

武汉某超高层项目施工安全管理风险评价研究

摘要

进入 21 世纪以来，中国经济发展迅速，带动了整个建筑业进入快速发展的轨道，代表最高建筑水平的超高层建筑在全国各地涌现。由于超高层建筑高度高、荷载大、体系复杂以及施工周期长、施工工艺复杂，特别是施工过程中尚未形成最终的结构体系，必须高度重视超高层建筑施工过程中的安全管理问题。

结合具体工作需要，本文以武汉某超高层建筑施工安全管理为研究对象，通过搜集整理大量相关文献著作及研究成果较为准确的掌握了同类研究的现状。在此基础上，结合本文研究对象的工程实际情况，运用安全管理理论分析了该项目施工过程中安全管理存在的问题，从安全技术管理、人员素质管理、安全管理体系、设备管理四个角度构建了相关安全管理评价指标体系，并采用层次分析法确定了指标体系中各指标的权重。

在理论研究基础上，采用上述评价体系对武汉某超高层建筑施工安全管理进行风险评价，研究发现该项目施工安全管理风险适中。针对指标评分进一步分析，认为武汉某超高层建筑施工安全管理主要从以下四个方面采取风险应对措施：①加强人员素质管理，重点管理分包商制度；②加强安全生产管理技术；③切实承担起安全责任。建立健全并竭力落实安全管理制度，在工地上建立周密的安全管理网络，落实对施工企业和施工单位进行监督；④定期维护、保养、检查大型机械设备设施等。通过安全管理风险评价及对策的实施，显著提高了项目施工安全管理水平，项目的建设过程中安全生产平稳受控。

关键词：施工安全管理；超高层建筑；风险评价；层次分析法

Research on Construction Safety Management Risk Evaluation of a Super High-rise Project in Wuhan

ABSTRACT

Since the beginning of the 21st century, China's rapid economic development has driven the entire construction industry into a rapid development track. Super high-rise buildings representing the highest level of construction have emerged all over the country. Due to the high height, large load, complex system, long construction period and complex construction process of super high-rise buildings, especially the final structural system has not yet been formed during the construction process, it is necessary to attach great importance to the safety management issues during the construction of super high-rise buildings.

Combining specific work needs, this article takes the construction safety management of a super high-rise building in Wuhan as the research object, and has more accurately grasped the current situation of similar research by collecting and sorting out a large number of related literature works and research results. On this basis, combined with the actual engineering situation of the research object of this article, the safety management theory is used to analyze the problems of safety management in the construction process of the project, and it is constructed from four perspectives: safety technology management, personnel quality management, safety management system, and equipment management. The relevant safety management evaluation index system is established, and the analytic hierarchy process is used to determine the weight of each index in the index system.

On the basis of theoretical research, the above-mentioned evaluation system was used to conduct a risk assessment on the construction safety management of a super high-rise building in Wuhan. The study found that the construction safety management

risk of the project was moderate. According to the further analysis of the index score, it is believed that the construction safety management of a super high-rise building in Wuhan mainly adopts risk response measures from the following four aspects: ① strengthening personnel quality management, focusing on the management of the subcontractor system; ② strengthening safety production management technology; ③ taking it effectively Safety responsibility. Establish a sound and strive to implement a safety management system, establish a thorough safety management network on the construction site, and implement supervision of construction enterprises and construction units; ④ Regular maintenance, maintenance, and inspection of large mechanical equipment and facilities. Through the implementation of safety management risk assessment and countermeasures, the project construction safety management level has been significantly improved, and the safety production during the construction process of the project is under stable control.

Keywords : Construction safety management; Super high-rise buildings; Risk assessment; Analytic hierarchy process

目 录

1.绪论.....	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	3
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 国外研究现状.....	3
1.2.2 国内研究现状.....	5
1.2.3 文献评述.....	6
1.3 研究目的及内容.....	7
1.3.1 研究目的.....	7
1.3.2 研究内容与技术路线.....	7
1.3.3 研究方法.....	9
2.相关理论基础.....	11
2.1 施工安全管理概述.....	11
2.1.1 施工安全管理概念.....	11
2.1.2 施工安全管理的流程.....	11
2.2 超高层施工安全管理概述.....	11
2.2.1 超高层建筑施工特点.....	11
2.2.2 超高层建筑施工安全管理的内容.....	13
2.3 风险管理相关理论.....	13
2.3.1 系统安全理论.....	13
2.3.2 风险管理理论.....	15
2.4 风险评价方法的选用与实施.....	17
2.4.1 风险评价方法的选用.....	17
2.4.2 施工安全管理风险评价的实施过程.....	18
3.超高层建筑施工安全管理风险评价指标体系的构建.....	19
3.1 施工安全管理特征分析.....	19

3.1.1 普通建筑施工安全管理特征.....	19
3.1.2 超高层建筑施工安全管理特征.....	19
3.2 施工安全管理风险因素识别的依据与原则.....	20
3.2.1 施工安全管理风险因素识别的依据.....	20
3.2.2 指标体系的构建原则.....	21
3.2.3 指标体系构建的步骤.....	22
3.3 超高层项目施工安全管理风险评价指标筛选.....	23
3.3.1 专家团队组建及任务.....	23
3.3.2 初步建立评价指标体系并筛选.....	23
3.4 超高层建筑施工安全管理风险评价指标权重的确定.....	27
3.4.1 权重确定的方法.....	27
3.4.2 构建判断矩阵和一致性检验.....	28
3.4.3 评价指标权重.....	31
3.4.4 风险评价得分的确定.....	32
4.武汉某超高层项目安全管理风险评价实证分析.....	33
4.1 武汉某超高层项目简介.....	33
4.1.1 项目概况.....	33
4.1.2 项目组织架构.....	33
4.2 项目施工安全管理现状.....	35
4.2.1 安全管理组织体系.....	35
4.2.2 安全生产管理岗位.....	35
4.2.3 项目安全管理采取的措施.....	36
4.3 案例分析.....	37
4.3.1 评价等级的划分.....	38
4.3.2 专家评价打分的标准.....	38
4.3.3 项目施工安全管理风险评价.....	40
4.4 项目施工安全管理风险评价结果分析.....	41
4.4.1 安全管理制度.....	41
4.4.2 安全技术管理.....	42
4.4.3 设备与设施管理.....	42
4.4.4 人员素质管理.....	42

4.5 项目施工安全管理改进措施.....	43
4.5.1 安全管理制度的建设.....	43
4.5.2 加强施工安全技术管理.....	44
4.5.3 设备与设施管理.....	45
4.5.4 人员素质的全面提升.....	46
5.结论.....	49
参考文献.....	53

1.绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

作为一个国家财富的象征与代表，超高层建筑及其施工技术在过去将近 100 年的发展过程中经历了由萌芽到不断完善成熟的过程，至今已经逐渐成为多个国家的标志性建筑。但客观来讲，超高层建筑相对于一般普通建筑物来说施工作业难度大幅度提升，基于其自身的特点，在施工过程中交叉作业多、技术难度大且复杂程度高、工作面狭窄、安全事故多发。可以说，超高层建筑一直得不到长期稳定持续发展的核心阻碍因素为施工中的安全管理不到位^[1]。尽管近年来建筑业安全事故数量逐年下降，但绝对死亡人数仍然很大（见表 1.1）。安全事故的频繁发生，给人民生命财产造成了重大损失。据相关调查数据分析，可将近年来发生频率较高的施工事故主要归结为以下六个方面：高空坠落、起重、触电、建筑物倒塌、设备伤害、物体打击。其中，高空坠落事故的施工人员伤亡人数接近事故总数的一半（图 1.1）。

表 1.1 2015-2019 年我国建筑业安全事故汇总表

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
事故数量(起)	528	522	442	734	773
死亡人数(人)	674	648	554	840	904

从表 1.1 中可以看出从 2015 年至 2019 年，施工安全事故数量及死亡人数呈现出明显的增加趋势，可以从侧面反映出来建筑业对安全的管控难度日益增加。不能否定每年依旧有诸多的工人死于施工安全事故，这在很大程度上反映了施工过程中危险源是客观、普遍存在的，基于上述情形，要想有效控制施工安全事故的发生率，必须要做好施工安全风险评价工作。

2019 年的相关调查数据将国内全年各类施工安全事故的发生率由高到低进行了统计，其中最高的为高处坠落，所占比例超过了全年所有施工安全事故的一半，共计 415 起；其次为物体打击，在全年所有施工安全事故中所占比例将近 16%，共计 123 起；发生率排在第三的是土方、基坑坍塌，在全年所有施工安全事故中所占比例将近 9%，共计 69 起；第四为起重机械伤害，在全年所有施工安全事故中所占比例达 5.43%，共计 42 起；第五为施工机具伤害，在全年所有施工安全事

故中所占比例将近 3%，共计 23 起；第六位触电，在全年所有施工安全事故中所占比例将近 2.6%，共计 20 起；除此之外，还有超过 10%的安全事故属于各种其他类型事故。

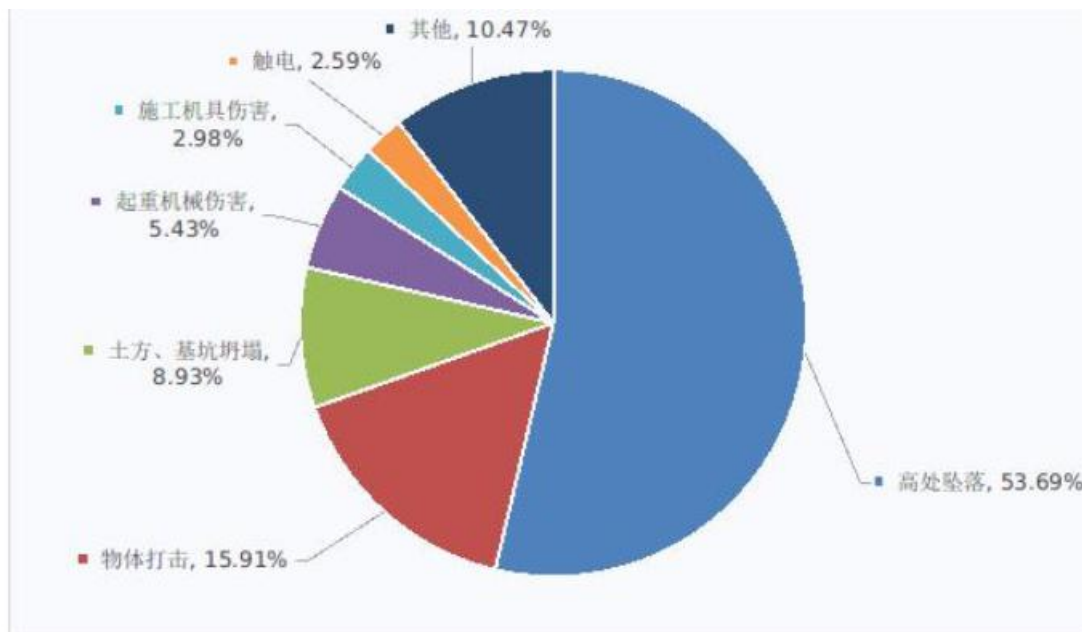


图 1.1 事故类型分布图

超高层建筑工程项目的安全问题一直倍受人们关注，在施工过程中引入安全管理评价，运用管理学以及数学相关知识，对项目实施过程中安全管理目标实施状况予以公正、科学、客观的评价。该做法的目的是依照安全管理的评价结果来对施工安全管理现状进行分析，从而促使工程安全管理层次不断提升。现阶段我国大多数企业在超高层建筑项目安全管理的过程中都存在许多不足之处，比如以经验主导的安全管理居多，这就会造成工程项目的安全管理效果不理想；通过查阅文献的方式了解安全管理方面的研究现状，发现前人的研究多集中在安全管理过程中的问题及应对措施、工程项目整体、安全管理模型等方面。而针对超高层建筑工程项目的施工安全管理风险评价少之又少。在这样的背景下，为了实现对超高层建筑项目施工过程中安全管理目标是否达标予以公正、科学、客观的评价，从而促进工程整体安全管理水平的提升，所以建立完善的超高层工程项目施工安全管理评价指标体系和评价模型对工程的开展尤其重要。

基于此，本文试图在系统发掘武汉某项目安全管理评价指标的基础上，以项目安全管理为研究对象，构建超高层项目安全管理评价模型，以改进项目的安全管理工作。

1.1.2 研究意义

(1) 本文选取武汉市某项超高层建筑为研究对象，按照现阶段我国超高层建筑项目安全管理的相关要求，为该项目完善安全管理体系和保障措施提供合理化建议。使项目管理人员能够尽早发现项目施工中的安全管理风险，保障项目施工顺利开展，为项目施工安全管理指明方向。

(2) 本文的研究内容为施工应急预案的制定提供支持。施工过程中会存在各种不确定因素，所以应急预案的制定工作就显得尤为重要，通过启动应急预案能够在安全事故发生时做出迅速反应，避免更严重后果的发生，最大限度的降低事故所引发的损失。

(3) 本文的研究内容对超高层建筑项目安全技术措施的制定具有一定的参考价值。首先识别各类危险源，对危险源的存在现状以及产生原因做深入分析，为下一步应对危险所制定的安全技术措施打下基础，实现技术上对危险源的合理管控。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

受经济发展与重视程度等因素的影响，国外尤其是一些发达的西方国家中建筑业萌芽较早，经历了多年来的发展与改进，相关学者对于建筑安全的研究已经日趋完善。除此之外，施工单位在开展建设的过程中，也对建筑安全提起了充分的重视。尤其近年来，城市人口大幅度增长，城市用地紧张的情况下，超高层建筑越来越多地走进人们的视野^[2]。尽管就目前情况来看，国外对于该方面的研究仍不是特别完善，但并不能排除该领域专家已经针对其开展了诸多深入、全面、系统的探究，现将主要研究成果论述如下。

Z Ismail 等 (2015) 在大量文献研究与实际勘察的基础上，重点分析了在施工过程中对于安全管理造成影响的诸多因素，并在此基础上，确定了工地的安全管理系统^[3]。在研究过程中，统计数据表明，在场施工人员个数及其安全意识的程度会在很大程度上直接影响到施工安全。结果表明，施工人员的个人意识交流是影响施工现场安全的关键要素。除此之外，他们还在研究结果中给出了针对性的改进措施，即改进施工方法与工艺，一方面能够在很大程度上提高施工的劳动生产率、推动施工进度，另一方面，还能够提高相关员工的工作效率。

JK Wachter, PL Yorio (2017) 搜集了大量施工过程中安全事故的客观数据, 并针对当前工地上的施工安全管理工作展开了深入分析, 在调查中他们发现, 工人情绪的低落很容易导致现场事故的发生, 两者之间呈现出明显的负相关关系^[4]。要想预先得知事故发生率的高低, 可从安全管理体系与民工工作积极性方面入手; 其中前者又可为后者的预测提供依据; 建筑公司与施工单位要想调动起员工参与积极性、减少相关事故的发生、降低事故发生率、最大限度地提高安全绩效, 可将对员工的人性化管理融入到安全管理体系中去。

Long D N, Dai Q T 等 (2016) 针对过去 30 年内的施工现场死伤事故进行了分析、总结, 结果得出, 造成上述事故发生的主因可归结于安全性能下降。除此之外, Nguyen 等还创造性地提出了由通用与计算两种模块组成的工作事故风险评价方法, 作为一种定量风险评价工具, 这种方法建立在贝叶斯网络的基础上。他们将上述方法应用在了建设公寓式酒店项目中, 进一步明确并验证了该法对于高处坠落风险的预测作用^[5]。

Samelson 和 Levitt 的研究则主要从施工安全日常管理角度入手, 他们认为, 专职安全管理员这一岗位能在很大程度上减少安全事故的发生, 从而降低其发生率, 为诸多承包企业对于施工现场的安全管理提供了依据与方向^[6]。Lameira O A(2012)等针对具体的施工项目研究、分析其安全风险评价与安全控制, 为相关施工单位提供了安全管理依据, 他们指出, 要想充分降低施工过程中的安全隐患, 需建立健全安全操作规范化的安全管理系统, 除此之外, 在范围上应涵盖所有员工^[7]。国外对于施工项目安全管理的研究并不仅限于此, Li ska 还在深入研究的基础上提出了零事故技术, 施工安全方案的编制、施工及安全技术交底、安全培训及教育、定期安全会议等都属于该项技术的关键措施。Gambatese (2015) 将以业主责任为切入点, 提出“业主安全计划”有利于避免安全事故, 能在很大程度上推动建筑施工安全的实施^[8]。

除上述安全管理与风险防范, 国外学者还针对建设工程安全评价展开了深入研究, D.K.H 提出, 应充分利用好已有的安全知识, 在此基础上进一步针对现行的建筑活动的安全计划进行有针对性的优化与调整, 他提出了至今仍被广泛应用的、比较著名的安全知识管理系统模型。Aviad 和 Beny 则从事故发生率较高的塔吊入手, 通过层次分析法研究了其潜在的安全隐患及影响, 以及该方面安全管理的重难点, 并针对该方面的改进工作提出了针对性的意见与建议^[9]。Kyoo-jin Yi(2017 大量搜集了近年来安全事故的相关数据, 并展开了深入的研究分析, 为了给相关

管理人员评价安全风险提供依据与方法，他还给出了具体的建设工程安全计划方法，以便于在出现安全事故或发现安全隐患时，能够在短时间内尽快采取相应措施，有效减少了安全事故发生的概率，降低了后续损失^[10]。

1.2.2 国内研究现状

近年来，随着建筑施工过程中安全事故的频发，国家为此颁布了诸多相关法律法规，可见国内各级政府以及社会各界都提起对建筑业安全管理的重视。但从客观角度讲，相对于国外来说，安全管理标准化工作在国内萌芽较晚，管理时间有限，一方面经验不足，另一方面观念落后，这种滞后性尤其体现在超高层建筑中，足以显现出安全管理在国内的严峻形势。基于上述情形，国内诸多专家学者已经开始意识到该领域的研究的不足之处，因此近年来，他们已将研究重点放在了安全生产管理的各方面。一方面，他们深入分析了国外相关研究成果与文献著作，以学习、借鉴其先进理念与方法，另一方面，他们一直在脚踏实地探索出具有中国特色的超高层建筑安全管理理论，国内近年来主要研究成果如下。

夏群堂在大量调查数据的基础上，明确了风险等级、风险率、风险量在施工安全风险评价过程中的确定方法，详细论述了安全风险管理工作路径与实施步骤，梳理了目前被广泛应用的风险评价方法原理及各自特征^[11]。

众所周知，风险因素的影响力有大有小，具有很明显的层次性，在此基础上，赵延喜与徐卫亚制定了 IBM 施工风险二级模糊综合评判计算模型，并将其应用于南水北调深埋长隧洞 IBM 施工以分析其风险，不仅丰富了现阶段国内的研究理论与研究案例，还在很大程度上为相关类似的工程拓宽了研究思路、借鉴依据与方法。

齐继兴（2016）认为，要想做成一个建设项目，需投入较长的时间与较多的资金，他从建筑开展的环境入手，明确揭示了复杂多变的自然环境与社会环境的变化对于项目的影响，进一步指出了各种变化因素所带来的风险对于项目的影响^[12]。建设项目的施工安全管理风险是基于安全管理风险评价、风险可能性和危害程度及对风险因素的分析。结合工程管理的实际步骤，对工程项目的施工管理风险进行了描述及在管理中的应用。

在研究方法方面，近年来，该领域专家学者对于施工安全领域的研究重点已经不仅仅局限于对当前国内施工安全管理情况的调查以及相关制度的研究，他们发现，要想有效降低安全事故发生率，目前研究重心应逐渐转移为对建筑施工安

全的量化评价及其方法体系上。为了从各个角度全面、系统、科学地研究分析安全管理工作，建立健全多指标评价体系，各专家学者采取了很多方法。通过模糊综合评价法，陈祖云(2008)、何衍星(2011)、宋艳红(2015)等人实现了从主观评判到客观数据的转化，在很大程度上避免了安全生产评价中因出现较强的主观性而影响研究真实可靠性的问题。通过粗糙集理论方法，齐锡晶(2010)等成功建立了高层建筑安全评价体系。袁宁(2012)等人如法炮制，将人工神经网络模型与上述方法相结合，在很大程度上突破了既有的建筑施工安全评价模式，为后续研究拓宽了思路与方法^[13]。除上述提到的各种方法外，国内专家学者常用的评价方法还包括：事故树分析法、BP神经网络分析法、基于BIM技术分析法等。需要注意的是，在实际研究过程中，各种研究方法之间并非是矛盾对立的关系，而是可以将两种甚至多种分析方法综合应用，以便于能够很好地扬长避短，更加全面、客观、科学、合理地建立起施工安全评价体系。

国内针对超高层建筑的研究也逐渐丰富起来，郭宗卫(2010)将超高建筑的高度总结为其复杂性高，难度大的主要原因，他认为，这种建筑一般主要用于各种场合，如商业办公等，功能较杂，另一方面，鉴于其高度的特殊要求，常常需要超大型的深基坑，这在很大程度上提高了施工风险。除此之外，需用钢筋、混凝土等结构代替单一结构以提高建筑的稳定性，因此决定了其多种工序齐头并进，且作业面窄。针对上述特性，需指定特殊的要求更高、更加规范、管理更严格的安全管理制度^[14]。基于上述施工特点，黄家胜等(2008)通过多级模糊综合评价法建立起了相关评价指标体系。田琼(2013)依法炮制，以垠地中山城的项目为典型案例，从安全体系及系统、危险识别三个方面深入研究分析，并进一步建立健全了评价指标体系^[15]。除此之外，还针对研究过程中发现的问题提出了符合项目特征的改进措施。危险源控制也是相关研究的一个很好的突破口，郭斌(2018)指出，要想科学合理地执行高层建筑危险源管控体系，首先要做的就是加强对于相关工作的监管^[16]。

1.2.3 文献评述

相比国内超高层建筑安全管理研究的系统性与深入性来讲，国外尤其是一些西方发达国家经济较为发达，相关理念较为先进，因此该理论在国外萌芽较早，相应的其研究也更为深入、系统，通过分析国外各专家学者发表的研究成果及实际施工情况不难看出，其施工安全管理指标体系更加科学、全面，这种研究的全

面性与科学性主要体现在职业健康安全管理体系标准下更加人性化的安全管理，更加细致具体的研究层面与方向。

随着我国经济的快速发展，大量超高层建筑相继问世。相对而言，国内专家学者对于该领域施工安全管理风险的研究也在逐渐的深入与全面。诸多文献著作及研究成果层出不穷，在很大程度上丰富了其研究工具与方法，拓宽了研究思路，与此同时，也融合并运用了诸多其他领域的先进成果。这些进展极大地帮助了我的论文，基于这些成果，可以进行更具针对性的评价。

由于大量的新技术和新工艺不断涌现，超高层建筑施工安全管理风险研究大多处于技术层面，在管理制度、设备设施、人员素质等方面的评价研究较为欠缺，缺乏系统性。同时，许多文章经常以超高层建筑本身的施工难度大、复杂程度高等施工特点为切入点，也对超高层建筑的施工安全风险提出了很多好的意见，但对具体工程的分析却很少，已发表的理论研究并不能很好地贴合实际施工过程。为了深入评价研究具体超高层建筑施工安全管理风险，存在理论与实际情况相分离的情况，在很大程度上降低了该领域相关理论的实际指导意义，对具体超高层建筑施工安全管理风险的评价研究具有重要指导意义。

1.3 研究目的及内容

1.3.1 研究目的

以武汉市某超高层建筑施工安全管理为研究对象，运用施工安全管理、超高层建筑施工安全管理、超高层建筑施工技术等方面的相关知识，结合对项目施工安全管理现状的深入分析，在发现问题、分析问题、解决问题的基础上，找到该项目施工安全管理中的风险源、风险点，结合风险管理理论技术对风险源、风险点进行评价，并对评价结果进行分析，提出改进措施，最终起到降低该项目施工安全管理风险的目的。为相关类似的工程拓宽了研究思路、借鉴依据与方法，还丰富了现阶段国内的研究理论与研究案例。

1.3.2 研究内容与技术路线

根据武汉市某超高层建筑施工的实际情况，依据总体规划详细分析、挖掘在施工过程中所遇到的安全管理方面的工作漏洞与相关问题，从整体角度深入分析并客观评价该项目的安全性，以便于最大限度地提高施工作业的安全性。除此之外，建立健全相关安全管理制度，采取相关保障措施以确保上述制度乃至整个项

目安全、顺利实施。技术路线图见图 1.1。

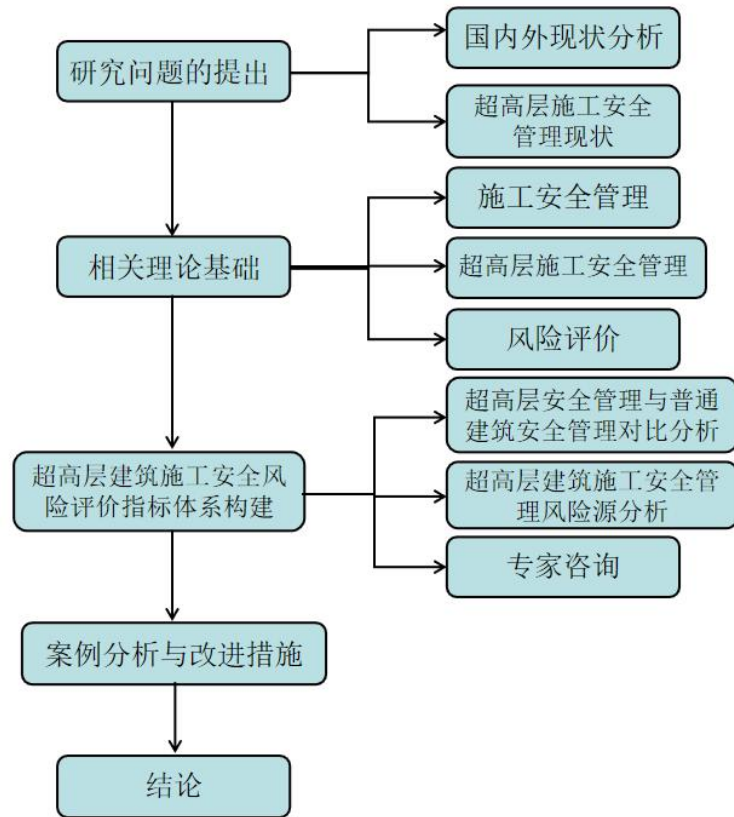


图 1.1 武汉某超高层项目安全风险评价技术路线图

论文研究的主要内容分为五章：

第一章是绪论。详细介绍此次研究的背景，交代主要研究目的与内容，搜集国内、外专家学者在该领域发表的文献著作及研究成果，整理并总结出目前的施工安全管理风险的研究情况，确定研究思路与研究方法。

第二章超高层建筑施工安全管理风险理论。在系统梳理相关理论方法的基础上，介绍超高层建筑施工安全管理风险概念、具体内容、危险源的识别方法及安全管理的具体实施过程，为后文的案例分析奠定理论基础。

第三章是超高层建筑施工安全管理风险评价体系的构建。详细论述超高层建筑施工安全管理风险评价指标的构建原则和步骤；介绍了本文中使用的安全风险评价的方法-层次分析法，说明了分析的主要步骤，并确定评价指标及其权重。

第四章是具体施工安全管理风险评价研究案例分析。在上述理论研究的基础上，详细分析武汉某超高层建筑工程开展情况，分析项目的施工安全管理现状。在已建立的施工安全管理风险评价指标体系中，通过相关专家学者的打分，得出各一级、二级评价指标的评价值，然后计算数据，得到项目安全风险等级。在风

险评价的基础上，针对项目实际施工情况提出切实可行的改进措施。例如严格规范施工现场的安全管理；建立健全施工安全制度；提升施工人员的安全素质和意识；加强施工安全技术管理，解决安全问题，减少安全事故的发生。

第五章结论。

1.3.3 研究方法

（1）文献综述法

运用现存的文献分析研究中存在的问题并提出相应的解决方案。从对超高层建筑施工安全管理认识为基础，查阅有关资料，以及各种文件，从而找出了武汉某超高层工程施工安全管理应该采取的措施，从而有益于问题的解决。

（2）专家咨询法

指标体系确定时第一次成立专家团队，对初步指标体系反复征求专家意见，根据专家意见对指标体系进行整理、归纳，最终确定武汉某超高层项目的施工安全管理风险评价指标体系；再由专家对指标体系进行打分，确定各指标权重。评价过程中第二次成立专家团队，对项目的施工安全管理情况进行打分，得出项目的评价成绩。

（3）案例分析法

通过查阅相关资料研究之前的相似案例，并且创建超高层施工安全管理风险评价体系。在之后的工作中，将武汉某超高层项目作为研究对象，按照评价指标对其各个安全系数进行评价，同时不断进行修正和总结，为其他工程提供理论依据。

2.相关理论基础

2.1 施工安全管理概述

2.1.1 施工安全管理概念

在建筑工程项目过程中，作为一种被广泛采取的降低或消除事故发生的管理行为，建筑施工安全管理的范围涵盖了与其安全管理相关的所有生产活动，该管理行为是通过进行某种安排、协调、控制而达到其目的的。针对生产环节制定详尽的计划是实现安全生产目标的前提，除此之外，还需要整合生产环节所需要的各类资源如人员、设备、机械、原材料等，由此才能顺利达成安全生产的目标，最大限度地保障整个建筑施工过程的安全性。

2.1.2 施工安全管理的流程

施工安全管理流程如下：

（1）制定清晰的超高层建筑施工安全管理目标。针对整个过程的施工安全管理工作进行由大到小、由粗及细逐层划分，然后落实导致施工项目开展过程中，并针对其中的不足之处进行优化与调整。

（2）识别并挖掘出施工安全管理影响因素，并将上述因素按照重要等级加以划分。在该步骤中，首先要尽可能全面地找出施工安全管理影响因素，其次进行重要程度的划分，以便于开展后续工作。

（3）施工安全评价。根据上一步骤中所识别、挖掘的影响因素及其重要等级，建立起相关安全评价模型，在此基础上进一步获得所研究对象施工安全的整体情况，该项目的施工安全等级即可根据上述评定结果进行确定。

（4）实时监控施工过程。依据上一步骤所得的评价结果，针对相关施工安全管理影响因素制定出相应的控制措施与完善方案，并对其实施过程展开动态监控，以便于确保施工项目的安全顺利开展。

2.2 超高层施工安全管理概述

2.2.1 超高层建筑施工特点

基于超高层建筑的复杂性与特殊性，常规的安全管理并不能够完全起到保障

超高层建筑施工安全的作用，还需要有针对性的管理。与普通高层建筑相比，超高层建筑具有以下特点。

(1) 施工高度高。大量高空作业造成的不安全，必须充分考虑和解决超高层建筑施工的安全技术问题。超高层建筑在空中进行了大量的施工作业，100 米以上的空地与 10 米以上的空地有质的区别。为了尽量减少高空坠物的影响，技术上有必要以垂直刚性封闭的形式保护脚手架立面，使立面的工作层和搭设层由偏移网和 safety 网双层组成。模板也将平面刚性封闭，避免了跳板未紧密封闭的现象。

(2) 施工中交叉作业较多。由于施工交叉的原因，许多工程同时施工。立体交叉作战容易造成人员伤亡。它通常可以分为以下两种：①框架内的三维交叉工作。要求在同一平面上两种工作组必须错开施工，不能让同时安排两种工作。优先安排安全维修队。②顶升模架外的三维交叉工作。在这种情况下，任何材料的起重必须由司机和起重机操作员联系，以确保起重安全。在日常安全管理中，必须注意外立面的软硬防护封闭；也可采取奖惩制度，以经济手段促进施工安全生产。

(3) 工期较长。超高层建筑的建造周期通常情况下都要超过两年，这就导致了施工过程中连续数年使用同一台设备。在项目施工过程中，不仅有施工人员的变动，还有风吹日晒等天气变化的影响，各种因素都会在很大程度上增加正常工作的设施出现问题的可能性与风险，由此进一步导致各种施工安全事故的发生。在实际施工过程中，项目部应依据气候的变化与大幅度的人员的流动及时联系施工班组签署安全施工协议，避免损坏设施，有效降低维护费用。在施工安全管理中，应严格遵循安全目标大于、先于、重于生产目标的原则。一方面要推动生产进度不断向前加快，另一方面还要时刻提起对安全目标的重视。不断坚持预防观念，实行安全监督，注重现场的实际管理。晨起开始工作前，班组长组织工人开晨会，交代好当天的具体工作任务，必须着重强调当天的危险环境，主动询问员工是否存在身体感觉异常或生病，做好事故警示与预防工作。

(4) 大型设备较多。众所周知，施工现场每天有很多大型设备在夜以继日的运行和工作，这种情形在超高层建筑施工中也不例外，且其对于设备安全的要求更高，因施工过程中多塔群塔作业、顶升模架系统、塔吊面向街道等。由项目部与设备租赁公司事先协商好施工电梯与塔式起重机的租赁事项，从具有良好业绩单位的合格供应商列表中选择。供应商必须严格规定资质要求，开工前须办理相关手续。不具备安全生产条件的分包商不得进入现场。在施工过程中，各单位应

以安全合规、零安全事故为安全生产管理目标，分阶段落实好施工安全的相关管理工作，一方面安全文明施工，另一方面保护好周边环境。参与施工的员工必须具有一定的安全意识，尤其是从事某些危险系数较大、发现较高的特种作业人员，必须在经过专业的培训后才能真正投入到相关工作中去。安全部门务必确保每日检查外部电梯门锁联动系统以及起重设备的安全装置，最大限度地确保项目施工的顺利进行。

2.2.2 超高层建筑施工安全管理的内容

在国家已经颁布的相关建筑通则中可以找到关于超高层建筑的的具体定义，即为高度超过 100 米，楼层数达到 40 层的建筑，上述通则并未对这种超高层建筑的用途作太多限制，通常达到高度及层数标准的住宅楼与公共建筑都可纳入其范畴。在建筑施工过程中，超高层建筑的核心安全思想及管理原则等仍属于建筑的一个具体方面，因此两者在原则与安全目标上保持一致^[17]。但由于超高层建筑的特殊性，超高层施工安全管理的内容、重点，较普通建筑施工安全管理有非常大的差别。为进一步控制安全事故的发生，加强项目管理，营造良好的安全管理环境与施工环境，首先应确保设施、人员、原料等统一达到安全标准。在建设超高层建筑的过程中，应切实提起对于安全管理的重视，在严格遵守国家相关法律法规或相关技术标准的基础上施工。需要提起注意的是，安全管理制度并非是一成不变的，随着国家对相关法律的修订以及新设施、新设备、新技术的应用，企业必须与时俱进地调整安全管理制度^[18]。相关人员应切实承担起自身的责任，不仅要提高自身安全意识，还要加强员工的员工意识，使得施工行为与生产活动严格按照相关规范进行。

2.3 风险管理相关理论

2.3.1 系统安全理论

在上个世纪五十年代，系统安全理论就已经被美国应用于洲际导弹的系统安全等军事研究，这也是该理论在世界范围内诞生的标志。随着社会的发展，该理论应用逐渐广泛，进而在传统安全理论的基础上衍生出了一系列新的概念。在建筑安全中，该理论主要包括两方面内容，其一为对机械设备安全的重视，其二为对相关操作人员安全的重视。作为系统生命周期内的安全工程管理及运用方法，系统安全能在很大程度上针对系统中潜在的各种风险及安全隐患进行识别与挖掘，

从而进一步提出有针对性的解决措施。综上所述，系统安全理论能够在保证时间与资金成本处于可控范围内前提下，进一步为建筑施工系统安全运行提供保障。

需要注意的是，没有绝对安全的体系环境，这也是系统安全理论一项重要内容。换言之，人类全部活动都潜在一定的安全风险。该领域专家学者将上述安全风险称之为危险源，并指出，危险源是导致各种安全事故、不良环境或者人为失误的主要原因。为最大程度地降低危险源可能导致的各种损失，我们只能采取各种管理方法，实施有针对性的防范措施，以此将危险源的危险性控制在最低限度。

作为生产、生活活动的主要发起者，人的行为在很大程度上能够直接影响整个系统，一方面包括了相关设计、管理人员的专业素养，另一方面也包括了施工工人的危险操作行为。基于上述情形，企业需进行深入研究以控制人这种影响因素。系统安全理论认为，对系统的安全性能来讲，体系内部事物的可靠性至关重要，基于上述情形，现场施工人员的危害安全行为及相关机械设备的稳定可靠性应被列为项目安全管理工作的重点关注因素。因此，应在深入分析“人”的基础上，制定行之有效的安全事故防控方案及措施。总而言之，风险识别、分析、评价、控制自始至终都作为系统安全理论所规定的系统安全研究的核心组成部分。

危险源识别。在项目施工过程中，危险源可通过为生产、生活带来不利影响从而进一步引发各种经济损失甚至破坏周围工作环境。在实际施工过程中可先对危险源进行细致的识别与分类，同时正确排列其主次顺序。人们常常将第一类危险源归结于，能通过释放意外能量及危险物质发挥对周围施工人员或环境的直接伤害作用的事物，第二类危险源与第一类危险源相关，但其产生的不利影响是间接的。第一类与第二类危险源的不同之处在于，前者直接决定了安全事故的后果及财物损失，是导致危害的最直接能量来源；而后者的形成以前者为基础，不仅包括了发挥直接能量的危险因素，还包括周围环境、物料设备故障等因素，能很大程度上扩大危险范围。

系统安全分析。作业条件危险性评价法现阶段已经作为常用的安全评价方法被广泛应用于超高层建筑项目工程。该方法具体指，在安全事故发生前，为了降低其发生的可能性而采取的危险性评价及危险控制。即便是安全事故已经发生，亦可进一步控制损失范围，减小其严重程度。最后，再立足于评价结果的反馈进一步调整安全管理体系及系统管理措施，从而提升项目安全管理水平，最大限度地保障项目施工的安全、顺利进行。

2.3.2 风险管理理论

在工程施工安全管理过程中，施工单位或有关企业最大限度地降低风险事故发生可能性及其可能引发的一系列财产损失，此即为风险管理基本概念。风险管理通过监控施工活动而达到其推动企业经营目标实现、实施资产安全管理工作的目的，同时也为企业制定科学合理的管理决策提供了引导，风险管理应贯穿整个工程施工安全管理的全过程。在企业生产过程中，施工安全管理通过挖掘、识别潜在危险源，进一步采用定量或定性的方法深入分析施工过程中潜在的危险因素，由此确定项目的实际安全状况，可见安全管理至关重要。除上述作用外，通过安全管理还可针对上述危险因素采取针对性的风控措施，从而在很大程度上降低安全事故的发生概率，保障各个生产环节的顺利、安全实施。

按照工作流程先后顺序，可将风险管理分为风险识别、评级、控制三个阶段。作为风险管理的首要环节，首先要先依据其范围，对项目各个任务与环节进行细致、全面、系统的分析、识别、判断，从而进一步挖掘出潜在的风险并进行记录，此即为风险识别，它是整个风险管理工作的基础与前提。为更全面、深入地掌握项目施工过程中的各种潜在的风险因素，不仅可以从现阶段正在进行的工程中进行挖掘、分析，还可从过去的项目经验中吸取经验，也可针对后续的项目进行风险预测，在上述综合考虑的基础上，做出正确的应对决策，由此最大程度上控制相关风险。在超高层建筑的施工过程中，相关管理者系统识别、挖掘潜在的风险，并通过各种科学合理的方法制定出有关风险清单，此即为超高层建筑项目施工阶段的风险识别。

近年来，该领域专家学者制定了多种风险识别方法，例如故障树分析法、德尔菲法、工作分解结构、情景分析法、专家调查法、核对表法等，立足于产生各种风险因素的原因，从而科学合理地估计风险发生时间及后果等，从而进一步推动后续风险管理措施的实施以及防控工作的开展。

识别出有关风险因素后，可通过定量或定性等方法进行风险评价，作为风险管控的核心环节，其主要评价内容为上述风险因素发生的概率及其可能引发的各种损失。风险评价一方面能够在深入分析的基础上精确判别风险，另一方面还能针对上述风险实施相应的措施。为整个系统的风险分析及计划制定提供依据，这是风险评价的主要目的。风险评价内容包括但不限于以下三个方面，具体为：①风险所导致的安全事故的影响大小；②风险导致的安全事故的发生概率；③重要性水平判断。作为一种施工难度系数更大的项目，超高层建筑的风险评价也具有

更高的要求，主要体现在危险因素种类、数量及精确度上。基于上述情形，常采用盈亏平衡分析法、模糊评价法、层次分析法、敏感性分析法等方法准确评价超高层建筑风险的发生概率、结果等。

根据上述风险评价结果，可进一步追溯各风险因素存在的原因，并制定出有针对性的管控措施与管理方案，此即为风险控制，其目的在于针对各方面问题，通过最优方案而降低风险、减少损失。常通过以下途径进行风险控制：

（1）降低风险。作为一种施工过程中首选的应对风险的措施，常通过以下策略降低风险：一是降低安全事故的发生概率；二是减弱风险事件所造成的损失。在实际风险管理过程中，尤以前者为首选。

（2）规避风险。在事故发生前，企业可通过挖掘、分析可能存在的风险问题及其部位，采取有针对性的预防措施，从而规避风险的发生，目的在于防范于未然，即坚决禁止风险发生。企业常常通过调整整个工作计划、取消就潜在风险的项目等措施规避风险。需要强调的是，这种风险控制途径尽管能在一定能过程中禁止风险的发生，但同时也可能会对项目的正常进行造成负面影响，甚至会因为规避个别风险影响整个项目的进度，因小失大，得不偿失，因此，在项目施工过程中，除非没有其他的更有方案，否则尽量不选用上述方法。

（3）转移风险。在项目施工过程中，企业将潜在的风险及其损失进行转移，此即为转移风险。需要注意的是，不同于规避风险或降低风险，转移风险只是将风险承受方由企业自身转移至第三方，但并不能够改变风险。转移风险是企业所能够采取的风险处理财务后果最优的策略，例如，企业通过购买保险将可能发生的风险转移至保险公司，从而最大限度的保障自己的利益。

（4）自留风险。当识别出潜在的风险因素后，风险发生主体单凭自身内部资源对上述风险可能造成的损失进行弥补，此即为自留风险。在该措施中，企业并不借助任何外界力量。按照不同划分类型可将自留风险分为主动或被动、全部或部分自留。企业可根据自身所面临风险的种类及影响大小、可能造成的损失程度而选择合适的应对方案。该方法通常用于企业面临的风险因素发生概率较小同时其可能造成的损失较少的情况。

2.4 风险评价方法的选用与实施

2.4.1 风险评价方法的选用

(1) 安全检查评分法。首先要对安全检查的项目加以明确，制定科学、合理的安全检查表，对照表对每个项目作出打分和评判，分值低的项目则代表其存在风险的可能性低，反之亦然，因此对分值高的项目就需要进行针对性的防范。该方法在我国施工安全管理上被广泛运用，虽然该方法可以对风险因素进行较为全面的识别和评判，但是评判过程中往往以主观感觉为依据，这就造成了评价的结果缺乏客观性。

(2) 事故树分析法。该方法主要是把事故原因与事故之间的关系用图这一形式构造出来，运用这一方法不但能为已经发生的事故原因分析提供依据，同时也能够为同类事故风险以及其他潜在风险的防范指明方向。该方法以事故本身为基础，然后向下演绎出事故发生的可能原因，并将这一过程用树形所表示，树能够将事故相关的因果关系全面的展现出来。进一步对最小割集、顶上事件概率、最小径集进行求解，从而对相关因素重要性进行判断。本方法主要针对单个事故原因的分析，并不适用于潜在事故的分析。不能较全面的识别超高层建筑施工安全管理的风险源、风险点，不能全面评价超高层建筑施工安全管理风险。

(3) 贝叶斯概率法。该方法想要得出较为准确的结果，首先要具有完善的数据资料，同时也要对历史资料进行整理和总结，通过对比历史数据对事故发生的概率予以确定，但得出的结果往往是对事故发生概率的一种预估，因此人们常将这一概率称为先验概率。贝叶斯概率法需要在先验概率的基础上进一步进行研究，从而提升结果的准确性。但是整体上讲该方法仍存在一定的很多问题，比如研究的力度与科学性都不能得以保证，这些原因都会造成评价结果准确性低。超高层建筑施工安全管理风险评价的基础数据积累不够，缺少足够的基础数据支撑。

(4) 层次分析法。该方法是将所研究问题运用系统层次的形式加以展现，运用数学模型来处理复杂化的多准则决策问题，该分析方法不需要大量全面的数据，同时具备较高的评价可靠性。按照被评价者的隶属关系以及相关性，把被评价的系统划分为多层次组合的形式，其中包含上面的目标层，中间的标准层，下面的指标层。每个层次上虽然元素上有所差异，但是其重要性相同，同时不同元素之间具有较高的独立性。将同层次元素之间进行比较，从而建立起判断矩阵，符合一致性条件的前提下分析不同指标层内元素对总评价目标的影响大小。

安全检查评分法结果缺乏客观性，事故树分析法不能全面分析存在的风险点、风险源，贝叶斯概率法缺少足够的基础数据支撑，均不能作为文章的研究方法；层次分析法能够化繁为简，较为准确的评价出项目的施工安全管理风险评分，本文选择层次分析法进行风险评价。

2.4.2 施工安全管理风险评价的实施过程

危险源评价包含的范围较广，主要包括情景模拟、现场调查、危险源清单在内的多种方式，其主要用于评价超高层建筑安全管理风险^[19]。该评价实施的前提是要明确主要管理目标，其次才能结合行业标准与实践经验等对相关可能潜在的安全影响因素等进行分析、判断，将其判定为危险源。然后，应根据危险源制定有针对性的优化方案。现将具体的实施过程列举如下：

(1) 危险源的定义及判定标准的制定

首先应组建危险源识别小组，小组成员包括专业技术人员、项目管理人员与行业外专家，其次由上述成员将安全目标进行细致的分解，再结合实际情况确定危险源，建立判断标准。

(2) 现场调查

专家组必须对施工现场进行实地调查，充分了解工程各专业的施工过程，向相关管理人员与工人分发调查问卷或直接采取问答形式了解、获取相关信息和人员不安全因素，形成最终报告，以便于为后续工作提供依据。

(3) 制定危险源清单

在安全管理理论的基础上，结合前述调查所得的最终报告，通过穷举法将相关的安全隐患逐一列举出来，再针对其发生概率与危害程度进行提前演练，由演练结果分析危险源判定正确与否。

(4) 总结评价

为最大限度地降低、避免已开发项目安全事故的发生，必须组织危险源识别小组逐一讨论前述各项危险源并展开深入分析与评价^[20]。要从实际施工情况出发，避免主观臆测与主观判断，为后续的安全管理提供依据、拓宽管理思路。

作为施工项目安全管理风险指标体系构建、实施的前提与基础，危险源辨识至关重要。一方面保障了后续采取的相关措施的针对性与合理性，另一方面为后续工作的准确进行提供了保障。基于上述情形，各个施工单位应当充分重视起项目安全生产工作。

3.超高层建筑施工安全管理风险评价指标体系的构建

3.1 施工安全管理特征分析

3.1.1 普通建筑施工安全管理特征

普通建筑施工安全管理具有以下特征：

(1)固定的施工场地将安全生产条件限制在一定范围内，即使相关产品已经完成了加工，但仍旧停留在原地无法转移，因此就导致在较为局限的施工空间内产品、设备、人员、原材料等的聚集，从而进一步在很大程度上提高了施工现场发生事故的几率。

(2)施工场地小、人员多。通常情况下，建筑工程项目所包含的范围与领域常常较广，除此之外，参与建筑施工的员工多为临时工与季节工，对安全生产概念及相关专业知识一知半解，工作能力有限，且人员较多、规模较大，诸多安全事故都因为施工人员不严格按照规定操作。

(3)需要健全的安全技术措施以保障生产工艺的顺利进行。建筑安全涉及高危作业、设施加工、运输、起重、防毒、防尘、防爆、防火、电气等多个方面，基于上述情形，开展各个领域的安全技术培训范围较广，难度较大。

(4)需要完善的安全管理以保障施工生产的流动性。通常情况下，施工人员在完成某项工程后，需转移到新的建筑施工现场，即他们需要不断适应新的环境及其工程设施，不断重新搭建工程所需的设施、设备，提高了施工风险。因此，完善的安全管理已经成为施工项目安全管理的核心要素。

(5)施工环境恶劣。因施工周期较长，工作量较大，且施工工人需长期处于露天环境中，对于各种恶劣天气以及气候突变抵抗力较差，在很大程度上提高了发生安全事故的概率。

3.1.2 超高层建筑施工安全管理特征

超高层建筑施工安全管理具有一定的特殊性。不同于其他类型的建筑，超高层建筑有其自身的特点，因此对于安全管理有着更高的要求，主要体现在以下几个方面：

(1)较多协同作业普遍存在于施工过程中，尤其是在狭窄有限的施工环境中，

常存在多种工作同时开展，在很大程度上提高了诸多安全事故如机械伤害等的发生概率。

(2) 施工过程中在垂直方向上原料及施工人员运输量高，对各种起重设备、垂直运输设备的需求量大，极易导致安全事故的发生。

(3) 施工过程中较多工作都为高空作业，对施工人员的技术与心理要求较高，很多心理素质差的工人容易出现坠落事故。

(4) 施工时间持续较长且多露天作业，恶劣天气及突变气候在很大程度上影响了施工的安全性。

由上可见超高层项目施工安全管理与一般项目施工安全管理存在较大的差别，应该根据超高层项目的特点，识别出评价指标，并制定符合超高层建筑施工安全管理风险评价体系。

3.2 施工安全管理风险因素识别的依据与原则

3.2.1 施工安全管理风险因素识别的依据

为了让风险识别工作更加有效，首先要做的就是拥有可靠的源数据，从而为风险识别工作提供依据。因此要重视基础资料的收集和整理工作，只要具备完整和可靠的而基础数据才能为风险识别打下良好的基础。相反如果基础数据存在缺失，就会造成在风险识别的过程中遗漏风险因素。同时，风险识别时也有基础资料使用错误情况发生的可能性。比如当风险评价对象认识不清楚，会导致风险项目的选取错误，从而导致风险因素清单的可靠性降低，最终导致评价结果的准确性难以保证。通过总结和分析得出施工安全风险识别的基础资料有以下几类：

(1) 同类建设项目的历史数据

通过对相同类型项目的施工安全管理相关数据和资料进行收集，可以为工程的开展提供参考依据。其原因在于相同类型的建设工程往往在安全风险上由其类似的方面，参考其他工程的成功经验可以避免施工过程中安全事故的发生，同时对同类工程中失败的教训进行反思也能避免犯类似的错误，因此历史数据对工程施工安全管理具有十分重要的意义。通过收集同类型工程项目施工过程中安全风险识别的做法，建立自身的初始风险清单。在清单建立的过程中需要与自身工程的现状进行结合，而不是一味的照搬照抄，添加有必要的风险因素，同时对不必要的风险因素进行删除，最终形成适合工程自身的风险清单。

（2）相关法规、标准和规范性文件

工程的开展需要遵循政府和国家制定的施工安全管理相关法规和文件，同时行业内部也对施工过程中的安全管理问题建立起了完整的标准文件，文件中规定了众多有关施工安全风险内容的规定，同时针对施工过程中的潜在安全风险进行了明确的分类和概括。与此同时，文件和规定中也明确载明了应对和防范安全风险的办法。因此在超高层房屋建设施工时应应对类似的文件进行收集和整理，并认真研究阅读，从而分析工程中的潜在风险，最终起到完善项目施工安全风险因素清单的作用。

（3）已发生的施工安全事故

施工过程中不可避免的会发生一些安全事故，但是为了最大限度的避免其发生，一定要在施工前对关键性的风险因素进行监控。分析已经发生的安全事故案例，可以有效寻找施工过程中将会面临风险的具体类型，同时将其纳入风险清单之中，对施工安全事故的发生具有十分重要的意义。

（4）工程设计与施工方案

经研究表明施工安全风险发生的几率与工程的设计和施工方案具有密切关系。想要保证安全风险清单的完整性，首先就要对施工的工程的施工和设计方案进行充分了解，以方案为出发点去寻找事故发生的原因。

（5）环境与地质资料

在施工前需要对施工所在地的地质和环境因素进行细致的调查，谨防由于环境因素引发安全事故。极端的恶劣天气条件，比如雷电、大风、冰雹、高寒、高温等都会使工程施工过程中产生极大的安全隐患。同时地质状况差也会诱发滑坡、塌陷等安全事故的发生。

3.2.2 指标体系的构建原则

由于超高层建筑施工安全管理需要考虑的因素很多，评价起来也有一定的难度。因此在评价过程中要选择一套反映这一庞大系统的评价指标体系，突出简单又实用的原则。所构建的指标体系必须符合超高层建筑施工的基本原则，能够反映超高层建筑施工安全风险的客观性质，即所包含的指标必须客观、动态。

通过对多个项目的实际调查，结合建筑施工安全管理风险研究文献，总结出想要构建出超高层建筑施工安全管理风险评价指标体系需要以下四个原则为基础：

(1) 系统性原则。该原则反映超高层建筑施工系统整体安全性的指标体系。指标应涵盖安全系统的各个方面，并应具有清晰、不重复和完整的特点。

(2) 代理原则。该原则指的是指标体系中的指标应该互不相容。以此来保证其较高的综合性，对超高层建筑安全风险某一点进行全面概括。

(3) 可比性原则。也就是将同层次指标之间的关系统一到一个可比性的平台上来。指标应能适应同一水平的具体定量方法。

(4) 综合原则。所构建的指标体系应包括超高层建筑建设的各个方面。它能够覆盖超高层建筑施工的全过程，准确反映超高层建筑施工各阶段的安全状况。

(5) 定量原则。也就是将指标体系实现定量化分析，这有利于风险评价工作的进一步细化。

3.2.3 指标体系构建的步骤

从具体的项目出发，严格遵循该领域安全管理风险评价原则，进一步构建出实用性强、科学合理的指标体系。具体构建过程如下：

(1) 明确目的。即评价在实际施工过程中的安全管理风险，明确其风险水平，为项目的安全建设提供对策。

(2) 联系该领域专家组建相关研究小组以达成上述研究目的，具体工作为深入、细致地分析在施工过程中出现的各种施工安全风险因素，在此基础上明确其测量指标与范围，并指导实际操作人员跟进上述风险因素，以全面掌握危险源，以便于为后续的分析处理奠定基础。

(3) 初步建立并筛选。基于各方面因素的限制，初步构建的指标体系中的部分指标可能并不十分全面、客观、科学、合理，为对其进行进一步完善，应进行初步筛选以确保其全面、科学。

(4) 进一步优化结构。需要强调的是，评价指标体系中的指标并不是多多益善，因为每纳入一种指标则意味着更大的调查统计工作量与更加复杂的数据处理过程，故所选择的指标应尽量具有代表性。除此之外，还要保证各项指标大小合适，其包含的信息量合适，以保证其能够最大限度地反映实际施工安全管理情况，由此可基本建立起风险评价指标体系。

(5) 引进外部检验。通过上述步骤不难看出，该体系的建立主要依靠内部力量，在很大程度上导致了其评价目标与策略的一致性，因此需要外部检验以保证其客观性。

(6) 依据具体的构建要求与目的检查该体系是否满足相关需要，若不满足则重复上述三、四、五步，直至满足为止，此时即为构建了安全风险指标体系。

3.3 超高层项目施工安全管理风险评价指标筛选

3.3.1 专家团队组建及任务

(1) 专家团队组建：为了建立较为全面的超高层建筑施工安全管理风险评价指标，专家团队组成应尽可能包括作业班组、项目、企业等各个层级，施工、监理、监督等各个领域的安全管理相关人员，且较为了解项目情况。明确了专家团队组建原则之后，广泛邀请相关单位的安全管理人员加入专家团队。最初报名专家团队的人员有 23 名，经过筛选之后选择了其中的 15 名，包括高级工程师 9 名，中级工程师 6 名；其中：2 名来自武汉市武昌区质量安全监督站，2 名来自某地产集团，2 名来自中建三局集团有限公司，2 名来自项目安监部，2 名来自项目技术部，2 名来自上海监理公司，2 名来自中信誉建筑劳务有限公司，1 名来自南通丰润建筑劳务有限公司。

(2) 专家团队任务：一是通过问卷调查和头脑风暴对初步评价指标体系进行筛选，确定最适合案例项目的施工安全风险评价指标。二是对评价指标进行打分，根据各位专家打分计算出各指标的权重。

3.3.2 初步建立评价指标体系并筛选

研究通过文献查阅、专家访谈等方法对评价指标进行问卷咨询。本次调查问卷的发放回收和统计采取匿名方式，主要是为了使专家组成员能够更加真实客观地填写意见，提升研究的价值。

首先，通过查阅 GB/T 45001-2020《职业健康安全管理体系要求及使用指南》《超高层工程安全管理创新与实践》等标准和图书文献，结合中建三局的《企业管理标准》《项目管理标准》初步建立了超高层项目的评价指标体系。如下表 3.1 所示。

表 3.1 超高层建筑施工安全风险评价初步指标列表

一级指标	二级指标
项目所处环境 B1	建设单位 B11
	监理单位 B12
	政府监管单位 B13

	项目所处位置 B14
	施工总承包单位的安全管理体系 B15
安全管理组织机构 B2	企业对安全重视程度 B21
	项目安监管人员配备 B22
	安全管理责任制 B23
安全管理制度 B3	安全资金保障制度 B31
	安全检查制度 B32
	安全事故处理制度 B33
	现场监督管理 B34
安全技术管理 B4	危险源控制技术 B41
	安全技术管理方案 B42
	新工艺采用 B43
危大工程管理 B5	设备设施安全管理 B51
	高支模安全管理 B52
	深基坑安全管理 B53
	临边、洞口防护管理 B54
	安全技术规范 B55
	安全监测工具 B56
人员素质管理 B6	安全管理人员素质 B61
	安全管理人员技术 B62
	安全管理培训 B63
应急救援管理 B7	应急人员管理 B71
	应急资源管理 B72
	应急救援预案 B73

其次，将研究目的、研究背景等信息提供给专家，并将初步指标列表提供给专家，满足专家筛选最终评价指标的需求。专家给出意见后，分类汇总专家意见，邀请专家逐个评论大家的不同意见，并做出解释；便于专家根据其他专家的正确意见修改自己的判断。然后，对所有专家的意见进行汇总，形成第一轮筛选评价指标并邀请专家重新给出意见。经过 2 轮咨询后，基本消除了各位专家的心理状

态、生理状态和工作心态的影响；经过反复调整修改，专家建议趋于一致，筛选出最终评价指标，包括 4 个一级指标、14 个二级指标。4 个一级影响因素为：安全管理制度因素、安全技术因素、设备与设施因素、人员素质因素。如下表 3.2 所示。

表 3.2 超高层建筑施工安全风险评价指标列表

一级指标	二级指标
安全管理制度 B1	安全责任制度 B11
	安全资金保障制度 B12
	安全培训及检查制度 B13
	安全事故处理制度 B14
	现场监督管理制度 B15
安全技术管理 B2	危险源控制技术 B21
	安全技术管理方案 B22
	新工艺采用 B23
设备与设施管理 B3	设备设施安全管理 B31
	安全技术规范 B32
	安全检测工具 B33
人员素质管理 B4	安全管理组织机构 B41
	安全管理人员素质 B42
	安全管理人员技术 B43

从施工安全管理方面来说，它是分为操作风险，环境因素，设备因素和人员因素几部分。同时使用安全科学的相关原理，这些基本原因可以分为四类：人员的不安全行为，事物的不安全状况，管理缺陷和技术限制。15 位专家根据超高层项目的特点，在上述分析的背景下，选出了最具针对性的 4 项一级指标，14 项二级指标。选取该指标体系的原因如下：

(1) 安全管理制度

超高层项目具有时间长、环境复杂、施工风险源较多等特点，施工安全管理最主要的依据是安全管理制度，完善的施工安全管理制度对超高层项目的安全来说尤为重要，各位专家选出了最主要的五项管理制度作为安全管理制度的二级指标。

1) 安全责任制：是落实全员安全管理职责的重要手段，超高层项目体量大，项目各职能部门、人员在安全生产中应履行职能和承担责任的落实至关重要，安全责任制能充分调动和发挥各级管理人员的主观能动性，以保证施工安全管理有序运行。

2) 安全资金保障制度：超高层项目涉及到的临边、洞口、高空作业等危险源远高于普通项目，施工安全风险极大，资金投入是安全管理物资、人员、设备是否能够如期、保质投入使用的主要原因，是保障安全资源投入的重要制度。

3) 安全培训及检查制度：超高层项目施工持续时间长、环境复杂、施工风险源多，涉及到的危大工程和新技术应用多，培训和检查制度是对风险源、风险点进行广泛交底、管理的主要制度。

4) 安全事故处理制度：将为了及时报告、统计、调查和处理施工安全事故，避免事故影响扩大或发生衍生事故，安全事故处理制度作为超高层安全管理制度的重要组成部分，是事故处理的基本遵循。

5) 现场监督管理制度：有效实施现场监督管理，可以预防施工现场的常见安全问题，也能在出现问题后及时处理，提高安全保障。

(3) 安全技术因素

项目使用了很多特有的施工技术：自带塔机微凸支点智能顶升模架系统、超高层混凝土泵送技术、多轮回转施工电梯技术、超大钢结构劲性结构施工技术、深基坑降水技术等等，适当的安全技术措施能够有效的降低安全事故发生的几率。因此在施工过程中必须要高度重视超高层项目独有的安全技术措施的运用。

1) 危险源控制技术：通过对危险源的识别、评价与控制，可以将超高层安全事故的发生进行有效预控；同步在施工方案、设备、工艺选择过程中增加危险源的预控措施，提高超高层项目的安全系数。

2) 安全技术管理方案：超高层涉及众多危大方案，通过进行风险识别、安全技术方案编制、安全技术交底、监督实施与复核一系列安全技术管理措施，对超高层安全风险进行针对性管控。

3) 新工艺采用：超高层因其“高、大、新、尖”的特点，以实现超高层图纸设计、工艺实施、技术创效等背景，往往伴随新工艺的研发和实施，新工艺的安全管理评价作为实施和推广的重要评价指标。

(3) 设备设施因素

超高层项目地下室阶段安装了一台 M1280D 动臂塔吊，三台 C7030 塔吊；地上

结构施工阶段使用了自带塔机微凸支点智能顶升模架系统，安装了三台自爬升动臂塔吊（2台 M1280D、1台 ZSL2700），一台 ZSL380 动臂塔吊，4台施工电梯，1台回转施工电梯，1台超高层混凝土泵送设备，吊车、运输车辆若干。施工过程中设备的安全性是一项必须考虑的问题，还有可能发生设备对人体造成伤害，机器碰撞、触电以及其他物理因素所引发的安全事故，超高层项目必须将设备设施因素作为最主要的安全管理因素。

1) 设备设施安全管理：相比常规建筑工程，超高层项目涉及到大量大型起重吊装设备，包括顶模提升架、大型塔机、群塔作业等，设备设施本身的安全性能是项目施工安全管理的重点。

2) 安全技术规范：通过对超高层项目安全技术规范整理收集、贯标培训、实施与检查，作为安全管理的依据和保障。

3) 安全监测工具：超高层项目特有的设备，市场上没有专用的监测工具，需要项目针对超高层项目投入设施设备，定制专用的监测工具，为设备安全提供检测依据和保障。

（4）人员素质管理

超过 500 米的项目屈指可数，参与过类似项目的企业和人员也是屈指可数，所以人员素质管理被列为一级评价指标。

1) 安全管理组织机构：安全管理组织机构是安全管理制度执行、安全管理责任制落实的主要因素，完整的安全管理组织机构是项目顺利运行的基础保障。

2) 安全管理人员因素：员工的心理状态、生理状态、工作心态的差异也会对工程安全隐患产生一定影响，所以超高层安全管理人员的因素对项目的安全运行具有重要影响作用。

3) 安全管理人员技术：安全管理人员对专业技能与操作技能的理解，以及对安全知识的掌握与运用情况，如果具有较为丰富的工作经验，在风险的应对上就会具有一定的优势。

3.4 超高层建筑施工安全管理风险评价指标权重的确定

3.4.1 权重确定的方法

将筛选出的 4 个一级指标，14 个二级指标作为备选指标，利用层次分析法建立超高层建筑施工安全管理风险评价体系，制定赋分表及相关依据，组织专家组

人员进行深入的分析商讨，根据指标权重打出具体的分数，将其录入 Excel 并建立判断矩阵，两两比较并进一步调整上述矩阵中各项指标的重要性，通过逻辑一致性检验，计算其具体权重。具体评分标准及对应含义见表 3.3。

表 3.3 判断矩阵评分标准

分值	分值说明
1	横向与纵向同等重要
3	横向比纵向略为重要
5	横向比纵向明显重要
7	横向比纵向非常重要
9	横向比纵向极端重要
2、4、6、8	横向与纵向相比重要程度模糊， 取上述相邻程度的中间值
上述分值的倒数	横向与纵向重要程度之比为 x， 则纵向与横向重要程度之比为 1/x

将所有一级、二级指标利用层次分析法进行两两对比打分并建立判断矩阵，要依据各项指标的相对重要程度所对应的数值。以一级指标为例，其主要包括：安全管理制度、安全技术管理、设备与设施管理、人员素质管理。组内专家根据自身水平及经验填写指标重要程度判断调查表，并依据具体评分标准针对指标进行两两对比明确 4 项一级指标重要程度，以同样的方法计算出 14 个二级指标重要程度，经一致性检验确定超高层建筑施工安全管理风险评价各指标权重。

3.4.2 构建判断矩阵和一致性检验

针对各项指标的重要程度及权重征求相关专家的意见，构造具体的判断矩阵，并一致性检验，分别计算权重。

归一化权重系数公式：

$$W_i = W_i' / \sum_{i=1}^n W_i' \quad (3.1)$$

一致性检验公式：

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \lambda_i / n \quad (3.2)$$

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (3.3)$$

$$CR=CI/RI \quad (3.4)$$

RI 为平均一致性指标，详见表 3.4， λ_{\max} 为矩阵计算所得最大特征值，n 为矩阵阶数，n>2 时，随机一致性比率 $CR=CI/RI$ ，若 $CR \geq 0.1$ ，表明相关数值仍需调整，反之则通过检验，可进一步检验权重系数的逻辑性，避免出现 $a > b$ 且 $b > c$ ，而 $a < c$ 的情况。

表 3.4 RI 值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

分别针对一级、二级指标进行两两对比打分可得 5 个判断矩阵，根据上述公式进行权重系数归一化计算及一致性检验，结果见表 3.5 至表 3.9。

表 3.5 一级指标判断矩阵

评价指标	安全管理制度因素	安全技术管理因素	设备与设施因素	人员素质因素	权重 W_i
安全管理制度因素	1	3	5	1/3	0.26
安全技术管理因素	1/3	1	3	1/5	0.12
设备与设施因素	1/5	1/3	1	1/7	0.06
人员素质因素	3	5	7	1	0.56

$$\lambda_{\max}=4.0580, CI=(4.0580-4)/(4-1)=0.0193, CR=0.0193/0.9=0.0215 < 0.1,$$

一级指标判断矩阵具有较好一致性。

表 3.6 安全管理制度因素指标判断矩阵

评价指标	安全责任制	安全资金保障制度	安全培训及检查制度	安全事故处理制度	现场监督管理制度	权重 W_i
安全责任制	1	5	3	7	1/3	0.26
安全资金保障制度	1/5	1	1/3	3	1/7	0.07

安全培训及检查制度	1/3	3	1	5	1/5	0.13
安全事故处理制度	1/7	1/3	1/5	1	1/9	0.03
现场监督管理制度	3	7	5	9	1	0.51

$$\lambda_{\max}=5.1319, CI=(5.1319-5)/(5-1)=0.033, CR=0.033/1.12=0.0295<0.1,$$

安全管理制度因素指标判断矩阵具有较好一致性。

表 3.7 安全技术管理因素指标判断矩阵

评价指标	危险源控制技术	安全技术管理方案	新工艺采用	权重 Wi
危险源控制技术	1	5	4	0.69
安全技术管理方案	1/5	1	2	0.19
新工艺采用	1/4	1/2	1	0.12

$$\lambda_{\max}=3.0505, CI=(3.0505-3)/(3-1)=0.0253, CR=0.0253/0.58=0.0436<0.1,$$

安全技术管理因素指标判断矩阵具有较好一致性。

表 3.8 设备与设施管理因素指标判断矩阵

评价指标	设备设施安全管理	安全技术规范	安全检测工具	权重 Wi
设备设施安全管理	1	3	5	0.64
安全技术规范	1/3	1	3	0.26
安全检测工具	1/5	1/3	1	0.10

$$\lambda_{\max}=3.0165, CI=(3.0165-3)/(3-1)=0.0082, CR=0.0082/0.58=0.0142<0.1,$$

设备与设施管理因素指标判断矩阵具有较好一致性。

表 3.9 人员素质管理因素指标判断矩阵

评价指标	安全管理组织机构	安全管理人员素质	安全管理人员技术	权重 Wi
安全管理组织机构	1	1/2	4	0.32

构				
安全管理人员素质	2	1	6	0.59
安全管理人员技术	1/4	1/6	1	0.09

$$\lambda_{\max}=3.0034, CI=(3.0034-3)/(3-1)=0.0017, CR=0.0017/0.58=0.0029<0.1,$$

人员素质管理因素指标判断矩阵具有较好一致性。

3.4.3 评价指标权重

根据评价指标体系设计思路，设置安全管理制度因素、安全技术管理因素、设备与设施管理因素、人员素质管理因素 4 个主要指标，即一级指标。对 4 个主指标进一步拓展，形成在主指标下的二级指标，其中安全管理制度因素指标细化为 5 个二级指标，安全技术管理因素细化为 3 个二级指标，设备与设施管理因素指标细化为 3 个二级指标，人员素质管理因素指标细化为 3 个二级指标。指标量化的重点是对每个指标赋予符合其指标重要程度的权重，设权重的总数为 1，三个一级指标的重要性是在表 3.4 中已根据层次分析法计算出了具体权重值。二级指标中，每个二级指标在其所在的一级指标里的重要程度也是不一致的，每个二级指标占一级指标的权重见表 3.6 至 3.9。每个具体指标权重为 W，一级权重为 W1，二级权重为 W2，则 $W=W1*W2$ ，按公式计算可以得出每个具体指标的权重值见表 3.10。

表 3.10 超高层建筑施工安全风险评价各指标权重

一级指标（权重）	二级指标（权重）
安全管理制度 B1（0.26）	安全责任制度 B11（0.26）
	安全资金保障制度 B12（0.07）
	安全培训及检查制度 B13（0.13）
	安全事故处理制度 B14（0.03）
	现场监督管理制度 B15（0.51）
安全技术管理 B2（0.12）	危险源控制技术 B21（0.69）
	安全技术管理方案 B22（0.19）
	新工艺采用 B23（0.12）

设备与设施管理 B3 (0.06)	设备设施安全管理 B31 (0.64)
	安全技术规范 B32 (0.26)
	安全检测工具 B33 (0.10)
人员素质管理 B4 (0.56)	安全管理组织机构 B41 (0.32)
	安全管理人员素质 B42 (0.59)
	安全管理人员技术 B43 (0.09)

3.4.4 风险评价得分的确定

组建一个专家团队，对每个二级指标进行评分，通过计算平均分求得每个二级指标的具体得分，将一级指标下的各二级指标的权重 W_{ii} 与具体得分 B_{ii} 相乘，然后求和，得到每个一级指标的分数 B_i 。将各一级指标得分 B_i 与权重 W_i 相乘，然后求和，得到项目的施工安全管理风险评分。

$$\text{二级指标得分: } B_{ii} = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) / n$$

$$\text{一级指标得分: } B_i = W_{i1} * B_{i1} + W_{i2} * B_{i2} + \dots + W_{im} * B_{im}$$

$$\text{项目得分: } B = W_1 * B_1 + W_2 * B_2 + W_3 * B_3 + W_4 * B_4$$

n 为专家团队的专家人数， m 为一级指标下二级指标的数量， i 为一级指标的数量。

统计分析武汉某超高层建筑工程施工安全管理风险指标后，可了解其主要的危险源，接下来将对武汉某超高层建筑工程施工安全管理风险进行评价研究。

4.武汉某超高层项目安全管理风险评价实证分析

4.1 武汉某超高层项目简介

4.1.1 项目概况

武汉某超高层项目位于武昌滨江商务区核心区域，地处长江边，距长江防洪堤约 250m，与汉口百年外滩隔江相望，地理位置优越，是武汉新一轮城市发展的重点区域。项目由某地产集团投资兴建。项目总建筑面积 663159m²，由一栋超高层主楼、一栋办公辅楼、一栋公寓楼及裙楼组成，集商务办公、商业服务、文化娱乐、高档住宅于一体，其中超高层主楼地下室 6 层，建筑面积 70171 m²，地上 100 层，建筑高度超 400m，建筑面积 302399 m²。

项目建设单位为武汉**置业有限公司，施工总承包单位为中国建筑第三工程局集团有限公司，勘察单位为**岩土工程有限公司，建筑设计单位为 Adrin Smith+Gordon、Gill Architeure 公司，结构设计单位为：**建筑设计研究院。

4.1.2 项目组织架构

项目采用总承包管理模式，并采用“分级授权、统筹管理、目标跟踪、评价考核”的主要方式落实。项目组织机构见图 4.1。

(1) 分级授权：本项目的最高管理层为局项目指挥部，负责项目管理的总体规划及要求。指挥部下设超高层委员会和专家技术顾问组，对项目技术攻关及科技创新课题进行直接指导、对项目需要进行专家论证的各项方案总体把关。

(2) 统筹管理：本项目的管理活动应按照“统一筹测（预测）、统一筹划（计划）、统筹安排（实施）、统一运筹（指挥）、统筹兼顾（掌控）”的原则进行。项目须进行报告或请示的各类事宜须按着先上传到项目协调小组，再由协调小组进行分发处理；局、公司对项目的规定、要求或通知也由协调小组进行跟踪落实。

(3) 目标跟踪：项目须以总包名义对各分包提出总目标及阶段性目标，并通过合同、协议书或责任状的形式强调目标完成的严肃性与约束性。在进行目标管理的同时，采用跟踪管理手段，以保证目标在完成过程中达到相应要求。

(4) 评价考核：项目经理部按照与各分包签订的合同、协议或目标责任状，按照与项目各岗位人员签订的岗位责任书进行阶段评价或考核。

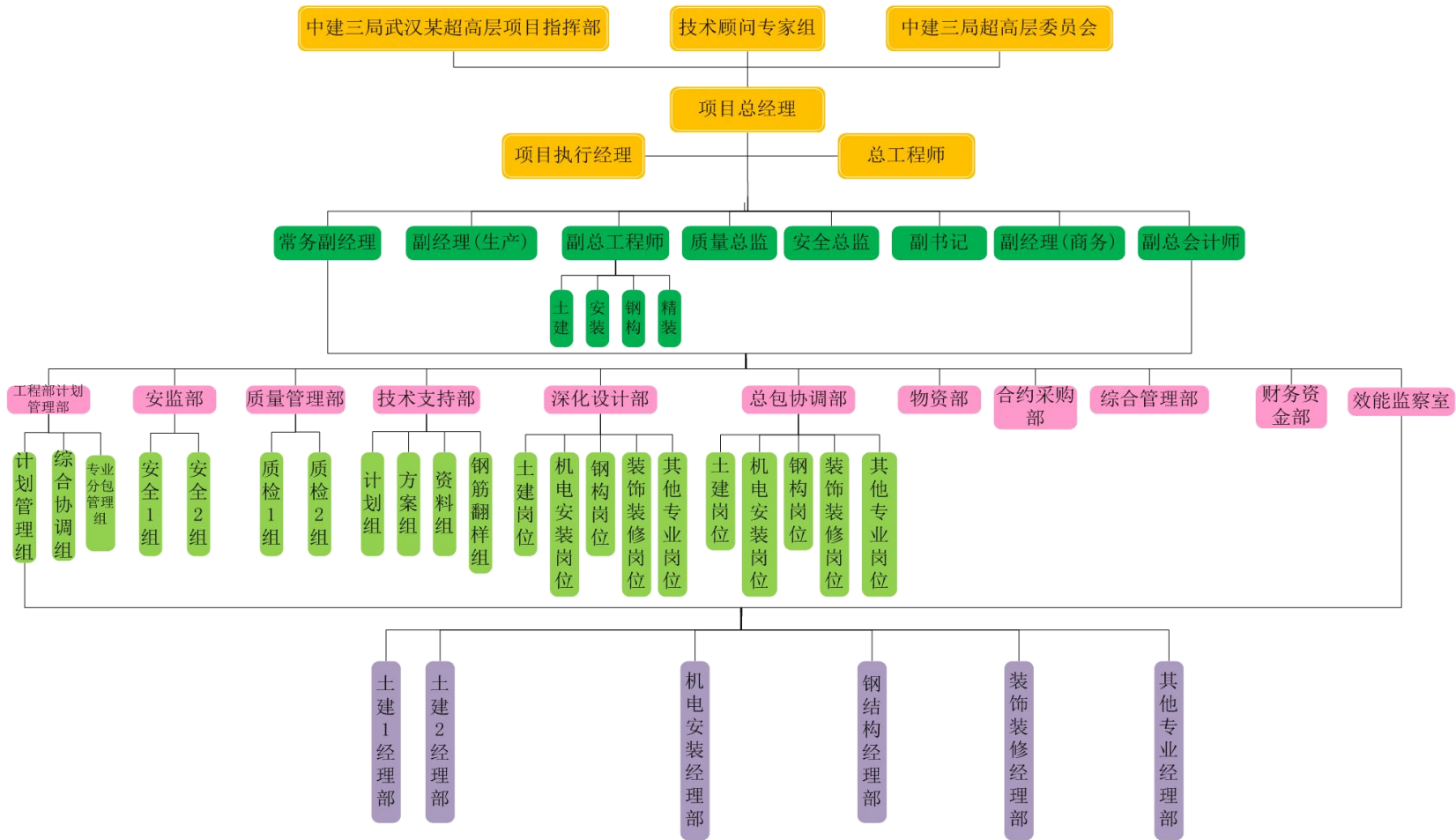


图 4.1 武汉某超高层项目部总承包管理组织机构图

4.2 项目施工安全管理现状

4.2.1 安全管理组织体系

该体系的结构主要为金字塔结构，其中只要包括后台支撑层、项目管理层、项目实施层和具体执行层。项目管理安全管理组织机构见图 4.2。

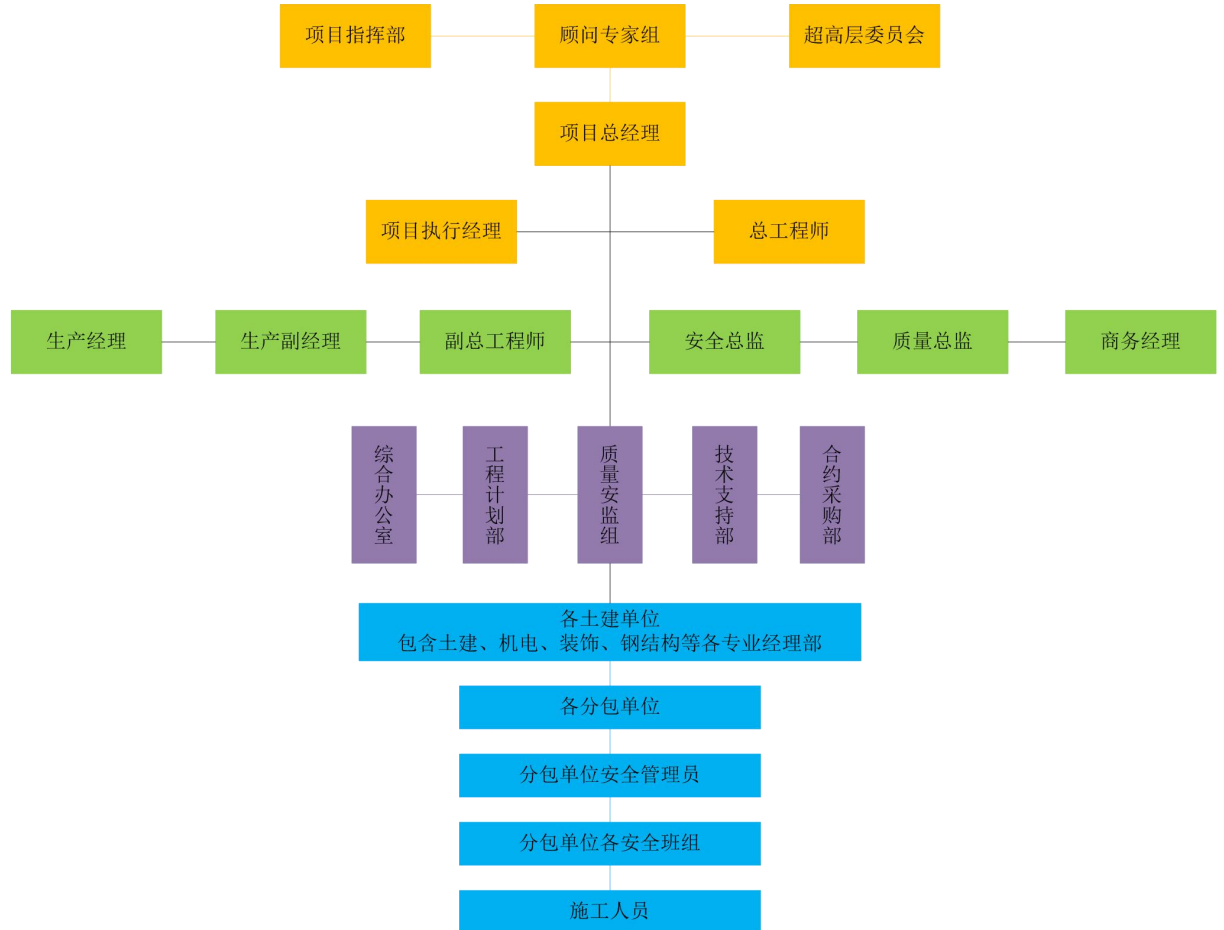


图 4.2 项目经理部安全管理组织机构图

4.2.2 安全生产管理岗位

该项目经理部建立并实行了安全生产责任制。

(1) 项目经理作为安全生产第一责任人，其主要职能为负责管理项目安全生产的全过程。

(2) 项目总工程师的主要职责则是根据项目的实际情况与需求具体制定其安全技术措施。通常情况下，大型电气设备的使用、工人季节性安全施工措施、大型施工设备的装卸、脚手架的拆除等都属于其工作范畴。

(3) 项目安全总监主要负责根据项目的具体落实情况制定安全生产计划并进

一步推动其实施。

(4) 各土建单位、专业分包单位专职（兼）安全员负责本土建单位、专业分包队伍的安全管理，并进行监督检查，监督整改责任。

(5) 各土建单位、专业分包单位项目负责人负责本工区的安全管理，是本工区安全生产的第一责任人。

4.2.3 项目安全管理采取的措施

(1) 建立完善的计划保证体系

在施工过程中，建立健全安全管理风险评价体系后，应加强对各项计划的管理与组织，如技术保障计划、后勤保障计划、物资保障计划等，避免出现问题之后再行不就，应提前做好相关预防与准备工作，使进度管理形成鲜明的特色，即深入全面、层次分明、贯彻始终。除此之外，还应在三级网络编制施工总控制计划中列入相关危险源的管控计划。

(2) 总包管理的保障

为确保各项目目标的实现，在总控计划的准则下，项目施工单位应以合约为规范，作为总包管理针对各分包单位实行协调管理，提高后者的配合程度，激发、调动其积极性，从而在最大程度上将综合协调管理的优势发挥得淋漓尽致。在施工前分配好各分包单位的具体任务，做好前期准备工作，建立健全工程档案，以便于随时检查、验收，并将实际完成情况整理归档。做好相关员工的基础保障工作，使得员工能够全心全意地投入到项目建设工作中去，出现问题不拖延、不踢皮球，及时解决，处理好人员及设备的动态调配，关爱员工，关心员工个人生活，充分调动其工作的积极性，提高日常工作效率，避免消极怠工现象的出现，从而加快项目完成进度。建立健全例会制度，召开相关会议，定期分析在施工过程中所遇到的各项问题、相关计划的执行情况、项目进展情况，提出切实可行的解决措施并跟进问题尽快解决，根据实际情况制定下一阶段的施工任务及目标。在实际施工过程中，各方面的因素都会在很大程度上对生产安全造成影响，应加强与社会的联系与协调，尽量取得各个专业分包商以及现场业主、监理等的配合，极强其之间的协同性，以便于尽快解决施工过程中发生的各种情况，消除安全隐患，确保项目能够安全、顺利开展与实施。

在本文所选取的具体案例中，施工单位依据施工阶段特点及需求的不同加强了现场平面布置管理。在该过程中，处理了好物资采购、资源配备、设备订货等

辅助计划之间的协调配合，从整体角度调整了现场的施工情况，尽管进度安排地较为紧张，依旧在很大程度上保证了施工过程的顺利进行。除此之外，制定了完善的材料需要量计划、劳动力安排计划、设备使用计划等，保障了构件进场秩序井然，在很大程度上降低甚至避免了危险源引发相关安全事故的可能性，保障了施工的安全。

（3）劳动力保证措施

为进一步保障项目的顺利进行，施工单位组织各位水平较高、经验老到的工作人员组成了施工劳务作业班组，建立健全了组织体系与安全管理制度，安排施工工人分批进场。为保障项目的安全生产情况，该班组定期接受项目部的按月考核与检查，保留合格队伍进一步开展项目工作，清退不合格队伍。

（4）施工组织保障措施

为进一步保障项目的顺利进行，施工单位调派了诸多能力强、权威性高、经验丰富的管理人员组成总承包管理班子。基于安排较为紧张的项目进度，需要充分利用起施工的空间和时间，因此就不可避免地需要各方面立体交叉作业或平行流水。基于上述情形，应事先制定好完善的计划方案，合理安排工序，推动项目安全、顺利实施。实现选定合格的各分包商，制定严格的安全施工计划并采取相关措施，对其实施严格管控，经常性的组织召开安全生产例会，对施工过程中可能发生各种安全隐患和问题进行深度勘察，并提出针对性的解决措施。

（5）技术工艺的保障

提高施工技术是保障施工安全的关键。本项目主要从操作层与管理层来提高底层农民工与高层管理的工作能力，有效保障施工进度，提高施工效率。建立内容完善、图文并茂、覆盖度宽的施工方案，可以在很大程度上提高工作人员学习施工方案的效率。依据项目施工要求，采用小流水施工方式展开工作。在项目施工过程中，针对不同的施工情况，采取不同的防范措施。

4.3 案例分析

论文选择武汉超高层项目为研究案例，通过将上一章建立的超高层项目施工安全管理风险评价体系运用到该案例项目中，分析这一评价指标体系在实际当中的应用情况；通过分析案例分析，验证该模型的实际效果和应用价值。

4.3.1 评价等级的划分

超高层建筑施工过程中存在诸多形式的危险源，可能会在施工过程中导致一系列的重大人身及财产损失。本文对于危险源防控的研究主要从施工单位超高层施工安全管理角度展开。

该项目施工安全管理风险评价时，组织专业人员形成专家组召开座谈会，将已建立的施工安全管理评价指标清单及本次评价的目的做详细说明。专家组成员共7名成员，包括该项目及安全负责人、安全管理专家、团队负责人、经验丰富的施工人员和高技能操作员。

该项目施工安全管理风险评价可使用优良、中等、差进行，但为了增加其可操作性与便捷性，使用5分法进行打分，如下表所示。

表 4.1 标准等级划分情况

等级	优秀	中等	差
分数	5	3	1

4.3.2 专家评价打分的标准

专家评价各指标的打分标准，存在且质量优秀得满分5分，存在但质量一般得3分，不存在得1分；若实际情况介于标准等级之间时，专家可根据主观判断取上述相邻等级的中间值。各二级指标的评分标准如下：

(1) 安全管理制度

1) 安全责任制度

一是建设制度：在安全生产制度的制定上以安全生产组织机构为依据。

二是考核：逐级考核制度落实情况。

三是落实：专人监督检查落实情况。

2) 安全资金保障制度

一是制度：在安全需要的满足上依托完善的制度来对资金调配予以保障。

二是考核：将监督、考核方面的制度建立起来，使责任主体落到实处。

三是使用：实行专款专用政策，阶段性预结算。

3) 安全教育培训及检查制度

一是各级安全教育：安全教育至少每年在分包单位各级领导者及负责人之间进行一次。

二是制度：在各分包单位中，保证制度明确可行。

4) 安全事故处理制度

一是报告：施工单位面对事故的发生，应当及时向上级报告；

二是制度：针对安全事故，建立起相应的报告处理制度；

三是处理存档：建立安全事故档案。

5) 现场监督管理

一是流程固定，不能随意改动；

二是具备长效性以确保施工能够在安全的环境中进行。

(2) 安全技术管理

1) 危险源控制技术

一是应急预案：在施工现场，应当针对突发情况形成完整可行的应急预案体系，并履行告知义务。

二是制度：对危险源的识别应当提前，并构建起切实的监督检查制度。

2) 安全技术管理方案

一是专项施工方案：编制方案已应对危险系数较高的分项目并提交批准实施。

二是落实：监督实施情况。

3) 新工艺采用

正式在超高层项目采用新工艺时，需要经过反复的试验以保障新工艺实施的有效性，并一定的程序批准后才能实施。

(3) 设备与设施管理

1) 安全技术规范

一是安全标志：必须设定相关安全标识。

二是设施标准与施工设备：在使用大型设备时，必须遵守相应的标准、规范。

2) 设备设施安全管理

一是存档制度：记录设备的日常使用情况并存档。

二是安全制度：进场和使用大型设备遵照既定流程。

3) 安全检测工具

一是监督工具使用：将配置和使用安全监测工具的相关情况落到实处。

二是配备制度：为代行机械设备配备相关工具以便于及时维护修理。

(4) 人员资质管理

1) 安全管理人员素质

一是考核培训状况。

二是使用岗位证书：不同级别的项目人员取得安全资质证书的时间效力。

2) 安全管理组织机构

一是将安全管理责任有效制定并真正落实。

二是配置机构情况：分管安全的各级人员，配置必须满员，并且每隔一段时间开展一次考核。

3) 安全管理人员技术

一是落实安全技术并且进行考核；

二是施工作业管理：对有关事项，工作人员的操作具备较高的熟练程度，专业技能过硬。

4.3.3 项目施工安全管理风险评价

根据 4.3.1 和 4.3.2 的要求得到如表 4.2 所示的施工安全管理评价得分表。

表 4.2 某超高层建筑项目施工安全管理风险评价得分表

一级指标（权重）	二级指标（权重）	得分
安全管理制度 B1（0.26）	安全责任制度 B11（0.26）	4.03
	安全资金保障制度 B12（0.07）	3.51
	安全培训及检查制度 B13（0.13）	3.06
	安全事故处理制度 B14（0.03）	4.01
	现场监督管理制度 B15（0.51）	3.89
安全技术管理 B2（0.12）	危险源控制技术 B21（0.69）	3.67
	安全技术管理方案 B22（0.19）	4.21
	新工艺采用 B23（0.12）	3.83
设备与设施管理 B3（0.06）	设备设施安全管理 B31（0.64）	4.09
	安全技术规范 B32（0.26）	3.83
	安全检测工具 B33（0.10）	3.67
人员素质管理 B4（0.56）	安全管理组织机构 B41（0.32）	4.38
	安全管理人员素质 B42（0.59）	3.71
	安全管理人员技术 B43（0.09）	3.74

依照前文分别计算各评价结果可得项目最终评分值，具体如下：

武汉市某超高层项目安全管理制度评价 B1 的得分如下：

$$\begin{aligned} B1 &= 0.26 \times 4.03 + 0.07 \times 3.51 + 0.13 \times 3.06 + 0.03 \times 4.01 + 0.51 \times 3.89 \\ &= 1.0478 + 0.2457 + 0.3978 + 0.1203 + 1.9839 \\ &= 3.79 \end{aligned}$$

武汉市某超高层项目安全技术管理评价 B2 的得分如下：

$$\begin{aligned} B2 &= 0.69 \times 3.67 + 0.19 \times 4.21 + 0.12 \times 3.83 \\ &= 2.5325 + 0.7999 + 0.4596 \\ &= 3.79 \end{aligned}$$

武汉市某超高层项目设备与设施管理 B3 的得分如下：

$$\begin{aligned} B3 &= 0.64 \times 4.09 + 0.26 \times 3.83 + 0.1 \times 3.67 \\ &= 2.6176 + 0.9958 + 0.367 \\ &= 3.98 \end{aligned}$$

武汉市某超高层项目人员素质管理 B4 的得分如下：

$$\begin{aligned} B4 &= 0.32 \times 4.38 + 0.59 \times 3.71 + 0.09 \times 3.74 \\ &= 1.4016 + 2.1889 + 0.3366 \\ &= 3.92 \end{aligned}$$

则武汉市某超高层项目安全管理风险评价整体得分 B 的得分如下：

$$\begin{aligned} B &= B1 \times 0.26 + B2 \times 0.12 + B3 \times 0.06 + B4 \times 0.56 \\ B &= 3.79 \times 0.26 + 3.79 \times 0.12 + 3.98 \times 0.06 + 3.92 \times 0.56 \\ B &= 3.874 \end{aligned}$$

由此武汉市某超高层项目施工安全管理风险评价整体得分为 3.874 分，施工安全风险适中。经过综合分析多角度考虑得出：武汉某超高层项目在安全管理制度、安全技术管理等方面存在一定的风险，需要项目重视新技术、新工艺的应用，加强危险源控制，加强对一线作业人员的培训、交底，从而使施工面临的安全风险得以真正减少。

4.4 项目施工安全管理风险评价结果分析

4.4.1 安全管理制度

公司能够拥有完善的安全管理体系，项目经理发挥了不可替代的作用。但是

由于单位责任人未将职责分工明确，安全责任不明确，导致该管理体系出现了一些问题。建筑工程分包时，总包项目部严格控制了分包过程，多数分包单位及管理人员素质良好，但部分单位安全管理人员没有摆脱经验管理的模式，专业素质不高，对项目的管理方式持怀疑态度。特别是缺少针对相关员工进行全面的安全生产培训，项目安全培训及检查制度专家打分的平均得分只有 3.06 分，亟需加以改进，从而进一步避免出现更大的风险。在评价过程中发现了一些分包单位，制定了安全管理制度，但安全管理的效果与绩效考核无关。实施力度不够强，无法达到全员参与安全管理的效果。

4.4.2 安全技术管理

为了有效降低安全风险，应提高创新能力，通过将危险源控制系统在新技术的助力下有效科学地开发出来，使安全技术管理方案逐渐优化，提高对潜在风险的排查能力。从前文打分情况来看，危险源控制技术专家打分的平均得分仅为 3.67 分，需要加以提升。除此之外，也要与时俱进积极采用新手段改革技术，对存在的新风险进行新的评价。此外，部分分包商在制定方案时没有结合实际情况只是纸上谈兵，导致安全管理体系与实际建设需要不匹配。

4.4.3 设备与设施管理

因为塔吊、施工电梯、顶升模架等设备设施管理本身的性能问题，已用于该项目的施工，这种隐患的安全风险系数大，需要提高警惕。另外，工作人员对安全检测工具操作不当导致的，尤其是触电、机械撞击等，与安全系数指标紧密相关。从前文专家打分情况来看，安全检测工具的平均得分仅有 3.67 分，需要加以改进。除此之外，由于采用新技术，员工操作不熟练导致的危险也时有发生。因此，在采用新技术之前需要及时预估可以出现的风险并提前作出反应。

4.4.4 人员素质管理

人员素质也是一个普遍的风险，这就意味着必须提高人员素质。高素质的员工可以有效降低风险发生率。从前文分析来看，安全管理人员素质 3.71 分，项目安全管理人员素质亟待提升。通过调查管理层与底层劳务相关工作人员的工作状况，发现两极分化现象严重。一般管理者业务熟练，而底层农民工在掌握安全生产知识和安全问题上存在依赖经验的思想，存在诸多错误看法。从现场调查来看，底层农民工缺少对安全施工方面的培训。

4.5 项目施工安全管理改进措施

针对该项目施工安全管理风险评价研究，在研究其存在的隐患基础上，得出本项目施工安全管理有待加强。为了达到项目安全管理目标，提高安全性，主要从以下几个方面进行改进。

4.5.1 安全管理制度的建设

（1）健全安全管理制度

1) 各级承包商管理制度。为了确保承包商和分包商之间有相应的垂直管理体系，以确保总承包商和分包商专业人员到位，每个职位必须由个人负责，必须是全职员工，包括管理人员、技术人员和安全专员，操作人员等，还必须确保各级人员必须定期到达指定位置。

2) 分包商进入现场管理规定。首先，总承包商必须审查每个分包商的资质。各分包商必须提供资质材料的原件和复印件。影印件应在现场备份，并经有关部门审查后，方可进行备案。其次各分包进入施工现场前，必须购买安全管理物资，签订安全协议；技术工作者需要获取相应的资格证书才有操作的权利。特别是要建立人员管理名册和制度，并向有关部门查询和记录资格证书；最后，统一人员信息，建立相应的管理制度，采集人员照片信息，制作工作卡用来识别工作人员信息，工作人员可以根据工作卡进入相应的工作区域。

3) 在《建筑法》中，总承包方和分包单位必须有相应的安全制度和资质。科学的安全生产制度可以有效保障生产过程的安全性。监督他们在现场生产活动中的安全生产实践。建筑施工总承包单位应当对分包单位的安全生产进行监督管理。分包商与总承包商之间应明确责任承包，做好责任分工工作，对安全生产管理进行责任划分并严格落实，保障安全生产工作效率。

4) 明确各部门职责，每个人都必须承担安全生产管理责任。各级承包商必须制定综合措施，签订安全生产协议，并建立相应的奖惩制度，制定安全生产培训、每周例会、危大工程监管等重要事项管理计划。

（2）落实监理安全监督责任

在超高层建筑的施工安全管理监督方面，监督和检查建筑现场的施工过程、加强安全保卫工作是项目监理方的必要职责，以此实现对施工安全风险的高质量控制和管理。

1) 对处于施工现场的企业，武汉某超高层建筑工程监理单位应全程监督其安全管理方面的工作进展，增强排查安全隐患的力度，定期组织安全检查，并对已存在问题的整改情况进行复查，有些风险特别大，由专人进行实时监控。一旦发现风险，立即上报处理，确保工程安全。

2) 对现场安全资料进行审查，主要包括：各级安全人员组织架构、施工组织设计、各级的安全资料以及风险管理制度等。

(3) 落实施工安全管理责任

武汉某超高层工程实施主体是施工总承包单位，必须落实企业和项目的主体责任；项目经理部的每个人负责相应的工作，夯实安全生产基础。建设单位对主体的生产行为进行监督管理。

1) 需要提高安全意识，提升安全法规的理解，了解安全操作规程。各单位在施工过程中严格按照制度进行安全检查，实施安全监督，不得冗余或疏忽。

2) 安全监管部门增强对施工安全隐患的监督，对安全职责进行分类，确保安全生产工作落实到每个人身上。首先，要努力落实制度，严格按照安全生产制度落实责任。这样我们就可以安全地完成工作。与此同时，区分个人责任与主要责任，保障岗位责任制的顺利实施。

(4) 落实安全检查

安全检查是施工安全管理过程不可分割的一部分。在安全检查过程中发现并预防了大部分危险。同时，在检查中能检测员工工作情况，对员工起到监督作用，很大程度上降低了员工工作失误率。一般事故是由于员工操作不当导致的，因此，在施工过程中，应加强员工技术水平，将安全检测责任落实到相应的负责人身上。

1) 现场检查：对安全措施防范工作进行检测，检测范围包括措施落实、负责人职责以及维修记录状况，以此来推动安全管理制度落实。通过现场检查，可落实大多数管理措施，提高了整体安全意识。

2) 施工单位自检：施工单位在总承包单位、监理检查的基础上进行自检，方便施工过程中发现问题并及时改进。自检主要从以下几方面进行：制度是否科学，设备有无安全隐患以及人员技术是否合格等。施工自检的主要目的是保障施工现场人员安全，所有施工安全的基础均基于人员安全。

4.5.2 加强施工安全技术管理

(1) 建立合理的施工安全技术管理计划

在武汉某超高层项目施工条件的改善和现场安全设施的完善上，施工安全技术管理计划能够产生较好程度保障效用。尤其是减少发生安全事故的频次、保障施工人员人身安全和熟练操作水平上，起到了不容小觑的作用。在武汉某超高层项目施工执行中，应结合本项目特点，对施工安全技术管理计划进行深入剖析，制定出科学合理、行之有效的安全技术管理计划，提高安全技术管理水平，把施工安全控制标准严格落实下去，使施工安全技术管理水平得到大幅度提升。

(2) 施工安全技术管理措施必须与设计同步

工程设计是安全技术措施其核心。在设计过程中，应把施工安全风险因素对工程施工的影响降到最低，利用设计优化、措施优化、改善施工环境、减少施工噪音等方式，为施工安全营造一个良好氛围，加强施工安全管理。

(3) 保证施工安全技术

1) 提高安全预警意识。根据现场地形特征，及时警觉潜在的安全隐患，并依据设计文件，结合潜在危险，制定安全技术措施。

2) 在施工过程中，保障技术安全，对全员进行安全培训工作，提高全员安全责任意识与意识。施工时要严格遵照图纸设计，及时掌握相关设计文件内容，做好安全防范工作。

3) 保障安全系统与安全预警系统验收合格。尤其对于脚手架、各种支架、起重机械等，对于这些卸料工具的安全防范，依据安全计算模式开展。及时检测安全故障，在违规行为发生时及时制止。

4) 各安全风险点明确责任人，及时发现安全隐患，并做出相应解决措施。

5) 针对可能发生安全技术问题部门，安全监督部门应定期检查，及时处理掌握情况，降低事故发生风险。

4.5.3 设备与设施管理

(1) 设备定期保养与维修

1) 设备保养和维修人员进入施工现场前必须进行学习和考核，确保掌握操作流程和方法，并穿戴有效的安全防护用品。

2) 总承包单位应定期检查施工现场各大施工设备的安全性能，并对一些常用的设备进行维护，并将相应的检验结果由责任人签字备案，以此来保障施工设备的安全性。

3) 若施工过程中施工设备出现问题，应由专业检测人员进行检测、维修，施

工现场人员需要疏散远离施工现场，维修完成，确认设备安全、正常后方可投入使用，记录维修问题及原因并存档。

4) 记录施工现场所有大型机械设备的保养、维修等工作记录，记录报告由专人签字后生效。

(2) 设备定期安全检测

制定科学合理的检测制度，保障施工设备的安全性。技术人员定期进行检测，发现问题及时处理。该检测应作为安全系统的一部分进行。要定期对安全检测数据进行量化、对比，保障技术人员的检测质量，降低安全风险发生率，避免人员损失和财产损失。同时，每项试验记录必须经检测人员签字后归档。

1) 在施工现场工作的技术人员都应具有相应资格证书，并及时报告证书情况，如证书有效日期等。

2) 对现场设备、大型设备进行程序、文件，定期安全检查的责任文件、证件进行检查。

3) 定期检查大型起重机和塔式起重机的防护和设备安全。

4) 在高层施工，应加大防护意识，提高防护投入。

4.5.4 人员素质的全面提升

(1) 增强安全意识

1) 提高施工人员安全防范意识，发现问题及时上报，直至隐患消除，并由责任人签字后方可继续工作。

2) 保障工作环境整洁卫生，一方面有利于为员工营造良好的工作氛围，另一方面提高安全水平，避免发生卫生安全隐患。

3) 在安全生产过程中，通过不断学习提升安全防范意识。有关人员必须系统地学习各项安全生产制度，了解相关法律知识，加强安全保护方面的宣传教育，由专业安全生产宣传人员传授有关知识。

(2) 制定应急预防管理计划

在紧急情况发生之前，必须有效地加以预防。对于每个风险，都必须制定一个解决方案，为每个风险制定一个计划。当风险发生时，相关负责人必须遵守相关规定，并由牵头部门实施。此外，组织员工参与救援演习，提高员工发生危险时的自救能力，做好救援准备工作，组织人员学习救援基本知识。

(3) 提升“以身作则”的意识

身为项目管理人员，必须要具备“以身作则”的意识。在安全生产中，作为负责人要对施工的全过程做到了如指掌，了解符合标准的操作技能。在严于律己的同时要求施工人员在工作中严格按照标准技术手段进行作业，及时对隐性安全隐患进行排查，为施工安全的有序开展提供保障，继而使建筑施工项目高质量完全。作为项目经理，应肩负起安全生产工作的所有职责，做好带头示范工作。作为项目管理人员，要向项目经理看齐，遇到问题虚心向项目经理请教，严格按照制度规章执行。在安全管理方面，所有管理人员都要严格要求自我，做好示范工作，增强全体员工安全意识。所有的安全事故发生总结出的经验都在说明：把安全生产责任制进行完善并全面贯彻到工作中，可以从根本上预防事故发生。反观《中华人民共和国安全生产法》，项目部各个岗位人员都要严格做好自身工作，履行工作权责，如管理人员的岗位职责、项目经理的领导职责及全体员工的安全职责，为民工兄弟提供一个足够安全的生产环境。不管是哪个单位，每个项目的实施都要制定完善的安全生产责任制度，并确保其全面贯彻到工作中，提高个人以身作则意识，为其他员工做好榜样示范。

（4）积极培养安全管理人员

人才的引进和培养是做好安全管理工作的基础。管理部门的当务之急就是制定能够吸纳并留住人才的政策，重视培养超高层建筑施工安全经验丰富的高级复合型人才，致力于打造一支具备技术管理知识、实力强的管理队伍和高层次施工安全管理人才。并且，要充分发挥农民工夜校的优势，对农民工开展多层次、多样化的安全技能知识讲座，增强作业人员的安全意识，秉承“先培训，后输出”的原则。

5.结论

本文运用施工安全管理、超高层建筑施工安全管理、超高层建筑施工技术等方面的相关理论知识，结合对项目施工安全管理现状的深入分析，构建了超高层施工安全管理风险评价指标体系，运用层次分析法对武汉某超高层建筑工程项目的施工安全管理风险进行评价研究，最终起到降低该项目施工安全管理风险的目的。总结出的结论如下：

（1）武汉某超高层建筑工程施工安全管理应达到项目的具体要求，施工安全管理风险指标体系的构建应从项目施工安全管理的需求出发，并结合项目特点设计最适用的指标体系，以确保项目安全管理目标的实现，建立完善的施工安全管理风险评价指标体系是保证该工程顺利实施的基础。

（2）在施工安全管理风险等级方面，武汉某超高层建筑工程风险适中。随着大量新技术、新工艺的引进，设备设施的大量投入、安全技术管理难度增加，参建人员素质参差不齐，武汉某超高层项目须持续加强施工安全管理。在技术上及时推陈出新，提倡一线施工人员积极使用新技术，并做到完全掌握，把施工安全风险发生的可能性降到最低。

（3）对于武汉某超高层建筑工程来说，尚未真正落实安全管理体系是其施工安全管理中存在的严重隐患。通过对武汉某超高层建筑工程施工安全风险体系的研究和判断，可知武汉某超高层建筑工程安全管理体系不到位的根本原因是由于分包单位数量多，难以有效地监督各安全生产环节。虽然对项目的风险源进行了综合分析，但安全管理责任尚未落实到位，监管措施仍需进一步完善。为确保项目安全管理目标的全面实现，必须进一步加强监督，进一步完善监督体系。

（4）在应对武汉某超高层建筑工程施工安全管理风险问题上，包含四个方面的内容：一是确定相关人员应当承担的安全责任。有效构建安全管理体系，落实相关制度；二是对安全生产管理技术进行优化更新；三是定期对大型机械设备设施进行检查、保养；四是加强人员素质管理，重点加强一线作业人员作业能力。

参考文献

[1]倪明杨.基于物元分析理论超高层建筑施工安全风险评价[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2016,38(3):293-296.

[2]徐磊.武汉某地铁车站关键施工技术研究及风险控制[D].安徽理工大学,2017.

[3] Z Ismail Z, Doostdar S, Harun Z. Factors influencing the implementation of a safety management system for construction sites[J]. Safety Science, 2012, 50(3):418-423.

[4] Wachter J K, Yorio P L. A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: an empirical and theoretical investigation. [J]. Accident; analysis and prevention, 2014, 68(7):117.

[5]Long D N, Dai Q T, Chandrawinata M P. Predicting Safety Risk of Working at Heights Using Bayesian Networks[J].Journal of Construction Engineering&Management, 2016, (9): 16-41.

[6] Haeri S, Simon D H, Pillutla K. Serial amnioinfusions for fetal pulmonary palliation in fetuses with renal failure.[J]. The journal of maternal-fetal&neonatal medicine:the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstetricians,2016, 30(2):1.

[7] Lameira O A, Ribeiro F N, Rocha T T, et al. Efeito de comes no desenvolvimento de brotacoes em ramos de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth.[J]. In: CONGRESSO BRASIL,EIRO DE RECURSOS GENETICOS, 2. 2012, Belem, PA. Anais. Brasilia, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Geneticos, 2012.

[8] Gambatese. Research on Risk Assessment and Safety Management of Highway Maintenance Project[J]. Procedia Engineering, 2016, 137:434-441.

[9] Aviad,Beny.Study on Investment Risk Management of Highway Project in China[C]//International Conference on Management&Service Science.IEEE,2015.

[10] Kyoo-jin Yi.Research on Project Setion Risks ofEnterprises Independent technological innovation[C]//Wuhan International Conference on E-business.2017.

- [11] 夏群堂. 工程施工风险评价及管理[J]. 福建建筑, 2008, 000(005):97-99.
- [12] 齐继兴. 层次分析法在建筑工程项目风险管理中应用[J]. 工程技术(引文版), 2016, (06): 74-74.
- [13] 袁宁, 杨立兵. 基于粗糙集-人工神经网络的建筑施工安全评价及应用[J]. 安全与环境工程, 2012, 19(1):60-64.
- [14] 郭宗卫. 浅析超高层建筑施工中的安全控制[J]. 科技资讯, 2010, (25):72.
- [15] 田琼. 基于模糊层次分析法的高层建筑施工安全评价研究[D]. 湖南大学, 2013.
- [16] 郭斌. 高层建筑项目施工危险源管理[J]. 山西建筑, 2018, 044(002):253-254..
- [17] 侯慧. 超高层房屋建筑施工项目风险管理研究[J]. 建材与装饰, 2018(10):239-240.
- [18] 吉卫星, 韩大富, 吴延, 胡晓斌, 段康. 超高层施工全过程安全管理探究[J]. 城市住宅, 2018, 25(02):125-128.
- [19] 王涛. 浅析超高层房屋建筑工程施工主要安全风险[J]. 建材与装饰, 2018(08):158.
- [20] 李江伟. 超高层建筑施工安全风险评价探讨[J]. 江西建材, 2016(17):115+117.
- [21] 鲁海霞, 鲁海祥. 浅析超高层房屋建筑工程施工安全风险[J]. 四川水泥, 2016(06):254.
- [22] 李建华, 余红兵. 超高层建筑施工管理质量问题及提高策略[J]. 中华民居, 2012(01):113.
- [23] 王露, 范小艳, 张长征. 基于物元可拓理论的超高层建筑施工安全风险评价研究[J]. 工程管理学报, 2016, 30(02):114-118.
- [24] 郑超欣, 徐迪. 超高层建筑施工安全风险评价指标体系的构建[J]. 河北工程大学学报(社会科学版), 2015, 32(01):1-4.
- [25] 王颖. 超高层建筑消防安全技术要求研究[J]. 消防科学与技术, 2015, 34(02):214.
- [26] 周竞天. 超高层建筑安全监理工作方法研究——以北京国贸三期大厦为例[J]. 建设监理, 2016(03):43-48+81.
- [27] 田小娟. 基于熵权—集对分析模型的建筑安全管理评价[J]. 山西建筑, 2016(42):232-234.

- [28] 中华人民共和国住房和城乡建设部.关于印发《建筑施工企业安全生产管理机构设置及专职安全生产管理人员配备办法》的通知[Z]. 2008—05—13.
http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/200805/t20080519_168890.html
- [29] GBT45001-2020, 职业健康安全管理体系要求[S].
- [30]姚惠娟. 建筑法[M]. 法律出版社, 2003.
- [31]Phoya S , Eliufoo H . Perception and Uses of Stakeholders' Power on Health and Safety Risk Management in Construction Projects in Tanzania[J]. Civil Engineering and Architecture: English version, 2016(8):955-963.
- [32]Barrett A M , Baum S D . Risk Analysis and Risk Management for the Artificial Superintelligence Research and Development Process[M]// The Technological Singularity. Springer Berlin Heidelberg, 2017.
- [33]Titarenko B , Hasnaoui A , Titarenko R , et al. Project risk management in the construction of high-rise buildings[J]. E3S Web of Conferences, 2018, 33:03074.
- [34]Keil M . Optimism Bias in Managing IT Project Risks: A Construal Level Theory Perspective[J]. 2017.
- [35]姜安民,董彦辰,刘霁,刘可定,李旋,姚静.基于 BIM 技术的建设项目施工安全管理研究[J].商丘师范学院学报,2020,36(12):62-64.
- [36]李松晨,杨高升.基于 AHP 的建筑施工安全管理风险控制策略[J].自动化仪表,2014,35(12):25-28+31.
- [37]黄小恒.浅谈群体建筑施工的安全管理[J].施工技术,2017,46(02):797-798.
- [38]叶静.工程经济风险管理分析及防范[J].铁道工程学报,2017,34(01):124-128.
- [39]叶银树.建筑施工安全管理研究[J].财经问题研究,2016(S2):153-156.
- [40]左光之.建筑公司风险管理识别与防范——以 A 公司为例[J].华东经济管理,2016,30(08):179-184.
- [41]安立群.高层房屋建筑施工安全风险及其防范管理[J].工程建设与设计,2020(20):208-209.
- [42]李夏菁. H 高层建筑项目施工阶段风险管理研究[D].山东大学,2020.
- [43]朱玉娟. 超高层建筑工程施工安全管理研究[D].兰州交通大学,2020.
- [44]谢文彬.高层房屋建筑工程施工安全风险问题与对策研究[J].散装水泥,2020(01):47-48.
- [45]苏有斌.新时代高层房屋建筑工程风险的预防与管理对策[J].工程建设与设计

计,2020(02):224-226.

[46] 费新春. 超高层建筑施工安全风险评价[J]. 中国住宅设施,2019(12):93-94+102.

[47]朱宝亮. 高层建筑工程施工风险评价和控制研究[D].中国地质大学(北京),2019.

[48]孙淑萍,肖志娟.超高层建筑施工管理实践与创新分析[J].工程技术研究,2019,4(22):165-166.

[49]孔大喜.高层建筑施工过程中安全问题分析以及安全管理研究[J].绿色环保建材,2019(11):163.

[50]张鑫.浅谈超高层建筑施工阶段的风险管理研究[J].四川水泥,2019(10):182.

[51]杨接.高层房屋建筑工程施工安全风险初探[J].建筑技术开发,2019,46(18):70-71.

[52]朱小明.高层建筑工程施工安全风险研究[J].建材与装饰,2019(26):174-175.

[53]黄勇,孙自飞,杨发兵,李军.超高层建筑施工安全风险防控与应急技术[J].建筑施工,2019,41(08):1577-1579.

[54]马传兆.超高层建筑施工安全风险控制探析[J].绿色环保建材,2019(07):181.

[55]李双兰,李双艳,芦新月.超高层建筑施工过程的风险研究[J].现代物业(中旬刊),2018(08):56.

[56]李磊.超高层建筑施工安全评价体系研究[D].北方工业大学,2018.

[57]卢济磊.建筑工程项目施工安全风险研究[J].中国高新区,2018(12):232-233.

[58]凌影.高层房屋建筑工程施工安全风险初探[J].科技创新与应用,2017(24):116-117.

[59]李磊.谈超高层建筑施工中的难点及解决方案[J].山西建筑,2016,42(35):100-101.

[60]李雄.探讨高层房屋建筑工程施工安全风险[J].四川建材,2014,40(06):178-179.