

压力管道运行前及运行中的检查要求概述

刘振杰 孟红军（四川省特种设备检验研究院，四川 成都 610000）

摘要：使用单位作为压力管道运行的直接责任方，为了保证建设工程的顺利投产运行，在压力管道安装竣工后，完全有必要组织相关技术人员进行压力管道进行运行前检查。通过运行前的检查不仅能够对整个工程系统进行问题排查，还可以使系统运行维护人员了解工程建设的过程，有助于后期运行中对出现问题的处理。只有综合考虑压力管道生命周期内各阶段各自的特点，分别制定针对不同要素的检查要求，才能做到有的放矢，从而确保压力管道整个生命周期内的安全、稳定运行。

关键词：压力管道；运行前的检查；竣工资料检查；日常检查制度；定期检查

0 引言

对于一个压力管道工程系统来说，其通常具有管线数量大、管道规格多、管道元件种类繁杂等特点，且因其工程建设的特殊性，绝大部分管道的安装建设工作都需要在施工现场完成，这些工作内容包括但不限于材料的采购、焊接、检验检测、试验、支吊架制作与安装、清洗与吹扫、防腐保温等内容。

按照国家相关法律、法规的要求，我国对包括压力管道设计、安装在内的各类特种设备生产实施目录许可制度，即压力管道的设计、安装单位必须获得主管部门颁发的特种设备生产许可证后，方可从事许可范围内压力管道的设计、安装工作。在现阶段的压力管道行业内，取得相应设计、安装资质的单位众多，但不同单位无论是在工程管理、人员控制，还是现场施工质量上的技术水平都参差不齐，几乎在压力管道工程安装竣工后都会或多或少的出现一些问题和遗漏的情况，有的问题或遗漏甚至存在引发重大安全事故的可能性。

因此使用单位作为压力管道运行的直接责任方，为了保证建设工程的顺利投产运行，在压力管道安装竣工后，完全有必要组织相关技术人员进行压力管道进行运行前检查。通过运行前的检查不仅能够对整个工程系统进行问题排查，还可以使系统运行维护人员了解工程建设的过程，有助于后期运行中对出现问题的处理。

1 压力管道运行前检查重点

压力管道设计作为整个建设工程的上游，其设计质量的好坏直接关系到整个系统的基础安全。设计竣工资料通常包括工程说明、材料等级表、管道数据表、布置图、轴测图等，虽然按照相关工程建设的规定，在安装施工前已经按要求组织了设计、安装、使用单

位三方的设计交底，但考虑到设计竣工资料的重要性，在管道运行前的检查中仍然需要对相关资料进行检查。

在检查工作中我们应重点对压力管道设计的适用性、完整性、准确性以及管道安装中出现的设计变更等内容进行检查。对于适用性应重点检查工程选用的设计依据、标准，管道的分类、等级是否正确，核对设计单位资质是否覆盖压力管道设计工作。作者在实际工作中就曾经遇到某电力设计单位同时具备工业管道和动力管道设计资质，在某电厂工程项目中将部分动力管道划为了工业管道，但实际的设计标准、方法、材料、无损检测要求、耐压试验等又完全按照动力管道标准执行，相关人员在管道安装即将完工时才发现该问题，最终导致整个建设项目延期造成了巨大的经济损失。对于完整性则需要着重检查管道系统与工艺系统的符合性，管道是否存在工艺要求遗漏的情况，即管路系统是否能够达到工艺运行要求、实现工艺目的。

除此之外还需要核对安全泄放装置、操作平台等管道附属设施是否完整、满足现场操作要求，对于工艺系统提出的如氮封、清洗等特殊要求是否完整。对于准确性则应重点检查管道设计参数、材质、管道元件等是否满足系统工艺要求，检查选用的管道材质与介质的相容性，管道系统应遵守的防火、防爆间距是否满足安全规范要要求，支吊架的设置和选型是否满足管道跨距、走向的要求等内容。而对于管道安装过程中产生的设计变更或修改是否在竣工资料中按相关要求进行了记录、标识和存档。在进行上述设计资料检查时，检查人员可以参照压力管道相关的标准规范、项目工程规定等文件进行检查，准确把握设计的基础要求和方向。

结合压力管道安装工程的大部分工作都需要在施工现场实施的特点，安装单位对现场材料的管理、焊接过程的管控质量就显得尤为重要，现场管理水平的好坏直接关系到管道系统安装最基础的质量。因此在检查压力管道安装竣工资料时，应重点对原材料的采购、现场焊接记录、无损检测结果、压力试验记录、吹扫清洗情况等资料等进行核查，检查其各项记录内容是否满足相应设计、施工标准的要求。

对于原材料的采购，应着重核查材质证明文件，查看各类材料的材质证明文件是否满足材料标准要求，以及安装单位是否按要求对采购的材料进行了验收。作者在实际工作中就曾遇到过，在查询某项目采购的无缝钢管材质证明文件时，发现钢管生产厂家提供的材质证明文件上同一批次的管材只提供了一组拉伸、冲击、弯曲试验数据，而根据相应无缝钢管标准的规定，钢管出厂时需要在每批次的两根钢管上各取一个或1组试样进行试验，由此可见该批次的无缝钢管并不符合相应材料标准的要求，无法使用在该项目的压力管道上。

对于采购的阀门等重要的管道元件，我们应核对阀门型式、压力等级，是否存在阀门错用的情况，查看安装单位是否按标准规范要求对阀门进行了验收和抽样试验。对于现场焊接记录的检查则应主要包括现场焊缝的布置、焊接工艺的符合性、焊工资质、竣工图上焊接位置、焊工代号的标识是否齐全等内容，确保现场所有压力管道的焊接均是由具有焊接资质的焊工采用合格的焊接工艺进行施焊。

对于无损检测则应核查无损检测方法、比例、合格级别等是否满足标准规范和设计的要求，检查无损检测记录的真实性。耐压试验则应对试验方法、试验压力、保压时间、试验记录等内容按标准规范要求进行核查。检查安装单位有没有按要求对管道进行清洗吹扫，以及管道的防腐、隔热工程等是否符合要求。考虑到安装竣工资料的检查涉及各个技术方面，因此需要在具备压力管道工程经验人员的带领下才能做好这项检查工作，检查人员需要对系统运行状态、操作参数、与管道相连接的重要设备信息有必要的了解，否则只能是走马观花。

对于管道竣工后的现场检查则应着重考虑系统运行的工艺要求，确定需要进行重点检查管线，以及对关系到整个系统运行操作的关键管道、阀门等部位。现场检查内容主要包括检查管道是否安装完整，特别

是存在界区交接的部位是否按要求进行了处理，焊缝有无明显的外观缺陷，管道附属设施是否已经安装完整，与管道连接的支架、操作平台等是否安装牢固。

检查高温、高压、大直径管道等重要管道上安装的支吊架、膨胀节等的安装情况，有特殊要求的弹簧支吊架是否已经按设计要求调整到位，检查管道防腐层、隔热层的安装质量，检查现场管道是否按标准要求进行了各项标识。当条件允许时，甚至可以考虑组织人员对管道系统的各条管线就行“走线”，在现场对每条管线的走向、安装情况进行确认。

使用单位在完成设计资料、安装竣工资料和现场检查完成后，应及时对发现的问题以及问题的处理情况进行整理记录，并通过对问题的分析后，根据问题可能导致结果的严重程度建立清单实施管理。通过对检查问题的排查，不仅可以帮助我们对系统运行风险进行预判，还可以一定程度上对管道系统调试运行阶段产生问题的解决发挥指导作用。

2 压力管道调试运行期间的检查

在生产系统调试运行阶段，整个管道系统从安装时的常温、常压、无介质状态转变为运行工况下的温度、压力和介质工况，管道系统的运行条件发生了巨大的变化，这就导致在安装过程中可能遗留的某些未能及时发现的问题、隐患随着系统的调试运行而暴露出来。

因此，在系统调试运行期间加强对整个管道系统的检查可以对暴露出来的安全隐患问题进行全面的排查，确保系统安全生产运行，防止事故的发生和扩大。

系统在开始运行后，整个管道系统由初始的“冷态”工况变化为“热态”工况，管道由于材料本身随温度尺寸的变化将导致管道系统进入“膨胀”或“收缩”状态，且相对于设备或建筑结构较大刚度而言，整个管路系统的膨胀变化几乎都需要有管道系统自身来吸收。因此管道的所有部位都会产生一定程度的因热位移导致的管路系统变形。

如果发生的管道变形量在设计考虑范围内，则通常不会发生大的安全问题，管道系统能够在稳定的状态下运行。若变形量超过了设计范围则可能会发生如管道支架架空、管路碰撞、管道严重弯曲变形等严重的安全问题，影响系统安全运行。因此在管道进入“热态”期间，使用单位应组织人员加强对管道系统的现场检查观测，重点对管道系统的位移、变形、振动等情况进行检查，确保管道系统运行在设计要求的可控

范围内。

在系统开始调试运行后，工作介质会首次进入整个管道、设备系统，因此极有可能会在管道系统的焊缝、密封结构等部位产生泄漏。作者就在工作中曾遇到过在管路中某个球阀安装的位置，当球阀处于关闭状态时球阀安装的法兰连接部位无任何泄漏，但当该球阀打开介质及压力传导至球阀下游管路时，球阀前端的法兰密封面却发生大量泄漏的情况。后经现场拆除后发现该球阀法兰的金属缠绕垫片安装不到位，当球阀处于关闭状态时垫片只承受一个方向上的压紧力致使垫片压紧在密封面上达到密封效果，但当球阀开启后，介质通过缝隙泄漏至垫片另一侧，因而在垫片两侧压力相互抵消后垫片密封失效产生泄漏。由此可见，当系统进行调试运行期间，对管路系统的泄漏检测也尤为重要。

3 压力管道长期运行中的检查

压力管道系统正式运行生产后，将在很长的时期内都处于运行工况的压力、温度、介质共同作用下，随着长时间内运行参数的各种波动的影响，一些“慢性疾病”可能会在日积月累的运行后显现出来，如果不能及时发现就可能会产生安全事故。比如在高温、高压工况下管道材质会发生蠕变效应，即管道会发生长期缓慢的塑性变形，针对这种特殊的压力管道损伤模式我们需要设置一些固定的观测点通过长期观察检测才能发现，而对于裂纹等缺陷则需要在压力管道定期检验时借助无损检测手段才能发现。对于上面这类需要特殊检验检测手段才能发现的问题，通常在停产期间的定期检验时实施，按照压力管道规范要求应由具备相应检验资质的检验机构和人员进行，在本文里不做深入讨论。

除开诸如上述较为特殊的损伤机理外，管道系统在长期运行中最容易出现的问题往往是如管道弯头、三通等流向改变部位因为介质的腐蚀和冲蚀产生的壁厚减薄，对于这种情况我们需要定期对弯头、三通等部件进行定点壁厚监测，保证管道壁厚满足要求的剩余壁厚下运行。

阀门、法兰等密封部位长期处于恶劣的工作环境下也可能产生的密封失效，对于这些常见的问题我们都可以通过管道运行期间的日常巡查来发现。且根据压力管道相关标准、规范的要求，使用单位应至少每年对压力管道进行年度检查以确定是否存在影响安全运行的异常情况，结合系统运行状况及时采取相应处

理措施。

除此之外，压力管道系统经过长期运行产生不同程度的损伤，管道上不同管件、部位的使用寿命因为各种原因各有不同，相关检查人员应当重点关注剩余使用寿命，确保压力管道系统中所有部件都在安全的时效内，从而做好管道系统的主动安全管理。对于日常定期检查中发现的问题和长期运行中事故记录，使用单位应认真分析，对发现的重大问题及时按特种设备使用管理的要求向上级主管部门汇报。

国家相关安全规范对管道运行期间的检查与检验有着明确的要求与规定，包括检查、检验的内容、方式、检验的周期等都提出了明确要求，使用单位应结合自身生产系统的要求和特点，制定切实有效的日常检查制度，避免违规操作，在通常情况下是能够避免绝大多数安全事故发生的。

4 结束语

压力管道作为工业生产中不可缺少的介质输送工具，其重要程度不言而喻，把压力管道的设计、安装、运行分别比作“出生”、“成长”、“成年”三个阶段，在不同阶段我们应着重于不同的检查方向，在“出生”阶段应重点关注管道原始数据的正确性、采用的法规标准的符合性，在“成长”阶段则需要关注原材料、制作与安装、检查试验等直接影响管道安装质量的要素，而在“成年”阶段则需要把握管道系统持续运行情况和长期运行中可能随时间发生的问题。压力管道使用单位通过对整个系统运行前、运行中以及定期检验发现的各类问题进行分析，并通过对问题处理方法的总结，加强运行中的管理和监测，加强生产线系统安全运行的基本要求。

只有综合考虑压力管道生命周期内各阶段各自的特点，分别制定针对不同要素的检查要求，才能做到有的放矢，从而确保压力管道整个生命周期内的安全、稳定运行。

参考文献：

- [1] 岳进才. 压力管道技术 [M]. 北京：中国石化出版社 ,2005,379-396.
- [2] 宋奇奇. 压力管道设计及工程实例 [M]. 北京：化学工业出版社 ,2012,662-668.

作者简介：

刘振杰（1986-），男，学士，工程师，主要从事承压类特种设备检验、检测工作。