

建築施工技术

上册

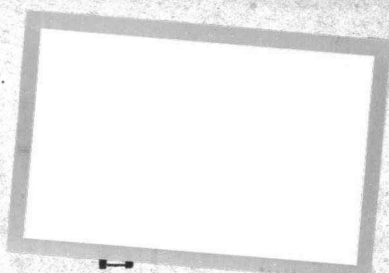
同济大学 建筑施工與經濟教研組

南京工学院 建筑施工教研組

合編

一九六二年八月

前



自 1958 年教育革命以来，由于贯彻了理论联系实际的方针，“建筑施工技术”课程的教学有了很大的改进。一般在课堂教学中只着重于基本理论和国内外最新技术成就的讲授，而对于和生产操作联系较密切的部份，除在课堂上进行重点讲解外，更多的是利用生产实习和生产劳动的机会进行现场教学。

由于教学内容和教学方式的变化，再加上近年来建筑施工技术发展迅速，新技术和新设备大量涌现，因而感到迫切需要有一本合适的教科书，既能全面地反映当前国内外的技术水平，又能满足教学上的要求。我们就是抱着上述目的，在总结了同济大学和南京工学院两个学校在这方面的教学经验之后，遵照本课程教学大纲的内容和要求，进行本教材的编写工作的。

在编写时，考虑到本门课程的特点和教学方面的要求，在内容上不但着重介绍了各工种工程国内外的先进施工技术，而且在流水施工组织和经济方面亦作了适当的补充。此外，对于各重要的章节和难以理解的部份还附加了例题，以帮助学生能更深刻的理解本门课程的内容。至于特种结构和特殊条件下的施工技术，本教材只作原理性的一般介绍，其详细内容将在“特殊施工”课程内进行讲授。

本教材是由同济大学建筑施工与经济教研组和南京工学院建筑施工教研组合作进行编写的。具体分工如下：

绪论、混凝土与钢筋混凝土工程

同济大学 赵志缙同志

建筑工地的水平运输及道路、打桩工程

同济大学 林厚祥同志

土石方工程

何秀傑
大学 伍朝琛同志
徐立月

砖石工程

胡兆士同志

木作工程、结构安装工程

杨宗放同志

屋面与地下防水工程、装饰工程

同济大学 张凤鸣同志

全书最后由赵志缙同志和杨宗放同志分别校阅了两校编写的章节，进行了一定的统一整理和修正工作。同济大学曹生琪同志，对全书的插图进行了统一整理和绘制、加工等工作。南京工学院唐九如、肖熾、熊崇书、方先和等同志参加了结构安装工程与砖石工程的局部编写工作。

本书分为上、下两册出版。

“建筑施工技术”是一门新的学科，内容丰富，发展迅速。虽然编写时力图能全面吸取已有教材的特点和总结反映国内外的最新技术成就，但由于编写者的理论水平低，实践经验较少，而且又是在十分匆促的条件下进行编写的，因此，遗漏和错误之处在所难免，敬请读者不吝批评指正，提出宝贵意见，以便修订时改正。

同济大学 建筑施工与经济教研组

南京工学院 建筑施工教研组

一九六二年八月

目 录

上 册

緒 論

第一节 我国建筑施工技术的发展	1
第二节 建筑施工技术课程的任务和内容	3
第三节 建筑施工课程中的几个基本概念	4
一 建筑施工过程	4
二 建筑工人及工资	5
三 劳动組織和工作前綫	6
四 劳动生产率及定額	7
五 技术經濟指标	8
六 技术規程和施工工藝卡	8
七 流水作业法	9
八 施工及驗收技术規程	11
九 施工操作規程	12
十 安全技术規程	12

第一章 建筑工地的水平運輸及道路

第一节 運輸的意义及其分类	13
第二节 有軌道路(铁路)	13
一 路基	14
二 綫路上部建筑	17
第三节 无軌道路(公路)	21
一 公路之路基	21
二 公路之路面	22
第四节 水平運輸的牵引計算	25
一 有軌運輸的牵引計算	25
二 无軌運輸的牵引計算	28
第五节 水平運輸的組織原理	29
第六节 水平運輸的安全技术	32
第七节 水平運輸的組織实例	32

第二章 土石方工程

第一节 概述	36
一 土石方工程的种类和施工特点	36
二 土壤分类及其基本性質	37
第二节 土石方的計算与調配	40
一 基槽、基坑和路堤的土石方工程量計算	40
二 平整广場的土方工程量計算	40
三 土石方的調配	50

第三节 土石方工程的准备和輔助工作	54
一 施工場地的清理	54
二 排除地面水	54
三 放綫工作	55
四 排除及降低地下水	56
五 基坑、沟槽的土壁支撐	68
第四节 土方工程的施工	72
一 小型机械与改良工具的施工	72
二 推土机施工	74
三 鏟运机施工	77
四 单斗挖土机施工	83
五 多斗挖土机施工	97
六 水力机械化施工	98
第五节 土壤的填筑与压实	104
一 填土的要求	104
二 填土的压实方法	105
第六节 石方工程的施工	106
一 爆破的原理及炸药	106
二 爆破作用和装药量的計算	107
三 鉆孔	111
四 引爆方法	113
五 爆破施工	115
六 爆破工程的安全技术	119
第七节 土方工程的冬季施工	120
一 概述	120
二 予防土壤冻结的方法	120
三 冻土的疏松和切割	121
四 冻土的融化	122
五 冬季土方工程施工的特点	123
第八节 土石方工程的施工組織	124
一 土方工程的綜合机械化	124
二 土石方工程的流水施工組織	125
三 土石方工程的技术經濟指标	126
四 标准工藝卡的利用	127

第三章 打桩工程

第一节 桩的用途及种类	128
一 木桩	128
二 預制的鋼筋混凝土桩	129
三 鋼桩	130

第二节	打桩前的准备工作	130
一	打桩机械设备的選擇	130
二	打桩架的装配和架立	133
三	运桩	135
四	桩位定位和确定打桩順序	135
第三节	用冲击法打桩	136
一	吊桩和桩的安設	136
二	桩的錘击	137
三	打桩架的移动	138
第四节	用射水法沉桩	139
第五节	用震动法沉桩	140
一	影响震动沉桩的基本因素	141
二	震动下沉钢筋混凝土桩的方法	142
第六节	就地灌注桩的施工	143
一	就地灌注混凝土桩	144
二	就地灌注砂桩	145
三	就地灌注石灰桩、土桩	146
第七节	抽筋式予应力钢筋混凝土桩的施工	146
第八节	接桩、拔桩和截断桩	147
一	接桩	147
二	拔桩	148
三	截断桩	149
第九节	打桩工程中的安全技术	149

第四章 磚石工程

第一节	概述	150
第二节	砌筑材料的准备和运输	150
一	灰浆的制备	151
二	砖及灰浆的运输	152
第三节	砖石砌体的选砌	152
一	砖石砌体的选砌規則	152

二	砖墙与砖柱的选砌	153
三	砖过梁、砖拱与砖壳的选砌	155
第四节	砖石砌体的施工	157
一	砖砌体的施工	157
二	砌砖小组的劳动組織与工作地点的布置	161
三	毛石砌体的施工	161
第五节	砌筑用的脚手架	163
一	外脚手	163
二	里脚手	164
三	吊篮脚手	165
四	自动升降台	166
第六节	砖石工程的冬季施工	167
一	冻结法	167
二	緩遭冻结法	168
第七节	砌砖工程的施工組織	170
一	砌砖綜合过程的流水組織	171
二	砌砖工艺卡	175

第五章 木作工程

第一节	概述	178
第二节	木材的加工	179
一	木材切削的基本概念	179
二	木材的机械加工	182
三	木材的胶合	185
第三节	木结构的施工	188
一	木屋架的制作与安装	188
二	楼地板的鋪設	189
三	天花板与隔墙的施工	191
四	門窗的安装	192

木工工程 第二章

第一节	概述	193
第二节	木材的运输与堆放	194
第三节	木材的干燥	195
第四节	木材的防腐与防火	196
第五节	木材的胶合	197
第六节	木材的机械加工	198
第七节	木材的胶合	199
第八节	木材的防腐与防火	200
第九节	木材的胶合	201
第十节	木材的防腐与防火	202

緒 論

第一節 我國建筑施工技術的發展

我国是一个历史悠久和文化发达的国家，在世界科学文化的发展史上，我国人民有过极为卓越的贡献。根据古籍記載及遺址的发掘可知，在公元前两千年，我国劳动人民即已掌握营建宮室的技术。于殷代（公元前十八世紀至十二世紀）已用木构建造宮室，在施工技术方面，已經知道用水来測定水平，用夯实的土壤作地基和牆壁，并在牆壁上进行塗飾等。战国时代，由于諸侯割据，相互攻伐，所以筑城和筑台等工程增多，故在建筑中开始采用砖瓦材料，建筑技术亦日益进步。秦朝統一中国后，进行了大規模的建筑，如修筑举世聞名的万里长城，建造咸陽的宮殿和陵墓等，使我国的建筑技术大大地前进了一步。汉、唐时代，在长安、洛陽等地大修宮室，至今尚存的唐代的山西五台山佛光寺大殿和辽代的山西应县 66 米高的木塔，都表明了当时木作和砌砖技术已达到了很高的水平。辽金以后，特别是明清以来，中国建筑形成了独特的风格，現存的故宮即可作为这种风格的典型代表，从这里也可看出我国建筑技术的伟大成就。在这一时期，而且也較系統的总结了我国建筑技术的各項成就，如宋代李誠撰編的“营造法式”（公元 1100 年）和清工部頒布的“工程做法則例”（公元 1734 年）等，都对历代积累的建築、結構、施工等丰富的經驗，进行了比較系統的总结，至今尚有参考价值。

我国古代的建筑技术虽然有着光輝的成就，但由于社会生产力很低，且在封建統治之下，为統治階級服务的工程多在徭役的方式下强迫进行，自然难以發揮劳动的积极性。少数匠人虽然具有卓越的技巧，但由于封建統治階級不予重視及匠人們本身为維護个人和家庭的生活，技术大都不願外传，因此严重地束縛了建筑施工技术的发展，使我国的建筑技术长期停滯不前。

鴉片战争以后，帝国主义势力开始侵入我国，在我国沿海一些大城市里开始出现了用鋼鉄和混凝土材料建造的現代化建筑工程，但其中多数由外国建筑公司所承建，他們僱用我国的廉价劳动力，以手工业方式进行施工，在个别情况下，虽然亦采用一些机械設備，但也大都由我国工人所掌握。少部分工程則由我国私人創办的营造厂承建，但这些营造厂具有封建的和資本主义的双重性質，有的营造商人本身就是封建把头，有的虽非把头，但亦和把头勾結在一起残酷的剝削建筑工人，他們所关心的不是改进施工技术和改善工人的劳动条件，而是如何偷工減料、剝削工人，以取得最大限度的利潤。相反的，当时建筑工人的劳动条件极其恶劣，工作時間很长，而工資很低，过着飢寒交迫的生活，还經常受着失业的威胁。在这种情况下，虽然建成了一些現代化的建筑工程，但施工技术的进步仍极緩慢。

解放后，在党的正确领导下，我国的建筑事业起了根本的变化。这可从建筑队伍的发展、建設規模、机械化工厂化水平的提高及施工技术的改进等方面反映出来。

由于旧的建筑机构不能适应大規模建設的要求，故全国解放后不久，从 1952 年起就开始整頓建筑队伍，通过民主改革运动，推翻了封建把头对工人的統治，并通过对資產階級利用、限制、改造的政策，特別在“三反”、“五反”运动之后，国家很快地接管了私营的建筑业，使这些过去为私人利潤服务的資本主义性質的企业改变成为人民服务的社会主义性質

的企业。在国营建筑企业成立之后，建筑工人的职业固定了，工人的生活得到了保障，同时国家和企业还颁布了安全操作规程，以保证工人安全生产。此外，各建筑企业的党、行政及工会组织还举办了各种训练班、学习班、夜校等，来不断提高职工的政治觉悟和文化、技术水平。于整顿队伍的同时，根据国家经济建设日益发展的需要，国家还从其他生产部门抽调了大批优秀干部来加强领导，使我国的建筑队伍迅速扩大。如：1949年国民经济恢复时期开始时，我国的施工力量只有20万人左右，到1952年，社会主义性质的建筑企业的职工人数就达到140多万人，而至1958年，全国建筑职工的人数又急增至533.6万人，这是一支雄厚的建设队伍，已经能适应我国大规模经济建设的要求。

大规模的经济建设亦是迅速提高我国建筑施工技术水平的重要因素之一。解放后，国家对基本建设的投资是不断增长的，1950—1952年的国民经济恢复时期，基本建设投资为78.4亿元，1953—1957年的第一个五年计划时期，就达到550亿元，而第二个五年计划的第一年，即大跃进的1958年就增至267亿元，故从1950年到1958年的9年中，国家基本建设的总投资达到895.4亿元。在这期间，全国共完成了工业与民用建筑面积达41,800万平方米，其中仅首都北京就完成2,724万平方米，等于北京原有建筑的1.3倍，我国另一大城市上海，也完成1,212万平方米，这也等于上海百余年来房屋建筑总面积的三分之一。从1950年到1958年，全国已经建成和部分建成并投入生产的工矿建设单位达五万多个，其中限额以上的大型现代化工矿建设单位就有一千多个。其中如：鞍山钢铁公司、长春汽车厂、沈阳、抚顺、太原、武汉等重型机器厂，哈尔滨电机厂和锅炉厂，上海汽轮机厂，吉林化肥厂等都是规模宏大，技术复杂的第一流企业，由于这些企业的建成，就初步打下了我国工业化的基础。同样，在民用建筑方面我们也取得了辉煌的成就，新的城市在祖国各地不断涌现出来，很多古老的城市也彻底改变了原来破旧的面貌。十年来，我们不但修建了4,400万平方米的大、中、小学校建筑，2500多个剧院和电影院，1300多所医院和大量的商店、文化宫、展览馆、图书馆、体育馆、幼儿园等，更于1958和1959年以飞快的速度在首都北京建成了一批雄伟的壮丽辉煌的建筑——人民大会堂、中国人民革命历史博物馆、北京车站、民族文化宫、中国历史博物馆、全国农业展览馆、中国人民革命军事博物馆、北京工人体育场等，建筑面积达七十多万平方米，这些建筑物不仅结构复杂，规模巨大，功能要求严格，装修工程多和艺术标准高，而且要求高级的声、光、热等技术，以及精细的彩绘和雕塑，特别又是在边设计、边准备的情况下施工的，但只用了十多个月的建设时间就完成了这些宏大的建筑，这是我国大跃进和高速度的范例，是我国建筑史上的奇跡，它集中表现了我国建筑业十年来，在设计、施工技术和施工组织方面已经达到了多么高的水平。

解放后，我国建筑业在不断扩大规模的同时，也在不断地进行技术改造。于1955年建筑工程部召开的設計施工会议上，就进一步明确了建筑工业化的方向，确定了逐步实行工厂化、机械化和专业化的方针。因此，几年来沿着这条正确的道路我国建筑业工厂化和机械化的水平，不断地得到提高。解放后我国已建成十几个规模较大的建筑生产基地和数以百計的各种预制加工厂（場），基本上已能适应国家大规模经济建设的需要。到1957年，以建筑工程部系统为例，在建筑施工中应用装配式构件已佔总工作量的23%，在工业建筑中，钢筋混凝土的预制装配程度按工作量計已达到55—60%。在1958年的大跃进中，由于推行了快速施工，不少单位大量采用预制构件，有的装配程度已提高到80%以上。随着工厂化施工的不断发展和装配程度的不断提高，机械化施工也相应地有了很大发展，现在除中央各部直属的机械化施工公司外，各省、市、自治区的建筑部门还建立了各地区的机械化施工公司或机械施工站。仅以建筑工程部所属各施工单位为例，到1957年为止，主要建筑机械的数量比1953年增加了4.3倍，拥有各种建筑筑路机械共14,286台，使每一建筑安装工人的机械

动力装备率在1957年已达到1.90瓦，比1953年增加了3倍。机械化程度在工业建筑施工中，1957年已达到：土方工程30%，混凝土搅拌81%，垂直运输36%，构件安装已基本上机械化。经过1958年至1960年的大规模建设，使建筑施工中的机械化水平又进一步提高。

在建筑施工技术上，经过十多年来的大规模建设，已彻底改变了过去的落后面貌，我们学习了国外的先进技术，而且也结合我国的具体条件创造了许多有效的施工方法。目前我国在建筑工程方面不但掌握了一般工业与民用建筑的施工技术，而且对重型工业厂房、多层装配式厂房、装配式民用建筑以及装配式薄壳、悬索结构、网架结构等新型结构的安装技术亦已初步掌握。除此之外，对于一些近代科学技术（如超声波、同位素、红外线、太阳能等）在建筑施工中的应用亦开始了试验研究工作。

由于施工技术不断改善和工业化水平不断提高，十多年来，我国在建筑速度方面加快了1/3—1/2，工程造价降低了约1/2，劳动生产率提高了50%以上，而且工程质量亦有很大的提高。今后仍将沿着机械化、工厂化的方向继续提高我国建筑施工技术的水平。

建筑施工所以能获得如此巨大的成就，应归功于党和政府对建筑事业的关怀和正确领导以及广大职工的忘我劳动。党不但在人力、物力上武装了建筑业，而且在每一发展阶段都及时指出正确的方针政策，保证建筑业沿着多快好省的正确道路前进。早在1952年当第一个五年计划即将开始时，党就指示必须重视基本建设工作，需要立即把最优秀的干部、技术人员和技术工人投入基本建设部门，此后就对建筑业补充了大量技术干部和工人，成立了各种专业的建筑公司，这对以后大规模的经济建设起着决定性的作用。在1954年初，当建筑企业开始转向工业建设时，党又大力整顿了建筑企业，设法积极提高建筑企业的技术水平和经营管理水平。

在建筑业逐渐壮大之后，党又结合我国的条件指出了具体实现建筑工业化的途径。国务院在1956年5月8日颁布的“关于加强和发展建筑工业的决定”中就指出：“为了从根本上改善我国的建筑工业，必须积极地有步骤地实行工厂化、机械化施工，逐步完成对建筑工业的技术改造，逐步完成向建筑工业化过渡”。并且又指出：在实行工业化的同时，必须同时改变现有的企业组织，提高专业技术。所以在同一个决定中又说：“大规模的基本建设，要求建筑安装组织专门化，如果没有精通本行技术业务的专门人才和专业化的建筑安装组织，很难胜任巨大的和复杂的建设任务”。

1958年以后，党又进一步调整了企业内部的生产关系，从而也推动了生产力的进一步发展，于短期内完成了大量的工业与民用建筑。

除此之外，党还经常教导我们要注意工程质量，指示我们既要争取速度，又要保证质量，这两方面是统一而不可分割的，要求我们在施工中要全面贯彻多快好省的方针。

由上述可以看出，党不但及时在方针政策上提出指示，而且还进行了一系列具体组织工作，如整顿与扩大建筑队伍，成立与发展专业的包工企业，对广大职工进行政治思想教育，组织各种经验交流会议和现场会议，组织学先进、赶先进、超先进的社会主义竞赛及红旗手运动等等，这些都对推进建筑施工的发展起了极大的作用。除此之外，广大职工的劳动积极性和创造性的发挥，亦是取得上述成就的主要因素之一，今后应继续发挥这种劳动热情，更加迅速的提高施工技术的水平。

第二節 建筑施工技術課程的任務和內容

科学的产生和发展，取决于人类社会的客观需要和生产实践以及当时的社会制度。封建时代，统治阶级只是关心个人的享乐，而资本主义时代，因其以私有制为基础，一切为了利

潤，所以都限制了施工科學的發展。只有在社會主義制度下，由於黨和國家的重視、巨大的建設規模和人民羣衆積極性和創造性的發揮，才為施工科學的建立和發展創造了優越的條件。

“建築施工”作為一門完整的科學，還是在社會主義制度下建立和發展起來的。我國在學習其他國家先進經驗的基礎上，也結合我國的具體條件，創造了一些新的施工技術和施工組織與管理的方法，從而在理論和實踐方面又不斷豐富和充實了施工科學。

生產實踐是建築施工發展的源泉，生產的發展給建築施工提供了日益豐富的研究內容。資產階級的辦學觀點是脫離生產勞動和輕視實踐的，因此，這門密切聯繫生產實踐的技術科學課程——建築施工——在舊中國的高等學校中是沒有的，它還是從1952年教學改革之後，於我國逐漸建立和開設出來的。到目前為止，建築施工課程在我國已分為“建築機械”、“建築施工技术”、“建築生產組織與計劃”、“建築經濟學”四門課程分別進行講授。

上述的四門建築施工方面的課程，是彼此緊密聯繫的，是一個整體。“建築施工技术”課程是其中的一個重要組成部份，它研究的對象是建築施工過程中的施工技術、施工順序、施工組織和經濟問題，它還研究保證工程質量和施工中的安全技術問題。

“建築施工技术”課程的內容包括工業與民用建築施工中的各項工種工程，其中包括：土石方工程、打樁工程、木工、混凝土與鋼筋混凝土工程、結構安裝工程以及磚石、防水、裝飾等工程，另外還闡述了建築施工中的一些基本概念及水平運輸和道路等問題。在這些工種工程中不但闡述了國內外先進的施工技術，更深入研究了怎樣根據工程的性質和要求，去選擇各種先進的施工方法和組織各種機械進行施工，以便最合理、最經濟地完成各個工種工程的施工工作。

本課程的任務是培養學生在建築施工領域中，具有一定的生產技術的理論基礎和解決施工中較複雜的技術問題的基本知識。

在學習本課程之前，學生應該已學完各種基礎課程如：測量學、建築構造、建築機械、建築材料、工程制圖等基礎技術課程。只有在已能看懂圖紙，識別和應用各種建築材料，了解房屋各部份的構造和掌握測量工作及建築機械的構造、傳動、性能等問題之後，才能更好地學習本門課程。

在學完本門課程之後，在施工科學內尚要繼續學習“建築生產組織與計劃”和“建築經濟學”兩門課程。前者是研究單個建築企業及單個建築物的各項業務及其生產活動的規律，研究正確制定計劃和經營管理的方法，以及合理組織單個建築物或建築羣的流水施工。而後者是以全國建築工業為對象，來研究其發展的規律、條件和途徑。因此，建築施工技术課程是建築生產組織與計劃和建築經濟學的基础，而後者又是建築施工技术課程的繼續。

本課程是與生產實踐密切聯繫的，在學習本課程時應該不斷地吸取國內外的先進技術和先進經驗來充實它，同時也應該注意吸取各自然科學（如數學、物理、化學……）的基本理論知識，來系統的提高和發展本課程的理論水平。

第三節 建築施工課程中的幾個基本概念

一、建築施工過程

每一個工業與民用建築物和構築物皆是建築施工的產品。而建築施工就是由各個“施工過程”組成的。故欲了解一整個建築物和構築物是怎樣建築起來的，就首先要研究“施工過程”，而本課程就是專門研究各“施工過程”活動規律的一門科學。

施工過程就是改變勞動對象（如建築材料、半成品、預制構件）的外部形狀、內部構

造、性質；或改变劳动对象的空間位置的生产过程。例如安装大型砌块、砌砖墙、制作鋼筋混凝土构件等皆是。

按照用途，施工过程可分为基本的、輔助的和运输的三种。在施工过程中，凡能直接生产結構物构件（如：砌墙、安装屋盖等）的施工过程即为基本的施工过程。不是直接生产結構物构件，但为基本施工过程在工作时所必需的，則叫做輔助施工过程，例如：砌墙时搭設脚手架、挖沟时安設支撑等皆是。而运输施工过程則是将用于建筑施工中的建筑材料、半成品、成品等，从場外运来、或在場內由仓库运至施工对象处或工作地点的运输工作。

按照組織的复杂程度，施工过程又可分为“简单的施工过程”和“綜合的施工过程”两种。简单的施工过程是由工艺上相互联系的“工序”組成的，它是由同一工种的工人来完成的，劳动对象亦是固定不变的，并且完成这一施工过程就取得一定的产品，如安装楼板、安装大型砌块等皆是。綜合的施工过程，是由为生产同一产品而有直接联系的各简单施工过程所組成的，如砌筑砖墙这一綜合施工过程，就是由材料运输，搭設脚手架、砌筑等三个简单施工过程組成的，同样如浇注鋼筋混凝土柱这一綜合施工过程，是由安装模板、安放鋼筋和浇注混凝土这样三个简单施工过程所組成。

“工序”是技术上單純的、組織上不可分割的最简单的工作过程。其特点是工人人数及其組織在整个施工時間內是固定的，而劳动对象及劳动工具亦是不变的。例如安装大型砌块这一简单施工过程就由安装夹具、吊升、安装和填縫四个工序所組成。

工序由个别的“操作”所組成，如安装夹具这一工序就由对准和固定夹具两个操作組成。而操作又由个别的“劳动动作”所組成。

对施工过程分析和研究的目的是在于：将复杂的施工过程进行科学的划分，从而可以找出生产关键、发现生产中的薄弱环节、总结先进經驗，为合理分配工人、施工机械及机具創造条件，以达到改进生产和全面提高劳动生产率的目的。此外，詳細的分析和研究各施工过程，亦可促进我們合理的安排工作順序和組織工种工程的流水施工。

二、建筑工人及工資

解放前，由于社会制度不合理，因而旧中国沒有象样的具有一定規模的建筑企业。当时的建筑工人，很多是从农村由于生活所迫而流入城市的貧苦农民和少数“家传手艺”的技术工人（主要是瓦工和木工）所組成。在城市中，他們是营造商人的雇工，受营造商人的压榨和剝削。在农村中，他們一般是以家庭副业的形式替人家建造和修理房屋。由于这样，解放前的建筑工人可以說是生产方式最落后、組織形式最散漫和流动性最大的产业工人了。

解放后，由于国家大規模的經濟建設，組織了国营的建筑企业，采用了先进的施工技术，因而我国建筑工人的队伍起了根本性的变化。到目前为止，已經发展成为一支几百万人的、在技术上已經形成多工种的、具有一定科学技术水平的基本建設大軍。

建筑工人，亦与其他产业工人一样，具有不同的专业和技术等級。

专业即其所从事的职业。在建筑施工中，要求有具备各种不同专业的工人，如：普通工、木工、瓦工、抹灰工、架子工、混凝土工、鋼筋工、起重工、油漆工、白鉄工、油毡工、采画工等。

建筑工人，依其技术熟練程度和具有的知識水平，而分为若干技术等級。建筑工人技术等級的确定，是根据国家頒布的技术等級标准进行的，在技术等級标准中，明确地規定了在一定的組織和技术条件下，各技术等級的工人在操作技能、技术知識、組織能力等方面应达到的水平。在現行的技术等級标准中，土建工人划分为七級（最低級为一級，最高級为七

級)，安裝、金屬結構、機械、電焊等工人劃分為八級。根據技術掌握的難易，各工種的技術等級範圍亦不同，例如普通工的技術等級範圍為一至三級；瓦工和木工為三至七級；鋼筋工和架子工為三至六級；混凝土工為二至五級，而電焊工則為二至八級。

建築工人的技術等級和工資等級是完全一致的，根據工資等級和相應的各級工人工資標準的比例關係，即可算出各級工人的工資。通常只需要規定一級工的工資標準，其他各級工人的工資標準可用一個系數（工資等級系數）乘上一級工的工資標準得到。表1即現行的建築工人不同級別的工資等級系數表。

建築工人工資等級系數表

表 1

工 資 等 級	一	二	三	四	五	六	七
建築工人工資等級系數	1.000	1.187	1.409	1.672	1.935	2.360	2.800

建築工人的工資形式，基本上採用“計件工資制”和“計時工資制”這兩種基本的工資形式。

計件工資制是根據工人在單位時間內所完成的質量合格的工作的數量來計算的。詳細研究時，計件工資尚分為直接（簡單）計件、累進計件、計件獎勵等幾種形式。

計時工資制是根據工作時間來計算的，它只是以工作延續時間（天或月）來作為計算依據，而和完成的工作數量無關。計時工資制亦分為簡單計時工資制、計時單項獎勵工資制和計時綜合獎勵工資制三種形式。

計時綜合獎勵工資制度是1958年大躍進中創造出來的一種新的工資形式。它是除按照工人的技術等級和工作延續時間支付計時工資外，並以綜合性的條件（如：多、快、好、省、安全、協作等等）作為獎勵條件，據以評定工人（或工作隊）的獎勵等級，按獎勵等級再發給獎金。

此外，我國由於幅員廣闊，各地區生活水平和建築施工的条件不盡相同，所以除了工資系數外，還利用地區差數來調整和適應各地區各級別的工資數。根據國家所劃分的區域，全國共分為九類地區，其中一類地區最高，九類地區最低。

三、勞動組織和工作前綫

合理的勞動組織，應該在遵守安全技術的條件下，能夠保證勞動生產率的不斷增長和工程質量的不斷提高。為了不斷提高勞動生產率，必須根據施工技術的進步，不斷地改善勞動組織，並開展個人與個人、隊組與隊組之間的勞動競賽，以保證多快好省的完成國家建設任務。

建築工地的勞動組織主要是生產小組和生產隊。生產小組是由幾個同一專業而技術熟練程度不同的工人組成的。生產小組的組織原則是在研究分析施工過程的基礎上，使技術高的工人擔任技術複雜的工作，而使技術低的普通工人作為技工的助手做一些簡單的或配合性的工作，技術複雜程度不同的勞動，分別由小組內不同技術等級的工人擔任，這樣既能充分發揮技術工人的操作技能，又能幫助技術不熟練的工人提高技術，因此，這對提高整個小組的勞動生產率是非常重要的。根據上述組織原則，砌磚工人的生產小組就是由2、3、4、5、6幾種技術等級的工人組成的，而抹灰小組則由2、3、5三種技術等級的工人所組成。至於生產小組的工人數量，則視施工對象和性質而不同。

生產隊可分為兩種形式：由同一專業的生產小組組成的生產隊，叫做“專業生產隊”，

一般用来完成简单的施工过程；由不同专业小组组成的生产队则称“混合生产队”，一般担任综合施工过程或一个单位工程的施工；例如建造钢筋混凝土框架结构，则由木工、钢筋工、混凝土工等生产小组组成混合生产队进行施工。混合生产队可加强施工中的彼此联系，对加速工程进度、保证工程质量和提高劳动生产率均有利，并且对工人学习多种技术亦创造了良好的条件。

参加完成施工过程的工人的工作场所和所用材料、设备及工具所占据的空间范围叫做工作地点。工作地点的合理组织，对提高劳动生产率和保证生产安全有巨大意义。工作地点的组织，应该使施工中所用的材料、设备和工具尽量靠近施工对象，同时要保证工人工作的方便。另外，工作地点应该保持整洁、稳固和安全。

在一定的时间内，为完成某一施工过程，一个生产小组所工作的地方叫做“施工分段”。而在一定时间内，为完成某一施工过程，一个生产队所活动的地方即叫做“施工段”。施工分段和施工段的大小，取决于工作对象的特点、性质和工人的劳动生产率。

工作地点的长度或面积，在施工科学中称“工作前线”，在组织建筑施工时，时常会用到这一概念。

四、劳动生产率和定额

劳动生产率即人们在物质生产过程中的劳动效率。它是用单位时间内所生产的产品数量来表示的，也可以用完成单位产品所消耗的劳动量来表示。单位时间内生产出来的产品数量越多或生产单位产品所消耗的劳动量越少，劳动生产率就越高，反之，就越低。劳动生产率的高低，是衡量各建筑企业生产任务完成得好坏的主要标志之一。

劳动生产率的不断提高，对我国社会主义建设事业具有重大的意义。列宁曾经指出过：“劳动生产率，归根到底是保证新社会制度胜利的最重要和最主要的东西。”^①对于建筑施工，提高劳动生产率就意味着缩短工期和降低造价，可以更好的满足国民经济的发展和人民生活的需要。

提高劳动生产率的方式各有不同，在资本主义制度下，提高劳动生产率就意味着加强劳动强度，随之而来的就是大量工人的失业。而在社会主义制度下，劳动生产率的提高，是借助于采用新的施工技术、改善劳动组织、总结先进经验和开展劳动竞赛等。

在建筑施工中，也经常以定额完成的情况来评定劳动生产率。

定额即一标准。因为任何企业的生产，都必须消耗一定的劳动力、原料和生产设备才能生产出一定的产品。如果将生产过程中所消耗的人力、物力和时间与所获得的具有一定质量的产量数量之间，用科学的方法制定出一个标准，则此标准就叫做定额。

定额的标准并不是一成不变的，应该是先进和合理的，能对生产起推动作用。因此，须根据生产的发展和工人技术水平的不断提高，经常不断地加以充实和修改。目前所采用的定额，主要有以下几种：

① 施工定额：它是衡量劳动生产率的尺度，也是合理组织劳动力的依据。它一方面说明工人在一定时间内完成产品的数量，同时还说明劳动力的配备情况。施工定额又分为：

(1) 时间定额——在一定的劳动条件下，具有一定专业 and 技能的工人，在正确的劳动组织和生产组织的条件下，生产质量合格的单位产品所需的工作时间，叫做时间定额。

(2) 产量定额——在一定的劳动条件下，具有一定专业 and 技能的工人，在正确的劳动组织和生产组织的条件下，在单位时间内所生产的质量合格的产品数量，叫做产量定额。

时间定额和产量定额，彼此互为倒数关系。

^①列宁：“伟大的创举”。“列宁全集”第29卷，人民出版社，1956年版，第388页。

2. 设备利用定额：在正常的施工組織条件下，由某种技术工人管理机械，机械一小时内应有的生产率就是设备利用定额。

3. 材料消耗定额：在合理的使用条件下，于施工过程中单位产品所需的建筑材料数量，叫做材料消耗定额。

我国所颁发的定额手册常用的有：建筑安装工程統一施工定额、建筑工程预算定额、建筑工程扩大結構定额和建筑工程概算指标。

五、技术經濟指标

在建筑施工中，完成某一施工过程可有各种不同的施工方案或采用各种不同的施工机械，例如安装工业厂房，可以选用各种型式的在技术性能上能满足要求的起重机——塔式起重机、履带式起重机、打桩架等；如平整广场进行土方工程，亦可选用各种土方机械（铲运机、推土机、挖土机……）来完成；而进行钢筋混凝土工程的冬季施工，用蒸汽养护法、电热法、掺化学附加剂法、蓄热法等不同施工方法皆可，在这种情况下，为了选择最合理的施工方案或机械設備，就要根据各种技术經濟指标来进行比較。

評定施工方案一般最常用的主要的技术經濟指标有下列几个：

1. 工期——建筑物或施工过程的工期皆以“工作日”表示，施工机械以“台班”表示；

2. 劳动量——可以比較总劳动量，也可以单位产品的劳动量（如1米²居住面积的劳动量，1米³混凝土体积的劳动量等）作为一个技术經濟指标。劳动量多以“人一日”表示；

3. 施工費用——以总施工費用或以单位产品的施工費用（如安装1吨金屬結構的施工費用，1米³砖砌体的施工費用等）作为一个技术經濟指标皆可。施工費用以“元”表示。

除上述主要的技术經濟指标外，在进行施工方案比較时，还可根据各施工方案的特点再增加一些輔助的技术經濟指标，如：单位产品的時間消耗；施工机械的时间利用系数；施工机械的起重量利用系数；机械台班費用；机械的单位時間产量等。

六、技术規程和施工工艺卡

技术規程和施工工艺卡，都是經過科学分析而制定出来的标准施工方案，用以指导施工。

施工一个建筑物或一施工过程，可采用不同的施工方法、施工順序和劳动組織等，因而效果也不同。为了帮助各施工单位能簡便地选择有效的施工方案，科学研究机构曾会同有关的先进的施工单位，对某些設計标准化的建筑物和构筑物，經過科学分析和实地試驗，拟訂了有关的标准施工方案，这些即技术規程和施工工艺卡。

技术規程，一般是闡述一个建筑物或一个建筑物中一部份的施工方案，它是由一系列有关联的施工工艺卡組成的。它除了敘述有关的施工技术、施工順序和施工組織外，还提出了技术資源需要量、劳动量需要量、工作队的組成等等，此外，还附有施工过程的示意图。

施工工艺卡，則是闡述建筑物中結構构件（如基础、柱、墙、楼板等）的施工方案。它一般包括施工方法、机械設備名称和种类、施工順序、劳动組織、工作地点布置等，亦包括一些施工組織的示意图。

技术規程和施工工艺卡，对标准化施工創造了条件。但技术規程和施工工艺卡的編制，必須建立在建筑和結構設計标准化的基础上。

七、流水作业法

流水作业法，即在进行建筑物施工时，工人循序的沿着一定方向，由一个施工区段到另一个施工区段象流水一样有节奏地連續不断地均匀地进行施工。利用这种方法組織施工，材料、机具设备和劳动力的需要量是均匀和連續的，而完成的产品亦是均匀和連續的，因此，它可以加强施工的計劃性，克服多工种施工現場的混乱現象，便于有秩序的組織生产和进行文明施工，从而可加速施工、保証質量和降低造价。很多經驗已証明它是最有效的組織施工的方法，是快速施工最基本的組織形式。

例如我們要生产 m 件产品（图 1），一般可有下列三种組織生产的方式：

1. 順序生产：如图 1 a 所示，当一件生产完后再生产另一件，以此順序进行。这样总的生产時間 T 即为：

$$T = mt \quad (1)$$

式中： t ——生产一件产品的時間。

而单位時間資源的需要量 q 則为：

$$q = \frac{Q}{T} \quad (2)$$

式中： Q ——生产 m 件产品資源的总需要量。

这样組織生产，虽然資源的需要量是均匀和連續的，但总的生产時間 T 是太长了。

2. 平行生产：如图 1 b 所示，即 m 件产品同时生产。这样总生产時間 T 是减少了（此时 $T = t$ ），但单位時間資源的需要量 q ，却增长了 m 倍成为 mq 。

3. 流水生产：如图 1 c 所示，各件产品是相隔一定時間依次投入生产，同时生产的产品数量，开始为一个，然后逐漸增多，到某一限度后就穩定下来，此后又逐漸减少下去。这种流水生产方式，总的生产時間 T_0 要比順序生产少得多（ $T_0 < T$ ），而資源的需要量亦比平行生产要来得均匀。

在建筑业中采用流水作业法，苏联自 1931 年就开始了，而我国解放后，自 1952 年开始亦逐漸应用，实践証明，这种方法能有效地縮短工期和降低工程成本。

在建筑施工中，在時間上和空間中流水作业过程的进度計劃的排列，如图 2 所示。它是按照座标来排列的，横座标表示時間，縱座标代表施工段。如果一个建筑物的建造包括 n 个施工过程，則有 n 条平行的斜綫表示其施工进行的情况。

由图 2 可看出，每一“細部流水”

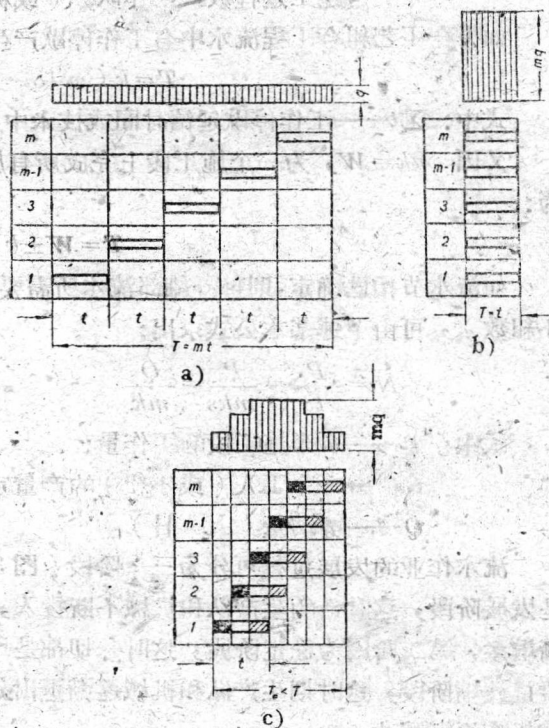


图 1 各种生产方式的比較
a—順序生产； b—平行生产； c—流水生产。

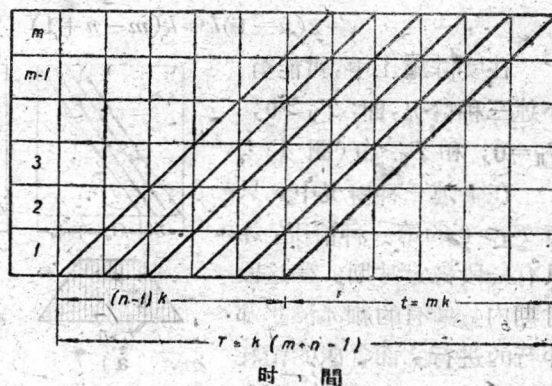


图 2 流水作业指示图表（垂直图表）

(简单施工过程的流水)的时间为:

$$t = mk \quad (3)$$

而一“工艺组合工程流水”(即综合施工过程的流水)的总时间即为:

$$T = k(m+n-1) \quad (4)$$

式中: T ——工艺组合工程流水的延续时间;

t ——细部流水的延续时间;

k ——流水节拍(就是一个工作队在一個施工段上的工作延续时间);

m ——施工段数;

n ——施工过程数或工作队数(或称细部流水数)。

如果在工艺组合工程流水中有工作停歇产生,则工艺组合工程流水的总时间就为:

$$T = k(m+n-1) + \sum t \quad (4a)$$

式中: $\sum t$ ——工作停歇延续时间或技术中断延续时间(如混凝土养护等)。

又因 $nk = W$, 为一个施工段上完成所有施工过程所需的时间, 故(4)式又可改写为:

$$T = W \pm k(m-1) \quad (4b)$$

如流水节拍已确定, 则每一细部流水所需要的工人数 N (或小组数), 可由下述基本公式求出:

$$N = \frac{P}{ts} = \frac{P}{mks} = \frac{Q}{mk} \quad (5)$$

式中: P —— m 个施工段的工作量;

S ——一个工人(或小组)的产量定额;

Q ——劳动量(人·日)。

流水作业的发展过程可分为三个阶段(图3): 第一阶段是发展阶段, 这时新的生产队和机械不断投入, 资源消耗亦逐渐增多; 第二阶段为稳定阶段, 这时一切都是均衡的; 第三阶段是收缩阶段, 这时期生产队和机械逐渐退出施工段, 而资源消耗亦逐渐减少。

由图3a可看出, 发展阶段和收缩阶段的延续时间为:

$$T_I = T_{III} = (n-1)k \quad (6)$$

而稳定阶段为:

$$T_{II} = T - 2(n-1)k = k(m+n-1) - 2(n-1)k = k(m-n+1) \quad (7)$$

在实际施工中, 可能有下述三种情况, 即: $T_{II} > 0$; $T_{II} = 0$; 和 $T_{II} < 0$ (图4)。

在上述三种情况中, 只有 $T_{II} > 0$ 的第一种情况, 才具有一段稳定时期, 在这段时期内, 所有的细部流水都平行的进行, 而资源的消耗也最均匀; 而在 $T_{II} = 0$ 和 $T_{II} < 0$ 的两种情况下, 都无

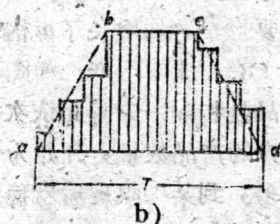
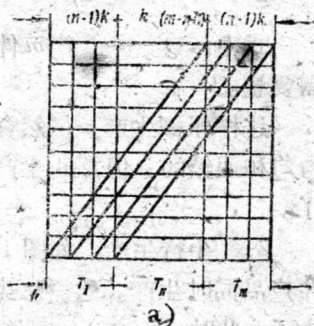


图3 流水作业的发展阶段
a—流水作业指示图表;
b—资源消耗图表

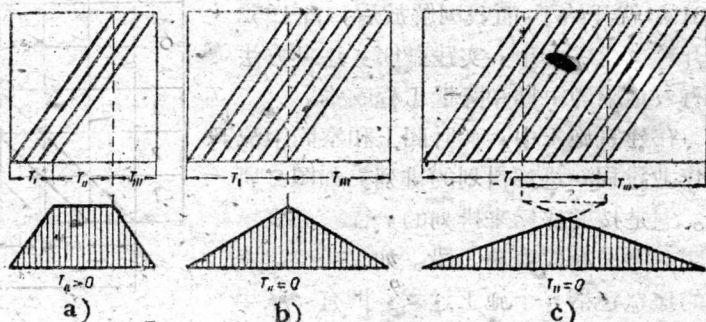


图4 流水作业的几种组织情况

a—具有稳定阶段的; b—刚达到最高潮, 但无稳定阶段;
c—未达到最高潮, 亦无稳定阶段。

稳定阶段，这不能体现流水作业的优点，是不合理的，在施工中不应采用。

由流水作业的基本公式可知， k 、 m 、 n 互为函数，它们称为流水参数。施工过程（或工作队）数目 n ，一般取决于工程的工艺性质，很容易确定。流水节拍 k 是一个很重要的流水参数，它与工期成正比，而与工人数成反比。欲缩短工期，则需减小流水节拍 k ，但 k 减小后，工人数量就要增加，所以在减小流水节拍时还需同时考虑工作前线是否满足施工的要求。另外， k 应大于0.5班，否则工人在工作時間轉移地点，会給工作帶來損失。此外，由基本公式可知，工期和工人数量亦与施工段数 m 有直接关系，施工段数增多则会延长工期，但工人数量即会减少。一般施工段数的划分要考虑建筑物的轮廓形状和结构特点。同时应使各施工段上所消耗的劳动量大致相等。

除上述三个流水参数外，尚有流水步距 k_0 ，亦为一基本参数。流水步距即相邻两工作队相繼投入同一施工段开始工作時間的間隔。在最有规律的固定节拍流水作业中，所有細部流水的流水节拍 k 都相等，而且也等于流水步距 k_0 。（即 $k_0=k$ ），如图5a所示。如 $k_0<k$ 和 $k_0>k$ （图5b和5c），都是不合理的。 $k_0<k$ 时，会有两个工作队同时在一个施工段內工作，而 $k_0>k$ 时，则在施工段內会工作中断，中断的时间为 k_0-k 。流水步距的大小，对工期亦有很大影响，在选择时应当注意。

在建筑施工的流水作业中，除固定节拍的流水作业外，尚有不固定节拍的流水作业（图6），它的基本計算公式如下：

$$T = k(m+n-1) + \sum t + \sum t_0 \quad (8)$$

式中： $\sum t_0$ ——細部流水間的組織性中断和由于不固定节拍細部流水而延长的時間的总和。

如将公式（8）和公式（4a）进行比较，即可清楚看出，如 $\sum t_0=0$ ，則公式（8）即变为公式（4a）。

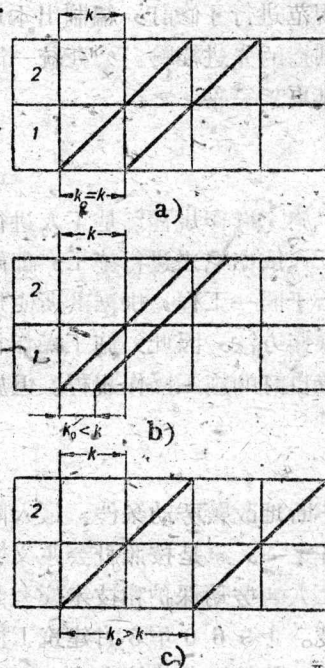


图5 流水步距与流水节拍的关系

- a—— $k_0=k$ 时；
- b—— $k_0<k$ 时；
- c—— $k_0>k$ 时。

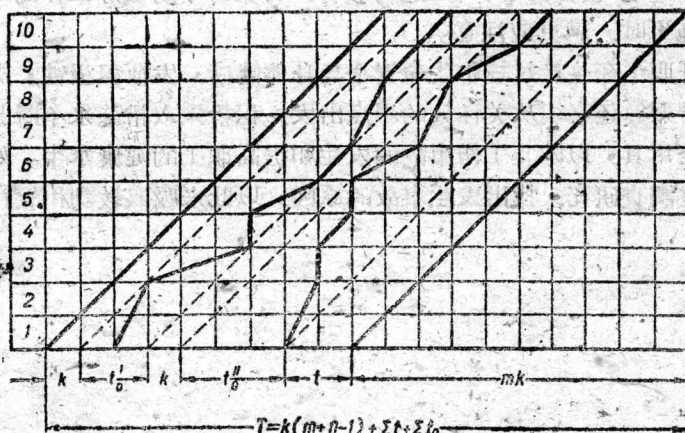


图6 不固定节拍流水作业的指示图表

八、施工及验收技术规程

在建筑施工中，为了确保工程质量，使施工时有所依据，并使工程验收时有所标准，故

制訂了施工及驗收技術規程。

“施工及驗收技術規程”是施工和驗收時的主要依據文件。1956年原國家建設委員會頒發了全國性的“建築安裝工程施工及驗收暫行技術規範”，規範是按工種工程分冊頒發的，共有十四篇，每篇皆為一冊。規範中不但有一般性的指示，還規定了材料質量要求、施工規則和工程驗收及質量檢查時的允許偏差等。

經過1958年的大躍進，於1959年，各地區根據上級指示，又結合本地區特點對上述規範進行了修訂，編制出本地區的規範。在1961年，為了全面吸取三年大躍進中各地所創造的先進經驗，又在統一領導下在全國範圍內對原有的規範進行了全面的修訂工作，以使其更加完善。

九、施工操作規程

“施工操作規程”是工人進行操作的一種依據文件，它詳細的闡明了操作技術及注意事項，工人依據它來進行施工，即能保證工程質量和加速施工進度。

由於同一工程，根據其所使用的機具、工人的技術水平及各地區的習慣等，而有各種不同的操作方法，因此，施工操作規程是按照因事制宜、因地制宜的精神，有地區性的及本施工單位自訂的施工操作規程。但施工操作規程的制訂都是以技術規範為依據的。

十、安全技術規程

不斷地改善勞動條件，最大限度的保證工人的生產安全 and 健康，是社會主義企業所具有的特徵之一，也是按照社會主義原則來組織勞動生產的重要條件之一。因此，解放後黨和政府對工人的勞動保護和技術安全問題給予極大的重視，頒布了許多有關這方面的政策、法令和制度。1960年3月建築工程部和中國建築工會還在青島聯合召開了“安全生產經驗交流會”，總結了各建築企業在大躍進中創造出來的勞動保護和安全生產方面的先進經驗。

“安全技術規程”是為確保工人的生產安全和身體健康而制定的一種安全技術與勞動保護方面的規章制度。一般由各施工單位遵照國家頒布的有关政策、法令和制度等，結合工程特點、技術裝備情況及職工的技術水平而制定的。制定之後，於建築工程開工之前，建築企業的領導人員有責任通過各種方式向工人進行教育，特別對於所參加工作的工人或進行某些危險性較大的工程施工時，就更應注意。

此外，為了保證職工在生產過程中生命安全和身體健康，發揮積極性，提高勞動生產率，建築企業的領導人員還必須從關懷人的觀點出發，積極採取措施來不斷改善勞動條件和配備一切必要的安全用具，以防止工傷事故的發生和提高職工的健康水平。如果一旦發生了工傷事故，更應通過調查研究，找出發生事故的原因，以此來吸取教訓和教育羣眾。

第一章 建筑工地的水平运输及道路

第一節 运输的意义及其分类

研究建筑施工程序就可以看出,施工的每一个组成部分都包括有某一形式的运输作业。例如,土方工程的施工,有很大部分工作是运输作业,因为在进行土方工程施工时必须将大量的土壤从路堑运往路堤,从基坑运往棄土堆等。混凝土和钢筋混凝土结构物的施工则与运送水泥、砂、石和金属,拌制混凝土以及把混凝土运往浇灌地点等各项工作是分不开的。因此建筑材料的运输工作,是整个建筑施工程序中不可缺少的重要组成部分。

已有资料表明,在工业与民用建筑中运输费用要佔总造价的25%以上;从事运输工作所用的劳动量共佔建筑安装工程总劳动量的45%以上。建筑1立方米的工业厂房,要运送0.15吨的物料;建筑1立方米的民用房屋,要运送0.5吨的建筑材料和半成品。总之,运输工作不仅其工作量大,而且其所耗费用在工程造价中也佔很大比重。因此,在建筑施工程中,正确地选择运输方案和合理地组织运输工作,对降低工程造价,减轻劳动强度,提高劳动生产率具有重要的意义。

在以装配式构件进行工业化快速施工的情况下,各种予制品的运输,对于顺利的完成建筑安装工程起着决定性的作用。

建筑工程的水平运输可分为外部运输和内部运输两种。外部运输是指在国家铁路、公路、水路等交通线上向工地运送建筑材料;而内部运输则是指在建筑区域内部材料的运送。

建筑工地的水平运输按道路的种类分为有轨、无轨、索道和水上运输。按曳引的种类分,在有轨道路方面,有蒸汽机车的,内燃机车的,和电动机车的运输;在无轨道路方面,有汽车的、拖拉机的、和畜力的运输。

第二節 有轨道路(铁路)

建筑工地采用有轨运输,一方面是由于一些主要器材,如:木材、型钢、水泥,以及设备等需要从较远的生产地点大宗地运来;另一方面还因为列车在光滑的轨道上行走,行动阻力小。如火车运货所消耗的力约为公路的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{6}$,只有马车的 $\frac{1}{10}$,因此所耗的能量也就较经济。

为了使材料直接运送到工地或建筑对象上去,建筑工地除了利用工厂企业的永久性铁路为施工服务外,有时在技术上及经济上合理时,还设置临时性的工作支线,所以工程技术人员必须懂得铁路敷设的一般方法和要求。建筑临时支线必须遵照铁道部有关的设计和施工规范进行布置。

建筑工地的有轨道路分为轨距为1435毫米的标准轨和轨距为750毫米的窄轨铁路两种,用手推翻斗小车运送物料时,常铺设成600毫米宽的轨道。

设计规范规定所有新建改建铁路,根据它们在整个铁路网中的意义,并参照调查的客货运量,把铁路划分为三个等级。例如Ⅰ级铁路要求货运强度,每年大于600万吨公里/公里;Ⅱ级铁路,不小于300万吨公里/公里;Ⅲ级铁路指具有地方意义的铁路和其他运量较小的铁路,货运强度每年少于300万吨公里/公里。