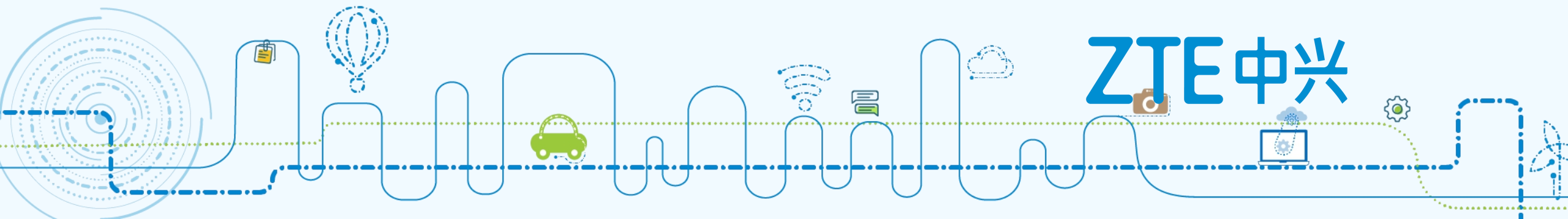


# IETF DetNet工作组标准进展

中兴通讯 熊泉

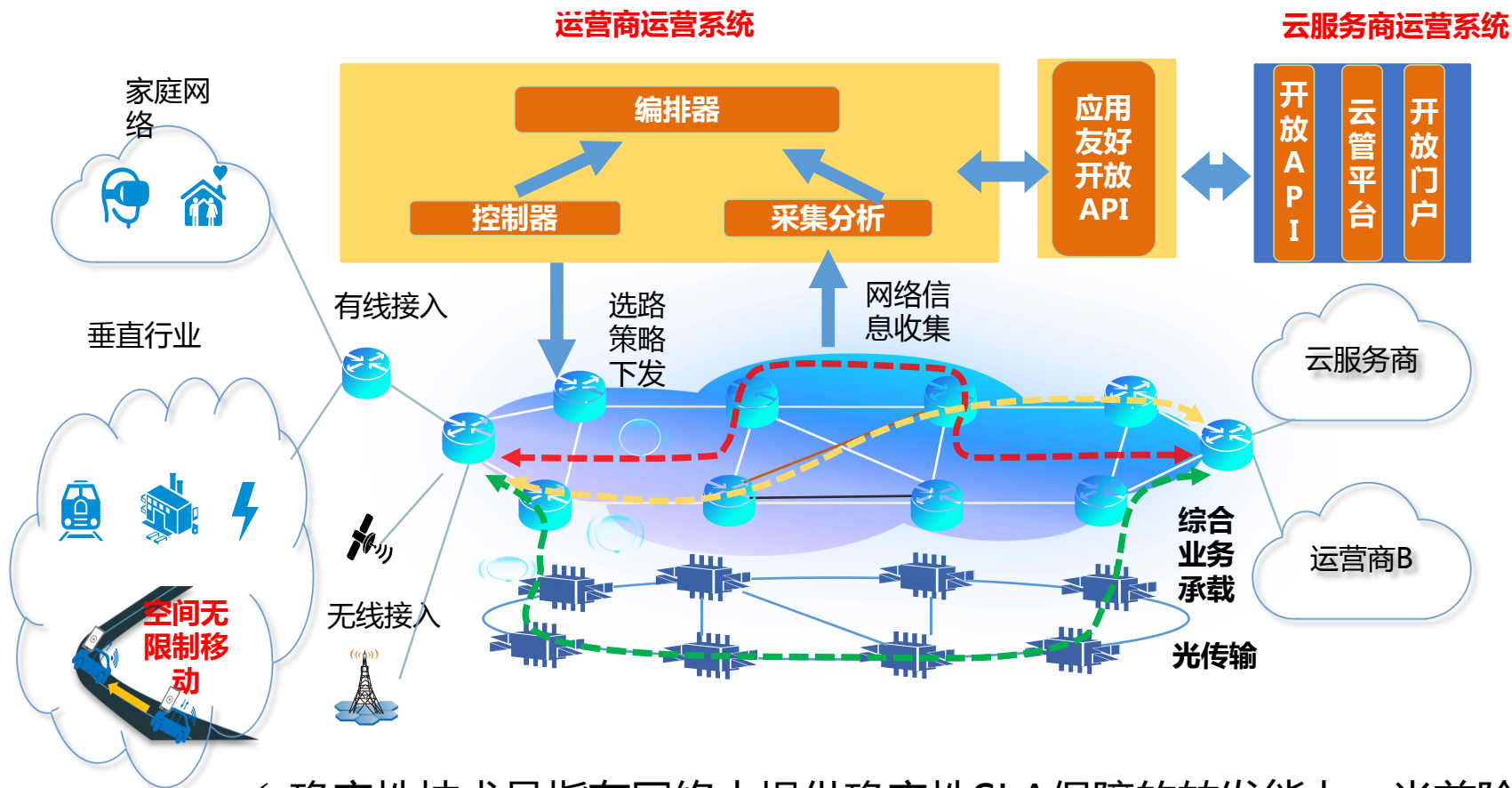


# 确定性技术—满足业务差异化SLA需求，提供有确定边界的服务 ZTE中兴

业务差异化SLA需求

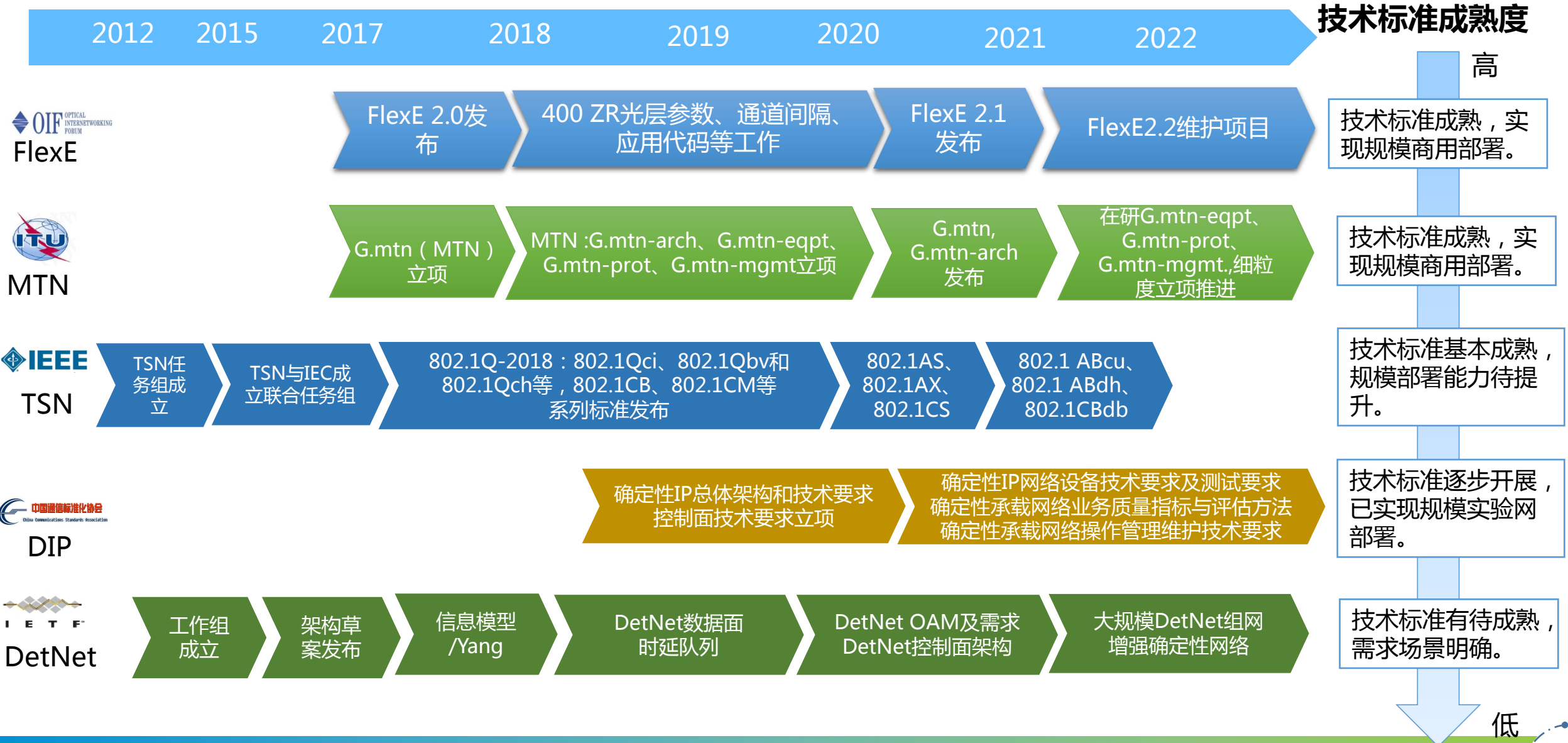
	带宽	时延/抖动	高可靠	移动性
AR/VR (云游戏为例)	高约 10Gbps	中 RTT<10ms	中	中
智能电网	无	高时延 <15ms 抖动 <50us	高 99.9999%	无
云化工业控制	低	高 最大时延 500us~ 50ms	高 99.9999%	中
车联网	低	中 时延2ms -> 20ms	中 99.999%	高
远程控制 (远程驾驶、 远程医疗)	中 25Mbps~ 6Gbps	中 时延5ms -> 20ms	高 99.9999%	中

端到端确定性承载网络总体架构



✓ 确定性技术是指在网络中提供确定性SLA保障的转发能力，当前阶段的主要目标是支持确定性低丢包率、确定性转发时延边界和确定性抖动上限。

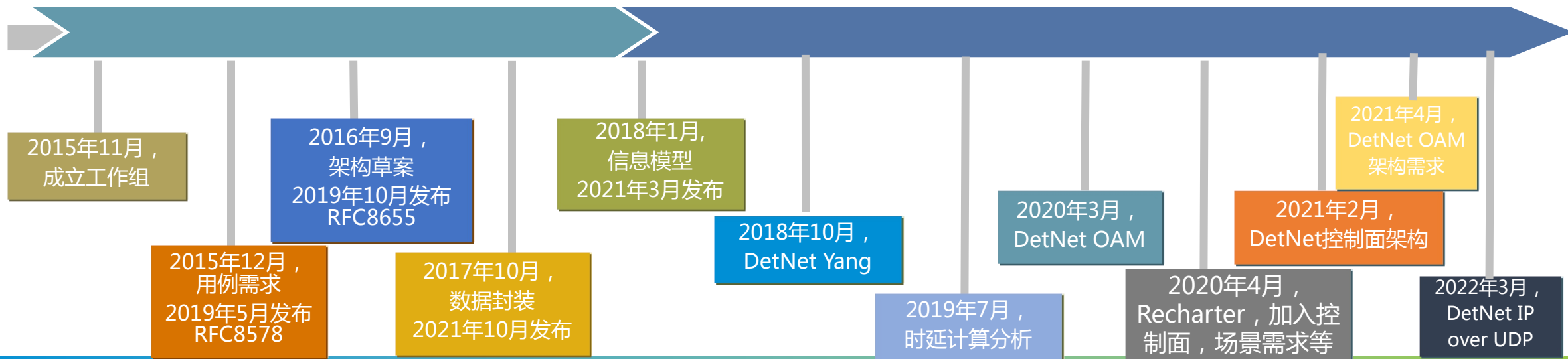
# 确定性技术及相关标准百花齐放



## • IETF DetNet工作组介绍

- IETF DetNet ( Deterministic Networking ) 工作组于2015年11月正式成立。
- 主席：Janos Farkas (Ericsson), Lou Berger (LabN Consulting)
- 工作范围：确定性网络技术为层2桥和层3路由网络提供确定性服务，QoS要求包括低时延，低丢包率，降低抖动和高可靠性。DetNet主要提供L3层确定性服务，同时与IEEE802.1TSN合作，定义包括2层和3层网络的通用架构。

## • IETF DetNet工作组标准制定里程碑



## • IETF DetNet成熟度——

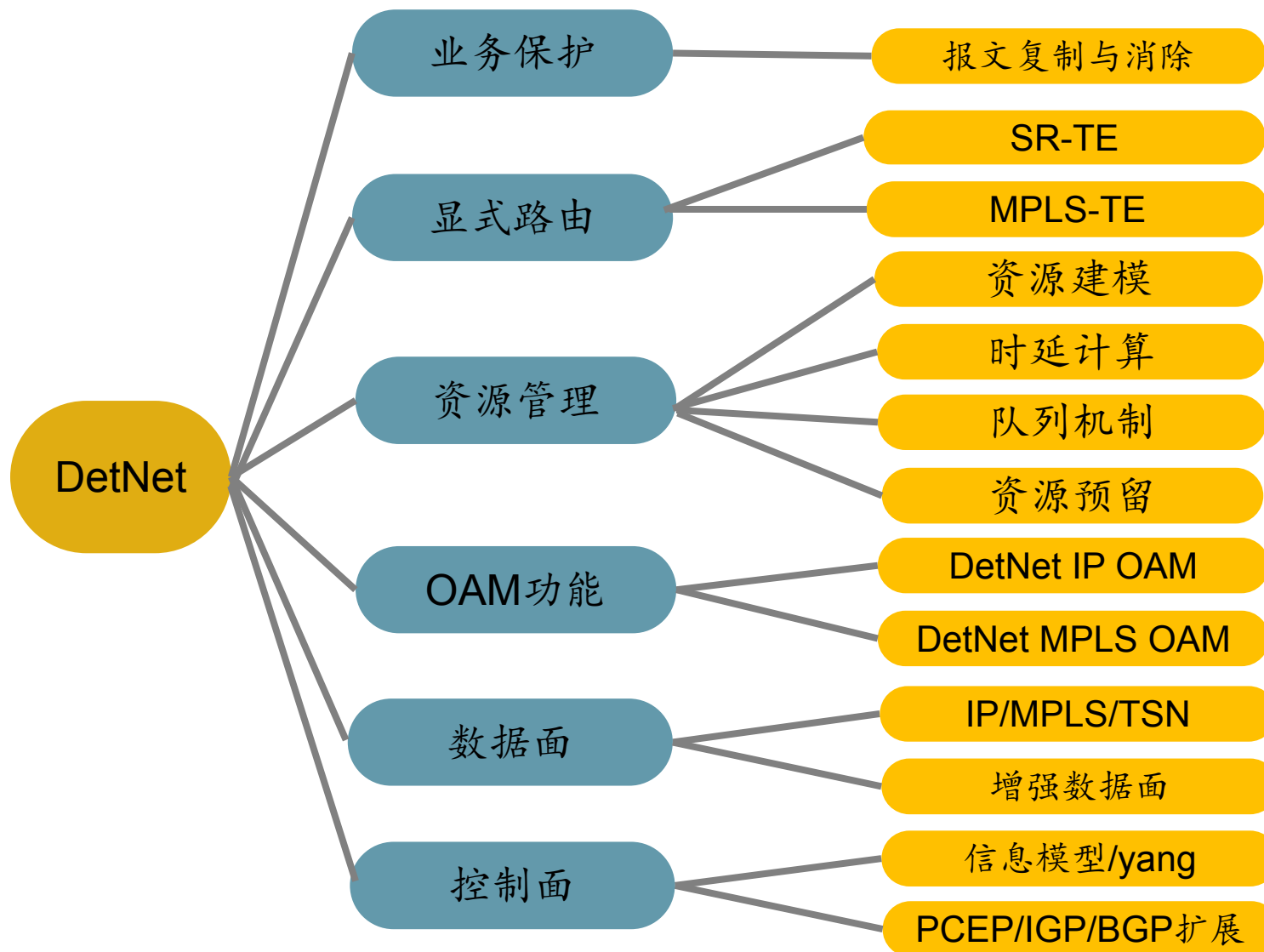
- DetNet技术未成熟。架构，用例，安全，信息模型和IP/MPLS及TSN互通相关数据面等标准制定完成，已发布RFC13篇。近期已采纳IP over UDP数据面扩展草案和报文排序草案。当前重点工作组草案是DetNet OAM和管控制面标准。DetNet现有架构及机制不能满足大规模组网场景的端到端的确定性保障需求，例如队列机制等的标准化一直存在争议，标准前景不明确，标准尚未商用。

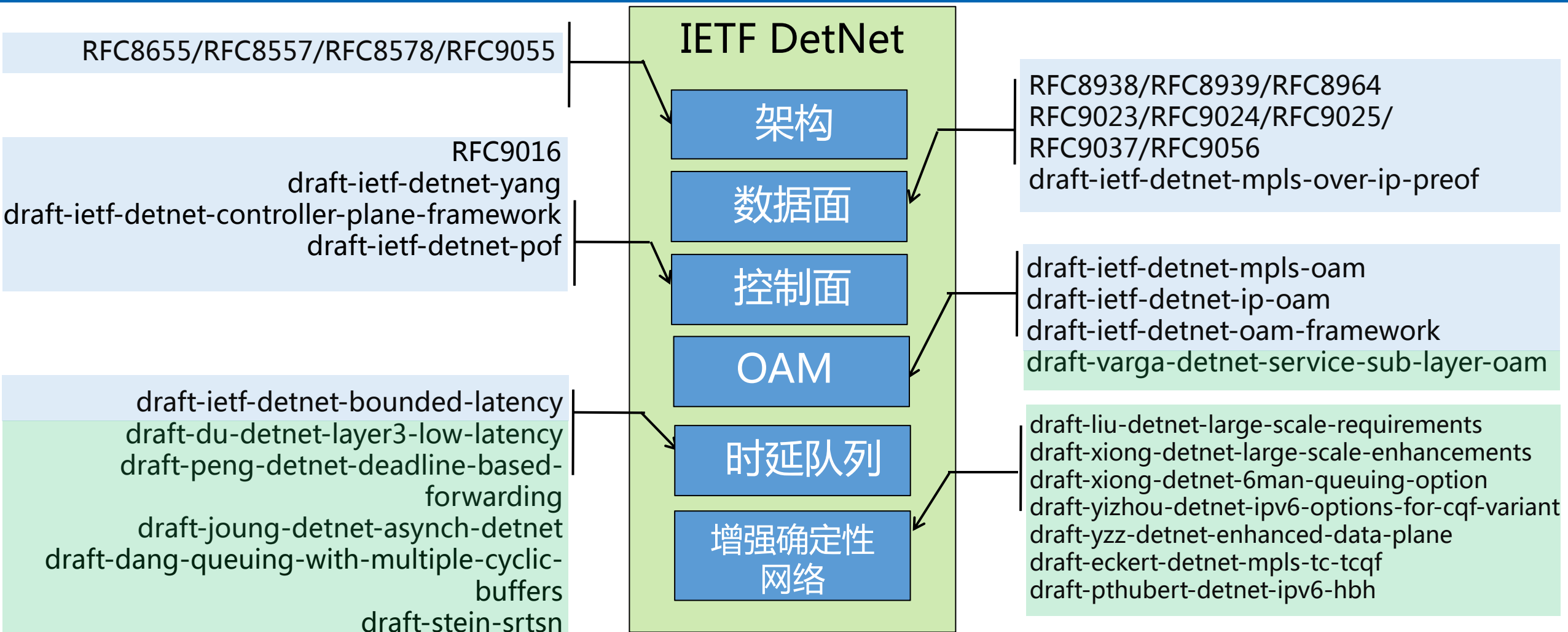
## • IETF DetNet当前工作热点

- DetNet工作热点是增强确定性网络，包括队列机制，数据面扩展，控制面扩展等。
- 近两年DetNet标准工作组进展加快，2022年7月Rechart已通过申请正式改为packet treatment，大规模组网及时延队列等技术标准已作为增强转发面需求及方案写入工作组计划，目前待选方案较多，争议较大，主席建议先讨论需求场景，再讨论增强的转发面方案。

- DetNet包括各种技术：

- 网络架构及其三大关键机制，包括业务保护，显式路由和资源分配。
- 控制面技术（包括南北向协议扩展，集中式，分布式控制面扩展，资源预留等）
- 数据面技术（包括数据面封装等）
- OAM技术（OAM，PM等）
- 其他包括组播及其他场景（如跨域）的扩展等。右图中红色旗帜为我司已布局。



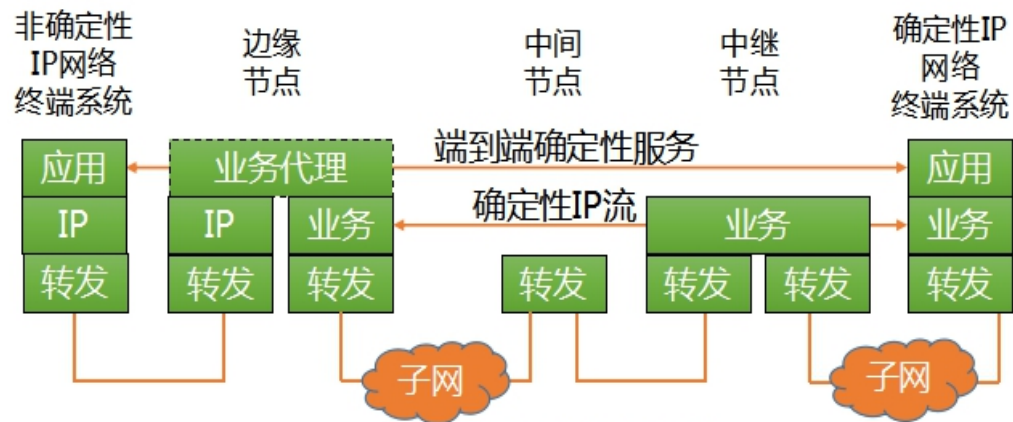


截止2022.10

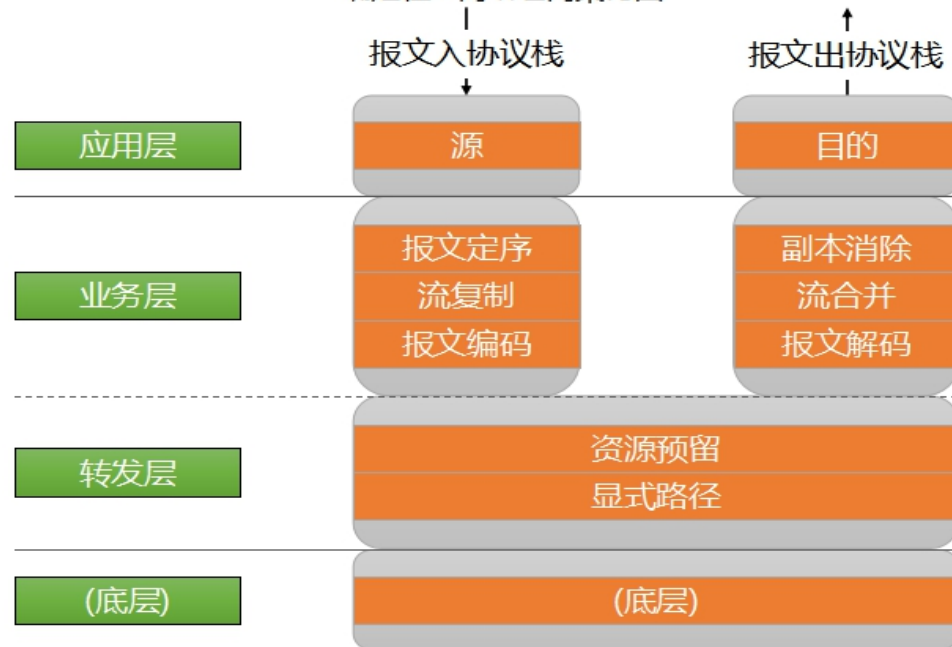
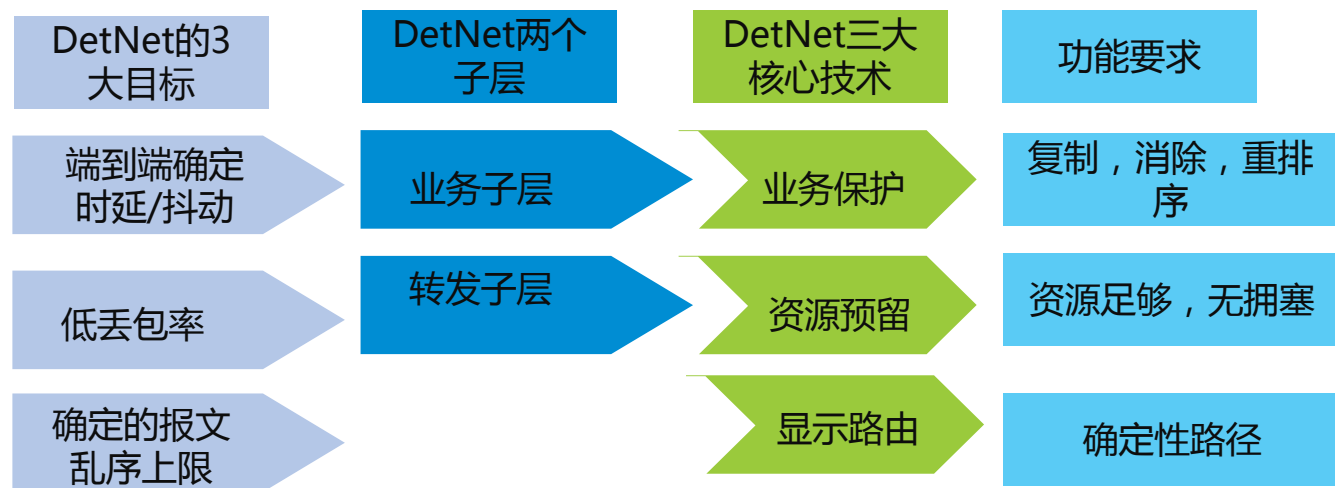
工作组草案

个人草案

- DetNet的网络架构，包括DetNet的三个技术目标。DetNet由业务子层和转发子层构成，主要完成三个核心技术，包括业务保护，资源预留，显式路由等。



确定性IP网络组网架构图



确定性网络协议栈模型



## DetNet的7大 数据面场景

DetNet IP

DetNet MPLS

DetNet IP over  
MPLS

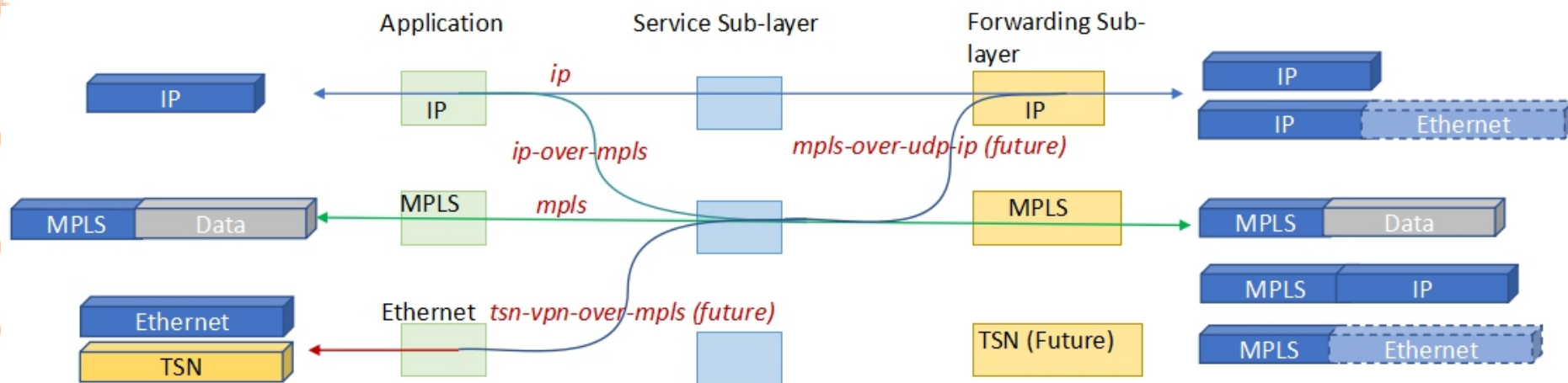
DetNet MPLS over  
UDP IP

TSN VPN over  
DetNet MPLS

DetNet IP over TSN

DetNet MPLS over TSN

- RFC8938(draft-ietf-detnet-data-plane-framework)
- RFC8939(draft-ietf-detnet-ip)
- RFC8964(draft-ietf-detnet-mpls)
- RFC9056(draft-ietf-detnet-ip-over-mpls)
- RFC9025(draft-ietf-detnet-mpls-over-udp-ip)
- RFC9037(draft-ietf-detnet-mpls-over-tsn)
- RFC9023(draft-ietf-detnet-ip-over-tsn)
- RFC9024(draft-ietf-detnet-tsn-vpn-over-mpls)
- draft-ietf-detnet-mpls-over-ip-preof-01
- 增强确定性网络数据面封装还在讨论中...



- IETF DetNet定义了网络端到端的时延类型，并给出了端到端最差边界时延的计算模型。目前DetNet的队列机制倾向于使用TSN队列机制，整形使用Diffserv机制。（As defined in draft-ietf-detnet-bounded-latency-10）。

✓ 六种时延类型：Output delay/Link delay/Preemption delay/Processing delay/Regulation delay/Queuing delay

✓ 端到端时延计算： $E2E\ Delay = \sum(\text{non-queuing delay}) + \sum(\text{queuing delay}) = \sum(1,2,3,4)\ \text{at each node} + \sum(5,6)$

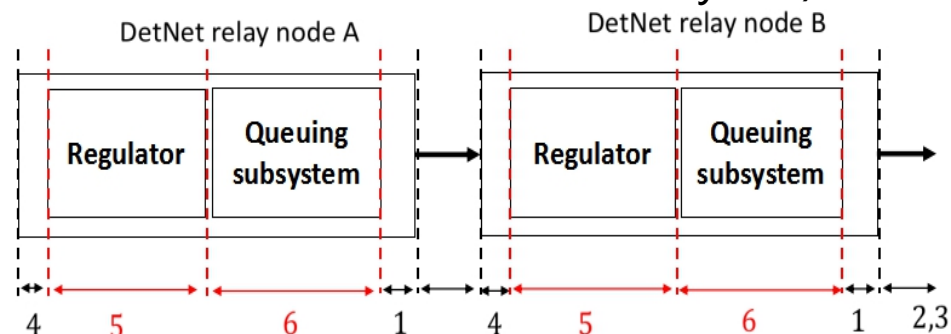
✓ 队列调度机制：

- TAS ( Time Aware Shaper ) ( 包括GCL ( gate control list ) ) (Qbv)
- IntServ ( Guaranteed-Service Integrated service )
- ATS ( Asynchronous Traffic Shaping ) ( 包括CBS(Credit-Based Shaper) )
- CQF ( Cyclic Queuing and Forwarding )

• 基于大规模组网的需求，已有多种队列机制陆续提出，需要与增强确定性网络结合，有待标准化。

✓ 针对大规模组网的队列机制：

- Multiple Cyclic Queuing (As defined in draft-dang-queuing-with-multiple-cyclic-buffers)
- Deadline-based Queuing (As defined in draft-peng-detnet-deadline-based-forwarding and draft-stein-srtsn)
- ADN Mechanism (As defined in draft-joung-detnet-asynch-detnet-framework)



Technique	Latency computation	Overprovisioning necessary	Handles predictably bursty flows	State required per-hop	Time sync required	Standard
Time-Aware Shaping(gate control list (GCL))	Static NP hard	Small	Yes	Per-class schedule, per-port-pair queue	Yes	IEEE 802.1 Qbv
Credit-Based Shaper(CBS) with Asynchronous Traffic Shaping(ATS)	Static (recompute all flows on any change)	Small	No	Per-flow state, per-port-pair queue	No	IEEE 802.1 Qcr
IntServ(Guaranteed-Service Integrated service)	Static (recompute all flows on any change)	Small	No	Per-flow state, per-flow queue	No	IETF RFC2212
Cyclic Queuing and Forwarding(CQF)	Dynamic (trivial addition)	More	No	None	Yes	IEEE 802.1 Qch

- IETF DetNet工作组的工作简章 ( Charter ) 于2022年7月更新，明确表示报文处理 ( Packet treatment ) 相关的技术需要在数据面支持。
- IETF DetNet已将Enhanced DetNet正式列入Milestone工作计划，预计未来2年内发布。

Data plane: This work will document how to use IP and/or MPLS, and related OAM, to support a data plane method of flow identification and packet treatment over Layer 3. Other IETF defined data plane technologies may also be used.

## Milestones

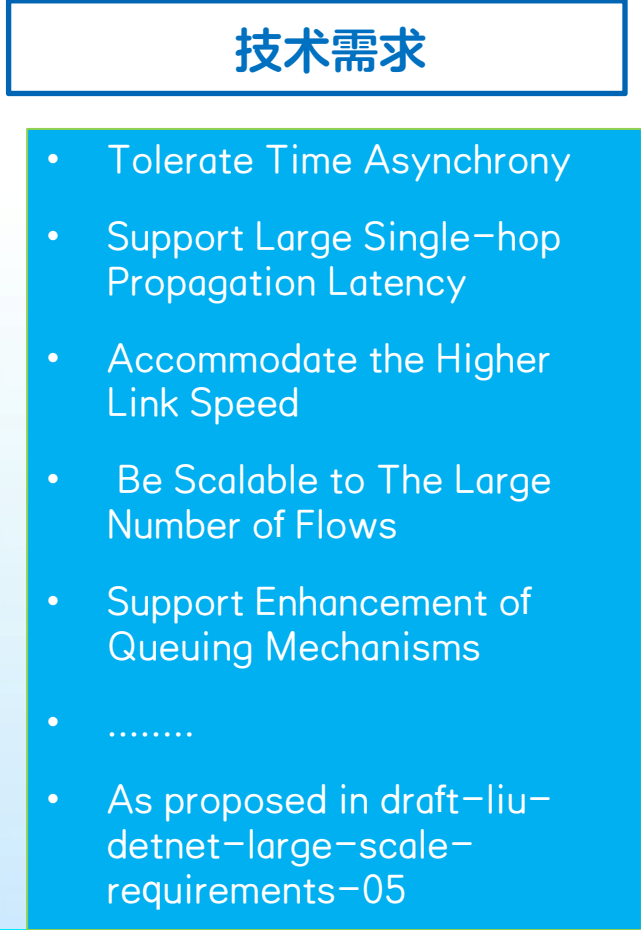
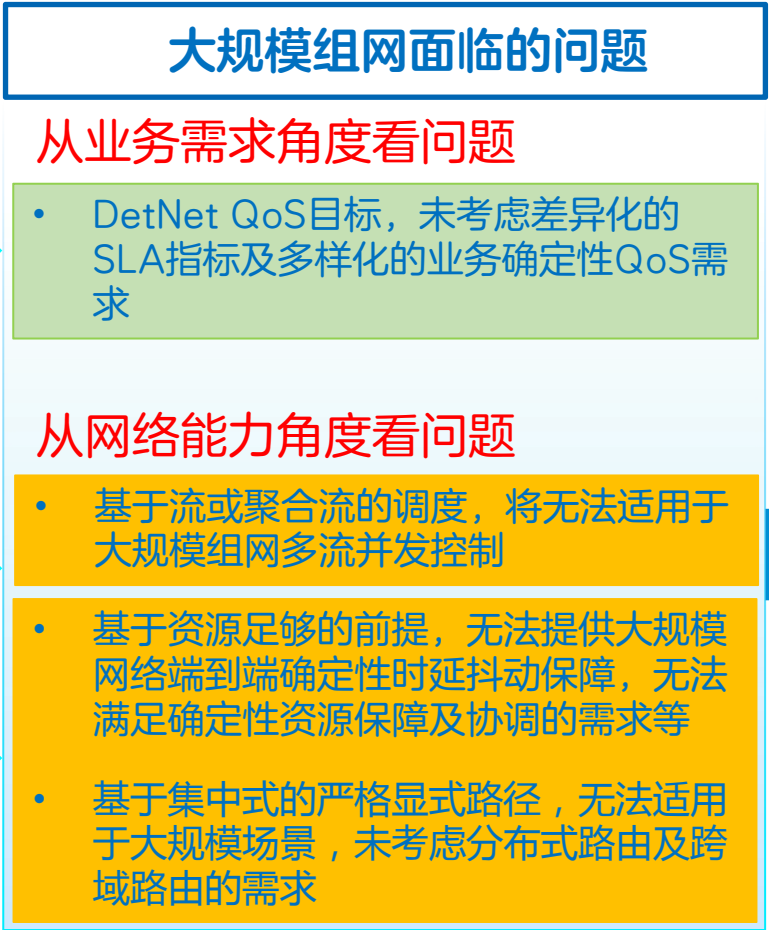
Date	Milestone	Associated documents
Jun 2023	Submit first Enhanced DetNet Data Plane solution document for publication	
Feb 2023	Submit Enhanced DetNet Data Plane Requirements document for publication	
Dec 2022	Submit controller plane framework	
Oct 2022	Submit OAM Solution Document(s)	
Aug 2022	Adopt first Enhanced DetNet Data Plane solution document	
Jul 2022	Submit first OAM document for publication	
May 2022	Adopt Enhanced DetNet Data Plane Requirements document	



业务目标

业务子层

转发子层

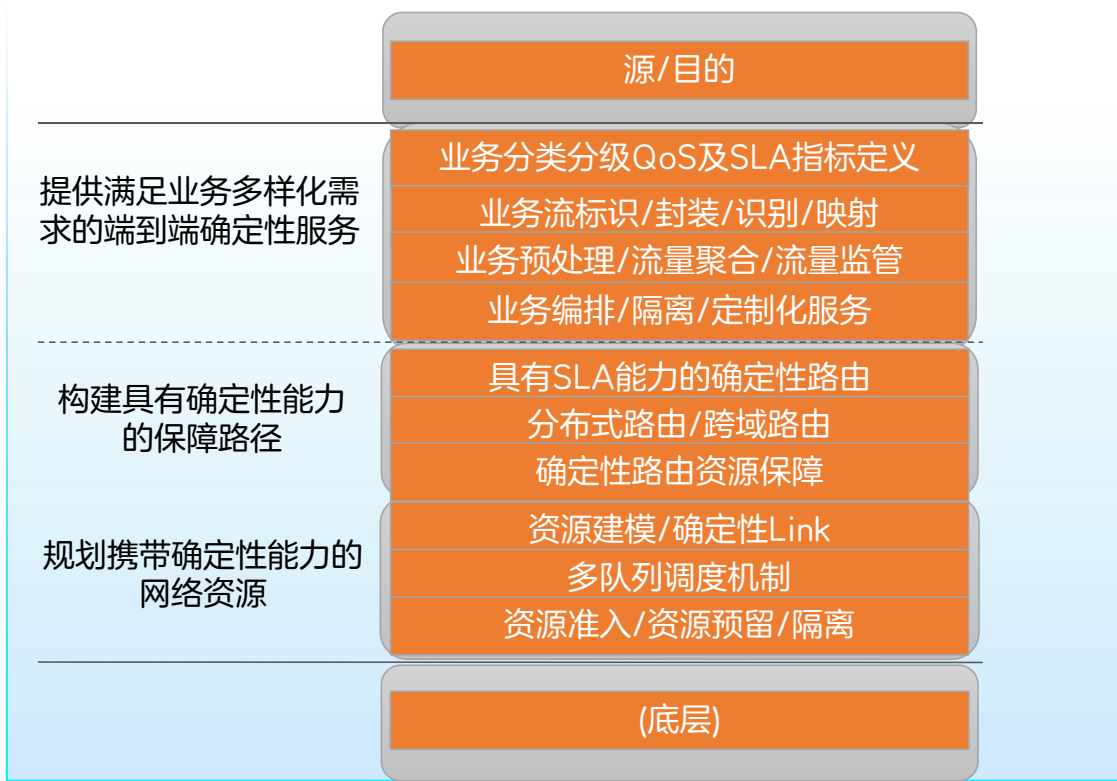


- 增强数据面需要扩展metadata, 应用于MPLS/IPv6/SRv6网络中, 目前解决方案暂未标准化, 争议较大:
  - ✓ 通用队列信息扩展 (As defined in draft-xiong-detnet-6man-queuing-option)
  - ✓ CQF变量信息扩展 (As defined in draft-yizhou-detnet-ipv6-options-for-cqf-variant)
  - ✓ 边界时延信息扩展 (As defined in draft-yzz-detnet-enhanced-data-plane)
  - ✓ MPLS TC扩展 (As defined in draft-eckert-detnet-mpls-tc-tcqf)
  - ✓ .....

## IETF DetNet架构



## EDN ( Enhanced Deterministic Networking ) 架构



EDN在DetNet架构上增强：针对多业务业务特征及差异化的SLA需求，结合大规模组网的特性，提出增强确定性架构及其关键技术，满足多样化的确定性业务承载需求。(As proposed in draft-xiong-detnet-large-scale-enhancements-01)

## 确定性网络需求和架构的优化相关标准化

在多样化的确定性业务需求下，结合大规模提供确定性服务对理论和架构提出了一些挑战，未来还需要继续优化和增强。

## 确定性网络转发及调度机制的标准化

确定性网络需要支持多种确定性转发及调度技术，保障确定性网络转发能力，未来还需要研究更多转发技术及队列机制。

## 确定性网络控制平面的标准化

确定性网络需要增强转发面功能，必然管理控制平面技术的增强，例如在路径计算，资源建模，跨域路由等功能相关控制面扩展，未来需要结合转发面提供更多控制面扩展功能。

## 确定性网络管理平面的标准化

确定性网络端到端时延，抖动等指标需要做到可测量可计算，未来需要提供确定性网络的业务保护和故障检测等功能。



THANKS

ZTE中兴

Leading 5G Innovations