



高等教育“十二五”规划教材

化工实习

Huagong Shixi

主 编 曾坚贤 彭青松

中国矿业大学出版社



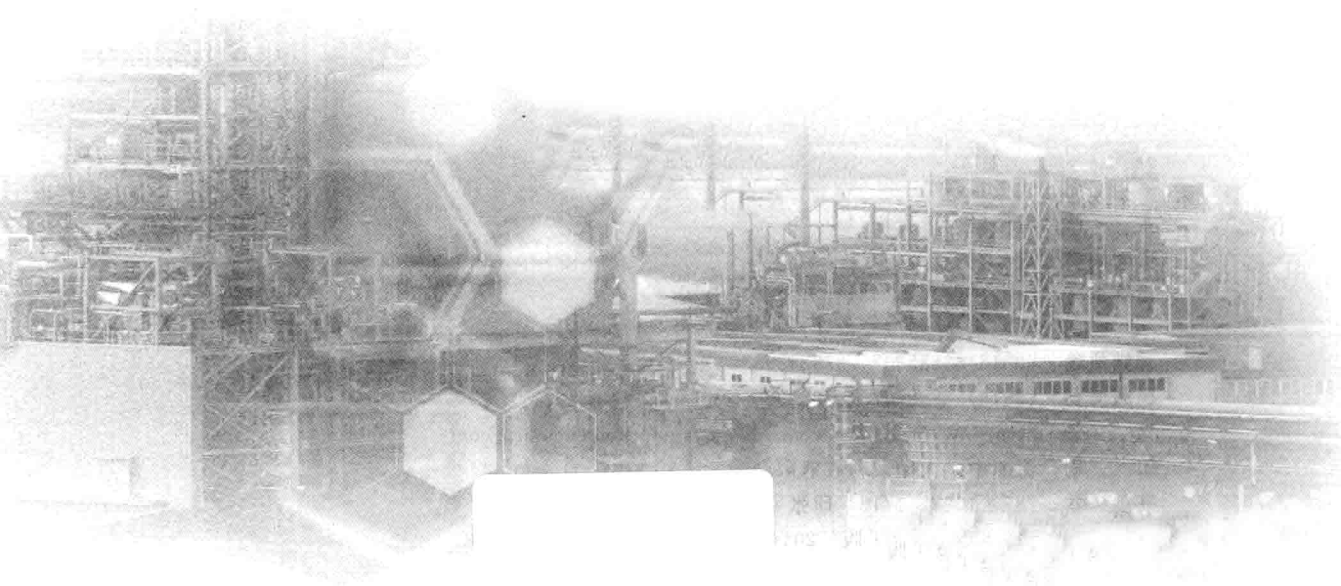
高等教育“十二五”规划教材

化工实习

Huagong Shixi

主 编 曾坚贤 彭青松

副主编 刘爱华 刘 峰 申少华 周 虎



中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了化工安全知识、烧碱、氯气、聚氯乙烯、钛白粉、硫酸、合成氨、石油炼制、煤焦化等内容,主要结合中盐湖南株洲化工集团有限公司的生产现状,阐述了各化工产品的性质、种类、用途、原材料及其规格要求和生产技术,其中生产技术是本书重点内容,针对各化工产品生产技术,详细介绍了生产原理、工艺流程、主要设备、生产安全与防护等,每章后配有思考题。本书系统性、知识性和实用性强,通俗易懂,可供高等学校化工类专业师生使用,也可供相关专业技术人员、生产操作人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工实习 / 曾坚贤, 彭青松主编. — 徐州: 中国矿业大学出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5646-2329-6

I. ①化… II. ①曾…②彭… III. ①化工过程—实习—高等学校—教学参考资料 IV. ①TQ02-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 086198 号

书 名 化工实习
主 编 曾坚贤 彭青松
责任编辑 周 红
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 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 380 千字
版次印次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

— 前 言 —

化工类专业实习环节是该类专业培养方案中的重要组成部分,一般包括认识实习、生产实习和毕业实习。通过在生产一线的学习,学生能够了解、熟悉化工企业产品的生产原理、工艺流程、主体设备及三废治理等,能够加深对书本知识的理解,将理论与实践相结合。

根据教育部《关于公布地方所属高校“本科教学工程”大学生校外实践教育基地建设项目的通知》(教高司函[2013]48号),“湖南科技大学—中盐湖南株洲化工集团有限公司校企合作人才培养示范基地”获教育部立项建设,该书主要以中盐湖南株洲化工集团有限公司的生产技术为背景,依据实习大纲的要求编写而成,以供学生使用。

本书共分为9章,分别介绍了化工安全知识及实习制度、烧碱、氯气、聚氯乙烯、钛白粉、硫酸、合成氨、石油炼制和煤焦化,除第1章外,其他各章基本按照生产原理、工艺流程、主要设备、生产安全与防护等顺序编写,所涉及的相关内容大多来自生产实际,适用于化学工程与工艺、能源化学工程、应用化学、制药工程、材料化学、环境工程及化学等专业的实习教学,也可为相关企业进行人员培训提供参考。

参与编写本书的有湖南科技大学曾坚贤、申少华、周虎、刘国清、张金斌、陈华俊、郭倩楠、喻谢、钱朝辉,中盐湖南株洲化工集团有限公司彭青松、刘爱华、刘峰、伍焕、周咏梅、曾佳、刘新民、陈雪松。全书由曾坚贤、彭青松担任主编,拟定编写大纲,组织编写。感谢中盐湖南株洲化工集团有限公司和湖南科技大学化学化工学院的大力支持。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请同行和读者批评指正。

编者

2014年4月

— 目 录 —

第 1 章 化工安全知识及实习制度	1
1.1 化工安全知识	1
1.1.1 化工安全生产的重要性	1
1.1.2 化工安全生产规章制度	2
1.1.3 化学品的危害及其防治	8
1.1.4 防火防爆	13
1.1.5 防尘	18
1.1.6 防触电	21
1.1.7 防机械伤害	23
1.1.8 安全色标	25
1.2 化工实习制度	27
1.2.1 实习的任务与目的	27
1.2.2 实习的基本要求	27
1.2.3 实习内容	28
1.2.4 考核方式与评分方法	28
第 2 章 烧碱	29
2.1 烧碱的性质	29
2.1.1 烧碱的物理性质	29
2.1.2 烧碱的化学性质	29
2.2 烧碱的用途	30
2.3 原材料及其规格要求	30
2.3.1 原盐	30
2.3.2 纯碱	31
2.3.3 盐酸	31
2.3.4 高纯盐酸	31
2.3.5 氢氧化钠	32

2.3.6	离子膜碱	32
2.3.7	无离子水	32
2.4	离子交换膜的种类和性能	32
2.4.1	杜邦(Du Pont)Nafion 膜	32
2.4.2	旭硝子 Flemion 膜	33
2.4.3	旭化成 Aciplex 膜	33
2.5	离子膜法生产烧碱工艺概述	33
2.6	盐水工段	34
2.6.1	生产原理	34
2.6.2	工艺流程	35
2.6.3	主要设备	37
2.6.4	生产安全与防护	41
2.7	电解工段	42
2.7.1	生产原理	42
2.7.2	工艺流程	42
2.7.3	主要设备	43
2.7.4	生产安全与防护	44
2.8	蒸发工段	45
2.8.1	生产原理	45
2.8.2	工艺流程	45
2.8.3	主要设备	46
2.8.4	生产安全与防护	48
	思考题	48

第3章	氯气	50
3.1	氯气的性质	50
3.2	氯气的用途	51
3.3	液氯工段	53
3.3.1	生产原理	53
3.3.2	工艺流程	53
3.3.3	主要设备	54
3.3.4	生产安全与防护	57
3.4	氯化氢工段	59
3.4.1	生产原理	59
3.4.2	工艺流程	60

3.4.3 主要设备	62
3.4.4 生产安全与防护	64
思考题	65
第4章 聚氯乙烯	66
4.1 聚氯乙烯的性质	66
4.2 聚氯乙烯产品的分类和命名	67
4.2.1 聚氯乙烯的分类	67
4.2.2 聚氯乙烯的命名	67
4.3 聚氯乙烯的用途	68
4.3.1 聚氯乙烯异型材	68
4.3.2 聚氯乙烯管材	68
4.3.3 聚氯乙烯膜	68
4.3.4 PVC硬材和板材	68
4.3.5 PVC一般软质品	68
4.3.6 聚氯乙烯包装材料	68
4.3.7 聚氯乙烯护墙板和地板	69
4.3.8 聚氯乙烯日用消费品	69
4.3.9 PVC涂层制品	69
4.3.10 PVC泡沫制品	69
4.3.11 PVC透明片材	69
4.3.12 其他	69
4.4 原材料及其规格要求	70
4.4.1 电石(CaC_2)	70
4.4.2 HCl	70
4.4.3 Cl_2	70
4.4.4 N_2	70
4.4.5 NaOH	70
4.4.6 HgCl_2	70
4.4.7 活性炭	70
4.4.8 HgCl_2 触媒	70
4.4.9 分散剂	71
4.4.10 反应调节剂: β -巯基乙醇	71
4.4.11 终止剂:丙酮缩氨基脲	71
4.4.12 引发剂	72

4.4.13	NH_4HCO_3	72
4.4.14	无离子水	72
4.5	电石法生产聚氯乙烯流程	72
4.6	乙炔工段	72
4.6.1	生产原理	72
4.6.2	影响发生的因素	73
4.6.3	工艺流程	73
4.6.4	主要设备	74
4.6.5	乙炔清净	76
4.6.6	乙炔发生工序的生产安全与防护	76
4.7	氯乙烯工段	78
4.7.1	生产原理	78
4.7.2	生产工艺流程	79
4.7.3	主要设备	81
4.7.4	粗氯乙烯净化与压缩系统	82
4.7.5	氯乙烯精馏	83
4.8	氯乙烯聚合工段	85
4.8.1	生产原理	85
4.8.2	影响聚氯乙烯聚合的因素	87
4.8.3	氯乙烯悬浮聚合	89
4.8.4	PVC树脂浆料汽提系统	89
4.8.5	PVC树脂浆料的离心分离系统	90
4.8.6	PVC树脂干燥系统	92
4.8.7	氯乙烯聚合生产安全与防护	93
	思考题	94

第5章	钛白粉	95
5.1	钛白粉的性质、种类和用途	95
5.1.1	钛白粉简介	95
5.1.2	二氧化钛的物理性质	95
5.1.3	二氧化钛的化学性质	96
5.1.4	钛白粉的主要用途	96
5.2	原材料及其规格要求	97
5.2.1	主要生产原材料	97
5.2.2	辅助生产原材料	97

5.2.3 后处理原料	97
5.3 硫酸法生产钛白粉工艺概述	98
5.4 酸解工段	98
5.4.1 生产原理	98
5.4.2 工艺流程	99
5.4.3 主要设备	100
5.4.4 生产安全与防护	100
5.5 沉降工段	101
5.5.1 生产原理	101
5.5.2 工艺流程	101
5.5.3 主要设备	103
5.5.4 生产安全与防护	103
5.6 板框过滤工段	104
5.6.1 生产原理	104
5.6.2 工艺流程	104
5.6.3 主要设备	105
5.6.4 生产安全与防护	105
5.7 真空结晶工段	106
5.7.1 生产原理	106
5.7.2 工艺流程	106
5.7.3 主要设备	106
5.7.4 生产安全与防护	107
5.8 圆盘分离工段	108
5.8.1 生产原理	108
5.8.2 工艺流程	108
5.8.3 主要设备	108
5.8.4 生产安全与防护	109
5.9 浓缩工段	109
5.9.1 生产原理	109
5.9.2 工艺流程	109
5.9.3 主要设备	109
5.9.4 生产安全与防护	110
5.10 水解工段	110
5.10.1 生产原理	110
5.10.2 工艺流程	110

5.10.3	主要设备	111
5.10.4	生产安全与防护	111
5.11	水洗工段	112
5.11.1	生产原理	112
5.11.2	工艺流程	112
5.11.3	主要设备	113
5.11.4	生产安全与防护	113
5.12	漂白工段	113
5.12.1	生产原理	113
5.12.2	工艺流程	113
5.12.3	主要设备	114
5.12.4	生产安全与防护	115
5.13	盐处理工段	115
5.13.1	生产原理	115
5.13.2	工艺流程	115
5.13.3	主要设备	116
5.13.4	生产安全与防护	117
5.14	煅烧工段	117
5.14.1	生产原理	117
5.14.2	工艺流程	118
5.14.3	主要设备	119
5.14.4	生产安全与防护	119
5.15	粉碎包装工段	120
5.15.1	生产原理	120
5.15.2	工艺流程	120
5.15.3	主要设备	121
5.15.4	生产安全与防护	121
5.16	废气治理	122
5.16.1	酸解废气治理	122
5.16.2	煅烧尾气处理	122
思考题		123

第6章 硫酸 124

6.1 硫酸的性质 124

6.1.1 物理性质 124

6.1.2 化学性质	126
6.2 硫酸的用途	126
6.2.1 工业用途	126
6.2.2 农业用途	128
6.3 用硫黄生产硫酸	129
6.3.1 原材料及其规格要求	129
6.3.2 用硫黄生产硫酸工艺概述	129
6.3.3 溶硫和液硫过滤工段	130
6.3.4 转化工段	133
6.3.5 吸收工段	135
6.3.6 废热回收工艺流程	138
6.4 用硫铁矿生产硫酸	139
6.4.1 原材料及其规格要求	139
6.4.2 用硫铁矿生产硫酸工艺概述	139
6.4.3 原料矿的预处理	139
6.4.4 硫铁矿焙烧工段	140
6.4.5 炉气净化工段	142
6.4.6 二氧化硫转化工段	143
6.4.7 三氧化硫吸收工段	145
思考题	147
第7章 合成氨	148
7.1 氨气的性质和用途	148
7.2 原材料及其规格要求	148
7.3 合成氨生产工艺概述	149
7.4 造气工段	150
7.4.1 生产原理	150
7.4.2 工艺流程	151
7.4.3 主要设备	152
7.4.4 生产设施及工艺安全	154
7.5 脱硫工段	154
7.5.1 生产原理	154
7.5.2 工艺流程	155
7.5.3 主要设备	157
7.5.4 生产安全与防护	158

7.6 变换工段	158
7.6.1 生产原理	158
7.6.2 工艺流程	159
7.6.3 主要设备	160
7.6.4 生产安全与事故防护	160
7.7 脱碳工段	161
7.7.1 生产原理	162
7.7.2 工艺流程	162
7.7.3 主要设备	164
7.7.4 生产安全与事故防护	164
7.8 铜洗工段	165
7.8.1 生产原理	165
7.8.2 工艺流程	166
7.8.3 主要设备	167
7.8.4 安全生产操作规程	167
7.9 合成工段	169
7.9.1 生产原理	169
7.9.2 工艺流程	169
7.9.3 主要设备	170
7.9.4 安全生产措施与防护	170
思考题	172
 第8章 石油炼制	 173
8.1 石油的组成	173
8.1.1 石油的烃类组成	174
8.1.2 石油的非烃类组成	174
8.1.3 石油的馏分组成	175
8.2 石油的性质	176
8.2.1 石油的颜色	177
8.2.2 石油的臭味	177
8.2.3 石油的密度	177
8.2.4 石油的黏度	177
8.2.5 石油的荧光反应	178
8.2.6 石油的旋光性	178
8.2.7 石油的溶解性	178

8.2.8 石油的凝固点与含蜡量	178
8.2.9 石油的燃烧特性	178
8.3 石油的主要产品及分类方法	179
8.3.1 石油的主要产品	179
8.3.2 原油的分类方法	181
8.4 石油炼制概述	184
8.5 常减压蒸馏	185
8.5.1 生产原理	185
8.5.2 工艺流程	185
8.5.3 主要设备	186
8.5.4 常减压蒸馏操作安全技术	188
8.6 催化裂化	189
8.6.1 生产原理	189
8.6.2 工艺流程	189
8.6.3 主要设备	192
8.6.4 生产安全与防护	193
8.7 催化重整	194
8.7.1 生产原理	194
8.7.2 工艺流程	195
8.7.3 主要设备	198
8.7.4 生产安全与防护	201
8.8 催化加氢	201
8.8.1 生产原理	202
8.8.2 工艺流程	203
8.8.3 主要设备	207
8.8.4 生产安全与防护	209
思考题	210
第9章 煤焦化	211
9.1 炼焦原理	211
9.2 炼焦的主要产品和用途	211
9.2.1 性质	211
9.2.2 用途	212
9.3 炼焦用煤原材料规格要求	212
9.3.1 煤种分类	212

9.3.2 配合煤的质量指标	213
9.4 生产工艺概述	214
9.5 炼焦工段	215
9.5.1 生产原理	215
9.5.2 工艺流程	216
9.5.3 主要设备	217
9.5.4 生产安全与防护	217
9.6 煤气初冷工段	218
9.6.1 生产原理与流程	218
9.6.2 工艺流程图	218
9.6.3 主要设备	218
9.7 脱硫工段	219
9.7.1 生产原理	219
9.7.2 工艺流程	220
9.7.3 主要设备	221
9.8 硫铵工段	221
9.8.1 生产原理	221
9.8.2 工艺流程	222
9.8.3 主要设备	222
9.9 脱苯工段	223
9.9.1 生产原理	223
9.9.2 工艺流程	223
9.9.3 主要设备	224
思考题	224

参考文献	225
------------	-----

第1章 化工安全知识及实习制度

1.1 化工安全知识

1.1.1 化工安全生产的重要性

安全生产事关职工的生命安全和企业财产安全,是事关企业发展和社会稳定的大事。化工安全生产是确保企业提高经济效益和促进生产稳定、快速发展的重要保证。化工安全生产有以下五方面重要性:

(1) 安全生产是党和国家一贯的方针政策

我国政府重视各类企业的安全生产,各地相继成立了安全生产管理机构“安全生产监督管理局”,制定了相关的法律、法规,以防止和减少事故的发生。同时,关注并保护劳动者在生产过程中的安全、健康,保护劳动者在生产劳动中的安全,把安全问题看成政治问题,加快安全立法工作,均说明我们党和国家对安全生产工作的重视,对广大劳动者的关心、爱护,也说明了搞好企业安全生产的重要性。

(2) 安全生产是杜绝安全事故发生的基本保证

化工生产不安全因素,大致有以下几方面:

- ① 易燃、易爆、易腐蚀、有毒、有害等危险化学品物质多;
- ② 高温、高压设备,电气设备多;
- ③ 生产工艺非常复杂,条件非常苛刻,操作过程要求十分严格;
- ④ 工艺、设备、技术状况不稳定,隐患多;
- ⑤ 三废多,环境污染严重。

(3) 安全生产是企业生产发展、提高经济效益的重要条件

没有一个可靠的安全生产基础,企业要想发展和提高经济效益是不可能的。生产必须安全,安全促进生产,讲效益,必须讲安全,这是必须遵循的客观规律。

(4) 安全生产是保障职工个人及其家庭幸福的需要

生产劳动是人类社会赖以生存和发展的基础,保护劳动者自身在生产过程中的安全和健康,是人类最基本的需要之一,也是人类最基本的合法权益,“以人为本、安全第一”、“关

爱生命、遵章守规”、“珍爱生命、善待生命、珍惜健康”。

安全是人类本能的需要,安全生产是劳动者在生产过程中安全需要的具体反映。安全生产与每个职工和每个家庭有关,安全生产,人人有责,家家有关,关注自己,关注他人的生命安全,实现安全生产、文明生产。

(5) 安全生产是保证社会稳定的重要因素

无数事实说明,发生事故所产生的严重后果,不仅影响经济的发展,而且会对社会造成不良后果,造成社会不安定、不团结,影响国家政策的贯彻、实施(计划生育难、招工难、留人难等),如处理不当,就会激化矛盾,影响社会安定、团结。

1.1.2 化工安全生产规章制度

安全生产规章制度的建立是来自科学和生产活动实践的经验总结,是保障职工的人身安全和健康的重要方式,是制裁和打击各种危害安全行为的主要武器,是提高企业经济效益的重要保证。搞好安全生产,必须执行安全生产制度,尊重科学,按照客观规律办事。否则,生产秩序就无法维持,生产就无法正常进行,职工的人身安全就得不到保障,企业就难以实现较好的经济效益和社会效益。

1.1.2.1 安全生产方针

安全生产方针,是我国对安全生产工作所提出的一个总的要求和指导原则,它为安全生产指明了方向。要搞好安全生产,就必须有正确的安全生产方针。我国的安全生产方针是“安全第一、预防为主”。

“安全第一”是安全生产方针的基础,它就是告诉经济管理部门和生产企业的领导者,要高度重视安全,要将安全生产当头等大事来抓。“安全第一”就是强调安全生产是任何部门和企业的头等大事,我们干一切工作都必须牢固树立安全第一的思想,始终把安全放在首位,当生产与安全发生矛盾时,生产要服从安全,确立以人为本、安全第一的思想,自觉贯彻安全生产方针。“预防为主”是安全生产方针的核心,是实现“安全第一”的前提,要实现“安全第一”,就要做到“预防为主”,防患于未然,把安全事故和职业危害消灭在发生之前。“预防为主”是实施安全生产的根本途径。

1.1.2.2 安全生产法律法规与规章制度简介

劳动安全法规,是国家、政府和企业为了保护劳动者在生产劳动过程中安全与健康、保证劳动条件的改善所制定的各种法律规范。

安全生产法规一般由国家立法、政府立法、企业立法三个方面所组成。

(1) 国家立法

① 宪法

《中华人民共和国宪法》第四十二条明确规定了中华人民共和国公民有劳动的权利和义务。国家通过各种途径,创造劳动就业条件,加强劳动保护,改善劳动条件,并在发展生产的基础上,提高劳动报酬和福利待遇。国家对就业前的公民进行必要的劳动就业训练。

② 刑法

《中华人民共和国刑法》第一百三十四条:在生产、作业中违反有关安全管理的规定,因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果的,处三年以下有期徒刑或者拘役;情节特别恶劣的,处三年以上七年以下有期徒刑,强令他人违章冒险作业,因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果的,处五年以下有期徒刑或者拘役;情节特别恶劣的,处五年以上有期徒刑。

第一百三十五条:工厂、矿山、林场、建筑企业或者其他企业、事业单位的劳动安全设施不符合国家规定,经有关部门或者单位职工提出后,对事故隐患仍不采取措施,因而发生重大伤亡事故或者造成其他严重后果的,对直接责任人员,处三年以下有期徒刑或者拘役;情节特别恶劣的,处三年以上七年以下有期徒刑。

第一百三十六条:违反爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的管理规定,在生产、储存、运输、使用中发生重大事故,造成严重后果的,处三年以下有期徒刑或者拘役;后果特别严重的,处三年以上七年以下有期徒刑。

第一百三十七条:建设单位、设计单位、施工单位、工程监理单位违反国家规定,降低工程质量标准,造成重大安全事故的,对直接责任人员,处五年以下有期徒刑或者拘役,并处罚金;后果特别严重的,处五年以上十年以下有期徒刑,并处罚金。

③ 劳动法

《中华人民共和国劳动法》(以下简称《劳动法》)于1994年7月5日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过,于1995年1月1日起施行,共有十三章一百零七条款。《劳动法》对劳动安全卫生都有明确的规定,如第四章中规定了劳动者的工作时间和休息休假;第六章中规定了有关劳动安全卫生的事项,在第五十二条中规定:用人单位必须建立、健全劳动安全卫生制度,严格执行国家劳动安全卫生规程和标准,对劳动者进行劳动安全卫生教育,防止劳动过程中的事故,减少职业危害。在第五十三条中规定:劳动安全卫生设施必须符合国家规定的标准。新建、改建、扩建工程的劳动安全卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。在第五十四条中规定:用人单位必须为劳动者提供符合国家规定的劳动安全卫生条件和必要的劳动防护用品,对从事有职业危害作业的劳动者应当定期进行健康检查。在第五十五条中规定:从事特种作业的劳动者必须经过专门培训并取得特种作业资格。在第五十六条中规定:劳动者在劳动过程中必须严格遵守安全操作规程。劳动者对用人单位管理人员违章指挥,强令冒险作业,有权拒绝执行;对危害生产安全和身体健康的行为,有权提出批评、检举和控告;在第七章中专门规定了对女职工和未成年工的特殊保护。

④ 安全生产法

《中华人民共和国安全生产法》由中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议于2002年6月29日通过,于2002年11月1日起施行,共有七章九十七条。它是我们每个企业安全生产的准则,是企业必须执行的法规。