

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.873.1

(03/2006)

G系列:传输系统和媒质、数字系统和网络
数字网 - 光传送网

光传送网（OTN）：线性保护

ITU-T G.873.1建议书



ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100–G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200–G.299
金属线路上国际载波电话系统的自有特性	G.300–G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400–G.449
无线电电话与有线电话的协调	G.450–G.499
传输媒质的特性	G.600–G.699
数字终端设备	G.700–G.799
数字网	G.800–G.899
概述	G.800–G.809
数字网的设计指标	G.810–G.819
质量和可用性目标	G.820–G.829
网络能力和功能	G.830–G.839
SDH网络特性	G.840–G.849
传送网管理	G.850–G.859
SDH无线电和卫星系统的综合	G.860–G.869
光传送网	G.870–G.879
数字段和数字线路系统	G.900–G.999
服务质量和性能—一般性和与用户相关的问题	G.1000–G.1999
传输媒质的特性	G.6000–G.6999
经传送网的数据—一般性问题	G.7000–G.7999
经传送网的以太网问题	G.8000–G.8999
接入网	G.9000–G.9999

欲了解更多详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

光传送网（OTN）：线性保护

摘要

本建议书为光信道数据单元（ODUk）层面的光传送网线性保护机制确定了APS（自动保护倒换）协议和保护倒换操作程序。本建议书探讨的保护机制包括：

- 配备固有监控功能的ODUk子网络连接保护（1+1和1:n）；
- 配备非侵入式监控功能的ODUk子网络连接保护（1+1）；
- 配备分层监控功能的ODUk子网络连接保护（1+1和1:n）。

来源

ITU-T第15研究组（2005-2008年）按照ITU-T A.8建议书的程序，于2006年3月29日批准了ITU-T G.873.1建议书。

前 言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定 ITU-T 各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA 第 1 号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属 ITU-T 研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2006

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目 录

页码

1	范围	1
2	参考文献	1
3	定义	1
4	缩写	2
5	保护特性	2
5.1	监控方法和条件	2
6	保护组命令	3
6.1	端到端命令和状态	3
6.2	本地命令	4
7	保护体系结构	4
7.1	单向和双向倒换	5
7.2	对APS/PCC信道的需求	5
7.3	返回式和非返回式倒换	5
7.4	设置不匹配	6
8	APS协议	6
8.1	APS信道格式	6
8.2	APS协议的传输和接受	7
8.3	请求类型	7
8.4	保护类型	8
8.5	要求提供的信号	9
8.6	桥接信号	9
8.7	桥接控制	9
8.8	选择器控制	9
8.9	保护实体信号失效	10
8.10	优先度相同的请求	10
8.11	命令的接受和保留	10
8.12	滞后定时器	10
8.13	练习操作	11
8.14	APS信道告警	11
附录I	操作示例	11
I.1	1+1单向倒换	11
I.2	1+1双向倒换	13
I.3	1:n双向倒换	14
I.4	练习命令操作	15

ITU-T G.873.1建议书

光传送网（OTN）：线性保护

1 范围

本建议书为光信道数据单元（ODUk）层面的光传送网线性保护机制确定了APS协议和保护倒换操作程序。本建议书探讨的线性保护机制包括：

- 配备固有监控功能的ODUk子网络连接保护（1+1和1:n）；
- 配备非侵入式监控功能的ODUk子网络连接保护（1+1）；
- 配备分层监控功能的ODUk子网络连接保护（1+1和1:n）。

目前正在研究OTN环状保护的APS协议和保护倒换操作。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其它参考文献的条款，在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其它参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- ITU-T Recommendation G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces for the Optical Transport Network (OTN)*.
- ITU-T Recommendation G.798 (2004), *Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks*.
- ITU-T Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.
- ITU-T Recommendation G.806 (2006), *Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality*.
- ITU-T Recommendation G.808.1 (2006), *Generic protection switching – Linear trail and subnetwork protection*.
- ITU-T Recommendation G.841 (1998), *Types and characteristics of SDH network protection architectures*.
- ITU-T Recommendation G.872 (2001), *Architecture of optical transport networks*.

3 定义

本建议书定义的术语如下：

- 3.1 **APS信道（APS channel）**：见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.2 **实体（entity）**：见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.3 **额外流量信号（extra traffic signal）**：见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.4 **头端（head end）**：见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.5 **正常流量信号（normal traffic signal）**：见ITU-T G.870/Y.1352建议书。

- 3.6 空信号 (null signal) :** 见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.7 保护通信信道 (protection communication channel) :** 见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.8 保护组 (protection group) :** 见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.9 信号 (signal) :** 见ITU-T G.870/Y.1352建议书。
- 3.10 尾端 (tail end) :** 见ITU-T G.870/Y.1352建议书。

4 缩写

本建议书使用的缩写如下:

APS	自动保护倒换
DNR	请勿返回
EXER	练习
FS	强制倒换
LO	锁定保护
MS	手动倒换
NR	无请求
ODUk	光信道数据单元k
OTN	光传送网
OTUk	光信道传送单元k
PCC	保护通信信道
RR	返回请求
SD	信号劣化
SF	信号失效
WTR	等待复原

5 保护特性

5.1 监控方法和条件

保护倒换是在保护域内发现传送实体（工作和保护）某些缺陷时发生的。如何发现这些缺陷是设备建议书（例如ITU-T G.806和G.798建议书）探讨的主题。在保护倒换控制器中，保护域内的实体具有无缺陷= OK、劣化（信号劣化= SD）或失效（信号失效= SF）等几种状态。

常用监控方法有以下几种:

固有式 - 如果在ODUk链路连接处（例如服务器层尾端和服务器/ODUk自适应功能单元）发现缺陷时，则启动保护倒换。在ODUk层不进行缺陷检测。

注 - 相对于SDH SNC/I而言，当服务器/ODUk自适应功能单元未能检测到由上游服务器层缺陷造成的FDI缺陷时，ODUk SNC/I仅能展开一个链路连接。

非侵入式 - 保护倒换由ODUkP层的非侵入式监控器或位于保护组尾端的ODUkT分层启动。

分层 - 当在ODUKT分层路径 (TCM) 发现缺陷时, 启动保护倒换。每个工作和保护实体均设有一个ODUKT分层路径。因此只有当检测到保护域内的缺陷时, 才启动保护倒换。

保护倒换控制器并不在乎使用的监控方法, 只要得到保护域内传送实体的 (OK、SD和SF) 信息即可。有些监控器或网络层可能没有SD检测方法。在这种情况下, 没有必要采用另一个APS协议, 只是无法检测到缺陷的设备不会发出SD信息而已。如果使用了APS协议, 不排除在近端监控器无法检测到SD的情况下, 远端可通过APS信道发布一个SD。

6 保护组命令

6.1 端到端命令和状态

这一部分描述适用于整个保护组的命令。当出现APS时, 这些命令被传送至连接的远端。在双向倒换中, 这些命令会影响到两端的桥接和选择器。

锁定保护 - 该命令用于防止从保护实体中将选择某一工作信号。这可以有效地关闭保护组。保护实体出现的额外流量信号会被丢弃。

强制倒换正常流量信号#n至保护状态 - 在出现要求的桥接时, 可强制性地从保护实体中选择正常流量信号#n。

强制倒换空信号 - 在1:n的体系结构中, 空信号被倒换至保护实体, 但正在执行一个优先度相同或更高的倒换命令的情况除外。保护实体内的正常流量信号被倒换至其工作实体, 并从中选出。在1+1的体系结构中, 正常流量信号从工作实体中选出。

强制倒换额外流量信号 - 将额外流量信号倒换至保护实体, 但正在执行一个优先度相同或更高的倒换命令的情况除外。保护实体内的正常流量信号被倒换至其工作实体并从中选出。

手动倒换正常流量信号#n至保护状态 - 在工作或保护实体未失效的情况下, 当出现需要的桥接时, 强制性地从保护实体中选择正常流量信号#n。

手动倒换空信号 - 在1:n的体系结构中, 空信号被倒换至保护实体, 但其它实体出现故障或正在执行一个优先度相同或更高的倒换命令的情况除外。保护实体中出现的正常流量信号被倒换至其工作实体, 并从中选出。在1+1的体系结构中, 正常流量信号从工作实体中选出。

手动倒换额外流量信号 - 额外流量信号被倒换至保护实体, 但其它实体出现故障, 或正在执行一个优先度相同或更高的倒换命令的情况除外。保护实体内出现的正常流量信号被倒换至其工作实体, 并从中选出。

等待复原正常流量信号#n - 在清除工作实体#n的SF或SD之后的返回式操作中, 该命令保留从保护实体中选出的正常流量信号#n, 直至等待复原定时器失效。如果定时器在其它事件或命令之前失效, 状态将变成NR。如果出现间歇性故障, 该命令可用于防止选择器的频繁操作。

练习信号#n - APS协议的练习。选择信号的目的在于不修改选择器。

请勿返回正常流量信号#*n* - 在非返回式操作中，该命令用于保留从保护实体中选出的正常流量信号。

无请求 - 所有正常流量信号均从其相应的工作传送实体中选出。保护实体承载1+1保护组内的无效信号、额外流量或者个别正常流量信号的桥接。

清除 - 清除近端仍然有效的锁定保护、强制倒换、手动倒换、WTR状态或者练习命令。

6.2 本地命令

这些命令仅适用于保护组的近端。当出现APS时，这些命令尚未通过APS信道传送至远端。

冻结 - 冻结保护组状态。在清除冻结命令之前，拒绝近端的更多命令。由于条件变化，收到的APS字节被忽略。当清除冻结命令时，将根据条件和收到的APS字节重新计算保护组的状态。

清除冻结

锁定保护正常流量信号#*n* - 防止正常流量信号#*n*从保护实体中选出。有关正常流量信号#*n*的命令将被拒绝。对于正常流量信号#*n*，将忽略SF或SD。在1:*n*的双向倒换中，将满足有关正常流量信号#*n*的远程桥接请求，以防止协议出现故障。因此，两端必须闭锁对正常流量信号保护，以防止该信号由于任何一端发出命令或出现故障而被从保护实体中选出。对于不同的正常流量信号，可能出现多条这类命令并存的情况。

清除锁定保护正常流量信号#*n*

7 保护体系结构

在线性保护体系结构中，保护倒换是在保护路径或保护子网络连接的两个独立的端点进行的。“工作”和“保护”实体位于这些端点之间。

在给定的传输方向上，保护信号的“头端”具有桥接功能，能在必要时将正常流量信号的备份放置于保护实体中。“尾端”具有选择器功能，可以将正常流量信号从其通常的工作实体或保护实体中选出。在双向传输且两个方向的传输均受到保护的情况下，受保护信号的两端一般具有桥接和选择器两个功能。

可以使用的体系结构如下：

1+1 - 在1+1的体系结构中，单一正常流量信号受到单一保护实体的保护。头端始终处于桥接状态。倒换全部在尾端进行。

1:*n* - 在1:*n*的体系结构中，1个或多个正常流量信号受到单一保护实体的保护。只有在需要保护倒换的情况下，才建立头端的桥接。当*n* > 1时，在某一个受保护信号中检测到缺陷之前，是不可能知道应将哪一个正常流量信号桥接至保护实体的。如果保护实体未用于保护任何正常流量信号的话，1:*n*的体系结构可承载该实体上的额外（优先度低，可抢占）流量信号。甚至在*n* = 1 (1:1)的情况下仍可使用1:*n*的体系结构。因为1:1能够承载额外流量，而1+1则不能，这种选择可能优于更简单的1+1体系结构（这种结构不需要保护算法在头端采取任何行动）。

m:n - 在该体系结构中， m 个保护实体用于保护 n 个工作实体。这一体系结构有待进一步研究。

假设APS信道更大，对实体数量“ n ”的编码将使用一个完整字节，而不是SDH中的几个比特。将保留256个数值中的两个：0表示一个零信号或者保护实体，而0xFF（255）用于表示额外流量。

连接每一端的体系结构必须相互匹配。

7.1 单向和双向倒换

在双向传输时，可以选择单向或双向倒换。进行单向倒换时，每一端的选择器完全独立。而进行双向倒换时，则试图协调两端，这样即使出现单向故障，两端桥接和选择器的设置也是相同的。双向倒换始终需要一个APS和/或PCC信道来协调两个端点。单向倒换能够保护不同实体中相反方向的两个单向故障。

7.2 对APS/PCC信道的需求

唯一不需要一个APS和/或PCC信道的倒换类型是1+1单向倒换。由于头端有永久性桥接，而且没有必要协调两端的选择器位置，则尾端选择器可以完全根据尾端检测到的缺陷和收到的命令工作。

双向倒换始终需要一个APS信道。1:n单向倒换需要一个APS信道，用于协调头端桥接和尾端选择器。

7.3 返回式和非返回式倒换

在返回式操作中，流量在清除了倒换依据后，被退还给工作实体。这一操作在清除命令（例如强制倒换）时可立即完成。但在清除缺陷时，这一操作通常要待“等待复原”定时器计时结束后完成，以避免间歇性缺陷情况下的选择器震荡。

在非返回式操作中，即使倒换依据不复存在，正常流量仍然能够在保护实体中留存。实现这一操作的办法通常是，用优先级较低的“请勿返回（DNR）”请求替换前一个倒换请求。

因为在任何情况下保护都是完全专用的，因此1+1保护机制通常为非返回式，从而避免了对流量的二次“低频干扰”。但是，这种机制也可能为返回式（例如，流量因此可以使用环网周围的“较短”方向，但故障情况除外。某些操作员规范中也为1+1的保护规定了返回式操作）。

1:n保护机制通常为返回式。当额外流量信号由保护实体承载时，操作始终为返回式，从而可以复原被抢占的额外流量信号。完全可以将协议定义为支持1:n保护机制的非返回式操作，但希望最好在工作实体修复后恢复和干扰流量，而不是在群组的其它实体失效时，因为此时需要使用保护实体承载一个不同的正常流量信号。

一般而言，保护组两端对返回式/非返回式的选择相同。然而，该参数即使不匹配也不会影响网络互通 - 只是会出现一种不寻常的情况：一端会借助WTR清除该端发起的倒换命令，而另一端会对其倒换使用DNR。另见8.4。

7.4 设置不匹配

在保护组设置的各类选项中，两端的设置有可能不匹配。这种设置上的不匹配有以下几种形式：

- 无法进行正确操作时的不匹配。
- 当一端或两端在不匹配情况下仍能调整操作，实现一定程度的互通时的不匹配。
- 不会影响互通的不匹配。请见8.4中探讨的返回式/非返回式不匹配情形的示例。

经由APS信道的信息无法通报并检测所有设置不匹配的情形。一个1:n保护组至多容纳254个工作实体，因此有效实体号码组合实在太多，很难完全展现各种配置选项。然而理想的办法是使中间类别明晰可见，从而使两端可以在不匹配情况下调整操作，实现互通。例如，用于双向倒换的设备能够退回至单向倒换，以便支持网络互通。用于配有一个APS信道的1+1倒换的设备，可退回至没有APS信道的1+1单向倒换。用户仍然可以获知设置不匹配的信息，但是设备仍能提供一定程度的保护。

8 APS协议

8.1 APS信道格式

一个APS信道是由ODUk开销的APS/PCC字段的前三个字节承载的。APS/PCC字段的第四个字节被保留。根据15.8.2.4/G.709/Y.1331的定义，可以使用八个独立的APS信道支持对ODUkP、六个ODUkT（TCM）等级和一个ODUk SNC/I等级的保护。

APS四个字节在各帧中的格式如图1所示。APS信道的字段值见表1。

1				2				3				4											
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
请求/状态				保护类型				要求提供的信号				桥接信号				保留							
				A	B	D	R																

图1/G.873.1 - APS信道格式

表1/G.873.1 - APS信道字段值

字段	值	说明	
请求/状态	1111	锁定保护 (LO)	
	1110	强制倒换 (FS)	
	1100	信号失效 (SF)	
	1010	信号劣化 (SD)	
	1000	手动倒换 (MS)	
	0110	等待复原 (WTR)	
	0100	练习 (EXER)	
	0010	返回请求 (RR)	
	0001	请勿返回 (DNR)	
	0000	无请求 (NR)	
	其它	留待未来进行国际标准化	
保护类型	A	0	无APS信道
		1	APS信道
	B	0	1+1 (永久性桥接)
		1	1:n (无永久性桥接)
	D	0	单向倒换
		1	双向倒换
	R	0	非返回式操作
		1	返回式操作
要求提供的信号	0	空信号	
	1-254	正常流量信号1-254	
	255	额外流量信号	
桥接信号	0	空信号	
	1-254	正常流量信号1-254	
	255	额外流量信号	

8.2 APS协议的传输和接受

APS/PCC协议通过保护实体传输。虽然它们同样可以通过工作实体传输，但是接收器不应这样假设，应当能够忽略工作实体上的这一信息。

对于这八个等级，应当分别执行独立的接受程序。鉴于APS协议是通过四个APS/PCC字节的前三个承载的，因此接受程序只考虑这三个字节。如果连续三次收到的给定等级的三个字节的相同值，则应当接受一个新的APS协议值。

注 - 由于APS消息的第四个字节为“保留”，因此APS字节的接受程序未将其考虑在内。

8.3 请求类型

APS字节可能反映的请求类型，为传统上受到SONET和SDH保护倒换支持的“标准”类型。这些请求反映最高优先度、命令或状态（见表2和3）。在单向倒换中，这是仅从近端确定的具有最高优先度的值。在双向倒换中，只有当本地请求的优先度等于或高于通过APS信道从远端接收的任何请求时，才会显示本地请求。在双向倒换中，如果远端请求优先度最高，则近端将发出返回请求 (RR) 的信号。

表2/G.873.1 - APS协议的请求/状态优先级

请求/状态	优先级
锁定保护 (LO)	1 (最高)
信号失效 (SF) - 保护	2 (见8.9)
强制倒换 (FS)	3
信号失效 (SF) - 工作	4
信号劣化 (SD)	5
手动倒换 (MS)	6
等待复原 (WTR)	7
练习 (EXER)	8
返回请求 (RR)	9
请勿返回 (DNR)	10
无请求 (NR)	11 (最低)

表3/G.873.1 - APS协议的请求/状态优先级

请求/状态	优先级
锁定保护 (LO)	1 (最高)
强制倒换 (FS)	2
信号失效 (SF)	3
信号劣化 (SD)	4
手动倒换 (MS)	5
等待复原 (WTR)	6
请勿返回 (DNR)	7
无请求 (NR)	8 (最低)

8.4 保护类型

有效的保护类型如下：

000x 1+1单向，无APS

100x 1+1单向 w/APS

101x 1+1双向 w/APS

110x 1:n单向 w/APS

111x 1:n双向 w/APS

选择这些值的目的是使默认值（全部为零）与唯一没有APS仍能操作的保护类型（1+1单向）相匹配。

请注意010x、001x和011x均为无效，原因在于1:n和双向需要APS。

如果“B”比特不匹配，就会因为1:n和1+1不兼容而释放选择器。这将引发一条警报。

假设“B”比特相匹配：

如果“A”比特不匹配，希望得到APS的一端将退回至没有APS的1+1单向倒换。

注1 - 在节点不支持APS信道的情况下，APS/PCC字段将出现全0模式，15/G.709/Y.1331对这一点作了说明。

如果“D”比特不匹配，双向一端将退回至单向倒换。

如果“R”比特不匹配，一端会将倒换清除至“WTR”，而另一端将清除至“DNR”。两端将实现互通，并且流量受到保护。

注2 - 各端始终发出说明其保护类型字段内最大能力的信号，即使它已退回至能力较低的操作状态（即，当支持双向倒换的一端与仅支持单向倒换的某端互通时，它将退回至单向倒换，但是仍在“D”比特内发出“1”的信号）。

注3 - 不匹配情况的报告有待进一步研究。

8.5 要求提供的信号

它表示近端要求保护实体传送的信号。对于NR来说，要求提供的信号可以是空信号（0）或额外流量（255）。对于LO来说，它只能是空信号（0）。对于练习来说，它可以是空信号（0），或者当练习替换NR时的额外流量信号（255），或者当练习替换DNR时的正常流量信号号码。对于SF或SD来说，它将是正常流量信号号码，或者空信号（0），以表明保护失效或劣化。对于其它所有请求来说，它将是请求保护实体承载的正常流量信号号码。

8.6 桥接信号

该信号表明桥接至保护实体的信号。对于1+1保护机制而言，它应当始终指示正常流量信号1，准确反映永久性桥接。在1+1体系结构下，它支持2相而不是3相倒换。对于1:n保护机制而言，它表明实际桥接至保护实体的信号（空信号（0）、额外流量信号（255）或者正常流量信号号码）。该信号通常为远端要求的桥接。

8.7 桥接控制

在1+1体系结构中，正常流量信号被永久性地桥接至保护实体。正常流量信号“1”会始终显示在APS信道的桥接信号字段之中。

在1:n体系结构中，桥接将根据来向APS信道的“要求提供的信号”字段说明的桥接设置。一旦建立桥接，去向APS信道的“桥接信号”字段将予以说明。

8.8 选择器控制

在1+1单向体系结构（配有或没有APS）中，选择器完全根据最高优先级别的本地请求设置。这是一个单相倒换。

在1+1双向体系结构中，当去向“要求提供的信号”和来向“桥接信号”均显示正常流量信号“1”时，正常流量信号将从保护实体中选出（该体系结构中的来向“桥接信号”应当始终显示“1”）。这是一个双相倒换，因为只有在表明双向倒换由近端发起的APS字节到达时，远端才会进行倒换。

在1:n单向或双向体系结构中，当去向“要求提供的信号”和来向“桥接信号”字段出现相同数字“n”（或255）时，正常流量信号“n”或额外流量信号255将被从保护实体中选出。这通常引发一个三相倒换。

8.9 保护实体的信号失效

保护实体信号失效的优先度高于可能引起从保护实体中选择正常传送信号的任何缺陷。如果APS信号处于在用状态，则保护实体（即APS信号经过的路由）的SF的优先级别高于强制倒换。而锁定命令的优先级别又高于SF。在故障情况下，锁定将保持在激活状态。

8.10 优先度相同的请求

一般而言，基于一个请求的倒换一经完成，该请求不会被另一个优先度相同的请求覆盖（根据先来后到原则）。当优先度相同的请求同时出现时，则要通过满足实体号码最小的请求的方式解决冲突。在双向倒换中，通过APS信道接收的实体号码较小的请求，总是优先于实体号码较大的具有相同优先度的本地请求。来自双向保护组两端、具有相同实体号码且优先度相同的请求均被视为有效请求，并与近端处理点收到的“RR”相当。

8.11 命令的接受和保留

CLEAR、LO、FS、MS和EXER等命令根据先前的命令、保护组工作和保护实体的条件和（只存在于双向倒换中的）收到的APS字节，要么接受，要么拒绝。

只有当近端的LO、FS、MS或EXER命令生效或者出现WTR状态时，CLEAR命令才是有效的，否则将被拒绝。这一命令将清除近端命令或WTR状态，以便提出下一个优先度较低的条件或（双向倒换中的）APS请求。

其它命令将被拒绝，除非其优先度高于先前存在的命令、条件或（双向倒换中的）APS请求。如果接受了一个新命令，任何以前已被覆盖的优先度较低的命令都会被忽略。如果一条优先度较高的命令覆盖了一个优先度较低的条件或（双向倒换中的）APS请求，那么在清除该命令时依然存在的被覆盖请求将被重新提出。

如果一条命令被一个条件或（双向倒换中的）APS请求覆盖，该命令将被忽略。

8.12 滞后定时器

为了协调位于多个层面或不同级联保护域的保护倒换机的定时，则需要一个滞后定时器。其目的在于使服务器层保护倒换机在客户层倒换发生之前解决问题，或者使上游保护域先于下游保护域进行倒换（例如，允许采用双节点互连配置的上游环在下游环之前进行倒换，从而倒换可以与故障发生在同一个环上）。

每个保护组均应配有一个可供调配的滞后定时器。建议的范围和取值为0、20ms和以100ms为一阶的100ms至10秒（ITU-T G.808.1建议书规定的准确度为±5ms）。

滞后定时器的操作使用SDH标准所规定的“两次取数”方法。具体而言，当出现一个新缺陷或更为严重的缺陷时（新的SD或SF，或者SD变为SF），如果使用的滞后定时器取值为非零，则该事件不会即刻报知保护倒换。相反，将启动滞后定时器。当滞后定时器失效时，先检查确认路径上是否仍然存在启动定时器的缺陷。如果缺陷依然存在，则应报知保护倒换。它不一定是启动定时器的缺陷。

8.13 操作练习

练习是检测APS信道是否正常工作的一条命令。它的优先度低于任何“实际”的倒换请求。它仅在双向倒换中有效，因为这是唯一可以通过寻求响应而进行有意义的测试的地方。

练习命令应当与其替换的NR或DNR请求具有相同的被请求和桥接实体号码。有效响应应当是带有相应的被请求和桥接实体号码的RR。为便于检测RR，DNR的标准响应应当为DNR，而不是RR。当清除练习命令之后，如果被请求实体号码为0或255则用NR替换练习命令，并用DNR替代1至254的任何正常流量信号号码。

注 - 为OTN确定的操作练习与为SDH确定的操作练习不同。

8.14 APS信道告警

要求APS的群组的“协议故障”情形如下：

- 完全不兼容的设置（“B”比特不匹配），如8.4所述。
- 在>50ms的时间内对桥接请求的缺乏响应（即发送的“被请求实体”和接收的“桥接实体”没有匹配项）。

收到的不明请求或带有无效实体号码的请求将被忽略。远端将负责对近端的无响应发出告警。

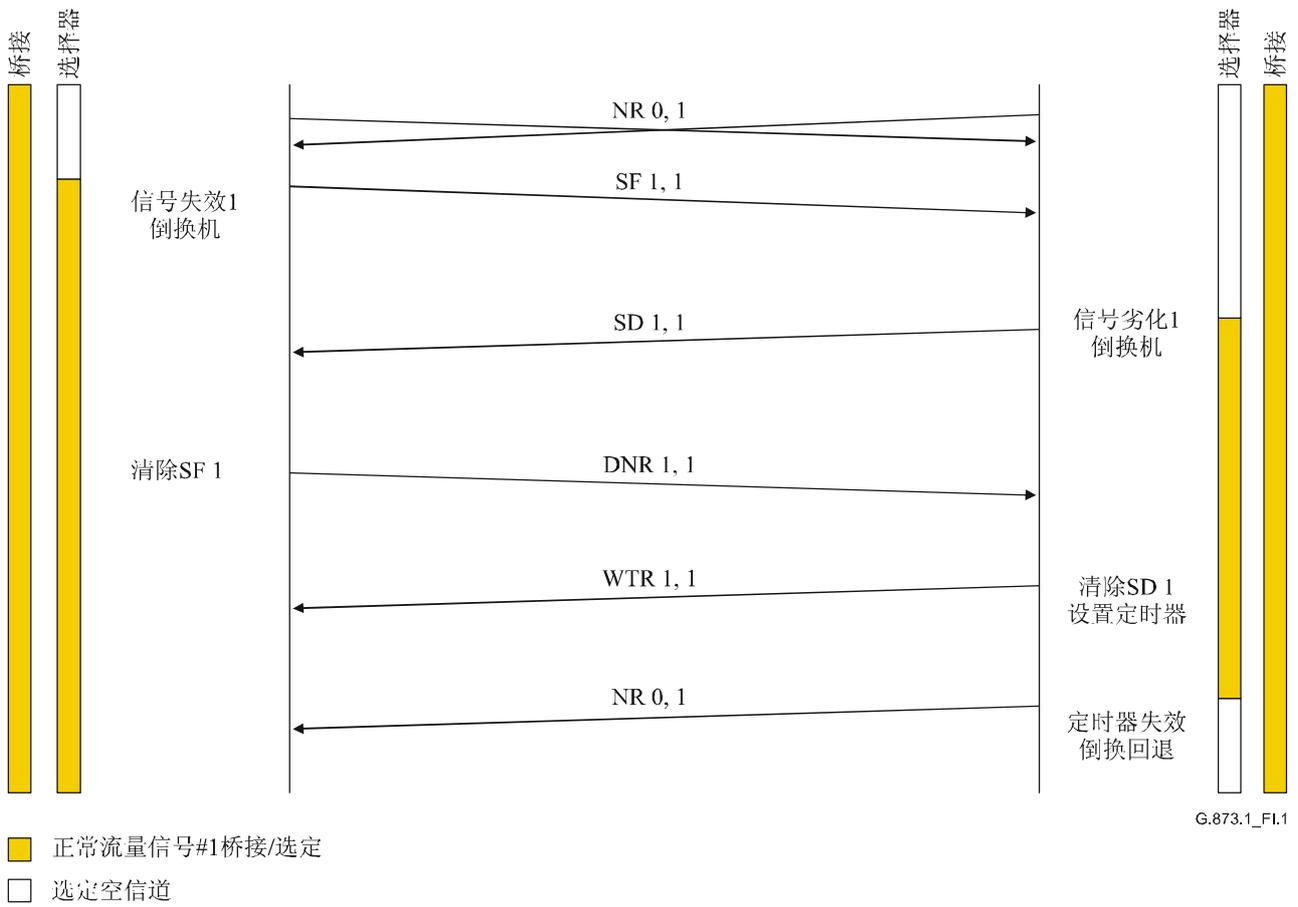
附录 I

操作示例

I.1 1+1单向倒换

APS可能存在，也可能不存在。即使APS不存在，桥接也被设定为永久性的，因此可根据本地请求立即开始倒换工作。如果存在APS，其字节仅为提供信息之用，并不控制保护组的操作。在这种情况下，一台设备可以支持远端状态查询。

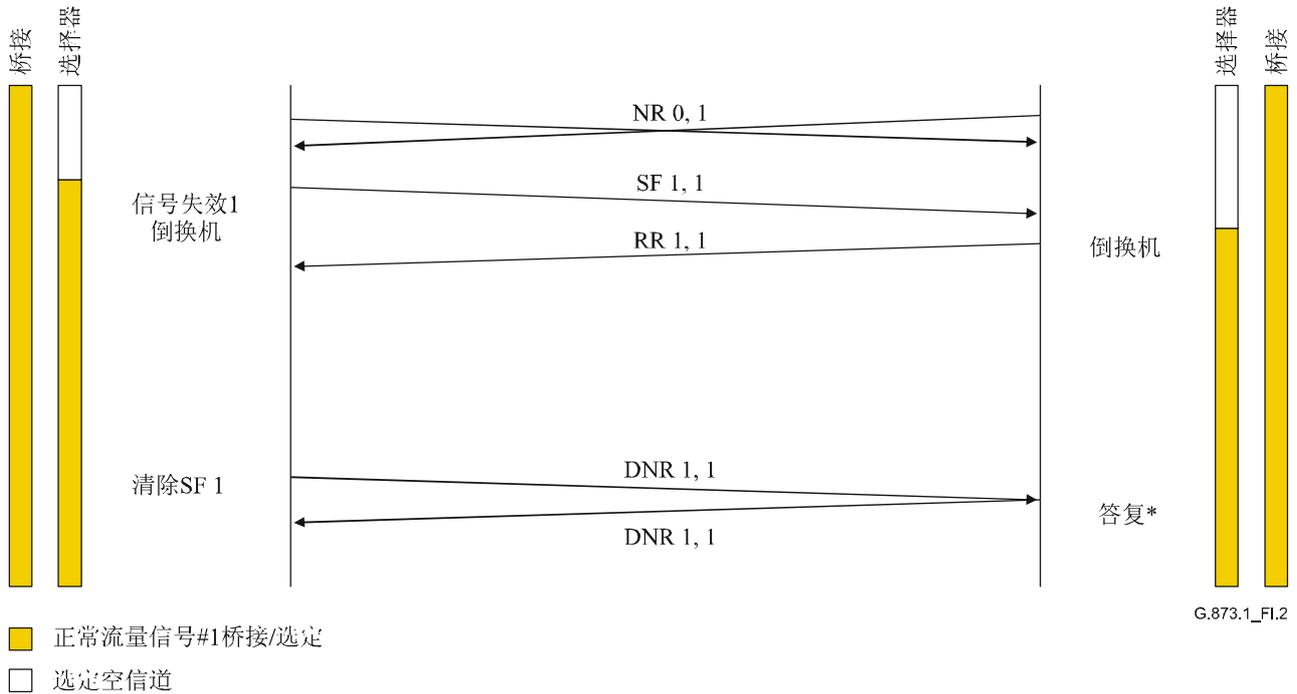
本示例说明来自对端的SF和SD请求重叠的情况。为便于说明，图I.1中的示例说明了A端为非返回式而B端为返回式的不匹配设置。



图I.1/G.873.1 - 1+1单向倒换APS信息流示例

I.2 1+1双向倒换

图I.2中的示例描述了一个1+1双向非返回式倒换机。由于从一开始便在APS字节中标明是永久性桥接，因此倒换可以是双相而不是三相的。

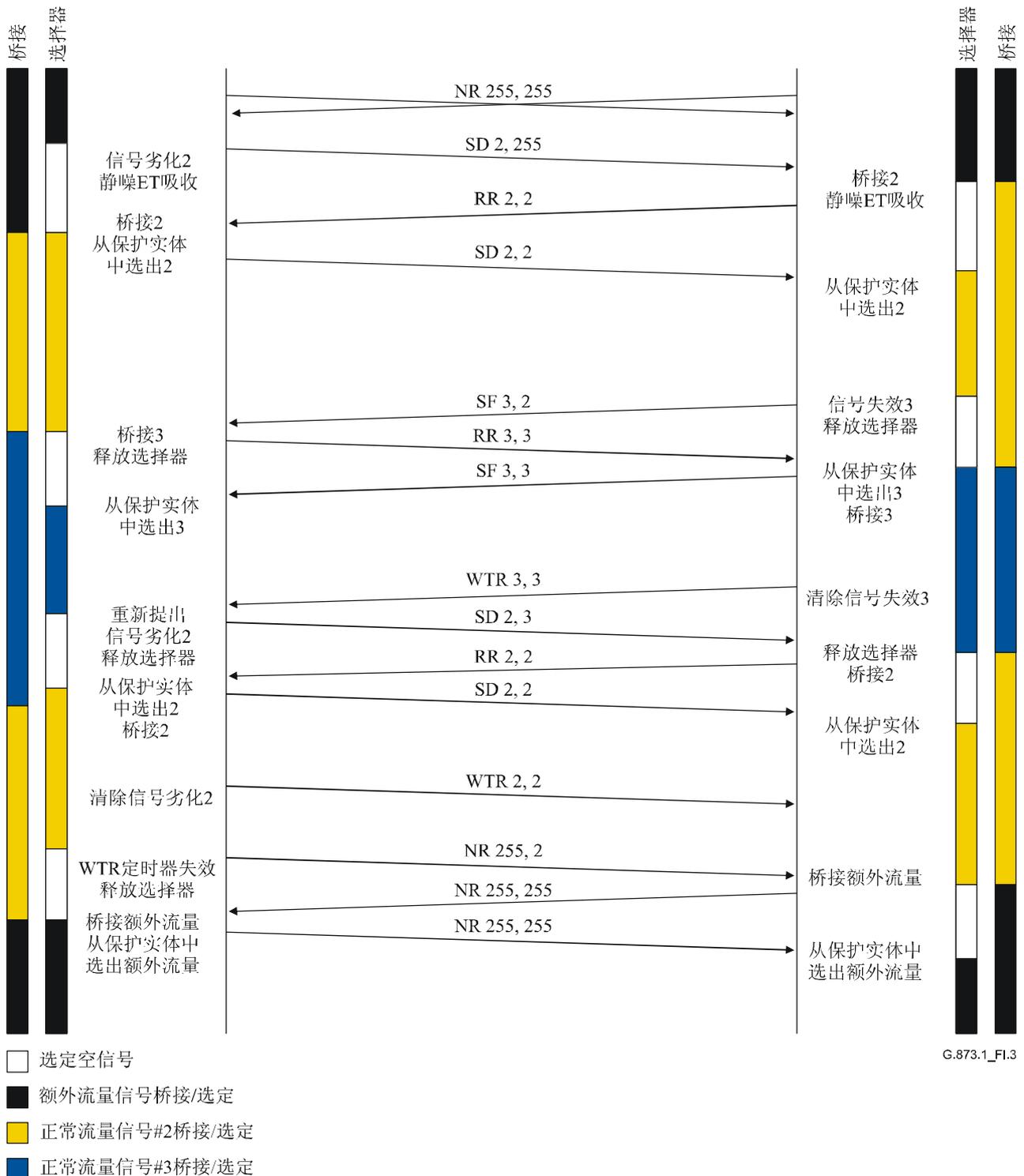


图I.2/G.873.1 - 1+1双向倒换APS信息流示例

注 - 过去一直使用RR表示收到了DNR。这里使用DNR应答DNR不会对两端的的状态产生重大差异，而且这为开展有意义的练习留出了余地。

I.3 1:n双向倒换

图I.3展示了带有额外流量的1:n双向倒换示例。图中所示的是工作实体#2的SD被工作实体#3的SF抢占的情况。

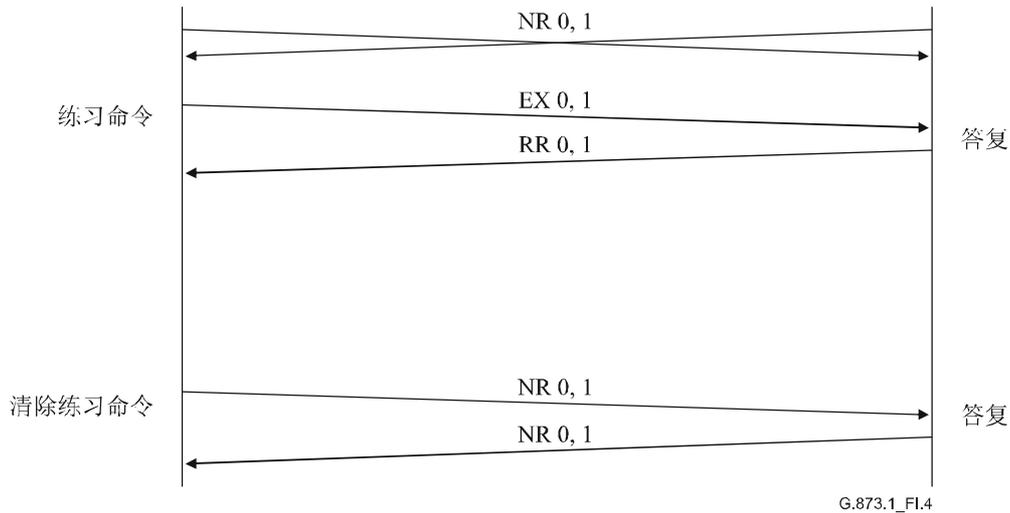


图I.3/G.873.1 - 1:n双向倒换APS信息流示例

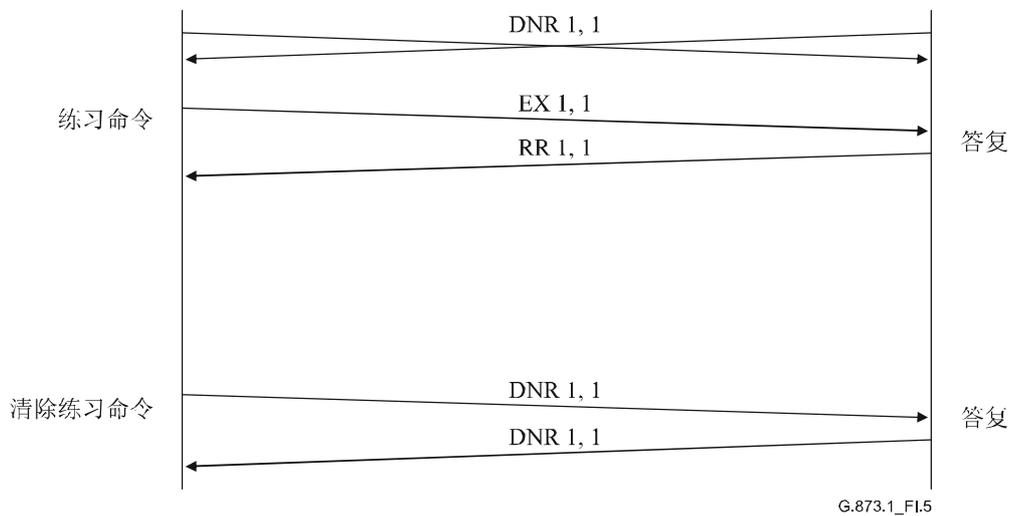
I.4 练习命令操作

练习命令用于测试在不使用选择器的情况下，远端是否会对双向倒换中的APS信道请求做出响应。该命令优先度低，以不致对保护组的实际操作造成干扰。只有在当前请求为NR或DNR时，它才有效，因为它的优先度低于所有其它请求。

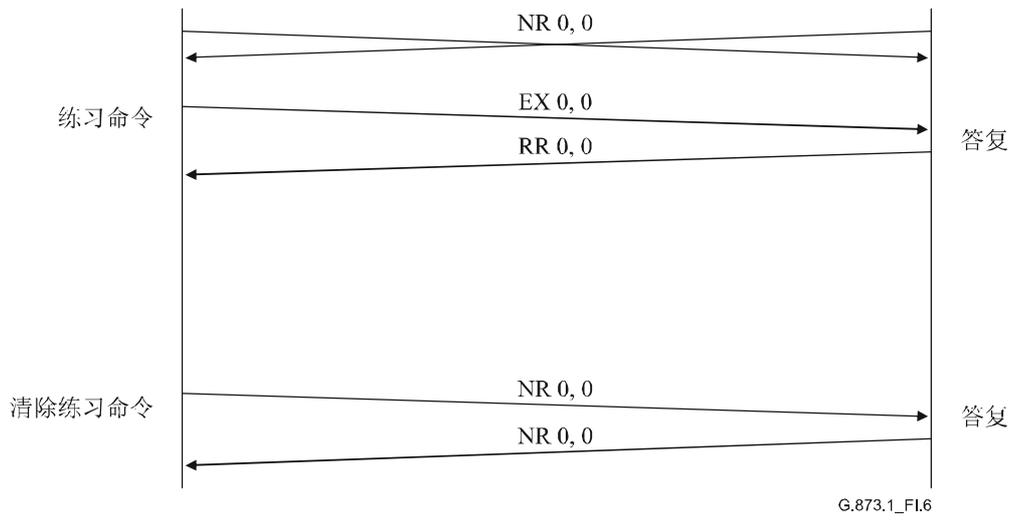
图I.4、I.5、I.6和I.7提供了练习命令操作示例。在任何情况下，被请求或桥接的实体号码不会因练习命令发生改变。收到带有相同实体号码的“RR”即是一个成功响应。请注意，用DNR应答DNR提供了一种测试练习命令是否收到正确的RR响应的方法。



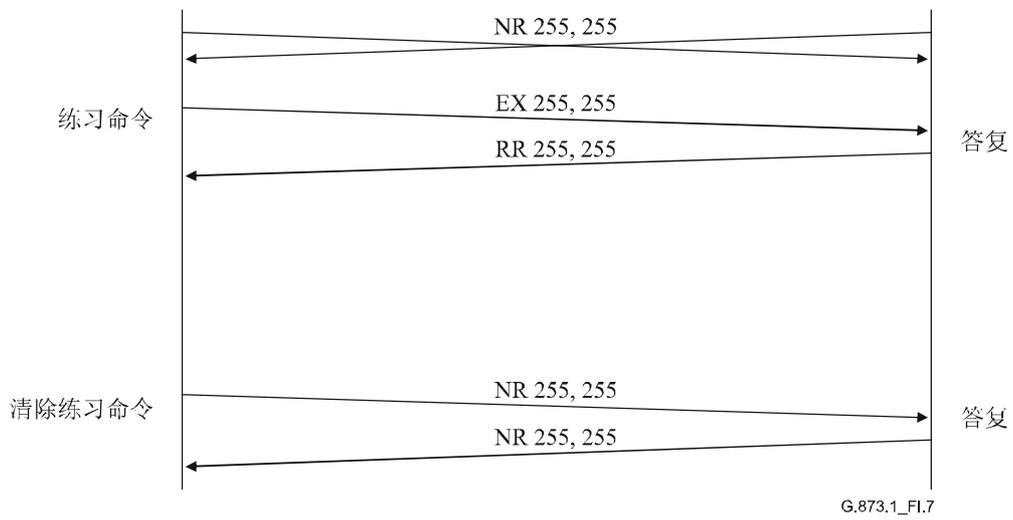
图I.4/G.873.1 - 1+1 NR状态中练习命令示例



图I.5/G.873.1 - 1+1 DNR状态中练习命令示例



图I.6/G.873.1 - 没有额外流量的1:n NR状态中练习命令示例



图I.7/G.873.1 - 带有额外流量的1:n NR状态中练习命令示例

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题