

机电安装工程项目 施工安全风险研究

郝素利 张登伦 著

JIDIAN ANZHUANG GONGCHENG XIANGMU
SHIGONG ANQUAN FENGXIAN GUANLI YANJIU



 中国时代经济出版社

机电安装工程项目 施工安全风险研究

郝素利 张登伦 著



 中国时代经济出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

机电安装工程项目施工安全风险管理研究/ 郝素利,
张登伦著. --北京: 中国时代经济出版社, 2014. 6
ISBN 978-7-5119-1958-8

I. ①机… II. ①郝… ②张… III. ①机电设备—建
筑安装—工程施工—工程项目管理—风险管理—研究
IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 071677 号

书 名: 机电安装工程项目施工安全风险管理研究
作 者: 郝素利 张登伦

出版发行: 中国时代经济出版社
社 址: 北京市丰台区右安门外玉林里 25 号楼
邮政编码: 100069
发行热线: (010) 83910203
传 真: (010) 83910203
邮购热线: (010) 83910203
网 址: www.cmepub.com.cn
电子信箱: zgsdjj@hotmail.com
经 销: 各地新华书店
印 刷: 三河市天润建兴印务有限公司
开 本: 787×1092 1/16
字 数: 245 千字
印 张: 11.625
版 次: 2014 年 9 月第 1 版
印 次: 2014 年 9 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5119-1958-8
定 价: 48.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社发行部联系更换

版权所有 侵权必究

本书承蒙：

北京市青年英才计划项目（项目编号：YETP0941）

北京市优秀人才资助培养项目（项目编号：2013D009014000003）

中央高校基本科研业务费专项资金项目

资助出版

前 言

在社会不断进步，国民经济飞速发展中，人们对安全问题的关注不断提高。近 20 年来，建筑行业的飞速发展改善了城乡居民生活条件作出了突出贡献，但行业飞速发展的过程中也暴露了很多问题。建筑行业的安全问题，尤其是施工阶段的安全问题已经成为社会界关注的热点问题之一。

机电安装工程作为建筑安装工程的重点工程，其安全管理问题长期以来存在着安全风险管理意识不强，风险识别的基础资料缺乏，风险管理措施不到位等问题。为此，机电安装工程企业不断探索加强安全风险管理的渠道，逐步开始对企业的安全风险进行识别、分析和控制，构建安环体系，但其风险管理的技术及方法还有待于加强。理论界对风险识别、分析及评价的技术进行了深入的探索，但是还没有针对机电安装工程项目施工阶段的安全风险进行系统分析。因此，本书从机电安装工程项目施工安全风险管理的现状出发，构建了机电安装工程项目施工安全风险管理体系框架，在此基础上运用风险层次全息模型（HHM）对建筑安装行业中的机电安装工程项目施工阶段安全风险进行识别，找到此类项目施工安全风险的显在要素，并对各要素的综合风险指数进行了统计。综合运用因子分析法、信息熵、单指标未确知测度构建了机电安装工程项目施工安全风险分析及评价模型，并以实例进行了验证。最后，

从风险应对措施、风险决策及风险管理机制等方面给出了机电安装工程项目施工安全风险的风险管理措施。具体的研究内容和结论如下：

(1) 机电工程项目是以机电系统制造、安装为主的工程项目，例如石油化工生产系统、冶金生产系统以及各种生产线的制造安装等工程。机电安装工程涉及专业面广、学科跨度大。它涵盖了机械设备工程、电器工程、电子工程、自动化仪表工程、建筑智能化工程、消防工程、电梯工程、管道工程、动力站工程、通风空调与洁净工程、环保工程、非标设备制造和成套设备建设工程等，其施工活动从设备采购开始，经安装、调试、生产运行、竣工验收各个阶段，直至满足使用功能的需要或生产出合格的产品为止。

(2) 机电安装类工程项目施工安全风险包括在整个机电安装工程项目施工过程中，通过对机电安装工程项目施工现场涉及到的安全风险进行识别、分析、评价，并制定相应的对策，进而以最小的代价在最大程度上实现项目成本、进度、质量和安全等方面的目标的科学和艺术。

(3) 机电安装工程项目施工安全风险管理理论体系是机电安装工程项目施工安全风险管理的基础，机电安装工程项目施工安全风险的理论体系包括风险识别、分析、评价及应对的理论方法；风险层次全息模型是机电安装工程项目施工安全风险识别的主要方法之一，因子分析法、信息熵及单指标未确知测度适用于机电安装工程项目施工安全风险的分析及评价。

(4) 机电安装工程项目施工安全风险识别是其风险管理的第一步，也是风险管理的关键环节，本书运用风险层次全息模型（HHM）对机电安装工程项目施工安全风险的要素进行分析，在此基础上通过文献检索、专家访谈及调研问卷等方式对机电安装工程项目施工安全风险的显在要素进行分析，共给出了 158 个显在风险要素，并对各要素的综合风险指数进行了统计和分析。

(5) 在风险识别的基础上，采用调研问卷的形式对以上各风险要素

的风险可能性及风险损失进行了调研,并运用 SPSS 软件从人员因素、设备材料因素、技术因素、环境因素和管理因素等 5 个方面对数据的可靠性进行了分析,进而运用因子分析法对以上 5 个方面显在风险要素的风险动因进行了分析和归集,构建了机电安装工程项目施工安全风险三级评价指标体系,包括 5 个一级指标,17 个二级指标和 26 个三级指标,并对指标体系的结构效度及识别效度进行了分析。

(6) 机电安装工程项目施工安全风险评价模型构建,通过各风险评价方法的优缺点的论述,进而分析了机电安装工程项目施工安全风险评估的特点,在此基础上,对机电安装工程项目施工安全风险评价方法进行了选择;进而综合运用信息熵及单指标未确知测度构建了机电安装工程项目施工安全风险评价模型,并以某公司的实际项目为例进行了验证。

(7) 风险评价不是目的,风险管理的目的是尽可能地降低风险。因此,风险应对及控制才是风险管理的核心目标。本书从回避风险、预防风险、转移风险、减轻风险、风险接受、风险储备、风险监控等 7 个方面给出了机电安装工程项目施工安全风险的应对措施;在此基础上,从机电安装工程项目施工安全组织及职责、教育及培训、应急演练及事故处理、安全绩效考核及奖惩等 4 个方面给出了机电安装工程项目施工安全风险管理的管理机制,为机电安装工程企业提高安全管理水平,降低风险提供保障。

与已有的研究成果比较,本书从风险的角度出发,以机电安装工程项目施工环节的安全问题为研究对象,对机电安装工程项目施工安全风险的识别、分析、评价及应对进行研究,主要创新表现在以下几个方面:

(1) 综合运用风险层次全息模型(HHM)、专家访谈法、问卷调查法对机电安装工程项目施工安全风险进行识别,给出了 158 个显在风险要素,并对各要素的综合风险指数进行了统计和分析。

(2) 综合运用因子分析法,从人员因素、设备因素、技术因素、环境因素及管理因素等 5 个方面构建了机电安装工程项目施工安全风险评价指标体系。

(3) 应用信息熵及单指标未确知测度的方法构建了机电安装工程项目施工安全风险评价模型,并以某公司的实际项目为例进行了验证。

目 录

第 1 章 绪论

1.1 研究的背景	1
1.1.1 建筑安装行业的发展现状及主要问题	1
1.1.2 建筑安装行业施工安全风险管理的必要性	3
1.1.3 我国机电安装工程项目施工安全风险管理现状分析	5
1.2 国内外研究现状	5
1.2.1 国外项目安全风险管理研究现状	5
1.2.2 项目安全风险管理在我国的研究现状及发展	7
1.2.3 国内外研究现状总结	9
1.3 机电安装工程项目施工安全风险管理研究中的问题	9
1.4 研究方法和技术路线	10
1.5 内容安排	12

第 2 章 机电安装工程项目施工安全风险管理理论体系框架

2.1 机电安装工程项目施工风险概述	14
2.1.1 机电安装工程的内涵及特点	15
2.1.2 机电安装工程项目风险	19
2.1.3 机电安装工程项目施工安全风险	21

2.2 机电安装工程项目施工安全风险管理理论体系框架	22
2.3 风险层次全息模型	24
2.3.1 风险识别方法综述	24
2.3.2 风险层次全息模型 (HHM) 概述	25
2.4 因子分析法	27
2.4.1 因子分析方法概述	27
2.4.2 因子分析模型	27
2.4.3 因子分析的步骤	28
2.5 信息熵	29
2.6 未确知集合	30
2.6.1 未确知集合的基本概念	30
2.6.2 可测空间	31
2.6.3 未确知测度	32
2.6.4 未确知集合	33
2.6.5 未确知集合的运算	33
2.7 本章小结	35

第3章 机电安装工程项目施工安全风险识别

3.1 机电安装工程项目施工安全风险识别方法的选择	36
3.1.1 风险识别的概念及原则	36
3.1.2 基于 HHM 的机电安装工程项目施工安全风险识别	38
3.1.3 相关文献总结	38
3.1.4 专家访谈	40
3.2 问卷设计与发放	49
3.2.1 问卷设计的原则	49
3.2.2 问卷设计的方法	50
3.2.3 问卷设计的内容	52

3.3 风险水平综合指数分析	53
3.3.1 样本情况	53
3.3.2 数据统计结果	55
3.4 本章小结	65

第4章 机电安装工程项目施工安全风险评价指标体系构建

4.1 指标体系建立概述	66
4.1.1 指标内容	67
4.1.2 指标体系内部结构	67
4.1.3 指标体系构建的原则	68
4.2 机电安装工程项目施工安全风险因素归集	69
4.2.1 机电安装工程项目施工安全风险因素提取	69
4.2.2 机电安装工程项目施工安全风险因素归集	72
4.3 问卷设计与数据处理	75
4.3.1 问卷设计	75
4.3.2 可靠性分析	76
4.4 因子分析	88
4.4.1 人员因素因子分析	88
4.4.2 设备因素	91
4.4.3 技术因素	94
4.4.4 环境因素	94
4.4.5 管理因素	97
4.5 机电安装工程项目施工安全风险评价指标体系 设计及检验	100
4.5.1 指标体系设计	100
4.5.2 结构效度	102
4.6 本章小结	103

第5章 机电安装工程项目施工安全风险评价模型设计

5.1 机电安装工程项目施工安全风险评价方法选择	104
5.1.1 风险评价方法综述	104
5.1.2 机电安装工程项目施工风险评价方法选择	107
5.2 机电安装工程项目施工安全风险模型设计	109
5.2.1 机电安装工程项目施工安全风险评价方法体系	109
5.2.2 信息熵	111
5.2.3 机电安装工程项目施工安全风险评价未确知测度模型	112
5.3 案例分析	116
5.3.1 项目简介	116
5.3.2 指标数据获取	118
5.3.3 风险评价	121
5.4 本章小结	125

第6章 机电安装工程项目施工安全风险管控

6.1 机电安装工程项目施工安全风险应对	126
6.1.1 机电安装工程项目施工安全风险应对概述	126
6.1.2 机电安装工程项目施工安全风险应对策略	127
6.2 机电安装工程项目施工安全风险管理保障机制	131
6.2.1 机电安装工程项目施工安全风险目标	131
6.2.2 机电安装工程项目施工安全组织及职责体系	133
6.2.3 机电安装工程项目施工安全教育及培训体系	137
6.2.4 机电安装工程项目施工安全应急演练及事故处理	140
6.2.5 机电安装工程项目施工安全绩效考核与奖惩	143

第7章 结论与展望

7.1 主要结论	145
----------------	-----

7.2 主要创新点	147
7.3 有待进一步讨论的问题	147
附录 1 机电安装项目施工安全风险因素识别访谈表	149
附录 2 机电安装工程项目施工安全风险因素识别调查问卷	152
参考文献	162
后 记	171

第 1 章 绪 论

本章首先从建筑安装行业的发展现状、建筑安装行业施工安全风险管理现状及风险管理存在的问题出发,论述了文章的研究背景及意义,进而阐述了机电安装工程项目风险管理国内外研究现状,在此基础上给出了本书的研究方法及技术路线,最后给出了本书的内容安排。

1.1 研究的背景

1.1.1 建筑安装行业的发展现状及主要问题

改革开放 30 多年来,特别是近 20 年来,我国国民经济保持快速增长,也带动了建筑业快速发展。从历史数据看,建筑业总产值从 1980 年的 286.93 亿元增长到了 2011 年的 117059.65 亿元,年均增长 20% 以上(其中 2003 和 2010 年的增长率都在 25% 以上),已成为国民经济中的重要支柱产业^[1]。另据国家统计局发布的《中华人民共和国 2012 年国民经济和社会发展统计报告》,2012 年全年全社会建筑业增加值 35459 亿元,比上年增长 9.3%。全国具有资质等级的总承包和专业承包建筑业企业实现利润 4818 亿元,增长 15.6%,其中国有及国有控股企业 1236 亿

元,增长 21.9%^[2]。这些表明我国建筑业发展已进入黄金时期。“十一五”期间,建筑业完成了一系列设计理念超前、结构造型复杂、科技含量高、使用要求高、施工难度大、令世界瞩目的重大工程;完成了上百亿平方米的住宅建筑,为改善城乡居民居住条件作出了突出贡献。

(1) 建筑安装行业发展现状

①产业规模不断扩大。据统计,2011 年全国建筑行业的增加值达 35459 亿元,其中具有二级以上资质等级的建筑企业就完成了 9086.69 亿元的总产值;其中建筑安装行业实现总产值 8149 亿元,比前一年 7226 亿元增长了 923 亿元,增长率为 12.77%。在“十一五”期间,全国建筑行业总产值每年的增加值的增长比率约为 20%,远超过“十一五”建筑业发展规划原定的目标^[1]。

②在整个国民经济中地位日益重要。2011 年全国建筑行业的总从业人数达 3852.5 万人,吸纳了大量农村富余劳动力就业,拉动了国民经济的发展,为经济发展作出重要贡献;在“十一五”期间,全国建筑行业的总产值增加值占整个国内生产总值增加值的 6%左右,已经成为国民经济发展的支柱产业^[1]。

③开拓国际市场的成效显著。仅 2010 年,我国对外建筑工程承包的总额就达 922 亿美元以上;且在整个“十一五”期间,建筑业通过各种途径积极开拓国际市场,目前整个建筑行业的对外承包工程的总产值每年增长率约为 30%,可见,目前我国建筑行业的国际市场开拓已经取得了显著的成效。

④技术进步及创新取得了明显进展。近年来,我国的建筑施工企业、建筑安装企业都加大了研发投入,通过建立技术研发中心及技术创新管理体系,企业的技术攻关、设计、创新的能力明显提高,一些大型的建筑工程及安装工程的技术水平都达到了国际领先或先进水平。

⑤监管机制日趋完善。目前,各级政府部门出台了一批高质量的关于建筑市场监管、安全管理、施工安全等方面法律法规、政策文件及标

准,随着监管力度的不断加大,目前建筑行业的安全状况有了较大的好转。

(2) 建筑安装行业发展的主要问题

①整个行业的可持续发展能力还有待提高。目前,建筑行业的高速发展依然主要依赖于扩大固定资产的投资规模,其发展模式依然是粗放式的发展,在整个行业的发展过程中,其科技水平、信息技术、标准化水平依然偏低,依然存在高耗能、高排放的情况,多数企业没有自己的核心技术及专利,且缺乏一批高素质的工程管理人才。

②市场主体行为不规范。市场从业主体违反国家建设法律法规、恶意竞标、虚假招标、随意变更工期、恶意压价、不严格执行工程设计施工规范等情况较为普遍;建筑企业倒卖、出借资质,围标、串标、转包、违法分包等情况依然突出;建设工程各方主体责任不落实,有些企业项目质量、安全投入不足,施工现场管理混乱,监理企业不认真履行法定职责,部分注册人员人证分离,不能有效落实执业责任,工程项目质量事故、安全事故频繁发生。

③政府监管还有待加强。建筑行业市场管理、安全管理、技术标准规范和工程造价等法律制度还不完善,建筑业发展相关政策不配套;监管手段有待改进,力度有待加强;诚实守信的行业自律机制尚未形成。

1.1.2 建筑安装行业施工安全风险管理的必要性

从上面的分析可以看出,我国建筑业的发展非常迅速,其中安装行业的发展占了很大比例,据国家统计局公布的数字(2003年以前的统计口径与2003年后的统计口径存在差别,因此这里从2003年开始进行比较分析),2003年建筑业总产值为23083亿元,其中安装工程产值为1840亿元,占比7.97%。截至2011年,建筑业总产值为117059亿元,其中安装工程产值达8149亿元,占比6.96%,与2010年的7226亿元相比,增长923亿元,增长率为12.77%。可见,建筑安装行业的发展也非常迅

速, 规模也在不断地扩大^[3]。

产业的快速发展也带来了大量的安全事故和安全隐患, 各项建筑事故的报道充斥着各大媒体, 例如:

2010年6月1日上午, 广东省电台顶楼13层发生大火, 起火原因与装修有关。

2010年11月13日凌晨, 清华大学内清华修缮工地因现场动用明火不慎而起火。

2011年3月15日, 上海虹桥机场市区航站楼起火, 原因是顶层冷却塔施工过程中引发明火导致。

2011年4月19日, 位于上海市武胜路333号的上海电信大楼13层起火。原因是使用金属切割机切割空调风管过程中, 因未采取安全防范措施, 将风管保温材料引燃所致。

2012年9月13日13时, 湖北武汉市东湖风景区“东湖景园”的建楼建筑工地内, 一台施工升降梯升至楼顶时发生坠落, 当时升降机距地面100米, 事故造成升降梯内的19人全部身亡。

以上重大建筑安装事故不仅造成了大量人员伤亡和财产损失, 而且导致社会危害, 严重影响了城市生产生活秩序。每次事故发生后, 尽管相关部门无一例外地“举一反三”, 追究事故责任人党纪、政纪责任, 甚至法律责任, 而且还要停工整改, 进行严厉的经济处罚, 但是建筑安装事故却频频发生。这一问题已经成为建筑安装行业的严峻的现实问题, 和迫切需要解决的问题。在建筑业发展“十二五”规划中, 明确将质量安全列为其主要目标, 提出有效控制房屋建设和市政工程安全较大事故, 坚决遏制重大及以上生产安全事故, 预计到2015年, 房屋建筑和市政工程生产安全事故死亡人数将比2010年下降11%以上^[4]。

为了达到以上目标, “十二五”规划明确提出了要加强质量安全监管, 提出了要完善法律法规制度和标准规范, 严格落实质量安全责任, 提高质量安全监管效能等措施。