

建材行业特有工种职业技能培训教材

SHUINI SHENGCHAN
XUNJIANGONG

水泥生产巡检工

(第 2 版)

主编 彭宝利
顾问 范令惠
李 薇

中国建材工业出版社

建材行业特有工种职业

水泥生产巡检工(第2版)

主编 彭宝利

顾问 范令惠

李 薇

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

水泥生产巡检工/彭宝利主编. —2版. —北京:
中国建材工业出版社, 2014. 1

建材行业特有工种职业技能培训教材

ISBN 978-7-5160-0671-9

I. ①水… II. ①彭… III. ①水泥工业—机械设备—
检测—技术培训—教材 IV. ①TQ172. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 294356 号

内 容 简 介

水泥生产巡检工是指从事水泥生产设备检查、维护和保养的人员。主要工作内容有:按照巡检路线定时检查生产设备的温度、振动响声、电流、风压等参数,判断生产设备运行状况;按照规范要求对生产设备进行维护、保养;保持与中央控制室的联系,发现和处理设备故障;配合专业人员进行设备的维修和新设备的调试;保持设备和岗位的环境卫生整洁;填写巡检记录。本书是根据国家劳动与社会保障部颁布的国家职业标准《水泥生产巡检工》中的考核内容,为从事新型干法水泥生产设备巡检和维护保养的人员考核晋级而编写的培训、技能鉴定教材。全书包含新型干法水泥工艺过程及生产设备知识、设备巡检及维护和保养、维修、安装与调试、技术管理和培训指导等理论知识和技能要求,既突出了水泥生产设备的主流技术,又兼顾了各水泥厂技术水平差异,同时还考虑了发展趋势,具有鲜明的职业性、实践性、应用性和职业教育时代特征。

本书可作为水泥厂巡检岗位的技术培训、技能晋级用书,还可作为职业院校材料工程技术专业和高等学校无机非金属材料专业的教学、生产实习及毕业设计参考用书。

水泥生产巡检工(第2版)

彭宝利 主编

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街6号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.5

字 数:430千字

版 次:2014年1月第2版

印 次:2014年1月第1次

定 价:68.00元

本社网址:www.jecbs.com.cn 微信公众号:zgjcgychs

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906

序

建筑材料是古老、用量最大的材料,也是不断发展、不断更新,具有强大生命力的材料。历史的沿革形成了我国建筑材料工业由三大部分组成的格局,即建筑材料及制品(包括水泥、平板玻璃、建筑与卫生陶瓷和房屋材料等)、无机非金属材料 and 矿物材料。建筑材料工业是我国国民经济的支柱产业之一,具有重要的地位和作用。

改革开放以来,我国建筑材料工业取得了突飞猛进的发展,技术水平和生产装备有了较大的提高,产量迅速增长,如水泥和平板玻璃的产量都已居世界第一,品种也不断增加。在产量增长的同时,产业工人队伍也迅速壮大,但是建筑材料工业的关键生产岗位,还缺少一支以高级工、技师为骨干,中级工为主体,结构合理、技术精湛、掌握现代化生产技术的产业工人队伍。

为进一步提高劳动者的素质,完善国家职业标准体系,满足职业教育培训,为职业技能鉴定工作提供科学、规范的依据,劳动和社会保障部根据《中华人民共和国劳动法》的有关规定,要求各行业依照《中华人民共和国职业分类大典》,制定各职业的国家标准。到目前为止,建材行业已制定了19个国家职业标准。近几年的职业技能鉴定人数每年都在万人以上。

为提高职业培训和职业技能鉴定质量,生产企业和建材职业技能鉴定站要求编写、出版与职业标准相对应的职业技能培训教材。一些主编国家职业标准的老师,根据自己多年的教学和生产实践经验,主动承担了职业技能培训教材的主编工作。这套培训教材图文并茂、由浅入深、通俗易懂,便于从业人员自学,快速掌握本职业的基本理论知识和技能。老师们在编写过程中得到相关企业的支持,对此我们表示衷心感谢。

这套职业技能培训教材可作为生产企业技术岗位培训和技能晋级用书,还可作为职业院校建材类专业和高等院校无机非金属材料专业实践教学、生产实习的参考用书。

范令惠
李 薇

第2版前言

水泥制造是一个十分复杂的过程,从生料制备到熟料煅烧再到水泥制成,直至水泥出厂,需要用到上百种设备,这些设备的正常运转是确保水泥生产优质、高效、低耗的重要条件。为充分发挥每一台设备的效能,提高运转率,降低故障或事故率及维修成本,以设备状态监测、维护保养和隐患故障发现与排除为主要内容的设备巡检在水泥生产过程中的地位极为重要,因而迫切需要能与中控室操作员相互配合,具备机、电、工艺等专业基础知识,掌握电工、电焊、钳工、仪表等基本技能的设备巡检人员。本书自2012年2月第1版与读者见面以来,由于它的直观性、可读性和实用性,受到了水泥生产巡检工的普遍欢迎。为满足水泥行业的这一需求,我们与长期从事水泥生产工艺及设备管理的工程技术人员一起,按照国家职业标准《水泥生产巡检工》及工厂实际,以初级工(国家职业资格五级)、中级工(国家职业资格四级)、高级工(国家职业资格三级)、技师(国家职业资格二级)巡检岗位能力要求为目标,以巡检岗位线路为主线编写,在第1版的基础上作了进一步完善和补充,使之更加贴近岗位,实用性强。

本书采用与其他专业教材不同的写法:以问题引出内容,并辅以大量形象直观的工艺及设备的立体图、剖视图,让学生学习起来容易接受、少走弯路,教师指导学生实习也能很快进入角色。

本书由唐山学院彭宝利教授主编,河北联合大学机械学院高级工程师王家金担任副主编,唐山冀东水泥股份有限公司副总工程师崔信明、高级工程师姜福华参编,国家建材行业职业技能鉴定指导中心副主任李江审核,原国家建材局人才开发司范令惠司长、原国家建材行业职业技能鉴定指导中心李薇主任给予指导和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,谨请水泥专业的同仁们批评指正。

编 者

2013. 11. 19

第1版前言

水泥生产是一个复杂的过程,所用的设备种类繁多,它们直接影响生产能力、水泥质量、节能降耗、安全生产等,可以说设备的正常运转是确保水泥生产优质、高产、低耗的重要条件,而设备巡检是保证设备的正常运转必不可少的重要内容,也是设备管理最基础、最重要的工作。随着生产设备的不断升级和大型化的发展方向,对巡检岗位从业人员的知识结构和技能要求越来越高。

初级工(国家职业资格五级):掌握本岗位的常规操作技能;能够独立完成生产设备的常规巡检操作。

中级工(国家职业资格四级):熟练运用基本技能独立完成本岗位的生产设备巡检操作与维护;在特定情况下,能够运用专门技能完成较为复杂的设备巡检任务和一般性故障处理。

高级工(国家职业资格三级):熟练运用基本技能完成较为复杂设备的巡检操作,能判断并分析设备在运行中存在的故障隐患及出现的问题;掌握相关工种的岗位操作技能和设备的基本维修技术,完成设备的维护和修理。

技师(国家职业资格二级):熟练运用专门技能完成复杂的设备巡检操作和较复杂的维修及故障处理;具有一定的设备改造、技术革新能力;具备基本的生产设备和生产管理能力;能对高级工及以下技术工人进行专业培训和岗位技术指导。

水泥巡检岗位技术工人由高级工晋升技师,要结合自身的工作业绩,如改进巡检技术和方法、能进行设备的故障诊断分析;参与、组织设备的技术革新、大修或新安装设备的调试、验收等,使之达到降耗、优质、高产;具备指导低于自己技术级别的岗位工人进行巡检操作的能力等,将理论知识、技能操作和工作业绩综合起来,按照相应的技术等级标准考评晋级。

本书以科普类型、图文并茂、形象直观、通俗易懂等与众不同的编写风格展现在读者面前。用生产流程和设备直观、形象的立体图、解剖图,让你“识得庐山真面目”,用文字和图形架起理论与实践、抽象与形象之间的桥梁,让学生学习起来少走不少弯路,指导学生实习很快进入角色。

本书由唐山学院教授彭宝利主编,冀东启新水泥厂副总工程师周良利主审,唐山学院赵靖宇、韩春庆、周静明参编,唐山学院韩国彩负责全书的文字处理和编辑加工。

编者
2012.01



中国建材工业出版社

China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、
代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88385207

图书广告

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-68001605

设计业务

010-88376510转1008

邮箱: jccbs-zbs@163.com

网址: www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权所有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

1 基本知识

1.1 基础理论知识	1
1.1.1 新型干法水泥工艺基本知识	1
1.1.1.1 水泥是什么?它都有哪些用途?	1
1.1.1.2 水泥有哪些品种?	1
1.1.1.3 制造水泥需要哪些原燃材料?	2
1.1.1.4 制造水泥需要哪些生产设备?	5
1.1.1.5 什么是新型干法水泥生产技术?	5
1.1.1.6 新型干法水泥生产工艺流程是怎样的?	5
1.1.2 自动化巡检系统与人工现场巡检内容	18
1.1.2.1 什么是自动化巡检系统?	18
1.1.2.2 人工现场巡检有哪些内容?	18
1.1.3 视图知识	19
1.1.3.1 怎样看零件图?	19
1.1.3.2 剖视图与剖面图区别在哪里?	19
1.1.3.3 怎样识读组装图(装配图)?	20
1.1.3.4 在图纸上能看到公差吗?	22
1.1.4 机械传动知识	22
1.1.4.1 哪些设备有齿轮传动?	23
1.1.4.2 哪些设备有带传动?	24
1.1.5 润滑保养基本知识	24
1.1.5.1 什么是润滑?	24
1.1.5.2 润滑能起什么作用?	24
1.1.5.3 对润滑及润滑材料有什么要求?	24
1.1.5.4 让我们来认识一下润滑油	25
1.1.5.5 润滑油与润滑脂有区别吗?	26
1.1.6 电气设备及仪表知识	26
1.1.6.1 什么是电气设备?	26
1.1.6.2 什么是电器?	27
1.1.6.3 常用的控制仪表有哪些?	30
1.1.7 巡检常用检验仪器及工具	32
1.1.7.1 常用检验仪器有哪些?	32
1.1.7.2 常用巡检工具有哪些?	33

1.2 安全操作与环境保护知识	35
1.2.1 安全生产	35
1.2.1.1 为什么安全巡检高于一切?	35
1.2.1.2 各车间有哪些安全规定?	35
1.2.1.3 巡检工对其所在工作岗位的劳动安全有哪些职责?	35
1.2.1.4 班组长有哪些安全职责?	35
1.2.1.5 怎样安全用电?	36
1.2.2 环境保护	40
1.2.2.1 水泥生产过程中哪些地方会产生粉尘?	40
1.2.2.2 怎样保护好车间、厂区和周边的环境?	40
2 初级水泥生产巡检工知识与技能要求	
2.1 知识要求	41
2.1.1 输送设备	41
2.1.1.1 机械输送设备有哪些?	41
2.1.1.2 气力输送设备有哪些?	48
2.1.2 除尘设备	54
2.1.2.1 什么是旋风除尘器?	54
2.1.2.2 袋式除尘器怎样除尘?	55
2.1.2.3 电除尘器又是怎样除尘的?	57
2.1.3 风机	58
2.1.3.1 离心通风机的作用是怎样的?	58
2.1.3.2 罗茨风机的作用是怎样的?	61
2.1.4 电动机和减速机	63
2.1.4.1 不管什么设备运转都离不开电动机	63
2.1.4.2 减速机在动力传递中功不可没	64
2.1.4.3 液力耦合器在电机中是如何起到调速作用的?	65
2.1.5 堆料取料设备	65
2.1.5.1 矩形预均化堆场内的设备怎样?	65
2.1.5.2 圆形预均化堆场的设备怎样?	69
2.2 技能要求	70
2.2.1 生产过程巡检	70
2.2.1.1 巡检员应具备哪些基本技能?	70
2.2.1.2 巡检工的岗位职责有哪些?	70
2.2.1.3 上岗前要做好哪些准备?	71
2.2.1.4 巡检员配备的工具及检测仪器有哪些?	71
2.2.1.5 怎样填写巡检工作记录?	71
2.2.1.6 输送设备巡检内容有哪些?	71
2.2.1.7 除尘及通风设备的巡检内容有哪些?	75
2.2.1.8 堆、取料机的巡检内容有哪些?	78

2.2.2 设备维护与保养	82
2.2.2.1 水泥设备维护保养的内容及要求是什么?	82
2.2.2.2 怎样紧固松动的地脚螺栓?	83
2.2.2.3 如何维护减速机?	83
2.2.2.4 轴承温度超标了怎么处理?	83
2.2.2.5 怎样判断和维护传动链条的拉紧度?	84
2.2.2.6 皮带输送机跑偏了怎么调整?	84
2.2.2.7 怎样更换和装配密封圈?	85
2.2.2.8 怎样维护与保养输送设备?	85
2.2.2.9 怎样维护与保养除尘及通风设备?	89
2.2.2.10 怎样维护与保养堆取料设备?	92
3 中级水泥生产巡检工知识与技能要求	
3.1 知识要求	95
3.1.1 破碎设备	95
3.1.1.1 颞式破碎机——嚼碎物料没商量	95
3.1.1.2 锤式破碎机——敲碎物料不手软	97
3.1.1.3 反击式破碎机——击碎物料不留情	99
3.1.1.4 辊压破碎机——挤压物料成碎块	99
3.1.2 粉磨及分级设备	100
3.1.2.1 咆哮怒吼的球磨机	101
3.1.2.2 用于粗细粉分级的选粉设备	108
3.1.2.3 何为辊压机?	111
3.1.2.4 打散机如何配合辊压机工作?	112
3.1.2.5 辊压机系统是怎样的?	113
3.1.2.6 立式磨与球磨机有何不同?	113
3.1.2.7 立式磨的构造及粉磨过程是怎样的?	114
3.1.3 均化设备	115
3.1.3.1 不知疲倦的连续式生料空气搅拌均化库	115
3.1.3.2 水泥还需要均化吗?	117
3.1.4 煅烧设备	118
3.1.4.1 回转窑怎样煅烧熟料?	118
3.1.4.2 什么是预分解窑?	118
3.1.4.3 回转窑系统的组成是怎样的?	118
3.1.4.4 燃烧器怎样把煤粉送入窑内?	124
3.1.5 篦式冷却机	126
3.1.5.1 出窑熟料为什么要冷却?	126
3.1.5.2 篦式冷却机的结构是怎样的?	127
3.1.5.3 第三代篦冷机	128
3.1.5.4 第四代篦冷机	130

3.1.6 增湿塔	132
3.1.6.1 增湿塔设在哪个位置?有什么作用?	132
3.1.6.2 增湿塔的关键技术是什么?	132
3.1.7 喂料计量设备	133
3.1.7.1 喂料计量设备的作用是什么?	133
3.1.7.2 常用的喂料设备有哪些?	133
3.1.8 设备的润滑	137
3.1.8.1 设备的润滑方式是怎样的?	137
3.1.8.2 哪类设备适合采用油雾润滑?	137
3.1.8.3 哪些设备需要设置整体式稀油润滑站?	138
3.1.8.4 哪些设备需要干油站润滑?	139
3.1.9 液压装置及控制	141
3.1.9.1 液压传动系统的组成是怎样的?	141
3.1.9.2 液压泵是压送液体的动力源	142
3.1.9.3 液压缸是液压控制系统的执行元件	144
3.1.9.4 液压控制阀都控制什么?	145
3.1.9.5 液压系统的辅助装置都有什么?	147
3.2 技能要求	149
3.2.1 生产过程巡检	149
3.2.1.1 如何对磨机润滑系统进行巡检?	149
3.2.1.2 如何对熟料篦式冷却机进行巡检?	151
3.2.1.3 液压挡轮如何巡检?	153
3.2.1.4 管道式气力输送机如何巡检?	154
3.2.1.5 罗茨风机如何巡检?	155
3.2.1.6 高温风机如何巡检?	155
3.2.1.7 增湿塔如何巡检?	157
3.2.1.8 破碎机如何巡检?	158
3.2.1.9 均化库如何巡检?	159
3.2.2 设备的维修与保养	160
3.2.2.1 如何保养好磨机的润滑系统?发现漏油或堵塞怎样维修?	161
3.2.2.2 保养好熟料篦式冷却机,出现故障要及时排除	162
3.2.2.3 保养好液压挡轮,限定回转窑的上下窜动	163
3.2.2.4 维护好管道式输送设备,保证粉状物料的畅通无阻	164
3.2.2.5 保养和维护好罗茨风机,确保供气充足	165
3.2.2.6 保养和维护好高温风机,保证窑磨系统的正常运转	166
3.2.2.7 怎样维护和保养好增湿塔以确保增湿降温提高电除尘器的 除尘效率?	166
3.2.2.8 怎样保养破碎机?常见故障怎样处理?	167
3.2.2.9 怎样处理均化库的常见故障确保均化质量?	169

4 高级水泥生产巡检工知识与技能要求

4.1 知识要求	170
4.1.1 窑系统	170
4.1.1.1 回转窑的工作原理是怎样的?	170
4.1.1.2 悬浮预热窑怎样煅烧熟料?	170
4.1.1.3 预分解窑怎样煅烧熟料?	171
4.1.1.4 煤粉磨系统是怎样的?	180
4.1.2 生料磨系统	182
4.1.2.1 烘干兼粉磨工艺流程之一:尾卸提升循环磨系统	182
4.1.2.2 烘干兼粉磨工艺流程之二:中卸提升循环磨系统	183
4.1.2.3 烘干兼粉磨工艺流程之三:立磨系统	184
4.1.3 水泥磨系统	185
4.1.3.1 水泥粉磨工艺流程之一:尾卸提升循环磨系统	185
4.1.3.2 水泥粉磨工艺流程之二:辊压机与球磨机共同组成的粉磨系统	186
4.1.3.3 矿渣要在烘干以后入磨	187
4.1.4 电除尘器	188
4.1.4.1 电除尘器给谁除尘?	188
4.1.4.2 电除尘器的振打机构怎样清灰?	189
4.1.5 压缩空气站	189
4.1.5.1 空压机站的组成	190
4.1.5.2 空气压缩机	190
4.2 技能要求	192
4.2.1 生产过程巡检	192
4.2.1.1 如何巡检预热器及分解炉?	192
4.2.1.2 怎样巡检回转窑?	193
4.2.1.3 如何对燃烧器进行巡检?	196
4.2.1.4 如何对电除尘器进行巡检?	197
4.2.1.5 怎样巡检选粉机?	199
4.2.1.6 怎样巡检立式磨?	200
4.2.1.7 怎样巡检辊压机?	203
4.2.1.8 怎样巡检球磨机?	206
4.2.1.9 怎样巡检空压机?	208
4.2.2 设备维修与保养	208
4.2.2.1 预热器及分解炉的堵塞清理及保养有何措施?	208
4.2.2.2 回转窑如何维修与保养?	210
4.2.2.3 如何维修与保养煤粉燃烧器?	213
4.2.2.4 如何维修与保养电除尘器?	214
4.2.2.5 如何维修与保养选粉机?	215
4.2.2.6 如何维修与保养立式磨?	217

4.2.2.7	如何维修与保养辊压机?	217
4.2.2.8	如何维修与保养球磨机?	219
4.2.2.9	如何维修与保养空压机?	220
5	技师知识与技能要求	
5.1	知识要求	221
5.1.1	水泥设备故障诊断	221
5.1.1.1	故障诊断的意义在于什么?	221
5.1.1.2	怎样对设备进行故障诊断?	221
5.1.1.3	哪些零件可以使用直接诊断技术?	222
5.1.1.4	适用于设备故障诊断的常规方法有哪些?	222
5.1.2	设备的维修、安装与调试	222
5.1.2.1	技师应具备哪些工艺操作知识和设备安装修理知识?	222
5.1.2.2	维修的基本常识	223
5.1.2.3	什么是定期修理和状态修理?	225
5.1.2.4	怎样做好设备的预防修理和事后修理?	225
5.1.2.5	实施计划检修时与有关人员有哪些配合?	225
5.1.2.6	设备大修和试运转后检查的内容及要求有哪些?	225
5.1.3	技术管理	226
5.1.3.1	技师要做到“一专多能”	226
5.1.3.2	设备正常巡检应具备怎样的条件?	226
5.1.3.3	设备管理的原则和任务是什么?	227
5.1.3.4	如何编制巡检制度?	227
5.1.3.5	怎样编制和填写巡检隐患记录表?	231
5.1.4	技术培训	232
5.1.4.1	采用哪些方法对高级工及以下技术工人进行培训?	232
5.1.4.2	怎样编写培训讲义?	232
5.2	技能要求	233
5.2.1	设备的巡检	233
5.2.1.1	粉体设备如何巡检?	233
5.2.1.2	怎样巡检风机及空气压缩机?	235
5.2.1.3	如何巡检烧成设备?	237
5.2.1.4	如何巡检收尘设备?	239
5.2.1.5	如何巡检大型减速机及液压传动系统?	241
5.2.2	设备的维修、安装与调试	243
5.2.2.1	怎样对粉体设备进行维修、安装与调试?	243
5.2.2.2	怎样对风机进行维修、安装与调试?	248
5.2.2.3	怎样对空气压缩机进行维修、安装与调试?	251
5.2.2.4	怎样对烧成设备进行维修、安装与调试?	253
5.2.2.5	怎样对收尘设备进行维修、安装与调试?	256

5.2.2.6 怎样对大型减速机及液压传动系统进行维修、安装与调试?	257
5.2.3 操作指导	260
5.2.3.1 从哪几个方面给予巡检操作指导?	260
5.2.3.2 怎样对初级巡检工操作指导?	260
5.2.3.3 怎样指导中级巡检工?	262
5.2.3.4 怎样指导高级巡检工?	263
参考文献	264

I 基本知识

水泥制造是按照一定的工艺流程,采用种类繁多的机械设备,经过生料制备、熟料煅烧、水泥制成等若干道工序完成的。设备的正常运行是确保水泥连续性生产的关键,而巡检是保证设备正常运行的不可缺少的主要内容。

1.1 基础理论知识

1.1.1 新型干法水泥工艺基本知识

1.1.1.1 水泥是什么?它都有哪些用途?

水泥与钢材、木材、塑料同为四大基础工程材料。而水泥的用途最广、用量最大、耐久性最强。水泥还具备许多其他材料不可取代的性能,因而使它处于非常重要的地位,无论是房屋、道路、市政、交通、港口、桥梁、水坝、轨枕、管道、电杆还是军事工程,其主要材料就是水泥。在水泥中加入适量的水后,成为塑性浆状物,既能在空气中硬化,又能在水中硬化,并能把砂、石等材料牢固地胶结在一起的水硬性的胶凝材料。

1.1.1.2 水泥有哪些品种?

水泥工业除了大量生产硅酸盐系列水泥外,还有其他系列和具有特殊性能的特种水泥,品种已达到近百种。

1) 按照水泥的用途及性能分类

(1) 用于工业、民用建筑工程上的七大通用水泥

①硅酸盐水泥;②普通硅酸盐水泥;③矿渣硅酸盐水泥;④火山灰质硅酸盐水泥;⑤粉煤灰硅酸盐水泥;⑥复合硅酸盐水泥;⑦石灰硅酸盐水泥。

(2) 有专门用途的水泥

① 油井水泥(用于油、气井的固井工程)。

② 道路硅酸盐水泥(用于混凝土路面、机场跑道等)。

③ 型砂水泥(用于铸造行业)。

(3) 特性水泥

① 中热硅酸盐水泥(用于大坝和大体积混凝土工程)。

② 低热矿渣硅酸盐水泥(也适用于大坝和大体积混凝土工程)。

③ 抗硫酸盐硅酸盐水泥(用于海港、码头、水利、地下、隧涵、桥梁基础)。

④ 白色硅酸盐水泥(用于建筑装饰工程、制造彩色混凝土或人造大理石)。

2) 按照水泥的组成分类

(1) 硅酸盐水泥系列

在“水泥”二字前面冠以“硅酸盐”的,被称为硅酸盐水泥,这个名称是根据它的化学成分确定的。它是以适当成分的生料,烧至部分熔融,得到了以硅酸钙(盐类)为主要成分的水泥熟料,添加 0%~5% 的石灰石或高炉粒化矿渣,还要加入适量的石膏(主要起调节凝结时间作用)磨细,就是硅酸盐水泥。它的颜色与英国波特兰城建筑岩石相似,故也称之为波特兰水泥。如果我们在硅酸盐水泥熟料的基础上,加入不同品种、数量的混合材(火山喷发出的火山灰、火电厂煤粉燃烧后排出的粉煤灰、铝厂烧结法制造铝氧排出的废渣、煤矿选煤过程中分离出来的煤矸石或石煤、钢铁厂冶炼生铁时从高炉中排出的废渣等)共同粉磨,又可制得其他品种水泥,如普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥,石灰硅酸盐水泥,还可以配料成分的不同,生产出用于特殊工程的硅酸盐特种水泥。在硅酸盐水泥系列中,水泥的品种最多、用途也最为广泛。

(2) 铝酸盐水泥系列

铝酸盐水泥是继硅酸盐系列水泥之后开发的第二系列水泥,其熟料矿物组成以铝酸钙为主,具有早强、耐火等特殊性能,主要配制耐热混凝土作为窑炉耐火内衬,并可用于军事工程、紧急抢修工程、要求早强的特殊工程等。

此外还有:氟铝酸盐水泥系列(铸造用的型砂水泥、锚喷用的喷射水泥、抢修工程快硬氟铝酸盐水泥)、硫铝酸盐水泥系列(用于紧急抢修工程或地下工程的快硬硫铝酸盐水泥等)、铁铝酸盐水泥系列(用于抢修抢建工程和适合于冬期施工、制作预制构件的快硬铁铝酸盐水泥等)。

1.1.1.3 制造水泥需要哪些原燃材料?

1) 原料

(1) 石灰质原料

指以硅酸钙为主要成分的石灰石、泥灰岩、白垩、贝壳等天然石灰质原料和电石渣、糖滤泥等工业废渣,是硅酸盐水泥生产中用量最大的原料,约占 80% 左右。现代化水泥生产所采用的石灰质原料主要是石灰石,少数厂家用泥灰岩加石灰石。白垩适用于立窑水泥生产,贝壳及珊瑚类在我国沿海一带省份的小水厂用做原料。

石灰质原料的主要成分为 CaCO_3 ,应用最广泛的是石灰石。纯石灰石的 CaO 最高含量为 56% (根据每个元素中的原子量确定),其品位由 CaO 的含量来确定。但用于水泥生产的石灰石原料不一定是 CaO 的含量越高越好(应能满足配料的要求),还要看它的酸性组成材料(SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等)是否满足要求。石灰石中的主要有害成分为 MgO 、 R_2O ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)、 SO_3 、 Cl^- 和 $f\text{-SiO}_2$ (游离的二氧化硅)等微量元素,对水泥质量有一定的不利影响,因此要严格限制。

水泥工业通常将石灰石、泥灰岩根据其中氧化钙、杂质含量分成不同品位,其质量要求见表 1-1-1-1。

表 1-1-1-1 石灰质原料的质量要求(质量%)

品 位	CaO	MgO	R ₂ O	SO ₃	Cl ⁻	燧石或石英
石灰石	一级品	>48	<2.5	<1.0	<0.015	<4.0
	二级品	45~48	<3.0	<1.0	<0.015	<4.0
泥灰岩	35~45	<3.0	<1.2	<1.0	<0.015	<4.0

(2) 黏土质原料

黏土质原料也称硅铝质原料,包括黏土、黄土、页岩、粉砂岩、河泥等,是由沉积物经过压固、脱水及结晶作用而成的岩石或风化物,主要成分为二氧化硅(SiO₂),其次是三氧化二铝(Al₂O₃)、三氧化二铁(Fe₂O₃)和氧化钙(CaO),主要提供水泥熟料所需的酸性氧化物(SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃),约占原料的10%~17%。

衡量黏土质原料的质量的主要指标是化学成分(硅酸率 n 、铝氧率 p)、含砂量、含碱量及可塑性等,见表1-1-1-2。

表 1-1-1-2 黏土质原料的质量要求(质量%)

品 位	硅酸率	铝氧率	MgO(质量%)	R ₂ O(质量%)	SO ₃ (质量%)	Cl ⁻ (质量%)
一级品	2.7~3.5	1.5~3.5	<3.0	<4.0	<2.0	<0.015
二级品	2.0~2.7	不限	<3.0	<4.0	<2.0	<0.015

这里的硅酸率也称硅率,表示水泥熟料(该原料)中SiO₂含量与Al₂O₃及Fe₂O₃含量之和的比值,通常用 n 或 SM 表示:

$$n = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

铝氧率也称铁率,是水泥熟料中Al₂O₃与Fe₂O₃的含量之比,通常用 p (或 IM)来表示:

$$p = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$$

(3) 校正原料

用石灰质原料和黏土质两种原料配料,多数情况下Fe₂O₃、SiO₂或Al₂O₃含量不足,此时应根据所缺少的组分补充相应的原料,这就是校正原料。校正原料主要有:

① 铁质校正原料 当用石灰质和黏土质原料配料Fe₂O₃含量不足时,需要掺加Fe₂O₃含量较大的铁质校正原料。常用的铁质校正原料有硫铁矿渣、钢渣、铅矿渣、铜矿渣和低品位的铁矿石,其中硫铁矿渣(即铁粉)应用较普遍,它是硫酸厂的废渣,红褐色粉末状,含水量较大,Fe₂O₃含量超过50%。

② 硅质校正原料 当用石灰质和黏土质原料配料SiO₂含量不足时,需掺加一部分含SiO₂较高的硅质校正原料,如粉砂岩、砂岩、河砂等。

③ 铝质校正原料 当生料中的Al₂O₃不足时,需掺加铝质校正原料,如炉渣、铝矾土、煤矸石等。

2) 工业废渣

我国每年要从工矿企业排出大量的废渣,如煤矸石、石煤、粉煤灰、炉渣、电石渣、赤泥、铝渣、钢渣、碱渣、硫铁矿渣、高炉粒化矿渣等,这些废渣对于水泥生产来说可以替代部分石