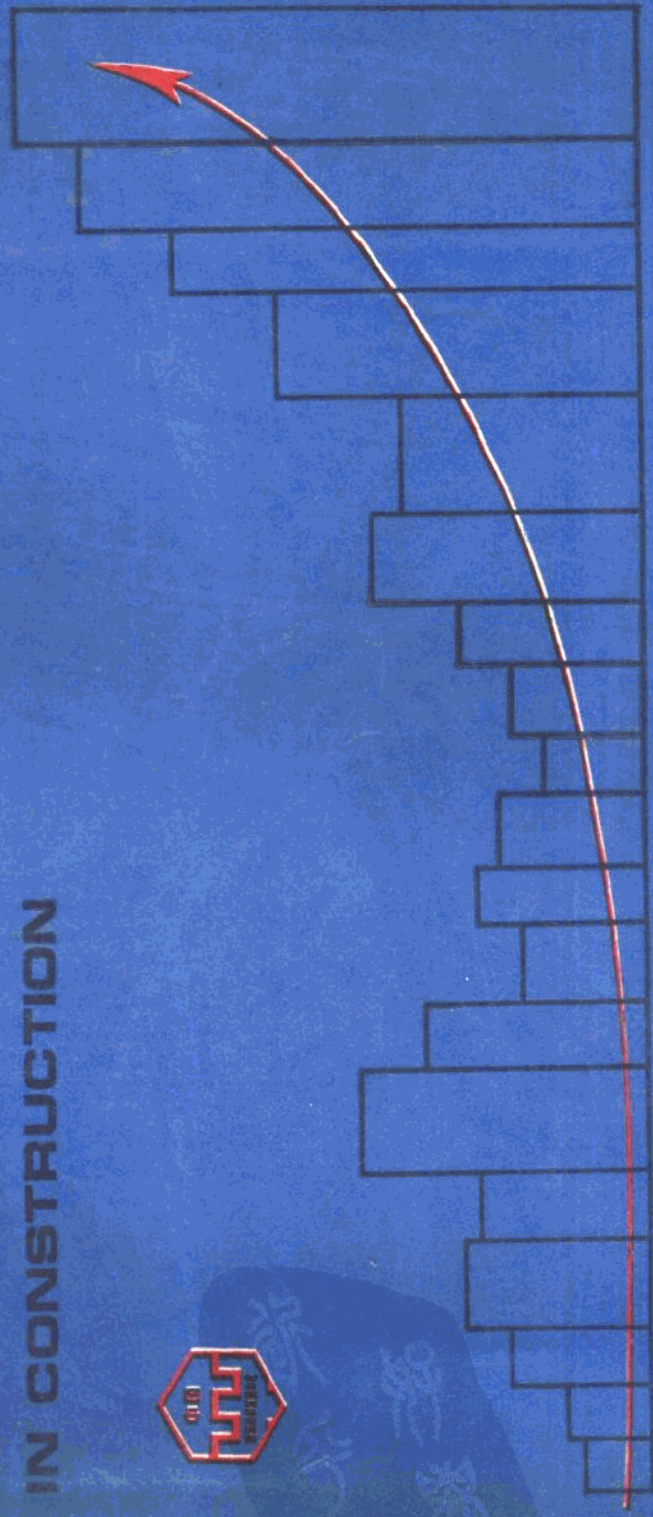


国际建筑业发展与统计手册

INTERNATIONAL DEVELOPMENT AND
STATISTICAL HANDBOOK
IN CONSTRUCTION



中国建筑技术发展中心

CHINA BUILDING TECHNOLOGY DEVELOPMENT CENTRE

第七部分 建筑施工与机械

88/94/1007

综述——国外施工技术的发展

建筑业在国民经济中占有重要地位。随着建筑业的发展,建筑工业化水平在不断提高,施工技术取得了很大进步。除了砖结构已从材料和施工工艺进行了改革,主要是提高了砖的强度,发展了大尺寸砖,轻质高强空心砖及高标号砂浆;在施工工艺方面采用集装运输、升降脚手,机械砌墙和抹灰以外,国外自80年代以来在工业化施工方面比较突出的进展和发展趋势有以下几个方面:

一、现浇混凝土施工技术发展较快
不仅美、日和西欧各国广泛采用这种施工方法,近年来苏联和东欧一些国家也在重视发展现浇混凝土施工技术。这是因为现浇混凝土施工不仅所需要的费用比预制混凝土施工低,每个工人资金装备率仅为预制混凝土的40%,投资少,上马快,而且在城市改建工程日益增多的情况下,现浇

混凝土施工工具有更大的灵活性。

目前在经济发达国家中商品混凝土十分发达,商品混凝土占混凝土总产量的60~80%,美国年产量达1.7亿 m^3 ,日本为1.1亿 m^3 。国外现浇混凝土施工工艺不仅先进,而且成龙配套,从搅拌、运输、布料到模板和外加剂的应用已实现系列化。

由于电子计算机工业的发展,在搅拌站中安装了计算机工业电视,不仅能对混凝土配合比,骨料称量,水分补偿等进行自控,而且还能对销售,车辆调度进行监控。在设计上采用组件式结构,便于拆装运输,维修和供应。目前在实际应用中已采用微电脑控制配料程序,信息显示装置以及发料单的打印装置等。

商品混凝土运输目前使用最多的是6 m^3 搅拌车。但各国商品混凝土工厂运输

工具的装备情况不同。如民主德国搅拌车占10~20%,搅动车占30~40%。翻斗车占50%。

在混凝土浇灌工艺中发展最快的是泵送。混凝土泵的泵送压力已达到180巴,最大泵送距离达4000m,最大泵送高度达340m。使用108mm管径的大型泵可泵送80mm粒径的混凝土。目前采用泵送的比率为:西欧13%,日本60%,苏联和东欧1985年发展到15~30%。

经济发达国家混凝土外加剂应用较普遍。在混凝土中应用外加剂的比例达40~80%。在外加剂中发展最突出的是流化剂(超塑化剂),减水率可达20~25%。流态混凝土(大坍落度混凝土)是随着流化剂应用技术的发展开拓出来的一种新型混凝土,代表了混凝土技术的一种发展方向。

由于在现浇混凝土施工中仅模板费用就占总费用的28%，占工资费用的22%，占材料费用的6%，所以国外对发展模板技术十分重视。国外有专业化模板工厂上千家，产品已实现标准化、系列化和通用化。从模板的发展来看，已从手工拼装木模板，预制定型木模板，发展到工具式钢模板的工业化阶段。

用预应力混凝土薄板或带钢筋肋的混凝土薄板作永久性模板施工的叠合楼板具有现浇和预制各自优点相结合的特点，可减少现场用工45~55%，减少运输和吊装重量60%。国外认为这种半预制构件和现浇混凝土相结合的施工方法为推动钢筋混凝土施工技术的发展开辟了一条新的合理化途径。

二、预制混凝土技术不断发展

虽然由于住宅需求趋于饱和，大批量连续性生产的条件在许多国家已不存在，但预制技术仍在发展。从经济发达国家的统计资料看，国外预制构件厂的劳动生产率以及其它技术经济指标普遍较高。国外综合性预制厂全员劳动生产率一般都在200m³以上，较低的也超过100m³。

国外很重视开发预制新技术，在成型

技术方面除了已大量应用的平槽流水，成组立模，固定台模，长线台座等工艺外，又开发出振动加压，减压注入，振动真空，无振动滚压成型等新工艺。从发展看，苏联认为目前的振动成型工艺，无论是线性或非线性振动，在理论和实践上均以达到极限状态。要想进一步提高混凝土构件质量和降低成本，必须研究新工艺。

在养护技术方面，为了提高生产效率和节约能源，国外对加速混凝土硬化的方法十分重视。采用的加速硬化混凝土的方法主要是：1.采用早强水泥和特种水泥。

2.掺用外加剂，国外在预制厂中掺用外加剂已很普遍。为了克服预制厂的振动噪声，有的国家正研究将超塑化剂应用到构件成型工艺中去。3.利用各种热煤加热混凝土例如蒸气、天然气、红外线、热油、直接电热、高频、微波和磁场养护等。但目前仍以蒸养应用最多。从国外各种蒸气养护设施的耗能指标来看，蒸气耗量上下限差很大，说明节能的潜力很大。

三、建筑机械化同施工技术有密切的关系

建筑机械化要取得高效率，必须完成建筑业从目前采用手工业生产方式向工业

化生产方式的过渡。例如波兰在住宅和公共建筑中装配式大板体系占80~85%，因此机械化工程量占总工程量的比例很高：基础工程为100%，主体安装工程为95~100%，装修工程为80~90%。苏联土方工程为99.6%，主体安装工程为98.8%，抹灰工程为78.1%，油漆工程为79.9%。

国外建材、制品的社会化生产和商品化供应十分发达，从而提高了工业化程度，使现场施工大为简化。美国建材品种多达数万种，而且按标准化、系列化，通用化和部件化要求加工为半成品或成品；日本的建筑制品和部件有4700种。这样就可以利用各种小型机具进行现场装修施工，提高劳动生产率。

经济发达国家建筑业的劳动生产率以币值计算较高，除了价格因素，管理方法等原因外，施工技术和机械化水平也是一个重要因素。全员产值，美国为68000美元，西德为84000美元，日本为45500美元，法国为34000美元，苏联为13700美元。人均竣工面积(平方米/人年)。美国为79，法国78.4，日本46.4苏联25.7。

有些国家机械化有明显特点：一是机械装备率并不很高，但由于重视维修和管

理,所完成的建筑安装工作量却很高:另一个特点是国外建筑机械使用年限短,一般为4~8年,而折旧率高,一般为10~15%。

四、施工管理现代化

在建筑施工管理的现代化方面,经济发达国家比较先进。以电子计算机为代表的新技术在企业管理和工程项目管理中得到普遍的应用。以联邦德国为例,大约有

2/3的建筑企业拥有电子计算机,从事电子计算机数据加工的人员从58100人(1970年)增加到131000人(1982年)。说明建筑企业在计划、管步加强。

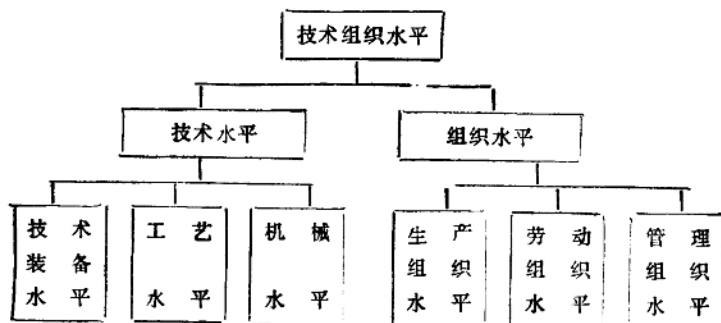
理和设计工作中合理化和现代化得到进一步
经调查,联邦德国在建筑业中电子计算机的推广程度为36%。推广程度最高的是建筑师和工程师事务所,达到66%。在建筑企业中用电子计算机进行技术数据处

理和商务数据处理,其推广程度分别达到58%和50%。电子计算机进行仓库存储管理只应用于300人以上的大、中型建筑企业,其推广程度为所有建筑企业的15%。

国外建筑企业已将计算机应用在工程投标,起草和修改合同文件、施工图设计、施工准备、施工控制、工程款结算、财务会计以及信息检索、人员管理、文书写等方面,还将进一步扩大应用范围。

苏联施工企业技术进步评价方法

苏联学者认为：企业技术进步就是企业技术经济水平的提高。企业的技术经济水平由企业的技术组织水平、产品质量和生产率组合而成。企业的技术组织水平构成如下：



他们根据苏联的实际情况和专家讨论打分的结果，确定了衡量施工企业技术组织水平的29个指标，如表1。（利用45个企业的实际数据，计算出劳动生产率、成本和技术组织水平主要指标的统计规律：）

表 1

水 平	指 标 名 称	单 位	代 号
技 术 装 备 水 平	劳动机械装备程度	千卢布/人	x_1
	小型机械化设备的装备率	卢布/人	x_2
	电气设备装备程度	千瓦特/小时	x_3
	新型机器比重	%	x_4
	建筑机器损耗系数	%	x_5
	10年以上期龄的机器比重	%	x_6
工 艺 水 平	每百万卢布建安工程的预制混凝土构件的用量	千 m^3 /百万卢布	x_7
	用新的材料和施工方法工程比重	%	x_8
机 械 水 平	工程部分机械化系数	%	x_{10}
	工程综合机械化系数	%	x_{11}
生 产 组 织 水 平	专业化系数	%	x_{12}
	建筑组织规模指标	千卢布	x_{13}
	合作系数	%	x_{14}
	根据施工组织设计建造的工程项目比重	%	x_{15}
	建筑机器时间利用系数	%	x_{16}

续表

水 平	指 标 名 称	单 位	代 号
劳 动 组 织 水 平	工人承包与工程承包相适应系数	%	x_{17}
	在综合工作队工作的工人比重	%	x_{18}
	在经济核算工作队工作的工人比重	%	x_{19}
	按计件奖励制度支付工资的比重	%	x_{20}
	利用劳动过程卡工作的工人比重	%	x_{21}
	劳动定额化系数	%	x_{22}
	工作时间利用系数	%	x_{23}
管 理 的 组 织 水 平	结构分部组成的合理性系数	%	x_{24}
	各结构分部工作人员人数分配系数	%	x_{25}
	管理机构工作人员的技术熟练水平与所承担职务相适应的系数	%	x_{26}
	管理机构劳动技术装备程度	卢布/人	x_{27}
	工人和工程技术人员比	%	x_{28}
	自动化控制系统在管理中采用的效果系数	%	x_{29}

$$y_1 = 3.840 + 0.774x_1 + 0.68x_2 + 0.672x_3 + 0.424x_4 + 0.312x_{11} + 0.038x_{12} + 0.0633x_{13} + 0.0212x_{14} + 0.017x_{15}$$

$$y_2 = 1.615 + 0.663x_1 - 0.122x_2 - 0.113x_3 - 0.417x_{11} - 0.038x_{12} - 0.066x_{13}$$

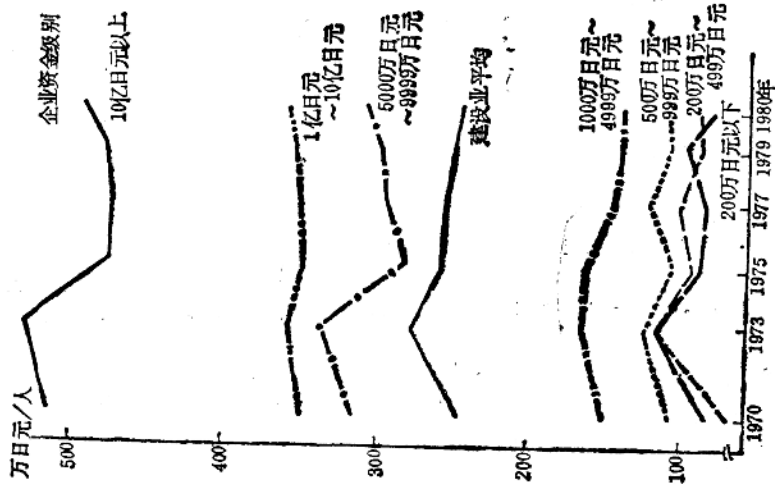
其中： y_1 为建筑工人劳动生产率（千卢布/人）； y_2 为每卢布建安工程预算造价的实际费用。

资料来源：[45]

一、建筑施工

7-2 日本不同资金级建设企业的

劳动生产率的变化



资料来源: [1]

7-3, 7-4 在Ⅷ-7页

7-5 民主德国6层大板住宅现场用工量

工程部分	平均工时消耗/套住宅	
	小时	所占比例 %
L1-Bereich	11	4
基础	16	6
安装	61	22
粗装修	45	18
木工	19	7
电气/防雷	19	7
卫生/白铁工	16	6
采暖	13	5
绝缘	3	1
涂漆/糊纸	41	15
地板	22	8
其它	4	1
总计	270	100

资料来源: [2]

日本不同建设企业类型平均每个企业完成的全年产值

年	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
企业类型										
(全部建筑业)	433	364	325	340	397	407	430	454	461	426
建设企业	1734	1241	947	1197	509	620	588	749	663	641
土木企业	329	277	284	275	398	379	464	473	488	425
建筑企业	284	284	285	299	354	446	516	461	463	435
设备企业	476	344	300	276	318	328	322	321	416	324
按工种分类的企业	191	166	120	130	216	231	268	299	283	270

注: 土木企业: 土木工程的产值中, 占80%以上的企业 建筑企业: 建筑工程的产值中占80%以上的企业

建设企业: 从事土木工程和建筑工程施工的企业

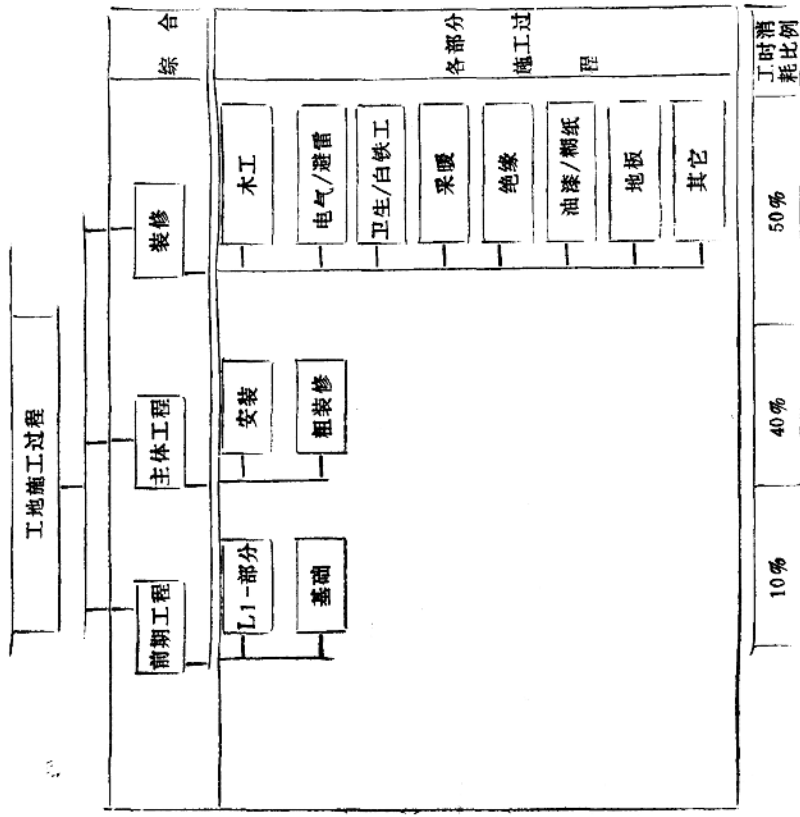
资料来源[1]

日本不同资金级建设企业平均每个企业全年完成的产值

年	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
企业资金级										
(全部建筑业)	433	364	325	340	397	407	430	454	461	426
200万日元以下	72	78	68	78	84	89	92	94	91	86
200万日元~500万日元以下	120	126	117	109	125	132	135	134	132	122
500万日元~1000万日元以下	228	248	215	205	244	198	242	241	233	227
1000万日元~5000万日元以下	622	580	543	525	704	702	707	738	751	617
5000万日元~1亿日元以下	2,110	2,001	1,786	1,870	2,082	2,574	2,585	2,724	2,680	2,568
1亿日元~10亿日元以下	7,828	7,261	7,378	8,434	9,310	8,606	9,405	9,728	9,559	9,626
10亿日元以上	97,565	9,4999	88,095	101,812	111,030	123,272	134,871	131,629	123,918	130,256

资料来源: [1]

7-6 民主德国多层大板住宅现场用工的比例



资料来源: [2]

7-8

民主德国 (WBS70/WB85型大板住宅)

宅) 建筑材料和能源消耗量

每户平均居住面积 58m²/居住单元
 水泥用量: 11.92吨/居住单元
 用钢量: 1,185吨/居住单元
 混凝土钢筋用量: 1,037吨/居住单元
 热负荷: 3.92瓩/居住单元
 资料来源: [3]

7-7 在 VII 9 页

民主德国多层大板住宅主体结构（安装和粗装修）的用工量和居住层层数的关系

居住层数	构件件数/套		用工量										居住层，地下室层和顶层				
			地下室层		总计		居住层		小时/套		总计		安装		粗装修		总计
	居住层	地下室层和顶层	安	装	安	装	安	装	粗	修	粗	修	小时/套	%	小时/套	%	小时/套
(小时/套)																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	18,5	8,0	26,5	100	41	36	77	20,0	9,2	29,0	100	61,0	100	45,0	100	106,0	100
5	18,5	9,6	28,1	106	41	36	77	24,0	10,8	34,8	120	65,0	107	46,8	104	111,8	105
4	18,5	12,0	30,5	115	41	36	77	30,0	13,5	43,5	150	71,0	116	49,5	110	120,5	114
3	18,5	16,0	34,5	130	41	36	77	40,0	18,0	58,0	200	81,0	133	54,0	120	135,0	127
2	18,5	24,0	42,5	160	41	36	77	60,0	27,0	87,0	300	101,0	166	61,0	136	162,0	153

说明：每套=58m²居住面积（包括25%凉台面积）

资料来源：[2]

7-9 苏联升板法与一般施工方法的技术经济指标比较 (每平方米折算面积)

费用项目	升板法施工的筒体 框架结构建筑	一般方法施工的同类建筑		节约额 (%)	
		最低指标	最高指标	最低	最高
土建工程预算造价 (卢布)	88.9	100.92	119.7	11.92	25.73
单位生产投资 (卢布/年)	77.55	93.77	108.53	17.28	28.53
用工量 (工日)	2.8	3.45	4.78	18.91	40.44
其中: 现场	2.03	1.83	3.26	-5.18	31.6
工厂	0.78	1.52	1.52	48.68	48.68
材料用量 (公斤)					
钢材	63.05	61.26	98.02	-2.92	37.52
水泥	275.42	301.8	362.2	8.74	23.96
折算费用 (卢布)					
不考虑管理费	100.54	117.19	132.97	14.17	24.44
考虑管理费	152.77	172.21	195.03	10.99	22.64
经济效益 (卢布)	19.44				
	42.26				

资料来源: [4]

7-10 保加利亚集层升板施工的劳动用量、劳动生产率 and 施工期

指 标	每年的指标				
	1970	1972	1974	1976	1978
劳动用量(工日/2.48/1.91 每平方米)	2.74/1.68	2.6/1.09	2.52/2.02	2.52/2.08	2.5/2.05
劳动生产率(套/1.57/2.03 每年每个工人)	1.42/2.31	1.5/1.87	1.55/1.93	1.55/1.87	1.56/1.9
施工周期(月/7.36/2.76 1000平方米)	6.08/1.9	6.44/1.63	8.00/3.46	8.94/3.28	8.6/3.1

注：分子是保加利亚的全国平均指标，分母是较好指标

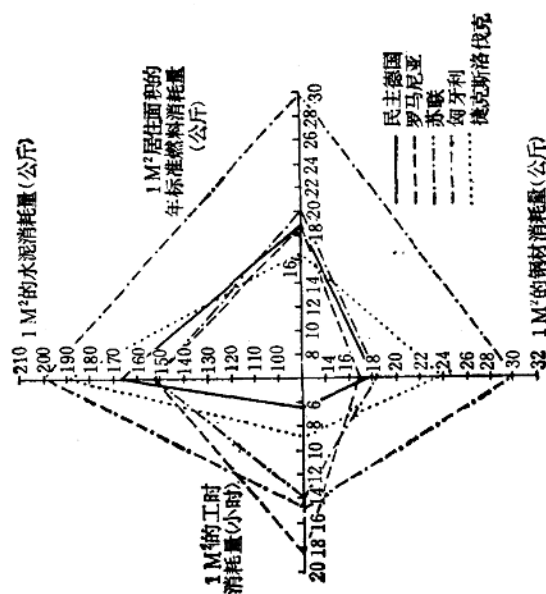
资料来源：[4]

7-11

1980年一些社会主义国家多层大板

住宅建筑材料、燃料及劳动力

消耗量比较



资料来源：[5]

生 产 能 力	构件年产量(千米 ² 有效面积)	生产能力利用系数	劳动用量(工时/米 ²)					
			工厂小计	其中:成型	现场小计	其 中		
						地上部分吊装	装修工程	合计
100000m ² 以下的企业: 使用建筑资产负债表的	39.45	0.58	9.1	3.5	9.5	1.9	4.7	18.6
使用建筑和工业资产负债表的*	53.8	0.73	9.5	4.4	10.2	2.7	4.9	19.7
101000~200000m ² 的企业: 使用建筑资产负债表的	99.1	0.7	7.5	3.2	12.4	2.8	5.0	19.9
使用建筑和工业资产负债表的	92.7	0.73	8.6	4.0	11.2	5.8	4.2	19.8
200000m ² 以上的企业: 使用建筑资产负债表的	283.4	0.8	8.3	3.9	8.0	2.6	3.2	16.3
使用建筑和工业资产负债表的	341.4	0.89	7.3	3.3	8.1	2.5	3.2	15.4

* 建筑施工部分使用建筑资产负债表, 工业生产部分使用工业资产负债表。

资料来源[6]

结构类型	劳动消耗量(工日)	40吨塔式起重机 (台班)	30吨履带式起重机 (台班)	10吨履带式起重机 (台班)
轻 型	4.1	—	—	0.15
重 型	3.4	0.079	0.024	—
大 跨 度	3.3	0.040	—	—
大跨重型	3.0	0.065	—	—

资料来源: [46]

建 筑 物 类 别			混凝土m ³ /	模 板		钢 筋		钢筋kg/建
			建筑面积	m ² /建筑	m ² /混凝	kg/建筑	kg/混凝	
钢筋混凝土	公 寓	壁式结构 中层框架	0.50~0.65 0.45~0.70	4.5~6.0 4.0~5.0	9.0~11.0 8.0~9.0	45~75 50~80	85~110 100~130	
	办公楼	中低层	0.45~0.80	3.5~5.5	6.0~8.5	55~100	110~140	
	学 校	中低层	0.50~0.65	4.0~5.0	7.0~8.5	60~75	110~135	
劲 性 钢筋混凝土	公 寓	高 层	0.60~0.70	4.0~5.0	6.5~8.0	60~80	120~120	30~60
	办公楼	高 层	0.60~0.75	4.0~5.0	5.5~7.5	70~90	110~130	40~65
钢 结 构	办公楼	一 般						*80~120
	办公楼	超高层						*120~200
	工厂	“屋盖						*35~80

[注]: *每m²的数量是有关钢结构的钢筋部分

(1)系指敞棚房屋而言

资料来源: [7]

7-15

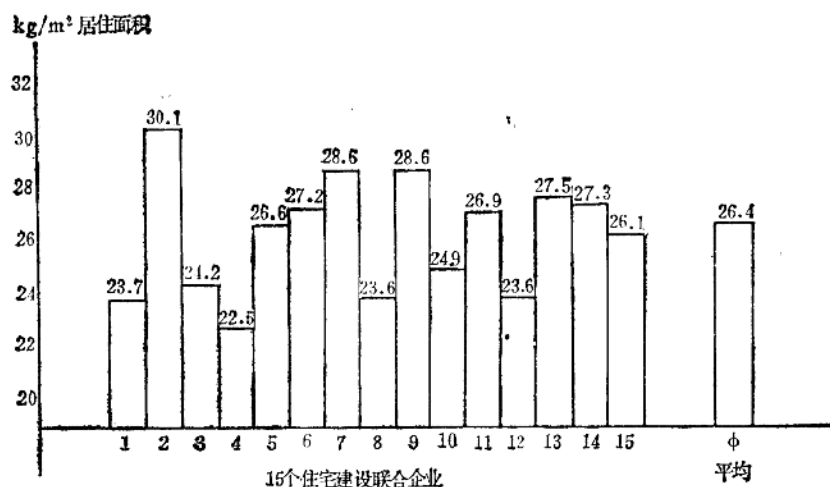
联邦德国主体工程建筑业的费用构成 (平均)

类 别	所占比例 (平均数)	不同人数的企业比例不同
人员费用 (包括工资、其它收入、公益金)	39.2%	20~49人企业占43.3% 200~499人企业占37.1% 1000人企业以上占36.0%
材 料 费	30.1%	
外部企业和下属企业的工作量	13%	20~49人企业占5.0% 200~499人企业占15.4% 1000人以上企业占23.9%
折 旧 费	3.6%	20~49人企业占4.0% 200~499人企业占3.7% 1000人企业以上占2.6%
企业家工资和支付外来资本利息等其它费用和毛收入	14.1%	

资料来源:[47]

7-16

民主德国多层大板住宅混凝土用量



资料来源:[8]

7-17

几个国家每平方米居住面积材料消耗指标比较

国 家	混凝土钢筋 (公斤)	水泥 (公斤)	用工量 (小时)
捷 克	30~35	250~270	12~13
苏 联	23~26	220~240	16~18
民 德	22~24	210~220	9~10
匈牙利	40~45	270~290	16~18
西 德	30~32	200~210	14~15

资料来源:[9]

7-18 日本劲性钢筋混凝土办公楼建筑的标准
成本及其构成

- (1) 建筑物名称: 办公大楼
(2) 建筑面积: 10000平方米
(3) 层 数: 8层
(4) 结构类型: 劲性钢筋混凝土结构

主体结构成本 (1986年): 51781万日元

其构成如下:

土方工程	5992万日元	(11.6%)
桩工程	2626万日元	(5.1%)
混凝土工程	22655万日元	(43.8%)
钢筋工程	6304万日元	(12.0%)
钢结构工程	14204万日元	(27.5%)

资料来源: [10]

7-19 日本钢筋混凝土办公楼建筑的标准
成本及其构成

- (1) 建筑物名称: 办公大楼
(2) 建筑面积: 1800平方米
(3) 层 数: 3层
(4) 结构类型: 钢筋混凝土结构

成本 (1986年): 9741万日元

其构成如下:

主体结构:	4738万日元	(48.6%)
外装修:	2129万日元	(21.9%)
内装修:	2874万日元	(30.0%)

资料来源: [11]

结 构 类 别	木结构	钢筋混凝土结构	钢 筋 混凝土结构	钢 骨 筋 混凝土结构	混 凝 土 砌 块	其 他	合 计
工程预算造价(1,000 日元/m ²)	77.9	122.4	105.9	70.2	77.0	64.8	全部平均 85.4

每10m²单位消费资源及总使用量(括弧内)

水 泥	(t)	0.6110	2.3999	2.5314	1.2410	2.0267	0.9919	
	(10 ³ t)	(5,472)	(1,675)	(5,568)	(2,107)	(136)	(6)	(14,964)
骨 料	(m ³)	2.4156	6.7435	7,0963	4,1432	5.8037	3.3029	
	(10 ³ m ³)	(21,636)	(4,706)	(15,609)	(7,033)	(391)	(19)	(49,894)
木 材	(cm ³)	2.5384	0.5945	0.8350	0.6653	1.1837	1.1128	
	(10 ³ cm ³)	(22,735)	(415)	(1,837)	(1,129)	(80)	(7)	(26,202)
钢 材	(t)	0.6791	1.5448	0.7683	0.9621	0.5208	0.3707	
	(10 ³ t)	(708)	(1,078)	(1,690)	(1,633)	(35)	(2)	(5,147)
铝制品	(kg)	15.0262	8.7818	9.1230	10.3965	6.7694	19.3445	
	(t)	(134,584)	(6,129)	(20,067)	(17,649)	(455)	(114)	(178,998)
聚氯乙烯管	(kg)	4.3860	1.1099	1.9996	4.9349	2.0699	1.8899	
	(t)	(39,284)	(775)	(4,398)	(8,377)	(139)	(11)	(52,984)
聚氯乙烯地面砖	(m ²)	0.3225	1.6003	1.7418	0.8396	0.5425	0.0427	
	(10 ³ m ²)	(2,889)	(1,117)	(3,831)	(1,425)	(37)	(0.3)	(9,299)
轻油、灯油	(l)	4.5405	12.0221	10.8932	2.2562	2.7841	7.9796	
汽油、重油	(kl)	(40,667)	(8,391)	(23,961)	(3,830)	(187)	(47)	(77,083)

注: 根据日本建设省计划局的资料

资料来源: [12]