

装配式预制沉箱的设计要点

吴国庆

深圳市华阳国际工程设计股份有限公司广州分公司 广东 广州 510000

摘要：国务院办公厅早在2016年9月就已经出台了大力发展装配式建筑的指导意见，为接下来装配式建筑的有效落实和发展指明了方向，装配式建筑迎来了朝气蓬勃的发展契机。各省各地随后均出台了各种支持政策及标准，以推动装配式建筑的发展。相比于我国传统的混凝土现浇建筑，装配式建筑是在工厂生产在工地装配完成的建筑。有太多颠覆传统建筑的东西极大刺激了相关行业的创新热潮。预制卫生间沉箱也应运而生。

关键词：装配式 预制卫生间沉箱 防水

1 装配式建筑的概述

装配式建筑就是将房屋建筑的各个部分提前加工完成，而后利用运输车运载到施工现场，工人在施工现场进行拼装处理。这并非单一行业的变革，其涉及工程的设计、施工、质量、进度和验收等众多环节，是全建筑产业链的革命。

2 预制卫生间沉箱的定义

所谓的预制卫生间沉箱是特指同层排水的卫生间沉箱楼板整体预制。

在现有的国家及地方装配式规范中，主体结构是必须采用装配式建造的，可采用预制竖向构件满足体积35%的预制量，或采用水平构件满足面积80%的预制量。在广东地区水平构件装配应用较为广泛，即采用预制叠合楼板。叠合楼板通常为60mm厚的预制板与80mm厚的现浇板组合而成，由于施工水平等各种原因，卫生间区域的楼板浇筑品质难以保证，若出现漏水的情况将极大的影响开发商的声誉。而预制沉箱防水效果优异能较好的解决这个问题。

沉箱卫生间就是一种下沉式的，应用非常广泛。以住宅卫生间为例，卫生间排水可以分为同层排水和异层排水两种形式。异层排水为水管穿过楼板到达下一层卫生间顶部再转入竖向管井，这种方式较为简单粗暴，检修也较为方便，但通常存在产权纠纷。因此另一种排水为同层排水，即卫生间楼面上下沉约400mm用于敷设卫生间排水管，排水管在下沉回填的范围内转入竖向管井。将卫生间沉箱整体预制则首要考虑的问题为防水。

3 预制卫生间沉箱的设计要点

3.1 防水设计要点

由于层高的限制，住宅卫生间通常不会整体降板，而是需要敷设管线的区域降得多一些，降板深度约400mm，下面称为大降板；不需要敷设管线或仅敷设小尺寸的管线区域降得少一些，降板深度约100mm，下面称为小降板。小降板可以减少回填工程量，且楼板的下

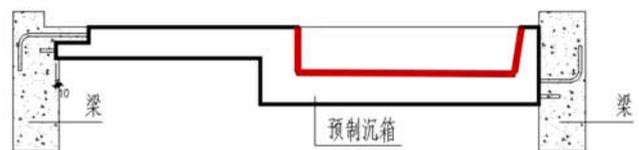
方可以用来藏下层卫生间的顶吸排气扇，一举两得。

防水可以分为结构性防水和构造防水，结构性防水可以理解为混凝土结构形成的封闭防水基本型，是防水的基础。而构造防水则是在结构性防水的基础上增加防水层，是防水设计的加强补充。

3.1.1 大降板区域结构性防水要点

大降板区域设计成一个封闭的槽，在工厂一体现浇完成，详下图红色示意。水往低处流，大降板区域由于处于低位，卫生间表面的水若未及时从地漏排走时，可能会渗漏到沉箱底部，因此沉箱底部是不可避免水的。此处需要提到的一个知识点，混凝土浇筑的时间不同，新旧材料之间会出现一道冷缝。不管是预制沉箱还是预制叠合板都是在构件厂预制完成，再运输至现场安装，而结构梁则是现场浇筑，两者之间的浇筑时间不同，中间交接的位置的冷缝是比较容易发生漏水的。因此大降板区域设计成一个封闭的槽，在工厂一体浇筑完成，则可以避免最低洼的区域出现混凝土裂缝而漏水。当然大降板区域的水最终还是需要通过沉箱二次排水地漏排走。

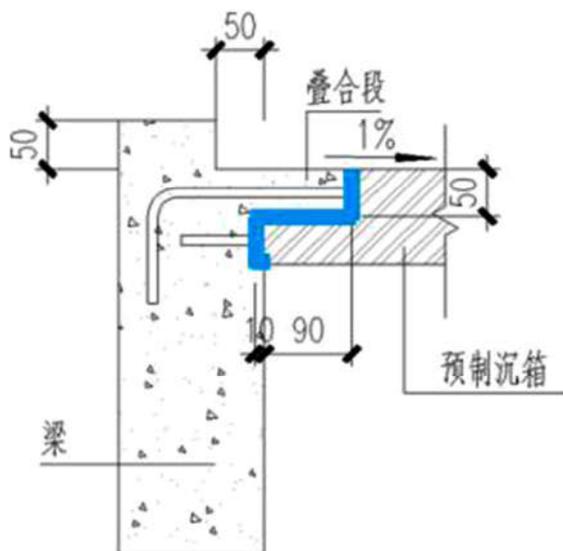
大降板反边与结构梁接触的位置，预制构件生产时采用拉毛处理，加大混凝土现浇面的附着力，可有效减少裂缝。



3.1.2 小降板区域结构性防水要点

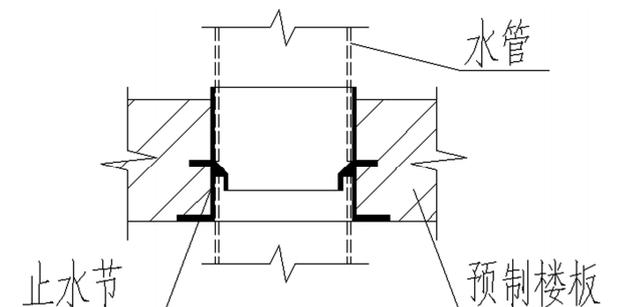
小降板区域与现浇交接位置伸入梁10mm，增加部分叠合，详下图蓝色示意。小降板区域设找坡，卫生间表面的水渗入小降板区域时会往迅速沿找坡方向排入大降板区域，因此小降板区域相对而言漏水风险较小些。伸入现浇梁10mm及增加一部分现浇叠合区域均可以加长冷

缝的渗水路径,减少漏水风险。当然与现浇混凝土接触的位置均采用水枪拉毛处理。



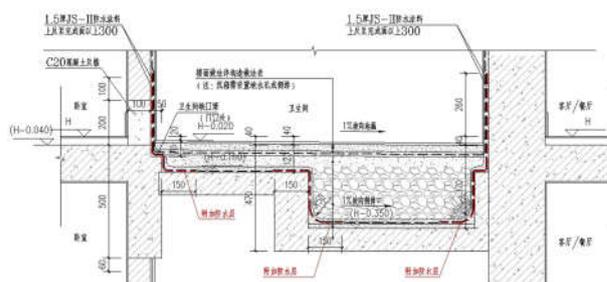
3.1.3 设备管井防水要点

卫生间内的水管采用预埋止水节连接,详下图示意。卫生间排水管有污水管、废水管和通气管,直径未110mm,沉箱二次排水管,管径50mm,一共为4跟排水管。排水管通常情况下都会设置在卫生间内并穿过卫生间楼板到下一层。传统的做法是卫生间管井位置预留出水管安装的洞口,水管安装后再后浇混凝土封堵。传统做法工序复杂,效率不高,同样也存在新旧混凝土交接冷缝问题,且PVC塑料管与混凝土为不同材料,防水属于薄弱位置,需要考虑优化为更加周密的设计。采用止水节在工厂和预制沉箱一体浇筑完成能较好解决此问题。省略了洞口封堵的工序,极大程度加强了管井的防水能力。



3.1.4 构造防水要点

阴角及交接处做附加防水层,详下图示意。除以上先天的防水设计外,后天防水构造同样不容忽视。卫生间面层设找坡坡向地漏,避免积水;转角位置容易出现渗水情况,因此按常规要求设置防水层的基础上,在转角及构件交接处增设一道防水层。



3.2 生产和施工设计要点

装配式预制构件设计时应充分考虑功能、生产、运输、吊装、施工等全过程的各种情况。在满足基本功能的前提下,需要充分生产和施工过程中的各种情形是否适合。

3.2.1 造型简洁

造型简洁是保证构件生产、堆放、运输、安装的重要要求,构件生产前需要先进行模具设计和生产,若构件造型太复杂会增加模具生产的难度及成本。模具设计时应考虑构件是躺着生产还是竖着生产,同时要考虑混凝土凝固后脱模的顺序。混凝土强度达到要求后,通过龙门架将构件吊起,放到构件厂特制的板车上,运送至室外堆场进行养护,28天后方可出厂。^[2]出厂时通过龙门架吊起至运输车,构件与构件直接需要通过方木垫高,避免直接碰撞导致损坏。若构件顶部底部有造型凸起,则非常不利于堆放和搬运,因此构件造型宜底部及顶部平整。

下图设计的预制沉箱为扁平的勺子形状,非常简约,符合生产和运输的基本要求。



3.2.2 吊点的设计

吊点设计应受力均衡。吊点需要经过结构受力计算来确定位置,卫生间尺寸都比较小,一般设置4个吊点都能满足基本的要求,若更大尺寸的构件可能要采用6个或者8个吊点。吊点设置位置不合理或者吊点少了,在吊装过程中可能会导致构件的开裂,极端情况可能会发生掉落事故。在配筋时也应吊点进行加强,保证万无一失。

3.2.3 控制重量

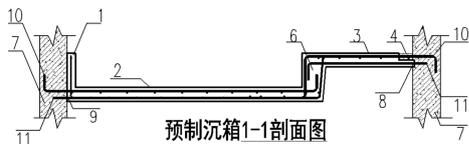
预制沉箱的重量对施工的成本影响较大,需要控制在2吨左右。成本的影响主要体现在塔吊方面,现工地的塔吊一般都是租用的,吊重越大租金越贵。塔吊型号每往上升一个级别,成本增加几十万至上百万不等。预制沉箱的重量在整栋楼的预制构件中可能不是最重的,若采用梁式预制剪刀梯,楼梯的重量约4吨,但是楼梯一般是在建筑的中心位置,距离塔吊的中心比较近,而卫生间则不

然。主卧室卫生间很可能在建筑的最外边缘，它距离塔吊中心的距离可能是塔吊的最远点。塔吊是通过杠杆原理设计的，所以悬臂越长，吊重能力越弱，最远点的吊重能力是最弱的。若最远点的吊重能力还要求2吨以上，那么塔吊的成本将会很高。预制沉箱在设计的时候就要考虑精简，尽量减轻重量。有些设计是把卫生间周边的梁或者把反坎都一起预制的，实际上这完全没有必要，只需要楼板范围进行预制即可。若考虑装配率不够可以把梁单独预制。

3.2.4 出筋设计

预制沉箱的出筋长度不能太长，密度不能太大。在满足计算和规范要求的前提下，控制好出筋的长度和密度是能顺利施工的保障。这与现场施工的顺序有关系。一个标准层的施工指的本层墙柱和上一层的楼面，两者是一起浇筑的。首先需要吊装竖向构件，如预制剪力墙、预制外墙板等，然后绑扎墙柱钢筋，接着安装模板，然后吊装预制楼板、预制沉箱等水平构件，完成后再次绑扎梁和楼板钢筋，最后浇筑混凝土。关键是绑扎钢筋这一步，预制沉箱的出筋如果太长或者太密，对后绑的钢筋的操作将造成很大的困难，很可能无法实现绑扎，造成结构安全的严重后果。^[3]

按规范要求，预制楼板的底筋需要伸到搭接梁的一半，常规梁宽为200mm，则底筋伸出长度为100mm。面筋的长度为35d，就是钢筋植筋的35倍，若钢筋植筋10mm，则面筋伸出长度为350mm，大于梁宽。可直出，穿过梁再往楼板延伸。但是这无疑伸出太长，在运输吊装过程中很容易偏位，吊装时需要手动调整，绑扎钢筋时也非常不方便。还有另外一种办法，将面筋进行弯折锚入结构梁中，如下图所示。这种方式在生产、运输、吊装施工时均可以完美实现。



1-沉箱上反坎 2-沉箱大降板区 3-沉箱小降板区 4-沉箱小降板叠合区域 6-沉箱暗梁
7-现浇剪力墙或梁 8-伸入现浇10mm 9-出楼面 10-面筋 11-底筋

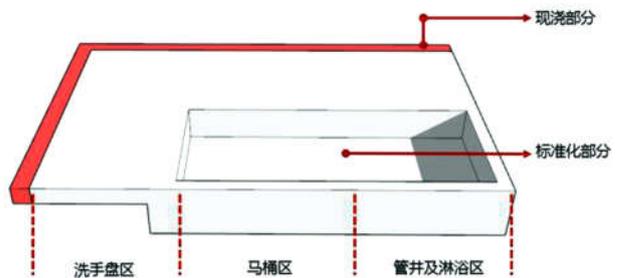
4 预制沉箱的发展趋势

装配式的预制构件都将趋于标准化。

经过统计和分析，现在户型的设计非常多元化，卫生间的尺寸也非常不统一。个性化的设计这无可厚非。不过一个问题无法逃避，就是成本高。预制的构件都是量身定做的，无法实现量产，这是高成本的主因。开发商需要把成本降下来，标准化无疑是一个上策。

那么卫生间尺寸如此之多，要如何实现标准化呢？实际上一个标准层中的卫生间尺寸相差并不是很大，

随机抽取某项目标准举一个例子。标准层卫生间均为一字型卫生间，卫生间尺寸为：1500x2500镜像各一个，1500x2400镜像各一个，1700x2400镜像各一个，1450x2400镜像各一个，1600x2500镜像各一个。这并非个例，其他大部分项目只要是一字型的卫生间，尺寸都相差无几，因此给标准化提供了可能。此处提出一个假设，存在一个标准尺寸预制沉箱，若与实际卫生间尺寸有差异，则通过现浇方式补充，这个标准化的沉箱将是一个最小尺寸，只能增不能减。还以上面项目举例，现假定最小标准化预制沉箱尺寸为1450x2400，运用于1700x2400尺寸的卫生间时候，举例梁边250mm的区域采用现浇混凝土补充。如下图所示。



当实现标准化时，工厂无需获得订单再进行定制生产，可以实现量产，施工方也无需再等构件生产的时间，直接付钱即可买走标准件，极大提高了生产效率。当构件实现标准化时，装配式建筑全产业链都可以实现标准化。设计可以标准化出图，生产可以标准量产，施工现场也可以标准化施工，卫生间内的管线安装备料等都可以标准化进行。极大提高了生产的效率

总结

装配式预制沉箱的设计应从建筑品质出发考虑优异的防水效果，同时兼顾生产、运输、施工等全过程的要求，最终达到提高质量、降低成本、提高效率的效果。

总而言之，像造汽车一样造房子是装配式建筑发展的终极目标，墙、柱、梁等都将是—个—个的零件，在施工现场组装完成。装配式建筑工程未来将替代传统的落后的施工工艺，实现工业化施工、信息化管理水准、标准化设计的目标；实现绿色、环保的发展理念，为现代社会的发展提供更为可观的经济效益。

参考文献

[1]黄梅英.装配式建筑发展目标及实施策略.装备维修技术, 2021(36)
[2]王庆龙.装配式混凝土建筑结构施工技术要点与研究[J].绿色环保建材, 2020(7)
[3]谢伦杰, 潘欧.建筑装配式卫生间施工技术研究, 中国建筑装饰装修2022(2)