

承插型盘扣式脚手架施工技术与计价研究

张 雪

摘 要: 为保证房屋建筑和市政基础设施工程施工安全,防范化解重大事故隐患,推动住房和城乡建设行业淘汰落后工艺、设备和材料,提升房屋建筑和市政基础设施工程安全生产水平,2021年12月,住房和城乡建设部制定了《关于发布〈房屋建筑和市政基础设施工程危及生产安全施工工艺、设备和材料淘汰目录(第一批)〉的公告》(中华人民共和国住房和城乡建设部公告2021年第214号),推荐采用承插型盘扣式脚手架代替竹脚手架、门式脚手架等淘汰工艺。根据《关于印发湖北省房屋市政工程安全生产专项整治三年行动任务清单的通知》(鄂建办〔2020〕18号)《关于印发〈湖北省危险性较大的模板支架体系安全技术指南〉等四项安全技术指南的通知》(厅头〔2021〕869号)的文件要求,承插型盘扣式脚手架在我省建设工程中开始全面推广使用。

关键词: 承插型盘扣; 脚手架

承插型盘扣式脚手架作为一种新型脚手架材料,其搭拆方法和市场价格与传统钢管脚手架存在较大差异,为推动该技术的应用,满足房屋建筑工程和市政基础设施工程的计价需求,我省于3月启动编制承插型盘扣式钢管脚手架定额,并于7月1日和8月1日先后发布房屋建筑工程和市政工程的承插型盘扣式脚手架补充定额,其中市政工程定额为全国首个盘扣式脚手架的消耗量定额。

一、承插型盘扣式脚手架概述

承插型盘扣式脚手架是一种从国外引进的新型脚手架结构,不仅能有效改善传统脚手架安全性能差、搭拆速度慢等问题,尤其对上部荷载大、搭设高度高等超过一定规模的危险性较大的模板支撑体系,具有很高的推广价值。

(一) 组成

承插型盘扣式脚手架按照用途可分为支撑脚手架和作业脚手架,按照立杆外径大小可分为标准型(B型)和重型(Z型)。脚手架体系由立杆、水平杆、斜杆、可调底座和可调托撑等组成,立杆之间采用外套管或内插管连接,水平杆和斜杆采用杆端扣接头卡入连接盘,用楔形插销连接,承受相应荷载。

(二) 技术原理

盘扣式脚手架的受力原理与目前现场常用的扣件式

脚手架等其他类型的落地式脚手架基本相同:模板上部的荷载由工字钢铝梁传递至顶托与立杆,在通过底座、垫木及混凝土垫层传递给地基。但盘扣式脚手架的节点与其他类型的脚手架却有着较大的差异。盘扣式脚手架节点由连接盘、接头及插销3部分组成。连接盘有8个孔,其中,4个大孔为斜杆接头插销专用,4个小孔为横杆接头插销专用。连接盘在立杆制作时固定于立杆上,一般每隔50cm设置一个连接盘,因此相比于传统脚手架,承插型盘扣式脚手架的节点为固定节点。横杆、斜杆通过插销与立杆连接盘连接为整体。斜杆、横杆接头被加工成圆弧形,插入、敲紧插销后,可与立杆和连接盘紧密贴合,无需任何接头组件即可完成连接,具有很高的稳定性。

(三) 技术优势

(1) 施工效率高。盘扣式脚手架构造简单,杆件尺寸和连接盘位置固定,插销相较于传统脚手架的扣件,质量轻便,安装、拆除快捷。

(2) 安全性好。盘扣式脚手架立杆连接采用同轴心承插,节点在框架平面内,竖向承重效果更好,具有较好的抗弯、抗剪、抗扭能力。节点设计利用插销的重力,使接头节点天生就具备可靠的自锁能力,插入式连接节点与立柱结合在一起,不存在扣件、螺栓安装不牢等问题。整体结构稳定,承载力高,安全性好。

(3) 通用性强。盘扣式脚手架安装方便,承载力高,组合灵活,可适用于各种类型的工程,满足各种结构形式的使用要求。

作者简介: 张雪(1992.03—)女,汉族,硕士研究生,主要从事工程造价方面的研究工作。

(4) 耐久性好。相较于传统脚手架的碳钢材质，承插型盘扣式脚手架一般采用高强度镀锌钢管，具有良好的防腐性能，长时间使用也不易出现落漆、生锈的情况，整体美观，文明施工效果好。

二、我省承插型盘扣式脚手架的应用现状

房屋建筑与装饰工程中，承插型盘扣式脚手架广泛应用于住宅、写字楼、医院、体育馆、工业厂房等多种建筑类型，主要作为楼板、梁、悬挑板、阳台等现浇水平构件的模板支撑。

市政工程中，承插型盘扣式脚手架广泛应用于桥涵工程、管廊工程、水处理工程等市政基础设施建设中，

其主要作用为顶板的模板支撑。

承插型盘扣式脚手架的施工主要流程如下：地基处理、支架搭设、模板安装、支架预压、模板支架调整检验、钢筋制安、混凝土浇筑养护、支架拆除。

以桥涵工程现浇钢筋混凝土箱梁为例，选用盘扣式满堂支架立杆直径为 $\phi 60$ ，壁厚为3.2mm，材质为Q345B；横杆材质为Q235B，管径为 $\phi 48$ mm，管壁厚为2.5mm；斜杆材质为Q195，管径为 $\phi 42$ mm，管壁厚为2.5mm。支架体系从下到上由支架混凝土板基础、[18槽钢垫梁、底托、盘扣式满堂支架、顶托及双层工字钢分配梁、木方次分配梁和模板组成（如图1所示）。

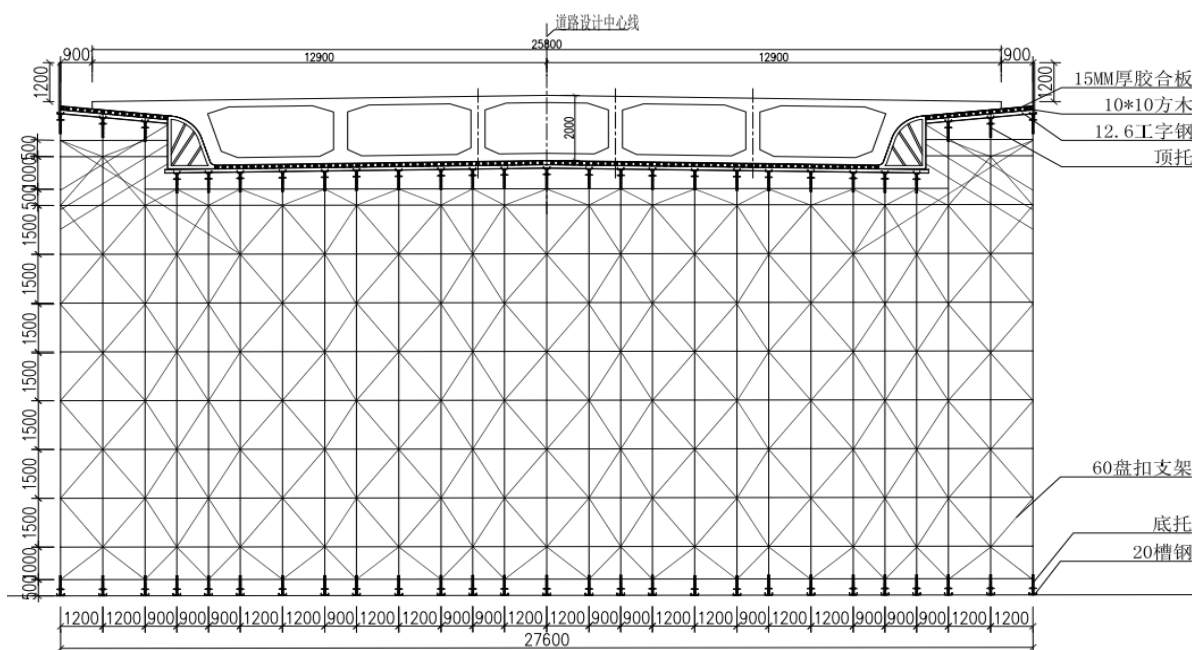


图1

承插型盘扣式脚手架的杆件长度为固定值，立杆常见规格有1m、1.5m、2m，常用规格为1.5m。横杆常用规格有0.3m、0.6m、0.9m、1.2m和1.5m，斜杆规格与立杆横杆尺寸的组合对应。根据规范进行荷载验算，确定支架体系的搭设间距。箱梁截面图显示，空箱区和翼缘区上部荷载较小，可适当增加立杆横距，腹板和横隔梁加密区的上部荷载大，需要通过减小立杆横距进行支架加密。因此在箱梁横断面上，不同区域的支架搭设密度不同。

不同的桥梁工程的搭设密度与箱梁高度、桥面宽度、搭设高度以及设计人员的保守程度有关，立杆间距、横杆步距和斜杆布置密度都有所区别。杆件为固定尺寸，常通过局部调整间距和调整顶托底座高度，满足整体搭

设尺寸的要求，搭设密度也会有所区别。同时部分箱梁施工时，为满足下部行人和车辆通行，也可与钢管柱联合使用，通过调解可调底座和顶托的高度，满足整体搭设高度的要求。

三、承插型盘扣式脚手架计价依据编制与研究

(一) 全国盘扣式脚手架计价依据编制情况概述

全国承插型盘扣式脚手架的计价依据主要有两种形式，一是消耗量定额，二是扣件式脚手架定额乘以调整系数。

1、消耗量定额

2021年浙江和厦门发布了房屋建筑工程盘扣式钢管支撑架模板的消耗量定额。市政工程无计价依据。

2、调整系数

江苏省的南通、苏州的计价方式为在扣件式脚手架定额基础上，人工乘以系数1.15，材料根据不同结构和部位，调整系数在1.3至4之间。湖北省宜昌和襄阳计价方式为在扣件式脚手架定额基础上，仅对材料进行调整，系数在1.1至2.8之间。

3、两种计价依据的比较

消耗量定额以人工、材料、机械现场实测的消耗量为基础，消耗量贴合实际。人工、材料的单价可以根据合同约定及市场情况实时调整，定额价格能顺应市场波动。

调整系数方式，主要考虑在盘扣式脚手架推广初期的人工费和材料费会高于扣件式脚手架。随着该技术的成熟，市场行情趋于平稳，调整系数方式的价格水平则无法与市场行情接轨。

(二) 我省承插型盘扣式脚手架计价依据编制内容

1、项目设置

房屋建筑与装饰工程项目设置包括一般支撑架层高5m以内、一般支撑架层高8m以内、超危支撑架层高8m以上。适用于房屋建筑工程现浇水平构件的施工。

市政工程项目设置分为桥涵工程、管廊工程和水处理工程三部分。桥涵工程包括桥梁盘扣式满堂钢管支架、桥涵盘扣式立柱支架、桥涵盘扣式盖梁支架、箱涵顶板盘扣式满堂钢管支架。分别适用于桥梁工程现浇箱梁、现浇立柱、现浇盖梁、现浇箱涵顶板的施工。管廊工程包括管廊顶板盘扣式满堂钢管支架，适用于管廊顶板的浇筑施工。水处理工程包括水池顶板盘扣式满堂钢管支架，适用于水池顶板的浇筑施工。

2、消耗量确定

(1) 人工消耗量

人工消耗量采用现场实测结合市场价格综合取定。

以水处理工程池盖为例，每100m³空间体积脚手架，需要2-3人搭设8小时，搭设高度超过3.6m时，需要1-2人接力运输；拆除时，每100m³空间体积脚手架需2-3人拆除，1-2人接力运输，1-2人归堆。合计约10工日/100m³。根据现场调研情况，承插型盘扣式脚手架相较于传统扣件式脚手架的单根杆件重量轻，搭设方式更便捷，搭设的理论功效高于扣件式脚手架。但拆除时，不同尺寸的立杆、横杆、斜杆需分别归堆，耗时较长。最终整体的搭设和拆除的功效与传统扣件式脚手架接近。

(2) 材料消耗量

材料消耗量采用现场实测结合理论计算的方式综合确定。以桥涵箱梁盘扣式满堂支架为例，选取我省若干个工程的不同施工断面，综合了主线、匝道、曲线等多种结构形式的桥梁施工段，经现场实测得出盘扣式满堂支架搭设密度在20至31kg/m³空间体积，均值25.7kg/m³。

理论算法，主要根据现行规范《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》(JGJ/T 231-2021)进行荷载验算。桥涵工程的立杆选用重型(Z型)，性能参数如下表1:

根据规范，在不计算风荷载时，单肢承载力为

$$N = \phi f A = 0.558 \times 537 \times 300 = 89.89 \text{ kN}$$

选取典型工程计算。桥面宽度26m，箱梁为单箱三室等截面连续梁，梁高2.0m，箱梁顶、底板厚分别为0.25m、0.22m，腹板厚0.6m，两侧翼缘板悬臂长度为4m。

表2所示的支架步距，按照在盘扣支架单肢立杆实际承载力在允许值的70%到85%之间设置，因支架预压一般按最大堆载重量的1.2倍左右，因此选取允许值的70%至85%作为计算值，即能最大限度发挥支架的支撑效果，又能够满足的承载力要求。根据以上间距，计算

表1

规格	截面积A (mm ²)	惯性矩I (mm ⁴)	抵抗矩W (mm ³)	回转半径r (cm) (mm)	重量 (kg/m)
φ60×3.2	5.372×10 ²	2.188×10 ⁵	7.29×10 ³	2.02	5
抗拉、抗弯f (N/mm ²)		抗压fc (N/mm ²)		弹性模量E (KN/mm ²)	
300		300		2.06×10 ⁵	

表2

序号	位置	立杆横距 (m)	立杆纵距 (m)	步距 (m)	允许值/kN	计算值/kN
1	空箱区	1.5	1.5	1.5	89.89	68.6
2	腹板及底板加厚区	0.9/0.6	1.5	1.5	89.89	62.1
3	横隔梁及底板加厚区	0.9/0.6	1.5	1.5	89.89	74.6
4	翼缘区	1.8	1.5	1.5	89.89	64.9

得出盘扣式钢管支架搭设密度 $18.53\text{kg}/\text{m}^3$ 。

为搭设美观,立杆横距一般小于立杆纵距,实际施工中立杆横距相应减小。设计人员的保守程度不同,取用的计算值/允许值的比值会更小。因此实际施工中的盘扣式钢管支架搭设密度大于理论计算值。然而搭设密度过高,会使支架承载能力远大于实际荷载,造成材料增加,成本浪费。因此,选用实测均值 $25.7\text{kg}/\text{m}^3$ 作为盘扣式钢管支架的材料净用量,既能满足绝大多数项目的承载力要求,又能够控制施工成本。

材料消耗量采用市场常用的租赁方式,即一次投入量 \times 一次使用时间。根据调研浇筑箱梁项目的标准施工段,桥涵满堂支架一个施工段的施工时间约为90天,涵盖支架搭设、模板安装、支架预压、模板钢筋安装、混凝土浇筑、张拉压浆、养护和支架拆除。变截面和曲线施工段的工期会相应增加,定额施工工期综合按90天考虑,有专家论证方案的,可以按方案调整。

材料单价方面采用定额编制期的市场价。在盘扣式脚手架推广阶段,价格昂贵,单价达 $20\text{元}/(\text{t}\cdot\text{天})$,近年来,随着盘扣式脚手架在全省普及,新建的房建和市政项目逐渐饱和,其材料单价最低为 $4\text{元}/(\text{t}\cdot\text{天})$ 。定额选取材料除税单价 $5.20\text{元}/(\text{t}\cdot\text{天})$,单价可根据合同约定的方式自行调整。

(3) 机械消耗量

机械主要为水平和垂直运输机械,机械型号采用与扣件式脚手架相同机械,消耗量结合现场实际工效和重量综合调整。

3、水平测算

以桥涵工程为例,盘扣式满堂支架的人工费与扣件式满堂支架人工费相接近,符合定额编制期的人工费市场水平。

材料费与扣件式支架相比,下降约40%,其主要原因一是扣件式脚手架单支承载力较小,上部荷载相同时,搭设间距更小,且扣件重量较重,单位空间体积搭设密度较盘扣式支架高约40%左右。二是定额编制期,盘扣式脚手架租赁单价已大幅下降,与扣件式脚手架租赁单

价基本持平,因此材料费相较于扣件式脚手架下降。

机械费与扣件式脚手架的水平接近。

四、展望

(一) 持续跟进盘扣式脚手架应用场景

此次房屋建筑与装饰工程、市政工程的盘扣式脚手架定额,是根据目前盘扣式脚手架常见的应用场景编制的,仅适用于水平构件的模板支撑。根据定额编制期的现场调研结果,竖向结构的模板支架,如墙、柱等,仍采用扣件式脚手架。未来,要持续跟进该技术的应用情况,对新型应用场景要及时补充完善相关计价依据。

(二) 扩充样本覆盖面,优化计价依据表现形式

盘扣式脚手架定额以现场实测法编制,在收集样本工程中,仍存在某些定额项目样本数据不饱满的情况。另外,采用统一的消耗量,无法覆盖所有项目的特征,完全满足市场搭设方式的变化。例如特殊结构、超危结构以及必须进行专家论证的项目,应按照批准的施工组织设计计算人材机费用。因此本定额采用统一消耗量和方案算量两种表现形式,满足市场计价需求。

(三) 推进盘扣式脚手架施工工期的研究

此次定额的编制,为贴合市场计价模式,盘扣式脚手架材料统一按租赁形式计取费用,租赁工期根据工期定额结合市场实际情况取定。施工工期与项目结构形式、施工作业空间、现场施工组织都有关系,定额的统一租赁工期无法完全满足市场所有工程类型的特性。下一步要继续研究盘扣式脚手架的在不同项目类型的施工工期及影响因素,进一步提高定额与市场的匹配度。

参考文献

[1] 梁昊庆,崔晓强.关于JGJ 231-2010中承插盘扣式脚手架立杆计算长度和风荷载弯矩计算的探讨[J].建筑结构.2022,(052).200-206.

[2] 袁光辉.承插型盘扣式钢管脚手架搭设技术分析[J].建材与装饰.2023,21(9):10-14.

[3] 周蒙强.高层住宅楼悬挑式脚手架结构设计与施工技术研究[J].中国建筑金属结构.2024,23(4):71-73.