

Shangpin Hunningtu Jixie

商品混凝土机械

邓爱民 编著

陈润余 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以国内外最新典型商品混凝土机械设备为例,首次系统、全面地阐述了商品混凝土工厂的组织与管理、商品混凝土机械的一站(楼)三车(泵)以及喷射机、振动器的结构、工作原理、设计及维修使用方法。

该书可作为有关院校的专业教材,教学参考书,同时可供科研、生产和工程施工单位的工程技术人员参考。

商品混凝土机械

邓爱民 编著

陈润余 主审

版式设计:周 园 责任校对:杨 杰 责任印制:

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010 64216602)

各地新华书店经销

印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 字数: 千

年 月 第1版

年 月 第2版

2000年1月 第1版 第1次印刷 总第 次印刷

印数:1—3000册 定价: 元

ISBN 7-114- -

前 言

混凝土机械中的一站三车,即混凝土搅拌站(楼)、混凝土搅拌输送车、混凝土泵车和散装水泥车是商品混凝土生产的关键设备。是一个国家实现混凝土施工现代化不可缺少的产品。

我国是世界上水泥生产量最大的国家 1996 年为 4.9 亿吨,1998 年为 612 亿吨,但人均的混凝土生产量与美国的人均 0.9 m^3 ,日本的人均 1.5 m^3 尚有极大的差距。目前我国商品混凝土的年生产量不到 5000 万 m^3 ,若要达到人均 $0.2\sim 0.3\text{ m}^3$,我国的混凝土年生产量将达到 $2.4\sim 3.6$ 亿 m^3 ,将成为世界上最大的商品混凝土生产大国。可见,中国的商品混凝土机械发展将有极大的市场潜力。也皆于这一原因,国家建设部已将商品混凝土应用技术列为建设行业重点推广应用的十项新技术之首。

近年来,我们通过与科研,设计,教学、制造、使用单位相结合,并参考了国外有关文献撰写了该书,特别是以最新的典型的国内外商品混凝土机械为例,比较系统、全面地阐述了商品混凝土工厂的组织与管理;商品混凝土机械的性能、结构、工作原理、设计与维修、使用方法等。并借助于近年来发展较快、性能、质量比较先进且有代表性的一些生产企业,如华东建筑机械厂,山东省建筑机械厂、湖北建筑机械厂,建机院中联重工达宁海诺集团,无锡江加建设机械公司,山东方园集团等的产品和有关技术介绍给读者,以便能更好的了解国内外商品混凝土机械的水平和发展趋势。

本书可供设计,制造使用单位的工程技术人员、大专院校的师生,及相关人士,由于时间比较仓促,不足之处请指教,并对提供给本书的参考资料的作者表示由衷的谢意。

编著者

1999.8.

目 录

第一章 商品混凝土及其工厂的组织与管理.....	1
第一节 概述.....	1
第二节 商品混凝土工厂的组织与管理.....	6
第二章 混凝土搅拌楼(站)	14
第一节 概述	14
第二节 供料系统	18
第三节 计量(称量)系统	46
第四节 搅拌系统	53
第五节 混凝土搅拌楼(站)及其控制系统	81
第六节 STETTER M2型搅拌站的应用技术	99
第三章 混凝土搅拌运输车.....	110
第一节 概述.....	110
第二节 传动系统.....	113
第三节 搅拌筒与叶片.....	117
第四节 装料和卸料装置.....	123
第五节 供水系统.....	124
第六节 搅拌筒工况载荷及动力配置.....	124
第七节 搅拌筒支承装置.....	126
第八节 普通载重汽车底盘的选择计算.....	127
第九节 附加功能的搅拌运输车.....	133
第十节 搅拌运输车的操作与维修.....	135
第四章 混凝土输送泵及其布料装置.....	140
第一节 概述.....	140
第二节 液压活塞式混凝土泵.....	146
第三节 泵送特性.....	187
第四节 布料装置.....	193
第五节 使用与维修.....	214
第五章 散装水泥运输车.....	218
第一节 概述.....	218
第二节 气卸散装水泥运输车的结构与工作原理.....	220
第三节 使用与维修.....	232
第六章 混凝土喷射机.....	234
第一节 概述.....	234
第二节 喷射机的工作原理.....	236

第三节	干式喷射机.....	239
第四节	湿式喷射机.....	245
第五节	混凝土喷射机组和喷射台车.....	246
第六节	使用与维护.....	249
第七章	混凝土振动器.....	252
第一节	概述.....	252
第二节	插入式内部振动器.....	254
第三节	外部振动器.....	264
第四节	使用及维护.....	266
主要参考文献.....		270

第一章 商品混凝土及其工厂的组织与管理

第一节 概 述

一、商品混凝土的概念

一般而言,建筑用混凝土泛指采用各种骨料和粘合剂按一定配比经混合均匀后入模振实固化成形的物体。

理想的混凝土中粗骨料的空隙由中骨料填充,它们之间的空隙由小骨料和细骨料填充,余留的空隙由粘合剂填充并结合成一个整体,如图 1-1 所示。这样的成型固化物可以采用最少的粘合剂而达到预定的强度。

采用不同的骨料和不同的粘合剂就形成了各种不同的混凝土,如三合土,沥青混凝土,水泥混凝土等。本书所指混凝土均为水泥混凝土,简称混凝土。

混凝土的拌和料一般为水泥和砂、石等骨料,加水按一定的比例配合而成。这种拌和料在搅拌后的短暂时间内,处于一种塑性流动状态,所以可根据设计的需要,将它浇注成各种形状和大小不同的建筑构件,浇入模内的混凝土,由于水泥和水产生反应而不断硬化,其强度等有关性质很像天然的石块,所以一般也有人称混凝土是人造石。

图 1-1 混凝土的成型
固化物

混凝土虽然容重较大,容易产生收缩裂纹,但由于它容易制成任意形状的构件,抗压强度大,与少量钢筋配合能制成抗弯、抗拉的构件,造价低、耐火、抗渗。因此,混凝土是目前建筑工程中应用最广的一种材料,在国民经济中占有很重要的地位。

混凝土的粘合剂为水与水泥混合而成的水泥胶质。水泥胶质在混凝土未凝固前,使混凝土有一定的和易性(也就是流塑性),在混凝土硬化后,它把粗细骨料胶结在一起,使混凝土具有一定的强度和其他许多重要性能。所以水泥胶质决定着混凝土的工艺性能和物理力学性能。从图 1-1 可以看出,组成优质混凝土的重要原则之一,就是尽可能的减少水泥胶质的用量,使之充满骨料间的全部间隙即可。这样做不仅优质而且经济。但是,胶质量少,混凝土过于干硬,很难搅拌均匀、振捣密实,从而难于做成没有缺陷的构件。正是这种矛盾推动着混凝土及其机械的发展。通过对混凝土中加入各种添加剂(或称外加剂)、活性矿物掺和料,高性能混凝土应运而生,其特性为:

其一,硬化后强度在 50 MPa 以上。采用优质硅酸盐水泥,目前国内已采用标号 525 和 625 含碱量低的水泥配制 C60 ~ C80 高强度混凝土;采用我国发明和生产的第三系列水泥(硫铝酸盐、铁铝酸盐)配置高强度混凝土有许多应用实例。强度 30 ~ 50 MPa 混凝土已大量使用,100 MPa 正开始用于实际工程。

其二,具有良好的施工性能,即流动性高,粘聚性好以及充填性、可泵性、匀质性、安全性均

佳等特点。目前国内采用高效减水剂减水率在 20% ~ 30% 以上,使混凝土水灰比(即水的质量/水泥质量, W/ C,不存在添加剂时,理论上的水灰比为 0.4)降到了 0.3 ~ 0.2,同时获得良好的流动性和扩散性。北京城建集团推出具有国际先进水平的免振捣自密实技术、上海住总集团混凝土有限公司推出的自流平混凝土技术等,都具有良好的施工性能。

其三,耐久性高以及混凝土固化后具有良好的体积稳定性。普通混凝土使用期在 50 ~ 100 年,严酷环境仅有 20 ~ 30 年,现在需要提高到 200 年甚至更高。采用良好的活性矿物掺合料如:硅灰,细磨粉煤灰、细磨天然沸石、火山灰、稻壳灰等,它们在混凝土中的合理级配对提高抗渗性能、保护钢筋、提高混凝土寿命、提高后期强度、减少早期水化热、减少后期收缩量具有颇为明显的效果。

目前国内外提高混凝土性能的技术途径归结为:优质水泥 + 高效减水剂 + 活性矿物掺和料 + 合理级配 + 严格混凝土制备和施工工艺。

混凝土的性能与其生产拌制方式有很大的关系。目前国内建筑施工混凝土的拌制仍以小型搅拌机为主体,也有在施工现场配置砂石配料机和混凝土搅拌机构成小型搅拌站。这样配制的混凝土级配精度有限,性能质量不易保证,且生产施工环境污染严重。

在大中型建筑施工中更多的采用混凝土集中搅拌的方式,各种原材料经严格配比后再搅拌成均质的新鲜混凝土(通常称预拌混凝土),它可以在施工现场集中搅拌,也可以作为商品购买运送到施工作业区。

商品混凝土就是按用户的要求,将集中搅拌的新鲜混凝土作为商品销售给用户,并在规定的时间内生产、运送到一定范围内的施工作业区进行浇筑的预拌混凝土。其生产场所一般称为商品混凝土或预拌混凝土工厂(供应站、公司)。一个商品混凝土工厂可以分别对数个用户和施工作业区供应不同的预拌混凝土。

从高性能混凝土的要求来看,采用商品混凝土的生产方式才能使质量得到保证。但是商品混凝土的拌制设备所拌制的混凝土并非全是高性能混凝土,大量的还是强度 30 ~ 50 MPa 的混凝土,目前占总量的 85% 以上。

二、商品混凝土的国内外发展概况

自 1903 年德国建造第一座预拌混凝土工厂以来,商品混凝土已有 90 多年的历史了。二次大战后预拌混凝土工厂发展很快,1950 年美国在 1300 个城市建立了 1700 个工厂,年产 3800 万立方,占全部混凝土量的 35%。从 60 年代到 70 年代,西欧、美国、日本预拌混凝土工业达到全盛时期,1973 年美国有预拌混凝土公司 5000 余家,预拌厂近 1 万个,年产量 1.74 亿立方,居世界首位(占世界用量的 1/3)。1973 年日本有预拌混凝土工厂 4800 个,年产量 1.5 亿立方,居第二位。原联邦德国居欧洲首位,1966 年有 840 个工厂,年产 1800 万立方。经济发达国家商品混凝土占混凝土总量都在 60% 以上,其中美国 84%,瑞典 83%,日本 78%,澳大利亚 68%,荷兰 56%。全世界大约有 1500 个商品混凝土公司,3 万个工厂,从业人员近 40 万人。

在欧美、日本等国,商品混凝土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、港口、码头和农村建筑等。其中用于住宅建筑的比例最大,美国为 30%,法国为 78%,荷兰为 52%。在城市中,小型分散的现场搅拌已逐步为大型的集中搅拌所代替。

我国在 60 年代末的北京地铁工程中已开始使用商品混凝土,但当时生产量少,生产水平

不高。现场搅拌混凝土几乎垄断了施工现场,大中城市的现场施工搅拌单机少则六七十台,多则一二百台,工地遍布全市,小而分散,城市环境污染严重。

自从改革开放以后,随着一些大型建筑工程对现浇混凝土的大量需求,国家越来越重视城市发展和推广商品混凝土。在“七五”规划中,制定的发展目标为:生产商品混凝土的城市发展到30个左右,年总产量达到500万立方,占城市现浇混凝土量10%以上。“八五”期间,我国城市商品混凝土的生产飞跃发展,北京、上海、天津、大连、常州等大中城市的商品混凝土化率可与发达国家相比,但各省市的商品混凝土发展不平衡,有的省会城市的商品混凝土还处于雏形阶段,如表1-1所示,昆明、长沙、长春等城市的现浇混凝土几乎很少使用商品混凝土。据1994年底的统计,全国城市商品混凝土化率不足10%,与先进发达国家差距甚远。目前,我国在“九五”规划中将推广和发展商品混凝土应用技术列为建设部推广的十项新技术之首。规划中“九五”末我国商品混凝土化率将达到25%,2010年将达到40%。我国是水泥生产大国,1998年年产量约6.2亿吨,我国也是混凝土使用大国,年需要量约10亿吨,因而到“九五”末及2010年,我国的商品混凝土年产量将分别达到2.5亿吨和4亿吨。

1994年底全国的主要城市商品混凝土产量表

表 1-1

城市	站数 (个)	设计量 (10 ⁴ m ³)	产量 (10 ⁴ m ³)	占城市现浇 混凝土量(%)	城市	站数 (个)	设计量 (10 ⁴ m ³)	产量 (10 ⁴ m ³)	占城市现浇 混凝土量(%)
上海	490	26006	520.6	19.6	乌鲁木齐	1	1	0.1	1.0
大连	29	290	193.0	65.0	重庆	16	5.0	5.0	2.0
天津	18	150	51.6	36.0	北京	1	1	1.0	2.0
广州	15	150	82.0	54.7	宁波	4	60	4.1	
成都	7	118	40.6	34.4	青岛	1	10	4.1	
厦门	6	70	35.0	50.0	兰州	1	5	2.0	
南京	7	60	33.0	55.0	昆明	1	10	1.5	
杭州	6	65	31.3	48.2	长沙	1	10	1.0	
深圳	12	220	28.0	12.7	长春	2	1	0.6	1.0
沈阳	8	75	20.0	26.7	呼和浩特	1	10	0.5	1.6
济南	3	30	19.3	64.3	西安	4	40	16.1	
南昌	7	38	16.5	43.4	武汉	19	140	15.0	20.0
					福州	3	20	10.9	16.7
					合肥	2	20	6.7	

注:此表数据截止到1994年底,但数目前变化不大。

三、商品混凝土的拌制工艺及其机械设备

一座现代化的商品混凝土工厂如图1-2所示。这样的工厂有大型机械化的砂石骨料堆放场、水泥筒仓、高度机械化自动化的搅拌楼(站),在生产过程的控制和产品的调度管理方面应用了电子计算机。其生产工艺流程如图1-3所示。

从工艺流程图可看出:商品混凝土工厂所需机械设备应包括原材料预处理设备、原材料供给设备、原材料计量设备、混合料的搅拌设备、混凝土的运输设备和施工工具以及各种试验设备。通常商品混凝土工厂的成套设备指的是“一站三车”,这是商品混凝土机械的主要设备,也是本书介绍的重点。

一站:即混凝土搅拌楼(站)。由其完成对原材料的预处理(并非所有)、供给、计量及对混合料的搅拌等,一般由计算机控制与管理。

三车:分别指混凝土搅拌运输车,由其完成混凝土自搅拌楼(站)至施工区的水平输送;混凝土输送泵或泵车,由其完成混凝土自施工区至浇注地点的水平垂直输送;散装水泥运输车,将散装水泥自水泥厂送至搅拌楼(站)的水泥筒仓。

图 1-2 现代化的商品混凝土工厂

图 1-3 商品混凝土工厂生产工艺流程

另外,混凝土浇筑时,为消除混凝土内部的空隙和气泡,使混凝土密实和表面平整(需要提浆),常用混凝土振动器将混凝土振实;在进行隧道、巷道等地下构筑物施工时,常用混凝土喷射机将混凝土喷射于隧道面形成支护层,因此本书还简要讲述这两种机型。

由此,商品混凝土机械泛指集中搅拌、分散运输、浇筑的混凝土机械。

四、商品混凝土的质量

1. 混凝土的质量控制要求

1) 对各种原材料实施配比计量

根据国家标准,要达到动态计量精度的要求,其中水、水泥、掺和料、添加剂的动态计量精度要求为 $\pm 1\%$,砂、石的动态计量精度要求为 $\pm 2\%$ 。

动态精度是由于原材料不断地向秤量机构供料,在重力的冲击下造成称量值的允差。动态精度实施随机控制,当上罐加料如果是正差值,在下一罐中计算机有意识地取负差值(需要采用计算机控制),这样对某一搅拌车(例如 6 m^3 搅拌车)混凝土多罐卸料的混凝土总量允差就更小。

2) 混凝土的匀质性能

混凝土的匀质性通常由搅拌楼站的测试室所测试的搅拌时间来决定,不同的混凝土和不同的搅拌主机搅拌时间是不一样的,搅拌机的制造厂出厂时都按标准提供了可靠的搅拌时间。

3) 混凝土的坍落度及摊铺范围

确定了搅拌时间和原材料配比后,对混凝土坍落度和摊铺范围的主要影响因素是水灰比。因为露天存放的砂石受天气的影响,含水率是变动的,所以必须对砂石含水率进行实时监控。将预拌混凝土置入标准测试罐中,按规范方法用圆铁棒捣实后垂直提起罐体即可测出混凝土的坍落度,如图 1-4 所示。

图 1-4 混凝土的坍落度和摊铺范围测试

摊铺范围和坍落度是两个不同的概念,表 1-2 提供参考值。

摊铺范围与坍落度对照表

表 1-2

摊铺范围(cm)	坍落度(cm)	摊铺范围(cm)	坍落度(cm)
34	约 5.0	42	约 10.0
36	约 6.0	44	约 12.0
38	约 7.0	46	约 14.0
40	约 8.0	48	约 16.0

坍落度值与搅拌车搅动输送时间有关,时间长坍落度小;天热水分蒸发快也会减少。所以商品混凝土需要对坍落度监控,以保证混凝土的施工浇筑要求和泵送要求。

4) 混凝土的压强测试

一般要求商品混凝土公司向用户提供该搅拌楼站的混凝土标准试块和不同养护时间的压强测试报告。对于高性能混凝土和对搅拌车运送至工地后加入添加剂的混凝土,还得在现场做标准试块和现场养护条件规定时间的压强测试。

2. 具有混凝土连续供应能力要求

混凝土施工作业中未达到规定的施工缝位置时,混凝土必须不间断地供应。如果中断时间超过了已浇筑混凝土的初凝时间;就会形成已浇和后浇混凝土间的施工作业缝,通常这是不允许的,对于关键混凝土结构更不允许。

这样就要求商品混凝土公司具有一定连续供应的能力。但是混凝土搅拌楼站在连续作业中设备有时会产生故障,对于仅有一套搅拌设备的楼(站),若排除故障时间较长,就需要其他商品混凝土公司支援。高资质的商品混凝土公司应具有 2~3 套搅拌设备,具有大方量商品混凝土的连续供应能力。

3. 多个商品混凝土公司供应的同品种混凝土的质量应具有统一性

大体积混凝土浇筑,为了缩短工期,常由多个商品混凝土公司提供商品混凝土。为保证各厂家提供的混凝土质量的一致性,往往采用一个主控制中心对各搅拌站的计算机控制室进行锁定,排除搅拌站操作人员误操作而变动混凝土配合比的可能性,才能保证现浇混凝土的品质。

4. 提供预拌混凝土的时效控制

从搅拌楼(站)送出的预拌混凝土应在规定时间内运送到工地或浇注作业处。在此过程中由于搅拌车故障、道路阻塞等原因不能按时运送到工地;也有混凝土泵的故障或输送管道的阻塞等原因不能及时送到浇注作业点时,如果混凝土搁置时间超过混凝土初凝时间,混凝土就应

按失效处理。

搅拌车开出搅拌楼(站)的时间在交货单上已写明(包括混凝土的设计配比和实际配比等内容),施工工地管理人员在交货单上验收时对超过时效的可以拒收。这样一车混凝土视同报废。如果混凝土泵的故障排除时间超出混凝土控制时效时间,又无备用泵和疏通拆换阻塞的输送管道等应急措施,那么已运入而未浇筑的商品混凝土也应视同报废。所以商品混凝土公司对预拌混凝土的时效控制和应急处理、调度等能力,一定程度上体现出它的资质水平。

五、商品混凝土的优点

商品混凝土应用量的大小,标志着混凝土生产工业化程度的高低,也标志着施工现代化程度的高低。因为商品混凝土具有如下优点:

1. 工艺装备能力和工艺质量控制条件决定了商品混凝土的高性能质量。

2. 节省水泥综合费用达 10%。采用散装水泥风送仓存、精确的使用计量、不用拆包和节约水泥包装材料、密封输送等办法,有效地避免了浪费,同时可以采用掺和料(细磨粉煤灰、矿渣等)后可以减少一定水泥用量。

3. 减少了对环境的污染

1) 减少噪声污染。一般来说搅拌楼站设置在城市边缘地区,可以采用封闭的方式隔离拌制过程的噪声源。

2) 减少了粉尘污染。所有的粉状物体采用封闭系统输送,供料、计量过程采用收尘装置,粉尘飞扬情况得以控制。

3) 设置混凝土清洗回收系统,可减少浪费,并控制污水流入江河。

4. 可对预拌混凝土采用新技术、新工艺、新材料,如新型的添加剂和掺和料的应用、各种骨料的应用(如陶粒、轻质骨料)、各种水泥的应用或复合应用,出现了各种特种用途混凝土。

5. 具有规模效益。对每一个具有资质的商品混凝土公司,都应明确可承接供应混凝土的连续作业能力。对于大方量混凝土施工作业可由数个商品混凝土公司联合供应。

6. 可向施工现场狭小地区供应商品混凝土,我国对城市改造建设的规模是空前的,特别是在狭小区域建造高层建筑或小区拆除改造,在有限的区域根本无法安排现场搅拌站的位置,而城市的环境保护又不允许现场搅拌时,商品混凝土的应用可使混凝土作业场地最小,其优点就充分体现出来。

7. 减轻了劳动强度。由于采用了高度机械化、自动化的装备,劳动者已成为这些机械的使用者,相对于小型搅拌机现场搅拌、人工上料称量和小车推送混凝土的作业方式,极大地减轻劳动强度。在劳动力的需用量上更是天壤之别了。

第二节 商品混凝土工厂的组织与管理

从图 1-2、图 1-3 可看出,商品混凝土的生产,不仅存在量的问题,还存在质的问题,而且所涉及方面甚多。为使商品混凝土的生产达到量多、质高、经济,是商品混凝土工厂组织与管理的目的。组织与管理需从多方探讨。

一、建厂规模与供应半径

商品混凝土工厂的建厂规模首先要从一个城市或一个地区的建设远景规划出发,根据建

筑物所采用的结构形式,来估算出本城市或某地区混凝土所需量。

混凝土工厂按生产能力可划分为:小型(产量 < 10 万立方/年),中型(10 ~ 30 万立方/年),大型(> 30 万立方/年),这也是搅拌楼(站)的生产能力划分。

其次是投资能力。建站所需征地、搅拌楼(站)及其与之匹配的搅拌车、混凝土泵(车)、散装水泥运输车等关键设备需要强大的投资能力。

关于供应半径问题,对于一个城市,要从发展的角度出发,全面考虑,统一布置,划分区域;布置能覆盖全市区的搅拌站网,根据当地的具体情况,控制运距在 10 ~ 15km(平均经济运距,与混凝土运输不离析条件、运输成本等有关)。

二、资金筹措

筹建商品混凝土工厂需要的资金十分巨大,目前的行业分析为每万立方混凝土约需人民币 250 ~ 300 万元。根据我国实际状况,资金来源主要有以下几种方式:

(一) 依靠上级部门给予经济扶持

这有两个含义,一是在比较大型的施工企业内部建立半商品化的搅拌站,由主管部门投资购买设备,逐步过渡到全社会全方位供应混凝土的完全商品化。如上海市建工系统的混凝土供应站,北京市建工局各建筑公司的混凝土搅拌站等,都是由所属主管部门拨款建立起来的。其次是争取到有关部门给予低息贷款或贴息贷款的优惠。

(二) 部分自筹,部分贷款

自筹部分是由企业的技术改造资金或生产基金中的提留部分,发展散装水泥收取的养散费以及使用散装水泥的纸袋押金等企业自留的资金,其余不足部分由贷款解决。

(三) 通过股份合作

如厦门市混凝土工程联合公司商品混凝土搅拌站是由水电部郑州华强混凝土工程技术开发总公司与厦门建设工程承包有限公司、厦门市建材工业公司所属的厦门水泥管厂三家联营,年设计生产商品混凝土 10 ~ 15 万立方。集资兴办商品混凝土生产基地,在全国其他城市也正在出现,这种形式的搅拌站,所获利益各单位按股份分成。

(四) 构件厂转产或兼营

随着建筑施工技术的发展,现浇混凝土的比例越来越大,不少构件厂利用富余的生产能力生产商品混凝土。这样做有几方面的好处,第一,可以大大节省投资,一般只相当于一个新站所需投资的 1/3,利用原有的生产设备和技术力量,增加部分混凝土搅拌车,就可以生产商品混凝土,建站周期短,能较快地达到均衡生产。第二,构件厂的布局考虑过城市规划要求,一般说来比较合理,运距适当,避免相向交叉运输,可以降低混凝土的运费。

(五) 其他方式

如利用重点工程、外贸工程配套引进的设备,部分摊入工程成本,工程完成后,设备余值转给企业,建立集中搅拌站。此外,还有大型项目开工之前,预提一笔技术装备费,购置设备,建起来的搅拌站首先为建设项目服务。

三、设备的选择与运用管理

(一) 设备的选择

商品混凝土设备的选择有其独特的方面,在一定的建站规模、投资能力范围内可以考虑以下几个方面:

1. 单种机械的功能及价格比(功能与价格之比)

任何机械设备选择时都会首先考虑机械的性能状况,但是商品混凝土机械的“三车一站”的购置费十分昂贵且不同厂家有很大的差异,尤其是进口产品与国产品,其价格相差约 $1/3 \sim 2/3$ 。有的国产品是用了许多进口关键部件进行组装的,价格也不低。因此,选择时既要考虑单种机械的性能,又要比较不同厂家的产品功价比,尤其是在确定用进口产品还是国产品时。

1) 混凝土搅拌楼(站)

要考虑的问题是称量与搅拌。计量与称量的精确与否是保证混凝土质量的关键。一座现代化的搅拌站,配料工序的微机处理控制,结合信息的可视显示和发料的自动打印,已成为实用的处理方法;搅拌存在的材质寿命及耐磨性问题,使得选择者必须考虑易损件的更换与寿命,这是设备的一笔很大的使用费。

我国从“七五”后,大力提倡发展商品混凝土,有关部门即注重商品混凝土机械的研制。目前,国产搅拌楼的产品型号、品种、称量、搅拌材质寿命等均已达到或接近国外先进产品的水平,从功价比看,应优先选择国产搅拌楼(站)。

2) 搅拌运输车

要考虑的问题是底盘性能及拌筒驱动性能。由于底盘承重大,工作条件差,以及受到混凝土运输时间的限制,搅拌车的底盘性能要求安全可靠,而拌筒驱动性能决定着运送过程的混凝土质量。比较来看,底盘引进、上车国产化的搅拌车比进口品及国产品功价比值要大且受欢迎。

3) 泵送机械

无论是固定拖式泵还是泵车,泵送技术均采用了全液压。因此要考虑的是液压技术先进与否及液压元件性能。另外,泵车及柴油机泵需考虑发动机性能,因为泵送动力来源于发动机。由于国产液压泵、液压阀、液压油管承受高压、高频换向性能比不上进口品,因此,建议选择主泵、主阀、主油管进口的国产组装产品,从功价比来看也是比较划算的。

4) 散装水泥运输车

由于散装水泥运输车比较简单,国产品已经比较成熟,使用单位基本上选择国产品。

2. 匹配

“三车一站”的匹配,搅拌楼(站)是主机,三车是辅机,它们的匹配包括了主辅机械类型的匹配、数量的匹配。如匹配不合理都将直接影响机械的发挥,降低生产率。

一般商品混凝土工厂(供应站)的生产能力绝大部分都在 20 万立方以下,其中年产 10 万立方的要占 50%。以建一个年生产能力约 10 万立方的商品混凝土工厂为例,在类型匹配的情况下,搅拌站一般设置两套搅拌设备,以保证混凝土连续供应;一般选用 6m^3 的混凝土搅拌车,其年实际运输量约为 1 万立方,因此需 10 台 6m^3 搅拌车;供应站的搅拌设备、搅拌车、泵(车),水泥散装运输车四者的大致配备比例为:2 10 2 (1~2)。

(二) 设备的运用管理

商品混凝土工厂的设备运用管理的好坏决定着能否安全优质、高效、经济的提供商品混凝土,因此,工厂应注重设备的运用管理,其具体内容有:

1. 正确使用,保证安全生产和提高生产率

设备就其价值而论,主要在使用阶段,这个阶段是决定设备寿命周期长短的主要环节。任何机械设备都有一定的使用范围和特定的使用条件,只有满足了其使用范围及条件,才能使设备有较长的使用寿命。商品混凝土的生产、运输、施工对商品混凝土设备的使用都有一定的要

求和规定,尤其是泵送混凝土,如果不正确掌握泵送技术,不了解泵送条件和使用范围,必然导致泵送失败。此外,搅拌楼(站)的计量要求,搅拌车的运送时间等等,都要求正确使用商品混凝土设备,才能保证安全生产,并取得经济效益。

2. 做好维修保养,提高机械完好率

设备在使用过程中,由于设备的物质运动,必然会产生技术状况的不断变化。商品混凝土设备所处工作条件恶劣,更是不可避免的会产生不正常现象,如松动,磨损,漏泄等。这些设备的隐患如不及时处理,一方面不能正常工作,如混凝土泵密封件磨损后则泵送压力会迅速下降,从而不能进行一定距离内的泵送;另一方面将导致严重事故,如“三车”的制动器元件磨损后不及时调整修复则有可能造成安全事故。做好设备的维修保养工作,如检查、清洁、润滑、调整、更换、修理等,及时处理发生的问题,随时改善设备的技术状况,防患于未然,提高机械的完好率,从而保证机械的正常发挥,生产的正常进行。

3. 加强配件管理,保证使用需要

商品混凝土设备工作条件恶劣,易损件多且不少零部件为进口件,若配件管理跟不上,必导致停工停产。

加强配件管理,需设立专门的配件仓库,由专人负责管理,对配件进行合理储备。配件管理人员要深入调查,用概率法统计所属机型易磨损,易损坏的配件,并要求技术人员提供这方面的资料,以便做到合理储备。

4. 更新改造,满足生产发展需要

更新改造,就是把机型老、生产效率低、能耗高的机械淘汰,代之以结构先进、技术完善、效率高、性能好、能耗低的机械设备。在商品混凝土设备管理中,对设备的更新改造往往重视不够。表现在设备折旧年限过长、折旧率偏低,致使企业缺乏更新改造资金且背着沉重的固定资产包袱。为加速企业的技术改造和设备更新,提高商品混凝土生产行业的积极性和经济效益,建议政府主管部门参照国外同类机型的折旧年限,使施工机械的12年折旧年限分别缩短为8年(搅拌车),6年(混凝土泵),5年(泵车)。也可按生产的混凝土量来确定使用寿命。

四、原材料与配合比方面

从图1-2可以看出,商品混凝土工厂对原材料(砂、石、水泥、添加剂、掺和料等)的管理,除了保证原材料的及时供应、合理贮存和降低运输费用外,重要的一条是原材料的质量必须严格控制 and 选择。这是因为商品混凝土尤其是泵送混凝土对混凝土拌和料的和易性、坍落度、强度等都有严格的要求。反映到原材料方面的要求为:

(一) 水泥

首先是品种,要保证混凝土具有可泵性,很重要的一点是混凝土必须具有一定的保水性。而不同品种的水泥对混凝土保水性的影响也不尽相同。一般情况下,保水性能好、泌水性小的水泥都宜用于泵送混凝土。因此,硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥常被优先用作配制泵送混凝土。但是,许多基础部分的商品混凝土施工属大体积混凝土施工,存在大体积混凝土温度控制问题,需要用水化热低的水泥,即大坝水泥和矿渣水泥。这类水泥保水性差,泌水性大。克服措施是适当降低坍落度,以避免拌和料离析,以及提高砂率等。

再一个问题是水泥用量。在泵送混凝土中,水泥砂浆起到润滑输送管道和传递压力的作用,水泥用量的多少对混凝土的可泵送性非常重要。水泥用量过少,混凝土和易性差,泵送阻力大,泵和输送管的磨损亦加剧,容易产生堵塞;水泥用量过多,不但不经济,而且水化热高,对

大体积混凝土会引起过大的温度应力而产生温度裂缝。此外,水泥用量过多,混凝土粘性提高,也会增大泵送阻力。日本在泵送混凝土施工中,最少水泥用量控制在 $280 \sim 290 \text{kg/m}^3$ 。

(二) 骨料

骨料是混凝土主要组成材料之一,在混凝土中起骨架作用。粒径在 5mm 以上者称粗骨料(石子),粒径在 5mm 以下者称细骨料(砂子)。

骨料级配对混凝土的可泵性是一个不可忽视的因素。骨料级配的作用是:用最合理的级配,以达到最大限度减少骨料之间的间隙,从而用最少的水泥和砂组成的水泥砂浆能充分地填满所有混凝土骨料之间的间隙,而使大部分的水泥砂浆能用于混凝土的自身和混凝土对混凝土输送管道、阀门、混凝土缸的润滑。因此,国外的一些混凝土商和混凝土泵生产商对于骨料及骨料的级配曾作过大量的研究,并依骨料的具体情况提出了泵送混凝土的级配曲线。

粗骨料的粒径对混凝土的可泵性影响也很大。从理论上讲,一般碎石最大粒径不超过泵管内径的 $1/3$,卵石最大粒径不超过泵管内径的 $1/2.5$,实际使用要小得多。粗骨料的级配国外均有推荐表,且最大粒径允许含量也有规定。我国规定了最大粒径允许含量如表 1-3。

我国泵送混凝土最大粒径允许含量表

表 1-3

公称粒级 (mm)	5 ~ 10	5 ~ 15	5 ~ 20	5 ~ 30	5 ~ 40
最大粒径含量 (%)	15	10	10	5	5

细骨料的级配对泵送混凝土的可泵性影响也是不可忽视的一个因素。在骨料级配中,细度模量为 $2.3 \sim 3.2$,粒径在 0.315mm 以下的细骨料比例应不小于 15% ,最好能达到 20% ,这对改善混凝土的可泵性非常重要。

实验证明,使用级配范围符合规定的粗骨料,适当控制砂率,均能使泵送混凝土获得较好的可泵性。各工厂应组织研究,试验并拟定配制符合泵送混凝土所用的骨料级配曲线及范围。

(三) 配合比

与普通混凝土相比,泵送混凝土配合比设计更为严格,其主要目标要求是:保证压送后的混凝土能满足所规定的和易性、匀质性、强度及耐久性能;根据所用材料的质量、泵的种类、输送管的直径、压送距离、气候条件、浇筑部位及方法等,经过试验确定配合比,包括水灰比、砂率、外加剂与掺和料用量等。

1. 水灰比

流态混凝土在输送管中流动时,必须克服管壁的摩阻力。摩阻力与混凝土的水灰比有关,随着水灰比的减小,摩阻力逐渐增大,当水灰比小于 0.5 后,摩阻力急剧增大。但是水灰比过大,对摩阻力的减小并没有明显效果,反而会引起硬化后的混凝土收缩量增加,有发生裂缝的危险。经验指出,泵送混凝土的水灰比一般不宜超过 0.7 。

2. 砂率

泵送混凝土的砂率应比一般施工方法所用混凝土的砂率高 $2\% \sim 5\%$,这主要是因为泵送混凝土的输送管,除直管外,还有锥形管、弯管、软管等,当混凝土拌和物经过变截面或变方向管路时,改变了流态混凝土的运动状态,从而改变了骨料颗粒的相对位置,此时如果砂量不足,容易产生堵塞。我国的泵送混凝土砂率多控制在 $40\% \sim 45\%$ 。

3. 添加剂与掺和料量

在泵送混凝土中掺入添加剂和掺和料是非常重要的,它能够改善混凝土的工作性能,增大坍落度,延缓凝结时间和节约水泥。

添加剂的种类繁多,有减水剂、增强剂、膨胀剂、防冻剂、缓凝剂、速凝剂等等,大体上是袋装粉剂和桶装液体。有在混凝土搅拌进料中加入的,也有在混凝土浇注前加入再搅拌的(如速凝剂)。

泵送混凝土常用的添加剂为减水剂。其作用机理是减水剂为表面活性剂,吸附于水泥颗粒表面使颗粒带电,颗粒间由于带相同电荷而互相排斥,使水泥颗粒被分散,从而释放颗粒间多余的水达到减水目的。减水剂又可使水泥颗粒表面形成吸附膜,影响水泥水化速度,使水泥晶体生长更完善,网格结构更为密实,从而提高强度,减少单位水泥用量。减水剂掺量约为水泥量的 0.25%,掺入后一般可达到下列技术经济效果:

1) 在保持坍落度不变的情况下,可使混凝土的单位用水量减少 10% ~ 15%,抗压强度提高 10% ~ 20%;

2) 在保持用水量和水灰比不变的情况下,坍落度可增大 10 ~ 20cm;

3) 在保持混凝土的抗压强度和坍落度不变的情况下,可节约水约 10%。

添加剂加入混凝土中的剂量较小,但对混凝土性能影响很大,加错了、加多或加少了都会影响混凝土施工作业的效果,有时会严重影响工程质量而致工程报废(如缓凝剂、速凝剂等)。所以添加剂的分类严格管理是极为重要的。由于有的添加剂用的量值很小,但对混凝土的影响却极大,为此需提高添加剂的计量精度。方法是先将按水剂与拌和用水配比配制,并稀释均匀以降低稠性,再加入混合料中搅拌,这样,有利于混凝土运送和防止管理阻塞。商品混凝土公司通常具备多个液体添加剂的搅拌或混合装置进行前处理。

掺和料目前主要采用细磨粉煤灰、细磨矿渣,都是工业“废料”的应用,主要来源于燃煤电厂和炼钢铁厂,经细磨后的干试粉剂,掺和在混凝土中具有一定的活性作用,可节约水泥和提高混凝土的和易性及稠度。干状粉剂采用密封筒仓储存。在细磨过程中特别是矿渣会混含少量的小铁块等硬质颗粒,对于搅拌楼站运送掺和料和称量过程中的设备是极为不利的,应严格要求供应商提供的掺和料去除这类杂质。

从流变学观点来看,混凝土拌和物的流动性由屈服剪切应力和粘性系数两个参数来决定。粉煤灰的掺入可显著地降低混合物的屈服剪应力,从而提高流动性,坍落度也可提高 2 ~ 3cm。此外,掺入粉煤灰还有一定的缓凝作用,有利于混凝土的泵送;可降低水泥的水化热,改善混凝土的抗裂性能,有利于大体积混凝土的施工。

总之,混凝土生产厂家应有合乎标准的试验室,以便对设计混凝土混合料的各项指标进行全面研究分析和试验,得出有效数据,建立自己的标准配比库,应用于生产。

五、质量控制及质量保证体系方面的管理

商品混凝土的概念包括了商品混凝土的生产、运输和施工,因而混凝土的质量和这三方面都有关系。又因商品混凝土具有商品属性,质量是商品混凝土具有竞争实力的先决条件,只有优质产品才能确保企业生存发展。更重要的是商品混凝土用于建筑工程,没有优质的混凝土会对国家和人民的生命财产安全带来隐患,甚至构成威胁。商品混凝土之所以能够存在与发展是与其大型工业化生产能确保质量分不开的。

对商品混凝土进行质量控制时,除应明确所要求的质量外,还必须制订以数量来表示质量的特性值,并对该特性值定出标准及允许波动范围。混凝土的特性值,包括强度、坍落度、含气量、单位容重等。影响混凝土的特性值因素有许多,如原材料质量、配比设计的正确程度等。实践证明,要达到混凝土质量控制的目标值,必须建立和健全质量保证体系,明确规定各个单

位部门的管理制度和岗位责任制,对工作人员进行必要的培训,提高员工素质。

在厂内对混凝土质量的控制,可按岗位,如原材料质量控制岗位、原材料供给岗位、计量称量岗位、混合料搅拌岗位、控制系统岗位、配比试验岗位等实施岗位质量控制,确保搅拌楼(站)的质量符合各项要求。

对混凝土运输过程的质量控制,可采取混凝土搅拌车专人使用、专人保养等措施,保证混凝土搅拌车使用前先排出筒内积水及杂物,混凝土运输途中能控制搅拌车的转速,以免混凝土离析。在高温季节施工,从装料到卸料全部时间控制在 1h 之内,搅拌车到达现场卸料前全速转动 2min 左右,停稳后进行反转卸料,卸料后清洗好拌筒。

对泵送过程混凝土的质量控制,应注重混凝土泵的设备选择,泵机的位置是否合理,混凝土输送管路配置与敷设是否合理,尽量减少混凝土压力及坍落度的损失,使施工后的混凝土特性值基本不变。

六、污染控制和环境保护

商品混凝土工厂的建造必须考虑噪声、粉尘和水质污染的问题,这样就要增加必要设备和装置,相应投资要增加 1/3,从而使每立方米混凝土成本增加 1% ~ 2%。如果产量大,则这项费用可降低。

为防止粉尘污染,不应设露天料堆,而把各种材料都贮存在大型筒仓内。搅拌装置、皮带输送机的卸料都要全部密封并设置除尘装置。

清洗一辆搅拌运输车,平均需用水 $0.76 \sim 1.10 \text{ m}^3$,一个 12 辆车的搅拌站,每天排放污水就达 $10 \sim 13 \text{ m}^3$ 。污水中含有水泥、砂、石和外加剂,其 pH 值高达 11.5,混浊度值高达 435 ~ 500ppm (标准值分别为 pH8.5 ~ 9 及 22ppm 值),在排出厂前,必须采取冲洗处理及有沉淀措施。

七、做好几个方面的配合

商品混凝土的生产、运输与施工过程会出现许多矛盾,应做好几个方面的配合。

(一) 设计配合

主要指设计方与施工方的相互沟通,相互配合,减少设计上的不合理及施工上的偷工减料造成的质量问题。

(二) 现场混凝土搅拌运输生产线与泵送生产线的配合

在使用商品混凝土进行工程施工时,往往会出现一些特殊情况,如商品混凝土搅拌站发生事故,混凝土供应不上;运输线路堵塞,影响混凝土连续浇筑等等,使混凝土浇筑工作中断,出现冷缝,这在处理上十分困难,设计上也是不允许的。解决的办法是在施工现场设一备用的混凝土浇筑生产线,但其规模可以很小。

(三) 交通配合

譬如按城市建设规划,经交通管理部门批准,设特种施工车辆通行道路网,保证混凝土搅拌车畅通无阻。

(四) 各有关单位做好配合

1. 加强建设单位,施工单位和商品混凝土生产单位的横向联系,减少资金、进度、质量上的扯皮。

2. 做好商品混凝土工厂之间的协调工作,各厂应互相支持,在施工需要的情况下,应能联