

文章编号:1001-4179(2015)20-0077-03

大跨径网架屋顶设计与施工实践

陈 光 先, 李 宏

(中国人民武装警察部队水电第三支队, 广西南宁 530222)

摘要:某物资仓库拟采用框架结构和 40 m 跨网架屋顶。首先根据规范确定了屋顶荷载, 并根据该建筑物位于台风区的实际, 着重研究了风荷载的取值情况。该网架采用螺栓球节点, 形式为正放四角锥形, 施工采用分段整体吊装和高空散装的安装方式。实际使用情况表明, 该物资库采用网架结构可靠耐用, 且缩短了施工工期, 取得了较好的经济效益。

关 键 词:强台风区; 大跨径网架; 屋顶设计; 风荷载

中图法分类号: TV52

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.14.022

某营区位于广西钦州市钦南区, 总建筑面积 17 542.2 m²。物资装备库地上共 1 层, 建筑总高度 7.5 m, 建筑面积 5 068 m² (126.7 m × 40 m), 采用框架结构, 框架柱截面尺寸为 250 mm × 500 mm ~ 600 mm × 500 mm; 框架梁截面尺寸为 250 mm × 600 mm ~ 450 mm × 600 mm。屋顶网架跨度为 40 m, 网架采用螺栓球节点, 形式为正放四角锥形, 屋顶共有节点 1 486 个, 杆件 5 632 根, 单根杆件最大长度 2 855 mm。

场场所处区域位于北回归线南侧, 全年受海洋暖气流和北方冷气团的交替影响, 气温较高、降水较多, 属亚热带季风气候环境, 降雨集中在 5 ~ 8 月。年均降水量 2 150 mm, 年均温 22.2℃, 1 月均温 13.6℃, 7 月均温 28.4℃。根据全国基本风压区分布图, 钦州市基本风压为 0.35 kN/m²。

根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001), 该物资库属于普通建筑结构, 因此设计使用年限应为 50 a, 建筑结构安全等级为二级, 结构重要性系数 $\gamma_0 = 1.0$ 。根据区域地质资料, 场地处于钦州向斜的北扬起端近核部部位, 侏罗系岩层倾向南-南东, 倾角约 10° ~ 12°, 场地距灵山-钦州-防城断裂带最近点约 5.0 km。场地无大断裂通过, 未发现次级断层存在。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)附录 A.0.17, 本场地抗震设防烈度为 6 度, 设计基本地震加速度值为 0.05 g, 设计地震分组为第一

组, 框架结构抗震等级为四级。根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008), 本建筑抗震设防类别为丙类。

1 网架屋顶结构设计

1.1 参数选取

根据《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)规定, 基本风压应根据基本风压的定义和钦州当地年最大风速资料, 通过统计分析确定, 分析时应考虑样本数量的影响。选取年最大风速数据时, 一般应有 25 a 以上的风速资料, 当无法满足时, 风速资料不宜少于 10 a。观测数据应考虑其均一性, 对不均一数据应结合当地气象站状况等作合理性修正。该工程设计基本风压取 0.75 kN/m²。该工程所在地属于房屋比较稀疏的乡镇, 因此地面粗糙度类别为 B 类。结合当地实际情况, 工程荷载按《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)取值, 见表 1。

表 1 主要楼(屋)面使用荷载取值 kN · m⁻²

类别	活载	自重外附加恒载
不上人屋面	0.5	1.5
楼面	2.0	1.5
上弦静荷载		0.5
下弦静荷载		0.5

收稿日期:2015-08-17

作者简介:陈光先,男,助理工程师,主要从事水利水电施工工作。E-mail:cgx_byron@tom.com

1.2 结构设计

根据该工程的平面形状、跨度大小、支承情况、荷载大小、屋面构造、建筑设计等要求综合分析确定了如下结构形式要点：框架结构体系，形式为正放四角锥网架，网架采用螺栓球节点，网架最大挠度为 -135.5 mm，杆件最大拉压力为 1 234.5 kN/-1 191.1 kN。柱轴压比应符合《抗规》及《砼规》的要求，在基本组合作用下，抗震等级为四级的框架柱轴压比不大于 0.90。经空间网架结构设计程序 SFCAD 2006 计算，网架内力及位移均符合规范要求。其中计算采用的风荷载信息如下。

修正后的基本风压	$W_0 = 0.75 \text{ kN/m}^2$
风荷载作用下舒适度验算风压	$W_{OC} = 0.75 \text{ kN/m}^2$
地面粗糙程度类别	B 类
结构 X/Y 向基本周期	0.26/0.26 s
风荷载作用下结构的阻尼比	$W_{DAMP} = 5.00\%$
风荷载作用下舒适度验算阻尼比	$W_{DAMPC} = 2.00\%$
构件承载力设计时考虑横风向风振影响	否
承载力设计时风荷载效应放大系数	$W_{ENL} = 1.00$
体形变化分段数	$M_{PART} = 1$
各段体形系数	$U_{Si} = 1.30$

1.3 材料选用

为保证该工程承重结构的承载能力和防止出现脆性破坏，所选用的钢材如下：钢管，采用焊接钢管（GB3092）或热轧无缝钢管（GB3087）；高强螺栓，采用经调质热处理的 40CR（10.9S）；螺栓球，45 号钢锻造成型，其要求符合《优质碳素结构钢》（GB699 - 88）的规定；锥头封板，采用 Q235B 钢，锥头采用锻件，符合《普通碳素结构钢技术条件》GBJ700 - 2006 的规定；无纹螺母，采用 Q235B 钢锻件，当高强螺栓直径大于 36 mm 时采用 45 号钢锻件；紧定螺钉，采用 40CR，经调质热处理，螺钉热处理后的硬度应为 HRC36 ~ 42；支座、支托及其连接件均采用 Q235B 钢。

2 网架屋顶结构施工

2.1 制作与拼装要求

钢管与锥头（或封板）采用 E43 焊条，焊缝要求饱满，不得有夹渣、未焊透、气孔、咬肉等缺陷。钢板与球焊接时，球应预热 150℃ ~ 200℃ 方可施焊。钢管两端

对接焊缝应按 GB50205 - 2001 中二级焊缝质量检查。每道焊缝应打上焊接者和检验者的编号钢印。

网架零部件除锈后刷防锈底漆两道，除锈质量等级达到《涂装前钢材表面锈蚀等级及除锈等级》GB8923 - 88 中的 Sa2 级。

2.2 安装方案

通过分析物资装备库的结构特征、现场实际施工条件等，该钢网架采用分段整体吊装 + 高空散装的安装方法。安装过程总体分 5 步：第 1 ~ 3 步为整体吊数，第 4 ~ 5 步为高空散装（见图 1 ~ 5）。

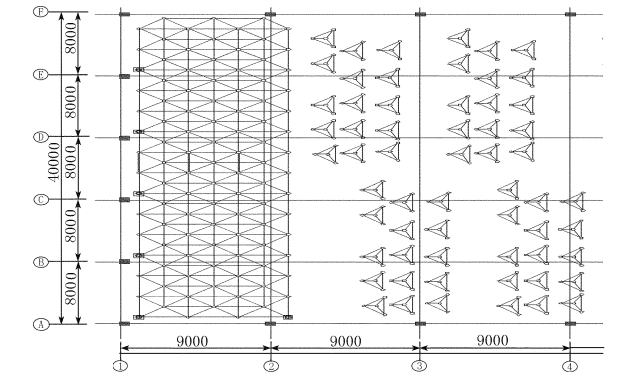


图 1 屋顶安装步骤 1（单位：mm）

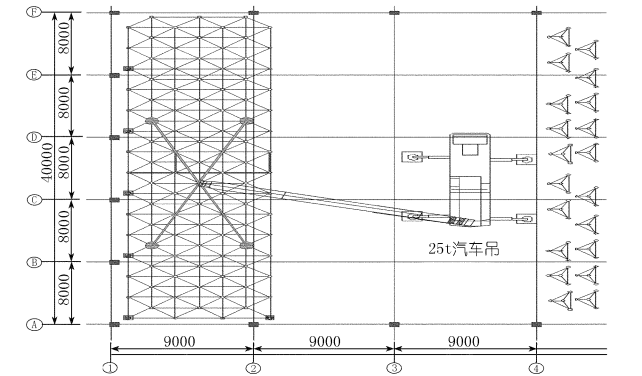


图 2 屋顶安装步骤 2（单位：mm）

网架杆件与螺栓球按照安装下弦平面网格→安装上弦倒三角网格→安装下弦正三角网格→调整、紧固的方式拼装成单个锥体。将拼装好的锥体在地面按跨组装，每跨组装完成后测量网架挠度，及时在地面调整偏差。网架单跨组装完成后，根据要求涂装面漆。

网架吊装前应根据单跨网架重量，计算出所要选用的吊车。根据计算，该项目采用的吊车为一台 25 t 汽车吊。网架吊装到位后，对支座球附近杆件进行拼装。在组装完成后，网架整体就位。为避免网架在安装过程中产生挠度变形，在安装过程中应及时设置临时支撑。临时支撑采用钢管架形式，最终形成稳定系

统。

图 1 中,在地面上将 1~2 轴/A~F 轴围成的长方形区域内进行网架拼装(周边网架支座靠近 F 轴两个暂不安装,待高空定位前补装)。

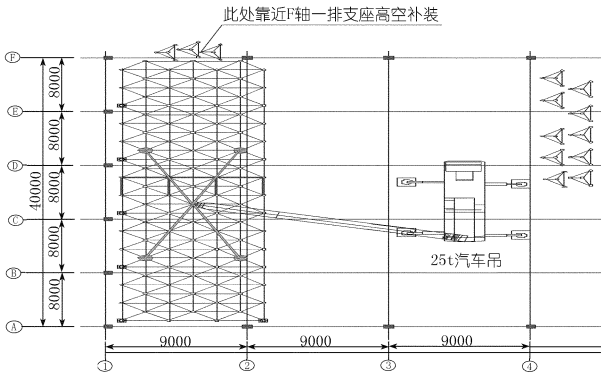


图 3 屋顶安装步骤 3(单位:mm)

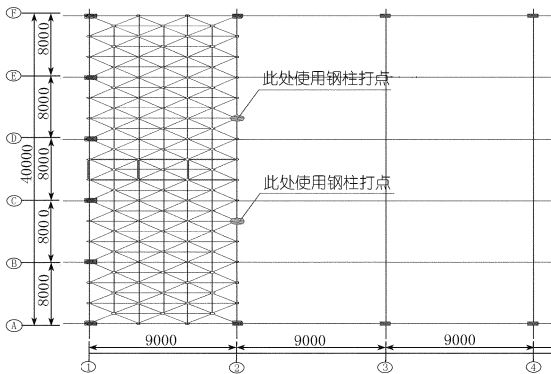


图 4 屋顶安装步骤 4(单位:mm)

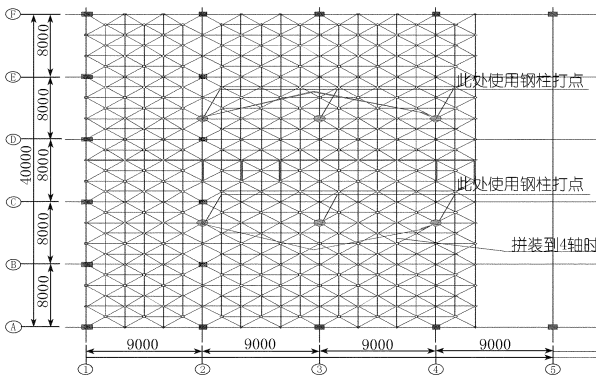


图 5 屋顶安装步骤 5(单位:mm)

图 2 中,将拼装好的 1~2 轴/A~F 轴网架用 1 台 25 t 吊机装至工作面。

图 3 中,1~2 轴/A~F 轴网架吊装完成(靠近 F 轴一排网架支座高空安装完成,吊机将此区域网架落至混凝土柱头上面,此区域网架吊装完成)。

图 4 中,使用卷扬机高空散装 2~16 轴/A~F 轴

网架,同时使用两件钢柱在安装图中位置进行“打点”加固,防止网架下挠。

图 5 中,继续向 16 轴处散装网架高空,当装到③时在图中位置进行“打点”加固,防止网架下挠,拼装到 4 轴时将 2 轴的“打点”钢柱移至 4 轴网架下弦处,以此类推,循环使用。

2.3 安全管理

网架安装过程中最突出的是隐患因素是安全工作,安全工作贯穿制作、运输、拼装、安装全过程。过程中应重教育、抓违章、除隐患、做预防,按国家行业标准《建筑施工安全检查标准》(JGJ59-2011)检查落实,做到无伤亡事故。主要的安全隐患及相应管理措施为:① 防止物体打击及高空坠落,进入现场的人员戴安全帽,交叉作业通道搭护头棚;② 防止机械伤害事故,垂直通行工具的基础、安装和使用须符合生产厂家的规定,使用前应经检验合格,使用中定期检测,机械操作严格按操作规程进行。

3 经济分析

采用钢网架结构的主要原因是考虑到大跨径混凝土梁板的结构尺寸及经济性较差。根据设计资料,物资库跨度为 40 m,若采用混凝土梁板则需增加相应的框架柱,物资库内实际使用面积则会相应减少,且影响功能布局。混凝土梁板结构造价约为 327 万元,钢网架结构造价约为 292 万元,相应节约投资 35 万元。

4 结语

物资库建成后经受住了“威马逊”等多次过境台风的考验,实际使用情况表明,大跨径物资库采用钢网架结构可靠耐用,且施工过程快捷,缩短了施工工期,相应地增加了经济效益,减少投资,在功能上能满足使用要求。该设计成果和施工经验,可为类似物资装备库建设提供借鉴和参考,具有较好的推广价值。

(编辑:郑毅)

(下转第 83 页)



后含水率对比结果来看,含水率损失在 0.2% ~ 1.2% 施工要求。

之间,损失不大。在施工过程中,要对料场含水率进行

跟踪检测,随时掌控含水率变化,并及时调整,以满足

(编辑:常汉生)

Test study on rolling compaction technology of clay filler
of rockfill dam of Guanyinyan Hydropower Station

ZHOU Qiang, WEI Lina, WANG Chaoyang

(No. 3 Detachment of Armed Police Hydropower Engineering Troops, Nanning 530222, China)

Abstract: The dam of Guanyinyan Hydropower Station in Yunnan Province is a rockfill one with clay core. To check whether the quality of soil source in the material field according to the contract meets the requirement, the test study on soil material was carried out. The main test contents included the soil density, natural water content, the maximum dry density, liquid limit index, plasticity index, granular composition, compaction degree and rolling compaction technology etc. The results show that the rolling effect of 8 and 10 – time rolling compaction for the spreading soil material with the thickness of 25 cm and 30 cm can meet the design demand. By comprehensive consideration, the loader was recommended for rolling compaction with the rolling speed less than 2 km/h and soil spread thickness of 30 cm.

Key words: clay material; rolling compaction; test; Guanyinyan Hydropower Station

(上接第 71 页)

Research on welding technology improvement between
low carbon steel and austenitic stainless steel

ZHANG Yanhua, LIU Min

(No. 3 Detachment of Armed Police Hydropower Engineering Troops, Nanning 530222, China)

Abstract: In consideration of the problems in the process of welding between low carbon steel and austenitic stainless steel, such as cracks, low toughness of welding seam, carbon migration and welding seam exfoliation, through theoretical analysis of material welding performance and in combination with field practical experience, the relevant countermeasures to effectively control the above defects were carried out, including strict control over material blending ratio, adopting filter layer during welding process and using filling materials with high nickel content. Moreover, some suggestions to improve the welding technology were proposed, which proved that these measures have a favorable effect in practical applications.

Key words: sealing embedded parts; austenitics; welding seam metal; welding technology

(上接第 79 页)

Design and construction of large – span roof truss

CHEN Guangxian, LI Hong

(No. 3 Detachment of Armed Police Hydropower Engineering Troops, Nanning 530222, China)

Abstract: The frame structure with large – span roof truss of 40m is adopted for a material warehouse. The load on roof is determined according to the standard, and then the determination of the wind load is studied according to the fact that the structure is located in typhoon area. The truss adopts bolt – sphere joints in the form of a rectangular pyramid, and a combination of sectional whole lifting – up and overhead scattered assembling was adopted in construction. The application practice of the warehouse showed that the truss structure was reliable and durable, and effectively shortened the construction period, so its economic benefit was notable.

Key words: strong typhoon area; truss with large – span; roof design; wind load