

浅析台湾高速铁路项目建设和营运的管理模式

史健信、杨文武

AECOM Asia Co Ltd, Hong Kong

Management strategy for the construction and operation of Taiwan High Speed Rail

Kin Son Sze and Wen Wu Yang

AECOM Asia Co Ltd, Hong Kong

摘要:台湾高速铁路项目的土建工程采用设计施工总承包模式,体现了设计—建设—运营—维护全过程目标管理理念,因而能保证工程质量,减少投资,缩短工期,降低项目风险,已经引起业界的广泛关注。本文重点介绍项目建设期管理模式的要点和特点,众多关联体的相互关系,以及目标管理方式,另对高铁运营和维护管理也做了简要说明。这对于开发同类项目不无借鉴作用。

关键词: 高速铁路; 项目管理; BOT; 设计施工总承包

1. 项目背景

台湾高速铁路北起台北市,南至高雄市,全长约 345 公里(双轨),其中隧道约 48 公里,高架桥约 260 公里,全线设置了 8 座车站和 4 个主要停车场/编组站。

该高速铁路线采用日本制造 700T 系列车标准,并应用混合欧洲规范与体系的日本新干线技术(在日本以外的国家首次应用)。高速列车是日本新干线 700 系列的改进版,由川崎重工牵头的联合体负责建造,其设计和运行速度分别为 350 公里/小时和 300 公里/小时。如此,乘坐高速列车从台北到高雄仅需不到 90 分钟,而正常驾驶汽车则需耗时 4 至 5 小时。[1][2]

台湾当局批准台湾高速铁路股份有限公司(THSRC,当地的一家私营联营公司)承建该项目,项目采用 BOT(兴建—营运—移交)模式,兴建营运台湾高速铁路特许经营期限为 35 年(1998-2033),对高铁沿线的五个高铁车站特定区的商业开发与使用期限为 50 年。此后便相继移交给政府。台湾高速铁路股份有限公司的 BOT 承包范围包括建造、运营和全部设施的维修和管理。台湾高速铁路项目于 2000 年批出首个土建工程合约,历时 7 年建成,于 2007 年初全线贯通并开始运营。来自 20 多个国家超过 2000 多名专业工程师和超过 20,000 名岛内外的工人参与了该工程的建设。工程造价约为 170 亿美元。

2. 项目组织架构

在台湾修建高速铁路的构想萌芽于七十年代,1980 年开始了非正式的规划。直至 1990 年,由台湾交通运输部成立了交通部高速铁路工程筹备处(POHSR)(1995 年改制为交通部高速铁路工程局,BOHSR)专责进行规划与实施高速铁路工程建设事宜。1996 年 10 月,高速铁路工程局将台湾高铁项目以 BOT 模式开始招标。台湾高速铁路股份有限公司以最低报价赢得该项目,并于 1998 年与高速铁路工程局签署了项目 BOT 协议,该公司承诺为政府建造零成本的线路,即以限期营运收益取代建设投资。[3]

台湾高速铁路的项目组织架构如图 1 所示。项目业主台湾高速铁路股份有限公司将全长 345 公里的线路分为 12 个土建合同和 4 个轨道合同（即标段，如图 2）。各土建合约于 2000 年 3 月至 5 月签订，各标段的设计施

工总承包联合体主要由国际和当地的承建商组成，国际承建商为联合体牵头人。车站的建造合约于 2001 年开始分别批出。承包合约采用固定汇率、总价包干、设计施工总承包。

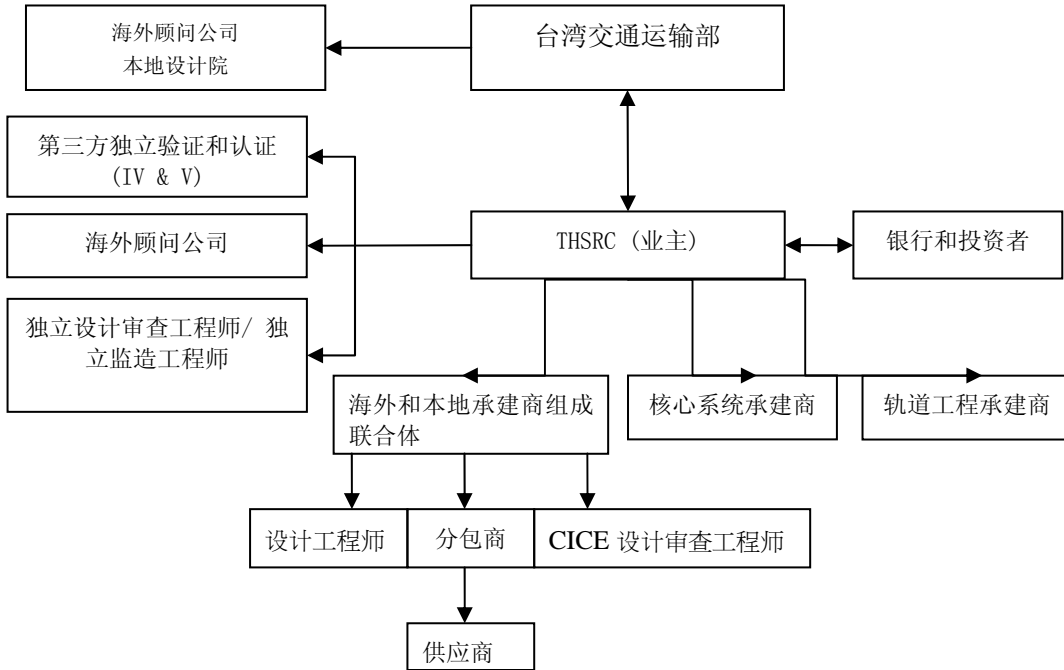


图 1: 台湾高速铁路 - 项目组织架构

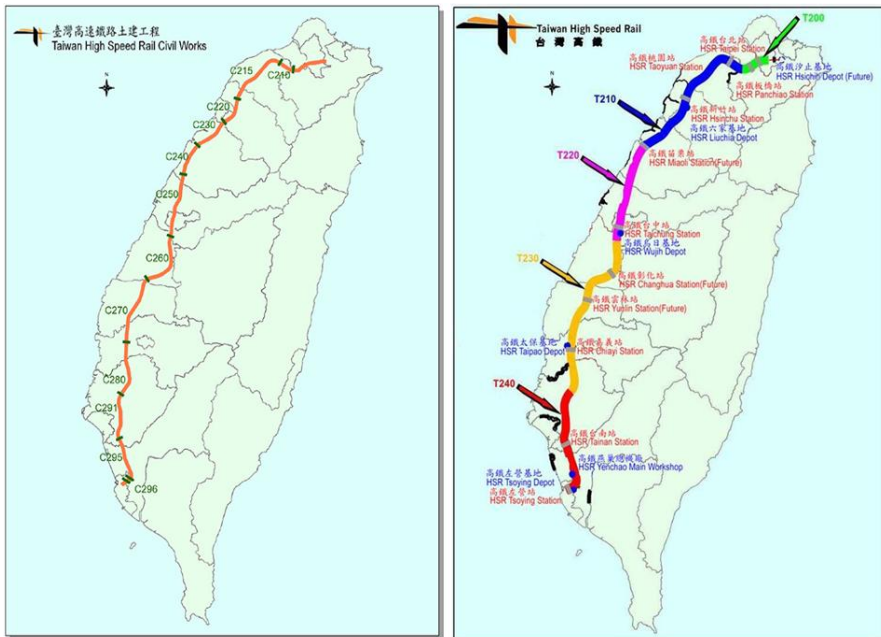


图 2: 台湾高速铁路 - 土建工程和轨道工程标段划分

3. 项目实施

台湾高铁项目土建工程采用设计施工总承包模式。土建合约包括隧道、高架桥、土方工程以及标段界面接口和系统设备接口预留项目。各标段总承包方负责设计、施工和完成该标段工程，并且提供所有设计服务、接口、协调、联络和管理、人力、材料、承包方设备、临时工程、往返和进出工地的交通措施，以及设计、施工和完工过程中要求的一切临时或永久性工程。[4][5]

各标段总承包方负责标段内工程的规划、计划、实施和控制等各个方面，包括各级分包商负责的所有工程，并完全遵照和满足项目合约所有的规定和要求。各标段总承包方应负责协调其它相邻标段承包方、接口方以及政府部门、代理机构、个体和其它可能会受工程影响的单位。

项目业主的组织架构概念如图 3 所示。

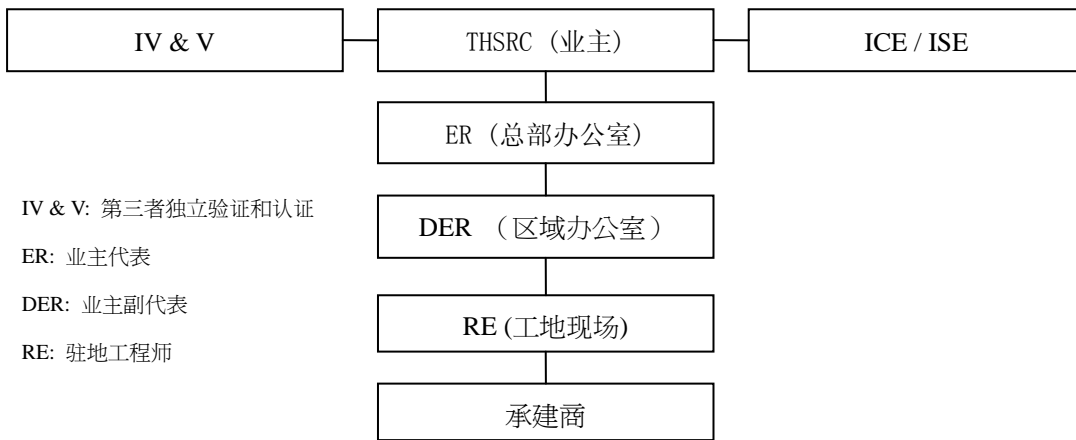


图 3: 台湾高速铁路 - 项目业主组织架构

4. 设计和界面管理

总承包方负责工程设计的管理工作。所有标段的总承包方通常都雇用顾问公司（海外的/或当地的）担任此项工程的设计工程师。虽然总承包方不负责相邻接口方的任何设计工作，但总承包方应尽力协调管理和协调解决接口界面问题，包括轨道工程、车站、附属建筑和系统设备（如高架线路设备，信号和电讯及电力等）。

总承包方还需负责临时和永久性的交通道路改造工程（包括天桥和地下通道等），并与相关部门协调，获得正式批准。

除了合约特许的工作项目，所有永久工程和主要临时工程的设计工作，以及总承包方的独立审查工程师的工

作，均要求在台湾当地完成。在工程施工期间，也要求设计工程师和总承包方的独立设计审查工程师（CICE）派员常驻台湾工作，施工期间须到现场，并且配备足够的人力以确保履行其合约条款所规定的职责。

施工前，总承包方的设计必须经业主审批并获得无异议声明（SONO）。该项设计文件由总承包方聘用的永久工程和临时工程的设计单位负责编制，设计文件必须符合合同及规范的要求，而且须经总承包方的内部审核或独立设计审查工程师（CICE）审核。再由业主审核设计成果，审核通过则出具 SONO 声明，方可批准施工。

为加快现场施工进度，合同要求设计分解为不同的设计单元和设计阶段，这样当某个设计单元的其中一个阶段

（如高架桥基础）满足 SONO 要求时，即可获批开展此项工程的施工。

台湾高速铁路项目的实施，包含很多工程合约，包括但不限于土建、轨道、车站设计、车站施工、核心系统以及车场工程等合约。因此，各参与方在技术以及计划控制方面的全面密切协调和配合，是顺利实现设计施工总承包成功的关键因素。

土建工程合约清楚地描述了总承包商在界面（接口）管理和接口相关方之间的各项协调责任。这些接口相关方

包括承包商或业主的顾问公司，以及与承包商具有接口关联的各施工单位。总承包方接口协调工作不但包括合约中明确的接口相关方而且还包括后续施工过程中出现的接口相关方。接口相关方的数目并不限定。

另外，合约各方的内部界面接口，以及与非业主聘请的承包商之间的界面接口，如公用事业公司，也是总承包方的责任。

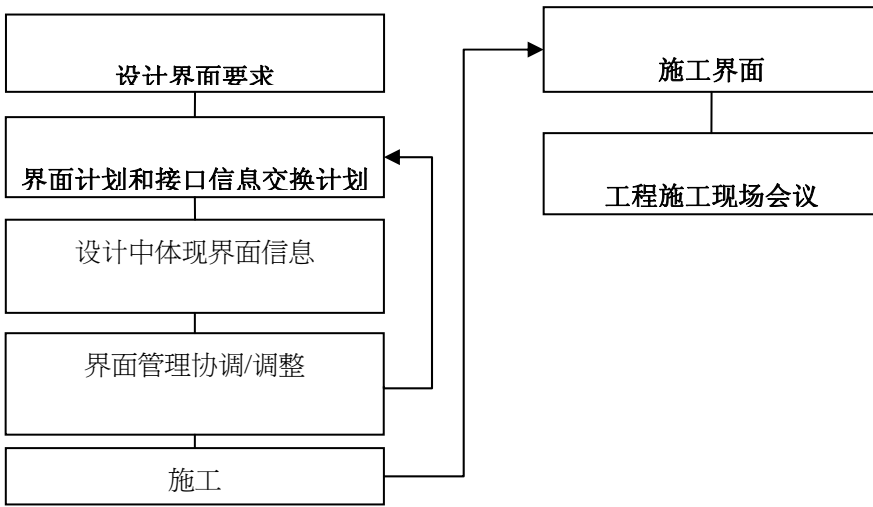


图 4：台湾高速铁路 - 界面管理概念

5. 施工监理

在开展任何临时工程或永久工程的施工之前，承包商必须制订相关的工法施工组织计划，包括现场和在其它区域实施的各项工程。

该文件须对每一子项工程和每一特定的施工方法进行详细叙述，并须与根据合约要求审核批准的设计图纸和技术规程相符合。如有任何与设计图纸要求或技术规程不一致之处，都须经设计工程师和独立设计审查工程师的书面同意，提交给业主代表并签署无异议声明(SONO)后方可允许施工。

工法施工组织计划应包括以下几方面：

- (a) 工法施工组织计划包含的工作范围；
- (b) 相关图纸以及技术规程；
- (c) 工程危险性分析；
- (d) 消除或减低工程风险的预防措施；
- (e) 计划采用的技术措施和工期安排；
- (f) 资源配量（设备和劳工）；
- (g) 工程监管人员安排(需提供姓名)；
- (h) 质量系统要求；
- (i) 安全保障；
- (j) 环境保障；
- (k) 计划实施的交通控制以及临时改道安排；
- (l) 检查和测试计划，包括质量监控人员和主要检查人员安排，文档记录等。

总承包方应依照预先准备好的工作施工组织计划书的相关部分实施项目施工及施工辅助工作，如工法施工组织计划中的安全计划或质量计划等。

考虑到隧道施工具有高风险性，业主（THSRC）还明确要求，如果工程合约包含暗挖隧道工程，必须委派隧道施工工程师（TCE）常驻现场。该隧道施工工程师必须是专业工程师，拥有 15 年以上相关的软土隧道工程施工设计经验。

此外，在合同中还同时确定了隧道施工工程师的职责，包括：

- 为隧道开挖提供技术监管，保证各隧道施工掌子面的安全；
- 当隧道掌子面发生或可能发生地陷或不稳定时，协调采取预防和补救措施；
- 就有关地层条件和相应的开挖方法和支护类型，及时咨询有关的设计师；
- 在隧道开挖过程中，每日记录和保管相关监测仪器测量读数和结果，并向总承包商解读。

为了监管土建总承包方的现场工作，业主（THSRC）在现场建立独立的驻地办公室，监督总承包商的设计和施工工作的各项活动。业主的驻地员工需要监督工地进展和按照工期计划和工法施工计划进行的工程进度等。

6. 进度和造价监控

在工程开工 60 日内，总承包方须按合约文件规定的格式和内容向业主代表提交工程总体进度计划(Baseline Programme)。同时，总承包商还需以书面形式向业主代表提交工程开展期间拟采用的施工安排和施工方法等相关文件。

业主的驻地员工将依据总体进度计划来跟踪项目的实际进展，并根据需要发布纠正指令。定期分析工程进度和计划，以确保实际进度与总体进度计划一致性。

工程合约的总则规定了工程发生变更时的行政审批程序。业主在项目组织架构中建立了控制工程变更和成本控制程序。对符合合同的合理变更，驻地工程师需负责评估变更的背景，然后把与变更相关的信息提交到总部办公室的成本控制小组作审查。如果得到总部办公室高管批准，变更以及相关的索赔将在施工期间分阶段和最终决算阶段，与总承包方签署补充协议。

7. 质量安全保证体系

总承包方需负责维护整个合约过程的工程质量。应在开工 30 天之内向业主代表提交质量计划建议书。如业主代表不反对，此质量计划建议书即成为总承包方工程质量计划书。

如总承包方质量计划书有任何变更，应在实施变更之前报业主代表，确认其没有反对意见。工程按质量计划书实施，但并不免除总承包方在合约范围内的职责，义务或法律责任。

如果发现合约约定的质量要求未达标，则业主有权随时指示总承包方遵守或者改变质量计划，并且业主不承担任何相关费用。

在合约期内，总承包方对现场安全条件，包括所有人员、现场内部及施工范围内的原有财产安全负完全的责任。这些安全规定适用于整个合约期，并不受正常工作时间或其它时间限制，也不以总承包方未完全占用现场等为由减轻安全责任和缩短安全责任期。总承包方对以下人员的安全负完全责任：工程施工人员，现场工作人员，来访人员，包括在现场工作的其它承包方的雇员；保护工地附近公众的安全。承包方应当按照相关合约的要求制定和实施安全计划。

总承包方须在工程开工 30 天之内提交承包方安全计划建议书，在收到业主“不反对”书面通知后，该计划即成为总承包方安全计划书。安全计划应充分和全面包含众多因素，针对合约中指定的工程而制订。

如果总承包方是一家股份公司，则须指定其董事会的一名成员，如非股份公司，则须指定其公司负责人，直接向业主代表承诺负责所有涉及安全的事项。总承包方必须要求驻现场总承包方代表在所有涉及到施工安全的事务方面直接向指定的董事会成员或公司负责人负责。

总承包方必须提供安全管理人员的组织架构，有效实施和管理现场的作业安全和员工健康。安全管理人员全职负责安全事务，在安全计划书中明确其职责，和驻现场总承包方安全经理和指定董事会成员，以和总承包方代表之间必须须有直接的沟通和汇报渠道。

对于获发“无异议声明”的安全计划书，总承包方也应该进行定期检讨，以适应可能演变的立法、工程范围和计划、以及由业主代表发出的指令等。总承包方须根据现场工作和工地经验，适时对安全计划书和程序进行检讨和作出必要的修订。这种不定时的修订目的，是为了加强现场实施的安全标准。一旦现场工作的性质、范围发生变化，或者进行不同性质的新的现场工作，都有必要对安全计划进行检讨和作出适时的修订。

除了以上所说的修订，总承包方还需要在开工周年纪念日开展一年一次的定期审查。该审查应该考虑与安全计划和实施相关的所有事项，包括事故报告，检查，审计，从会议和其它来源得到的建议，包括业主代表和业主的保险代表的建议，危害分析审核等。

8. 风险管理

为了制定一个具体的和实用的安全计划书，总承包方要对合约规定的工程之范围、性质、以及特殊的场地条件，作出仔细的风险评估。风险评估须由具备资格和富有经验的专业团队完成，专业团队由安全经理领导，由规划，设计，监督工作人员组成。风险评估文件应包含全面的、可预见的风险，以及相应的规避和缓解的建议措施，将风险降低到最低的程度。此等在风险评估工作中所形成文件亦成为安全记录审计的组成部分。图 5 所示为风险管理概念框架。

为了将来的运营，业主也在项目施工阶段中进行每个项目单元的危险分析。所有的危险识别、分析和解决方案都应符合现行的工业标准。危险分析的目的在于系统设计和运营中尽量减少或消除潜在的危险隐患，融入安全操作程序，并提供以后持续的安全评价和评估的依据。

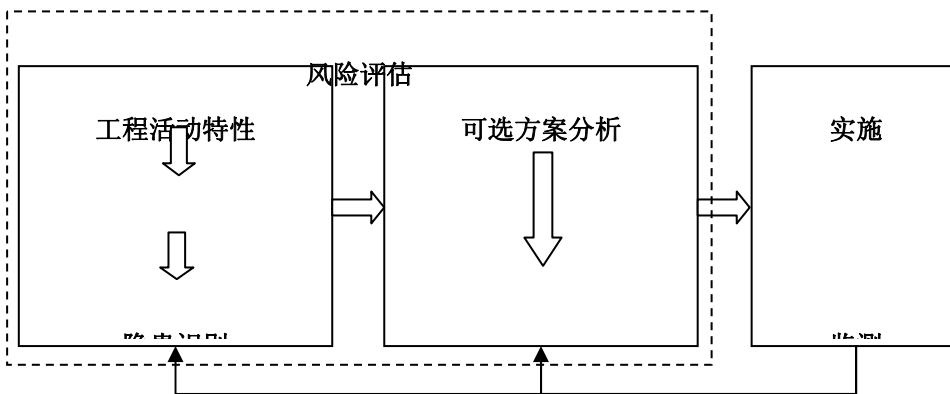


图 5: 台湾高速铁路 - 风险管理概念

9. 运营和维护

业主在合约文件中明确规定了项目移交手续和各种文件的要求。土建总承包方必须在施工结束后为业主编制一套运营和维护手册 (Operation and Maintenance Manual, OMM), OMM 文件应作为竣工文件的一部分。运营和维护手册旨在为将来台湾高铁公司运营和维护人员提供工作指引, 以保证总承包方移交工程后, 能满足铁路正常的运营要求。

运营维护手册包括需要常规巡查的项目, 如: 桥梁的支承座、伸缩缝、钢结构涂装; 隧道排水系统和洞口边仰坡; 土方工程植被控制和土方工程边坡保护; 巡查程序及时间表; 维护人员资质; 巡查和维护工作所需的专门工具; 产品制造商和供应商 (包括名称, 电话号码等信息)。此外, 运营维护手册还应包括各种结构的沉降观测记录, 施工过程中的维修记录, 设计年限和材料、产品制造商、供应商的材料及产品质量保证文件等资料。

一般传统的建造合约, 不要求编制这种运营维护手册。但是, 由于业主 (THSRC) 负责包括项目的设计-建造-运营-维护-移交工作, 因此 OMM 手册是该项目质量保证的必要文件之一。

10. 结束语

台湾高铁业主 (THSRC) 运用了设计-建造总承包理念兴建土建工程。该理念不仅提高了工程投标的竞争力, 而且相对于传统的设计-竞标-施工 (Design-Bid-Build, DBB) 模式, 明显缩短了工期。有效保证了工程质量, 较好地控制了成本。此外, 台湾高铁合约要求总承包方执行自我认证 (Self Certification) 体系, 在台湾本土营建界也是第一个采用此体系的建设项目。

设计施工总承包合约安排, 给国际承建商和设计师提供机会, 将崭新的理念和技术引入到项目中, 也提升了台湾本土营建界的技术管理水平。台湾高铁采用的新技术, 包括约 750 吨重的预应力砼箱梁; 采用整跨预制、纵向运梁、逐跨整孔向前架设的施工方案, 在台湾首次应用; 还包括桥梁支承座的测试、维修工作的记录文档、质量管理体系等。

然而, 由于台湾高铁业主采用了设计施工总承包合约安排, 不同标段的总承包商采用了不同的设计方案并且在建造中使用了来自不同的制造商和供应商提供的不同材料, 如高架桥结构的支承座。因此, 在项目的维护方面需要付出更多的努力。相比其它地区的高速铁路项目, 如中国大陆的高铁项目采用传统的设计-竞标-施工模式, 全线采用了统一的设计方案, 更容易解决维护管理问题。

参考文献

- [1] <http://thsrc.com.tw>
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Taiwan_High_Speed_Rail
- [3] L-M Chang and P-H Chen, BOT Financial model: Taiwan High Speed Rail Case, Journal of Construction Engineering and Management, MAY/JUNE 2001, Page: 214-222.
- [4] THSRC Civil Works Contract Document Vol 3 - 24, January 2000.
- [5] 杨文武, 台湾高速铁路C270标段高架桥设计简介, 铁道学报, 2007, 2 (3), 132-136.