

文章编号: 1674—8247(2018)04—0020—05

高速铁路工程 WBS 的实践探讨

刘竹君 陈伟志 胡超 唐志伟 刘鸣

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:WBS(工作分解结构)是国际上一种常用而高效的项目管理工具。文章在分析海外 WBS 表达方式、编制原则的基础上,结合伊朗德伊高速铁路建设,采用递进式目录开展了高速铁路工程 WBS 的工作种类、区段划分、渐进序号、工作划分、分部分项工程、模板建立等具体实践工作,WBS 成果得到了伊朗业主、咨询单位的充分认可。伊朗德伊高速铁路 WBS 的实践经验可为海外高速铁路概算编制提供参考。

关键词:伊朗;高速铁路;WBS;实践

中图分类号:F281 **文献标志码:**A

Discussion and Practice of WBS on High-speed Railway

LIU Zhujun CHEN Weizhi HU Chao TANG Zhiwei LIU Ming

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract:WBS is an internationally common and efficient project management tool. Base on the analysis of express and principles of WBS (Work breakdown Structure), and combined with the construction of Tehran-Qom-Esfahan high-speed railway, WBS works such as type of work, segment, progressive Nr, work division, part of work and create template are conducted with progressive directory, which earns full recognition by the Iranian employer and consulting engineer alike. The practical experience of WBS preparation obtained from Tehran-Qom-Esfahan high-speed railway can be used as a reference for overseas projects of the same kind.

Key words:Iran; high-speed railway; WBS; practice

WBS(Work Breakdown Structure,工作分解结构)是当前国际项目管理领域一种常规而高效的项目管理工具。其在建设项目管理中的运用日趋广泛,在国外,Carl 等人^[3]详细阐述了 WBS 的建立原则及方法;Devi 等人^[4]结合具体工程案例讨论了 WBS 对项目管理的重要性,认为项目经理须掌握 WBS 的运行法则。在国内,工程项目 WBS 也有类似的应用。郭志涛等人^[5]探讨了业主 WBS 的意义,并总结了业主在分解过程中可用的一般分解方法和适用于轨道交通工程的分解方法;于煊等人^[6]基于 WBS 理论建立了铁路勘察设计项

目工作 WBS 的具体思路和方法;马宏伟^[7]以京沪高速铁路济南西站装修装饰工程案例,探索了 WBS 在工程实施进度、安全、质量、成本全方位的动态控制应用。

本文结合伊朗德黑兰-库姆-伊斯法罕高速铁路(以下简称“德伊高铁”)初步设计,探讨了 WBS 在高速铁路工程概算的应用实践。

1 WBS 编制原则

1.1 表达方式

WBS 是一个项目生命周期和时间表达至关重要

收稿日期:2017-10-02

作者简介:刘竹君(1988-),男,工程师。

引文格式:刘竹君,陈伟志,胡超,等. 高速铁路工程 WBS 的实践探讨[J]. 高速铁路技术,2018,9(4):20-24.

LIU Zhujun, CHEN Weizhi, HU Chao, et al. Discussion and Practice of WBS on High-speed Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(4): 20-24.

的部分,也是项目规划的重要组成部分,项目管理研究所将 WBS 定义为“从开始到结束”,表示项目涵盖的所有工作总分解的总和。

WBS 的核心指导思想是通过逐级分解,将复杂而系统的工作分拆为工作内容单一且可度量的作业工序,通过对单个作业工序的有效管理,实现对整个项目的管控。

WBS 的表现形式可分为树状图结构(如图 1 所示)及递进式目录(如图 2 所示),上述两种表达方式在 WBS 的编制过程中均可体现工程项目的设计范围及任务、施工范围及任务、施工管理工作范围及任务以及不同工作单元(成员)之间的工作界面划分^[6]。

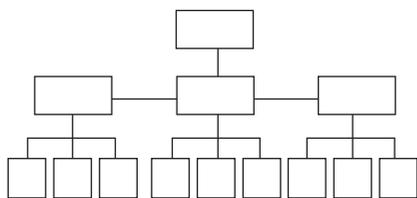


图1 树状图结构

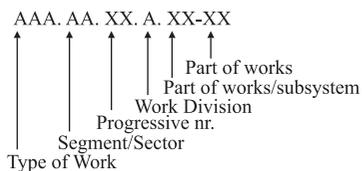


图2 递进式目录

1.2 编制原则

WBS 自上而下,从项目的目标开始,逐级分解项目工作,直到各方达成一致,认定项目工作已充分得到定义。运用 WBS 对工程项目分解应该遵循以下原则^[2-3]:

- (1) 每一条 WBS 代码应是唯一的、独立的且只能从属于一个上层单元,不能交叉从属于两个或多个上层单元。
- (2) 由同一个上层单元分解得到的同层次的项目单元应有相同的性质:如按要素分解,则都为要素,如按功能分解,则都为功能。
- (3) 最终工作单元(工序)应相对独立,容易执行、考核,便于估计和分析施工周期、费用参数等。
- (4) 分解的详细程度应兼顾项目推进程度、业主需求以及谈判策略等,以实现综合优化为准。
- (5) 项目编码应准确而简便地表达工作分类、种

类、专业及从属关系。

2 WBS 案例分析

2.1 工程概况

德伊高速铁路起于伊朗首都德黑兰既有德黑兰火车站,经库姆、得利坚、梅梅,终于伊斯法罕,正线全长 405.218 km,其中德黑兰至库姆为新建段,库姆至伊斯法罕为已建段(伊方前期建设,需进行评估整改)。线路穿越德黑兰、库姆、伊斯法罕冲洪积平原区(Ⅰ),盐湖湖积平原区(Ⅱ),沉积岩低山浅丘地貌区(Ⅲ)等地貌单元。



图3 德伊高速铁路线位

2.2 实践分析

由于树状图结构与递进式目录表达在本质上并无明显区别,因此,本文以递进式目录为主要分析手段对德伊高速铁路进行 WBS 应用实践。主要步骤如下:

(1) 工作种类(Type of Work)

针对高速铁路项目的特点,采用自上而下的方法,工作种类首先分为一般义务、技术服务、土建施工、轨道施工、四电施工以及与公共设施的连接,该层分类可看做按照责任主体不同进行分类。“一般义务”以总承包方项目经理部为责任主体,“技术服务”以设计方及土建、轨道、四电施工方为责任主体,“与公共设施的连接”则由业主牵头,即业主作为责任主体;其次,将各个大类(一般义务,技术服务,与公共设施的连接)按照专业特点分解为各单位工程条目,并赋予其

代号,如表1所示。

表1 WBS 工作分类

Code	Type of Works
GOB	1 GENERAL OBLIGATION General obligation
ENG	2 ENGINEERING SERVICE Engineering service
TSG	Railway subgrade
TBR	Railway viaducts and bridges
TCC	Cut and cover
TTN	Tunnels
CLD	Connection line to emu depot
GBR	Overbridges
GRH	Roads and highways
BLD	Technology buildings / buildings
SYD	Station and yard
NBR	Noise barriers
TRK	Track
EPS	Electricity power supply
TPS	Traction power supply
OCS	Overhead contact system
SGN	Signalling systems
TCM	Telecommunication systems
INF	Information system
MCS	Mechanical systems
MCE	Mechanical equipment
CMD	Commissioning and as - built document
SPP	Spare parts
TRW	Transition and re - building works
CPG	3 CONNECTION TO PUBLIC FACILITIES Connection to national/local power grid
CWN	Connection to local water supply network
CGN	Connection to local gas network
CDN	Connection to sewage network
CCN	Connection to communication network

(2) 所属区段 (Segment)

该层代码的意义在于将划分的单位工程识别到每一个区段。由于项目各因素的不同,如所包含的设计任务精度要求不同、施工分包单位不同、所属业主不同或施工进度、成本差异较大等,对工程造价影响较大,因此,有必要进行区段划分。若工程项目相对简单,则

不需分段,该层代码赋值为0即可。

德黑兰至库姆段、正线库姆至伊斯法罕 V5 站段、贾姆卡兰至库姆联络线、伊斯法罕 V5 至卡威延长线、德黑兰站至市中心延长线,德黑高铁整个项目可分为5个区段,分别为正线如表2所示。

表2 WBS 区段划分

Code	Segment
TQ	Tehran to Qom
QE	Qom to Esfahan V5 Station
JQ	Jamkaran to Qom Branch Line
VK	V5 to Kaveh Extension Line
TC	Tehran Station to Tehran Center Extension Line

(3) 渐进序号 (Progressive Nr)

该层代码定义了相同类单位工作在同一区段中的不同里程位置。即在同一区段中再次线性分解(根据业主需求或标段划分等),并标注线路起讫点里程。本文均以路基专业为例,若以同一典型断面控制区段划分,则可简化 WBS 条目,即以路基公里数作为边坡防护计量计价单位。

(4) 工作划分 (Work Division)

相同单位工程中若其包含的分部分项工程差异较大(如在伊斯兰国家铁路工程项目中,可能同时采用现代风格与宗教风格的车站),也需视具体项目需求,以代码加以区分。若不区分,则该层代码亦赋值为0即可。

(5) 分部分项工程 (Part of Work)

该层代码根据单位工程的不同施工部位划分为若干分部分项工程,如路基工程中的复合地基处理可再分为 CFG 桩、碎石桩、预制桩等分项工程,一个分项工程可包含若干相互联系的工序。该层代码即为 WBS 递进式目录的最底层条目,以四位编码定义可满足需要。

(6) WBS 模板建立

根据以上编码规则,整个工程即可以 WBS 表格形式组织生成,如表3所示。

表3 WBS 目录(铁路路基工程 WBS 子目系统)

Code	Subsystem & Part of Works' Title	Description for Part of Works	Unit	Measurement & Payment
01 - 00	Top layer of subgrade	Fillings (Graded gravel) , Compacting , Sand cushion , Geomembrane	m ³	
02 - 00	Excavation	Cutting , Transportation , Disposal	m ³	
03	Filling			
03 - 01	Subgrade bed bottom	Fillings , Compacting , Sand cushion , Geomembrane	m ³	
03 - 02	Body	Fillings , Compacting	m ³	
03 - 03	Transition	Fillings , Compacting	m ³	
04	Slope protection			

续表 3

Code	Subsystem & Part of Works' Title	Description for Part of Works	Unit	Measurement & Payment
04 - 01	Embankment; $0 < H < 6m$	Precast concrete block	m ²	computed as same percentage as progress achieved
04 - 02	Embankment; $H \geq 6m$	Herringbone Framework, Geogrid.	m ²	
04 - 03	Cutting; $0 < H < 3m$	Grass seeds	m ²	
04 - 03 (1)	Cutting; $0 < H < 3m$	Shotcrete	m ²	
04 - 04	Cutting; $3m \leq H < 6m$	Geomat and seed sowing	m ²	
04 - 04 (2)	Cutting; $3m \leq H < 6m$	Shotcrete	m ²	
04 - 05	Cutting; $6m \leq H < 8m$	Herringbone Framework	m ²	
04 - 06	Cutting; $H \geq 8m$	Shotcrete anchor mesh	m ²	
05 - 00	Ancillary Works	Drainage system, Steps, Shoulder, Waterproof layer, Sealing layer, monitoring(Assessment)	km	
06	Foundation treatment			
06 - 01	Crushed stone cushion	Crushed stone cushion of backfilling, Compacting, Geogrid.	m ³	
06 - 02	Gravel pile ($\varphi 0.5m$)	Drilling, Putting gravel, Clearance, Disposal	m	
06 - 03	CFG pile ($\varphi 0.5m$)	Drilling, Materials of mixing, Pumping, Pile cap, Disposal	m	
06 - 04	Squared pile with reinforced concrete	Fabrication of squared pile, Piling, Pile connection, Pile follower, Pile cap	m ³	
06 - 05	Surcharge preloading	Filling, Compacting, Removing, Disposal, Measurement and Record assessment	m ³	
06 - 06	Separation Layer	Sand cushion, Geomembrane	m ²	
07	Protecting of dangerous falling rocks			
07 - 01	Blasting	Blasting, Disposal	m ³	
07 - 02	Net	Installation of net	m ²	
07 - 03	Protection	Protecting	m ²	
08 - 00	Retaining Walls	Cutting, Bracket, Formwork, Concrete, Filter layer, Drainage holes, Joints	m ³	
09	Sand mitigations			
09 - 01	Wind - break wall.	Wind - break wall	m ³	
09 - 02	Protection	Installation of PE - mesh & fence	m ²	
10 - 00	Fence	Metal net, Concrete, Foundation, Protection door, Protective pile	km	

对路基工程的各分项工作的内容、单位及支付形式先行描述,作为该分部工作的 WBS 目录。根据上述 WBS 编码规则及 WBS 目录编制表,可得该分部工程的单张 WBS 表格,如表 4 所示,表中包含某一区段内

各分项工程的具体数量。通过造价基础资料的调查收集,并结合项目背景、当地国情,测算出各分部分项工程的单价^[8],即可得到整个工程造价。

表 4 WBS 表格(路基)

Sl. No.	WBS Code	Description	Length	Unit	Qty	Category	By
1	TSG. TQ. 01. 00.	Railway subgrade (DK001 + 400. 000 ~ DK004 + 686. 645)	3 286. 645	m			
2	TSG. TQ. 01. 00. 01 - 00	Top layer of subgrade		m ³	24978. 50	C	TG
3	TSG. TQ. 01. 00. 02 - 00	Excavation		m ³	112301. 00	C	TG
4	TSG. TQ. 01. 00. 03	Filling					
5	TSG. TQ. 01. 00. 03 - 01	Subgrade bed bottom		m ³	84346. 00	C	TG
6	TSG. TQ. 01. 00. 03 - 02	Body		m ³	65041. 00	C	TG
7	TSG. TQ. 01. 00. 03 - 03	Transition		m ³	2715. 00	C	TG
8	TSG. TQ. 01. 00. 04	Slope protection					
9	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 01	Embankment; $0 < H < 6m$		m ²	469. 00	C	TG
10	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 02	Embankment; $6m \leq H$		m ²		C	TG
11	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 03	Cutting; $0 < H < 3m$		m ²	2286. 00	C	TG

续表 4

Sl. No.	WBS Code	Description	Length	Unit	Qty	Category	By
12	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 03 (1)	Cutting; $0 < H < 3$ m		m ²	2286.00	C	TG
13	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 04	Cutting; $3 \text{ m} \leq H < 6$ m		m ²		C	TG
14	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 04 (1)	Cutting; $3 \text{ m} \leq H < 6$ m		m ²		C	TG
15	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 05	Cutting; $6 \text{ m} \leq H < 8$ m		m ²		C	TG
16	TSG. TQ. 01. 00. 04 - 06	Cutting; $8 \text{ m} \leq H$		m ²	1599.00	C	TG
17	TSG. TQ. 01. 00. 05 - 00	Ancillary works		km	3.29	C	TG
18	TSG. TQ. 01. 00. 06	Foundation treatment for subgrade					
19	TSG. TQ. 01. 00. 06 - 01	Crushed stone cushion		m ³	4209.64	C	TG
20	TSG. TQ. 01. 00. 06 - 02	Gravel pile ($\phi 0.5$ m)		m		C	TG
21	TSG. TQ. 01. 00. 06 - 03	CG pile ($\phi 0.5$ m)		m	31916.65	C	TG
22	TSG. TQ. 01. 00. 06 - 04	Squared pile with reinforced concrete		m ³		C	TG
23	TSG. TQ. 01. 00. 06 - 05	Surcharge preloading		m ³		C	TG
24	TSG. TQ. 01. 00. 06 - 06	Separation Layer		m ²		C	TG
25	TSG. TQ. 01. 00. 07	Protecting of dangerous falling rocks					
26	TSG. TQ. 01. 00. 07 - 01	Blasting		m ³		C	TG
27	TSG. TQ. 01. 00. 07 - 02	Net		m ²		C	TG
28	TSG. TQ. 01. 00. 07 - 03	Protection		m ²		C	TG
29	TSG. TQ. 01. 00. 08 - 00	Retaining Walls		m ³	6616.30	C	TG
30	TSG. TQ. 01. 00. 09	Sand mitigations		m ²			
31	TSG. TQ. 01. 00. 09 - 01	Wind-break wall		m ³		C	TG
32	TSG. TQ. 01. 00. 09 - 02	Protection		m ²		C	TG
33	TSG. TQ. 01. 00. 10 - 00	Fence		km	6.67	C	TG

注: C (Construction) 为施工, TG (Tehran Gostaresh) 为土建工程承包商。

由表 3、表 4 可以看出, WBS 具有格式清晰、利于检索的优点, 且费用组成等过程资料无需显示, 可用于指导海外高速铁路的工程商务谈判。

3 WBS 前景探讨

铁路勘察设计 WBS 标准库综合反映了设计内容、质量要求、成本预算等基础信息, 既是实施好一个项目管理的前提, 也是促进企业设计规范化、管理标准化、绩效量化的重要工具。

建立 WBS 标准库后, 可满足项目各阶段及业主需求, 可简可繁, 运用灵活, 修改方便; 且 WBS 在国际上运用已久, 有利于海外项目的商务谈判。

参考文献:

- [1] 许佑顶, 高柏松, 杨吉忠, 等. 中国铁路工程建设技术标准“走出去”战略研究[J]. 铁道工程学报, 2016, 33(5): 116-122.
XU Youding, GAO Bosong, YANG Jizhong, et al. Analysis of the “Going Global” Strategy of China Railway Engineering Construction Technical Standards [J]. Journal Of Railway Engineering Society, 2016, 33(5): 116-122.
- [2] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].
TB 10621-2014 Code for Design of High Speed Railway [S].
- [3] Devi T R, Reddy V S. Work Breakdown Structure of the Project[J].

International Journal of Engineering Research and Applications, 2012, 2(2): 683-686.

- [4] Carl L. Pritchard. Nuts and Bolts Series 1: How to Build a Work Breakdown Structure[M]. Taylor & Francis, 1999.
- [5] 郭志涛, 丁烈云. 轨道交通工程业主 WBS 方法与实践[J]. 华中科技大学学报(城市科学版), 2002, 19(4): 7-10.
GUO Zhitao, DING Lieyun. Method and Practice of Owner's WBS in Rail Transit Project[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Urban Science Edition), 2002, 19(4): 7-10.
- [6] 于焯, 彭树铁. WBS 在铁路勘察设计项目管理中的应用[J]. 铁路工程造价管理, 2010, 25(3): 28-31.
YU Yang, PENG Shutie. Application of WBS in Railway Survey & Design Management [J]. Railway Engineering Cost Management, 2010, 25(3): 28-31.
- [7] 马宏伟. 京沪高速铁路济南西站装饰装修工程工作分解结构(WBS)应用实践[J]. 铁道设计标准, 2011, 55(12): 69-71.
MA Hongwei. Application of Work Breakdown Structure in Fitment and Decoration Project of Ji'nan West Railway Station on Beijing - Shanghai High-speed Railway[J]. Railway Standard Design, 2011, 55(12): 69-71.
- [8] 刘筑贵, 刘静雯. 海外高速铁路概算编制原则探讨[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(2): 101-106.
LIU Zhugui, LIU Jingwen. Discussion on Budget Estimate Making Principle of Overseas High-speed Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(2): 101-106.

(编辑: 刘会娟 白雪)