

文章编号:1006-2106(2014)04-0098-05

铁路桥式中间车站无站台柱雨棚托架结构分析^{*}

郭占月^{**}

(武汉铁路职业技术学院, 武汉 430205)

摘要:研究目的:铁路中间站桥式车站无站台柱雨棚,主体结构形式通常采用拱形。采用 Midas Gen 软件对无站台柱雨棚托架在各项荷载工况作用下(恒载含自重、屋面活载、风荷载、温度作用以及水平地震作用)进行结构静力分析,提出无站台柱雨棚托架在各荷载工况下的受力和变形控制因素,以及工程设计时应注重的问题。

研究结论:(1)铁路桥式中间站无站台柱雨棚,主体结构一般呈拱形,使托架结构承受两个方向的弯矩和剪力,由于剪力相对于杆轴偏心,因此也承受着扭矩,是典型的弯剪扭构件;(2)温度变化将引起托架结构一定程度的应力和应变,尤其是钢管桁架托架在温度作用下,托架结构的应力和轴向变形比较大;(3)预应力钢筋混凝土梁托架结构,在温度应力作用下易引起出现混凝土开裂现象,设计时应考虑托架结构合理分缝,以避免应力和变形累积;(4)本文对钢管桁架托架结构的分析方法与研究成果,对铁路中间站桥式车站的结构设计具有一定的参考价值。

关键词:铁路中间站;无站台柱雨棚;托架结构

中图分类号:TU378.6 **文献标识码:**A

Bracket Structure Analysis of No – standing Pillar Canopy in Railway Intermediate Bridge Type Station

GUO Zhan – yue

(Wuhan Railway Vocational College of Technology, Wuhan, Hubei 430205, China)

Abstract: **Research purposes:** The main structure form of railway intermediate bridge type station's no – standing pillar canopy is usually be arched. Using Midas Gen software for structural static analysis of no – standing pillar canopy bracket, under various load conditions such as dead load with self – respect, roof live load, wind load, temperature and horizontal seismic action, we have come to the conclusion of the stress and deformation control factors of no – standing pillar canopy bracket under above conditions. Also proposed the points what should paid attention to in engineering designation.

Research conclusions: (1) The main structure form of railway intermediate bridge type station's no – standing pillar canopy usually be arched. It is made to bracket structure to bear bending moment and shear force in two directions. Due to the shear relative to the rod eccentric shaft, it withstands the torque and be regarded as typical bending shear and artifacts. (2) The temperature change will cause a certain degree of stress and strain of bracket structure, especially for steel pipe truss, which has larger stress and axial deformation. (3) The carrier structure of prestressed reinforced concrete girder is easy to cause concrete – cracking under the effect of temperature stress. Reasonable seam should be considered when designing the bracket structure, to avoid the stress and deformation accumulation. (4) The analysis and research of bracket steel truss structure in this paper, has a certain reference value in the structural design of the

^{*} 收稿日期:2014-01-06

^{**} 作者简介:郭占月,1959 年出生,男,副教授。

railway intermediate bridge sty station.

Key words: railway intermediate station; no – standing pillar canopy; bracket structure.

1 工程概况

某铁路桥式车站站台雨棚主体结构,为倒三角钢管桁架拱形结构。垂直轨道方向主跨度为 58.9 m,顺轨道方向桥梁墩柱最大间距 32.7 m,横向主桁架结构两端与桥梁墩柱采用销轴支座连接,横向主桁架之间采用纵向钢桁架托架结构联系;在桥梁墩柱间增设一榀或两榀横向次桁架,其两端支撑于纵向钢桁架托架结构之上,如图 1 所示。



图 1 某高架车站站台雨棚钢管桁架托架结构

雨棚结构整体模型如图 2 所示,平面上顺轨道方向为整体坐标系 X 轴,垂直轨道方向为整体坐标系 Y 轴。

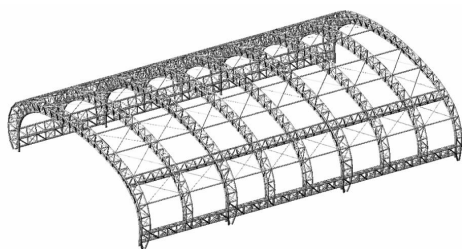


图 2 钢管桁架托架结构雨棚整体模型

雨棚钢管桁架按梁单元建模,杆件截面尺寸从 450×20 到 219×10 不等,单元材料特性为 Q345;钢管桁架托架结构采用梁单元建模,上弦与下弦杆件截面尺寸为 325×12 与 299×14 ,腹杆截面尺寸主要为 168×8 ,单元材性为 Q345。

2 钢管桁架结构的应用分析

随时我国铁路建设的快速发展,使得人们的出行变的快捷而便利。然而在满足人们对出行的质量、时间提出高要求的同时,针对我国客流量大、行车密度高、路网密集以及节能、环保要求的国情路情,本着节能、节水、节材、节地和环境保护的原则,提升铁路“低

能耗、占地少、效率高、污染小”等优势,通过相应的节能环保的工程技术措施,采用合理的路桥比例,提高土地的利用率。在这一总体思路要求的情况下,铁路站场(车站)专业设计时,为避免车站切割城市 and 节约土地资源,通常采用高架车站模式,并趋向于“站棚场一体化”的设计,以达到铁路车站站场、建筑与桥梁的相互融合、有机统一。

铁路桥式中间站通常为两台夹四线,既两条正线与两条到发线(站线)。对于客运量较大且某个方向需办理 2 列停站待避列车时,可在站台另一侧增加一条到发线(站线),如图 3 所示。桥梁墩柱的间距一般可达 30 m 以上,而站台上雨棚每榀的间距从结构受力与变形上考虑又不宜过大,因此需要在桥梁墩柱间两侧增设雨棚柱或支座的托架结构,以便将桥梁墩柱间雨棚柱荷载传递至桥梁墩柱。

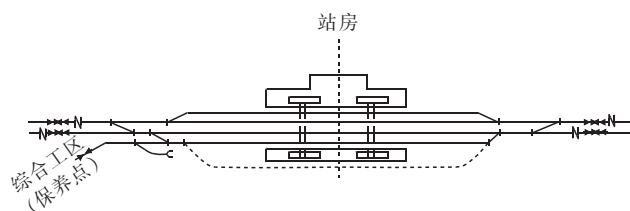


图 3 中间车站站布置示意图

3 雨棚托架的主要结构选型

在铁路车站无站台柱雨棚结构中,托架结构的作用主要是承受雨棚柱传来的水平力、竖向力、弯矩等荷载,并将荷载传递给桥梁墩柱。铁路桥梁墩柱的间距较大,因而托架结构的跨度也相应较大。对于这种大跨度的梁类结构,为了控制结构变形,一般采用自重较轻的钢桁架或者刚度较大的钢箱梁以及预应力钢筋混凝土梁等结构形式。以目前已建成投产的高速铁路、客专铁路、城际铁路的高架车站为例,由于铁路桥梁墩(柱)的孔跨(间距)通常为 32.7 m,因此在上部的无站台柱雨棚结构设计中,在桥梁墩柱间通常是以设置托架结构或 V 型撑(钢柱)将屋面荷载落在桥墩上。如图 4 所示。

当前常用的托架形式主要可分为钢箱梁结构、钢管桁架结构、预应力钢筋混凝土梁等方式。为使托架结构与桥梁墩柱连接更为可靠,安全,稳定,经济,使托架结构与雨棚整体结构受力变形更为合理,因此,需对托架承受大跨度雨棚上部传递来的各种荷载作用带来的竖向力、水平力以及产生的附加弯矩和扭矩等参数

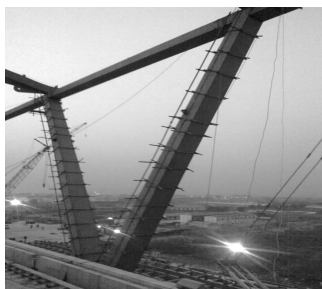


图 4 某高架车站站台雨棚 V 型撑(钢柱)结构

进行精细的分析与研究。

4 托架结构受力模型

为了更好地研究雨棚托架的受力状态与变形性能以及影响整体结构的强度和刚度特性。我们利用有限元分析与设计软件 Midas Gen, 对不同托架结构形式的无站台柱雨棚整体模型进行了静力分析, 以及不同形式的雨棚托架结构在各种荷载工况与荷载组合作用下的受力与变形状态, 对托架结构的受力特点进行了研究, 重点进行钢管桁架托架结构静力分析。

钢管桁架结构的形式比较灵活, 可以做成各种形状, 丰富结构的立体效果。在设计中如果需要注意结构的整体效果协调, 可考虑采用管桁架形式的托架结构。同时, 钢管桁架结构中, 杆件大部分情况下只受轴向拉力或压力, 材料强度发挥充分, 结构自重较轻, 经济性较好。在模型上施加恒载(含自重)、屋面活载、风荷载、温度作用以及水平地震作用, 分析托架结构的受力状态与变形。

4.1 钢管桁架结构应用特征

钢管桁架结构是由钢管制成的桁架结构体系, 主要利用钢管的优越受力性能和美观的外部造型构成独特的结构体系, 满足钢结构设计的最新概念。钢管截面各向等强度, 抗扭刚度大; 受弯无弱轴, 承载能力高; 圆形截面绕流条件和视觉效果好; 端头封闭后抗腐蚀性能好。此外, 钢管组成的结构轻巧美观, 而且用钢量比型钢组成的结构省。钢管外表面面积往往比同样承载性能的开口截面钢构件要小, 这样可以减少涂漆, 降低防火保护费用。

钢管桁架结构在节点处采用杆件直接焊接的相贯节点。在相贯节点处, 只有在同一轴线上的两个主管贯通, 其余杆件(即支管)通过端部相贯线加工后, 直接焊接在贯通杆件(即主管)的外表面; 非贯通杆件在节点部位可能有一定间隙(间隙型节点), 也可能部分重叠(搭接型节点)。相贯线切割曾被视为难度较高的制造工艺, 因为交汇钢管的数量、角度、尺寸的不同

使得相关线形态各异, 而且坡口处理困难, 但随着多维数控切割技术的发展, 这些难点已被克服。相贯节点钢管桁架结构在大跨度雨棚托架设计中得到了积极的应用。

4.2 应力计算分析

钢管桁架托架结构承受着两个方向的弯矩和剪力, 同时由于剪力相对于杆轴偏心, 结构也承受着扭矩, 是典型的弯剪扭构件。以下为钢管桁架托架结构, 考察其在不同荷载工况下的应力状态分析结果。

4.2.1 恒载(含自重)+屋面活载

组合应力云图如图 5 所示。

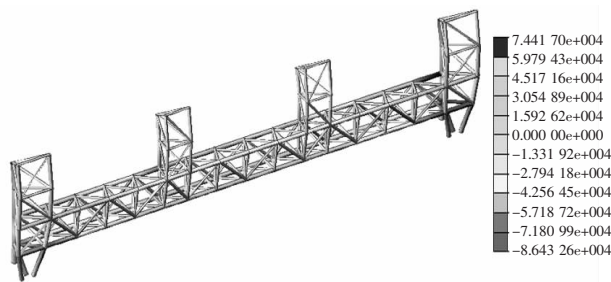


图 5 恒载(含自重)+屋面活载组合应力云图

钢管桁架托架结构的受力状态与两端刚接的梁类似, 托架结构端部上弦杆的拉应力最大值约为 75 MPa, 下弦杆的压应力最大值约为 85 MPa。

4.2.2 风荷载

钢管桁架托架结构的由于自重较轻, 风荷载对其受力状态与变形有更大的影响。而另一方面, 钢管截面具有较好的流体动力特性, 承受风荷载时, 如果与同尺寸的其他形式截面的结构相比则风荷载对钢管桁架结构的作用效应为小。

雨棚主体结构一般呈拱形, 对托架结构有比较大的水平推力, 同时由于风荷载的作用, 使得托架结构的侧向弯矩和侧向水平位移较大。设计时, 可通过适当加大杆件尺寸以及设置支撑等方式来保证托架结构有足够的侧向抗弯刚度, 以避免结构产生过大的侧向变形。考虑垂直轨道方向, 亦即沿整体坐标系 Y 轴正向的风荷载。在此风荷载作用下, 钢管桁架托架结构的应力状态如图 6 所示。

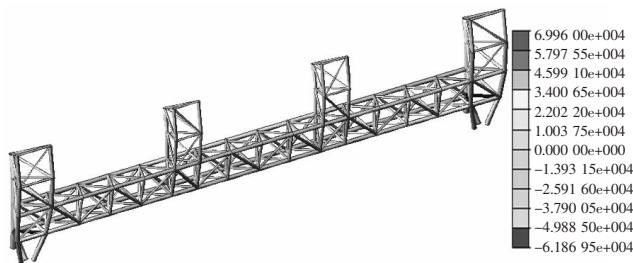


图 6 风荷载组合应力云图

与“恒载(含自重)+屋面活载”工况下的应力状态相反,风荷载作用下,托架结构端部上弦杆的压应力最大值约为 70 MPa,下弦杆的拉应力最大值约为 65 MPa。

4.2.3 温度作用

升温工况下,钢管桁架托架结构的应力状态如图 7 所示。

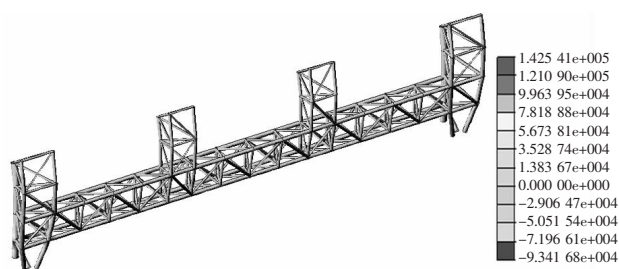


图 7 升温作用下组合应力云图

温度作用下,托架结构以轴向变形为主。图 7 中,钢管桁架托架结构的杆件均承受压应力,上、下弦杆的应力较大,腹杆应力较小。与“恒载(含自重)+活载”工况以及风荷载工况下的应力结果相比,托架结构端部上弦杆的压应力最大值约为 140 MPa,下弦杆的拉应力最大值约为 90 MPa。为设计时起控制作用。

4.2.4 水平地震作用

整体坐标系 X 向地震作用下,结构的应力状态如图 8 所示。

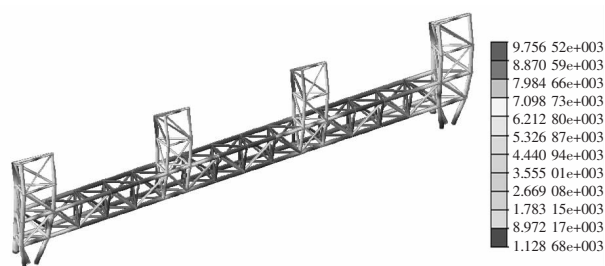


图 8 X 向地震作用组合应力云图

整体坐标系 Y 向地震作用下,结构的应力状态如图 9 所示。

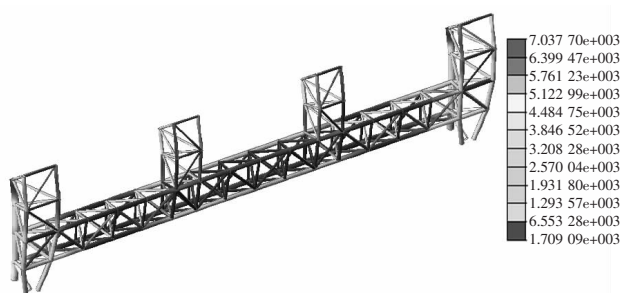


图 9 Y 向地震作用组合应力云图

钢管桁架结构由三角形桁架构成,稳定性好,整体性强,杆件的抗压刚度和抗扭刚度大。本模型中地震作用按 7 度抗震设防考虑,与其他各工况相比,地震作用下的构件应力较小,一般不起控制作用。

通过分析钢管桁架托架结构在各荷载工况下的受力和变形,与钢箱梁托架、预应力钢筋混凝土梁托架结构研究结果相比,由于钢管桁架托架结构自重较轻,风荷载对其受力状态与变形有更大的影响。温度作用下,托架结构的应力和轴向变形比较大,设计时应托架结构合理分缝,以避免应力和变形累积。

5 结论

(1)铁路桥式中间站无站台柱雨棚,主体结构一般呈拱形,使托架结构承受两个方向的弯矩和剪力,由于剪力相对于杆轴偏心,因此也承受着扭矩,是典型的弯剪扭构件。

(2)钢箱梁托架结构与预应力钢筋混凝土梁托架结构的自重较大,结构的受力状态和变形,主要受自重及恒载影响,风荷载对结构的受力和变形的影响相对较小。而钢管桁架托架结构的自重较轻,风荷载对其受力状态与变形有更大的影响。

(3)温度变化将引起托架结构一定程度的应力和应变,尤其是钢管桁架托架在温度作用下,托架结构的应力和轴向变形比较大。而预应力钢筋混凝土梁托架结构,在温度应力作用下宜引起出现混凝土开裂现象。设计时应考虑托架结构的合理分缝,以避免应力和变形累积。

参考文献:

- [1] TB 10621—2009,高速铁路设计规范(试行)[S].
TB 10621—2009, Code for Design of High Speed Railway[S].
- [2] GB 50017—2003,钢结构设计规范[S].
GB 50017—2003, Code for Design of Steel Structures [S].
- [3] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 高架车站无站台柱雨棚托架结构分析研究[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2009.
China Railway Siyuan Survey and Design Co. Ltd. Analysis and Research on the Roof Truss of Elevated Railway Station [R]. Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Co. Ltd, 2009.
- [4] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 铁路站台大跨度钢结构雨棚形式及相关性能试验[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2007.
China Railway Siyuan Survey and Design Co. Ltd.

- Railway Platform in the Form of Large – span Steel Structure Canopy and Related Performance Tests [R].** Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Co. Ltd, 2007.
- [5] 杨惠东, 王士裴, 申允. 北戴河站无柱雨棚钢管桁架结构的整体稳定分析 [J]. 四川建筑科学研究, 2007 (2): 24 – 27.
- Yang Huidong, Wang Shipai, Shen Yun. Overall Stability Analysis on the Roof Truss of Beidaihe Railway Station [J].** Sichuan Building Science, 2007 (2): 24 – 27.
- [6] 钢结构设计手册编辑委员会. 钢结构设计手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- Steel Structures Design Manual Editorial Board. Steel Structures Design Manual [M].** Beijing: China Architecture & Building Press, 2004.
- [7] 彭大文, 丁文胜. 大型钢管桁架结构的静载试验研究 [J]. 上海应用技术学院学报 (自然科学版), 2010 (9): 180 – 185.
- Peng Dawen, Ding Wensheng. The Research of Static Loading Test on Large – size Steel Tube Truss Structure [J].** Journal of Shanghai Institute of Technology (Natural Science), 2010 (9): 180 – 185.
- [8] 汪志香, 李惠强, 杜婷. 大跨钢管桁架结构计算简化模型的分析 [J]. 基建优化, 2005 (12): 117 – 119.
- Wang Zhixiang, Li Huiqiang, Du Ting. Analysis of Simplified Calculation Models for Large Span Steel – pipe Bow Frame [J].** Optimization of Capital Construction, 2005 (12): 117 – 119.
- [9] 杨建国. 曲线形大跨度空间钢管桁架结构的受力分析 [J]. 安徽建筑工业学院学报 (自然科学版), 2013 (6): 17 – 19.
- Yang Jianguo. Mechanics Analysis of Curve Large – span Spatial Steel Pipe Truss [J].** Journal of Anhui Institute of Architecture & Industry (Natural Science), 2013 (6): 17 – 19.
- (编辑 梅志山)

(上接第 92 页 From P. 92)

岩溶塌陷的危险性, 对水动力条件的改变程度取决于岩溶发育程度和岩溶水与孔隙水的压力差。岩溶越发育、压力差越大, 桩基施工对水动力条件的改变程度越强, 越容易出现地面变形和岩溶塌陷。

(3) 勘察设计时应重视桩基施工对水动力条件的改变, 尤其是在岩溶塌陷危险性分析时要加强对桩基施工这一因素的认识, 深入评价岩溶塌陷。

参考文献:

- [1] 吴晓华. 荆泉饮用水水源地保护区划分及方法探讨 [C] // 中国环境科学学会年会优秀论文集: 上卷. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- Wu Xiaohua. Jing Spring Delineating Source Water Protection Zone and Method Discussion [C] // China Environmental Science Society Annual Meeting Excellent Papers: Up Volume. Beijing: China Environmental Science Press, 2008.**
- [2] TB 10027—2012, 铁路工程不良地质勘察规程 [S].
- TB 10027—2012, Code for Unfavorable Geological Condition Investigation of Railway Engineering [S].**
- [3] 吴治生. 岩溶塌陷地表稳定性分析及工程地质分区 [J]. 铁道工程学报, 2006 (4): 6 – 9.
- Wu Zhisheng. Analysis of Stability of Subsidence Surface in Karst Area and Zoning for Engineering Geology [J].** Journal of Railway Engineering Society, 2006 (4): 6 – 9.
- [4] 袁杰, 高宗军, 马海会. 论岩溶地下水位对岩溶塌陷形成的控制作用 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2010 (4): 95 – 98.
- Yuan Jie, Gao Zongjun, Ma Haihui. View on the Control Action of Karst Water Level to Karst Collapse Formation [J].** The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2010 (4): 95 – 98.
- [5] 程星. 岩溶塌陷机理及其预测与评价研究 [Z]. 北京: 地质出版社, 2006.
- Cheng Xing. Karst Collapse Mechanism and Prediction and Evaluation Research [Z].** Beijing: Geological Publishing House, 2006.
- (编辑 曹淑荣)