



# 自动化集装箱码头综合管沟总体设计

舒开连, 刘洋

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290)

**摘要:** 针对港口室外管线工程在传统设计中存在占地广、开挖多、管道容易损坏、管线及沟井在后期维护性差等质量缺陷问题, 以及该方案会对自动化集装箱码头作业效率和人员安全造成严重影响的情况, 通过引入城市综合管廊“统一规划、统一建设、统一管理”的设计理念, 结合自动化集装箱码头堆场平面布置和管线分布的特点, 提出适用的港口综合管沟总体设计方案, 并通过工程案例验证。结果表明, 该方案可有效节约土地资源, 并且方便后期管理和维护。

**关键词:** 综合管沟; 集装箱码头; 总体布置

中图分类号: U 656.1+35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)10-0105-05

## General design of utility tunnel for automated container terminal

SHU Kai-lian, LIU Yang

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China)

**Abstract:** The quality defects exist in the traditional design of the port outdoor pipeline project, such as wide land occupation, much excavation, easy damage to pipelines, poor maintenance of pipelines and ditches and wells in the later stage. The traditional scheme will have a serious impact on the operation efficiency and personnel safety of the automatic container. We introduce the design concept of “unified planning, unified construction and unified management” of the urban utility tunnel, put forward the combining the characteristics of the layout and pipeline distribution of the storage yard of the automated container terminal general design scheme of the utility tunnel for the port combining with the characteristics of the layout and pipeline distribution of the storage yard of the automated container terminal, and verify the scheme by engineering cases. The results show that the proposed scheme can effectively save land resources, and it is also convenient for later management and maintenance.

**Keywords:** utility tunnel; automated container terminal; general layout

海港通常采用吹填形成陆域, 其具有造陆成本高、后期存在沉降的特点。港区内管线布置采用分散暗埋布置方式时, 不仅占用了宝贵的土地资源, 同时管线施工时开挖工程量也较大, 并且管道会因沉降发生损坏、漏水等现象, 增加了管线的管理和维护难度。另外对于自动化集装箱码头, 管线维修时需要人员进入自动化作业区并对道路、堆场进行开挖, 严重影响自动化作业效率和人员安全。因此, 如何合理地进行港区管网综合布线、提高土地利用率和港区运营管理水平是

港口工程的重要课题之一。

本文通过引入城市综合管廊“统一规划、统一建设、统一管理”的设计理念, 结合集装箱码头堆场平面布置和管线分布的特点, 提出适用于自动化集装箱码头的港口综合管沟总体布局。

### 1 港口综合管沟

城市综合管廊是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, 即在地下建造一个隧道空间, 将市政、电力、通讯、燃气、给排水

收稿日期: 2022-05-20

作者简介: 舒开连(1986—), 男, 高级工程师, 从事港口及航道工程咨询、设计及项目管理。

水等各种管线集于一体，设有专门的检修口、吊装口和监测系统。

港口工程可参考城市综合管廊的建设经验，设置适合港口场景的综合管沟。港口综合管沟是指建于港口地下用于容纳两类及以上港口工程管线的构筑物及附属设施。港口综合管沟将港区内主要管线统一布置在管沟内，可大幅节约管线占用的土地，同时避免了管线维修和扩容时的重复开挖。

以南方某集装箱码头<sup>[1]</sup>为例，电力电缆、通信电缆、给水管道、消防管道、污水管道(有压)采用现状的分散暗埋布置形式与综合管沟形式进行占地宽度对比，见图1。分散布置占地宽度约7.3 m，综合管沟占地宽度为3.4 m，综合管沟形式可减少约53%的占地。另外，港区内管线按分散布置，与采用综合管沟布置相比，开挖工程量基本相同，但在运营期综合管沟内的管线维修、更换、新增不需要二次开挖，大幅降低了管理和维护难度。

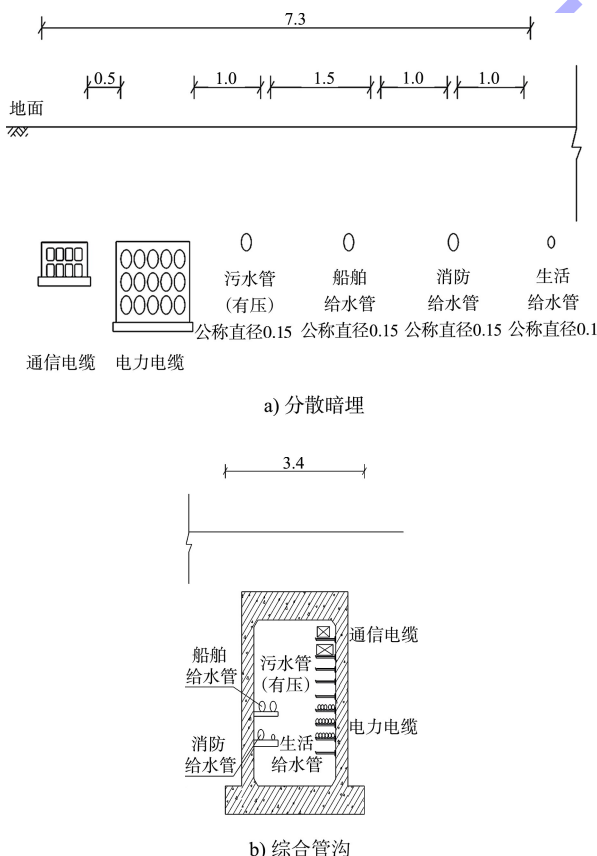


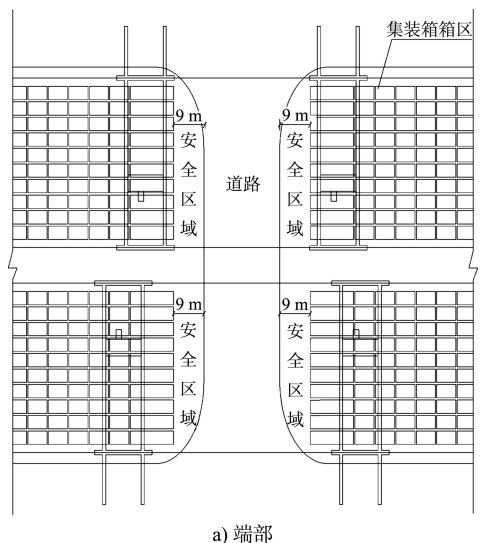
图1 管线不同布置形式的占地宽度对比 (单位: m)

由于管线不接触土壤和地下水，也避免了土壤对管线的腐蚀，延长了管线的使用寿命；另外综合管沟内管线布置实现了可视化，通过管线的远程监控可快速发现和定位问题管线的精确位置，减少管线损坏造成的资源浪费；并且通过设置相关感应和控制设施，实现综合管沟内管线的智能运营维护，提高港区智能化管理水平。因此港口综合管沟在港口工程中具有广阔的应用前景。

目前综合管沟在港口工程中的应用尚处于起步阶段，只有部分工程<sup>[2-3]</sup>在局部范围尝试使用，并未进行大范围应用。

## 2 自动化集装箱码头特点

自动化集装箱码头通常采用轨道吊进行堆场装卸作业。堆场布置时为保证轨道吊在装卸箱区端部最后一个集装箱时与车辆通行不产生交叉，箱区端部与道路之间需要预留安全区域见图2a)，宽度取9 m。箱区端部安全区域无集装箱堆存，车辆也不从中经过，故此区域可进行充分利用。另外，为保证轨道吊行走安全，箱区两侧的轨道与集卡作业车道之间也预留相应的安全区域见图2b)，宽度取2 m。箱区侧边安全区域没有布置设备或基础设施，也可进行充分利用。



a) 端部

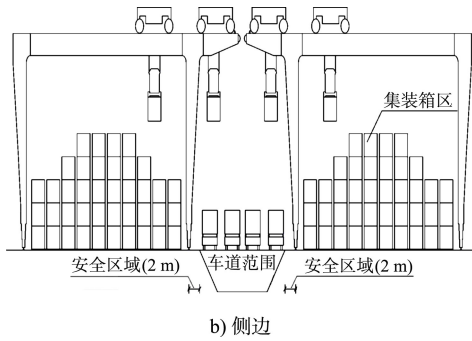


图2 箱区端部和侧边的安全区域

与城市管网系统相比,码头内管网种类、数量均较少,主要包括电力电缆、通信电缆、给水管道、消防管道、污水管道(有压)、排水管道。集装箱码头用电设备数量多,因此电力电缆的数量也较多,其他管线相对较少。集装箱堆场内设备、路网通常均匀布置,变电所、照明设施、监控设施、消防设施相应地也均匀布置在堆场内,因此电力电缆主要在变电所附近集中,通信电缆、消防管道也可随电力电缆进行布置。码头前沿作业均沿岸线方向,因此相应的电力电缆、通信电缆、给水管道、消防管道均沿岸线进行布置。另外通信电缆和消防管道通常需要满足环状布置要求。

集装箱码头在运营过程中随着业务量的增长需要增添新设备,相应地需要新增管线;另一方面,由于管材的老化或损坏,经常需要对管线尤其是对给水、消防管线进行维修、更换。自动化集装箱堆场属于自动化作业区,为保证作业效率和安全一般禁止人员进出,港区管线布置需要考虑提高运营期管线维修的便利性以及降低维修频次,从而减小维修影响范围。

因此,对于自动化集装箱码头,箱区端部和侧边的安全区域可设置综合管沟,将不同管线集中布置于管沟内,减少占用土地和开挖,避免陆域差异沉降对管道的损坏,并且后期扩容和维护不需要开挖路面,提高管线管理和维护水平,保证自动化区域正常生产作业和安全。

### 3 港口综合管沟总体布置

#### 3.1 港口综合管沟布置原则

1) 港口综合管沟的入沟管线主要根据管线的

数量、安全性、对管沟投资的影响等方面确定。根据集装箱码头不同管线的特点,港口综合管沟主要用于容纳电力电缆、通信电缆、给水管道、消防管道、污水管道(有压)等数量多且易于布置的管线。排水管道深度随沿程变化并且连通大海,若放入综合管沟,将增加综合管沟的断面尺寸,同时存在排水不及时或海水倒灌导致管沟内其他管道被淹的风险,故不放入管沟内。另外燃气管道的安全要求较高,并且在港区内数量较少,因此也不纳入综合管沟。

2) 港口综合管沟的组成根据港区管线布置的集中程度和管线种类确定。港口综合管沟可分为容纳多个种类且管线数量较多的干线管沟、容纳多个种类但管线数量较少的支线管沟,以及供管线进出管沟、人员出入、逃生、吊装的管沟节点。

3) 港口综合管沟宜充分利用相关安全区域进行布置,提高港区土地集约化利用水平。箱区端部安全区域宽度较大且靠近主要管线分布的位置,适宜布置干线管沟;箱区侧边安全区域宽度较小且管线数量较少,适宜布置支线管沟。

4) 管沟节点的布置主要根据管线分支的位置、人员安全出入的要求、不同管沟的衔接方式等确定。

5) 根据堆场不同区域的功能要求,港口综合管沟可采用箱涵结构和盖板结构两种不同的形式,箱区端部和侧边安全区域等没有设备通行的区域适宜采用盖板结构,道路、轨道等有设备通行的区域应采用箱涵结构。

#### 3.2 干线和支线管沟布置

干线管沟和支线管沟的布置主要根据安全区域宽度、管线的分布和数量、堆场布置形式等确定。干线管沟包括纵向和横向干线管沟,纵向管沟走向为从后方陆域至码头前沿,横向干线管沟走向平行岸线。

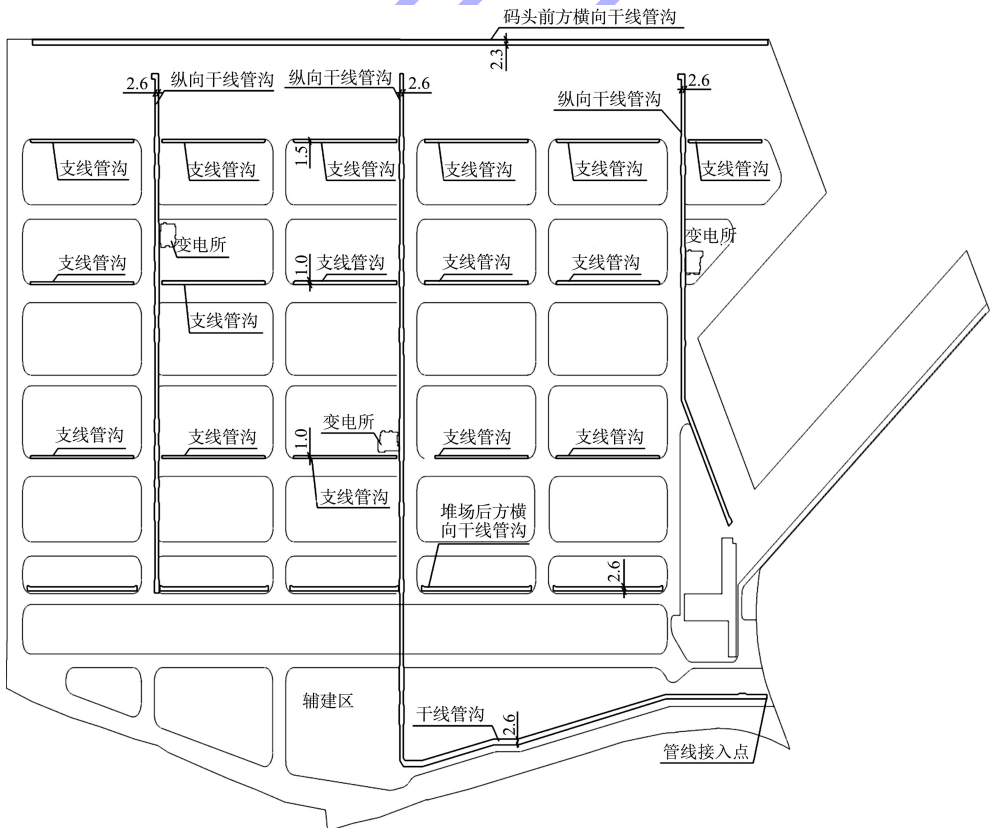
自动化集装箱码头管线中电力电缆数量较多,且主要集中在变电所附近,同时附近的通信电缆、给水管道、消防管道、污水管道(有压)也可同时布置在该区域内,因此纵向干线管沟宜

靠近变电所附近布置。堆场平行岸线布置时，纵向干线管沟布置在变电所附近的箱区端部安全区域，并且可与排水主通道并列布置，从而减少管沟和排水管道施工时的土方开挖；堆场垂直岸线布置时，纵向管沟布置于变电所附近的两个箱区之间。

横向干线管沟布置在码头前沿和堆场后方，实现主要管道的环状布置。码头前沿干线管沟布置在码头胸墙内。堆场平行岸线布置时，堆场后方干线管沟布置在箱区侧边安全区域；堆场垂直岸线布置时，堆场后方干线管沟布置在箱区端部安全区域。支线管沟布置在箱区侧边安全区域，并根据堆场照明设备和消防设施的覆盖范围间隔若干箱区。

以南方某集装箱码头为例，堆场采用平行岸线布置的形式，堆场内均匀布置3个变电所，箱

区端部安全区域宽度约9 m，箱区侧边安全区域宽度为2 m，见图2。干线管沟宽度2.0~2.6 m。该码头在3个变电所附近的箱区端部安全区域布置3条纵向干线管沟，宽度2.6 m；码头前沿横向干线管沟布置在胸墙内，宽度2.0~2.3 m；同时将堆场后方第2排箱区侧边安全区域加宽6.5 m用以布置高杆灯和堆场后方横向干线管沟，管沟宽度2.6 m。另外，该码头电力电缆、通信电缆、给水管道、消防管道、污水管道均从陆域东南角接入港内，因此接入点至辅建区沿道路边沿设置1条干线管沟，宽度2.6 m。支线管沟布置在箱区侧边安全区域，宽度1.0~1.5 m。高杆灯和消火栓覆盖范围约150 m，因此支线管沟间隔4个箱区布置。通过设置干线管沟和支线管沟，港区内管线入沟率达到60%以上。该码头干线和支线管沟布置见图3。



a) 平面布置

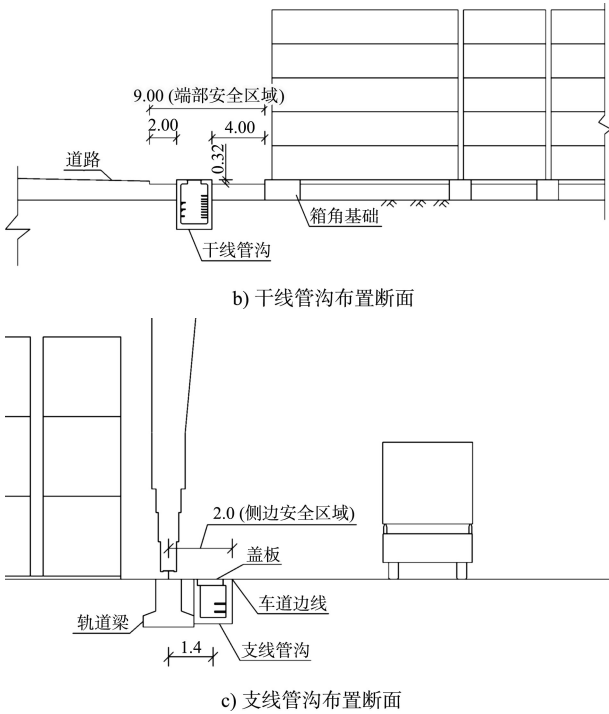


图 3 南方某集装箱码头干线和支线管沟布置 (单位: m)

### 3.3 管沟节点布置

综合管沟节点包括管线分支口、人员出入口、逃生口、吊装口等。根据码头特点, 港口综合管沟的人员出入口、逃生口、吊装口可统筹布置为安全口。对于数量较多、转角困难的管道在进出管沟的位置应设置管线分支口。安全口沿管沟布

置, 间距可参考《电力工程电缆设计标准》<sup>[4]</sup>, 不宜大于 75 m。

南方某集装箱码头的支线管沟与干线管沟连接处设置管线分支口满足管线转角和进出需求。同时干线管沟内在电力电缆进入轨道吊接电井的转角处也设置管线分支口。结合管沟的结构形式, 在箱涵段间隔 70~74 m 设置安全口, 其他安全口利用盖板段进行设置。

### 3.4 综合管沟结构形式

干线管沟与道路和轨道交叉时, 为保证车辆和堆场装卸设备的正常通行, 管沟采用箱涵形式布置在道路和轨道基础下方。另外管沟位于箱区端部安全区域、绿化带内等范围时, 不需要考虑车辆通行要求, 可采用盖板形式, 盖板顶高程应高于周边铺面或绿化带高程, 防止地表水进入管沟。支线管沟位于箱区侧边安全区域, 不需要考虑车辆通行要求, 采用盖板形式。

以南方某集装箱码头为例, 堆场内纵向干线管沟在道路和轨道附近区域采用箱涵结构并布置在道路下方, 在箱区端部安全区域内采用盖板形式并高于铺面 0.32 m, 盖板段间距约 48.00 m<sup>[5]</sup>, 满足安全口的布置要求, 见图 4。

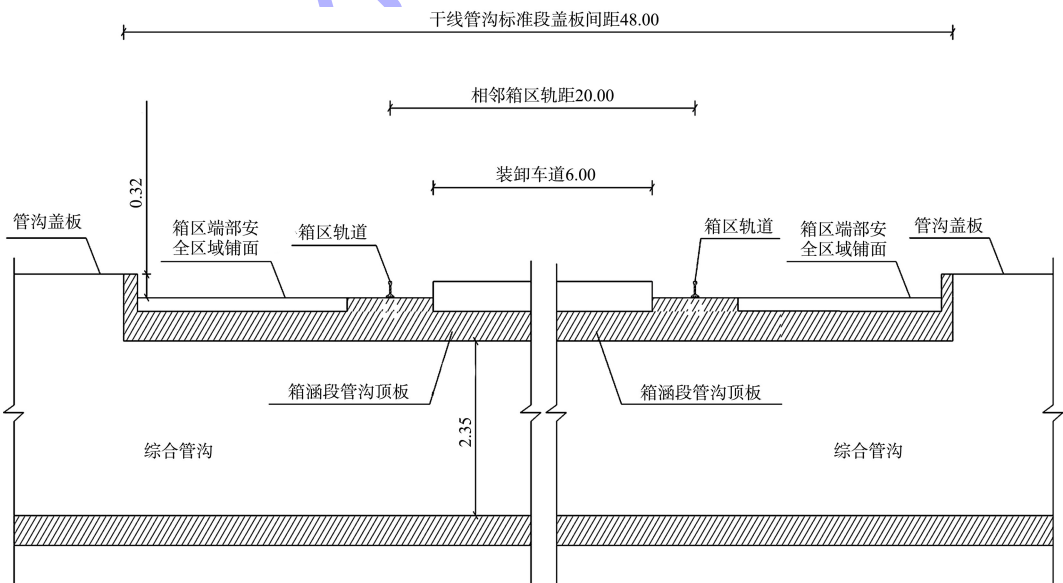


图 4 堆场内纵向干线管沟沿程不同管沟形式布置 (单位: m)