

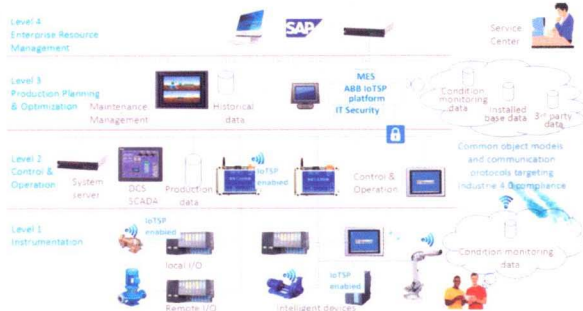


智能制造领域应用型人才培养“十三五”规划精品教材

# 工业机器人

## 系统集成（控制设计）项目教程

主编 © 刘杰 汪漫



制造领域应用型人才培养“十三五”规划精品教材

# 工业机器人

## 系统集成（控制设计）项目教程

主编 © 刘杰 汪漫



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 简 介

本书以企业工业机器人应用项目的运行流程为主线,以项目任务为节点,讲解如何整合工业机器人系统集成相关控制设计专业知识和技能,实现对工业机器人系统集成项目的立项、技术文件编制、设备安装、设备编程调试、验收、交付、售后等环节的实施和管理。本书中心内容包括工业机器人系统集成的基本流程和组织结构、工业机器人系统集成控制设计的初步设计流程、工业机器人系统集成控制设计选型基础、工业机器人系统集成电气图设计、工业机器人系统集成电气设备安装规范作业流程等。

本书适合普通本科及高等职业院校自动化相关专业学生使用,以及从事工业机器人应用开发、调试与现场维护的工程师,特别是进行工业机器人系统集成开发的工程技术人员参考学习。

### 图书在版编目(CIP)数据

工业机器人系统集成(控制设计)项目教程/刘杰,汪漫主编. —武汉:华中科技大学出版社,2019.1  
智能制造领域应用型人才培养“十三五”规划精品教材  
ISBN 978-7-5680-4244-4

I. ①工… II. ①刘… ②汪… III. ①工业机器人-系统集成技术-教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 012490 号

### 工业机器人系统集成(控制设计)项目教程

Gongye Jiqiren Xitong Jicheng (Kongzhi Sheji) Xiangmu Jiaocheng

刘 杰 汪 漫 主 编

策划编辑:袁 冲

责任编辑:段亚萍

封面设计:抱 子

责任校对:李 弋

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)  
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913

邮编:430223

录 排:武汉蓝色匠心图文设计有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.75

字 数:440千字

版 次:2019年1月第1版第1次印刷

定 价:48.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

现阶段,我国制造业面临资源短缺、劳动力成本上升、人口红利减少等压力,而工业机器人的应用与推广,将极大地提高生产效率和产品质量,降低生产成本和资源消耗,有效提高我国工业制造竞争力。我国《机器人产业发展规划(2016—2020年)》强调,机器人是先进制造业的关键支撑装备和未来生活方式的重要切入点。广泛采用工业机器人,对促进我国先进制造业的崛起,有着十分重要的意义。“机器换人,人用机器”的新型制造方式有效推进了工业升级和转型。

伴随着工业大国相继提出机器人产业政策,如德国的“工业4.0”、美国的先进制造伙伴计划、中国的“十三五”规划与“中国制造2025”等国家政策,工业机器人产业迎来了快速发展的态势。当前,随着劳动力成本上涨,人口红利逐渐消失,生产方式向柔性、智能、精细转变,中国制造业转型升级迫在眉睫。全球新一轮科技革命和产业变革与中国制造业转型升级形成历史性交汇,中国已经成为全球最大的机器人市场。大力发展工业机器人产业,对于打造我国制造业新优势、推动工业转型升级、加快制造强国建设、改善人民生活水平具有深远意义。

工业机器人已在越来越多的领域得到了应用。在制造业中,尤其是在汽车产业中,工业机器人得到了广泛应用。如在毛坯制造(冲压、压铸、锻造等)、机械加工、焊接、热处理、表面涂覆、上下料、装配、检测及仓库堆垛等作业中,机器人逐步取代人工作业。机器人产业的发展对机器人领域技能型人才的需求也越来越迫切。为了满足岗位人才需求,满足产业升级和技术进步的要求,部分应用型本科院校相继开设了相关课程。在教材方面,虽有很多机器人方面的专著,但普遍偏向理论与研究,不能满足实际应用的需要。目前,企业的机器人应用人才培养只能依赖机器人生产企业的培训或产品手册,缺乏系统学习和相关理论指导,严重制约了我国机器人技术的推广和智能制造业的发展。武汉金石兴机器人自动化工程有限公司依托华中科技大学在机器人方向的研究实力,顺应形势需要,产、学、研、用相结合,组织企业专家和一线科研人员开展了一系列企业调研,面向企业需求,联合高校教师共同编写了“智能制造领域应用型人才培养‘十三五’规划精品教材”系列图书。

该系列图书有以下特点:

(1) 循序渐进,系统性强。该系列图书从工业机器人的入门应用、技术基础、实训指导,到工业机器人的编程与高级应用,由浅入深,有助于读者系统学习工业机器人技术。

(2) 配套资源丰富多样。该系列图书配有相应的人才培养方案、课程建设标准、电子课件、视频等教学资源,以及配套的工业机器人教学装备,构建了立体化的工业机器人教学体系。

(3) 覆盖面广,应用广泛。该系列图书介绍了工业机器人集成工程所需的机械工程案例

例、电气设计工程案例、机器人应用工艺编程等相关内容,顺应国内机器人产业人才发展需要,符合制造业人才发展规划。

“智能制造领域应用型人才培养‘十三五’规划精品教材”系列图书结合工业机器人集成工程实际应用,教、学、用有机结合,有助于读者系统学习工业机器人技术和强化提高实践能力。该系列图书的出版发行填补了机器人工程专业系列教材的空白,有助于推进我国工业机器人技术人才的培养和发展,助力中国智造。

中国工程院院士

2018年10月

## 编写依据

(1)本课程从企业项目的运行需求来组织,课程教材依据实用性原则来编写。

(2)工业机器人系统集成的核心问题是利用自控技术、通信技术、安全防范技术等将工业机器人单元、自控单元、自动线单元、外围监控单元进行集成设计、生产制造、安装调试及交付。工业机器人工作站的集成设计需要掌握和融合 PLC 系统、配电系统、工业机器人系统及外围设备的专业知识。本教材从工业机器人系统集成的需求出发,侧重于系统硬件集成的设计方法及需要掌握的基本技能,涉及 PLC 及工业机器人系统软件编程、PLC 硬件结构、外围自动输送线设备及传感器的硬件结构的不着重描述,请参阅相关教材。以上所述内容所涉及的课程包括 PLC 应用技术、传感器及检测技术、工业机器人虚拟仿真、编程及调试、自动机与自动线等。

(3)工业机器人工作站控制系统集成的过程设计可以分为系统规划(总体设计)、硬件设计、软件设计这几个基本的步骤,每一部分的设计都有不同的要求。由于软件设计已集中在 PLC 应用技术、工业机器人虚拟仿真、编程及调试教材中,所以本教材将按照实际工程设计的步骤,对控制系统硬件的具体设计过程做较为系统、完整的介绍。本教材内容涉及控制系统规划、硬件设计等方面的基本方法与步骤,还包括控制系统硬件设计中需要注意的基本问题。对于工业机器人系统集成的项目过程管理与控制,本教材会引述,但不做深入探讨。如需更深层学习这方面的知识,请参阅工业机器人系统项目管理相关教材。

## 教学任务

(1)工业机器人应用人才需求链条闭环工作岗位可分为销售、方案、验证、项目、工程、配置、调试、操作、现场、管理十大类别(见图 1)。从事工业机器人系统设备集成的技术性工作可分为方案、验证、机械、电气、调试、售后技术服务六大类别。在企业中,也相应划分为五大部门:项目部、机械设计部、电气设计部、工程运营部、售后服务部。各部门人员被称为项目工程师、机械工程师、电气工程师、调试工程师、售后技术工程师。工作中的职责划分可以按表 1 所示的内容进行(各企业可能会有略微差别。微、小企业中通常是一个人兼数个职位,最常见的是项目工程师兼方案及工艺验证,电气工程师兼调试,设计人员兼售后技术支持)。

(2)本教材的主要任务是掌握系统集成的控制系统硬件设计方法、设计图纸的绘制及相关技术文件的编写。教材培养目标是使学习者通过学习,能够掌握工业机器人系统集成工程中电气硬件设计的技能。

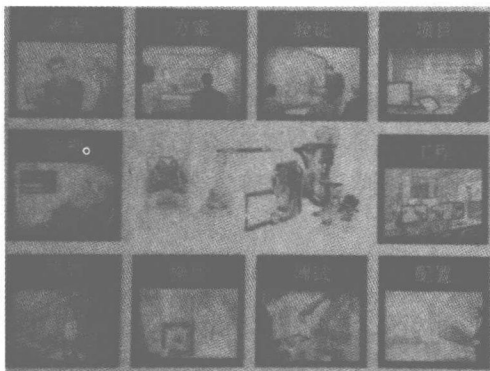


图 1 工业机器人应用人才需求链条闭环工作岗位

表 1 工程师类型与职责

工程师类型	负责范围
项目工程师	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 方案设计制作;</li> <li>2. 方案工艺验证(打样);</li> <li>3. 项目进度管控</li> </ol>
机械工程师	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 设备总平面布置图及地基施工图(涉及电气布置的,要负责地基图合汇)设计;</li> <li>2. 机械部分(机构、机架、机架中电气安装支架预留、工业机器人底座、工业机器人抓具等)设计;</li> <li>3. 动力机头、执行部件选型及设计(如电机选型,气动、液压系统中的气缸、油缸等执行部件的选型及设计)</li> </ol>
电气工程师	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电气布置及电气地基图设计;</li> <li>2. 电气控制部分硬件设计;</li> <li>3. 动力控制部件(如气动、液压系统中的电磁阀部件、电控件 PLC、按钮等)选型及设计</li> </ol>
调试工程师	设备软件编制及设备综合运行调试直至设备的最后交付及培训
售后技术工程师	设备交付后的技术服务及支持

作者积累了相关的课程设计素材,有需要的读者可以联系作者索取,作者邮箱: 289907659@qq.com.

编者

项目 1 认识工业机器人系统集成 .....	1
任务 1-1 制作系统集成公司特征表 .....	1
任务 1-2 绘制系统集成的发展方向导图 .....	3
任务 1-3 绘制集成的组织结构图 .....	4
任务 1-4 制作机器人系统集成常见应用设备清单 .....	6
项目 2 工业机器人系统集成电气设计基础 .....	17
任务 2-1 制作系统集成中电气电缆颜色使用规则表 .....	17
任务 2-2 依据实物接线图绘制标准电气图 .....	21
任务 2-3 检索工业机器人系统集成中机器人系统对使用环境及电源的要求 .....	37
任务 2-4 变频驱动电气设计 .....	40
任务 2-5 低压电气元件选型 .....	53
项目 3 工业机器人系统集成电气设计流程 .....	84
任务 3-1 绘制工业机器人系统集成电气设计流程图 .....	84
任务 3-2 合同交底实践 .....	91
任务 3-3 初步设计实践 .....	95
任务 3-4 电气详细设计实践 .....	114
项目 4 工业机器人系统集成电气设计 .....	120
任务 4-1 制作项目电气设计技术任务书 .....	124
任务 4-2 制作项目功能结构(图)表 .....	126
任务 4-3 绘制项目电气原理图 .....	159
任务 4-4 绘制项目电气元件布局图 .....	201
任务 4-5 绘制项目电气接线图 .....	202
任务 4-6 技术交底实践 .....	205
任务 4-7 编写系统操作说明书 .....	206



<b>项目 5 可靠性设计及控制柜设计布线</b> .....	208
任务 5-1 常见供电系统抗干扰元件功能表制作 .....	208
任务 5-2 制作接地规范作业手册 .....	211
任务 5-3 工业机器人安装作业指导手册 .....	216
任务 5-4 绘制电气控制柜机械图 .....	223
任务 5-5 制作电气柜接线及日常维护作业规范 .....	226
<b>项目 6 通信基础</b> .....	239
任务 6-1 制作工业机器人系统通信名词闪卡 .....	239
任务 6-2 常见工业机器人应用系统设备通信硬件接口分类表 .....	245
任务 6-3 工业机器人应用项目机器人通信软硬件配置选项表制作 .....	252
任务 6-4 绘制 ABB 工业机器人应用系统中配置 PN 通信流程图 .....	265
<b>参考文献</b> .....	274

# 认识工业机器人系统集成

## ◀ 任务 1-1 制作系统集成公司特征表 ▶

### 【任务介绍】

进行工业机器人系统集成的平台是各式各样的工业机器人系统集成公司,了解系统集成公司的相关特性是工业机器人系统集成电气设计学习方向的指南针,也是日后进入工业机器人系统集成行业的敲门砖。请为自己制作一张关于系统集成公司特性的特征表,让自己通过比较系统集成公司的种类、业务范围、核心技术、利润空间、基本部门及人员组成等方面的异同点,找到中意的系统集成公司作为自己以后的工作平台。

### 【任务分析】

制作一张系统集成公司特征表首先需要了解整个系统集成行业中各种企业所扮演的角色,以及它们的经营范围、技术特点、基本的人员结构等。要想更加全面地了解工业机器人系统集成行业中的相关公司的特点,从而使表格内容更加详细全面,可以检索各大品牌机器人厂家官网和自动化产品厂家官网获取更多信息。

### 【相关知识】

(1)系统集成指一个组织机构内的设备、信息的集成,并通过完整的系统来实现对应用的支持。系统集成包括设备系统集成和应用系统集成。

(2)设备系统集成也可称为硬件系统集成,在大多数场合简称系统集成。它利用自控技术、通信技术、网络互联技术、安全防范技术等将相关设备、软件进行集成设计、安装调试、界面定制开发和应用支持。

(3)应用系统集成即为用户提供一个全面的系统解决方案。应用系统集成已经深入用户具体业务和应用层面。在大多数场合,应用系统集成又称为行业信息化解决方案集成。

(4)系统集成商是指具备系统资质,能对行业用户实施系统集成,能为客户提供系统集成产品与服务的专业机构或企业。系统集成包括设备系统集成和应用系统集成,因此,系统集成商也分为设备系统集成商(或称硬件系统集成商)和应用系统集成商(行业信息化方案解决商)。

控制和信息系统集成商协会把系统集成商定义为一个独立的、增值的工程机构(或是其中的一个利润-亏损部门)。它聚焦于工业控制和信息系统、制造执行系统以及工厂自动化系统等方面。系统集成商需要具备应用知识、销售、设计、执行、安装、调试以及支持方面的专项技能。只有能够为客户设计、建造、安装和调试一个由多个部分构成的自动化系统的公司才能被称为自动化系统集成商。情况类似的还有原始设备制造商(OEM),如果它们制造的机械设备包含自动化和控制设备,那么原始设备制造商也可以被认为是系统集成商。许多制造商和 OEM 也能够提供编程服务,这对任何集成的自动化系统都是一项关键的要素。

许多自动化产品的供应商和它们的分销商甚至都拥有已经达到系统集成商标准的应用工程部门。它们可能对于应用自身产品具有特别的倾向性,但是如果它们能够解决客户的自动化问题、执行自动化解决方案,那么它们就会被列入自动化系统集成商中。

近几年大型的综合性公司也开始涉足工业机器人系统集成业务。实际上所有的现代化工厂都具备一定的自动化程度,也参与建造自动化系统,进行系统集成。

通过项目咨询、系统设计、编程实施、安装调试以及培训支持等系统服务,系统集成满足了用户提高生产系统自动化程度的根本需求,实现了用户的投资价值。

(5)系统集成的环境及条件如下。

①系统集成需要拥有一批多专业的技术人员,而且要有一定的工程经验和经济实力。

②从技术角度看,计算机技术、应用系统开发技术、网络技术、控制技术、通信技术、建筑技术综合运用在一个工程中是技术发展的一种必然趋势。系统集成就是要根据用户提出的要求,为用户完成一个完整的解决方案。不仅要在技术上实现用户的要求,而且要满足用户投资的实用性和有效性,对用户的技术支持、培训有所保障,遵循技术规范化、工程管理科学化。

③目前国内系统集成市场上,除了大型的、复杂的工程之外,也存在像搭积木似的项目。系统集成就是一个综合性的工程,其涉及的不仅仅是技术和设备的问题,而且还有方方面面的关系问题。这样一个市场背景,给新人进入留下了巨大的活动、发展空间。

④系统集成行业市场容量巨大,类型较多,涉及的行业也非常多,与硬件产品一样有着低、中、高档之分。

⑤一般来说,系统集成的商业利润包括硬件利润、软件利润和集成利润三部分。其中硬件的价格透明度高,利润较低,而软件利润和集成利润占整个项目利润的绝大部分。

## 【任务实施】

不同的应用领域所对应的集成商不同,对应需要完成的工作任务、所使用的关键技术以及所取得的利润也各不相同。通过对上述内容的学习以及自己检索的典型系统集成企业的相关信息,可以开始制作自己的系统集成公司特征表了。表 1-1 所示是系统集成公司特征表参考样例,可参照该格式拓展表格中的项目和内容。

表 1-1 系统集成公司特征表(样例)

系统集成种类	代表性集成商	业务范围	关键技术	利润组成
设备系统集成				
应用系统集成				

## 【归纳总结】

通过自己制作表格对比不难发现,系统集成企业的工作模式是非标准化的,从销售人员拿订单到项目工程师根据订单要求进行方案设计,再到安装调试人员到客户现场进行安装调试,最后交给客户使用,不同行业的项目都会有其特殊性,很难完全复制。企业专注于某个领域,可以获得较高的行业壁垒,同时作为即将成为系统集成的从业者的我们也应该培养自己的业务专长以适应工业机器人系统集成企业需求。

## 【拓展提高】

在系统集成商中有各种各样的岗位,每个岗位有着自己独特的岗位职责和能力要求,对不同的岗位需求市场也给出了不同的薪酬。及时了解市场对工业机器人系统集成的人才需求和对人才相关能力的要求是引导我们学习工业机器人系统集成专业知识的重要方式。通过检索各大招聘网站对工业机器人系统集成相关岗位的招聘需求,制作一张包含岗位名称、工作职责、能力要求、薪酬福利的工业机器人系统集成岗位信息表,让自己实时了解市场需求,明确学习方向。

## ◀ 任务 1-2 绘制系统集成的发展方向导图 ▶

### 【任务介绍】

工业机器人系统集成处于机器人产业链的下游应用端,为终端客户提供应用解决方案,其负责工业机器人应用二次开发和周边自动化配套设备的集成,是工业机器人自动化应用的重要组成。随着机器人技术的日趋成熟以及智能制造相关软硬件技术、物联网技术、工业云应用技术的飞速发展,工业机器人系统集成未来的发展将在多个方向齐头并进。请绘制一张思维导图,直观展现工业机器人系统集成未来的发展方向及其特点。

### 【任务分析】

我们可以借助以下途径来完成工业机器人系统集成发展方向思维导图:在相关工业机器人系统集成行业网站检索相关业内专家对工业机器人系统集成未来发展方向的判断;通过相关知识的学习了解工业机器人系统集成未来可能的发展方向;借助专用的思维导图绘制软件绘制工业机器人系统集成未来发展方向导图。

### 【相关知识】

随着系统市场的规范化、专用化的发展,系统集成商将趋于以下三个方向发展。

(1)系统咨询:为客户系统项目提供咨询(项目可行性评估、项目投资评估、应用系统模式、具体技术解决方案)。如有可能承接该项目,则负责对产品技术服务型和应用产品开发型的系统集成商进行项目实现招标并负责项目管理(承包和分包)。

(2)技术服务:以原始厂商的产品为中心,对项目具体技术实现方案的某一功能部分提供技术实现方案和服务。

(3)产品开发:表现在与用户合作共同规划设计应用系统模型,以及共同完成硬件、应用软件系统的设计开发。需要对行业知识和关键技术有大量的积累,为用户提供全面系统的解决方案,最终完成系统集成。

### 【任务实施】

图 1-1 所示是一张关于“工业”的思维导图,利用思维导图软件,模仿该图,以上述内容

以及自己在网络上检索到的关于工业机器人系统集成未来发展方向的相关素材绘制出工业机器人系统集成未来发展方向的思维导图。

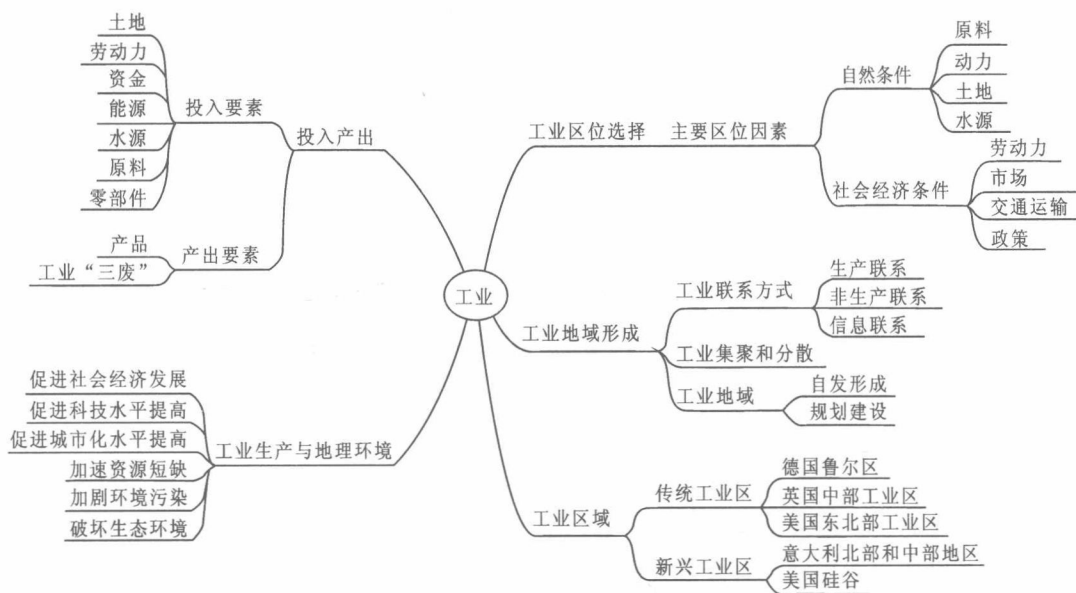


图 1-1 “工业”思维导图(样例)

## 【归纳总结】

通过整理我们可以发现,未来工业机器人系统集成的发展方向除了以上提到的内容之外,还包含从汽车行业向一般工业延伸、应用行业细分化、标准化程度持续提升、智能工厂等发展趋势。同时,通过绘制思维导图可以发现思维导图绘制软件能够将抽象思维形象化,是一款进行思维梳理的有效工具。

## 【拓展提高】

请利用相同的方法,利用思维导图绘制软件绘制出工业机器人系统集成与你大学所学习的其他相关课程之间的联系,通过这张思维导图形象反映出你对你学习的专业课在工业机器人系统集成中可能的作用的理解。

## ◀ 任务 1-3 绘制系统集成的组织结构图 ▶

### 【任务介绍】

了解系统集成中各种管理体系和组织职能划分是理解系统集成中各个岗位职责、完成职位任务、学会团队合作、有效完成系统集成项目信息沟通、协调团队资源更好完成项目任务的基础。作为一名工业机器人系统集成的参与者,请绘制一张工业机器人系统集成的组织结构图,直观展示工业机器人系统集成各个岗位间的关系。

## 【任务分析】

组织结构图是组织架构的直观反映。它形象地反映了组织内各机构、岗位上下左右相互之间的关系。组织架构图是从上至下、可自动增加垂直方向层次的组织单元、图标列表形式展现的架构图,在相关组织单元可以添加详细信息,还可以添加与组织架构关联的职位、人员信息。

## 【相关知识】

### 1. 系统集成的组织职能划分

系统集成运作的合理分工和各部分的协调管理可以依功能划分为市场、销售、技术、售后服务、专家机构等。

(1)市场:系统行销市场的分析、策划、管理,并对新产品的研发提出市场性指导意见。

(2)销售:总负责与具体客户的商务人员接触、跟踪并运作关系。其包含售前。售前人员对销售人员负责,为具体客户的技术人员提供产品技术介绍、具体系统解决方案。

(3)技术:包含产品开发及工程。产品开发负责软硬件产品的具体开发实施;工程对项目组负责,完成项目的工程实施。

(4)售后服务:完成项目的售后持续性技术维护和服务。

(5)专家机构:研究跟踪新产品、新技术,提出系统模式和具体系统技术解决方案;对售前为客户提供的系统方案进行评审;对产品开发提供的系统模式、开发平台进行评审和指导。

系统集成运作也可以依行业性市场划分。依据行业划分,要求各级人员除了对本职工作专而精,还要对行业关系、行业业务知识进行深入了解。

可以结合以上两点,根据具体情况划分系统集成的各职能部门。

### 2. 系统集成的协调管理

形成塔式管理体制:各层各部门责、权明确,逐层上行协调管理,决策逐层下行发布实施。

项目组:系统集成的外在行为表现为项目,如具体客户的项目、产品研发的项目等。项目组应由该项目相关的各平行部门指派的相应人员组成,由项目经理全权负责该项目的管理。

行业性销售项目的项目经理要对该行业销售部门负责,并直接对各平行部门的上级管理部门负责。应将塔式管理体制和项目组相结合。分工管理的层次性可充分适应企业未来的规模化发展,项目组的灵活性、平面化管理可以避免多层次管理可能带来的僵化和平行部门协调的低效。

## 【任务实施】

结合上述关于系统集成的组织职能划分和系统集成的协调管理机制的相关知识分别统计在工业机器人系统集成公司中的常见职位和管理体制,参照图 1-2 所示的某公司组织结构图绘制工业机器人系统集成通用组织结构图。

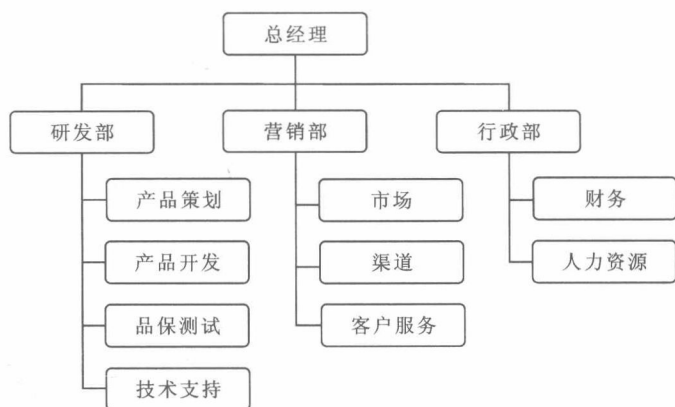


图 1-2 某公司组织结构图(样例)

## 【归纳总结】

通过对系统集成公司组织结构图的绘制可以了解到以后从事相关岗位的职能的划分,以后进行相关工作推进时也能协调资源与人力协作完成任务。因此,在进入工业机器人系统集成行业前,了解典型的系统集成公司的组织结构十分有必要。

## 【拓展提高】

通过上述内容的学习和实践,你对于常见的系统集成企业的组织框架有了一定的了解,那么请对这种常见的组织框架中的塔式管理和项目管理的利弊进行对比并列表展示。

# ◀ 任务 1-4 制作机器人系统集成常见应用设备清单 ▶

## 【任务介绍】

工业机器人系统集成是把工业机器人本体、机器人控制软件、机器人应用软件、机器人周边设备结合起来,成为系统,应用于焊接、打磨、上下料、搬运、机加工等工业自动化。所以,除了要了解工业机器人相关软硬件知识之外,对工业机器人各种不同工艺所涉及的外围设备的了解,对于完成相关工艺的集成至关重要。请结合以下知识及网络检索到的工业机器人工艺应用的相关知识,按照工业机器人应用工艺分类将相关工艺涉及的外部设备整理成表。

## 【任务分析】

工业机器人工艺应用中设备可分为以下几类:工业机器人及其附件、工艺设备、工装夹具、物流输送设备、水气电生产辅助设备、机器人末端工具、安全设备、外部控制系统、人机交互系统等。按照上述分类,结合检索到的和教材上的工业机器人应用相关设备介绍,对每一种工业机器人应用的相关设备进行梳理就能完成工业机器人工艺应用设备表。

## 【相关知识】

工业机器人工作站控制系统的集成是一个复杂而完整的工程,包括集成方案的制订、投标(或审议)、集成规划、系统图纸设计、系统生产、系统交付、售后服务等。项目开发流程如图 1-3 所示。

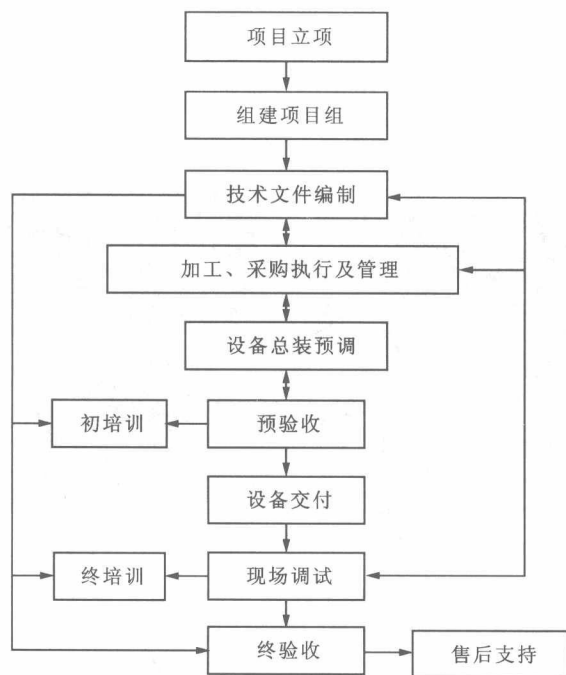


图 1-3 工业机器人系统集成项目开发流程

根据工业机器人应用的领域,工业机器人工作站大致可分为如下的几种类型。

### 1. 工业机器人弧焊工作站

电弧焊是工业生产中应用最广泛的焊接方法。它的原理是利用电弧放电(俗称电弧燃烧)所产生的热量使焊接部位焊丝与工件熔化并在冷凝后形成焊缝,从而获得牢固接头。

工业机器人电弧焊可以进行平焊、横焊和立焊等多方位焊接。但在对焊缝质量要求较高及不易焊接到的场合,通常会使用变位机来安装固定焊接夹具。通过变位机旋转焊接夹具,改变工件的空间位置和姿态,使用工业机器人可以获得理想的焊接姿态以保证可焊性及焊接质量。工业机器人气体保护焊如图 1-4 所示。

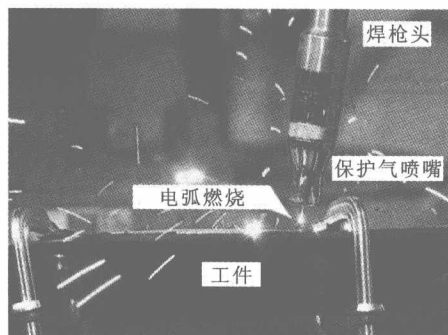


图 1-4 工业机器人气体保护焊



弧焊工业机器人对工艺的主要要求之一,是需要保证零件焊接前焊缝误差的一致性。焊缝误差小,焊接质量才能达到要求。夹装不当或焊接时的热变形会使焊接接头位置发生变化,容易导致焊接工业机器人的焊接轨迹与焊缝偏离。弧焊工业机器人可以选配如下的纠偏选项:接触式探测、电弧式跟踪、弧压式跟踪、激光跟踪、视觉跟踪定位。针对具体焊接情况,选择有效的定位或跟踪方式。

电弧焊的安全特点:焊丝电弧焊焊接设备的空载电压一般为 50~90 V,焊接过程设备输出电压一般设定不超过 30 V,而人体所能承受的安全电压为 30~45 V,所以工业机器人焊接设备通常会在母材侧,工业机器人本体均做接地处理。

工业机器人弧焊工作站如图 1-5 所示。

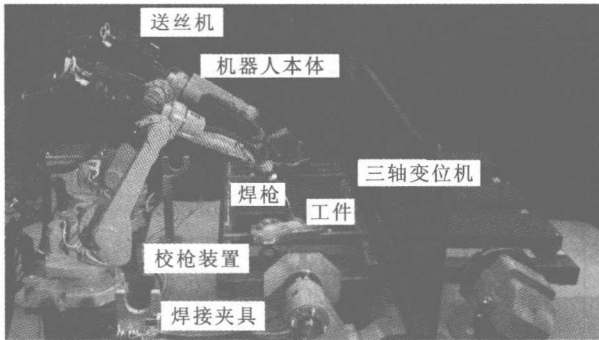


图 1-5 工业机器人弧焊工作站

图 1-6 所示是工业机器人气体保护焊工作站基本构成示意图。

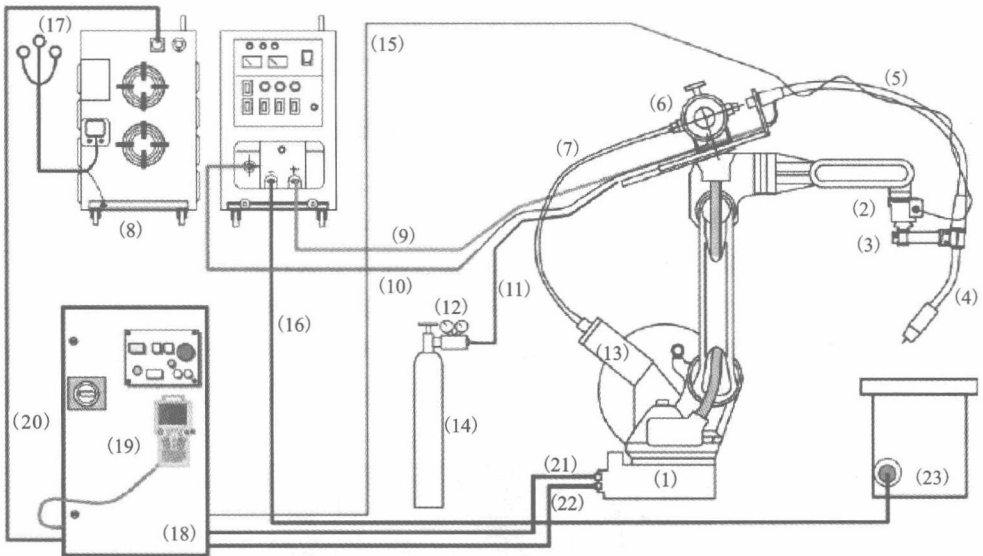


图 1-6 工业机器人气体保护焊工作站基本构成

- (1)工业机器人本体;(2)防碰撞传感器;(3)焊枪把持器;(4)焊枪;(5)焊枪电缆;(6)送丝机构;(7)送丝管;
- (8)焊接电源;(9)功率电缆(+);(10)送丝机构控制电缆;(11)保护气软管;(12)保护气调节器;(13)送丝盘架;
- (14)保护气瓶;(15)防碰撞传感器电缆;(16)功率电缆(-);(17)焊机供电电缆;(18)工业机器人控制柜;
- (19)示教盒;(20)焊接指令电缆(I/F);(21)供电电缆;(22)控制电缆;(23)夹具及工作台