

● WEIXING ZHEBAN WUGAI

9221/114

44086



V形折板屋盖

V形折板屋盖

李镇强 陈醒辉 编著
黄思远 林元坤

中国建筑工业出版社

本书主要介绍折迭式V形折板屋盖的设计和施工，包括建筑选型、结构计算、施工方法等，还介绍了一些试验研究情况。书后附有折板构件系列选用表。

本书可供土建设计、施工和科研人员参考。



V形折板屋盖

李镇强 陈醒辉 编著
黄思远 林元坤

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：8 $\frac{1}{2}$ 字数：230千字

1984年5月第一版 1984年5月第一次印刷

印数：1—12,900册 定价：1.10元

统一书号：15040·4562

44086

前 言

建筑物的屋盖有多种形式，折板屋盖是板架合一屋盖中的一种。本书仅介绍折迭式V形折板屋盖。这种屋盖在施工时具有可折迭的特点，设计和施工方便，已在我国不少地区和部门得到比较广泛的应用。

本书目的是在我国应用折迭式V形折板经验的基础上，介绍它的设计和施工方法，以及试验研究成果。全书共分六章，第一章概述，介绍板架合一屋盖情况，以及折板的发展和应用。第二章设计计算，叙述折板结构的设计理论，及其精确计算和实用简化计算的方法。第三章结构构造，介绍设计中的构造要求以及结构选形和抗震情况。第四章建筑功能与构造处理，介绍折板屋盖设计中采取的采光、通风、隔热，保温和防水等措施。第五章试验研究，介绍构件试验和屋盖试验成果，为设计计算提供实践依据。第六章施工工艺，叙述生产制作、运输安装以及工程中可能出现的问题，并提出克服办法。书后附录编入V形折板的系列计算结果，可供实际工程选用。

编写本书时，尽量注意总结已有的设计和施工经验，汇集有关试验研究的实测数据，力求以通俗的文字，并通过实例加以说明。

本书在编写过程中，曾得到滕智明教授，彭克伟、潘太华，阎成山工程师的热情帮助，在此谨致谢意。

在初稿阶段张玉海、高信杰同志曾参加部分工作。由于我们对V形折板和折板屋盖的认识还是很肤浅的。书中错误和不当之处在所难免，希望读者指正。

编 者

1983年10月 北京

目 录

第一章 概述	1
第二章 设计计算	10
第一节 一般计算理论	12
第二节 V形折板屋盖的内力计算	21
第三节 设计实例	52
例一: 非预应力V形折板	52
例二: 预应力V形折板	57
例三: 在集中荷载作用下的V形折板	75
第三章 结构构造	82
第一节 选型	82
第二节 构造要求	88
第三节 抗震	111
第四章 建筑功能与构造处理	121
第一节 选型	121
第二节 采光 通风	123
第三节 隔热 保温	133
第四节 防水	135
第五节 屋面排水	139
第六节 其它	141
第五章 试验研究	149
第一节 构件试验	149
第二节 屋盖试验	186
第六章 施工工艺	199
第一节 准备和制作	199
第二节 运输和安装	208
第三节 预应力机具	217

第四节	台座和台面	220
第五节	质量和安全	226
附录		
附录 I	预应力 V 形折板选用表	240
附录 II	非预应力 V 形折板选用表	259
参考文献		268

第一章 概 述

折板是一种板架合一的屋盖结构。它的形状主要有槽形和V形两种（图1-1）。每个折板构件都有两个倾斜的板面。折迭式V形折板是把折板的两个板面的结合部位造成可转折的。这样，在制作、堆放和运输过程中，就同平板一样方便，安装时可按设计要求，把它组装成折板屋盖。

折迭式V形折板屋盖（以下简称折板屋盖）具有平面构件和空间结构两方面优点。我国从一九六八年开始试验研究，一九六九年初在北京东方红炼油厂工程中首次应用，并开始在工厂中批量生产。目前全国建成的折板屋盖建筑已逾三百万平方米。

折板屋盖和以往梁板厂房屋盖相比，优点较多，基本上符合安全适用，经济合理，方便施工的要求。仅就其屋盖本身而言，一般可节省：钢材20%、混凝土30%、木材60%左右。所需材料，品种规格少，供应方便，加工简单。

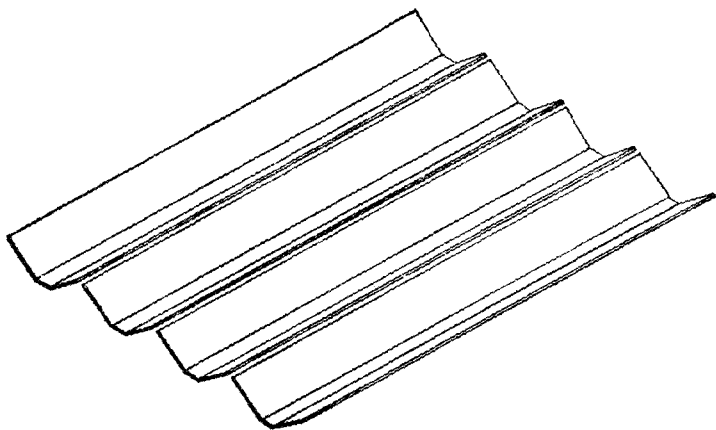
一、折板的应用情况

目前，采用冷拔低碳钢丝配筋的预应力折板，跨度已达18米。采用碳素钢丝配筋的预应力折板跨度已达27米。非预应力折板跨度为21米。折板屋盖在工程中应用的悬挑长度最大为5.6米。图1-2、1-3。

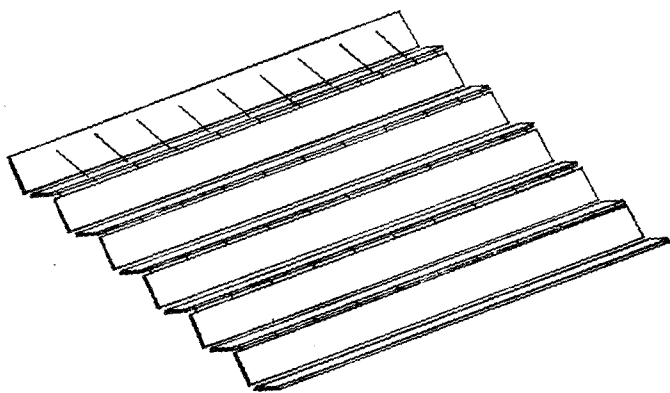
在工业建筑中，折板屋盖已在设有起重量为65吨桥式吊车的厂房中使用；在锻锤车间、空压机车间等有一定振动的厂房也已开始使用。

应用折板屋盖的厂房建筑，有单跨、双跨、多跨、高低跨、锯齿形等各种形式。

在民用建筑中，平房、楼房都有应用。在公共建筑中，如电



a) 槽形折板



b) V形折板

图 1-1

影院、礼堂、游泳馆、商店等均有采用（图1-4、1-5）。

部分工业和民用建筑，由于建筑功能和生产工艺的需要，对屋盖有一定的要求。折板屋盖，根据这些要求，也在不断发展。

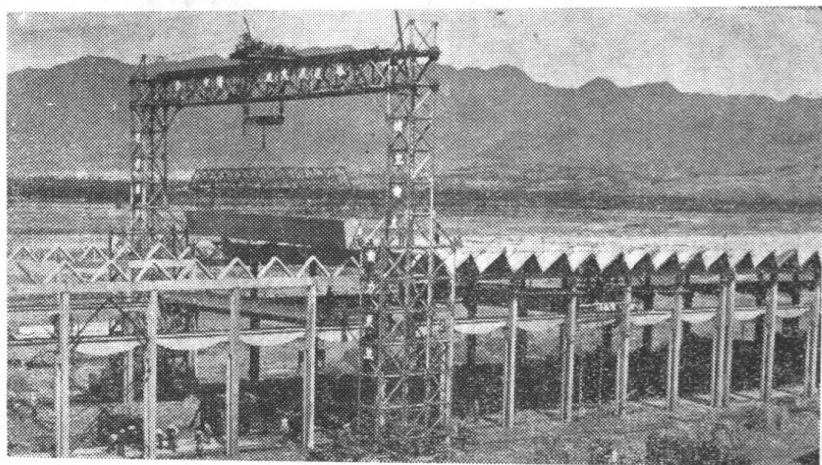


图 1-2 24米跨度折板吊装情景

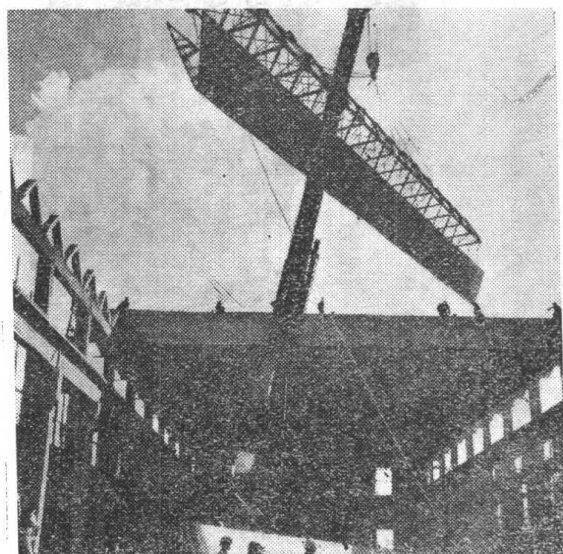


图 1-3 23米跨度折板吊装情景



图 1-4 广西南宁公园游船码头



图 1-5 折板屋盖住宅建筑

在折板屋盖中开设天窗是必须解决的问题，随着各地的广泛实践，已经在折板屋盖上出现了多种天窗形式。如横向天窗、避风天窗、下沉式天窗、点式平天窗等等。

对于在折板屋盖上设置悬挂吊车的问题，经过试验研究，已经取得成果。在折板屋盖下悬挂起重量为3吨的单梁式悬挂吊车，已经安装运行。

总之，折板不仅能在一般房屋上应用，也可在需要开设天窗、有悬挂荷载等有特殊要求的屋盖上应用。

二、材料和生产情况

预应力折板采用300号或400号混凝土，普通混凝土折板采用200号或300号混凝土。因此，一般均可满足。

预应力折板可采用冷拔低碳钢丝或碳素钢丝做预应力筋。钢筋混凝土折板采用普通的圆钢。

冷拔低碳钢丝货源较广，一般可自行加工。因此，即使在碳素钢丝供应不足的情况下，采用6~18米跨的折板，从材料上讲也不成问题。

折板中的钢筋除吊环需要进行弯曲加工外，其它均为直线，调直后切断即可，钢筋加工简便。

预应力折板在长线法预应力台座上多层重迭生产。以唐山加气混凝土厂工程为例：该工程需用一万两千平方米的折板，在两条长130米的预应力台座上生产。每次重迭10层，每天生产一层。最后集中蒸养5~6天，每条生产线一个周期需20个工日，产量为3000平方米。总共用40天即完成了生产任务。

预应力折板采取多层重迭生产时，预应力总的张拉吨位较大，需建大吨位预应力台座。一个张拉力为200~300吨的台座，如果采用重力式设计方案，要浇灌混凝土40立方米左右，一次投资比较大。

非预应力V形折板均在施工现场多层重迭生产，不需搬运，可直接起吊安装就位，施工比较方便。

三、试验研究情况

折板屋盖的发展是建立在不断试验研究基础上的，广泛的科学试验工作推动着折板屋盖不断向前发展。

一九六八年至一九七四年我国平均每两三个月就有一次折板构件试验。例如，一九七五年在郑州进行了悬挑长度试验。一九七六年在北京进行了折板屋盖在集中荷载作用下工作状态的试验研究。试验结果证明，在折板屋盖下悬挂起重量为3吨的悬挂吊车是完全可能的。

经过理论分析证明，折板屋盖可以承担山墙抗风柱传来的水平荷载。研究中采用有限单元法利用电子计算机计算，还提出了一套简洁实用的设计计算方法。

四、技术经济指标

在不同跨度或不同波宽，选用不同材料品种时，折板的经济指标不尽相同。详见表1-1。

折板随着跨度加大，材料用量亦随之增加。概括讲，折板屋盖的钢材用量为每平方米5~7公斤，混凝土折算厚度为每平方米4~6厘米，屋盖自重为每平方米150公斤左右。

在应用折板屋盖初期，1970年前后，个别折板工程曾出现了板面裂缝和塌落事故。作者曾到现场做过专题调研。对几千块折板和十起事故进行分析。我们认为当时的裂缝和事故主要是对折迭式折板不了解和缺乏经验造成的。折板屋盖的质量是完全可以保证的，是安全可靠的。（详见第六章）。

目前，折板结构已经推广使用，通过不断实践，对折板结构的认识，将会更加深入，更加全面。

表 1-1

冷拔低碳钢丝方案折板技术经济指标						
折板 项 别 编 号	钢 材		混 凝 土		折板自重	
	公斤/折	公斤/米 ²	米 ³ /折	厘米/米 ²	(吨)	
2 米 折 宽	YV ^b 6-21	69.9	4.66	0.562	4.07	1.41
	-22	74.5	4.97			
	-23	76.7	5.11			
	-24	81.3	5.41			
	YV ^b 7.5-21	89.2	4.96	0.712	4.30	1.73
	-22	97.8	5.48			
	-23	103.3	5.74			
	-24	113.8	6.32			
	YV ^b 9-21	111.9	5.32	0.897	4.64	2.24
	-22	121.9	5.79			
	-23	126.4	6.02			
	-24	148.9	6.85			
	YV ^b 10.5-21	127.2	5.30	1.025	4.64	2.56
	-22	138.5	5.78			
	-23	165.6	6.88			
	-24	209.1	8.70			
	YV ^b 12-21	150.4	5.38	1.291	5.01	3.23
	-22	181.8	6.49			
	-23	205.2	7.33			
3 米 折 宽	YV ^b 12-31	246.6	5.88	2.142	5.38	6.35
	-32	275.0	6.55			
	-33	309.6	7.36			

续表

碳素钢丝方案折板技术经济指标						
折板 项 别 编 号	钢 材		混 凝 土		折板自重	
	公斤/折	公斤/米 ²	米 ³ /折	厘米/米 ²	(吨)	
2 米 折 宽	YV ^s 9-21	97.07	4.62			
	-22	97.07	4.62			
	-23	100.37	4.93	0.786	4.06	1.96
	-24	106.17	5.06			
	YV ^s 10.5-21	114.51	4.77			
	-22	118.21	4.93			
	-23	121.81	5.07	0.898	4.06	2.24
	-24	136.21	5.63			
	YV ^s 12-21	138.11	4.93			
	-22	142.41	5.08			
	-23	151.01	5.39	1.110	4.30	2.77
	-24	164.61	5.88			
	YV ^s 13.5-21	164.76	5.31			
	-22	169.56	5.47			
	-23	179.16	5.28	1.510	5.28	3.78
	-24	194.66	6.28			
	YV ^s 15-21	193.86	5.70			
	-22	199.06	5.85	1.66	5.28	4.15
	-23	219.66	5.45			
	YV ^s 16.5-21	208.17	5.62			
	-22	219.14	5.92	1.95	5.73	4.88
	-23	242.17	6.54			

续表

碳素钢丝方案折板技术经济指标						
折板 编 号	项 别	钢 材		混 凝 土		折板自重 (吨)
		公斤/折	公斤/米 ²	米 ³ /折	厘米/米 ²	
2 米 折 宽	YV ^s 18-21 -22	241.14	6.03	2.11	5.73	5.28
		266.14	6.05			
	YV ^s 12-31 -32 -33 -34	214.95	5.13	2.06	5.18	5.15
		234.45	5.58			
		234.45	5.58			
		253.85	6.02			
	YV ^s 13.5-31 -32 -33 -34	244.56	5.26	2.39	5.42	5.98
		261.46	5.62			
		265.96	5.72			
		292.96	6.31			
	YV ^s 15-31 -32 -33 -34	269.88	5.28	2.62	5.42	6.55
		292.08	5.73			
		302.68	5.92			
		343.98	6.72			
	YV ^s 16.5-31 -32 -33 -34	306.18	5.51	3.00	5.71	7.50
		327.18	5.89			
		344.18	6.09			
		388.18	7.00			
	YV ^s 18-31 -32 -33	334.28	5.57	3.24	5.72	8.10
		367.88	6.12			
		404.88	6.72			

波宽

↑

注：1.代号说明 YV^b6-21

↓

跨度 荷载级别

b：表示冷拔低碳钢丝；s：表示高强碳素钢丝。

- 2.荷载级别 1—100kg/m²
 2—150kg/m²
 3—200kg/m²
 4—250kg/m²

3.折板技术经济指标中钢材已包括上下缝用料。

4.折板自重仅为折板构件重量。

5.不包括托梁及三角架用料。

第二章 设计计算

折板是由若干块平板组成的空间结构。这种结构是空间受力，力的传递路线短，所以比较经济合理。1924年，国外已开始工程实践中采用折板结构，30年代初期已建立了比较完整的计算理论。随着折板结构在工程中的广泛应用，应力分析方法也得到很大发展。

折板结构的分析方法，有两种：一是在基本物理概念上建立数学方程式，然后从数学上进行简化。最早的折板结构计算理论属于这一类型。例如，符拉索夫的理论，它假设折板结构垂直于板平面的纵向弯矩及扭矩等于零，各板的横向伸长变形及剪切变形等于零，采用混合法，以折缝横向弯矩和折缝纵向应变（或折缝纵向应力）为未知量，建立著名的棱柱壳的八项微分方程，然后从数学上简化求解。另一种是在已有数学方法和成就上探求物理规律，然后运用物理与数学相结合的方法简化。这种分析方法在折板结构横向计算时，把横截面看作支承于不动支座上的连续梁；在折板结构纵向计算时，把折板看成为支承于横隔板上的简支梁，并考虑折缝的连续及变形条件，求得折板结构内力。

随着电子计算机的迅速发展，采用有限单元法分析折板结构的内力，是个很好的途径。我国已编制有这方面的计算程序。

根据预应力V形折板的特点，还可以在某些特定情况下按梁弯曲理论近似分析，这就为工程实践创造了更为方便的条件。

本章常用符号说明（图2-1）。

编号：

K ——折缝编号， $K = 0, 1, 2 \dots$ ；

k ——板编号；

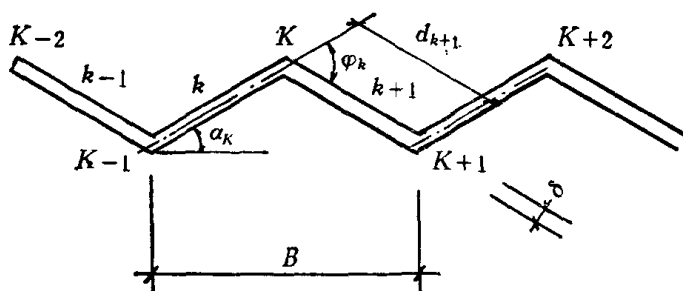


图 2-1

几何尺寸及截面力学特性:

δ_k —— k 板厚度、若各板等厚, 只写 δ ;

d_k —— k 板斜宽度、若各板相同, 只写 d ;

α_k —— k 板与水平轴之间的夹角、顺时针为正, 反时针为负, 若各板倾角相等, 只写 α , 且仅取正值;

φ_k —— k 板延长线与 $k+1$ 板之间夹角, 顺时针为正, 反时针为负, 若各板夹角相同, 只写 φ , 且只取正值;

l ——折板纵向跨度;

B ——折板波宽;

A_k —— k 板截面积, 等于 $\delta_k \cdot d_k$, 若各板相同, 只写 A ;

D_k —— k 板柱状刚度, 等于 $\frac{\delta_k^3}{12}$, 若各板相同只写 D ;

J_k —— k 板截面惯性矩, 等于 $\frac{\delta_k d_k^3}{12}$, 若各板相同, 只写 J ;

W_k —— k 板截面弯曲截面系数, 等于 $\frac{\delta_k d_k^2}{6}$, 若各板相同, 只写 W 。

应变, 位移, 应力, 内力:

ε ——表示应变。 ε_y 表示 y 向应变;

σ ——只表示纵向(即 x 向)应力;

u ——在 x 向位移;

v ——在 y 向位移;