

标准分享网
www.bzfxw.com

承压设备无损检测责任师 工作指南

主 编 王 俊 徐 彦

主 审 刘普明

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

内 容 提 要

本书是笔者多年工作经验的总结。它以国家相关安全技术规范和承压设备无损检测标准为依据,结合实际,系统讲解了无损检测责任师应掌握的管理知识和技能,具有较强的实用性。

本书内容包括:无损检测质量控制、无损检测管理标准、无损检测通用工艺、无损检测专用工艺、射线检测室的设置和安全防护、各种曝光曲线的制作和使用、无损检测仪器设备的管理等七章,各章均列举了典型工作实例,并附七个常用的技术资料,是一本较为实用的教科书。

本书不仅可作为无损检测责任师的培训和自学用教材,也可作为从事承压设备无损检测中、高级人员和质保工程师的常备资料。对相关的质量检验人员,质量管理人员,工程技术人员和设备制造、安装单位资格许可取换证及无损检测公司认证也有一定的参考价值。

© 王俊,徐彦 2006

图书在版编目(CIP)数据

承压设备无损检测责任师工作指南/王俊,徐彦主编.—沈阳:东北大学出版社,2006.7

ISBN 7-81102-271-0

I.承… II.①王… ②徐… III.压力容器-无损检验-指南 IV.TH49-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第067770号

承压设备无损检测责任师工作指南

主 编 王 俊 徐 彦

东北大学出版社出版

地址:沈阳市和平区文化路3号巷11号 邮编:110004

电话:024-83687331 83680267 传真:024-83680180 83680265

E-mail: neuph@neupress.com http://www.neupress.com

沈阳航空发动机研究所印刷厂印刷 东北大学出版社发行

幅面尺寸:210mm×295mm 印张:11.625 插页:3 字数:296千字
印数:1-2000

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

责任编辑:刘乃义

责任校对:章力

封面设计:唐敏智

ISBN 7-81102-271-0

定价:58.00元

前 言

为了贯彻执行国家质量监督检验检疫总局制定的《锅炉压力容器制造许可条件》(国质检锅[2003]194号)的有关规定,加强对承压设备无损检测工作的质量管理,提高无损检测责任师的管理素质和业务水平,受辽宁省质量技术监督局特种设备安全监察处委托,由辽宁省安全科学研究院组织编写了《承压设备无损检测责任师工作指南》。

本书以现行国家有关安全技术规范、标准和JB/T 4730.1~4730.6—2005《承压设备无损检测》为依据,系统讲解了无损检测责任师所应具备的管理知识与操作技能,详细介绍了在实际工作中如何将专业知识与检测标准有机地结合起来,制订出既满足标准要求,又切实可行的检测工艺规程,为产品质量服务。

本书内容包括:无损检测质量控制、无损检测管理标准、无损检测通用工艺、无损检测专用工艺、射线检测室的设置和安全防护、各种曝光曲线的制作和使用、无损检测仪器设备的管理等七章,列举了一个无损检测管理标准、五个通用工艺规程和十个专用工艺卡的编制实例,另附了两个规范性附录(防护层的确定、控制区的确定)和五个资料性附录(容器对接焊缝作无损检测标记的规定、绘制焊缝检测部位图的规定、球罐布片图绘制及现场作无损检测标记的规定、无损检测辽表表样、暗室安全操作规程)。本书较全面地介绍了无损检测质量控制系统的建立与运行、无损检测管理标准(程序文件)、通用工艺规程、专用工艺卡的编制,使无损检测实施过程中的每一个环节都有章可循,具有很强的可操作性。

本书集资料性与实用性于一体,既是无损检测责任师的良师益友,也可作为从事承压设备无损检测工作的中、高级人员的常备资料。

本书由刘普明主审,王俊、徐彦主编。参加编写人员有徐富民、陈东初、张忠新、姜殿臣。

本书在编写过程中得到了多年从事承压设备安全管理工作的专家林志宏先生的大力支持和指导,在资料的整理过程中得到了程浩同志、孟祥飞同志的帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编写时间较匆忙,本书不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便不断完善。

编 者

2006年4月

目 录

第1章 无损检测质量控制	1
1.1 概 述	1
1.2 有关安全技术规范、标准对无损检测质量控制的规定	1
1.3 无损检测质量控制系统的构成	11
1.4 无损检测质量控制系统的工作程序	16
1.5 无损检测质量控制系统的资料管理	18
1.6 锅炉压力容器制造单位无损检测工作中存在的问题	18
思考题	21
第2章 无损检测管理标准 (程序文件)	23
2.1 无损检测管理标准 (程序文件) 的编写	23
2.2 无损检测管理标准的编写实例	25
第3章 无损检测通用工艺	31
3.1 通用工艺规程的编制	31
3.2 射线检测通用工艺规程的编制	34
3.3 钢制压力容器对接接头射线检测规程编制实例	36
3.4 磁粉检测通用工艺规程的编制	56
3.5 磁粉检测通用工艺规程的编制实例	57
3.6 渗透检测通用工艺规程的编制	61
3.7 渗透检测通用工艺规程的编制实例	62
3.8 超声检测通用工艺规程的编制	68
3.9 超声检测通用工艺规程的编制实例	69
3.10 钢制球形储罐无损检测规程的编制	87
3.11 钢制球形储罐无损检测规程的编制实例	88
第4章 无损检测专用工艺	97
4.1 无损检测工艺卡的编制及注意事项	97
4.2 无损检测工艺卡的格式及填写说明	99
4.3 无损检测工艺卡的编制	109

4.4	浮头式换热器对接接头射线检测工艺卡填写实例	114
4.5	30m ³ 液化石油气储槽无损检测工艺卡填写实例	115
4.6	1000m ³ 液化石油气球罐（现场安装）无损检测工艺卡填写实例	117
4.7	丁二烯脱水罐无损检测工艺卡填写实例	122
4.8	某工程工业管道对接接头射线检测工艺卡填写实例	124
4.9	国外某长输管道工程施工射线检测工艺卡填写实例	125
4.10	检测作业指导书实例	126
4.11	水火管锅炉检测工艺卡填写实例	127
4.12	双纵锅筒水管锅炉检测工艺卡填写实例	128
4.13	立式蒸汽锅炉检测工艺卡填写实例	129
第5章 射线检测室的设置和安全防护		130
5.1	射线检测室的设置	130
5.2	X射线、 γ 射线检测的安全防护	130
第6章 各种曝光曲线的制作和使用		138
6.1	曝光曲线的制作	138
6.2	曝光曲线的应用	144
第7章 无损检测仪器设备的管理		146
7.1	检测仪器设备的配置	146
7.2	常用射线机的使用	146
7.3	常用无损检测设备操作规程的编制要点	147
7.4	无损检测设备的管理	147
7.5	γ 射线机及源的管理	149
附录A（资料性附录）	压力容器对接接头作无损检测标记的规定	151
附录B（资料性附录）	暗室安全操作规程	153
附录C（资料性附录）	绘制压力容器对接接头检测部位图的规定	154
附录D（资料性附录）	球罐布片图的绘制及现场作无损检测标记的规定	157
附录E（资料性附录）	无损检测辽表表样	159
附录F（规范性附录）	防护层的确定	173
附录G（规范性附录）	控制区的确定	177
引用标准目录		179

第 1 章 无损检测质量控制

1.1 概 述

无损检测 (又称无损探伤) 质量控制是承压类特种设备 (包括锅炉、压力容器及压力管道, 以下简称承压设备) 制造、安装质量保证体系中极其重要的组成部分。众所周知, 危及承压设备安全运行的主要因素是制造、安装过程中材料及焊接接头存在超标缺陷或运行过程中产生裂纹等, 而无损检测就是在不损坏工件本身的前提下检出这些缺陷的主要手段, 它对保证承压设备产品制造、安装的质量和运行起着重要作用。

在承压设备制造、安装和使用过程中, 常用的无损检测方法有射线检测 (RT)、超声检测 (UT)、磁粉检测 (MT) 和渗透检测 (PT) 四种, 此外还有涡流检测 (ET) 和声发射检测 (AE)。

无损检测方法的选择和检测比例, 通常由设计部门在图样上予以规定。无损检测人员应根据检测对象, 按照设计图样和国家有关安全技术规范、标准的规定进行检测。

为了保证无损检测工作质量, 必须按照质量保证体系的要求, 建立健全一个比较严密的行之有效的无损检测质量控制体系。下面仅以锅炉、压力容器制造及安装过程中的无损检测质量控制体系为例予以介绍。

1.2 有关安全技术规范、标准对无损检测质量控制的规定

1.2.1 锅炉规程、标准对无损检测质量控制的规定

1.2.1.1 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》中的规定

(1) 锅筒 (锅壳) 的纵向和环向对接焊缝、封头 (管板)、下脚圈的拼接焊缝以及集箱的纵向对接焊缝无损检测的数量如下:

① 额定蒸汽压力小于或等于 0.1MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 10% 射线检测 (焊缝交叉部位必须在内)。

② 额定蒸汽压力大于 0.1MPa 但小于或等于 0.4MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 25% 射线检测 (焊缝交叉部位必须在内)。

③ 额定蒸汽压力大于 0.4MPa 但小于 2.5MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 100% 射线检测。

④ 额定蒸汽压力大于或等于 2.5MPa 但小于 3.8MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 100% 超声检测加至少 25% 射线检测, 或进行 100% 射线检测。焊缝交叉部位及超声检测发现的质量可疑部位应进行射线检测。

⑤ 额定蒸汽压力大于或等于 3.8MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 100% 超声检测加至少 25% 射线检测。焊缝交叉部位及超声检测发现的质量可疑部位必须进行射线检测。

封头 (管板)、下脚圈的拼接焊缝的无损检测应在加工成型后进行。

电渣焊焊缝的超声检测应在焊缝正火热处理后进行。

(2) 炉胆的纵向和环向对接焊缝、回燃室的对接焊缝及炉胆顶的拼接焊缝的无损检测数量如下:

① 额定蒸汽压力小于或等于 0.1MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 10% 射线检测 (焊缝交叉部位必须在内)。

② 额定蒸汽压力大于 0.1MPa 的锅炉, 每条焊缝应进行 25% 射线检测 (焊缝交叉部位必须在内)。

(3) 额定蒸汽压力小于或等于 1.6MPa 的内燃锅壳锅炉, 其管板与炉胆、锅壳的角接连接焊缝的检测数量如下:

① 管板与锅壳的 T 型连接部位的每条焊缝应进行 100% 超声检测。

② 管板与炉胆、回燃室及其 T 型连接部位的每条焊缝应进行 50% 超声检测。

(4) 集箱、管子、管道和其他管件的环焊缝 (受热面管子接触焊除外), 射线或超声检测的数量规定如下:

① 当外径大于 159mm, 或者壁厚大于或等于 20mm 时, 每条焊缝应进行 100% 检测。

② 外径小于或等于 159mm 的集箱环缝, 每条焊缝长度应进行 25% 检测, 也可不少于每台锅炉集箱环缝条数的 25%。

③ 工作压力大于或等于 9.8MPa 的管子, 其外径小于或等于 159mm 时, 制造厂内为接头数的 100%, 安装工地至少为接头数的 25%。

④ 工作压力大于或等于 3.8MPa 但小于 9.8MPa 的管子, 其外径小于或等于 159mm 时, 制造厂内至少为接头数的 50%, 安装工地至少为接头数的 25%。

⑤ 工作压力大于或等于 0.1MPa 但小于 3.8MPa 的管子, 其外径小于或等于 159mm 时, 制造厂内及安装工地各应至少抽查接头数的 10%。

(5) 额定蒸汽压力大于或等于 3.8MPa 的锅炉, 集中下降管的角接接头应进行 100% 射线或超声检测; 每个锅筒和集箱上的其他管接头角接接头, 应进行至少 10% 的无损检测抽查。

(6) 对接接头的射线检测应按 GB 3323 (现行标准为 JB/T 4730.2) 的规定执行。射线照相的质量要求不应低于 AB 级。

额定蒸汽压力大于 0.1MPa 的锅炉, 对接接头的质量不低于 II 级为合格; 额定蒸汽压力小于或等于 0.1MPa 的锅炉, 对接接头的质量不低于 III 级为合格。

(7) 对接接头的超声检测, 当壁厚小于或等于 120mm 时, 应按 JB 1152 的规定执行; 当壁厚超过 120mm 时, 可按 GB 11345 的规定执行; 管子和管道的对接接头超声检测可按 SDJ 67 的规定执行; 超出 SDJ 67 适用范围的, 按企业标准执行。

采用超声检测时, 对接接头的质量不低于 I 级为合格。

(8) 集中下降管的角接接头的超声检测可按 JB 3144 的规定执行。

卧式内燃锅壳锅炉的管板与炉胆、锅壳的 T 形接头的超声检测按有关规定执行。

(9) 焊缝用超声和射线两种方法进行检测时, 按各自标准均合格者, 方可认为焊缝检测合格。

(10) 经过部分射线或超声检测的焊缝, 在检测部位任意一端发现缺陷有延伸可能时, 应在缺陷的延伸方向作补充射线或超声检测。在抽查或在缺陷的延伸方向补充检测中有不合格缺陷时, 该条焊缝应作抽查数量的双倍数目的补充检测。补充检测后, 仍有不合格时, 该条焊缝应全部进行检

测。

受压管道和管子对接焊接接头作检测抽查时，如发现有不合格的缺陷，应作抽查数量的双倍数目的补充检测。如补充检测仍不合格，应对该焊工焊接的全部对接焊接接头作检测。

1.2.1.2 《热水锅炉安全技术监察规程》中的规定

(1) 锅筒的纵向和环向对接焊缝、封头（管板）的拼接焊缝以及集箱的纵向对接焊缝的射线检测数量如下：

① 对于额定出口热水温度高于或等于 120℃的锅炉，每条焊缝应进行 100%射线检测。

② 对于额定出口热水温度低于 120℃的锅炉，每条焊缝应进行至少 25%的射线检测（必须包括焊缝交叉部位）。

(2) 炉胆的纵向和环向对接焊缝、炉胆顶的拼接焊缝，其射线检测数量为每条焊缝至少 25%（必须包括焊缝交叉部位）。

(3) 对于集箱、管子、管道和其他管件的环焊缝，射线检测的数量规定见表 1-1。

表 1-1 锅炉环焊缝射线检测数量

锅炉额定 出口热水温度 (℃)	≥120		<120	
	集箱	管道、管子、管件	集箱	管道、管子、管件
>159	100%		25%*	
≤159	≥25%*	≥2%	≥10%*	可免查

*按每条环缝的长度计算，也允许按环缝的条数计算

(4) 对接焊缝的射线检测应按 GB 3323（现行标准为 JB/T 4730.2）的规定执行。射线照相的质量要求不应低于 AB 级。

对于额定出口热水温度高于或等于 120℃的锅炉，对接焊缝的质量不低于Ⅱ级为合格；对于额定出口热水温度低于 120℃的锅炉，对接焊缝的质量不低于Ⅲ级为合格。

(5) 经过部分射线检测的焊缝，在检测部位两端发现有不允许的缺陷时，应在缺陷的延长方向作补充射线检测。补充检测后，对焊缝质量仍有怀疑时，该焊缝应全部进行射线检测。

锅炉范围内的受压管道和管子对接焊接接头，如发现有不允许的缺陷时，应作抽查数量的双倍数目的补充检测。如补充检测仍不合格，应对该焊工焊接的全部对接焊接接头作检测。

1.2.2 压力容器规程、标准对无损检测质量控制的规定

1.2.2.1 《压力容器安全技术监察规程》中的规定

(1) 对压力容器焊接接头无损检测条件的规定

压力容器焊接接头，应先进行形状尺寸和外观质量的检查，合格后才能进行无损检测。有延迟裂纹倾向的材料应在焊接完成 24h 后进行无损检测，有再热裂纹倾向的材料应在热处理后再增加一次无损检测。

(2) 对压力容器对接焊接接头无损检测比例的规定

压力容器的对接焊接接头的无损检测比例，一般分为全部（100%）和局部（大于或等于 20%）

两种。对铁素体钢制低温容器，局部无损检测的比例应大于或等于 50%。

(3) 对压力容器对接焊接接头必须进行全部射线或超声检测的规定

符合下列情况之一时，压力容器的对接焊接接头必须进行全部射线或超声检测：

- ① GB 150 及 GB 151 等标准中规定进行全部射线或超声检测的压力容器；
- ② 第三类压力容器；
- ③ 第二类压力容器中的易燃介质的反应压力容器和储存压力容器；
- ④ 设计压力大于 5.0MPa 的压力容器；
- ⑤ 设计压力大于或等于 0.6MPa 的管壳式余热锅炉；
- ⑥ 设计选用焊缝系数为 1.0 的压力容器（无缝管制造的筒体除外）；
- ⑦ 疲劳分析设计的压力容器；
- ⑧ 采用电渣焊的压力容器；
- ⑨ 使用后无法进行内外部检验或耐压试验的压力容器；
- ⑩ 符合下列情况之一的铝、铜、镍、钛及其合金制压力容器：
 - a) 介质为易燃或毒性程度为极度、高度、中度危害的；
 - b) 采用气压试验的；
 - c) 设计压力大于或等于 1.6MPa 的。

(4) 对压力容器对接焊接接头进行局部无损检测的规定

① 除《压力容器安全技术监察规程》规定必须进行全部射线或超声检测的对接焊接接头之外的其他压力容器，其对接焊接接头应作局部无损检测。

② 局部无损检测的部位由制造单位检验部门根据实际情况指定。但对所有的焊缝交叉部位以及开孔区将被其他元件覆盖的焊缝部分，必须进行射线检测，拼接封头（不含先成型后组焊的拼接封头）、拼接管板的对接接头必须进行 100% 无损检测，拼接补强圈的对接接头必须进行 100% 超声或射线检测，其合格级别与压力容器壳体相应的对接接头一致。

③ 拼接封头应在成型后进行无损检测，若成型前进行无损检测，则成型后应在圆弧过渡区再作无损检测。

④ 搪玻璃设备上、下接环与夹套组装焊接接头、公称直径小于 250mm 的搪玻璃设备接管焊接接头可免作无损检测，但应按 JB 4708 作焊接工艺评定，编制切实可行的焊接工艺规程，经制造单位技术负责人或总工程师批准后严格执行。上、下接环与筒体连接的焊接接头应作渗漏试验。

⑤ 经过局部射线检测或超声检测的焊接接头，若在检测部位发现超标缺陷时，则应进行不少于该条焊接接头长度 10% 的补充局部检测；如仍不合格，则应对该条焊接接头全部检测。

⑥ 进行局部检测的压力容器，制造单位也应对未检测部分的质量负责。

(5) 对压力容器无损检测所执行的标准和评定合格级别的规定

① 压力容器的无损检测按 JB 4730 现行标准执行。

② 对压力容器对接接头进行全部（100%）或局部（20%）无损检测；当采用射线检测时，其透照质量不应低于 AB 级，合格级别为Ⅲ级，且不允许有未焊透；当采用超声检测时，其合格级别为Ⅱ级。

③ 对 GB 150、GB 151 等标准中规定进行全部 (100%) 无损检测的压力容器、第三类压力容器、焊缝系数取 1.0 的压力容器以及无法进行内外部检验或耐压试验的压力容器, 其对接接头进行全部 (100%) 无损检测; 当采用射线检测时, 其透照质量不应低于 AB 级, 合格级别为 II 级; 当采用超声检测时, 其合格级别为 I 级。

④ 公称直径大于或等于 250mm (或公称直径小于 250mm, 但壁厚大于 28mm) 的压力容器接管对接接头的无损检测比例及合格级别应与压力容器壳体主体焊缝要求相同; 公称直径小于 250mm, 但壁厚小于或等于 28mm 时, 仅作表面无损检测, 其合格级别为 JB 4730 现行标准规定的 I 级。

⑤ 有色金属制压力容器焊接接头的无损检测合格级别、射线透照质量按相应的标准或设计图样规定进行。

(6) 对压力容器对接接头采用射线或超声两种方法检测质量评定的规定

压力容器的对接接头进行全部或局部无损检测, 采用射线或超声两种方法进行时, 均应合格。其质量要求和合格级别, 应按各自合格标准确定。

(7) 对压力容器焊接接头检测方法选择的规定

① 压力容器壁厚小于或等于 38mm, 其对接接头应采用射线检测; 由于结构等原因, 不能采用射线检测时, 允许采用可记录的超声检测。

② 压力容器壁厚大于 38mm (或小于等于 38mm, 但大于 20mm 且使用材料抗拉强度规定值下限大于或等于 540MPa) 时, 其对接接头如采用射线检测, 则每条焊缝还应附加局部超声检测; 如采用超声检测, 则每条焊缝还应附加局部射线检测。无法进行射线或超声检测时, 应采用其他检测方法进行附加局部无损检测。附加局部检测应包括所有的焊缝交叉部位, 附加局部检测的比例为《压力容器安全技术监察规程》第 84 条规定的原无损检测比例的 20%。

③ 对有无损检测要求的角接头、T 型接头, 不能进行射线或超声检测时, 应作 100% 表面检测。

④ 铁磁性材料压力容器的表面检测应优先采用磁粉检测。

⑤ 有色金属制压力容器对接接头应尽量采用射线检测。

(8) 对压力容器表面无损检测的规定

① 钢制压力容器的坡口表面、对接、角接和 T 型接头, 符合《压力容器安全技术监察规程》第 69 条第 2 款条件且使用材料抗拉强度规定值下限大于或等于 540MPa 时, 应按 GB 150、GB 151、GB 12337 等标准的有关规定进行磁粉或渗透检测。检查结果不得有任何裂纹、成排气孔、分层, 并应符合 JB 4730 现行标准中磁粉或渗透检测的缺陷显示痕迹等级评定的 I 级要求。

② 有色金属制压力容器应按相应的标准或设计图样规定进行。

(9) 对现场组装焊接的压力容器焊接接头表面无损检测的规定

现场组装焊接的压力容器, 在耐压试验前, 应按标准规定对现场焊接的接头进行表面无损检测; 在耐压试验后, 应按有关标准规定进行局部表面无损检测, 若发现裂纹等超标缺陷, 则应按标准规定进行补充检测, 若仍不合格, 则应对该焊接接头作全部表面无损检测。

(10) 对用于制造压力容器壳体的碳素钢和低合金钢钢板进行无损检测的规定

① 用于制造压力容器壳体的碳素钢和低合金钢钢板，凡符合下列条件之一的，应逐张进行超声检测：

a) 盛装介质毒性程度为极度、高度危害的压力容器；

b) 盛装介质为液化石油气且硫化氢含量大于 100mg/L 的压力容器；

c) 最高工作压力大于或等于 10MPa 的压力容器；

d) GB 150 第 2 章和附录 C、GB 151、GB 12337 及其他国家标准和行业标准中规定应逐张进行超声检测的钢板；

e) 移动式压力容器。

② 钢板的超声检测应按 JB 4730 现行标准的规定进行。用于本条(10)第 a)、第 b)、第 e)款所述压力容器的钢板合格等级应不低于Ⅱ级；用于本条(10)第 c)款所述容器的钢板合格等级应不低于Ⅲ级，用于本条(10)第 d)款所述压力容器的钢板合格等级应符合 GB 150、GB 151 或 GB 12337 的规定。

(11) 对用钛材制造压力容器受压元件无损检测的规定

① 钛材压力容器封头成型应采用热成型或冷成型后热校型。对成型的钛钢复合板封头，应作超声检测。

② 钛材压力容器的下列焊缝应进行渗透检测：

a) 接管、法兰、补强圈与壳体或封头连接的角焊缝；

b) 换热器管板与管子连接的焊缝；

c) 钛钢复合板的复层焊缝及镶条盖板与复合板复层的搭接焊缝。

(12) 对用镍材制造压力容器受压元件无损检测的规定

① 镍材压力容器封头采用热成型时应严格控制加热温度。对成型的镍钢复合板封头，应作超声检测。

② 镍材压力容器的下列焊缝应进行磁粉或渗透检测：

a) 接管、法兰、补强圈与壳体或封头连接的角焊缝；

b) 换热器管板与管子连接的焊缝；

c) 镍钢复合板的复层焊接接头。

(13) 其他有关无损检测的规定

① 在压力容器上焊接的临时吊耳和拉筋的垫板等，应采用与压力容器壳体相同或在力学性能和焊接性能方面相似的材料，并用相应的焊材及焊接工艺进行焊接。临时吊耳和拉筋的垫板割除后留下的焊疤必须打磨平滑，并按图样规定进行渗透检测或磁粉检测，确保表面无裂纹等缺陷。打磨后的厚度不应小于该部位的设计厚度。

② 不属于《压力容器安全技术监察规程》第 46 条所规定条件的压力容器，因特殊情况不能开设检查孔时，应同时满足以下要求：

a) 对每条纵、环焊缝作 100%无损检测（射线检测或超声检测）。

b) 应在设计图样上注明计算厚度，且在压力容器在用期间或检验时重点进行测厚检查。

c) 相应缩短检验周期。

1.2.2.2 GB 150 标准中的规定

(1) 对压力容器焊接接头无损检测条件的规定

压力容器焊接接头, 经形状尺寸及外观检查合格后, 再进行无损检测。

(2) 对射线和超声检测范围的规定

① 对 A 类和 B 类焊接接头进行 100% 射线或超声检测的规定

GB 150 第 10.8.2.1 条规定, 凡符合下列条件之一的容器及受压元件, 需采用图样规定的方法, 对其 A 类和 B 类焊接接头进行 100% 射线或超声检测。

- a) 钢材厚度 $\delta_s > 30\text{mm}$ 的碳素钢、16MnR;
- b) 钢材厚度 $\delta_s > 25\text{mm}$ 的 15MnVR、20MnMo 和奥氏体不锈钢;
- c) 标准抗拉强度下限值 $\sigma_b \geq 540\text{MPa}$ 的钢材;
- d) 钢材厚度 $\delta_s > 16\text{mm}$ 的 12CrMo、15CrMoR、15CrMo, 其他任意厚度的 Cr-Mo 低合金钢;
- e) 进行气压试验的容器;
- f) 图样注明盛装毒性为极度危害或高度危害介质的容器;
- g) 图样规定须 100% 检测的容器;
- h) 多层包扎压力容器内筒的 A 类焊接接头;
- i) 热套压力容器各单层圆筒的 A 类焊接接头;
- j) 对于上述进行 100% 射线或超声检测的焊接接头, 是否需采用超声或射线检测进行复查, 以及复查的长度, 由设计者在图样上予以规定。

② 对 A 类和 B 类焊接接头进行局部射线或超声检测的规定

GB 150 第 10.8.2.2 条规定, 除本标准第 10.8.2.1 条和第 10.8.2.3 条规定以外的容器, 允许对其 A 类及 B 类焊接接头进行局部射线或超声检测, 检测方法按图样规定; 检测长度不得少于各条焊接接头长度的 20%, 且不小于 250mm。焊缝交叉部位及以下部位应全部检测, 其检测长度可计入局部检测长度之内:

- a) 先拼板后成型的凸形封头上所有拼接接头;
- b) 凡被补强圈、支座、垫板、内件等所覆盖的焊接接头;
- c) 以开孔中心为圆心, 1.5 倍开孔直径为半径的圆中所包容的焊接接头;
- d) 嵌入式接管与圆筒或封头对接连接的焊接接头;
- e) 公称直径不小于 250mm 的接管与长径法兰、接管与接管对接连接的焊接接头。

(3) 对容器直径不超过 800mm 的圆筒与封头的最后一道环向封闭焊缝检测的规定

GB 150 第 10.8.2.3 条规定, 对容器直径不超过 800mm 的圆筒与封头的最后一道环向封闭焊缝, 当采用不带垫板的单面焊对接接头, 且无法进行射线或超声检测时, 允许不进行检测, 但需采用气体保护焊打底。

(4) 对焊接接头表面进行磁粉或渗透检测的规定

凡符合下列条件之一的焊接接头, 需按图样规定的方法, 对其表面进行磁粉或渗透检测:

- ① 凡属 GB 150 第 10.8.2.1c)、d) 条容器上的 C 类和 D 类焊接接头;
- ② 层板材料标准抗拉强度下限值 $\sigma_b \geq 540\text{MPa}$ 的多层包扎压力容器的层板 C 类焊接接头;
- ③ 堆焊表面;

④ 复合钢板的复合层焊接接头；

⑤ 标准抗拉强度下限值 $\sigma_b \geq 540\text{MPa}$ 的材料及 Cr-Mo 低合金钢材经火焰切割的坡口表面，以及该容器的缺陷修磨或补焊处的表面，卡具和拉筋等拆除处的焊痕表面；

⑥ 凡属 GB 150 第 10.8.2.1 条容器上公称直径小于 250mm 的接管与长径法兰、接管与接管对接的焊接接头。

(5) 对焊接接头进行无损检测合格指标的规定

按 JB 4730 现行标准对焊接接头进行射线、超声、磁粉和渗透检测，其合格指标如下。

① 射线检测

a) 若容器及受压元件符合 GB 150 第 10.8.2.1 条的规定，不低于Ⅱ级为合格；

b) 若容器符合 GB 150 第 10.8.2.2 条的规定，不低于Ⅲ级为合格。

② 超声检测

a) 若容器及受压元件符合 GB 150 第 10.8.2.1 条的规定，Ⅰ级为合格；

b) 若容器符合 GB 150 第 10.8.2.2 条的规定，不低于Ⅱ级为合格。

③ 磁粉和渗透检测

Ⅰ级为合格。

(6) 对重复检测的规定

① 经射线或超声检测的焊接接头，如有不允许的缺陷，应在缺陷清除干净后进行补焊，并对该部位采用原检测方法重新检查，直至合格。

② 进行局部检测的焊接接头，发现有不允许的缺陷时，应在该缺陷两端的延伸部位增加检测长度，增加的长度为该焊接接头长度的 10%，且不小于 250mm。若仍有不允许的缺陷时，则对该焊接接头作 100%检测。

③ 磁粉与渗透检测发现的不允许缺陷，应进行修磨及必要的补焊，并对该部位采用原检测方法重新检测，直至合格。

(7) 对于制造压力容器壳体的碳素钢和低合金钢板进行无损检测的规定

用于制造压力容器壳体的下列碳素钢和低合金钢板，应逐张进行超声检测，钢板的超声检测方法和质量等级按 JB 4730 现行标准的规定：

① 厚度大于 30mm 的 20R 和 16MnR，质量等级应不低于Ⅲ级；

② 厚度大于 25mm 的 15MnVR、15MnNbR、18MnMoNbR、13MnNiMoNbR 和 Cr-Mo 钢板，质量等级应不低于Ⅲ级；

③ 厚度大于 20mm 的 16MnDR、15MnNiDR 和 09MnNiDR，质量等级应不低于Ⅲ级；

④ 多层包扎压力容器的内筒钢板，质量等级应不低于Ⅱ级；

⑤ 调质状态供货的钢板，质量等级应不低于Ⅱ级。

(8) GB 150 附录 C 对低温压力容器无损检测的规定

① 附录 C 4.6.1 规定，容器的对接接头（A、B 类接头）凡符合下列条件之一者，应进行 100% 射线检测或超声检测；

a) 容器设计温度低于 -40°C ；

b) 容器设计温度虽高于或等于 -40°C ，但接头厚度大于 25mm；

c) 符合 GB 150 第 10.8.2.1 条和第 10.8.2.2 条规定者。

② 除附录 C 4.6.1 规定者外，允许进行局部无损检测。检查长度不得少于各条焊接接头长度的 50%，且不少于 250mm。

③ 凡符合附录 C 4.6.1 规定进行 100%射线或超声检测的容器，其 T 型接头、对接焊缝、角焊缝，均需作 100%磁粉或渗透检测。受压元件与非受压元件的连接焊缝亦按本要求检查。

1.2.2.3 GB 151 标准中的规定

(1) 焊接接头无损检测的检查要求和评定标准，应根据换热管、壳程不同的设计条件按 GB 150 第 10.8 条的规定和图样要求执行。

(2) 换热管拼接时，对接接头应进行射线检测，抽查数量应不少于接头总数的 10%，且不少于一条，以 JB 4730 现行标准的 III 级为合格；如有一条不合格，应加倍抽查；再出现不合格时，应进行 100%检测。

(3) 拼接管板的对接接头应进行 100%射线或超声检测，按 JB 4730 现行标准射线检测不低于 II 级，或超声检测 I 级为合格。

(4) 堆焊复合管板，基层材料的待堆焊面和复层材料加工后（钻孔前）的表面，应按 JB 4730 现行标准进行表面检测，检测结果不得有裂纹、成排气孔，且不低于 II 级为合格。

(5) GB 151 附录 A 对低温管壳式换热器无损检测的规定如下。

① 附录 A 4.8.1 规定换热器的对接接头（A、B 类接头）凡符合下列条件之一者，应进行 100%射线检测或超声检测：

a) 换热器设计温度低于 -40°C ；

b) 换热器设计温度虽高于或等于 -40°C ，但接头厚度大于 25mm；

c) 符合 GB 150 第 10.8.2.1 条和第 10.8.2.2 条规定者。

② 除附录 A 4.8.1 规定外，允许进行局部无损检测。检查长度不得少于各条焊接接头长度的 50%，且不少于 250mm。

③ 凡符合附录 A 4.8.1 规定进行 100%射线或超声检测的换热器，所有受压元件焊接接头均需作 100%磁粉或渗透检测。受压元件与非受压元件的连接焊缝亦按本要求检查。

1.2.2.4 GB 12337 和 GB 50094 中的规定

见本书第 3.11 节之 4 “球罐的无损检测”。

1.2.2.5 《电力工业锅炉压力容器检验规程》中的规定

(1) 适用范围

本规程适用于额定蒸汽压力大于或等于 3.8MPa、供火力发电用的蒸汽锅炉、火力发电厂热力系统压力容器及主要汽水管道。额定蒸汽压力小于 3.8MPa 的发电锅炉可参照执行。

(2) 安装工地现场检验项目和质量要求

① 汽包、内（外）置式汽水分离器。对焊缝采用超声抽查。抽查比例为：

a) 筒体纵缝 25%、环缝 10%（包括全部 T 型接头）；

b) 集中下降管管座、给水管管座角焊缝 100%；

- c) 其他焊缝 20%;
- d) 重点抽查返修过的部位及人孔加强圈焊缝;
- e) 检查吊耳或支座焊缝表面, 不允许有裂纹、气孔、弧坑、夹渣及深度大于 0.5mm 的咬边。

② 联箱、减温器、汽-汽热交换器、水冷壁进口环形联箱:

a) 每种管座角焊缝至少抽 1 个作磁粉检测, 高温部分联箱角焊缝应抽 10%, 有条件时作射线检测;

b) 手孔管座角焊缝、减温器进水管座角焊缝、内套筒定位螺丝角焊缝作 100%磁粉检测。

③ 受热面。焊缝质量作无损检测抽查。在制造厂已作 100%无损检测的, 则按不同受热面焊缝数量的 0.5%抽查; 采用磨擦焊的焊缝抽检比例为 1%。

④ 锅炉范围内管道、管件、阀门及附件焊缝按不同材质、规格各抽一个焊缝作无损检测。根据管道直径和壁厚确定检测方法。

⑤ 锅水循环泵壳体、法兰进行超声检测抽查。

⑥ 承重部件 (大板梁、钢架、高强螺栓): 大于或等于 M36 的合金钢螺栓作不少于 10%的磁粉检测抽查; 对悬吊汽包的 U 形吊杆及焊缝进行 100%超声检测; 对大板梁角焊缝和对接焊缝作磁粉检测和超声检测抽查, 比例各为 10%; 对钢架角焊缝和对接焊缝作磁粉检测抽查, 比例为 1%。

(3) 锅炉安装质量检验

① 汽包、内 (外) 置式汽水分离器。

安装焊缝作外观检查时应无裂纹、夹渣、气孔、咬边等超标缺陷; 对直径大于或等于 159mm 的对接焊缝抽查 1~2 个, 作超声检测或射线检测复检; 对直径小于 159mm 的管子对接焊缝按 1%比例 (至少 1 个) 作射线检测复检。

② 联箱、减温器、汽-汽热交换器、水冷壁进口环形联箱。对合金钢焊缝作光谱检验时, 射线检测按 0.5%抽查; 对环形联箱弯头进行外观检查时, 应无裂纹、重皮和损伤, 外形尺寸符合设计要求。焊缝质量在 100%外观检查基础上, 作 25%超声检测抽检。

③ 受热面安装焊缝内部质量用射线检测抽查, 比例为 1%。

④ 锅炉范围内管道、管件、阀门及附件合金钢安装焊缝, 对直径大于或等于 159mm 的焊缝抽查 1~2 个, 作超声检测或射线检测; 对直径小于 159mm 的焊缝按 1%比例 (至少 1 个) 抽查, 作射线检测。

(4) 在用锅炉定期检验 (略)

(5) 压力容器安装质量检验

现场检验:

① 安装对接焊缝余高和角焊缝的焊脚尺寸应符合 GB 150 的有关规定, 焊缝表面不得有裂纹, 不应有气孔、弧坑和夹渣等超标缺陷。

② 用射线或超声检测方法抽查安装焊缝内在质量。对属于制造厂性质的现场拼装焊缝, 包括压力式除氧器的除氧头与给水箱的安装焊缝、给水箱筒体和大型扩容器等的现场组装焊缝, 按 20%比例抽查, 其他安装焊缝按 5%比例抽查。

(6) 在役压力容器定期检验 (略)

(7) 压力管道配置质量监控

压力管道配置的制造焊缝质量应符合 DL 5007 的规定。在安装前应进行无损检测抽查，数量可按管道（包括接管座）的品种、管径、壁厚、规格及材质，各抽检 1 根。

(8) 压力管道安装质量检验

检查管道安装焊缝质量：每种规格的管道选焊缝数的 1%~2%，且不少于 1 道焊缝，进行无损检测抽查，检查其内部质量。

(9) 在役压力管道定期检验 (略)

1.3 无损检测质量控制系统的构成

1.3.1 设置组织机构

无损检测组织机构是无损检测质量控制系统有效运行的组织保证。它的设置原则，应根据单位的规模大小而定。对于规模较大的承压设备制造、安装单位，一般应设置独立的无损检测部门，并在部门内设置无损检测技术组。对于规模较小的承压设备制造、安装单位，可不在无损检测部门设置无损检测技术组，而由无损检测专业（射线、超声等）负责人负责各项工作。有的单位将无损检测工作归质量检验部门或检测中心统一管理，是可行的，但不宜归生产部门管辖，更不得将无损检测机构或人员下放生产车间，因为这样做失去了在质量控制方面的约束机制，不利于无损检测质量控制系统的运行。

1.3.2 配备检测人员

1.3.2.1 对无损检测人员的要求

(1) 检测人员资格

① 从事承压设备的原材料、零部件和焊接接头无损检测的人员，应按照《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的要求，取得相应的无损检测资格。

② 无损检测人员资格级别分为Ⅲ(高)级、Ⅱ(中)级和Ⅰ(初)级。取得不同无损检测方法各资格级别的人员，只能从事与该方法和该资格级别相应的无损检测工作，并负相应的技术责任。

③ 从事射线检测的人员上岗前应进行辐射安全知识的培训，并取得放射工作人员证。

(2) 检测人员数量

无损检测人员的数量和持证项目的配备，应符合国家有关法规、规章和安全技术规范的规定。

① 对于委托外单位进行锅炉压力容器无损检测的企业，应按有关规定和锅炉压力容器制造许可级别，配备相应的高、中级无损检测责任人员。

② 对于由本单位负责锅炉压力容器无损检测的企业，配备的无损检测人员数量和持证项目，除符合有关规定外，还必须满足本企业实际产品的检测需要。

(3) 检测责任人员

各级别锅炉压力容器制造许可单位的无损检测责任人员（即无损检测责任工程师），应根据以下基本条件予以配备，并经单位法人代表正式任命。

① 按《锅炉压力容器制造许可条件》的规定，A 级锅炉制造许可单位无损检测责任工程师

(责任人员)应具有 RT 和 UT 高级资格证书,其他各级锅炉制造无损检测责任工程师(责任人员)应具有 RT 中级资格证书; A1 级、C 级压力容器制造许可单位无损检测责任工程师(责任人员)应具有 RT (或 UT、MT、PT) 高级资格证书,其他各级压力容器制造许可单位无损检测责任工程师(责任人员)应具有 RT 和 UT 中级资格证书。

② 熟悉国家有关法规、标准,具有较全面的无损检测专业技术知识,具有能对无损检测质量控制系统的工作进行组织、协调与管理的能力。

③ 无损检测责任工程师应经特种设备安全监察机构委托的机构培训考核合格后持证上岗。并不得在其他单位兼职。

1.3.2.2 无损检测人员的职责与权限

(1) 无损检测责任工程师

无损检测责任工程师是承压设备制造单位无损检测质量控制系统的负责人(或责任人),是在承压设备制造单位质量保证工程师的领导下,建立健全和实施无损检测质量控制系统,对无损检测系统的质量控制、组织管理和技术业务负责。

① 职责:

a) 在保证工程师的领导下,负责检查落实本单位及分包方的检测人员资格、检测设备、检测技术、检测质量和技术管理为主要内容的无损检测工作。

b) 监督检查无损检测系统的质量控制,对无损检测工作质量负全面责任。

c) 贯彻执行承压设备和无损检测有关安全技术规范、标准,参加编制、修订、贯彻本单位质量管理手册有关无损检测的内容及制度。

d) 组织编制、修订并审核无损检测管理文件和技术标准(通用工艺规程和工艺卡),并对其完整性、正确性负责。

e) 负责制订无损检测人员培训计划,提供本单位无损检测持证人员登记表,以便安排无损检测人员取证和复证工作,确保无损检测人员持证上岗。

f) 结合本单位实际组织无损检测人员,认真学习有关安全技术规范、标准和技术业务,不断提高无损检测技术水平和管理水平。

g) 负责做好检测前的技术准备工作,经常深入现场,监督、检查、指导无损检测工作,及时处理检测过程中的技术问题。

h) 审查检测报告及底片,对射线底片的评级和报告的正确性负责。

i) 负责组织检测设备的管理、维护和保养,确保检测设备正常运转。

j) 负责监督、检查射线底片档案的管理工作。

k) 负责监督安全防护措施的实施。

l) 负责对无损检测分包方的资格评价和分包项目质量监督,审查并确认分包方提供的射线底片和各种检测的报告。

② 权限:

a) 有权对无损检测质量控制系统中各方面人员的工作情况进行考核,并提出奖惩意见。

b) 有权拒绝受理不按安全技术规范、标准进行的任何检测活动。

- c) 对检测工件表面和焊接接头外观质量未达到无损检测要求的,有权制止无损检测工作的实施。
- d) 有权与相关部门协同处理产品检测有关的技术问题。
- e) 有权检查本部门各职能人员的工作质量,对不符合检测要求的结果,有复查核实的权力。
- f) 对无损检测部门的建设、安全防护和设备购置等有建议权。

(2) 无损检测人员

① 职责:

a) 根据标准编制无损检测工艺,一般应由 II 级或 III 级人员编制。并对检测工艺的完整性、正确性负责。

b) 按照无损检测工艺进行检测操作,一般应由 I 级或 II 级以上人员担任。并记录检测数据,整理检测资料。

c) 对无损检测结果进行评定,出具无损检测报告,一般应由 II 级或 III 级人员担任。并对评定结果和报告的完整性、正确性负责。

d) 审核或签发无损检测报告,一般应由无损检测责任工程师或 III 级人员担任。并对报告的正确性负责。

② 权限:

- a) 有权对不符合无损检测要求的待检表面,提出重新处理的要求。
- b) 有权对违反有关无损检测安全技术规范、标准和工艺规程的人员及部门提出批评意见。
- c) 有权对无损检测工作提出改进建议。

1.3.3 设置控制环节和控制点

承压设备制造许可单位,应如何设置无损检测质量控制环节和控制点,本书仅以压力容器制造许可单位为例,对其进行详细的描述。对于锅炉等承压设备制造许可单位,可以作为参考。

1.3.3.1 由本单位负责无损检测工作的控制环节和控制点的设置

一般应设置 4 个控制环节(包括接受任务、检测准备、检测实施和报告签发)和 8 个控制点。详见表 1-2。

表 1-2 由本单位负责无损检测质量控制表

控制环节	控制点	控制类别	负责人
接受任务	接受委托	审查点	无损检测 II 级及以上人员
检测准备	人员资格审查	审查点	无损检测责任工程师
	仪器校验	审查点	无损检测 II 级及以上人员
	工艺审查	审查点	无损检测责任师或 III 级人员
检测实施	待检表面复查	检查点	无损检测 I 级、II 级人员
	复验扩探	审查点	无损检测责任工程师
报告签发	报告审查	停止点	无损检测责任工程师
	底片审查	停止点	无损检测责任工程师

1.3.3.2 委托外单位负责无损检测工作的控制环节和控制点的设置

一般应设置 4 个控制环节(包括选择外委单位、检测准备、委托、报告)和 8 个控制点。详

见表 1-3。

表 1-3 由委托单位负责无损检测质量控制表

控制环节	控制点	控制类别	负责人
选择外委单位	资格评价	审查点	无损检测责任工程师和质保师
	协议审批	审查点	无损检测责任工程师和质保师
检测准备	外委工艺卡审查确认	审查点	无损检测责任工程师或Ⅲ级人员
	外委人员资格审查	审查点	无损检测责任工程师或Ⅲ级人员
委托	委托单审查	审查点	无损检测责任工程师或Ⅲ级人员
	复验扩探审查	审查点	无损检测责任工程师或Ⅲ级人员
报告	报告审查确认	停止点	无损检测责任工程师或Ⅲ级人员
	底片审查确认	停止点	无损检测责任工程师或Ⅲ级人员

1.3.3.3 有部分无损检测项目外委的控制环节和控制点的设置

一般应设置 5 个控制环节，包括接受任务、检测准备、检测实施、报告签发和分包。

- (1) 接受任务控制环节设 1 个控制点，即接受委托控制点。
- (2) 无损检测准备控制环节设 3 个控制点，即人员资格审查控制点、仪器校验控制点、工艺审查控制点。
- (3) 无损检测实施控制环节设 2 个控制点，即待检表面复查控制点、复验扩探控制点。
- (4) 报告签发控制环节设 2 个控制点，即报告审查控制点、底片审查控制点。
- (5) 分包控制环节设 3 个控制点，即分包方评价控制点、分包方协议审批控制点、分包项目资料审查确认控制点。

1.3.3.4 接受外单位委托无损检测工作的控制环节和控制点的设置

可按本章第 1.3.3.1 条的规定实施。

1.3.4 检测设备及场地的配备

1.3.4.1 设备条件

无损检测设备应能满足产品检测的需要和《锅炉压力容器制造许可条件》的规定。

(1) 锅炉制造许可单位

① A 级许可单位，由本单位进行无损检测时，应具有完好的与产品相适应的无损检测设备（包括测厚、射线、超声、磁粉、渗透等设备）。

② B 级许可单位，由本单位进行无损检测时，应具有完好的与产品相适应的射线检测设备（其中周向曝光机不少于 1 台）和 1 台超声检测设备。

③ C 级、D 级许可单位，由本单位进行无损检测时，应至少有 1 台完好的与产品相适应的射线检测设备。

(2) 压力容器制造许可单位

① 各级许可单位，由本单位进行无损检测时，应具有完好的与产品相适应的无损检测设备。若单位生产的产品以超声检测方法作为产品验收检验时，应按《压力容器安全技术监察规程》第 86 条的要求，配备具有可记录的超声检测仪。

② 各种检测方法应配备所使用的试块、试片、像质计、观片灯、黑度计及暗室的药液恒温控制装置等。

1.3.4.2 场地条件

(1) 曝光室必须经环保部门检测合格并颁发射线装置工作许可证（放射性同位素工作许可证），并在许可证有效期内从事与射源有关的工作；

(2) 曝光室应设在生产车间且有轨道相连，其面积一般不小于 60m²，且必须与单位经常生产的产品规格相适应，安全防护措施应齐全有效，并配有与产品规格相适应的转运、吊装工艺装备（带有转胎的电动平板车、方便调整检测位置的支架等）；

(3) 暗室应安全可靠、布局合理，工作台面、墙壁、天棚的颜色对胶片必须是安全的，水源应清洁，环境温度应适宜，晾片场所应清洁无灰尘；

(4) 评片室应符合 JB/T 4730—2005 标准的规定。

1.3.5 建立健全必要的管理标准和工艺文件

建立健全必要的管理标准和工艺文件是无损检测质量控制系统有效运行的工作依据，是贯彻落实有关安全技术规范、标准的具体措施。

1.3.5.1 管理标准

无损检测质量控制系统的管理标准，一般应包括无损检测管理规定，无损检测人员培训考核和持证上岗管理规定，无损检测仪器设备的管理规定，无损检测资料管理办法，无损检测设备安全操作规程，无损检测仪器设备事故处理规定，无损检测分包管理规定等。

(1) 无损检测管理规定

本管理规定内容主要包括管理体制、所采用的无损检测方法、无损检测对象、委托手续、无损检测工艺、无损检测程序、无损检测记录和报告、扩探和返修复验、检测校验方法、仪器设备管理、人员培训与考核等。

(2) 无损检测人员培训考核和持证上岗管理规定

本管理规定内容主要包括制定无损检测人员取证、换证培训计划，定期参加国家或省安全监察机构组织的培训考试。对持证人员的业绩应记录存档，定期组织考核，建立检测人员的奖惩规定等。

(3) 无损检测仪器设备的管理规定

本管理规定内容主要包括定人定机管理和设备建档办法、周期检定或校验规定、维修保养与记录等。

(4) 无损检测资料管理办法

本管理办法内容主要包括底片和检测资料的管理，底片的包装、分选装袋，检测资料的填写、收集汇总认可，立卷编目，监检部门确认，存档时间和地点，保管要求和借阅等。

(5) 无损检测设备安全操作规程

本操作规程内容主要包括设备使用安全注意事项、使用维护保养注意事项和 X (γ) 射线防护等。

(6) 无损检测仪器设备事故处理规定

本规定内容主要包括事故呈报、事故分析、事故分类、事故处理等。

(7) 无损检测分包管理规定

本管理规定内容主要包括对分包方的评价、签订分包协议、向发证机构备案、对分包项目质量控制等。

1.3.5.2 工艺文件

无损检测质量控制系统的工艺文件，一般应包括通用工艺文件和专用工艺文件两大类。

(1) 通用工艺文件

无损检测通用工艺文件，均以通用工艺规程的形式编制，一般应包括：

- ① 射线检测工艺规程；
- ② 磁粉检测工艺规程；
- ③ 渗透检测工艺规程；
- ④ 超声检测工艺规程。

(2) 专用工艺文件

无损检测专用工艺文件，均以无损检测工艺卡的形式体现。它是针对某一受检产品的特点，按图样和通用工艺规程及有关标准要求而专门编制的，具有统一性和可操作性。一般应包括：

- ① 射线检测工艺卡；
- ② 磁粉检测工艺卡；
- ③ 渗透检测工艺卡；
- ④ 超声检测工艺卡。

1.4 无损检测质量控制系统的工作程序

1.4.1 无损检测的委托

根据图样或技术文件要求，需检测的材料、零部件或产品，必须经外观质量检查合格后，由生产车间或采购部门填写无损检测委托单，经检查员签章确认并对局部检测的焊接接头指定检测部位后，交无损检测部门进行检测。

无损检测委托单是无损检测人员检测的依据，也是向无损检测人员送达的任务书，必须严肃认真地填写。无损检测人员（或专业负责人）接受委托后要对照检测工艺卡和受检工件认真审查委托单，一旦发现委托有误，应及时向委托部门或人员反馈信息。审查重点包括核对产品编号、名称、台次、委托的检测方法、检测比例、合格级别等是否符合图样、标准及规程要求。对于返修的焊缝，应审查返修部位和次数，返修超过两次时，应有单位技术负责人签字的超次返修审批单。产品的无损检测委托是否正确，责任在委托部门（或人员）和检查员，无损检测人员（或专业负责人）也有责任协助把好委托关。

1.4.2 无损检测的准备

实施无损检测前，应做好充分准备。重点要准备好以下三个方面的工作。

(1) 无损检测人员

凡从事无损检测的人员，必须符合本章第 1.3.2.1 条的要求。

无损检测部门应按检测委托单的要求，委派具有相应资格的人员，按本章第 1.4.3 条的要求进行检测。

(2) 仪器设备校验

无损检测仪器设备应满足产品无损检测的要求，并由 II 级或 II 级以上人员对按本章第 1.3.4.1 条规定对设备进行校验，以保证仪器设备的使用精度，进而保证无损检测质量。

(3) 检测工艺卡的编制

根据受检产品的图样、焊接工艺规程和下料排版图，由 II 级或 II 级以上无损检测人员编制无损检测专用工艺卡，经无损检测责任工程师或 III 级人员审核后交无损检测人员，待接到委托单后按此检测。

1.4.3 无损检测的实施

(1) 对检测表面的要求

凡需进行无损检测的表面质量，应经外观检查合格，方可实施检测。

(2) 对检测表面的复查

接受委托单后，无损检测人员或专业负责人员要按委托单和上述检测表面的要求，对照工件逐一复查，经复查确认无误后，方可进行检测。如有不符合要求的，应及时反馈给检查员或委托部门重新进行处理，合格后再进行检测。

(3) 对被检部位实施检测

如对焊接接头检测，依据委托单规定的检测部位和检测方法，检测人员应按检测工艺规程和工艺卡的要求调试仪器设备，进行检测和评定，记录检测条件、检测结果和绘制检测部位图，并在工件上做好无损检测标记。

(4) 扩探返修和复验

在无损检测过程中，如发现进行局部检测的焊接接头有不允许的缺陷时，应在该缺陷两端的延伸部位增加检测长度，增加的长度不小于该焊接接头长度的 10%，且不小于 250mm。若仍有不允许存在的缺陷时，则对该焊接接头做 100% 检测。对局部检测检出的不允许存在的缺陷部位和 100% 检测检出的缺陷部位，由无损检测部门 II 级或 II 级以上人员开出返修通知单，经检测责任师认可，交检查员或委托部门组织返修。返修后，由检查员对其返修部位的外观质量进行检查合格，在原返修通知单返修检查栏签字，交无损检测部门按原检测方法进行检测。返修部位检测合格后，由 II 级或 II 级以上人员签发该委托检测部位的检测合格通知单，经检测责任师认可，交回委托人或检查员转人下一工序。一种检测方法检测合格是否还需要采用另一种检测方法复验，按图样和标准的规定进行。

1.4.4 检测报告签发

无损检测合格后，由 II 级或 II 级以上人员依据工艺卡检测记录等资料填写无损检测报告，经无损检测责任工程师审核签字后，由无损检测部门将检测报告和有关资料送承压设备监检人员进行确认。监检人员对无损检测结果有怀疑时，有权要求重新评定或复检验证，然后交质量检验部门归人

产品质量档案。

1.5 无损检测质量控制系统的资料管理

按照有关安全技术规范、标准的要求，制造、安装和检测单位必须认真做好无损检测记录、报告，并及时归档。

1.5.1 归档资料的内容

归档资料应包括如下内容：

- (1) 无损检测委托单；
- (2) 无损检测合格通知单；
- (3) 焊缝返修通知单；
- (4) 射线检测焊缝缺陷定位图；
- (5) 焊缝射线检测报告；
- (6) 焊缝射线检测底片评定表；
- (7) 焊缝检测部位示意图；
- (8) 射线检测操作记录；
- (9) 评片记录；
- (10) 焊缝检测结果统计表；
- (11) 焊缝射线检测工艺卡；
- (12) 焊缝超声检测报告；
- (13) 焊缝超声检测评定表；
- (14) 钢板、锻件超声检测报告；
- (15) 磁粉检测报告；
- (16) 渗透检测报告；
- (17) 底片（包括原缺陷底片）；
- (18) 超声检测自动记录等。

1.5.2 归档资料的保管

(1) 对完工的无损检测资料，应由无损检测技术人员或专业负责人员统一整理，经审核后及时转入质量检验部门（或资料室）归入产品质量档案统一保管。

(2) 归档资料保管环境应做到干燥、通风，严防受潮、发霉和损坏。

(3) 对射线底片应隔张包装并标明片号，按顺序排列装袋；原不合格片附返修合格片之后。

1.6 锅炉压力容器制造单位无损检测工作中存在的问题

近年来，在锅炉压力容器制造单位，发现无损检测方面存在不少问题。一般看来，A级单位好于D级单位，大单位好于小单位。现将存在的问题按现行安全技术规范、标准要求进行分析、整理

如下。

1.6.1 检测条件方面存在的问题

1.6.1.1 检测人员方面

(1) 有的单位检测人员资格证过期，没有办延期手续仍从事检测工作。

(2) 有的单位外聘的无损检测人员，虽有当地劳动和社会保障部门签发的劳务合同，但聘用单位未到无损检测人员资格证颁发部门办理资格证单位变更手续。

(3) 有的单位检测项目和检测人员的数量虽然满足《锅炉压力容器制造许可条件》的要求，但不能满足本单位实际检测的需要。

(4) 大部分单位射线检测人员没有取得放射线工作人员证。

(5) 个别单位任命的检测责任人文化程度偏低，工作时间短，只有一项Ⅱ级资格证，难以胜任检测责任人的本职工作。

(6) 有的检测人员责任心不强，无视安全技术规范和标准，胡干乱干。

1.6.1.2 检测设备方面

(1) 有的小单位检测设备数量不能满足检测的要求。

(2) 有的单位对检测仪器设备维护保养差，造成“带病”运转。

1.6.1.3 检测场地（包括曝光室、暗室和评片室）方面

(1) 曝光室

① 有的小单位曝光室狭小，不能满足本单位产品检测的要求。

② 个别单位有较大的曝光室，但远离生产车间，无法将受检工件运到曝光室检测。

③ 个别单位曝光室在厂房外围起一个地方（无上盖），地上铺水泥方块，滚动着工件检测。

④ 有的单位有较大的曝光室，但内部既无吊车，又无检测专用车等辅助设施，绝大部分产品在车间内夜间透照，影响生产进度、检测进度、检测质量，危害人身健康。

⑤ 有的小单位虽有曝光室，但无操作室。

⑥ 有的单位曝光室防护不符合要求，未办理环保部门颁发的放射工作许可证。

⑦ 有些单位曝光室门前无“电离辐射”警告标志，也无警示红灯或警铃。

(2) 暗室

① 大部分单位显影、定影槽无恒温装置，致使底片黑度过高或过低，造成重照。

② 有的小单位暗室使用地下水，水质差；有的无上水和下水，依靠外提水冲片，造成伪像、划伤等。

③ 有的单位暗室墙壁未涂黑绿色，水槽瓷砖用白色，造成反光复照。

④ 有的单位暗室无排风装置，室内潮湿。

(3) 评片室

① 大部分单位评片室与工作室在一起，有的还与操作室在一起。

② 有的单位观片灯亮度低，没有数显式黑度计或虽有但黑度片未按期检定。

1.6.2 管理方面存在的问题

大部分单位无损检测管理标准（规定或制度）不健全，岗位责任不明确，管理不到位；无损检测技术标准、通用工艺规程和产品检测工艺卡不健全，不能正确指导检测工作，无章可循，致使出现下列诸多问题：

- (1) 有的单位返修部位的底片无返修标记，也不扩探。
- (2) 有的单位局部检测发现超标缺陷，先返修，复照时再扩探，无法保证产品质量。
- (3) 有的单位返修片不存档，在报告中也无评定记录，只有“返修合格”字样，无法确认受检品的质量。
- (4) 有的单位采用周向曝光，大部分底片上无产品编号、焊接接头编号和透照日期，易造成混乱。
- (5) 有些单位单壁外透照时，搭接标记不是放在射线源侧，而是放在标记板上或插在暗袋上，置于胶片侧曝光。虽然底片上有搭接标记，但有缺陷时无法准确确定返修部位，对于 100%检测的工件会造成漏检。
- (6) 有些单位像质计置于胶片侧，也不加“F”标记出具报告。
- (7) 有的单位检测报告填写不严肃、不完整，报告随意涂改，报告和审核为同一个人签字。
- (8) 有的单位射线机未制作曝光曲线，造成透照条件不当。
- (9) 有的单位筒节纵向对接接头与焊接试板一齐透照，校圆后易产生缺陷或原有缺陷可能扩展，难以保证工件质量。
- (10) 有的单位焊接接头编号由无损检测部门自行确定，有的整台产品的焊接接头采用大流水编号，同一条焊接接头上的焊接、检查和检测的记录编号不统一。
- (11) 有些单位渗透检测表面不符合检测要求，特别是角接接头表面粗劣，无法保证检测质量。
- (12) 有的单位奥氏体不锈钢焊接接头用渗透检测时，采用普通渗透剂，对氯、氟元素无控制。
- (13) 有些单位冬季（车间温度低于 10℃）渗透检测报告的检测规范仍按标准温度填写，故报告无效。

1.6.3 执行标准方面存在的问题

有些单位检测比例执行率不符合标准或图样要求。

(1) 《压力容器安全技术监察规程》和 GB 150、GB 151 中规定，对于局部检测的产品，下列部位没有或没完全检测：

- ① 在焊接接头或焊接接头附近开孔部位，以开孔中心为圆心，1.5 倍开孔直径为半径圆所包容的焊接接头；
- ② 拼接法兰和补强圈的对接接头；
- ③ 被补强圈、支座、垫板、内件所覆盖的焊接接头等。

(2) 纵向对接接头采用周向 X 射线机用 $f=700\text{mm}$ ，一次照 2 片 ($L_3=250\times 2=500\text{mm}$)，不符合 $L_3\leq f/2$ 即 $K\leq 1.03$ 的要求。

(3) 100%检测规格为 $\phi 700\times 10\text{mm}$ 的环向对接接头，采用单壁外透照，应透照 12 次，仅透照

6次，即一次透照两片（中间加两个搭接标记），评片时切开，实际有效检测比例仅达 50%。

1.6.4 底片质量方面存在的问题

(1) 有的单位射线底片标记不齐全，没有定位标记，识别标记不全，如有的底片掉号，有的工程编号或焊缝编号或片号放错，也没复拍，只用记号笔在底片上修改。

(2) 有的单位射线底片上像质计摆放位置不正确，或没有像质计影像。

(3) 有的单位黑度超标。

(4) 有的单位对焊接接头上及焊接接头两侧飞溅物没有去除，影响底片的正确评定。

(5) 有的单位由于水洗不充分，造成底片存放一段时间后变黄，失去了保存的意义。

(6) 有的单位底片存放环境差，造成底片受潮后粘连。

(7) 有的单位暗室操作不当，造成底片折痕、划痕、水渍、指痕及药膜脱落。

(8) 有的单位由于操作不当或散射线屏蔽不好，致使在底片的较黑背景上出现 B 的较淡影像。也有的单位暗袋后边不放 B 标记，而底片上出现压暗袋磁铁的印记。

思 考 题

1-1 简述无损检测质量控制的重要性。

1-2 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》对锅筒（锅壳）纵向和环向对接焊接接头、封头（管板）、下脚圈的拼接焊接接头以及集箱的纵向对接焊接接头无损检测采用的方法和数量有何规定？

1-3 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》对锅炉炉胆纵向和环向对接焊接接头、回燃室的对接焊接接头及炉胆顶的拼接焊接接头的无损检测方法和数量有何规定？

1-4 《热水锅炉安全技术监察规程》对锅筒的纵向和环向对接焊接接头、封头（管板）的拼接焊接接头以及集箱的纵向对接焊接接头的射线检测数量有何规定？

1-5 锅炉对接焊接接头射线检测应执行什么标准？其合格级别如何规定？

1-6 《压力容器安全技术监察规程》规定，哪些情况的压力容器对接焊接接头必须进行全部射线或超声检测？

1-7 《压力容器安全技术监察规程》对压力容器的对接焊接接头应进行局部无损检测是如何规定的？

1-8 《压力容器安全技术监察规程》对压力容器焊接接头检测方法的选择有何具体要求？

1-9 《压力容器安全技术监察规程》对压力容器表面无损检测有何规定？

1-10 《压力容器安全技术监察规程》对压力容器制造单位做好无损检测原始记录、报告、档案资料的保存有何规定？

1-11 GB 150 标准对 A 类和 B 类焊接接头进行 100%射线或超声检测有何规定？

1-12 GB 150 标准允许对 A 类和 B 类焊接接头进行局部射线或超声检测，检测方法按图样规定，其中对哪些部位应全部检测，其检测长度可计入局部检测长度之内？

1-13 GB 150 标准对重复检测有何规定？

- 1-14 简述无损检测责任工程师的职责与基本条件。
- 1-15 无损检测质量控制系统一般设置几个控制环节？几个控制点？
- 1-16 无损检测质量控制系统应建立健全哪些必要的管理标准和工艺文件？
- 1-17 《锅炉压力容器制造许可条件》对各级锅炉制造单位的无损检测设备的配备有何要求？
- 1-18 《锅炉压力容器制造许可条件》对各级压力容器制造单位的无损检测设备的配备有何要求？
- 1-19 无损检测管理规定包括哪些内容？
- 1-20 无损检测分包管理规定包括哪些内容？
- 1-21 无损检测的委托程序包括哪些内容？
- 1-22 对实施无损检测的表面应预先复查哪些内容？
- 1-23 无损检测资料的归档内容有哪些？
- 1-24 对无损检测归档资料的保管有何要求？

第2章 无损检测管理标准 (程序文件)

2.1 无损检测管理标准 (程序文件) 的编写

2.1.1 无损检测管理标准的编写要求

(1) 无损检测管理标准是无损检测质量控制系统运行的依据, 应与国家有关安全技术规范、标准的要求相一致, 不能与其违背。

(2) 无损检测管理标准, 应按 GB/T 1.1 和 GB/T 15498 规定的格式进行编写。

(3) 无损检测管理标准的内容, 应突出重点, 点面结合, 满足完整性、正确性、协调性、可行性、可操作性和可检查性要求。

(4) 编写时, 应尽量使用定量描述的方法, 做到文字精练、明确、易懂、句子通顺。

(5) 无损检测管理标准结构、格式和表述方法要统一。

2.1.2 无损检测管理标准的编写内容

无损检测管理标准的编写, 一般应包括以下内容: 前言、目的、适用范围、引用文件、定义、符号、缩略语 (如需要)、职责、工作程序 (管理内容及要求)、相关文件、质量记录、附录 (如需要)。

(1) 前言

说明标准编写或修订的依据、代替的标准文件、对前版标准文件变动情况、主要起草人、审核人、批准人及标准归口部门、实施日期、发布次数等。

(2) 目的

概述无损检测管理标准的控制目的、意图, 以简练为好。

(3) 适用范围

概述无损检测管理标准所涉及的范围、工作或活动。

(4) 引用文件

列出管理标准正文中引用的其他上一级安全技术规范、标准和文件。

(5) 定义、符号、缩略语

对在管理标准中出现的所有术语做定义, 对在管理标准中出现的所有符号、缩略语做解释, 以免造成误解。

(6) 职责

列出有关部门及人员在管理标准规定的质量管理活动中, 应负有的职责和权限。

(7) 工作程序 (管理内容及要求)

这是管理标准的主体, 按质量活动的逻辑顺序一步步列出并详细描述, 如: 开展各项活动和过程的细节; 说明每项活动的实施条件、准备工作、执行步骤和方法; 规定应做的事 (WHAT)、为什

么做 (WHY)、谁来做 (WHO)、何时做 (WHEN)、何地做 (WHERE)、如何做 (HOW), 即具体的实施方法和步骤 (以上简称“5W1H”); 所采用的设备及材料、引用的文件及人员资格要求等; 说明如何进行控制; 说明应保留的表格、报告等。必要时辅以流程图表。

(8) 相关文件

将开展该项质量管理活动所涉及的其他管理标准、质量文件、引用的操作规程等在此一一列出。

(9) 质量记录

将本管理标准在执行过程中产生和使用的有关记录、报告、表格在此一一列出, 为无损检测质量控制系统的有效运行提供证据。

(10) 附录

- ① 规范性附录: 为可选要素, 它给出标准正文的附加条款。
- ② 资料性附录: 为可选要素, 它给出使用标准时起辅助作用的附加信息。如:
 - a) 表格的空白格式附在正文后面 (如需要);
 - b) 更改记录。

2.1.3 无损检测管理标准 (程序文件) 的编写格式

(1) 版面

版面大小, 一般采用 A4 纸。

(2) 封面

封面内容含有单位名称、文件编号、标准名称、受控状态、版号、发放编号、发布日期、实施日期等, 见表 2-1。

(3) 表头

表头一般含有无损检测管理标准名称和编号、版号、更改状态、总页数和页次。管理标准可能由多页构成, 每页都应有表头, 以便更改时采用换页方式, 见表 2-2。

表 2-1 无损检测管理标准 (程序文件) 封面

xxxx厂 (公司) 企业标准	
QB/HJxx. xx-xxxx	

标准名称	
受控状态:	
版 号:	
发放编号:	
xxx-xx-xx发布 xxx-xx-xx实施	

xxx厂 (公司) 发布	

表 2-2 无损检测管理标准每页表头

xxx厂 (公司) 质量体系文件	编 号	QB/HJxx. xx-xxxx		
标 准 名 称	版 号		更改状态	
	共 x 页		第 x 页	

(4) 更改记录

更改记录的格式, 见表 2-3。

表 2-3 无损检测管理标准更改记录

更改单号	更改日期	更改页码	更改条款	更改人	审核人	批准人

2.2 无损检测管理标准的编写实例

为指导编写无损检测管理标准, 现将某单位的《无损检测管理规定》提供给读者参考。

1 目的

对无损检测过程进行管理, 确保锅炉、压力容器产品的无损检测质量。

2 适用范围

本规定适用于本厂 (公司) 对锅炉、压力容器所用材料、锻件和产品焊接接头无损检测的质量评定与控制。

3 引用文件

国家质量监督检验检疫总局颁发的《蒸汽锅炉安全技术监察规程》

国家质量监督检验检疫总局颁发的《热水锅炉安全技术监察规程》

国家质量监督检验检疫总局颁发的《压力容器安全技术监察规程》

GB 150—1998 钢制压力容器

GB 151—1999 管壳式换热器

本厂 (公司) 《质量保证手册》

4 定义、符号、缩略语

采用《质量保证手册》中的定义、符号和缩略语。

5 职责

5.1 无损检测部门负责全厂 (公司) 的无损检测及其管理工作, 并对出具的无损检测报告的

正确性负责。

5.2 质量检验部门负责无损检测前的被检部位表面质量的检验和监督，保证待检部位表面质量。

5.3 车间（分厂）负责填写无损检测委托单，对填写委托单内容的正确性和及时性负责。

6 管理内容及要求

6.1 人员资格

6.1.1 从事无损检测的人员必须经过培训，按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的要求，理论和操作技能考试合格，取得相应的技术资格证书。

6.1.2 无损检测人员按技术等级分为Ⅲ（高）级、Ⅱ（中）级和Ⅰ（初）级。取得不同无损检测方法的各技术等级人员，只能从事与该等级相应的无损检测工作。

6.1.3 Ⅰ级人员可在Ⅱ级或Ⅲ级人员指导下进行无损检测操作，记录检测数据，整理检测资料。

6.1.4 Ⅱ级人员可编制一般的无损检测程序，按照无损检测工艺规程或在Ⅲ级人员指导下编制工艺卡，并按无损检测工艺独立进行检测操作，评定检测结果，出具检测报告。

6.1.5 Ⅲ级人员可根据标准编制无损检测工艺，审核或签发检测报告，协调Ⅱ级人员对检测结论的技术争议。

6.1.6 无损检测责任工程师

无损检测责任工程师的任职资格及职责，按本书第 1.3.2.1(3) 条和第 1.3.2.2(1) 条的规定。

6.1.7 无损检测人员资格及培训考核计划，由无损检测部门提出，经质量保证工程师批准后，由主管职工教育部门组织实施和资格培训的申报工作。

6.2 无损检测工艺编制

6.2.1 无损检测（RT、UT、MT、PT）通用工艺规程由具有各相关项目的Ⅲ级人员编制，应符合有关安全技术规范、标准的要求，经无损检测责任工程师审核，总工程师批准后颁布执行。无损检测通用工艺规程的修改，应由相关专业人员负责，并经无损检测责任工程师审核，总工程师批准。

6.2.2 无损检测工艺卡由Ⅲ级或Ⅱ级无损检测人员编制，经无损检测责任工程师审核后，交无损检测人员作为无损检测工作的依据。

6.3 无损检测工作程序

6.3.1 受检部位的表面制备

受检部位的表面状态，直接影响检测结果的准确性，委托单位必须按相应检测方法作如下制备。

6.3.1.1 射线检测

(1) 同一条焊缝的余高在标准允许范围内应均匀，以保证底片黑度处于标准规定范围内。

(2) 距焊缝中心各 40mm 范围内的焊疤、飞溅、成形粗糙及表面缺陷等应修磨。

(3) 焊缝及热影响区的表面质量 (包括余高高度) 应经检查员检查合格, 并经检测人员认可。

6.3.1.2 渗透检测

受检表面 (对于焊缝距焊缝边缘至少 50mm 范围内) 应满足下列条件:

- (1) 任何的凸凹不平、焊渣、飞溅等必须处理到不掩盖和干扰缺陷显示和评定为度。
- (2) 必须清除表面的油污、锈蚀等。
- (3) 表面可以打磨或机加工制备, 但禁止使用喷砂或喷丸, 以防堵塞缺陷开口。
- (4) 局部检测时, 表面制备的范围应从检测部位四周向外扩展至少 25mm。
- (5) 被检表面经检查员和检测人员认可。

6.3.1.3 磁粉检测

(1) 若被检表面凸凹不平, 以致遮盖 (影响) 缺陷显示时, 应通过磨削或机加工来制备。

(2) 若被检面为焊缝, 其两侧各 100mm 范围内不得有松散的锈蚀、氧化皮、飞溅、油污或其他妨碍检测的物品。

6.3.1.4 超声检测

(1) 锻件: 原则上应在最终热处理后、粗加工前进行超声检测。检测表面粗糙度 $R_a \leq 6.3\mu\text{m}$ 。检测面应无氧化皮、漆皮、污物等。

(2) 钢板和管子: 清除影响检测的氧化皮、锈蚀和油污等。

(3) 焊缝: 清除探头移动区的飞溅、焊疤、焊渣和锈蚀, 深坑 (咬边) 应补焊且打磨平滑, 并露出金属光泽。焊缝表面不得有宏观缺陷。

6.3.2 检测阶段

检测阶段是保证检测质量的重要环节, 委托单位应按下列程序进行委托。

(1) 焊缝检测

① 射线或超声检测

- a) 筒节 (包括短节和大小口): 应在组焊校圆后进行。
- b) 拼焊整体封头: 必要时在成型前先进行超声检测。热作成型齐边后进行射线检测。
- c) 环缝: 分段或整台进行, 但法兰与短节、接管的对接焊缝应单独进行, 合格后组对。
- d) 容器焊缝必检部位的检测。

对于局部检测的容器, 如必须在焊缝上或附近开孔, 应以开孔中心为圆心, 1.5 倍开孔直径为半径所包容的焊缝及被补强圈、支座、垫板、内件等所覆盖的焊缝, 应在组对前画好位置委托 100% 检测, 以防漏检或影响生产进度。

② 表面检测

除球形容器外, MT 或 PT 检测应在退火处理前进行; 有 RT 或 UT 检测要求的工件, 应在 RT 或 UT 检测合格后进行。

③ 有裂纹倾向的材料作上述检测时, 应在焊后 24h 之后进行; 有再热裂纹倾向的材料应在热处理之后再增加一次检测。

(2) 锻件 (包括板材、管材) 的检测

① UT 检测按粗加工工艺图, 在形状最简单时进行。PT 或 MT 以成品热处理后的检测结果为准。

② 板材和管材的 UT 检测应在进厂后投料前进行。

6.3.3 无损检测的委托

6.3.3.1 受检件 (含焊接试板和工艺评定试板等) 在满足本规定第 6.3.1 条和第 6.3.2 条要求的情况下, 由委托单位 (人) 填写无损检测委托单, 经检查员签章确认, 并对局部检测的焊接接头指定检测部位后, 送交无损检测技术组。

6.3.3.2 返修部件的委托, 委托人员用原焊缝返修通知单, 经检查员认可后, 即可作为返修部件的委托单。超次返修, 委托人应填写焊缝超次返修卡, 经主管技术负责人批准, 送交无损检测技术组。

6.3.4 检测前的复查校对

检测前的复查校对是减少错误, 防止张冠李戴的重要措施。

6.3.4.1 无损检测委托单是检测、评定和出具报告的依据, 委托人须按辽 A5-1 表填写。

6.3.4.2 初评人对照无损检测工艺卡和焊接工艺核对委托单的内容及超次返修审批手续等无误后, 送交无损检测部门检测。

6.3.4.3 无损检测部门 I、II 级检测人员依据委托单, 对照工件并核对产品编号、焊缝编号、台节号、返修次数等无误后方可检测。

6.3.4.4 发现不符情况及时向委托人反馈处理。

6.3.5 无损检测的实施

6.3.5.1 焊缝射线检测

由 I、II 级检测人员按《焊缝射线检测规程》和焊缝射线检测工艺卡进行, 并按《压力容器对接接头作无损检测标记的规定》作无损检测部位钢印标记。

6.3.5.2 表面检测

(1) 渗透检测

① 由 I、II 级检测人员按《渗透检测规程》和渗透检测工艺卡进行。

② 当工件表面温度为非标准温度时, 应按标准要求做对比试验, 以确定检测工艺参数。

(2) 磁粉检测

由 I、II 级人员按《磁粉检测规程》和磁粉检测工艺卡进行。

6.3.5.3 超声检测

(1) 由持证的 II 级或 III 级人员进行检测。

(2) 按《超声检测规程》和超声检测工艺卡进行。

6.3.5.4 局部射线或超声检测的焊缝有超标缺陷时, 应在缺陷延伸方向的两端作补充检测, 检测长度不小于该条焊缝长度的 10%, 若仍不合格, 则该条焊缝应作 100% 检测。

6.3.5.5 使用仪器设备时, 应严格按设备操作规程进行。

6.3.6 检测部位图的绘制

由 I、II 级人员按《绘制压力容器对接接头检测部位图的规定》进行。

6.3.7 检测记录

6.3.7.1 由 I、II 级人员按辽 C5-8 表等操作记录的格式填写。

6.3.7.2 评定记录由 II 级人员按辽 5-9 表等评片记录填写。

6.3.8 胶片的暗室处理

胶片的切装、存放和冲洗由 I、II 级人员按《暗室安全操作规程》的规定进行。

6.3.9 底片的评定、审查和包片

底片的评定审查,由无损检测技术组的具有射线 II 级或 II 级以上资格的检测人员进行。

6.3.9.1 初评

初评人员应经常深入检测现场,指导检测操作,及时处理复照片和扩探事宜;检查底片质量,评定底片;填写评片记录。

6.3.9.2 复评

复评人员应复评底片,审查评片记录,绘制焊缝返修定位图,经审查后签发焊缝返修通知单和焊缝射线检测合格通知单,经检测责任师认可并返还给委托单位(人)。有复照片或扩探时,待得出结论后签发返修或合格通知单。

6.3.9.3 包片

由包片人进行。每袋底片中的合格片按由小到大的顺序隔一片包一片,不合格原片附返修合格片之后存放。

6.3.10 无损检测报告的整理、审查及资料、底片的归档

6.3.10.1 压力容器焊缝

(1) 检测资料的整理

① 由无损检测技术组的 II 级人员进行。

② 对照工艺卡完善检测部位图,当 C、D 类焊缝有检测项目时,应在部位图上补上焊缝代号。

③ 依据部位图查找底片袋、操作记录、评片记录、委托单和返修通知单等,经查实检测项目及资料齐全无误、底片合格后交报告整理人。

(2) 报告资料的整理

① 报告整理人员按辽 A5-5 表、辽 A5-15 表、辽 A5-16 表等报告格式统一打印。若为手工填写,文字要工整,不准涂改。

② 整理出的整台产品的各项报告和检测部位图一起装订,经 II 级无损检测人员认可,检测责任师审查签字。

③ 底片、报告须经特种设备监检人员认可。

④ 报告、底片和委托单等一并转检验部门(或资料室)存档,保存时间不少于 7 年。

6.3.10.2 板材、锻件及外协件的检测或复验:经检测合格后由 II 级人员签发报告,检测责任

师审查签字后送交委托人，按相关规定或要求存档。

6.4 无损检测设备管理

6.4.1 无损检测设备应满足《锅炉压力容器制造许可条件》及本厂（公司）检测的要求。

6.4.2 为满足本厂（公司）检测要求，新增设备由检测责任师提出，经主管领导批准后由厂（公司）有关部门统一购置。

6.4.3 检测设备的使用和保管，应由无损检测室明确专人负责。

6.4.4 检测设备的操作按操作规程进行，出现异常情况应立即停止运转，不能排除故障时，报检测责任师找专人或专业修理单位修理。

6.4.5 逐台建立设备档案，完整保存设备使用说明书及有关资料，详细记载修理日期、故障以及器件更换状况。

6.4.6 检测设备要定期检定或校验，不合格设备禁止使用。

6.4.7 做好仪器设备日常的维护保养工作。

7 相关文件

《不合格品的管理规定》

《焊缝返修管理规定》

《质量检验管理规定》

《射线检测工艺规程》

《超声检测工艺规程》

《渗透检测工艺规程》

《磁粉检测工艺规程》

8 记录

无损检测委托单 (辽 A5-1 表)

焊缝射线检测合格通知单 (辽 C5-2 表)

焊缝返修通知单 (辽 B5-3 表)

焊缝超次返修卡 (辽 A6-5.3 表)

焊缝射线检测报告 (辽 A5-5 表)

焊缝超声检测报告 (辽 A5-12 表)

钢板、锻件超声检测报告 (辽 A5-14 表)

磁粉检测报告 (辽 A5-15 表)

渗透检测报告 (辽 A5-16 表)

第3章 无损检测通用工艺

无损检测工艺规程是按本单位的受检对象，依据现行检测标准，合理地选择设备器材和方法，在满足安全技术规范和标准要求的情况下，正确完成检测工作的书面文件，并作为质保手册的支持性文件，是本单位检测工作必须遵循的技术性文件，以保证检测工作的统一性和可靠性。

无损检测工艺规程由通用工艺规程和专用工艺规程两部分组成。通用工艺规程也称工艺规程或规程，它是本单位检测范围内通用的技术规则。一般由无损检测Ⅲ级人员编制，另一Ⅲ级人员（无损检测责任工程师）审核，单位总工程师或质保工程师批准。专用工艺规程也称工艺卡，它是针对本单位某一具体检测对象，按合同要求编制的特殊技术规则，其参数规定得更为具体，它是对通用工艺规程的补充。一般由Ⅱ级人员编制，无损检测责任师审核。

本章以压力容器为例，讲述通用工艺规程的编制（专用工艺规程的编制见第4章）。

3.1 通用工艺规程的编制

3.1.1 通用工艺规程编制的原则

通用工艺规程依据本单位现行无损检测标准编制，适用于本单位检测要求，满足相关安全技术规范、标准要求。

压力容器产品应按 JB/T 4730 编制，覆盖本单位该类产品的检测范围，满足 GB 150、GB 151、GB 12337、《压力容器安全技术监察规程》等相关安全技术规范、标准要求。

(1) 依据 JB/T 4730 编制

通用工艺规程对检测设备、器材和材料的要求，检测方法、检测技术、质量分级等应按 JB/T 4730 编制。

(2) 满足安全技术规范和标准要求

通用工艺规程使用检测标准、检测人员资格证的认可、检测质量级别的确定、产品检测比例、局部检测必检部位的规定、扩检方法、合格级别、检测时机、压力容器接管对接接头的检测方法界定及射线允许Ⅲ级合格，但不允许有未焊透等，均应满足《压力容器安全技术监察规程》、GB 150、GB 151 和 GB 12337 等要求。这些内容有的在通用工艺中编入，有的体现在工艺规程的补充件——工艺卡中。

(3) 要针对本单位产品的特点和检测要求编写，重点要突出

① 射线检测：若工厂需检测的钢制对接接头透照厚度小于或等于 100mm，能量最大的 X 射线机是 3005 型， γ 射线源为 ^{192}Ir ，那么，工艺规程适用钢的透照厚度范围应是 2~100mm。压力容器要求的射线检测技术级别为 AB 级，所以 A 级和 B 级就没有必要编入。若不生产铝、钛产品，也没有必要将其编写进去。

② 超声检测：若本厂仅检测钢制焊接接头、钢板和锻件，则 JB/T 4730.3 中其他超声检测方法可以不写。若薄板对接接头使用射线检测，则对薄板超声波检测厚度范围的下限可提高。

③ 渗透检测：若本厂仅采用水洗型和溶剂去除型着色检测方法，则 JB/T 4730.5 中后乳化型及荧光检测方法均可不写。

④ 磁粉检测：若本厂仅用手提式磁轭和交叉磁轭式磁力探伤机检测焊接接头，则 JB/T 4730.4 中轴向通电法、中心导体法和触头法等均可不写。

3.1.2 通用工艺规程编制要求及注意事项

(1) 通用工艺规程的基本结构

- ① 主题内容和适用范围；
- ② 规范性引用文件；
- ③ 检测人员资格；
- ④ 设备、器材和材料；
- ⑤ 受检表面的制备；
- ⑥ 检测时机；
- ⑦ 检测技术；
- ⑧ 检测结果的评定和质量分级；
- ⑨ 记录、报告和资料存档。

由于各种检测方法都有其特殊性，因此编制时可适度增减。如射线检测，应增加防护和暗室处理部分；超声检测，为减少重复可将几种检测方法统一编入一个规程中，其结构也应有所变化。

(2) 通用工艺规程的内容及参照标准

- ① 射线检测见本章 3.2 节；
- ② 磁粉检测见本章 3.4 节；
- ③ 渗透检测见本章 3.6 节；
- ④ 超声检测见本章 3.8 节。

(3) 工艺规程的编写

工艺规程的编写，应按 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》规定的格式进行。版面、封面和表头可采用程序文件的格式，也可以采用下列简化格式。

① 版面：一般采用 A4 纸。

② 封面：封面应含有企业名称、规程名称、规程编号、编制人、审核人、批准人、发布日期和实施日期等，见表 3-1。

③ 表头：首页表头含有企业名称、规程名称和规程编号等，见表 3-2。

(4) 通用工艺规程中，对于准备、检测、评定和认可的每一步都应指出由谁去做（检测责任师，Ⅲ、Ⅱ或Ⅰ级人员），什么时机做，使用什么设备，按什么标准做，由谁认可。

(5) JB/T 4730 标准中需要确认的检测参数，应事先经过试验验证，然后写入规程中。如渗透检测，当工件温度高于或低于标准温度范围，应事先进行对比试验，将其参数写入工艺规程。做到有

表 3-1 工艺规程 (封面)

<p>× × × × 公司 (厂)</p> <p style="text-align: right;">XXXX-XX</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p>× × × 工艺规程</p> <p>编制 _____</p> <p>审核 _____</p> <p>批准 _____</p> <p style="text-align: center;">× × ×-× × 发布 × × ×-× × 实施</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p style="text-align: center;">× × × × 公司 (厂) 发布</p>
--

表 3-2 工艺规程 (表头)

<p>× × × × 公司 (厂)</p> <p>× × × 工艺规程</p> <p style="text-align: right;">XXXX-XX</p>

据可查，也便于编制工艺卡和操作。

(6) 工艺规程的编写，要求文字简练明了、简单易行，经常使用而计算又较复杂的参数值，尽可能采用图或表的形式代替，使其更具有可操作性。

① 如射线检测环向对接接头时，需要满足 $K \leq 1.1$ 的要求，按照本厂通常采用的母材公称厚度，根据透照方法、焦距 (F) 和胶片长度，事先计算出环向对接接头不同焦距单壁内透照、外透照和双壁单影法等的工作外径 (D_0) 与透照次数 (N) 的关系，工件外径与一次透照长度 (L_0) 的关系，绘制成图或表，编入工艺规程中。这样，在编制工艺卡或者使用时既方便又直观。

② 如压制成形的椭圆形封头，拼接接头属于纵向对接接头， $K \leq 1.03$ 。采用周向 X 光机或 ^{60}Co γ 源三次内曝光法，其参数计算繁琐。若事先计算好，绘成图，写入规程，这对于编写工艺卡和现场检测极为方便。

(7) 工艺规程编制过程中可以采用本厂行之有效的一些做法，使各项检测工作标准化。

① 如射线检测的搭接标记在 JB/T 4730 中是用“↑”来表示。当用单向 X 射线机 100% 检测某

一条对接接头时，有些工厂是用塑料板上插入搭接标记和其他标记的方法，但由于操作者对工件上片号之间距离控制不准，虽然搭接标记放于射线源侧，每张底片上也有搭接标记，仍会出现漏检。有些单位自制一种标记带，用数字来表示搭接标记，又表示片号。这种标记方法简单方便，又不漏检。

② JB/T 4730 未规定检测部位作永久标记，从返修定位和检测管理的需要，有的单位编制了“压力容器对接接头作无损检测标记的规定”。为解决检测报告中检测部位图的一致性问题，编制了“绘制压力容器对接接头检测部位图的规定”。对于球罐，编制了“球罐布片图的绘制及现场作无损检测标记的规定”；对胶片的切装保管和暗室处理等，编制了“暗室安全操作规程”。作为资料性附录附于规程之后，使其有章可循。

(8) 规程中的某一项技术要求需要展开说明的，可采用附录形式编入，如本书附录 A~附录 G。

(9) 通用工艺规程的编制人员必须熟悉现行检测标准和相关的安全技术规范，结合本单位的检测实际来编写，使其更具有可操作性。

(10) 不得将管理制度、操作规程等与工艺规程无关的内容写入正文。

(11) 通用工艺规程要具有完整性。因此，一些关键的数据和指标应明确写入本规程，以供检测人员使用，禁止引用某标准章节的数据和图表等。

3.2 射线检测通用工艺规程的编制

射线检测通用工艺规程编制要点及参照标准如下。

3.2.1 主题内容和适用范围

(1) 主题内容

系指工艺规程主要包括的检测对象、方法、人员资格、所用器材、检测工艺技术和质量分级等。

(2) 适用范围

- ① 适用范围内材质、规格、检测方法及不适用范围。
- ② 依据何标准编制，满足何安全技术规范、标准要求。
- ③ 明确通用工艺规程与工艺卡的关系及工艺卡应由谁编制。

3.2.2 规范性引用文件

引用的标准代号均应列入，并注明标准全称。

3.2.3 检测人员

参照 JB/T 4730.1 第 5.3 条和 JB/T 4730.2 第 3.1 条。

3.2.4 防护

参照 JB/T 4730.2 第 3.9 条。

3.2.5 设备、器材和材料

(1) 射线源和能量的选择

① 使用设备一览表,明确探伤机产地、型号、焦点尺寸、透照厚度范围等。

② 允许使用的最高管电压、 γ 射线透照范围及管子透照允许的最小透照厚度等,参照 JB/T 4730.2 第 4.2 条。

(2) 像质计、像质计灵敏度及使用

参照 JB/T 4730.2 第 3.6 条、第 4.11.3 条和第 4.7 条。

(3) 胶片和增感屏

① 胶片选用参照 JB/T 4730.2 第 3.2 条。

② 增感屏:参照 JB/T 4730.2 第 3.5 条。当仅用射线作周向曝光时,前后屏可相等,以防底片搭接处黑度过低。

(4) B 标记

用途、尺寸、放置及鉴别底片质量等,参照 JB/T 4730.2 第 4.6 条的规定。

(5) 识别系统

定位标记、识别标记等,参照 JB/T 4730.2 第 4.8 条和本单位具体情况而定。

(6) 观片灯和评片室

参照 JB/T 4730.2 第 3.4 条和第 4.10 条。

(7) 黑度计和比较黑度片

列出黑度计型号,其精度应小于或等于 0.05,比较黑度片的黑度值,至少每两年应经国家计量部门检定一次。

(8) 显影剂

符合胶片厂使用说明书要求。

3.2.6 受检表面的制备和检测时机

参照 JB/T 4730.2 第 3.7 条的规定编写。

3.2.7 检测技术

(1) 几何条件

应同时满足几何不清晰度 U_g 和 K 值要求。对于环缝内透照重点要考虑满足 U_g 要求,外透照重点要考虑满足该检测技术等级 K 值要求。参照 JB/T 4730.2 第 4.1.3 条和第 4.3 条的规定。

(2) 透照技术

① 单壁透照(纵缝透照、周向透照、单壁内透照和单壁外透照等);

② 双壁单影透照;

③ 双壁双影透照。

每种透照方式应考虑的内容包括:

① 能量的选择;

② 胶片、像质计的选择和标记的放置;

③ 搭接标记的位置;

④ 像质计的选用、数量和放置;

- ⑤ 一次透照长度和透照片数计算式或图示；
- ⑥ 焦距和胶片规格的选择、散射线的屏蔽等。

(3) 曝光条件

按 JB/T 4730.2 第 4.4 条和第 4.5 条编写。

3.2.8 暗室处理

(1) 胶片的切装与保管

参照教材及相关内容编写。

(2) 暗室处理

- ① 手工冲洗规程参照 JB 4730 附录 N 和实践编写。
- ② 自动洗片机冲洗规程，按洗片机使用说明书编写。

3.2.9 底片的评定

(1) 评定者的资格

Ⅱ级或Ⅲ级射线检测人员。

(2) 底片质量

参照 JB/T 4730.2 第 4.11 条的规定编写。

3.2.10 钢对接接头质量分级

参照 JB/T 4730.2 第 5.1 条的规定编写。压力容器上管子对接接头的根部内凹和根部咬边可参照 JB/T 4730.2 表 23 评级。

3.2.11 记录、报告和资料保管

参照 JB/T 4730.2 第 7 章。

3.3 钢制压力容器对接接头射线检测规程编制实例

× × × 厂 (公司)

钢制压力容器对接接头射线检测规程

XXXX—XXXX

1 主题内容与适用范围

1.1 本规程规定了钢制压力容器对接接头射线检测人员应具备的资格、所用设备器材、检测工艺和质量分级等。

1.2 本规程依据 JB/T 4730.2 的要求编写。适用于公称厚度 T 为 2~100mm 钢制压力容器对接接头 X 射线和 γ 射线 AB 级检测技术。满足《压力容器安全技术监察规程》、GB 150 和 GB 12337 等标准规范要求。

1.3 检测工艺卡是本规程的补充，由Ⅱ级人员按合同要求及本规程编写，其参数规定得更具体。

2 规范性引用文件

JB/T 4730.1—2005	承压设备无损检测 第1部分：通用要求
JB/T 4730.2—2005	承压设备无损检测 第2部分：射线检测
GB 150—1998	钢制压力容器
GB 12337—1998	钢制球形储罐
JB/T 7902—1999	线型像质计
GB 11533—1989	标准对数视力表
GB 16357—1996	工业 X 射线探伤放射卫生防护标准
GB 18465—2001	工业 γ 射线探伤放射卫生防护要求
GB 18871—2002	电离辐射防护及辐射源安全基本标准
GB/T 19384.1—2003	无损检测 工业射线照相胶片 第1部分：工业射线胶片系统的分类
HB 7684—2000	射线照相用线型像质计

3 检测人员

3.1 检测人员必须经过技术培训，按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》取得与其工作相适应的资格证书，并负相应的技术责任。

3.2 从事射线检测人员上岗前应进行辐射安全知识的培训，并取得放射工作人员证。

3.3 射线检测人员未经矫正或经矫正的近（距）视力和远（距）视力应不低于 5.0（小数记录值为 1.0），测试方法应符合 GB 11533 的规定。从事评片的人员应每年检查一次视力。

4 辐射防护

4.1 放射卫生防护应符合 GB 18871、GB 16357 和 GB 18465 的有关规定。

4.2 现场进行 X 射线检测时，应按 GB 16357 的规定划定控制区和管理区、设置警告标志。检测工作人员应佩戴个人剂量计，并携带剂量报警仪。

4.3 现场进行 γ 射线检测时，应按 GB 18465 的规定划定控制区和监督区、设置警告标志，检测作业时，应围绕控制区边界测定辐射水平。检测工作人员应佩戴个人剂量计，并携带剂量报警仪。

5 设备、器材和材料

5.1 射线源和能量的选择

5.1.1 现使用设备见表 3-3。

5.1.2 透照厚度 W 不同的钢制压力容器时，允许使用的最高管电压应控制在图 3-1 曲线 2 的范围内。

对截面厚度变化大的承压设备，在保证灵敏度要求的前提下，允许采用超过图 3-1 曲线 2 规定的 X 射线管电压，但管电压增量不应超过 50kV。

表 3-3 射线检测使用设备表

制造厂	型号	有效焦点尺寸 (mm)	透照厚度 W 范围 (mm)	备注
丹东	XXQ-2505	2.0×2.0	7~32	
丹东	XXH-2505	1.0×2.4	7~30	周向
丹东	XXH-3005	1.0×2.5	10~43	周向
丹东	XXQ-3005	2.5×2.5	10~45	
理学	RF300EG-S ₂	2.5×2.5	10~45	
四川	TS-1A (¹⁹² Ir)	φ3.0×3.0	20*~100	

注：(1) 采用源在内中心透照方式，在保证像质计灵敏度达到要求的前提下，允许 ¹⁹²Ir γ 射线小透照厚度为 10mm。
 (2) 采用其他透照方式，在采取有效补偿措施并保证像质计灵敏度达到要求的前提下，经合同各方同意，¹⁹²Ir 源的最小透照厚度可降至 10mm。

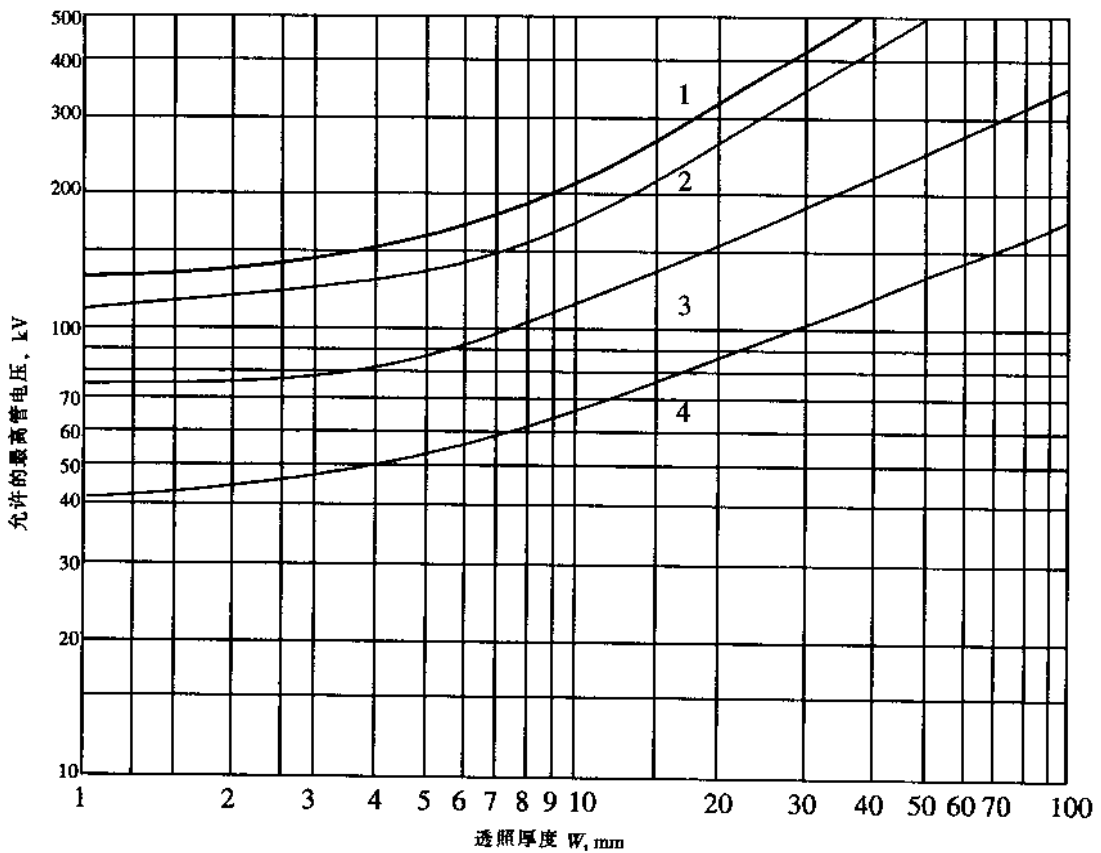


图 3-1 不同透照厚度允许使用的最高管电压

5.2 胶片和增感屏

5.2.1 胶片

胶片系统按照 GB/T 19384.1 分为四类，即 T1、T2、T3 和 T4 类。T1 为最高类别，T4 为最低类别。

在满足灵敏度要求的情况下，一般 X、 γ 射线应采用 T3 类或更高类别的胶片，如 AGFA-D7、AGFA-C7 等。胶片的本底灰雾度应不大于 0.3。

采用 γ 射线对裂纹敏感性大的材料进行射线检测时，应采用 T2 类或更高类别的胶片，如 AGFA-D4 等。

5.2.2 增感屏：采用金属增感屏或不用增感屏。金属增感屏的选用见表 3-4。

表 3-4 金属增感屏的选用

射线种类	增感屏材料	前屏厚度 (mm)	后屏厚度 (mm)
<400kV	铅	0.03-0.10	0.03-0.10
¹⁹² Ir	铅	0.10-0.20	0.10-0.20

5.2.3 胶片和增感屏在透照过程中应始终紧密接触。

5.3 像质计

底片影像质量采用线型像质计测定。线型像质计的型号和规格应符合 JB/T 7902 的规定，JB/T 7902 中未包含的丝径、线号等内容，应符合 HB 7684 的有关规定。

5.3.1 像质计的选用

由 I、II 级人员按透照厚度 (W)、透照方式和像质计置于源侧或胶片侧选择表 3-5 至表 3-7 规定的像质计丝号。

表 3-5 单壁透照像质计置于源侧的像质计灵敏度值

应识别丝号 (丝径, mm)	透照厚度 (W) 范围 (mm)
17 (0.080)	≤2.0
16 (0.100)	>2.0-3.5
15 (0.125)	>3.5-5.0
14 (0.160)	>5.0-7
13 (0.20)	>7-10
12 (0.25)	>10-15
11 (0.32)	>15-25
10 (0.40)	>25-32
9 (0.50)	>32-40
8 (0.63)	>40-55
7 (0.80)	>55-85
6 (1.0)	>85-150

注：W = T

表 3-6 双壁双影透照像质计置于源侧的像质计灵敏度值

应识别丝号 (丝径, mm)	透照厚度 (W) 范围 (mm)
17 (0.080)	≤2.0
16 (0.100)	>2.0-3.0
15 (0.125)	>3.0-4.5
14 (0.160)	>4.5-7
13 (0.20)	>7-11
12 (0.25)	>11-15
11 (0.32)	>15-22
10 (0.40)	>22-32
9 (0.50)	>32-44
8 (0.63)	>44-54

注: $W = 2T$

表 3-7 双壁单影或双壁双影透照像质计置于胶片侧的像质计灵敏度值

应识别丝号 (丝径, mm)	透照厚度 (W) 范围 (mm)
16 (0.100)	>2.0-3.5
15 (0.125)	>3.5-5.5
14 (0.160)	>5.5-11
13 (0.20)	>11-17
12 (0.25)	>17-26
11 (0.32)	>26-39
10 (0.40)	>39-51
9 (0.50)	>51-64
8 (0.63)	>64-85
7 (0.80)	>85-125

注: $W = 2T$

(1) 单壁透照和双壁单影透照选用普通线型像质计, 如 Fe-6/12、Fe-10/16 等。

(2) 小径管 ($D_0 \leq 100\text{mm}$) 的双壁双影透照宜选用 JB/T 4730.2 附录 F 的等丝专用像质计。

5.3.2 像质计放置和数量

像质计应放置在工件表面对接接头的一端 (在被检区长度的 1/4 左右位置), 金属丝应横跨焊缝, 细丝置于外侧。当一张胶片上同时透照多条对接接头时, 像质计应放置在透照区最边缘的焊缝处。像质计处于较薄侧母材上的钢丝长度至少应为 20mm, 以确定像质计灵敏度。

(1) 双壁单影透照规定像质计放置在胶片侧。双壁双影透照规定像质计可放置在源侧，也可放置在胶片侧。

(2) 单壁透照规定像质计放置在源侧，如果像质计无法放置在源侧，允许放置在胶片侧，但应进行对比试验。对比试验方法是在射源侧和胶片侧各放一个像质计，用与工件相同的条件透照，测定出像质计放置在源侧和胶片侧的灵敏度差异，以此修正应识别像质计丝号，确保实际透照的底片灵敏度符合要求。

(3) 当像质计放置在胶片侧时，应在像质计上适当位置放置铅字“F”作为标记，“F”标记的影像应与像质计的标记同时出现在底片上，且应在检测报告中注明。

(4) 像质计数量。

原则上每张底片上都应有像质计的影像。当一次曝光完成多张胶片照相时，使用的像质计数量允许减少，但应符合以下要求：

① 环形对接接头采用源置于中心周向曝光时，至少在圆周上等间隔地放置3个像质计。

② 球罐对接接头采用源置于球心的全景曝光时，至少在北极区、赤道区、南极区附近的焊缝上沿纬度等间隔地各放置3个像质计，在南、北极的极板拼缝上各放置1个像质计。

③ 一次曝光连续排列多张胶片时，至少在第一张、中间一张和最后一张胶片处各放置一个像质计。

(5) 小径管专用（等径金属丝）像质计，金属丝应横跨焊缝放置。

(6) 底片上像质丝号的识别。

如底片黑度均匀部位（一般是邻近焊缝的母材金属区）能够清晰地看到长度不小于10mm的连续金属丝影像时，则认为该丝是可识别的。专用像质计至少应能识别两根金属丝。此灵敏度俗称射线穿过母材的像质计灵敏度。

5.4 “B”标记

背部散射线及无用射线应采用常规方法屏蔽。为验证背部射线的影响，必要时（首次检测或检测工艺条件、环境发生变化）在暗盒背向工件侧贴一个“B”铅字标记（高13mm、厚度1.6mm）。若在底片的黑色背影上出现B的较淡影像，就说明背散射防护不良，应增大背部铅板厚度予以重照。但若较淡背影上出现B的较黑影像，则不作为底片质量判废的依据。

5.5 识别系统

识别系统由位置标记和识别标记构成。

5.5.1 位置标记

对接接头透照定位标记包括搭接标记（↑）和中心标记（↑）。局部检测时搭接标记称为有效区段标记，如图3-2（a）所示。当铅质标记用数字表示时，可不用中心标

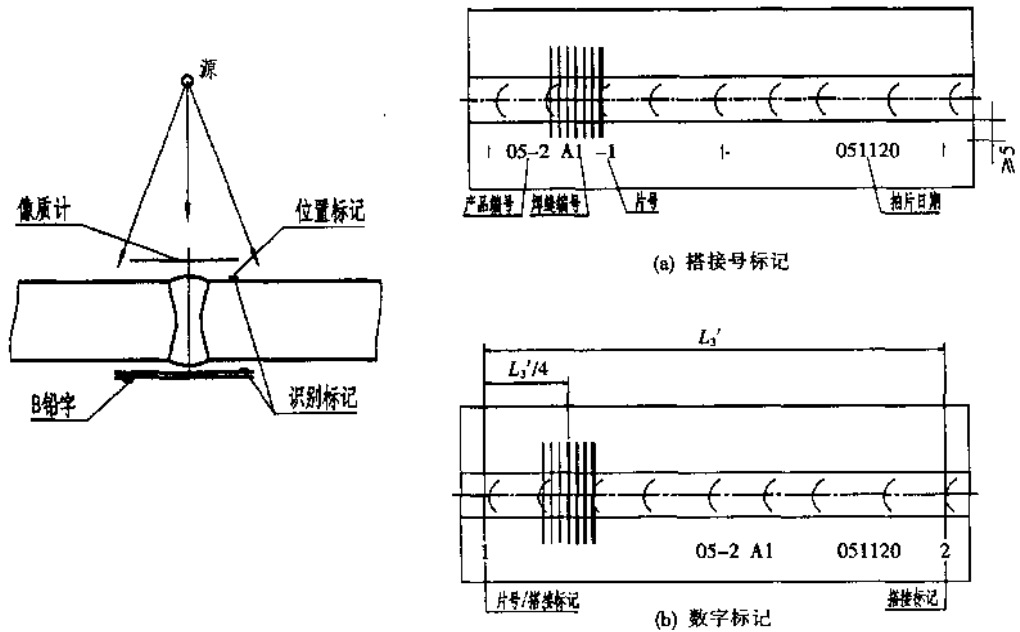


图 3-2 像质计和识别系统的布置

记，如图 3-2 (b) 所示。

5.5.2 识别标记

识别标记包括产品编号、焊缝编号、部位编号（片号）和透照日期。返修部分应有返修标记 R_1 、 R_2 ……（其角码表示返修次数）。扩检部位还应有扩检标记，要在部位编号前加 K 字母。

5.5.3 标记位置

(1) 像质计和识别系统的位置如图 3-2 所示。识别系统铅字标记至少距焊缝边缘 5mm。

(2) 搭接标记放置除中心全景曝光两侧均可外，一般应放于射线源侧的工件表面上，但对于双壁单影透照（含源在曲面工件内且焦距大于曲率半径）时，必须放于胶片侧。

(3) 受检部位工件上的永久标记按本书附录 A（资料性附录）的规定执行。工件上不适合打钢印标记时，应采用绘图和漆笔写的方法办理。

5.6 观片灯

观片灯的亮度至少应能观察黑度为 4.0 的底片，且观片窗口的漫射光亮度可调，并备有遮光板，对不需观察或透光量过强部分屏蔽强光。

5.7 评片室

评片应在专用的评片室内进行。评片室应整洁、安静、温度适宜、光线应暗且柔和。

5.8 黑度计和校准黑度片

采用 TD-210 型和 TH-386A 型黑度计及仪器自带的黑度片。黑度计误差小于或等于 0.05，

黑度计至少每6个月校一次。黑度片至少每两年送计量单位检定一次。

5.9 显影剂

手工冲洗用的显影剂配方、显影时间和温度等，应符合胶片厂使用说明书的要求。

6 受检部位的表面准备和射线检测时机

6.1 同一条对接接头的余高在允许范围内应均匀，以保证底片黑度处于规定范围内。

6.2 距对接接头中心各40mm范围内的焊疤、飞溅、成形粗糙及表面缺陷等应修磨，以不掩盖或干扰缺陷影像的显示为度。

6.3 对接接头的表面质量（包括余高高度）应经检查人员检查合格。

6.4 受检表面经Ⅰ级或Ⅱ级人员认可。

6.5 除非另有规定，射线检测应在焊后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，至少应在焊接完成24小时后进行射线检测。

7 检测技术

Ⅰ、Ⅱ级人员按工艺卡的要求，根据受检件情况使用设备、器材和材料进行检测。

7.1 几何条件

7.1.1 射线源至被检部位工件上表面的距离应按下式计算：

$$f \geq 10d \cdot b^{2/3}$$

式中： f ——源至被检部位工件上表面的距离或称透照距离，mm；

d ——有效焦点尺寸（方焦点取边长，长焦点取长短边之和的1/2），mm；

b ——被检部位工件表面至胶片的距离，mm。

7.1.2 采用源在内中心周向曝光时，只要得到的底片黑度和像质计灵敏度符合要求， f 值可以减小，但减小值不应超过规定值的50%。

7.1.3 采用源在内其他单壁透照方式时，只要得到的底片黑度和像质计灵敏度符合要求， f 值可以减小，但减小值不应超过规定值的20%。

7.1.4 分段曝光时，每次曝光所检测的焊缝长度称一次透照长度，用 L_3 表示。一次透照长度除满足几何不清晰度的要求外，还应满足透照厚度比值 K 的要求。对于AB级而言，纵缝 $K \leq 1.03$ ，环缝 $K \leq 1.1$ 。但对 $100\text{mm} < D_0 \leq 400\text{mm}$ 的环向对接接头，允许采用 $K \leq 1.2$ 。

7.2 透照技术

只要实际可行，应采用单壁透照技术，当单壁透照技术不可行时，方可采用双壁透照技术。

7.2.1 单壁透照包括纵向对接接头透照、环向对接接头外透照、中心透照和源在内的偏心透照等。

7.2.1.1 单壁透照应满足下列要求：

- (1) 能量的选用符合本规程第5.1条要求；
- (2) 胶片、像质计和标记布置符合本规程第5.5条的要求；
- (3) 搭接标记的放置符合本规程第5.5.3(2)条的要求；

(4) 像质计的选用、数量和放置满足本规程第 5.3 条的要求。

7.2.1.2 纵向对接接头透照

纵向对接接头单壁透照应满足 $L_3' \leq f/2$ (L_3' 为实际采用的一次透照长度, $L_3' \leq L_3$), 如图 3-3 所示。当胶片长 300mm 时, 一次透照长度 L_3' 选用 250~260mm 为宜。

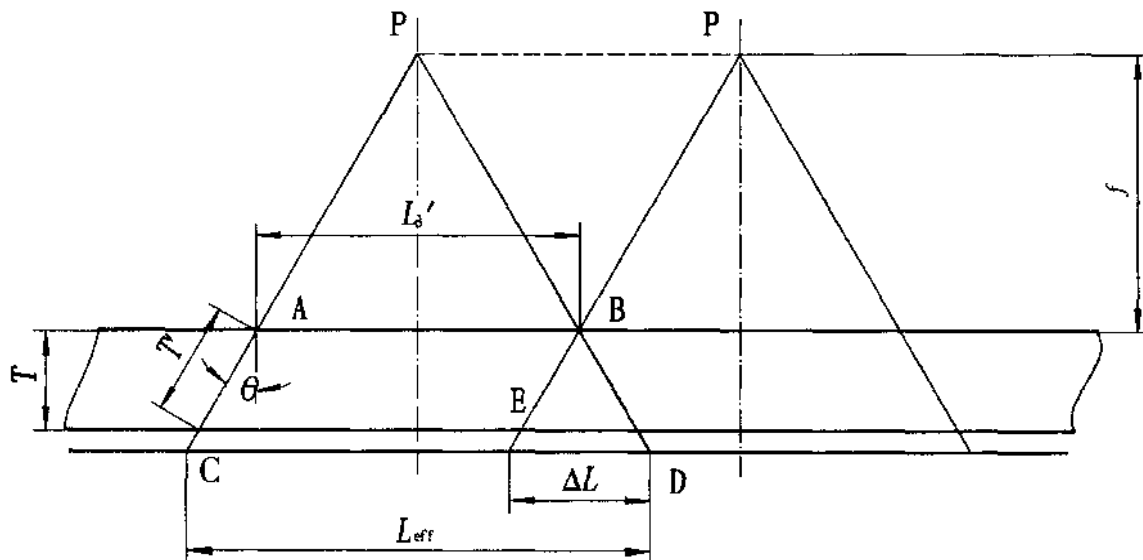


图 3-3 纵缝透照 L_3 与 f 及 θ 的关系图

7.2.1.3 环向对接接头单壁外透照

不同焦距环向对接接头单壁外透照时, 工件外径为 D_0 的透照片数 N 和一次透照长度 L_3 由图 3-4 查得。当工件直径较小且母材公称厚度较厚时, 应按图中公式计算或按图 3-5 计算, 由工艺卡给出。

7.2.1.4 周向全景曝光

源置于圆筒形工件的中心线上或球形容器的中心, 一次曝光检测整条环向对接接头或球的所有对接接头。焦距 F 为外半径加 2mm。若胶片长 300mm 时, L_3' 或 L_{eff} 选用 260mm 为宜。

7.2.1.5 环向对接接头采用 $F < R$ 的偏心内透照

当工件直径较大且壁厚较厚时可采用此法增大 L_3 。

(1) 必须使用周向 X 射线机或 γ 源。

(2) 不同焦距环向对接接头偏心内透照 $F < R$, 工件内径为 D_i 的透照片数 N 和 L_3 由图 3-6 查得, 必要时按图中公式计算, 由工艺卡给出。

7.2.1.6 环向对接接头采用 ($F > R$) 的偏心内透照

当工件直径较小, 中心透照几何不清晰度不能满足本规程第 7.1 条的要求, 或靠封头的环缝要增大 L_3 的长度, 可采用此法。

(1) 必须使用周向 X 射线机或 γ 源。

(2) 最大焦距环缝偏心内透照 ($F > R$) 时, 工件外径为 D 的透照片数 N 和 L_3 由图 3-7 查

$$N=180/\alpha \quad \alpha=\theta-\eta$$

$$\theta=\arccos [(0.21T+D_0)/(1.1D_0)] \quad (T=10\text{mm})$$

$$\eta=\arcsin [D_0\sin\theta/(D_0+2f)]$$

$$L_3=\pi D_0/N$$

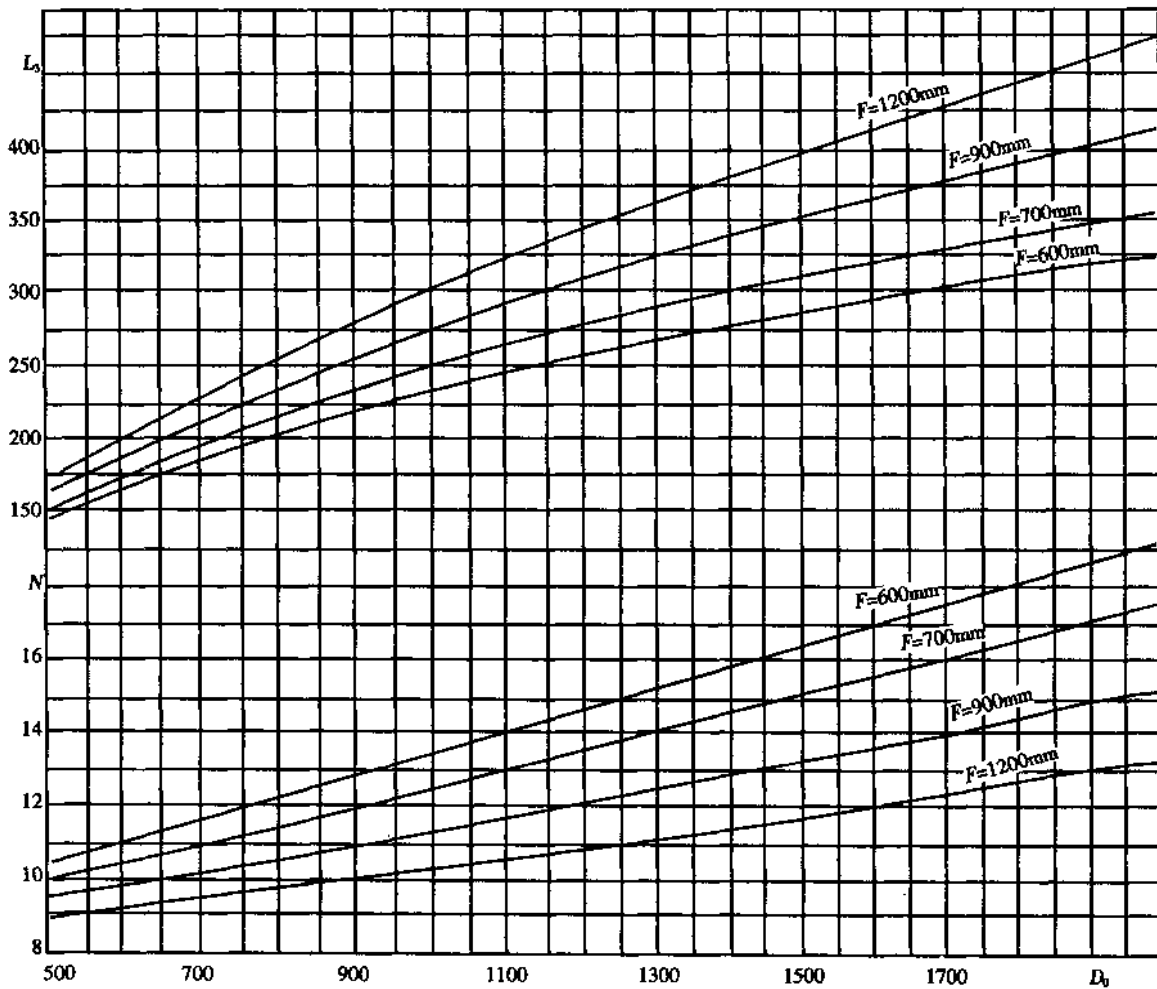
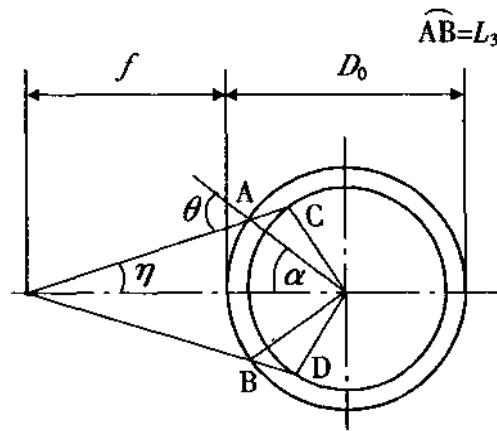


图 3-4 不同焦距环向对接接头外透照时工件外径 D_0 与 N 和 L_3 的关系

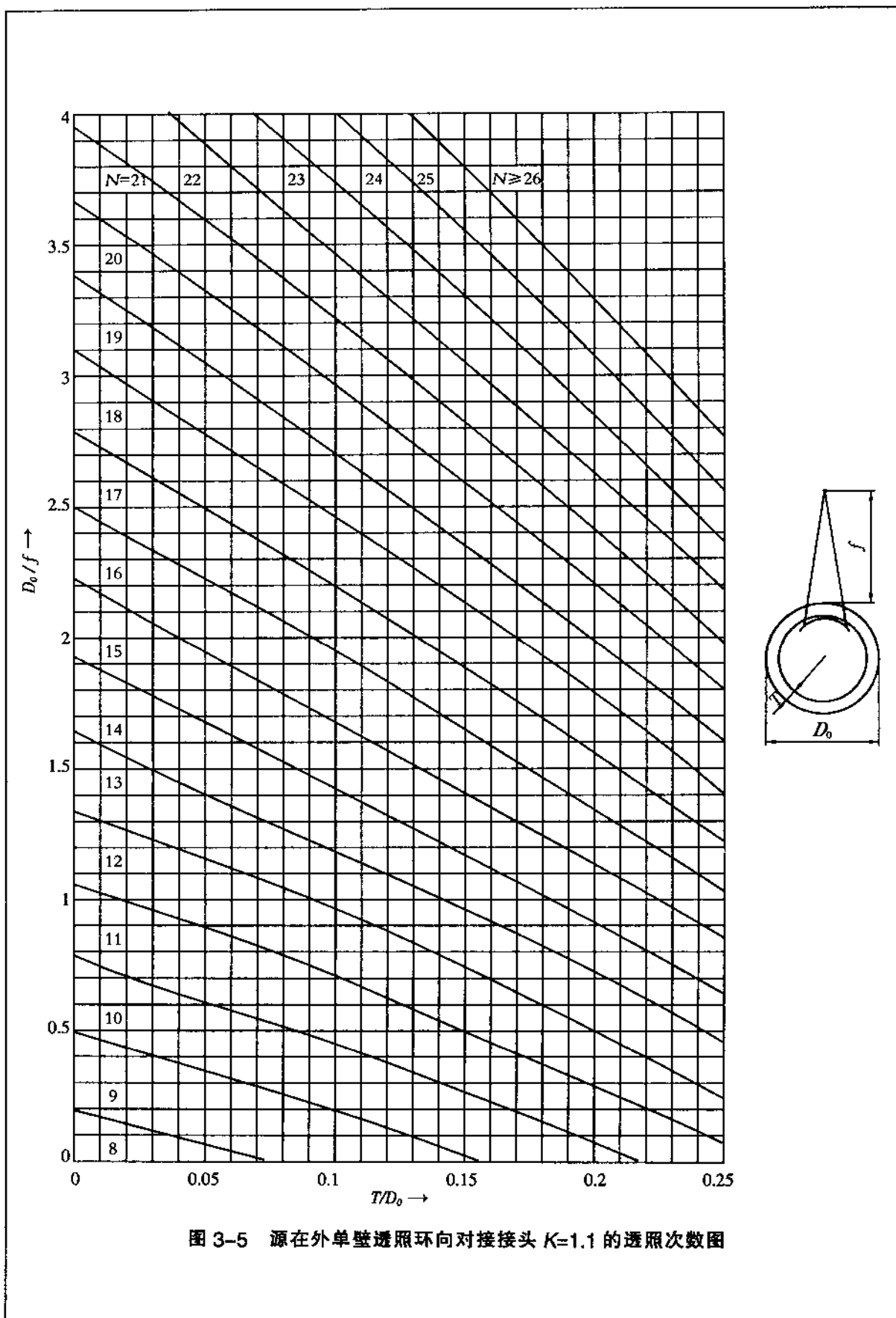


图 3-5 源在外单壁透照环向对接接头 $K=1.1$ 的透照次数图

$$N=180/\alpha \quad \alpha=\eta-\theta$$

$$\eta=\arcsin [D_i \sin \theta / (D_i - 2f)]$$

$$\theta=\arccos [(-0.21T+D_i) / (1.1D_i)] = 24.62^\circ \quad (:D_i \geq T)$$

$$L_3 = \pi D_i / N$$

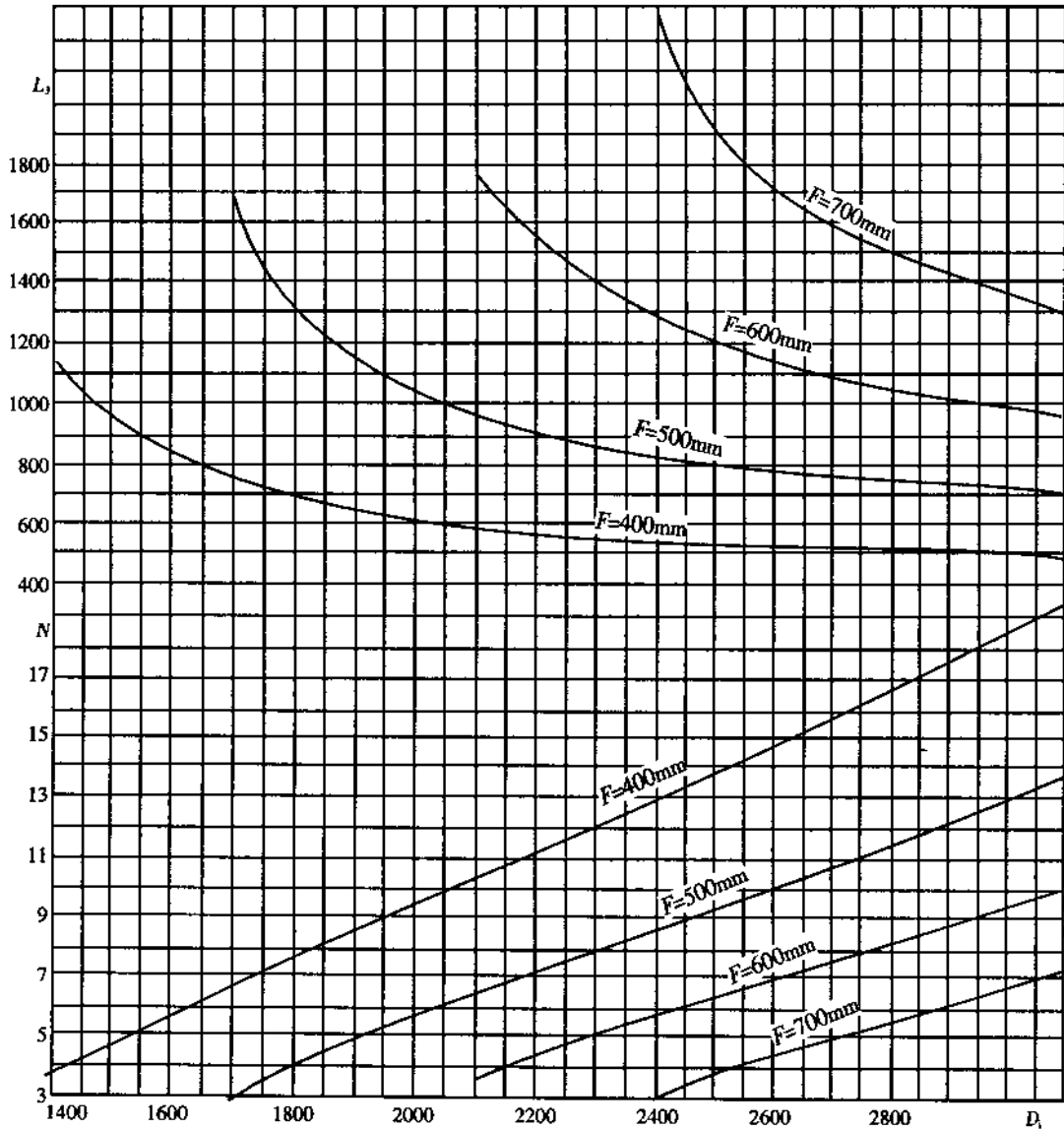
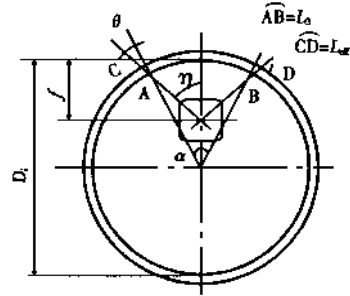


图 3-6 环缝偏心内透照 ($F < R$) 时 D_i 与 N 和 L_3 的关系图

$$N=180/\alpha \quad \alpha=\theta+\eta$$

$$\theta=\arccos [(0.21T+D_0)/(1.1D_0)] \quad (T=10\text{mm})$$

$$\eta=\arcsin [D_0\sin\theta/(2F-D_0)]$$

$$L_{ef}=\pi D_0/N$$

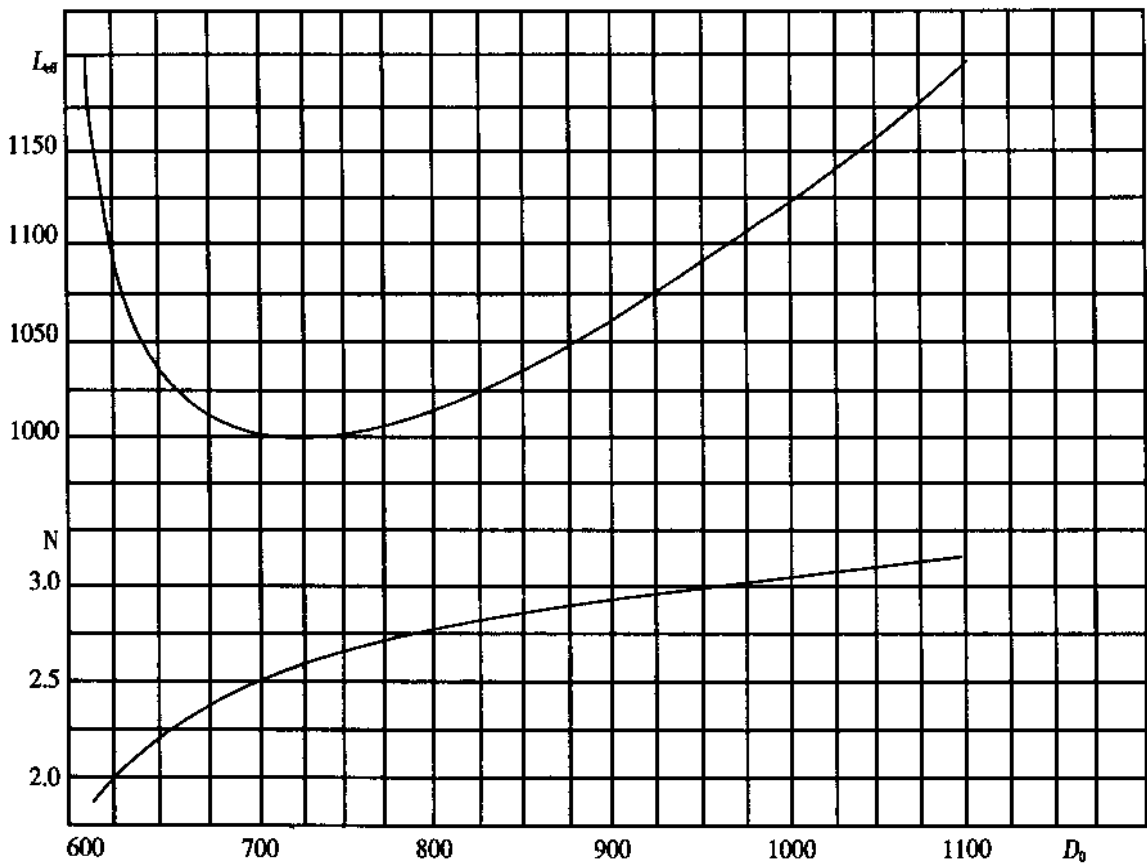
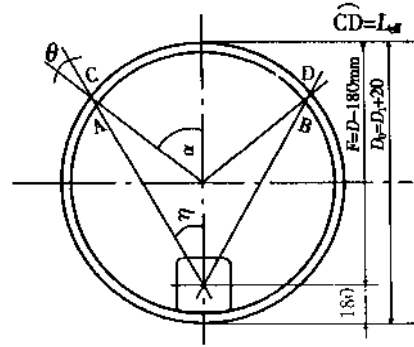


图 3-7 环向对接接头 ($F>R$) 时 D_0 与 N 和 L_3 的关系图

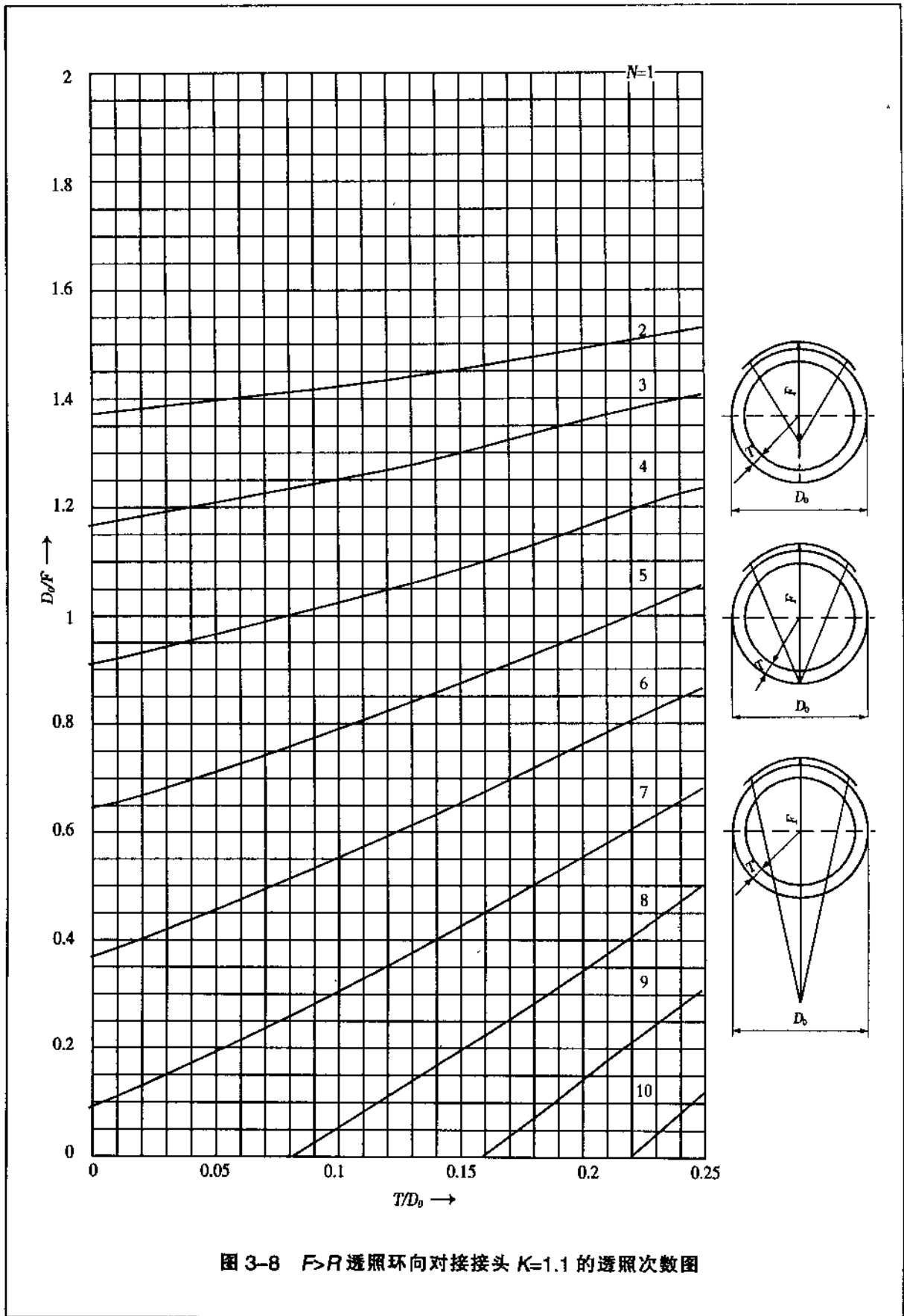


图 3-8 $F>R$ 透照环向对接接头 $K=1.1$ 的透照次数图

得，必要时按图中公式计算或按图 3-8 计算，由工艺卡给出。

7.2.2 双壁单影环向对接接头透照

7.2.2.1 能量的选择符合本规程第 5.1 条的要求。

7.2.2.2 胶片、像质计和标记布置，搭接标记位置和像质计选用与本规程第 7.2.1 条相同。

7.2.2.3 在 X 射线透照且焦距 $F=150+D_0$ (mm) 的情况下，当 $100\text{mm}<D_0\leq 400\text{mm}$ 时，环向对接接头的 K 值可选用小于或等于 1.2， N 和 L_{eff} 可由图 3-9 查得或按图 3-9 中的公式(2)计算，或按图 3-10 计算；当 $D_0>400$ (mm) 时， K 值应小于或等于 1.1，可由图 3-9 查得应透照片数 N 和 L_{eff} 。

厚壁管或当焦距改变时，根据 D_0 的尺寸应按图 3-9 上的公式计算，或按图 3-8 或图 3-10 计算，由工艺卡给出。

7.2.2.4 当采用双壁单影透照 $100\text{mm}<D_0\leq 400\text{mm}$ 的短节与高颈法兰连接的环向对接接头时，可用图 3-9 中 $F=600\text{mm}$ 的虚线来确定 N 和 L_{eff} 。

$$N=180/\alpha \quad \alpha=\theta+\eta$$

(1) $K\leq 1.1$

$$\theta=\arccos [(0.21T+D_0)/(1.1D_0)]$$

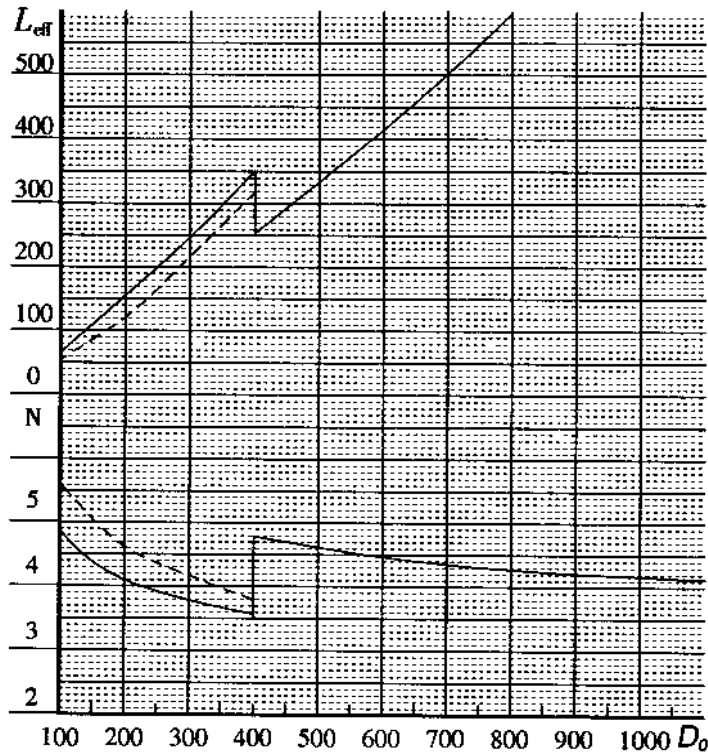
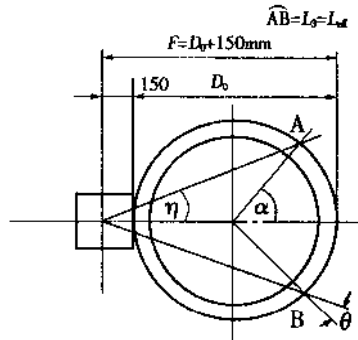
(2) $100\text{mm}<D_0\leq 400\text{mm} \quad K\leq 1.2$

$$\theta=\arccos [(0.44T+D_0)/(1.2D_0)]$$

$$\eta=\arcsin [D_0\sin\theta/(2F-D_0)]$$

$$L_{\text{eff}}=\pi D_0/N$$

($T=10\text{mm}$)



注：图中虚线表示 $F=600\text{mm}$

图 3-9 最小焦距环向对接接头双壁单影透照对 D_0 与 N 和 L_{eff} 的关系图

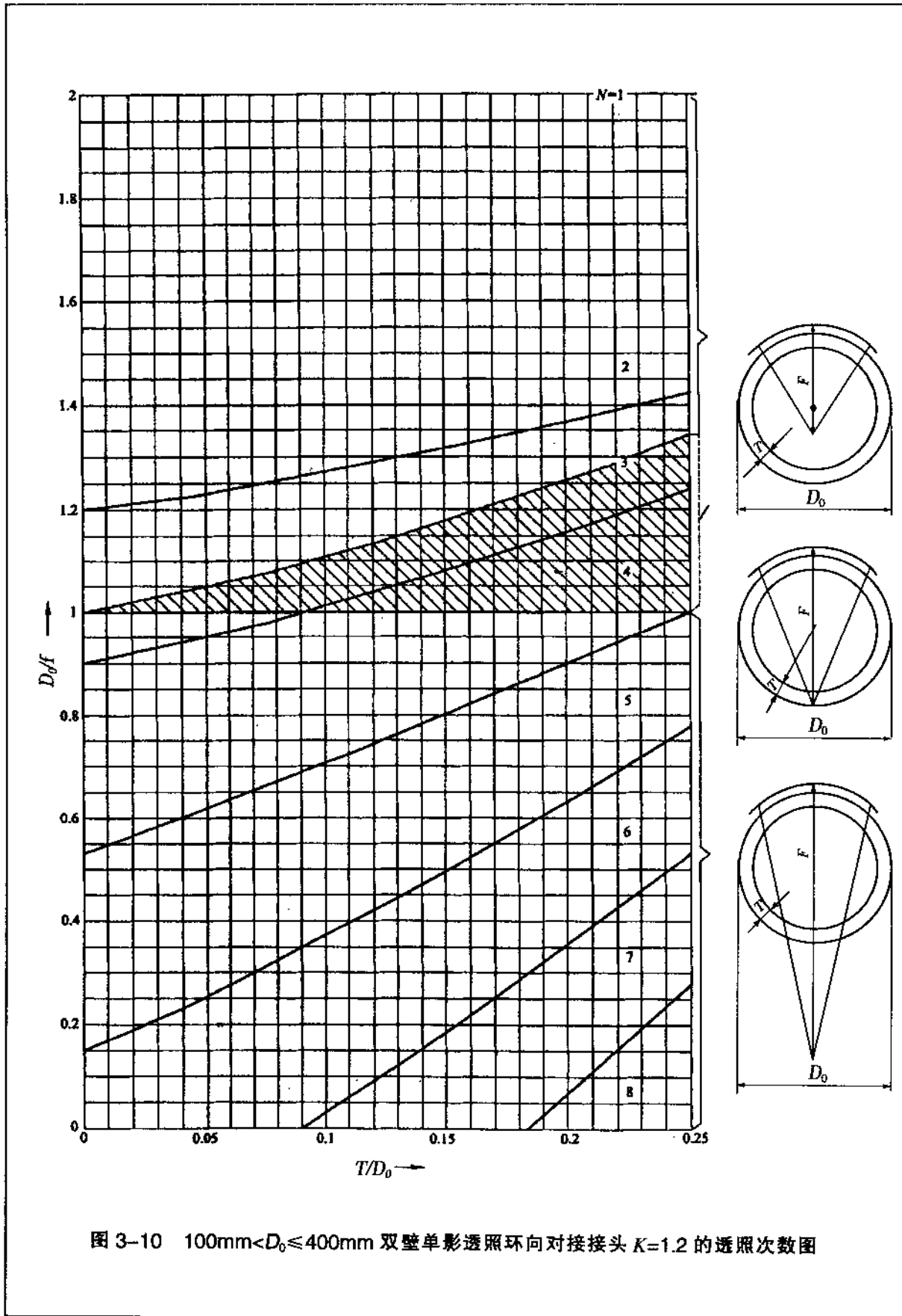


图3-10 $100\text{mm} < D_0 \leq 400\text{mm}$ 双壁单影透照环向对接接头 $K=1.2$ 的透照次数图

7.2.4 椭圆形封头对接接头的透照

椭圆形封头对接接头属于纵向对接接头， K 值应小于或等于1.03。常规的透照方式可分为封头成形前和成形后两种。

7.2.4.1 拼焊后成形前的平板透照

按本规程第7.2.1.2条进行，成形后在圆弧过渡区的焊接接头处再作内透照。

7.2.4.2 封头压制成形齐边后的透照

椭圆形封头压制成形后，拼缝均存在三弧区和直边区，外透照时不能满足 K 值要求，故只能采用内透照。

(1) 采用单向X射线机进行内透照

可参照本规程第7.2.1.2条进行逐片检测。搭接标记应放于源侧。为画检测部位图方便，也可将搭接标记放于胶片侧，但评片时在每片搭接标记外 $0.5T$ （ T 为母材公称厚度）长度范围也应评定，以消除三角区漏检问题。

(2) 采用周向X射线机或 ^{60}Co 源分三段进行内透照

三次分段曝光法按图3-12（笔者按国家射线检测高级人员复试班的讲稿分析、整理、绘制）进行。

使用图3-12的要点如下：

① 先实测出封头齐边处对接接头内侧间的弦长 D_i ；

② 按 D_i 和母材公称厚度 T 从图中查出弧 $\widehat{ab}+H$ （ H 为直边长度）段对接接头或弧 $\widehat{de}+H$ 段对接接头对应封头外侧有效透照长度 L'_{eff} 和源的焦点至封头内表面的最大距离 f_{max} ；再查出弧 \widehat{bd} 段对接接头对应封头外侧有效透照长度 L'_{eff} 和源的焦点至封头内表面的最小距离 f_{min} 。

如透照规格为 $\phi 2800 \times 24\text{mm}$ 的椭圆封头对接接头，实测得 $D_i=2000\text{mm}$ ，用直尺平行于横坐标过纵坐标 $D_i=2000\text{mm}$ 处放置，可读出透照 \widehat{bd} 段对接接头对应的 $f_{\text{min}}=1140\text{mm}$ ， $L'_{\text{eff}}=1700\text{mm}$ ；透照其他两段对接接头对应的 $f_{\text{max}}=635\text{mm}$ ， $L'_{\text{eff}}=460\text{mm}$ 。

③ 若设外搭接标记之间距离为250mm，可从图中对应的横坐标 N 上直接查得透照片数。上例中弧 \widehat{bd} 段对接接头应照7片，其他两段对接接头应各照2片。在封头外侧对接接头边缘标定检测部位。

这里要注意的是， \widehat{bd} 段对接接头 f_{min} 小于曲率半径 R ，搭接标记放于胶片侧时，1次透照的端部底片搭接标记之外 $0.5T$ 长度范围也应评定，以消除三角区的漏检问题。

④ 像质计的放置和数量：

a) 像质计置于源侧按本规程表3-5确定检测灵敏度。若像质计置于胶片侧，应满足本规程第5.3.2(2)条的规定。

b) 弧 \widehat{bd} 段对接接头透照时，中间片和端部片应放像质计，其他两段每片均放像质计。

⑤ 源的对中：

透照两处三弧区对接接头时，在保证 $0.17D_i \leq f \leq f_{\text{max}}$ 的情况下，且使 a 和 b 点或 d 和 e

点至源的距离相等的 O' 或 O 处。对于周向X射线机带状出线窗口应平行并使主射线束对准对接接头。同样，弧 \widehat{bd} 段对接接头透照时，在保证 $0.9D_i \geq f \geq f_{\min}$ 的情况下，使 b 和 d 点至源的距离相等的 O' 处。对于周向X射线机放置同上。

⑥ 按 f_{\max} 、 f_{\min} 和透照厚度 W 加余高确定曝光参数。

⑦ 当封头厚度很厚时应按图中的公式计算，由工艺卡给出。

7.3 曝光条件

7.3.1 曝光量

(1) X射线照相，当焦距为700mm时，曝光量的推荐值为不小于 $15\text{mA}\cdot\text{min}$ ，当焦距改变时可按曝光因子公式对曝光量的推荐值进行换算。当薄板对接接头或截面厚度变化大时可适当减小。

(2) 采用 γ 射线源透照时，总的曝光时间应不少于输送源往返所需时间的10倍。

7.3.2 曝光曲线

(1) 对每台在用射线设备均应作出曝光曲线，依据曝光曲线确定曝光参数。

(2) 制作曝光曲线所采用的胶片、增感屏、焦距、射线能量等条件以及底片应达到的灵敏度、黑度等参数均应符合标准的规定，且与实际采用条件相符。

(3) 对使用中的曝光曲线，每年至少应校验1次。射线设备更换重要部件或经较大修理后，应及时对曝光曲线进行校验或重新制作。

8 暗室处理

胶片储存、装取和冲洗按本书附录B（资料性附录）进行。

9 底片评定

底片评定由Ⅱ级以上人员进行（评片前注意暗适应时间）。

9.1 底片质量

9.1.1 底片黑度

底片有效评定区域内的黑度（指搭接标记之间焊缝和热影响区的黑度）为2.0~4.0，但用X射线透照小径管或其他截面厚度变化大的工件时，最低黑度允许降至1.5。

9.1.2 底片上的像质计和识别系统齐全，位置准确，且不得掩盖受检对接接头的影像。

9.1.3 底片上邻近焊缝的母材区至少应识别出表3-5至表3-7规定的像质计丝号且长度不小于10mm。

9.1.4 底片有效评定区域内不得有胶片处理不当或其他妨碍底片准确评定的伪像。

9.2 评定

底片质量应符合本规程第9.1条的要求，并按第10条进行质量分级。

局部检测的压力容器，当发现超标缺陷时，应在缺陷延伸部位的两端进行扩检，其检测长度不小于该对接接头长度10%。若仍不合格，则该对接接头应100%检测。凡返修后的底片均按上述要求进行质量分级。

10 对接接头质量分级

10.1 根据缺陷的性质和数量将对接接头质量分为四级；

I级对接接头内应无裂纹、未焊透、未熔合和条形缺陷；

II级和III级对接接头内应无裂纹、未焊透和未熔合；

IV级对接接头缺陷超过III级者。

10.2 圆形缺陷的质量分级

长宽比小于或等于3的气孔、夹渣和夹钨等缺陷定义为圆形缺陷。

圆形缺陷先按表3-8折算成点算，再按表3-9评定区内的点数评级，小于表3-10的圆形缺陷不计。

表3-8 圆形缺陷点数换算表

缺陷长径 (mm)	≤1	>1~2	>2~3	>3~4	>4~6	>6~8	>8
折算点数	1	2	3	6	10	15	25

表3-9 各级别允许的圆形缺陷点数

评定区 (mm)		10×10			10×20	
母材公称厚度 T (mm)		≤10	>10~15	>15~25	>25~50	>50~100
等级	I	1	2	3	4	5
	II	3	6	9	12	15
	III	6	12	18	24	30
	IV	缺陷点数大于III级或缺陷长径大于 T/2				

注: (1) I级对接接头和母材公称厚度等于或小于5mm的II级对接接头内不计点数的圆形缺陷，在评定区内多于10点降一级。
 (2) 评定区框线的长边与焊缝平行。框线内必须完整包含最严重区域的主要缺陷，与框线外切的不算点数。
 (3) 由于材质或结构等原因，进行返修可能会产生不利后果的对接接头，各级别的圆形缺陷点数可放宽1-2点。
 (4) 对致密性要求高的对接接头，底片评定人员应考虑将圆形缺陷的黑度作为评级的依据。通常将黑度大的圆形缺陷定义为深孔缺陷，当对接接头存在深孔缺陷时，其质量级别应评为IV级。
 (5) 当母材公称厚度不同时，取较薄板的厚度。

表3-10 不计点数的圆形缺陷尺寸

母材厚度 T (mm)	≤25	>25~50	>50
缺陷长径 (mm)	≤0.5	≤0.7	≤1.4%T

10.3 条形缺陷的质量分级

(1) 长宽比大于3的气孔、夹渣和夹钨等缺陷定义为条形缺陷。

(2) 条形缺陷按表3-11进行评级。

表 3-11 各级对接接头允许的条形缺陷长度

级别	单个条形缺陷最大长度 (mm)	一组条形缺陷累计最大长度 (mm)
I		不允许
II	$\leq T/3$ (最小可为 4) 且 ≤ 20	在长度为 $12T$ 的任意选定条形缺陷评定区内, 相邻缺陷间距不超过 $6L$ 的任一组条形缺陷的累计长度应不超过 T , 但最小可为 4。
III	$\leq 2T/3$ (最小可为 6) 且 ≤ 30	在长度为 $6T$ 的任意选定条形缺陷评定区内, 相邻缺陷间距不超过 $3L$ 的任一组条形缺陷的累计长度应不超过 T , 但最小可为 6。
IV		大于 III 级

注:(1) L 为该组条形缺陷中最长缺陷本身的长度; T 为母材公称厚度, 当母材公称厚度不同时取较薄板的厚度值。
 (2) 条形缺陷评定区是指与焊缝方向平行的、具有一定宽度的矩形区, $T \leq 25\text{mm}$, 宽度为 4mm; $25\text{mm} < T \leq 100\text{mm}$, 宽度为 6mm。
 (3) 当 2 个或 2 个以上条形缺陷处于同一直线上, 且相邻缺陷的间距小于或等于较短缺陷长度时, 应作为 1 个缺陷处理, 且间距也应计入缺陷的长度之中。

10.4 压力容器上管子焊缝中的根部内凹和根部咬边按 JB/T 4730.2 表 23 评定。

10.5 综合评级

在圆形缺陷评定区内, 同时存在圆形缺陷和条形缺陷时, 应各自评级, 其级别之和减 1 作为最终级别。

11 记录、报告和资料保管

11.1 记录

记录由 I、II 级操作人员按射线检测操作记录的格式填写。检测部位图由 I、II 级人员按本书附录 C (资料性附录) 的规定绘制。

11.2 报告

按焊缝射线检测报告的格式填写, II 级以上人员复查印章, 经检测责任人员审查报出。

11.3 资料存档

检测资料和底片由检查科存查, 至少保存 7 年。

3.4 磁粉检测通用工艺规程的编制

磁粉检测工艺规程编制要点及参照标准如下:

- (1) 主题内容和适用范围与本章第 3.2.1 条相当。
- (2) 引用标准 (略)。
- (3) 检测人员资格与本章第 3.2.3 条相当。

(4) 设备、工具和材料。

① 磁化设备及校验。

a) 磁化设备一览表：本单位使用的磁化设备制造厂、型号、结构型式、电流或提升力等。

b) 校验应符合 JB/T 4730.4 第 3.9.5 条和第 3.9.6 条的规定。

② 灵敏度试片及使用参照 JB/T 4730.4 第 3.5 条编写。

③ 磁粉及磁悬液参照 JB/T 4730.4 第 3.4 条编写。

(5) 受检表面的制备参照 JB/T 4730.4 第 3.11.1 条编写。

(6) 检测时机参照 JB/T 4730.4 第 3.12 条编写。

(7) 磁化操作：

① 磁化方法选用交流电磁轭和交叉磁轭。

② 磁化规范的确定按 JB/T 4730.4 第 3.8.5 条和第 4.4 条编写。

③ 修补区域或复验区的检测程序按本规程实例第 6.1 条至第 6.3 条进行。

④ 后处理及退磁等参照 JB/T 4730.4 第 7 章编写。

(8) 磁痕显示的分类和记录参照 JB/T 4730.4 第 5 章。

(9) 磁粉检测质量分级参照 JB/T 4730.4 第 9 章。

(10) 记录、报告和资料存档与本章第 3.2.11 条基本相同。

3.5 磁粉检测通用工艺规程的编制实例

× × × × (公司)

磁粉检测通用工艺规程

XXXX-XXXX

1 主题内容和适用范围

1.1 本规程规定了磁粉检测人员资格、所用设备、器材、检测技术和质量分级等。

1.2 本规程按 JB/T 4730.4 的要求编写。适用于铁磁性材料的机加工件、焊缝、板材坡口面等表面和近表面缺陷的检测，不适用于非磁性材料及磁性材料与非磁性材料结合部位的检测。满足 GB 150、《压力容器安全技术监察规程》和 GB 12337 等要求。

1.3 本规程适用于非荧光湿磁粉的连续磁化技术。

1.4 检测工艺卡是本规程的补充。由 II 级人员按合同要求及本规程编制，其参数规定得更具体。

2 检测人员

2.1 检测人员必须经过培训，按《特种设备无损检测人员资格考核与监督管理规则》取得与其工作相适应的资格证书，并负相应的技术责任。

2.2 检测人员每年应检查一次身体，其未经矫正或经矫正的近（距）视力和远（距）视力应不低于 5.0（小数记录值为 1.0），不得有色盲。

3 设备、工具和材料

I、II 级人员按下列条件和工艺卡要求选用设备、工具和材料。

3.1 磁化设备及校验

3.1.1 磁化设备见表 3-12。

表 3-12 磁粉检测设备

制造厂	型号	结构形式	提升力	备注
江苏射阳探伤机厂	DCE-F2	便携式	AC 提升力 $\geq 118\text{N}$	交叉磁轭
江苏射阳探伤机厂	DCE-C	便携式	AC 提升力 $\geq 45\text{N}$	交流磁轭

注：提升力用试块测定，当使用磁轭最大间距时，交流电磁轭至少应有 45N 的提升力，直流电磁轭至少应有 177N 的提升力，交叉磁轭至少应有 118N 的提升力（磁极与试件表面间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ ）。

3.1.2 磁化设备的校验

(1) 电流表精度校验

磁粉检测设备的电流表，至少半年校验一次。当设备进行重要电气修理或大修后，应进行校验。

(2) 电磁轭提升力校验

电磁轭的提升力至少半年校验一次。在磁轭损伤修复后应重新校验。

3.2 灵敏度试件

3.2.1 标准试片

标准试片主要用于检验磁粉检测设备、磁粉和磁悬液的综合性能，了解被检工件表面有效磁场强度和方向、有效检测区以及磁化方法是否正确。标准试片有 A₁ 型、C 型、D 型和 M₁ 型。其规格、尺寸和图形见 JB/T 4730.4 表 2。

磁粉检测时一般应选用 A₁-30/100 型标准试片。当检测焊缝坡口等狭小部位，由于尺寸关系，A₁ 型标准试片使用不便时，一般可选用 C-15/50 型标准试片。为了更准确地推断出被检工件表面的磁化状态，当用户需要或技术文件有规定时，可选用 D 型或 M₁ 型标准试片。

3.2.2 磁场指示器

磁场指示器的作用与标准试片相同，但它仅是一种粗略的校验。

3.2.3 灵敏度试件的使用

(1) 标准试片：将试片无人工缺陷的表面朝上，使试片与被检面接触良好，必要时可用透明胶带将其整体贴在被检面上，但人工缺陷处不得贴覆。试验时边磁化边浇洒磁悬液，以人工缺陷清晰显示来确定磁化规范、磁化方向和有效磁化范围。

(2) 磁场指示器：将其平放于被检面上，边磁化边施加磁悬液，使缺陷清晰显示来估判。

3.3 磁粉及磁悬液

3.3.1 磁粉：采用 BW-1 型磁膏。

3.3.2 磁悬液：一般载体媒介为水，每升加 10~25g 磁粉。磁悬液浓度的测定采用磁悬液浓度测定管进行。磁悬液浓度应按受检部位表面粗糙度及使用方式确定，一般其沉淀浓度应控制在 1.2~2.4 mL/100mL 的范围内或按制造厂的推荐配比。

3.3.3 施加磁悬液：使用磁悬液喷液器或其他有效方法进行。

4 被检表面的制备

4.1 若被检表面凹凸不平，以致可能遮盖缺陷显示时，应通过磨削或机加工来制备。

4.2 若被检面为焊接接头，其两侧各 100mm 范围内不得有松散的锈蚀、氧化皮、飞溅、油污或其他粘附磁粉、妨碍检测的污物。

4.3 被检工件的表面粗糙度 R_a 不大于 $25\mu\text{m}$ 。

4.4 如果被检工件表面残留有涂层，当涂层厚度均匀且不超过 0.05mm，不影响检测结果时，经合同各方同意，可以带涂层进行磁粉检测。

5 检测时机

5.1 筒体焊接接头校圆且内部缺陷返修合格后进行。

5.2 封头在热作成型且内部缺陷返修合格后进行。

5.3 机加工件加工成成品，以最终热处理后检测的结果为准。

5.4 有延迟裂纹倾向的材料，应在焊后 24 小时之后进行。

6 磁化操作

采用交流电磁轭和交叉磁轭湿法连续磁化技术。I、II 级人员每天检测前，应对系统综合性能、磁悬液浓度和磁悬液润湿性能等进行检验，合格后方可进行操作。

6.1 磁轭磁化规范的确定

(1) 磁轭的提升力应符合表 3-12 注的规定。

(2) 磁轭的磁极间距应控制在 75mm~200mm 之间，检测的有效区域为两极连线两侧各 50mm 的范围内，其磁化范围应根据标准试片实测结果来选择。有效磁化区域每次应有不少于 15mm 的重叠。

(3) 使用交叉磁轭装置时，四个磁极端面与检测面之间应尽量贴合，最大间隙不应超过 1.5mm。连续拖动检测时，检测速度应尽量均匀，一般不应大于 4m/min。用标准试片试验时，其圆形及十字线各方向均应明显显示，否则不得使用，以防漏检。

6.2 采用连续磁化方法，在通电磁化的同时，施加水磁悬液，持续磁化时间为 1~3s，为保证磁化效果应至少反复磁化 2 次，停施磁悬液至少 1s 后才可停止磁化。

6.3 被检工件的每一被检区除交叉磁轭磁化外，至少进行 2 次独立的检测，2 次检测的磁力线方向应大致相互垂直。

6.4 被检件修复后的检测

被检件经修补的区域按本规程第 6.1 条至第 6.3 条的程序重新检测。

6.5 退磁及后处理

磁粉材料或剩磁干扰后序加工或使用，检测后可采用适当的方法清理或退磁。

7 磁痕显示的分类和记录

7.1 磁痕的分类和处理

7.1.1 磁痕显示分为相关显示、非相关显示和伪显示。

7.1.2 长度与宽度之比大于 3 的缺陷磁痕，按条状磁痕处理；长度与宽度之比不大于 3 的磁痕，按圆形磁痕处理。

7.1.3 长度小于 0.5mm 的磁痕不计。

7.1.4 两条或两条以上缺陷磁痕在同一直线上且间距不大于 2mm 时，按一条磁痕处理，其长度为两条磁痕之和加间距。

7.1.5 缺陷磁痕长轴方向与工件（轴类或管类）轴线或母线的夹角大于或等于 30°时，按横向缺陷处理，其他按纵向缺陷处理。

7.2 缺陷磁痕的观察

7.2.1 缺陷磁痕的观察应在磁痕形成后立即进行。

7.2.2 非荧光磁粉检测时，缺陷磁痕的评定应在可见光下进行，通常工件被检表面可见光照度应大于或等于 1000lx；当现场采用便携式设备检测，由于条件所限无法满足时，可见光照度可以适当降低，但不得低于 500lx。

7.2.3 除能确认磁痕是由于工件材料局部磁性不均或操作不当造成的之外，其他磁痕显示均应作为缺陷处理。当辨认细小磁痕时，应采用 2~10 倍放大镜进行观察。

7.3 缺陷磁痕显示记录

缺陷磁痕的显示记录可采用照相、录像和可剥性塑料薄膜等方式记录，同时应用草图标示。

7.4 复验

当出现下列情况之一时，需要复验，复验按本规程第 6.1 条至第 6.3 条的程序重新检测。

- (1) 检测结束时，用标准试片验证检测灵敏度不符合要求时；
- (2) 发现检测过程中操作方法有误或技术条件改变时；
- (3) 合同各方有争议或认为有必要时。

7.5 磁粉检测质量分级

7.5.1 不允许存在的缺陷

- (1) 不允许存在任何裂纹和白点；
- (2) 紧固件和轴类零件不允许任何横向缺陷显示。

7.5.2 焊接接头的磁粉检测质量分级

焊接接头的磁粉检测质量分级见表 3-13。

表 3-13 焊接接头的磁粉检测质量分级

等级	线性缺陷磁痕	圆形缺陷磁痕 (评定框尺寸为 35mm×100mm)
I	不允许	$d \leq 1.5$, 且在评定框内不大于 1 个
II	不允许	$d \leq 3.0$, 且在评定框内不大于 2 个
III	$L \leq 3.0$	$d \leq 4.5$, 且在评定框内不大于 4 个
IV		大于 III 级

注: L 表示线性缺陷磁痕长度, mm; d 表示圆形缺陷磁痕长径, mm。

7.5.3 受压加工部件和材料磁粉检测质量分级

受压加工部件和材料磁粉检测质量分级见表 3-14。

表 3-14 受压加工部件和材料磁粉检测质量分级

等级	线性缺陷磁痕	圆形缺陷磁痕 (评定框尺寸为 2500mm ² , 其中一条矩形边长最大为 150mm)
I	不允许	$d \leq 2.0$, 且在评定框内不大于 1 个
II	$L \leq 4.0$	$d \leq 4.0$, 且在评定框内不大于 2 个
III	$L \leq 6.0$	$d \leq 6.0$, 且在评定框内不大于 4 个
IV		大于 III 级

注: L 表示线性缺陷磁痕长度, mm; d 表示圆形缺陷磁痕长径, mm。

7.5.4 综合评级

在圆形缺陷评定区内同时存在多种缺陷时, 应进行综合评级。对各类缺陷分别评定级别, 取质量级别最低的级别作为综合评级的级别; 当各类缺陷的级别相同时, 则降低一级作为综合评级的级别。

8 报告和资料的存档

8.1 报告

报告按磁粉检测报告格式由 II 级以上人员签发, 经检测责任人员审查后出具。

8.2 存档

检测报告转检查科 (资料室) 存档。保存时间不少于 7 年。

3.6 渗透检测通用工艺规程的编制

工艺规程编制要点及参照标准如下。

- (1) 主题内容和适用范围与本章第 3.2.1 条格式相同。
- (2) 引用标准 (略)。
- (3) 检测人员资格与本章第 3.2.3 条相当。

- (4) 设备、工具和材料。
 - ① 渗透检测剂：
 - a) 单位内使用的渗透检测剂应注明制造厂、型号、牌号等。
 - b) 渗透检测剂的鉴定参照 JB/T 4730.5 第 3.2.6 条和第 3.2.7 条编写。
 - ② 对比试块和灵敏度试块的型式、用途、清洗和保存等参照 JB/T 4730.5 第 3.3.6 条编写。
 - ③ 其他材料和工具：
 - a) 不锈钢刷子、抹布、预清洗或后处理用的辅助材料等，参照 ASME V 卷编写。
 - b) 照明灯参照 JB/T 4730.5 第 5.8.2 条编写。
- (5) 被检表面的制备及检测时机参照 JB/T 4730.5 第 5.1 条和第 3.5 条编写。
- (6) 检测程序及要求：
 - ① 预清洗参照 JB/T 4730.5 第 5.2 条编写。
 - ② 施加渗透剂（溶剂去除型、水洗型）方法和规范，参照 JB/T 4730.5 第 5.3 条编写。
 - ③ 去除多余渗透剂参照 JB/T 4730.5 第 5.5 条编写。
 - ④ 干燥参照 JB/T 4730.5 第 5.6 条编写。
 - ⑤ 显像剂施加方法、规范及注意事项参照 JB/T 4730.5 第 5.7 条编写。
 - ⑥ 缺陷显示的观察和评定见本章第 3.6(7) 条。
 - ⑦ 后清洗参照 JB/T 4730.5 第 5.10 条编写。
- (7) 缺陷显示的观察和评定：
 - ① 缺陷显示观察参照 JB/T 4730.5 第 5.8 条编写。
 - ② 缺陷显示的分类参照 JB/T 4730.5 第 6 章编写。
- (8) 质量分级参照 JB/T 4730.5 第 7 章编写。
- (9) 报告和存档与本章第 3.2.11 条相同。

3.7 渗透检测通用工艺流程的编制实例

<p>xxxxx (公司)</p> <h2 style="margin: 0;">渗透检测通用工艺流程</h2> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">xxxxx-xxxxx</p> <hr style="border: 0.5px solid black; margin: 10px 0;"/> <p>1 主题内容与适用范围</p> <p>1.1 本规程规定了检测人员的资格、所用器材、检测技术和质量分级等。</p> <p>1.2 本规程依据 JB/T 4730.5 的要求编写。适用于灵敏度等级不低于中级非多孔性固体材料或制品开口在工件表面缺陷的检测技术，满足 GB 150、GB 12337 和《压力容器安全技术监察规程》等要求。</p>
--

1.3 本规程采用 II C-d、II A-d 渗透检测方法，适用的工件温度范围为 3℃~50℃。当工件温度低于 3℃又不能预热到上述温度时，应作对比试验，确定检测规范后方可使用。

1.4 检测工艺卡是本规程的补充，由 II 级人员按合同要求和本规程编写，其检测参数规定得更具体。

2 检测人员

2.1 检测人员必须经过培训，按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的要求取得与其工作相应的资格证书，并负相应的技术责任。

2.2 检测人员必须每年检查一次身体，其未经矫正或矫正的近（距）视力和远（距）视力应不低于 5.0（小数记录值 1.0），不应有色盲。

2.3 渗透材料易燃、有毒，操作者应佩戴手套、口罩等防护用品。

3 材料和工具

I、II 级人员按下列条件和工艺卡要求选择材料和工具。

3.1 渗透检测剂

3.1.1 渗透检测剂由渗透剂、显像剂和清洗剂组成，现使用的渗透剂见表 3-15。

表 3-15 使用的渗透检测剂

制造厂	渗透检测剂牌号			备注
	渗透剂	清洗剂	显像剂	
上海沪东船厂探伤剂分厂	HD-RS	HD-BX	HD-EV	船牌
上海日用化学制罐厂	GE-PL	GE-WL	GE-DL	金睛牌
苏州美柯达器材厂	DPT	DPT	DPT	美柯达

注：对同一检测件，不同类型的渗透检测剂禁止混用。

3.1.2 渗透检测剂的鉴定

(1) 生产厂应对每批渗透检测剂的灵敏度和主要性能进行试验，出具合格证，标明生产日期和有效期。进厂的渗透检测剂应在低温避光处存放。

(2) 对镍基合金材料检测时，应有生产厂提供的一定量渗透检测剂蒸发后残渣中硫元素含量的重量比不超过 1% 的合格证明；对奥氏体钢、钛及钛合金材料检测时，应有生产厂提供的一定量渗透检测剂蒸发后残渣中氯、氟元素含量的重量比不超过 1% 的证明。

3.2 试块

3.2.1 铝合金试块（A 型对比试块）

铝合金试块尺寸如图 3-13 所示，试块由同一试块剖开后具有相同大小的两部分组成，并打上相同序号，分别标以 A、B 记号，A、B 试块上均应具有细密相对称的裂纹图形。

主要用于：

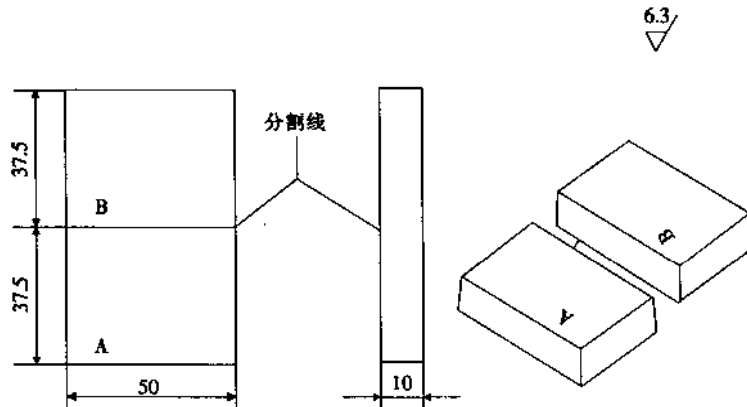


图 3-13 铝合金试块

(1) 在标准温度使用的情况下，检验渗透检测剂能否满足要求，以及比较两种渗透检测剂性能的优劣；

(2) 对非标准温度下使用，确定检测工艺参数。

3.2.2 镀铬试块 (B 型试块)

将一块尺寸为 130mm×40mm×4mm、材料为 0Cr18Ni9Ti 或其他不锈钢材料的试块上单面镀铬，用布氏硬度法在其背面施加不同负荷形成 3 个辐射状裂纹区，按大小顺序排列区位号分别为 1、2、3，其位置、间隔及其他要求应符合 JB/T 6064 B 型试块相关规定。裂纹尺寸分别对应 JB/T 6064 B 型试块上的裂纹区位号 2、3、4。

主要用于检验操作系统渗透检测灵敏度（中级灵敏应显示裂纹区位号为 2~3）及操作工艺的正确性。

3.2.3 试块的清洗和保存

试块使用后要进行彻底清洗。清洗通常用丙酮仔细擦洗后，再放入装有丙酮和无水酒精的混合液（混合比 1:1）密闭容器中保存，或用其他有效方法保存。

3.3 其他材料和工具

3.3.1 对镍基合金、奥氏体不锈钢、钛及钛合金检测时，清理金属表面时需用不锈钢刷子。

3.3.2 抹布：去除多余渗透剂的抹布采用干净的棉布、无毛棉纱或吸水纸等。

3.3.3 预清洗或后清洗采用的清洗剂除按表 3-15 选用外，还可用丙酮。

3.3.4 照度计：照度计用于测量白光照度。

3.3.5 照明：通常工件被检处白光照度应大于或等于 1000lx；当现场采用便携式设备检测，由于条件所限无法满足时，可见光照度可以适当降低，但不得低于 500lx。

4 检测时机

4.1 除非另有规定，焊接接头的渗透检测应在焊接工序完成后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，至少应在焊接完成 24 小时后进行渗透检测。

4.2 紧固件和锻件的渗透检测一般应以最终热处理后的检测结果为准。

5 被检表面的制备

- 5.1 任何表面的焊渣、飞溅和毛刺等必须处理到不掩盖和干扰缺陷显示为度。
- 5.2 必须清除表面的油污、锈蚀、氧化皮以及漆涂层等。
- 5.3 表面可以打磨，但禁止使用喷砂或喷丸，以防堵塞缺陷开口。
- 5.4 机加工件表面粗糙度 $R_a \leq 12.5\mu\text{m}$ 。
- 5.5 局部检测时，制备的范围应从检测部位四周向外扩展至少 25mm。
- 5.6 被检表面经检查人员和检测人员认可。

6 检测技术

I、II级人员检测前应查看喷罐外观质量及有效期。使用新的渗透剂、改变或更换渗透剂类型或检测规程时，应采用镀铬试块检验系统灵敏度和操作工艺（条件不改变的情况下，每周进行一次），合格后方可按图 3-14 的程序进行检测。

如果检测面积太大，不能在规定时间内完成，可将表面分成几个适当的区域进行检测。

6.1 预清洗

用本规程第 3.3.3 条规定的清洗剂去除被检区油污、锈蚀等干扰渗透检测的杂物。清洗后，检测面上遗留的溶剂和水分等必须干燥，且应保证在施加渗透剂前不被污染。

6.2 施加渗透剂

6.2.1 清洗干燥后，可通过涂刷或喷雾施加渗透剂覆盖整个被检表面，并在整个渗透时间内

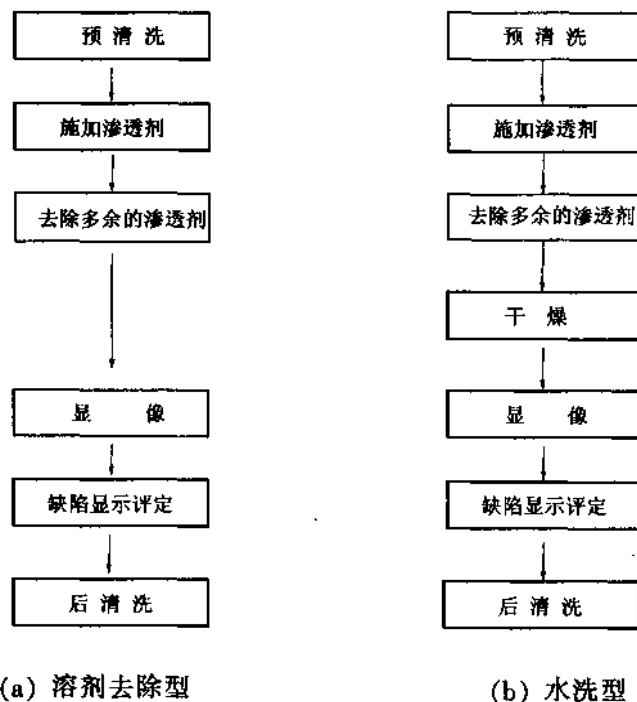


图 3-14 渗透检测程序

保持润湿状态。对于大批量的小工件，也可采用浸渍施加。

6.2.2 渗透滞留时间按表 3-16 规定。

表 3-16 渗透滞留时间

最短渗透时间 (min)		最短的显像时间 (min)	
*3℃~<10℃	≥10℃~50℃	3℃~<10℃	≥10℃~50℃
25	10	15	7

注：*3℃~<10℃的渗透检测规范，是 ASME 取证时，工件温度为 3℃，在授权检验师的监督下进行对比试验的数据。

6.3 去除多余的渗透剂

6.3.1 溶剂去除型

6.3.1.1 规定的渗透时间过后，用抹布将多余的渗透剂擦掉。

6.3.1.2 将少许清洗剂喷在抹布上，把被检表面擦拭干净，禁止用清洗剂直接清洗和往复擦拭。

6.3.2 水洗型

6.3.2.1 用冲洗装置冲洗时，水射束与被检面的夹角以 30°为宜，水温为 10~40℃。如无特殊规定，冲洗装置喷嘴处的水压不超过 0.34MPa。在无冲洗装置时，可采用抹布蘸水擦洗，严禁过清洗。

6.3.2.2 清洗后的工件表面，用抹布擦干。

6.4 干燥

用水洗型去除多余渗透剂后，工件表面应进行干燥处理。可采用自然干燥或热风（小于或等于 50℃）干燥，干燥时间一般 5~10min 为宜；溶剂去除多余渗透剂后，应在室温下自然干燥。

6.5 显像

6.5.1 施加显像剂采用喷罐喷，要覆盖整个被检表面，形成均匀的薄膜，但禁止涂刷。

6.5.2 施加显像剂之前，喷罐应摇动，以保持显像剂的悬浮状态。

6.5.3 使用喷罐时，喷嘴距被检表面 300~400mm，喷洒方向与被检表面夹角 30°~40°为宜。

6.5.4 显像时间从被检表面显像剂薄膜干燥后计算，不少于表 3-16 的规定时间。

6.6 缺陷显示的观察和评定按本规程第 7 章处理。

6.7 后清洗

检测完后应进行后清洗，可采用清洗剂或抹布去除。

7 观察及评定

由 II 级以上人员进行观察和评定。

7.1 检测部位的照明应符合本规程第 3.3.5 条的要求。

7.2 按表 3-16 给出的显像时间，在显像过程中，检测人员应注意观察渗透剂吸出扩散的趋势，以确定缺陷显示的种类。做出最终评定应在 60min 内完成，如果吸出过程不影响检测结

果,最终评定可超过60min。

7.3 显示难以辨认真伪时,可用5~10倍放大镜观察。当出现下列情况之一时,需进行复验:

- (1) 检测结束用试块验证检测灵敏度不符合要求时;
- (2) 发现检测过程中操作方法有误或技术条件改变时;
- (3) 合同各方有争议或认为有必要时。

7.4 对返修和需复验的部位应彻底清洗,按本规程第6.1条~第6.7条的规定重新进行检测。

7.5 渗透显示的分类

7.5.1 长宽比大于3的缺陷显示,按线性缺陷处理;长宽比小于等于3的缺陷显示,按圆形缺陷处理。

7.5.2 缺陷显示长轴方向与工件(轴类或管类)轴线或焊接接头中心母线的夹角大于或等于30°时,按横向缺陷处理,其他按纵向缺陷处理。

7.5.3 两条或两条以上缺陷显示在同一直线上,当间距小于或等于2mm时,按同一条缺陷处理,其长度为缺陷显示长度之和加间距。

7.5.4 小于0.5mm的显示不计。

8 质量分级

8.1 不允许任何裂纹和白点,紧固件和轴类零件不允许任何横向缺陷显示。

8.2 焊接接头和坡口的质量分级按表3-17进行。

8.3 其他部件的质量分级评定见表3-18。

表3-17 焊接接头和坡口的质量分级

等级	线性缺陷显示	圆形缺陷显示 (评定框尺寸35mm×100mm)
I	不允许	$d \leq 1.5$, 且在评定框内少于或等于1个
II	不允许	$d \leq 4.5$, 且在评定框内少于或等于4个
III	$L \leq 4$	$d \leq 8$, 且在评定框内少于或等于6个
IV		大于III级

注: L 为线性缺陷显示长度, mm; d 为圆形缺陷显示在任何方向上的最大尺寸, mm。

表3-18 其他部件的质量分级

等级	线性缺陷显示	圆形缺陷显示 (评定框尺寸为2500mm ² , 其中一条矩形边长最大为150mm)
I	不允许	$d \leq 1.5$, 且在评定框内少于或等于1个
II	$L \leq 4$	$d \leq 4.5$, 且在评定框内少于或等于4个
III	$L \leq 8$	$d \leq 8$, 且在评定框内少于或等于6个
IV		大于III级

注: L 为线性缺陷显示长度, mm; d 为圆形缺陷显示在任何方向上的最大尺寸, mm。

9 报告和存档

9.1 报告

按渗透检测报告的格式由Ⅱ级人员填写，经检测责任师审查报出。

9.2 存档

检测报告转检查科存档，保存时间不少于7年。

3.8 超声检测通用工艺规程的编制

超声检测范围很广，有的单位仅用其中一种或两种方法，检测工艺规程可参照工艺规程基本结构的形式单独编写。有的单位用多种方法进行超声检测，如每一种检测方法都单独编制工艺规程，虽明了方便，但有些内容势必重复。为此，可编制一个统一的超声检测规程。该通用工艺规程编制时，根据单位采用的几种检测方法在适用范围中明确，将其共性的东西提出，编入一般要求之中，将特殊性的问题与具体检测方法编在一起。使用时，不仅要掌握具体检测方法的要求，同时也必须把一般要求的内容贯穿在每一具体检测方法之中。

3.8.1 一般要求

- (1) 主题内容与适用范围、引用标准、检测人员资格等与射线检测工艺规程相应部分的格式相同。
- (2) 仪器、探头和系统性能：
 - ① 列出本单位现使用的仪器名称、产地和型号。
 - ② 仪器探头的性能指标及其综合性能测试，参照 JB/T 4730.3 第 3.2.2 条编写。
- (3) 检测的一般方法应包括：检测覆盖率、探头的移动速度、扫查灵敏度、耦合剂及灵敏度补偿等基本要求，参照 JB/T 4730.3 第 3.3 条编写。
- (4) 校准包括：仪器和探头的校准内容和方法、仪器和探头系统工作性能复核的时机、内容及复核后检测结果的处理等，参照 JB/T 4730.3 第 3.4 条编写。
- (5) 报告和存档的格式参照射线检测通用工艺规程相应部分。

3.8.2 承压设备钢板的超声波检测

- (1) 检测范围和一般要求参照 JB/T 4730.3 第 4.1.2 条至第 4.1.4 条编写。
- (2) 检测方法、缺陷测量和评定参照 JB/T 4730.3 第 4.1.5 条至第 4.1.7 条编写。
- (3) 钢板质量分级参照 JB/T 4730.3 第 4.1.8 条编写。

3.8.3 承压设备锻件的超声波检测

- (1) 检测范围、探头、试块及检测时机等参照 JB/T 4730.3 第 4.2.1 条至第 4.2.4 条编写。
- (2) 检测方法、灵敏度确定和衰减系数的测定参照 JB/T 4730.3 第 4.2.5 条至第 4.2.7 条编写。

(3) 缺陷的评定和质量分级参照 JB/T 4730.3 第 4.2.8 条至第 4.2.10 条编写。

3.8.4 钢制压力容器对接接头的超声波检测

(1) 适用范围、技术等级和试块参照 JB/T 4730.3 第 5.1.1 条至第 5.1.3 条编写。

(2) 检测准备和距离-波幅曲线的绘制参照 JB/T 4730.3 第 5.1.4 条和第 5.1.5 条编写。

(3) 检测方法：

① 平板对接接头的检测参照 JB/T 4730.3 第 5.1.6.1 条编写。

② 曲面对接接头的检测参照 JB/T 4730.3 第 5.1.6.2 条编写。

③ 管座角焊缝的检测参照 JB/T 4730.3 第 5.1.6.3 条编写。

(4) 缺陷的定量、评定参照 JB/T 4730.3 第 5.1.7 条和第 5.1.8 条编写。

(5) 质量分级参照 JB/T 4730.3 第 5.1.9 条编写。

3.9 超声检测通用工艺规程的编制实例

× × × × (厂) 公司
超声检测通用工艺规程

XXXXXX—XXXX

1 一般要求

1.1 主题内容与适用范围

1.1.1 本规程规定了检测人员资格、仪器、探头、试块、检测范围、检测方法和质量分级等。

1.1.2 本规程按 JB/T 4730.3 编制，采用 A 型脉冲反射式超声探伤仪器，适用于压力容器的钢板、锻件和焊接接头的检测。符合《压力容器安全技术监察规程》、GB150 和 GB 12337 等要求。

1.1.3 检测工艺卡是本规程的补充，由 II 级人员按合同要求及本规程编制，其检测参数规定得更具体。

1.2 规范性引用文件

JB/T 4730.3—2005 《承压设备无损检测》第 3 部分：超声检测

GB 150—1998 《钢制压力容器》

JB/T 7913—1995 《超声检测用钢质对比试块的制造和校验方法》

JB/T 9214—1999 《A 型脉冲反射式超声波探伤系统工作性能测试方法》

JB/T 10061—1999 《A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件》

JB/T 10062—1999 《超声波探伤探头性能测试方法》

JB/T 10063—1999 《超声探伤用 1 号标准试块技术条件》

GB 12337—1998 《钢制球形储罐》

SY/T 4019—2005 《石油天然气管道无损检测》

1.3 检测人员

1.3.1 检测人员必须经过培训，按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的要求，经理论和实际考试合格，取得相应的等级资格证书。检测由Ⅱ级以上人员进行，Ⅰ级人员仅作检测的辅助工作。

1.3.2 检测人员每年应检查一次身体，其未经矫正或经矫正近（距）视力和远（距）视力应不低于 5.0（小数记录值为 1.0）。

1.4 仪器、探头和试块

1.4.1 仪器和探头

使用汕头超声仪器厂生产的 CTS-22、CTS-26 和 CTS-2000 型仪器和探头。

(1) 探伤仪

采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪，其工作频率范围为 0.5MHz~10MHz，仪器至少在荧光屏满刻度的 80% 范围内呈线性显示。探伤仪应具有 80dB 以上的连续可调衰减器，步进级每挡不大于 2dB，其精度为任意相邻 12dB 的误差在 ± 1 dB 以内，最大累计误差不超过 1dB。水平线性误差不大于 1%，垂直线性误差不大于 5%。其余指标应符合 JB/T 10061 的规定。

(2) 探头

① 晶片面积一般不应大于 500mm²，且任一边长原则上不大于 25mm。

② 单斜探头声束轴线水平偏离角不应大于 2°，主声束垂直方向不应有明显的双峰。

(3) 超声探伤仪和探头的系统性能

① 在达到所探工件的最大检测声程时，其有效灵敏度余量应不小于 10dB。

② 仪器和探头的组合频率与公称频率误差不得大于 $\pm 10\%$ 。

③ 仪器和直探头组合的始脉冲宽度（在基准灵敏度下）；对于频率为 5MHz 的探头，宽度不大于 10mm；对于频率为 2.5MHz 的探头，宽度不大于 15mm。

④ 直探头的远场分辨力应不小于 30dB，斜探头的远场分辨力应不小于 6dB。

⑤ 仪器和探头的系统性能应按 JB/T 9214 和 JB/T 10062 的规定进行测试。

1.4.2 试块

(1) 试块分为标准试块和对比试块两种。试块应采用与被检工件相同或声学性能相近的材料制成，该材料用直探头检测时，不得有大于 $\phi 2$ mm 平底孔当量直径的缺陷。

(2) 标准试块的制造要求应符合 JB/T 10063 和 JB/T 7913 的规定。

(3) 现场检测时，也可采用其他形式的对比试块。

1.5 检测的一般方法

1.5.1 扫查覆盖率

检测时，探头每次扫查的覆盖率应大于探头直径的 15%。

1.5.2 探头的移动速度

探头移动的扫查速度不应超过 150mm/s。当采用自动报警装置扫查时，不受此限制。

1.5.3 扫查灵敏度

扫查灵敏度不低于基准灵敏度。

1.5.4 耦合剂

采用机油、糨糊、甘油、专用耦合剂和水等透声性好，且不损伤检测表面的耦合剂。

1.5.5 检测面的制备

(1) 所确定的检测面应保证工件被检部分均能得到充分检查。

(2) 检测面应经外观检查合格，所有影响超声检测的锈蚀、飞溅和污物都应予以清除，表面的不规则状态不得影响检测结果的准确评定，否则应做适当的修磨。对于锻件其表面粗糙度 R_a 小于或等于 $6.3\mu\text{m}$ 。

1.5.6 灵敏度补偿

灵敏度补偿包括耦合补偿、衰减补偿和曲率补偿，应按不同检测方法确定其补偿值，计入检测灵敏度中。

1.6 系统校准和复核

1.6.1 仪器校准

每隔三个月至少对仪器的水平线性和垂直线性进行一次测定，测定方法按 JB/T 10061 的规定进行。

1.6.2 新购探头测定

新购探头须有探头性能参数说明书，新探头使用前应进行前沿距离、K 值、主声束偏离、灵敏度余量和分辨力等主要参数的测定。测定方法应按 JB/T 10062 的有关规定进行，并满足其要求。

1.6.3 检测前仪器和探头系统测定

(1) 使用仪器——斜探头系统，检测前应测定前沿距离、K 值和主声束偏离，调节或复核扫描量程和扫查灵敏度。

(2) 使用仪器——直探头系统，检测前应测定始脉冲宽度、灵敏度余量和分辨力，调节或复核扫描量程和扫查灵敏度。

1.6.4 检测过程中仪器和探头系统的复核

遇有下述情况应对系统进行复核：

- (1) 校准后的探头、耦合剂和仪器调节旋钮发生改变时；
- (2) 检测人员怀疑扫描量程或扫查灵敏度有变化时；
- (3) 连续工作 4h 以上时；
- (4) 工作结束时。

1.6.5 检测结束前仪器和探头系统的复核

(1) 每次检测结束前，应对扫描量程进行复核。如果任意一点在扫描线上的偏移超过扫描

线读数的 10%，则扫描量程应重新调整，并对上一次复核以来所有的检测部位进行复检。

(2) 每次检测结束前，应对扫查灵敏度进行复核。一般对距离-波幅曲线的校核不应少于 3 点。如曲线上任何一点幅度下降 2dB，则应对上一次复核以来所有的检测部位进行复检；如幅度上升 2dB，则应对所有的记录信号进行重新评定。

1.7 报告和存档

按报告格式由 II 级以上人员填写报告，经责任工程师认可后，转检查科（资料室）存档，保存时间不少于 7 年。

2 承压设备钢板的超声检测

2.1 适用范围

本条适用于板厚为 6~250mm 的钢制压力容器用板材的超声检测和质量分级。奥氏体钢板的超声检测也可参照本条执行。

2.2 探头选用

2.2.1 探头应按表 3-19 选用。

表 3-19 承压设备用板材超声检测探头选用

板厚, mm	采用探头	公称频率, MHz	探头晶片尺寸
6~20	双晶直探头	5	晶片面积不小于 150mm ²
20~40	单晶直探头	5	φ14mm-φ20mm
40~250	单晶直探头	2.5	φ20mm-φ25mm

2.2.2 双晶直探头性能应符合 JB/T 4730.3 附录 A（规范性附录）的要求。

2.3 标准试块

2.3.1 用双晶直探头检测厚度不大于 20mm 的钢板时，采用如图 3-15 所示的 CB I 标准试块。

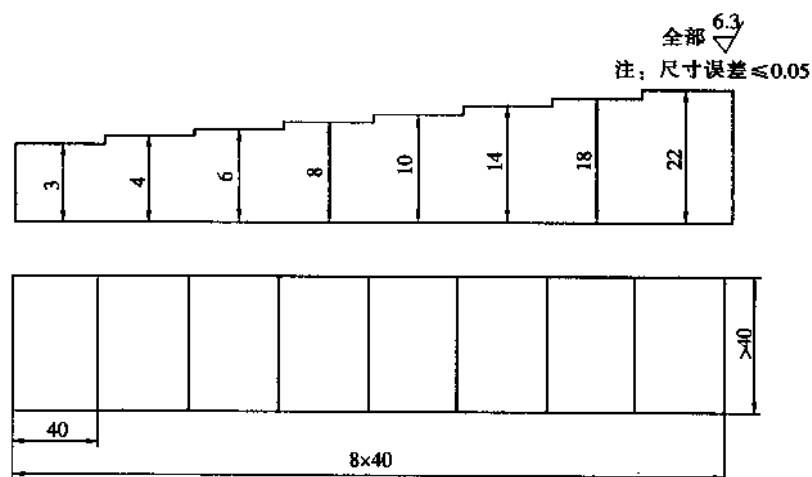


图 3-15 CB I 标准试块

2.3.2 用单直探头检测厚度大于 20mm 的钢板时，采用如图 3-16 和表 3-20 规定的 CB II 标准试块。试块厚度应与被检钢板厚度相近。

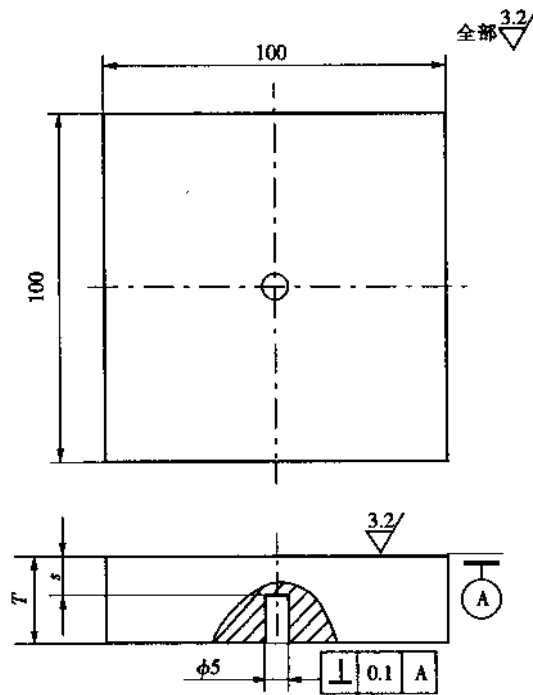


图 3-16 CB II 标准试块

表 3-20

CB II 标准试块

mm

试块编号	被检钢板厚度	检测面到平底孔的距离, s	试块厚度 T
CB II-1	>20-40	15	≥20
CB II-2	>40-60	30	≥40
CB II-3	>60-100	50	≥65
CB II-4	>100-160	90	≥110
CB II-5	>160-200	140	≥170
CB II-6	>200-250	190	≥220

2.4 基准灵敏度

2.4.1 板厚小于或等于 20mm 时, 用 CB I 试块将工件等厚部位第一次底波高度调整到满刻度的 50%, 再提高 10dB 作为基准灵敏度。

2.4.2 板厚大于 20mm 时, 应将 CB II 试块 φ5 平底孔第一次反射波高调整到满刻度的 50% 作为基准灵敏度。

2.4.3 板厚不小于探头的 3 倍近场区时, 也可取钢板无缺陷完好部位的第一次底波来校准灵敏度, 其结果应与 2.4.2 的要求相一致。

2.5 检测方法

2.5.1 检测面

可选钢板的任一轧制平面进行检测。若检测人员认为需要或设计上有要求时, 也可对钢

板的上下两轧制平面分别进行检测。

2.5.2 扫查方式

(1) 探头沿垂直于钢板压延方向、间距不大于 100mm 进行列线扫查。在钢板坡口预定线两侧各 50mm (当板厚超过 100mm 时, 以板厚的一半为准) 内应作 100% 扫查, 扫查示意图如图 3-17 所示。

(2) 根据合同、协议书或图样的要求, 也可进行其他形式的扫查。

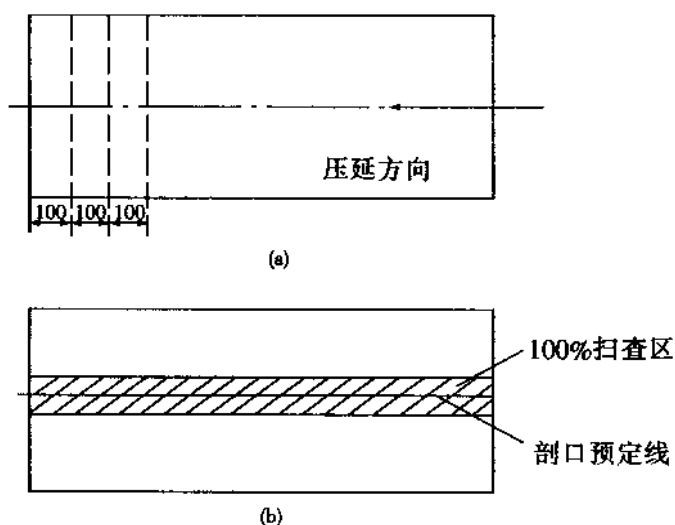


图 3-17 探头扫查示意图

2.5.3 耦合方式

耦合方式可采用直接接触法或液浸法。

2.6 缺陷的测定与记录

2.6.1 在检测过程中, 发现下列三种情况之一者即作为缺陷:

- (1) 缺陷第一次反射波 (F_1) 波高大于或等于满刻度的 50%, 即 $F_1 \geq 50\%$;
- (2) 当底面第一次反射波 (B_1) 波高未达到满刻度, 此时, 缺陷第一次反射波 (F_1) 波高与底面第一次反射波 (B_1) 波高之比大于或等于 50%, 即 $B_1 < 100\%$, 而 $F_1/B_1 \geq 50\%$;
- (3) 当底面第一次反射波 (B_1) 波高低于满刻度的 50%, 即 $B_1 < 50\%$ 。

2.6.2 缺陷的边界范围或指示长度的测定方法

- (1) 检出缺陷后, 应在它的周围继续检测, 以确定缺陷的边界范围或指示长度。
- (2) 用双晶直探头确定缺陷的边界范围或指示长度时, 探头的移动方向应与探头的隔声层相垂直, 并使缺陷波下降到基准灵敏度条件下荧光屏满刻度的 25% 或使缺陷第一次反射波高与底面第一次反射波高之比为 50%。此时, 探头中心的移动距离即为缺陷的指示长度, 探头中心点即为缺陷的边界点。两种方法测得的结果以较严重者为准。

(3) 用单直探头确定缺陷的边界范围或指示长度时, 移动探头, 使缺陷波第一次反射波高

下降到基准灵敏度条件下荧光屏满刻度的 25%或使缺陷第一次反射波高与底面第一次反射波高之比为 50%。此时，探头中心移动距离即为缺陷的指示长度，探头中心点即为缺陷的边界点。两种方法测得的结果以较严重者为准。

(4) 确定本规程 2.6.1(3)条缺陷的边界范围或指示长度时，移动探头，使底面第一次反射波升高到荧光屏满刻度的 50%。此时，探头中心移动距离即为缺陷的指示长度，探头中心点即为缺陷的边界点。

(5) 当板厚较薄，确需采用第二次缺陷波和第二次底波来评定缺陷时，基准灵敏度应以相的第二次底面反射波来校准。

2.7 缺陷的评定方法

2.7.1 缺陷指示长度的评定规则

一个缺陷按其指示的最大长度作为该缺陷的指示长度。若单个缺陷的指示长度小于 40mm 时，可不作记录。

2.7.2 单个缺陷面积的评定规则

(1) 一个缺陷按其指示的面积作为该缺陷的单个指示面积。

(2) 多个缺陷的相邻间距小于 100mm 或间距小于相邻较小缺陷的指示长度（取其较大值）时，其各块缺陷面积之和作为单个缺陷指示面积。

2.7.3 缺陷面积百分比的评定规则

在任一 1m×1m 检测面积内，按缺陷面积所占的百分比来确定。

2.8 钢板质量分级

2.8.1 钢板质量分级见表 3-21。

2.8.2 在坡口预定线两侧各 50mm (板厚大于 100mm 时，以板厚的一半为准) 内，缺陷的指示长度大于或等于 50mm 时，应评为 V 级。

2.8.3 在检测过程中，检测人员如确认钢板中有白点、裂纹等危害性缺陷存在时，应评为 V 级。

表 3-21 钢板质量分级

等级	单个缺陷指示长度 (mm)	单个缺陷指示面积 (cm ²)	在任一 1m×1m 检测面积内存在的缺陷面积百分比 (%)	以下单个缺陷指示面积不计 (cm ²)
I	<80	<25	≤3	<9
II	<100	<50	≤5	<15
III	<120	<100	≤10	<25
IV	<150	<100	≤10	<25
V	超过IV级者			

2.9 横波检测

2.9.1 在检测过程中对缺陷有疑问或合同双方技术协议中有规定时，可采用横波检测。

2.9.2 钢板横波检测应按 JB/T 4730.3 附录 B (规范性附录) 进行。

3 承压设备锻件超声检测

3.1 适合范围

本条适用于压力容器用碳素钢和低合金钢锻件的超声检测和缺陷质量分级。

本条不适用于奥氏体钢等粗晶材料的超声检测,也不适用于内外半径之比小于 80% 的环形和筒形锻件的周向横波检测。

3.2 探头

双晶直探头的公称频率应选用 5MHz, 探头晶片面积不小于 150mm²; 单晶直探头的公称频率应选用 2~5MHz, 探头晶片一般为 $\phi 14\text{mm} \sim \phi 25\text{mm}$ 。

3.3 试块

应符合本规程第 1.4.2(1)条的规定。

3.3.1 单直探头标准试块

采用 CS I 试块, 其形状和尺寸应符合图 3-18 和表 3-22 的规定。如确有需要也可采用其他对比试块。

表 3-22 CB I 标准试块尺寸

试块序号	CS I-1	CS I-2	CS I-3	CS I-4
<i>L</i>	50	100	150	200
<i>D</i>	50	60	80	80

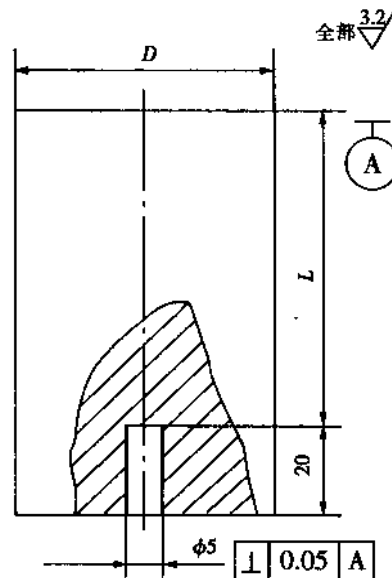


图 3-18 CS I 标准试块

3.3.2 双晶直探头试块

- (1) 工件检测距离小于 45mm 时，应采用 CS II 标准试块。
- (2) CS II 试块的形状和尺寸应符合图 3-19 和表 3-23 的规定。

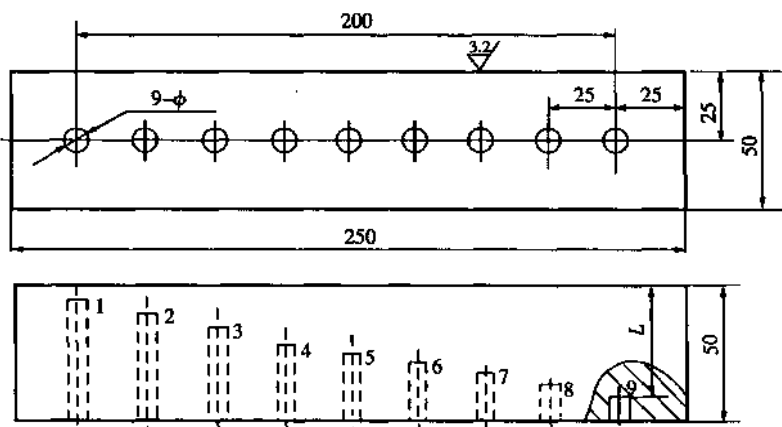


图 3-19 CS II 标准试块

表 3-23

CS II 标准试块尺寸

mm

试块序号	孔径	检测距离 L								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
CS II-1	$\phi 2$	5	10	15	20	25	30	35	40	45
CS II-2	$\phi 3$									
CS II-3	$\phi 4$									
CS II-4	$\phi 6$									

3.3.3 检测面是曲面时，应采用 CS III 标准试块来测定由于曲率不同而引起的声能损失，其形状和尺寸如图 3-20 所示。

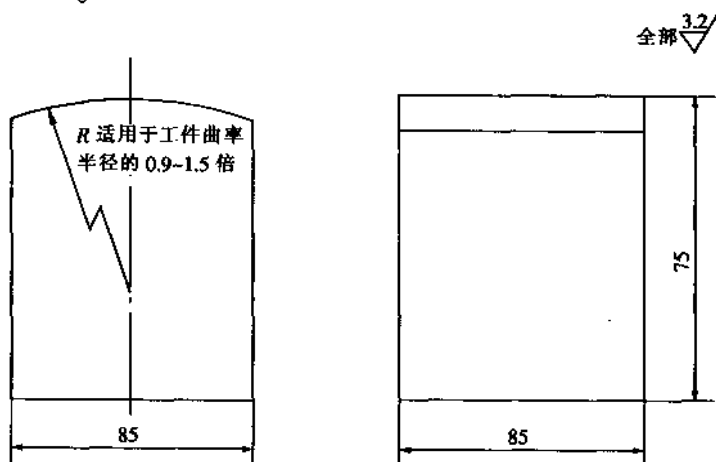


图 3-20 CS III 标准试块

3.4 检测时机

原则上应安排在热处理后，槽、孔、台阶加工前进行。检测面的表面粗糙度 $R_a \leq 6.3 \mu\text{m}$ 。

3.5 检测方法

锻件应进行纵波检测。对筒形和环形锻件还应进行横波检测。

3.5.1 横波检测

钢锻件横波检测应按 JB/T 4730.3 附录 C (规范性附录) 的要求进行。

3.5.2 纵波检测

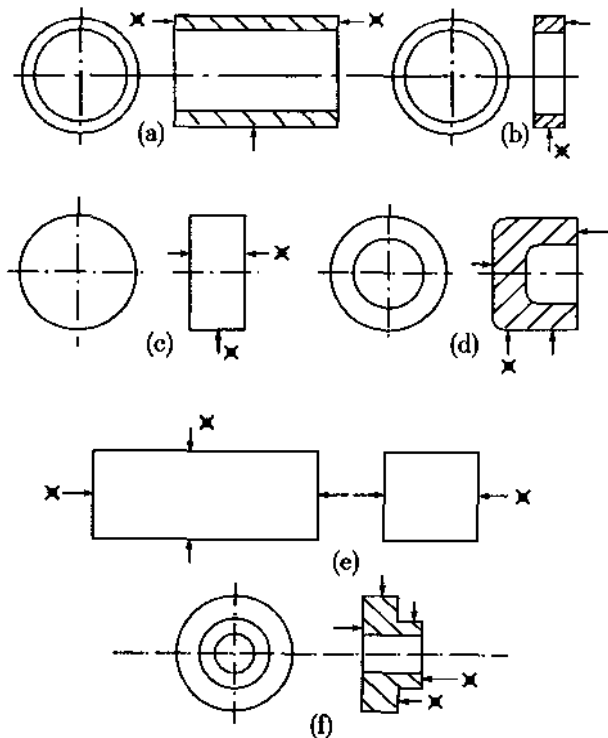
(1) 原则上应从两个相互垂直的方向进行检测，尽可能地检测到锻件的整个体积。主要检测方向如图 3-21 所示。其他形状的锻件也可参照执行。

(2) 锻件厚度超过 400mm 时，应从两相对端面进行 100% 的扫查。

3.6 基准灵敏度的确定

3.6.1 单直探头基准灵敏度的确定

当被检部位的厚度大于或等于探头的 3 倍近场区长度，且探测面与底面平行时，原则上可选用底波计算法确定基准灵敏度。由于几何形状所限，不能获得底波或壁厚小于探头的 3 倍近场区时，可直接采用试块法来确定基准灵敏度。



注：↑为必须检测方向；※为参考检测方向。

图 3-21 纵波检测方向 (垂直检测法)

3.6.2 双晶直探头基准灵敏度的确定

使用 CS II 试块, 依次测试一组不同检测距离的 $\phi 3\text{mm}$ 平底孔 (至少三个)。调节衰减器, 作出双晶直探头的距离-波幅曲线, 并以此作为基准灵敏度。

3.6.3 扫查灵敏度一般不得低于最大检测距离处的 $\phi 2\text{mm}$ 平底孔当量直径。

3.7 工件材质衰减系数的测定

3.7.1 在工件无缺陷完好区域, 选取三处检测面与底面平行且有代表性的部位, 调节仪器使第一次底面回波幅度 (B_1 或 B_n) 为满刻度的 50%, 记录此时衰减器的读数, 再调节衰减器, 使第二次底面回波幅度 (B_2 或 B_m) 为满刻度的 50%, 两次衰减器读数之差即为 (B_1 、 B_2) 或 (B_n 、 B_m) 的 dB 差值 (不考虑底面反射损失)。

3.7.2 衰减系数 ($T < 3N$, 且满足 $n > 3N/T$, $m = 2n$) 按式(1) 计算:

$$\alpha = [(B_n - B_m) - 6] / [2(m - n) T] \quad (1)$$

式中: α ——衰减系数, dB/m (单程);

$(B_n - B_m)$ ——两次衰减器的读数之差, dB;

T ——工件检测厚度, mm;

N ——单直探头近场区长度, mm;

m 、 n ——底波反射次数。

3.7.3 衰减系数 ($T \geq 3N$) 按式(2) 计算:

$$\alpha = [(B_1 - B_2) - 6] / (2T) \quad (2)$$

式中: $(B_1 - B_2)$ ——两次衰减器的读数之差, dB;

其余符号意义同式(1)。

3.7.4 工件上三处衰减系数的平均值即作为该工件的衰减系数。

3.8 缺陷当量的确定

3.8.1 被检缺陷的深度大于或等于探头的 3 倍近场区时, 采用 AVG 曲线及计算法确定缺陷当量。对于 3 倍近场区内的缺陷, 可采用单直探头或双晶直探头的距离-波幅曲线来确定缺陷当量。也可采用其他等效方法来确定。

3.8.2 计算缺陷当量时, 当材质衰减系数超过 4dB/m 时, 应考虑修正。

3.9 缺陷记录

3.9.1 记录当量直径超过 $\phi 4\text{mm}$ 的单个缺陷的波幅和位置。

3.9.2 密集性缺陷: 记录密集性缺陷中最大当量缺陷的位置和分布。饼形锻件应记录大于或等于 $\phi 4\text{mm}$ 当量直径的缺陷密集区, 其他锻件应记录大于或等于 $\phi 3\text{mm}$ 当量直径的缺陷密集区。缺陷密集区面积以 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的方块作为最小量度单位, 其边界可用 6dB 法确定。

3.10 锻件质量分级

3.10.1 单个缺陷的质量分级见表 3-24。

3.10.2 底波降低量的质量分级见表 3-25。

3.10.3 密集区缺陷的质量分级见表 3-26。

3.10.4 表 3-24~表 3-26 的等级应作为独立的等级分别使用。

表 3-24 单个缺陷的质量分级

等级	I	II	III	IV	V
缺陷当量直径 (mm)	$\leq \phi 4$	$\phi 4+$ ($>0-8\text{dB}$)	$\phi 4+$ ($>8-12\text{dB}$)	$\phi 4+$ ($>12-16\text{dB}$)	$>\phi 4+16\text{dB}$

表 3-25 由缺陷引起底波降低量的质量分级

等级	I	II	III	IV	V	
底波降低量	BG/BF	≤ 8	$>8-14$	$>14-20$	$>20-26$	>26

表 3-26 密集区缺陷的质量分级

等级	I	II	III	IV	V
密集区缺陷占检测总面积的百分比 (%)	0	$>0-5$	$>5-10$	$>10-20$	>20

3.10.5 如果工件的材质衰减对检测效果有较大的影响,应重新进行热处理。

3.10.6 如果检测人员判定为危害性缺陷时,锻件的质量等级为 V 级。

4 钢制压力容器对接接头的超声检测

4.1 适用范围

本条规定了对接接头的超声检测和质量分级。

本条适用于母材公称厚度为 8~120mm 的全焊透熔化焊钢制对接接头的 B 级超声检测技术。

本条不适用于铸钢及奥氏体钢对接接头、外径小于 159mm 的钢管对接接头、内径小于或等于 200mm 的管座角向接头的超声检测,也不适用于外径小于 250mm 或内外径之比小于 80% 的纵向接头检测。

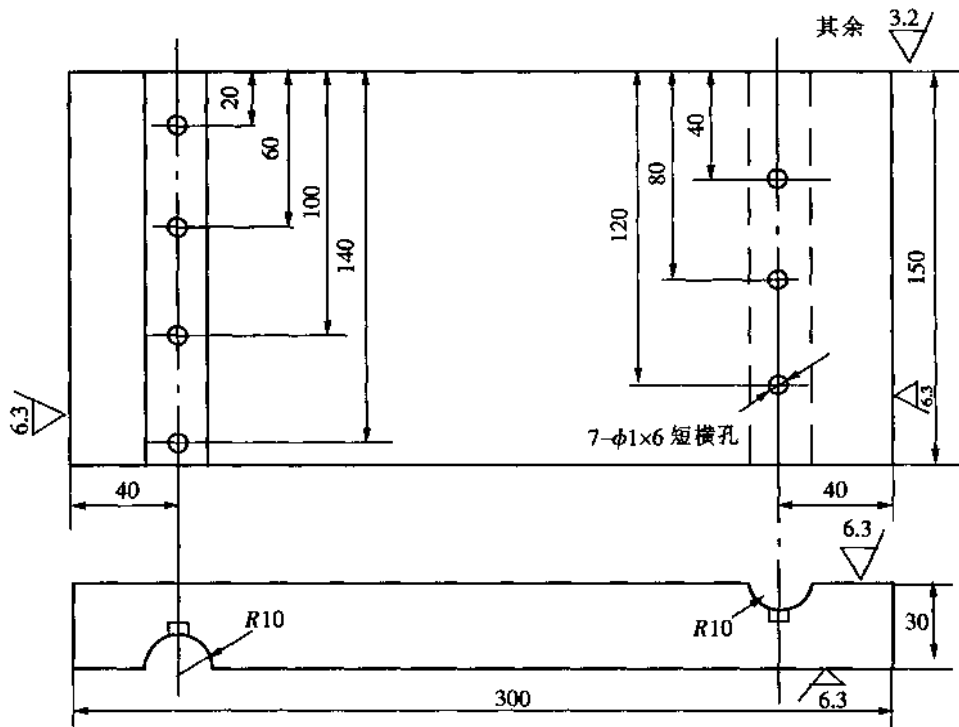
4.2 试块

4.2.1 应符合本规程第 1.4.2 条的规定。

4.2.2 采用的标准试块为 CSK-I A, CSK-II A 和 CSK-III A。其形状和尺寸应分别符合图 3-22、图 3-23 和图 3-24。

4.2.3 CSK-I A、CSK-II A 和 CSK-III A 试块适用于壁厚为 8mm~120mm 的焊接接头的检测。在满足检测灵敏度要求时,也可采用其他形式的等效试块。

4.2.4 检测曲面工件时,如受检面曲率半径 R 小于或等于 $W^2/4$ (W 为探头接触面宽度,环缝检测时为探头宽度,纵缝检测时为探头长度)时,应采用与检测面曲率相同或相近的对比试



注：尺寸误差不大于±0.05mm。

图 3-24 CSK-III A 试块

块，反射孔的位置可参照标准试块确定。一个曲面的对比试块可检测是该曲率半径 0.9~1.5 倍的曲面工件。试块宽度 b 一般应满足：

$$b \geq 2\lambda S/D_0$$

式中： b ——试块宽度，mm；
 λ ——超声波波长，mm；
 S ——声程，mm；
 D_0 ——声源有效直径，mm。

4.3 检测准备

4.3.1 检测面

检测面一般按母材公称厚度 T 而定： T 小于或等于 46mm 时为焊缝的单面双侧， T 大于 46mm 时为双面双侧。如受几何条件限制，也可在对接接头的双面单侧或单面双侧采用两种 K 值探头进行检测。

(1) 检测区

检测区的宽度应是焊缝本身和焊缝两侧各相当于母材厚度 30% 的一段区域，这个区域最小为 5mm，最大为 10mm。

(2) 探头移动区

探头移动区应清除焊接飞溅、铁屑、油垢及其他杂质。检测表面应平整，便于探头的扫

查，其表面粗糙度 R_a 应小于或等于 $6.3\mu\text{m}$ ，一般应进行打磨。

① 采用一次反射法检测时，探头移动区应不小于 $1.25P$ 。

$$P=2TK$$

式中： P ——跨距，mm；

T ——母材公称厚度，mm；

K ——探头 K 值。

② 采用直射法检测时，探头移动区应不小于 $0.75P$ 。

(3) 如果焊缝表面有咬边、较大的隆起和凹陷等也应进行适当的修磨，并作圆滑过渡以免影响检测结果的评定。

4.3.2 探头 K 值（角度）和频率

(1) 斜探头的 K 值选取可参照表 3-27 的规定。条件允许时，应尽量采用较大的 K 值探头。

(2) 探头频率一般为 $2\text{MHz}\sim 5\text{MHz}$ 。

表 3-27

推荐应用的斜探头 K 值

板厚 T (mm)	K 值
8~25	3.0~2.0 ($72^\circ\sim 60^\circ$)
>25~46	2.5~1.5 ($68^\circ\sim 56^\circ$)
>46~120	2.0~1.0 ($60^\circ\sim 45^\circ$)

注：对于 $T\leq 16\text{mm}$ 的薄板对接接头，宜选用高频率、大 K 值、小晶片和短前沿的斜探头。选择探头的原则是按 T 和焊缝宽度，使直射法扫查焊缝截面的中下部，反射法扫查焊缝截面的中上部。

4.4 距离-波幅曲线的绘制

4.4.1 距离-波幅曲线按所用探头和仪器在试块上实测的数据绘制而成。该曲线簇由评定线、定量线和判废线组成。评定线与定量线之间（包括评定线）为 I 区，定量线与判废线之间（包括定量线）为 II 区，判废线及其以上区域为 III 区。如图 3-25 所示。如果距离-波幅曲线绘制在荧光屏上，则在检测范围内不低于荧光屏满刻度的 20%，否则应分段制作。

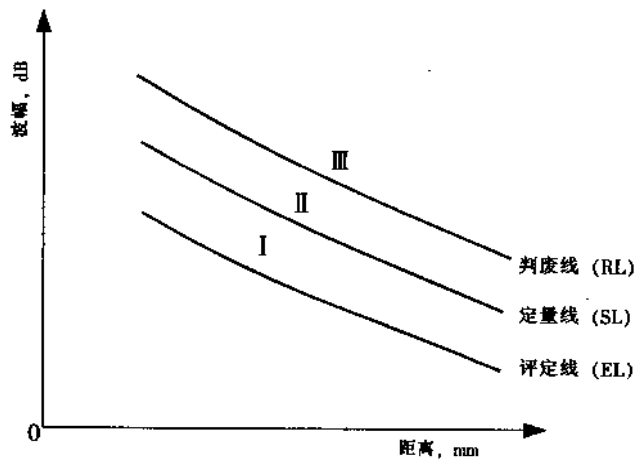


图 3-25 距离-波幅曲线

4.4.2 距离-波幅曲线的灵敏度选择

- (1) 壁厚为 8~120mm 的对接接头，其距离-波幅曲线灵敏度按表 3-28 的规定。
- (2) 检测横向缺陷时，应将各线灵敏度均提高 6dB。
- (3) 检测面曲率半径 R 小于或等于 $W/4$ 时，距离-波幅曲线的绘制应在与被检测面曲率相同或相近的对比试块上进行。
- (4) 扫查灵敏度不低于最大声程处的评定线灵敏度。
- (5) 工件的表面声能损失差应计入距离-波幅曲线

表 3-28 距离-波幅曲线的灵敏度

试块型式	板厚 (mm)	评定线	定量线	判废线
CSK-II A	8-46	$\phi 2 \times 40-18\text{dB}$	$\phi 2 \times 40-12\text{dB}$	$\phi 2 \times 40-4\text{dB}$
	>46-120	$\phi 2 \times 40-14\text{dB}$	$\phi 2 \times 40-8\text{dB}$	$\phi 2 \times 40+2\text{dB}$
CSK-III A	8-15	$\phi 1 \times 6-12\text{dB}$	$\phi 1 \times 6-6\text{dB}$	$\phi 1 \times 6+2\text{dB}$
	>15-46	$\phi 1 \times 6-9\text{dB}$	$\phi 1 \times 6-3\text{dB}$	$\phi 1 \times 6+5\text{dB}$
	>46-120	$\phi 1 \times 6-6\text{dB}$	$\phi 1 \times 6$	$\phi 1 \times 6+10\text{dB}$

4.5 检测方法

4.5.1 平板对接接头的检测

(1) 为检测纵向缺陷，原则上采用一种 K 值探头在对接接头的单面双侧进行检测。母材厚度大于 46mm 时，采用双面双侧检测。如受几何条件限制，也可在对接接头双面单侧或单面双侧采用两种 K 值探头进行检测。斜探头应垂直于焊缝中心线放置在检测面上，作锯齿形扫查，见图 3-26。探头前后移动的范围应保证扫查到全部对接接头截面。在保持探头垂直焊缝作前后移动的同时，还应作 $10^\circ \sim 15^\circ$ 的左右转动。

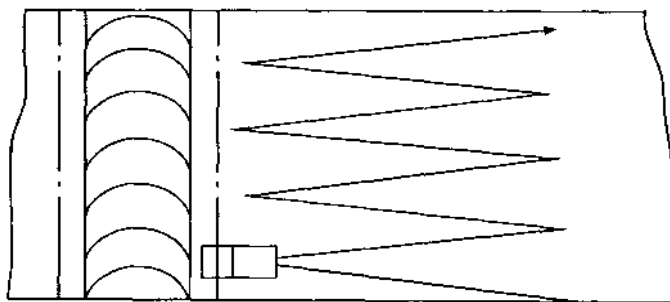


图 3-26 锯齿形扫查图

(2) 为检测焊缝及热影响区的横向缺陷应进行平行和斜平行扫查。检测时，可在对接接头两侧边缘使探头与焊缝中心线成 $10^\circ \sim 20^\circ$ 角作两个方向的斜平行扫查，见图 3-27。对接接头余高磨平时，可将探头放在焊缝及热影响区上作两个方向的平行扫查，见图 3-28。

(3) 为确定缺陷的位置、方向和形状，观察缺陷动态波形和区分缺陷信号或伪缺陷信号，可采用前后、左右、转角、环绕等四种探头基本扫查方式，见图 3-29。

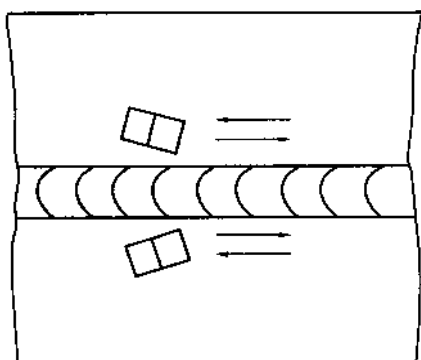


图 3-27 斜平行扫查

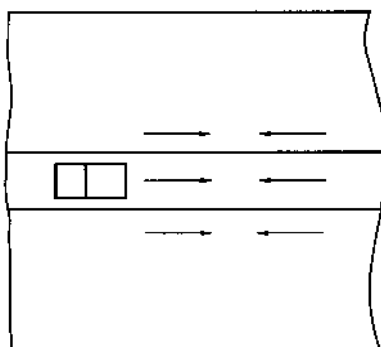


图 3-28 平行扫查

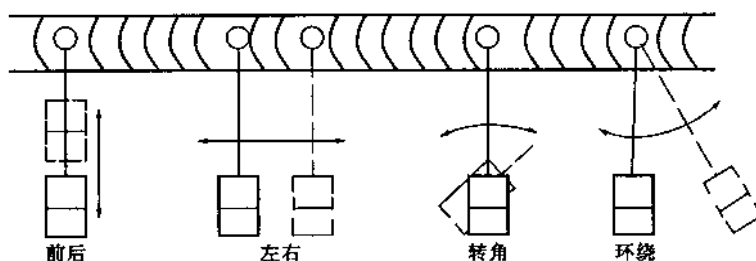


图 3-29 四种基本扫查方法

4.5.2 曲面工件对接接头的检测

(1) 环缝检测面为曲面时，如工件外径大于 600mm，可按平板对接接头的检测方法进行检测。当工件外径小于或等于 600mm 时，可采用 SY/T 4109—2005 一组 SGB 试块，此试块既可作距离-波幅曲线，又可测定探头参数。

(2) 纵缝检测时，按 CSK-II A 的形式应作成曲面试块，其曲率半径与检测面曲率半径之差小于 10%。

4.5.3 管座角焊缝的检测

4.5.3.1 一般原则

在选择检测面和探头时应考虑到各种类型缺陷的可能性，并使声束尽可能垂直于该焊接接头结构的主要缺陷。

4.5.3.2 检测方式

根据结构形式，管座角焊缝的检测有如下五种检测方式，可选择其中一种或几种方式组合实施检测。检测方式的选择应由合同双方商定，并应考虑主要检测对象和几何条件的限制。

(1) 在接管内壁采用直探头检测，见图 3-30 位置 1。

(2) 在容器内壁采用直探头检测，见图 3-31 位置 1。在容器内壁采用斜探头检测，见图 3-30 位置 4。

- (3) 在接管外壁采用斜探头检测，见图 3-31 位置 2。
- (4) 在接管内壁采用斜探头检测，见图 3-30 位置 3 和图 3-31 位置 3。
- (5) 在容器外壁采用斜探头检测，见图 3-30 位置 2。

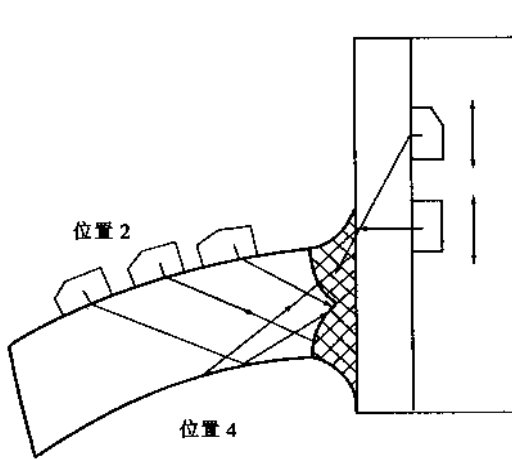


图 3-30 插入式管座角焊缝

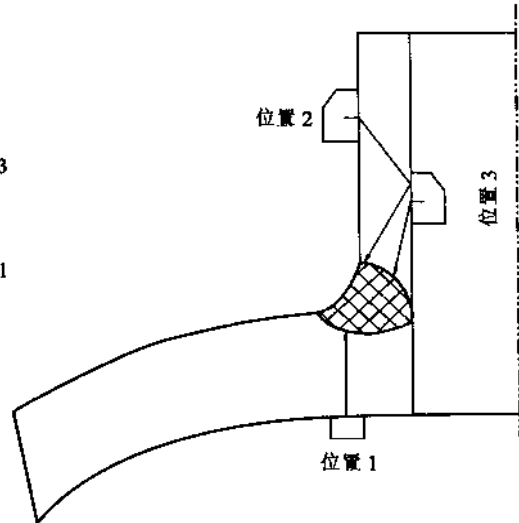


图 3-31 安放式管座角焊缝

4.5.3.3 管座角焊缝以直探头检测为主，必要时应增加斜探头检测的内容。探头频率、尺寸应按表 3-19 和本规程第 4.3.2 条的规定执行，管座角焊缝斜探头的距离-波幅曲线灵敏度按表 3-28 的规定，直探头的距离-波幅曲线灵敏度按表 3-29 的规定。距离-波幅曲线的制作见本规程第 4.4 条。

表 3-29 管座角焊缝直探头距离-波幅曲线灵敏度

评定线	定量线	判废线
$\phi 2\text{mm}$ 平底孔	$\phi 3\text{mm}$ 平底孔	$\phi 6\text{mm}$ 平底孔

4.6 缺陷测定

灵敏度应调到定量线灵敏度。

对所有反射波幅超过定量线的缺陷，均应确定其位置、最大反射波幅和缺陷指示长度。

4.6.1 缺陷位置测定

将探头移至缺陷出现最大反射波信号的位置，测定缺陷深度、距焊缝中心线的尺寸和波幅大小，并确定它在距离-波幅曲线中的区域。

4.6.2 缺陷定量

(1) 缺陷当量直径 ϕ ，用当量平底孔直径表示，主要用于直探头检测，可采用公式计算，距离-波幅曲线和试块对比来确定缺陷当量尺寸。

(2) 缺陷指示长度 ΔL 及检测采用方法；

① 当缺陷反射波只有一个高点，且位于Ⅱ区或Ⅱ区以上时，使波幅降到荧光屏满刻度的80%后，用6dB法测其指示长度。

② 当缺陷反射波峰值起伏变化，有多个高点，且位于Ⅱ区或Ⅱ区以上时，移动探头找到端部最大反射波，以端点6dB法测其指示长度。当难于找到端部最大反射波或缺陷端部最大反射波低于Ⅱ区时，测至评定线为止。

③ 当缺陷反射波峰位于Ⅰ区，如认为有必要记录时，将探头左右移动，使波幅降到评定线，以此测定缺陷指示长度。

4.7 缺陷评定

(1) 超过评定线的信号应注意其是否具有裂纹等危害性缺陷特征，如有怀疑时，应采取改变探头K值、增加检测面、观察动态波形并结合结构工艺特征作判定；如对波形不能判断时，应辅以其他检测方法作综合判定。

(2) 缺陷指示长度小于10mm时按5mm计。

(3) 相邻两缺陷在一直线上，其间距小于较小缺陷长度时，应作为一条缺陷处理，以两缺陷长度之和作为其指示长度（不考虑间距）。

4.8 焊接接头质量分级

(1) 不允许存在下列缺陷：

- ① 反射波幅位于判废线及Ⅲ区的缺陷；
- ② 检测人员判定为裂纹等危害性的缺陷。

(2) 最大反射波幅位于Ⅱ区的缺陷，应根据其指示长度按表3-30的规定予以评级。

(3) 最大反射波幅低于定量线的非裂纹类缺陷，均评为Ⅰ级。

(4) 不合格的缺陷应予以返修。返修部位及热影响区仍按本规程进行检测和质量分级。

表 3-30 板厚 8~120mm 对接接头质量分级

等级	单个缺陷指示长度 L (mm)	多个缺陷的累积指示长度 L' (mm)
I	$L=1/3T$ ，最小为 10，最大不超过 30	在任意 $9T$ 焊缝长度范围内 L' 不超过 T 或单个缺陷指示长度，取其较大者。
II	$L=2/3T$ ，最小为 12，最大不超过 40	在任意 $4.5T$ 焊缝长度范围内 L' 不超过 T 或单个缺陷指示长度，取其较大者。
III	超过Ⅱ级者	

注：① 板厚不等的对接接头，以薄板为准。
 ② 当焊缝长度不足 $9T$ (Ⅰ级) 或 $4.5T$ (Ⅱ级) 时，可按比例折算，折算后的缺陷指示长度小于单个缺陷指示长度时，以单个缺陷指示长度为准。

3.10 钢制球形储罐无损检测规程的编制

钢制球形储罐（以下简称球罐）属第三类压力容器，由于结构为球形，一般直径和壁厚均较大，制造厂仅能完成球壳板压制，人孔、接管和支座的焊接等，整体球罐需现场安装组焊。球罐制

作和安装过程中通常采用 RT、UT、MT 和 PT 四种检测方法，仍按 JB/T 4730 进行检测，检测方法、检测部位和验收级别按 GB 12337 和 GB 50094 进行，且现场安装前还要对制造厂提供的壳体等按原检测方法进行抽检，现场组焊后多采用 γ 射线中心曝光法检测，超声复验。鉴于上述，检测规程的编制也应有所变化。

检测规程编制要点及参照标准如下。

- (1) 主题内容及适用范围：与本章第 3.2.1 节格式相当。
- (2) 规范性引用文件：与本章第 3.2.2 节格式相同。
- (3) 球罐的结构及焊缝编号：参照 GB 50094 表 B.0.4 编制。
- (4) 球罐的无损检测：
 - ① 球壳板的超声检测及合格级别参照 GB 12337 编制。
 - ② 球壳板坡口面的 MT 或 PT 检测和验收标准参照 GB 50094 和 GB 12337 编制。
 - ③ 对接接头的 RT 或 UT 检测、复验及合格级别参照 GB 50094 和 GB 12337 编制。
 - ④ 球罐的 MT 或 PT 检测及合格级别参照 GB 50094 和 GB 12337 编制。
- (5) 检测报告：
 - ① 球罐制造单位检测报告的项目及内容参照 GB 12337。
 - ② 现场检测提供报告的项目及内容参照 GB 50094。
- (6) 球罐制造安装过程中的无损检测工艺：
 - ① 制造和安装过程中的无损检测工艺参照压力容器 RT、UT、MT 和 PT 工艺规程进行。
 - ② 安装过程中的射线中心曝光法检测的补充部分参照 JB/T 4730 及经验编制。

3.11 钢制球形储罐无损检测规程的编制实例

× × × 厂 (公司)

钢制球形储罐无损检测规程

XXXX—XXXX

1 主题内容与适用范围

1.1 本规程从球罐的结构形式、焊缝编号、检测要求及合格级别等入手，规定了检测人员资格、检测器材及检测方法工艺要点等。

1.2 本规程在本单位《压力容器无损检测规程》的基础上，结合球罐无损检测的特点编制，适用于 50~10000m³ 球罐的无损检测。满足 GB 12337、GB 50094 和《压力容器安全技术监察规程》的要求。

1.3 检测工艺卡是本规程的补充，由 II 级以上人员按合同要求和本规程编写，其参数规定得更具体。

2 规范性引用文件

GB 12337—1999 《钢制球形储罐》

GB 50094—1998 《球形储罐施工及验收规范》

JB/T 4730.1~JB/T 4730.6—2005 《承压设备无损检测》

3 球罐的结构及焊缝编号

3.1 球罐的结构形式一般有桔瓣式和混合式两类。按其结构可分为七带式至三带式。

3.2 球壳各带的名称及焊缝编号见表 3-31。

4 球罐的无损检测

4.1 球壳板的检测

4.1.1 球壳板符合下列条件的应逐张进行超声检测；

- (1) 厚度大于 30mm 的 20R 和 16MnR 钢板；
- (2) 厚度大于 25mm 的 15MnVR 和 15MnVNR 钢板；
- (3) 厚度大于 20mm 的 16MnDR 和 09Mn2VDR 钢板；
- (4) 调质状态供货的钢板；
- (5) 上、下极板和支柱连接的赤道钢板。

4.1.2 球壳板有超声检测要求的，其周边 100mm 范围内应 100% 超声检测。

4.1.3 现场施工前，球壳板有超声检测要求的抽查比例 $\geq 20\%$ ，且每带不少于 2 块，上、下极板各不少于 1 块。球壳周边 100mm 范围抽查比例 $\geq 20\%$ ，抽查数量与球壳板相同。抽检不合格，加倍抽查，若仍不合格，逐张检测。

4.1.4 钢板超声检测按 JB/T 4730.3 进行，热轧、正火状态供货钢板质量等级不低于 III 级，调质状态供货的钢板质量等级不低于 II 级。

4.1.5 球壳板的坡口面磁粉或渗透检测。

(1) 标准抗拉强度下限值 σ_s 大于或等于 540MPa 的钢材气割坡口面，或图样要求进行磁粉或渗透检测的，球壳成形后坡口面应 100% 检测。

(2) 现场施工前，抽查球壳板坡口面的数量应大于或等于 20%；若发现有不允许的缺陷，应加倍抽检，若仍不合格，应逐件检测。

(3) 验收标准：不得有裂纹、分层和夹层。

4.2 球罐对接接头的射线或超声检测

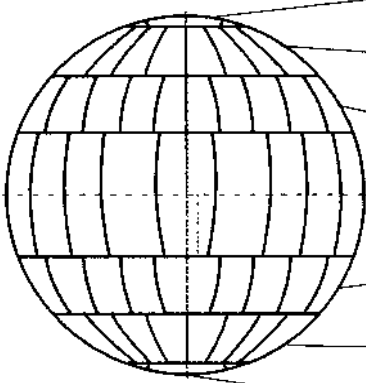
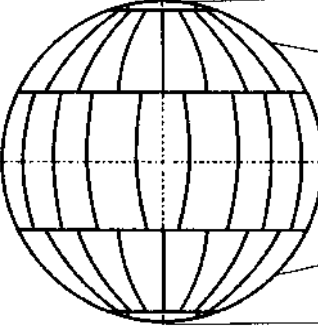
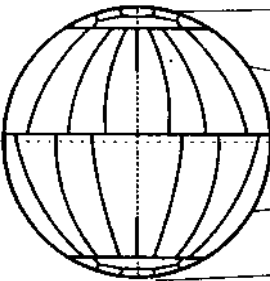
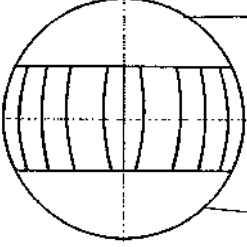
4.2.1 球罐属第三类压力容器，球壳所有对接接头、嵌入式接管与球壳连接的对接接头、公称直径大于或等于 250mm 人孔颈、接管与长颈法兰、接管与接管连接的对接接头均应进行 100% RT 或 UT 检测。

4.2.2 对接接头复检的规定

(1) 对于进行 100% 射线或超声检测的对接接头，符合下列要求时对每条对接接头应采用超

表 3-31

球壳各带名称及焊缝编号

球壳结构简图	球壳各带名称	球壳各带编号	环焊缝编号
	上极	F	— DF — — BD — — AB — — AC — — CE — — EG —
	上寒带	D	
	上温带	B	
	赤道带	A	
	下温带	C	
	下寒带	E	
	下极	G	
	上极	F	— BF — — AB — — AC — — CG —
	上温带	B	
	赤道带	A	
	下温带	C	
	下极	G	
	上极	F	— BF — — AB — — AG —
	上温带	B	
	赤道带	A	
	下极	G	
	上极	F	— AF — — AG —
	赤道带	A	
	下极	G	

声或射线进行复检：

- ① 材料标准抗拉强度大于或等于540MPa，且名义厚度大于20mm的球罐；
- ② 名义厚度大于38mm的球罐；
- ③ 设计图样规定复检的球罐。

(2) 复检比例不少于检测对接接头长度的20%，复检时应包括第一相交的对接接头，两种检测方法的结果均应符合各自的合格标准。

4.2.3 对接接头的检测按JB/T 4730.2和JB/T 4730.3进行。射线检测技术等级不低于AB级，对接接头质量不低于Ⅱ级为合格；超声检测为Ⅰ级合格。

经射线或超声检测的对接接头，当有不合格缺陷时，应在缺陷清除修补后，对焊接修补部位按原检测方法重新检测，直至合格。

4.2.4 检测时机：标准抗拉强度大于或等于540MPa或有延迟裂纹倾向的钢材制造的球罐，应在焊接结束36小时后进行检测，其他钢材制造的球罐应在焊接结束24小时后，进行射线或超声检测。

4.3 球罐的磁粉和渗透检测

4.3.1 球罐的下列部位应在压力试验前（如球罐需焊后整体热处理时应在热处理前）进行磁粉检测或渗透检测：

- (1) 球壳对接接头内外表面；
- (2) 人孔及公称直径大于或等于250mm接管的对接接头的内外表面；
- (3) 接管与球壳板角接接头内外表面；
- (4) 补强圈、垫板、支柱及其他角接头的外表面；
- (5) 工卡具焊迹打磨后及球壳体缺陷焊接修补打磨后的部位；
- (6) 嵌人式接管与球壳连接的对接接头内外表面；
- (7) 凡100%射线或超声检测的球罐上公称直径小于250mm的接管与长颈法兰、接管与接管对接接头的表面（必要时采用 $\geq 20\%$ RT检测，以控制内在质量）；
- (8) 球罐对接接头背部清根后的部位（作为内控）。

4.3.2 球罐压力试验后应进行磁粉检测或渗透检测复查。

复查比例应为焊接接头全长的20%以上，复查部位包括每一相交的对接接头、接管与球壳板焊接接头内外表面、补强圈、垫板、支柱及其他角接头外表面、每个焊工所焊的焊接接头及工卡具焊迹打磨和壳体缺陷焊接修补打磨后的部位。

4.3.3 磁粉和渗透检测按JB/T 4730.4和JB/T 4730.5进行，检测结果均为Ⅰ级合格。磁粉检测和渗透检测发现的缺陷，应进行修磨或焊接修补，并对该部位按原检测方法重新检测，直至合格。

4.3.4 检测时机：磁粉检测和渗透检测应在射线检测和超声检测合格后进行；标准抗拉强度大于或等于540MPa或有延迟裂纹倾向钢材制造的球罐焊接结束36小时后，其他钢材制造的球

罐焊接结束24小时后，方可进行磁粉检测渗透检测。

4.4 球罐的检测报告

综上所述，球罐的检测项目较多，且球壳等必须在制造厂内压制焊接，有的是本单位现场安装，有的是外单位安装。安装时还要对球壳板抽检，组焊后的球罐焊接接头又分压力试验前检测和压力试验后抽检。为保证球罐检测质量，制造和安装单位必须及时提供下列检测报告。

4.4.1 球壳板压制单位应提供的检测报告

(1) 球壳板按本规程第 4.1.1 条、第 4.1.2 条、第 4.1.4 条进行 UT 检测，出具检测报告。

(2) 球壳板坡口面按本规程第 4.1.5(1)条进行 PT 或 MT 检测，出具检测报告。

(3) 公称直径大于或等于 250mm 的人孔颈、接管与长颈法兰的对接接头按本规程第 4.2.1 条进行 100%RT 检测（公称直径小于 250mm，必要时进行 $\geq 20\%$ RT 检测），按本规程第 4.2.3 条出具 RT 检测的报告，并按本规程第 4.3 条进行 MT 或 PT 检测，出具 MT 和 PT 检测的报告（公称直径小于 250mm 的对接接头作 20%RT 检测的除外）。

(4) 嵌入式接管（含人孔）与球壳连接的对接接头应进行 100%RT 检测，按本规程第 4.2.3 条出具 RT 检测的报告，并按本规程第 4.2.2 条进行不小于检测对接接头长度 20%UT 复检，出具 UT 复检报告。还应按本规程第 4.3.1 条进行 100%MT 或 PT 检测，按本规程第 4.3.3 条出具 MT 或 PT 检测报告。

(5) 接管与球壳板角接头内外表面按本规程第 4.3.1(3)条进行 PT 检测，按本规程第 4.3.3 条出具 PT 检测的报告。

(6) 支柱与球壳板连接的角接头（合同规定组焊者）及补强圈角接头，按本规程第 4.3.1(4) 条进行 PT 检测，按本规程第 4.3.3 条出具 PT 检测的报告。

(7) 委托检测的其他部位检测报告等。

4.4.2 现场安装单位应提供的检测报告

(1) 施焊前的抽查报告

① 按本规程第 4.1.3 条对球壳板及周边进行 UT 抽查 $\geq 20\%$ ，并出具 UT 检测的报告；

② 球壳板坡口面按本规程第 4.1.5(2)条进行 MT 或 PT 抽查 $\geq 20\%$ ，按本规程第 4.1.5(3)条评定，出具 MT 或 PT 检测的报告。

(2) 球罐压力试验前的检测报告

① 球壳对接接头施焊过程中，外侧焊接背部清根后的部位，按本规程第 4.3.1(8)条进行 MT 或 PT 检测，按本规程第 4.3.3 条出具 MT 或 PT 检测的报告（内控）；

② 球壳对接接头按本规程第 4.2.1 条进行 RT 或 UT 检测，按本规程第 4.2.3 条评定，出具 RT 或 UT 检测的报告。按本规程第 4.2.2 条进行复检，按本规程第 4.2.3 条出具复检的报告，并按本规程第 4.3.1 条对对接接头内外表面进行 MT 检测，按本规程第 4.3.3 条评定，出具 MT 检测的报告；

③ 按本规程第 4.3.1(4)、(5)条对球罐上垫板、工卡具焊迹打磨后及球壳体焊接修补打磨后的部位进行 MT 或 PT 检测,按本规程第 4.3.3 条评定,出具 MT 或 PT 检测的报告。

(3) 球罐压力试验后的检测报告

球罐压力试验后对其焊接接头总长(包括供货单位施焊的焊接接头),按本规程第 4.3.2 条的要求进行 MT 或 PT $\geq 20\%$ 的抽查,按本规程第 4.3.3 条出具 MT 或 PT 检测的报告。

5 球罐制作安装过程的无损检测工艺

球罐是一种特定的压力容器产品,其检测人员资格、检测标准、检测仪器、器材及试块、受检表面的制备、检测工艺、检测记录、报告及存档等均应按压力容器的射线、超声、磁粉和渗透检测规程进行。现仅就现场球壳对接接头采用 ^{60}Co γ 射线中心曝光法检测作如下补充。

5.1 设备、器材和材料

5.1.1 设备: ^{60}Co γ 源,按球罐的容积和壁厚一般源强选用 100Ci~200Ci。在满足几何不清晰度的情况下,必要时可采用几个源捆扎使用,以保证曝光时间在 12 小时之内完成为宜。

5.1.2 胶片和增感屏

胶片: AGFA D₄、天 V,也可使用 AGFA D₇、AGFA C₇ 胶片。规格 80mm \times 360mm 或 80mm \times 430mm 等。

增感屏:使用铅屏,厚度 0.1mm,规格与胶片相同。采用磁性胶片暗袋。

5.1.3 像质计

(1) 像质计型号:采用线型金属丝像质计,其型号为 Fe-6/12。

(2) 像质计的放置:应放于射线源一侧,但拆除罐内架子后无法放置,故放置于胶片侧,经对比试验使实际底片灵敏度符合本章表 3-5 的规定,并在像质计附近加 F 字母,以示区别。

(3) 像质计的数量:球罐对接接头采用源置于球心的全景曝光时,至少在北极区、赤道区、南极区附近的焊缝上沿纬度等间隔地各放置 3 个像质计,在南、北极的极板拼缝上各放置 1 个像质计,但复照片和返修片应逐一加像质计。

5.1.4 识别系统

识别系统由定位标记和识别标记组成,如图 3-32 所示。透照日期可仅放于有像质计的片上,但应事先征得当地特种设备安全监检人员的认可,但返修片应逐一加透照日期。

5.1.5 观片灯和评片室

(1) 观片灯:应使用高亮度观片灯,可评定底片黑度不低于 4.0。

(2) 评片室:评片应在评片室进行。评片室应整洁、安静、温度适宜、光线应暗且柔和。

5.1.6 黑度计和比较黑度片

采用 TD-210 型或 TH-386 型系列黑度计和仪器自带的黑度片。黑度计误差 ≤ 0.05 。

5.1.7 显影剂:采用胶片厂推荐的显影剂。

5.2 受检部位的表面制备

5.2.1 距焊缝中心各 100mm 范围内的焊疤、飞溅、成型粗糙及表面缺陷均应修磨,且不得有

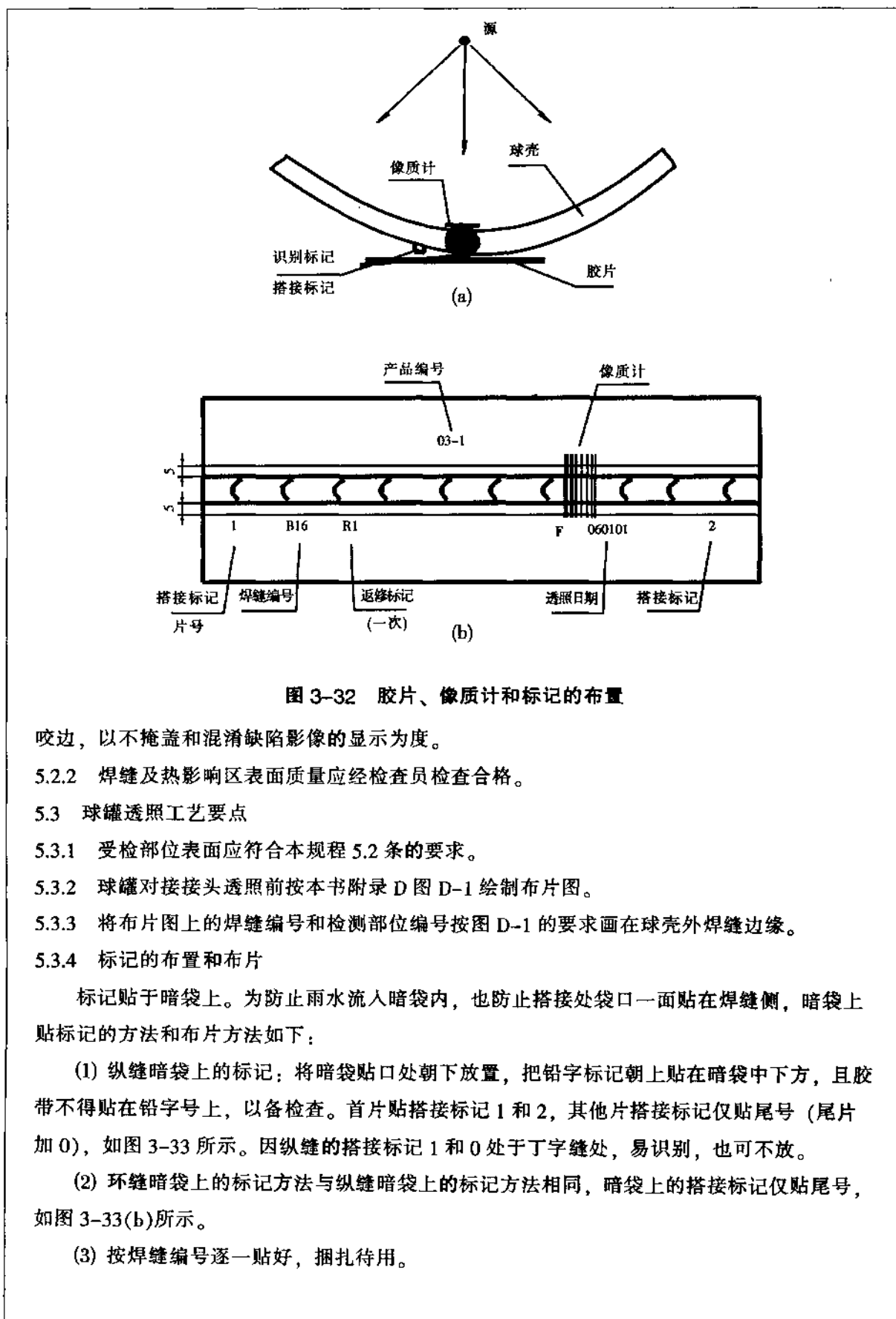


图 3-32 胶片、像质计和标记的布置

咬边，以不掩盖和混淆缺陷影像的显示为度。

5.2.2 焊缝及热影响区表面质量应经检查员检查合格。

5.3 球罐透照工艺要点

5.3.1 受检部位表面应符合本规程 5.2 条的要求。

5.3.2 球罐对接接头透照前按本书附录 D 图 D-1 绘制布片图。

5.3.3 将布片图上的焊缝编号和检测部位编号按图 D-1 的要求画在球壳外焊缝边缘。

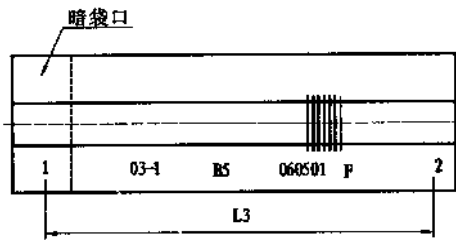
5.3.4 标记的布置和布片

标记贴于暗袋上。为防止雨水流入暗袋内，也防止搭接处袋口一面贴在焊缝侧，暗袋上贴标记的方法和布片方法如下：

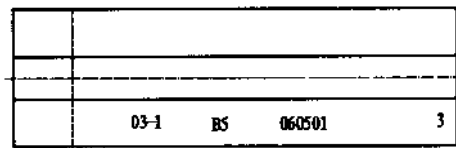
(1) 纵缝暗袋上的标记：将暗袋贴口处朝下放置，把铅字标记朝上贴在暗袋中下方，且胶带不得贴在铅字号上，以备检查。首片贴搭接标记 1 和 2，其他片搭接标记仅贴尾号（尾片加 0），如图 3-33 所示。因纵缝的搭接标记 1 和 0 处于丁字缝处，易识别，也可不放。

(2) 环缝暗袋上的标记方法与纵缝暗袋上的标记方法相同，暗袋上的搭接标记仅贴尾号，如图 3-33(b) 所示。

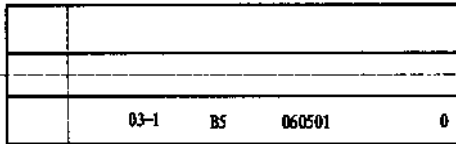
(3) 按焊缝编号逐一贴好，捆扎待用。



(a) 首片标记



(b) 第2片标记



(c) 尾片标记

图 3-33 暗袋上的标记摆放

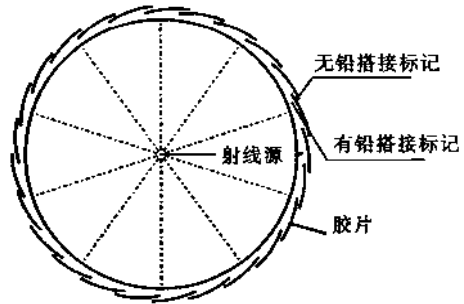


图 3-34 胶片的布置方式

(4) 将暗袋翻过来 (标记从罐内看为正面), 使暗袋上的片号与球壳焊缝上的片号同方位对齐。逐次叠压布置, 如图 3-34 所示。

(5) 纵缝首片暗袋的首端应置于环缝暗袋的外侧压实, 尾片暗袋的尾端应置于环缝暗袋的外侧压实, 以防纵缝的搭接标记落在环缝片上。

(6) 上半球的暗袋用磁铁压实, 下半球的纵缝用胶带或松紧带从下人孔处往上拉紧, 将暗袋装入指定位置。下半球的环缝可用磁性暗袋加磁铁压实。

(7) 夏季为防雨淋, 每个暗袋应采用塑料薄膜袋套上。

5.3.5 像质计的数量和摆放按本规程第 5.1.3 条办理。

5.3.6 γ 源的固定: 球罐内架子拆除、胶片暗袋布好后即可固定输源管。由于上下人孔通过球心, 故在输源管上量出球罐内半径, 记上标记。用粗尼龙绳系紧输源管, 从下人孔上提, 使输源管的标记达球壳内壁处, 此时源头达球心。将绳索固定在上下人孔的横杆上, 调至中心系紧 (横杆应固定住)。

5.3.7 现场检测安全防护分为控制区和监督区, 可按本书第 5 章计算, 也可用剂量仪测定。并在各边界放置相应的警示标志。

5.3.8 曝光时间的确定

(1) 计算法: 一般用该源提供的曝光计算尺或经验公式估算。对于容积 1000m^3 、壁厚 40mm 的球罐中心透照, 采用 AGFA D4 胶片、底片黑度为 3.0 时的曝光时间按下经验公式(1)计

算，焦距 1m 处局部曝光时间按公式(2)计算：

$$t_{3.0}=3125Ci \cdot h/A \quad (1)$$

$$t_{3.0}=82.6Ci \cdot h/A \quad (2)$$

式中： $t_{3.0}$ ——曝光时间，h；

A ——现有源强，Ci。

(2) 取样法：由于影响曝光时间的因素较多（冬、夏季温差的变化也不可低估），计算法仅作估算。具体曝光时间采用取样法为宜。

在球罐外侧的温带母材上，并列三行胶片暗袋，曝光至计算值的 80%，收回源，取下一行胶片，在规定条件下冲洗，湿片测黑度。当黑度不足时继续曝光，直到母材处试验片黑度达 3.0 左右为止。此即为具体曝光时间，此时底片上焊缝处的黑度可达 2.6 左右。

5.3.9 暗袋的回收：由于 γ 源曝光的不均匀性，不仅送源端有死区，而且有的焊缝部位曝光量偏低，故回收暗袋时，应和装片那样，按焊缝编号和检测部位编号顺序收回捆扎，以便显影时对于曝光量偏低部位的胶片，可采用新显影液处理，确保底片黑度满足标准要求。

5.3.10 暗室处理：按暗室处理操作规程进行。暗室手动处理的关键在于显影过程中胶片的上下移动和显影液必须保持较新的状态（洗两次换一半）。显影液温度不宜过高；显影时间一般应不少于 4min，显影液更新前可适当加长显影时间，底片最低黑度应保证在 2.3 以上。

第4章 无损检测专用工艺

无损检测专用工艺是具体产品检测的作业指导性文件，一般用表、卡形式展现，故称无损检测工艺卡。本章重点介绍无损检测工艺卡的编制、检测工艺卡的格式及填写说明摘要，并列举各种受检产品的检测工艺卡编写实例供大家参考。

4.1 无损检测工艺卡的编制及注意事项

4.1.1 工艺卡与工艺规程的关系

无损检测通用的技术规则在工艺规程中已明确阐述，但对某一具体受检产品，以 X 射线检测为例，X 射线机的型号、透照方式、胶片牌号规格、增感屏厚度、像质计型号、焦距、一次透照长度、拍照次数、管电压、管电流、曝光时间等具体参数，采用文字和图表的形式填在一张卡上，这便是该检测方法对该工件检测的工艺卡。这些参数是由具有 II 级以上资格人员按合同和图纸的要求从通用工艺规程里选出来，并根据产品的特点编制的。它是工艺规程在该产品上的具体化，具有统一性和可操作性。从这个意义上讲，工艺卡是工艺规程的补充性文件。这里必须强调，凡工艺卡没有规定的一些共性问题，操作者应按工艺规程进行。

4.1.2 工艺卡的编制及注意事项

(1) 工艺卡是按合同或图样的要求编写的，满足现行安全技术规范、标准的要求。以压力容器对接接头射线检测为例说明如下。

① 图样对受检产品的检测部位、检测方法、检测比例及合格级别都清楚地标明，且明确制造和验收应满足 GB 150 和《压力容器安全技术监察规程》要求。这对于 100%检测的产品和编写检测工艺卡条件已足够。

② 对于局部检测的产品，图样中仅规定了 A、B 类对接接头的检测比例大于或等于 20%，或 50%（铁素体低温容器），编写工艺卡还必须按 GB 150 和《压力容器安全技术监察规程》补充局部检测的对接接头交叉部位及下述部位必须 100%检测：

- a) 先拼板后成形的封头、拼接管板及拼接补强圈等的对接接头；
- b) 嵌入式接管与圆筒或封头连接的对接接头；
- c) 如果在对接接头上或附近开孔，以开孔中心为圆心，1.5 倍开孔直径为半径的圆中所包容的对接接头；
- d) 凡被补强圈、支座、内件等覆盖的对接接头。

(注：c)、d) 项的检测长度在局部检测比例之内。)

③ 对于压力容器上的接管对接接头，按《压力容器安全技术监察规程》要求，公称直径大于或等于 250mm 检测比例至少应与压力容器壳体主体对接接头的要求相同；公称直径小于 250mm，其壁厚大于 28mm 时检测比例与压力容器壳体的要求相同。壁厚小于或等于 28mm 时，仅作表面检

测 (必要时 RT 抽检作为内控)。

④ 工艺卡要随 GB 150、《压力容器安全技术监察规程》和检测标准的变更而改变。例如, 在 1999 年之前执行原《压力容器安全技术监察规程》期间, 检测的主要差别在于压力容器接管对接接头的检测问题。原劳动部锅炉局下发了“关于压力容器上接管对接接头的探伤问题”。劳锅 (92) 函字 3091 文中规定: 公称直径小于或等于 250mm 的对接接头应进行局部射线检测, 其检测比例不小于 20%, 局部检测应在每个管件上进行; 公称直径大于 250mm 的对接接头进行 100% 射线检测, 合格级别与壳体相同。按 JB 4730 标准, 接管公称直径小于或等于 250mm 管子对接接头局部检测照一片就可以了。1995 年 JB 4730 第 1 号修改单发布后, 外径大于 100mm 管件的透照应符合 $K \leq 1.1$ 的要求。这样管径大于 100mm~250mm 局部检测就必须照两片, 管径大于 250mm 100% 射线检测的片数也有增加。JB/T 4730.2 规定, 当 $100\text{mm} < D_0 \leq 400\text{mm}$ 时, $K \leq 1.2$, 这样, 此范围的环形对接接头的透照片数 N 和一次透照长度 L_3 也要发生变化。

⑤ 钢制球形储罐的检测工艺卡还应满足 GB 12337 和 GB 50094 的要求, 详见本书第 3.11 节实例的第 4 条。

(2) 工艺卡中检测规范按相应的工艺规程编写。如射线的曝光条件应按本书第 6.1 节的方法绘制出使用设备的曝光曲线来确定; 渗透检测时, 工件温度低于标准温度范围时, 应按对比试验的数据来编写。

(3) 工艺卡按各种检测方法的格式填写, 其工艺卡的格式和主要内容的填写说明见本章第 4.2 节。

(4) 工艺卡上的简图要充分利用: 有几个直径应分别标出; 壳体厚度不同时, 应局部剖视厚度; 对于每个筒节长度可用括号分别标出; 每道焊缝的编号及应透照片数均应注明。对于容器上的法兰与接管对接接头, 其直径和厚度可在图上用注的形式标出或在焊缝长度栏内用括号标出, 便于审查和检测。如果某一工程编号要求几种检测方法, 特别是角向焊接接头需作表面检测时, 在此图上应注明焊接接头代号, 以便作其他工艺卡时引用其代号以减少重复绘图。工艺卡的简图中一般只标注每条焊接接头编号和透照片数。除球形储罐外, 不标注检测部位, 因为对于局部检测的对接接头具体检测部位由检查员确定。

(5) 同一个产品编号生产多台产品, 对接接头编号又相同的均可编制一个工艺卡, 只要底片上标明台次即可。能用一张工艺卡完成的同一种检测方法的检测, 不用多张, 做到简单明了。

(6) 焊接试板可不单独编工艺卡, 只要焊接试板有代号, 按该厚度的筒节工艺卡检测即可。

(7) 射线检测工艺卡由于可填写的焊缝编号数较少, 编制人可将透照方式和板厚相同的 A 类或 B 类的几条对接接头填在一个栏内, 其每道焊缝的长度和检测的片数在简图中表示。

(8) 除外协件外, 工艺卡应按产品编号编制, 产品要求几种检测方法, 应各编一份, 装订一起, 供使用。

4.1.3 工艺卡编制时机和条件

焊接接头的检测工艺卡, 必须在检测前发至检测人员手中, 以指导检测工作, 一般应在下料后, 委托检测之前来编制。有关单位应提供焊接工艺规程中的焊接接头编号布置图和板材下料排版图。编制人员按焊接工艺规程中焊接接头编号, 确定工艺卡中焊缝编号。按板材下料排版图确定对

接接头条数及长度，再查看图样及材料代用单，以确定产品概貌，容器上受检人孔、接管的尺寸和方位，各部位母材公称厚度及检测要求等，确保焊接、检查和检测记录报告的一致性。编制出一个好的工艺卡，不仅能指导检测工作，还能验证委托单的准确性，便于发现漏检及时补救。如果来一个委托单编一个工艺卡，就失去了工艺卡存在的意义。

4.1.4 工艺卡编制人员

工艺卡编制人员除具有本方法Ⅱ级以上资格证外，还应具有较丰富的检测和管理经验，熟悉相关安全技术规范、标准。这是编好工艺卡的关键。检测责任工程师应认真审核。

4.1.5 工艺卡的更改

一般由工艺卡编定人员修改，检测责任师认可。

4.1.6 注意事项

检测中可能遇到一些通用规程没有涉及的受检件，可编制专用的作业指导书，详见本章第4.10节。

4.2 无损检测工艺卡的格式及填写说明

按《压力容器安全技术监察规程》和GB 150的要求，辽宁省质量技术监督局特种设备安全监察处组织有关人员原“压力容器制造质量控制表样”进行了修订。新修订无损检测部分的表样适用于锅炉压力容器质量控制，但未附加填写说明。无损检测工艺卡是该套表样的一部分。为了正确使用本工艺卡，现将有关主要内容予以介绍。

4.2.1 焊缝射线检测工艺卡格式

焊缝射线检测工艺卡格式见辽B5-11表。

4.2.2 焊缝射线检测工艺卡填写说明

4.2.2.1 份数

本卡一式两份，一份保留在探伤技术组，另一份交探伤室供检测人员使用。其中之一应存于检测资料和底片的档案中。

4.2.2.2 填写

(1) 工艺卡编号

一般为流水顺序号，可根据各单位管理的需要来填写。

(2) 工件部分

① 材料牌号：指壳体材料牌号，如壳体使用两种材料，应分别填写。

② 规格：指的是壳体规格，表示方法为直径×长度×壁厚。其中直径对于卷制的筒体为内径，对于无缝钢管作筒体指外径；长度指壳体长度；壁厚指壳体厚度。也可按图样规格栏的尺寸填写。

(3) 器材部分

① 屏蔽方式：最常见的屏蔽方式有“背衬薄铅板”“铅光阑”和“铅遮板”等，按计划选用

焊缝射线检测工艺卡

辽 B5-11

工艺卡编号:

共 页第 页

工 件	产 品 名 称			产 品 制 造 (编 号)			
	材 料 牌 号			规 格	mm		
器 材	源 种 类			设 备 型 号			
	焦 点 尺 寸	mm		胶 片 牌 号			
	铅增感厚度 mm	前屏	后屏	胶 片 规 格	mm		
	屏 蔽 方 式			冲 洗 方 式	<input type="checkbox"/> 自动 <input type="checkbox"/> 手动		
	显 影 液 配 方			显 影 条 件	时间 min	温度 °C	
检 测 工 艺 参 数	焊 缝 编 号						
	板 厚 mm						
	像 质 计 型 号						
	透 照 方 式						
	f (焦 距) mm						
	能 量 kV						
	管电流(活度)mA(ci)						
	曝光时间 min						
	应 识 别 丝 号						
	焊缝长度 mm						
	一次透照长度 mm						
拍片数量 片							
合格级别 级							
检测比例 %							
技 术 要 求	1.检测标准; 2.射线检测技术等级; <input type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围D: ~ 。 4.本工艺卡未规定事宜,按射线检测规程 执行。						
透照部位示意图:							
编制人(资格):			年 月 日	审核人(资格):			年 月 日

的方法填写。

② 显影液配方、显影时间、显影温度：显影液配方指准备采用的显影液配方，可用代号表示。如胶片厂提供，可填写“按胶片厂配方”。显影时间、显影温度指准备采用的数值。一般手工冲洗显影时间为4~8min，显影温度为18~21℃；自动冲洗按说明书填写。

(4) 检测工艺参数

① 焊缝编号：指的是被检焊缝的编号，填写时，一般检测工艺参数相同（焊缝长度和拍片数量可不同）的同类焊缝的编号填在一栏内。例：“B1~B7”，即代表7条环焊缝。

② 像质计型号：对钢制焊缝可供选用的像质计型号为Fe-10/16、Fe-6/12和Fe-1/7三种。对外径 $\leq 100\text{mm}$ 的管子焊缝宜使用等丝专用像质计，如Fe-12、Fe-13……

③ 透照方式：为计划采用的透照方式，对于纵缝可填写单壁透照，对于环焊缝可填写为单壁外透照、中心透照、偏心内透照（ $F>R$ 或 $F<R$ ）、双壁单影和双壁双影等。

④ f （焦距）：为计划采用的数值，填写方法：数字加括弧表示焦距，不加括弧的数值为焦点至透照部位表面的距离 f 。

⑤ 能量kV、管电流（活度）、曝光时间：这些检测规范应从该设备的曝光曲线上查得。使用 γ 射线检测时能量kV栏杠划，表示不适用。源的活度值应加括弧，但对于球罐等大型容器宜用曝光量表示，例如200Ci·h。可将“曝光时间”栏改为“曝光量Ci·h或Ci·min”填写。

⑥ 应识别丝号：指按标准规定应达到的最低像质计丝号。像质计置于胶片侧在丝号后加F字母。

⑦ 焊缝长度：指的是一条焊缝的长度，当有几条相同长度焊缝时，在长度后标注条数。例如“1200×5”，即表示有5条1200mm长的焊缝。对于长度不同的焊缝可写总长，各条焊缝长度在简图中表示。环焊缝长度为 πD_0 。

⑧ 一次透照长度：指分段检测时在满足 K 值要求的情况下计算出来的一次曝光所检测焊缝长度，用 L_3 表示。当 L_3 小于或等于胶片长度的85%时，应填 L_3 值；当 L_3 大于胶片长度的85%或采用中心曝光时，应填写工件上搭接标记之间的焊缝长度。对于双壁双影透照的焊缝，透照两次，一次透照长度为管子周长之半；透照三次，为管子周长的1/3。

⑨ 拍片数量：指一条焊缝应拍的片数，对于同类型的焊缝，可在该拍片数后加上条数。例如“13×5”，即表示一条焊缝拍片13张，有5条同样拍片数量的焊缝。对于焊缝长度不等的可填总片数，在简图中标出这些焊缝应拍的片数。

(5) 合格级别

指图样、标准规定的最低合格级别。

(6) 检测比例

指图样、标准要求的检测比例。如为局部检测应填写“ $\geq 20\%$ ”或“ $\geq 50\%$ ”。

(7) 技术要求

① 对于局部检测的对接接头必检部位可在此栏内说明。

② 射线检测规程：指填本单位编制的射线检测规程的代号。

(8) 透照部位示意图

是预检的焊缝分布、尺寸、编号及相应检测片数的图。

① 该栏目的图一般采用主视图，将应检测的人孔等画在壳体的相应部位来表示。对于大型球罐等应采用展开图。在图上必须标明焊缝编号、拍片数、必检位置及计划拍片编号（即底片编号）。该栏目位置不够时，应加附图。

② 有必要时，还应画出某种类焊缝透照布置图。

(9) 编制人和审核人栏

编制人应至少具有本方法Ⅱ级资格。审核人应为检测责任人员。由编制人和审核人本人签字或盖章，并填写相应日期。

4.2.3 磁粉检测工艺卡格式

磁粉检测工艺卡的格式见辽 B5-17 表。

4.2.4 磁粉检测工艺卡的填写说明

4.2.4.1 份数

本卡一式两份，其理由见本章第 4.2.2.1 条。

4.2.4.2 填写方法

(1) 工艺卡编号

填法与本章第 4.2.2.2(1) 条同。

(2) 工件部分

① 部件编号、部件名称：按图样及相关工艺文件指定的部件编号和部件名称填写。对于焊接接头，此栏杠划。

② 材料牌号：指产品或零部件受检部位主体材料牌号。

③ 表面状态：指被检测区要求制备的表面状态。

④ 检测部位：按图样或工艺文件规定的检测部位在空白方框内划“√”表示。如果不在指定的几种检测部位内，应在后边的空白框内划“√”并填上检测部位。

⑤ 检测阶段：按图样或工艺文件规定的时机在空白方框内划“√”表示。如果不在指定的几种检测阶段内，应在后边的空白框内划“√”并填上检测阶段。

(3) 检测器材及参数

① 磁化种类：一般产品及零件选用连续磁化法，当受检件材质为高碳钢或合金结构钢才可选用剩磁法。

② 磁粉：指磁粉型号（如 BW-1 黑色磁膏）、磁粉类别（荧光或非荧光）、施加磁粉（干法或湿法）、湿法的载液（水或油）和磁悬液浓度（一般非荧光为 1.2~2.4mL/100mL 或生产厂推荐等），按要求填写或在空白方框内划“√”表示。

③ 磁化方法：按检测要求和设备功能选用，在空白方框内划“√”表示。

④ 磁化电流：指磁化时选用的电流种类，用交流在 AC 前的空白方框内划“√”，用直流在 DC 前的空白方框内划“√”；对于轴向通电法、触头法和中心导体法，经计算还应填写使用电流值；对于线圈磁化，经计算还应填写使用时的安匝数。

磁粉检测工艺卡

辽 B5-17

工艺卡编号:

共 页第 页

产 品 名 称		产品 (制造) 编号	
工 件	部 件 编 号	材 料 牌 号	
	部 件 名 称	表 面 状 态	
	检 测 部 位	<input type="checkbox"/> 焊缝 <input type="checkbox"/> 坡口面 <input type="checkbox"/> 机加工面 <input type="checkbox"/>	
	检 测 部 位 编 号		
检 测 器 材 及 参 数	检 测 阶 段	<input type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 机加工后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 热处理后 <input type="checkbox"/>	
	仪 器 型 号	磁化种类	<input type="checkbox"/> 连续法 <input type="checkbox"/> 剩磁法
	磁 粉	型号 浓度 mL/100mL	<input type="checkbox"/> 荧光 <input type="checkbox"/> 非荧光 <input type="checkbox"/> 干法 <input type="checkbox"/> 湿法(<input type="checkbox"/> 水悬液 <input type="checkbox"/> 油悬液)
	磁 化 方 法	<input type="checkbox"/> 磁轭 <input type="checkbox"/> 周向磁化 <input type="checkbox"/> 纵向磁化 <input type="checkbox"/> 触头 <input type="checkbox"/> 交叉磁轭 <input type="checkbox"/>	
	磁 化 电 流	<input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC	安 (A) 安匝 (AN)
	磁 化 时 间	s	提 升 力 N
	灵 敏 度 试 片 型 号		磁 轭 间 距 mm
	退 磁		触 头 间 距 mm
技 术 要 求	检 测 标 准	检 测 比 例	%
	合 格 级 别	级	检 测 规 程 编 号
检测部位示意图:			
编制人(资格):		年 月 日	审核人(资格):
			年 月 日

⑤ 磁化时间：指某一检测部位总的通电磁化时间。如连续磁化，每次磁化时间为 1~3s，反复磁化不少于 2 次可填“(1~3s)×2”。

⑥ 提升力：当使用磁轭最大间距时，实际测得的电磁轭的提升力。

⑦ 灵敏度试片型号：一般 A 型用 30/100 试片，C 型用 15/50 试片等。用以确定检测灵敏度和有效检测范围。

⑧ 磁轭间距：指磁轭磁化时，两磁轭间的距离。

⑨ 退磁：一般焊缝不退磁，对于剩磁较强的零部件，可用退磁机构退磁，使剩磁 $\leq 240\text{A/m}$ 。

⑩ 触头间距：指用触头法时，触头之间的距离。

(4) 技术要求

① 检测比例：指实际检测长度（或面积）与被检对象长度（或面积）之比的百分数。

② 检测规程编号：应填本单位编制的磁粉检测规程编号。

(5) 检测部位示意图

按图样或工艺文件要求，将检测部位标在示意图上。对于焊缝按焊接工艺图示出受检部位焊缝编号，对于机加工件画出检测部位图。

(6) 编制人和审核人栏

按本章第 4.2.2.2(9) 条编写。

4.2.5 渗透检测工艺卡

渗透检测工艺卡的格式见辽 B5-18 表。

4.2.6 渗透检测工艺卡的填定说明

4.2.6.1 份数

与本章第 4.2.2.1 条同。

4.2.6.2 填写方法

(1) 工艺卡编号

填法与本章第 4.2.2.2(1) 条同。

(2) 工件部分

① 部件名称、部件编号：填法与本章第 4.2.4.2(2) ① 条同。

② 工件温度：指计划检测时，被检部位工件表面的温度范围。

③ 表面状态：指要求制备的受检部位表面状态，可按 3.7 节之 5 填写。

④ 检测部位编号：填写检测的部位或代号。

⑤ 材料牌号：填法与本章第 4.2.4.2(2) ② 条同。

⑥ 检测阶段：按图样或工艺文件要求的检测时机填写。

⑦ 检测面：指检测部位的内表面还是外表面或内外表面，按图样和工艺要求确定，指定后用划“√”表示。如为内外表面均划“√”。

(3) 器材及工艺参数

渗透检测工艺卡

辽 B5-18

工艺卡编号:

共 页第 页

产 品 名 称		产品 (制造) 编号		
工 件	部 件 名 称	工 件 温 度	℃	
	部 件 编 号	表 面 状 态		
	检 测 部 位 编 号	材 料 牌 号		
	检 测 阶 段	<input type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 水压试验后	检 测 面	<input type="checkbox"/> 内表面 <input type="checkbox"/> 外表面
器 材 及 工 艺 参 数	渗 透 剂 种 类	<input type="checkbox"/> 荧光 <input type="checkbox"/> 着色	检 测 方 法	
	渗 透 剂		显 像 剂	
	清 洗 剂		试 块 类 型	<input type="checkbox"/> 铝合金 <input type="checkbox"/> 镀铬
	预 清 洗		渗 透 时 间	min
	渗 透 剂 施 加 方 法	<input type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 刷 <input type="checkbox"/> 浸 <input type="checkbox"/> 浇	干 燥 时 间	min
	去 除 多 余 的 渗 透 剂		显 像 时 间	min
技 术 要 求	显 像 剂 施 加 方 法	<input type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 浸	后 清 洗	
	检 测 标 准		检 测 比 例	%
	合 格 级 别	级	检 测 规 程 编 号	
检测部位示意图:				
编制人(资格):		年 月 日	审核人(资格):	年 月 日

① 检测方法：指检测时预计采用的检测方法。如填写快干式溶剂去除型着色检测法或快干式水洗型着色检测法，也可用检测方法的代号ⅡC-d或ⅡA-d表示。

② 渗透剂、显像剂、清洗剂：按预定使用型号填写。

③ 预清洗：按本书第3.7节之6.1处理。

④ 渗透时间：按本书第3章表3-16填写。

⑤ 干燥时间：指去除多余渗透剂之后的干燥时间，按方法不同而异；溶剂去除型杠划，表示不用。水洗型填“5-10min”。

⑥ 去除多余的渗透剂：按本书第3.7节之6.3处理。

⑦ 显像时间：按本书第3章表3-16填写。

⑧ 后清洗：评定后用适当方法擦拭干净。

(4) 技术要求

① 检测标准、合格级别、检测比例：按图样和焊接工艺要求填写。

② 检测规程编号：填本单位编制的渗透检测规程编号。

(5) 检测部位示意图

按本章第4.2.4.2(5)条填写。

(6) 编制人和审核人

按本章第4.2.2.2(9)条填写。

4.2.7 超声检测工艺卡

超声检测工艺卡的格式见辽B5-19表。

4.2.8 超声检测工艺卡填写说明

本工艺卡按检测焊缝、板材和锻件分别填写。如检测对象为焊缝，不适用项杠划。

4.2.8.1 份数

符合本章第4.2.2.1条的要求。

4.2.8.2 填写方法

(1) 工艺卡编号

填写参照本章第4.2.2.2(1)条。

(2) 产品名称、产品（制造）编号

按图样或工艺文件填写。对于板材或锻件还没有产品名称和编号时杠划。

(3) 工件部分

① 部件名称、部件编号：对于产品焊接接头杠划。对于板材或锻制部件填名称“板材”或“锻件”，板材填进厂编号，锻件填锻件编号。

② 板厚：按焊缝检测区主体材料的厚度填写。其他两种检测对象杠划。

③ 规格：按受检件图样和工艺文件规定的尺寸填写。产品及零部件，用直径×长度×板厚表示；板材用长×宽×板厚表示；锻件按外形尺寸用直径×长度或长×宽×厚表示。

④ 检测项目：按检测对象焊缝、板材和锻件选其一，在空白方框内划“√”。

超 声 检 测 工 艺 卡

辽 B5-19

工艺卡编号：

共 页第 页

产 品 名 称		产品(制造)编号		
工 件	部 件 名 称	板 厚	mm	
	部 件 编 号	规 格	mm	
	检 测 项 目	<input type="checkbox"/> 焊缝 <input type="checkbox"/> 板材 <input type="checkbox"/> 锻件 <input type="checkbox"/>	材 料 牌 号	
	检 测 部 位 编 号	坡 口 型 式		
	检 测 阶 段	<input type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 机加工后 <input type="checkbox"/> 轧制后 <input type="checkbox"/> 热处理后 <input type="checkbox"/>		
	表 面 状 态	焊 接 方 法	<input type="checkbox"/> 手工焊 <input type="checkbox"/> 自动焊 <input type="checkbox"/> 氩弧焊	
器 材 及 参 数	仪 器 型 号	检 测 方 法	<input type="checkbox"/> 纵波检测 <input type="checkbox"/> 横波检测	
	探 头 型 号	评 定 灵 敏 度	dB	
	试 块 型 号	扫 查 方 式		
	耦 合 剂	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 机油 <input type="checkbox"/> 甘油 <input type="checkbox"/> 工业糨糊	表 面 补 偿	dB
	扫 描 调 节	检 测 面	<input type="checkbox"/> 单面双侧 <input type="checkbox"/> 双面单侧 <input type="checkbox"/> 双面双侧 <input type="checkbox"/> 轧制面	
	扫 查 速 度	mm/s	覆 盖 面 积	%
技 术 要 求	检 测 标 准	检 测 比 例	%	
	合 格 级 别	级	检 测 规 程 编 号	
检测部位示意图：				
编制人(资格)： 年 月 日		审核人(资格)： 年 月 日		

⑤ 材料牌号：按图样或工艺文件规定受检件的主体材料填写。

⑥ 检测部位编号：对于焊缝指受检的焊缝编号，对于锻件指受检锻件编号，对于板材指受检板材的进厂编号。

⑦ 坡口型式：指检测部位焊缝的坡口型式，按焊接工艺规定的坡口型式填写。其他检测对象杠划。

⑧ 检测阶段：按图样或工艺文件规定的检测时机填写。

⑨ 表面状态：指被检件检测面要求制备的表面状态。

⑩ 焊接方法：按图样或焊接工艺文件规定的焊接方法在空方框内划“√”。对于板材和锻件杠划，表示不适用。

(4) 器材及参数

① 探头型号：指检测计划采用的探头参数。如薄板对接接头检测时探头型号可填写“5P6×6K3 $L_0 \leq 7\text{mm}$ ”，板材和锻件探头型号可填“2.5P20Z”等。型号中5和2.5表示探头频率(MHz)，P表示晶片材料为锆钛酸铅，6×6表示方晶片尺寸为6mm×6mm，20表示圆晶片的直径为20mm，K3表示斜探头的公称K值为3， $L_0 \leq 7\text{mm}$ 表示探头前沿距离 $\leq 7\text{mm}$ （对于中厚板焊缝 L_0 可不填写），Z表示纵波直探头。

② 评定灵敏度：指最大声程处的基准灵敏度。焊缝填评定线灵敏度，如 $15\text{mm} < T \leq 46\text{mm}$ 范围填“ $\phi 1 \times 6 - 9\text{dB}$ ”，对于锻件填“ $\phi 2\text{mm}$ 平底孔”，对于板材填“ $\phi 5\text{mm}$ 平底孔 50%波幅”。

③ 试块型号：指检测时用来调整仪器和检测灵敏度所用的试块型号。如焊缝检测可填写“CSK-I A”、“CSK-III A”；锻件按可填“CS I”或“CS II”；用大平底确定检测灵敏度时，杠划。板材按厚度填写：当 $T \leq 20\text{mm}$ 时，填“CB I 标准试块”； $T > 20\text{mm}$ 时，填“CB II 标准试块”。

④ 扫查方式：指检测时应使用的扫查方式。焊缝填“锯齿形扫查、斜平行扫查”，板材填“列线扫查”，坡口边缘填“全面扫查”；锻件填“全面扫查”。

⑤ 表面补偿：指检测时工件表面与试块表面状态引起的dB差。一般可填3~5dB，具体值由检测人员实测确定。但锻件采用底波计算时，应杠划。

⑥ 扫描调节：指扫描比例的调节。如焊缝填“水平 1:1”或“深度 1:1”；锻件按工件尺寸可填“深度 1:100”或“深度 1:10”等。板材一般杠划。

⑦ 检测面：焊缝检测时选用项，在空方框内划“√”；锻件检测面可在示意图上用箭头表示；板材在“轧制面”的空方框内划“√”。

⑧ 扫查速度：指扫查时探头移动速度，可填“ $\leq 150\text{mm/s}$ ”。

⑨ 覆盖面积：指检测时每次探头扫查面积间覆盖的比率，可填“ $\geq 15\%$ ”。板材检测时杠划。

(5) 技术要求

检测工艺规程编号：指企业编写的超声检测规程号。

(6) 检测部位示意图

按本章4.2.4.2(5)条填写。对于厚板采用2种以上K值探头或双面单侧或单面双侧检测时，应绘出扫查示意图，还可用文字说明。

(7) 编制人、审核人

按本章 4.2.2.2(9) 条填写。

4.3 无损检测工艺卡的编制

如前所述，无损检测工艺卡是按合同和图样的要求，把无损检测通用规程在该产品上的检测措施具体化。现以产品编号 262-1 浮头式换热器管箱组件（见图 4-1）的射线检测为例，按辽 B5-11 表进行编制。

4.3.1 产品的概貌及检测要求

- (1) 由焊接工艺规程查得：产品的焊缝编号为 A1、B1~B4，与 B1 连接处的筒体外削薄至 20mm，全双面焊。
- (2) 由下料排版图可知，筒体长 700mm，仅有一条纵缝。
- (3) 由图样查得：管箱内径为 1100mm。B3 和 B4 上的两个短节规格为 $\phi 273 \times 9$ mm，且置于筒节长度方向的中心部位。封头无缝，壁厚 20mm。筒节厚度 26mm（壳体材料 16MnR），右侧为长颈大法兰。

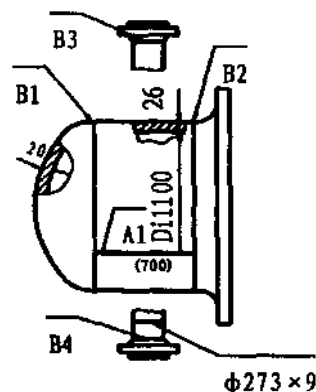


图 4-1 浮头式换热器管箱组件

检测要求：图样规定，制造和验收满足 GB 150 和《压力容器安全技术监察规程》的要求；A、B 类对接接头射线检测比例 $\geq 20\%$ ，按 JB/T 4730.2 评定不低于 III 级为合格。

4.3.2 检测条件

- (1) X 射线机：XXQ-2505（单向），焦点尺寸由本书第 3 章表 3-3 查得为 2.0mm \times 2.0mm。
- (2) 胶片：AGFA C₇，规格 300mm \times 80mm。
- (3) 冲洗方式：手工。显影条件由本书附录 B 第 B2.1.1 条查得：显影时间 4~8min，显影温度 18~21℃。
- (4) 曝光规范：由曝光曲线查得， $F=600$ mm，曝光量 15mA \cdot min 时， $kV=5T_A+80$ ，其中 $T_A=W+$ 余高。

4.3.3 检测工艺参数的确定

4.3.3.1 透照方式、应识别丝号和像质计型号的确定

- (1) 透照方式：A1 单壁透照，B1、B2 单壁外透照，B3 和 B4 双壁单影透照。
- (2) 按透照厚度 W 由第 3 章表 3-5 和表 3-7，确定应识别丝号，见表 4-1。

表 4-1 262-1 产品的像质计灵敏度

焊缝编号	透照厚度 W (mm)	应识别像质计丝号	像质计型号
A1	26	10	Fe-6/12
B1	20	11	Fe-6/12
B2	26	10	Fe-6/12
B3、B4	2 \times 9	12F	Fe-10/16

4.3.3.2 焊缝长度和焦距的确定

(1) 焊缝长度:

B1 为 $(1100+40)\pi=3581$ (mm)

B2 为 $(1100+52)\pi=3619$ (mm)

B3 和 B4 为 $273\pi\times 2=857\times 2=1714$ (mm)

(2) 焦距: 均选用 600mm。

4.3.3.3 一次透照长度 L_3 和每条焊缝最少的透照片数 N_{02}

(1) A1 焊缝按本书第 3.3 节 7.2.1.2 的公式计算

已知: $f=600-(26+4)=570$ mm, $L=700$ mm。

求: N_{02} 和 L_3 。

解: $\because L_3 \leq f/2=570/2=285$ (mm), 取 $L_3=250$ mm。

$N_{02}=(L/L_3)\cdot 20\%=(700/250)\times 20\%=0.56$ (片), 取 $N=1$ (片)。

(2) B1 焊缝的计算

① 按本书第 3 章图 3-4 上的公式精确计算。

已知: $D_1=D_1+2T=1100+40=1140$ mm, $f=600-(20+4)=576$ mm, $T=20$ mm

求: N_{02} 和 L_3 。

解: $N=180/\alpha=180/(\theta-\eta)$

$$\because \theta = \arccos[(0.21T+D_1)/(1.1D_1)] = \arccos[(0.21\times 20+1140)/(1.1\times 1140)]$$

$$\theta = 24.16^\circ$$

又 $\because \eta = \arcsin[D_1 \cdot \sin\theta / (D_1 + 2f)] = \arcsin[1140 \times \sin 24.16 / (1140 + 2 \times 576)]$

$$\eta = 11.74^\circ$$

则 $N=180/(24.16-11.74)=14.49$ (片)

$N_{02}=N \cdot 20\%=2.9$ (片), 取 $N_{02}=3$ (片)。

$$L_3 = \pi D_1 / N = 1140 \times 3.14 / 14.49 = 247(\text{mm})$$

② 由第 3 章图 3-4 查得

$$N=14.3(\text{片})$$

$N_{02}=14.3 \times 20\%=2.8$ (片), 取 3 片。

$$L_3=250(\text{mm})$$

(3) B2 焊缝的计算

① 按第 3 章图 3-4 上的公式精确计算。

已知: $D_2=D_1+2T=1100+2 \times 26=1152$ mm, $f=600-(26+4)=570$ mm, $T=26$ mm

求: N_{02} 和 L_3 。

解: $N=180/\alpha=180/(\theta-\eta)$

$$\because \theta = \arccos[(0.21T+D_2)/(1.1D_2)] = \arccos[(0.21 \times 26 + 1152)/(1.1 \times 1152)]$$

$$\theta = 24.02^\circ$$

又 $\because \eta = \arcsin[D_2 \cdot \sin\theta / (D_2 + 2f)] = \arcsin[1152 \times \sin 24.02 / (1152 + 2 \times 570)]$

$$\eta=11.81^{\circ}$$

则 $N=180/(24.02-11.81)=14.74$ (片)

$N_{02}=N \cdot 20\%=2.95$ (片), 取 $N_{02}=3$ (片)。

$$L_3=\pi D_f/N=1152 \times 3.14/14.74=245.5 \text{ (mm)}$$

② 由第3章图3-4查得

$$N=14.6 \text{ (片)}$$

$N_{02}=14.6 \times 20\%=2.92$ (片), 取 $N_{02}=3$ (片)。

$$L_3=252 \text{ (mm)}$$

(4) B_3 和 B_4 焊缝的计算

① 按第3章图3-9上的公式精确计算。

已知: $D_0=273\text{mm}$, $F=600\text{mm}$, $T=9\text{mm}$

求: N_{02} 和 L_3 。

解: $N=180/\alpha=180/(\theta+\eta)$

$$\because \theta=\arccos[(0.44T+D_0)/(1.2D_0)]=\arccos[(0.44 \times 9+273)/(1.2 \times 273)]$$

$$\theta=32.28^{\circ}$$

又 $\because \eta=\arcsin[D_0 \cdot \sin\theta/(2F-D_0)]=\arcsin[273 \times \sin 32.28^{\circ}/(2 \times 600-273)]$

$$\eta=9.05^{\circ}$$

则 $N=180/(32.28+9.05)=4.36$ (片)

$N_{02}=N \cdot 20\%=0.87$ (片), 取 $N_{02}=1$ (片)。

$$L_3=\pi D_f/N=273 \times 3.14/4.36=196.9 \text{ (mm)}$$

② 由图3-9上的虚线查得

$$N=4.4 \text{ (片)}$$

$N_{02}=4.4 \times 20\%=0.88$ (片), 取 $N_{02}=1$ (片)。

$$L_3=192\text{mm}$$

由上面的精确计算和查图可知, 透照片数相同, 有的一次透照长度稍大, 这是因壁厚加大所至, 也有绘图的误差, 作工艺卡查此表即可。

(5) 开孔两侧 B_1 和 B_2 焊缝的计算

均在1.5倍开孔直径范围, 属必检范围, 其计算方法如下:

① 将开孔处展开如图4-2(a)所示。AB即为 B_1 和 B_2 必检部位的弦长。

$$AB=2AO=2(409.5^2-350^2)^{1/2}=2 \times 212.6 \text{ (mm)}。$$

② \widehat{AB} 为 B_1 缝开孔处必检的弧长, $\widehat{A'B'}$ 为 B_2 缝开孔处必检弧长, 如图4-2(b)和(c)所示。

$$\widehat{AB}=2R_1\pi \cdot 2\alpha_1/360$$

$$=2 \times 570 \times 3.14 \times 2 \times \arcsin(212.6/570)/360=435.7 \text{ (mm)}$$

$$\widehat{A'B'}=2R_2\pi \cdot 2\alpha_2/360$$

$$=2 \times 576 \times 3.14 \times 2 \times \arcsin(212.6/576)/360=435.5 \text{ (mm)}$$

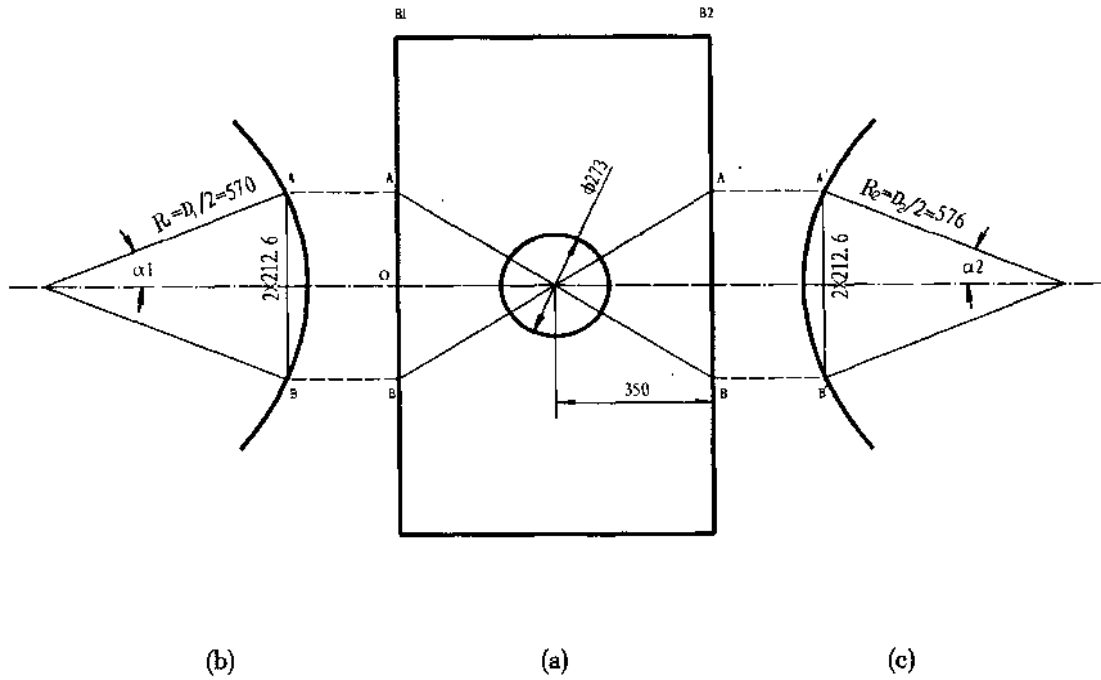


图 4-2 浮头式换热器管箱开孔展开图

由此可见，每一开孔处 B_1 和 B_2 焊缝均应加透 2 片，即 B_1 和 B_2 每缝必照 5 片。

4.3.3.4 曝光规范的确定

由第 4.3.2(4) 条计算。

4.3.4 将第 4.3.1 条~第 4.3.4 条的内容和检测部位图填入焊缝射线检测工艺卡中，且编制审查人签章即可。现将浮头式换热器管箱组件的焊缝射线检测工艺卡附后。

焊缝射线检测工艺卡

辽 B5-11

工艺卡编号: 03-5

共 页第 页

工件	产品名称	浮头式换热器管箱组件				产品(制造)编号	262-1		
	材料牌号	16MnR				规格	φ1100×1000 mm		
器材	源种类	<input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir <input type="checkbox"/> ⁶⁰ Co				设备型号	XXQ2505		
	焦点尺寸	2.0×2.0 mm				胶片牌号	AGFA C ₇		
	增感方式 <input checked="" type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> Fe	前屏	0.03	mm		胶片规格	80×300 mm		
	屏蔽方式	必要时背衬薄铅板				冲洗方式	<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手工		
	显影液配方	胶片厂推荐				显影条件	时间 4min~8min 温度 8℃~21℃		
检测工艺参数	焊缝编号	A1	B1	B2	B3、B4				
	板厚 mm	26	20	26	9				
	像质计型号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-10/16				
	透照方式	单壁	单外	单外	双单				
	f(焦距) mm	(600)	(600)	(600)	(600)				
	能量 kV	230	200	230	190				
	管电流 mA	5	5	5	5				
	曝光时间 min	3	3	3	2.5				
	应识别丝号	10	11	10	12F				
	焊缝长度 mm	700	3581	3619	857×2				
	一次透照长度 mm	250	247	245.5	196				
拍片数量片	1	5	5	1×2					
技术要求	合格级别	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ				
	检测比例 %	≥20	≥20	≥20	≥20				
技术要求	1.检测标准: JB/T 4730.2—2005 2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。								
	3.底片黑度范围 D: 2.0~4.0。 4.本工艺卡未规定事宜, 按射线检测规程 QJ/JJ 0.6.01-2006 执行。 5.开孔处对应的 B1 和 B2 缝每处应拍 2 片。								
透照部位示意图:									
编制人(资格): ×××(Ⅱ) 2006年1月5日					审核人(资格): ×××(Ⅲ) 2006年1月5日				

4.4 浮头式换热器对接接头射线检测工艺卡填写实例

焊缝射线检测工艺卡

工艺卡编号: 96-53

共 1 页第 1 页

工件	产品名称	浮头式换热器			产品(制造)编号	962-53				
	材料牌号	16MnR			规格	φ700×7186 mm				
器材	源种类	<input checked="" type="checkbox"/> X射线 <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir			设备型号	XXQ2505				
	焦点尺寸	2.0×2.0 mm			胶片牌号	AGFA C ₇				
	增感方式 <input checked="" type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> Fe	前屏	0.03 mm	后屏	0.03 mm	胶片规格	80×300 mm			
	屏蔽方式	必要时铅屏蔽			冲洗方式	<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手动				
	显影液配方	胶片厂推荐			显影条件	时间 4~8min 温度(20±2)°C				
检测工艺参数	焊缝编号	A1	A2~A4	A5、A6	B1	B2	B3~B6	B7、B8	B9~B12	
	板厚 mm	26	14	16	14	26	14	16	8	
	像质计型号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-10/16	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-10/16	
	透照方式	单壁	单壁	单壁	单外	单外	单外	单外	双单	
	f(焦距)mm	(600)	(600)	(600)	(600)	(600)	(600)	(600)	(400)	
	能量 kV	230	170	180	170	230	170	180	190	
	管电流 mA	5	5	5	5	5	5	5	5	
	曝光时间 min	3	3	3	3	3	3	3	2	
	应识别丝号	10	12	11	12	10	12	11	13F	
	焊缝长度 mm	380	5400	190×2	2287	2362	2287×4	2614×2	(φ159×7) 500×4	
	一次透照长度 mm	250	250	190	190	180	190	210	108	
拍片数量 片	1	2×3	1×2	5	5	3×4	3×2	1×4		
技术要求	合格级别 级	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	
	检测比例 %	≥20	≥20	≥20	≥20	≥20	≥20	≥20	≥20	
技术要求	1.检测标准:JB/T 4730.2—2005。2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围D:2.0~4.0。4.本工艺卡未规定事宜,按射线检测规程 QJ/JJ 06.01-06 执行。 5.B1 和 B2 靠近开孔处各透 2 片。									
检测部位图: 										
编制人(资格):xxx(Ⅱ)			2006年1月5日			审核人(资格):xxx(Ⅲ)			2006年1月5日	

4.5 30m³液化石油气储槽无损检测工艺卡填写实例

焊缝射线检测工艺卡

辽B5-11

工艺卡编号: 99-20-1

共2页第1页

工件	产品名称	30m ³ 液化石油气储槽			产品(制造)编号	99-20	
	材料牌号	16MnR			规格	φ2400×7212 mm	
器材	源种类	<input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> ⁶⁰ Co			设备型号	XXH2005/XXQ2505	
	焦点尺寸	1.0×2.4/2.0×2.0 mm			胶片牌号	AGFA C ₇	
	铅增感方式 (mm)	前屏 0.03 后屏 0.03			胶片规格	80×300 mm	
	屏蔽方式	必要时 Pb			冲洗方式	<input type="checkbox"/> 自动 <input type="checkbox"/> 手工	
	显影液配方	胶片厂推荐			显影条件	时间 4~8min; 温度 20±2℃	
检测工艺参数	焊缝编号	A1、A2	A3~A6	B1~B5	A7	B6	
	板厚 mm	18	16	16	12	12	
	像质计型号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-10/16	Fe-10/16	
	透照方式	单壁内透	单壁透照	中心法	单壁透照	中心法	
	f (焦距) mm	(600)	(600)	(1218)	(600)	(239)	
	能量 kV	200	190	200	170	160	
	管电流 mA	5	5	5	5	5	
	曝光时间 min	3	3	10	3	2	
	应识别丝号	11	11	11	12	12	
	焊缝长度 mm	3040×2	5900	7640×5	185	(φ4802)1508	
	一次透照长度 mm	254	257/229/225/229	250	185	252	
	拍片数量 片	12	25	31×5	1	6	
技术要求	合格级别 级	II			II		
	检测比例 %	100			100		
技术要求	1.检测标准: JB/T 4730.2—2005。 2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围 D: 2.0~4.0。 4.本工艺卡未规定事宜, 按射线检测规程 ARO 121.1-06 执行。						
检测部位示意图							
编制人 (资格): xxx (II) 2006年1月5日				审核人 (资格): xxx (III) 2006年1月5日			

渗透检测工艺卡

辽 B5-18

工艺卡编号: 99-20-2

共 2 页第 2 页

产 品 名 称		30m ³ 液化石油气储罐	产品 (制造) 编号	99-20
工 件	部 件 名 称	—	工 件 温 度	10~50 ℃
	部 件 编 号	—	表 面 状 态	按规程 3.7 节 5 制备
	检 测 阶 段	<input checked="" type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 水压试验后	检 测 面	<input type="checkbox"/> 内表面 <input checked="" type="checkbox"/> 外表面
	检 测 部 位 编 号	C、D 类焊缝和 B7、B8		
器 材 及 工 艺 参 数	渗 透 剂 种 类	<input type="checkbox"/> 荧光 <input checked="" type="checkbox"/> 着色	检 测 方 法	II C-d
	渗 透 剂	GE-PL	显 像 剂	GE-DL
	清 洗 剂	GE-WL	试 块 类 型	<input checked="" type="checkbox"/> 铝合金 <input checked="" type="checkbox"/> 镀铬
	预 清 洗	按规程 3.7 节 6.1 处理	渗 透 时 间	≥10 min
	渗 透 剂 施 加 方 法	<input checked="" type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 刷 <input type="checkbox"/> 浸 <input type="checkbox"/> 浇	干 燥 时 间	— min
	去 除 多 余 的 渗 透 剂	按规程 3.7 节 6.3.1 处理	显 像 时 间	≥7 min
	显 像 剂 施 加 方 法	<input checked="" type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 浸	后 清 洗	擦洗干净
技 术 要 求	检 测 标 准	JB/T 4730.5—2005	检 测 比 例	100 %
	合 格 级 别	I 级	检 测 规 程 编 号	QJ/JJ 06.04—2006

检测部位示意图:

注: (1) 当工件温度在 3℃~10℃时, 渗透时间为 25min, 显像时间为 15min。

(2) B7、B8 见射线工艺卡图。

编制人 (资格): xxx (II) 2006 年 1 月 5 日

审核人 (资格): xxx (III) 2006 年 1 月 5 日

4.6 1000m³液化石油气球罐（现场安装）无损检测工艺卡填写实例

焊缝射线检测工艺卡

辽B5-11

工艺卡编号：2001-6-9-1

共6页第1页

工件	产品名称	1000m ³ 液化石油气球罐		产品(制造)编号	Q2000-6-9	
	材料牌号	16MnR		规格	φ12300×40 mm	
器材	源种类	<input type="checkbox"/> X <input checked="" type="checkbox"/> ¹⁹² Ir <input type="checkbox"/> ⁶⁰ Co		设备型号	DL-II A	
	焦点尺寸	φ3×3mm		胶片牌号	AGFA C ₇	
	增感方式 <input checked="" type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> Fe	前屏	0.1 mm	胶片规格	80×360 mm	
		后屏	0.2 mm			
	屏蔽方式	必要时 Pb		冲洗方式	<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手工	
	显影液配方	胶片厂推荐		显影条件	时间 4-8min; 温度 18℃~21℃	
检测工艺参数	焊缝编号	F1 G1	F2 G2	F3 G3	A1~A16	AF AG
	板厚 mm	40	40	40	40	40
	像质计型号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12
	透照方式	中心全景	中心全景	中心全景	中心全景	中心全景
	f(焦距) mm	6192	6192	6192	6192	6192
	能量 kV	—	—	—	—	—
	曝光量 Ci·h	D=3.0时, 曝光量为 1250Ci·h/A (A—现有源居里数 h—小时)				
	应识别丝号	9	9	9	9	9
	焊缝长度 mm	7649.00×4	6576.60×8	1536.62×8	6482.12×16	2105.17×32
	一次透照长度 mm	301.0	294.2	307.0	295.0	301.0
拍片数量 片	28×4	26×8	5×8	22×16	112×2	
合格级别 级	II	II	II	II	II	
检测比例 %	100	100	100	100	100	
技术要求	1.检测标准: JB/T 4730.2—2005。 5.使用 AGFA D4 胶片, 曝光量增大 2.5~3.0 倍。 2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围 D: 2.0~4.0。 4.本工艺卡未规定事宜, 按射线检测规程 ARO 121.1-06 执行。					
透照部位示意图: 见附图						
编制人(资格): xxx (II) 2006年1月5日			审核人(资格): xxx (III) 2006年1月5日			

超 声 检 测 工 艺 卡

辽 B5-19

工艺卡编号：2001-6-9-2

共 6 页第 3 页

产 品 名 称		1000m ³ 液化石油气球罐	产品(制造)编号	Q2000-6-9
工 件	部 件 名 称	—	板 厚	40 mm
	部 件 编 号	F.G.A	规 格	φ1230×40 mm
	检 测 项 目	<input checked="" type="checkbox"/> 板材 <input type="checkbox"/> 焊缝 <input type="checkbox"/> 锻件	材 料 牌 号	16MnR
	检 测 阶 段	<input checked="" type="checkbox"/> 轧制后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 机加工后 <input type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 热处理后 <input type="checkbox"/>		
	表 面 状 态	轧制	焊 接 方 法	<input type="checkbox"/> 手工焊 <input type="checkbox"/> 自动焊 <input type="checkbox"/> 氩弧焊
	检 测 区 域	球壳板	坡 口 型 式	—
器 材 及 工 艺 参 数	仪 器 型 号	CTS-22	检 测 方 法	<input type="checkbox"/> 横波检测 <input checked="" type="checkbox"/> 纵波检测
	探 头 型 号	2.5P20	评 定 灵 敏 度	φ5 (50%波高)
	试 块 型 号	CB II -1	扫 查 方 式	列线扫查 (边缘 100mm100%)
	耦 合 剂	<input checked="" type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 机油 <input type="checkbox"/> 工业糨糊	表 面 补 偿	3~5 dB
	扫 描 调 节	—	检 测 面	<input checked="" type="checkbox"/> 轧制面 <input type="checkbox"/> 双面单侧 <input type="checkbox"/> 双面双侧 <input type="checkbox"/> 单面双侧
	扫 查 速 度	≤150 mm/s	覆 盖 面 积	—
技 术 要 求	检 测 标 准	JB/T 4730.3—2005	检 测 比 例	≥20 %
	合 格 级 别	Ⅲ 级	检 测 规 程 编 号	ARO 121·2-06
检测部位示意图：见射线检测工艺卡附图				
编制人 (资格)：xxx (Ⅱ) 2006 年 1 月 5 日			审核人 (资格)：xxx (Ⅲ) 2006 年 1 月 5 日	

超声检测工艺卡

辽B5-19

工艺卡编号: 2001-6-9-3

共6页第4页

产品名称		1000m ³ 液化石油气球罐	产品(制造)编号	Q2000-6-9
工 件	部件名称	—	板厚	40 mm
	部件编号	F.G.A.AF.AG	规格	φ12300×40 mm
	检测项目	<input checked="" type="checkbox"/> 焊缝 <input type="checkbox"/> 板材 <input type="checkbox"/> 锻件	材料牌号	16MnR
	检测阶段	<input checked="" type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 机加工后 <input type="checkbox"/> 轧制后 <input type="checkbox"/> 热处理后		
	表面状态	打磨	焊接方法	<input checked="" type="checkbox"/> 手工焊 <input type="checkbox"/> 自动焊 <input type="checkbox"/> 氩弧
	检测区域	焊缝及热影响区	坡口型式	X型
器 材 及 工 艺 参 数	仪器型号	CTS-22	检测方法	<input type="checkbox"/> 纵波检测 <input checked="" type="checkbox"/> 横波检测
	探头型号	2.5P13×13K2	评定灵敏度	φ1×6-9 dB
	试块型号	CSK-IA、CSK-III A	扫查方式	锯齿形、斜平行
	耦合剂	<input type="checkbox"/> 水 <input checked="" type="checkbox"/> 机油 <input type="checkbox"/> 甘油 <input type="checkbox"/> 工业糨糊	表面补偿	3~5 dB
	扫描调节	深度 1:1	检测面	<input checked="" type="checkbox"/> 单面双侧 <input type="checkbox"/> 双面双侧
	扫查速度	≤150 mm/s	覆盖面积	≥15 %
技 术 要 求	检测标准	JB/T 4730.3—2005	检测比例	≥20 %
	合格级别	I 级	检测规程编号	ARO 121·2-06
检测部位示意图: 见射线检测工艺卡				
编制人(资格): xxx (II) 2006年1月5日			审核人(资格): xxx (III) 2006年1月5日	

渗透检测工艺卡

辽 B5-19

工艺卡编号: 2001-6-9-4

共 6 页第 5 页

产 品 名 称		1000m ³ 液化石油气球罐	产品(制造)编号	Q2000-6-9
工 件	工 件 温 度	10~50 ℃	表 面 状 态	按规程 3.7 节 5 处理
	检 测 部 位 编 号	a.坡口面; b.焊缝背部清根; c.C、D类焊缝; d.固定板清除部位		
	检 测 阶 段	a.焊前; b.背部清根后; c.焊后修磨后; d.清除后		
	渗 透 剂 种 类	<input type="checkbox"/> 荧光 <input checked="" type="checkbox"/> 着色	检 测 方 法	II C-d
	渗 透 剂	DPT-3	显 像 剂	DPT-3
器 材 及 工 艺 参 数	清 洗 剂	DPT-3	试 块 类 型	<input checked="" type="checkbox"/> 铝合金 <input checked="" type="checkbox"/> 镀铬
	预 清 洗	按规程 3.7 节 6.1 处理	渗 透 时 间	≥10 min
	渗 透 剂 施 加 方 法	<input checked="" type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 刷 <input type="checkbox"/> 浸 <input type="checkbox"/> 浇	干 燥 时 间	— min
	去 除 多 余 的 渗 透 剂	按规程 3.7 节 6.3.1 处理	显 像 时 间	≥7 min
	显 像 剂 施 加 方 法	<input checked="" type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 浸	后 清 洗	擦洗干净
技 术 要 求	检 测 标 准	JB/T 4730.5—2005	检 测 比 例	100 %
	合 格 级 别	I 级	检 测 规 程 编 号	ARO 121.4-06
<p>检测部位示意图:</p> <p>注: (1) 水压试验后, 对 C、D 类焊缝复检 ≥20%。</p> <p>(2) 当工件温度在 3℃~<10℃时, 渗透时间为 25 分钟, 显像时间为 15 分钟。</p>				
编制人 (资格): xxx (II) 2006 年 1 月 5 日		审核人 (资格): xxx (III) 2006 年 1 月 5 日		

磁粉检测工艺卡

辽 B5-17

工艺卡编号: 2001-6-9-5

共 6 页第 6 页

产 品 名 称		1000m ³ 液化石油气球罐	产品(制造)编号	Q2000-6-9
工 件	焊 缝 编 号	F.G.A.AF.AG 对接接头	表 面 状 态	按规程 3.5 节 4.2 处理
	部 件 名 称	—	材 料 牌 号	16MnR
	检 测 部 位	<input checked="" type="checkbox"/> 焊缝 <input type="checkbox"/> 坡口面 <input type="checkbox"/> 机加工面 <input type="checkbox"/>		
	检 测 阶 段	<input checked="" type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 机加工后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 热处理后		
器 材 及 工 艺 参 数	仪 器 型 号	DCE-E II	磁 化 种 类	<input checked="" type="checkbox"/> 连续法 <input type="checkbox"/> 剩磁法
	磁 粉	型号 BW-I 磁膏 <input type="checkbox"/> 荧光 <input checked="" type="checkbox"/> 非荧光 浓度 1.2~2.4mL/100mL <input type="checkbox"/> 干法 <input checked="" type="checkbox"/> 湿法 (<input checked="" type="checkbox"/> 水悬液 <input type="checkbox"/> 油悬液)		
	连续磁化的方法	<input type="checkbox"/> 周向磁化 <input type="checkbox"/> 纵向磁化 <input type="checkbox"/> 触头 <input checked="" type="checkbox"/> 交叉磁轭		
	磁 化 电 流	<input checked="" type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC 安 (A) 安匝 (At)		
	磁 化 时 间	(1~3)s×2	提 升 力	≥118 N
	灵敏度试片型号	A-30/100	磁 轭 间 距	180 mm
技 术 要 求	检 测 标 准	JB/T 4730.4—2005	检 测 比 例	100 %
	合 格 级 别	I 级	检 测 规 程 编 号	ARO 121.3-06

检测部位示意图:

注: 水压试验后, 该类焊缝复检 ≥20%, 相交接头必须复验。

编制人 (资格): xxx (II) 2006 年 1 月 5 日

审核人 (资格): xxx (III) 2006 年 1 月 5 日

4.7 丁二烯脱水罐无损检测工艺卡填写实例

焊缝射线检测工艺卡

辽 B5-11

工艺卡编号: 03-5-1

共 2 页第 1 页

工 件	产 品 名 称	丁二烯脱水罐		产 品(制 造)编 号	03-5			
	材 料 牌 号	16MnR		规 格 号	φ500×1806 mm			
器 材	源 种 类	<input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir <input type="checkbox"/> ⁶⁰ Co		设 备 型 号	XXQ2505			
	焦 点 尺 寸	2.0×2.0 mm		胶 片 牌 号	AGFA C ₇			
	铅 增 感 方 式 mm	前屏 0.03 后屏 0.03		胶 片 规 格	300×80 mm			
	屏 蔽 方 式	背衬 0.5mm 铅板		冲 洗 方 式	<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手工			
	显 影 液 配 方	胶片厂推荐		显 影 条 件	时间 4~8min 温度 18~21℃			
检 测 工 艺 参 数	焊 缝 编 号	A1	B1、B2					
	板 厚 mm	6	6					
	像 质 计 型 号	Fe-10/16	Fe-10/16					
	透 照 方 式	单壁	双单					
	f(焦 距) mm	(600)	(650)					
	能 量 kV	150	180					
	管 电 流 mA	5	5					
	曝 光 时 间	2	2					
	应 识 别 丝 号	14	13F					
	焊 缝 长 度 mm	650	1608×2					
	一 次 透 照 长 度 mm	217	250					
拍 片 数 量 片	3	7×2						
合 格 级 别 级	II	II						
检 测 比 例 %	100	100						
技 术 要 求	1.检测标准: JB/T 4730.2—2005。 2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围 D: 2.0~4.0。 4.本工艺卡未规定事宜, 按射线检测规程 QJ/JJ 06.01—2006 执行。							
透照部位示意图:								
编制人(资格): xxx (II) 2006年1月5日				审核人(资格): xxx (III) 2006年1月5日				

渗透检测工艺卡

辽 B5-18

工艺卡编号: 03-5-2

共 2 页第 2 页

产 品 名 称		丁二烯脱水罐	产品(制造)编号	03-5
工 件	部 件 名 称	—	工 件 温 度	3~10 ℃
	部 件 编 号	—	表 面 状 态	按规程 3.7 节 5 制备
	检 测 阶 段	<input checked="" type="checkbox"/> 焊后 <input type="checkbox"/> 返修后 <input type="checkbox"/> 水压试验后	检 测 面	<input type="checkbox"/> 内表面 <input checked="" type="checkbox"/> 外表面
	检 测 部 位 编 号	B3~B8 及 B3~B8 与壳体连接的 D 类角焊缝		
器 材 及 工 艺 参 数	渗 透 剂 种 类	<input type="checkbox"/> 荧光 <input checked="" type="checkbox"/> 着色	检 测 方 法	II C-d
	渗 透 剂	GE-PL	显 像 剂	GE-DL
	清 洗 剂	GE-WL	试 块 类 型	<input checked="" type="checkbox"/> 铝合金 <input checked="" type="checkbox"/> 镀铬
	预 清 洗	按规程 3.7 节 6.1 处理	渗 透 时 间	25 min
	渗 透 剂 施 加 方 法	<input checked="" type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 刷 <input type="checkbox"/> 浸 浇	干 燥 时 间	— min
	去 除 多 余 的 渗 透 剂	按规程 3.7 节 6.3.1 处理	显 像 时 间	15 min
	显 像 剂 施 加 方 法	<input checked="" type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 浸	后 清 洗	擦洗干净
技 术 要 求	检 测 标 准	JB/T 4730.5—2005	检 测 比 例	100 %
	合 格 级 别	I 级	检 测 规 程 编 号	QJ/JJ 06.04—2006
检测部位示意图: 见工艺卡编号为 03-5-1 检测部位图				
编制人(资格): xxx (II) 2006 年 1 月 5 日			审核人(资格): xxx (III) 2006 年 1 月 5 日	

4.8 某工程工业管道对接接头射线检测工艺卡填写实例

某工程工业管道对接接头射线检测工艺卡

工艺卡编号: LAN-02-2

共 1 页 第 1 页

管件规格 mm	透照方式	透照厚度 mm	识别像质 丝号	像质计 型号	透照示意图	周长 mm	曝光 次数 N	一次透照 长度 mm	焦距 mm	X射线透照			适用 片长 mm	
										kV	mA	min		⁶⁰ Ir C7 胶片
φ25×3	双壁	6	14	Fe-14	图 1	78.5	3	26.2	600	150	5	1	82.8	150×80
φ57×6	双影	12	12	Fe-12	图 4	179.1	2	89.6	600	180	5	1	117.4	150×80
φ89×6.5		13	12	Fe-12	图 4	279.6	2	139.8	600	185	5	1	124.2	240×80
φ108×5	双壁	10	14F	Fe-10/16	图 2	339.3	5	67.9	260	150	5	1	4.8	150×80
φ159×7		14	13F	Fe-10/16	图 2	499.5	5	100.0	310	170	5	1	11.7	150×80
φ219×6.5		13	13F	Fe-10/16	图 2	688.0	5	137.6	370	170	5	1	18.1	240×80
φ273×6.5		13	13F	Fe-10/16	图 2	857.7	5	171.5	430	185	5	1	29.6	240×80
φ377×11		22	12F	Fe-10/16	图 2	1184.4	5	236.9	530	200	5	1	91.4	300×80
φ426×11		22	12F	Fe-10/16	图 2	1338.3	5	267.7	580	210	5	1	115.4	300×80

注: (1) $D_0 > 100\text{mm}$ 时, ⁶⁰Ir 的曝光量按 $F=(D_0+20)\text{mm}$ 计算。(2) 采用 ⁶⁰Ir 透照裂纹敏感性材料或曝光时间小于输送源往返时间的 10 倍, 应改用 T2 型胶片, 如 AGFA D4, 其曝光量增大 2.5~3.0 倍。

透照布置图:

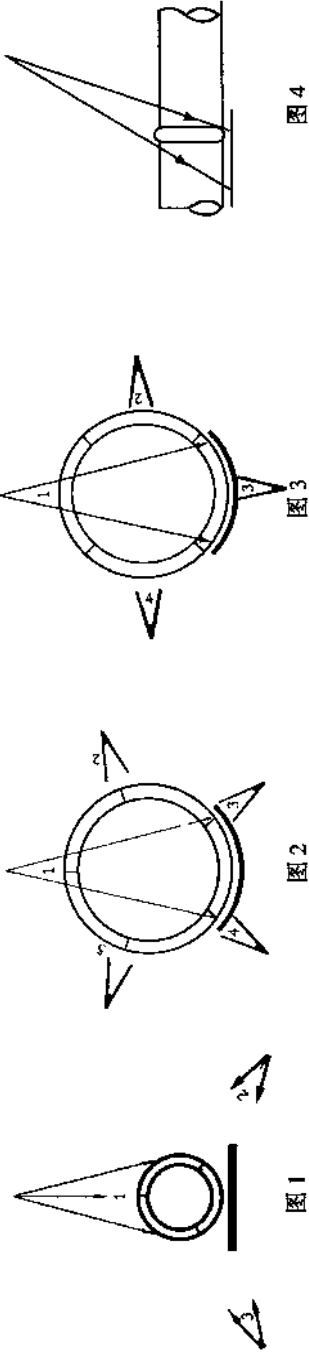


图 1

图 2

图 3

图 4

编制人 (级别): xxx (II)

2006 年 1 月 5 日

审核人 (级别): xxx (III)

2006 年 1 月 5 日

注: (1) 检测的管线号及焊缝编号由委托单注明。(2) 按 JB/T 4730.2 检测, 不低于 II 级为合格。

4.9 国外某长输管道工程施工射线检测工艺卡填写实例

国外某长输管道工程施工射线检测工艺卡

工艺卡编号: 97-1

管件规格 mm	透照方式	焊缝厚度 in(mm)	应观察 最小线径 in(mm)	选用透度 计型号	透照 布置图	曝光 次数	每次检测 长度 in(mm)	焦距 in(mm)	X射线曝光			¹⁹² Ir 曝光	
									D7 胶片 kV	D7 胶片 mA	D7 胶片 min	D4 胶片 Ci·min	D7 胶片 Ci·min
φ711.2×10.3	单壁单影 SWE/SWV	0.484(12.3)	0.013(0.33)	B	图1	1	87.96(2234)	13.39(340)	160	5	1	100	34
									180		0.5		
φ711.2×11.1	SWE/SWV	0.516(13.1)	0.016(0.40)	B	图1	1	87.96(2234)	13.39(340)	170	5	1	110	36
									180		0.5		
φ711.2×15.9	SWE/SWV	0.705(17.9)	0.016(0.40)	B	图1	1	87.96(2234)	13.39(340)	180	5	2	140	50
									250		2		
φ711.2×10.3	双壁单影 DWE/DWV	0.484(12.3)	0.013(0.33)	B	图2	5	19.55(496.5)	35.43(900)	250	5	2	1300	430
									260		2		
φ711.2×11.1	DWE/DWV	0.516(13.1)	0.016(0.40)	B	图2	5	19.55(496.5)	35.43(900)	270	5	4	2460	820
									150		1		
φ323.9×5.2	DWE/DWV	0.303(7.7)	0.010(0.25)	A或B	图3	5	7.99(203)	20.67(525)	180	5	0.5	250	80
									150		1		

源—焊缝—透度计—胶片的布置

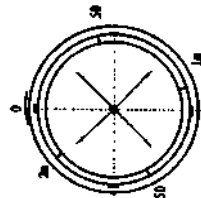


图1

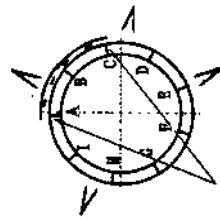


图2

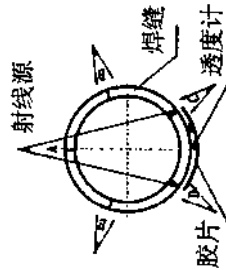


图3

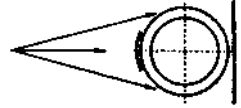


图4

编制人(资格): xxx(II)

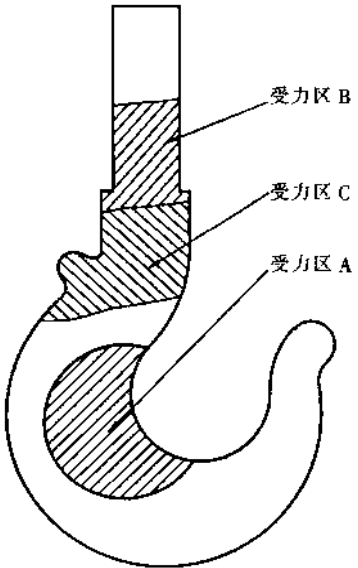
1997年3月1日

审核人(资格): xxx(III)

1997年3月1日

注: 按美国 API1104 编制。

4.10 检测作业指导书实例

产品名称	起重机吊钩		几何尺寸	φ80×500 (mm)	材料牌号	30CrMnSi 锻造成型			
磁化方法	① 通电法 ② 绕电缆法		探伤设备	CDX-2000	探伤部位	受力区所有表面			
磁化规范	① 通电法: $I=800A$ ② 绕电缆法: $N=5$ 匝 $I=900A$ ③ 剩磁法: $H=20kA/m$		检验方法	湿法连续法 (仅用于螺纹部位) 剩磁法	磁粉	YC2 荧光磁粉			
磁悬液及浓度	无味煤油荧光磁悬液, 浓度 1 g/L		执行标准	JB/T 4730.4—2005	合格级别	I 级			
不允许缺陷	任何裂纹、白点、折叠和横向缺陷, 长度大于 2mm 的线性缺陷显示及在 100mm×100mm 评定区内累积长度不小于 0.5mm 的缺陷显示。								
			<p>附加说明:</p> <p>1. A、B、C 为受力区, A 为弯曲颈部, B 为柄及螺纹部位, C 为柄的下部。</p> <p>2. 该材料及热处理状态可进行剩磁法检验, 主要用于检验螺纹根部横向的微小缺陷, 此时荧光磁悬液浓度应选 1g/L 效果更佳。</p> <p>3. 从吊钩两端通电用于检验纵向缺陷, 绕电缆法磁化两次用于检验横向缺陷 (尤为重要)。一是用连续法检测, 用绕电缆法检验 A、C 区, $N=5$ 匝, $I=900A$; 二是用剩磁法检测 B 区 (螺纹根部横向缺陷), 空载线圈中心磁场强度 $H=20kA/m$。从线圈中心向两端各延伸 200mm 为有效磁化区, 两次磁化应重叠 10%。</p> <p>4. 采用 A₁-15/100 标准试片。</p>						
操作程序	预 处 理	清除掉吊钩表面的油漆、锈蚀和油污, 露出金属光泽。							
	磁 化	先进行通电法磁化检验纵向缺陷, 再进行两次绕电缆法磁化检验横向缺陷。							
	施加磁悬液	反复施加几次荧光磁悬液。							
	检 验	连续法检验应在施加磁悬液和断电后立即观察磁痕, 剩磁法检验应在施加磁悬液后 1~2min 后观察磁痕。观察磁痕应在暗区进行, 暗区黑光辐照度应不小于 1000μW/cm ² , 环境光照度应不大于 20lx, 必要时用 2~10 倍放大镜观察细小磁痕, 采用示意图记录缺陷磁痕。							
	退 磁	利用 CDX-2000 退磁, 退磁后吊钩上的剩磁应不大于 0.3mT (或 240A/m)。							
后 清 洗	清除掉吊钩表面的磁粉。								
编制	xxx	级别	(II)	审核	xxx	级别	(III)	批准	xxx

注: 引自国家高级无损检测人员复试班讲义。

4.11 水火管锅炉检测工艺卡填写实例

射线检测工艺卡

辽 B5-11

工艺卡编号:

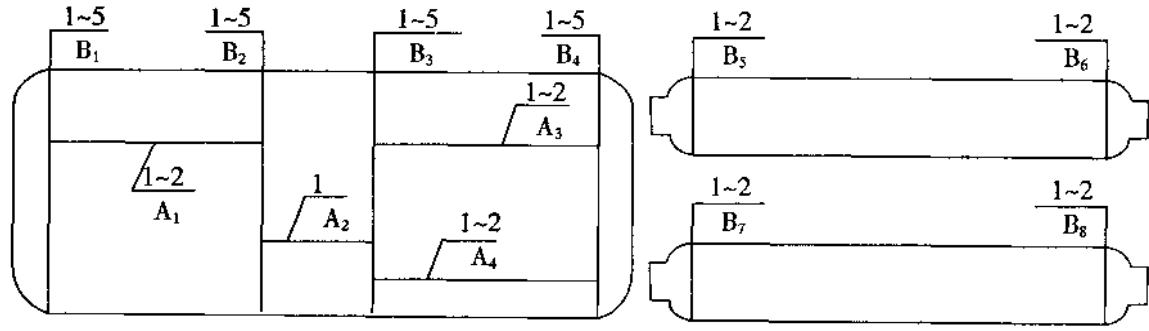
共 1 页第 1 页

工 件	产 品 名 称	水火管锅炉		产品制造(编号)		0628-01	
	材 料 牌 号	20g/20 [#]		规 格		D 1400×14 mm	
器 材	源 种 类	<input checked="" type="checkbox"/> X 射线 <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir		设 备 型 号		XXQ-2505/XXH-2505	
	焦 点 尺 寸	2.0×2.0/1.0×2.4 mm		胶 片 牌 号		AGFA C ₇	
	铅增感厚度 mm	前屏 0.03 后屏 0.1		胶 片 规 格		300×80 mm	
	屏 蔽 方 式	必要时背衬 1mm 铅板		冲 洗 方 式		<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手动	
	显 影 液 配 方	SYM-1120		显 影 条 件		时间 4-8min 温度 20±2℃	
检 测 工 艺 参 数	焊 缝 编 号	A1、A3、A4	A2	B1~B4	B5、B6	B7、B8	
	板 厚 mm	14	14	14	6	6	
	像 质 计 型 号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	
	透 照 方 式	单壁透照	单壁透照	中心透照	双壁单影	双壁单影	
	f (焦距) mm	600	600	685	(600)	(600)	
	能 量 kV	195	195	195	185	185	
	管电流(活度)mA(ci)	5	5	5	5	5	
	曝光时间 min	4	4	4.5	4	4	
	应 识 别 丝 号	12	12	12	13 (F)	13 (F)	
	焊缝长度 mm	1800×3	410	4398×4	858×2	688×2	
	一次透照长度 mm	250	250	250	200	150	
	拍片数量 片	2×3	1	5×4	2×2	2×2	
合格级别 级	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ		
检测比例 %	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25		

技术要求

- 1.检测标准:JB/T 4730.2-2005
- 2.射线检测技术等级:AB B。
- 3.底片黑度范围 D:2.0~4.0。
- 4.本工艺卡未规定事宜,按射线检测规程 QMS/NDE 03-01-2006 执行。

透照部位示意图:



DZL2.8-0.7-A II

编制人(资格): xxx (II) xx年xx月xx日 审核人(资格): xxx (II) xx年xx月xx日

4.12 双纵锅筒水管锅炉检测工艺卡填写实例

射线检测工艺卡

辽 B5-11

工艺卡编号:

共 1 页第 1 页

工 件	产 品 名 称	双纵锅筒水管锅炉		产品制造(编号)	0604-016	
	材 料 牌 号	20g/20 ^g		规 格	Di800×12 mm	
器 材	源 种 类	<input checked="" type="checkbox"/> X 射线 <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir		设 备 型 号	XXQ-2005/XXH-2005	
	焦 点 尺 寸	1.5×1.5/1.0×3.5 mm		胶 片 牌 号	AGFA C ₇	
	铅增感厚度 mm	前屏 0.03 后屏 0.1		胶 片 规 格	300×80 mm	
	屏 蔽 方 式	必要时背衬 1mm 铅板		冲 洗 方 式	<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手动	
检 测 工 艺 参 数	显 影 液 配 方	SYM-1120		显 影 条 件	时间 4~8min 温度 20±2℃	
	焊 缝 编 号	A1、A3、A4、A6	A2、A5	B1~B4 B5~B8	B9~B12	
	板 厚 mm	12	12	12	6	
	像 质 计 型 号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	
	透 照 方 式	单壁透照	单壁透照	中心透照	双壁单影	
	f (焦距) mm	700	700	400	(500)	
	能 量 kV	190	190	130	160	
	管电流(活度)mA(ci)	5	5	5	5	
	曝光时间 min	3	3	3.5	3	
	应 识 别 丝 号	12	12	12	13 (F)	
	焊缝长度 mm	1500×4	1000×2	2589×8	499.5×4	
	一次透照长度 mm	250	250	235.4	95	
拍片数量 片	6×4	4×2	11×8	2×4		
合格级别 级	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ		
检测比例 %	100	100	100	≥25		
技 术 要 求	1.检测标准:JB/T 4730.2-2005 2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围 D:2.0~4.0。 4.本工艺卡未规定事宜,按射线检测规程 QMS/NDE 03-01-2006 执行。					
透照部位示意图:						
SZW4-0.7-A II						
编制人(资格): xxx (Ⅱ) xx年xx月xx日				审核人(资格): xxx (Ⅱ) xx年xx月xx日		

4.13 立式蒸汽锅炉检测工艺卡填写实例

射线检测工艺卡

辽 B5-11

工艺卡编号:

共1页第1页

工件	产品名称	立式蒸汽锅炉			产品制造(编号)			06-06	
	材料牌号	20g			规格			D 816×8/D 616×8 mm	
器材	源种类	<input checked="" type="checkbox"/> X射线 <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir			设备型号			XXQ-2005/XXH-2005	
	焦点尺寸	1.5×1.5/1.0×3.5 mm			胶片牌号			AGFA C ₇	
	铅增感厚度 mm	前屏 0.03 后屏 0.1			胶片规格			300×80/180×80 mm	
	屏蔽方式	必要时背衬 1mm 铅板			冲洗方式			<input type="checkbox"/> 自动 <input checked="" type="checkbox"/> 手动	
	显影液配方	SYM-1120			显影条件			时间 4~8min 温度 20±2℃	
检测工艺参数	焊缝编号	A1/A2	A3/A4	B1	B2、B3	B5、B6	B4	B7	
	板厚 mm	8	8	8	8	8	8	8	
	像质计型号	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	Fe-6/12	
	透照方式	单壁透照	单壁透照	单壁外透照	中心透照	中心透照	双壁单影	中心透照(双单)	
	f(焦距) mm	700	700	700	300	400	(600)	(410)	
	能量 kV	140	140	140	125	130	190	180	
	管电流(活度)mA(ci)	5	5	5	5	5	5	5	
	曝光时间 min	3	3	3	3	3.5	4	3	
	应识别丝号	13	13	13	13	13	13 (F)	13 (F)	
	焊缝长度 mm	1300/590	680/1800	1935	1935×2	2564×2	499.5	2564	
	一次透照长度 mm	250	250	175	250	250	95	250	
	拍片数量 片	2/1	1/2	3	2×2	3×2	2	3	
合格级别 级	II	II	II	II	II	II	II		
检测比例 %	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25		
技术要求	1.检测标准:JB/T 4730.2-2005 2.射线检测技术等级: <input checked="" type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B。 3.底片黑度范围 D:2.0~4.0。 4.本工艺卡未规定事宜,按射线检测规程 QMS/NDE 03-01-2006 执行。								
透照部位示意图:									
编制人(资格): xxx (II) xx年xx月xx日								审核人(资格): xxx (II) xx年xx月xx日	

第 5 章 射线检测室的设置和安全防护

5.1 射线检测室的设置

所谓射线检测室的设置, 主要指曝光室、操作室、暗室、评片室、工人休息室和库房等。不同单位有不同的设置。设置布局的合理性直接影响检测速度、检测质量和人员安全。这里仅提出对曝光室、暗室的要求。

5.1.1 曝光室

(1) 曝光室是接受辐射照射的主体, 必须封闭。其设计审批及具体防护事项见本章第 5.2 节。

(2) 曝光室主要用于承压设备焊接接头的检测, 因此, 曝光室必须建在承压设备制造车间一侧或与承压设备制造车间连通。靠近曝光室不得建筑非从事射线检测人员的工人休息室和办公室。

(3) 承压设备制造车间与曝光室必须铺设轨道, 将受检的承压设备或部件直接运至曝光室, 且备有转罐车, 工件可左右移动和前后转动。

(4) 曝光室的面积应根据本单位被检产品的最大规格而定, 且能关闭曝光室与车间的防护门, 一般不得在车间透照。小单位如果只有一个曝光室, 其面积不应少于 60m²。

(5) 为保证 X 射线机正常工作, 建议射线检测室供电应采用专用线。

5.1.2 暗室

暗室是保证底片处理质量的重要岗位, 其必备条件如下。

(1) 水是保证冲片质量的关键, 应使用饮用自来水, 无条件的应设专线供水。

(2) 配显影液、定影液时应采用无杂质的纯净水。

(3) 手工洗片时, 显影(定影)槽应有恒温装置, 温控范围为 18~21℃。严禁在显影槽中直接加热。

(4) 暗室的墙壁应涂墨绿色, 水槽不得用白色瓷砖。

(5) 暗室应备有避光的排风扇, 确保夏季室内干燥。有条件的单位可安装空调。

5.2 X 射线、 γ 射线检测的安全防护

众所周知, 射线损伤人体细胞, 接受过多剂量会引起人身各器官生物效应和人体遗传生物效应。因此, 必须采用有效的防护措施, 尽量把剂量降至国家规定的最大允许剂量值以下, 以保障射线工作人员、公众及其后代的健康与安全。

5.2.1 安全防护的依据和照射剂量限值

(1) 安全防护依据的标准

GB 16357—1996 工业 X 射线探伤放射卫生防护标准;

GB 18465—2001 工业 γ 射线探伤放射卫生防护要求；
GB 18871—2002 电离辐射防护及辐射源安全基本标准。

(2) 剂量限值

① 检测人员剂量限值。按 GB 18871 标准，工业射线职业照射剂量限值规定，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；

② 公众剂量限值。按 GB 18871 标准，使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高至 5mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

5.2.2 安全防护基本方法

检测安全防护把作业场所分为专用探伤室和现场检测两大类。不论哪种场所，射线防护技术须采用时间防护、距离防护和屏蔽防护。

(1) 时间防护

在有射线辐射的场所，人体接受累积剂量与受照射的时间成正比。因此，透照现场非工作人员严禁入内。当现场检测曝光时，除仪器操作者外，其他人员应远离。如工作量大，可采用分批轮换操作，以减少人体照射剂量。

(2) 距离防护

人体接受的照射剂量与人至源距离的平方成反比。因此，可采用加长电缆线，加大人与源之间的距离来达到防护的目的。但 X 射线机的电缆线不宜过长，否则会影响 X 射线机的输出效率。

(3) 屏蔽防护

主要用于专用探伤室的防护。采用合理的遮挡屏蔽是减少射线照射剂量的重要措施。射线强度随穿过屏蔽物的厚度尺寸成指数规律减弱。曝光室就是利用这一原则来进行防护的。屏蔽防护的计算，必须知道源强及常用屏蔽材料的半价层。

① 射线源的强度水平：

- a) X 射线直射时不同管电压的辐射强度水平参考表 5-1。
- b) 不同种 γ 源产生 γ 射线的强度水平参考表 5-2。

② 不同源产生的 X、 γ 射线通过常用屏蔽物的半价层和 1/10 价层厚度参考表 5-3 至表 5-5。

③ 屏蔽厚度的计算：随着科学技术的发展，屏蔽厚度的计算，逐渐趋于完善，特别是 γ 射线

表 5-1 最优靶辐射的 X 射线强度水平 (向前)

峰值电压 (V)	强度 R/min·mA/1m 处 (C/kg·min·mA/1m 处)
50×10 ³	0.05 (12.9×10 ⁻⁹)
70×10 ³	0.1 (2.58×10 ⁻⁸)
100×10 ³	0.4 (10.32×10 ⁻⁸)
250×10 ³	2.0 (5.16×10 ⁻⁷)
1×10 ⁶	20.0 (51.6×10 ⁻⁷)
2×10 ⁶	280.0 (722.4×10 ⁻⁷)
5×10 ⁶	5000.0 (12.9×10 ⁻⁵)
10×10 ⁶	30000.0 (7.74)
15×10 ⁶	100000.0 (25.8)
20×10 ⁶	200000.0 (51.6)

注: 摘自《美国无损检测手册》

表 5-2 γ 射线的强度水平

源种类	强度水平 C/kg·h·Ci/1m 处 (R/h·Ci/1m 处)
⁶⁰ Co	3.48×10 ⁻⁴ (1.35)
¹³⁷ Cs	1.04×10 ⁻⁴ (0.39)
¹⁹² Ir	0.735×10 ⁻⁴ (0.55)
¹⁷⁰ Tm	0.26×10 ⁻⁷ (0.0028)

注: 摘自《美国无损检测手册》

屏蔽厚度的计算方法很多。精确的计算按本书附录 F (规范性附录) 确定防护层厚度。由于这些计算需查表, 比较繁琐, 故仅介绍用半价层或 1/10 价层进行屏蔽估算的方法, 其步骤如下:

- 根据用户要求的额定管电压或源的种类, 由表 5-1、表 5-2 确定距射线源 1m 处的强度水平。
- 依据源至操作者 (如操纵台处) 或公众的最短距离和 a) 的强度水平, 按平方反比定律计算出操纵台或公众处无防护时人体可接受的照射剂量率。
- 根据每周的总曝光量计算出一周可接受的照射剂量。
- 按操作者或公众一周最大允许剂量与 c) 的总照射剂量之比, 等于 (1/2)ⁿ 或 (1/10)^{n'}, 求出半价层数 n 或 1/10 价层数 n'。

表 5-3 不同 X 射线管电压下铅和混凝土的半价层和 1/10 价层的近似值

峰值电压 (kV)	铅 (mm)		混凝土 (mm)	
	半价层	1/10 价层	半价层	1/10 价层
50	0.05	0.16	4.32	15.10
70	0.15	0.50	8.38	27.95
100	0.24	0.80	15.10	50.80
125	0.27	0.90	20.30	66.00
150	0.29	0.95	22.35	73.60
200	0.48	1.60	25.40	83.80
250	0.90	3.00	27.95	94.00
300	1.40	4.60	31.21	104.00
400	2.20	7.30	33.00	109.10
500	3.60	11.90	35.55	116.80
1000	7.90	26.00	44.45	147.10
2000	12.70	42.00	63.50	210.40
3000	14.70	48.50	73.60	241.20
4000	16.50	54.80	91.40	304.48
6000	17.00	56.60	104.00	348.00
10000	16.50	55.00	116.80	388.50

注: 摘自《美国无损检测手册》

表 5-4 铅和混凝土的宽 X 射线束的近似半价层

X 射线管 电压 (kV)	$d_{1/2}$ (cm)		X 射线管 电压 (kV)	$d_{1/2}$ (cm)	
	铅	混凝土		铅	混凝土
50	0.005	0.4	250	0.086	2.8
75	0.015	—	300	0.17	3.0
100	0.025	1.6	400	0.25	3.0
150	0.029	2.2	500	0.31	3.6
200	0.042	2.6			

注：摘自 GB 16357—1996。

表 5-5 几种 γ 源在铅和混凝土中的 1/10 价层 (TVL) 和半价层 (HVL) 的近似值

射 源	铅 cm (in)		混凝土 cm (in)	
	1/10 价层	半价层	1/10 价层	半价层
^{60}Co	4.06 (1.6)	1.24 (0.49)	21.8 (8.6)	6.6 (2.6)
^{137}Cs	2.13 (0.84)	0.64 (0.25)	15.75 (6.2)	4.83 (1.9)
^{192}Ir	2.01 (0.79)	0.61 (0.24)	13.97 (5.5)	4.06 (1.6)

注：摘自《美国无损检测手册》

e) 按用户提供的 X 射线机额定管电压或源的种类，由表 5-3 至表 5-5 查得对应屏蔽材料半价层或 1/10 价层的厚度值，乘以 n 或 n' ，即为屏蔽防护的理论值。

f) 为保证安全，其安全系数一般取 2，即在计算值的基础上再加一个半价层厚度。

④屏蔽计算实例：

a) 将直射 X 射线不同距离处控制在 0.1 雷姆/周时的屏蔽防护厚度列入表 5-6。将散漏射线（取直射 X 射线强度的 1/1000）不同距离处控制在 0.1 雷姆/周时的屏蔽厚度列入表 5-7。

b) 在表 5-6 和表 5-7 的基础上，将每周的剂量值降至国家标准允许的剂量限值，求出应增加的半价层数，即可计算出检测人员和公众的安全屏蔽厚度。

表 5-6 将直射 X 射线控制在 0.1 雷姆/周时的屏蔽防护厚度

X 射线管 电压 (kV)	有效工作负荷 (mA·min/周)	下列源距所需的铅厚度 (cm)				下列源距所需的混凝土厚度 (cm)			
		1m	2m	4m	8m	1m	2m	4m	8m
50	500	0.04	0.03	0.02	0.01	3.4	2.5	1.6	0.9
	125	0.03	0.02	0.01	0.01	2.5	1.6	0.9	0.4
	30	0.02	0.01	0.01	0.01	1.6	0.9	0.4	0
	8	0.01	0.01	0.01	0	0.9	0.4	0	0
75	500	0.10	0.08	0.05	0.03	9.7	7.4	5.0	3.0
	125	0.08	0.05	0.03	0.02	7.4	5.0	3.0	1.2
	30	0.05	0.03	0.02	0.01	5.0	3.0	1.2	0.2
	8	0.03	0.02	0.01	0	3.0	1.2	0.2	0
100	1000	0.24	0.19	0.14	0.09	17.0	13.6	10.4	7.1
	250	0.19	0.14	0.09	0.05	13.6	10.4	7.1	4.1
	60	0.14	0.09	0.05	0.03	10.4	7.1	4.1	1.5
	16	0.09	0.05	0.03	0.01	7.1	4.1	1.5	0
150	1000	0.30	0.25	0.19	0.14	25.5	21.1	16.8	12.3
	250	0.25	0.19	0.14	0.09	21.1	16.8	12.3	8.0
	60	0.19	0.14	0.09	0.05	16.8	12.3	8.0	4.0
	16	0.14	0.09	0.05	0.02	12.3	8.0	4.0	0.8

续表 5-6

X 射线管 电压 (kV)	有效工作负荷 (mA·min/周)	下列源距所需的铅厚度 (cm)				下列源距所需的混凝土厚度 (cm)			
		1m	2m	4m	8m	1m	2m	4m	8m
200	40000	0.66	0.58	0.51	0.43	46.3	41.0	35.9	30.6
	10000	0.58	0.51	0.43	0.35	41.0	35.9	30.6	25.4
	2500	0.51	0.43	0.35	0.28	35.9	30.6	25.4	20.1
	625	0.43	0.35	0.28	0.20	30.6	25.4	20.1	15.0
250	40000	1.26	1.09	0.91	0.74	51.8	46.5	41.0	35.4
	10000	1.09	0.91	0.74	0.59	46.5	41.0	35.4	29.8
	2500	0.91	0.74	0.59	0.44	41.0	35.4	29.8	24.1
	625	0.74	0.59	0.44	0.31	35.4	29.8	24.1	18.6
300	40000	2.38	2.04	1.70	1.36	58.4	52.5	46.3	40.2
	10000	2.04	1.70	1.36	1.04	52.5	46.3	40.2	34.0
	2500	1.70	1.36	1.04	0.76	46.3	40.2	34.0	27.8
	625	1.36	1.04	0.76	0.52	40.2	34.0	27.8	21.9
400	40000	4.05	3.49	3.02	2.50	65.0	59.0	53.0	46.8
	10000	3.49	3.02	2.50	2.02	59.0	53.0	46.8	40.6
	2500	3.02	2.50	2.02	1.54	53.0	46.8	40.6	34.4
	625	2.50	2.02	1.54	1.12	46.8	40.6	34.4	28.5

注：摘自《X射线检测问答》

表 5-7

将散漏射线控制在 0.1 雷姆/周时的屏蔽的防护厚度

X 射线管 电压 (kV)	有效工作负荷 (mA·min/周)	下列源距所需的铅厚度 (cm)				下列源距所需的混凝土厚度 (cm)			
		1m	2m	4m	8m	1m	2m	4m	8m
50	500	0.02	0.01	0	0	1.0	0.3	0	0
	125	0.01	0	0	0	0.3	0	0	0
75	500	0.06	0.02	0.01	0	3.1	1.1	0.1	0
	125	0.02	0.01	0	0	1.1	0.1	0	0
	30	0.01	0	0	0	0.1	0	0	0
100	1000	0.08	0.04	0.02	0	5.5	2.7	0.3	0
	250	0.04	0.02	0	0	2.7	0.3	0	0
	60	0.02	0	0	0	0.3	0	0	0
150	1000	0.11	0.06	0.03	0	8.9	4.9	1.3	0
	250	0.06	0.03	0	0	4.9	1.3	0	0
	60	0.03	0	0	0	1.3	0	0	0
200	40000	0.40	0.32	0.24	0.16	26.9	21.6	16.4	11.3
	10000	0.32	0.24	0.16	0.09	21.6	16.4	11.3	6.4
	2500	0.24	0.16	0.09	0.04	16.4	11.3	6.4	2.0
	625	0.16	0.09	0.04	0	11.3	6.4	2.0	0
250	40000	0.78	0.61	0.45	0.28	30.6	25.1	19.4	13.9
	10000	0.61	0.45	0.8	0.14	25.1	19.4	13.9	8.5
	2500	0.45	0.28	0.14	0.05	19.4	13.9	8.5	3.4
	625	0.28	0.14	0.05	0	13.9	8.5	3.4	0
300	40000	1.51	1.18	0.84	0.52	34.8	28.7	22.6	16.3
	10000	1.18	0.84	0.52	0.25	28.7	22.6	16.3	10.2
	2500	0.84	0.52	0.25	0.07	22.6	16.3	10.2	4.6
	625	0.52	0.25	0.07	0	16.3	10.2	4.6	0
400	40000	2.33	1.85	1.37	0.91	40.8	34.7	28.7	22.5
	10000	1.85	1.37	0.91	0.54	34.7	28.7	22.5	16.2
	2500	1.37	0.91	0.54	0.23	28.7	22.5	16.2	9.6
	625	0.91	0.54	0.23	0.02	22.5	16.2	9.6	1.5

注：摘自《X射线检测问答》

例：现购入一台 XXH2505 的周向 X 光机，每周有效工作负荷为 $2500\text{mA}\cdot\text{min}$ ，X 光机距主防护墙 4m，距防护门 4m，试计算额定输出时，防护墙和防护门的安全屏蔽厚度。

解：主防护墙和防护门的照射剂量限值都是对公众而言。已知公众有效剂量限值为 1mSv/年 (0.1rem/年)，每年按 50 周计，公众的有效剂量限值 0.002rem/周 。若将每周剂量由 0.1 雷姆降至 0.002 雷姆的半价层数为 n ，

$$\text{则} \quad \frac{0.002}{0.1} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad n = \frac{\lg\left(\frac{0.1}{0.002}\right)}{\lg 2} = 5.6$$

1. 主防护墙厚度

从表 5-6 中查管电压 250kV，有效工作负荷 $2500\text{mA}\cdot\text{min/周}$ 、距 X 光机 4m 处的屏蔽防护厚度为 25.4cm；

从表 5-4 中查管电压 250kV 混凝土的半价层为 2.8cm。

则主防护墙的厚度为 $25.4 + 2.8 \times 5.6 = 41.1\text{cm} = 411\text{mm}$

2. 防护门厚度

防护门一般面向生产车间且与直射 X 射线的方向平行，可按散漏射线表 5-7 处理。对于 X 射线曝光室的防护门一般采用铅板外加铁皮或薄铁板夹其中间来制作。

从表 5-7 中查管电压 250kV，有效工作负荷 $2500\text{mA}\cdot\text{min/周}$ ，4m 处对应的铅屏蔽厚度为 0.14cm；

从表 5-4 中查管电压 250kV 的铅半价层为 0.086cm。

则防护门的铅屏蔽厚度为： $0.14 + 0.086 \times 5.6 = 0.62\text{cm} = 6.2\text{mm}$

由于防护门是按散漏射线屏蔽的，检测人员不得将主射线束对门透照。

以上仅为估算，是因为宽束连续 X 射线或多能谱的 γ 射线，其半价层、1/10 价层随射线贯穿屏蔽层厚度而增大。由于半价层变化，其计算屏蔽厚度也随之变化。但直观，可粗略评价曝光室的屏蔽情况。

⑤ 屏蔽防护应注意的问题：

a) 由于周向 X 射线机及 γ 射线机的普遍使用，四周墙壁均应按主防护墙计算。工作间的天花板（房顶）应予以防护，以防附近居民或公众受照射。混凝土墙应连续灌成，300kV 以下 X 射线机可用砖墙（水泥挂面），但不得用空心砖且砖缝应用水泥浆灌实。

b) 曝光室与操作室，最好采用迂回门。曝光室与车间的防护门应电动开闭，但应充分注意门缝处泄漏的射线量，必要时门边用铅板遮挡。

c) 新建或改建曝光室的设计应经环保部门批准，竣工后应经该部门监测合格并颁发射线工作许可证方可使用。

5.2.3 综合防护

各种防护方法，要根据具体情况合理兼顾，可起到事半功倍的防护效果。

5.2.4 现场检测的安全防护

现场检测是指使用 X、 γ 射线机在室外、生产车间或安装现场的检测。

(1) GB 16357 对现场进行 X 射线检测的要求

① 进行透照检查时，可将被检物体周围的空气比释动能率在 $40\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上的范围内划为控制区，在其边界上必须悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”标牌，检测作业人员应在控制区边界外操作，否则必须采取防护措施。

② 进行透照检查时，控制区边界外空气比释动能率在 $4\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上的范围内划为管理区，在其边界上必须设警戒标志，如信号灯、铃、警戒绳等，并悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时应设专人警戒。尚应注意控制在管理区边界附近不应有经常停留的公众成员。

③ 现场透照的工作条件变动时，必须进行场所监测，并验证确定的控制区和管理区。

④ 把控制区边界空气比释动能率定为 $40\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 是按放射工作人员年个人剂量限值的 3/10 (15mSv) 和每周实际开机时间 7.5h 推算的。如果每周实际开机时间 t 大于 7.5h，控制区边界空气比释动能率应按下式计算：

$$K=300/t$$

式中： K ——控制区边界空气比释动能率， $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

t ——每周实际开机时间，h。

同时，管理区边界空气比释动能率也相应改变。

(2) GB 18465 对现场进行 γ 射线检测的要求

① 进行检测作业前，应先将工作场所分为控制区和监督区。

② 控制区边界外空气比释动能率低于 $40\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。其边界应悬挂清晰可见的“禁止进入放射性工作场所”标牌。未经许可人员不得进入该范围边界，可采用绳索、链条和类似的方法或安排监督人员实施人工管理。控制区范围的计算方法见本书附录 F（规范性附录）。

③ 监督区位于控制区外，允许有关人员在此区活动，其边界空气比释动能率应不大 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，边界线应有“当心电离辐射！”标牌，公众不得进入该区域。

④ 进行检测作业时，必须考虑 γ 射线机和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件，以保证作业人员的受照剂量低于年剂量限值，并应达到可以合理做到的尽可能低的水平。

(3) 现场检测时作业人员应注意的问题

① γ 射线放源和收源的操作者必须穿铅防护服。

② 射线透照时，除球罐中心透照外，应使用周向或单向定向头，以减少主射线束的照射。

例：现场安装一台 8000m^3 的天然气球形储罐，壁厚 $T=24\text{mm}$ 。使用 ^{192}Ir γ 源，源强 $A=140\times 2=280\text{Ci}$ ， ^{192}Ir γ 源在 1m 处的强度水平 $P=0.55\text{R}/\text{h}\cdot\text{Ci}$ 。采用中心透照，焦距 $F=12.433\text{m}$ 。用 AGFA C₇ 胶片。试计算曝光时间 t 、控制区距离 a_{II} 和监督区距离 a'_{II} （已知钢的半价层 $d_{1/2}=14\text{mm}$ ，透照 24mm 的曝光系数 $K=650$ ，控制区边界空气比释动能率不大于 $40\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，监督区边界空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ）。

解：

1. 曝光时间 t

$$t=K\cdot F^2/(A\times 60)=650\times 12.433^2/(280\times 60)=5.98\text{ (小时)}\approx 6\text{ (小时)}$$

2. 控制区距离 a_{II} 和监督区距离 a'_{II} 的计算

本工程检测辅助和评片等时间较长，一周之内仅透照一次，按检测人员每年接受剂量当量 5rem (50mSv)，每年 50 周计，每周允许最高剂量当量为 0.1rem (1mSv) 或称接受的照射量为 0.1R。每小时为 $0.1/6=0.017R/h>0.004R/h$ ，取 0.004R/h。

(1) 按公式计算：

① 源通过壁厚的强度

$$I=A \cdot P/2^n$$

因为

$$n=24/14=1.714$$

故

$$I=0.55 \times 280/2^{1.714}=46.93 \text{ (R/h)}$$

② 控制区距离 a_{II} ：

$$a_{II}=(46.93/0.004)^{1/2}=108.3 \text{ (m)}$$

③ 监督区距离 a'_{II} 按平方反比定律计算为 433.2m。

(2) 按 GB 18456 本书附录 G (规范性附录) 计算 a_{II} ：

先将源强居里 Ci 换算成贝可，因为 $1\text{Ci}=3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$

则

$$280\text{Ci}=1.036 \times 10^{13} \text{ Bq}$$

由图 G2 查得无防护时的控制区距离为 185m。由于壁厚有 1.714 个半价层的衰减，

则

$$a_{II}=0.55 \times 185=101.8\text{m}$$

监督区距离 a'_{II} 经计算为 407.2m。

(3) 两种方法计算的结果相当。

3. 关于监督区距离 a'_{II} 的探讨

按现行防护标准规定，监督区边界处的空气比释动能率 $\leq 2.5\mu\text{Gy/h}$ 。本工程计算出的 a'_{II} 为四百多米，这在实际工程检测中有时很难办到。笔者认为，现场透照可分为长期固定透照现场和偶尔透照现场两种。对于后者，公众可能一年或几年接受一次照射。以本工程为例，透照返修和复照一般为 4 次，按控制区检测人员接受的总照射剂量：

$$0.004 \times 6 \times 4=0.096\text{R}=0.96\text{mSv}$$

这就是说，公众年接受的剂量相当于检测人员年接受剂量的 1/52，是安全的。因此，偶尔透照现场的监督区距离由于条件所限，建议按控制区距离处理。

第 6 章 各种曝光曲线的制作和使用

曝光曲线是选择曝光条件的依据，一般每台 X 射线机或 γ 源的使用说明书均附有通用的曝光曲线或曝光计算尺。由于同型号 X 射线机输出效率的差异，单位使用条件（胶片类型、显影配方及温度、增感方式、底片黑度、被检材质等）的变化，原附曝光曲线很难满足要求。因此，必须按本单位条件自行制作。曝光曲线的类型很多，包括管电压（源种类）、管电流（源强 C_i ）、曝光时间和焦距等曝光条件的四大因素，随意固定某些条件而改变其他条件，即可绘制出不同形式的曝光曲线。根据笔者的试验数据，现介绍几种常用曝光曲线的制作方法和应用。

6.1 曝光曲线的制作

6.1.1 试块的制作

用本单位常用材质制作一个阶梯试块 a 和若干个平板试块 b，如图 6-1 所示。由图 6-1 可知，试块长度比常规小，这主要是为减少中心射束与边缘射束在阶梯试块上产生的黑度差。

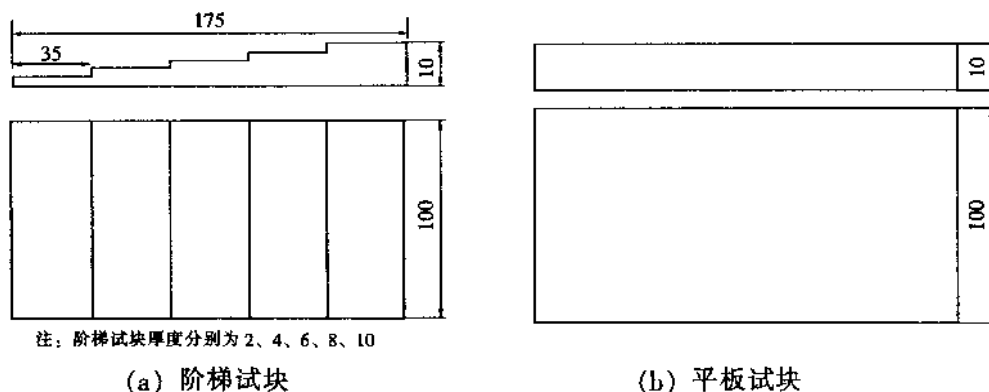


图 6-1 组合式阶梯试块

6.1.2 X 射线机曝光曲线的制作程序

本试验于 1996 年进行，黑度值的选取与 JB/T 4730.2 的要求不一致，这里重点是理解制作方法。

(1) 固定焦距、胶片牌号、铅增感屏厚度、显影配方及显影温度等，改变曝光时间、管电压和试块厚度，拍出一套底片。如用 XXH2505X 射线机，管电压、曝光时间和厚度的分配参数见表 6-1。

(2) 为减少暗室处理造成的黑度偏差，采用一次性暗室处理，显影时间 4min。

(3) 待底片干燥后，选定每个阶梯的中心部位（画出完好区），测定其黑度值，每处测三点取平均值（黑度计误差不大于 0.05）列表。

(4) 提取所需黑度值：由于阶梯试块上测得的黑度值不连续，可将同一条件下的底片测得黑度与对应的透照厚度 T_A 值标在坐标纸上，连成圆滑曲线求得。

(5) 将所需黑度值对应的 T_A 值列表，见表 6-2。

表 6-1 X 射线机曝光曲线制作前拍片参数的预分配

试块厚度 T_A (mm)	管电压 (kV)	曝光时间 t (min)				
		150	170	190	210	230
1		6~26	8~30	10~36	12~40	14~46
2		12~30	14~36	16~40	18~46	22~50
3		14~36	16~40	20~46	22~48	26~54
5		18~40	22~46	26~50	28~56	30~60

注：管电流均为 5mA

表 6-2 不同曝光条件下黑度与对应透照厚度表

黑度	曝光时间 (min)	管电压 (kV)					mm
		150	170	190	210	230	
1.2	1	21.0	25.0	29.5	32.0	34.4	
2.0		15.0	18.5	23.0	25.0	25.8	
3.5		8.6	11.8	14.5	16.5	17.0	
1.2	2	25.0	30.8	36.0	39.0	40.5	
2.0		19.5	23.9	28.0	31.6	33.0	
3.5		12.5	15.5	20.0	22.5	23.2	
1.2	3	29.0	35.0	41.0	44.7	45.6	
2.0		23.0	27.0	32.4	35.0	36.0	
3.5		15.0	19.0	23.5	25.5	26.5	
1.2	5	33.0	40.0	44.4	48.0	50.4	
2.0		26.0	32.5	37.2	40.5	42.4	
3.5		18.5	23.0	27.0	31.0	32.5	

注：试验条件：胶片 A7，铅增感屏厚度 0.03mm，焦距 600mm，显影时间 4min (20℃)，X 射线机型号 XXH2505。

(6) 各种常用曝光曲线按表 6-2 的数据绘制。图 6-2 为不同管电压下材料厚度与曝光量的关系曲线。图 6-3 为曝光量一定管电压与材料厚度的曝光曲线。图 6-4 为界限黑度范围内管电压和材料厚度关系的曝光曲线。

由图 6-2、图 6-3、图 6-4 可以看出，黑度相同，曝光量一定的情况下，管电压与透照厚度的关系并非直线。在同一黑度下，随管电压提高，曲线向上弯曲，且黑度越大，弯曲得越严重。即管电压提高， T_A 几乎不变。这可能是因为随管电压提高，射线变硬，在相同曝光量的条件下，胶片感光困难所致。因此，使用图 6-2 曝光曲线透照工件时，实线部分表示适中，虚线部分表示不适用； T_A 较小时，曝光条件应适当减小；而 T_A 较大时，曝光条件应适当增加。

6.1.3 γ 射线机曝光曲线的制作程序

由于 γ 源的种类已确定其能量（穿透能力）， γ 源的现使用强度 (Ci) 可求得。只要固定焦距，只改变试板厚度和曝光时间，采用上述方法，经暗室处理即可得到一套黑度不同的底片。找出所需黑度对应的材料透照厚度，便可绘制成曝光量与材料透照厚度的曝光曲线，见图 6-5。

6.1.4 制作曝光曲线应注意的问题

(1) 主射线束一定要对准试块的中心（在试块中心画标记，可用 X 光机指器对中），减少因透照

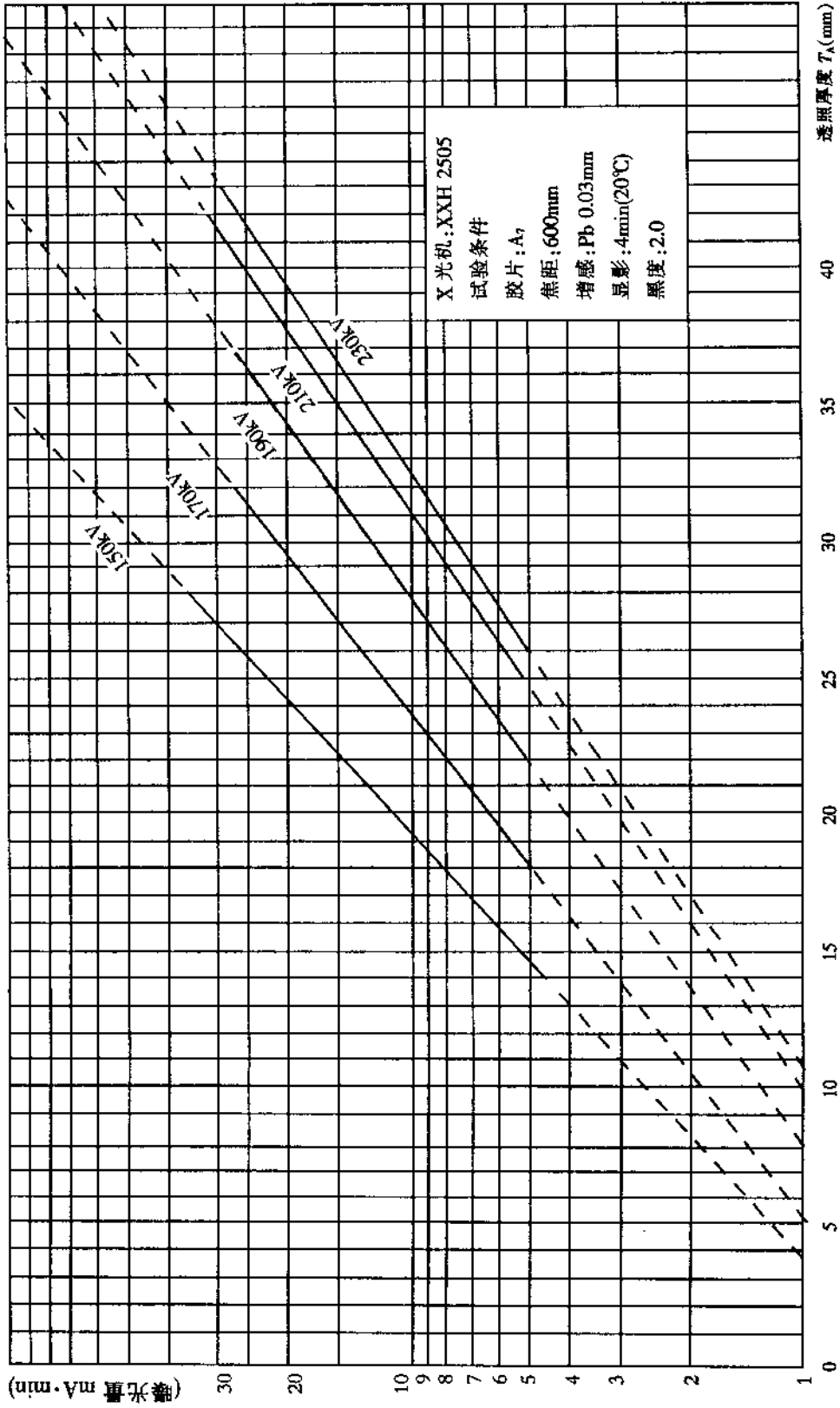


图 6-2 XXH2505 X 光机曝光曲线

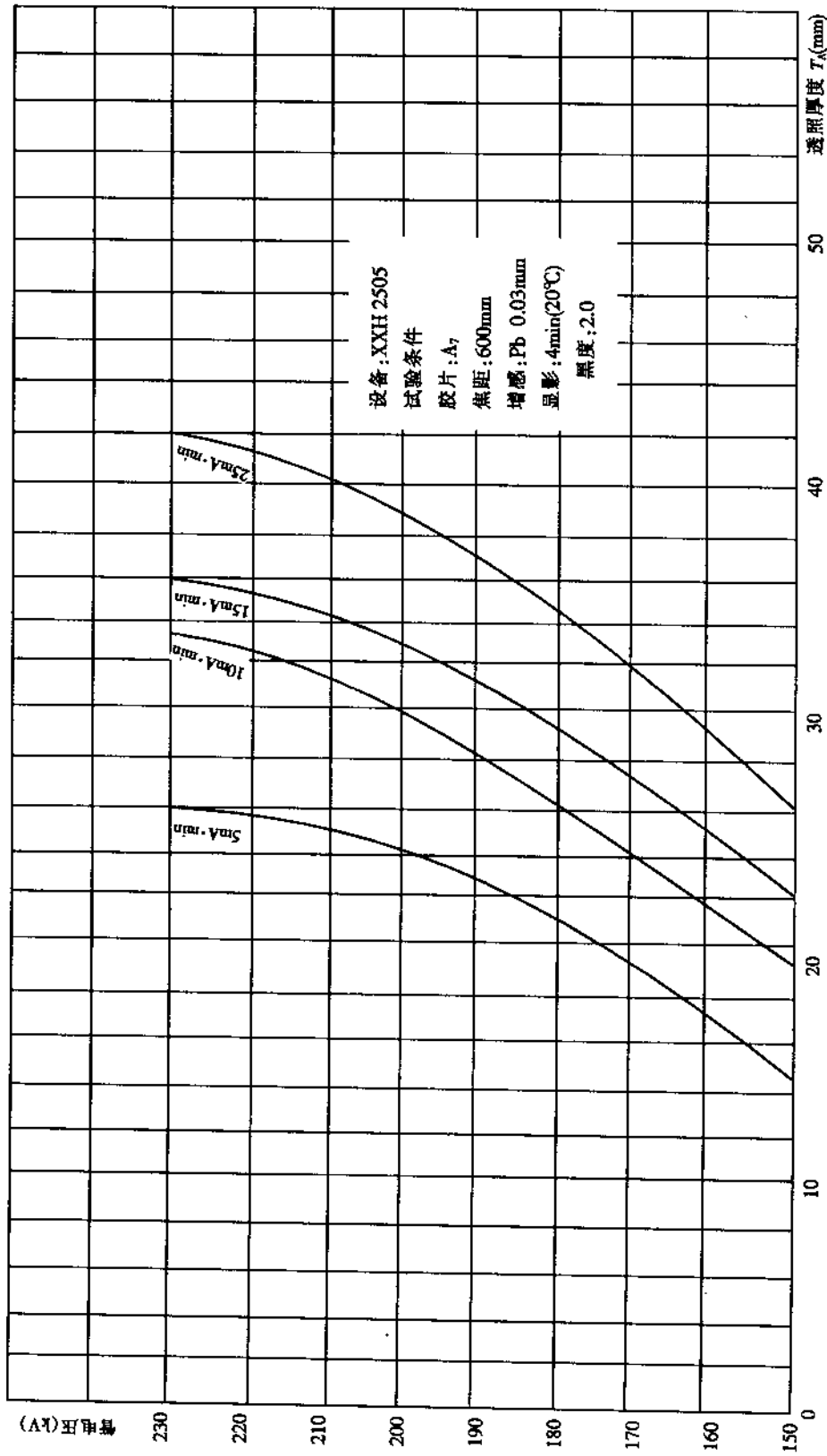


图 6-3 曝光量一定管电压与材料厚度的曝光曲线

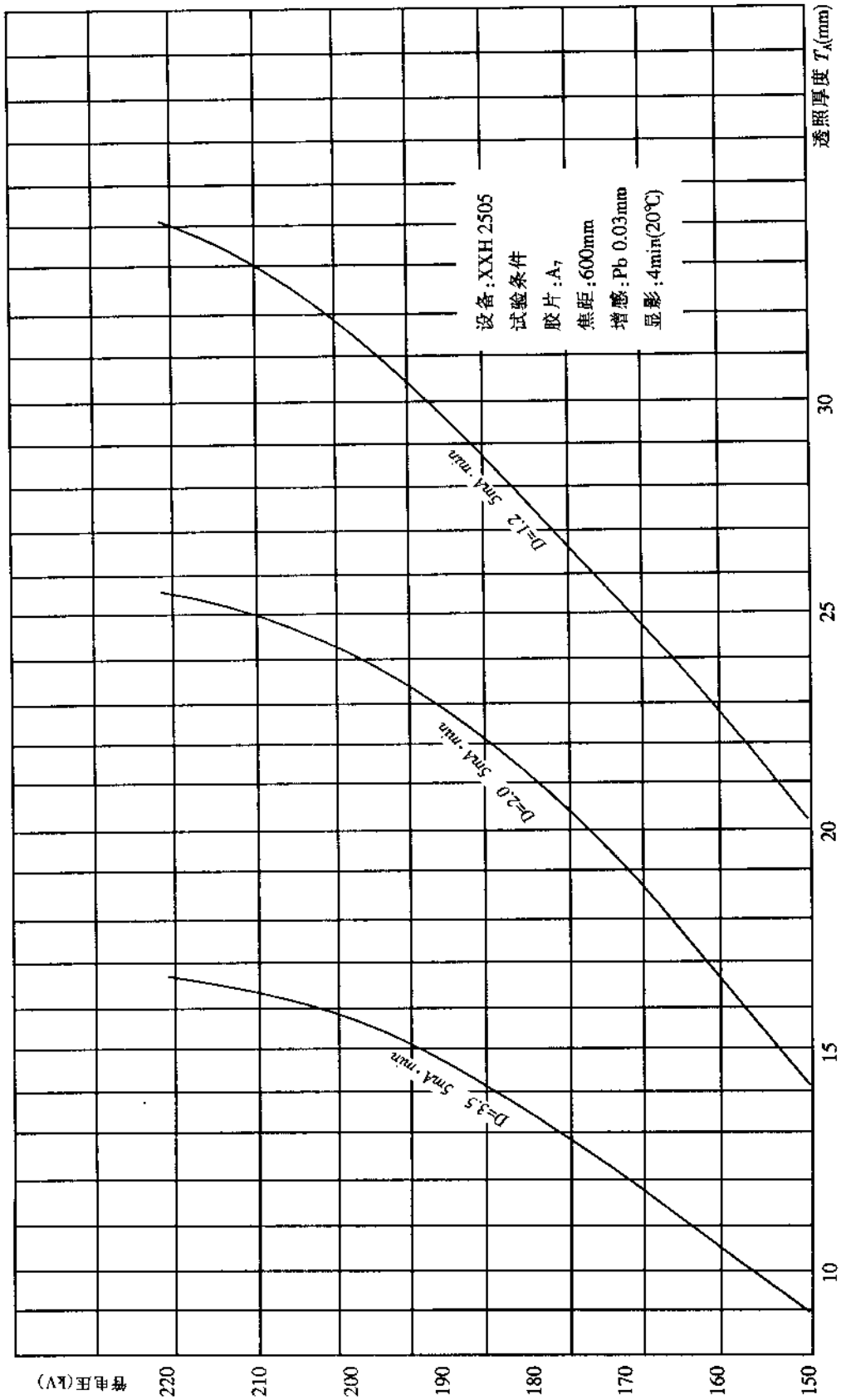


图 6-4 黑度范围内的曝光曲线

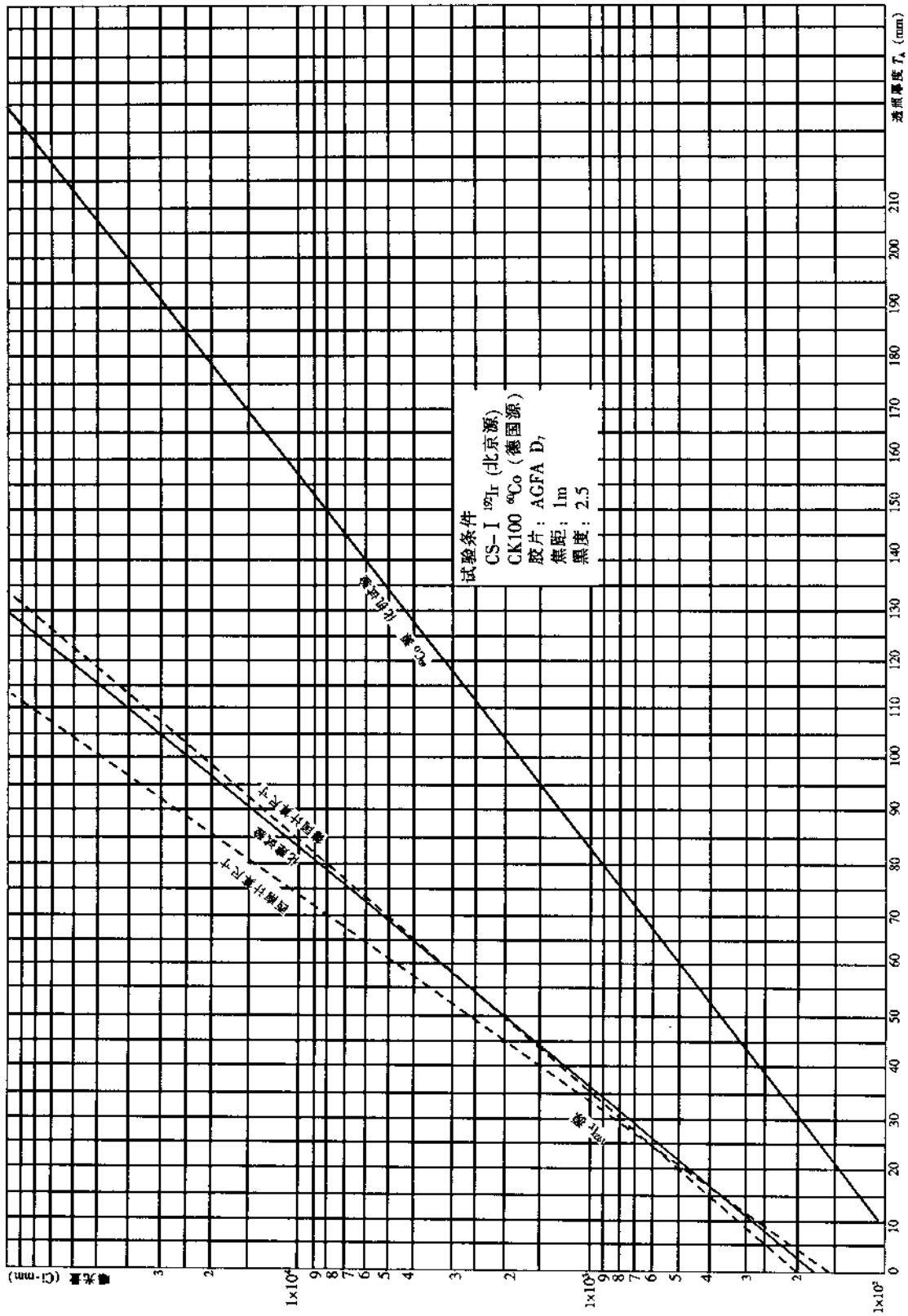


图 6-5 γ 射线曝光曲线

厚度变化引起的黑度差。

(2) 透照时，试块边缘要用铅板遮挡。当对地透照时，试块后面要附铅板（铅板厚度视射线机的能量而定，一般为 2~5mm），以防止散射线影响。

(3) 焦距固定后，不准再调整。

6.2 曝光曲线的应用

曝光曲线一般都会查，但要使用得合理，需注意下列问题。

(1) 厚度差较大的工件：余高较大的薄工件透照时或双壁双影透照管子对接接头，在标准允许的范围内，应选用较高的电压、较小的曝光量，在保证灵敏度要求的前提下适量增大宽容度，以使底片上焊缝与母材部分的黑度均处在标准规定的黑度范围内。为做到事先心中有数，可参照图 6-4 的曝光曲线，选择曝光条件。

(2) 焦距变化：当焦距改变时，虽然可用曝光因子的公式计算，但现场使用比较繁琐。可由焦距为 600mm 的 X 射线曝光曲线查出所需曝光量，乘以图 6-6 的 K 值即可。

(3) 余高对曝光曲线的影响：曝光曲线是用平板工件绘制的，由于焊缝有余高，透过热影响区附近的散乱射线对焊缝边缘的黑度有增强作用。经验证明，当焊缝较宽，余高较平坦时与平板相比几乎无影响，即曝光表仍有效。

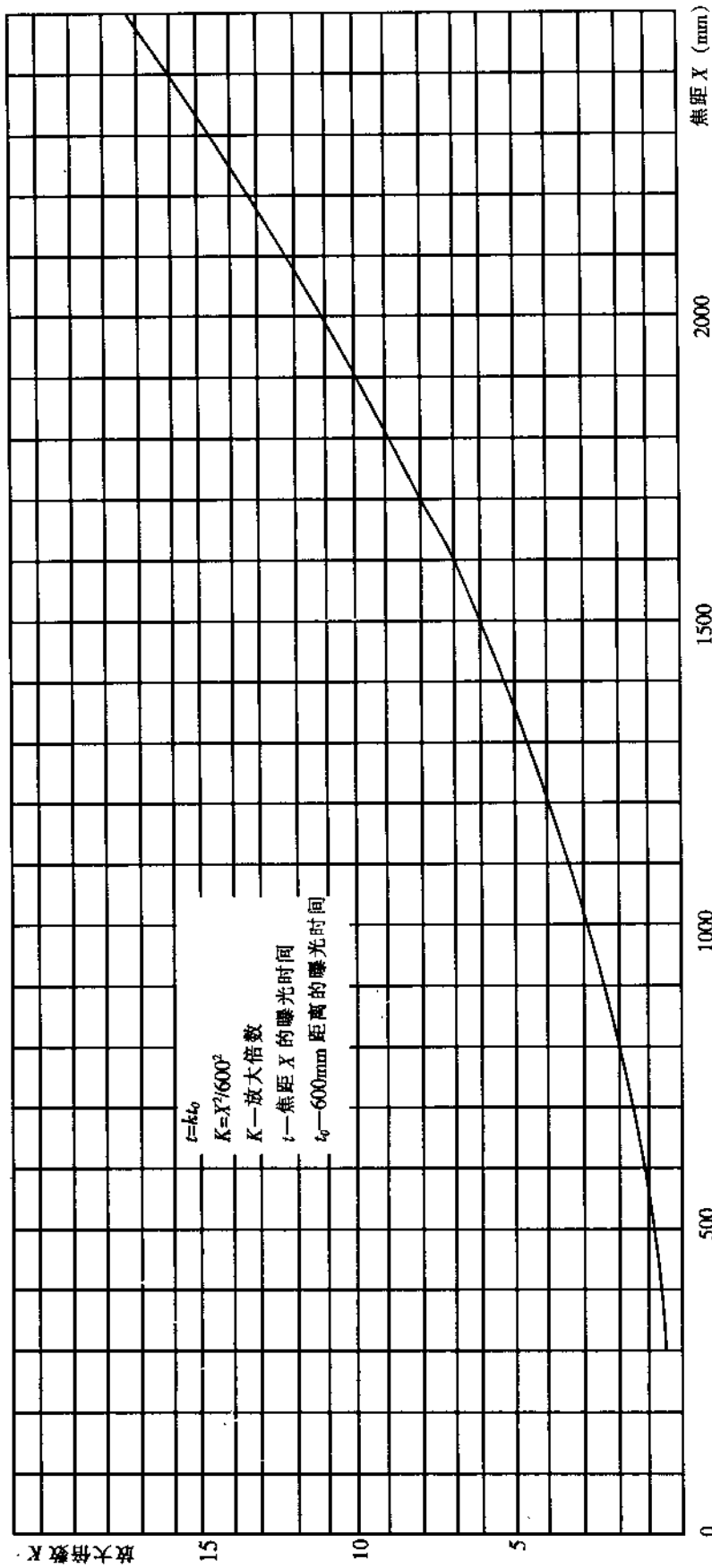


图 6-6 焦距由 600mm 改为 X 值时的曝光量放大系数曲线

第7章 无损检测仪器设备的管理

承压设备无损检测无论使用哪一种方法，都是检测人员借助仪器设备（包括辅助器材和材料等）来评价产品质量的。因此，检测仪器设备的质量、维护和保养，使其处于完好状态下工作的一系列管理已成为质保体系中的重要组成部分。

本章重点讲述仪器设备的配置、使用、操作和管理等问题。

7.1 检测仪器设备的配置

检测设备（包括辅助设施）的配置在满足《锅炉压力容器制造许可条件》的前提下，要根据本单位受检产品的特性（板材、锻件和对接接头的厚度范围、直径大小）、使用的检测方法、各种检测方法的工作量、受检产品分布的状态及单位的作业方式等确定检测点，各点配备一定数量、能量（功率）能满足检测要求的设备。

如第一类、第二类或小型第三类压力容器制造单位，其产品主要在一个或两个车间完成，容器直径一般在600~3000mm之间，厚度范围为8~40mm，大部分对接接头为射线检测（磁粉、超声或渗透检测工作量很小）。根据射线检测量的大小，可设1~2个检测组和一个技术组，设备配置可为：250kV、300kV单向X射线机各1~2台，周向250kV、300kV X射线机各1台，CTS-26和数字化超声探伤仪1~2台，便携式磁力探伤机1~2台，渗透检测剂若干。并辅以运输和转动设备，封闭曝光室1~2个，暗室1个。

7.2 常用射线机的使用

常用射线机使用中应注意的主要问题是：

- ① 射线机操作规程的制定（见本章第7.3节）；
- ② X光管的训练（训机）；
- ③ 曝光曲线的制作和使用（见本书第6章）；
- ④ 安全防护（见本书第5章）；
- ⑤ 设备管理（见本章第7.4节）。

下面介绍X光管的训练（训机）。

(1) 训机的目的

X射线机第一次使用或间隔较长的时间使用，由于X射线机管内阴极和阳极金属内部残存微量气体，在高温和强电场作用下，这些气体逐渐被电离，不但降低了管子的真空度（严重的会产生内部放电），而且电离后的正负离子会吸附在阴极和阳极表面，影响电子发射数量和速度。采用逐渐提高管电压的方法，不断地吸收管内残存和析出的微量气体，不仅可以提高管子的真空度，而且，在逐渐升压的过程中，可以及时排除吸附在阴极和阳极表面的正负离子，使阴极活化，延长X光管的使用寿命。

这种逐渐提高管电压的训机方法,使 X 射线机逐渐处于正常工作状态的全过程称为训机。训机实际上是训练 X 光管。

(2) 训机的方法

不同厂家生产的不同型号的 X 射线机训机方法也不同,原则上应按说明书的要求进行。一般训机可以从额定管电压的 1/3 (起始管电压高于此值从起始值) 开始,有毫安表的管电流从 1~2mA 开始,逐步将管电压、管电流升至额定值。

在升压过程中,毫安值不稳定或切断高压者,应降低管电压重新训练。

① 普通 X 射线机的训练,按停用时间确定升压速度,见表 7-1。训机 5min,休息 5min。

② 金属陶瓷管 X 射线机,常采用阳极接地的结构。它的灯丝加热线圈和高压线包绕在一起,给上高压后灯丝才开始加热。因此,必须从较低管电压开始严格训机。250EG-S₂ 型 X 射线机的训机要求见表 7-2。

表 7-1 X 光管训练参数

停用时间	8-16h	2-3d	3-21d	>21d
升压速度	10kV/30s	10kV/60s	10kV/2.5min	10kV/5min

表 7-2 250EG-S₂ 型 X 射线机的训机要求

停用天数 (d)	训 机 方 法
1	只需自动训练到使用电压值。若使用电压较前一天高,可自动训练至前一天值后,手动按每分钟 10kV 至使用值。
2-7	手动训练,从最低值开始,每分钟 10kV 升至额定值到 210kV 时休息 5min,然后继续训练。训练完毕,放置在使用值。
7-30	手动训练,从最低值开始,每 5min 升一级 (10kV) 至额定值。每训机 10 min,休息 5 min。
30-60	手动训练,从最低值开始,每 5min 升一级至额定值。每升一级休息 5 min。
>60	按上述方法进行,但需增加休息时间和训练次数。

7.3 常用无损检测设备操作规程的编制要点

常用无损检测设备主要有 X 射线机、超声波探伤仪和磁力探伤机,应按各自的使用说明书写出其操作规程。

(1) 一般检测设备操作规程包括的内容

- ① 操作前的准备 (设备的连接、射线机的训练、超声仪器电池的充电等);
- ② 操作程序;
- ③ 使用中的安全注意事项。

(2) γ 射线机的安全操作规程

γ 射线机是国家明文规定控制使用的探伤机。为保证使用过程中的安全,其操作规程除满足一般无损检测设备操作规程的内容外,还应注重安全内容,故称为安全操作规程。 γ 射线机的安全操作规程实例见本章第 7.5.2 条。

7.4 无损检测设备的管理

为了提高无损检测设备的完好率,顺利完成检测工作,必须加强设备的管理工作。

7.4.1 一般要求

- (1) 各种探伤仪器设备的使用和保管应明确专人负责。
- (2) 每天工作完毕，必须擦拭干净，保持清洁完好。
- (3) 仪器设备发生异常现象应立即停止运转，认真检查处理。需大修的设备，应及时与设备主管部门联系，确保设备完好率。
- (4) 逐台建立仪器设备档案，完整保存设备使用说明书及有关资料，详细记载修理情况及部件更换情况等。
- (5) 无损探伤仪器定期周检及项目如下：
 - ① X射线机每年检一次； γ 射线机中 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 和 ^{192}Tm 每年检1次， ^{192}Ir 每半年检1次。主要测定透照灵敏度、计时器的计时误差和穿透能力等技术指标。
 - ② 黑白密度片至少每两年经国家有关部门检定1次。
 - ③ 射线计量仪（毫伦计）按JJG 962检规应每年检定1次。
 - ④ 超声波探伤仪应按JJG 746检规每年至少检1次。主要测定垂直线性、水平线性、信噪比、分辨率和动态范围等技术指标。
 - ⑤ 磁粉探伤机应每年至少检1次。主要测定安培表精度、电磁轭提升力等。

7.4.2 仪器维护和保养要点

- (1) X射线机
 - ① X射线机不能受到剧烈震动，尤其是仪器在运输过程中必须做好预防震动措施。X射线发生器要直立，且阳极朝下。
 - ② 工作量较大或夏季检测时，工作和间歇时间必须控制在1:1范围内。
 - ③ X射线机正常使用时，管电压应控制在额定值的80%~90%范围内。
- (2) 超声波探伤仪
 - ① 尽量避免在靠近强磁场、灰尘多、强烈震动及温度过高或过低的场合下使用。
 - ② 连接交流电源时，应仔细核对仪器额定电源电压，防止错接电源烧毁设备。使用蓄电池供电，应严格充电操作。放电后蓄电池应及时充电。存放较久的蓄电池也应定期充电，否则会影响蓄电池容量甚至无法重新充电。
 - ③ 在气候潮湿地区或潮湿季节，仪器长期不用时，每月至少要通电1次。开机时间约半小时，以驱除潮气，防止仪器内部短路或击穿。同时，也给电解电容充了电，以防变质。
 - ④ 仪器出现故障，应立即关闭电源，请维修人员检查修理。
- (3) 磁粉探伤机
 - ① 使用前，应仔细阅读使用说明书，并按说明书要求操作。
 - ② 注意与工件的良好接触，特别是触头法，以免烧损触头和工件。
 - ③ 仪器发生故障时，应立即关闭电源，请维修人员检查修理。

7.5 γ 射线机及源的管理

7.5.1 标准中对使用源的规定

(1) 无损检测中使用的任何一种源的购置、出卖、出借、租赁、持有、使用、操作、维护、修理、转移、退役、解体、运输、储存或处置，均应按照 GB 18871 的规定进行。

(2) 任何申请购源者均应满足下列要求：

① 向审管部门提交支持其申请所需要的有关资料。

② 在所提交的资料中，说明对其负责的源所致照射的性质、大小和可能性所作的分析，并说明为保护工作人员、公众和环境所采取的或计划采取的各种措施。

③ 如果照射可能大于审管部门规定的某种水平，则须进行相应的安全评价和环境影响评价，并作为其申请书的一部分提交给审管部门。

④ 在审管部门颁发许可证之前，不准进行任何一种涉及源的活动。

(3) 源的实物保护应按照下列要求，使源始终处于受保护状态，防止被盗和损坏，并防止任何人在未经批准的情况下进行的任何涉及源的活动：

① 确保源的实物保护符合许可证中规定的所有相关要求，并保证将源的失控、丢失、被盗或失踪的信息立即通知审管部门。

② 不得将源转让给不持有有效批准证件的接收者。

③ 对可移动的源定期进行盘存，确定它们处于指定位置并有可靠的保安措施。

(4) 制订切实可行的事故应急处理预案，并经常演练。

7.5.2 γ 射线机安全操作规程

(1) γ 射线机使用前，应做如下检查：

① 输源管是否明显变形，连接接头是否安全可靠，操作驱动机构是否灵活，操作手柄是否在初始位置。

② 监护仪器是否能够正常工作。

(2) 铺设输源管时，应使输源管弯曲半径大于 300mm，使 γ 源曝光头与实际焦点重合。

(3) 打开安全锁，将旋扭转到“连接”处，卸下端盖使探伤机的阴接头与阳接头（输源管）相连，取出源顶瓣，将探伤机输出端与输源管连接，然后将旋扭转到“工作”处。

(4) 摇动驱动手柄，将射线源送到曝光位置（即顶点）。此时记录的行程数字应与输源管长度相对应。送源过程中必须使用射线报警器或计量监测仪全程监测。

(5) 曝光结束后，收源步骤如下：

① 反向摇动手柄至不动，行程显示为 0 值，即射源已收回。收回射线源的过程也必须使用监测仪进行监测。

② 卸下前部输源管，上好源顶瓣。将旋扭转到“连接”位置，取下连接定位环，从阴接头中取出阳接头。盖上端盖，取下钥匙。

(6) 结束后应认真核实射源的存在情况并锁好安全锁。

(7) 认真填写《 γ 射线源的使用记录》。

(8) 安全注意事项：

① 未取得放射工作证的人员不得进行操作。

② γ 射线机使用过程中要有人监护，用后要运至指定地点存放并加锁。严禁将 γ 射线机放置在无人监护的检测现场。

③ 高空作业应将 γ 射线源放置在安全稳妥的地方，防止发生坠落事故。

④ 现场进行 γ 射线检测的要求见本书第5.2.4(2)条。

⑤ 如发生射线源掉落事故，应立即撤离现场全部人员，设专人守卫。同时组织公众撤离现场，派人保护与封闭事故现场，并上报领导及有关部门及时处理。

⑥ 射线源丢失或被盗时应保护好现场，立即报告公安保卫部门和审管部门。

附录 A

(资料性附录)

压力容器对接接头作无损检测标记的规定

压力容器对接接头(以下简称焊缝)的无损检测部位必须打钢印,作为永久标记。对于不允许打钢印的压力容器可用金属笔或油漆笔画定,并在部位图中标出准确位置。

A1 编号方法

A1.1 检测标记由焊缝编号和检测部位编号(片号)两部分组成。

A1.2 焊缝编号:纵缝和封头对接焊缝用 A 表示,后边的数码表示第几条纵焊缝;焊接试板焊缝也用 A 表示,其数码前加“0”以示区别。如第一块试板用 A01,第二块试板用 A02……;环缝用 B 表示,后边的数码表示第几条环焊缝。焊缝编号应由焊接研究室在焊接工艺的焊缝分布图中统一命号。

A1.3 检测部位编号:在焊缝编号后加-1,表示片号为 1。

A1.4 焊缝编号和片号应方向一致,且自左向右排列。这些号打在距焊缝边缘 20~30mm 处(焊接试板应打在距焊缝 100mm 处,以防影响性能试验结果的准确性)。

A2 打钢印的部位

A2.1 局部检测的焊缝

A2.1.1 在每个检测部位均打上焊缝号和片号,片号应处于检测部位的中心(底片上的片号与工件上的片号钢印应同部位同方向或把中心标记放在片号处,以便返修定位)。

A2.1.2 扩检部位的片号按该条焊缝最后片号延续,不打焊缝编号,以示区别。如 A2 焊缝已照 4 片,如出现不合格片,应在缺陷两端的延伸部位扩检不小于该焊缝长度的 10%;若为 2 片,则应打上-5、-6 钢印,底片上用-5K、-6K 表示。

A2.1.3 扩检仍有不合格片应 100%检测,其钢印打法为-7、-8……底片上用-7K、-8K……表示。

A2.2 100%检测的焊缝

A2.2.1 焊缝编号的钢印部位

(1) 筒节(短节和大小口纵缝):每条焊缝设一个焊缝编号,打在焊缝距端部约 120mm 处。

(2) 封头:整体封头的焊缝编号打在各条焊缝距封头齐边约 500mm 处;瓜瓣型封头的焊缝编号打在各条焊缝长的 1/2 处;顶圆焊缝的编号打在起号处;顶圆上有拼接的焊缝其编号应打在焊缝长的 1/2 处。

(3) 环缝的编号打在 4 个心上。

(4) 法兰与短节或法兰与接管的焊缝编号打在起号处的下方。

A2.2.2 片号的钢印部位

片号钢印的打法有两种

(1) 在每个透照部位的中心逐一打钢印(透照时片号与工件上的钢印同部位同方向,在一次透

照长度两端放搭接标记)。

(2) 在每个透照部位的搭接标记处打上数字，左边的号既是搭接标记又是片号（底片上的搭接数字要与工件上的钢印同部位同方向）。多用于使用标记带的情况。

(3) 钢印之间的距离（当使用 300mm 长度胶片时）最大为 260mm，具体长度应满足“射线检测工艺卡”的要求。

A3 责任

操作人员应对焊缝透照部位未打钢印或钢印打得不准确负责。

附 录 B

(资料性附录)

暗室安全操作规程

暗室处理是保证底片质量的重要工序，应指定专人进行。暗室处理包括切片、装袋、显影、定影、水冲洗和底片干燥等。

B1 胶片的切装与保管

- B1.1 胶片应与射线完全隔离，在距暖气不少于 1m 的阴凉干燥处立放。
- B1.2 胶片盒应在暗室开封，外包装纸富裕量要折回盖严，以防露光。
- B1.3 按每次用量，应带衬纸取出胶片，单张按规格切，多余片带衬纸放回胶片盒保存，以防划伤。
- B1.4 装胶片要避免乳剂膜与衬纸或增感屏或其他粗糙物摩擦，以防静电感光；拿胶片只能触及边或角，以防留下指印；胶片不得折叠和弯曲，以防折迹感光。
- B1.5 操作人员接触胶片时，应将手洗净，胶片处理前不得粘上显影和定影液。
- B1.6 暗室安全灯应在距胶片 0.5m 以外安放，第一次使用须测试，以防胶片感光。
- B1.7 当对胶片质量有怀疑时，应在曝光前显影、定影分析，有严重问题的胶片应停用。

B2 暗室处理

B2.1 手工冲洗规程

- B2.1.1 显影：其温度为 18℃~21℃，显影时间为 4~8 分钟。显影之初和显影过程中要使胶片上下移动，以保证均匀显影。片夹之间要有一定距离，防止胶片相粘。
- B2.1.2 显影后水冲洗 10~15 秒钟，以防显影液带入定影槽内。
- B2.1.3 定影：胶片浸入定影液 1 分钟内要上下移动，定影时间为通透时间的两倍，一般为 15 分钟。
- B2.1.4 水冲洗：在流动的清水（流速 2~5 升/分）中进行，一般为 15~20 分钟，不得超过 30 分钟，以防乳剂膜泡涨和粘附污物。
- B2.1.5 底片干燥：在底片清洗后进行。自然干燥时应在无尘、干燥通风处晾干；需烘干时应用去水剂或自然干燥至无水滴时进行。烘箱温度不大于 50℃。

B2.2 自动冲洗规程：按自动洗片机使用说明书编制。

B3 责任

操作人员应对暗室处理不当造成的底片伪像负责。

附录 C

(资料性附录)

绘制压力容器对接接头检测部位图的规定

压力容器对接接头检测部位图是按工件上焊缝布置和检测标记绘制而成的，它是查找受检件记录和整理底片的依据，是检测报告的主要组成部分。检测部位图由检测 I、II 级人员绘制。

C1 检测部位图的绘制

为了准确地标注焊缝检测部位，依据筒体和封头焊缝的布置、数量等具体情况，可画展开图、整体图和主视图加展开图，必要时可局部展开。

C1.1 展开图：罐体从下部中心处纵剖，外壁朝上展开，封头不剖，外壁朝上，右视图放右侧，左视图放左侧，绘出相应处焊缝。法兰与短节或法兰与管子的焊接组件绘于壳体相应部位，见图 C-1。

C1.2 整体图：是罐体的主视图。画焊缝时，当焊缝处于壳体轮廓线上时，应适当内移，以示区别。视图不可见焊缝用虚线表示，见图 C-2。

C2 焊缝编号和底片号的标记方法

C2.1 在焊缝上画出一条横线，上填底片起止号，下填焊缝编号。

C2.2 100%检测：在每个丁字接头和纵缝的两端，沿各自的检测方向用“长黑方”画出检测示意位置，标出底片号，见图 C-2。

C2.3 局部检测：沿检测方向，对所有检测部位逐一用“长黑方”画出示意图，并标出底片号，见图 C-1、图 C-3 和图 C-4。除 T 字相交焊缝外，必要时应标明定位尺寸。

C3 文字标记

文字标记包括产品编号、产品名称、台次等。

C4 实例

检测部位图的具体画法见图 C-1~图 C-4。

C5 绘制时机

在罐体合拢缝透照时绘制，法兰与短节等组合件，最后按工艺卡及实物的检测标记补全。

C6 职责

绘制时字迹清晰，按规定进行。绘制人员应对部位图的完整性、准确性负责。

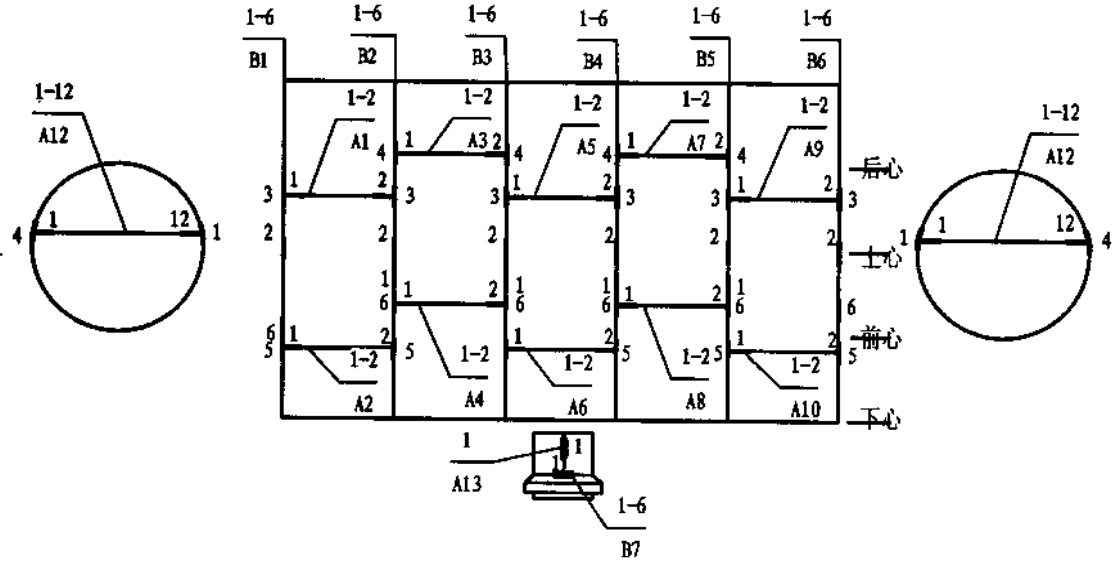


图 C-1 焊缝局部检测部位图 (展开图)

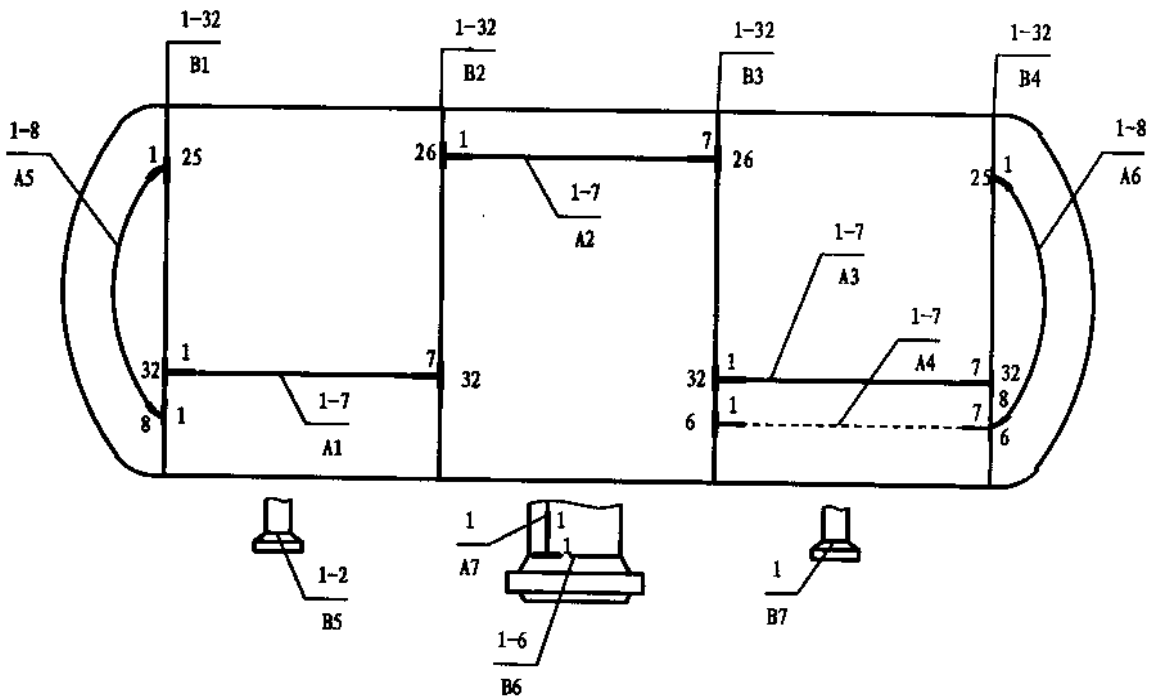


图 C-2 焊缝 100%检测部位图 (整体图)

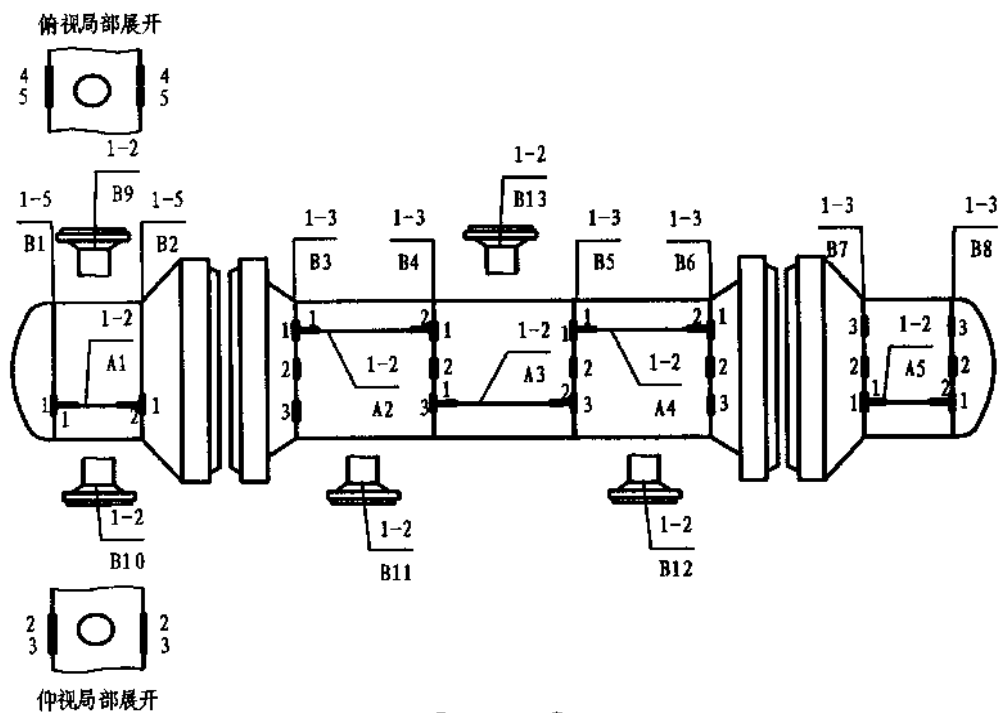


图 C-3 焊缝局部检测部位图 (整体图)

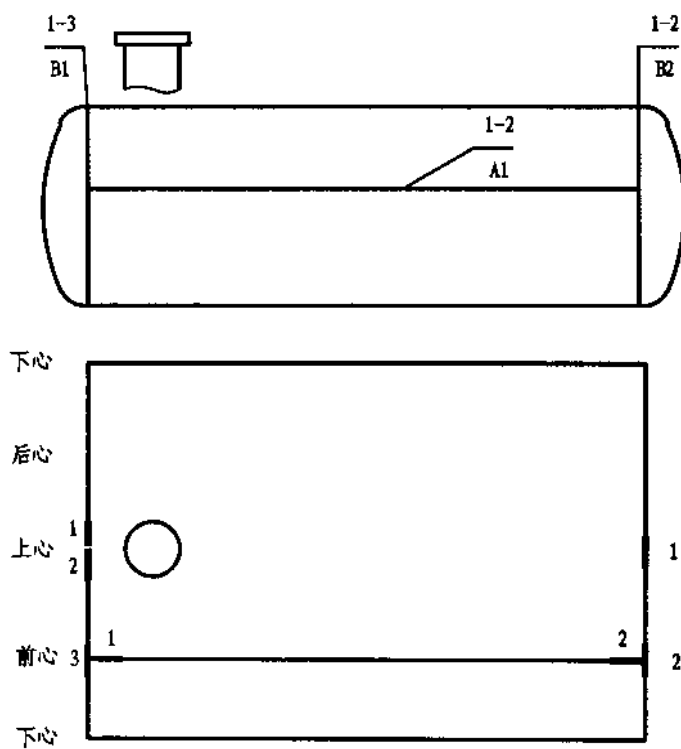


图 C-4 焊缝局部检测部位图 (主视图加展开图)

附录 D

(资料性附录)

球罐布片图的绘制及现场作无损检测标记的规定

球罐布片图是按图样和焊接工艺规程，将布片位置在检测前绘在工艺卡上的一张附图。现场按图将检测标记用金属笔或油漆笔画在球罐上，作为布片和其他方法检测定位之用。

D1 布片图的绘制

将各带焊缝在后心 (180°) 处剖开，呈长方列阵式，外壁朝上展开，置于图的中间，上、下极板不剖，上极板外壁朝上放于图对应的上部，下极板外壁朝上放于图对应的下部。画出所有应拍照的焊缝。

D1.1 无损检测标记在布片上的布置

无损检测标记由焊缝编号和检测部位编号 (片号) 两部分组成。以某单位 1000m^3 球罐为例说明如下。

D1.1.1 焊缝编号的确定

(1) 上、下极板焊缝、各带纵缝和环缝用本书表 3-31 规定球壳板编号和环缝编号，在前心处按顺时针方向加焊缝顺序号确定 (极板上焊缝自定)。

上、下极板上各有两条纵缝，它们的焊缝编号分为 F1、F2 和 G1、G2；

上温带有 20 条纵缝，焊缝编号定为 B1, B2, …, B20；

赤道带有 20 条纵缝，焊缝编号定为 A1, A2, …, A20；

下温带有 20 条纵缝，焊缝编号定为 C1, C2, …, C20；

上极板与上温带间的环焊缝，其焊缝编号定为 BF；

上温带与赤道带间的环焊缝，其焊缝编号定为 AB；

赤道带与下温带间的环焊缝，其焊缝编号定为 AC；

下温带与下极板间的环焊缝，其焊缝编号定为 CG。

(2) 焊缝编号在布片图上的布置见图 D-1。

D1.1.2 检测部位编号的确定

(1) 纵缝检测部位的编号：各带纵缝自上而下用长黑方画出首号片和尾号片的编号 (上、下极板首尾片号自定)。用平行线，上标该焊缝首至尾的片号，下标焊缝编号，将平行线用细实线与焊缝连上。逐一画在每条纵缝上。

(2) 环焊缝编号：环缝自前心 (0°) 处按顺时针方向用长黑方标出特定丁字缝的片号。这点要说明的是，用特定丁字缝片号标定一方面用来固定检测部位，防止累计误差。另一方面，因丁字接头焊缝易产生缺陷，此处尽量放于胶片长度的中段，以防丁字缝处两环缝片搭接处，影响缺陷的检出。

(3) 纵、环缝检测部位编号的布置见图 D-1。

D1.2 布片图上应按表 D-1 形式, 标出焊缝编号、每条焊缝长及焊缝条数、一次透照长度、每缝透照片数、总片数和总焊缝长度等, 以利于现场操作。

D1.3 布片图应有定位标记, 如箭头定位或立柱定位等 (见图 D-1), 必要时在 0°位置处的焊缝附近焊 “0” 字, 或在 1 号立柱上焊 “①” 字, 以便大修时查找原检测部位。

D2 无损检测标记在球罐上的划定

布片前按布片图 D-1 将无损检测标记划在球壳外表面的焊缝附近。

D2.1 焊缝编号的划定: 纵焊缝划在每条缝的中心部位, 环缝划在四个心上。

D2.2 检测部位编号的划定

球罐照相时, 底片上的搭接标记一般用数字表示。因此, 划定检测部位时作如下规定。

D2.2.1 纵缝检测部位的划定

将每条纵缝的长度, 按片数等分, 首端作为 1, 尾端作为 0 (为防止铅字压在环焊缝上, 首尾号内移 20mm), 按布片图上首尾位置, 在焊缝右侧划出 1, 2, 3, …, 0 的位置, 将划出的位置垂直于纵缝拉长 60~70mm, 标出数字, 以便贴片时使用。每个区间的首号即为片号。如图 D-2 (b) 的 1-2 区间为焊缝编号 B16 的 1 号片, 也可用 1-2 号片表示。

D2.2.2 环缝检测部位的划定

按布片图特定丁字缝间的长度与片数等分, 先在皮尺上找出 1, 2, …, 13 的位置, 适当移动, 使区间内丁字缝均不处于两环缝片搭接位置的原则下, 划定 1 的位置。1 的位置划的正确与否将直接影响其他区间丁字缝, 如图 D-2 (a) 所示。再用上述标尺划出其他位置。将划出的位置垂直于环缝拉长 60~70mm, 标出数字, 以便贴片时使用。

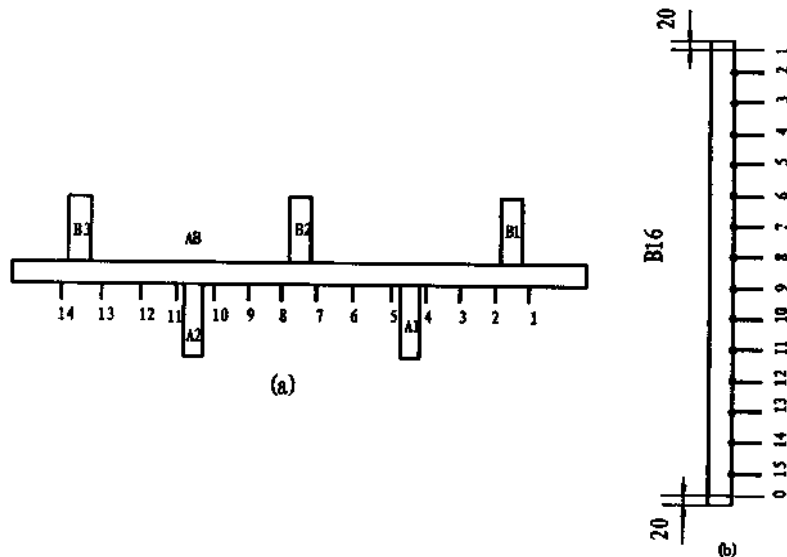


图 D-2 检测部位编号

附录 E

(资料性附录)

无损检测辽表表样

无损检测委托单

辽 A5-1

委托单编号:

共 页第 页

产品名称		产品(制造)编号		检测标准				
部件名称		部件编号		表面状态				
检测方法		<input type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/> UT <input type="checkbox"/> MT <input type="checkbox"/> PT		要求完成日期		年 月 日		
焊 缝	序号	焊缝编号	焊接方法	坡口形式	板厚 (mm)	材料牌号	焊缝长度 (mm)	检测比例 (%)
<input type="checkbox"/> 钢板 <input type="checkbox"/> 锻件	序号	材料编号	规格 (mm)	热处理状态	材料牌号	检测时机	检测比例 (%)	
<p>检测部位示意图及要求 (焊工号、炉批号等):</p> <div style="text-align: right; margin-top: 100px;">检查员: 年 月 日</div>								
委托单位		委托人		委托日期		年 月 日		
接收单位		接收人		接收日期		年 月 日		

焊缝射线检测报告

辽 A5-5

报告编号:

共 页第 页

工件	产品名称				产品(制造)编号			
	材料牌号				规格 mm			
检测 条件 及 工 艺 参 数	源 种 类 <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> ¹⁹² Ir <input type="checkbox"/> ⁶⁰ Co				设备型号			
	焦 点 尺 寸 mm				胶 片 牌 号			
	铅增感屏厚度(mm) 前屏 后屏				胶 片 规 格 mm			
	像 质 计 型 号				冲 洗 条 件 <input type="checkbox"/> 自动 <input type="checkbox"/> 手工			
	显 影 液 配 方				显 影 条 件 时间 min; 温度 °C			
	检测技术等级 <input type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> B				底片黑度 D			
	焊 缝 编 号							
	板 厚 (mm)							
	透 照 方 式							
	f (焦 距) (mm)							
	能 量 (kV)							
	管电流(活度)mA (Ci)							
	曝 光 时 间 (min)							
	应 识 别 丝 号							
焊 缝 长 度 (mm)								
一 次 透 照 长 度 (mm)								
合格级别 (级)								
要求检测比例 (%)								
实际检测比例 (%)								
检 测 标 准				检测规程编号				
合格 片数	A 类焊缝 (张)	B 类焊缝 (张)	焊缝交叉 部位(张)	共计 (张)	最终 评定 结果	I 级(张)	II 级(张)	III 级(张)
缺陷及返修情况说明					检 测 结 论			
1. 本台产品返修共计_____处, 最高返修次数_____次。 2. 超标缺陷部位返修后经复检合格。 3. 返修部位原缺陷情况见焊缝射线检测底片评定表。					1. 本台产品焊缝质量符合_____级的要求, 评定合格。 2. 检测部位及底片情况详见焊缝射线底片评定表及射线检测部位示意图。			
报告人(资格):		审核人(资格):		监检员:		无损检测专用章:		
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日		

检测部位示意图

辽 A5-7

报告编号:

共 页第 页

产品名称		产品(制造)编号	
绘制人:	年 月 日	审核人:	年 月 日

焊缝超声检测报告

辽 A5-12

报告编号:

共 页第 页

产 品 名 称		产品(制造)编号						
工 件	部件名称	板 厚	mm					
	部件编号	规 格	mm					
	表面状态	材 料 牌 号						
	坡口型式	焊 接 方 法						
器 材 及 参 数	仪器型号	检 测 方 法						
	探头型号	评 定 灵 敏 度	dB					
	试块型号	扫 查 方 式						
	耦合剂	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 机油 <input type="checkbox"/> 甘油 <input type="checkbox"/> 工业糨糊	表 面 补 偿	dB				
	扫描调节		检 测 面	<input type="checkbox"/> 单面双侧 <input type="checkbox"/> 双面双侧 <input type="checkbox"/> 双面单侧				
技 术 要 求	检测标准	检 测 比 例	%					
	合格级别	级	检测规程编号					
检 测 结 果	焊缝编号	焊缝长度 (mm)	最终检测 长度(mm)	扩检长度 (mm)	最终检测结果(区段数)			备 注
					I 级	II 级		
缺 陷 返 修 情 况 说 明				检 测 结 论				
1. 本台产品返修部位共_____处, 最高返修次数_____次。 2. 超标缺陷部位返修后经复检合格。 3. 返修部位原缺陷情况见焊缝超声检测评定表。				1. 本产品焊缝质量符合_____级的要求, 评定合格。 2. 检测部位详见超声检测位置示意图, 各部位检测情况见焊缝超声检测评定表。				
报告人(资格):		审核人(资格):		监检员:		无损检测专用章:		
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日		

钢板、锻件超声检测报告

辽 A5-14

报告编号：

共 页第 页

产 品 名 称					产品(制造)编号		
器 材 及 参 数	仪 器 型 号				检 测 方 法		
	探 头 型 号				扫 查 方 式		
	试 块 编 号				扫 描 调 节		
	试 块 厚 度	mm			耦 合 剂	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 机油 <input type="checkbox"/> 甘油 <input type="checkbox"/> 工业糨糊	
	基 准 灵 敏 度	dB			表 面 补 偿	dB	
技 术 要 求	检 测 标 准				检 测 比 例	%	
	合 格 级 别	级			检 测 规 程 编 号		
序 号	钢 板 (锻 件) 编 号	材 料 牌 号	规 格 (mm)	表 面 状 态	缺 陷 情 况	最 终 检 测 结 果 (级)	备 注
检 测 结 论	1. 上述 _____ 质量符合 _____ 标准 _____ 级要求, 评定合格。 2. 缺陷情况见钢板、锻件检测部位示意图。						
报 告 人 (资 格):		审 核 人 (资 格):		监 检 员:		无 损 检 测 专 用 章:	
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日	

磁粉检测报告

辽 A5-15

报告编号:

共 页第 页

产 品 名 称				产品(制造)编号							
工 件	部 件 编 号			材 料 牌 号							
	部 件 名 称			表 面 状 态							
	检 测 部 位			检 测 面		<input type="checkbox"/> 内表面 <input type="checkbox"/> 外表面					
器 材 及 参 数	仪 器 型 号			磁 悬 液							
	磁悬液浓度	mL/100mL		试 片 型 号							
	磁 粉 种 类			磁 化 方 法							
	磁 化 电 流	A		提 升 力		N					
	磁 化 时 间	s		磁 轭(触头)间距		mm					
技 术 要 求	检 测 标 准			检 测 比 例		%					
	合 格 级 别	级		检 测 规 程 编 号							
检 测 结 果 及 缺 陷 情 况	序 号	焊 缝 (工 件 部 位) 编 号	缺 陷 编 号	缺 陷 性 质	缺 陷 磁 痕 尺 寸 (mm)	缺 陷 处 理 方 式 及 结 果				最 终 评 定 结 果 (级)	
						打 磨 后 复 检		补 焊 后 复 检			
							性 质	磁 痕 尺 寸 (mm)	性 质	磁 痕 尺 寸 (mm)	
检 测 结 论	1. 本产品上述部位质量符合 _____ 标准 _____ 级的要求, 评定合格。 2. 检测部位及缺陷位置见检测部位示意图。										
报 告 人 (资 格):	审 核 人 (资 格):			监 检 员:			无 损 检 测 专 用 章:				
年 月 日	年 月 日			年 月 日			年 月 日				

渗透检测报告

辽 A5-16

报告编号: _____

共 页第 页

产 品 名 称		产品(制造)编号									
工 件	部 件 名 称	材 料 牌 号									
	部 件 编 号	表 面 状 态									
	检 测 部 位	检 测 面 <input type="checkbox"/> 内表面 <input type="checkbox"/> 外表面									
器 材 及 参 数	渗透剂种类	<input type="checkbox"/> 荧光 <input type="checkbox"/> 着色	检 测 方 法								
	渗 透 剂		乳 化 剂								
	清 洗 剂		显 像 剂								
	渗透剂施加方法	<input type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 刷 <input type="checkbox"/> 浸 <input type="checkbox"/> 浇	渗 透 时 间	min							
	乳化剂施加方法	<input type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 浸	乳 化 时 间	min							
	显像剂施加方法	<input type="checkbox"/> 喷 <input type="checkbox"/> 浸	显 像 时 间	min							
	试 块 类 型	<input type="checkbox"/> 铝合金 <input type="checkbox"/> 镀铬	工 件 温 度	℃							
技 术 要 求	检 测 标 准	检 测 比 例		%							
	合 格 级 别	级	检 测 规 程 编 号								
检 测 结 果 及 缺 陷 情 况	序 号	焊 缝 编 号 (工件部位)	缺 陷 编 号	缺 陷 性 质	缺 陷 显 示 尺 寸 (mm)	缺 陷 处 理 方 式 及 结 果				最 终 评 定 结 果 (级)	
						打 磨 后 复 检		补 焊 后 复 检			
							性 质	显 示 尺 寸 (mm)	性 质	显 示 尺 寸 (mm)	
<p>检测结论:</p> <p>1.本产品上述部位质量符合_____标准_____级的要求, 评定合格。</p> <p>2.检测部位及缺陷位置见检测示意图。</p>											
报 告 人 (资 格):			审 核 人 (资 格):			监 检 员:		无 损 检 测 专 用 章:			
年 月 日			年 月 日			年 月 日		年 月 日			

附录 F

(规范性附录)

防护层的确定

本附录摘自 GB 18465—2001 附录 A。

F1 原则

F1.1 在确定防护层时必须考虑有用线束的方向。如有用线束的方向没有限制,所有方向的防护层按 F2 进行确定。如有用线束仅处于有限的方向,则除此有限方向按 F2 确定防护层外,其余所有方向的泄漏辐射防护层按 F3 进行确定。

F1.2 由不同的屏蔽材料构成的多层防护,其总衰减度等于各个防护层的衰减度之乘积。

F2 防止有用辐射的防护层

F2.1 在距放射源的距离为 a_0 时,该点的最高空气比释动能率 K_N 按式 (F1) 计算。

$$K_N = \frac{A \cdot \Gamma_k}{a_0^2} \quad (\text{F1})$$

式中: K_N ——距放射源距离为 a_0 时该点的最高空气比释动能率;

A ——放射源的预期最大放射性活度, GBq;

Γ_k ——空气比释动能常数, $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$;

a_0 ——距放射源的距离, m。

F2.2 按照式 (F2) 计算所要求的有用辐射的衰减度 F_N 。

$$F_N = \frac{K_N \cdot a_0^2}{K_G \cdot a^2} \quad (\text{F2})$$

式中: K_N ——测到的或者按式 (F1) 计算出的在有用辐射束里距离放射源为 a_0 的空气比释动能率, $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$;

a ——距放射源的某一点的距离, m;

K_G ——距离放射源为 a 的最高允许空气比释动能率, $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

表 F1

空气比释动能常数 Γ_k

$\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$

放射源	^{60}Co	^{137}Cs
Γ_k	0.35	0.13

F2.3 防止有用辐射束的防护层的厚度可从图 F1 和图 F2 中查得。通过在图 F1 和图 F2 中给出的质量厚度除以屏蔽材料的密度 (单位为 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$), 就可以得出以厘米为单位的防护层的厚度 (详见 F2.4)。

F2.4 防护层的公式计算

防护层的厚度 d (cm) 也可使用表 F2 中的线性衰减系数 μ 的值, 按照式 (F3) 进行计算, 严格用于图 F1 和图 F2 中曲线 $F_N > 10$ 的线性范围。

$$d = \frac{1}{\mu} \cdot \ln \frac{\Gamma_k \cdot A}{a^2 \cdot K_G} \quad (\text{F3})$$

式中： d ——防护层的厚度，cm；

μ ——线性衰减系数， cm^{-1} ；

Γ_e ——空气比释动能常数；

A ——放射源的预期最大放射性活度，GBq；

a ——距放射源的距离，m；

K_C ——距离放射源为 a 的最高允许空气比释动能率， $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

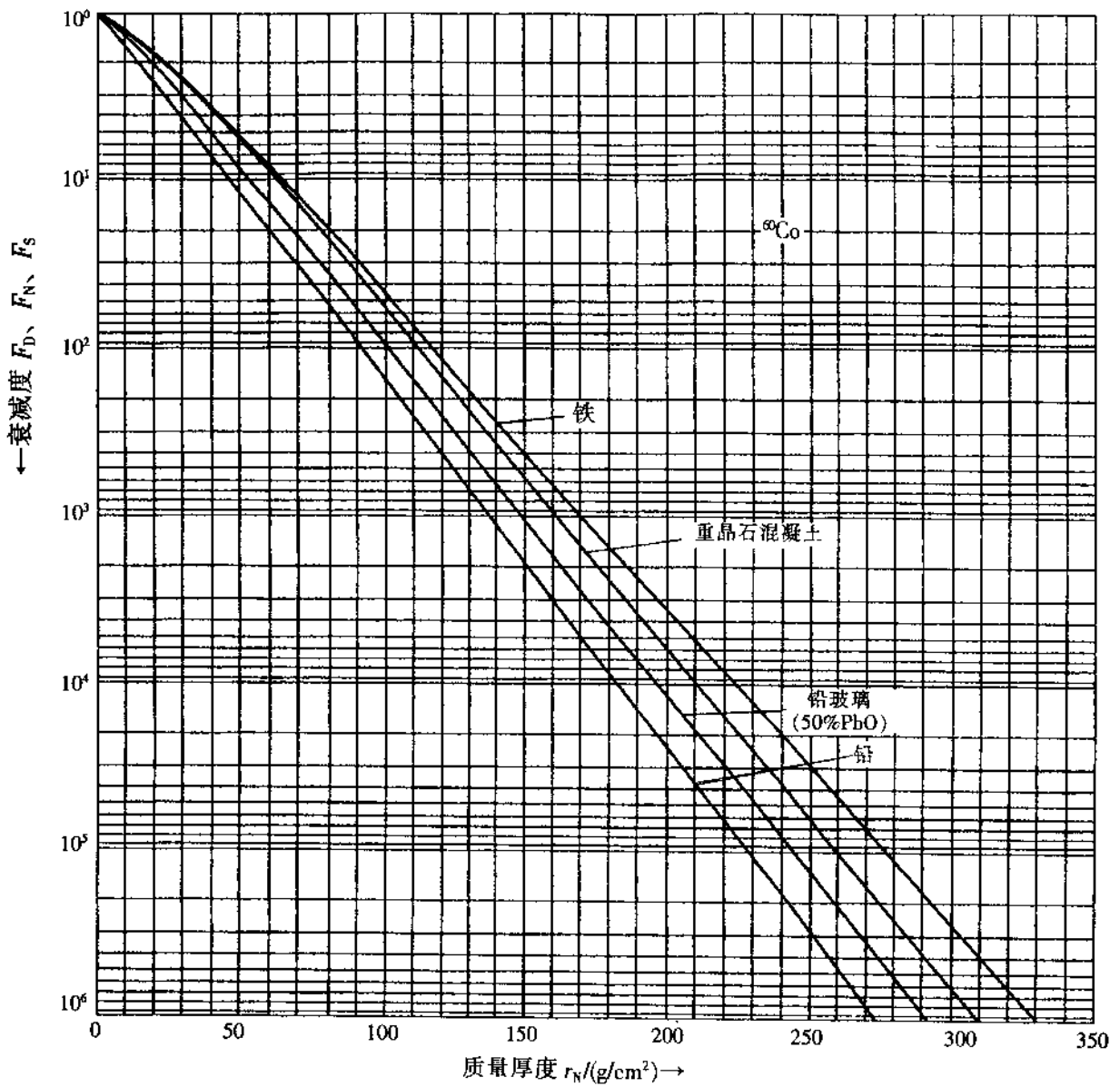


图 F1 ^{60}Co 有用线束衰减度为 F_N ，散射线衰减度为 F_S ，
泄漏辐射衰减度为 F_D 时不同材料的质量厚度

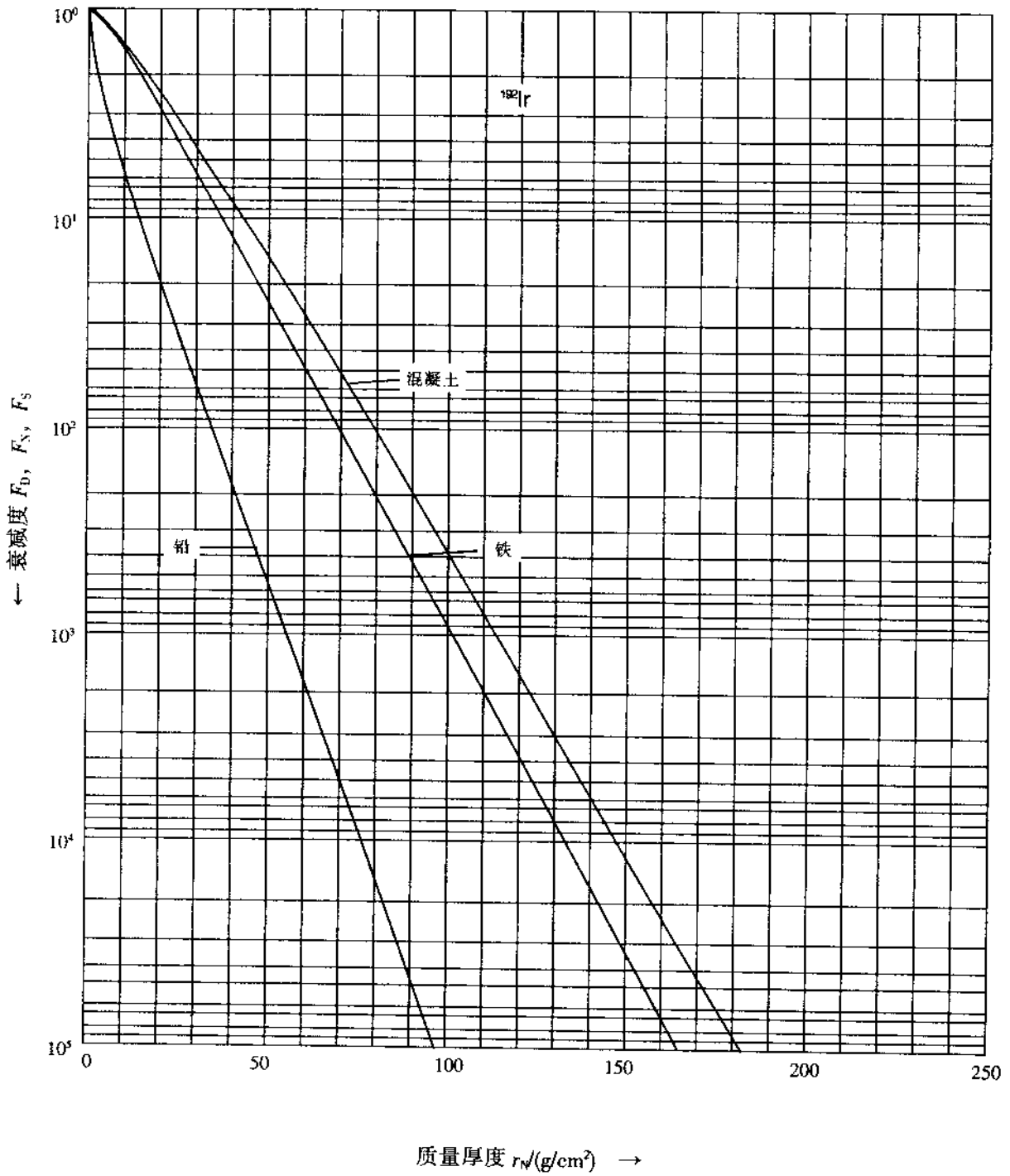


图 F2 ^{137}Cs 有用线束衰减度为 F_N , 散射线衰减度为 F_S ,
 泄漏辐射衰减度为 F_D 时不同材料的质量厚度

F2.5 辐射防护结构图上必须标明防止有用辐射束的全部防护墙说明，包括墙厚、屏蔽材料名称及厚度。

表 F2 线性衰减系数

材 料	线性衰减系数 μ (cm^{-1})	
	^{60}Co	^{137}I
铅	0.565	1.484
铅玻璃	0.231	
铁	0.309 5	0.535
一般混凝土	0.099 5	0.137
重晶石混凝土	0.138 5	0.19

F3 防止泄漏辐射的防护层

防止源容器或屏蔽物的泄漏辐射的防护层，按照式 (F4) 计算所要求的衰减度 F_D ：

$$F_D = \frac{K_D \cdot a_0^2}{K_G \cdot a^2} \quad (\text{F4})$$

式中： K_D ——有用射束外，距放射源为 a_0 的空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

a_0 ——从放射源至防护地点的距离，m；

K_G ——距离放射源为 a (m)时，该位置上的最高允许的空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

附录 G

(规范性附录)

控制区的确定

本附录摘自 GB 18465—2001 附录 B。

G1 概念

根据放射源的 γ 射线向各个方向辐射时的不同情况，应确定三类不同的控制区距离，如图 G1 所示。

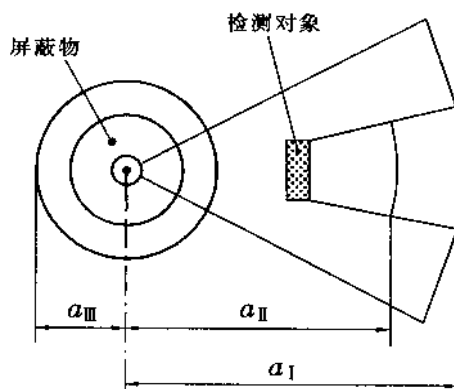


图 G1 应用屏蔽物的控制区 (无比例)

a_I ——辐射没有任何衰减时要求的控制区距离；

a_{II} ——有用线束方向，经检测对象屏蔽后要求的控制区距离；

a_{III} ——有用线束方向以外，经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离。

G2 对于移动探伤，控制区边界的比释动能率为 $40\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ， a_I 、 a_{II} 和 a_{III} 由如下评定各类控制区距离的大小：

a_I ：取自图 G2 的控制区距离 (m)。

a_{II} 和 a_{III} ：为取自图 G2 的控制区距离 a_I (m) 与表 G2 中不同半减层数相对应的因子之积 (可根据屏蔽物的厚度，除以表 G1 中相应核素和屏蔽材料的半减层厚，求出其半衰减层数，进而从表 G2 查出相对应的因子)。

表 G1

不同材料半减层的近似值

屏蔽材料	不同放射源的半减层厚 HVL (mm)			
	^{60}Co	^{137}Cs	^{192}Ir	^{203}Tl
铝	70	50	27	20
混凝土	70	50	27	
钢	24	14	9	5
铅	13	3	0.8	0.6
钨	10	2.5		0.09
铀	6	2.3		0.035