

# 大跨度复杂钢结构设计过程中的若干技术问题及探讨

李宝鉴

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国建筑行业的发展,大跨度复杂钢结构在建筑设计中的应用越来越广泛,并且取得了良好的实际应用效果。在文章中,将对大跨度复杂钢结构进行简单的概述,并在此基础上,探讨在进行大跨度复杂钢结构的设计过程中,需要注意哪些设计重点,以保障大跨度复杂钢结构的稳定性。

[关键词]大跨度复杂钢结构;结构设计;技术研究

DOI: 10.33142/aem.v2i1.1423

中图分类号: TU758.11

文献标识码: A

## Some Technical Problems and Discussion on Design of Large Span Complex Steel Structure

LI Baojian

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With development of Chinese construction industry, large-span complex steel structure is more and more widely used in architectural design and has achieved good practical application results. In this paper, the long-span complex steel structure will be briefly summarized. On this basis, this paper discusses the key points in design of long-span complex steel structure to ensure stability of long-span complex steel structure.

**Keywords:** large span complex steel structure; structural design; technical research

### 引言

大跨度复杂钢结构在进行设计的过程中,因为其自身的复杂性,涉及到了多种专业知识,但为了延长大跨度复杂钢结构在实际投入使用后的寿命,保障整体工程建设规划的合理性与科学性,就要根据大跨度复杂钢结构设计的特点,来分析大跨度复杂钢结构设计过程中的若干问题,以此保障施工的质量与效率。

#### 1 大跨度复杂钢结构设计概述

在现代的一些大型工程当中,大跨度复杂钢结构的应用越来越广泛,而大跨度复杂钢结构在进行设计时,设计状态与结构成型的过程,都是决定其质量的关键性因素。而大跨度钢结构在实际成型的过程中,主要涉及到了吊装、支撑结构等多种结构成型措施与相关内容。并且一旦这些结构在设计的过程中出现问题,便会导致整个工程项目因为结构不稳而出现平衡性问题,严重的情况下,还会造成难以控制的建筑施工安全问题。为此,在进行大跨度复杂钢结构的设计时,需要把握当前工程的设计要点,并选择正确的施工措施与方案,从而更好的保证大跨度复杂钢结构的应用效果,使其符合建筑工程的实际需求。

#### 2 大跨度复杂钢结构设计过程中的常见技术问题与探讨

##### 2.1 平面与空间桁架的吊装稳定性

为了保证大跨度复杂钢结构的平面与空间桁架在吊装过程中的稳定性,需要在通过使用阶段设计的基础上,通过对整体结构设计及相关内容的调整,来对工程存在的缺陷以及施工难度进行控制。而在实际工程中,大跨度平面钢结构需要通过对吊点的分布、吊点的数量、吊点的选择等具体问题来控制,来避免吊装过程中出现桁架平面外失衡、滑轮力控制不当等多种问题。而为了解决大跨度平面和空间桁架结构存在的问题。首先,需要对平直的简支梁的结构构件进行调整与控制,使设计标高在吊装的过程中能够准确定位与两柱头相连接。其次,要确保吊点的选择与分布,能够使梁能够在吊起后的自重状态下,让两端轴向的相对变形能够近乎接近于零,从而令梁可以准确吊装到相关的位置上。而在选择吊点时,除了要避免吊件的轴向发生变化外,还要确保吊件的变形与弯矩分布达到均匀的状态,并将数值控制在最小,吊点可依据如下公式进行设计。

$$a = c = \frac{(\sqrt{2}-1)L}{2}; b = (2-\sqrt{2})L$$

另外,在吊装的过程中要避免构件出现轴向压力,通过对吊绳与吊件之间的夹角进行控制,以确保吊件在吊装过程中不会发生平面内和平面外稳定性破坏。

##### 2.2 临时支承柱对结构安全产生的影响

临时支承柱的设置问题,是大跨度钢结构在安装的过程中所必须解决的问题,并在此基础上,通过对临时支撑的设置,来对结构的受力性能进行优化与改良。但在此过程中临时支承柱的设置也会使工程大跨度钢结构自身的设计受力状态发生变化,最终导致临时支承点的内力加大,使其附近区域出现安装结构构件的损坏。在使用临时支撑的过程

中,大跨度钢结构中拱脚的水平推力与竖向反力大幅降低,而且临时支撑柱柱顶附近的桁架结构,在内力分布与设计状态上有着明显的差异,必须通过设计验算,来避免临时支撑在应用于大跨度钢结构中后,出现临时支撑安全问题。并且在确保临时支撑柱的应用可以使整体结构的稳定性能够得到进一步提升。以澳门体育馆为例,因为其主要由半球形屋盖、主场馆围护钢结构与通道两侧支撑钢结构所组成,在整体的平面投影上呈现为长轴接近 328m 短轴接近 223m 的椭圆形。在实际的建造安装过程中,澳门体育馆采取了通过整体提升法来安装主桁架的方式,并通过临时支撑柱的设置,来使其主桁架的最大竖向挠度与底板的水平推力均得到降低,以此来实现次桁架与主桁架顺利拼接。

### 2.3 拆撑过程中的安全问题

在大跨度复杂钢结构的成形过程当中,临时支撑柱的设置是必要的,但是完成大跨度复杂钢结构全部构件的安装后,临时支撑柱是必须要拆除的。而在拆除临时支撑柱的过程中,大跨度复杂钢结构的受力逐渐的发生转移,并且内力也会随着临时支撑柱的撤除而得到重新分布。因此,为了确保临时支撑柱在撤除之后,大跨度复杂钢结构在整体上实现设计状态,就要在拆撑时注意内力变化应为缓慢发生、对受力杆件与弹性范围内进行调整、确保拆撑过程安全等问题。

例如,在广州新体育馆主场馆大跨度复杂钢结构的拆撑过程当中,便通过对动态计算模型的应用,在主场馆各个设计结构要点达到设计应力时,开展了对应的临时支撑柱拆除工作,同时在此基础上通过对油压千斤顶的调整,来使临时支撑柱在拆除后的主桁架达到设计要求。一般情况下,在对大跨度复杂钢结构的支撑柱进行卸除时,其原本所需承担的压力,会传递到卸除支撑柱临近的支撑上。因此,为了解决这个问题,需要对支撑柱的拆除次序以及卸载量进行控制,以保证拆撑工作的安全进行。并利用计算位移等措施,来对临时支撑吊装的压力值进行控制,避免其影响大跨度复杂钢结构的整体应用效果。而后利用对动态计算模型的跟踪,来控制临时支撑柱撤除后,支撑力发生的变化,并将此作为基础,根据支撑力的变化结果,对临时支撑柱的支座条件进行重新迭代计算。此外,在实际应用的过程中,因为临时钢管支撑柱的长度在应用的过程中最大可达 35m,使得在进行支撑柱的拆除时,需要将其自身所产生的压缩变形考虑在内。

### 2.4 柔性结构的成型问题

在大跨度复杂钢结构的设计过程中,索穹顶结构作为一种典型的空张拉结构体系,在其实际成型的过程中,往往具备有一定的难度。一般常见的索穹顶结构都是用脊索、斜索、换索、撑杆、中心受拉钢环宇外圈、受压钢环梁等部分组成,而其在施工的过程中,主要涉及两种方法,其一,为通过临时设置的施工塔架在设计位置上完成对中央桁架或中间拉力环的提升,在固定位置后,通过外环来对内张拉斜拉索。其二为,通过对脊索、斜索与外环之间的固定连接,而后由外向内张拉斜索,并提升桅杆拉起内拉环。但当前这种技术在国内尚未得到广泛的应用,不过随着技术的发展与研究该技术也取得了一定的效果。

### 2.5 大跨度复杂钢结构在整体设计存在的问题

为了确保大跨度复杂钢结构在实际应用的过程中,自身整体结构的安全程度与受力稳定性,可以通过根据钢结构的柱刚度以及稳定性强弱程度进行调整,使提升柱之间的提升力大小分布得到调整,并在此基础上,将弱柱的提升力,调换到强柱上,使其达到一种平衡。但在此过程中结构的内力和变形会发生变化,为此,需要对其强度以及稳定性进行检验。另一种方法为,当提升柱出现提升力偏心等情况时,为了避免产生不利影响,通过对提升力的合力点进行调整,使提升柱达到或接近中心受压,并在此基础上改善其受力状态,检验结构内部的内力与变形。另外,也可以通过在柱顶设置提升平台的方式,来对平台的悬臂长度进行调整,使其两侧弯矩相接近。

而在对大跨度复杂钢结构进行提升时,一般会将整个流程换分为三个阶段,分别为结构脱离胎架、结构运输提升、结构落位。在这几个阶段当中,首先需要通过行程循环提升,优先对整体结构中提升力相对较小的点进行提升。并且为了避免在提升过程中,由于各个结构的提升点不同而对大跨度复杂结构的桁架强度以及稳定性的产生影响不同,需要利用不同步验算来对其进行控制,并在此基础上通过相应的措施,来使各个结构提升点的位移值差值能够控制在±15mm 之内。但由于千斤顶在实际应用的过程中,只能提供向上的力,需要通过采取相应的措施对计算结果的合理性进行检验。并且一旦出现位移差,那么结构的整体受力状态也会随之一同发生变化,比如出现构件内力变大的问题,也因此需要通过采取一定方法对其进行控制。例如,通过对大跨度复杂钢结构的桁架体系在不同位移差状态下的杆架内力进行计算与分析,采取对应的措施来进行控制并使提升点与标准点之间位移差控制在±15mm 以内,令当前大跨度复杂钢结构保持稳定,维护内部各个属性之间的平衡,并将其控制在允许的范围,避免发生局部失衡的现象。

## 3 结论

综上所述,根据大跨度复杂钢结构施工的特点,其在具体应用的过程中,存在着平面与空间桁架的吊装稳定性、临时支撑柱对结构安全产生的影响、拆撑过程中的安全、大跨度复杂钢结构的整体设计等问题,为此,需要根据各种问题的不同特点来对其进行调整,以此来保障整体工程施工的顺利进行。

### [参考文献]

- [1]杨政武.大跨度复杂钢结构施工过程中的技术问题[J].黑龙江交通科技,2017(11):114-115.
- [2]吕清海.建筑结构设计中的钢结构设计的重要性与策略探讨[J].江西建材,2017(17):20-21.
- [3]周成元.大跨钢结构安装精度控制技术及其优化措施[J].门窗,2017(10):67-68.

作者简介:李宝鉴(1990.1-),男,毕业院校:南京工业大学;现就职于河北建筑设计研究院有限责任公司。