

新型预埋式可循环外架连墙件应用前景分析

何 务

中建三局第三建设工程有限责任公司

摘 要: 在低层、多层以及部分高层建筑施工过程中,扣件式钢管脚手架仍是最常用的外架形式,连墙件作为连接主体结构以及外架的构件,是脚手架的重要组成部分。连墙件应具备传递拉力和压力的性能,采用连墙件实现附壁连接,对于加强脚手架的整体稳定性,提高其稳定性具有很重要的作用。

目前,连墙件的形式较多,各有利弊。本文将荆州市长江大学文理学院项目为例,介绍一种新型的预埋式可周转的连墙形式,该新型连墙件相较于传统的连墙件具有明显的优势。

关键词: 钢管脚手架;连墙件;可周转;预埋式;应用

Application prospect analysis of new embedded recyclable outer frame wall parts

He wu

The Third Construction Engineering Co., Ltd. of China Construction Third Bureau

Abstract: in the construction process of low-rise, multi-story and some high-rise buildings, fastener-type steel tubular scaffold is still the most commonly used form of external frame, is an important part of scaffolding. Connecting wall parts should have the capability of transmitting tension and pressure. It is very important to strengthen the whole stability of scaffolding and improve its stability by connecting wall parts.

At present, there are many forms of connecting wall, each has its advantages and disadvantages. In this paper, a new type of embedded circumferential wall-to-wall is introduced, taking the project of the College of Arts and Sciences of Changjiang University in Jingzhou as an example

Keywords: Steel pipe scaffolding; connecting; reuse; embedded form; application

一、传统连墙件做法和利弊分析

针对于钢管脚手架,目前最常用的连墙件形式为预埋钢管法以及抱柱法。

所谓预埋钢管法,顾名思义即利用预埋主体结构梁、板内的钢管作为受力点来实现外架与结构相连接的一种方法。

该方法之所以被广泛运用,在于其具有施工简便、连接性能好、安全可靠等优点。但是,对于目前推行精益建造和绿色环保理念的建筑行业来说,其所展现的缺点同样明显。

①成本较高,预埋主体结构内的短钢管无法重复利用及回收,拆除后即被废弃,钢管损耗率较大,提高了项目管理成本。

②影响后续工序插入,一般外架使用周期较长,砌体施工过程中需对连墙

件位置进行预留,不利于下道工序推进,外架拆除后还须对外墙预留洞口进行后期封堵,造成工序倒置并存在较大的渗漏风险。

抱柱法与预埋钢管法相比,无需在结构内进行预埋,只需待结构墙、柱模板拆除后,采用短钢管和扣件将脚手架架体与结构柱相连接即可。

其优点是施工速度快,连接后整体刚性较好,拆除后钢管和扣件可重复周转使用。

其主要缺点是连接点的布置受结构墙柱位置影响,对于大空间大跨度的结构,能设置抱柱点受限,因此适用范围有一定局限性。并且,同预埋钢管方法一样,仍存在墙体补洞工序,有严重的渗水风险。

这种可周转预埋式连墙件主要由预埋套管、预埋螺杆、连接杆、扣件四部分组成(图一)。梁柱钢筋绑扎完成以及模板加固完成后,按照方案中连墙件布置要求进行放线定点,点位确定准确后,利用钻孔设备在外侧模板上开孔,孔径与预埋螺杆直径相当,利用预埋螺杆上的螺母将预埋套管与预埋螺杆固定在模板内侧,固定稳固后即可浇筑混凝土,待混凝土强度满足要求后,将预埋螺杆拧出,拧入连接杆并通过扣件连接外架的横向钢管,从而实现外架的附墙连接。

2. 新型连墙件优缺点

优点: 安装简便,只需要在外侧模板上开孔即可安装;可周转,连接杆及扣件可实现周转使用,周转次数高;强度高,稳定性好,可承受较大的拉压荷载;无后期砌体补洞工序,无渗漏风险。

缺点: 预埋套管与模板紧固形式存在风险,混凝土浇筑过程中容易造成预埋套管倾斜及脱落,导致后续连接杆无法安装。可利用钢丝将预埋套管与梁柱钢筋绑扎进行二次加固规避该风险。

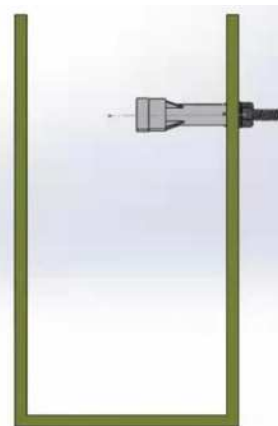
三、新型连墙件施工工艺

(1) 定位开孔: 在钢筋绑扎完成、模板加固完成后,根据施工方案中连墙件布置要求,在梁、墙侧面准确定点并用醒目颜色记号笔标记点位,点位标记完成后,利用钻孔设备在模板上开孔,孔径大小同依据受力计算得出连接杆直径。

(2) 安装预埋件: 将预埋套管与预埋螺杆分开,分别置于模板内外侧,预埋螺杆通过模板上以开好的圆孔,与模板内侧的预埋套管连接,并利用扳手拧紧,即可完成预埋部分安装(图二),预埋位置必须埋入混凝土结构面以下 100mm。



图一 连墙件组成部分



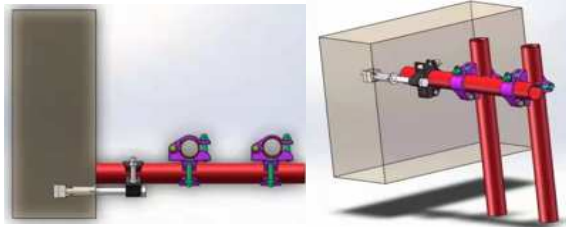
图二 预埋套管与模板连接示意

二、新型连墙件原理与利弊分析

1. 新型连墙件工作原理

(2) 侧模拆除: 混凝土浇筑过程应避免预埋部分松动及位移, 待混凝土强度达到边模拆除条件后, 先将模板外侧预埋螺母拧出, 然后即可进行正常拆模及养护工作。

(3) 外架连接: 待混凝土强度达到 15Mpa, 即可进行连墙杆件的安装 (图三)。连接前需对预埋套管内部进行清理, 清理完成后直接将连接杆拧入套管内, 外侧扣件直接与外架横杠相连, 即完成连墙件的安装。



图三 连墙件与外架连接示意

四、工程实例

1. 外架形式

以荆州市长江大学文理学院新校区建设项目宿舍楼为例, 该宿舍楼共 6 层, 建筑高度 21.3m, 采用落地式双排钢管脚手架, 双排落地式钢管脚手架立杆纵向间距为 1.5m; 内排立杆距结构边缘距离为 350-400mm (考虑支设模板的空间), 立杆的横向间距为 0.9m。立杆步距 1.8m, 外排立杆每步间隔 600mm 增设拦腰杆。连墙件采用 M16 预埋抗剪型螺栓同主体结构连接, 按照两步三跨一连接设置。

2. 连墙件安全性计算

(1) 连墙钢管受力计算

1) 计算连墙钢管的总轴向力设计值 N_t

按照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011) 公式 5.2.12-3 计算, 应满足: $N_t = N_w + N_0$

式中 N_w - 风荷载产生的连墙钢管轴向力设计值 (KN), 按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011) 5.2.13 条规定计算:

$$N_w = 1.4W_k A_w$$

W_k - 风荷载标准值 (KN/m²), 取 0.33 KN/m²

A_w - 单个连墙件所覆盖的脚手架外侧面的迎风面积,

$$A_w = 3.6 * 4.5 = 16.2 \text{ m}^2$$

N_0 - 连墙件约束脚手架平面外变形所产生的轴向力 (KN), 按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011) 5.2.12 条规定, 双排脚手架取 $N_0 = 3 \text{ KN}$ 。

$$N_w = 1.4W_k A_w = 1.4 * 0.33 * 16.2 = 7.5 \text{ KN}$$

$$N_t = N_w + N_0 = 7.5 + 3 = 10.5 \text{ KN}$$

2) 连墙钢管的强度计算

按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011) 公式 5.2.12-1 计算, 应满足:

$$\delta = N/Ac \leq 0.85f$$

式中:

δ - 连墙钢管应力值 (N/mm²);

Ac - 连墙钢管净截面面积 (mm²), 采用 $\Phi 48 * 3.0$ 钢管, $Ac = 424 \text{ mm}^2$

N_t - 连墙钢管总轴向力设计值 (N), $N_t = 10.5 \text{ KN}$

$$\delta = N/Ac = 10500/424 = 24.8 \text{ N/mm}^2 \leq 0.85f = 0.85 * 215 = 182.8 \text{ N/mm}^2$$

连墙钢管的强度满足要求。

3) 连墙钢管的稳定性验算

按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011) 公式 5.2.12-2 计算, 应满足:

$$\delta = N / (\Phi A) \leq 0.85f$$

式中:

δ - 连墙钢管应力值 (N/mm²);

Ac - 连墙钢管毛截面面积 (mm²), 采用 $\Phi 48 * 3.0$ 钢管, $Ac = 424 \text{ mm}^2$

N_t - 连墙钢管总轴向力设计值 (N), $N_t = 10.5 \text{ KN}$

Φ - 连接钢管的稳定系数, 由长细比 $\lambda = L_0/i$ 按《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》附录 A 表 A.0.6 取值;

L_0 - 连墙钢管计算长度, 连墙钢管最长计算长度为 1300mm, 取 $L_0 = 1300 \text{ mm}$;

λ - 长细比, $\lambda = L_0/i = 1300/15.9 = 81.8$, 查得 $\Phi = 0.71$

则 $\delta = N / (\Phi A) = 10500 / (0.71 * 424)$

$$= 34.9 \text{ mm}^2 < 0.85f = 0.85 * 215 = 182.8 \text{ N/mm}^2$$

连墙钢管的稳定性满足要求。

(2) M16 六角普通螺栓杆承载力验算

螺栓杆采用 M16, C 级普通螺栓 4.8 级, M16 双头螺栓普通螺栓杆如图所示。

M16 预埋普通螺栓杆沿杆轴方向承受连墙钢管传来的拉力设计值为:

$$N_t = 10.5 \text{ KN}$$

该螺栓杆轴方向受拉承载力设计值按现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017-2017 公式 11.4.1-5 计算: $N_t^b = A_e f_t^b = \pi d_e^2 f_t^b / 4$

式中 N_t^b - 预埋螺栓杆轴方向受拉承载力设计值 (N);

d_e - 预埋螺栓杆在螺纹处的有效直径;

f_t^b - 预埋螺栓杆抗拉强度设计值, 查《钢结构设计标准》GB50017-2017 表 4.4.6, 按照 C 级普通螺栓 4.8 级查得 $f_t^b = 170 \text{ N/mm}^2$; M16 预埋普通螺栓杆有效直径 $d_e = 14.12 \text{ mm}$ 的预埋螺栓杆, 则有:

$$N_t^b = A_e f_t^b = \pi d_e^2 f_t^b / 4 = 3.14 * 14.12^2 * 170 / 4 = 26606 \text{ N} = 26.6 \text{ KN} > N_t = 10.5 \text{ KN}$$

M16C 级普通螺栓 4.8 级螺栓满足连墙件受拉承载力要求。

五、成本对比分析

仍以长江大学文理学院新校区建设项目宿舍楼为例进行成本对比分析。

宿舍楼外架高度 23.2m, 连墙件两步三跨设置, 共设置 6 道连墙件, 跨距为 1.5m, 外架周长 273.5m, 每栋外架平均使用 150 天。连墙件个数: $6 * 273.5 / 1.5 / 3 + 3 * 213 / 1.5 / 3 = 507$ 个。

1. 采用新型预埋式连墙件成本分析

新型半预埋式连墙件需连墙件横杆 1.3m, 新型连墙件 1 套, 扣件 2 个。

传统连墙件预埋钢管长度 0.55m, 连墙件横杆 1.6m, 扣件 4 个; 新型半预埋式连墙件: 21.5 元/个, 周转残值按 70% 计算 钢管租赁单价 0.01017 元/米/天, 钢管损耗 7.2 元/米, 扣件租赁单价 0.00565 元/个/天。

$$\text{新型连墙件每处: } 21.5 * (1 - 0.7) + 90 * (1.3 * 0.01017 + 2 * 0.00565) = 8.657 \text{ 元}$$

2. 采用最常见钢管预埋连墙件成本分析

$$\text{预埋钢管连墙件每处: } 7.2 * 0.55 + 90 * (1.6 * 0.01017 + 4 * 0.00565) = 7.46 \text{ 元}$$

每处砌体补洞需 0.05 工日, 外墙涂料修补需 0.05 工日, 室内墙面砖修补需 0.1 工日, $250 * (0.05 + 0.05 + 0.1) = 50 \text{ 元}$

3. 成本节省分析

$$\text{节约成本: } 507 * (7.46 - 8.657 + 50) = 24743 \text{ 元}$$

减少后期墙面渗漏维修成本, 每栋按 10000 元计。

整体节省成本: $24743 + 10000 = 34743 \text{ 元}$

六、结束语

在众多外架连墙形式中, 这种预埋式可周转的连墙件具有较明显的优势。通过荆州市长江大学文理学院新校区建设项目的成功应用, 也已证明其具备较好的经济性、适用性及安全性能。

参考文献:

[1] JGJ 130-2011 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011

[2] 李建安, 李子安, 对外脚手架连墙件的改进探讨[J]. 筑安全 2018, 33 (1) 26-29