

螺栓拉伸器在压力容器上的应用

王 晓

上海齐达重型装备有限公司 上海 201411

摘 要：螺栓拉伸器作为一种高效、精确的螺栓紧固工具，在压力容器领域得到了广泛应用。本文介绍了螺栓拉伸器的基本原理、结构特点及其在压力容器上的应用，详细分析了其操作方法和优势，并探讨了使用过程中的注意事项。通过实际案例，展示了螺栓拉伸器在提高压力容器安装质量和效率方面的显著效果，为相关工程实践提供了参考。

关键词：螺栓拉伸器；压力容器；液压技术；紧固；应用

1 引言

1.1 压力容器的重要性及应用领域

压力容器作为一种能够承受压力的密闭容器，在化工、能源等领域有着极为广泛的应用。在化工行业，其用于各种化学反应过程，如合成氨、石油化工等，为化学反应提供必要的压力和温度条件，确保化学反应的顺利进行，是化工生产中的核心设备之一^[1]。在能源领域，压力容器应用于火力发电站的锅炉、核电站的反应堆冷却系统等，对能源的转换和供应起着关键作用。可以说，压力容器是工业发展的重要基础设施，其性能的稳定性和可靠性直接影响着各行业的生产效率和安全性，对推动工业发展具有不可替代的重要性。

1.2 螺栓连接在压力容器中的关键地位

螺栓连接作为压力容器结构的重要组成部分，对压力容器的密封性和安全性有着至关重要的影响。压力容器内部通常储存着高温、高压、有毒或易燃易爆的介质，良好的密封性能是防止介质泄漏、保障安全生产的基本要求。螺栓连接通过预紧力使法兰等连接部件紧密结合，从而实现压力容器的密封。若螺栓连接出现问题，如预紧力不足或分布不均匀，可能导致密封失效，引发介质泄漏，不仅会造成生产中断，还可能引发严重的安全事故，危及人员和设备的安全。

1.3 研究螺栓拉伸器应用的价值

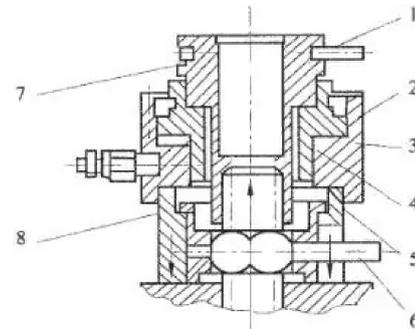
研究螺栓拉伸器在压力容器上的应用，对提高压力容器性能、保障工业生产安全具有重要意义。螺栓拉伸器能够精确控制螺栓的预紧力，相比传统紧固方式，可使预紧力更加均匀、准确，从而提高压力容器的密封性能，减少泄漏风险。同时，合理的预紧力分布能有效降低压力容器在运行过程中的应力集中，提高其抗疲劳性能，延长设备使用寿命。在工业生产安全方面，可靠的螺栓连接是压力容器安全运行的基础，通过优化螺栓拉伸器的应用，可大大降低因螺栓连接问题引发安全事故

的概率，保障工业生产的连续性和稳定性^[2]。

2 螺栓拉伸器的基本原理与结构特点

2.1 基本原理

螺栓拉伸器是一种利用液压原理进行螺栓紧固和拆卸的工具。如图1所示，其工作原理是通过液压泵提供的高压油液，驱动拉伸器内部的活塞缸，使活塞向上移动，从而带动拉伸螺母向上移动，拉长工作螺栓。当螺栓伸长到预定变形量时，螺母可以无摩擦地旋紧或拆卸，完成紧固或拆卸作业。拉伸过程中，螺栓的变形控制在弹性变形范围内，确保螺栓在紧固后能够回复到原始状态，保持稳定的预紧力^[3]。



1、6.拉杆 2.活塞 3.活塞缸 4.密封圈

5.支撑桥 7.拉伸螺母 8.螺母套

图1 拉伸器结构简图

2.2 结构特点

螺栓拉伸器主要由液压泵、高压软管、压力表和拉伸体组成。其中，液压泵为动力源，提供高压油液；压力表用于监测和显示液压系统的压力；高压软管连接液压泵和拉伸体，传递液压油。拉伸体是实现螺栓拉伸的执行元件，主要由活塞缸、活塞、支撑桥和拉伸螺母组成。工作时，高压油液通过高压软管进入活塞缸，推动活塞向上移动，带动拉伸螺母，实现螺栓的拉伸^[4]。

3 螺栓拉伸器在压力容器上的应用

3.1 应用背景

在压力容器的制造和安装过程中,法兰连接是关键环节之一。法兰连接的密封性和可靠性直接影响压力容器的安全运行。传统的紧固方法如扭矩扳手,由于预紧力不均匀、易产生扭转应力等问题,难以保证法兰连接的密封效果。螺栓拉伸器通过纯拉力直接拉长螺栓,无扭剪力和侧向力,能够精确控制螺栓预紧力,提高法兰连接的密封性和可靠性,因此在压力容器领域得到了广泛应用。

3.2 操作方法

3.2.1 安装步骤

在压力容器上安装螺栓拉伸器,需先做好准备工作。确保压力容器表面清洁,无杂质、油污等,以防影响安装精度与密封效果。同时,检查螺栓拉伸器各部件是否完好无损,液压系统有无泄漏,配件是否齐全。之后进行定位安装,依据压力容器法兰螺栓的分布与尺寸,将螺栓拉伸器准确放置在对应螺栓位置,保证拉伸器的中心线与螺栓轴线重合。安装过程中,要特别注意避免拉伸器与压力容器或其他部件发生碰撞,防止损坏设备。且各连接部件需紧固到位,防止在后续拉伸过程中出现松动,影响拉伸效果与安全性。

3.2.2 操作要点

操作螺栓拉伸器对压力容器螺栓进行拉伸时,压力控制至关重要。需严格按照设计要求,精确控制拉伸压力,压力过小可能导致螺栓预紧力不足,影响压力容器密封性;压力过大则可能使螺栓过载,引发安全隐患。同时,要关注拉伸速度,应保持匀速拉伸,过快或过慢的拉伸速度都可能影响螺栓的受力均匀性。此外,在拉伸过程中,要实时监测螺栓的伸长量,确保其在合理范围内。还需注意观察液压系统的运行情况,如出现压力波动异常、油温过高等现象,应立即停止操作,排查故障。

3.2.3 螺栓过载问题

螺栓在拉伸过程中出现过载现象,主要原因在于拉伸力计算不准确。若计算值低于实际所需,螺栓无法达到预定伸长量,影响压力容器连接强度;若计算值过高,则易导致螺栓过载,甚至发生断裂。此外,材料性能不均或存在缺陷,也会降低螺栓承载能力。为解决螺栓过载问题,首先要精确计算拉伸力,综合考虑螺栓材料、规格、压力容器工况等因素,运用材料力学原理进行准确计算。同时,加强对螺栓拉伸过程的监测,采用先进的测力传感器实时监测拉伸力,一旦发现异常及时进行调整,防止过载情况发生。

3.3 应用优势

螺栓拉伸器在压力容器上的应用具有以下优势:

- 预紧力精确控制:螺栓拉伸器通过纯拉力直接拉

长螺栓,能够精确控制螺栓预紧力,避免预紧力不均匀和过紧现象,提高法兰连接的密封性和可靠性。

- 无扭剪力和侧向力:传统的紧固方法如扭矩扳手容易产生扭剪力和侧向力,损伤螺栓和设备。螺栓拉伸器无扭剪力和侧向力,对连接的接触面无摩擦损伤,保护螺栓和设备。

- 同步紧固多个螺栓:螺栓拉伸器可以同时紧固多个螺栓,确保预紧力均匀分布,提高安装效率。

- 操作简便、安全:螺栓拉伸器操作简单,只需通过液压泵控制压力即可完成紧固操作,无需复杂的操作步骤。同时,液压系统具有过载保护功能,确保操作安全。

4 实际案例分析

某石化公司在安装一台大型压力容器的过程中,采用了螺栓拉伸器进行法兰连接紧固。以下是具体应用情况:

4.1 项目概况

该压力容器内径为2.35米,高度为5米,设计压力为11.9MPa,设计温度为262℃。法兰连接采用高强度螺栓,螺栓材料40CrNiMoA,共计44个M90X3。传统的紧固方法难以保证法兰连接的密封性和可靠性,因此决定采用螺栓拉伸器进行紧固。

4.2 应用过程

- 准备工作:使用螺栓拉伸器前,设备检查至关重要。首先要检查螺栓拉伸器外观,看是否有损坏、变形,标识是否清晰,如图2所示,操作面板是否正常。查看液压泵、油管等辅助设备,确保无泄漏、堵塞等问题。检查安全保护装置,像压力表、溢流阀等是否完好,是否能准确动作。还要检查相关工具,如扳手、百分表等是否齐全且符合使用要求。对连接部件仔细查看,确保连接牢固,无松动、磨损情况。只有全面细致的设备检查,才能保证后续操作的顺利进行,避免因设备故障引发安全隐患,确保工作高效开展。



图2 拉伸器外部标识

- 安装拉伸器:安装调整螺栓拉伸器时,先要将支撑桥架安装在螺栓上,确保其与法兰面贴合,开口方向便于操作。接着安装油缸,使其与桥架面紧密贴合,再将拉伸头拧入螺栓拧紧,直到拉伸头顶住油缸,然后回

拧半圈。将手动泵与螺栓拉伸器连接好，检查连接是否牢固。在安装过程中，要注意各部件之间的配合，避免强行安装导致损坏。确保所有连接部位无松动，调整好拉伸器的位置，使其与螺栓轴线保持一致，这样才能保证拉伸力的均匀传递，提高紧固效果。将4个拉伸器依次安装在4个螺栓上，确保安装正确，无泄漏。如图3所示，依次按照顺序进行拉伸。

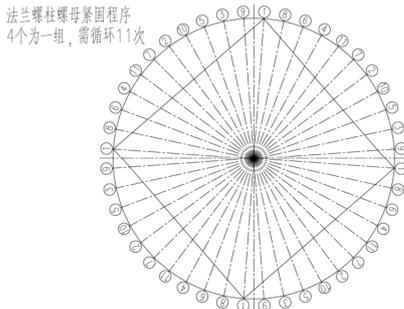


图3 紧固顺序程序

• 连接液压系统：将高压软管连接到液压泵和拉伸器上，启动液压泵，逐步升压。如图4所示。



图4 拉伸器连接图

• 拉伸螺栓：根据预定的拉伸力，4个为一组进行拉伸，逐步增加液压泵的输出压力，使螺栓伸长到预定变形量。在拉伸过程中，密切监测压力表和拉伸长度，确保拉伸力控制在预定范围内。

• 紧固螺母：当螺栓伸长到预定变形量时，用手动工具将螺母旋紧至预定位置。

• 卸压回位：完成螺母紧固后，缓慢降低液压泵的输出压力，使拉伸器活塞回位。

• 拆卸拉伸器：待拉伸器完全回位后，拆卸拉伸器，进行下一组螺栓的紧固操作。

4.3 应用效果

通过采用螺栓拉伸器进行法兰连接紧固，该压力容器在安装过程中取得了显著效果：

• 密封效果好：法兰连接密封效果良好，无泄漏现象，确保了压力容器的安全运行。

• 安装效率高：螺栓拉伸器可以同时紧固多个螺栓，大大提高了安装效率，缩短了安装时间。

• 预紧力均匀：通过精确控制拉伸力，确保了预紧力均匀分布，提高了法兰连接的可靠性。

5 使用注意事项

在使用螺栓拉伸器时，需要注意以下事项：

• 严格按照操作规程进行操作：操作人员应熟悉拉伸器的操作方法和注意事项，严格按照操作规程进行操作，避免误操作造成设备损坏。

• 定期检查和维护设备：定期检查拉伸器各部件是否完好，确保液压系统无泄漏现象。定期更换液压油，保持液压系统清洁。

• 选择合适的拉伸力：根据螺栓规格和工作条件，选择合适的拉伸力，避免拉伸力过大或过小，影响紧固效果。

• 防止过载操作：液压系统具有过载保护功能，但在操作过程中仍需注意防止过载操作，避免设备损坏。

• 注意安全操作：在操作过程中，应注意安全，防止高压油液喷射伤人。操作人员应佩戴必要的防护装备。

结论

螺栓拉伸器作为一种高效、精确的螺栓紧固工具，在压力容器领域得到了广泛应用。通过液压原理实现螺栓的精确拉伸，能够精确控制螺栓预紧力，提高法兰连接的密封性和可靠性。本文详细介绍了螺栓拉伸器的基本原理、结构特点及其在压力容器上的应用，通过实际案例分析展示了其在提高压力容器安装质量和效率方面的显著效果。在实际应用中，操作人员应严格按照操作规程进行操作，定期检查和维护设备，确保螺栓拉伸器的正常使用，为压力容器的安全运行提供保障。

本研究对压力容器行业意义重大。在提高设备性能上，通过优化螺栓拉伸器的应用，可有效提升压力容器的密封性与稳定性。在保障安全生产方面，解决螺栓拉伸器应用中的问题，降低了压力容器运行风险。在推动技术进步上，探讨的技术发展动态为行业创新提供方向。展望未来，压力容器行业有望在智能化、高精度预紧力控制等方向发展，进一步提升行业整体水平。

参考文献

- [1] 叶盛;李龙;胡旭旭.螺栓拉伸器的原理及应用[J].设备管理与维修,2014,(S1):189-191.
- [2] 卢志勇.液压拉伸器的应用研究[J].化工设计通讯,2020,46(1):82-83.
- [3] 顾新荣.压力容器螺栓拉伸优化[J].电工技术,2020,(18):132-136.
- [4] 李文华,萧然,张河新.螺栓拉伸器的原理及应用[J].液压气动与密封,2006,25(3):49-50.