

盘扣式支架施工过程中安全性能分析

葛 祥

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北 武汉 430051

摘 要: 本文针对盘扣式支架施工过程中的安全性能进行了详细分析。首先,介绍了盘扣式支架的定义、分类及其在施工中的重要性。其次,阐述了盘扣式支架的构造和工作原理,并与碗扣式扣件式支架进行了对比。接着,探讨了盘扣式支架施工过程中的安全隐患和安全风险因素,如不规范的施工操作、施工环境、施工荷载等。然后,提出了盘扣式支架施工过程中的安全性能评价指标,包括稳定性、承载能力、变形量、连接节点的可靠性和施工管理,并介绍了相应的安全性能评价方法,如现场监测、数值模拟、试验研究和专家评估。最后,对安全性能评价结果进行了分析,并提出了相应的结论与建议,以期对盘扣式支架的施工安全提供参考。

关键词: 盘扣式支架; 施工安全; 安全性能; 评价方法; 风险因素

引言: 当前盘扣式支架已广泛应用于桥梁、房建等工程的高大模板支撑场景,其结构安全直接决定现场施工稳定性。但受杆件缺陷、操作不规范、环境适配性不足等因素影响,施工阶段仍存在多类失稳风险。本文针对盘扣式支架全施工流程开展安全性能系统性分析,明确核心风险维度,建立量化评价指标体系,结合工程案例验证管控路径有效性,为同类项目支架安全管控提供技术支持。

1 盘扣式支架概述与重要性

1.1 盘扣式支架的定义及分类

盘扣式支架是一种新型的承插型脚手架,它通过特定的连接方式将立杆、水平杆和斜杆固定在一起,形成一个稳定的支撑体系。根据其设计和使用要求,盘扣式支架主要分为A型和B型两种。A型支架(60系列)适用于重型支撑,如桥梁工程,通常使用内连接方式。B型支架(48系列)适用于房屋建筑、装饰装修和舞台灯光架等领域,一般采用外套筒连接。这两种型号的支架在规格和模数上有所不同,以适应不同的施工需求。

1.2 盘扣式支架在施工过程中的重要性

盘扣式支架因其独特的结构和性能,在现代建筑施工中扮演着越来越重要的角色。它具有搭建效率高、材料用量省、安全性高、使用寿命长等优点。在施工过程中,盘扣式支架可以快速完成搭建,节省工时和人工成本。同时,由于其结构稳定,能够提供良好的承载力和抗倾覆能力,从而保障施工人员的安全。此外,盘扣式支架防水防火防锈,无需维护保养,既省钱又省事。因此,在现浇法支架施工中,承插型盘扣式脚手架得到了迅速的发展和广泛的应用^[1]。

2 盘扣式支架的构造及工作原理

2.1 盘扣式支架的构造

盘扣式支架主要由立杆、水平杆、斜杆、连接盘、插销等部件组成。立杆是支架的主要承载构件,通常由Q345B碳素结构钢或其他高强度材料制成,具有较高的承载能力和刚度。水平杆和斜杆通过端扣接头与立杆连

接,形成支架的骨架结构。连接盘焊接在立杆上,用于固定水平杆和斜杆。插销是连接水平杆和斜杆的关键部件,通过插入连接盘的槽口中,实现快速连接和拆卸。

2.2 盘扣式支架的工作原理

盘扣式支架的工作原理基于杠杆原理和自锁机制。当水平杆或斜杆通过端扣接头插入连接盘时,插销起到固定作用,使得杆件与立杆形成一个整体。这种连接方式不仅提供了足够的强度和稳定性,还能够实现快速拆卸和安装。在施工过程中,支架的各部件协同工作,共同承受来自施工荷载的压力和剪力,保证整个支架系统的稳定性和安全性^[2]。

3 盘扣式支架与碗扣式扣件式的对比

3.1 结构与工作原理对比

盘扣式支架和碗扣式扣件都是建筑施工中常用的支撑系统,但它们的结构和连接方式有所不同。盘扣式支架采用轴向承插连接,通过插销将水平杆、斜杆与立杆连接在一起,形成一个整体稳定的支撑结构。这种连接方式使得支架在承受荷载时能够更好地协同工作,提高整体稳定性。而碗扣式扣件则通过碗形接头和螺栓将杆件连接在一起,形成支撑体系。碗扣式扣件的连接更加

灵活,适用于各种复杂的施工环境,但其稳定性通常低于盘扣式支架。

3.2 安全性能对比

盘扣式支架由于其结构的整体性和节点的高强度连接,通常提供更高的安全性能。它的节点连接具有良好的抗拉和抗压能力,能够在承受较大荷载时保持结构的稳定性。此外,盘扣式支架的插销自锁机制使得支架在施工过程中不易发生意外脱落。相比之下,碗扣式扣件虽然也能提供稳定的支撑,但其连接点相对于盘扣式支架更容易受到冲击和振动的影响,可能导致螺栓松动,从而影响整体稳定性^[3]。

4 盘扣式支架施工过程中的安全风险

4.1 安全隐患

在盘扣式支架的施工过程中,虽然其设计旨在提供稳定和安全的支撑,但仍可能存在一些安全隐患。这些隐患可能包括:杆件缺陷:如果支架的杆件存在裂纹、变形或其他缺陷,可能会导致结构不稳定,影响整体承载能力。连接问题:如果连接盘或插销未能正确安装或松动,可能会导致连接点失效,从而影响支架的整体稳定性。支架设计不当:如果支架的设计不符合规范或未能考虑到实际施工条件,可能会导致支架无法承受预期荷载,增加安全风险。

4.2 安全风险因素

在盘扣式支架的施工过程中,以下因素可能增加安全风险:

4.2.1 不规范的施工操作

施工人员未接受充分培训或忽视安全规程,可能会导致错误的操作,如错误的连接方式、忽视预紧力要求或未使用适当的工具。未按照设计图纸或规范进行施工,可能会导致支架系统的强度和稳定性不足。忽视现场安全监督和检查,可能导致潜在的安全问题未被及时发现和纠正^[4]。

4.2.2 施工环境

在空间狭小的区域施工,可能会限制施工人员的工作空间,增加操作难度,从而增加安全风险。在倾斜地面或不稳定的基座上搭设支架,可能会影响支架的稳定性和承载能力。恶劣的天气条件,可能会影响支架的安装和施工安全。

5 盘扣式支架施工过程中的安全性能分析

5.1 安全性能评价指标

稳定性、承载能力、变形量、连接节点的可靠性和施工管理是确保盘扣式支架施工安全的关键因素。

5.1.1 稳定性

支架的稳定性是防止其在施工过程中倾覆或滑移的关键。这通常通过计算支架的抗倾覆系数(M_0/M_1)和抗滑移系数(V_0/V_1)来评估,其中 M_0 和 V_0 分别代表支架在最不利情况下的临界荷载,而 M_1 和 V_1 分别是实际施加的荷载。稳定性分析还应考虑支架的几何布局、地基条件、荷载类型和大小以及施工过程中的动态效应。

抗倾覆系数(M_0/M_1)的计算通常基于力矩的平衡,其中 M_0 是临界力矩,可能导致支架倾覆,而 M_1 是实际施加的力矩。这个比值应大于1,以确保稳定性。

$$M_0 = (F_i \cdot d_i)$$

$$M_1 = (F_i \cdot d_i)$$

抗滑移系数(V_0/V_1)的计算涉及滑动力的平衡,其中 V_0 是临界滑动力,可能导致支架滑移,而 V_1 是实际施加的滑动力。

抗滑移系数(V_0/V_1)的计算涉及滑动力的平衡,其中 V_0 是临界滑动力,可能导致支架滑移,而 V_1 是实际施加的滑动力。

$$V_0 = (f_i \cdot N_i)$$

$$V_1 = (f_i \cdot N_i)$$

5.1.2 承载能力

支架的承载能力是指其能够承受的最大荷载,这通常通过试验或计算得到。试验可以在实验室条件下模拟实际施工情况,以确定支架的极限承载能力。计算通常基于材料的力学性质、支架的设计和施工荷载的预测。这包括对支架杆件、节点和连接的强度和稳定性进行评估^[5]。

承载能力极限状态:

$$q = b(1.3 \times G_{kj} + 1.5 \gamma L Q_{kj}) = 0.24 \times (1.3 \times 0.35 + 1.5 \times 0.9 \times 3.2) = 1.146 \text{ kN/m}$$

$l_a = 1.8 \text{ m}$,脚手板通过爪钩传递给横杆的支座反力为:

$$R = q l_a / j = 1.146 \times 1.8 / 2 = 1.031 \text{ kN}$$

$$\text{横杆自重设计值: } q_1 = 1.3 \text{ m}^2 = 1.3 \times 0.033 = 0.043 \text{ kN/m}$$

正常使用极限状态:

$$q' = b(G_{kj} + Q_{kj}) = 0.24 \times (0.35 + 3.2) = 0.852 \text{ kN/m}$$

$l_a = 1.8 \text{ m}$,脚手板通过爪钩传递给横杆的支座反力为:

$$R' = q' l a / j = 0.852 \times 1.8 / 2 = 0.767 \text{ kN}$$

$$\text{横杆自重标准值: } q_1' = m_2 = 0.033 \text{ kN/m}$$

$$l = l_b = 0.9 \text{ m}$$

5.1.3 变量

过大的变形可能导致支架失稳或损坏。因此,需要对支架的竖向和横向变形进行限制,并确保在施工过程中进行实时监测。变形监测可以帮助确定支架的实际响应与预期设计行为的偏差,从而及时采取措施防止潜在的失效。

5.1.4 施工管理

良好的施工管理对于确保盘扣式支架的安全施工至关重要。这包括制定合理的施工方案,确保施工人员接受适当的培训和资质认证,以及实施有效的现场安全管理措施。施工管理还应包括对支架系统的定期检查和维修,以及对施工荷载的监控和控制。

通过综合考虑这些因素,并采取相应的预防措施,可以显著降低盘扣式支架施工过程中的安全风险,并确保施工顺利进行。

单立杆静荷载计算:

结构自重标准值 NG_{1k}

①立杆的自重标准值 NG_{1k1}

$$\text{立杆 1: } NG_{1k1} = H_{s1} \times m_1 = 4 \times 0.033 = 0.132 \text{ kN}$$

$$\text{立杆 2: } NG_{1k1} = H_{s2} \times m_1 = 4 \times 0.033 = 0.132 \text{ kN}$$

立杆 3: $NG_{1k1} = H_{s3} \times m_1 = 4 \times 0.033 = 0.132 \text{ kN}$ ②纵向横杆的自重标准值 NG_{1k2}

$$\text{立杆 1: 步数 } n_1 = (H_{s1} - h_1 - h_2) / h = (4 - 1.2 - 0.2) / 1.8 = 1$$

$$NG_{1k2} = m_2 \times l_a \times (n_1 + 1) = 0.033 \times 1.8 \times (1 + 1) =$$

$$0.119 \text{ kN}$$

$$\text{立杆 2: 步数 } n_2 = (H_{s2} - h_1 - h_2) / h = (4 - 1.2 - 0.2) / 1.8 = 1$$

$$NG_{1k2} = m_2 \times l_a \times (n_2 + 1) = 0.033 \times 1.8 \times (1 + 1) =$$

$$0.119 \text{ kN}$$

$$\text{立杆 3: 步数 } n_3 = (H_{s3} - h_1 - h_2) / h = (4 - 1.2 - 0.2) / 1.8 = 1$$

$$NG_{1k2} = m_2 \times l_a \times (n_3 + 1) = 0.033 \times 1.8 \times (1 + 1) =$$

$$0.119 \text{ kN}$$

③横向横杆的自重标准值 NG_{1k3}

$$\text{立杆 1: } NG_{1k3} = (1 + 1) \times 0.033 \times 0.900 / 2 = 0.030 \text{ kN}$$

$$\text{立杆 2: } NG_{1k3} = (1 + 1) \times 0.033 \times (0.900 + 0.900) / 2 = 0.059 \text{ kN}$$

$$\text{立杆 3: } NG_{1k3} = (1 + 1) \times 0.033 \times 0.900 / 2 = 0.030 \text{ kN}$$

5.2 安全性能评价结果与分析

案例:某桥梁工程中,施工方对盘扣式支架进行了安全性能评价。评价结果显示,支架的承载能力和稳定性不足,连接不可靠,施工安全性不达标。具体数据如下:

支架设计承载能力: 1000 kN

实际施工荷载: 800 kN

支架变形量: 超过设计允许值

连接点滑移量: 超过设计允许值

根据评价结果,施工方采取了以下改进措施:

调整支架设计,增加杆件直径和壁厚,提高承载能力

加强连接部件,使用高强度螺栓和防滑垫片,提高连接可靠性

改进施工操作程序,增加支架检查和监测频率,确保施工安全性

结束语

经过对盘扣式支架施工过程中的安全性能分析,可以得出以下结论:盘扣式支架具有较高的结构稳定性和杆件承载能力,能够在多种施工环境中提供稳定的支撑。正确的连接方式和安装程序对于确保支架安全性能至关重要,需要严格按照规范进行操作。施工过程中的安全监测和管理对于预防安全事故、保障人员安全至关重要。

参考文献

- [1] 陈杨柳. 高大模板施工中承插型盘扣式钢管脚手架应用技术与效果分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(20): 104-107.
- [2] 刘辉, 李文杰, 徐陈成. 盘扣式脚手架在双曲面大跨度现浇箱梁支撑体系中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (04): 59-61.
- [3] 赵月. 盘扣式支架在高大模板支撑体系中的应用分析[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(16): 159-161.
- [4] 张坚荣. 承插型盘扣式支架在现浇箱梁中的应用及安全管理[J]. 珠江水运, 2023, (19): 101-103.
- [5] 孔瑞富, 林帆, 冉志红, 等. 承插型盘扣式 M60 型钢管模板支架盘扣节点刚度研究[J]. 2026(3): 151-160.