

# 建筑工程项目生产风险识别及预防对策

窦仲琦

(上海交通大学, 上海 200030)

**摘要** 本文针对项目实施过程中常见的生产安全风险, 运用 PHA 法分析风险产生的原因、转化的途径和管控的方式方法。通过具体的风险环节梳理, 结合概率思想, 提出通过拉长作业环节, 增加检查节点的方法降低风险发生概率。以这种方法对建筑生产环节常见的风险种类进行甄别, 提出了具体的改进方法, 并建议改进安全生产监督机制, 旨在为提升项目安全管理水平提供参考和帮助。

**关键词** 建筑工程 生产风险 安全管理

中图分类号: TU712

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0045-03

近年来, 建筑生产安全事故时有发生, 风险控制十分重要, 安全问题是生产的前提<sup>[1]</sup>。一般建筑项目按风险种类分, 有技术风险、质量风险、管理风险、组织风险、经济风险、法律法规风险和生产风险等<sup>[2]</sup>, 本文篇幅所限, 仅针对生产过程中的风险进行识别和提出预防改进的设想。

对于一般的建筑工程项目, 特别是现场生产施工阶段的风险, 大致可以分为两大类。第一大类是风险源是不可控的, 比如地震、台风、洪水、战争等, 这类风险不受现场管理或施工人员意志所影响, 甚至其是否发生, 何时发生也不一定能预先知晓; 能做的工作只是在风险发生后尽可能挽回或降低损失。这一类风险的防控也暂不纳入本文所讨论。第二大类是在建筑产品的生产、维修、拆除过程中, 管理人员组织不妥或者操作人员操作不当所造成的生产安全事故所引起的风险。生产安全事故轻则延误工期, 影响质量, 重则造成人员伤亡或者财产损失, 是项目执行阶段面临的重大风险来源。目前我国建筑安全生产管理的主要对象即为此类风险, 也是本文重点研究的对象。

## 1 风险识别

可以参考预先分析法 (PHA, Preliminary Hazard Analysis) 来对生产过程中的风险进行梳理。预先分析法是在项目开始之前, 对项目存在的风险因素类型、生产条件、风险后果等进行概略分析, 可先于生产活动之前对风险进行识别以便采取防范措施。而要做好预先分析的关键在于: 对生产目的、工艺工程、原材料、操作条件和环境条件有充分的了解, 力图通过可能造成损失的所有风险因素。

本文以上海交通大学筹建中的崇明校区 (一期)

项目为例, 试用预先分析法识别生产风险。

崇明校区 (一期) 项目, 位于上海国际生态岛崇明岛陈家镇高教园区, 以现代农业为重点, 推进全健康、低碳生态、环境科学与工程等交叉学科的合作与建设, 重点打造世界一流农科、健康民生和低碳绿色生态可持续发展的现代化校园。一期总建筑面积约 156000 平方米, 含各类科研用房、教师、宿舍、行政等配套用房, 项目预计 2023 年开工, 结合项目特点, 做如下分析。

因为学校已经有大量已完工的建筑工程项目, 拥有比较丰富的管理经验, 也有出现过风险事故。通过听取工程技术人员、操作人员的经验、教训和建议; 深入调查项目周边环境 (位置、气候条件、社会环境) 以了解外部环境可能给项目带来的风险; 并对整个施工工艺流程从理论上进行深入分析。

风险源重点从以下三方面入手:

1. 有害物质, 比如有毒有害的原材料、半成品、包括固体液体和气体。
2. 外力作用, 特别是因重力作用, 也包括可预见的气候变化、温度变化等。
3. 能量爆发, 主要指化学能和物理能量, 特别是爆炸物和冲击力。

在风险源存在的情况下还要有一定条件才能转化为风险事故, 风险转化的条件主要考虑以下三个方面:

1. 人的不安全因素, 包括人心理上的不安全因素, 如性格、气质、情绪、懒惰、粗心等。还有生理上的不安全因素 (如感官能力、体能、疾病等) 以及能力上的不安全因素 (包括知识技能、应变能力、资格等不能适应工作岗位)。
2. 物的不安全状态, 如防护装置缺乏、设备设施

缺陷、个人防护用品的缺陷、环境的不友好等。

3. 管理的不安全因素, 对计划、技术的管理有失误, 对人、物的组织安排有缺陷、相关制度建设缺乏等。

## 2 风险预防控制

### 2.1 风险控制的对策

本文对风险控制做解读。可靠性理论是一种通过系统性的运行, 实现对普遍数据规律分析、评价和控制的理论<sup>[3]</sup>, 从中得到启示, 上述事故风险是基于对本项目特点而提出的, 对整个项目而言, 如果每一种事故发生的风险记为  $R_i$  ( $i=1,2,\dots,11$ ) 则项目总安全概率  $R$  为:

$$R = \prod (1 - R_i)$$

可能事故种类越多就越不安全。

同样地对于某一个子项风险, 从危险来源到转化环节到触发都有若干个环节, 这些环节我们假设它确实发生了的概率为  $F_i$ , 那么显然子项目发生风险的概率  $F$  为:

$$F = \prod F_i$$

### 2.2 风险控制的具体环节

这些环节越多则越安全, 因此我们找到了一种控制风险的方法, 即“拉长作业节点”。以触电为例, 可以设计以下一系列节点:

1. 有电。
2. 电压高。
3. 发生接触。
4. 没有绝缘、接地衣物。
5. 没有自动切断电源。

这一系列节点必须同时发生才能构成一起触电事故, 而其中的 1、2、5 在平时施工中是不太注意的, 可以说是我们刻意设计出来的节点。增加节点的目的就是降低风险发生的概率, 而在具体操作上可以根据工程自身的特点来设置。(1) 在有电这个环节, 作为风险来源, 其实是可以限制的。一般施工现场习惯于各种电箱电线随意拉, 看似方便就暗藏了风险。对本项目而言施工场地是比较宽裕的, 各栋单体也是较为分散的, 可以在做供电设计的时候就做到分块分区设置分电箱, 这样在不需要电力施工的区域就无需供电, 也就从根本上杜绝了这些区域触电事故的可能。更进一步, 对某一栋楼而言, 还可以分层设置电箱, 仅对某几个施工楼层供电, 杜绝其他楼层勿触电的风险。(2) 电压的控制。施工用电是统一规格的, 但是可以在一些非必要动力电的设备, 比如小工具、照明等试

用充电低压电器, 这样就不会有触电风险, 也能减少交织的电线密度。(3) 发生接触是指意外接触, 也就是电器、电缆裸露破损等, 通过设备检查和巡查能降低此条的风险。(4) 绝缘接地衣物指的是工人的防护用品, 一般电工按规定会配绝缘手套、鞋子和衣服等。但是普通工人不太会配置, 对一个大型工程来说是很小的支出, 这方面应该要适当地加大投入。(5) 自动切断电源指的是电器设备的自我保护功能, 可以通过元器件来达到。综合以上叙述, 我们发现对这些环节进行分解和人为的拉长, 能有效降低风险产生的概率。

类似的对其余类别进行针对性的分析。特别是在我国建筑行业比较高发的几类事故, 如高处坠落、物体打击、机械伤害。

1. 高处坠落分为这几个环节:

- (1) 有高差。
- (2) 有临边洞口。
- (3) 人失足或失控。
- (4) 没有保护装置。

高处坠落是国内建筑施工最常发生的高处作业安全风险<sup>[4]</sup>。传统上我们比较重视和控制的是(2)和(4), 增加的(1)实际上是在施工作业工程中, 不要随意地增加高度, 在工序安排上, 尽量能够整体提升高度而不是局部先提升, 也包括挖土等降低高度的作业。(2)在本项目这样类似小区的设计中, 传统上我们叫四洞口五临边, “四口”是指: 楼梯口、电梯口、预留洞口、通道口; “五临边”是指: 沟、坑、槽和深基础周边; 楼层周边; 楼梯侧边; 平台或阳台边; 屋面周边。对这些部位的巡查和围挡能有效降低跌落事件的发生。但是像(3)经常被忽略, 实际上对人的管控是很关键的。防止人员出现不稳定的状态, 比如喝酒、打架、追逐等, 防止过于高温、低温这样恶劣环境下的勉强开工作业, 防止过高的劳动强度等都是能有效防止人员失足或失控的关键, 可能这些措施比被动防护的效果更好。(4)则是最后一道保险, 一般包括安全带和安全网, 但是在实际应用中却不十分理想, 很多工人嫌安全带限制活动自由、频繁操作繁琐以及盲目自信等原因不愿意使用安全带。

2. 物体打击, 其主要是指在重力或者惯性作用下对人的伤害, 可分为以下环节:

- (1) 有自由落体或者运动的物体。
- (2) 能击中人。
- (3) 不能有效防护。

首先, 我们传统上关注的是有高空抛物或者工人

随身携带的工具是否有掉落等,但是往往忽视了两种情况,一种是二次掉落,即某工人的一把工具掉落至下层,一般会引起当事人注意是否砸到别人,一旦确认了没有,至少在本次作业以前便不再会关注该物体的去向。而实际上该物体已经处于无人看管的状态,在外力的作用下即可形成二次掉落。第二种情况是建筑垃圾的掉落,施工现场肯定会有石块碎屑等建筑垃圾,随着施工作业的活动会被有意无意地清理至场地四周即临边洞口,成为潜在的掉落物来源。这两点和管理中应进行教育和检查。其次,通常的薄弱环节是对施工现场的防护比较重视,对生活区域则有所忽视。实际上本项目的临时生活用房至少也在 2-3 层高,物体坠落同样能伤人,在设计和运行时要加以注意。最后,作业人员现在一般对安全帽的佩戴还是有一定意识的,但是存在的问题是施工单位所购买的安全帽质量堪忧,能否起到足够的防护效果存疑,应当在采购环节多加以把关和注意。

3. 机械伤害,机械在工地使用广泛,造成的伤害种类繁多,有击打、切割、坠落、飞溅等多种形式,从共性上而言,主要可以控制以下几个环节:

- (1) 机器运行状态不正常。
- (2) 人的状态不正常。
- (3) 机器和人缺乏协调机制。
- (4) 机器缺乏保护性设计。
- (5) 人的防护力度不足。

第一,大多数是指机器检修维护没有做好,产生了不正常的工作状态,特别是坠落事故。第二,人的状态包括情绪、能力等过失,处于机器的影响范围内而没有发觉,或者来不及逃脱。这和上面提到的过大劳动操作强度,过冷过热,饮酒都有关系,这些是项目管理中要特别注意的。第三,在目前来说还是一个空白,设计这个环节的意思是机器能有和人的反馈机制,其初级阶段是信息反馈,比如车辆故障灯就是一种信息反馈,但是很多施工机械并没有这类功能,它无法自检报错,也就不能提醒操作人员风险到来。高级阶段应该是侦测和主动规避,类似于电梯检测到有障碍卡住就不会强行关门运行,而是会重新打开并等待,在施工机械中也应该注重此类功能的设计。第四,这里的保护是指硬保护,就是从硬件设计上考虑万一失效对操作人员的保护,使用低伤害性的材料等。第五,和安全帽的问题类似,专门为机械操作考虑的防护器具种类并不是很多,效果也有待评估。

在详细分析了各风险事故的环节,并针对实际情

况进行了“拉长”操作后,我们认为,即使作业人员出于这样那样的原因,疏忽了其中的一条或数条,但是如果每个环节都有针对性的防控措施,仍然有很大机会避免风险事故的发生,此外,还应从监督制度上进行新的设计。

### 2.3 监督制度改进

上文提出了 R 和 F 的计算方法及作业人员的内部控制环节。容易想到如果再加上监督环节,则 F 还能大幅度地降低。而传统的监督环节仍有优化改进空间。为有效降低监理风险所造成的损失,更需要有效引进新技术、新理念等,完善监理风险管理方式,发挥监理职能及作用,以便高效适应新时期建筑工程施工需求<sup>[5]</sup>。目前安全监控体系以施工单位自检为基础,监理单位监督,建设单位督促。实际效果不甚理想,故国有投资的公共事业项目可以考虑:一是将风险防控费用由建设单位单独列支,像器材、设备以及安全功能的优化由建设单位依据有关规范以蓝图形式落实,施工单位由自行考虑是否实施转变为必须按图实施。此举虽然会增加项目的投入,但是从长远看、从整体看会降低总的社会成本,因为一个风险事故的发生经济损失是非常大的。二是建设单位应在监理之外另行委托专业单位专门从事安全检查和风险防控,进一步降低 F 发生的风险。而所需的费用相比工程是微不足道的,平行安全监理也在一定程度上弥补了施工单位和监理单位过于熟络以后的风险监管缺失。

总结本文观点,首先对生产安全事故进行分类识别,然后从可靠度理论出发,提出拉长作业环节,增加检查点能降低风险发生的概率,并结合项目对各种生产安全事故进行详细阐述,最后从监督环节入手,提出政策支持,建设单位增加投入,专款专用和设立平行监理有助于监督生产,防控风险。

### 参考文献:

- [1] 肖明,陈翔,卢红卫.对国内外建筑风险管理的研究[J].黑龙江科技信息,2007(01):215.
- [2] 高泓庆,高层房屋建筑工程施工安全风险策略[J].砖瓦,2022(01):98-99.
- [3] 饶奇,蒋春雨.基于可靠性理论的水电站大坝渗流风险识别方法[J].地下水,2021(06):319-320.
- [4] 余能跃.建筑施工高处作业安全风险与控制研究[J].居业,2021(11):125-126.
- [5] 孙成.建筑工程监理中的风险管理及控制[J].建筑结构,2021(19):157.