

逆作法设计施工与实例

主 编 王允恭
副主编 王卫东 应惠清
顾 问 刘建航 叶可明



中国建筑工程工业出版社

逆作法设计施工与实例

主 编 王允恭
副主编 王卫东 应惠清
顾 问 刘建航 叶可明

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

逆作法设计施工与实例/王允恭主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-112-13712-1

I. ①逆… II. ①王… III. ①逆作法-建筑设计②逆作法-基础施工 IV. ①TU753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 213357 号

本书共有 4 章, 分别是概述、逆作法的设计、逆作法施工技术、逆作法施工工程实例分析。本书立足于实际案例, 总结了多年来在逆作法设计和施工中的经验和成果, 就工程中几种常见的围护形式、典型节点构造、施工技术要点、关键技术措施等作了较为全面的介绍。本书精选了 12 个工程实例并附有大量工程照片和插图, 以便读者能更为直观地了解逆作法的具体实施过程。

本书可供从事建筑工程设计、施工的技术和管理人员参考使用。

* * *

责任编辑: 郇锁林 万 李

责任设计: 董建平

责任校对: 张 颖 刘 钰

逆作法设计施工与实例

主 编 王允恭

副主编 王卫东 应惠清

顾 问 刘建航 叶可明

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/16 印张: 19½ 插页: 4 字数: 578 千字

2011 年 12 月第一版 2011 年 12 月第一次印刷

定价: 68.00 元

ISBN 978-7-112-13712-1
(21489)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)





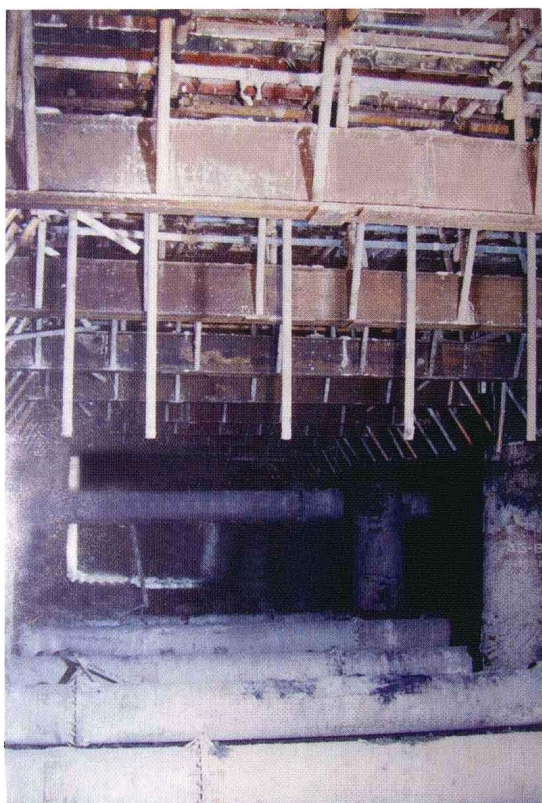
建成后的上海城市规划展示馆



上海轨道交通7号线零陵路车站逆作土方开挖



上海轨道交通7号线零陵路车站逆作法取土口



上海地铁1号线陕西路车站逆作施工楼板支撑



建成后的恒积大厦全景



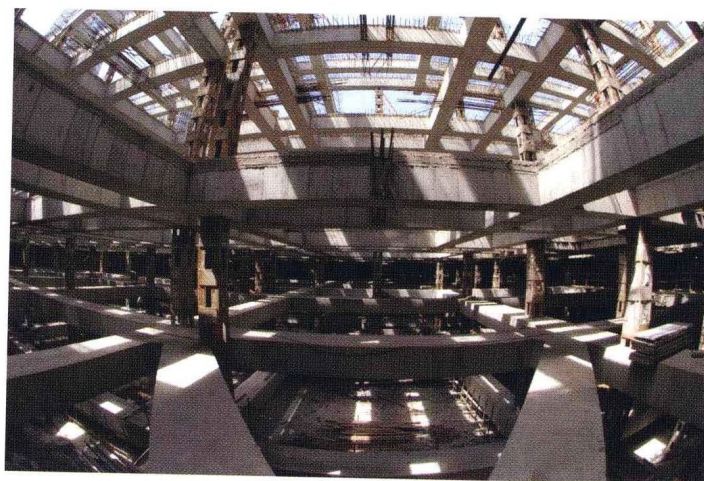
建成后的明天广场



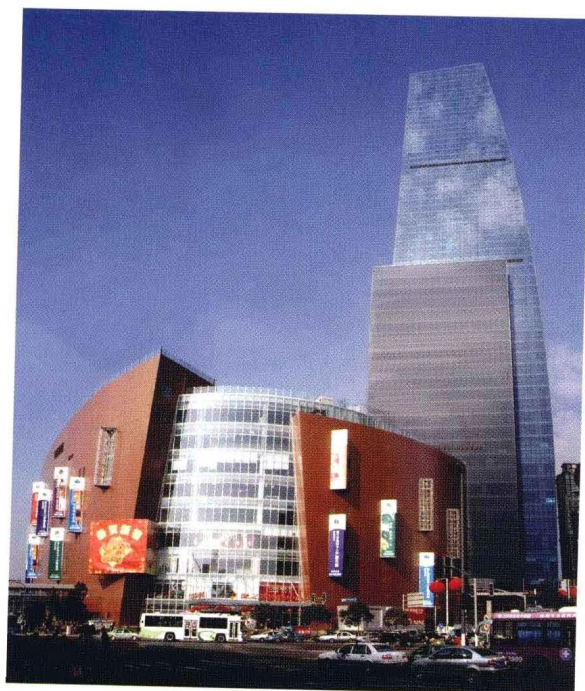
建成后的兴业银行大厦全景



上海长峰商城逆作施工全景



上海长峰商城逆作开挖至坑底



建成后的上海长峰商城全貌



上海由由国际广场场地原貌



上海由由国际广场逆作阶段施工全景



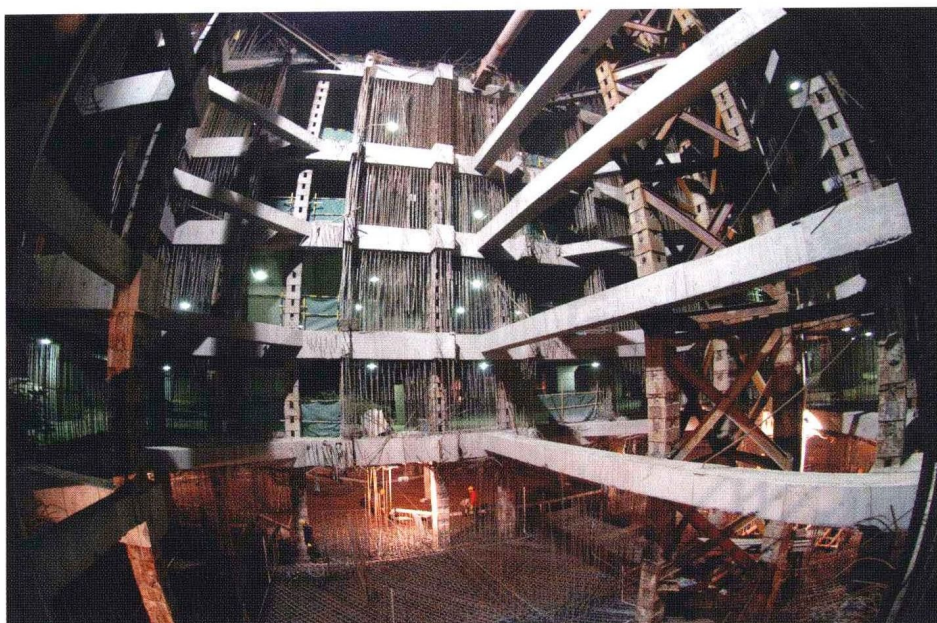
上海由由国际广场N2区顺逆同时施工实景



上海由由国际广场N2裙房结构封顶后全貌



上海由由国际广场工程封顶全貌



上海廖创兴金融中心大厦逆作开挖至坑底



建成后的上海廖创兴
金融中心大厦全景



上海世博500kV输变电站地下结构图



上海世博500kV输变电站地下连续墙施工全景



上海世博500kV输变电站逆作施工全景



上海世博500kV输变电站地下逆作施工的实景



建成后的500kV输变电站地上是一片绿地



上海外滩源33号逆作法地下结构施工



上海外滩源33号逆作法抓斗挖土



建成后的上海外滩源33号效果图



建成后的上海站北广场，其下的车库采用逆作法施工



上海站北广场车库地下一层楼板施工实景



上海站北广场车库逆作顶板的模板支撑



上海月星环球商业中心逆作法施工全景



上海月星环球商业中心效果图

《逆作法设计施工与实例》

编委名单

顾问：刘建航 院士

叶可明 院士

主 编：王允恭

副主编：王卫东 应惠清

编 委（以姓氏笔画为序）：

王卫东 王允恭 王伦甫

龙莉波 叶卫东 朱灵平

刘正勇 李定江 吴 献

邸国恩 应惠清 宋青君

汪思满 陆 峰 赵 琪

席金虎 顾浩声 翁其平

高维强 章晓鹏 蒋曙杰

《逆作法设计施工与实例》

编写分工

1	概述	赵 琪
2	逆作法的设计	王卫东、翁其平
3	逆作法施工技术	章晓鹏、陆 峰、汪思满、吴 献
4	逆作法施工工程实例分析	
4.1	上海地铁 1 号线陕西路车站	王伦甫
4.2	上海恒积大厦工程	李定江
4.3	上海明天广场工程	陆 峰
4.4	上海兴业银行大厦工程	席金虎
4.5	上海城市规划展示馆通道工程	席金虎
4.6	上海轨道交通 7 号线零陵路车站工程	章晓鹏
4.7	上海长峰商城工程	朱灵平
4.8	上海由由国际广场工程	赵 琪
4.9	上海廖创兴金融中心大厦工程	陆 峰
4.10	上海世博 500kV 输变电工程	吴 献
4.11	上海外滩源 33 公共绿地及地下空间利用工程	吴 献
4.12	铁路上海站北广场综合交通枢纽工程	陆 峰

序 一

近 20 年来上海城市建设高速发展，地下空间的开发进展迅速，城市面貌发生了日新月异的变化，至今已建成总长 425km，280 座车站的上海地铁网络和上千幢高百米以上的高层建筑及其相关的地下建筑设施。在大量城市基础设施建设中，涌现了很多技术复杂的基坑工程项目，突破性地发展了基坑逆作法工程技术。20 世纪 90 年代中期，上海市第二建筑有限公司实践并总结了上海地铁 1 号线设在商业中心区淮海路上三座地铁车站基坑逆作法的施工技术，研究开发了逆作法信息化施工技术、柱墙沉降控制技术、逆作法挖土技术及逆作柱梁板与柱墙连接技术，揭示了逆作法在基坑施工中显著提高经济效益和社会效益的优越性，使人们认识到逆作法不仅可以缓解施工期社会交通组织问题、环境保护问题，还可以节省造价、缩短工期，这为逆作法技术的发展奠定了技术基础并赢得了社会信誉。经过 20 年来建设人员的攻关创新，逆作法不但推广到地铁车站工程而且广泛应用于高层建筑的深基础工程及超深地下构筑物工程中，从中克服了难度高、风险大的重重难关，取得了突破性的技术进步。

本书介绍了基坑逆作法设计和施工所取得的重要成果，其主要表现在：(1) 关于基坑逆作法中，支护结构与主体结构相结合的理念和方法，通过严谨周密的设计和施工，妥善地解决了在施工阶段和永久使用阶段的受力和使用要求，安全便捷地处理大量土方的挖运问题，大量节省了水平支撑安装和拆除的代价，可靠地解决了基坑变形引发的环境保护问题，显著减少了工期和工程造价。(2) 关于两墙合一的设计和施工方法，将地下连续墙作为挡土止水的基坑围护体的同时，还作为地下室的结构外墙，大大节省了地下室结构外墙的工程量，基坑越深，其经济性越明显。对于地下连续墙与各连接构件的连接及防水设计和施工的关键细节做了详细交代，可保证工程的经济性和实用可靠性。(3) 关于控制基坑变形和提高施工效率的挖土技术。根据基坑和水平结构形式、合理选定出土口和土方开挖方式，使大量土方开挖均能按照考虑时空效应的“分层、分块、平衡对称、限时支撑”的原则进行施工，高水平地控制了基坑变形并提高施工效率。(4) 关于“一柱一桩”的施工技术，以精细严密的“一柱一桩”的调垂定位技术，达到了中间立柱高精度的定位要求，使一般逆作法中竖向支承系统构造简单施工便捷，在开挖施工结束后可全部作为永久结构使用。(5) 关于处理地下连续墙槽段之间的接头及墙体与主体结构构件接头的技术，在大量实践中形成一套安全高效的连接节点处理法。成为上海基坑逆作法施工中的关键技术的经典之作。(6) 关于实时监测，调整优化设计，信息化施工监控，可以使深大难险的复杂基坑防止风险事故于萌芽状态，在控制墙柱差异沉降和基坑变形的工程实例中均有精彩说明。

作者根据大量基坑逆作法的设计和施工经验，选择了有代表性的工程进行了系统性总结，用可信的数据和关键内容的重点叙述，反映了逆作法设计和施工的重要技术成果，充分表现出逆作法施工工艺符合环境保护和绿色施工的技术要求，可以节省大量建筑材料、减少能源消耗，确保施工及环境安全。书中介绍的内容丰富、经验可贵，希望通过本书的出版有助于该项技术的推广，并广泛吸取意见，以求逆作法工程技术进一步改进、完善、提高。

中国工程院院士

刘建航

序 二

随着国家经济飞速发展，各地城市建设规模不断扩大。城市土地紧缺，建筑工程与交通工程除了伸向高空，近期更向深层地下发展，如大型停车库、地下商场、地下交通枢纽、地铁车站、地下变电站等。地下工程深度、层数日益增加，深层地下工程施工遇到的是巨大的水、土压力，带来地下基坑施工成本、工期与安全许多难题，近年来基坑支护技术长足发展，这些难题正在克服中，相对比较这些技术体系，我认为逆作法工艺技术从理论到实践都是最好的。

逆作法工艺基本原理是利用工程地下室结构本身作地下施工扶持体，从地面向下逐一施工，如果立柱桩有足够承载力，上部结构可同时施工。这一工艺在 20 世纪后期西方发达国家有工程应用，而在我国，上海市第二建筑公司是最早开发并规模化工程应用的。从 20 世纪 90 年代起分别在建筑工程、交通工程等数十个大型深基坑应用，技术与工艺不断有创新，为此得到上海市科技进步一等奖，评审通过国家级工法，成为建设部此项新技术推广依托单位。上海市第二建筑公司大量工程实践证明二层以上地下室的基坑已经具有经济性，至于其施工安全，加速工期，四节一环保的绿色施工等优点则是工艺本身与生俱来、不言自明的，因此逆作法工艺技术有重大技术经济效益与社会效益，是应该大力推广的地下工程施工新技术。

本书主要是上海市第二建筑公司 20 多年来一系列重大工程逆作法施工典型案例汇编，以科研成果与工程实践经验为基础，提供设计与施工的系列介绍。应该感谢作者们，他们的辛勤劳动，一定会大大推动深基础逆作法工艺技术进一步发展，此书一定会成为业内人士的重要参考书。

中国工程院院士



序 三

随着国民经济的快速发展和城市建设规模的不断扩大，地下空间综合利用问题显得越发重要，以至于成为制约城市建设快速发展的关键问题之一，既要面对建设要求的技术挑战，也要面对土地制约的需求压力，还要面对城市公共服务保障功能不能受到过大干扰的限制，特别是要适应地下停车场、商场、交通枢纽、地铁、交通干线、变电站、公共管沟等工程建设蓬勃发展的要求。其中，逆作法设计施工技术尤为突出，科技创新令人耳目一新，为地下空间建设乃至城市建设发挥了重要作用。

一、向地下要空间已然成为城市化建设破解发展空间瓶颈难题的重要手段。一是逆作法设计施工技术适应了城市建设发展的需求。地下空间开发规模越来越大、开挖深度越来越深，一般城市的新建项目均要求设置多层地下室，有些既有建筑，包括历史保护建筑，由于功能的需要，也要求增设多层地下室或地下车库，以上各类工程实践非常丰富。由此，城市地下空间的科学、合理、综合开发利用，不仅大大提升了城市土地的综合利用价值，完善了城市建筑的使用功能，提高了城市基础设施的承载能力，而且适应了城市建设可持续发展的要求，成为“四节一环保”（节能、节地、节水、节材、环境保护）发展不可或缺的重要内涵。其中，逆作法设计施工技术在城市地下空间发展中起到了重要作用，值得为此专书一笔。二是逆作法设计施工技术大大提高了地下空间建设的工效。地下空间开发利用的历史很长，虽是传统工程技术，但随着时代发展，使用功能的拓展，特别是技术、设备能力提高，目前已从开发利用地下一、二层发展到五、六层，最深的达到 30 多米。逆作法设计施工技术的实践表明，该技术运用于工程实践，极大地促进了地下空间开发利用的建设工效。三是逆作法设计施工技术极大地促进了地下空间开发的科技进步。超大规模，超大深度地下空间开发，既有环境保护的要求，也有设计施工技术创新的要求，综合性、经济性、复杂性特点极为突出。逆作法工艺虽源于 20 世纪 70 年代，但发扬光大当属在当今的中国城市建设实践。局限于原有设计理论、工程设备和工艺技术水平，该工艺在我国 20 世纪 80 年代的起步阶段还是异常困难的。从 20 世纪 90 年代开始，随着上海城市建设的发展，针对中心繁华地区大范围改造，施工过程如何保护周边建筑和管线，如何缩短施工周期，成为逆作法设计施工迫切需要解决的课题。尤其是上海的地铁工程建设，多数途经繁华街区，相互影响和交织，复杂性更为突显，改进施工工艺，面临重要艰难选择。参照国内外工程实例，经反复科学论证，并报经市政府批准，作者及所在单位对上海市淮海南路的三个地铁车站，大胆采用逆作法设计施工技术，试点示范，取得成功，获取了宝贵的经验，进而推广至整个上海。高层建筑地下空间的应用，也同样取得明显成效。逆作法设计施工技术的大量应用实践，极大地促进了地下空间开发的科技进步。四是逆作法设计施工技术充分和巧妙地利用了地下空间。采用逆作法设计施工技术可利用部分或全部地下室结构梁、板作为内支撑，不仅节约了大量临时内支撑的费用，而且梁、板体系刚度更大，更有利于控制深基坑侧向位移，进而保证周边环境安全；地上与地下结构可同步施工，进而缩短施工周期；可利用裙房地下室逆作顶板作为施工场地，以期尽可能减少地下室范围以外的施工占地，减少明开挖及拆除内支撑时产生大量的扬尘和材料损耗，从而使工地更加文明，环境更加友好。五是逆作法设计施工技术有力地促进了市场模式转变。逆作法设计施工技术的实践与发展，促进了企业向设计施工总承包先进市场模式的转变。该市场模式有利于又好又快建设，使项目总承包企业有动因去优化设计、缩短工期、节省投资；有利于建筑

业企业核心能力的提升和做强做大，逆作法设计施工往往由一个单位统筹承担，责任和压力系于一家，促进该单位把逆作法设计施工技术作为核心能力不断做强做优；有利于公共投资项目监管方式创新、有效杜绝腐败。

二、本书作者总结了他们 20 多年在上海从事逆作法设计施工技术的经验，可谓是理论与实践结合的精华。书中所介绍的 12 项逆作法设计施工的重大工程实例，类型广泛，经验丰富，从地铁一号线陕西南路站首创上海大型工程逆作法设计施工开始，到全面推广到各种超大规模、超大深度、复杂环境的深基坑逆作法设计施工的实践。一是工程实例翔实。针对不同工程新问题、新要求，本书展示了作者对逆作法设计施工技术的不断探索。针对周边环境保护等级的提高，如紧贴历史保护建筑、地铁、轻轨、过江隧道、重要的市政基础设施和地下管线等，唯有采用逆作法设计施工技术才真正体现经济合理。实践表明，合理的逆作法设计施工，完全可以达到预期的变形控制和环境保护要求。二是工程经验指导性和系统性强。书中详尽记录了从 20 世纪 90 年代至今上海 12 项大型且具有代表性的逆作法工程实例，针对不同工程特点，采取独特的设计施工组织、节点处理、优化措施，诸如两墙合一逆作法、临时围护结构逆作法、柔性接头、刚性接头、一柱一桩、一柱多桩、钻孔灌注桩逆作立柱、钢管桩结合 H 型钢逆作立柱、裙楼顺作与地下室逆作同时施工、与保留建筑净距仅 300mm 的地下连续墙施工、专用取土架的研制等，指导性和系统性很强。三是逆作法设计施工技术“四节一环保”示范作用大。逆作法与常规基坑施工相比，采用“以桩代柱”、“以梁板代撑”、“以围护墙代结构墙”，既确保了工程的安全及顺利实施，又节省了大量的临时围护结构，减少了降水工程量，节省大量人工与材料。由于采用逆作法设计施工技术，基坑暴露时间大为减少，隐蔽性更好，施工噪声更小，对周边影响降至最小。

经中国土木工程学会总工程师联合会吴之乃会长之约，我应允为本书作序。读过本书，真实感到，他山之石可以攻玉，这的确是一本理论与实践相结合的经验之作，其核心在于深刻把握了上海软基且周边条件复杂情况下，地下空间采用逆作法设计施工有效控制侧向位移，同时兼顾经济合理、缩短工期，三者有机结合，值得工程技术人员学习参考，值得更多的工程项目借鉴创新。

原建设部总工程师

