

城市轨道交通建设管理中 WBS 矩阵技术研究

谢磊¹, 陈群², 虞华¹

(1. 东南大学项目管理研究所, 南京 210096; 2. 福建工程学院工程管理学系, 福州 350007)

[摘要] 为提高城市轨道交通的建设管理水平, 引用了 WBS(work breakdown structure, 工作分解结构) 理念, 通过对城市轨道交通建设活动的水平分解和其技术系统的垂直分解, 形成了比 WBS 树状图更完整、更有价值的 WBS 矩阵; 在阐明界面和 WBS 矩阵概念的基础上, 分析如何运用 WBS 矩阵以提高城市轨道交通建设管理的界面管理水平; 采用对比分析法对 WBS 矩阵的组成、结构系统、原则以及 WBS 矩阵实施效率的影响因素进行了具体的分析。

[关键词] 城市轨道交通; WBS 矩阵; 界面; 界面管理

[中图分类号] U239.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)01-0102-06

1 前言

WBS(work breakdown structure, 工作分解结构) 是目前 IT 领域、制造业、建筑业等领域使用最为频繁的词汇之一。现代工程庞大而复杂, 参与人员多, 专业化程度高, 高效率完成这些工程是社会和经济发展的需要。轨道交通工程由于其具有大容量、用地集约、能耗低、快捷、绿色、安全、舒适等特点, 是解决大城市交通问题的必然选择。然而与一般地面工程相比, 城市轨道交通建设规模大、投资大、建设周期长、系统复杂, 并且一般在人口密集区建设实施, 地面高层建筑多, 地下水文地质条件未知, 管线复杂, 加之“三新”的采用, 造成城市轨道交通建设的风险大, 管理工作比较困难。技术复杂和牵扯部门多等特性带来的复杂界面客观上决定了城市轨道交通建设管理的难度。

2 城市轨道交通的界面

为保证技术复杂、规模庞大的轨道交通项目建设的顺利实施, 建设管理的工作之首是明确建设管理中所面对的各种复杂界面。

2.1 界面定义及分类

国外学者 Stuckenbruck 认为: “界面产生于由不同人员或组织所实施的工程分部分项中。界面一般通过会议进行管理协调”^[1]。国内专家成虎认为: “各类项目单元之间存在着复杂的关系, 即它们之间存在着界面”^[2]。Healy 认为: “如果由一个组织机构独立完成工作时, 界面产生于组织内部; 当不同组织机构协作完成任务时, 界面便产生于独立的组织结构外部”^[3]。故按界面产生于系统的内部和外部, 界面可分为内部界面和外部界面。按照产生界面的系统种类不同, 界面可分为技术界面, 组织界面, 过程界面, 项目系统与周围环境系统的界面。鉴于以上基础, 笔者认为: 界面即关系, 是指系统与系统(可能是组织机构、过程活动、技术实物系统等)之间结合部的物资、信息、能量的交互和作用情况。

2.2 城市轨道交通界面类型

城市轨道交通界面是由各种障碍因素导致形成的, 归纳起来主要有一般性因素和特殊性因素, 分别包括城市轨道交通项目的独特性、资源的约束性、信息因素、文化冲突、规模庞大及环境复杂多变、科技创新要求、各组织目标差异、专业和施工工艺差异、

[收稿日期] 2009-02-24; **修回日期** 2009-07-15

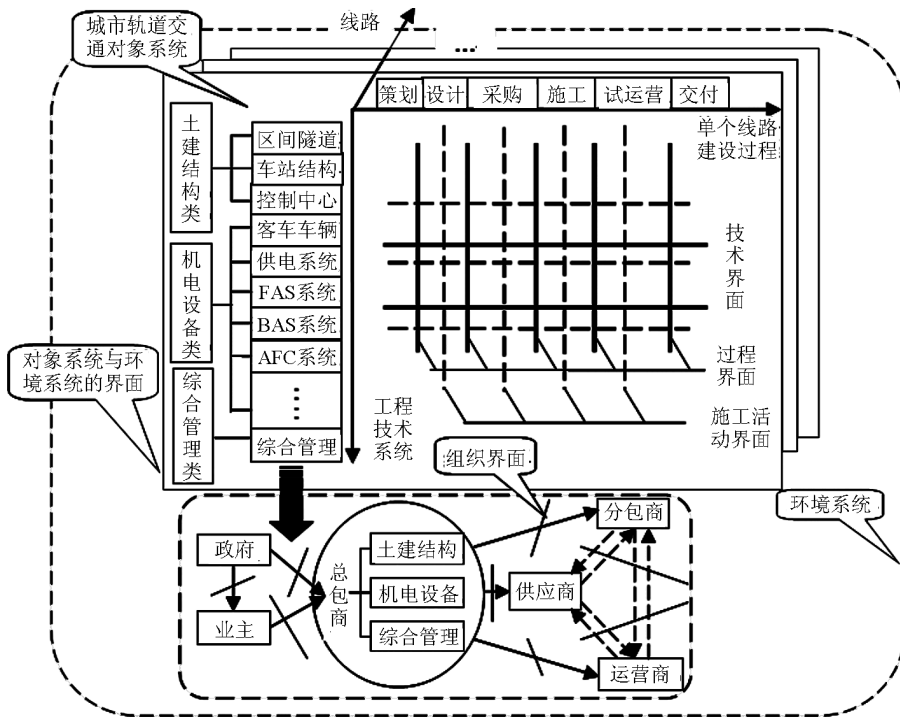
[基金项目] 国家科技支撑计划子课题资助项目(2006BAG02B01-06)

[作者简介] 谢磊(1985-), 男, 安徽灵璧县人, 东南大学博士研究生, 研究方向为项目管理、合同管理; E-mail: leixie16@163.com

项目的承发包模式等,根据上述分类,城市轨道交通系统中的位置如图 1 所示。界面如表 1 所示,各界面发生和存在于城市轨道交通

表 1 城市轨道交通界面
Table 1 Interface of urban rail - transit

界面类型	内部	外部
组织界面	子系统内部两个组织之间的界面,包括:a. 客车车辆内部,机载乘客信息系统设备;b. 信号系统内部,综合监督控制系统,维修管理系统和运转控制中心;c. 轨道工程,车辆基地和电力供给系统内部;d. 通信系统内部,准入管理系统,车站乘客信息系统,自动检票系统,月台幕门;e. 承包商内部不同部门之间的界面	土建工程承包商与其他电力和系统设备承包商(隧道通风与环境控制、车站电力和环境控制、车站电力服务、消防、自动扶梯与电梯、自动售检票、指示牌与图形、车站控制室等);供应商和分包商;业主;系统运营商两两之间
技术界面	两两子系统间:客车车辆、信号系统、通讯系统、安全幕门、车站和运营控制中心、综合监督控制系统、维护管理系统、电力供给、轨道工程、车辆基地和便利设施、自动检票界面、准入管理系统、乘客信息系统	主承包商的电力和设备系统及土建工程间;主承包商的电力和设备系统及其他电力和设备系统间;系统内部和系统外部组件之间
过程界面	规程轨道交通工程生命期内各阶段两两之间:策划,设计,采购,施工安装,试运营,交付和维护	城市轨道交通线网的两两工程对象系统之间
对象系统与环境系统界面	项目内部各系统与周围环境系统之间形成的各种界面	



注:实箭头表示两者是合同关系/隶属关系;虚箭头为协调关系;FAS为消防系统;BAS为环控系统;AFC为售/检票系统

图 1 城市轨道交通界面的位置示意图

Fig. 1 Interfaces in the urban rail - transit

3 城市轨道交通界面管理与 WBS 矩阵

3.1 城市轨道交通界面管理的主要内容

城市轨道交通项目界面管理内容在项目实施

不同阶段管理内容不同。在设计阶段主要是对于工程设计界面的管理,包括各设计专业承包商关于设计原则、标准、技术要求以及各种设计参数的协调一致等;在招投标阶段应充分考虑与建造之间的界面

关系;在施工阶段主要是土建与土建之间、土建与设备之间、设备与设备之间等界面的管理;在设备单调和联调阶段各系统之间界面的协调;还有就是试运营阶段整个项目系统之间如何实现功能最大化存在的诸多界面引起的问题。同时作为项目管理一部分的合同管理和组织管理也要随着项目建设的向前推进,对合同之间和组织之间的界面障碍要时刻关注,以避免不必要的冲突。

3.2 城市轨道交通的 WBS 矩阵

WBS 是项目管理的基础工作,又是项目管理最有力的工具,但最终分解成果不能很好地满足现代项目的管理需求。为了在独立的界面管理系统中满足多维的需要,Bachy 和 Hameri 最早提出 WBS 矩阵的概念。垂直的工程分解结构(PBS)和水平的活动分解结构(ABS)进行描述最终交付物和项目过程中实施的活动。PBS 与 ABS 的结合,便产生了所谓的 WBS 矩阵^[4],它的结构体系如图 2 所示。根据 WBS

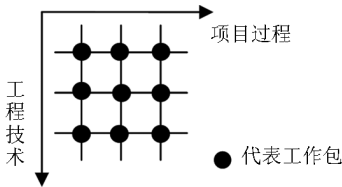


图 2 WBS 矩阵结构体系

Fig. 2 Structural system of WBS matrix

矩阵的定义,图 3 为一个维度的工程技术系统分解图,水平角度为项目过程,如有需要可以有三维或多

维(时间维度、责任者维度等)。图 4 所示为城市轨道交通中的电力供给系统 WBS 矩阵的一部分,数字表明了工作包的来源(比如:工作包 3 代表电力供给系统的界面管理)。

.....	
城市轨道交通系统分解简图	交流电力供给系统
	110 kV 交换台
	110 kV 电缆
	380/220 kV 变压器
	直流牵引电力系统
	1 500 V 直流电交换台
	逆变器组

	杂散电流
	直流电缆 & 接地电缆
车站辅助电源供应	
电缆	
.....	
轨道交通工程	土方工程和混凝土工程
	轨道
	杂散电流和跳线箱
	导电轨
.....	

图 3 工程技术系统分解图

Fig. 3 Breakdown of project system

	项目管理		设计				采购			施工安装			验收		运营及维护				
	常规项目管理	界面管理	初步设计	安全管理	可靠及维护性	电磁兼容	采购	工厂验收试验	检测	SHE	方案	施工	设备安装	检验	运行	试车	培训	保修	维护
电力供给系统																			
交流电力系统	1	3	4			6													
110 kV 交换台																			
110 kV 电缆																			
380/220kV 变压器	2																		
直流电力系统								7											
直流交换台										...									
逆变器组					5														
变压器																			
.....																			
杂散电流																			
直流电缆																			
接地电缆																			
辅助电源系统																			
.....																			

注:SHE 为健康安全环境管理

图 4 城市轨道交通电力供给系统 WBS 矩阵的一部分

Fig. 4 The part of the WBS matrix developed for the power supply of urban rail – transit

4 WBS 矩阵在城市轨道交通界面管理的应用

4.1 WBS 矩阵识别界面

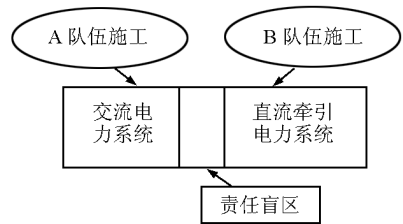
在 WBS 矩阵编制过程中要从多个角度识别容易出现界面问题和责任盲区,防止工作任务的漏缺,保证系统的完备性,确保工作责任明晰。Leiringer 提出了两个关键的阶段,以用于提高工作分配的清晰度。首先,他把工程失败的原因归咎为工程人员不能认清范围,认识不充分等事项;其次,在实施过程中,对计划方案和设计变更等事务,重要的是工程人员要明确操作流程和全面把握信息流^[5]。在城市轨道交通实施过程中,牵扯部门和人员多,因其技术复杂性而需要的密切协作和配合会导致责任盲区的出现。

图 5 概括了界面问题发生的情形,比如在城市轨道交通建设过程中,A 队伍负责交流电力系统的实施,B 队伍负责直流牵引电力系统的实施,而两个队伍均有能力和技术胜任对方的工作,他们协作完成电力系统,但两个队伍工作过程中没有考虑界面问题,他们专注于各自的工作任务,均以为对方会完成界面处的工作,而实际上没有人去做该项工作,便出现如图 5(a)所示的情况。如果这种状况出现后而发现太晚,可能会浪费大量的费用、时间和精力。相反,当使用 WBS 矩阵时,相应的责任盲区就可以被识别和解决了,这种情况不会发生,如图 5(b)所示。

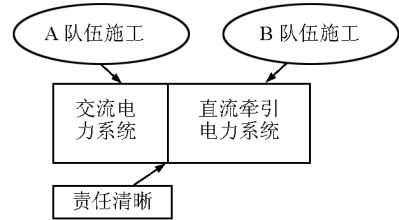
4.2 WBS 矩阵体系下的界面管理

针对上述问题,WBS 矩阵通过工作包可以明确工作范围,消除界面处的任何模糊和歧义,同时保证每个组织的目标明确。界面的限制条件和项目目标决定了每个工作包的基本情况(工作包包括工作范围、界面问题、交付事宜和工期与造价目标等内容),在项目实施期间,使用工作包汇报工作,报告工作包的进度,突出已经出现的或可能出现的界面问题,索赔和风险问题也是报告中的重要内容。所以工作包报表便于工作包清单中界面问题间的联系。

某单位或组织担负工作量的大小常通过考虑该工作的限制条件、技术要求、该组织的团队精神和沟通能力等情况而予以分配,所以一些工作将由几个



(a) 没有 WBS 矩阵时的界面定义



(b) 有 WBS 矩阵时的界面定义

图 5 不同的界面定义对比

Fig. 5 Contrast of different interface definitions

组织同时完成而有些可能由一个单位完成。比如在城市轨道交通的测试和试车阶段,这个阶段的一个重要工作是准备任意两个系统界面的检测程序,以确保系统集成时的兼容。所有队伍均认为由 A 组织制定用于管理系统中所有技术界面的流程。相反,B 认为 A 会针对每个界面进行协作,因为这些技术人员拥有那些必须的技能。WBS 矩阵可用于识别和描述上述状况,跟踪和确认每一项包含在工作包表中的任务的完成情况,让界面问题及早得到解决。如果某项工作在 WBS 矩阵的报表中没有出现,那么就可以识别即将出现的责任盲区。当这些责任盲区被识别而慢慢被消除,也就达到了界面管理的目的。本质上,WBS 矩阵将界面管理归结为项目集成控制。

5 应用 WBS 矩阵应注意的问题

从城市轨道交通项目的全寿命期考虑,各子系统间紧密协作才能确保整个项目系统目标的顺利实现。WBS 矩阵的实施提高了项目管理水平,通过表 2 的对比可以清楚地反映它比 WBS 更系统,更具价值。只是快速施工、并行工程和项目群理念的引入而导致城市轨道交通项目更加复杂化,可能会出现以下问题。

表2 WBS矩阵与WBS的比较

Table 2 WBS matrix and WBS

	定义	维度与映射	实施效率
WBS	按过程或系统组成分解	无映射	易发生责任盲区和扯皮现象,工作效率不高
WBS矩阵	按过程和工程系统分解	二维或三维,工作包的映射	责任清晰,效率高

5.1 WBS矩阵效率与项目全寿命期的关系

在城市轨道交通项目实施WBS矩阵面临的主要问题是WBS矩阵在项目全寿命期的介入时间。比如,尽管PBS在项目全寿命期内可以很早实施,但是实践中多在设计阶段以后才开始全面实施WBS矩阵,此时WBS矩阵的介入会打破原工作人员的程序和习惯,他们必须要适应WBS矩阵形成的新系统,这个过渡期的工作效率低下,而且不易被部分人员接受,如图6所示。



图6 WBS矩阵效率与项目全寿命期的关系

Fig. 6 The relationship of WBS matrix efficiency and project life cycle

5.2 费用审核问题

原有费用审核机构和相关的工作单元核算制度是根据合同条件和合同状态设立的,在执行WBS矩阵系统时,由于工作包的数量剧增,对应的费用栏目增多,此时更需要高透明度的资金核算以便于更好的费用控制,现行的费用控制系统复杂化,工作人员不能或不习惯按照后面实施的WBS矩阵开展工作。

5.3 管理人员的素质要求

各层管理者要进一步加强界面的监督和界面问题的预警与识别,便于更好地把握过程界面、组织界面和技术界面的状况。WBS矩阵的实施,需要高素质的管理人员,对管理者提出较高的要求。Richman

认为,整个项目队伍均参与WBS矩阵的开发中^[6]。这需要一个动员会议,会议上解释WBS矩阵的目的,提交和讨论实施方案,以及参与人员在WBS矩阵中的明确职责。PBS和ABS需要队伍管理人员的参与,以避免把时间浪费在WBS矩阵的定义和不必要的迭代上。对工作包的定义,工作包管理者应及早涉入,从而可以掌握风险何在和如何得益于WBS矩阵。

6 结语

WBS矩阵为消除城市轨道交通界面的责任盲区和提高建设管理水平提供了新的理念和思路。将WBS矩阵用于城市轨道交通,例如我国南京地铁建设中有单独负责界面工作的界面商,负责协调和管理界面工作,WBS矩阵的应用提高了其建设管理的界面管理水平。可见,WBS矩阵能够消除界面处的责任盲区,提高工作绩效,加强组织协作。为了更好地控制项目而构架的WBS矩阵没有给界面管理工作衍生附加任务,而应视为全寿命期集成化项目管理所必须的一部分。如何基于网络技术以加强系统间的沟通和信息管理是进一步研究的热点问题。

参考文献

- [1] Stuckenbruck L C, Cleland D I, King W R. Integration: The essential function of project management [A]. Project Management Handbook [C]. New York: 1983. 37 - 58
- [2] 成 虎. 工程项目管理[M]. 北京:高等教育出版社, 2004
- [3] Healy P. Interfaces [A]. Project Management: Getting the Job Done on Time and in Budget [C]. Port Melbourne Vic: Butterworth - Heinemann, 1997. 267 - 278
- [4] Chua D K H, Godinot M. Use of a WBS matrix to improve interface management in projects [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2006, 132 (1): 69
- [5] Leiringer R. Construction process models—Enabling a shared project understanding [A]. Group for Lean Construction Eighth Annual Conference [C]. Brighton, 2000
- [6] Richman L. Creating a work breakdown structure [A]. Project Management Step - by - step [C]. New York: 2002. 75 - 78

Study on WBS matrix for construction management in urban rail-transit

Xie Lei¹, Chen Qun², Yu Hua¹

(1. Project Management Institute, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Department of Engineering Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350007, China)

[**Abstract**] To improve construction management in the urban rail-transit, the WBS concept is well exploited by crossing a horizontal breakdown of urban rail-transit construction activities with a vertical breakdown of its technology system, thus a WBS matrix is obtained, which is more complete and useful than the WBS tree. This article firstly stated the concepts of interface and WBS matrix, with urban rail-transit analysis of how to use WBS matrix to improve interface management. The composition, structure system and principle of WBS matrix were specifically analyzed by contrastive method. The handling efficiency of WBS concept was decided by the changing of the factors.

[**Key words**] urban rail-transit; WBS matrix; interface; interface management