

# 水泥厂工艺设计 手 册

上 册

《水泥厂工艺设计手册》编写组 编

中国建筑工业出版社

“水泥厂工艺设计手册”分上下两册。上册包括总体设计、原料、破碎、粉磨、煨烧与烘干、燃料及其制备以及储存等七章；下册包括除尘设施、压气和通风设备、输送设备、喂料和计量设备、起重搬运设备、传动装置以及管道和管件等七章。上下册各有附录，编入了一些常用数据和参考资料。

本书概要地总结了水泥厂工艺设计工作中有系统选择、设备选型和车间布置等方面的经验，并收集了有关计算公式和设备的规格、性能等资料，可供从事水泥厂设计的人员参考。

## 水泥厂工艺设计手册

### 上册

《水泥厂工艺设计手册》编写组 编

·只限国内发行·

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

开本：787×1092毫米<sup>1/16</sup> 印张：40 插页：1 字数：909千字

1976年3月第一版 1976年3月第一次印刷

印数：1—7,760册 定价：4.00元

统一书号：15040·3221

# 毛主席语录

政治工作是一切经济工作的生命线。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

F. B. 08

## 前 言

我们的国家正处在一个重要的历史发展时期。经过二十多年的社会主义革命和社会主义建设，特别是经过无产阶级文化大革命，摧毁了刘少奇、林彪两个资产阶级司令部，我们的无产阶级专政空前巩固，社会主义建设事业欣欣向荣。水泥工业战线的广大职工和其他战线的同志们一样，斗志昂扬，下定决心，要在本世纪内把我国建设成为一个社会主义的现代化强国。

毛主席教导我们：“自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。”在毛主席革命路线指引下，我国水泥工业有了很大发展，老厂改建、扩建和新厂的建设项目日益增多。不仅专业设计部门要承担日益繁重的设计任务，而且大量的设计任务将由非专业设计人员来承担。为了适应这种需要，我们收集并总结了水泥厂工艺设计的资料和生产经验，编写了这本手册。书中内容主要来自原北京水泥工业设计院编的一些内部参考资料。在编写过程中，通过现场调查研究，召开了各种座谈会，吸取了工人、干部、技术人员的意见，对资料作了核实与补充；同时也收集了国外的一些资料，以供设计人员参考。

参加编写工作的有：山东水泥工业设计室，华新水泥工业设计研究所，陕西水泥工业设计所，西南水泥工业设计院，邯郸水泥工业设计研究所。提供资料的还有江南水泥厂水泥工业设计院，唐山水泥机械设计研究所和辽宁水泥工业研究设计所。此外，还得到全国几十个大、中、小型水泥厂的支持，为本书提供了必要的生产数据。

全书分上下两册。上册内容为有关主机设备和主要车间的技术资料，供扩大初步设计时参考。下册内容为有关附属设备的技术资料，供施工图设计时参考。

手册中所涉及的规范、规定、指标等，如与正式颁布的有出入时，应以正式颁布的为准。手册中所列的公式，在应用时须按实际生产情况进行验证核实。

由于我们学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想不够，技术水平有限，深入调查研究和系统总结工作做得还很不够，本书一定存在不少缺点和错误，诚恳地希望广大读者批评指正，以便再版时改正。

《水泥厂工艺设计手册》编写组

1975.5.1.

# 目 录

## 前 言

## 第一章 总体设计 ..... 1

- (一) 设计的任务和阶段 ..... 1
- (二) 水泥品种 ..... 4
- (三) 水泥工厂的规模 ..... 6
- (四) 水泥的生产方法 ..... 7
- (五) 厂址选择 ..... 8
- (六) 水泥厂总平面设计 ..... 9

## 第二章 原料 ..... 16

- (一) 我国天然原料的概况 ..... 16
  - 一、石灰质原料 ..... 16
  - 二、粘土质原料 ..... 17
- (二) 原料的质量要求 ..... 19
  - 一、水泥熟料的化学组成 ..... 19
  - 二、原料的质量要求 ..... 21
- (三) 原料资源的勘探要求 ..... 25
  - 一、对开采条件的一般要求 ..... 25
  - 二、矿山储量的要求 ..... 25
  - 三、矿石的采样和检验要求 ..... 26
  - 四、矿区的地质研究 ..... 27
- (四) 选择原料的几个问题 ..... 28
  - 一、矿床赋存 ..... 28
    - 1. 石灰岩矿床构造特征 ..... 28
    - 2. 石灰岩的次生变质情况 ..... 28
    - 3. 围岩、覆盖、山皮土、夹层 ..... 29
    - 4. 粘土矿床中的杂质含量 ..... 29
  - 二、有害成分 ..... 29
    - 1. 氧化镁 ..... 29
    - 2. 碱( $K_2O, Na_2O$ ) ..... 30
    - 3. 燧石和石英 ..... 31
  - 三、低品位原料 ..... 33
  - 四、窑型对原料的要求 ..... 33
    - 1. 立波窑 ..... 33
    - 2. 悬浮预热窑 ..... 34
- (五) 配料计算与物料平衡计算 ..... 34

- 一、配料计算 ..... 34
- 二、物料平衡计算 ..... 40
- (六) 原料工艺性能试验 ..... 41
  - 一、工艺性能试验的取样要求 ..... 41
  - 二、原料工艺性能试验方法 ..... 42
- (七) 原料和工业废渣的综合利用 ..... 45
  - 一、利用高钾原料综合生产水泥和窑灰钾肥 ..... 45
  - 二、利用石膏生产硫酸和水泥 ..... 47
  - 三、利用磷石膏生产硫酸和水泥 ..... 50
  - 四、利用赤泥生产水泥 ..... 52
  - 五、利用电石渣生产水泥 ..... 53
- (八) 部分水泥厂原料的生产数据 ..... 55

## 第三章 破碎 ..... 79

- (一) 石灰石破碎 ..... 79
  - 一、破碎系统的选择与破碎机的选型 ..... 79
    - 1. 破碎系统的选择 ..... 79
    - 2. 破碎机的选型 ..... 81
    - 3. 部分水泥厂的破碎机和破碎系统 ..... 86
  - 二、破碎系统的计算 ..... 88
    - 1. 破碎系统要求产量的计算 ..... 88
    - 2. 筛分流程的计算 ..... 89
    - 3. 破碎设备的计算 ..... 90
  - 三、破碎设备的规格和性能 ..... 95
    - 1. 颚式破碎机 ..... 95
    - 2. 旋回式破碎机 ..... 99
    - 3. 颚旋式破碎机 ..... 100
    - 4. 圆锥式破碎机 ..... 100
    - 5. 锤式破碎机 ..... 104
    - 6. 反击式破碎机 ..... 107
    - 7. 振动筛 ..... 110
  - 四、石灰石破碎车间设计的几个问题 ..... 111
- (二) 其它物料的破碎和淘泥 ..... 113
  - 一、熟料的破碎 ..... 113
  - 二、煤和石膏的破碎 ..... 115
  - 三、粘土质原料的破碎 ..... 115

|                           |     |                           |     |
|---------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 四、淘泥 .....                | 117 | 2. 旋风式预热器 .....           | 211 |
| 第四章 粉磨 .....              | 122 | 3. 立筒式预热器 .....           | 214 |
| (一) 粉磨系统的选择 .....         | 122 | 4. 窑外分解炉 .....            | 217 |
| 一、生料粉磨系统 .....            | 123 | 5. 湿法窑尾料浆蒸发器 .....        | 219 |
| 二、水泥粉磨系统 .....            | 125 | 七、冷却机 .....               | 220 |
| (二) 磨机的计算 .....           | 126 | 1. 单筒冷却机 .....            | 220 |
| 一、磨机功率 .....              | 126 | 2. 多筒冷却机 .....            | 222 |
| 二、磨机产量 .....              | 128 | 3. 篦式冷却机 .....            | 224 |
| 三、研磨体 .....               | 134 | 八、回转窑的耐火衬料 .....          | 234 |
| 四、粉磨产品的颗粒分布 .....         | 138 | 九、烧成车间设计的几个问题 .....       | 238 |
| 五、球料比 .....               | 140 | 十、烧成车间的热工控制 .....         | 247 |
| 六、磨机通风 .....              | 140 | 十一、回转窑测定数据 .....          | 250 |
| 七、烘干磨的热工计算 .....          | 142 | 十二、部分水泥厂回转窑的生产数据 .....    | 256 |
| (三) 磨机的规格和性能 .....        | 147 | (二) 立窑 .....              | 262 |
| 一、生料磨机 .....              | 147 | 一、立窑的煅烧方法 .....           | 262 |
| 二、水泥磨机 .....              | 150 | 二、立窑的设计和工艺计算 .....        | 263 |
| 三、小型磨机 .....              | 152 | 1. 立窑主要规格的确定 .....        | 263 |
| 四、几种不同窑型工厂配用的磨机 .....     | 153 | 2. 立窑的生产能力、鼓风量和鼓风压力       |     |
| 五、其它磨机 .....              | 153 | 的计算 .....                 | 264 |
| 六、磨机外形尺寸 .....            | 154 | 3. 立窑废气量的计算 .....         | 266 |
| (四) 分级设备 .....            | 156 | 4. 立窑年生产能力的计算 .....       | 267 |
| 一、选粉机 .....               | 156 | 三、立窑的型式、规格和性能 .....       | 267 |
| 二、弧形筛 .....               | 160 | 1. 机械立窑 .....             | 267 |
| 三、循环负荷率与选粉效率 .....        | 160 | 2. 普通立窑 .....             | 275 |
| (五) 粉磨车间设计的几个问题 .....     | 161 | 四、立窑车间的附属设施 .....         | 280 |
| (六) 部分水泥厂磨机的生产数据 .....    | 164 | 1. 鼓风装置 .....             | 280 |
| 第五章 煅烧与烘干 .....           | 174 | 2. 排风及除尘装置 .....          | 285 |
| (一) 回转窑 .....             | 174 | 3. 成球设备 .....             | 290 |
| 一、煅烧系统的选择 .....           | 174 | 4. 配煤供料系统 .....           | 298 |
| 二、回转窑的反应带和窑体型式 .....      | 177 | 5. 立窑的耐火砖 .....           | 302 |
| 三、回转窑的计算 .....            | 181 | 五、立窑车间设计的几个问题 .....       | 302 |
| 1. 回转窑的规格计算 .....         | 181 | 六、立窑水泥厂的配套设备及技术经济指标 ..... | 305 |
| 2. 回转窑设计能力的标定 .....       | 183 | 七、部分水泥厂立窑的生产数据 .....      | 309 |
| 3. 回转窑需要功率计算 .....        | 187 | (三) 烘干 .....              | 316 |
| 4. 回转窑内物料运动速度及负荷率计算 ..... | 188 | 一、烘干设备的选择 .....           | 316 |
| 5. 回转窑热平衡计算 .....         | 189 | 二、回转式烘干机 .....            | 318 |
| 6. 窑尾排风机计算和选型 .....       | 189 | 1. 回转式烘干机的型式和结构 .....     | 318 |
| 7. 窑头鼓风机选型及喷煤管计算 .....    | 194 | 2. 回转式烘干机的计算 .....        | 319 |
| 四、回转窑的规格和性能 .....         | 196 | 3. 回转式烘干机的规格和性能 .....     | 325 |
| 五、湿法长窑链条带设计 .....         | 201 | 三、燃烧室 .....               | 328 |
| 六、窑后预热装置 .....            | 209 | 1. 燃烧室的型式 .....           | 328 |
| 1. 立波窑篦式加热器 .....         | 209 |                           |     |

|                           |     |                          |     |
|---------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 2. 燃烧室的计算 .....           | 332 | 3. 风扇煤磨的规格和性能 .....      | 394 |
| 3. 燃烧室设计的几个问题 .....       | 332 | 4. 粗粉分离器的规格和性能 .....     | 396 |
| 4. 燃烧室的砌筑 .....           | 335 | 5. 旋风分离器的规格和性能 .....     | 398 |
| 四、烘干车间设计的几个问题 .....       | 340 | 四、煤磨系统测定资料 .....         | 402 |
| 五、部分水泥厂烘干机的生产情况 .....     | 340 | 五、煤磨车间设计的几个问题 .....      | 409 |
| 第六章 燃料及其制备 .....          | 345 | (三) 燃油系统 .....           | 411 |
| (一) 燃料 .....              | 345 | 一、燃油系统概述 .....           | 411 |
| 一、固体燃料 .....              | 345 | 二、卸油系统 .....             | 415 |
| 1. 煤的分类 .....             | 345 | 1. 卸油方式 .....            | 415 |
| 2. 煤的成分和性能 .....          | 346 | 2. 运输车船的规格和性能 .....      | 417 |
| 3. 水泥厂用煤的质量要求 .....       | 349 | 3. 卸油设施 .....            | 418 |
| 二、液体燃料 .....              | 349 | 4. 油槽车的加热计算 .....        | 422 |
| 1. 石油燃料的分类 .....          | 349 | 三、储油罐 .....              | 426 |
| 2. 燃料油的性能 .....           | 351 | 1. 油罐的种类 .....           | 426 |
| 3. 燃料油的质量指标 .....         | 357 | 2. 油罐的系列规格 .....         | 427 |
| 三、气体燃料 .....              | 358 | 3. 油罐布置设计的几个问题 .....     | 429 |
| 1. 煤气的分类 .....            | 358 | 4. 油罐的加热 .....           | 429 |
| 2. 煤气的性能 .....            | 361 | 5. 油罐的附件 .....           | 436 |
| 3. 水泥工业使用气体燃料的情况 .....    | 363 | 四、过滤器 .....              | 438 |
| 四、燃料的燃烧计算 .....           | 364 | 五、油泵 .....               | 441 |
| 1. 燃料的热值计算 .....          | 364 | 1. 油泵的选择 .....           | 441 |
| 2. 燃料完全燃烧时所需空气量的计算 .....  | 366 | 2. 油泵的计算 .....           | 442 |
| 3. 燃料燃烧时烟气生成量及重度的计算 ..... | 367 | 3. 油泵的规格和性能 .....        | 444 |
| 4. 燃烧温度的计算 .....          | 368 | 六、加热器 .....              | 455 |
| 5. 燃料燃烧气体量的简便算法 .....     | 368 | 1. 加热器的选择 .....          | 455 |
| (二) 煤磨系统 .....            | 370 | 2. 加热器的计算 .....          | 455 |
| 一、煤磨系统的选择 .....           | 370 | 3. 加热器的规格和性能 .....       | 457 |
| 1. 煤磨的选型 .....            | 370 | 七、燃料油的燃烧装置 .....         | 459 |
| 2. 原煤的烘干 .....            | 371 | 1. 油雾化器 .....            | 459 |
| 3. 煤粉的中间储存 .....          | 371 | 2. 一次风风管 .....           | 466 |
| 4. 煤磨系统的排风和放风 .....       | 372 | 3. 部分水泥厂油燃烧装置情况 .....    | 467 |
| 5. 热源 .....               | 372 | 八、输油管道 .....             | 469 |
| 6. 原料烘干车间的煤粉供应 .....      | 373 | 1. 管道的选型 .....           | 469 |
| 7. 多台窑与煤磨的配合 .....        | 373 | 2. 输油管道的敷设 .....         | 469 |
| 二、煤磨系统的计算 .....           | 373 | 3. 输油管道压力降的计算 .....      | 472 |
| 1. 煤磨生产能力和要求功率的计算 .....   | 373 | 4. 油管道热应力计算和补偿器的选择 ..... | 472 |
| 2. 煤磨系统的通风量和热平衡计算 .....   | 377 | 5. 管道支架的负荷计算 .....       | 476 |
| 3. 煤磨系统的流体阻力计算 .....      | 381 | 6. 输油管道的保温和防冻 .....      | 477 |
| 4. 煤磨系统的计算举例 .....        | 384 | 7. 输油管道的放汽、放水和扫线 .....   | 477 |
| 三、煤磨和分离器的规格和性能 .....      | 390 | 8. 燃油系统中常用阀门的名称和性能 ..... | 480 |
| 1. 钢球煤磨的规格和性能 .....       | 390 | 九、燃油系统的热工控制 .....        | 481 |
| 2. 弹簧压力煤磨的规格和性能 .....     | 394 | 十、部分水泥厂的燃油系统 .....       | 481 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第七章 储存 .....                     | 483 |
| (一) 水泥工厂各种物料的储存期 .....           | 483 |
| (二) 联合储库 .....                   | 484 |
| 一、联合储库的布置型式 .....                | 484 |
| 二、联合储库规格的确定和储存量的计算 .....         | 486 |
| 三、联合储库设计的几个问题 .....              | 487 |
| 四、抓斗起重机的选型计算 .....               | 488 |
| 五、抓斗起重机的规格和性能 .....              | 492 |
| 六、部分水泥厂联合储库和抓斗起重机的<br>统计资料 ..... | 500 |
| (三) 露天堆场 .....                   | 501 |
| 一、露天堆场设计的几个问题 .....              | 501 |
| 二、露天堆场的设计方案举例 .....              | 501 |
| 三、露天堆场的设备 .....                  | 504 |
| (四) 圆库 .....                     | 518 |
| 一、圆库的型式和规格 .....                 | 518 |
| 二、圆库储存量和个数的计算 .....              | 521 |
| 三、圆库的空气搅拌 .....                  | 523 |
| 四、料浆库底管路系统 .....                 | 531 |
| 五、料位指示器 .....                    | 534 |
| (五) 包装车间和成品库 .....               | 536 |
| 一、包装车间和成品库的设计要求 .....            | 536 |
| 二、包装机的规格和性能 .....                | 537 |
| 三、回转筛的规格和性能 .....                | 543 |
| 四、叠包机 .....                      | 547 |
| 五、袋装水泥装车机 .....                  | 548 |
| 六、包装专用手推车 .....                  | 550 |
| (六) 纸袋车间和纸袋库 .....               | 551 |
| 一、纸袋车间的设计 .....                  | 551 |
| 二、纸袋库的设计要求 .....                 | 552 |
| (七) 散装水泥站 .....                  | 554 |
| 一、散装水泥的装车和计量 .....               | 554 |
| 二、散装水泥运输工具 .....                 | 556 |
| 1. 散装水泥车厢 .....                  | 556 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 2. 散装水泥汽车 .....               | 556 |
| 三、散装水泥中转库 .....               | 558 |
| (八) 材料库 .....                 | 559 |
| 附录 I 水泥品种 .....               | 562 |
| 1. 我国水泥品种的质量指标 .....          | 562 |
| 2. 国外主要水泥生产国的水泥品种 .....       | 565 |
| 附录 II 原料 .....                | 575 |
| 1. 其它工业对石灰石的质量要求 .....        | 575 |
| 2. 矿产储量分级和矿床勘探程度的<br>要求 ..... | 576 |
| 3. 地质符号 .....                 | 578 |
| 附录 III 水泥生产检验 .....           | 582 |
| 1. 水泥厂生产控制指标 .....            | 582 |
| 2. 水泥厂的检验制度 .....             | 583 |
| 3. 水泥厂化验室的设计 .....            | 585 |
| 附录 IV 破碎与粉磨 .....             | 592 |
| 1. 各国标准筛系对照表 .....            | 592 |
| 2. 筛余和比表面积的换算关系 .....         | 594 |
| 3. 干法闭路易磨性试验的操作和计算 .....      | 594 |
| 4. 石灰石粗碎机喂料斗尺寸的确定 .....       | 597 |
| 5. 国外水泥磨资料 .....              | 598 |
| 附录 V 煅烧 .....                 | 602 |
| 1. 各种窑系统的经济比较 .....           | 602 |
| 2. 国外回转窑资料 .....              | 604 |
| 附录 VI 水泥厂建厂调查参考资料 .....       | 610 |
| 附录 VII 方案比较参考资料 .....         | 615 |
| 附录 VIII 常用数据 .....            | 621 |
| 1. 原子量和分子量 .....              | 621 |
| 2. 常用物料的容重和休止角 .....          | 622 |
| 3. 主要物理常数 .....               | 623 |
| 附录 IX 我国主要城市气象资料 .....        | 626 |



# 第一章 总体设计

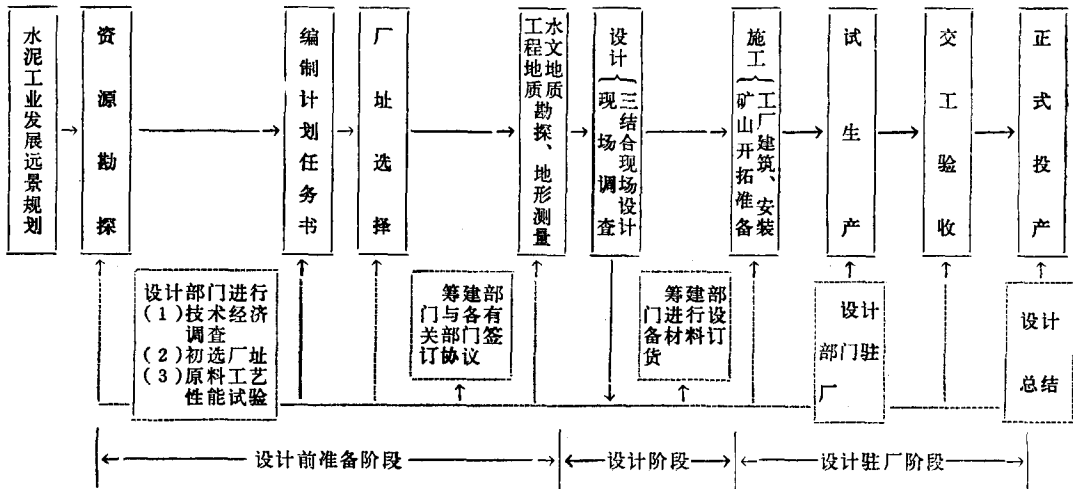
## (一) 设计的任务和阶段

设计工作是基本建设的重要环节之一。水泥工厂设计的任务是，以党的基本路线为纲，认真贯彻社会主义建设总路线和“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针，坚持独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国等方针政策，按时提供经济合理、技术先进、符合多快好省要求的设计文件，为顺利地进行工厂建设创造有利的条件。在工厂建设的过程中，从资源勘探、技术经济调查、厂址选择，一直到设计工作完成后的施工和投产，设计部门均应参加到这些环节的活动中去。

设计工作的好坏，对于是否能多快好省地完成基本建设任务起着重要的作用。因此，设计人员必须认真学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想。从理论与实践的结合上学好弄通无产阶级专政的理论，批判修正主义，批判资产阶级，坚持党的基本路线，努力改造世界观，积极投入三大革命运动的实践，走与工农相结合的道路。

近十年来，在毛主席关于开展群众性的设计革命运动的教导下，经过无产阶级文化大革命和批林整风，批林批孔运动，设计革命不断深入。广大设计人员在斗争中不断提高阶级斗争和路线斗争觉悟，批判了刘少奇、林彪的修正主义路线，批判了资产阶级设计思想，在很大程度上克服了“三脱离”的错误倾向，纷纷下楼出院，深入现场，同广大工农群众一起，破除迷信，解放思想，积极开展三结合现场设计，认真调查研究，采用和发展先进技术，坚持设计工作为无产阶级政治服务，为工农兵服务，与生产劳动相结合的方向，取得了很大的成绩。

多年来的实践经验表明，设计工作与基本建设中的各个环节都有着极其密切的关系。为了说明这些关系，可以如下方式表示：



上表中虚线表示设计部门与基本建设各个环节的联系。由此可以看出设计活动贯穿于基本建设的全过程。

根据水泥工业发展远景规划和国家对水泥的需要，上级机关拟在某地区建设水泥厂的意图下达以后，设计部门就应主动配合地质勘探部门进行资源详查和勘探设计，同时开展技术经济调查，协助筹建部门就水、电、交通运输等建厂条件与有关部门签定初步协议，以及进行初选厂址等一系列工作。在这些工作的基础上，上级机关即可编制和下达计划任务书。

计划任务书的产生，是建厂条件已基本具备的集中表现。在所有建厂条件中，尤其要重视对石灰石资源的勘探工作，弄清其质量、储量是否能满足建厂要求。很多事例证明，这是建厂诸条件中最关键的客观物质条件。

计划任务书对于负责该厂的筹建、勘测、设计、施工等部门以及一切直接、间接参与该厂建设的人员来说，都是统一行动的指令性文件。它一般须包括下列内容：（1）工厂名称和建厂地区，（2）建厂的必要性，（3）产品品种，（4）工厂规模与发展可能，（5）资源情况，（6）水、电、燃料及交通运输等情况，（7）主要设备，（8）投资指标，（9）建设进度，（10）承担设计、施工、安装单位等等。

有了正式批准的计划任务书以后，才能进行厂址具体位置的选择。厂址的确定是关系到工厂的建设和生产的重要问题，一般应在主管基本建设机关的领导下，由筹建、地质、设计、地方行政等部门的工人、领导干部和技术人员组成厂址选择工作组，深入现场，对建厂的各种条件进行综合的调查研究，广泛征求群众意见，掌握情况，积累资料。经过多方案比较，由工作组提出厂址选择报告，推荐优点较多的方案供领导机关审批确定。

在厂址选择报告经上级机关批准以后，厂址的具体位置即已正式确定。筹建部门即可组织勘测部门对厂区、矿区的工程地质、水文地质进行勘探和地形测量，并对水、电、交通运输等方面在已取得有关部门协议的基础上，进一步落实具体技术条件，如供电的电压、专用线的接轨点等。这些勘探、测量资料和各项技术协议是水泥工厂建设与生产的重要基础资料，也是开展设计必需的原始资料。因此，设计部门要积极主动，密切配合，及时向有关部门提出资料的内容、范围、深度等要求或建议。此外，对于原料工艺性能试验和新原料、新工艺的试验研究等，也要求在这一阶段内完成，以便及时开展设计。所有上述工作都属于设计前的准备阶段。在这个阶段中，虽然编制的具体设计文件不多，但它所涉及的都是有关建厂的带有根本性的重大问题，必须引起足够的重视。

旧厂扩建、改建设计和新建厂设计一样，设计前准备阶段的工作也是十分重要的。在上级机关拟对某厂进行扩建或改建的意图下达以后，承担设计的人员就应在厂党委的领导下，对工厂的资源情况、生产现状、设备平衡、内外部运输条件、供电、供水等进行认真细致的调查研究，制定工厂在一定时期内发展的总体规划，并编制扩建或改建计划任务书。在制定规划时，应对工厂中不合生产要求的、有碍生产发展的、生产效率过低的、以及劳动条件过差的部分进行必要的改建；同时要坚持勤俭建国的精神，充分利用原有的设备、建筑物、构筑物；并应考虑在建设过程中尽可能不耽误或少耽误生产。上述各项工作是设计前的准备工作。它是旧厂扩建、改建设计能否取得良好的技术经济效果的关键。

设计准备工作完成以后，即可正式开展设计。正确的设计只能从实践中来。在设计过程中，设计人员必须深入到生产和施工现场，对设计方案进行深入的调查研究，全心全意地依靠群众，大搞群众运动，广泛吸取工人群众的意见，开展三结合现场设计。按照由浅入深，由确定方案、原则到具体制图的工作步骤，可以将设计工作分为初步设计、技术设计、施工图三个阶段。初步设计的任务是解决重大原则、方案和总体规划方面的问题；技术设计则是实现初步设计的意图，进一步研究解决各车间之间及车间内部的技术方案问题，施工图是按照前两个设计阶段的意图，编制详细的能据以施工和订货的图纸和设备、材料清单。在设备业已定型，设计经验积累较多的条件下，可以将三阶段设计合并为两阶段，即扩大初步设计和施工图设计；或初步设计和技术施工图设计。近年来以采用前者较为普遍。

扩大初步设计的内容是：

一、确定主要设备和工艺流程；处理各生产车间、辅助车间、公用设施等相互之间的关系和确定具体位置；确定所有建筑物、构筑物的结构型式；安排厂内外的交通运输；选择供电、供水系统；规定生活福利设施的设计原则；以及确定全厂的劳动定员等。

二、提出全厂各项技术经济指标：如单位产品成本及投资，料耗、热耗、电耗、水耗，占地面积和利用系数，劳动生产率等等。

三、如果在设计中采用新技术，或特殊的技术方案，应简要说明技术上的先进性、可靠性，经济上的合理性。

四、提出主要设备清单，供筹建单位进行初步的设备订货之用。

五、提出全厂的投资总概算，作为工厂建设拨款的依据。

施工图设计的内容是：绘制详细的施工图纸，确定所有设备、建筑物、构筑物、道路、管线的确切位置及其相互之间的关系尺寸，其深度应能满足订购设备和材料、建筑厂房、安装设备、修筑道路、敷设管线等各项施工要求。施工图设计必须在扩大初步设计正式批准以后才能全面展开；因为施工图是实现扩大初步设计的原则的，如果原则未定下来就进行施工图设计，不仅造成设计力量的浪费，而且由于分期交付施工图给筹建部门和施工部门，会造成已定货的设备退货或积压，甚至因某些单项工程已开始施工，引起施工现场返工，造成混乱。施工图设计开始后，如确因某种主观的或客观的原因，必须修改或否定扩大初步设计中的某些原则和内容时，仍应取得原审批机关的同意，并取得正式审批文件后，才能重作施工设计。

毛主席教导我们：“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。”要使设计符合客观实际，不仅在设计时要深入到现场去，亲身参加实践，做调查研究，以便集中群众的实践经验和智慧；而且还要在施工图纸交付以后驻到现场，发现和纠正设计方面存在的问题。同时，要认真负责地介绍设计内容，解释设计意图，协助筹建部门和施工部门处理有关设计的问题。在施工完毕进行试生产时，设计人员也要积极参加，认真总结经验；经过由物质到精神，由精神到物质的反复认识过程，在施工和生产实践中检验设计工作。

开展工厂设计前必须的文件和原始资料列举如下：

(1) 计划任务书

- (2) 矿山资源地质报告(石灰石、粘土及其它辅助原料)
- (3) 厂址选择报告
- (4) 厂区工程地质报告
- (5) 区域地形图(1:25000或1:10000)
- (6) 厂区及矿山有关地形图(扩初设计1:2000, 施工图设计1:1000或1:500)
- (7) 水源地水文地质报告和工程地质报告(附水源地及输水线路的地形图)
- (8) 供电协议书
- (9) 专用线接轨协议书
- (10) 专用线沿线地形图(1:2000)
- (11) 建设地区的气象资料
- (12) 燃料供应协议书
- (13) 原料性能试验报告
- (14) 当地建筑材料价格
- (15) 与其它有关企业协作的协议书

## (二) 水 泥 品 种

规定新建、扩建或改建水泥厂的产品品种是编制计划任务书的重要内容。在考虑水泥厂的产品方案时, 应该根据需要与可能, 在弄清原料(包括混合材)的来源、数量和化学组成后才能确定。

我国目前成批和大量生产的水泥有二十多种。现将十个主要品种的使用范围、性能等列表如下。

**主要水泥品种的使用范围和物理化学性能**

**表 1**

| 序号 | 品 种       | 使 用 范 围                        | 物 理 性 能 要 求  | 熟料矿物组成和化学组成要求  | 标准编号     |
|----|-----------|--------------------------------|--|--|----------|
| 1  | 普通硅酸盐水泥   | 一般地上、地下工程                      | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%, 初凝不早于45分钟, 终凝不迟于12小时 | 水泥烧失量不超过5% (立窑水泥允许达到7%), 熟料 MgO 不超过4.5%, 水泥SO <sub>3</sub> 不超过3% | GB175-62 |
| 2  | 矿渣硅酸盐水泥   | 一般地上、地下工程                      | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%, 初凝不早于45分钟, 终凝不迟于12小时 | 水泥烧失量不超过5% (立窑水泥允许达到7%), 熟料 MgO 不超过4.5%, 水泥SO <sub>3</sub> 不超过3% | GB175-62 |
| 3  | 火山灰质硅酸盐水泥 | 潮湿环境或地下工程                      | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%, 初凝不早于45分钟, 终凝不迟于12小时 | 水泥烧失量不超过5% (立窑水泥允许达到7%), 熟料 MgO 不超过4.5%, 水泥SO <sub>3</sub> 不超过3% | GB175-62 |
| 4  | 快硬硅酸盐水泥   | 要求早强的、紧急抢修的、冬季施工的工程, 及混凝土预制构件等 | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过10%, 初凝不早于45分钟, 终凝不迟于1小时  | 水泥烧失量不超过4%, 熟料 MgO 不超过4.5%, 水泥SO <sub>3</sub> 不超过3.5%            | GB199-63 |

续表

| 序号 | 品 种       | 使 用 范 围                                       | 物 理 性 能 要 求  | 熟料矿物组成和化学组成要求   | 标准编号           |
|----|-----------|---|--|---|----------------|
| 5  | 硅酸盐大坝水泥   | 大体积水工建筑工程                                     | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%，初凝不早于45分钟，终凝不迟于12小时，400号7天水化热低于60卡/克，500、600号7天水化热低于70卡/克   | 熟料中，C <sub>3</sub> S40~55%，C <sub>3</sub> A不大于6%<br>烧失量不超过1.5%<br>游离石灰不超过0.8%   | GB200-63       |
| 6  | 抗硫酸盐硅酸盐水泥 | 同时受硫酸盐侵蚀、冻融、干湿的海港工程、水利工程和地下工程                 | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过10%，初凝不早于45分钟，终凝不迟于12小时。在硫酸根离子浓度为2500毫克/升的硫酸钠溶液中浸蚀6个月后，腐蚀系数F <sub>s</sub> 不小于0.8  | 熟料中C <sub>3</sub> S≤50%，C <sub>3</sub> A≤5%，C <sub>3</sub> A+C <sub>4</sub> AF≤22，烧失量不超过1.5%，游离石灰不超过1.0%，MgO不超过4.5%<br>水泥中SO <sub>3</sub> 不超过2.5% | GB748-65       |
| 7  | 油井水泥      | 油井、气井封堵井壁与套管之间环形空间的固井工程，以及用于类似的管、洞防止渗漏的保护工程   | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%。50%水泥浆（加水量为水泥重量的50%）的凝结时间：冷井，初凝3~7.5小时，终凝在初凝后3小时内；热井，初凝1:45~2:45分，终凝在初凝后1:30分以内。50%水泥浆流动度，其扩散直径，冷井不小于16厘米，热井不小于17厘米 | 水泥中SO <sub>3</sub> 不超过3.5%<br>熟料中MgO不超过4.5%   | GB202-63       |
| 8  | 白色硅酸盐水泥   | 建筑装饰、雕塑及制造彩色或白色混凝土等装饰结构部件                     | 白度由供销协议确定，4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%，初凝不早于30分钟，终凝不迟于12小时   | 水泥烧失量不超过5%，熟料MgO不超过4.5%，水泥SO <sub>3</sub> 不超过3%（光华水泥厂控制Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <0.3%）  | 技术条件<br>104-57 |
| 9  | 矾土水泥      | 抢修紧急工程，早强特殊工程，冬季施工，抗硫酸盐浸蚀和冻融交替，制造耐热混凝土，制造膨胀水泥 | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过10%，初凝不早于30分钟，终凝不迟于10小时   |   | GB201-63       |
| 10 | 石膏矿渣水泥    | 地上地下一般民用和工业建筑工程，水中工程和大体积混凝土                   | 4900孔/厘米 <sup>2</sup> 筛余不超过15%，初凝不早于30分钟，终凝不迟于12小时   |   | 建标31-61        |

注：关于水泥的强度指标(标号)，可参阅本书上册附录I-1。

在计划任务书中考虑水泥工厂的产品方案时，主要考虑以下几种情况：

一、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥虽属不同品种，但系采用同一种熟料，只是混合材的种类和掺入量不同。在工厂设计中只须考虑增加混合材的堆场、储库、烘干、卸运等设施就能满足生产普通硅酸盐水泥和掺混合材硅酸盐水泥的要求。由于在熟料中掺入混合材，不仅可以增加产品数量，降低生产成本；而且可以利用工

业废渣，改善产品质量。因此，在有混合材来源的条件下，一般应考虑工厂有生产这两种水泥的可能性。

二、生产大坝、油井、抗硫酸盐、快硬等特种硅酸盐水泥的工厂，应该也生产普通硅酸盐水泥。这是因为：（1）这类特种水泥的需要量一般不均衡，在生产这类特种水泥的工厂中同时生产普通水泥可便于工厂保持均衡生产；（2）这类特种水泥要求原料的品位较高，工厂同时生产普通水泥便于充分利用矿山资源。因此，在建设这类特种水泥工厂的计划任务书中应明确同时生产普通水泥；但是，在设计中可只考虑在某一时期内集中生产一种熟料，以免过多地增加设备和投资。

三、白色水泥、矾土水泥等对原料和燃料有特殊要求，与普通水泥差别较大，且用量不大，以在原料产地附近单独建设单一品种的规模较小的水泥厂生产这类水泥为宜。

### （三）水泥工厂的规模

水泥工厂的规模是指工厂的生产能力，以年产水泥的数量来表示。按照工厂年产量的不同，可将水泥厂的规模划分为大型、中型和小型三类。原建材部规定的规模划分为：大型厂 $>50$ 万吨/年；中型厂 $10\sim 50$ 万吨/年；小型厂 $<10$ 万吨/年。

大中小型水泥厂的规模划分不是一成不变的。随着我国工农业的发展，水泥的消费量不断增加，大中小型水泥厂规模的划分也将随之而变化。

毛主席指出：“我们必须逐步地建设一批规模大的现代化的企业以为骨干，没有这个骨干就不能使我国在几十年内变为现代化的工业强国。但是多数企业不应当这样做，应当更多地建立中小型企业，并且应当充分利用旧社会遗留下来的工业基础，力求节省，用较少的钱办较多的事。”确定水泥工厂的规模，应该遵照毛主席的教导，从具体情况出发，认真贯彻“两条腿走路”的方针，以促进水泥工业的迅速发展。新建水泥厂的规模一般应由领导机关根据国家的长远规划或当地的区域规划在下达计划任务书时确定。

确定水泥厂的规模时，具体需要考虑以下几个问题：

一、建厂地区对水泥的需要情况 水泥工业的特点是产品数量大，价格低，原料资源分布广，远距离运输既不经济，也无必要。水泥的运输距离过大，不仅增加了交通运输部门的负担，而且销售价格中运费所占的比例将大为增加。因此，必须使水泥工厂的规模适应建厂地区对水泥的需要，尽量缩短产品的运输距离使水泥工业的布局合理，而不应只单纯从工厂本身的经济指标来确定规模。对于小厂的规模，除根据地区需要外，还须考虑投资和设备供应条件。

二、原料矿山的储量情况 水泥工厂的规模必须与矿山储量情况相适应。对于大中型水泥厂来说，原料矿山的年限须满足工厂生产30年以上的需要，并应有一定数量的后备储量，使工厂建立在有充足资源的基础之上。否则，工厂生产后不久即将出现“无米之炊”，势必远地另找矿山，造成不良的经济后果。对于小型水泥厂，原料矿山的年限可根据具体情况适当减少。至于在考虑某个老厂改建或扩建的规模时，首先应该调查现有矿山的工业储量在扩建后有多少服务年限，慎重确定改、扩建的规模。

此外，水泥工厂的规模必须与主要设备的规格相适应。大型水泥厂必须设置较大规格的设备，才能提高工厂的劳动生产率和改善其它技术经济指标。为了便于工厂今后的发展，在新厂设计中一般以采用2~3条工艺线为宜。有时因某种原因不能一次建成所要求的规模时，可考虑分期建设，主机设备的规格需适应分期建设的需要。在考虑采用大型设备时，还须了解建厂地区的运输条件，考虑能否运入大型设备。

#### (四) 水泥的生产方法

水泥的生产方法从生料的制备过程来说分干法和湿法两种。湿法生产是在生料磨内加水将原料粉磨成浆状，再喂入窑内煨烧；干法生产是在生料磨内通热风，将原料粉磨并烘干，或将原料先经烘干后再磨成粉状，或加适量的水制成球状，然后入窑煨烧。

事物都是一分为二的，干、湿法各有其利弊。湿法生产具有操作简单，生料成分容易控制，产品质量较高，料浆输送比较方便，原料车间扬尘较少等优点；但热耗较高，每公斤熟料耗热量为1250~1500千卡。干法生产的主要优点是热耗低，带有预热器的干法窑的热耗为750~900千卡/公斤熟料；但须采用较复杂的空气搅拌系统才能保证生料成分均匀；此外，还存在扬尘较大，电耗高等缺点。“矛盾着的对立面又统一，又斗争，由此推动事物的运动和变化。”湿法生产虽有不少优点，过去在国内外水泥生产中一直占有较大的比重；但由于热耗高，一些国家进而转向干法生产技术的研究，利用干法热耗低的优越性，努力克服干法的缺点。在粉磨兼烘干利用废热方面，在原料预均化和生料搅拌方面，以及在干粉料的输送和收尘方面，出现了一些新设备和新技术，使干法生产得到很大的改进。因此，国外水泥工业的发展已明显地趋向于干法。我国目前水泥生产中，大、中型厂湿法生产的产量占57%，干法生产占43%；如包括中、小型立窑在内，则干法生产的产量占水泥总产量的65%。

在计划任务书中，须根据国家的方针、政策，建厂地区的资源情况、自然条件和经济条件，选择合理的生产方法。如由于客观情况不明，生产方法一时难以肯定时，可在设计过程中经过技术经济比较后建议上级机关决定。一般说来，原料水分高，当地降雨量多，原料成分波动较大，尤其是用含水量较大的工业废渣作为原料时，宜采用湿法。原料水分低，当地降雨量较少，原料的质量较好或采用均化设施时，则宜采用干法。所有这些因素应根据建厂地区的具体情况进行综合比较，因地制宜地对生产方法作出正确的选择，使工厂投产后能取得较好的经济效果。

毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”水泥生产方法也是在不停地变化发展的。必须在生产实践中不断总结提高。当前加强干法生产工艺及设备的研究和设计，将有利于在我国进一步发展干法生产。

## (五) 厂 址 选 择

厂址选择是否正确，不仅决定着投资的多少，而且也影响建设速度的快慢。厂址选择正确与否，还关系到工厂投产以后生产管理是否方便，生产成本的高低，以及工厂发展的难易，等等。

因此，在选择厂址时，必须贯彻党的社会主义建设总路线，执行“靠山、近水、扎大营”和“搞小城镇”的方针，既要考虑战备的要求，又要注意经济合理，正确处理工业与农业，局部与整体，当前与长远，内部与外部，生产与生活等矛盾关系。采取筹建、地质、设计三结合的形式，广泛地深入实际，认真地调查研究，根据资源、工程地质、交通、供电、燃料、水源等客观条件，进行多方案比较，精心选择，慎重确定。

对水泥厂厂址选择的具体要求，可归纳如下：

一、厂址应靠近石灰石矿山。石灰石是水泥生产的主要原料，生产每吨水泥熟料约需石灰石1.4吨左右。水泥厂厂址靠近石灰石矿山，可以采用效率高、简便可靠的内部运输，而不必依靠国家铁道干线运输石灰石。这样不仅节省投资，而且节省长年运输费用。这一点对于大、中型水泥厂尤为重要。小型水泥厂一般也要尽量考虑靠近石灰石矿山，但要根据其它建厂基本条件（如供电、交通运输、场地等）进行综合比较。当厂址靠近矿山时，工厂具体位置的选择应与矿山开采范围统一考虑，防止将厂区或住宅区放到有用矿体上或爆破危险范围以内。

二、选择厂址要认真贯彻“以农业为基础、工业为主导”的方针。水泥厂的厂址必须有足够的场地面积，但应尽可能利用荒山坡地，注意节约用地，不占良田，少占农田。要对厂区、住宅区、铁路专用线、厂区公路等各项占地问题作全面规划，统筹安排，以免顾此失彼，最后出现与主观愿望相反的多占田地的情况。当工厂或矿山进行建设时，土石方的排除不得有害于农业，不得妨碍农田水利的现有灌溉系统和今后的建设；还要在施工过程中尽可能地采取施工造田造地的措施，以支援农业。

三、厂址应有良好的交通运输条件。在水泥生产中，物料年吞吐量约为工厂规模的三倍半左右。即使在石灰石和粘土质原料由工厂自行运输的情况下，工厂年吞吐量仍接近其规模的两倍。因此，大、中型水泥厂应靠近铁路干线。在厂址选择过程中，应同时考虑专用线接轨的可能性，并由筹建单位与有关的铁道部门达成具体协议。在有水运条件的地区，应积极考虑水运。

四、厂址附近应有足够的水源，须保证在枯水季节能正常供应工厂生产和职工生活的用水量。在寻找水源时，必须注意不与农业争水；同时应考虑在工厂投产后不污染农业用水。水源水质应满足国家标准和生产要求。

五、厂址应靠近电源。生产每吨水泥的耗电量一般在100~130度之间。因此，水泥厂附近须有可靠的电源，以保证供电和节省输电线路的投资。在厂址选择过程中，应由筹建单位与有关电力部门达成供电的具体协议。

六、厂址应有良好的工程地质条件。地耐力最好在20吨/米<sup>2</sup>（土壤深度1.5~2米处）



以上。厂址下面要避免有断层、滑坡、古墓或其它有用矿体，并尽可能避开岩溶、煤窑、膨胀土、冻土、翻浆等。如建厂地区属于地震区，要调查研究当地的地震情况。厂址应不受洪水威胁，并要求厂区地下水位较低，以节省防洪防水设施的投资。

七、厂址选择除考虑建厂的基本条件外，还必须关心职工的生活，工厂应在可能条件下靠近城镇或其它企业，以便充分利用已有的生活设施，并考虑相互协作的可能性。要注意缩小城乡差别，考虑环境保护。住宅区与工厂的距离一般以500米左右为宜，既便利职工上下班，又与工厂有一段防护距离。工厂应位于住宅区和城镇主导风向的下风侧。工厂与住宅区、矿山的位置应尽可能布置在铁路、公路、河流的一侧。

## （六）水泥厂总平面设计

水泥厂总平面设计的任务是：以力求生产过程的顺畅、简捷为中心，妥善处理原燃料与成品进出厂的交通运输关系，主要生产车间与辅助生产车间的关系，地上设施与地下设施的关系，供电、供气、供排水等系统相互之间的关系，生产区与生活区之间的关系，工业生产与农业生产之间的关系，等等，使企业的各个组成部分形成一个有机的整体。

对总平面设计的主要要求归纳如下：

一、总平面设计是各个专业设计的综合。在设计时必须遵照毛主席的“艰苦奋斗，勤俭建国”的教导，深入现场，全面安排，减少占地面积，提高建筑系数，为最经济地利用场地，并为满足工厂的施工、生产和发展的要求创造有利条件，但不应早占地。

二、工厂总平面布置应力求集中紧凑，运输简捷，交通方便，避免平面交叉。但也要注意防火和采光、通风的要求。在节约的原则下，适当地照顾工厂的整齐、美观。

三、工厂总平面布置应尽量利用地形，适当地选择标高，以减少土方工程量。对纵向较长的车间，如回转窑厂房和联合储库，一般应顺等高线布置。当地形横向坡度较大时，可结合生产要求采用阶梯式布置。

四、各车间应设在有利于生产的适当位置。例如，原料车间应接近矿山来料的方向；水泥库、包装车间、材料库要放在专用线附近；压缩空气机和变电所等应设在负荷中心；修理车间、材料库及车间办公室应设在与各车间联系方便的地点。

五、较大荷重的构筑物，如水泥库、料浆库（或生料库）、联合储库以及大型设备基础，在满足生产要求的前提下尽量选择工程地质较好的地方。

六、充分考虑风向，对可能产生粉尘的车间及露天堆场应设在工厂的下风侧。

七、除特殊情况外，车间一般应考虑有发展的可能。相邻两车间应各向外侧发展；水泥库的发展应留在铁路的尽头方向，以减少扩建时对生产的影响。

图1-1到图1-7为不同规模水泥厂的总平面图示例。