

中华人民共和国行业标准

V 形折板屋盖设计与施工规程

JGJ/T21—93



1993 北 京

中华人民共和国行业标准

V 形折板屋盖设计与施工规程

JGJ/T21—93

主编单位：中国石油化工总公司北京石油化工工程公司
中国石油化工总公司北京设计院
批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：1 9 9 4 年 6 月 1 日

关于发布行业标准《V 形折板屋盖设计与施工规程》的通知

建标[1993]771 号

根据原城乡建设环境保护部(88)城标字第 141 号文的要求,由中国石油化工总公司北京石油化工工程公司、中国石油化工总公司北京设计院主编的《V 形折板屋盖设计与施工规程》,业经审查,现批准为行业标准,编号 **JGJ/T21—93**,自一九九四年六月一日起施行。原部标准《V 形折板屋盖设计与施工规程》(**JGJ21—84**)同时废止。

本规程由建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院归口管理,具体解释等工作由中国石油化工总公司北京石油化工工程公司负责。

本规程由建设部标准定额研究所组织出版。

中华人民共和国建设部
一九九三年十月二十五日

目 次

主要符号	(1)
第一章 总 则	(1)
第二章 材 料	(2)
第三章 设计规定	(3)
第四章 建筑设计	(5)
第一节 一般规定	(5)
第二节 定位轴线	(6)
第二节 排水、防水	(11)
第四节 建筑热工	(14)
第五章 折板计算	(15)
第一节 一般规定	(15)
第二节 荷 载	(17)
第三节 均布荷载作用下的内力计算	(18)
第四节 折缝处有集中荷载的计算	(21)
第五节 截面验算	(23)
第六章 结构构造	(26)
第一节 一般规定	(26)
第二节 钢筋配置	(27)
第三节 连接节点	(33)
第四节 开孔 V 形折板	(41)
第五节 边折及伸缩缝	(42)
第七章 施工工艺	(45)
第一节 一般规定	(45)
第二节 构件制作	(46)

工程建设标准全文信息系统

第三节	运输安装	.....	(50)
第八章	屋面工程	.....	(54)
第一节	保温工程	.....	(54)
第二节	隔热工程	.....	(54)
第三节	防水工程	.....	(54)
第九章	屋盖工程验收	.....	(56)
第一节	V形折板构件验收	.....	(56)
第二节	V形折板结构性能检验	.....	(57)
第三节	安装工程验收	.....	(58)
第四节	屋面工程验收	.....	(59)
附录一	非均布荷载作用下V形折板的内力分析	.....	(61)
附录二	开孔V形折板计算	.....	(62)
附录三	安装过程中V形折板单折倾翻稳定验算	.....	(68)
附录四	常用施工机具简图	.....	(69)
附录五	本规程用词说明	.....	(74)
附加说明		.....	(75)

主要符号

材料性能

- E_c ——混凝土弹性模量；
 E_s ——钢材弹性模量；
 f_y ——钢筋抗拉强度设计值；
 f'_{tk} 、 f'_c ——施工阶段的混凝土轴心抗拉强度标准值、抗压强度设计值；
 $C30$ ——表示立方体强度标准值为 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 的混凝土强度等级。

作用与作用效应

- q ——均布荷载设计值；
 F ——集中荷载设计值；
 S_k ——雪荷载标准值；
 S_o ——基本雪压；
 M ——弯矩设计值；
 V ——剪力设计值；
 N_{po} ——混凝土法向预应力等于零时预应力钢筋及非预应力钢筋的合力；
 σ ——混凝土法向应力；
 σ_{cc} 、 σ_{ct} ——相应施工阶段计算截面边缘纤维的混凝土压应力、拉应力。

几何参数

- A —— 构件截面面积；
- A_0 —— 构件换算截面面积；
- W —— 构件验算边缘的截面抵抗矩；
- W_0 —— 构件验算边缘的换算截面抵抗矩；
- B —— V 形折板波宽；
- t —— V 形折板板面厚度；
- b —— V 形折板板面宽度；
- l —— V 形折板跨度；
- l_t —— V 形折板悬臂长度；
- α —— V 形折板倾角；
- f —— V 形折板矢高；
- d —— 钢筋直径；
- e_{po} —— 混凝土法向预应力等于零时的预应力钢筋及非预应力钢筋合力点的偏心距。

计算系数及其它

- γ_0 —— 结构重要性系数；
- η —— 受拉区混凝土塑性影响系数；
- μ_x —— V 形折板屋面横向积雪分布系数；
- μ_y —— V 形折板屋面纵向积雪分布系数；
- α_{ct} —— 混凝土拉应力限制系数；
- α_E —— 钢材弹性模量与混凝土弹性模量的比值；
- ξ —— 折缝处竖向集中荷载作用下,纵向弯矩的空间分配系数；
- ξ_1 —— 折缝处竖向集中荷载作用下,纵向应力的空间分配系数；
- ξ' —— 山墙折缝水平集中荷载作用下,纵向弯矩的空间分配系数；
- ξ'_1 —— 山墙折缝水平集中荷载作用下,纵向应力的空间分配系数。

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了提高 V 形折板屋盖设计与施工的技术水平,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,制定本规程。

第 1.0.2 条 本规程适用于工业与民用建筑的折叠式钢筋混凝土和预应力混凝土 V 形折板屋盖的设计与施工。

第 1.0.3 条 本规程根据现行国家标准《建筑结构设计统一标准》规定的原则进行编制。符号、计量单位和基本术语按照现行国家标准《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》的规定采用。

第 1.0.4 条 在高温、具有侵蚀性介质及有爆炸危险等特殊情况下采用 V 形折板屋盖时,尚应按照国家现行有关标准的规定,采取防护措施。

第 1.0.5 条 V 形折板屋盖的设计与施工,除应遵守本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

第二章 材 料

第 2.0.1 条 V 形折板的混凝土强度等级,可按表 2.0.1 的规定选用。

混凝土强度等级选用 表 2.0.1

折板类别	主 筋 种 类		
	I、II 级钢筋	冷拔低碳钢丝	碳素钢丝
钢筋混凝土 V 形折板	≥C25		
预应力混凝土 V 形折板		$l \geq 15m$ 时, ≥C40	$l \geq 18m$ 时, ≥C50
		$l \geq 15m$ 时, ≥C30	$l \geq 18m$ 时, ≥C40

注:V 形折板上、下折缝中灌缝混凝土的强度等级应与 V 形折板相同。

第 2.0.2 条 V 形折板所用的钢材,可按表 2.0.2 规定选用。其中用作吊环、插筋的钢材不得冷加工。

钢 材 选 用 表 2.0.2

折板类别	纵向主钢筋	板面纵向 分布钢筋	网片钢筋、 横向钢筋	吊 环、 插 筋	上、下折缝 附加钢筋
钢筋混凝土 V 形折板	I、II 级钢筋	I 级钢筋	乙级冷拔 低碳钢丝、 I 级钢筋	I 级钢筋	I、II 级 钢筋
预应力混凝土 V 形折板	$l > 18m$ 为碳素 钢丝; $l \leq 18m$ 为甲级冷拔低碳 钢丝、碳素钢丝	甲级冷拔低碳 钢丝、碳素钢 丝	乙级冷拔低碳 钢丝		

注:表中预应力混凝土 V 形折板板面纵向分布钢筋为预应力钢筋。

第三章 设计规定

第 3.0.1 条 V 形折板屋盖适用于抗震设防烈度为 9 度和 9 度以下地区。

第 3.0.2 条 V 形折板屋盖的使用范围应满足表 3.0.2 的要求。

V 形折板屋盖的使用范围 **表 3.0.2**

折板类别	跨 度 $l(\text{m})$	集中荷载或悬挂吊车	桥式吊车
钢筋混凝土 V 型折板	18~21	无	中、轻级工作制
	≤ 15	集中荷载 $\leq 40\text{kN}$ 悬挂吊车起重量 $\leq 3\text{t}$	
预应力混凝土 V 形折板	21~27	无	中、轻级工作制不受限制； 重级工作制不超过 20t
	≤ 18	集中荷载 $\leq 40\text{kN}$ 悬挂吊车起重量 $\leq 3\text{t}$	

注：当有可靠试验依据时，可不受此表限制。

第 3.0.3 条 V 形折板屋盖的设计，应力求构件尺寸统一，减少构件类型，为制作安装创造有利条件。

第 3.0.4 条 V 形折板的几何参数宜按表 3.0.4 选用，几何尺寸见图 3.0.4。悬臂长度不宜大于 6m。

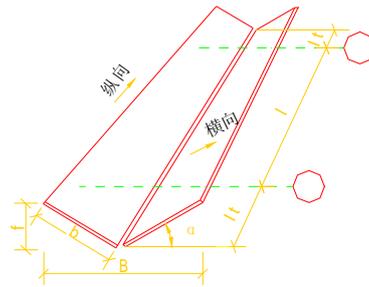


图 3.0.4 V 形折板几何尺寸

V 形折板几何参数

表 3.0.4

折板类别	跨度 l (m)	倾角 α	高 跨 比		板厚与 板宽之比 t/b	跨度与 波宽之比 l/B
			简 支	悬 臂		
			f/l	f/l		
钢筋混凝土 V 形折板	≤ 21	$\geq 25^\circ$	$> \frac{1}{15}$	$> \frac{1}{5}$	$> \frac{1}{35}$	3~7.5
预应力混凝土 V 形折板	≤ 27	$\geq 25^\circ$	$> \frac{1}{20}$	$> \frac{1}{7}$	$> \frac{1}{40}$	3~10.5

第四章 建筑设计

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 V 形折板屋盖可采用卷材防水、涂料防水、构件自防水的工业及民用建筑,也可用于有保温层的 V 形折板屋盖。

第 4.1.2 条 采用 V 形折板屋盖的建筑应考虑 V 形折板的特点,以及屋盖与建筑整体的比例尺度,力求简洁、大方、美观。

第 4.1.3 条 V 形折板屋盖需设置埋件、吊筋、支墩等时,宜设置在 V 形折板的上、下折缝处,并应采取相应的防渗漏措施。

第 4.1.4 条 V 形折板屋盖用于有大量排灰的厂房及其邻近建筑物时,为便于清扫维护,宜在 V 形折板上折缝间设置走道板。

第 4.1.5 条 V 形折板屋盖下折缝下缘至桥(梁)式吊车最高点的距离,应不小于 300mm(图 4.1.5),以满足吊车安装检修的要求。

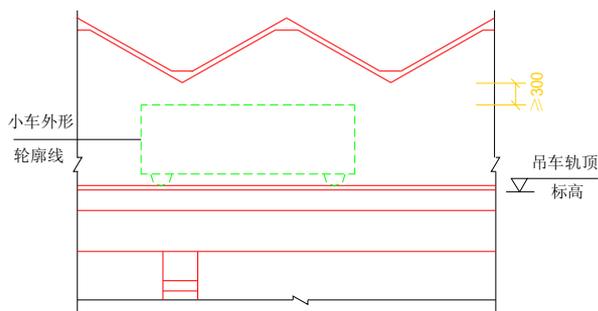


图 4.1.5 下折缝下缘至吊车最高点的距离

第 4.1.6 条 V 形折板屋盖的跨度在 18m 和 18m 以下时,宜采用 1.5m 的倍数;在 18m 以上时,宜采用 3m 的倍数。

第 4.1.7 条 采用 V 形折折屋盖的排架厂房的柱距宜采用 6m,或 2m、3m 的倍数。

第二节 定位轴线

第 4.2.1 条 柱与厂房横向定位轴线的定位,应遵守下列规定:

一、除变形缝处的柱和端部柱处以外,柱的中心线应与厂房横向定位轴线相重合;

二、变形缝处应设双轴线,轴线间为插入距 α_2 ,轴线距柱中心线应为 600mm(图 4.2.1a);

三、端部柱中心线与厂房横向定位轴线的定位,可根据墙与柱的结合形式采取以下不同方式:

1. 端部柱中心线与厂房横向定位轴线相重合(图 4.2.1b);

2. 端部柱外边缘与厂房横向定位轴线相重合(图 4.2.1c);

3. 端部柱中心线自厂房横向定位轴线内移 600mm(图 4.2.1d)。

第 4.2.2 条 山墙与厂房横向定位轴线的定位,宜遵守下列规定:

一、当山墙厚度小于或等于 240mm 时,墙内缘宜与厂房横向定位轴线重合(图 4.2.2a、b);

二、当山墙厚度大于 240mm 时,墙内缘与厂房横向定位轴线的距离,宜为 120mm 的倍数或 1/2 墙厚;当为柱承重时,轴线与柱中线的距离为 600mm(图 4.2.2c、d)。

第 4.2.3 条 纵墙、边柱与厂房纵向定位轴线的定位,应遵守下列规定:

一、柱距小于或等于 6m 的一般厂房(包括有悬挂吊车的厂房)的边柱外缘和墙内缘应与厂房纵向定位轴线相重合(图

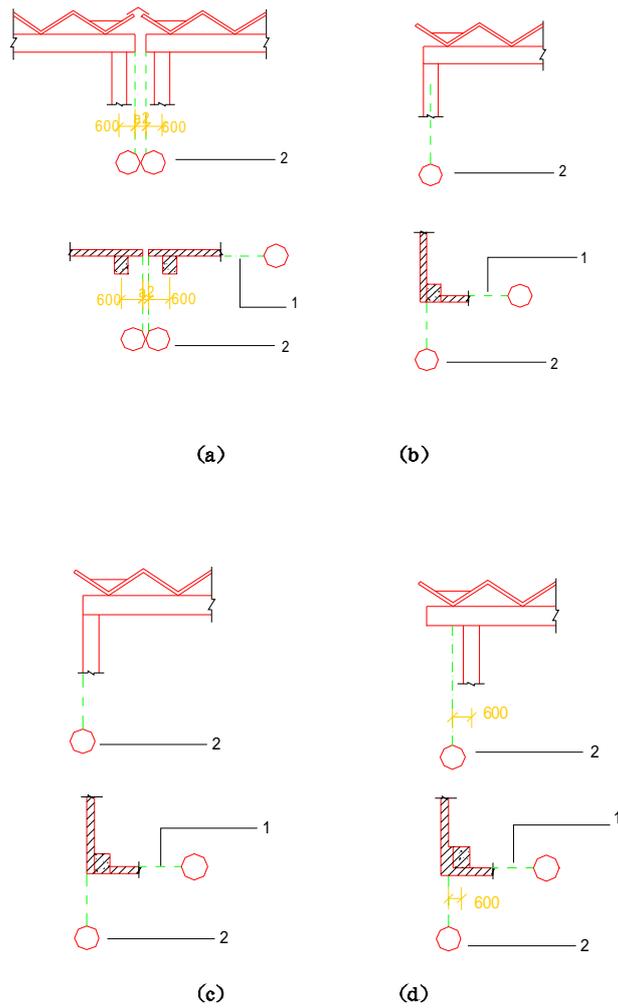


图 4.2.1 变形缝处的柱、端部柱与厂房纵向定位轴线的定位

4.2.3a);

二、当纵墙承重并设有壁柱时,墙内缘宜与厂房纵向定位轴线

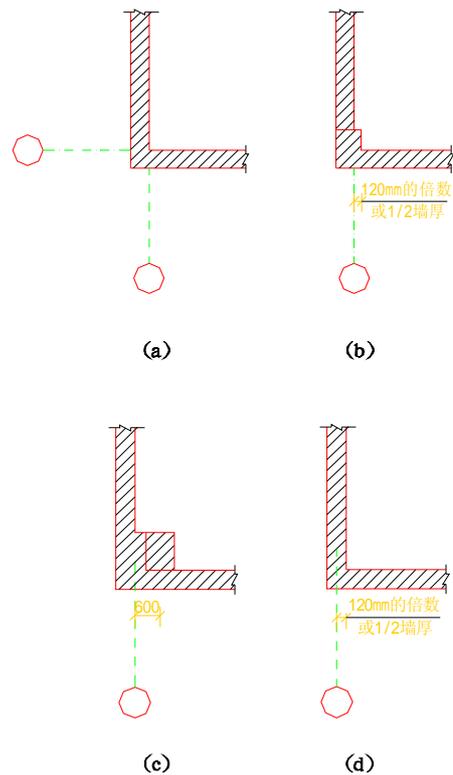


图 4.2.2 山墙与厂房纵向定位轴线的定位

相重合。当不重合时,墙内缘与厂房纵向定位轴线的距离宜为半砖(即 120mm)的倍数或 1/2 墙厚(图 4.2.3b);

三、在设有桥式吊车的厂房中,考虑吊车起重量、柱距和构造等要求,边柱外缘与厂房纵向定位轴线间可加设联系尺寸 α_1 (图 4.2.3c),并遵守下列规定:

1. 当吊车起重量小于或等于 20t 时, $\alpha_1=0$;
2. 当吊车起重量为 30t 或 50t 和柱距为 6m 时, $\alpha_1=150\text{mm}$;
3. 当吊车起重量大于 50t 时,柱距为 12m 时, $\alpha_1=250\text{mm}$ 或

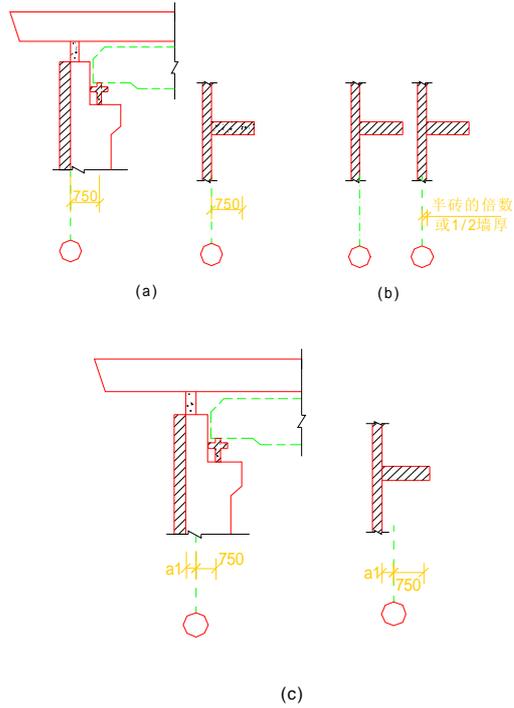


图 4.2.3 纵墙、边柱与厂房纵向定位轴线的定位

500mm。

第 4.2.4 条 中柱与厂房纵向定位轴线的定位,应遵守下列规定:

一、等高厂房的中柱,其上柱的中心线应与厂房纵向定位轴线相重合(图 4.2.4a);

二、高低跨处采用单柱时,高跨上柱外缘和封墙内缘应与厂房纵向定位轴线相重合(图 4.2.4b);

当上柱外缘与厂房纵向定位轴线不能重合时,应采用两条定

位轴线,其插入距 α_2 值按需要确定(图 4.2.4c);

三、当高低跨处的变形缝设双柱时,应采用两条定位轴线,其插入距 α_2 值为变形缝的宽度 c 加高跨柱外缘封墙厚度 b_2 及低跨柱外缘至 V 形折板端部距离 b_1 (图 4.2.4d);或为变形缝的宽度 c 加高跨柱外缘封墙厚度 b_2 加低跨柱外缘至 V 形折板端部距离 b_1 及联系尺寸 α_1 (图 4.2.4e)。

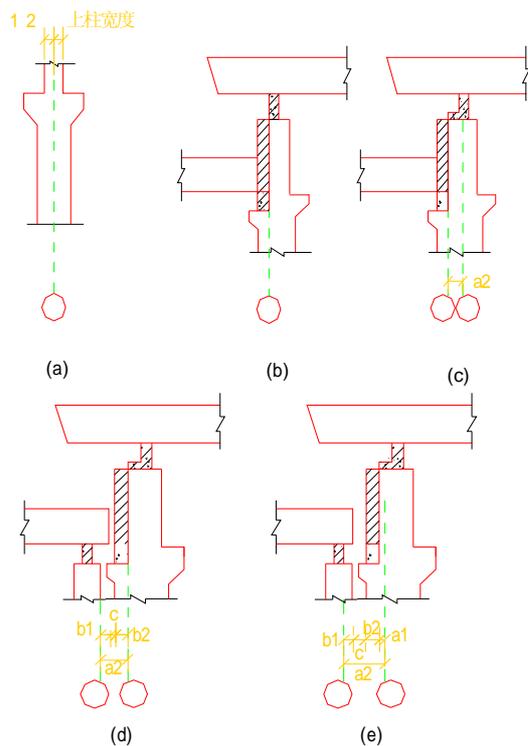


图 4.2.4 中柱高低跨处双柱与厂房纵向定位轴线的定位

b_1 ——低跨柱外缘至 V 形折板端部距离; b_2 ——高跨柱外缘封墙厚度;
 c ——变形缝宽度; α_1 ——高跨柱轴线至高跨柱外缘(也是上部封墙内缘)距离(联系尺寸); α_2 ——插入距

第 4.2.5 条 纵横跨变形缝处应设两条定位轴线,其插入距 α_2 值应为变形缝的宽度 c 加高跨处外缘封墙厚度 b_2 加边折的 $1/2$ 波宽(图 4.2.5a);或为变形缝的宽度 c 加高跨处外缘封墙厚度 α_1 加边折的 $1/2$ 波宽及联系尺寸 α_1 (图 4.2.5b、c)。

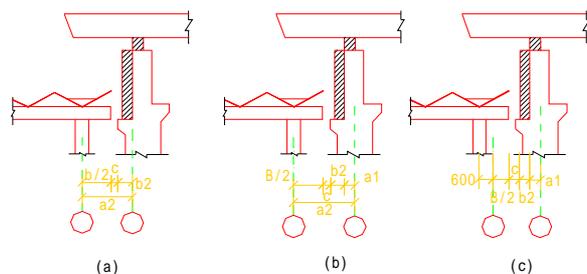


图 4.2.5 厂房纵横跨变形缝处的定位轴线
B——V 形折板波宽; c 、 b_2 、 a_1 、 a_2 ——同图 4.2.4 的说明

第三节 排水、防水

第 4.3.1 条 以下情况宜采用有组织排水:

一、年降雨量大于 900mm 的地区,檐口高度大于 8m 的屋面,相邻屋面高差大于 3m 的高处屋面;

二、年降雨量在 350mm 到 900mm 的地区,檐口高度等于或大于 10m 的屋面,相邻屋面高差等于或大于 4m 的高处屋面;

三、靠人行通道的建筑,不论檐口高度如何;

四、年降雨量小于 350mm 的地区,可根据具体情况决定。

第 4.3.2 条 当厂外设有露天吊车时,吊车上方的 V 形折板檐口宜采用有组织排水。

第 4.3.3 条 V 形折板屋盖宜采用双向排水,排水坡度可取 1%~2%,宜在浇灌下折缝混凝土时一次作出。

第 4.3.4 条 高低跨 V 形折板屋盖,当高跨屋面为无组织排

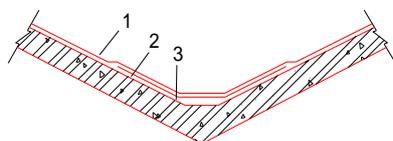
水时,低跨屋面落水处 1.5m 范围内宜加铺卷材一层,或设 600mm 宽防护板,并做好泛水。

第 4.3.5 条 无组织排水的 V 形折板屋面,下折缝挑檐净长度不宜小于 500mm,散水宽度不宜小于 800mm。

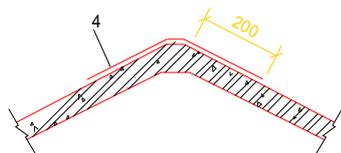
第 4.3.6 条 积灰较多的 V 形折板屋面,宜采用无组织排水;若采用有组织排水形式时,应有防止落水管堵塞的措施。

第 4.3.7 条 V 形折板屋面应认真做好防水工程。当铺设卷材时,宜垂直于 V 形折板跨度方向。下折缝处卷材的搭接构造,可参见图 4.3.7a 的形式。

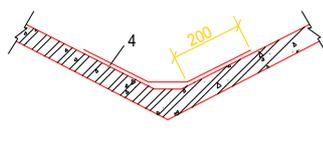
采用局部卷材防水时,上下折缝处卷材与板面的搭接长度应不小于 200mm(图 4.3.7b、c)。



(a)下折缝卷材搭接构造



(b)局部卷材防水

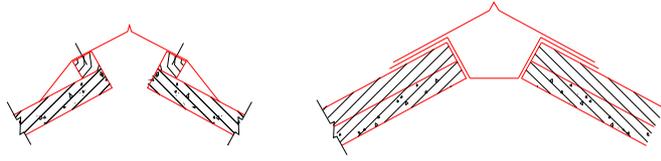


(c)局部卷材防水

图 4.3.7 屋面卷材搭接方法

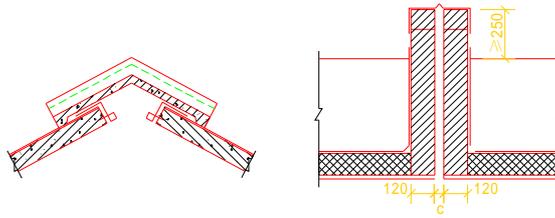
1——板面卷材;2——附加卷材层;3——找坡;4——卷材一层

第 4.3.8 条 V 形折板屋面变形缝构造,宜采用图 4.3.8 所示作法。



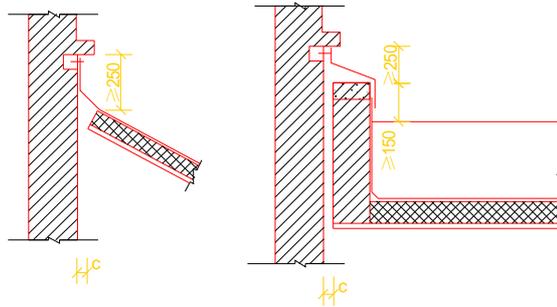
(a)无保温层屋面上折缝变形缝构造

(b)有保温层屋面上折缝变形缝构造



(c)V形折板对接处变形缝构造(一)

(d)V形折板对接处变形缝构造(二)



(e)高代跨处V形折板变形缝构造(一)

(f)高低跨处V形折板变形缝构造(二)

图 4.3.8 V形折板屋面变形缝构造

c——变形缝宽度

第四节 建筑热工

第 4.4.1 条 V 形折板建筑的热工设计,寒冷地区应以保温设计为主,炎热地区应以防热(隔热与散热)设计为主;冬季寒冷夏季炎热地区应同时从两方面考虑。

第 4.4.2 条 在寒冷地区的 V 形折板屋盖上,宜采用板状绝热材料作保温层或喷涂发泡保温隔热防水材料。当屋盖设有保温吊顶时,其保温层宜采用轻质绝热材料。

第 4.4.3 条 炎热地区的 V 形折板建筑除应组织良好的自然通风外,还可采用下列几种隔热措施:

一、在 V 形折板的上表面涂刷光滑的浅色材料,以减少屋面吸收太阳的辐射热,降低其等效温度,达到隔热效果;

二、在 V 形折板屋面上架空铺设薄板,形成一个通风隔热间层薄板可采用预应力混凝土薄板、钢丝网水泥薄板、石棉瓦等;

三、在 V 形折板屋盖的每个折内蓄水;

四、在 V 形折板屋盖下吊平顶,并在三角墙或三角架处开设通风孔,使 V 形折板下形成空气间层和通风道。

第五章 折板计算

第一节 一般规定

第 5.1.1 条 V 形折板结构的内力和位移均按弹性阶段计算,截面计算按现行国家标准《混凝土结构设计规范》有关规定进行。

第 5.1.2 条 抗震设防烈度为 7 度、8 度的地区可不进行 V 形折板结构的抗震计算,抗震设防烈度为 9 度的地区应进行抗震设计。当抗震设防烈度为 9 度,且 V 形折板跨度大于 24m 或悬臂长度大于 4.5m 时,尚应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》考虑竖向地震作用。

第 5.1.3 条 V 形折板构件设计应对纵向(跨度方向)和横向(波宽方向)分别进行计算,可不考虑上下折缝的钢筋混凝土截面参加工作。

第 5.1.4 条 V 形折板在均布荷载作用下,纵向取中间一折,按两端简支计算;横向不考虑上、下折缝对板面的约束影响,两端按铰接支座计算。

第 5.1.5 条 V 形折板构件在非均布荷载作用下,可按应力分配法进行计算,见本规程附录一。

第 5.1.6 条 V 形折板构件应根据使用条件和施工阶段,分别进行下列几种计算和验算:

一、承载能力极限状态计算:V 形折板均应进行最大承载能力计算。

二、正常使用极限状态计算。

1. 变形验算:V 形折板构件在正常使用极限状态下的挠度,应根据构件的刚度用结构力学的方法计算。V 形折板满足本规程

表 3.0.4 规定的几何参数时,可不作变形验算。

2. 抗裂或裂缝宽度验算:根据使用条件,对使用上要求不出现裂缝的 V 形折板构件,应进行抗裂验算。对使用上允许出现裂缝的 V 形折板构件,应进行裂缝宽度验算。

第 5.1.7 条 V 形折板构件应按建筑结构破坏后果的严重程度,选用不同的安全等级及相应的结构重要性系数。一般工业与民用建筑采用 V 形折板屋盖时,其安全等级为二级,重要性系数取 1.0。

第 5.1.8 条 预应力混凝土 V 形折板构件正截面抗裂验算,应遵守下列规定:

一、纵向抗裂验算。

1. V 形折板屋盖处于室内正常环境时,应按一般要求不出现裂缝的构件进行抗裂验算。混凝土拉应力限制系数 α_{ct} 取 0.3。

2. V 形折板屋盖处于露天或室内高湿度环境时,应按严格要求不出现裂缝的构件进行抗裂验算。

二、横向抗裂验算应按一般要求不出现裂缝的构件进行。混凝土拉应力限制系数 α_{ct} 取 0.5。

第 5.1.9 条 钢筋混凝土 V 形折板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》验算裂缝宽度。对于非卷材屋面,裂缝宽度应不大于 0.2mm;对于卷材屋面,裂缝宽度应不大于 0.3mm。

第 5.1.10 条 V 形折板构件的最大挠度应按荷载的短期效应组合并考虑长期效应组合的影响进行计算,其计算值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》第 3.3.2 条规定的允许值。

第 5.1.11 条 V 形折板屋盖设悬挂吊车时,动力系数取 1.05。凡符合本规程表 3.0.2 要求的设置悬挂吊车的 V 形折板屋盖,可不作疲劳验算。

第 5.1.12 条 V 形折板构件在安装过程中,单体 V 形折板构件的单折倾翻稳定验算,可按本规程附录三进行。

第 5.1.13 条 采用 V 形折板屋盖的单层厂房计算,一般采

用柱子下端为固接、上端为铰接的排架计算简图。V形折板构件计算可不考虑排架传来的水平力影响。如有托梁，排架横向柱子的计算高度，在满足构造要求后，可算至托梁顶面标高。

第 5.1.14 条 V形折板屋盖厂房的山墙抗风柱，可按柱下端固接、上端铰接的计算简图进行计算。

第 5.1.15 条 单跨V形折板屋盖厂房，在吊车水平荷载作用下，排架计算可考虑整体空间作用，空间作用分配系数取 0.5。

第二节 荷 载

第 5.2.1 条 屋面荷载应按下列规定采用：

一、V形折板、天窗架、挡风板、支架、防水层、找平层、保温隔热层等自重荷载标准值按实际情况确定。

二、风荷载、积灰荷载、吊车荷载等，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》的规定确定。

三、V形折板纵向计算时，应计入上下折缝自重，折缝自重标准值按实际情况计算，但应不小于 0.5kN/m。

第 5.2.2 条 屋面水平投影面上的雪荷载标准值按下式计算：

$$S_k = \mu_v \mu_r S_0 \quad (5.2.2)$$

式中 S_k ——雪荷载标准值；

μ_v ——V形折板屋面纵向积雪分布系数，取 1.0；

μ_r ——V形折板屋面横向积雪分布系数，按图 5.2.2 采用；

S_0 ——基本雪压。

第 5.2.3 条 屋面均布活荷载标准值，取 0.6kN/m²。V形折板横向计算时，尚应按作用在跨中的施工检修集中荷载进行验算。集中荷载标准值取 0.8kN，分布宽度取 1.0m。

第 5.2.4 条 V形折板屋盖悬挑长度大于 1.5m 时，需考虑风荷载的吸力对跨中弯矩的影响，风压体型系数取 -2.0。

第 5.2.5 条 V形折板构件设计应根据使用过程中可能同时

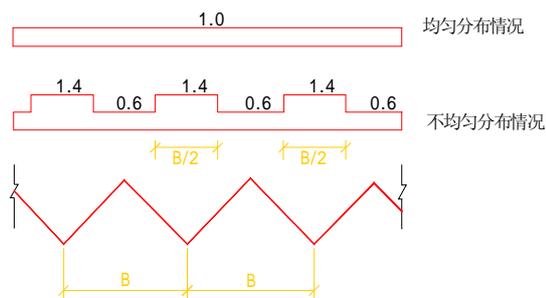


图 5.2.2 V 形折板屋面横向积雪分布系数 μ_r

出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别按现行国家标准《建筑结构荷载规范》的规定进行荷载效应组合。

第 5.2.6 条 V 形折板屋盖荷载效应组合时,其荷载系数,应按下列规定采用。

一、永久荷载:当其效应对结构不利时,分项系数取 1.2;当其效应对结构有利时,分项系数取 1.0;验算倾翻稳定时,分项系数取 0.9。

二、可变荷载:分项系数取 1.4;施工检修集中可变荷载分项系数取 1.3。

三、不上人屋面均布活荷载长期效应组合时,准永久值系数取 0;屋面均布积灰荷载长期效应组合时,准永久值系数取 0.8。

第三节 均布荷载作用下的内力计算

第 5.3.1 条 在均匀分布的竖向荷载作用下,V 形折板屋盖的内折可视作没有侧移,只取出其中半折(折板法)或一折(梁法)进行内力计算。

第 5.3.2 条 V 形折板纵向用折板法按下列规定计算:

一、将竖向荷载换算至折缝荷载,并分解为板平面内荷载(图

5.3.2)。

$$q_1 = \frac{qB}{2\sin\alpha} \quad (5.3.2-1)$$

式中 q ——竖向荷载；
 q_1 ——板平面内荷载；
 B ——波宽(计算板自重时, B 应扣除折缝宽度)；
 α ——倾角,板平面与水平面的夹角。

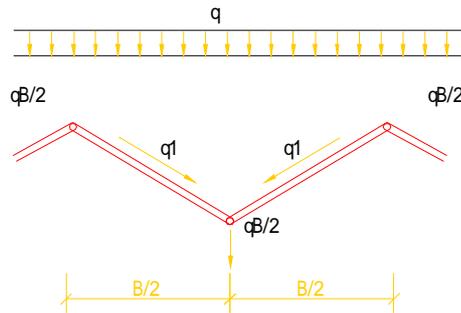


图 5.3.2 均布荷载作用下 V 形折板纵向荷载分解

二、将半折 V 形折板当作受板平面内荷载作用的简支梁进行计算,跨中最大弯矩及剪力按下列公式计算:

$$M_{max} = \frac{1}{8} q_1 l^2 \quad (5.3.2-2)$$

$$V_{max} = \frac{1}{2} q_1 l \quad (5.3.2-3)$$

式中 M_{max} ——跨中最大弯矩；
 V_{max} ——支座最大剪力；
 l ——V 形折板的纵向跨度。

注:纵向计算时,V 形折板的板宽 b 为简支梁的截面高度,V 形折板的板厚 t 为简支梁的截面宽度。

第 5.3.3 条 V 形折板纵向亦可取出一折中间 V 形折板,用梁法计算,但剪力仍应按折板法公式(5.3.2-3)计算。

第 5.3.4 条 V 形折板横向按下列规定计算:

一、将竖向荷载分解成垂直于板平面内的荷载(图 5.3.4),
即:

$$q_2 = q \cdot \cos^2 \alpha \quad (5.3.4 - 1)$$

式中 q_2 ——垂直于板平面内荷载。

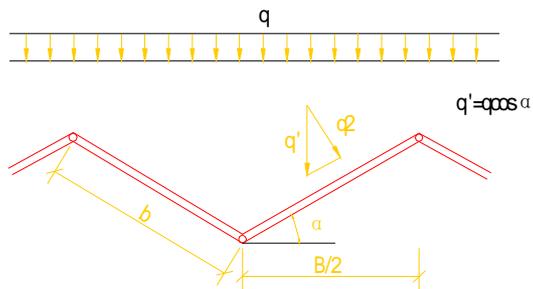


图 5.3.4 均布荷载作用下 V 形折板横向计算简图

二、将半折 V 形折板当作受垂直于板平面内荷载的两边简支板进行计算,跨中最大弯矩为:

$$M'_{max} = \frac{1}{8} q_2 b^2 \quad (5.3.4 - 2)$$

式中 b ——V 形折板板面宽度。

注:横向计算时,计算跨度为板面宽度,简支板的截面高度为 V 形折板的板厚,截面宽度取 1m。

第 5.3.5 条 悬挑大于 1.5m 的 V 形折板,纵向应按悬臂 V 形折板计算。

第 5.3.6 条 边折 V 形折板当有边梁或山墙支承时,边折 V 形折板视与内折相同,不另作计算。

当边折 V 形折板无边梁或无山墙支承时,应按以下规定计算:

一、纵向横向分析,在满足第 6.5.1 条的构造措施要求时,不另作计算。

二、当边折作用有其它非均布荷载时,按本规程附录一非均布荷载作用下 V 形折板的内力分析。

第四节 折缝处有集中荷载的计算

第 5.4.1 条 V 形折板屋盖内折有竖向集中荷载作用于折缝时,内力应按下列规定计算:

一、V 形折板屋盖内折折缝处承受竖向集中荷载时,只作纵向分析,不作横向分析,按下列公式计算:

1. 弯矩:

$$M = \xi \cdot M_F \quad (5.4.1-1)$$

式中 M ——由折缝处竖向集中荷载产生,考虑空间作用后的半折 V 形折板的纵向弯矩;

ξ ——折缝处竖向集中荷载作用下,弯矩空间分配系数;

M_F ——折缝处竖向集中荷载作用下的半折 V 形折板按简支梁计算的纵向弯矩。

2. 应力:

$$\sigma = \xi_1 \cdot \sigma_F \quad (5.4.1-2)$$

式中 σ ——由折缝处竖向集中荷载产生,考虑空间作用后的半折 V 形折板的纵向应力;

ξ_1 ——折缝处竖向集中荷载作用下,应力空间分配系数;

σ_F ——折缝处竖向集中荷载作用下的半折 V 形折板按简支梁计算的纵向应力。

二、折缝处竖向集中荷载作用下,空间分配系数按表 5.4.1-1 和表 5.4.1-2 规定选用。

三、折缝处竖向集中荷载作用下,半折 V 形折板的内力是将竖向集中荷载分解成 V 形折板平面内的集中荷载后,按简支梁计算而得的。

弯矩空间分配系数 ξ 表 5.4.1-1

板 号	AB	BC	CD	DE
弯矩空间分配系数 ξ	0.60	0.29	0.08	0.02

应力空间分配系数 ξ_1 表 5.4.1-2

点号	A	B	C	D	E
应力空间分配系数 ξ_1	0.734	-0.464	0.125	-0.034	0.01

注：① 表中板号和点号见图 5.4.1；

② 弯矩空间分配系数板下部受拉为正，板上部受拉为负；应力空间分配系数拉力为正，压力为负。

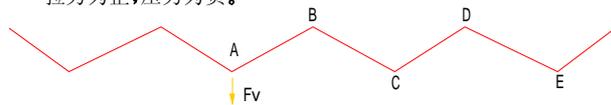


图 5.4.1 折缝处竖向集中荷载作用下的计算简图

第 5.4.2 条 V 形折板的剪力计算不考虑空间作用。

第 5.4.3 条 V 形折板屋盖在水平集中荷载作用于边折折缝时(如山墙抗风柱柱顶传至屋盖的荷载等),应按下列规定计算:

一、V 形折板屋盖在山墙折缝水平集中荷载作用下,只进行纵向分析,不作横向分析,按下列公式计算:

1. 弯矩:

$$M' = \xi' M'_F \quad (5.4.3-1)$$

式中 M' —— 由山墙折缝水平集中荷载产生,考虑空间作用的半折 V 形折板的纵向弯矩;

ξ' —— 山墙折缝水平集中荷载作用下,弯矩空间分配系数;

M'_F —— 山墙折缝水平集中荷载作用下,半折 V 形折板按简支梁计算的纵向弯矩。

2. 应力:

$$\sigma' = \xi'_1 \sigma'_F \quad (5.4.3-2)$$

式中 σ' —— 由山墙折缝水平集中荷载产生,考虑空间作用的半折 V 形折板的纵向应力;

ξ'_1 —— 山墙折缝水平集中荷载作用下,应力空间分配系数;

σ'_F —— 山墙折缝水平集中荷载作用下,半折 V 形折板按简支梁计算的纵向应力。

二、山墙折缝水平集中荷载作用下,空间分配系数按表 5.4.3-1 和表 5.4.3-2 规定选用。

弯矩空间分配系数 ξ'					表 5.4.3-1
板号	AB	BC	CD	DE	
弯矩空间分配系数 ξ'	0.30	-0.09	-0.16	-0.04	

应力空间分配系数 ξ'_1					表 5.4.3-2
点号	A	B	C	D	E
应力空间分配系数 ξ'_1	-0.54	0.07	0.25	0.065	0.02

注:① 表中板号和点号见图 5.4.3;

② 弯矩空间分配系数板下部受拉为正,板上部受拉为负;应力空间分配系数拉力为正,压力为负。

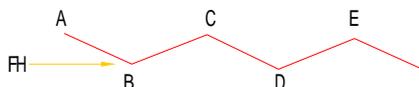


图 5.4.3 山墙折缝水平集中荷载作用下的计算简图

三、山墙折缝水平集中荷载作用下,半折 V 形折板的内力是将水平集中荷载分解成 V 形折板平面内的集中荷载后,按简支梁计算而得的。

第五节 截面验算

第 5.5.1 条 V 形折板的承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算均按矩形截面考虑。

第 5.5.2 条 V 形折板的正截面承载力、斜截面承载力、裂缝宽度、抗裂、变形,均应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》有关规定进行计算和验算。

第 5.5.3 条 预应力混凝土 V 形折板的抗裂验算,受拉区混凝土塑性影响系数 γ 应符合下列规定:

一、V 形折板横向:

当板厚 $>30\text{mm}$ 时, γ 取 1.75;

当板厚 $\leq 30\text{mm}$ 时, γ 取 2.2。

二、V形折板纵向:

当V形折板截面矢高 $f \leq 400\text{mm}$ 时, γ 取 1.75;

当V形折板截面矢高 $f > 400\text{mm}$ 时, γ 按下式计算:

$$\gamma = 1.75(0.7 + \frac{120}{f}) \quad (5.5.3)$$

式中 f ——V形折板截面矢高。

当V形折板截面矢高 $f > 1600\text{mm}$ 时,取 $f = 1600\text{mm}$ 。

第 5.5.4 条 先张法预应力混凝土V形折板端部进行斜截面受剪承载力计算及抗裂验算时,应按下式考虑预应力提高的受剪承载力:

$$V_p = 0.05N_{p0} \quad (5.5.4)$$

式中 V_p ——由预应力所提高的受剪承载力设计值;

N_{p0} ——混凝土法向预应力等于零时的预应力钢筋合力。

当V形折板端部支承点位于预应力传递长度范围以内时,可不考虑由于预应力提高的受剪承载力。预应力传递长度 l_{tr} 按现行国家标准《混凝土结构设计规范》表 5.1.5 采用。

第 5.5.5 条 预应力混凝土V形折板施工阶段可按预拉区允许出现裂缝的构件进行验算;截面边缘的混凝土法向应力应符合下列规定(图 5.5.5):

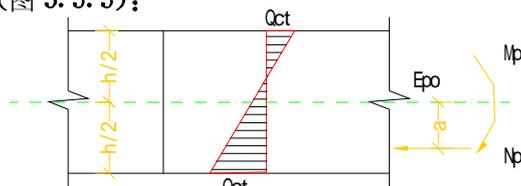


图 5.5.5 预应力混凝土V形折板施工阶段跨中纵向计算简图

$$\sigma_{ct} \leq 1.4 f'_{tk}$$

$$\sigma_{cc} \leq 1.2 f'_c$$

截面边缘的混凝土法向应力可按下式计算：

$$\sigma_{\alpha} \text{ 或 } \sigma_{\beta} = \sigma_{pc} + \frac{N_2}{A_0} \pm \frac{M_2}{W_0} \quad (5.5.5-1)$$

式中 σ_{α} 、 σ_{β} ——相应施工阶段计算截面边缘纤维的混凝土拉应力、压应力；

f'_{tk} 、 f'_c ——与各施工阶段混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值、抗压强度设计值，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》表 2.1.3 和表 2.1.4 用直线内插法取用；

γ ——见第 5.5.3 条；

N_p 、 M_p ——施工阶段施加预应力时，作用在计算截面的轴向力和弯矩；

A_0 ——V 形折板构件换算截面面积；

W_0 ——验算边缘的换算截面弹性抵抗矩。

第六章 结构构造

第一节 一般规定

第 6.1.1 条 V 形折板屋盖伸缩缝最大间距宜为 100m, 但不应超过下部承重结构伸缩缝间距。如有充分依据或可靠措施, 可予以增减。

第 6.1.2 条 V 形折板构件钢筋的混凝土保护层最小厚度(从钢筋的外边缘算起)应遵守表 6.1.2 的规定, 且不应小于受力钢筋的直径。

保护层最小厚度(mm) 表 6.1.2

钢筋种类	保护层最小厚度(mm)			上下折缝 附加钢筋
	纵向钢筋	横向钢筋	上网片	
保护层厚度	15	10	10	15

V 形折板处在腐蚀环境、高湿度环境或为非卷材屋面时, 其钢筋的混凝土保护层应适当加厚或采取其它有效措施(如刷涂料等)。

第 6.1.3 条 钢筋混凝土 V 形折板受力钢筋宜优先采用焊接接头。钢筋焊接接头的类型及质量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》的要求。

第 6.1.4 条 预应力混凝土 V 形折板的预应力钢丝需采用绕丝接长时, 其搭接长度: 冷拔低碳钢丝不应小于 60d; 碳素钢丝不应小于 120d。d 为钢丝直径。

第 6.1.5 条 受力钢筋的接头位置应相互错开。当采用非焊接搭接接头时, 在规定的搭接长度的任一区段内, 当采用焊接接头时, 在焊接接头处的 35d 且不小于 500mm 区段内, 有接头的受力

钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积的百分率：在受拉区应不大于 25%；在受压区应不大于 40%。

受力钢筋的接头应设在跨中 1/4 范围以外。

第 6.1.6 条 当钢筋网片为分段点焊时，网片之间搭接长度应不小于 150mm，并将搭接部分适当绑扎。

第 6.1.7 条 在均布荷载作用下，钢筋混凝土 V 形折板伸入支座内的长度 l_s 应不小于 240mm (图 6.1.7)。预应力混凝土 V 形折板应按以下规定采用：

- 一、冷拔低碳钢丝： $l_s \geq 240\text{mm}$ ；
- 二、碳素钢丝： $l \leq 15\text{m}$ 时， $l_s \geq 300\text{mm}$ ；
 $l > 15\text{m}$ 时， $l_s \geq 500\text{mm}$ 。

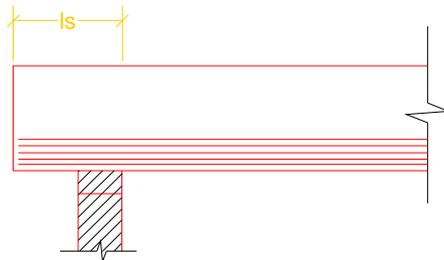


图 6.1.7 V 形折板伸入支座长度简图

第二节 钢筋配置

第 6.2.1 条 V 形折板钢筋的配置顺序：下网片的受力横向钢筋在下，纵向钢筋在上；上网片的横向钢筋在上，纵向钢筋在下；支座上网片的横向钢筋在下，纵向钢筋在上；纵向受力钢筋居中，不得倒放(图 6.2.1)。

第 6.2.2 条 V 形折板的钢筋配置(图 6.2.2)，应符合表 6.2.2 的要求。

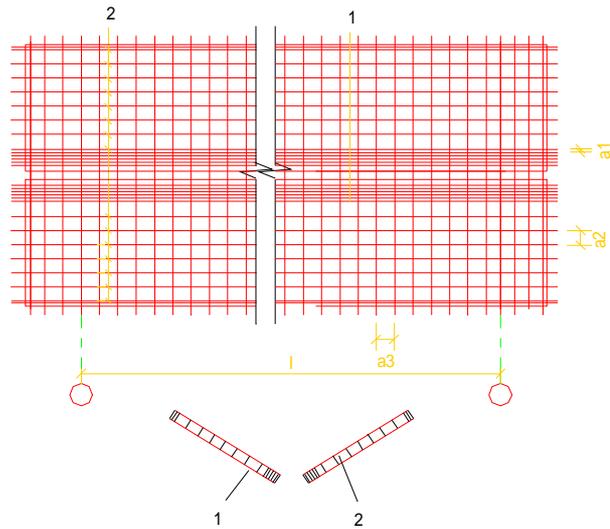


图 6.2.2 V 形折板钢筋配置

1——主筋；2——分布筋

V 形折板钢筋配置

表 6.2.2

折板类型	钢筋类型	钢筋根数	直径(mm)	间距(mm)
钢筋混凝土 V 型折板	纵向主钢筋	≥ 2	10~18	$25 \leq a_1 \leq 35$
	板面纵向分	≥ 4	4~8	$100 \leq a_2 \leq 250$
	布筋			$a_3 \leq 200$
	横向钢筋		4~6	
预应力混凝土 V 型折板	纵向主钢筋	≥ 3	4~5	$25 \leq a_1 \leq 30$
	板面纵向分	≥ 6	4~5	$100 \leq a_2 \leq 200$
	布筋			$a_3 \leq 150$
	横向钢筋		4~5	

注：当横向钢筋为点焊网片时，网片纵向钢筋的直径与网片横向钢筋相同，间距不大于 400mm。

(I) 纵向钢筋

第 6.2.3 条 钢筋混凝土 V 形折板和预应力混凝土 V 形折

板的纵向钢筋应由计算确定,并应符合表 6.2.2 的规定和下列要求:

一、板面纵向分布预应力钢筋在 V 形折板受压边缘一侧的配置,应不少于两根。

二、受拉区纵向预应力主钢筋的分布宽度,应不大于 $b/4$ 。

三、为减少受拉区纵向主钢筋的分布宽度,必要时可采用双根并列配置(图 6.2.3a);在特殊需要时也可采用三根成束布置(图 6.2.3b)。

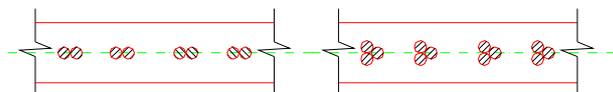


图 6.2.3 钢筋双根并列和三根成束配置

四、当采用碳素钢丝双根并列或三根成束配置时,混凝土强度等级应分别不低于 C50 和 C55,放张阶段的混凝土立方强度分别不宜低于设计的混凝土强度等级的 85%和 95%。

五、在预应力主钢筋向板面分布钢筋的过渡部位,纵向分布钢筋间距宜适当加密,以防预应力钢筋放张时产生的混凝土压应力突变,引起板面开裂。

第 6.2.4 条 V 形折板屋盖上下折缝中应分别设置一根 $\varnothing 8$ 和一根 $\varnothing 12$ 的附加纵向钢筋(图 6.3.1 和图 6.3.2a~c)。在伸缩缝两边或边折的下折缝应设置两根 $\varnothing 12$ 的附加纵向钢筋(图 6.3.2d)。

第 6.2.5 条 当 V 形折板屋盖上下折缝有集中荷载作用时,应按下述规定增设附加纵向钢筋:

一、当集中荷载作用于下折缝时,在该下折缝处应增设 $2\varnothing 12$ 通长附加纵向钢筋,并在相邻两个上折缝处应分别增设 $2\varnothing 12$ 的附加纵向钢筋,长度为 $2b$ (图 6.2.5a)。

二、当集中荷载作用于上折缝时,在该上折缝处应增设 $2\varnothing 12$

通长附加纵向钢筋,并在相邻两个下折缝处应分别增设 $2\phi 12$ 的附加纵向钢筋,长度为 $2b$ (图 6.2.5b)。

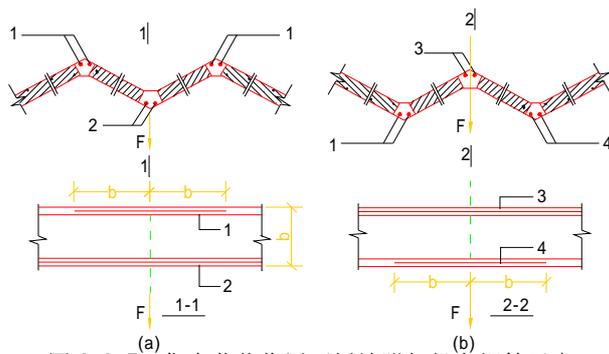


图 6.2.5 集中荷载作用下折缝附加纵向钢筋示意

- b ——V 形折板板面宽度; F ——悬挂集中荷载;
 1——附加纵向钢筋 $2\phi 12$,长为 $2b$; 2——通长附加纵向钢筋 $2\phi 12$;
 3——通长附加纵向钢筋 $2\phi 12$; 4——附加纵向钢筋 $2\phi 12$,长为 $2b$;

(II) 钢筋网片和横向钢筋

第 6.2.6 条 预应力混凝土 V 形折板中,横向钢筋宜采用点焊网片,也可将纵向钢筋和横向钢筋相互绑扎。

第 6.2.7 条 V 形折板构件两端部应设置上网片。上网片从板端开始并伸入支座内,伸入支座内长度应不小于 1000mm (图 6.2.7)。

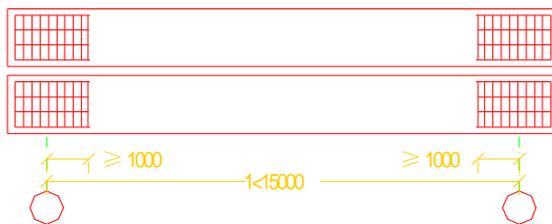


图 6.2.7 V 形折板端部设置上网片

第 6.2.8 条 当 V 形折板构件跨度 $l \geq 15\text{m}$ 时,应在跨中部

位增设上网片,网片长度应不小于 2000mm(图 6.2.8)。

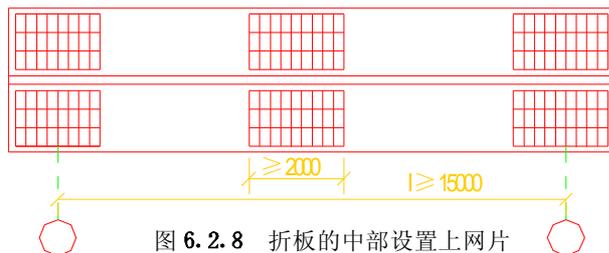


图 6.2.8 折板的中部设置上网片

第 6.2.9 条 当 V 形折板悬臂长度 $l_t \geq 3\text{m}$ 时,尚应在悬臂长度 $l_t \geq 3\text{m}$ 的一端支座上设置上网片,其长度 l_w 在预应力混凝土和钢筋混凝土 V 形折板上分别为 $1.5b$ 和 $1.0b$ (b 为板面宽度)(图 6.2.9)。

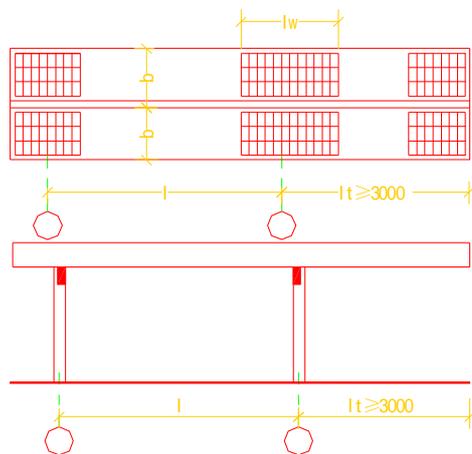


图 6.2.9 悬臂长度 $l_t \geq 3\text{m}$ 时支座处设置上网片

第 6.2.10 条 为减小预应力混凝土 V 形折板放张时板端裂缝,极端头 100mm 范围内应增加横向钢筋 3~4 根,钢筋直径与网片横向钢筋相同。

第 6.2.11 条 当 V 形折板折缝处悬挂竖向集中荷载时,尚应按下列原则在悬挂竖向集中荷载处增设附加横向钢筋和上网片:

一、当 V 形折板下折缝悬挂竖向集中荷载时,应按下式计算附加横向钢筋的总截面面积:

$$A_s = \frac{F}{f_y} \quad (6.2.11)$$

式中 A_s ——承受下折缝竖向集中荷载所需的附加横向钢筋总截面面积;

f_y ——钢筋抗拉强度设计值;

F ——下折缝竖向集中荷载分解成折板平面内的集中荷载设计值。

所需钢筋应尽量布置在悬挂点附近,分布宽度不大于 1.0m 范围,并应满足图 6.2.11a 的构造要求。

二、增设的上网片长度应不小于 V 形折板板宽 b ,钢丝间距不大于 150mm(图 6.2.11b),与第 6.2.8 条规定的上网片重叠部分可不设置。

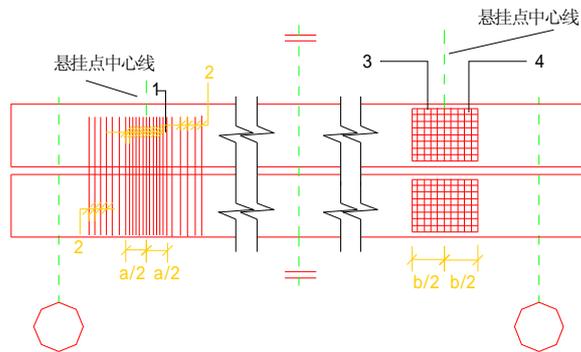


图 6.2.11 折缝悬挂竖向集中荷载时增设的附加横向钢筋和上网片

b ——V 形折板板面宽度; a —— $250\text{mm} \leq a \leq 400\text{mm}$; 1—— $\varnothing^5@30$;
2—— $4\varnothing^6@100$; 3—— $\varnothing^6@150$; 4—— $\varnothing^6@150$

(III) 吊环和插筋

第 6.2.12 条 吊环和插筋应沿 V 形折板构件两侧对称设置,其间距 1.0~1.5m。吊环处 V 形折板中应设置加强钢筋 2 ϕ 6。

必要时也可将插筋改为吊环。插筋在 V 形折板内一端和加强筋的两端均应做弯钩(图 6.2.12)。

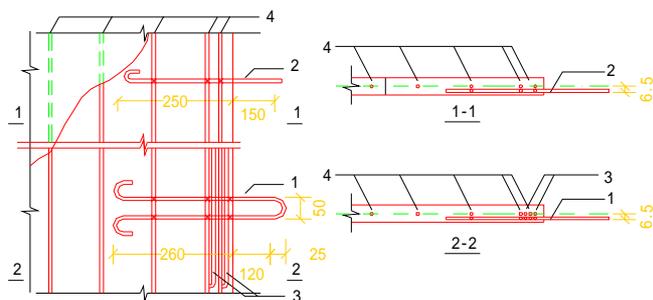


图 6.2.12 V 形折板吊环、插筋设置

1— ϕ 8 吊环;2— ϕ 8 插筋;3—2 ϕ 6 加强筋,1=400mm;4—纵向预应力钢筋

第三节 连接节点

(I) 上下折缝

第 6.3.1 条 V 形折板屋盖上折缝构造可按一般部位、吊环部位、插筋部位和非卷材屋面情况分别处理:

一、一般部位,V 形折板外露的横向钢筋应和折缝中附加纵向通长的 ϕ 8 钢筋相连接,每根横向钢筋应弯折 180°(图 6.3.1a)。

二、吊环部位的吊环应彼此相焊,焊缝长度应不小于 30mm;吊环和附加纵向钢筋应焊接(图 6.3.1b)。

三、插筋部位的插筋应互相搭焊,焊缝长度应大于或等于

30mm(图 6.3.1c)。

四、非卷材屋面上折缝灌缝混凝土应覆盖 V 形折板上缘上表面,覆盖长度应大于 80mm,以防止接缝处渗漏(图 6.3.1d)。

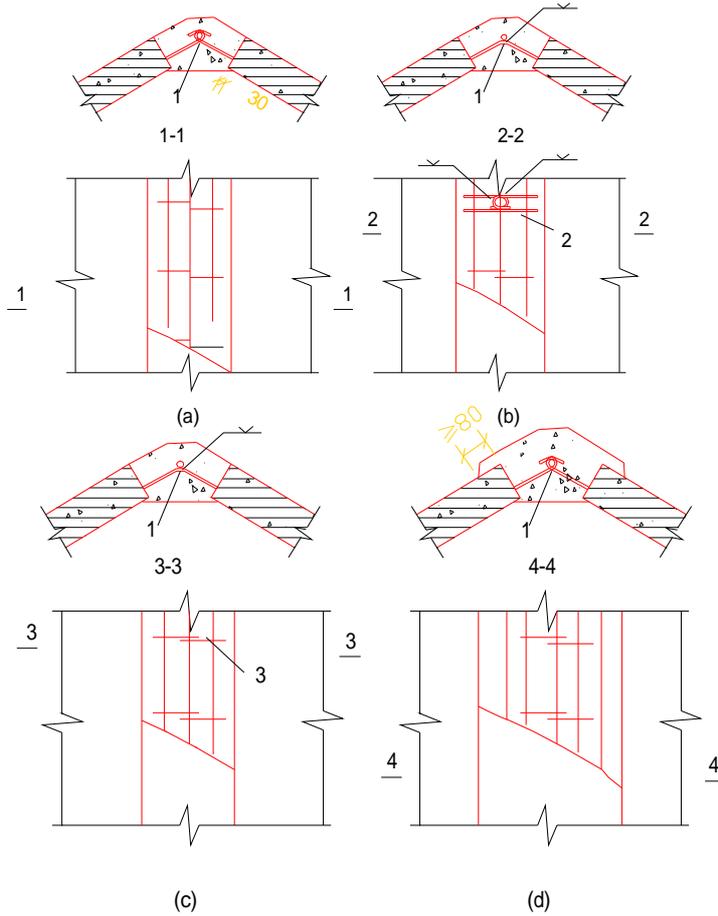


图 6.3.1 上折缝的节点构造

1— $\text{Ø}8$; 2—吊环; 3—插筋

第 6.3.2 条 V 形折板屋盖下折缝构造可按一般部位、支座

部位、非卷材屋面、边折部位或伸缩缝两边部位分别处理：

一、一般部位，下折缝的底部模板应做成尖角；下折缝内侧的混凝土和 V 形折板板面的压接长度应不小于 100mm (图 6.3.2a)。

二、支座部位，应设置长 120mm 的“三角件”，且应与支托构

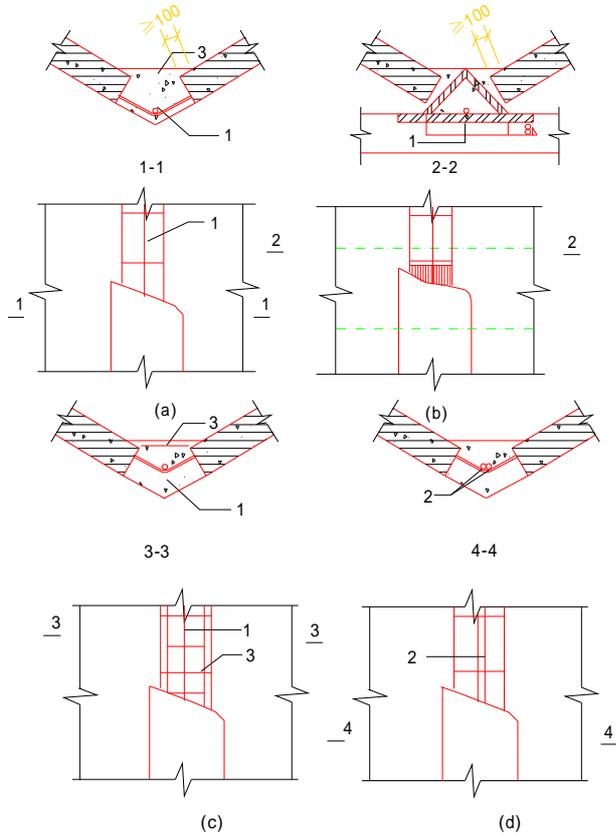


图 6.3.2 下折缝的节点构造

1— $1\text{Ø}12$; 2— $2\text{Ø}12$; 3—网片

件中的预埋件相焊接(图 6.3.2b)。

三、非卷材屋面,宜在下折缝上面增设钢筋网片(图 6.3.2c)。

四、边折或伸缩缝两边的 V 形折板下折缝,应设置两根 $\phi 12$ 通长钢筋(图 6.3.2d)。

(II) 山墙连接

第 6.3.3 条 V 形折板上缘和山墙连接点构造,可采用图 6.3.3 作法。

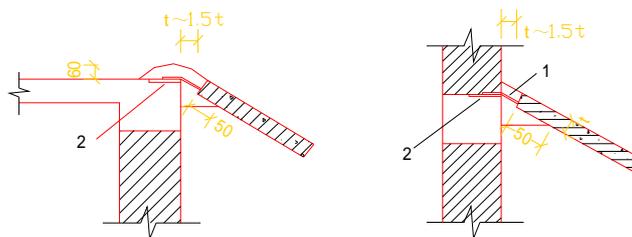


图 6.3.3 V 形折板上缘和山墙连接

1——吊环和插筋;2——圈梁内埋件,与板内钢筋焊接固定;
t——V 形折板的板厚

第 6.3.4 条 V 形折板下折缝和山墙连接点构造,应能将山墙上端水平力传至 V 形折板屋盖(图 6.3.4)。

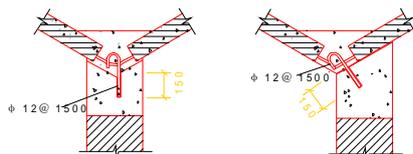


图 6.3.4 V 形折板下折缝和山墙连接示意

第 6.3.5 条 V 形折板下折缝和山墙抗风柱连接构造,应能传递水平力(图 6.3.5—1 和图 6.3.5—2)。

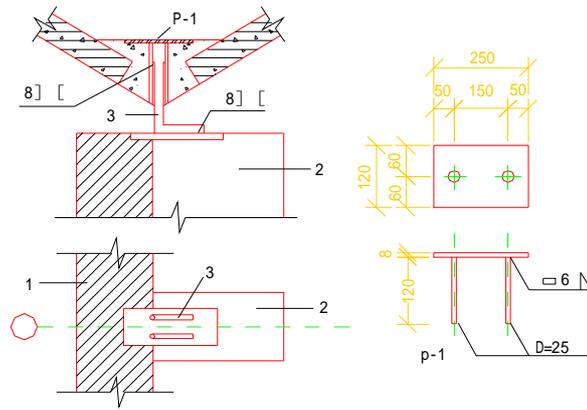


图 6.3.5—1 V 形折板下折缝和山墙抗风柱连接示意图(一)

1——砖墙； 2——柱子； 3——2 ϕ 22

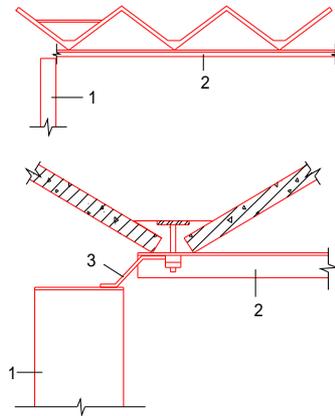


图 6.3.5—2 V 形折板下折缝和山墙抗风柱连接示意图(二)

1——抗风柱； 2——角钢撑杆； 3——Z 形钢板

(Ⅲ) 悬挂集中荷载节点

第 6.3.6 条 集中荷载作用点距支座不宜小于 1.5m。

第 6.3.7 条 悬挂吊车和悬挂集中荷载的吊点,宜设置在下折缝处(图 6.3.7-1 和图 6.3.7-2)。

图 6.3.7-1 的悬挂吊点构造适用于悬挂吊车起重量大于等于 3t;图 6.3.7-2 的悬挂吊点构造适用于悬挂吊车起重量小于 3t。

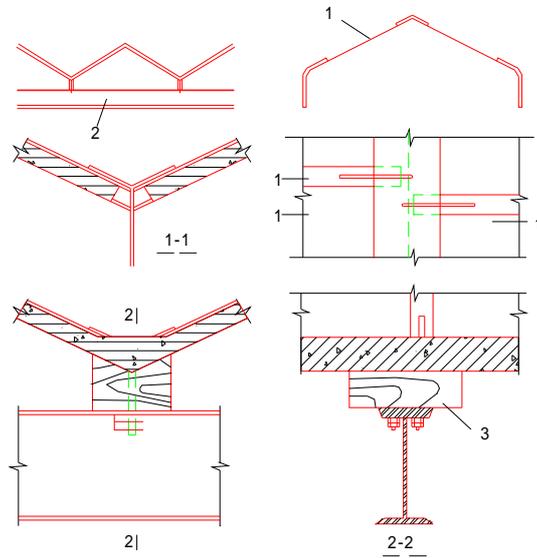


图 6.3.7-1 悬挂吊点钢带连接构造

1—背带; 2—吊车轨道; 3—垫木

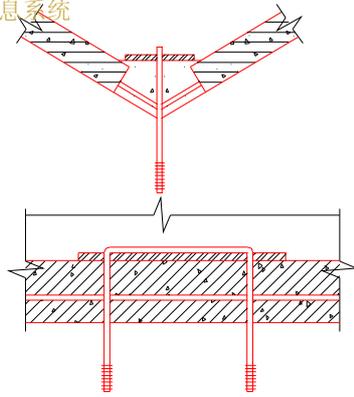


图 6.3.7-2 悬挂吊点下缝吊挂构造示意

(IV) 托梁节点

第 6.3.8 条 托梁在柱顶的连接点,应在托梁下端设置钢板与柱顶预埋钢板焊接,焊缝应进行抗水平力计算(图 6.3.8)。

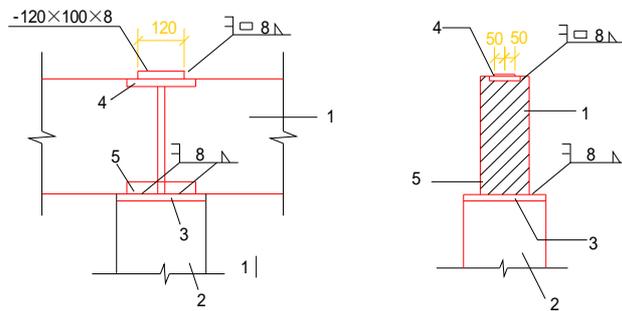


图 6.3.8 托梁与柱顶连接

- 1——托梁;2——柱子;3——柱顶预埋件;
- 4——托梁端部上面预埋件;5——托梁端部下面预埋件

第 6.3.9 条 当排架水平力较大时,可将柱头局部升至托梁

顶标高,并与托梁端部焊接或螺栓连接(图 6.3.9)。

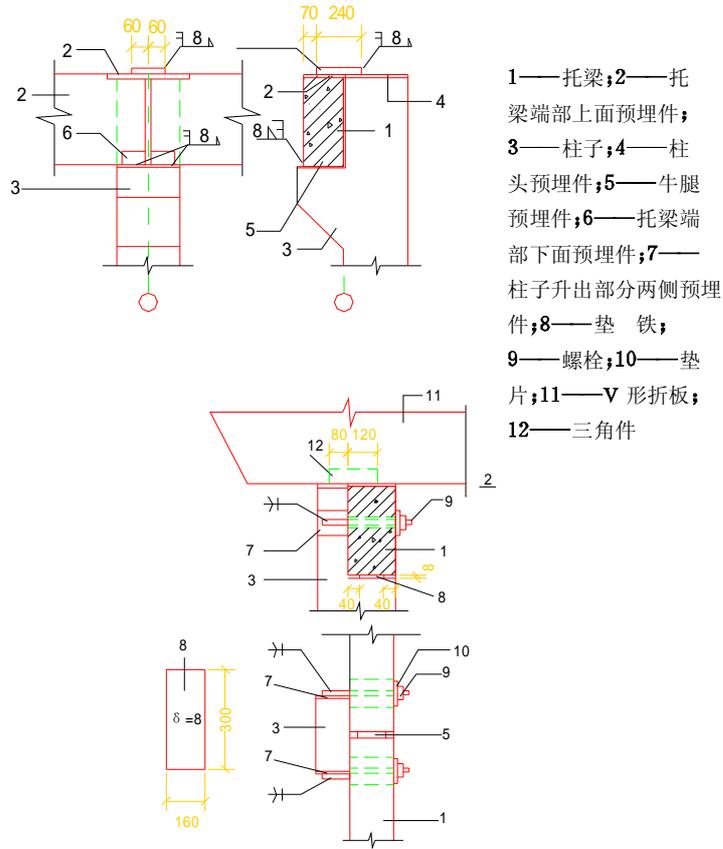


图 6.3.9 柱头局部升至托梁顶的连接

第四节 开孔 V 形折板

第 6.4.1 条 开孔 V 形折板应进行开孔计算,计算方法见本规程附录二。

(I) 板边开口 V 形折板

第 6.4.2 条 板边开口 V 形折板除应对开口处截面进行计算外,尚应符合图 6.4.2 的构造要求。

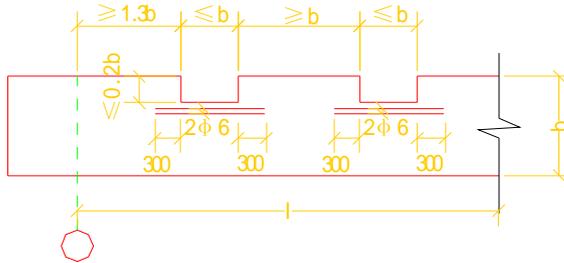


图 6.4.2 板边开口尺寸及附加钢筋

第 6.4.3 条 板边开口 V 形折板应在开口处的中部设角钢撑杆,并用螺栓连接(图 6.4.3)。

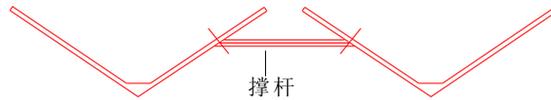


图 6.4.3 板边开口 V 形折板设角钢撑杆示意

(II) 板内小开孔 V 形折板

第 6.4.4 条 板内小开孔 V 形折板应符合图 6.4.4 构造要求。洞口边缘的集中荷载小于 1kN 时可不另作计算。

(III) 板内大开孔 V 形折板

第 6.4.5 条 板内大开孔 V 形折板的洞口配筋由计算确定,并应符合图 6.4.5 构造要求。

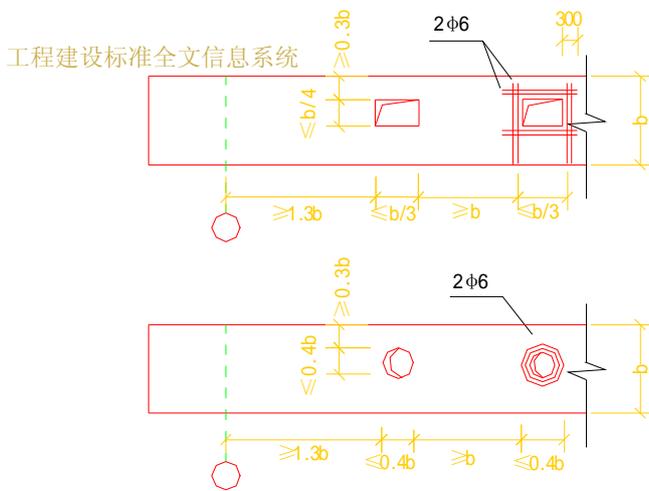


图 6.4.4 板内小开孔 V 形折板洞口尺寸及附加钢筋示意

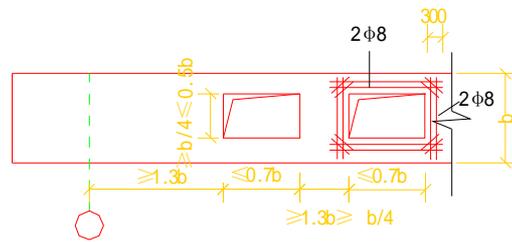


图 6.4.5 板内大开孔 V 形折板洞口尺寸及附加钢筋示意

第五节 边折及伸缩缝

第 6.5.1 条 V 形折板屋盖的边折应加设拉杆。拉杆宜用型钢制作,采用螺栓与 V 形折板连接(图 6.5.1)。

第 6.5.2 条 V 形折板屋盖的伸缩缝应设在上折缝处。伸缩缝两边相邻 V 形折板应加设拉杆(图 6.5.1)。

第 6.5.3 条 拉杆应采取有效的防腐措施,定期检查,及时更换。拉杆及节点见图 6.5.3。

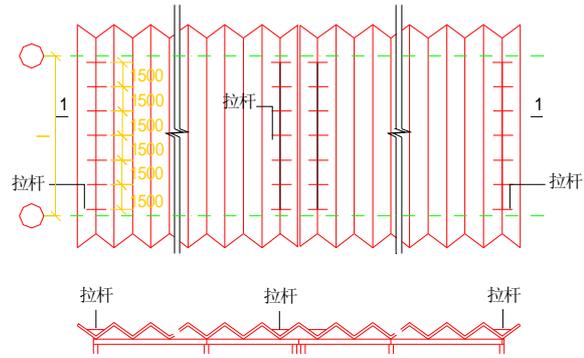
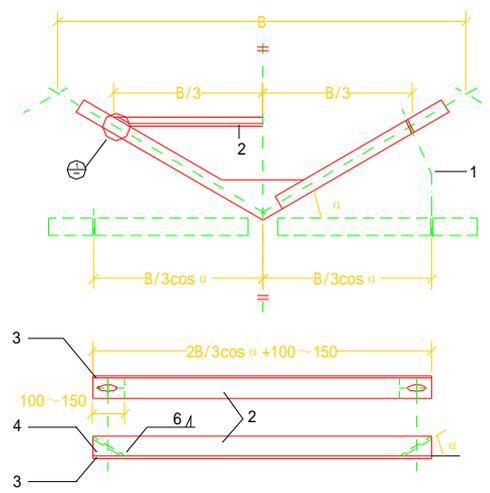


图 6.5.1 V形折板屋盖拉杆平面示意



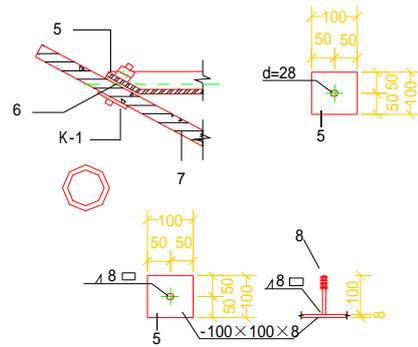


图 6.5.3 拉杆及其节点示意

- B**——V 形折板波宽；**a**——V 形折板倾角；
1——预留孔；**2**——角钢，每隔 1.5 一根；
3——椭圆孔；**4**——切去三角部分；
5——橡皮垫厚 6mm；**6**——螺栓与角钢相焊接；
7——V 形折板；**8**——螺栓 M14，带双帽

第七章 施工工艺

第一节 一般规定

第 7.1.1 条 施工前应按照已确定的施工工艺,编制施工组织设计,对施工场地平面布置、构件的制作及吊装方案、运输路线、道路条件等作出规定,并在施工中认真执行。

第 7.1.2 条 开工前,应按施工组织设计,对参加施工的全体职工进行技术交底和安全教育,各项技术和安全措施必须经检查落实后,才能进行施工。

第 7.1.3 条 当缺乏 V 形折板制作、运输、吊装等实践经验时,则应进行试制、试运、试吊、静荷载试验,以便为成批制作、运输、吊装提供依据。构件应经检验合格后方可成批生产。

第 7.1.4 条 V 形折板系薄壁构件,应严格控制板的厚度,确保堆放、运输、安装过程中的安全,并防止构件丧失稳定、产生裂缝和破坏等情况的发生。

第 7.1.5 条 钢筋混凝土 V 形折板构件,一般宜在工程地点附近就地生产制作,预应力混凝土 V 形折板构件宜在长线法台座上集中生产。

第 7.1.6 条 V 形折板构件的制作场地应满足起吊、堆放、运输等要求。

第 7.1.7 条 V 形折板宜采用张开平铺叠层生产。台面必须平整光滑,2m 内平整度不应超过 3mm。

第 7.1.8 条 台面伸缩缝距离可根据当地温差情况确定,一般每隔 30m 左右设一条。生产时应在伸缩缝处敷设宽度为 200~300mm 的覆盖层,以防止构件裂缝。

第 7.1.9 条 隔离剂应涂刷均匀,形成薄膜,待干燥后方可进

行下一道工序,防止隔离剂沾污钢筋。也可选用塑料薄膜作隔离层,但应铺设平整,避免出现皱褶儿,影响构件质量和美观。

第二节 构件制作

(I) 材料规格及要求

第 7.2.1 条 钢筋(钢丝)、水泥、砂、石等材料,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》的有关规定。

第 7.2.2 条 预应力混凝土 V 形折板采用的水泥标号,不宜低于 425 号;钢筋混凝土 V 形折板采用的水泥标号,不宜低于 325 号。应优先采用硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。

第 7.2.3 条 应优先选用中砂,不得采用粉砂或细砂;砂子的含泥量(重量比)应不大于 3%。

第 7.2.4 条 生产 V 形折板用的石子,粒径一般应控制在 5~15mm。

(II) 模 板

第 7.2.5 条 V 形折板制作时,侧模可采用木条或钢筋。模板高度宜小于 V 形折板板厚 1~2mm(图 7.2.5)。

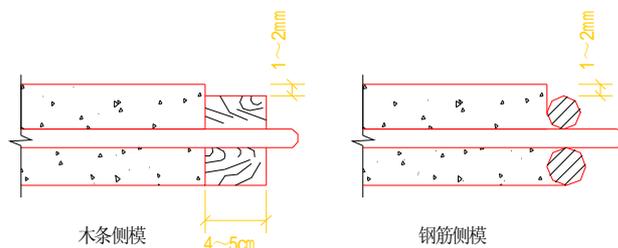


图 7.2.5 V 形折板侧模示意

第 7.2.6 条 V 形折板侧模应保持平直,木模的木条宽度为 4~5cm。

第 7.2.7 条 预应力混凝土 V 形折板端头模板宜采用梳筋板(图 7.2.7)。

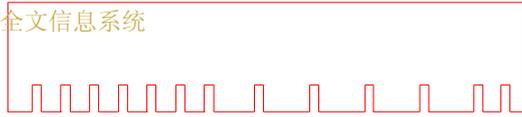


图 7.2.7 钢梳筋板示意

(Ⅲ) 钢筋布置

第 7.2.8 条 钢筋网片可采用点焊或绑扎,并可分段分块制作,分块大小,一般以 1.5m 长左右为宜。

第 7.2.9 条 预应力混凝土 V 形折板采用绑扎的上下网片时,可将横向钢筋直接绑扎在纵向预应力钢丝上。

第 7.2.10 条 钢筋网片的制作应遵照现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》的有关规定。网片与主筋绑扎应交错进行,采用绑扎网片时,绑扎点应不少于接触点的 50%;采用点焊网片时,绑扎点应不少于接触点的 20%。

第 7.2.11 条 吊环和插筋位置应准确,保证伸出长度 120~150mm。吊环及其加强筋和插筋,应与网片和分布筋绑扎牢固。

第 7.2.12 条 V 形折板钢筋的保护层应符合设计规定。

第 7.2.13 条 当纵向钢筋需要采用双根或三根并丝布置时,则应将两根或三根钢丝分别成束捆扎,捆扎间距不大于 3m(图 7.2.13)。

(Ⅳ) 浇灌混凝土

第 7.2.14 条 在浇灌混凝土前,应按照设计要求对钢筋布置进行逐项检查,合格后方可浇灌混凝土。

第 7.2.15 条 每折 V 形折板浇灌混凝土应从端头开始连续进行,整个台座每层宜一次浇灌成型,不得留施工缝。

第 7.2.16 条 浇灌混凝土时,应采用机械振捣,以保证混凝土的密实度。

第 7.2.17 条 在混凝土初凝到终凝阶段,应及时进行抹面压光,在此过程中不得洒水或撒干水泥粉。

第 7.2.18 条 抹面时,沿 V 形折板上下折缝边缘 100mm 宽

度范围内,必须擦毛,以利于折缝、灌缝时新老混凝土的结合。

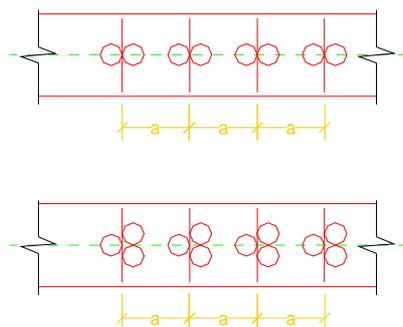


图 7.2.13 双根并丝和三根成束钢丝绑扎情况

第 7.2.19 条 V 形折板自然养护时,应遵守下列规定:

一、混凝土浇灌完毕后,应及时覆盖,洒水养护,保持混凝土经常处于湿润状态。

二、混凝土强度达到设计强度等级 50% 以上时,方可停止浇水养护。

第 7.2.20 条 蒸气养护时,应在常温下静停 2~4h 再进行蒸气养护。每小时升温不宜大于 20℃,降温不宜大于 25℃,最高温度不宜大于 85℃。

(V) 预应力筋张拉

第 7.2.21 条 预应力混凝土 V 形折板可采用墩式、传力柱式或临时简易台座施加预应力和生产。台座和承压系统应具有足够的强度、刚度和稳定性。

第 7.2.22 条 施加预应力的机具、设备和仪表,应定期维护和校验。如出现异常情况,应及时校正。常用机具见本规程附录四。

第 7.2.23 条 进行预应力筋张拉时,宜优先采用应力自控的张拉方法。当采用弹簧测力计时,弹簧压力吨位应不小于张拉力的 1.5 倍,行程应不小于 40mm。

第 7.2.24 条 预应力钢丝锚夹具的滑移值,不应超过 3mm。

第 7.2.25 条 预应力钢丝张拉可采用一次定位方法;张拉控制应力应按设计张拉应力的 105%确定。

第 7.2.26 条 一次同时张拉两根预应力钢丝时,应使应力分配均匀,平衡传递。

第 7.2.27 条 张拉钢丝时,应有可靠的安全防护措施,防止钢丝拉断或抽滑伤人。

第 7.2.28 条 当预应力钢丝采用搭接接头时,钢丝搭接区段应采用 22#铁丝紧密缠绕。

第 7.2.29 条 预应力钢丝可采用梳筋板定位,主筋偏移不得大于 3mm。

第 7.2.30 条 预应力钢丝放张时的混凝土强度等级应满足设计要求,并符合本规程第 6.2.3 条第四款的规定。有条件时宜采用整体缓慢放张。

第 7.2.31 条 预应力钢筋断筋顺序应遵守下列规定:

一、叠层生产时应分层切断;

二、沿台座纵方向应首先切断中部的钢丝,然后依次切断其它钢丝,在台座横方向应从两边向中间对称切断(图 7.2.31)。

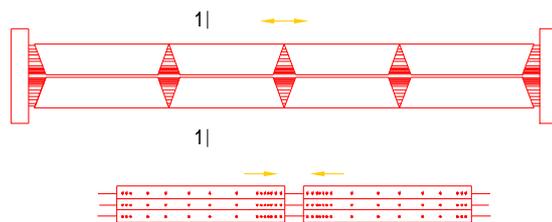


图 7.2.31 预应力混凝土 V 形折板纵横向切断钢丝示意
(VI) 出池堆放

第 7.2.32 条 钢筋混凝土 V 形折板起吊出池时的混凝土强度,不得低于混凝土强度设计值的 75%。

第 7.2.33 条 V 形折板从台面吊起之前,必须将吊环弯折向上。

第 7.2.34 条 起吊时,V 形折板各吊点必须受力均匀,吊具应保持受力平衡。吊绳与 V 形折板之间夹角不得小于 45°。

第 7.2.35 条 V 形折板一般采用侧立靠放。堆放架应具有足够的刚度,保持支座稳定。V 形折板堆放场地应平整、夯实,严防倾斜或下沉。各支点的高度和倾角必须保持一致。

第 7.2.36 条 V 形折板应对称、紧密堆放,倾斜角 75°~85°。

第 7.2.37 条 堆放架的间距一般为 3~4m,堆放的 V 形折板两端挑出长度应不大于 2m;堆放架每侧不宜多于 8 折。

第三节 运输安装

(I) 运输

第 7.3.1 条 一般根据 V 形折板的跨度选用运输车辆,可采用大型拖车,也可在汽车上安装运输架,将 V 形折板挂在车身两侧运输。

第 7.3.2 条 V 形折板运输架应有足够的强度、刚度和稳定性。

第 7.3.3 条 运输时,应将 V 形折板牢固绑扎在拖车或运输架上。不应采用加塞木楔之类的临时措施,以免车身摇晃时松动。大型 V 形折板运输时,应注意重心高度,防止倾覆。

第 7.3.4 条 运输时,V 形折板从支点处挑出长度,不宜大于 2m,避免因汽车尾部甩动,造成垂直裂纹。

(II) 安装

第 7.3.5 条 吊装 V 形折板的吊具,必须经过结构计算。吊具主梁长度应接近 V 形折板长度,最短不宜小于 V 形折板板长减去 1.5m。

第 7.3.6 条 吊装 V 形折板使用的起重设备,可因地制宜根据条件选用扒杆或吊车,或其它起重设备。

第 7.3.7 条 安装前,应在板面上画出支座的尺寸线,并将与“三角件”相碰的钢筋剪断。同时,必须检查支座“三角件”尺寸位置是否与设计相符,否则应采取相应措施。

第 7.3.8 条 三角墙或三角架搁置面上宜铺设水泥砂浆找平。

第 7.3.9 条 安装 V 形折板时,必须保证两个板面同时对称张开下落就位。严禁将两个板面倒向一侧。

第 7.3.10 条 V 形折板起吊后,应张开一定角度,张开宽度宜为波宽的 0.4 倍。也可在地面成型后吊装就位。

第 7.3.11 条 为保证 V 形折板在安装就位过程中的稳定性,必须采用带有花篮螺栓的临时拉杆固定。拉杆间距不宜大于 1.5m;当悬挑长度大于 3m 时,应适当加密悬挑部分的临时拉杆。

第 7.3.12 条 V 形折板吊至起吊高度后,挂好事先调整好长度的临时拉杆,再缓缓放下,使 V 形折板完全张开,并利用拉杆调整 V 形折板张开角度,保证板面平直,上下折缝宽窄一致,并符合设计要求。待临时拉杆调整固定之后,方可摘除吊钩。

第 7.3.13 条 V 形折板安装时,应确保上折缝的正确位置(图 7.3.13a),严禁出现“人”字形的上折缝(图 7.3.13b)。

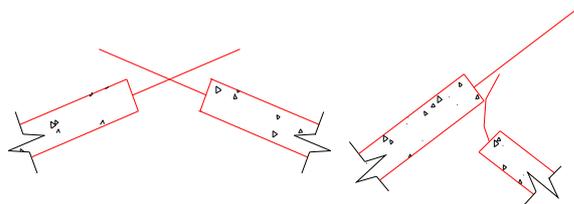


图 7.3.13 正确与错误的上折缝示意

第 7.3.14 条 当 V 形折板安装就位后,发现不符合设计要求时,必须及时用花篮螺栓调整临时拉杆长度,校正安装尺寸。安装过程中不得使用撬棍。

第 7.3.15 条 V 形折板横向伸出钢筋应弯折 180°,并与折缝

中附加钢筋钩牢(图 7.3.15)。

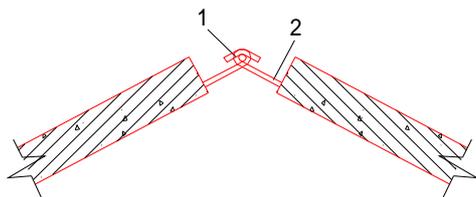


图 7.3.15 上折缝伸出横向钢筋与附加钢筋连接示意

1——上折缝附加钢筋;2——上折缝伸出的横向钢筋

第 7.3.16 条 V 形折板上折缝两侧的吊环和插筋必须焊牢,焊缝长度不得小于 50mm。

第 7.3.17 条 临时拉杆必须在 V 形折板上折缝两侧的吊环和插筋焊接固定之后,方可拆除。

第 7.3.18 条 边折及伸缩缝处 V 形折板的临时拉杆,必须在永久性拉杆安装之后,方可取下。

第 7.3.19 条 安装过程中,应严格控制板上的施工人数,跨度 $l \leq 12\text{m}$ 时,限 4~5 人;跨度 $l > 12\text{m}$ 时,限 6~7 人,并严禁人员和材料过分集中于一侧。

第 7.3.20 条 设有桥式吊车的厂房,应先安装吊车,后安装 V 形折板屋盖。

(III) 灌 缝

第 7.3.21 条 V 形折板安装并校正后,必须进行上下折缝的灌缝工作。

第 7.3.22 条 灌缝前,对下列内容检查无误,处理完毕后,方可灌缝:

- 一、V 形折板是否出现板面下垂、扭曲、裂缝等现象。
- 二、吊环和插筋是否焊牢,焊缝长度是否满足要求。

第 7.3.23 条 为保证灌缝处新老混凝土结合牢固,灌缝前,应用钢刷将 V 形折板边缘认真清刷干净,并用水冲去污垢,刷纯水泥浆一道。

第 7.3.24 条 上下折缝的模板宜采用吊挂方式支模(图 7.3.24)。

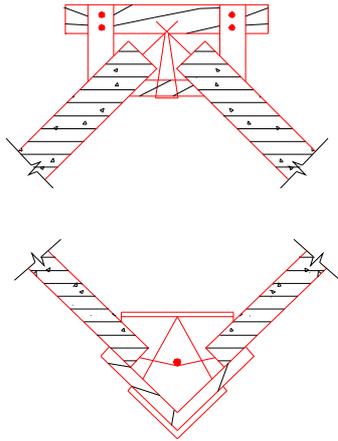


图 7.3.24 上下折缝支模示意

第 7.3.25 条 浇灌折缝混凝土时,应避免板上操作人员和材料过分集中。为减少施工荷载对 V 形折板的影响,可在 V 形折板上铺设跳板,跳板宜搁置在距支座 1/4 跨度范围内。

第 7.3.26 条 浇灌上下折缝混凝土时,宜采用小直径插入式振捣棒,振捣密实。在混凝土初凝前应压平抹光,并及时进行养护。

第 7.3.27 条 灌缝时气温低于 5℃,则应按现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》中有关冬季施工的规定进行。

第八章 屋面工程

第一节 保温工程

第 8.1.1 条 V 形折板屋面必须在板面清洁干燥情况下将保温层直接铺设在 V 形折板板面上。

第 8.1.2 条 块状的保温层材料,要求外形整齐,砌筑严密、贴紧、铺平,厚度允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。上下折缝处保温层块材间的空隙,应用同类材料碎块填充。

第 8.1.3 条 V 形折板屋面上采用整体浇筑保温层时,应从下折缝处开始依次向上浇筑,厚度均匀,表面平整,允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

第二节 隔热工程

第 8.2.1 条 当 V 形折板屋盖上铺设薄板形成一个隔热空气间层时,应扫净屋面防水层上的落灰、杂物等,以保证空气间层气流畅通。

第 8.2.2 条 当 V 形折板屋盖采用蓄水隔热时,应在屋面施工完毕后及时蓄水,以防止混凝土开裂。

第三节 防水工程

第 8.3.1 条 屋面防水除应遵守现行标准《屋面防水工程技术规范》外,防水层的铺设还应遵守下列原则:

一、当保温层为整体现浇时,应待其强度等级达到设计要求时方可铺设防水层,保温层表面应抹 1:1 的水泥砂浆,一次找平;

二、当保温层为预制砌块时,宜用厚度为 5~15mm 的水泥砂浆找平层找平。

第 8.3.2 条 卷材屋面的找平层(或局部找平层)与突出屋面结构(如女儿墙、天窗壁、烟囱、管道等)的连接处,应做成圆弧形或斜坡形。

第 8.3.3 条 卷材防水层应垂直于 V 形折板跨度方向铺设。分段铺设时,卷材接头应设在上折缝处,卷材跨过上折缝的长度不宜小于 200mm。

下折缝处应加铺一层卷材,加铺层与板面搭接宽度不宜小于 200mm。

卷材一般由下折缝最低处向上滚铺,随浇随铺,粘贴牢固。

第 8.3.4 条 无保温非卷材防水屋面的基层,应符合下列要求:

一、板面平整、光洁、干燥、无裂缝。

二、上下折缝的混凝土密实,与 V 形折板构件结合处严密无裂缝。

第九章 屋盖工程验收

第一节 V形折板构件验收

第 9.1.1 条 验收 V 形折板构件时,应具备钢筋(钢丝)和混凝土的强度试验记录、预应力张拉记录。

第 9.1.2 条 V 形折板出厂前,不应有蜂窝、麻面、露筋、掉边、缺角等破损。

第 9.1.3 条 V 形折板外形几何尺寸的允许偏差,应符合表 9.1.3 中的规定。允许偏差项目的抽查点的 70% 达到设计要求时,方为合格。V 形折板构件的抽查数量,应不小于构件总数的 5%,且不少于 3 折。

V 形折板构件几何尺寸允许偏差 表 9.1.3

项次	名 称	允许偏差(mm)
1	长度	±20
2	宽度	±4
3	厚度	+4 -1
4	钢筋保护层	±3
5	主筋带宽度	±15
6	吊环插筋位置	±10

第 9.1.4 条 V 形折板主筋带部位不允许有任何裂缝。其它部位的裂缝,在下列范围内仍可认为合格:

一、安装前,V 形折板端部裂缝的长度 $l_1 < 0.3b$ (b 为 V 形折板板面宽度)。

二、安装前,垂直于 V 形折板跨度方向的中部外侧裂缝长度 $l_2 < 0.3b$ (b 为 V 形折板板面宽度)。

三、V形折板板面裂缝宽度不大于0.2mm(图9.1.4)。

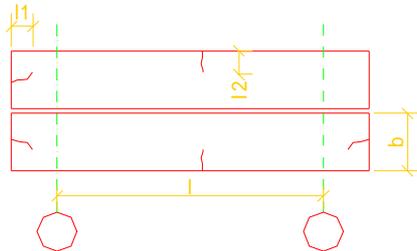


图9.1.4 V形折板裂缝示意

第9.1.5条 成批生产V形折板构件时,应按生产数量的1%,并不少于每年一折抽样进行静荷载检验。

第9.1.6条 当V形折板符合上述要求时,方可签发构件出厂合格证。

第二节 V形折板结构性能检验

第9.2.1条 V形折板构件应根据需要或设计要求,按下列规定进行结构性能检验:

一、钢筋混凝土V形折板构件进行承载力、挠度和裂缝宽度检验;

二、预应力V形折板构件进行承载力、挠度和抗裂检验。

当采取加强材料和制作质量检验的措施时,可不作承载力检验。

第9.2.2条 V形折板构件可取出一个单折,模拟V形折板屋盖内折的受力状态作结构性能检验(图9.2.2a)。试验时应重视V形折板的纵向边界条件,防止过早失稳。纵向支撑应满足V形折板能垂直自由变位,约束水平变位(图9.2.2b)。

第9.2.3条 V形折板构件属大型构件,成批生产时,当采取加强材料和制作质量检验的措施时,第一批生产时应取出一折构件按上述规定作结构性能检验,以后各批可不再作结构性能检验。

第9.2.4条 V形折板构件的承载力、挠度、抗裂或裂缝宽度

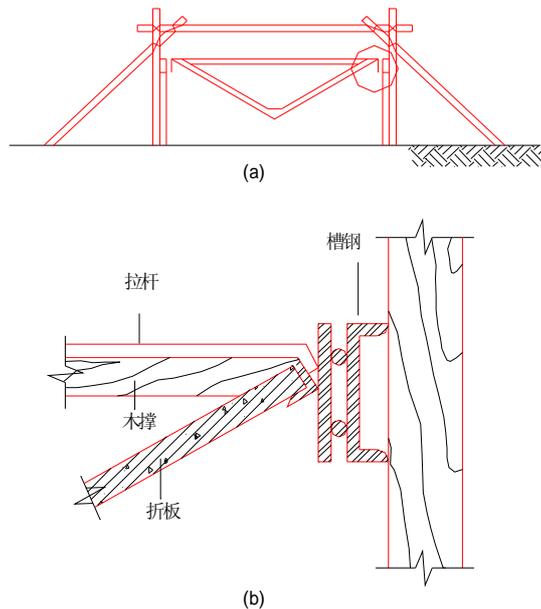


图 9.2.2 构件检验试验台示意

的检验应按国家现行标准《预制混凝土构件质量检验评定标准》的有关规定进行。

第三节 安装工程验收

第 9.3.1 条 V 形折板屋盖施工期间及工程完工后,应对屋面进行检查,并对板缝质量、板面挠度、屋面渗漏、跨度轴线、三角件位置等逐项验收。

第 9.3.2 条 V 形折板屋盖安装后,应对其倾角、矢高、上下折缝等部位进行检测(图 9.3.2),允许偏差应符合表 9.3.2 中的规定。

V形折板安装尺寸允许偏差

表 9.3.2

项次	项 目		允许偏差(mm)
1	矢高 f		+25 -15
2	倾角 α		+2° -1°
3	波宽 B		+10 -10
4	挑檐长度		+20
5	上折缝	上下高差 c	+10
		水平宽度 A	+20
6	下折缝	上下高差	+10
		水平宽度	+10

注：倾角用样板套测。

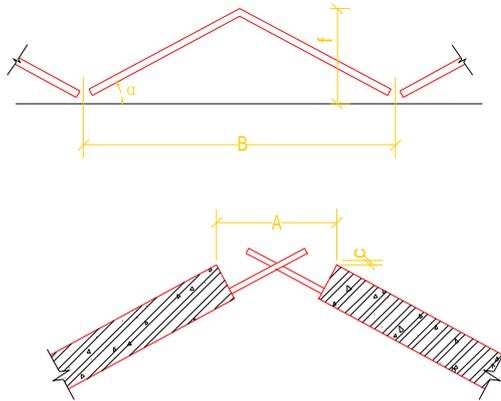


图 9.3.2 折板安装偏差示意

f ——矢高； α ——倾角； B ——波宽； c ——上折缝两侧 V 形折板高差；
 A ——上折缝水平宽度

第四节 屋面工程验收

第 9.4.1 条 竣工的 V 形折板屋盖不得有渗漏或积水现象。检查渗漏或积水，可在雨后进行。必要时可选用人工浇水或蓄水的

方法检查。

第 9.4.2 条 竣工的卷材屋面,卷材与基层之间、各层卷材之间应按要求粘贴牢固,表面应平整,不得有皱褶儿、气泡、空洞、起鼓和翘边。

第 9.4.3 条 竣工的 V 形折板涂料防水层应平整、均匀,不得有脱皮、起壳、裂缝、鼓泡等。

第 9.4.4 条 V 形折板屋面工程竣工验收时,应提供下列文件:

- 一、原材料、半成品和成品的质量证明文件、试验报告或现场检验记录;
- 二、保温隔热层、防水层完工后的现场检查记录;
- 三、施工过程中重大技术问题的处理记录和工程变更记录。

附录一 非均布荷载作用下 V形折板的内力分析

在非均布荷载作用下,当假定V形折板屋盖的上下折缝为铰接时,可采用应力分配法进行内力分析。应力分配法的要点如下:

1. 将外荷载按等效原则换算为折缝荷载,再将折缝荷载分解到各板平面内,求出各板的板面荷载。

2. 假定各板在各自的板面荷载作用下计算上下折缝的纵向应力。

3. 此时,折缝左右应力不相等,应用与弯矩分配法相似的概念和方法,对应力进行分配调正,直至折缝左右的应力相等为止。

4. 应力分配法的各种系数和规定如下:

分配系数——折缝左边为0.5,折缝右边为-0.5;

传递系数——为-0.5;

不平衡应力——规定为折缝右边应力减折缝左边应力;

应力符号——规定拉应力为+,压应力为-。

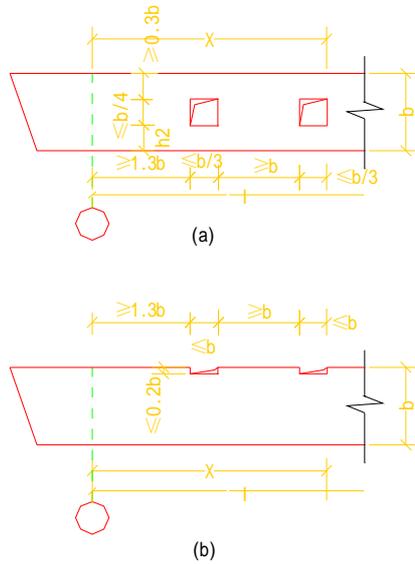
5. 应力分配法应选取在最不利截面进行计算。如果判别不出最不利截面位置,则应分别在几个不同截面同时进行应力分配,最后取最不利的值进行抗裂和承载力验算。

附录二 开孔 V 形折板计算

(一)开孔 V 形折板分类

开孔 V 形折板分小开孔 V 形折板和大开孔 V 形折板两类。

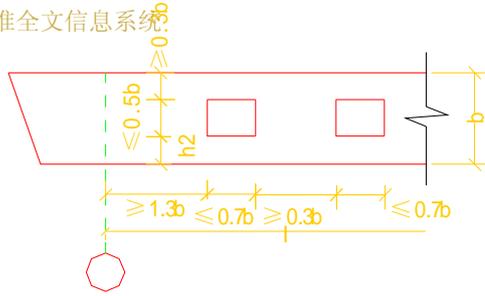
1. 满足附图 2.1(a)、附图 2.1(b)中规定尺寸的开孔为小开孔 V 形折板。图中 h_2 应大于主筋带宽度。



附图 2.1 小开孔折板尺寸简图

2. 开孔尺寸满足附图 2.2 中规定的尺寸为大开孔 V 形折板。图中 h_2 应大于主筋带宽度。

超过附图 2.2 规定尺寸的开孔 V 形折板不宜采用。



附图 2.2 大开孔折板尺寸简图

(二)小开孔 V 形折板的计算

小开孔 V 形折板除应将整个构件当作无开孔 V 形折板进行计算外,尚应对开孔区段进行正截面承载力计算、抗裂验算和上下肢或附图 2.1(b)开孔区段的净截面的受剪承载力计算。

1. 正截面承载力计算。对附图 2.1(a)小开孔 V 形折板进行正截面承载力计算时,全截面的受压区高度应小于上肢的高度;对附图 2.1(b)板边开孔 V 形折板进行正截面承载力计算时,应按净截面进行计算。

2. 抗裂验算。计算方法与无开孔 V 形折板相同,但应采用净截面的惯性矩和截面抵抗矩。当满足下式要求时,可不另进行该开孔区段的抗裂验算:

$$\frac{M_x}{W_x} \leq \frac{M}{W} \quad (\text{附 } 2.1)$$

$$M_x < M \quad (\text{附 } 2.2)$$

式中 M_x ——靠近跨中的开孔边缘处按荷载短期效应组合计算的弯矩设计值;

W_x ——开孔区段验算边缘的净截面抵抗矩;

M ——跨中无开孔区段的某一任意截面的按荷载短期效应组合计算的弯矩设计值;

W ——无开孔区段验算边缘的截面抵抗矩。

3. 受剪承载力计算。附图 2.1(a) 上下肢的剪力设计值按下式计算：

$$V_1 = \frac{h_1^3}{h_1^3 + h_2^3} V \quad (\text{附 } 2.3)$$

$$V_2 = \frac{h_2^3}{h_1^3 + h_2^3} V \quad (\text{附 } 2.4)$$

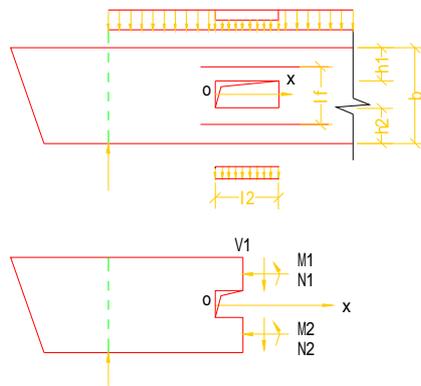
式中 V ——靠近支座的开孔区段截面处的总剪力设计值；
 $V_1、V_2$ ——上下肢的剪力设计值。

上下肢受剪承载力按现行国家标准《混凝土结构设计规范》的规定分别计算。

(三) 大开孔 V 形折板的计算

大开孔 V 形折板应分别对开孔区段及无开孔区段进行计算。

1. 开孔区段的计算。V 形折板开孔区段应分别对上下肢进行正截面承载力计算、抗裂验算和受剪承载力计算，并按偏心受压或偏心受拉构件计算。计算简图如附图 2.3 所示。



附图 2.3 开孔区段计算简图

(1) 上下肢杆的单肢弯矩按下式计算:

$$M_1(\text{或 } M_2) = M_m + M_v + M_q \quad (\text{附 } 2.5)$$

式中 M_1, M_2 ——上下肢杆的单肢弯矩;

M_m ——由于弯曲变形而产生的单肢弯矩;

M_v ——由于剪切变形而产生的单肢弯矩;

M_q ——由于肢杆上作用线荷载 q_1 (或 q_2)而产生的单肢弯矩。

M_m, M_v 可按下式求得:

上肢:

$$M_m = \frac{I_1}{I_0} M_q \quad (\text{附 } 2.6)$$

$$M_v = V_1 \times (x - \frac{l_2}{2}) \quad (\text{附 } 2.7)$$

下肢:

$$M_m = \frac{I_2}{I_0} M_q \quad (\text{附 } 2.8)$$

$$M_v = V_2 \times (x - \frac{l_2}{2}) \quad (\text{附 } 2.9)$$

式中 I_1, I_2 ——分别为上下单肢截面惯性矩;

I_0 ——按双肢计算的截面惯性矩;

V_1, V_2 ——按(附 2.3)式和(附 2.4)式计算,符号规定为使单元体产生顺时针方向旋转时为正,反之为负;

l_2 ——V形折板开孔区段长度;

x ——以开孔左边为零点的 x 坐标(附图 2.3)。

M_q ——按跨度为 l_2 ,两端为固结约束的梁,在承受线荷载 q_1 (或 q_2)计算。

(2) 上下肢的轴向力按下式计算:

$$N_1 = \frac{M - M_1 - M_2}{l_f} \quad (\text{附 } 2.10)$$

$$N_2 = -N_1 \quad (\text{附 } 2.11)$$

式中 $N_1、N_2$ ——上下肢的轴向力；

M ——开孔区段内任一截面的按无开孔计算的弯矩；

$M_1、M_2$ ——与 M 同一截面的按(附 2.5)式计算的上下肢单肢弯矩；

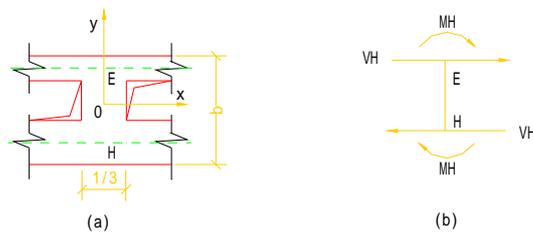
l_t ——上下肢中心线的距离。

(3)上下肢的剪力可按(附 2.3)式计算。

2. 无开孔区段的计算。对无开孔区段应进行纵向、横向(y 方向)的正截面承载力计算、抗裂验算和受剪承载力计算(附图 2.4 (a))。

(1)纵向计算与无开孔 V 形折板相同。

(2)当 $l_3 < b$ 时,应进行腹杆横向(y 方向)的正截面承载力计算、抗裂验算和受剪承载力计算(附图 2.4(b))。



附图 2.4 无开孔区段的计算简图

横向的弯矩 $M_E、M_H$ 可根据节点平衡条件计算,即:

$$M_E = M_1^r - M_1^l \quad (\text{附 2.12})$$

$$M_H = M_2^r - M_2^l \quad (\text{附 2.13})$$

式中 $M_1^l、M_1^r、M_2^l、M_2^r$ ——分别为左右开孔区段在该节点产生的上下肢单肢弯矩,按(附 2.5)式计算;

$M_E、M_H$ ——无开孔区段横向两端节点弯矩,右侧纤维受拉为正,反之为负。

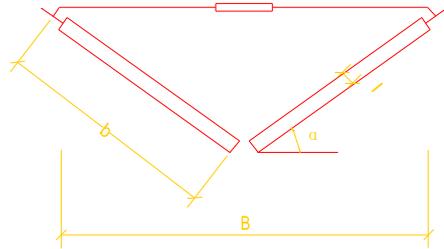
(3)剪力设计值 V_H 可根据杆件平衡条件计算。当大开孔 V 形

折板的开孔比较均匀时,可按空腹桁架计算内力。

整体屋盖在均布荷载作用下,当其中某几块V形折板有开孔时,并满足本规程第六章第四节有关开孔的构造要求时,一般可不考虑由于开孔而引起的内力重分布。

附录三 安装过程中 V 形折板单折 倾翻稳定验算

安装过程中一般应作单体 V 形折板的单折倾翻稳定验算, 所设临时拉杆间距符合本规程时, V 形折板整体失稳的临界荷载标准值, 可按下式计算(附图 3.1):



附图 3.1 安装过程中 V 形折板单折倾翻稳定验算简图

$$[q]_k = 0.325 E_c \left(\frac{t}{b}\right)^3 \left(\frac{B}{l}\right)^2 \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha (1 - 0.46 \cos^2 \alpha)} \quad (\text{附 } 3.1)$$

式中 E_c ——混凝土弹性模量(N/mm²);

t ——V 形折板板厚(mm);

b ——V 形折板板宽(mm);

B ——V 形折板波宽(mm);

l ——V 形折板跨度(mm);

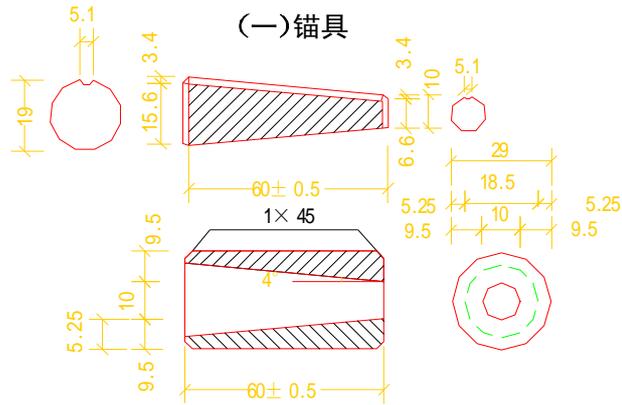
α ——V 形折板倾角(度)。

稳定安全度应满足下式要求:

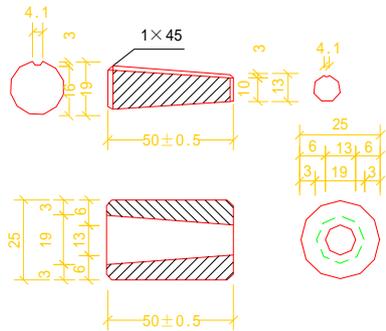
$$\frac{[q]_k}{q + 0.7 \times 10^{-3}} > 2.5 \quad (\text{附 } 3.2)$$

式中 q ——V 形折板自重, 换算成水平投影计算(N/mm²)。

附录四 常用施工机具简图

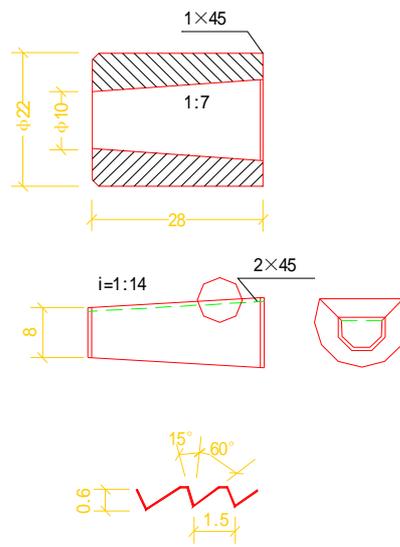


附图 4.1 碳素钢丝 $\text{Ø}5$ 套筒锚具



附图 4.2 冷拔低碳钢丝 $\text{Ø}4$ 锚具

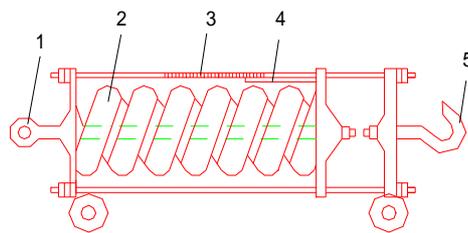
1——套筒材料用 30# 或 45# 钢, $\text{HR}_c=35\sim45$;
2——销子材料用 45# 钢



附图 4.3 冷拔低碳钢丝 $\phi 5$ 锚具

1——套筒材料为 45#钢,2——销子材料用 45#钢,硬度 HRc40~45

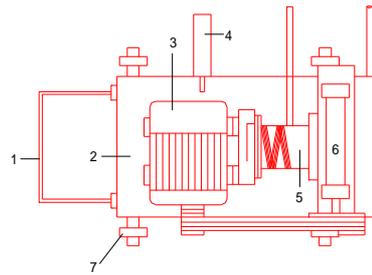
(二)测力器



附图 4.4 弹簧测力器

1——接张拉机,2——弹簧,3——标尺,4——指针,
5——接钢丝夹具

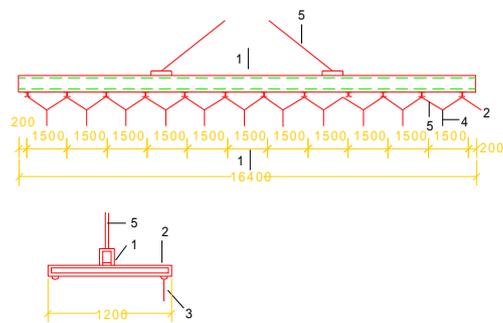
(三)张拉机



附图 4.5 电动卷筒张拉机

1——手拉环;2——底板;3——电动机;4——顶杆;5——钢丝绳卷筒;
6——蜗轮蜗杆减速器;7——行走轮;8——三角皮带

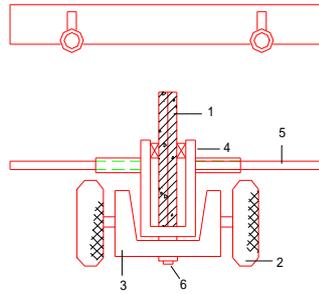
(四)吊 具



附图 4.6 跨度 15m、波宽 3.0m 折板吊具

- 1——主梁(槽钢 2[30);2——横梁(槽钢 2[10);
3——主钢丝绳;4——分钢丝绳;5——接吊车大吊绳

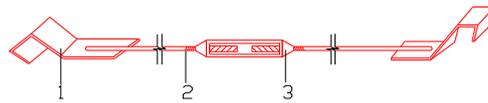
(五) 搬运推车



附图 4.7 折板搬运推车

- 1——折板;2——胶轮;3——车架;4——折板插放架;
5——手推车;6——主轴

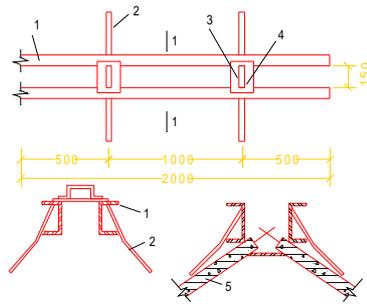
(六) 临时拉杆



附图 4.8 临时拉杆简图

- 1——拉钩;2——钢筋 $\varnothing 16$;3——花篮螺栓

(七) 浇灌上缝混凝土活动模板



附图 4.9 浇灌上缝混凝土活动钢模板简图
1——槽钢;2——手杆;3——把手;4——连接钢板;5——折板

附录五 本规程用词说明

一、为便于在执行本规程条文时区别对待,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:

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:

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:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明必须按其它有关标准、规范执行时的写法为“应按……执行”或“应符合……的要求(或规定)”;非必须按照所指定的标准、规范的写法为“可参照……的要求(或规定)”。

附加说明

本规程主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位:中国石油化工总公司北京石油化工工程公司

中国石油化工总公司北京设计院

参 加 单 位:北京有色冶金设计研究总院

中国建筑标准设计研究所

福建省轻工业设计院

北京铁路局北京构件厂

中国铁道建筑总公司房山桥梁厂

主要起草人:陈醒辉 刘文岑 蒋 津 黄思远

彭克伟 杨 晓 林元坤 张玉海

陈丽君 王恩洸 吴石宝 胡佛根

欧阳志 凌银泉