

# 团体标准《管道数字成像检测方法》 编制说明

（征求意见稿）

2019 年 11 月

# 《管道数字成像检测方法》（征求意见稿）编制说明

## 一、工作简况

### 1. 任务来源与起草单位

2018年5月，根据中国同位素与辐射行业协会（中同辐协[2018]11号）文件“关于下达中国同位素与辐射行业协会标准2018年第一批立项计划的通知”，团体标准《管道数字成像检测方法》制定项目正式立项，项目计划号为CIRA-STD1812，由中国同位素与辐射行业协会提出，核工业标准化研究所归口管理。本标准由丹东华日理学电气有限公司等单位负责起草。

### 2. 编制背景及意义

目前石油、天然气等能源的远距离输送多数采用的是管道输送的方式，长输管道是由多根钢管焊接而成的，为保证焊接质量，要对每两根钢管间的连接焊口进行X射线无损检测。到目前为止，不论是国内还是国外产品其成像方式大都采用胶片成像，这种方式以真实、可靠性作为工程验收的主要依据，但由于其存在现场拍片、胶片暗室图像处理、底片评定、检测报告滞后等落后的工艺状况，导致从业人员劳动强度大，检测费用成本居高不下、并可能因焊接质量情况不明确，难以立即与后续工序衔接，从而影响工程施工。其次，为了不影响施工进度，在胶片没有干燥的情况下时，就进行判片，导致对缺陷的漏判，从而给工程留下重大的隐患。另外胶片存档7年以上以及保管的质量，也是工程施工方面面临的一道难题。这种状况不论在检测速度、检测成本以及归档、查询等方面都无法适应当前焊接技术快速发展的需要。

随着SY/T4109-2013中华人民共和国石油天然气行业标准、NB/T 47013-2015承压设备无损检测标准及GB-T35388-2017无损检测X射线数字成像检测方法的发布，促进了DR检测的迅猛发展，使长输管线实现DR检测成为现实，为了更加准确直接的掌握此技术，编制了关于管道数字成像检测方法。

### 3. 编制过程

2018年5月：通过中国同位素与辐射行业协会立项；

2018年6月：组建标准编制工作组；

2018年7月：起草组讨论标准的实施方案的主框架，布置方案实施的具体工作内容；

2018 年 8 月，起草组对实施过程中的问题进行分析和总结，对出现的问题进行了相应的讨论和解决；

2018 年 8 月-2019 年 3 月，完善主框架的内容，对于相关的标准内容进行整理，对于数据需要验证的材料，进行现场数据采集；

2019 年 4 月-2019 年 6 月，与同辐协会相关标准专家多次进行沟通，进行标准内容的修改；

2019 年 6 月 27 日-2019 年 6 月 28 日，在北京现场参加《管道数字成像检测方法》的团体标准预审会议，之后进行了二次修改，形成征求意见稿。

## **二、标准编制原则和确定主要内容的论据及解决的主要问题**

### **1. 标准的主要内容**

本标准的制定主要根据国内外管道射线数字成像技术的研究和应用现状、典型应用案例、使用经验及发展趋势，并参考了《GB/T 35388-2017无损检测X射线数字成像检测方法》、《SY/T 4109-2013中华人民共和国石油天然气行业标准》、《NB / T 47013-2015 承压设备无损检测》，标准主要内容如下：范围，规范性引用文件，术语，基本要求，检测方法。此外，还包括附录A“系统分辨率测定”，附录B“透照厚度”，附录C“透照几何条件”，附录D“环向对接焊缝接头透照次数确定方法”，附录E“平面成像最少透照次数的确定方法”及引用标准名录。

### **2. 标准编制原则**

1) 本标准依据GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求和规定编写本标准的内容。

2) 本标准应具有科学性、先进性、系统性和可行性，同时标准要具有可操作性和重要的规范性。

3) 本标准是在近年来的研究基础上，参考国际和国内标准，广泛征求国内同行及使用单位的意见，充分考虑我国的行业现状和未来发展的趋势，并以此为技术依据而制定。制定标准时既考虑行业应用的指导性、实用性和可操作性，也力求使技术要求符合国内外行业发展需要。

## **三、标准中主要参数和规定的依据**

### **1. “范围”**

调研了四川佳成、大庆三维等十家检测公司施工过程中的检测对象，针对性的提出了此检测方法的使用范围。在实际检测中，用户也会对管道环向对接焊缝周边的直焊缝与螺旋焊缝进行检测，因此本标准的检测方法也适用于这两种焊缝的检测。

## 2. “3 术语”

规定了与管道数字成像技术和系统以及像质评价等相关的术语和定义，以便检测人员正确理解和应用。

## 3. “4.1 检测人员”

管道数字成像技术较常规射线检测方法增加了计算机、图像处理、数字探测器等技术，因此，检测人员需要经过相关的培训考核，具备相应的检测和使用能力。

## 4. “4.2 辐射防护”

检测过程应符合现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871、《工业X射线探伤放射卫生防护标准》GBZ 117。

## 5. “4.3 检测设备要求”

本章要求的提出主要基于国内管道数字成像设备的应用经验，考虑动态数据采集与探测器采集帧频及射线机性能的匹配，同时考虑数据显示、处理和存储的实际需要，对系统中的射线机、探测器、计算机软硬件、检测工装、第三方测试工具都进行了详细规定，特别是系统软件和检测工装给出了相应的要求。

## 6. “5.1 准备工作”

对检测工装的固定、射线机的使用、软件的使用、像质计的放置等进行了规范要求，主要考虑的是安全、快捷。线型象质计及双线型象质计作为检测结果评定的第三方验证硬件，它们的使用方法和使用要求至关重要，这里不仅仅引用了相关制作标准的规范，同时也进行使用方法上的详细说明，包括放置的位置、方向、识别方法等。在验证试验中，测试了线型像质计的细丝放置方向。

细丝向内的灵敏度高于细丝向外的灵敏度，为了严格评定出图像的灵敏度，本标准规定像质计的放置需细丝向外。

双线型像质计放置也进行了详细验证试验，包括：射线源侧与平板侧、细丝向内与细丝向外对比、平行于平板像素放置与倾斜2-5度放置。由于在射线源侧粘贴双丝像质计不便利，且在射线源侧与平板侧测得的分辨率想接近，所以双丝

像质计要求贴于平板侧。与线型像质计的原理相同，所以采用细丝向外的方式粘贴像质计，由于像质计平行于平板像素放置，图像有“混叠”现象，所以采用倾斜2-5度放置，双丝像质计放置时平行于平板像素与倾斜2-5度放置。

标准中规定了图像有效评定区域内的归一化信噪比应大于100。也通过实验的验证，分别通过灵敏度和分辨率进行对比，归一化信噪比小于100的灵敏度和分辨率明显比归一化信噪比大于100的低，图像的质量较差。

#### 7. “5.2 曝光参数”

不同等级的电压对于成像结果有一定的影响，包括KV的选择，曝光量的选择等，在标准中规定了图像有效评定区域内的灰度值应控制在整个灰度范围的50%左右（条件满足下），若不满足，最低灰度值不能低于整个灰度范围的20%，最高不能超过整个灰度范围的80%。我们也进行了实验的验证，通过图像的归一化信噪比、灵敏度、分辨率分别进行了对比，低于整个灰度范围的20% 的图像归一化信噪比、灵敏度、分辨率的值都较低。高于整个灰度范围的80% 的图像信噪比、灵敏度、分辨率的值都较高，但是图像存在有饱和现象。

#### 8. “5.3 透照方式”

为保证管道数字成像信息的高效、正确获取，结合实际检测经验，要求被检工件与系统的相对运动以及透照区域相匹配和适应。目前使用的检测方式两大类三种，管道内曝光（单壁单影）、管道外曝光（双壁单影、双壁双影）。

#### 9. “5.4 透照几何条件、5.5 一次透照长度”、5.6 几何尺寸标定”

由于数字探测器是电子元器件组成的，在实际使用时，无法像胶片一样紧贴在工件表面，这样会存在一定的几何放大，由于不清晰度的存在，所以成像结果不能一味的放大，就会存在一个最佳的放大倍数，管道直径不同，管壁的弯曲半径也相应不同，平面成像时边缘区域会产生相应的形变，一次透照长度的确定就非常有必要，未来消除放大因数影响缺陷测量的大小。

#### 10. “5.9 图像质量及评定”

为了保证检测原始图像的不可更改性，规定采用特种设备行业专用数据格式。

#### 11. “5.10 数据存储” 5.11 检测报告”

检测结果的保存和输出方式说明

#### 12. “附录A 系统分辨率测定”

由于数字成像与胶片照相的不同，数字成像图像质量的评价不仅包括对比度，还要考察其分辨率。因此，参考国际标准采用双丝像质计，并给出了其结构和测试及识别方法。重点提出了不同厚度的被检工件对分辨率的要求。

## **五、标准水平**

本部分充分分析和借鉴了国内外相关标准及研究成果，并结合我国的实际情况进行了必要的调整和完善，充分考虑了我国的行业现状。制定的标准既紧跟国际先进技术的发展方向，又具有我国的国情特色，在国内首次提出了管道数字成像检测方法。

## **六、本部分属性**

鉴于我国管道数字成像检测方法尚在发展之中，本部分可以作为团体标准。

## **七、贯彻标准的要求和措施建议**

管道数字成像检测应用广泛，但作为标准在我国的发展尚短、所积累的经验也不够丰富，本身也存在一些局限性，因此各单位应用前应充分准备、加强研究和试验，及时总结检测经验，以促进该技术的有序健康发展。

团体标准《管道数字成像检测方法》编制起草组

2019年11月01日