

土木工程结构设计与地基加固技术

● 李 涛



[摘要] 土木工程结构设计是根据工程的要求和规范,通过合理的结构体系、强度设计和稳定分析等工作,设计出能够承载荷载并满足使用要求的建筑结构。这一过程中,需要遵循牛顿力学原理,确保结构在各种外部荷载作用下保持平衡,同时考虑结构的材料特性和强度理论,以及结构的变形和刚度,保证结构的稳定性和耐久性。有效的结构设计原理是保证土木工程结构安全可靠的基础,对于提高工程质量和保护人员生命财产安全具有重要意义。地基作为整个建筑结构的基础,其承载能力直接关系到建筑物的安全性和稳定性。由于地基土质的差异以及环境因素的影响,地基常常存在着不同程度的沉降和变形现象,直接影响着建筑物的使用寿命和安全性。因此,地基加固技术成了土木工程领域中至关重要的一环。

[关键词] 土木工程;结构设计;地基加固技术

土木工程是关乎国计民生的重要工程领域,涵盖了建筑、桥梁、道路、水利等众多基础设施建设。土木工程结构设计是整个工程的关键,它决定了建筑物的形式、功能和安全性。而地基作为建筑物的基础支撑部分,其稳定性和承载能力直接影响到土木工程的整体质量。地基加固技术则是解决地基问题、提高地基性能的关键手段。因此,深入研究土木工程结构设计 with 地基加固技术具有重要的理论和实践意义。

Q 土木工程结构设计

(一) 结构设计的基本原则

1. 安全性原则

土木工程结构必须能够承受各种可能的荷载,包括恒载(如结构自重)、活载(如人员、设备重量、风荷载、雪荷载等),以及偶然荷载(如地震、爆炸等)。在设计过程中,通过合理的结构选型、构件尺寸计算和材料选择,确保结构在荷载作用下不发生破坏,如梁、柱等构件的强度和稳定性计算,要满足相应的规范要求。

2. 适用性原则

结构设计要满足建筑物预定的使用功能。例如,对于住宅建筑,要保证室内空间布局合理,楼板的变形不能过大,以免影响居住舒适度。对于工业厂房,要满足生产设备的安装和运行要求,结构的振动频率不能与设备的工作频率相近,以免发生共振现象。

3. 耐久性原则

考虑到土木工程结构的长期使用,要防止结构因环境因素(如腐蚀、冻融等)而过早损坏。在沿海地区,由于空气中盐分含量高,对钢结构和混凝土结构有腐蚀作用,设计时要采取相应的防护措施,如采用耐腐蚀的钢材、对混凝土进行防腐处理等。

(二) 结构设计的流程

1. 方案设计

在工程建设的方案设计阶段,需要综合多方面因素来初步确定结构体系。工程的使用功能是首要考量的内容,不同功能的建筑对结构有不同要求。像高层建筑,由于要承受较大的垂直荷载和水平荷载,框架-剪力墙结构或者筒体结构比较合适。而大跨度建筑如体育馆,为了实现大空间且保证结构稳定性,空间网架结构或者悬索结构是不错的选择。场地条件也会影响结构体系的确定,如场地的地质状况、周边环境等。建筑美学同样不可忽视,结构体系要能体现建筑的美观性。结合建筑的平面布局,例如,是规则布局还是不规则布局,以及竖向体型系数,像建筑物的高度、体型的宽窄等,对结构方案进行初步的经济性和可行性分析,判断其造价是否合理、技术是否可行等。

2. 初步设计

根据方案设计确定的结构体系,进行结构的初步计算。计算结构在各种荷载作用下的内力(如弯矩、剪力、轴力等)和变形,确定主要构件的初步尺寸。例如,根据梁的弯矩计算结果确定梁的高度和宽度,根据柱的轴力和稳定性要求确定柱的截面尺寸。对结构的抗震、抗风等性能进行初步

评估，对结构方案进行调整优化。

3. 施工图设计

在初步设计完成之后，便进入施工图设计环节。此阶段要依据初步设计展开更为详尽的结构计算与设计工作。对于混凝土结构而言，要精确确定结构构件的具体尺寸以及配筋情况；而对于钢结构则要明确连接方式等关键要素。接着绘制全面且细致的结构施工图，结构平面图、构件详图、节点详图等都要涵盖其中。在这些图纸里，必须清晰地标注构件尺寸、材料规格、施工要求等重要信息，像梁的长度、宽度、高度，钢筋的型号、间距，钢结构连接螺栓的规格等，从而确保施工人员能够依据这些信息精准无误地进行施工。

(三) 结构设计的影响因素

1. 荷载因素

不同类型的荷载对结构设计有不同的影响。恒载是结构设计的基本依据，其大小取决于结构的材料和尺寸。活载的取值则根据建筑物的使用功能和规范要求确定，如办公楼的活载取值为 $2.0 \sim 2.5 \text{ kN/m}^2$ ，商场的活载取值为 $3.5 \sim 5.0 \text{ kN/m}^2$ 。风荷载和地震荷载是结构设计中的重要可变荷载，其大小与建筑物的地理位置、高度、体型系数等因素有关。例如，在高压电地区或地震多发地区，结构设计要采取更强的抗风、抗震措施。

2. 材料特性

土木工程中常用的材料有混凝土、钢材、木材等。混凝土具有较高的抗压强度，但抗拉强度较低，在受拉区需要配置钢筋来提高其承载能力。钢材具有较高的强度和良好的韧性，但容易腐蚀，在设计钢结构时要考虑防腐措施。木材是一种天然材料，其强度和耐久性受木材种类、含水率等因素影响，在木结构设计中要合理选择木材种类和处理方式。

3. 环境因素

环境因素包括自然环境和人为环境。自然环境如温度、湿度、地质条件等对结构设计有影响。在寒冷地区，要考虑结构的抗冻性能；在软土地基地区，要采取合适的地基处理措施。人为环境如附近的工业污染、交通振动等也会影响结构的耐久性和稳定性，如在化工企业附近的建筑，要考虑化学物质对结构材料的腐蚀作用。

Q 地基加固的重要性

(一) 提高地基承载能力

当天然地基的承载能力不能满足建筑物的要求时，通过地基加固技术可以提高地基土的强度，使其能够承受建筑物的荷载。例如，对于一些轻型建筑，如果天然地基为软弱土，经过地基加固后，可以将地基的承载能力提高到满足建

筑设计要求的水平，避免建筑物因地基沉降过大而出现裂缝、倾斜等问题。

(二) 减少地基沉降

地基沉降是土木工程中常见的问题，尤其是在软土地基上。过大的地基沉降会导致建筑物的不均匀沉降，进而引起建筑物的变形、开裂。地基加固技术可以改善地基土的压缩性，减少地基的沉降量。如采用深层搅拌法加固软土地基，可以使地基土形成具有一定强度的复合地基，有效控制地基沉降。

(三) 增强地基稳定性

在一些特殊的地质条件下，如边坡地基、液化地基等，地基的稳定性较差。地基加固技术可以通过改善地基土的物理力学性质，增强地基的抗滑、抗液化等能力，确保建筑物的安全。例如，在地震多发地区，对可能发生液化的地基采用振冲法加固，可以提高地基的抗液化能力，防止地基在地震时失去承载能力。

Q 常见的地基问题

(一) 软弱土地基

软弱土包括淤泥、淤泥质土、冲填土等，其特点是含水量高、压缩性大、强度低。在软弱土地基上建造建筑物时，容易出现地基沉降过大、不均匀沉降等问题。例如，在沿海地区的一些填海造地工程中，新填的土地多为软弱土，需要进行地基加固处理才能进行建设。

(二) 湿陷性黄土地基

湿陷性黄土在遇水浸湿后，会发生显著的附加下沉，这种特性会对建筑物造成严重危害。在湿陷性黄土地基上的建筑物，一旦地基浸水，会导致建筑物的墙体开裂、基础下沉等问题。我国西北部分地区广泛分布着湿陷性黄土，在这些地区进行土木工程建设时，必须对湿陷性黄土地基进行处理。

(三) 膨胀土地基

膨胀土具有吸水膨胀、失水收缩的特性。在膨胀土地基上建造建筑物时，随着季节的变化，地基土的体积会发生变化，从而引起建筑物的变形。例如，在雨季，膨胀土吸水膨胀，会顶起建筑物的基础；在旱季，膨胀土失水收缩，又会使基础下沉，导致建筑物出现裂缝。

Q 地基加固技术的类型

(一) 换填法

换填法是一种地基处理方法，其原理为将地基浅层软弱土全部或部分挖除，换填强度较高、压缩性较低的材料（如砂、碎石、灰土等），以此改善地基的承载能力和变形特性。比如，在软弱土厚度较小时采用砂垫层换填，砂垫层可扩散

应力,减小地基土附加应力,进而提高地基承载能力。换填法具有施工简单、成本较低的特点,不过它的处理深度有限,通常不超过3~5m。在适用范围方面,换填法常用于处理建筑物基础下的局部软弱土层,像建筑物室内地面下的软弱土处理就可采用,或者用于小型建筑物的地基处理,它在这些情况下能够有效地解决地基浅层软弱土带来的问题,是一种较为常用且实用的浅层软弱土地基处理方式。

(二)深层搅拌法

深层搅拌法是一种处理地基的有效方法。其原理是运用深层搅拌机把水泥或石灰等固化剂与地基土进行强制搅拌,促使地基土和固化剂发生众多物理和化学反应,从而形成强度和稳定性高于原地基土的水泥土或石灰土复合地基。该方法具有诸多优点,它能够有效提升地基土的强度,对减小地基沉降效果显著,并且在施工期间不会产生振动和噪声,也不存在污染问题。然而,深层搅拌法也存在一定局限性,它对施工设备和工艺有着较高要求,尤其是固化剂的掺入量必须依据地基土的性质精准控制。在适用范围上,深层搅拌法主要适用于淤泥、淤泥质土、粉土等软土地基的处理,在工业与民用建筑、水利工程等众多领域都有着广泛的应用,是软土地基处理中一种较为理想的方法,在符合其要求的工程中能够较好地改善地基性能,保障工程的稳定性。

(三)高压喷射注浆法

高压喷射注浆法是一种重要的地基处理技术。其原理是借助高压水泥浆或水经喷射装置,以高速喷射流冲击、切割、破坏地基土,在此过程中让水泥浆与地基土搅拌混合,进而形成具有一定强度的固结体,依据喷射流的形式能够分为旋喷、定喷和摆喷三种类型。这种方法有着显著的特点,其固结体强度较高,并且加固范围能够得到有效控制,这使得它可以被应用于既有建筑物的地基加固工程当中。不过,高压喷射注浆法也存在一些不足之处,它的施工设备较为复杂,这导致成本偏高,而且对施工环境也有特定的要求。在适用范围方面,它表现出良好的适应性,适用于淤泥、淤泥质土、砂土、粘性土等多种地基土类型,无论是地基加固工程,还是止水帷幕工程等都能够发挥作用,在众多的地基处理和相关工程建设中有着不可替代的地位。

(四)振冲法

振冲法是一种有效的地基处理方法。其原理为利用振冲器的振动和水冲作用,在地基里构建出密实的桩体,像碎石桩就是典型代表,与此同时,还能让桩间土得到挤密和振

实。这样一来,碎石桩和桩间土便构成了复合地基,从而提升地基的承载能力以及抗液化能力。振冲法具备不少优点,其施工速度较快,加固效果良好,对于提高地基的抗液化能力有着明显的作用。然而,振冲法也并非毫无弊端,它在施工过程中会对周围土体产生一定程度的扰动,所以在靠近既有建筑物施工时必须谨慎对待,以防对既有建筑造成不良影响。在适用范围方面,振冲法比较广泛,它适用于处理砂土、粉土等可液化地基,并且在软土地基的处理上也能发挥作用,可以有效提高软土地基的承载能力。在多种地基处理需求的工程中,振冲法是一个值得考虑的选择。

Q 结束语

土木工程结构与地基加固技术,是土木工程建设中的两个重要方面。结构设计决定了建筑物的功能、形式和安全性,而地基加固技术则是确保地基稳定、提高地基承载能力的关键手段。在实际的土木工程建设中,两者需要协同应用,根据工程的具体情况,如工程规模、地质条件、使用功能等,选择合适的结构体系和地基加固技术。通过合理的结构设计和有效的地基加固技术,可以提高土木工程的质量、安全性和耐久性,满足社会经济发展对基础设施建设的需求,推动土木工程行业的可持续发展。同时,随着科技的不断发展,结构设计理论和地基加固技术也将不断创新和完善,为未来的土木工程建设提供更强有力的技术支持。

参考文献

- [1]梁进常.土木工程设计中结构与地基加固技术的应用[J].黑龙江科学,2022,13(04):49-51.
- [2]罗安仲.土木工程结构与地基加固技术分析[J].广西城镇建设,2021(03):64-65.
- [3]陈昆.土木工程结构与地基加固技术认识[J].门窗,2019(21):147.
- [4]叶昕.基于安全性及经济价值前提的土木工程结构与地基加固技术探究[J].花炮科技与市场,2019(04):122.
- [5]孙绍利.结构与地基加固技术在土木工程设计中的应用[J].科学技术创新,2017(23):183-184.
- [6]翟少冲.结构与地基加固技术在土木工程建设中的运用探讨[J].绿色环保建材,2017(07):115.

作者简介:

李涛(1980—),男,汉族,甘肃庆阳人,本科,工程师,宁夏万年和建设工程有限公司,研究方向:土木工程规划和设计。