



# XINXING

GANFA SHUINICHANG

SHEBEI GUANLI YU WEIXIU SHOUCHE

# 新型干法水泥厂 设备管理与维修手册

熊会思 熊 然 编著

中国建材工业出版社

# 新型干法水泥厂 设备管理与维修手册

熊会思 熊 然 编著

中国建材工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

新型干法水泥厂设备管理与维修手册/熊会思, 熊然编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-80227-551-5

I. ①新… II. ①熊… ②熊… III. ①水泥—干法—  
化工设备—设备管理—技术手册②水泥—干法—化工设备—  
维修—技术手册 IV. ①TQ172.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 222332 号

## 内 容 简 介

本书内容主要分为 5 章: 新型干法水泥厂组织机构及职责; 新型干法水泥厂设备的前期管理; 新型干法水泥厂设备安装和试运转; 新型干法水泥厂的设备维修系统; 新型干法水泥厂关键设备故障修复。本书理论联系实际、内容丰富, 对于做好新型干法水泥厂建厂前期工作, 选择好建厂承包公司或设计院, 组织好招标、投标和评价工作, 以及设备维修工作都有一定的指导意义。

本书供新型干法水泥厂负责机械总工程师、机修主任以及负责维修工程师、润滑工程师参考, 也可作为大学建材学院机械专业师生的参考书。

### 新型干法水泥厂设备管理与维修手册

熊会思 熊 然 编著

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: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 35.5

字 数: 904 千字

版 次: 2011 年 3 月第 1 版

印 次: 2011 年 3 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-551-5

定 价: 78.00 元

---

本社网址: [www.jccbs.com.cn](http://www.jccbs.com.cn)

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

# 前 言

由于作者同中国建材工业出版社合作得很好，曾经在该社出版了《水泥厂设备润滑管理》《新型干法水泥厂设备选型使用手册》《新型干法烧成水泥熟料设备设计、制造、安装与使用》三本水泥机械方面的科技图书。考虑到作者在水泥设计院工作 44 年（包括 2 年在伊拉克卡尔巴拉水泥厂、1 年在巴基斯坦尼赞普水泥厂安装和生产调试以及 1 年在上海浦东水泥厂生产调试），退休后又被香港青州英坭集团聘用 4 年和被西安建筑科技大学粉体所聘用 2 年作水泥机械技术顾问的经历，作者对新型干法水泥厂的设备管理和维修积累了丰富的理论和实践经验。两年前双方签订了编著《新型干法水泥厂设备管理与维修手册》一书的约稿合同。

在编写本书过程中，作者受聘于中国建材装备公司作水泥机械技术顾问，得到了公司各级领导的帮助和指导。该公司提供课题，让作者参与招投评标，到现场参加实践，并同许多高级工程师和技术人员共同探讨，因此编写本书内容更加丰富，可以通过实践验证水泥设备好与差。

编写本书的宗旨是供新型干法水泥厂负责机械总工程师、机修主任以及负责维修工程师、润滑工程师参考，也可作为机械专业大学生的参考书。

要将新型干法水泥厂设备管理好，首先要把水泥厂建厂前期工作做好，包括选择好建厂承包公司或设计院，组织好招标、投标和评标工作，选择最佳水泥设备制造厂，使得购买水泥设备质量优，价格适宜。

为了保证水泥设备质量优，使用寿命长、故障少，首先要精心设计。所谓精心设计，首先要选择先进设计结构，通过精确计算确定零件断面应力不超过允许应力。更主要的是规定零部件铸锻轧制造要求，加工精度要求，以及各种探伤要求。总而言之，每家新型干法水泥厂为了保证其使用水泥设备质量上乘，就要保证其买到的水泥设备零部件满足第 2 章中所提及的各种水泥设备技术要求，并组织专业技术监管部门进行严格监造和检查。

在第 3 章中，主要阐述新型干法水泥厂安装、空负荷运转和负荷试运转要求。在这章内没有重复一般水泥设备安装规程，而将一些著名厂家（如莱歇磨）的设备安装要求翻译后编辑在本书中。而空负荷试运转和负荷试运转我们将结合伊拉克卡尔巴拉、巴基斯坦尼赞普，以及冀东及宁国水泥厂的做法，综合编写在该章内，供读者参考。

在第 4 章中，主要叙述新型干法水泥厂设备维修系统。传统湿法水泥厂的事故维修方法，显然不适合新型干法水泥厂，我国开发新型干法水泥厂初期，沿用湿法水泥厂事故维修方法，结果事故率太高，全年运转率不到 50%，不能发挥新型干法窑优势。

后来我国为冀东、宁国和柳州新型干法水泥厂引进预防维修系统，特别是国家派我们去承包伊拉克卡尔巴拉水泥厂生产工作，当时伊拉克总经理要求编制预防维修的巡回检查清单。开始时我不敢接受该任务，因为我不知道预防维修是什么，什么是巡回检查。后来实在是没有办法，只好请教伯力休斯公司的专家，他私下将海德堡皮带长廊的巡回检查清单给我

们参考。从中我们了解到预防维修、巡回检查清单原来是废除事故维修岗位工制度，建立巡回检查小组，按巡回检查清单规定间隔时间进行巡回检查，发现问题，进行预防性维修。

在第4章中，我把为伊拉克卡尔巴拉水泥厂编制的巡回检查清单，以及回国后为上海浦东水泥厂预防维修新编制的巡回检查清单列出来，特别将浦东国产设备的巡回检查清单也附在书中，供读者参考。

随着巡回检查采用仪器监测和中控室集中监测技术的发展，通过监测振动、温度、功率、润滑油液分析等测得最大值和界限值比较，可以预测最适当的维修时间。在书中将作者在卡尔巴拉、浦东水泥厂等经历过的设备监测情况，以及故障分析和处理结果列于书中，供读者参考。

当然预测维修系统最适合新型干法水泥厂维修系统，新开展预测项目越多，使水泥厂运转率越高，给工厂带来效益越大，但购买仪器费用以及人员培训费用也越高。

在第5章中，将作者在新型干法水泥厂经历过的一些重大设备事故的原因分析以及故障处理办法及修复结果附在最后，供读者参考。

在编写本书前，我的老师容永泰总工程师将他珍藏的减速机及液压方面的资料赠给我，对我编写本书有极大的帮助，特对其表示十分感谢。

熊然为本书收集资料并做了许多编译工作。

由于编写本书时间仓促，难免有不当之处，欢迎读者批评指正。

作者

2010年11月

# 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第 1 章 新型干法水泥厂组织机构及职责</b> .....  | 1   |
| 1.1 国内某新型干法水泥厂组织机构 .....           | 1   |
| 1.2 国外某厂管理系统 .....                 | 2   |
| 1.2.1 工厂管理系统 .....                 | 3   |
| 1.2.2 材料系统 .....                   | 3   |
| 1.2.3 维修工作系统 .....                 | 3   |
| 1.2.4 预测维修系统 .....                 | 4   |
| <b>第 2 章 新型干法水泥厂设备的前期管理</b> .....  | 5   |
| 2.1 设备合同签订 .....                   | 5   |
| 2.2 新型干法水泥厂设备技术要求 .....            | 5   |
| 2.2.1 冲击式破碎机 .....                 | 6   |
| 2.2.2 预均化堆场设备 .....                | 7   |
| 2.2.3 球磨机.....                     | 17  |
| 2.2.4 辊压机.....                     | 22  |
| 2.2.5 高效笼形选粉机.....                 | 24  |
| 2.2.6 立式辊磨.....                    | 25  |
| 2.2.7 预热器和分解炉设备技术要求.....           | 28  |
| 2.2.8 回转窑.....                     | 31  |
| 2.2.9 窑磨大齿圈小齿轮开式传动.....            | 43  |
| 2.2.10 篦式冷却机 .....                 | 54  |
| 2.2.11 风机 .....                    | 62  |
| 2.2.12 收尘设备 .....                  | 68  |
| 2.2.13 输送设备 .....                  | 84  |
| <b>第 3 章 新型干法水泥厂设备安装和试运转</b> ..... | 132 |
| 3.1 新型干法水泥厂安装前期管理 .....            | 132 |
| 3.1.1 石灰石破碎机 .....                 | 132 |
| 3.1.2 预均化堆场堆取料机 .....              | 132 |
| 3.1.3 生料粉磨装置 .....                 | 132 |
| 3.1.4 熟料烧成系统 .....                 | 133 |
| 3.1.5 水泥粉磨系统 .....                 | 133 |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 3.2        | 新建水泥厂设备分交、监造包装及开箱 .....                 | 134        |
| 3.2.1      | 设备分交中存在问题 .....                         | 134        |
| 3.2.2      | 国内制造设备监造、包装和发货监督, 以及国外开箱方面经验教训 .....    | 135        |
| 3.3        | 新型干法水泥厂设备安装 .....                       | 136        |
| 3.3.1      | 石灰石单段锤式破碎机安装 .....                      | 136        |
| 3.3.2      | 原料预均化堆取料机安装 .....                       | 142        |
| 3.3.3      | 球磨机安装 .....                             | 145        |
| 3.3.4      | 辊压机安装 .....                             | 147        |
| 3.3.5      | O-Sepa 选粉机安装 .....                      | 160        |
| 3.3.6      | 立式辊磨安装 .....                            | 162        |
| 3.3.7      | 带分解炉的旋风预热器安装 .....                      | 183        |
| 3.3.8      | 回转窑安装要求 .....                           | 192        |
| 3.3.9      | 篦式冷却机安装 .....                           | 196        |
| 3.3.10     | 电收尘器安装 .....                            | 209        |
| 3.3.11     | 气箱式脉冲袋收尘器安装要求 .....                     | 222        |
| 3.3.12     | 安装拉链机 .....                             | 224        |
| 3.3.13     | 槽式输送机安装 .....                           | 227        |
| 3.3.14     | 钢绳芯胶带输送机安装要求 .....                      | 235        |
| 3.3.15     | 斗式提升机安装 .....                           | 239        |
| 3.4        | 新型干法水泥厂设备试运转 .....                      | 246        |
| 3.4.1      | 空负荷试运转概述 .....                          | 246        |
| 3.4.2      | 空负荷运转一般规定 .....                         | 247        |
| 3.4.3      | 专业设备单机空负荷试运转 .....                      | 249        |
| 3.4.4      | 空负荷试运转后工作 .....                         | 259        |
| 3.4.5      | 新型干法水泥厂生产系统负荷试运转 .....                  | 260        |
| 3.4.6      | 原料预均化堆取料机负荷试运转 .....                    | 260        |
| 3.4.7      | 立磨粉磨系统负荷载试运转 .....                      | 268        |
| 3.4.8      | 新型干法窑烧成系统负荷试运转前检查 .....                 | 275        |
| 3.4.9      | 新型干法窑烧成系统负荷试运转 .....                    | 280        |
| 3.4.10     | 水泥粉磨系统负荷运转 .....                        | 294        |
| <b>第4章</b> | <b>新型干法水泥厂的设备维修系统 .....</b>             | <b>304</b> |
| 4.1        | 我国新型干法水泥厂达标达产概况 .....                   | 304        |
| 4.2        | 新型干法水泥厂运转率低达标难的原因 .....                 | 305        |
| 4.3        | 新型干法水泥厂应该采用什么样的维修系统 .....               | 305        |
| 4.3.1      | 传统的事后维修系统 .....                         | 308        |
| 4.3.2      | 建立预防维修系统 (Preventive maintenance) ..... | 309        |
| 4.3.3      | 建立设备润滑系统 .....                          | 375        |
| 4.3.4      | 预测维修是最适合新型干法水泥厂的设备维修系统 .....            | 491        |

---

|  |            |
|--|------------|
| 4.3.5 设备监测 .....   | 494        |
| <b>第5章 新型干法水泥厂关键设备故障修复 .....</b>                                   | <b>529</b> |
| 5.1 SD 粉磨站熟料库底拉链机修复改造 .....  | 529        |
| 5.2 RP1508 辊压机修复 .....   | 532        |
| 5.3 SD 粉磨站 $\phi 3.08\text{m} \times 13.8\text{m}$ 球磨机筒体裂纹修复 ..... | 538        |
| 5.4 YF 水泥厂水泥球磨机减速机中速齿轮断齿修复 .....                                   | 543        |
| 5.5 回转窑故障修复 .....  | 546        |
| 5.6 5000t/d 以上大型回转窑设计存在问题 .....                                    | 555        |





(3) 中央控制室的操作员，担负着生产过程的技术操作任务，没有精力去处理外部繁杂的问题，而且不可能掌握中央控制室以外的其他情况，很难对全厂生产进行协调指挥。这样在 1985 年把中控室归为制造车间，充分发挥中央控制室在生产工艺线上的中枢作用，又能使操作员集中精力，保质保量地完成生产任务。

总而言之，国外一长制，既是技术操作员又是行政管理者，与我国体制不相适应。

## 1.2 国外某厂管理系统（图 1-2）

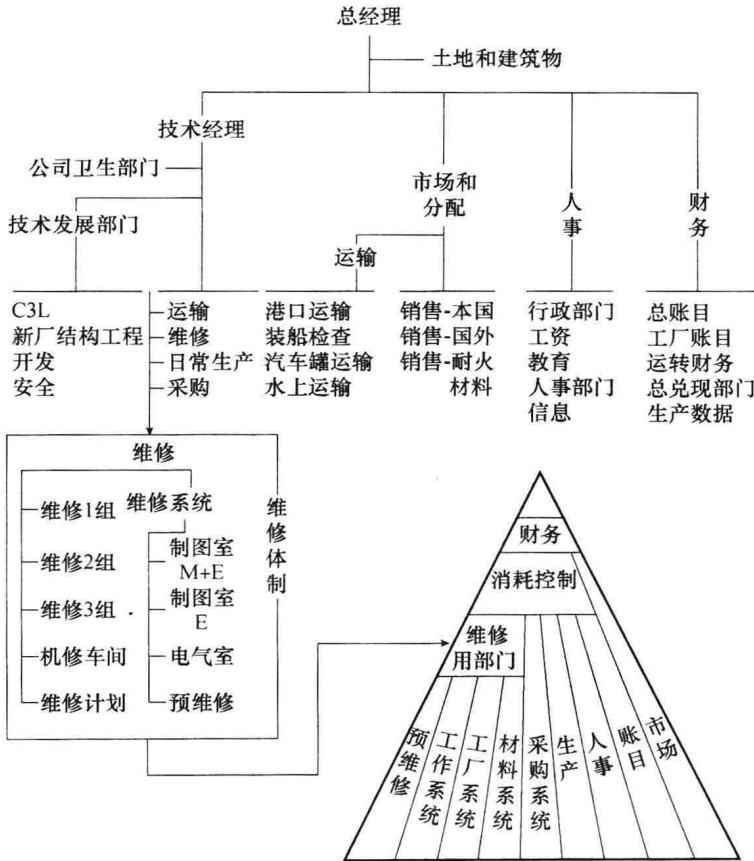


图 1-2 国外某厂管理系统

初步对比国内外水泥厂管理体系，可见国外体系更全面，更注重经济管理和维修管理，更适合新型干法窑。

该厂的技术发展部门，包括一个维修体制。该部门对该维修体制进行设计，并从该系统获得数据、引入新数据，使维修能获得令人满意的结果。

从图 1-2 列出的部门可知，维修人员在生产现场要随同机修部门和计划部门一起执行维修工作。计划部门有责任计划所有维修部门的工作。图 1-2 左下部的维修部门具有改建老厂和新建厂生产的技术。这些部门有责任提供实际工作所必需的仪器、备件等图纸。

该厂维修体制还有权用计算机管理系统的手段，扩大维修的基本规定以及发展新的部门。

### 1.2.1 工厂管理系统

通过监控管理系统标记及代号，能保证绝对可靠地辨认出维修系统。是否使用预测维修（PM）系统，以及预防和故障维修（JOB）系统，完全取决于工厂系统的监控要求。如果需要，可打印出各类表格，详细列出各车间土建、电气和机械部门的要求。

建设新厂和扩建老厂连续运行后，最后要落实到维修部门设备系统（图 1-3）。

设备清单要同维修部门的管理、记录和控制一起使用。本清单可用作仪器记录和布置的依据，也可作为工作监控和安全信号的依据。

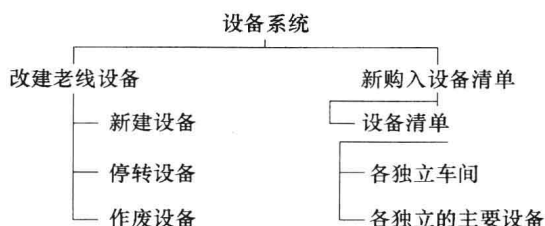


图 1-3 设备系统

### 1.2.2 材料系统

材料系统是仓库贮存记录系统，用于控制公司的备件和材料。它包括保管贮存功能——货物总收入和支出，可周期性地打印出账单和仓库货物流动状态；可打印出购买建议、货物利用和循环的分析报告；打印出设备和目前材料的消耗，并计算出消费价格。

货物收入和支出要通过仓库的终端直接输入系统中。这样可保证仓库中记录有当前的货物数据，并详细列出仓库中的计划和配置情况，可判断哪些适用于当前工作，可使仓库贮备按计划进行工作。维修材料系统如图 1-4 所示。

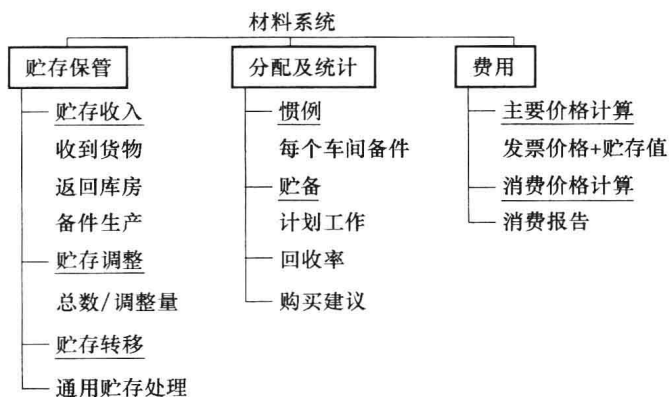


图 1-4 维修材料系统

实践证明该厂材料系统对管理部门有非常大的帮助，它可提供备件管理的根据，购买、贮存及机修车间制作计划，试图获得最佳的备件贮存量，正确评定最多/最少贮存水平，以及贵重和重大部件的更换时间。

该材料系统可更迅速有效地向维修工提供一天内可得到的备件。这样可使因故障停止运转的生产设备很快地重新转动起来。

### 1.2.3 维修工作系统

维修工作系统如图 1-5 所示，其作用如下：

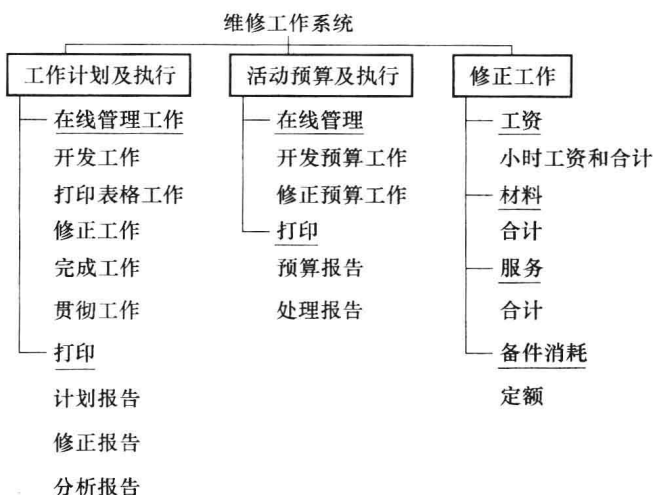


图 1-5 维修工作系统

- (1) 本系统可修正维修部门的单独预算，该预算应包括在整个公司的预算框架中。
  - (2) 本系统提供维修工作计划以及在进行中和完成过程中的记录及修理记录。
  - (3) 本系统可打印出预算和工作报告。
  - (4) 本系统通过运输维修工作系统的显示终端，连续记录，修正预算工作和临时紧急任务。利用本系统终端打印机可打印出人员和执行维修责任一览表。
  - (5) 由本系统可打印出开发预算和执行以及计划和分析报告。
  - (6) 通过本系统可对机修车间工作进行详细分析，决定对机修主要工作的文件系统进行现代化管理。
  - (7) 本维修工作系统对机修日常操作很有效，可以打印出货物由仓库发送与支付的关系、单项工作的价格控制、维修部门预算活动执行情况。
  - (8) 该维修工作系统还能保证有效地收集技术数据和执行过程经济运算所必需的信息。
- 传统老厂一般按故障维修系统，进行维修工作，有些新型干法窑厂采用预防维修系统，而先进的新型干法窑则采用预测维修系统。

#### 1.2.4 预测维修系统 (图 1-6)

预测维修系统是按预测设备工作状态，确定设备修理工作时间间隔，反复地执行维修，使工厂设备保持良好的状态，使之达到降低非计划性停车，减少故障和异常磨损。

用预测维修系统打印出每周工作清单，列出各个工艺设备区域要执行的预测维修责任。通过维修车间显示终端不断修正系统中的数据，并有一个连续监控大量单个装置元件，每天不断收集经验维修数据，通过运行几年后就能达到对工厂车间和机器进行最佳的监测和控制。

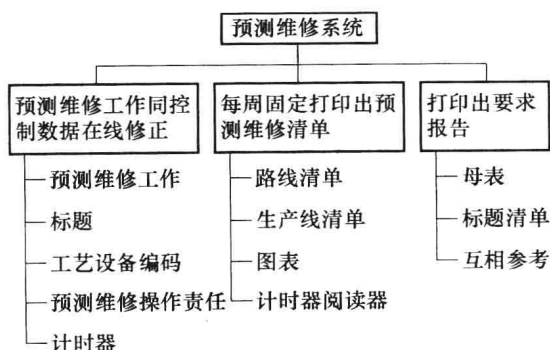


图 1-6 预测维修系统

## 第2章 新型干法水泥厂设备的前期管理

我国最早建设新型干法水泥厂是从20世纪80年代末开始的，为从高起点赶上世界水泥生产先进技术水平，原建筑材料工业部决定要从国外引进当时最先进的带分解炉的旋风预热器窑的最大型的新型干法水泥生产线，准备建在河北唐山（冀东水泥厂）和安徽宁国（宁国水泥厂）。当时日本在水泥熟料烧成系统和旋风预热器窑的基础上开发出了各种分解炉，使旋风预热器窑产量提高了一倍；在熟料粉磨系统方面开发出O-Sepa笼形选粉机；而且日本在国内大量新建和改建成大型新型干法水泥厂，因此日本的水泥生产技术当时是站在世界前列。为此原建筑材料工业部特邀请了日本川崎重工、三菱重工和石川岛重工三家公司来华进行技术交流，后来也邀请了欧洲著名水泥设备制造商、丹麦史密斯、德国洪堡和伯力鸠斯公司来华进行技术交流，同时我们派出技术考察队伍到日本考察，通过对日本三家公司经过技术经济比较后，我们决定冀东水泥厂采用石川岛重工的设备，宁国水泥厂采用三菱重工的设备。

当时天津水泥工业设计院在初步消化引进技术基础上，开发出700t/d和2000t/d新型干法水泥生产线，建设上海川沙和江西水泥厂，以后随着设计生产线规模增大到4000t/d、5000t/d和10000t/d，设备不断大型化。为了保证水泥厂设备正常运转起来，能达标、达产和年运转率85%以上，做好生产线设备的前期管理是非常重要的。

在我们建设新水泥厂或扩建新的水泥生产线时，要考察我国水泥设计单位的业绩和该设计院设计水泥厂的设备运转情况，了解设计单位设备选型情况，与设备制造厂家进行技术交流，进行设备采购合同的谈判、合同签订和设备监造，以保证设备质量。设备运到现场的开箱检验、设备保管、设备安装和监理、设备试运转等工程项目的前期管理，是决定设备能否长期正常运行的前提条件。

### 2.1 设备合同签订

合同是平等主体的自然人、法人、组织之间设立、变更、终止民事权利义务关系的协议，一般包括当事人的名称或者姓名和住所、标的、数量、质量等。

设备采购合同包括：产品名称、数量、金额，供货时间；质量要求、技术标准、供货方对产品质量负责的条件和期限；交货地点、方式；运输方式；包装标准、包装要求和包装物的供应与回收；验收标准、方法及提出异议的期限；结算方式及期限；违约责任等。

设备合同签订阶段包括：设备选型与规划，这由设计部门负责。设备订货方面由工厂商务部门和质量保证部门负责。

为了保证工厂订购的设备质量合格，我们将新型干法水泥厂设备质量要求阐述如下：设备质量首先要满足设备图纸有关标准、有关国家标准和行业标准，对于大型水泥集团和工厂，应该有自己的设备技术要求。

### 2.2 新型干法水泥厂设备技术要求

新型干法水泥生产线需要的各种设备的选型，请参阅笔者编著的《新型干法水泥厂设

备选型使用手册》。下面为保证水泥厂的设备质量，详细叙述设备的技术要求。

### 2.2.1 冲击式破碎机

#### 1. 设计者需要收集的数据

(1) 石灰石矿山开采方式：矿山爆破方式、电铲和装载机铲斗容积，决定了破碎机进口块度。

(2) 破碎机破碎后产品粒度：如果该产品喂入辊压机和球磨机，其粒度要破碎到 $\leq 25\text{mm}$ ；如果产品要喂入立磨，则粒度 $\leq 70\text{mm}$ 。同时要知道破碎产品粒度分布曲线，如反击式破碎机产品的细粒较多，对下游立磨节能更有利。

(3) 石灰石矿石含黏土成分比例和湿度。

(4) 破碎机的额定产量。

(5) 破碎机工作制度：小时/日和日/周。

#### 2. 对冲击式破碎机的一般要求

冲击式破碎机包括锤式破碎机和反击式破碎机。为防止锤头磨损太快，锤头顶端圆周速度应限制在  $25 \sim 50\text{m/s}$ 。

当矿石压缩强度大于  $2000\text{kg/cm}^2$  和有 8% 的磨蚀性物料（如  $\text{SiO}_2$ ）时，要尽量避免使用反击式破碎机。

当矿石含水分小于 6% 时，选用单、双转子破碎机都可以；水分为 6% ~ 14% 时，推荐采用双转子破碎机，装有可移动的喂料部件的单转子破碎机也可以采用；水分超过 14% 时，可推荐采用冲击式破碎机。

关于破碎机转子宽度：对于双转子破碎机宽度  $B > 1.5A$ ， $A$  是喂入破碎机物料最大块度；对于单转子破碎机， $B > 1.8A$ 。

#### 3. 对破碎机机械性能的要求

##### (1) 对破碎机壳体的要求

壳体是焊接钢板结构，采用整块刚性底座。当破碎机大修时，可拆卸破碎机喂料口的顶部部件。在顶部弯曲的壳体上，要安装检修门，该门开闭简单，并可以通向破碎机的易磨损件的地方；也可装液压油缸开闭门。在某些位置上要有一组观察门，门的尺寸要允许维修人员去更换易磨件或有毛病的附件。某些破碎机，特别是单转子破碎机，在破碎机喂料口要装双排链幕或橡胶带幕，可防止任何物料被抛回喂料机内，这种链幕或橡胶带幕可以做成破碎机喂料溜子的一部分。

##### (2) 对破碎机转子的要求

转子主轴用不低于 30CrNiMo 的合金结构钢锻造，设计计算其弯扭合成应力 $\leq 55\text{N/mm}^2$ ；其各段轴间不同直径间过渡圆弧的半径要足够大，保证其应力集中系数小于 1.5。轴端键槽断面削减轴截面积要小于 5%。

轮毂或圆盘用锻钢或铸钢铸造，用键固定在主轴上，易磨损处要堆焊耐磨合金，其结构要求不拆卸转子就能更换锤头和打击板。

悬挂锤头的心轴用不低于 30CrNi 合金钢锻造。锤头和圆盘装在心轴上压力应小于  $30\text{N/mm}^2$ 。主轴两端支承轴承，要采用球面双排辊子轴承，其设计计算寿命为 100000h。

##### (3) 锤头及打击板

采用机械性能不低于 ZGMn13-4 铸钢铸造，锤及打击板铸件质量误差  $\pm 0.5\text{kg}$ 。安装时

锤头质量要称重,近似相等质量的锤头要对称分布,锤盘、飞轮和皮带轮应分别进行静平衡试验,其不平衡力矩不大于 $0.49\text{N}\cdot\text{m}$ 。

反击破碎机的打击板最小厚度应大于 $50\text{mm}$ ,以保证有足够刚度。打击板打击表面要覆盖所有固定打击板的螺栓。

#### (4) 耐磨衬板

同物料接触的所有区域要覆盖可拆卸 ZGMn13-4 铸钢耐磨衬板,可以用楔条固定,最好用螺栓固定。双转子破碎机中间装置要分配均等物料到两个破碎腔。更换备件时尽可能不要拆卸转子。锤式破碎机的篦栅和篦条装在固定或可移动焊接结构的框架中,转子锤头到框架的间距要能排空物料。当矿石中水分高且有黏土时,要用三角形或梯形篦条。破碎腔有排除金属异物通道和安全装置。

#### (5) 传动装置

减速机设计使用寿命 $100000\text{h}$ 。按 ISO 和 AGMA 方法计算:对于第一段破碎机,其服务系数 $C_{SF} \geq 2.5$ ;对于第二段破碎机, $C_{SF} \geq 2$ 。

液力联轴节的最大滑移量为 $3\%$ ,其能力应能承受每小时最少启动 $3$ 次。联轴节装有检查油温安全装置,应在制造厂经过动平衡检验。

当飞轮和皮带轮圆周速度小于 $40\text{m/s}$ 时,可用灰铸铁制作,超过该值时要用铸钢制造。该设备装有安全装置(自动的或机械的),当转子过负荷时,安全装置起作用,不会剪断主轴。

要采用三角皮带传动,在一套三角皮带中,每根三角皮带长度差应该最小。当采用电动机伸出轴装小皮带轮承受三角皮带拉力,且电动机轴承承受不住拉力时,则必须设置中间轴来装小皮带轮。

传动装置底座用于把传动装置所有零部件(包括减速机和电动机)组成一个整体,是焊接结构件,其表面有顶丝可调整减速机的水平位置。皮带传动时,电动机及中间轴共用一个焊接底座,该底座装在两根平行滑轨上,当需要拉紧皮带时则可移动该底座。

要有更换锤头分度和止动用附属工具,以防更换锤头时,避免万一产生不平衡力引起转子震动,同时还能保证转子的轴承不会产生额外应力。还要有一台更换反击板或篦条的装置。不与传动装置相连的转子轴的另一端上要安装控制装置。所有回转件外部要罩上用钢板制作的安全罩。

当破碎机过负荷运行造成液力联轴节滑移量超过 $3\%$ ,联轴节内液压油温度太高,使联轴节熔断安全保险丝熔化时,液压油会排出,使破碎机自动停下来。如过载原因找出,消除故障后,要重新向联轴节内注入定量油。

### 2.2.2 预均化堆场设备

#### 1. 预均化堆场工作原理

预均化堆场有两种功能:一是均化物料功能;二是储存功能。因此首先要看均化堆场均化效果 $H$ ,可用下式计算:

$$H = \frac{S_{\text{入}}}{S_{\text{出}}} \quad (2-1)$$

式中  $S_{\text{入}}$ ——入均化堆场物料某成分的标准偏差;

$S_{出}$ ——出均化堆场物料某成分的标准偏差。

$H$  值愈大表示均化效果愈好，一般预均化堆场均化效果  $H = 4 \sim 10$ 。

标准偏差可以写成：

$$\text{总体标准偏差} \quad S_n = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n}} \quad (2-2)$$

$$\text{子样标准偏差} \quad S_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (2-3)$$

根据测定结果，当石灰石成分波动幅度较大时， $S_{n-1}$  为 2.3 ~ 8，且波动周期也长，约为 3d。因此堆场最少储存期取 3.5d，一般储存期取 3.5 ~ 7d。

## 2. 长形堆场悬臂侧堆料机

### (1) 悬臂侧堆料机选型时注意事项

悬臂侧堆料机安装在轨道上，包括悬臂皮带机的移动式的悬臂装置。堆料机的能力和料堆要满足工艺生产的技术性能要求，如均化效果  $H$ 、堆料生产能力、堆料形式、堆场储存量。

堆料机能够沿每个料堆长度连续移动，使物料能够堆成人字形或窗口形，在堆成窗口形料堆时则堆料机悬臂能水平摆动。当堆料机用于堆平行料堆时，则堆料机的悬臂最少能摆动  $180^\circ$ 。

控制系统在堆料机横向跨越每个料堆进端和出端时能够调节速度，使料堆增至一定高度，使得端锥化学成分同料堆本体化学成分的差别很小。作为出口/最后端锥部分可以不取料，堆料机在进入/开始和出口/最后锥体可稍微停顿，可以单独变化。

规定悬臂提升到正常最大操作高度下，当料堆一般堆满时，仍允许进一步附加校正物料。当悬臂堆料机要建立下一料堆时，过渡区要用人工操作并重设自动程序。

堆料悬臂应能升降以及在悬臂卸料端悬挂挠性套筒形料位计垂至料堆顶部。该装置控制卸料头部高度，使原料自由落下到料堆的高度最小，从而达到扬尘最小，物料粒度离析减小。为了维持料堆脊尽可能接近中心线，要提供悬臂皮带机卸出物料至中心线的偏移值。堆料机应带有必要的电器设备以满足自动操作，既可远距离控制也可现场控制和试运转。

控制司机室应装在堆料机构架上，其位置应清楚地看见所有操作地方，以便控制室外的堆料机。司机室应防雨防尘，控制司机室的空气和温度要符合当地环保规定。司机室应有现场操作的所有必备设备以及能对堆料机进行正常自动操作。规定能接收自动操作远距离控制中心传来的信号。

堆料机装两个电缆转盘：一个为动力线路用；一个为控制线路用，使堆料机能沿堆场全长移动。应用程序控制各种传动，安装输送系统的程序连锁装置。

堆料机应与取料机在任何时候处于不同位置，防止互相碰撞，安装适当连锁装置。室外堆料机要装风速表，应将风速信号通过电缆传送系统传送到远距离控制中心，当风速超过时立即停止堆料。当风速超过安全操作界限或风速超过规定值时，应安装自动卡紧轨道的卡钳。

堆料机包括刹车装置。轨道的斜度不允许超过 1:200。所有堆料机的钢轨要固定牢固并



有缓冲装置。

所有液压装置在室内应防潮防尘。机器上易到达地方应装上 415V 的电焊插头。堆料机应装泛光灯，一般走道装照明灯。所有物料转运点应装收尘装置。堆料机悬臂皮带机物料流量决定的卸料皮带机的带速要经过计算。每个回转轮的周围要装安全罩。堆料机应设计得很坚固，能适合任何地方户外操作的气候条件。

购买堆料机要作经济比较，料堆长度和建筑费用也要作经济比较。还应该与圆形堆场的堆取料机作经济比较后决定采用长形或圆形堆场。

### (2) 悬臂侧堆料机制造和安装技术条件

JC/T 834—1998《水泥工业用堆料机 技术条件》，是根据我国在 20 世纪 80 年代末引进丹麦 FLS 公司的预化设备、图纸和制造技术，以及引进德国 PHB、MVT 等公司的水泥工业用预均化设备及随机文件和有关技术资料制定的。本标准规定了水泥工业用卸料车式堆料机、悬臂带式堆料机产品的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存，作为雇主验收产品的根据。其规定的装配和安装要求可作为工厂安装监理的依据。

### 3. 长形堆场桥式刮板取料机

桥式刮板取料机与悬臂式侧堆料机配套组成长形预均化设备，采用人字形堆料端面刮取物料方法，物料的均化效果  $H$  可达 10，适合长形堆场对石灰石与黏土混合预均化。取料机有三种形式：倾斜式 [图 2-1 (a)]、水平式 [图 2-1 (b)] 和仰起式 [图 2-1 (c)]。倾斜式适用于地下水位较高区域；水平式适用于地下水位较低区域；仰起式料堆底面呈水平，使料堆整个三角形横截面上充满物料。所以在一定生产能力下与倾斜式相比，堆场的底宽可以窄一些，或者料堆高度可降低一些，还避免了由于桥梁的倾斜使把料架滑向低处的不足。

