

建筑工程部水泥研究院

研究报告集

(三)

建筑工程出版社

建筑工程部水泥研究院

研究报告集

(三)

江苏工业学院图书馆
藏书章

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本報告集包括：1.水泥強度快速試驗法，2.用偏光顯微鏡快速測定熟料游離石灰的方法，3.水泥生料快速分析法，4.生料中鐵的單成分快速分析法，5.在草酸鈣的濾液中用絡合劑滴定氧化鎂的方法，6.水泥中游離石灰的快速分析法，7.水泥抗硫酸鹽侵蝕測定方法及侵蝕溶液的研究等七個研究報告。這些研究報告可供水泥工廠化驗室及有關研究人員參考。

建築工程水泥研究院研究報告集（三）

水泥研究院 編

編 輯：劉應權

設 計：閻正堅

1958年9月第1版

1958年9月第1次印刷

4,100冊

787×1092 · $\frac{1}{25}$ · 100千字 印張 $5\frac{1}{25}$ · 定價(9) 0.50元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號1225

建築工程出版社出版（北京市阜成門外大街）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052號）

目 录

水泥强度快速試驗法研究報告	(1)
用偏光显微鏡快速測定熟料中游离石灰的方法	(32)
水泥生料快速分析方法	(41)
生料中鉄的單成分快速分析方法	(53)
在草酸鈣的滤液中用絡合剂滴定氧化鎂的快速 方法	(57)
水泥中游离石灰的快速分析方法	(59)
水泥抗硫酸盐侵蝕測定方法及侵蝕溶液研究報告	(64)
附录一：新 T—3 型透气比面积試驗測定方法	(96)
附录二：水泥胶砂收縮試驗暫行操作方法	(108)
附录三：水泥水化热試驗“蓄热法”操作方法	(112)

水泥强度快速試驗法研究报告

一、前 言

不論在水泥生产控制上或在水泥的使用上，都需以水泥的强度标号作为依据。現有标准試驗方法必須在試驗后28天才能得到水泥的强度标号，这对生产控制或工地使用上的要求來說都嫌太慢。

水泥强度的快速測定，对生产上的作用來說有下列几点：

1. 能及时掌握入磨前的熟料及包装前的水泥强度，使及时的生产控制成为可能（例如可以把强度高低不同的熟料或水泥进行掺合以保証一定的强度指标），因而保証了产品的质量。

2. 能及时掌握入磨前的熟料强度，可以在磨制水泥的过程中利用熟料强度充分掺加混合材料，提高水泥产量。

3. 由于能在很短的时间內获得水泥的强度数值，因此生产出来的水泥成品能及时迅速出厂，不必因等待标准試驗数据而使成品在厂存放多天。这样做，不但加速了工厂流动资金的周轉，減少了工厂內貯存設備的投资，而且能保証及时供应工地的需要。

对工地的使用上來說，混凝土强度决定于水泥强度、水灰比等因素。而水泥自出厂經過运输、貯存，可能由于风化受潮等原因而使强度降低，造成混凝土工程施工的困难及延迟了工程的施工进度（有时没法估計水泥标号时，只能通过試驗来决定，施工进度因等待試驗結果而延迟了）。快速測定水泥强度对工地上的作用为：

1. 加速工程施工进度。

2. 保証工程质量。

3. 能节约水泥。

我国正在进行大規模的經濟建設，水泥强度的快速測定不但重要，而且迫切需要。

快速測定水泥强度的方法不外乎从下列二个方面着手：

1. 用統計学方法根据水泥强度发展的規律，由早期强度（如3、

7天等)預測28天强度。但是由于各厂水泥的矿物組成, 細度, 混合材料品种及摻加量各不相同, 所以表现出早期强度与28天强度間的函数关系亦各不同。如果要用同一式子測得較准确的結果, 只能取較后期的强度来推算(如7天, 14天等)。所以利用本法欲測得較准确的結果所需的時間較長, 不能完全滿足“快速”这一要求。当然, 对水泥工厂說, 由于矿物組成、混合材及摻加量和細度等波动不大, 所以仍可研究使用。

2. 將試块进行蒸汽养护以加速其强度发展, 使其接近或等于28天标准强度值, 这样就可根据一定的換算关系来估計28天强度。

水泥的凝結硬化过程是各水泥矿物与水作用而发生一系列极其复杂的物理化学变化的过程(各矿物間亦互有影响), 許多因素都影响到水泥的强度发展。

水泥各組成矿物在蒸汽养护时表現各不相同甚至与常溫相反的特性, 如图一所示〔1〕, 鋁酸三鈣($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)在常溫时水化速度极快, 但在蒸汽养护后其强度有显著的降低。蒸汽养护加速了矽酸三鈣($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)的早期强度发展, 但阻碍了后期强度的发展。矽酸二鈣($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)在蒸汽养护时强度发展速度有显著的提高。水泥中各矿物組成含量有很大的变动范围, 因此各水泥在蒸汽养护时試体强度发展速度亦各不相同。含有多量鋁酸盐的水泥在蒸汽养护后可以形成松軟的結構〔2〕。

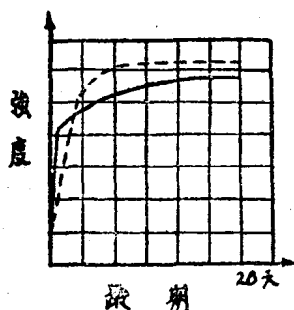
由于在高溫下混合材料中活性物質与氢氧化鈣的化学反应速度大大加快而产生大量具有胶凝性的水化矽酸盐、鋁酸盐, 因而使摻有大量混合材的水泥試体在蒸汽养护后强度大大提高。但这些水泥在常溫养护时早期强度发展較慢。根据 С.А. Миронов 的試驗資料〔3〕指出, 高标号矽酸盐水泥的混凝土不适宜于溫度超过 85°C 情况下进行蒸汽养护。而矿渣水泥制成的混凝土随蒸汽养护溫度的提高而强度发展速度加快。这說明了在快速强度試驗方法中适当選擇蒸汽处理溫度的重要性。

由于上述各种影响, 各种水泥在蒸汽处理后, 其蒸后强度与28天标准强度的比值可以产生很大范围的跳动, 造成依据蒸后强度推算28天强度的困难。快速測定水泥强度方法的研究即在于解决上述問題。

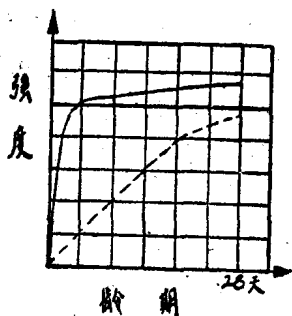
解决的途径一般为:

1. 选择合适的蒸汽处理制度, 包括加热、冷却速度, 蒸汽处理温度等。

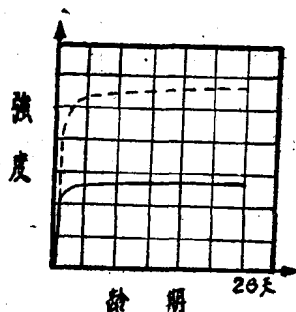
2. 应用合理的换算方法。



(1) 硅酸三钙 C_3S 的硬化性质



(2) 硅酸二钙 C_2S 的硬化性质



(3) 铝酸三钙 C_3A 的硬化性质

.....标准养护
——蒸汽养护

图1 各种矿物成分的硬化性质

苏联对快速强度试验方法的研究已有数十年, 并提出了很多种关于快速测定水泥强度的方法。在这许多方法中有的以一定的蒸汽处理制度来消除矿物组成影响, 如Ю.Н.ИИИ法。有的采用可变换算方法以提高快速强度值的准确性, 如ЦНИПС—2法, 为了研究这些方法的优缺点, 以便将较好的方法推广到实际生产及施工中去, 我们曾先后

对苏联Ю.Н.ИИ法（南部科学研究院提出）、ЦНИПС—2法、（中央工业建筑科学研究院提出）及北高加索科学研究院提出的方法以矽酸盐水泥、矿渣矽酸盐水泥和掺頁岩的火山灰質矽酸盐水泥进行了大量試驗，下面介紹的就是我們对这些方法进行試驗研究的一些結果。

二、对苏联三种水泥强度快速測定方法的試驗研究結果

А. ЦНИПС—2法

1. 方法:

以 400 克水泥，按照标准稠度同样的方法制成标准稠度淨浆，分填于二条具有六格 $2 \times 2 \times 2$ 公分空間的模型內，每格以直徑 3—4 公厘的搗棒搗实 10 下，置振动桌振动 25 次（速度每秒 1 次，振动台重 3.5 公斤，落距 1 公分），刮平后将模盖盖紧，置标准养护箱內养护 20 小时后取出一条置蒸煮箱中蒸煮，蒸煮自 20°C 开始加热，至沸騰后繼續蒸 4 小时，取出冷却 1 小时，脫模后进行抗压强度試驗。以六个試体中强度值最大的四个平均得試体蒸后强度 (R_n)。同时自养护箱中取出另一条試模，脫模后进行抗压强度試驗 (R_1)。加压速度为 2-3 公斤/公分²·秒。蒸后强度与未蒸强度之比值称为矿物特征系数 (η)。即

$$\eta = \frac{R_n}{R_1}$$

根据 η 值，在 $K-\eta$ 綫上（图 2）查得相当的 K 值（换算系数 $K = \frac{R_{28}}{R_n}$ ）用下式即可計算得快速强度：

$$R_{28} = K \times R_n$$

2. 原理及特点:

本法的特点是采用了可变系数的换算方法来消除水泥矿物組成不同的影响。如前述可知水泥矿物中鋁酸三鈣、矽酸三鈣在标准养护下强度发展快，而在蒸汽养护下强度发展慢，而矽酸二鈣及掺有大量混合材的水泥則恰相反。本法即据此以蒸后强度与未蒸强度的比值来表示水泥中的矿物特征，亦即表示水泥对蒸汽养护的敏感性，水泥中含鋁酸三鈣、矽酸三鈣多的 R_1 較高，而 R_n 較小，即 η 小，則 28 天标准

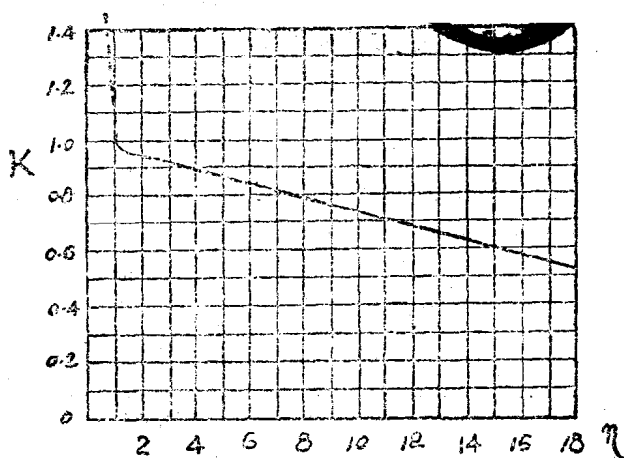


图 2 矿物特征曲线

强度与受蒸强度的比值必定较大于 $K = \frac{R_{28}}{R_n}$ 。反之，含砂酸二钙多的或掺有大量混合材的水泥则 R_n 大， η 大， K 小。由 η 之大小可根据由试验得出的 $K-\eta$ 线而求得合适的换算系数，以便较准确的求得快速强度。

3. 试验结果:

我们1954年即开始以普通水泥、页岩水泥（火山灰质砂酸盐水泥）进行了大批试验。根据我们的试验结果，（见表1）采用苏联原有换算曲线所得的试验结果与标准28天强度数值相差很大。在所有的试验结果中误差率波动为-55.4%~+26.4%，平均算术误差率为15.9%。同样，根据苏联中央工业建筑科学研究院（ЦНИПС）自己的试验资料[4]，采用该法所测得的快速强度与实际标准试验所得的结果相差百分数波动在+48%~-35%的范围，平均算术误差率是18.4%。从我们的试验结果中亦能看出（见表1），采用抚顺水泥厂的页岩水泥样进行试验的结果误差波动于+6.5%~+26.4%，都是正误差，而用

琉璃河矿渣水泥进行試驗的結果誤差波动在-11.6%~-55.8%，都是負誤差。这說明原有曲綫的 K 值对撫順的頁岩水泥來說都嫌太高，而对琉璃河的矿渣水泥來說 K 值都嫌太小。

表 1

普通水泥、火山灰質矽酸鹽水泥和矿渣水泥之 ЦНИПС—2 法試驗結果

試 樣 編 号	生 产 厂 名	混合材料 掺入量		硬 練 28天 强度	受 蒸 压 强度	未 蒸 压 强度	$\eta = \frac{R_{II}}{R_I}$	应用苏联原有曲綫換 得 之 强 度			
		名称	掺入%					K	快 速 强度 $K \times R_n$	与28天 强 度 之差数	与标准 之誤差 %
У-1	哈尔濱	—	—	583	554	113	4.9	0.875	483	-100	-17.2
У-2	本 溪	—	—	565	719	275	2.6	0.930	669	+104	+18.4
У-3	小 屯	—	—	533	648	239	2.7	0.930	602	+ 69	+12.9
У-7	大 連	—	—	560	617	181	3.4	0.915	562	+ 2	+ 0.4
У-11	启 新	—	—	586	579	198	2.9	0.920	533	- 53	- 9.0
У-12	华 新	—	—	625	772	309	2.5	0.930	718	+ 93	+14.9
У-13	江 南	—	—	514	540	182	3.0	0.920	497	- 17	- 3.3
У-16	琉璃河	—	—	459	487	294	1.7	0.950	463	+ 4	+ 0.9
У-4	撫 順	—	—	455	599	203	3.0	0.920	551	+ 96	+21.1
У16-20	琉璃河	矿渣	20	456	430	178	2.4	0.940	403	- 53	-11.6
У16-30	琉璃河	矿渣	30	457	394	116	3.4	0.910	358	- 99	+21.6
У16-40	琉璃河	矿渣	40	412	313	84	3.7	0.900	282	-130	-31.6
У16-60	琉璃河	矿渣	60	334	262	33	7.9	0.790	207	-127	-38.1
У16-80	琉璃河	矿渣	80	228	240	11	22.0	0.420	101	-127	-55.8
УД053	大 連	矿渣	20	495	590	189	3.1	0.920	542	+ 47	+ 9.5
УД054	大 連	矿渣	30	442	537	107	5.0	0.87	467	+ 25	+ 5.7
УД056	大 連	矿渣	40	378	491	107	4.6	0.885	431	+ 53	+14
УД058	大 連	矿渣	50	340	407	56	7.3	0.810	330	- 10	- 2.9
У4-15	撫 順	頁岩	15	444	532	136	3.9	0.890	473	+ 29	+ 6.5
У4-20	撫 順	頁岩	20	398	495	113	4.4	0.880	436	+ 38	+ 9.5
У4-30	撫 順	頁岩	30	365	514	86	6.0	0.840	431	+ 66	+18.1
У4-40	撫 順	頁岩	40	326	535	64	8.4	0.77	412	+ 86	+26.4
У4-50	撫 順	頁岩	50	271	445	40	11.1	0.700	312	+ 41	+15.1

4. 对 $K-\eta$ 綫的討論:

根据我們的推論: 某一水泥对蒸汽处理时强度增長快慢的情况, 应以在标准养护条件下, 其28天內之平均强度增長速度与蒸汽处理时强度増进速度之比值来表示才能确切。ЦНИПС-2以 $\eta = \frac{R_{\pi}}{R_1}$ 来表

示蒸汽处理时水泥强度发展的快慢情况。但由于各种不同品种水泥其强度发展分配情况不同, 即使其28天强度非常接近, 但其1天的强度可以相差极远(如图3), 亦即不同水泥的第一天的强度与28天的平均强

度增長速度間之比值可能相差极大。所以 $\eta = \frac{R_{\pi}}{R_1}$ 不能确切的表示

出蒸后强度与标准养护时28天內强度的平均增長率間之比值, 亦即不能确切表示出各种水泥在蒸汽养护后强度发展之加快或減緩。为了便于了解起見, 在下面再以数学的形式來說明一下:

設: R_1 ——标准养护下之一天强度。

R_{π} ——蒸后强度。

$\bar{V}$ ——28天强度平均增長速度。

η ——28天强度平均增長速度与一天强度之比值。

則

$$\eta = \frac{\bar{V}}{R_1} \quad (1)$$

而

$$K = \frac{R_{28}}{R_{\pi}} = \frac{28\bar{V}}{R_{\pi}} \quad (2)$$

以(1)代入(2)化簡即得

$$K = \frac{28\eta}{\eta}$$

从上面的式子中可以显然看出: 即使各种水泥其 η 值相同, 但由于其强度增長速率之前后不同, 即 η 值不同, K 值亦不相同。基于上述論点, 我們認為只有在强度增長曲綫基本相似的各水泥才能共用一个換算曲綫。原有的苏联曲綫不能适用于各品种水泥。

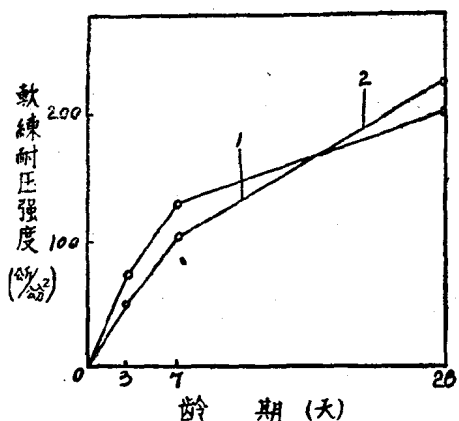


图 3 不同水泥的强度增長曲綫

1—華新400号混合矽酸盐水泥；2—自新400号矽酸盐水泥

5. 各品种水泥專用換算曲綫的試驗：

为了試制各品种水泥的 專用換算曲綫，我們进行了 較多量的試驗，根据已有的試驗，仅頁岩水泥的規律性較好，并已初步制成了頁岩水泥軟練强度換算曲綫（見图 4 及表 2）〔5〕。普通水泥、矿渣水泥則規律性很差，无法繪制成綫。由于自本年度起全国水泥檢驗标准改为硬練，因此我們对試制硬練的換算曲綫亦作了一些試驗，試驗結果

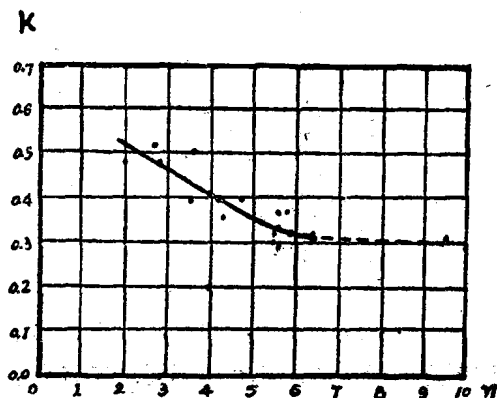


图 4 頁岩水泥矿物特征曲綫

样品編號	試体抗压强度 (公斤/公分 ²)		η	标准28天抗压强度 (公斤/公分 ²)	K_2
	未 蒸	蒸 后			
I	II	III	III / II	IV	IV / III
1	113	489	4.3	173	0.355
2	61	615	10.0	178	0.29
3	104	585	5.6	173	0.295
4	91	503	5.5	152	0.30
5	56	538	9.5	161	0.30
6	98	576	5.9	186	0.32
7	95	533	5.6	176	0.33
8	88	495	5.6	182	0.365
9	90	522	5.8	194	0.37
10	86	551	6.4	176	0.32
11	116	414	3.6	162	0.39
12	84	393	4.7	153	0.39
13	109	455	4.2	181	0.395
14	144	294	2.0	141	0.48
15	108	391	3.6	195	0.50
16	144	406	2.8	194	0.48
17	147	403	2.7	208	0.525
18	108	583	5.5	190	0.325

与前相同，即頁岩水泥的規律性較好，而其他品种水泥之規律性仍很差，其原因我們認為是：

(1) 各水泥的28天强度平均增長速度与第一天强度的比值 η 各不相同，則同一 η 值不能确切表示各水泥对蒸汽养护时强度发展速度的快慢，因而不能以同一換算曲綫来換算。此在 Ю.Н.ИИ 法的試驗結果中还要以具体数字說明并加討論。

(2) 方法本身的誤差极大，据我們在試驗中的体会，下列各方面都可能引致較大誤差：

a. 成型方面——本法采用淨漿小試体，人工攪拌成型，操作人員的力气大小，技术熟練程度，都影响到攪拌的均匀程度。在成型、搗实驅除試体中气泡时，由于气泡驅淨程度的不同，亦影响試驗結果

(試体极小、气泡对造成应力集中的影响可能很大)。不同的操作人员对同一样品試驗的結果相差可达 100 公斤/公分² 以上，可看出影响誤差之大。

6. 試体破型方面——由于試体极小，在破型时如果放置不正，加壓速度太大，或压力机吨位太大，都能引起較大誤差。

В. 养护溫度方面——养护箱溫度高低波动，影响試体强度发展的快慢。蒸后强度由于經過在 100°C 下蒸汽处理，强度很高，上述引起的影响不大。但对未蒸試体來說，一天强度本来很低，則由于养护溫度波动造成的影响就較大。因而影响 η 值的波动。

Б. ЮжНИИ法

1. 方法及特点 [6]:

以 1:3 硬練胶砂試体 (成型方法与标准硬練方法同)，养护 24 小时 (矿渣水泥养护 48 小时)，以一定的蒸汽处理制度进行蒸汽处理 (见图 5)，其蒸汽处理制度自 20°C 开始加热，前 2 小时溫度升到 40°C，后 2 小时內自 40°C 升到 80°C。在 80°C 恒温 1 小时，随后在 15 小时內自 80°C 降到 50°C，再在 4 小时內自然冷却到 20°C，共計蒸汽处理 24 小时。取出作抗压强度試驗，根据由大量試驗得到的平均换算系数計算快速强度。本方法的特点系采用緩慢的加热、冷却、較低的蒸汽处理溫度和在高溫停留時間較短的蒸汽处理制度来消除水泥矿物組成的影响。并且采用了与标准硬練方法相同的胶砂試体 (7.07cm³) 及机械成型，減少了操作方面的誤差，因而使总的誤差減小了。

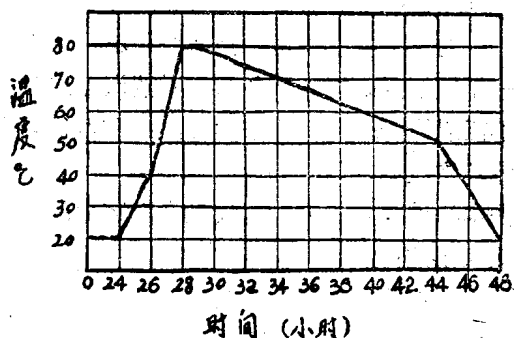


图 5 ЮжНИИ法蒸汽处理曲线

ЮжНИИ 法普通水泥試驗結果

表 3

編 号	厂 别	水 泥 品 种		28天强度 公斤/公分 ² (R_{28})	蒸后强度 公斤/公分 ² (R_n)	$K = \frac{R_{28}}{R_n}$	K 平均	快速强度 $R_y = K \text{ 平均} \times R_n$	快速强度与标准强度之比较	
		混合材	掺入%						差数公斤	%
Y-681	上海	赤頁岩	10以下	482	327	1.47	1.56	510	+18	+3.75
Y-700	启新	"	"	465	310	1.50	1.56	483	+18	+3.87
Y-701	"	"	"	531	343	1.55	1.56	535	+4	+1.33
Y-704	中国	頁岩	9.5	471	312	1.51	1.56	487	+16	+3.4
Y-721	口泉	—	—	415	275	1.51	1.56	428	+13	+3.14
Y-779	大連	—	—	728	537	1.35	1.56	838	+110	+15.1
Y-795	启新	赤頁岩	10以下	513	311	1.64	1.56	485	-28	-5.45
Y-802	"	"	"	550	359	1.53	1.56	561	+11	+2.0
Y-803	"	"	"	509	295	1.73	1.56	460	-49	-9.63
Y-804	"	"	"	519	315	1.65	1.56	491	-28	-5.4
Y-808	中国	頁岩	9.5	565	360	1.57	1.56	561	-4	-0.71
Y-832	天祥	—	—	558	384	1.45	1.56	600	+42	+7.52
Y-836	上海	粉煤灰	13	496	288	1.72	1.56	449	-47	-9.5
Y-842	启新	赤頁岩	10以下	568	350	1.62	1.56	545	-23	-4.05
Y-850	牡丹江	石灰石	6.4	485	263	1.84	1.56	410	-75	-15.4
Y-881	中国	—	—	640	403	1.58	1.56	629	-11	-1.72
Y-882	"	頁岩	9.5	504	308	1.64	1.56	480	-24	-4.77
Y-883	启新	赤頁岩	10以下	555	343	1.62	1.56	535	-20	-3.64
Y-905	广州	—	—	644	513	1.25	1.56	801	+137	+21.2

(續表3)

編 号	厂 别	水 泥 品 种		28天强度 公斤/公分 ² (R_{28})	蒸后强度 公斤/公分 ² (R_n)	$K = \frac{R_{28}}{R_n}$	K平均	快速强度 $R_y = K \text{平均} \times R_n$	快速强度与标准强度之比較	
		混合材	掺入%						差数公斤	%
Y-1	哈尔滨	—	—	707	493	1.43	1.56	770	+63	+8.9
Y-2	本溪	—	—	609	359	1.65	1.56	560	-49	-8.05
Y-3	小屯	—	—	475	309	1.54	1.56	481	+6	+1.26
Y-4	撫順	—	—	575	357	1.61	1.56	556	-19	-3.31
Y-5	錦西	—	—	386	265	1.46	1.56	413	+27	+7.00
Y-7	大通	—	—	580	341	1.70	1.56	531	-49	-8.45
Y-8	牡丹江	—	—	473	262	1.81	1.56	407	-66	-13.9
Y-11	启新	—	—	655	398	1.64	1.56	621	-34	-5.20
Y-14	广州	—	—	698	534	1.31	1.56	833	+135	+19.3
Y-15	中国	—	—	636	426	1.49	1.56	664	+28	+4.4
Y-16	琉璃河	—	—	593	396	1.50	1.56	618	+25	+4.22
Y-17	重慶	—	—	372	224	1.66	1.56	350	-22	-5.9
Y-18	太原	—	—	652	575	1.27	1.56	896	+244	+37.4
Y-19	上海	—	—	612	442	1.38	1.56	690	+78	+12.8
Y-20	天津	—	—	600	389	1.54	1.56	606	+6	+1.00
Y-21	杭州	—	—	398	255	1.56	1.56	398	0	±0.00
Y-22	山东	—	—	493	323	1.53	1.56	504	+11	+2.23
Y-23	口泉	—	—	452	246	1.84	1.56	384	-68	-15.00

2. 試驗結果:

根据我們的試驗結果，認為該法的規律性是比較好的。从表 3 所列数据可以看出，普通水泥換算系数的平均值約在 1.56—1.58 之間，应用平均換算系数換算所得的結果标准誤差率超过 10% 以上的約占 10—20%。从表 3 中又可看出超出 10% 以上誤差的水泥都由于其 K 值与一般的 K 值相差較大所致。如牡丹江水泥厂的水泥 $K=1.81—1.84$ 。广州水泥厂水泥 $K=1.25—1.31$ 。由此亦可看出該法已經大大地減少了矿物組成的影响，虽然仍不能完全消除。这說明如果工地上只要粗糙地鑑定水泥标号，这个方法有一定的价值。对于水泥厂来講，最好各厂能以專用系数来換算，就能更加准确。

从表 4 可以看出，同一厂各批生产的水泥 K 值波动的情況。各厂采用本厂的平均 K 值換算所得快速强度值，誤差率都在 10% 以內，因此各厂使用該法来掌握熟料强度控制生产，具有很大的准确性。

中国、启新水泥厂 Ю. Ж. ННН 法 K 值变动情况

表 4

編号	厂 別	28 天 强 度	蒸 后 强 度	$K = \frac{R_{28}}{R_n}$	K 平均	快 速 强 度	与标准相差 (公斤/公分 ²)	誤差 (%)
1	中 国	471	312	1.51	1.56	487	+16	-3.4
2	"	565	360	1.57	"	561	- 4	-0.71
3	"	640	403	1.58	"	629	-11	-1.72
4	"	504	308	1.64	"	480	-24	-4.8
5	"	636	426	1.49	"	664	+28	+4.4
1	启 新	465	310	1.50	1.62	502	+37	+8.0
2	"	531	343	1.55	"	556	+25	+4.7
3	"	509	295	1.73	"	478	-31	-6.1
4	"	519	315	1.65	"	510	- 9	-1.7
5	"	513	311	1.64	"	504	+ 9	-1.75
6	"	550	359	1.53	"	581	+31	+5.6
7	"	555	343	1.62	"	556	+ 1	+0.18

从表 5 可以看出对掺有大量混合材料的水泥，其 K 值因混合材料及掺加量之不同而变，并且随混合材掺加量的增加而减小。这是由于在高温下，混合材活性物質与水泥水化析出的氫氧化鈣間的反应速度加快而产生大量的胶凝性物質所致，因而大大的增加了蒸后試体的强