

满堂支架简易验算与施工简介

宋 琢 (广州市市政工程机械施工有限公司)

摘 要: 满堂支架作为建筑、桥梁结构施工以及作为支撑的施工工具,其运用越来越广,也越来越被施工单位所青睐,掌握满堂支架施工技术已成为行业发展的需要。这里仅以我们在施工中对满堂支架设计及施工的经验进行总结,主要介绍以建立力学模型来实现施工设计计算,以方便广大同行在以后同类施工中借鉴。

关键词: 满堂支架;施工;验算;力学模型

满堂支架通常又叫支顶架。结构施工中,经常采用搭设支顶架施工平台实现高空作业。这种施工方法在现代施工中运用越来越广,因为它施工安全,搭设简单,经济节约,例如,工民建中上部横梁或楼面板的一次现浇运用门式脚手架搭设施工平台,土建桥梁施工上部结构中各式梁的一次现浇运用钢管、碗扣或脚手架搭设施工平台等。满堂支顶架在力学上对于整体,是一个受竖向荷载的支撑平台;其内部受拉、压、弯的杆件互相作用而成。满堂支架的存在也依赖于大量的附属工程,如下部地基处理,上部荷载预压实验。在这篇文章里我们主要介绍门式支顶架。

1 支架设计简介

1.1 支架结构设计

门式支顶架由一层一层门式架构成,每一层又是由横向(纵向)一排一排的门式架构成,每一排是由若干个单独的门式架构成。门式支顶架主要是承受竖向力,单个的门式架并不能受力,所以门式架与门式架是靠剪刀撑及纵横向拉杆连接起来成为整体而受力,层与层之间是用连接器连接起来,并且也用剪刀撑连接实现。但这种支顶架的搭设高度却受到支架本身结构形式、材料、上部荷载和施工技术的限制,在广州市最大搭设高度一般不超过 30m。我公司最近在广州市广清高速公路连接线立交工程中呈搭设 30m 高门式支顶架,安全浇筑了上部箱梁。以桥梁上部结构箱梁施工为例(详见图 1、图 2),其施工设计均是根据上部荷载的分布而确定门式架的纵横向间距的,但间距的确定必须经过严密的计算确定。受剪刀撑长度和安装方法的限制,门式架与门式架的纵横向间距一般大于 30cm 小于 120cm,注意:在间距为 30cm 时门式架的剪刀撑已经不能安装。

1.2 附属设施及地基处理

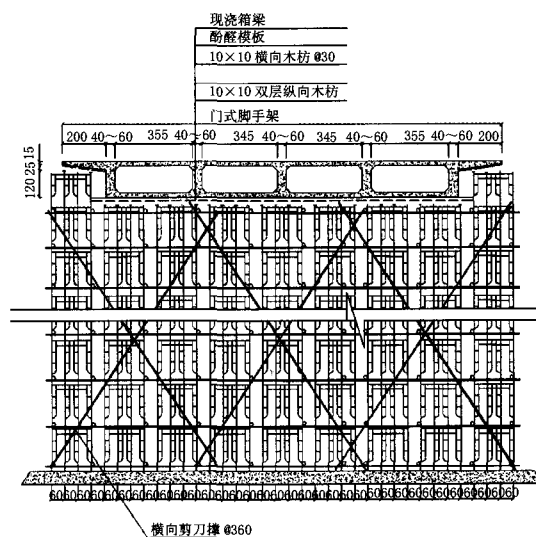


图 1 支顶架横断面图

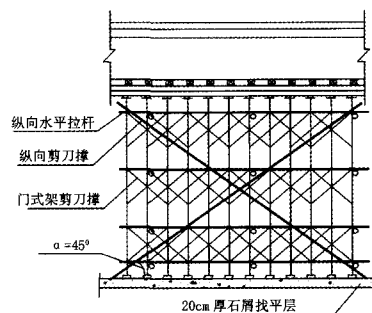


图 2 支顶架纵断面图

支顶架的上托上有用多层木枋叠放组成的纵向大楞,大楞上面又放了横向的单层木枋,即为小楞;支顶架的下托是放在下部地基上,但应注意下托与地基的集中应力的预防,这里我们建议:地基是混凝土等刚度较好的地面,下托放在单层的 2.0cm 厚木板上就可以了,这样可以把上部传来的荷载由木板传给地基,增大受力面积防止应力集中;地基较差或是天然地基,必须作地基处理,保证地基能达到地基承载力,一般在地基上找平

后铺 20cm、6%水泥稳定石屑,夯压密实,铺上木枋或者是双层的 2.0cm 厚木板,地基承载力由上部荷载计算而得;如果地基刚度分布不同,如墩台与天然地基的交接处,必须注意地基处理,甚至铺钢板或者槽钢以防止不均匀沉降。在进行地基处理时应该在地基上预留纵横向的排水槽以防止雨水下渗破坏地基。

2 设计计算

设计计算主要是确定门式架或钢管的纵横间距,主要方法是力学的极限应力法。荷载由上部向下传递,那么由力的作用顺序来计算,顺序为:上部荷载→小楞→大楞→门式架的每一只脚或钢管的受力。这里要说明,为了简化力学计算程序,间距我们都参考以往的施工经验来预先确定一个间距,再由力学计算来验证这个间距,再进行调整、校核。设计安全系数为 1.2。

2.1 确定计算荷载

荷载组成:上部设计静载;混凝土浇注冲击荷载;人的荷载;模板的荷载;大、小楞的荷载;机械荷载,以及各种异常荷载。

2.2 建立力学模型及计算

结构的计算,困难的不是计算,计算靠运用力学理论或计算机计算程序都可解决,但是哪一种力学理论及计算机程序是适合实际结构的却是至关重要,这就要求必须把实际结构转化成理论的力学模型及数学模型进行分析。由力学的极限应力法验算构件所受的最大抗弯应力、最大剪应力、挠跨比等。下面重点介绍建立力学模型。

2.2.1 小楞计算力学模型

这里所说的小楞是相对于上部设计静载的纵向而言它是横向的木枋,它一根根搭接在一起并固定在大楞上(搭接长度为 30cm),这正好是一根受多种均布荷载

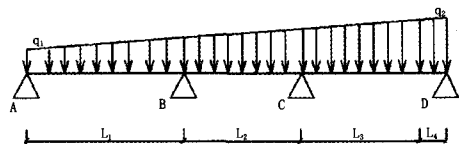


图 3 单位:m

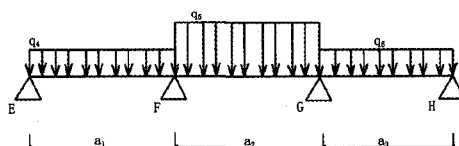


图 4 单位:m

的连续梁,如图 3、图 4 的荷载分布图(以图 1 中箱梁为例)。

(1)翼板腋角部位:

说明: q_1 、 q_2 分别为翼板边缘及根部的荷载。

(2)箱梁肋梁部位

说明:A,B,C……为大楞的位置,即为门式架或钢管横向相邻脚间的距离。横梁为小楞, q 为上部箱梁向下的均布荷载; $FG(a_2)$ 为腹板宽度,若腹板不够 a_2 宽,为计算简便,近似为 a_2 宽进行计算。其它部位的计算的力学模型可以以此类推。对于小楞的间距可以按经验先确定一个值,再用力学的方法验算,再作调整。注意应对荷载变化的每一个部位都要进行计算,调整大、小楞的间距以达到受力最优、施工安全、经济最省的目的。

2.2.2 大楞计算力学模型

大楞是放在小楞下面并垂直于小楞,安放在门式架的上托上,并固定。为了增强木枋的力学性能,采用增大受力面积的方法大楞采用双层叠放。由它的搭设结构,也可以把它看作受上部小楞集中力和小楞重量给它施加的均布荷载的连续梁,如图 5 所示。

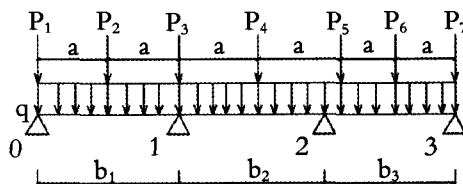


图 5 单位:m

说明:0,1,2……为门式架的上托的位置,间距即为门式架或钢管的纵向间距;横梁为大楞; q 为小楞的重量产生的均布荷载; P 为小楞在大楞上的集中力,即为小楞计算中 A,B,C……的支座反力,在等截面梁它是相等的,变截面梁时它为各处计算的实际力,但由于计算的大楞的长度不是很长,可以把这一长度内最大的 P_{max} 作为计算荷载,所有的 $P_n = P_{max}$,这样就可以简化计算。上面力学模型受力复杂,可以使用力的叠加原理进行简化。

2.2.3 门式架力柱的承载力及地基承载力计算

力学模型很简单,可以看成是受轴心压力的细杆,即为大楞计算的 0,1,2……处的支座反力,一般 $F < [F]$ = 25KN。必要时验算长细比、稳定性。地基承载力为立柱的轴心压力除以立柱的作用面积,地基处理后的承载力必须大于这个值。

对于以上的力学模型,均可以采用结构力学的理论

或相关的结构计算机软件进行计算。现参照《公路桥涵设计手册—基本资料》中关于等截面等跨度连续梁的计算公式进行计算,采用力的叠加原理,介绍如下:

(1)小楞计算

$$k_1=2(a_1+a_2); k_2=2(a_2+a_3); k_3=k_1k_2-a^2$$

$$a_1=k_1/k_3; a_2=L_2/k_3; a_3=k_2/k_3$$

$$\beta_1^\phi=qL^3/24; \beta_1^\phi=\beta_2^\phi=\beta_3^\phi; A_2^\phi=qL^3/24$$

$$N_1=N_2=6(\beta_1^\phi+A_2^\phi)$$

$$M_1=M_2=-a_1N_2+a_3N_2$$

由于结构左右对称,所以 1~2# 跨和 3~4# 跨受力是一样的,因此对其中一跨进行验算,只要计算最大弯矩和最大剪力,近似计算跨中弯矩和支座处的剪力及支座反力 R:

①1~2# 跨计算

$$M_{01}=q_1L^2/8+M_1; Q_{左}=-q_1L/2+M_1/L$$

$$Q_{右}=q_1L/2; R_1=Q_{右}-Q_{左}$$

②2~3# 跨计算

$$M_{01}=q_2L^2/8+M_2; Q_{左}=-q_2L/2+M_2/L;$$

$$Q_{右}=q_2L/2; R_2=Q_{右}-Q_{左}$$

③强度验算

$$\sigma_{\max}=M_x/W < [\sigma] = 12 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max}=1.5Q/A < [\tau] = 1.9 \text{ MPa}$$

④刚度验算

$$f/L=5qL^3/384EI+0.0642M_2L^2/EI < [f/l] 1/400$$

(2)大楞计算

大楞计算时应用力的叠加原理,均布荷载主要是由木枋等的自重产生,计算过程如小楞。另有大楞作用的集中力 P,即等于小楞计算的支座反力 R。不同之处在于:

$$\textcircled{1} \beta_1^\phi=qL^3/24+pL^2/16$$

$$\textcircled{2} \text{ 支座反力: } F=Q_{右}-Q_{左}+P$$

③挠度验算时应叠加上集中力产生的挠度。

(3)门式架立柱验算

$F < [F] = 25 \text{ kN}$, 注意:该竖向力 F 一般不考虑门式架及钢管的自重,但在其高于 4 层时应将自重计入竖向力 F 中。

(4)地基承载力计算

门式架每根立柱底部垫 25×200mm 木板。箱梁部

位:支架间隔 L; 受力面积 $A=0.2 \times L$ (0.2 为木板宽度);

$$\therefore \sigma = F_{\max}/A \text{ (Kpa)}$$

即为施工要求最小地基承载力。

3 施工及预压试验

3.1 施工质量控制

施工严格按照《公路桥涵施工技术规范》操作。施工现场设安全标识,施工完成后仔细验收,验收内容有:检查施工是否按图纸施工,搭设是否符合规范的要求,如:地基处理达到设计要求;首层门式支架顶偏差应调整 5mm 以内,同时门式架两个方向的垂直度控制在 1mm 以内;杆件需要搭接长时,搭接长度不少于 50cm,搭接接头处扣件数量不少于 2 个;杆件有否严重损伤,锈蚀严重者严禁使用;木枋有否中空、枯节、折断、虫蛀、腐朽、破裂等缺陷,不得用于受力部分或禁止使用;门式架的上、下托是否固定等。要求验收者认真,仔细检查每一个环节。

3.2 预压试验

预压试验是验证支顶架设计、施工是否安全、合理的一个重要环节,它模拟了上部结构的施工过程及荷载形式,对支顶架的工作状态进行真实模拟,现就预压的方法介绍如下:

(1)预压部位,主要是受最大荷载处,或是受力最危险处。

(2)预压荷载:用现成材料,定型混凝土块代替相应部位的混凝土,作为预压荷载。这里要求荷载的模拟几近于仿真,只能大而不能小。

(3)预压程序:

①第一次高程测量:测出已经完成的支顶架上的模板的标高并记录;

②垫层:再在模板上纵向密铺木枋两层;

③加载:在密铺的木枋上面平放预压荷载;

④第二次高程测量:持荷 6 小时(约为混凝土的初凝时间)后再次在原位置(模板)进行高程测量并记录;

⑤卸荷:解除预压荷载;然后卸去密铺的两层木枋;

⑥第三次高程测量:卸荷完成后,在原处测量一次高程,并记录;

⑦整理测量记录并出报告;校验其使用情况是否符合施工。

试验中的测量不应局限于高程测量,而应包括被测量部位的位移观测。试验进行时派专人观察支顶架,一

悬挑脚手架的设计与施工应用

张春辉 (广东省建筑工程集团有限公司)

摘 要: 本文结合广州大学城医院住院楼工程实例, 具体介绍了悬挑脚手架的设计要点、构造要求及施工应用。

关键词: 悬挑; 脚手架; 设计; 施工应用

1 工程概况

广东省中医药大学附属第二医院大学城医院工程, 位于广州市番禺区小谷围岛大学城区内, 住院楼工程为其中一单体建筑, 建筑面积为 37314m², 地上 11 层, 地下 1 层, 总高度 44m。地下室层高为 5.3m, 首层 5m, 其它各层为 3.7m。

2 方案选定

本工程总工期相当紧张, 文明施工要求很高。按照总体工期安排, 混凝土工程为关键工作, 要求地下主体混凝土结构完成后, 马上转入地面混凝土结构施工, 但地下室外墙防水、土方回填等工序还不能完成, 因此落地式脚手架无法满足工程实际。为了达到总体工期要求, 同时又能更好地做好现场文明施工, 我们决定选用悬挑式脚手架。

本工程悬挑脚手架采用 16# 槽钢作为悬挑梁和 $\Phi 14$ 钢丝绳斜拉杆共同承担悬挑外架的抗弯应力和抗拉应力。16# 槽钢悬挑梁, 隔 2 根立杆设一条, 斜拉杆采用 $\Phi 14$ 钢丝绳, 吊点环采用 $\Phi 16$ 钢筋, 设置在第 4、7、10 层楼板, 吊第 2、5、8 层脚手架, 水平方向隔 2 根立杆

设置一条斜拉钢丝绳。

3 设计计算

3.1 设计参数

悬挑构件 16 号槽钢, 悬挑长度 $L=1.3m$;

脚手架搭设 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管;

立杆横距 1050mm;

立杆纵距 2000mm;

大横杆步距 1800mm;

联墙件两步三跨;

卸荷设置 $\Phi 14$ 钢丝绳斜拉, $\Phi 16$ 钢筋吊环。

3.2 架体稳定计算

按照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130—2001) 规定, 本工程施工脚手架采用规范 6.1.1 规定的构造尺寸搭设, 对架体稳定计算只需对连墙件进行计算。 $\Phi 14$ 钢筋连墙杆所能承受抗拉设计值。

$$N=210 \times 3.14 \times 49=32.2KN$$

$$\text{轴向力 } N_1=N_{1w}+N_0$$

$$N_0=5KN; W_k=0.7KN/m^2$$

$$N_1=1.4 \times 6 \times 3.6 \times 0.7+526.12KN < 32.3KN, \text{ 满足要}$$

旦出现异常变化, 立即中断试验, 并检查问题的出处并排除。

4 总结

按照上述程序进行的支顶架的设计、施工, 按照规范的要求进行验收和使用, 在我公司承建的广州市众多工程中运用取得了良好效果, 特别是在超高支顶架中的运用, 经过合理的设计, 细致的计算, 规范的施工, 严格的验收, 施工中不会因为支架的问题而出现一例安全或质量事故。支架的运用在以后的施工中将越来越广。这里特别强调, 高空结构施工中支架的运用, 一旦出现事故一切将无可挽回, 给社会和企业均带来巨大损失,

给人的生命带来威胁, 所以支顶架施工必须要设计、计算, 不能完全依靠施工经验; 一定要作好质量验收, 把事故消灭在萌芽中, 杜绝一时的疏忽而造成大事故。●

【参考文献】

- (1) JTJ025-86, 公路桥涵钢结构及木结构设计规范
- (2) 毛瑞详, 程翔云. 公路桥涵设计手册—基本资料. 人民交通出版社
- (3) 黄小清, 曾庆敦. 工程结构力学. 高等教育出版社
- (4) 桂业昆, 邱式中, 桥梁施工专项技术手册. 人民交通出版社