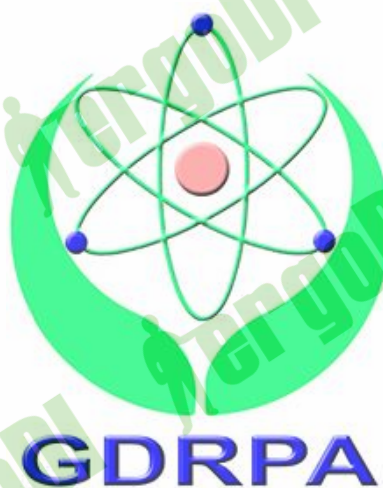


废旧金属回收、熔炼企业

放射性监测方法指引



广东省辐射防护协会

目 录

目 录.....	1
一、 前言.....	3
二、 为什么要做废钢放射性监测?.....	3
(一) 相关法规条例的要求.....	4
(二) 废钢放射性超标所带来的危害.....	5
1. 人体健康危害.....	6
2. 企业经济损失.....	8
3. 社会群体恐慌.....	10
(三) 废钢中放射性的来源及现状.....	10
三、 废钢放射性监测，企业如何做?	14
(一) 废钢铁反射性限值标准解析.....	14
(二) 出入境检验检疫《进口可做原料的固体废物放射性检验规程》解析及借鉴 ...	17
(三) 企业分级监测思路及仪器设备简介.....	21
2. 大中型车辆通道式放射性监测系统的采购指标建议。.....	23
3. 小型便携式放射性检测仪表的采购指标建议.....	24
4. 小型便携式放射性检测仪表在使用中的注意点和相关制度列表。.....	25
(四) 放射性超标处理流程.....	27

一、前言

广东省辐射防护协会在广东省环保厅的授权和领导下，于 2013 年 11 月、12 月走访广东省 10 个地市近 20 家涉及废钢回收熔炼企业，通过座谈的方式了解企业放射性监测的现状与困难，旨在与企业共同找出经济、可行、有效的放射性监测方案与管理办法。本指引正是通过此次走访调研，响应国务院与环保厅针对放射源与放射装置安全与防护管理的相关文件精神，结合本省企业现状与需求，并参照协会专家意见，提出的相对可行的废钢放射性监测方法与指引。

二、为什么要做废钢放射性监测？

针对废钢放射性监测的问题，废钢回收、加工、流通与熔炼企业的负责人，大部分不以为然，采取拖延，推脱的处理方式。

通过调研，企业认为废钢放射性监测相对不重要或不紧迫的原因有以下：

- 我不用废钢，用也非常少，不到 1%；
- 我的废钢都是进口，海关已经做过检测；
- 我的废钢都是建筑材料，没有放射性；
- 我的废钢是拆车件（拆船件），没有放射性；
- 现在生意不景气，以后再说；
- 放射性监测都是环保部门的事情，和我无关；
- 我经营几十年都没有碰到过，没事；

- 我们有买便携式辐射检测仪表，每次进货都有检查，
- 台账暂时没有做；
- 我只做冷轧（热轧），进货的都是钢胚，不用做放射
- 射性监测……

其实，随着放射源与放射装置在科研、工农业生产、能源、军事等领域的广泛应用，以及放射源与放射装置的不断退役，甚至小部分放射源的意外失控丢失，所产生的废钢放射性超标现象，在国际国内都是一个普遍性的问题。下面，从废钢放射性的来源、危害和国家相关条例法规等多个方面阐述废钢放射性监测的必要性。

（一）相关法规条例的要求

针对废钢回收熔炼行业的放射性监测问题，国务院、环保部、工信部先后出台四部相关条例和管理办法。

1、中华人民共和国国务院令 第 449 号-2005 年《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》

第三十九条 金属冶炼厂回收冶炼废旧金属时，应当采取必要的监测措施，防止放射性物质熔入产品中。监测中发现问题的，应当及时通知所在地设区的市级以上人民政府环境保护主管部门。

2、中华人民共和国环保部第 18 号令-2011 年《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》

第三十五条 废旧金属回收熔炼企业，应当建立辐射监测系统，配备足够的辐射监测人员，在废旧金属原料入炉前、产品出厂前

进行辐射监测，并将放射性指标纳入产品合格指标体系中。新建、改建、扩建建设项目含有废旧金属回收熔炼工艺的，应当配套建设辐射监测设施；未配套建设辐射监测设施的，环境保护主管部门不予通过其建设项目竣工环境保护验收。

3、环保部（环办函[2011]920号）《关于加强废旧金属回收熔炼企业辐射安全监管的通知》

第二条 所有熔炼企业必须开展辐射监测，发现放射性污染时应立即报告当地环保部门。对已发现的失控放射源或者被放射性污染的金属要严格控制，实施有效管理，避免流入社会，造成环境污染和公众健康的损害。

4、中华人民共和国工业和信息化部公告 2012 年第 47 号《工信部--废钢铁加工行业准入条件》

第二条 第 2 项：料场必须安装或配备有放射性检测设备。



(二) 废钢放射性超标所带来的危害

废钢放射性超标的危害主要是三个方面：人体健康危害、企业经

济损失与社会群体恐慌。

1. 人体健康危害

国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871—2002）》规定，一般公众年平均有效剂量限值为 1 mSv/年；辐射工作人员年平均有效剂量限值为 20 mSv/年（标准中的剂量限值不包括天然本底剂量及医疗剂量在内），超出限值的辐射剂量对人体造成相应的个体损伤，遗传性疾病，超出一定剂量可导致死亡。下图中标明不同剂量对人体的伤害程度。



辐射剂量和对人体伤害基础知识图

鳳凰網 資訊
news.ifeng.com



核辐射的计量单位

- 1 辐射剂量计量单位是希伏，由于1希伏剂量过大，一般使用毫希伏和微希伏。

1希伏=1000毫希伏
1毫希伏=1000微希伏

- 2 表示当地辐射浓度的单位：微希伏/时，或毫希伏/年

人体受辐射剂量=
当地辐射浓度×暴露时间



福岛核电站产生的辐射量

福岛核电站 15日7时31分，福岛第一核电站正门
8.217毫希伏/时=8217微希伏/时

东京 15日上午10时至11时，东京市内
0.809微希伏/时
平时值是0.035至0.036微希伏/时

注：中国国家核安全局使用的单位是纳戈瑞/时（nGy/h）

1纳戈瑞/时=0.001微希伏/时



成年人全身累计受辐射症状

受照剂量	放射病程度	症状
100毫希伏以下	无影响	
100-500毫希伏	轻微影响	白细胞减少，多无症状表现
1000-2000毫希伏	轻度	疲劳、呕吐、食欲减退、暂时性脱发，红细胞减少
2000-4000毫希伏	中度	骨骼和骨密度遭到破坏，红细胞和白细胞数量极度减少，有内出血、呕吐、腹泻症状
4000-6000毫希伏	重度	造血、免疫、生殖系统以及消化道等脏器受影响，甚至危及生命

【案例一】



印度一处废金属回收站发现的放射性废料致病7人，其中1人因多器官功能衰竭死亡，另有一人病情严重。

《印度时报》27日报道，放射性物质于本月12日在首都新德里西部一处废金属回收站内被发现，遭受辐射的7名患者中一人死亡。

死者名叫拉金德尔·普拉萨德，现年35岁，在这家废金属回收站工作。普拉萨德于当地时间26日21时30分(北京时间27日0时)因多器官功能衰竭死亡。

《印度时报》援引受害者主治医生的话报道，受辐射后，“他(普拉萨德)患上肺炎、肾功能缺损和肝功能缺损。自24日起，他只能靠呼吸机维持生命”。

按医生说法，另一名放射性废料受害者拉姆·卡拉普伤情严重，他的血球计数急剧下降，须服用抗生素等药物。

法新社27日援引印度警方消息源报道，除死者外，6名受害者仍在医院接受治疗。

印度原子能局科学家在取样带回的废料中发现，致人伤亡的罪魁祸首是废金属中含有的放射性元素钴-60。

钴-60可严重损害人体血液细胞组织，致使白血球减少，引起血液系统疾病。严重时可使人患上白血病，致人死亡。

发现放射性物质后，回收站附近方圆一公里地区被封锁两天，直至印度原子能局工作人员移除剩余放射性物质后才解禁。不过，放射性物质致人伤亡的消息还是在附近地区引起民众恐慌。

警方说，在新德里其他10处废品贮存场同样发现含有钴-60元素的废料，但眼下无法确认这些物质的来源。

美国环保局在其网站上警告说，由于包裹在金属外壳内，钴-60不易探测，可能在不经意间流入垃圾处理场或回收站。

法新社27日援引分析师的话报道，新德里这起放射性物质致人死伤事件表明，南亚国家在处理危险废品时缺法规、欠规范。

2. 企业经济损失

中华人民共和国环境保护部第18号令《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》第三十七条中规定，废旧金属回收熔炼企业送贮废放射源或者被放射性污染物品所产生的费用，由废放射源或者被放射性污染物品原持有者或供货单位承担，无法查明废放射源或者被放射性污染物品来源的，送贮费用由回收熔炼企业承担。

废钢回收熔炼企业有放射性废旧金属生产的产品被国内外海关或机构检测出来，由此造成退货与召回、去污、危险品存储将引起企业巨大的经济损失。

【案例 2】广东中山烧烤炉放射性超标事件



广东中山某外资金属制品厂出口韩国烧烤炉在韩国检出放射性钴 60 超标，被韩国海关做退回处理。此次放射性超标事件为其采购自浙江的金属原料存在放射性超标，因不能提供有效放射性监测台账证明材料，由该中山企业独自承担高达 1800 万元人民币的放射性废物运输费、危险品仓储费及去污费。

【案例 3】广东揭阳钟表配件放射性超标事件



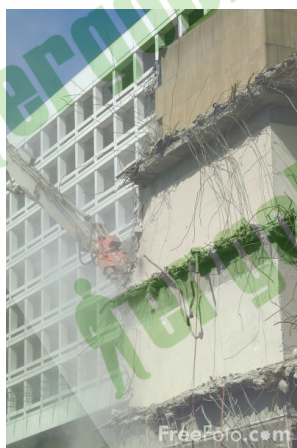
广东揭阳某钟表配件制造厂，表链放射性超标。此次事件因美国一过境旅客被海关监测出其身体放射性超标，后检出其所佩戴手表钴 60 放射性超标。手表制造厂家因此承担产品召回和后期处理成本近 1000 万元。

3. 社会群体恐慌

由于社会普通公众对放射性危害的不了解，由放射性废钢衍生的事件极易通过谣言传播造成社会群体性恐慌，尤其微信等现代化通讯工具的即时性、扩散性会加剧恐慌的传播速度。社会恐慌的加剧，会导致社会秩序、经济秩序的混乱，由此产生的人们生命财产损失，2003年的非典和 2011 年日本福岛核电站事故所带来的社会混乱，至今仍然历历在目。

【案例 5】墨西哥放射源失控，引起社会恐慌所带来的损失

上世纪 80 年代，墨西哥 ciudad juarez（华雷斯）退役钴 60 放射源失控污染事件。此次事件因一台含 30TBq 的远距离治疗机退役，其防护壳内含 6000 枚钴 60 放射源，退役后拆解卖给当地钢厂由此造成污染了 3 万多套课桌椅、6600 吨钢材。此事件通过一家地方小报纸报道出来，引起大规模的游行示威和国际舆论压力。国际墨西哥当局为寻找这些散落的放射源和被污染的钢材，出动飞机巡测了 470 平方公里区域，随访监测 17636 处建筑，最后 816 处建筑因放射源超标被迫拆除，建筑内 4000 居民接受了 50 多天的超剂量辐射。由此造成的社会群体恐慌导致损失至今没有准确数字，此钢铁厂由此破产。



（三）废钢中放射性的来源及现状

废旧金属中含有或者混入放射性，主要有三个途径：

1、失控放射源的夹杂或混入：失控的放射源可能来自于工业、农业、卫生医疗、科研等各个领域，特别是现在的拆厂，拆船行业。全国放射源总数在 63700 余枚，而其中有大约 30% 的放射源未在环保及卫生部门办理许可证，待处理的废弃放射源超过 13800 枚。据保守估计，全国放射源总数应在 8 万枚以上，其中至少有 2000 多枚甚至更多放射源失控。我国自 1954 年到现在共发生各类辐射事故 1500 多起，平均每年发生 30 余起。2004 年以来，随着环保部对废弃放射源强制收贮、强化放射源许可管理和放射源登记备案制度等手段加强放射源的监督管理，放射源的失控可能逐渐减小，但目前仍难以全面清除现存失控放射源，特别是很早之前废弃放射源采取浅层地表掩埋方式处理，现在就很难找到。同样，国外大量进口洋垃圾，也存在放射源失控的风险转移问题。



2、被自然放射性污染的废旧金属，通常为天然石油气开采，磷酸盐工业，有色金属冶炼业等行业回收的废旧金属。这些设备在长期使用的过程中，某些部件被天然放射性物质污染，基本为镭同位素污染的废旧金属，我国相关管理部门对有色金属开采和冶炼业，特别是伴生矿的开采和冶炼过程中的放射性风险给予极大关注，但对退役生产设备的管理确鲜为涉及。



3、核工业和其研究机构报废设备产生的废旧金属，包括整体污染废旧金属和表面污染废旧金属。我国建立了非常完整的核工业体系，一批核设施也正在退役之中，但基数较小，由此产生的废旧金属不及美国的 1%--5%。然后预防国外此类废旧金属流入中国市场不可忽视。我国新疆就曾成为中亚国家放射性污染金属出口集散地。这些中亚国家是原苏联核试验场与核武器基地。据巴克图口岸统计，从 1994 年至 1997 年六月，发现并退回的放射性金属达 490 多吨。



【案例 6】放射性失控频发

①2004 年 3 月，当江苏省常熟市某企业一台内置放射源的仪器竟被以为是废铁顺手“牵”走，确定流入浙江嘉善境内的陶庄废旧钢铁市场后，时任浙江省委书记习近平、省长吕祖善、常务副省长章猛进等领导相继作出了重要批示。

②2004 年 1 月 12 日晚 11 时许，广西桂林海螺水泥有限公司下属的桂林飞来石厂 7 台 γ 射线料位仪被盗。该仪器内装的就是对人体有严重危害的“铯-137”和“钴-60”。被盗的 7 台仪器均为备用仪，放射源尚未启用，也未衰竭。案发后，经过警方与专业技术人员的艰辛寻找，于 2 月 14 日在富平某钢厂炼钢车间找到“铯-137”的宿地，但已被钢厂将放射源连同回收的废铁一起倒进钢炉熔炼了。

③2004 年 2 月 3 日（阴历的正月十三），西北电建一公司蒲城分公司又发生了一起“铯-137”丢失事件，陕西省市环保、卫生监督、防疫、核工业地质局及驻渭部队防化官兵会同百余警力全力投入破案。对本地及临县 31 个废品收购站进行检查控制，并对附近两个乡镇六行政村 37 个村民小组 3000 余户进行排查。在公安机关与社会舆论的双重重压下，2 月 13 日，犯罪嫌疑人石化平向警方投案自首，并供认放射源被当成废铁卖给了东陈镇废品收购站。

④2003 年 8 月 30 日上午，广东梅县雁洋镇已拆厂两年多的某水泥厂发现，存放在厂内发电机房的 3 枚含“铯-137”放射性元素的放射源被盗走。直到 9 月 8 日傍晚，警方才在一巷道内发现一枚被埋在地下的放射源“铯-137”，另外两枚进入废旧钢铁回收环节，至今无法找回。

⑤2003 年 9 月 7 日，吉林省九台市水泥厂丢失一枚放射源“铯-137”，所幸的是警方于次日下午在该市一家废品收购站找到了。经过专家鉴定及仪器检测，该放射源包装未被破坏，未造成人员伤亡及财产损失。

三、废钢放射性监测，企业如何做？

综上所述，从企业对社会负责、持续经营、规避风险的角度，废钢回收熔炼企业对废钢放射性的监测，是从事废钢回收熔炼企业迫在眉睫，必须重视和解决的问题。

但企业在废钢放射性监测问题上，普遍存在以下顾虑和障碍。

- 设备太贵！行业本来就不景气。
- 设备太复杂，怕买来不会用，得招聘专门人员使用。
- 万一买来，主管单位不认可怎么办？
- 监测台账难建立，不好管理。

广东省辐射防护协会专家调查走访了国内 10 余家已经开展废钢放射性监测的企业，参照国家质检总局、环保部针对废钢铁的相关监测标准，借鉴江苏、河南等省市业已开展的废钢放射性监测规范，提出《广东省废钢放射性监测指引》，分别从行业标准、监测制度、监测仪器系统三个角度提出建议。

（一）废钢铁放射性限值标准解析

国家现已出台两部与废钢铁放射性相关的国家标准，分别是由国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会发布，于 2004 年 12 月 1 日起正式实施的《废钢铁》国家标准(GB4223-2004)和由国家环境保护总局、国家质量监督检验检疫总局发布，于 2006 年 2 月 1 日起正式实施的《进口可做原料的固体废物环境保护控制标准---废钢铁》(GB16487.6--2005)。

1、国家标准《废钢铁》(GB4223-2004)

第 5. 13 条明确规定： 废钢铁中禁止夹杂放射性废物，废钢铁的放射性污染按以下要求控制：

----废钢铁的外照射贯穿辐射剂量率不能高于 $0.46 \mu\text{Sv} / \text{h}$ ；

----废钢铁的 α 表面放射性污染水平检测值，不能超过 $0.04 \text{ Bq} / \text{cm}^2$ ；
 β 表面放射性污染水平检测值，不能超过 $0.4 \text{ Bq} / \text{cm}^2$ 。

2、国家标准《进口可做原料的固体废物环境保护控制标准---废钢铁》 (GB16487.6--2005)

第 4.2 条明确规定：废钢铁表面 α 、 β 放射性污染水平为：表面任何部位的 300cm^2 的最大检测水平的平均值， α 不能超过 $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 不能超过 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。放射性核素比活度不能大于规定限制。

在出入境检验检疫的放射性检测中，表面污染是必检项目。但在废钢回收和熔炼企业的实际检测中，从监测时效、易操作、可行性等三个角度出发，主要是监测废钢外照射（ γ 射线）贯穿辐射剂量为主。

【案例 7】济源钢铁集团公司检测出废钢放射性超标



2012 年 2 月 18 日 16 时 29 分，济源钢铁集团公司废钢辐射自动监测线发生

报警，该公司立即向济源市环保局进行了报告，并对运输车辆进行了隔离。济源市环保局接报后，迅速启动辐射事故应急预案，组织人员带监测仪器赶赴现场进行处置。经查，辐射剂量率超标的物质是长 60 厘米、直径 10 厘米带法兰头的普通钢管，经现场监测，该钢管 5 厘米处 γ 辐射剂量率为 $15.7 \mu\text{Sv/h}$ ，高出本底约 70 倍，属于放射性污染物，已按照放射性废物包装整备标准包装后送往省放射性废物库。

【案例 8】武汉钢铁集团公司检测出废钢放射性超标



2012 年 5 月 14 日下午 1 点，武汉钢铁集团金属资源有限公司废钢分公司对车号为鲁 QB8908 货车的废钢进行例行的放射性监测时，发现监测值异常。经查，该车废钢由武汉铁力工贸有限公司从湖南省益阳市回收，废钢总重约 35 吨，现场监测车厢尾部空气剂量率为 1.2 微戈瑞每小时，超过环境本底值约 20 倍。在专家的指导下，从废钢中分选出有放射性的废钢约 20 公斤，经现场监测其表面的空气剂量率为 123 微戈瑞每小时。

（二）出入境检验检疫《进口可做原料的固体废物放射性检验规程》解析及借鉴

【参考文献】

版权所有 • 禁止翻制、电子传阅、发信

SN

中华人民共和国出入境检验检疫行业标准

SN/T 0570—2007
代替 SN 0570—1996

进口可用作原料的废物 放射性污染检验规程

Rules of the inspection for radioactive
contamination of scrap imported as raw material

2007-04-06 发布

2007-10-16 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

4.4 检验方法

4.4.1 外照射贯穿辐射剂量率测量

4.4.1.1 环境天然辐射本底值测量

在进行外照射贯穿辐射剂量率测量前,应先测量并确定货物进口口岸当地的天然环境辐射本底值。

选择能够代表当地口岸正常天然辐射本底状态,无放射性污染的平坦空旷地面的 3~5 个点(可作为固定调查点)作为测量点,将测量仪之测量探头置于测量点上方距地面 1 m 高处,测定其外照射贯穿辐射剂量率,每 10 s 读取测量值 1 次,取 10 次读数的平均值作为该点的测量值,取各测量点测量值的算术平均值作为该进口口岸的正常天然辐射平均值。

4.4.1.2 巡测

对进口可用作原料的废物,应在货物进口口岸通道等中间地带首先进行放射性污染的巡回检测,以便及早发现放射性异常或污染。巡测时,尽可能地将测量仪器接近被测物表面或装载进口可用作原料的废物的集装箱、车体、仓体等的表面,对被测物的周体表面进行巡回检测。在巡测时已发现放射性明显超过三项检测指标管理限值的废物原料,判定为不合格。

对已发现放射性污染超过三项检测指标管理限值的货物不再进行分检或挑选。

4.4.1.3 布点

对于装运废金属、废五金类的汽车、火车、集装箱、轮船或成堆堆放的散装货物,均可按网格法布点(见图 1)。用直接测量法进行外照射贯穿辐射剂量率和 α 、 β 表面污染的检测。其中对:



图 1 放射性污染测量布点示意图

汽车:按汽车车厢纵向 2 线和横向 3 线的网格法布点,于网络的 6 个交点上布点和测量。

火车、集装箱:以纵、横 2 个方向的网格法布点测量,但不少于 10 个点。

轮船船舱：根据舱面大小，按舱面的前、中、后 3 线和左、中、右 3 线布网格，与网格的交点上布点测量，但不少于 12 个点。

4.4.1.4 测量

按照仪器使用说明书的要求进行规范操作。测量时将仪器探头尽可能贴近被测物表面（一般的测量仪器的探头距离被测物的距离以不大于 300 mm），待仪器的显示值稳定后开始测量和读数，每 10s 读数 1 次，取 10 次读数的平均值作为该测点的外照射贯穿辐射剂量率值。

注：检测中，对管类、容器等包容体的检验，应特别注意其内部可能存在的因屏蔽而从外部不易检测到的 α、β 表面污染。

4.4.1.5 测量仪器的效率因子

为了对外照射贯穿辐射剂量率值进行修正，检验用测量仪器在使用过程中应使用校验源进行跟踪校验（如早、中、晚各 1 次）。根据校验结果测算出仪器的效率因子 K_2 。

测算方法是：将仪器探头置于无污染质干燥地面上方，稳定后每 10 s 读数 1 次，取 10 次读数的平均值 \dot{D}_1 为天然环境辐射本底值；然后根据校验源之净源值 (R) 调整仪器之挡位，将校验源扣置于探头上并立于原处，而后同样读数 10 次，测得校验源之平均值 \dot{D}_2 ，代入式(1)求得仪器的效率因子 K_2 。

$$K_2 = \frac{R}{\dot{D}_2 - \dot{D}_1} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

K_2 ——测量仪器的效率因子；

R ——校验源之净源值；

\dot{D}_1 ——天然环境辐射本底值；

\dot{D}_2 ——校验源 10 次读数的平均值。

4.4.1.6 测量值的修正

仪器的测量读数 \dot{D}_c 应根据仪器的刻度因子 K_1 和效率因子 K_2 按式(2)进行修正，即

$$\dot{D} = K_1 \cdot K_2 \cdot \dot{D}_c \dots\dots\dots(2)$$

式中：

\dot{D} ——修正后的测量值；

\dot{D}_c ——测量仪器的测量值读数；

K_1 ——测量仪器的刻度因子（由仪器的检定证书给出）；

K_2 ——测量仪器的效率因子。

目前，针对废钢放射性监测的国家标准级监测规范，成文的只有出入境检验检疫《进口可做原料的固体废物放射性检验规程》。但从企业的从业人员经验角度考虑，以上规程的监测方法对监测人员的专业性提出了较高要求。

从简单经济、有效可行、遵照标准三个角度出发，广东省辐射防护协会提出按废钢回收熔炼企业规模分级监测管理的放射性监测思路。

(三) 企业分级监测思路及仪器设备简介

从企业废钢年处理量的大小分成两个级别：10万吨处理量以下和10万吨处理量以上。

- 10万吨处理量以上的，建议用大中型车辆通道式放射性监测系统
进行废钢放射性监测。
- 10万吨处理量以下的，建议用小型便携式放射性检测仪表，配合
相关制度进行废钢放射性检测工作。

1、大中型车辆通道式放射性监测系统和小型便携式放射性检测仪表的区别。



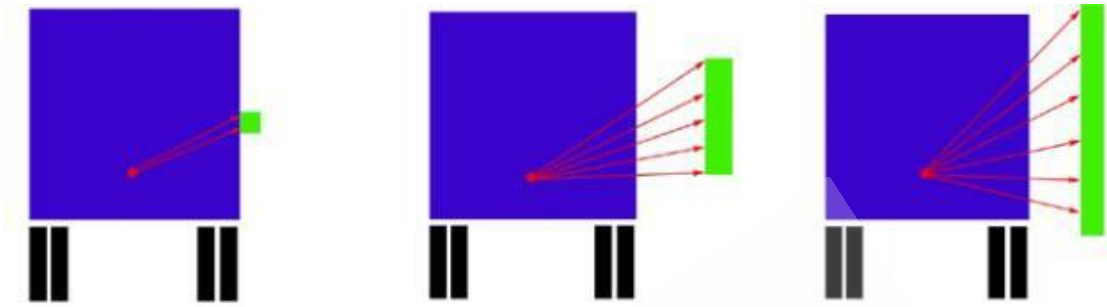
大中型车辆通道式放射性监测系统



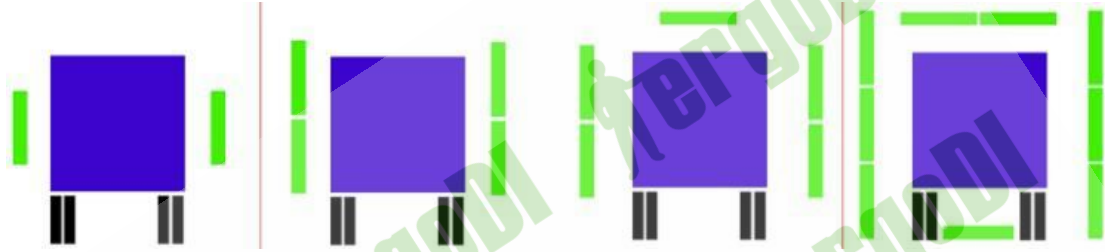
小型便携式放射性检测仪表

【比较之前的知识普及】

- 废钢中的放射性是不容易被发现的：当放射源夹杂在废钢中，废钢会成为放射线行进的障碍，导致穿透出来的放射性非常低，如何发现这些隐蔽的威胁，各个企业根据自己的需求和支出水平选择方案。
- 探测器的体积和覆盖面积和检出几率成近似正比例关系：小尺寸的 γ 探测器只能接收一个 γ 辐射场中相对较小的一部分。在现实的金属再生的各个环节中均匀的辐射空间是不会出现的，因此小 γ 探测器会漏检放射源的几率就比较大，而大号的探测器能更好检出放射源。如下图所示。



- 通过增加探测器的数量，可以增加探测器的检测面积和检测角度，就可以大大增加对放射源的检出概率。如下图所示。



①大中型车辆通道式放射性监测系统

- 适用于装载废钢的汽车、火车。
- 安装于废钢进厂地磅、出厂安检口。
- 不用专人管理，自动监测，自动报警，可远程报警，短信报警。
- 可与管理部门中心监控信息平台联网，自动上报监测结果。
- 监测过程视频、车辆号牌、监测数据（本底值、报警阈值、监测值）、车辆通过速度等数据自动形成监测台账。
- 监测数据存储3年以上，备案备查。

②小型便携式放射性检测仪器

用于废旧金属原料进厂时、挤压打包成型后、入炉前、产品质量监测等。选择不少于5个监测点位，监测仪器探头距金属表面5cm处测量，并认真做好记录，连续测量3次。将多个监测点位的监测数据计算平均值，平均读数大于本底+50nGy/h时，判定为异常。

监测仪器	大中型车辆通道式放射性监测系统	小型便携式放射性检测仪表
监测面积覆盖范围	不同的探测器面积，能覆盖大中型车辆或火车整个装载车厢范围	只能监测某个很小的检测点位
监测有效性	非常高 在保证检测速度的情况下，超出本底辐射值1%既能报警（本底甄别及扣除功能模式下）	在严格遵守监测规范的情况下，在某个点位进行有效的剂量监测，但对整个车辆装载废钢进行检测，需要相当长事件。适合于废钢堆场进行放射性巡测。
检测速度	整车通过性监测，监测速度快	不适合整车快速检测，适合堆场巡测。如用于整车检测，需设定不少于5个测量定位进行检测。监测时间长。
检测场所	适用于废钢装载车辆入口，和成品装载车辆出口	适用于堆场巡测、或整车多点位综合加权检测
监测台账	自动生成监测台账	需要人工生成监测台账

2. 大中型车辆通道式放射性监测系统的采购指标建议。

- 适用于大中型车辆通道式放射性监测系统的国家检定标准《JJF 1248-2010 通道式车辆放射性监测系统校准规范》

指标种类	指标建议	备注
------	------	----

探测器种类及 体积	塑料闪烁体 总探测体积 50L---200L	进口组件可使用 5--8年
射线能量 响应范围	γ 射线 20Kev---3Mev	
报警阈值	可在超出实时本底 1%---20%范围内报警	越低约精确
误报警率	0.0001--0.01%	越低越精确
本底屏蔽	本底自动甄别及扣除(最优) 或非 探测面 5面 10mm 铅板屏蔽	本底自动甄别及 扣除可达到实时超 出本底 1%报警, 误 报警率可下降至百 万分之一。
售后服务	整体系统 3年 传感器 5年 免费质 保	
价格范围	25万到75万之间	价格与传感器体 积大小成正比
购买时的 注意点	1、供应厂商必须具备 CMC 证书(制造计量 器具许可证) 2、检定通过:供应厂商能决定保证设备系 统通过国家法定强制检定。	

3. 小型便携式放射性检测仪表的采购指标建议

- 小型便携式放射性检测仪表适用的国家标准《GBT 4835-1984 辐射防护用携带式 X、 γ 辐射剂量率仪和监测仪》



指标种类	指标建议	备注
------	------	----

探测射线种类	γ 射线	
射线能量 响应范围	γ 射线 40Kev---3Mev	
灵敏度	1uSv/h \geq 350cps	
量程范围	10nGy / h \sim 1.0 \times 10 ⁶ nGy / h	
误差范围	相对基本误差： \leq \pm 15% 重复性： \leq \pm 5% -20 $^{\circ}$ C \sim 40 $^{\circ}$ C 范围内读数变化 \leq \pm 15%， 10% \sim 95%湿度范围内读数变 化 \leq \pm 5%	
售后服务	3 年免费质保	
价格范围	0.68 万到 2.5 万之间	价格与传感器类型与测量精度有关系
购买时的 注意点	1、供应厂商必须具备 CMC 证书(制造计量器具许可证) 2、检定通过:供应厂商能决定保证设备系统通过国家法定强制检定。	

4. 小型便携式放射性检测仪表在使用中的注意点和相关制度列表。

①环境本底的确定

如果便携式仪表没有本底自动甄别及扣除技术，在测量时就需要人工测量及扣除本底。

测量方法:选择无放射性污染的本厂平坦地面的3到5个点作为测量点;将探测器探头置于地面1米处,测量其点位 γ 辐射剂量率($\mu\text{Gy}/\text{h}$);每10S测量一次;取10次本点位测量值计算平均值作为该点位本底剂量值;将各点位测量值平均值作为该厂天然本底值。

②监测制度的建立

人员管理制度:放射性监测人员值班制度

放射性监测人员个人剂量管理制度

放射性监测人员培训/再培训制度

监测管理方案:废旧金属熔炼前放射性监测方案

监测仪器使用与检验/年度检定管理制度

事故管理制度:辐射水平异常应急预案

放射性物质处置措施

综合:废旧金属熔炼前放射性监测管理制度运行操作规程

安全防护装置的维护与检查制度

③监测台账的建立

监测台账起到备案备查的作用。

监测台账样本

辐射监测系统（试仪器）监测台账

序号	日期	时间	场所	测试对象	测试 (μSv)						测试人员
					1	2	3	4	5	6	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

（四）放射性超标处理流程

制定依据：

- 国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》
 - 环保部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》
 - 环保部《关于加强废旧金属回收熔炼企业辐射安全监管的通知》
- 1) 废旧金属熔炼企业一旦发现受放射性污染的废旧金属原料或钢材制品，应立即将其进行隔离并严格看管，并在 1 小时内将情况报告企业所在地环保部门。
 - 2) 环保部门到达现场后，对受污染的钢材制品进行监测，对可能的污染区域和范围进行排查。
 - 3) 发现放射性污染废旧金属和钢材制品的单位配合环保部门进行调查处理，配合公安部门排查其来源。安全责任的界定原则是，污

染物品的拥有者负责对污染物品进行处理处置，对污染来源进行调查举证，并承担全部安全责任。如拥有者证明所拥有的污染物品来自其他单位，则来源单位承担安全责任，该拥有者只承担连带责任。

- 4) 省环保厅依法将受污染的金属原料或钢材制品安全收贮到省城市放射性废物库。所生产的费用，由失控放射源或者被污染金属的原持有者或者供货方承担。