

预应力技术在工民建结构设计中的应用

黄运祥

广西华蓝设计(集团)有限公司

摘要: 工民建工程的结构设计工作主要目的在于建设更加细致、优质的建筑体,对于工程项目的开展具有十分重要的作用,而且也是工民建工程施工作业、细节项目的关键指导。预应力技术的应用可改进建筑体的抗裂能力、耐用性,达成节约成本、提高资源利用率的目的。本文以预应力技术为主题展开分析,探讨了此技术在工民建结构设计中的应用。

关键词: 预应力技术; 工民建; 结构设计

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.103

预应力技术在建筑行业中占有重要地位,所以对于工民建工程的施工方而言,一定要注重对此项技术的应用与完善。通过有关调查研究可知,对预应力技术的应用,能让建筑项目的建设质量显著提高,而且对于不同类型的建筑项目设计工作,应用不同的混凝土、技术、工艺措施,可以取得最佳的施工效果,既能确保建筑项目的建设质量,增快施工进度,还可保障工程的使用寿命,由此可见,预应力技术今后必定会得到进一步优化。

一、工民建结构设计中预应力技术的内涵和应用原理

(一) 工民建结构设计中预应力技术的内涵分析

在进行工民建工程的结构设计过程中,牵涉到许多的技术与专业知识,其中预应力技术属于较为重要的部分,在实际施工中占有较高地位。所谓对预应力技术的运用,即为对砼结构产生作用,以此让外荷载所形成的拉应力降低^[1]。在进行工民建结构设计工作时,基于对砼系统构件的制作,提升砼结构的抗压性能,结合高强度钢筋与混凝土材料的使用,便可大幅提升建筑结构的抗剪、抗压性能,同时还能显著减少砼、钢材等物资的使用量,并对建筑主体重量的减小、防范开裂问题上能起到正面作用。

(二) 工民建结构设计中预应力技术应用原理

将预应力技术运用到工民建结构设计之中,需严格遵从有关原理,在此基础上方可确保该技术的优势得到充分发挥。砼结构具有较佳的抗压性能和强度,不过整体拉力性能较差。为了建设出更加稳固、安全的工民建工程,就要对砼结构的拉力予以强化,可基于预应力技术的使用,将砼结构中的钢材进行拉张,由此所形成的预应力作用能将外部荷载所施加的拉应力有效抵消。通过对砼钢筋可能遭受拉力作用的位置进行试压,就能借助混凝土本身的抗压度提升其抗拉性能,如此即可达成优化砼结构的目标。

二、预应力技术的分类及具体方法实施

(一) 主要分类

此技术主要可以按照下述几种方法进行分类:

(1) 按照预应力度加以分类,可以分为全预应力、限值预应力、部分预应力混凝土技术以及普通钢筋砼技术。(2) 按照黏结形式加以分类,包括了有/无/缓黏结预应力砼技术三种。(3) 按照预应力筋束设置的位置加以分类,则有体内/体外预应力砼技术,若是将预应力筋束设置在砼结构内部,便称作体内预应力砼技术,而且先/后张法、有/无黏结预应力砼技术都是体内预应力砼技术在不同标准下的分类。若是将预应力筋束设置在砼构件外部,则称作体外预应力砼技术,预应力筋束和结构主体截面之间存在连接,以此实现对预应力的有效传送。(4) 按照施工工艺加以分类,又可分为先张法、后张法以及横张法三种类型^[2]。(5) 按照预应力结构构件的制备方式加以分类,又可分为现浇、预制、预制现浇组合预应力构件三类。目前,在工民建项目中,主要用到的有先张法和后张法。其中,后张法需要先完成砼构件的制作,还要在构件上方留设出预应力筋的安装孔道,后期再对构件采取养护措施让其强度达到项目设计要求,在构件满足相应标准以后,需将预应力筋穿出孔洞,再张拉锚固,以上步骤结束后再在构件孔洞中灌入砼砂浆材料。而先张法即为,在进行砼构件的制作时,需要先对预应力筋进行张拉,后续再开展砼浇筑工作,然后将预应力筋加以释放,具体施工作业时应当按照工民建项目的规划设计方案予以开展相关工作。

(二) 先张法应用

所谓的先张法,也就是在进行砼的浇筑前,对钢筋进行张拉处理。详细施工步骤如下:在进行混凝土的浇筑前,先把待张拉的预应力筋束临时固定于台座或者钢模之上,其后再开展砼的浇筑工作,等到砼凝结强度超过设计强度的百分之七十五以后,再将张拉钢筋予以放松,通过砼与钢筋的粘连,有效实现预应力的施加。此种方式通常只适合运用在中小型构件的制作中,一般在工农业的建筑建设中运用比较少。对于先张法的实际施工作业,通常要严格遵守相应的规范。其一,要确保钢筋有着较高的强度、可塑能力、加工空间与黏结性能;其二,需要砼材料能满足强度高、不易发生变形、快干性等要求^[3];其三,使用的台座也需具有适当的硬度和强度,而且错板受力中心要和钢筋合力中心处于相同位置;其四,在进行张拉处理时,如果是数根钢筋同步开展,则需确保钢筋张拉也一同实施。

（三）后张法应用

后张法不同于先张法，需要先进行砼的浇筑施工，等到强度超过设计的百分之七十五以后，再进行钢筋的张拉，由此制成预应力钢筋砼构件。详细的施工步骤为：在进行砼浇筑时，需要预先留设出钢筋的孔洞，等到浇筑强度达标以后，再把预应力钢筋从孔道放入实施张拉，后续再往孔洞中注入水泥浆液，使之形成一个整体。在使用后张法进行施工作业时，一般要用到锚具进行预应力传递，让混凝土发生适当的收缩，不过此环节的收缩量不会对构件总体强度带来影响。相较于先张法而言，后张法的优势便是无须制作大型构件，减轻了生产压力与难度，可对构件进行合理细分，再将各个分部的构件组合构成一个完整的大件。另外，在实际使用后张法时，也必须要注重有关规范的落实，而此方面的内容和先张法比较接近。

（四）无黏结预应力

后张法可进一步细分成有黏结和无黏结两种类型，在过往的工程项目中，有黏结式的后张法相对更为常用，而在科技的持续发展下，无黏结技术也得到了良好的发展，取得了明显的发展成果。此技术的工艺要点为，在预应力筋束表面涂抹适量的隔离剂，把普通钢筋铺设于模板内，后续进行砼浇筑施工，等到砼结构强度满足相应标准以后，再实行张拉锚固施工。无黏结预应力筋施工作业中需重点关注的是端部锚头处理，不可发生受损或者腐蚀等问题。在进行无黏结预应力筋的铺设时，于单向板内铺设难度相对更低，采取普通钢筋铺设方式便可，不过如果是在双向板中进行铺设，如果顺序存在问题，就容易出现铺设混乱的情况，导致后续施工作业无法顺利进行。进行双向配筋的过程中，首先需要分析了解低标高的无黏结预应力筋的具体位置，然后再设置标高相对更高的。无黏结预应力筋一定要遵照设计标准设置为曲线形式，对于此方面的曲率可利用垫加马凳的方式加以控制。此预应力技术主要是利用两侧的锚具进行应力的传输，无需留设孔洞，施工操作步骤相对比较简单，而且不会产生严重的损耗。无黏结预应力技术比较适合运用在工民建整体现浇结构之中，而且整体应用起来具有较强的经济性^[4]。

（五）预应力混凝土的养护

不管是采取先张法或是后张法，在构件成型的阶段，采取有效的养护措施非常关键，将会影响到构件的硬度、荷载性能能否满足设计标准。一般来说，预应力砼养护方式大致可分成两种：自然与蒸汽养护。其中自然养护也就是在自然温度合适的环境下，实施长达二十八天的养护，此种养护方式尽管比较方便，容易操作，不过也有着一定的缺点，例如，在台座上实行的养护容易受到温度影响，温度提高会导致预应力钢筋随之发生膨胀，但同时台座会维持原来的状态，由此产生的差异会引起预应力损失，不利于预应力构件的性能。

若想防止此种问题的发生，就应当采取蒸汽养护作为辅助，控制好温差，当砼构件尚未彻底硬化时（即强度为8-10MPa左右）实施蒸汽养护，能取得较佳的效果。

三、工民建筑工程中应用预应力技术注意问题

国内在建筑行业方面取得了较大的发展成就，而预应力技术所占地位也在慢慢提高，为了更好的满足时代发展需求，就必须详细地了解预应力技术在建筑工程中应用的注意事项：（1）由于预应力技术属于一种新型施工技术，在工民建工程开工前，应当对有关作业人员提供专业化培训，让其对预应力技术有关的操作安全细则有所了解，比如在每一环节张拉作业时，都要仔细检查相应的预应力筋是否放在合适的位置、千斤顶型号正确与否、设备的质量能否满足有关标准，以免施工期间发生质量问题。（2）施工环节必须要严格根据规范标准加以处理，有关工作人员需落实技术与信息的交接，比如在进行钢筋连接时，不可把普通钢筋和预应力筋连接起来，在实行焊接时应当在预应力筋周边采取可靠的防护措施，而且要注意施工期间不可出现剧烈撞击的情况，防止预应力筋受损。（3）如果普通钢筋、其他预留管线和预应力筋的铺设产生冲突时，要结合实际状况，根据设计图纸优先留出预应力筋的铺设空间。

（4）对于其他构件的安装环节，需对预应力筋采取保护措施，以免其遭受冲击受损，最终失去应有的作用。对于普通钢筋的铺设，一定要按照设计图纸开展，不可占用预应力筋的位置，还需确保节点位置的预应力筋顺利穿过，并且要确保钢模安装位置的准确性，孔道预留尺寸和位置也要较为准确，以此使得预应力筋可以顺利完成穿洞和定位等步骤。

四、预应力技术在工民建结构设计中的应用探讨

（一）在加固施工过程中预应力技术的应用

目前，许多工民建项目为提高整个建筑体的承载性能和耐久性，往往会选择使用预应力技术来对建筑结构实行加固处理，以此达成提升工程设计质量的目标。通常情况下，工民建结构设计中会用到预应力技术来对各主要构件予以补强，以此起到优化工程结构性能的效果，使得建设质量能够更加充分的满足建筑设计要求。从目前预应力技术常用来加固的方式来看，主要包括了变更结构受力体系来进行加固、建筑面补强层的加固处理、体外预应力加固等几种类型。从实际工民建施工建设中的加固需求可知，关键要重视混凝土结构加固施工的初始应变有否卸载。而有关施工人员应当对构件作用一定的预应力，让其目标受拉区形成应压力，让其在初弯矩期间建筑构件的压/拉应变两项参数值有所下降。而且，当对工民建项目实行结构设计之时，需要有关人员多加关注混凝土内部有否形成初始内应力，若是在此期间砼结构内部形成了初始内应力，而且有对其实行适当的抗应变、初始应变加工，此时砼结构受压区应变压值不低于极限应变压，便能大于砼构件的极限承载性

能^[5]。

（二）预应力技术在转换层结构中的应用

当前许多高层建筑都朝着多功能、综合用途的方向演变，对于不同功能的楼层，要设置尺寸各异的开间，采取不同的结构类型。例如，某一工民建规定上部设计为小开间的轴线与多面墙体，中部用于办公的空间设置为中等尺寸，下部公用区域要求具有面积较大、灵活性较强的自由活动空间，柱网尽量较大，墙体面数尽可能减少。此种要求和结构的科学合理设置要求相反，由于结构下侧楼层受到较大的作用力，也就是正常情况下，下部应当刚度较大、墙体较多、柱网分布密集，从下往上慢慢减少。为了防止发生楼层受力不均匀而导致建筑稳固性下降的情况，可利用预应力砼的强度、承载性能较强的特性来对转换层结构进行加固，实际设计中要进行妥善考虑。

（三）预应力技术在受弯结构中的应用

因为粘贴碳纤维片材具有优秀的强度性能，而且施工操作起来较为方便，从而在预应力加固受弯构件方面得到了广泛的运用。在实际施工中需要注意到，若是砼内部已形成初始内应力，同时也有实施抗应变与初始压应变的处理，那么只要砼的受压区压应变等于或是大于极限压应变，那么就有可能超出砼构件的极限承载能力。所以，对于受弯结构，必须要在使用粘贴碳纤维片材正式投用前预先对其作用预应力，让其产生初始抗应力。在此基础上，方可确保片材具备足够的强度与应力，从而防止砼构件受到损坏。

（四）施工队选择粘接预应力框架梁

这是由于该框架梁能满足建筑行业规范中的抗震标准，而且，还可对部分负荷面积较大的框架梁高跨度实行控制，让高跨比始终保持在1/18—1/30范围内，此种受力状态能让工民建功能更为完善，稳固性大大提高。在此种受力设计方式中，建筑截面尺寸的控制标准便是“预应力度”，即建筑体截面之中预应力钢筋线和非预应力钢绞线二者之间的比值，按照建筑项目的建设标准以及施工现场的地理地质环境，分析地震会对建筑带来的风险程度，从多个角度分析建筑截面设计方案，不可仅凭增多预应力钢绞线数量来提升梁框架结构的承载性能，而是需要在设计环节，适当降低截面面积，同时还要保障非预应力筋结构的安全性。

（五）抗裂度控制的应用

近几年工民建工程中对于连续多跨度预应力砼结构应用较为频繁，而荷载因素为工程结构设计中的重点，必须要确保工程投入使用后的弯矩状态控制在合理范围内，在施工设计中要做好受力的控制，严格依照规范标准开展施工活动。承载力则可利用预应力筋予以处理，比如，当钢筋砼构件受到荷载时，如果存在问题，就要进行针对性埋管与配筋。实行结构设计时，不可仅凭分

析抗震因素就在受力区域盲目增设预应力筋，必须要经过合理的分析和精准的计算，以此确定预应力筋的合适数量，以此达到提高砼结构抗震能力与抗裂能力的目标。对于工民建结构设计，预应力筋的设置方案中必须要加强其最小截面的控制，这样才能取得良好的抗裂效果。

（六）在高层结构中的应用

因为国内土地资源有限，且人口基数庞大，各大城市中建筑物大多朝着高层、多功能、综合性的方向发展，在各楼层中要设计多种不同功能的房间，这就无形之中增加了结构设计的难度。而通过利用预应力技术，使得设计工作更为顺利的开展，使得建筑的综合质量提升，有利于提升设计方案的合理性。高层建筑项目之中通常会出现受力不当的情况，严重情况下甚至会出现质量安全隐患。尤其是高层建筑的首层设计，最为容易导致建筑体整体结构都出现受力不合理的情况，为使得此问题能被有效处理，可设置转换层结构，从而避免楼层存在受力不均的情况，也让工民建项目的总体稳固性更为可靠。基于对预应力技术的使用，能提升砼结构的承载性能，做到让楼层转换结构受力，加强建筑体的稳固安全性。

结束语：

总的来说，国内工民建工程相较以往取得了较大的发展，因此也要重视结构设计性能的提高，而引进先进技术也就成为主要手段。预应力技术是近几年备受建筑行业关注的一种技术，而且在结构设计中具有较大的应用优势，能促进建筑项目综合性能的有效提高。不过，在具体运用预应力技术时，必须要先清晰掌握每一结构的构成和功能，在此前提下利用预应力技术能将其作用更好地发挥出来。尽管在工民建结构设计之中，预应力技术已经大范围推广开来，但是依旧存在部分领域未曾涉及，因此，有关政府部门以及施工企业一定要不断进行此技术的研究和创新，加大资金投入，让其更好地发挥出自身价值。

参考文献

- [1] 张汉禄. 预应力技术在工民建结构设计中的研究[J]. 工程建设与设计, 2020, (13): 22-23+26.
- [2] 李金申, 武科, 朱小六. 新时期预应力施工技术 在房建施工中的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(02): 150-151.
- [3] 王宁. 工民建预应力混凝土施工技术重点分析[J]. 四川水泥, 2020, (01): 31-32.
- [4] 胡云奇. 工民建施工中预应力混凝土技术的应用 探究[J]. 江西建材, 2019, (09): 112+114.
- [5] 孟子宜. 浅析工民建施工中的预应力混凝土技术 [J]. 山西建筑, 2018, 44(24): 75-76.