

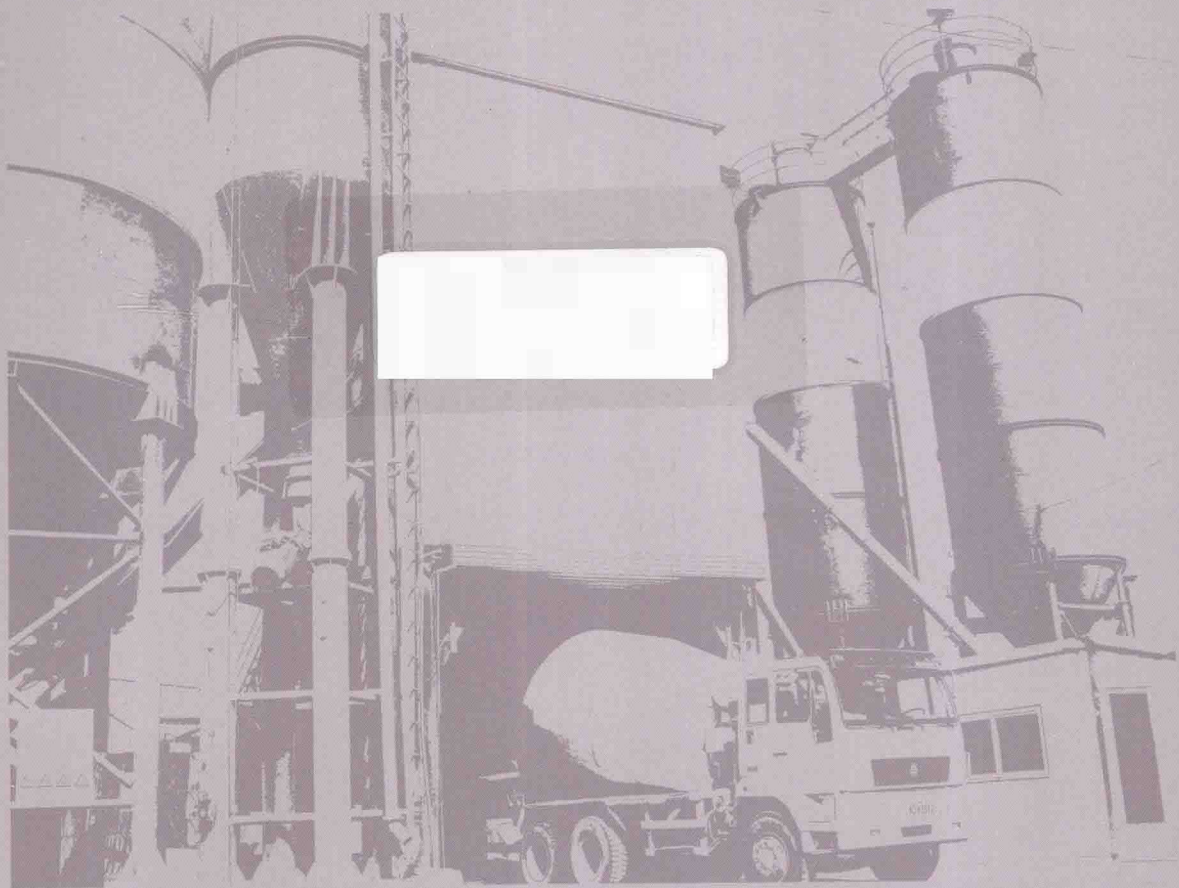


天津市科协资助出版

混凝土 搅拌站

实用技术

■ 戴会生 编著



中国建材工业出版社

天津市科协资助出版

混凝土搅拌站实用技术

戴会生 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土搅拌站实用技术/戴会生编著. —北京:
中国建材工业出版社, 2014. 8
ISBN 978-7- 5160-0818-8

I. ①混… II. ①戴… III. ①混凝土搅拌站—工业技
术 IV. ①TU642

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 092015 号

内 容 提 要

本书从介绍混凝土的基本常识入手, 主要结合混凝土搅拌站的工作实际, 说明原材料的来源、性能、现状及其对混凝土性能的影响, 提出生产过程中的质量控制措施, 对于一些质量问题, 有针对性地告知读者解决问题的途径。典型的案例及实践积累的数据和经验、教训, 多以第一手图片的形式展现, 具体形象, 指导性强; 从原材料进场, 到混凝土的质量售后服务, 阐述清晰, 可借鉴性强; 部分特殊性能的混凝土介绍也是作者的经验总结; 此外, 对混凝土生产和施工过程中存在的认识误区也进行了讨论。

本书内容丰富实用性强, 适合于混凝土搅拌站的技术和质量管理人员作为培训、学习材料, 也可供建设工程材料员、施工技术及管理人員、工程监理和质量监督人员参考。

混凝土搅拌站实用技术

戴会生 编著

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 21.5 彩插 1 印张

字 数: 536 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2014 年 8 月第 1 次

定 价: **79.80 元**



本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: [zgjcgybs](https://www.weixin.com/qz/zgjcgybs)

广告经营许可证号: 京西工商广字第 8143 号

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

序

难得见到这样一本实用性很强的混凝土技术和质量控制方面的书稿，而且是一本很有特点的书稿，从前言来看，就知道与众不同。混凝土搅拌站在我国数量众多，尤其是最近几年，数量激增，从业的混凝土技术人员也是越来越多，但其中少有人能够潜下心来写混凝土技术方面的专业书籍，并和同行们分享，戴会生是其中之一。

混凝土的原材料来源广泛，种类繁多，配制和生产技术也在逐步改进和更新，总是有新的材料出现，总是有新的技术尝试应用，总是有新的难题需要解决。戴会生把他十余年的经验进行了总结和整理，大多是他在搅拌站工作期间的经验积累。他很用心，把遇到的问题及时做了记录，并能够运用掌握的知识来解决问题，还保留了珍贵的一手资料，作为这个行业的技术人员来说，他做得不错。

混凝土作为世界上使用量最为大宗的建筑材料，其应用技术的研究和控制手段的实践在近百年的历史中从未停止过，先进的技术少不了在生产实践中的验证，戴会生在这方面做了不少工作，使理论与实践有了比较好的过渡和衔接。时至今日，混凝土在理论研究和实际应用中还存在很多的问题，包括配合比设计理论、材料影响规律、耐久性指标控制、施工工艺、养护措施以及缺陷修复等，在这本书中，作者提及了部分问题，同时也给出了部分成功的案例，读者朋友们可以参考和借鉴。这本书主要是针对搅拌站的应用技术来写的，其中不乏混凝土在原材料使用、生产过程控制和施工现场的质量控制内容，书中有不少的图片，都是作者亲手拍摄的，很直观。一些管控方法以及为防止质量问题发生而采取的措施都是很宝贵的经验，是工作在一线的同志们不错的参考资料。

细读书稿，不难发现作者对混凝土的热爱和对行业的关心，他希望把自己的经验送给大家，希望自己经历的教训不要在同行们身上再次发生，希望他的努力能够让从业的同志们受益，我还是有些感触的。在当今社会，这种责任感和务实的精神是难能可贵的。

对于一些探讨性的问题，戴会生提出了他的个人观点，我不做是与非的判定，“实践是检验真理的唯一标准”。混凝土技术发展到现在，每天都有新事物诞生，都会或多或少地对混凝土产生影响，应该在变化中寻找规律，面对问题，解决问题。

中国工程院院士



前 言

近几年，由于基础设施和城乡建设对混凝土的需求形成了一定的规模，混凝土搅拌站在各大城市获得了迅猛发展，同时也成为建筑施工企业和部分投资者趋之若鹜的行业，这些搅拌站大多为预拌混凝土，俗称商品混凝土或商混站。搅拌站的兴起带动了散装水泥的发展和工业废弃物的应用，集中、现代化的生产模式对提高混凝土工程质量和建筑施工效率大有裨益，值得推广，同时有必要进一步规范行业的健康发展。

我从2000年开始接触混凝土，2003年初，因为工作调动，进入搅拌站工作至今。在这十余年的工作当中，耳闻目睹和亲身经历了混凝土从原材料采购、进场检验、配合比设计、生产组织、开盘鉴定、出厂检验、运送、浇筑、售后跟踪的全过程，其中也不乏处理质量问题和纠纷。在搅拌站和混凝土施工现场度过了多少个不眠之夜已无从计算。深夜，电话铃声响起，驱车进站并往返于搅拌站与工地之间，切身感受披星戴月是再平常不过的事。有成功的喜悦，也有失败的惨痛，可能这就是有些砼人们戏称“商品混凝土”为“伤心混凝土”的缘故吧。铁打的营盘，流水的兵。由于频繁的员工入职和离职，就需要不断对新员工进行培训，但没有合适的教材，于是我开始着手编写。一个偶然的时机，我加入了QQ群——混凝土论坛，在那里，我听到了网友创作的一首名为《一路砼行》的群歌，朴实的歌词道出了搅拌站兄弟姐妹那份饱含辛酸的自豪之情。看着每天群中的新人咨询有关混凝土的问题，有棘手的，也有入门级的，更有反复询问一个问题的，我觉得应该有人写点东西给朋友们的。

作为天津市混凝土行业协会技术委员会的成员，我参与了混凝土行业的调研、评优活动和编写评价标准。有时也随天津市建设工程质量安全监督管理总队检查搅拌站的质量管理情况，看着越来越多的新人进入我们的砼人行列，他们渴望的是一份稳定的工作和一份说得过去的薪水，但苦于没有师傅来“传道、授业、解惑”，之所以这样，不光是有“教会徒弟，饿死师傅”的顾虑，其实还有个原因是“师傅也没有师傅”。我感到，真的应该写点东西了。

这几年，我在混凝土相关的期刊上发表了几篇论文，有关于混凝土技术的，也有混凝土搅拌站企业管理方面的，这些都是我的工作经历或者切身感受，可能有些同行们看了之后会有同感。这次在写书稿时，也收录了部分文章的内容。

我觉得我有十余年的混凝土从业经历是一笔财富，其中包括成功的经典案例和失败的教训。对于成功的案例，大家在什么场合都愿意拿出来炫耀一番，而对于失败的教训呢？恐怕也刻骨铭心吧，讳疾忌医不仅仅是当病人走进医院的时候。搞技术，管质量，需要的是脚能够踩到地的真实。我希望我成功的经验能够被朋友们分享，也希望那些失败的教训不要在朋友们身上重演，“沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春”，还需要有更多的砼人走进我们的行列，推动事业的发展 and 进步。

本书共包括 11 章内容，介绍了混凝土的组成材料、配合比设计、质量控制和质量缺陷的分析与预防、实用工具和质量教训实例，除了提供简单便捷的辨别、检验和解决方法之外，也摘选了 200 多幅图片，这些照片都是我在实际工作中积累下来的，方便新砼人有直观的认识，同时也可以让读者像看图画书一样接受我传递出的知识点。在当前大力提倡绿色环保，力推节能减排的大形势下，我也介绍了几种绿色生产和辅助技术。在附录中也补充了一些我做过的试验数据和编制的方案，还摘录了部分自认为对大家有帮助的参考资料，以便需要时看一看。

参与本书编写工作的人员包括：第 2 章第 1 节由冀东发展集团有限责任公司葛印军供稿，第 2 章第 2 节由田大萍编写，第 2 章第 5 节由天津宏辉科技发展有限公司的张恒志供稿，第 3 章由王博编写。

出版在即，首先要感谢的是多年来对我关爱有加的张锋总经理，在他的鼎力支持之下我才能完成书稿。利勃海尔机械（徐州）有限公司的邱松经理和杜非工程师，福建南方路面机械有限公司的郭新科经理，阜新市正和机械有限责任公司付松杰总经理和玄立东工程师，天津思齐软件有限公司的年四辉经理，深圳同成新材料科技有限公司李浩、罗钧耀，以及天津的刘亚柱、田镇、张洪涛、朱建忠、范国荣、吴长毅，成都的刘迎兵工程师，甘肃三远硅材料有限公司，天津正祥科技有限公司提供了部分技术资料，江苏博特新材料有限公司的毛良喜学长和张小冬经理，江苏省建筑科学研究院的洪锦祥博士，中国建筑科学研究院的周永祥和韦庆东副研究员，中交一航局四公司的常绍杰经理，济南大学的刘世权老师和刘福田老师给予了帮助，航保混凝土公司的多名同事帮我摘录参考文献，她们是李雅芳、程青、王维、吴玉兰、陆佳、杨森，中交一航局四公司的领导以及天津市混凝土行业协会的领导也给予了大力支持，中国建筑业协会混凝土分会顾问闻德荣高工对书稿提出了修改意见和建议，在此一并致谢。

本书在编写的过程中参考和引用了混凝土界前辈们以及部分单位、专家学者和砼人们的著作或论文，中国建筑材料科学研究总院赵顺增教授和北京灵感科技发展有限公司朱效荣高工给予指导和支持，张哲明、吴学安和黄振兴总工都是在我一个求援电话之后马上 e-mail 给我一手资料的，在此表示衷心的感谢。引文出处在书后的参考文献中列举不一定齐全，还请见谅。

另外需要特别鸣谢的是祁翠薇女士，她为我完成书稿创造了诸多的便利条件，爱女戴祁傲然小朋友也是我起早贪晚撰写书稿的动力源泉，谢谢了！

由于我的水平有限，个人经历不足，掌握的资料不全，书中的错误和不妥之处在所难免，恳请行业专家和砼学们给予批评指正，并希望提出宝贵意见，帮助我改进。个人邮箱：sirdongli@126.com。

谨以此书献给热爱混凝土事业的同志们！

戴会生

2014 年 6 月于天津滨海

目 录

第 1 章 混凝土的基本知识	1
1.1 相关的名词和术语	1
1.2 有关标准的知识	4
1.3 有关计量的知识	6
第 2 章 混凝土原材料	8
2.1 水泥	8
2.2 粉煤灰.....	18
2.3 磨细矿渣粉.....	27
2.4 硅灰.....	33
2.5 外加剂.....	35
2.6 骨料.....	42
2.7 水.....	48
第 3 章 混凝土配合比设计	49
3.1 普通混凝土配合比设计.....	50
3.2 特殊混凝土配合比设计.....	62
第 4 章 试验和检验	74
4.1 原材料检验.....	74
4.2 混凝土试验和检验.....	77
4.3 数据处理.....	80
4.4 资料管理.....	82
第 5 章 生产过程质量控制	85
5.1 材料入库.....	85
5.2 配合比选用.....	87
5.3 开盘鉴定和过程控制.....	87
5.4 配合比调整.....	89
5.5 冬季生产.....	92
5.6 出厂检验.....	94
5.7 运输环节质量控制.....	95
5.8 交货环节质量控制.....	97
第 6 章 绿色生产及辅助技术	102
6.1 电伴热	102
6.2 节电器	102
6.3 电机变频	103

6.4	砂石分离和浆水回收应用	103
6.5	小型构件制作	116
6.6	地垄结构骨料仓	117
6.7	预湿骨料	118
6.8	铁尾矿应用	120
6.9	再生骨料应用	126
6.10	集中除尘	131
6.11	罐车安装收集袋	132
6.12	地源热泵中央空调系统	133
第7章	生产设备技术	135
7.1	设备的保养	135
7.2	常见故障及排除	149
7.3	计量	155
7.4	生产设备安全操作注意事项	161
7.5	日常保养维护巡检项目	161
第8章	质量问题分析及解决措施	163
8.1	裂缝	163
8.2	坍落度/扩展度	174
8.3	亏方	176
8.4	表面硬壳	181
8.5	起砂	181
8.6	凝时异常	185
8.7	表面长白毛	187
8.8	表面绿斑	188
8.9	砂线	192
8.10	气泡多	193
8.11	泵送混凝土堵管	196
8.12	胶凝材料与外加剂的适应性	198
8.13	空鼓	203
8.14	水波纹	204
第9章	混凝土质量教训案例分析	206
9.1	要点：混凝土分离机分离出的材料应分类存放	206
9.2	要点：地面混凝土掺加的外加剂中缓凝组分应尽量减少	207
9.3	要点：外加剂与胶凝材料适应性试验很重要	207
9.4	要点：混凝土搅拌运输车上严禁携带外加剂	207
9.5	要点：低温季节，注意提醒施工方对混凝土及时苫盖和保温	208
9.6	要点：磨细矿粉不宜用于地面或面层混凝土中	208
9.7	要点：监测混凝土含气量，随时调整外加剂配方	208
9.8	要点：操作平台上标志应清晰、明确	208

9.9	要点：冬期施工的实体检测应在满足 $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 条件后进行	209
9.10	要点：外加剂经常成为凝时延长异常的主要因素	209
9.11	要点：温度影响成为混凝土泵损的主要原因	210
9.12	要点：混凝土滞后泌水问题产生原因及解决办法	210
9.13	要点：外加剂缓凝组分造成混凝土硬壳	211
9.14	要点：材料中的杂物造成混凝土缺陷	211
9.15	要点：掺合料成为混凝土质量事故的根源	212
第 10 章	实用工具	217
10.1	计算器	217
10.2	Excel	218
10.3	ERP	234
10.4	BDS 或 GPS 车辆定位系统	238
第 11 章	有必要探讨的几个问题	240
11.1	水泥用量该怎么定？	240
11.2	海砂不能用于混凝土吗？	245
11.3	外加剂的减水率越高越好，掺量越低越好吗？	246
11.4	聚羧酸系外加剂的性能一定优于萘系吗？	247
11.5	掺加防冻剂的混凝土一定不会受冻吗？	252
11.6	普遍采用后掺外加剂的方法来流化混凝土，正常吗？	254
11.7	膨胀剂到底有没有用？	255
11.8	在外加剂的应用方面，搅拌站与供货商存在哪些认识误区？	257
11.9	什么是高性能混凝土？	258
11.10	混凝土的凝结时间该怎么理解？	259
11.11	大坍落度就便于泵送吗？	260
11.12	不合格品如何处理？	260
11.13	试件不合格是否代表混凝土质量不合格？	261
11.14	混凝土评定合格代表什么？	264
11.15	回弹法引起质疑的原因是什么？	264
11.16	预拌混凝土质量责任如何划分？	266
11.17	异常数据不应被忽视	267
附录 1	搅拌站采用标准、规范一览表	268
附录 2	混凝土膨胀剂和掺膨胀剂的混凝土膨胀性能快速试验方法	271
附录 3	图解说明现场检测补偿收缩混凝土限制膨胀率的方法和仪器	272
附录 4	天津航保混凝土公司碎卵石混凝土系列配合比试验数据	277
附录 5	搅拌站试验器具自检规程	287
附录 6	搅拌站冬期生产方案	318
附录 7	天津市混凝土生产企业综合评价标准（节选）	324
	参考文献	332

第 1 章 混凝土的基本知识

1.1 相关的名词和术语

1.1.1 混凝土用原材料相关的部分

(1) 水泥。凡细磨成粉末状，加入适量水后，可成为塑性浆体，既能在空气中硬化，又能在水中硬化，并能把砂、石等材料牢固地胶结在一起的水硬性胶凝材料。

(2) 通用硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料和适量的石膏以及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料。

(3) 硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、不大于 5% 的石灰石或粒化高炉矿渣以及适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

(4) 普通硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、大于 5% 且不大于 20% 的混合材料和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，代号 P·O。

(5) 矿渣硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、大于 20% 且不大于 70% 的粒化高炉矿渣和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，代号 P·S。

(6) 火山灰质硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、大于 20% 且不大于 40% 的火山灰质混合材和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，代号 P·P。

(7) 粉煤灰硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、大于 20% 且不大于 40% 的粉煤灰和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，代号 P·F。

(8) 复合硅酸盐水泥。由硅酸盐水泥熟料、大于 20% 且不大于 50% 的两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，代号 P·C。

(9) 中热硅酸盐水泥。由适当成分的硅酸盐水泥熟料，加入适量石膏，磨细制成的具有中等水化热的水硬性胶凝材料，代号 P·MH。

(10) 快硬硫铝酸盐水泥。由适当成分的硫铝酸盐水泥熟料和少量石灰石、适量石膏，共同磨细制成的具有高早期强度的水硬性胶凝材料。

(11) 骨料。在混凝土或砂浆中起骨架和填充作用的岩石颗粒等粒状松散材料。

(12) 粗骨料。粒径大于 4.75mm 的骨料。

(13) 细骨料。粒径小于等于 4.75mm 的骨料。

(14) 碎石。由天然岩石经破碎、筛分得到的粒径大于 4.75mm 的岩石颗粒。

(15) 卵石。由自然条件作用而形成的表面较光滑的、经筛分后粒径大于 4.75mm 的岩石颗粒。

(16) 碎卵石。由较大的卵石经机械破碎、筛分制成的粒径大于 4.75mm 的岩石颗粒。

(17) 天然砂。由自然条件作用形成的、粒径小于等于 4.75mm 的岩石颗粒。

- (18) 人工砂。由岩石（不包括软质岩、风化岩石）经除土开采、机械破碎、筛分制成的，粒径小于等于 4.75mm 的岩石颗粒。
- (19) 混合砂。由天然砂和人工砂按一定比例混合而成的砂。
- (20) 轻骨料。堆积密度不大于 1200kg/m³ 的骨料。
- (21) 人造轻骨料。采用无机材料经加工制粒、高温焙烧而制成的轻骨料。
- (22) 天然轻骨料。由火山爆发形成的多孔岩石经破碎、筛分而制成的轻骨料。
- (23) 工业废渣轻骨料。由工业副产品或固体废弃物经破碎、筛分而制成的轻骨料。
- (24) 高强轻骨料。密度等级 600、700、800、900，筒压强度和强度标号对应达到 4.0MPa 和 25、5.0MPa 和 30、6.0MPa 和 35、6.5MPa 和 40 的粗骨料。
- (25) 再生骨料。利用废弃混凝土或碎砖等生产的骨料。
- (26) 矿物掺合料。以硅、铝、钙等的一种或多种氧化物为主要成分，具有规定细度，掺入混凝土中能改善混凝土性能的粉体材料。
- (27) 粉煤灰。从煤粉炉烟道气体中收集的粉体材料。
- (28) 粒化高炉矿渣粉。从炼铁高炉中排出的，以硅酸盐和铝硅酸盐为主要成分的熔融物，经淬冷成粒后粉磨所得的粉体材料。
- (29) 硅灰。在冶炼硅铁合金或工业硅时，通过烟道排出的粉尘，经收集得到的以无定形二氧化硅为主要成分的粉体材料。
- (30) 复合矿物掺合料。两种或两种以上矿物掺合料按一定比例复合形成的粉体材料。
- (31) 外加剂。在混凝土搅拌之前或拌制过程中加入的、用以改善新拌混凝土和（或）硬化混凝土性能的材料。
- (32) 普通减水剂。在保持混凝土坍落度基本相同的条件下，能减少拌合用水的外加剂。
- (33) 高效减水剂。在混凝土坍落度基本相同的条件下，能大幅度减少拌合用水的外加剂。
- (34) 早强减水剂。兼有早强和减水功能的外加剂。
- (35) 缓凝减水剂。兼有缓凝和减水功能的外加剂。
- (36) 缓凝高效减水剂。兼有缓凝功能和高效减水功能的外加剂。
- (37) 引气减水剂。兼有引气和减水功能的外加剂。
- (38) 早强剂。加速混凝土早期强度发展的外加剂。
- (39) 缓凝剂。延长混凝土凝结时间的外加剂。
- (40) 引气剂。在混凝土搅拌过程中能引入大量均匀分布的、闭合和稳定的微小气泡的外加剂。
- (41) 泵送剂。能改善混凝土拌合物泵送性能的外加剂。
- (42) 防水剂。能提高水泥砂浆和混凝土抗渗性能的外加剂。
- (43) 防冻剂。能使混凝土在负温下硬化，并在规定时间内达到足够防冻强度的外加剂。
- (44) 混凝土防冻泵送剂。既能使混凝土在负温下硬化，并在规定养护条件下达到预期性能，又能改善混凝土拌合物泵送性能的外加剂。
- (45) 混凝土膨胀剂。与水泥、水拌合后经水化反应生成钙矾石、氢氧化钙或钙矾石和氢氧化钙，使混凝土体积膨胀的外加剂。
- (46) 阻锈剂。能抑制或减轻混凝土中钢筋锈蚀的外加剂。

(47) 混凝土抗硫酸盐类侵蚀防腐剂。在混凝土搅拌时加入的用于抵抗硫酸盐、盐类侵蚀性物质作用，提高混凝土耐久性的外加剂，简称抗硫酸盐类侵蚀防腐剂。

(48) 增强料。用于改善粗骨料和胶结料的粘结性能，提高透水水泥混凝土强度的添加剂。

(49) 混凝土用水。混凝土拌合用水和混凝土养护用水的总称。

(50) 再生水。污水经适当再生工艺处理后，成为具有使用功能的水。

1.1.2 混凝土种类相关的部分

(1) 混凝土。以水泥、骨料和水为主要原材料，也可加入外加剂和矿物掺合料等材料，经拌合、成型、养护等工艺制作的，硬化后具有强度的工程材料。

(2) 普通混凝土。干表观密度为 $2000\sim 2800\text{kg/m}^3$ 的混凝土。

(3) 轻骨料混凝土。用轻粗骨料、轻砂或普通砂等配制的干表观密度不大于 1950kg/m^3 的混凝土。

(4) 素混凝土。无筋或不配置受力钢筋的混凝土。

(5) 钢筋混凝土。配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土。

(6) 预应力混凝土。由配置受力的预应力钢筋通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土。

(7) 高强混凝土。强度等级不低于 C60 的混凝土。

(8) 自密实混凝土。无需外力振捣，能够在自重作用下流动密实的混凝土。

(9) 预拌混凝土。在搅拌站生产的、在规定时间内运至使用地点、交付时处于拌合物状态的混凝土。

(10) 泵送混凝土。可在施工现场通过压力泵及输送管道进行浇筑的混凝土。

(11) 大体积混凝土。体积较大的、可能由水泥水化热引起的温度应力导致有害裂缝的结构混凝土。

(12) 清水混凝土。直接以混凝土成型后的自然表面作为饰面的混凝土。

(13) 泡沫混凝土。通过机械方法将泡沫剂在水中充分发泡后拌入胶凝材料中形成泡沫浆体，经养护硬化形成的多孔材料。

(14) 补偿收缩混凝土。采用膨胀剂或膨胀水泥配制，产生 $0.2\sim 1.0\text{MPa}$ 自应力的混凝土。

(15) 合成纤维混凝土。掺加合成纤维作为增强材料的混凝土。

(16) 钢纤维混凝土。掺加短钢纤维作为增强材料的混凝土。

(17) 透水水泥混凝土。由粗骨料及水泥基胶结料经拌合形成的具有连续孔隙结构的混凝土。

(18) 露骨透水水泥混凝土。粗骨料表面包裹的水泥基胶结料在终凝前经水冲洗后，表层粗骨料露出本色原型的透水水泥混凝土。

(19) 钢管混凝土。钢管与灌注其中的混凝土的总称。

(20) 防辐射混凝土。采用特殊的重骨料配制的能够有效屏蔽原子核辐射和中子辐射的混凝土。

(21) 海砂混凝土。细骨料全部或部分采用海砂的混凝土。

1.1.3 混凝土性能相关的部分

(1) 龄期。自加水搅拌开始，混凝土所经历的时间，按天或小时计。

(2) 等效龄期。混凝土在养护期间温度不断变化，在这一段时间内，其养护的效果与在标准条件下养护达到的效果相同时所需的时间。

(3) 混凝土强度。混凝土的力学性能，表征其抵抗外力作用的能力。一般所说的混凝土强度是指混凝土立方体抗压强度。

(4) 受冻临界强度。冬期浇筑的混凝土在受冻以前必须达到的最低强度。

(5) 成熟度。混凝土在养护期间养护温度和养护时间的乘积。

(6) 混凝土抗冻标号。用慢冻法测得的最大冻融循环次数来划分的混凝土的抗冻性能等级。

(7) 混凝土抗冻等级。用快冻法测得的最大冻融循环次数来划分的混凝土的抗冻性能等级。

(8) 抗硫酸盐等级。用抗硫酸盐侵蚀试验方法测得的最大干湿循环次数来划分的混凝土抗硫酸盐侵蚀性能等级。

(9) 透水系数。表示透水水泥混凝土透水性能的指标。

(10) 混凝土碱骨料反应。混凝土中的碱（包括外界渗入的碱）与骨料中的碱活性矿物成分发生化学反应，导致混凝土膨胀开裂等现象。

(11) 碱含量。混凝土及其原材料中碱物质的含量，用 Na_2O 合计当量表达，即当量 $\text{Na}_2\text{O}=\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$ 。

1.2 有关标准的知识

为了在一定的范围内获得最佳秩序，对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件，称为标准。按照标准化对象，通常把标准分为技术标准、管理标准和工作标准三大类。

技术标准是指对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制成的标准。技术标准包括基础技术标准、产品标准、工艺标准、检测试验方法标准、安全标准、卫生标准及环保标准等。管理标准是指对标准化领域中需要协调统一的管理事项所制定的标准。管理标准包括管理基础标准、技术管理标准、经济管理标准、行政管理标准、生产经营管理标准等。

从世界范围来看，标准分为国际标准（如 ISO 标准）、区域性标准（如欧盟 EN 标准）、国家标准（如中国 GB 标准、英国 BS 标准）、行业标准（如我国建工 JG 标准、建材 JC 标准）、地方标准与企业标准。《中华人民共和国标准化法》将我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准与企业标准。我国的国家标准由国务院标准化行政主管部门制定；行业标准由国务院有关行政主管部门制定；地方标准由省、自治区和直辖市标准化行政主管部门制定；企业标准由企业自己制定。行业标准报国务院标准化行政主管部门备案，地方标准报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案，企业的产品标准报当地政府标准化行政主管部门和有关行政主管部门备案。

具有法律属性，在一定范围内通过法律、行政法规等手段强制执行的标准是强制性标

准，其他标准是推荐性标准。推荐性标准又称为非强制性标准或自愿性标准，这类标准不具有强制性，任何单位均有权决定是否采用，违犯这类标准，不构成经济或法律方面的责任。推荐性标准一经接受并采用或各方商定同意纳入经济合同中，就成为各方必须共同遵守的技术依据，具有法律上的约束性。已有国家标准、行业标准和地方标准的产品，原则上企业不必再制定企业标准，一般只要贯彻上级标准即可。

1.2.1 混凝土有关标准和规程

1.2.1.1 产品标准

大部分有关混凝土的标准属于产品标准，一般主要内容包括：①产品分类；②技术要求；③试验方法；④检验规则；⑤标志、包装、运输、贮存。如《预拌混凝土》（GB/T 14902）就属于推荐性国家标准中的产品标准。

我国大部分产品标准都把检验统一为型式检验与出厂检验两类。所有产品标准中，均应规定出厂检验的规则和试验项目，而对型式检验（例行检验），则在产品标准中应明确其进行的条件、规则和试验项目。一般来说，型式检验是对产品各项质量指标的全面检验，以评定产品质量是否全面符合标准，是否达到全部设计质量要求。出厂检验是对正式生产的产品在交货时必须进行的最终检验，检查交货时的产品质量是否具有型式检验中确认的质量。产品经出厂检验合格，才能作为合格品交货。出厂检验项目是型式检验项目的一部分。

1.2.1.2 检测与试验方法标准

检测、试验方法标准是以产品性能与质量方面的检测、试验方法为对象而制定的标准。包括两方面的内容：①对检测或试验的原理、类别、抽样、取样、操作和精度要求等方面的统一规定；②对所用仪器、设备、检测或试验条件、方法、步骤、数据计算、结果分析、合格标准及复验规则等方面的统一规定。

涉及混凝土所使用的原材料性能和混凝土拌合物以及硬化之后的性能检测都有相应的检测方法和规程。如：《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ 52）、《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》（GB/T 50080）及《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》（GB/T 50082）等。

1.2.1.3 工程建设标准

工程建设标准是对基本建设中各类工程的勘察、规划、设计、施工、安装、验收等需要协调统一的事项所制定的标准。

用于工程中的混凝土除必须满足产品标准外，有时还必须符合有关的设计规范、施工及验收规范（或规程）等的规定，这些规范大多属于工程建设标准，如《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046）、《大体积混凝土施工规范》（GB 50496）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）等，这些标准对混凝土还有特殊的规定。例如《粉煤灰混凝土应用技术规范》（GB/T 50146—2014）属于工程建设标准，而《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T 1596—2005）则属于产品标准，通常工程建设标准包含的内容更多。

1.2.2 与混凝土有关的标准代号

与混凝土有关的部分标准代号见表 1-1。

表 1-1 与混凝土有关的标准代号一览表

代号	含 义	管理部门
GB	中华人民共和国强制性国家标准	国家标准化管理委员会
GB/T	中华人民共和国推荐性国家标准	国家标准化管理委员会
CJ	城镇建设	住房和城乡建设部标准定额司
HJ	环境保护	环境保护部科技标准司
JG	建筑行业	住房和城乡建设部标准定额司
JC	建材	中国建筑材料联合会标准质量部
JT	交通	交通运输部科教司
YB	黑色冶金	中国钢铁工业协会科技环保部
TB	铁路运输	交通运输部国家铁路局科技与法制司
SL	水利	水利部科教司
DB*	中华人民共和国强制性地方标准代号	省级质量技术监督局
DB*/T	中华人民共和国推荐性地方标准代号	省级质量技术监督局
Q#	中华人民共和国企业产品标准	企业

注：*表示省级行政区划代码前两位，如：天津为 29，广东为 15；#表示企业代号。

1.3 有关计量的知识

1.3.1 计量的定义

根据国家计量技术规范《通用计量术语及定义》(JJF 1001—2011)，计量是指实现单位统一、量值准确可靠的活动，包括科学技术上的、法律法规上的和行政管理上的一系列活动。计量属于国家的基础事业，其不仅为科学技术、国民经济和国防建设的发展提供技术基础，而且有利于最大程度地减少商贸、医疗、安全等诸多领域的纠纷，维护消费者权益。

计量检定的目的是为了规范仪器设备量值溯源管理，保证仪器设备达到使用所要求的计量特性，保证其量值溯源到国家基准或国际基准。检定工作应委托有资质的计量检定机构进行。

《中华人民共和国计量法》第九条明确规定：“县级以上人民政府计量行政部门对社会公用计量标准器具，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面的列入强检目录的工作计量器具，实行强制检定。未按规定申请检定或者检定不合格的，不得使用。”根据这条规定，又制订了《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》，国务院计量行政部门根据该办法和《中华人民共和国强制检定的工作计量器具目录》，制定强制检定的工作计量器具的明细目录，而校准的对象是属于强制性检定之外的测量装置。我国非强制性检定的测量装置，主要指在生产和服务提供过程中大量使用的计量器具，包括进货检验、过程检验和最终产品检验所使用的计量器

具等。

1.3.2 计量名词术语

(1) 检定：查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，它包括检查、加标记和（或）出具检定证书。

(2) 校准：在规定条件下，为确定计量器具示值误差的一组操作。

(3) 自校：在计量系统称“内校”，是企业根据自身计量溯源需要，依照企业内部相关技术标准或其他技术规范，由具备资格的计量检定人员完成的一种计量溯源操作。

(4) 量具的标称值：标注在量具上用以标明其特性或指导其使用的量值。

(5) 计量器具的示值：由计量器具所指示的被测量值。

(6) 标尺的分度值：两个相邻标尺标记所对应的标尺值之差。

(7) 量程：标称范围的上下限之差的值。

(8) 测量范围：使计量器具的误差处于允许极限内的一组被测量值的范围。计量器具所能测量的最小尺寸与最大尺寸之间的范围被称作该测量器具的测量范围。

1.3.3 计量方式的区别

检定是一种法律行为，检定主体是政府所属的法定计量检定机构或授权机构。检定是一种符合性检查，检定结果中不一定包含有测量数据。强检由政府计量行政部门直接管理，非强检则由使用单位依法自主管理。强检的送检渠道一般是固定的，非强检则具有灵活性，使用单位可以自由送检，自求溯源。强检的检定周期由执行强检的技术机构确定；非强检器具的使用单位可以在计量检定规程允许的范围内自行规定。强检与非强检，就其规范的属性来说，两者均具有强制性，只是强制的程度有所不同。检定与校准的区别见表 1-2。

表 1-2 检定与校准的区别

序号	项目	检 定	校 准
1	效力	具有法制性，属政府执行行为	不具有法制性，属企业技术行为
2	依据	检定规程	校准规范，也可是检定规程或校验方法，国家、地区、部门、企业均可制定
3	内容	全面确定计量特征，判别合格性	仅确定示值误差，不判别合格性
4	证件	合格：检定证书（合格级别）；不合格：检定结果通知书	校准证书，给出示值误差值和校准不确定度
5	背景	法制计量要求	技术计量要求
6	应用	按规程规定的允许误差限考虑不确定度	按校准不确定度考虑不确定度

1.3.4 计量方式的选择

当对计量溯源结果有结论性要求，且有条件开展检定工作时，建议采用检定。当需要计量溯源结果的偏离或可信区间，且有条件开展校准工作时，建议采用校准。当检定、校准等其他溯源方式无法实现或其缺乏经济合理性，且自身能够实现溯源时，建议采用自校。

第2章 混凝土原材料

2.1 水泥

水泥作为一种重要的建筑材料，广泛应用于道路桥梁、机场跑道、海港码头、涵洞隧道以及居家住宅，对我们的生活时刻发挥着重要作用。水泥的生产工艺变革经历了一个漫长的历史发展过程。早在新石器时代的仰韶文化时期，我们的祖先就懂得用“白灰面”涂抹山洞，至公元前7世纪，开始出现了石灰，在公元5世纪的南北朝时期，出现了一种名叫“三合土”的建筑材料；而埃及人用石灰砂浆建造金字塔，罗马人用“罗马砂浆（石灰、火山灰、砂子的混合物）”建造罗马圆形大剧场及著名的众神庙和古壁石道，这些都是水泥发展的初级形态。1824年10月21日，英国利兹（Leeds）城的泥水匠阿斯普丁（J. Aspdin）获得英国第5022号的“波特兰水泥”专利证书，从而成为公认的水泥发明人，他创造了世界上第一台煅烧水泥的工业窑炉，该窑炉是干法静止间歇式圆筒型自然通风的普通立窑，标志着水泥进入工业化生产时代。由于该水泥水硬化后的颜色类似英国波特兰岛地区建筑用石料的颜色，所以被称为“波特兰水泥”。

水泥的生产工艺经历了干法卧式回转窑、湿法回转窑、机械化立窑、立波尔窑等阶段，但这些生产工艺存在能耗高、质量差或生产效率低的问题。为了进一步解决这些问题，在19世纪30年代至80年代期间，悬浮预热分解技术逐步发展成熟，该技术具有热耗低、产量高、质量稳定的特点，从而被称为新型干法水泥技术。

中国水泥生产技术水平随着时代的进步而不断提高，由低到高大致分为立窑、湿法回转窑、日产2000吨熟料预分解窑新型干法和日产5000吨熟料预分解窑新型干法等4个层次。我国的新型干法水泥以1985年1月投产的唐山冀东水泥厂（冀东水泥集团的前身）4000吨/天生产线和1985年4月投产的安徽宁国水泥厂（海螺水泥集团的前身）4000吨/天生产线为标志，新型干法水泥产业进入了快速发展的阶段，形成了多家大型水泥企业。我国近十余年来新型干法水泥产业发展迅猛，立窑等落后水泥产能除极个别地区外已基本淘汰。

由于目前我国绝大部分搅拌站使用的水泥为硅酸盐系列水泥，因此其他如铝酸盐水泥及硫铝酸盐等第二和第三系列水泥不再赘述。

水泥作为建筑材料，其只是一个半成品，水泥的物理性能更多地是通过混凝土来实现的。作为混凝土的主要材料，水泥对混凝土的性能起着主导作用，其质量的重要性不言而喻。然而对不同的水泥企业而言，受生产原燃材料、工艺设备条件、员工素质等多种因素影响，并且作为水泥企业其本身追求的目标是效益最大化，因此必然要尽可能地使用价格低廉的原燃材料，尽可能地增加混合材的掺量以降低成本和增加效益，其质量必然会产生波动，水泥质量的这种波动从原燃材料开始经过整个生产过程中的累次叠加，到后续混凝土施工过