

塔台电子进程单系统数据接口子网设计与实现

王智

中国民用航空西北地区空中交通管理局 西安 710000

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13189

[摘要] 目的: 为实现电子进程单系统数据输入输出接口及数据的统一管理。方法: 西安塔台电子进程单系统数据接口子网通过增加防火墙及交换机的方式, 对系统输入输出数据进行统一管理。结果: 系统输入数据先经过防火墙与外部数据做好接口防护, 再通过交换机将数据送入服务器, 进行后续处理, 输出数据先通过交换机后通过防火墙进行对外部系统的输出。结论: 西安塔台电子进程单系统数据接口子网完成了设计目标, 同时兼顾系统运行安全防护等级要求, 增加了系统的安全性, 为后续系统间的交互预留可用接口。

[关键词] 电子进程单系统; 数据接口子网; 网络安全

引言

随着信息技术的不断发展, 空管信息系统迎来了大发展时刻。随着空管信息系统的不断增加, 各信息系统之间的互联互通, 数据交互逐渐成为空管信息系统的主流趋势。西安塔台电子进程单系统是西北空管局咸阳国际机场塔台关键设备之一。电子进程单系统^[1]引接了 Indra 自动化系统综合航迹、Indra 自动化系统飞行计划、AirNet 自动化系统综合航迹、AirNet 自动化系统飞行计划、CDM 系统流控数据、机场停机位数据等多种数据, 同时系统输出数据至智慧塔台系统、NTFM 系统、场面监视系统、数字化放行系统。随着系统间交互的增多, 各种接口协议, 网络安全的问题也浮出水面。多套系统间的互联互通可以使最大程度发挥各个系统信息处理的优势, 使得管制可以更好的掌握航空器信息、机场现场、空域使用情况、气象等相关航班运行信息, 方便管制做出更合理航班运行规划。同时管制对于各信息系统的依赖程度逐年递增, 确保设备平稳运行直接关系到空管运行安全。

1. 系统概述

西安塔台电子进程单系统以电子进程单的形式显示各个航班, 管制员根据这些电子进程单对出港航班进行放行、推出开车、滑行、进跑道、起飞等状态管理, 对进港航班进行降落、接地和入位等状态管理, 并可以在席位之间进行移交, 对状态框中的进程单进行排序^[2]等。

除此之外, 可以对流控限制信息进行管理, 方便对航班进行电子进程单的流控申请操作。还具有创建进/出港/拖拽/塔台飞越/提示进程单、跑道及灯光状态管理、扇区分合、席位告警处理、架次统计、各种数据^[3]导出等功能。

西安塔台电子进程单系统采用双机三网架构, 系统组成为 EFDP 服务器、EDCP 服务器、席位终端, EFDP 服务器负责飞行计划处理, EDCP 服务器负责数据的输入输出。

根据各席位的功能的不同, ESDD 从界面上可以划分放行

席、地面席、塔台席、地面/塔台合并席、放行/地面/塔台合并席、主任席等六类界面模式。

系统的扇区有一个放行扇区: DLV, 两个地面扇区: N-GND、S-GND, 两个塔台扇区: N-TWR、S-TWR。不同的扇区合并, 也会是不同的操作界面。

各席位上, 根据当前登陆用户的席位角色权限的设置, 系统主界面可以具有以下功能框:

1) 进程单状态框: 显示当前席位下的进程单, 并且按状态进行归类和排序显示在不同的状态框中, 可以对显示的进程单进行状态变迁、移交、修改、删除等操作。

2) 跑道框: 当前席位包含 TWR 扇区时, 才会出现相应的跑道框, 该框中显示位于跑道中的进程单。

3) 移交出框: 显示当前席位移交出并且正在该扇区管制的进程单, 只能查看, 不具有操作权限。多个移交出扇区时, 每个卡片框显示一个扇区的。

4) 全局进程单框: 通过航班号模糊查询显示进程单内容, 可以对显示的进程单进行状态变迁、移交、修改、删除等操作。可以打印当前的电子进程单。

5) 流控信息框: 显示系统当前开启的流控限制信息。

6) 系统全局信息框: 显示/修改系统跑道当前运行状态、显示/修改系统当前灯光状态、显示/修改系统 ATIS 和 QNH 信息、系统全局信息传递、显示系统当前时间等。

7) 状态框: 显示功能菜单、当前的主机名、数据库服务器地址、登陆用户、用户角色、席位模式、席位代码、席位包含的扇区代码和系统主备状态等信息。

服务器及数据引接等设备安装在塔台四楼设备机房、塔台上各席位的工作站主机安装在塔台环层检修环, 通过矩阵系统与机坪/空管塔台管制室的显示器、键鼠等设备进行相连。该进程单系统的系统结构如图 1 所示:

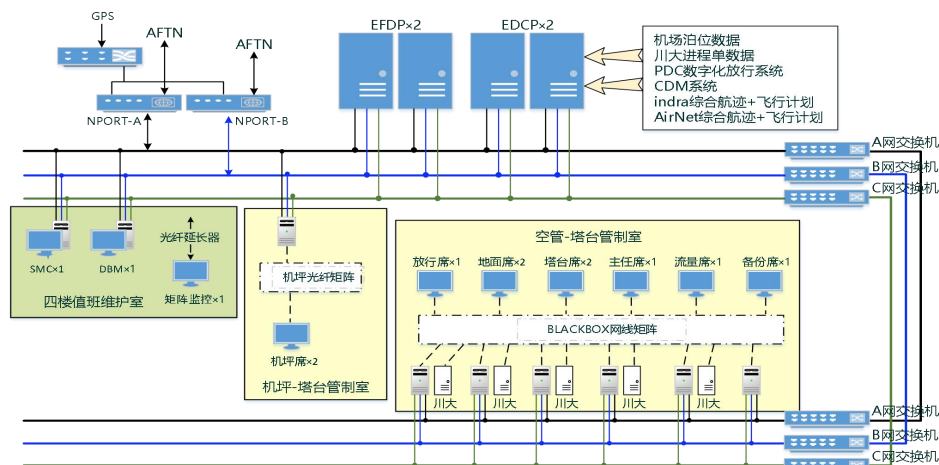


图1 西安塔台电子进程单系统拓扑图

2. 系统现有数据交互情况

目前投产运行的进程单系统与多套外部系统有连接, 有单向或双向的数据交互。目前引接的方式均是外部系统直接与进程单系统的 EDCP 服务器连接, 示意图如图 2 所示:

外部系统数据

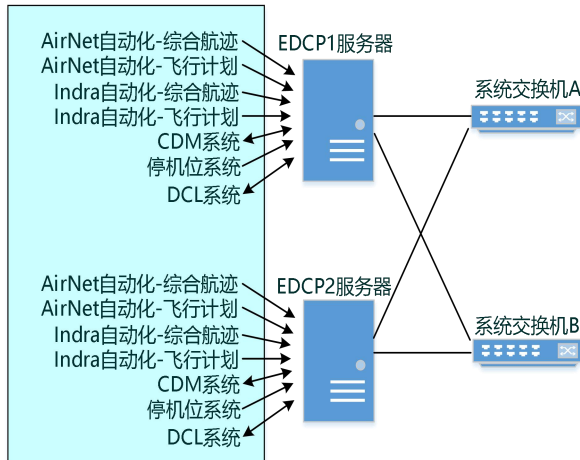


图2 电子进程单系统外部数据图

现有数据交互情况, 具体如下:

2.1 AirNet 空管自动化系统

通信协议: TCP/IP (进程单系统为客户端)

数据流向: 单向, 从 AirNet 空管自动化系统→进程单系统

数据类型: 综合航迹数据、飞行计划数据

数据链路: 综合航迹数据两条物理链路 (A/B 路)、飞行计划数据两条物理链路 (A/B 路)

对方系统: 数据中心平台

2.2 Indra 空管自动化系统

通信协议: TCP/IP (进程单系统为客户端)

数据流向: 单向, 从 Indra 空管自动化系统→进程单系统

数据类型: 综合航迹数据、飞行计划数据

数据链路: 综合航迹数据两条物理链路 (A/B 路)、飞行计划数据两条物理链路 (A/B 路)

对方系统: 数据中心平台

2.3 CDM 系统

通信协议: ActiveMQ (进程单系统为客户端)

数据流向: 双向, CDM 系统↔进程单系统

数据类型: 流控限制信息数据、航班计划数据、电子进程单数据

数据链路: 两条物理链路 (A/B 路), 同时只有一条链路工作

对方系统: CDM 系统

2.4 DCL 系统

通信协议: ActiveMQ (进程单系统为客户端)

数据流向: 双向, DCL 系统↔进程单系统

数据类型: 数字化放行交互数据、电子进程单数据

数据链路: 两条物理链路 (A/B 路), 同时只有一条链路工作

对方系统: DCL 系统

2.5 机场停机位系统

通信协议: TCP/IP

数据流向: 单向, 机场停机位系统→进程单系统

数据类型: 停机位数据

数据链路: 两条物理链路 (A/B 路), 两条都有数据的情况, 同时只有一条链路工作

对方系统: 机场停机位系统

2.6 数据中心平台

通信协议: TCP/IP

数据流向: 目前是单向, 进程单系统→数据中心平台; 后期可能会改为双向。

数据类型: 电子进程单数据、系统运行环境数据 (如跑道状态)

数据链路: 两条物理链路 (A/B 路), 支持 A/B 路同时输出数据

2.7 智慧塔台

通信协议: TCP/IP

数据流向: 目前是单向, 进程单系统→数据中心平台; 后期可能会改为双向。

数据类型: 电子进程单数据、系统运行环境数据 (如跑道状态)

数据链路: 两条物理链路 (A/B 路), 支持 A/B 路同时输出数据

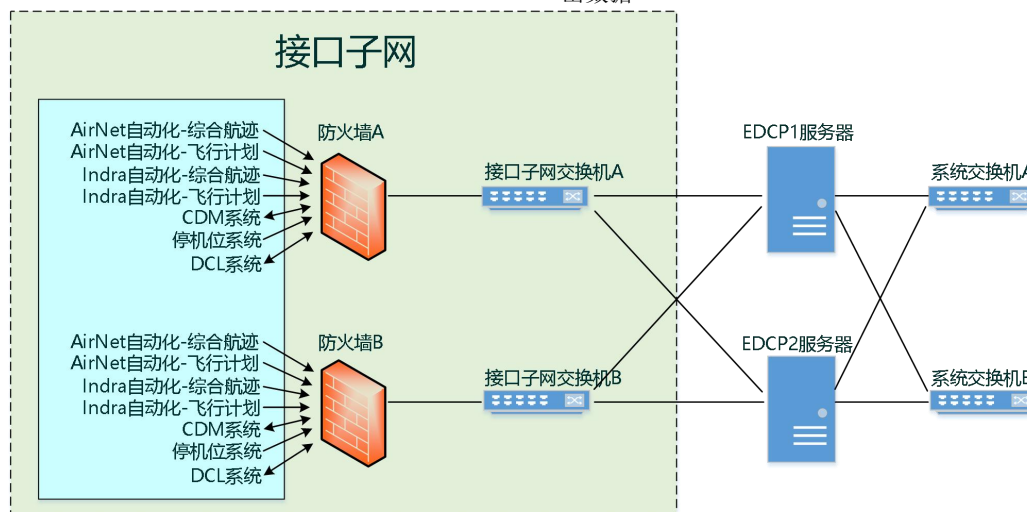


图3 数据接口子网拓扑图

3. 数据接口子网设计与实现

目前西安塔台电子进程单系统外部数据有 Indra 综合航

迹、Indra 飞行计划、二所综合航迹、二所飞行计划、机场停机位数据、CDM 数据,上述数据均分为主、备路接入系统。

主用链路接入 EDCP1 服务器,备用链路接入 EDCP2 服务器,即当 EDCP1 主用时系统只读取主用链路数据,当 EDCP2 主用时系统只读取备用链路数据,这种连接方式会造成每个 EDCP 服务器只能读取主/备链路中的单路数据,这种连接方式可能出现以下两种情况的发生:

1) 系统出现 EDCP1 服务器宕机且 EDCP2 对应的备用链路数据异常中断情况下,系统将无法获取数据,从而造成系统运行故障;

2) 由于两台服务器分别读取主/备链路数据,当由于传输或其他原因可能导致主/备链路数据不一致,当不一致情况发生时会造成系统运行的潜在风险。

为了提高进程单系统与外部系统数据交互的冗余性和安全性,增加接口子网用于外部系统的数据交互。外部系统数据先进防火墙,再到接口子网交换机,EDCP 服务器分别与两台接口子网交换机相连,从而达到提高数据交互的冗余性和安全性,如图 3 所示。

根据现场实际情况和外部系统配置情况,可以对上述外部系统数据引接作相应配置调整。

3.1 物理线路调整

在 A、B 机柜中分别安装 A、B 网所使用的防火墙和接口子网的交换机。每台 EDCP 服务器分别与接口子网的 A、B 交换机相连,接口子网的 A、B 交换机分别与对应防火墙 A、B 相连,原有外部系统的引接线路从原来的 EDCP 服务器端移至防火墙指定端口处,如上图所示。

3.2 外部系统数据交互配置调整

针对不同外部系统,可以进行单逻辑链路和交叉逻辑链路的调整,同时在防火墙指定端口增加相应安全策略,如限制 IP、端口及数据流量等。

每台防火墙端口为 16 口,可以将预留 4 个端口作为输出,2 个端口(互为备份)连接接口子网交换机,其余 10 个端口作为外部系统的数据交互使用。

每台防火墙上与作为外部系统的数据交互端口规划:

- 1) AirNet 空管自动化系统: 2 口
- 2) Indra 空管自动化系统: 2 口
- 3) CDM 系统: 1 口
- 4) DCL 系统: 1 口
- 5) 停机位系统: 1 口

本次计划使用 7 个端口,其余 3 个端口预留扩展使用。

3.2.1 AirNet 空管自动化系统

利用现有的综合航迹数据两条物理链路(A/B 路)、飞行计划数据两条物理链路(A/B 路)保持不变,综合航迹数据建议可以配置成 4 条交叉逻辑链路,飞行计划数据建议可以配置成 4 条逻辑链路(需要自动化系统同步修改配置)。

需要对 efdi, nfdi 的程序配置作相应调整。防火墙相应端口作相应配置。

使用交叉逻辑链路配置,可以保证进程单系统中的 EDCP1, EDCP2 均可以收到综合航迹数据和飞行计划数据,因此进程单系统中 efdi, nfdi 需要配置为备用服务器不处理数据。

3.2.2 Indra 空管自动化系统

利用现有的综合航迹数据两条物理链路(A/B 路)、飞行计划数据两条物理链路(A/B 路)保持不变,综合航迹数据建议可以配置成 4 条交叉逻辑链路,飞行计划数据建议可以配置成 4 条逻辑链路(需要自动化系统同步修改配置)。

需要对 efdi, nfdi 的程序配置作相应调整。防火墙相应端口作相应配置。

使用交叉逻辑链路配置,可以保证进程单系统中的 EDCP1, EDCP2 均可以收到综合航迹数据和飞行计划数据,因此进程单系统中 efdi, nfdi 需要配置为备用服务器不处理数据。

3.2.3 CDM 系统

利用现有的两条物理链路(A/B 路)即可。

ecdm 的程序配置通常不需要作修改(也可以视 CDM 系统的要求进行调整)。防火墙相应端口作相应配置。

如果 CDM 系统是一条物理链路工作,进程单系统中 ecdm 需要配置为主、备用服务器都处理数据。

3.2.4 DCL 系统

利用现有的两条物理链路(A/B 路)即可。

edcl 的程序配置通常不需要作修改(也可以视 DCL 系统的要求进行调整)。防火墙相应端口作相应配置。

如果 edcl 系统是一条物理链路工作,进程单系统中 edcl 需要配置为主、备用服务器都处理数据。

3.2.5 机场停机位系统

利用现有的两条物理链路(A/B 路)即可。

egate 的程序配置通常不需要作修改(也可以视停机位系统的要求进行调整)。防火墙相应端口作相应配置。

如果 egate 系统是一条物理链路工作,进程单系统中 edcl 需要配置为主、备用服务器都处理数据。

3.2.6 数据中心平台

利用现有的两条物理链路(A/B 路)即可。

efdi 的程序配置通常不需要作修改(也可以视对方系统的要求进行调整)。防火墙相应端口作相应配置。

3.2.7 智慧塔台

利用现有的两条物理链路(A/B 路)即可。

eplat 的程序配置通常不需要作修改(也可以视对方系统的要求进行调整)。防火墙相应端口作相应配置。

4. 结束语

通过对西安塔台电子进程单系统现有数据交互情况进行分析与研究,同时考虑空管系统对于信息系统安全保护等级要求,创新性提出了西安塔台电子进程单系统数据接口子网的设计,通过部署防火墙及子网交换机的方式,完成了数据输入输出的安全防护,实现了数据接口子网设计的既定目标,为空管系统间互联互通提供了安全网络基础。

【参考文献】

[1] 崔品品. 广州空管自动化系统与外部系统飞行数据的交互及应用研究[J]. 电脑知识与技术, 2023 (30).

[2] 肖曦. 双流机场塔台电子进程单系统开发[D]. 电子科技大学, 2011 (12).

[3] 杨大勇. 空中交通管制电子进程单管理系统的设计与实现[D]. 北京邮电大学, 2007 (05).