

# 【 前 言 】 >>>>

---

## PREFACE

2016年修订的《中长期铁路网规划》中提道：到2020年，全国铁路营业里程达到15万千米，其中客运专线3万千米以上，覆盖80%以上的大城市，到2025年，铁路网规模达到17.5万千米左右，其中高速铁路3.8万千米左右。我国高速铁路形成以“八纵八横”为主通道的铁路高速客运通道。2004年4月，国务院下发了《研究铁路机车车辆装备有关问题的会议纪要》，我国铁路进入技术引进与国产化时期。2008年2月，铁道部、科技部共同发起“中国高速列车自主创新联合行动计划”，我国高速铁路进入消化吸收和再创新阶段。2012年，中国铁路总公司主导研制中国标准化动车组，标志着我国高速铁路进入复兴号创新阶段。

本书从动车组的生产与运用实际需求出发，以典型动车组为例，讲述了动车组主要零部件的制造工艺、组装工艺、整车总装与试验以及动车组的维护与修理工艺，知识体系全面，图文并茂，可作为本科车辆工程专业动车组方向以及高职动车组检修专业的教材。

本书的编者与主审分别是来自从事铁道车辆专业、动车组检修专业的第一线教师和从事动车组运用检修、故障处置等技术管理及职工教育培训工作的工程师。在编写过程中，紧扣现场应用与高校教育的特点、培养目标，在课程体系安排和教材内容的选取上，力求教材的总体结构和课程目标一致。

本书由冉虎珍、王瑾担任主编，徐永胜、杨艳、曹兴潇担任副主编，兰州交通大学李刚担任主审。其中，兰州交通大学冉虎珍编写第2章、第3章，兰州铁路局集团公司王瑾编写第5章、第7章，兰州交通大学徐永胜编写第6章，杨艳编写第1章，曹兴潇编写第4章。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2020年7月于兰州

# 【 目 录 】 >>>>

## CONTENTS

<b>1</b>	<b>动车组制造基础</b> .....	001
1.1	零件机械加工基础 .....	001
1.2	焊接工艺 .....	003
1.3	装配工艺 .....	008
	复习思考题 .....	008
<b>2</b>	<b>动车组车体制造</b> .....	010
2.1	动车组车体结构 .....	010
2.2	动车组车体焊接装配工艺 .....	011
	复习思考题 .....	029
<b>3</b>	<b>动车组转向架制造</b> .....	030
3.1	转向架主要零部件加工 .....	031
3.2	动车组转向架组装 .....	045
3.3	CRH <sub>5A</sub> 型动车组转向架组装及试验工艺规程 .....	064
	复习思考题 .....	073
<b>4</b>	<b>动车组总装与试验</b> .....	074
4.1	动车组总组装 .....	074
4.2	车辆落成及编组 .....	083
4.3	动车组调试 .....	087
4.4	动车组试运行 .....	089
4.5	CRH <sub>5</sub> 型动车组车辆落成、编组与试验 .....	092
	复习思考题 .....	097
<b>5</b>	<b>动车组维修概论</b> .....	098
5.1	动车组常用故障诊断技术 .....	098
5.2	动车组维修基本概念 .....	105
5.3	动车组维护 .....	113
	复习思考题 .....	128

<b>6</b>	<b>动车组检修工艺基础</b> ·····	129
6.1	损伤的形成·····	129
6.2	分解及清洗·····	130
6.3	检 验·····	132
6.4	常用的修复工艺·····	136
	复习思考题·····	141
<b>7</b>	<b>动车组主要部件检修</b> ·····	142
7.1	动车组车体检修·····	142
7.2	动车组转向架检修·····	153
7.3	制动系统检修·····	180
7.4	车端连接装置检修·····	185
7.5	牵引系统检修·····	193
7.6	辅助系统检修·····	211
7.7	空调系统检修·····	221
7.8	给排水及卫生系统检修·····	222
7.9	网络控制及信息系统检修·····	230
	复习思考题·····	234
	<b>附 录</b> ·····	236
	<b>参考文献</b> ·····	237
	<b>二维码资源清单</b> ·····	238



动车组，也称为多动力单元列车（Electric Multiple Unit，EMU），是由动车和拖车或全部动车长期固定连挂在一起运行的铁路列车，其中带有动力的车辆称为动车（用 M 表示），不带动力的车辆称为拖车（用 T 表示）。

动车组列车两端都带有司机室，往返运行不需要调头，只需改变操纵端。动车组以其编组灵活、方便、快捷、安全、可靠、舒适为特点备受世界各国铁道运输和城市轨道交通运输的青睐。近年来，我国在引进国外先进动车组技术的基础上大力展开自主创新。目前，已有多种国产化动车组投入运营，其中“和谐号”系列高速动车组的大量投入使用，标志着我国高速动车组技术已处于世界前列。

## 1.1 零件机械加工基础

### 1.1.1 动车组零件的种类

我国各类动车组在设计、制造上都有一些区别，但基本构造通常都包括车体、转向架、车端连接装置、制动装置、牵引传动及控制系统、辅助系统以及列车网络控制系统七大部分，如图 1.1 所示。各组成的零件种类又可分为轴类零件、盘套类零件以及箱体类零件等。



图 1.1 动车组组成示意

#### 1. 轴类零件

轴类零件是动车组中的常见零件，也是重要零件，其主要功用是用于支承传动零部件（如车轴、齿轮等），并传递扭矩。轴的基本结构是由回转体组成，其主要加工表面有内外圆柱面、圆锥面、螺纹、花键、横向孔、沟槽等。



零件的技术要求

## 2. 套筒类零件

套筒类零件是指在回转体零件中的空心薄壁件，是机械加工中常见的一种零件，在各类机器中应用很广，主要起支承或导向作用。由于功用不同，其形状结构和尺寸有很大的差异，常见的有各种支承回转轴的轴承圈、轴套，夹具上的钻套和导向套等也都属于套类零件。

## 3. 箱体类零件

箱体零件是机器或部件的基础零件，轴、轴承、齿轮等有关零件按规定的技术要求装配到箱体上，连接成部件或机器，使其按要求工作。因此箱体零件的加工质量不仅影响机器的装配精度和运动精度，而且影响机器的工作精度、使用性能和寿命。

### 1.1.2 零件典型加工方法

任何零件的表面形状都是由一些基本表面组合而成的，而零件的加工过程就是表面成形过程。每一种零件表面都有很多加工方法，具体选择时应根据零件的材料、毛坯种类、结构形状、尺寸、加工精度、粗糙度、技术要求、生产类型及工厂的生产条件等因素来决定，以确保加工质量和降低生产成本。



零件的加工方法

### 1.1.3 零件机械加工工艺规程

零件的制造包括毛坯生产、切削加工、热处理和装配等许多生产阶段，各个生产阶段都是有机地联系在一起。机械加工工艺过程是指用机械加工方法改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性质使其成为零件的全过程。机械加工工艺过程直接决定零件及产品的质量及性能，对产品的成本、生产周期都有较大影响，是整个工艺过程的重要组成部分。

组成机械加工工艺过程的基本单元是工序。工序又是由安装、工位、工步及走刀组成的。

(1) 工序：是指一个或一组工人，在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的工艺过程。工作地、工人、零件和连续作业是构成工序的四个要素，其中任一要素的变更即构成新的工序。连续作业是指在该工序内的全部工作要不间断地接连完成。

(2) 安装：是工件经一次装夹后所完成的工序。在一个工序中，有的工序只需装夹一次，有的需要多次装夹。

(3) 工位：当应用转位（或移位）加工的机床（或夹具）进行加工时，在一次装夹中，工件（或刀具）相对于机床要经过几个位置依次进行加工，在每一个工作位置上所完成的工序，称为工位。

(4) 工步：是加工表面、切削刀具和切削用量（仅指主轴转速和进给量）都不变的情况下所完成的工艺过程。变化其中一个就是另一个工步。

(5) 走刀：在一个工步中，如果要切掉的金属层很厚，可分几次切削，每切削一次就称为一次走刀。



零件机械加工工艺规程

## 1.2 焊接工艺

焊接技术是利用加热、加压或二者并用的方法，将两种或两种以上的同种或异种材料，通过原子或分子之间的结合和扩散连接成一体的工艺过程。焊接可以解决各种钢材的连接问题，既能连接异种金属，也能连接厚薄相差悬殊的金属。因此，焊接技术被广泛应用于设备制造、桥梁、汽车、造船、航空航天等工业生产的各个行业，在机车车辆制造中也是一种十分重要的加工工艺。国内动车组车辆制造企业在焊接工艺、装备和质量控制等方面采取了相应措施，并取得了一定成果。

在焊接过程中，工件和焊料熔化形成熔融区域，熔池冷却凝固后，形成材料之间的连接，其优点有节省材料、减轻质量、生产成本低；简化复杂零件和大型零件的加工工艺，缩短加工周期；适应性好，可实现特殊结构的生产及不同材料间的连接成型；整体性好，具有良好的气密性、水密性；降低劳动强度，改善劳动条件。

焊接的不足之处在于结构无可拆性；焊接时局部加热，焊接接头的组织和性能与母材相比发生变化，产生焊接残余应力和焊接变形；焊接缺陷的隐蔽性，易导致焊接结构的意外破坏。

焊接通过熔化焊、压力焊、钎焊三种途径使材料结合。熔化焊是将待焊处母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法；压力焊在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或加压），以完成焊接；钎焊是硬钎焊和软钎焊的总称，采用比母材金属熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点、低于母材熔化温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。

熔化焊可以分为电弧焊（包括手工电弧焊、埋弧电弧焊）、气体保护焊（包括氩弧焊、CO<sub>2</sub>保护焊）、气焊、等离子焊、电渣焊、激光焊；压力焊分为电阻焊（包括对焊、缝焊、点焊）、摩擦焊、超声波焊、冷压焊、锻焊；钎焊分为烙铁钎焊、火焰钎焊、高频钎焊、炉中钎焊、盐浴钎焊以及真空钎焊。

### 1.2.1 动车组常用焊接方法

动车组制造与修理中常用的焊接方法主要有手弧焊、埋弧焊、CO<sub>2</sub>电弧焊、药芯焊丝 CO<sub>2</sub>电弧焊、电阻焊、混合气体保护焊、钨极气体保护电弧焊、等离子弧焊、熔化极气体保护电弧焊、高能束焊等。

#### 1. 手弧焊

手弧焊是车体钢结构制造中最早应用的一种焊接方法。它是以外涂有涂料的焊条作电极和填充金属，电弧在焊条的端部和被焊工件表面之间燃烧。涂料在电弧热作用下一方面可以产生气体以保护电弧，另一方面可以产生熔渣覆盖在熔池表面，防止熔化金属与周围气体的相互作用。熔渣更重要的作用是与熔化金属产生物理化学反应或添加合金元素，改善焊缝金属性能。手弧焊设备简单、轻便，操作灵活，可以应用于维修及装配中的短缝焊接，特别



是可以用于难以达到部位的焊接。手弧焊配用相应的焊条可适用于大多数工业用碳钢、不锈钢、铸铁、铜、铝、镍及其合金。由于其生产率不高的问题较为突出，在车体钢结构制造中，已逐步被其他焊接方法所取代。

## 2. 埋弧焊

埋弧焊是一种电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。焊接时，在焊接区的上面覆盖一层颗粒状焊剂，电弧在焊剂层下燃烧，将焊丝端部和局部母材熔化，形成焊缝。在电弧热的作用下，部分焊剂熔化熔渣并与液态金属发生冶金反应。熔渣浮在金属熔池的表面，一方面可以保护焊缝金属，防止空气的污染，并与熔化金属产生物理化学反应，改善焊缝金属的成分及性能；另一方面还可以使焊缝金属缓慢冷却。埋弧焊可以采用较大的焊接电流，与手弧焊相比，其最大的优点是焊缝质量好，焊接速度快。因此，它特别适合焊接大型工件的直缝或环缝，而且多数采用机械化焊接。埋弧焊已广泛用于碳钢、低合金结构钢和不锈钢的焊接。由于熔渣可降低接头冷却速度，故某些高强度结构钢、高碳钢等也可采用埋弧焊焊接。

## 3. CO<sub>2</sub> 电弧焊

CO<sub>2</sub> 电弧焊已占铁道车辆生产中焊接工作量的 80% 以上，以细丝 CO<sub>2</sub> 电弧焊为主。不仅适用于车体钢结构制造，也适用于车辆修理，如堆焊磨耗件和焊补铸铁件等。

## 4. 药芯焊丝 CO<sub>2</sub> 电弧焊

CO<sub>2</sub> 焊的突出问题是金属飞溅大，焊缝成形不如埋弧焊好，为解决这些问题，可将实心焊丝改为药芯焊丝。目前，细径药芯焊丝（ $\phi 1.6 \sim 2.0 \text{ mm}$ ）作为高效、节能、低成本焊材的代表，已成为焊材发展的方向。

## 5. 电阻焊

电阻焊是以电阻热为能源的一类焊接方法，包括以熔渣电阻热为能源的电渣焊和以固体电阻热为能源的电阻焊。电阻焊是使工件处在一定电极压力作用下，并利用电流（通常使用较大的电流）通过工件时所产生的电阻热将两工件之间的接触表面熔化而实现连接的焊接方法。为了防止在接触面上发生电弧和锻压焊缝金属，焊接过程中始终要施加压力。进行这一类电阻焊时，被焊工件的表面具有稳定的焊接质量是至关重要的，因此，焊前必须将电极与工件以及工件与工件间的接触表面进行清理。点焊、缝焊和凸焊的特点在于焊接电流（单相）大，通电时间短，设备昂贵、复杂，生产率高，因此适于大批量生产，主要用于焊接厚度小于 3 mm 的薄板组件。各类钢材、铝、镁等有色金属及其合金、不锈钢等均可焊接。

## 6. 混合气体保护焊

（1）在 CO<sub>2</sub> 气体中加入少量的氧气（一般为 4% ~ 30%），即可实现 CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub> 混合气体保护焊，其特点是 能采用强规范进行焊接，电弧稳定，飞溅很小，并由于熔池表面覆盖有较多的熔渣，可以改善焊缝的表面成形； 由于加入氧气，加剧了电弧区中的氧化反应。氧化反应放出的热，可使熔池的温度提高 200 ~ 300 °C，故熔化速度快、熔深大，对于 10 ~ 12 mm

的厚钢板,不开坡口可以一次焊透; 由于氧气的加入降低了弧柱中的游离氢和溶入液体金属中氢的浓度,使焊缝金属含氢量降低。但由于  $\text{CO}_2+\text{O}_2$  混合保护气体的氧化性很强,要求焊丝有足够的 Si、Mn 含量以增强脱氧能力。

(2)  $\text{CO}_2+\text{Ar}$  的混合气体保护焊,就是在  $\text{CO}_2$  气体中加入少量的氩气(一般为 5%~10%),这样在焊接薄板时,不易烧穿,无飞溅,可使焊缝更光滑、成形更加美观。

(3)  $\text{Ar}+\text{He}$  的混合气体保护焊,被广泛用于大厚度的铝及铝合金的焊接。氩气最独特的优点是电弧在氩中燃烧非常稳定,而氦气最大的优点是它的电弧析热大、温度高。采用  $\text{Ar}+\text{He}$  混合气体保护,可提高生产率,改善焊缝熔深和焊缝金属的润湿性。非熔化极焊接时,He 的比例可加到 60%~70%,甚至更多。熔化极焊接时,He 的比例不宜超过 10%,否则,会产生较多的飞溅。

## 7. 钨极气体保护电弧焊

钨极气体保护电弧焊(TIG)是一种不熔化极气体保护电弧焊,是利用钨极和工件之间的电弧使金属熔化而形成焊缝的。焊接过程中钨极不熔化,只起电极的作用。同时由焊炬的喷嘴送进氩气或氦气作保护,还可根据需要另外添加金属。钨极气体保护电弧焊由于能很好地控制热输入,所以它是连接薄板金属和打底焊的一种极好方法。这种方法几乎可以用于所有金属的连接,尤其适用于焊接铝、镁这些能形成难熔氧化物的金属以及像钛和锆等活泼金属。这种焊接方法的焊缝质量高,但与其他电弧焊相比,其焊接速度较慢。

## 8. 等离子弧焊

等离子弧焊是利用等离子弧作为热源的焊接方法。气体由电弧加热产生离解,在高速通过水冷喷嘴时受到压缩,增大能量密度和离解度,形成等离子弧。电极通常是钨极,等离子弧可用氩气、氮气、氦气或其中二者之混合气产生。焊接时可以外加填充金属,也可以不加填充金属。等离子弧焊焊接时,由于其电弧挺直、能量密度大,因而电弧穿透能力强。等离子弧焊焊接时产生的小孔效应,对于一定厚度范围内的大多数金属可以进行不开坡口对接,并能保证熔透和焊缝均匀一致。因此,等离子弧焊的生产率高、焊缝质量好。但等离子弧焊设备(包括喷嘴)比较复杂,对焊接工艺参数的控制要求较高。钨极气体保护电弧焊可焊接的绝大多数金属,均可采用等离子弧焊接。与之相比,对于 1 mm 以下的极薄金属的焊接,用等离子弧焊可较易进行。

## 9. 熔化极气体保护电弧焊

熔化极气体保护电弧焊是利用连续送进的焊丝与工件之间燃烧的电弧作热源,由焊炬喷嘴喷出的气体保护电弧来进行焊接的。熔化极气体保护电弧焊通常用的保护气体有 Ar、He、 $\text{CO}_2$  或这些气体的混合气。以 Ar 或 He 为保护气时称为熔化极惰性气体保护电弧焊(MIG);以惰性气体与氧化性气体( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ )混合气为保护气体时,或以  $\text{CO}_2$  气体或  $\text{CO}_2+\text{O}_2$  混合气为保护气时,统称为熔化极活性气体保护电弧焊(MAG)。熔化极气体保护电弧焊的主要优点是可以方便地进行各种位置的焊接,同时也具有焊接速度较快、熔敷率高等优点。熔化

极活性气体保护电弧焊适用于大部分金属，包括碳钢、合金钢。熔化极惰性气体保护焊适用于不锈钢、铝、镁、铜、钛、锆及镍合金，利用这种焊接方法还可以进行电弧点焊。

#### 10. 高能束焊

电子束焊是以集中的高速电子束轰击工件表面时所产生的热能进行焊接的方法。电子束焊接时，由电子枪产生电子束并加速。常用的电子束焊有高真空电子束焊、低真空电子束焊和非真空电子束焊。前两种方法都是在真空室内进行，焊接准备时间（主要是抽真空时间）较长，工件尺寸受真空室大小限制。电子束焊与电弧焊相比，主要的特点是焊缝熔深大、熔宽小、焊缝金属纯度高。它既可以用于精密焊接很薄的材料，又可以用于焊接很厚的（最厚达 300 mm）构件。所有用其他焊接方法能进行熔化焊的金属及合金都可以用电子束焊接。电子束焊主要用于高质量的产品的焊接，还能解决异种金属、易氧化金属及难熔金属的焊接，但不适于大批量产品。

激光焊是一种以聚焦的激光束作为能源轰击焊件所产生的热量进行焊接的方法，通常有连续功率激光焊和脉冲功率激光焊。由于激光具有折射、聚焦等光学性质，使得激光焊非常适合于微型零件和可达性很差的部位的焊接。激光焊具有热输入低，焊接变形小，不受电磁场影响等特点。相比电子束焊，激光焊不需要在真空中进行，但穿透力不如电子束焊强。

#### 11. 其他焊接方法

摩擦焊是以机械能为能源的固相焊接。它是利用两表面间机械摩擦所产生的热来实现金属的连接。摩擦焊的热量集中在接合面处，因此热影响区窄。两表面间须施加压力，多数情况是在加热终止时增大压力，使热态金属受顶锻而结合，一般结合面并不熔化。摩擦焊生产率较高，原理上几乎所有能进行热锻的金属都能摩擦焊接，还可用于异种金属的焊接。

超声波焊也是一种以机械能为能源的固相焊接方法。进行超声波焊时，焊接工件在较低的静压力下，由声极发出的高频振动能使接合面产生强烈摩擦并加热到焊接温度而形成结合。超声波焊可用于大多数金属材料之间的焊接，能实现金属、异种金属及金属与非金属间的焊接，适用于金属丝、箔或 2~3 mm 以下的薄板金属接头的重复生产。

搅拌焊是利用一种特殊形式的搅拌头边旋转边前进，通过搅拌头与工件的摩擦产生热量，摩擦热使该部位金属处于热塑性状态，并在搅拌头的压力作用下从其前端向后部塑性流动，从而使待焊件压焊为一个整体。

### 1.2.2 焊接设备

用于焊接的工业机器人主要分为弧焊机器人及点焊机器人两类。

弧焊机器人可以被应用在所有电弧焊、切割技术范围及类似的工艺方法中。最常见的应用是结构钢及不锈钢的熔化极活性气体保护焊（CO<sub>2</sub> 气体保护焊、MAG），铝及特殊合金熔化极惰性气体保护焊（MIG），不锈钢和铝的加冷丝和不加冷丝的钨极惰性气体保护焊（TIG）以及埋弧焊。这类机器人除气割、等离子弧切割及等离子弧喷涂外还实现了在激光切割上的

应用。图 1.2 所示是一套完整的弧焊机器人系统，它包括机器人机械手、控制系统、焊接装置、焊件夹持装置。夹持装置上有两组可以交替进入机器人工作范围的旋转工作台。

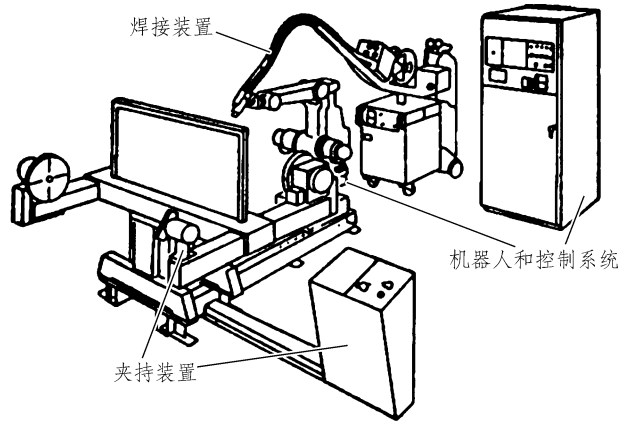


图 1.2 弧焊机器人系统的构成

弧焊用的工业机器人通常有 5 个以上自由度，具有 6 个自由度的机器人可以保证焊枪的任意空间轨迹和姿态。

弧焊机器人只是焊接机器人系统的一部分，它还应具有行走机构及小型和大型移动机架。通过这些机构来扩大工业机器人的工作范围，同时还具有各种用于接受、固定及定位工件的转台、定位装置及夹具。

在最常见的结构中，工业机器人固定于基座上，工件转台则安装于其工作范围内。也有悬挂在龙门架上的结构，如图 1.3 所示。

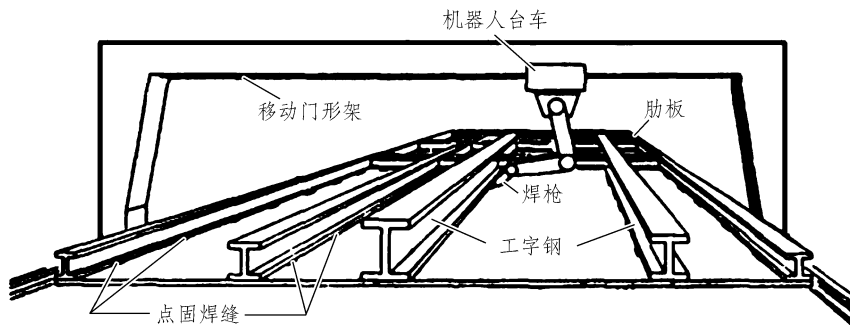


图 1.3 安装在龙门架上的机器人系统

用于弧焊机器人系统的焊接电源及送丝设备，由于要进行参数规划，必须由机器人控制器直接控制。所选用的焊接设备应具备与机器人通信的接口。有很多焊接设备制造厂为工业机器人设计了专用焊接电源，采用微处理机控制，以便与工业机器人控制系统交换信号。

送丝系统必须保证恒定送丝，它有足够的功率，并能调节送丝速度。为了机器人的自由移动，必须采用软管，但软管应尽量短。在工业机器人电弧焊时，由于焊接持续时间长，经常采用水冷式焊枪，焊枪与机器人末端的连接处应便于更换，并需有柔性的环节或制动保护环节，防止示教和焊接时与工件或周围物件碰撞影响机器人的寿命。图 1.4 所示为焊枪与机

机器人连接的一个例子，在装卡焊枪时应注意焊枪伸出的焊丝端部的位置应符合机器人使用说明书所规定的位置，否则示教再现后焊枪的位置和姿态将产生偏差。

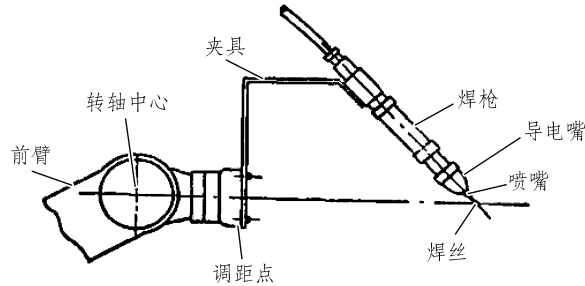


图 1.4 焊枪与机器人末端的连接方式

点焊机器人系统与弧焊机器人系统相似，它也是由机器人、焊接系统及工装夹具等构成。由于点焊钳较重，所以点焊机器人的负载能力一般可达 50~100 kg，根据所选用的点焊钳种类的不同，可以分为一体式焊钳点焊机器人系统和分离式点焊机器人系统。



焊接结构和焊接变形

### 1.3 装配工艺

任何机械产品都是由许多零件、组件和部件组成的。根据规定的技术要求，将若干零件结合成组件和部件，并进一步将零件、组件和部件结合成机械产品的过程称为装配。前者称为部件装配，后者称为总装配。装配是机械产品制造过程中的最后一个阶段。为了使产品达到规定的技术要求，装配不仅是指零、部件的结合过程，还应包括调整、检验、试验、油漆和包装等工作。

装配要在保证机器的装配精度基础上进行，而保证机器的装配精度首先应该保证零件的制造精度，即装配精度主要取决于相关零件的制造精度。根据尺寸链原理，装配精度公差  $T_0$  与相关零件的制造公差  $T_i$  之间的关系为： $T_0 \geq \sum T_i$ 。

但往往零件的制造精度受到现实加工条件和经济性的限制，仅依靠提高零件的制造精度来保证装配精度难以实现或很不经济时，就需要依靠一定的装配工艺方法来实现。经过长期的研究和探索，人们创造了许多装配工艺方法。这些方法已成为有理论指导、有实践基础的科学方法，可归纳为互换法、选配法、修配法和调整法 4 大类。



装配工艺

#### 复习思考题

1. 箱体零件的结构特点和主要技术要求有哪些？
2. 箱体零件孔系有哪几种？其加工方法有哪些？
3. 孔的加工技术要求有哪些？简述平面加工、螺纹加工、齿形加工的常用方法。
4. 何为定位基准？简述定位基准的选择原则。

5. 衡量整个机械产品的结构工艺性主要从哪些方面考虑？
6. 如何选择零件表面的加工方法？
7. 焊接有哪些优缺点？常见的焊接方法有哪些？
8. 焊接接口形式有哪些？选择焊接接口形式应考虑哪些情况？
9. 焊接变形有哪些？简述产生焊接变形的原因以及控制焊接变形的的方法。
10. 装配工艺方法的定义及分类是什么？
11. 编制装配工艺规程的主要依据是什么？
12. 什么是装配工艺性？一般要求是什么？
13. 精度的概念及内容是什么？
14. 控制装配质量的途径有哪些？