

γ射线探伤机及固定探伤室 项目竣工环境保护验收监测报告

建设单位：福建宏大特钢有限公司

编制单位：江苏核众环境监测技术有限公司

2018年6月

建设单位法人代表:

编制单位法人代表:

项目负责人:

填 表 人 :

建设单位 福建宏大特钢
有限公司 (盖章)

电话: 0593-7269666

传真: 0593-7276488

邮编: 355200

地址: 福鼎市温州园文渡路1号

编制单位 江苏核众环境监测
技术有限公司 (盖章)

电话: 025-86573507

传真: 025-86573912

邮编: 210000

地址: 南京市建邺区庐山路168号
新地中心二期10层1007室

表一

建设项目名称	福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤机及固定探伤室项目				
建设单位名称	福建宏大特钢有限公司				
建设项目性质	√新建 改扩建 技改 迁建				
建设地点	福建省福鼎市温州园文渡路 1 号				
主要产品名称	/				
设计生产能力	/				
实际生产能力	/				
建设项目环评时间	2010 年 4 月	开工建设时间	2013 年 1 月		
调试时间	2017 年 4 月	验收现场监测时间	2018 年 1 月		
环评报告表审批部门	福建省环保厅	环评报告表编制单位	福建省辐射环境监督站		
环保设施设计单位	江苏百事成防辐射科技有限公司	环保设施施工单位	/		
投资总概算	150	环保投资总概算	100	比例	66.7%
实际总概算	200	环保投资	50	比例	25%
验收监测依据	<p>1 法律法规</p> <p>(1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人民代表大会常务委员会，2003年10月；</p> <p>(2) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017修改版），全国人民代表大会常务委员会，2018年1月1日施行；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》（2017修改版），国务院第682号令，2017年10月1日施行；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2014年修正版），国务院令第653号，2014年7月29日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017年修正版），国家环境保护总局令第31号，2006年3月1日起施行，2008年11月21日第一次修正，2017年12月12日第二次修正；</p>				

<p>验收监测依据</p>	<p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第18号令，2011年5月1日施行；</p> <p>(7) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部，国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告2005年第62号；</p> <p>(9) 关于印发《关于γ射线探伤装置的辐射安全要求》的通知，国家环境总局文件，环发[2007]8号；</p> <p>(10) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日起施行；</p> <p>2 验收适用标准</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(2) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GBT 14583-93)</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)</p> <p>(4) 《电离辐射监测质量保证一般规定》(GB8999-1988)</p> <p>(5) 《工业γ射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)</p> <p>3 项目环评文件</p> <p>(1) 《福建宏大特钢有限公司γ射线探伤机及固定探伤室环境影响报告表》及批复</p>
---------------	---

<p>验收监测评价标准、标号、级别、限值</p>	<p>① 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>根据环评报告，提出的项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需控制在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值 1/4 水平以下，具体见表 1。</p> <p style="text-align: center;">表1 职业照射和公众照射的剂量限值</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">类别</th> <th style="width: 50%;">剂量限值</th> <th style="width: 30%;">项目管理目标</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>职业照射</td> <td>连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv</td> <td>5mSv</td> </tr> <tr> <td>公众照射</td> <td>关键人群连续 5 年的年平均有效剂量 1mSv</td> <td>0.25mSv</td> </tr> </tbody> </table> <p>② 《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）</p> <p>6.1 探伤室屏蔽要求 γ 射线探伤室的屏蔽墙的厚度应充分考虑直射、散射和屏蔽物材料和结构等各种因素。在进行屏蔽设计时剂量约束值可取为 0.1~0.3mSv/a，并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。</p>	类别	剂量限值	项目管理目标	职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv	5mSv	公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量 1mSv	0.25mSv
类别	剂量限值	项目管理目标								
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv	5mSv								
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量 1mSv	0.25mSv								
<p>其他</p>	<p>附件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、项目委托书 2、环境影响报告表批复文件 3、企业放射源转让审批表和放射源证书 4、辐射安全许可证 5、企业关于成立福建宏大特钢有限公司 γ 源管理办公室的通知 6、辐射安全与防护管理制度 7、废旧放射源回收协议 8、竣工验收检测报告及 CMA 资质证书 9、福建省放射性同位素与射线装置辐射安全和防护状态年度评估报告 10、福建宏大特钢有限公司与杭州华安无损检测技术有限 									

其他	<p>公司合作协议</p> <p>11、福建宏大特钢有限公司 2017 年度监测报告</p> <p>12、辐射工作人员职业健康检查表</p> <p>13、辐射工作人员辐射安全培训证书</p> <p>14、辐射工作人员个人剂量监测报告</p> <p>15、显影定影废液回收处置协议</p> <p>16、杭州华安无损检测技术有限公司辐射安全许可证及相关备案情况</p>
----	--

表二

工程建设内容:

1、项目概况

福建宏大特钢有限公司于2010年4月委托福建省辐射环境监督站对 γ 射线探伤机及固定探伤室项目进行环境影响评价，福建省环境保护厅于2010年6月对上述环境影响报告表予以批复（批复见附件2）。后探伤房更新设计并于2013年建成，建成后未投入使用并闲置，2015年公司取得福建省环境保护厅核发的辐射安全许可证，2016年7月购入1台含源活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 ^{60}Co 探伤机（放射性同位素转让协议见附件3），探伤房于2017年4月正式投入使用。

福建宏大特钢有限公司于2015年取得福建省环境保护厅核发的辐射安全许可证（证书编号：闽环辐证[00216]）。许可种类和范围：使用II类放射源，有效期至2020年9月20日（辐射安全许可证见附件4）。

福建宏大特钢有限公司目前并未配备辐射工作人员，公司与杭州华安无损检测技术有限公司签订合作协议（合作协议见附件10），明确由甲方（福建宏大特钢有限公司）提供拍片室及场地、操作室、办公室，水电设施，工作生活用房；乙方（杭州华安无损检测技术有限公司）提供技术、设备材料及管理人员，由乙方负责探伤检测工作。杭州华安无损检测技术有限公司已取得浙江省环保厅核发的辐射安全许可证，证书编号为：浙环辐证[A0009]；种类和范围为：使用II类放射源，使用II类射线装置；有效期至：2022年3月30日（辐射安全许可证见附件16）。

根据国家《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等的有关规定和要求，福建宏大特钢有限公司于2017年12月委托江苏核众环境监测技术有限公司对该项目进行环境保护竣工验收监测工作（委托书见附件1）。受该单位的委托，江苏核众环境监测技术有限公司组织有关人员于2018年1月4日对该项目进行现场调查、收集资料和竣工验收监测，并对辐射安全和防护措施进行检查验证，通过对现场验收监测和分析整理，编制了本验收监测报告。

本次验收项目为：福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤机及固定探伤室项目，项目内容为：1座固定式 γ 射线探伤房，配备1台 ^{60}Co 探伤机（出厂活度

为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$)，项目基本信息见表 1，放射源基本信息见表 2， γ 探伤机基本参数见表 3， γ 探伤房的防护情况见表 4。

表 1 项目基本信息表

建设单位	福建宏大特钢有限公司		
通讯地址	福建省福鼎市温州园文渡路 1 号		
法人代表	邵哲力	邮编	/
联系人	刁杰明	联系电话	15558881088
项目名称	福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤机及固定探伤室项目		
项目建设地点	福建省福鼎市温州园文渡路 1 号厂区内		
建设性质	新建		
环评单位	福建省辐射环境监督站	环评时间	2010 年 4 月
审批部门	福建省环保厅	批复时间	2010 年 6 月
批准文号	/		
竣工验收监测单位	江苏核众环境监测技术有限公司		

表 2 本项目 ^{60}Co 放射源基本参数

源核素	放射源厂家	购买活度 (Bq)	现有活度 (Bq)	源编码	放射源分类
^{60}Co	丹东市阳光仪器有限公司	3.7×10^{12}	3.11×10^{12}	0316CO002232	II类

表 3 YG-60 型 ^{60}Co γ 射线探伤机的主要技术指标

项目	技术指标
γ 探伤机型号	YG-60
额定放射源活度	$3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$
屏蔽容器通道形式	“S”型通道
钨准直器	全向
透照厚度	钢铁 10-200mm
灵敏度	$\leq 1.5\%$

表 4 本项目 γ 探伤房及放射源贮存场所防护设施一览表

屏蔽防护设计		屏蔽厚度
探伤房	东、南、西墙	110cm 砼
	顶部	77cm 砼
	迷道外墙	100cm 砼
	迷道内墙	110cm 砼
	迷道内外口防护门	各 10mmPb
	大防护门	120cm 砼
放射源贮存场所	南、西墙	110cm 砼
	北墙	30cm 砼
	东侧防护门	4mmPb
	顶部	30cm 砼

2、地理位置及平面布置

福建宏大特钢有限公司厂区位于福鼎市温州园文渡路 1 号，探伤房位于厂区内西北角，探伤房东侧为氧气站，南侧为通道及模具仓库，西侧为杂物间，北侧为操作间、洗片室等，再往北为厂界围墙和农田，曝光室为一层建筑，操作室楼上为办公室及阁楼。曝光室西南角建设一座放射性源库，长宽高为 2100mm×1200mm×2300mm。企业地理位置图见附图 1，厂区平面布置示意图见附图 2，探伤房周围环境见图 1~图 4。



图 1 探伤房东侧氧气站

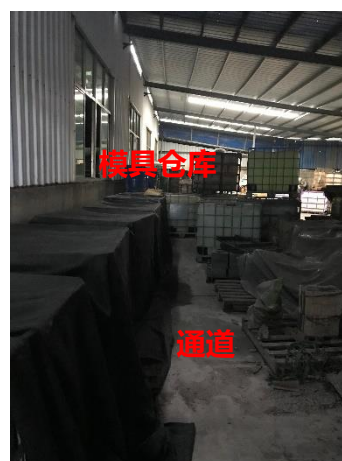


图 2 探伤房南侧通道及模具仓库



图 3 探伤房西侧杂物间



图 4 探伤房北侧厂界围墙及厕所

3、项目变动情况

本项目环评阶段与验收阶段工程调查情况见表 5。

表 5 本项目验收内容与环评内容对照表

验收内容	环评内容	本次验收	调查核实
项目数量	1 座固定式 γ 探伤房	1 座固定式 γ 探伤房	与环评一致
设备型号及参数	^{60}Co 密封源 γ 射线探伤机 源活度: $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 密封源数量: 1 枚	^{60}Co 密封源 γ 射线探伤机 源活度: $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 密封源数量: 1 枚	与环评一致
布局	本项目探伤房由曝光室、操作室及读片室构成。操作室及读片室位于曝光室西侧, 防护小门位于曝光室西南角, 防护大门位于曝光室南侧。	本项目探伤房由曝光室、暗室、评片室、迷道及操作室构成; 暗室、评片室及操作室位于曝光室北侧; 防护小门位于曝光室北侧, 防护大门位于曝光室东侧。	探伤房布局变更
探伤房布局及屏蔽厚度	探伤房四周墙体均为 110cm 厚砼, 顶板厚度为 77cm 厚砼, 西南角防护小门为 4cmPb, 南侧防护大门采用 12cm 铅。	探伤房东、南、西侧均为 110cm 厚砼, 迷道外墙为 100cm 厚砼、顶板厚度为 77cm 厚砼, 迷道内墙为 110cm 厚砼, 北侧迷道内外口各设一道防护小门, 均为 10mmPb, 东侧防护大门采用 120cm 厚砼。	探伤房屏蔽厚度变更
放射源贮存场所	地下暂存室位于曝光室中央的正下方, 属于地下半嵌入式结构, 地下暂存室设有 1cm 厚铁质盖板防护, 盖板上配备两门防盗锁, 采用双人双锁。	探伤房西南角建一座贮存源库, 长宽高为 2100mm \times 1200mm \times 2300mm, 北侧墙及顶均为 30cm 厚砼, 门为 4mmPb。	源库位置变更
环境污染物	γ 射线外照射; 显影定影废液; 少量 O_3 和 NO_2	γ 射线外照射; 显影定影废液; 少量 O_3 和 NO_2	与环评一致
50m 范围内环境保护敏感目标	无	无	与环评一致
原辅材料消耗及水平衡:			
无			

主要工艺流程及产物环节（附处理工艺流程图，标出产污节点）

1、 γ 射线探伤机工作原理

本项目配备一台 YG-60 型 ^{60}Co γ 射线探伤机，该探伤机利用放射源发射的 γ 射线对被检测金属设备部件进行曝光拍片，通过读片判断设备的质量。 γ 射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、遥控装置和其他附件组成。源容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器。其最外层为钢包壳，内部是一层贫铀屏蔽层。源容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。工作时，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端部构成照射头，用钥匙打开储源器的安全锁，再转动安全闸环到停止位置，使其指针对准红字“打开”处（即快门已开）；操作自控仪预置启动延迟时间、输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测照相过程。

2、 γ 射线探伤机操作流程

本项目的探伤流程为：

- （1）将被探伤工件通过工件门运至探伤室内固定，并在检测部位贴上感光胶片；
- （2）把控制部件和输源管连接好，开启探伤机闭锁装置；
- （3）工作人员退出探伤室，关闭探伤室迷道小门；
- （4）设定曝光时间，按动启动按钮驱动放射源至曝光位（容器内腔）进行曝光；
- （5）待曝光结束后，放射源自动收回探伤机至贮源位，放射源回位时安全锁自动关闭。
- （6）确认放射源回到贮源位后，工作人员手持辐射剂量报警仪进入曝光室，取下曝光片，洗片、读片、判断设备焊缝质量。

本项目工作流程和产污环节见图5。

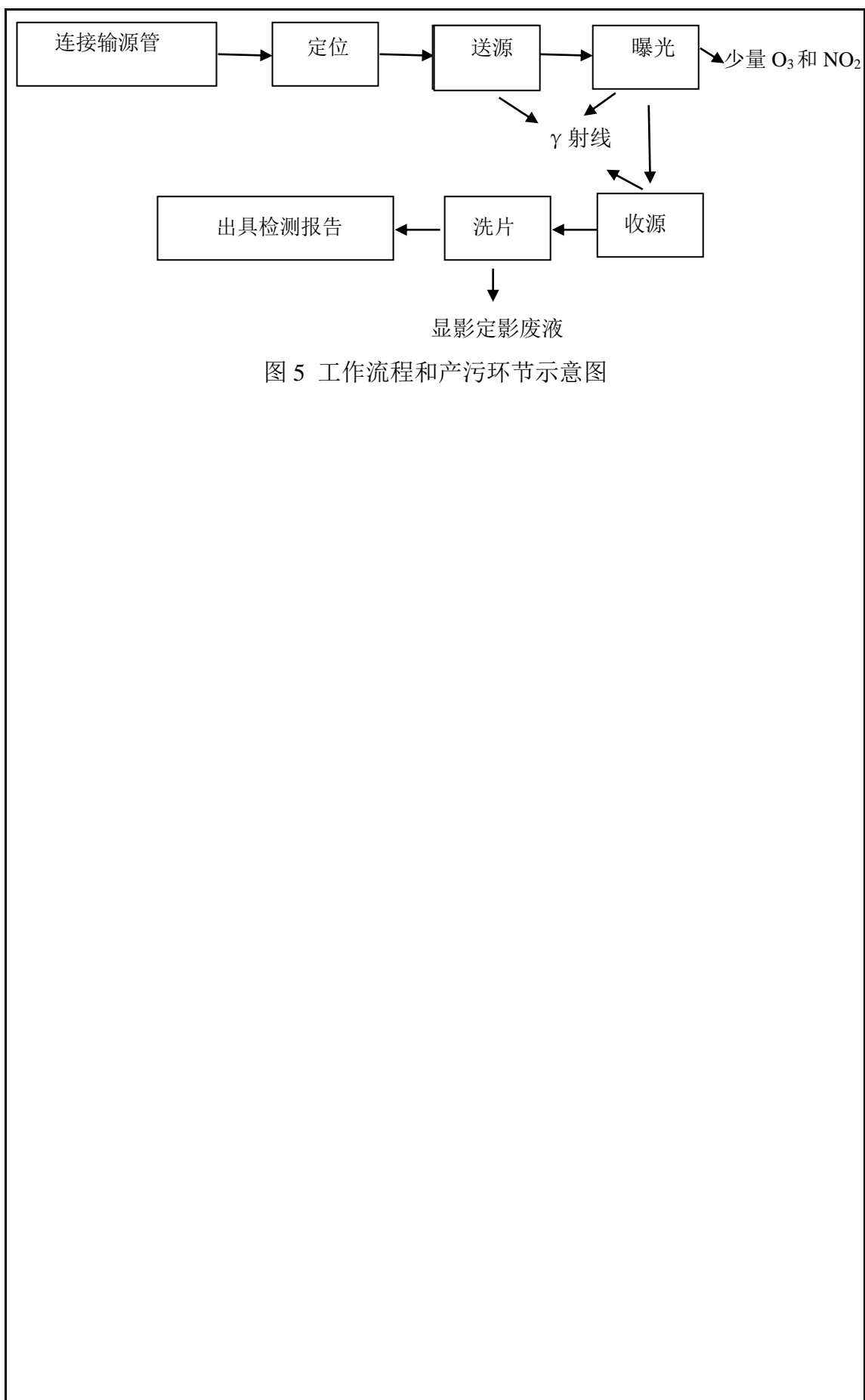


图 5 工作流程和产污环节示意图

表三

主要污染源、污染物处理和排放（附处理流程示意图，标出废水、废气、厂界噪声监测点位）

● 主要污染源及处理

（1）放射性污染

γ 射线探伤机使用 ^{60}Co 放射源，其产生的 γ 射线具有很强的贯穿能力，当 ^{60}Co 放射源被送出源容器进行曝光过程中将对周围环境产生很强的外照射，对探伤工作人员和公众产生一定辐射危害，因此在进行 γ 射线探伤过程中， γ 射线是主要污染物。

表7 放射性核素特性一览表

核素名称	半衰期	毒性分组	衰变方式	主要射线及能量 (MeV)	应用
^{60}Co	5.26a	中毒	β^-	β^- 0.315 (99.74%) γ 1.173(99.87%) 1.332 (99.98%)	工业探伤

γ 射线探伤机在正常运行过程中不产生放射性固体废弃物，但随着核素的自然衰变放射源活度将不断降低，当放射源的活度不能满足探伤需要时就必需更换新的放射源，从而产生报废或退役的放射源。公司已与丹东市阳光仪器有限公司签订了废旧放射源回收协议（废旧源回收协议见附件 7）。

（2）废气

探伤过程中，空气在射线作用下会产生少量臭氧和氮氧化物，少量的臭氧和氮氧化物通过设置埋地的“U”型通风管道，利用抽风机排入大气中，臭氧在大气中自然分解为氧气。

（3）显影定影废液

本项目胶片洗片过程中产生一定的显影定影废液，其属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的感光材料废物，不得随意排放。冲洗探伤胶片产生的废液由杭州华安无损检测技术有限公司负责收集，妥善保存在暗室内。根据合作协议，杭州华安无损检测技术有限公司已与宁波海曙银影固废处理有限公司签订工业废弃物处置合同（见附件 15），并定期将废液送宁波海曙银影固废处理有限公司处置。

● 安全防治措施和辐射环境管理

1、安全防治措施

（1）屏蔽设计

探伤房东、南、西侧墙体均为 110cm 厚砼，迷道外墙为 100cm 厚砼、顶板厚度为 77cm 厚砼，迷道内墙为 110cm 厚砼，北侧迷道内外口各设一道防护小门，均为 10mmPb，东侧防护大门采用 120cm 厚砼，平面布置图见图 7。

该项目固定式 γ 探伤房在正常运行工况下， γ 探伤室周围的辐射剂量率监测值满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求。项目所致职业人员与公众年附加剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员于公众照射剂量限值及剂量约束值要求。

（2）工作状态指示灯和警示标识

企业在探伤房防护大门和防护小门外均安装了工作状态声光报警指示灯，并在显著位置处粘贴电离辐射警示标志，见图 8。经现场核实，声光报警指示灯在 γ 射线探伤机工作时能够自动接通并给出声光警示信号。**根据[2007]8 号文的要求，建设单位还应在探伤房防护大门及防护小门外设置工作状态指示灯箱，探伤作业时，灯箱应醒目显示“禁止入内”。**

（3）急停按钮装置

企业在探伤房防护大门附近、防护小门附近、探伤房南墙以及操作室 γ 射线控制器上安装了急停按钮，见图 9、10。经现场核实，当 γ 探伤机工作时，按下控制器上的急停按钮，放射源立即收回，探伤作业停止。

（4）固定式辐射剂量仪

探伤房内屏蔽墙上安装有固定式辐射剂量仪，显示器位于控制室内，可实时显示探伤房内剂量率，见图 11。探伤房内剂量高时，通过联锁装置控制，无法从外面打开防护门，仅当曝光室内剂量率降到 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 以下，方能从外面打开防护门进入探伤房。

（5）门机联锁

探伤室大、小防护门均已安装门机联锁装置，确保只有门完全关闭后 γ 探伤机才能出源工作。经现场核实，门机联锁装置有效。

（6）电缆管线和通风

本项目探伤房电缆均采用埋地“U”型电缆沟，未破坏墙体屏蔽效果，满足辐射防护的要求；本项目曝光室东南角设通风槽一个，长 5000mm×宽 400mm×深 500mm，通过设置埋地“U”型通风管道，穿越南墙，出口排风砌砖墙高 8m，将二氧化氮和臭氧抽出并排入大气中，见图 12 和图 13。

(7) 监测仪表配备

福建宏大特钢有限公司配置了 1 台辐射巡检仪用于定期对场所周围环境辐射剂量率进行监测，同时配备了 3 台便携式个人剂量报警仪，见图 14。

(8) 源库

根据设计单位提供的图纸及现场核实，于探伤房西南角建一座贮存源库，长宽高为 2100mm×1200mm×2300mm，北侧墙为 30cm 厚砼，门为 4mmPb，顶为 30cm 厚砼，见图 7。放射源库实行双人双锁管理，并在源库防护门上设置了醒目的电离辐射警告标志和监视器等保安措施，确保放射源设备 24 小时处于监控之中，见图 15。根据[2007]8 号文的要求，源库应明确 2 名以上工作人员专职负责放射源库的保管工作，福建宏大特钢有限公司应尽快配备 2 名工作人员专职负责放射源库的管理，2 名工作人员还应参加培训，考核合格后方可上岗。

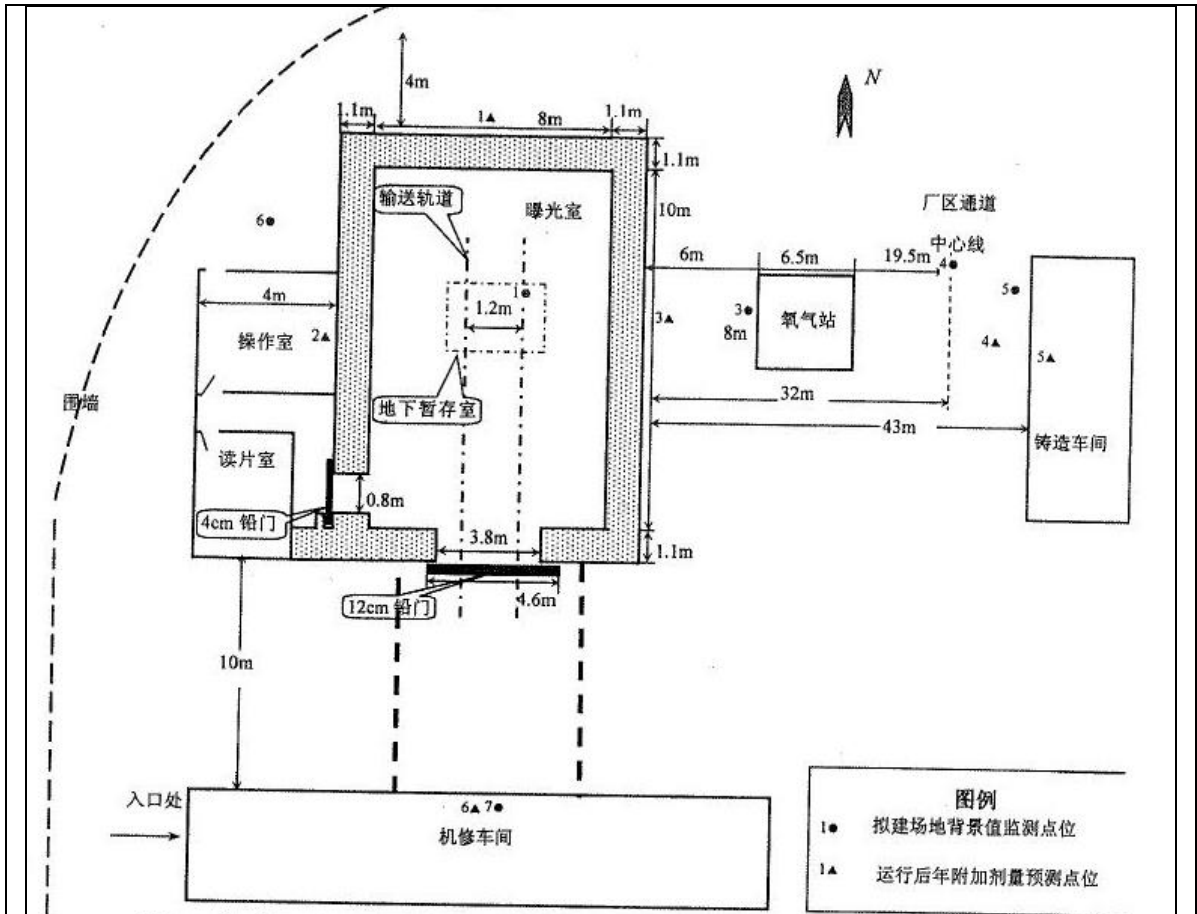


图 3-1 福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤室平面布置及周围环境示意图

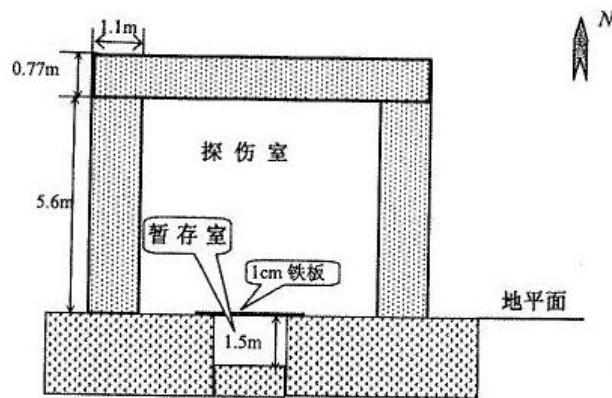


图 3-2 福建宏大特钢有限公司 γ 射线曝光室及暂存室立面示意图

图 6 环评阶段探伤房平面图及立面图

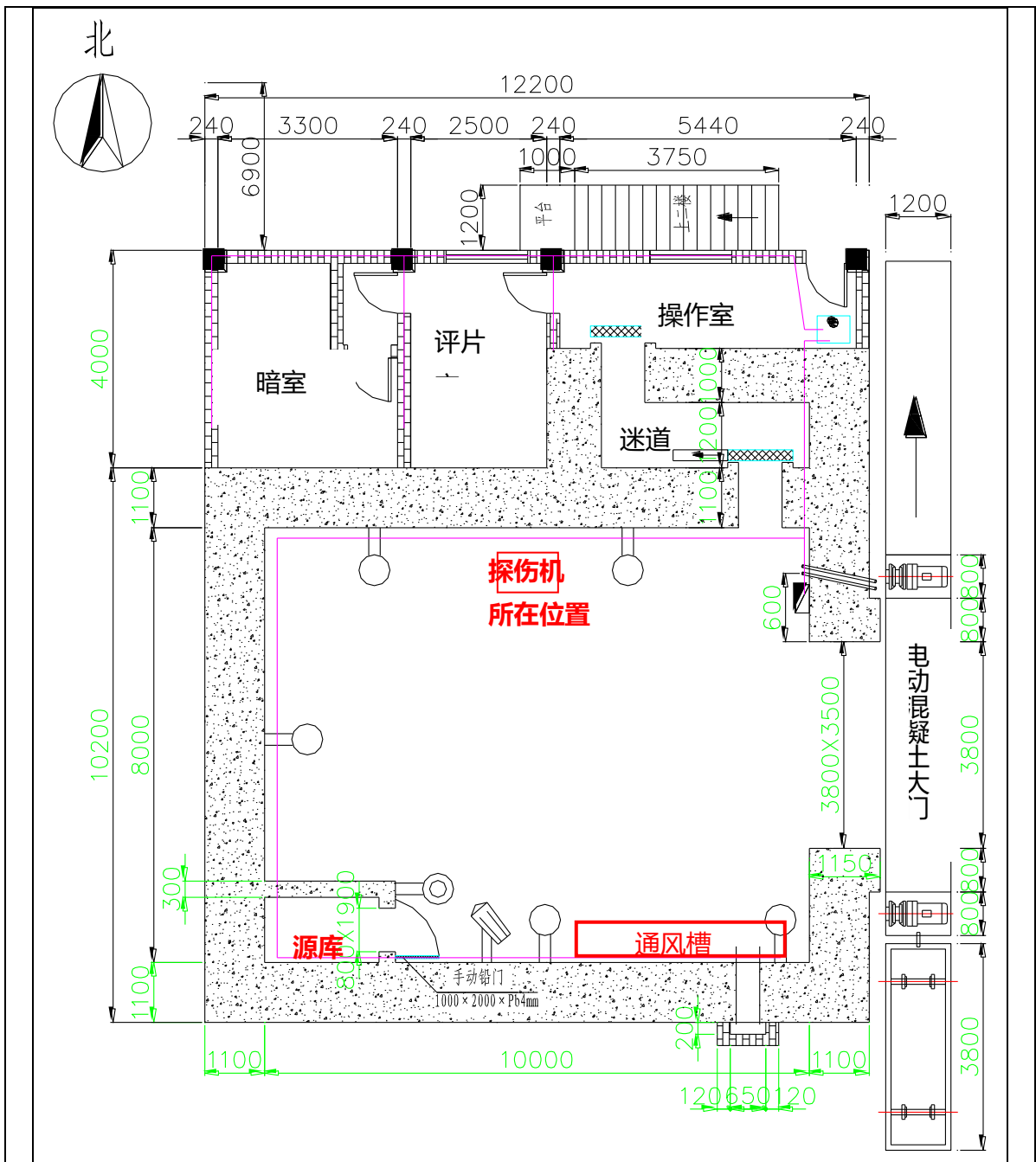


图 7-1 验收阶段探伤房平面图

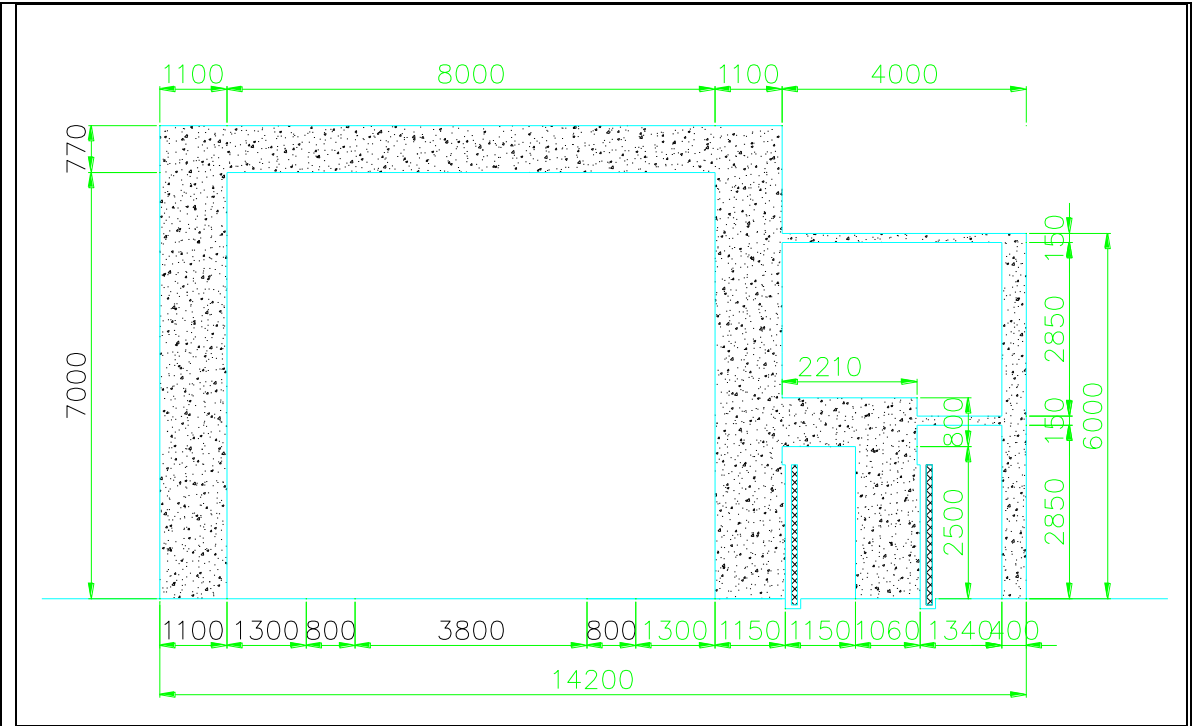


图 7-2 验收阶段探伤房立面图



图 8 探伤房防护大门与防护小门的电离辐射标识及工作状态指示灯



图 9 操作室监控、钥匙开关及急停按钮



图 10 探伤房内 γ 射线探伤机急停按钮



图 11 操作室中辐射剂量实时监测系统及门机联锁装置



图 12 探伤房通风装置



图 13 探伤房电缆设置



图 14 巡测仪及报警仪



图 15 源库电离辐射警示标志及双人双锁

2、辐射环境管理

(1) 组织机构

福建宏大特钢有限公司成立了 γ 源管理办公室，由公司副总、安全责任人杨文千任主任，负责辐射安全与防护工作（见附件 5），能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”的要求。

(2) 安全管理制度

综合管理制度：该公司制定了《放射人员工作职责》、《辐射防护、安全保卫和设备检修维护制度》、《放射源同位素使用登记制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《射线机操作规程》、《摄片岗位责任制》、《洗片岗位责任制》、《评片岗位责任制》、《辐射防护和安全保护制度》等制度。上述制度内容包括了辐射安全与防护管理、运行安全操作规程、岗位职责、设备维护等。有关规章制度见附件 6。

监测管理制度：制定了《放射性监测方案》、《职业安全监测制度》，包括了辐射工作场所环境监测和辐射工作人员的个人剂量的监测。

人员管理制度：制定了《放射工作人员培训计划》，包括了射线工作人员的辐射安全上岗培训。

事故管理制度：制定了《工业 γ 探伤机易发事故应急处理预案和事故处理方法》，规定了应急状态下的补救措施。

福建宏大特钢有限公司制定的各项管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等”的要求。

杭州华安无损检测技术有限公司根据合作协议，负责福建宏大特钢有限公司的探伤检测工作。杭州华安无损检测技术有限公司检测工作均在福建宏大特钢有限公司内进行，因此在检测过程中不但要遵守自己的规章制度，同时也应遵守福建宏大特钢有限公司的各项规章制度。

(3) 辐射工作场所分区

福建宏大特钢有限公司以曝光室为控制区，操作室及周边区域作为监督区，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“6.4 应将辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制”的要求。

(4) 人员管理

目前福建宏大特钢有限公司并未配备辐射工作人员，目前探伤房的操作人员均来自杭州华安无损检测技术有限公司。

(5) 年度评估报告

该公司已向福建省环保厅提交 17 年年度评估报告，具体见附件 9。

表四

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

1、环境影响报告表的主要结论

“综上所述，福建宏大特钢有限公司拟购的 YG-60 型 ^{60}Co γ 射线探伤机及拟建的探伤室在正常的使用情况下，曝光室及暂存室周围环境目标的公众接受的年有效剂量最大值为 0.16mSv/a,职业人员年有效剂量最大值为 0.48 mSv/a，均低于相应的剂量管理目标值（0.25 mSv/a、5 mSv/a）。

因此，在实施了本报告表提出的上述第 9 章节辐射防护设施和辐射安全管理措施后，从辐射安全和环境保护角度看，该项目是可行的。”

2、审批部门审批决定

一、根据环评结论和宁德市环保局的审查意见，同意福建宏大特钢有限公司在厂区内建设固定探伤房，并在探伤室内使用一台 YG-60 型 γ 射线探伤机。该探伤机使用的核算为 ^{60}Co ，活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，属II类放射源。

二、你单位应落实报告表提出各项辐射防护措施，并着重做好以下工作：

1、探伤室墙体和铅门的设计和施工必须符合报告表提出的防护要求。探伤室出入口必须按照规范要求设置明显的“电离辐射”警示标志。

2、增强辐射安全意识，辐射工作人员按要求参加辐射防护专业培训，持证上岗；并开展个人剂量监测，建立个人剂量档案。

3、制定并严格落实各项辐射防护措施和管理规定，探伤操作须在探伤室内进行；确保安全联锁装置及其他安全防护设施的正常运转；探伤作业结束后，应确认放射源收回容器内，及时将探伤机存放在暂存库内，并做好双人双锁和设备出入库的台账登记工作，防止误照射和丢失被盗事故的发生。

4、配备必要的辐射监测设备，定期对探伤室周围环境进行辐射监测，环境辐射水平按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求进行控制。

5、冲洗探伤胶片产生的废液应集中收储，并委托有资质的单位进行回收。

6、放射源退役后应由生产厂家回收或送其他有资质的单位贮存。

三、尽快向我厅申领辐射安全许可证。项目建成后依法及时向我厅申请竣工环保验收。

3、环评及批复要求落实情况

根据环评报告中提出的管理要求和福建省环保厅对福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤机及固定探伤室项目环境影响报告表的审批意见，江苏核众环境监测技术有限公司进行了现场验收检查，检查结果见表 8。

表8 环评及批复要求落实情况汇总表

检查内容	环评及批复要求	执行情况
辐射安全管理机构	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已成立辐射安全管理机构。
辐射安全和防护措施	探伤室屏蔽墙和防护门的屏蔽效果应满足辐射防护标准要求。	探伤室墙体和防护门能够满足报告表提出的防护要求。
	探伤室落实辐射安全措施，确保安全连锁装置及其他安全防护设施的正常运转。	探伤室已设置门机连锁装置、工作状态指示灯及固定式辐射剂量率仪；大小防护门上均设有电离辐射警告标志及中文警示说明。工作场所的安全连锁装置及其他安全防护设施均能正常使用；源库已安装双人双锁和监视器装置，并利用探伤室内的监控装置进行 24 小时监控。
人员配备	增强辐射安全意识，辐射工作人员按要求参加辐射防护专业培训，持证上岗；并开展个人剂量监测，建立个人剂量档案；对辐射工作人员建立职业健康档案。	福建宏大特钢有限公司并未配备辐射工作人员，根据合作协议，目前探伤房的操作人员均来自杭州华安无损检测技术有限公司（辐射工作人员职业健康体检报告见附件 12、辐射安全培训证书见附件 13、个人剂量监测报告见附件 14）。
辐射安全管理	制定并严格落实各项辐射防护措施和管理规定，探伤操作须在探伤室内进行；探伤作业结束后，应确认放射源回收容器内，及时将探伤机存放在暂存库内，并做好双人双锁和设备出入库的台账登记工作，防止误照射和丢失被盗事故的发生。	福建宏大特钢有限公司制定了《放射人员工作职责》、《放射性监测方案》、《职业安全监测制度》、《放射工作人员培训计划》、《辐射防护、安全保卫和设备检修维护制度》、《放射源同位素使用登记制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《射线机操作规程》、《摄片岗位责任制》、《洗片岗位责任制》、《评片岗位责任制》、《辐射防护和安全保护制度》等规章制度，来自杭州华安无损检测技术有限公司的辐射工作人员在实际运行过程中也应严格按此规章制度执行；探伤作业结束后，确认放射源回收容器内。本项目探伤机放置于曝光室北墙旁，外罩一铁质外壳，因整体较重，使用结束后未将探伤机运回源库贮存，探伤机暂存于曝光室中。

废旧放射源回收	放射源退役后应由生产厂家回收或送其他有资质的单位贮存。	公司已与丹东市阳光仪器有限公司签订了废旧放射源回收协议（废旧源回收协议见附件7）。
洗片废水处置	冲洗探伤胶片产生的废液应集中收储，并委托有资质的单位进行回收。	冲洗探伤胶片产生的废液由杭州华安无损检测技术有限公司负责收集，妥善保存在暗室内。根据合作协议，杭州华安无损检测技术有限公司已与宁波海曙银影固废处理有限公司签订工业废弃物处置合同，并定期将废液送宁波海曙银影固废处理有限公司处置。
辐射防护	配备必要的辐射监测设备，定期对探伤室周围环境进行辐射监测，环境辐射水平按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求进行控制。	福建宏大特钢有限公司已配置1台X-γ辐射巡测仪及3台个人剂量报警仪，并定期对探伤室周围环境进行辐射监测。

表五

验收监测质量保证及质量控制：

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度。

表六

验收监测内容:**1、验收监测内容**

根据《辐射环境监测技术规范》的要求和该项目环境影响报告表的评价意见，结合现场勘查和本次验收的工艺特点，本项目竣工环境保护验收监测内容为：

- (1) 检查项目的运行工况是否符合建设项目竣工环境保护验收监测要求，监测正常运行工况条件下工作场所的辐射剂量率水平。
- (2) 监测、检查落实环评报告表和环保部门批复提出的各项辐射污染防治措施情况及其效果。
- (3) 检查已制定的各项辐射管理制度是否符合相关法规要求。
- (4) 检查项目建设、运行期间的环境管理情况。

2、监测仪器

采用 FH40G 型便携式 X- γ 辐射剂量率仪，其参数见表 9。

表 9 监测仪器参数

仪器名称	辐射巡测仪
仪器型号	FH40G
仪器编号	030360+11395
生产厂家	THERMO FISHER 公司
能量响应	30keV~4.4MeV
量程	10nSv/h~1Sv/h
检定证书编号	Y2017-0075609
检定单位	江苏省计量科学研究院
检定有效期	2017.9.8-2018.9.7

3、验收监测方法

监测方法见表 10。

表 10 监测方法

监测项目	监测方法
γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993） 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001） 《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）

4、监测因子、频次及时间

监测因子：X- γ 辐射剂量率；

监测频次：每个监测点位测量一次。

监测日期：2018 年 1 月 4 日，监测期间：天气晴，气温 20°C，相对湿度为 56%。

表七

验收监测期间生产工况记录:

福建宏大特钢有限公司现场使用 1 台 ^{60}Co 探伤机进行验收监测，含 1 枚 ^{60}Co 放射源（出厂活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ），监测时源活度为 $3.11 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，为源出厂活度的 84%（验收监测期间由福建宏大特钢有限公司的合作单位杭州华安无损检测技术有限公司的工作人员模拟进行探伤检测；放射源的资料由福建宏大特钢有限公司提供，现场检测时， γ 探伤机位于曝光室北墙旁，外罩一铁质外壳，未能核实 γ 探伤机的型号、编号及放射源的编码等信息）。环保设备和环保设施正常运转，符合验收监测工况的要求。

验收监测结果:

福建宏大特钢有限公司 γ 探伤房周围各检测点位的剂量当量率检测结果见表 11，检测布点图见图 16。

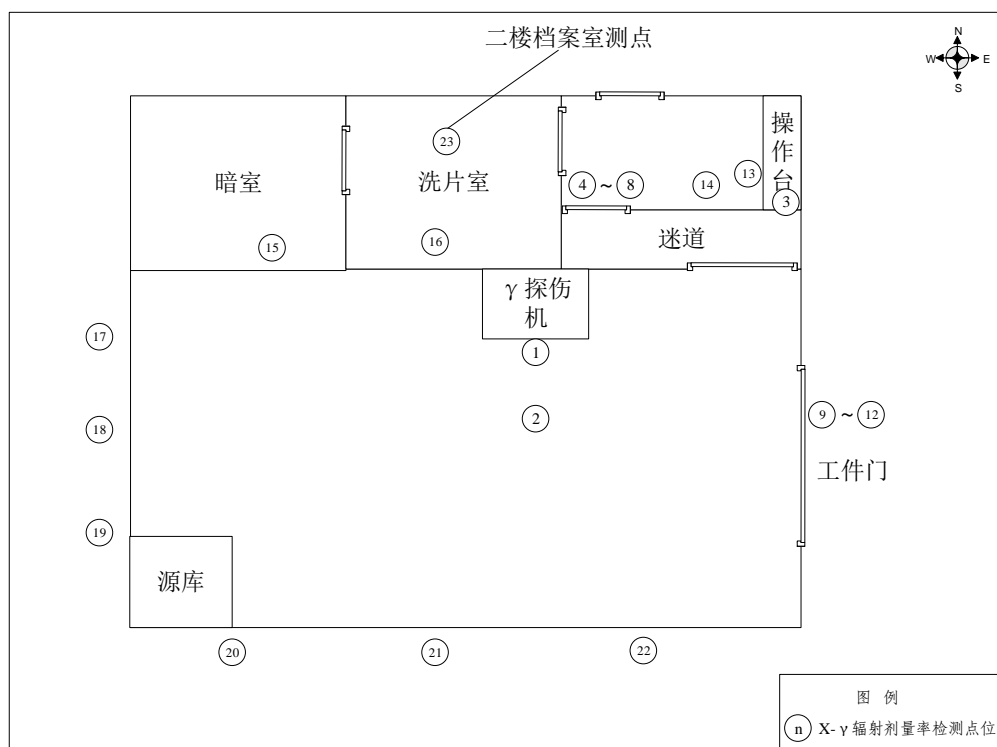


图 16 γ 探伤房检测点位示意图

表11 γ 射线探伤室周围 γ 辐射剂量率检测结果

测点	测点描述	检测结果 (nSv/h)		备注	
		出源	未出源		
1	探伤机	源容器外 5cm	--	9.3×10 ³	探伤机未出源 (γ 探伤机位于一个铁质容器中)
2		源容器外 1m	--	1.4×10 ³	
3	探伤室	操作位	145	129	探伤机出源 (⁶⁰ Co 活度为 3.11×10 ¹² Bq)
4		小防护门东缝外 30cm	139	121	
5		小防护门中表面 30cm	154	120	
6		小防护门西缝外 30cm	153	122	
7		小防护门底缝外 30cm	140	125	
8		小防护门顶缝外 30cm	138	118	
9		大防护门北缝外 30cm	1.4×10 ³	130	
10		大防护门中表面 30cm	77	72	
11		大防护门南缝外 30cm	1.2×10 ³	127	
12		大防护门底缝外 30cm	76	77	
13		电缆孔处	157	131	
14		北墙外 30cm (操作室)	140	133	
15		北墙外 30cm (暗室)	204	127	
16		北墙外 30cm (洗片室)	225	134	
17		西墙外 30cm (北)	143	130	
18		西墙外 30cm (中)	104	98	
19		西墙外 30cm (南)	109	92	
20		南墙外 30cm (西)	233	121	
21		南墙外 30cm (中)	132	107	
22		南墙外 30cm (东)	143	121	
23		洗片室二楼档案室	160	95	

注：表中结果未扣除宇宙射线响应值

从表 11 中的检测结果可知：

在验收监测工况下，福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤室项目，未出源时各点位 γ 辐射剂量率为 (72~134) nSv/h，出源时各点位 γ 辐射剂量率为 (76~1.4×10³) nSv/h，均能够满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy·h⁻¹，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同”的要求。

在验收监测工况下， γ 射线探伤机容器外表面 5cm 处 γ 辐射剂量率为 9.3×10³nSv/h；1m 处 γ 辐射剂量率为 1.4×10³nSv/h，能够符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132-2008)中“手提式探伤机距容器外表面 5cm 处空气比释动能率不大于 0.5mGy/h，距容器外表面 1m 处空气比释动能率不大于 0.02mGy/h”的要求。

现场检测时， γ 探伤机放置于曝光室北墙旁，外罩一铁质外壳，现场检测结束后工作人员未将 γ 探伤机运回源库贮存，故未对源库进行监测。

保护目标剂量分析及评价

(1) 职业人员

目前，福建宏大特钢有限公司探伤业务均由华安无损检测技术有限公司负责，人员均来自于华安无损检测技术有限公司。根据现场核实，按年受照时间 500h 计算职业人员年有效剂量，取各个关注点的最大监测结果进行计算，计算结果见表 12（计算未扣除环境本底剂量率）。由表 12 可知，职业人员受照点位最大剂量为 0.225 μ Sv/h（洗片室），可知职业人员年有效剂量最大为 0.1125mSv/a。因此，职业人员年有效剂量满足 GB18871-2002 中对职业人员年剂量限值（20mSv/a）的要求，并低于本项目职业人员剂量约束值（5mSv/a）。

由于探伤机表面辐射剂量较高，考虑到职业人员在安装输源管等工作中会短时间近距离接触探伤机，因此结合个人累积剂量检测结果进行综合评价。

根据企业提供的完整年度的个人累积剂量检测结果（见表 13），由表可知：职业人员最大累积剂量为 0.38mSv/a，远低于本项目职业人员剂量约束值（5mSv/a）。

企业应加强辐射安全教育，辐射工作人员尽量减少与探伤机近距离接触的时间，另外对于安装输源管等受照剂量较高的工作应轮流操作，减少职业人员受照剂量。

表 12 关注点人员年有效剂量估算

序号	关注点位	开机监测值 (nSv/h)	人员性质	年开机 时间 (h)	居留 因子	人员年有 效剂量 (mSv/a)	剂量约束 值 (mSv/a)
1	操作位	145	职业人员	500	1	0.0725	5
2	暗室	204	职业人员		1	0.102	5
3	洗片室	225	职业人员		1	0.1125	5
4	屏蔽墙外剂 量最大点位	1.4 \times 10 ³	公众		1/4	0.175	0.25

表 13 职业人员个人累积剂量监测结果（单位：mSv）

人员	2016年7月~9 月	2016年10月 ~12月	2017年1月~3月	2017年4月~6月	年受照剂量
赵涛	0.04	0.04	0.17	0.13	0.38
叶涛	0.10	0.14	0.09	0.04	0.37

表八

验收监测结论:

(1) 工程概况: 福建宏大特钢有限公司新建 1 座固定式 γ 射线探伤房, 配备 1 台 ^{60}Co 源的 γ 探伤机 (出厂活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$)。福建宏大特钢有限公司新建 1 座固定式 γ 探伤房项目探伤房布局及屏蔽设计与环评阶段有较大变化。福建宏大特钢有限公司并未配备辐射工作人员, 公司与杭州华安无损检测技术有限公司签订合作协议, 明确由甲方 (福建宏大特钢有限公司) 提供拍片室及场地、操作室、办公室, 水电设施, 工作生活用房; 乙方 (杭州华安无损检测技术有限公司) 提供技术、设备材料和管理人员, 由乙方负责探伤检测工作。

(2) 辐射屏蔽措施: 本项目固定式 γ 射线探伤外照射防护主要通过建造一定厚度混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶、混凝土工件防护门及铅防护门屏蔽 γ 射线。本项目探伤房东、南、西侧均为 110cm 厚砼, 迷道外墙为 100cm 厚砼、顶板为 77cm 厚砼, 迷道内墙为 110cm 厚砼, 北侧迷道内外口各设一道防护小门, 均为 10mmPb, 北侧防护大门采用 120cm 厚砼。探伤房西南角建一座贮存源库, 长宽高为 2100mm \times 1200mm \times 2300mm, 北侧墙及顶均为 30cm 厚砼, 门为 4mmPb。

现场检测结果表明:

在验收监测工况下, 福建宏大特钢有限公司 γ 射线探伤室项目, 未出源时各点位 γ 辐射剂量率为 (72~134) nSv/h, 出源时各点位 γ 辐射剂量率为 (76~ 1.4×10^3) nSv/h, 均能够满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008) 中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, 无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同”的要求。

在验收监测工况下, γ 射线探伤机容器外表面 5cm 处 γ 辐射剂量率为 $9.3\times 10^3\text{nSv/h}$; 1m 处 γ 辐射剂量率为 $1.4\times 10^3\text{nSv/h}$, 能够符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132-2008)中“手提式探伤机距容器外表面 5cm 处空气比释动能率不大于 0.5mGy/h , 距容器外表面 1m 处空气比释动能率不大于 0.02mGy/h ”的要求。

现场检测时, γ 探伤机放置于曝光室北墙旁, 外罩一铁质外壳, 现场检测结束后工作人员未将 γ 探伤机运回源库贮存, 故未对源库进行监测。

(3) 保护目标剂量: 经估算, 工作人员和公众的年受照有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量限值和环评项目管理目标中

剂量约束值得要求。

(4) 辐射安全措施：经现场核查，探伤室防护门-机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮及固定式辐射剂量率仪均有效；防护门外表面均设有“当心电离辐射”的警告标志；源库设有双人双锁及红外监控；公司已为本项目配备了 1 台辐射监测仪和 3 台个人剂量报警仪。根据[2007]8 号文的要求，福建宏大特钢有限公司还应在探伤房防护大门及防护小门外设置工作状态指示灯箱，探伤作业时，灯箱应醒目显示“禁止入内”。

(5) 辐射安全管理：福建宏大特钢有限公司内部辐射安全管理机构已成立，已制定了相关的辐射安全管理规章制度。杭州华安无损检测技术有限公司已为 2 名辐射工作人员配备了个人剂量计；公司定期对辐射工作人员进行职业病健康体检，并已建立职业健康监护档案。

(6) 其他：福建宏大特钢有限公司已与丹东市阳光仪器有限公司签订了废旧放射源回收协议，杭州华安无损检测技术有限公司已与宁波海曙银影固废处理有限公司签订工业废弃物处置合同。

(7) 现场检测时， γ 射线探伤机放置于曝光室北墙旁，外罩一铁质外壳，现场监测结束后工作人员未将 γ 探伤机运回源库贮存。根据环评批复和环发[2007]8 号文的要求，工作人员应在每次探伤结束后采用合适的方式将 γ 探伤机返回源库贮存。根据 [2007]8 号文的要求，源库应明确 2 名以上工作人员专职负责放射源库的保管工作，福建宏大特钢有限公司应尽快配备 2 名工作人员专职负责放射源库的管理，2 名工作人员应参加辐射安全培训，合格后方能上岗。

(8) 杭州华安无损检测技术有限公司已取得浙江省环保厅核发的辐射安全许可证，其在福建宏大特钢有限公司内开展 γ 射线探伤时，应严格遵守福建宏大特钢有限公司的相关规章制度；使用 II 类放射源时应遵守国家的相关法律法规的要求。