

310965

86.3592
G H G



钢筋混凝土拱板屋盖

中国建筑工业出版社

钢筋混凝土拱板屋盖

〈钢筋混凝土〉屋盖编写小组

中国建筑工业出版社

钢筋混凝土拱板屋盖是一种新的板架合一的屋盖形式。
本书介绍拱板屋盖的构造、拱板屋架的计算方法、计算实例
和施工等，并附有拱板屋架的计算图表和试验研究报告。

本书可供土建设计和施工人员阅读。

钢筋混凝土拱板屋盖

〈钢筋混凝土拱板屋盖〉编写小组

*

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：787×1092毫米 1/32 印张：4 $\frac{1}{2}$ 字数：110 千字

1982年3月第一版 1982年3月第一次印刷

印数：1—27,600册 定价：0.54元

统一书号：15040·4169

前 言

近几年来，黑龙江省建委抽调科研、设计、施工单位的技术人员和工人同志所组成的屋盖科研小组，在学习各地修建板架合一屋盖结构经验的基础上，于一九六七年试验成功了钢筋混凝土拱板屋盖。钢筋混凝土拱板屋盖这项新技术，受到了设计、施工和建设单位的欢迎，在省内得到了广泛的应用。

钢筋混凝土拱板屋盖是一种新的板架合一的屋盖形式，在十来年的推广应用积累了丰富的经验。为了认真总结这一科研成果，以便在建筑工程中推广应用，我们编写了《钢筋混凝土拱板屋盖》这本书。书中包括拱板屋盖的构造，拱板屋架的计算方法，计算实例和施工等内容，并附有拱板屋架的计算图表和试验研究报告。

参加屋盖科研小组的主要人员有：黑龙江省低温建研所朱颂林、谭文清，黑龙江省建筑设计院刘健群，黑龙江省第一、二建筑工程公司杨振林、张景文、郑子发等同志。参加本书编写工作的有：朱颂林、谭文清、邓淑芬、杨振林等同志。在编写过程中，曾得到许多兄弟单位的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

《钢筋混凝土拱板屋盖》编写小组

1980.7

目 录

第一章 概述	1
第一节 拱板屋盖的组成	1
第二节 拱板屋盖的发展与特点	4
第三节 拱板屋盖的应用情况与使用范围	7
第二章 拱板屋架设计与计算	12
第一节 拱板屋架设计	12
第二节 拱板屋架的静力分析	15
第三节 截面设计及强度计算	23
第三章 拱板屋架的构造及计算实例	36
第一节 拱板屋架的构造	36
第二节 拱板屋架的计算实例	48
一、12m普通钢筋混凝土拱板屋架计算实例	48
二、18m预应力钢筋混凝土拱板屋架计算实例	57
第四章 拱板屋盖施工	74
第一节 拱板屋架模板工程	75
第二节 钢筋工程	91
第三节 混凝土工程	92
第四节 预应力混凝土工程	100
第五节 拱板屋架运输和安装	104
第六节 隔气层、保温层和防水施工	114
第七节 拱板屋架的工料消耗	116
第八节 拱板屋架的质量检验	118
附录 I 拱板屋架内力计算图表	119
附录 II 拱板屋架试验研究	125

第一章 概 述

屋盖结构是房屋建筑的重要组成部分，其造价和建筑材料耗用量等占整个建筑物的比例较大。这就要求屋盖结构在满足使用条件的前提下做到自重轻、构造简单、施工方便、经济合理。我们设计和试验成功了钢筋混凝土拱板屋盖。拱板屋盖具有较多的优点，推广应用效果较好。

第一节 拱板屋盖的组成

房屋建筑的屋盖，要有承重、保温（隔热）和防水等多种功能。习惯的做法，是屋盖由屋架、屋面板、隔气层、保温层、找平层、防水层等组合而成，自重较大。要减轻屋盖结构自重，需要考虑下列三点：第一，承重结构采用“板架合一”的结构构件，把过去常用的零散构件改用单一构件组成整个屋盖结构；第二，“多功能合一”，屋盖结构除能承重外，还能达到保温（隔热）、防水、顶棚的多种作用；第三，选择合适的结构形式。钢筋混凝土拱板屋盖就是综合考虑了上述要求试验成功的。拱板屋架是一种板架合一的屋盖结构构件，其基本形式如图 1-1 所示。它是承重、保温（隔热）、防水、顶棚等多功能的结构构件。拱板屋架的结构形式合理，上弦板轴线采用二次抛物线，如图 1-2 所示。 $y = \frac{4f}{L^2} x(L-x)$ ，拱板屋架各杆件断面的厚度只有 2.5~3cm。

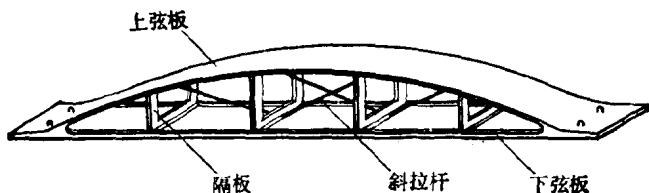


图 1-1 拱板屋架形式

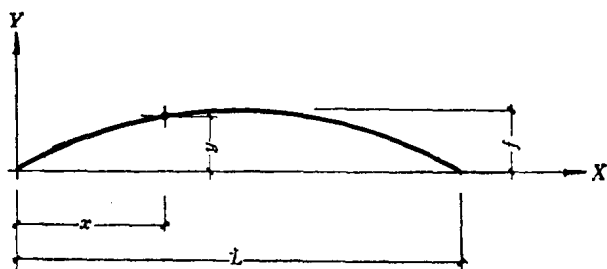


图 1-2 拱轴曲线

拱板屋架由上弦板、下弦板、隔板和斜拉杆等组成。斜拉杆系采用钢筋；隔板是开孔的钢筋混凝土矩形薄板；下弦是钢筋混凝土平板或槽板；上弦是拱形槽板。

上弦板：是拱板屋架结构的主要受力杆件，除承受自重外，直接承受雪载等。在关内地区，上弦板还作自防水之用。在东北地区，为避免混凝土受冻融而影响拱板屋架的耐久性，上弦板作一毡二油防水层。上弦板主要承受轴向压力，有利于充分发挥混凝土材料的特性。板面不易裂缝，自防水性能好。

下弦板：主要是承受屋架下弦的拉力。下弦板即是顶棚板。下弦板的上面可放置保温材料等。在南方地区，拱板屋

架的空气间层已满足保温和隔热要求，在下弦板上不需铺放保温材料。

隔板：是连系上下弦板的重要杆件，当上弦板上作用着外荷载或下弦板上放置保温材料后，隔板便受力，特别当上弦板在半跨雪荷载作用下受力较大，与无隔板的 双铰拱 比较，大大减少了拱板屋架的变形与弯曲应力。实践证明，隔板对增加拱板屋架的刚度与整体稳定性起到了重要作用，如图 1-3 所示。

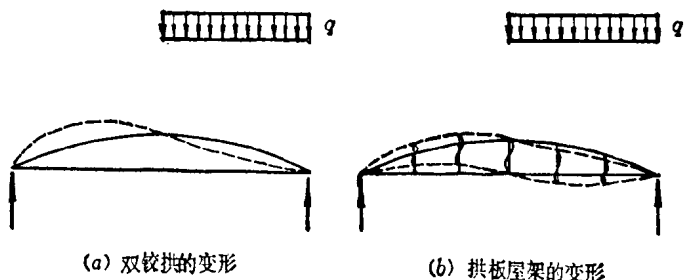


图 1-3 半跨荷载作用时的变形

斜拉杆：是增加拱板屋架整体稳定性的作用，特别是拱板屋架承受半跨荷载时或在吊装运输过程中，斜拉杆是不可缺少的受力杆件。

拱板屋架一般是在混凝土构件预制厂或施工现场预制（也可在房顶上整体浇灌）。房屋建筑的承重墙砌到设计标高后，将预制拱板屋架一块块地吊装到砌好的砖墙上或其他支承结构上，并依次排列整齐，如图 1-4 所示。接缝处用水泥砂浆或细石混凝土嵌缝，根据地区的实际情况而确定是否铺设保温层和防水层。这样，整个拱板屋盖工程施工完毕，同其他屋盖结构比较，工序大为减少。

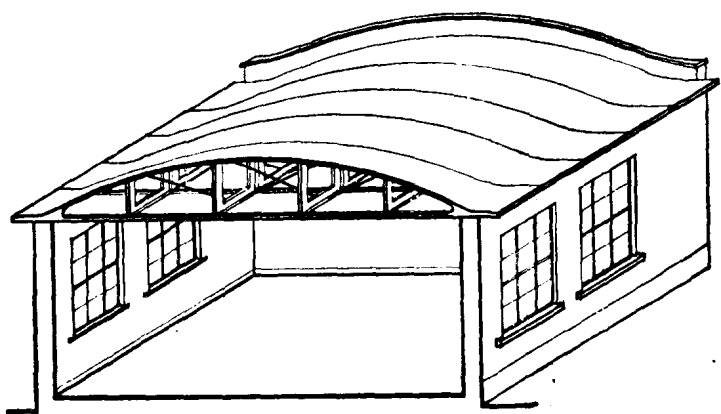


图 1-4 拱板屋盖结构

第二节 拱板屋盖的发展与特点

钢筋混凝土拱板屋盖在工程上使用已有十余年了。结合工程实践，做了一定的试验研究工作，首先对拱板屋架的不同结构形式进行了反复的试验，对隔板和结构构造作了改进。在边试验边推广过程中，逐渐形成了有斜拉杆的横隔拱板屋架结构形式。试验和实际应用说明，较大跨度的横隔拱板屋架的结构性能，同中小跨度拱板屋架同样理想。一九七〇年，黑龙江省建筑设计院编制了拱板屋架图集。当前，由于采用了电子计算机计算，拱板屋盖的计算逐渐趋于精确；在建筑构造上解决了冷桥等关键技术，并出现了许多美观大方的檐口。在制作工艺方面，除在预制厂制作外，又有一种在墙顶上支模整体浇灌混凝土的新方法，解决了预制场地小和缺少吊装设备的矛盾。在模板工程方面，以整侧模支托上

弦模板的方法代之以木凳支模的老方法，给拱板屋架在施工中保证外形尺寸的正确性创造了很好的条件。在吊装运输方面，也创造了不少简单易行的新方法。1974年末，国家建委原建筑科学研究院委托黑龙江省建委在哈尔滨市召开了拱板屋盖的鉴定会，会议肯定了拱板屋盖已成为比较成熟的屋面结构形式之一。它具有下列特点：

1. 钢筋混凝土拱板屋盖由单一的板架合一的拱板屋架结构构件组成整个屋盖承重结构，打破了惯用的屋架与屋面板等组成屋盖承重结构的老框框。

2. 钢筋混凝土拱板屋盖是具有多功能的屋盖结构体系，改进了旧屋盖体系屋盖结构构造的复杂性。妥善地处理了屋盖结构的承重、保温（隔热）、防水和顶棚等多种技术要求，比较合理地解决了屋盖体系层次繁琐的现象。

3. 拱板屋盖是空间结构，整体性好，屋盖重量轻，支承长度大，抗震性能较好。

4. 拱板屋盖结构形式合理，结构性能好，上弦拱形板主要承受压力，有利于充分发挥混凝土材料抗压强度高的特性，板面不易裂缝，防水容易解决。保温或隔热层处理方便。室内顶棚平整，美观大方（图1-5）。

5. 在拱板屋架的预制中不需要复杂的施工设备，一般工地均能生产。屋盖施工工序少，把拱板屋架安装就位后，屋面工程就基本完成，高空作业工作量少。

6. 技术经济指标好。与常用的同跨度屋盖结构相比，拱板屋盖减少了钢材、水泥等用量，降低了屋盖造价三分之一左右，见表1-1。

钢筋混凝土拱板屋架不能重叠生产，在预制时占用生产场地大；另外，由于它的体型大，运输不方便。

表 1-1

技 术 经 济 比 较 表

跨 度 (米)	屋 盖 方 案	用 钢 量		混 凝 土 用 量		水 泥 用 量		木 材 用 量		自 重		造 价	
		公 斤 / 平 方 米	%	厘 米 / 平 方 米	%	公 斤 / 平 方 米	%	立 方 米 / 平 方 米	%	公 斤 / 平 方 米	%	元 / 平 方 米	%
6	拱板屋架、锯末保温 一度玛璋脂防水	6.57	100	8	100	38.5	100	0.002	100	200	100	16.8	100
	空 心 板、泡沫混凝土 保温，二毡三油防水	2.95	43.5	9.5	118	67.5	200			302	151	27.4	164
	木屋架，锯末保温，吊 天棚，粘土瓦	3.30	50.0					0.105	503	172	86	25	149
12	拱板屋架，锯末保温， 一毡二油防水	9.20	100	8	100	33.5	100	0.0063	100	200	100	18.2	100
	薄腹梁，泡沫混凝土 保温，二毡三油防水	13.60	148	11.2	140	71.5	215	0.004	64	344	172	37.6	205
	木屋架，锯末保温吊 天棚，粘土瓦	4.73	51.5					0.107	170	178	89	27.66	150
18	预应力拱板屋架，锯 末保温，一毡二油防水	8.16	100	9.36	100	40	100	0.0063	100	234	100	18.8	100
	钢屋架，大型板，泡沫 混凝土，二毡三油防水	26.35	325	9.45	101	68	172			331	142	56.2	297
	预应力拱形屋架，大 型板泡沫混凝土，二毡 三油	10.50	156	12.54	134	81	202			378	160	46.1	246

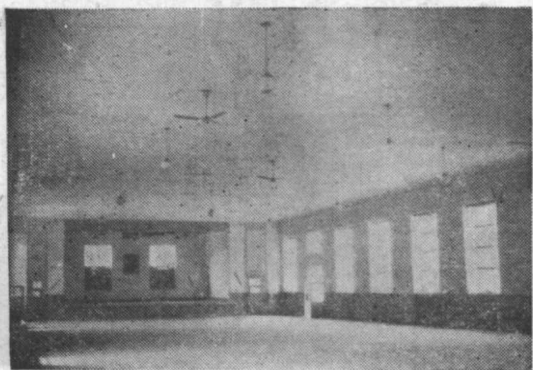


图 1-5 河北省机电学校礼堂拱板屋盖内景

第三节 拱板屋盖的应用情况与使用范围

十几年来，钢筋混凝土拱板屋盖得到了较为广泛的应用，据统计已达数百万平方米，尤其是中小城市应用最多，在边远地区也有应用。另外，在不同的气候条件下，如：干燥和潮湿，炎热和寒冷地区，三线建设和矿区等也都有应用。

在辽宁、天津等地震区使用拱板屋盖的调查证明，拱板屋盖的抗震性较好。在适当增加联结构造后，可在一般地震地区应用。

目前，拱板屋盖广泛应用于一般民用建筑中，如：办公楼、学校、图书馆、商店、宿舍、食堂、礼堂、托儿所、仓库、厨房、酱菜房和豆腐房等（图1-6、图1-7）。在工业建筑中使用在不同种类的车间上，如：金工、机加、铸工、铆焊、冲剪，飞机库，汽机房，锅炉房和水工试验室等（图1-8、图1-9）。

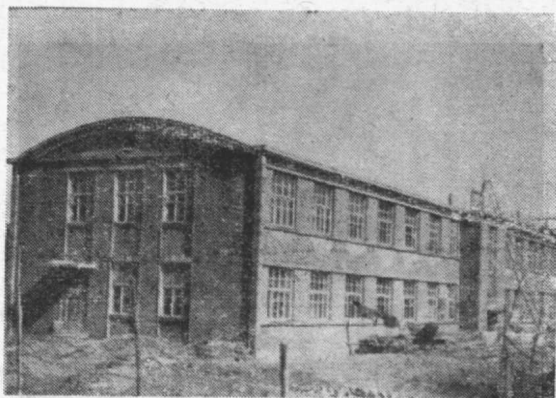


图 1-6 黑龙江省西林钢厂图书馆

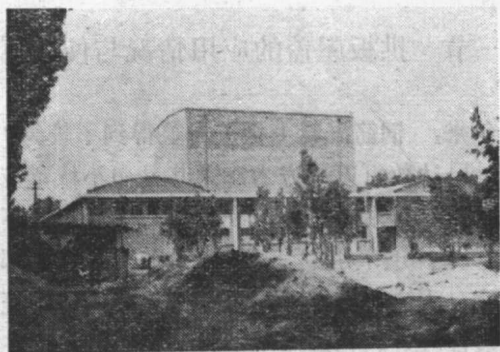


图 1-7 石家庄艺校练功房

拱板屋架本身带有下弦板，适宜于需要设置保温层、隔热层或吊顶棚的建筑物上应用。拱板屋架的端部是由托架梁或承重墙支承的。当采用托架梁支承拱板屋架时，支承结构比较复杂。当房屋结构采用纵墙承重时，拱板屋架直接支承于纵墙上，简单方便。



图 1-8 兰州水工机械厂冲剪车间

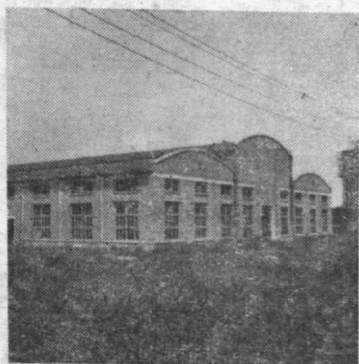


图 1-9 哈尔滨小型电机厂车间

在潮湿房屋使用拱板屋盖时，为避免钢筋锈蚀和在空气间层内产生潮湿等问题，宜采用预应力拱板屋架和尽量提高混凝土的密实性，并应在拱板屋盖的天棚表面作防水处理。

在民用建筑上使用拱板屋盖的最大跨度为18m，是邢台市河北省机电学校食堂兼礼堂的非预应力拱板屋架。在工业建筑上使用的最大跨度为24m，是河北省微水电厂的汽机房的预应力拱板屋架，见图1-10，图1-11所示。目前，中小

跨度的拱板屋盖应用较广泛，从其结构构造、制作、运输、吊装等实践经验证明，宜采用跨度小于18m的拱板屋架。为提高拱板屋架的抗裂性，当使用大于12m跨度的拱板屋架时，在一般情况下应采用预应力的拱板屋架。

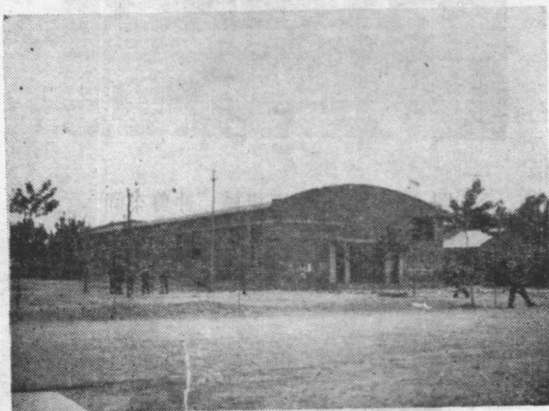


图 1-10 河北省机电学校礼堂

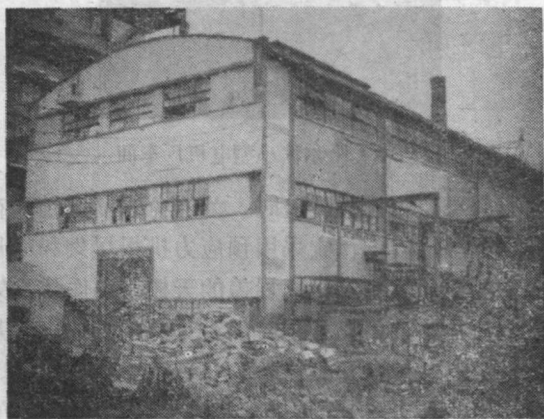


图 1-11 河北省微水电厂汽机间

在工业建筑中，使用拱板屋盖的许多车间内，设有2~5t的吊车，也有的车间安装了10t~30t的吊车，如：河北省微水电厂的汽机间拱板屋盖，室内有30t轻级工作制吊车一台，车间高度19m，拱板屋盖使用效果很好，见图1-12所示。

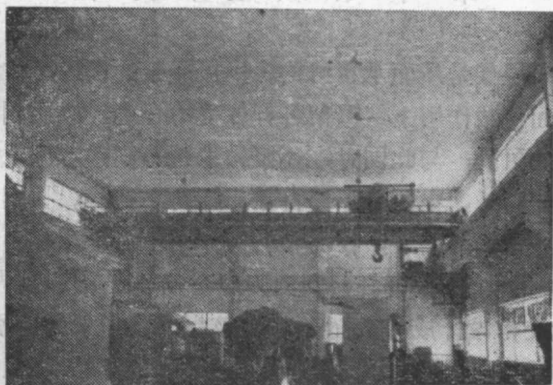


图 1-12 河北省微水电厂汽机间内景

拱板屋盖不能开设纵向天窗，同时，不宜用于防爆车间。

第二章 拱板屋架设计与计算

第一节 拱板屋架设计

拱板屋架是屋面承重结构。拱板屋架的设计，首先要满足在屋面荷载作用下，屋架各杆件受力合理，以达到最低消耗材料的目的；与此同时，还要力求构造简单，施工方便。

屋面荷载，主要是屋面自重，即均布荷载。根据结构力学可知，抛物线桁架，在均布荷载作用下，上弦杆各截面内力接近相等，下弦杆各截面内力完全相等。这样的内力分布，就使得设计成等截面上、下弦抛物线桁架的各弦杆截面，均能充分发挥其承载能力，做到受力合理。拱板屋架设计吸取了抛物线桁架形式的优点，并在此基础上发展为空间板架。即将上、下弦杆改为上、下弦板，这就使得屋面板与顶棚板同时起承重作用；竖腹杆改为框式隔板；取消斜腹杆，以斜拉筋代替。这些措施，在很大程度上简化了施工。

一、几何尺寸及截面选择

拱板屋架是由上弦板、下弦板、隔板和斜拉杆组成的，如图2-1所示。上弦板轴线为二次抛物线，曲线方程为：

$$y = \frac{4f}{l^2} X(l - X)$$

式中 l ——跨度；

f ——矢高。