



中国汽车工程学会

汽车工程图书出版专家委员会 **特别推荐**



高等职业教育“十二五”创新型精品规划教材·汽车类

# 汽车装配技术

## QICHE

## ZHUANGPEI JISHU

◎主编 卢圣春 李元福



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 汽车装配技术

卢圣春 李元福 著

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 提 要

本书分为“汽车装配基础知识”“汽车发动机生产线”“车身焊装”“汽车装配”和“汽车性能试验”等五个模块,介绍了汽车制造过程及汽车装配工艺。每个模块都根据“汽车制造装配”的职业能力要求,确定典型的汽车制造装配工序和工艺及操作要点,构建学习单元。本书按照项目导向的原则,以职业能力培养为重点,将实际生产过程融入教学全过程。

本书从汽车制造业的生产实际中取材,图文并茂,可读性强,内容贴合实际,可作为汽车制造专业高等院校的教材,也可作为汽车制造厂从业人员的职业培训教材和参考书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车装配技术 / 卢圣春, 李元福著. —北京: 北京理工大学出版社, 2013. 3  
ISBN 978 - 7 - 5640 - 7470 - 8

I. ①汽… II. ①卢… ②李… III. ①汽车 - 装配(机械) - 高等学校 - 教材 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 038680 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 397 千字

版 次 / 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 49.80 元

加工编辑 / 多海鹏

责任编辑 / 张慧峰

责任校对 / 杨 露

责任印制 / 吴皓云

---

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

# 前言

QIAN YAN

汽车装配技术是高等院校汽车制造与装配类专业的一门主干课程。随着我国汽车工业的迅速发展，汽车制造企业急需大批技能型从业人员，因而开设“汽车制造与装配技术”专业的高等院校随之增多。但是公开发表的有关汽车装配的技术资料很少，已成形的教材几乎没有。为此，作者针对高等院校汽车制造类专业及汽车制造企业生产一线从业人员编著了此的教材。

本书根据汽车各总成制造装配、汽车总装等工作的相对独立性对其内容进行模块式编排。模块一，介绍汽车装配基础知识，主要内容有汽车制造过程、机械装配工艺规程以及汽车装配基本功训练等；模块二，介绍汽车发动机生产线，主要内容有汽车发动机装配的工艺流程和发动机磨合与验收；模块三，介绍车身制造，主要内容有车身焊装和车身涂装；模块四，介绍汽车装配，主要内容有汽车装配工艺和整车的调试技术；模块五，介绍汽车性能试验，主要内容有汽车动力性能试验、汽车燃料经济性试验、汽车制动性能试验等。

每模块教学目的明确、教学重点突出，每单元附有复习题。通过学习本书，可以了解汽车装配过程及初步掌握汽车装配技能。

本书内容较系统，概念和技术数据准确，实用性强，图文并茂，通俗易懂，适用于汽车制造业及其他相关专业的从业人员学习，并可作为相关部门对汽车制造业从业人员的职业培训的参考用书。

本书由卢圣春、李元福著。

参加编写的有孙志刚、李善锋、朱立东、王立颖、王冲。作者在本书的编写过程中，得到一汽吉林微型汽车厂、吉林汽车发动机厂等有关企业的大力相助；另外还参阅了相关论文，在此向有关企业及原作者表示谢意。由于作者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请同仁不吝赐教、读者批评指正。

作者

# 目录

MU LU

► 模块一	汽车装配基础知识	( 1 )
单元一	汽车制造过程	( 1 )
	一、汽车各总成的制造	( 2 )
	二、汽车车身制造	( 2 )
	三、汽车总装	( 3 )
	复习题	( 4 )
单元二	机械装配工艺概述	( 5 )
	一、机械装配的基本概念	( 5 )
	二、装配生产的分类	( 6 )
	三、装配精度	( 7 )
	四、机械装配一般技术规定	( 7 )
	五、保证装配精度的装配方法	( 9 )
	复习题	( 14 )
单元三	机械装配工艺规程	( 15 )
	一、制定装配工艺规程的基本原则	( 16 )
	二、制定装配工艺规程的原始资料	( 16 )
	三、制定装配工艺规程的步骤	( 16 )
	复习题	( 20 )
单元四	装配线	( 21 )
	一、流水线	( 21 )
	二、生产线	( 23 )
	三、装配流水线	( 27 )
	复习题	( 32 )
单元五	装配线常用工具的使用与保养	( 33 )
	一、电动工具	( 33 )
	二、气动工具	( 38 )
单元六	汽车装配基本功训练	( 41 )

训练一	螺母紧固训练 .....	( 41 )
训练二	螺栓紧固训练 .....	( 42 )
训练三	卡扣的取出传送训练 .....	( 43 )
训练四	胶堵插入的训练 .....	( 45 )
训练五	胶管结合训练 .....	( 46 )
复习题	.....	( 47 )
<b>► 模块二</b>	<b>汽车发动机生产线 .....</b>	<b>( 51 )</b>
单元一	发动机生产线概述 .....	( 51 )
一、	发动机生产线组成及类型 .....	( 51 )
二、	发动机装配线 .....	( 59 )
三、	发动机装配线的输送形式 .....	( 61 )
复习题	.....	( 66 )
单元二	汽车发动机装配线的工艺流程 .....	( 67 )
一、	活塞连杆分装 .....	( 68 )
二、	选配轴瓦 .....	( 69 )
三、	下缸体的装配 .....	( 69 )
四、	缸盖装配 .....	( 71 )
五、	缸盖紧固及凸轮轴瓦盖安装 .....	( 72 )
六、	装配可变气门正时系统及凸轮轴链轮 .....	( 73 )
七、	装配正时盖及水泵 .....	( 73 )
八、	装油底壳及各类传感器 .....	( 74 )
九、	其他附件装配 .....	( 76 )
复习题	.....	( 79 )
单元三	发动机测试与验收 .....	( 79 )
一、	发动机冷试验 .....	( 80 )
二、	发动机热试验 .....	( 82 )
三、	发动机试验 .....	( 84 )
四、	发动机的验收 .....	( 85 )
复习题	.....	( 88 )
<b>► 模块三</b>	<b>车身制造 .....</b>	<b>( 90 )</b>
单元一	车身钣金件冲压 .....	( 90 )
一、	车身钣金件 .....	( 90 )
二、	冲压工艺 .....	( 92 )
复习题	.....	( 99 )
单元二	车身焊装 .....	( 100 )
一、	车身焊装夹具 .....	( 100 )

二、车身焊装工艺 .....	(104)
复习题 .....	(110)
单元三 车身涂装 .....	(111)
一、车身涂装概述 .....	(111)
二、车身涂料 .....	(112)
三、车身涂前处理工艺 .....	(120)
四、车身涂装工艺 .....	(122)
复习题 .....	(129)
<b>► 模块四 汽车装配 .....</b>	<b>(131)</b>
单元一 汽车装配线概述 .....	(131)
一、汽车装配及其特点 .....	(131)
二、汽车装配的技术要求 .....	(131)
三、汽车装配作业的注意事项 .....	(132)
四、汽车装配线 .....	(134)
五、汽车装配线工艺流程 .....	(137)
复习题 .....	(141)
单元二 汽车装配工艺 .....	(142)
一、内饰系统装配 .....	(142)
二、底盘装配 .....	(151)
三、座椅及安全带装配 .....	(174)
四、车门内饰装配 .....	(179)
复习题 .....	(184)
单元三 整车的调试技术 .....	(185)
一、静态装配质量检查 .....	(185)
二、整车调试 .....	(186)
复习题 .....	(189)
<b>► 模块五 汽车性能试验 .....</b>	<b>(193)</b>
单元一 汽车性能试验概述 .....	(193)
一、汽车试验的作用及一般试验条件 .....	(193)
二、机动车辆分类 .....	(196)
三、常用汽车试验设备 .....	(197)
复习题 .....	(202)
单元二 汽车动力性能试验 .....	(203)
一、试验前准备——检查行驶 .....	(203)
二、驱动轮输出功率检测 .....	(204)
三、滑行距离及整车道路行驶阻力检测 .....	(205)

	四、最低稳定车速试验 .....	(208)
	五、最高车速试验 .....	(208)
	六、加速性能试验 .....	(209)
	七、爬陡坡性能试验 .....	(210)
	复习题 .....	(212)
单元三	汽车燃油经济性试验 .....	(213)
	一、燃油经济性评价指标 .....	(213)
	二、基本试验条件 .....	(215)
	三、测量仪器及其使用方法 .....	(215)
	四、等速燃油消耗量试验 .....	(216)
	五、循环道路试验(多工况燃油消耗量试验) .....	(217)
	复习题 .....	(222)
单元四	汽车制动性能试验 .....	(223)
	一、概述 .....	(223)
	二、制动系统试验前准备 .....	(225)
	三、M、N类车辆行车制动系统O型试验 .....	(226)
	四、M、N类车辆驻车制动系统试验 .....	(228)
	复习题 .....	(229)
单元五	汽车操纵稳定性试验 .....	(230)
	一、概述 .....	(230)
	二、蛇行试验 .....	(232)
	三、稳态回转试验 .....	(234)
	四、转向盘转角阶跃输入试验 .....	(237)
	五、转向盘转角脉冲输入试验 .....	(241)
	六、转向回正性能试验 .....	(244)
	七、转向轻便性试验 .....	(247)
	八、操纵稳定性主观评价试验 .....	(249)
	复习题 .....	(252)
	► 参考答案 .....	(256)
	► 参考文献 .....	(266)



# 1

## 模块一



# 汽车装配基础知识

### 学习目标

通过本模块的学习应了解汽车的制造过程、装配的生产分类及生产流水线的概念；理解装配精度、机械装配一般技术规定及制定装配工艺规程的基本原则；掌握保证装配精度的装配方法、制定装配工艺规程的步骤及生产流水线的基本术语；熟练掌握各种工具的用途、使用方法以及保养维护方法。

### 单元一 汽车制造过程

汽车工业是衡量一个国家工业发展水平的重要标志，也是国民经济的支柱产业。汽车工业的发展能带动冶金、化工、电子、机械制造、电力、石油、运输、轻工业、服务业等 150 多个相关产业的发展。汽车工业产值约占国民经济总产值的 8%，占机械工业总产值的 30%。

汽车是由机电产品与化工产品相组合的一种复杂的集合体，汽车由发动机、底盘、电气设备和车身四部分组成。发动机主要由固定件、运动件、空气与燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、启动系统、点火系统等组成；底盘部分由传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统、操纵系统等组成；电气设备主要由电源、控制系统、车身电气、照明系统、空调系统等组成。汽车在制造过程中一般是先分别制造各总成、车身及其他附件，最后装配成整车，如图 1-1 所示。

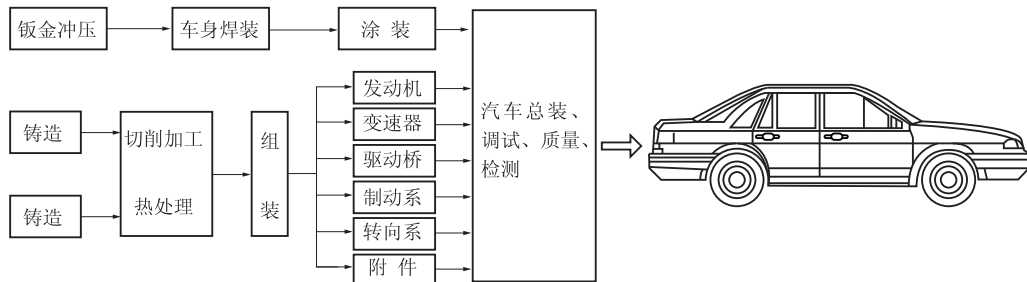


图 1-1 汽车制造过程

汽车制造业是在许多相关联的工业和技术的基础上发展起来的综合性工业。汽车制造厂

不仅自己制造零部件，还要外协加工及外购零部件。汽车制造所采用的工艺，从毛坯制造到整车装配，可分为铸造、锻造、冲压、热处理、机械加工、焊接、涂装和装配等工艺。

## 一、汽车各总成的制造

汽车各大总成的零件一般是采用铸造、锻造、冲压、焊接、切削等机械加工以及热处理的方法制造，然后把各种机械零件组装而成的所需的各种部件。

### 1. 铸造

铸造是用来制造结构复杂的箱体类零件毛坯的生产方法。在汽车制造过程中，采用铸造毛坯的零件很多，占全车重量的10%左右，如发动机机体、气缸盖、变速箱箱体、驱动桥壳体、转向器壳体、皮带轮、制动鼓和各种支架等零件。这些零件毛坯通过钻削、铣削、镗削、磨削来完成零件的制造。

### 2. 锻造

锻造是制造结构比较复杂且强度要求较高的零件毛坯的生产方法。在汽车制造过程中，广泛地采用锻造的加工方法，如曲轴、凸轮轴、连杆、拨叉、气门、齿轮、汽车前轴、转向节等零件，这些零件锻造出毛坯后，再用车削、铣削、磨削来完成零件的制造。

### 3. 机械加工

各种轴类零件一般是选用型材直接进行车削、磨削来制造。

经机械加工成型的零件，根据需要进行热处理、精加工，最后装配成各种所需的部件。

## 二、汽车车身制造

汽车车身是整车的四大组成部分之一，是目前世界汽车工业中车身技术研究范围较广且发展迅速的一个领域，汽车的更新换代在某种程度上取决于汽车车身技术的发展。汽车车身制造所涉及的领域非常多，包括空气动力学、机械工程、人机工程学、美学、环境学、计算机、材料和化工等。车身设计技术正朝着虚拟化、气动最优化、轻量化、个性化、人性化、绿色化和安全化的方向发展。

汽车车身是一个复杂的结构体，它是由百余种、甚至数百种（例如轿车）薄钢板冲压件经焊接、铆接及粘接等方法连接而成的。由于车身冲压件的材料大都是具有良好焊接性能的低碳钢，所以焊接是现代车身制造中应用最广泛的连接方式。

汽车车身用钣金冲压、焊接和喷涂来制造。

### 1. 钣金冲压

据统计，汽车的各种零件中冲压件占零件总数的60%~70%。因此，冲压技术对汽车的产品质量、生产效率和生产成本都有重要的影响。汽车（特别是轿车）车身绝大部分是冲压件，如顶盖、挡泥板、车身侧板、底板、发动机罩、车门内外板、行李箱盖板、中门柱、前门柱、保险杠等。汽车冲压件品种繁多、生产批量大，因此常采用机械化、半自动化或全自动化流水生产。

冲压生产线通常有两种形式：一种是单机连线；另一种是采用多工位压床的流水生产线。

### 2. 车身焊装

汽车车身制造与一般机械制造不同，其几乎全部由钣金冲压件焊接而成。车身焊接常称

为焊装，是将冲压零件组装、焊接成符合产品设计要求的白车身，即未经涂装的车身。

为便于制造，车身设计时，通常将车身划分为若干个分总成，各分总成又划分为若干个合件，合件由若干个零件组成。车身焊装的顺序则是上述过程的逆过程，即先将若干个零件焊装成合件，再将若干个合件和零件焊装成分总成，最后将分总成和合件、零件焊装成车身总成。

### 3. 车身涂装

汽车外表面的90%以上是涂装面，车身涂装是提高汽车耐蚀性和延长汽车寿命的主要措施之一。影响涂层寿命的因素主要有表面处理、涂装工艺和施工技术以及涂料质量。另外，涂层光泽、颜色等外观视觉是人们对汽车质量的直观评价，因此，它将直接影响汽车的市场竞争能力。在汽车制造过程中，车身涂装工艺是要求较高且复杂的工艺过程。

汽车车身涂装一般包括白车身表面处理和涂装工艺两大部分。

(1) 涂装前金属的表面处理，也叫前处理技术。表面处理主要包括：清除工件表面的油污、尘土、锈蚀以及进行修补作业时旧涂料层的清除等，以改善工件的表面状态；根据具体情况对工件表面进行机械加工和化学处理，如磷化、氧化和钝化处理等。表面处理是防锈涂装的重要工序之一。

表面处理工艺流程为：预脱脂→脱脂→热水洗→冷水洗→酸洗→冷水洗→中和→冷水洗→表面调整→磷化→冷水洗→热水洗→纯水洗→干燥。

(2) 车身涂装工艺。汽车涂装工艺根据汽车类型的不同而各有特点和侧重点。

载重汽车的主要涂装件是前部驾驶室，涂装要求最高；其他部件如车厢、车架等涂装要求比驾驶室低。

客车的涂装对车身外表面要求较高，其车身外表面不但要求具有良好的保护性和装饰性，而且喷涂面积大、平面多，有两种以上的颜色，有时还需色带。因此，其施工要求高，施工周期长，施工过程复杂。

轿车和小型旅行车，不论在表面装饰性或底层保护性都比大型客车和载货汽车的要求高。轿车和小型旅行车的表面涂层除要求具有足够机械强度外，还应具有美观、光滑的表面，且无细微的杂质、擦伤、裂纹、起皱、起泡等肉眼可见的缺陷。

汽车传统涂装流程为：阴极电泳→电泳烘干→PVC密封→中涂→中涂烘干→喷涂色漆→气喷枪喷涂第二道金属色漆→色漆闪干→罩光清漆→面漆烘干。

## 三、汽车总装

汽车是由许多零部件和总成装配而成。所谓装配就是将各种零部件及总成按规定的技术条件和质量要求组装成完整产品的生产过程。汽车总装就是将各种零部件、总成按规定的技术要求，选择科学合理的装配方法进行组装、调试，最终形成整车的工艺过程，是汽车制造的最后一道工序，是决定整车质量的关键环节。

汽车的质量是指其工作性能、使用性能，即安全性、稳定性、舒适性以及使用寿命等。在汽车装配过程中只有达到装配精度要求，即各零部件、总成的相对位置精度，各相对摩擦运动件之间的配合精度等，才能保证整车质量。

汽车总装的特点是零部件种类多、数量大、作业内容复杂，总装的工作量占整车制造工作量的20%~25%。汽车总装需要组装的零部件除发动机、传动系、车身、悬架、车轮、

转向系、制动系、空调系等之外，还有大量的内外饰件、电器、线束、各种管件、玻璃以及各类油液加注等。

汽车总装的操作内容主要有零部件及总成搬运、螺纹连接、组装（包括镶嵌、配管、配线）以及各类油液定量加注等，各种装配作业在总装过程中所占比例如图 1-2 所示。

汽车总装工艺流程各生产厂家不尽相同，一般为：白车身→安装底盘→安装线束→安装内饰件→安装车门→安装发动机相关件→安装座椅→安装玻璃→安装其他附件→调试→安装完成→下线。

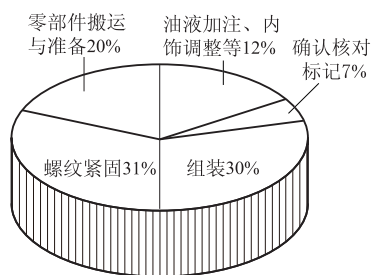


图 1-2 各类装配作业所占比例

汽车是由机电产品和化工产品组成的数百种零部件的联合体，而要制造汽车的所有零部件及总装，不仅应具备足够数量的各种加工设备、工装夹具，还需要众多的操作工人、技术人员和经营管理人员。如果由一个工厂来独立完成所有零部件的生产和总装，则该厂规模将过于庞大，会给生产技术管理、人员管理、财务管理等都带来诸多不便，也不利于保证整车质量。因此，目前具有一定规模的汽车制造主机厂都会从各汽车零部件厂订购大部分的零部件，只有车身及少数关键零部件自己设计制造，以达到经济产量、降低单位成本、增强竞争力的目的。

## 单元小结

(1) 汽车制造过程。汽车由发动机、底盘、电气设备和车身四部分组成。汽车各大总成的零件一般是采用铸造、锻造、冲压、焊接、切削等机械加工以及热处理的方法制造的，并由各种机械零件组装而成的所需的各种部件。

(2) 汽车总装就是将各种零部件、总成按规定的技术要求，选择科学合理的装配方法进行组装、调试，最终形成整车的工艺过程，是汽车制造的最后一道工序，是决定整车质量的关键环节。

汽车总装工艺流程各生产厂家不尽相同，一般为：白车身→安装底盘→安装线束→安装内饰件→安装车门→安装发动机相关件→安装座椅→安装玻璃→安装其他附件→调试→安装完成→下线。

## 复习题



### 填空题

1. 汽车工业是衡量一个国家工业发展水平的重要\_\_\_\_\_，也是国民经济的\_\_\_\_\_产业。
2. 汽车各大总成的零件采用\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等机械加工以及热处理的方法来制造。
3. 冲压技术对汽车的产品\_\_\_\_\_、生产\_\_\_\_\_和生产\_\_\_\_\_都有重要的影响。
4. \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，用来焊装车身侧围等分总成、车身底板总成、车门、发动机



### 1) 连接

连接的方式一般有两种,即可拆连接和不可拆连接。可拆连接在装配后可以很容易拆卸而不致损坏任何零件,且拆卸后仍可重新装配在一起,如螺纹连接、键连接等。不可拆连接在装配后一般不可拆卸,如果拆卸就会损坏其中的某些零件,如焊接、铆接等。

### 2) 调整

调整包括校正、配作、平衡等。校正是指产品中相关零、部件间相互位置找正,主要用检验平台找正,并通过各种调整方法保证达到装配精度要求等。

配作是指两个零件装配后确定其相互位置的加工,如配钻、配铰,或为改善两个零件表面结合精度的加工,如配刮及配磨等,配作是和校正调整工作结合进行的。

平衡是为了防止使用中出現振动,装配时,应对旋转零、部件进行平衡。其包括静平衡和动平衡两种方法。

### 3) 检验和试验

机械产品装配完后,应根据有关技术标准和规定,对产品进行较全面的检验和试验工作,合格后才准出厂。

### 4) 清洗

清洗的目的是去除零件表面或部件中的油污及机械杂质。

除上述装配工作外,油漆、包装等也属于装配工作。

## 2. 基本术语

结构较为复杂的产品,为保证装配质量和提高装配效率,可根据产品的结构特点,将其分解为可单独进行装配的装配单元,一般将装配单元划分为五个等级,即零件、合件、组件、部件、机器。

(1) 零件是组成机器的最小单元,是由整块金属或其他材料制成的。

(2) 套件(合件)是在一个基准零件上装上一个或若干个零件构成的,是最小的装配单元。

(3) 组件是在一个基准零件上装上若干套件及零件而构成的,如,主轴组件。

(4) 部件是在一个基准零件上装上若干组件、套件和零件而构成的,如车床的主轴箱。部件可以在机器中完成一定的、完整的功能。

## 二、装配生产的分类

按照装配过程中装配对象是否移动,装配可分为固定式装配和移动式装配两类。

### 1. 移动式装配

移动式装配是把装配工作划分成许多工序,将产品的基准件用传送装置支撑,并依次移动到一系列装配工位上,由各工序的装配工人分别在各工位上完成装配的过程。

按照传送装置移动节奏形式的不同,移动式装配可分为自由节奏装配和强制节奏装配。

#### 1) 自由节奏装配

在各个装配工位上工作的时间不均衡,所以各工位生产节奏不一致,工位间应有一定数量的半成品储存以便调节。

#### 2) 强制节奏装配

装配工序划分较细,各装配工位上的工作时间一致,能进行均衡生产。

移动式装配生产率高，适用于大批量生产的机械产品。

## 2. 固定式装配

固定式装配一般在一个工作位置上完成全部装配工序，并由一组装配工人完成全部装配作业，手工操作比重大，要求装配工人的水平高、技术全面。固定式装配生产率较低，装配周期较长，大多用于单件、中小批量的产品以及大型机械的装配。

## 三、装配精度

机械产品的装配精度是指装配后实际达到的精度，对于各类机械产品的精度，可按相应的国家标准和部颁标准确定，对于无标准可循的产品，可根据用户的要求，参照经过实践考验的类似产品的已有数据，采用类比法确定。

机械产品的装配精度一般有以下几种。

### 1. 相对运动精度

相对运动精度是指产品中有相对运动的零、部件间在运动方向和相对速度上的精度。例如滚齿机滚刀与工作台的传动精度。

### 2. 尺寸精度

尺寸精度是指零、部件间的距离精度和配合精度。例如卧式车床前、后两顶尖对床身导轨的等高度。

### 3. 接触精度

接触精度是指两配合表面、接触表面和连接表面间达到规定的接触面积大小和接触点的分布情况。例如齿轮啮合、车床导轨与溜板之间的接触精度。

### 4. 位置精度

位置精度是指相关零件的平行度、垂直度和同轴度等方面的要求。例如台式钻床主轴对工作台台面的垂直度。

各装配精度之间有密切的联系，相互位置精度是相互运动精度的基础，相互配合精度对距离精度、相互位置精度和相互运动精度的实现有一定的影响。零件的精度是保证装配精度的基础，特别是关键件的精度，直接影响其相应的装配精度。合理地规定和控制相关零件的制造精度，使其在装配时产生的累积误差不超过装配精度。

## 四、机械装配一般技术规定

### （一）装配环境的要求

为了保证机械产品的装配质量，有时要求装配场所具备一定的环境条件：

（1）装配高精度轴承或高精度机床（如坐标镗床、螺纹磨床等）的环境温度必须保持 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 恒温。

（2）对于装配精度要求稍低的产品，装配环境温度要求可相应降低，如按季节变化规定为：夏季 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，冬季 $17^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

（3）装配环境相对湿度一般要求为45%~65%。

（4）有些特别精密产品的装配对空气净化程度有特殊要求，如超精微型轴承的装配，要求每升空气中含大于 $0.5\mu\text{m}$ 尘埃的平均数不得多于3个。

（5）装配场所的采光应满足装配中识别最小尺寸的需要，还应按照不同情况采取防振、

防噪声和电磁屏蔽等特殊措施。

(6) 对于重型精密机器, 要求装配基座有坚固的地基, 以防止装配过程中出现变形。装配重型或大型零部件时, 为了精确吊装就位, 应设置有超慢速的起重设备。

## (二) 机械装配的一般技术规定

(1) 待装的零、部件, 必须有相关质量检验部门的合格证或标记, 否则不准进行装配。

(2) 装配前对零、部件的主要配合尺寸, 特别是过盈配合件的配合尺寸、内孔倒角及配合尺寸必须复检, 确认图样后才可进行装配。

(3) 装配前必须将零件的飞边、毛刺、切屑、油污、锈斑及其他残留不洁物去除, 清洗干净, 并用干燥压缩空气吹净擦干, 特别是零件上的孔道要切实达到清洁畅通。

(4) 装配前必须去掉零件的锐边、棱角。

(5) 零件装配前, 必须将加工过程中使用的焊块、焊点、铸棒及加工中凸台残留部分清除掉, 并铲磨平齐。

(6) 装配时各种油槽的边缘应修整成光滑的圆角, 铲剔成的油槽应通过油孔中心。

(7) 密封件的装配。

①各种密封毡圈、毡垫、石棉绳、皮碗等密封件装配前必须浸透油; 钢质垫用热水泡软; 紫铜垫作退火处理, 加热温度至  $600^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  并在常温水中冷却。

②对螺纹连接处的密封, 采用聚四氟乙烯生料带作填料时, 其缠绕层数不得多于两层, 对于平面用各种密封胶做密封, 其零件结合面间隙不得大于  $0.2\text{mm}$ , 涂胶层不宜太厚, 应均匀且薄为好。

③装配后, 密封处不得有渗漏现象。

(8) 弹簧在装配时, 不得拉长或切短。

(9) 装配时管子弯曲的规定。

①图样中未规定管子的弯曲半径时, 最小弯曲半径应大于或等于所弯管在公称直径的两倍。

②钢管直径小于  $\phi 20\text{mm}$ , 弯曲半径大于  $R50\text{mm}$  者允许不灌细砂进行冷弯。钢管直径在  $\phi 20 \sim \phi 30\text{mm}$ , 弯曲半径在  $R50 \sim R200\text{mm}$  者无论是进行冷弯或热弯均应灌满干燥细砂后再进行弯管。热弯时管子加热温度不得超过  $900^{\circ}\text{C}$ , 管子弯成后不可急速冷却。

③紫铜管冷弯前必须先进行退火。退火时加热到  $600^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$  并在常温水中冷却。弯曲较粗的铜管, 管内填充松香为好。

④塑料硬管的弯曲, 只能用  $80^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$  的水加热, 软化后进行弯曲, 然后浸入冷水中定形。弯曲较粗的塑料管, 管内用水或木屑填充, 管口加木塞。

⑤所有弯曲的管子表面应光整, 不得有皱纹、挤扁、裂口等缺陷存在。

(10) 装配打印标记的规定

①产品在装配中如果不允许用户在安装时互换零件、变更零件装配位置, 但这些零、部件装配后又需拆开包装时, 则必须打上能够容易识别原装配关系的钢印或粘牢可防止涂抹的标签。

②装配中已配好的管路需拆开包装者, 在连接处必须作易识别的标记或捆扎标签。

③同一打印组的标号必须一致, 同一台产品中不同打印组的编号不得重复。

④打印的字迹必须清晰整齐。



⑤打印位置应该靠近相关件连接的非滑动面上。毛坯面打印，应在打印处磨出平面。各打印处不准涂漆或打腻子，但必须涂防锈油。

## 五、保证装配精度的装配方法

根据产品的结构特点和装配精度的要求，在不同的生产条件下，应采用不同的装配方法。具体装配方法有四种：互换装配法、选择装配法、修配装配法和调整装配法。

### （一）互换装配法

互换法装配，其装配精度主要取决于零件的制造精度。根据零件的互换程度，互换装配法可分为完全互换装配法和不完全互换装配法，现分别表述如下。

#### 1. 完全互换装配法

完全互换装配法就是机器中每个零件按图样加工后，把这些零件装配起来，不需要任何选择、修配或调节就可以达到规定装配精度要求的一种方法。采用完全互换法装配时，装配精度主要取决于零件的加工精度。完全互换法的实质就是通过控制零件的加工误差来保证装配精度。

##### 1) 完全互换装配法的特点

采用完全互换装配法保证装配精度时，零件公差的规定原则是：各有关零件公差之和应小于或等于装配公差。完全互换装配法有以下优点：

- ①装配过程简单，生产率高。
- ②对工人技术水平要求不高，易于扩大生产。
- ③便于组织流水作业及自动化装配。
- ④容易实现零、部件的专业协作，降低成本。

不足之处：当装配精度要求较高，尤其是在组成零件数目较多时，各零件的制造公差规定得严，零件制造困难，加工成本高。

##### 2) 完全互换装配法的应用

完全互换装配法适用于装配结构零件数目少、装配精度要求较高的成批生产。

#### 2. 不完全互换装配法

不完全互换装配法就是将与装配精度有关的各零件的公差放大，可按经济精度加工，使加工容易而经济，但会使极少数产品的装配精度超出规定要求。这种事件是小概率事件，很少发生。因为不完全互换法以概率论为理论依据，故又称为概率互换法。

##### 1) 不完全互换装配法的特点

不完全互换装配法的优点：扩大了组成环的制造公差，零件制造成本低；装配过程简单，生产效率高。其缺点：装配后有极少数产品达不到规定的装配精度要求，须采取另外的返修措施。

##### 2) 不完全互换装配法的应用

在正常生产条件下，零件加工尺寸成为极限尺寸的可能性是较小的，而在装配时，各零、部件的误差同时为极大、极小的组合，其可能性更小。所以，在尺寸链环数较多、封闭环精度要求较高时，特别是在大批大量生产中，使用不完全互换法有利于零件的经济加工，以保证绝大多数产品的装配精度要求。