

煤化工项目高空作业防护实例探讨和研究

蒋海夫

神华工程技术有限公司, 北京 100010

[摘要]针对当前煤化工项目高空作业的情况和危险性,以某大型煤化工项目为例进行典型案例分析,以理论结合实践的方式,就如何通过安全防护对高空作业进行风险管控展开分析,并论述高处作业风险管控的措施。

[关键词]煤化工项目;高空作业;安全防护;事故预防

DOI: 10.33142/ec.v3i5.1920

中图分类号: TU714

文献标识码: A

Discussion and Research on Protection of High Altitude Operation in Coal Chemical Project

JIANG Haifu

Shenhua Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100010, China

Abstract: In view of general situation and danger of high altitude operation in current coal chemical project, taking a large coal chemical project as an example, this paper analyzes how to carry out risk management and control of high altitude operation through the safety protection and discusses measures for risk management and control of high altitude operation.

Keywords: coal chemical project; high altitude operation; safety protection; accident prevention

引言

近年来,我国煤化工项目建设蓬勃发展,且装置规模越来越大,施工方法复杂,难度增加,随之而来的是项目建设过程中的安全风险也越来越大。如不妥善管理和控制,极有可能导致重大安全生产事故,因此,如何在项目建设过程中加强安全生产管理,有效降低施工安全风险,从而达到安全效益的最大化,是煤化工项目建设过程的一个难点。本文以神华榆林 CTC 项目煤气化装置在安全管理过程中对安全防护措施的推广、应用和创新为例,对煤化工项目建设的高处作业安全管理进行探讨和研究。

1 装置主要安全风险

1.1 装置介绍

该项目主要包括:气化系统、变换系统和共用工程系统。主要生产设施由水煤浆制备、气化与洗涤、渣水处理、黑水沉降与过滤、变换 1 系列、变换 2 系列、共用工程及辅助系统等系统组成,其中水煤浆制备系统磨煤厂房高 54 米、煤浆给料 39 米、研磨水池屋架高 16 米,气化与洗涤系统气化框架高 82 米,黑水沉降与过滤系统黑水框架 49 米,变换系列高 15 米。

1.2 危大工程概况

通过对设计图纸和施工组织设计的审查和梳理,该项目危大工程概况如下:大件吊装 62 台,其中超 300KN 的 10 台;深基坑 10 个,其中超过 5 米 4 个;高支模 41 个,其中超 8 米的 25 个;超高脚手架 15 个,其中超 20 米的悬挑脚手架 1 个。

项目安全风险分析:

使用 LEC 法对项目安全风险进行分析后,该项目主要安全风险如下:

高处坠落:磨煤、煤浆给料、煤气化、黑水、变换、凝液精制等区域的高框架作业时存在的作业风险;

物体打击:高处作业时材料、工具、建筑垃圾的掉落;

坍塌:土方开挖造成的坍塌及脚手架整体塌落;

触电:现场临时用电造成的触电伤害;

起重伤害:土建施工过程的材料倒运、安装施工过程的设备安装和材料运输过程;

其他:窒息、机械伤害、火灾、职业病等。

2 项目建设过程安全管理重点

根据住房和城乡建设部网站历年房屋市政工程生产安全事故情况通报数据分析得知（表 1），在项目建设过程中，高处坠落和物体打击、起重伤害、坍塌等始终是主要的安全生产事故，结合本项目的施工特点和危险源分析，重点对高处坠落和物体打击的管理进行研究和探讨。

表 1 全国房屋市政工程安全生产事故统计表注 1

| 年份 | 高处坠落 | | 物体打击 | | 起重伤害 | | 坍塌 | | 其他 | | 总计（起） |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 数量（起） | 占比（%） | 数量（起） | 占比（%） | 数量（起） | 占比（%） | 数量（起） | 占比（%） | 数量（起） | 占比（%） | |
| 2014 | 276 | 52.9 | 63 | 12.1 | 50 | 9.6 | 71 | 13.6 | 62 | 11.9 | 522 |
| 2015 | 235 | 53.2 | 66 | 14.9 | 32 | 7.2 | 59 | 13.3 | 50 | 11.3 | 442 |
| 2016 | 333 | 52.5 | 97 | 15.3 | 56 | 8.8 | 67 | 10.6 | 81 | 12.8 | 634 |
| 2017 | 331 | 47.8 | 82 | 11.8 | 72 | 10.4 | 81 | 11.7 | 126 | 18.2 | 692 |
| 2018 | 383 | 52.2 | 112 | 15.2 | 55 | 7.5 | 54 | 7.3 | 130 | 17.8 | 734 |

3 高处坠落和物体打击的定义和成因分析

3.1 高处坠落的定义

GB T3608-2008《高处作业分级》中定义：在坠落高度基准面 2 米或 2 米以上有可能坠落的高处进行作业，高处坠落即在高空作业过程中发生的坠落。

3.2 物体打击的定义

GB6441—86《企业职工伤亡事故分类标准》中定义：物体打击是指失控的物体在惯性力或重力等其他外力的作用下产生运动，打击人体而造成人身伤亡事故。

3.3 高处坠落和物体打击的成因分析

3.3.1 人的不安全行为

人的不安全行为主要表现为：（1）人员流动性大：该项目建设高峰期施工最高人数为 1401 人，项目建设过程参加培训总人数 4609 人次（2）人员安全素质低：建筑工人和安装工人的构成主要为民工，缺乏足够的安全技能和安全意识，在高空作业过程中出现野蛮施工、违章作业，导致高空坠落和物体打击事故发生概率大大增加。（3）违章指挥：管理人员在安排施工计划的时候考虑成本、进度等因素，违反安全规程，出现违章指挥现象。

3.3.2 物的不安全状态

物的不安全状态主要表现为：

- （1）未设置有效的防护；（2）防护不到位；（3）防护损坏、缺失、随意被拆除；（4）防护所用的材料质量不过关。

3.3.3 环境的不良因素

该项目位于榆林地区毛武苏沙漠和黄土高原的交界地带，常年风沙大，6 级以上阵风天气多，高空作业过程容易造成人、物失稳坠落。

通过对高处坠落和物体打击的成因分析，在项目施工现场，高处作业是高处坠落和物体打击产生的主要原因。

4 高处作业管理及事故预防的思路

4.1 本项目现场高处作业种类分析

在本项目现场，高处作业主要内容来自于以下几个方面：（1）洞口临边作业（通道口、楼梯口、设备预留洞口、楼层边）；（2）脚手架作业；（3）支模架搭设和拆除作业；（4）高处悬空作业（支模架搭设、模板支撑和钢筋绑扎、混凝土浇筑、墙体砌筑和粉刷、钢结构安装、管道及设备安装、电气仪表安装、结构设备防腐保温、消防工程及 6S 作业、塔吊安装和拆除）；（5）轻钢屋面和墙体彩板安装；（6）高处攀爬；（7）其他。

4.2 高处作业事故预防的思路

对高处作业定义进行分析可以得知，达到高处作业标准的必要条件主要有以下几点：

(1) 坠落基准面在 2 米以上；(2) 有可能发生坠落；(3) 进行作业活动。

要加强高处作业管理必须从以上三点着手，只要消除其中一个必要条件，高处作业就不成立，即通过以下几种方式：(1) 降低坠落基准面在 2 米以下；(2) 消除坠落可能；(3) 不进行作业。

对项目建设现场的高处作业管理主要从 (1) (2) 两点着手。通过对可能产生高处作业的部位的防护措施的落实，形成一个点→面→单体→全装置的高处作业安全防护体系，从而达到项目高处作业本质安全的目的。

5 高处作业管理及事故预防实施措施

5.1 材料准备

项目高处作业防护措施作用的材料主要为钢管、跳板、安全网（平网、立网、密目网）、钢丝绳。钢管和跳板的材质符合 JGJ130《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》要求，安全网符合 JGJ59-2011《安全网》标准要求，钢丝采用 12mm 的镀锌钢丝绳并符合 GB/T8076-2017《钢丝绳 术语标记和分类》标准要求。

5.2 洞口临边防护

项目土建和安装过程中的所有直径或边长达到 50cm 以上的设备预留孔洞采用钢管设置硬质围护，立杆间距不超过 3 米，上下设置两道横杆，下杆离地 40 公分，上杆离地 100 公分，底下设置踢脚板，洞口上方满铺安全平网。硬隔离阻止人员进入，踢脚板防止杂物进入该区域，安全平网隔断从上方掉落的物体。小于 50 公分的预留孔洞采用洞口悬挂安全平网，上面用木跳板制成方形盖板，底下设置防滑条。楼梯间和通道口采用同材质搭设临边扶手，下杆紧贴踏步，上杆离踏步 90-110 公分，转角平台处的扶手下方设置踢脚板防止物体掉落。

5.3 脚手架作业

除严格按照规范搭设外，随着脚手架搭设作业面的升高，高处作业风险随之增加，在搭设脚手架的第一步设置安全平网防止人、物掉落，第二步开始在搭设面的上方设置钢丝绳用于安全带的系挂并随着作业面的升高逐步上翻。钢丝绳在不超过 4 根大横杆的长度设置固定点防止钢丝绳下坠弧过长。脚手架作业层满铺跳板和护腰杆，下方设置水平兜网，脚手架和墙体之间的空隙不超过 10 米高度设置一道水平兜网防止掉物。

5.4 支模架搭设和拆除

支模架搭设处严格按照规范要求搭设外，在搭设到第二部高度且超过 2 米的地方设置安全平网以降低坠落基准高度，设置双跳板保证结构柱施工时的操作面。

5.5 高处悬空作业

在局部区域的构造柱要在砌筑完成后在支模浇筑，外墙抹灰、需要在外墙作业，由于结构高度高，脚手架满铺跳板带来的自重增加，难以确保安全，本项目墙体外立面作业采用吊篮施工，吊篮严格按照 GB T19155-2017《高处作业吊篮》设置、验收和检查，并单独设置一根生命绳用于安全带的系挂。

安装过程的高处悬空作业，钢结构安装时在地面大面积拼装，拼装阶段就将必要的生命线、安全平网和水平通道设置完成随着结构一起吊装，吊装完成后的连接部位依托这些安全措施再进行增补，保证安全防护设施全线贯通。高空焊接造成的悬空作业，采用在焊接点搭设小型操作平台的方法，根据结构特点生根、作业面保证双跳板，设置护腰杆，平台下方设置水平兜网防止掉物，搭设完成后履行验收挂牌程序。

电气仪表安装的高处作业风险主要是支腿设置、电缆桥架槽盒的设置以及后期的电缆敷设，除依托前期钢结构和管道设备安装时形成的防护措施外，局部区域在地面搭设脚手架保证人员在高处作业的作业面，至支腿上设置生命线，上下垂直作业处在两头搭设小型作业平台。

塔吊安装和拆除严格遵照 GB5144-2006《塔式起重机安全规程》进行，使用过程除在合理位置设置通道外，塔身内部在不超过 20 米高度设置一个防坠器保障塔司上下塔吊的防坠落。

5.6 电气仪表、消防、轻钢屋面和墙体彩板安装

此类作业已经进入项目建设中后期，此时项目的高处作业安全防护体系已经成形，多数作业可以依托这些体系进行，在轻钢屋架地面拼装过程设置安全通道、安全平网、生命线，可以满足后期屋架防腐、屋面安装及消防施工的需求，在局部不满足要求的地方搭设水平通道，加设生命线和平网以确保施工安全需求。

5.7 高处攀爬及其他零星高处作业

主要是针对极为特殊情形下的非常规作业，尤其是后期在安全防护体系拆除后产生的设计变更、检修和维护时，由于作业高度高，安全防护体系设置难度大，需要根据现场实际条件制定专项方案，制定合理的安全保障措施后再施工。

5.8 其他防护措施

为防止高空掉物产生的物体打击伤害，在地面设置安全防护区，根据高处作业分类标准在地面设置足够的硬质隔离，隔离采用钢管搭设，设置方式采用上下两道栏杆，上杆离地 90-110mm，下杆离地 40-60mm，人员通道搭设防砸棚。

通过以上措施，对每个作业点形成安全防护，从而形成对一个作业面的安全防护，通过每个面的防护体系的设置形成对装置单元及整个装置的安全防护，达到防止高空坠落和物体打击伤害，确保项目建设过程安全。

6 结束语

煤化工项目建设由于建筑高度高、施工工艺和人员构成复杂，高处作业带来的风险不容忽视，如果管理粗放、安全防护设置不到位，极有可能产生人身伤害和物产损失事故，且煤化工项目建设由于工艺、设计、施工方法、场地、环境、人员等各方面的因素制约，安全防护体系的设置难以形成一个统一的标准，在后期设置过程中出现缺项、反复设置、随意拆除、损坏等问题，无论再仔细、再提高、再发展，高处作业安全防护的设置依然有提升的空间，本文通过煤化工项目建设高处作业安全防护实例的探讨和研究，对高处作业安全防护提出系统性设置思路，希望对煤化工项目建设的安全管理能有所裨益，同时后期将继续研究和探讨如何加强项目高空作业安全管理。

[参考文献]

- [1]陈连进,吴方靖,郭定国,林礼进. 建筑施工安全技术与管理[J]. 气象出版社,2017(12):113-154.
- [2]郑文新. 工程事故分析与工程安全[J]. 北京大学出版社,2018(89):205-230.
- [3]罗云. 现代安全管理第三版[J]. 化学工业出版社,2016,9(23):204-221.

作者简介：蒋海夫（1977.3-），男，浙江省绍兴市人，硕士研究生学历，主要从事化工建设项目安全生产管理。