

团 体 标 准

T/CI 185—2023

管道焊缝射线底片数字化扫描、识别及存档 技术规范

Technical specification for digital scanning, identification and archiving of
radiographic radiographs of pipe welds

2023 - 11 - 16 发布

2023 - 11 - 16 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	1
5 技术流程	2
6 工业射线底片数字化扫描	2
7 焊缝底片数据库	6
8 焊缝底片图像预处理	7
9 焊缝底片缺陷智能评定及复评	9
10 智能识别及复评结果的验证	9
11 同口底片识别	9
12 焊片信息管理系统	9
13 报告编写及成果入库	10
附录 A（规范性） 焊缝缺陷自动化识别报告	11
附录 B（资料性） 焊缝缺陷自动化识别信息汇总表	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油大学（北京）提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中国石油大学（北京）、国家管网集团北京管道有限公司、国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司、广东大鹏液化天然气有限公司、湖南汇丰工程检测有限公司、泰安市特种设备检验研究院、中科智宇（寿光）安全技术有限公司、北京奥蓝仕技术有限公司、国家管网集团工程技术创新有限公司、中国核电工程有限公司、深圳市燃气集团股份有限公司、中油国际管道有限公司、中石化胜利海上石油工程技术检验有限公司。

本文件主要起草人：董绍华、徐晴晴、徐鲁帅、姜垣良、刘海鹏、钱伟超、任庆滢、张如韵、郭振潇、陈丽文、魏昊天、黄嘉伟、刘嘉玥、谢 成、王东营、武 军、刘新凌、陈健飞、王 垚、陈思雅、梁 强、李 强、王谷日、胡 栋、李 强、邢云凤、卜明哲、王 晨、杨 光、董 安、单 克、张辉宇。

管道焊缝射线底片数字化扫描、识别及存档技术规范

1 范围

本文件规定了管道焊缝射线底片数字化入库及智能评定的基本规定、技术流程、焊缝底片数字化扫描、焊缝底片数据库、焊缝底片图像预处理、焊缝底片缺陷智能评定及复评、智能识别及复评结果的验证、同口底片识别、焊片信息管理系统、报告编写及成果入库等要求。

本文件适用于射线底片数字化入库及智能评定工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 26141.1 无损检测 射线照相底片数字化系统的质量鉴定 第1部分：定义、像质参数的定量测量、标准参考底片和定性控制

GB/T 26141.2 无损检测 射线照相底片数字化系统的质量鉴定 第2部分：最低要求

NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业射线底片数字化扫描 digital scanning of industrial radiographic negatives

通过一个光学探测器对底片中的小区域（像素、图相单元）的漫透射率进行探测，输出电信号并把电信号转换为一个数字化值（光密度数字化）。

3.2

像素尺寸 pixel size

在被扫描的图像上，某一行（水平）或某一列（垂直）相邻像素中心到中心的几何距离。

3.3

色彩深度 color intensity

计算机图形学领域中表示在位图或者视频帧缓冲区中储存1像素的颜色所用的位数。色彩深度越高，可用的颜色就越多。

3.4

同口底片 the radiograph of same welding joint

包含同一道焊口信息的焊缝射线底片。

3.5

焊缝缺陷识别系统 weld defect identification system

在计算机硬、软件系统支持下，可以识别传入焊缝射线底片上焊缝缺陷，并进行标注、报告输出的系统。

4 总体要求

4.1 应对未进行数字化扫描的焊缝射线底片开展底片数字化工作。

4.2 宜根据管道施工环焊缝的风险情况决定是否实施焊缝底片缺陷智能识别及复评工作。

4.3 焊缝智能化缺陷识别及复评工作宜结合管道内检测结果开展。

4.4 应进行开挖验证确认焊缝底片缺陷智能识别及复评效果。

- 4.5 应重点关注施工期间评级为Ⅲ、Ⅳ级的底片、返修口、金口、短节（长度 1.5m 以下）两端的焊缝、弯头两端焊缝、穿跨越管道两端焊缝、地质灾害高风险管段的焊缝及内检测发现的焊缝异常底片。
- 4.6 应对所扫描焊缝底片进行同口识别检测，实地考察疑似同口。
- 4.7 企业应对所拥有焊缝底片进行全生命周期管理，包括但不限于焊缝底片数字化、焊缝底片缺陷评定，焊缝底片同口识别等。

5 技术流程

宜按照图1所示的技术流程，开展焊缝底片数字化、智能识别及复评工作。

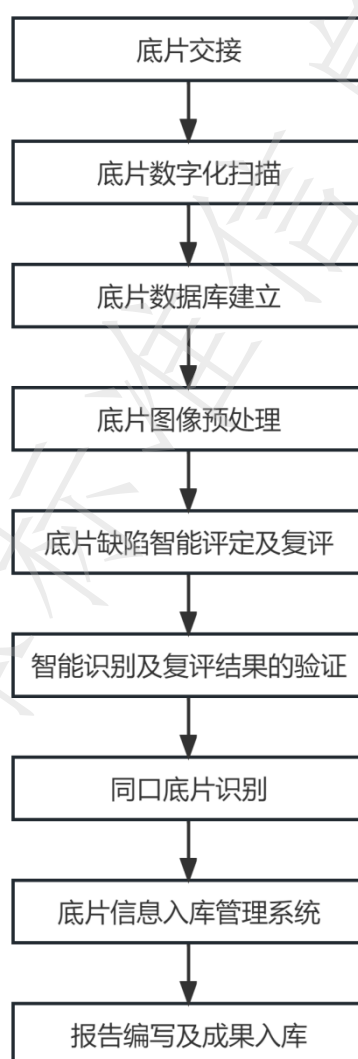


图1 焊缝底片数字化扫描、识别及复评技术流程图

6 工业射线底片数字化扫描

6.1 工业射线底片数字化扫描参考标准

底片数字化应按照GB/T 26141.1、GB/T 26141.2执行。

6.2 技术参数及技术要求

6.2.1 作业环境要求

应配备用于射线照相底片数字化加工的专用工作区。工作区内应清洁、整齐、无粉尘，不得有造成底片划伤的颗粒粉尘以及造成底片污染的地面积水或桌面污渍；工作区内应保持良好的通风，温度应保持在4摄氏度与24摄氏度之间，相对湿度应保持在30%到60%之间，满足焊缝底片短期存放的要求。

6.2.2 底片质量要求

焊缝底片数字化加工前应对原始焊缝底片进行质量甄别，以避免原始焊缝底片由于暗室处理、底片使用和保存不当而造成的物理损伤或化学污损在数字化加工过程中被叠加到数字底片上，导致在数字底片观察或评定时由于无法识别而错误评判。存在有以下物理损伤或化学污损的底片除非在数字底片运用时能够由特殊处理方法被识别出，否则这些底片不允许进行数字化加工和应用。主要包括但不限于下列各种：

- a) 射线照相底片处理时产生的缺陷，如条纹、水迹或化学污斑等；
- b) 划痕、皱褶、脏物、静电痕迹、黑点或撕裂等；
- c) 由于增感屏缺陷产生的伪显示；
- d) 由于保存不当产生的卷曲、变形、黏连、乳剂层脱落等。

6.2.3 工业射线底片数字化加工系统要求

6.2.3.1 底片扫描仪

用于工业射线底片数字化加工的底片扫描仪应为工业专用扫描仪，其性能参数至少满足以下要求：

- a) 应能够扫描受检部件最大尺寸的射线底片，一般应不小于 325 mmX433 mm；
- b) 扫描仪的光学密度至少为 $D=0.0\sim 4.5$ ，最大应可达到 $D=4.7$ ；光学密度测量精度应能识别 0.02 的光学密度差；
- c) 光学分辨率应达到 50 μm ；
- d) 灰阶显示应具有丰富的动态范围；
- e) 扫描像素应能够达到 50 mm -500 mm，并可按不同的像素要求进行调节。

6.2.3.2 扫描软件

实现工业射线底片数字化加工的扫描软件应与所使用的扫描仪配套，并能够真实地反映和调节扫描仪的性能参数，其至少应该包括以下可调节和设置的参数及相关的工具：

- a) 像素位深；
- b) 光学密度范围；
- c) 像素间距；
- d) 扫描模式；
- e) 图像存储格式。

6.2.4 工业射线底片数字化加工要求

从事工业射线底片数字化加工的人员在进行底片数字化加工时，应佩戴棉质细沙手套，以防止徒手操作后汗渍沾污底片或戒指、手链等饰品损伤射线底片。

系统性能测试技术应标准化，以便能使这方法以规定的时间间隔方便的重复。

设备维修以及系统重新安装、持续数字化加工开始及结束时应对系统的综合性能进行测试。

6.3 工业射线底片数字化系统及要求

宜使用工业射线检测工业胶片的专用数字化系统或高强度观片灯，实施射线底片数字化，并将其转化为JPG、TIF、DCOM等格式的单个文件。射线照相底片数字化系统分成3个级别，具体如表1所示，工业底片数字化影像分辨率要求应按照表2执行。

表1 工业射线底片数字化系统质量级别

参数	DS级	DB级	DA级
密度范围 Dr	0.5~4.5D	0.5D~4.0D	0.5D~3.5D
以位表述的数字分辨力	≥12bit	≥10bit	≥10bit
在 Dr 内密度对比灵敏度 ΔDCS	≤0.02	≤0.02	≤0.02

表2 工业射线底片数字化系统最小空间分辨率

射线能量 KeV	级别DS		级别DB		级别DA	
	像素 μm	MTF20%Lp/mm	像素 μm	MTF20%Lp/mm	像素 μm	MTF20%Lp/mm
≤100	15	16.7	50	5	70	3.6
>100~200	30	8.3	70	3.6	85	3
>200~450 Se-75, Yb-169	60	4.2	85	3	100	2.5
Ir-192	100	2.5	125	2	150	1.7
Co-60, >1MeV	200	1.25	250	1	250	1

6.4 工业射线底片编号要求

数字化后的工业射线底片编号可按照特定的焊口编号-1~-2...等编制。

6.5 工业射线底片数字化文件要求

底片数字化文件色彩深度、光学分辨率、黑度应满足后续缺陷智能识别分析系统的最低要求。其中，色彩深度宜达到8bit/16bit灰阶（256灰阶层/65536灰阶层）；光学分辨率宜预设范围为每英寸300点300dpi，最大可达到2400dpi；焊缝黑度应能达到2.5以上，最大黑度能达到4.5。

6.6 工业射线底片使用要求

扫描操作中若遇到有质量问题的工业射线底片，应其表面的异物进行清理和重新扫描数字化，并清除工业射线底片两边存在的伪缺欠及非工业射线底片信息，尽可能保持底片原始信息完整性。

6.7 工业射线底片扫描成果

数字化扫描成果应对工业射线底片的整体质量、缺失等数据进行总结。

6.8 工业射线底片数据库

应按照第七章给出的要求建立工业射线底片数据库。

6.9 数字化扫描

6.9.1 准备

6.9.1.1 射线底片数字化扫描工作开始前，应制定射线底片数字化扫描操作规程，至少应包括以下内容：

- a) 操作规程版本号；
- b) 适用范围；
- c) 依据的标准、法规或其他技术文件；
- d) 操作人员资格要求；
- e) 数字化系统描述：
 - 1) 数字化系统的制造商和型号；
 - 2) 图像显示器的显示尺寸；
 - 3) 扫描装置的最大胶片扫描尺寸；
 - 4) 数字化系统的像素尺寸范围；
 - 5) 图像显示器的分辨率范围；
 - 6) 显示器显示的亮度；

- 7) 系统性能验证的周期;
 - 8) 数据贮存的方式。
 - f) 图像质量要求:像素尺寸、数字化分辨率、像质计丝号、扫描过程中产生的伪像;
 - g) 储存影像格式;
 - h) 操作实施要求;
 - i) 扫描质量级别;
 - j) 编制者、审核者和批准者;
 - k) 编制日期。
- 6.9.1.2 在射线底片数字化扫描之前,应确保数字化扫描操作人员、数字化系统性能等符合操作规程要求。

6.9.2 数字化图像质量检查

- 6.9.2.1 使用软件直接检查数字化图像质量:图像每英寸长度内的像素点数(dpi)、数字分辨率、像质计丝号、图像有效评定区黑度、图像尺寸偏差、扫描过程中产生的伪像。
- 6.9.2.2 数字化图像的检查时机:
- a) 每天扫描的第一张数字化图像;
 - b) 影响图像质量的数字化系统进行任何调整后;
 - c) 扫描系统重新启动后的第一张数字化图像;
 - d) 每天扫描的最后一张数字化图像。
- 6.9.2.3 图像质量检查应形成相应的记录,记录内容包含但不限于:
- 操作规程编号,
 - 数字化图像编号,
 - 使用软件型号,
 - 图像质量,
 - 检查结果,
 - 检查时间,
 - 检查人员。
- 6.9.2.4 射线照相底片黑度超出 0.5—4.5 范围时,不应进行数字化扫描。

6.9.3 扫描

- 6.9.3.1 射线底片数字化实施单位应安排专业数字化扫描人员操作底片扫描仪。专业技术人员应采取有效措施,避免指纹、汗渍在底片上留下痕迹,避免底片弯折、褶皱,损坏原始底片。
- 6.9.3.2 底片数字化实施单位应安排具备 RT II 级以上持证、经验丰富的专业评片人员,对数字化图像进行定期抽查和核对。
- 6.9.3.3 底片数字化扫描人员每天应抽取第一张和最后一张数字化底片与原射线底片进行比对,每张数字化图像要检查三处(有效评定区域的左、中、右三个区域)黑度值是否与原片相符。并抽查第一张和最后一张数字化图像扫描过程中产生的伪像。质量符合要求,才可进行后续扫描工作。
- 6.9.3.4 数字化图像与焊口一一对应,一个数字化图像文件对应一张射线底片。应按铅字正向扫描成像,不得逆向、反像扫描并保存。不得将同一道口的多张底片连续扫描保存为一个文件。
- 6.9.3.5 数字化图像中所能分辨的像质计丝号应与射线底片一致。射线底片缺欠影像与数字化图像中缺欠影像位置、长度、形状基本相同,且飞溅、伪像、焊接接头结构特征等在数字化图像中均可体现。
- 6.9.3.6 扫描后应对原射线底片上明显的伪缺陷,如严重划伤、大面积腐蚀等做好记录。若底片附着污物异物等,扫描时应采用物理方法,清理其表面的异物,并采取适当措施,重新数字化,保持底片原始信息完整性。
- 6.9.3.7 射线底片只允许进行一次数字化扫描成像且黑度范围包含整张射线底片黑度。因特殊情况需要二次数字化扫描时,必须经业主同意。
- 6.9.3.8 不得将已扫描成像的数字化图像文件通过复制改名的方式代替未扫描射线底片的数字化图像进行存档,不得利用软件对原始扫描成像的数字化图像文件修改后进行存档。

6.9.3.9 及时填写射线底片数字化信息表。射线底片数字化信息表包含但不限于以下信息：装置名称、区域名称（管线名称/设备号）、管线号（标段）、焊口号、片位编号、工件材质、规格、图像采集单位、图像生成时间、图像采集人。

6.9.4 图像标识

6.9.4.1 数字化图像命名在同一项目中应制定统一的命名规则，数字化图像命名应具有唯一性，以方便数据检索和查找。

6.9.4.2 同一项目中数字化图像命名规则应包含但不限于：返修标识、割口标识、设计修改标识、补片标识、修磨标识。

6.9.4.3 数字化图像命名原则上与射线底片编号一致，应反映数字化图像的基本信息。可参照以下方式进行：

- a) 装置类：装置编号_管线号_焊口号_片位编号；
- b) 长输管道类：管线号_片位编号；
- c) 设备类：设备编号_焊口号_片位编号。

6.9.5 图像存储和上传

6.9.5.1 图像存储

6.9.5.1.1 可采用移动设备（硬盘或U盘）或云平台对数字化图像进行存储。

6.9.5.1.2 按照“装置名称、区域名称（管线名称/设备号）、管线号、焊口号编号”制定多级目录，并将数字化图像存储至该目录下。

6.9.5.1.3 WORM 一次写入/多次读取的数据存储（不能重写或修改）。

6.9.5.1.4 Diconde 图像格式：充分可逆（少损耗）数据压缩（如果数据压缩使用的话）。

6.9.5.1.5 使用移动硬盘或U盘进行数据储存与传输时，应对数据进行及时备份，确保数据不会因储存设备的损坏而丢失。

6.9.5.1.6 应对移动硬盘或U盘的使用进行监管，以避免数据内容外泄。

6.9.5.1.7 云平台管理者应对数据的上传、下载、查看、另存、修改与删除设定权限，并定期对线上数据进行备份。

6.9.5.2 数据上传

6.9.5.2.1 应严格按数字化图像管理要求对数字化图像进行上传、下载、查看、另存、修改与删除等管理。

6.9.5.2.2 采用云平台管理时，应及时上传数字化图像，以保证数据的及时性和准确性。

6.9.5.2.3 云平台管理者应对数据的上传、下载、查看、另存、修改与删除设定权限，并对管理平台中的数据进行自动备份，确保数据不外泄，保障数据的安全性。

7 焊缝底片数据库

7.1 应建立焊缝底片缺陷图像数据库，有助于焊缝底片缺陷图像数据集的规范管理及共享应用。

7.2 数据库的选型主要通过业务需求分析完成，影响数据库选择的因素包括数据量、数据结构、数据属性、实时性和查询量等。

7.3 焊缝缺陷图像数据库宜采用关系型数据库，可采用关系型数据库包括 Oracle、MySQL、SQL Server 等。

7.4 数据库建立过程各项字段名参数定义可参考表 3 执行。

表3 各项字段名参数定义表

字段名	字段描述	类型	长度	允许空	备注
id	图像编号	int		N	主键，自增
iname	图像名称	nvarchar	50	Y	
iurl	图像路径	nvarchar	100	Y	
itype	类型代码	int		Y	外键

字段名	字段描述	类型	长度	允许空	备注
tid	类别编号	int		N	主键, 自增
typename	类别名称	nvarchar	50	Y	

7.5 建立对应的数据表实现数据的存储和数据库逻辑结构的构建, 焊缝缺陷图像数据库应建立焊缝缺陷图像信息表、焊缝缺陷类型表 2 个数据表, 可参考表 4、表 5。

表4 焊缝缺陷图像信息表

图像编号	图像名称	图像储存路径	图像缺陷类型代码
1	yq100.jpg	/slt/yq100.jpg	1
2	tq69.jpg	/slt/tq100.jpg	2
3	wrh109.jpg	/slt/wrh109.jpg	3
4	wht89.jpg	/slt/wht89.jpg	4
5	lw15.jpg	/slt/lw15.jpg	5
...

表5 焊缝缺陷类型表

图像缺陷类别编号	图像缺陷类别名称
1	圆形缺陷
2	条形缺陷
3	未熔合缺陷
4	未焊透缺陷
5	裂纹缺陷
...	...

7.6 应建立缺陷图像数据库可视化界面, 可采用 ASP.NET 等框架。

7.7 建立后的数据库应具有分类、检索、查看、下载、上传等功能。

8 焊缝底片图像预处理

8.1 焊缝底片图像预处理流程

焊缝底片图像预处理包括: 焊缝底片图像降噪、焊缝底片对比度增强、暗光焊缝底片光照增强, 图像预处理流程见图2。

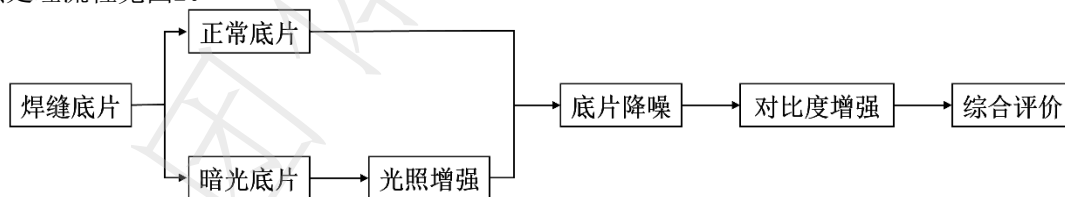


图2 焊缝底片图像预处理流程图

8.2 焊缝底片图像降噪

焊缝底片图像降噪的方法宜采用中值滤波与均值滤波。

8.3 焊缝底片对比度增强

焊缝底片对比度增强的方法宜采用自动色阶方法。

8.4 暗光焊缝底片光照增强

宜采用通过预训练的深度学习模型对暗光焊缝底片进行光照增强。

8.5 综合评价

8.5.1 灰度标准差

灰度标准差 (Standard Deviation, STD) 表示图像的灰度值与均值之间的离散程度, 灰度标准差越大, 代表图像的质量越好, 对比度越高。灰度标准差计算公式为:

$$\text{STD} = \sqrt{\frac{1}{WH} \sum_{i=0}^{W-1} \sum_{j=0}^{H-1} (f(i, j) - u)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$u = \frac{1}{WH} \sum_{i=0}^{W-1} \sum_{j=0}^{H-1} f(i, j) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

W——焊缝底片图像的宽度;
H——焊缝底片图像的高度;
u——底片像素的均值;
f(i, j)——第i行j列的像素值。

8.5.2 对比度

对比度 (Contrast Ratio, CR) 表示焊缝底片由黑到白的渐变层次, 层次越多, 图像能表达的信息越多, 更容易将细微的缺陷显露出来, 确保底片预处理的结果有效性。对比度计算公式如下:

$$\text{CR} = \frac{\sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^H \delta(i, j)}{4 \times (W-2) \times (H-2) + 3[2(W-2) + 2(H-2)] + 4 \times 2} \dots\dots\dots (3)$$

$$\delta(i, j) = [f_s(i, j) - f_s(i-1, j)]^2 + [f_s(i, j) - f_s(i, j-1)]^2 + [f_s(i, j) - f_s(i+1, j)]^2 + [f_s(i, j) - f_s(i, j+1)]^2 \quad (4)$$

式中:

$\delta(i, j)$ ——焊缝底片;
 f_s ——相邻像素之间的灰度差;
 f_s ——像素值;
W——焊缝底片图像的宽度;
H——焊缝底片图像的高度。

8.5.3 空间频率

空间频率 (Spatial Frequency, SF) 反映了焊缝底片在空域总体融合效果, SF值越大, 降噪效果越好, 空间频率计算公式如下:

$$\text{SF} = \sqrt{\text{RF}^2 + \text{CF}^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{RF} = \sqrt{\frac{1}{WH} \sum_{i=0}^{W-1} \sum_{j=0}^{H-1} [f_s(i, j) - f_s(i, j+1)]^2} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{CF} = \sqrt{\frac{1}{WH} \sum_{i=0}^{W-1} \sum_{j=0}^{H-1} [f_s(i, j) - f_s(i+1, j)]^2} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

RF——焊缝底片图像的行频率;
CF——焊缝底片图像的列频率;
 f_s ——像素值;
W——焊缝底片图像的宽度;
H——焊缝底片图像的高度。

8.5.4 综合评价因子

结合以上三种焊缝底片的评价因子, 综合评价因子计算公式如下:

$$Q = \omega_1 \times \frac{\text{STD}_r - \text{STD}}{\text{STD}} + \omega_2 \times \frac{\text{CR}_r - \text{CR}}{\text{CR}} + \omega_3 \times \frac{\text{SF}_r - \text{SF}}{\text{SF}} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

ω_1 、 ω_2 、 ω_3 ——三种评价因子在综合后的权重。

三个评价因子的权重系数为0.5、0.2、0.3。综合评价因子Q的经验区间为[0.03, 20]，在该区间内数值越高则代表降噪算法的降噪效果越显著。

9 焊缝底片缺陷智能评定及复评

- 9.1 应对原始焊缝底片进行智能评定，评定过程中如果遇到黑片及质量不佳的宜采用专业算法对原始底片图像进行预处理工作，使图像特征更加明显，评价方法详见第8章，图像预处理方法可采用自动色阶，对抗生成网络等。
- 9.2 焊缝底片缺陷智能识别时，应定位焊缝底片中焊缝区域，宜采用图像阈值分割、边缘检测等方法。
- 9.3 宜采用焊缝缺陷识别系统，开展焊缝缺陷特征的智能提取和自动识别，焊缝底片缺陷智能识别可采用 Faster R-CNN、YOLO 等算法。
- 9.4 焊缝底片智能识别的缺陷类型宜包括：裂纹、未焊透、未熔合、条形缺陷、圆形缺陷、内凹、咬边等。
- 9.5 焊缝底片智能识别的缺陷类型、尺寸、位置应标注在底片图像上。
- 9.6 应选择 RT-III 级人员，对焊缝底片数字化、识别及复评结果进行质量抽检审核，抽检数量理论上不低于总体数量的 5%。
- 9.7 可选择建设期管道验收标准或相对严格的特种设备行业验收标准进行焊缝缺陷复评定级。
- 9.8 应统计裂纹、级别为 III 级和 IV 级、错评及漏评、黑口及假片的焊缝底片数据等，并对其展开复评验证。

10 智能识别及复评结果的验证

- 10.1 宜采用现场开挖复拍并结合智能内检测焊缝异常识别结果的方式对焊缝缺陷识别系统智能识别的结果进行验证。
- 10.2 宜优先选择可能存在较大应力的位于山区管段、失效后果严重的高后果区管段、缺陷类型为裂纹、未熔合、未焊透等线性缺陷进行开挖验证。
- 10.3 可采用射线检测、超声相控阵检、渗透检测及磁粉检测、目视检测等综合的无损检测方法对焊缝底片缺陷智能识别结果进行缺陷类型、尺寸、位置验证，并开展缺陷适用性评价。

11 同口底片识别

- 11.1 宜应用焊缝同口底片识别系统对相同检测承包商和同一站场阀室内的底片进行同口识别和人工确认，同口底片识别检测可采用哈希算法、直方图算法、孪生神经网络等方法。
- 11.2 当接收站数字化工作全部完成后，宜再进行针对同一检测承包商的所有焊片的同口识别和人工确认。

12 焊片信息管理系统

- 12.1 宜建立焊缝检测信息化管理系统，实现焊口底片、检测报告、检测数据智能化校验，以及智能化检测数据对齐。
- 12.2 焊缝检测信息化管理系统中宜至少包含以下信息：
 - a) 管道检测拍片信息；
 - b) 焊口信息（或管道信息）；
 - c) 焊口检测复评信息；
 - d) 结果报告信息。
- 12.3 焊缝检测信息化管理系统的建立宜至少包含以下模块：
 - a) 项目结构管理；
 - b) 底片管理模块；
 - c) 焊口数据信息的地区查询。

12.4 通过系统功能模块权限化的管理,实现数据采集多元化的操作,提高检测数据采集效率,实时进行数据焊口检测结果校验。

12.5 宜通过本系统对焊口完整性数据进行归类整理,满足焊口数据缺陷管理,实现焊口底片的智能化管理。

12.6 焊片信息管理系统中的焊缝底片应至少包含 DCOM 格式数据。

13 报告编写及成果入库

13.1 焊缝底片缺陷智能评定后每张底片应有与之对应的报告,报告内容及格式按附录 A 样表执行,宜包含如下内容:

- a) 底片编号,
- b) 操作人员,
- c) 报告时间,
- d) 检测单位,
- e) 工程名称,
- f) 部件名称及编号,
- g) 材质/规格,
- h) 委托编号,
- i) 底片信息(包括编号、长度、黑度等),
- j) 检测出缺陷性质及数量,
- k) 评定级别与返修记录,
- l) 评定标准,
- m) 标注出缺陷的底片图像。

13.2 每轮焊缝底片缺陷智能评定后,应有与之对应的(评定结果台账),信息表详见附录 B,宜包括以下内容:

- a) 项目名称,
- b) 标段名称,
- c) 桩号,
- d) 焊口编号,
- e) 底片名称,
- f) 评定类型,
- g) 缺陷位置(mm),
- h) 缺陷类型,
- i) 缺陷量化,
- j) 焊片等级,
- k) 规格(mm),
- l) 备注,
- m) 评定时间,
- n) 评定标准。

13.3 焊缝底片完成开挖验证后,应编制开挖验证报告,宜包含如下内容(应选择至少两项互相验证)。

- a) 射线检测报告,
- b) 超声波相控阵检测报告,
- a) 超声波检测报告,
- b) 磁粉检测报告,
- c) 渗透检测报告,
- d) 无损检测情况汇总。

附 录 A
(规范性)
焊缝缺陷自动化识别报告

焊缝缺陷自动化识别报告内容及格式见表A.1。

表 A.1 焊缝缺陷自动化识别报告（样表）

焊缝缺陷自动化识别报告															
底片编号: _____															
操作人员: _____															
报告时间: _____															
检测单位: _____															
记录编号: 记录编号 XX															
工程名称								部件名称							
部件编号				材质/规格				委托编号							
序号	底片 编号	胶片 长度 mm	底片 黑度 D	像质 计丝 号	缺陷性质及数量	评定级别				返修记录			备注		
						I	II	III	IV	一 次	二 次	三 次			
1															
时间				2023-06-17 17:41:17				操作人员				操作人员 XX			
评定标准															

（结果图像）

附录 B

(资料性)

焊缝缺陷自动化识别信息汇总表

焊缝缺陷自动化识别信息汇总表见表B.1。

表 B.1 焊缝缺陷自动化识别信息汇总表

项目名称	标段名称	桩号	焊口编号	底片名称	评定类型	缺陷位置 mm	缺陷类型	缺陷量化	焊片等级	规格 mm	备注	评定时间	评定标准