

3.2 辐射危害关键控制措施探讨 正常生产运行时, 化工、芯块制备部分操作非密封源, 物料状态多为粉末状, 生产过程中极易形成放射性气溶胶, 工作人员吸入后造成内照射危害。在今后的运行过程中应加强该区域的现场防护管理及设备、管道密封性的定期检查, 防止物料逸出; 加强场所气溶胶浓度监测, 使气溶胶浓度维持在控制值以内。

该生产线存在多种辐射风险, 企业应强化辐射安全卫生意识, 通过日常辐射安全卫生知识的教育和培训, 提高作业人员的防护意识并认识到辐射危害的严重性; 定期对应急救援设施进行检查维护, 发现问题及时检修, 确保安全有效, 预防核临界、 UF_6 泄漏、转炉爆炸等事故的发生; 加强操作人员放射防护基础知识及操作技能等方面的教育培训, 提高操作技能, 使其严格按照标准规程进行操作, 防止物料洒落等意外事故的发生; 组织针对可能发生事故类型的应急演练

练, 检验和提高应急组织机构的响应能力、工作人员熟悉和胜任应急工作的程度; 定期对事故应急预案进行评议和修改, 提高预案的有效性、科学性和可操作性。

正常生产运行下工作人员受照剂量较低, 但在检修污染设备时常需拆卸、更换零部件, 会伴有放射性气溶胶的释放, 应加强检修过程中的辐射防护措施, 严格按照程序操作, 减少操作扰动引起的气溶胶释放, 将辐射危害降到最低水平^[2]。

参考文献

- [1] 马跃峰, 薛向明, 武晓燕. 某核燃料元件生产线职业病危害控制效果评价 [J]. 中国工业医学杂志, 2016, 29 (2): 149-151.
- [2] 姜霞, 杨雪, 王秀琴. 某地浸采铀矿山放射性职业病危害控制效果评价 [J]. 中国工业医学杂志, 2015, 28 (1): 61-62.

(收稿日期: 2019-07-05; 修回日期: 2020-01-02)

某生物质发电工程粉尘检测 results 分析

Analysis on dust detection results of a biomass power generation project

常志强, 刘亚杰

(兵器工业卫生研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 采用现场调查和职业卫生检测方法, 对某生物质发电工程产生粉尘场所、接触岗位和职业病防护设施进行调查、检测。结果显示, 生物质发电工程存在木粉尘、其他粉尘 (秸秆粉尘等混合粉尘、生物质燃烧后的灰渣)。作业人员接触的其他粉尘 C_{TWA} 1.3~10.3 mg/m^3 、超限倍数 0.36~2.9, 木粉尘 C_{TWA} 5.6 mg/m^3 、超限倍数 3.1; 接触粉尘超标岗位均为粉尘 I 级作业。提示破碎、燃料输送、捅渣工序是粉尘作业关键控制点, 应采取有效的工程防护措施和管理措施, 加强作业人员个体防护。

关键词: 生物质; 发电; 粉尘

中图分类号: R135.2 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2021)01-0081-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggggyx.2021.01.025

近年来, 我国生物质发电取得了一定的发展, 已培育形成了较完整的设备制造能力和产业服务体系, 对促进农村发展、实现节能减排发挥了很大作用。现通过对甘肃省某生物质发电工程进行现场调查、检测, 掌握工程运行过程中粉尘分布及其浓度现状, 为

类似工程采取防尘防护措施提供参考依据。

1 对象与方法

以甘肃省某 1×30 MW 生物质发电工程为调查对象, 对生产工艺、原材料、作业方式、职业病防护设施等进行调查, 明确生物质发电工程产生粉尘的场所分布及接触岗位。依据《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ 159—2004)、《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分: 化学有害因素》(GBZ 2.1—2007) 等进行现场采样和检测。

2 结果

2.1 工艺流程 将供应商提供的秸秆、林业废弃物等燃料由汽车运至燃料棚, 经破碎、胶带输送机转运, 送入锅炉燃烧, 释放的热量加热锅炉中的水产生高温高压的蒸汽, 蒸汽推动汽轮机并带动发电机产生电能; 锅炉排放的烟气经除尘器由烟囱排入大气; 除尘器过滤的飞灰及锅炉底渣经除灰渣系统进入灰库、渣仓, 灰场储存或综合利用。生物质发电工艺流程见图 1。

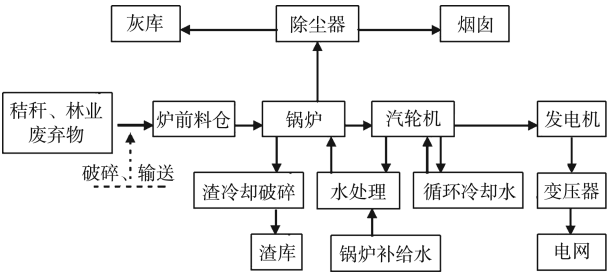


图 1 生物质发电工艺流程

2.2 主要职业病危害因素种类及分布 该生物质发电工程在燃料储存、破碎、输送以及锅炉燃烧、除灰渣过程中产生粉尘。燃料输送系统产生的粉尘主要为有机粉尘，其中树根破碎环节产生木粉尘，秸秆破碎环节产生秸秆粉尘，燃料输送环节产生树根、秸秆的混合粉尘，锅炉燃烧后产生树根、秸秆燃烧后的灰渣。经测定，各类粉尘中游离 SiO₂ 含量均<10%，粉尘性质分别为木粉尘、其他粉尘。生物质发电工程运行过程中粉尘分布情况见表 1。

表 1 生物质发电工程运行过程中粉尘性质及分布

作业场所	工种	设备/工序	粉尘性质
燃料储运区	过磅员	地磅房	其他粉尘（树根、秸秆的混合粉尘）
	皮带工 1	秸秆破碎机、秸秆输送机	其他粉尘（秸秆粉尘）
	皮带工 2	树根破碎机	木粉尘（木粉尘）
	皮带工 3	卸料间、燃料输送皮带、给料机	其他粉尘（树根、秸秆的混合粉尘）
	转载机司机	转载机驾驶室	其他粉尘（树根、秸秆的混合粉尘）
锅炉区	炉前给料工	炉前给料机、粉料器	其他粉尘（树根、秸秆的混合粉尘）
	锅炉巡检工	一次风机、二次风机、流化风机	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）
	冷渣器看护工	冷渣机	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）
	除尘器看护工	布袋除尘器、吹灰器	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）
	输渣机看护工	输渣机、灰库	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）
	0 m 杂工	锅炉房 0 m 层	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）
	插渣工	锅炉	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）
灰场	看护工	灰场卸车、扬尘	其他粉尘（树根、秸秆燃烧后的灰渣）

2.3 作业场所空气中粉尘检测 在本工程满负荷运行条件下，对作业场所粉尘进行采样，采用个体采样和定点采样相结合的方式，连续采样 3 d。共计检测接触粉尘作业工种 11 个，其中 4 个工种接触粉尘浓度超标，超标率 36.4%。检测产生粉尘的工作地点 21 个，其中 7 个工作场所粉尘超限倍数超标，超标率 33.3%。根据《工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分：生产性粉尘》（GBZ/T229.1—2010），秸秆破碎机、秸秆输送机、树根破碎机、燃料输送皮带、锅炉插渣涉及的 4 个岗位粉尘作业分级为 I 级。作业场所空气中粉尘检测结果见表 2、表 3。

表 2 作业场所空气中粉尘时间加权平均浓度检测 mg/m³

作业场所	工种	粉尘种类	C _{TWA}	PC-TWA	结果判定
燃料储运区	过磅员	其他粉尘	1.3	8	符合
	皮带工 1	其他粉尘	9.5	8	不符合
	皮带工 2	木粉尘	5.6	3	不符合
	皮带工 3	其他粉尘	10.3	8	不符合
	转载机司机	其他粉尘	6.0	8	符合
	炉前给料工	其他粉尘	2.3	8	符合
锅炉区	锅炉巡检工	其他粉尘	2.9	8	符合
	除尘器看护工	其他粉尘	3.8	8	符合
	输渣机看护工	其他粉尘	3.3	8	符合
	0 m 杂工	其他粉尘	2.3	8	符合
	插渣工	其他粉尘	9.2	8	不符合

2.4 防尘措施

2.4.1 燃料储运区 干料仓库周围设置防风抑尘网；尽量降低燃料卸载点落差，落差较大的落料管设置缓冲锁气装置；带式输送机导料槽采用密闭罩，2 条燃料输送皮带分别设置 1 套除尘系统。

2.4.2 锅炉区 锅炉微负压运行，0 m 层采用水冲洗；炉渣采用密闭输送机输送至渣仓，加湿后外运；除灰、输灰系统密闭，灰库设袋式除尘器，飞灰密闭罐车外运。

2.4.3 灰场 周围种植高大耐旱绿植，可以降低风速、减小扬尘；定期洒水降尘，并对局部无法洒水或覆盖的区域喷洒固结剂；出入口设车辆冲洗设备。

2.5 职业病防护用品 用人单位为接触粉尘作业人员配发随弃式防颗粒物口罩（防护级别不低于 KN90，指定防护因数 10），建立职业病防护用品发放台账，劳动者在作业过程中能正确佩戴，实际接触的粉尘浓度符合职业接触限值。

2.6 职业健康监护 燃料输送系统产生的粉尘以有

表 3 作业场所空气中粉尘超限倍数检测						
作业场所	工种	采样地点 /工序	检测浓度 (mg/m ³)	超限 倍数	最大超 限倍数	结果 判定
燃料储运区	过磅员	地磅房	4.7	0.59	2	符合
	皮带工 1	秸秆破碎机 1	22.8	2.9	2	不符合
		秸秆输送机 1	22.5	2.8	2	不符合
		秸秆输送机 2	21.8	2.7	2	不符合
		皮带工 2	树根破碎机	9.4	3.1	2
	皮带工 3	1#皮带	22.3	2.8	2	不符合
		2#皮带	21.1	2.6	2	不符合
		给料机	14.1	1.78	2	符合
	转载机司机	转载机驾驶室	12.0	1.5	2	符合
	锅炉区	炉前给料工	炉前给料机	7.8	0.98	2
		粉料器	6.8	0.85	2	符合
锅炉巡检工		一次风机	4.7	0.56	2	符合
		二次风机	5.3	0.66	2	符合
		流化风机	3.9	0.49	2	符合
冷渣器看护工		冷渣机	2.9	0.36	2	符合
除尘器看护工		布袋除尘机	8.3	1.0	2	符合
		吹灰器	8.5	1.1	2	符合
输渣机看护工		输渣机	7.2	0.9	2	符合
		灰库旁	12.3	1.5	2	符合
0 m 杂工		锅炉房 0 m	6.2	0.78	2	符合
捅渣工		锅炉捅渣	22.8	2.8	2	不符合

机粉尘为主，其中所含木粉尘占比较高。木粉尘是国际癌症研究机构公布的确认致癌物（G1），应关注其对人体健康危害。生物质燃烧后产生的粉尘以无机粉尘为主，作业人员长期接触高浓度粉尘可导致呼吸系统炎症反应，甚至尘肺病。用人单位委托有资质的职业健康检查机构，按照《职业健康监护技术规范》（GBZ188—2014）规定的检查项目和周期，对接触粉尘作业的劳动者进行职业健康检查，未检出疑似职业病和职业禁忌证。

3 讨论

由于生长条件及生物质自身所需养分的不同，不同种类生物质的灰成分含量有较大差别。秸秆类生物质的主要成分为钾、钙和硅等；木屑类生物质硅含量稍低，钙含量较高，镁含量也比秸秆类生物质高^[1]。本工程使用的燃料主要为林业废弃物（树根）和农

业废弃物（秸秆），初始水分含量低，需破碎后方可进炉燃烧，燃料破碎设备未配备除尘器控制扬尘，秸秆、树根破碎工序作业人员接触粉尘浓度超标，与使用秸秆、花生壳、树皮及稻壳等不需进行燃料破碎的生物质发电项目检测结果有差异^[2]。破碎后的燃料由带式输送机送入料仓，破碎皮带至燃料输送皮带卸载点导料槽密闭不严，燃料下落伴随诱导风流、冲击气流使粉尘迅速扩散^[3]，从导料槽未密封部位泄露；同时，布置燃料输送皮带的地下卸料间未能及时清扫，随着皮带等机械设备运行产生振动，二次扬尘严重；该场所皮带工接触粉尘浓度超标。捅渣工定期在炉底附近位置进行捅渣作业，炉渣下落冲击产生大量飞灰；输渣机密闭性较差，飞灰向锅炉间逸散，捅渣工接触粉尘浓度超标。生物质发电的灰渣囤积在露天灰场，如储存不当易造成二次扬尘^[2]。

燃料破碎和转运、除灰渣系统、灰场可作为生物质发电工程粉尘危害的关键控制点，并应采取以下措施对作业场所粉尘进行控制：（1）燃料储存区卸料位设置卸料棚、挡料板，上料位一侧加装挡料帘，尽量实行密闭化作业^[4]。（2）破碎机配备除尘设施，根据《小型火力发电厂设计规范》（GB 50049—2011）将破碎过程产生的粉尘充分捕集。（3）燃料卸载点在采取除尘设施、缓冲措施的基础上，合理确定除尘器吸风口位置^[3]，做好导料槽、落料管的密闭。（4）采用密闭带式输送机转运燃料^[5]，带式输送机及廊道采用负压清扫设备，减少二次扬尘。（5）加强炉底捅渣作业人员的个体防护。（6）做好灰场的洒水、降尘工作，减少扬尘。

参考文献

[1] 杜胜磊, 钱柯贞, 杨海平, 等. 制灰温度对生物质灰特性影响 [A]. 第五届全国研究生生物质能研讨会暨 2011 年中科院研究生院新能源与可再生能源研究生学术论坛 [C]. 2011: 409-415.

[2] 龚伟, 倪金玲. 某生物质直燃发电项目职业病危害关键控制点分析 [J]. 中国职业医学, 2012, 39 (1): 27-30.

[3] 张有狮, 荆德古, 贺龙翔, 等. 基于气固两相流的带式输送机转载点控尘技术研究 [J]. 中国煤炭, 2014, 40 (10): 122-126.

[4] 高衍新, 王德军, 隋少峰, 等. 生物质发电建设项目粉尘作业危害与控制 [J]. 中国卫生工程学, 2014, 13 (2): 91-93, 97.

[5] 杨玉红. 某生物质发电建设项目职业病危害预评价 [J]. 中国卫生工程学, 2011, 10 (6): 447-450.

（收稿日期：2019-12-16；修回日期：2020-01-18）