

机械设备安装高级工技能培训项目优化

毛奇

(南京机电职业技术学院,江苏 南京 211306)

摘要:现代高端设备制造企业要求其技术员工极速向高端专业化转变,迫切地希望打造一支高端装备技术人才核心团队,提高国际竞争力。为了适应国家战略和高端市场的要求,南京机电职业技术学院在专业技术人才教育上实施创新驱动、提升教育质量、优化培训项目、加强院企联动,获得了社会、国家、企业和学员的高度认可和正向反馈。对学院的培训项目进行了总结与分析,为同行院校提供借鉴。

关键词:机械设备;安装;培训项目

中图分类号:G712 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2022)06-0077-05

Project Optimization of Advanced Skill Training in Machinery and Equipment Installation

MAO Qi

(Nanjing Vocational Institute of Mechatronic Technology, Nanjing 211306, China)

Abstract: As modern high-end equipment manufacturing enterprises require their technical staff to adapt rapidly to high-end specialization, it is urgent to build a core team of technical talents in high-end equipment for enhancing international competitiveness. To meet the needs of national strategy and high-end market, a series of professional and technical education programs were carried out by implementing innovation-driven education, improving education quality, optimizing training programs and strengthening institute-enterprise linkage, which has gained high recognition and positive feedback from the society, the nation, enterprises and students. This paper summarizes and analyzes the training program of the institute, which can be of reference to peer institutes.

Keywords: mechanical equipment; installation; training programs

0 引言

为满足国家加快发展高端装备制造和装备制造业转型升级的企业实际用工需求,南京机电职业技术学院根据机械设备安装工的职业技术标准,开展了“机械设备安装高级工”的专业培养、技能鉴定和技能考核特色项目。该项目填补了江苏省对该专业人才领域的技术培养与技能认定的空缺,得到了南京市职业技能认定管理中心和相关企事业单位的高度认可和广泛好评。

1 机械设备安装工介绍

机械设备安装工,是指专门使用机器、设备进行机器安装、调整的技术工种。该工种的基础职业技能主要包括施工前期的基本工艺技术准备、典型机械主体结构和典型设备装配、机械附属电器控制、液压润滑施工、钣金制作与施工等。在目前国家的职业标准中,已经明确了各等级工种所应具备的职业能力与主要工作内容,详见表1^[1]。

表1 各级别工种的职业能力和工作内容

工种等级	职业能力	工作内容
初级工	施工前的准备	学习、领会图样等技术资料;准备施工机、工具,确认施工条件
	典型部件安装	联轴器安装;带轮安装;滚动轴承安装;螺栓连接
	典型设备安装	一般泵、风机安装;一般机床设备安装;整体压缩机安装;小型桥式起重机安装;金属容器安装
	金属结构制作安装	金属平台制作安装

作者简介:毛奇(1985—),男,江苏南京人,助理研究员,硕士,研究方向为职业教育、职业技能等级认定。

续表1

工种等级	职业能力	工作内容
中级工	施工前的准备	学习、领会图样等技术资料;准备施工机、工具,确认施工条件
	典型部件安装	联轴器安装;滚动轴承安装;滑动轴承安装;轴和套的热(冷)装配;齿轮安装
	典型设备安装	龙门刨床安装;活塞式压缩机安装;大型风机水泵安装;中型桥式起重机安装;金属容器安装;电梯安装;回转窑安装
	附属管道安装	碳素管道安装;铜管安装
	金属结构制作安装	桁架结构制作安装
高级工	施工前的准备	学习、领会图样等技术资料;准备施工机、工具,确认施工条件
	典型部件安装	联轴器安装;滑动轴承安装;轴和套的热(冷)装配
	典型设备安装	大型立式车床安装;高速离心式压缩机安装;重型桥式起重机安装;回转窑安装;水压机安装;组合机床自动线安装
	组织管理	班组管理;安全管理;质量管理

机械设备是一个复杂的整体,其中包含很多特殊的仪器和工具,这就要求安装人员具备专业的安装能力,对机械设备中的复杂构件能够深入了解,以保证机械设备的安装质量,满足机械设备的性能要求。

2 机械设备安装培训行业存在的问题

根据机械设备安装培训行业的发展现状,本文进行了系统性的分析,归纳出了以下几点机械设备安装培训、考核方面目前存在的问题。

1) 培训、考核的专业性不强

由于机械设备包含很多零部件,齿轮之间的啮合、螺丝和螺母是否准确连接等都会影响到机械设备的安装,甚至会影响到机械设备的使用与维护。另外,机械设备在安装、使用过程中温度的变化也会因为热胀冷缩而导致其零部件,特别是齿轮副之间的配合偏差,进而影响整台机械设备的运行精度。但是,由于目前各培训机构自身的安装操作培训、考核的专业性不强,制定的培训方案不能有效地覆盖机械设备的安装范围,从而制约了机械设备安装行业的有序发展与提升。

2) 缺乏统一的行业标准

近几年来,随着机械设备行业的蓬勃发展,设备安装行业也进入了一个急剧膨胀的发展阶段,安装培训行业也在高速发展。但由于缺乏统一的行业标准,使得培训的开展良莠不齐、杂乱无章。各培训机构的教學能力不同,培训教材的编写水平也因校而异,培养的安装人员的能力也是参差不齐。设备安装人员在设备安装过程中操作不一致,没有统一的规范,设备安装的标准相差较多,这些现状从另外一个层面也制约了安装操作人员培训行业的有效提升与发展。

3) 培训发展不均衡导致安装质量差

机械设备安装人员培训行业发展的不均衡,导致安装人员的安装水平较低、安装质量较差。尤其是高端设备,对于安装的要求更高,设备安装后的受力载荷、设备内部各零部件之间的剪切力、设备运行时的振动、设备质心的调整与控制等技术问题有着更加严格的要求,这同样需要培训机构在技能培训方面加以重点考虑,提高安装人员的素质与能力。

3 我院设备安装高级工培训重点

鉴于以上方面的介绍,根据对我国相关企业进行的广泛调查与研究,我院制定出了具有特色的、能够满足各企业需求的人员培养与考核方式。考核项目的选取既符合了我国的技术标准,又充分满足了设备的先进程度、典型性及其代表性。在机械设备安装调试过程中,最重要的工作就是如何测量和保持基础零件的几何精度以及如何确保操作过程的准确性^[2],而这也恰恰是我院在人员培养与考核方面的重中之重。

在机械设备安装高级工的培训项目上,我院创造性地引进了液压直轨器的安装与测试项目,将机械安装技能培训融入了城市轨道交通元素。该项目的引进满足了目前对于造就现代安装工所必须具备的机械复合型技能人才的需求。另外,MPS综合装调模块也被用于我院机械设备安装高级工的技能培训要点。这些先进培训项目的采用,对于我院优秀安装人才的培养起到了重要的作用。

目前,我院对机械设备安装高级工的技能培训重点项目见表2^[3]。

表2 机械设备安装工(高级)技能培训重点项目表

培训模块	重点培训项目
模块一:典型部件安装	联轴器的找正 液压直轨器的安装与性能监测
模块二:典型设备C6140机床安装	溜板移动对尾座顶尖套锥孔中心线的平行度 主轴锥孔中心线和尾座顶尖锥孔中心线对溜板移动的等高度检验
模块三:MPS自动线安装	单站自动化生产线的装调 多站自动化生产线间的功能调试

4 我院设备安装高级工培训项目实例

大型机械设备的安装,从本质上来说主要包括三个步骤:基础机械部件的组装、基本设备的组装和各个机器之间的协作装配。根据这三个基本步骤,我院在机械设备安

装高级工的培养过程中,将其划分为以下三个培训模块:1)典型机器部件的组装;2)典型设备的装配;3)自动生产线的装配与调试。这三个模块之间的设计难度和技术要求,是按层次逐渐递增、逐步提高的。

经过大量调研全国各地的机械装备制造行业,并参照我国设备安装工的国家职业标准,针对机械装备安装的未来发展趋势,我院经过综合策划与评估,设计出了几个全国机械设备安装高级工专业技能培训的重点实训项目^[4],现说明如下。

项目 1:联轴器的找正

联轴器是连接轴承与主轴的重要部件,而齿轮轴的找正实际上就是为了找正轴承与主轴的同轴度,是设备安装过程中最重要的任务之一。根据统计,75%以上的机械设备失效问题,都和轴承与主轴的同轴度超差有关。在我国机械设备安装工的职业技能标准中,规定了高级工要实现能够对轴承与主轴同轴度的校正和检测。齿轮联轴器的找正法一般采取双表测量法(又称一点测量法),由 2 组百分表依次测定在齿轮联轴器外圆和最末端的一个位置向上角度的偏差位置,故又叫做点测法。它可以在测定某些位置上的径向读数的时候,又测定出某些位置上的轴向读数。具体办法是:在做基础的原动机侧零点五联轴器挂壁上安装专用的夹具和百分表,使百分表的触头指向原动机侧零点五联轴器的外圆和最末端位置,如图 1 所示。

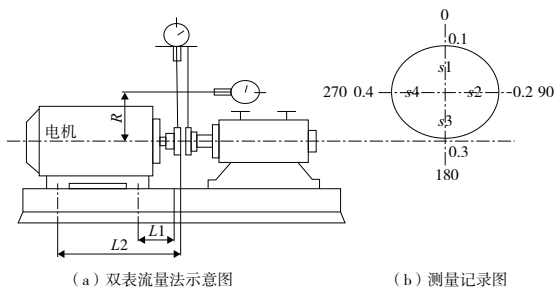


图 1 同心度双表测量示意图

为了分析时计算的简便,测定 0° 位置的径向读数 a 和轴向读数 s 时,常将 a 和 s 调至 0,然后将 20 点五联轴器同时旋转,各转 90° 读出下一个表上数字,并将所读出数字填到记录图中。圆外记下径向读数 a_1, a_2, a_3, a_4 ,圆内记下的轴向读数 s_1, s_2, s_3, s_4 。而当百分表转回零位时,应该和原来零位读数相符,否则就必须查明原由并消除之。最常见的原因因为转轴窜动以及地脚螺钉连接松动,因此计算测量结果的读数应该满足以下要求才为合理,即 $a_1+a_3=a_2+a_4, s_1+s_3=s_2+s_4$ 。

经过对测量数据的分解与运算,可以判断二轴各空间的相对位置,而后再按计算结果加以调整。这个方式使用得较为普遍,能达到对一般机械设备的装配精度要求。在计算了联轴器的相对情况以后,再通过在记录图上读数据就可分析出二轴空间相对位移状况,并按误差值作适当的调节。为了使调节工作更快速且正确完成,可采用计量表或做图法得到各支点的调节量。用两表计算,都能得到在同一个方向上的径向读数和轴向长度读数,测量点方位和调节支点的情况如图 1 所示(请关注测量轴向读数百分表的方向)。

项目 2:液压直轨器的安装与检测

液压直轨器,是用于进行矫正铁轨硬弯、整正扭曲变形的尖线、校正歪斜基本轨道曲折角和调整钢轨操作的工程机械。YZG 系列液压直轨器,一般应用于铁道线路上调整钢轨的高低角度(“硬弯”角度),是专门为适应养路机械性肠梗阻要求设计的一款新颖养路专用手动液压设备,一般由直轨器器体、液压加载机构、偏心夹紧装置等构成。通过直轨器的偏心轮和弯臂钩,在柱塞泵和油缸发生顶力的影响下,使彼此之间形成了相反的受力方向,使硬弯钢轨获得了矫平直^[5]。

a) 液压直轨器的组装

液压直轨器由直轨器器体、液压加载装置控制系统、偏心夹紧装置等构成。装配过程包含偏心夹紧装置组合和液压加载装置控制系统两个组成部分。偏心夹紧装置由把手、运动部分和偏心轮部分构成,在操作中旋转动手轮,就能够使直轨器从轨道中夹住或放松,需要动作的简便、安全。实际应用中,将偏心轮凹入的部位中心指向钢轨一侧,直轨器也就夹住了钢轨,就能够完成校正任务。而液压加载装置则一般由柱塞油泵副、油缸火花塞组、放油阀和贮气缸等构成。工作油路控制系统都是安装在后罩内,且需要构造小巧、密闭特性好。液压加载装置的工作油路控制系统示意图如图 2 所示。

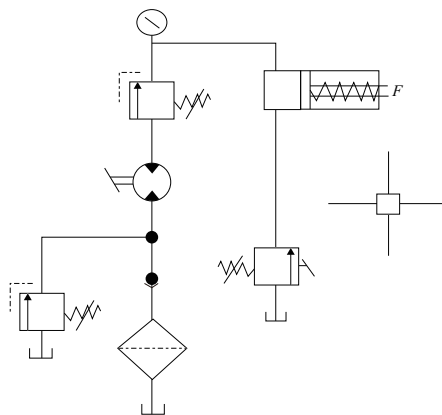


图 2 液压直轨器的加载油路示意图

b) 液压直轨器的性能检验

1) 空载试验

将直轨器置于测力实验台上,锁勾不受力,并封闭回油阀,同时扳动把手。液压缸活塞杆全行程伸长、复原,往返 3 次。当要求将液压缸活塞杆伸直并恢复为水平,将油缸杆伸长至最大行程并开始回油时,可自行复原。

2) 空载率检查

关闭回油阀,扳动把手,并记录手柄搬动次数,测活塞运动时,所计算出的最大空载率应 ≥ 1.8 mm/次。

3) 溢流阀试验

拧紧回油阀,摇动控制杆,直至外溢阀完全开启,然后再检测外溢电流通过时油温测定仪的读数,并规定读数必须在其额定电流值的 ± 3 mA 范围。

4) 负载试验

在直轨器上所使用的额定直轨力即将活塞运动作全过程重复操作 3 次,且活动配合物表面上不得有严重磨

损,活动固定密封处也不得有气体泄漏,且活动密封处也只允许油膜的出现。手柄无法弯曲,对机体也不会产生异常现象。

5) 保压性能试验

试验中,通过调高溢流装置高压,使方向延长至最高流速的2/3时,并给直轨装置施加相应的直轨高压,一般维持在3min左右为宜,油管压力 ≤ 3 MPa。

6) 超载试验

测试时调高溢流阀压力,将活塞运动伸至最大行程的1/2时,采用120%的额定质量直轨力,一般保持在3min以内为宜,将油管压力降低至 < 3 MPa。

7) 手柄操作力试验

对直轨器施以一定直轨力后,再用测力计测量离支点1m处的手柄力。

必须明确以上7点试验结果均符合当前企业对标准液压直轨器的一般生产技术条件。如仍不能满足,则全部解体拆检,直至达到产品的出厂技术标准要求方可。

项目3:检验在机床溜板运动中,对尾座顶尖套锥孔中心线的平行情况

普通车床制造中,通常都要用到机械的溜板和尾座,溜板和尾座的几何精度也会影响加工质量的精度。溜板移动对尾座顶尖套锥孔中心点方位的水平度和凸出方位的水平度是两个最重要的机械精度测试项目,将其作为判断设备精度的最重要技术指标之一^[6]。

机床溜板移动位置测量时,对尾座顶尖套锥孔中心线定位方向平行度的测量方法如图3所示。在尾座顶尖套锥孔处,紧密插入一根测试棒。将百分表安装到溜板上,使百分表的测头直接接触测试棒表面。移动溜板,依次在a上母线和b侧母线上进行检测。测量中,尾座必须安装在约等于最大工件直径的1/2处。顶尖套应退入尾座孔中再重新进行拧紧。当以上测试全部完成1组数值后,将测试杆拔出,旋转180°重新插入顶尖套的锥孔内,按同样方法再测试1次。将a、b两组数值进行比较。两组测试结果的代数和之差值,也就是平行性的真实数值。

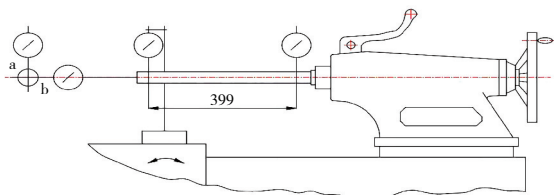


图3 检验普通机床溜板移动对尾座顶尖套锥孔中心线的平行度示意图

溜板在移动位置时,对尾座顶尖套与最大延伸方向平行量的检测同上,只需将尾座顶尖套伸直,且保持伸展量大约为最大延伸长度的1.05,并对应定位。其百分表的确定方法和检测方式亦同上,只需注意百分表的起始部位距尾座端面最近。百分表中的a、b两处误差读数的最大偏差值,为在溜板移动方位时对尾座顶尖套伸出方位平交角的最大误差^[7]。

项目4:普通车床主轴锥孔中心线与尾座顶尖套锥孔中心线等高测量

在机床设备精度要求中,机械主轴锥孔中心线和尾座顶尖套锥孔中心线对床身导轨的等高变化是指从一条轴线(或旋转中心点),在其指定的高度上到基础面的高度变动。它可能是轴线(或旋转中心点)在其规定的高度上对一个基准平面内的等高度变化,也可以是指一条轴线在将工件转动至不同位置后,对其旋转平面内的等高度变化。检测时,将顶尖套完全退到尾座内,在2个尖端间顶紧1根直径为最大尖端距的1.05倍的短试验棒,把百分表放置于溜板上,让其测头靠近短试验棒的上母线并连接,然后平移溜板,对短试验棒的两端进行测量,以百分表读数的差值作为基准测量数值(图4)。

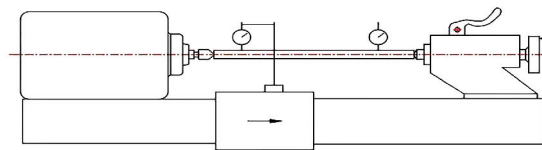


图4 主轴锥孔中心线和尾座顶尖套锥孔中心线对床身导轨的等高高度

a) 检测要求

1) 检查主轴锥孔中心点和尾座顶尖套锥孔中心点之间对溜板运动时的等高。一般的落地车床,如C6140型卧式落地车床,允差标高约为0.06mm。因此可用百分表及磁性表架、测试棒、6号和5号的莫氏锥柄及顶尖各1次,或平移溜板,在测试棒两端处的上母线上试验。

2) 检查溜板移动方向对主轴中心线的平行性。在母线上的允差为0.015mm。所以不可以在端向操作方面偏离。

b) 材料准备和具体检验措施

为了顺利进行上述试验,我院制作了专用的检测芯杆。

机床专用检测芯杆作为一种对精度要求非常高的检测工具,制造要求非常严格。我院采用优质碳素工具钢进行制造,并经过一系列的热处理工艺处理,包括对表面进行冰冷处理以及对作业面进行精密研磨加工。处理后检测芯杆的尺寸精度得到了进一步的保证和提高。

检测芯杆分为长检测芯杆和短检测芯杆两种规格。

1) 长检测芯杆

长检测芯杆的两端加工有顶针孔,顶针孔的锥孔应进行研磨处理。两顶针孔的轴线必须保证与检测芯杆的中心线具有非常高的同轴度,并符合规范要求。

检查时,应先在机床的主轴锥孔内插入莫氏6号顶尖,在尾座的锥孔内插入莫氏5号顶尖,长检测芯杆支撑在顶尖之间,然后针对不同的部位进行检测。

2) 短检测芯杆

短检测芯杆一般2个为1组,每1个检测芯杆的一端均做成莫氏锥度的形状。其中一个做成莫氏6号锥度,另一个做成莫氏5号锥度,如图5所示。检测芯杆的形位精度和表面粗糙度均应满足标准要求。在检测时,将莫氏6号锥度检测芯杆插于主轴的前锥孔内,将莫氏5号锥度检测芯杆插入尾座顶尖套的锥孔内,以百分表方法在A表面和B表面上加以检测。如果零件间有一定的加工误

差,则首先精确测量 A 表面与 B 表面之间的圆周方向直径;若二者尺寸均不相同,则先测定主轴部件前锥孔中心线与尾座顶尖锥孔中心线之间相对溜板移动方向的等距角后,才能对测量值进行相应的调节。

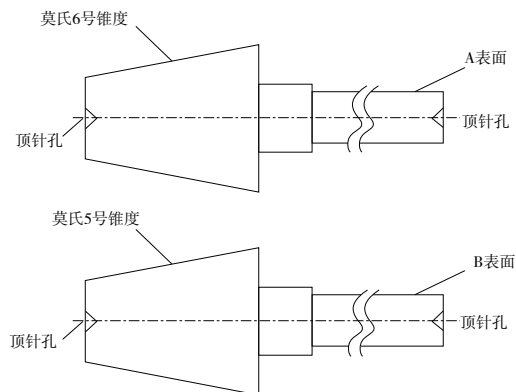


图5 自动生产线的装配和测试

MPS 自动生产线系统,是针对我国现代工业企业特征所开发研究的模拟式自动化产品工艺单元。整个自动线系统基本囊括了机械加工、装配和测试每一种单作用气缸件的整个过程,也反映了在自动化生产线上物流、能量流和信息化的基本概念。它采取了模块架构,将气动科技、电气电子、感应器科技、组装科技、机器人科学、现场总线技术等整合为一体。通过选择不同的单体,可以组合自己的模拟生产工艺系统,最大可以组成拥有 9 种单体的 MPS 系统。包括:给料、测试、加热、萃取、视觉暂留、装配、冲磨、多功能测试和分拣等单元。教学环境围绕着 9 个加工单位及其单位之间的独立联合 MPS 体系进行设置。自动生产线的工程设计和运行测试的知识与技能主要涉及电气工程设计图样的识读、常见电气信号的装配与应用、常见气动和液压元器件的装配与应用、电气元器件的装配与调节、直流步进伺服电机的装配与应用、工机手的作业与维修、PLC 的装配与程序、工业网络的装配与应用及测试和常见机械器具、电工仪表的应用等;技能活动主要涉及工业中自动生产线的设置、编程、运行调试、故障诊断和排除等内容。本院教学环境,以 MPS 生产线设备和 MT-MPS 的柔性生产线设备为教学载体,按照工厂实际的建设与操作过程,由简单到复杂的教学顺序,共设定

了 10 种学习场景。单站自动生产线的装调 9 个实训活动过程场景依次是卸料单元、检验单元、加热单元、装卸搬运单元、取出单元、分拣单元、暂存单元和生产加工单元的装配与调整、生产机械手的操作与维护。此外还有多站自动生产线之间的自动生产线编程与系统功能调试实训活动过程场景。

5 结语

机械设备的安装是一项既精细又复杂的综合性工程,其安装质量会直接影响机械设备的寿命、精度,严重时甚至会影响到整套机械设备预设功能的实现,因此,机械设备安装人员的培训与考核工作越来越突显其重要性。目前,南京机电职业技术学院经过综合策划与评估,并结合机械设备安装行业的需求和相关国家职业标准,设计、实施的多个项目在优化安装人员的技能培训与考核、培养优秀设备安装人员方面取得了突出的成绩。持证后的学生在工作岗位上机械设备调试出错率下降了 23%,安装速度上升了 15%,申请实用新型、发明专利比例上升 6%。这些都为我国的机械设备安装行业输送了大量的优秀人才,走在了机械设备安装人才培养行业的前列。

参考文献:

- [1] 姚詠莹. 浅谈高级技工职业学校关于机械设备课程的探讨[J]. 中国新通信, 2021, 23(11): 190-191.
- [2] 葛天麟, 席伯宾. 浅谈机械设备的安装与调试[J]. 中国设备工程, 2021(06): 226-227.
- [3] 褚海涛. 机械工程设备安装技术存在的问题及质量控制措施研究[J]. 科技风, 2021(13): 183-184.
- [4] 王付岭. 化工机械设备安装改进优化措施分析[J]. 当代化工研究, 2020(6): 106-107.
- [5] 王永东, 林晓辉, 孟君晟, 等. 焊工(高级工)国家职业资格培训教材编写原则及框架[J]. 金属加工(热加工), 2021(5): 63-66, 71.
- [6] 黄革. 中国石油全面开展“互联网+职业技能培训”助力企业提质增效[J]. 中国人力资源社会保障, 2020(6): 49.
- [7] 左卫阳. 杠杆百分表与高度尺结合使用的实践[J]. 内燃机与配件, 2021(20): 112.

收稿日期: 2022-03-16