

第十篇

矿山栈桥和输送机走廊施工 设计实用技术与图集

第一章 概 述

第一节 功能、种类及结构类型

矿井地面煤和矸石的运输按照地面生产工艺过程,须从某处的一个水平输送到另一处的另一个水平。因此在某些生产建筑物或结构物之间须建一结构物,用以安装和支承运输设备和矿物并供人员通行,这种高出地面的结构物叫“栈桥”。除严寒地区外,栈桥一股做成敞开式的或有顶无墙的半敞开式的,而供胶带输送机或铸石刮板输送机输送矿物或矸石的栈桥,习惯都做成封闭式,称为输送机走廊或皮带走廊,简称走廊,或称通廊。栈桥和走廊在煤炭、金属矿山的地面生产系统中广泛使用,见图 10-1-1。

按照栈桥上所安运输设备与栈桥所起作用不同,栈桥可分为下列四种:铺设轨道用矿车运输的叫“矿车运输栈桥”;用箕斗运输的叫“箕斗运输栈桥”;用胶带输送机运输的叫“输送机走廊”(或称皮带走廊);供人员行走的叫“人行栈桥”等等。

栈桥和走廊所用材料,与一般桥梁一样,可采用钢材、钢筋混凝土、砖石及木材等材料建成。按照所用材料不同,栈桥和走廊又可分为以下四种结构类型:即钢栈桥(走廊)、钢筋混凝土栈桥(走廊)、砖石混合结构栈桥(走廊)、木栈桥(走廊),而木栈桥仅为修建临时性栈桥才采用。

在我国的矿山地面建筑设计中,对栈桥或走廊的结构选型,以采用钢筋混凝土结构最为普遍。钢结构常用于大跨度和超高度的大型矿井或特殊条件的栈桥或走廊、砖石混合结构一般用于高度不大(10m 左右)的栈桥或走廊。木结构则很少采用。

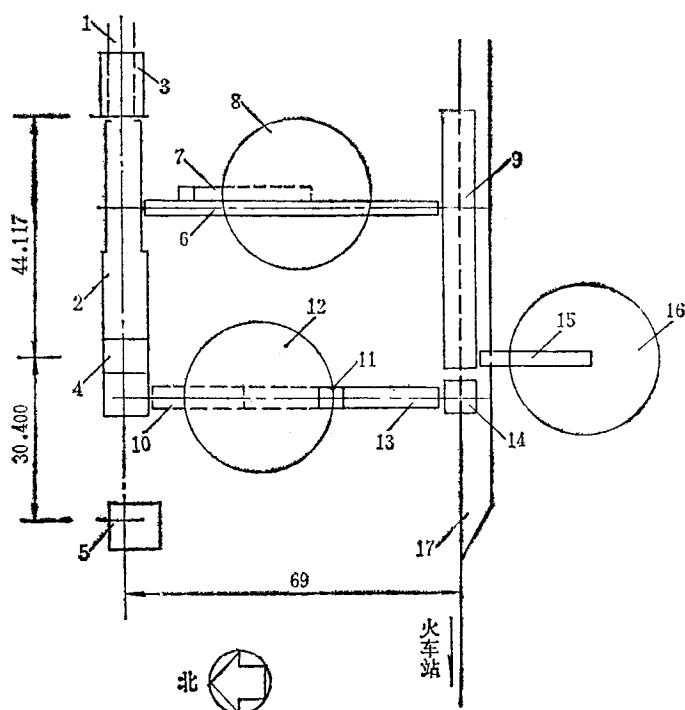


图 10-1-1 年产 30 万 t 矿井地面生产系统总平面布置图

- 1—斜井 2—箕斗栈桥及选矸楼 3—箕斗检修间(井口房) 4—天轮架 5—提升机房；
 6—上仓胶带输送机走廊 7—返煤胶带输送机走廊 8—50m 落地煤堆；
 9—二次筛分楼及跨线装车仓 10—摇臂胶带输送机走廊 11—升降塔；
 12—特大块煤贮仓 13—特大块煤装车地道 14—特大块煤一点装车站；
 15—地销煤走廊 16—地销煤贮煤场 17—标准轨铁路

栈桥或走廊结构类型的比较：

一、钢筋混凝土结构

其优点是耐久、耐火和刚度好。但现浇钢筋混凝土则有工期较长和消耗木材多等缺点。近几年米,装配式钢筋混凝土桁架、板式组合桁架以及预应力钢筋混凝土的应用,上述缺点已基本克服。目前,钢筋混凝土栈桥或走廊已成为主要结构类型。钢筋混凝土栈桥或走廊,可分为现浇与装配式两种结构,又可分为普通钢筋混凝土与预应力钢筋混凝土结构。预制装配式钢筋混凝土栈桥或走廊的特点是构件可以在工厂或现场预制,可保证工程质量、节省模板、缩短工期,是今后发展的方向。预应力钢筋混凝土栈桥或走廊可以作成 18~36m 大跨度结构。其优点是可以减少中间支承框架,并能跨越复杂地形、交

通线路建筑物等特殊的障碍。我国西山矿务局杜尔坪矿用预应力钢筋混凝土桁架已建成 36m 跨度的运输机栈桥。

二、钢结构栈桥或走廊

按其制作方法和力学性能可分为普通钢结构栈桥(走廊)和预应力钢结构栈桥(走廊)两种。钢结构栈桥或走廊具有耐久、防火、耐震等性能,制作安装方便,能加快施工进度。但普通钢结构栈桥或走廊耗钢量大,一般用于高度在 20m 以上。跨度在 20 ~ 40m 的永久性栈桥(走廊)上、预应力钢栈桥是一新技术,正在研究推广。在大同矿务局雁崖矿已成功的建造使用了三跨连续预应力钢桁架栈桥,比普通钢桁架栈桥节约钢材 40%。

三、砖混结构栈桥或走廊

按其承重方式有纵向砖(石)墙承重结构、纵向砖(石)拱墙承重结构和砖(石)柱承重结构三种。其优点是可以就地取材、节约钢材和水泥。一般用于高度不大(10m 左右)的栈桥或走廊。

四、木结构栈桥或走廊

具有易于建造的优点,但因消耗木材多,耐久性和防火性都差,一般只用于中小型矿井之临时性或半永久性的栈桥或走廊。

第二节 设计栈桥、走廊时应具备的原始资料及对设计的基本要求

(1)矿井地面生产系统总平面图应绘出主要运输线路、标准轨铁路及地下管线工程的平面位置,同时也应绘出与拟建工程相关的建筑物、结构物;

(2)拟建栈桥、走廊的机械设备安装及工作图:图上应标明栈桥、走廊的设计标高、机械设备安装位置的标高以及净空要求。当运输线路为曲线(平面和竖向曲线)时,图中还应绘有沿线里程、高程及分段限坡关系图。对荷载较大及有可能产生拉力的部位,应将拉力大小、方向和作用点标明;

(3)与拟建工程相连接的建筑物与结构物的构造详图;

(4)拟建工程地区 1/500 的地形图;

(5) 拟建工程地区的气象、工程地质、水文地质资料,特别要说明是否位于采空区地段及采空年限,一般可由井上下对照图确定;

(6) 工程所用建筑材料的供应情况及施工条件;

(7) 对拟建工程建筑结构的特殊要求;

(8) 与拟建工程有关的其它技术资料,如煤的含水情况等。

栈桥或走廊的设计,主要应满足适用和经济两方面的要求。现代矿井设计,还要求一定的美观并力争技术先进。具体来说,既要保证满足生产工艺上的各项技术要求,使各生产环节正常运行,又要尽力为生产管理人员的安全、卫生和适宜的工作环境创造条件,同时还应保证建筑、结构本身的承载能力和正常使用技术条件,保证结构在使用基准期内具有足够的可靠性,并且做到结构构造简单、施工方便,就地取材以及工程总造价最低。

第三节 栈桥、走廊的主要布置形式

一、平面布置

影响平面布置的因素很多,例如工艺功能的要求,运输设备的类型和规格,股道数目,并列胶带输送机的部数,是否有辅助设施如卸料、阻车、翻车设备以及拣矸等。栈桥内一般都设有人行通道,分为单侧、双侧或中间设置三种。

(一) 矿车或箕斗栈桥

各种结构类型的栈桥,在平面上均可布置成直线状。矿车栈桥也可根据工艺要求布置成曲线状。直线状或曲线状的线路,均应使其与相连的结构物成正交,以利设计和施工。其桥面构造都是铺设轨枕和道轨,轨枕安装在栈桥跨间结构的板或梁上。跨间结构一般可采用纵梁体系、纵横梁体系或梁板体系,纵梁体系需要在主纵梁间设置必要的横向支撑,主要用于钢栈桥(图 10-1-2);梁板体系由于有板将桥面梁整体相连,桥面刚度很大,这是钢筋混凝土栈桥所具有的特点。

钢栈桥单、双轨直线布置的平、剖面构造图分别示于图 10-1-2 及图 10-1-3 中。图 10-1-2 a、b、c 及图 10-1-3 a、c 均为纵梁布置方案,纵梁直接设置在轨道下,轨枕垂直于纵梁铺设,以轨枕为支点的人行道板铺设在侧边或中央(利用外侧卸料)。为保证

承重纵梁的侧向稳定,于两主纵梁间用横杆、交叉或单斜杆连接,成为整体稳定结构。

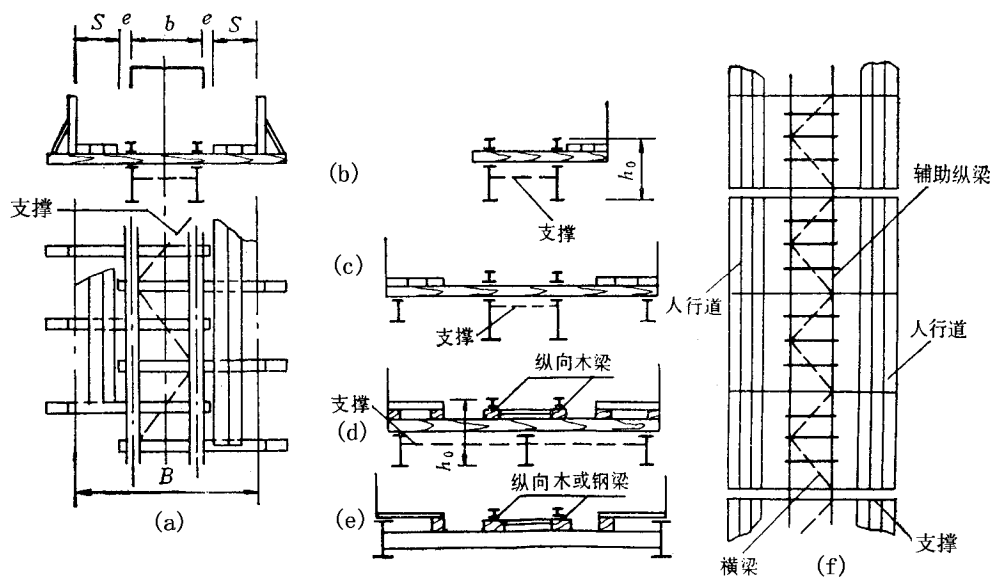


图 10-1-2 单轨栈桥平面布置及剖面图

a、b、c—纵梁布置方案 d、e—纵横梁体系 f—平面布置图

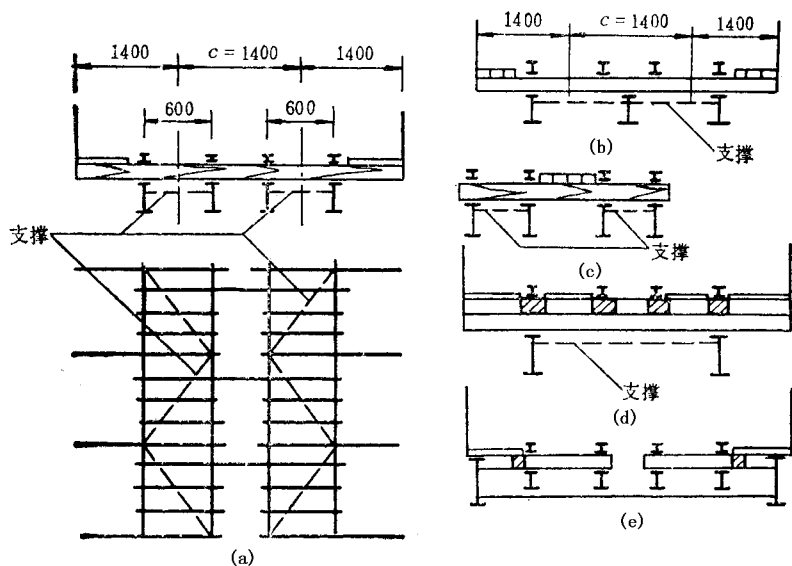


图 10-1-3 双轨栈桥平面布置及剖面图

a、c—纵梁布置方案 b、d、e—纵横梁体系

钢栈桥单、双轨直线布置的另一方案是纵横梁体系布置(图 10-1-2 a、d、e 及图 10-1-3 b、d、e),其中图 10-1-3 b 是当轮压较小时,道轨直接铺在枕木上。

钢栈桥在曲线段上的剖面构造与直线段的情况完全相似,一般只是纵梁增多,轨枕密度加大。其支架呈放射状(图 10-1-4 a)或台阶状(图 10-1-4 b)布置。此时,纵梁和支架的规格很难做到统一,桥面的宽度和跨度各处也不相同。

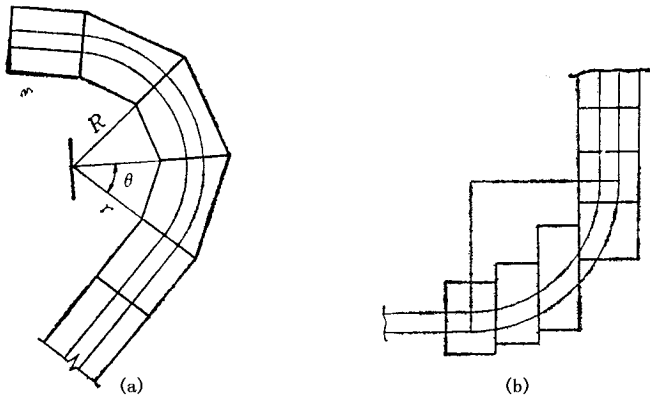


图 10-1-4 栈桥曲线段布置

a—曲线上支架呈放射状布置 b—曲线上支架呈台阶状布置

钢栈桥桥面总宽度 B ,可根据工艺布置所提供的尺寸由下式计算:

$$B = b + c + 2e + ns \text{ ,mm} \tag{10-1-1}$$

- 式中 n ——人行道数目;
- s ——人行道宽度,一般取 700~800mm;
- b ——矿车宽度;
- c ——股道中心距。

其余符号均示于图 10-1-2 及图 10-1-3 中,卸料时 e 值由工艺布置提供,一般取 $e = 200\text{mm}$ 。

钢栈桥纵向跨度一般沿线路纵向等跨划分,直线段跨度的大小根据地形地貌情况,工程、水文地质条件,轮压大小,材料供应及施工条件等因素综合考虑确定。曲线段的跨度一般较小些。跨间主要承重纵梁的结构形式对栈桥跨度的大小也有影响,当采用撑托式结构时(图 10-1-5 a),跨度可达 6~8m,可用型钢或旧钢轨建成;当用组合工字梁时,跨度可为 12~15m(图 10-1-5 c);以平行弦桁架作承重纵梁时,跨度可达 15~30m 或更大(图 10-1-5 d)。当矿车或箕斗轮压较大,线路股道较多,宜采用桁构式梁或平行弦桁架作为主纵梁。

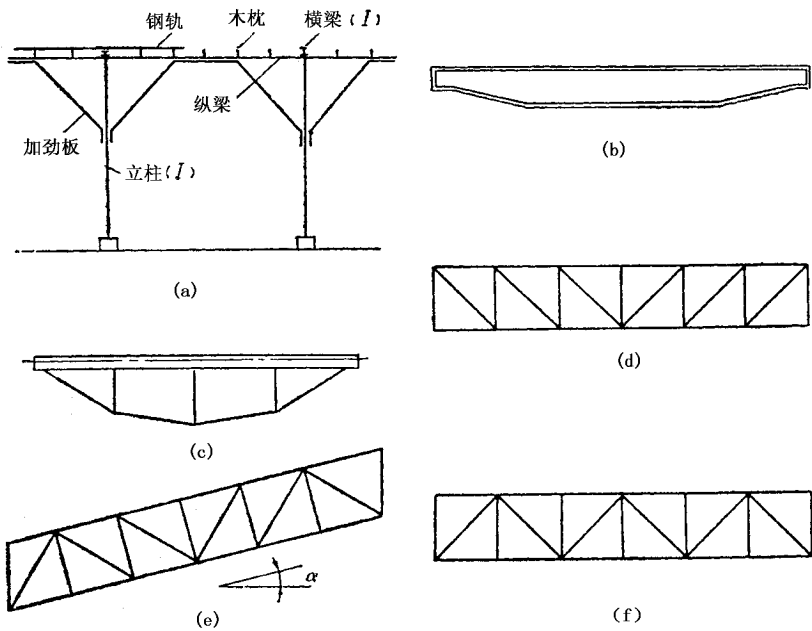


图 10-1-5 钢栈桥跨间主纵梁

a—撑托式结构 ;b—实腹式钢梁 ;c—桁构式梁 ;

d—下倾式平行弦桁架 ;e—倾斜式栈桥桁架 ;f—三角形腹杆桁架

钢栈桥主纵梁之间横向支撑的布置 ,应与主纵梁(特别是桁架梁的上下弦平面内)的节间尺寸及横梁位置相协调。除平行弦桁架及封闭式栈桥的横向支撑需考虑承受风荷载外 ,其余主纵梁间的横向支撑只起保证其侧向稳定作用。支撑斜杆可由单角钢或双角钢组成。

钢筋混凝土栈桥及其它结构类型栈桥的平面布置与钢栈桥大体相似 ,但其跨间结构可为简支或连续梁板体系 ,桥面系的刚度较大 ,不需设任何支撑。其曲线段的平面布置 ,可根据工艺提供的曲率半径、交角及缓和曲线方程 ,参考钢栈桥的型式以放射状或台阶状进行布置 ,从而确定柱网平面尺寸 ,对钢筋混凝土结构来说 ,放射性较台阶状更具有其规律性。

(二) 胶带输送机(或刮板输送机)走廊

胶带输送机走廊在平面布置上与矿车栈桥稍有区别 ,它只能布置成直线状 ,并应使其纵轴与相连的建筑物主轴成正交 ,当正交有困难时才允许其内交角小于 90° ,但应使其大于 45° (图 10-1-6)。

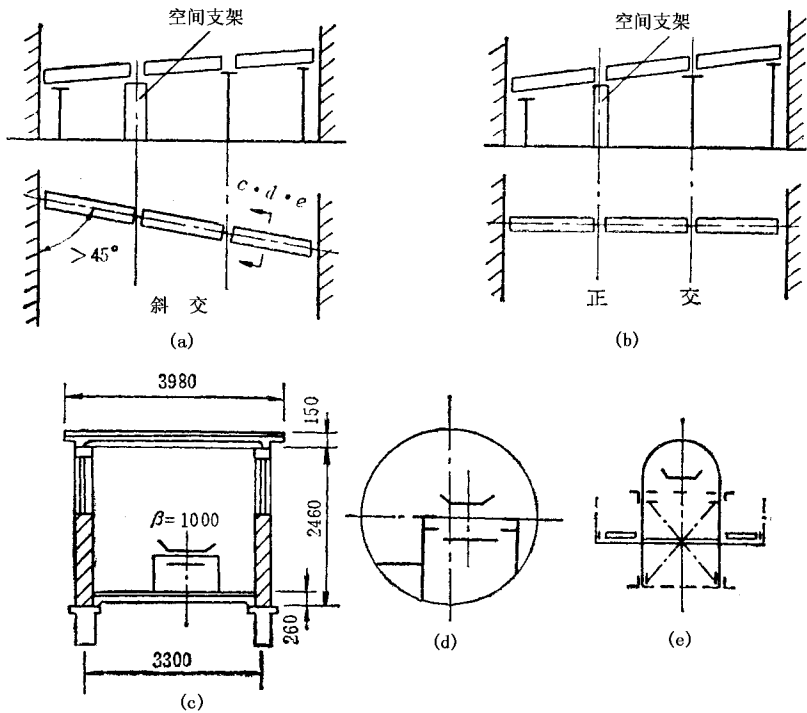


图 10-1-6 输送机走廊正斜交及横断面型式

a—斜交走廊 b—正交走廊 c—矩形封闭式 d—开敞式加防护罩 e—圆管形封闭式

胶带输送机走廊的断面型式很多(图 10-1-6)。我国在煤矿中一般多采用封闭式走廊,在其它工业中(如水泥、钢铁冶金工业)已有采用开敞式走廊的,即在胶带机上加防护罩的形式,经济效果较好。封闭式的横断面形式一般为矩形的。开敞式的在国外技术先进的国家早已广泛应用,它具有结构简单、自重轻、用料省等优点,但多适合于输送干燥矿物,对水分很大的煤(井下煤一般水分均大),当温度在 0°C 以下时,煤将会冻结在胶带上而影响生产。因此,在没有可靠地解决好防冻问题以前暂不宜采用。但是,在欧洲和西方一些国家早已采用。近年来,在苏联已采用一种圆管形走廊(图 10-1-6 d),它是用厚度为 8mm 的钢板制成,其内部可铺设保温材料做成保温走廊。其跨度可达 50m。但这种结构耗钢量较大(600kg/m)约为预应力钢桁架的 1.3~1.5 倍。

关于走廊跨间主要承重结构的选型,应根据各种结构类型而定。一般有以下各种:砖墙承重结构(非地震区且在楼板标高小于 7m 时采用);钢筋混凝土梁承重(图 10-1-7);钢筋混凝土筒支箱廊(预应力和非预应力两种,见图 10-1-8 f~i 及图 10-1-8 a~e);筒支桁架(预应力和非预应力钢或钢筋混凝土平行弦桁架,图 10-1-9 a、b,图 10-1-5 d 及图 10-1-10)等。

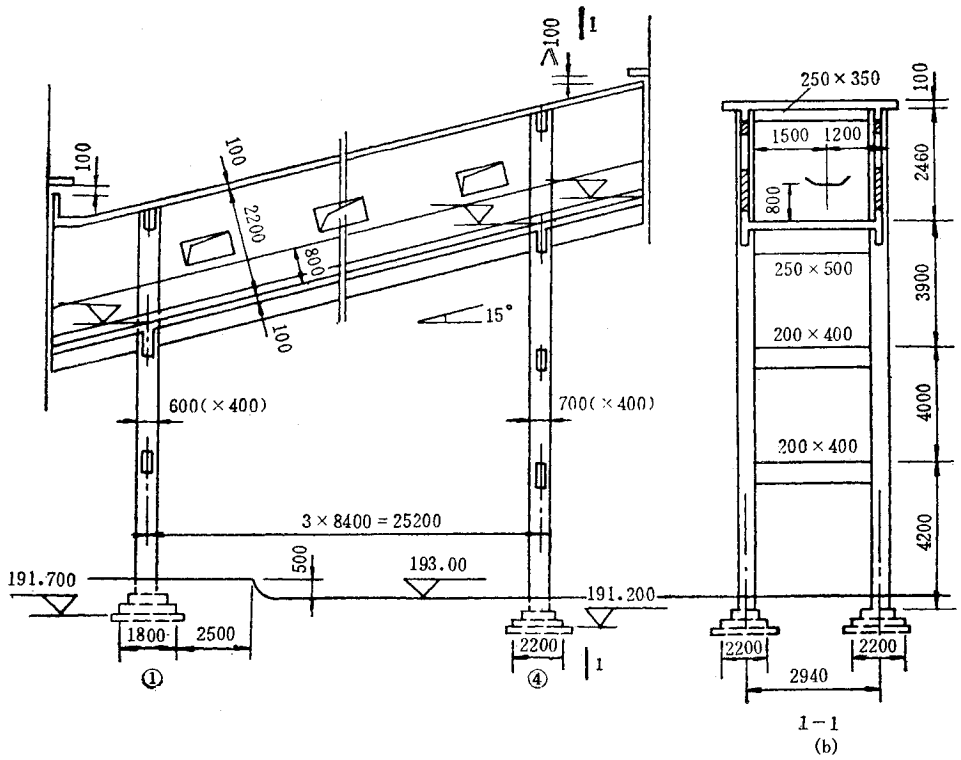
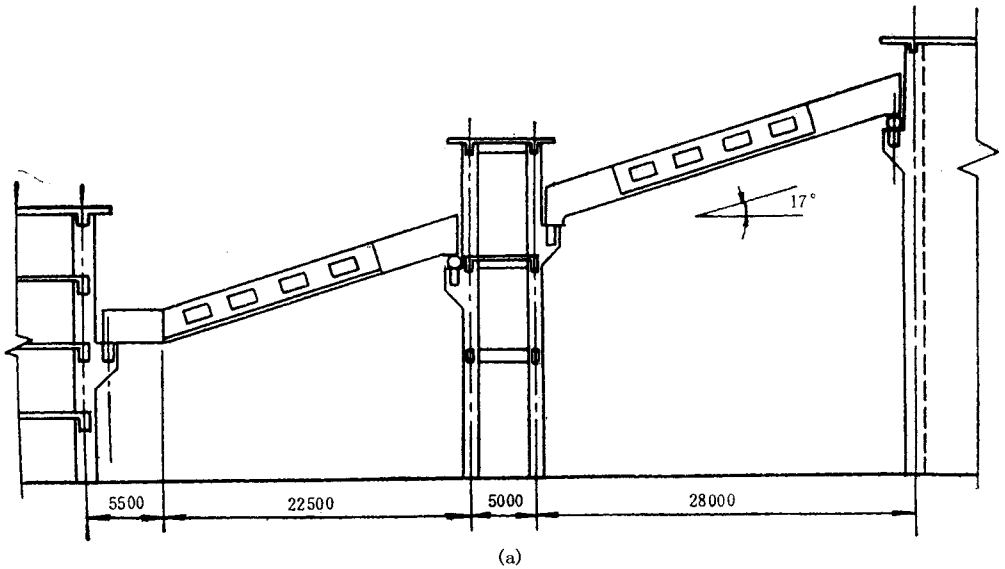


图 10-1-7 整体式钢筋混凝土输送机走廊



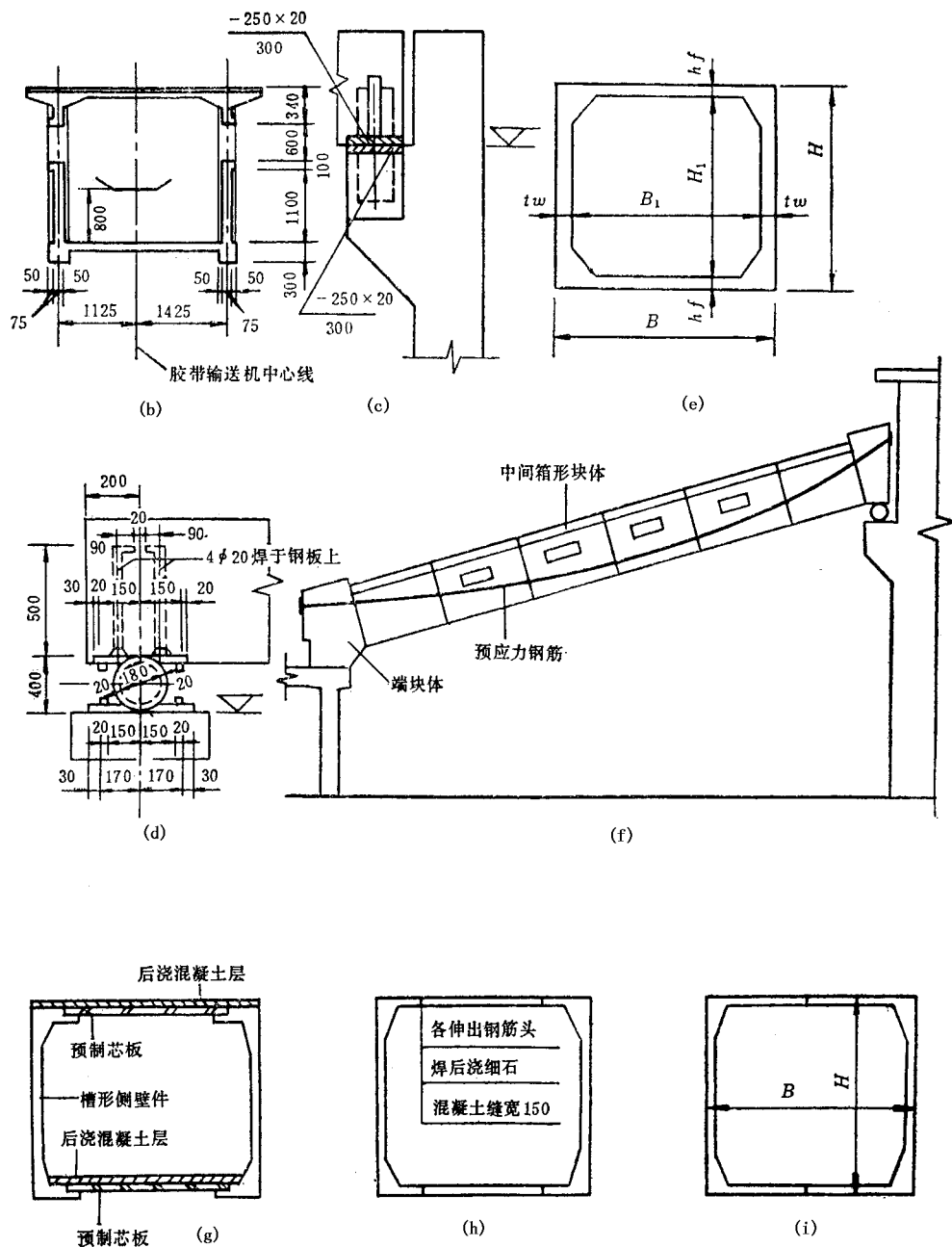
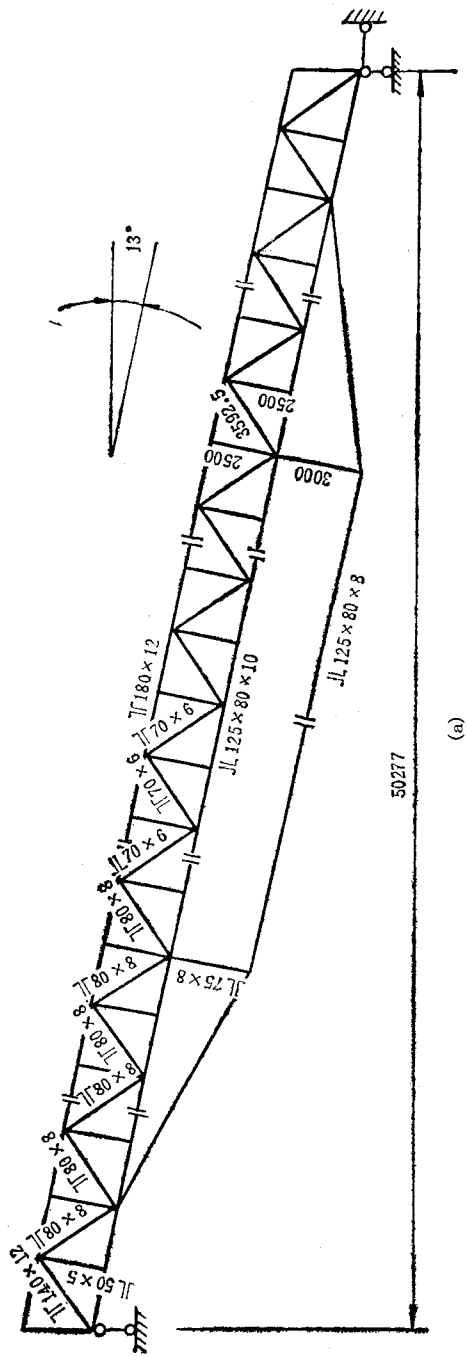
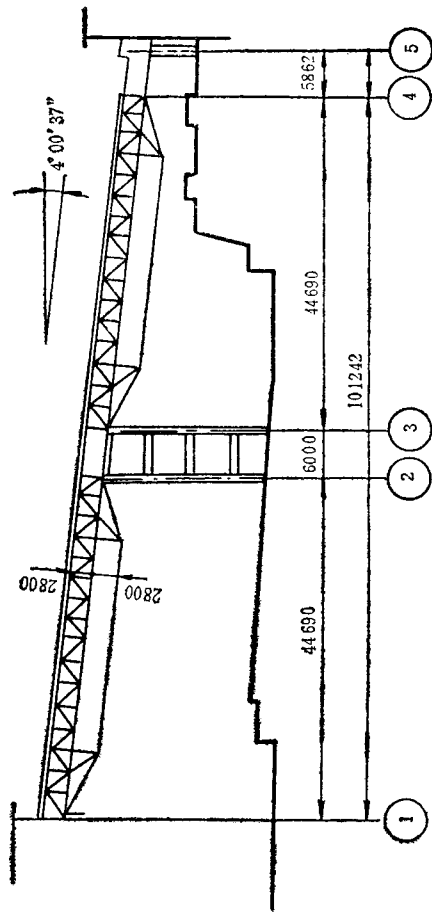


图 10-1-8 钢筋混凝土及预应力混凝土箱廊

a—钢筋混凝土箱廊;b—钢筋混凝土箱廊剖面;c—固定铰支座;d—滚动支座;
e—横断面尺寸;f—预应力钢筋混凝土箱廊;g—预应力混凝土箱廊横断面组装图;
h,i—预应力混凝土箱廊预制单元方案



(a)



(b)

图 10-1-9 鱼腹式钢及预应力钢桁架

a—辽宁北票冠山立井胶带输送机走廊钢桁架, b—滨州市选煤厂胶带输送机走廊预应力 (五阶段) 钢桁架

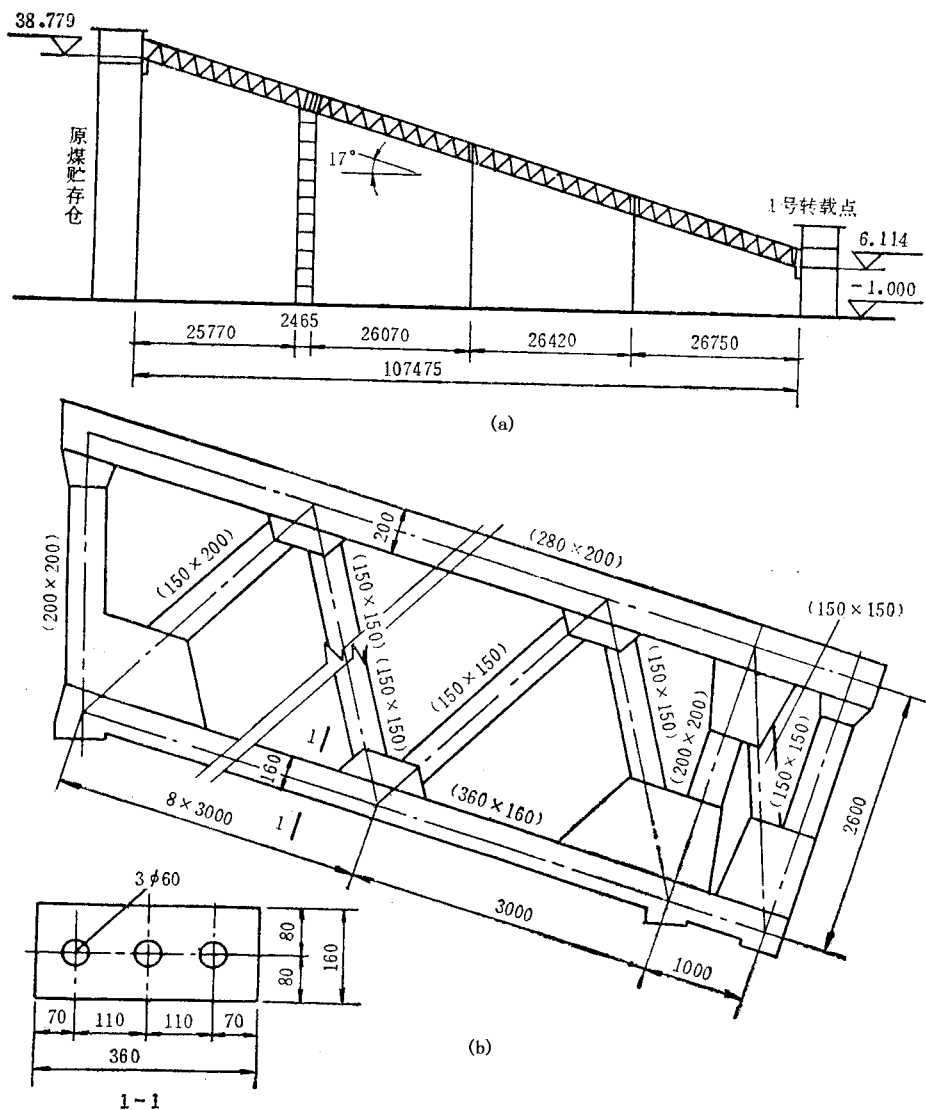


图 10-1-10 原煤胶带输送机走廊预应力混凝土桁架及布置

应该指出的是,钢桁架的节间及腹杆的布置应该注意受力合理、制造安装简便。图 10-1-5 d、e 所示的平行弦钢桁架中的节间数应以偶数为宜。水平式桁架的两种腹杆形式中,下倾式腹杆体系较三角形腹杆体系优越,这是因为:走廊结构承受的荷载是以静载为主,这时,下倾式腹杆体系中所有斜杆均受拉,而三角形腹杆体系中将有一半斜杆受压。对于倾斜式走廊,采用图 10-1-5 e 所示竖杆布置比竖杆垂直地面布置的桁架,从受力、制造、安装及构造上均有其独具的优点。

走廊支承结构的柱网尺寸,一般由主要承重纵梁的跨度和走廊的轴线宽度来决定。
走廊的总宽度 B 可根据工艺布置和安装图由下式计算(图 10-1-11):

$$B = Ab + Dm + ns + 2a \quad (10-1-2)$$

式中 A ——同一层内并列输送设备的数量(包括胶带输送机、刮板或铸石刮板输送机等),当同层内混合使用上述设备时,则应分别按各种类型的输送机总和起来,这时的 m 值取较大值;

D ——工作间隙数目或检修空道数目;

a ——跨间主要承重构件轴线如桁架中心线到走廊内侧边缘的距离,一般可取 $a = 100 \sim 150\text{mm}$ 。

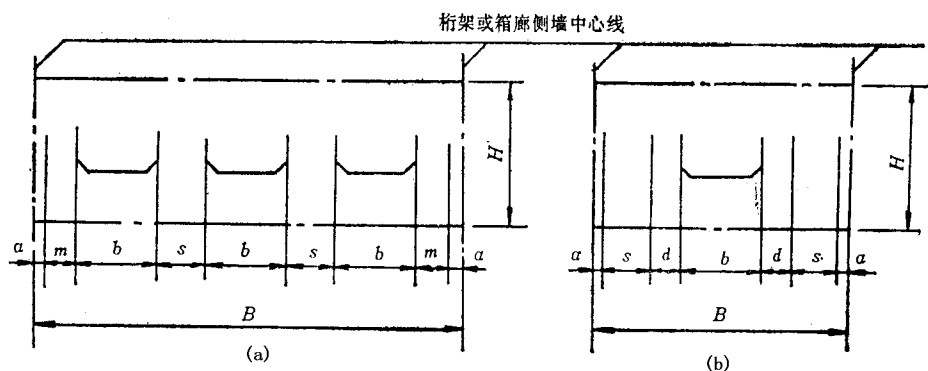


图 10-1-11 走廊楼面轴线宽度

a——并列 3 部胶带输送机走廊楼面;

b——双侧拣矸胶带输送机走廊楼面(安装选矸溜槽宽度 $d = 250 \sim 400\text{mm}$)

其余符号的意义和规定见式(10-1-1)及图 10-1-11。

走廊的主要控制尺寸应取为 100mm 的倍数。

走廊的跨度则应根据设计原始资料及跨间主纵梁结构条件来具体确定。

跨间主纵梁采用钢桁架时,根据设计经验^①,桁架的高度 H 与跨度 L 的比可取为

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{10} \sim \frac{1}{12} \quad (10-1-3)$$

桁架的高度应满足构造要求,经常有人员操作时净高 h_0 不应小于 3m ;偶而有人行走或检修时不小于 2.2m ;门架净高允许不小于 1.9m 。考虑横梁及楼板的厚度约 0.3m ,则一般平行弦桁架的最小高度 H 在 $2.5 \sim 3.5\text{m}$ 之间,桁架跨度大约在 $L = 25 \sim$

① 一般应按结构优化条件来确定。

35m 左右。

预应力钢或钢筋混凝土桁架高度与跨度可参考式(10 - 1 - 3)。钢筋混凝土箱廊的高跨比可取为 $H/L = 1/14 \sim 1/20$,预应力混凝土箱廊高跨比为 $H/L = 1/15 \sim 1/25$ 。

为保证跨间主纵梁(桁架)的侧向稳定 ,并承受走廊横向风荷载 ,往往在两榀桁架的上下弦平面内设置支撑 ,把风荷载传至桁架两端专门设置的门架上 ,最后传至下部支架结构。支撑及门架结构如图 10 - 1 - 12 所示 ,支撑的弦杆及竖杆分别由跨间主纵桁架的弦杆及走廊楼屋盖之横梁代替 ,新设的连续交叉斜杆可用单角钢或双角钢组成。图 10 - 1 - 12 b 为常用的形式 ;当楼面较窄时采用图 10 - 1 - 12 c ,走廊楼面很宽时采用图 10 - 1 - 12 d ,这时可增设两根中间辅助弦杆组成复合桁架以承受侧向风荷载。

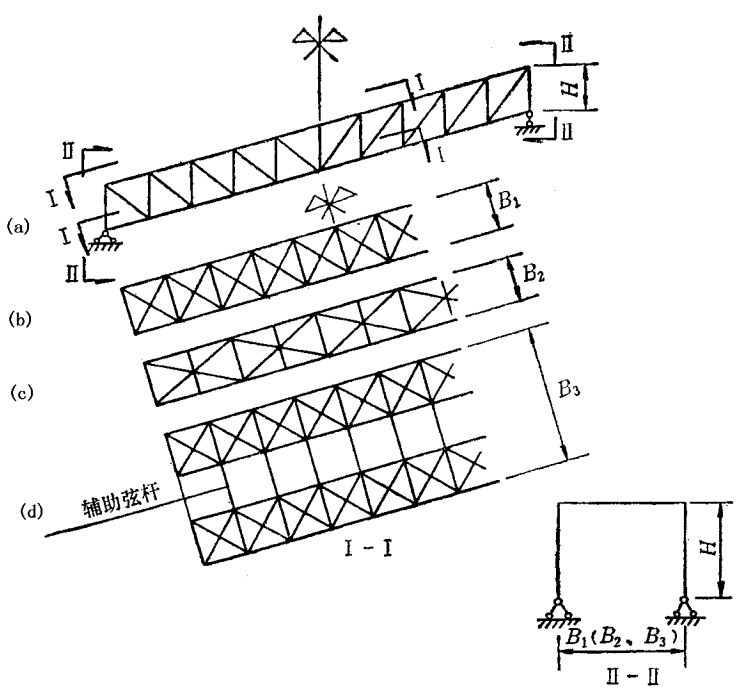


图 10 - 1 - 12 跨间主桁架的支撑及门架图

当走廊楼屋盖采用现浇钢筋混凝土板或预制板能保证每块板与横梁有三点以上焊接连接时 ,则可不设支撑。

两平行主纵桁架的上、下弦平面内分别组成上弦支撑桁架和下弦支撑桁架 ,下弦支撑桁架以走廊支架为支座 ,其所承受的风荷载直接传给支架 ;上弦支撑桁架以两主纵桁架两端竖杆组成的门架为支座(图 10 - 1 - 12 e) ,其所承受的风荷载传给门架。门架的横梁由屋面横梁所代替 ,其立柱则以型钢在走廊外侧加强(参看图 10 - 4 - 5 i)而承受弯

矩。

走廊楼盖一般均为梁板体系以固定输送设备。除箱廊和砖混结构外,屋盖及墙体则用轻质材料做成保温的(我国严寒地区则可用刨花板、防水层外盖石棉水泥瓦的构造)或仅用石棉水泥瓦做成一般的围护。

二、竖向布置

各种结构类型的栈桥或走廊,沿竖向可以是水平的或带一定坡度的,其坡度大小主要由其起点与终点的高差决定,一般均由工艺确定。

在斜井施工中以串车提升时,其倾角一般不大于 25° ;采用箕斗提升时倾角在 $25^\circ \sim 35^\circ$ 之间(图 10-1-13);采用胶带(或强力胶带)输送机提升时倾角不大于 17° (图 10-1-14);当矿车借自重滑行时,则与矿车滚珠轴承的摩擦力大小有关,其坡度一般在 $5\% \sim 8\%$ 左右,最大不得超过 35% 。

钢栈桥或走廊的纵向稳定是在跨间两支架间设置支撑或空间支架来保证的,横向稳定则以支架立柱沿横向岔开并做成平面桁架来保证(图 10-1-15 f、d、e、b)。

钢筋混凝土栈桥或走廊,由于其支架一般均为框架结构,柱脚与基础固接,其纵、横向的稳定均能得到满足(参看图 10-1-6)。只有当跨间结构为箱廊或大跨度桁架时,需将中间某一支架设计成四柱形空间结构以增大支架空间刚度(参看图 10-1-9 及图 10-1-10)。

栈桥沿竖向一般只有微小的坡度变化,胶带输送机走廊可根据需要做成竖向折线形以满足胶带竖曲线的要求(参看图 10-1-8),但其交角应 $\leq 18^\circ$ 。当为摩擦尼龙胶带时可 $\geq 20^\circ$ 。

栈桥和走廊中间各支架的高度,可根据栈桥和走廊的纵向坡度求得。当栈桥或走廊做成封闭式时,支架的高度 H 可由下式确定:

$$H = h_0 + d, \text{mm} \quad (10-1-4)$$

式中 d ——横梁高度和桥面板的厚度,一般取 $d = 300 \sim 500 \text{mm}$;

h_0 ——地面至栈桥或走廊楼板面的垂直净高,经常有人员操作和行走时取 3000mm ,偶尔有人操作或行走时取 2200mm 。

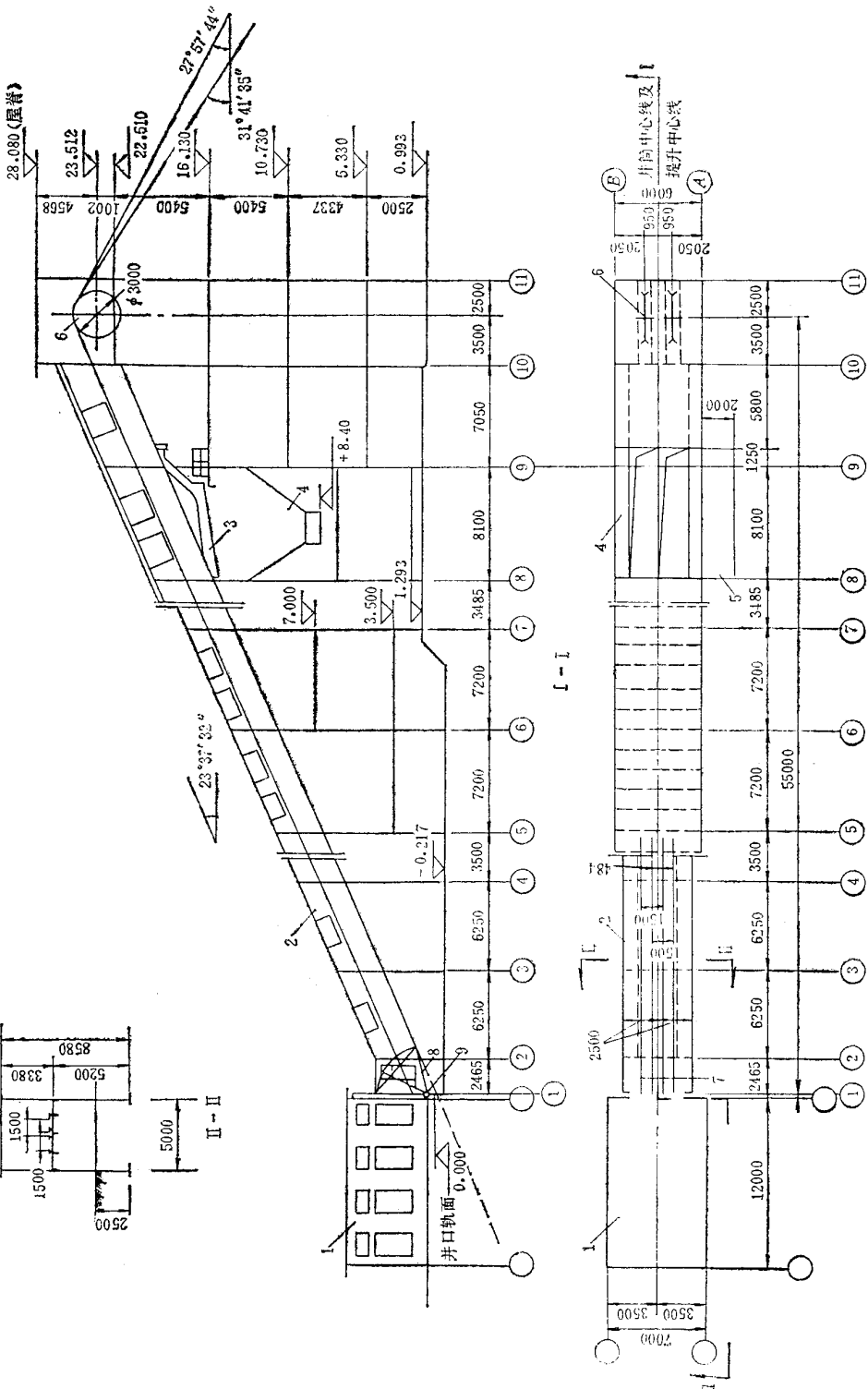


图 10-1-13 斜井箕斗栈桥和天轮架
1—井口房 (箕斗修理), 2—箕斗栈桥, 3—箕斗卸载曲线, 4—接受煤仓, 5—悬臂值班室, 6—天轮, 7—轨道, 8—吊桥, 9—吊桥轮

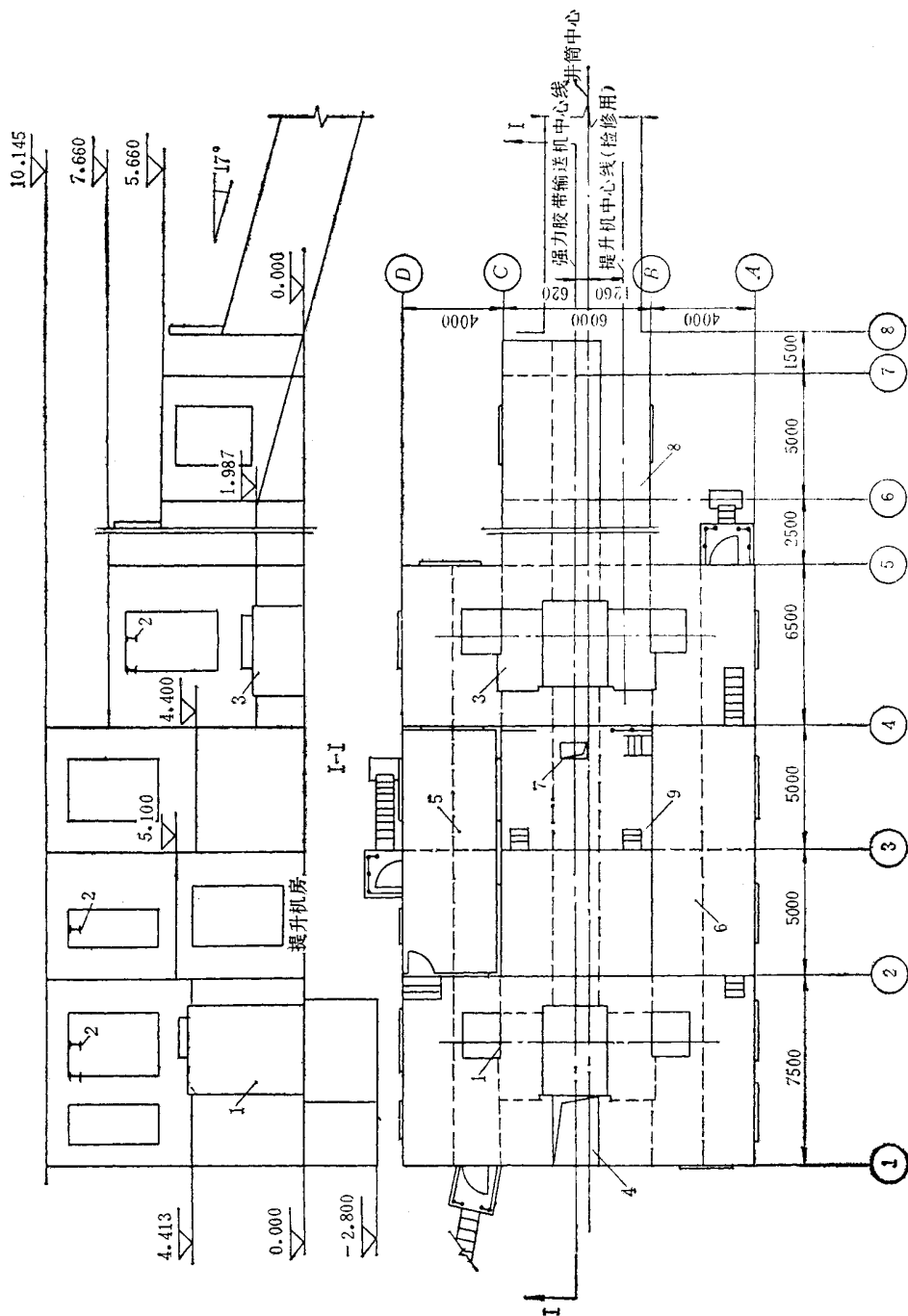


图 10-1-14 强力胶带输送机走廊和井口房
1—一级基础 2—起重梁 3—二级基础 4—卸煤口 5—配电室 6—胶补室(二层)及提升机房(一层) 7—清理口 8—走廊段 9—井口房

图 10-1-14 强力胶带输送机走廊和井口房

1—一级基础 2—起重梁 3—二级基础 4—卸煤口 5—配电室；
6—胶补室(二层)及提升机房(一层) 7—清理口 8—走廊段 9—井口房

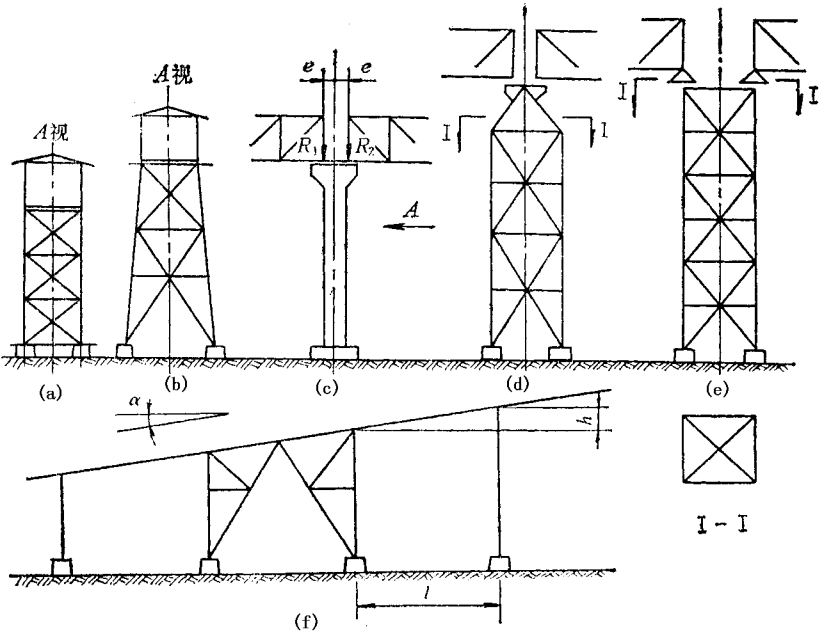


图 10-1-15 钢栈桥或走廊平面、空间支架及纵向支撑

第二章 栈桥和走廊的设计荷载

作用在栈桥和走廊上的荷载有永久荷载(即恒载)、可变荷载和偶然荷载等三种。

第一节 永久荷载

一、结构自重

栈桥和走廊各类结构的自重,均可按事先假设的断面尺寸进行估算,或参考已有类似设计采用。对胶带输送机走廊钢桁架结构自重可用下列经验公式计算^①:

当走廊桁架跨度 $l > 30\text{m}$ 时,

$$g_1 = 0.057l + 0.483B - 1.52 \quad (10-2-1)$$

式中 g_1 ——每榀桁架(包括上、下弦支撑的一半)每延米重力荷载的标准值, kN/m ;

l ——桁架的跨度, m ;

B ——桁架的宽度, m 。

当走廊桁架跨度 $l \leq 30\text{m}$ 时,

$$g_1 = 0.062l + 0.588B - 1.41 \quad (10-2-2)$$

① 该式由原煤炭工业部选煤设计研究院白鸿飞同志提出,是由二元线性回归而得。

式中各符号的意义和规定同式(10－2－1),式中第三项数字为常数项 , L 、 B 前的系数均为回归系数。

二、永久性设备荷载

胶带输送机和刮板输送机的重量可分别由表 10－2－1 及表 10－2－2 取用(表中均为标准值) ,同时机头及其传动装置应考虑动力系数的影响 ,动力系数见表 10－2－3。

表 10－2－1 胶带输送机

序 号	胶带宽度 ,mm	输送机和煤的重力 kN/m	输送机头部与传动装置重力 kN
1	500	1.25	7
2	650	1.75	10
3	800	2.25	14
4	1000	3.00	19
5	1200	4.00	23

表 10－2－2 刮板输送机

序 号	刮板机规则 $B \times H$ mm	输送机和煤的重力 kN/m	传动装置重力 kN
1	450×140	4	25
2	600×180	7	35
3	800×250	8	40
4	1000×320	10	75

表 10－2－3 动力系数 μ

序 号	项 目	μ
1	矿车、电机车、胶带输送机及刮板输送机(固定部分)	1.1
2	翻车机、链式爬车机、振动筛	2.0
3	振动式给煤机、摇动筛(包括破碎选矸机)	4.0
4	胶带输送机头和传动装置、刮板输送机传动部分	1.15～1.40
5	单向摆动给煤机	1.4

铸石刮板输送机的重量可按实际断面估算。各种输送机的自重均可按均布荷载作用在走廊楼板上(输送机本身在工作中的振动影响一般也需考虑)。

矿车或箕斗栈桥上的道轨、枕木及道渣 ,连接附件、箕斗卸载曲轨、溜槽等应计其自重 ;其它设备如推军机、爬车机、翻车机、给煤机以及振动筛等 ,在正常工作时将产生振动

而形成动力荷载,设计时一般按设备的静力荷载乘以动力系数计算,分别作用于各该结构上。其动力系数按表 10-2-3 采用。

第二节 可变荷载

一、车辆运输设备及货物荷载

由矿车、电机车、箕斗等的自重及货物重均以轮压所产生的移动荷载考虑,当矿车或箕斗的载重及其自重之和不大于 50.kN,且其轴距小于 1000mm,轴距在 700mm 以下时,则可按桥上全部排满载重矿车的均布荷载的标准值来考虑。否则,应按桥上作用移动荷载,应用结构力学中的影响线原理来考虑。

二、一般活荷载

栈桥和走廊内人行道及宽度大于 400mm 的空道上,其活荷载标准值可由原煤炭工业部制订的《煤炭工业设计规范》中查取。

三、风荷载及雪荷载

风荷载与雪荷载的标准值可根据矿井所在地理区域由《建筑结构荷载规范》(GBJ9-87)(以后简称《荷载规范》)查取,并按规定计算。有围护结构的封闭式栈桥和走廊,风荷载按整个跨间受风面积计算;对敞开式的栈桥,则应按桥上排满空矿车时的受风面积计算其标准值。雪荷载仅栈桥或走廊有顶盖时才考虑。

四、设备的暂时动力荷载

这类荷载是指由于列车制动、起动或碰到阻车器时产生的突加作用;列车在曲线段行驶时的离心力及重车行驶时的横向摇摆力;以及设备运转时所产生的水平力等。它们将分别作用于纵横两个方向的跨间结构上,并传给支架。

上述各种荷载,均指从规范或经验公式中查得或计算求得的荷载标准值,将其乘以相应的荷载分项系数,即可求得荷载的设计值,或称设计荷载。各种荷载分项系数可由《荷载规范》或有关规范中查得。

第三章 栈桥的设计与计算

第一节 钢栈桥的设计与计算

钢栈桥的设计与计算,内容包括内力分析即结构效应、截面设计与计算以及构造措施等。

一、内力分析或结构效应

(一)跨间结构构件内力计算

(1)计算单元的选择与计算模型的确定,如图 10-1-2 e、f 和图 10-1-3 e 所示的单、双轨桥系的跨间结构,其计算单元和计算模型可取成如图 10-3-1 a、b、c、d 所示的主纵梁(包括实腹梁、桁构梁及平行弦桁架等)、横梁、辅助纵梁及人行道板等。人行道板的计算单元和模型可沿纵向取单位长度(1m),按均布荷载作用下的简支板计算。当人行道板为木板时,尚应取单块在跨中承受集中荷载 0.8kN 进行验算。

(2)计算简图的简化及内力计算,可按照结构力学的分析方法进行。一般均可按简支梁承受均布荷载作用计算其最大弯矩和剪力。但当梁上承受移动荷载作用时,则必须按结构力学中有关影响线原理进行各杆件的内力计算。

(二)支架的内力计算

(1)计算单元的选择与计算模型的确定,如图 10-1-3 e 双轨线路桥系的支架结构,可取成如图 10-3-1 e 及图 10-3-2 a 所示支架计算单元和计算简图。

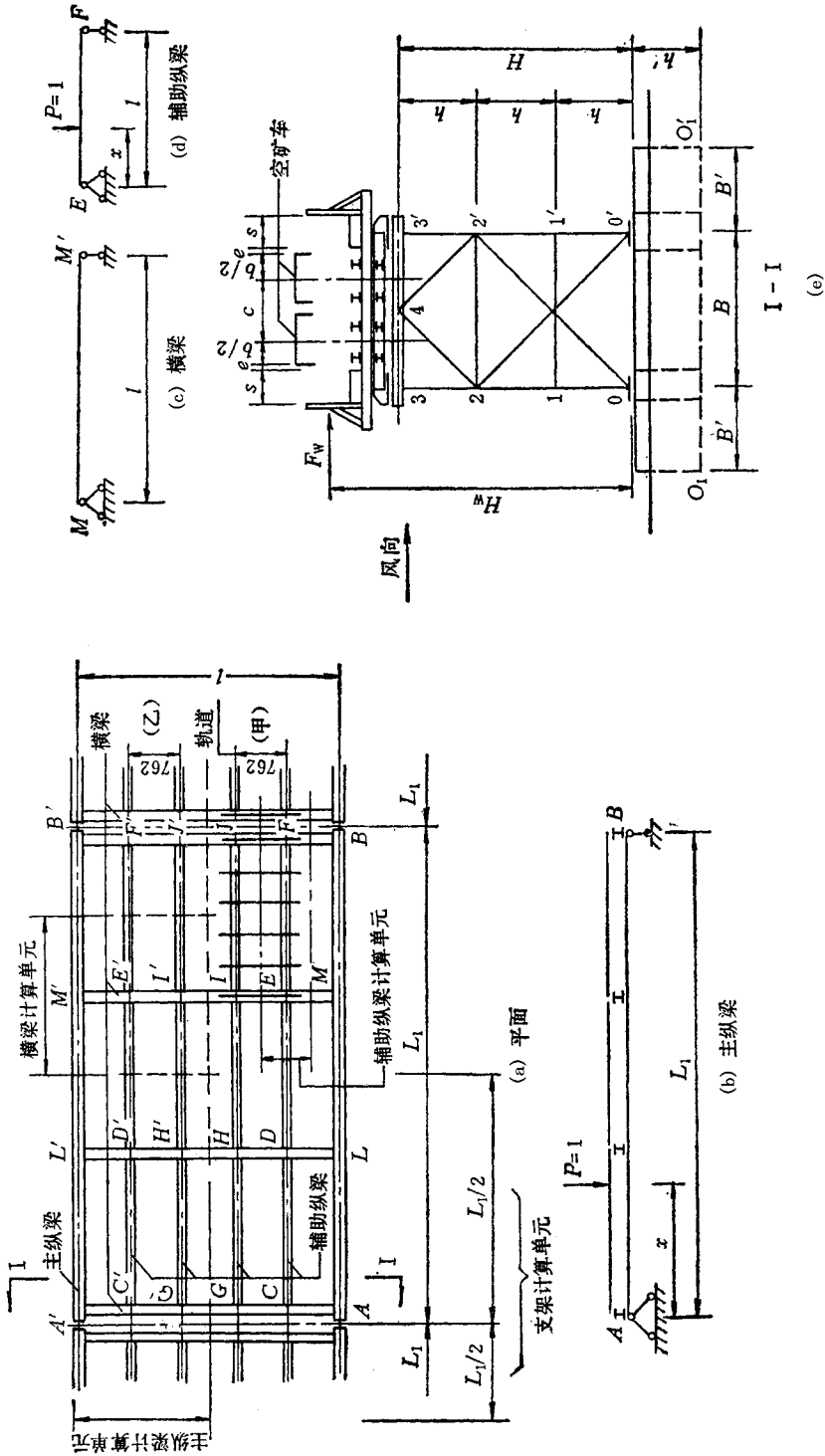


图 10-3-1 纵横梁桥面系计算单元及计算模型、平面支架计算简图

(2) 计算简图的简化及内力计算, 可将图 10-3-1 e 中 F_W 及 F_2 、 F_3 分两组单独作用计算, 然后叠加如图 10-3-2 a 所示。图 10-3-2 b 中在竖向荷载作用下, 可近似认为水平拉杆 1-1'、2-2'、3-3' 及斜杆 0-2'、0-2、2-4、2-4' 均不受力; 水平风力 F_W 则有反向作用的可能, 反向作用时略去杆件 2-0' 及 1-1' 图(10-3-2 c)。最后进行组合, 求出最不利的内力, 作为截面设计的依据。

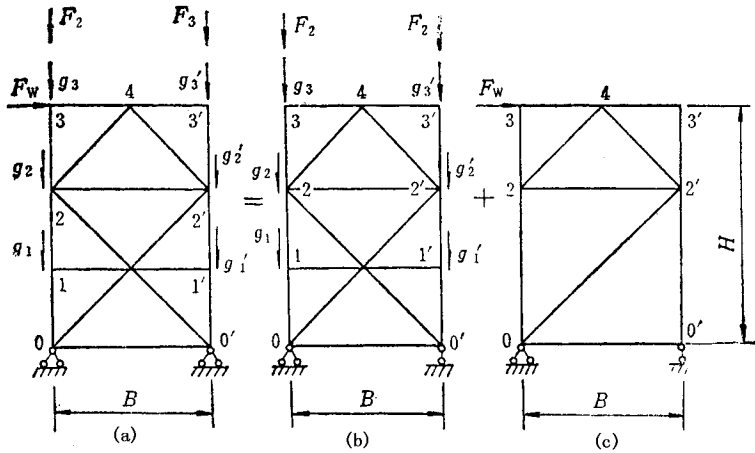


图 10-3-2 平面支架计算图及其简化

当栈桥支架为空间支架时, 也可分解为两个平面支架的计算简图进行计算。两支架间沿栈桥纵向的连接杆件可按一般的支撑杆件要求进行设计。

(3) 支架整体倾覆稳定验算。各种栈桥横向整体稳定问题, 主要是考虑水平风荷载作用。必要时应考虑重车摇摆力以沿重列车均布荷载横向作用于轨顶, 其值可参考我国准轨铁路列车采用(其横向摇摆力按现行规范规定取 5.5 kN/m 计算, 列车空车时不计); 矿车在曲线段行驶的离心力, 按矿车的静荷载乘以离心力系数 $C = v^2/127R$ 计算(v 为设计行车速度 km/h , R 为曲线半径 m 。), 该力作用于轨面。平面支架结构构件本身断面很小, 所受风荷载可忽略不计, 横向风荷载主要来自跨间结构, 一般按下式计算(参看图 10-3-1 a、e)

$$F_W = W \left[\frac{H_L l_L}{2} + \frac{H_R l_R}{2} \right] \quad (10-3-1)$$

式中 F_W ——支架计算单元受风面和背风面所受压力和吸力之代数和 kN ;
 W ——考虑荷载分项系数 1.4、风振系数 $\mu_z = 1$, 并经体型及高度变化系数调整后的包括正面压力及背面吸力的总和风压设计值 kPa ;
 H_L 、 l_L ——支架左边跨间结构的总受风面上, 当为封闭形栈桥时即其最外围

受风面积之投影高度和长度 ;当为敞开式栈桥时则为桥面排满矿
车后跨间总受风面积的投影高度和长度 ,m ;

H_R 、 l_R ——意义同上 ,但为支架右边跨间内总受风面积的投影高度和长度 ,
m。

支架结构的横向倾覆稳定 ,按下式进行验算 :

$$\frac{M_s}{M_t} \geq k_s \quad (10-3-2)$$

式中 M_s ——竖向永久荷载绕支架支点 O' 的稳定力矩 ,由下式确定 :

$$M_s = G_1 \frac{B}{2} + G_2 \frac{B}{2} + G_3 B \quad (10-3-3)$$

G_1 ——支架左右两跨间结构在永久荷载(包括空矿车)作用下竖向反力的总和 ,kN ,荷载分项系数取 $\gamma_G = 0.9$;

G_2 ——支架结构自重 ,kN ,取 $\gamma_G = 0.9$;

G_3 ——支架支点 O 的基础重力 ,kN ,取 $\gamma_G = 0.9$;

M_t ——使支架倾覆的力矩 ,主要由风荷载引起 ,按下式计算 :

$$M_t = F_w H_w \quad (10-3-4)$$

H_w ——支架基础顶面至跨间结构受风面重心间的距离 ,m ;

B ——支架基础顶面两支点 OO' 间的距离 ,m ;

k_s ——抗倾覆稳定系数 ,当 M_s 中计入基础作用或桥上有车时 ,取 $k_s = 1.25$;
当不考虑基础或桥上无车时取 $k_s = 1.1$ 。

由式(10-3-3) 式(10-3-4)代入式(10-3-2) 取 $H_w \approx H$,可得

$$\begin{aligned} \frac{M_s}{M_t} &= \frac{B(G_1 + G_2 + 2G_3)}{2F_w H} \geq 1.25 \\ B &= \frac{2.5F_w H}{G_1 + G_2 + 2G_3} \end{aligned} \quad (10-3-5)$$

当支架立柱下部叉开有困难时 ,可采取刚度较大的条形基础或增大块体基础体积 ,
同时利用锚栓的拉力 ,以保证抗倾覆稳定系数的要求。

采用条形基础时(图 10-3-1 ,e 中虚线所示基础) ,稳定力臂的增加可以做到大于
倾覆力臂的增加 ,即 $B' > h'$,因而容易满足稳定要求。

采用增大单独块体基础时 ,则所需块体基础体积 V_f 由下式求得 :

$$V_f \geq \frac{2(1.25M_t - M_s)}{B\gamma} \quad (10-3-6)$$

式中 V_f ——平面支架中,一个单独块体基础的体积,若为空间四柱式支架中,则为横向一侧的两个基础的体积, m^3 ;

γ ——基础材料的重度,对素混凝土取 $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ 。

其余符号的意义和规定同前。

锚固螺栓的计算:对锚固螺栓的要求是,保证支架柱脚能牢固地与混凝土块体基础连接。为此,需计算所需螺栓的总净面积及螺栓的数量。同时还应计算锚栓的锚固长度。

锚栓所需总净面积可用下式计算:

$$A_n \geq \frac{G_3}{f_t^a} \quad (10-3-7)$$

式中 A_n ——柱脚与一个单独块体基础连接所需锚栓总净面积, mm^2 ;

f_t^a ——锚栓的抗拉设计强度,由《钢结构设计规范》(GBJ17—88)中查取, N/mm^2 所需锚栓的数量,可用下式计算:

$$n \geq \frac{A_n}{a_n} \quad (10-3-8)$$

式中 n ——锚栓数量,对一个柱脚应取偶数且 $n \geq 2$,成对称设置;

a_n ——一只锚栓的计算面积,由《钢结构设计规范》(GBJ17—88)中查取,但应使锚栓直径 $d \geq 20 \text{ mm}$ 。

锚栓锚固长度的确定:锚固长度与锚栓和混凝土的粘结力及混凝土强度等级有关,一般可用下式计算:

$$l_a \geq \frac{f_y - 8.52f_t}{7.76f_t} d \quad (10-3-9)$$

式中 l_a ——锚栓的锚固长度, mm ;

f_y ——锚栓钢材抗拉设计强度,当为 II 级钢筋时 $f_y = 310 \text{ N/mm}^2$;

f_t ——混凝土抗拉设计强度, N/mm^2 。

锚栓的构造要求:锚栓下端应做标准弯钩或用锚梁、锚板,使它可靠的锚固于混凝土中。当混凝土块体基础较大时,则应在基础中配置构造钢筋,保证其整体不致断裂。

整体倾覆稳定性在横向的正反两个方向都应得到保证。因此对平面支架或空间支架的基础都应采取上述措施。只有当直线段上 $H/B \leq 2 \sim 3$ 时才认为其横向稳定可以得到保证(参看图 10-3-1 e)。

支架的刚度,由控制支架顶点的侧移来保证。图 10-3-2 c 所示为图 10-3-1 a 支架在水平风荷载作用下的计算简图,其顶点侧移可由下式计算:

$$\Delta_w = \sum \int_0^l \frac{N\bar{N}}{EA} dl \quad (10-3-10)$$

式中 Δ_w ——支架在风荷载(或与其它荷载共同作用下)作用时,顶端的侧移,mm;

N ——顶端外力作用下各杆件的轴力,kN;

\bar{N} ——顶端作用单位力时各杆件的轴力,kN;

E ——钢材的弹性模量,当为A3时,可取为210kN/mm²;

A ——支架中各杆件的截面积,mm²;

l ——支架中各杆件的长度,mm。

由式(10-3-10)计算结果应满足下式要求(H 为支架的高度):

$$\Delta_w \leq \frac{H}{250} \quad (10-3-11)$$

式中各符号的意义和规定与以前相同。

二、截面设计与计算

(一)跨间结构构件的截面计算

(1)截面型式的选择 跨间结构的主纵梁(包括桁构梁的上弦杆在内)、横梁以及辅助纵梁的截面,一般可根据其跨度大小、内力性质及大小,选用轧制工字钢、焊接工字钢梁,或由两个相同规格的槽钢组合而成的实腹工字形截面(图10-3-3 a、b、c)。上述三种截面型式中应优先采用轧制或焊接工字形截面,因为两槽钢组合截面,在同样受力条件下,不如前二者经济。

桁梁混合结构或平行弦桁架的腹杆,其截面可用两个不等边或等边角钢组成T形或十字形型式(图10-3-3 d、e),十字形截面的优点是在其平面内、外的回转半径相等,同时与节点其他杆件的连接方便。

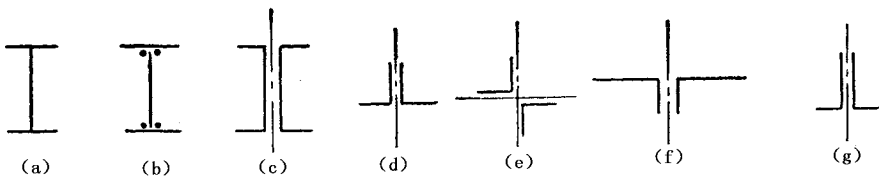


图 10-3-3 钢栈桥跨间主要承重结构的截面型式

(2)截面设计 对承受移动荷载的型钢梁,可根据其最不利内力组合值按强度条件(不考虑塑性发展系数)确定其截面尺寸,然后再按稳定和刚度条件进行验算。当构件的设计内力较大时,则宜设计成组合截面工字形梁,不考虑塑性发展系数,按照钢结构关于

组合钢梁的设计步骤 ,首先应根据经济条件和刚度条件确定钢梁截面的经济高度和最小高度 ,然后确定腹板厚度和翼缘尺寸 ,最后再按强度 稳定(包括整体稳定和局部稳定)及刚度等三方面的条件进行验算。直到完全满足为止。对轴心受力杆件 ,应按强度条件设计截面 ,其中受压杆件还应进行稳定验算。无论是受拉或受压杆件 ,均应按照《钢结构设计规范》GBJ17—88)验算杆件平面内外的长细比。

(3)节点设计 ,应符合受力明确、传力可靠、构造简单合理的原则。当采用焊接连接时 ,根据杆件的最大内力 ,选择焊脚尺寸和确定焊缝长度 ;当采用铆钉或螺栓连接时 ,根据杆件的最大内力 ,确定铆钉或螺栓的直径和数量。无论采用何种连接 ,均应符合《钢结构设计规范》GBJ17—88)中有关规定的构造要求。

(二) 支架结构构件的截面计算

(1) 支架结构构件的截面型式 ,不论是平面支架或空间支架 ,都是由支架的支柱为弦杆与水平和倾斜的或交叉的腹杆所组成的平面或空间桁架(参看图 10-1-15 a、b、d、e、f 及图 10-3-1 e)。常用的支柱截面型式如图 10-3-4 a~g 所示 ,而腹杆则往往采用单角钢或双角钢组成的 T 形、工形或「形的截面型式(图 10-3-4 h、i、j)。

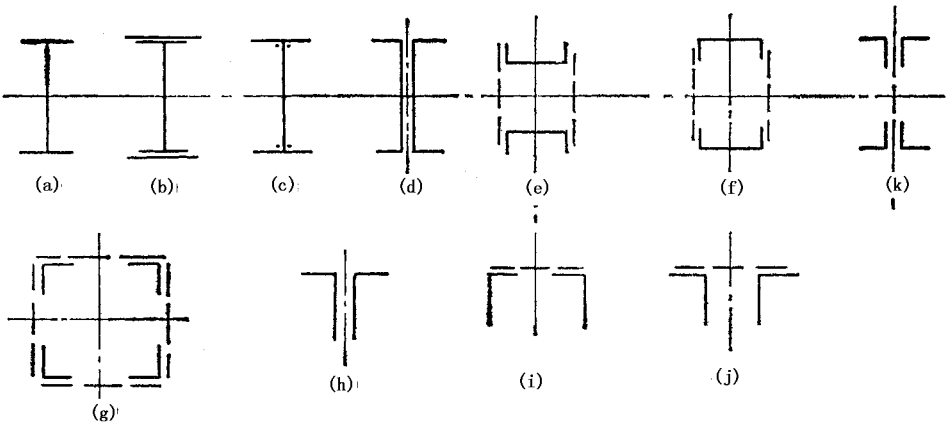


图 10-3-4 支架结构各杆件截面型式

对于支柱截面 ,不论是实腹式或格构式的 ,其在两主轴方向的长细比(即 λ_x 与 λ_y)均不相等。主要是因为支架在平面外的计算长度远大于在平面内的计算长度。在支架平面内 ,支柱的计算长度等于其节间长度 ;而在平面外(沿桥的纵向)的计算长度却等于支架的全高。关于支柱截面强、弱轴的位置 ,应根据支柱在平面内外等稳定原则来决定。即将截面的弱轴放在与支架平面相垂直的平面内 ,强轴则与支架平面相平行。并尽量使其两主轴平面内的长细比 λ_x 与 λ_y 相接近。这样 ,对抵抗支架平面外的偏心弯矩也是有

利的(图 10-1-15 c)。

支架各构件的连接,一般均采用焊接,很少采用铆钉连接和螺栓连接,这是因为栈桥承受动力不大,焊接结构工作可靠,加工工艺简单,且能节约钢材。

空间支架是由两平行的平面支架用支撑连系而成。这时支柱在纵横两个方向的计算长度与其回转半径的比值(即长细比) λ_x 和 λ_y 是相接近的。

(2)截面设计。支架的立柱,不论是实腹式柱或是格构式柱,在平面内均按轴心受压构件设计;在支架平面外,对空间支架的立柱仍可按轴心受压构件设计,而对平面支架则应按偏心受压构件设计。设计计算内容均应考虑其强度、稳定和刚度三方面的要求,设计计算方法与钢结构中的轴心受压或偏心受压构件的方法相同。

支架各腹杆的内力一般均较小,因此截面的确定不必计算,一般按构造要求,由杆件的允许长细比来控制。

(3)柱头和柱脚的设计。应根据支架立柱的实际受力情况设计为轴心受压或偏心受压柱头;柱脚的设计,其底板的尺寸应根据立柱的受力情况和混凝土基础材料局部承压设计强度来计算。柱脚的型式,根据实际的受力情况,可设计轴心受压的柱脚,也可设计成能承受一定弯矩的偏心受压的整体式柱脚;具体方法可参见钢结构中的柱头与柱脚设计。

第二节 钢筋混凝土栈桥的设计与计算

一、内力分析

(一)跨间结构构件内力计算

(1)计算单元的选择及计算模型的确定,可根据具体结构布置来选择和确定。图 10-1-13 轴 2 至轴 4 为一载重 80kN 封闭式斜井箕斗栈桥,设有三根等跨带悬臂的纵梁承受箕斗轮压。可取计算单元及计算模型如图 10-3-5 所示,其中图 10-3-5_a为预制铰支时取为简支梁,图 10-3-5_b为整体式梁板时取为连续梁。从图 10-1-13 可看出,这种双箕斗提升栈桥,轨距 1500mm,由于采取重叠铺设轨道的措施(重叠宽度为 484mm),从而可以节省桥面宽度。

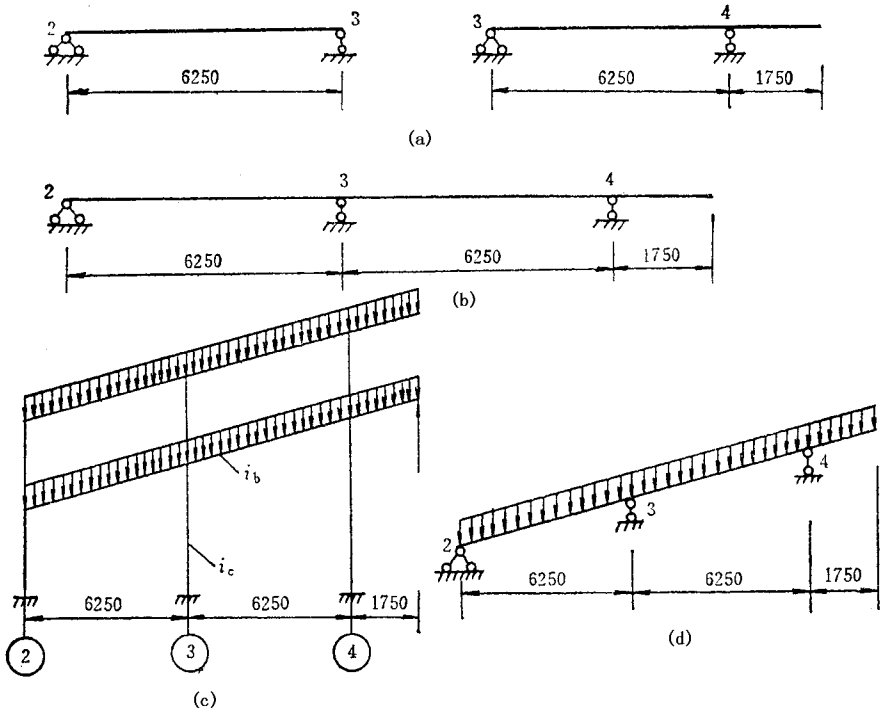


图 10-3-5 钢筋混凝土栈桥简支梁、连续梁及框架计算模型

栈桥两侧边的纵梁虽未承担箕斗轮压,但它承受围护砖墙及人行道的均布荷载,其计算单元与计算模型的取法与上述承受箕斗轮压的纵梁相似。当为整体式结构,且其梁柱的线刚度比 $i_b/i_c \geq 5$ 时,则纵向框架梁可近似取为连续梁计算,如图 10-3-5 d;当侧边纵向框架梁为预制的,与柱为刚接,且 $i_b/i_c < 5$ 时,则该纵向框架梁应按多跨连续框架模型分析(图 10-3-5 c)。

(2) 计算简图的简化及内力计算,对承受箕斗轮压的纵梁,其计算模型无论是取为简支梁或是连续梁(图 10-3-5 a 及 b),均可按承受移动荷载用结构力学中的方法,分别绘出静定梁及超静梁的影响线,求出其最不利的弯矩与剪力,对图 10-3-5 c、d 在均布荷载及其它水平荷载作用下的连续梁或框架,可用结构力学中求解超静定结构的一般方法(可分别采用弯矩分配法及 D 值法)进行计算。

(二) 支架结构构件的内力计算

(1) 计算单元及计算模型的建立。由图 10-1-13 平面图中轴 2 至轴 4 即可看出,箕斗纵向梁及侧边纵梁,均以各轴线上的框架结构为其支座,这些单跨多层对称框架,承受着包括其结构自重在内的垂直荷载,同时还承受着水平荷载,如由跨间结构传来的风荷

载(图 10-3-6 a),该图也可视为图 10-3-6 b、c 两图之和,其中图 10-3-6 b 全部作用的是垂直荷载,图 10-3-6 c 则仅作用着水平荷载,而图 10-3-6 b 中 F_2 、 F_3 对称于框架,它对对称框架的内力没有影响,因此,图 10-3-6 b 可仅按作用有均布荷载 $g_1 + p_1$ 、 $g_2 + p_2$ 及集中荷载 F_1 、 F'_1 进行分析。

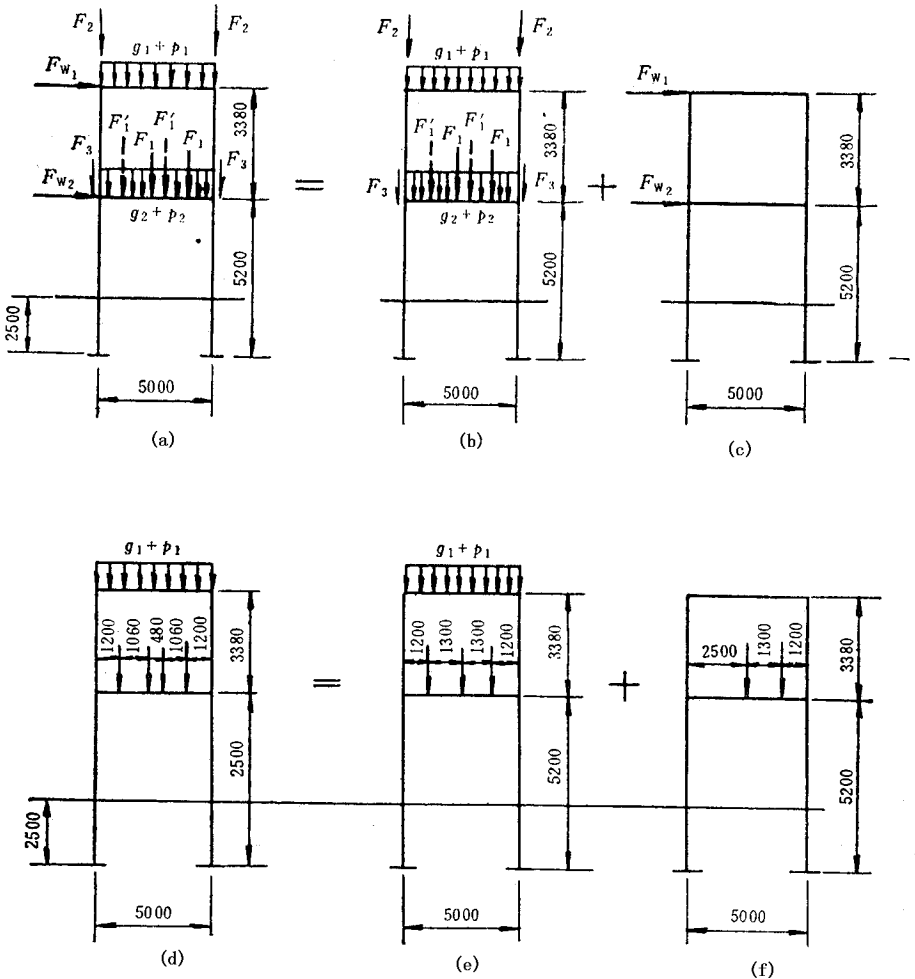


图 10-3-6 钢筋混凝土框架式支架计算简图

(2) 计算简图的简化及内力计算。具体计算时,图 10-3-6 d 还可简化成两个图来计算(图 10-3-6 e、f 即对称与反对称两种结构)。因此,对图 10-3-6 a 所示的计算简图,可按图 10-3-6 c、e、f 三种情况分别计算,并可采用结构力学中的 D 值法、分层法或迭代法进行分析。应当指出的是:图 10-3-6 c 的水平荷载也可反向作用于结构,图 10-3-6 f 的轮压也可按框架对称轴调换位置,这一特点在进行最不利内力组合时必须

考虑。

二、截面设计与计算

跨间结构及框架横梁一般均按受弯构件进行截面配筋设计。框架柱应按偏压构件进行对称配筋计算。由于箕斗轮压不大,受行走箕斗作用的梁不进行疲劳强度验算。但应按移动荷载的受力特点加强各截面及节点的构造配筋。

第四章 胶带输送机走廊的设计与计算

第一节 钢走廊的设计与计算

一、内力分析

(一) 跨间结构构件内力计算

(1) 走廊屋盖与楼面的内力计算,当跨间承重桁架的节间长度较小(例如 $\leq 2.5\text{m}$),而走廊的宽度较大(例如 $\geq 3\text{m}$)时,屋盖可不设檩条,屋面板直接支承在屋面横梁上,当屋面板为预制钢筋混凝土板时,可按简支板计算;当屋面板为木板时,可按两跨连续板计算。当主桁架节间长度较大而走廊宽度较小时,可采用短向板。有时为了屋面排水的需要,沿长廊纵向设置屋面木檩或钢筋混凝土檩条。不论采用哪种屋盖构造,屋面板所受的荷载有:板自重、保温层及防水层自重、雪荷载、屋面施工及检修活荷载(雪荷载与施工检修活荷载不同时考虑,一般取其较大者)。对于钢筋混凝土屋面板,还应按跨中作用 0.8kN 的集中荷载进行强度校核;对于木屋面板,则应以在 0.3m 的板宽内承受全部施工检修活荷载来进行强度校核。

钢走廊的楼板往往采用现浇钢筋混凝土板或预制钢筋混凝土板,设计时可根据结构布置情况分别按简支板或连续的单向板计算,其计算跨度可取为支座中心线间的距离。全部内力可查有关表格进行计算(详见《建筑结构静力设计手册》)。

(2) 横梁的内力计算。横梁承受屋面或楼面传来的均布荷载或输送机设备的集中荷

载,一般按单跨简支梁计算。如图 10-4-1_a、_b、_c 所示。其中图 10-4-1_a 为屋面梁计算简图;图 10-4-1_b、_c 分别为单输送机单侧人行道和双输送机中间人行道时的横梁计算简图。

图中各种荷载的设计值可按下列各式计算:

胶带输送机(或刮机)作用于横梁上的集中荷载 F_c (设计值)

$$F_c = \frac{1}{2} \gamma q_c l_1 \text{ kN} \quad (10-4-1)$$

式中 q_c ——输送机和货载重量,由表 10-4-1、表 10-4-2 查取 kN/m ;

l_1 ——跨间主承重桁架的节间长度 m ;

γ ——荷载分项系数,考虑机架和煤重的综合作用,取 $\gamma = 1.3$ 。

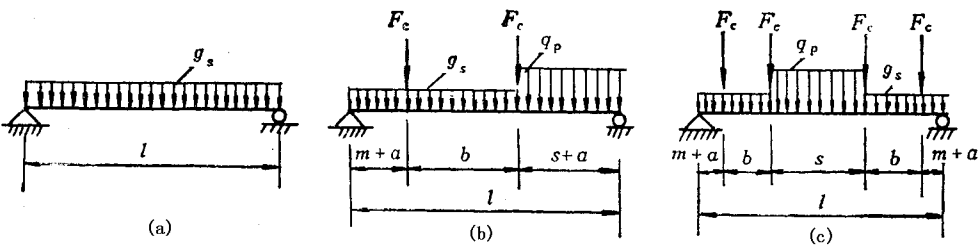


图 10-4-1 楼、屋面横梁计算简图

人群及活荷载的设计值 q_p :

$$q_p = \gamma_Q q_{pk} l_1 \text{ kN/m} \quad (10-4-2)$$

式中 q_{pk} ——根据《煤炭工业设计规范》查得的均布活荷载标准值 kN/m^2 ;

γ_Q ——可变荷载分项系数,取 $\gamma_Q = 1.4$ 。

走廊楼板自重(当有保温材料时应分项列入)与横梁自重之和 g_s :

$$g_s = \gamma_G (g_{sk} l_1 + g_{lk}) \text{ kN/m} \quad (10-4-3)$$

式中 g_{sk} ——走廊楼板及保温材料重量标准值 kN/m^2 ;

g_{lk} ——横梁自重标准值 kN/m ;

γ_G ——永久荷载分项系数,取 $\gamma_G = 1.2$ 。

当走廊有倾角时(一般胶带输送机走廊倾角可在 $0^\circ \sim 18^\circ$ 之间),横梁应按斜弯曲构件计算(图 10-4-2_a)。横梁一般均采用轧制工字钢或槽钢,由于其斜向刚度较小,当走廊倾角较大时,往往在横梁强轴 $x-x$ 平面内设置辅助拉杆,以减少其在斜向的跨度,如图 10-4-3_b 中虚线所示的杆件 ab 即是。只有当楼板采用预制钢筋混凝土,且安装

时板与横梁有三点以上焊接,或楼板为现浇整体式板时,才可忽略其斜向分力的影响。

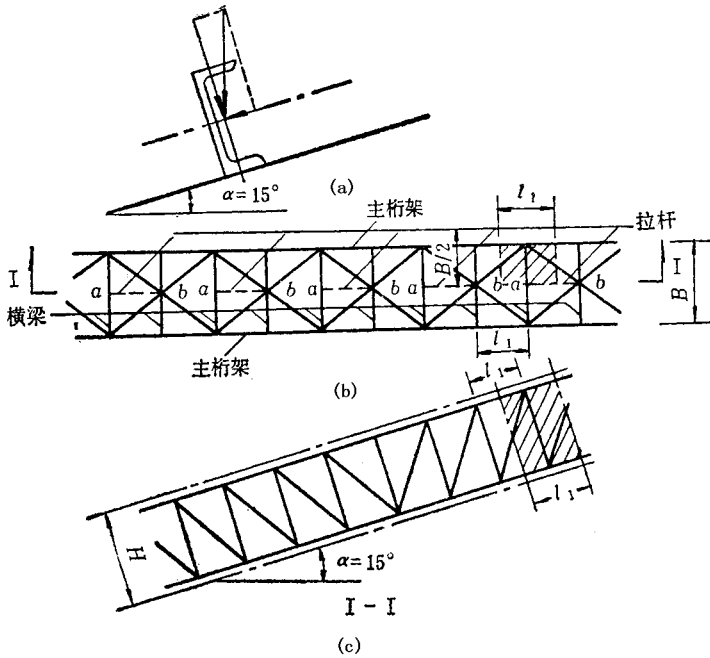


图 10-4-2 横梁斜弯曲及拉杆位置

(3) 桁架内力计算。桁架上下弦各节点上承受的荷载主要是:通过横梁传来的屋面及楼面荷载及桁架上下弦平面内的支撑自重,围护结构墙体的重量只考虑传给下弦节点上。上下弦节点荷载,可按下列各式计算:

上弦节点荷载 F_j^u , 可按下式计算:

$$F_j^u = F_{st}^u + F_r + F_l \quad \text{kN} \quad (10-4-4)$$

式中 F_{st}^u ——跨间结构及上弦支撑的自重,平均分配在上下弦节点上的荷载设计值 (图 10-4-2) kN;

$$F_{st}^u = \frac{1}{2} g_{st} l_1 \quad (10-4-4a)$$

g_{st} ——跨间结构桁架(每榀桁架重,包括支撑在内)自重设计值,其值由式(10-2-1)或式(10-2-2)计算并乘以荷载分项系数 γ_G ,一般取 $\gamma_G = 1.2$ kN/m;

F_r ——屋盖材料的自重所产生的节点荷载 kN;

$$F_r = g_r \frac{Bl_1}{2} \quad (10-4-4b)$$

g_r ——屋顶结构的自重设计值 kN/m^2 ;

B ——走廊的宽度 m ,

F_l ——节点上的屋面活荷载设计值 kN ;

$$F_l = q_r \frac{Bl_1}{2} \quad (10-4-4 \text{ c})$$

q_r ——屋面活荷载设计值 kN/m^2 。

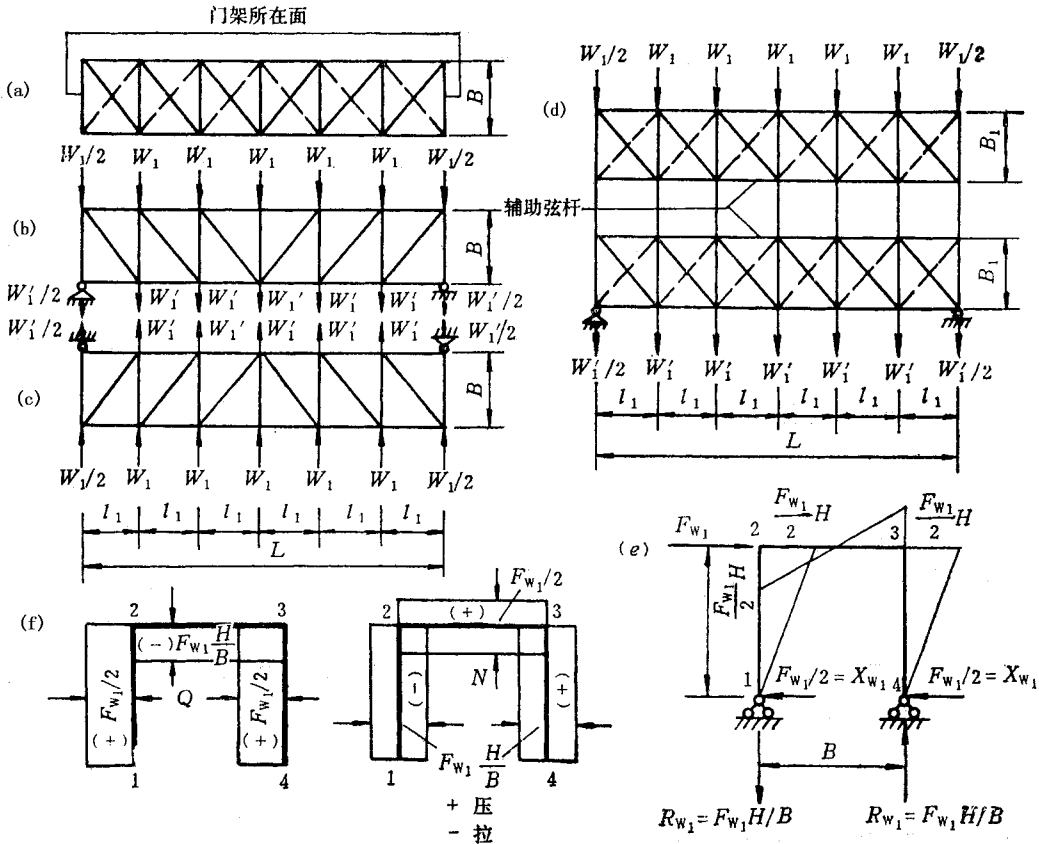


图 10-4-3 抗风桁架及门架计算简图

下弦节点荷载 F_j^l 可按式计算：

$$F_j^l = F_{st}^l + F_w + F_b \quad (10-4-5)$$

式中 F_{st}^l ——跨间结构及下弦支撑自重,平均分配在上、下弦节点上的荷载设计值, kN ;

$$F_{st}^l = \frac{1}{2} g_{st} l_1 \quad (10-4-5 \text{ a})$$

F_w ——由围护墙自重作用在节点上的荷载设计值, kN ;

$$F_w = g_w H L_1 \quad (10-4-5 \text{ b})$$

g_w ——围护墙自重, kN/m² ;

F_b ——楼面横梁传至节点的荷载设计值,由图 10-4-1 b、c 楼面横梁计算简图求得。

其它符号的意义和规定同前式(10-4-4)。

当跨间主承重结构自重不按式(10-2-1)及式(10-2-2)计算时,则作用在桁架上、下弦各节点的荷载设计值应另行计算,计算方法与上述相似。

桁架上、下弦的节点荷载求出后,即可按结构力学中的图解法或数解法计算各杆件的内力。钢桁架一般可不计算其次应力,在需要计算时可参考《结构力学》中关于桁架次应力的计算方法。

(4) 抗风支撑内力计算。跨间结构主承重桁架上、下弦平面内的两榀水平桁架,承受走廊跨间结构的侧向风荷载作用,计算作用于其迎风和背风面桁架的节点荷载时,忽略构件支座的连续性而按简支构件计算。参考图 10-4-2 及图 10-4-3,并按下式计算:

$$W_j = \gamma_Q W \frac{H L_1}{2} \quad (10-4-6)$$

式中 W_j ——抗风桁架节点风荷载设计值,迎、背风面分别计算, kN ;

W ——作用走廊侧壁单位面积上,并经风压体型系数及高度修正系数调整后的风压标准值, kN/m² ;

γ_Q ——可变荷载分项系数, $\gamma_Q = 1.4$ 。

抗风桁架一般均设计成交叉腹杆形式,属超静定结构,但在内力计算时,常以单斜杆的静定桁架进行分析。图 10-4-3 b、c 即为其计算简图。当反风向时,则计算简图也应该反向,即将荷载反向作用于节点上,在图 10-4-3 a、d 中以虚线斜杆为拉杆、实线斜杆为零杆来进行内力分析。

当走廊宽度较大,为避免支撑之斜腹杆过长,往往在上、下弦平面支撑内各增设两辅助弦杆以形成两榀支撑桁架(图 10-4-3 d),两榀桁架之间以直杆相连。其内力分析采用下述近似方法计算:即以四榀高度等于 B_1 的水平桁架叠置在一起,共同抵抗由于水平风荷载所产生的总弯矩值 M_{\max} ,作为弦杆所承受的最大内力值,其余各腹杆也可近似地按此最大内力设计,同时还应满足各该杆允许长细比的要求以确定其截面。

由风荷载产生的水平最大弯矩值为:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} W H L^2 \quad (10-4-7)$$

式中 H ——跨间结构的投影高度, m;

L ——跨间结构即走廊的跨度, m。

其余符号的意义和规定同前, W 同式(10-3-1)中规定。

弦杆及辅助弦杆的最大内力为:

$$N = \frac{M_{\max}}{4B_1} = \frac{WHL^2}{32B_1} \quad (10-4-8)$$

当风向改变时, 上述内力将改变符号, 辅助弦杆一般应按压杆设计。

各种抗风桁架的竖杆, 一般均由楼、屋面横梁代替, 设计横梁时, 应将横梁作为抗风桁架竖杆的内力考虑进去。

(5) 门架的内力计算。其计算简图如图 10-4-3 e 所示, 走廊屋盖标高处抗风支撑桁架的压力作用于双铰刚架横梁水平处 F_W , 走廊楼面标高处水平抗风支撑桁架的压力直接传给下部支架结构, 对门架不引起内力。作用于横梁水平处的 F_W , 可用下式计算:

$$F_W = \frac{1}{2}(n-1)(W_1 + W'_1) \quad (10-4-9)$$

式中 n ——抗风桁架节点数(图 10-4-3 b、d)。

双铰刚架在刚架顶部水平集中力作用下的 M 、 N 、 Q 如图 10-4-3 e、g、f 所示。其立柱 1-2、3-4 为跨间主桁架的竖杆, 与横梁 2-3 均应按压弯构件来设计。当桁架有纵向倾角时, 横梁应按在两主轴平面内的压弯构件设计。

(二) 支架的内力计算

胶带输送机走廊的支承结构——支架, 也分平面支架及空间支架两种。空间支架也可分解为平面支架进行简化计算。平面支架的内力计算, 与钢栈桥支架的内力计算基本相同。所不同的是在荷载的计算有差别。

竖向荷载作用下的计算与第二类矿车栈桥相同, 即按胶带上全部满载的均布荷载进行计算。

当走廊的纵向各跨度相等时, 作用于一个中间支架上的水平风荷载为按式(10-4-9)计算的 4 倍。

支架在竖直荷载及水平荷载作用下的计算简图可按图 10-1-15 a 或图 10-1-15 b 画出如图 10-4-4 所示。图 10-4-4 a、b 分别为竖向及水平荷载作用下的计算简图, 其基本结构可取为外部静定内部一次超静定, 则可求出其内力; 图 10-4-4 b 为水平风荷载作用时的简图, 当反风向时, 其内力符号将与原来相反; 图 10-4-4 c 为验算整体倾覆稳定时的简图, 验算方法可参考式(10-3-2)~式(10-3-9)进行。支架顶点的侧移值可参考式(10-3-10)及式(10-3-11)计算。

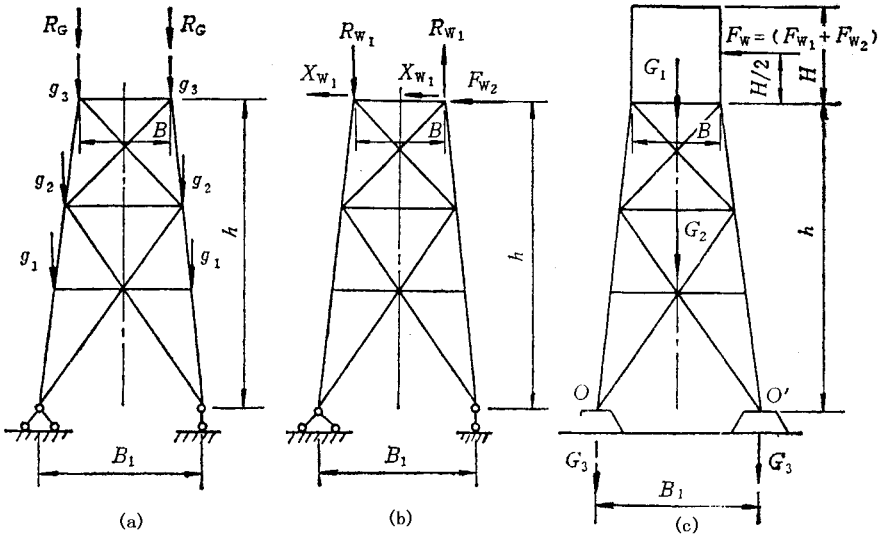


图 10-4-4 胶带输送机钢走廊支架计算图

二、截面设计与计算

走廊跨间结构中楼、屋面板,目前多采用预制或现浇钢筋混凝土板,可设计成简支的、连续的单向或双向板,很少采用木板或钢板。采用石棉水泥瓦及相应保温层作屋、墙面围护结构,以减轻自重。

楼、屋面横梁一般根据强度和稳定条件设计截面,并可考虑截面塑性发展系数 γ_x 及 γ_y ,可设计成轧制工字钢或焊接工字形截面,或者由单槽钢、双槽钢组合而成的截面,这些截面中宜优先采用轧制型钢,这不仅经济,而且加工制造都比较简单。

横梁的刚度应保证在正常工作时,其挠度不大于其跨度的 $1/400$ 。

桁架是跨间的主要承重结构,桁架各杆件截面型式如图 10-4-5 所示。最常用的是由两个等边角钢组成的 T 形截面。最经济的是由两块钢板焊接而成的 T 形截面,但由于焊接热应力易使构件发生扭曲变形,因而只有在具有较高的焊接技术时才得采用。图 10-4-5 e、f、g 为复壁式截面,一般只用于围护墙为重型砌块或弦杆内力较大时,显然,这种截面耗费材料较多。

桁架的弦杆通常设计成不变截面的,由内力最大的节间用强度、稳定条件核算,同时还要保证两个主轴平面内的刚度,即应保证 λ_x 及 λ_y 均不超过允许值;对于某些内力较小的腹杆,其强度和稳定一般均能得到满足,这时应保证 λ_x 及 λ_y 不超过允许值,且应满足构造要求。

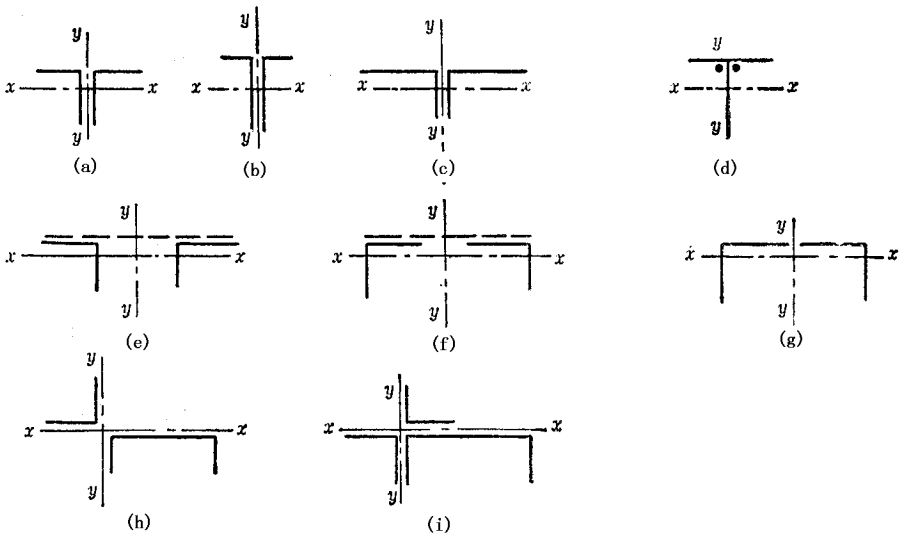


图 10-4-5 钢桁架杆件截面型式

为了保证门架能传递弯矩,往往采用图 10-4-5 a、h、i 所示各种型式的截面,以保证在门架平面内(即绕 $y-y$ 轴)具有较大的刚度,同时还应加强节点构造,以保证能形成封闭刚架或双铰刚架。

抗风支撑的辅助弦杆设计,按杆内最大内力,由强度及稳定条件核算,并应保证其两主平面的刚度,其它各杆一般均按刚度条件即保证其长细比 λ 不超过所规定的允许值,详见《钢结构设计规范》(CBJ17—88)中有关规定。

钢走廊支架的截面型式与钢栈桥支架的截面型式相似,可参考图 10-3-4 a~j 中各种型式采用。支架立柱仍按偏压构件的强度、稳定条件核算,并允许考虑截面塑性发展系数 γ_x 和 γ_y 的影响,同时应满足支架平面内外的刚度要求,即应保证其 λ_x 及 λ_y 不超过所规定的允许值;支架顶梁除保证强度、稳定及刚度条件外,还应特别加强其节点构造,以保证两立柱能整体工作,可靠地传递跨间结构传来的支座压力。

支架其它腹杆一般受力不大,除少数杆件需按受力控制其截面外,包括空间支架支撑杆件、走廊纵向支撑杆在内,均可以按各杆的允许长细比来设计截面。

支架柱柱头和柱脚可根据具体情况设计成轴心受压的或偏心受压的,设计方法与钢栈桥支架柱头和柱脚的设计方法相似。

第二节 钢筋混凝土走廊的设计与计算

一、内力分析

钢筋混凝土走廊有现浇式、装配整体式及全装配式三种形式。走廊的围护结构,目前多采用砖砌体、现浇式或装配式钢筋混凝土屋盖。其内力的分析计算略有差别。现浇整体式单胶带输送机走廊宽度 $\leq 3\text{m}$ 时,可取如图 10-4-6 a、b 所示的计算单元及计算模型,走廊楼盖纵梁 $b-1$ 一般取为连续梁计算,只有当沿纵向梁柱线刚度比 $i_b/i_c \leq 5$ 时,才需沿纵向取出框架来分析其梁柱内力;装配整体式钢筋混凝土屋盖的内力应按施工和使用两阶段的荷载进行分析计算,并用两者中的最大内力计算配筋量;跨间结构采用装配式钢筋混凝土结构时,一般都按简支梁板进行内力计算。

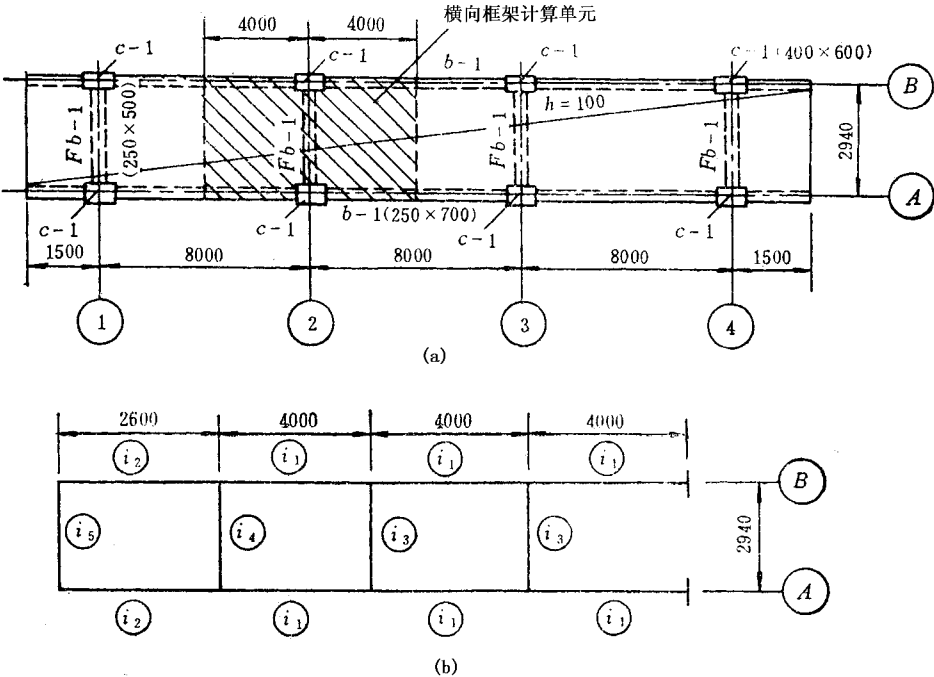


图 10-4-6 钢筋混凝土走廊计算单元及计算模型

跨间结构为钢筋混凝土或预应力钢筋混凝土桁架时,其内力计算与一般同类屋架一样,即按两端简支的静定铰接桁架,在节点荷载作用分析其各杆轴力;当上、下弦节间有

集中荷载时,应计算上、下弦在集中荷载及自重作用下的主弯矩,图 10-4-7 a~d 所示为其计算简图,图 10-4-7 b 为静定铰接桁架简图,图 10-4-7 c、d 分别为该桁架上弦及下弦杆等截面连续梁计算简图。内力分析可用弯矩分配法计算,后者也可取五跨连续梁查表计算其主弯矩。然后再计算由于桁架上、下弦各节点的线位移而产生的次弯矩(次剪力和次轴力可忽略不计),当为预应力钢筋混凝土结构时,还应计算由于张拉预应力钢筋而引起的反向次弯矩,最后将各杆的主、次弯矩分别叠加,即得桁架各杆之计算弯矩。计算分析表明,这类结构,由于预应力的反向次弯矩的影响,且桁架内部杆件布置为等边三角形,其各杆的最后次弯矩均较小,因此,对桁架起主要作用的仍是主弯矩。

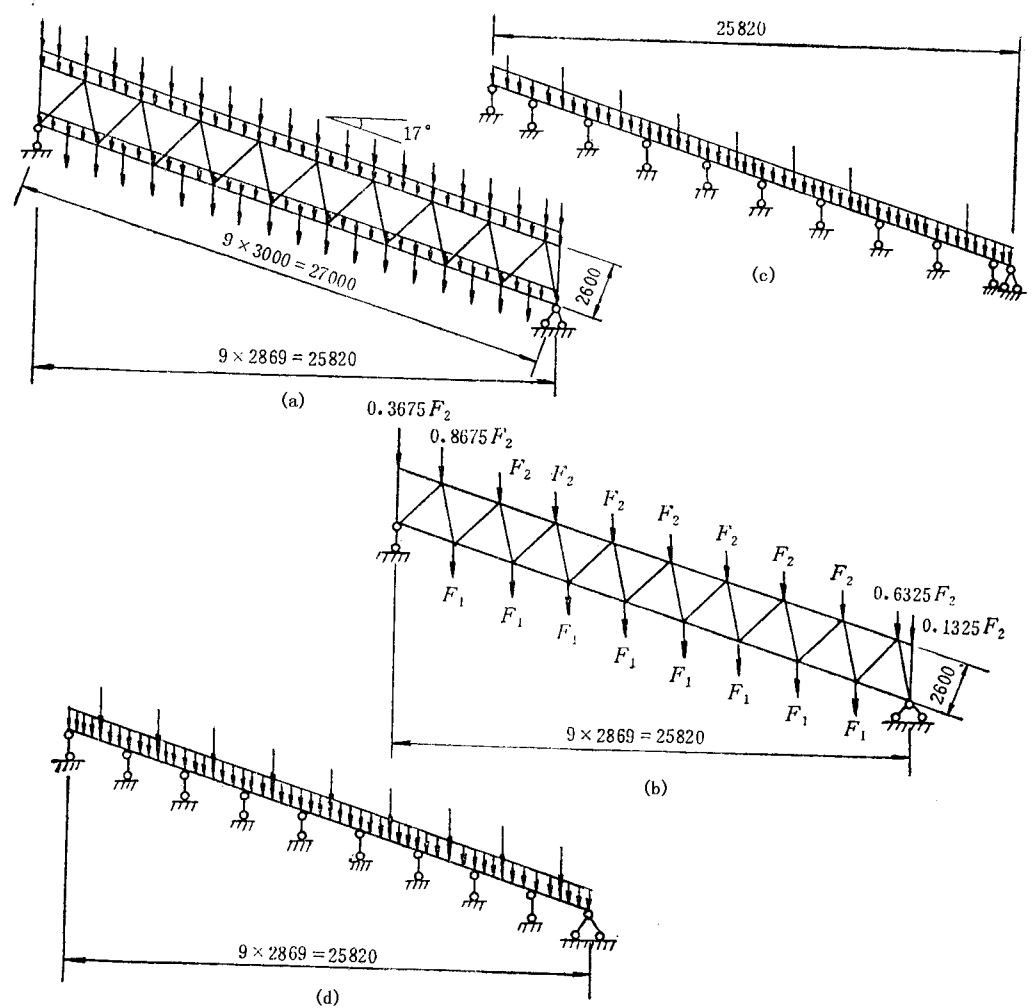


图 10-4-7 预应力钢筋混凝土平行弦桁架计算简图

跨间结构采用箱廊时,由于其抗扭刚度很大,且其自重比活荷载大很多,因而内力分析可按平面杆系结构进行,即沿纵向取为简支梁、沿横向取为封闭框架计算其弯矩、剪力和轴力,作为设计计算构件截面的依据。图 10-4-8 即为图 10-1-9_a 中一跨的计算简图,其中折线形箱廊,由于其折角 $\leq 18^\circ$,故仍可按直梁计算。

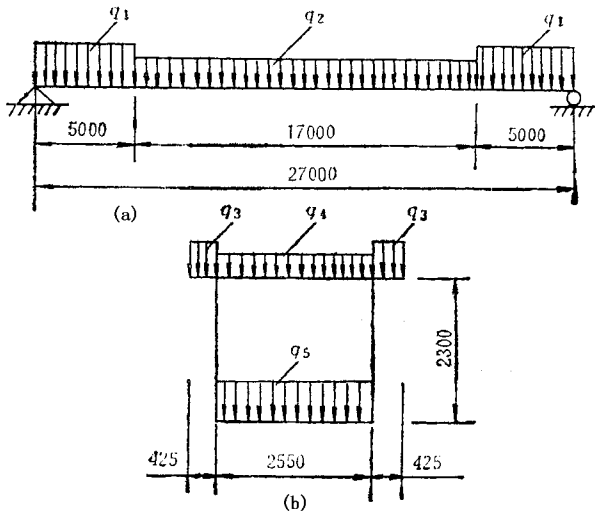


图 10-4-8 钢筋混凝土箱廊计算简图

预应力钢筋混凝土箱廊的内力计算与普通钢筋混凝土箱廊相同。其截面设计应按预应力钢筋混凝土设计原理从施工阶段到使用阶段进行应力变化的验算。

钢筋混凝土走廊跨间结构楼、屋盖可采用现浇整体板,也可采用预制钢筋混凝土板,当其与横梁及主纵梁有可靠连接时,均不需设置支撑。当需设置支撑时,其结构布置与内力计算与钢走廊的支撑基本相同,可参考有关内容设计计算。

钢筋混凝土走廊支承结构——框架的内力分析,均按结构力学的方法分析。垂直荷载作用下采用分层法计算,水平荷载作用下采用 D 值法计算。当采用装配整体式框架柱时,还需验算施工阶段的稳定性,其验算方法可参照《升板建筑结构设计施工暂行规定》中柱在提升阶段时的验算方法进行。

二、截面设计与计算

钢筋混凝土走廊当采用梁板及桁架为其跨间结构,框架为支承结构时,各杆件截面尺寸按钢筋混凝土结构设计原理和方法计算确定,同时应该满足构造要求。对于箱廊截面尺寸的确定,可根据国内外有关设计经验进行:

箱体的高度和宽度 ,一般均由工艺要求的最小构造尺寸决定(见表 10 - 4 - 1)。顶、底板及侧壁厚度约为 100mm 左右 ,箱体全高为 $H \geq 2400\text{mm}$,箱宽 $B \geq 2700 \sim 4100\text{mm}$ 。

箱梁桥中 ,常用高跨比 $H/L = 1/14 \sim 1/20$,国外已建大跨度预应力箱廊的高跨比为 $H/L = 1/18 \sim 1/30$ 。因此 ,单胶带输送机箱廊 ,其箱体高 $H \geq 2400\text{mm}$,即使采用普通钢筋混凝土箱廊 ,其跨度为 27m 时 ,其高跨比 $H/L = 1/11.25 > 1/14$,完全可以满足受力要求 和 1/400 相对挠度的要求。

箱体的宽度一般均大于其高度(采用双层胶带时例外) ,其高宽比 $H/B = 0.89 \sim 0.59$,因而箱廊中可以不考虑整体稳定。

表 10 - 4 - 1 箱体尺寸表

胶带宽度 mm	500 600	800	1000	1200	1400
箱体净宽 mm	2500	2800	3100	3500	3900
箱体净高 mm	2200				

箱廊的局部尺寸。腹板厚度由其抗剪强度、局部稳定和施工条件等决定。特别是钢筋混凝土结构中的局部失稳问题 ,国内外尚无完善的理论计算式 ,根据国外工程实践经验 ,腹板的高厚比取 $H/t_w = 30 \sim 40$ 的范围内是合适的(参看图 10 - 1 - 8 e) ;翼缘可按一般板厚考虑 ,必要时可以横肋加强 ;翼缘和腹板交接处可用加腋过渡。当箱体宽度 $B = 3\text{m}$ 时 ,取 $h'_f = 80\text{mm}$;当 $B = 4.5\text{m}$ 时 ,仍取 $h'_f = 80\text{mm}$,但应考虑加腋过渡区 ;当 $B > 4.5\text{m}$ 时 ,则应增设横肋以加强(h'_f 为箱廊上翼缘厚度)。

钢筋混凝土走廊的跨间和支承结构的截面计算问题 ,可归结为拉、压、受弯和压弯构件的正、斜截面的强度计算 ,裂缝开展和挠度验算 ,这些问题的分析计算方法 ,完全可以按钢筋混凝土结构的设计原理和方法。

走廊基础可根据地基条件及荷载情况设计成钢筋混凝土单独基础或条形基础。均可按普通钢筋混凝土结构原理进行设计。

第五章 栈桥和走廊的抗震设计

我国是一个多地震的国家 ,而有不少矿山是分布在比较强烈的地震区内 ,因此 ,设计地震区的矿山栈桥和走廊时 ,为使震害减小到最低限度或免遭损失 ,必须考虑地震作用对其不利影响 ,在设计中采取行之有效的措施 ,以保证所设计的工程在基准期内 ,符合大震不倒小震不坏的抗震方针。

第一节 震害情况及其主要原因分析

栈桥或走廊的震害多发生在砖砌通廊部分 ,地震 7 度区即有所损坏 ,8 度区其支承框架结构即有开裂 ,9 度区震倒较多。一般震害表现在以下几个方面 :

(1) 砖砌通廊部分的顶盖和墙或墙和楼板产生通长的裂缝或错位 ,这种裂缝及错位 ,在 7、8、9 度区内均有发生 ,7 度区一般发生在屋面板与砖墙交接处 ,偶尔在墙下部近楼板处也可见到 ,8 度区则上述两种裂缝均较普遍 ,9 度区破坏情况明显加重 ,其裂缝分布扩散到窗洞上下 ,且有墙体压碎、错动、外倾、甚至倒塌。

砖墙的另一裂缝是沿走廊墙体的斜向裂缝 ,7 度区一般在窗洞角部或墙的上部出现 ,在 8、9 度区则往往形成上下贯通的斜裂缝 ,并导致墙体的滑移。

造成砖墙通长裂缝的原因主要是走廊结构由两种不同性质的材料所组成(如砖通廊与钢筋混凝土梁板柱) ,当竖向震动时 ,由于板和墙体的振动不协调 ,破坏二者之间连结而将板与墙体拉开。墙底裂缝以至墙体压碎、外倾等现象是因为墙体受垂直于墙身的横

向地震力作用后向一侧平面外弯曲失稳破坏的,走廊纵向两侧墙既无横墙拉结,屋盖与墙体又无可靠连接,稳定性很差,屋面板自由搁置墙上,当屋面板下出现通长裂缝后,两侧墙不能共同工作,将各自形成单独悬伸墙,又处于连续振动场中,在惯性力的作用下,促使墙体容易倒塌,如辽南地震时某化工总厂的走廊砖墙及屋盖的倒塌就是一例。

走廊斜裂缝的产生,主要由于走廊在其纵向地震力作用下引起的剪切破坏,这对有坡度的走廊,震害更为严重。这是因为:一方面由于墙体自重作用,存在一种下滑趋势,这种趋势与纵向地震力共同作用而导致墙体产生斜裂缝;另一方面由于走廊沿纵向的高度不一致,形成刚柔的差异,在复杂的纵横振动的情况下,将会使整个结构产生扭转,这就更加重了震害甚至倒塌。这也足以说明,在倾斜的走廊中,震害出现的斜裂缝一般总是倾间下端的原因。

(2)走廊与两端建筑物(特别是较高一端的建筑物)碰撞而产生破坏。当两座刚度相差很大的建筑物并列很近时,由于没有按抗震要求预留抗震缝,地震时,两座建筑物的振幅和频率都不一样,就要发生碰撞,产生较大的破坏,使走廊砖墙上的斜裂缝进一步扩大加多;当走廊简支在建筑物的牛腿或梁上时,通常还可能将牛腿或梁的混凝土劈裂,通廊大梁与支架间的连接焊缝也被剪断,当为装配式结构时,大梁端部混凝土发生局部脱落;当为现浇整体式结构时,大梁下的支承柱出现斜裂缝。

(3)走廊支承结构——支架的震害。一般在地震7度和8度区只有个别支架有不同程度的破坏,在9度区其破坏较普遍,而且较严重,其震害多表现在装配式框架梁柱节点一端或两端断裂、移位,现浇梁柱节点的混凝土被压碎,或梁柱端产生裂缝,但支架倒塌的较少。

通过辽南海城、营口一带强烈地震即可看出,分布在烈度为7~9度区内的钢走廊、钢筋混凝土箱廊,特别是用轻型围护材料(如石棉水泥瓦等)作侧墙及屋盖,用钢或钢筋混凝土作支架结构的走廊,其抗震性能均较好,震后未见有破坏的实例。

第二节 栈桥或走廊抗震设计时应遵循的原则

(1)设计栈桥或走廊时,应尽量选择平坦开阔、地震烈度较低的地带。因为,地区地震的基本烈度反映的是一个范围比较大的地区的地震烈度众值,本地区内对某一个具体的建筑场地,由于各种原因,其地震烈度与该地区的基本烈度有一定的偏差。为此,应该

尽量避开那些比地区基本烈度较高的地段,如地质上有断层、或者是非岩质陡坡、河岸、带状山脊、高耸山包、故河道附近等。另外还要考虑地基的地质条件,避免把栈桥或走廊建在覆土层很深而又软弱的地基上,更不应把栈桥或走廊建在松砂、淤泥质土层及易于液化的土层上。

(2)栈桥或走廊沿纵向较长,但其横向较小,因此,沿纵向应分段布置,当地区设防烈度为9度时,栈桥或走廊的两端亦应分段,其间采用悬臂结构,并以防震缝隔开,一般可根据地质条件和结构布置,将温度缝、沉降缝和防震缝结合在一起考虑,以防震缝宽度控制。防震缝的最小宽度可按《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)以下简称《抗震设计规范》)中有关规定采用。

(3)栈桥或走廊结构选型,应注意选择结构整体性强、稳定性好、空间刚度大且有一定延性的结构。在7度、8度区选用钢筋混凝土框架梁板楼、屋盖、砖砌围护墙通廊时,应注意加强其延性的措施。对装配式或装配整体式的栈桥或走廊,则应加强各构件间的连接,滚动支座应有较长的支承长度以及防坠措施;9度区则应优先选用结构延性好、整体性强、空间刚度大、抗震性能好的钢结构、钢筋混凝土桁架或箱廊等。但应使结构动力特性与地基动力特性保持一定差异且应高于地基动力特性。

(4)尽量减轻结构自重,降低结构重心。有效的措施是把较重的设备及库房尽量设置底层,屋盖及围护墙体宜优先选用轻型材料如石棉水泥瓦等。

为保证支架结构的安全,应该遵循强柱弱梁的设计原则,柱截面不宜过小。但是,在栈桥或走廊的横向和纵向支架框架横梁或纵向拉梁的布置中,应避免造成短柱破坏,特别是对有坡度的栈桥或走廊更应注意防止。

(5)为确保结构安全,必须进行抗震强度的验算,计算中应考虑扭转的影响。特别是对倾斜的栈桥或走廊更应考虑由于整体扭转而产生的附加地震作用的不利影响。

第三节 地震作用的计算

地震发生时,由于地震波促使地面产生一定的速度和加速度运动。因而静止的建筑物将由于惯性力而产生地震作用。这对栈桥或走廊的支承结构和跨间结构(当其跨度 $\geq 24\text{m}$ 时,则应考虑竖向地震作用)引起很大的地震效应。

一、地震效应的确定

栈桥或走廊的抗震验算时,一般可只考虑横向水平地震作用效应,但应考虑扭转的不利影响。对于纵向一般不予计算。

横向地震效应的计算简图可由图 10-1-8 b 及图 10-3-1 e 取出如图 10-5-1, a、b 所示。其中图 10-5-1 b 取为单质点系,即将图 10-3-1 e 之桥面双轨按一空一重全部布满矿车、桥面一般活荷载及相邻两跨中各半跨的结构自重 W_1 与支架自重 W_2 的 $1/4$ 之和,图 10-5-1 a 取为双质点体系,即将图 10-1-8 a 支架③取出并将②③及③④间各半跨的屋面及楼面与其支架自重的 $1/4$ 之和,分别得上下两个质点的计算简图。均可按《建筑抗震设计规范》分别求出其底部地震剪力。对于两个及以上的质点按其到基顶的距离进行分配,最后对支架进行内力分析,对图 10-5-1 a 可用 D 值法,对图 10-5-1 b 可按平面支架(桁架)计算。

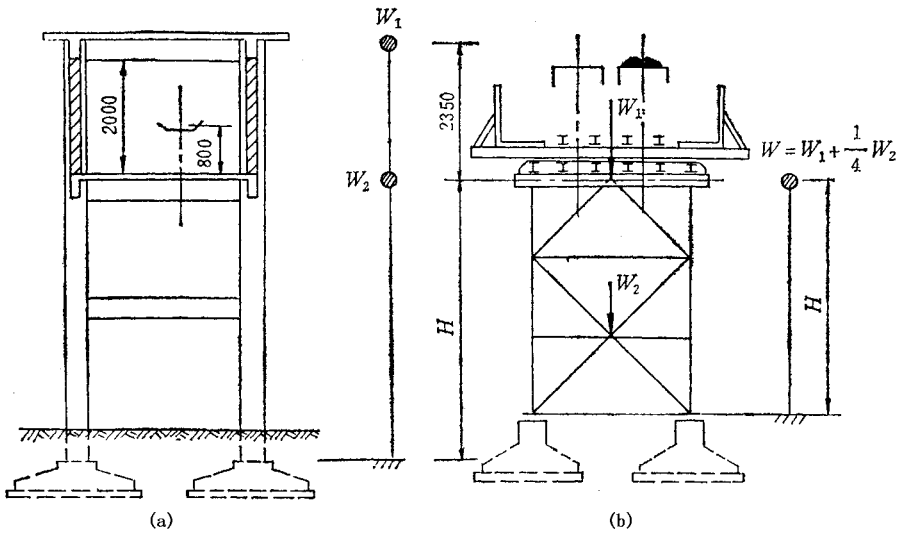


图 10-5-1 栈桥和走廊地震作用计算简图

对栈桥或走廊这种长而窄的结构,考虑地震所产生的扭转不利影响时,可只考虑横向地震作用,其计算方法可根据《建筑抗震设计规范》并参考《建筑结构抗震设计》^①一书进行。

当地震设防烈度超过 8 度时,《建筑抗震设计规范》规定,跨度大于 24m 的钢或钢筋

① 北京建筑工程学院、南京工学院合编《建筑结构抗震设计》,地震出版社,1981 年 1 月第一版。

混凝土屋架(桁架),应验算竖向地震作用,验算时按水平和竖向地震效应同时作用于结构的最不利情况考虑。并应考虑上下两个方向的作用。关于竖向地震效应的计算方法,可按《建筑抗震设计规范》规定进行。

二、结构变形的验算

在地震作用下,建筑结构不仅将产生地震的内力效应,而且将发生地震的变形效应。因此,为了保证结构不致出现严重的震害与倒塌,必须限制结构的弹塑性变形。对于建造在地震烈度为7度区Ⅲ~Ⅳ类场地和8度、9度区任何场地的栈桥和走廊支架,当某层的屈服系数 $\xi_y < 0.5$ 时,应按《建筑抗震设计规范》的规定进行变形验算。

第四节 设计要点

一、铜栈桥和钢走廊抗震设计要点

(1)栈桥和走廊的起始端与毗邻的建筑(结构)物之间应按《建筑抗震设计规范》的要求设置防震缝。当位于8度、9度区时,为防止基础相碰,一般可采用两端悬臂的办法,使栈桥或走廊自成独立单元。

(2)栈桥和走廊的支承结构应符合以下各项要求:

①当其跨间结构为简支大梁或桁架时,防震缝分隔区段内应布置一座四柱式空间支架作支承结构,或当其高度较小时,沿栈桥或走廊的纵向某跨内设置支撑(参看图10-1-13b),以保证稳定。支架柱顶应给跨间结构设置有足够长度和宽度的支承面。

②有条件时,平面支架柱脚在平面外宜设计成能传递弯矩的固定支座。

(3)栈桥和走廊的跨间结构应符合下列要求:

①当采用简支梁或桁架,梁与桁架的铰支座宜采用螺栓(或焊接加构造螺栓)与支架结构连接,梁与桁架宜有防坠措施。

②跨间结构为简支梁或桁架时,其较高端支座应做成可动铰支座。

(4)栈桥和走廊中设置支撑体系,既是受力所需(传递风荷载及矿车摇摆力),也是保证构件整体稳定和提高栈桥、走廊整体性与抗震能力的重要措施,设计时应给予足够重视,并保证支撑与各构件间连接的强度和延性。

- (5)加强栈桥或走廊各构件间的连接 ,以提高其延性及抗震能力。
- (6)选材上应使其材性有利于抗震 ,例如对直接承受移动荷载的辅助纵梁、横梁及主纵梁 ,钢材宜采用 A₃ ,焊条采用 E4311 ,螺栓为 4.6 级等、焊缝应该饱满 ,其最小焊缝厚度应 ≥5mm ,焊缝质量应符合一、二级验收标准。

二、钢筋混凝土栈桥和走廊的抗震设计要点

- (1)钢筋混凝土栈桥和走廊应执行‘强柱弱梁’的设计原则 ,各项构造措施应符合《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)和《煤炭工业抗震设计规定》的要求。
- (2)主要抵抗侧力的结构构件 ,例如框架梁柱及其节点 ,跨间结构的梁板 ,当抗震措施为Ⅰ级时 ,其所用混凝土等级应不小于 C30 ;当为Ⅱ、Ⅲ级时应不小于 C20。
- (3)框架主要横梁的宽度不宜小于 250mm ,且宜控制其高宽比 $h/b \leq 4$;柱截面尺寸不宜小于 300mm ,梁的净跨与净高之比、柱净高与柱截面长边之比均不宜小于 4 ,以防发生脆性的剪切破坏 ,降低延性。
- 对有抗震设防的框架柱 ,为保证柱子的延性 ,其轴压比 $N/bhfc$ 应满足表 10-5-1 的限值。框架梁配筋应满足抗震要求。

表 10-5-1 柱轴压比 $\left[\frac{N}{bhfc}\right]$ 限值

柱 类 别	抗 震 构 造 措 施 等 级		
	I	Ⅱ	Ⅲ
框架柱	0.60	0.65 (0.70)*	0.75

* 表中括号内数值适用于设计强柱弱梁的框架柱。

- (4)栈桥和走廊之高低跨处与毗邻建筑(结构)物间应设防震缝、两端可以悬臂(≤2.0m)等措施 ,以使栈桥或走廊自成独立单元 ,当必须支承在毗邻的建筑(结构)物上时 ,其支承面必须有足够的长度和宽度。
- (5)栈桥和走廊支承结构应符合以下要求 :
- ①当栈桥和走廊的跨间结构为简支大梁或桁架时 ,其防震缝区段长度 ≥30m 时 ,其间应布置一座四柱式框架支承结构。
- ②简支大梁或桁架一般支承在框架梁或特设的牛腿上 ,除支承面应有足够的尺寸外 ,当设计烈度为 8 度、9 度时 ,支座预埋钢板下宜增焊抗剪钢板(图 10-5-2 a)。
- (6)栈桥和走廊跨间结构应符合以下要求 :

- ①不得采用两端悬臂梁上搁置简支梁的形式(图 10-5-2 b)。
- ②当设计烈度为 9 度时,宜采用连续结构。
- ③当采用简支大梁或桁架时,其铰支座宜采用螺栓(或焊接加构造螺栓)与支架结构连接,大梁或桁架宜设防坠措施。
- ④跨间结构支承在毗邻建筑(结构)物上时,较高端应做成可动铰支座,同时宜采用内接方式(图 10-5-2 c)。

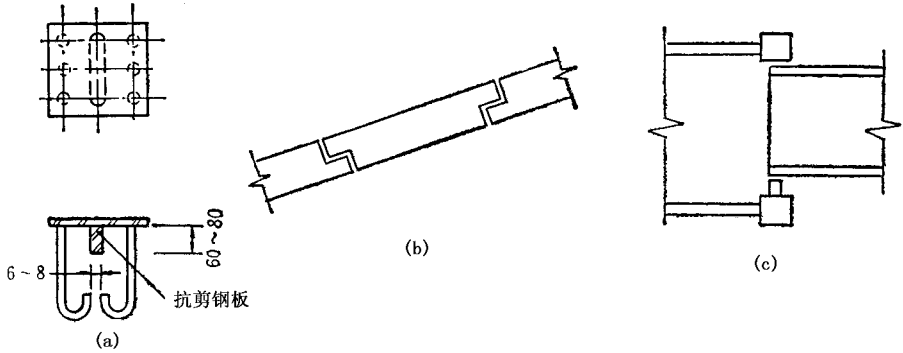


图 10-5-2 钢筋混凝土栈桥和走廊抗震构造

(7)栈桥和走廊应尽量降低重心,减轻自重,将重型设备设置在下层或地面;屋盖及围护墙体宜采用轻质材料或轻型结构。