建筑顶升纠倾和迁移技术及其在我国的发展

侯伟生
(福建省建筑科学研究院，福州，350002)

提　要　本文阐述了建筑顶升纠倾和迁移的技术原理和分类，以及该技术在我国的发展状况、存在问题，并提出一些看法和建议。

一　引　言

国际上早在 30 年代就有不少的发达国家对具有保护价值的古建筑及重要性的建筑实施保护性的迁移及顶升。这种保护性的迁移技术基本上是采用全包装式的搬迁，既安全又可靠，但其所付出的代价往往高于建筑物重新修造的造价，除非被移动的建筑物具有极高的保护价值，否则不会轻易地采用这种技术，因比较完整系统的技术报导不多。我国从 80 年代开始比较系统地进行顶升迁移技术的研究，并有比较大的突破发展。

二　建筑顶升、迁移技术原理及其分类

1. 建筑顶升、迁移技术基本原理

建筑顶升、迁移是通过托换技术(Underpinning)将建筑物沿某一特定位置(同一标高)进行分离，采用钢结构或钢筋混凝土结构进行托换，形成一个可支承整个建筑的托换体系。当设置能支承建筑的上下轨道及滚动装置再施加牵引力或顶推力时，即可将建筑沿预先设定好的路线迁移到新的位置上；当设置能支承建筑物的若干起动设备(如千斤顶)，对这些支承起动设备实施顶升时，即可使建筑向上移动，控制各支承点的上升值，即可调整倾斜的建筑。当顶升或迁移建筑到达预定的位置后，实施结构的连接及修复，即完成了建筑的顶升及迁移。

2. 建筑顶升、迁移技术分类

(1)顶升技术分类

①按使用功能分：

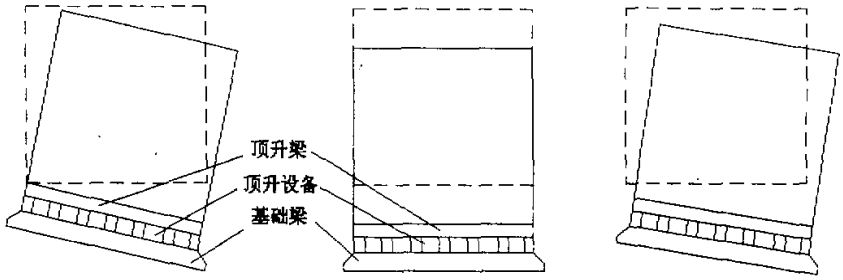
纠倾：仅对建筑实施纠正，建筑的整体标高不变，图 1-(a)。

整体顶升：仅对建筑实施整体顶升，目的在于提高整体标高，标高不变，图 1-(b)。

顶升纠倾：既实施纠正又整体顶升，同时满足纠正及提高整体标高的目的，图 1-(c)。

②按反力分：

直接顶升法：即利用地基作反力对上部结构实施顶升；



(a)纠正　　(b)整体顶升　　(c)顶升、纠倾

图 1　顶升原理图

地圈梁顶升法：即利用建筑原有的地圈梁作顶升梁实施顶升；

托换梁顶升法：即利用结构托换技术，重新设置顶升梁实施顶升；

增设反力顶升法：即通过临时新增设反力，如锚杆桩、灌注桩，利用新增反力实施顶升；

基础桩顶升法：利用原基础桩作反力为上部实施顶升。

③按结构型式分：

砖混结构顶升技术，框架结构断柱顶升技术，混合结构顶升技术等。

(2)迁移技术分类

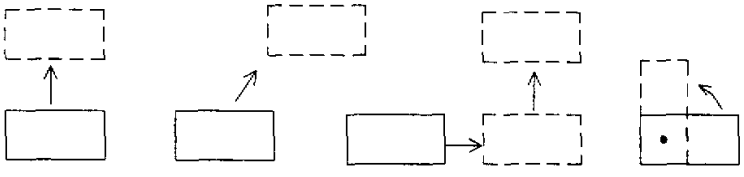
①按迁移路线分:

整体直线平移：即沿着轴线方向横向或纵向迁移，图 2-(a)。

整体斜向平移：沿着与轴线某一角度迁移，图 2-(b)。

换向平移：先横向平移后纵向平移，图 2-(c) 。

原地旋转平移：在原地旋转一定的角度，图 2-(d)。



(a)　　(b)　　(c)　　(d)

图 2　迁移路线示意图

组合平移：多种平移的组合。

②按迁移动力分：

顶推式平移：利用千斤顶(可液压式，可机械式)作为动力顶进迁移，图 3-a。
牵引式平移：利用卷扬机或其他牵引机械作为动力，牵拉迁移，图 3-b。

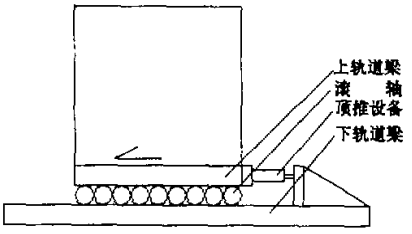


图 3-a　顶推式平移

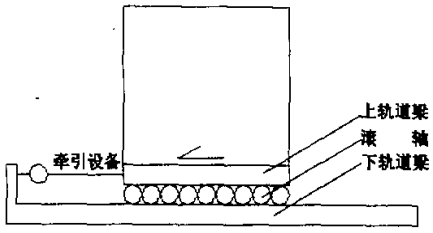


图 3-b　牵引式平移

③按行走方式分：
滚动式平移：利用滚筒滚动迁移，图 4-a。
滑动式平移：利用上下滑轨道滑动迁移，图 4-b。

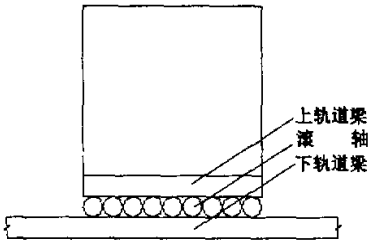


图 4-a　滚动式平移

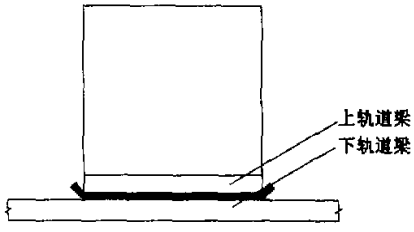


图 4-b　滑动式平移

三　顶升、迁移技术在我国的发展

我国地域广阔，地质条件复杂，特别是沿海及内陆的软粘土地基及黄土地区，建造在这些地区的建筑物和一些古建筑，经过长时间的使用，受到当时技术条件及种种原因的影响，往往会出现沉降和差异沉降，其中部分建筑物出现过大的不均匀沉降，造成建筑物整体倾斜超过允许值，影响正常安全使用。

以往对倾斜建筑物的纠偏加固，主要采取两种措施，最早是先采用加固、托换控制倾斜的继续发展；后来发展了迫降纠偏技术，即利用掏挖的办法、强迫沉降小的一侧沉降以调整建筑物的倾斜；再后来发展为托换加固结合迫降纠倾，这样能做到即纠正建筑物又控制建筑物继续沉降，较为彻底地解决问题。但是当建筑物的沉降超过正常使用许可的沉降时，单纯的迫降纠倾加固已经无法解决这些问题。为克服迫降法纠偏的不足，福建省建筑科学研究院于 80 年代初开发了建筑物整体顶升纠倾技术取得成功，可用于一般性建筑物的处理，相隔数年后在顶升技术的基础上，我国开发出了建筑物的迁移技术，并可应用于一般建筑物的迁移，这使得建筑物的顶升迁移技术产生了一个飞跃及突破性的发展，这在

国际上也属少见。

1. 顶升技术的发展状况

顶升技术源于小型构筑物的抬升，后来发展到建筑的纠倾，首先于 80 年代中期由福建省建筑科学研究院在福建省建工总公司阮蔚文高工的指导和配合下，采用顶升技术成功地纠正一幢五层砖混结构住宅楼，平均顶升高度约 150mm， 继此之后顶升技术发展到框架结构、石结构建筑及桥梁的顶升，烟囱的顶升纠倾等均取得成功，随着技术的不断发展，一次顶升高度发展到了 1500mm，顶升的最大建筑为 3600m²，层数六层。为了满足加层的需要，福建建科院还开发了顶升高度达 2400mm 顶升技术,创造了世界之最满足底部加建一层。

随着技术的扩展推广应用到浙江、广东、江苏、云南等省，顶升建筑已超过 100 例，取得了可喜的成就。

2. 迁移技术的发展状况

迁移技术是伴随着顶升技术而萌生出来的可用于一般建筑迁移的又一项新技术，它突破了保护性古建筑的昂贵的迁移费用的限制，开辟了旧城改造及建筑可动性的新领域。迁移技术经过十多年的探索与实践，据不完全统计，目前为止已创造出多项世界之最：最大迁移建筑群达 7 幢，累计迁移距离 689m，换向 9 次，最远的一幢迁移 196m，换向 3 次，迁移速度最快 6m/小时。迁移最大建筑面积 3585m²，最大旋转角度为 90°，迁移建筑物最重 5900 吨，最长达 80m。

迁移技术已在我国福建、广东、山西、河南、辽宁、江苏、浙江、四川、云南等地广泛地应用，其经济社会效益十分显著。

3. 顶升迁移技术存在的问题

一般而言，顶升、迁移技术可以认为是一项风险性较大的特殊技术，尤其顶升技术的风险要高于迁移技术的风险。因此，当顶升、迁移设计不当，施工不当，操作不当，操作不当，都将可能酿成重大事故。据悉，曾因某顶升工程严重违反设计、施工操作的常理而造成一三层民房倒塌的重大事故。迁移也曾因某种原因出现某施工队将楼房搬到途中施工队逃逆的事故。这些都希望人们应吸取失败的教训，引起重视，把好技术质量关。

四　发展与建议

1.顶升、迁移技术经过十多年来数百个工程项目的实践证明技术是先进、可靠的，在国际上处于领先水平，已被列入国家行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》，规范对技术的实施作了许多明确的规定，有助于该技术的健康发展。

2.顶升、迁移技术是一种特殊性技术，是补救性的技术，不是一种常规的技术，因此队伍不宜大面积扩大，应慎重从事，技术队伍要严格审批控制，顶升技术风险更大，更应慎重从事。

3.顶升、迁移技术的研究配套还不够完善，如顶升技术的设备、机械自动化程度不高，顶升迁移过程的抗震及抗水平力不够明确，应进一步研究提高技术水平，同时加大测控技术的研究。

参考文献

[1] Hans F. Winterkorn, Hsai-Yang Fang. Foundation Engineering Handbook. 1985.

[2] 张永钧，叶书麟，唐业清，侯伟生：《既有建筑地基基础加固技术规范》(GJGI23-2000)。

[3] 张天宇. 侯伟生：《建筑物群远距离整体平移工程实例》，载《福建建设科技》2000 年第 2 期。

[4] 姚忠国等：《房屋整体平移技术及模拟试验》，载《建筑结构》，1995。

[5] 阮爵文等：《五层砖混结构整体平移技术》，见《建筑增层报告论文集》，1994。

[6] 侯伟生：《软基上建筑工程沉降倾斜处理技术》，见《第四届地基处理学术讨论会论文集》，浙江大学出版社，1995。

[7] 侯伟生等：《五层砖混结构整体顶升底部加层技术》，《工程质量监督》，1998。