[电网]

基于电网工程监控平台的项目群管理研究与实践

文/国网天津市电力公司　林立鹏　邹新梧　史天涌　李俊元　祁彦鹏

对电网工程管理进行了分析，提出以项目管理九大知识领域为基础，结合当前电网工程建设管理特点，构建电网工程监控平台，该平台全面覆盖了电网工程建设各管理层级、各工程专业和各电压等级三个维度，从目标协同、范围协同、进度协同、资源协同和信息协同五个方面进行电网工程项目群管理。借助信息化管理手段，探索和创新电网工程项目群管理模式，有效提升了电网工程建设扁平化、专业化、集约化、精益化和规范化管理水平。

自2012年国家电网公司“三集五大”开展以来，国网天津电力深入践行“大建设”体系建设工作指导方针，根据天津市地域特点，对天津电网建设体系组织结构、管理机制、业务流程等进行了全面的梳理改造。2014年，入津特高压“两交两直”工程全面开展，国网天津电力原本建设任务相对较重，大规模的特高压工程建设势必给国网天津电力的工程集约化管控程度、前期工作协调能力、人才队伍素质培养以及项目专业管理水平等带来一次新的严峻考验。此外，随着京津冀协同发展战略的提出以及天津自贸试验区的成功获批，加快推动了天津经济的发展，电力配套设施建设也将随之开展起来。基于电网工程现状，国网天津电力迫切需要一种高效的管理模式和手段来促进公司建设项目管理水平的提升，实现公司卓越管理战略目标。

项目群是为了促进企业战略目标的实现而专门设计的包含若干项目的组合，通过相互协作的方式管理项目以获取附加收益。项目群管理的特点为管理多个项目、企业战略目标统一和优化资源配置。整合了战略管理和项目管理的项目群管理理念在建筑业企业、水电开发企业和汽车行业等已得到广泛应用。目前，天津电网工程纵向上涵盖了35 kV及以上输变电工程包括特高压工程，横向上涉及项目从立项到竣工验收整个过程的综合、安全、质量、技术、技经和队伍等工程专业，属于典型的项目群管理模式，因此，国网天津电力通过总结项目管理经验，提炼各专业管理的核心点和关键数据，通过对多种信息技术手段的集成应用，建立电网工程监控平台，旨在实现数据实时收集、信息协同管理和资源优化配置。

电网工程管理分析

国家电网公司建设系统的电网工程包含35 kV及以上输变电新建工程、35 kV及以上扩展性改造工程、新建变电站同期配套10 kV送出线路工程，按照工程类型一般可划分为变电工程和线路工程，其各自建设流程如图1和图2所示。当前电网工程特点主要有多个项目同时进行；项目有可能在地域上是分散的；资源和项目优先等级的安排存在冲突；最终期限和目标是变化的。除此之外，从建设项目的特征看，建设项目持续时间一般较长，项目所处环境的变化对项目的目标必定会产生影响。

随着电网建设规模的逐步扩大，电网工程建设过程中存在的诸多管理问题日渐突出。第一，电网工程流程管控分布在各个管理专业，易造成“信息孤岛”，导致工程项目管理尤其进度管理效率不高；第二，分包管理停留在信息收集、资料管理层面，对分包队伍的现场安全管理缺乏有效手段；第三，管理层级多影响了项目现场数据传递的及时性、准确性，进而影响了管理人员决策的准确性；第四，缺乏对项目建设关键环节或关键项目的有效管控。

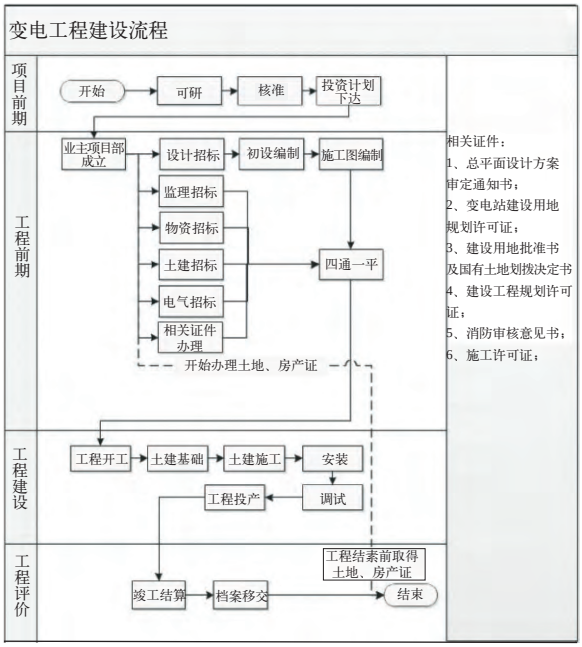

图1　变电工程建设流程

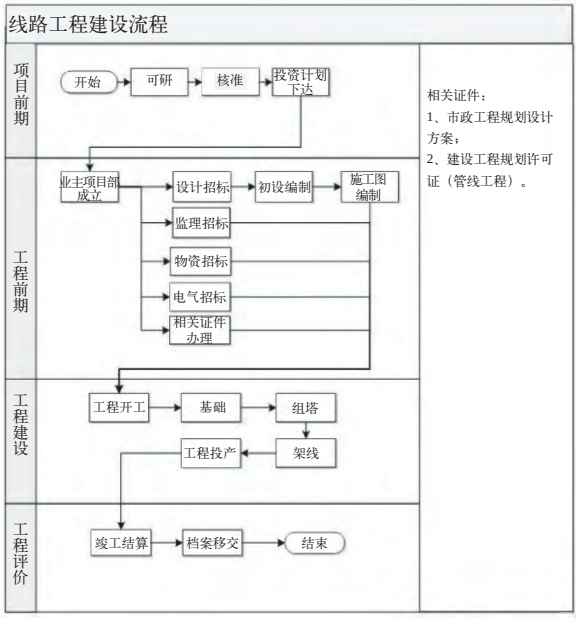

图2　线路工程建设流程

电网工程监控平台设计

1．平台设计理念

平台设计以项目管理九大知识领域为基础，更加注重各专业间、各参建单位间的管理协同，结合当前电网工程建设管理特点，设定从综合、安全、质量、技术、技经和队伍等六个方向进行监控，并综合考虑当前天津电力现有信息系统管理现状，着重对目标协同、范围协同、进度协同、资源协同和信息协同五个方面进行管理，如图3所示。

电网工程监管平台				
目标协同	范围协同	进度协同	资源协同	信息协同
1、年度整体建设进度； 2、切实履行年初投资计划； 3、工程项目争创行优、国优	1、达标投产； 2、绿色施工； 3、安全文明施工	1、工程建设进度； 2、同期开工证件办理流程	1、与公司内部营销部、属地公司资源共享； 2、行业外可利用的政府社会资源的共享	1、各管理专业信息的标准化； 2、信息网络平台的搭建

图3　电网工程监控平台协同范围

结合当前SG－ERP系统、国网基建管理信息系统和特高压工程信息管理系统等，本平台设计以数据收集扁平化，数据应用格式化、数据来源及时化为特点实现电网工程项目群的集中监控、实时监控和关键监控。设计理念如图4所示。

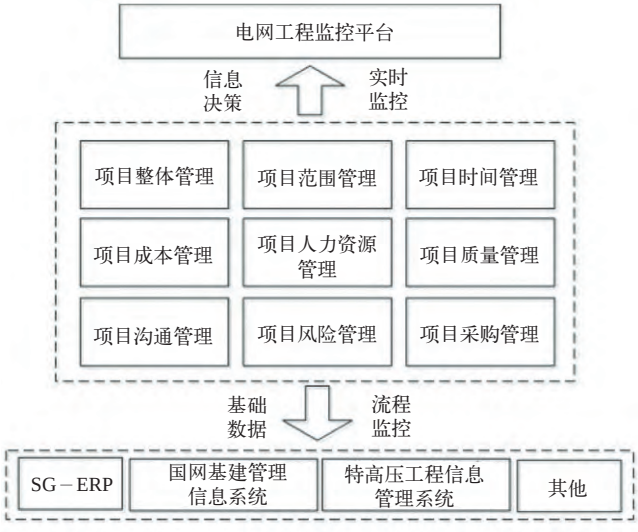

图4　电网工程监控平台设计理念

2．平台整体架构

以电网工程监控平台设计理念为核心，创新应用远程视频采集技术、地理信息技术（GIS）、BIM技术和二维码技术等，用以辅助项目群管理，促进项目群管理效率的提升。其涉及业务功能包含综合管理、安全管理、质量管理、技术管理、技经管理和队伍管理等六个方面。涵盖监控范围

包括对35 kV及以上输变电工程和特高压工程的集中监控；对各管理层级、各基建专业的集中监控；对所有工程进度以及工程现场质量、人员队伍的实时监控；对重、难点工程的关键监控以及工程关键节点和关键数据的监控。最终实现对项目群管理水平整体提升的建设目标。电网工程监控平台整体架构如图5所示。

电网工程监控平台采用了支撑层、传输层、数据层、处理层和展现层五层交互联系的内部结构，如图6所示。

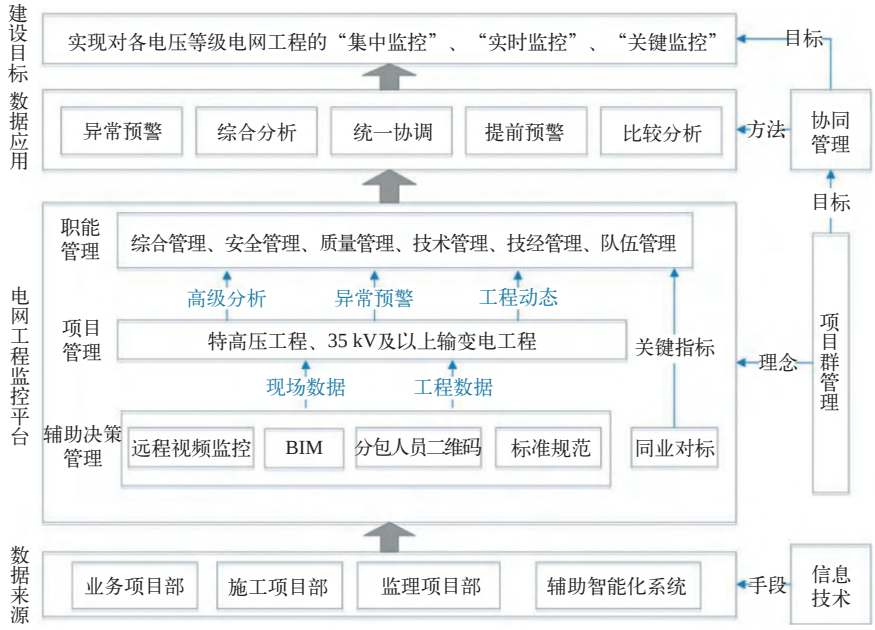

图5　电网工程监控平台整体架构示意图

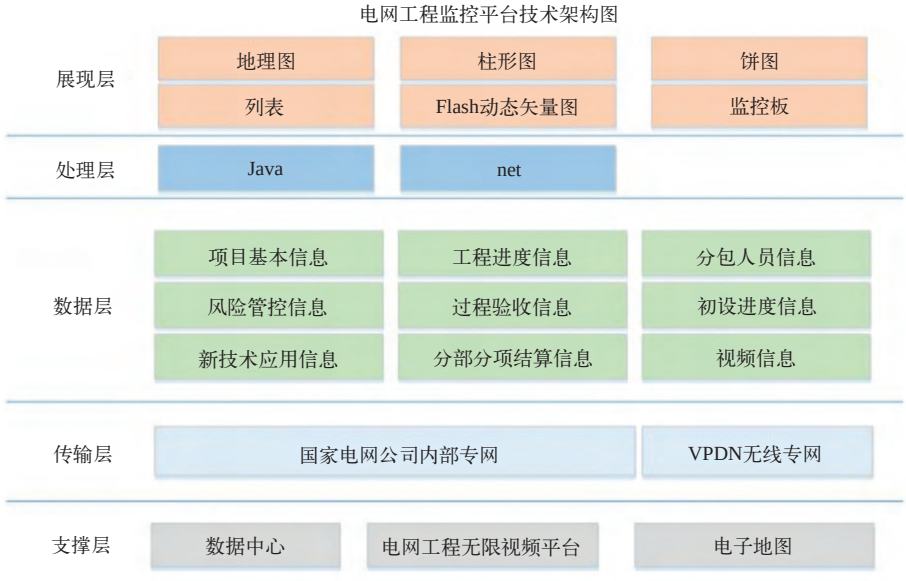

图6　电网工程监控平台技术架构图

（1）支撑层

各工程项目部现场数据的实时更新是该平台主要数据来源，除此之外，电网工程无线视频平台、电子地图等，为平台提供辅助数据，共同为电网工程管理创新提供技术支撑。

（2）传输层

传输层主要提供的是端到端的可靠的数据传输服务，平台上数据的传输是运用国家电网公司内部专网和VPDN无线专网，以提高数据的安全性和保密性。

（3）数据层

数据层是平台功能实现的基础，通过对关键数据信息的监控，包括综合管理、安全管理、质量管理、技术管理、技经管理和队伍管

理等六大专业的核心数据，实现电网工程建设全过程管控。

（4）处理层

处理层是将数据层的核心数据信息通过程序开发语言，实现综合管理、安全管理、质量管理、技术管理、技经管理和队伍管理的功能应用，并通过展现层在监控平台上直观展示，从而将数据层与展现层进行有机的连接。

（5）展现层

展现层是平台向用户体现的最终界面，其主要形式包括地理图、柱形图、列表和flash动态矢量图等，该平台的所有界面和操作设计均基于B/S模式，在可视化的操作界面上可方便地实现不同层级、不同专业之间的协同管理。

3．平台功能实现

通过对全部参建主体和各建设工程专业的调研，该平台整合、提炼综合管理、安全管理、质量管理、技术管理、技经管理和队伍管理等六个方面的管理核心点和关键数据，并且实现“两层应用”的管理模式，即职能管理层和项目管理层对项目群的协同管理。

（1）职能管理

职能管理是以企业战略层为高度，对群体内所有项目进行集中管理，通过对不同专业关键数据的实时监控，发现各专业相对管理效果较弱的项目，并对其进行关键监控，进行包括专业自身管理问题以及其他工程专业带来的影响分析。职能管理更侧重对工程各专业之间的集成管理。电网工程监控平台引入了项目成本、工期、质量三要素集成管理方法，该方法是在挣值管理方法基础之上，再引入一个中间变量“已获质量价值”（Earned Quality Value，*EQV*）。

$$EQV = EVQ_e \tag{1}$$

式（1）中，*EV*代表“挣值”；Q_e代表“项目质量指数”，即一个项目的实际质量水平。

$$Q_e = \frac{AQ}{BQ} \times 100\% \tag{2}$$

式（2）中，*AQ*代表“项目实际已经完成作业所达到的水平”；*BQ*代表“项目计划要求达到的作业质量水平”。项目成本、工期、挣值与已获质量价值的关系如图7所示。

通过对同时开工项目的成本、质量、进度综合控制和集成管理，可分析工程项目成本、质量和进度的计划完成情况；可以及时分析成本/进度绩效，尽早发觉成本/进度的差异和效率；能预计项目进度变动对成本的影响，项目质量变动对进度和成本的影响，项目进度、成本、质量变动趋势与结果的预测，以及项目要按期完工需采取的纠偏措施和资源的整合配置。

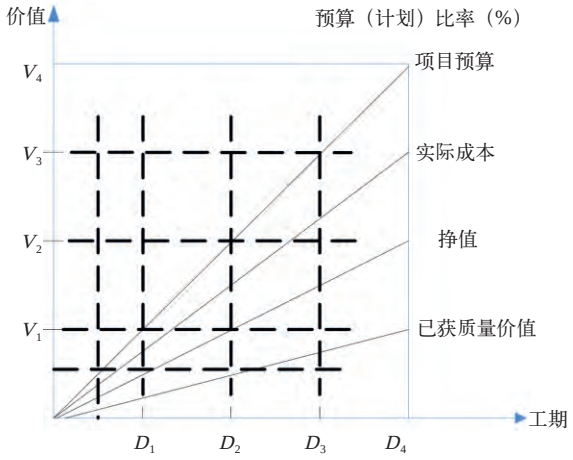

图7　项目成本、工期、挣值与已获质量价值关系

（2）项目管理

项目管理是以群体内一个项目为单元，对该项目的各个专业进行协同管理。项目管理是对工程数据、现场信息、工程动态的管理和反映，是职能管理的基础。项目管理模块包含综合管理子平台、安全管理子平台、质量管理子平台、技术管理子平台、技经管理子平台和队伍管理子平台。

1）综合管理子平台——整合统计信息，注重项目全过程管控。

综合管理子平台主要体现在对项目信息的统计，包括项目开工信息、投产信息、工程前期工作信息、工程当前及下月所处阶段的统计，帮助项目管理部门在项目部层面上整体把控工程概况。

该平台对项目进度实现了可视化管理模式，通过引入地理信息系统（GIS），利用计算机软硬件技术采集、存储、处理、分析、管理、显示和输出地理信息。与传统纸质地图相比，GIS所表达的内容更加丰富、灵活，并且可以有效解决电网工程建设过程中地物空间分布及位置分析、趋势分析、模拟结果等问题，通过对有关信息的分析和加工、建立能够反映区域内各种因素相互关系，揭示区域结构、特征和发展规律的模型。其

应用效果如图8所示。

图8　地理信息系统应用效果

2）安全管理子平台——实现分包、施工分类管理，加强工程安全管控。

电网工程安全管理内容主要包括安全管理规定、分包管理和施工现场风险点等。管理体系选择的数据包括现场分包人员作业数量、特种作业人员数量、安全生产许可证到期时间、作业表单、风险管控措施、作业现场检查及整改情况等。这些数据全面反映工程现阶段的安全管理情况，通过现场分包人员信息，以及施工现场风险点、风险防控体系建设，实现对工程安全的全过程管控。

目前，由于电网工程规模越来越大，专业管理人员数量和精力有限，在工程现场管理过程中存在不能及时了解现场实际情况，以及不能及时掌握分包人员到岗情况的问题，制约了现场管理水平的提升。而工程施工现场又普遍存在分包队伍关键阶段人员到岗不及时，提前退场，进场施工人员与上报人员身份、资质不符等情况。这些情况易导致电网工程施工的安全风险不易防范及质量、进度的不易把控等。

为此，在安全管理过程中，该平台引入二维码技术监控分包人员同进同出情况，其具体工作流程如图9所示。工程项目部安全管理负责人对分包人员姓名、身份证号等基本信息进行维护，运维技术人员为分包人员匹配生成二维码，所有分包人员在进入工程现场、工程建设过程和离开工程现场三个环节必须佩带各自二维码并刷码同进同出和随时抽检核实。该技术保障了现场作业管理水平，提升了管理层对分包队伍的安全管理。

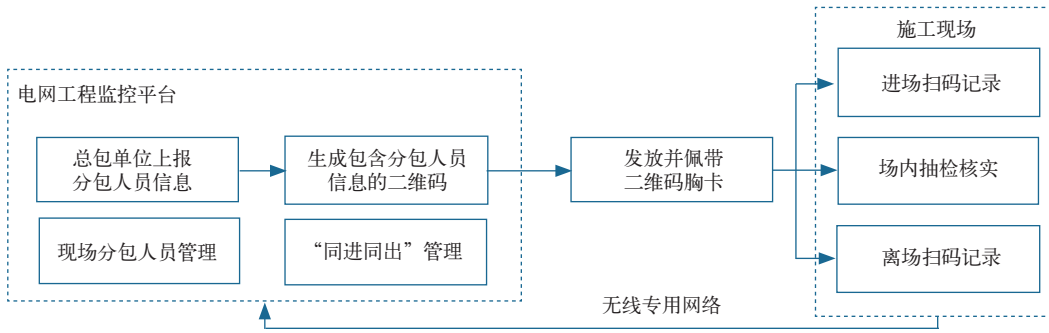

图9　二维码技术应用流程

3）质量管理子平台——注重施工过程质量文件应用情况，提高工程质量管控。

质量管理中提炼的主要内容包括变电和线路工程过程质量管理、验收情况。过程质量管理中重点关注强制性条文执行情况、标准工艺应用情况和质量通病防治情况，各管理指标是否达到目标值等；验收情况中重点关注工程所处阶段情况、创优情况及工程问题处置情况等。监控施工过程质量文件的应用情况，可把工程质量从事后检查把关转为事前控制，防患于未然，是实现质量保证的关键环节，而工程各阶段的验收质量也将直接决定工程建设进度。质量管理子平台如图10所示。

4）技术管理子平台——关注初设批复状态、设计质量评审状态，强化工程技术管控。

技术管理中主要关注初设批复状态、批复概算金额、初设各阶段文件是否齐全及初设技术方案等。关注这些状态，可准确掌握工程概算成本、工程赔偿费用及路径通过协议等，提高对工程成本的控制；掌握工程设计方案，明确施工重难点；掌握工程新技术应用情况，了解工程技术水平。新技术的大量应用可以降低外协工作压力，确保施工进度如期执行。

5）技经管理子平台——全范围统计工程结算情况，注重工程成本管控。

技经管理是在工程建设中，落实工程计价标准，科学评价工程建设技术方案经济合理性，合理确定工程造价，有效控制建设成本，准确分析费用构成和变化趋势的全过程管理。主要包括：电网工程初步设计审批、过程造价控制、工程结

算、造价统计分析、技经标准以及定额管理等。

设计变更是电网工程建设过程造价控制的关键点之一，该平台对设计变更和现场签证分级审批进行了实时监控，通过加强设计变更与现场签证管控，合理控制工程造价。对工程全过程造价“集中监控、实时监控和关键监控”，实现了工程造价关键环节集约化管理，使工程造价可控、在控。

6）队伍管理子平台——把控队伍信息的准确性与真实性，提升工程队伍管控。

队伍管理中重点关注参建队伍的建设部资质及承修资质是否真实、准确和完善。实现电网工程查询队伍、基于队伍查询工程的双向监控，可快速查询队伍信息，提高队伍资质的抽查效率，提高施工队伍的综合素质，保证施工队伍的技术能力，保障工程质量。

图10　静海500 kV输变电工程质量管理子平台

（3）辅助决策管理

该模块包含的三个子功能模块为远程视频监控管理、建筑信息模型示范管理和同业对标管理，运用的关键技术主要有远程视频采集技术和BIM技术，通过这些信息管理技术的引入，协助管理层做出正确的管理决策，推动电网工程建设管理水平的提升。

1）远程视频监控。远程视频监控进一步实现多维度、立体化对项目建设情况的管控，是对平台“集中监控、实时监控、关键监控”的辅助性反馈校核，通过施工过程的实时监督、录像留存等技术方式实现对工程关键施工环节的重点管理、随时抽查。远程视频监控应用效果如图11所示。

图11　远程视频监控应用效果

2）建筑信息模型（Building Information Modeling，BIM）。BIM是以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型，是对该工程项目相关信息的详尽表达。它具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点。通过BIM技术，选择典型电网工程进行三维建模，可对施工过程进行模拟展现，实现对工程进度、施工过程和当前状态的实景还

原，效果如图12所示。

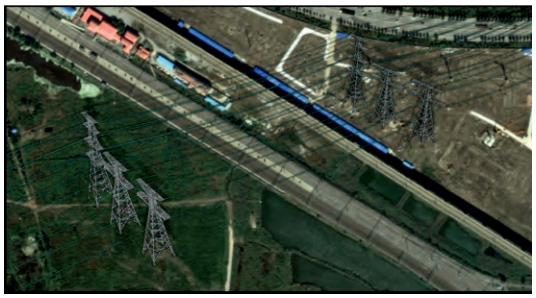

图12　特高压线路跨越铁路过程模拟

3）同业对标。同业对标是辅助决策管理方法之一。一方面，同业对标是把企业自身与同行业相比较，通过对综合指标的分析，衡量企业总体绩效水平，找到潜力和差距，并分析原因，制订改进方向和措施。另一方面，同业对标促进了各管理层级间的紧密联系，通过“集中监控、实时监控、关键监控”使各项目部、各建管单位及时了解各工程对公司价值的贡献程度，有利于企业战略目标的统一。

平台应用实践效果

国网天津电力在过去一年内，投资建设35 kV及以上电网工程项目50余项，且所有项目均在该平台监控下建设实施。通过对电网工程“集中监控、实时监控和关键监控”，实现了对项目信息的全面掌控。

1）集中监控。除纵向上对50余项电网工程项目进行集中管控之外，横向上实现了各工程专业的协同管理，夯实了电网工程建设基础管理水平，为全面实现“大建设”目标、协调发展各单位和各项目的工程管理水平建立了常态化运行机制。

2）实时监控。实时监控主要体现在两个方面，一方面，该监控平台压缩了信息传递层级，信息传递过程由原来的“业主项目部→建设管理单位→本部建设部”压缩为“业主项目部→本部建设部”，实现了信息的实时、准确传递；另一方面，远程视频监控作为该平台辅助决策管理手段之一，更好地对工程现场质量、进度、建设队伍等现场情况进行实时监控和管理，对平台反馈的信息进行校核。

3）关键监控。电网工程监控平台对全部工程的关键指标进行了监控，包括工程进度、分包管理、风险管控、质量管理、初步设计基本信息、设计变更、现场签证和结算下降率等，有利于建设部及时诊断存在的问题，并采取措施予以改正。

与传统管理模式相比，电网工程监控平台做到了“六个实现”：实现了在建项目数量、作业面数量、计划与实际开工投产工程数量以及具体项目实际进度情况的监控；实现了安全风险、安全文明施工、标准设施配送、施工人数和特种作业人数的监控；实现了标准工艺应用、质量通病防治以及强制性条执行情况的监控；实现了初设评审“成熟度”、新技术应用以及设计质量评价结果的监控；实现了结算偏差率、分部结算情况的监控；实现了基于工程查询队伍、基于队伍查询工程的双向监控，能够有效促进管理要求在现场落地，逐步实现建设管理水平和规范化管理水平的“双提升”。

电网工程监控平台的构建获评国家电网公司2015年度“三集五大”体系最佳实践案例，依据平台开展建设管理的静海500 kV变电站工程、南蔡－北郊500 kV线路工程，分别获评国家电网公司输变电工程流动红旗。下一步国网天津电力将重点做好电网工程监控平台的运行维护，重点强化特高压工程、重难点工程的全过程管控，确保按期按质完工，更好地支持、服务地方经济发展。

结束语

针对电网工程“群”化发展趋势以及当前工程建设管理中的不足，利用信息化手段，构建电网工程监控平台，实现电网工程项目群管理。该平台对各管理层级、各工程专业、各电压等级项目进行了“集中监控、实时监控和关键监控”，明确了项目优先等级，实现了资源最优化配置。

首先，本文首次构建电网工程监控平台，压缩了管理层级，实现了对电网工程建设的集中监控、实时监控、关键监控，保障了信息传递的及时性和准确性。

其次，依托电网工程监控平台，实现了电网工程在进度、安全、质量、技术和造价等专业上的项目群管理，有效提高资源优化配置能力，大幅提升电网工程建设管理水平。

最后，平台引入先进管理技术，如地理信息技术、二维码技术、远程视频监控技术和BIM技术等，实现了对项目建设情况的多维度、立体化展现，进一步提高了电网工程项目群管理决策的准确性。EA

（收稿日期：2015.12.17）
（编辑：刘群喆）