

# TETRA与DMR的比较

TETRA 与关键型通信协会（TCCA）白皮书

2012 年 10 月

# 目 录

<b>概述</b> .....	<b>3</b>
<b>性能</b> .....	<b>3</b>
频谱效率和数据吞吐量 .....	3
功率效率 .....	4
频谱和覆盖 .....	4
<b>互操作性</b> .....	<b>5</b>
<b>功能性和应用</b> .....	<b>5</b>
<b>过渡方面</b> .....	<b>8</b>
与现有网络的互操作性 .....	8
现有基站设施的再利用 .....	9
<b>部署和运行</b> .....	<b>9</b>
<b>结论</b> .....	<b>9</b>

# 概述

本白皮书探讨 TETRA 和 DMR 标准的性能、功能、应用、互操作性，以及过渡策略。

欧洲电信标准协会制定了 TETRA 和 DMR 标准。许多制造商和最终用户参与了这两个标准的工作组，制订要求，起草规范。虽然某些详细要求仍然允许制造商采用其专有方式实现（特别是 DMR 标准），但是原则上 DMR 和 TETRA 都是开放标准，。

TETRA 是成熟的、功能丰富的、并得到广泛支持的标准，它已经成为任务关键型和安全关键型通信的首选技术。现在投入运行的网络包括公共安全大型全国网和区域网，数以千计的小型单基站网和区域网也广泛应用于大众运输、石油天然气、机场和海港、市政业和工业企业。从 1997 年开始商用到现在，TETRA 已经部署到全球超过 125 个国家，数百万用户机已经交付用户。

DMR 于 2005 年发布，目标是满足商业和工业用户的要求。第一代产品定位在第 II 层次（Tier II）的中转台操作模式，即作为模拟常规无线中转台的直接替代解决方案。从 2007 年第一代产品商用化以后，已经建成大量的单基站中转台和一定数量的同播网。第一代第 III 层次（Tier III）产品在 2012 年商用化，其定位是代替模拟集群系统（例如 MPT-1327）。

虽然有的时候在某些市场 DMR 被视为对 TETRA 的威胁，但是者这两个标准确是互为补充的。因此，对两个标准的好处和局限的准确理解，是正确选择从模拟无线网络向数字无线网络过渡方式的基础。本白皮书的目的是检视 TETRA 和 DMR，从而找出真实的面向各种应用的相关性。

# 性能

性能方面主要与频谱效率、数据吞吐量、功率效率和覆盖有关。

## 频谱效率和数据吞吐量

乍看之下，TETRA 和 DMR 的频谱效率是一样的：TETRA 每 25kHz 频谱提供 4 路语音信道（时隙），而 DMR 每 12.5kHz 频道提供 2 路语音信道。这样，两个标准都要求每个语音信道 6.25kHz 频谱。

但是更为高级的 TETRA 标准提供一些独特的优势：

——对 IP 分组数据业务，DMR 提供每时隙 2.0kb/s 的数据吞吐量，而 TETRA 提供每时隙 3.5kb/s 的数据吞吐量。这样，TETRA 以相同的频谱资源可以多提供 75% 的容量。而且 TETRA 提供多时隙分组数据，数据吞吐量提高到  $4 \times 3.5 = 14 \text{kb/s}$ ，是 DMR 的 7 倍。

——一部 TETRA 收发信机支持 4 个逻辑信道，除了 1 个控制信道以外，使得同时还有 3 个不同的组能够通信。相比之下，DMR 第 III 层次集群模式的一部收发信机提供 2 个逻辑信

道，除了控制信道以外，只提供 1 个组呼。虽然 DMR 可以工作在非专用控制信道模式，但是当控制信道被用于业务的时候，一些功能不再支持，包括漫游或者建立呼叫的能力。

可见，在相同的频谱下，TETRA 显然能够提供更多的容量和更多的功能，使语音和数据业务的增长远超过 DMR 的局限。

## 功率效率

为了支持漫游和切换，以及具有不停顿地发送和接收数据和状态消息、建立紧急呼叫的能力，TETRA 和 DMR 在集群操作模式下的每个基站都需要一个连续的控制信道。因此，TETRA 和 DMR 集群操作下靠关闭发射机来省电都不合适。

从 TETRA 网络开始商用起，就采用了关闭不用的载波的省电技术。最近，TETRA 网络设备制造商已经采用增强型省电技术，在业务信道关闭不使用的时隙的输出功率。迄今为止，DMR 基站还没有实施按时隙关闭发射机的技术。

在耗电方面，DMR 的一个优势是其采用比较简单、较高效率的丙类功放。TETRA 要求高度线性化的功放，不像 DMR 所用的那么高效。从另一方面，TETRA 已经采用特别的线性化技术来改善功放的效率，使之接近 DMR 功放的效率。与丙类功放相比，线性化的好处是超强的功率控制能力和减少输出功率的性能。

TETRA 具有每基站收发信机提供双倍业务信道容量的优势。要做到与一部 TETRA 收发信机相当，可以采用 2 部 DMR 收发信机加上合路分路系统（合路器和接收机多路耦合器），显然对于 DMR 来讲价格更贵，而且和 TETRA 相比由于合路设备损耗使得功率效率减半。

由于技术创新带来的好处，今天的 TETRA 比 DMR 具有更高的功率效率，只有一个例外，即只需要一部 DMR 收发信机就足够的情况。

## 频谱和覆盖

设计 TETRA 和 DMR 时都是按照能够与模拟无线信道一起工作，允许数字无线网络在模拟专业网的现有频段共站址工作。这就要求对邻道功率和选择性有严格要求，可以与模拟收发信机兼容；这一点与 GSM 和 CDMA 等蜂窝电话标准很不同，他们需要设置频率保护带防止干扰。因此 TETRA 的频谱污染至少和 DMR 相同，当然也不希望由于干扰而降低覆盖能力。

由技术进步，和 1995 年刚发布 TETRA 规范相比，TETRA 接收机灵敏度和载干比（共道干扰）已经极大改进。现在，典型的接收机灵敏度已经达到  $-119\text{dBm}$ ，而标准规定为  $-115\text{dBm}$ ，载干比已经改善到  $9\text{dB}$ ，而标准规定为  $19\text{dB}$ 。这两个指标的改进都有助于 TETRA 获得与相同频段的模拟无线信道相同的覆盖能力；它与 DMR 的性能相仿。

TETRA 基站的两信道或者三信道分集进一步提升覆盖能力。在大多数 DMR 基站中并不提供这一特性，它对于多径衰落可以改善接收机灵敏度 5 至  $8\text{dB}$ ，如果使用更多接收机，改善效果更佳。

物理定律指出 VHF 频段和 UHF 频段相比，可以获得较大的覆盖，因此在工作 VHF 的 DMR 会比工作在 UHF 的 TETRA 具有覆盖优势，这对于低用户密度的网络特别有吸引力。

然而，也有人希望 TETRA 设备也可以在 VHF 频段商用化，已经着手修改 ETSI 标准以覆盖 VHF 频段，也有多个制造商已经声明支持这一修改。

应该注意具有较高输出功率的 DMR 基站和用户机也已商用，这也为低用户密度的网络带来好处。

## 互操作性

TETRA 成功很大程度上归功于多个厂家的网络和用户机可以互操作。开放的标准，多供应商供货，已经形成高度竞争的市场，以及针对各种行业的大量解决方案。

为把 TETRA 发展成为真正的开放的多供应商标准，TETRA 互操作过程（IOP）做出了坚实的贡献。TETRA 的 IOP 是一个持续不断的过程，包含进入市场的所有新功能特性，也是令人放心的全面测试，验证了覆盖所有基本业务超过 1000 项的测试。作为高度专业的过程，TETRA IOP 过程是真正独立完成的，为全球所接受的。

目前，还没有其他数字技术有这样定义完整的、独立监督的、复杂的涵盖所有特性的互操作过程。

用户可以期待不同制造商的用户机能够在任一制造商的 TETRA 网络中完全工作。当邀请供应商的时候，合同方可以从大量网络供应商和用户机供应商中做出选择，这对于全面解决方案的价格有着正面的影响，少依赖某一供应商。由此产生的良性竞争也引起网络产品和用户机产品更多的创新。

DMR 是否会取得相同的互操作结果还是个问号：DMR 标准没有规定组成部分和功能特性，包括语音编解码器和加密选项，允许制造商的专有技术，包括第 III 层次的集群对讲机和网络。虽然 DMR 的支持者可以建议不同品牌的 DMR 对讲机和网络可以一起工作，由互操作测试来证明，但实际上，它仅是针对基本功能，仍然允许采用许多专有技术。

在采购包括终端设备的完整的 DMR 解决方案的时候，乍一看，制造商的锁定不明显，用户将在后续采购对讲机的时候，失望地发现他们自己只能依靠一个供应商。这时因为特定供应商拥有其他供应商所没有的基于知识产权的专有特性。

## 功能性和应用

毫无疑问，TETRA 适用于全球的关键任务型应用并被广泛采用，包括公共安全，安保与地方政府。面向任务关键型通信的冗余设备和链路带来的高可用性、即时呼叫建立、扩展的功能集都是互相关联的。

对于安全关键型应用，包括石化行业、石油天然气、采矿、大众交通的信号，TETRA 也具有超越 DMR 的领先优势，即具有可用性高的功能，为遥控遥测和数据应用的较高的数据吞吐量，以及扩展的功能集。

**商业关键型应用**可以得益于高级的功能性和较高的数据吞吐量。例子包括大众运输，机场和港口，市政业和工业企业。

下表为 TETRA 和 DMR 可用功能特性概览。此外，每个功能对于特定应用的重要性也一并列出。

功能特性	TETRA	DMR	公共安全	大众交通	机场码头	石油天然气	市政	工业	商业
组呼	√	√	高	高	高	高	高	高	高
组扫描	√	√	高	中	中	中	中	中	低
个呼，单工	√	√	中	高	高	高	高	高	高
个呼，双工	√	— (1)	低	中	高	高	高	高	低
电话，单工	√	√ (3)	低	中	中	中	中	中	中
电话，双工	√	— (1)	中	中	中	高	高	中	中
短数据业务	√	√	高	高	高	高	高	高	中
状态消息	√	√	高	高	高	高	高	高	中
分组数据	√	√	高	高	高	高	高	中	中
定位业务	√	√ (2)	高	高	中	中	高	低	低
广播呼叫	√	√	高	高	中	高	中	低	低
全呼叫	√ (3)	√	中	中	中	中	低	中	低
开放话音信道模式	√ (3)	√	中	中	中	中	中	中	低
优先级呼叫	√	√	高	高	高	高	高	中	中
抢占紧急呼叫 (4)	√	√	高	高	中	高	中	低	低
动态重组	√	—	高	中	中	低	中	低	低
遥毙/遥起	√	√	高	中	中	中	中	低	低
永久遥毙	√	√	高	低	低	低	低	低	—
鉴权	√	√	高	高	高	高	高	中	中

双向鉴权	√	—	高	低	低	低	低	低	低
空口加密	√	— (2)	高	中	中	中	低	低	—
端到端加密	√	— (2)	高	低	低	低	低	低	低

注：

1. 理论上有可能，但是要求更先进的 DMR 收发信机设计，在目前这一代 DMR 用户机不可以。
2. 有专有协议的系统（供应商专门设计），但可能很快演进到基于标准的方案。
3. 在所有 TETRA 基础设施解决方案中不适用。
4. TETRA 提供更强大的抢占优先和紧急呼叫能力，包括抢占组扫描，抢占语音请求，用户机抢占，资源抢占，和紧急呼叫时呼叫模式修改。

特殊应用的车载台和手持机的选择十分重要。特殊设备和/或高级功能可以真正增加到 TETRA 或者 DMR 解决方案的价值。下表提供了 TETRA 和 DMR 电台可用功能的概览，以及它们与所列应用的关系密切性。

功能特性	TETRA	DMR	公共安全	大众交通	机场码头	石油天然气	市政	工业	商业
语音+数据终端	√	√	高	高	高	高	高	高	高
数据终端 (1)	√	√	低	高	低	高	高	中	低
直通模式	√	√	高	低	高	高	低	中	中
直通转发器	√	—	低	低	—	中	中	—	—
直通网关	√	—	低	低	—	中	中	—	—
防水, IP54	√	√	高	中	高	高	高	高	中
本质安全, ATEX	√	√	中	—	低	高	中	低	—
倒地报警	√	√	中	—	高	高	高	高	高
高清彩屏	√	√	高	中	高	低	低	低	低
JAVA 应用	√	—	中	低	中	低	低	低	—

集成浏览器	√	—	中	—	低	低	低	—	—
内置 GPS	√	√ (2)	高	高	中	中	中	低	低
蓝牙	√	—	低	低	中	低	低	低	中

注：

1. 示例包括 SCADA（市政，石油天然气）的数据终端，远程抄表（市政）和信号（大众运输）。TETRA 的用户从较高分组数据吞吐量中受益。
2. 目前有专有（供应商）解决方案，但不久可能演进到基于标准的解决方案。

## 过渡方面

模拟向数字的过渡方式选择通常受到无线电频谱的制约，特别是在已经部署多基站网络的情况下。此外，集群无线电大多数需要连续的许可频段，以期在运行地域内不产生干扰。

在大多数国家，为集群无线电操作保留了专用频段，大多数在 400MHz 和 800MHz UHF 频段。VHF 频段大多数留给单站专用转发器操作，这也是 DMR 系统的第 II 层次的目标。然而，也有现有的模拟集群无线网络（像 MPT-1327）工作在 VHF 频段。

尽管关注干扰，VHF 可能是多站网络的合适的选择。一个例子是同播无线网络，解决覆盖大面积极低密度语言通信的问题。这时 DMR 可能是正确的选择。

## 与现有网络的互操作

在试图简化朝新网络的过渡中，向后兼容是另一个考虑因素。乍一看，理想的情况是，应该有可能在新网络中继续使用现有的模拟对讲机，然后在全面安装和调试新网络以后，把电台换成新数字电台。但纵观新无线网络的整个生命期，通常会超过 15 年，从一开始就部署和优化新的工作的网络，可以得到的潜在效率是十分重要的。

DMR 在使用与模拟收发信机技术相当接近的技术。事实上，许多 DMR 第 II 层次转发器和电台都支持模拟和数字操作，允许逐步从模拟向数字过渡。

但是，这种双模操作不适用于 DMR 第 III 层次的集群工作模式，现有的常规电台不兼容 DMR 集群电台协议。而且，没有从任何现有的模拟集群协议（例如 MPT-1327,LTR,Smartnet）向 DMR 第 III 层次平滑演进的路线。应该注意的是，有些 DMR 制造商提供双模第 III 层次终端支持 MPT-1327 和 DMR 以期使得过渡简化，但是在逐步过渡到 DMR 之前，网络所有者不得不购买这些专用终端设备。

一种通用的与现有模拟无线网络互操作的方法是，在现有模拟和新数字网络之间部署网关。实际上所有 TETRA 网络设备供应商都提供连接模拟无线网络的网关，它支持常规和集群无线网络之间的互操作。这就使用户从以话音为核心的操作跳跃式发展到以信息为中心的操作，充分利用 TETRA 的先进功能。

## 现有基站设施的再利用

为减少投资而选择重复使用现有的基站设施一定需要调研。这一过程包括再利用基站设备间或者建筑物、天线杆、天线、电缆和传输网络。

如果期望新数字基站的覆盖至少像现有模拟基站一样，则可以重复使用这些基站站址，在 DMR 和 TETRA 的频段相同时都是这样。如果设备的剩余寿命足够，天线、电缆和天线杆有可能再利用。

对于 DMR，虽然可以认为现有的射频合路设备和电源设备可再利用，但通常没有足够吸引力，因为新的设备的具有更优越的性能和更小的体积。先进设备在电源效率方面对冷却、备用电池和基站租用成本产生有利的影响，从而使新设备的总拥有成本大大低于再利用现有设备。

再利用现有传输网络也是吸引力不高的主张。在过去，多基站集群无线网络使用模拟租用线路互连或者数字（部分）E1 / T1 电路，两种链路运行费用昂贵。TETRA 和 DMR 都可以采用 IP 链路或者 E1 / T1 电路工作（如果由于商业原因需要被保留）。在这种情况下应该指出的是，他们只使用很少带宽，通常只需要模拟链路四分之一的带宽。多路复用音频线或慢速调制解调器连接铜导线不适宜建设 DMR 第 III 层次网络，与 DMR 相比，TETRA 不需要更多的链路容量来传输语音、数据和信令。

## 部署和运行

今天，TETRA 的网络架构和 5 年前相比已经简化了许多。由于技术的先进性，例如全 IP 网络和软交换架构，不再需要具有高级技能的专家或者供应商的支持，去理解、管理和配置单站网络或者区域网络。当然，技术人员的培训依然是必须的，但是其“复杂程度”和 DMR 第 III 层次相同。

## 结论

TETRA 是成熟的、清晰定义的标准，是不断演进和不断提高的不断更新的标准。现在，TETRA 供应商提供其第三代解决方案，功能先进，安装简单，运行方便，高度可靠，价格合理。

TETRA 提供超过 DMR 的灵活性和功能特性。特别是 TETRA 的数据吞吐量和话音容量，与许多公共安全和商业关键应用相关，例如大众运输、市政和机场。

随着针对工业和商业应用的小型 TETRA 解决方案的到来，即使最受成本约束的应用，例如建筑业、私人保安、零售、餐饮和仓储，都能从 TETRA 受益。

从运行成本来看，所有 TETRA 功能基于开放标准，即使采购发生在初始购买以后，也能保证来自不同供应商的电台和网络互操作。买家可受益于一个丰富的专用无线设备应用的生态系统，不必锁定厂家。

在 TETRA 解决方案中找不到一个等效的解决方案的是同播网和第 II 层次 VHF 转发器操作，这是 DMR 的唯一独特卖点。