

钢筋混凝土薄壁空间 顶盖与楼盖设计规范

中国工业出版社

钢筋混凝土薄壁空间 顶盖与楼盖设计规范

苏联建筑科学研究院 混凝土与钢筋混凝土研究所 编
中央建筑结构研究所

建筑工程部建筑科学研究院建筑结构研究室 译

中国工业出版社

**ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ И ПЕРЕКРЫТИЙ**

Академия строительства и архитектуры СССР

**Научно-исследовательский институт бетона и железобетона
Центральный научно-исследовательский институт строительных
конструкций**

Госстройиздат Москва-1961

* * *

鋼筋混凝土薄壁空間頂蓋与樓蓋設計规范

建筑工程部建筑科学研究院建筑结构研究室 譯

*

建筑工程部图书編輯部編輯 (北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版 (北京东黄城根路19号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 1119号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $10 \frac{1}{8}$ · 字数 205,000

1965年8月北京第一版 · 1965年8月北京第一次印刷

印数 0001-9,220 · 定价 (科六) 1.30 元

*

统一书号: 15165 · 3163 (建工-386)

规范适用范围

本规范可用来设计做工业与民用建筑顶盖与楼盖用的钢筋混凝土薄壁柱面壳和扁壳、旋转壳以及穹顶、幕结构、阶梯帆形板、稜柱形褶板和悬挂式薄壳。规范适用于普通钢筋混凝土、轻混凝土、多孔混凝土和预应力钢筋混凝土的整体式、装配整体式和装配式结构。

序 言

薄壁空間鋼筋混凝土穹頂、壳体、褶板結構和幕結構等，由于重量輕、用料省和建筑質量高，是一種很有成效的、工業和民用建筑的頂蓋與樓蓋結構。這些結構的經濟性是因為承重和圍護作用能合而為一，結構的各部件間具有整體聯系，以及在很多情況下能較好地利用結構物的空間以增加結構高度。採用薄壁空間結構的大面積頂蓋，可以騰出中間支撐的占地，而這就能較好地利用被覆蓋的面積。

1952、1957 和 1961 年在倫敦、奧斯陸和德累斯頓召開的國際鋼筋混凝土薄殼頂蓋會議表明，各國工程師對壳体結構都很感興趣，並且在最近几年中、壳体結構在建筑中的應用範圍擴大了。但是，由于壳体的計算和施工上有很大的困難，也阻礙了壳体結構在建筑中的廣泛應用。

蘇聯在已建屋蓋的總數中，壳体結構只占百分之几，這也是由于壳体計算上的巨大困難和施工方法研究不夠所造成的。

1937 年，蘇聯曾出版過中央工業建筑研究所編制的“整體式薄壁頂蓋與樓蓋設計和計算規範”，此後，再沒有任何有關計算空間結構的規範材料出版過。那本規範僅僅介紹了几種整體式空間頂蓋與樓蓋的計算和構造（長柱面壳和短柱面壳、褶板和幕結構），並且在許多問題上已經陳舊。在那本規範中也沒有反映最近几年在建筑中所採用的裝配式、裝配整體式和預應力空間結構的構造問題。

自那本規範出版以來，進行了大量的薄壁空間結構的理

論和試驗研究工作。这些研究成果大都分散在各有关著作中，照例，对于直接的实际应用甚为不便。因此，出版一本反映我們在薄壁空間結構領域中的現代知識水平、且便于設計工程師使用的新規範是极其有益的。

这本鋼筋混凝土薄壁空間結構計算和构造規範，是在許多科学研究和設計部門及专家的参与下，由苏联建筑科学院混凝土与鋼筋混凝土研究所（НИИЖБ）和中央建筑結構研究所（ЦНИИСК）編制的。

規範各章节由下列人員編写。

第一章“构造和計算的一般指示、荷載”——技术科学副博士 Ю.В. 契宁科夫和 М.С. 鮑利尚斯基（НИИЖБ），荷載部分——技术科学副博士 В.А. 阿資塔夫諾夫（ЦНИИСК）。

第二章“柱面壳体 and 褶板”及附录——技术科学副博士 И.Е. 米里科夫斯基（ЦНИИСК）；短壳計算——技术科学副博士 И.Е. 米里科夫斯基和工程师 Л.Н. 巴巴科夫（ЦНИИСК）；构造指示——技术科学副博士 М.С. 鮑利尚斯基；鋸齿形頂盖柱面壳計算和构造指示——技术科学副博士 Б.С. 瓦西里科夫（ЦНИИСК），以及技术科学副博士 А.П. 瓦西里耶夫（НИИЖБ）和工程师 Л.Н. 給尼希特（俄罗斯联邦国家計劃委员会国家第一設計院）。

第三章“旋轉壳”——由技术科学副博士 Я.Ф. 赫立勃諾（НИИЖБ）参照苏联建筑科学院院士、技术科学博士 П.Л. 巴斯吉尔納克教授（莫斯科古比雪夫建筑工程学院）的資料編写；旋轉壳在非对称荷載下按无力矩理論的計算——技术科学副博士 М.И. 艾斯脫利諾（ЦНИИСК）；用內接錐形壳替代的旋轉壳的計算——技术科学副博士 Э.Н. 庫

次涅佐夫 (НИИЖБ) ; 穹頂的构造指示——技术科学副博士 В.С. 布尔加科夫 (НИИЖБ); 按极限平衡方法計算鋼筋混凝土穹頂的承载力 (附录) ——技术科学副博士 Н.В. 阿赫符立奇阿尼 (格魯吉亞科学院)。

第四章“扁壳”——技术科学副博士 Ю.В. 契宁科夫, 在編写这一部分时曾采用了技术科学副博士 В.В. 吉科維奇的研究成果以及苏联科学院力学所研究人員、技术科学副博士 П.А. 路卡什、А.К. 穆勞辛斯基、Н.Д. 立維次卡婭的資料。

第五章“幕結構”和第九章“阶梯帆形板”——技术科学副博士 Г.К. 哈杜科夫 (НИИЖБ)。

第六章“波形筒拱”——技术科学副博士 А.И. 拉賓諾維奇 (ЦНИИСК), 在編写这一部分时曾采用了技术科学副博士 А.А. 采脫林 (烏克蘭建筑科学院建筑技术研究所) 的資料。

第七章“КЖС板”——技术科学副博士 Р.Н. 馬采林斯基 (НИИЖБ)。

第八章“悬挂式頂盖”——技术科学副博士 И.Г. 留得科夫斯基、**В.В. 列斯宁科夫**、Э.Н. 庫次涅佐夫和工程师 Ф.А. 哥赫巴烏姆。

第十章“壳体的稳定性”——由技术科学博士 А.А. 格涅茲捷夫教授 (НИИЖБ) 采用了技术科学副博士 П.А. 路卡什的資料編写。

“頂盖和樓盖用薄壳的微分几何的基本原理” (附录) ——技术科学博士 П.Л. 巴斯吉尔納克教授。

很多章节在編写时, 曾利用了工业建筑設計院、列宁格勒工业建筑設計院、俄罗斯联邦国家計划委员会国家第一設

計院、烏克蘭國家計劃委員會國家工業與民用建築設計院、國家標準設計院以及科學研究部門（格魯吉亞科學院等）的資料。

規範編制工作是在蘇聯建築科學院院士，技術科學博士 A.A. 格渥茲捷夫教授的領導下進行的。基本材料的匯總和規範條文的草擬由 A.A. 格渥茲捷夫教授和技術科學副博士 Ю.В. 契寧科夫完成的。

規範各章節由專門的委員會審核通過，委員會的成員是蘇聯建築科學院院士、技術科學博士 A.A. 格渥茲捷夫教授（委員會主席）和 П.Л. 巴斯吉爾納克教授，蘇聯建築科學院通訊院士、技術科學博士、A.P. 爾然尼采教授，技術科學博士 A.B. 格曼而林克教授，技術科學副博士 Б.С. 瓦西里科夫和 Ю.В. 契寧科夫以及規範各章節編寫者和設計工作者。

本規範出版時已考慮到今後還將補充包括鋼筋混凝土薄壁空間結構的算例的第二冊。

有關規範的意見請寄蘇聯建築科學院混凝土與鋼筋混凝土研究所（НИИЖБ）或蘇聯建築科學院中央建築結構研究所（ЦНИИСК），地址：莫斯科 Ж-389 第二學院路 3 號。

中央建築結構研究所

所長 В.Н. 納索諾夫

混凝土與鋼筋混凝土研究所

所長 В.В. 麥卡利契夫

常用符号

几何特征

- l —跨度;
- f —壳体矢高;
- h —高度;
- δ —壳厚;
- r —曲率半径;
- s —曲线长度;
- φ —曲线切线和水平轴的倾角;
- F_a —受拉筋面积;
- z —受拉筋重心至受压区重心的距离;
- W —挠度;
- ε —应变.

材料特征

- R_{np} —混凝土抗压计算强度 (棱柱强度);
- R_p —混凝土抗拉计算强度;
- E_σ —混凝土抗压弹性模量;
- ν —混凝土泊桑系数;
- R_a —受力钢筋的计算强度.

荷 載

- g —恒荷载;
- p —活荷载;
- q —总荷载.

内力和反力

- M —弯矩;

XIV

M_0 —梁結構相应截面的弯矩；

$M_{\text{кп}}$ —扭矩；

N —法向内力；

S —剪力；

Q —横切力；

Q_0 —梁結構相应截面的横切力；

H —拉力。

目 录

规范适用范围

序 言

常用符号

第一章 构造及计算的一般指示、荷载	1
有关施工的意见	1
有关计算的意見	2
装配式及装配整体式结构	2
装配式和装配整体式结构的接头	7
预应力结构	15
装配式、装配整体式及预应力结构的计算特点	17
横隔的计算	19
钢筋的选择及构造	20
孔洞及采光孔	21
变形缝	22
壳体的稳定性	23
荷载	23
第二章 柱面壳和褶皱板	26
定义和分类	26
壳体构件体型的选择	28
锯齿形顶盖柱面壳体的应用范围及设计特点	33
褶皱板构件体型的选择	37
壳体和褶皱板的静力计算 截面的初步确定	37

长壳和长褶板的计算 一般指示	38
长壳按横向外形不可变形的梁的计算	41
单跨对称圆柱面长壳类似梁那样考虑裂缝出现的 变形和承载能力的计算	42
在对称荷载下三角形和梯形对称截面的长褶板按 梁的计算	54
外形不变的长壳及褶板按弹性阶段的计算	55
外形不变的长壳及褶板横隔的计算	66
a) 壳体横隔的计算	66
b) 褶板横隔的计算	79
短壳的计算	80
短壳在均布荷载作用下的近似计算方法	81
构造特点及钢筋选择	85
短壳构造特点	90
第三章 旋转壳	92
应用范围、定义和分类	92
轴对称荷载下壳体计算的基本原理	93
按无力矩理论确定内力	96
无力矩应力状态下壳体的变形	97
经线为常曲率的旋转壳	99
球形壳	99
锥形壳	101
边缘挠曲按照近似有力矩理论来计算	102
球形穹顶在非对称荷载作用下的计算	103
用内接锥形壳体代替的旋转壳的计算	105
穹顶构造指示	111
第四章 扁壳	115

X

周边拱起独立扁壳(单波)的计算指示	116
平面为正方形的扁壳计算与构造	119
边长比为1:2,与壳体两个边缘方向平行的	
曲率半径相等或接近相等时的壳体计算指示	139
第五章 幕结构	143
定义及适用范围	143
方案选择及构造	143
幕结构的计算	148
第六章 波形筒拱	155
定义、分类及适用范围	155
筒拱的设计	156
筒拱的计算	161
第七章 KKC板	165
构造	165
计算	169
第八章 悬挂式顶盖	177
定义及应用范围	177
结构方案和顶盖形式的选择	177
悬挂式顶盖的施工特点	183
悬挂式顶盖的计算	184
悬挂式顶盖构造的建议	188
第九章 阶梯帆形板	194
定义,结构外形及尺寸的选择	194
计算	196
构造	199
第十章 壳体的稳定	201
一般指示	201

計算公式	203
附录 I 頂盖与樓盖薄壳曲面几何的基本原理	205
§1 对于壳体曲面的要求	205
§2 頂盖与樓盖壳体曲面的分类	206
§3 移动曲面	206
§4 正高斯曲率移动曲面	208
§5 負高斯曲率移动曲面	212
§6 单曲移动曲面	217
§7 旋轉曲面	218
§8 关于任意連續曲面上法曲綫的曲率	220
§9 扁壳	224
§10 劈錐形曲面	225
附录 II 柱面壳和褶板的計算	227
概論	227
第 1 节 长壳考虑周边变形的計算	229
§1 基本概念和符号	229
§2 混合法的八項方程	232
§3 混合法八項方程的解	236
§4 計算內力和挠度的公式	238
§5 沿壳长均布和集中荷載作用下单跨和連續壳体和褶板的計算指示	241
§6 壳端簡支的单跨壳体在纵向荷載和預应力作用下的計算	245
§7 具有自由悬空纵向边的壳体和褶板計算的校核	248
§8 壳体与橫隔的连接	249
§9 几种褶板和壳体八項代数方程和系数表	249
§10 长壳体和褶板橫隔的計算	271

Ⅱ

第2节 用位移法计算短壳	278
§1 基本假定	278
§2 编制圆弧短壳系数表时所用的一些单位位移 状态	284
§3 $\frac{f}{l_2} = \frac{1}{5} \sim \frac{1}{8}$ 的等厚度圆柱面短壳的计算 表格	288
§4 应力、内力及挠度的计算公式	302
§5 计算结果的校核	305
§6 圆柱面短壳考虑横向弯矩的计算表	305
附录Ⅲ 按极限平衡法计算钢筋混凝土穹顶的承载能 力	315
§1 一般原理	315
§2 球形穹顶	318
§3 锥形和二次旋转抛物面型穹顶	320
参考书目	322

第一章 构造及計算的一般指示、荷載

有关施工的意见

1. 結構形式的选择取决于結構的建筑布局，結構的尺寸，作用荷載，采光孔洞的設置，排水沟道及其他建筑工艺的要求。同时也取决于施工方法。施工方法对造价有很大影响，并且常常决定着采用这种或那种結構形式的經濟合理性。

因此結構形式的选择及其設計，应紧密地結合施工方法来进行。对于整体式結構最好采用多次周轉的移动式或工具式模板，而对于装配式及装配整体式結構則应保證构件的生产和安装簡單，并且应当使木材重复使用以达到用量最少。在很多情况下，当鋪設滿堂脚手或者部分脚手时，把結構划分为能够順次施工的平衡段也是合理的（例如用封閉环施工的圓頂）。

同时也应当考虑到尽可能的簡化施工，这可以利用适当地規定結構几何形状的方法来达到；例如对双曲抛物面壳体模板采用直綫构件，在有临时拉杆裝置的移动脚手架上逐次分段来施工平行移动壳等等。

2. 在制造壳体和筒拱时，必須保證模板的高度准确性，而对于装配式結構則应注意其安装的准确性，以免出現喪失計算中所假定的起拱效应的平面区域。对于曲率半径很大的壳体和筒拱，其制造的准确性特別敏感。

3. 对于整体式空間結構，壳面的切綫与水平平面的最

大傾度建議不大于 35° ，因为傾角大时必须采用双层模板或干硬性混凝土，而其浇筑是比较困难的。对于装配式结构，为了避免粘結屋面材料的瀝青向下流淌，此角度不应大于 45° 。

4. 双曲壳体的配筋宜采用焊接网，为了保证焊网的設計曲率应在胎架上制造。

有关計算的意见

5. 空間結構可以按弹性理論及极限平衡法計算。

按极限平衡方法計算能够确定破坏荷載值。按弹性体系方法計算能够确定在各种荷載組合作用下空間結構的变形，导出出現裂縫的条件及进行稳定性驗算。

当忽略結構构件由于非弹性变形而可能引起內力重分布时，可以利用弹性計算的結果来驗算結構的强度及确定鋼筋截面。

6. 在拟定計算簡图时建議以下列的規定为指南：

a) 取通过壳体厚度中点的曲面为中曲面。这一点既适用于等厚度的結構，也适用于变厚度的結構。

6) 支承平面的边界綫經過橫膈和側边构件的軸綫。

装配式及装配整体式結構

7. 空間結構可以由单独的装配式构件装配而成。装配构件安装就位后再連接起来，此时連接必須保証可靠地把接头区域所产生的內力从一个构件传递到邻接的构件，并保証装配式結構与整体空間結構一样工作。

从靜力学、制造工艺、运输以及安装的观点来看，装配式及装配整体式結構的构件应该是多次重复的并且形状应该