



# 港口通信解决方案

应用文集



# 序言

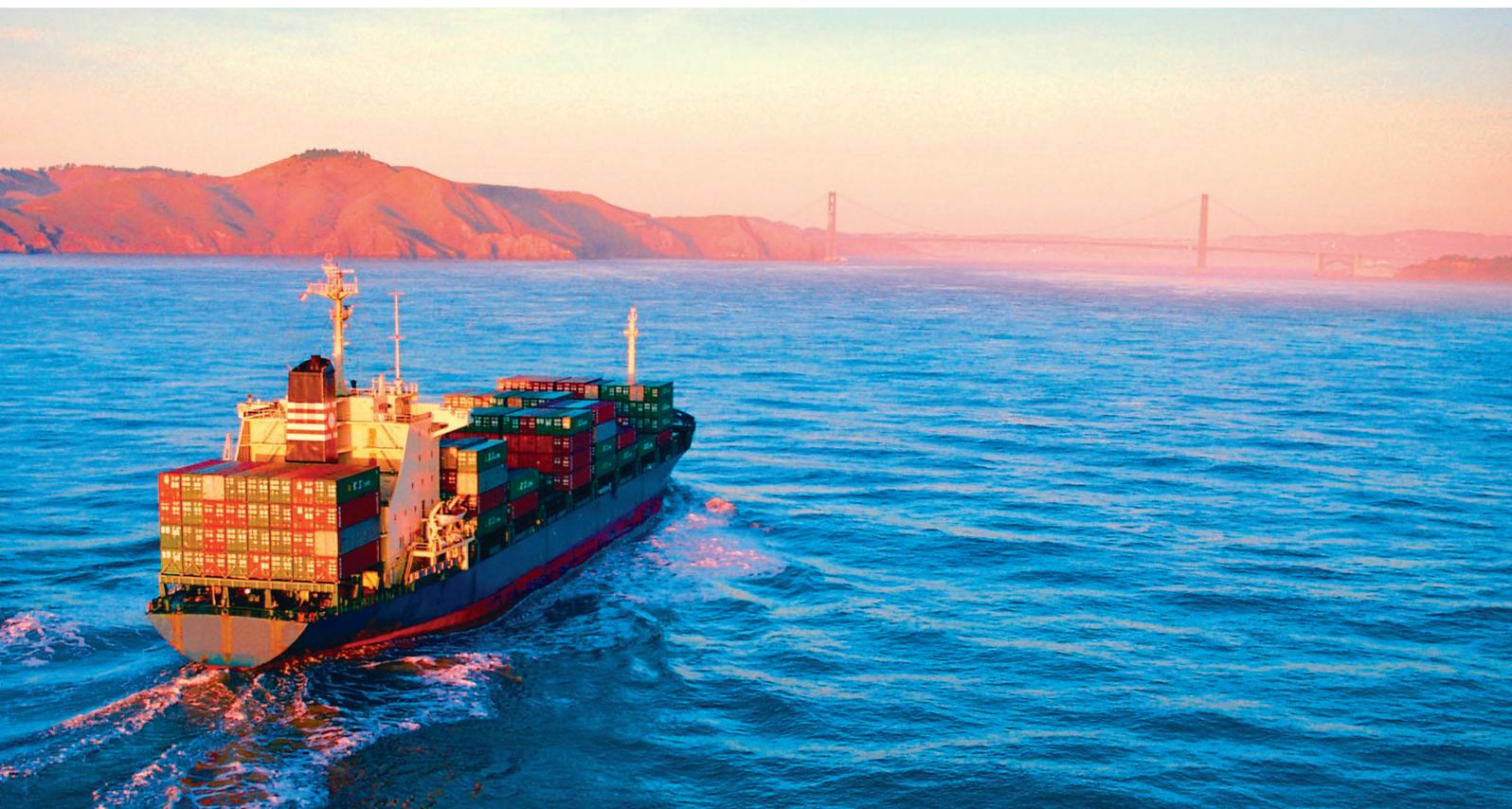


今天，中国的专网通信市场正在急速向前发展。随着技术的发展，如今的通信模式不仅限于语音，还拓展至数据应用领域。想象一下，有那么一天，借助现场第一应急响应者胸前的可穿戴式摄像头、事故区域上方盘旋的无人机以及热心市民通过社交媒体平台发回的照片和视频，警察将可通过佩戴的虚拟现实（VR）头显来模拟事件现场或整个指挥中心，实时部署工作。这听起来好像是《少数派报告》中的场景成为了现实，然而一切距离我们并不遥远。基于摩托罗拉系统DNA中传承的创新基因，我们旨在助力这一切成为现实。

尽管视觉图像拥有巨大魅力，我们也不应该忘记，语音通信始终是人们在发生危机时的本能行为。危急时刻人会本能地通过语音求助而不是通过拍照或者视频直播求助，基于语音的指挥调度仍然是港口、码头等行业的生产、运营的最重要的保障手段。有些人片面的认为LTE技术可以替代所有的专网通信技术，然而事实并非如此。本论文集中的一个个鲜活的案例充分说明基于TETRA技术的数字集群通信系统如何在港口作业中发挥巨大的作用。今天的数字集群通讯系统使得港口、码头作业的效率、安全、经济性均得到大幅提高，由于效率的提升进而减少码头装卸、运输设备作业等待时对柴油、电力的消耗，从而降低码头对能源的消耗。

我深信，如今行业用户拥有宏观思维，将从投入、运营、管理、维护和使用周期等多个纬度整体地考虑问题，而不是以单一角度进行选择。因此我们的角色已演变成为行业专家，不再是简单的提供仅仅局限于单一的技术、产品或服务，而是为用户提供定制化的融合解决方案和建议！

蒋浩  
董事长兼总裁  
摩托罗拉系统(中国)有限公司



## 目录

序言	1
港口安全运营的专用无线通信保障	3-5
从模拟到数字盐田港专网通信全面保障方案心得	6
宁波港专网通信的部署、运维与升级经验分享	7-8
烟台港模拟集群回顾及数字集群展望	9-10
TETRA 系统另苏州集装箱码头效率倍增	11
TETRA 助力营口港焕发活力	12-13
港口数字集群通信系统设计浅析	14-18
港口专业通信系统运维模式浅析	19-20

# 港口安全运营的专用无线通信保障

TETRA 和关键通信协会中国分会 副主席 陆锦华



## TETRA 是港口通信的安心之选

畅通、可靠、安全的专业无线通信解决方案是港口高效率和安全运营的一个重要因素。港口无线专网通信可供选择的技术包括 VHF/UHF 频段 DMR 技术、800MHz TETRA 数字集群技术、2.4GHz WLAN 技术和 1.8GHz LTE 等技术。窄带通信主要用于语音调度和应急通信需求，宽带通信主要应对港口无线数传接入业务需求。港口领导和通信运营管理部门需要针对其使用需求，选择适合使用的无线通信技术，获得相应的解决方案。

我国主要港口分布在从东北到西南的沿海地带，这些港口处于中国经济交流最频繁的地方，带动周边经济发展，辐射广大沿海和内陆省份，具有极为重要的作用。分布在不同地方的港口，无线通信系统运行在春夏秋冬各种严苛的气候条件下，无线通信的畅通对港口运行的重要性越来越高。港口行业的用户希望其使用的专用无线通信网络具有高可用度的弹性 (resilience) 和通信安全性。

“安全、效益、清洁”是全球港口界的共同追求，涉外港口还需要符合新形势下有关国际规则。今天，大多数港区建设的无线电通信系统，从港口运营管理和平安港口的角度看，依然非常碎片化，未能实现投资效益最大化。投资建设新的无线通信系统与既有的港口信息通信基础

设施集成，必定能够提高港口运营效率和安全水平。大型港口统一建设调度指挥无线通信系统，使港口运营管理指挥通信手段升级，对提高港口的安全、提升整体生产效率是一笔划得来的投资。

港口通过能力取决于港口各个生产要素能否合理利用，任何一个作业系统发生“瓶颈”现象，都将抑制港口的通过能力。港口专用无线通信是保障港口各个作业系统协调运行的神经中枢，毫无疑问，港口专用通信属于关键型通信的范畴。对于 24 小时不停顿运营码头，其专用无线通信与其他行业的不同就是保持无线通信通畅是首要要求。因此，应选择稳定、可靠、经过实践证实的无线通信技术。

可靠的港口无线通信系统对于保障港口装卸作业系统、存储分运作业系统、集疏运系统和信息与商务系统的通过能力，确保操作人员和资产安全至关重要。从港口合规性监管要求，到港口货物装卸储运，选择值得信赖的无线通信解决方案供应商，并从中获得功能强大运行可靠的无线通信解决方案，是港口平稳运营的一个基本保障。

国内外大型港口的实践证明，TETRA 是港口无线通信的安心之选。

## TETRA 安全性高、可用性高

无线通信系统的灵活性和丰富的业务能力，适应不断变化的港口条件，是港口建设和维护无线通信系统的重心。除了通信可靠以外，安全通信是港口通信的另一个主要诉求。近年来国内外港口发生造成重大社会影响的安全事故是这一需求的充分佐证。在石油天然气码头、危险品码头，港口都规定使用本质安全的防爆型手台，以确保不会有火灾爆炸危险。

目前不少码头还在使用常规对讲机，由于种种原因常规对讲机非常容易遭受非法使用频率的干扰，特别是作业线多的大型港口，无线电干扰不时发生，对港口的安全操作带来了重大隐患。港口无线电使用环境十分复杂，操作人员分布在码头、甲板、吊机、拖车、泊位、堆场、甚至船舱内，无线电通信系统设备的覆盖能力也是对通信网设计和工程的一个挑战。

港口对无线通信系统通信弹性（或叫恢复能力，resilience）要求和安全一样至关重要。港口行业与其他行业的一个重要区别是运营操作环境更加复杂，它对无线通信系统的弹性和可靠性提出很大挑战。

有的港口建设了覆盖整个港区的大型数字集群 TETRA 系统，这样做的好处是在整个港区实现统一指挥调度，为港口常态运营和突发事件应急处置提供一张安全可靠的无线通信网络，并且避免了无线通信的干扰。实践证明，TETRA 是迄今为止指挥调度功能最强大、可靠性最高、最成熟的窄带数字集群无线通信技术。无线电网络覆盖一个大的港区地理区域，夏天气候炎热、高温多雨，冬季寒冷冰冻。这样一个严苛的环境需要可靠的、稳定的、安全的产品。

港口的生产操作正在向自动化发展，对数据通信的安全可靠要求更加依赖。没有一个强大的数据通信网络，港口内部的自动化效率将难以为继。TETRA TEDS 的一个载波能够提供稳定的约 90kbps（230kbps 峰值）可用速率，2 个载波能够提供 180kbps 的可用速率。

港口的数据无线电通信应用，要仔细考虑一系列作业系统的需求。无线电通信能够提供语音、数据、图像和视频服务。为了应对港口复杂的使用环境条件，包括台风、海浪、盐雾等恶劣气候，粉尘、危险品等，为了应对多种业务复杂的优先级需求，无线电通信解决方案应该能够应对基于挑战性的无线电传输环境，具有弹性以应对港口通信环境的复杂性。

4G/LTE 技术是实现无线数传的新技术，也能够实现语音组呼的功能。在专网行业无线通信看来，着眼行业应用的需求，把 LTE 技术从商用通信移植到行业专网通信中来，还需要补充更多的功能特性。现有基于 LTE 技术发展起来的系统设备，还不能达到港口对通信功能和可用性的要求。根据国际 TCCA/CCBG 和 3GPP 组织的标准制定进程，关键通信 LTE (MC-LTE) 标准正在逐步演进，其针对行业用户的需求（宽带数据以外的需求）对焦 TETRA。

2016 年，国际 3GPP 组织颁布了 LTE 的 R13 标准，对 MC-LTE 语音业务提出了第一版技术要求，随后的 R14、R15 版本还将陆续制定发布，以期逐步达到比肩 TETRA 的要求。





## 港口无线通信系统的运维

港口的通信网络，无论是计算机通信网络、有线通信网络或者无线通信网络，都要求高安全性。通信的可靠性对于所有现代网络来说都是必不可少的，用户期望的不仅是可靠的无线设备，而且是设计合理的网络，以及本地化的支持和维护。无线网络的总预算通常包括安装和维护在内的所有方面。港口对通信的要求越重要，就越需要对通信投入。

对港口通信公司而言，用户对通信安全可靠的高要求意味着通信网络的高风险。事实上，大多数企业无线通信都要求安全性和准确性，而不同企业之间的区别在于通信故障不能满足这些要求时所带来的后果的严重程度。由于港口业务的高风险，无线通信产品性能是港口通信的痛点。

在任何行业时间就是金钱，港口也不例外。港口无线通信不仅是提供一套数字集群通信系统设备，而且还包括系统设备的可靠性配置、链路可靠性方案、通信的恢复方案、辅助设施例如电源和空调的可靠性方案。整体解决方案的品质将影响港口最终用户得到服务的质量，这是一个系统工程，通信故障将直接影响港口运营的安全，给港口带来巨大的运营损失。一个设计良好的港口无线通信系统，必须考虑各种可能发生的故障对港口运营带来的影响。为整体通信解决方案设计故障降级使用、故障冗余与备份解决方案，否则将造成港口生产效益的严重损失。投资无线通信系统，并给予辅助系统足够的重视和投入十分必要。

有的港口最终用户自建和自维专用无线通信系统，但更多港口通信委托港口通信公司承担通信管理和维护。

港口通信专业公司具有专网通信的经验和专门知识，购买、提供和维护港口无线通信专网，通过服务协议与各个码头签署服务合同，承担港口通信的责任和风险，保障港口最终用户的服务水平。

现代无线通信系统技术复杂，应用软件也越来越多，保障系统以优化的性能运行，同时确保网络安全至关重要。为实现这个目标，紧跟技术升级的步伐快速更新操作系统是个严峻的挑战。与IT行业类似，现代数字集群和宽带无线通信网络需要通过软件维护来实现，有时还需要硬件升级。

从设备支持方案、基础保障、强化型服务方案、高级优化方案，TETRA厂商应该为港口客户提供多种服务选择，帮助用户以较少的人员管理和维护系统设备成本实现系统技术状态保持稳定可靠和高水平。

# 从模拟到数字 盐田港专网通信全面保障方案心得

深圳市盐田港通信有限公司 副总经理 李慧斌

首先感谢烟台港，感谢摩托罗拉系统公司组织这次会议，让咱们港口的同行有一次很好的交流学习的机会。

下面我介绍一下盐田港的情况，盐田港在1996年以前全部使用450M常规对讲机，在1996年上线了一套摩托罗拉模拟集群通信系统 Smart Net，大约在96年底完成了采购、安装、调试开通，第一期是8信道，包括了1个控制信道和7个话音信道，以及300部用户机。从1996年至2005年这段时间是盐田港发展最快的几年，我们的模拟系统也逐年扩容，到2005年，用户机增加到1400部，系统扩容至28信道，这是模拟集群的最大容量，系统已经无法扩容了。当时每天操作高峰时段呼叫都会出现长时间、大量的排队，每天下午4点，交接班时都会持续性的有10多个，甚至20多个的排队，并会持续较长时间，所以我们是把模拟集群用到极限了。换句话说，也可以说当时模拟集群系统已经无法满足我们盐田港生产调度的需求了。因此将系统更新为数字集群是必然的选择。

2005年全球集装箱吞吐量最大的港口还是新加坡、香港，国内最大的上海港排全球第三，我们盐田港全球第四。当时新加坡港、香港 HIT 都上了带控制中心 MSO 的 TETRA 系统，香港现代货柜码头和上海港也上了单基站的数字集群系统，全部是摩托罗拉的 TETRA 系统。我们盐田港从1996年开始做模拟系统，已经跟摩托合作了10年，我们发现摩托罗拉的售后服务团队非常稳定，广州、上海、香港的工程师认识了10年的，都还在，这些工程师水平很高，服务也很好，我们感觉有这些工程师做我们的技术支持，让我们很放心，加上摩托罗拉的设备也非常稳定。在这些背景之下，我们不可能选择其它的品牌，因此，我们06年上线了1套摩托罗拉 TETRA 系统，第一期包括了1套5.2版本的MSO加1套8BR的EBTS基站。之后的一段时间模拟数字混合使用了一段时间作为过渡，后来又陆续增加了1套8BR基站和1套6BR基站，到现在目前是1套MSO,3个EBTS基站，用户机数量大约1800部，基本上饱和了，近几年用户增加很少。

我们的3个基站的覆盖范围是一样的，就是盐田港区，摩托罗拉 TETRA 有个功能叫做：以通话组定义基站，我们利用这个功能将1800个用户比较平均地分配到2个基站，3号基站作为备用基站，这样整个系统运行非常轻松，每天系统总负荷大约20-30%，基本没有出现排队的情况。

因为摩托罗拉认为我们系统维护做的比较好，所以让我来分享一下经验，其实摩托的设备本身是相当稳定的，维护工作最重要的就是把环境做好，环境好了，故障就会非常少。

首先建设的时候要把防雷、接地做好，我们盐田港的机房是按照专业通信机房建造的，联合接地电阻0.8欧。楼顶的避雷针、避雷带也做得很好，可以有效地保护天馈线系统。

日常维护，我们认为最重要的是保持机房的温度、湿度、供电。

我们95年建设模拟集群时买了2台里波特空调，50多万1台，给400平方的机房提供恒温、恒湿的空调，这空调效果很好，但是用电量超大，早就弃用了。现在数字集群一个机房大约20平方就够了，我们每个机房放了3台普通的柜式空调，常年保持机房温度在18-19度。空调本身是有抽湿作用的，在雨季，空气本身湿度较大，机房内空气湿度自然保持在50%-60%，到秋冬季节，空气湿度小，如不加湿，机房湿度会降到20%左右，如此干燥，很容易产生静电，特别在维护操作时有风险，因此我们会用加湿器增加湿度，把机房湿度控制在40-60%之间。

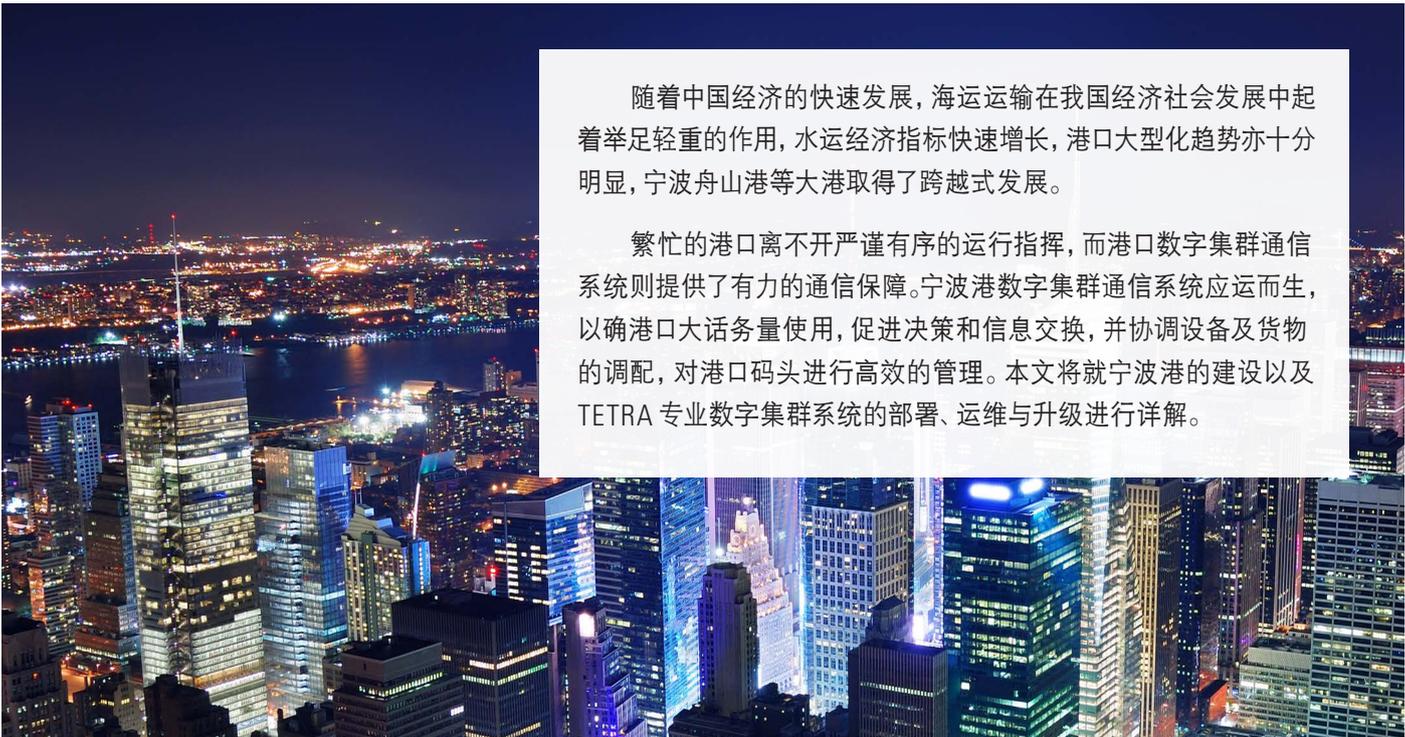
再说一下供电，现在大家都用UPS，但UPS也有可能出问题，我们出过一次比较大的事故，就是UPS的问题，当时我们使用的是美国原装进口的APC电源，比国产电源贵很多，之所以选这个贵得，是希望它稳定可靠，但是偏偏是这个电源出问题，有一天突然爆机了，整个UPS没有输出了，整个系统掉了，原因是电源正负极的两块板距离太近，击穿了，这个是产品的设计缺陷造成的，它们自己也确认了这个缺陷，并且改进了产品。还好当时是中午，大家都在，马上把系统设备接入到墙上的市电，系统重启后恢复了，但是系统非正常关机带来一些不稳定性，虽然我们购买了摩托的系统保修，摩托工程师还是花了比较长的时间才把整个系统软件调整好。吸取这次教训，我们后来又增加了一套UPS，把系统的供电做成了双回路，具体接线方法就不细说了，现在的情况是就算一个UPS彻底宕机，我们的系统供电不受任何影响。

另外，我们根据自己系统的特点和实际情况，制定了一系列的维护保养计划和措施，包括日检、周检、月检、季检、年检等，比较繁琐，在此就不详细说了，但是我们认为维护核心还是机房环境和供电，只要把这些基础工作做好，系统的故障就会非常少。

在此，也欢迎各位同行有时间到盐田港来参观指导，沟通交流，谢谢大家！

# 宁波港专网通信的部署 运维与升级经验分享

宁波港信息通信有限公司 技术部主管 朱力



随着中国经济的快速发展，海运运输在我国经济社会发展中起着举足轻重的作用，水运经济指标快速增长，港口大型化趋势亦十分明显，宁波舟山港等大港取得了跨越式发展。

繁忙的港口离不开严谨有序的运行指挥，而港口数字集群通信系统则提供了有力的通信保障。宁波港数字集群通信系统应运而生，以确港口大话务量使用，促进决策和信息交换，并协调设备及货物的调配，对港口码头进行高效的管理。本文将就宁波港的建设以及 TETRA 专业数字集群系统的部署、运维与升级进行详解。

## 打造一流的宁波舟山港

宁波舟山港于 2015 年 9 月 29 日正式挂牌成立，由原来宁波港和舟山港合并而成。该港是我国大陆重要的集装箱远洋干线港，国内最大的铁矿石中转基地和原油转运基地，国内重要的液体化工储运基地和华东地区重要的煤炭、粮食储运基地，是国家的主枢纽港之一。2015 年，宁波舟山港货物吞吐量达到 8.89 亿吨，连续 7 年位居世界港口第 1 位；集装箱吞吐量首次突破 2000 万标箱，排名跃居世界港口第 4 位。在我国提出“一带一路”，“长江经济带”新的历史机遇期，港口力图加快推进创新突破，提出全力打造四个一流，全球一流的现代化枢纽港、全球一流的航运服务基地、全球一流的大宗商品储备交易加工基地、全球一流的港口运营集团。打造一流离不开信息化的支持，港口目前对信息化、通信系统的建设非常重视。

## 不断演进的数字集群系统

宁波舟山港使用专业无线通信的历史很悠久，自港口开埠以来就使用常规模拟对讲机，随后部署模拟集群 SmartZone 和数字集群 iDEN，直至现在的 TETRA 系统和 MOTOTRBO 数字对讲系统，港口基本都是使用摩托罗拉系统的产品。其中 TETRA 系统建设始于 2009 年，最初为满足金塘港区新建码头的业务需要建设一个 TETRA 单站，随后逐步建设了 TETRA MSO 和其它基站。到今年为止，我们部署了 6 套基站和 1 套交换中心 MSO，网内配有各种终端 2500 余套。其中配置了 300 多个通话组，一般是一个集装箱码头配置约 40-50 个通话组，每月组呼时长约在几千小时左右，每月组呼次数约在 300-400 万次。

## 全方位的系统维护保障

宁波舟山港应用 TETRA 系统在调度指挥、应急通信、操作保障等港口生产的方方面面发挥了重要的作用，系统的日常维护也至关重要。为此我们特委托摩托罗拉系统对交换中心、基站等设备进行日常巡检、维护等。今年宁波舟山港出于对维护长期性、费用等方面的整体考量，与摩托罗拉系统签订了三年长期的维护合同，每年进行费用定期结算。

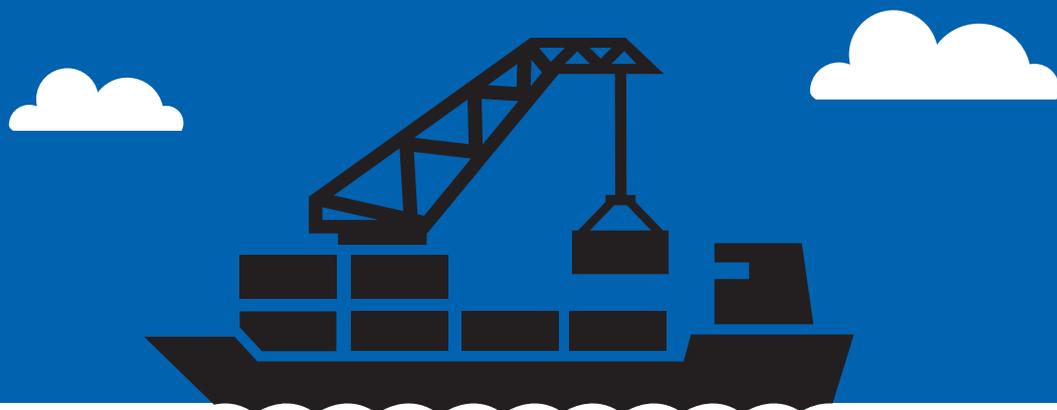
为了与其他计算机通信技术同步发展，数字集群系统版本也会不断升级。港口希望摩托罗拉系统能进一步针对宁波港的需求，做好加强对系统既有旧版本以及 MTP3150 新款终端编程等的技术支持服务，保障宁波港口通信的传承性和先进性。

## 着眼未来发展的新布局

为更好地服务于港口的生产，我结合港区的现状就未来专网通信的发展提出两条创造性地下一步工作建议。

第一是在传统语音业务板块如何做好老旧对讲机的“模转数”工作。模拟对讲机设备型号核准证书有效期至 2017 年底，目前使用老旧模拟常规对讲机的北仑港区、镇海港区等区域有意愿升级使用数字对讲机，但采用何种制式还在考虑之中。一个选择是继续扩大使用 TETRA 系统，另一个选项是建设 MOTOTRBO 数字对讲系统。在港口生产中，集装箱作业和散货、矿石作业的流程不尽相同，对语音对讲的要求也不相一致，所以还需根据码头工况、作业流程、成本费用等多方面进行综合考虑，以便选择契合码头语音通信需求的手段。与此同时如何有效地组织开展如此大批量的更换或升级系统也是需要重点考虑的方面。此外，舟山码头的对讲机使用管理也需要不断提升。

第二是积极研究试验宽带系统融合的发展。4G LTE 专网应用目前来看相对成熟，各个码头也有比较成功的应用案例，我们会在这些方面做出尝试，从港口业务应用的各方面着手，慎重研究 LTE 在港口应用的适用性。



# 烟台港模拟集群回顾 及数字集群展望

烟台海港信息通信有限公司 系统信息部经理 尚天罡

尊敬的各位来宾，大家下午好。欢迎沿海港口的领导、同仁来到烟台，感谢摩托罗拉系统举办此次研讨会，为大家提供一个沟通交流的平台。希望大家在烟台度过一个愉快而收获满满的周末。

下面由我介绍一下烟台港集群调度系统的建设和使用情况。

烟台港于 1994 年 10 月开通了 800M 模拟集群调度系统，到今天 2016 年 11 月，已经运行了整整 22 年。这套摩托罗拉模拟集群调度系统为烟台港的装卸生产与港口建设立下了汗马功劳，我作为参与安装、维护的人员之一，对他有着深厚的感情。

上世纪 90 年代，烟台港芝罘湾港区进行西港池建设，我港选用了摩托罗拉 800M 模拟集群 10 信道系统作为配套的无线调度系统。1994 年 9 月开始安装，我们安装人员昼夜奋战，安装工作包括机房设备安装和在 84 米高铁塔上安装“大炮筒”天线等内容，当年 10 月就完成安装并开通运行。

有了这套设备，原来港口生产用的常规对讲机噪音大、距离近的毛病消除了，新的集群调度系统通话稳定、清晰、传输距离远，得到了一线职工的好评，迅速发展到了 500 多个用户。我们港的无线调度系统达到了当时国内先进水平。

1997 年，烟台市第一次 APEC 博览会上，烟台港摩托罗拉 800M 模拟集群为会议方提供了可靠的调度服务，得到了烟台市委的认可。

1998 年，烟台港首次将 800M 集群系统和 GPS 信号结合起来，利用我港自己开发的电子地图创建了烟台市 120 急救定位调度系统。

1998 年开始，烟台港陆续把 10 信道集群系统增容到 20 信道系统；购置了一套 5 信道系统，两套 3 信道系统和多个单站，分别安装在招远罗山、蓬莱雨山、栖霞牙山、海阳跑马岭、昆嵛山、岱王石等地。分别为招远市交警、烟台市林业警察、烟台市烟草专卖局、烟台市 120 急救中心、烟台市各银行押钞车等烟台港外单位使用。当年我港这套集群调度系统港外用户和港内用户数量相当，在烟台港开创了通信专用网络服务社会用户的先例。

90 年代，烟台市民家中办喜事，为能借到一组烟台港的“对讲机”，提供家庭到车队及酒店之间的可靠通讯联系而感到自豪。

一套通信系统能连续使用 22 年，足以说明这套系统本身的安全可靠，也说明维护人员对其有良好的使用操作与维护，更是与摩托罗拉公司、维信通广公司的技术支持密不可分。每逢系统安装、调试，厂方的工程师们必定参与其中，一丝不苟，从每一个焊点，每一根线头开始，每一步都精心操作。印象深刻的 1994 年安装，厂方的工程师亲自上阵指导我们上 84 米高的铁塔上安装天线放大器，封堵天馈线头。开通后，厂方工程师和我们维护人员保持 7x24 小时联系，系统运行当中异常变化都能在第一时间得到厂方工程师的指导，很好地保证了港口生产。

我们不会忘记和厂方工程师们深夜在机房工作的情景，也不会忘记和厂方工程师在机房中和衣而眠的时刻。正是有了这些工程师们辛勤的工作，才使得这套 800M 集群系统能连续工作了 22 年。

2000年，我们完成了主系统中控器的备份，在中控器发生故障时5分钟之内就能切换至备用服务器，保证了这套800M集群系统工作的连续性，得到了港口使用人员的赞扬。

2009年西港区准备试生产，我们用多余设备组建了一套5信道集群调度系统，花小钱办了大事。它承担着液化码头的生产调度任务，这方便可靠的集群调度系统提高了作业效率提高了职工的信心，提高了港口的地位，满足了西港区试生产的需要。

800M集群系统维护、终端维修下移，培养基层的维修力量，摩托罗拉和维信通广公司想到了，也做到了。我们这些经过公司培训的800M集群系统设备维护人员，都能在岗位上胜任工作，得到了公司领导和同事的认可。感谢摩托罗拉公司，感谢维信通广公司。

日月更替，设备更新，如今，烟台港已经与摩托罗拉公司和维信通广公司有了新的合作。

根据信息产业部“关于800M集群频率使用管理有关事项的通知”，要求逐步停用800M模拟集群网。2011年底，我们在芝罘湾港区建设完成了烟台港首套两载频数字集群系统。新的摩托罗拉数字集群系统采用了TETRA制式，使用两个频点提供了8个信道的通话容量，高度集成化的设备仅仅使用了一个机柜，就可以代替原有的模拟集群中控柜、合路器和信道机等大半个机房的设备，节省了大量的空间和能耗。

2012年的春天，数字集群基站正式投入运行，我们迎来了烟台港800M数字集群的第一批用户——烟台港矿石码头公司。在矿石码头公司用户对数字集群的逐步使用和熟悉下，顺利完成了由模拟集群终端向数字集群终端的过渡。

2015年9月，为满足烟台港集团公司应急通信的需求，我们在西港区液化码头和西港区一期工程码头分别建设了一套800M数字集群基站，在芝罘湾港区机房建设了数字集群交换中心，通过港区之间传输系统提供的2M链路将交换中心分别与芝罘湾港区、西港区液化、西港区一期工程的数字基站相连，完成了芝罘湾港区、西港区液化和西港区一期工程基站的互联互通。同时将芝罘湾港区的数字集群基站进行扩容，为烟台港集群用户由模拟向数字的整体过渡做好了准备。

2016年10月份，我们在西港区30万吨原油码头完成了数字集群直放站建设，解决了30万吨原油码头的集群覆盖问题。

在烟台港集群用户由模拟向数字过渡的过程中，我们得到了集团公司技术处、联合港埠公司、矿石码头公司、集装箱码头公司、客运滚装公司、西港通用码头公司、国际集装箱码头公司等的大力支持，在此对他们的支持表示感谢。

到今天，我们完成了烟台港模拟集群用户向数字集群的过渡。在烟台港通信机房默默无闻运行了22年的摩托罗拉模拟集群系统终于完成了它的使命，光荣退休。

22年来，我们在摩托罗拉和维信通广公司的帮助下，用上了世界先进的集群调度系统，这可靠的800M调度系统圆了烟台港人的无线调度梦，实现了我们这些通信人的梦想。我们在有限的职场生涯中，为使用到摩托罗拉先进的通信系统而自豪，为维信通广公司的大力支持而叫好。

祝我们的合作更加美好，更加长久。让我们携手为港口的生产建设和信息化服务共同努力，创造更加美好的明天！



# TETRA系统另苏州集装箱码头效率倍增

苏州现代货箱码头有限公司 工程技术部 设施组 肖旭东

苏州现代货箱码头有限公司(SMTL)位于江苏省东南部,东临长江、南依上海、西接苏州,处于长江三角洲经济开发的前沿。码头占地86.8万平方米,岸线长度1100米,可以同时停靠2个2万吨级集装箱船型,2个5万吨级集装箱船型。

随着硬件设施改造的初步完成,对码头智能化改造提上议程,苏州现代货箱本着“先行先试,争创区域第一”的理念,率先完成了智能化码头第一步——800MHz TETRA 数字集群通讯系统的建设。项目的完成使码头作业的效率、安全、经济性均得到大幅提高,其中效率的提高大大减少码头装卸、运输设备作业等待时对柴油、电力的消耗,从而降低码头对能源的消耗。

集装箱码头作业是现代物流高效作业的重要一环,涉及车、船、港、海关、边检、货代等方面;在港内作业方面,数量庞大的信息需及时通畅传输,各种机械的交叉作业,使得码头交通安全面临巨大考验;要达到各工种协调配合,装卸作业井然有序,高效便捷的通信必不可少。码头区域范围广,纵观码头发展经验,无线通信是码头实现信息传输的有效手段。

然而,经过近6年的使用,码头现有的iDEN对讲系统的技术劣势显现得越来越明显,具体表现为:

- 1) iDEN 对讲机比数字对讲机用户容量要小,语音没有数字对讲机清楚,只能实现简单的数据功能。而且只有15个频道选择,无法满足同时多对讲需要,影响码头效率。
- 2) 随着设备的不断老化,iDEN 基站抗干扰能力下降,系统不断出现掉话、信号串扰、无法正常换组等故障现象。严重影响了港口码头正常的生产作业。
- 3) 终端维修率较高,市场配件价格较高且供给量小。
- 4) 另一方面,电台终端由于长期在港口潮湿的环境下工作,损坏率相当高,也已经到了淘汰的阶段。

经过市场调研,多种方案对比,在公司领导层大力支持下,公司斥资257万元,引入800MHz TETRA 数字集群通讯系统。作为项目主要负责人,从项目评审、设计规划、方案确定、费用预算、项目招标、安装调试、直至项目圆满运行。新系统对比原模拟系统语音清晰、接收通话信号稳定;不仅

能实现模拟对讲机基本业务:单呼、组呼等功能,还具有调度台核查呼叫、区域选择、接入优先、优先呼叫、迟后进入、预占优先呼叫、侦听、动态重组、监听等补充业务。也就是说,数字集群对讲机可提供更丰富的业务种类、更好的业务质量、更好的保密特性、更好的连接性和更高的频谱效率。从而大大提高了码头生产作业效率。

TETRA 数字通讯系统的引进大大提升了码头效率,效率的提升减少了油、电等能源的消耗。

生产作业方面:岸桥(QC)、场桥(ERTG)、流动机械大规模作业时指挥手和设备配合、设备与设备的配合,由于没有了原先对讲频道数量有限的制约,大大提高了效率,减少了待机等待作业时的油量和电量消耗。

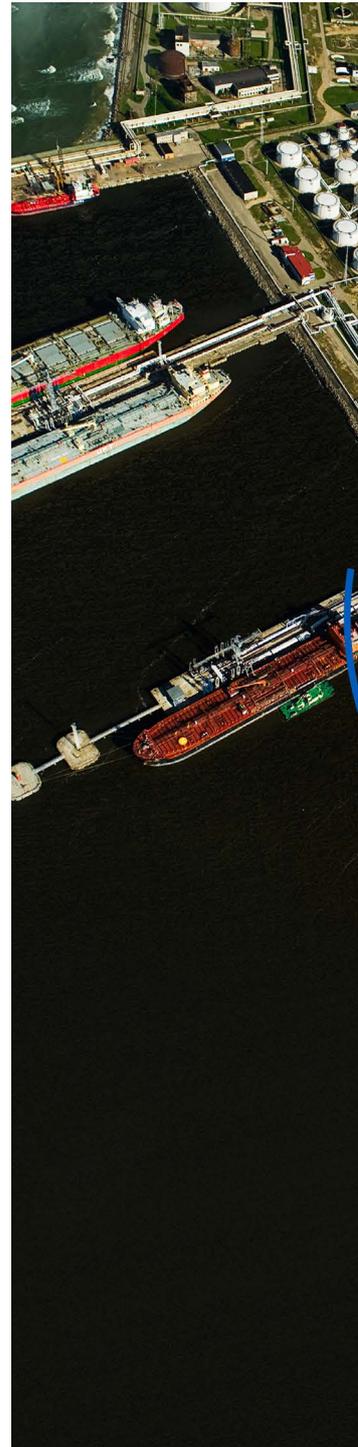
场内交通方面:随着新系统的引进,集卡调度更为流畅迅速,杜绝了以前集卡等待提箱和大量积压在闸口的可能,减少了柴油的消耗。

项目间接节省能耗节省资金的同时,降低了二氧化碳、硫化物、氮氧化物的排放,减少了作业对环境的污染。同时苏州现代货箱码头有限公司的“先行先试、争创区域第一”的理念,也会带动周边码头对环境保护的重视。

该项目的成功实施,使我司荣获2013年太仓港节能减排专项奖励,奖励资金20万元。

我国工信部推荐TETRA系统作为通讯行业标准,逐步成为主流趋势。苏州现代货箱码头TETRA数字通讯系统的建立,可以满足整个太仓港各企业通信调度需求。周边码头只需购置终端设备即可享受以下数字集成对讲系统带来的便利:

- 1) 频点占用率低,受干扰的几率降低
- 2) 性能可靠,目前国内港口行业主流的通信体制标准
- 3) 性能增强,满足语音和数据兼容的通信调度模式
- 4) 扩展性强,全数字化平台具备丰富的互联接口
- 5) 模块化设计,降低系统故障概率,满足今后通信需求
- 6) 低维护成本,可实现无人值守,降低企业维护费用
- 7) 安全性增强,满足对通信信息保密的需求



# TETRA 助力营口港焕发活力

营口港务集团信息公司 技术部经理 张皓

## 百年老港参与“一带一路”焕发活力

营口港对外开埠于 1861 年，距今已有整整 155 年的历史，她曾是我国东北地区唯一通商口岸，以“东方之贸易良港”闻名中外。1984 年 10 月，营口港重新恢复对外开放。过去，营口港主要向南方运输北方钢材和煤炭，在经济新常态下，传统国内运输经营制约港口发展，“端在碗里的饭量”明显越来越少。

营口港是东北地区及内蒙古东部地区最近的出海港，历经百年发展，已经成为东北地区最大的货物运输港，同时形成便捷、高效的物流集散体系，覆盖中国经济最为发达的沿海 9 个省市，并辐射日本、韩国及东南亚。

习近平总书记提出“一带一路”倡议后，应者云集。第 71 届联合国大会决议欢迎“一带一路”等经济合作倡议，敦促各方通过“一带一路”倡议，呼吁国际社会为“一带一路”倡议建设提供安全保障环境。

作为百年老港，营口港是国家“一带一路”战略中唯一一个既在“带”上又在“路”上的港口，它正是找准对接国家战略的发展支点，结合自身

优势，做大存量，推动企业转型升级，“撬动”了港口经济逆势上扬，焕发出新的活力。

营口港务集团抓住国家“一带一路”战略的机会，从只面向东北腹地的终点港向面向世界的中转港转变，由过去争取海上优势到如今的转身向陆地，彻底做活“中间港”概念，进而带动综合物流体系发展。

如今的营口港，早已从货物中转装卸的码头转变成南来北往物流的总承包商它的触角东达日本韩国西至欧洲的汉堡向南至广西北部湾。这一切，都源于营口港经营着的中俄欧陆海铁路大通道。现在，营口港海铁联运业务量在中国港口排名第 1 位，中国东部地区经满洲里口岸出境的所有中欧班列，近 50% 是由营口港集结发送的。

营口港已成为辽宁省管资产规模最大的企业，辽宁第一大港口企业集团，东北地区最大的货物运输港，同时形成便捷、高效的物流集散体系。2015 年末，营口港实现吞吐量 3.38 亿吨，集装箱量 592.2 万 TEU。吞吐量排名中国港口第 8 位，全球第 11 位。

## 建设目标要求技术先进确保港口安全运营

营口港和摩托罗拉合作已经有二十年的历程。早在 1990 年代，营口港选择了摩托罗拉的模拟集群系统。摩托罗拉集群系统设备和终端设备的优异品质给营口港用户留下了美好印象。

营口港现有营口、鲅鱼圈、仙人岛、盘锦、绥中五个港区。着眼营口港实施的“互联港+”的发展战略，港口发展理念由注重规模扩张向规模、质量、业态、效益并重转变，由交通运输港向国际码头运营商、物流和线路运营商转变，由终点港向中转港转变，营口港需要建设与之相匹配的无线通信系统，保障港口运营安全高效。

为此，营口港数字集群项目建设采用以下设计方针：

- 适用于港口安全可靠运行的调度指挥综合业务无线通信系统；
- 选用最开放的数字集群无线通信标准；
- 充分满足港口运行、功能和技术等典型要求以及营口港的特殊要求；
- 采用最新的 TETRA 技术，具备未来升级能力和兼容能力；
- 适应未来需求的灵活性和规模扩展能力；
- 无单点故障。



## 用户享受卓越的使用体验

营口港 TETRA 数字集群主要应用于生产调度指挥，目前手持终端 3000 余台，其中防爆手持终端约 200 多台。

无线集群系统在港口的日常作业和调度中应用广泛，包括集装箱、汽车、煤炭、粮食、矿石、钢材、大件设备、成品油及液体化工品、原油等 9 类货种专用码头。TETRA 无线集群强大的编组功能，极大便利了现场调度指挥，从而使作业更高效，生产更可靠！在编组要求比较高的环境中，可以体验到数字集群控制信道带来信道分配的优势，必要时也可减少组的数量，减少无效或罕用组的数量，可以更加充分利用通话信道。

由于港区内有油煤作业区域，有 200 多部防爆终端，对防爆等级要求很高，现有摩托罗拉的防爆对讲机更方面均能满足各类环境，给生产作业提供安全可靠的保障。另外在防爆机的使用中尽量来用整机充电，即非拔出电池单独充电，由于防爆设计的特殊性，电池主板外壳整体性很好非常坚固，若每次都拔出电池单独充电，不利于防爆机的保养维护。

在对讲机配件的使用方面建议多采用耳机来代替 PTT 键的使用，这样既可以解放双手也可以更准确的传递信息。各种丰富的配件结合特定的场景的确可以带来很大的帮助。

值得一提的是我们特地做了全网的系统级录音，可以有效提高工作人员的责任心，强化的集约化管理的要求。很多事件不仅仅可以通过监控图像还可以通过声音来还原，并且给一些入网用户提供了更多服务，让他们觉得这样的月租费用有所值，目前我们还准备将 GPS 定位也进一步的融入到一些危化品和特殊物品的管理中，人防物防技防互相渗透形成一张安全生产的立体网。

营口港建设的摩托罗拉 TETRA 数字集群系统的实践表明，建设一张覆盖整个港区的先进的数字集群系统是提高港口运营效率和安全的保障，TETRA 能够助力改进港口的通信服务水平，助力港口运营的合规性，提高港区应急处置通信保障能力。TETRA 是国际上成熟、先进的数字集群指挥调度无线通信技术，选择 TETRA 就是保护无线通信系统设备的投资，确保未来 15 年不落伍。

## 工程设计实施满足专网无线通信安全可靠要求

为了保障营口港 TETRA 无线集群通信系统的稳定性、可靠性和安全性，项目建设 1 个无线交换中心，其关键单元均热备份配置，确保交换中心不会由于设备单元故障而宕机。营口港港区较大，为了覆盖港口区域，建设了 6 套无线基站（其中 8 载频 2 台、4 载频 3 台、2 载频 1 台）。这些基站通过以太网与无线交换机相连。远端基站传送 IP 协议数据包采用租用运营商的光缆，设置带宽为 2M。近端基站采用内部光缆，通过光纤收发器连接。实地使用表明，摩托罗拉 TETRA 基站接收灵敏度高，新建 TETRA 通信网的整体的覆盖范围和原有模拟集群的覆盖范围的基本一致，而且在原来模拟集群网络下相对语音模糊的地方，数字集群终端能够做到语音清晰不含糊。

为保证通信网的覆盖可靠性，港区主要业务区域实现数字集群基站重叠覆盖，这样即使某一基站发生故障退出服务，其他基站依然能够提供无线覆盖服务，使无线电网的覆盖可靠性提升一倍。



# 港口数字集群通信系统设计浅析

摩托罗拉系统(中国)有限公司 资深工程师 刘玉涛

## 一、我国港口及港口调度通信现状

随着我国经济的快速发展,跟经济发展密切相关的港口运输业也得到了极大的发展。根据 2014 年货物吞吐量排名,世界前 10 大港口,中国有 8 个,包括宁波港、上海港、天津港、唐山港、广州港、苏州港、青岛港、大连港。集装箱吞吐量,中国在世界前十中占据 7 席,包括上海港、深圳港、香港港、宁波港、青岛港、广州港、天津港。

繁忙的港口离不开严谨有序的运行指挥,而港口无线通信系统则提供了有力的通信保障手段。无线通信系统为港口提供着安全有序的运行手段和便捷服务。



港口无线通信与一般的无线通信调度系统不同,有很强的行业特点,同时面临不少挑战,例如:

1. 对覆盖要求较高。港口虽然面积不大,但是无线环境较为复杂。首先在频谱使用上,由于历史原因,港口经常有多种通信制式并存,包括 400 兆 UHF 常规通信、800 兆模拟集群通信,有的港口还曾经使用 iDEN 和 GOTA 甚至 150 兆 VHF 常规等技术。根据我们的调查,UHF 频段和 VHF 频段的频率管理相对不够严格,有的企业不经过无委报备批准就私自架设使用电台甚至中继台,因此该频段内容易遇到无线电干扰。而 800 兆频点国家无委和省级无委管理严格,频率使用非常规范,因此频率干扰的概率非常小。除了频谱外,港口的覆盖也相对复杂。有些码头存在着堆场、筒仓或者集装箱的遮挡,容易形成覆盖阴影区,因此在这些地方需要根据现场情况提供合适的方案。
2. 用户密度很高。港口面积虽小,但是用户数量尤其是大型港口的用户数量很大,大型港口的无线调度系统用户数量在 3000 甚至 5000 以上,与二线城市的公安网用户数量相仿。但是用户的呼叫量比公安的呼叫量高很多,因此在设计时需要系统提供足够的信道保证通信的畅通。另外在一些港口,有时候由于用户密度很高,从容量和可靠性的角度出发,需要使用多个基站进行重叠覆盖,因此如何对这些用户进行分层也是系统设计人员要考虑的问题。

3. 环境要求高。港口工作环境比较恶劣,高湿、盐雾、噪声大,对用户终端的要求很高。必须选择高质量的、环境适应性强、可靠性高的用户终端,才能保证用户通信的畅通,使工作人员集中精力在生产任务中,提高生产效率和保障员工的安全。
4. 实时性要求高。由于船务公司对码头装卸效率的高度关注,码头在生产运营、集装箱流通过程中,对各个关键节点的实时控制的要求越来越高,尤其是繁忙的大型专业集装箱码头。这对无线调度通信的实时性提出了很高的要求。
5. 可靠性要求极高。可靠,永远可用是关键任务通信网络的一个重要特点。不论在平时还是发生突发事件,关键任务通信网络都能不中断地提供语音和数据通信,可恢复性强、可靠性高。在港口,无线调度通信为日常生产和应急指挥提供极其重要的通信保障。一旦瘫痪,将会带来重大的经济损失和恶劣的影响。因此必须采用关键任务型通信系统和高可靠的终端为港口通信提供服务。
6. 数据新业务应用“数字化港口”就是将计算机管理融合在港口生产中,实现港口生产的全方位自动调度控制,通过现代信息技术改变传统作业模式,提高港口作业效率。目前港口企业面临着多种选择,公网/企业 WIFI/企业 LTE 网络等都可以作为选择方案。

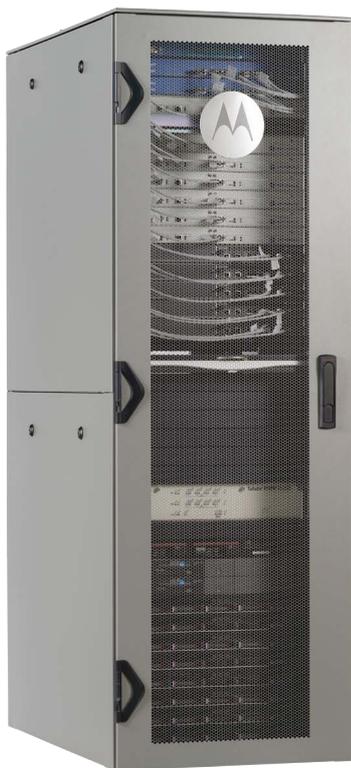
目前港口无线调度通信方案有多种选择,包括 DMR 常规、DMR 集群、PDT、TETRA 等。港口用户可以根据港口的规模、功能需求、可靠性等进行选择。目前在国内、国外的大中型港口,800 兆 TETRA 数字集群系统以其高可靠性、成熟性成为不二之选。在一些小型港口,可以选择 DMR 常规或者 DMR 集群等方案。

TETRA 数字集群系统作为任务关键型无线通信系统,除了可以提供高度可靠的、实时性高的语音调度业务外,也可以提供中低速的数据传输业务,由于它和语音业务共享同一张网络,因此可以大大节省建设成本,也是港口用户建设“数字化港口”的非常好的选择之一。

本文结合摩托罗拉系统的 Dimetra IP 数字集群系统对港口 TETRA 数字集群通信系统设计中的几个要点进行了阐述。



## 二、摩托罗拉系统 DIMETRA IP 数字集群系统



摩托罗拉系统是 TETRA 标准最主要的支持者,也是最主要的 TETRA 标准的制订者,拥有最多的 TETRA 专利,作为全球 TETRA 领域无可争议的领导者,拥有全球超过 60% 的 TETRA 市场份额。从 1997 年全球第一套商用 TETRA 合同开始,摩托罗拉系统已经在全球 80 个国家开展了数字集群 TETRA 系统的建设,目前已经建设了上千套系统,累计已经向全球用户提供了超过 250 万部 TETRA 用户机。

在国内,摩托罗拉系统的 TETRA 系统在上海洋山港、宁波港、厦门港、深圳盐田港、青岛港、营口港、大连港、宁波港等得到了广泛的应用,市场占有率超过 90%。建设 TETRA 数字集群系统之后,这些港口的通信系统变得更加稳定、安全、高效。不仅提高了港口的作业效率、装卸效率,而且提升了其吞吐能力和业务竞争力,为港口长期健康的发展打下了坚实的基础,带来了可观的效益。

摩托罗拉系统的 Dimetra IP 数字集群系统则是公司推出的采用代表集群系统发展方向的 IP 技术的 TETRA 系统解决方案。它基于全 IP 的系统架构,采用高度可靠的 IT 服务器平台,采用冗余性设计,具有高度安全性和可扩展性,经过大型赛事活动和突发事件的检验,在港口和机场等交通运输行业具有丰富的经验,是一套先进、可靠、成熟的 TETRA 数字集群系统。

## 三、港口 TETRA 集群通信系统设计

### 3.1 总体设计

系统的总体设计依赖于港口客户的实际需求。通常我们需要了解以下因素,然后确定采用合适的方案。影响方案的因素包括:

- **覆盖的范围及是否需要漫游。**

覆盖的范围及站址的选择决定需要的基站的数量。通常在天线架高 60 米的情况下,手台的覆盖半径 5-6 公里。在没有太多遮挡的情况下甚至可以达到 8-10 公里,需要根据站址周边的情形而定。

- **用户容量。**

用户容量需要考虑两个方面,一个是基站的用户容量,一个是系统的用户容量。基站的用户容量需要根据覆盖范围内的用户类型、用户呼叫量甚至通话组的数量确定。通常在集装箱码头一个 8BR 基站可以为 1000 个以上用户同时提供呼叫服务。系统的用户容量会影响交换机类型的选择。

- **是否需要 TETRA 系统的高级功能,例如系统通播组呼叫、呼叫优先级、强拆强插、电话互联呼叫等。这些高级功能对增强系统调度的灵活性具有很大帮助,例如通播组呼叫,一线的指挥人员可以通过终端直接发起对多个组的呼叫,可大大提高现场工作或者事故处理的效率。**

- **是否需要网管。**

网管在用户管理、配置管理、系统故障监测、统计报表等方面为系统管理人员提供极大的帮助,使整套系统成为一套可管可控的系统。例如,只有在数据库中配置的用户才可以入网,避免其他用户不经过授权进入网络占用资源。

同时,利用系统提供的北向接口,可将系统的设备告警信息通过 SNMP 协议输出到综合系统网管上,或者进行二次开发发送到系统维护人员的手机上,便于维护人员及时得到系统的故障告警信息。

- **是否需要调度台。**

摩托罗拉的 MCC7500C 调度台可同时监听 200 个网内通话组,可同时处理 30 路并发通话组语音。强大的监听功能可使调度台一揽全局,准确了解网内各通话组的当前状况。

MCC7500C 调度台能够与港口的日常生产和应急指挥预案相结合,实现对全网络系统指挥命令发布,一个或多个基站内指挥命令发布,动态重组预案设置,多个通话组合并广播和派接,短信息命令的发布,用户机空中指令遥毙,用户机远程监听,与模拟通信系统的语音互联互通等。

- **是否需要系统级录音。**

系统级录音可以直接连接 Dimetra 交换机,可无遗漏的记录全网内所有通话,包括通播组呼、基站全呼、组呼、单呼、紧急呼叫等类型呼叫。音频文件以原生的 ACELP 格式记录,语音质量高,占用空间小。录音可进行基于事件场景的回放,全面还原事件场景发生的全过程,对于事件、事故的事后追查非常有效。

每套基于 AIS 的系统级录音可同时监测 256 个通话组,最多可以支持 120 路同时录音。

#### 根据以上因素,我们可以为客户推荐的方案包括:

1. 单站或者多个单站方案。摩托罗拉系统的基站在单站运行的情况下仍然可以提供集群功能,支持最常用的组呼、紧急呼叫、短消息、主叫显示、迟后加入等功能。如果用户较多或者覆盖范围较大,也可以采用多个单基站的方案。目前包括上海港、青岛港在内的部分用户采用的是单基站或者多个单基站的方案,系统运行稳定可靠。但是单基站运行的系统无法提供 TETRA 系统的高级功能,无法提供网管和调度台,用户无法进行跨基站的呼叫。
2. 带交换机的方案。其中又可以根据基站的数量和用户的容量确定采用不同的交换机类型,包括 Dimetra LiTE、可扩展 Dimetra IP 交换机和大型 Dimetra IP 交换机。Dimetra LiTE 交换机只支持 1 个基站,1500 个用户。可扩展 Dimetra IP 交换机支持 25 个基站和 10000 个用户。大型 Dimetra IP 交换机支持 100 个基站和 64000 个用户。三种类型的系统支持的功能上差异不大。目前国内大型港口采用的比较多的是可扩展 Dimetra IP 交换机。

在选择交换机时,还可以根据实际需要确定交换机的配置。摩托罗拉的 Dimetra IP 交换机可根据用户的实际需要确定是否配置不同的功能模块,例如鉴权、短数据、分组数据、核心冗余配置、电话互联等。这样用户可以根据实际需求和预算确定采用不同的配置。即使用户在安装了交换机后,也可以根据业务发展的需要后来进行增项配置。





另外，部分对可靠性要求很高的港口用户可以系统设计之初考虑采用支持容灾备份的交换机。容灾备份的交换机是指将原来一个机柜中的冗余热备份的设备分别安装在位于异地的两个不同的机柜中。这两个机柜之间采用光纤或者千兆以太网连接，两个机柜之间的数据能够实时得异地镜像备份。每个基站都会采用两条链路连接到交换机异地的两个机柜。一旦交换机主用一侧如果遇到断电、爆炸或者其他不可预测事件时，另外一侧的设备会立刻自动启用，保证整套系统的正常运行。



### 3.2 覆盖设计

基站的覆盖与多个因素相关，包括基站的发射功率和接收灵敏度、基站的接收分集，基站的站址，天线的挂高、类型及增益，馈线的损耗，终端的发射功率及接收灵敏度，基站的周边地形及建筑物等密切相关。在系统设计阶段，可以利用奥村模型进行计算得到基站的覆盖半径作为参考。实际情况需要进行现场勘查并根据实际经验和现场路测综合起来进行考虑。

在实际使用中，部分码头存在着堆场、筒仓或者集装箱的遮挡，会形成一些覆盖的盲区。对这些盲区的覆盖，可根据现场情况采用光纤直放站进行补充覆盖。部分地区也可以采用摩托罗拉的 MTM5400 网关台作为灵活的、易实施的覆盖补充方案。



### 3.3 容量设计

用户容量需要考虑两个方面，一个是基站的用户容量，一个是系统的用户容量。基站的用户容量需要根据覆盖范围内的用户类型、用户呼叫量甚至通话组的数量确定。另外，摩托罗拉的 MTS 基站每个基站最多支持 2000 个用户同时注册。

不同于公共移动通信系统，集群系统由于支持排队，因此在计算话务量时采用的是爱尔兰 C 表。下面是在计算用户容量时常用的爱尔兰 C 表。

基站类型	业务信道数量	呼损率 5% 时单基站话务量 ( ErlC P(t>0s) )
1BR	3	0.79
2BR	7	3.19
3BR	11	6.01
4BR	15	9.04
5BR	19	12.19
6BR	23	15.43
7BR	27	18.73
8BR	31	22.08

根据上面的爱尔兰 C 表和用户的忙时话务量，可以计算出每个基站需要配置多少个载波。通常，用户的忙时话务量与码头类型有关。集装箱码头用户的忙时话务量会较散货码头用户的忙时话务量要高。

### 3.4 频率设计

跟公共移动通信系统一样，800 兆数字集群通信系统的频点在互不干扰的情况下也可以重用。因此需要根据港口的覆盖范围，基站之间的距离评估频率能否复用。如果不能复用，需要为基站的每个载波申请一个频点。

TETRA 每个频点占用 25KHz。800 兆 TETRA 系统的收发间隔为 45MHz。MTS 基站当采用腔体合路器时，基站内载波使用的频点最小频率间隔为 150KHz，但是建议的频率间隔为 250KHz 以上。当使用混合合路器时，基站内载波使用的频点最小频率间隔为 25KHz，但是建议的频率间隔为 50KHz 以上。另外两个相邻基站所使用的频率间隔至少大于 50KHz。

另外港口用户在申请频率时，可以根据实际需要申请若干对直通频点。当用户不在覆盖范围时，可以使用直通频点进行通信。



### 3.5 基站负荷的优化

港口由于范围小，用户密集，因此基站之间经常会重叠覆盖。因此如何对基站的负荷进行优化应该是在设计之初就需要考虑的工作。合理细致的基站负荷优化工作将有效得均衡各基站的注册用户，最大限度减少跨站呼叫，提高各基站的信道利用率。Dimetra IP 系统提供以下方式来对基站负荷进行优化，降低呼叫阻塞的概率：

- **用户类别 \ 通话组类别：**每个终端会分配一个用户类别，基站也可以分配一个用户类别，只有当这两个类别可以匹配二进制方式时这个终端才可以在这个基站上注册使用。也可以给通话组设置一个用户类别，当用户转到该通话组时，终端的用户类别将切换为该通话组的用户类别。不同的通话组用户类别可以不同。这样同一个通话组的用户尽量会注册到同一个基站上，减少对其他基站资源的占用。
- **有效站：**有效站决定该用户发起组呼时可以使用的系统基站资源。
- **倾向站：**该功能使在基站信号覆盖边缘的用户始终守候在这个基站，除非该基站信号不可用，因此只要信号强度足够，用户终端一直登记在它的倾向站点上，在组呼过程中不会造成不必要的跨站呼叫，提高信道利用率。
- **全部启动：**一个通话呼叫只有在所需站点信道资源都可用的情况下才能发起，确保通话组发起时该通话组的所有站点都包括在内。

- **快速启动：**一个通话呼叫仅在信道资源的站点建立，其他站点待有信道资源时才会加入，确保了一个呼叫在最快的时间内能够发起。
- **关键站点：**一个通话组可以设定一个或多个站点为关键站点那么当这个通话组发起组呼时这些站点必须包括在内。
- **必须站点：**该功能使设定为某个通话组为必须站点的基站即使没有该通话组成员注册的情况下，组呼也能被基站建立，该功能使通话组扫描功能更完善和可靠。

可以看到，通过上述参数的组合配置可以非常细致的划分不同特性的用户群分别注册到指定基站，或一个呼叫发起时会占用哪些基站资源。例如，可以将同一船运公司设定成同一个类别，那么这些公司的用户终端将只会注册到指定的基站上发起呼叫，可以最大限度地降低跨站呼叫，同时通过调整基站的类别可以动态的控制该基站的用户数，达到话务量平衡的目的。

基站负荷的优化工作是一项长期的、动态、细致的管理项目，需要系统维护人员不断地跟踪和分析系统当前运行状态、用户使用区域和使用时间上的变化，合理划分用户群，系统所包含的基站数量越多，就越需要维护人员制定合理科学的优化方案，它将直接关系到系统的容量、性能。

## 四、结束语

摩托罗拉 Dimetra IP 800 兆数字集群系统以其先进的技术、成熟的功能、高度的可靠性赢得了众多港口用户的信任。如何设计并优化一套符合客户需求的，贴近用户实际使用的数字集群指挥调度系统，需要港口最终用户、摩托罗拉的工程技术人员紧密配合进行大量的细致工作才能完成。上面的部分我们仅就系统设计中的几点进行了阐述。限于篇幅，还有很多其他方面没有来得及展开。

我们也会在以后的工作中尽量与港口用户多多进行交流并学习他们在实际使用中的一些好的经验，总结然后推广到其他项目中，帮助客户规划、设计、使用好 TETRA 数字集群系统。



# 港口专业通信系统运维模式浅析

摩托罗拉系统(中国)有限公司 服务方案经理 郑岚

随着港口集装箱装卸作业的大力发展,为了提高集装箱作业的效率与管理水平,就需要充分依靠现代化的无线通信手段进行多种类、实时性的信息传送。很多码头面积大、货种杂,功能多,无论是现场调度还是港区内的行政管理,都需要无线通信,所以对无线通信系统要求很高。语音通信调度、数据业务传输、应急管理指挥、安全生产监管等港口业务需求,都离不开先进无线通信手段支持和可靠无线通信调度系统的保障。港口的最终用户对无线通信调度系统稳定性要求严苛,货物吊装到落地,一旦出现沟通障碍容易引发安全生产事故。这一要求对于系统可靠性要求极高。一些港口对于集群系统也做出了全年断网不能超过5分钟的要求。

港口一直使用无线通信系统做业务调度,从常规无线通信系统到专业无线集群通信系统,随着模转数进程加速,越来越多的行业客户已经开始或计划部署数字集群系统。



## 从模拟到数字—专业通信运维理念的转变

虽然数字集群系统在提升频谱使用效率、指挥调度管理等方面带来了更佳的使用体验,但其也为用户日常运营维护带来了新的挑战,从模拟时代延续下来的运维模式不再适用于数字时代。众所周知,传统的模拟集群系统构造相对简单,分离元器件电路板配合相关软件及固件,以及相对稳定的产品,用户就可以自行处理很多故障,甚至做到板卡级维修。同时,系统复杂性不高,使得运营维护相对简单,这形成了用户只需购买设备并安装后即可放心使用,无需在维护服务上过多投入的思维模式。

但随着数字集群的部署则根本改变了这一传统的思维模式。数字集群系统的复杂性远高于模拟集群系统,同时技术更新更快,仅靠更换备件等简单的维修手段已经不能解决日常运营维护中所遇到的全部问题。

集群系统应用的特殊性决定了其硬件性能出色、质量可靠,但数字集群系统的丰富扩展性应用也导致了系统复杂度大幅增加。我们的无线通信系统不再只是采用特别设计的专用硬件,而是借助现代操作系统和

任务关键型应用软件,组成系统的核心部分,完全通过基于IP的强大计算平台来实现。控制部分(MSO)由服务器、网络交换机、路由器、操作系统和大量的应用软件组成。为满足最终用户运行需求而提供的各关键功能集全部是基于软件平台所实施的设计、开发和测试的。多个服务器、桌面控制台和第三方软件。这些都是典型IT系统标准组件,但同样也是双向无线通信系统的重要组件。

据统计,系统在软件端出现故障的频率远远高于系统硬件出现故障,90%以上的故障并不能仅通过直接更换硬件排除需要在更换硬件的同时,由有经验丰富的工程师对设备进行配置和调试,系统才能正常运行。此外,系统日常运行维护中,不合理的参数设置也会对系统造成影响。因此用户现有的运维人员体系很难具备在短时间内了解系统各方面相关知识,并累积足够经验来解决如此复杂系统的能力。一旦系统出现问题,无疑需要专业人员进行快速有效地解决。

## 系统运维需要涵盖的主要内容

另外,当设备保修期结束后,系统发生故障需要寻找原厂家的支持,出现问题再购买维护服务的模式是无法满足港口用户对实时响应、快速处理问题的需求的。因为双方都需要遵从公司的内部流程,获取相关部门及领导的批准才可以继续处理故障,而批复流程需要一定的时间。因此签订一份维修、维护年保服务合同(MA),预先按照客户需要的服务等级双方制定好各种主动服务方案及安排必要的人力、物力资源,才能实现出现问题马上解决的效果,减少不必要的时间损耗,避免出现“小问题”产生“大影响”的情况。

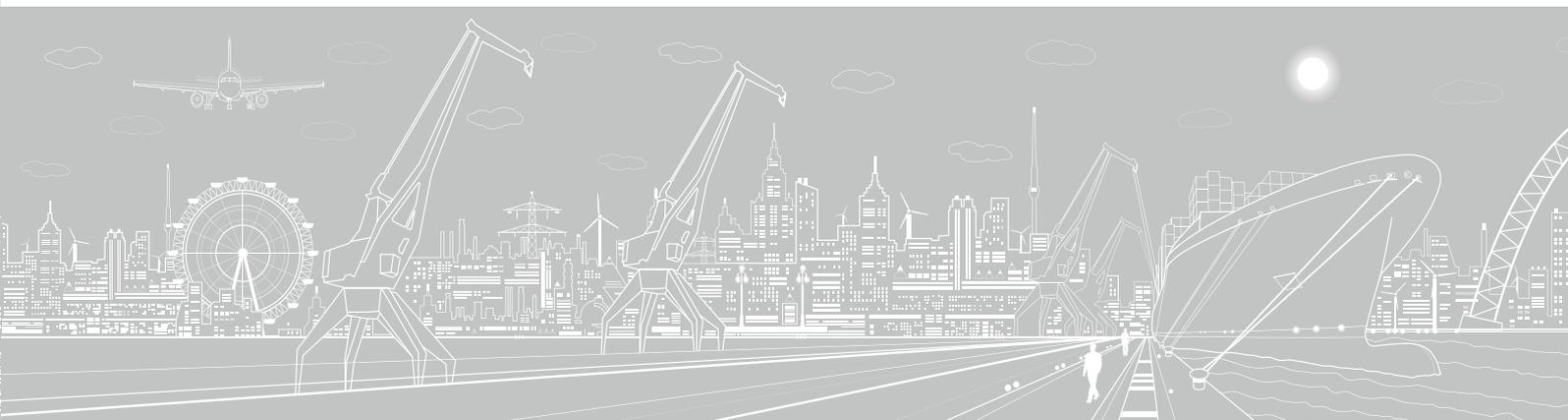
摩托罗拉系统针对 TETRA 系统稳定性专门做出了一系列维护、优化标准,通过 7x24 小时技术支持,现场抢修服务、主动定期巡检、核心服务器原厂服务、备件更换服务等方式帮助企业实现平稳高效运转,同时可显著降低维护费用。专属客户服务经理和工程师则更了解系统,提供更贴切的服务。

针对码头行业因 24 小时不停运转手台利用率高、高温高湿的使用环境、以及货物装卸过程中终端容易磕碰而造成损耗率高的特点,摩托罗拉系统

特别设计了针对手台的全程无忧(SFS)增强型服务包。在服务期内,除了维修因正常使用导致的故障外,事先和客户约定一定数量的因人为因素导致的主板更换及外壳更换,甚至整机更换。这样大大减少了每次维修都要打报告申请维修的频次,提高了工作效率,因而提高了客户满意度。

此外,用户都希望使用既成熟的产品,又是最先进的产品,TETRA 无线通信系统的重要组件是由多个服务器、桌面控制台和应用软件组成的,这些都是典型 IT 系统标准组件。每套设备都有自身的生命周期。特别是 IT 设备,新设备硬件从开始的世界最先进阶段,到一两年后成为市场的主流阶段,三、四年后的设备还可以满足日常需求,五、六年之后就性能下降,只是将够用,和当时的最新设备差距就会很大了。而从软件的角度来看,更新的速度就更快了。针对用户保持设备技术先进性的需求,摩托罗拉系统也设计了系统更新服务方案,通过持续性对设备的软件及硬件更新,来长期保持设备处于技术上的最先进状态,定期更新软件不仅有助于系统以最佳性能运行,同时还能确保用户及时利用最新技术带来的新功能和拓展能力。





**摩托罗拉系统(中国)有限公司**

摩托罗拉系统营销支持中心热线:

中国 10 800 744 0584 (中国北方区域拨打)

中国 10 800 440 0565 (中国南方区域拨打)

中国 400 882 2023

更多产品信息, 请浏览: [www.motorolasolutions.com.cn](http://www.motorolasolutions.com.cn)

MOTOROLA、MOTO、MOTOROLA SOLUTIONS 以及风格化的 M 徽标是 Motorola Trademark Holdings, LLC 的商标或注册商标, 并在授权下使用。所有其他商标均为其各自持有人的财产。©2017 Motorola Solutions, Inc. 保留所有权利。

