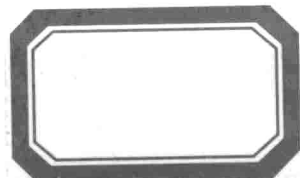


公路工程 施工安全技术与风险评估

GONGLU GONGCHENG

Shigong Anquan Jishu Yu Fengxian Pinggu

王志辉 王 琨 王华杰 陈仁明 范大宇 编著



山东省公路养护战略研究成果丛书

公路工程施工 安全技术与风险评估

王志辉 王 琨 王华杰 陈仁明 范大宇 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了公路工程施工安全技术的理论及风险评估的有关知识,以及在施工安全生产实践中的具体应用,以预防施工安全生产事故发生,提高工程施工安全水平。同时针对道路、桥梁、隧道施工安全的具体特点,介绍相应安全事故的特征、规律,阐明具体的安全措施,回避安全风险。

本书适用于公路工程专业建造师继续教育,也可供公路工程技术人员及大中专院校公路工程专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程施工安全技术与风险评估 / 王志辉等编著.

徐州:中国矿业大学出版社,2014.2

ISBN 978-7-5646-2281-7

I. ①公… II. ①王… III. ①道路施工—工程施工—安全技术②道路工程—工程施工—风险评估 IV. ①U415.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 032877 号

书 名 公路工程施工安全技术与风险评估
编 著 王志辉 王 琨 王华杰 陈仁明 范大宇
责任编辑 吴学兵
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516) 83885307 83884995
出版服务 (0516) 83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 11.5 字数 287 千字
版次印次 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷
定 价 36.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

山东省建造师人才培养战略研究成果丛书

编审委员会

(公路工程专业委员会)

主 任:万利国

副主任:宋瑞乾 王其峰

主 审:赵之仲 叶亚丽

委 员:(按姓氏笔画排序)

刁伟明 于文海 王 琨 王华杰 王志辉

代凤娟 叶亚丽 刘建涛 庄传仪 毕可敏

邢德进 李 军 李 晋 李忻忻 周菊芳

赵之仲 赵鸪鹏 郭德栋 高立平 黄丽丽

董林玉 黎 奎

《公路工程施工安全技术与风险评估》编委会

编 著:王志辉 王 琨 王华杰 陈仁明 范大宇

序

我国在 20 世纪 90 年代初着手研究建立注册建造师制度。1997 年颁布的《中华人民共和国建筑法》规定：“从事建筑活动的专业技术人员，应当依法取得相应的执业资格证书，并在执业证书许可的范围内从事建筑活动”。2002 年，原人事部、建设部颁布《建造师执业资格制度暂行规定》，正式推出建造师执业资格制度。从建造师执业资格制度启动伊始，我省各级建设行政主管部门积极贯彻落实建造师执业资格制度，加强建造师考试、注册管理、继续教育等各项工作的宣传和管理力度，扎实推进了我省建设执业资格制度的发展。10 多年来，我省取得建造师执业资格的人员突破 15 万人，有力地促进了建筑业人才队伍的建设，对全省建设事业的健康发展发挥出越来越重要的作用。

建造师执业资格制度是适应我国社会主义市场经济发展、加快工程建设领域改革开放步伐的一项重大举措。这项制度的建立，有利于发挥执业人员的技术支撑作用，降低资源和能源消耗、保护环境、控制工程建设投资成本；有利于规范我国建筑市场秩序，创造执业人员有序竞争的环境，规范执业人员的行为；有利于强化执业人员法律责任，增强执业人员责任心，确保工程质量和安全生产；有利于加强建筑业用工监管，防止拖欠农民工工资，促进社会和谐稳定；有利于加快我国建筑企业“走出去”步伐，提升我国建筑业国际竞争力。建造师应进一步解放思想，更新观念，牢固树立效益优先、创新创造、集约发展的理念，主动适应新形势要求，坚持与时俱进，及时更新知识，不断提高专业技能，严格遵守法律法规和建造师管理规章制度，全面推进建造师执业资格制度的健康发展。

注册建造师是工程项目施工管理的主要负责人，对工程项目自开工准备至竣工验收实施全过程组织管理。注册建造师的基本素质、管理水平及其行为是否规范，对整个工程项目的质量、进度、安全生产、投资控制和遵章守法起着关

键作用。在我国全面建设小康社会的这一重要历史时期,注册建造师承担的责任和任务繁重而又艰巨,注册建造师要有一种历史的责任感,坚持“百年大计,质量第一”和“安全第一,预防为主”的原则,用现代项目管理理论指导和组织实施项目管理。

为进一步加强注册建造师队伍建设,增强建造师服务建设事业的能力和水平,省建设厅执业资格注册中心组织山东建筑大学、山东交通学院、山东大学水利水电学院、中国海洋大学培训中心等单位,并邀请一批施工企业的优秀管理人员和建造师共同开展了山东省建造师人才培养战略研究工作,并组织编写了五个专题的一系列研究专著,作为建造师学习的教材和参考书目。希望全体建造师不断加强学习,全面提升熟练运用各种新技术、新工艺、新材料的能力,奋发进取,努力把我省建设事业提高到一个新水平,为把我省全面建成小康社会做出更大贡献。

山东省住房和城乡建设厅

万利国

2013年10月25日

前 言

本书系统地介绍了公路工程施工安全技术的理论及风险评估的有关知识,以及在施工安全生产实践中的具体应用,以预防施工安全生产事故发生,提高工程施工安全水平。

针对道路、桥梁、隧道施工安全的具体特点,介绍相应安全事故的特征、规律,阐明具体的安全措施,回避安全风险。

风险评估介绍公路工程施工风险评估的具体方法和流程,按总体安全风险评估和专项安全风险评估两个层次开展,其中专项安全风险评估分一般风险源及重大风险源两类。风险评估包括总体风险评估、重大风险源的识别、专项风险评估、专项风险估测方法、安全风险控制措施、安全风险评估报告编制等内容。

同时针对突发性安全事故的特点,结合实例,介绍在安全生产过程中,如何回避风险等问题。

本书共分九章,其中第一章、第二章由王志辉编写,第三章、第四章由苏玉编写,第五章由王琨编写,第六章由周秀凤编写,第七章由王华杰编写,第八章由陈仁明编写,第九章由范大宇编写。

本书在组织编写过程中,得到了山东省住房和城乡建设厅、山东省交通运输厅、山东省建筑工程管理局、山东交通学院等部门的大力支持,还得到了山东黄河工程集团有限公司、山东鲁中公路建设有限公司的无私帮助,本书还参考了许多作者的文献,在此谨表谢意。

限于编者水平,错误和不足之处在所难免,欢迎广大读者对本书使用过程中发现的错误、疏漏和不妥之处给予批评指正,不胜感激。

作 者

2014 年 1 月

目 录

第一章 公路施工安全的现状与发展趋势	1
第一节 目前我国建筑业安全现状	1
第二节 公路施工安全特点与现状	5
第三节 未来我国公路施工安全的发展趋势	11
第四节 国外安全生产管理理念和监管模式	13
第二章 道路施工安全技术	22
第一节 道路施工安全特点	22
第二节 道路施工安全关键控制点	23
第三节 实例一——市政道路施工安全措施	27
第四节 实例二——路堑开挖边坡坍塌事故	29
第三章 桥梁施工安全技术	32
第一节 桥梁施工安全特点	32
第二节 桥梁施工安全控制技术	34
第三节 桥梁施工安全关键控制点	35
第四节 实例——旧桥拆除安全控制	41
第四章 隧道施工安全技术	45
第一节 隧道施工安全特点与控制	45
第二节 隧道施工安全关键控制点	48
第三节 实例——邵怀高速公路鸡公界隧道进口施工	53
第五章 水上作业与高处作业施工安全技术	57
第一节 水上作业施工安全特点	57
第二节 高处作业施工安全特点	58
第三节 水上作业与高处作业施工关键控制点	63
第六章 公路施工安全风险评估技术	65
第一节 公路施工安全风险评估技术的国内外现状	65
第二节 公路施工安全风险评估技术概论	68
第三节 公路施工安全风险评估技术的应用与发展	75

第七章 公路施工安全总体风险评估	78
第一节 总体风险评估的特点	78
第二节 评估原则与依据	78
第三节 评估过程和评估方法	80
第四节 风险总体评估实例	92
第八章 公路工程施工专项风险评估	95
第一节 专项风险评估辨识流程	95
第二节 专项风险评估辨识方法	97
第三节 专项风险评估	99
第四节 一般风险源控制措施	102
第五节 重大风险源控制措施	106
第六节 专项风险评估实例	117
第九章 公路工程施工中突发性安全事故预防	152
第一节 安全事故的调查与处理过程	152
第二节 安全事故的防范	154
第三节 常见突发性安全事故类型与成因	161
第四节 突发性安全事故的预防	163
第五节 实例	167
参考文献	172

第一章 公路施工安全的现状与发展趋势

第一节 目前我国建筑业安全现状

一、中国建筑安全施工的历史

由于行业特点,建筑业一直是一个高风险的行业,因此,为保护建筑业从业人员的人身安全而采取的措施古已有之。我国是世界四大文明古国之一,有关建筑业劳动保护的记载已有 2 000 年的历史。如北宋初年的木工喻皓,曾在东京(今开封)建造一座高塔,他每建一层都在塔的周围安设帷幕(即安全网)遮挡,即避免施工伤人,又便于操作。这种保护措施一直沿用至今。明朝盛行建筑,南北两京造宗庙、宫殿、王府等,征用了 30 多万建筑工匠。当时,类似的保护措施已有了极大的改善,开始使用机械,出现了三种起重方式:一是独杆螺旋式,二是滑轮式,三是轱辘把式。这些方式显著减少了工匠的伤亡。明朝《农政全书》、《本草纲目》等著作,不仅提到了“缝灯火”到井下测试毒气的方法,还详细记述了职业病和职业中毒及其预防的措施。古人在生产实践中积累的许多劳动保护经验,都比较符合现代科学技术原理,只是由于当时生产力水平低下,劳动保护措施十分简陋。

进入近代后,我国工会组织的地位有所提高,工人通过工会组织力图在薪水、工作时间、劳动保护、工作环境等方面的劳资纠纷中取得胜利。在 1939 年 2 月 20 日制定的《劳动保护法草案》(以下简称《草案》)中,就劳动保护作了较为详细的法律规定。《草案》的第六章为法律之实施,其中写到:“劳工保护法之实施由特别劳动保护机关来司其责;劳动保护机关为劳工局及邦劳工保护局,劳工保护机关为邦机关。”其他几项中规定了各机关的职责。在其他章节中,还说明了邦劳工部长的职务及其他机关与劳动监察的协调关系,保护童工、女工的措施等。《草案》主要是针对工矿企业制定的,虽然没有特别说明建筑工人为受保护工人,但也没有排除,这说明建筑工人也在受保护之列。但是,由于当时没有正式注册的施工企业,使安全管理难度加大,且由于战乱,建筑安全管理几乎是空白。

新中国成立后,大规模的经济建设给建筑行业的发展提供了机会,我国建筑业取得了突飞猛进的发展和巨大成就。党和政府十分关心建筑企业的安全生产工作,采取了一系列有效的措施加强安全技术工作和安全立法工作。在“安全第一,预防为主”的方针和“管生产必须管安全”的安全生产原则的指导下,切实地保护了劳动者的安全和健康。新中国成立 60 多年来,工程建设安全管理的发展过程可以分为以下三个阶段:

第一阶段(1949~1957 年)是制度的建立和发展阶段。从三年恢复时期到“一五”期间。1956 年国务院颁布了“三大规程”,即《工厂安全卫生规程》、《建筑安装工程安全技术》和《工人职员伤亡事故报告规程》。“三大规程”的制定是一个重要的里程碑,极大地推动了劳动保护工作的发展。这三大规程主要是根据三年恢复时期和“一五”期间建设的实践,同时借鉴

了苏联的一些工作经验制定的。当时,安全情况最好的 1957 年,万人死亡率已经减小到了 1.67 人,每 10 万平方米房屋死亡率为 0.43 人,劳动保护工作成绩比较显著。

第二阶段(1958~1976 年)基本上是停顿和倒退时期。首先,1958 年“大跃进”开始,建设中盲目赶工期,不按客观规律办事,破坏了生产的正常秩序,安全状况明显恶化。1958 年万人死亡率高达 5.60 人。经过 20 世纪 60 年代初期的经济调整,1965 年的安全状况有所好转,万人死亡率下降到了 1.65 人,恢复到了 1957 年的水平。在 1961~1966 年间,全国共编制和颁布了 16 个设计、施工标准和规范。这些标准和规范是我国第一批正式颁布的国家建筑标准和规范。“五项规定”(《国务院关于加强企业生产中安全工作的几项规定》)是在 3 年经济调整之后,总结了新中国成立以来生产企业劳动保护管理的经验教训,由国务院在 1963 年制定并颁布的。这几项规定自颁布以来,除个别条文作了修改和补充以外,一直指导着我国的劳动保护工作。但是 1966 年开始“文化大革命”以后,建筑安全状况再度恶化,死亡 3 人以上的重大事故,死亡 10 人乃至百人以上的特大事故不断发生,伤亡人数剧增,高峰期的 1970 年万人死亡率达到了 7.50 人。1971 年仅施工中死亡人数就达 2 999 人,重伤 9 680 人,有些工程质量和伤亡事故的后果之严重是新中国成立以来少见的。1966 年以后,建筑业法制建设及建筑标准和规范的制定工作受到了严重破坏,大量合理的规章制度和多年来经实践检验的科学规定被撤销,资料散失,安全管理工作基本上陷于停顿状态。

第三阶段(1977 年至今)是恢复和提高阶段。“文化大革命”结束以后的 1978 年,万人死亡率高达 2.8 人。经过多方面的努力,1980 年降为 2.20 人,1990 年则降为 1.37 人。在这期间,原国家建筑工程总局于 1980 年 5 月颁布了《建筑安装工人安全技术操作规程》,又针对企业内高空坠落、物体打击、触电和机械伤害事故特别严重的情况,于 1981 年 4 月提出了防止高空坠落等事故的十项安全技术措施。建设部又相继颁布了《关于加强集体所有制建筑企业安全生产的暂行规定》、《国营建筑企业安全生产工作条例》、《施工现场临时用电安全技术规范》、《建筑施工安全检查评分标准》等。1992 年下半年,随着建设新高潮的到来,建筑安全状况再一次呈现出下滑的势头,伤亡事故迅速增多,特别是重大伤亡事故屡屡发生。仅在 1992 年下半年一次死亡 3 人以上的重大事故就发生了 18 起,比 1991 年同期增加了 10 起,施工安全状况更加严峻。由于及时地认识到问题的严重性,及时加强了管理,1994 年开始安全状况又有了好转,特别是 1995~1997 年连续 3 年万人死亡率低于 1 人。

从新中国成立后建筑安全管理“三上三下”的实践中可以看出:一方面,重视工程实践的客观规律,加强工程建设安全管理是非常重要的;另一方面,缺乏科学研究的依据,缺乏有力的理论指导,是造成建筑安全工作不能够稳步发展的重要原因。

二、我国建筑业安全生产现状

目前我国正在进行历史上也是世界上规模最大的基本建设,建筑业已成为我国的支柱产业,从业人员达 3 500 万,约占全国工业企业总人员的 1/3。工程建设的巨大投资和从业人员规模使得安全事故所造成的后果异常严重、损失异常巨大。我国工程建设的安全水平一直较低,每年由于安全事故丧生的从业人员有数千人之多,直接经济损失逾百亿元。特别是近年来重大恶性事故频发,已引起我国政府和人民群众的普遍关注。较低的安全水平成为阻碍国家建设和社会发展的的重要因素。多年来,我国在建筑安全方面做了大量工作,取得了显著的成绩。特别是制定了许多安全技术标准、规范和规程,有效地预防和控制了安全事

故的发生。然而,我国目前的安全形势依然严峻。调查表明:大量事故都源于安全管理的不完善或者失误,违规违章操作就是典型的管理不善的结果。因此,如何在有限的资源条件下,有效、高效地进行科学管理,是进一步提高我国建筑安全水平的关键所在。

三、建筑安全事故发生的原因

无论在发展中国家还是在发达国家,建筑业都是一个重要的工业部门,然而各国建筑业的安全水平却又不约而同的要低于所有工业部门的平均安全水平。以美国 1993 年的统计数据为例,建筑业雇佣的劳动力相当于美国全国总劳动力的 5%,但是在当年全国发生的所有工业事故中,却有 11% 的致残事故和 18% 的死亡事故是由建筑工程引起的。而日本 1993 年安全卫生年鉴的数据表明:建设业的死伤事故占有所有工业部门死伤事故总数的 28.7%,建设业的死亡人数则占总人数的 42.2%。同期,韩国每 10 万人事故死亡人数为 30 人左右,比日本多 10 人。因此,世界各国包括政府、研究机构和企业界,都在努力将安全科学与建筑业的许多特点相结合,应用安全科学的原理和方法,改进和指导工程建设过程中的安全技术和安全管理,达到减少人员伤亡和避免经济损失的目的。作为一个传统的工业部门,建筑业之所以成为一个危险的行业,与建筑业本身的如下一些特点有关:

(1) 建设工程是一个庞大的人机工程,在项目建设过程中,施工人员与各种施工机具和施工材料为了完成一定的任务,各自发挥自己的作用,又必须相互联系、相互配合。这一系统的安全性和可靠性不仅取决于施工人员的行为,还取决于各种施工机具、材料以及建筑产品的状态。一般来说,施工人员的不安全行为和物的不安全状态是导致意外伤害事故发生的直接原因。而建设工程中的人、物以及施工环境中存在的导致事故的风险因素非常多,如果不能及时发现并且排除,将很容易导致安全事故。

(2) 工程项目的施工具有单件性的特点。单件性是指没有两个完全相同的建设项目,不同的建设项目所面临的事故风险的多少和种类都是不同的,同一个建设项目在不同的建设阶段所面临的风险也不同。建筑业从业人员在完成每一件建筑产品的过程中,每一天所面对的都是一个几乎全新的物理工作环境。在完成一个建筑产品之后,又不得不转移到新的地区参与下一个建设项目的施工。因此,不同工程项目在不同施工阶段的事故风险类型和预防重点也各不相同。项目施工过程中层出不穷的各种事故风险是导致建筑事故频发的重要原因。

(3) 工程项目施工还具有离散性的特点。离散性是指建筑产品的主要制造者——现场施工工人,在从事生产的过程中,分散于施工现场的各个部位,尽管有各种规章和计划,但他们面对具体的生产问题时,仍旧不得不依靠自己的判断作出决定。因此,尽管部分施工人员已经积累了许多工作经验,还是必须不断适应一直在变化的人—机—环境系统,并且对自己的作业行为作出决定,从而增加了建筑业生产过程中由于工作人员采取不安全行为或者工作环境的不安全因素导致事故的风险。

(4) 建设项目施工大多在露天的环境中进行,所进行的活动必然受到施工现场的地理条件和气象条件的影响。例如,在现场气温极高或者极低、现场照明不足(如夜间施工)、下雨或者大风等条件下施工时,容易导致工人生理或者心理的疲劳,注意力不集中,造成事故。

(5) 工程建设往往有多方参与,管理层次比较多,管理关系复杂。仅仅现场施工就涉及

业主、总承包商、分包商和监理工程师等各方。安全管理要做到协调管理、统一指挥,需要先进的管理方法和能力,但目前很多项目的管理仍未能做到这点。因此,人的不安全行为、物的不安全状态以及环境的不安全因素往往相互作用,构成安全事故的直接原因。

(6) 目前世界各国的建筑业仍属于劳动密集型产业,技术含量相对偏低,建筑工人的文化素质较低。尤其是在发展中国家和地区,大量的没有经过全面职业培训和严格安全教育的劳动力涌向建筑业成为施工人员。一旦管理措施不当,这些工人往往成为建筑安全事故的肇事者或受害者,不仅为自己和他人的家庭带来巨大的痛苦和损失,还给建设项目本身和全社会造成许多不利的影响。

(7) 建筑业作为一个传统的产业部门,许多相关从业人员对于安全生产和事故预防的错误观念由来已久。由于大量的事件或者错误操作并未导致伤害或者财产损失事故,而且同一诱因导致的事故后果差异很大,不少人认为建筑安全事故完全是由于一些偶然因素引起的,因而是不可避免的。由于没有从科学的角度深入地认识事故发生的根本原因并采取积极的预防措施,造成了建设项目安全管理不力、发生事故的可能性增加。此外,传统的建设项目三大管理(即工期、质量和成本管理)是项目生产人员主要关注的对象,在施工过程中,往往为了达到这些目标而牺牲安全管理。再加上目前建筑市场竞争激烈,一些承包商为了节约成本,经常削减用于安全生产的支出,更加剧了安全状况的恶化。

(8) 我国的建筑市场不规范也是事故多发的原因。建设方工程发包不规范,如不进行招投标,将工程承包给无施工资质的企业,肢解分包等;施工企业为市场竞争,变相压价,以牺牲安全设施来降低成本等。

四、我国建筑业安全生产进展

1. 建立了建筑安全生产法规体系和技术标准体系

新中国成立 60 多年来,我国逐步建立了建筑安全生产法规体系和技术标准体系,使建筑安全生产工作开始走向法制化轨道。新中国成立初期,国务院的“三大规程”对维护劳动者安全与健康的权益,控制生产过程中伤亡事故的发生起到了重要作用。改革开放以来,国家建设行政主管部门抓住深化改革的历史机遇,把建筑行业安全管理工作的重点放在建立健全行政法规和技术标准体系上,加大了建筑安全生产立法工作的力度,加快了建筑安全技术标准体系的进程。20 世纪 80 年代以后,建设部出台了《工程建设重大事故报告和调查程序规定》和《建筑安全生产监督管理规定》等部门规章,颁布了《建筑施工安全检查标准》、《建筑施工高处作业安全技术规范》、《龙门架及井架物料提升机安全技术规范》、《施工现场临时用电安全技术规范》、《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》、《建筑施工模板安全技术规范》等技术标准和规范,初步形成了建筑安全的法规体系。1998 年《中华人民共和国建筑法》颁布实施,2002 年《中华人民共和国安全生产法》颁布实施,2004 年《建设工程安全生产管理条例》颁布实施。以上法律法规及标准规范的颁布实施,奠定了建筑安全管理工作的法规体系的基础,把建筑安全生产工作真正纳入法制化轨道,开始实现建筑安全生产监督管理向规范化、标准化和制度化管理的过渡。

2. 加强了建筑安全生产的行业管理

初步形成了建筑安全监督管理体系,加强了建筑安全生产行业管理。根据我国安全管

理体制的要求,建设部于1991年颁布了13号令《建筑安全生产监督管理规定》,明确了在我国建设系统建立建筑安全生产监督管理机构,开展建筑安全生产的行业管理工作。目前,全国已经形成了“纵向到底,横向到边”的建筑安全监督管理体系。建筑安全监督管理体制的形成,加大了建筑安全生产监督检查力度,强化了建筑业企业的安全生产意识,有效地贯彻了“安全第一,预防为主,综合治理”的安全生产方针,消除了大量的事故隐患,减少了施工伤亡事故的发生,为搞好建筑安全生产做出了突出的贡献。

3. 开展了创建文明工地活动

建设部号召建筑业开展创建文明工地活动,把建筑安全生产管理水平推向新的水平。1991年,建设部要求在全国建设工程的施工现场开展安全达标活动,把建筑安全生产的管理重心放在了施工现场,对施工全过程进行安全监督管理。在此基础上,1996年建设部颁发了《关于学习和推广上海市文明工地建设经验的通知》,号召全国建设系统在深入开展施工现场安全达标的同时,学习上海市文明工地建设经验,积极开展创建文明工地活动,很快在全国建筑业掀起了学上海创建文明工地的浪潮。这项活动深入人心,硕果累累,不仅改变了昔日施工现场“脏、乱、差”的面貌,改善了施工现场作业人员的生活环境和工作条件,美化了施工现场的场容场貌,而且提高了建筑业的整体形象,成为全行业乃至城市建设的重要内容。

4. 开展了意外伤害保险试点工作

我国部分城市开展了意外伤害保险试点工作,促进了建筑安全生产保障体系尽快发展。按照《中华人民共和国建筑法》关于“建筑施工企业必须为从事危险作业的职工办理意外伤害保险,支付保险费”的要求,借鉴国外保险制度的经验,把意外伤害保险与事故预防相结合,激励企业采取有效措施改善安全生产条件,促进了建筑安全生产保障体系尽快发展。

5. 形成了安全生产管理体制

我国的安全生产方针是“安全第一,预防为主,综合治理”。1993年《国务院关于加强安全生产工作的通知》(国发[1993]50号)中,明确了我国实行企业负责、行业管理、国家监察和群众监督的安全生产管理体制。这是我国长期安全生产工作实践经验的总结,是行之有效的安全生产管理体制,对于保障安全生产起到了极其重要的作用。

6. 建立了建筑施工企业安全生产许可证制度

国家颁发了《安全生产许可证条例》和《建筑施工企业安全生产许可证管理规定》,要求所有施工总承包企业、专业承包企业均应依法申领建筑施工企业安全生产许可证,没有取得建筑施工企业安全生产许可证的企业不得从事建筑施工活动。

第二节 公路施工安全特点与现状

一、公路施工安全特点

公路工程施工安全的范围主要包括路基、路面、桥梁、隧道、水上、陆地、高空、爆破、特种设备、电气使用等各种施工过程的安全。公路施工安全特点是由公路工程产品特点、技术特点和施工特点所决定的。公路工程产品具有固定性、体形庞大、多样性、易损性和社会性等特点。

(1) 线长点多、工种复杂、形式多样、特种作业多、作业技术含量低。施工特点包括:施

工流动性大,作业场所不可能永久固定,一线岗位多是短期劳动雇佣关系;施工周期长,少则几月,多则几年;施工涉及的材料、机械设备、人员、工种多;施工参与人员和单位之间协调性高;施工受自然环境和外界干扰的影响大。

(2) 环境恶劣性。施工工序大多是在露天空旷的场地或水域完成的,有些甚至在高温下、悬崖、深谷和海浪汹涌等处作业,环境相当艰苦,防护条件差,生产和管理复杂,容易发生伤亡事故。

(3) 施工高空性。高空作业、水上作业、悬崖作业是公路工程常见的作业形式,工程作业面小而人体作业的动作幅度大,操作工人在十几米甚至几百米的高空进行施工作业,极易产生高处坠落的伤亡事故。

(4) 劳动保护的艰巨性。目前公路水运工程的施工还是手工操作居多,工人体能消耗、劳动时间和劳动强度都比其他行业大,其职业危害严重,使个人劳动保护的艰巨性增加。

(5) 作业交叉性。近年来,交通建设工程由低向高发展,由地上向地下、水下发展,施工现场却由宽向窄发展,致使施工现场与施工条件要求的矛盾日益突出,多工种立体交叉作业增加,导致机械伤害、物体打击事故增多。

公路施工安全生产的上述特点,决定了生产的安全隐患多存在于高处作业、交叉作业、垂直运输、个人劳动保护以及使用电气机具等环节;伤亡事故也多发生在高处坠落、物体打击、机械伤害、起重伤害、触电、坍塌等方面。同时,新、奇、个性化的工程设计,给公路工程施工带来了新的挑战,也对安全管理和安全防护技术提出了新的要求。

安全技术措施主要包括:进入施工现场的安全规定;地面及深坑作业的防护;高处及立体交叉作业的防护;水上、陆地作业安全要点;施工用电安全;机械设备的安全使用;为确保安全,对于采用的新工艺、新材料、新技术和新结构,制定的有针对性的、行之有效的专门安全技术措施;预防自然灾害(防台风、防雷击、防洪水、防泥石流、防地震、防暑降温、防冻、防寒、防滑等)的措施;防火防爆措施。

施工安全技术措施内容必须符合现行安全生产法律、法规和安全技术规范、标准。

因此,公路工程的以上特点决定了公路工程施工安全管理必须强调:建立健全安全生产管理体系,安全生产规章制度具体细致,安全管理要注重协调性。

二、公路施工安全现状

目前来看,我国的安全生产技术水平普遍较低,特别是施工现场作业人员的安全意识普遍较差,安全监管队伍中专职安全员整体专业素质偏低、安全防护水平和安全监测技术设备、应急救援技术装备等都远远落后于发达国家。

随着我国经济的高速发展,交通运输业更是得到了大力发展,特别是公路可谓是发展的关键,公路质量的好坏直接影响到交通运输的质量。由于公路工程特殊的施工环境和作业技术,以及安全生产的空间、平面延展特性等特点,都给施工安全带来困难,这就导致公路施工事故的频繁发生,从而对经济的发展造成不良影响。

公路施工事故类型分散,事故统计分析表明,公路工程建设安全生产五大伤害事故依次是坍塌事故、高处坠落事故、车辆伤害事故、触电事故和物体打击事故,占有事故总和的81%。公路工程施工事故发生集中,根据公路工程施工安全事故涉及的工程类别分析发现,桥梁施工、路基施工和隧道施工过程中发生的事故相对较多,分别占事故总数的47%、29%

和 19%，占死亡人数总数的 44%、27% 和 25%。事故后果异常严重，公路工程建设自然环境条件复杂，工程规模宏大，工程建设事故常常带来重大的经济损失和大量的人员伤亡。

《公路水运工程安全生产监督管理办法》第二十三条规定：“施工单位应当在施工组织设计中编制安全技术措施和施工现场临时用电方案，对下列危险性较大的工程应当编制专项施工方案，并附安全验算结果，经施工单位技术负责人、监理工程师审查同意签字后实施，由专职安全生产管理人员进行现场监督”。对危险性较大的工程方案论证范围如下：

(1) 深基坑工程。

① 开挖深度超过 5 m(含 5 m)的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。

② 开挖深度虽未超过 5 m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建(构)筑物安全的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。

(2) 模板工程及支撑体系。

① 工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模工程。

② 混凝土模板支撑工程：搭设高度 8 m 及以上；搭设跨度 18 m 及以上，施工总荷载 15 kN/m² 及以上；集中线荷载 20 kN/m 及以上。

③ 承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 700 kg 以上。

(3) 脚手架工程。

① 搭设高度 50 m 及以上落地式钢管脚手架工程。

② 提升高度 150 m 及以上附着式整体和分片提升脚手架工程。

③ 架体高度 20 m 及以上悬挑式脚手架工程。

(4) 其他。

① 施工高度 50 m 及以上的建筑幕墙安装工程。

② 跨度大于 36 m 及以上的钢结构安装工程；跨度大于 60 m 及以上的网架和索膜结构安装工程。

③ 开挖深度超过 16 m 的人工挖孔桩工程。

(5) 采用新技术、新工艺、新材料、新设备及尚无相关技术标准的危险性较大的分部分项工程。

公路工程施工安全事故具有多发性，工程建设安全事故具有突发性，增加了安全事故预防的难度。但是统计发现工程建设安全事故的类别具有重复发生或多发性，如坍塌事故、触电事故、高处坠落事故等，由此可以发现，事故发生具有其内在规律性。目前之所以施工安全事故频繁发生，是因为公路施工安全管理存在一定的问题，没有对公路施工安全事故引起足够的重视，在目前企业自主经营、自负盈亏的管理模式下，施工主体大多追求的是直接经济利益，不注重施工安全管理，普遍存在安全管理“说起来重要，做起来次要，忙起来不要”的现象。

安全资金投入不足，如安全防护设施极其简陋，特别是连高空、水上、深基坑和高边坡下以及隧道开挖道坑内等高危施工作业区域的安全措施也得不到有效保障。现场施工人员安全素质低，绝大部分施工人员都是农民工，施工安全知识相当缺乏，即使采取了三级安全教育，施工人员的安全素质还是达不到预期的目标。

三、近年来公路桥梁、隧道安全事故实例

(1) 2005 年 12 月 14 日 5 时 30 分左右，小尖山大桥突然发生支架垮塌，横跨在 3 个桥

墩上的两段正在浇筑的桥面轰然坠下,桥面上施工的工人也同时飞落谷中。事故共造成 8 人死亡、12 人受伤。这起事故发生的原因主要是支架搭设时基础施工不符合相关规范要求,部分支架钢管壁厚不够,部分支架主管与枕木之间缺垫板,见图 1-1。



图 1-1 小尖山大桥突然发生支架垮塌事故

(2) 2007 年 8 月 13 日下午,湖南省凤凰县正在建设的堤溪沱江大桥发生特别重大坍塌事故,造成 64 人死亡、4 人重伤、18 人轻伤,直接经济损失 3 974.7 万元。该桥上部构造主拱圈为等截面悬链线空腹式无铰拱,腹拱采用等截面圆弧拱,基础则奠基在弱风化泥灰或白云岩上,混凝土、石块构筑成基础,全桥未设制动墩,见图 1-2。



图 1-2 堤溪沱江大桥重大坍塌事故

(3) 2005 年 12 月 22 日 14 时 40 分,四川省都江堰至汶川高速公路董家山右线隧道发生特别重大瓦斯爆炸事故,造成 44 人死亡、11 人受伤,直接经济损失 2 035 万元。董家山隧道左线全长 4 090 m,右线全长 4 060 m,事故发生时右线隧道完成开挖 1 487 m、衬砌 1 419 m,见图 1-3。

① 事故的直接原因。

由于掌子面处塌方,瓦斯异常涌出,致使模板台车附近瓦斯浓度达到爆炸界限,模板台