

GANGJINHUNNINGTUCHENJINGJIEGOUSHEJISHIGONGSHOUCE

钢筋混凝土沉井结构 设计施工手册

葛春辉 主编

中国建筑工业出版社



钢筋混凝土沉井结构设计施工手册

GANGJIN HUNNINGTU CHENJING JIEGOU
SHEJI SHIGONG SHOUCHE

葛春辉 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢筋混凝土沉井结构设计施工手册/葛春辉主编. —北京:中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-06739-1

I. 钢... II. 葛... III. ①沉井—建筑结构: 钢筋混凝土结构—建筑设计—技术手册②沉井—建筑结构: 钢筋混凝土结构—工程施工—技术手册 IV. TU473.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 066027 号

本手册根据《给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》CECS 137—2002 编写。在设计方面,对该“规程”的内容作必要的扩充,特别对于沉井构造和受力分析作详细阐述,以便设计人员更好地理解 and 运用规程。书中附有九个典型工程实例。在施工方面,对沉井施工的要点作了介绍,并对沉井施工中可能发生的一些问题,给出相应的对策。

本手册可供土建结构设计人员、施工人员和高校师生参考。

* * *

责任编辑:蒋协炳

责任设计:彭路路

责任校对:王金珠

钢筋混凝土沉井结构设计施工手册

GANGJIN HUNJINGTU CHENJING JIEGOU

SHIJI SHIGONG SHOUCHE

葛春辉 主编

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{1}{4}$ 字数: 370 千字

2004 年 10 月第一版 2004 年 10 月第一次印刷

印数: 1—2,500 册 定价: 25.00 元

ISBN 7-112-06739-1

TU·5887(12693)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《钢筋混凝土沉井结构设计施工手册》 编写单位及编写人员名单

编写单位：上海市政工程设计研究院

主 编：葛春辉

主要编写人：葛春辉 张觉生 王广平 王恒栋 王大令
 缪宇宁 王荣文 汤 伟 舒亚俐

前 言

《给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》CECS137:2002 已经出版。为了与该《规程》配套,特组织《规程》的主要编写人员编写《钢筋混凝土沉井结构设计施工手册》,以满足广大沉井工程设计与施工的技术人员需要。

本《手册》包括沉井设计和沉井施工两个部分。沉井设计部分根据《规程》的内容在设计理论方面做了一些扩充和论述,并列入了9个设计例题,目的是让读者对沉井设计有较全面深入的了解。在施工部分里列入一些关键性沉井施工内容,可供施工技术人员参考。

本手册在编写过程中得到了许多同事的大力支持。李春波、彭夏军和孙磊等工程师做了9个例题,蒋玲玲参加了手册编制的全过程,在此一并感谢。

由于编者理论水平和实践经验有限,不妥之处在所难免,热诚希望读者和同行批评指正。

编者
2004年3月

目 录

第一章 概述	1
第一节 沉井的涵义及应用范围	1
第二节 沉井的特点	1
第三节 沉井技术的发展状况	2
第四节 沉井的分类及用途	2
一、按沉井用途分类	3
二、按材料分类	3
三、按平面形状分类	3
四、按场地分类	4
第五节 沉井设计要点	4
一、场地选择	4
二、施工方法选择	4
三、沉井井体厚度的确定	5
第六节 沉井地基承载力及地基变形沉降验算	5
一、沉井地基承载力验算	5
二、地基变形验算	5
第七节 沉井伸缩缝的设置	5
第二章 材料	6
第一节 材料选用	6
第二节 材料强度和弹性模量	7
第三章 沉井结构上的作用	10
第一节 作用分类和作用代表值	10
一、作用分类	10
二、作用代表值	10
三、效应组合	10
第二节 永久作用标准值	10
一、自重标准值选用	10
二、作用在沉井壁上的侧向主动土压力强度标准值	10
第三节 可变作用标准值和准永久值系数	10
一、地面活荷载作用在沉井壁上的侧压力标准值	10
二、地下水(包括上层滞水)对沉井作用的标准值和准永久值系数	11
三、流水压力标准值	11
四、河道内融流冰块作用在沉井上的压力标准值	12

五、顶管顶力标准值	12
第四章 基本设计	14
第一节 沉井设计原则	14
第二节 承载能力极限状态计算	14
第三节 正常使用极限状态验算	16
第五章 沉井结构设计计算	19
第一节 设计计算的内容和步骤	19
第二节 沉井尺寸设计要点	20
一、井顶标高	20
二、沉井刃脚踏面标高	20
三、沉井平面尺寸	20
四、沉井井壁厚度和各部位的截面尺寸	20
第三节 水、土压力计算	21
一、水压力	21
二、土压力	21
三、重液压力公式	23
四、水土压力合算与水土压力分算	23
第四节 沉井下沉计算	24
一、井壁与土壤的摩阻力的计算	24
二、下沉计算	25
三、抗浮验算	26
四、抗滑移及抗倾覆验算	26
第五节 圆形沉井井壁计算	27
一、水平内力计算	27
二、竖向弯曲计算	37
第六节 矩形沉井井壁计算	39
一、井壁水平内力计算	39
二、竖向弯曲计算	44
第七节 沉井竖向框架及隔墙	45
一、框架及隔墙的作用和布置原则	45
二、受荷情况分析	46
三、竖向框架计算	46
四、隔墙计算	47
第八节 施工阶段的井壁竖向抗拉验算	48
第九节 刃脚计算	48
一、竖向内力计算	48
二、水平内力计算	49
三、作用在刃脚上水平外力的分配	50
第十节 沉井封底混凝土厚度计算	50

一、沉井采用干封底	50
二、沉井采用水下混凝土封底	50
第十一节 钢筋混凝土底板计算	52
一、沉井底板的荷载计算	52
二、沉井底板的内力计算	52
三、圆形沉井底板计算	52
四、矩形底板	54
第十二节 顶管工作井井壁计算	55
一、圆形沉井在顶力作用下的内力计算	55
二、矩形沉井在顶力作用下的内力计算	57
三、顶管工作井稳定验算	58
第六章 沉井的结构布置及构造	60
第一节 结构布置	60
一、沉井平面及竖向布置	60
二、矩形沉井长宽比	60
三、平面分格	60
四、刃脚布置	60
第二节 刃脚形式和构造	61
一、刃脚形式	61
二、刃脚尺寸	62
三、刃脚配筋	62
四、刃脚打毛	62
第三节 沉井井壁构造	62
一、井壁厚度	62
二、井壁配筋	63
三、井壁与底板的连接	64
四、隔墙	64
五、沉井分节浇筑	65
第四节 底板及底部构造	65
一、干封底	65
二、水下封底	65
三、底板构造	65
第五节 顶管工作井和接收井	66
第六节 连续沉井构造	67
一、圆形连续沉井	67
二、矩形连续沉井	67
第七节 一般构造规定	68
一、受力钢筋的混凝土净保护层最小厚度	68
二、纵向受力钢筋的最小配筋率	69

三、钢筋的锚固	69
四、钢筋的连接	70
第七章 沉井施工概要	72
第一节 概要简述	72
一、沉井特点	72
二、施工工艺	72
三、施工要求	72
四、质量标准	74
五、机械设备	74
六、劳动组织	74
七、施工安全	74
第二节 施工准备	75
一、施工现场准备工作	75
二、编制施工组织设计	76
三、其他准备工作	76
第三节 基坑垫层和筑岛	76
一、基坑	76
二、砂垫层	77
三、混凝土垫层	79
四、筑岛	80
第四节 沉井制作	85
一、模板	85
二、钢筋	89
三、混凝土	90
第五节 沉井下沉	95
一、沉井排水及人工挖土下沉	95
二、机械挖土下沉	99
三、水力机械下沉	103
四、空气吸泥下沉	109
五、触变泥浆减阻措施	114
六、空气幕减阻措施	119
第六节 沉井封底	122
一、干封底	122
二、不排水施工时的水下封底	124
三、浇筑钢筋混凝土底板	129
第七节 浮运沉井的定位与沉放	129
一、设定位锚船	130
二、锚碇设备的选择及计算	130
三、浮运沉井的沉放	132

第八章 沉井下沉过程中经常发生的问题及处理	134
第一节 沉井井位偏差及纠偏	134
一、沉井下沉中的测量工作	134
二、沉井位移与倾斜的计算	134
三、沉井的允许偏差	135
四、沉井的纠偏	136
第二节 井内流砂及处理	137
一、流砂现象产生的主要条件	138
二、防止发生流砂现象的措施	138
第三节 沉井下沉周边土体塌方范围及应对措施	138
一、工程实例	139
二、沉井对周围土的扰动原因分析	139
三、减少沉井对四周土体破坏的措施	140
第四节 沉井接高时的稳定措施	140
第五节 保护沉井周围环境的措施	141
一、确定沉井周围地表沉降的控制要求	141
二、做好施工组织设计和执行操作规程	141
三、施工监控	141
四、监控等级和监控内容	142
第九章 沉井质量验收标准	143
第一节 沉井制作允许偏差	143
第二节 沉井下沉允许偏差	143
第十章 沉井结构设计例题	144
一、例题一 采用排水法施工,无上部建筑,依靠自重下沉的小直径 圆形沉井	144
二、例题二 采用排水法施工,有上部建筑,加载下沉小直径圆形沉井	153
三、例题三 采用排水法施工,无上部建筑,依靠自重下沉带顶管小直径 圆形沉井	162
四、例题四 采用不排水法施工,无上部建筑,依靠自重下沉大直径 圆形沉井	171
五、例题五 北方地区沉井,有上部建筑,采用排水法施工并泥浆套助沉大直径 圆形沉井	180
六、例题六 采用排水法施工,无上部建筑,依靠自重下沉,单格小型 矩形沉井	188
七、例题七 采用排水法施工,有上部建筑,依靠加载下沉,单格小型 矩形沉井	198
八、例题八 采用排水法施工,无上部建筑,依靠自重下沉,小型矩形 双格沉井(顶管井)	206
九、例题九 大型矩形沉井不排水法施工与排水法施工选择	219

附录 沉井工程地质勘察要求	224
一、勘察要求	224
二、勘察孔深度	224
主要参考文献	225

第一章 概 述

第一节 沉井的涵义及应用范围

沉井是一种在地面上制作、通过取除井内土体的方法使之沉到地下某一深度的井体结构。利用沉井作为挡土的支护结构,可以建造各种类型或各种用途的地下工程构筑物。沉井施工方法是修筑地下构筑物或深基础工程特殊而重要的施工方法,而沉井结构则是与这种施工方法相适应的工程结构。与沉井相类似,沉箱也是通过取除箱内土体使之沉到地下的一种工程结构,所不同的是沉箱在取除箱内土体的过程中,箱内必须保持一定的气压,使箱外的土和水不致渗入箱内,人员可在箱内进行取土作业。沉井则因可在水下取土而无需在井内加压,这是两者主要的区别之处。

沉井的应用范围一般有以下几方面:

- 一、当构筑物埋置较深,采用沉井方式较经济时;
- 二、当构筑物埋置很深(如矿山的竖井)时,采用其他施工方式有困难,采用沉井最合适;
- 三、新建构筑物附近存在已有建筑物,开挖施工可能对已有建筑物产生不利影响,就应考虑使用沉井;
- 四、江心和岸边的井式构筑物,排水施工有困难时,采用沉井是最佳选择;
- 五、建筑物的地下室、拱管桥的支墩及大型桥梁的桥墩采用沉井结构都有成功实例。

第二节 沉井的特点

沉井作为建造地下工程构筑物或深基础的一种方法,与其他方法相比,具有十分明显的特点。

一、沉井与广泛应用的大开挖方法相比,特点如下:

(一)如果大开挖不设支护,则不但土方工程量大,而且往往由于需留出开挖边坡,使场地面积大大增加;沉井的土方工程量则可以限制在沉井的体积范围内,而且因为无需留出边坡,场地面积也可大大减少。

(二)沉井不但可以作为地下结构的外壳部分,而且在挖土下沉的过程中可作开挖支护。与设支护的大开挖方法相比,省去了开挖支护的费用。

(三)在地下水丰富的地区,大开挖方法的降水措施是必不可少的。这一措施需花费大量的人力与物力,而沉井施工方法则因可以采用水下挖土及水下封底等技术而节省了降水或排水的费用。

(四)对于一些深度较大的地下构筑物或深基础,大开挖法往往是不可能的或是费用巨大,此时,沉井的优点则是无法比拟的。深度越大,则沉井的优点就越为突出。

二、沉井与沉箱相比,特点如下:

(一)一般情况下,沉箱法所需的专用设备多,而沉井法则因所需的专用设备比较简单而易于满足,所需费用也比沉箱法为小。

(二)沉箱法在作业过程中,箱内人员需在高于大气压力的条件下操作,其操作条件不如沉井法;而如下沉的深度较深,则需进一步增加箱内的气压而使箱内的操作条件大大劣化。所以,沉箱的下沉深度是受到一定程度的限制的,一般不超过 35~40m,而沉井的下沉深度则无此限制。

三、沉井法虽然具有一定优点,但在一些情况下,其应用也是受到一定程度的限制的,这表现在:

(一)沉井在下沉的过程中,对周围一定范围内的土体将产生扰动,在一些土层中,这种扰动还相当严重,如果周边环境对这种扰动的反应敏感,则还必需采取环境保护措施。

(二)在下沉深度范围内,沉井刃脚下必须无大块孤石、坚硬的土层或其他障碍物,否则沉井的下沉将受到严重的妨碍。一旦遇到上述障碍,无论是排水下沉与不排水下沉,在下沉过程中要处理这些障碍物是非常困难的。对于深度较深的沉井,要完全摸清刃脚下的情况也十分费力。

第三节 沉井技术的发展状况

沉井,这一由古老的掘井作业发展而来的技术,由于其在建造地下构筑物或深基础工程中显示的优越性,随着施工技术及施工机具的不断发展而获得越来越广泛的应用。从 20 世纪 50 年代借鉴国外的设计理论和经验开始至今,我国建造的沉井不下 1000 座。其体积从直径 2m 的集水井到巨大的江阴长江大桥的主索平衡墩(体积达 60m×58m×50m);沉井形状包括方形、矩形、多边形、圆形和椭圆形;构造方面有单壁沉井、双壁沉井、独立沉井和连续沉井;施工方法方面,则有陆地沉井、筑岛沉井和浮运沉井等。无论是设计理论方面或是实践技术方面均积累了十分丰富的经验。现在我国已有自己的设计规程和施工验收规范。在沉井技术的发展过程中,为使沉井能下沉到更深的深度,减少井壁与土层间的摩阻力这一课题受到了国内外的普遍关注。为达到这一目的,在井壁外喷射压缩空气和压注触变泥浆两种技术应用最为广泛,早在 1946~1963 年间,国外就采用喷射高压空气减阻的方法,使沉井的下沉深度达到 130m 以上。到 20 世纪 70 年代,采用此法下沉深度达到了 200m。应用触变泥浆套减阻的方法首先在欧洲推广,至 1961 年,已经用这一方法下沉了 450 座沉井,深度为 20~30m,个别的达到 45m,而由于减少了摩阻力,其井壁厚一般不超过 0.4m。1975 年间,国外某公司建造了 36 座用此法下沉的沉井,其井壁厚一般也仅为 0.4~0.5m。上述我国江阴长江大桥主索平衡墩的沉井,也采用了喷射高压空气的减阻技术,此外,还有采用振动法减阻下沉的沉井,上述这些技术措施均获得了良好的效果。可以预料,随着工程应用范围的不断扩大,沉井的设计技术和施工技术必将得到更为迅速的发展。

第四节 沉井的分类及用途

沉井的类型较多,其用途也不相同,设计沉井时应根据沉井的用途和具体条件选用合适

的沉井型式。

一、按沉井用途分类

1. 构筑物类

工业建筑中的构筑物如果埋置地下较深,可以做成沉井,沉井下沉就位封底后,成为工业工艺流程中的一座构筑物。如给排水工程中的集水井、水泵房、废水池,矿山工程中的竖井等。

2. 基础类

桥梁工程中的桥墩可做成各种形状的沉井,沉井下沉后井内填充混凝土等材料,用作桥梁的支墩;某些高层建筑物的地下室也可做成沉井,它也是建筑物的基础,用于支承上部建筑。

3. 基坑支护类

如软土地基中的深基础施工,顶管工程中的临时工作井、接受井等,施工时都可使用沉井技术挡土。这类沉井在使用期间就失去使用价值。

二、按材料分类

1. 混凝土沉井

混凝土沉井抗压强度高,抗拉能力低。因此混凝土沉井宜做成圆形,适用于直径较小、下沉深度不大的沉井。

2. 钢筋混凝土沉井

钢筋混凝土沉井抗拉抗压能力都较好,钢筋混凝土沉井是最常用的沉井,适宜作各种类型各种用途的沉井。

3. 钢沉井

钢沉井又分为钢板沉井和钢壳沉井。

钢板沉井宜做成圆形,适用于小型的临时沉井,它的自重轻,需借助压重和在井周围用水冲土才能克服阻力沉至设计标高。

重量比混凝土沉井轻的钢壳沉井适用于做浮运沉井。上海长江口某取水口就成功地采用了这种沉井。在船厂制造,通过浮运至现场,然后注水下沉,再在钢壳中浇筑钢筋混凝土。

4. 圪土沉井

圪土抗压性能较好,宜做成圆形沉井,适用于小型基坑开挖的临时基坑支护等。

三、按平面形状分类

1. 圆形沉井

圆形沉井受力性能较好,在静水压力作用下只产生轴向压力,特别适用于下沉深度比较深的沉井。

圆形截面受水流作用时体型系数小,在河流中使用水力条件好。

2. 矩形沉井

作为构筑物,矩形沉井使用性能好,比较容易布置。但在河道中使用其水流体型系数大,在侧压力作用下产生的力矩也较大。

3. 圆端沉井和尖端沉井

矩形沉井用于河道中,宜把端头做成圆形或尖头以减少阻水系数,并且对河床冲刷小。这种类型沉井适用于作桥墩和河中心的取水构筑物。

4. 多格沉井

1) 因使用要求分格:因使用功能将大尺寸沉井分成若干格,满足工艺功能要求。

2) 因受力要求分格:大型沉井尺寸较大,必须采用隔墙分成数格。某 69m × 51m 矩形沉井,在纵向和横向各设 5 道隔墙,把沉井分成 36 格。

四、按场地分类

1. 陆地沉井

陆地沉井是指在陆地上制作和下沉的沉井。陆地沉井是常用沉井。

2. 筑岛沉井

在河道中施工沉井时,如果河流不能断航,在河床水位较浅的条件下,可以用砂石材料在河床上筑岛,岛面标高在水位 50cm 以上。在岛面上制作并下沉的沉井称为筑岛沉井。在上海黄浦江边曾成功地运用筑岛沉井,建成一座大型取水泵房。

3. 浮运沉井

如果河道中水位比较深,在筑岛有困难的情况下宜在河岸上选场地制作沉井,用浮运方法将沉井牵引至河道中预定位置下沉,这类沉井称为浮运沉井。大型浮运沉井可采用钢壳沉井,小型浮运沉井可采用钢筋混凝土沉井。

第五节 沉井设计要点

一、场地选择

1. 沉井场地应尽可能选在平缓和开阔地带。如果场地坡度太大,则沉井周边土压力的不均匀可能导致下沉时发生倾斜;

2. 沉井不应布置在地质不均匀或地下障碍物未完全探明的场地,以免造成下沉作业的困难;

3. 沉井不应建造在边坡上或过于靠近边坡处。如果不能避免,则应进行边坡稳定分析或采取其他保证安全和平稳下沉的措施;

4. 沉井下沉时将带动周边一定范围内的土体下沉。如果在此范围内有已建的建(构)筑物或其他设施,则这些建(构)筑物或设施的安全或正常使用将可能受到影响,因此,应尽可能避免在这种环境中建造沉井,如果不能避免,则应采取相应的保护措施;

5. 建在河道中的沉井,选位时应避免布置在冲刷剧烈的地段。

二、施工方法选择

沉井的施工方法对沉井的设计计算有着直接的关系,应根据场地的工程地质及水文地质资料,结合施工条件决定。

1. 排水下沉

当地下水位不高,或是虽有地下水但沉井周边的土层为不透水层或弱透水层,涌入井内的水量不大且排水不困难时,可采用排水下沉法,以达到节省费用和缩短工期的目的。

2. 不排水下沉

下列情况宜按不排水下沉设计:

1) 在下沉深度范围内存在粉土、砂土或其他强透水层而排水下沉有可能造成流砂或补给水量很大而排水困难时;

2)沉井附近有已建的建(构)筑物及其他设施,排水施工可能造成其沉降及导致倾斜而难以采取其他措施防止时。

3. 分次下沉

根据沉井的高度、地基承载能力、施工条件和设计需要,沉井可沿高度方向一次浇筑下沉,或分段浇筑一次下沉,或分段浇筑分次下沉。

三、沉井井体厚度的确定

沉井井体各部分的厚度由几方面的因素确定:

1. 下沉需要

设计中一般应优先考虑沉井依靠其自重克服土层的摩阻力而下沉到设计标高的原则。当重量不足时,应采取外加压重或其他助沉措施。因此,沉井井体应有适当的厚度。反之,当井体过重,下沉系数过大或地基承载力不足时,则应适当减薄井壁厚度。

2. 满足受力要求及适用性要求

在施工阶段,井体的各部分厚度应满足受力的要求;而在使用阶段,井体作为结构的一部分,则井体除了强度外,尚应满足相应的适用性要求。

3. 抗浮要求

在许多情况下,当井位处于水中或存在地下水的场地时,沉井须满足抗浮的要求,因此依靠自重抗浮的井体的各部分也要有适当的厚度。

第六节 沉井地基承载力及地基变形沉降验算

一、沉井地基承载力验算

沉井是指施工阶段下沉的构筑物。在施工阶段封底之后,沉井是个空箱体,通常沉井的重量比井内挖除的土体重量轻,所以沉井在此阶段不必进行地基承载力验算。

然而沉井使用阶段情况各异,是否要进行地基承载力验算不能一概而论。凡是上部荷重较大及有水平力作用的沉井,例如桥墩和高层建筑等就一定要进行地基承载力验算。如果是无上部建筑的吸水井,则不必进行验算。

二、地基变形验算

当地基附加应力大于0时,应验算地基的变形。沉井基础的变形,可按分层总和法计算,并应小于有关规定的允许值,计算时活荷载取准永久值,但不考虑井壁摩阻力的影响。

第七节 沉井伸缩缝的设置

沉井结构不同于一般构筑物,沉井在制作时需在地面上铺设1~3m厚的砂垫层。因此,沉井在下沉之前,可以在砂垫层上自由收缩,一般会在拆除混凝土模板之后就产生收缩裂缝。沉井不便设置伸缩缝,根据设计实践,目前在南方地区圆形沉井单井直径已做到68m和矩形沉井长度已做到59m。如果确实需要设计直径更大、长度更长的沉井,可以采用连续沉井,连续沉井的接头、构造可参照本手册第六章沉井构造有关部分。

第二章 材 料

第一节 材 料 选 用

1. 干式沉井主体结构采用的混凝土强度等级不宜低于 C20, 受水浸泡的沉井主体结构的混凝土强度等级不低于 C25, 在严寒和寒冷地区混凝土强度等级不低于 C30; 水下封底混凝土强度等级不宜低于 C20。海水环境和有侵蚀性物质影响环境的沉井, 材料选用应符合有关标准的规定。

2. 凡有抗渗要求的沉井, 壁板和底板混凝土抗渗等级按表 2-1-1 选用。

混凝土抗渗等级选用表

表 2-1-1

最大水头与混凝土厚度的比值(i_w)	抗渗等级(P_i)
< 10	P4
10 ~ 30	P6
> 30	P8

注: 抗渗等级 P_i 的定义系指龄期为 28 天的混凝土试件, 施加 $i \times 0.1 \text{MPa}$ 水压力后满足不渗水指标。

3. 最冷月平均气温低于 -3°C 的地区, 外露的钢筋混凝土沉井的混凝土应具有良好的抗冻性能, 并按表 2-1-2 的要求采用。混凝土的抗冻等级应进行试验确定。

混凝土抗冻等级 F_i 的确定

表 2-1-2

气候条件	结构类别	地表水取水头部		其 他
	工作条件	冻融循环总次数		地表水取水头部的水位涨落区 以上部位及外露的水池、井等
		≥ 100	< 100	
最冷月平均气温低于 -10°C		F300	F250	F200
最冷月平均气温在 $-3 \sim -10^\circ\text{C}$		F250	F200	F150

注: ①混凝土抗冻等级(F_i)系指龄期为 28 天的混凝土试件, 在进行相应要求冻融循环总次数 i 次作用后, 其强度降低不大于 25%, 重量损失不超过 5%;

②气温应根据连续 5 年以上的实测资料, 统计其平均值确定;

③冻融循环总次数系指一年内气温从 $+3^\circ\text{C}$ 以上降至 -3°C 以下, 然后回升至 $+3^\circ\text{C}$ 以上的交替次数; 对于地表水取水头部, 尚应考虑一年中月平均气温低于 -3°C 期间, 因水位涨落而产生的冻融交替次数, 此时水位每涨落一次应按一次冻融计算。

4. 沉井混凝土满足抗渗要求时, 一般可不作外加的抗渗处理; 当地下水和井内贮水对混凝土和钢筋具有腐蚀性时, 按现行的有关规范或进行专门试验确定防腐措施。

5. 沉井混凝土碱含量最大限值应符合《混凝土碱含量标准》(CECS53) 的规定。当采用碱活性骨料时, 混凝土中的最大碱含量为 3.0kg/m^3 , 采用非碱活性骨料时, 对混凝土中的碱