

SHIGONG SHENGJIANGJI ANQUAN PINGJIA
MOHU ZHUANJIA XITONG YANJIU

施工升降机安全评价 模糊专家系统研究

李光升 著



中国地质大学出版社

施工升降机安全评价 模糊专家系统研究

李光升 著

中国地质大学出版社

内容简介

本书尝试从实际应用角度出发,利用接近人类思维模式的模糊专家系统,提出具有人类安全专家水平的评价系统,以便不是专家的检验员,也能做出专家水平的评价,协助安全人员以此为工具评定升降机的整体安全表现。

本书在详细研究施工升降机的结构与安全装置的基础上,提出了施工升降机安全评价指标体系,并集合了两个专家小组共 20 位专家的意见,分析归纳了不同知识领域专才的经验及意见,创建了一个包括人、机、环境及管理四大环节的施工升降机综合安全评价系统。应用该综合安全评价系统,对 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速齿条式施工升降机进行了整体安全性评价,得出了“可接受安全水平”的结论。作者还有针对性地研究了施工升降机安全技术,提出了一个替代方案——利用建筑物内已修好的升降机井道安装临时升降机的方案来代替施工升降机,进一步改善垂直运输系统的安全性。这些工作,对施工升降机的设计与使用均有一定的指导价值。

本书适应于施工升降机设计、检测与使用人员,地盘安全人员及其他有关的人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

施工升降机安全评价模糊专家系统研究/李光升著. —武汉:中国地质大学出版社,2006.5

ISBN 7-5625-2084-4

I. 施…

II. 李…

III. 升降机-安装-安全-评价-模糊系统:专家系统

IV. TH211.08

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 011903 号

施工升降机安全评价模糊专家系统研究

李光升 著

责任编辑:方 菊

责任校对:胡义珍

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)87482760

传真:87481537

E-mail: cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16

字数:280 千字 印张:10.875

版次:2006 年 5 月第 1 版

印次:2006 年 5 月第 1 次印刷

印刷:武汉教文印刷厂

印数:1—600 册

ISBN 7-5625-2084-4/TH·13

定价:38.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换



作者简介

李光升，男，1964年生于香港，汉族，香港注册安全主任，香港注册安全审核员，英国注册安全从业员，英国职业安全健康学会会员，香港理工大学客席讲师。1999年获澳大利亚西悉尼大学科学硕士学位，2004年获中国地质大学工学博士学位，研究方向为模糊专家系统在施工升降机安全评价中的应用。长期在香港从事安全培训及教育、工地安全管理工作，六年来完成的建筑安全管理项目包括：香港中环国际金融中心、香港赤埗角国际机场亚洲空运中心、红堪半岛豪庭等近10个工地的安全管理。



夜,已经很深。读完李光升先生的博士论文的最后一页,从窗口向外眺望,维多利亚港的璀璨灯火点缀着不夜的香港。我的心豁然开朗:李先生的博士论文就要付梓出版。

自然,修满了必要的学分,经过了大量阅读与反复研讨,更是从生产实践出发,李先生确定了博士论文选题:施工升降机安全评价。评价方法是模糊专家系统,评价对象是香港国际金融中心施工中采用的 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速齿条式施工升降机。李先生当时是该地盘安全主任。

香港国际金融中心共 88 层,高 400 余米,当时是亚洲最高、世界第四高的建筑物。由于施工楼层高,使用普通升降机,上下一次要花费 30 分钟。采用 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速齿条式施工升降机,单程运输时间压缩至 4 分钟左右,大大提高了垂直运输效率。随着运输速度的增加,施工升降机的整体安全性便是一个令人关注的问题。目前有关法规中均只要求由专业人员对机械的安全性进行检测,并没有考虑其他因素,这是不够全面的。李先生研究上述施工升降机的整体安全性,除了机械本身的可靠性外,还考虑了操作人员的生理及心理状态、作业环境的影响及管理制度是否完善等各方面的因素,是一项创新性的研究工作。

李先生在详细研究施工升降机的结构与安全装置的基础上,提出了施工升降机安全评价指标体系,并请了 20 位安全管理及机械工程的专家,组成联合专家小组,对施工升降机安全评价体系提出了专家意见,从而把各位专家的思维、知识及经验集中在一起,提出实用性强的施工升降机综合安全评价系统,并应用该系统,对 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速齿条式施工升降机进行了整体安全性评价,得出了“可接受安全水平”的结论。

李先生有针对性地研究了施工升降机安全技术,提出了一个替代方案——利用建筑物内已修好的升降机井道安装临时升降机的方案来代替施工升降机,进一步改善垂直运输系统的安全性。这些工作,对施工升降机的设计与使用均有重要的指导价值。

上述研究最大的特色是对一部已经安装在全亚洲最高的办公室大楼外墙上的高速施工升降机进行整体安全评价,此升降机的爬升高度亦为全球之冠,故其评价结果极具代表性。其主要创新点是创建了一个有具体数字的施工升降机安全评价数据库,此数据库集合了两个专家小组共 20 位专家的意见,经过分析归纳不同知识领域专才的经验及意见,形成一个包括了人、机、环境及管理四大环节的施工升降机综合安全评价系统。

作为一个新兴学科,安全工程正处于蓬勃发展时期。上述研究依然存在有待改进之处,如

模糊专家系统的方法及其在安全中的应用还有待深化。

有志者事竟成。经过几年的努力,李先生终于获取博士学位,成为中国地质大学培养的第一位香港安全工程博士。

香港的生活节奏之快世界有名,那反映了香港人的勤奋。李先生亦是一个十分勤奋好学的人。每次到内地,书店是必去之地。在他的书架上,基本上折射出大陆安全工程的出版动态。李先生很富有同情心,数次为内地贫困学生捐款,我清楚地记得,有一次捐助了一万港元。李先生乐于助人,我与其他许多职业安全界的同仁到香港,总会得到他的帮助,这使我们十分感激。

在李先生的博士论文就要付梓之际,我为之高兴并深表祝贺,更期待着李先生取得更多更优秀的业绩,在事业上得到更大的发展。

2005 年 10 月 22 日

前言

现代建筑物向高层甚至超高层方向发展,对垂直运输系统的需求也愈来愈大,尤其是运输量大、高运行速度的系统,将更受建设者的欢迎。本书研究对象是 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速齿条式施工升降机。施工升降机的运行速度高达 1.8m/s 。此机安装在全亚洲最高的香港国际金融中心的建筑工地内,该建筑物高 400 余米,共 88 层,目前是世界第四高的建筑物。由于施工楼层高,如果使用普通的施工升降机,每上一次便要花费 30 分钟。采用上述施工升降机后,单程运输时间压缩至 4 分钟左右,垂直的运输效率大大提高。

随着运输速度的提高,施工升降机的整体安全表现便是一个令人关注的问题。而施工升降机作为工地的一种主要设备,在建筑工地内发挥着非常重要的作用。但施工升降机的事故率仍未见有大幅度的下降,它的安全问题仍是建筑施工上的一个隐患。

实践证明,一个事故背后的原因是极其复杂的,只由单一因素引起事故的机会是甚微的。尤其是由人来操作的施工升降机,除了机械本身的可靠性外,还要考虑操作人员的生理及心理状态、作业环境的影响及管理制度是否完善等各方面的因素。但目前各地的法规中均只要求由符合资格人士对机械的安全性做出检测,并没有考虑其他的因素,这是不够全面的方案。以香港目前的法例为例,只要求注册检验员对施工升降机进行负载测试,但同时又要对升降机的设计及构造、是否妥善安装、有否足够支撑及牢固固定、所有设备是否均保持良好操作状态和妥善维修状况,负有无可推卸的责任,而法例并没有对应该检验的项目做出一个明细的规定,这对注册检验员来说是有欠公允的。况且现实的问题是香港所有的升降机均是进口的,没有任何一部由香港制造,故此注册检验员在没有一套全面及明确的评价系统下,不可能在检验的过程中,找出所有不完善的地方。于是大部分的检验员只对升降机作额定负荷及超载测试,证明是否安全可靠,其他机械以外的问题,便鲜有提及。

安全本身是一个模糊的概念,但要对某一事物作安全评价时,往往需要使用定量及定性分析,有不少研究是使用事故概率作为安全评价的依据,但事故概率必须经过大量的资料统计才能得出。对科技日新月异的时代,当出现实践的数据之时,某一型号的产品可能已经不再生产了。更何况目前可用的数据库极为有限,于是人们便倾向于听取专家的意见了。

从另一个角度来看,安全的最困难之处,是存有很大的偶然性。如有些安全措施不认真执行,也不一定会发生事故;当大部分的安全措施已经全面执行了,但只要忽略了当中某一个因素之时,事故也有可能出现。与此同时,在资源有限的情况下,当然是先执行一些较重要的安全措施,但如果不是安全方面的专家,实在很难评定哪一些因素是较为重要,哪一些是较为次要的。

安全评价是对系统存在的危险性进行定性和定量分析,对系统发生危险的可能性及其程度进行评价,以求最低事故率、最少的损失和最优的安全投资效益。安全评价综合运用系统工程方法对系统的安全性评价进行预测和度量,是科学管理的重要方法。工业生产企业由于具有较大的作业危险性,通过对作业人员、设备、管理及作业环境的安全评价,有助于对工业生产

过程的危险性做到准确、有效控制,达到系统安全运行的目的。

目前,安全评价的方法很多,在一个信息爆炸的年代,如何将专家的智能应用到计算机之中是一个大趋势。综合上述各点,利用接近人类思维模式的模糊专家系统作为一种工具来进行安全评价,是一个理想的选择。

本研究请了 20 位分别来自安全管理及机械安全的专家,组成一个联合专家小组,对上述型号的施工升降机安全评价体系提出了专家意见。目的是把各位专家的思维、知识及经验集中在一起,创造出一套实用性强、可以在计算机中应用的综合安全评价系统,来评核施工升降机的整体安全表现,以便按事件的缓急先后次序采取适当的安全措施,控制事故的发生。

目前已有不少研究提出了模糊专家系统的设想及可行性方案,但主要的研究方向均集中于机械的可靠性评价,而且当中大部分均未从实战角度出发,列出每一个具体的评价项目,并且付诸实际的应用之中。本研究是尝试从实际应用的角度出发,提出一个具有人类安全专家水平的评价系统,以便不是专家的检验员,也能做出专家水平的评价,从而改善检验时遇到的各种繁琐细节问题,目的是协助安全人员以此为工具在评价施工升降机时,能进一步评定升降机的整体安全表现。

本研究最大的特色是对一部已经安装在全亚洲最高的办公大楼外墙上的高速施工升降机进行整体安全评价,此升降机的爬升高度亦为全球之冠,故此评价结果是极具代表性的。而本研究创建了一个有具体数字的施工升降机安全评价数据库,填补了目前国内外的空白。此数据库的创立,集合了两个专家小组共 20 位专家的意见,经过分析归纳不同知识领域专才的经验及意见,创建了一个包括了人、机、环境及管理四大环节的施工升降机综合安全评价系统。

在最后的部份,除了将计算方案及结果逐一列出外,笔者同时亦提出了一个替代方案——利用建筑物内已修好的升降机井道安装临时升降机的方案来代替施工升降机,进一步改善垂直运输系统的安全性。

在论文就要出版之际,首先向赵云胜教授致以深深的谢意。没有恩师的指引,本研究根本不可能完成。

在攻读博士学位期间,自始至终得到了汤凤林院士、姚书振副校长及唐辉明教授的关心与支持,在此表示由衷的谢意。

还要感谢由洪俊锋工程师领导的机械小组的各位专家和由吕来先生领导的安全主任小组的各位专家,没有你们多月来的指导及热情的帮助,此论文亦不可能完成。

同时感谢与我并肩作战的好友吴逸光先生,没有您的支持,实难以成事。

最后本人要向我的爱人致以最深情的感谢,在我失意时您给以支持,当我沮丧时您给以鼓励。您无条件的奉献,令我极感温馨。请容我再一次向您致以最深情的谢意!

作者

2005.5

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 引 言	(1)
第二节 研究目的和意义	(2)
第三节 施工升降机的研究现状	(2)
第四节 主要研究方向	(5)
第五节 研究的特色与创新	(5)
第六节 施工升降机的意外事故与安全评价	(5)
第七节 监管施工升降机的法规	(7)
第八节 施工升降机的分类	(7)
第九节 施工升降机的构造	(8)
第十节 齿条齿轮式升降机的基本结构	(10)
第十一节 施工升降机的基本构造	(11)
第十二节 施工升降机的安全装置	(14)
第二章 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速施工升降机简介	(18)
第一节 工作原理及主要技术数据	(18)
第二节 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 高速施工升降机的主要安全装置	(21)
第三章 模糊专家系统	(24)
第一节 人工智能及其发展	(24)
第二节 专家系统	(24)
第三节 模糊专家系统简介	(26)
第四节 权重的确定方法	(29)
第四章 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 型高速施工升降机安全评价项目 权重系数	(31)
第一节 专家小组的组成	(31)
第二节 安全评价项目权重系数的评定方法	(31)
第三节 评价集的权重系数一览表	(39)
第五章 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37C 型高速施工升降机安全评价项目 隶属度	(46)
第一节 概 述	(46)
第二节 安全评价隶属度指引	(63)

第六章 评价实例..... (114)

 第一节 隶属度评核..... (114)

 第二节 相关照片..... (135)

 第三节 综合安全评价..... (141)

第七章 安全技术..... (149)

 第一节 超载感应装置..... (149)

 第二节 安全钳..... (151)

 第三节 驱动机制动器..... (151)

 第四节 紧急应变措施..... (152)

第八章 总结与建议..... (154)

参考文献..... (160)

第一章 绪 论

第一节 引 言

现代建筑物的高度在不断增加,从而推动了垂直运输设备的发展。大量的施工人员和物料,每天不断地运输到建筑物的各个楼层。根据有关统计^①,工人在高层建筑施工中于上下楼层进入施工地点所花费的时间,在楼高十层施工时,平均每次需要占用生产时间 30 分钟左右,十层以上时,每增加一层高度,特别是在上下班的繁忙时间,还需要另加 5~10 分钟。加上现时香港绝大部分的新建筑楼宇,由于地少人多,故全部均向高层甚至是超高层发展,平均楼宇的建筑高度,均在 30 层以上。若以上述研究数字推论,工人花在上下楼层的时间都是十分惊人的。所以香港大部分的高层建筑物,均设置施工升降机(香港称之为工人笼,其实并非单单运载乘客,它还可以运载货物),大大节省工作时间,同时更可以减轻工人的体能消耗,实在有利于劳动者提高生产力。但随着新建筑物的高度一再提高,对建筑用施工升降机的安全要求也不断有所变化。虽然在香港涉及建筑用施工升降机的事故率很低,但它的安全性仍然是极为重要的。

香港最近一起的严重建筑用施工升降机事故发生在 1993 年,在香港岛北角煤气大厦,一部施工升降机从十多层楼上急速坠下,在不到两秒钟的时间之内,升降机内的 12 名工人全部丧生。此事故对社会引起了极大的震撼,亦迫令香港政府进一步修改法例^②,加强对建筑用施工升降机的管理,其中一个最大的改动是把原来由劳工处负责监管建筑用施工升降机的角色,改由监管全香港各大小楼宇内的商用及民用升降机的机电工程处接手,彻底改变了以往由外行管内行的情况。由以往劳工处的承建商自行检验,自行监管,改变为第一次安装前,必须向机电工程署申请审批,完成安装后但未正式使用前,必须由承建商自行委派的合格检验员检验及测试。在一般情况下,机电工程处亦可委派工程人员共同检验及测试,以确保建筑用施工升降机的性能安全。

据机电工程处的资料,香港已登记的施工升降机有 300 多部,当中绝大部分为低速升降机,但高速升降机则有增加的趋势。本书所讨论的建筑用施工升降机为 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 型高速施工升降机。

根据统计,在涉及施工升降机事故的原因当中,可以归纳为五大类:①人员从高处跌下;②物件坠下击中员工引致受伤;③触电;④与运动中的机械接触、碰撞等;⑤施工升降机系统失效。当中以系统失效所引致的后果最为严重。事实上,香港只有两起涉及施工升降机的事故,但引致的死亡数字之高,令人无法接受。

① 王书龙. 营造用升降机安全技术研究(Ⅰ). 台湾:行政院劳工委员会劳工安全卫生研究所,1997

② 香港机电工程处. 建筑工地升降机及塔式工作平台(安全)条例. 1995

由于香港建筑施工现场的环境狭窄,又经常接近民居,随着施工升降机速度的提升,每次运送人员数量的加大,万一发生事故,后果将非常严重。要预防和控制施工升降机事故的发生,便需要做好危害辨识和评价。

第二节 研究目的和意义

一、研究目的

依照安全专家的思维、知识及经验,创造出的一套实用性强的综合安全评价系统来评核施工升降机的整体安全表现,按事件的缓急先后采取措施,控制事故的发生。

二、研究意义

随着国民经济的高速发展,人民生活水平不断提高,所需要的活动空间也不断增加,但土地的供应量是有限的。在不能提供更多土地的情况下,楼宇向高空发展的需求便与日俱增。目前,在香港除了极少数的低密度住宅外,所有的楼宇均向高空、甚至是超高空发展。即使是平民老百姓住的公营房屋,建筑物的高度均向 40 层以上的方向发展。传统的施工升降机由于速度低,运输量小,浪费在上下楼层的时间太多,并不符合经济原则。笔者研究的对象是安装在全亚洲最高的香港国际金融中心外墙的高速施工升降机。此建筑物楼高 400m,共 88 层。如果使用普通的施工升降机,每上一次便需要花费半个小时以上!以每部施工升降机能载 16 人计算,每小时的运输量仅为 64 人次,若每天操作 10 小时,一天的运输量也不过是 640 人次,以一个有两千人施工的工地,即使使用 10 台施工升降机不停运作,也无法满足单是客运的要求。

于是工地选用了每次能运载 30 人、每秒爬升速度高达 1.8m 的 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速施工升降机。由于此机的运作速度高,运输量大,每次运载的人数多,如果发生事故,后果是非常严重的。故有必要对如此高速的升降机做好综合安全评价,找出安全隐患,通过控制措施,将事故消灭于萌芽阶段,保障劳动者的安全,减少生命及财产的损失。

安全评价本身是一门综合性很强的学科,涉及面广,深度大。对施工升降机进行安全评价,由于是由人手操控,故除了要具备机械的安全知识外,还要对操作人员的生理及心理素质、作业环境及现场安全管理等多方面有所认识。要找出一位专家全部具备上述条件是一件颇为困难的事。但安全评价又不能单方面评核机械的安全性而忽略其他因素。故此研究的目的是通过集合不同专才的心得,利用计算科技,将专家的意见、知识及经验集合在一起,创造出的一套简单易行但又具备了人类专家水平的安全综合评价系统,从实战的角度出发,协助广大的安全人员对比较新型的高速升降机做好全面安全评价。

第三节 施工升降机的研究现状

根据目前的法规(不管是在香港或者是在内地),所有施工升降机必须通过专业人员的检验,证明是安全的以后才可以投入运行。但对于其余的安全因素则没有提出要求。

目前所有对施工升降机的研究,主要集中在如何进一步提高施工升降机的可靠性。在以

往,人们往往认为提高了机械的可靠性便等于提高了安全度。但实践证明,如果忽略了其他因素,如人的不安全行为、作业环境或管理上漏洞的影响,任何优良的机械均有可能发生事故。这一点可以从大量的事故调查中得到证实。而且愈来愈多的研究表明,一件事故的背后,原因往往是极其复杂的,单一因素的机会极少。随着人类生活水平的提高,对安全的要求也愈来愈高。当人们习惯了某种安全状况后,总是会把要求再提高一个层次,这便是推动安全向前发展的一股动力。

随着超高层建筑物的出现,一般的施工升降机再也满足不了建设者的要求,大运输量的高速升降机是一个必然的选择。而目前的研究全部集中在普通施工升降机的可靠性方面的研究,对于经济高度发展的中国大陆及香港地区,便显得有点不相配了。由于高速施工升降机具有运行速度高、起动平稳及运输量大等优点,工地的使用量必然是与日俱增,相信在不久的将来,或许会代替普通施工升降机成为超高层甚至是高层建筑工地的首选。所以有必要对有如此巨大潜力的高速施工升降机做出一个全面的安全研究,并创立一套本身独立的安全评价系统。

由于地域的限制,香港并没有对施工升降机的安全研究。香港是一个以经济为主的地区,不论是政府、雇主及雇员,大部分将注意力集中在施工升降机是否符合法例的安全要求。除此而外,并没有其他的限制。目前的法例要求,是把最重要的责任放在注册检验员及注册承建商身上。现将他们的责任列述如下。

一、注册承建商及注册检验员的责任

注册承建商及注册检验员在安全及设计方面的责任是须确保:

- (1)升降机的设计及构造是良好的。
- (2)具有足够的机械强度。
- (3)妥善安装、有足够支撑及牢固固定。
- (4)升降机吊笼设有一结构坚固的闸门。
- (5)于每个可通往升降通道之处设有一结构坚固的闸门,以及所有闸门均保持良好操作状态和妥善维修状况,同时设有电力及机械操作的上锁装置。
- (6)在平台的周围设有结构坚固及高度在 1m 或以上的围栏。
- (7)升降机吊笼设有超载感应装置,当其触发时,即使建筑工地升降机停止操作及发出有声的警报。
- (8)升降机吊笼设计坚固及能防止乘客不受升降机吊笼外物体的切割和砸压。
- (9)悬挂装置(包括齿轮齿条式悬挂系统或钢丝绳悬挂系统)及对重装置的悬挂系统的性能良好。
- (10)驱动机设置有效的制动器,使在任何安全装置的电路中断时,可立即运作以制止升降机继续运行;在达到最高载重及最高速度的情况下,可使升降机吊笼停顿,并维持其于静止位置。
- (11)须设置有效的安全钳及有效的限速器。
- (12)所有安全掣均属可靠机械式操作类型。
- (13)当升降机吊笼及对重装置移动到底部时,须以有效缓冲器系统限制其继续移动。
- (14)所有运动部分,均设有有效的防护罩,以防止有人意外触及。
- (15)所有电力组件均须处于妥善维修状况,并按规定进行检验。

(16)设置有声紧急警报器。

二、升降机拥有人的责任

同时亦在法例中明文列出升降机拥有人的法定责任,包括:

(1)妥善保养、有足够支撑及牢固固定。

(2)用显眼的字体列出可运载的最多人数及最高载重。

(3)升降机吊笼及所有层站有充足照明(不论是天然光线或人工照明),使建筑工地升降机在操作时可安全使用。

(4)任何人可通往的升降通道部分妥当地围封,以防止有人被升降机吊笼撞到。

(5)每个升降通道及升降机吊笼须设有一结构坚固的闸门。

(6)平台的周围设有结构坚固及高度在 1m 或以上的围栏。

(7)升降机吊笼设计坚固及能防止乘客不受升降机吊笼外物体的切割和碾压。

(8)升降机的所有运动部分,均设有有效的防护罩,以防止有人意外触及。

(9)设置有声紧急警报器,其响亮程度足以引起建筑工地上其他人注意,以便他们前来协助。

但现实的问题是所有的升降机均是进口的,没有任何一部是由香港制造的。故此注册检验员只能在检验的过程中,找出有否不完善的地方。但是法例并没有对应该检验的项目做出一个明细的规定,于是便出现了只作额定负荷及超载的测试,其他机械以外的问题,便鲜有提及。

三、模糊专家系统的应用

国内外有不少学者提出了模糊专家系统的设想及可行性方案,但主要的应用方向均集中在机械的安全性评价。随着中国加入 WTO,所有的管理方向均会向国际标准接轨,所以国家提出了以 OHSAS18001 及 OHSAS18002 为蓝本的国标 GB28001 及 GB28002 的职业健康安全管理体系,同时要求各企业向此标准进发,逐步改善安全管理。

目前国家已经公布了多批注册审核员的名单,但要评价某一个管理系统是否达到相关的标准是极其复杂的过程,可能出现不同审核员审核便有截然不同的结果,如果审核员的经验不足,结果可能更会出人意料。

从安全学的原理来看,要评价一个管理系统和评价一部施工升降机所要用的评价方法是一致的。如何在国家已制定的标准基础之上,发展出一套可以在计算机上应用的系统,以协助安全人员全面评价某些系统的安全表现,模糊专家系统是一个最好的选择。

由于安全本身是一个模糊的概念,有时很难准确地说出什么叫做安全,而且也只有相对性的安全而没有绝对性的安全。其实人生存于天地之中,时刻也要面对风险,要达到零风险根本是不可能的事,更何况在不同的地区,对安全度的要求也有所分别。例如在战乱地区,人生安全往往是他们的最高要求了。即使在我们的祖国,经济发展程度不同的地区,对安全度的要求也不尽相同。但在众多的不同要求之中,人们总得要理顺一套最基本的安全要求,但又不能从非安全即危险的角度出发来定立标准,因为人类的思维模式本身便是一个模糊状态,并非非黑即白的对与错状态。因此在安全要求中,确实会存在不少模糊状态的,故此应用模糊概念,将安全性表达出来是一个最近的方案。

从另一个角度来看,安全最困难之处,是存有很大的偶然性。如有些安全措施不认真执

行,可能也不一定会发生事故;可有时大部分的安全措施已经全面执行,而只要当中忽略了某一个因素之时,事故也有可能出现。如果不是安全方面的专家,实在很难评定哪一些因素较为重要,哪一些较为次要。

综合上述各点,利用接近人类思维模式的模糊专家系统作为一种实战工具来作为安全评价,是一个理想的选择。

第四节 主要研究方向

本书主要进行以下几个方面的研究工作:

- (1)操作人员的安全评价准则;
- (2)施工升降机的安全评价准则;
- (3)作业环境的安全评价准则;
- (4)安全管理制度实际执行情况的安全评价准则;
- (5)替代方案。

从风险管理的角度出发,单是解决机械上的危险并不能完全解决安全问题。

A. Kuhlmann 在其《安全科学导论》一书中指出:一个系统是由多个因素所造成,当中包括了人、机、环境及法制四大因素。要评价施工升降机的整体安全,必须将四个因素全面分析方可做出结论。目前,安全评价的方法很多,在一个信息科技爆炸的年代,如何将专家的智能应用到计算机之中是一个大趋势。本书是针对 ALIMAK SCANDO SUPER FC 24/37 C 无段变速齿条式施工升降机的安全评价系统的研究。

笔者参考过不少文献,当中有不少是论述模糊专家系统,但并没有一个是从实战的角度出发,列出每一个具体的评价项目,并且付诸实际应用的。本研究是尝试从实际的应用角度出发,利用接近人类思维模式的模糊专家系统,研究出一套具有人类专家水平的评价系统,以便不是专家的检验员,也能做出专家水平的评价,从而改善检验时遇到的各种繁琐细节问题,从而协助安全人员在评价施工升降机时作为工具,进一步评定升降机的整体安全表现水平。

第五节 研究的特色与创新

(1)研究的建筑工地要建成全亚洲最高的办公大楼,即使在全世界的排名榜中仍排列第四位;而在施工期间,高速施工升降机要爬升的高度亦为全球之冠,故对之进行安全评价,其代表性最强。

(2)订立一个关于施工升降机的安全评价数据库。

(3)此研究是从实战角度出发,集合了两个专家小组共 20 位专家的意见,经过分析归纳不同知识领域专才的经验及准则后,创造出一个包含了人、机、环、管四大环节的施工升降机综合评价系统,在国内外来说是一个创新。

第六节 施工升降机的意外事故与安全评价

由于香港只有在 1993 年发生了一起建筑升降机事故,国内的资料也十分缺乏,笔者唯有

从零碎的资料中,分析了台湾自 1993 年以来 16 起关于齿条式建筑升降机的事故,并归纳事故的类型,发现当中涉及坠落的有 12 起(占 75%),被夹有 3 起(占 18.75%),倒塌有 1 起(占 6.25%)。分析事故原因,其中人为疏忽导致事故的有 14 起(占 87.5%),直接由机械故障所引起事故有两起(占 12.5%),显示施工单位在建筑用升降机的安全管理与使用者的安全教育方面有待加强。另外,值得注意的是升降机在维修时所发生的意外有 3 起(占 18.75%),其中一起事故,是由于工人没有依照既定的安全工作程序拆卸施工升降机的塔柱,使塔柱失去平衡而发生倒塌,令两名工人从高处坠下。

维修工作与一般正常操作所占的时间相比较,比例甚小,但是发生意外的比例却相对极高。从上述的意外事故分析当中不难发现,意外事故发生的原因主要是维修时的安全防范措施未能做好,如未设置警告标志、未依照程序进行施工等。

当代的机械设备正朝着精密、高速、复杂、自动化、系统整合的形态发展,所以故障模式及造成之危害也愈趋严重。由于社会的进步开化,尊重人权、重视生命的人道精神,在世界的先进国家已渐成气候,因此机械安全的重要性成为世界贸易的共识。为了降低职业事故的发生频率,保障劳动者的安全,减少职业伤亡,维护劳动者的健康,香港已积极致力提高机械及设备之安全性,以防止事故与故障发生。

香港劳动者因工业事故发生受伤、残疾或死亡的频率,每年均达万起以上。与欧美等先进国家比较,有明显偏高的趋势。其中建筑业的职业事故所占的比率更偏高;因起重机操作不当,安全装置失效,机械故障所导致的事故也占了相当部分。为了保障劳动者的作业安全,对于施工升降机之危害有必要加以评估分析,并建立相应的预防方案。

建筑业工人有较多的时间是在恶劣的工作环境中作业,加上经常需要执行高空作业,一旦发生意外,后果非常严重,其中尤以施工升降机所造成的意外事件,更为严重。由于施工升降机结构简单,操作方便,容易造成使用者及维修者的疏忽,因而预伏了引发事故的条件。为防止类似事故的发生,实有必要针对施工用升降机的安全,做系统性的研究,为劳动者提供安全保障。

安全理论及应用技术之发展可谓一日千里,可靠性与安全性通常被模糊地认定为相同意义,以为只要提高机械的可靠性则安全性就会提高,因此早期在机械安全方面的研究及预防事故的策略上,均以可靠性技术来进行。但是可靠性的提高,只能尽量消除故障,按照可靠性的标准,几乎大部分的机械或设备均没办法制造出一个可信赖的安全境界。

在客观的经验上,机械是不可能不发生故障的,为了提高可靠性,容错技术在 20 世纪 70 年代蓬勃发展,应用的范围由极其复杂的航天及航空科技、大型计算机,到交通管制、工厂自动化、监护系统以至民用的各种物料及数据管理系统等等。

另外,安全性以机械或设备发生故障、失效或意外工作时,造成的影响及其程度为考量目的,亦即承认机械不可能不故障,操作人员不可能绝不犯错的情况下,人员须百分之百达到不发生伤害的保证。因此,在欧洲、日本、美国等先进工业国家,这 20 年来,一直致力于安全确认技术的发展。在确保机械或设备可靠性的条件下,发展出“即使故障或失效仍保证安全的相关技术”。

安全评价是对系统存在的危险性进行定性和定量分析,对系统发生危险的可能性及其程度的评价,以求最低事故率、最少的损失和最优的安全投资效益。安全评价综合运用系统工程方法对系统的安全性评价进行预测和度量,是科学管理的重要方法。工业生产企业由于具有较大的作业危险性,通过对作业人员、设备、管理及作业环境的安全评价,可对工业生产过程的

危险性做到准确、有效的控制,以达到系统的安全生产或运行目的。

建筑用施工升降机由于造价较低,结构简单,作业环境恶劣,结构构件与装置暴露在外,又因建筑用施工升降机之临时性与经常变更高度等的特性,组装、拆卸频繁,因此往往使建筑用施工升降机远较商用升降机容易造成事故。另外建筑用施工升降机的出入口闸门的连锁装置,常因使用者为图一时方便,进行破坏,亦是容易造成事故发生的原因之一。

第七节 监管施工升降机的法规

职业安全健康法例是为了调整作业过程中的雇佣关系以及与雇佣关系相关的其他关系(包括人与自然关系),保障职工在作业过程中的安全健康而制定和颁布的各种法律条文。他是保证职工在生产过程中有一个良好的安全工作生产环境的不可缺少的方法。现时香港监管施工升降机的法规主要是建筑工地升降机及塔式工作平台(安全)条例(《香港法例》第470章),由机电工程处负责执行。该条例就建筑工地施工升降机的设计、构造、安装及维持于安全操作状态,并就建筑工地施工升降机的检验及测试,以及其他有关事宜,制定详细的法律条文。

由于每个工地的运作环境不可能相同,以及建筑工地升降机又频繁地进行架设、更改、改变高度及拆卸,所以法例规定了下列必须遵守的条文:

- (1)只可以由合资格的操作人员负责操作。
- (2)必须由注册承办商进行例行的维修保养,并定期进行检查、清洁、添加机油及调校。
- (3)每天开始操作之前,必须由合资格的操作人员进行检查。
- (4)同时规定了必须由注册检验员根据条例的安全规定进行检验及测试,以确保安全。

(5)条文明确地列出了建筑工地升降机的定义,是用于建筑工地或现有建筑物的建筑工程,用来运送建筑工人及物料前往不同的楼层。而建筑工地升降机的升降吊笼受一条或多于一条导轨限定位置,以免横向移位,并且沿着支承的支架移动,而且在大部分情况下,支承支架是以墙壁锚定装置固定于隔邻的建筑物或构筑物之上。

第八节 施工升降机的分类

升降机使用用途广泛且有着比较复杂的机、电整合机构,又由于建筑环境的不同而具有零碎、分散的特点,因此较难全面掌握,国内外的分类方法不同,一般常以升降机驱动方式、使用用途、升降速度、牵引电动机供电电源、传动机械位置、控制方式等进行分类。

一、国外施工升降机的分类方法

1. 按驱动升降方式分类(目前最普遍的分类)

- (1)齿条齿轮式升降机:电动机在兼具齿条的导轨上,转动齿轮,带动吊笼作上下运行。
- (2)钢索式升降机:曳引电动机通过蜗杆、蜗轮、曳引绳轮、驱动曳引钢丝两端的吊笼和对重装置作上下运行。
- (3)油压式升降机:电动油泵以流体压力驱动油压缸,使柱塞伸缩直接或间接带动吊笼作上下运行。