

探究装配式钢结构幼儿园从方案设计到深化落地的难点与对策

王 焯

上海城乡建筑设计院有限公司 上海 201103

摘要：2016年，国务院办公厅印发了《关于大力发展装配式建筑的指导意见》，提出了到2020年，全国新建建筑中装配式建筑占比达到15%以上，到2025年达到30%左右的目标。其中，装配式钢结构作为一种重要的装配式建筑形式，也受到了国家的重视和支持。《意见》明确提出，大力推广应用装配式建筑，积极推进高品质钢结构住宅建设，鼓励学校、医院等公共建筑优先采用钢结构。2021年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，其中提到，大力推广应用装配式建筑，重点推动钢结构装配式住宅建设，不断提升构件标准化水平，推动形成完整产业链，推动智能建造和建筑工业化协同发展。完善绿色建材产品认证制度，开展绿色建材应用示范工程建设，鼓励使用综合利用产品。

关键词：设计；技术方法

引言：在此大背景下，2021年本人有幸参与设计了奉贤区03D-01地块幼儿园项目，接下来就以本项目为例，探究钢结构幼儿园从方案设计理念到深化落地的难点与对策，文章分为两大部分，首先介绍项目的基本概况以及设计理念，结构诚实是本项目从始至终贯穿的理年，因为结构诚实，才有了后续落地难点与对策的产生。

1 项目基础信息

本项目地处于奉贤区03D-01地块，建筑功能定义为幼儿园。北临解放东路，西接定贤路，东至03D-02地块公共绿地，南到03D-02地块公共绿地及03D-03水域，地块整体呈矩形，用地面积约7013.9平方米。

2 方案设计理念

2.1 童话森林

以每四个幼儿班级空间组成一个三层高结构悬挑、屋顶翘起的单元，构成一个巨大分叉的“树木”。四个“树木”单元前后、左右错落布置，分割出不同层级的活动空间。连接“树木”单元蜿蜒曲折的游廊和视线交错的楼梯、庭院里的真实树木，在体验上强化出相互叠加、深的森林意向。行政办公部分通过屋顶及立面继续深化树木概念，最后共同组成一座城市里的“童话森林”。

2.2 单元布局

单元式布局，从建筑物到内部，独立而连续的单元模块可以成为“家”，从而鼓励孩子们在充满活力和温暖的空中自由探索、独立思考，也可以增强家庭意识，并在单元之间形成的花园空间中建立安全感和归属感。单元式布局，区别于单一、封闭的传统布局模式，项目将建筑的体量溶解于环境，为孩子在城市里开辟出

一隅自然；同时呼应了村落的原生肌理，自然将室外场地和儿童活动室形成错落的关系，使儿童与室外活动环境的关系更为密切。

2.3 空间结构

点式布局：清晰划分功能分区。西北面为办公、后勤、公共活动，东南面为4组班级单元。错落围合出功能、尺度、氛围不同的多个室外庭院空间。游廊+活动平台：建筑单体由游廊连接，形成具有园林意味的丰富的活动空间。4组班级单元，形成多个室外平台和悬挑下灰空间，适应不同层级的班级活动^[1]。

2.4 基本功能

教师办公、后勤工作空间集中在基地的西北角，这样的设计强调了以孩子为本的设计理念，给予幼儿教学活动完整的分区。班级区域分为4个独立的单体，每个教室都具独立备活动空间、午休空间、便浴空间、洗涤消毒区。室内交通组织轻快便捷，每个教室都能达到动静分离、洁污分离、干湿分离。单体间有连廊连接，形成有机的整体。

2.5 丰富空间

设计中特别注重通过丰富空间营造多姿多彩的校园生活，底部架空层、空中花园、空中连廊、屋顶绿化加载了丰富的活动空间。4组班级单元，结合结构与功能处理，形成鲜明的树形空间与形态意向，连同办公、后勤、公共活动部分的立面处理，以及不同庭院里的绿色植物，不但提高了建筑的趣味及亲和性，也创造了清新可人的童话世界。

2.6 城市界面

本项目因其特殊的地理位置，承载重要的城市界面功能，在设计上除了考虑其教育建筑属性外，更应注重其城市公共属性。建筑采用单元布局的形式，使得体量分散，从而有效减轻对周边城市界面的压迫感。建筑整体以树林作为主旨，以剪影的表现手法展现建筑本身的结构，并对墙面开窗和门窗分隔；建筑单元体块主要通过有序叠加的形式来表现树木向上生长的意向。从而隐喻幼儿园就是他们成长和生活的地方，是给予他们“养分”和“庇护”的重要场所。

2.7 交通组织

由于周边道路状况限制，幼儿园人行及车行出入口都设置在西侧定贤路上。人行出入口结合幼儿园门厅及门前广场设置，在上下课接送时起到有效缓冲作用。车行出入口承载地库及后勤通行的功能，平时以道闸进行管理。地下车库分为校内使用和社会使用两部分，并且设置等候区，在家长接送学生时段，可供家长临时停车使用，缓解周边道路高峰时段交通压力。



图1 项目鸟瞰图

前面主要介绍了项目的设计理念以及规划逻辑，由于本项目是装配式钢结构幼儿园，且设计理念是结构诚实，突出“童话森林”的真实性，因此在后期设计落地过程中会碰到各种各样的问题，比如节能，防火涂料，屋面排水等等，以下分别从不同设计点分别阐述各种技术难点以及解决办法。

3 技术难点以及解决办法

3.1 滑动支座及牛腿难点

为减少连廊与建筑搭接处的柱子，设置滑动支座，而滑动支座底部需要设置牛腿，传统做法是将牛腿外装，对立面效果也有一定影响；为减小滑动支座及牛腿对立面的影响考虑了设置节点创新：（1）因建筑内部楼板与吊顶之间有一定的空间余量，考虑将牛腿内置，进行隐藏式设置，如图2（一）；（2）又因滑动支座周边需留有150mm距离的活动余量，故楼板留有洞口，顶部为室外空间，有漏水、节能、防火等隐患，如图2（二）；（3）为其定制设计配套构造做法，以满足露天

楼板的防水、防火、节能保温等要求。牛腿上部设置钢板框+内部填塞防火岩棉+立面开口加设构造缝伸缩金属板，如图2（三、四）

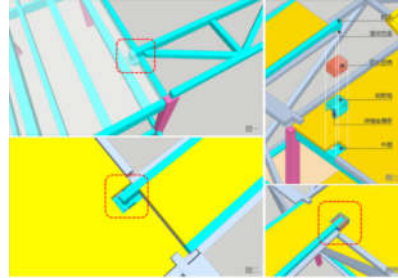


图2 滑动支座及牛腿创新节点

3.2 卫生间蹲便器难点

在项目即将完成时，教育局要求卫生间设置蹲便器。而结构已经定型，梁窝高度仅250，下方又有铝板吊顶，传统做法（蹲便器+存水弯+排污管找坡），需要高度在500左右，在建筑灰空间中会下挂便器存水弯，影响美观为避免结构和方案产生较大调整，研发创新了超薄式蹲便器的节点，如图3。

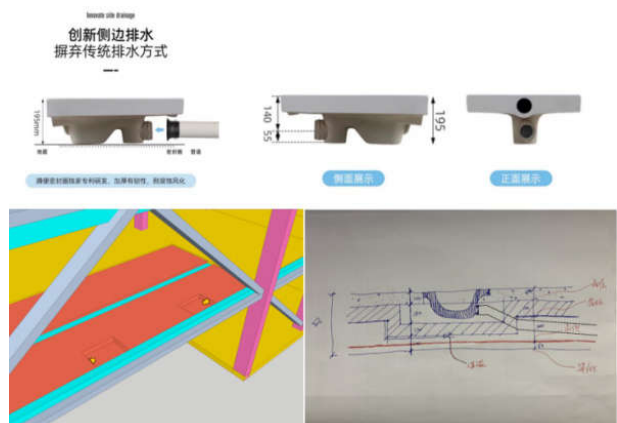


图3 超薄式蹲便器的节点

3.3 钢结构难点

1) 因为本项目“结构真实”的设计理念，结构体系也是立面形象的重要组成部分，需要建筑专业和结构专业协同完成。设计期间针对结构体系进行多次全模翻拍，至少有100余次的相互沟通，对结构逻辑、梁柱尺寸、位置数量进行梳理和把控。2) 防火涂料的平整度及金属感的保留幼儿园耐火等级要求满足不低于二级要求钢柱、钢梁、楼板需要满足相应的防火等级，其中钢柱等级最高，要求 $\geq 2.5H$ ，必须对外露钢结构做厚型防火涂料耐火保护，满足耐火极限要求常规做法：现浇法、包覆法、喷涂法，质感均十分粗糙，效果不佳。本项目采用的做法：抹涂法+找平腻子+氟碳金属漆。3) 降板+翻梁 规避架空空间中钢梁下挂，以形成纯粹简约的收边

效果6个建筑单元+连廊+电梯看似独立，实则相连为一体。结构钢梁高度需要统一考虑，避免出现错位现象。4)雨棚构造结构杆件，槽钢和镀锌方钢的组合使用纤细尺寸的控制，与主体结构的连接，不同组件接缝的规避，焊缝的处理，排水的组织等，每一项设计创新，都需要考虑解决多个技术瓶颈。5)独创外墙防水节点，钢梁与砌块墙体之间，因膨胀系数不同，渗漏水风险较大。参照地库防水做法，与墙体中间设置止水钢板，焊接与钢结构之上，起到防水作用。

3.4 门窗难点

1) 非幕墙

因幼儿园不能使用玻璃幕墙，故需在门窗与结构的连接受力方式上，需要规避这一因素。将外部方钢算作结构钢梁的组成部分，所有玻璃置于结构钢梁上方，产生垂直方向的受力关系，侧面与柱子或者墙体直接连接，属于窗体系。

2) 大尺寸，少分隔，视觉效果通透

3) 与钢结构的连接方式

因钢梁钢柱，壁厚较大，现场打孔，不易打穿，实施难度较大

方法1：采用钢结构预制孔洞，需在钢结构生产阶段之前，确认门窗厂家，且门窗厂家提前与钢结构对接定位

方法2：采用金属垫片与钢结构焊接，门窗副框与垫片螺栓锚固

因对工种配合精准度、工期衔接要求较高，实施难度较大，故现采用方法2

4) 排烟百叶、消防救援窗与异形窗

尽量结合立面原构成形式设置百叶，同时需考虑风管与异形窗的对接适配性和扣除面积角部面积，如图4(一)；大体量百叶，于立面形式上统一横向肌理，做出竖隐横明效果，如图4(二、三)

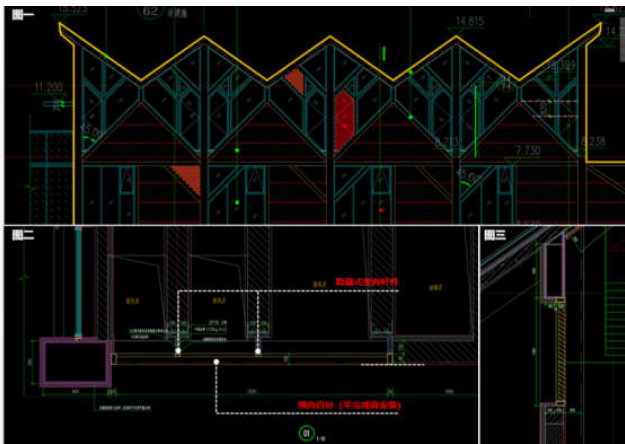


图4 立面百叶形式

3.5 金属屋面及其排水难点

(1) 咨询多家厂家，学习金属屋面结构原理与层次

(2) 多维度压缩厚度，尽量将屋面挑檐轻薄化

(3) 设计檐口，吊顶等多处不同材料的连接与收边，同时考虑其施工的容错性

(4) 全模推敲充分考虑

排水沟、排水立管与结构梁之间的构造关系

(5) 防水处理，预判防水薄弱点，构造加强处理

3.6 遮阳难点

3.6.1 关于遮阳措施存在争议

(1) 窗占立面比例 > 35%，需设置遮阳措施

(2) 窗占立面比例 ≤ 35%，存在争议

3.6.2 遮阳形式与遮阳区域

(1) 遮阳形式，设计3种遮阳形式可供选择，综合立面考虑，采用中置遮阳百叶 (2) 遮阳区域，通过精确计算，控制仅部分矩形窗占立面比例 > 35%，确定需要设置遮阳。将所有异形窗与墙面的比例控制在35%以内，以规避异型窗遮阳困难的问题。(3) 同时对于 ≤ 35%的区域，暂先不设外遮阳

3.6.3 绿地率不足难点

因项目形态原因，建筑密度较高，绿地率先天不足，需要充分挖掘各种可能性，填补空缺，故前期后期与政府部门及测量单位多次沟通汇报，确认计算方式。以下是争取到的可以计算绿地的方式 (1) 器械、沙坑、戏水池 (2) 建筑周边400mm范围内的绿化 (3) 挑檐、楼梯平台下方绿地 (高度大于二层半部分) (4) 镂空桥架下方绿地 (5) 下沉庭院 (6) 绿化围墙 (7) 屋顶绿化及其折算方式等。

4 结语

钢结构幼儿园设计相比其他钢结构建筑或者普通幼儿园设计难度都要大很多，幼儿园本身规范要求较高且很繁杂，因此设计过程中不仅要解决规范问题，还要遵循一开始的设计理念，做到结构诚实的“童话森林”，好在通过各专业间的不断沟通协调，最终把设计难点解决并成为亮点，让建筑凸显结构之美，让结构保证建筑之本。通过上述设计过程中难点与对策的总结，不仅学习与创新了很多新的节点做法，更是各专业之间配合与磨练的精华。在接下来的装配式钢结构项目设计中可以少走弯路，做出更精细化，更人性化的建筑作品。

参考文献

[1]张谨,王立军,杨律磊,等. 基于性能的钢结构抗震设计方法探讨及其改进研究[J]. 钢结构,2023,38(1):37-65.