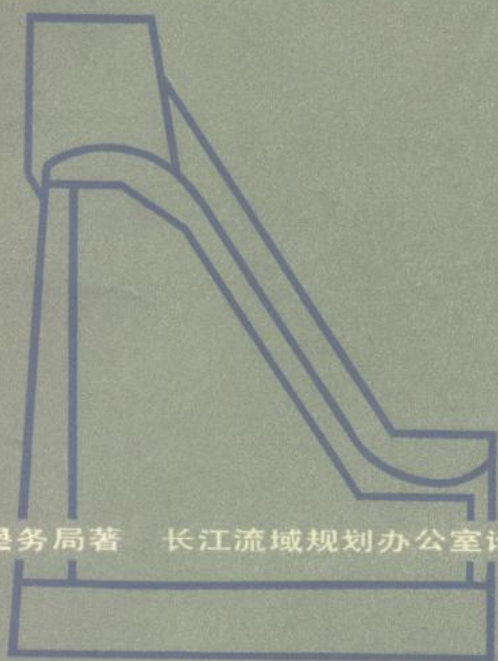


重力坝设计

DESIGN OF GRAVITY DAMS



美国垦务局著 长江流域规划办公室译 · 水利出版社



重力坝设计

美国垦务局著
长江流域规划办公室译

水利出版社

内 容 提 要

本书系美国垦务局作为混凝土重力坝设计工作的指南而编写的。内容主要介绍重力坝及其附属建筑物的设计方法，以及各种指示、标准和工程实例，并提供了便于在设计中使用的专业技术资料。

本书可供从事水库工程的规划设计人员参考，也可供大专院校有关专业的师生参考。

本书经潘家铮、茹乃华同志校订

Design Of Gravity Dams
United States Department Of The Interior
Bureau of Reclamation
A Water Resources Technical Publication
Denver, Colorado 1976

重 力 坝 设 计

美国垦务局著
长江流域规划办公室译

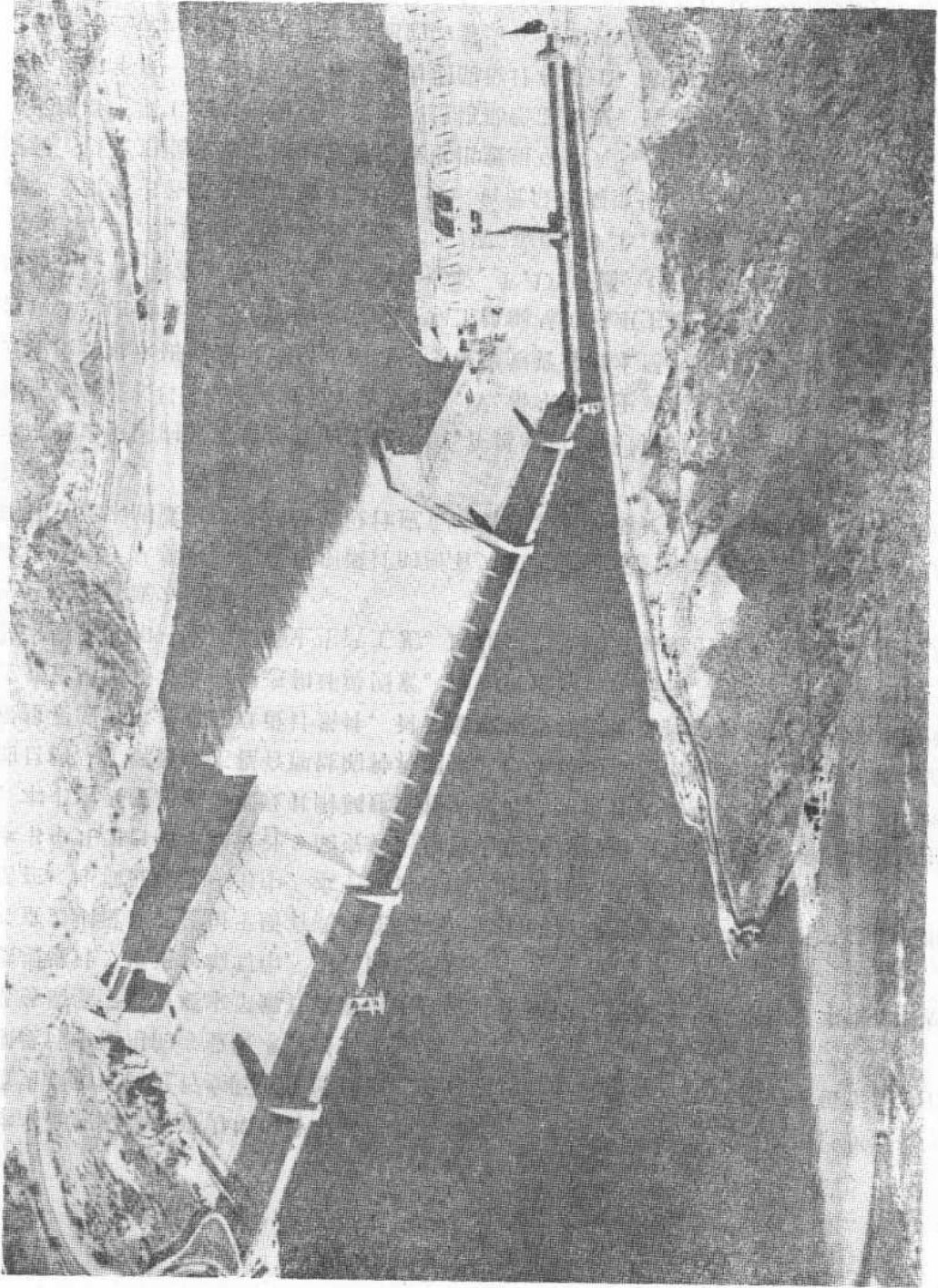
*

水利出版社出版
(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
水利电力印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 32 $\frac{1}{2}$ 印张 727千字
1981年3月第一版 1981年3月北京第一次印刷
印数 0001—3390册 定价 4.30元

书号 15047·4104



大古里坝和水电站

序 言

本书介绍混凝土重力坝设计中需用的各种指示、标准、方法和工程实例，可以作为混凝土重力坝设计时进行实际工作的指南，并且为训练有素的设计工程师们提供了便于在混凝土坝设计中使用的专业技术资料。

垦务局鉴于多方要求了解其在混凝土坝设计方面的最新概念，特撰写了本书；其姊妹篇《拱坝设计》也正在编写中，不久即将出版。

《重力坝设计》适用于所有高度在50英尺以上的混凝土重力坝；小于此高度的低坝，则包括在《小坝设计》一书中。本书所讨论的大坝设计，地基均按岩基考虑。

本书中凡引自《小坝设计》的资料，均按大型混凝土重力坝的设计要求，作了相应的修正。本书主要阐述重力坝及其附属建筑物的设计，但设计人员熟悉包括大坝在内的整个工程的目的，了解影响工程合理性的种种因素，以及确定拟建结构物尺寸或型式的方法，也是很重要的。本书第二章设计条件，讨论影响坝型和坝址选择的各种因素；第十五章论述坝工建设中所应考虑的生态和环境因素。结构设计的日臻完善，要求严格遵守混凝土的各项技术要求，和一定的混凝土生产工艺。因此，第十四章混凝土施工，概述了垦务局的混凝土施工实践或方法。

本书适用于从事水库工程规划设计的所有人员，但是任何单位和个人都不应因使用本书而减轻自己未能做出安全和良好设计应负的责任。每种设计方法都有其局限性，对此应予以注意。

本书是由美国内政部垦务局的工程师们，在科罗拉多州丹佛市工程研究中心编写的。该局设计施工处处长H.G.阿瑟和设计室主任J.W.希尔弗博士对编写工作进行了指导。除附录七入库设计洪水研究系由规划协调处水资源规划管理洪水泥沙组的D.L.密勒撰写以外，其余各章节均由设计处水工结构室混凝土坝工组编写。该组主要执笔人有：M.D.科彭、J.勒加斯、E.A.林霍尔姆、G.S.塔尔博克斯、F.D.里德、C.L.汤森、J.S.康拉德、R.O.阿特金森、R.R.琼斯、M.A.克雷默、C.W.琼斯、J.L.冯图恩、G.F.鲍尔斯及J.T.理查森。负责本书各章主编的是E.H.拉森；负责最后编排付印的是R.E.黑费尔、J.M.蒂尔斯利，以及工程后勤处技术服务出版室出版组全体人员。本书承总服务室人员大力支持，并承混凝土坝工组与制图室的技术人员协助绘制图表，作者和编者在此谨致谢意。

垦务局多年来一直在从事混凝土重力坝的设计和施工；在该局工程师们的努力下，发展和研制了一些设计和分析方法，对他们的努力在此亦表谢忱。

本书偶尔也提到了一些专利的资料或产品，但决不能将其看作是垦务局对这些专利资料和专利产品的认可，因为垦务局不能对制造厂商的专利产品和专利方法或商业公司的经营项目加以认可而起到广告、宣传、推销或其他作用。

目 录

序 言

第一章 绪论	1
1-1 论述范围	1
1-2 重力坝的分类	1
1-3 基本尺寸	1
1-4 有关重力坝的术语	1
1-5 参考文献	2
第二章 设计条件	3
一、建坝地区的情况	3
2-1 概述	3
2-2 提供资料的范围	3
二、地形图和航摄照片	3
2-3 概述	3
2-4 测量控制	3
2-5 提供资料的范围	3
三、水文资料	4
2-6 提供资料的范围	4
2-7 水文调查研究	5
四、库容和水库调度	7
2-8 概述	7
2-9 各类库容分配的定义	7
2-10 提供资料的范围	9
五、气候因素	10
2-11 概述	10
2-12 提供资料的范围	10
六、建筑材料	10
2-13 混凝土骨料	10
2-14 施工用水	11
2-15 提供资料的范围	11
七、坝址选择	11
2-16 概述	11
2-17 坝址选择的因素	11
八、坝体外形	12
2-18 非溢流坝剖面	12

2-19 溢流坝剖面	12
九、坝基勘探	12
2-20 勘探目的	12
2-21 现场勘探	12
2-22 施工期间的地质工作	15
2-23 坝基分析的方法	15
2-24 现场试验	15
2-25 实验室试验	16
2-26 资料的统一表述	16
十、施工	16
2-27 概述	16
2-28 施工进度表	16
十一、其他条件	17
2-29 提供资料的范围	17
2-30 其他设计条件	18
十二、参考文献	19
2-31 参考文献	19
第三章 设计资料和准则	20
一、导言	20
3-1 基本假定	20
二、混凝土	20
3-2 混凝土特性	20
三、坝基	22
3-3 概述	22
3-4 坝基变形	22
3-5 坝基强度	22
3-6 坝基的渗透性	25
四、荷载	25
3-7 库水和尾水	25
3-8 温度	25
3-9 内部静水压力	26
3-10 静荷载	27
3-11 冰	27
3-12 泥沙	27
3-13 地震	27
五、荷载组合	28
3-14 概述	28
3-15 正常荷载组合	28
3-16 非常和极端荷载组合	28

3-17 其他荷载组合的研究和调查	28
六、安全系数	29
3-18 概述	29
3-19 容许应力	29
3-20 抗滑稳定	30
3-21 开裂	30
3-22 坝基稳定	31
七、参考文献	32
3-23 参考文献	32
第四章 布置与分析	33
4-1 概述	33
一、布置	34
4-2 非溢流剖面	34
4-3 溢洪道剖面	34
4-4 超高	34
二、应力和稳定的重力分析法	34
4-5 重力法及其应用	34
4-6 假定	35
4-7 正常水库荷载情况采用的符号	36
4-8 水平地震情况采用的符号	37
4-9 作用在悬臂梁单元上的力和力矩	38
4-10 应力与稳定方程	38
三、试载分析法	42
1. 试载扭转分析法 (伸缩缝不灌浆)	42
4-11 概述	42
4-12 理论	42
4-13 符号	44
4-14 地基常数	45
4-15 单元选择	51
4-16 荷载、力和力矩	51
4-17 悬臂梁初始变位和单位变位	51
4-18 扭转结构垂直单元由单位扭转力偶引起的单位转动	52
4-19 扭转结构水平单元的单位变位	54
4-20 试荷载	55
4-21 由水平单元上的试荷载引起的垂直扭转单元的角位移	55
4-22 扭转结构的变位	56
4-23 悬臂梁结构的变位	56
4-24 应力与稳定系数	56
2. 试载扭转分析法 (收缩缝灌浆)	56
4-25 分析法说明	56

4-26	假定	59
4-27	水平梁单元	59
4-28	符号	59
4-29	方程	59
3.	曲线形重力坝分析	62
4-30	分析方法	62
四、	动力学分析	62
4-31	概述	62
4-32	自振频率与振型	62
4-33	地震反应	63
4-34	水平地震加速度荷载	63
4-35	垂直地震加速度效应	64
五、	有限元法	65
4-36	概述	65
1.	二维有限元程序	65
4-37	用途	65
4-38	方法	65
4-39	输入	66
4-40	输出	66
4-41	性能	66
4-42	应用范围	67
4-43	近似假定	67
4-44	在重力坝设计上的应用	67
2.	三维有限元程序	67
4-45	应用	67
4-46	性能和应用范围	68
4-47	输入	68
4-48	输出	69
六、	坝基分析	69
4-49	目的	69
1.	稳定分析	69
4-50	适用的方法	69
4-51	二维分析法	69
4-52	三维分析法	70
2.	其他分析法	73
4-53	不均匀位移分析法	73
4-54	由于跨越软弱带而引起应力集中的分析	74
七、	参考文献	74
4-55	参考文献	74

第五章 施工导流	75
一、导流标准及要求	75
5-1 概述	75
5-2 河道流量特性	75
5-3 导流洪水标准的选择	75
5-4 上游已建坝的流量调节	76
5-5 河水浑浊和水质污染的防止	76
二、导流方式	77
5-6 概述	77
5-7 隧洞导流	78
5-8 坝内底孔导流	81
5-9 渡槽	82
5-10 分期导流	83
5-11 围堰	84
三、发包说明书的要求	85
5-12 施工承包人的职责	85
5-13 设计人员的职责	85
第六章 坝基处理	86
一、开挖	86
6-1 概述	86
6-2 坝基整修	86
6-3 齿槽处理	86
6-4 管涌的防止	89
二、灌浆	89
6-5 概述	89
6-6 固结灌浆	90
6-7 帷幕灌浆	90
三、排水	94
6-8 坝基排水	94
四、参考文献	94
6-9 参考文献	94
第七章 混凝土的温度控制	95
一、导言	95
7-1 目的	95
7-2 体积变化	95
7-3 考虑的因素	96
7-4 设计资料	96
7-5 裂缝	97
二、温度控制措施	99

7-6 预冷	99
7-7 后期冷却	99
7-8 水泥的用量和品种	100
7-9 火山灰的利用	100
7-10 其他各种措施	100
三、温度研究	101
7-11 一般研究范围	101
7-12 混凝土温度的变幅	102
7-13 温度梯度	106
7-14 温升	107
7-15 人工冷却	108
7-16 其他问题的研究	112
四、设计中应考虑的因素	112
7-17 浇筑温度	112
7-18 封闭温度	113
7-19 浇筑块尺寸	113
7-20 混凝土冷却系统	114
7-21 块体高差	118
7-22 浇筑层厚度	118
7-23 浇筑层之间的间歇期	119
7-24 封闭槽	119
五、施工管理	119
7-25 温控管理	119
7-26 坝基不平整度	121
7-27 坝内孔洞	122
7-28 模板及其拆除	122
7-29 养护	122
7-30 保温	122
六、参考文献	123
7-31 参考文献	123
第八章 建筑物的接缝	124
8-1 目的	124
8-2 收缩缝	124
8-3 膨胀缝	124
8-4 施工缝	125
8-5 接缝间距	125
8-6 键槽	127
8-7 止水(止浆)片	129
8-8 接缝排水管	130
8-9 灌浆系统	130

8-10 灌浆操作	133
第九章 溢洪道	134
一、一般设计原理	134
9-1 功用	134
9-2 入库设计洪水的选择	134
9-3 超高库容与溢洪道泄流能力的关系	135
9-4 洪水演算	136
9-5 溢洪道尺寸型式的选择	138
二、溢洪道的组成和类型	140
9-6 溢洪道布置的选择	140
9-7 溢洪道的组成	140
9-8 溢洪道型式	142
9-9 堰顶控制	145
三、控制建筑物	147
9-10 无闸门控制的反弧形堰顶	147
9-11 无闸门控制的反弧形堰顶上的溢流流量	147
9-12 按小于最大水头设计的无闸门控制的反弧形堰顶	152
9-13 有闸门控制的反弧形堰顶	155
9-14 有闸门控制的反弧形堰顶的流量	155
9-15 孔口控制结构	156
9-16 侧槽式控制建筑物	156
四、泄水槽水力学	159
9-17 概述	159
9-18 明槽	160
9-19 隧洞式泄水槽	162
9-20 混凝土表面的空蚀	164
五、消能建筑物的水力计算	164
9-21 水跃消力池	164
9-22 挑流戽	174
9-23 淹没式消力戽	175
9-24 跌水塘	177
六、喇叭口竖井式溢洪道的水力计算	177
9-25 一般特性概述	177
9-26 堰顶溢流	177
9-27 堰顶剖面	181
9-28 孔口控制	183
9-29 隧洞设计	188
七、结构设计	189
9-30 概述	189

八、参考文献	190
9-31 参考文献	190
第十章 泄水工程及发电输水道	191
一、绪言	191
10-1 类型与用途	191
二、发电输水道以外的其他泄水工程	192
10-2 概述	192
10-3 布置	192
10-4 进水口建筑物	193
10-5 输水道	197
10-6 闸门与泄水控制设备	198
10-7 消能设施	199
1.泄水工程的水力设计	199
10-8 概述	199
10-9 输水道中的有压流	200
10-10 有压管流的水头损失	202
10-11 渐变段型式	206
10-12 消能设施	207
10-13 泄水工程中的明渠水流	208
2.泄水工程的结构设计	208
10-14 概述	208
10-15 拦污栅	208
10-16 输水道	209
10-17 阀或闸门室	209
10-18 消能设施	209
三、发电输水道	209
10-19 概述	209
10-20 布置	209
10-21 进水口结构	211
10-22 压力管道	214
10-23 闸门或阀	214
10-24 发电输水道的水力计算	214
10-25 发电输水道的结构设计	215
四、参考文献	216
10-26 参考文献	216
第十一章 廊道与通道	217
11-1 概述	217
11-2 目的	217
11-3 位置与尺寸	217
11-4 廊道内的排水沟	222

11-5	预留排水管	222
11-6	配筋	222
11-7	维修设施与公用设施	223
11-8	其它细节	223
第十二章	其它附属建筑物	224
12-1	电梯塔和电梯竖井	224
12-2	坝顶桥梁	228
12-3	坝顶布置	229
12-4	鱼道	229
12-5	休息室	232
12-6	服务性设施	232
第十三章	坝的结构性能观测	234
13-1	观测范围和目的	234
13-2	观测计划的拟订	234
13-3	观测系统	235
13-4	埋入式仪器观测	237
13-5	辅助性实验室试验	243
13-6	变形观测仪器	243
13-7	其它观测	246
13-8	观测计划的实施	249
13-9	资料整理	250
13-10	成果	251
13-11	参考文献	251
第十四章	混凝土施工	252
14-1	概述	252
14-2	设计要求	252
14-3	混凝土的成分	253
14-4	配料与拌和	254
14-5	浇筑前的准备工作	254
14-6	混凝土浇筑	254
14-7	养护和保护	255
14-8	平整度和修整	255
14-9	施工的容许误差	255
14-10	混凝土的修补	256
第十五章	生态和环境问题的考虑	257
一、	导言	257
15-1	概述	257
15-2	规划的制订	257
二、	对鱼类和野生生物问题的考虑	258
15-3	概述	258

15-4 对鱼类生态和环境问题的考虑	258
15-5 对野生生物环境问题的考虑	261
三、游乐方面的考虑	262
15-6 概述	262
15-7 游乐事业的发展	262
四、设计方面的考虑	263
15-8 概述	263
15-9 美化环境方面的考虑	264
15-10 防护方面的考虑	264
15-11 施工方面的考虑	265
五、参考文献	266
15-12 参考文献	266
附录一 坝体应力和稳定的重力分析法	267
附1-1 重力分析法实例：弗赖恩特坝	267
附1-2 设计条件	267
附1-3 计算和表格	269
附1-4 最终成果	269
附1-5 摘要和结论	269
附录二 试荷载扭转分析（接缝已灌浆）	292
附2-1 扭转分析（接缝已灌浆）实例：渡口峡坝	292
附2-2 设计数据	292
附2-3 坝肩常数	292
附2-4 单位荷载引起的线变位和角变位	294
附2-5 悬臂梁在初始荷载下的变位	294
附2-6 荷载试分配	294
附2-7 悬臂梁变位	294
附2-8 扭转结构变位	308
附2-9 水平梁结构变位	308
附2-10 总变位	311
附2-11 水平梁在试荷载下的弯矩和剪力	311
附2-12 水平梁应力	311
附2-13 悬臂梁应力	311
附2-14 最后成果	314
附录三 有限元分析法	321
一、二维有限元分析	321
附3-1 概述	321
附3-2 问题的提出	321
附3-3 网格和编号系统	321
附3-4 输入	321
附3-5 输出	321

二、三维有限元分析	329
附3-6 概述	329
附3-7 布置和编号系统	329
附3-8 输入	332
附3-9 输出	332
附录四 非线性应力分析的特殊方法	337
附4-1 概述	337
附4-2 板比拟法	337
附4-3 网格比拟法	338
附4-4 模型试验	341
附4-5 光弹模型	342
附录五 重力法和试荷载法分析结果的比较	344
附5-1 应力与稳定系数	344
附5-2 坝的结构特性及用重力法和试荷载法分析求得的最大应力	344
附录六 水力学数据和图表	378
附6-1 符号和换算系数一览表	378
附6-2 明渠水流	380
附6-3 管道水流	392
附6-4 水跃	397
附6-5 参考文献	399
附录七 入库设计洪水研究	400
附7-1 概述	400
一、洪流估算所需的水文资料	401
附7-2 概述	401
附7-3 流量资料	401
附7-4 降水资料	403
附7-5 流域资料	403
二、基本水文资料分析	403
附7-6 概述	403
附7-7 从降雨估算径流	404
附7-8 河川流量资料分析	415
三、综合单位过程线	426
附7-9 用滞时无因次-过程线法计算综合单位过程线	426
附7-10 过去洪水的还原试算	429
附7-11 计算综合单位过程线的其他方法	429
四、河川流量演算	429
附7-12 概述	429
附7-13 河川流量演算的实用方法	430

五、设计暴雨分析	434
附7-14 概述	434
附7-15 可能最大暴雨分析	435
附7-16 平原地区暴雨极大化的计算	435
附7-17 设计暴雨—一个流域可能最大降雨量(<i>PMP</i>)或可能最大暴雨量(<i>PMS</i>)的估算	437
六、初步入库设计洪水(仅考虑降雨)	445
附7-18 概述	445
附7-19 实例—西经105°以东流域的初步入库设计洪水过程线	445
附7-20 西经105°以西流域初步入库设计洪水估算	461
附7-21 通过拟建水库的初步设计入库洪水演算的建议	464
七、融雪径流对入库设计洪水的影响	464
附7-22 概述	464
附7-23 与可能最大暴雨径流组合的融雪季节内的较大融雪径流	465
附7-24 可能最大融雪洪水与大降雨洪水组合	467
附7-25 可能最大雪上降雨入库设计洪水的估算	468
附7-26 特殊情况	469
八、外包线	469
附7-27 概述	469
九、统计分析—洪水出现频率的估算	470
附7-28 概述	470
附7-29 制定施工导流方案所需的流量过程线	470
十、最终入库设计洪水的研究	471
附7-30 概述	471
附7-31 洪水演算准则	471
十一、参考文献	471
附7-32 参考文献	471
附录八 混凝土设计说明书(样本)	474
附8-1 概述	474
附8-2 承包单位的混凝土工厂、设备和施工程序	474
附8-3 混凝土的组成	475
附8-4 水泥	477
附8-5 火山灰	478
附8-6 外加剂	479
附8-7 水	480
附8-8 砂	481
附8-9 粗骨料	481
附8-10 砂和粗骨料的生产	483
附8-11 配料	484
附8-12 拌和	485