


# 水电建设工程风险管控的 理论与实践

总策划·路振刚 主编 王永潭 孔繁臣



煤炭工业出版社

# 水电建设工程风险管控的 理论与实践

主编 王永潭 孔繁臣



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

水电建设工程风险管控的理论与实践/王永潭, 孔繁臣  
主编. --北京: 煤炭工业出版社, 2018  
ISBN 978-7-5020-6712-0

I. ①水… II. ①王… ②孔… III. ①水利水电工程—  
工程项目管理—风险管理 IV. ①TV

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 127498 号

## 水电建设工程风险管控的理论与实践

---

主 编 王永潭 孔繁臣  
责任编辑 尹忠昌 赵 冰  
编 辑 梁晓平 孟 楠  
责任校对 孔青青  
封面设计 罗针盘

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)  
电 话 010-84657898 (总编室) 010-84657880 (读者服务部)  
网 址 www.cciph.com.cn  
印 刷 北京建宏印刷有限公司  
经 销 全国新华书店

开 本 710mm × 1000mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 字数 214 千字  
版 次 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷  
社内编号 20180741 定价 46.00 元

---

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换, 电话: 010-84657880

# 编辑委员会

总策划	路振刚			
主编	王永潭	孔繁臣		
副主编	房国君	郎红军	王振羽	孟继慧
技术顾问	罗云			
参编人员	刘茂军	段岩松	王树新	卢兆辉
	刘亚莲	郝玲	房大成	王冬梅
	刘文彬	李鑫	张廷久	孔令勤
	孙芳	项德志	王程鹏	岳林
	黄晶	韩四保	万君	卜佳
	胡云鹤	张晓光	王兴隆	王长营
	孟繁欣	宋明钰	寇鸣礼	苗国权
	牟奕欣	王永峰	左建	张海峰
	于巧丽	王新浩	黄西菲	龙爽
	王博雅	王阳		

## 序 言

随着安全发展理念的深化，以及安全生产科学管理意识的加强，实现本质安全的管理理念、推行全面系统的管理体系、实施超前预防的管理机制、应用科学合理有效的管理方法，已成为现代安全生产科学管理的必然发展趋势。基于风险的安全管控模式，即 RBS/M (Risk Based Supervision/Management) 是一种科学、系统、实用、有效的预防型安全管理方法论，相对于传统的基于事故、事件，基于能量、形式、规模，基于危险、危害，基于规范、标准的安全管理，RBS/M 方法以风险分析理论作为基本理论，结合风险定量、定性分级，要求以风险分级水平，实施科学的分级、分类管理。

近年我国水电施工坚持节约优先、优先开发水电、因地制宜发展分布式发电、加快推进坚强智能电网建设、促进绿色和谐发展等原则，不断加快创新发展。水电施工的承包商单位作为工程重要的建设施工方，其安全风险防控工作的科学性与有效性是实现水电施工安全生产与遏制重特大事故的重要基础。

随着水电施工发展的复杂化、大型化的趋势，水电施工安全管理也面临着新的挑战。为了有效地推行基于风险的管控理论与方法，国网新源控股有限公司以丰满重建工程建设项目为依托，引入中国地质大学（北京）安全研究中心研究团队的智慧与经验，研究“水电施工承包商安全风险管控模式及方法”。项目以 RBS/M（基于风险监管/管理）理论为基础，应用风险分析理论和风险管理模式，为国网新源控股有限公司水电施工承包商安全风险管控提供创新的管理模式和科学方法，为实现水电施工风险防控能力和事故预防水平

将发挥重要的作用。

通过两年的项目研究，以及成果的应用、实施，首先保障了丰满水电站全面实现对承包商施工安全风险的科学有效管控，获得直接和间接效益。同时，通过丰满重建工程项目研究成果的应用推广，创新了水电工程项目安全风险管控在施工中的方法体系与应用模式，为我国类似工程的施工提供了可靠的工程实践经验。项目创新了安全风险管控模式，构建了基于风险的先进管控模式，提高了对承包商的一体化、集约化、动态化管理水平。完善了施工安全风险分析方法，以风险分析的基础理论为依据，结合水电施工承包商现实情况，针对工程中的一般性与特殊性风险表征，提出了服务于水电施工承包商施工中的安全风险辨识与分析方法体系。优化提升了承包商安全风险管控方法，创建了一套科学、合理、可行的水电施工承包商安全风险管控方法体系，夯实了水电建设施工本质安全基础，提高了施工过程动态安全生产风险管控效能。

本书是对研究项目的理论、方法和实践成果的总结。

由于水电施工工程工艺复杂、工程量大、作业环境影响因素多，安全生产风险管控技术难度大、管理挑战性强，因此，我们的方法和实践还是探索性的。本书的成果仅供读者参考，同时，还期望得到广大读者的批评指正。

**项目组**

2017年秋于吉林丰满

<h1>目 次</h1>	
<b>1 安全科学理论</b> .....	<b>1</b>
1.1 基础术语及定义 .....	1
1.2 事故致因理论 .....	17
1.3 系统安全理论 .....	43
1.4 安全生命周期理论 .....	58
1.5 安全对策理论 .....	65
<b>2 水电工程项目安全生产管理模式</b> .....	<b>76</b>
2.1 宏观综合的安全生产管理模式 .....	76
2.2 企业综合安全管理模式 .....	80
2.3 水电工程项目安全管理技术 .....	82
<b>3 水电工程项目风险管控技术</b> .....	<b>92</b>
3.1 风险管控概述 .....	92
3.2 风险辨识方法概述 .....	97
3.3 风险评价方法概述 .....	106
3.4 风险预警预控技术 .....	118
3.5 基于风险的监管 .....	125
<b>4 丰满水电站全面治理（重建）工程风险管控模式</b> .....	<b>132</b>
4.1 水电工程项目风险管控理论基础 .....	132
4.2 水电工程项目风险管控体系架构 .....	136
4.3 水电工程项目风险管控模式设计 .....	138
4.4 水电工程项目建设局风险管控机制设计 .....	140

<b>5 丰满水电站全面治理（重建）工程风险辨识分析技术</b> .....	144
5.1 风险辨识分析基础理论 .....	144
5.2 风险辨识系统模型 .....	145
5.3 水电工程项目风险辨识方法技术 .....	150
<b>6 丰满水电站全面治理（重建）工程风险分级评价技术</b> .....	154
6.1 风险分级评价理论基础 .....	154
6.2 风险因素的分级评价方法 .....	155
6.3 风险可接受原则和标准 .....	161
<b>7 丰满水电站全面治理（重建）工程风险管控方法体系</b> .....	163
7.1 风险控制概述 .....	163
7.2 风险管控方法体系设计 .....	163
7.3 风险管控方法体系构建 .....	168
<b>参考文献</b> .....	182

# 1 安全科学理论

## 1.1 基础术语及定义

安全科学是一门新兴科学，具有跨学科、交叉性、横断性、跨行业等特点，涉及人类生产和生活的各个方面。安全科学术语定义，是指对安全专业术语本质特征的内涵和界限的逻辑规定。正确的安全术语定义对认识安全事物规律有重要意义，它是认识安全活动规律的基础，它反映了安全事物的固有属性及本质属性。因此，为了更好地认知和理解安全科学的知识体系，首先须对安全科学基本术语的定义及内涵有明确的了解。

### 1.1.1 安全科学基本术语

#### 1. 安全 (Safety)

安全是人们最常用的词汇，从汉语字面上看，“安”指“无危则安”，不受威胁、没有危险等；“全”指“无损则全”，完满、完整、齐备，或指没有伤害、无残缺、无损坏、无损失等。显然，安全通常指人和物在社会生产生活实践中没有或不受或免除了侵害、损坏和威胁的状况。

定义1：安全泛指没有危险、不受威胁和不出事故的状态。

来源：《安全科学技术百科全书》，中国劳动社会保障出版社，2003。

定义2：安全指没有危险、不受威胁、不出事故，即消除能导致人员伤亡、发生疾病、死亡，或造成设备财产破坏、损失，以及危害环境的条件。

来源：《安全科学技术词典》，中国劳动出版社，1991。

定义3：安全是指导致损伤的危险程度在容许的水平，受损害的程度和损害概率较低的通用术语。

来源：《安全专业术语词典》，美国安全工程师学会（ASSE）。

定义4：安全指消除能导致人员伤亡、疾病或死亡，或引起设备、财产或经济破坏和损失，或危害环境的条件。“无危则安，无损则全”是安全的定性内涵。安全的定量表达则用“安全性”或“安全度”来反映，其数值表达为 $0 \leq S \leq 1$ 。

来源：《注册安全工程师手册》，化学工业出版社，2008。

定义5：安全指免除了不可接受的损害风险的状态。

来源：《职业健康安全管理体系 规范》（GB/T 28001—2001）。

目前，关于安全概念的理解可以分为两大类，即绝对安全观和相对安全观。

绝对安全观认为：安全就是无事故、无危险，指客观存在的系统无导致人员伤亡、疾病，无造成人类财产、生命及环境损失的条件。这一观点在相当长的历史时期内很盛行，目前仍有一部分生产管理人员、科研人员和工程技术人员的思想上有着深刻的烙印。在早期出版的一些典籍和教科书中也同样表明安全就是“无危险、无风险”的观点。绝对安全观表达了人们的一种愿望，从现实情况看，是很难实现的。

相对安全观认为：安全是指客体或系统对人类造成的可能的危害低于人类所能允许的承受限度的存在状态。美国哈佛大学的劳伦斯教授认为，安全就是被判断为不超过允许限度的危险性，也就是指没有受到伤害或危险，或损害概率低的通常术语。也有人认为，安全是相对于危险而言的，世界上没有绝对的安全。还有学者认为，安全是指在生产、生活过程中，能将人员和财产损失（损害）控制在可以接受水平的状态。也就是说，安全即意味着人员和财产遭受损失（损害）的可能性是可以接受的。如果这种可能性超过了可以接受的水平，即被认为是不安全的。

安全的本质是反映人、物以及人与物的关系，并使其实现协调运转。安全是事物遵循客观规律运动的表现形式、状态，是人按客观规律要求办事的结果；事故、灾害则是事物异常运动（隐患）经过量变积累而发生质变的表现形式，是人违背客观规律或不掌握客观规律而受到的惩罚、付出的代价。人们通过改变、防止事物异常运动的努力可以控制、预防事故或灾害的发生，使事物按客观规律运动，可以保证安全。然而，由于人类对危险的认识与控制受到许多社会、自然或自身条件的限制，安全是一个相对的概念，其内涵和标准随着人类社会变化而变化，不同的时代，人类面临的安全问题是不一样的，安全的内涵不断地演变。在人类社会的不同历史发展阶段，人类对安全内涵的理解和安全标准存在很大差异。总之，安全是一个相对的概念，是认识主体在某一限度内受到损伤和威胁的状态。

## 2. 事故（Accident）

在人们的生产或生活过程中，总会发生某些不期望、无意的，造成人的生命丧失、生理伤害、健康危害、财产损失或其他损害和损失的意外事件，这就是事故。研究安全科学的最终目标就是要控制事故风险，消除事故事件，因此，需要认识事故的概念。

定义1: 事故是一种发生人身伤害、健康损害或死亡的事件。

来源:《职业健康安全管理体系 要求》(GB/T 28001—2011)。

定义2: 事故是指个人或集体在为实现某一目的而进行活动的过程中, 由于突然发生了与人意志相反的情况, 迫使原来的行为暂时或永久地停止下来的事件。

来源:《安全工程师手册》, 四川人民出版社, 1995。

定义3: 事故是以人体为主, 在与能量系统有关的系列上, 突然发生的与人的希望和意志相反的事件。事故也可以定义为: 个人或集体在时间的进程中, 在为了实现某一意图而采取行动的过程中, 突然发生了与人的意志相反的情况, 迫使这种行动暂时地或永久地停止的事件。

来源:《劳动保护技术全书》, 北京出版社, 1992。

定义4: 广义上的事故, 指可能会带来损失或损伤的一切意外事件, 在生活的各个方面都可能发生事故。狭义上的事故, 指在工程建设、工业生产、交通运输等社会经济活动中发生的可能带来物质损失和人身伤害的意外事件。

来源:《现代劳动关系辞典》, 中国劳动社会保障出版社, 2000。

定义5: 事故是指个人或集体在时间进程中, 为实现某一意图而采取行动的过程中, 突然发生了与人的意志相反的情况, 迫使这种行动暂时地或永久地停止的事件。事故是以人体为主, 在与能量系统关联中突然发生的与人的希望和意志相反的事件。事故是意外的变故或灾祸。

来源:《安全科学技术百科全书》, 中国劳动社会保障出版社, 2003。

通常, 人们把事故定义为: 造成死亡、疾病、伤害、损坏或其他损失的意外情况。事故的损坏作用主要表现在三个方面: 对人的生命与健康造成损害, 对社会、企业、家庭的财产造成损失, 对环境造成损坏。后果非常轻微或未导致不期望后果的事故称为险肇事故或未遂事故。认真分析, 查找原因, 采取切实有力的措施将存在的薄弱环节予以消除或进行监控, 防止事故发生。

### 3. 危险 (Hazard)

危险和事故在逻辑上有一定关联, 都会导致人员伤亡或疾病, 或导致系统、设备、社会财富损失、损坏或环境破坏。但是危险并不等于事故, 它是导致事故的潜在条件, 危险是事故的前兆, 只有在一些触发事件刺激下, 危险才可能演变成事故。危险在一定的条件下可以转变成为事故, 危险与事故在逻辑上具有因果关系。

定义1: 危险是指有遭到不幸或造成灾难的可能; 不安全。

来源:《当代汉语词典》, 上海辞书出版社, 2001。

定义2: 危险是指具有威胁性的事件或在给定时间和地区范围内潜在的破坏性现象发生的概率。

来源:《英汉灾害管理相关基本术语集》, 中国标准出版社, 2005。

定义3: 危险 (Dangers), 并非指已造成实际的损害, 而是指极有可能造成损害, 是对受害人人身和财产很可能会造成损害的一种威胁。

来源:《资源环境法词典》, 中国法制出版社, 2005。

定义4: 危险是指未来灾害损失的不确定性, 包括发生与否, 发生的时间、后果与影响的不确定性。

来源:《中华金融辞库》, 中国金融出版社, 1998。

危险含有危险因素 (Hazardous Element, HE)、触发机理 (Initiating Mechanism, IM) 和威胁目标 (Target and Threat, T/T) 属性。危险因素属性是促进危险产生的根源, 如导致爆炸的危险的能量; 触发机理属性是指触发事件导致危险发生, 从而将危险转变为事故; 威胁目标属性是指人或设备面对伤害、损坏的脆弱性, 它反映了事故的严重度。

#### 4. 风险 (Risk)

谈及风险, 人们可能更多地将这个概念与金融、财务联系在一起, 生产安全领域风险的概念与它们是一致的, 风险是指某危害性事件发生的可能性 (Probability) 与其引起的伤害的严重程度 (Severity) 的结合。它体现的是由于生产过程中的不安全而产生的事故对企业造成的损失, 又称为事故风险 (Mishap Risk)。按风险来源, 风险可分为自然风险、社会风险、经济风险、技术风险和健康风险5类。

定义1: 目标的不确定性产生的结果。

注1: 这个结果是与预期的偏差——积极和/或消极。

注2: 目标可以有不同方面 (如财务, 健康和安, 以及环境目标), 可以体现在不同的层面 (如战略, 组织范围, 项目, 产品和流程)。

注3: 风险通常被描述为潜在事件和后果, 或它们的组合。

注4: 风险往往表达了对事件后果 (包括环境的变化) 与其可能性概率的联合。

来源: ISO 31000: 2009《风险管理—原则与实施指南》。

定义2: 风险是指对于给定地区及指定时间段, 由特定危险而造成的预期损失 (生命、人员受伤, 财产受损和经济活动中断)。按数学计算, 风险是特定灾害的危险概率与易损性的乘积。

来源:《英汉灾害管理相关基本术语集》, 中国标准出版社, 2005。

定义3: 风险是指可能发生的危险。

来源:《当代汉语词典》,上海辞书出版社,2001。

定义4: 事故风险(Accident Risk),从定性上说,事故风险指某系统内现存的或潜在的可能导致事故的状态,在一定条件下,它可以发展成为事故。从量上说,事故风险指由危险转化为事故的可能性,常以概率表示。事故风险通常被用来描述未来事件可能造成的损失,就是说它总涉及不可靠性和不能肯定的事件。

来源:《现代劳动关系辞典》,中国劳动社会保障出版社,2000。

定义5: 风险是指发生某种不利事件或损失的各种可能情况的总和。

来源:《新世纪企业家百科全书》,中国言实出版社,2000。

通常,人们用  $R = S \times P$  或  $R = S \cdot P$  来表示风险,其中,  $R$  表示风险,  $S$  表示损失,  $P$  表示发生概率,“ $\times$ ”和“ $\cdot$ ”是指逻辑相乘,并非真正数学意义上的“相乘”。

风险的概念表明: 风险是由两个因素确定,既要考虑后果,又要考虑其发生概率。例如,乘坐交通工具具有出现交通事故的可能,因而说乘坐交通工具有风险,但是乘飞机和乘汽车哪一个风险更小呢? 需要从风险两个维度综合比较。由此也说明,风险虽有大小、高低之分,但任何时候风险都不可能为零。因而,风险具有绝对性。

## 1.1.2 安全工程基本术语

### 1. 安全系统(Safety System)

安全系统是由人员、物质、环境、信息等要素构成的,达到特定安全标准和可接受风险度水平的,具有全面、综合安全功能的有机整体。安全系统要素相互联系、相互作用、相互制约,具有线性或非线性的复杂关系。其中,人员涉及生理、心理、行为等自然属性,以及意识、态度、文化等社会属性;物质包括机器、工具、设备、设施等方面;环境包括自然环境、人工环境、人际环境等;信息包括法规、标准、制度、管理等因素。

安全系统要素的内涵如图1-1所示,安全系统要素的结构关系如图1-2所示。

显然,安全系统是实现系统安全、功能安全的基础和条件。根据安全系统的线性及非线性特性,涉及7个子系统:人因子系统、机器子系统、环境子系统、人一机子系统、人一环境子系统、机一环境子系统、人一机一环境子系统。上述7个子系统是安全科学研究的基本对象。换言之,安全科学就是揭示上述7个子系统的安全规律、安全特性、安全理论、安全方法的科学,以实现系统或技术的安全功能和安全目标。



图 1-1 安全系统要素的内涵

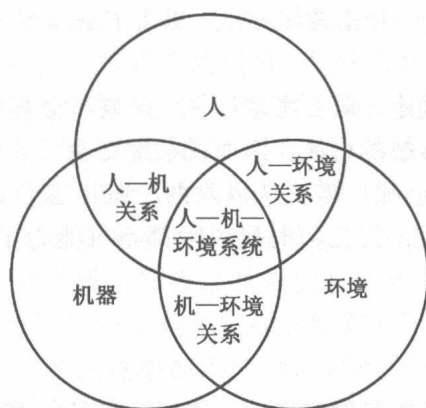


图 1-2 安全系统要素的结构关系

安全系统要素相互影响、相互依存、相互关联、相互作用，它们之间的关系是动态变化的，随着时间和空间的变化而变化，因而安全系统是一个十分复杂的巨系统、复合系统。人们期望了解和掌握安全系统的变化规律和状态现实，因此，首先需要认识如下安全系统的属性。

(1) 安全系统的客观性。在人们一般、惯性的思维方式中，客观性一般表现为物质性。安全系统作为一个抽象的系统，其客观性的表现就只能通过把观念性的东西转化为物质性、实体性的东西。概念性的东西是不会自动表现出其物质特性的，只能通过特定的条件，转化为物质的东西，才会表现出其客观性。例如，当消除了一次事故隐患，或者避免了一次事故时，人们才能体会到某些安全技术条件或安全规程存在的必要。这正是安全系统的构成要素。当事故频发的时候，面对这窘迫的现实，人们才体会到安全问题是系统工程问题，即只有用系统工程的理论和方法才能解决好安全问题。

(2) 安全系统的本质性。根据是否具有物理模型，可将系统区分为本征性系统和非本征性系统。本征性系统一般是不具有物理模型的客观抽象的系统，如经济系统、农业系统、生态系统等。从安全系统的定义可以看出，安全系统是本征性系统。对于本征性系统的研究，一般是采用某种观念、某种逻辑思维、某种推导等进行研究的。因此，安全系统的一切研究的出发点就只能以

安全这一抽象、相对、综合性的思维进行定义、判断和推演。

(3) 安全系统的目的性。任何系统都是有其功能和目的要求，没有目的的系统是不存在的，安全系统同样也具有目的性。安全系统的目的就是保证与系统时空条件下相适应的安全度。所谓安全度可解释为特定时间、空间条件下可接受的或满意的安全程度。具体地说，安全系统的目的性就是针对保护系统的要求和标准，通过与之相适应、相协调的各种安全措施或方式，实现保护系统和子系统的安全性。安全系统在具有一般系统共有的目的性的同时，还具有其独特的性质，即综合性和模糊性。综合性表现在安全系统所追求的目标是整体的安全，而不是局部的、片面的安全，用一般的安全指标难以反映出系统的整体安全。模糊性则在于安全系统本身具有动态性和灰色性，动态的安全系统决定其目标必然具有模糊性和变化的特性。

(4) 安全系统的环境性。在研究安全系统时，必须指出安全系统所界定的范围。安全系统之所以具有特殊性，就是安全系统把某些特定的环境因素纳入其系统范围之内，即安全系统是由人、机、环境组成的。既然安全系统把环境作为其组成部分，是否可以说，安全系统作为一个系统，就不需要跟外界进行物质、能量、信息的交换？答案是否定的。所谓“外界”，指相对于安全系统的外部环境或相关系统。所以说，安全系统仍是处于更广义的“环境”之内，或相邻系统之中，只是“环境”不是安全系统所含的环境，而是处于安全系统之外的环境。安全系统的环境是相对的，随着人类社会的发展，安全系统所研究的环境将越来越大，这必然会使安全系统处于一个更大的环境之内。

(5) 安全系统的结构性。安全系统能否完成其整体安全的功能，往往取决于安全系统的结构。不同等级的安全系统结构决定其具有的完成整体安全功能的能力。安全系统是个多因素、多层次的复杂系统，其结构性必然表现在安全系统因素和层次的有机组合，从而具有一定的功能水平。

安全系统的功能将随着安全系统结构等级的不同而具有相应的功能水平，结构等级越高，相应的安全功能越强大，系统就越安全，反之则越危险。而且，随着结构的破坏，安全系统将伴随着事故的发生。

可以说，安全科学技术学科的任务就是为了实现安全系统的优化和安全水平的最大化。特别是安全信息和管理，更是控制人、机、环境三要素，以及协调人一机、人一环境、人一机一环境关系的基础和载体。

一个重要的认识是，不仅要从安全系统的单个要素出发，研究和分析系统的元素，如安全教育、安全行为科学研究和分析人的要素，安全技术、职业健康研究物的要素。更有意义的是要从整体出发研究安全系统的结构、关系和运

行过程等，系统安全工程、安全人机工程、安全科学管理等则能实现这一要求和目标。

## 2. 安全技术 (Safety Technology)

技术是指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法与技能，是解决人类所面对的生产、生活问题的方式、方法、手段。对于安全技术这个概念，不同的资料有不同的说法。

定义1：安全技术指为保证职工在生产过程中的人身设备安全，形成良好的劳动条件与工作环境所采用的技术，由于行业、工种及作业环境、劳动条件的不同，安全技术的内容是很广泛的，如防护、保险、检修、通风、除尘、降温、防火、防爆、防毒等技术。

来源：《现代管理辞典》，辽宁人民出版社，1987。

定义2：安全技术是指在人们从事生产的过程中，为预防和消除人身和设备事故，保障生产者及其他人员安全的技术措施。

来源：《中国卫生管理辞典》，中国科学技术出版社，2001。

定义3：安全技术是指为防止有害生产因素对操作人员造成危害而建立的技术措施、设置、系统和组织措施。它针对生产中的不安全因素，采用控制措施，以预防伤亡事故的发生。

来源：《现代劳动关系辞典》，中国劳动社会保障出版社，2000。

定义4：安全技术是指在生产过程中为防止各种伤害，以及火灾、爆炸等事故，并为职工提供安全、良好的劳动条件而采取的各种技术措施。

来源：《中国大百科全书》（经济学卷）。

定义5：安全技术指在生产过程中，为了防止和消除伤亡事故，保障职工安全，企业根据生产的特点和各个生产环节的需要而采取的各种技术措施。采取安全技术的目的，在于消除生产环境、机器设备、工艺过程、劳动组织和操作等方面的不安全因素，以避免发生人身或设备事故，保证企业生产的正常进行。

来源：《建筑经济大辞典》，上海社会科学院出版社，1990。

安全技术的任务有：①分析造成各种事故的原因；②研究防止各种事故的办法；③提高设备的安全性；④研讨新技术、新工艺、新设备的安全措施。各种安全技术措施，都是根据变危险作业为安全作业、变笨重劳动为轻便劳动、变手工操作为机械操作的原则，通过改进安全设备、作业环境或操作方法，达到安全生产的目的。

安全技术措施的内容很多，例如，机器设备的传动部分或工作部分装设安

全防护装置；升降、起重机械，锅炉、压力容器等装设保险装置和信号装置；电气设备安装防护性接地和防止触电的设备；为减轻繁重劳动或危险操作而采取的辅助性机械设施；为防止坠落而设置的防护装置等。安全防护装置的作用，在于一旦出现操作失误时，仍能保证劳动者的安全。

安全技术措施必须针对具体的危险因素或不安全状态，以控制危险因素的生成与发展为重点，以控制效果作为评价安全技术措施的唯一标准。其具体标准有如下几个方面：

(1) 防止人失误的能力。能有效地防止工艺过程、操作过程中导致严重后果的人失误。

(2) 控制人失误后果的能力。出现人失误或险情，也不致发生危险。

(3) 防止故障或失误传递的能力。发生故障、出现失误，能够防止引起其他故障和失误，避免故障或失误的扩大与恶化。

(4) 至少有两次相互独立的失误、故障同时发生才能引发事故的保证能力。

(5) 承受能量释放的能力。对偶然、超常的能量释放，有足够的承受能力，或具有能量的再释放能力。

(6) 防止能量蓄积的能力。采用限量蓄积和溢放，随时卸掉多余能量，防止能量释放造成伤害。

在当代，由于工业的迅猛发展，在安全技术上，安全系统工程、人机工程(ergonomics)等在许多国家中已得到了迅速发展，事故预测和事故控制技术也得到了广泛的应用。

### 3. 安全工程 (Safety Engineering)

从学科的角度，安全工程是跨门类、多学科的综合性的技术科学；从技术的角度，安全工程主要包括安全防护技术、事故预测预警技术、事故控制技术、安全检测检验技术、应急救援技术；从管理工程的角度，安全工程包括职业安全管理工程、职业健康管理工程等。

安全工程是个不断发展的学科，因而，当前还没有一致的、公认的定义。

《注册安全工程师》中给了安全工程如下解释：“安全工程是对各种安全技术和方法的高度概括与提炼，是防御各种灾害和事故过程中所采用的、以保证人的身心健康和生命安全以及减少物质财富损失为目的的安全技术理论及专业技术手段的综合学问。在安全学科技术体系结构中，安全工程是包括消防工程、爆炸安全工程、安全设备工程、安全电气工程、安全检测与监控技术、部门安全工程及其他学科在内的安全科学的技术科学学科体系。安全工程