

Discussion on the Quality Inspection and Acceptance of Connection Installation of Prefabricated Steel Structure Components

Qingchang Wang Chen Su

State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd. Aksu Power Supply Company, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract

With the increasing promotion of national prefabricated buildings, the prefabricated building structure of national grid has been continuously improved and promoted in the modular design of substation. Prefabricated steel frame structure plant has light weight, high strength, good seismic performance, energy saving, waterproof, heat insulation and other functions. Its features such as convenient installation, short construction period, beautiful and practical, environmental protection, energy saving and land saving, and recyclable are widely used in substation construction. In view of the weak technical strength of on-site supervision of steel structure in power transmission and transformation engineering construction, this paper introduces the key points of installation quality inspection and acceptance of modular steel structure components in substation during the construction process.

Keywords

steel structure connection; quality; check accept

浅谈装配式钢结构构件的连接安装质量检查与验收

王庆昌 苏宸

国网新疆阿克苏供电公司, 中国 · 新疆 阿克苏 843000

摘要

随着国家装配式建筑推进力度不断加大, 国家电网装配式建筑结构在变电站模块化设计中不断改进推广应用。装配式钢框架结构厂房具有自重轻、强度高、抗震性能好, 有节能、防水、隔热等功能。其安装便捷、施工周期短、美观实用、使用材料环保、节能省地、可循环利用等特点被广泛应用在变电站建设中。鉴于输变电工程建设方面钢结构专业现场监督技术力量薄弱, 论文结合施工检查验收重点介绍了变电站模块化钢结构构件连接施工过程中安装质量检查与验收的要点。

关键词

钢结构连接; 质量; 检查验收

1 引言

随着输变电工程环保施工实施细则的制定, 新技术、新材料、新工艺得到了广泛的应用, 钢结构配电装置房屋建设以其经济合理、高效和绿色环保等优点, 改变了原砖混构筑物建筑业现状、实现了变电站建筑结构的高效可持续发展。

2 装配式钢结构建筑结构构件的连接

在钢结构设计中, 连接技术的选择包括焊接和螺栓固定, 其中螺栓固定进一步分为高强度螺栓和普通螺栓。当这两种连接方式结合使用时, 若设计中没有明确要求, 施工时应优先进行螺栓固定, 随后进行焊接。

2.1 装配式钢结构建筑结构构件的焊接连接

焊接是借助于能源使两个分离的物体产生原子(分子)

间结合而连接成整体的过程。采用焊接方法可以解决金属材料与金属材料之间的连接问题。焊接方法较多, 但钢结构连接一般采用手工电弧焊。焊接质量需满足以下要点:

①钢管构件的焊缝均应采用全熔透对接焊缝。②矩形钢管构件的纵向角部组装焊缝应采用全熔透的一级焊缝, 以确保焊缝的强度和密封性。而对于横向焊缝, 可以选择全熔透的一级焊缝或二级焊缝, 这取决于具体的设计要求和施工条件。③组装焊缝厚度不应小于板厚的 1/3, 且不应小于 16mm。当梁与柱刚性连接时, 在框架梁翼缘的上、下 500mm 范围内, 应采用全熔透焊缝; 柱宽度大于 600mm 时, 应在框架梁翼缘的上、下 600mm 范围内采用全熔透焊缝。

2.2 装配式钢结构建筑结构构件的高强螺栓连接

高强螺栓连接技术, 作为钢结构安装工程中的关键环节, 凭借其施工的便捷性、可拆卸性、高强度、耐久性、自锁性和可靠性, 已成为现代建筑与工程结构领域中不可或缺的技术手段。该技术主要分为摩擦型、张拉型和承压型三种连接方式, 其中摩擦型因其优越的性能和广泛的应用场景而

【作者简介】王庆昌(1968-), 男, 中国安徽太和人, 本科, 高级工程师, 从事电力输变电工程建设管理研究。

成为最常见的连接类型。在进行高强螺栓连接的施工过程中，每一个步骤都需要严格按照规范执行，以确保连接的牢固与安全。首先，准备工作是基础，包括对螺栓和连接件的质量检查与规格匹配。接下来是钻孔环节，这一步骤要求精度高，孔径和深度必须符合设计要求，以确保后续螺栓的精确安装。钻孔后，必须对孔洞进行彻底清洁，去除所有的金属屑、油污和其他杂质，因为这些杂质可能会影响螺栓的紧固力和结构的整体稳定性。其次，润滑步骤。适当的润滑不仅能够减少螺栓与连接件间的摩擦，便于施工，还能够提高连接的耐腐蚀性。最后，安装并紧固螺栓至标准扭矩是整个施工流程中的关键。正确的扭矩值能够确保螺栓预紧力的准确，从而使得连接既牢固又安全。在紧固过程中，通常会使用专业的扭矩扳手来精确控制扭矩值，确保每一颗螺栓都达到设计要求。其中，图1为高强螺栓施工流程图。

2.2.1 高强螺栓连接的准备工作

①高强螺栓准备。高强螺栓的规格及技术条件应满足设计及国家标准，且需有厂家质量证明。螺栓存放应防潮、防雨、防粉尘，并按类型和规格分类存放。不得使用生锈及沾染油污脏物的螺栓，高强螺栓不得作为临时安装螺栓。

②构件准备。第一，连接孔检查。高强螺栓连接构件的连接孔应符合设计要求，其制作允许偏差应符合 Q/GDW11688—2017《变电站装配式钢结构建筑竣工验收规范》规定。第二，摩擦面处理。高强度螺栓连接要求对构件的摩擦面进行专门加工处理，以确保其表面静摩擦系数和黏结性能。经过处理后的摩擦面应得到适当的保护，不得涂抹油漆或受到其他形式的污染，以保持其原始状态和性能。若安装时摩擦面有油漆应及时处理干净，严禁在螺栓连接处摩擦面上做任何标记。现场发现加工误差的构件螺栓孔，禁止

锤击或气割处理，应协商设计部门解决。第三，连接板检查处理。在安装连接板之前，必须仔细检查其是否存在挠曲变形。若发现任何形式的变形，必须进行相应的矫正，以确保连接板的平整度。同时，对于高强度螺栓的板面接触部分，必须保持绝对平整，以确保连接的稳固性。此外，由于被连接构件的厚度差异或制作与安装过程中的偏差，连接面之间可能出现的间隙，其处理方式必须严格遵循相关技术规程和标准，确保连接的质量和安全性。

2.2.2 高强螺栓连接的现场试验

在螺栓连接施工前，必须对摩擦面的抗滑移系数进行试验验证，对扭矩系数进行测试，以及对螺栓预拉力进行复验，以确保连接的可靠性和安全性。这些试验是质量控制的重要环节，它们能够确保每个螺栓都能按照设计要求发挥其预定的功能，从而保障整个结构体系的稳定性和耐久性。

①摩擦面抗滑移系数试验。在螺栓连接施工前，应对每种钢号及表面处理工艺的连接面进行抗滑移系数试验和复验，以确保施工质量。试验不合格的构件其摩擦面应重新处理，也就是确定新的摩擦面处理的工艺，并用钢号与构件相同、表面经过重新处理的试件再进行抗滑移系数的试验。

②大六角头高强螺栓扭矩系数试验。大六角头高强螺栓扭矩系数试验要求：从同一批高强螺栓中随机抽取8个，使用扭矩扳手在轴力计上紧固，记录每个螺栓的预拉力扭矩M值和预拉力P值，以符合验收规范。

③扭剪型高强螺栓预拉力复验。对扭剪型高强螺栓进行预拉力复验时，应随机抽取5个螺栓，用专用扳手紧固至梅花卡头断落，记录预拉力值P。然后，计算平均值P和变异系数λ，以验证预拉力的精确度与均匀性。

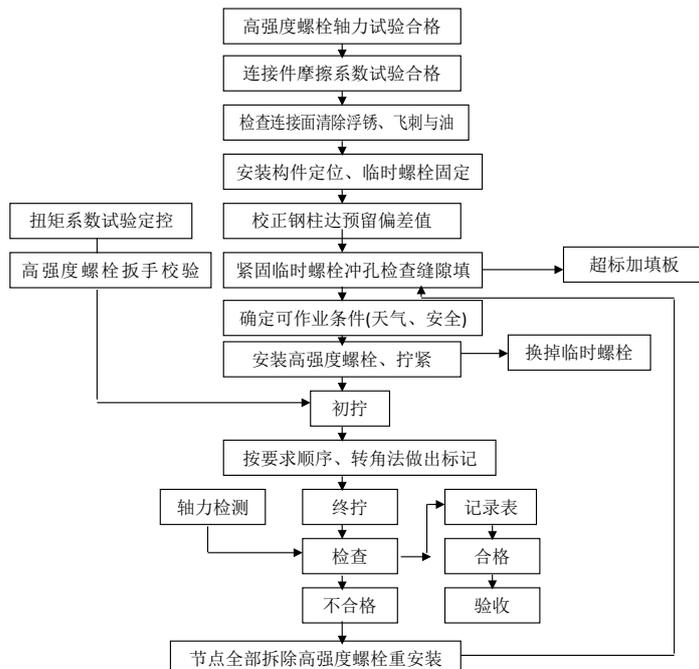


图1 高强螺栓施工流程图

2.2.3 高强螺栓安装

①高强螺栓安装要求。在钢结构构件拼装之前，必须仔细清除所有的飞边、毛刺和焊接飞溅物，以确保构件表面的光滑和整洁。同时，摩擦面应保持干燥和清洁，避免在潮湿或雨天的环境中进行作业，以确保施工质量和结构的安全性。在选择螺栓长度时，应综合考虑被连接构件的厚度、螺母和垫圈的厚度，以及紧固后至少预留三扣螺纹的余长，以确保连接的牢固性和安全性。

②高强螺栓安装方法。在安装高强度螺栓接头时，应使用冲钉和临时螺栓进行预连接，临时螺栓数量至少为总数的三分之一，冲钉数量不超过临时螺栓的30%。安装时需小心，避免过度用力造成螺孔变形。不应用高强度螺栓替换临时螺栓，以保持螺纹完整性和扭矩系数。螺孔孔错位时，应使用工具修整，而非气割。在装配式钢结构建筑的安装过程中，所有精度调整应在临时螺栓连接状态下进行，以确保结构的精确和稳定。

在钢结构安装精度满足校准规定之后，便可开始高强螺栓的安装工作。安装过程应遵循从中心向两侧逐渐交错的顺序，应先对那些尚未安装临时螺栓和冲钉的螺孔进行螺栓的穿入。在此过程中，需要确保螺栓能够自由且垂直地穿入螺孔，同时保持一致的穿入方向，以便于施工操作。此外，每个螺栓的一端不应使用超过一个垫圈，也不得用大螺母来替代垫圈，以保证连接的稳固性和安全性。

③高强螺栓的紧固。在紧固高强度螺栓时，施工过程被细分为初拧和终拧两个阶段，确保了连接的牢固性和稳定性。紧固顺序从结构的中心部位开始，逐渐向边缘扩展，优先紧固主要构件，以此来保证结构的整体均衡性。初拧的扭矩值设定为终拧扭矩的30%~80%，而终拧则应在初拧后至少间隔一小时进行，这样做是为了让螺栓和连接件之间的应力得到充分释放，从而提升结构的耐久性。

为了确保施工质量，所有在当天安装的螺栓必须在当天完成终拧，同时外露的丝扣数量应不少于2~3扣，这是为了确保在后续的使用中，螺栓能够保持适当的预紧力。连接板与构件的接触面应大于75%紧贴，使用0.5M塞尺检查时，塞入的面积之和不得大于总面积的25%，边缘的最大间隙不得超过0.8mm，这些细节都是为了确保连接的紧密性和结构的整体安全性。

在终拧完成后，应立即使用调和腻子对连接板的周边进行封闭，同时对节点板上的螺栓进行防腐处理，以防止雨水和潮气的侵入，从而延长结构的使用寿命。对于大六角头高强螺栓，初拧和复拧的扭矩建议设定为终拧扭矩的50%，而对于扭剪型高强螺栓，初拧的扭矩值则应根据计算确定。在初拧和复拧之后，应在螺栓上用不同颜色的涂料做出标记，以便于识别。终拧时，应使用专用扳手直至梅花卡头被拧断，如果无法使用专用扳手，则应采用扭矩法紧固，并在螺栓尾部梅花卡头上作出标记。在无法使用电动扳手的场合，应用测力扳手进行紧固，并在螺栓尾部涂上鲜明色彩的涂料作为终拧标记，这样做不仅便于后续的检查和维护，也是对施工质量的一种保证。

3 装配式钢结构建筑结构（构件）安装质量检查与验收

高强螺栓连接的检查验收。在钢结构工程中，高强度螺栓的常用规格包括M16、M20、M22和M24。为确保施工质量，在验收过程中，必须审查以下关键文件和记录：高强度螺栓的质量保证书，以证实螺栓的材质和性能符合标准；连接面的抗滑移系数试验报告，以确认连接的可靠性；大六角头螺栓的扭矩系数试验报告，确保螺栓的紧固力满足设计要求；扭剪型螺栓的预拉力复验报告，验证螺栓预拉力的准确性；扭矩扳手的标定记录，保证施工中使用的工具精准可靠；高强螺栓的施工记录，记录施工过程中的关键细节；以及工程质量检验评定表，综合评估连接工程的质量。这些资料的完整性和准确性对于保证高强度螺栓连接的安全性和耐久性至关重要。

在验收装配式钢结构建筑时，必须遵守GB 50300《建筑工程施工质量验收统一标准》以及其他相关国家标准。对于那些国家现行标准中没有具体验收规定的项目，建设单位需负责召集设计、施工、监理等相关部门共同制定验收标准。

同一厂家生产的同批材料、部品，用于同期施工且属于同一工程项目的多个单位工程，可合并进行进场验收。

对于由同一厂家生产的、用于同一工程项目的多个单位工程且属于同批次的材料或部品，可以采取合并进场验收的方式，以提高效率和确保质量的一致性。

装配式钢结构建筑结构（构件）安装工程可按施工段等划分为一个或若干个检验批。

钢架结构安装允许偏差及检验方法。其中，装配式钢结构建筑结构安装允许偏差及检验方法如表1所示。

4 钢结构构件安装质量通病的防治措施

4.1 拼装时由于焊接造成的变形，其值超过允许值

预防措施：焊工在上岗前必须持有相应的资格证书，确保其具备专业的焊接技能。在正式开始焊接作业之前，根据规定，焊工需进行试焊，以验证焊接设备的正常工作和焊接参数的准确性。此外，每批钢板完成首次焊接后，应开展焊接工艺评定，并根据标准随机抽取样本进行送检，以确保焊接质量符合工程要求。在检查焊缝质量的过程中，还应当对所使用的焊条型号进行同步检查，以确保焊接材料的使用符合设计和技术规范。这些措施的执行，旨在保证焊接作业的质量和安全性，符合行业标准和工程要求。

4.2 结构件制孔不准确

预控措施：制孔应准确标记孔位和中心线，严格控制孔间距。冲孔时，确保冲模正确安装，以保障孔质量和位置。若发现偏差或毛刺，应及时处理。孔径偏差和孔壁粗糙度必须符合规范，孔壁应无毛刺。制孔后，清理孔边毛刺，避免损伤母材。扩孔后，孔径不得超出设计孔径2.0mm。

表 1 钢架结构安装允许偏差及检验方法

项次	项目			允许偏差 (mm)	检验方法	
1	拼装单元节点中心偏移			2.0	用钢尺及辅助量具检查	
2	小拼单元为单锥体	弦杆长 L		± 2.0		
3		上弦对角线长		± 3.0		
4		锥体高		± 2.0		
5	拼装单元为整榀平面桁架	跨长 L	≤ 24m	+3.0 -7.0		
			> 24m	+5.0 -10.0		
6	跨中高度			± 3.0		
7	设计要求起拱不要求起拱			+10 ± L/5000		
8	分条分块网架单元长度	≤ 20m		± 10		
		> 20m		± 20		
9	多跨连续点支承时分条分块网架单元长度	≤ 20m		± 5		
		> 20m		± 10		
10	网架结构整体			± L/2000 且 ≤ 30		
11	交工验收时			± L/3000 且 ≤ 30		用经纬仪等检查
12	网架结构整体交工验收时	周边支承网架	相邻支座 (距离 L ₁) 高差	L ₁ /400 且 ≤ 15		用水准仪等检查
13			最高与最低支座高差	30		
14		多点支承网架相邻支座 (距离 L ₁) 高差		L ₁ /800 且 ≤ 30		
15		杆件轴线平直度			l/1000 且 ≤ 5	

4.3 扭矩不准产生原因

扭矩不准产生原因为扭矩扳手未经校正，紧固工艺不合理。

预控措施：为确保扭矩扳手的精准度，必须定期对其进行校正，确保其偏差值不超过 5%。这一措施有助于保证螺栓连接的准确性和安全性，符合工程标准。

4.4 连接板拼状不严密产生原因

连接板拼状不严密产生原因为连接板翘曲变形接触面有杂物。

预控措施：钢板连接须保持平整无变形，若有变形则需先行矫正。若坡度超过 1 : 20，则应使用斜垫片进行支撑。确保板间间隙调整至标准范围，以实现精确且紧密的拼装。

4.5 丝口损伤产生原因

丝口损伤产生原因为丝口严重锈蚀，螺纹间有油污杂质。

预控措施：安装前，螺栓应检查、清洁、除锈并预配，安装时避免强制打入螺孔。

4.6 装配面不洁净产生原因

装配面不洁净产生原因为构件表面若有锈迹、油污或其他杂质，需彻底清理。同时，孔壁上的焊瘤和毛刺也应去除，确保表面光滑清洁。

预控措施：务必彻底清洁表面，确保其光洁无污染。使用螺栓前，务必进行彻底的除锈处理，以保证其性能和耐久性。

4.7 焊接变形产生原因

焊接后构件翘曲或焊缝不对称可能是由于焊接参数和装配不当所致。因此，在焊接过程中必须精确控制电流、速度、方向，并合理使用装配卡具，以保证构件的精度和稳定性。

预控措施为控制焊接变形，预先调整工件位置以抵消预期变形，并控制焊接顺序，使用夹具和胎具固定构件。以确保在焊接过程中构件保持稳定。一旦发现构件出现翘曲变形，必须及时进行矫正，以保证构件的最终形状符合设计要求。

5 结语

在装配式钢结构工程中，构件的连接技术扮演着核心角色，直接影响整体结构的安装质量。从设计蓝图到工厂加工，从成品检验到现场拼装，每一个环节都需严谨把控，以确保钢结构的安全性能和耐久性。

参考文献

- [1] JGJ82—91 钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程[S].
- [2] GB50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范[S].
- [3] GB 50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范[S].
- [4] JGJ 82—2011 钢结构高强度螺栓连接技术规程[S].
- [5] GB 50661—2011 钢结构焊接规范[S].
- [6] Q/GDW11688—2017 变电站装配式钢结构建筑施工验收规范[S].