

开关制造行业产品研发项目进度管理优化及智能技术应用

于文瑛 曾庆勇 柴炜 李佩丽 罗庆文
(西安高压电器研究院有限责任公司)

摘要: 随着我国智能电网以及现代能源体系建设的加速推进,市场对开关设备也不断提出了更新、更高的技术要求以及更为紧迫的研发进度要求。如何在市场及技术高速发展的今天,快速、高效地研发出满足市场需求的新产品,确保研发项目顺利实施,是需要研究的重要课题。针对开关产品研发项目进度管理中存在的问题,对比国内外知名开关企业,深入分析问题的原因所在,针对项目计划及进度控制展开研究,最终提出以智能驱动技术为基础的优化解决方案。

关键词: 进度管理 进度控制 滚动计划 智能驱动 智能制造

1. 引言

受全球生态环境恶化、气候变暖和能源紧缺等问题的影响,当今世界能源格局正在发生重大而深刻的变革。近年

来,欧美等发达国家提出了智能电网的发展理念,赋予其承载保障能源安全、促进能源高效利用和提振经济发展等重要使命。智能电网已成为当今世界电网发展的新趋势、新方向。

5. 结语

以中国中车为代表的轨道交通车辆制造企业已是全球规模最大、品种最全且技术领先的轨道交通装备全球供应商。目前中国轨道交通装备产品已出口海外,为更好地使中国轨道交通装备制造企业制造水平及产品质量达到国际水平,应实施智能制造,提高制造效率、降低能耗、提高产品质量并提升整个企业的生产制造技术实力。但首先要建立好轨道交通车辆制造企业智能制造顶层规划和轨道交通装备制造的标准,才能更好地、可持续地推进轨道交通装备制造行业的智能制造实体落地。

参考文献

[1] 国家制造强国建设战略咨询委员会 / 中国工程院战略咨询中心,

收稿日期:2016年9月8日

智能制造,电子工业出版社,2016.5

[2] 工业和信息化部,国家标准化委员会《国家智能制造标准体系建设指南(2015版)》[S]. 2015.

[3] 欧阳劲松,德国工业4.0参考架构模型与我国智能制造技术体系的思考 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所,2016

[4] 铁道部党校,中国铁路第六次大提速的战略创新及时代意义,理论学习与探索,2007

[5] 吕力,众创、众创空间与创业过程,武汉工程大学管理学院,科技创业月刊,2015年第10期

[6] 周康渠,制造业新的管理理念_产品全生命周期管理,中国机械工程第13卷第15期2002年8月上半月

[7] 周殿买,轨道客运车辆转向架技术的发展历程,铁道车辆,第51卷第2期2013年12月

而在我国经济“保 7”的刚性需求下，智能电网也已成为政府基建投资稳健增长的重要抓手之一。一系列关于智能电网建设的发展规划以及指导意见的相继出台，对新一代开关设备提出了明确且紧迫的研制要求。开关研制企业需要在有限的资源条件下，对市场需求快速反应，并推出符合用户要求的产品以抢占市场先机，研发的进度管理显得尤为重要。要高效、迅速地研发出稳定、可靠的新一代智能化中高压开关设备以满足市场，则需要更为行之有效的研发过程管控。借助智能技术实现项目计划与控制的智能驱动，将使开关产品研制更为高效。同时，也将对我国的智能电网发展起到强有力的助推作用。

2. 国内外现状及存在的问题

2.1 国内外开关研制企业现状

近年，随着信息化技术的快速发展，越来越多的开关研制企业借助 PLM 等信息化平台开展产品研发。

在国内，尽管很多企业的创新研制能力有了长足的进步，但在研发项目的进度控制方面仍存在很多不足，计划与控制往往“两张皮”。在项目计划方面，其有效性较低，粗略的阶段性计划也较多，完成标志不明确，在新品研发项目中进度变更管理薄弱。在项目进度控制方面，多采用定期反馈的形式由项目执行部门填报汇总，进度与计划缺乏对比，且进度的准确性、真实性以及时效较差。项目进度计划变更通常应用于项目延期。对于信息化技术的应用多数仍停留于 PDM 图文档管理的层面。

近年来，全球输变电设备市场需求总体呈上升趋势，国际上很多大公司相继将生产工厂搬到中国建立自己的制造基地，ABB、西门子等国际输配电巨头均在中国本土建有工厂。相对国内企业，这些跨国公司在研发项目计划与控制方面，则更多地借助于 PLM、Project 等信息化软件或系统，最大限度地辅助研发管理，智能管理平台的引入使管理更为规范，制订的任务计划清晰，交付物、计划起止时间以及责任人明确；计划的形式多种多样，里程碑计划、网络计划、项目基线、甘特图和计划表一应俱全，为项目的进度控制打下了坚实的基础。项目的进度控制除了依靠严密的管理制度，同时还需要专业的项目管理软件，但项目计划和任务之间的智能驱动在笔者调研的跨国企业中尚未实施。

随着计算机技术的发展，对于智能化研发平台的应用

已从数据管理逐步向更深更广的项目管理领域发展。尤其是国外企业，无论是自主开发的信息化平台还是定制开发的 PLM 系统，在产品研发项目管理中的应用非常普遍，智能化技术的引入使产品研制更加快捷、高效。

2.2 问题的提出

在当前市场日趋复杂的形势下，成功、快速地研制出符合市场需求的开关设备成为企业立足市场，在竞争中“打得赢”的重要依据。随着我国智能电网建设步伐的加速，市场除了对产品技术要求越来越高以外，还对研制周期提出了更高的要求，因此项目的进度管理就显得尤为重要，它是企业提升核心竞争力需迈出的第一步，也是关键的一步。

新型智能化开关产品的研发较传统开关产品更具有高风险性和不确定性。由于不确定技术难点导致的研发按计划执行率低，项目进度状态的准确性和及时性差，这些问题始终是其在研发项目管理上始终无法逾越的障碍。借助智能化技术解决在开关产品研发过程中的进度管理问题是本文的主要目标。

在开关研发进度管理中，存在的主要问题如下。

- (1) 计划任务分解过粗或过细。
- (2) 任务包责任分工不明，项目跟踪难。
- (3) 计划描述模糊，缺乏“交付物”支撑，进度难以界定。
- (4) 按计划执行率较低，研发实际工作常与计划发生偏离，且计划缺乏更新。
- (5) 计划与其跟踪反馈缺乏关联性，难以判断是否按进度。
- (6) 项目进度的准确性难以考证。
- (7) 样机加工及试验环节由于工作重心转移往往导致项目失控。

3. 项目计划的优化与智能化

3.1 滚动计划对项目计划的优化

滚动计划（Rolling Plan）最早起源于前苏联，其具体做法是按照“近细远粗”的原则制订一定时期的计划。新型智能化开关产品的研发较传统开关产品更具有高风险性和不确定性，因此过粗或过细的研发计划均不利于产品研制的进度控制。概念性里程碑计划的粗放管理在项目状态中更新滞后，往往因反馈不及时而造成项目调整延误。而详细计划后却又因项目的创新性而导致设计变更，使项目偏离于计划，

研发计划需不断调整。而滚动计划法的优点在于：

- (1) 它可使项目组织始终有一个切合实际的计划作为指导，有助于提高计划的质量，加大准确性。
- (2) 它可使长期计划、中期计划和短期计划之间紧密衔接，从而保证了即使由于项目环境的变化而引起计划偏差，也能及时地进行调节。
- (3) 它可以增大计划的灵活性，提高项目组织的应变能力。

因此，在开关产品研发项目中使用滚动计划法，即可避免计划中任务时间跨度长所导致的项目状态滞后，又可避免详细计划的频繁偏离，确保了计划周密性的同时又提升了计划的灵活性。以开关产品研发项目为例，其滚动计划示意图如图 1 所示。

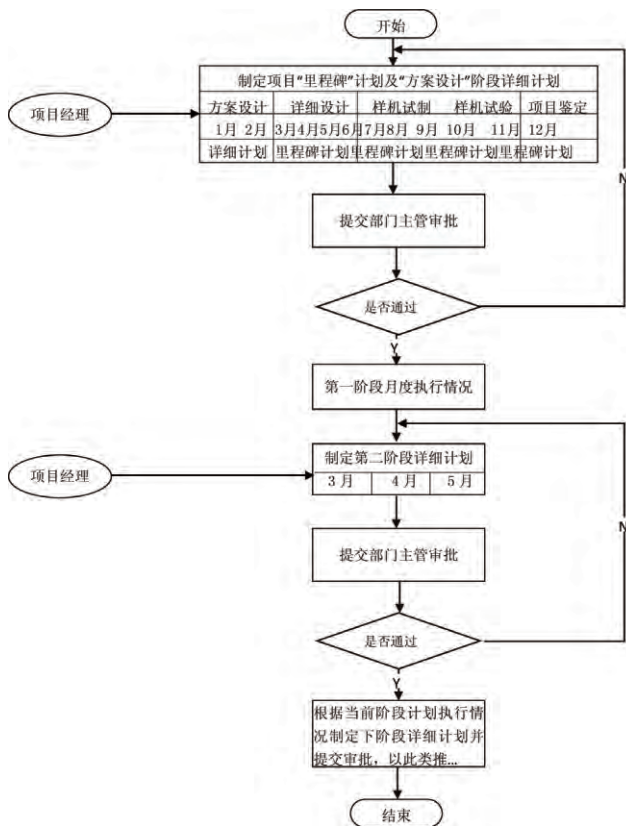


图 1 开关产品研发项目滚动计划示意图

3.2 计划制定的智能化解决方案

根据产品功能可将开关产品划分为不同的类型，每个类型具备类似的产品结构。因此，借助 PLM 平台，可设置不同类型的产品研发计划模板以自动匹配至新建的研发项目

计划。计划是项目跟踪的依据，为了实现项目任务与进度的智能驱动，计划应确保以下几点：

- (1) 各阶段计划需经审批确认方可发布。
- (2) 项目的“里程碑”计划及各阶段的“WBS 任务分解”计划，需在相应阶段的计划开始日期前提交审批并完成发布。
- (3) 里程碑计划应明确阶段名称、起止时间、工作内容以及负责人。
- (4) 审核通过的“里程碑计划”将成为 PLM 系统中建立项目基线的依据。
- (5) 各计划任务除了应包括“任务”的名称、内容和起止时间以外，还应明确每个任务的交付物以及任务负责人。
- (6) 计划中各任务的负责人必须分解到“个人”。
- (7) 根据企业要求，每个任务的周期设置应设置上限。
- (8) 除项目验收阶段外，其它各阶段计划的最终任务均为下阶段 WBS 任务分解详细计划。
- (9) 各阶段计划的最终任务必须为下阶段的任务分解计划。

以开关研发项目的里程碑计划及方案设计阶段计划为例，其在 PLM 系统中的计划模板如图 2、图 3 所示。

名称	计划开始日期	计划完成日期	持续时间	实际开始日期	实际完成日期	审批流程	任务权重
2014R0001K04	2015-3-2	2015-12-31	1720h				
1 方案设计	2015-3-2	2015-5-15	440h				
2 详细设计	2015-5-15	2015-8-14	520h				
3 样机试制	2015-8-14	2015-11-1	440h				
4 样机试验	2015-11-1	2015-12-15	240h				
5 项目鉴定	2015-12-15	2015-12-31	80h				

图 2 PLM 系统新品研发项目里程碑计划

名称	计划开始日期	计划完成日期	持续时间	审批流程	任务权重	任务负责人	任务交付物
2014R0001K04	2015-3-2	2015-5-15	440h				
1 方案设计	2015-3-2	2015-5-15	440h				
2 详细设计	2015-5-15	2015-8-14	520h				
3 样机试制	2015-8-14	2015-11-1	440h				
4 样机试验	2015-11-1	2015-12-15	240h				
5 项目鉴定	2015-12-15	2015-12-31	80h				

图 3 PLM 系统新品研发项目方案设计阶段任务分解计划

4. 项目进度计划与进度的智能化驱动

通过项目进度计划多年积累形成项目进度计划知识库，以项目计划类型和驱动要素作为信息入口，智能化建立新的项目计划，同时在项目执行过程中根据计划条目同执行任务工作流自动关联，达到计划任务全自动化更新，任务交付结果自动关联到项目计划条目，进而形成新的项目计划知识库。通过与产品研发知识库关联，引入智能化推送技术，将研发历史知识推送给项目计划任务执行者，作为任务执行的知识参考。由此大大提升项目计划进度管理效率，有利于项目经验继承，为智能制造提供有力的支撑。

4.1 任务报告与计划的智能化匹配

对于项目进度的跟踪，目前国内外开关研制企业中普遍仍采用定期汇报的形式。在信息化技术飞速发展的今天，通过计划任务与 PLM 研发系统中任务的匹配，借助任务的完成状态系统自动关联并驱动计划任务的状态更新，实现项目进度的智能跟踪，使项目状态时时更新。

在开关产品的研制过程中，一般分为方案设计、详细设计、样机试制、样机试验以及项目验收五个阶段，各任务的交付物主要可分为技术文件、技术图样以及各类报告三类。

技术图样和文件在数字化研发系统中建有模板供研发人员直接调用，且必须实现各类技术图样及文件的系统流程审批。项目进度的自动跟踪首先要进行计划任务与研发任务的匹配，当任务交付物完成系统的签审流程时，计划任务状态才能完成自动更新。

在方案设计、详细设计以及项目验收阶段，开关研发项目一般以图样和文件为交付物，以上阶段可直接在项目管理系统和产品研发 PDM 平台中进行开发并实现计划和任务的匹配。进度样机试制或试验阶段，任务多由设计变为现场加工，故任务多以报告形式进行交付。以样机试制阶段任务为例，其在 PLM 系统中的任务报告如图 4 所示。

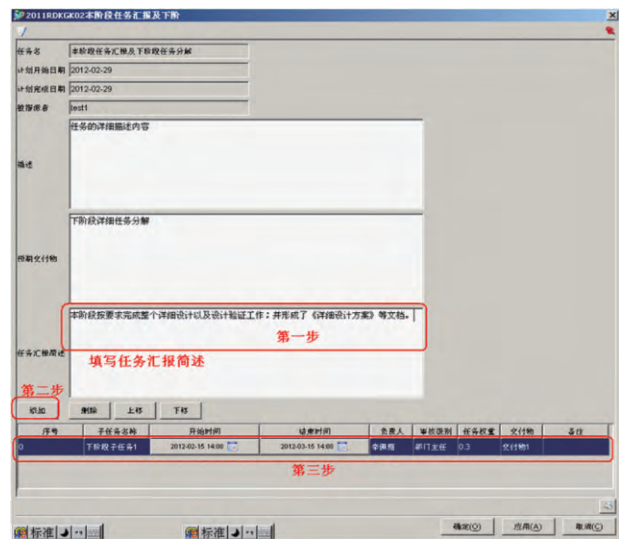


图 4 PLM 系统中附带任务匹配的报告模板

4.2 任务与计划的智能驱动

PDM/PLM 系统里的任务报告完成了审批及发布后（图 5），项目管理系统中任务完成度更新为 100%（图 6、7）。

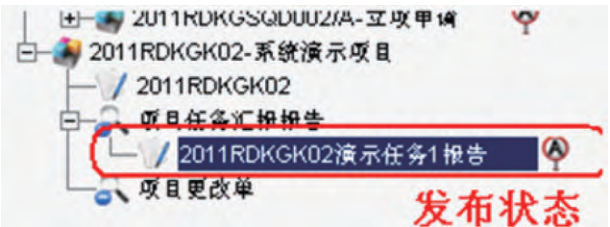


图 5 PLM 系统中任务签审完成状态图



图 6 项目管理系统任务完成状态图

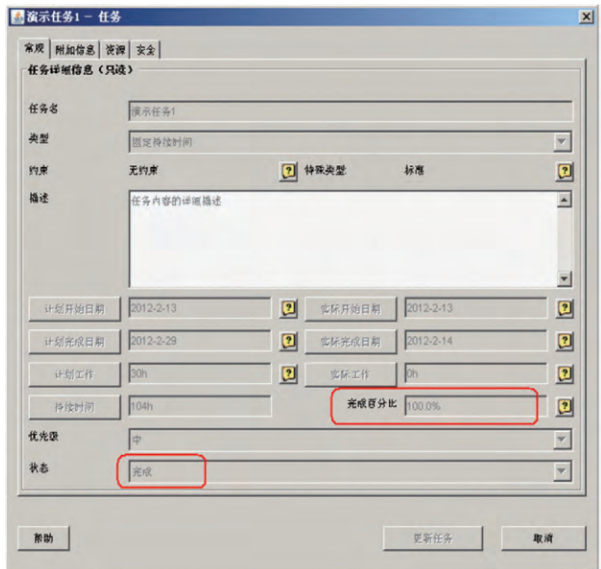


图 7 项目管理系统任务完成后属性标示

5. 高压开关产品研发计划与进度智能驱动实现的保障体系

智能驱动的实现是对企业产品研发工作流程的一次革新。因此，在其推进过程中需提出了以下保障措施。

5.1 制度的建立

制定合理的开关产品研制计划模板、任务报告模板和审批流程等以作为智能化管理系统中计划定制的依据。将产品研发管理体系化、系统化和制度化，将信息平台实施列为企业的重大攻关项目，并建立信息平台搭建和维护的责权利机制，明确研制中心作为平台功能架构的决策主体，相关单位享有平台使用权，信息部门作为平台的技术实现和运维决策主体，研制综合（或科技）管理部门为平台实施的监督考

核主体，保证数字化样机标准实施规划稳步推进。

5.2 建立人才保障体系

研发管理智能化的推广，需要高层决策的大力支持，在资金、人才方面予以支持和保障，组建建设委员会，明确各组织工作职责。委员会下设项目领导小组、项目管理办公室、业务顾问组、关键用户组、信息保障组、技术开发组以及数据组。

5.3 项目组织保障

项目领导小组应由集团高层主管领导挂帅，各业务主管高层领导分别挂职，对项目实施进行监控、督导、评价、决策和支持。项目管理办公室由公司高层主管领导担任组长，由科技管理部门牵头，实施单位主管业务领导与信息化领导担任项目经理。对项目实施进行推进、控制、管理、汇报和考核。业务顾问组、关键用户组及数据组根据各业务单位具体实施时进行确定，各业务单位派出相关专业的业务代表、关键用户，落实项目实施的各项工作。具体成员根据项目实施情况而定。

6. 结语

构建智能驱动的数字化产品研发协同平台，对新一代智能开关产品研发项目管理中的计划与进度实现智能驱动，使项目计划的制定更为高效、规范，项目进度的真实性、准确性、及时性以及可追溯性得以大幅提升，为产品的成功研制提供保障，为研发决策提供依据。以智能化系统作为研发平台贯通整个产品开发，可实现企业利益最大化。

(1) 建立智能驱动的产品研发平台可大幅度提升企业的管理水平。

(2) 研发进度计划有效性的提升。滚动计划法的提出和引入，将有效解决因研发项目多变而导致的计划有效性低的问题，可最大限度地避免研发计划的反复修订。

(3) 项目进度跟踪效率全面提升。计划与任务的匹配及智能驱动，使项目状态可以时时更新，项目进展真实、准确且及时。

(4) 为研发决策、资源配置及绩效考核提供依据。项目计划的任务至“个人”，使人员工作负荷方便可查。

(5) 优化产品研制创新体系，将研发任务由“拉”式改变为“推”式，根据系统的研发计划，无论单项还是多项，系统均能将用户当天的任务“推”至当前，避免了人为的环

节遗漏，提高了工作效率和质量，缩短产品研制周期，降低研制成本。

(6) 研发设计过程规范并可追溯。结合国家、行业及企业技术标准的要求，通过平台系统将其固化，加强设计质量等方面的管控，使研发设计更为规范、合理，也使设计实现可追溯，有助于技术的沉淀和积累。

(7) 研发决策水平全面提升。为研发管理者提供更为直观、实时且高效的研发管理数据，帮助研发管理者提前发现问题，有效避免研发工作中存在的潜在风险，为正确的研发决策提供及时可靠的依据。

以智能化管理带动开关产品的创新，不仅对提高本身的技术创新能力和市场竞争能力有极大的作用，而且也进一步推进了科研技术发展与传统产业改造相结合的进程，促进产业结构的优化与调整、科技与经济的紧密结合。对推动我国实现坚强智能电网均具有重要的战略意义，同时也成为国际一流开关研制企业以及推动智能制造奠定坚实的基础。IM