

预拌混凝土实用技术 简明手册

黄荣辉 主编
张浩生 主审

- ▶ 总结四十载行业经验
- ▶ 体现最新规范和标准
- ▶ 配套相关计算讲解视频



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



预拌混凝土实用技术 简明手册

主编 黄荣辉

参编 牟志财 王常洪 王 龙 孙文生

曲 哲 王 鹏 于忠良 谢晓明

张科婷

主审 张浩生

机械工业出版社

本书是编者心血之作,编者将40余年的科研成果、行业经验以及收集的行业资料结合起来,依据最新规范标准和行业发展,对预拌混凝土实用技术进行了详细的阐述。本书共11篇(分68章),包括建站须知,混凝土主要原材料,掺合料,混凝土外加剂,混凝土配合比设计,新型混凝土与特种混凝土,混凝土拌合物性能、质量通病及其防治,混凝土冬期生产与施工,预拌砂浆,质量管理体系,新技术、新工艺、新材料及其他。本书还设置了附录,包括:用户须知,预拌混凝土冬期生产与施工措施,预拌混凝土工程冬期生产及施工热工计算,大体积混凝土施工方案,混凝土耐久性试验简化表,试验与经验数据汇总,预拌混凝土碳化,主要岗位作业指导书,补偿收缩混凝土无缝施工方案实例,混凝土拌合物自密实性能试验方法,实验室常用标准、规范(现行)。

本书配套“混凝土应用计算实例”讲解视频,使用本书的读者可以登录 i.youku.com/BIMers 或扫描“混凝土应用计算实例”讲解视频二维码,免费观看下载。

本书以服务工程实践为宗旨,内容深度适中,可作为预拌混凝土生产企业员工的培训手册,也可作为初入预拌混凝土行业从业人员的自学手册,同时可作为广大一线施工管理和技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

预拌混凝土实用技术简明手册/黄荣辉主编. —北京:机械工业出版社, 2014.9

ISBN 978-7-111-48009-9

I. ①预… II. ①黄… III. ①预搅拌混凝土-技术手册
IV. ①TU528.52-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第215463号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘思海 责任编辑:刘思海 版式设计:霍永明

责任校对:丁丽丽 封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市胜利装订厂装订)

2014年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·36印张·3插页·835千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48009-9

定价:108.00元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

预拌混凝土是现代建筑工程结构最重要的材料之一，我国预拌混凝土从20世纪80年代至今，生产企业如雨后春笋般得到空前发展。据全国混凝土协会的不完全统计，2012年末全国27个省市已有6098个生产企业，设计和实际年生产能力已达34.69亿 m^3 和14.94亿 m^3 ，企业已从大城市向中小城市扩展，预拌混凝土的生产和应用技术有了很大的发展和提高。因而，预拌混凝土的生产和施工质量越来越受到关注和重视。目前，预拌混凝土生产企业，特别是中小城市中的生产企业，缺乏专业人才，技术力量薄弱，渴望技术指导；施工企业对预拌混凝土的特性和使用要求知之甚少，需要技术培训；建筑市场需要预拌混凝土方面的实用技术知识作指导，以使预拌混凝土在广泛推广中得以健康发展。本书便在这样的背景下诞生了。

本书第一篇中，向准备建设混凝土搅拌站的投资人介绍了行业的特点、建站需要的投入（包括资金、环境、技术、设备、人力、能源等方面的资源），对企业的筹建有指导意义。

第二篇中，编者编制了“水泥厂生产须知”，从水泥矿物组分、水泥所用石膏种类、水泥细度、出厂温度、碱含量等方面对混凝土工作性能和物理力学性能、耐久性的影响以表格的形式表达出来，直观且便于预拌混凝土生产企业与水泥厂交流，使水泥生产企业了解他们的产品不仅要满足强度的要求，还要照顾到预拌混凝土这一特殊产品对水泥的技术要求以及供需双方的配合等，这会对混凝土质量的提高起巨大的推动作用。这是一个创新点。

对于骨料一般都重视石子的含泥量、泥块含量、筛分、针片状含量等指标，但对于其孔隙率对混凝土的工作性能和生产成本会有什么影响，没有引起重视。本篇还对石子的孔隙率对混凝土流动性和混凝土后期性能的影响进行了阐述，并计算出孔隙率的变化将会带来其水泥和搅拌用水量的相应变化，同时介绍了石子粒径适当减小对混凝土强度、耐久性的影响。这将会引起企业技术人员、采购部门，特别是企业领导对骨料采购质量的高度重视，对优质骨料的推广应用和混凝土质量的提高将会起到不可估量的效果。这是本书的又一个创新点。

此外本篇还介绍了在全国天然砂资源日益枯竭的情况下，机制砂的生产、标准和使用方面的知识，可指导广大技术人员正确使用机制砂。

第三篇中，重点介绍了石灰石粉这一新型混凝土掺合料。通过认真阅读大量的相关资料，对石灰石粉的作用机理，石灰石粉对混凝土拌合物工作性能、物理力学性能、耐久性的影响，石灰石粉的合理掺量等作了比较详细的介绍，这对在粉煤灰供应日趋紧张的现状下，为广大预拌混凝土生产企业开辟新的掺合料来源将是极其有价值的。

第四篇中，在全面介绍各种混凝土外加剂的性能、特点和使用方法的基础上，根据编者3年多使用实践和全国各地有关论文，重点介绍了聚羧酸高效减水剂使用注意事项，为的是使同行少走一些弯路。同时向大家推荐了一种节能、降耗的新产品混凝土强效剂（增效剂）——2013年通过住房和城乡建设部科技发展促进中心“科技成果评估鉴定”的新产品，这个功能性外加剂可以降低水泥用量 $30 \sim 40\text{kg/m}^3$ ，其效益十分可观。

这一篇中还介绍了混凝土碱骨料含量产生的条件、各种外加剂中的碱含量、混凝土碱含量计算方法，并附有计算书实例，可指导新入门的技术人员进行计算。

第五篇中，根据现行规范介绍了普通混凝土、高强混凝土、大体积混凝土、抗渗混凝土、补偿收缩混凝土、清水混凝土、自密实混凝土、抗冻混凝土对原材料的要求、配制参数以及配合比实例。其中重点介绍了普通混凝土配合比计算和大体积混凝土热工计算的全过程，并附有实例，便于预拌混凝土生产企业技术人员学习和培训。

第六篇中，介绍了纤维混凝土、轻骨料混凝土、泡沫混凝土、再生骨料混凝土、大孔混凝土、防射性混凝土、水下不分散混凝土、道路混凝土、抗硫酸盐混凝土、喷射混凝土。特别是再生骨料混凝土，是一种绿色、环保型的混凝土。编者在认真阅读各期《混凝土》杂志和查阅相关资料的基础上，比较详细地介绍了再生骨料的生产品、性能指标、改性、材料选择、配合比设计和泵送施工等方面的内容，希望对这一环保绿色混凝土的使用能起到一点推动作用。

虽然预拌混凝土生产企业很少生产耐酸、耐热、耐碱、耐油、聚合物混凝土，但编者也经常接到一些预拌混凝土生产企业来电询问，希望在为化工、电力企业提供普通混凝土时，能为这些用户现场搅拌混凝土提供技术服务。因此，本书也对这些特种混凝土的原材料、配合比、施工等作了介绍，希望本书能成为预拌混凝土生产企业技术人员的简明手册。

第七篇中，除了对混凝土拌合物性能及其影响因素、检验方法进行介绍外，还将各种通病以表格方式介绍了其产生的原因和防治措施，十分直观、易懂。

第八篇中，重点介绍了混凝土早期受冻对混凝土物理力学性能和耐久性的影响，特别提醒施工人员注意混凝土早期养护，设计人员注意现行规范对抗渗混凝土、高强混凝土、抗冻混凝土的受冻临界强度有更高的要求。对高层建筑冬期施工，列出了比较详细的施工措施，为广大施工人员采用现代信息技术推算受冻临界强度提供了技术指导。

第九篇中，由于近几年预拌砂浆得到了大力推广，因此增设此篇，主要介绍了预拌砂浆有关行业标准，可供参考。

第十篇中，由于作者在预拌混凝土生产企业工作了近20年，深知质量管理体系对混凝土质量和生产成本的重要性，而好的质量是和生产全过程、全体员工的工作质量紧密相关，因此，本篇将每一个环节需要做的工作和相应的记录表格都列了出来，这是用许多沉痛的教训和代价换来的！

第十一篇中，编者收集了近年来的有关资料，介绍一些新材料、新技术、新工艺，如纳米新材料、再生纤维材料等，向读者推荐了水泥基结晶抗渗材料和丙乳液修补混凝

土裂缝和缺陷的低成本、施工方便的新方法。我想大家可能会从中获得收益。

本书的附录给出了混凝土生产企业常遇到的大体积混凝土、超长结构施工、冬期生产与施工的方案和热工计算，使一些年轻的技术人员制作方案时，可以参考。此外，附录中泵车司机、混凝土运输司机、混凝土搅拌操作员、带班工程师以及调度等岗位作业指导书也是编者从实践中总结出来的，相信对预拌混凝土生产企业会有启发价值。

本书由黄荣辉担任主编。参加编写的还有牟志财、王常洪、王龙、孙文生、曲哲、王鹏、于忠良、谢晓明、张科婷。全书由黄荣辉统稿，张浩生主审。

由于编者水平有限，书中一定有许多不足之处，欢迎广大读者提出宝贵意见。期望本书的出版、发行，对广大读者有所裨益，对预拌混凝土生产、应用技术的提高和行业技术管理进步发挥一些推动作用。

编者

目 录

前言

第一篇 建站须知

第1章 预拌混凝土概述与生产	3	第3章 搅拌站组织机构及信息化管理 ..	10
1.1 预拌混凝土概述	3	3.1 搅拌站的组织机构和人员	10
1.2 预拌混凝土生产工艺和主要生产设	4	3.2 企业信息化管理系统	10
1.3 混凝土运输、泵送设备和能耗	5	第4章 试验室设备配置及环境要求	13
第2章 建站中的环境保护防治	7	4.1 主要试验设备配置	13
2.1 砂石骨料仓	7	4.2 试验室设备布置与环境要求	16
2.2 搅拌站除尘	8	第5章 预拌混凝土生产企业资质申报 ..	17
2.3 筒仓除尘	9	5.1 预拌混凝土生产企业资质条件	17
2.4 废料中砂石的回收	9	5.2 预拌混凝土生产企业资质申报程序	18
2.5 清罐废水利用	9		

第二篇 混凝土主要原材料

第6章 水泥	21	7.1 粗骨料	35
6.1 水泥的分类	21	7.2 细骨料	41
6.2 通用硅酸盐水泥的品种和质量标准	22	7.3 特殊骨料	46
6.3 水泥熟料各矿物的水化反应	26	7.4 机制砂	47
6.4 水泥熟料各矿物的性能	29	第8章 拌合水	53
6.5 水泥与外加剂（掺合料）的相容性 ..	30	8.1 混凝土拌合水种类及水质要求	53
第7章 骨料	35	8.2 洗罐水的利用	54

第三篇 混凝土掺合料

第9章 粉煤灰	59	11.1 沸石的种类及矿物特性	70
9.1 粉煤灰质量标准及组成成分	59	11.2 沸石的活性	70
9.2 粉煤灰混凝土性能及应用	60	11.3 沸石粉的应用及使用注意事项	71
9.3 劣质粉煤灰的改性处理	61	第12章 硅灰	72
9.4 激发剂	64	12.1 硅灰的来源及用途	72
第10章 磨细矿渣粉	65	12.2 硅灰的物理特性和化学组成	72
10.1 矿渣粉的技术要求及化学组分	65	12.3 硅灰的作用机理	73
10.2 矿渣粉对混凝土性能的影响及其		12.4 硅灰混凝土	75
应用	67	12.5 硅灰的应用	78
第11章 沸石粉	70	第13章 钢渣	82

13.1 钢渣粉作为水泥掺合料的应用	82	14.1 石灰石粉的作用机理	90
13.2 钢渣用作混凝土掺合料	84	14.2 石灰石粉用作混凝土掺合料的 试验研究	91
13.3 钢渣粗、细骨料的应用	86	14.3 掺石灰石粉混凝土的物理及力学性能 ...	96
13.4 钢渣混凝土墙体参考配合比	88	14.4 石灰石粉配制自流平砂浆	98
第 14 章 石灰石粉	90		

第四篇 混凝土外加剂

第 15 章 减水剂	104	20.3 泵送防冻剂	139
15.1 概述	104	第 21 章 膨胀剂	141
15.2 减水剂作用机理	104	21.1 膨胀剂的分类及技术要求	141
15.3 减水剂对混凝土性能的影响	105	21.2 膨胀剂的主要品种及性能	142
15.4 常用普通减水剂	107	21.3 膨胀剂的应用技术要点	143
15.5 高效减水剂	108	第 22 章 防水剂	144
第 16 章 早强剂	114	22.1 防水剂的作用及技术要求	144
16.1 早强剂分类及技术标准	114	22.2 防水剂的主要品种及性能	145
16.2 早强剂的品种及性能	114	22.3 防水剂的使用技术要点	148
16.3 早强剂的复合使用	118	第 23 章 流化剂	149
16.4 早强剂应用技术要点	118	23.1 流化剂的特点和性能	149
16.5 早强剂的碱含量	119	23.2 流化剂使用注意事项	149
16.6 早强减水剂	120	第 24 章 增效剂	150
第 17 章 缓凝剂	121	24.1 增效剂的作用机理及综合效益	150
17.1 缓凝剂的种类及作用机理	121	24.2 增效剂与各品种水泥及外加剂 相容性试验	151
17.2 常用缓凝剂	122	24.3 增效剂对混凝土性能的影响	152
17.3 缓凝剂应用技术要点	125	24.4 增效剂在工程中的应用要点及 实际效果	153
第 18 章 引气剂	127	第 25 章 外加剂应用中的问题	155
18.1 引气剂的特点及应用	127	25.1 外加剂品种选择不当	155
18.2 引气剂的主要品种及技术标准	128	25.2 各种外加剂掺量不当	156
18.3 引气剂对混凝土性能的影响	129	第 26 章 混凝土碱-骨料反应	157
18.4 引气剂使用应注意的问题	130	26.1 混凝土碱-骨料反应类型和机理	157
第 19 章 泵送剂	132	26.2 碱-骨料反应的条件与防止	158
19.1 泵送剂技术要求	132	26.3 混凝土碱含量相关限值标准	158
19.2 泵送剂的质量标准	132	26.4 混凝土碱含量计算方法	160
第 20 章 防冻剂	134		
20.1 防冻剂的性能及分类	134		
20.2 常用防冻剂	135		

第五篇 混凝土配合比设计

第 27 章 普通混凝土配合比设计原则 及基本规定	165	27.1 普通混凝土配合比设计原则与 规定	165
--	-----	--------------------------------	-----

27.2 普通混凝土配合比设计基本参数的 选取和计算	168	32.2 补偿收缩混凝土设计要求	206
27.3 混凝土的试配、调整和确定	172	32.3 补偿收缩混凝土原材料要求	208
第 28 章 泵送混凝土配合比设计	174	32.4 补偿收缩混凝土配合比设计	209
28.1 泵送混凝土配合比设计要求	174	32.5 补偿收缩混凝土应用中应注意的 问题	209
28.2 泵送混凝土配合比设计实例	175	第 33 章 清水混凝土	211
28.3 应用 Excel 2003 制作胶水比与强度 回归方程及关系图实例	179	33.1 清水混凝土原材料选择	211
第 29 章 高强混凝土配合比设计	188	33.2 清水混凝土施工工艺	212
29.1 材料选择	188	第 34 章 自密实混凝土	214
29.2 配合比设计	189	34.1 自密实混凝土原材料选择	214
第 30 章 大体积混凝土配合比设计	192	34.2 自密实混凝土配合比设计	215
30.1 材料选择与配合比设计	192	34.3 自密实混凝土工作性能测定方法与 应用范围	218
30.2 大体积混凝土热工计算	193	34.4 自密实混凝土的生产与施工	221
30.3 大体积混凝土热工计算实例	197	34.5 自密实混凝土配合比设计实例	222
第 31 章 抗渗（防水）混凝土	201	第 35 章 抗冻混凝土与抗盐冻 混凝土	230
31.1 抗渗混凝土原材料要求	201	35.1 混凝土冻融破坏机理	230
31.2 抗渗混凝土配合比设计	202	35.2 抗冻混凝土配合比设计	234
第 32 章 补偿收缩混凝土	205	35.3 抗冻混凝土配合比设计实例	237
32.1 补偿收缩混凝土概述	205		

第六篇 新型混凝土与特种混凝土

第 36 章 纤维混凝土	243	38.4 耐热混凝土强度试验及评定方法	279
36.1 钢纤维混凝土	243	第 39 章 耐酸混凝土	281
36.2 合成纤维混凝土	255	39.1 水玻璃耐酸混凝土	281
第 37 章 轻骨料混凝土	261	39.2 硫黄耐酸混凝土	287
37.1 轻骨料混凝土的分类	261	39.3 沥青耐酸混凝土	290
37.2 轻骨料混凝土的性能指标	262	第 40 章 耐碱混凝土	293
37.3 轻骨料混凝土原材料选择	264	40.1 碱性介质腐蚀混凝土的特点	293
37.4 轻骨料混凝土配合比设计	265	40.2 耐碱混凝土的原材料要求	293
37.5 轻骨料混凝土配合比设计实例	269	40.3 耐碱混凝土的生产	294
37.6 轻骨料混凝土施工工艺和技术 要求	270	第 41 章 聚合物混凝土	296
37.7 泵送轻骨料混凝土配制、生产及 施工注意事项	273	41.1 树脂混凝土	296
第 38 章 耐热混凝土	275	41.2 环氧树脂混凝土	300
38.1 耐热混凝土的种类	275	41.3 聚合物水泥混凝土	302
38.2 耐热混凝土配合比设计	277	第 42 章 耐油混凝土	307
38.3 耐热混凝土配合比实例	278	42.1 耐油混凝土原材料	307
		42.2 耐油混凝土的配制	308
		42.3 耐油混凝土的施工要点	309

第 43 章 防辐射混凝土	310	第 47 章 泡沫混凝土	359
43.1 防辐射混凝土的原材料选择	310	47.1 泡沫混凝土的分类与标记	359
43.2 防辐射混凝土配合比设计	312	47.2 泡沫混凝土原材料	360
43.3 防辐射混凝土的拌制及施工	315	47.3 泡沫混凝土的物理力学性能要求	361
第 44 章 再生骨料混凝土	316	47.4 泡沫混凝土配合比设计	362
44.1 再生骨料混凝土发展概况	316	47.5 泡沫混凝土施工工艺	367
44.2 再生骨料混凝土的骨料生产	317	第 48 章 水下不分散混凝土	368
44.3 再生骨料的质量要求	318	48.1 水下抗分散剂的种类及作用机理	368
44.4 再生骨料混凝土性能试验	323	48.2 水下不分散混凝土的性能	371
44.5 预拌再生骨料混凝土泵送技术	343	48.3 水下不分散混凝土的施工	374
第 45 章 大孔混凝土	347	48.4 水下不分散混凝土灌注桩	378
45.1 普通大孔混凝土	347	第 49 章 抗硫酸盐混凝土	381
45.2 轻骨料大孔混凝土	348	49.1 硫酸盐侵蚀混凝土的劣化机理	381
45.3 多孔植生(生态)混凝土	350	49.2 硫酸盐的腐蚀源	381
45.4 透水混凝土	352	49.3 硫酸盐侵蚀的影响因素	383
第 46 章 喷射混凝土	353	49.4 混凝土抗硫酸盐腐蚀性能的检测与 评价	387
46.1 混凝土喷射工艺	353	49.5 抗硫酸盐混凝土的配制	389
46.2 喷射混凝土原材料要求及配合比 设计	353	第 50 章 道路混凝土	391
46.3 喷射混凝土施工	355	50.1 混凝土路面的构造与要求	391
46.4 钢纤维喷射混凝土	356	50.2 混凝土路面材料要求	393
46.5 合成纤维喷射混凝土	357	50.3 路面混凝土配合比设计	396
46.6 喷射混凝土施工常见问题及处理	357	50.4 水泥混凝土路面的施工	400

第七篇 混凝土拌合物性能、质量通病及其防治

第 51 章 混凝土拌合物性能	405	第 52 章 混凝土质量通病及其防治	412
51.1 预拌混凝土工作性能的含义	405	52.1 裂纹	412
51.2 影响混凝土拌合物性能的因素	407	52.2 泌水及离析	419
51.3 预拌混凝土的可泵性	408	52.3 堵管	421
51.4 预拌混凝土拌合物流动性检验 方法	410	52.4 混凝土其他质量通病及其防治 措施	422

第八篇 混凝土冬期生产与施工

第 53 章 混凝土工程冬期施工的 定义和特点	427	54.2 混凝土冻害机理及危害	429
53.1 混凝土工程冬期施工的定义	427	54.3 混凝土早期受冻允许受冻临界强度	432
53.2 混凝土工程冬期施工的特点	427	第 55 章 混凝土冬期生产	434
第 54 章 冻害对混凝土性能的影响	429	55.1 冬期施工对原材料的要求	434
54.1 混凝土中水的形态及冻害的分类	429	55.2 冬期混凝土的搅拌及热工计算	435
		55.3 混凝土的搅拌、运输、泵送过程热工	

计算实例	438	56.1 冬期施工前的准备	442
55.4 搅拌站设备防冻、保温、测温	440	56.2 混凝土冬期施工要点	447
第 56 章 混凝土冬期施工	442		

第九篇 预拌砂浆

第 57 章 预拌砂浆的分类及标记	455	58.2 干混砂浆的技术要求	458
57.1 预拌砂浆的分类	455	第 59 章 预拌砂浆的生产	461
57.2 预拌砂浆的符号与标记	455	59.1 预拌砂浆的生产设施及技术要求	461
第 58 章 预拌砂浆的技术要求	458	59.2 预拌砂浆的原材料要求	462
58.1 湿拌砂浆的技术要求	458	59.3 预拌砂浆配合比设计	463

第十篇 质量管理体系

第 60 章 质量管理体系重要性及构成	471	63.1 运输车司机的培训	483
60.1 建立质量管理体系的重要性	471	63.2 车辆的合理调度	484
60.2 建立健全的检验与试验机构	471	第 64 章 混凝土泵送过程的质量控制	485
第 61 章 原材料选择和供应质量的保证	473	64.1 泵送前的准备工作	485
61.1 对合格分供方评审和选择的重要性	473	64.2 泵送	486
61.2 加强对进厂原材料的检验和管理	473	第 65 章 售前、售中、售后服务	488
第 62 章 搅拌过程的质量保证	476	65.1 供应混凝土前的技术准备	488
62.1 计量设备的精度保证	476	65.2 售中服务	489
62.2 生产前的组织准备	477	65.3 售后服务	489
62.3 混凝土生产的组织	479	第 66 章 销售合同的管理	491
第 63 章 运输过程的质量控制	483	66.1 合同的签订	491
		66.2 合同实施过程的管理	493
		66.3 销售人员的管理	493

第十一篇 新技术、新工艺、新材料及其他

第 67 章 新技术、新工艺、新材料简介	497	附录 E 混凝土耐久性试验方法简化表	536
第 68 章 其他	519	附录 F 试验与经验数据汇总	538
附录	525	附录 G 预拌混凝土碳化	542
附录 A 用户须知	525	附录 H 主要岗位作业指导书	544
附录 B 预拌混凝土冬期生产与施工措施	528	附录 I 补偿收缩混凝土无缝施工方案实例	550
附录 C 预拌混凝土工程冬期生产及施工热工计算	531	附录 J 混凝土拌合物自密实性能试验方法	561
附录 D 大体积混凝土施工方案	532	附录 K 试验室常用标准、规范（现行）	564
		参考文献	566

第一篇

»» 建站须知

第 1 章 预拌混凝土概述与生产

1.1 预拌混凝土概述

1.1.1 预拌混凝土发展简介

随着我国经济建设的不断发展和国家对环境保护要求的日益提高,我国预拌混凝土实现了工厂化生产、集中搅拌,采用机械化运输和泵送立体化作业发展模式。预拌混凝土已成为工程建设商品化和工业化的主要建筑材料。继 20 世纪北京开始采用预拌混凝土至今 40 多年,我国从东南沿海大城市到中部、西部地区中等城市,预拌混凝土生产企业和设备生产厂如雨后春笋般迅猛发展。预拌混凝土以其稳定的原材料供应、计算机的精确配料控制和强制拌和,以及快速的运输和浇筑方式,在加快工程进度和提高工程质量上起到了保证性作用。同时,集中搅拌改善了施工环境,减少了粉尘、污水和噪声对城市环境的影响。预拌混凝土发展大势所趋,不可阻挡。

1.1.2 预拌混凝土的生产特点

预拌混凝土的生产特点是:

- 1) 原材料来源渠道多,水泥检验周期长,质量控制风险大。
- 2) 产品出厂除流动性指标外,其他性能仅能以宏观肉眼检查,产品的物理力学和其他特殊要求的耐久性指标要滞后 28d 甚至更长时间才能得出,质量控制难度大,风险大。因此混凝土配合比必须留有一定的安全系数,而且应严格执行从原材料进厂到产品泵送全过程的质量控制。
- 3) 预拌混凝土仅仅是一种半成品,混凝土主体的质量还要受到环境(气温、风力、湿度)、运输(运输的时间、司机对混凝土运输过程中的质量维护)和施工(浇筑、振捣、养护等)等的影响,要做好针对用户的技术交底。
- 4) 预拌混凝土企业运输、泵送操作人员占企业总人数的 80% 以上,人员流动性大,人员素质参差不齐,管理难度大。因此要做好新员工上岗前的培训、员工的定期培训以及每日的班前培训。
- 5) 流动资金量大,混凝土原材料和设备、能源消耗占成本的比例大,目前市场供大于求,许多时候是先供货,28d 甚至更长时间回款,因此企业资金运转困难。有时不得不使用赊账材料,此时要严格把好质量关,防止不合格材料用于生产中。

基于上述特点,预拌混凝土生产企业的领导层要充分认识并高度重视企业管理,特别是质量管理,一定要建立完善的质量管理体系和经营管理体系。同时,还要搞好员工的全员培

训，不断提高全员素质，严格实行岗位责任制，奖优罚劣，尤其要注意提高技术队伍的素质，及时了解行业科技新动向，采用新技术、新材料，不断提高产品质量，降低生产成本。

1.2 预拌混凝土生产工艺和主要生产设备

1.2.1 预拌混凝土生产工艺流程

预拌混凝土生产工艺流程如图 1-1 所示。



图 1-1 预拌混凝土生产工艺流程

1.2.2 预拌混凝土搅拌站主要生产设备

年产 50 万 m³ 搅拌站设备及投资参考见表 1-1。

表 1-1 年产 50 万 m³ 搅拌站设备及投资参考

序号	设备名称	规格	单价	单位	数量	金额/万元
1	搅拌站	3 m ³	225	套	2	450
2	混凝土搅拌运输车	9 m ³	35	台	* 自定	约 1200
		12 m ³	40	台		
		15 m ³	50	台		
		18 m ³	56	台		
3	泵车	42m	255	台	2	510

(续)

序号	设备名称	规格	单价	单位	数量	金额/万元
4	泵车	46m	300	台	1	300
5	泵车	52m	370	台	1	370
6	车载泵	90m ³ /h	85	台	2	170
7	装载机(或铲车)	ZL50	30	台	2	60
8	电子汽车衡	150t	15	套	1	15
9	小型货车	130	6.0	台	1	6
10	办公用车			台	5	50
11	变压器	500KFA	50	套	1	50
12	全套试验设备			套	1	40
13	砂石分离机		15	套	1	14
14	GPS 卫星定位系统			每车	1	0.30
15	锅炉	4t	10	台	1	10
16	发电机组	350kW	12	套	1	12
17	深井泵	5.5kW	1.0	台	2	2
18	土建工程及管线			项	1	250
19	开盘费(材料备件)			项	1	750
合计						约 4300

注：搅拌站包括主机、3个300t筒仓、2个200t筒仓、皮带机、电子秤、控制柜、除尘设备和外加剂储罐等。

1.3 混凝土运输、泵送设备和能耗

1.3.1 搅拌站运输和泵送设备选择

搅拌站运输和泵送设备选择可参考下列原则：

- 1) 运输车容量尽量是搅拌机组每盘生产方量的整倍数。
- 2) 运输车宜选择较大容量的，其油耗低，如12m³车单方油耗为1.9L，而15m³车单方油耗为1.6L。但也要适当配备一些容量较小的运输车，以便在道路狭窄和运输清管水时用。
- 3) 运输车与泵送设备的比例大约是5:1。

1.3.2 搅拌站的综合能耗

搅拌站的综合能耗大约为：电耗1.8kW·h/m³；油耗2.4kg/m³；水耗190kg/m³。

1.3.3 各种车辆的平均油耗

各种车辆的平均油耗大约为：运输车2L/m³；车泵0.55L/m³；车载泵0.55L/m³；拖式泵：0.49L/m³。

1.3.4 搅拌站的节能降耗和减排措施

1) 搅拌站储水池、空压机室、外加剂储罐宜设置于地下。在搅拌站基础设计时, 可将搅拌楼基础、水泥筒仓基础连成一体, 同时将水和外加剂储罐、空压机室置于此上, 这样既可以减少施工用地, 又可使水和外加剂在冬季减少加热所需热能, 还可以减小空压机运行噪声对环境的影响。

2) 将水平上料皮带廊建在地下, 减少装载机上料时的爬坡量, 以减小其工作量, 同时降低油耗。

3) 根据天津保税区航保商品混凝土公司提供的资料, 采用电伴热可实现搅拌站各种管路的保温防冻。具体做法是: 管道电伴热保温将电能直接转化为热能, 使保温防冻系统自动控制其温度保持在允许范围内, 实现了对管道的主动性保温防冻, 主要应用于搅拌站冬季生产时对管路, 包括液体(水和减水剂)和气体(气路)管路的加热和保温。管道保温防冻的目的就是补充由于管道外壳内外温差引起的热散失。发热电缆管道保温防冻系统就是提供给管路损失的热量, 维持其温度基本不变。管道电伴热系统由发热电缆供电电源系统、管道防冰冻电缆加热系统和管道电伴热智能控制报警系统三部分组成。每根伴热电缆单元包括温控器、温度传感器、空气开关、交流越限报警隔离变速器、伴热电缆断路监测器、工作状态显示器、故障蜂鸣报警器及变压器等电路, 以便观察控制与调节电伴热工作情况。温度传感器安置在被加热的管道上, 可随时测量出其温度。温控器根据事先设定好的温度, 与温度传感器测出的温度比较, 通过伴热电缆控制箱内的空气开关与交流越限报警隔离变速器, 及时切断与接通电源, 以达到加热防冻的目的。

4) 电机变频和节电器。搅拌站上料皮带机电动滚筒功率较大, 而搅拌机连续运行一个生产循环一般需 170s, 其中皮带机滚筒空载 145s, 皮带滚筒负载持续率仅为 15%。皮带输送机空载损耗大, 无功功率低是搅拌站的共性问题。

天津保税区航保商品混凝土公司的节能措施是: 应用工业节电器解决功率因数低、无功损耗大的问题, 通过对皮带输送系统应用变频器进行时序控制, 解决皮带机空载无功损耗问题; 节电器采用并联式补偿技术进行节电, 将电力电子器件智能化集成, 组成内置的专用电压调节与能效优化软件, 自动识别和调节功率; 通过电感之间的电磁相互作用, 回收被彼此反相剩余的电流和无功功率, 有效提高功率因数。

变频驱动皮带机断续运行节电则是采用变频器驱动电动滚筒, 使原有滚筒星角启动连续运行控制系统, 变为变频器驱动软启动间断运行控制系统, 实现皮带间断运行。变频器大幅降低了滚筒的启动电流, 提高了电动滚筒的效率, 断续运行使整个系统大大缩短了运行时间, 节约电能。

5) 搅拌站在生产过程中形成的废弃混凝土拌合物的数量是可观的, 除利用砂石分离机进行分离外, 还可以利用废弃混凝土制作小型预制构件, 如路面砖、路沿石、植草砖、隔离墩等小构件。这些构件的模具简单、小型、成本低、操作方便。采用这种方法来消耗部分废弃的混凝土, 较进入砂石分离机能耗更低, 附加值更高。