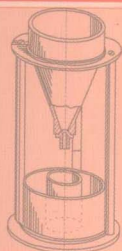
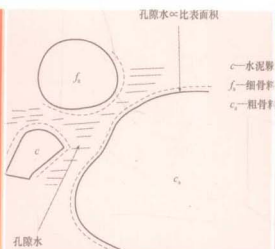


混凝土配合比设计、 质量控制与规范

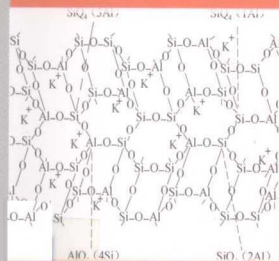
CONCRETE MIX DESIGN, QUALITY CONTROL AND SPECIFICATION

3rd Edition

[澳]肯 W. 戴力 著
曾力 译



世界混凝土最新技术译著



混凝土配合比设计与质量控制程序免费下载
WWW.kenday.id.au

中国建材工业出版社

混凝土配合比设计、质量控制与规范

Concrete Mix Design, Quality Control
and Specification (3rd Edition)

[澳] 肯 W·戴 著
曾 力 译



中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土配合比设计、质量控制与规范 / (澳) 戴著; 曾力译. —北京:
中国建材工业出版社, 2011. 10
ISBN 978-7-5160-0045-8

I. 混… II. ①戴… ②曾… III. ①混凝土—配合料—比例
IV. ①TU528. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 204291 号

版 权 声 明

Concrete Mix Design, Quality Control and Specification (3rd Edition)

ISBN13: 978-0-415-39313-3 (hbk)

ISBN13: 978-0-203-96787-4 (ebk)

Authorized translation from English language edition published by Taylor & Francis, part of Taylor & Francis Group LLC; All rights reserved; 本书原版由泰勒弗朗西斯出版集团旗下的 Taylor & Francis 出版公司出版, 并经其授权翻译出版。版权所有, 侵权必究。

China building Materials Industry Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for Sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. 本书中文简体翻译版权由中国建材工业出版社独家出版并在在中国内地销售。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

混凝土配合比设计、质量控制与规范

Concrete Mix Design, Quality Control and Specification (3rd Edition)

[澳] 肯 W·戴 著

曾 力 译

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: 710mm × 1000mm 1/16

印 张: 20.5

字 数: 384 千字

版 次: 2011 年 10 月第 1 版

印 次: 2011 年 10 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-5160-0045-8

著作权合同登记图字: 01-2011-6449

定 价: 58.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn

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

译者的话

Ken W. Day 教授一生大部分时间致力于混凝土质量控制方面的研究工作，已在该领域取得了卓有成效的成果。《混凝土配合比设计、质量控制及规范》是 Ken W. Day 教授在该领域的代表作之一，其内容不仅对现今混凝土技术，而且对未来都具有重要的影响意义，书中所持的许多观点对混凝土质量控制的发展具有很好地帮助和启发。本书经过作者的不断完善已是第三次出版，涉及内容丰富、新颖，可供从事混凝土行业工作的广大读者参阅。

本书由武汉大学曾力翻译，同时参加本书翻译工作的还有蒋睿、张艳花、高珍、刘志栋及陈霞等，在本书的翻译出版过程中，得到了武汉大学刘数华博士的帮助，在此表示感谢。

由于译者水平有限，难免有不当之处，敬请读者批评指正。

曾 力

2011 年 8 月于武汉大学

致 谢

本书第三版是在前两版的基础上修订完成的，在此仍希望不要忘记那些曾帮助过我的人，因此第二版的致谢在此全部刊出。

2001 年，在我第一个美国客户、时任 Maricopa 总经理的 Dave Hudder 鼓励下，我将混凝土咨询公司卖给了 Maricopa Readymix。感谢他让我认识到混凝土咨询公司在美国的价值，并让我以享受半退休生活的方式周游世界来宣传我的观念。

在 Dave 离开 Maricopa 时，又把混凝土咨询公司卖给了 Command Alkon。对此我非常高兴，因为该公司是大型、全球性配料系统供应商的理想选择。到 2004 年底，尽管我对新混凝土咨询公司没起多大作用，但仍感谢他们让我继续做兼职顾问。

我永远不会忘记 Maricopa 的技术经理 Don Bain 所起的作用。在 2000 年初期，他是最早推荐 Dave Hudder 收购混凝土咨询公司的人，收购混凝土咨询公司使 Maricopa 得以进一步发展壮大，并建立其在美国的影响力。而且，Don Bain 在 Maricopa 停留了一段时间来帮助 Command Alkon 进行市场的初期运作。非常感谢他对本书撰写做出的贡献。

Andrew Travers 作为混凝土咨询公司的执行总裁一直以来付出了巨大的心血。现在公司的未来取决于他马不停蹄地环球推销和安装 ConAd 系统。不管是多么想参与编写，也不管所编写内容是多么的受欣赏，不幸的是他太忙了，以至无法参与本书的创作，但愿下一版他会。

遗憾的是失去了两个有很大贡献的参与者。一个是被称为澳大利亚 Don Bain 的 Dan Leacy，但不幸英年早逝；另一个是 Michael Shallard，在还年轻时就得重病退休了，从而失去了计算机专业知识方面的帮助。我永远不会忘记他们。

近年来，在我的电子邮箱里充溢着许多给予我陌生领域帮助的人，其中有：Alex Leshchinsky 博士和他的父亲 Marat Lesinskij 博士，Mark Mackenzie，Norwood Harrison 博士，Grant Lukey 博士，John Harrison，Tracy Goldsworthy 和 Joe Dewar 博士等。在此，感谢他们，也再次感谢他们曾对以前版本做出的贡献。

还要感谢 Aulis Kappi, Charles Allen, James Aldred, Kevin Galvin, Lawrence Roberts, Richard Hall, Celik Ozyildirim 博士, Jay Lukkarila, Steve Trost 博士, George Smorchevsky 博士, Barry 和 Tania Hudson 等为网站 www.aggregateresearch.com 开辟的专题论坛做出的贡献, 尽管他们不愿承认, 但事实不容否定。应该强调的是不必所有人都赞同我的观念, 我愿与他们共同分享成果, 但一切责任我愿一人承担。

我的网站 (www.kenday.id.au) 现由 Justin Smyth (delphian@smythconsulting.net) 管理, 他已对网站上的免费程序做了改进, 在此表示感谢。

最后, 要感谢的有 MBLC Jeddah 的 Abdulla Al Menhali (他喜欢被称呼 Kamal)。他在看了第二版后留下深刻印象, 迫切邀请我为他在麦加巨大的阿巴特项目的员工指导如何使用 ConAd 质量控制系统; 还有在印度和美国的众多朋友, 包括 Ramakrishnan 教授, Jagannadha Rao, Gajanan Sabnis 和 C. M. Dordi 等, 他们曾于 2004 年在 Hyderabad 的高端计算机控制国际会议 (ICACC) 上投稿, 以及参加一个后续讲座和在印度混凝土期刊上发表文章。还要感谢斯里兰卡首都科伦坡的 Doric Atton 提交的论文。

第二版致谢

如果没有下面三人，本书不可能会出版。如果没有下面另四人，本书也可能会大不一样。

第一组要感谢的成员有：一是 Q Jan Masterman，20 世纪 50 年代伦敦一家部件结构公司的技术总监，他不断给我启发和开导，是我撰写本书头两年时间里大部分哲理和概念形成的来源；二是 John J. Peyton，John Connell 及墨尔本的公司（现 Connell Wagner），没有他们的鼓励，我决不会于 1973 年创办混凝土咨询公司，并且新生的控制技术也绝不会发展到开花结果；三是 John Wallis，得克萨斯州休斯敦雷蒙德国际（Raymond International）前新加坡总监，没有他，我于 1980 年在新加坡创立的企业，其混凝土配合比设计系统就不会实现计算机化和在国际上得到广泛认可。

第二组要感谢的成员有：一是 John Fowler，他使用我的混凝土配合比设计方法编写了第一个计算机程序，而我曾一度坚持认为混凝土配合比设计是一门艺术，绝不可能计算机化；二是 D. A. Stewart，他撰写的《高质量混凝土的设计与浇筑》是第一本影响我的书；三是 David C. Teychenne，他主持了比表面积混凝土配合比设计的研究；最后还有我的儿子 Peter，他将“ConAd”从一个简单的电子表格转化成一个专业计算机程序。

第三组要感谢对本书正式出版做了许多工作的人，由于要感谢的人太多，在此不一一列举，但要特别感谢 Hasan Ay 和 Andrew Travers 对图表制作所做的工作。

特别感谢 Harold Vivian，Bryant Mather，Alex Leshchinsky 博士和 Francois de Larrard 博士提出的宝贵意见和建议。感谢 Sandor Popovics 在出版方面所做的工作。感谢 Joe Dewar，Bryant Mather 和 John Peyton 精彩的序言。还要感谢与我合作了 30 多年的 Vincent Wallis，他的意见真诚但时常有些刻薄。当然还有我的妻子，为了我的工作受了不少委屈。

还要感谢我的客户，有了他们才使我的混凝土咨询公司繁荣发展，也使我们的系统不断完善。他们有 Peter Denham 和 Dan Leacy，还有南非 Boral 的 Paul Moses 和 Alpha 的 Mark Mackenzie。

自第一版问世以来，ConAd 计算机程序已经历了很长一段历程的发展，在

此感谢我的混凝土咨询公司员工。 Michael Shallard 和 Lloyd Smiley 编写了最新的程序，公司的现任经理 Andrew Travers 比我清楚如何更好地去使用它。

最后，我必须感谢我的小儿子 John Day，他现任 Pioneer Malaysia 的技术总管。他利用这些技术建造了世界上最高的建筑物吉隆坡双子塔（Petronas Towers），也是使用低变异性、高强混凝土的最好例子。

序 言

在撰写第三版这段时间，对我而言已经有了很大变化。假如我以完全退休的状态去写这本书，那我会有更多时间深入研究未来的混凝土技术，而不只是局限在本书和我网站上的内容。2006年5月，在Canmet/ACI专题讨论会上开始出现变化，承认我对混凝土质量控制的所做贡献。因此，在美国国家预拌混凝土协会（NRMCA）及其他公司的邀请下，2006年6月安排我在华盛顿银泉（Silver Spring）出席了一整天的研讨会，研讨内容如同书中所提及的一样，就是试图从混凝土消费者到生产者实现美国质量控制的转变。

需进一步做的工作是邀请加拿大公司的Contek与Shilstones父子两人（或许是美国混凝土科技界最著名的人物）作为合作伙伴，努力研发世界领先软件投放市场，并遍及整个世界。

读者可以上我的网站 www.kenday.id.au 查阅以上相关信息。考虑到整体发展，该书序言的其余部分与前相同，未做改动，读者应该注意到这些，这样可更好地了解作者的观点和意图。

前版序言

作者出版第三版的宗旨不同于以前的版本。

我现在关心的是在世界范围内的混凝土产业和同行中尽可能广泛传播我的研究进展，且尽可能展望未来的混凝土配合比设计和质量控制，而不是推销商用程序“ConAd”。最重要的不是一本应如何遵守既定标准的手册，而是这些标准和其他根深蒂固的观念应如何得以改变，以更符合现实并促进发展。

关于混凝土配合比设计、质量控制和规范，我持有一些不同的观点：

在过去的 50 年，作者的比表面积混凝土配合比设计比其他任何方法都简单、适用，也有些方法尽管准确但使用起来却较麻烦。

我在质量控制中遵守的基本方法是多等级、多变量和累积和质量控制。其简单、有效，最终将在全世界范围内得到广泛使用。

我们必须赢得规范制定的胜利，仍有不少守旧的、所知不多的顽固保守主义者还在规定最低水泥用量及类似条款。现正好有一个不被他人愿意接受的现金处罚规范，当然，只有在混凝土供应监管做到完全公正后，现金处罚规范才会失去它的作用。

ConAd 程序的未来现掌握在别人手里，希望有更多的人来使用，并自己编写类似的软件，但不要去窃取别人的成果。

我努力传播自己的研究成果，甚至是那些依赖于本书和我网站 www.kenday.id.au 上免费程序的最小、最落后的生产商。该网站使读者有望跟上时代的发展步伐，即使在我完全退休后也会后继有人。

展望未来，随着实时（Just-in-time）混凝土配合比设计、早期成熟度、便携式流变仪和互联网命令设置的发展，自密实混凝土、水泥基替代材料、人工砂和聚合物混凝土等将成为今后主要的发展对象。就如混凝土产业，50 年或 100 年后这些材料的使用已司空见惯，但要想得到认可仍需不断努力，可能化学外加剂除外。

需要发起一场新的改革，就是应由混凝土专业技术人员执笔或在其指导下编写混凝土规范，这是适应日益复杂的材料及其生产、控制要求的需要，也是

针对现规范严重阻碍混凝土技术发展的现状，尤其是美国陈旧、甚至有害的规范。

美国混凝土产业已被痛斥技术滞后(由不恰当规范造成)许多年，但现在我不得不承认已在某地制作了强度近 **200MPa** 的自密实纤维混凝土工字型构件，这是我参与项目中技术最先进的混凝土。

Ken W. Day

于澳大利亚墨尔本的 Nunawading

目 录

第1章 建议指南	1
1.1 配合比选择	1
1.2 质量控制 (QC)	2
1.3 ISO 9001	3
1.4 检测	4
1.5 现金处罚规定	5
1.6 创新	5
1.7 结论	6
1.8 P2P	6
第2章 混凝土性能	7
2.1 耐久性	7
2.2 钢筋锈蚀	9
2.3 强度	9
2.4 抗渗性	11
2.5 工作性	14
2.6 可泵性	16
2.7 坍落度	16
2.8 自密实混凝土 (SCC)	16
2.9 体积稳定性	17
2.10 美观性	17
2.11 放热性	17
2.12 经济性	18
第3章 混凝土配合比设计	19
3.1 简单混凝土配合比设计	19

3.2	比表面积配合比设计的起源与局限性	28
3.3	有经济竞争力的配合比设计	33
3.4	ConAd 系统	52
3.5	选择配合比设计的方法	52
3.6	配合比设计竞赛	66
第4章	质量控制	68
4.1	混凝土的变异性特征	69
4.2	质量控制和质量保证的目的	73
4.3	累积和图	74
4.4	控制措施的重要性	77
4.5	由谁控制	78
4.6	质量保证	80
4.7	Pareto's 法则	81
4.8	相关变量	82
4.9	累积和分析的实际使用	83
4.10	直观图	87
4.11	丢弃、处罚还是奖励	89
4.12	ConAd 系统的数据处理和分析	90
4.13	EN206——我们能否做得更好	107
4.14	ConAd 测试结果输入以及早期数据分析系统的使用	110
4.15	配料控制	110
4.16	车载搅拌与工作性控制系统	114
第5章	22 世纪的混凝土	119
5.1	混凝土配合比设计与质量控制一体化	119
5.2	相关配合比维护 (by Mark Markenzie)	130
5.3	高性能混凝土 (HPC)	137
5.4	经济技术型混凝土	141
5.5	无机聚合物混凝土 (IPC) 技术的进展	147
第6章	混凝土质量规范	149
6.1	规范混凝土背后的哲理	149
6.2	标准配合比的发展	153

6.3	配料厂设备	154
6.4	从建议到规范	155
第7章	骨料	156
7.1	细骨料 (砂)	156
7.2	粗骨料	173
第8章	胶凝材料	180
8.1	波特兰水泥	180
8.2	粉煤灰 (pfa)	184
8.3	高炉矿渣	189
8.4	硅粉	191
8.5	稻壳灰 (RHA)	193
8.6	超细粉煤灰	194
8.7	硅胶	194
8.8	偏高岭土	194
8.9	超细碳酸钙 (纯石灰石粉)	195
第9章	外加剂	196
9.1	外加剂的使用方法	197
9.2	使用外加剂的原因	198
9.3	常用外加剂类型	198
第10章	统计分析	206
10.1	正态分布	207
10.2	各组平均值的变异性	213
10.3	标准偏差评估变异性	214
10.4	变异性的组成	215
10.5	试验误差	215
10.6	变异系数	216
10.7	统计分析的实际意义	218
第11章	试验	219
11.1	试验哲理	219

11.2	试验范围	219
11.3	抗压试验	222
11.4	成熟度与等效龄期的概念	231
11.5	渗透性试验	241
11.6	无损检测	242
11.7	新拌混凝土工作性试验	244
第12章	不变的概念	253
12.1	现金处罚规范	253
12.2	什么是经济混凝土	260
12.3	多快才是够快	263
第13章	疑难问题诊断	269
13.1	强度、可泵性、外观	270
13.2	混凝土的裂缝起因	273
结语		275
附录	无机聚合物混凝土(IPC)技术进展	276
A.1	引言	276
A.2	IPC 的反应化学	278
A.3	波特兰水泥与无机聚合物在化学性质上的区别	282
A.4	无机聚合物混凝土的物理性质	283
A.5	IPC 的工程特性	289
A.6	理解发展 IPC 技术的动力	291
A.7	IPC 的潜在用途	293
A.8	目前所面临的挑战和障碍	295
A.9	IPC 产品在商业发展中的进展	296
A.10	结论	298
术语表		299
参考文献		301

第1章 建议指南

目前，混凝土技术正处于快速发展时期。自密实混凝土的应用越来越多，其强度也在不断提高，人们对耐久性影响因素的认识也在进一步深入。外加剂和水泥的替代材料正处在迅速发展。由于许多地方的天然砂供给殆尽，人工砂（破碎细骨料）则受到更多关注。

实际上，现在的计算机已具有无限存储数据和程序的能力，可以更准确地控制生产过程，包括混凝土配合比设计、质量控制和生产控制。

要使专业混凝土技术人员跟上混凝土技术的所有发展是有困难的，因此，需要其专门挑选某个方面潜心研究并利用书、刊、网络资源来及时补充自己的专业知识。

在本书的前两版中，将规范这章放置在混凝土配合比设计和质量控制之后。在没有调整其合适位置前，考虑到对生产过程的理解，从逻辑角度讲这是必要的，但现在这被看似不太合理。掌握足够多的配合比设计和质量控制知识，使其能准确提出关于生产过程应如何加以规范的合理观点，这对于大多数规范编写者来说是做不到的，就像历史老师仅懂得一点点知识是很危险的一样。需要建议那些规范编写者，如何才能让混凝土生产者得到他们想要的混凝土技术或他们应该想得到什么？并让他们相信提出的规范条文是正确的。由于以前的一些规范一定程度上延缓了有效控制方法的应用，本书正想借此说服他们，并且得到那些缺乏混凝土知识，但又真正想生产优质混凝土的生产商的赞成。

1.1 配合比选择

混凝土现是具有高强度、高耐久性、外观漂亮、易于泵送且自密实等多种性能的潜在高科技材料。但是，否定那些相对低廉的传统性能的混凝土也许是不当的做法。对此，我们需要慎重考虑对于具体工程中哪些混凝土的性能是必需的，以及需控制在何种程度上？生产商、施工商考虑的结果应与专家商讨：即使你知道过去的最佳答案是什么，但这并不一定意味着它仍是当今的最好答案。我真的需要 100MPa 高的强度吗？成本是否过于昂贵？混凝土是否会产生

过大的热量？20MPa 强度的混凝土可以给我们建造一个很好的仓库楼吗？哪种混凝土可以达到 100 年的耐久性？除了水泥还有什么材料也能拌制混凝土？我只想知道在不超过最低成本的情况下如何得到 20MPa 强度的混凝土？

应引起关注的问题是，有的完全独立的专家也许仍会比较棘手偏激，尤其是涉及到费用。原因是让他们对提供的混凝土提出一些限制要求时，不是说需要的是什么混凝土类型，而只要求指定混凝土的强度等级。因此，让这些专家倍感压力，这不会令人意外。特别是涉及大量的混凝土时，就应多征求一些专家的意见。尤其是在行业宏观调控良好的国家，例如澳大利亚标准协会已制定这样的规定，英国的 EN 206 和商品混凝土质量规划（QSRMC）联合体还正在实施中。

1.2 质量控制（QC）

质量控制是指需要找到确保规范规定的某种混凝土（已经指定或建议的）在整个供应期间不间断供给的方式。规定最小水泥用量和混凝土配合比一直固定不变的旧观念是绝对应摒弃的。在大多数情况下，水灰比越小意味着混凝土的品质越好，但很明显过多的用水量比过少的水泥用量危害更大。因此，在给定水灰比（等于给定强度）的条件下，水泥用量最低的混凝土品质最好，因为其用水量最低。

很明显，混凝土的质量不可避免的（但可减少的）会受到随机变化和意外平均质量变化的影响。因此，重要的是区分随机变化和平均质量变化，并在尽可能早的时候发现变化及其变化的原因，以恢复到最初确定的质量水平。当混凝土整体质量变化较小时，其变化的检测是比较容易且快捷的。一旦出现质量变化就应迅速整改，这样可以减小整体的变化，这属于自我调整和强化过程。现在的混凝土搅拌站可能善于检测每批搅拌的混凝土中各固体成分的任何变化，但问题或许不是由这些变化引起的。可能由于水泥或外加剂质量的变化，或者可能是用水量的变化。普通规范忽视了给定坍落度混凝土的用水量是随着温度的升高而增加的，其实这是最显而易见的事实。因此，在温暖的午后，由于温度高的原因使混凝土的坍落度偏小也许会被接受，而在寒冷的早晨时，由于温度低的原因使混凝土的坍落度偏大可能被视为质量不合格。

稍后我们将看到在任何特定龄期时，强度并不一定是衡量混凝土整体质量所必需的。脱模较早的预制构件或预应力混凝土是需要用强度来衡量的。有些混凝土 28d 龄期强度很低，而有些混凝土 28d 龄期的强度可能翻倍。当降低早期强度时，大掺量粉煤灰或高炉矿渣对提高混凝土耐久性是非常可取的。可能