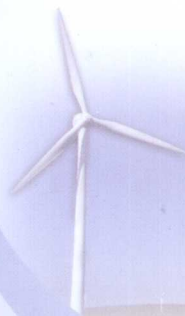


风电场建筑物地基基础

吴志钧 编



中国计划出版社

风 电 场 建 筑 物 地 基 基 础

吴志钧 编

中 国 计 划 出 版 社

图书在版编目 (C I P) 数据

风电场建筑物地基基础/吴志钧编. —北京: 中国计划出版社, 2009. 7

ISBN 978 - 7 - 80242 - 417 - 3

I. 风… II. 吴… III. 风力发电 - 发电厂 - 地基 - 基础 (工程) IV. TU271. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 089269 号

风电场建筑物地基基础

吴志钧 编

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

787 × 1092 毫米 1/16 12.75 印张 323 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—5000 册

☆

ISBN 978 - 7 - 80242 - 417 - 3

定价:26.00 元

序

我国风能资源丰富，根据国家发改委和中国气象局进行的第三次全国风能资源普查，中国陆上10米高度风能资源技术可开发量为2.97亿千瓦。作为可再生能源，开发风电产业并投入商业化发展，其潜力巨大。尤其是开发风电对调整现行能源结构、缓解环境污染等方面有着极其重要的作用。

近年来，随着全球能源和环境问题的日益突出，特别是全球气候变暖的威胁日益明显，风电进入了快速发展时期，全球风电装机容量已超过1亿千瓦。我国自上世纪80年代后期起步风电建设，由于国家大力支持可再生能源发展，经过二十多年的努力，风电的装机规模不断扩大，到2008年底，全国风电装机已超过1000万千瓦。2008年新增风电装机400多万千瓦，中国风电装机总量已位居世界第五。

随着我国风电产业的快速发展，一系列需要研究和解决的问题也呈现出来，其中既有政策问题，也有机制和其他相关问题，尤其在技术上更应该不断提高和完善。众所周知，风力发电风机支撑系统结构上属于高耸建筑物，但整个结构不同于其他高层建筑，风电场有它非常特殊的“生存环境”，可以说是“秀塔于野，风长临之”，尽管土建工程在风电场建设投资中所占比例不大，但不可等闲视之。建筑物基础技术跟不上不断扩大的装机规模，缺乏安全的前提，那么占风电场投入比重再大的风电设备也不会发挥应有的作用。因此，有针对性地去研究探索适应我国风电产业快速发展的科学技术，提出相应的措施和对策，这将是促进我国风电产业发展的一项紧迫任务。

北京国庄国际经济技术咨询有限公司是国内较早涉及新能源领域的主要企业之一，是从事风电可行性研究和工程咨询设计的专业公司。自2002年成立至今已完成了近200多项风电场的可行性研究、工程设计和相关咨询项目。吴志钧教授作为公司的技术顾问，从事土建工程设计、教学多年，近期致力于风电场可行性研究、设计和工程咨询工作，有比较丰富的工程经验，根据国家新近颁布的《风电机组地基基础设计规定（试行）》FD 003—2007，结合自己的专业，有针对性地对系统研究了风电工程相关地基基础设计，完成了《风电场建筑物地基基础》一书。可以说，该书的出版应该是风电专业技术领域的一次有价值的探索，对促进风电产业的不断发展将会起到积极的作用。

肖乐健

2009年2月于北京

前 言

本书按照新近颁布的风电机组地基基础设计规定及现行有关地基基础设计规范，并参考大量有关书籍和文献，对涉及风电机组基础有关的天然基础、桩基、复合地基的设计方法和步骤作出系统的阐述，同时附有风电机组基础设计计算的例题。希望能有助于对风电机组基础作出经济、合理、安全稳妥的设计。考虑到风电场尚有变电站内及其他中、低建筑物的地基、基础的设计问题，故一并将有关的连续墙下条形基础、柱下条形基础、筏形基础等的设计以及地基处理等内容作了系统的介绍和举例。

风电场风电机组分布范围较大，风电机组基础设计必须依据各个机位的具体工程地质条件进行，所以必须对整个风电场工程地质、水文地质条件，区域构造的稳定性以及地震活动和场区地震动参数作通盘了解。这样，才可以对风电机组的基础作出既经济而又安全稳妥的设计。国家发改委制定的《风电场工程可行性研究报告编制办法》中，亦对风电场工程规划、设计中的基本的工程地质资料内容提出了要求。因此，本书第一章先对风电场工程地质基本概念作一介绍。

本书相较于其他有关地基、基础书籍，具有以下几点特征：

1. 依据新近颁布的风电机组地基基础及现行有关土建专业国家和行业规范进行编写。

2. 编写内容主要是针对风电机组基础及其变电站建筑物基础设计的需要进行，但有的内容也适用于其他土建基础设计。

3. 对于风电机组基础（桩基）承受较大水平力（ H 、 M ）的计算问题，给予了比较大的关注，介绍了群桩基础多排桩在较大水平力（ M 、 H ）作用下，既简便又符合实际情况的计算方法，并给出了实例。

4. 编写时，着重指出各个问题解决的原理及具体的计算方法，并列有相应例题。例如筏板计算、板带的划分、荷载的分配和内力计算，都作了比较具体的介绍，为设计变电站内建筑物（属中、低建筑物）筏板基础提供了较系统的计算方法。

5. 针对变电站内建筑物地基、基础的设计中可能遇到的复合地基的内容，作了比较详细的介绍。

本人从事土建工程设计、教学工作多年；近年来则专门从事风电工程设计、咨询工作，积累了一定的有关土建及风电工程的工作经验。鉴于新近颁布了《风电机组地基基础设计规定（试行）》FD 003—2007，感到亟需有配合该规定

使用并能系统介绍与风电工程相关的地基基础设计方面的书籍，于是尝试着手做这方面的工作。本书的编写，得到了北京国庄国际经济技术咨询有限公司肖乐健总经理的大力倡导和支持，在此表示衷心的感谢。编者水平有限，所做尝试只是抛砖引玉，有不当或疏漏之处，敬请同仁指正。

编者

2008 年 11 月于北京

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 风电场建筑物的基础类型	(1)
一、风电机组基础的类型	(1)
二、风电场其他建筑物的基础类型	(2)
第二节 风电机组地基基础设计的有关规定	(2)
一、风电机组基础设计级别	(2)
二、风电机组地基基础设计前的岩土工程勘探	(2)
三、风电机组基础形式的采用	(2)
四、风电机组基础结构安全等级	(2)
五、风电机组地基基础设计应进行的计算和验算	(3)
六、荷载、荷载工况与荷载效应组合及分项系数	(3)
七、其他有关规定	(6)
第二章 工程地质基本知识	(8)
第一节 风电场工程规划、设计需提供的基本工程地质资料	(8)
一、区域构造稳定性	(8)
二、地形地质条件	(8)
三、风电场场址工程地质评价	(8)
四、结论与建议	(8)
第二节 岩石和地质构造	(9)
一、地球与岩石	(9)
二、矿物与岩石	(9)
三、地质年代	(12)
四、地质构造	(14)
第三节 第四纪沉积物——土的成因、类型与特性	(17)
一、残积物	(17)
二、坡积物	(17)
三、洪积物	(18)
四、冲积物	(18)
五、海洋沉积物	(19)
六、湖泊沉积物	(19)
七、风积物	(20)
八、冰川沉积物	(20)

九、近代特殊沉积土	(20)
第四节 不良地质问题	(20)
一、滑坡	(20)
二、崩塌和危岩	(22)
三、泥石流	(22)
四、岩溶与土洞	(22)
五、地震	(22)
第三章 土的工程特性及地基岩土的工程分类	(24)
第一节 土的工程特性	(24)
一、土的物理指标	(24)
二、土的几个物理指标换算公式	(25)
三、黏性土的塑性指数和液性指数	(27)
第二节 地基岩、土的工程分类	(27)
一、岩石的分类	(28)
二、土的分类	(29)
第四章 土中应力计算	(31)
第一节 土中的自重应力	(31)
第二节 土中的附加应力	(32)
一、竖向集中力作用下的附加应力	(32)
二、均布矩形荷载任意作用点下的附加应力	(33)
三、均布圆形荷载作用下的附加应力	(37)
第五章 地基变形计算	(38)
第一节 地基变形允许值	(38)
一、风电机组地基变形允许值	(38)
二、其他建筑地基变形允许值	(38)
第二节 风电机组地基变形计算	(38)
一、风电机组地基最终沉降值计算	(38)
二、风电机组地基最终沉降值计算例题	(45)
第六章 天然地基上的扩展基础	(48)
第一节 确定基础埋置深度的一般原则和风电机组基础的特殊要求	(48)
一、地质条件与地下水	(48)
二、基础上荷载大小及其性质的影响	(48)
三、相邻建筑物对基础埋深的影响	(48)
四、季节性冻土的影响	(48)
五、位于稳定边坡坡顶上的建筑物	(51)

六、风电机组基础的埋置深度	(51)
七、最小基础埋置深度	(52)
第二节 承载力计算	(52)
一、基础底面的压力	(52)
二、风电机组基础底面的压力计算	(52)
第三节 地基承载力的确定	(54)
一、地基承载力特征值的确定	(54)
二、地基承载力特征值的修正	(57)
三、当偏心距 e 小于或等于 0.033 倍基础底面宽度时, 地基承载力 特征值的确定	(58)
四、岩石地基承载力特征值	(59)
第四节 地基稳定性计算	(60)
一、地基稳定计算原则	(60)
二、抗滑和抗倾覆稳定计算	(60)
第五节 风电机组基础底面尺寸的初步确定	(62)
一、中心荷载下	(62)
二、偏心荷载下	(63)
三、当地基受力层范围内有软弱下卧层时地基承载力的验算	(63)
第六节 无筋扩展基础——刚性基础	(65)
一、无筋扩展基础的基本要求	(65)
二、砖基础	(67)
三、三合土基础	(67)
四、毛石基础	(68)
五、灰土基础	(68)
六、混凝土和毛石混凝土基础	(68)
第七节 扩展基础——柔性基础	(69)
一、风机组扩展基础的计算和构造要求	(69)
二、墙下条形基础	(73)
第八节 柱下条形基础	(74)
一、柱下条形基础的构造	(74)
二、柱下条形基础的计算	(74)
第七章 筏板基础	(78)
第一节 地基承载力计算	(78)
一、单栋建筑物筏板基础偏心距 e	(78)
二、基底面积的确定	(78)
第二节 筏基内力计算	(80)
一、刚性板条法的应用条件和计算步骤	(81)
二、例题	(82)

第三节 柱下筏板基础构造要求	(85)
一、平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求	(85)
二、平板式筏板除满足受冲切承载力外, 尚应验算柱边缘处筏板的 受剪承载力	(86)
三、其他要求	(87)
第四节 墙下筏板基础 (砌体承重结构房屋的墙)	(88)
第八章 风电机组桩基础	(89)
第一节 概述	(89)
一、桩基础适应范围	(89)
二、桩的类型	(89)
三、桩的布置	(90)
第二节 桩的设计原则	(91)
一、风电机基础桩基安全等级	(91)
二、按承载力极限状态和正常使用极限状态的要求设计	(91)
三、沉降观测	(91)
四、软土中的桩基布置原则	(92)
五、季节性冻土和膨胀土地基中的桩基的设计原则	(92)
第三节 桩基计算	(92)
一、桩顶作用效用计算、桩承载力	(92)
二、桩基承载力计算	(93)
三、单桩竖向承载力特征值和标准值	(93)
四、软弱下卧层的承载力验算	(97)
五、桩侧负摩阻力	(98)
六、单桩水平承载力特征值及荷载效应计算	(99)
七、桩身承载力与抗裂计算	(109)
八、风电机组桩基沉降计算	(113)
第四节 承台计算	(120)
一、柱下独立基础承台的正截面弯矩设计值	(120)
二、受冲切计算	(121)
三、受剪计算	(122)
四、局部受压计算	(124)
第五节 桩基构造	(126)
一、承台构造	(126)
二、桩的构造	(127)
第六节 关于预应力管桩 (PC、PHC、PTC) 的选用	(128)
一、预应力混凝土管桩的分类及适应范围	(128)
二、预应力混凝土管桩常用规格及其力学性能	(129)
三、管桩桩身竖向承载力设计值	(129)

四、管桩的选用	(129)
第九章 地基处理	(130)
第一节 概述	(130)
一、软弱地基的特性	(130)
二、地基处理的一般程序和方法	(131)
第二节 换填法	(132)
一、地基处理原理及适用范围	(132)
二、设计	(133)
三、施工	(136)
四、质量检验	(138)
第三节 预压法	(139)
一、地基处理原理、适用范围及一般规定	(139)
二、设计	(140)
三、施工	(149)
四、质量检验	(150)
第四节 强夯法和强夯置换法	(151)
一、地基处理方法、原理及适用范围	(151)
二、设计	(152)
三、施工	(155)
四、质量检验	(157)
第五节 振冲法	(157)
一、地基处理原理、适用范围	(157)
二、设计	(158)
三、施工	(161)
四、质量检验	(162)
第六节 砂石桩法	(163)
一、地基处理原理、适用范围及一般规定	(163)
二、设计	(164)
三、施工	(168)
四、质量检验	(170)
第七节 水泥粉煤灰碎石桩 (CFG 桩) 法	(171)
一、地基的处理原理、适用范围及一般规定	(171)
二、设计	(172)
三、施工	(175)
四、质量检验	(177)
第八节 水泥土搅拌法	(177)
一、地基处理原理、适用范围及一般规定	(177)
二、设计	(179)

三、施工	(183)
四、质量检验	(185)
第九节 灰土挤密桩法和土挤密桩法	(186)
一、地基处理原理、适用范围及一般规定	(186)
二、设计	(187)
三、施工	(189)
四、质量检验	(190)
参考文献	(191)

第一章 概 述

第一节 风电场建筑物的基础类型

一、风电机组基础的类型

1. 风电机组基础按几何形状分类：常用的可分为圆形、方形、多边形（如八角形）等（见图 1-1）。圆形基础受力性能较好，方形基础则施工较方便，而八角形兼有受力性能较好和施工较方便的优点。

2. 按埋置深度分类：可分为天然地基（土质较好）或复合地基上的浅基础（见图 1-1），埋深一般不大（3~5m 以内）；深基础主要是桩基（见图 1-2）。

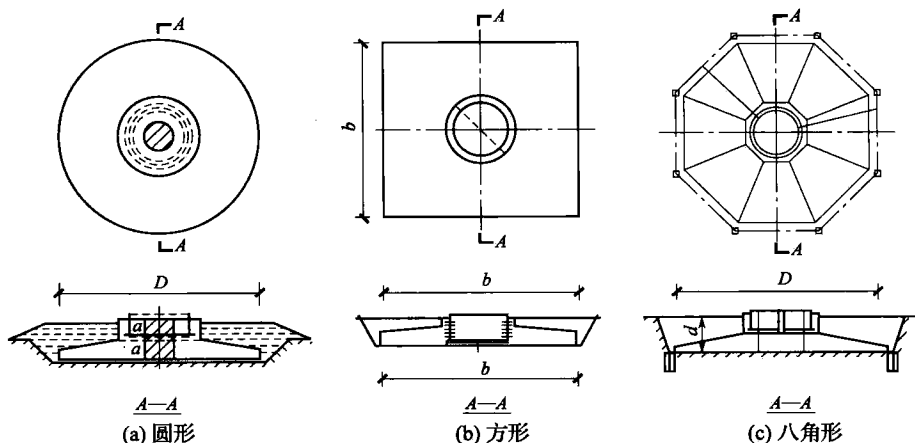


图 1-1 风电机组基础的形式

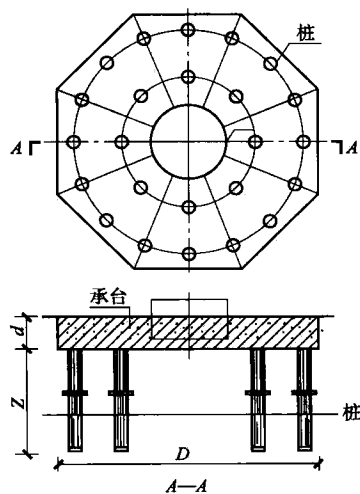


图 1-2 风电机组基础（桩基）

二、 风电场其他建筑物的基础类型

风电场其他建筑物基础，主要有变电站内的主控楼、生活楼、变压器的基础等，一般属工业与民用中、低建筑物基础类型，故本书有选择地介绍适用于中、低建筑物的筏基、条基、有筋或无筋扩展基础等有关内容。

第二节 风电机组地基基础设计的有关规定

最新颁布的《风电机组地基基础设计规定（试行）》FD 003—2007 对风电机组地基基础设计的有关规定如下。

一、风电机组基础设计级别

根据风电机组的单机容量、轮毂高度和地基复杂程度，基础分为三个设计级别，设计时应根据具体情况，按表 1-1 选用。

表 1-1 地基基础设计级别

设计级别	单机容量、轮毂高度和地基类型
1	单机容量大于 1.5MW 轮毂高度大于 80m 复杂地质条件或软土地基
2	介于 1 级、3 级之间的地基基础
3	单机容量小于 0.75MW 轮毂高度小于 60m 地质条件简单的岩土地基

注：1. 地基基础设计级别按表中指标划分分属不同级别时，按最高级别确定。

2. 对 1 级地基基础，地基条件较好时，经论证基础设计级别可降低一级。

二、风电机组地基基础设计前的岩土工程勘探

风电机组地基基础设计前，应进行岩土工程勘探，勘察内容和方法应符合《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

三、风电机组基础形式的采用

风电机组基础形式主要有扩展基础、桩基础和岩石锚杆基础，具体采用哪种基础应根据建设场地地基条件和风电机组上部结构对基础的要求确定，必要时需进行试算或技术经济比较。当地基土为软弱土层或高压缩性土层时，宜优先采用桩基础。

四、风电机组基础结构安全等级

根据风电场工程的重要性和基础破坏后果（如危及人的生命安全、造成经济损失和产

生社会影响等)的严重性,风电机组基础结构安全等级分为两个等级,见表 1-2 风电机组基础结构安全等级。

表 1-2 风电机组基础结构安全等级

基础结构安全等级	基础的重要性	基础破坏后果
1 级	重要的基础	很严重
2 级	一般基础	严重

注:风电机组基础的安全等级还应与风电机组和塔架等上部结构的安全等级一致。

五、风电机组地基基础设计应进行的计算和验算

1. 地基承载力计算。
2. 地基受力层范围内有软弱下卧层时应验算其承载力。
3. 基础的抗滑稳定、抗倾覆稳定等计算。
4. 基础沉降和倾斜变形计算。
5. 基础的裂缝宽度验算。
6. 基础(桩)内力、配筋和材料强度验算。
7. 有关基础安全的其他计算(如基础动态刚度和抗浮稳定等)。
8. 采用桩基础时,其计算和验算除应符合《风电机组地基基础设计规定》(试行)FD 003—2007 外,还应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002 和《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 等的规定。

以上关于承载力、变形和稳定性验算的具体要求是:

- (1) 所有风电机组地基基础,均应满足承载力、变形和稳定性的要求。
- (2) 1 级、2 级风电机组地基基础,均应进行地基变形计算。
- (3) 3 级风电机组地基基础,一般可不做变形验算,如有下列情况之一时,仍应做变形验算:
- ①地基承载力特征值小于 130kPa 或压缩模量小于 8MPa。
- ②软土等特殊性的岩土。

六、荷载、荷载工况与荷载效应组合及分项系数

1. 荷载。
- (1) 作用在风电机组地基基础上的荷载可分为三类:
- ①永久荷载,如上部结构传来的竖向力 F_{zk} 、基础自重 G_1 、回填土重 G_2 等。
- ②可变荷载,如上部结构传来的水平力 F_{xk} 和 F_{yk} 、水平力矩 M_{xk} 和 M_{yk} 、扭矩 M_{zk} , 多遇地震作用 F_{ek} 等。当基础处于潮水位以下时应考虑浪压力对基础的作用。
- ③偶然荷载,如罕遇地震作用 F_{ek} 等。
- (2) 根据《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008 的有关规定,风电机组地基基础的抗震设防分类定为丙类,应能抵御对应于基本烈度的地震作用,抗震设防的地震动参数按《中国地震动参数区划图》GB 18306—2001 确定。
- (3) 上部结构传至塔筒底部与基础环交界面的荷载效应用荷载标准值表示,分正

常运行荷载、极端荷载和疲劳荷载三类。正常运行荷载为风力发电机组正常运行时的最不利荷载效应,极端荷载为《风力发电机组 安全要求》GB 18451.1—2001 中除运输安装外的其他设计荷载状况(DLC)中的最不利荷载效应,疲劳荷载为《风力发电机组 安全要求》GB 18451.1—2001 中需进行疲劳分析的所有设计荷载状况(DLC)中对疲劳最不利的荷载效应。

(4) 对于有地震设防要求的地区,上部结构传至塔筒底部与基础环交界面的荷载还应包括风电机组正常运行时分别遭遇该地区多遇地震作用和罕遇地震作用的地震惯性力荷载。

(5) 地基基础设计时应将同一工况两个水平方向的力和力矩分别合成为水平合力 F_{hk} 、水平合力矩 M_{hk} ,并按单向偏心计算。

2. 荷载工况与荷载效应组合。

(1) 地基基础设计的荷载应根据极端荷载工况、正常运行荷载工况、多遇地震工况、罕遇地震工况和疲劳强度验算工况等进行设计。极端荷载工况为上部结构传来的极端荷载效应叠加基础所承受的其他有关荷载,正常运行荷载工况为上部结构传来的正常运行荷载效应叠加基础所承受的其他有关荷载,多遇地震工况为上部结构传来的正常运行荷载效应叠加多遇地震作用和基础所承受的其他有关荷载,罕遇地震工况为上部结构传来的正常运行荷载效应叠加罕遇地震作用和基础所承受的其他有关荷载,疲劳强度验算工况为上部结构传来的疲劳荷载效应叠加基础所承受的其他有关荷载。

(2) 按地基承载力确定扩展基础底面积及埋深或按单桩承载力确定桩基础桩数时,荷载效应应采用标准组合,且上部结构传至塔筒底部与基础环交界面的荷载标准值应按《风电机组地基基础设计规定(试行)》FD 003—2007 相关要求修正为荷载修正标准值。扩展基础的地基承载力采用特征值,且可按基础有效埋深和基础实际受压区域宽度进行修正。桩基础单桩承载力采用特征值,并按《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 确定。

(3) 计算基础(桩)内力、确定配筋和验算材料强度时,荷载效应应采用基本组合,上部结构传至塔筒底部与基础环交界面的荷载设计值由荷载标准值乘以相应的荷载分项系数。

(4) 基础抗倾覆和抗滑稳定的荷载效应应采用基本组合,但其分项系数均为 1.0,且上部结构传至塔筒底部与基础环交界面的荷载标准值应按《风电机组地基基础设计规定(试行)》FD 003—2007 相关要求修正为荷载修正标准值。

(5) 验算地基变形、基础裂缝宽度和基础疲劳强度时,荷载效应应采用标准组合,上部结构传至塔筒底部与基础环交界面的荷载直接采用荷载标准值。

(6) 多遇地震工况地基承载力验算时,荷载效应应采用标准组合;截面抗震验算时,荷载效应应采用基本组合。

(7) 罕遇地震工况下,抗滑稳定和抗倾覆稳定验算的荷载效应应采用偶然组合。

(8) 地震作用计算和地基基础抗震验算等应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001 的规定,地基基础的有关抗震设计还应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2002、《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 等的有关规定。

(9) 地基基础设计内容、荷载效应组合、荷载工况和主要荷载的选取应按表 1-3 采用。

表 1-3 地基基础设计内容、荷载效应组合、荷载工况和主要荷载

设计内容	荷载效应组合	荷载工况					主要荷载							
		正常运行荷载工况	极端荷载工况	疲劳强度验算工况	多遇地震工况	罕遇地震工况	F_{rk}	M_{rk}	F_{zk}	M_{zk}	G_1	G_2	F_{el}	F_{e2}
(1) 扩展基础地基承载力复核	标准组合	✓	✓		**		✓	✓	✓		✓	✓	*	
(2) 桩基础基桩承载力复核	标准组合	✓	✓		**		✓	✓	✓		✓	✓	*	
(3) 截面抗弯验算	基本组合	✓	✓		**		✓	✓	✓		✓	✓	*	
(4) 截面抗剪验算	基本组合	✓	✓		**		✓	✓	✓				*	
(5) 截面抗冲切验算	基本组合	✓	✓		**		✓	✓	✓				*	
(6) 抗滑稳定分析	基本组合	✓	✓		**		✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	
(7) 抗倾覆稳定分析	基本组合	✓	✓		**		✓	✓	✓		✓	✓	*	
(8) 裂缝宽度验算	标准组合	✓	✓		**		✓	✓	✓		✓	✓	*	
(9) 变形验算	标准组合	✓	✓		**		✓	✓	✓			✓	*	
(10) 疲劳强度验算	标准组合			✓			✓	✓	✓		✓	✓		
(11) 抗滑稳定验算 (罕遇地震)	偶然组合					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
(12) 抗倾覆稳定验算 (罕遇地震)	偶然组合					✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓

注：* 多遇地震工况需考虑多遇地震作用。
* * 仅当多遇地震工况为基础设计的控制荷载工况时才进行该项验算。

3. 分项系数。

(1) 基础结构安全等级为一级、二级的结构重要性系数分别为 1.1 和 1.0。

(2) 对于基本组合，荷载效应对结构不利时，永久荷载分项系数为 1.2，可变荷载分项系数不小于 1.5；荷载效应对结构有利时，永久荷载分项系数为 1.0，可变作用分项系数为 0，疲劳荷载和偶然荷载分项系数为 1.0，地震作用分项系数按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001 的规定选取。对于标准组合和偶然组合，荷载分项系数均为 1.0。

(3) 各设计内容的主要荷载的分项系数按表 1-4 采用。

(4) 混凝土和钢筋的材料性能分项系数分别采用 1.4 和 1.1。承载力抗震调整系数等未规定的其他材料性能分项系数，按所引用的规范采用。

(5) 验算裂缝宽度时，混凝土抗拉强度和钢筋弹性模量等材料特性指标应采用标准值。