

地铁中央控制中心设计之我见

梁广深

摘要：本文分析了目前地铁中央控制中心设计存在的问题是，主导思想不明，管理模式不清，各线路进行条块分割，缺乏资源共享，管理机构臃肿。提出了中央控制中心的管理模式和组织架构、调度所工作岗位设置、职工定员人数、生产管理用房等，作为中央控制中心设计的基础。并按照人力和设备资源共享原则，提出了区域控制中心和线网控制中心的设计方案。供大家研究探讨。

关键词：中央控制中心，管理模式，调度大厅，调度员，综合监控，资源共享。

一 问题的提出

地铁在缓解城市交通压力，促进城市经济发展方面起着越来越大的作用。地铁以其运行速度快、安全、正点的服务，受到了广大乘客的欢迎。目前我国已进入了地铁建设的高峰期，已有十个城市建成了地铁或城市轨道交通，运营线路 30 条。正在建设或规划建设地铁的城市有 25 个，在建的线路为 58 条。各城市打破了单打一的建设模式，实行多条线并举。北京在建和延长的地铁线路有 7 条，上海有 14 条，广州有 6 条。

中央控制中心又称做调度所，是列车运行的调度指挥机构，每条线路均需要一套指挥机构。国内地铁已经建成了多个中央控制中心。从运营管理角度分析，这些控制中心在设计上存在着一些缺欠，不适应现代地铁管理需要。

与正在建设的 58 条新线配套的中央控制中心，应该在总结过去经验的基础上，进行改进和提高。否则，一定会在工程投资和运营管理方面造成损失。为此，笔者想发表一些个人意见供大家思考。

二 中央控制中心现状分析

1 中央控制中心的任务

- (1) 对全线的列车运行及车站的行车管理工作进行监控。
- (2) 按照列车运行图，指挥列车有序地运行，保证安全正点。
- (3) 对全线的供电、环控及防灾设备进行监控，保持设备良好状态。
- (4) 管理全线的设备维修和施工计划。
- (5) 遇突发事件指挥抢险救灾。

2 中央控制中心设计存在的问题

目前北京、天津、长春、南京地铁各设 1 个中央控制中心；上海地铁有 5 个，广州地铁有 4 个。为提高地铁的调度指挥水平，总结当前中央控制中心设计的经验，我认为它存在以下缺点和不足。

(1) 主导思想不明确

中央控制中心是指指挥列车运行的场所，中心的行车调度员，电力调度员和环控防灾调度员是调度大厅的主要角色。中心设备机房只是为调度员提供控制手段和工具。因此，中央控制中心设计应该以运营管理为主导，按照行车组织需要进行中央控制中心设计。

现在的中央控制中心设计是以建筑和设备为主导，把设计的重点放在建筑及设备布置方面，对控制中心的管理方法、组织机构及调度人员却被忽略了。致使设计与生产管理需要有一定的差距。

(2) 对中央控制中心的功能定位重视不够

目前各地的中央控制中心都是按照控制 2—3 线进行设计，缺乏从线网宏观角度论证中央控制中心的合理配置方案。即线网中建 1 个中央控制中心，还是建几个中央控制中心合理，以及中央控制中心的建设规模等，没有经过论证。像某城市地铁线网只有 5 条线路，计划修建 2 个中央控制中心，这种作法很值得商榷。

(3) 忽视中央控制中心的管理模式

中央控制中心的组织架构和管理模式，是控制中心设计的基础。从控制中心的设计中，可以发现有的设计对控制中心的管理不熟悉。如调度所主任办公室的面积为 180m²；调度所的办公用房达 1900m²，远远超过运营实际需要。

(4) 不重视资源共享

现代企业管理的核心是精简人员，提高工作效率，降低管理成本。目前大多数中央控制中心的设计，不重视资源共享。下面是一个控制 3 条线的区域控制中心的设计方案图。它按每条线独立管理，进行条块分割。各条线由前到后设置



行车调度台、电力调度台、环控防灾调度台、维修调度台和值班主任调度台。在调度大厅内设有 12 个调度台，这种管理模式机构臃肿，人浮于事，效率低下，没有实行资源共享。

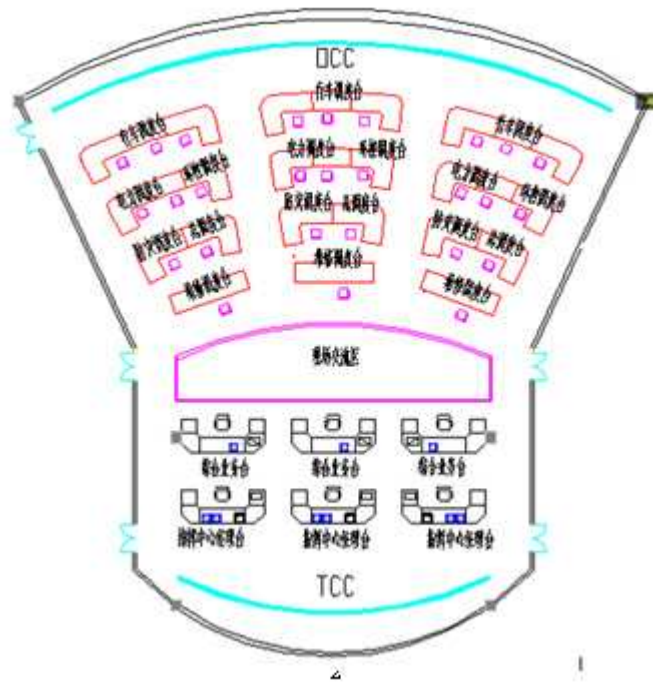


图 1 现有中央控制中心设计模式图

三 中央控制中心分类

1 国内外中央控制中心概况

目前国内地铁的中央控制中心有两种管理模式，一种是全市线网建 1 个中央控制中心（简称线网控制中心）；另一种在全市线网中建设几个中央控制中心（称区域控制中心）。这两种管理模式都是可行的。伦敦地铁有 15 条线路，设一个中央控制中心；巴黎地铁 14 条线路、马德里地铁 12 条线路、东京地铁 8 条线各设一个中央控制中心。

在国内，北京地铁线网有 23 条线路，规划设一个线网控制中心，宁波地铁规划有 6 条线路，设一个控制 8 条线的中央控制中心。无锡地铁和香港地铁各有 7 条线路，设一个中央控制中心。其他已建和在建的城市均采用区域控制中心管理模式，

2 中央控制中心两种管理模式分析

(1) 线网控制中心

北京地铁采用线网控制中心管理模式，2007 年在小营建成了中央控制中心一期工程。到 2010 年北京地铁运营线路总长将达 300km。该中心按控制 14 条线路设计（见下图）。

为便于工作协调，在环形调度大厅中部设置了应急指挥中心（TCC）。应急指挥中心的任务是对线网的运行情况进行监视，发布命令，协调各线路间的矛盾，遇突发事件统一指挥抢险救灾。



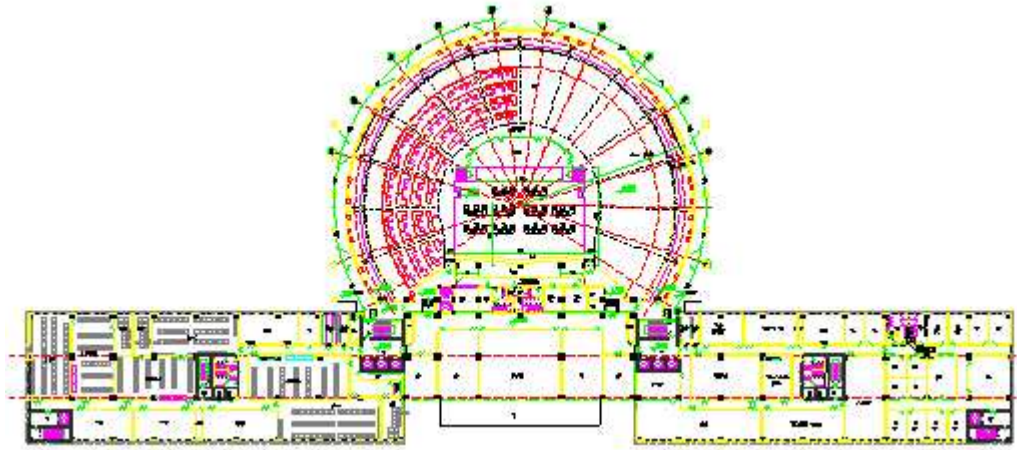


图2 小营中央控制中心一期工程平面图

采用线网控制中心具有以下优点：

- ① 多条线路的列车集中在一个控制室指挥，便于各线间的工作协调，提高效率。
- ② 将控制中心和应急指挥中心结合在一起，便于监督管理及协调。
- ③ 可实现资源共享，把多条线的调度大厅、办公用房、生活设施、信号、通信、综合监控等机房集中设置，可大大降低工程投资。
- ④ 减少管理层次，精简人员，提高效率，降低运营成本。

采用线网总控制中心的缺点是：

- ① 土建工程一次建成，初期投资多，部分面积闲置时间长。
- ② 由于线网建设周期长，对远期工程预留有一定的难度。
- ③ 当某条线路发生故障进行调整时，对其他线的调度员有一定影响。

(2) 区域控制中心

上海和其他城市地铁采用区域控制中心管理模式。每2—3条地铁线设一个中央控制中心。线网需设多个中央控制中心。采用区域控制中心的原因是多方面的，有的是因为运营管理单位不同，有的是因为线路等级或车辆类型不同，也有的因为电压制式或牵引类型不同。事物是在发展变化的，经过一段实践以后，区域控制中心也可能向线网控制中心转化。

采用区域控制中心的优点是：

- ① 控制中心建设规模较小，符合当前的管理水平，与远期发展没有牵连。
- ② 初期工程投资少。

采用区域控制中心的缺点是：

- ① 线网设多个中央控制中心，协调管理不方便。为提高效率，上海地铁公司把5个中央控制中心，划归一个调度所主任领导。
- ② 土建工程和设备重复建设，增加工程投资。
- ③ 不利于实行资源共享，运营成本高。

四 中央控制中心设计程序探讨

根据自己的认识和体会，笔者认为中央控制中心设计，应遵照以下程序进行。

1 中央控制中心功能定位

中央控制中心设计首先应该进行功能定位。从网络角度和运营管理需求论证中央控制中心的合理定位，明确线网中建1个中央控制中心（线网控制中心），还是建几个中央控制中心（区域控制中心）。对区域控制中心方案，还应该划分各自的业务范围和建设规模。以此作为中央控制中心的设计框架。



2 中央控制中心组织机构

中央控制中心的组织架构和人员编制方案,是中央控制中心设计的基础。中央控制中心是一个独立的生产管理单位。由调度所主任领导,下设副主任。中心一般有3个业务部门:综合管理部、技术管理部和调度部。

综合管理部负责所内的行政、后勤、党务、工会以及对外联络等工作。

技术管理部,负责行车组织规章制度管理、运行图技术分析、新图的校核及试运行、事故分析处理、运行图开天窗,以及全线设备维修及施工计划管理等工作。

调度部负责指挥列车运行、监督车站、车辆段及各部门执行列车运行图,确保安全行车。

调度部设主任1名,负责管理下属的调度班组。下面是控制3条线的区域控制中心组织架构图。

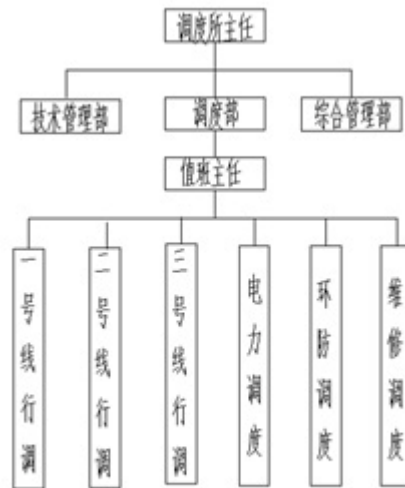


图3 区域控制中心组织架构图

3 中央控制中心的工作班制

中央控制中心的调度所主任、副主任、综合部和技术管理部的工作人员,上正常班,每天工作8小时。调度员每周工作7天,每天工作24小时。按照国家每周劳动时间40小时的规定,调度员应采用倒班工作制。目前有4班2运转工作制和5班3运转工作制两种。各城市采用4班2运转的比较多。

采用4班2运转,调度部应设4个调度班组,每天由2个班组轮换上岗,每班连续工作12小时。

采用5班3运转,调度部应设5个调度班组,每天由3个班组轮换上岗,每班连续工作8小时。

4 调度班组工作岗位设置

根据行车管理需要,每个调度班组应设以下工作岗位:

(1) 值班主任,受调度所主任领导,负责本班组的全面工作。带领调度员对在线列车、车站及相关设备进行监控和指挥。处理随机发生的矛盾,保证安全运送乘客,提高正点率。

(2) 行车调度员,负责在线列车的运行监控,依据列车运行图指挥列车运行。向司机、车站、车辆段值班员发布调度命令。在运行图紊乱时,负责调整和修改列车运行图,尽快恢复运行秩序。

行车调度员的工作比较繁忙,每条地铁线设一个行车调度台,由行车主任调度员和副调度员各1人进行监控。

(3) 电力调度员,对供电系统的设备进行监视和控制,保证安全供电。电力调度员的实际操作量不大,按照满负荷工作原则,可负责管理几条线路。设主任电力调度员1人,副调度员1人。

(4) 环控防灾调度员,对车站的环控和防灾设备进行监视,向车站下达模式控制指令,由车站值班员进行操作。在发生火灾时,控制车站两端的风机进行排烟,与相关部门联系,指挥抢险救灾。

因平时环控防灾调度员的工作量较小,按满负荷工作原则,可监管几条线路,设调度员1人。



上海地铁的管理理念比较前瞻，他们把环控防灾调度员岗位撤销，由电力调度员兼管环控防灾调度员的工作。进一步提高了管理效率。

(5) 维修调度员，负责各线机电设备的维修管理。目前对这一岗位设置的必要性看法不统一，有的地方主张设维修调度，有的主张不设。

有的还主张在中央控制中心设客票调度，有专家认为正线上的列车运行和车站乘客的活动情况均由行车调度员进行监控，如果需要封闭车站或限制售票。可由行车调度员向车站控制室值班员下达调度命令，没有必要再设客票调度员。

5 调度所职工定员

调度所的职工定员（不包括中心设备机房人员），应按调度所工作岗位人数和工作班制进行计算。见下表：

3 条线调度所管理定员计算表 表 1

部门	工作班制	每班人数	定员人数
调度主任、副主任	日勤	3	3
综合管理部	日勤	6	6
技术管理部	日勤	9	9
调度部长	日勤	1	1
值班主任	4 班倒	1	1×4=4
行车主、副调度员	4 班倒	2×3	2×3×4=24
电力主、副调度员	4 班倒	2	2×4=8
环境防灾调度员	4 班倒	1	1×4=4
维修调度员	4 班倒	1	1×4=4
合计		30	63

考虑倒班职工的病假、事假、产假，在定员之外应增加 5—10%的预备人员，即 $44 \times 0.1 = 4$ 人，因此，本区域调度所的职工总定员人数为 67 人。

6 调度所的生产管理用房

根据调度所生产需要，中央控制中心应设置以下调度管理用房。这些房间根据使用性质，有的应与调度大厅同层布置，便于相互联系。有的房间可不受此限制。按下表计算本调度所的生产生活管理用房面积为 345m²。

调度所生产管理用房表 表 2

房间名称	建筑面积 (m ²)	设置要求。
主任办公室	20	与调度大厅相邻。
书记办公室	15	可不同层布置
副主任办公室	15	与主任办公室相邻。
综合管理部办公室	35	可不同层布置
技术管理部办公室	60	
调度部办公室	20	
交接班室	45	临近调度大厅，兼做接待室。
小会议室	30	
更衣室	35	按一大、一小两间布置。
调度员休息室	20	临近调度大厅。



资料档案库	50	可不同层布置
合计	345	

7 中央控制室工艺设计

(1) 中央控制室设计原则

- ①中央控制室的规模应根据监控线路的数量确定。
- ②控制室内造型和布置力求紧凑，美观，大方，便于观察和操作。
- ③模拟屏和调度台应采用弧形布置，两者的间距应满足人体视觉范围及分辨率要求。
- ④调度台布置应突出行车调度，便于调度员观察操作，降低劳动强度。
- ⑤应充分实行人力资源共享，精简机构。

(2) 中央控制室的主要设备

中央控制室是列车运行指挥的场所，调度员借助于信号、电力监控、防灾报警、环境监控和通信等设备，对在线列车、区间和车站的设备系统，以及乘客的活动进行监视和控制。

控制室的主要设备叫做综合监控系统（ISCS），是由控制中心局域网、人机界面工作站和综合显示屏组成。它把电力监控系统、环控防灾系统及通信等子系统融为一体，实现各专业的信息共享和综合监控。综合监控系统主要是处理行车指挥与列车运行相关的信息。可根据管理需要提供多元化的操作岗位。

综合显示屏是调度大厅的主要设备，它为调度员提供视频界面。当前大多采用背投式大屏幕显示屏。它集多种信息于一体，提供高清晰度，大画面的显示。

每一条线的大屏幕投影画面可划分为3部分，中间为列车运行信息显示，左、右两侧为电力监控信息和环控防灾信息显示。可根据行车指挥需要，任意切换显示供电、防灾报警等系统的状态。也可以全屏放大显示一个系统。

(3) 中央控制室工艺设计

中央控制室应根据控制线路数量，显示屏型式、操作定员人数确定其建筑规模和结构形式。中央控制室的平面有扇形布置方案和矩形布置方案两种。目前设计的中央控制室大多采用扇形布置方案。现对两种布置方案分析如下。

① 扇形布置方案

当中央控制中心的主体建筑为圆形时。中央控制室应该采用扇形布置方案。由于建筑结构与控制室内显示屏的弧形结构一致，使中央控制室的布局更加紧凑，建筑面积利用率高，有利于压缩调度大厅的建筑面积，降低工程造价。北京地铁的小营中央控制中心和广州地铁的三号线、七号线中央控制中心都采用圆形建筑，其调度大厅采用扇形布置方案。

附图1是目前中央控制中心的典型设计方案。他存在以下缺点：

- I 没有考虑人力资源共享，工作岗位重复，管理人员多，效率低。
- II 室内的控制台数量多，增加调度大厅的建筑面积和工程投资。
- III 每条线的行车调度员、电力调度员、环控防灾调度员共用一套投影大屏幕，调度台按前后顺序排列，后排的使用效果较差。

参照国外地铁的调度指挥模式，按人力资源共享原则，可将图1的中央控制室设计方案，优化为以下布置形式。应急指挥中心（TCC）可设在中央控制室右侧或上层，便于工作联系。



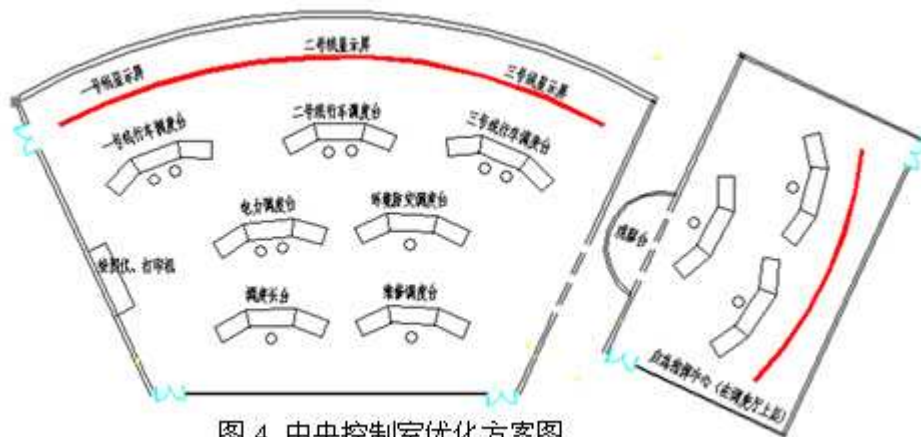


图 4 中央控制室优化方案图

图中，行车调度员每人监控一条线。电力调度员、环控防灾调度员、维修调度员和值班主任，每人按监控 3 条线设计。与前方案相比，优化方案控制室内减少了 5 个调度台，由此减少调度员定员 20 人。中央控制室的建筑面积也可缩小，有利于降低工程投资。

需要指出的是，图 4 方案尚存在两个问题：

I 每条线的信号、电力和环控防灾系统共用一套大屏幕。电力调度员和环控防灾调度员须要注视 3 条线的大屏幕，感到劳累。

II 各条线的中心机房设备独立设置，不利于资源共享。

② 矩形布置方案

如果中央控制中心设在矩形建筑物内，调度大厅采用矩形布置方案更合理。这样调度台可沿 3 面墙排列，并按专业性质分区进行布置，管理更加方便。调度大厅的空间更显得开阔舒畅。



图 5 西班牙地铁中央控制中心内景（局部）

根据矩形建筑的特点，上图的区域控制中心可按图 6 进行布置。在调度大厅正面布置 3 个行车调度台，左侧布置电力调度台，右侧为环控防灾调度台。维修调度台和值班主任调度台位于大厅中间。



行车调度台按 2 个人操作。正常情况下列车由 ATS 系统自动控制运行，行车调度员进行监视。在中心 ATS 系统发生故障时，可下放为车站控制，由联锁车站的 ATS 分机自动控制本联锁区的列车运行。

电力调度台根据相关规定设 2 名调度员。环控防灾调度台、维修调度台各设 1 名调度员。

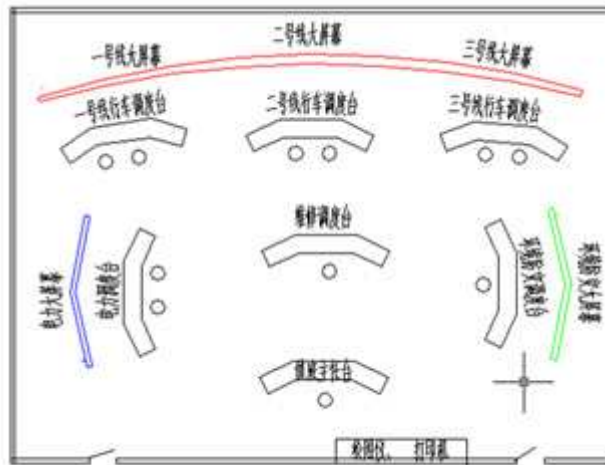


图 6 矩形中央控制室布置方案图

与图 4 的控制室布置方案相比，矩形控制室方案具有以下优点：

- I 各调度员的大屏幕显示屏独立设置，工作互不干扰，提高管理效益。
- II 调度室内按专业分区进行布置，有利于实行机房设备资源共享。

下面是一个线网控制中心的设计方案图。在大厅正面设置电力调度台和环控防灾调度台，每台负责监控 8 条线路。大厅左右两侧并列布置 8 个行车调度台，每台负责监控 1 条线路。值班主任调度台位于大厅中央，可环视各个方向。维修调度台设于值班主任调度台附近。

考虑线网分期建设的实际情况，将电力调度台、环控防灾调度台与 1 号、2 号线的行车调度台靠在一起，便于初期管理。以后随着新线的竣工，逐步增加行车调度台。

关于应急指挥中心可与中央控制室同层布置，也可布置在上层。

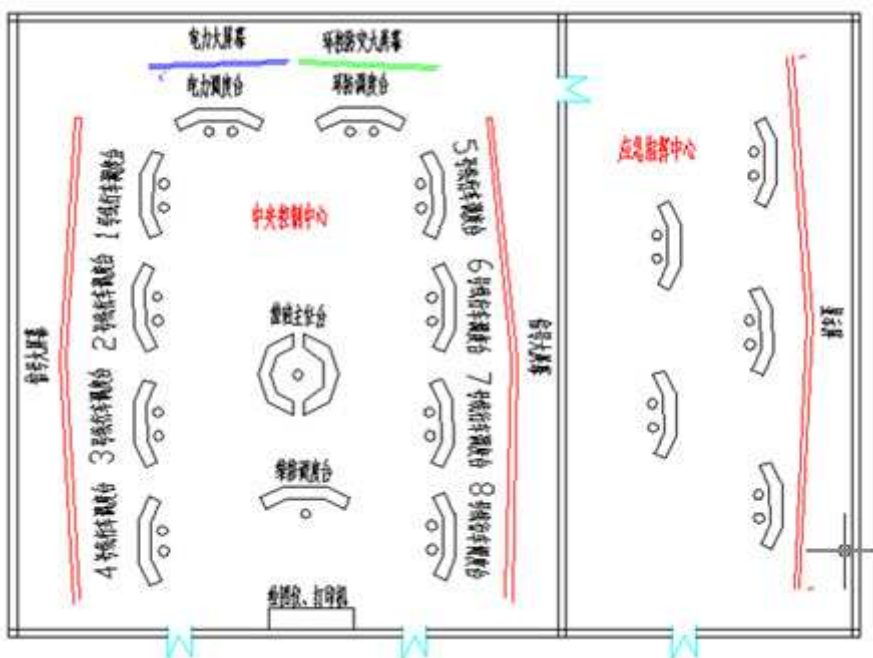


图7 线网控制中心布置方案图

如果线网控制中心的规模比较大,可根据电力调度员和环控防灾调度员的监控能力,采用分区管理方式。将中央调度大厅划分为几个调度区,每个调度区管理5—8条线,设一名值班主任。

五 结束语

本文分析了目前地铁中央控制中心设计存在的缺点,提出了个人对改进设计的想法和建议,目的是为全国数十个在建的中央控制中心理顺设计思路,避免造成不必要的损失,提高地铁管理水平。

笔者认为,中央控制中心设计,应从网络规划着眼进行功能定位,以行车管理为主导,构建中央控制中心的组织架构和管理模式,实行人力及设备资源共享,以利精简机构,提高效率,降低工程造价。

本文提出的中央控制室布置方案,只是原则性的想法,愿作为引玉之砖,供专家们进行研究。由于个人水平所限,文中的缺点、错误在所难免,欢迎大家批评指正。

参考文献 地铁控制中心工艺设计,毛宇丰(都市轨道交通 2006年6月第三期)

