

试析构造要求在钢筋混凝土结构设计中的重要性

姚皋

中通服中睿科技有限公司

摘要：构造要求在建筑设计中是一项基础的、务实的内容，用于建筑初期构造，其中针对钢筋混凝土结构设计中包括荷载、尺寸、配筋方式、内力计算等多项内容。本文立足于实际的工程展开对钢筋混凝土结构设计中构造要求的落实及作用分析，充分执行规范条文中的内容，以供同仁参考。

关键词：构造要求；钢筋混凝土；结构设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.17.025

引言：钢筋混凝土结构设计过程中需要重点思考结构承压力和受拉强度，对各项参数展开综合分析，从而满足结构的安全性、稳定性需求，避免发生形变或动力响应。针对结构的设计包含多个步骤，一旦一个步骤出现差错，会对相关联部分造成影响，因此务必熟练掌握构造要求，提升建筑自身性能。

一、工程概况

某重型竞技训练馆建设项目位于城市风光带范围内，要求建筑限高20m，训练馆设计为东西方向，整体长宽分别为105.1m和35.8m，从分为两个部分，建筑东侧为办公区域，分为地上五层和地下一层，其中地上五层的高度依次为：4m、3.2m、3.2m、3.2m、4.2m。西侧为训练馆，第一层和第二层均为4.75m，其功能主要包括器械训练馆、跆拳道馆、摔跤馆以及散打馆，第三层高10m，其功能主要包括篮球馆、排球馆以及羽毛球馆。综合来看，整体结构分东西两侧，楼层错落。在建设过程中需满足《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）中的内容，保证符合构造要求。建筑物最终整体倾斜允许值0.002~0.004Hg，最终沉降量允许值200mm，沉降差0.0021。地基允许变形值需满足《建筑地基基础设计规范》（GB 5007-2011）表5.3.4的有关规定，拟建建筑物荷载需满足《建筑结构荷载规范》（GB5009-2012）表5.1.1的有关规定。

二、施工方案分析

本次研究需要结合勘察内容展开对钢筋混凝土设计构造要求的分析，为进一步简化结构，并保证设计中结构受力合理，并形成具有规则的结构单元，根据温度变形缝分为两个结构单元。其中在西侧可设计90m×35.8m的T形结构区，满足构件要求中的使用功能，并对1、2层柱子跨抽，构件大跨楼盖形成完整结构，三层抽出中间的构架柱，构成大跨空间，以满足场馆设计要求。在训练区中需要保证净高保证在4m以上，

而羽毛球、排球、篮球场馆的净高保证在9m以上，并满足稳定性需求。立足于构造要求，在结构设计方面，本次研究设计四项方案，即：现浇空心楼盖分别包含600mm、650mm、700mm，以及应用密肋楼盖，截面参数为750mm×200mm。

根据构造要求，本次训练馆结构需要满足二级安全等级，训练馆为乙类抗震设防，办公区为丙类抗震设防。抗震等几方面要求训练馆为二级抗震，办公区为三级抗震，风压、雪压分别为0.4kN/m²和0.65kN/m²。针对地下室部分应用钢筋混凝土钻孔灌注桩并设计网轴线，确保抗压抗拔。

由于重竞技训练馆建设的特殊性要求，因此施工建设需要满足大跨性条件，在净高4m以下范围内控制楼板刚度，要求活载挠度在L/500以下，本次研究立足于构造要求，对空心板厚度方案进行选择，厚度包括600mm、650mm、700mm和密肋板，结合工程实际情况和构造要求，本次研究选择应用650mm厚的空心楼盖，为满足构造要求，内置BDF薄壁空心筒体构建，其中上预留板厚最薄部分为130mm，下预留板厚最薄部分为120mm，空心管外径设计为400mm。根据其设计结果来看，650mm厚现浇空心楼板的自振频率为7.7Hz，用钢量为32kg/m²，考虑经济性和加速度要求，加速度为0.38g，满足5.9Hz以上、加速度0.04—0.07g以内这一要求，能够实现兼顾施工成本和构造要求。

三、钢筋混凝土结构设计要点

（一）地基变形问题

地基作为建筑工程的基础部分，在设计过程中经常会忽视底板附加压力对整体结构的影响，会导致建筑物发生沉降。在整个结构中底板会由于上部建筑物压力的影响导致沉降变形，设计钢筋混凝土结构时应思考附加压力。根据工程实际情况来看，该区域建设位置岩土工程勘察等级为中等复杂场地，应用RTK技术进行勘察，通过钻探取芯、标准贯入试验、原状土样采取以及全站仪测量等多种方式完善设计^[1]。在进行地基建设时，还应思考地下水、土对钢筋混凝土结构的破坏，根据场地环境类型展开分析。

（二）荷载问题

针对构造要求中的荷载问题，需要根据时间变化获取活荷载数值，其中有很多参数需要进行调整，从而满足经济性要求、规范条件等，保证荷载的频遇值、准永久值精准，根据《建筑构造荷载规范》中的内容及可靠

性标准对系数进行计算。其中3.2.5中针对使用年限的设计 γ_L 能够用于建筑楼面、屋面活荷载计算,其中不涉及风荷载和雪荷载内容。

(三) 钢筋混凝土裂缝问题

钢筋混凝土结构在应用过程中难免存在裂缝问题,主要由于施工疏忽,如振捣不到位、浇筑过程问题、养护问题等,均有可能造成裂缝。比较常见的为温度裂缝、由于混凝土硬化或脱水出现收缩性裂缝。

四、钢筋混凝土结构设计优化方式

(一) 地基变形问题优化

根据本次中对重型竞技训练馆建设地基设计来看,该区域属于丘岗地貌类型,且位于城西干道西侧风光带内,初期勘察发现地基部分的岩石埋深较浅,最薄和最深的位置约地下10m和30m。根据构造要求应用RTK技术进行地下结构勘探,发现岩层相对复杂,包括七层,其中中风化泥质粉砂岩较多,中间含有不规则破碎带。总体来看,岩层变化的坡度较大,本次研究根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)中的内容,针对这一问题提出新增勘探孔这一方案,并根据建筑单体的柱网结构逐一进行勘探。由于目标建设区域中存在松散强风化层,预制桩容易造成塌孔问题,因此预制桩无可行性。本次研究设计两种直径的钢筋混凝土钻孔灌注桩,分别是700mm和800mm,并在每个柱子下设置独立承台。承台设计选择三种厚度,分别为800mm、1200mm和1600mm。针对重型竞技训练馆的地库底板部分的设计,本次研究为满足构造要求中的结构受力要求,选择应用梁板式防水受力模式。完成对建筑柱网的设计后,根据框架柱下荷载进行桩基设计,从地貌上来看,区域内不存在泥石流区、危岩区、滑坡区以及沉降等不良灾害问题。来看,对现场地质情况进行计算,应用公式:钻孔见洞率=(见溶洞的钻探进尺之和和20.80米/除第四系松散层以外的基岩的总进尺53.09米) $\times 100\%=39.18\%$,表示该区域地质条件中溶洞和其余较为复杂的影响因素分布在较深区域,表面场地并不存在塌陷、沉降问题。

根据勘察报告来看,地基的浅部地基土包括灰岩、粉质黏土、素填土,三种土质中素填土的厚度相对较大,无法实现全部挖除,而基坑底板存在土层稳定性弱的特点,且均匀性一般,基槽开挖厚度小,水平面上变化大,容易出现沉降风险。因此,建造不能应用天然地基浅基础,但可应用人工复合地基或桩基础的方式。调研后决定,针对该区域地基的处理,主要采用换填夯实和钻孔灌注桩的方式。地基建设中先进行土壤换填处理,先挖除基础地面下的部分软弱土层部分,再回填质地坚硬、强度高且具有一定抗腐蚀性的碎石、粗砂、素土、石屑等物料,应用分层压实法、振动碾压法确保满足密实度要求^[2]。从性能上来看,地基力学性质得到优

化,抗剪强度提升,同时沉降效果降低。在桩型选择和桩基设计方面,成桩方式选择钻孔灌注桩或旋挖桩,根据对现场情况的调查,桩端持力层可选择〈3-2〉层微风化灰岩,桩径和桩长的选择分别为800—1200mm和6.0—1.5m。桩基嵌入岩层的深度控制在50cm以内。为确保持力层为稳定岩层面,需要对其起伏情况、软弱夹层进行调查,可采用超前钻探方式。针对灌注桩的应用需要注意以下几点:

(1) 根据构造要求按照《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)中的内容展开施工。

(2) 钻孔灌注桩施工过程中需明确泥浆面高度指标和稠度指标,避免出现孔壁坍塌等情况,同时防止泥皮过厚造成对桩周土的影响。完成成孔工序后需要立即进行清空处理,再灌注混凝土。

(3) 桩基施工过程中,桩身垂直度、深度、桩长均要符合国家标准要求,为保证桩基稳定,可适当提升嵌入深度。

(4) 在施工工序设计时需紧密结合勘察报告中的岩土信息、地下水信息等。

除了基础性的地基变形问题外,针对混凝土结构设计稳定性的研究还需考虑地下水土的腐蚀性影响,需要根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021--2001)(2009年版)第12.2.2条、第12.2.4条及附录G,场地环境类型为II类,地下水类型为B类(弱透水层中的地下水),所取土试样为B类(松散素填土)。针对本场地所在位置来看,大部分地基为弱透水层,钢筋混凝土结构设计受环境影响较大,需要按环境类型水和土对混凝土结构的腐蚀性进行评价,综合来看,目标建设区域的地下水与土对钢筋混凝土具有微腐蚀性。

(二) 地库顶板设计

本次针对重型竞技训练馆建设项目中,有一部分为地库,主要分布在建筑西侧,根据构造要求设计梁板式结构。在设计过程中既要符合建筑特征要求,又要满足构造要求,需要减少地库跨度,因此可设置少量剪力墙,降低对使用区域的影响,同时降低首层梁高,满足抗震规范的内容,保证嵌固层下抗侧刚度是首层的2倍。为确保嵌固层发挥质效,可通过承台设置框架地梁,从而满足刚度需求,并在地库边界处开挖肥槽,首层部分可适当增加结构楼板,有效避免地坪开裂问题,降低沉降影响。

(三) 荷载问题优化

针对钢筋混凝土结构设计荷载中的构造要求主要体现在永久荷载输入问题,在输入过程中应保证输入完整,并考虑建筑构件的自重^[3]。在建筑过程中需要思考部分板材的附加恒载问题,避免留下较大误差造成安全隐患,需要满足《建筑构造荷载规范》中的内容。此

外，还应做好钢筋混凝土结构抗震延时的设计，对其产生影响的因素主要包括钢筋塑性变形性能、与混凝土黏结锚固性能以及混凝土自身的韧性条件。为保证混凝土结构的延展性，需要应用I、亚级钢筋，确保满足抗震需求。重点把握以下几点：

第一，框架梁的构造要求。为保证建筑结构的梁端区域保持较强的延性，需要设计抗震构造方案，可利用“强柱弱梁”的方式使其满足建筑要求。在设计框架梁时，可利用控制梁端截面混凝土受压位置高度的方式来提升塑性转动能力，从而确保框架梁的截面存在曲率延性，相关数据显示，框架梁的受压区高度与梁的延性呈反比例关系，根据研究显示，当高度在0.25-0.35这一范围内时，位移延性能够到达的3.0-4.0。

第二，框架柱的构造要求。对框架结构延性产生影响的关键部分在于柱的轴压比，针对柱部分钢筋混凝土设计的相关研究发现，柱的轴压比与柱延性之间呈现反比例关系，即当轴压比越大，相对应的延性更低^[4]。根据建筑抗震性设计内容来看，需要控制轴压比避免出现较大偏差，影响框架柱的整体稳定性。根据我国建筑领域的抗震规范标准内容来看，框架柱在一级、二级、三级中的轴压比分别设定为0.65、0.75以及0.85，控制轴压比确保框架柱结构稳定。

第三，钢筋混凝土箍筋构造要求。针对箍筋的设计对构件抗剪能力具有关键影响，需要建筑设计人员采用强锚固、强节点的方式提升构件稳定性、延性以及消耗能力。箍筋可应用于梁和柱易发生破坏的区域，对两端进行加密处理。

（四）内力及配筋计算

截面梁在承受荷载的情况下需要保证具备一定抗剪强度，而混凝土斜面受到破坏后会出现开裂，随着荷载的增强和时间的延长，会导致裂缝宽度逐渐增大，当向梁的部分延伸时，会导致整体的混凝土抗剪力降低，不利于结构完整性。因此需要加强箍筋配置，对配筋情况进行计算，降低质量问题。利用弯矩和剪力计算建筑截面抗剪能力，再选择合适的箍筋。建筑结构的浇筑工序需要按照计算图纸展开施工，通过单向肋板结构计算建筑内力分布情况，将梁与支座一同浇筑。

（五）钢筋混凝土裂缝问题

钢筋混凝土结构受到温度和压力的影响会引起应力，导致其结构发生变化，稳定性、抗压性均有所降低。根据相关研究显示，钢筋混凝土内部结构应力和长度之间具有非线性联系，只有在结构设计稳定的基础上才能控制裂缝的产生。在建筑结构构件中，不同构建的混凝土强度也存在差异，容易出现局部位置强度薄弱情况，因此在设计过程中需要尽可能保证强度一致提升结构整体稳定性。在施工过程中多应用预应力混凝土浇筑

方式或设置支架，在楼面板位置处预埋管线降低压力。为进一步实现对混凝土结构稳定性的控制，需要使用规范化的预防手段对混凝土进行养护降低裂缝生率。

（六）大跨混凝土梁设计

针对本次重型竞技训练馆的结构设计，由于其结构错落，东西两侧存在不对称性，需要进行大跨混凝土梁设计。为满足每个场馆的使用功能需求，需要抽调其中的部分框架梁，并形成单跨结构，从整体结构框架来看，上部刚度小，下部刚度大，这种结构对于钢筋混凝土设计的强度要求较高。本次工程中，屋面预应力梁跨度、端部悬挑以及柱网尺寸分别为20m、5m以及9m，其中预应力梁的中心距离为3m，对梁的截面进行尺寸测量，长宽分别为500mm和1150mm。在结构设计过程中为满足构造要求，需要降低结构重量，采用找坡的方式，但悬挑处位置坡度不变。同时在梁部位置的雨水排沟处预留排水管需要进行加固处理。在张拉环节的加固采用两端张拉的方式降低预应力损失，并应用高标号微膨胀混凝土对其进行密封处理。

（七）墙架设计

对于羽毛球馆和篮球馆部分，由于馆内层高较高，排除墙体净高约为9m左右，若设计过厚的墙体会导致建筑超出风光带限高，且影响自身稳定性。考虑到重型竞技场馆的撞击荷载影响，本次研究立足于构造要求的角度设计专用墙架，构造柱截面设计300mm×250mm，腰梁截面300mm×600mm，满足结构稳定性需求和建筑功能需求。此外，还根据荷载规范折算风荷载系数，接近2.0kN/m²，在设计腰梁时控制水平下挠度。

结束语：综上所述，钢筋混凝土已经广泛应用于建筑领域，并以其抗压抗剪性的特点有效提升建筑稳定性。在设计环节重点针对建筑初期框架进行优化，保证满足构造标准，同时根据工程建设要求满足建设合理性与可行性，实现精准计算，才能最大限度地发挥钢筋混凝土的质量价值，秉持科学态度根据建设区域实际情况配合相关规范标准，正确应对施工中存在的问题，实现精准计算，执行规范标准要求提升设计水平。

参考文献

- [1] 严佳丽. 钢筋混凝土结构腐蚀耐久性分析[J]. 智慧中国, 2023(05): 92-93.
- [2] 魏春涛. 房建工程中的钢筋混凝土结构施工工艺研究与应用[J]. 工程机械与维修, 2023(03): 259-261.
- [3] 高寒, 孔得天, 杨芸嘉. 超长钢筋混凝土结构后浇带技术在建筑工程中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023(08): 174-176.
- [4] 安利宁. 基于钢筋混凝土结构耐久性定量的BIM建模分析[J]. 粉煤灰综合利用, 2023, 37(02): 135-140.