

第二版

建筑结构构造资料集

中



《建筑结构构造资料集》编辑委员会

中国建筑工业出版社

第二版

建筑结构构造资料集中

《建筑结构构造资料集》编辑委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构构造资料集 中/《建筑结构构造资料集》编辑委员会. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007
ISBN 978-7-112-09049-5

I. 建… II. 建… III. 建筑结构-资料 IV. TU3-67

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 014928 号

本资料集是建筑结构设计的工具书, 以图为主、辅以文字说明, 内容囊括了各种建筑结构的常用构造, 包括民用及工业、抗震及非抗震、现代建筑及古建筑等各方面的建筑结构构造资料。本版修订时, 除依据 2000 年以后最新修订的有关结构设计、施工标准与规范编写外, 还增补了轻型结构、大跨度结构、高层结构的详图和实例, 以及一些国外的产品资料。

全书共六篇, 分上、中、下三册。上册: 钢结构篇、木结构篇; 中册: 特种结构篇、地基基础与基坑支护篇; 下册混凝土结构篇、砌体结构篇。

中册内容: 水池, 沉井, 油罐, 管道, 架空管道支架, 储气罐, 筒仓, 水塔, 烟囱, 高耸结构, 膜结构; 浅基础, 箱筏基础, 桩基, 壳岩基础, 基坑支护, 挡土墙及其他。

本书可供建筑结构设计人员和建设单位施工人员参考。

* * *

责任编辑 戚大庆 赵梦梅 黎 钟

责任设计 郑秋菊

责任校对 刘 钰 王雪竹

建筑结构构造资料集 (第二版)

中

《建筑结构构造资料集》编辑委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/10 印张: 40% 字数: 802 千字

2008 年 1 月第二版 2008 年 1 月第十二次印刷

印数: 125921—129920 册 定价: 110.00 元

ISBN 978-7-112-09049-5

(15713)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第二版出版说明

本资料集的目的是，总结我国在建筑结构构造方面的工程设计经验和经过实践应用的最新科研成果，同时也吸收一些国外可供借鉴的、新的结构构造措施和实例。

本书以图为主，辅以文字说明，是供建筑结构设计参考的大型工具书。全书分上、中、下三册，共六篇：钢结构篇、木结构篇、混凝土结构篇、地基基础与基坑支护篇、特种结构篇、砌体结构篇。包括有：民用及工业、抗震及非抗震、现代建筑及古建筑等各方面的结构构造。

本书第一版自1990年出版以来，深受广大建筑结构设计、施工、科研和教学人员欢迎，曾获第六届全国优秀科技图书二等奖，并于1991年8月被中国书刊发行协会评为全国优秀畅销书。这次修订时，是依据2000年以后、最新修订的有关结构设计施工标准与规范编写的，因一些有关标准、规范仍正在陆续修订，如书中内容有与新的标准、规范不符之处，应以最新颁布的标准、规范为准。这次修订中还增加了较多的轻型钢结构、大跨度结构、高层结构的实例，以及一些国外产品资料，仅供参考。

由于部分原第一版的编写人员已离开工作岗位等原因，这次修订中得到有关单位的大力支持，重新组织人员进行修订和审查。对下述单位和有关人员谨致谢意。这些单位有：上海市政工程设计院、上海华东建筑设计院有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司（原重庆钢铁设计研究院）、包头钢铁设计研究院、重庆大学、同济大学、煤碳部北京设计院。

中国建筑工业出版社

凡 例

一、每页书眉中大号字为项目名称，方括号内数字为该项目的页次，小号字为该页的内容。如

材料[9]钢材牌号及性能

项	该项	该项
目	页次	内容

二、每页中的图、表按该页内容顺序编排：表号用表 1、表 2、…；图号用①、②、…，分图号用 *a*、*b*、…，索引号用①、②、…；详图号用①、②、…，零件号用Ⓐ、Ⓑ、…。图号及图名排在图的下部。一页中只有一个表或一个图的均未编号。个别页的图、表需跨页排的，表号或图号与前连续，但一般只写续表、续图。

三、图中所注尺寸，凡不注明单位者均为毫米（mm）。标高采用米（m）为单位。

四、书中的符号、计量单位和术语，按《建筑结构设计术语和符号标准》（GB/T 50083—97）及各有关结构设计标准、规范的规定。

五、书中引用的资料，一般未予注明出处。

编写人员

——特种结构篇——

水池 沉井

总负责 王大龄 王恒栋
分章负责 徐震 沈晔 葛春辉 郑麟
编写人 彭夏军 石广甫 朱熊 何贵堂 朱建勋

油罐

张继文

管道

潘家多 盛奕节

架空管道支架

曲昭嘉 曲圣伟

储气罐

主编 李伟
审查人 曹开郎
参编人 李栋 刘明涛 孔庆哲

筒仓

崔元瑞

水塔

宋绍先 李振隆

烟囱

编写人 于淑琴 王强 蔡洪良 翟秘侠
审查人 朱春良 杨春田

高耸结构

编写人 沈之容 陶祎
审查人 王肇民

膜结构

张其林 吴明儿

特种结构篇承上海市政设计研究院王大龄总工程师审阅。

——地基基础与基坑支护篇——

主 编 王卫东 陈坚锋

编写人 李来宝 姚彪 马达成 翁其平 邸国恩
戴斌 宋青君 吴江斌 曹益

审查人 汪大绥 周建龙 王振雄 黄绍铭 张耀庭

许惟阳 沈承基

目 录

特种结构篇

1

水池

[1~39]

基本规定 [1]	3
材料及抗震构造 [2]	4
常用的裂缝补漏方法 [3]	5
裂缝修补材料、耐久性、水池闭水 试验 [4]	6
水池混凝土常用外加剂 [5]	7
水池常用防水材料 [6]	8
防腐要求 [7]	9
地基处理 [8]	10
变形缝、构造缝与施工缝 [11]	13
孔口加固 [15]	17
混凝土矩形水池 [16]	18
混凝土矩形水池壁板、底板 形式 [17]	19
混凝土矩形水池顶板、壁板 连接 [18]	20
混凝土矩形水池节点构造 [19]	21
混凝土矩形水池实例一 [20]	22
混凝土矩形水池实例二 [22]	24
混凝土矩形水池实例三 [23]	25
混凝土矩形水池实例四 [25]	27
钢筋混凝土圆形水池 [27]	29
现浇钢筋混凝土圆形水池顶盖 [28]	30
混凝土圆形水池实例一 [29]	31
混凝土圆形水池实例二 [30]	32
混凝土圆形水池实例三 [31]	33
混凝土圆形水池池壁预应力张拉 方式 [32]	34
装配式预应力混凝土圆形水池构件 连接 [33]	35
预应力混凝土卵形消化池配筋 形式 [35]	37
预应力混凝土圆形水池池壁配筋 实例 [36]	38
装配式预应力混凝土圆形水池 实例 [37]	39
预应力混凝土卵形消化池	

实例 [38]	40
---------	----

2

沉井

[1~9]

沉井构造 [1]	42
矩形沉井 [3]	44
矩形沉井实例 [4]	45
圆形沉井 [6]	47
圆形沉井实例 [7]	48
取水头部实例 [9]	50

3

油罐

[1~14]

设计、分类、材料 [1]	51
立式圆筒形固定顶钢油罐 [2]	52
立式圆筒形浮顶油罐 [3]	53
50000m ³ 立式圆筒形浮顶 油罐 [4]	54
125000m ³ 立式圆筒形单盘浮顶 油罐 [5]	55
100000m ³ 立式圆筒形双盘浮顶 油罐 [6]	56
50000m ³ 立式圆筒形网壳顶 油罐 [7]	57
立式圆筒形油罐底板、壁板 焊缝 [8]	58
立式圆筒形油罐罐壁开口、人孔、 排水槽 [9]	59
立式圆筒形油罐基础 [10]	60
100000m ³ 原油储罐桩基实例 [11]	61
125000m ³ 立式圆筒形油罐地基处理 实例 [12]	62
钢制球形储罐 [13]	63
2000m ³ 球形储罐 [14]	64

4

管道

[1~39]

输水钢管 [1]	65
输水钢管实例、防腐 [4]	68
铸铁管 [5]	69

预应力混凝土管 [8]	72
自应力混凝土管 [9]	73
预制混凝土圆形管 [10]	74
预制混凝土圆形管·圆管基础 [11]	75
圆管基础·倒虹吸 [12]	76
预制混凝土圆形管道接口 [13]	77
预制混凝土圆形管道接口·地基 处理 [14]	78
埋地硬聚氯乙烯给水管道 [15]	79
埋地硬聚氯乙烯排水管道 [17]	81
埋地硬聚氯乙烯排水管道·埋地聚乙烯 排水管道 [18]	82
埋地聚乙烯排水管道 [19]	83
埋地给水排水玻璃纤维增强热固性树脂 夹砂管 [20]	84
埋地钢骨架聚乙烯复合管燃气 管道 [21]	85
砌体混合结构矩形、拱形管道 [22]	86
钢筋混凝土矩形管道实例 [24]	88
钢筋混凝土拱形管道实例 [26]	90
管道交叉处理 [27]	91
压力管道支墩 [28]	92
给水管道附属构筑物 [29]	93
排水管道附属构筑物—检查井 [30]	94
排水管道附属构筑物—跌落井 [34]	98
排水管道附属构筑物—雨 水口 [36]	100
管架桥实例 [38]	102
斜拉管架桥实例·管架桥 实例 [39]	103

5

架空管道支架

[1~32]

管架结构基本形式及工艺要求 [1]	104
管架结构的工艺要求 [2]	105
管架结构的基本构造 [3]	106
工艺要求的构造措施 [5]	108
基础构造、抗震构造 [6]	109
管架结构实例——钢筋混凝土结构 管架 [7]	110

管架结构实例——钢结构管架 [8]	111
大跨度管架 [10]	113
桥梁·托架·管墩 [13]	116
管廊实例——纵梁式管廊 [22]	125
管廊实例——桁架式管廊、托架式管廊 [23]	126
管廊实例——蜂窝梁式管廊 [24]	127
钢结构管架施工图实例 [25]	128
施工安装及其他 [28]	131

6

储气罐

[1~32]

储气罐 (柜) 分类 [1]	136
低压湿式储气罐构造和基本参数 [3]	138
30000m ³ 低压湿式外导架直升式储气罐实例 [4]	139
100000m ³ 低压湿式螺旋导轨储气罐实例 [7]	142
低压湿式储气罐闸门井 [11]	146
低压湿式储气罐基础 [12]	147
橡胶膜密封干式储气罐构造 [13]	148
50000m ³ 橡胶膜密封干式储气罐 (柜)实例 [14]	149
橡胶膜密封干式储气罐 (柜)节点详图 [15]	150
圆柱体稀油密封型 (新型)储气罐 [20]	155
稀油密封干式储气罐 (柜)构造及系列参数 [21]	156
稀油密封干式储气罐 (柜)节点 [22]	157
干式油脂密封储气罐 (柜) [25]	160
干式油脂密封储气罐 (柜)节点 [26]	161
球罐 [27]	162
圆筒形容器 [32]	167

7

筒仓

[1~57]

设计要点 分类 [1]	168
平面组合及仓型 [2]	169
钢筋混凝土圆形筒仓仓顶 [3]	170
仓壁及筒壁配筋 [4]	171
常用内衬及锥形漏斗配筋 [6]	173
平板仓底配筋 [7]	174
水泥筒仓仓底构造及配筋 [8]	175
谷物筒仓、星仓底板构造 [9]	176
矩形、多边形筒仓仓壁加腋配筋	

方式 [10]	177
---------	-----

矩形 (方形) 仓漏斗构造 [11]	178
矩形 (方形) 仓深梁配筋 [12]	179
仓间螺旋楼梯 [13]	180
防、泄爆设施 [14]	181
欧洲浅圆仓 [15]	182
堆料仓 [16]	183
钢筋混凝土预制装配筒仓 [18]	185
后张预应力筒仓 [20]	187
浅圆仓混凝土装配仓顶 [22]	189
浅圆仓钢结构仓顶 [24]	191
浅圆仓锥壳仓顶 [26]	193
浅圆仓球壳仓顶 [27]	194
浅圆仓地面 [30]	197
浅圆仓地下通道 地下通道配筋 [31]	198
浅圆仓地下通道配筋 [32]	199
变形缝、仓门柱壁 [33]	200
钢筒仓 [34]	201
钢筋混凝土筒仓实例 (国外) [44]	211
钢卷板筒仓实例 [45]	212
基础形式的选择 [46]	213
环形基础实例 [48]	215
筏板基础实例 [49]	216
壳体基础、箱形基础实例 [51]	218
箱形基础实例 [52]	219
桩式基础实例 [53]	220
预应力混凝土筒仓实例 [55]	222
大型 M 壳体基础实例 [56]	223
装车煤仓 [57]	224

8

水塔

[1~29]

水塔分类 水塔选型 [1]	225
水塔造型 [2]	226
材料要求 构造要求 [3]	227
砖支筒式水塔水箱 [5]	229
钢筋混凝土支筒式水塔水箱 [6]	230
水箱保温、防水层及水箱砖护壁 [7]	231
钢筋混凝土倒锥壳保温水箱构造 [8]	232
钢筋混凝土倒锥壳不保温水箱构造 [9]	233
砖支筒式水塔支筒 [10]	234
钢筋混凝土保温式水塔支筒 [11]	235
钢筋混凝土倒锥壳保温水塔支筒 [12]	236
钢筋混凝土倒锥壳不保温水塔	

支筒 [13]	237
---------	-----

钢筋混凝土支架水塔 [14]	238
水塔支承结构抗震构造 [15]	239
基础选型 [16]	240
特殊地基处理 [17]	241
砖支筒式水塔基础实例 [18]	242
钢筋混凝土倒锥壳水塔基础实例 [19]	243
钢支架水塔实例 [20]	244
钢偏球形支筒式水塔实例 [21]	245
钢球形水箱支筒式水塔实例 [22]	246
200m ³ 钢球形水箱水塔实例 [23]	247
500m ³ 钢筋混凝土球形水塔实例 [24]	248
500m ³ 砖烟囱水塔实例 [25]	249
钢筋混凝土烟囱水塔实例 [26]	250
300m ³ 钢筋混凝土倒锥壳瞭望水塔实例 [27]	251
200m ³ 钢筋混凝土倒锥壳多功能水塔实例 [28]	252
附属设备 [29]	253

9

烟囱

[1~36]

烟囱类型 适用范围 [1]	254
基础类型 烟道类型 [2]	255
砖烟囱 [3]	256
钢筋混凝土烟囱 [8]	261
单筒式钢筋混凝土烟囱 [9]	262
单筒式钢筋混凝土烟囱附件 [11]	264
钢筋混凝土烟囱附件 [12]	265
套筒式烟囱实例 [13]	266
钢筋混凝土双筒内筒烟囱实例 [20]	273
四管钢筋混凝土烟囱实例 [24]	277
拉索式钢烟囱 [29]	282
自立式钢烟囱 [30]	283
三管放散钢烟囱实例 [31]	284
塔架式钢烟囱 [32]	285
基础 [33]	286
板式基础适用范围与构造 [34]	287
烟道 [36]	289

10

高耸结构

[1~2]

钢结构塔 [1]	290
塔架截面变化处的连接构造 [6]	295
塔脚节点构造 单管塔布置和构造 [7]	296

地基基础与基坑支护篇

重力式挡土墙 [1]	394
悬臂式挡土墙 [2]	395
扶臂式挡土墙 [4]	397

第 四 章

基本规定

在城市市政公用工程中，用于贮水和水处理的水池在一般情况下宜采用钢筋混凝土或预应力混凝土结构。仅当水池容量较小、地基条件较好时，可根据当地的建造经验而采用砌体结构。

水池结构在设计计算上应进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算，以保证水池结构构件满足规范规定的强度、变形、抗裂度和裂缝宽度的规定限值。除此之外还必须在构造上保证水池具有防水、抗渗和抗冻的能力。钢筋混凝土或预应力钢筋混凝土水池，应主要依靠混凝土结构自身的密实性来增强防水、抗渗和抗冻的能力。砌体结构水池，除在材料上选择抗渗和强度较高的砌体外，还必须采用防水面层等其他有效措施保证水池的防水、抗渗能力。

水池混凝土构件最小厚度 (mm)

构 件 名 称		构件最小厚度
顶板	锥、穹形	100
	梁板式	120
	双向板	150
	无梁楼盖	150
	有内压的顶板	150
壁板	双面配筋	200
	单面配筋	150
底板	锥、穹形	150
	梁板式	150
	无梁楼盖	200
	平底板	200

混凝土保护层的最小厚度 (mm)

构件类别	工 作 条 件	保护层最小厚度
板、壳	与水、土接触或高湿度	30
	与污水接触或受水气影响	35
梁、柱	与水、土接触或高湿度	35
	与污水接触或受水气影响	40
底板	有垫层的下层筋	40
	无垫层的下层筋	70

- 注：1. 墙、板、壳内分布钢筋的混凝土净保护层最小厚度不应小于 20mm；梁、柱内箍筋的混凝土净保护层最小厚度不应小于 25mm。
2. 不与水、土接触或不受水气影响的构件，其钢筋的混凝土保护层最小厚度，应按现行《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002) 的有关规定采用。
3. 水池构件外表有水泥砂浆抹面或其他涂料等质量确有保证的保护措施时，表列要求钢筋的混凝土保护层可酌量减小，但不得低于处于正常环境的要求。
4. 当构筑物位于沿海环境，受盐雾侵蚀显著时，构件最外层钢筋的混凝土最小保护层厚度不应小于 45mm。
5. 当梁、柱中纵向受力钢筋混凝土保护层大于 40mm 时，应对保护层采取有效的防裂构造措施；通常是在混凝土保护层中离构件表面一定距离处全面增配由细钢筋组成的构造钢筋网片 (φ6@150)。
6. 表列保护层厚度系按混凝土等级不低于 C25 给出，当采用混凝土等级低于 C25 时，保护层厚度尚应增加 5mm。

水池受力构件的混凝土强度等级不应低于 C25；垫层混凝土不应低于 C10。预应力水池的混凝土强度等级不应低于 C30。当采用碳素钢丝、钢绞线、热处理钢筋作预应力钢筋时，混凝土强度等级不应低于 C40。

水池接触介质的酸碱度 (pH 值) 低于 6.0 时，应按国家现行有关标准或对构件专门试验确定防腐措施。

水池混凝土可根据需要适当采用外加剂，但不得采用氯盐作防冻、早强掺合料。采用外加剂时，应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》(GBJ 119) 的规定。对有抗冻要求的混凝土不得采用火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥。

水池混凝土的碱含量应符合《混凝土碱含量限值标准》CECS 53 的规定。

矩形构筑物的伸缩缝最大间距 (m)

地基类别 工作条件		岩基		土基	
		露天	地下式或有保温措施	露天	地下式或有保温措施
砌体	砖	30		40	
	石	10		15	
现浇混凝土		5	8	8	15
钢筋混凝土	装配式	20	30	30	40
	现浇	15	20	20	30

- 注：1. 对于地下式或有保温措施的构筑物，应考虑施工条件及温度、湿度环境等因素，构筑物外露时间较长的，应按露天条件设置伸缩缝；
2. 当有实践经验时，例如在混凝土中施加可靠的外加剂或浇筑混凝土时设置后浇带，减少其收缩变形，此时构筑物的伸缩缝间距可根据经验确定，不受表列数值限制；
3. 当构筑物为预应力钢筋混凝土结构时，可以不受表列限制；
4. 当构筑物的地基有显著变化或承受的荷载差别较大时，应设置沉降缝加以分割；
5. 构筑物的伸缩缝或沉降缝应做成贯通式，在同一剖面上连同基础或底板断开。伸缩缝缝宽不宜小于 20mm；沉降缝缝宽不应小于 30mm。

混凝土抗渗、抗冻等级

指标名称	工作条件和一般要求			
强度等级	不低于 C25，寒冷或严寒地区不低于 C30			
抗渗等级	最小允许值	$i_w < 10$ P4	$i_w = 10 \sim 30$ P6	$i_w > 30$ P8
	最冷月平均气温 $< -10^{\circ}\text{C}$	$i \geq 100$ F300	$i < 100$ F250	涨落区以上及外露水池 F200
抗冻等级	最冷月平均气温 $-3 \sim -10^{\circ}\text{C}$	$i \geq 100$ F250	$i < 100$ F200	涨落区以上及外露水池 F150

- 注：1. i_w 为最大作用水头与混凝土最小厚度之比；
2. 抗渗等级 P_i 系指龄期 28 天的混凝土试样，施加 $i \times 0.1\text{N/mm}^2$ 水压后满足不渗水的指标；
3. 抗冻等级 F_i 系指龄期 28 天的混凝土试件，在冻融循环 i 次后，其强度降低不大于 25%，重量损失不超过 5%。

材料及抗震构造

水池用混凝土材料一般要求

材 料	技术指标基本规定
水 泥	1. 水泥品种应按设计要求选用,其强度等级不宜低于32.5N/mm²,不得使用过期或受潮结块水泥; 2. 在普通气候环境中的混凝土,应优先选用普通硅酸盐水泥,也可选用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥; 3. 在高湿度环境中或永远处在水下的混凝土,应优先选用矿渣硅酸盐水泥,可选用普通硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥; 4. 严寒地区的露天混凝土、寒冷地区处在水位升降范围的混凝土,应优先选用强度等级不低于42.5N/mm²的普通硅酸盐水泥,不得使用火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥; 5. 严寒地区处在水位升降范围内的混凝土,应优先选用强度等级不低于42.5N/mm²普通硅酸盐水泥,不得使用火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥; 6. 受侵蚀性环境水或侵蚀性气体作用的混凝土,应根据侵蚀性介质的种类、浓度等具体条件按专门规定选用。 7. 厚大体积的混凝土,应优先选用粉煤灰硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥,也可选用普通硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥,但不得使用硅酸盐水泥和快硬硅酸盐水泥
骨料	1. 石子最大粒径不宜大于40mm,泵送时最大粒径应为输送管径的1/4;吸水率不应大于1.5%;含泥量不得大于1.0%,泥块含量不得大于0.5%,不得使用碱性骨料; 2. 砂宜用中砂,含泥量不得大于3.0%,泥块含量不得大于1.0%
水	应采用不含有害物质的洁净水,不得使用海水
外加剂	1. 应根据不同具体情况掺加各种类型的混凝土外加剂。外加剂的掺量,宜根据不同情况经试配后再大量使用; 2. 禁止使用氯盐
单位水泥用量	1. 水泥用量不得少于300kg/m³;掺有活性掺合料时,水泥用量不得少于280kg/m³; 2. 水泥用量不宜超过360kg/m³
水灰比	不应大于0.50
灰砂比	宜为(1:2)~(1:2.5)
砂 率	宜为35%~45%

地面以下砌体材料的最低强度等级

基土潮湿程度	烧结普通砖、蒸压灰砂砖		混凝土砌块	石材	水泥砂浆
	严寒地区	一般地区			
稍潮湿的	MU10	MU10	MU7.5	MU30	M5
很潮湿的	MU15	MU10	MU7.5	MU30	M7.5
含水饱和的	NU20	MU15	MU10	MU40	M10

一般水池壁板厚度、配筋率、含筋量参考值

壁厚 (mm)	主筋 配筋率(%)	水平构造钢筋(全截面)	
		配筋率(%)	间距(mm)
200~800	0.3~0.8	0.3~0.5	100~150

注:水平构造钢筋的含筋率主要取决于构件在该方向上体积变化时受约束的程度。

一般水池壁板厚度与钢筋直径参考值 (mm)

板 厚	200~300	300~400	400~500	500~600	600~700	700~800
主筋直径	10~16	12~18	14~20	14~22	16~22	16~25
构造筋直径	10~12	12	12~14	14	14~16	16

水池在抗震设防地区的构造要求

结构构件	工作条件和技术措施
池壁	下列情况时应采用钢筋混凝土结构: (1)设防烈度为9度; (2)设防烈度为7度或8度,地基主要受力层范围内有可液化土层; (3)设防烈度为7度或8度,地基的受力层中有软弱黏性土层,其相应的承载力小于80kPa或100kPa
装配式构件的连接	盖板与梁
	顶盖与池壁
立柱	1. 应采用钢筋混凝土结构; 2. 纵向受力钢筋最小配筋率应根据不同抗震等级,按现行规范要求确定; 3. 立柱顶端与顶盖构件应有可靠连接
矩形水池的拐角	1. 当设防烈度为8度时,砌体结构拐角处沿高度每隔300~500mm设3ϕ6钢筋,伸入两侧池壁不小于1000mm; 2. 设防烈度8度或9度时,钢筋混凝土结构中内、外水平配筋率不小于0.3%,伸入侧壁不小于1000mm
导流墙	无筋砌体的导流墙,宜与池壁、立柱或顶盖构件有可靠拉结措施

混凝土的热工系数

系数名称	工 作 条 件	系 数 值
线膨胀系数 α_c (1/℃)	温度在0~100℃范围内	1×10^{-5}
导热系数 λ_c [W/(m·K)]	两侧表面与空气接触	1.55
	一侧与空气接触,一侧与水接触	2.03
热交换系数 β_c [W/(m·K)]	冬季混凝土表面与空气之间	23.26
	夏季混凝土表面与空气之间	17.44

常用的裂缝补漏方法

水池等地下构筑物因裂缝产生的渗水、漏水，轻则造成使用不便，引起钢筋锈蚀，影响构筑物的使用寿命；重则由于湿度增大或漏水酿成设备事故，还会因泥沙流失，掏空地基，危害构筑物的安全。

构筑物开裂渗漏的因素很多，有因构筑物本身设计不合理、施工方案欠妥和施工操作不善，或对地基条件、气候变化、材料性能等因素的影响考虑不周等。此外还有在原有构筑物附近施工造成因不均匀沉降和位移而引起开裂的。

补漏方法	适用条件
表面抹浆	1. 当表面龟裂或裂纹较细时,可将裂缝冲洗后用纯水泥浆抹补。 2. 对小蜂窝、麻面、露筋、露石的混凝土表面,为保护钢筋不受侵蚀,可用(1:1)~(1:2)水泥砂浆抹面整修。抹面前应用钢丝刷刷净后再用压力水清洗湿润。 3. 对于一般蜂窝麻面等缺陷,可用1:2微膨胀水泥砂浆(水灰比0.5)或氯化铁防水水泥砂浆修补(氯化铁掺量为3%),其配比为水泥:砂:防水剂=1:(2.0~2.5):0.03。修补前先用压力水冲洗并用素灰打底。 4. 当裂缝宽度小于0.2mm时,沿混凝土表面用钢丝刷打毛100mm宽的区段,涂抹2~3mm厚的环氧树脂水泥修补。 5. 水池混凝土表面有冒汗、潮湿等不严重渗漏水时,可在迎水面或背水面用水泥砂浆抹面处理。
卷材粘贴	1. 裂缝宽度小于0.2mm时,在迎水面粘贴薄膜材料,常用的为环氧类树脂玻璃布,一般粘贴2~3层(层厚1.5mm);在表面有明水的基层上不宜粘贴。 2. 如兼有蜂窝、麻面则先用表面抹浆法抹平,再涂刷底胶后将玻璃布从中间抹压粘贴;粘贴时要避免中间有气泡起鼓,贴紧最后一层玻璃布后,即可涂刷面胶封面
料浆填充	1. 当稳定性裂缝宽度小于0.2~0.3mm时,用钢凿凿成V形口,在干燥条件下分两次涂刷环氧树脂水泥,再抹环氧砂浆,使与表面混凝土齐平,最后用与原粉刷相同的涂料修补抹面。 2. 用1:2水泥砂浆、微膨胀水泥砂浆或氯化铁水泥砂浆封口时,一般凿成U形槽。 3. 裂缝宽度大于3mm时,除选用1或2的方法外,常伴随进行构造上的补强加固,如采用钢丝网水泥或增设附加构造钢筋等。 4. 当蜂窝较严重或露筋较深时,应将不坚实的颗粒冲净,再用比原等级高一级的细石混凝土填捣实。 5. 对孔洞的处理,经清洗后用同等级微膨胀混凝土或高一级的细石混凝土分层捣实,且应控制水灰比不大于0.5
压力注浆	1. 水泥注浆 用于大孔洞的填充及蜂窝和裂缝的修补,纯水泥浆的稠度应按漏水缝隙的大小和漏水情况决定。一般采用的有:水泥:水=1.5:1、1:1、0.8:1、0.6:1及0.5:1等。对孔洞和蜂窝,可用42.5级普通水泥、水灰比0.5~0.6、掺1% Sn-II型减水剂。 2. 水泥-水玻璃注浆 为了加速凝固,可在水泥浆中加入少量水玻璃溶液或其他速凝材料。 3. 化学注浆 (1)环氧康酮:当裂缝大于0.1mm时,可用环氧康酮注浆。环氧康酮收缩率小(约2%)、稳定性好,并有良好的力学性能,抗拉强度≥15N/mm²,抗压强度≥60N/mm²,与混凝土的粘结力≥25N/mm²。 (2)丙凝:可用于裂缝宽度小于0.15mm以下的细裂缝。其黏度与水接近,具有良好的可注性,对变形的适应性及不透水性好。在潮湿环境下膨胀率为5%~8%。缺点是强度低。 (3)氰凝:可用于裂缝宽度大于0.2mm时。浆液不遇水是稳定的,适用于涌水、渗水等潮湿状态的裂缝。防渗性能较好,但强度低,有毒,不能用于存放生活饮用水的贮水构筑物。 (4)氰凝水泥浆:可用于要求高强度时或补强工程。固结后抗压强度可达35N/mm²,抗拉强度约为5~7N/mm²,粘结抗拉强度为2~4N/mm²。 (5)甲凝:当裂缝宽度小于0.1mm时可用甲凝。浆液黏度比水低得多,可灌性好,可注入细微的裂隙(0.05mm)。其粘结强度高,物理性能好,抗渗性、耐腐蚀性、耐老化等均好。其抗压强度一般为60~80N/mm²,粘结抗拉强度为1~2N/mm²。在低温(-40℃)能固化,不脆不软,不受气温影响,但固化后体积收缩达5%~7%。

注: 1. 一般裂缝很纤细,进行裂缝修补开槽时,应事先将原状裂缝明确标出,然后以原状缝为中心线凿槽,以确保开槽中包含着所要处理的裂缝。
2. 为裂缝修补所开的V形或U形槽口应坚实、清洁,开凿时应及时将槽内疏松杂物除去,形成坚实的沟槽,然后用高压水将浮灰冲出,使原状裂缝暴露出来,保证注浆时浆液在槽内畅通流动,能注入裂隙之内。
3. 槽口的封堵应具有适当的承压能力,一般情况下应达到0.5MPa。

裂缝修补材料、耐久性、水池闭水试验

环氧树脂水泥砂浆参考配合比 (重量比)

材料名称	规格或作用	干燥面层		潮湿面层	
		底胶	面胶	底胶	面胶
环氧树脂	E-44 或 E-42	100	100	100	100
煤沥青	70℃软化点			50~70	50~70
甲苯	稀释剂	50	20		
苯二甲酸二丁脂	增塑剂	8	8	8	8
乙二胺	固化剂	10	10	12	12
普通水泥(>32.5级)	填料	50	100	50	100

环氧康酮注浆参考配合比 (重量比)

材料名称	作用	配方用量范围
环氧树脂	主剂	100
糠醛	稀释剂	30~60
丙酮	稀释剂	20~40
苯酚	促凝剂	10~15
焦性没食子酸	促凝剂	3~5
乙二胺	固化剂	15~20

氰凝 (聚氨酯) 参考配合比 (重量比)

材料名称	作用	配方用量范围
预聚体 MN-69	主剂	100
邻苯二甲酸二丁脂	增塑剂	1~5
二甲苯	溶剂	1~5
三乙胺	催化剂	0.3~1
有机锡	催化剂	0.15~0.5

甲凝 (甲基丙烯酸酯) 参考配合比 (重量比)

材料名称	作用	配方用量范围
甲基丙烯酸甲酯	主剂	100
丙烯晴	增塑剂	10~15
甲基-丙烯酸	亲水剂	0~5
水杨酸	解热剂	0~1
过氧化苯甲酰	引发剂	0.5~2
对甲苯亚磺酸	抗氧剂	0~0.5
二甲基苯胺	促凝剂	0.5~2
铁氰化钾	抑制剂	0~0.05

丙凝 (丙烯酰胺) 参考配合比 (重量比)

材料名称	作用	配方用量范围
丙烯酰胺 AAM	主剂	5~20
N,N'-甲撑双丙烯酰胺 MBAM	交联剂	0.25~1
A 液 β -二甲胺基丙晴 DMAPN	还原剂	0.1~1
氯化亚铁 Fe^{++}	强还原剂	0~0.05
铁氰化钾 KFe	阻凝剂	0.005
B 液 过硫酸铵 AP	氧化剂	0.1~1

修补裂缝用环氧砂浆参考配比 (重量比)

材料名称	作用	配方 1	配方 2
环氧树脂 E-42	主剂	100	
环氧树脂 E-44	主剂		100
乙二胺	固化剂	6	10
邻苯二甲酸二丁脂	增塑剂	15	10
甲苯	稀释剂	5	
丙酮	稀释剂		20
砂		1040	
普通水泥(>32.5级)			300
石棉			100

闭水试验

注水方式	1. 水池混凝土到达设计强度后,在粉刷抹面前进行闭水检验; 2. 每升高 1m 水位不少于 4h,然后停止 12h,再继续充水; 3. 对于一般地质条件,水深 6m 以下的水池以 5d 充满为宜; 4. 满水 3 昼夜后进行测定水的渗漏量; 5. 外观检查
	1. 钢筋混凝土水池渗水量以 24 小时不超过 $2\text{L}/\text{m}^2$ (除去蒸发) 为合格; 2. 外表面仅允许有小面积湿润; 3. 变形缝不得有漏水现象

结构混凝土耐久性的基本要求

环境类别	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m^3)	最低混凝土强度等级	最大氯离子含量 (%)	最大碱含量 (kg/m^3)
一	0.65	225	C20	1.0	不限制
二	a 0.60	250	C25	0.3	3.0
	b 0.55	275	C30	0.2	3.0
三	0.50	300	C30	1.0	3.0

注: 1. 氯离子含量系指其占水泥用量的百分率;

2. 预应力构件混凝土中的最大氯离子含量为 0.06%, 最小水泥用量为 $300\text{kg}/\text{m}^3$; 最低混凝土强度等级应按表规定提高两个等级;3. 素混凝土构件的最小水泥用量不应小于表中数值减 $25\text{kg}/\text{m}^3$;

4. 当混凝土中加入活性掺合料或能提高耐久性的外加剂时,可适当降低最小水泥用量;

5. 当有可靠工程经验时,处于一类和二类环境中的最低混凝土强度等级可降低一个等级;

6. 当使用非碱性骨料时,对混凝土中的碱含量可不作限制;

7. 表列数值适用于设计使用年限为 50 年的结构混凝土;设计使用年限为 100 年的混凝土结构,应采取专门有效措施;

8. 对临时性混凝土结构,可以不考虑混凝土的耐久性要求。

水池混凝土常用外加剂

种 类	分类与品种	主要功能与效果	使用与注意事项												
防水剂	1. 无机化合物类:硅灰粉末等; 2. 有机化合物类:脂肪酸及其盐类、有机硅表面活性剂等; 3. 混合物类:以上两类分别或一起混合; 4. 复合类:上述各类与其他外加剂形成复合型防水剂	1. 提高新建水池的防水、抗渗功能; 2. 用于已建水池的防水补漏	1. 防水混凝土施工应选择与防水剂适应性好的水泥,一般优先选用普通硅酸盐水泥; 2. 防水剂应按供货单位推荐掺量掺入,超量掺加时应经试验确定												
减水剂	1. 普通减水剂:木质素碳酸盐类; 2. 高效减水剂: 1)多环芳香族碳酸盐类; 2)水溶性树脂碳酸盐类; 3)脂肪族类; 4)其他改性减水剂	1. 可增大混凝土的流动性而不降低混凝土的强度; 2. 可以减少水及水泥用量,以节约水泥; 3. 降低水灰比,提高混凝土的强度和耐久性; 4. 可配制抗渗、防腐等多种性能的混凝土	1. 减水剂以溶液掺加时,溶液中水量应从拌合水中扣除; 2. 溶液减水剂宜与拌合水同时加入,粉剂减水剂宜与胶凝材料拌合后同时加入; 3. 掺用减水剂的混凝土,其收缩量基本上与不掺者相近或略有增大												
引气剂	1. 松香树脂类:松香热聚物等; 2. 烷基和烷基芳烃磺酸盐类:十二烷基磺酸盐等; 3. 脂肪醇磺酸盐类:脂肪醇聚氧乙烯醚等; 4. 皂甙类:三萜皂甙等; 5. 其他:蛋白质盐等	1. 引气剂可以显著提高混凝土拌合物的工作性,减少水泥用量和泌水率,但早期强度会有不同程度的降低; 2. 掺有引气剂的混凝土,当水泥用量和坍落度相同时,较普通混凝土强度略有提高,抗渗和抗冻性可提高 1~2 倍; 3. 与减水剂复合为引气减水剂,可以降低引气剂防水混凝土早期强度较低的缺点	1. 含气量随搅拌时间而增加,但搅拌过长也会破坏气泡,一般至混凝土表面无大气泡上浮则可; 2. 掺加引气剂对混凝土与钢筋的握裹强度会产生影响; 3. 混凝土最大含气量(%)(d 为粗骨料最大粒径) <table><tr><td>$d(\text{mm})$</td><td>20/19</td><td>25/22.4</td><td>40/37.5</td><td>50/45</td><td>80/75</td></tr><tr><td>%</td><td>5.5</td><td>5.0</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>3.5</td></tr></table> 注:斜杠下数值为《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685)中标准筛的尺寸	$d(\text{mm})$	20/19	25/22.4	40/37.5	50/45	80/75	%	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5
$d(\text{mm})$	20/19	25/22.4	40/37.5	50/45	80/75										
%	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5										
速凝剂	1. 无机盐混合物:以铝酸盐和碳酸盐为主要成分; 2. 无机盐复合物:以铝酸盐、水玻璃为主,复合其他有机盐	1. 能加快水泥的水化速度,使砂浆或混凝土迅速凝结硬化; 2. 利用其迅速硬化并有较高早期强度的特点,用于支护、止水、堵水及堵漏修补等抢险工程; 3. 用于喷射混凝土工程,能使喷出的物料在被喷的表面上粘住	1. 掺速凝剂后,混凝土一系列的力学性能如弹性模量、泊松比、抗剪强度、粘结力等均有所降低; 2. 喷射混凝土应选用与水泥适应性好、凝结硬化快、回弹小、28 天强度损失小及低掺量的一等品速凝剂												
早强剂	1. 强电解质无机盐类:硫酸盐等; 2. 水溶性有机化合物:三乙醇胺、甲酸盐等; 3. 复合物类	1. 早强剂能使混凝土的早期强度大幅度提高,对水泥的凝结时间并无很大的影响; 2. 改善混凝土拌合物的工艺性能并可防止新浇筑的混凝土在低温下冻结; 3. 适用于有早强要求的钢筋混凝土结构和修补接缝等工程; 4. 适用于蒸汽养护的混凝土或在低温环境下浇筑混凝土	1. 与镀锌钢材或铝铁接触的混凝土,以及有外露预埋铁件而无保护措施的混凝土结构,严禁采用强电解质无机盐类早强剂; 2. 使用直流电源或距高压直流电源 100m 以内的结构严禁采用强电解质无机盐类早强剂												
泵送剂	由减水剂、缓凝剂、引气剂等复合而成	1. 可配置和易性和可泵送性好、具一定含气量和缓凝性能的大坍落度混凝土; 2. 黏聚性强,防止离析泌水; 3. 硬化后混凝土有足够强度和满足多项物理力学性能要求	1. 骨料要求较高,粗骨料级配应连续; 2. 粉剂宜水解或直接在搅拌机中搅拌,且在测定坍落度符合要求后才可使用												

1 水池

水池混凝土常用外加剂

种 类	分类与品种	主要功能与效果	使用与注意事项																				
膨胀剂	1. 硫铝酸钙类； 2. 硫铝酸钙-氧化钙类； 3. 氧化钙类	1. 补偿混凝土收缩；	1. 膨胀剂一般用于水池超过规范规定的常规设缝间距时； 2. 设后浇缝时，完全缝间距不宜超过 60m，后浇带浇筑时间间隔应不小于 28 天； 3. 胶凝材料（水泥、膨胀剂和掺合料的总量）最少用量（kg/m³）：																				
		2. 提高混凝土的抗渗和抗冻性能；																					
		3. 作填充用膨胀混凝土，用于后浇带和管道水池接头等；																					
		4. 作灌浆用膨胀砂浆，地脚螺栓固定，构件的加固补强等；																					
		5. 作自应力混凝土，仅用于常温下的自应力钢筋混凝土压力管；																					
		6. 补偿收缩混凝土的性能指标：																					
		<table><tr><td>项目</td><td>限制膨胀率</td><td>限制干缩率</td><td>抗压强度</td></tr><tr><td>龄期</td><td>水中 14d</td><td>水中 14d， 空气中 28d</td><td>28d</td></tr><tr><td>性能指标</td><td>$\geq 2.5 \times 10^{-4}$</td><td>$\leq 3.0 \times 10^{-4}$</td><td>$\geq 25\text{N/mm}^2$</td></tr></table>	项目	限制膨胀率	限制干缩率	抗压强度	龄期	水中 14d	水中 14d， 空气中 28d	28d	性能指标	$\geq 2.5 \times 10^{-4}$	$\leq 3.0 \times 10^{-4}$	$\geq 25\text{N/mm}^2$	<table><tr><td>膨胀混凝土种类</td><td>胶凝材料最少用量</td></tr><tr><td>补偿收缩混凝土</td><td>300</td></tr><tr><td>填充膨胀混凝土</td><td>350</td></tr><tr><td>自应力混凝土</td><td>500</td></tr></table>	膨胀混凝土种类	胶凝材料最少用量	补偿收缩混凝土	300	填充膨胀混凝土	350	自应力混凝土	500
项目	限制膨胀率	限制干缩率	抗压强度																				
龄期	水中 14d	水中 14d， 空气中 28d	28d																				
性能指标	$\geq 2.5 \times 10^{-4}$	$\leq 3.0 \times 10^{-4}$	$\geq 25\text{N/mm}^2$																				
膨胀混凝土种类	胶凝材料最少用量																						
补偿收缩混凝土	300																						
填充膨胀混凝土	350																						
自应力混凝土	500																						

注: 1. 外加剂的选用除满足《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119—2003 外, 尚应符合国家现行有关强制性标准的规定, 严禁使用对人体产生危害、对环境产生污染的外加剂。

2. 外加剂的掺量应按供货单位推荐掺量、搅拌方式方法、使用要求、施工条件、混凝土原材料等因素通过试验确定。

3. 水池结构严禁采用含氯盐配制的外加剂。

4. 当混凝土使用碱活性集料时, 由外加剂带入的碱含量(以当量氧化钠计)每 m^3 混凝土不宜超过 1kg, 总碱量尚应符合有关标准。

水池常用防水材料

水池结构的防水, 一般采用混凝土自防水, 主要依据混凝土的抗渗等级和《给水排水构筑物施工验收规范》GBJ 141—90 中水池满水试验的要求控制。加盖水池或有更高防水要求时可设置附加防水层。

种类	分类与品种	主要施工方法与要求	一般适用范围
水泥砂浆防水层	1. 普通水泥砂浆; 2. 聚合物水泥砂浆; 3. 掺外加剂或掺合料防水砂浆	1. 水泥砂浆品种和配合比应根据防水工程要求确定; 2. 基层混凝土强度不小于 C15, 水泥砂浆等级不低于 32.5 N/mm^2 ; 3. 基层应平整、坚实、粗糙、清洁并湿润, 但无积水	可用于结构主体的迎水面或背水面, 尤其适合预应力缠绕丝的外防护
卷材防水层	1. 高聚物改性沥青类(厚度不应小于 3mm); 2. 合成高分子类	1. 高聚物改性沥青和合成高分子防水卷材, 单层使用时厚度分别不小于 4mm 和 1.5mm; 双层使用时总厚度不小于 6mm 和 2.4mm; 2. 必须采用与卷材相应的胶粘剂粘贴, 幅间搭接不小于 100mm	1. 主要适用池盖顶面铺贴及池壁外铺贴; 2. 用于外表面时应设保护层
塑料防水板防水层	乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA); 乙烯-共聚物沥青(ECB); 聚氯乙烯(PVC); 高密度聚乙烯(HDPE); 低密度聚乙烯(LDPE)	1. 幅宽 2~4m, 厚度 1~2mm; 2. 耐久、耐水、耐腐蚀、耐菌、耐穿刺性好; 3. 基层平整、无尖锐物, 并铺设缓冲层; 4. 幅间搭接应为 100mm, 采用不小于 10mm 的双焊缝	用于有特殊要求的构筑物
涂料防水层	1. 无机防水涂料: 水泥基、水泥基渗透结晶型; 2. 有机防水涂料: 反应型、水乳型、聚合物水泥	1. 基面干净、无浮浆、无水珠、不渗水; 2. 涂料的配制及施工, 必须严格按涂料的技术要求进行; 3. 有机防水涂料施工完后应及时做好保护层	1. 作为柔性防水, 适用于所有需附加防水层表面; 2. 可与防腐结合配料施工

无机涂料性能指标

种类	抗折强度 (N/mm^2)	粘结强度 (N/mm^2)	抗渗性 (N/mm^2)	冻融 循环
水泥基	>4	>1.0	>0.8	$>\text{D50}$
渗透结晶	≥ 3	≥ 1.0	>0.8	$>\text{D50}$

有机涂料性能指标

种类	可操作 时间 (min)	潮湿基面 粘结强度 (N/mm^2)	抗渗性(N/mm^2)			浸水 168h 后 拉伸强度 (N/mm^2)	浸水 168h 后 断裂伸长率 (%)	耐水性 (%)	表干 (h)	实干 (h)
			涂膜(30min)	迎水面	背水面					
反应型	≥ 20	≥ 0.3	≥ 0.3	≥ 0.6	≥ 0.2	≥ 1.65	≥ 300	≥ 80	≤ 8	≤ 24
水乳型	≥ 50	≥ 0.2	≥ 0.3	≥ 0.6	≥ 0.2	≥ 0.5	≥ 350	≥ 80	≤ 4	≤ 12
聚合物水泥	≥ 30	≥ 0.6	≥ 0.3	≥ 0.8	≥ 0.6	≥ 1.5	≥ 80	≥ 80	≤ 4	≤ 12