
自动化类 工业机器人技术专业 工业机器人系统集成课程

项目一：工业机器人系统集成的认知

任务 4：工业机器人系统集成设计

微教材

主编 XXX XXX

更新次数 0 次



主编单位：[辽宁装备制造职业技术学院](#)

认证编码（待定）



工业机器人系统集成设计

1.学习完本课程，对工业机器人系统集成方案的制订流程有所了解。

2.学习完本课程，应该能掌握工业机器人系统集成设计的步骤。

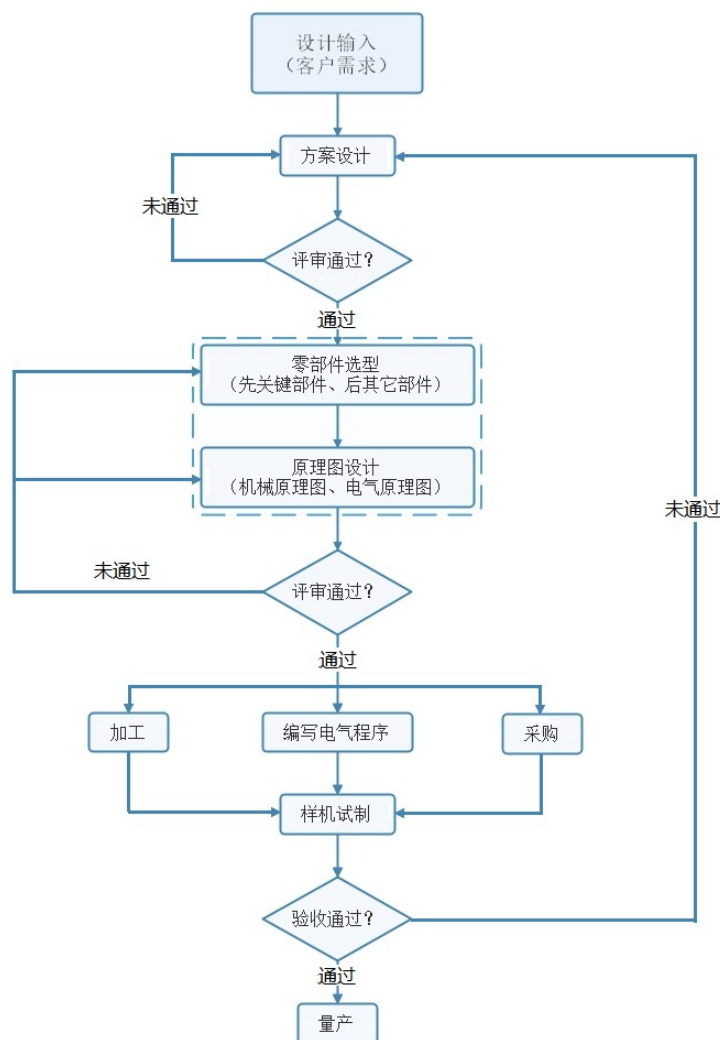


【知识准备】

1、工业机器人系统集成技术方案

按照用户生产实际工作任务要求，制定详细的工业机器人系统集成技术设计方案，是实现工业机器人系统集成的关键。

根据工业机器人应用及其系统集成定义,结合文献、资料及案例的分析研究后,可以将确定机器人系统集成技术方案的步骤与方法总结如下。



1.解读分析工业机器人工作任务

工业机器人的工作任务是整个系统集成设计的核心问题和要求,所有的设计都必须围绕工作任务来完成。它决定了工业机器人本体的选型、工艺辅助软件的选用、末端执行器的选用或设计、外部设备的配合以及外部控制系统的设计。所以,必须准确、清晰地解读分析工业机

器人的工作任务,否则将使系统集成设计达不到预期的效果,甚至完全错误。

2.工业机器人的合理选型

工业机器人是应用系统的核心元件。由于不同品牌工业机器人的技术特点、擅长领域各不相同,所以首先根据工作任务的工艺要求,初步选定工业机器人的品牌;其次根据工作任务操作对象以及工作环境等因素决定所需工业机器人的负载、最大运动范围、防护等级等性能指标,确定工业机器人的型号;之后再详细考虑如系统先进性、配套工艺软件、I/O 接口、总线通信方式、外部设备配合等问题。在满足工作任务要求的前提下,尽量选用控制系统更先进、I/O 接口更多、有配套工艺软件的工业机器人品牌和型号,以利于使系统具有一定的冗余性和扩充性。同时,成本也是选型时必须考虑的问题。综上所述,最终选定工业机器人的品牌和型号。

3.末端执行器的合理选用或设计

末端执行器是工业机器人进行工艺加工操作的执行元件,没有末端执行器,工业机器人就仅仅是一台运动定位设备。选用或设计末端执行器的根本依据是工作任务。工业机器人需要进行何种操作,是焊接操作,或是搬运码垛操作,抑或是打磨抛光操作等,是否需要配备变位机、移动滑台等,以及操作需要达到的工艺水准,加工对象的情况,都是需要综合考虑的。只有正确地选用或设计末端执行器,让它们与工业机器人配合起来,才能使工业机器人发挥出其应有的功效,更好地完成加工工艺。

4.工艺辅助软件的选择和使用

当工业机器人应用系统涉及复杂工艺操作时,辅助技术人员用工艺辅助软件进行机器人工作路径规划、工艺参数管理和点位示教等操作,一般会与三维建模软件同时使用。功能强大的工艺辅助软件还可以进行如生产数据管理、工艺编制、生产资源管理和工具选择等操作,甚至可以直接输出工业机器人运动程序。工业机器人的品牌不同,其核心控制器件也不同,从而导致了某些工业机器人生产供应商针对不同加工工艺,能提供配套的工艺软件,提升工艺水准,而另一些则没有相应的工艺软件。综合考虑工作任务和选定的工业机器人品牌,确定是否选用工艺软件,以及选用何种工艺软件。

5.外部设备的合理选择

机器人本体是系统中动作的执行者,在执行动作时,需要其他的自动化设备提供辅助功能,例如,气动元件实现机器人末端执行机构的开合动作;传送带将物料传送到相应的工位视觉系统和颜色传感器分别识别工件的形状和颜色。应根据工作任务合理选择所需的外部设备。

6.外部控制系统的设计和选型

根据前面步骤选定的工业机器人型号、末端执行器、外部设备,综合考虑工作任务后,初步选定外部控制系统的核心控制器件,在一般情况下,都选用可编程控制器(PLC)作为外围控制系统的核心控制器件,但是在某些特殊的加工工艺中,例如在工艺过程连续、对时间要求非常精确的情况下,需要考虑 PLC 的 I/O 延迟是否会对加工工艺造成不良影响,否则必须选用其他控制器件,如嵌入式系统等。应尽量考虑在工业机器人以及各外部控制设备之间采用工业现场总线的通信方式,以减少安装施工工作量与周期,提高系统可靠性,降低后期维护维修成本。同时,安全问题在外部控制系统中也是非常重要的,在某些情况下甚至是首要考虑的因素。安全问题包括设备安全和人身安全,保护设备安全的器件有防碰撞传感器等,保护人身安全的设备有安全光幕等,都是外部控制系统必需的设备。

综合考虑以上因素,在整个系统集成设计与选型过程中,在充分考虑系统的先进性、安全性、可靠性、兼容性和扩充性的基础上,尽可能采用成熟的器件与设计思路。

7.集成的电路与通信配置

选定所有硬件之后,还需给系统安装电路,为系统供电并控制元器件动作,以及选用合适的通信方式实现元器件之间的数据传输。硬件之间的数据传送是通过通信完成的,不同规模的系统集成,使用的通信方式也是不相同的。例如,大规模系统集成的通信一般都需要现场总

线的通信协议,如 Profibus、Modbus、Profinet、CANopen、DeviceNet 等,而小型单台工作站的数据通信除了可以使用以上几种通信方式外,还可以使用其他多种通信方式,如西门子的 PPI、MPI,以及 Ethernet 等协议。

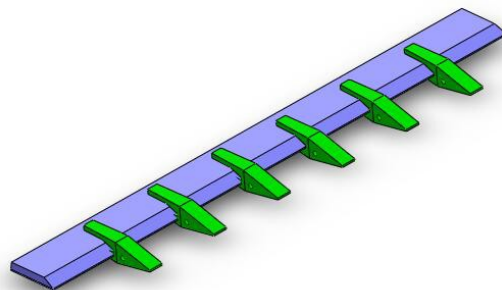
8.系统的安装与调试

前述所有步骤均完成后,就可以进入系统安装、调试阶段。在工业机器人应用系统的安装阶段,需严格遵守施工规范,保证施工质量。调试时应尽量考虑各种使用情况,尽可能提早发现问题并反馈。不论是安装还是调试,安全问题都是重中之重,必须时刻牢记安全操作规程。

综上所述,机器人系统集成的设计步骤可总结为根据客户要求确定设备的功能,设计方案,进行技术设计,包括关键零部件的选型以及设备原理图的设计和绘制,最后加工和试制设备,以及进行系统的编程调试,当设备达到预定功能后进行交付和量产。

2、弧焊工作站系统集成设计

(1) 焊接对象及参数



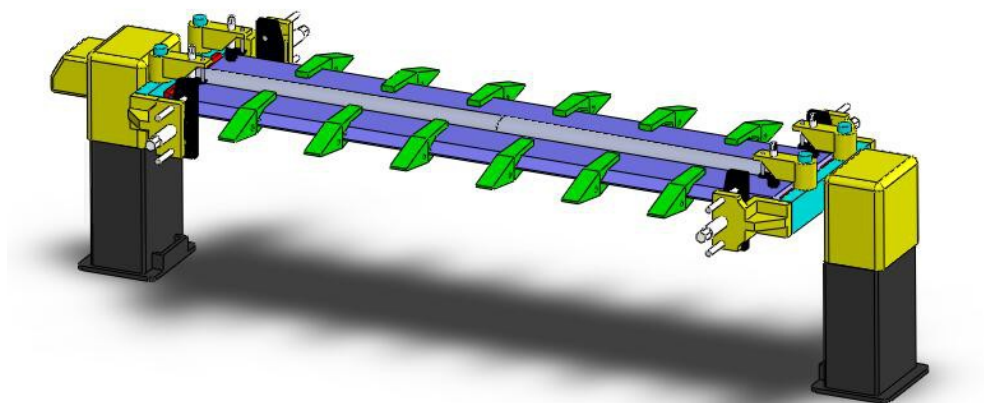
- 1.焊接对象：按工件图工艺要求焊接刀板与刀齿之间焊缝，如图所示工件尺寸最大范围为长×高×宽：2900mm×540mm×110mm
- 2.工件材质为：碳钢，材料厚度： 小于 50mm。
- 3.焊缝特征：角焊缝
- 4.焊接组对要求(用户自己完成工件组对)：各板与齿的位置误差不超过 10mm。
- 5.焊接质量要求：焊缝不允许存在咬边、气孔、砂眼、裂纹等缺陷。
- 6. 生产节拍估算：以焊高为 12 毫米焊缝为参考：

焊缝种类	12 毫米焊高
焊缝长度 (mm)：	1000×6
焊接速度 (mm/min)：	450（两道三次焊完）
焊接时间 (min)：	13.4min

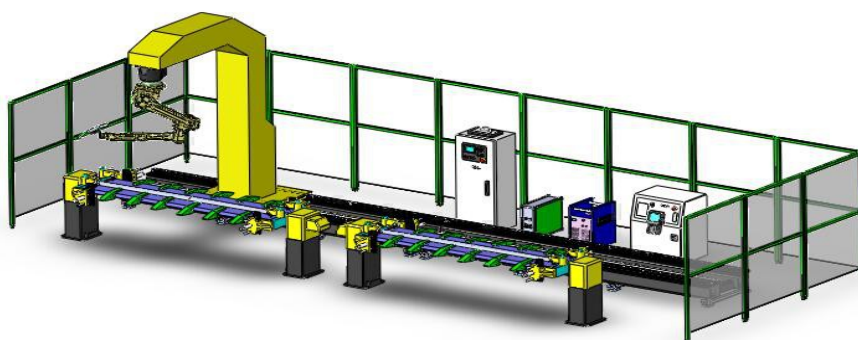
7.焊接辅助时间：变位机空行程及机器人行走时间为 5min，由于本系统为双工位，工件在焊接的同时就可完成工件装夹。因此工件装夹辅助时间为：0，焊完工件总耗时：18.4min。

(二) 工作流程

- 1.人工通过天车将已组对好的工件吊入变位机工装上定位夹紧。



2. 机器人从安全区域移动到工作区域，准备对工件进行焊接。



3. 机器人对工件进行焊接，当机器人对工位 A 的工件焊接完成后，通过机器人行走装置移动到工位 B（在焊接的同时，工位 B 由人工已完成装件）。对工位 B 上的工件进行焊接。双工位交替进行，直到焊接结束。

（三）机器人自动焊接系统设备配置

序号	名称	型号	内容	数量	备注
1	机器人系统	IRB1410	机器人本体、控制器、示教盒、操作软件、防碰撞软件)	1 套	ABB
			机器人外部行走装置	1 套	ABB
			起始点寻找	1 套	ABB
			电弧自动跟踪	1 套	ABB
2	焊接系统	sigma500	电源、机器人接口、面板控制盒、中继线及通讯线	1 套	米加尼克
			送丝机	1 套	威达
		TBi RM 80W	水冷焊枪	1 套	德国 TBI
3	机器人安全系统	KS1-S	防碰传感器	1 套	德国 TBI
4	清枪装置	BRG2000	清枪、喷硅油	1 套	德国 TBI
5	水冷系统	LX-20	循环冷却水箱	1 套	正特
6	单轴精密变位系统			2 套	威达

7	控制系统		负责整个焊接工作站有序高效运行	1套	威达
8	防护围栏		安全保护	1套	威达

1、机器人系统

IRB 1410 在弧焊、物料搬运和过程应用领域历经考验，自 1992 年以来的全球安装数量已超过 14000 台。IRB 1410 性能卓越、经济效益显著，资金回收周期短。

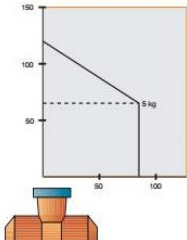
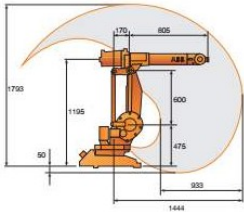
- 可靠性 -- 坚固且耐用
- 准确性 -- 稳定可靠
- 坚固 -- 及时应用
- 高速 -- 较短的工作周期
- 弧焊 -- 集成



IRB 1410

规格		
机器人	承重能力	第5轴到达距离
	5 kg	1.44m
附加载荷		
第3轴	18 kg	
第1轴	19 kg	
轴数		
机器人本体	6	
外部设备	6	
集成信号源		
	上臂12路信号	
集成气源		
	上臂最高8 bar	
性能		
重复定位精度	0.05mm (ISO试验平均值)	
运动	IRB 1410	
TCP最大速度	2.1 m/s	
连续旋转轴	6	6
电气连接		
电源电压	200-600V, 50/60 Hz	
额定功率		
变压器额定值	4kVA/7.8kVA, 带外轴	
物理特性		
机器人安装	落地式	
尺寸		
机器人底座	620 x 450 mm	
重量		
机器人	225 kg	
环境		
环境温度		
机器人单元	5-45°C	
相对湿度	最高95%	
防护等级	电气设备为IP 54, 机械设备需干燥环境	
噪音水平	最高70 dB (A)	
辐射	EMC/EMI屏蔽	
洁净室	100级, 美国联邦标准209e	

工作范围与载荷图



2. 焊接系统

选用苏州米加尼克公司生产高性能数字化焊接电源。型号为 SIGMA 500 双脉冲型。该电源与威达机器人专用送丝机和 TBI RM 80W 水冷机器人焊枪组成的焊接系统。

SIGMA-500 数字式双脉冲 IGBT 逆变控制 MIG/MAG 自动焊接电源特点如下：

一机多用，可进行 CO₂/MAG、MIG 焊。

SIGMA 系列焊机，采用 IGBT 逆变和软开关控制技术，CANBUS 通讯方式，DSP 控制技术。能满足高质量的焊接要求。

可对碳钢、不锈钢、铝板等金属进行高质量焊接；

由于采用数字式控制，电弧稳定性超群，实现几乎没有飞溅的高质量焊接；

具备焊接专家系统，只须按焊接材料、焊丝直径等参数选择相应的程序号，即可自行确定焊接电流 / 电压、送丝速度等，操作十分方便。



3. TBI RM 80W 水冷焊枪：

创新地采用两路保护气设计，外层通道的保护气形成轴向的保护气流，而内层通道的保护气形成径向的保护气流，由于加强了保护气的流动控制，使得层流状保护气在焊接区温柔包裹，气体不易散失焊接过程中的保护气用量大大降低，同时两通道保护气可以到达焊枪内的多个部位，焊枪的冷却效果得到加强。并且由于径向气流的存在，使得导电嘴也得到充分的冷却，避免导电嘴的过度烧损，从而使导电嘴的寿命延长了 3—5 倍。双路循环水冷。

■ TBI RM 80W

技术参数	
冷却方式	双路循环水冷
暂载率	100%（10分钟考核周期）
混合气时电流	370~500A
焊丝直径	0.8-1.6mm
气体消耗量	6升/分钟起
气体导管	两条，用于保护气和压缩空气通路
重量	约为 0.70 公斤
电压等级	L（IEC 60974-7 标准）
当用户使用脉冲电源时暂载率会有所下降。	



特点：

双路气管可以优化气体流通环境，提高气体流通量。

更优秀的双路水冷效果。

易耗件的超长使用寿命。

更强的焊接能力。

4. 清枪装置

清枪装置选用 TBI 焊枪清理装置 型号：BRG2000

焊枪清理单元是每一个 MIG-MAG 焊接机器人不可缺少的部分，机器人只要一个动作就可以使两个旋转的刀片清除掉焊枪内部的附着的粘着物，并喷射硅油，确保焊渣与喷嘴不会发生死粘连。清理的频率取决于不同的条件，如：工艺过程、气体类型、材料类型、和它的表面等；程序员



在机器人控制器中的工作程序中确定清理程序的频率。

效果图如下：



清枪前

清枪后

特点：减少中断时间, 延长焊枪部件的使用寿命， 不需要手工操作。

5. 循环水冷箱

为了保证水冷焊枪的水冷效果，冷却系统采用 1 台上海正特循环水冷箱 LX-20。

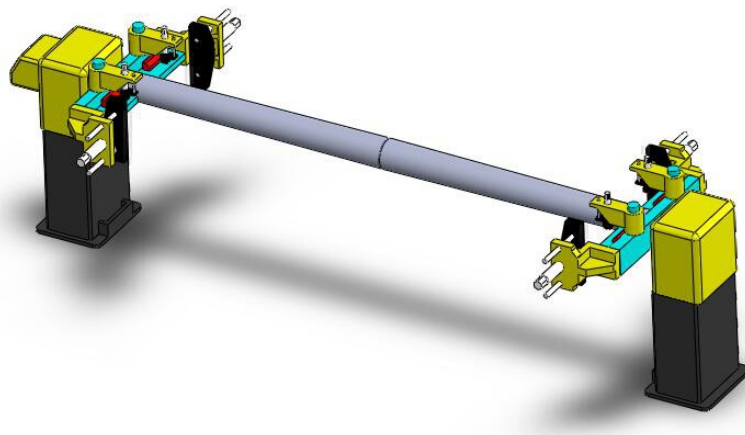
水箱采用封闭式不锈钢材料制作，耐蚀性强。

水箱采用无轴封设计的磁力泵，避免了普通电动水泵因长时间使用产生水垢，导致水泵堵转而烧坏的故障。

单水箱单水泵输出，为水冷焊枪提供水冷却。

本机具有水温水位显示，及时掌握水源的温度和缺水报警、水满报警。

6. 单轴精密变位机



焊接变位机是焊接夹具的载体，能使工件达到最佳的焊接位置。本套焊接系统配置的变位机由变位机头座、变位机尾座、专用工装夹具等部分组成。此套变位机具有以下特点：

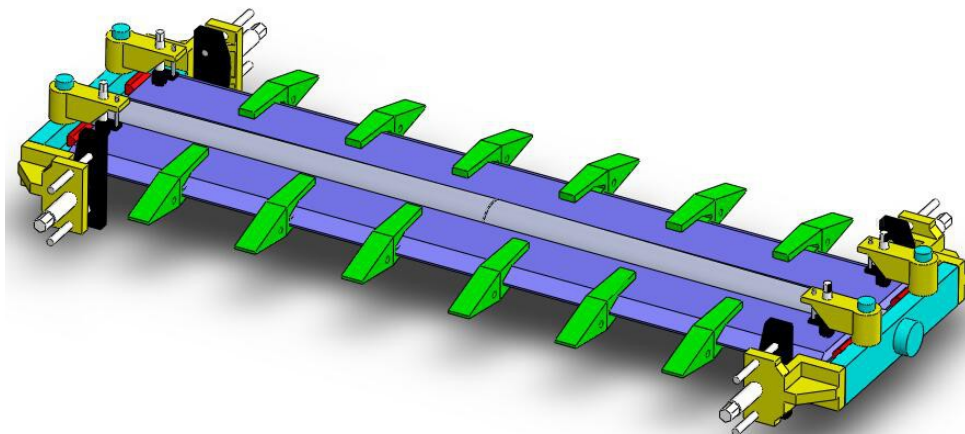
- ◆ 变位系统为双工位，极大提高焊接机器人使用效率。
- ◆ 变位机为交流伺服驱动，它能够完美的配合机器人在任意转动角度的完成焊接动作，从而保证了焊接质量。
- ◆ 变位机各结构件均采用优质钢材焊接而成，并进行退火等工艺处理，保证结构件的强度。
- ◆ 变位机采用专用夹具，一套夹具可夹紧两个工件。它具有夹紧快速，定位准确，操作方便等特点。

变位系统性能参数：

- a) 结构形式：单轴变位机
- b) 变位机变位角度范围： $\pm 180^\circ$
- c) 变位机最大负载：4t。

d) 重复定位精度：500mm 直径内 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

7. 焊接夹具简介



本套焊接夹具主要由 L 支撑板、侧向定位装置、侧向压紧装置、预变形装置、上端旋转压紧装置等部分构成。定位主要以刀板下底面、端面及其刀板无刀齿面。夹紧主要由侧面及上面构成。压紧装置均采用手动方式，快速方便且维护容易。上端压紧装置压紧头部为滚球，设置它的目的在于当侧压紧装置使工件向预变形装置推动并变形时，防止工件上翘。同时可使侧推装置更加省力。设置旋转的目的在于取工件时，可将压紧装置旋转开方便取件。

8. 中央程控系统

程序控制系统主要用于控制机器人、变位机等其他相关部分有序运动。工作站程序控制系统采用编程程序控制系统，编程系统主控部分采用 PLC 可编程控制器作为主控单元。具有“手动”、“自动”选择功能，在“手动”模式下可以人工参与，在“自动”模式下各区域自动完成相应工作。并且设有：电源开/关及指示按钮；急停按钮，当发生意外时可紧急停止。控制系统的其它电气元件如继电器、开关和按钮等器件，均采用中外合资生产或国内知名产品。机器人是整个系统的核心，因此我们的系统可以对每种工件都可方便地设定焊接工艺及参数（焊接程序），焊接程序可进行储存并被随时调用；工作时按操作者选用的焊接程序完成工件的自动焊接。

保护功能：焊枪机械防撞传感器、伺服防撞、控制箱内温度监视、电源监视、干涉领域检查。

异常诊断停止功能：控制系统元器件、机器人、焊接电源等设备出现异常时，进行自动诊断，提供故障信息，保障系统安全；焊接异常、用户操作异常等情况下能诊断并采取停机保护措施。在焊接中，可人为干预焊接，在焊接中途因故停止后，智能处理继续焊接方式。



【加油站】：

创新意识：设计工作是一个创新的过程，增强创新思维能力，是学生学习过程的重要目标。

“创新是一个民族的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。”在建设创新型国家的总体战略部署下，大学生培养创新能力既是实施科教兴国和建设创新型国家的必然要求，也是提高大学生自身综合素质的重要途径。在国家建设创新型国家的总体战略部署下，大学生自我主动培养创新能力势在必行。

创新意识是善于独立思考、敢于标新立异，提出新观点、新方法，解决新问题和创造新事物的意识。它是创新思维和创新活动的基本前提和条件。它直接决定创新活动的产生和创新能力的发挥。创新意识，就是求佳意识。马斯洛说：“创造性首先强调的是人格，而不是

成就。自我实现的创造性强调的是性格上的品质，如大胆、勇敢、自由、自主性、明晰、整合、自我认可，即一切能够造成这种普遍化的东西，或者说是强调创造性的态度、创造性的人。”

创新能力一般是指人根据一定的目标任务，提出新理论、新构想或发明新技术、新产品，从而创造性地解决问题的能力。创新能力包含创新意识、创新思维、创新技能、创新精神等几个方面的内容。



【任务实施】

项目名称	工业机器人系统集成的认知			任务名称	工业机器人系统集成设计		
班级		姓名		学号		组别	
任务内容	学习完本课程，应该能掌握工业机器人系统集成设计的步骤。						
任务目标	1.工业机器人系统集成技术方案设计流程。						
	2. 基于焊接机器人系统集成设计案例，了解系统集成设计过程。						



【任务评测】

1、选择题

1、IRB1410 型机器人的工作范围是（ ）。

A. 860mm B. 1200mm C. 1440mm D. 1410mm

2、工业机器人系统集成设计的第一步是（ ）。

A. 选择机器人本体 B. 明确工作任务 C. 设计末端执行器 D. 选择外部设备

3、搬运机器人本体选择考虑的最主要因素是（ ）。

A. 负载 B. 工作范围 C. 精度 D. 自由度

2、判断题

1、系统集成的设计与选型过程中，应尽可能采用便宜的器件。（×）

2、末端执行器是工业机器人进行工艺加工操作的执行元件，没有末端执行器，工业机器人就仅仅是一台运动定位设备。（√）

3、工业机器人的工作任务是整个系统集成设计的核心问题和要求，所有的设计都必须围绕工作任务来完成。（√）

3、实训题

根据焊接（电焊）工作站任务命题，选择合适的系统集成方式。

点焊机器人最多领域应当属汽车车身的自动装配车间。点焊机器人由机器人本体、计算机控制系统、示教盒和点焊焊接系统几部分组成，由于为了适应灵活动作的工作要求，通常点焊机器人选用关节式工业机器人的基本设计，一般具有六个自由度：腰转、大臂转、小臂转、腕转、腕摆及腕捻。其驱动方式有液压驱动和电气驱动两种。其中电气驱动具有保养维修简便、能耗低、速度高、精度高、安全性好等优点，因此应用较为广泛。点焊机器人按照示教程

序规定的动作、顺序和参数进行点焊作业，其过程是完全自动化的，并且具有与外部设备通信的接口，可以通过这一接口接受上一级主控与管理计算机的控制命令进行工作。