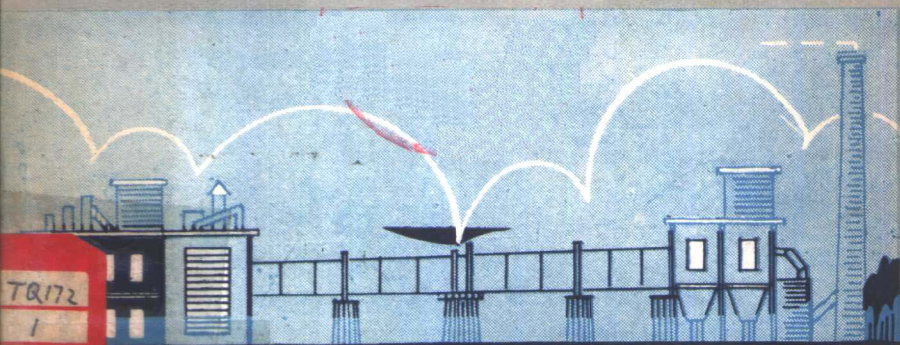


257

水泥问答

题

杨克球



TQ172
1

科学普及出版社

1842

水泥问答 110 题

杨克球

科学普及出版社

内 容 提 要

本书以问答形式,深入浅出、简明扼要地介绍了水泥工业生产中的国内外情况,如水泥品种、原料、制造工艺过程,使用注意事项等,并谈及我国水泥工业基建,和生产中的经济管理问题。这对于水泥、建材工人、初级技术人员和管理干部了解有关情况,增长专业知识,提高工作能力都是有所裨益的。

水 泥 问 答 110 题

杨 克 球

封面设计: 窦桂芳

*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米1/32 印张: 2 1/4 字数: 53 千字

1981年3月第1版 1981年 月第1次印刷

印数: 1—29,000 册 定价: 0.22 元

统一书号: 15051·1009 本社书号: 0210

13630

Ta172

1

前 言

一、为了四个现代化,在提高技术人员的科学技术水平的同时,还必须普及与提高管理人员的科学技术水平,也就是说,提高先进的科学技术水平与提高先进的科学技术管理水平,两者必须并重。这本书的主要对象是管理干部、情报资料人员、建材工人和新参加工作的技术人员,也可供设计、基建、生产、科研、教学中一般人员参考。

二、本书不涉及高深理论的探讨,而是着重介绍本行业人员必须具备的基本知识,其所以采用问答的形式,是为了避免冗长的长篇大论,这样就可做到简明扼要,使读者概念明确,易于掌握。

三、本书仅重点地收列 110 题,各题虽分立,但前后连贯,构成一个整体。它是一种普及读物;读者如感到不满足。可在此普及的基础上,再加以提高。

四、书中所述的计算式,既然是“简易计算”所以不能用作设计和订货的依据,但可供参考,尤其对于管理干部来说,凭借这些简易计算,可以考察设计工作有无疏忽之处。

五、由于作者的水平有限,编写中可能挂一漏百;有些论点,属于个人体会,可能是不全面的。这些,都期待着读者批评指正。

杨克球

1979 年 9 月

ABD87/07

目 录

1. 水泥是什么性质的材料?	1
2. 什么叫做“水硬性胶凝材料”?	1
3. 水泥有哪些用途?	1
4. 水泥在国民经济的生产比率和在基本建设中的使用量, 我们 脑海中对此有有什么样的数值概念?	2
5. 水泥具有何种特性使之成为重要的建筑材料?	2
6. 水泥的凝结时间大约是多少?	2
7. 水泥的耐压强度是多少?	2
8. 为什么水泥具有凝结和强度的特性?	3
9. 如何知道水泥熟料中有上述四种矿物组成呢?	3
10. 水泥熟料中的 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF 的比例, 如何才最合 宜?	3
11. 是什么物质成分能在水泥熟料中形成 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF 呢?	4
12. 水泥熟料中的氧化物的平均成分约为多少?	5
13. 在水泥熟料矿物组成中的 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF 内, 并不 包括有氧化镁 (MgO), 为什么在氧化物含量表中却有氧化镁 呢?	5
14. 为什么氧化镁 (MgO) 是一种有害成分? 在生产中应控制到 什么程度?	5
15. 氧化镁 (MgO) 在水泥原料中完全是有害而无害的吗?	6
16. 形成水泥熟料矿物组成的主要化学成分 CaO , SiO_2 , Al_2O_3 和 Fe_2O_3 是从哪里来的?	6
17. 什么是石灰质原料?	6
18. 什么是粘土质原料?	6

19. 试略述我国水泥原料分布的自然概况	7
20. 制造水泥要用几种原料呢?	8
21. 配料用的所谓“率”有哪一些? 如何使用?	8
22. 配料的三个“率”有何基本意义?	9
23. 在“石灰饱和度”中, 2.8 及 1.65 等数值是如何得来的?	9
24. 如何判定石灰石的质量?	10
25. 对粘土原料的质量要求是什么?	10
26. 一定规模的水泥厂, 需要多少原料? 要求矿山有多大的储量? ...	10
27. 水泥原料是如何进行勘探的?	11
28. 进行矿山勘探时, 各级储量的用途如何?	11
29. 地质年代是怎么回事? 如何判断地质形成的时期?	12
30. 从哪些方面来评定一个石灰石矿山?	13
31. 水泥制造有哪些主要过程?	13
32. 水泥工厂通常采用哪些破碎机? 其特性与用途各如何?	14
33. 石灰石的一次破碎和二次破碎, 各达到多大的粒度? 进磨粒 度均为多大?	14
34. 生料一般要粉磨到多大细度?	15
35. 有哪些测定细度的方法?	15
36. 水泥工业所用的磨机有哪些种类?	15
37. 什么叫做开路系统(开流)和闭路系统(圈流)? 各有何优缺点? 点?	16
38. 钢球磨的转数如何确定?	16
39. 钢球磨的装球量如何计算?	17
40. 钢球磨的所需功率如何计算?	17
41. 钢球磨的一般通风量如何估算?	18
42. 物料在磨机内大体的逗留时间约为多少?	18
43. 在水泥生产过程中, 磨机的金属消耗量如何?	18
44. 磨机的轴承温度应控制在什么范围?	18
45. 钢球磨机的产量如何计算? 试举例说明之	18
46. 煤粉制备通常使用哪些磨机?	19
47. 什么叫煤磨的无中间仓系统? 其优缺点如何?	19

48. 什么叫干法粉磨和湿法粉磨?	19
49. 干法粉磨与湿法粉磨有何优缺点?	20
50. 采用干法粉磨时,如果水分过高,如何解决?	20
51. 烘干兼粉碎的风扫式钢球磨,容许物料含水为多少?	20
52. 什么叫做燃料的发热量(热值)? 如何得知煤的发热量?	20
53. 如何计算煤的发热量? 试举例计算之	21
54. 水泥工厂常采用什么作为燃料?	21
55. 试略论述煅烧水泥熟料的普通立窑	21
56. 试略述半机械立窑和机械立窑	22
57. 立窑的燃烧过程如何? 如何将立窑分带?	22
58. 普通立窑和老式机械立窑在煅烧上存在哪些关键问题?	23
59. 试略述干法中空回转窑	23
60. 试略述带余热锅炉发电的干法回转窑	24
61. 为什么从干法中空窑和干法生产发展到湿法生产和湿法回转窑?	24
62. 什么叫立波窑?	25
63. 试略述“旋风预热器窑”的兴起	25
64. 试略述“窑外分解”(带气流炉的干法回转窑)	26
65. 试以湿法长窑为例,说明回转窑的各带	27
66. 回转窑的产量如何计算? 试举例说明之	28
67. 如果我们要求某回转窑每小时产若干吨熟料,那么如何算出它的直径呢?	29
68. 如果知道回转窑的小时产量,能不能用作者的简易计算式 $Q = 0.82D^3$ 来求其直径呢?	30
69. 如果知道窑的产量,如何迅速地算出湿法长窑的长度呢?	30
70. 3.5 米直径的回转窑,其燃烧带长度,烧成带长度,冷却带长度各约为若干米	31
71. 如何确定物料在回转窑烧成带逗留的时间,运动速度以及窑的斜度和转速?	31
72. 如何计算(1)每公斤熟料的耗煤量,(2)水泥窑每小时耗煤量,(3)水泥窑燃煤所需的空气量?(题设窑产熟料 26 吨/小时,熟	

耗为 1560 千卡/公斤熟料)	32
73. 在上题中窑燃烧煤每小时所需 49600 标准立方米的空气, 是由何处送入窑内的?	33
74. 在进窑的燃烧空气中, 为什么二次空气多于一次空气?	33
75. 窑头喷煤管的出口直径多大为宜?	33
76. 试计算窑头鼓风机(题设风机的空气温度为 50℃, 风机储备能力为 50%, 管道内风速为 10—20 米/秒, 风压为 500—550 毫米水柱)	34
77. 如何计算窑尾排出的废气量?	34
78. 如何选定窑尾排风机?	36
79. 如何简易计算窑尾烟囱的直径	36
80. 在回转窑的出料端已有了一个冷却带, 为什么另外还要增设冷却机呢?	36
81. 试略论单筒冷却机的优缺点	37
82. 试略论多筒冷却机的优缺点	38
83. 试略论振动篦式冷却机的优缺点	39
84. 水泥粉磨时为什么要加石膏?	39
85. 1 袋水泥或 1 桶水泥各有若干重?	39
86. 水泥工厂常用的输送设备有哪些?	40
87. 水泥工厂常用的收尘装置有哪些?	41
88. 水泥厂主要设备在运转中产生多少粉尘? 国家要求把粉尘浓度降低到什么程度?	41
89. 水泥工厂的粉尘有哪些危害?	42
90. 试举例计算收尘装置在生产上的利益?	42
91. 回转窑窑尾电收尘器所收集的窑灰, 如何处理?	42
92. 制造 1 吨水泥约需耗电多少?	43
93. 烧成 1 吨熟料, 约耗热多少?	43
94. 水泥厂的燃料消耗和电力消耗主要在哪些工序? 节约能源, 如何着手?	44
95. 在建设水泥厂时如何估计基本建设投资?	44
96. 水泥工厂的基建投资包括哪些主要建筑材料和多少人工?	45

97. 筹建水泥工厂时,如何估算工厂的用地面积,设备重量,工厂电机容量和用水量?	45
98. 在水泥工厂的总投资中,按工程性质或按工程对象划分支,各项开支所占的比例如何?	46
99. 水泥工厂的产品成本约为多少? 成本构成情况如何?	46
100. 如何确定水泥制造的生产方法:	47
101. 选择厂址的原则是什么?	48
102. 试略述水泥工厂设计的程序及其必需的文件资料	49
103. 试略述设计阶段的划分和初步设计的目的与任务?	49
104. 进行总体布置设计和车间布置设计的原则是什么?	50
105. “波特兰水泥”的名称由何而来? 它是不是就是我国定名的“硅酸盐水泥”?	51
106. 试简述“水泥”制造的演进以及我国水泥工业发展概况	52
107. 为什么要发展水泥的品种?	54
108. 试述国家标准 (GB175—77) 对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粉煤灰硅酸盐水泥的定义,并简述其他如早强水泥、水工水泥、油井水泥、加气水泥、塑化水泥、防水水泥、道路水泥、不透水水泥、电站水泥、高铝水泥。	54
109. 试略述国内外水泥工业概况与发展趋势	58
110. 普及与提高管理干部、行政人员的业务技术水平对水泥工业将产生什么作用?	64

1. 水泥是什么性质的材料？

水泥是一种“水硬性胶凝材料”，因而是一种重要的建筑材料。

2. 什么叫做“水硬性胶凝材料”？

胶凝材料有两大类：一类是“气硬性”；另一类是“水硬性”。例如石灰、石膏之类，它们加水以后，只能在空气中硬化，所以称之为“气硬性胶凝材料”。水泥则不然，它不仅可在空气中硬化，而且能在水中继续硬化，所以水泥称之为“水硬性胶凝材料”。

3. 水泥有哪些用途？

水泥是一种重要的建筑材料，广泛地使用于工业、农业、交通、国防、民用各方面，这是尽人皆知的。可以较系统地概括如下。

- (1) 工业方面 厂房建筑，设备基础；
- (2) 农业方面 水渠水库，粮食晒场，居房舍，马厩猪圈；
- (3) 交通方面 桥梁涵洞，路基路面，机场跑道，海港码头；
- (4) 水利方面 筑坝发电、固岸防洪；
- (5) 市政方面 水井水塔，管道沟渠，街道广场，剧场大厦；
- (6) 国防方面 港湾要塞，防御工事；
- (7) 其它方面 电杆枕木，预制构件。

4. 水泥在国民经济的生产比率和在基本建设中的使用量，我们脑海中对此有的一些什么样的数值概念？

这些数值不是一成不变的，但也有其参考意义。

- (1) 在国民经济中，钢铁与水泥的生产量之比，约为 1:1.2 至 1:1.5，就是说，如果一个国家一年生产一千万吨钢铁，那么就应当一年大约生产一千五百万吨水泥。否则将造成生产比例上的失调。
- (2) 在基本建设中，每一万元的基本建设投资，约需用 3—4.5 吨水泥。
- (3) 在水泥工厂的基建中，每年产一吨水泥熟料，此工厂基建需用水泥 30—35 公斤。例如某厂规模为年产熟料 100 万吨，则此厂基建需用水泥约为 35,000 吨。

以上均指 500 号水泥而言，低标号水泥不计算在内。

5. 水泥具有何种特性使之成为重要的建筑材料？

其特性之一是它能凝结硬化(尤其是水硬性)，这是固定形状和发挥强度的基础。

其另一特性是它在凝结后具有高的强度，这是硬化后的结果。

6. 水泥的凝结时间大约是多少？

水泥的初凝是不小于 45 分钟(太快了不利于施工)。

其终凝不大于 12 小时(太慢了不利于使用)。

7. 水泥的耐压强度是多少？

在硬练试验中，500 号硅酸盐水泥 28 天的试体的耐压强

度为 500 公斤/平方厘米。这个耐压强度就是水泥的标号。改为软练试验以后,由于试验方法的不同,其强度的数值则有相应的改变。各种标号的水泥的强度数值,可由水泥标准中查得。例如 500# 硅酸盐水泥,硬练的耐压强度为 500 公斤/平方厘米,而在软练中则修正为 425 公斤/平方厘米,等等。

8. 为什么水泥具有凝结和强度的特性?

这是由于在水泥熟料中形成了四种主要化合物(矿物组成)的缘故。这四种矿物组成是:

中文名称	化学分子式	编写	作用
硅酸二钙	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	强度(后期)
硅酸三钙	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	强度(早期)
铝酸三钙	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	凝结
铝铁酸四钙	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	凝结

9. 如何知道水泥熟料中有上述四种矿物组成呢?

将水泥熟料的磨片放在显微镜下(放大约 150 倍)就可看到有四种不同结构的化合物。其中圆形浅色小颗粒是 C_2S , 尖角深色颗粒是 C_3S , 还有两种不同的中间填物是 C_3A 和 C_4AF 。

10. 水泥熟料中的 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF 的比例, 如何才最合宜?

我们知道, C_2S 和 C_3S 起强度作用, C_3A 和 C_4AF 起凝结作用, 而强度是主要的, 所以要求 C_2S 和 C_3S 相加应占总量的 75%。再者, C_3S 为早期强度, 它是高强度水泥的标志, 所以要求 C_3S 要比 C_2S 多一些。但是, 为要得到更多的 C_3S , 就需要更高的技术条件, 例如在配料时氧化钙成分要高,

粉磨要更细,煅烧温度要更高,所以制造上比较难一些,成本也就高一些。为了又经济又合理地生产 500 号水泥,根据生产经验,得出如下的生产比例。

水泥熟料矿物组成表 (一)

矿 物	范围(%)	平均(%)
$C_3S + C_2S$	72—78	75
$C_4AF + C_3A$	20—24	22
MgO 及其它	1.5—4.5	3

水泥熟料矿物组成表 (二)

矿 物	范围(%)	平均(%)
C_3S	47—55	51
C_2S	17—31	24
C_3A	6—10	8
C_4AF	10—18	14
MgO 及其它	1.5—4.5	3

11. 是什么物质成分能在水泥熟料中形成 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF 呢?

要形成 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF , 由它们的化学成分, 就知道必需具备相当数量的 CaO (氧化钙), SiO_2 (氧化硅), Al_2O_3 (氧化铝) 和 Fe_2O_3 (氧化铁) 这四种主要氧化物。

12. 水泥熟料中的氧化物的平均成分约为多少？

根据水泥熟料矿物组成表（二），那么各氧化物的含量应如下表：

氧化物名称	化学分子式	含量(%)	平均含量(%)
氧化钙	CaO	64—68	66
二氧化硅	SiO ₂	20—24	22
三氧化二铝	Al ₂ O ₃	4—7	5.5
三氧化二铁	Fe ₂ O ₃	2—4	3
氧化镁及其它	MgO 及其它	1.5—4.5	—

13. 在水泥熟料矿物组成中的 C_2S , C_3S , C_3A 和 C_4AF 内，并不包括有氧化镁（MgO），为什么在氧化物含量表中却有氧化镁呢？

我们的水泥熟料是不需要氧化镁（MgO）的。但是，在实际的石灰石原料中，总是存在这种有害成分。所以在实际生产中无法避免，不过应予限制。

14. 为什么氧化镁（MgO）是一种有害成分？在生产中应控制到什么程度？

氧化镁不是组成 C_2S 、 C_3S 、 C_3A 和 C_4AF 的化学成分，所以它在水泥熟料中是不需要的。而且 MgO 在水泥凝结硬化后若干长的时间内，发生体积膨胀，使混凝土发生裂纹和断裂，造成工程上的危险，所以它是有害的。但是在石灰石原料中天然地存在着 MgO，不可能完全避免，所以可以限制在 2.5% 以下，其为害就很小了。

15. 氧化镁 (MgO) 在水泥原料中完全是有害而无益的吗?

不。在限度以下的微量的 MgO , 在熟料煅烧时, 可使原料的混合成分的共熔点略予降低。例如:

$CaO-SiO_2-Al_2O_3$ $1455^{\circ}C$

$CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO$ $1375^{\circ}C$

$CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$ $1340^{\circ}C$

$CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-MgO$ $1300^{\circ}C$

所以在限度以下的微量 MgO 对煅烧有一定的利益。

16. 形成水泥熟料矿物组成的主要化学成分 CaO , SiO_2 , Al_2O_3 和 Fe_2O_3 是从哪里来的?

氧化钙 (CaO) 主要来自石灰质原料。

氧化硅 (SiO_2)、氧化铝 (Al_2O_3) 和氧化铁 (Fe_2O_3) 主要来自粘土质原料。

17. 什么是石灰质原料?

凡含氧化钙 (CaO) 高的原料, 称之为石灰质原料。自然界中石灰质原料主要有石灰石, 白垩, 贝壳石灰石, 泥灰岩等。大理石含 CaO 是非常高的, 是高级石材, 不作水泥原料用。白云石含镁过多, 不宜作水泥原料。我国水泥工业中广泛使用的是石灰石。

18. 什么是粘土质原料?

粘土质原料中含有很高的氧化硅 (SiO_2) 和一定数量的氧化铝 (Al_2O_3) 和氧化铁 (Fe_2O_3)。在自然界中有粘土、黄土、红土、粘土质页岩等。我国水泥工业广泛使用粘土、黄土或红土。

19. 试略述我国水泥原料分布的自然概况

我国水泥原料的分布很广，遍布全国各地。就其年代而言，从太古代的寒武前纪到中生代的三叠纪均有沉积。在长江以北、东北、华北地区，主要是寒武纪和奥陶纪，带夹有白云质。辽东半岛和北京地区则有较纯的石灰岩。在西北地区为泥盆纪、石炭纪的沉积石灰岩。内蒙古地区有少量的泥盆纪、石炭纪、二叠纪的沉积。牡丹江地区还有一些石炭纪、二叠纪的沉积石灰岩。长江以南，广泛分布有石炭纪、二叠纪沉积石灰岩。前者质量很纯，后者常夹有燧石结核。泥盆纪沉积主要分布在两广、云贵、川、陕、湘等省，一般质量不纯，常含有泥质、硅质及白云质。三叠纪主要在两湖、江、浙、皖、赣、川等省，不纯而带泥质。川、贵、湘、桂等省，有少量志留纪沉积。中南、四川等地有少量的寒武前纪沉积，但多系硅质灰岩。

就石灰石的结构而言，所有化学结构中的结晶结构，鲕状或豆状结构，生物结构，碎屑结构，均有所见。鲕状或豆状结构主要出现在华北的奥陶纪、寒武纪。在贵州的泥盆纪、志留纪、三叠纪的灰岩中也有所发现。生物结构分布也很广。碎屑结构在华北的寒武纪、奥陶纪中，常以竹叶状石灰岩出现。

含土石灰岩(泥灰岩)在我国各地亦常出现，例如湖北黄石的黄金山附近，新疆乌鲁木齐的鸿雁池附近与柳树沟附近，均有发现，但不及硬质石灰岩藏量之多。泥灰岩硬度较小，易于破碎、粉磨，如化学成分合格，则采用泥灰岩制造水泥，更为经济。

白垩在我国藏量不多，河南等地有少量发现。

在粘土质原料方面，我国华北、西北地区，由于干旱的特点，陇东及戈壁南沿有风成黄土(以永登黄土为代表)。陕西、山西、冀东有各种褐土(以耀县、太原的黄土为代表)。河南、

河北、鲁西南有冲积形成的褐土（以洛阳、琉璃河黄土为代表）。内蒙、陇西有荒漠土。我国南方，雨水多，气候炎热，所形成的各种粘土，一般是钙、镁、钾、钠被淋失，故含碱甚低，有利于制造水泥。但硅酸率较低，常需掺用硅质校正原料。湘乡、英德的粘土，即是如此。

20. 制造水泥要用几种原料呢？

使用几种原料，要由原料中的化学成分多少来决定，一定要使这些化学成分的含量符合前述氧化物含量的要求。如果在一种原料中含有 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 而且含量接近我们需要的含量，那么我们就可只用一种原料，即可生产出水泥熟料来。例如英国有些地方只用一种原料来生产水泥，不需配料。这叫做“天然水泥”，但这是少见的。

一般说来，使用两种原料，通常是石灰石和粘土。这是很好的情况。

在许多工厂中，常常是由于粘土中含铁不够，所以要另外添加铁矿粉。有时粘土中含硅不够，那就要添加砂岩，或者由于含铝不够，而需添加矾土。这种添加的原料，称之为“校正原料。”因此工厂将采用三种或四种原料来配料了。

在国内的许多工厂中，是用三种原料（石灰石、粘土和铁粉），也有用四种原料的，这在生产控制上就困难得多。

21. 配料用的所谓“率”有哪些？如何使用？

其一为“石灰饱和率”

石灰饱和率

$$\begin{aligned} K \cdot H &= \frac{\text{CaO} - (1.65\text{Al}_2\text{O}_3 + 0.35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0.7\text{SO}_3)}{2.8\text{SiO}_2} \\ &= 0.8 \sim 0.95 \text{ (标准范围为 } 0.85 \sim 0.89) \end{aligned}$$