

# 压力容器检验中耐压试验的质量控制

段天全（甘肃省特种设备检验检测研究院，甘肃 兰州 730000）

**摘要：**压力容器是特种压力设备的关键构成部件，压力容器的安全运行可以保障使用人员的生命安全。压力容器主要用来输送爆炸物、高低温、腐蚀、有毒等气体或液体，因此在压力容器制造过程中需要建立从生产源头到使用的质量监管环节。压力容器制造综合控制中最重要的一环是对容器质量的最直接控制和测量，这是压力容器验收的关键凭证。因此，本文讨论了耐压测试在压力容器测试中的质量控制措施，以为后续相关研究提供参考。

**关键词：**压力容器；耐压试验；质量控制；分析研究

据统计，压力容器如今被广泛应用于电力和石油等主要能源行业。由于能源工厂中储存的气体和液体具有易燃、易爆和强腐蚀性，特别需要进行容器的质量控制，以保证压力容器的安全使用。为促进压力检验效率的提高，需要以科学的质量管理为主要手段，深入分析实际检验效果，确保压力容器的实用性和安全性。

## 1 压力容器的制造工艺

压力容器的制造过程为：材料验收、切割、除锈、加工和轧制、无损检测、开孔标记、热处理、压力测试、腐蚀保护等。不同的焊接方法要使用不同的焊接工艺，而焊接工艺应根据工件的材料、类型、成分和对工件性能的要求来确定。首先，要明确应用的焊接方法，一般的焊接方法如手工电弧焊、埋弧焊、钨极焊、气体保护焊等，必须结合实际情况对焊接方法进行选择。其次，定义焊接方法后，制定焊接工艺参数。焊接工艺的参数类型多样。例如，手工电弧焊主要包括焊条的类型、直径、电压和电源类型、焊道数、试验方法数等。

## 2 压力容器检验特点

### 2.1 容器结构参数多元化

压力容器的参数具有多种性能，适用于化工和石油等诸多领域。由于产品种类繁多，同类产品的需求存在显著差异，导致产品结构不平衡。因此，容器生产技术多种多样。

### 2.2 稳定性要求严格

压力容器的生产要按照标准进行，这是保证容器生产效率的严格要求。由于大多数压力容器长期暴露在高温、高压和腐蚀环境中，特殊的运行环境要求容器必须具备高稳定性。

### 2.3 涉及内容广泛

随着科学技术的发展，压力容器在生产行业的应用越来越广泛，例如在化学、石油、医药等方面。因此，制造和加工设备时要保障设备质量，以确保产品质量和安全使用。

## 3 耐压试验分类及试验的标准

### 3.1 液压试验

液压试验中主要采用液体作为试验介质，主要是因为液体的压缩性较低。如果在液压测试过程中有效释放

容器内气压，可以迅速释放容器内的压力和容器中储存的能量，从而降低能耗。低功耗可以减少测试过程中的一些风险因素。此外，液压试验使用方便，不需要特别处理。在同等条件的耐压试验压力下，水的爆炸能量比气体小一万倍左右。为此，大多数液压试验常以水作为试验介质，基本满足试验的温度要求。如因特殊原因不能用水进行试验，则不得出现低于试验沸点的危险液体；测试易燃液体时，测试温度应低于易燃液体的闪点，物体附近应无火源，装置应配备灭火器材。

### 3.2 气压试验

气压试验主要以气体为试验介质，以干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体为主。在测试中，由于压缩和压力的变化，气体的可压缩性会产生相对较高的能量，这意味着能量会被储存在容器中。随着气体被进一步压缩，容器壁上的压力继续上升。如果容器壁因操作不当而发生泄漏，不仅会迅速释放气体，同时夹杂着大量能量的释放，此时会产生较大的冲击力并造成严重破坏。因此，试验容器时有严格的条件，尤其是在气压下测试时要求更为严格。

在测试压力容器时，大多数测试只有在无法完成液压测试时，优先进行气压测试。主要分为以下几种情况：首先，是压力容器因结构原因不能充装液体。当容器装满液体时，液体的重量作用在底部，容器不能安全地承载负载并可能造成损坏，因为仅用于储存气体的容器压力较低。其次，操作条件需要防止残留的测试流体进入压力容器。有些容器在测试溶液后不易清洗，容器内残留的液体会影响性能，此时，唯一可以使用的压力测试是气压试验。因此，为确保气压试验足够安全，世界各国都实行了严格的质量焊接要求，焊接接头在气压试验前要求进行无损检测。

## 4 耐压试验的试验方法

### 4.1 液压试验

容器顶部应有排气孔，当容器内装满液体前，必须将容器内的空气放空。容器的外表面在测试过程中保持干燥。只有当压力容器的壁温大约等于液体温度时才应施加压力。测试过程中压力应缓慢增加，到规定压力后，必须保持压力至少 30min，然后将压力降低到设定测试

压力的 80%，并维持充足的时间以测试所有焊接和连接部位。如果有泄漏，对损坏环节修理并再次检查。试验期间压力必须保持恒定，不应使用连续加压来保持压力。液压试验时，紧固螺钉不得对压件施加任何压力或外力。

#### 4.2 气压试验

在气压下进行测试时，必须遵守测试设施首席技术人员批准的安全预防措施。在气压测试期间，测试安全部门要监控安全措施的执行情况。试验过程中，压力数应缓慢升至规定试验压力的 10%，但不高于 0.05MPa，耐压 5min，并用肥皂液或其他检漏液检查所有焊缝头和连接的初始密封性。检查流体泄漏情况，对问题部位进行修理并重新测试。第一次泄漏测试通过后，慢慢增加压力至设定测试压力的一半。如无异常，按设定试验压力的定值增加各级压力至设定试验压力。保压 30min，将压力降至设定测试压力的 87% 并保持较长时间，然后检查所有焊缝和连接处是否有泄漏。如果维修后有泄漏，需要按上述规则再次检查。试验期间压力必须保持恒定，不应使用连续加压来保持恒定的测试压力。气压测试时不要拧紧螺丝或对压盘施加任何外力。试压容器需要经过认证，液压试验无液体泄漏，气压试验无明显变形，试验过程无异常噪音，抗拉强度要高于 540MPa，在无损伤检测过程中，容器表面需要无裂纹。

### 5 耐压试验的质量控制

#### 5.1 耐压试验应实行责任制

质量保证工程师应对每个压力测试单元进行控制和处理，并由专人组织和执行，每个压力测试单元的质量控制情况应让责任人知晓，做到责任到人。同时，验证过程接受主管监督和验证或客户现场访问。

#### 5.2 耐压试验工艺文件控制

根据生产计划和图纸，负责人首先在试压中对压力容器的生产进行精确的过程控制，记录对比数据，分析和记录结果并验证试压压力、环境、方法和过程，创建、审查和批准完整的耐压试验文件，一切审批通过后可进入实施阶段。

#### 5.3 耐压试验前的准备

首先，耐压试验前，负责人应检查零件标记、焊接标记、材料标记、实际焊接情况、焊接位置、喷嘴位置、内部元件和相关测试报告。其次，负责人应审查材料采购报告、设计流程、材料选择和加工是否达标，保证质量证明文件、焊接记录和热处理报告等文件齐全，检测人员汇总数据，提交检测中心负责人进行试压前的检测。最后，耐压试验设备要完好。第一，保证控制阀和截止阀气密强，螺纹连接处一定要检查螺纹磨损，盲板要符合相应的压力水平，并且必须在规格范围内。第二，试验场地要有安全装置保护，地理位置远离人群聚集地，由系统负责人审核，安全管理人员批准。第三，压力容器试压前必须检查紧固元件与压力容器的连接情况，严禁使用铜材，以保证紧固元件的完整组装和固定。焊接

压力容器所需的临时压力元件必须由适当的人员小心处理，以确保压力容器的安全和强度。第四，压力容器的外观必须干燥，试验条件、环境温度和湿度必须符合标准。第五，压力表也必须符合国家标准和规定，在测量的测试有效期内，至少应使用两个符合标准的压力表。

#### 5.4 温度控制

结合耐压试验的温度要求，现场实时监测温度。压力容器中的金属材料在温度变化的影响下会改变其延展性与拉伸性。因此，温度控制必须符合压力测试中常用的标准，以避免与温度相关的安全风险。根据测试结果，采用各种液体和气体压力测试方法，使温度维持在正常范围内。如果压力容器在寒冷的冬季环境中进行试验，可将容器内沉积的液体加热至 15℃，然后再将介质引入压力容器。被加热介质注入压力容器后，必须停放一定时间，使压力容器壁温与流出介质温度相同，避免温差过大造成的各种风险和隐患。温度控制是必要的预防措施，但不能完全依赖这种技术方法进行具体的使用，还需要规划使用的效果，进行综合控制。

#### 5.5 流程控制

质量控制和流程控制是压力容器检验的重要步骤，需要定义不同过程之间的时间间隔和工作标准。充填介质试压时，技术人员要根据压力容器壁厚检查升温，确保该过程不会与其他气体混合。严格按照操作人员的指示，按照国家标准进行相应的测试程序。未参加稳定性验证过程的人员必须离开现场，国家检查单位的检查员必须对现场进行监控，以确保最大程度的操作安全并避免质量控制过程中的潜在危险。在操作过程中。过程控制是质量控制的最后一个环节，为了控制检验过程，相关工作人员还要加强协作，对工作场所中存在隐患及时解决，以免影响未来发展，同时加强技术交流与合作，确保流程控制的精确程度。

### 6 结论

综上所述，压力容器正常应用过程中的安全与制造时质量的管控相关，需要相关工作人员特别注意。在压力容器制造的检验方法中，最终检验方法是通过直接添加介质和压力来检查容器的质量。因此需要对耐压试验的总体流程进行控制，提高压力试验质量控制，保障所用容器的质量，确保在实际投入使用后容器的安全性。

#### 参考文献：

- [1] 张多智. 压力试验在压力容器检验中的质量控制 [J]. 技术与市场, 2021, 28(03): 176-177.
- [2] 李传禧. 压力容器检验中耐压试验的质量控制探讨 [J]. 广东化工, 2021, 48(02): 146+156.

#### 作者简介：

段天全 (1985-)，男，汉族，甘肃武威人，硕士，工程师，主要研究方向：特种设备检验。