

冷作钣金工施工技术：从原理到精湛工艺

周俊 王小刚

四川西南航空职业学院，四川成都，610400；

摘要：在现代工业制造与建筑安装领域，冷作钣金工的施工技术占据着举足轻重的地位。这项技术以其独特的工艺和精准的操作，将金属板材塑造为各种复杂而实用的结构，广泛应用于机械制造、航空航天、建筑装饰、汽车工业等众多行业。

关键词：冷作钣金；划线技术；质量控制

DOI：10.64216/3080-1508.25.02.013

1 冷作钣金工的基础概念与原理

冷作钣金工是一种金属加工技术，涉及金属板材的切割、成形、连接等工艺，以制造结构件和机械零件。这一技术的核心在于对金属板材进行冷加工，即在不加热的状态下，通过外力使其发生塑性变形，以达到设计要求的形状和尺寸。

在冷作钣金工中，基础概念包括材料力学、金属塑性变形理论、加工工艺等。材料力学是研究材料在外力作用下的应力、应变关系，这对于预测和控制加工过程中金属板材的变形至关重要。金属塑性变形理论解释了金属在冷加工过程中的流动和变形行为，为钣金加工提供了理论基础。加工工艺则涉及具体的操作方法，如剪切、折弯、拉伸、冲压等，这些工艺直接影响产品的成形质量和生产效率。

冷作钣金工主要是在常温下，利用各种工具和设备对金属板材进行加工与变形，以达到预定的形状和尺寸要求。其核心原理基于金属材料的塑性变形特性，通过施加外力，使金属板材内部的晶体结构发生滑移和重组，从而实现板材的弯曲、拉伸、压缩、剪切等各种变形操作。与热加工工艺不同，冷作加工无需对金属进行加热，因而能够更好地保持金属材料的原始性能，如强度、硬度和表面质量等，同时也减少了能源消耗和热变形带来的误差。

2 施工前的准备工作

2.1 材料准备

根据工程设计要求，精心挑选合适规格、材质的金属板材。对板材的厚度、平整度、表面质量进行严格检查，确保其符合相关标准。对于有特殊性能要求的项目，如耐腐蚀、高强度等，需选用对应的合金板材或经过特殊处理的材料。同时，要准确计算材料的用量，预留一定的损耗余量，避免材料浪费或短缺。

2.2 工具与设备准备

冷作钣金工常用的工具包括各类锤子、钳子、扳手、剪刀、折弯机、卷板机、剪板机、冲床等。在施工前，需对这些工具和设备进行全面检查与调试，确保其性能良好、精度达标。例如，检查折弯机的折弯角度精度、压力调节功能；调试冲床的冲程、冲压力量等参数。对工具进行必要的保养和维护，如磨砺刀具、润滑机械部件等，以保证施工过程的顺利进行。

2.3 图纸会审与技术交底

施工团队应组织专业人员对设计图纸进行深入会审，理解工程的整体结构、尺寸要求、连接方式等关键信息。同时，由技术负责人向施工人员进行详细的技术交底，明确施工流程、工艺要求、质量标准、安全注意事项等内容。确保每一位施工人员都对工程任务有清晰的认识，能够熟练掌握施工技术要点，避免因误解图纸或技术要求而导致施工错误。

3 冷作钣金工的主要施工技术

3.1 划线与下料

划线是冷作钣金工施工的第一步，也是至关重要的环节。根据设计图纸，在金属板材上准确地划出零件的轮廓线、中心线、折弯线、孔位线等各种标记。划线时需使用高精度的量具，如钢尺、角尺、游标卡尺等，确保划线的尺寸精度误差控制在极小范围内。下料则是按照划线的轮廓将板材切割成所需的形状和尺寸。常用的下料方法有剪切下料、火焰切割、等离子切割、激光切割等。剪切下料适用于薄板材料，具有切割速度快、边缘整齐的优点；火焰切割和等离子切割可用于较厚板材的切割，但切割后边缘需要进行进一步的打磨处理以去除氧化皮和毛刺；激光切割则具有高精度、高速度、热影响区小的特点，能够切割出复杂形状的零件，但设备成本较高。

首先,划线技术的进步体现在自动化和智能化上。传统的手工划线方法已被激光划线技术所取代。激光划线技术以其高精度和高速度,能够快速准确地地在金属板材上标记出所需的线条,减少了人为误差,提高了加工效率。此外,结合计算机辅助设计(CAD)软件,可以实现复杂图形的自动划线,进一步优化了工艺流程。

其次,下料技术也经历了革新。传统的剪切和冲压下料方式逐渐被数控等离子切割和激光切割技术所替代。这些技术能够提供更精细的切割边缘,减少了后续加工的工作量,并且能够处理更复杂的形状和图案。数控技术的应用使得下料过程更加灵活,能够快速调整切割参数以适应不同的材料和厚度。

3.2 折弯与成型

折弯是将金属板材沿折线弯曲成一定角度的工艺操作。在折弯过程中,要根据板材的材质、厚度、折弯角度等因素,合理选择折弯模具和折弯设备,并调整好折弯压力和折弯速度。操作时,将板材准确放置在折弯机工作台上,使折线与模具刃口对齐,然后启动设备进行折弯。对于复杂形状的成型,可能需要多次折弯或采用特殊的成型工艺,如卷边、压筋、拉伸成型等。卷边可增强板材边缘的强度和美观度;压筋可提高板材的刚性和稳定性;拉伸成型则用于制造具有曲面形状的零件,如汽车车身覆盖件等。

首先,折弯工艺技术的现代化发展体现在工艺设计、模具创新、自动化、信息化与智能化技术的应用上。通过优化产品工艺结构设计,提升模具材料的可控性与结构的切换速度,集成PLC交互控制系统和MES生产过程中信息化管理系统,实现数据实时收集处理和分析汇总,并通过云计算平台实现数据的远程监控和管理,优化生产流程。

其次,折弯自动化加工技术的发展,如固定机械手折弯加工、工业机器人折弯加工、自动多边折弯单元加工等,提高了生产过程的可控性,减少了人工干预,实现了连续生产,提高了生产效率,得到质量更加稳定可靠的折弯产品。

再者,机械手折弯单元的应用,通过工业机器人技术将人工经验导入和建立数字化模型,通过智能传感器监测等进行全方位工艺环节相结合,实现了金属板材折弯件在产品来料上料、折弯定位、各步骤弯曲成型、折弯换位翻转等各工艺环节中对接的全闭环控制过程。

最后,折弯加工过程信息化,如订单自动派工信

息化,是实现钣金折弯加工智能化运行的前提条件。基于特定的逻辑约束条件,开发APS订单自动排程系统,同时考虑到车间整体效率最大化与自动化设备利用率最大化,订单按照多种排列组合方式进行优化排程。

综上所述,冷作钣金工的折弯与成型技术正向着自动化、智能化和精密化方向发展,这些创新技术的应用,不仅提高了生产效率,还提升了产品质量,为工业制造领域带来了革命性的变化。随着技术的不断进步,未来冷作钣金工技术将更加成熟,为制造业的发展提供更加坚实的技术支持。

3.3 连接技术

冷作钣金结构的连接方式多种多样,常见的有焊接、铆接、螺栓连接等。焊接是将金属板材通过加热或加压,使其熔合在一起形成永久性连接的方法。常用的焊接工艺有手工电弧焊、气体保护焊、氩弧焊等。不同的焊接工艺适用于不同材质和厚度的板材,在焊接过程中要严格控制焊接电流、电压、焊接速度、焊接顺序等参数,以确保焊接质量,避免出现焊接缺陷,如气孔、裂纹、未焊透等。铆接是利用铆钉将板材连接在一起的方法,具有连接可靠、可拆卸的优点,常用于对连接强度要求较高且需要定期维护的结构中。螺栓连接则是通过螺栓、螺母将板材紧固在一起,安装方便、便于调整,但在振动较大的环境中可能出现松动现象。

自冲铆接技术(SPR)是一种新型的冷连接技术,它通过使用管状铆钉在压力作用下刺穿上层板材,刺入下层板后尾部张开形成自锁连接的铆接工艺。这种工艺可以连接相同或不同类型的材料,实现常规工艺如焊接无法实现的材料连接,具有高防水性和防腐性。

其次,流钻螺接(FDS)技术通过设备中心拧紧轴将电机的高速旋转传导至待连接板料摩擦生热产生塑性形变后,自攻丝并螺接的冷成型工艺。该工艺可连接不同材质金属、非金属,具有单面连接工艺的特点,尤其适用于铝合金型材连接、异性区域。

这些创新连接技术的应用,不仅提高了连接的强度和稳定性,还减少了制造过程中的能源消耗和环境污染。例如,在新能源汽车制造中,这些技术得到了广泛应用,尤其是在车身连接工艺上,除了传统的电阻点焊、弧焊等热连接技术外,冷链接技术如FDS、SPR工艺的应用,为车身轻量化和材料多样性提供了更多可能。

3.4 矫正与整形

在冷作钣金加工过程中,由于板材的变形、加工误差等原因,可能会导致零件或结构的形状和尺寸不符合要求,因此需要进行矫正与整形操作。矫正主要是针对板材的弯曲、扭曲等变形进行修复,常用的矫正方法有手工矫正、机械矫正和火焰矫正等。手工矫正适用于变形较小的板材,通过锤子敲击、扳手扳扭等方式进行矫正;机械矫正则利用专用的矫正设备,如平板机、矫正机等,对板材进行批量矫正,效率较高;火焰矫正利用金属材料在加热后冷却过程中产生的收缩变形原理,对变形部位进行局部加热,然后使其自然冷却或喷水冷却,从而达到矫正的目的,但火焰矫正需要操作人员具备丰富的经验,掌握好加热温度、加热范围和冷却速度等参数,以免造成板材材质性能的改变或产生新的变形。整形则是对已经基本成型的零件或结构进行最后的修整,使其表面光滑、尺寸精确,满足装配和使用要求。

其次,随着数控技术的发展,数控矫正设备开始被广泛应用于钣金矫正中。这些设备能够根据预设的程序自动进行矫正操作,不仅提高了矫正的精度,还大大减少了人工操作的劳动强度和时间消耗。

此外,整形技术也在不断创新。例如,无模多点成形技术和板材的液压成形技术,这些技术能够在没有固定模具的情况下,通过计算机控制的多点压力系统或液体压力,实现复杂形状的精确成形。

4 质量控制与安全保障

4.1 质量控制

在冷作钣金施工过程中,要建立严格的质量控制体系,从原材料检验、施工过程监控到成品检验,确保每一个环节都符合质量标准。加强对划线、下料、折弯、连接等关键工序的质量检验,采用量具、样板、检测仪器等工具进行尺寸精度、形状精度、焊接质量、连接强度等方面的检测。对于不合格的产品或工序,及时进行返工或整改,确保最终产品的质量可靠。同时,要做好质量记录和追溯工作,以便在出现质量问题时能够快速查找原因并采取相应的措施。

冷作钣金工作为金属加工的重要组成部分,其质量控制与安全保障至关重要。在质量控制方面,冷作钣金工需严格遵守国家相关法律法规、标准及安全技术规范。首先,操作人员必须经过专业培训,并取得相应的操作证书,以确保其具备必要的技术操作能力。其次,作业前的准备工作包括穿戴符合安全要求的工

作服、鞋帽,佩戴个人防护装备,如手套、眼镜、口罩等。此外,设备必须经过定期检查、维护保养,以确保设备的正常运行。

4.2 安全保障

在安全保障方面,冷作钣金工安全生产责任制明确规定了作业人员的安全责任,包括正确佩戴和使用劳动防护用品,服从领导安排,熟悉操作规程,并严格遵守。作业现场必须进行防火和防爆措施,以防止火灾和事故的发生。同时,作业现场必须配备相应的灭火器材,并定期进行检查和维护。在作业过程中,必须采取防止噪声、粉尘等有害因素的措施,并配备紧急救援设备以应对突发事件。

冷作钣金工的施工技术是一门综合性强、技术含量高的工艺,它要求施工人员具备扎实的专业知识、丰富的实践经验和严谨的工作态度。随着现代工业技术的不断发展,冷作钣金工的施工技术也在不断创新和进步,新的材料、工具、设备和工艺不断涌现,为冷作钣金行业带来了新的机遇和挑战。只有不断学习和掌握先进的施工技术,提高自身的技能水平,才能在激烈的市场竞争中立于不败之地,为工业制造和建筑安装等领域创造出更加优质、高效、安全的冷作钣金产品。

参考文献

- [1]“天圆地方”变形接头展开的CAD[J].许镇,穆浩志.天津理工学院学报,1997(01)
- [2]冷作工工艺学[M].孟广斌主编.中国劳动社会保障出版社.2005
- [3]以“三牛”精神推进高技能人才培养.谢华.职业,2021(05)
- [4]高技能人才培养的难点及其解决途径.吴国兴.教育与职业,2008(03)
- [5]浅谈以赛育人的高技能人才培养——以青岛市技师学院为例.崔阳阳.汽车维护与修理,2025(08)
- [6]新时代我国高技能人才培养:动因、要义和路径.常建文;王敬杰.中国职业技术教育,2024(07)
- [7]核心素养导向下高职院校高技能人才培养的优化路径研究.孙红艳;吴秋晨.中国职业技术教育,2024(26)

作者简介:周俊(1990,03-)男,汉族,湖北孝感人,硕士研究生学历,讲师,研究方向:航空机械工程。