

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

P

GB 50342—2003

混凝土电视塔结构技术规范

Technical code for concrete structure of TV tower



2003-11-05 发布

2004-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中华人民共和国建设部

联合发布

中华人民共和国国家标准

混凝土电视塔结构技术规范

Technical code for concrete structure of TV tower

GB 50342—2003

主编部门：中华人民共和国国家广播电影电视总局

批准部门：中 华 人 民 共 和 国 建 设 部

施行日期：2 0 0 4 年 1 月 1 日

2004 北 京

中华人民共和国建设部公告

第 191 号

建设部关于发布国家标准 《混凝土电视塔结构技术规范》的公告

现批准《混凝土电视塔结构技术规范》为国家标准,编号为 **GB 50342—2003**,自 2004 年 1 月 1 日起实施。其中,第 4.1.4、5.2.2、6.2.1、6.2.2、8.1.2、8.1.3、8.1.4 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二〇〇三年十一月五日

前 言

本规范是依据建设部[1994]建标计字第 16 号文和所附已经原国家计委批准的“一九九四年工程建设标准定额制定、修订计划(草案)”以及原广播电影电视部“关于下达一九九五年广播电视工程建设标准定额制定、修订计划的通知”(广发计字[1995]97 号文),由国家广播电影电视总局设计院会同有关单位,经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内、外先进标准,并在广泛征求意见的基础上制定而成。

本规范共分 12 章,主要内容包括混凝土结构电视塔的设计、施工及安装,设备安装和影响工程投资、工程质量和安全等技术要求。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释,国家广播电影电视总局设计院负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄国家广播电影电视总局设计院(邮编:100045,北京市西城区南礼士路 13 号,E-mail:BZDE@dsarft.com)。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位:国家广播电影电视总局设计院

参 编 单 位:上海建筑设计研究院

北京建工集团总公司

中国建筑总公司第三工程局

主要起草人:孙芳垂 陶亚东 许鸿业 韩志宏 秦惠纪

王 刚 何景洪 冯新德 陈传仁

目 次

1 总 则 (1)

2 术语、符号 (2)

 2.1 术语 (2)

 2.2 符号 (2)

3 材 料 (5)

 3.1 混凝土 (5)

 3.2 钢材 (5)

 3.3 连接材料 (5)

4 基本规定 (7)

 4.1 一般规定 (7)

 4.2 承载能力极限状态计算规定 (8)

 4.3 正常使用极限状态验算规定 (10)

5 结构上的作用 (11)

 5.1 作用分类 (11)

 5.2 风荷载 (11)

 5.3 裹冰荷载 (16)

 5.4 地震作用 (17)

 5.5 其他作用 (19)

6 塔 楼 (20)

 6.1 一般规定 (20)

 6.2 塔楼内力和变形计算 (20)

 6.3 构件和局部计算 (20)

7 塔 体 (22)

 7.1 一般规定 (22)

7.2	塔体变形和内力计算	(22)
7.3	正截面承载能力计算的规定	(24)
7.4	局部设计	(25)
8	地基与基础	(26)
8.1	一般规定	(26)
8.2	地基计算	(26)
8.3	基础	(29)
9	构造规定	(34)
9.1	钢筋混凝土	(34)
9.2	预应力混凝土	(34)
9.3	钢结构	(35)
9.4	塔楼	(35)
9.5	塔体	(36)
9.6	基础	(37)
10	其 他	(38)
10.1	防火	(38)
10.2	接地	(38)
10.3	钢结构防腐规定	(38)
10.4	混凝土耐久性	(39)
11	工程施工	(41)
11.1	一般规定	(41)
11.2	施工测量	(41)
11.3	混凝土结构施工	(44)
11.4	钢结构施工	(46)
11.5	预应力施工	(47)
11.6	施工安全	(49)
12	结构工程质量验收与评定	(52)
12.1	工程验收	(52)
12.2	结构工程的质量验评划分	(54)

本规范用词说明 (56)

1 总 则

1.0.1 为了在混凝土结构电视塔(以下简称电视塔)设计和施工中贯彻执行国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于混凝土电视塔结构的设计和施工。

1.0.3 本规范是根据国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定编制的。

1.0.4 混凝土电视塔结构的设计和施工,除执行本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 混凝土电视塔 Concrete television tower

塔体结构大部或全部由混凝土构成的电视塔。

2.1.2 塔体 Tower shaft

塔基础顶面以上竖向布置的受力结构。

2.1.3 桅杆 Mast

塔楼以上的塔体部分,主要用于安装发射天线。桅杆可由混凝土和钢结构构成。

2.1.4 塔楼 Tower head

塔体中部或顶部的建筑,其由单层或多层空间组成,部分或大部分挑出塔体外部。

2.1.5 塔基础 Tower foundation

塔体和地基间,承受塔体各作用的结构。

2.2 符 号

2.2.1 作用与作用效应

E_h ——水平地震作用;

E_v ——竖向地震作用;

G ——永久作用、重力荷载;

M ——弯矩;

N ——轴向力;

p ——分布压力;

Q ——可变作用;

S ——作用效应;

w_0 ——基本风压；
 w ——作用于塔上的风荷载。

2.2.2 抗力和材料性能

E_c ——混凝土的弹性模量；
 E ——钢材、钢筋的弹性模量；
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；
 f_{py} ——预应力钢筋抗拉强度设计值；
 f_a ——修正后的地基承载力特征值；
 f_y ——普通钢筋抗拉强度设计值；
 R ——构件承载能力；
 ε_c ——混凝土压应变；
 ε_{py} ——预应力钢筋拉应变；
 ε_y ——普通钢筋拉应变。

2.2.3 几何参数

A ——面积；
 b ——宽度、裹冰厚度；
 $D、d$ ——直径；
 $H、h$ ——高度；
 I ——惯性矩；
 r ——半径；
 s ——距离、沉降量；
 W ——抵抗矩；
 Y ——位移。

2.2.4 系数

C ——效应系数；
 α ——水平地震影响系数；
 α_c ——混凝土线膨胀系数；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_E ——地震作用分项系数；

γ_G 、 γ_Q ——永久作用、可变作用分项系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

η ——振型参与系数；

μ_I ——裹冰厚度修正系数；

μ_s ——风载体型系数；

μ_z ——风压高度变化系数；

ν ——空间相关系数；

ξ ——脉动增大系数；

Ψ_c 、 Ψ_q ——可变作用组合值、准永久值系数；

Ψ_w ——风作用组合系数。

3 材 料

3.1 混 凝 土

3.1.1 电视塔主体结构混凝土强度等级不宜低于 C30;当配有预应力钢筋时,混凝土强度等级不宜低于 C40。

3.1.2 其他规定应按《混凝土结构设计规范》GB 50010 执行。

3.2 钢 材

3.2.1 普通钢筋宜采用 HPB235、HRB335 钢筋。预应力钢筋宜采用钢绞线。

3.2.2 电视塔所用钢结构钢材,可采用 Q235 钢、Q345 钢、20 号钢以及耐候钢等,其质量标准应分别符合《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《优质碳素结构钢》GB/T 699 和《焊接结构用耐候钢》GB 4172 的规定。主要受力构件在冬季计算温度等于或低于 -20°C 时,不宜采用 Q235 沸腾钢。

3.2.3 承重结构钢的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度、冷弯试验以及碳、硫、磷含量的合格保证。

3.3 连接材料

3.3.1 手工焊接采用的焊条应符合现行标准《碳素钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定要求。选择的焊条型号应与主体金属强度相适应。

3.3.2 自动焊或半自动焊采用的焊丝和焊剂应与主体金属强度相适应,并应符合相对应的标准的规定。

3.3.3 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 和《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定。

3.3.4 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副 技术条件》GB/T 3633 的规定。

3.3.5 锚栓可采用 Q235 钢或 Q345 钢制成。

4 基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 电视塔应通过结构选型、计算、材料选用、构造措施,达到预定的功能。

4.1.2 本规范采用分项系数的设计表达式表达的,以概率理论为基础的极限状态设计方法。

4.1.3 整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计的某一功能的要求,此特定状态称为该功能的极限状态。

极限状态可分为下列两类:

1 承载力极限状态:这种极限状态对应于结构或结构构件达到最大承载力或不适于继续承载的变形;

2 正常使用极限状态:这种极限状态对应于结构或结构构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。

4.1.4 结构构件应根据承载力极限状态和正常使用极限状态的要求,分别按以下规定进行计算和验算:

1 承载力及稳定:所有结构构件均应进行承载力(包括压屈失稳)计算;在必要时尚应进行结构的倾覆和滑移验算;对预制构件尚应进行制作、运输和安装阶段验算;

2 变形:对使用上要求控制变形的结构或结构构件,应进行变形验算;

3 抗裂及裂缝宽度:对使用上要求不出现裂缝的构件,应进行混凝土拉应力验算;对使用上允许出现裂缝的构件,应进行裂缝宽度验算。

4.2 承载能力极限状态计算规定

4.2.1 电视塔依其重要性分为三个安全等级。电视塔安全等级应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 电视塔安全等级

安全等级	破坏后果	电视塔类型
一级	很严重	重要
二级	严重	一般
三级	不严重	次要

4.2.2 结构构件的承载力设计应采用下列极限状态设计表达式：

$$\gamma_0(\gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum \Psi_{ci} \gamma_{Qi} S_{Qik}) \leq R(\cdot) \quad (4.2.2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，对安全等级为一级、二级、三级的结构可分别采用 1.1、1.0、0.9；

γ_G ——永久性作用分项系数，当其效应对结构不利时取 1.2，当其效应对结构有利时取 1.0；

S_{Gk} ——永久作用的标准值的效应；

γ_{Q1} 、 γ_{Qi} ——分别为第一个和第 i 个可变作用的分项系数，一般取值 1.4；

S_{Q1k} 、 S_{Qik} ——第 1 个和第 i 个可变作用的标准值的效应；

Ψ_{ci} ——第 i 个可变作用的组合值系数；

$R(\cdot)$ ——结构构件的抗力函数。

4.2.3 对不同的作用组合，其可变作用组合值系数分别按表 4.2.3 采用：

表 4.2.3 可变作用组合值系数

作用组合		可变作用组合值系数				
		Ψ_{cw}	Ψ_{cL}	Ψ_{cT}	Ψ_{cI}	Ψ_{cA}
I	$G+w+L+T$	1.0	0.7	0.6	—	—
II	$G+I+w+T$	0.25	0.7	—	1.0	—
III	$G+A+w+L$	0.25	0.7	—	—	1.0

注：1 $G、w、L、T、I、A$ 分别代表永久作用、风作用、楼面和平台的可变作用、温度作用、裹冰作用、安装检修的可变作用。

2 在 II、III 组合中，当 $\Psi_{cw} \cdot w_0 < 0.15 \text{ kN/m}^2$ 时，取 $\Psi_{cw} \cdot w_0 = 0.15 \text{ kN/m}^2$ 。

4.2.4 结构抗震计算时应采用下列极限状态设计表达式：

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \Psi_w \gamma_w S_{wk} \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.2.4)$$

式中 γ_G ——永久作用分项系数，取值同 4.2.2 条；

$\gamma_{Eh}、\gamma_{Ev}$ ——分别为水平、竖向地震作用分项系数，应按表 4.2.4 采用；

γ_w ——风作用分项系数，应采用 1.4；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

S_{wk} ——风作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

Ψ_w ——风作用组合值系数，可取 0.2；

R ——结构构件承载力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，对混凝土塔身取 1.0，对钢构件和其他混凝土构件取 0.8，对连接取 1.0。

表 4.2.4 地震作用分项系数

地震作用	γ_{Eh}	γ_{Ev}
仅按水平地震作用计算	1.3	0
仅按竖向地震作用计算	0	1.3
同时按水平和竖向地震作用计算	1.3	0.5

4.3 正常使用极限状态验算规定

4.3.1 对正常使用极限状态,应根据不同的设计要求,分别采用作用的短期效应组合和长期效应组合进行设计,并应保证变形、裂缝、加速度等计算不超过相应的规定限值。

1 短期效应组合:

$$S_{\text{Gk}} + S_{\text{Qik}} + \sum \psi_{\text{ci}} S_{\text{Qik}} \tag{4.3.1-1}$$

2 长期效应组合:

$$S_{\text{Gk}} + \sum \psi_{\text{ci}} S_{\text{Qik}} \tag{4.3.1-2}$$

式中 ψ_{ci} ——第*i*个可变作用的准永久值系数。

4.3.2 电视塔正常使用极限状态的控制条件应符合下列规定:

1 在风作用下,塔上桅杆顶点的水平位移不宜大于该点离地高度的 1/100;

2 在风荷载和不均匀日照温差的作用下,对设置有转角要求设备(如天线)的塔在设备所在位置处的塔身转角,不得大于设备允许转角的规定限值;

3 按 4.3.1 条规定的效应组合作用下,钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度不应大于 0.2mm;

4 在风荷载的作用下,对塔上设有游览设施和有人房间的塔,其游览设施和有人房间所在位置处塔身动风位移加速度不宜大于 0.2m/s²。

5 结构上的作用

5.1 作用分类

5.1.1 电视塔结构上的作用可分为下列两类：

1 永久作用：在设计基准期内量值不随时间变化，或其变化与平均值相比可忽略的作用。例如结构自重、固定设备重、土压力、预应力、混凝土收缩、地基沉降等；

2 可变作用：在设计基准期内量值随时间变化，且其变化与平均值相比不可忽略的作用。例如风荷载、裹冰荷载、地震作用、温度作用、使用中的人员和物料重、施工中的设备重或作用力等。

5.2 风荷载

5.2.1 作用于电视塔结构上的风作用压力的标准值，应按下列公式计算：

$$w_{0k} = \mu_s \mu_z w_0 \quad (5.2.1)$$

式中 w_{0k} ——风荷载压力的标准值；

μ_s ——风荷载体型系数；

μ_z ——风压高度变化系数；

w_0 ——基本风压(kN/m²)

注：基本风压系以当地比较空旷平坦地面上离地 10m 高统计所得的 50 年一遇 10min 平均最大风速 V_0 (m/s) 为标准，按 $w_0 = V_0^2 / 1600$ 确定的风压值。如无上述统计数据时，可按《建筑结构荷载规范》GB 50009 中全国基本风压分布图查得的数值采用。

5.2.2 电视塔设计所采用的基本风压不得小于 0.35kN/m²。

5.2.3 风压高度变化系数，应根据地面粗糙度类别按表 5.2.3 确定。地面粗糙度可分为 A、B、C 三类：

A 类指近海海面、海岛、海岸、湖岸和沙漠地区；

B 类指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的中、小城镇和大城市郊区；

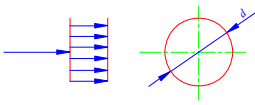
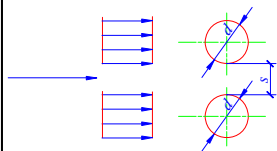
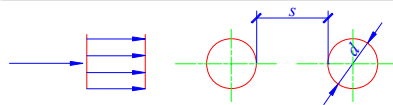
C 类指有密集建筑群的大城市市区。

表 5.2.3 风压高度变化系数 μ_z

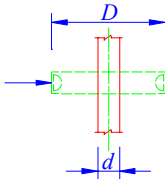
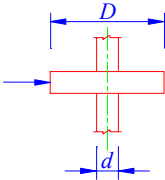
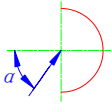
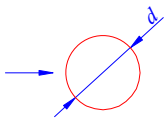
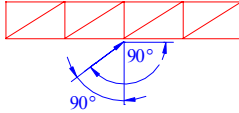
离地或海平面高度 (m)	地面粗糙度类别		
	A	B	C
5	1.17	0.8	0.54
10	1.38	1.00	0.71
15	1.52	1.14	0.84
20	1.63	1.25	0.94
30	1.80	1.42	1.11
40	1.92	1.56	1.24
50	2.03	1.67	1.36
60	2.12	1.77	1.46
70	2.20	1.86	1.55
80	2.27	1.95	1.64
90	2.34	2.02	1.72
100	2.40	2.09	1.79
150	2.64	2.38	2.11
200	2.83	2.61	2.36
250	2.99	2.80	2.58
300	3.12	2.97	2.78
350	3.12	3.12	2.96
≥400	3.12	3.12	3.12

5.2.4 风荷载体型系数,可按表 5.2.4 的规定采用,对一级电视塔和外形较复杂的电视塔应通过风洞试验确定。

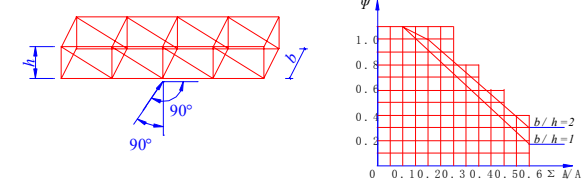
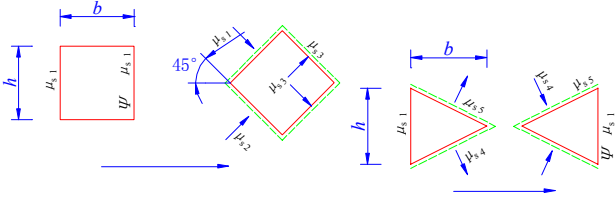
表 5.2.4 风荷载体型系数

项次	类别	体型及体型系数																
1	棱边构件	 $\mu_s=1.3$																
2	圆截面构筑物或构件	 当$\mu_z w_0 d^2 \leq 0.003$时,$\mu_s=1.2$ 当$\mu_z w_0 d^2 \geq 0.02$时,$\mu_s=0.7$ 中间值按插入法计算 w_0以kN/m^2计时,d以m计																
		 当$\mu_z w_0 d^2 \geq 0.02$时,μ_s值按下表采用 <table><tr><td>s/d</td><td>≤ 0.25</td><td>0.5</td><td>0.75</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>≥ 3</td></tr><tr><td>μ_s</td><td>1.4</td><td>1.05</td><td>0.88</td><td>0.82</td><td>0.76</td><td>0.73</td><td>0.7</td></tr></table>	s/d	≤ 0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	≥ 3	μ_s	1.4	1.05	0.88	0.82	0.76	0.73	0.7
		s/d	≤ 0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	≥ 3									
μ_s	1.4	1.05	0.88	0.82	0.76	0.73	0.7											
 当$\mu_z w_0 d^2 \geq 0.02$时,μ_s值按下表采用 <table><tr><td>s/d</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>4.0</td><td>6.0</td><td>8.0</td><td>≥ 10</td></tr><tr><td>μ_s</td><td>0.79</td><td>1.0</td><td>1.1</td><td>1.15</td><td>1.26</td><td>1.3</td><td>1.33</td><td>1.4</td></tr></table>	s/d	0.5	1.0	1.5	3.0	4.0	6.0	8.0	≥ 10	μ_s	0.79	1.0	1.1	1.15	1.26	1.3	1.33	1.4
s/d	0.5	1.0	1.5	3.0	4.0	6.0	8.0	≥ 10										
μ_s	0.79	1.0	1.1	1.15	1.26	1.3	1.33	1.4										
3	多边形塔体	当$\mu_z w_0 d^2 \geq 0.02$时,μ_s值按下表采用,其中d为多边形外接圆的直径 <table><tr><td>截面</td><td>正六边</td><td>正八边</td><td>正十二边</td><td>$\geq$十二边</td></tr><tr><td>μ_s</td><td>1.10</td><td>0.85</td><td>0.75</td><td>0.70</td></tr></table>	截面	正六边	正八边	正十二边	$\geq$ 十二边	μ_s	1.10	0.85	0.75	0.70						
截面	正六边	正八边	正十二边	$\geq$ 十二边														
μ_s	1.10	0.85	0.75	0.70														

续表 5.2.4

项次	类别	体型及体型系数
4	塔上封闭建筑和设备平台	 当 $D/d \leq 3$ 时, $\mu_s = 0.7$ 当 $D/d > 3$ 时, $\mu_s = 0.9$
5	球形结构	(a) 敞口半圆球和敞口抛物面:  当 $\alpha = 0$ 时, $\mu_s = 1.4$; 当 $\alpha = 60^\circ$ 时, $\mu_s = 1.7$; 当 $\alpha = 180^\circ$ 时, $\mu_s = 1.0$; 其他情况, μ_s 值按插入法计算 (b) 封闭半圆球:  $\mu_s = 1.0$ (c) 球: 对光滑球  当 $\mu_{zw} \alpha d^2 \geq 0.02$ 时, $\mu_s = 0.4$; 当 $\mu_{zw} \alpha d^2 < 0.02$ 时, $\mu_s = 0.6$; 对多面球 $\mu_s = 0.7$
6	单榀桁架	单榀桁架的体型系数  $\mu_s = \frac{\sum A_i \mu_{si}}{A}$ 式中 A_i——桁架杆件 i 的投影面积; μ_{si}——桁架杆件 i 的体型系数; A——桁架的轮廓面积

续表 5.2.4

项次	类别	体型及体型系数
7	平行的桁架和塔架	(a)平行的桁架：  平行桁架的整体体型系数 $\mu_{st}=\mu_{s1}(1+\Psi)$ 式中 Ψ 按右上图采用 (b)四边形和三角形塔架：  $\mu_{s2}=0.35\mu_{s1}\eta, \mu_{s3}=\mu_{s2}\Psi;$ $\mu_{s4}=0.25\Psi\mu_{s1}, \mu_{s5}=0.43\Psi\mu_{s1};$ 对单肢钢杆件 $\eta=1.1;$ 三角形塔架当 $\sum A_i/A \geq 0.1$ 时， 对双肢钢杆件 $\eta=1.2;$ 整体体型系数 μ_{st} 应乘 0.9 对混凝土塔架 $\eta=1.3$

5.2.5 作用于塔结构上的风荷载,应考虑阵风脉动的动力作用,一般将塔体结构视为多质点体系,作用于结构第*i*点质点第*j*振型作用力的代表值,可按下式确定:

$$w_{kij}=w_{0ki}A_i+M_iY_{ij}\eta_j\zeta_j\eta_j \tag{5.2.5-1}$$

$$\eta_j=\frac{\sum Y_{ij}w_{0ki}A_im_i}{\sum Y_{ij}^2M_i} \tag{5.2.5-2}$$

式中 M_i ——结构第*i*质点的集中质量;

- Y_{ij} ——第 i 质点 j 振型的水平相对位移；
 ξ_j ——第 j 振型的脉动增大系数；
 ν_j ——第 j 振型的空间相关系数；
 η_j ——结构第 j 振型的参与系数；
 w_{0ki} ——第 i 质点风作用压力的标准值；
 A_i ——结构第 i 质点的挡风面积；
 m_i ——第 i 质点风作用的脉动系数。

5.2.6 脉动增大系数,可按表 5.2.6 确定。

表 5.2.6 脉动增大系数

$\varepsilon=TV_0/1200$	0.01	0.03	0.05	0.10	0.15	0.20
钢结构	1.49	1.88	2.13	2.56	2.86	3.08
钢筋混凝土结构	1.22	1.42	1.55	1.80	1.97	2.10

注: T 为结构自振周期(s); V_0 为设计基本风压对应的风速(m/s)。

5.2.7 空间相关系数,按表 5.2.7 确定,考虑高振型时 $\nu=1.0$ 。

表 5.2.7 空间相关系数

$\varepsilon=TV_0/1200$	塔总高(m)				
	≤ 60	120	150	300	≥ 450
≤ 0.05	0.60	0.55	0.50	0.40	0.35
0.10	0.70	0.60	0.55	0.45	0.35
0.20	0.75	0.70	0.65	0.55	0.45

5.2.8 脉动系数,按表 5.2.8 确定。

表 5.2.8 脉动系数

距地面高度(m)		10	20	40	60	80	100	200	≥ 350
地面粗糙度类别	A	0.60	0.55	0.48	0.46	0.44	0.42	0.38	0.35
	B	0.88	0.75	0.65	0.60	0.56	0.54	0.46	0.40
	C	1.75	1.40	1.10	0.97	0.89	0.82	0.65	0.54

5.3 裹冰荷载

5.3.1 设计电视塔时,应考虑外露的结构件、管线、塔上设备(如

天线)表面裹冰引起的重力作用及挡风面积增大的影响。

5.3.2 基本裹冰厚度应根据当地离地 10m 高度处的观测资料,取重现期为 50 年最大裹冰厚度的统计数值。计算高度处的裹冰厚度 b 按基本裹冰厚度 b_0 乘以表 5.3.2 中相应的裹冰高度变化系数确定。

表 5.3.2 裹冰高度变化系数

距地面高度(m)	≤10	50	100	150	200	300	≥350
高度系数	1.0	1.6	2.0	2.2	2.4	2.7	2.8

5.3.3 管线和构件上的裹冰作用应按以下规定确定:

1 圆截面构件和管线上的裹冰荷载(kN/m)可按下式计算:

$$q=\pi\mu_xb(d+\mu_xb)\gamma\cdot10^{-6}\tag{5.3.3-1}$$

式中 b ——计算高度处的裹冰厚度(mm);

d ——构件或管线的直径(mm);

μ_x ——圆截面裹冰厚度修正系数,按表 5.3.3 采用;

γ ——裹冰重度,一般取 9kN/m³。

表 5.3.3 裹冰厚度修正系数

构件或管线直径(mm)	5	10	20	30	50	70
μ_x	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6

2 非圆截面构件上的裹冰作用(kN/m²)可按下式计算:

$$p=0.6b\gamma\cdot10^{-6}\tag{5.3.3-2}$$

5.4 地震作用

5.4.1 电视塔在进行地震作用计算时,应符合以下规定:

1 对处于 7 度硬、中硬场地,且基本风压 $w_0\geq0.4\text{kN/m}^2$ 时,及 7 度中软、软场地和 8 度硬、中硬场地,且基本风压 $w_0\geq0.7\text{kN/m}^2$ 时,可不进行抗震验算;

2 对处在 8 度和 9 度场地上的塔,应计算水平和竖向地震的共同作用;8 度和 9 度场地上的 一级电视塔,宜进行专门研究;

3 单筒型电视塔,应同时计算两个主轴方向的水平地震作用;多筒型电视塔除应同时计算两个主轴方向的水平地震作用外,尚应同时计算两个正交非主轴方向的水平地震作用。

5.4.2 对安全等级为三级的电视塔,可采用振型分解反应谱法进行地震作用计算;对安全等级为一级和二级的电视塔,除采用振型分解反应谱法进行地震作用计算外,尚应根据表 5.4.2 规定的设计基本地震加速度值采用时程分析进行补充计算。

表 5.4.2 设计基本地震加速度值

烈 度	7	8	9
设计基本地震加速度值	0.10g	0.20g	0.40g

注: g 为重力加速度, $g=9.8\text{m/s}^2$ 。

按振型分解反应谱法进行地震作用计算时,对安全等级为三级的电视塔,计算振型数不宜少于 5 个;对安全等级为一级和二级的电视塔,计算振型不宜少于 7 个。

5.4.3 电视塔采用振型分解反应谱法计算地震作用时,结构 j 振型质点 i 的水平地震作用标准值,应按下列公式确定:

$$F_{ji}=\alpha_j\gamma_jY_{ji}G_i \tag{5.4.3-1}$$

$$\gamma_j=\sum G_iY_{ji}/\sum G_iY_{ji}^2 \tag{5.4.3-2}$$

式中 F_{ji} —— j 振型质点 i 的水平地震作用标准值;

α_j ——相应于 j 振型自振周期的水平地震影响系数,除进行专门研究的电视塔外,其余均按《建筑抗震设计规范》GB 50011 确定;

Y_{ji} —— j 振型质点 i 的水平相对位移;

γ_j —— j 振型的参与系数。

5.4.4 水平地震作用标准值的效应(弯矩、剪力、变形、轴力等),可按下列公式确定:

$$S=(\sum S_j^2)^{1/2} \tag{5.4.4}$$

式中 S_j —— j 振型水平地震的作用标准值的效应,其中因水平变

形和重力引起的次效应,可只计算第一振型值。

5.4.5 竖向地震作用标准值应按下列公式确定:

$$F_{\text{Evk}} = \alpha_{\text{vm}} G_{\text{Eqv}} \quad (5.4.5-1)$$

$$F_{\text{vi}} = F_{\text{Evk}} G_i h_i / \sum G_j h_j \quad (5.4.5-2)$$

式中 F_{Evk} ——结构总竖向地震作用标准值;

F_{vi} ——质点 i 的竖向地震作用标准值;

h_i, h_j ——分别为质点 i, j 的计算高度;

α_{vm} ——竖向地震影响系数的最大值,可按水平地震影响系数最大值的 1.2 倍采用;

G_{Eqv} ——结构参与竖向振动的总重力作用代表值。

5.5 其他作用

5.5.1 计算日照作用时,混凝土塔段向阳面与背阳面筒壁平均温度差可按 15℃ 采用。

5.5.2 电视塔设计时,应考虑由塔基不均匀沉降造成塔体中心轴线倾斜的影响,其塔顶倾斜位移可取 0.4m。

5.5.3 施工中机具、设备和作用力,对结构受力有影响的,在结构设计中应根据具体情况进行验算。

5.5.4 由施工偏差造成塔中心轴线倾斜,其倾斜角的正切值在塔体设计时可取 1/1000;对施加预应力的单筒形塔段,因预应力钢筋的位置和张拉偏差,设计时按全截面预应力总值的 5/100 置截面一侧,计算对塔体的偏心作用。

5.5.5 电视塔结构或构件,由于混凝土的干缩作用,对结构或构件受力有影响时,应进行验算。

5.5.6 本规范未规定的其他作用,可按《建筑结构荷载规范》GB 50009 和有关规范的规定采用。

6 塔 楼

6.1 一般规定

6.1.1 塔楼应根据使用和工艺要求、建筑造型、材料和施工条件等因素进行结构选型,并宜优先采用自重轻的结构方案。

6.1.2 塔楼支撑结构宜选用钢结构、混凝土悬臂板或锥壳;楼层结构宜选用现浇混凝土楼板和钢结构梁柱。

6.2 塔楼内力和变形计算

6.2.1 塔楼结构计算应考虑可能出现的永久作用和可变作用及其组合。

6.2.2 塔楼设计应按本规范第 4.2 节规定进行承载能力极限状态计算,按本规范第 4.3 节规定采用短期效应组合进行正常使用极限状态验算。

6.2.3 进行塔楼内力和变形计算时,应根据结构类型选用相应的计算简图。塔体可视为塔楼楼层结构的支座。

6.2.4 塔楼承重结构水平拉力应由结构自身承受,而不宜使塔体承受塔楼承重结构产生的水平拉力。

6.3 构件和局部计算

6.3.1 塔楼楼层钢结构构件应按《钢结构设计规范》GB 50017 进行设计。

6.3.2 塔楼承重结构采用混凝土倒锥壳时,应施加预应力,以承受锥壳水平拉力。

6.3.3 塔楼楼层结构在塔楼承重结构上的支承点和在塔体上的支承点,其截面或应力突变处,均应进行局部验算。

6.3.4 塔楼楼层结构应验算混凝土楼板收缩、作用的不均匀分布、预应力及施工等对承重结构的影响。

7 塔 体

7.1 一般规定

7.1.1 电视塔塔体应根据工艺和使用要求、建筑造型、自然条件、材料和施工等因素,进行结构选型。塔体外型宜由平滑连续曲线或直线构成,水平截面宜采用对称截面,一般宜采用圆筒截面;塔体上部钢结构可采用单筒截面或空间桁架、刚架。

7.1.2 塔体设计应按本规范第 4.2 节规定进行承载能力极限状态计算,计算时应遵照下列补充规定进行:

1 对塔体混凝土塔段应采用表 4.2.3 中 I、Ⅲ 作用组合进行;对钢结构塔段应采用 I、Ⅱ、Ⅲ 作用组合进行;

2 在进行抗震计算时,可不计算由竖向地震作用引起的塔体弯曲的次效应。

7.1.3 塔体设计应按本规范 4.3.1 条规定采用短期效应组合进行正常使用极限状态验算,并符合 4.3.2 条的规定。

7.1.4 对塔体施加预应力,应依使用要求、风和地震作用、施工和投资等因素确定。

7.2 塔体变形和内力计算

7.2.1 塔体简化为多质点悬臂体系计算时,沿塔高每 10~20m 宜设一个质点,塔体截面突变处、质量集中处和计算需要处,应增设质点,一般每座塔的总数不少于 20 个。

各质点的质量或重力,可按相邻上、下质点距离内的质量的 1/2 或重力的 1/2 采用。

相邻两质点间的塔体刚度,可采用该区段的平均截面刚度;在计算塔体截面刚度时,可不计开孔和局部加强措施的影响。

7.2.2 计算塔体自振特性、正常使用极限状态和抗震计算时,可将塔体视为弹性体系,其截面刚度可按下列公式确定:

计算结构自振特性时: $0.85E_cI$

计算正常使用极限状态时: $0.65E_cI$ (混凝土)

$0.85E_cI$ (预应力混凝土)

抗震计算时: $0.85E_cI$ (混凝土)

E_cI (预应力混凝土)

式中 E_c ——混凝土的弹性模量(Pa);

I ——塔体截面的惯性矩(m^4)。

7.2.3 计算日照作用时,圆筒型塔体截面曲率可按下式计算:

$$1/\rho = \alpha_c \Delta t / d \quad (7.2.3)$$

式中 $1/\rho$ ——塔体截面曲率;

α_c ——混凝土线膨胀系数,取 $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$;

Δt ——塔体日照温差,按 5.5.1 条采用;

d ——塔体的外径。

7.2.4 在风荷载作用下,塔体计算高度处的动风位移加速度,可按下式计算:

$$a = \frac{4\pi^2}{T_j^2} \cdot Y_j \quad (7.2.4)$$

式中 a ——动风位移加速度(m/s^2);

T_j ——塔体 j 振型自振周期(s);

Y_j ——在风作用动力分量的作用下,塔体的水平位移值(m)。

7.2.5 在进行塔体承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算时,应计算因重力和塔体位移所产生的次效应,其附加弯矩 ΔM 可按下式计算:

$$\Delta M_i = \sum G_j (Y_j - Y_i) \quad (7.2.5)$$

式中 ΔM_i —— i 质点的附加弯矩;

G_j —— j 质点的重力;

Y_j, Y_i ——分别为 j 质点、 i 质点的最终水平位移。

7.3 正截面承载能力计算的规定

7.3.1 正截面承载能力应按下列基本假定进行计算：

- 1 变形后截面仍保持平面；
- 2 不考虑混凝土的抗拉强度；
- 3 混凝土受压,当压应变 $\epsilon_c \leq 0.002$ 时,应力应变曲线为抛物线;当压应变 $\epsilon_c > 0.002$ 时,应力应变曲线呈水平线,其极限压应变 ϵ_{cu} 取 0.0035,相应的最大压应力取混凝土轴心抗压强度设计值 f_c ;
- 4 钢筋应力取等于钢筋应变与其弹性模量的乘积,但不大于其强度设计值。受拉钢筋的极限拉应变取 0.005。

7.3.2 塔体钢筋混凝土正截面承载能力极限状态按表 7.3.2 确定。

表 7.3.2 正截面承载能力极限状态

极限状态	受压区边缘混凝土 压应变 ϵ_c	受拉区边缘普通 钢筋拉应变 ϵ_y	受拉区边缘预应力 钢筋拉应变 ϵ_{py}
混凝土受压	0.0035	≤ 0.005	$\leq (f_{py} - \sigma_{py}) / E_s$
普通钢筋受拉	≤ 0.0035	0.005	$\leq (f_{py} - \sigma_{py}) / E_s$
预应力钢筋受拉	≤ 0.0035	≤ 0.005	$(f_{py} - \sigma_{py}) / E_s$

注： f_{py} —预应力钢筋的抗拉强度设计值。
 σ_{py} —受拉区边缘由预应力钢筋产生的混凝土应力为零时的预应力钢筋的拉应力。
 E_s —预应力钢筋的弹性模量。

7.3.3 正截面承载能力极限状态设计表达式：

$$N \leq R_N(f_c, f_y, f_{py}, \alpha_k, \dots) \tag{7.3.3-1}$$

$$M \leq R_M(f_c, f_y, f_{py}, \alpha_k, \dots) \tag{7.3.3-2}$$

式中 N, M ——轴向力设计值、弯矩设计值,按本规范第 4~7 章

的规定计算；

$R_N(\cdot)$ ——截面的抗压承载能力；

$R_M(\cdot)$ ——截面的抗弯承载能力；

α_k ——截面的几何参数。

7.4 局部设计

7.4.1 对塔体截面突变处的塔段，除构造上设置必要的横向构件外，尚应对该段的受力进行局部计算，计算可采用线弹性理论。

7.4.2 对塔体上的作用支点，如塔楼、内外筒连接点、钢结构塔段与混凝土段连接点等，均应进行局部计算。在计算塔楼对塔体的作用时，塔楼的楼面可变作用不得折减，并考虑实际的不均匀分布；在计算内、外筒连接处的相互作用时，应考虑以下两种情况：水平位移时一致、竖向作用时分离。

7.4.3 当塔体上开有较大的门洞时，在门洞上方应增配横向钢筋，其数量由计算确定。

8 地基与基础

8.1 一般规定

8.1.1 电视塔基础可采用箱形、筏形(环板、圆板)及锥壳加环板基础;需要时,可采用桩箱、桩筏基础。基础型式的选用应综合塔体结构、场地土和周围环境条件,通过技术经济比较进行综合分析确定。

8.1.2 塔的地基应进行强度计算、变形和抗倾覆验算,必要时应作抗滑稳定验算。

8.1.3 塔基础设计时应满足在各作用的组合作用下,基础底面不脱离基土的要求。

8.1.4 基础的埋置深度必须满足地基变形的要求。

8.1.5 基础的埋置深度不宜小于主塔楼顶高度的 1/20。当基础落在岩石上,有可靠的锚固措施时,埋置深度可适当减小。

注:基础的埋置深度一般从室外地面算起,如果地下室周围无可靠侧限时,应从具有侧限的地面算起。

8.1.6 一般情况下,塔体和塔座建筑宜设计在同一个基础上。

8.1.7 采用预应力钢筋混凝土的基础时,可沿径向或环向设置预应力钢绞线,环向预应力钢绞线的包角常用 120°、180°两种。

8.2 地基计算

8.2.1 地基承载力的计算应符合下列要求:

1 当承受轴心荷载作用时:

$$p_k \leq f_a \quad (8.2.1-1)$$

式中 p_k ——相应于荷载效应标准组合时,基础底面处的平均压力值;

f_a ——修正后的地基承载力特征值。

当考虑地震作用时,地基抗震承载力应按下列式计算:

$$f_{aE} = \zeta_a f_a$$

式中 f_{aE} ——调整后的地基抗震承载力;

ζ_a ——地基抗震承载力调整系数,按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定采用。

2 当承受偏心荷载作用时,除应符合公式(8.2.1-1)的要求外,尚应满足下列式要求:

$$p_{kmax} \leq 1.2 f_a \quad (8.2.1-2)$$

式中 p_{kmax} ——相应于荷载效应标准组合时,基础底面边缘的最大压力值(kPa)。

8.2.2 当基础承受轴心作用和在核心内承受偏心作用时,基础底面压力可按下列公式计算:

1 当轴心荷载作用时:

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} \quad (8.2.2-1)$$

式中 F_k ——相应于荷载效应标准组合时,基础边缘上部结构传至基础顶面的竖向力值(kN);

G_k ——基础自重和基础上的土重(kN);

A ——基础底面面积(m²)。

2 当偏心荷载作用时:

$$p_{kmax} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_k}{W} \quad (8.2.2-2)$$

$$p_{kmin} = \frac{F_k + G_k}{A} - \frac{M_k}{W} \quad (8.2.2-3)$$

式中 M_k ——相应于荷载效应标准组合时,作用于基础底面的力矩值(kN·m);

W ——基础底面的抵抗矩(m³);

p_{kmax} ——相应于荷载效应标准组合时,基础底面边缘最大压

力值(kPa);

p_{kmin} ——相应于荷载效应标准组合时,基础底面边缘最小压力值(kPa)。

3 当承受双向偏心作用时:

$$p_{kmax} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_{kx}}{W_x} + \frac{M_{ky}}{W_y} \quad (8.2.2-4)$$

$$p_{kmin} = \frac{F_k + G_k}{A} - \frac{M_{kx}}{W_x} - \frac{M_{ky}}{W_y} \quad (8.2.2-5)$$

式中 M_{kx} ——相应于荷载效应标准组合时,作用于基础底面对 x 轴的力矩标准值(kN·m);

M_{ky} ——相应于荷载效应标准组合时,作用于基础底面对 y 轴的力矩标准值(kN·m);

W_x ——基础底面对 x 轴的抵抗矩(m³);

W_y ——基础底面对 y 轴的抵抗矩(m³)。

8.2.3 地基变形计算主要有下列两项,其计算值应不大于地基变形容许值。

1 地基最终沉降量应按国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定计算。

2 基础倾斜应按下列公式计算:

$$\tan\theta = \frac{s_1 - s_2}{b \text{ 或 } d} \quad (8.2.3)$$

式中 s_1 、 s_2 ——基础倾斜方向两边缘的最终沉降量(mm),对矩(方)形基础可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 计算,对圆(环)形基础可按现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 计算;

b ——矩(方)形基础倾斜方向宽度(mm);

d ——圆(环)形基础的外径(mm)。

注:当计算风作用下的地基变形时,应采用地基土的三轴试验不排水模量(弹性模量)代替变形模量。

8.2.4 地基变形允许值可按表 8.2.4 的规定采用,当工艺有特殊要求时,可按有关专业规范另行确定。

表 8.2.4 地基变形允许值

塔高 $H(\text{m})$	终沉降量允许值(mm)		倾斜允许值 $\text{tg}\theta$
	高压缩性粘性土	低、中压缩性粘性土、 砂土	
$H\leq 20$	400	200	≤ 0.008
$20<H\leq 50$	400		≤ 0.006
$50<H\leq 100$	400		≤ 0.005
$100<H\leq 150$	300		≤ 0.004
$150<H\leq 200$	300		≤ 0.003
$200<H\leq 250$	200		≤ 0.002
$250<H\leq 300$	200		≤ 0.0015
$300<H\leq 400$	100	100	≤ 0.0010

注: H 为塔的总高度,指室外地面至桅杆顶的高度。

8.3 基 础

8.3.1 板式基础的外形尺寸应符合下列要求:

1 圆形板式基础(图 8.3.1-1):

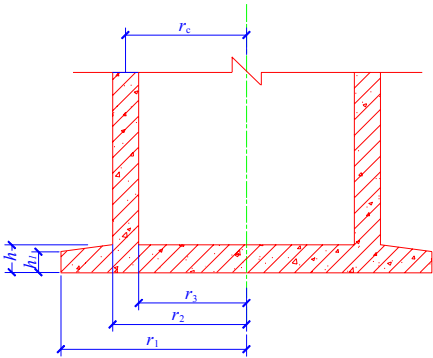


图 8.3.1-1 圆形板式基础

$$r_1/r_2\approx 1.5$$

$$h\geqslant \frac{r_1-r_2}{2.2}$$

$$h\geqslant \frac{r_3}{4.0}$$

$$h_1\geqslant h/2$$

2 环形板式基础(图 8.3.1-2):

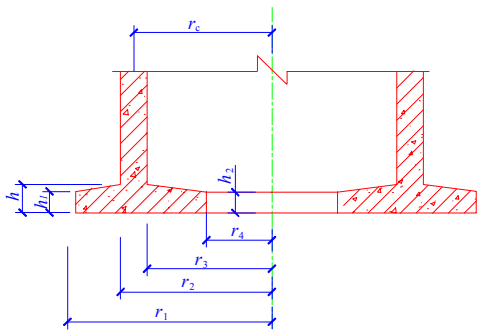


图 8.3.1-2 环形板式基础

$$r_4\approx \Psi r_c$$

$$h\geqslant \frac{r_1-r_2}{2.2}$$

$$h\geqslant \frac{r_3-r_4}{3}$$

$$h_1\geqslant h/2$$

$$h_2\geqslant h/2$$

式中

r_c ——筒体底截面的平均半径;

$r_1、r_2、r_3、r_4$ ——基础底板不同位置的半径;

$h、h_1、h_2$ ——基础底板不同位置的厚度;

Ψ ——环形基础底板外形系数,可根据比值 r_1/r_c 按图 8.3.1-3 确定。

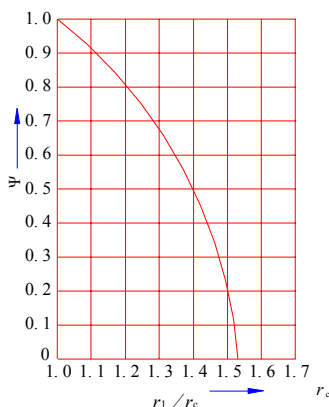


图 8.3.1-3 环形基础底板外形系数曲线

8.3.2 计算矩(方)形板式基础强度时,基底压力可按下列规定采用:

1 坡形顶面的板式基础(图 8.3.2-1):

计算任一截面 $x-x$ 的内力时,可采用按下式求得的基底均布作用 p :

$$p = \frac{p_{\max} + p_x}{2} \quad (8.3.2-1)$$

式中 p ——基础均布作用设计值;

$p_{\max}$ ——基底边缘最大压力设计值;

p_x ——计算截面 $x-x$ 处的基底压力设计值。

2 台阶形顶面的板式基础(图 8.3.2-2):

计算截面 1—1 及 2—2 的内力时,可分别采用按下列二式求得的基底均布作用 p :

$$p_{1-1} = \frac{p_{\max} + p_1}{2} \quad (8.3.2-2)$$

$$p_{2-2} = \frac{p_{\max} + p_2}{2} \quad (8.3.2-3)$$

式中 p_1, p_2 ——计算截面 1—1、2—2 处的基底压力设计值。

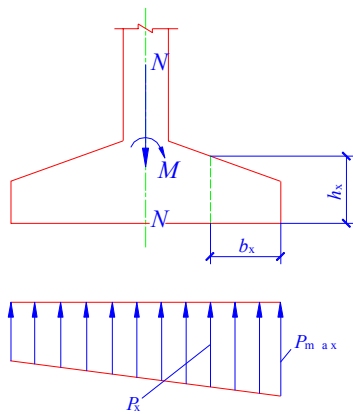


图 8.3.2-1 坡形顶面板式基础的作用计算简图

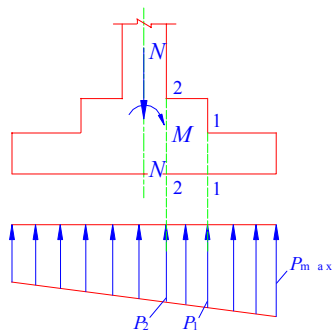


图 8.3.2-2 台阶形顶面板式基础的作用计算简图

8.3.3 计算圆形、环形基础底板强度时(图 8.3.3),可取基础外悬挑中点处的基底最大压力 p 作为基底均布作用采用, p 值可按下式计算:

$$p = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} \tag{8.3.3}$$

式中 N ——上部结构传至基础的轴向力设计值(不包括基础底

板自重及基础底板上的土重)；

M ——上部结构传至基础的力矩设计值；

A ——基础底板的面积；

I ——基础底板的惯性矩。

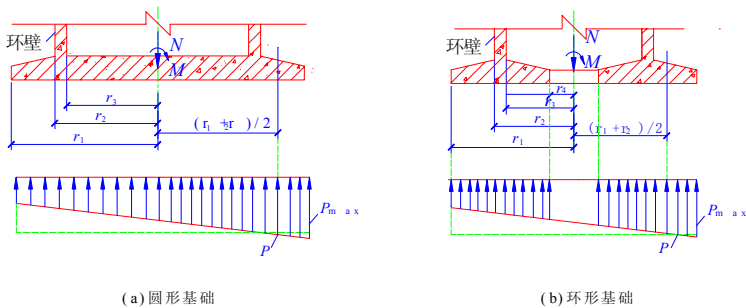


图 8.3.3 圆形、环形基础的基底作用计算简图

8.3.4 承受水平力的各类独立基础,应验算抗滑稳定性。基础的抗滑稳定应按下式计算：

$$H \leq \frac{(N+G)\mu}{1.3} \tag{8.3.4}$$

式中 H ——基底上部结构传至基础的水平力设计值(kN)；
 N ——上部结构传至基础的竖向力设计值(kN)；
 G ——基础自重(包括基础上的土重)(kN)；
 μ ——基础底面对地基的摩擦系数,可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定采用。

注:基础抗滑稳定也可按滑移面进行计算。

8.3.5 当环壁与底板不垂直时,尚应计算由上部传至基础的轴向力的水平分力在基础底板内产生的环向拉力。

8.3.6 圆形板式基础和环形基础的内力,可按现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 计算。

9 构造规定

9.1 钢筋混凝土

9.1.1 受力钢筋的混凝土保护层最小厚度(从钢筋的外边缘算起),当构件处在室内环境时,对板、墙和壳类构件不应小于 20mm,对梁和柱类构件不应小于 30mm;当这些构件处在露天环境时,保护层应比上述值增大 10mm;所有构件的保护层均不应小于受力钢筋的直径。

9.1.2 构件钢筋之间的净距,应保证钢筋与混凝土共同工作并考虑便于混凝土浇灌和振捣,当采用振捣棒振捣时应保证振捣棒能在钢筋间自由通过。

9.1.3 设计时应减少截面尺寸突变,对构件截面突变处应配置构造钢筋。混凝土板、墙内所开洞口的周边应配置附加钢筋,其截面面积不小于被截断钢筋的截面积。

9.1.4 梁、板、柱类构件受拉钢筋的最小锚固长度,当采用 HPB235 钢筋时不小于 $30d$,采用 HRB335 钢筋时不小于 $40d$ 。当钢筋直径 $d \leq 20\text{mm}$ 时,可采用搭接接头,搭接长度可按钢筋的最小锚固长度采用。

9.2 预应力混凝土

9.2.1 电视塔宜采用后张法对构件施加竖向或环向预应力,预应力的设计应考虑不同构件的特点和施工的要求。

9.2.2 预应力钢筋宜采用钢绞线,塔体、塔楼和基础的预埋管宜采用镀锌钢管,管道应设支架固定。

9.2.3 当采用后穿预应力筋时,宜留适量的备用管道,以替代个别失效管道。

9.2.4 预埋管道之间的净距不应小于 50mm,且不应小于相邻管道的最大直径,管道至构件边缘的净距不应小于 40mm。

9.2.5 构件的预拉区和预压区,应设置非预应力构造钢筋;锚具下混凝土局部受压区须配置间接钢筋(网状或非网状筋、螺旋筋),其体积配筋率不宜小于 1.0%。

9.2.6 塔体预应力钢筋弯折处,应对横向钢筋和内外层横向钢筋间的连系钢筋加密;环向施加预应力的混凝土构件内的非预应力环向和径向钢筋应采用焊接接头,在环向预应力筋的内侧应加配钢筋网。

9.2.7 孔道须二次灌浆,灌浆要求密实,水泥浆强度等级不宜低于 M30,其水灰比宜为 0.35~0.45,可掺入适量对预应力钢筋无腐蚀作用的减水剂和微膨胀剂。

9.2.8 外露的金属锚具和预应力钢筋,宜采用细石混凝土封包。

9.3 钢 结 构

9.3.1 电视塔钢结构的构造应按《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢塔桅结构设计规程》GYJ 1 的规定设计。

9.4 塔 楼

9.4.1 塔楼楼层结构为混凝土悬臂板时,板根部的厚度不宜小于挑出长度的 1/8,端部厚度不小于 200mm;塔楼的支承结构采用混凝土倒锥壳时,锥面的坡度不宜小于 1:1;采用三角形或梯形钢桁架时,桁架弦杆的坡度不宜小于 1:4。

9.4.2 塔楼楼层结构与塔体的连接宜按铰接节点设计。节点构造应考虑安装时的可调性。

9.4.3 楼层钢结构的柱子宜采用工字形截面;当柱子为箱形截面时,柱子中间宜用强度等级不低于 C30 的混凝土填实。框架梁可采用工字形截面,次梁可采用型钢梁。

9.4.4 幕墙、擦窗机械和微波天线座与塔楼结构应有可靠连接。

所有与混凝土结构连接的连接件必须预埋,不得事后凿补。

9.4.5 塔楼承重结构的环向钢筋应采用焊接接头或机械连接接头。

9.5 塔 体

9.5.1 塔体混凝土最小厚度不宜小于 200mm;厚度沿高度的变化宜连续。

9.5.2 混凝土强度等级不宜低于 C30;混凝土水灰比不应大于 0.45;混凝土的添加剂不应应对塔体的耐久性造成不利的影响。

9.5.3 混凝土塔体上开孔洞对塔体截面削弱总量不大于所在截面面积的 1/4,且应沿周边均匀布置,单个孔洞对塔体截面削弱不大于 1/8,在同一方位沿塔高不宜连续开孔洞;孔洞宜为圆形,对矩形孔洞在四角处应有弧形过渡。

9.5.4 塔体采用的竖向钢筋的最小配筋率为 0.4%,横向钢筋的最小配筋率为 0.3%。

9.5.5 塔体采用的普通钢筋的最小直径,竖向钢筋为 16mm,横向钢筋为 12mm。竖向钢筋的最小净距应大于 80mm,最大间距不应大于 300mm;横向钢筋最大间距不应大于 250mm,且不大于混凝土壁厚度。钢筋的最小保护层,外壁为 40mm,内壁为 30mm。

9.5.6 对筒形结构的塔体,一般为双层配筋,外层钢筋和内层钢筋的面积比不宜大于 2;两层钢筋间应设直径不小于 6mm 的拉结筋,拉结筋纵横间距不宜大于 600mm,且宜交错布置。对单层配筋的筒壁,沿高度方向 2~3m 应设一双层横筋环带;环带高不小于筒体壁厚,内层环筋面积不应小于外层同高内的配筋,当双层配筋时环带可每 10~20m 高设一层,环带高约 1.0m,其配筋可将环带内的环筋截面加倍。

9.5.7 塔体预留孔洞的边缘应配置附加钢筋;附加钢筋的面积,可采用同方向被孔洞切断钢筋面积的 1.3 倍。

矩形孔洞四角处,应配置 45° 方向的斜向钢筋,每处斜向钢筋的面积,可按壁厚每 100mm 采用 250mm^2 ,且不少于 2 根。

附加筋和斜向筋伸过孔洞边缘的长度,不应小于钢筋直径的 40 倍。

9.5.8 横向钢筋接头可以采用搭接;竖向钢筋直径不大于 20mm 时,可采用搭接连接,对大于 20mm 的竖向钢筋均应采用焊接或机械连接接头。

搭接连接的接头长度,对 HPB235 钢筋为 $30d$,对 HRB335 钢筋为 $40d$;同一截面上搭接接头的数量不超过钢筋总数的 $1/4$;焊接或机械连接接头的数量不应超过钢筋总数的 $1/2$;各类接头的位置应在截面上均匀布置。

9.6 基 础

9.6.1 基础构造应符合下列规定:

1 圆形、环形板式基础底板下部钢筋应采用径、环向配筋。圆形板式基础的环壁以外的底板上部钢筋,也应采取径环向配筋。圆形板式基础的环壁以内的底板上部钢筋可采取等距方格网配筋;

2 环壁的厚度自室外地坪以下至基础底板顶面,宜采取逐渐加厚的做法;

3 基础环壁设有孔洞时,应符合本章的有关规定;当洞口底部与基础顶板的环壁高度较小时,该部分环壁应增加补强钢筋,必要时可按两端嵌固的曲梁计算;

4 电视塔基础一般埋置较深,施工时应处理好基坑支护结构与塔基础相邻建筑物及地下管线的关系。

10 其 他

10.1 防 火

10.1.1 电视塔的耐火等级,对安全等级为一级的电视塔,应按耐火等级一级采用,其他电视塔按耐火等级不低于二级采用。

电视塔建筑构件的燃烧性能和耐火极限,应按现行的国家标准《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 和行业标准《广播电视建筑设计防火规范》GY 5067 的规定采用。

10.1.2 塔楼的建筑构件、设备管线及保温隔热、消声粘结剂、电缆隔离等辅助材料,均应采用不燃烧材料。

10.1.3 塔筒及筒内各类井道应沿高度每 15~30m 设分隔的水平防火检修平台。

10.2 接 地

10.2.1 电视塔须设置防雷及电气接地装置,其接地电阻的数值应按各有关专业的要求确定。

10.2.2 电视塔塔体混凝土段应单独设置防雷接地线,接地线在塔体水平截面上应均布,竖向约每 20m 水平连接一次。塔上的金属构件(包括设备金属体)应全部与接地线作电气连接。

10.3 钢结构防腐蚀规定

10.3.1 电视塔钢结构应依使用要求、结构特点、锈蚀条件等确定防锈涂装和结构措施。

10.3.2 钢结构构件的涂装一般可采用以下类型:

- 1 热浸镀锌层+涂料涂层;
- 2 热浸镀锌层;

- 3 热喷涂锌及锌合金涂层+封闭涂料层；
- 4 热喷涂铝及铝合金涂层+封闭涂料层；
- 5 涂料涂层。

10.3.3 涂装前，必须进行基材表面的除锈，除锈等级不低于Sa2 $\frac{1}{2}$ 。

10.3.4 各种类型涂层的厚度及使用条件应符合表 10.3.4 的规定。

表 10.3.4 钢构件涂层厚度及使用条件

腐 蚀 程 度 分 类	涂装类型 使用条件	热喷涂锌及 锌合金涂层 +封闭涂料层 (μm)	热喷涂铝及 铝合金涂层 +封闭涂料层 (μm)	热浸镀锌层 (μm)		热浸镀锌层+ 涂料涂层(μm)		涂 料 涂 层 (μm)
				镀件厚(mm)		镀件厚(mm)		
				<5	≥ 5	<5	≥ 5	
1	工业污染和 潮湿地区	140+60	120+60	—	—	65 + 100	85 + 100	—
2	沿海地区	120+60	100+60	—	—	65 + 100	85 + 100	—
3	潮湿地区	120+60	100+60	—	—	65 + 100	85 + 100	250
4	干燥地区	80+60	80+60	65	85	—	—	200

10.3.5 露天钢结构在可能积水的部位必须设置排水孔。

10.3.6 管形和其他封闭形截面的构件，当采用热镀锌防锈蚀时，端部不得密封；当采用涂料防锈蚀时，端部应密封。

10.4 混凝土耐久性

10.4.1 本节规定适用于处于露天或高湿度环境中的电视塔的混凝土构件。

10.4.2 除本规范的规定外，混凝土原材料如水泥、粗细骨料、拌

和用水、外加剂应符合有关国家标准的规定。

10.4.3 混凝土结构构件应进行裂缝宽度的验算,裂缝控制等级三级,最大裂缝宽度允许值取 **0.2mm**。当采用混凝土结构构件不能满足裂缝宽度的规定时,可采用部分预应力混凝土结构构件。

10.4.4 混凝土结构构件应选用标号不低于 **525** 号的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥配制混凝土,有条件时宜采用涂层钢筋或镀锌钢筋。

10.4.5 混凝土施工中应控制混凝土的水灰比,混凝土浇筑水灰比不应大于 **0.45**。混凝土中最大胶凝材料总量不得大于 **500 kg/m³**,最小硅酸盐水泥熟料用量不小于 **350kg/m³**。

10.4.6 塔身混凝土施工时,应缩短施工缝的间歇期且应清除浮浆。混凝土的湿养护期不宜小于 **28d**。

11 工程施工

11.1 一般规定

11.1.1 施工单位应根据电视塔工程的特点,编制施工组织设计和施工方案。在编制施工方案时,应结合技术装备和施工工艺条件,考虑施工测量、模板及架子、垂直运输、钢结构吊装、环向和竖向预应力等施工技术措施和安全防护的技术措施。

11.1.2 施工作业和质量检查应考虑风、雨、日照等自然作用对操作的动态影响。

11.1.3 电视塔施工所采用的施工装备、施工工艺和技术措施,必须满足塔在结构整体性、形体误差、观感等方面的质量要求。

11.1.4 电视塔施工垂直运输机械应根据电视塔结构平面尺寸、施工高度、吊运物的重量及尺寸大小,结合施工方法、施工速度、施工工期综合进行考虑。可采用内外爬塔、塔桅起重机、随升式平台金属起重机械、建筑电梯及井架。

11.1.5 冬期、雨季、炎热高温季节施工应根据电视塔的特点,结合施工方案,按照有关规定分别制定季节性技术措施。

11.2 施工测量

11.2.1 塔施工前,应根据塔结构的平面、体形和场地条件等因素,经计算制定施工测量方案,控制施工精度,减少累计误差。

11.2.2 塔施工测量方案应包括以下主要内容:

- 1 测量控制网的布设;
- 2 塔体中心线垂直度控制投测方法;
- 3 高程投测方法;
- 4 塔体日照变形观测方法;

5 测量精度分析和仪器选择。

11.2.3 塔平面控制网的布置应符合以下规定：

- 1 平面控制网应采用独立坐标系统；**
- 2 根据设计定位条件、施工方案和场地情况综合考虑网的布置；**
- 3 控制网应包含塔的主控轴线。网形宜采取中心辐射形，网中心与塔中心相重合。多肢形电视塔可采用三角形或多边形网；**
- 4 网的测距精度不应低于 $1/10000$ ，测角精度不应低于 $20''$ 。**

11.2.4 塔体中心线的投测应符合以下规定：

1 塔内投测中心线的高度小于 100m 时，可使用光学铅直仪，直接投测或分段接力投测；塔内投测中心线的高度大于 100m 时，应使用不同射程的激光铅直仪直接投测，其仪器的精度不应低于 $5''$ ，靶盘接受光斑核心直径不应大于 10mm ；

2 在塔体结构较为封闭，且有线锤防振阻尼措施条件下，必要时可用重磅线锤在塔内投测中心线或结构大角垂线，且应用其他仪器测量作为验校；

3 塔外投测中心线时，应使用多台经纬仪(或激光经纬仪)同时向上投测，经纬仪的精度不应低于 $2''$ ，且望远镜放大倍数不应低于 30 倍。仪器的安置点至塔中心的水平距离宜为塔高 $1.5\sim 2$ 倍。投测的视点应嵌固在混凝土塔身适宜的外表面上，并做永久性标志；

4 混凝土塔身、混凝土桅杆等竖向筒体结构的中心线投测，必须考虑结构作用和日照变形影响，应在凌晨进行投测；无条件时，可采用分段建立相对工作基点、分段向上投测的方法；

5 相对工作基点的建立，必须在无施工干扰和风力小于二级的条件下，在塔筒体近期所确定的最小日照变形时间区段内进行。相对工作基点间的高度距离应根据具体情况确定，一般可定为筒体直径(或边长)的 $3\sim 5$ 倍；

6 塔体施工每升高一次，都应有中心线投测记录，并应分阶

段提供塔体中心线垂直偏差测量报告。工程竣工时,应提供完整的电视塔全高中心线垂直度测量报告。

11.2.5 塔的标高测量应符合以下规定:

1 塔的标高控制网应根据复核后的水准点或已知高程点引测。闭合差不应超过 $\pm 5\sqrt{n}$ mm(n 为测站数)或 $\pm 20\sqrt{L}$ mm(L 为测线长度,单位为 km);

2 引测的高程控制点,应在现场设三个深埋水准点,做法按有关规定执行;

3 塔的标高竖向引测,宜从首层 ± 0.000 m 标高开始,在适当楼层或整尺长度处设标高控制线。层间测量偏差不应超过 ± 3 mm。塔总高测量偏差不应超过 $3H/10000$ (H 为塔总高度,单位为 mm)。

11.2.6 混凝土电视塔施工应进行日照变形观测,日照变形观测的主要内容应包括:

1 观测期的混凝土筒壁温度分布值、大气温度以及风速值;

2 引测处的筒体中心点在各记录时刻偏离中心线的位移值和方向记录;

3 观测成果报告及观测期塔体日照变形曲线(即位移-时间曲线)。

11.2.7 日照变形的观测,应事先制定方法和程序。观测频率应视塔的结构部位、施工进度、季节和气候变化而定,一般从塔身 100m 高度以上开始(或当 $H/d \geq 5$ 时。 H 为筒体施工高度, d 为筒体平均直径),每升高 20m 或每月观测一次。每次观测周期以一昼夜为宜,或根据需要而定。在观测期内应每隔 1h 观测记录一次日照变形的有关数据。

11.2.8 日照变形观测可采用激光铅直仪法或经纬仪前方交汇法,具体技术要求应按建筑变形测量的有关规定执行。

11.2.9 施工中和竣工后,应由业主委托专业勘测单位对电视塔进行系统的建筑变形监测。

11.3 混凝土结构施工

11.3.1 当电视塔基础底板为大体积混凝土结构时,可采取分层浇筑的施工方法,每一层应连续浇筑,不得留施工缝;层间的施工缝应按设计要求处理,设计无规定时,应按有关规范执行。

11.3.2 底板大体积混凝土施工时,应通过计算确定混凝土的浇筑方案、入模温度、养护方法和养护时间,并采取有效措施,使混凝土内外温差不超过 25°C ;混凝土温度陡降不超过 10°C 。

11.3.3 塔体结构可根据塔形特点和施工条件选用液压滑模工艺、提模或爬模工艺、液压滑框倒模工艺及其他专用移置式模板工艺施工。模板系统及平台系统的设计应满足装拆简便、连接紧密、收分灵活、便于操作与维修的施工要求,并按有关规范的规定进行承载力、刚度的设计验算。

11.3.4 模板和平台的提升系统,应采用机械化程度较高的液压爬升设备或电动提升机械;对无整体式平台系统的和操作架的提升,可使用塔式起重机或把杆等起重设备。

11.3.5 塔体结构的钢筋施工,应保证钢筋位置准确,并符合以下规定:

- 1 在每层混凝土浇筑面上,至少有一道绑扎好的水平环筋;
- 2 竖向钢筋的下料长度应控制在 $4\sim 6\text{m}$;
- 3 变直径筒体的竖向钢筋,向圆心的倾斜角应有限位措施;
- 4 塔体竖向钢筋,应设保证其排距尺寸的钢筋支架,支架密度不应大于 1m 。

11.3.6 塔体混凝土的配制除应满足设计规定的强度、抗渗性、耐久性等要求外,尚应满足以下规定:

- 1 混凝土早期强度的增长应满足施工速度的要求;
- 2 混凝土塔体有颜色均匀一致的要求时,宜采用同一厂家的同品种、同标号的水泥和同一砂场的同种砂子;混凝土外加剂或掺

合料的使用应通过试验确定。

11.3.7 混凝土浇灌应符合以下规定：

1 按计划的浇灌方向和路线进行分层、均匀、对称和连续浇灌；

2 分层浇灌的混凝土厚度应根据采用的施工工艺而定。滑模施工时宜为 200~300mm，其他模板以不大于 500mm 为宜；

3 为避免筒体因浇灌混凝土引起的扭转，应匀称地变换混凝土浇灌的起止点和方向。

11.3.8 塔体混凝土施工缝的留置应根据结构的受力需要及采用施工工艺的实际情况与设计单位商定，并应符合以下规定：

1 塔体混凝土宜在同一模板高度内连续浇灌，不得留置施工缝；

2 塔楼混凝土倒锥壳与筒体相接部位的混凝土应连续浇灌，不得留置施工缝；壳体可分段(层)施工，可留置环向的水平施工缝，不得留置径向施工缝；

3 因故不能连续施工而产生的施工缝，应按现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定处理；特殊或重要受力部位的施工缝，应按设计要求处理。

11.3.9 混凝土的质量，应以标准养护的试块强度检验。塔体结构的混凝土试块留置应符合以下规定：

1 一个工作班或一个模板高度所留置的混凝土试块不应少于一组，并以之代表此段塔体的混凝土强度；

2 如一个模板高度内的混凝土由一个以上工作班完成时，则各班均应留置不少于一组的试块，并以其平均值为该段混凝土强度的代表值；

3 在一个工作班内，当气温骤变或混凝土配合比有变动时，尚应增留试块组数。

11.3.10 塔体的塔楼支承处、顶部桅杆支承基座及顶部钢桅杆支承处，应根据设计的结构特点分别编制施工方案。

11.4 钢结构施工

11.4.1 钢结构的制作与安装,除应符合设计要求和现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 外,尚应符合以下规定:

1 钢材除应附有质量证明书外,尚应取样对其机械性能和化学成份进行检验,不符合设计要求的钢材不得使用;

2 焊缝质量检验等级按设计要求执行。若无设计要求时,塔身内钢结构隔板(梁)应按三级焊缝检验;塔楼钢结构和桅杆钢结构应按二级焊缝检验;

3 塔楼钢结构或桅杆钢结构在必要时应进行试拼装。

11.4.2 钢结构的制作与安装必须由具有相应加工设备与相应资质的企业承担,并确定技术负责人,建立岗位责任制,制定完备的质量保证体系。

11.4.3 参加钢结构制作和安装的人员,必须进行有关专业培训,考试合格后方可上岗工作。

11.4.4 构件制作的允许偏差应符合现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

11.4.5 构件制作完成后,质量检查部门应按施工图的要求和现行标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中有关钢结构工程的规定验收,并提供规定的验收资料。

11.4.6 钢结构的安装,除应符合设计要求和现行《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定外,尚应符合以下规定:

1 构件安装前,必须取得安装接合处基础的验收合格资料(几何尺寸、轴线和标高数据等)。否则,应予处理使其达到要求,或办理设计变更文件,满足设计要求和安装条件后方可安装;

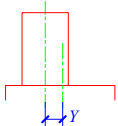
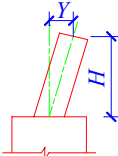
2 钢结构安装用的专用机具设备、检验工具,以及通讯、设施应能满足施工要求,并定期检验有效性;

3 钢结构,特别是钢桅杆的安装、校正,应选择在风力、日照影响较小的时间进行。

11.4.7 塔楼钢结构与钢桅杆安装用的连接材料和涂料等应具有产品质量证明书,并符合设计要求和有关规范的要求。

11.4.8 钢结构安装允许偏差及工程验收应符合设计要求和现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。钢桅杆安装允许偏差尚应符合表 11.4.8 的规定。

表 11.4.8 钢桅杆安装允许偏差

项 目	允 许 偏 差	示 意 图
桅杆底部与塔顶轴线位移	$Y \leq 10\text{mm}$	
桅杆中心的不垂直度	$Y \leq H/1500$ 且 $\leq 50\text{mm}$	
桅杆整体弯曲	$f \leq 30\text{mm}$	

11.5 预应力施工

11.5.1 本节所指预应力类型为有粘结后张预应力,其他类型的预应力尚应符合其他有关规定。

11.5.2 预埋管段的连接及管与端部承压板间的连接,必须连接牢固和严密,不得出现漏浆。埋管可用焊接、套管、管接头等方法连接。

11.5.3 灌浆管与排气管的设置数量与位置应与设计人员商定,并应保证不堵塞。

11.5.4 环形预应力埋管应按设计要求的半径弯制,弯制后的钢管不得出现裂缝和死弯。

11.5.5 预埋管施工应符合以下质量要求:

1 水平方向埋管在任意 10m 长度内,轴线位移允许偏差为 20mm;

2 竖向埋管,每个安装段的垂直度允许偏差为 $h/200$ (h 为每段埋管长);

3 端部承压板应垂直于埋管中线。

11.5.6 预应力筋应有出厂质量证明书,并按国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 或《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定,抽样检查验收。

11.5.7 预应力筋的下料长度应按孔道实际长度加上两端锚具、张拉千斤顶、工具锚等的长度计算确定。下料严禁使用电、气焊切割,且不得被油污污染。

11.5.8 孔道穿束宜采用后穿法,用于穿束的连接器和竖向穿束的预应力筋临时固定夹具均应进行负荷试验,其安全系数应大于 2.5。

11.5.9 预应力筋的锚具、夹具应有出厂合格证,并按现行国家标准抽检验收。

11.5.10 预应力筋的张拉应符合现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定,在伸长值校核的测定中,对于较长钢绞线的张拉,当千斤顶行程不够时,可进行重复张拉,其实际总伸长值为每次实测值之和。

11.5.11 当设计有规定时,应在预应力筋正式张拉前进行孔道摩阻损失试验,试验的孔道应随机抽取或按设计规定。同类孔道的摩阻损失试验不应少于两根(孔)。试验的条件和操作方法应与实际工作方法相同。试验时应采用一端张拉、另一端测定的方法。测定端设备可用经校验的压力传感器或千斤顶。试验结果应填写记录表。孔道摩阻损失值计算应按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定或设计要求执行。孔道摩阻损失值应经设计认可后方可

进行正式张拉。

11.5.12 预应力筋张拉后,孔道宜尽快灌浆。灌浆前应先做水泥配合比和相应的灌浆工艺试验,以优化确定其配合比和灌浆参数。

11.5.13 孔道灌浆应用纯水泥浆。水泥浆应采用标号不低于 425 号的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制,其 28d 强度不应小于 30N/mm^2 或设计规定。当需要改善灌浆性能时,水泥浆中可掺入对预应力筋无腐蚀作用的外加剂,掺入量由试验确定。

11.5.14 水泥浆的流动度应满足工艺需要,水灰比最大不得超过 0.45。搅拌后 3h 的泌水率宜控制在 1%以内,最大不超过 2%。

11.5.15 水泥浆应采用机械搅拌,搅拌时间不少于 30s,拌好的水泥浆停放时间不宜超过 30min。

11.5.16 灌浆时,每一工作班应取水泥浆试块一组,标准养护 28d 用于检验试块强度。试模尺寸采用 $7.07\text{cm} \times 7.07\text{cm} \times 7.07\text{cm}$,宜用无底试模。

11.5.17 每根水平孔道必须一次连续灌浆完成,灌浆机与孔道灌浆口应采用阀门连接。当水泥浆到达另一端时,应先封闭出浆口,继续加压,稍后关闭灌浆阀门,然后再停机。

11.5.18 竖向孔道灌浆应由下向上进行,可采用接力灌浆或分段灌浆。分段灌浆时,两段连接处可由人工补浆后再继续上段灌浆,为保证孔道上端密实,还可采用二次压浆工艺或其他工艺。

11.5.19 预应力筋的外露端,应在灌浆结束后,用 C30 混凝土封闭或按设计要求封闭。混凝土封闭施工时不得震动预应力筋端头。

11.6 施 工 安 全

11.6.1 电视塔的施工,除应遵守本规范的规定外,尚应遵守现行国家安全技术标准、规范和国家或地方政府颁发的有关建设工程现场的管理规定。

11.6.2 施工前必须针对塔的建筑结构特征和施工特点,结合环境、条件等编制安全施工技术组织措施,并成为电视塔施工组织设

计文件的组成部分。

11.6.3 电视塔施工,必须建立地面和高处作业面之间、高处立体交叉作业面之间的通讯联络系统,确保施工和运输的安全指挥。

11.6.4 电视塔施工现场应和当地气象台建立专业天气预报联系。遇雷、雨、雾、雪或六级以上大风天气时,必须采取有效措施,防止事故发生,否则应停止施工。

11.6.5 施工现场必须根据塔形、地形和其他环境因素,确定和划分施工危险警戒区,并用明显标志标示。危险区的等级和警戒范围可按表 11.6.5 确定。

表 11.6.5 危险区等级和警戒范围(单位:m)

危险区半径		塔 高			
		≤100	≤200	≤300	≤400
危险区等级	一级	40	60	80	90
	二级	70	100	120	140
	三级	>70	>100	>120	>140

注:危险区半径从塔中心算起。

11.6.6 工地布置安全要求应符合以下规定:

1 现场供电、办公及生活设施等暂设工程和大宗材料堆场、垂直运输用卷扬机棚等,应布置在二级危险区外,地面的塔机设在一、二级危险区时,司机室顶应用木板密铺一层防护棚罩;

2 一、二级危险区内的建筑出入口及上塔通道,应搭设高度不低于 2.5m 的安全防护棚;

3 地面工作人员应严格遵守危险警戒区的管理制度,在一级危险区防护棚外工作时,必须与高空操作平台人员取得联系,并指定专人负责警戒。

11.6.7 高空施工操作人员应事先检查身体,凡不适应高处作业的,一律不得上塔施工。

11.6.8 在塔高处作业的操作平台和悬吊脚手架上的铺板必须严密、平整、防滑且固定可靠,不得随意拆动;平台上的孔洞应设盖

板；操作平台和吊脚手架临边应设钢制防护栏杆，栏高不得小于1.2m，并设挡脚板；脚手架应兜底满挂安全网。

11.6.9 严格控制操作平台上的人员、堆放材料与设备的重量及分布位置；大风天气施工时，必须将操作平台上的易动物件予以固定，避免大风吹落。

11.6.10 塔吊、施工电梯和井架等施工机械和设施，必须经机械、安全和技术部门联合检验，合格后方可挂牌使用；操作前必须有专人进行班前检查；通讯联络信号必须灵敏可靠，并设专人管理；垂直运输机械或设施的顶部应按规定装置信号灯。

11.6.11 施工现场和操作面上必须有符合规定的电气照明系统；施工动力用电和照明用电应分路供电，同时应有备用电源。

11.6.12 施工的操作平台系统的最高位置和垂直运输机械或设施，必须设有符合标准的防雷接地装置。

11.6.13 塔上高处施工设施的重大拆除工作必须编制详细的施工方案，明确拆除的内容、方法、程序、操作岗位、进退路线、机械设备和工具、安全措施及指挥人员职责等。拆除方案必须经过主管部门审批，对难度大的拆除工作，尚应报上级主管部门审批后方可实施。

11.6.14 电视塔施工，除应遵守现行国家或地方的消防安全标准、规范和有关规定外，尚符合以下规定：

1 施工现场应按消防要求设置防火消防栓，场内道路畅通，保证消防车顺利通行；

2 塔上施工，应有消防水管跟在操作平台附近。尚应备有足够数量的灭火器（含干粉灭火器）；

3 塔上进行电焊、气焊作业时，必须派专人看守，看守人员严禁离岗；

4 电视塔结构的楼梯施工或安装应紧跟筒体的操作平台，两者之间的距离最大不应超过三个楼梯的休息平台，且两者间必须始终保持交通通畅。楼梯间必须设置专线安全照明。

12 结构工程质量验收与评定

12.1 工程验收

12.1.1 电视塔结构工程验收应由建设单位组织进行,由有关单位参加。

12.1.2 工程验收时,应提交以下资料:

- 1 工程竣工图、施工图和设计变更文件;
- 2 在安装过程中所达成的协议文件;
- 3 工程主要材料的出厂合格证及检验报告;
- 4 隐蔽工程中间验收记录、构件调整后的测量资料以及整个结构工程或单元的安装质量评定资料;
- 5 焊缝质量检验资料、焊工编号或标号;
- 6 高强螺栓的检查记录;
- 7 钢结构工程试验记录;
- 8 混凝土与砂浆试块强度报告;
- 9 塔体施工阶段的塔体中心线垂直度测量报告。

12.1.3 塔体无外装饰时,混凝土表面应平整,外观颜色应均匀一致。门窗洞口的棱角应整齐、方正,棱角有损坏或不规整时,应及时修补处理。

12.1.4 电视塔的结构工程质量,应符合本规范的有关规定和表 12.1.4-1、12.1.4-2、12.1.4-3 和表 12.1.4-4 的规定。

表 12.1.4-1 电视塔基础允许偏差

项 目		允许偏差(mm)
轴线	基础中心点对设计中心坐标的位移	10
位置	主要角度控制轴线的位移	10

续表 12. 1. 4-1

项 目		允许偏差(mm)
截面 尺寸	底板或环板的厚度	20
	环板或圆板外半径	-10,+30
	环板内半径	-30,+10

表 12. 1. 4-2 混凝土塔身(含混凝土桅杆)筒体结构允许偏差

项 目				允许偏差(mm)
轴 线 位 移				10
标高	层 高			10
	总 高			100
中心 线垂 直度	电梯井			50
	塔身(含桅杆)	高度(m)	$h\leq 100$	≤ 50
			$h\leq 200$	≤ 65
			$h\leq 300$	≤ 75
			$h>300$	≤ 80
扭转	圆形筒体		扭转弧长	200
	矩形、方形、筒体		大角扭转位移	40
截面 尺寸	筒壁厚度		电梯井	-5,+10
			塔身、桅杆	-10,+20
	筒壁厚度(圆形)			±40
	筒壁边长(矩形、方形)			-10,+20
塔楼预埋螺栓				5

表 12. 1. 4-3 电视塔整体总垂直度允许偏差

项 目	塔 高 H (m)			
全塔总垂直度允许偏差 Δ (mm)	$H\leq 100$	$H\leq 200$	$H\leq 300$	$H>300$
	$\Delta\leq 50$	$\Delta\leq 70$	$\Delta\leq 80$	$\Delta\leq 100$

表 12. 1. 4-4 预埋件及预留孔洞位置允许偏差

预埋件或预留孔洞	水平允许偏差(mm)	垂直允许偏差(mm)
塔楼结构预埋件中心线	±10	±10
一般预埋件、套管中心线	±20	±15
预留孔洞中心线	±20	±10

12. 1. 5 混凝土结构施工和钢结构安装完成后,除应按现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定提供工程验收资料外,尚应提供塔体日照变形的观测成果记录。

12. 2 结构工程的质量验评划分

12. 2. 1 电视塔的结构工程质量验评划分,除应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定外,尚应根据塔的工程特点,按以下归类方法划分分部、分项工程:

1 地基与基础分部工程:包括土方分项工程、各种地基分项工程、各种桩基分项工程、钢筋混凝土基础分项工程、预应力钢筋混凝土基础分项工程、地下防水分项工程等;

2 主体分部工程应按以下四个相对独立的区段划分,即塔座区段主体分部工程、塔身区段主体分部工程、塔楼区段主体分部工程和桅杆区段主体分部工程;

3 四个区段的主体分部工程包括以下分项工程:钢筋混凝土分项工程、预应力混凝土分项工程、钢结构分项工程、构件安装分项工程、砌体分项工程等。

12. 2. 2 在分部和分项工程的划分中,应注意以下事项:

1 若±0. 000m 标高(或室外地坪)以下部分的钢筋混凝土筒体、塔座区段及塔楼内的钢筋混凝土筒体结构特征或施工工艺,与塔身区段内的相应内容有较大差异时,则此部分的筒体结构应划入相应的各自分部分项工程中;否则,可将钢筋混凝土筒体统一划入塔身区段主体分部工程中;

2 预应力混凝土分项工程中可包括水平向布置和竖向布置的两种预应力混凝土工程,其中水平向预应力混凝土分项工程应划入其所在相应层的分部工程中;竖向预应力混凝土分项工程则应由底到顶划入塔身区段或桅杆区段的主体分部工程中;

3 凡与塔基础脱开,但与电视塔相关配套的结构工程,应作为电视塔附属或配套工程单独进行质量验评。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。