

地下综合管廊紧凑型斗轮挖掘机明挖工艺

刘红卫

中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司 辽宁 沈阳 110066

摘要：地下综合管廊是指将市政、电力、通讯、燃气、供水排水、热力等各种管线集于一体，在城市道路的地下空间建造一个集约化的隧道，并设有检修口、吊装口和监测、控制系统的一种城镇综合管线工程。本文通过介绍单斗挖掘机间断式挖掘运输工艺、紧凑型斗轮挖掘机连续挖掘运输工艺和半连续挖掘运输工艺，并进行工艺性对比，得出紧凑型斗轮挖掘机半连续明挖工艺具有适应性强、施工效率高、挖掘质量好、灵活及成本低等诸多优点，市场前景广阔。

关键词：地下综合管廊；单斗挖掘机；紧凑型斗轮挖掘机

引言

综合管廊是21世纪新型城市市政基础设施建设现代化的重要标志之一，它避免了由于埋设或维修管线而导致道路重复开挖的麻烦，避免了土壤对管线的腐蚀，延长了管线的使用寿命，为城市的发展预留了宝贵的地下空间，符合“一流的规划、一流的设计、一流的建设、一流的质量”的建设要求。

1 国内外综合管廊的发展状况

世界上最早规划建设综合管廊的国家是法国（1933年），第一条综合管廊为圆形管道。随后，英国、德国、西班牙、美国、日本、俄罗斯、瑞典、芬兰也相继建设了城市综合管廊，大多为预制式生产，形状有圆形管道、方形箱涵及异形综合管廊。

我国于1958年在北京天安门广场下建设了第一条综合管廊，之后，综合管廊的建设一直没有得到有力地推动。直到20世纪90年代，天津新客站、上海浦东新区才开始建设我国较具规模的综合管廊，在国内综合管廊建设技术方面积累了比较成熟的经验。但由于综合管廊与城市规划的不协调、后期运营管理中法规体系的不健全等原因，导致综合管廊建成后未能全部投入使用，造成了投资的浪费，由此引起了对综合管廊建设的反思和研究^[1]。

近年来，国内许多城市都在积极创造条件规划建设

综合管廊，特别是在规划和建设中的新区，如深圳中心区、安亭新镇、松江大学城、广州大学城、昆明呈贡新区、宁波东部新城、沈阳市浑南新城等几乎全部规划建设了综合管廊，上海、广州、济南、佳木斯、南京、厦门、大同、无锡等城市都已建成一定规模的地下综合管廊，技术已较为成熟、规模正逐渐扩大。通过建设地下管廊实现城市基础设施现代化，达到地下空间的合理开发利用已成为共识。在城市地下空间综合开发中整合规划建设综合管廊已成为明显的趋势。

2 几种明挖工艺对比与选择

2.1 几种明挖工艺介绍

目前施工现场普遍采用的是间断式挖掘运输工艺。间断式挖掘运输工艺：单斗挖掘机→自卸卡车→临时土料堆场。

紧凑型斗轮挖掘机明挖工艺可分为两种，分别为连续挖掘运输工艺和半连续挖掘运输工艺。连续挖掘运输工艺：斗轮挖掘机→可移置胶带机→移动伸缩堆料机→临时土料堆场；半连续挖掘运输工艺：斗轮挖掘机→自卸车→临时土料堆场^[2]。

2.2 紧凑型斗轮挖掘机与单斗挖掘机性能对比

现将500m³/h紧凑型斗轮挖掘机和斗容1m³的单斗挖掘机进行性能对比，如表1所示。

表1 紧凑型斗轮挖掘机和长臂单斗挖掘机性能比较

项目	500m ³ /h紧凑型斗轮挖掘机	1m ³ 斗容单斗挖掘机
台班土方量	2400立（松方）	500立（松方）
产品价格	约300万	约70万
工作位置及挖掘方式	基坑底部，上挖	道路一侧，下挖
单位切割力（kg/cm）	120	105
接地比压（kPa）	110	55
爬坡能力（度）	5.5	35

续表:

项目	500m ³ /h紧凑型斗轮挖掘机	1m ³ 斗容单斗挖掘机
卸料方式	依靠大倾角胶带机输送	依靠自身俯仰回转功能
功率(kW)	450	130
平均耗油量(L/h)	89.25	25.8

从表1可知,紧凑型斗轮挖掘机在生产能力、单位切割力、卸料方式方面较好,单斗挖掘机在产品价格、耗流量方面较好。在相同生产能力条件下,紧凑型斗轮挖

掘机设备价格大于单斗挖掘机,接地比压和爬坡能力与单斗挖掘机差距较大。

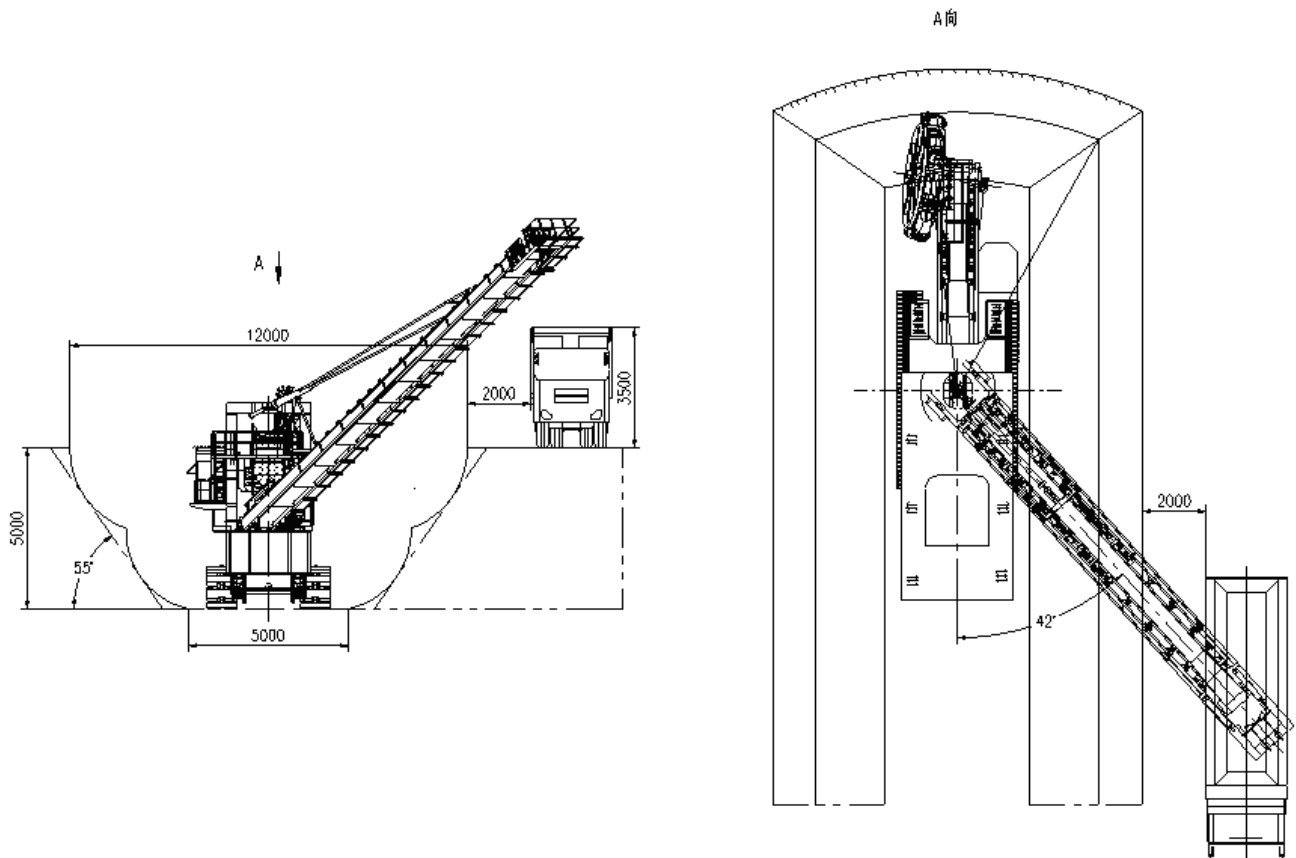


图1 紧凑型斗轮挖掘机半连续挖掘运输工艺

表2 几种不同工艺挖掘综合管廊比较

项目	连续工艺	半连续工艺	间断工艺
地层适应性	较差	一般	较好
劳动强度、施工环境及安全性	较好	一般	较差
施工速度	一般	较好	较差
施工质量	较好	较好	一般
施工灵活性	较差	一般	较好
环境影响	较好	一般	较差
设备成本	较高	较低	一般
维护成本	较低	较低	一般

从表2可知,半连续明挖工艺具有适应性强、施工效率高、挖掘质量好、灵活及成本低等诸多优点。

3 紧凑型斗轮挖掘机技术选型

综合管廊施工长度一般在几千米左右,斗轮挖掘机采用电力驱动方式,施工现场需提供380V电源点,在综合考虑设备的价格、装机功率、电缆压降等因素后,确定500米为一个施工单元。挖掘步骤为斗轮挖掘机行驶到基坑处→挖掘切口→逐步挖掘成一个近似梯形断面→采用垂直切削法挖掘断面。当挖掘方式采用下挖方式时,可以较好地保护坑道平面,采用较短的排料臂和普通带式输送机,但需要较长的挖掘臂,整机的重量和价格有较大的提升,而且影响设备的灵活性。因此挖掘切口采用下挖方式,挖掘断面采用上挖方式^[3]。

设计时采用两层垂直切削法,分层系数控制在0.65以

下,这样不仅可以减少履带装置的移动次数,增加斗轮自由切削角,降低基坑的下沉量,而且还能够极大地提高挖掘效率。当综合管廊断面为上宽下窄的梯形截面,由于受到基坑宽度的限制,斗轮臂架一侧极易与基坑侧边坡相撞,特别是采掘下分层时,工作斗轮装置的布置条件最为不利。为了避免这种情况发生,可以采取了以下措施:减小挖掘臂长、增大斗轮直径、减小切削层数、设置斗轮水平偏角为8~10度、采用内部式斗轮驱动。

为了让设备更轻、更灵活、更具有竞争性,排料臂长度不宜过长。以常规系统进行阐述:卡车装车高度约3.5m,管廊基坑深度5m,排料高度约7m。选用普通带式输送机,倾角16度,需要25m臂架,此种方案臂架过长;选用板式输送机,倾角可达到25度,需要18m臂架,重量约30t,此种方案重量过沉;选用波状挡边大倾角带式输送机,倾角可达到30~35度,需要15m臂架,重量约6.2吨。通过以上对比,采用波状挡边大倾角带式输送机较好。

紧凑型斗轮挖掘机一般具有两种动力形式,一种为柴油驱动,另一种为电力驱动。在大型露天矿领域普遍采用电力驱动,在散料输送、土石方工程中普遍采用柴油驱动。柴油驱动优点为设备易控制、适应环境地形能力强、无级变速;缺点为环境污染,国产配件不达标、价格较高(约3.5万~4万/吨)。电力驱动优点为设备易控制、环境无污染、国产配件达标、价格较低(本设备约2.8万/吨);缺点为需要额外提供电源、大距离行走时需要供电小车。混合动力(柴油发电机+电力)优点为设备易控制、环境无污染、国产配件达标、价格较低(约2.85万/吨),缺点为需要额外提供电源。通过以上优缺点对比,驱动方式采用混合动力,此种方式既能满足使用要求、保护环境,而且还能降低设备购买成本及维护成本^[4]。

紧凑型斗轮挖掘机在基坑的宽度范围内进行摆动取料,当运动到基坑的两侧时需要停止回转运动,然后反转再进行挖掘。为了提高卸料效率,可使每一循环的挖掘量与自卸卡车容量相匹配,当斗轮回转运动停止时,进行自卸卡车更换,实现自卸卡车换车环节的衔接。装车方案可为排料臂固定,移动卡车,卡车固定,回转排料臂^[5]。

4 紧凑型斗轮挖掘机客户分析及制约因素

明挖土方工程一般为建筑施工单位承接,这种客户属于自用型客户。该类型客户一般拥有运输车队,购买

斗轮挖掘机主要是为工程及运输车队配套。另一类客户主要以出租斗轮挖掘机为主,以收取斗轮挖掘机租赁费用为主要利润来源,此类型客户可以称为租赁型客户。以上两种客户为直接购买型。

紧凑型斗轮挖掘机在综合廊道明挖中存在的制约因素,一是此为新型工艺,目前国内范围内,紧凑型斗轮挖掘机还没有在综合廊道明挖中应用过,缺少施工实践经验;二是对综合廊道明挖施工要求及方法了解不深,缺少相关经验,不能够将紧凑型斗轮挖掘机很好地融入其中;三是价格因素,目前单斗挖掘机厂商大多可实现批量生产,价格便宜^[6]。

5 结束语

紧凑型斗轮挖掘机从降低设备成本和设备运行成本两方面着手,整机采用有限元分析,以减小自重,采用电液混合驱动设计,可极大降低设备运行、维修成本。为提高竞争力,紧凑型斗轮挖机需向小型化、灵活机动、良好适应性、易拆卸安装等方面发展。

随着我国城市规模的不断扩大,各种地下管线的总量十分庞大,由此引发了一系列影响城市可持续发展的地下管线安全问题。而城市地下综合管廊是一种现代化、集约化的城市基础设施,能充分利用地下空间资源、节约城市用地,便于管线增设、维修和管理。近年来,国家出台多项政策文件,大力支持地下综合管廊在全国范围内进行推广建设。

参考文献

- [1]董杰.积极推进城市综合管廊在市政基础设施建设中的推广与应用—现阶段我国地下综合管廊发展应用现状调查[J].混凝土世界.2014,(07)20.
- [2]徐匆匆,马向英,何江龙,刘晓丽.城市地下管线安全发展的现状、问题及解决办法[J].城市发展研究.2013,(10)10.
- [3]匡亚川,姜厉阳,刘胤虎,等.新型装配式双舱综合管廊节点的力学性能试验[J].工程科学学报.2021,(11).56
- [4]高攀科.城市地下综合管廊绿色施工技术研究[J].产业与科技论坛.2020,(16)98.
- [5]董迎健.绿色施工技术在城市地下综合管廊中的应用[J].市政技术.2020,(6)156.
- [6]徐晓丽.绿色施工技术在城市地下综合管廊中的应用框架[J].居舍.2021,(23).73-74.