

压型钢板专题资料之四

# 建筑压型钢板研究应用 译文选编

中国建筑科学研究院标准所

1983年4月

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 一、波纹楼板系统的受力性能           | 1   |
| 二、轻型钢梁中腹板屈曲的效应          | 30  |
| 三、压型钢板的抗剪性能             | 51  |
| 四、冷弯型钢剪力隔板的强度           | 77  |
| 五、钢龙骨剪力墙隔板的试验研究         | 102 |
| 六、房屋结构中连接和受压翼缘的极限荷载分析   | 120 |
| 七、装配式屋面结构的试验            | 135 |
| 八、瑞典TRP 200型12米跨度屋面压型钢板 | 145 |
| 九、组合结构的次梁和主梁设计          | 158 |

## 一、波纹楼板系统的受力性能

K. C. ROCKEY, H. R. EVANS

### 提 要

这篇文章是研究由薄壁波纹板组成的楼板系统的受力性能。它表明，波纹楼板中每一个单波，都可以按简支梁设计。确定了波形的最优形式。研究了边界条件的影响。讨论了楼板系统的破坏状况。扼要叙述了大致的计算过程。

### 1. 前言

波纹板应用在建筑工业中已经有许多年。最初只是用作墙板，近来设计师们认识到压型钢板具有极好的承载能力，利用它在工业化建筑工程中作楼板构件。因为楼板荷载可能很大，因而用作楼板的压型板的波高比用于墙面或屋面的要深得多，也要重得多。显然，如果这种板材的抗剪刚度和抗弯强度能和框架系统结合起来，将是很有利的，因为这可以使工程造价大大节约。这篇文章就是关于压型钢板楼板性能的研究，它是作为完全合为一体的楼板设计方法的第一步。典型的压型钢板楼板单元见图1。显然，一个楼盖可以看成包含大量波形的迭板



图 1

结构。

### 2. 折板研究

本文关于压型钢板楼板系统的弹性研究中，作者使用了析板分析的“弹性方法”<sup>[1,2]</sup>，该法对理论中假设的端部支承条件提供了非常精确的解法，其精确程度取决于在把外荷载展成的富氏级数中所取的项数。

与结构的纵轴线垂直的端部支承横膈，在其自身平面内假定为具有无限刚度，而在与之垂直的平面则认为是完全柔性的。因此，这个支承条件是假定对于纵向位移，对于每一块板构件在其端部平面内转动，或者侧边围绕每块单独板端部的横向轴转动，都没有约束作用。假设在端部横膈平面内的挠度和转角为零。每块板在平面内的状态认为主要是受平面应力关系控制，而板在平面弯曲状态的分析是根据板弯曲的小挠度理论进行的。这个方法包括大量的计算工作，只有编写程序用数字计算机进行计算，才是真正切实可行的。Fries Skene 和 Scordelis<sup>[3]</sup>给出了这个理论的详尽的矩阵公式，可对特定情况下受脊荷载的钢板结构的脊挠度和内力进行计算。目前，该矩阵方程已经用来处理在表面分布荷载作用下结构的分析，也用来求每块板的横向宽度上各个不同点的内力和位移分布。

## 2.1 结构中波形数量的影响：

首先要考虑由图2所示尺寸的单元所组成的楼板系统。外荷载是均布垂直荷载，作用在上部每块水平板上。研究了由一块、两块、四块或者八块这样的单元板组成的结构：图3和图4给出了结构在跨中位置的脊得出的垂直和水平位移的理论值。

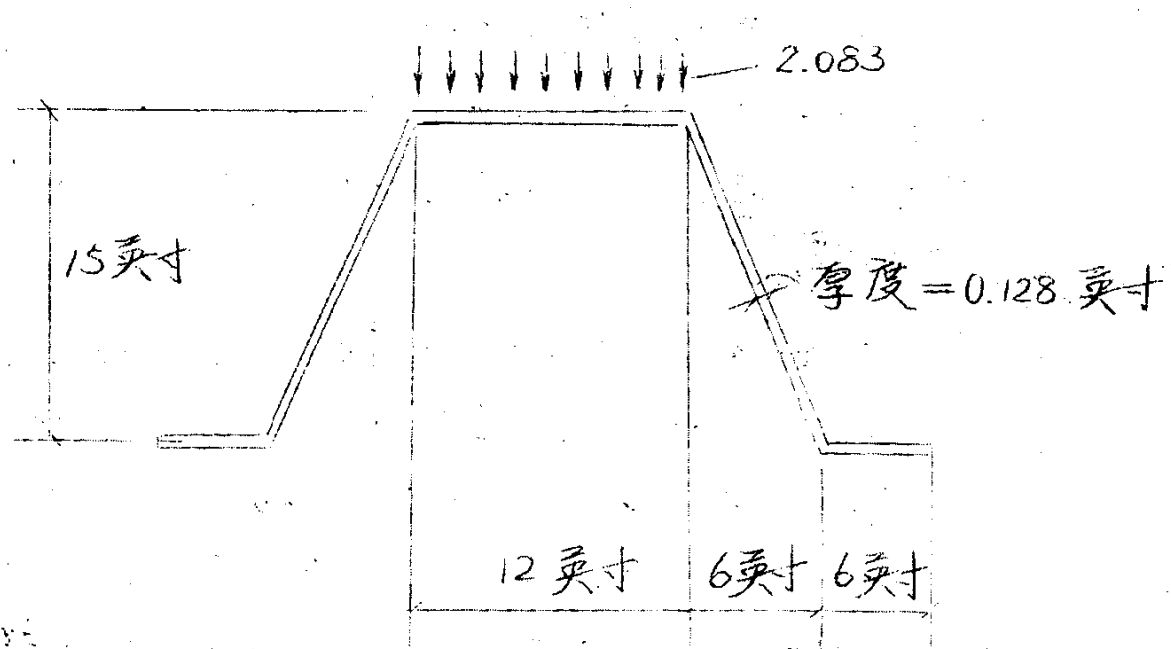


图2 在2.1节中考虑的接板系统  
标准单元的细部图

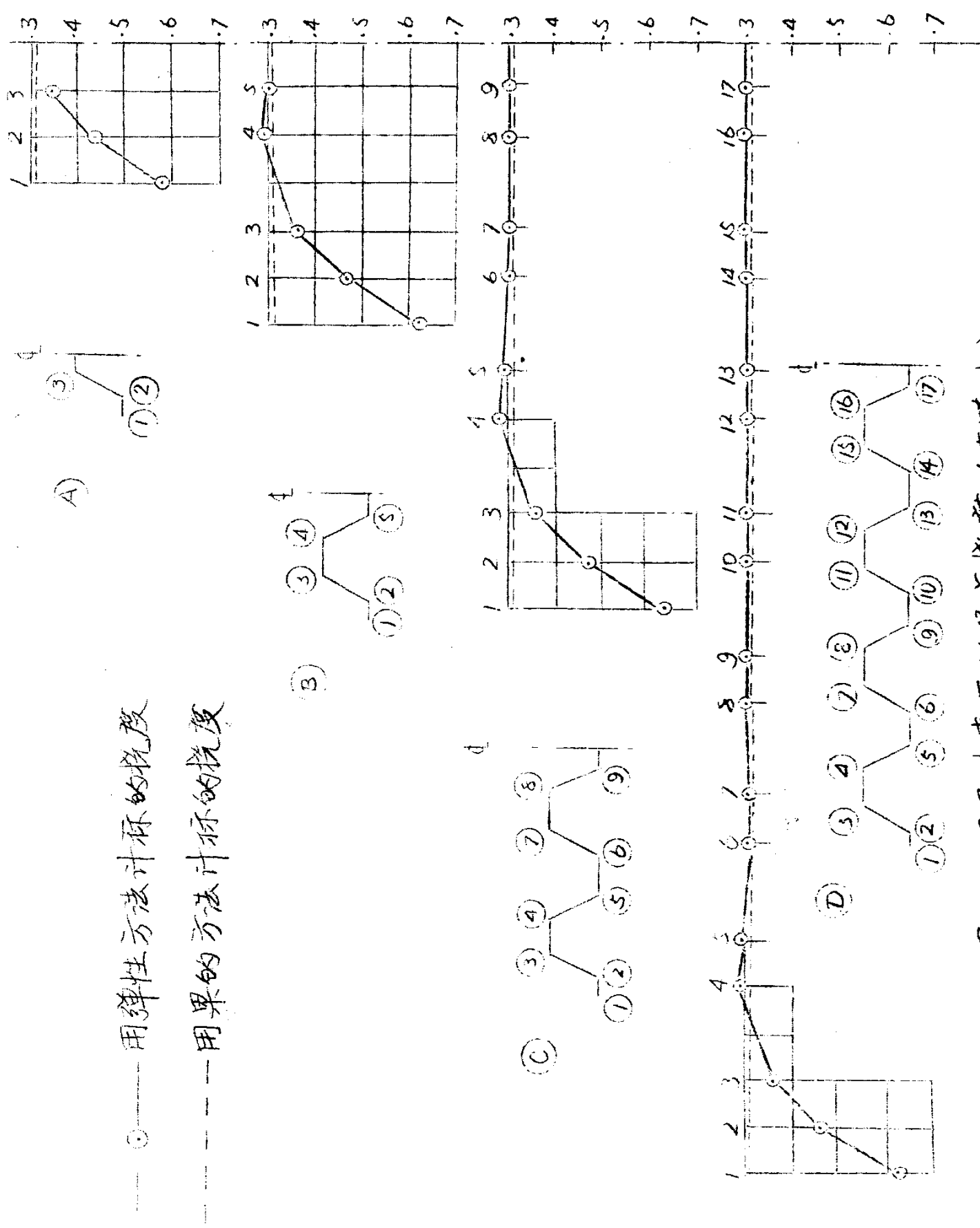
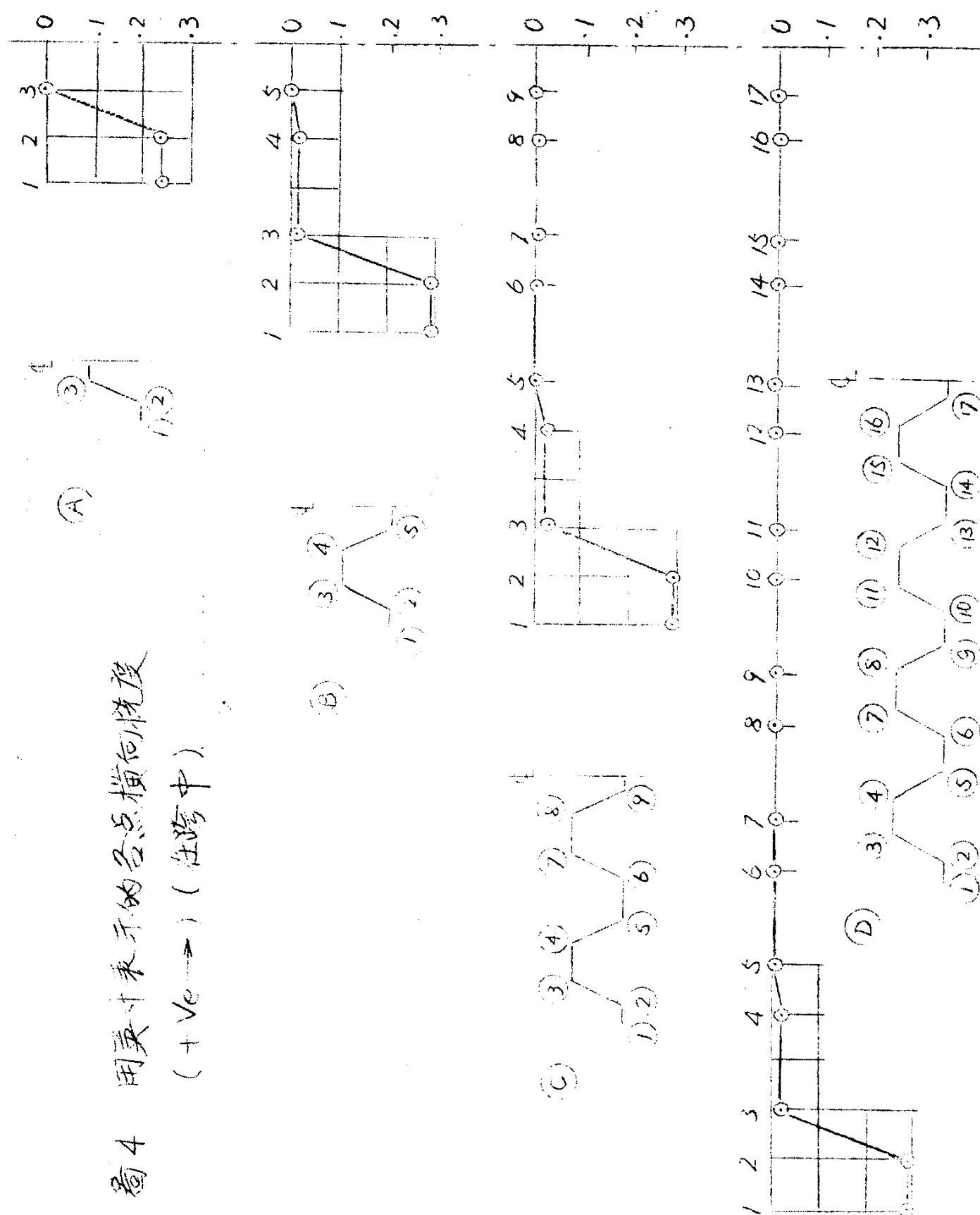


图3 用英寸表示的各点挠度 (在跨中)

Figure 4-10: Examples of horizontal deviation representation using angles.

图4 用英寸表示的各点横向坡度  
(+Ve →) (在跨中)



垂直挠度图(图3)表明,对于那些远离自由边的脊,结构的整个宽度上挠度的数值是不变的。而且可以看到,这个挠度对于所研究的四个结构是大致相同的。自由边和与其邻近的两个脊的垂直挠度,比内面的脊的挠度大得多,但是也很有趣的是可以看到在四个结构中这些脊的挠度几乎都相等。

脊的水平挠度显示出同样的特性,如图4所示。这时里面脊的水平挠度大致都为零。这就表明每个里面的单元都是竖向变位,横截面没有显著的扭曲。这就提供我们,普通果弯曲的关系曲线,可以用来分析里面的每个单元。事实上,发现的情况是,把里面单元作为简支梁结果来分析,得出的垂直挠度的数值是与图3重合的。从而表明,除了离结构自由边最近的那几个脊之外,结构里面所有的脊按照梁的方法所得到的垂直挠度数值,都是精确的。

## 2.2 长宽比的影响

现在研究结构的长宽比对梁果求解的影响问题,鉴于图3和图4仅说明从几个单元的试验中,波形板作楼板能够得到令人满意的受力性能,因此又对包括三个波形的典型结构进行了

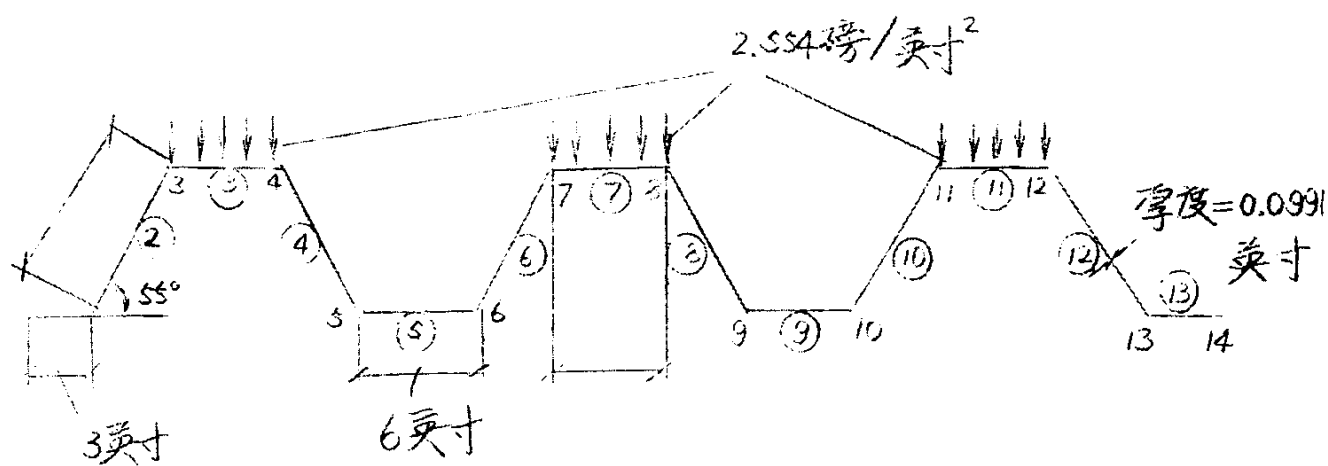


图5(a) 第2.2节中研究的楼板系统的细部

分析(见图5(a)),以确定长宽比参数的影响。

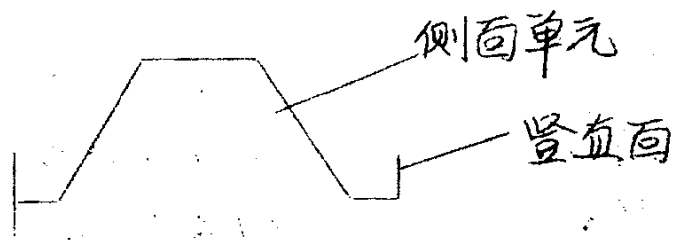


图 5 (b) 用竖直面加强边缘的刚性

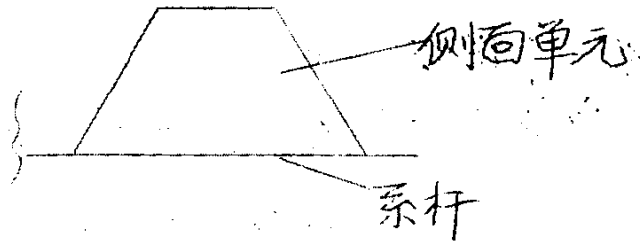
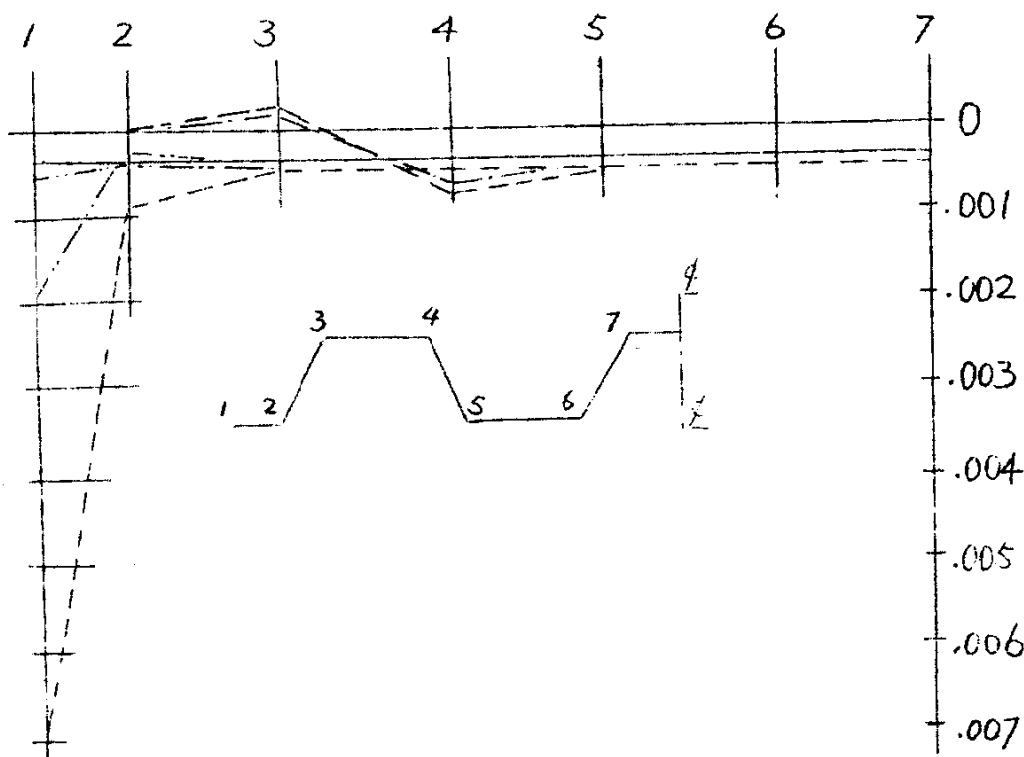


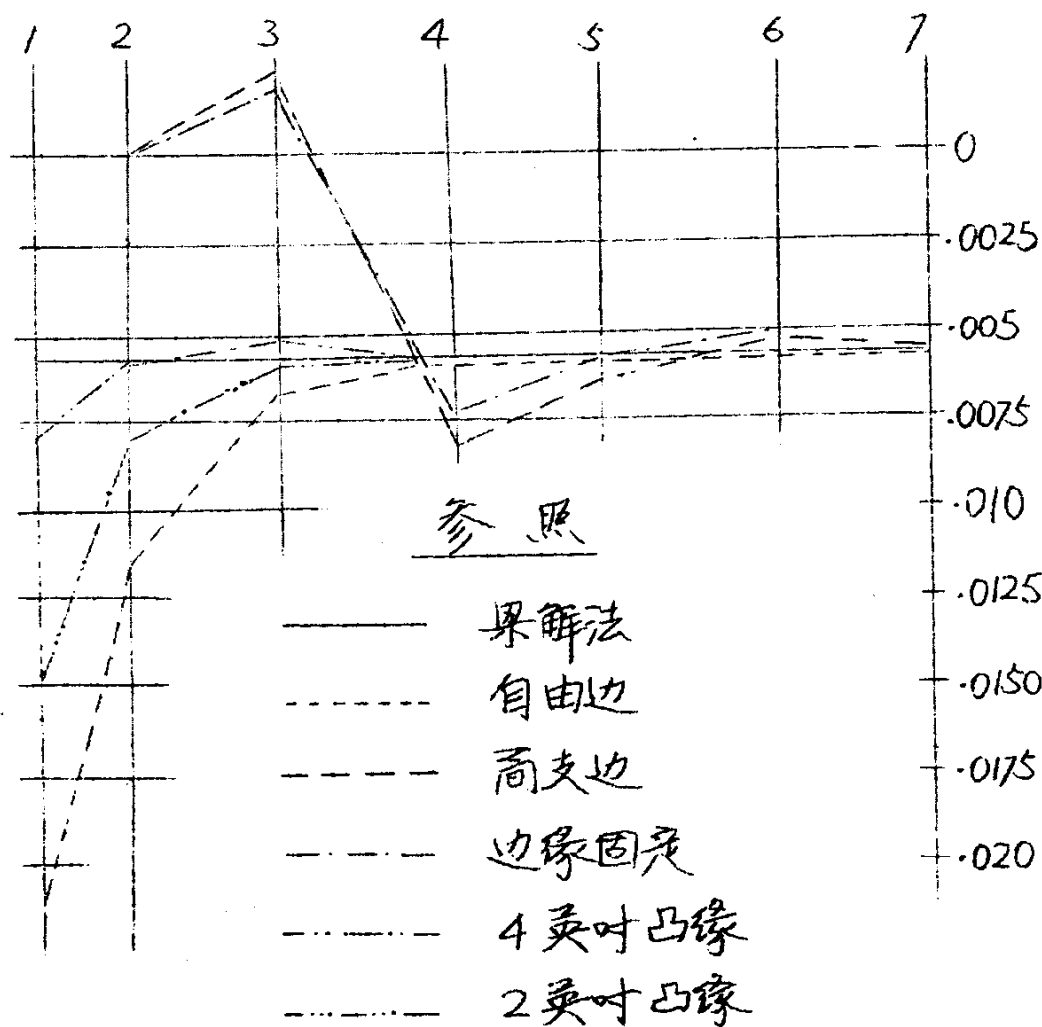
图 5 (c) 用系杆加强边缘的刚性

屋脊位置



(a) 长度/宽度 =  $1/2$  (看 6a)

屋脊位置



(b) 长度/宽度 =  $1$  (看 6b)

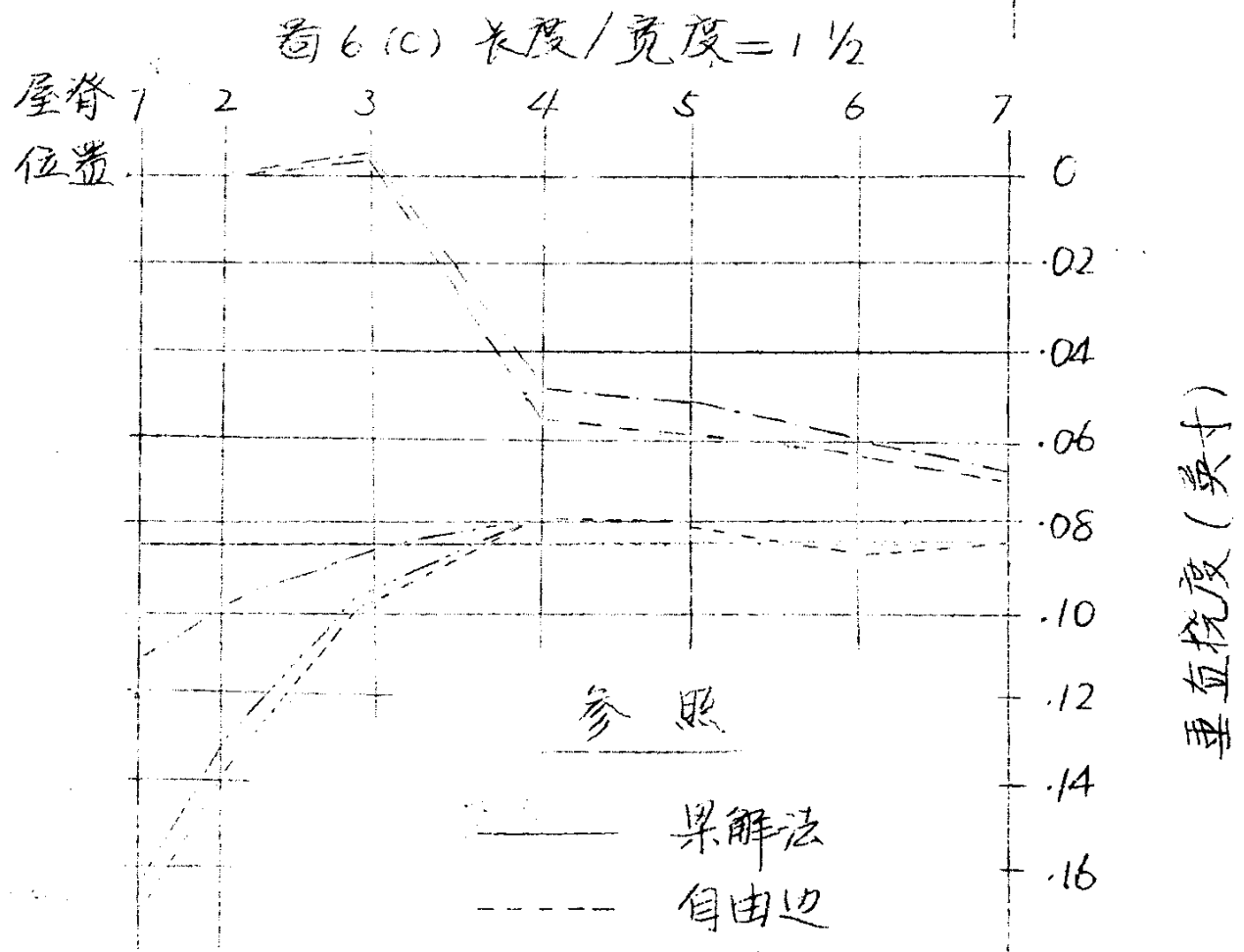
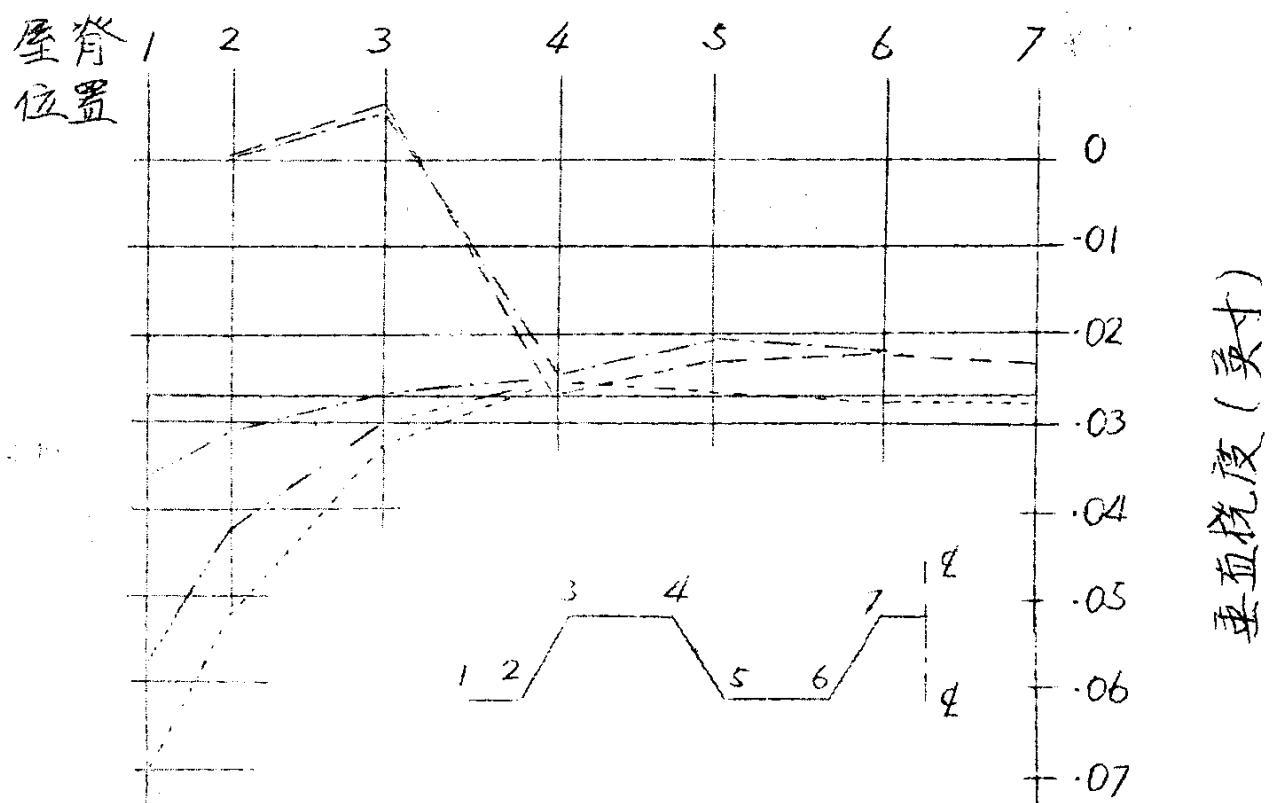


图 6 (续)

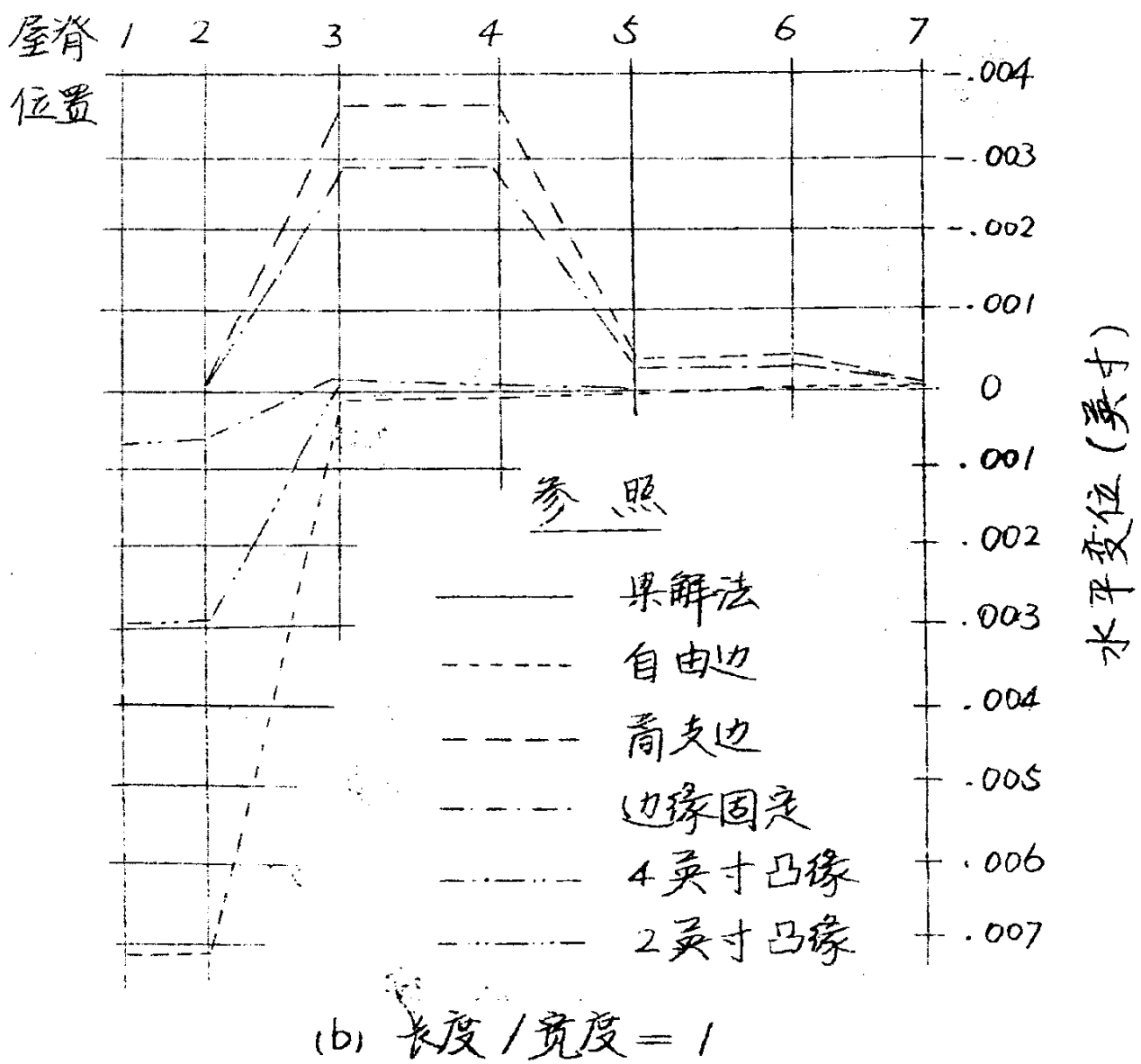
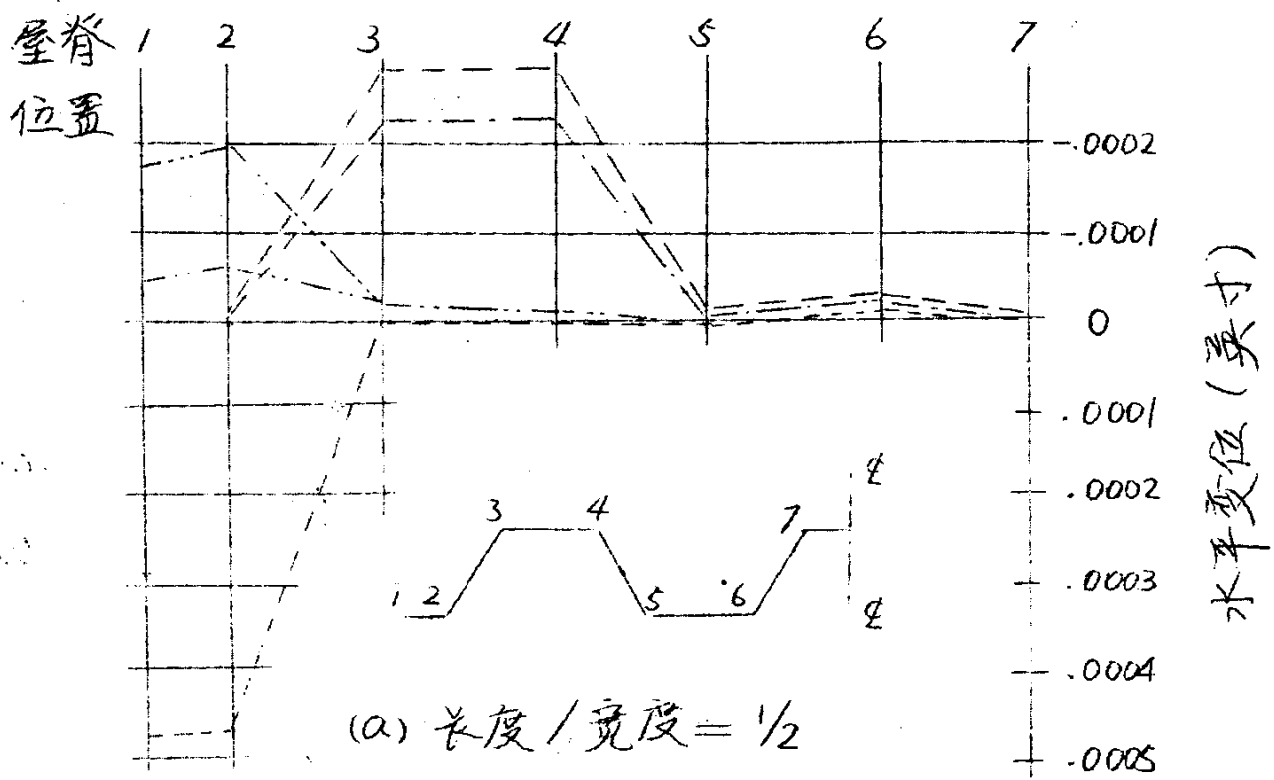


图 7

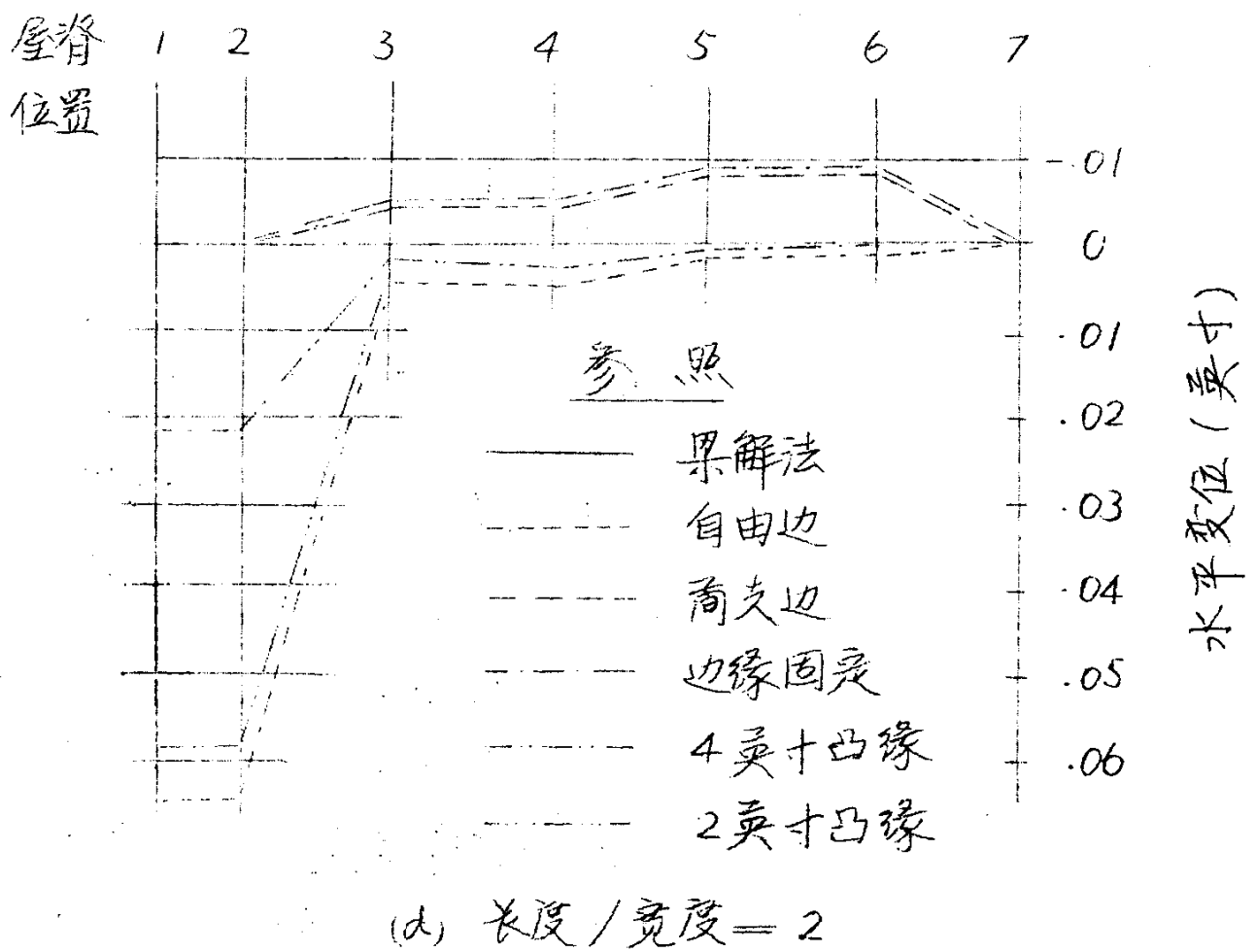
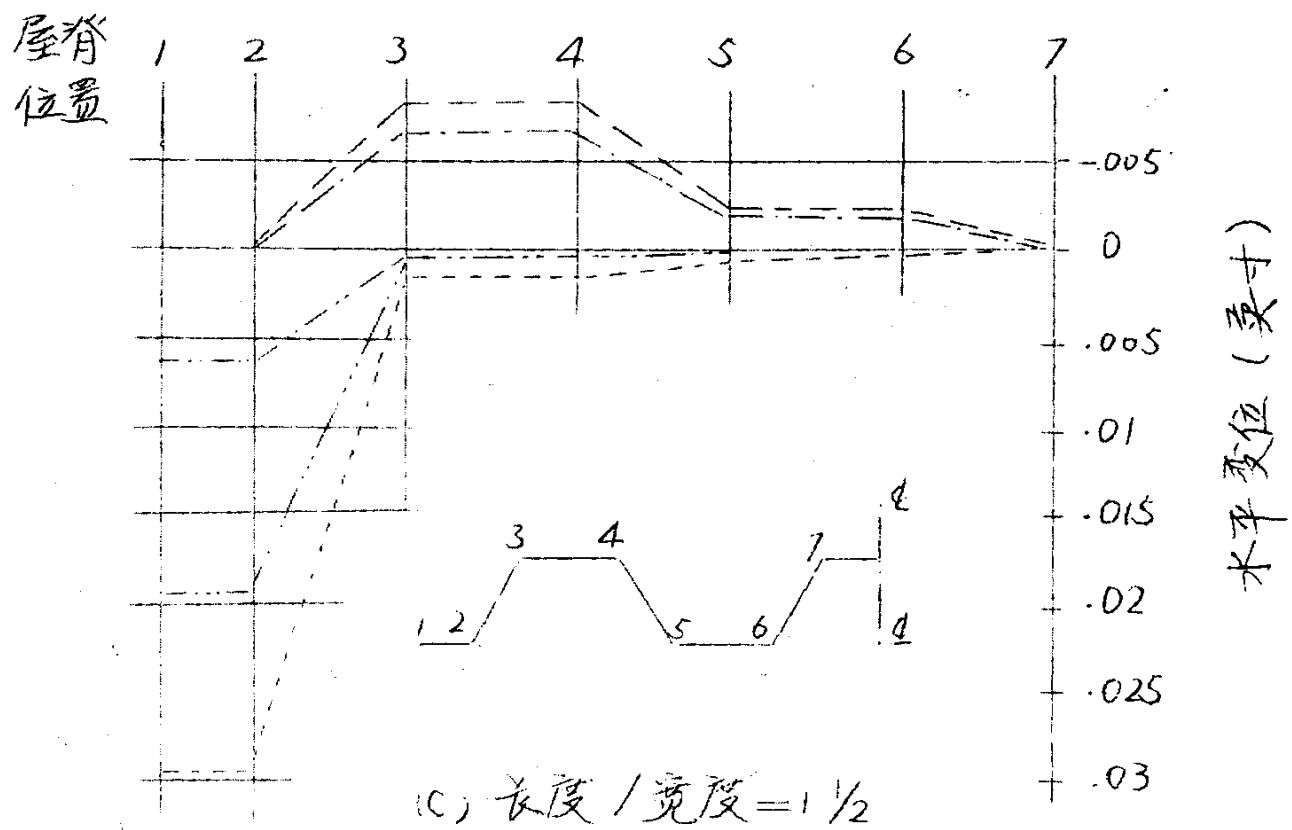


图 7 (继续)

提供分析的结构总宽度为 66.20 英寸。研究的几种长度是 33.10, 66.20, 99.30 和 132.40 英寸。因此总长度与宽度的比值是 0.5, 1, 1.5 和 2, 实际结构通常都在这个范围内。

四个结构的垂直接缝的挠度如图 6 所示, 而图 7 中给出了脊的相应的水平挠度。图 6 也给出了用果的解法求得的每个结构的垂直挠度并且再一次看出, 它们对位于里面的脊, 这个方法是准确的。按照果的理论计标的边缘位移大大低于按照弹性理论计标的位移。但是随着长宽比增大, 这种偏低的程度就减少。图 8 给出了靠外面的脊按弹性理论计标的竖向挠度同按果的方法计标的竖向挠度之比值。可以看到, 当长宽比从 0.5 增加到 2.0 时, 这个挠度的比值就以 17.2 变化到 2.1。另一方面, 里面诸脊的比值 (见表 1), 对于所研究的每个长宽比都近似等于 1, 也就是说, 根据果的方法和根据弹性理论方法所得到的值几乎相等。对于另外的脊也给出了这些比值, 并且明显地看出, 距自由边愈远, 果解法的精确度也不断提高了。

在表 2 中给出了按两种方法计标的纵向应力, 并且看到, 在前面由挠度分析得出的结论对于应力计标也是适用的。

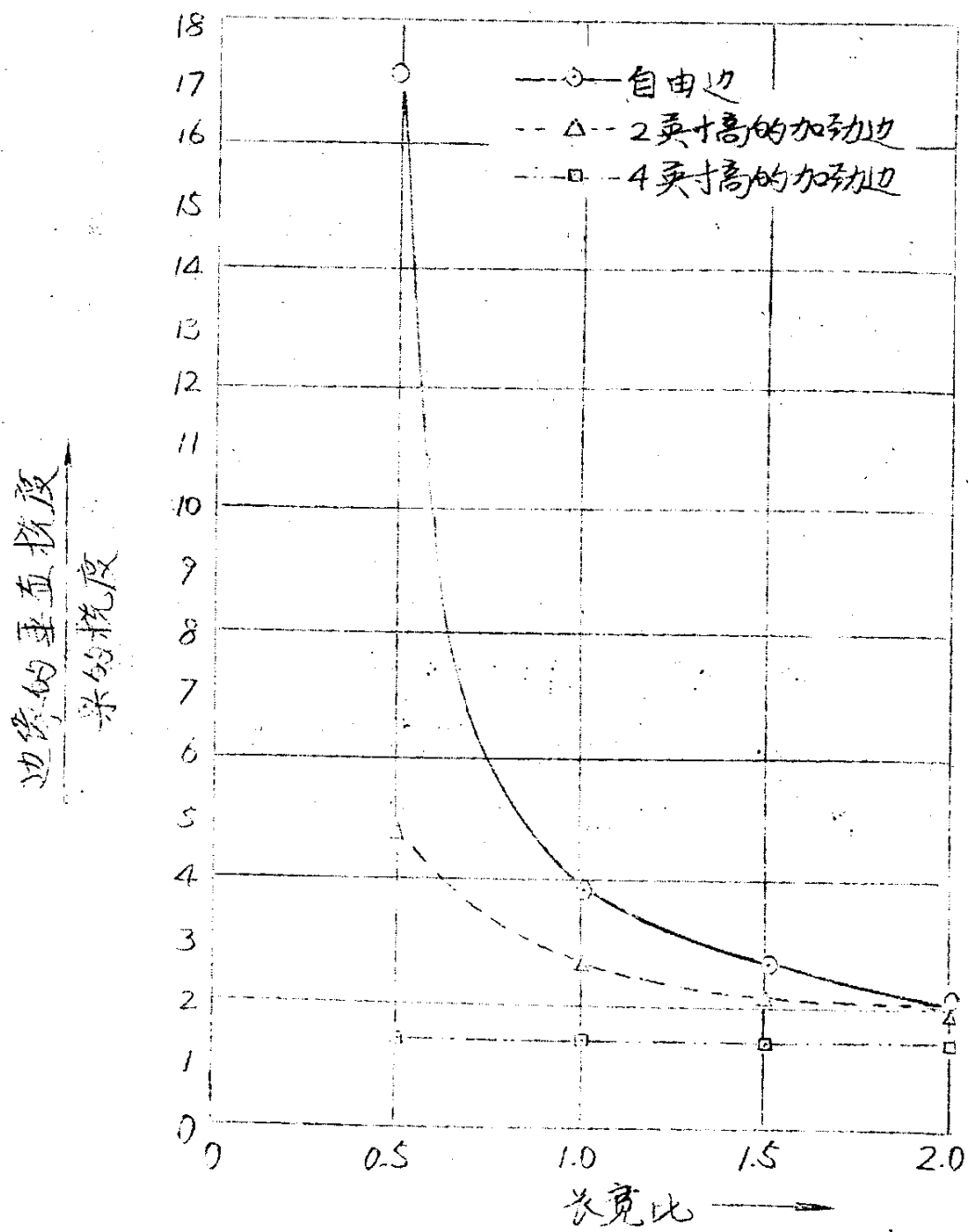


图 8.

表 1

| 长宽比            | 脊在跨中的垂直挠度 (英寸 $\times 10^3$ ) |            |            |            |            |            |            |            |        | 果解法 |
|----------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|-----|
|                | 边缘条件                          | $\delta_1$ | $\delta_2$ | $\delta_3$ | $\delta_4$ | $\delta_5$ | $\delta_6$ | $\delta_7$ |        |     |
| $\frac{1}{2}$  | 自由                            | 6.859      | 0.8283     | 0.5311     | 0.4813     | 0.4597     | 0.4510     | 0.4752     | 0.3994 |     |
|                | 2英寸固定                         | 1.902      | 0.2961     | 0.4369     | 0.4843     | 0.4531     | 0.4514     | 0.4748     |        |     |
|                | 4英寸固定                         | 0.5573     | 0.3839     | 0.4326     | 0.4778     | 0.4485     | 0.4521     | 0.4747     |        |     |
| 1              | 自由                            | 21.22      | 11.42      | 6.724      | 5.614      | 5.682      | 5.710      | 5.718      | 5.523  |     |
|                | 2英寸固定                         | 14.51      | 8.007      | 6.042      | 5.732      | 5.703      | 5.680      | 5.704      |        |     |
|                | 4英寸固定                         | 7.741      | 5.839      | 5.396      | 5.700      | 5.627      | 5.662      | 5.686      |        |     |
| $1\frac{1}{2}$ | 自由                            | 71.14      | 51.41      | 32.640     | 25.65      | 26.40      | 27.67      | 27.39      | 27.08  |     |
|                | 2英寸固定                         | 57.56      | 43.05      | 30.60      | 26.23      | 26.67      | 27.48      | 27.31      |        |     |
|                | 4英寸固定                         | 36.20      | 31.01      | 27.05      | 26.55      | 26.70      | 27.13      | 27.13      |        |     |
| 2              | 自由                            | 172.3      | 137.8      | 97.58      | 79.52      | 81.58      | 85.58      | 84.62      | 84.62  |     |
|                | 2英寸固定                         | 163.3      | 132.0      | 95.53      | 79.50      | 81.52      | 85.31      | 84.48      |        |     |
|                | 4英寸固定                         | 110.6      | 98.66      | 85.40      | 80.96      | 82.13      | 84.06      | 83.91      |        |     |

表 2

| 长宽比            | 解法  | 纵向应力         |              |              |              |
|----------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                |     | 在板1中央<br>(拉) | 在板3中央<br>(压) | 在板5中央<br>(拉) | 在板7中央<br>(压) |
| $\frac{1}{2}$  | 果解法 | 319.2        | -319.2       | 319.2        | -319.2       |
|                | 精确解 | 226.5        | -310.0       | 307.8        | -300.0       |
| 1              | 果解法 | 1280         | -1280        | 1280         | -1280        |
|                | 精确解 | 928.0        | -1288        | 1253         | -1247        |
| $1\frac{1}{2}$ | 果解法 | 2870         | -2870        | 2870         | -2870        |
|                | 精确解 | 2263         | -2900        | 2817         | -2823        |
| 2              | 果解法 | 5110         | -5110        | 5110         | -5110        |
|                | 精确解 | 4380         | -5140        | 5000         | -5020        |

### 2.3 纵向边有支承时的影响

从前面的讨论的结果中可以看出，只在两端支承的接板系统在设计中的一个关键因素，是沿着自由边会产生很大的垂直和水平挠度。现在就来研究减少挠度的方法，并探讨任何纵向支承对接板系统性能的影响。

本文研究了三种支承的情况。第一，当纵向边是简支时的情况；第二，当这个边完全夹紧固定时的情况；第三，纵向豎边的影响。在第一、第二种情况中，支座是设在外侧倾斜板的基脚处，那是 No. 2 接头处，因为这样做认为是比外边缘支承起来更为合理的设计。

图6给出了两种支承情况时的跨中垂直挠度，荷载情况如图2所示。可以看到，这些支承在靠近边缘处是很有效的，正