

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目（变动）			
建设单位		宝钛太白新材料科技有限公司			
法人代表	孙宏江	联系人	孙宏江	联系电话	13909171503
注册地址		陕西省宝鸡市太白县鹦鸽镇马耳山村			
项目建设地点		陕西省宝鸡市太白县、陈仓区			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		960	项目环保投资（万元）	960	投资比例（环保投资/总投资） 100%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	8499.68
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	乙级非密封放射性物质工作场所退役			
<b>项目概述</b>					
<b>一、项目概述</b>					
<p>太白县钨制品厂是 1986 年由宝鸡有色金属加工厂与太白县共同出资组建的股份制企业，地处陕西省宝鸡市太白县鹦鸽镇马耳山村，是经宝鸡市委同意作为扶贫项目建成的钨制品厂，主要从事钨钼产品的生产与销售，曾为国家军工、国防建设提供了重要材料，做出了一定贡献。</p> <p>太白县钨制品厂在运行时需要使用非密封放射性物质 <sup>232</sup>Th 生产钨钼电极，该厂营运期间，原料硝酸钍的存储、转运、使用存在撒漏、泄露，固体电极的拉、磨、切等工序产生的固体碎屑沾污，导致生产场地存在放射性污染。</p> <p>自 2008 年以后，位于太白县钨制品厂下游的石头河水库作为省级饮用水源地实施保护，太白县钨制品厂位于石头河水库水源地二级保护区陆域范围内，2010 年陕西省</p>					

环境保护厅要求太白县钨制品厂停产搬迁。后因存在放射性环境污染等原因，太白县钨制品厂于 2013 年破产，破产后未对厂区遗留放射性污染场所进行治理。

## 二、核技术利用及辐射安全管理现状

太白县钨制品厂于 2013 年破产停止运行，公司持有的辐射安全许可证已于 2011 年 7 月 24 日到期，目前没有开展的核技术利用项目。

## 三、本次退役项目情况

2004 年 7 月，太白县钨制品厂委托陕西省辐射环境监督管理站编制了《陕西省太白县钨制品厂年产 40 吨钨钼电极生产线环境影响报告表》，2005 年 6 月 20 日原陕西省环境保护局对该报告表进行了审批。2006 年 7 月 24 日，取得了原陕西省环境保护局颁发的辐射安全许可证。

太白县钨制品厂为乙级非密封放射性物质工作场所，批准可使用放射性同位素为  $^{232}\text{Th}$ ，根据原太白县钨制品厂相关负责人提供的信息，太白县钨制品厂实际运行中也仅使用  $^{232}\text{Th}$  一种放射性同位素，并于 2011 年起就停止使用，许可和使用的放射性同位素情况见表 1。

表 1 太白县钨制品厂许可和实际使用放射性同位素情况一览表

序号	核素名称	半衰期	许可年使用量	实际年使用量	备注
1	$^{232}\text{Th}$	1.405E+10a	$4.77\times 10^{10}\text{Bq}$	$3.18\times 10^{10}\text{Bq}$	2011 年停用

## 四、退役背景

2013 年太白县钨制品厂破产后，其遗留设施由宝钛太白新材料科技有限公司接管。宝钛太白新材料科技有限公司成立于 1989 年 07 月 18 日，注册地位于陕西省宝鸡市太白县鹦鸽镇马耳山村，法定代表人为孙宏江。经营范围包括钨、钼、钽、铌、钛、锆、铪、镍等有色金属及钢、不锈钢产品的深加工及销售；农副产品的生产及销售。

宝钛太白新材料科技有限公司接管后，由于处置方式和处置场所等原因，无法对太白县钨制品厂生产期间形成的放射性污染场所进行治理。

鉴于上述情况，陕西省生态环境厅将太白县钨制品厂在生产时期形成的放射性污染场地列入《陕西省核与辐射安全暨放射性防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》的重点工程，要求在 2019 年底前完成治理工作。

为解决太白县钨制品厂在生产时期遗留的放射污染问题，2019 年 4 月下旬，中陕核工业集团二一一大队有限公司（以下简称：211 大队）受宝钛太白新材料科技有限公司委托，对太白县钨制品厂生产厂区范围内受放射性污染情况进行现场调查、监测并编

制治理方案。经监测，太白县钨制品厂生产厂区均受到不同程度的放射性污染，特别是以下几个区域受污染程度较重：添加、退火、油压、锤熔车间等建（构）筑物；车间内现存的含放射性废物和附属设施；厂区内各类废弃的水泥池；受污染的无规则堆放在生产厂区内的含放射性的废物、各类垃圾和厂区内局部地面、绿地等。因被污染的各种遗留垃圾和无法拆除的建（构）筑物，随时都有因失控而造成放射性污染和事故的可能，所以，必须尽快对其进行治理。

2019年9月，宝钛太白新材料科技有限公司委托核工业二〇三研究所编制完成了《太白钨制品厂放射性污染场所退役治理项目环境影响报告表》；2019年12月，陕西省生态环境厅以陕环批复〔2019〕440号对该报告表进行了批复。

### 五、变动项目由来

取得环评批复后，宝钛太白新材料科技有限公司于2019年12月委托211大队立即开展项目治理工作，期间因疫情影响停工，实际施工天数共计162天。

根据211大队提供的资料，在实际治理过程中，需治理的放射性废物工程量超过治理方案预计的1435.25m<sup>3</sup>，达到5534.06m<sup>3</sup>，也超过了原选定的放射性污染物处置场地（原70年代从事军工铀矿地质勘探已退役的铀矿勘探坑道KD-2162）的总容量（3600m<sup>3</sup>）。为实现放射性污染物的全部处置，211大队拟选用与KD-2162坑道相邻的KD2161坑道、KD2163坑道作为项目备用处置场所，继续处理放射性污染物。

根据《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）的通知〉》（环办环评函〔2020〕688号），项目退役处置的固体废物增加了约283%，远远超过了10%，对环境的不利影响增加，属于重大变动。

参考《铀矿冶建设项目重大变动清单》（试行）中铀矿冶退役要求，退役治理方案中尾矿（渣）、废石或者其他固体废物改变集中处置地点的属于重大变更，本次退役项目拟选用与KD-2162坑道相邻的KD2161坑道、KD2163坑道作为项目备用处置场所，继续处理放射性污染物，属于重大变动。

因此，本项目属于重大变动，应当重新报批环境影响评价文件。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目属于“五十五、核与辐射-173、核技术利用项目退役-乙级非密封放射性物质工作场所退役”，应编制环境影响报告表。

为此，宝钛太白新材料科技有限公司于 2020 年 11 月 15 日委托我公司编制该项目环境影响报告表。接受委托后，我公司随即组织专业人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析等工作，按照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目（变动）环境影响报告表》。

## 六、项目地理位置及周边环境关系

### 1、太白县钨制品厂

太白县钨制品厂位于陕西省宝鸡市太白县鹦鸽镇马耳山村白云峡口、石头河右岸一级阶地上，地理坐标 E107.626223°、N34.055334°。该厂分为生产区和办公区两部分，分别位于眉太公路两侧，生产区和办公区由横跨地下通道相连。现办公区已拆除，只留围墙；经调查生产区占地 8499.68m<sup>2</sup>，为放射性污染场所，厂址地理位置见图 1-1，厂区平面布置图见附图 1。



图 1-1 项目地理位置与交通图

太白县钨制品厂生产区北侧紧邻马耳山村，东侧为耕地，南侧为山体，西侧紧邻眉太路、隔路为马耳山村居民及太白县钨制品厂办公区（已拆除），西南距石头河 95m，厂区整体位于石头河水库水源地二级保护区内。太白县钨制品厂周围 50m 范围情况见图 1-2。

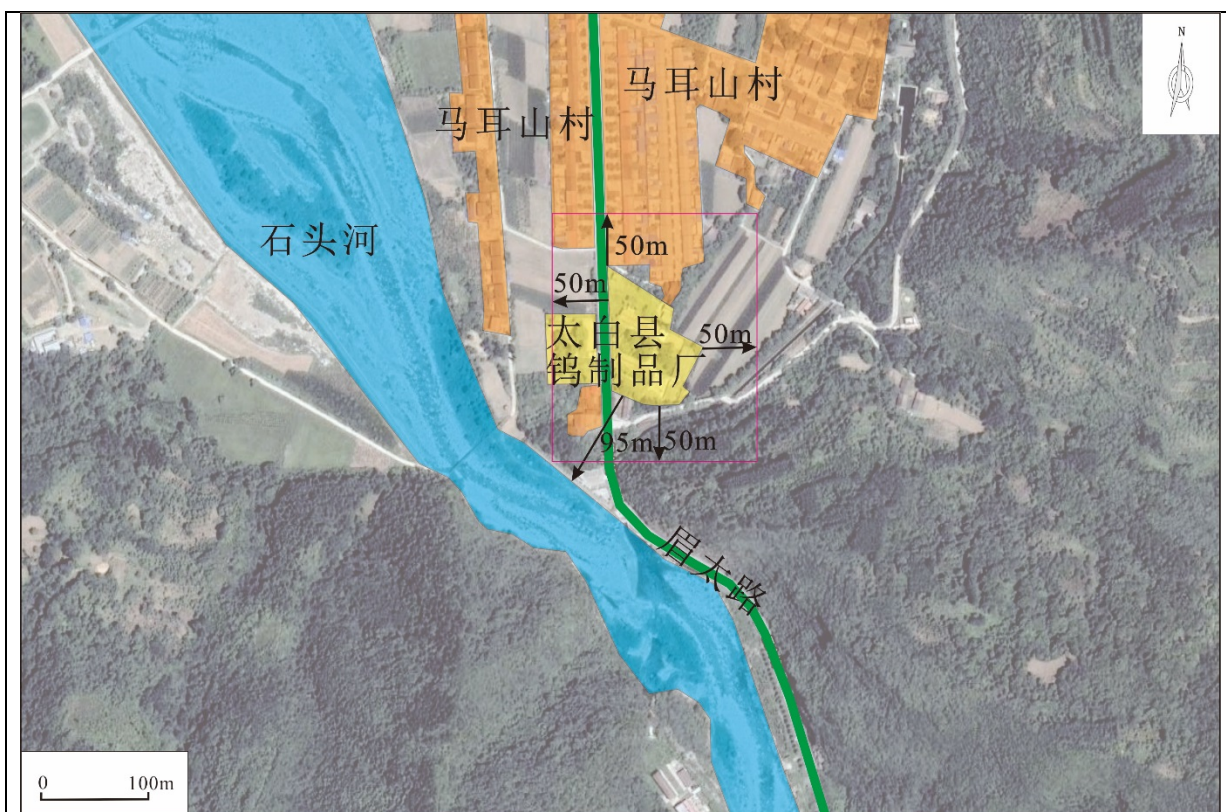


图 1-2 太白钨制品厂周边环境关系图

## 2、拟用坑道

太白县钨制品厂退役治理项目产生的放射性废物目前选择已退役的铀矿勘探坑道 KD-2162 处置，本次计划采用 KD-2162 坑道附近的 KD-2161 坑道和 KD-2163 坑道处置剩余的放射性废物。KD-2161 坑道和 KD-2163 坑道与 KD-2162 坑道一样属于 70 年代军工铀矿地质勘探坑道，已于 2016 年完成治理并退役，位置紧邻，KD-2161 坑道位于 KD-2162 坑道西南方向约 130m，KD-2163 坑道位于 KD-2162 坑道东侧约 520m，均位于一条沟道内，地貌、水系均一致，坑道内均为无水坑道，远离居民点（距离最近的上坪村直线距离 3.3km），不涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等生态敏感区域，该三处坑道均包含在《陕西地区铀矿勘探设施“十二五”退役整治二期工程》内，已于 2016 年 5 月完成退役工作，适宜作为存放极地放射性废物的场所。

根据资料测算 KD-2161 坑道和 KD-2163 坑道加上 KD-2162 坑道剩余处置容量总和为 2932m<sup>3</sup>，满足处置容量要求。坑道距离居民点和村村通最近直线距离 3.3km，交通较为不便，坑道位置与周边关系详见图 1-3。



图 1-3 拟用坑道位置及周边环境关系图

### 3、废物运输道路

本次治理工程废物运输量大，运输距离较远，须提前规划运输路线，规划路线原则上须避开市区、人口密集区，高速优先。本次规划运输路线全程 168km，具体为：

从太白县钨制品厂沿眉太公路行驶距离 34km，至 G30 连霍高速眉县入口驶入高速，沿连霍高速行驶 40.2km，从宝鸡互通立交转至宝汉高速行驶 46.5km，从千阳出口驶出；驶入省道 212 陇县大桥村～凤县公路行驶 20km 从陈仓区县功镇驶出，沿县道东风～县功公路行驶 16.5km 至新街镇，之后沿村道行驶 5.9km 至上坪村，之后沿简易便道行驶 5.1km 至 KD-2162、KD-2163 坑道和 KD-2162 坑道。具体路线见图 1-1。

### 七、产业政策符合性及实践正当性分析

本项目属于核技术利用退役项目，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目不属于“淘汰类”、“限制类”，符合国家产业政策。

该项目对太白钨制品厂生产期间形成的放射性污染场所进行治理，把治理范围内的所有放射性污染物治理达到国家环境保护有关标准要求，实现放射性污染场所清洁解控。治理工程实施后，可消除辐射污染源项，改善当地辐射环境质量，保护公众健康，维护社会稳定。该项目治理过程中，治理产生的辐射影响可以控制在标准允许范围之内，

该项目对社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

## 八、项目概况

### 1、治理目标与深度

治理的目标：通过去污、铲除、清挖、解体、固化、包装、拆除、转运和封存等综合措施，把治理范围内的所有放射性污染物治理达到国家环境保护有关标准要求，实现放射性污染场所清洁解控。治理工程实施后，消除辐射污染源项，改善当地辐射环境质量，保护公众健康，维护社会稳定。

治理的深度：将治理区域内所有的放射性废物和受放射性污染的污染物治理达到符合国家环境保护有关标准要求。本次治理工程实施后，主要辐射源项参数： $\gamma$  贯穿辐射吸收剂量率、铀含量、钍含量、 $\alpha$  表面沾污、 $\beta$  表面沾污等均降至本底水平，生产厂区内范围内可达到无限制开放使用的深度，实现放射性污染场所清洁解控的目的。

按照使用场地的变化，该场地将在完成退役后，场址无限制开放使用。辐射治理完成后，厂区恢复由宝钛太白新材料科技有限公司负责。

### 2、钨制品厂厂区现状

#### (1) 主要治理内容及治理现状

根据现场调查及项目治理方案，治理涉及范围为厂区建构筑物、地面、场地。截止2020年12月，治理工程已全面展开，主要治理内容见表2，已治理工程现状详见表3。

表2 项目主要治理内容表

序号	名称	建筑类型	占地面积(m <sup>2</sup> )	建（构）筑物基本情况						
				间	长(m)	宽(m)	高(m)	地面(m <sup>2</sup> )	屋顶(m <sup>2</sup> )	墙面(m <sup>2</sup> )
1	拉丝车间1	砖木	296.18	6	30.30	8.50	6.71	257.55	334.82	984.36
2	拉丝车间2	砖木	168.13	3	17.20	8.50	6.71	146.20	190.06	632.75
3	库房	砖木	170.78	3	16.50	9.00	3.67	148.50	168.30	506.46
4	实验室及设备间	砖木	265.65	6	38.50	6.00	4.75	231.00	277.20	1187.50
5	浴室	浴室1	79.93	1	6.50	3.00	3.90	19.50	27.30	122.85
		浴室2		1	6.50	4.00	5.00	26.00	33.80	145.00
		浴室3		1	8.00	3.00	3.90	24.00	33.60	140.40
6	粉末车间	砖混	586.50	7	34.00	9.00	7.51	306.00	346.80	1036.38
	粉末车间办公室	砖混		7	34.00	6.00	4.13	204.00	244.80	817.74
7	磨床、退火、油压、锤熔车间	砖混	817.65	14	70.00	9.50	5.00	665.00	749.00	1875.00
		砖混		1	11.50	4.00	5.00	46.00	/	155.00
8	二层构筑房	砖混	87.98	2	8.50	4.50	8.93	76.50	96.90	464.36

**续表 2 项目主要治理内容表**

序号	名称		建筑类型	占地面积(m <sup>2</sup> )	建(构)筑物基本情况						
					间	长(m)	宽(m)	高(m)	地面(m <sup>2</sup> )	屋顶(m <sup>2</sup> )	墙面(m <sup>2</sup> )
9	氨气室	氨气室1	砖混	227.13	1	10.00	8.00	5.70	80.00	92.00	353.40
		氨气室2	砖混		1	10.00	6.00	6.93	60.00	72.00	374.22
		氨气室	混凝土		1	11.50	5.00	/	57.50	/	/
10	锅炉房		砖混	126.50	1	10.00	11.00	5.02	110.00	122.00	421.68
11	地下通道		砖混	/	/	15.00	3.00	3.00	180.00	/	/
12	水泥池		砖混	/	/	/	/	/	182.55	/	/
13	污泥地面	一类污染区	道路	/	/	/	/	/	1818.50	/	/
14		二类污染区	道路	/	/	/	/	/	3638.00	/	/

**表 3 已治理放射性污染物工程量**

序号	治理部位	单位	工程量
1	拉丝车间 1	m <sup>3</sup>	180.25
2	拉丝车间 2	m <sup>3</sup>	25.35
3	拉丝车间后	m <sup>3</sup>	177.10
4	库房	m <sup>3</sup>	252.76
5	库房南	m <sup>3</sup>	17.31
6	库房后	m <sup>3</sup>	18.01
7	库房前	m <sup>3</sup>	181.03
8	杂物间北	m <sup>3</sup>	22.10
9	粉末车间北	m <sup>3</sup>	86.87
10	锤熔车间	m <sup>3</sup>	654.58
11	锤熔车间原料库	m <sup>3</sup>	82.16
12	循环水池	m <sup>3</sup>	88.24
13	循环水池边	m <sup>3</sup>	477.20
14	浴室北	m <sup>3</sup>	19.44
15	煤渣堆	m <sup>3</sup>	71.67
16	实验室	m <sup>3</sup>	15.60
17	2号花园	m <sup>3</sup>	123.20
18	1号花园	m <sup>3</sup>	301.60
19	3号花园	m <sup>3</sup>	116.80
20	粉末车间	m <sup>3</sup>	81.16
21	粉末车间后	m <sup>3</sup>	101.45
22	磨床车间	m <sup>3</sup>	188.10
23	锅炉房	m <sup>3</sup>	60.89
24	氨气罐周围	m <sup>3</sup>	63.66
25	杂物间	m <sup>3</sup>	20.03
合计		/	3426.52

(2) 剩余治理工程

根据项目治理方案，项目后期工作量详见表4。



**表 4 已治理放射性污染物工程量**

序号	治理部位	序号	治理方法	单位	工程量	
一	拉丝车间 1	1	污土清挖（挖深 1.0m）	m <sup>2</sup>	150.21	
		2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	150.21	
		3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	150.21	
二	库房区	库房	1	污土清挖（挖深 1.0m）	m <sup>2</sup>	187.23
			2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	187.23
			3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	187.23
		库房南	1	污土清挖（挖深 1.5m）	m <sup>2</sup>	28.85
			2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	43.28
			3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	43.28
		库房后	1	污土清挖（挖深 1.5m）	m <sup>2</sup>	30.02
			2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	45.03
			3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	45.03
		库房前	1	污土清挖（挖深 1.5m）	m <sup>2</sup>	181.03
			2	混凝土地面拆除（20cm）	m <sup>2</sup>	181.03
			3	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	307.75
			4	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	307.75
		杂物间北	1	污土清挖（挖深 1.5m）	m <sup>2</sup>	44.19
			2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	66.29
3	废物运输（运距 160km）		m <sup>3</sup>	66.29		
三	锤熔车间区	锤熔车间	1	污土清挖（挖深 1.5m）	m <sup>2</sup>	503.52
			2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	755.28
			3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	755.28
		锤熔车间原料库	1	污土清挖（挖深 2.0m）	m <sup>2</sup>	30.43
			2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	60.86
			3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	60.86
四	粉末车间北	1	污土清挖（挖深 1.5m）	m <sup>2</sup>	57.91	
		2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	86.87	
		3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	86.87	
五	循环水池边	1	污土清挖（挖深 1.0m）	m <sup>2</sup>	318.13	
		2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	318.13	
		3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	318.13	
六	浴室北	1	污土清挖（挖深 1.0m）	m <sup>2</sup>	14.95	
		2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	14.95	
		3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	14.95	
七	煤渣堆	1	污土清挖（挖深 1.0m）	m <sup>2</sup>	71.67	
		2	废物整备与固化	m <sup>3</sup>	71.67	
		3	废物运输（运距 160km）	m <sup>3</sup>	71.67	
合计			/	m <sup>3</sup>	2107.54	

**3、拟用坑道选择及现状**

### (1) 选择放射性废物处置场地的原则

为避免造成新的污染，容纳放射性废物与污染物的处置场地选择在人口相对稀少、周围水系较不发育，坑道内长年无涌出水，地质环境稳定、交通相对方便、不存在开发与利用前景，相对较为偏僻且运输、人工搬运距离尽可能短，且不会增加新的核素，重新打开并封闭后，不会对原治理工程的功能、安全性及稳定性产生不利影响。放射性废物放置后不会对当地辐射环境造成影响的军工退役铀矿探矿坑道，适宜继续放置极低放射性废物。

### (2) 放射性废物处置场地的选择

根据以上原则，适合储存条件的处置场所有两处，第一处为位于陕西省柞水县九间房乡 1102 矿点的 KD-1 坑道，坑道总长 900 多 m，原为无水坑道，经核实后，坑道内存在微量积水，运输距离较长，大约为 360km，且运途中会经过西安市区。

第二处位于宝鸡市陈仓区新街镇姚尔沟上坪村北沟支沟半坡 1105 矿点的 KD-2161、KD-2162、KD-2163 坑道，三处坑道均为无水坑道，运输距离较短，大约为 160km。该处场址中 KD-2161 坑道为退役项目现使用坑道，拟新选用的 KD-2162、KD-2163 坑道与 KD-2161 坑道相邻，处于同一沟道，选用该场址可不新增运输路线，不新增处置地。

因此，经综合考虑，拟在宝鸡市陈仓区新街镇境内选择原 70 年代从事军工铀矿地质勘探已退役的铀矿勘探坑道 KD-2161、KD-2162、KD-2163 作为太白县钨制品厂退役治理项目放射性污染物处置场地。

### (3) 放射性场所现状

处置场所选择的铀矿地质勘探坑道属于《陕西地区军工铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治工程》二期项目中的治理工程，该工程已于 2016 年 11 月~2019 年 7 月间经过退役整治，现坑道口已封闭，适合存放放射性废物。坑道总容量可存放约 5732m<sup>3</sup> 左右的废物。目前该项目已经通过相关部门竣工验收并纳入已退役铀矿点的管理之中。坑道治理前和治理后状况见图 1-4。



图 1-4 拟用坑道现状照片

目前 KD-2162 坑道已存放放射性废物约 2800m<sup>3</sup>，均按照治理方案要求编号放置，目前还余 70m 坑道，可存放污染物 200m<sup>3</sup>~280m<sup>3</sup>，为后期高放值废物储备地点。KD-2161、KD-2163 尚未开始堆放放射性废物。

## 九、选址合理性分析

### 1、处置场所选址合理性分析

KD-2161、KD-2162、KD-2163 坑道位于宝鸡市陈仓区新街镇姚尔沟上坪村北沟支沟半坡（KD-2161 地理坐标：E106.863871°，N34.631570°；KD-2162 地理坐标：E106.863191°，N34.633045°；KD-2163 地理坐标：E106.869006°，N34.633420°），隶属 1105 矿点，坑道口距村村通公路和最近的居民点约 3.3km，矿点附近无散户居民，对周

边居民影响轻微。

KD-2161、KD-2162、KD-2163 坑道围岩为花岗岩，坑道范围内无有破坏性断裂构造通过，地质结构相对简单稳定，岩石渗透性低；周边无滑坡体或崩塌体，地质环境稳定，不存在地质灾害隐患。1105 矿点区内地表水呈树枝状分布，沟谷中下游有长年流水，矿区内主要水系为姚尔沟，是北川河支流，姚尔沟的常水水流量为  $0.2\text{m}^3/\text{s}$ ，年最枯流量  $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 。坑口位于半山坡，附近无地表径流，坑道内无地下水，为无水坑道。

KD-2161、KD-2162、KD-2163 坑道属于铀矿探矿坑道，勘探工作从 1962 年开始持续至 1980 年结束，钻探揭露深度在  $50\text{m}\sim 300\text{m}$  之间，坑探深度  $234\sim 1846\text{m}$  之间。洞口标高  $1489.1\sim 1549.8\text{m}$ ，坑口宽度  $2\sim 2.5\text{m}$ ，高度  $2\sim 2.5\text{m}$ 。该矿点勘探工作于 1980 年完成并提交了评价报告，经评价不具备开采价值。

根据《陕西省主体功能区规划》，坑道位于新街镇姚尔沟上坪村北沟支沟半坡，主要以减少林木采伐，恢复山地植被，减少水土流失和地质灾害，保护生物多样性为主，本次坑道填埋后进行生态环境恢复，与该规划要求符合。

同时，处置场所选择的铀矿地质勘探坑道属于《陕西地区军工铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治工程》二期项目中的治理工程。该工程是由核工业西北放射性地质矿产管理办公室负责，是根据国防科工局、国家环境保护部、中国核工业地质局的有关要求而开展的铀矿地质勘探设施退役整治工程，该工程符合《铀矿地质退役工程废渣治理项目管理办法》、《铀矿冶设施退役工作的五项管理规定》（核总矿发〔1995〕135 号）、《铀矿地质辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009）、《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-95），该工程已于 2016 年 11 月~2019 年 7 月间经过退役整治，现坑道口已封闭，适合存放放射性废物。坑道总容量可存放约  $5732\text{m}^3$  左右的废物。目前该项目已经通过相关部门竣工验收并纳入已退役铀矿点的管理之中。经监测坑道治理前氡析出率最小值为  $0.52\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，最大值为  $1.36\text{q}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，平均值为  $1.05\text{q}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 。

## 2、运输道路选址合理性分析

项目运输道路优先选用大路，并避开市区、人口密集区，以高速优先，可有效降低对运输道路沿线的环境影响，选址较为合理。

## 十、评价目的

(1) 获取项目所在地的环境现状资料、基础数据与项目污染状况调查，预测本项退役工程的辐射环境影响；

(2) 寻求可行的减少污染的防治对策与措施，从环境保护角度提出可持续发展的策略，进一步优化退役工程环境治理方案；

(3) 分析退役环境治理施工期间与环境治理完成后的辐射水平对附近居民的辐射影响；

(4) 分析放射性废物场所关闭后的辐射水平及对周围公众环境影响，保护受影响公众的健康和安全。

(5) 掌握该退役场址的辐射环境现状，评价场址能否达到无限制开放要求；

(6) 根据国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目退役过程中的辐射环境管理提供科学依据。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

**表 4 射线装置**

**(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器**

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途**

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV) /最大能量 (MeV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	

**(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源**

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性废料	固态	<sup>232</sup> Th	4.76×10 <sup>9</sup> Bq/a	/	/	/	治理厂区	KD-2161、 KD-2162、 KD-2163 坑道
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。



表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015 年 1 月 1 日实施;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》, 2018 年 12 月 29 日修订;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日实施;</p> <p>(4) 《中华人民共和国水污染防治法(2017 年修订)》, 2017 年 6 月 27 日实施;</p> <p>(5) 《中华人民共和国大气污染防治法(2018 年修订)》, 2016 年 1 月 1 日实施;</p> <p>(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法(修订)》, 2020 年 9 月 1 日实施;</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》, 部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日实施;</p> <p>(8) 《放射性废物安全管理条例》, 2012 年 3 月 1 日实施;</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 2019 年 8 月 22 日修订;</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日实施;</p> <p>(11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》, 环境保护部环发〔2008〕13 号, 2008 年 4 月 14 日;</p> <p>(12) 《放射性物品运输安全管理条例》, 2010 年 1 月 1 日实施;</p> <p>(13) 《放射性物品运输安全许可管理办法》, 环保部令〔2010〕第 11 号, 2010 年 11 月 1 日;</p> <p>(14) 《放射性物品道路运输管理规定》, 交通运输部令 2016 年第 71 号, 2016 年 9 月 2 日;</p> <p>(15) 《陕西省放射性污染防治条例》(2019 年修正), 2019 年 11 月 6 日;</p> <p>(16) 《关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》, 陕环办发〔2018〕29 号, 2018 年 6 月 6 日。</p>
------	--

<p><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(2) 《放射性废物分类》(2017年);</p> <p>(3) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);</p> <p>(4) 《放射性物质安全运输规程》(GB11806-2004);</p> <p>(5) 《铀矿冶设施退役整治工程设计规定》(EJ1107-2000);</p> <p>(6) 《低、中水平放射性固体废物包安全标准》(GB 12711-2018);</p> <p>(7) 《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)》(HJ 53-2000);</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001);</p> <p>(9) 《地面伽玛能谱测量规范》(EJ/T363-2012);</p> <p>(10) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(11) 《环境空气质量标准》(GB3095-1996);</p> <p>(12) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);</p> <p>(13) 《生活饮用水水质卫生规范》(GB5749-2006);</p> <p>(14) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);</p> <p>(15) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)。</p>
<p><b>其他</b></p>	<p>(1) 太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目(变动)环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 《太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目治理方案》(中陕核工业集团二一一大队有限公司);</p> <p>(3) 《太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目环境影响报告表》,核工业二〇三研究所;</p> <p>(4) 《关于太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目环境影响报告表的批复》,陕西省生态环境厅,2019年12月3日;</p> <p>(5) 《陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程》,核工业二〇三研究所;</p> <p>(6) 《太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目补救方案》(中陕核工业集团二一一大队有限公司);</p> <p>(7) 宝钛太白新材料科技有限公司提供的相关技术资料。</p>

**表 7 保护目标及评价标准**

**评价范围**

该项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役治理项目，参照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围”的要求，确定本项目太白县钨制品厂评价范围为厂区生产区围墙外 50m 区域。

处置坑道、运输道路评价范围参照已批复的《太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目环境影响报告表》执行，处置坑道评价范围为坑道周围 600m，运输道路评价范围为运输道路及道路外侧 10m。

**保护目标**

本项目主要保护目标为退役工作人员（计划配备 12 名工作人员）及太白县钨制品厂周围马耳山村村民。本项目环境保护目标见表 7-1。主要环境保护目标位置关系图见图 1-1~图 1-3。

**表 7-1 主要环境保护目标一览表**

序号	活动场所	保护目标		相对位置关系		年有效剂量控制水平
		名称	规模(人数)	方位	距离(m)	
1	太白县钨制品厂	退役工作人员	12 人	/	/	≤5mSv
2	马耳山村	村民	12 户约 35 人	四周	0~50	≤0.1mSv
3	石头河	石头河	/	西南侧	95	/
4	石头河水库水源保护区	石头河水库水源保护区	/	四周	/	/

## 评价标准

### 一、剂量管理限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定,剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内;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: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; 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值:年有效剂量, 1mSv。

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB18871 的要求,退役过程中,辐射防护的剂量约束值规定为:辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv; 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

### 二、退役过程流出物控制限值

气态流出物矿尘的排放限值控制: 100mg/m<sup>3</sup>;

液态流出物的排放限值控制: 铀+钍: 100μg/L; <sup>226</sup>镭: 1.1Bq/L;

### 三、表面放射性污染控制值及运输标准

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《低中水平放射性固体废物包装安全标准》(GB12711-91)、《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》(GBZ167-2005)等标准要求,项目退役时表面放射性污染控制值如下:

(1) 退役区域治理后:  $\gamma$  辐射剂量率为当地基本本底水平。

(2) 放射性源和废物包装后,外包装表面剂量率 $\leq 2.0\text{mSv/h}$ ,距离包装外表面 1m 处任意一点的剂量率 $\leq 0.1\text{mSv/h}$ 。

(3) 退役期间,工作人员的体表、衣物,作业使用的工具、设备放射性物质污染控制水平如下:

工具、设备:  $\alpha \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ;

工作服、手套、工作鞋:  $\alpha \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 4\text{Bq/cm}^2$ ;

手、皮肤、内衣、工作袜:  $\alpha \leq 0.04\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

(4) 设备、建(构)筑物拆除去污标准:  $\alpha \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ 。

(5) 运往外地的废放射源和中低放污染物,按 I 级货包运输。

### 四、退役后场址要求

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射性污染的

物料解控和场址开放的基本要求》(GBZ167-2005)、环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局联合发布的《放射性废物分类》(2017 第 65 号公告)。对于主要含天然放射性核素的大量物质,退役后持续照射应当采用年附加有效剂量不超过 1mSv 为豁免准则。本项目退役过程和退役后对场址的剂量限值要求为:

- (1) 工作人员在退役活动过程中 5mSv;
- (2) 公众成员在退役活动过程中 0.1mSv。

太白县钨制品厂址退役后需达到无限制开放场所使用要求,根据《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定》(HJ53-2000),相应于 0.1mSv/a 的剂量约束值土壤中剩余放射性可接受水平的参考值为: $^{232}\text{Th}6.3 \times 10^{-2}\text{Bq/g}$ 、 $^{238}\text{U}2.6 \times 10^{-2}\text{Bq/g}$ 。本工程治理后治理范围内土壤中铀、钍含量应与当地本底水平基本一致,即:土壤中铀含量 $\leq 5.11\text{mg/kg}$ 、钍含量 $\leq 15.44\text{mg/kg}$ 。项目退役竣工后工程涉及区域土壤应满足以上要求。

#### 五、环境贯穿辐射剂量率的管理限值

评价要求退役治理后环境中的贯穿辐射剂量率与当地本底水平基本一致。即: $\leq 179\text{nGy/h}$ (根据已批复的《太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目环境影响报告表》确定)。

表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

#### 一、项目地理位置

太白县钨制品厂位于陕西省宝鸡市太白县鹦鸽镇马耳山村界白云峡口、石头河右岸一级阶地上，地理坐标 E107.626223°、N34.055334°。太白县钨制品厂地理位置见图 1-1。

#### 二、环境质量和辐射现状监测

本项目治理前辐射环境质量现状数据由宝钛太白新材料科技有限公司委托核工业二〇三研究所、中陕核工业集团综合分析测试有限公司、西安志诚辐射环境检测有限公司进行，监测时间为 2019 年 9 月 6 日、2020 年 7 月 20 日，监测地点为太白县钨制品厂及其周边区域，监测单位按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）、《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）、《环境监测用 X、 $\gamma$  辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T 984-95）等有关要求进行监测。

##### 1、监测因子

$\gamma$  贯穿辐射吸收剂量率、铀含量、钍含量、 $\alpha$  表面沾污、 $\beta$  表面沾污。

##### 2、监测点位

在太白县钨制品厂生产厂区、厂区周边、厂区上游、下游马耳山村村民住宅及庭院、石头河河水及底泥进行监测，监测点位布设情况详见图 8-1~图 8-4。



图 8-1 项目石头河水样（底泥）监测点位图



图 8-2 治理前生产厂区土壤、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、铀、钍监测点位图



图 8-3 治理前生产厂区  $\gamma$  贯穿辐射剂量率监测点位图



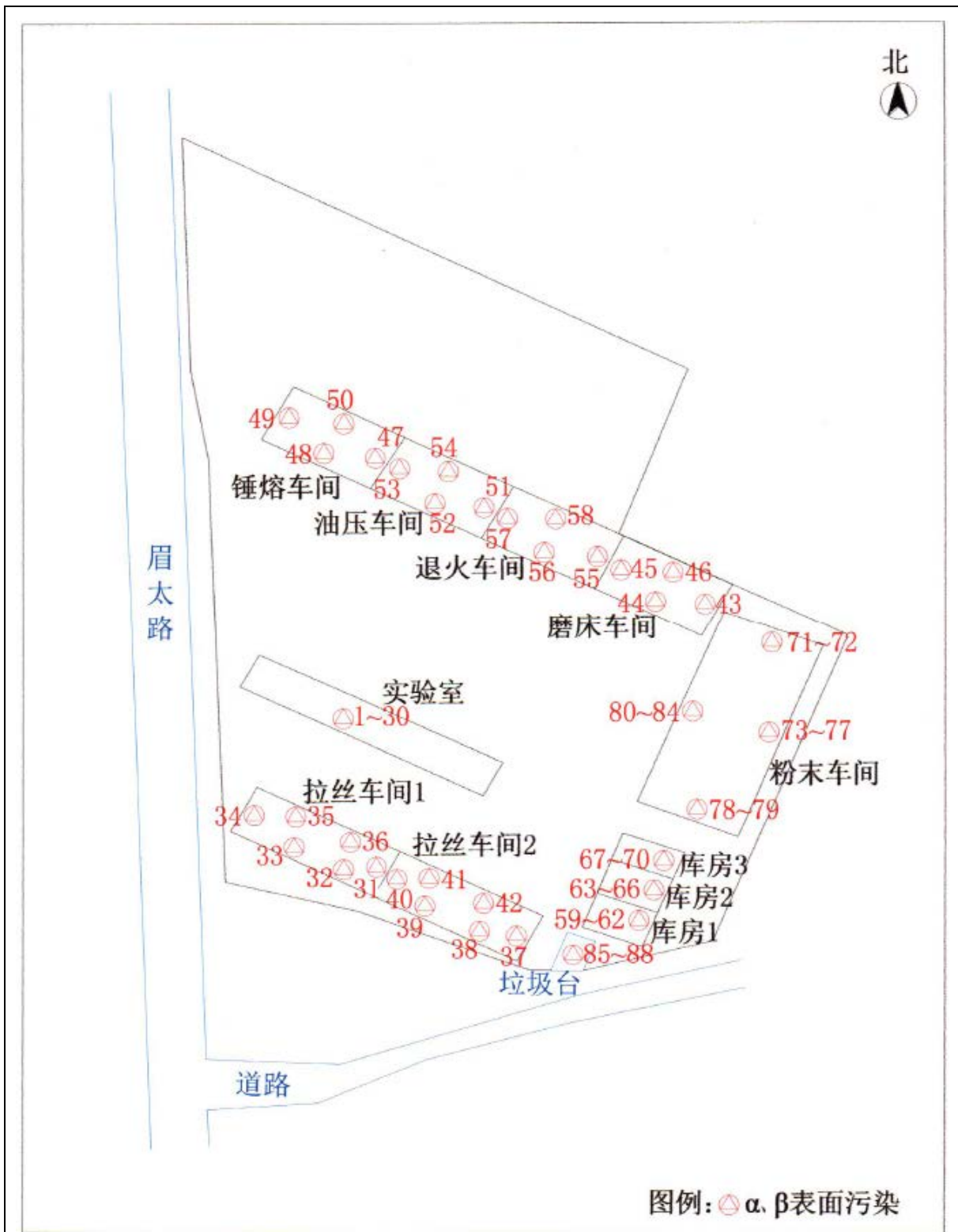


图 8-4 现阶段生产厂区 α、β 表面污染监测点位图

### 3、监测概况

(1) 监测日期

2019 年 9 月 6 日、2020 年 7 月 20 日。

(2) 监测方法、监测仪器及检测限值

表 8-1 治理前检测监测方法、监测仪器及检测限值

监测项目	方法名称	使用仪器	检测下限	检定单位	检定有效期
U、Th	《环境样品中微量铀的分析方法》(HJ840-2017)	MUA 型激光荧光仪、UV-2600 型紫外可见分光光度计、GMX-45 高纯 $\gamma$ 谱仪、XSERIES II 型 ICP-MS	/	/	/
$^{226}\text{Ra}$ 、 $^{40}\text{K}$	《土壤中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》(GB/T11743-2013)		/	/	/
$\gamma$ 辐射剂量率	《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)	FD-3013 环境 $\gamma$ 辐射剂量率仪	20nGy/h	国防科技工业 1313 二级计量站	2019.4~2020.4

表 8-2 治理后检测监测方法、监测仪器及检测限值

监测项目	方法名称	使用仪器	检测下限	检定单位	检定有效期
$\gamma$ 辐射剂量率	《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)	FD-3013 环境 $\gamma$ 辐射剂量率仪	20nGy/h	国防科技工业 1313 二级计量站	2020.4~2021.4
$\alpha$ 、 $\beta$ 表面沾污	《表面污染测定第 1 部分： $\beta$ 发射体 ( $E_{\beta\text{max}} > 0.15\text{MeV}$ ) 和 $\alpha$ 发射体》(GB/T 14056.1-2008)、《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染测量仪	0.1cps~99999cps	中国计量科学研究院	2019.9~2020.9

(3) 质量保证

按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)、《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)、《环境监测用 X、 $\gamma$  辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》(EJ/T 984-95) 的要求, 实施监测全过程质量控制。合理布设监测点位, 保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性。所用监测仪器全部经过计量部门检定, 并在有效期内。监测数据严格实行三级审核制度。

4、辐射环境质量现状

(1) 治理前项目区域现状监测结果

治理工程实施前, 项目辐射环境质量现状监测结果见表 8-3。

表 8-3 项目辐射环境质量现状监测结果

检测编号	原样编号	Th ( $\mu\text{g/L}$ )	U ( $\mu\text{g/L}$ )	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)	$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)
19HJ0186	T 区(石头河)上游水样	0.032	0.96	/	/
19HJ0187	T 区(石头河)下游水样	0.056	0.39	/	/

续表 8-3 项目辐射环境质量现状监测结果

检测编号	原样编号	Th (mg/kg)	U (mg/kg)	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)	$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)	
19HJ0175	T 区(石头河)上游底泥	8.0	2.01	63.7	1137	
19HJ0185	T 区(石头河)下游底泥	11.9	2.26	6.20	1007	
19HJ0176	厂区土样监测结果	粉末车间后围墙外	20.4	3.16	59.8	881
19HJ0177		锤熔车间围墙外	13.1	2.53	43.6	903
19HJ0178		拉丝车间背后垃圾堆	22.8	3.20	70.6	879
19HJ0179		库房门口	44.3	1.83	48.2	848
19HJ0180		花园 1	38.0	4.46	63.4	777
19HJ0181		花园 2	42.8	2.90	46.8	864
19HJ0182		花园 3	18.2	2.73	31.7	653
19HJ0183		锤熔车间后	1594	3.56	47.3	1118
19HJ0184		实验室门口绿化带	23.0	2.41	33.2	920

表 8-3 监测结果表明,项目厂区土样监测结果各监测值明显高于石头河底泥及水样监测值,说明厂区污染较严重。

(2) 治理前项目场址及周边辐射环境监测

① 治理前场址周边辐射环境本底监测

治理工程实施前,在厂区周围、厂区上游和居民住宅选取监测点进行监测,辐射环境本底值  $\gamma$  贯穿辐射剂量率及地表铀、钍含量监测结果见表 8-4。

表 8-4 辐射环境本底值监测结果

监测点位	$\gamma$ 贯穿辐射剂量率 (nGy/h)			铀含量 (mg/kg)			钍含量 (mg/kg)		
	测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
厂区周围	20	110~205	141	20	1.18~5.36	3.43	20	10.08~31.40	16.97
厂区上游	10	163~179	173	10	4.43~8.35	6.10	10	3.36~12.44	9.38
厂区下游	10	155~179	169	10	2.89~22.23	5.81	10	8.12~27.11	19.98
均值	/	/	161	/	/	5.11	/	/	15.44

备注:表格数据由 211 大队自行监测。

表 8-4 监测结果表明,项目周边辐射环境本底值  $\gamma$  贯穿辐射剂量率均值为 161nGy/h,地表铀、钍含量均值分别为 5.11mg/kg、15.44mg/kg。

② 治理前生产厂区辐射监测结果

治理工程实施前，太白县钨制品厂生产厂区放射性污染源项监测结果见表 8-5。

表 8-5 太白县钨制品厂生产厂区放射性污染源项监测结果

监测 点位	γ 贯穿辐射剂量率 (nGy/h)			铀含量 (mg/kg)			钍含量 (mg/kg)			α 表面沾污 (Bq/cm <sup>2</sup> )			β 表面沾污 (Bq/cm <sup>2</sup> )		
	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值
拉丝 车间 2	9	167 ~ 641	404	4	10.5 0~ 54.6 9	26.7 9	4	36.68 ~ 345.18	207. 88	8	0.20~ 0.80	0.2 7	8	0.30 ~ 8.50	0.95
拉丝 车间 1	6	222 ~ 459	341												
库房	12	239 ~ 477	358	5	9.71 ~ 17.1 8	13.5 6	5	55.70 ~ 86.46	69.2 1	2	0.03~ 0.04	0.0 35	2	0.1~ 0.23	0.165
粉末 车间	13	120 ~ 917	519	6	4.55 ~ 27.3 1	16.3 0	519	31.40 ~ 435.21	134. 60	2	0.25~ 3.60	0.7 5	2	1.60 ~ 3.09	1.94
垃圾 台	4	204 ~ 382	293	/	/	/	/	/	/	2	0.19~ 0.23	0.2 1	2	1.44 ~ 2.89	2.44
浴室	2	181 ~ 235	208	2	6.55 ~ 8.59	7.57	2	36.96 ~ 57.47	47.2 0	/	/	/	/	/	/
实验 室	13	167 ~ 1176	372	8	4.92 ~ 82.0 0	27.5 9	8	24.42 ~ 738.32	214. 39	4	0.31~ 2.00	1.0 1	4	0.19 ~ 2.80	1.16
磨床 车间	9	178 ~ 739	459	3	7.44 ~ 30.8 7	17.1 8	3	42.35 ~ 237.90	111.7 1	2	0.05~ 0.08	0.0 65	2	0.1~ 1.10	0.6
退火 车间	7	1137 ~ 1681 7	8977	1	/	1574 .94	1	/	6453 .41	3	0.30~ 1.42	0.7 0	3	0.52 ~ 4.72	2.62

表 8-5 太白县钨制品厂生产厂区放射性污染源项监测结果

监测 点位	γ 贯穿辐射剂量率 (nGy/h)			铀含量 (mg/kg)			钍含量 (mg/kg)			α 表面沾污 (Bq/cm <sup>2</sup> )			β 表面沾污 (Bq/cm <sup>2</sup> )		
	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值	测 点 数	范 围 值	均 值
油压 车间	4	289 ~ 4276	2283	4	134. 94~ 805. 60	426. 28	4	1229.2 5~ 4546.0 2	2703 .12	2	0.42~ 0.50	0.4 6	2	0.76 ~ 7.42	5.48
锤熔 车间	6	687 ~ 2229 32	1181 0	2	23.2 6~ 2430 .89	1227 .08	2	215.86 ~ 3725.6 6	1970 .76	4	0.42~ 24.00	6.7 18	4	3.30 ~ 150.0 0	49.13 8
氢气 室	2	145 ~ 181	163	2	4.01 ~ 4.05	4.03	2	18.09 ~ 24.19	21.1 4	/	/	/	/	/	/
氨气 室	2	142 ~ 159	151	3	3.33 ~ 4.82	3.87	3	19.47 ~ 20.33	19.9 0	/	/	/	/	/	/
锅炉 房	2	144 ~ 342	243	2	4.80 ~ 11.65	8.23	2	19.89 ~ 35.02	27.4 6	/	/	/	/	/	/
二层 小楼	2	232 ~ 275	254	2	4.39 ~ 11.29	7.84	2	24.86 ~ 96.76	60.8 1	/	/	/	/	/	/
水泥 池	2	165 ~ 224	195	/	/	/	/	/	/	2	0.07~ 0.14	0.1 0	2	3.03 ~ 3.96	3.53
水泥 台	2	163 ~ 217	190	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
循环 水泥 池	2	273 ~ 1201	737	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
氨气 罐处	2	164 ~ 207	186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
场地 地面	75 9	108 ~ 6707	309	37	3.91 ~ 434. 72	48.2	37	15.58 ~ 2449.1 0	310. 81	/	/	/	/	/	/

备注：表格数据由 211 大队自行监测。

表 8-5 监测结果表明，治理前项目生产区各区域辐射环境  $\gamma$  贯穿辐射剂量率均值范围为 151~11810nGy/h，大部分区域远大于周边本底现状监测均值（161nGy/h）；治理前项目生产区各区域地表铀、钍含量均值范围分别为 3.87~1574.94mg/kg、19.90~6453.41mg/kg，大部分区域远大于项目周边本底现状监测均值（5.11mg/kg、15.44mg/kg）；治理前项目生产区各区域  $\alpha$ 、 $\beta$  表面沾污均值范围分别为 0.035~6.718 Bq/cm<sup>2</sup>、0.165~49.138 Bq/cm<sup>2</sup>，绝大部分区域远大于退役时设备、建（构）筑物拆除去污标准（ $\alpha \leq 0.08 \text{ Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ ）。

(3) 治理后项目区域本底监测结果

治理工程实施至今，太白县钨制品厂生产厂区放射性污染源项监测结果见表 8-6、表 8-7。

表 8-6 治理至今太白县钨制品厂生产厂区  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染监测结果

监测点位	$\alpha$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )		$\beta$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )	
	测点数	均值范围	测点数	范围值
实验室	30	未检出~0.085	30	0.047~0.368
拉丝车间 1	6	未检出~0.016	6	0.144~0.483
拉丝车间 2	6	0.016~0.065	6	0.166~0.875
磨床车间	4	0.027~0.106	4	0.186~0.370
锤熔车间	4	0.026~0.205	4	0.157~0.782
油压车间	4	0.016~0.027	4	0.024~0.049
退火车间	4	0.016~0.034	4	0.020~0.039
库房	12	未检出~0.028	12	0.137~0.496
粉末车间	14	未检出~0.059	14	0.006~0.495
垃圾台	4	0.108~0.132	4	0.489~0.709

表 8-6 监测结果表明，治理至今太白县钨制品厂生产厂区  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染均值范围分别为未检出~0.205Bq/cm<sup>2</sup>、0.006~0.875Bq/cm<sup>2</sup>，除实验室、磨床车间、锤熔车间、垃圾台、拉丝车间 2 外，其余区域满足退役时设备、建（构）筑物拆除去污标准（ $\alpha \leq 0.08 \text{ Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ ）。

表 8-7 治理至今太白县钨制品厂生产厂区  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

监测位置	/	$\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)				
		测点深度 0 (cm)	0.30 (cm)	0.60 (cm)	0.90 (cm)	1.20 (cm)
拉丝车间	监测点 1	394	927	3303	541	280
	2	238	953	2932	505	227
	3	241	901	2905	513	259
库房 1	1	303	817	3261	468	273
	2	291	815	3316	466	283

续表 8-7 治理至今太白县钨制品厂生产厂区  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

监测位置	/	$\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)				
	测点深度 监测点	0 (cm)	0.30 (cm)	0.60 (cm)	0.90 (cm)	1.20 (cm)
库房 1	3	281	827	3353	470	285
	4	281	818	3266	471	281
	5	241	1633	2830	842	248
锤熔车间	1	3949	2234	984	636	347
	2	3967	3816	6404	560	351
	3	14607	5264	3607	722	688
	4	24532	14373	7198	635	501
	5	14733	2706	557	512	351
浴室北侧	1	254	1357	836	658	228
	2	332	1677	782	462	239
	3	302	1478	835	533	211
粉末车间 北侧	1	554	589	1844	1104	442
	2	744	889	4583	2582	503
	3	537	616	5832	3689	552
	4	549	649	1345	995	532

续表 8-7 治理至今太白县钨制品厂生产厂区  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

监测位置	/	$\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)									
	测点深度 (cm) 监测点	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70
锤熔 车间 原料 库	1	1857	979	769	567	490	446	438	398	368	330
	2	1702	883	722	517	493	431	436	381	363	334
	3	6520	4627	3217	1064	869	831	791	735	657	445
	4	7347	8525	9865	12072	3575	1252				
	5	21831	26263	29006	51814	23229	9867	6703	5410	3688	2479

备注：表格数据由 211 大队自行监测。

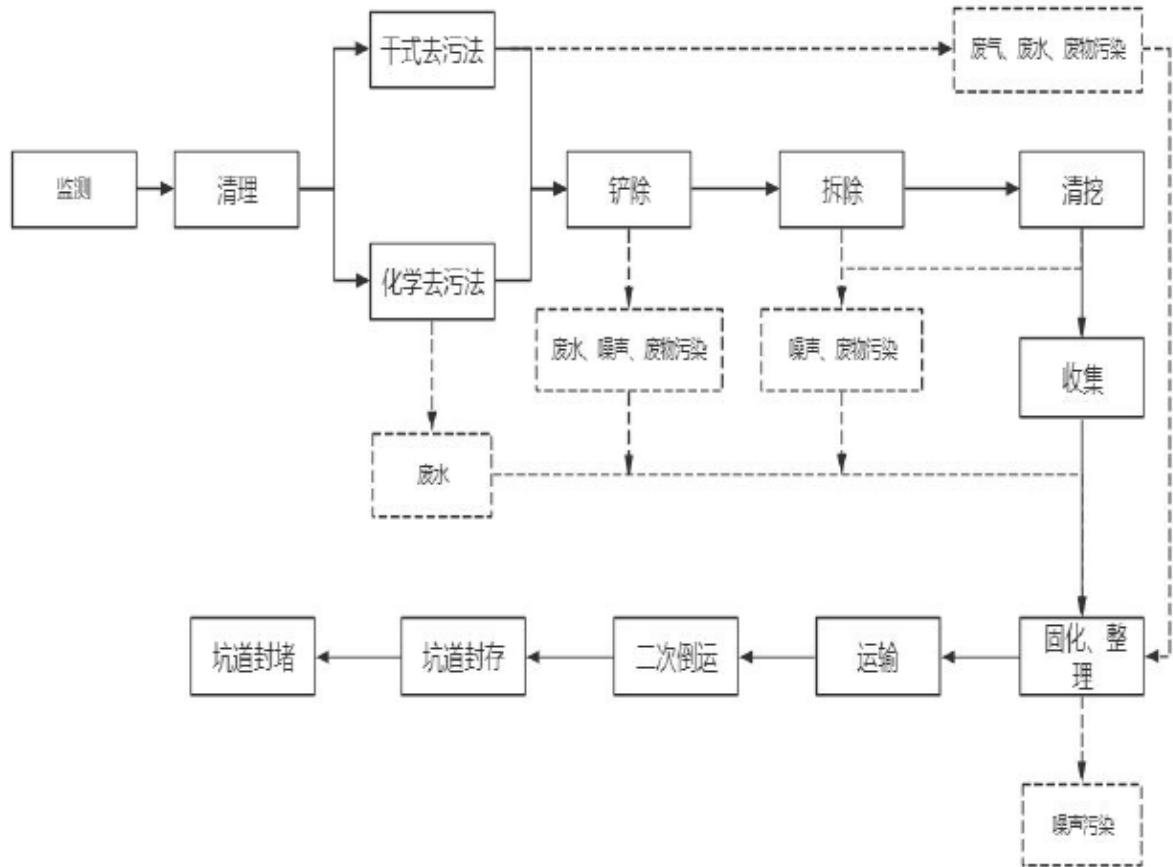
表 8-7 监测结果表明，治理至今太白县钨制品厂生产厂区仍有部分区域辐射环境  $\gamma$  贯穿辐射剂量率远大于周边本底现状监测均值（161nGy/h）。

**表 9 项目工程分析和源项**

**工程设备和工艺分析**

**一、退役工艺流程**

本退役场所的辐射环境前期调查由退役单位委托 211 大队完成，部分样品送第三方检测。本次退役工艺流程及产污节点图见图 9-1。



**图 9-1 施工工艺流程及产污节点图**

**二、治理前污染源分析**

通过现场监测，治理工程实施前，太白县钨制品厂生产厂区放射性污染的污染源项是：建（构）筑物及附属设施、含放射性的废物及受污染的垃圾、道路、地面等。按功能可分为三类，即：建（构）筑物，水泥池，受放射性污染的场地、道路，各污染源项分述如下：

**1、建（构）筑物**

生产厂区内的建（构）筑物主要有拉丝车间、粉末车间、磨床车间、添加车间、退火车间、油压车间、锤熔车间、库房、试验室及设备间、氨气室、锅炉房、浴室等建（构）筑物，总建筑面积 2457.75m<sup>2</sup>，因从事放射性作业或受放射性污染影响，使各建（构）筑



物内墙面、地面、屋顶，室内现存的工作台、办公用品、仪器、设备设施底座及随意堆积的材料、杂物等均有不同程度的放射性污染（见照片 9-1），其中： $\gamma$  辐射剂量率平均值 809.01nGy/h，最高达 22932nGy/h，是本底值的 4.52 倍，最大 128.11 倍；建（构）筑物内地面表层中铀含量平均值 143.75mg/kg，最高 2430.89mg/kg，是本底值的 28.13 倍，最大 475.71 倍；钍含量平均值 574.18mg/kg，最高 6453.41mg/kg，是本底值的 37.19 倍，最大 423.80 倍；墙体、地面  $\alpha$  表面沾污平均值 0.13Bq/cm<sup>2</sup>、最高 24Bq/cm<sup>2</sup>； $\beta$  表面沾污平均值 7.2Bq/cm<sup>2</sup>、最高 150Bq/cm<sup>2</sup>。各源项参数均大大超过了相应的本底值或国家规定的限值。



照片 9-1 治理前太白县钨制品厂建（构）筑物内部现状照片

## 2、生产厂区内的水泥池

在生产厂区内共有大小水泥池 7 个（照片 9-2），混凝土或浆砌石结构，长 2~3.5m、宽 1~2.5m、高（深）1~3m；循环池 2 个，连在一起，浆砌石结构，池长 23.5m、宽 7.5m、深约 5m（不含地基）、壁厚约 0.6m，中间用浆砌石墙隔开，占地面积约 182.55m<sup>2</sup>。现水泥池中均有未清理完的含放射性废物且辐射强度较高， $\gamma$  辐射剂量率平均值 421.39nGy/h，最高达 1200nGy/h，分别是本底值的 2.35 和 6.70 倍； $\alpha$  表面沾污平均值 0.1Bq/cm<sup>2</sup>， $\beta$  表面沾污平均值 3.53Bq/cm<sup>2</sup>。各源项参数均大大超过了相应的本底值或国家规定的限值。



照片 9-2 治理前生产厂区内水泥池现状照片

### 3、厂区花园

厂区花园面积约 15m<sup>2</sup>，监测显示是放射性高场，污染的原因可能是生产期间用污水浇灌花草，放射性核素富集在土壤所致。现状为花园植被比较好，已完全被植被覆盖。

### 4、受放射性污染的场地、道路

在生产厂区内的煤堆内、厂房前后、绿化带内均发现了大范围的高辐射场（见照片 9-3），最大 2 片高辐射场一片位于锤熔车间后面，面积约 320m<sup>2</sup>，可见厚度 0.5~1.2m；一片位于锅炉房南面，锤熔车间西面的煤堆之中，面积约 560m<sup>2</sup>（见照片 9-4），可见厚度 0.2~1.0m。在生产和停产期间，含放射性物质无序堆放、泄漏，抛撒在运输道路和厂区内的地面，没有及时清理，因受风、雨等自然因素和人为因素的影响，使放射性物质通过渗透、扩散等途径对整个生产厂区范围内的道路、场地造成了不同程度的放射性污染（见照片 9-5）。 $\gamma$  辐射剂量率平均值 400.12nGy/h、最高达 6707nGy/h，分别是本底值的 2.24 和 37.47 倍；地面表层中铀含量平均值 48.20mg/kg、最高 434.72mg/kg，分别是本底值的 9.43 和 85.07 倍；钍含量平均值 310.81mg/kg、最高 2449.1mg/kg 分别是本底值的 20.13 和 158.62 倍；各源项参数均大大超过了相应的本底值或国家规定的限值。

生产厂区内地面、道路、绿地总面积 6041.93m<sup>2</sup>，污染面积达 5456.5m<sup>2</sup>。依据监测结果和《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T977-1995）将污染区进行分类， $\gamma$  贯穿辐射剂量率 $\geq$ 本底（179nGy/h）+174nGy/h，即： $\geq 353$ nGy/h 的为一类污染区，污染面积约 1818.5m<sup>2</sup>；179nGy/h $<$  $\gamma$  贯穿辐射剂量率值 $< 353$ nGy/h 的为二类污染区，污染面积约 3638m<sup>2</sup>；另有 585.43m<sup>2</sup> 未受或受轻微放射性物质污染的场地，存在部分生活垃圾及工业垃圾。



照片 9-3 治理前室外地面及绿化带现场照片



照片 9-4 治理前锅炉房南侧煤渣堆现场照片



照片 9-5 治理前室外地面、路面抛洒现场照片

根据污染场所能谱测量的退火车间为本污染场地最高点，钍为 6453.41PPm ( $6453.41 \times 10^{-6}\text{g/g}$ )；铀为 1574.PPm ( $1574 \times 10^{-6}\text{g/g}$ )，估算的清除污染收集的放射性废物活度估计值为： $4.56 \times 10^4\text{Bq/kg}$ ，（其中天然钍： $2.62 \times 10^4\text{Bq/kg}$ ；天然铀： $1.936 \times 10^4\text{Bq/kg}$ ）。按照《放射性废物分类》（2017 年），第十二条：“低水平放射性废物的活度浓度的下限值为极低水平放射性活度浓度的上限值”“半衰期大于 5 年发射  $\alpha$  粒子的超铀核素，极低水平放射性核素的上限值为  $4.0 \times 10^5\text{Bq/kg}$ 。”。

本项目所预计的放射性废物活度浓度水平属于极低水平放射性废物，第十一条，“极低放射性废物：废物中放射性核素活度浓度接近或者略高于豁免水平或解控水平，长寿命放射性核素的活度浓度应当非常有限，仅需采取有限的包容和隔离措施，可以在地表填埋设施处置”。本项目退役所产生的放射性废物为极低放射性废物，运往铀矿勘探坑道填埋（封存）符合国家法律、法规要求。

### 5、石头河上下游底泥

通过监测结果显示 T 区（石头河）上游 U 为 2.01ppm ( $2.01 \times 10^{-6}\text{g/g}$ )、Th 为 8.0ppm ( $8.0 \times 10^{-6}\text{g/g}$ )， $^{226}\text{Ra}$  为 63.7Bq/kg， $^{40}\text{K}$  1137Bq/kg；T 区（石头河）下游 U 为 2.26ppm ( $2.26 \times 10^{-6}\text{g/g}$ )、Th 为 11.9ppm ( $11.9 \times 10^{-6}\text{g/g}$ )， $^{226}\text{Ra}$  为 6.20Bq/kg、 $^{40}\text{K}$  为 1007Bq/kg，均低于相应的背景值，符合相应的《土壤环境质量标准》。

### 三、治理工程现状污染源分析

自 2019 年 12 月起，经过几个月的全方面的治理，已治理辐射值符合治理方案本底值 179nGy/h 以下面积约占厂区总面积的五分之四，治理效果良好。但由于需要治理内容增

加，生产厂区尚有五分之一未治理，治理现状见图 9-2。



图 9-2 厂区治理工作平面图

剩余放射性污染的污染源项主要是生产厂区填埋物、渗透物污染，各污染源项分述如下：

### 1、填埋物污染

#### (1) 拉丝车间

该车间前期经监测水泥地地面  $\gamma$  辐射剂量率监测数值均处于 200nGy/h~353nGy/h, 经过绞磨、洗涤等工序后  $\gamma$  贯穿辐射剂量率仍未有大的变化, 经过监测和研究比对后, 对该车间西北角混凝土地面破拆移除后, 发现该车间地下基础为生产垃圾回填、并覆盖黄土后浇筑室内地面混凝土。经监测生产垃圾的  $\gamma$  贯穿辐射剂量率处于 1000nGy/h~4000nGy/h, 远远大于地表水平。采取人工挖深 1.2m, 数值降低至 230nGy/h 左右, 车间填埋物存在放射性污染, 需进一步治理。



照片 9-6 拉丝车间开挖后现场照片

#### (2) 库房及库房前水泥场地

库房地面被混凝土地板覆盖, 地板厚度经测量 25~30cm, 在混凝土地板上  $\gamma$  辐射剂量率监测值处于 200nGy/h~353nGy/h。经过绞磨、洗涤等大量工作, 发现该地  $\gamma$  贯穿辐射剂量率仍未有大的变化, 将水泥地板破碎后, 发现地板下全部为生产垃圾填埋物, 经监测生产垃圾的  $\gamma$  贯穿辐射剂量率处于 1000nGy/h~4000nGy/h, 远远大于地表水平。采取人工挖深 1.35m, 数值降低至 260nGy/h 左右, 库房填埋物放射性存在, 需进一步治理。



照片 9-7 库房开挖后现场照片

## 2、渗透物污染

### (1) 磨床、退火、油压、锤熔车间

磨床、退火、油压、锤熔车间均为后期建设，原地面已受到污染，破碎上层水泥地板后，据现场实际情况判断，该地早期应为河床，下层全为砂层，污染物渗透较为严重。对重点区域挖深 1.3m 后，监测发现  $\gamma$  贯穿辐射剂量率仍处于  $353\text{nGy/h}\sim 700\text{nGy/h}$  之间，需要进一步治理。



照片 9-8 锤熔、油压车间开挖后现场照片

### (2) 浴室北侧

浴室北侧前期监测  $\gamma$  贯穿辐射剂量率处于  $179\text{nGy/h}\sim 353\text{nGy/h}$ ，将其表面杂物清理过后重新监测发现该地  $\gamma$  贯穿辐射剂量率处远大于之前监测，处于  $400\text{nGy/h}\sim 1500\text{nGy/h}$  之间，目前，该区域实际挖深为 1.3m，需进一步治理。



照片 9-9 浴室北侧开挖后现场照片

### (3) 粉末车间北侧

地前期监测数值处于  $579\text{nGy/h}\sim 1290\text{nGy/h}$  之间，将其表面杂物清理后监测该地  $\gamma$  贯

穿辐射剂量率远大于前期监测值，处于 1500nGy/h~6000nGy/h 之间，需进一步深挖治理。



照片 9-10 粉末车间北侧开挖后现场照片

#### (4) 磨床车间原料库

地处于退火车间与磨床车间中间，为早期生产加工中原料硝酸钍的储存场所，前期监测时在该地发现填埋坑，经监测该处填埋坑  $\gamma$  贯穿辐射剂量率 20000nGy/h~25000nGy/h。破碎上层水泥地板后，据现场实际情况判断，该地早期应为河床，下层全为砂层，污染物渗透较为严重。在实际施工当中监测到在距离地表 1m 处  $\gamma$  贯穿辐射剂量率大于 50000nGy/h，现已挖深至 2.7m，监测到  $\gamma$  贯穿辐射剂量率仍处于 330nGy/h~2479nGy/h，需进一步深挖治理。



照片 9-11 裂变室开挖后现场照片

### 四、退役治理方案

#### 1、废物最小化措施

##### (1) 优化管理



建立健全项目管理机构，制定相应的管理程序，对工作人员进行放射性废物管理相关知识培训，加强控制区管理。

(2) 减少废物源项

治理过程中尽量少产生废气、废液等；

(3) 废物的再利用、再循环；

(4) 废物减容

① 可压缩废物压实处理，破碎切割，减少废物体积；

② 部分废物压缩后采取水泥固化。

## 2、建（构）筑物治理方案

(1) 建（构）筑物内非放射性物质治理方案

① 首先，用仪器对建（构）筑物内进行监测，掌握污染程度及范围。

② 其次，将建（构）筑物内所有放射性污染物和其它废物（垃圾）全部进行分类，未受放射性污染的废物（垃圾）依据尽可能压缩体积的原则，对一些废纸、木制品等凡能进行分类缩积处理的全部进行缩积处理（具体措施为：可压缩废物压实处理，破碎切割，减少废物体积，特别难处理的废物则选用电锯进行处理），分类缩积处理后，做为一般建筑垃圾进行处理。

(2) 被污染的建（构）筑物治理方案

① 监测：用仪器对建（构）筑物内进行监测，掌握污染程度及范围。

② 清理：将建（构）筑物内所有受放射性污染的物品、附属设施和其它废物（垃圾）全部进行清理，依据尽可能压缩体积的原则，对一些废纸、木制品等凡能进行分类缩积处理的全部进行缩积处理，分类缩积处理后，可以装袋的直接用双层塑料编织袋分装好后运至指定坑道内封存。

③ 去污：建（构）筑物污染通常属于物理性污染，故主要采用物理方法去污，遵循废物最小化原则，为避免产生废水，采用干式去污法为主，辅以化学去污法。干式去污法采用剥落表面法联合运用吸尘法；化学去污法主要采用非腐蚀性化学去污剂，即 1%~2% 洗涤剂（表面活性剂）、pH 为 3~5 或 9~10，对污染较严重的部位进行擦拭。去污方法及步骤：在建（构）筑物内废物垃圾整备、包装后，对腾空房的残留物进行清扫，然后，采用真空吸尘器对表面的尘埃性、附着性灰尘进行吸除，吸除灰尘采用水泥固化后，用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

④ 铲除：当去污达不到要求，即： $\alpha$  表面沾污大于  $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， $\beta$  表面沾污高于当地本低值时，对建（构）筑物内被污染墙壁的表面层铲除  $2\sim 3\text{cm}$ ，并将铲下的污染物用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

⑤ 拆除：将建（构）筑物内通过去污达不到治理目的，即： $\alpha$  表面沾污大于  $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， $\beta$  表面沾污高于当地本低值时，将门、窗、水泥工作台、设备基础、残留的管道、水泥池、试验台等全部拆除，拆除后的污染物，用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

⑥ 清挖：建（构）筑物内受污染的地面去污达不到要求，即贯穿辐射剂量率大于  $179\text{nGy}/\text{h}$ ，土壤中铀含量大于  $5.11\text{mg}/\text{kg}$ 、钍含量大于  $15.44\text{mg}/\text{kg}$ ，将房间内被污染的地面下的污染物挖出（边挖边监测），将挖出的受污染物，用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

为避免施工过程造成粉尘等对周边环境的污染，施工时需做防尘处理，用喷雾器喷洒水雾，防止扬灰，造成二次污染，对于喷洒时产生的废水，做临时排引水系统，并铺设防渗布，将废水引到临时小水池（水池中铺设防渗布）集中固化处理。

### 3、室外各类水泥池治理方案

(1) 用仪器对水泥池进行监测，掌握放射性污染现状，并根据情况进行处理。

(2) 水泥池内污泥处理：将水泥池中的含放射性沉淀物全部挖出（边挖边用仪器监测），用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

(3) 水泥池壁及底部去污处理：先用吸尘法进行去污，然后再进行监测，根据污染程度，局部采用剥落表面法、化学擦拭去污法进行去污，污染物以粉尘为主，采用水泥固化、整备后，用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

(4) 对水泥池采用上述方法进行去污处理，去污达不到治理目的，即贯穿辐射剂量率大于  $179\text{nGy}/\text{h}$ ， $\alpha$  表面沾污大于  $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， $\beta$  表面沾污高于当地本低值时，予以拆除，将拆除过程中留下的破碎物用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

(5) 厂区内现存循环水池两个，水池内的水可做固化用水，经估算，水池中现存水量远远达不到固化所用水量。所以，完全不存在废水排放问题，不会对当地造成二次污染。

### 4、厂区花园治理方案

在污染核素高的地方，采取开挖措施，边开挖，边监测，直到在监测数据达到标准要求时，终止开挖，并及时将污染物运往坑道封存。

### 5、受放射性污染的场地、道路治理方案

(1) 监测：用仪器对生产厂区内的场地、道路等进行监测，掌握放射性污染现状，并根据情况进行处理。

(2) 分类：没有受放射污染的垃圾、材料、杂物，即：贯穿辐射剂量率小于  $179\text{nGy/h}$ ；土壤中铀含量小于  $5.11\text{mg/kg}$ 、钍含量小于  $15.44\text{mg/kg}$ ； $\alpha$  表面沾污小于  $0.04\text{Bq/cm}^2$ ； $\beta$  表面沾污 $\leq$ 当地本底值时按一般垃圾处理。

(3) 清理：对生产厂区内的场地、道路等上面的放射性污染物和其它废物（垃圾）全部清理干净，依据尽可能压缩体积的原则，凡能进行分类缩积处理的全部进行缩积处理，分类缩积处理后，直接用双层塑料编织袋分装好后运至指定坑道内封存。

(4) 清挖：用边监测、边清挖的方法，将治理范围内受放射性污染的场地、道路、绿地中的受污染土，依据污染程度，受污染较重的一类污染区地段（ $\gamma$  贯穿辐射剂量率监测值 $>$ 本底 $+174\text{nGy/h}$ ，即： $>353\text{nGy/h}$ ）一般清挖的深度为  $20\sim 50\text{cm}$ ，如达到治理目标，即可停止清挖；否则，必须继续清挖直至达到治理目标为止。受污染较轻的地段（ $179\text{nGy/h}<\gamma$  贯穿辐射剂量率监测值 $<353\text{nGy/h}$ ）一般清挖的深度为  $10\sim 20\text{cm}$ ，施工时应边施工、边监测，监测指导施工，清挖干净即终止。将挖出的受污染土，用双层塑料编织袋分装后运至指定坑道内封存。

## 6、放射性废物运输方案

本次治理工程废物运输量大，运输距离较远，须提前规划运输路线，规划路线原则上须避开市区、人口密集区，高速优先。运输路线走向及走线图见图 1-1。

废物运输过程应注意如下问题：一是施工单位按规定办理完有关运输手续后，严格按照规划路线运输，运输过程执行放射性物质运输标准，并且必须要保证不发生散落现象，避免造成二次污染；二是要避免交通事故；三是：运输工具要满足相关要求。在施工前要制定放射性物质交通运输事故应急预案，一旦出现事故要通过正常的渠道报告、处理，避免造成不必要的社会恐慌。在运输过程中要做到以下几点：

(1) 分类： $\gamma$  贯穿辐射剂量率监测值 $\geq 1000\text{nGy/h}$ ，采用双层加固运输包装，单独存放，运输车厢全封闭； $<1000\text{nGy/h}$ ，按正常状态进行；

(2) 装车前：先检查车辆的运行状况是否正常，然后将车辆打扫干净，并在车箱内铺一层加厚塑料彩条布；

(3) 装车：每次装车必须派专人负责组织，首先将装有废物的编织袋进行逐袋检查、编号、登记，防止包装袋破损；其次装车时尽量轻放并按编号依次将装废物的编织袋在车上摆放整齐、稳妥，车辆严禁超载、超高保证废物安全；车辆装好后用防雨篷布盖好并用绳索捆绑结实；

(4) 押运：运输时，需有前车进行开道，后车进行收尾。车辆在运输中必须有专人负责押车，途中押车人员至少要下车检查 2~3 次以确保运输安全。在行驶途中，经过石头河水库地区，车速不应该超过 20km/h，高速公路不超过最低限速，一般公路不超过 50km/h，村村通公路（渣堆场等）不能超过 30km/h。一旦发生意外事故，押运人员必须根据实际情况，采取果断措施，在保证人员安全的基础上将事故损失降到最低程度，同时要以最快的方法把事故情况向项目负责人和当地政府相关部门报告（危废运输应急预案详见附件）。另外，需对押运人员进行培训。

运输废物的车辆须经过清洗、擦拭等手段，并经监测合格后，方可出场，避免造成二次污染，清洗产生的水排入蒸发池，经过蒸发后，然后再做处理。

(5) 卸车：车到目的地后，由专人组织人员卸车，卸车后及时清点、核对本次废物的数量；在卸车过程中，必须按编号顺序轻拿轻放，坚决杜绝卸车时直接从车上往下扔的现象发生，确保安全；车辆卸完后，必需由监测人员对车辆进行监测，确定将所有污染物全部卸完后方可离去；当发现车上有散落的污染物时，要连同底部的塑料彩条布一同在坑道内处理干净，以防形成二次污染。

(6) 二次倒运：由专人负责监管，按照编号顺序轻拿轻放的放在铺满彩条布的地上；按照编号顺序，转运至矿洞指定位置，并做好标识，记好台账；待转运完毕后，工作人员的工作手套等物品装入塑料袋一并放入矿洞中，以避免转运过程中产生的二次污染。

## **7、放射性废物运入坑道方案**

(1) 坑道为遗留的铀矿探矿坑道，内部空气质量差且有氡气析出，首先对坑道口进行清理，然后再对坑道进行通风、清理、维护以确保入坑人员、物品安全。在处置施工期间应保持连续通风，以保证巷道作业人员始终有足够的新鲜风流，现场施工应考虑相应安全防护、临时供电照明等施工安全措施。

(2) 为防止裂隙水渗入坑道使放射性物质流失到环境中，需对坑道作防渗处理。

① 处置段：由坑道内放置废物处向外连续铺设塑料篷布到达第一道封闭墙，塑料篷布宽不少于 5m，以保证两壁高度达到堆放层以上。

② 塑料篷布铺设完成后，在专人组织指挥下，按编号依次将废物用人工或架子车运至坑道内指定地点由内向外摆放整齐。

③ 由于塑料编织袋放置后会发生松散导致出现占据空间增大，故堆放层数确定为 5-6 层。

④ 本次治理工程所使用的个体防护用品、清污工具等受污染的物品在治理工程结束后全部运入坑道内封存。

### 8、存放放射性废物坑道口封闭治理方案

存放放射性废物的坑道口采用两道毛石墙封堵、中间废石充填的治理方案。在坑道口往内 11m 岩性较稳固处砌筑第一道嵌入底板和两侧 0.2m 深的毛石墙、墙厚 1.2m；中间充填废石或黄土，之后在硐口附近往内约 2m 处采用同样的方法砌筑第二道毛石墙，然后覆土掩埋洞口，夯实并植被绿化。覆土植被工程是按最小覆土厚度 500mm 控制，并按  $35^\circ$  的堆积坡度设计的，施工中必须满足其控制要求掩埋坑道口，夯实并植被、种树。施工设计见图 9-3、图 9-4。

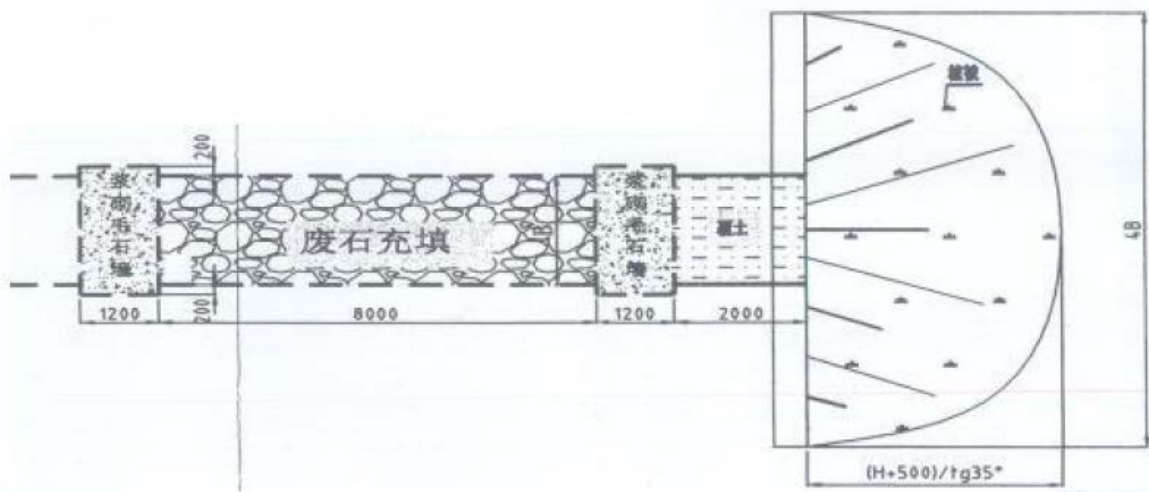


图 9-3 项目坑道口封闭平面示意图

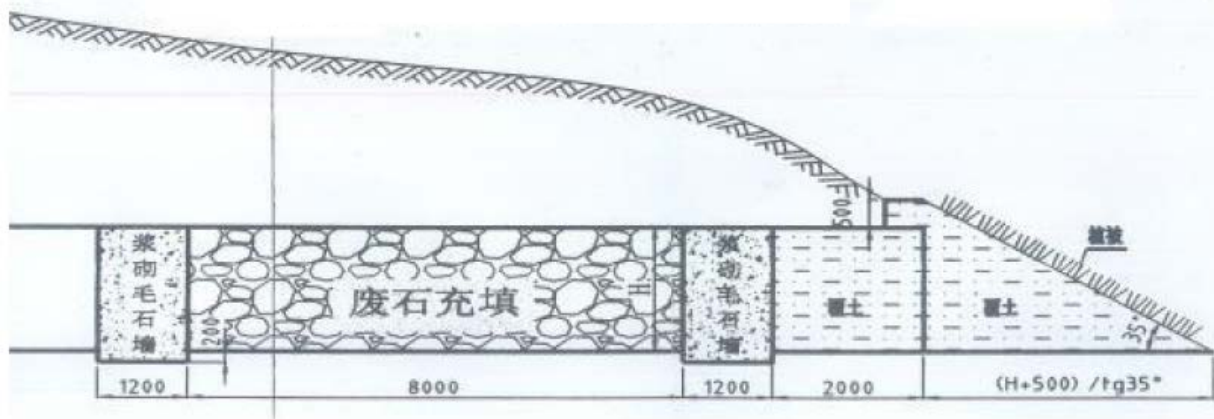


图 9-4 项目坑道口封闭剖面示意图

### 9、非放射性物质处置方案

生产厂区存在部分未受放射性污染的材料和物品，如：生活垃圾、工业垃圾，无需按照放射性物质处理办法进行处理，只需进行垃圾分类，做为一般建筑垃圾和生活垃圾进行处理，运送至当地垃圾厂处理即可。

#### 污染源项描述

##### 1、核素特性

太白县钨制品厂仅使用非密封放射性物质 $^{232}\text{Th}$ ，其半衰期是 $1.405\text{E}+10\text{a}$ ，为天然放射性核素，在其衰变过程中放出 $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $\gamma$ 射线。

##### (1) $\gamma$ 射线

$^{232}\text{Th}$ 衰变过程中释放出的 $\gamma$ 射线，可能会对周围环境造成一定影响。

##### (2) $\alpha$ 表面污染

钨制品厂内物品、场所存在 $\alpha$ 表面污染。

##### (3) $\beta$ 表面污染

钨制品厂内物品、场所存在 $\beta$ 表面污染。

##### (4) 放射性废气

去污过程中，会产生少量放射性废气。

##### (5) 放射性废水

去污过程中，不进行水冲洗，不产生放射性废水。

##### (6) 放射性固体废物

去污过程中，会有大量发射线固体废物产生。

**表 10 辐射安全与防护**

**退役过程环境保护措施**

**一、太白县钨制品厂退役整治环境保护措施**

**1、循环池内现有废水处理**

(1) 循环池水量控制措施

为防止雨水继续浸入循环池，已采取遮盖和临时小型排水沟排水的措施，以避免总水量的继续增加。

(2) 循环池废水处理措施

厂区内现存循环水池两个（尺寸：10m×7.7m×4.6m），经过实际测量池中水深 0.3m，因此池中水量为 46.2m<sup>3</sup>，目前已对其中一个循环水池进行治理，剩余治理水量 23.1m<sup>3</sup>，剩余治理内容产生的粉末性废物大约为 141.02m<sup>3</sup>。固化时，选取硅酸盐水泥，合适掺料进行混合处理，由水灰比（0.5:1）可得出，水池中现存水量远远达不到固化所用水量。所以，完全不存在废水排放问题，不会对当地造成二次污染。

另外，针对施工过程中产生的少量的水及蒸发池剩余的水，也进行固化处理，然后将固化体运输至坑道封存。

**2、固体废物**

项目产生的固体废物主要是退役治理过程中建构筑物去污、擦拭、清挖产生的废物，蒸发池蒸发后产生的底泥等。项目产生的固体废物严格进行分类收集、整备。

放射性废物的治理工程采用“测、清、挖、拆、铲、填、洗、制、装、运、封、植”的“十二字”整治方案在保证废弃物得到有效治理的同时，又保证了外环境不受到二次污染。含放射性废物经适当包装、整备后，运至坑道内进行集中处置。

一般固体废物经检测合格后，先分类。其中，生活垃圾、植物垃圾等直接运至生活垃圾厂进行处置；一般可回收废弃物记录后，运至一般废弃物收集厂进行处置。

本工程产生的废物均得到了有效处置，不会对周围环境造成明显的影响。

**3、噪声**

本工程位于太白县鹦鸽镇山区内，周围较为空旷，虽然该厂区紧邻居民住宅，但采用人工作业方法，夜间不作业，对声环境影响较小。

**二、废物处置场所环境保护措施**

本次退役整治工程放射性废物处置场所为铀矿探矿坑道，该坑道为无水坑道，且附

近无地表径流，坑道内废物贮存不会对当地水资源环境造成影响。

处置地位于宝鸡新街镇姚尔沟上坪村居民西南 3.3km 外的山区，坑道附近无居民等敏感保护目标，坑道封闭后对坑道口进行环境恢复治理，基本不会对当地环境造成影响。因此，本工程放射性废物的存储不会对周围环境产生明显的影响。

### **三、防止废物扩散和迁移措施**

#### **1、退役前准备过程**

(1) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中放射性工作场所分区原则，对本退役工程范围的建构筑物区域进行放射性分区，做好房间标识、避免误入，限制非工作人员进入施工现场。

(2) 对退役范围内存在表面污染的区域，采用洗尘、擦拭、再剥离等措施进行去污。

(3) 对参与本工程的工作人员应进行辐射安全培训和教育，制定并严格执行安全施工细则。同时施工单位应按国家辐射防护相关规定对施工人员进行职业健康体检并建立职业健康档案。

#### **2、建（构）筑物去污**

(1) 工作人员进行治理区域操作时，首先进行辐射剂量率监测，确保工作场所辐射剂量正常，进入生产厂区时穿戴专门的劳保服装、安全帽等防护用品，并进行辐射防护监测。

(2) 尽量采用机械操作，减少工作人员的直接接触，并配有手套、防尘口罩、长柄工具等防护用品，减少工作人员的受照剂量。

### **四、施工过程中安全防范**

(1) 施工单位应严格按照国家对安全生产和辐射防护的相关法律、法规、标准、规定建立健全安全组织机构（体系）、规章制度和岗位安全操作规程及应急事故预案，并严格贯彻执行。

(2) 现场施工时，禁止使用、堆放易燃物品，电缆用阻燃电缆。退役场地严格按照规范要求设置气体灭火器、保证消防设施完备，发生火灾时以最快速度灭火，降低火灾风险。

(3) 地表低压配电系统接地型式采用 TN-C-S 系统，所有电气设备的金属外壳及电缆配件均应接地。所有插座回路均设置漏电保护断路器，设专用接地保护线 PE。

(4) 尽量使用机械操作，降低工作人员的劳动强度。



(5) 尽量选用低噪声、振动小的设备，对产生较大噪声和振动的设备，采取消声、吸声、隔声和减振、防振措施。

(6) 工作人员必须经过防辐射培训安全教育，经过安全培训教育后，配备个人劳动用品，包括工作服、安全帽、口罩、防噪声耳塞等方可进入工作场地。所有劳保及防护用品，最后统一送入坑道封存。

(7) 去污过程中接触去污剂等化学品的工作人员，需要做好个人防护：穿工作服、佩戴化学品手套和防护眼镜，现场配备冲眼器。

(8) 为避免交叉污染，施工过程中，严格按照从低污染→高污染的顺序，分区域安全合理施工。

(9) 严禁与项目无关的人员进入工作场地，上级及监管部门相关人员进入厂区前，需接受相关安全教育，穿戴好防护用具，并在项目人员的引到下按照指定路线方可进入。

## **五、辐射安全防范**

辐射安全防护分为内照射防护与外照射防护。

### **1、内照射防护**

内照射防护的基本原则为阻断放射性物质进入人体。主要采取的防范措施有：

(1) 包容、隔离：包容是指在操作过程中，将放射性物质密闭起来。隔离就是使人员和放射性物质尽可能隔开。

(2) 净化、稀释：净化就是采取吸附、过滤除尘等方法尽可能的降低空气、水中放射性物质浓度、降低物体表面放射性污染水平。稀释就是在合理控制下利用空气或水使空气或水中的放射性浓度降低到控制水平以下。

(3) 遵守操作规程、做好个人防护措施。

### **2、外照射防护**

外照射防护的基本原则为尽量减少或避免射线从外部对人体的照射。要采取的防范措施有：

(1) 减少受照射时间：工人采取轮班施工措施，尽量减少受照射时间。

(2) 增大与辐射源的距离；

(3) 设置屏蔽。

**表 11 环境影响分析**

**一、建设阶段对环境的影响**

本项目为太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目，无建设阶段对环境的影响。

**二、运行阶段对环境的影响**

**1、辐射环境影响分析**

本退役项目对辐射环境的影响，可以归纳为：退役工作人员受到的照射；退役过程所产生的流出物对环境的影响；退役后场址遗留放射性物质对公众的持续照射；废物终态填埋（封存）处置场对环境的影响。

**2、退役工作人员预期受照剂量**

(1) 退役工作人员受照途径

本退役项目辐射环境调查，源项调查，废物整治过程工作人员要在被污染的场地工作，近距离接触高于环境的辐射场，主要受到的照射途径为场地的外照射，其次可能受到的照射为吸入放射性尘土所导致的内照射。坑道填埋（封存）附加处置废物  $\gamma$  照射外，还附加铀矿地质坑道  $\gamma$  照射，和吸入坑道氡及氡子体照射。

(2) 退役工作人员健康状况

根据 211 大队提供的退役工作人员身体情况，退役工作人员目前身体状况良好，未受照射影响。

(3) 退役工作人员后续所受剂量估算

按照项目后续工作安排，该项目退役活动参与人员接触放射性污染场地所受个人总照射剂量为各照射途径所致剂量之和：

① 外照射所受剂量估算

外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$E = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6}$$

式中：E—— $\gamma$  辐射外照射人均有效剂量，mSv；

$D_r$ ——退役人员附加的空气吸收剂量率，nGy/h；

t——退役活动时间，h；

0.7——剂量换算系数，Sv/Gy。

项目后续安排，外照射始终会伴随整个过程，废物进入坑道要受到氡及氡子体的

照目实施设计方案。工作人员参与退役全过程，退役人员接触时间  $t$  见表 12-1。依据源项  $\gamma$  辐射测量结果，退役场地 275 个测量点的  $\gamma$  辐射均值为 573.27nGy/h，退役场地外周围 20 个测点的  $\gamma$  辐射均值为 140.65nGy/h，工作人员进入场地从事退役活动，所附加的外照射剂量率为 432.62nGy/h。工作时间每天 8h 计，剂量转换因子采用 0.7，附加的外照射剂量估算结果见表 11-1。

表 11-1 工作人员接触废物情景

/	现有污染物清运	建构筑物拆除	厂区地面治理	废物转运	终端治理	退役全过程个人受到的外照射剂量 (mSv)
预计工作日	20	10	60	30	30	/
附加的外照射剂量 (mSv)	0.048	0.024	0.145	0.073	0.073	0.363

② 吸入内照射剂量

a 气溶胶核素  $^{238}\text{U}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{228}\text{Ra}$

退役活动接触人员吸入放射性气溶胶所致的吸入内照射剂量与大气中核素浓度、呼吸量及吸入剂量转换因子相关，计算公式如下：

$$E_{inh} = C_A \times R_{inh} \times DF_{inh}$$

式中： $C_A$ ——空气中核素浓度， $\text{Bq}/\text{m}^3$ ；

$R_{inh}$ ——呼吸量， $\text{m}^3/\text{a}$ ，取  $8000\text{m}^3/\text{a}$ ；

$DF_{inh}$ ——吸入剂量转换因子， $\text{Sv}/\text{Bq}$ ，详见表 11-2。

表 11-2 吸入剂量转换因子

核素	肺吸收类别	剂量转换因子 (Sv/Bq)		
		幼儿 (<7 岁)	少年 (7~17 岁)	成人 ( $\geq 18$ 岁)
$^{226}\text{Ra}$	S	$2.90 \times 10^{-5}$	$1.20 \times 10^{-5}$	$9.50 \times 10^{-6}$
$^{238}\text{U}$	S	$2.50 \times 10^{-5}$	$1.00 \times 10^{-5}$	$8.00 \times 10^{-6}$
$^{232}\text{Th}$	M	$8.10 \times 10^{-5}$	$5.00 \times 10^{-5}$	$4.50 \times 10^{-5}$

b  $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{220}\text{Rn}$  及其子体

$$D_{Rn}^a = T \times C_{Rn} \times DF_{Rn}$$

式中： $C_{Rn}$ —— $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$  浓度， $\text{Bq}/\text{m}^3$ ；

$T$ ——退役活动接触时间，见表 11-1；

$DF_{Rn}$ —— $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$  及其子体剂量转换因子，分别取  $2.44 \times 10^{-6}\text{mSv}/\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ 、 $8 \times 10^{-7}\text{mSv}/\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

本次项目辐射环境评价中，尚未得到接触气溶胶、退役活动粉尘的浓度以及粉尘中放射性核素的含量。根据同类工程比较，人工操作，粉尘量是及其少的，氡的浓度也主要是氡-220，半衰期只有 55.6s，且由于项目是开放空间，氡可以迅速扩散，不存在密闭富集达到平衡的问题。一般和外照射比较，参考铀矿冶类项目经验，外照射所致剂量是有效剂量的三分之一左右，本项目在退役活动完整参与的工作人员预期所受到的有效剂量为：

外照射为 0.363mSv；

内照射为 0.726mSv；

本次退役整治活动全过程参与人员个人所受到的有效剂量为 1.089mSv。满足本项目工作人员在退役活动过程中 5mSv 的剂量管理限值。

退役活动结束后，外照射不再产生剂量，但吸入钷-232 在身体中器官蓄积将长期产生累积影响。

因此，对气溶胶和粉尘的危害，故出进入工作场所务必要有相应的空气吸入照射防护措施。

### 3、退役过程环境影响分析

#### (1) 起尘及扬尘对环境的影响

车间墙面，地面、道路在铲除污染中可能会产生少量粉尘，按照退役场地可控制的场界处逸散性粉尘浓度  $1\text{mg}/\text{m}^3$  标准，所含钷-232 估算的厂界外粉尘中放射性的影响是微乎其微的。铲除地面的松散裸露地面，按照建筑施工在覆土前加防尘网予以防尘。故对外环境产生影响较小。

#### (2) 液态流出物对环境的影响

由于退役项目所涉及的污染物硝酸钷是极溶于水的，在治理方案中基本全部采用干法处理，收集放射性废物。避免产生人为液态废物，导致污染向水中转移。

受地理位置影响，现有的两个室外遗留循环池内废水，根据治理前中陕核工业集团综合分析测试有限公司对其中水质监测结果，水中 Th 含量为  $8.79\mu\text{g}/\text{L}$ 、 $2.25\mu\text{g}/\text{L}$ ，水中 U 含量为  $0.68\mu\text{g}/\text{L}$ 、 $0.11\mu\text{g}/\text{L}$ ，水中 Ra $0.0046\text{Bq}/\text{L}$ 、 $0.0092\text{Bq}/\text{L}$ （监测报告详见附件），当地对照点的水中 Th 含量为  $0.090\mu\text{g}/\text{L}$ ，水中 U 含量为  $0.23\mu\text{g}/\text{L}$ 、水中 Ra 含量为  $0.016\text{Bq}/\text{L}$ （监测报告详见附件）。

由上述监测结果过可知，循环水池中水中 Th 平均值为  $5.52\mu\text{g}/\text{L}$ ，是对照水样的

61 倍。遗留两个循环水池的水是有钍污染，目前已对其中一个循环水池进行治理，剩余治理水量 23.1m<sup>3</sup>。项目治理过程中会产生粉末性废物，该部分废物使用硅酸盐水泥固化，固化使将循环水池内废水作为固化用水综合利用。项目剩余治理内容产生的粉末性废物大约为 141.02m<sup>3</sup>，由固化时水灰比（0.5:1）可得出，水池中现存水量远远达不到固化所用水量。所以，完全不存在废水排放问题，不会对当地造成二次污染。

### （3）对地下水的影响

前已述及，本项目营运期间所用硝酸钍：钍的硝酸盐，化学式为 Th(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O，无色晶体，工业品为白色，约含二氧化钍 48~50%；是加水后溶解作为添加剂加入到工艺中去的，由于硝酸钍极易溶于水，在工艺中设有溶解罐。此外，工艺系统中在室外建造了两个循环冷却水池，水池为防渗漏设计，2013 年关停后到现在经历了 6 年仍然存放有水（包括雨水补充）。营运期间排入沉淀池水样监测结果钍为 0.299ug/L，和钍 0.330ug/L（2004 年环境评价报告表监测数据），略高于当地地表水的本底值 0.112ug/L，2019 年 9 月份的监测结果为 8.79ug/L、2.25ug/L（监测报告详见附件），显著高于营运期间监测结果和当地对照点监测数据。

根据前述分析，项目循环水池中废水综合利用用于粉末性废物固化使用，不会对当地造成二次污染。

### （4）厂区花园渗坑影响及措施

在污染核素高的地方，采取开挖措施，边开挖，边监测，直到监测数据达到标准要求时，终止开挖，并及时将污染物运往坑道封存。治理后，场地不留存放射性物质，对周围环境不会产生影响。

## 4、退役后场地环境影响分析

依据退役场地周围辐射环境调查监测结果，20 个测点的地表 γ 辐射剂量率平均值为 140.65nGy/h，场地退役后设计的地表 γ 辐射剂量率为 179nGy/h，无限制开放后，公众成员年在该退役场地活动时间取 2400h，每 h 受到的附加 γ 外照射剂量为 38.35nGy/h，剂量转换因子取 0.7，2400h 的附加 γ 剂量为 38.35×0.7×2400= 64428nSv = 0.06mSv。

本场地退役后钍<sup>-232</sup>所衰变的氦<sup>-220</sup>，半衰期只有 55.6s，一般认为对环境的影响可以忽略。

按照国家对于主要含天然放射性核素的大量物质，应当采用年附加有效剂量不超

过 1mSv 为豁免准则，本项目场地退役后附加公众的个人有效剂量为 0.06mSv，是 1mSv 豁免准则的 6%，符合本项目退役后目标值（0.1mSv），可以达到清洁解控水平，无限制向社会开放使用。

上述估算是退役后各种污染清除整治后的地表辐射剂量估算，未包括覆土，覆土后，退役后场地的辐射环境处于本底水平。

## 5、废物终态填埋（封存）处置场环境影响分析

### (1) 对处置场的影响分析

本区主构造规模较为可观，但受矿后构造破坏，主构造内矿化保存下来的不多。在主构造上下盘的次级裂隙内有矿化存在，但这些裂隙稀疏紧闭，所控制的矿化为薄、贫、散，不具备工业利用的价值。

拟采用坑道口废渣在勘探结束后，军工退役治理前 KD2161 坑道氡析出率最小值为  $0.52\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 、最大值为  $1.36\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 、平均值为  $1.08\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ， $\gamma$  贯穿辐射剂量率最小值为  $312\text{nGy/h}$ 、最大值为  $1492\text{nGy/h}$ 、平均值为  $1152\text{nGy/h}$ ；KD2162 坑道氡析出率最小值为  $0.69\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 、最大值为  $1.25\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 、平均值为  $1.02\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ， $\gamma$  贯穿辐射剂量率最小值为  $416\text{nGy/h}$ 、最大值为  $1538\text{nGy/h}$ 、平均值为  $1019\text{nGy/h}$ ；KD2163 坑道氡析出率最小值为  $0.73\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 、最大值为  $1.21\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 、平均值为  $1.05\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ， $\gamma$  贯穿辐射剂量率最小值为  $656\text{nGy/h}$ 、最大值为  $1328\text{nGy/h}$ 、平均值为  $983\text{nGy/h}$ 。军工退役治理后坑道氡析出率小于  $0.74\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ， $\gamma$  贯穿辐射剂量率在本底的基础上附加  $174\text{nGy/h}$  为治理覆土后的辐射剂量率。本次存放废物封闭坑口后，对渣场小范围碾压，覆土平整。

按照军工有矿地质退役设施退役深度：废物进坑道完成后封闭坑口，重新局部维护渣场，退役深度为有限制开放使用。填埋过程不会影响周边生态环境。此外，因修路要求，需对植被影响进行补偿。

本次对坑道口打开后，会有极少量的氡气由坑口排泄在环境中，为减少氡浓度，坑道会放置 1 周时间，使原来密闭环境的氧气得以平衡。坑道中的其他气体以及氡与氡子体有所降解，对环境的影响都是微乎其微的。

施工现场应设置警戒带，杜绝退役施工中的木制品、物料袋等垃圾进入居民住宅。

### (2) 终态处置场填埋（封存）地下水环境影响分析

废物终态封存场地 KD-2161、KD-2162、KD-2163 坑道，是无水坑道，废物进坑

道后，将阻断雨水、空气暴露氧化分解，免受雨水、风蚀、阳光、地下水的侵蚀，坑道周边岩体为完整的花岗岩，是完整的天然包容体，废物中所含污染物主要为天然钍系列，与铀勘探坑道所产生和填埋的废物属性基本类同。污染物钍没有迁移的介质，故分析认为：对处置场地地下水不产生影响。

综上所述，项目退役项目实施后，对退役坑道影响轻微。

## **6、非放射性环境影响分析**

按照治理方案，对于没有受到放射性污染的不明物体，要进行仔细辨认，属于危废物品，交由危废处置单位。对于一般垃圾，要进行分类收集，按要求处置。退役场地的非放射性环境会趋于好转。

**表 12 辐射安全管理**

### **一、辐射安全与环境保护管理机构的设置**

需要成立退役领导小组，在领导小组的管理下，由退役实施单位负责退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理等，并配备专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。在退役过程中需遵循以下原则进行：

1、贯彻“安全第一、预防为主”的原则，在退役过程中，严格执行国家相关规定和标准，建立、健全辐射安全制度，对岗位操作人员进行辐射安全教育，防治操作过程中的各类事故，减少职业危害。

2、操作人员严格遵守操作规程，上岗前穿好工作服，戴好工作帽和防尘口罩，佩戴个人剂量计。

3、在退役过程中，注意力集中，避免发生碰撞、伤人事故。

4、在整个项目实施过程中注意防火和用电安全，禁止在施工现场动火、吸烟等。

### **二、人员管理培训制度**

人员培训：该项目计划配备退役工作人员 12 名，辐射防护负责人和放射工作人员均应参加相应的辐射安全与防护培训学习，并取得合格证书，做到持证上岗。

个人剂量：该项目运行前公司应为放射工作人员配备个人剂量计，委托有资质单位定期对工作人员进行个人剂量检测（每三个月一次），并建立个人剂量档案。

健康管理：公司应安排放射工作人员进行上岗前的职业健康体检，上岗后定期安排放射工作人员进行职业健康体检，建立放射工作人员职业健康监护档案。

### **三、辐射监测**

退役治理的环境监测分治理前监测、治理过程监测和竣工验收监测。

#### **1、治理前监测**

退役治理工程施工前，施工单位必须按照批复后的监测内容，对项目进行全面的环境监测，掌握放射性污染现状，并根据情况进行处理，目标、目的明确。监测内容包括： $\gamma$  辐射剂量率监测、建筑物与器材表面  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染监测、厂区内铀、钍含量监测。施工单位可自行监测，也可委托有资质的第三方进行治理前监测，根据检测指标制定详细的施工方案，开展后续工作。



## 2、施工过程监测

“边治理边监测、监测指导施工”是放射性退役场所施工的基本要求，环境监测贯穿施工的全过程，是为了保证退役整治工程范围内的放射性废物和受污染物全部清理干净，确保不会对环境造成二次污染。

主要监测内容应当包括： $\gamma$  辐射剂量率监测、建（构）筑物与器材表面  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染监测、施工人员个人剂量监测、包装外  $\gamma$  辐射剂量率监测、运输工具外表污染物监测、厂区内铀、钍、钾含量的监测等内容。

### (1) 辐射防护监测

① 采用便携式  $\gamma$  剂量率仪和能谱仪对操作现场进行实施监测，了解工作岗位的实际外照射水平和铀、钍、钾含量。

② 使用  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染监测仪对工作场所进行监测，确定污染场所的范围。

③ 进入放射性区域的工作人员必须佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计，并建立工作人员职业照射剂量档案。

④ 工作人员操作结束后及时进行淋浴。

⑤ 本工程实施完成后，对退役终态环境进行详细监测。

⑥ 对放射性废物包装容器进行监测，确保达标后方可进行运输。

### (2) 工作人员个人剂量监测

工作人员在施工过程中应佩戴个人剂量计，个人剂量值应每季检测一次，如果个人累积剂量超过 5mSv，应调换工作岗位。个人剂量监测结果应长期保存。

### (3) 包装外 $\gamma$ 辐射剂量率监测

工程实施过程中应保证对收集的放射性废物进行严格的分类，防止流失，便于管理。确保包装要满足坚固、耐久、安全、经济的要求，且包装后用仪器对  $\gamma$  辐射剂量率进行监测，监测结果必须满足相关规定要求。在运输过程中，要确保安全达到目的地，不出现泄漏，不丢失，包装不受损，工作人员和公众所接受的剂量低于管理值。

### (4) 运输工具外表污染物监测

运输工具外表污染物监测主要是为了防止运输工具表面沾染了放射性污染物，或者运输工具在运输过程中将沾染在表面的放射性污染物遗落在运输沿途。在运输过程中应安排专人对整个运输过程进行监管，对运输工具进行监测。

### (5) 处置场放射性环境监测

为确保处置过程中不产生二次污染，需进行全过程放射性环境监测。监测项目包括治理前、中、后地表 $\gamma$ 辐射剂量率和铀、钍含量监测。

### 3、竣工验收监测计划

委托有资质的第三方进行监测，监测指标满足管理限值后才能进行竣工验收。监测主要内容为：地表 $\gamma$ 辐射剂量率、建构筑物表面 $\alpha$ 、 $\beta$ 污染、器材表面 $\alpha$ 、 $\beta$ 污染、地表铀、钍含量监测。监测主要项目及频次具体见表 12-1。

表 12-1 工作人员接触废物情景

环境介质	监测项目	监测位置	频次及要求
空气	$^{220}\text{Rn}$ , $^{220}\text{Rn}$ 粉尘浓度	厂址、治理坑道	1 次
陆地	$\gamma$ 辐射吸收剂量率	厂区内 10m $\times$ 10m 网格、厂界、治理坑道	1 次
空气	$\gamma$ 辐射吸收剂量率		
地表水	U、Th、 $^{226}\text{Ra}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$	石头河厂址处上游 300m、下游 500m 处	1 次
底泥	U、Th、 $^{226}\text{Ra}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$		
土壤	$^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	厂址、厂址下风向、厂址两侧	1 次

### 四、环保投资估算

本项目总投资 2300 万元，项目为污染治理项目，总投资全部为环保投资。

### 五、辐射事故应急

为了退役实施过程的安全，公司需要成立应急机构，确保同位素实验室退役工作安全、顺利完成。

如在退役过程中发生辐射事故，应立即采取以下应急措施：

(1) 尽快撤离现场人员，检查人员受害程度，采取相关措施，同时向上级部门报告；

(2) 如疑有污染人员，进行体表污染监测，确保污染应进行去除污染处理，防治污染进一步扩散；

(3) 控制污染，禁止无关人员输入现场，以防扩大污染范围，在采取控制污染措施时，要注意保护现场；

(4) 同位素实验室发生场所、地面、设备污染事故时，在确定核素、范围、水平后，尽快采取相应的去污措施去污。

**表 13 结论与建议**

## **结论**

宝钛太白新材料科技有限公司太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目（变动）位于陕西省宝鸡市太白县、陈仓区，为治理太白县钨制品厂生产场地存在放射性污染而实施。

该项目总投资 960 万元，其中环保投资 960 万元，占总项目的 100%。

### **1、辐射安全与防护分析结论**

根据污染场所能谱测量的退火车间为污染场地最高点，由此估算的清除污染收集的放射性废物活度最高值为： $4.56 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ ，（其中天然钍： $2.62 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ ；天然铀： $1.94 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ ），属于极低水平放射性废物，采取有限的包装和处置后，运往铀矿勘探坑道填埋（封存），符合国家法律、法规要求。施工过程中相关台账由宝钛太白新材料科技有限公司负责管理处置。

### **2、环境影响分析结论**

本次退役整治活动现状退役工作人员身体状况良好，后续全过程参与人员个人所受到的有效剂量估算最大值为  $1.089 \text{mSv}$ ，满足本项目工作人员在退役活动过程中  $5 \text{mSv}$  的剂量管理限值。

### **3、实践正当性分析**

该项目对太白钨制品厂生产期间形成的放射性污染场所进行治理，把治理范围内的所有放射性污染物治理达到国家环境保护有关标准要求，实现放射性污染场所清洁解控。治理工程实施后，可消除辐射污染源项，改善当地辐射环境质量，保护公众健康，维护社会稳定。该项目治理过程中，治理产生的辐射影响可以控制在标准允许范围之内，该项目对社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### **4、项目可行性结论**

综上所述：宝钛太白新材料科技有限公司太白县钨制品厂放射性污染场所退役治理项目（变动），符合辐射防护实践的正当性要求；项目采取辐射防护措施后，能够使其对周边环境的辐射影响降到了尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原

则；项目退役过程所致工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则。从辐射环境保护角度，该项目在落实报告表中提到的污染防治措施后，对环境的影响是可以接受的。

### **建议与承诺**

(1) 重视各种水池底质的残留物以及排水渠（管），内嵌式管的残留物清理。含放射性的废水禁止外排；

(2) 工程设计与施工必须高标准、严要求，工程设计、实施中应坚持放射性废物减量化、最小的原则，严防放射性污染扩大；

(3) 进一步完善退役活动的应急预案，确保在发生事故能及时启动应急预案并应急响应；

(4) 本项目用作放射性废物处置的退役铀矿探矿坑道的开启与封闭应符合相关程序及技术要求，建设单位应确保处置行为不对周围环境造成辐射影响。；

(5) 人员发生变动时，及时对新增人员进行培训和职业健康体检，并配备个人剂量计；

(6) 宝钛太白新材料科技有限公司应落实主体责任，严格按照退役治理方案及有关专家意见组织实施治理工作，并对本次退役治理实施负全面责任，确保辐射污染不扩散、确保达到放射性污染治理目标。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章

年 月 日

审批意见:

经办人

公章  
年 月 日