺	158
第五节 端墙组焊工艺	161
第六节 车体钢结构总组装及货车总组装	163
第六章 客车制造	165
第一节 客车车体钢结构制造概述	165

II

第二节	底架组焊工艺	166
第三节	侧墙组焊工艺	176
第四节	车顶组焊工艺	180
第五节	车体钢结构总组装工艺	184
第六节	客车总组装	188
第七节	车体钢结构外部油漆	191

第三篇 车辆的修理

第七章	车辆修理总论	195
第一节	制订检修制度的基本方法	195
第二节	车辆检修限度	201
第三节	车辆修理的工艺过程	204
第四节	车辆修理中的流水作业	206
第八章	转向架的修理	213
第一节	转向架修理的工艺过程	213
第二节	轮对的损伤与检修	214
第三节	滚动轴承的损伤与检修	228
第四节	转向架其它零部件的损伤与检修	232
第五节	提高转向架零件耐磨性的途径	235
第九章	车体钢结构及车钩缓冲装置的修理	239
第一节	车体钢结构的腐蚀及其防护	239
第二节	车体钢结构的变形、裂纹及其修理	247
第三节	车钩缓冲装置的修理	252

绪 论

一、课程的性质和任务

《车辆制造与修理工艺学》是铁道车辆专业的专业课程之一，是研究车辆零、部件制造、检修工艺与车辆装配工艺的一门综合性课程。

在车辆生产中，涉及的工艺方法很广泛，有铸工、锻工、机械加工、热处理、冲压加工、铆工、焊接、电镀、油漆以及装配工艺等。根据培养目标的要求，以及与工艺系统有关的技术基础课的分工，本课程的任务主要是提供以下的知识：

车辆产品结构的工艺分析；

车辆制造与修理方面的基本理论和基本知识。

根据上述任务，本课程的内容主要包括车辆的制造和修理两大部分。车辆制造部分的主要内容是：车辆走行部分零、部件的加工与组装；车体钢结构零件的加工，以及部件组装与车辆总组装。车辆修理部分的主要内容是：车辆零、部件的损伤规律；损伤的修理和防护的主要方法；车辆修理的基本知识。

《车辆制造与修理工艺学》是一门实践性与综合性很强的课程，是直接为生产服务的一门学问。本课程力求反映车辆生产的实践知识，并给予必要的理论分析。学习本课程必须采用理论联系实际的方法。除理论教学外，还需通过生产实习和学工劳动，向车辆生产第一线的广大职工学习，以获得车辆生产的实践知识，并发挥主观能动性，注意研讨产品质量、生产率和经济效益方面的问题和解决办法。努力把技术的先进性与经济的合理性有机地结合起来。只有这样才能完满地完成本课程的学习任务。

二、车辆生产的特点

车辆的制造是成批生产性质的重型机械工业。车辆的生产过程和一般的机器制造的生产过程一样，一般要经过三个阶段：制造毛坯的阶段；将毛坯进行切削加工或冲压加工的制造零件阶段；将零件装配成车辆的阶段。

在车辆生产过程中，完成装配工作的装配车间占着主导地位。装配车间生产的均衡性与节奏性，影响到所有其他车间的工作。装配车间的生产进度，对全厂的技术经济指标有很大的影响。

车辆生产除有上述机械工业的共同点外，还有它自己的特点，主要有：

(一) 装配车间的工种多、劳动量大。

一般机械制造厂的装配车间，主要是把经过机械加工的零件和一些连接件装配成部件和机器。因此，在装配车间内主要进行钳工装配工作。但是，在车辆工厂中，由于产品的特点（车辆可以简单地分为转向架和车体两个主要部分），转向架往往单独在一个车间内进行制造。该车间主要工作是把铸、锻毛坯件和型材进行加工及钳工装配。而车体部分的制造，又

因客、货车而有所不同。对客车制造厂来说,车体钢结构制造和木结构、内部设备的安装工作量都很大,因而一般分设两个装配车间来完成。制造客车车体钢结构的车间称为车体车间,主要做钢结构的装配焊接工作。而担任木结构、内部设备安装、油漆施工以及客车总组装工作的车间称为客车间。货车制造厂中,由于木结构和设备件的安装工作量不大,油漆工作量也不大,可以把这些工作与货车车体钢结构制造合在一个装配车间内进行,称为货车车间。

由上可见,车辆生产的装配车间,具有工种多、劳动量大的特点。这就给工艺准备工作和生产组织工作带来了困难。因此,装配车间最主要的问题是加强生产的科学管理,组织流水式生产,正确地划分车辆的工艺部件,合理组织平行作业与顺序作业。在产品稳定、大批量生产的条件下,可组织连续的、工作物移动的、强制节拍的流水作业线,实现不同程度的操作机械化和自动化,以提高劳动生产率,提高产品质量,降低产品成本,改善劳动条件,全面完成工厂的各项技术经济指标。

(二) 冲压加工和焊接工作在车体钢结构制造中占绝大部分工作量。

车体钢结构是由型钢板材制成的。由于冲压加工和焊接的操作过程比较简便,易于实现生产的机械化、自动化、达到高产、优质、低成本、安全生产等要求。因此,在车辆生产中,对钢结构零件的制造广泛采用冲压加工,而对钢结构零、部件的联接则广泛采用焊接的方法。

(三) 在车辆生产中,对多数零件的加工精度要求不高。

除滚动轴承轴箱、液压减振器、三通阀、轮对中车轮与车轴的压配合部分以及轴颈等需要有较高的加工精度外,其他加工零件的精度一般在IT10~12级范围内。此外,还有一些零件只要经过铲除毛刺工序或不需要加工就可直接装配到车辆上。

三、车辆生产的发展概述

解放以来,随着国民经济的发展,为了满足铁路运输日益增长的需要,车辆制造与修理工业有了很大的发展。生产的技术水平与管理水平不断提高。当前,车辆制造和车辆修理中,流水式生产已被广泛采用,具有先进水平的数控机床,计算机控制的生产线,各种液压、气动设备,工业机械手,自动化检测,以及先进的装配焊接工艺,正在各厂、段推广应用。车辆的修造能力和修造质量,都有显著提高。现在承担铁路运输任务的,绝大多数是解放后制造的各型客货车辆。但是,也应当看到,我国的车辆工业和世界先进水平相比,还有差距:铁道车辆无论在数量上和质量上,都满足不了我国社会主义四个现代化建设的要求。今后要大批量制造符合现代化要求的新型客货车,加速对旧型车辆的加装与改造,并且加快车辆工业改造的步伐,提高配、修、造能力和质量,大量采用现代科技新成果,进一步推行企业现代化管理,全面提高企业素质,实现车辆工业现代化。当前车辆生产发展中值得研究的一些主要问题是:

(一) 努力提高新造车和修车质量。

我国铁路客、货车,普遍存在着检修周期短,检修工作量大,检修费用高的问题。要改变这一状况,就必须提高新造车和修车质量,尤其是新造车的质量。例如,铁路客、货车辆的车体钢结构腐蚀均较严重,在设计上就要考虑防止积水和避免搭接结构而造成夹锈的现象,改进车体结构钢材材质,如采用低合金耐候钢09CuPCrNi、09PCuTiRe等。并加强除

锈、油漆防腐措施。这样客车厂修周期将可能由目前的6年延长到12年左右。货车的厂修周期将可能由目前的5年延长到10年左右。

（二）积极发展车辆新产品，不断改革产品设计。

积极发展轻、快、稳新型客车和各种高速、重载的货车。对原有车辆及其零、部件要不断改进。搞好产品的标准化、系列化、通用化。新型车辆，既要保证运用的要求，也要方便检修和制造。设计要尽量考虑单元设计，以便于工艺部件制造，也要考虑工厂原有的设备和生产能力等。制造工艺则要服从产品的要求，尽可能满足设计需要。做到“设计考虑工艺，工艺保证设计”。设计工作和工艺工作相互促进，不断提高车辆生产的设计水平和工艺水平。

（三）大力推广新技术、新工艺，提高生产的机械化、自动化水平。

要推广精密铸造、精密锻造、冷挤压等少、无切削工艺，或以黑皮来代替不需精加工的工件，以减少加工余量，缩短机械加工时间，而且也有利于保持设备的精度及保证加工产品的精度。

要扩大电子技术在车辆工业上的应用，更广泛地应用计算机技术。例如，车体钢结构制造中，板材下料、冲压成型、装配焊接、外皮调平、各部件变形调整等，均可采用电子计算机对工艺过程自动进行监督、控制和管理。

根据生产的需要，在机械加工方面，发展专用组合机床和加工流水线，采用计算机控制的加工中心，并且广泛采用复合刀具、多刀切削，在精加工中采用硬质合金不重磨车刀，不断进行刀具改革。在焊接方面，进一步推广使用二氧化碳气体保护焊、接触焊，广泛采用装配焊接夹具和机械手，提高自动焊和半自动焊的百分比。如果在车顶、侧墙、端墙的骨架与外板组焊中，广泛采用机械手和接触焊，不仅效率高，而且易于控制变形。在车辆部件装配和总装配中，生产批量大时应尽可能采用流水作业，扩大部件组装与互换组装，减少校对与调整修配的操作。装配车间，可建立自动送料仓库，全部使用机械运输。修造作业上，要大力推广机械化和半机械化机具及装备，实现装卸机械化。

（四）积极节约原材料、应用新材料。

车辆生产中要注意节约钢材、木材和其他材料及动力等，用我国富有的金属代替稀缺金属，积极推广低合金钢和工程塑料的应用。

随着塑料、低合金钢、铝合金、不锈钢等在车辆上的应用，必须研究和掌握其工艺性，以及装配联接上的工艺问题。

（五）大搞综合利用，注意环境保护。

充分发挥物资潜力，认真解决废水、废气、废渣的危害问题，变三害为三利。如推广旧砂再用、废油再生、废旧塑料再生、有色金属回收等工作。

（六）按照专业化协作原则，逐步改变车辆工厂“大而全”的状况，研究改进生产组织形式，实行科学管理，充分挖掘现有企业的潜力，多快好省地发展生产。

客观世界是在运动和发展的，人们认识和改造自然的能力也在不断提高。我们要认真总结我国车辆生产的经验，解放思想，根据需要与可能，大力引用国内外科技新成果，加速实现车辆工业现代化。我们深信：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”

第一篇 车辆转向架的制造

转向架是铁道车辆的重要部件之一。它承受着垂直方向、侧向和纵向的动、静载荷，并引导车辆沿着轨道运行。转向架的设计性能和制造质量如何，直接影响到车辆运行的安全性、平稳性和舒适性。因此，转向架除要求设计性能良好以外，还必须严格按照技术要求进行加工制作，以确保列车安全、平稳地运行。

为了便于叙述转向架的制造过程，本篇分为转向架零件机械加工和转向架组装两章。

第一章 转向架零件的机械加工

第一节 概 述

一、转向架锻件、铸件用材料

(一) 转向架锻件用材料

由于锻造能获得较细密均匀的结晶组织，消除钢锭内部的缺陷(如微小裂纹、气孔等)，从而提高其机械性能。因此，转向架的重要零件如车轴、车轮、制动杠杆、摇枕吊、摇枕吊轴等都采用锻造方法制造。

1. 车轴材料

车轴是车辆走行部分的重要零件，在运行中承受交变动载荷及冲击力的作用，因此，对车轴材料有比较严格的要求。车轴一般是用平炉或电炉熔炼的碳素钢来制造的。根据铁道部颁布的“铁路车辆和煤水车用车轴技术条件”(TB451—63)的规定，车轴钢的化学成分应符合表1—1的规定。

车轴钢化学成分(%)

表1—1

碳	锰	硅	磷	硫	铬	镍	铜
0.35~0.45	0.50~0.80	0.15~0.35	不 大 于				
			0.045	0.05	0.30	0.30	0.25

注：(1) 车轴的化学成分在进行验证分析时，其含碳量的允许偏差不得比表中规定的上限高0.03%，比下限低0.02%。

(2) 铬、镍和铜的含量，在车辆制造厂内可以不进行分析，但炼钢厂应保证其含量不超过表中规定。

车轴轴坯是用方形截面的轧制钢坯作原料，加热到1150~1170°C(最高不超过1200°C)时，在蒸汽锤或水压机上锻造的。用三辊楔横轧制造货车D轴也获得成功。

由于车轴锻造过程中不均匀地变形和冷却，致使锻件中产生内应力。同时车轴各部分终锻温度不一，车轴锻后的金属组织不均匀。为了消除内应力，细化晶粒，使组织均匀一致，提高车轴的机械性能(特别是冲击韧性)，所以车轴锻造后需要进行热处理——正火处理。

车轴经热处理后的机械性能应符合表 1—2 的规定。

车轴热处理后的机械性能

表 1—2

抗 拉 强 度 (MPa)	伸 长 率	冲击韧性 (J/cm ²)	
	$l = 5d$ (%)	四个试样平均值	个别试样最小值
	不 小 于		
539.36~568.78	22	53.94	29.42
568.78~598.20	21	44.13	24.52
598.20以上	20	34.32	19.61

2. 车轮材料

目前客货车均采用整体辗钢车轮。这种车轮具有机械强度高、重量轻、使用寿命长等优点。

整体辗钢车轮是在专业化的工厂，用多角形钢坯经过切割坯料、坯料加热、锻压（锻粗、冲孔和成形）、辗压与弯压辐板等工序制成的。成形后的车轮须经热处理以获得较高的强度、冲击韧性和耐磨性。

辗钢车轮的化学成分以及热处理后的机械性能应符合表 1—3 的规定。

整体辗钢车轮化学成分和机械性能

表 1—3

牌 号	化 学 成 分 (%)					机 械 性 能			
	碳	硅	锰	硫	磷	抗拉强度 (MPa)	伸长率 (%)	断面收缩率 (%)	硬 度 (HB)
				不 大 于					
I	0.5~0.6	0.17~0.37	0.5~0.8	0.045	0.04	≥784.53	≥11	≥14	≥229
II	0.55~0.65						≥10	≥13	≥241

车轮热处理后，质量合格者在专业厂经粗加工以后，以半成品供应铁路有关部门使用。所供应的整体辗钢车轮的主要型号和尺寸应符合铁道部的规定。

3. 其它锻造零件用材料

除了对车轴和车轮的材料有专门的规定外，其它锻造零件采用普通碳钢 A3、A5 和 B3、B5 以及优质碳钢 20、35、40 和 45 号等。

(二) 转向架铸件用材料

由于用铸造方法可以获得形状复杂的产品，同时铸造零件的成本与使用其它方法制造零件相比较，一般说来是比较低的，当选用不同的铸造材料（铸钢、灰铸铁、球墨铸铁和有色金属等）时，可以分别满足零件强度、韧性、焊接性及耐磨性等的不同要求。因此，铸件在车辆转向架的制造中获得了广泛的应用。

1. 钢铸件材料

由于列车高速运行时，转向架上的承载零件除承受载重及自重外，还承受冲击、震动等动载荷，因此对某些铸件材料要求有足够高的机械强度；其次，车辆在使用过程中外界条件变化较大，由于我国幅员辽阔，车辆运行地区纵横数千公里，冬季要在 -40°C 以下的气温中使用，这就要求铸件不发生冷脆现象；再者，这些铸钢件在检修时需施行大量熔焊修补工

作。因此，就要求铸件具有可焊性。由于以上使用条件的要求，目前转向架中的承载零件，如摇枕、侧架、一体构架、轴箱以及心盘和旁承盒等都采用铸钢件。常用碳素铸钢有ZG 15、ZG 20、ZG 25等，其化学成分及机械性能列于表 1—4 中。

铸钢件的化学成分及机械性能 表 1—4

牌 号	化 学 成 分 (%)			机 械 性 能				
	碳	锰	硅	抗拉强度 (MPa)	屈 服 点 (MPa)	伸 长 率 (%)	断 面 收 缩 率 (%)	冲击韧性 (J/cm ²)
				不 小 于				
ZG15	0.12~0.20	0.35~0.65	0.17~0.37	392.27	196.13	24	35	49.03
ZG20	0.17~0.25			411.88	215.75	23		49.03
ZG25	0.22~0.30	0.50~0.80		441.30	235.36	19	30	39.23
ZG30	0.27~0.35			470.72	254.97	17		34.32

铸钢按其有害杂质硫、磷的含量多少，分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个等级。Ⅰ、Ⅱ级要在牌号后面标出，如ZG 25Ⅱ表示Ⅱ级。不标出的均表示Ⅲ级。Ⅰ、Ⅱ级含硫磷低，铸钢质量高，Ⅲ级含硫磷高，铸钢质量低。目前转向架的承载零件大都采用普通碳素钢ZG 20及ZG 25，质量级别为Ⅱ级。这类铸钢具有较高的强度、塑性和冲击韧性，并有良好的焊接性能和铸造性。

为了进一步提高钢的机械强度，减轻车辆自重和增加承载能力，提高车辆的运行速度，目前有些车辆厂已研究采用低合金钢铸件，主要使用含锰1.2~1.6%的低合金锰钢。

2. 铸铁件材料

车辆上用铸铁件材料主要有灰口铸铁、球墨铸铁。如轴瓦瓦体采用QT 45—5号球墨铸铁制造。

3. 有色金属铸件材料

常用有色金属为铜合金和铝合金。因有色金属较少而贵重，故只用于有特殊性能要求（如耐蚀、耐磨等）的零件。车辆转向架中的轴瓦衬，采用铅锡锡轴承合金（又称白合金），其化学成分是：铅占78~82%，锡占14~15%，锡占4~5.5%；滚动轴承的保持架则有采用铜合金和铝合金的。

二、车辆零件机械加工的特点

在车辆生产中，零件机械加工的比重较其它机器少。车辆零件，特别是车体、底架和罐体的零件，基本上都用型钢及板材制造。有的零件经下料、冲压后无需进行机械加工即可进入装配。有的零件经下料、冲压，再经一道钻孔工序也就可进入装配。少、无切屑新工艺如精铸、精锻、粉末冶金、冷挤压等的应用，更减轻了车辆零件机械加工的工作量。在车辆零部件中需要进行机械加工的主要是转向架的一些零部件。

在转向架制造中，对零件加工的精度等级要求一般是不高的。除轮对零件中车轮与车轴的压装部分，车轴轴颈、安装滚动轴承的轴箱以及液压减振器的零件要求较高外，其余零件的加工都在IT 10~12级精度的范围内，即经过粗加工工序就能完成零件的机械加工要求。

车辆零件中，基本上没有精密的传动零件，除轮对等零件外，它们的表面几何形状精度

和表面间的相互位置精度的要求都比较低。

转向架中需要机械加工的一些零件，如侧架、构架、轮对等体积较大，其中有些零件的表面形状比较复杂，而且由于生产量大，同一零件需要加工的数量相当多，若使用通用机床进行加工将比较困难，因此多采用专用设备和组合机床及组合机床自动线进行加工。

第二节 机械加工工艺规程的制订

一、机械加工工艺过程的基本概念和工艺规程

(一) 工艺过程的组成

将原材料转变到成品机器的全部过程称为生产过程。生产过程包括：原材料的运输保存、生产准备、毛坯制造、零件的机械加工和热处理、机器装配以及质量检验、成品的油漆和包装、仓库保管、供销业务、厂内运输等。为了降低生产成本和有利于生产技术的发展，整个车辆制造的生产过程是由许多专业工厂共同完成。一个工厂或一个车间所完成的整个生产过程的那一部分，称为这个工厂或这个车间的生产过程。

工艺就是制造产品的方法。

工艺过程是指生产过程中对改变材料性质、改变零件尺寸、形状、相互位置以及机器外观变化有直接关系的那部分生产过程。这是生产过程中最主要的一部分过程。工艺过程就其所完成任务不同，又可分为机械加工、装配、热处理、毛坯制造等工艺过程。

将毛坯或半成品通过不同的金属切削机床加工成机器零件的全过程称机械加工工艺过程。

机器零件经过毛坯制造、机械加工、热处理等阶段，才能变成成品，它通过的整个路线称为工艺路线或工艺流程。

把机械加工工艺过程的有关内容，用表格形式写出来，称为机械加工工艺规程。

为便于分析说明机械加工情况，把机械加工工艺过程细分为工序、安装、工位、工步、和走刀等部分。

1. 工序——指一个人或一组工人，在同一台设备或同一工作地点，对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程工作，称为工序。这些因素中，有一项改变，就算作不同的工序。

每一工艺过程是由一道或几道工序依次排列组合而成。工序是工艺过程的基本组成部分，也是生产计划的基本单元。

2. 安装——指在同一道工序中，工件在加工位置上装夹一次所完成的那一部分加工，就称为安装。例如在通用车床上粗加工车轴工序中，需进行两次安装，即加工完一端，调头再加工另一端。

3. 工位——指在一道工序中，当工件安装在回转夹具上，作若干次工作位置的改变，则工件每占据一个工作位置时所完成的那部分加工工艺过程，称为一个工位。采用多工位加工，可以减少装夹次数，保证加工精度和提高生产效率。

4. 工步——在同一工序中，加工表面、切削刀具和加工用量均不改变的条件下所连续完成的这部分工作称为一个工步。只要其中一个因素改变，就算作一个新的工步。

5. 走刀——在一个工步中若所切去的金属层很厚，要分几次切削，每一次切削就是一

次走刀。

(二) 工件在安装中的定位方法

工件的安装过程包括定位和夹紧两方面内容。定位就是使工件在机床上相对刀具有正确的位置，只有处在这一位置上进行加工，才能保证被加工面的技术要求。而将定好位的工件压紧或夹牢即为夹紧。

随着批量、加工精度和工件大小不同，工件在安装中的定位方法也不同。有以下三种：

1. 直接找正定位的安装

对形状简单的工件可以用划针、百分表等直接在机床上找正定工件的位置。例如图 1—1，在四爪卡盘上对台阶轴加工。要求待加工面 B 与表面 A 同轴。

直接找正定位的安装方法费时费事，精度不稳定，只适用于单件小批生产和试制。在工具和修理车间中亦应用。

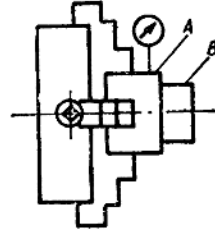


图 1—1 直接找正定位的安装

2. 按划线找正定位的安装

对形状复杂或重大的工件，若用直接找正定位的安装方法，会顾此失彼，这时就有必要按零件图在毛坯上把要加工表面的轮廓线划出来，然后按线找正工件在机床上的正确位置。对形状复杂的工件如车辆转向架中的某些铸、锻件就是采用这种划线找正定位的安装。

划线加工要求技术高的划线工，并且效率低。一般只用于批量不大、形状复杂、尺寸和重量都很大的铸锻件以及毛坯的尺寸公差很大、表面粗糙、无法使用夹具的情况下。

3. 用夹具定位的安装

机床夹具是属于机床上的一种专用装置，它能使工件迅速而且正确地定位与夹紧，不需找正就能保证工件同机床刀具间有正确的相对位置。这是较完善的安装方法，定位精度高，装卸方便。但制造专用夹具费用高，周期长。

(三) 生产类型与工艺过程的关系

某种产品的年产量称为该产品的生产纲领。生产纲领对工厂的生产过程和生产组织起决定性的作用。

产品中某零件的生产纲领 N 除包括规定的产品年产量 Q 外，还应包括它的备品率 $a\%$ 及废品率 $b\%$ 。其计算式如下：

$$N = Q \cdot n \cdot (1 + a\% + b\%)$$

式中 n ——每一产品中有关零件的数量 (件/台)

根据生产纲领大小不同，可分为三种不同的生产类型，即单件生产、成批生产和大量生产。生产类型不同，无论在生产组织、生产管理、车间布置，还是在毛坯、设备、加工工艺过程和对工人技术的熟练程度等各方面要求均有所不同。其工艺特点如下：

1. 单件生产 单个制造不同结构不同尺寸的产品，且很少重复。如新产品试制，专用设备和修配件的制造等。

单件生产中所用机床设备多为通用机床，按机床种类及大小采用“机群式”排列。多用标准附件和刀具量具，非必要时不用专用工夹量具。靠划线及试切法保证尺寸精度。零件无互换性，毛坯精度低加工余量大，零件质量和生产率主要决定于工人技术熟练程度。所用工艺规程文件比较简单，一般只编制工艺过程卡片。

2. 大量生产 产品生产纲领很大,大多数工作地点和每台机床上长期只进行某一零件的某一道工序。某些类型的新造货车的生产属于此类型。

大量生产中,工件全部有互换性,毛坯精度高,加工余量小,广泛采用专用机床、自动机床或自动生产线生产。车间设备按零件加工工艺顺序排列,采用流水生产的组织形式,对操作工人技术水平要求不高,各种加工零件都有详细的工艺规程卡片。

3. 成批生产 产品数量较大,一年中分批地制造相同的产品,生产呈周期性重复。

成批生产中,工件大部分有互换性,少数经钳工修配组装,毛坯精度较高,加工余量较少。生产中既使用通用机床也有专用高效机床和大量专用工艺装备,车间中按加工零件的结构和工艺特点分工段排列机床,广泛采用调整法加工,部分用划线法找正。对操作工人的技术水平要求比单件生产时低,各种零件均有较详细的工艺规程,关键零件还有详细的工序操作卡。

成批生产中随产品数量不同,又可分为小批、中批和大批生产。前者接近单件生产,后者接近大量生产。

由上可知,生产类型不同,工艺过程也不同,在制定工艺规程时必须予以注意。

(四) 机械加工工艺规程的作用

把机械加工工艺过程的有关内容,按一定格式用文件形式固定下来即为工艺规程。工艺规程包括下述内容:工件的加工工艺路线和所经过的车间与工段;各工序的内容及所采用的机床与工夹具;工序尺寸和公差;检验项目和所用量具;切削用量;时间定额和工人技术等级等。

生产中有了正确的工艺规程,就有利于稳定生产秩序,保证产品质量,指导车间的生产工作,便于计划和组织生产,充分发挥设备的利用率。工艺规程是一切有关的生产人员都应严格贯彻执行的纪律性文件。

此外,在新产品试制中和新产品投入生产之前,必须根据工艺规程进行有关的技术准备和生产准备工作。例如刀夹量具的制造和采购,原材料、半成品、外购件的供应、人员配备等。工厂的计划和调度部门则根据生产计划和工艺规程,安排零件的投料时间和批量,调整设备负荷,下达任务计划,使整个生产有计划地进行。先进工厂的工艺规程还能起交流推广先进经验的作用,缩短其它工厂摸索和试制的过程。在设计新厂、新车间或扩建、改建旧厂、老车间时,根据产品零件的工艺规程及其它资料决定所建车间应配备的机床设备的种类和数量,进一步计算出车间面积和人员数量,确定新车间平面布置和厂房基建的具体要求,从而提出有根据的筹建、扩建计划。

制订的工艺规程要能保证加工质量,可靠地达到产品图纸所提出的全部技术要求;要有高的生产率,保证按期完成生产任务;要减少人力和物力消耗,降低生产成本,成为最经济合理的工艺方案。此外,还必须尽量降低工人的劳动强度,使操作工人有安全良好的工作条件。

制订工艺规程时,要从本厂实际条件出发,充分利用现有设备,结合具体生产条件,采用国内外先进技术。

另一方面,由于生产技术不断发展,产品设计的改进、新材料、新工艺、新技术的引用,已订工艺规程在实际生产中常会出现问题,发现缺点,这就要求对现行工艺规程按规定程序及时进行修改,定期进行整顿,不断完善提高。

三、制定机械加工工艺规程的原始资料与步骤

(一) 制定工艺规程的原始资料

在制定工艺规程前，必须具备下列原始资料：

1. 产品的整套装配图和零件的工作图；
2. 产品验收的质量标准；
3. 产品的生产纲领和生产类型；
4. 毛坯的情况。

应熟悉毛坯车间的生产能力与技术水平，各种钢材型料的品种规格，审查毛坯材料选用及制造方法是否合适，从工艺的角度（如定位夹紧、加工余量及结构工艺性等）对毛坯制造提出要求。

5. 本厂生产条件

制订工艺规程一定要符合现有的生产条件。因此应该深入现场调查研究，了解设备规格、性能、可达到的加工精度；现有刀具、量具、夹具和辅助工具的规格和使用情况；工人技术水平；制造专用设备或改造设备的能力；制造工艺装备的能力等；使制订的工艺规程切实可行。

6. 国内外生产技术的发展情况

其目的是学习先进经验，结合本厂具体情况加以推广，以便制订出较先进合理的工艺规程。

(二) 制订工艺规程的步骤

制定车辆零件机械加工工艺规程的步骤大致如下：

1. 分析零件图和产品装配图

首先要熟悉产品的性能、用途和工作条件，了解各零件的装配关系及其作用，分析各项技术要求制定的依据，找出主要技术要求和关键技术问题。然后进一步分析图纸上各项技术要求是否合理，零件的结构工艺性是否好。如有问题，则提出与有关设计人员共同研究，按规定手续对图纸进行修改与补充。

2. 确定毛坯

毛坯质量高，则机械加工劳动量少，可提高材料利用率，降低机械加工成本。但毛坯选择往往受毛坯车间设备条件的限制，因此毛坯的选择应从生产纲领和毛坯车间生产条件出发，对毛坯制造提出要求。

3. 拟定工艺路线

这是制定工艺规程中关键性的一步，需要提出几个方案，进行分析对比。这里要进行的工作主要是：选择定位基面；确定各表面的加工方法和划分加工阶段；合理安排各表面的加工顺序；确定定位夹紧方法；决定工序集中与分散程度，以及安排热处理、检验及其他辅助工序等等。

4. 确定各工序所采用的设备、刀具、夹具、量具和辅助工具。

如需要制造改装设备或制造专用设备、刀、夹、量具，则应提出具体的设计任务书。

5. 确定各工序的加工余量，计算工序尺寸及其公差。

6. 确定切削用量及工时定额。

7. 确定各主要工序的技术要求及检验方法。

8. 填写工艺文件。

制定工艺规程所需考虑问题很多, 涉及面也很广。下面只讨论制订工艺规程时要解决的主要问题。

三、零件的工艺分析

对被加工零件进行工艺分析, 包括以下几个内容:

1. 计算零件的生产纲领

根据生产纲领的大小, 考虑生产组织形式, 选用加工方法和设备。

2. 检查图纸的完整性和正确性

例如视图是否足够, 尺寸、公差标注是否齐全合理。

3. 审查零件材料选用是否恰当

4. 分析零件的技术要求

分析其合理性和可行性, 找出其中重点, 在拟定工艺路线时加以重点考虑解决。

5. 审查零件结构的工艺性

零件结构对其工艺过程的影响很大, 对制造成本影响也很大。良好的结构工艺性是指这种结构在同样的生产条件下能够采用较经济的方法保质、保量地加工出来。当发现结构工艺性不好时, 可提出修改意见, 交设计部门考虑修改。

四、定位基准的选择

(一) 基准的概念

在设计产品图或制定工艺路线时, 常会遇到“基准”这个名词。基准就是根据的意思。在零件图上或实际零件上用来确定其他点、线、面的位置的那些点、线、面, 就称为基准。

按照基准的作用不同, 又可分为设计基准和工艺基准两大类。

1. 设计基准

在产品图或零件图上用以确定其他点、线、面的位置所依据的基准, 即标注设计尺寸的起点, 称为设计基准。如图 1—2 中平面 2、3 及孔 4 的位置是根据平面 1 确定的, 即尺寸 A、B、C 的起点是平面 1, 故平面 1 是平面 2、3 及孔 4 的设计基准。同理, 孔 4 的轴线是孔 5 的设计基准。

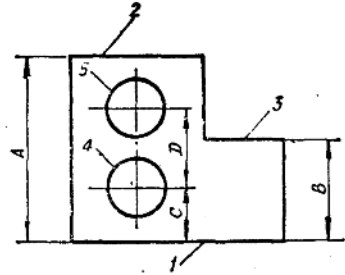


图 1—2 设计基准

设计基准是由设计者根据该零件在产品结构中的作用来决定的。但在零件图上标注尺寸应考虑到在按图纸制造该零件时, 要容易加工和便于度量, 并使加工时不会产生个别尺寸的积累误差。

2. 工艺基准

在加工、测量、装配等工艺过程中所采用的各种基准, 总称为工艺基准。按其用途不

同，又可分为：

(1) 定位基准 工件在机床上或夹具中定位时，用来确定被加工表面与机床刀具相对位置的表面称为定位基准。定位基准也就是工件定位时，与夹具定位元件接触的实际表面。工件上任何种类表面均可选做定位基准。定位基准可分：

① 粗基准 以毛坯的表面作定位基准。一般仅用于第一道工序中。

② 精基准 用已加工的表面作定位基准。用于第二道及以后的工序中。

③ 辅助基准 为了加工方便，专门加工出一些表面来做定位基准，如轴类的顶尖孔，其它零件的工艺孔、工艺凸台等。它们在零件装配和以后使用中并无用处。

(2) 度量基准 用来测量工件各加工表面位置及尺寸的基准，叫度量基准。在加工过程中，测量工件尺寸是直接从度量基准算起的。如图 1—3 所示，端面 1 是台肩 2 的度量基准。

(3) 装配基准 机器装配时，用来确定零件或部件在机器中位置的基准。

上述各种基准，应尽量重合。例如在设计时，应尽量以装配基准为设计基准就可直接保证装配的技术要求；在加工过程中以设计基准或装配基准为定位基准，以便于直接衡量加工质量能否满足原设计要求；度量基准与设计基准重合，才能正确反映加工质量。在设计夹具时，应尽量使定位基准与设计基准重合，以消除定位误差。

在分析基准问题时，有时作为基准的点、线、面在工件上不一定具体存在，如孔的中心、轴心线、基准中心平面等，而常由某些具体的表面来体现，如孔的内圆柱面、轴的外圆柱面，这些表面就可称为基面。因此选择定位基准的问题就是选择定位基面的问题。

(二) 定位基准的选择

工件在进行机械加工时，对每个工序正确地选择定位基准，是决定工件获得稳定的加工精度的重要条件之一，也是影响夹具结构与操作是否方便的重要因素。

在制定零件的机械加工工艺规程时，总是先考虑选择怎样的精基准把各个表面加工出来，然后考虑选择怎样的粗基准把精基准的各基面加工出来。

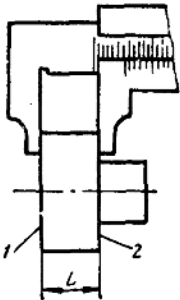


图 1—3 度量基准

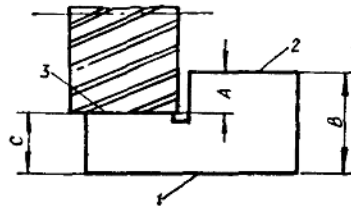


图 1—4 铣平面的不同定位基准

1. 精基准的选择

对精基准的选择主要从保证加工精度和装夹方便为出发点。一般应考虑下述原则：

(1) 应尽量选择零件上的设计基准作为定位基准。这称为基准重合原则。这样可避免因基准不重合而引起的定位误差。例如图 1—4 上， B 和 A 为设计尺寸，1 面为 2 面的设计基准，2 面为 3 面的设计基准。加工 2 面是以 1 面作基准，符合基准重合原则而无定位误差。加工 3 面时，本应选 2 面为定位基准，可直接得到尺寸 A ，但因 2 面面积小，夹紧不方便也不可靠，只好用 1 面为定位基面。这样，尺寸 A 就由 B 和 C 尺寸间接得到。当 B 有公差值 δ 时，则 2 面相对 1 面的位置就在 δ 内变化。故在加工 3 面时，为保证 A 尺寸，必须缩小