

高强钢在工程结构中的应用进展

张亮

煤炭科学研究总院有限公司, 北京 100000

[摘要] 高强钢结构在工程施工中的应用具有诸多优势。高强钢结构在工程建设中得到广泛应用,但也存在一些不足。今后需要采取相应的完善对策,以促进在工程中更好地应用高强度钢结构,从而提高工程质量和总体效率。施工实施过程中所用材料种类逐渐增加,钢结构具有高强度、高负荷、快速安装等特点,因此钢结构被大型建设工程使用。在实施过程中,钢结构被视为判断整个项目实施质量的关键能力。基于此,文中分析了高强钢结构在建筑工程中的使用情况及其在建筑中的发展方式,并为施工进度提供了相关建议和意见。

[关键词] 高强钢; 建筑工程; 钢结构应用; 方法分析

DOI: 10.33142/aem.v4i2.5453

中图分类号: TU391

文献标识码: A

Application progress of high strength steel in engineering structure

ZHANG Liang

CCTEG China Coal Research Institute, Beijing, 100000, China

Abstract: the application of high-strength steel structure in engineering construction has many advantages. High strength steel structure is widely used in engineering construction, but there are also some deficiencies. In the future, it is necessary to take corresponding countermeasures to promote the better application of high-strength steel structure in construction, so as to improve the project quality and overall efficiency. The types of materials used in the construction process gradually increase, and the steel structure has the characteristics of high strength, high load and rapid installation. Therefore, the steel structure is used in large-scale construction projects. In the implementation process, the steel structure is regarded as the key ability to judge the implementation quality of the whole project. Based on this, this paper analyzes the use of high-strength steel structure in construction engineering and its development mode in construction, and provides relevant suggestions and opinions for construction progress.

Keywords: high strength steel; architectural engineering; steel structure application; method analysis

引言

随着城市化的加快,住房建设增加,资源和能源消耗减少。工程建设中不断应用新技术和新方法,高强度钢结构就是其中之一。与混凝土砖相比,高强钢结构可以减少二氧化碳的生产,并大大减少危险物质的排放。并且可以100%回收利用,在施工过程中可以干作业,使用水量减少约50%。此外,在工程建设中采用高强钢结构还可以减少灰尘、沙子和地面盗窃等环境污染问题,更有利于保护环境,提高工程建设的整体效益。由于这些特点,它在工程建设中受到越来越多的重视和越来越广泛的应用,下文将结合工程施工的实际情况,对高强钢结构的应用进行分析。

1 高强度钢材钢结构的应用优势

高强度钢结构具有以下优点:(1)从经济角度来看,这种钢结构可以控制结构各部分的重量和尺寸,从而大大降低焊接成本和工作量,简化整体建筑运输和安装工作,并节约工程成本。此外,在建筑中使用该结构还产生了更多净使用空间,大大减少了钢板厚度,有效控制钢板之间的焊接厚度,并有助于优化焊接质量和延长结构寿命。这些

好处可以给建筑公司带来巨大的经济利益。(2)高强度钢结构的使用体现了我们的可持续发展战略,具有保护环境的功能。高强度钢材钢结构可以降低铁矿石资源的消耗,因为它不需要太多钢,间接减少了防锈涂料和焊接材料的消耗,有效控制了可再生资源的消耗,并有助于保护环境。这有助于改变传统的资源密集型工业发展模式,执行可持续发展战略,建立资源节约型、高效和无害环境的国家经济体系。(3)根据可持续发展战略,钢材用量的降低有利于节约铁矿石能源,建立资源节约型国家经济体系离不开技术支持。作为一种能够有效提高资源利用率的高强钢,必然会受到建筑施工行业的欢迎。特别是在现阶段,我国明确表示要严格控制能源消耗,我们必须严格控制能源消耗。钢铁工业是最消耗能源的行业之一,预计将广泛生产高强度钢结构,以便有效控制钢的使用量,有效降低钢冶炼厂的能耗,最终控制建筑产品每单位面积的能耗。

2 高强度钢材的力学性能

2.1 基本力学性能

高强钢的基本力学性能主要包括强度比、断裂伸长率等,通过对等对48个Q460高强等边角钢试件进行了拉

伸试验,测得的拉伸比介于 1.20 %~1.35%之间,断裂后的拉伸比介于 20%~25 %之间。对厚度为 10 毫米、12 毫米的两块 Q460 板进行了标准拉伸试验。发现没有任何样品具有明显的屈服平台,所有样品在颈部收缩后均破裂,延长约 16%。

2.2 低温力学性能

为了研究高强钢的热力学性质,需要进行冲击和断裂强度试验。对中国 Q460C 钢和焊缝低温力学性能的试验研究表明,中国制造的钢在室温下具有良好的抗冲击强度,但温度低于-20 ℃时,其韧性会大大降低,甚至低于我国结构钢材标准的相关限值的规定。通过研究了解到 Q460 高强钢在低温下材料的力学性能,认为当温度低于-40℃时 Q460 易脆性破坏。

3 钢结构设计在建筑工程中的应用

3.1 钢结构类型

关于我国工程建设的实际情况,建筑钢材主要是 Q235 和 Q345。低合金钢结构分为五类:Q295、Q345、Q390、Q420 和 Q460。然而,钢结构设计标准的规定虽然比较详细,并对实际工作有一定的指导作用,但仍存在缺陷。例如缺乏设计方法、计算公式等对于高强钢柱,有时会对实际工作产生负面影响,影响工程施工,今后需要改进这些规定。另一方面,发达国家更加重视在工程施工中使用高强度结构钢,工程施工中最常用的最低强度等级是 275MPa,而 490MPa、550MPa、590MPa 级钢材在工程建设中也得到较为广泛的应用,相应的标准和规则相对较发达。此外,许多建筑采用了高强度钢结构,取得了良好的效果,并带来了巨大的环境和经济效益。

3.2 钢结构设计在高层建筑中的应用

由于经济的飞速发展和时代的进步,中国各个城市钢铁部件的建设取得了迅速的进展。由于钢构件具有较高的强度,其横截面比混凝土结构小,从而增加了建筑中的空间使用量。与混凝土结构相比,钢构件的所有主要部分都比混凝土结构少一半,因为钢构件较小,约占混凝土结构的一半。因此,地震造成的破坏可以减少,结构产生的内力也可以减少。此时,钢构件具备高层建设的探究、规划和各个相关装置的需求,具备很好的使用远景。目前,全国许多城市的许多大型高层建筑都使用钢材。这一结构的实际使用取得了良好的效果,并得到了各界的认可。

4 高强钢梁柱端板连接节点的研究

4.1 节点试验

端板连接节点研究试验主要集中于弯曲试验,端板理论研究主要采用 t 形短柱理论,当端板厚度不超过一定限度时,运动类型旋转主要来自运动类型的拉伸区域,可以缩小为短 t 形柱模型。根据运动类型塑料铰链的位置,有三种轴向应力 t 形三通弹性模式:法兰塑料铰链、运动类型弹性和螺栓拉伸弹性。即使螺栓布局不理想,高强

度钢板也有足够的局部延伸以确保载荷应力分布。其工作机制如下:第一,单个螺钉承受总载荷;当其他螺栓处于激活状态(即重新分布约束)时,所有螺栓将分担载荷。钢的局部拉伸由螺栓孔的椭圆率确定,这表明该元素在试验过程中具有较大的塑性变形。试验结果表明,由纯剪切引起的螺栓孔延长不是零件的极限状态,欧洲标准通过限制平均载荷应力来限制变形。高强钢节点螺栓的定位不必比普通钢节点严格。

4.2 节点数值模拟

有限元数值模拟方法也是研究运动类型的机械特性的理想方法。近年来,由于缺乏足够的实验数据,数字模拟方法越来越受欢迎。很容易理解在试验过程中难以精确测量的某些重要局部效应,例如螺栓和连接器之间的夹紧力和接触力。为进一步参数的研究方法奠定基础;以确定连接的旋转性能。目前,对高强度钢螺栓联接的有限元研究较少,只需将有限元分析与试验结果进行比较,以验证有限元模型的准确性。但是,系统的比较研究只能以普通钢目标部件的研究结果为基础。其中,可以分别使用高斯积分点、几何相关系数和拉格朗日程序精确模拟高强度钢节点有限元模拟中可能发生的剪切锁定效应和薄膜效应。提出了较为合理的螺栓端面板有限元分析方法,该方法以钢板厚度为变量创建了独立的端面板连接器模型。输入各种参数和标注后,会将单调的附加负载套用于模型。透过变更模型分散度、单位类型、动态方程式、结构关系和时间步长,整合 3d 梁储存格并将其与实际测试进行比较。

4.3 组件法评估节点性能

零部件的方法包括:将连接拆分为多个基础零部件,使用线性或非线性的弹簧仿真每个零部件,以及使用弹簧的串联和平行组合来计算来装配基础零部件,以实现整体的机械连接行为。目前,构件法的应用已逐步扩展到钢-混凝土组合结构节点的研究。由于其物理意义显而易见,因此其机械模型还可用于分析运动类型的工作机制并确定失败的顺序。由于柱和梁节点的性能主要由弯曲控制,因此常用的设计计算方法主要基于弯矩转角曲线,而不考虑梁轴向力的影响。目前,梁和梁节点的弯曲强度和初始刚度仅在轴向力不超过钢塑性强度的 10%时计算,而不是在斜屋顶门框等特殊情况下计算。因此,使用了等效的柔性模型。已建立包括弹簧和刚性连结的机械计算模型,以考量梁的轴向压力。每个弹簧采用非线性的力-形变曲线,该曲线明确定义了每个相位的弯矩和轴向力之间的相互作用,简化了运动类型的力过程仿真,并允许您对运动类型仿真进行编程,以便更好地检查和计算塑料相位运动类型的拐角。随着研究的深入,组件法的范围不断扩大。目前,国家研究主要侧重于连接钢梁节点和钢结构柱节点的端板。

4.4 高温下高强钢梁柱端板连接节点的研究

目前,对高温高强度钢的力学性能进行的国家和国际

研究很少。因此,在研究高强钢端面节点的高温力学性能时,只能参考普通钢节点和高强螺栓节点的高温力学性能研究结果。在 550 °C 和环境温度下对端板的 S690 和 Q960 钢螺栓进行了极限强度试验。与 Q235 和 Q345 端板组成的节点相比,试验结果表明,节点的载荷能力随着室温或高温端板厚度的增加而增加,但旋转能力下降。因此,较薄、强度较高的钢板可以获得与较厚的普通钢板相同的破坏模式、相似的载荷能力甚至更高的旋转能力。同时试验表明,火灾下厚板的强度与钢相同。但是,冷却后,运动类型的旋转能力将显著降低。试验还表明,550 °C 冷却后,高强度钢节点的初始载荷能力保持在 90% 以上。欧洲标准中端面节点的环境温度和高温弯曲强度估计精度在允许误差范围内试验表明,火灾下高强钢节点具有足够的转动能力,550 °C 冷却高强钢节点过于保守。

5 如何在建筑工程中发展钢结构技术

5.1 发展张力结构体系

牵引系统是支撑重量结构的大多数零部件或薄膜面,其中一些主要受轴向压力或弯曲时的作用。经济科学的结构体系具有最大的拉动力、最小的压力碗和最小的长度。张力系统包括悬架结构、悬架结构、膜结构和充气结构。预应力技术广泛应用于钢筋混凝土和我国,但不适用于钢结构。应当为探索和实施试点项目安排适当的工作人员。

5.2 钢结构的自主发展

(1) 中国建设钢结构已经创建的以及正在创建的建设超过十个了,其规划重点是海外建设或与中外合作建设,其中外国人是总承包人,并与相关国内企业签订合同。在建立相关钢构件后,国家在规划、制造、装备等方面积累了大量经验从国家出资安装钢件的角度来看,施工项目质量好,能够满足项目施工的要求,并得到外国专业人员的批准。因此,可以根据国家的进展情况自主规划、建设和装备未来,而无需依赖相关的外国标准。(2) 钢铁制造仍有许多不足之处,需要加以探索和处理。要创建适合于国家进步的建筑物,请探索连接梁和柱的交点的技术,并探索土壤应用。厚钢板的焊接工艺在创作时要求更高。我们应该研究焊接材料的收缩和变形以及滑动应力在装配过程中,浏览焊缝连接后的收缩量、温度变化等。(3) 工业厂房存在一些缺陷。当代钢材厂房较高,跨度也比较大,吊车起重也是很大,因此,有必要创建经济上合适的基本柱间距,为屋顶结构设置合适的样式,探索厂房框架的空间功能,探索吊车梁的工作原理和功能特点。(4) 目前,制造高等级钢构件所需的钢被认为是钢结构进步的关键要素。中国碳钢、锰钢等普通钢可以制造,但所制造的钢的外形不完整,不能满足工程过程的实施要求。此外,中国未能制造 h 型和 t 型型材,钢材型材的质量有待提高。因此,中国建筑中使用的大部分优质钢材部件都是从国外购买的。h 和 t 钢可以减轻钢铁制造工作量,能够满足高层钢结构和

工业厂房等建筑物的要求,因此应该在国内推广生产。

5.3 展望

目前,高强钢仍有许多问题值得研究和研究,鉴于目前研究的不足,提出了以下观点:(1) 对高强钢梁构件的滞胀和抗震性能研究相对较少。(2) 结构体系、设计方法和高强钢结构计算理论的研究亟待解决。(3) Q460 及以上钢的设计在现有标准中没有明确界定,许多规定不再适用于高强度钢,迫切需要修订和改进现有标准。

6 结束语

综上所述,目前,高强度钢被用于工程结构领域,取得了良好的效果。但是,对高强度钢结构的研究不够深入,在一定程度上限制了这些结构的应用和发展。高强钢结构有其独特的特点和出色的性能,符合工程施工要求,在建筑应用中具有明显的优势。因此,在未来的工程建设中,我们应该注意高强度钢结构的应用并严格跟踪施工过程,掌握施工质量控制要点,提高工程施工质量和效率,发挥高强度钢结构的更大作用。

项目基金:中国煤炭科工集团有限公司科技创新创业资金专项 2021-MS001 国家煤矿智能化行动指南支撑研究。

[参考文献]

- [1] 施刚,班慧勇. 高强度钢材钢结构的工程应用及研究进展[J]. 工业建筑,2012(1):1-8.
- [2] 邱林波,刘毅,侯兆新,等. 高强结构钢在建筑中的应用研究现状[J]. 工业建筑,2014(3):1-5.
- [3] 逢靖华,吴宏磊. 高强度钢材在郑州绿地中央广场中的应用分析[J]. 工业建筑,2014(3):43-47.
- [4] 李国强,王彦博,陈素文. 高强钢焊接箱形柱轴心受压极限承载力试验研究[J]. 建筑结构学报,2012,33(3):8-14.
- [5] 徐克龙,石永久,李一昕. 高强度钢材受弯构件局部稳定设计方法对比[J]. 工业建筑,2016,46(9):136-143.
- [6] 施刚,石永久,王元清. 超高强度钢材焊接箱形轴心受压柱整体稳定的有限元分析[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版),2009,25(2):255-261.
- [7] 崔晓强,郭彦林. 叶可明. 大跨度钢结构施工过程的结构分析方法研究[J]. 工程力学,2006(5):33.
- [8] 郭彦林,崔晓强. 大跨度复杂钢结构施工过程中的若干技术问题及探讨[J]. 工业建筑,2004(12):79.
- [9] 孙飞飞,孙密,李国强,等. Q690 高强钢端板连接梁柱节点抗震性能试验研究[J]. 建筑结构学报,2014,35(4):116-124.
- [10] 郭日彩,何长华,李喜来,等. 输电线路铁塔采用高强钢的应用研究[J]. 电网技术,2006,30(23):21-25.

作者简介:张亮(1988.6-)男,中国矿业大学(北京),工程力学,煤炭科学研究总院有限公司,高级主管,助理研究员。