

混凝土的输送与布料

[英]J·R·伊林沃思 著 薛吟 马贞勇 译

中国建筑工业出版社

混凝土的输送与布料

[英]J.R.伊林沃思著

薛 吟 马贞勇 译

中国建筑工业出版社

本书介绍了混凝土输送和布料的各种方法和机具设备，包括车辆运输、各类提升机、起重机、混凝土泵、浇注机、皮带运输机、水泥喷枪及其他机具等。书中分析了各种方法和机具的技术特性、适用范围、操作要求，以及选用时进行经济比较的方法。

本书可供土建施工人员以及科研、教学部门有关技术人员参考。

Movement and Distribution of Concrete
J.R. Illingworth
1972. McGraw-Hill Book Company (UK) Limited

* * *
混凝土的输送与布料

薛吟 马贞勇 译

*
中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*
开本：787×1092毫米1/32印张：8 1/4 字数：186千字

1980年4月第一版 1980年4月第一次印刷

印数：1—9,820册 定价：0.67元

统一书号：15040·3722



前 言

关于混凝土和混凝土施工已经出版了很多书刊。从研究工作或配合比设计的角度看，很自然，大部分应属于理论性的资料。但令人吃惊的是，对于混凝土从搅拌机到模板之间的输送和布料工作，即使在关于混凝土施工实践的著作中也如此受人忽视。通常只用一章的篇幅很概括和简略地提到这个问题。而对于整个混凝土工程来说，这部分对总造价以及施工单位的工作效率是起重要作用的关键因素。写作本书，就是力图弥补此种情况。

当前的先进技术常使施工复杂化，又增加造价，得不偿失。作者始终认为，应根据实际经验和常识来应用知识，以期提高效率和降低造价。因此，书中内容力求实用，并在开头的一章即详述了现实的成本计算方法。

运输混凝土的新旧方法很多，各有特征。可容选择的范围很广，必须采用正确的评价方法针对具体情况作出选择。本书的目的是为这种选择提供背景和细节。现有设备的发展和新方法的出现会大大改变在某种情况下的作法。人工费的上涨已改变了人力和机械的平衡，而人们常常认识不到，最便宜的布料方法不一定使总造价最便宜。

每一类主要的混凝土布料设备都有一章作专门叙述，并特别强调了最新的技术。例如，小管径泵的发展为混凝土输送开辟了新天地。它虽不能解决一切问题，但在今后的混凝土施工中必将无疑起愈益重要的作用。因此，泵送混凝土部分

写得较详细。

美国把皮带运输机用于混凝土布料比欧洲先进得多。本书分析了其原因，并举例说明当前在美国的应用情况。

只要能得到最经济的效果，也不必怕使用不寻常的方法。在“其他机具”一章内介绍的输送混凝土的有效方法，所使用的设备有的原先并不是为运送混凝土而设计的，有的平常有别的用途，必要时经过改装才用来运送混凝土。

每章内都列出计算成本要考虑的项目清单，供与其它方法作比较时，或拟定投标价格时使用。

作者希望，本书内容将为从事混凝土施工的人提供参考；为已有施工经验的人提供重新考虑的基础；为从事混凝土施工不久的人提供知识；同时为将来要从事混凝土施工的学生，除了提供知识外，而且也说明应用实事求是的工作方法的必要性。

J.R.伊林沃思

目 录

第一章	综论	1
第二章	成本比较	8
第三章	预拌混凝土	25
第四章	车辆运输	40
第五章	提升机	58
第六章	起重机（不包括塔式起重机）	81
第七章	塔式起重机	100
第八章	混凝土吊斗和吊桶	128
第九章	混凝土泵	
	——沿革、种类、装备和特性	142
第十章	混凝土泵	
	——操作和应用及其费用组成	166
第十一章	混凝土浇注机	188
第十二章	混凝土皮带运输机	201
第十三章	其他机具	221
第十四章	喷射法	244

第一章 综 论

在混凝土施工过程中，混凝土的输送和布料是一项关键的工作，但也许最不为人重视。

一、简介

混凝土生产可简单地分为三个明确区别的阶段：搅拌、运输（输送和布料）以及浇灌。搅拌和浇灌部分要求有严格的监督，工程师和管理人员应加以仔细检查。连接这两道工序的运输工作则很少受人注意。但如对它考虑不当，会不必要地增大最终造价。执行中的疏忽大意会影响混凝土的质量，并损害施工单位的信誉。

每项工程合同都有一套初始条件要求加以解决。能用来解决问题的机械和设备范围很广，从简单的独轮车直到先进的移动式小管径泵。人工费的上涨促进了混凝土运输工作机械化程度的提高，但用人力的简单方法仍有其地位，应按每种方法的各自具体优点考虑选用。因此，必须了解各种机械和设备的特征及其有关的费用。

二、方法的选择

当要为某种具体情况选用最适宜的混凝土输送和布料方法时，最好把需要研究的项目列出清单。下面列举一些主要的项目：

1. 现场的具体特征

这包括现场及其地形对设备选择的影响。

（1）边界条件如何？起重机吊臂伸入相邻产业上空是

否会招致反对？

(2) 邻近的建筑物或树木是否会限制机械的选择？

(3) 噪声是否会引起同周围业主的纠纷？

(4) 地形的起伏和道路条件是否会限制选用某种类型的机械？

(5) 地面条件是否要求修筑临时道路或其它形式的通路，特别是在冬天？

2. 能利用的机械

如果花了时间去研究某类机械是否适用，而结果由于种种原因无法获得这类机械，功夫就白费。必须知道承包单位所持有的以及能获得的机械。如果机械闲置在仓库里，它的性能虽不理想，但使用它可能比从外面另租更经济。有时，在这种情况下租费会降低。

利用承担其它工作的机械兼管运送混凝土的可能性有多大？例如，搬运模板必须用塔式起重机，是否也能用它搬运混凝土？这将取决于对塔式起重机工作负荷的分析，以及把混凝土的搬运安插进去后是否仍能获得最经济的总体效果。如不能，另加机械作全天的或部分时间的搬运工作是否合适？

3. 永久性工程的影响

机械的选择和设置位置常受拟建工程的影响，或受其支配。例如，为使大部分工程能用上最有效的搬运设备，可能要暂时缓建一部分永久性工程。反之，机械所能获得的空间也可能取决于建筑物同场地的相对位置，从而限制机械的选用。

有时，机械可能很容易安装，但到工程完毕时拆卸工作却受到永久性建筑物的阻碍。机械的设置地点主要应以拆卸可能性而不是以安装可能性来控制。某些机械，特别是塔式

起重机的安装和拆卸特性应特别加以注意。

4. 作业的连续性

混凝土作业是连续的还是间歇的？每星期所需的混凝土量是否有很大差别？

5. 现场搅拌还是使用预拌混凝土？

现场条件及施工活动能否留出地盘供现场搅拌用？预拌混凝土是否现实？如果可行，搬运工作的特征就会变化。

6. 施工季节

工程将在一年的哪段时间内进行？机器是否可能在付出高额租费的情况下长期停置？

上述各项将在以后各章内详细讨论。

三、临时性工程

在选用输送混凝土的机械类型时，必须注意有时需要修建临时性工程。应把临时工程的费用作为总造价的一部分加以分析。

关于临时工程的详细要求将联系各种具体方法进行讨论。这里只概述一下要考虑的综合性问题。

1. 用车辆布料的方法必须有适当的道路或地面才能有效地工作。要研究现场条件，明确卡车和翻斗车是否能使用原有道路或地面，是否需要铺设临时道路。如能使用天然地面，还应考虑施工季节。在冬季，土地面可能不适于行车，必须有临时道路。独轮车和手推的或机动的双轮车通常必须在铺设好的钢筋上经过，必须有适当的跳板。这类跳板必须对所加荷载有足够的承载能力。如荷载要传递给模板，模板强度除了必须承受混凝土和钢筋的重量外，还必须能承受车辆荷载。

2. 在其它情况下，可能需要有某种形式的脚手架来构成

桥或塔架作为通道或支撑。在使用提升机的高耸建筑物上，这类脚手架可能很高，因而很贵。要求它支承的不仅有提升机，还可能有混凝土料斗，而且还要求它的设计能抵抗风力和动荷载。

3. 有时必须在竣工的或部分竣工的工程上面通过。这类通道可能采取过桥的形式，或直接利用永久性建筑物本身。桥架的设计必须能承受预期的荷载。如利用工程本身，必须同工程师核对，证实工程设计足以承受外加的临时荷载。否则，就可能要另加费用设置支撑或加固结构。

临时工程费用有时不大，有时则相当大。因此，在综合分析中必须充分考虑临时工程问题。

四、混凝土规范

任何工程的混凝土生产均由规范控制。规范中虽对三个阶段都提到，但关于混凝土的输送和布料的解说最少，可能只有一到二段。尽管如此，必须充分注意关于混凝土的规定，证实在选用机器和方法方面不存在特殊限制。

关于混凝土的运输常常只写这么一小段：

“应尽快地在搅拌机和模板之间运送混凝土，采用经证实能防止混凝土成分离析或损失的容器或方法。”

这段的措词与施工法规 CP 114 内所用的模式相同。CP 114 并不试图对混凝土的运输加以任何限制，只在后面的一段内谈到浇灌时说明混凝土应在凝固开始前浇灌完毕。

时间的限制 上述说明在工程师的设计说明书中常被引伸成限制从混凝土搅拌到在模板内捣实之间的相隔时间。经常提出的时间限度是30分钟，有时短些，有时长些。

运输车辆如有搅动设备，则从搅拌到浇灌之间通常可允许相隔较长时间。英国标准 BS1926:1962 规定，如混凝土是

用卡车式搅拌机或搅动车运输，在将水泥和骨料加水搅拌后直到卸料之间最长允许有二小时间隔。如不加搅动，则减为一小时。

前交通部的规范对这个问题分两部分（路面混凝土和桥梁工程混凝土）考虑。有二段适用于路面混凝土，第一段如下：

“经过搅拌的材料在运输以及等待浇灌的过程中应加覆盖，避免被雨淋湿或受日晒蒸发水分。其运输和浇灌方法应尽量减少其成分的离析和损失。”

第二段适用于机械布料。规定从搅拌到在路面板任一横断面的全部厚度完成捣实之间容许的最大相隔时间是二小时。但如混凝土在捣实时的温度超过 30°C ，上述时间减为一小时。

关于桥梁工程的混凝土有一套不同的条件。总则如下：

“运输和浇灌混凝土的方法应得到工程师的认可。在混凝土的运输和浇灌中，不得发生其组成材料的污染、离析或损失。”

另一条款把混凝土从搅拌机卸出到在模板内捣实之间的时间限制为30分钟。如混凝土是用专门的搅动车载运，则间隔时间可增至二小时。另外还规定了混凝土的温度限值，在浇灌时不得低于 5°C 或高于 32°C 。

在考虑普通建筑工地的混凝土布料方法时，搅拌和浇灌之间的时间限制不太重要，因两者之间的距离一般不会太大。在大的工地，尤其是公路工程或类似工程上，规定的时间限度会有很大的重要性。运距可能很大，而混凝土在装入车辆前可能已在料斗内停留一定时间，再加上在浇灌端的等待时间，总的可能远超出常用的30分钟限度。因此，在决定哪些方法可用或不可用时，这个问题将起重要作用，值得认

真对待。

现已知道，延迟到初凝已开始后 才浇灌 混凝土 并无坏处，反而可能提高立方试块的强度，但混凝土必须保持适当的工作度，能充分捣实。

从搅拌到混凝土失去工作度之间的时间长短随一系列因素而变。水泥种类、混凝土标号、初始坍落度、混凝土的温度、环境温度和湿度等，都有一定作用。同时，使用缓凝剂能在一定程度上改变这些影响。

英国水泥和混凝土协会的一份技术报告全面评述了延迟浇灌混凝土的问题，提供了很多有用的表格和参考材料。它的结论是：

“一般说来，在监督工作是间断地或很少进行的小工程中，最好规定一个搬运混凝土的最长时间。但在有经验丰富的施工单位和监督人员的大工地上，运输和浇灌混凝土所用时间应由施工单位来决定。”

文章还提出要作进一步的研究工作，取得更多有关影响工作度丧失得快慢的因素的数据资料，以便做出更可靠的判断。

水泥和混凝土协会同结构工程学会的一份联合报告中排除了在运输和浇灌混凝土中的时间规定：

“重要的是在混凝土变得太硬而无法施工之前就把它浇灌到最终位置上去。”

在新的“混凝土在结构上的使用”施工法规草案中保留了施工法规 CP114 的总精神，但加上很重要的一句：

“应尽快地把混凝土从搅拌机运到模板，采用的方法应能防止其成分的离析和损失，并保持所要求的工作度。”

关于浇灌和捣实的那段内，也作了同 CP114 有显著不同

的改写：

“通常应在搅拌后很快就浇灌和捣实混凝土，但可以允许延迟浇灌，条件是该混凝土在不另加水的情况下仍能浇灌和有效地捣实。”

显然，现在大部分意见赞同这样的观点，即没有必要为浇灌混凝土规定时间限度，而应依据在模板内适宜浇灌和充分捣实混凝土的能力来考虑。在任何具体情况下，这应留待施工者去作判断。

其它限制 在搅拌和浇灌之间相隔时间的限制虽是最重要问题，有时在很长而复杂的设计说明书中还有其它限制，必须仔细弄清。有时，工程师的观点和成见使要遵守的要求和安全措施变得很复杂，以至施工单位无法使用某种混凝土运输方法。

运输方法对凝固前混凝土性能的影响也可能成为另一种限制，反之亦然。例如，显然不能用会引起混凝土离析的方法。不再使用混凝土浇注机的部分原因就是离析问题。反之，很干硬的拌合物可能使布料机械的选择受到限制。骨料粒径过大的特别是使用碎石类材料的干硬性拌合物，一般不能用混凝土泵输送，但它对皮带运输机就不成问题。

五、可采用的方法

下面各章将详细讨论可供施工单位使用的混凝土输送和布料方法，以及影响其选用的各种因素。

常常会有好几种方法可供选择。必须研究各种方法的特征，结合可靠的成本比较，才能找到最经济有效的答案。因此，按照逻辑，在研究各种方法之前，下章将详细讨论成本比较问题。

第二章 成本比较

可靠的成本比较必须遵循严格的规则。人们在进行这种比较时常常忽视或忽略重要的因素。尤其对某种方法有成见时，人们常不自觉地歪曲这类比较，使它得出所期望的而不是客观上正确的答案。

一、比较的依据

首先，必须使不同方案在对等条件下进行比较。例如，当混凝土搅拌机的生产率相同，所有方法有同等的工作效率，浇灌送到的混凝土所需用的人工和设备数量也相同时，只以混凝土的输送和布料作为比较的基础即可得出公正的结果。

另一方面，研究结果可能表明，为使某一种布料方法得到经济效果，必须比另一种方法大大加快输入混凝土，为此就要求一种不同能力的搅拌机械或不同的混凝土来源。由于输送速度加快，就需要更多的人力和设备来浇灌和捣实。这时，只有把混凝土生产的整套工序，即搅拌、运输和浇灌都考虑在内，才能得到唯一公平的比较基础。

还有第三种可能。混凝土生产的各阶段可能无法明确区分——预拌混凝土即如此。有时，由于位置合适，运输车可直接把混凝土卸入模板，搅拌和运输工序合而为一。混凝土供应单位按固定价格在现场交货，施工单位不需另外考虑布料的费用。但这种方便的布置不可能常有。有时预拌混凝土卡车就必须把混凝土先卸入一种二次搬运设备才能再送达模

板。因此，布料费用的一部分是包括在混凝土供应单位的价格内，另一部分则成为可直接计算的现场成本。在这种情况下，同其它方法的比较只有在全部混凝土工程的基础上进行才有效。

二、成本比较

在确定了进行比较的基础后，需要研究不同方案的实际成本计算方法。

一定的已知条件通常都有多种不同的解决方法，很少只能用一种方法解决。倘若比较的基础正确，人们就容易认为，只要做成本的直接比较就够了。实际上，仅做对等比较会导致错误的结论。

在考虑费用时，总有一些因素不能直接用钱来计价。误期因素不一定准确，而万一发生误期，一种方法可能比另一种方法造成更大的等待费。也就是说，成本比较中有一种难以计价的因素。

最后，所比较的那项工作可能只是整个施工过程的一部分。所作决定可能在其它方面有反作用，带来经济上的不利。就混凝土工程而言是最便宜的方法在总体上不一定是经济的。因此，必须联系其它工作以及整个承包合同来检查各种不同方法所造成的影响，否则，成本比较是不完全的。

概括起来，成本比较技术应包括三阶段工作：

- (1) 在对等基础上计算不同方案的成本，进行比较；
- (2) 考虑无法计价的因素；
- (3) 该方法对相邻工作和整个承包合同的影响。

只有这样才能作出正确判断。下面将详细分述并举例说明这种三阶段比较方法。

对于进行比较的每种方法，最好用表格列出各种影响成

本的项目并注上价格。不同方法的项目内容可能不同。下面各章内给出每种混凝土输送和布料方法的核价项目，可能不够全面，应根据实际情况详细研究，增加有关内容。

三、不同方法的成本计算

人工费 必须采用人工的真实费用。承包单位对各种工作的定价方式可能各有不同。在英国，通常按当时人工费加上奖励；利润部分可加可不加。在人工方面还有大量其它费用，但通常是包括在开办费中。项目单列出后，其内容常比想像中的多得多，其中包括象加班费、保险费、假日工资、累进养老金、给养费、旅行时间工资等。加上这些费用所得出的每小时人工费大大超过基本工资费，甚至差不多加倍。

成本比较如只根据工资项下的费用计算，则所得结果不准确。以一种方法同另一种相比时，计算每个工人的费用必须包括所有费用在内。只有这样才能得出正确的成本比较。

机械费 所用机械不论是施工单位自有或租用，工地都要付租费。除租费外，还要加维护、备用零件、燃料和油类等各项费用。

对于某种设备及其使用情况，必须从下列的取费项目中考虑加上有关费用，得出总的机械费。

- (1) 机械进场和出场的运费；
- (2) 机械在现场的安装和拆卸费；
- (3) 泵、提升机、塔式起重机等的专用底座；
- (4) 塔式起重机的轨道，包括其铺设和维护；
- (5) 起重机和提升机在建筑物上的锚固；
- (6) 脚手架或提升机的塔架；
- (7) 压缩空气的供应；
- (8) 电源设备——变压器、电缆等及其维护；

(9) 供水和排水。

由于计划是在实际需用前好几个月做的，因此必须考虑到设备是否易于得到。到期没有所需的设备而只有更贵的设备可用，就会增加费用。

临时性工程 一种方法所需的临时性工程可能有各种不同的费用。必须充分研究需要并正确计算。可变因素很多，无肯定的导则可提，将在以后各章内结合具体方法论述。

四、难以计价的因素

对等比较可作到相当准确。但通常总有一些很现实的而又难以用钱数来表示的项目，需加考虑。这类项目应另列清单。在完成直接比较后，要联系所得结果判断它们的影响。如果两种方法的费用差别很小，难以计价的因素可能成为最后判断的依据。

同临时工程一样，难以计价的因素在很大程度上取决于当地条件和所考虑的具体方法。下述例子表明其类型。

(1) 误期对机械停置费的影响如何？在这方面，一种方法与另一种方法相比，是否费用特别高？如果冬季施工，尽管在对等比较中某种方法较贵，但其机械停置费则最低，使用这种方法是否更好？

(2) 假定发生拖延工期的情况，哪种方法有更好的超产能力，来赶上工程的计划工期？

(3) 一种方法是否比另一种更能节约材料？在成本分析中这是否重要？

(4) 某一种方法所需的专业技工能否解决？当在缺乏劳动力的地区施工时，一种方法是否能减少所需的用工量？

从这些难以计价因素的典型例子中可看出，判断其影响必须根据经验和对当地条件的了解。