

建筑工程情报资料 (限国内发行)

国外商品混凝土发展概况

中国建筑技术发展中心

一九八五年十二月

建筑工程情报资料 (限国内发行)

国外商品混凝土发展概况

中国建筑技术发展中心

一九八五年十二月

前 言

混凝土的集中搅拌是建筑工程生产管理方面一项意义重大的改革，是实现建筑工业化的合理措施之一。其全部内容就是把混凝土这一主要建筑材料，从备料、搅拌到运输这一系列生产环节，从传统的一揽子施工体系中分离出来，成为一个独立经济核算的材料加工企业——预拌混凝土工厂。预拌混凝土工厂根据用户的订货要求，生产出他们所需品种、标号的混凝土，然后用特定的运输工具，在约定的时间内，把混凝土运往施工现场，甚至直接浇灌到建筑物的模板中去。因其生产方式和运输方式上的特点，国外把这种在工厂中生产的混凝土称为预拌混凝土，又因其具有商品的属性，也称为商品混凝土，东、西德国把它称为运输混凝土。

自1903年德国建造了世界上第一座预拌混凝土工厂以来，预拌混凝土已经有80多年的历史，而它受到世界各国的重视，迅速得到普及，则是在50~60年代。目前在经济发达的国家里，预拌混凝土的供应量，已达到全部混凝土生产量的60%以上，预拌混凝土应用量比重的大小，标志着混凝土生产工业化程度的高低。国外实践表明，采用预拌混凝土之后，一般可提高劳动生产率200~250%，节约水泥10~15%，降低生产成本5%左右。

近十几年来，在我国的一些城市和一些大型工程的工地，如北京、上海、天津、常州，北京的地铁工程、上海的宝山钢铁工程工地，都开始采用了预拌混凝土并得到了一定的发展。有一些混凝土制品厂和水泥制品厂，在生产构件的同时，也供应预拌混凝土，这些城市和构件厂，特别是常州市的实践结果，充分显示出使用预拌混凝土在保证混凝土的质量、提高设备利用率、节约原材料、节约能源、节约施工用地、实现文明施工等方面的优越性。目前我国，已初步具有使用商品混凝土的条件和可能性，预计在今后数年内将会有较迅速的发展。

但是，我国建筑业使用商品混凝土的时间毕竟不长，经验也不够

丰富，因此，在如何合理的选点、材料供应、经营管理体制、经济核算、质量检验及生产技术方面，还有很多问题有待于大家去探讨，从实践中求得解决问题的办法，以期建立一个适合我国国情的预拌混凝土生产和供应体系，来满足我国四个现代化建设的需要。

有鉴于此，城乡建设环境保护部科技局，根据部《一九八五年全国城乡建设科学技术发展计划》，于一九八三年给中国建筑东北设计院、中国建筑技术发展中心建筑经济研究所、原中国建筑技术发展中心建筑情报研究所、原常州市建工局四个单位，下达完成《二—10商品混凝土搅拌站技术与经济效益研究》科技攻关项目的任务。

攻关项目主要以常州商品混凝土搅拌站为研究对象。内容包括软科学和硬科学两部份。

软科学部份：通过对常州商品混凝土供应站生产和供应全过程的调查研究以及对全国其它商品混凝土供应站的选点调查和了解，通过技术经济分析，提出中小型城市商品混凝土集中搅拌站生产规模与供应范围及提高经济效益的途径和措施。

硬科学部份：完善常州商品混凝土搅拌站这个点。通过对常州这个点的调查研究，确定硬科学部份主要研制：①适用于中小城市的非搅动商品混凝土运输车；②配合机动翻斗车、手推车接料的简单中转贮料设备；③适用于现浇柱、梁的浇灌车。

在这个攻关项目中，原中国建筑技术发展中心情报所负责搜集国外商品混凝土情报资料，编、译：①国外商品混凝土发展概况；②国外商品混凝土文选译丛（软、硬科学部份现汇成一册出版）；③美、日、德、法四国商品混凝土标准。

国外商品混凝土情报资料的搜集、翻译、编辑工作，由原中国建筑技术发展中心建筑情报研究所情报室的苏锡楠同志总负责，参加这项工作的还有：金晓明、高宝林、李俊峰诸同志。

在搜集资料的过程中，承上海市建研所情报室提供了一九八三年五月在英国伦敦举行的欧洲第七届商品混凝土会议论文集资料并协助译出其中部分论文，对此深表谢意。

限于编、译者的水平，在所编、译的资料中，一定会有不足与错误之处，恳请参阅本资料的同志不吝指出。 一九八五年九月

目 录

前 言

一、商品混凝土工业发展的历史渊源及其现状·····	(1)
二、发展商品混凝土工业的优越性·····	(9)
三、建设商品混凝土工厂要考虑的几个问题·····	(10)
(一)厂址的选择·····	(10)
(1)混凝土需要量的估算·····	(10)
(2)骨料的来源·····	(10)
(3)合理的供应半径·····	(10)
(4)占地面积·····	(12)
(二)商品混凝土工厂的·····	2)
(1)计量站和搅拌站·····	3)
(2)固定式集中搅拌·····	4)
(3)单阶(高式)搅·····	4)
四、商品混凝土的质量管理·····	5)
(一)商品混凝土的质量·····	5)
(二)商品混凝土的运输·····	6)
(1)搅拌车的质量问·····	7)
(2)驱动方式的选择·····	7)
(3)现场运输设备·····	8)
五、商品混凝土工业的技术·····	23)
(一)搅拌设备·····	23)
(1)称量·····	23)
(2)含水率的测定·····	25)
(3)搅拌·····	26)
(二)原材料的贮存·····	27)
(1)骨料的贮存·····	(27)
(2)水泥的贮存·····	(28)
六、环境保护·····	(29)
七、商品混凝土工业的发展趋势·····	(29)
八、结束语·····	(31)

国外商品混凝土发展概况

一、商品混凝土工业发展的历史渊源及其现状

混凝土的集中搅拌是建筑工程生产管理方面一项意义重大的改革。是实现建筑工业化的合理化措施之一。其全部内容就是把混凝土这一主要建筑材料，从备料、拌制到运输这一系列生产环节，从传统的一揽子施工系统中分离出来。成为一个独立经济核算的材料加工企业——预拌混凝土工厂。预拌混凝土工厂根据用户的订货要求，生产出他们所需品种、标号的混凝土，然后用特定的运输工具，在约定的时间内把混凝土运往施工现场，甚至直接浇灌到建筑物的模板中去。根据其生产方式和运输方式（相对于过去零星分散在施工现场的搅拌而言），国外把这种在工厂中生产的混凝土称为预拌混凝土或运输混凝土，因为其具有商品的属性，所以又称为商品混凝土。由于采用集中的工厂化生产，具有专业化大生产的特点和优点，所以，商品混凝土在工业发达的西欧、美国和日本得到了较大的发展，逐步形成了一门新兴的工业。

商品混凝土工业最早出现在欧洲。1872年，英国设计出第一座商品混凝土工厂，1903年，德国建立了商品混凝土工厂，美国在1913年开始建厂生产。由于赚不到钱或战争爆发等原因，当时在西欧没有发展起来，只有在美国得到了发展，到1925年，就建立了25个商品混凝土工厂，1929年，工厂数目增加了4倍。到20年代末，放在卡车上的搅拌机（初级搅拌机）应用已相当普遍。30年代末，几乎每个欧洲国家都有了雏形的商品混凝土工厂。第二次世界大战以后，由于战后复兴的需要，西欧各国汲取美国的经验，商品混凝土工业又重新发展起来了。此时，美国的商品混凝土工业已发展到相当高的水平。1950年，在美国的1300个城市中，已建立了1700座商品混凝土工厂，年产量达到了3800万 m^3 ，占全部混凝土产量的35%，约为1941年混凝土产量的4倍；1963~1973年又由12,900万 m^3 增至17,366万 m^3 ，11年间增加了34.6%。在技术设备方面，已经有了容量更大的倾卸式搅拌机、能够保证混凝土质量的运输工具——搅拌机及混凝土输送泵等，商品混凝土的技术经济效益也愈加明显了。美国的商品混凝土工业是以一种家庭所有的个体工业开始出现的。目前，年产量为1.5亿 m^3 （1973年曾达到1.74亿 m^3 ），居世界首位。但是，这1.5亿 m^3 混凝土是属于5000家公司所有的8000~10,000家工厂生产的，每家工厂的平均年产量不超过1~2万 m^3 ，根据1971年就业人口调查的结果，在这5000家公司中，从业人员不超过7人的有2000家，不超过18人的有3700家，而超过50人的只有300家。由此可见，美国商品混凝土工业的结构，至今仍然保留着最初的小而多的特色。

西德于1954年重新开始生产商品混凝土，从1954年~1960年，其产量由25,000 m^3 （只有2个工）增至3,300,000 m^3 ，占工地混凝土总产量5.8%，这是一个突破。许多建筑公司认识到商品混凝土的优点：除了技术经济上带来的好处之外，还可以直接减少使用过多的劳动力和减轻公司本身所负的责任。从1959年开始，人们提高了对建立新型商

品混凝土工厂投资的兴趣，从1960年至1966年，商品混凝土的产量提高了6倍，达到1800万米³（占市场比重的23%），工厂数量从80家增加到840家，比原来增加了10倍。每个工厂的年产量，1958~1963年的最佳值为30,000~40,000米³，平均产量约为20,000米³，到1972年，基本上还保持这个数字。

法国于1963年底重新开始发展商品混凝土工业。当时法国的建造部认为，采用商品混凝土是实现建筑工业化的因素之一，法国在这方面明显地落后于欧洲其它国家。该部希望在巴黎的工地上采用工厂生产的混凝土并亲自主持召开了一次有关商品混凝土活动的重要会议。参加这次会议的代表有：很多管理机构和民间组织的代表，原材料生产商及与商品混凝土制备前后两个阶段有关的一些行业的代表。他们都普遍响应建造部的号召，其后，成立了两个委员会：一、规划委员会，其目的是根据相应的住宅建设计划，估计出商品混凝土的地区需要量并促进商品混凝土搅拌站网的合理布点以满足这一需要；二、制定商品混凝土标准及颁发合格证，给使用这种材料的用户以制订必要的质量上的保证。经过六年的发展，法国的商品混凝土的产量和工厂的数量是一直在上升的。

表 1 1963~1968年法国商品混凝土产量、搅拌站数量及增长率统计

年 份	搅 拌 站 数 量	产 量 (米 ³)	增 长 率
1963	23	570,000	
1964	50	1,185,000	+ 108%
1965	76	2,265,000	+ 91%
1966	133	3,768,000	+ 66%
1967	186	5,620,000	+ 50%
1968	250	7,800,000	+ 39%

1968年法国生产的水泥，11%是供给商品混凝土搅拌站的。到1974年，法国已建立了750个搅拌站，其中500个是自动化搅拌站。

西欧商品混凝土和现场搅拌混凝土的比例：1958年为1:300，1968年为1:2，到1973年则为1:0.98，说明商品混凝土的产量已经超过了现场搅拌混凝土的产量。

日本的商品混凝土工业起步较晚，但发展速度快，搅拌站数量多，技术水平较高。日本于1953年开始发展商品混凝土，1954年开始推广，1953年日本全国只有9个商品混凝土搅拌站，1974年有2677个，1975年有3840个，1978年已达4811个，其中有53%的厂家，其产品质量已达到了日本工业标准（JIS5308）。日本商品混凝土的产量是：1956年，200万米³，1960年，590万米³，商品混凝土的水泥用量占当年的日本水泥总产量的9.6%，1973年，增长到15,000万米³。在这20年左右的时间里，日本商品混凝土的产量增长了75倍，

占混凝土总产量的78%，人均消费量达1.06米³，产量仅次于美国，居世界第二位。

到70年代末，一些国家的商品混凝土工业已经发展到一个相当高的水平，具体情况见表2。

美国的产量占欧美19国和日本产量总和的1/3左右，日本的产量占总和的1/4左右，西德的产量居欧洲各国的首位，占总和的1/10弱。

1974年下列各国商品混凝土的人均用量为：日本1.2米³、瑞士：1.18米³、芬兰：0.89米³、美国：0.85米³、西德：0.78米³、瑞典：0.76米³。

从工厂数量来看，美国占压倒多数，占上述各国总数的50%，日本约占35%，西德占11%，意大利和英国均约占6%，法国占5%弱。

西德商品混凝土和现场搅拌混凝土的比例：1958年为：1：300；1968年为1：2；1973年达到1：0.98。商品混凝土的产量已超过了现场搅拌混凝土的产量。

在经济发达的国家中，商品混凝土的产量几乎占全部混凝土产量的60%以上。其中美国为84%，瑞典为83%，日本为78%，澳大利亚为68%，荷兰为56%。

据报导，1973年，全世界商品混凝土工业大约有15,000个公司，3万座工厂，从业人员约为40万人。

在欧美，日本等国，商品混凝土工业已成为一个独立的工业部门，它的服务范围很广，包括住宅建筑，工、商业建筑，道路桥梁和码头工程，农村建筑等。其中，以用于住宅建筑的比例最大，据统计，美国1965年为30%，法国1972年为78%，荷兰1973年为52%。

从上述资料可以看出，商品混凝土正在世界范围内得到迅猛的发展，在城市中，小型分散的现场搅拌，正逐步为大型的集中搅拌厂所代替。正如日本所估计的：商品混凝土和泵送混凝土工艺的出现是第二次世界大战以后，日本在混凝土工艺方面两次革命性的变化。

1973年和1975年发生了二次石油危机，这二次石油危机严重地冲击着资本主义世界，使之产生严重的经济危机。影响遍及整个建筑业，使建造量下降，也影响到商品混凝土工业的发展。

以美国为例，可说明这二次石油危机对商品混凝土工业的影响：据美国商品混凝土协会主席K·E·托宾（K·E·Tobin）在1983年欧洲商品混凝土会议上的发言估计，这次经济危机使美国出现了1930年经济大萧条后的最大经济衰退，直到1982年，美国的通货膨胀率仍然有3.4%，失业率最高峰时已达到10%，而且，近几年内不可能有大幅度的降低。一些主要的工业部门，如钢铁工业，汽车制造业，其产量仅为原先的十分之一。而且，不可能再恢复到以前的地位了。1977年，用于土建的投资为1789亿美元（1977年币值），1982年下降为1480亿美元（1977年币值），3年之中下降了17%。住宅开工的数量从1978年的150万套下降为1982年的107万套。经济衰退和建造量的下降已严重影响到商品混凝土厂的销售量。1979年，商品混凝土的销售量为170.3百万米³，1982年的销售量为135.2百万米³，3年之中下降了21%。从1975至1982年，销售量下降25%，在1980~1982年这3年间，约有10,000家房屋承包商停业了。从1978至1982年搅拌车的销售量下降了89.5%。商品混凝土生产厂商延迟了设备维修和更新的日期。现在正在运行的50,000辆搅拌车中，

表 2

有 关 商 品 混 凝 土

国 名	开始生产 商品混凝土 土 年 份	商品混凝土 土工厂数	商品混凝土 土生产量 (百万米 ³ /年)	平均每人 商品混凝土 土消费量 (米 ³)	有关商品混凝土协会人员的统计					企 业	
					企 业 数	工 厂 数	生产量 (千米 ³ /年)	平均每工 厂年生产量 (米 ³)	开工率 (%)		
										1~10	10~20
比 利 时	1956	155	5.93	0.61	30	84	4529	53917	71	—	1
		159	6.19	0.63	34	85	4631	54482	71	4	21
丹 麦	1926	162	3.10	0.62	—	—	—	—	—	—	—
		161	2.80	0.55	—	—	—	—	—	—	—
西 德	1903	2200	48.40	0.78	892	1331	35200	26446	50	18	43
		2200	45.70	0.74	890	1314	34700	26408	48	14	33
芬 兰	1958	95	4.00	0.89	51	79	2900	36709	65	10	10
		110	3.90	0.83	59	95	2600	27368	60	17	10
法 国	1933	893	25.00	0.48	190	436	16800	38532	52	6	38
		969	23.20	0.44	196	465	17000	36569	56	6	39
希 腊	1698	53	2.10	0.24	26	36	1426	39611	31	—	1
		63	2.82	0.31	24	31	1539	49645	36	4	2
英 国	1930	1067	27.83	0.51	71	1043	27290	26165	26	3	8
		1160	26.72	0.48	73	1134	26240	27139	26	2	13
爱 尔 兰	1961	35	1.31	0.43	—	—	—	—	—	—	—
		35	1.27	0.41	—	—	—	—	—	—	—
以 色 列	1963	80	2.10	0.63	4	50	1400	28000	—	—	—
		90	2.50	0.74	5	55	1800	32727	—	—	—
意 大 利	1962	1242	31.20	0.58	110	300	17500	58333	60	—	—
		1242	30.20	0.54	110	300	17500	58333	60	—	—
卢 森 堡			0.24								
			0.22								
荷 兰	1948	188	0.69	0.50	99	154	6300	40909	75	18	—
		192	7.02	0.51	100	157	6300	41401	70	19	—
挪 威	1930	135	2.40	0.61	84	103	2200	21359	39	35	20
		140	2.50	0.62	88	106	2300	21698	36	28	32
奥 地 利	1961	200	3.40	0.45	82	90	2100	23333	78	20	20
		210	3.50	0.47	82	150	2400	16000	80	20	20
葡 萄 牙		20	0.90	0.10							
		20	0.94	0.11							
瑞 典	1932	270	6.20	0.76	123	227	5900	25991	35	26	38
		280	5.70	0.70	129	230	5500	23913	43	29	37
瑞 士	1933	270	7.63	1.18	106	140	5800	41429	43	5	7
		270	5.33	0.83	106	140	4060	29000	30	8	30
西 班 牙	1942	370	15.31	0.43	100	250	12250	49000	—	3	12
		370	14.60	0.41	98	280	11700	41785	—	—	5
上述国家 合 计	—	7444	194.18	—	1968	4423	141515	32735	—	—	—
		7671	184.90	—	1994	4542	138470	30487	—	—	—
美 国	1913	10000	180.00	0.85							
		10000	170.00	0.80	900	—	85345	32154	—	5	36
日 本	1950	2677	133.23	1.20	1074	1401	90177	64366	25.2	—	—
		3840	111.29	0.99	1192	1524	74190	48681	20.2	—	—
总 计		21121	507.41								
		21511	466.19								

的 统 计 (1974、1975年)

									有 关 水 泥 的 统 计			平均每1米³ 商品混凝土 中水泥使用 量 (公斤)
规 模 (千米³/年)					以上计占总产量的比例(%)				水泥消耗量	商品混凝土的水泥消费量		
20~50	50~100	100~200	200以上	计	集中搅拌工厂	轻混凝土	原 送混凝土	(千吨/年)	(千吨/年)	%		
23	2	2	2	30	15	3	—	6019	1832	30.4	309	
17	33	10	—	85	15	2	—	5821	1894	32.5	306	
—	—	—	—	—	—	—	—	2237	682	30.5	220	
—	—	—	—	—	—	—	—	1983	630	31.8	225	
114	90	53	39	357	87.6	<1	11.3	34203	13842	40.5	286	
118	96	62	42	365	88.0	1	20.0	37166	13344	42.0	292	
20	4	5	2	51	100	1	14	2242	1140	50.8	285	
21	5	4	2	58	100	1	18	2033	1170	57.6	300	
75	35	23	13	190	95	1	18	31288	7750	24.8	310	
75	38	25	13	196	96	1	16	28634	7030	24.6	303	
4	12	1	1	19	95	—	58	4975	601	12.1	286	
5	11	1	1	24	93	11	61	4780	694	14.5	246	
22	8	12	18	71	25	<1	5	17653	7514	42.6	270	
25	9	—	16	65	25	<1	6	16853	7981	42.0	265	
—	—	—	—	—	—	—	—	1548	367	23.7	280	
—	—	—	—	—	—	—	—	1499	356	23.7	280	
—	1	1	2	4	10	—	—	163	61	37.4	280	
—	1	2	2	5	10	—	—	160	62	38.8	280	
—	—	—	—	—	5	3	16	35837	8932	24.9	280	
—	—	—	—	—	5	3	16	33948	7855	23.1	280	
								363	67	18.5	280	
								327	62	19.0	280	
33	28	13	6	98	40	2	8	5823	2001	34.4	300	
33	29	13	6	100	40	<1	10	5482	2106	38.4	300	
29	9	—	—	103	99	<1	11	1713	720	42.0	300	
36	10	—	—	106	99	<1	11	1705	750	44.0	300	
18	22	2	—	82	60	4	12	6022	884	14.7	260	
18	22	2	—	82	70	4	15	5512	910	16.5	260	
								3124	252	8.1	280	
								3277	263	8.0	280	
42	17	3	7	123	100	1	10	3211	1643	51.2	265	
40	14	5	4	129	100	1	15	2995	1454	48.6	255	
60	26	6	2	106	100	1	9	5213	1953	37.6	256	
45	16	6	—	106	100	1	8	3869	1428	36.9	268	
34	20	19	12	100	36	—	7	22151	4118	18.6	269	
42	20	19	12	97	29	—	7	20752	3927	18.9	269	
					44	1	8	183785	54359	29.6	282	
					45	2.7	12.5	171396	51016	29.8	279	
					—	—	—	79500	—	—	—	
69	13	39	33	225	—	—	—	67800	42517	63.3	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	70191	42286	60.2	275	
—	—	—	—	—	—	—	—	63222	38531	60.9	280	

表 3

1981 年西欧各国有关商品混凝土统计

国 别	开始年份	总 数		产 量 (百万米 ³)	占西欧商品混凝土 总产量百分比 (%)	81/80年的 变化情况	人均用量 (米 ³ /人·年)	名 次	水泥消耗 百分比(%)	名 次	平均水泥用量 (公斤/米 ³)	搅拌机拥有量 (台)
		公司数	搅拌站数									
西 德	1903	800	2111	49.20	25.1	-9.8	0.80	3	49.0	4	292	12229
意 大 利	1962	/	1250	40.00	20.3	+6.3	0.70	5	26.3	14	280	6500
法 国	1933	761	1242	24.32	12.4	-4.2	0.45	12	26.6	13	296	5895
英 国	1930	94	1200	20.29	10.3	-11.4	0.36	13	41.7	7	255	4400
西 班 牙	1942	273	482	11.86	6.0	-6.5	0.32	14	16.7	17	260	2902
瑞 士	1933	240	270	8.80	4.5	+8.9	1.38	1	50.0	2	270	290
希 腊	1968	/	155	8.45	4.3	-1.8	0.87	2	37.0	9	285	1192
荷 兰	1948	130	192	6.63	3.4	-11.4	0.47	11	38.3	8	300	1244
比 利 时	1956	101	207	5.50	2.8	-19.2	0.55	9	35.2	10	307	1100
奥 地 利	1961	221	260	5.20	2.7	+1.5	0.69	6	24.7	15	250	/
瑞 典	1932	165	280	4.40	2.2	-6.4	0.53	10	51.4	1	250	200
芬 兰	1958	70	135	2.70	1.4	-3.6	0.56	8	46.2	5	290	40
挪 威	1930	185	210	2.54	1.3	+1.6	0.62	7	49.5	3	303	870
爱 尔 兰	1961	/	142	2.50	1.3	+47.0	0.74	4	34.0	11	250	700
葡 萄 牙	1966	/	57	2.00	1.0	+20.4	0.20	15	9.8	18	310	/
丹 麦	1926	110	150	1.64	0.8	-32.8	0.32	14	30.7	12	225	/
卢 森 堡	/	/	/	0.24	0.1	-4.0	/	/	23.7	16	290	/
冰 岛	/	/	/	0.19	0.1	-9.5	/	/	44.2	6	280	/
总 数			8343	196.46	100.0	-4.1	0.56		32.1		280	37562

欧洲以外几个国家的统计结果

美 国	1913	10000	165.00	0.78		
日 本	1950	4900	185.00	1.58		
以 色 列	1963	136	2.4	0.61		

60%已使用了5年以上。全国运输车队中，约有1/3的车辆已使用了8年以上，美国搅拌车的平均使用寿命是10年左右。

由于石油危机的影响，日本的商品混凝土的产量在1974~1975年这二年间也有所下降，1974年的产量为13,323万米³，人均用量为1.2米³；1975年的产量为11,129万米³，人均用量为0.99米³。但此后又有所回升，产量是波动的，不稳定的。

表 4 参加欧洲商品混凝土组织的国家商品混凝土工业的
水泥用量占该国水泥总产量的百分比

年 份 国 别	1979	1980	1981
西 德	49.1	49.0	49.0
奥 地 利	21.0	20.8	24.7
比 利 时	31.8	36.2	35.2
西 班 牙	17.0	16.0	16.7
芬 兰	54.4	46.7	46.2
法 国	26.7	26.5	26.6
英 国	43.2	40.8	41.7
希 腊	34.9	36.3	37.0
荷 兰	38.5	36.9	38.3
爱 尔 兰	21.8	23.4	34.0
意 大 利	23.5	23.5	26.3
挪 威	45.0	46.1	49.3
葡 萄 牙		8.5	9.8
瑞 典	47.8	50.5	51.4
瑞 士	48.1	50.7	50.0

表 5 西欧 6 国人均水泥用量、商品混凝土用量、商品混凝土
及预制混凝土所使用的水泥量占该国水泥总产量的百分比
(水泥用量每增加 1% 相当于增加 1000 米³ 的商品混凝土产量)

项 目 国 别	西 德	英 国	希 腊	意 大 利	法 国	西 班 牙
人均水泥用量(吨)	0.49	0.22	0.74	0.85	0.5	0.52
人均商品混凝土用量(米 ³)	0.82	0.36	0.96	—	0.45	0.32
商品混凝土使用水泥百分比	49.0	41.7	37.0	34.7	26.6	16.7
预制混凝土使用水泥百分比	28.0	21.8	3.0	14.3	19.5	12.0

据称西欧、美国等，在作出种种努力，力图摆脱石油危机所造成的困境之后，有迹象表明，经济有所恢复，因而给商品混凝土的发展带来了美好的前景。还是以美国为例来说明这个问题：据美国商品混凝土协会主席托宾估计，到2000年，美国的人口将增加到266百万，需要解决住房问题和工作问题，住宅建筑是商品混凝土的主要市场。为了跟上人口

增长的速度，每年需要建造约 2 百万户住宅，但是，由于经济衰退，以往 4 年多来（到 1983 年为止）从来就没有接近过这一数字。随着经济的好转，住宅建造业已开始复苏，全美住宅营造商协会估计，1983 年开工的住宅，比过去增加 27%，在美国，每户住宅的平均混凝土用量为 45 码³（34 米³），1983 年新增加的 280,000 户住宅，就需要 12.6 百万码³（9.6 百万米³）的商品混凝土。据美国波特兰水泥协会估计，1981~1987 年这 6 年间，水泥用量要增加 22%，除了住宅建筑以外，各种工商业建筑，农业建筑以及新建和翻修公路、桥梁、停车场等，也为商品混凝土提供了市场。据美国地区性商品混凝土推广委员会确认，仅 1982 年，就为停车场路面的施工销售 4~5 百万码³（3~3.8 百万米³）的商品混凝土。农业建筑是美国较小的商品混凝土生产商的重要销售对象。尽管商品混凝土工业在欧、美、日本等经济发达的国家发展很快，但发展是不平衡的，这和各国的具体情况是分不开的。例如技术设计水平，施工状况，生产及管理经验，商品混凝土的价格，尤其是和现场拌搅混凝土的竞争等。从归纳在下表中的所提出的一些问题可以清楚地看到这一点。

表 6

影响商品混凝土工业发展的因素

起 影 响 的 因 素	对商品混凝土工业水泥使用百分比的影响	
	加 速	减 慢
<u>技术设计</u>		
混凝土质量	高	低
质量控制	严格	松懈
商品混凝土技术规范批准情况	快	慢
<u>施 工</u>		
劳动工资	高	低
劳动生产率	差	好
现场组织	好	差
现场设备利用率	差	好
精确的价格分析	差	好
<u>生 产</u>		
商品混凝土生产及管理经验	好	差
运输的有效性	好	差
司机工时及其它限制	松	严格
商品混凝土设备投资	高	低
价 格	有竞争力	高
利 润	如实的	高
商品混凝土中水泥及集料的总投资	大	小
公司设备—现场有效的设备	差	好
<u>市 场</u>		
水泥、集料的市场政策	对商品混凝土有偏见	无偏见
其它材料的竞争力	高	低
水泥短缺程度	高	低

至于苏联和东欧社会主义国家采用商品混凝土的情况，我们找不到很多资料，从找到的有限资料中知道：苏联的混凝土拌合物的制备是在机械化和自动化的地区混凝土工厂、

混凝土砂浆集中拌搅工厂和拆迁式及移动式混凝土搅拌站内进行的,有的地区和单位还利用钢筋混凝土预制构件厂搅拌车间的潜力,生产混凝土拌合物。他们生产的这种混凝土虽然也叫做“商品混凝土”,但并不象西欧、美国、日本等国家那样,根据用户的订货要求生产出他们所需要的混凝土并以商品的形式出售,而是根据本地区,本部门(如某加盟共和国的建造部,重工业建设部)的计划,生产出满足本地区或本部门所需要的混凝土拌合物。

地区性混凝土工厂可以由一个、二个或三个定型单元组成,年产 $10\sim 20$ 万 米^3 商品混凝土,保证给分布在 $25\sim 30$ 公里范围内的若干个工程点供应混凝土,还可以供应干拌合料,这种工厂的使用年限为20年左右。

混凝土砂浆集中搅拌工厂直接布置在大型施工工地上,使用年限为 $5\sim 6$ 年。工厂的结构为拆装式结构,减轻了将其转移到另一个工地的组装工作。

拆、迁式混凝土搅拌站附属于混凝土拌搅工厂,搅拌站设置在搅拌工厂的服务半径所不及的地方,供应混凝土用量不大的工程项目(每昼夜 $50\sim 70$ 万 米^3 混凝土)。这种搅拌站由混凝土搅拌机、骨料贮存仓和按重量计量的投料器组成。

自动化移动式混凝土搅拌站:搅拌站安装在专用半拖车上,其生产能力为 $20\text{米}^3/\text{小时}$,搅拌站可以在一个台班的时间内组装完毕,形成生产能力。自动化移动式混凝土搅拌站特别适用于位于混凝土工艺允许距离之外的大型分散的工程项目,这种搅拌站可以加强混凝土工厂、扩大了集中供应商品混凝土系统的灵活性,提高了搅拌工作的可靠性。

据苏联期刊报导,1975年,苏联和保加利亚混凝土拌合物总量的 $92\sim 95\%$ 是在综合机械化、自动化的混凝土工厂或搅拌站内制备的。

据1980年苏联期刊报导,苏联每年的现浇混凝土量为1亿1千万 ~ 1 亿2千万 米^3 ,近几年来苏联重工业建设部的现浇混凝土量为 $12,000,000\text{米}^3$,在第11个5年计划期间,这一数字还会大幅度增长,到1970年,仅白俄罗斯加盟共和国建工部系统已建成了14个商品混凝土工厂,总年产量为 135万米^3 ,另有5个总年产量为 65万米^3 的工厂在建设中,还有9个预计总年产量为 105万米^3 的混凝土工厂在设计中。1977年,据苏联期刊“混凝土与钢筋混凝土”报导:到1980年,苏联全国生产的 $1/2$ 混凝土拌合物将采用专门运输设备(混凝土搅拌车、混凝土运输车等)运送,到第十个5年计划末,采用自卸卡车运输混凝土拌合物的比重将从1975年的 74% 下降到 45% ,而采用混凝土泵和传送带式混凝土浇灌机在现场浇灌混凝土拌合物的比例,将由1975年的 $4\sim 5\%$ 上升到1980年的 14% 。

根据上述仅有的材料分析,苏联的商品混凝土的年产量为 $55,000,000\sim 60,000,000\text{米}^3$,而且还是偏低的估计。

二.发展商品混凝土工业的优越性

混凝土的集中搅拌,从根本上改变了现场分散搅拌中配料不精确,原材料消耗多,工时消耗大的情况;尤其是采用了电子控制设备后,可对混凝土的配比加以严格控制,保证了混凝土的质量;采用集中搅拌后,不必在施工现场分别安装搅拌装置,堆放砂石,贮存水泥,从而节约了场地,节约了原材料,也提高了设备利用率,因而也能适应在城市中狭窄场地上的施工要求;能减少建筑企业的固定投资;由于采用了自动化技术,可大幅度提

高劳动生产率，降低成本。据东德1976年统计：混凝土集中搅拌之后，可提高劳动生产率200~250%，节约水泥10~15%，减少混凝土损耗12%，节约生产混凝土所需的机械设备和土建投资费用30~50%，降低混凝土成本5%。采用商品混凝土可以加快浇灌进度，如采用混凝土泵，配合模板工程和钢筋工程的合理化措施，可以缩短施工工期；由于商品混凝土生产过程的高度自动化，采用了防止污染的措施，可以大大改善混凝土工人从后台上料到前台浇灌的条件。

三、建设商品混凝土工厂要考虑的几个问题

生产混凝土的技术，包括材料的运输、计量和搅拌等过程，是一种比较简单的初级的技术。但是作为商品混凝土工业，它和其它工业部门一样，要把各种不同的基本技术综合在一起使用，以便在各种情况下得出一个最协调的，而且往往是最经济和效益最高的方案，却是一种基本的技巧。因此，在建设一个商品混凝土工厂之前，得对以下一些问题详加考虑：

（一）厂址的选择

在一个城市中建设商品混凝土工厂，首先必须根据骨料的来源，混凝土的需要量，混凝土的供应半径等，有计划的选择建厂地址，同时还必须考虑如何防止对居民的干扰和环境保护的措施

（1）混凝土需要量的估算

应从某一地区的建设远景规划出发，根据相应的不动产建设计划和所采用的结构体系，估算出每个地区和工地的混凝土需要量，并促进商品混凝土搅拌站网的合理布点。但是，由于许多项目还没有设计，只知道一个总数，所以必须把建筑工程量换算成米³混凝土量。例如东德OST建筑机械联合企业二厂1969年在制订1975年的发展规划，准备建设新的商品混凝土搅拌厂时，就以100万马克的工程量（工业建筑）=1000米³混凝土，来求出整个规划期间每个工地的混凝土需要量的。

（2）骨料的来源

国外的商品混凝土工厂，一般都有充足的骨料来源。由于厂址的选择和骨料的运输有密切的关系，因此，商品混凝土工厂的贮料仓大多设置在靠近铁路的地方或建在河边，以减少骨料的运输费用和卸料设备的投资费用。如法国在流经巴黎市中心的塞纳河两岸的48公里范围内，就设置了约50家商品混凝土工厂，其中10家，是在巴黎市区范围之内。这些工厂所需的骨料和水泥绝大部分是通过河道由驳船运来的。巴黎使用的商品混凝土，约80%是由4家主要的公司生产的，其中最大的一家是“巴黎商品混凝土公司”。这家公司由一个年产100万吨骨料的企业投资经营，该企业有200艘驳船，是欧洲最大的驳船队。这些驳船给设在塞纳河沿岸属于该企业的21个码头供料。“巴黎商品混凝土公司”拥有20家工厂，其中4家都设在塞纳河沿岸，其中一家竟设置在一艘驳船上。

（3）选择合理的供应半径

在选择商品混凝土工厂的厂址时，必须考虑它们在城市里的合理布局问题，这个问题和商品混凝土工厂的供应半径有密切的关系。由一个集中搅拌站向许多工地供应混凝土应特别注意：建设项目应包括那一些工地，这些工地距离集中搅拌站有多远，而最重要的标

准则是确定经济的运输界限。在国外的某些文献中，把此界限规定为 5~20 公里。如遇到特殊情况，应考虑以下一些因素，进行单独计算，这些因素是：集中搅拌站的混凝土生产量，每个工地的混凝土需要量，生产价格，运输费用，集中搅拌站相对于工地搅拌站的运输费用，新鲜混凝土的运输费用，集中搅拌站相对于工地搅拌站的安装和拆卸费用等。东德根据所考察的供应范围内的工地位置，找到一种计算集中搅拌站地址的简单表示方法，根据道路指南所提供的具体情况，可以算出实际的运距，计算公式如下：

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n B_i} \quad (\text{公里})$$

式中， X_0 ——从选择的出发点到集中搅拌站站址的距离（公里）

B_i ——每个工地的混凝土需要量（米³）

X_i ——从选择的出发点到工地的距离（公里）

n ——工地的总数

国外有些商品混凝土企业是由水泥厂投资经营的。为了确定在最合适的地区来生产商品混凝土，必须对竞争者的情况，现有商品混凝土的生产能力，尤其是其它一些水泥厂的情况进行调查，以得出水泥厂和消费中心的最优方案。南斯拉夫就是这样做的，他们采用线性规划的方法，在考虑了已确定采用的水泥的厂内价格（取决于该水泥厂的生产能力），运输费用（取决于所采用的运输方法）及每个水泥厂（ A_i ）和每个消费中心的距离 B_j 之后，就可以得出这一最优方案，他们提出的能满足所要求的运输问题的模式是：

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = \alpha_i \quad (i=1, 2 \dots m)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j \quad (j=1, 2 \dots n)$$

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad \Phi \quad (\text{用于表示每一对 } i, j)$$

标准函数式必须限制到最低限度之内，即：

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

式中：

$A_i \dots (i=1, 2 \dots m)$ ——水泥厂的厂址

$B_j \dots (j=1, 2 \dots n)$ ——水泥消费中心

$\alpha_i \dots$ ——距离为 A_i 的水泥厂的水泥生产量

b_j ——消费中心 B_j 的水泥用量

C_{ij} ——从水泥厂 A_i 运往消费中心 B_j 每吨水泥的价格

X_{ij} ——从供应点 A_i 运到消费中心 B_j 的水泥量

选择合理的运输半径的另一个重要原则是要把运输时间控制在混凝土的初凝以前，以保证混凝土得到及时和好的浇捣。这取决于混凝土的配合比、水泥含量、气温、附加剂、运输车辆、道路和交通条件等许多因素。因此，确定一个固定不变的运距或时间来适应不同情况，是不适宜的。例如英国商品混凝土公司所属的技术中心只提出这样的规定：“在一般情况下，混凝土必须在搅拌后尽快浇灌。但是，如果能保证混凝土得到正常的浇灌和捣实，则延长时间也是容许的。但是，为了便于掌握，在有些国家的规范中，还是规定了运输和浇灌的时间。例如瑞典和丹麦的规范都规定混凝土必须在搅拌开始后90分钟内浇灌。英国规定，搅拌车的卸料必须在水泥和湿骨料接触后2小时内完成。日本规范规定：采用搅拌车时，从搅拌开始算起，应在一个半小时内卸料；采用翻斗卡车时，则应在搅拌开始后1小时内卸料。美国材料试验协会C94~47中规定，如在运输过程中对混凝土加以搅动，则最长的运输时间不得超过1个半小时，如不加搅动，则不得超过45分钟。美国工程师协会又规定，在30℃以上的气温条件下，必须在45分钟之内卸料，卸料后必须在15分钟浇灌完毕。东德则根据运输车的种类，规定了供应半径：翻斗卡车为15公里，搅动车为25公里，搅拌车为30公里。

(4) 占地面积

国外商品混凝土工厂的占地面积一般都不太大，平面布置一般都力求做到紧凑。

例如日本日工公司推荐采用该公司生产的搅拌装置（每小时产量为50~260米³和75~90米³两种）。其合理的平面布置是：皮带走廊和5个串列式骨料筒仓成直角，皮带走廊投影长度约为52米。5个骨料仓排列成一条直线，总长度为33米。根据这样的布置，搅拌设备的工艺流程部分的占地面积约为3亩（办公室、辅助车间、洗车场、沉淀池等项的占地面积不包括在内）。下表列出了一些搅拌厂的占地面积，其中有的也比较紧凑。从这些例子中可以看出，凡是单一经营商品混凝土的工厂，占地面积都比较小，如经营多种项目则占地面积较大。

表 7 国外 8 个商品混凝土工厂的占地面积和每小时的产量

工 厂 名 称	占 地 面 积(亩)	每 小 时 产 量 (米 ³)
英国东伦敦商品混凝土工厂	10	138
美国圣地亚哥商品混凝土工厂	13	153
日本小野田商品混凝土工厂	32	73
日本名古屋商品混凝土工厂	25.5	60~100
日本三重商品混凝土工厂	17.3	50
美国德克萨斯州“G—H”号商品混凝土工厂	48	230
美国佛罗里达州商品混凝土和砌块厂	162	230(混凝土)，2万块/台班(砌块)
美国芝加哥商品混凝土工厂	42	750

(二) 商品混凝土工厂的类型

混凝土的生产，除去集料和混合材料的采集和加工不计外，主要包括搅拌和运输两个部分。最初，商品混凝土的生产沿用传统的方式，在工厂中用固定的配料和搅拌设备制备