

水泥厂粉状物料均化

翟旭东 侯宝荣 编著

中国建筑工业出版社

序 言

粉状物料均化是水泥干法生产中很重要的工艺环节，它对提高水泥熟料产质量和确保水泥质量的稳定，有着举足轻重的作用。水泥厂粉状物料均化主要包括生料均化以及立窑水泥厂的生料配煤均化和水泥均化等。

早期水泥生产是采用立窑干法工艺，随着生产规模的扩大，先后出现了干法和湿法回转窑工艺。在粉状物料均化问题没有获得很好解决以前，能烧制高质量熟料的湿法生产工艺发展迅速。五十年代，间歇式分区充气均化库的出现，使生料粉均化度接近或达到料浆的均化度，基本解决了生料均化问题，为生料均化工艺的变革奠定了基础，同时也促进了干法工艺的发展。随着悬浮预热器窑在国际上的普遍应用，干法工艺在水泥工业中又重新处于主导地位。

近十几年来，窑外分解技术的成功应用，使干法生产工艺发生了新的变革，不但窑产量成倍增长，而且最先进窑的熟料热耗只有湿法工艺的一半。许多带分解炉的现代化大型干法旋窑运转实践说明，窑型越大，生料均化度对熟料产质量和窑热工制度稳定的影响也越大，因此对生料均化度的要求也越高。随着原料预均化技术的出现和 α 射线荧光分析仪-电子计算机控制系统在配料上的应用，又促进了各种连续式均化库的研制和发展。

新中国成立以来，我国水泥工业发展较快，目前水泥总产量已进入世界前十名。但是，生产工艺（设备）的技术水平以及自动化程度仍较落后，特别是占全国水泥总产量三分之二以上的立窑水泥质量较差，其主要原因之一就是生料均化和配煤均化工艺不能适应生产发展的需要，入窑生料合格率普遍较低。近几年，这一问题已引起重视，许多厂新建或改建了不同类型的生料均化

库，并在生产中发挥了巨大作用。

由于立窑熟料质量不稳定（部分大中型水泥厂也程度不同地存在这一问题），致使出厂水泥质量波动较大，甚至出现不合格品和废品。因此，当前在立窑厂大力推广生料均化工艺的同时，还应采取适当的水泥均化措施，确保出厂水泥质量的稳定，这对保证工程质量和增加企业收入具有很大的现实意义。

为促进我国水泥干法生产工艺的发展，进一步提高干法厂粉状物料均化技术水平，我们将工作中多年积累的经验和资料整理编写了这本书，重点介绍粉状物料均化库的设计计算、施工、安装、操作控制、检测维修和均化效果测定，以及国内外几种生料均化、调配和贮存工艺的设计。另外，对均化工艺所需主要设备和透气性材料也作了适当介绍。

本书由翟旭东主编。编写分工如下：翟旭东编写第一、二、四、五章，侯宝荣编写第三章。全书经高级工程师朱祖培审阅。编写过程中得到一些科研、设计单位和生产厂的支持，在此谨致谢意。

因编著者水平所限，书中难免存在不当和错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

1984年7月

目 录

序 言

第一章 均化的意义及基本参数	1
第一节 均化的意义	1
一、生料均化程度对其易烧性的影响	1
二、生料均化程度对熟料产质量的影响	3
三、立窑水泥厂生料配煤均化对立窑煅烧和熟料 质量的影响	9
四、水泥均化的必要性及经济效益	10
第二节 均化过程的基本参数及其计算	17
一、均化度	17
二、均化效率	34
三、均化过程操作参数	37
第二章 间歇式空气均化库	38
第一节 间歇式空气均化库库底结构	38
一、库底分区方法	39
二、充气箱结构	46
第二节 间歇式空气均化库的设计、施工和安装	51
一、间歇式空气均化库的设计	51
二、间歇式空气均化库的施工和安装	101
第三节 间歇式空气均化库实例	105
一、陶瓷(或水泥)多孔板充气箱均化库	105
二、柔性透气层充气箱均化库	108
三、小型钢板均化仓	127
第四节 间歇式空气均化库的生产控制	133
第三章 连续式生料均化库	141
第一节 连续式生料均化库的结构	143

一、连续式空气均化库	143
二、彼特斯混合室库	145
三、鄂城水泥厂混合室均化库	149
四、带减压锥的连续式生料均化库	159
五、带外部搅拌仓的连续式生料均化库 (IBAU中心室均化库)	160
六、多点流连续式均化库	162
七、控制流连续式均化库	163
第二节 混合室生料均化库的设计、安装和操作	164
一、混合室生料均化库的设计	164
二、混合室生料均化库的安装和操作	181
第三节 连续式生料均化库实例	190
一、冀东水泥厂连续式生料均化库	190
二、宁国水泥厂连续式生料均化库	195
第四章 生料均化工艺系统	200
第一节 机械倒库调配的生料均化工艺	202
一、无均化库的机械倒库混合均化工艺	202
二、有均化库的机械倒库混合均化工艺	203
第二节 校正调配的生料均化工艺	210
一、工艺流程	210
二、均化库结构	210
三、均化效果	213
四、生料调配及贮存	214
第三节 交叉调配的生料均化工艺	216
一、工艺流程	216
二、均化库和贮存库结构	216
三、均化库操作与控制	222
四、生料调配及贮存	225
第四节 带 α 射线荧光分析仪-电子计算机控制系统的生料均 化工艺	236
一、南斯拉夫游击队水泥厂生料均化工艺	236
二、淮海水泥厂生料均化工艺	238
三、英国兰圈集团生料均化系统的前馈控制法	242

第五节 双层库生料均化贮存工艺	245
第六节 其它类型生料均化工艺	254
一、漏斗型流动均化库工艺	254
二、带上升管的混合装置均化工艺	255
第五章 透气性材料和主要设备 与检测仪表	257
第一节 透气性材料	257
一、陶瓷多孔板	258
二、水泥多孔板	258
三、纤维纺(编)织品透气层	259
第二节 主要设备及检测仪表	264
一、供气设备	264
二、空气净化设备	265
三、输送设备	274
四、主要控制设备	279
五、收尘设备	282
六、取样器	286
七、空气压力和流量测定仪	291
主要参考文献	293

第一章 均化的意义及基本参数

第一节 均 化 的 意 义

水泥厂粉状物料均化包括干法厂生料均化、立窑厂生料配煤均化和水泥均化等三个方面。

生料粉均化问题的解决，不但使干法旋窑和立窑、立波尔窑也能生产出与湿法窑相媲美的熟料，而且对稳定窑的热工制度、提高窑运转率大有好处。

水泥均化问题的解决，不但能缩小出厂水泥标号的波动范围，稳定水泥质量，而且可以有效地降低超标号比例，减少标号损失，增加经济效益。

一、生料均化程度对其易烧性的影响

生料易烧性是指生料在窑内煅烧成熟料的过程中相对难易程度。生产实践证明，生料易烧性不仅直接影响熟料质量和窑运转率，而且还关系到燃料的消耗。在生产工艺一定、主要设备相同的条件下，影响生料易烧性的因素有生料化学组成、物理性能（细度、晶态、水分等）及其均化程度。在配比恒定和物理性能稳定的情况下，生料均化程度是影响其易烧性的重要原因，因为入窑生料成分（主要指 CaCO_3 ）的较大波动，实际上就是生料各部分化学组成发生了较大变化。

美国 K.E. 帕雷 (Kurt E. Peray) 和 J.J. 瓦得尔 (Joseph J. Waddell) 用生料易烧性指数或生料易烧性系数表示生料的易烧程度，指数或系数越大，生料越难烧。

$$\text{易烧性指数} = \frac{C_3 S}{C_3 A + C_4 A F} \quad (1-1)$$

上式指出，较高的 C_3S 或较低的 C_3A 、 C_4AF 都会使生料易烧性变差（即指数上升）。

$$\text{易烧性系数} = \frac{100\text{CaO}}{2.8\text{SiO}_2 + 1.1\text{Al}_2\text{O}_3 + 0.7\text{Fe}_2\text{O}_3} + \frac{10\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} - 3\text{MgO} + \text{R}_2\text{O} \quad (1-2)$$

如果生料中 $(\text{R}_2\text{O} + \text{MgO}) < 1\%$ ，可以不考虑它们对生料易烧性的影响，则 $(3\text{MgO} + \text{R}_2\text{O})$ 项略去。

未经均化或未达到规定均化指标的生料，其化学组分的分布

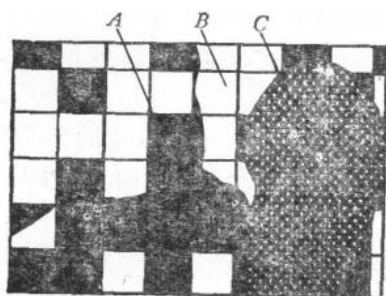


图 1-1 未均化生料各部化学组分分布示意图

A—高钙硅区； B—高熔剂性组分区，
C—均化区

肯定是不均匀的。如图1-1所示，某批入窑生料中A为高钙硅区，B为高熔剂性组分区，C为均化区。当这批生料入窑煅烧时，A区需要较高的烧成温度，B区需要较低的烧成温度，C区需要正常的烧成温度。所以在某一温度下，无法适应上述三种情况。

生料中某组分（特别是 CaCO_3 ）含量的较大波动，不但使其易烧性不稳定，而且影响窑的正常运转和熟料质量。操作实践证明，易烧性系数改变1.0时，不会造成易烧性的重大变化；当系数变动大于2.0时，可以清楚地看到反应；当系数变动超过3.0时，看火人员必须调整燃料用量来作好烧成带对付易烧性大变化的准备。因此，为确保生料具有稳定的、良好的易烧性，提高熟料质量，除选择制定合理的配料方案和烧成制度外，还应尽量提高生料的均化程度。根据我国《小水泥企业质量管理规程》（1979年10月）规定，入窑生料碳酸钙滴定值的合格率应达70%

以上（波动范围 $\pm 0.5\%$ ）。

二、生料均化程度对熟料产质量的影响

生料在窑内煅烧成熟料的过程是典型的物理化学反应过程。

汉德立克斯（Hendrickx）将熟料形成过程分成三个阶段：第一阶段反应在温度升高时发生；第二阶段反应在恒温时发生；第三阶段反应在温度降低时发生。他把很重要的第一阶段反应描绘成“包括 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 以及较 SiO_2 更为活跃的其它组分与石灰石进行化合，化合的比例是变化无常的，它取决于颗粒之间的接触机会和细度。”这里所说的“颗粒接触机会”就是由生料中各化学组分（特别是 CaO ）的均化程度所决定的。当均化生料在合理的热工制度下进行煅烧时，由于各化学组分间的接触机会几乎均等（绝对均等是不可能的），故熟料质量好，岩相分析显示 A 矿（ C_3S ）结晶规则， A 矿和 B 矿（ C_2S ）分布均匀（图1-2）。反之，均化不好的生料是烧不出好熟料的。例如，有些厂采用的石灰石原料中含有燧石和白云石化石灰岩，还有的厂用砂岩配料，如果由于生料粉磨细度不够、均化不好，则烧出的熟料显微结构不理想。图1-3(a)显示出 C_3S 含有大量 C_2S 的包裹体，这

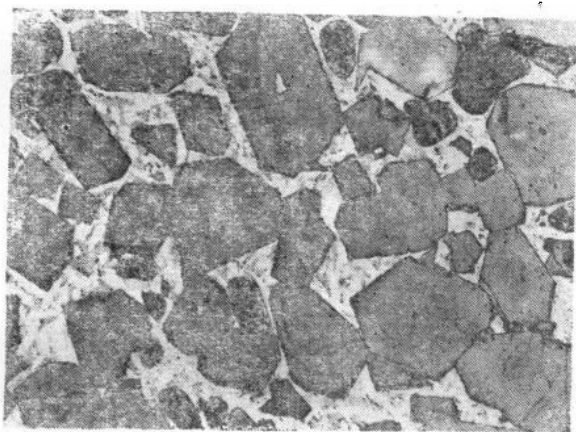


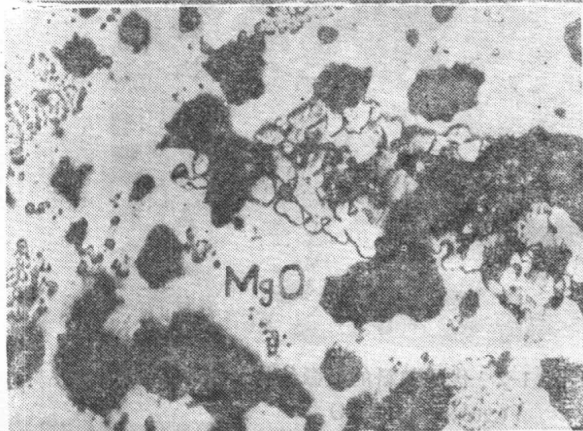
图 1-2 优质熟料的显微结构
($200\times$ 1% HNO_3)



(a) $500\times$ 1%
 HNO_3



(b) $200\times$ 1%
 HNO_3



(c) $100\times$ 未浸蚀

图 1-3 熟料显微结构

是砂岩集中之故。图1-3(b)不但显示出 C_3S 含有 C_2S 包裹体,而且 C_3S 还呈矿巢集中分布, C_2S 表面双晶纹呈放射状,这是燧石集中分布的结果。图1-3(c)则说明用含有白云石化石灰岩制成的不均匀生料烧出的熟料呈现出成堆的方镁石晶体。

据计算,在硅酸盐水泥熟料配料范围内,当生料碳酸钙滴定值 T_c 最大波动值为 $\pm 0.6\%$ 时,相当于生料 CaO 最大波动值为 $\pm(0.51\sim 0.53)\%$ (参阅本章表1-12),此时不仅影响熟料质量,减少产量,而且给烧成带来困难,使窑的运转不稳定,并引起窑皮脱落等内部扰动,以致缩短窑的运转周期和增加窑衬耐火材料的消耗。

众所周知,没有均化设施或均化效果不好的干法厂,熟料质量不如湿法厂好,通常要低半个多标号,而且窑产量有所降低。特别对日产1200吨以上的大型窑,产量下降更为明显(图1-4)。据一些资料介绍,因入窑生料成分的较大波动,会使窑产量平均减少7%左右。

建材研究院统计的三个干法厂未经均化的生料成分波动情况(表1-1)表明,平均入窑合格率只有50%左右。江苏省建材设计室于1979年向全国各大中型水泥厂调查统计的资料整理在表1-2内,虽

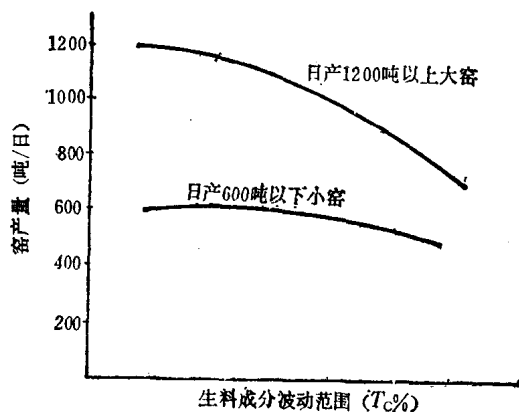


图 1-4 入窑生料成分波动对窑产量的影响

然统计资料不全,但在一定程度上可以看出生料均化对熟料质量的影响。例如,没有生料均化工艺的干法厂,其熟料平均标号(硬练539号)比湿法厂低68公斤/厘米²(被统计的19个湿法厂熟料平均标号为硬练607号);采用空气均化工艺的干法厂,熟

料平均标号（硬练 604 号）接近湿法厂水平；采用机械混合生料均化工艺的干法厂，熟料平均标号（硬练 551 号）比无均化工艺厂高 12 公斤/厘米²。

江苏省镇江水泥厂（机械立窑厂）使用空气均化库后，入窑

未经均化的生料成分波动情况

表 1-1

厂别	合格率 (%)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	月平 均值	指 标	
									ΔT (%)	合格率 (%)
1	出 磨	41.9	48.9	45.8	48.6	44.4	48.0	45.9	0.50	62.5
	入 窑	49.6	72.7	62.5	49.0	64.3	63.2	63.4	0.38	75.0
2	出 磨	43.7	44.4	31.3	41.3	48.1	54.7	43.9	0.50	50.0
	入 窑	56.0	49.9	43.0	43.5	59.5	51.8	50.6	0.25	75.0
3	出 磨	43.9	51.1	53.4	40.6	52.8	61.5	50.4	0.50	80.0
	入 窑	74.0	74.5	77.8	64.3	73.4	69.5	72.3	0.50	87.5

熟 料 平 均 标 号 对 比

表 1-2

有均化工艺的干法厂

厂别	熟料标号 (公斤/厘米 ²)						均化工艺类型 及均化库规格	
	1978年				1979年			平均
	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度		
1	652	688	689	701	692	681	684	空气均化工艺 6-φ6×15空气均化库 空气均化工艺 8-φ6×10.5空气均化 库空气均化工艺 8-φ6×11空气均化库
2	530	554	546	534	558	547	545	
3	520	557	548	567	579	579	558	
4	625	622	578	604	671	671	629	
总平均	604							
1	—	—	—	—	543	543	543	混合磨均化工艺 机械倒库均化工艺
2	556	540	555	574	561	568	579	
总平均	551							

续表

无均化工艺的干法厂								
厂别	熟料标号（公斤/厘米 ² ）						平均	备 注
	1978年				1979年			
	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度		
1	515	455	543	509	520	504	508	新建均化库，专用
2	599	582	550	562	574	555	570	
总平均	539							

生料 T_o 最大波动值(ΔT)缩小到 $\pm(0.3\sim 0.5)\%$ 以下; Fe_2O_3 最大波动值缩小到 $\pm 0.2\%$ 以下; $\Delta T \leq \pm 0.5\%$ 的入窑生料合格率达100%。这对稳定窑的热工制度、提高熟料质量、为立窑厂长期稳定地生产高标号水泥创造了良好条件。该厂摆辊窑系统使用均化库前后生料成分波动情况和熟料质量对比见表1-3。表列数据说明, 采用空气均化库前生料 T_o 和 Fe_2O_3 的入窑合格率分别为36.7%和36.6%, 采用均化库后皆提高到100%。熟料平均标号从419号提高到498号, 熟料中游离氧化钙($fCaO$)平均值从3.14%降到2.47%。

均化前后熟料质量对比①

表 1-3

	时 间	出磨生料合格率(%)		出磨生料波动值(%)		入窑生料合格率(%)		入窑生料波动值(%)		熟料质量	
		T_c	Fe_2O_3	T_c	Fe_2O_3	T_c	Fe_2O_3	T_c	Fe_2O_3	$fCaO$ (%)	平均标号 (硬练)
均 化 前	(1978年)										
	1 月	17.7	26.6	8.00	1.30	26.6	31.0	5.16	1.75	3.72	398
	2 月	18.0	20.7	6.50	1.20	31.1	39.7	5.24	1.09	2.96	402
	3 月	24.7	31.6	7.20	1.30	50.4	39.0	2.36	1.10	2.73	457
	平 均					36.7	36.6			3.14	419
均 化 后	4 月	30.0	34.5	6.40	1.20					2.71	500
	5 月	31.2	34.4	5.50	1.30	100	100	0.50	0.20	2.43	493
	6 月	25.7	25.3	6.00	1.10					2.26	500
	平 均									2.47	498

① 江苏省镇江水泥厂提供。

又如，从江西省地方水泥企业熟料平均标号与原料成分波动和入窑生料合格率的关系可以看出，生料均化对熟料质量的影响是大的（表1-4）。

熟料质量与原料成分波动和入窑生料合格率的关系① 表 1-4

序号	原料成分 波动情况	均化措施与 配料情况	入窑生料 合格 率 (%)	饱和比K _H		熟料质量情况		
				设计值	熟料值	窑型	fCaO (%)	标 号 (硬练)
1	石灰石成分比 较稳定	有一定均化措施 配料较准确	>80	0.89 ±0.01	0.89 ±0.01	机窑	2.5~3.0	>525
						普窑	3.0~4.5	425~525
2	$\Delta\text{CaO}=\pm 1\%$	无均化措施 配料较准确	60~70	0.88 ±0.02	0.88 ±0.03	机窑	3.0~4.5	>425
						普窑	4.5~5.5	<425
3	石灰石成分不 够稳定	有一定均化措施 配料较准确	70~75	0.88 ±0.01	0.88 ±0.02	机窑	3.0~3.5	~425
						普窑	3.0~3.5	~425
4	$\Delta\text{CaO}=\pm 2\%$	无均化措施 配料较准确	55~60	0.87 ±0.02	0.87 ±0.03	机窑	>3.5	~425
						普窑	>4.5	<425
5		无均化措施 配料不够准确	<50	0.87 ±0.07	0.87 ±0.04	机窑	>4.5	<425
						普窑	>5.0	<325

① 摘自《山西硅酸盐》，1982年第4期。

另据资料介绍，苏联克里沃罗日水泥厂采用空气均化库后，生料CaO最大波动值由原来的5~7%降低到±0.5%，窑产量提高5~7%，熟料标号提高一个标号。又如日本上矾水泥厂7号窑利用 α 射线荧光分析仪和电子计算机控制系统控制入磨原料成分，并高效率地处理生产管理的大量资料，从而使出均化库生料合格率几乎达100%。成分稳定的生料在窑内煅烧时，不但窑熟工制度稳定，而且小时产量至少提高10%（内容积为2175米³带悬浮预热器窑，月平均小时产量162.6吨），燃料消耗减少2%，熟料和水泥水硬率、铁率的标准偏差降低到只有原来的50%。

上述分析说明，生料均化程度是影响生料易烧性的稳定和熟

料产质量的关键。所以，干法水泥厂中生料均化是不可缺少的重要工艺环节。

三、立窑水泥厂生料配煤均化对立窑煅烧和熟料质量的影响

由于我国绝大多数立窑企业工艺装备落后，生产控制不严，不但全国平均入窑生料合格率约只有40%（波动范围 $\pm 0.50\%$ ），而且二次配煤后，生料中含煤量的波动幅度在10~20%。所以，采用全黑生料工艺的厂要求对黑生料进行均化；采用差热煅烧工艺的厂，既要求对半黑生料进行均化，又要求二次配煤在生料中的配比准确、分布均匀。这是提高立窑熟料质量、降低热耗的关键所在。

煤在生料中的配比是否准确、分布是否均匀，将直接关系到立窑热工制度的稳定和熟料质量的好坏。如果配煤量不足或由于均化不好而使生料中某部分缺煤，必然会因生料热含量不足而降低烧成温度，造成欠烧、生烧，出现黄球，严重影响熟料质量。反之，会因生料热含量过大而使窑温超过了正常烧成温度，出现结大块和严重粘边现象，影响窑内通风，结果因大量煤的不完全燃烧而形成还原气氛，将高价铁还原，使熟料 C_3A 含量增加，导致水泥快凝。加之大块熟料冷却慢，必将引起熟料中主要矿物 C_3S 的分解，降低熟料强度。此外，由于生料配煤不准和均化不好，结果因煤灰掺入量的分布不均，会使熟料矿物组成发生变化。

采用全黑生料工艺时，生料与熟料的率值应该一致，但实际上差别较大，这是由于入磨煤数量的波动或煤在生料中的分布不均而造成的。所以，在这些立窑厂的生料制备中，保证煤含量稳定（即保证全黑生料有良好的均化度）是提高熟料不可忽视的问题。

采用半黑生料工艺的立窑，由于入窑煤配比不准或入窑煤在生料中分布不均，往往将已均化好的合格入窑生料变得不均匀，使生料与熟料之间的率值差值波动较大，结果影响熟料质量。例如，据镇江水泥厂配料方案计算，当煤灰分每增加5%时，熟料

KH值约下降0.027（估计标号降低40~50号）。因此，为了保证立窑热工制度的稳定和提高熟料质量，必须使生料中的燃煤在数量上准确、分布上均匀，这就要求在煤的计量和生料均化上下些功夫。

四、水泥均化的必要性及经济效益

（一）水泥均化的必要性

水泥质量的稳定与否直接关系到土建工程质量和人民生命财产安全。所以，不但要求出厂水泥能全部符合国家标准，而且必须保证所有编号水泥都具有富余强度（25公斤/厘米²），以补偿水泥在运输和保管过程中的标号损失。实际生产中，由于多种因素的影响，如原、燃料质量的变化，工艺及设备条件的限制，生料均化程度的影响和操作管理水平等，往往不能保证出厂水泥质量的稳定。这是我国绝大多数水泥企业都存在的普遍现象，特别是占全国水泥总产量60%以上的立窑企业更为严重。另外，随着水泥工业的发展和废渣综合利用的需要，以粉煤灰和煤矸石作混合材的水泥产量也将增加。为提高这种水泥和其它特种水泥的质量，生产中应考虑水泥均化，以确保出厂水泥质量稳定。

为叙述方便，先简要介绍出厂水泥28天抗压强度的控制。按1980年10月建筑材料工业部修订颁发的《水泥企业工艺管理规程》规定，出厂水泥28天抗压强度的平均值（即目标值 $\bar{R}_n$ ）和标准偏差（ s ）的关系为：

$$\bar{R}_n \geq R_n + 25 + 3s \quad (1-3)$$

式中 $\bar{R}_n$ ——出厂水泥28天抗压强度（公斤/厘米²）；

R_n ——国家标准规定的水泥标号（公斤/厘米²）；

25——国家规定的出厂水泥28天抗压强度的富余强度值（公斤/厘米²）；

s ——上月出厂水泥28天抗压强度的标准偏差，要求 $s < 16.5$ 公斤/厘米²；

3——富余强度保证率系数。

上式说明，出厂水泥目标值（ $\bar{R}_n$ ）与标准偏差（ s ）值有

着直接联系。当 $s = 0$ 时, 只要求 $\bar{R}_{28} = R_{\text{标}} + 25$ 就可以保证所有编号的出厂水泥具有富余强度 (25 公斤/厘米²); 当 $s = 16.5$ 时, 要求 $\bar{R}_{28} = R_{\text{标}} + 25 + 49.5 = R_{\text{标}} + 74.5$ 才能保证 99.9% 编号的出厂水泥具有富余强度。所以 s 值越大, 要求的 $\bar{R}_{28}$ 值也越大, 故生产中必须尽量控制和降低出厂水泥 28 天抗压强度的标准偏差。

富余标号保证率系数 t 和富余强度保证率 p 的关系见表 1-5。表列数据说明, 当 $t = 0$ 时, $p = 50\%$, 即保证 50% 编号的出厂水泥具有富余强度。当 $t = 3$ 时, $p = 99.9\%$, 即保证 99.9% 编

t p 对应关系

表 1-5

t	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
p	50.0	54.0	57.9	61.8	65.5	69.2	72.6	75.8	78.5	81.6

t	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
p	84.1	86.4	88.5	90.3	91.9	93.3	94.5	95.5	96.4	97.1

t	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
p	97.7	98.2	98.6	98.9	99.2	99.4	99.5	99.7	99.7	99.8	99.9

1981年3、6、9、12四个月全国部分厂水泥质量情况①

表 1-6

水泥标号	工厂类别	工厂数量	出厂水泥实际标号		标准偏差 s	
			平均值	波动范围	平均值	波动范围
525	大、中厂 小厂	23	609	572~670	17.3	8.3~26.4
		7	604	552~647	25.6	14.6~42.1
425	大、中厂 小厂	30	517	484~586	19.4	10.8~29.1
		137	488	396~599	25.3	11.3~50.4
325	大、中厂 小厂	5	424	399~451	15.4	10.9~19.6
		244	368	333~539	27.2	8.4~54.6
275	小厂	25	335	283~401	30.6	6.9~56.7

① 建材研究院水泥研究所统计。