

# 核电站通知单自动定级系统开发与运作

## Development and Operation of the Automatic Grading System of the Nuclear Power Plant Notification Sheet

王新兵

Xinbing Wang

大亚湾核电运营管理有限公司 中国·广东 深圳 518124

Daya Bay Nuclear Power Operation Management Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518124, China

**摘要:** 某核电站通知单/工单分类代码配置不能直观反映缺陷的属性, 精准地进行趋势分析, 及在运作状态不能满足科学化/自动化的情况下, 需要依托配置的一定改变及设备分级的成果, 来实现通知单优先级的自动定级, 以便实现定级的自动化, 减少人工因素带来的偏差。

**Abstract:** A nuclear power plant notice single / work single classification code configuration cannot intuitive reaction defect attributes, accurate trend analysis, and in the operating state can not meet the condition of scientific / automation, need to rely on the configuration of certain change and equipment classification, to realize notification single priority automatic grading, in order to achieve grading automation, reduce the deviation of artificial factors.

**关键词:** 核电站; 通知单; 自动定级

**Keywords:** nuclear power plant; notice form; automatic grading

**DOI:** 10.12346/etr.v6i3.9195

## 1 引言

通过细化描述设备缺陷或工作性质的设备关键度, 并充分利用设备分级的基础数据, 通过两个维度数据的应用, 实现了通知单优先级的自动确认, 减少了人员操作标准不统一带来的人为失误以及通知单/工单类型不一致带来的问题, 为深化电站定级科学化实际应用指明了方向。

## 2 项目开发前的背景情况

某核电厂的日常作业管理, 依托 SAP 系统、PP 计划软件, 通过 12 周计划方式运作, 现场作业通过通知单、工单、隔离许可证三种形式执行。所有现场缺陷、支持、反馈类等工作, 必须填写通知单, 按照作业执行风险的高低, 分类管理, 可以使用通知单, 也可以使用工单(通过通知单产生), 或者隔离许可证(工单基础上生成)执行, 工作的具体执行,

通过计划工程师排程, 并列入 12 周计划、三天滚动计划方式进行管理和风险控制<sup>[1]</sup>。

### 2.1 电厂通知单大致流程

针对电厂的缺陷, 任何人发现后要求及时填写通知单, 描述清楚缺陷现象和可能产生的后果, 执行专业在收到通知单后, 现场确认, 并批准通知单, 通知单流转到工作周经理(运行值班组长担任)平台, 工作周经理提前审核并通过每日 SRT 分票会上确认通知单的优先级并设置 SRT 状态。对已设置 SRT 状态的通知单, 执行专业及时生成工单, 计划工程师每日对新生成的工单安排版本(哪一年哪一周), 后续根据版本、按照 12 周计划里程碑节点运作。

在电厂 12 周计划管理模式中, 工作票优先级分为: 1~8 级。

项目开发前 SAP 系统中, 通知单、工单的编码分类及使用原则如表 1、表 2 所示。

【作者简介】王新兵(1984-), 男, 中国湖北十堰人, 本科, 工程师, 从事生产运营、计划管理研究。

表 1 通知单的类型

子编码类型	选取原则	说明
AANS 未确定故障类型	用于申请处理现场设备缺陷或与系统原设计不一致的缺陷	例如跑冒滴漏、故障 / 损坏 / 缺失、参数异常 / 报警、锈蚀等
EXPR 需求类	适用于不因设备缺陷而需要开展的无主工单的工作	包括经验反馈、普查 / 巡视 / 巡检 / 保驾 / 管理需求等要求的现场检查、试验等不属于 AANS/SUPR 类但又需现场开展的工作。包括仅要求执行工作，但不（能）说明需求原因的工作。需评估反馈的信息类通知单可选本类，仅通报或记录的信息类 NG 单禁止选择 N-EQPR 类
SUPR 配合类	适用于由主工单发出的配合支持类工作需求	如搭制脚手架 /SARS、拆装法兰 / 电线 / 限位 / 保温 / 仪表、测厚、运输、油漆等，包括许可证拆分申请。不包括机加工和标牌工作（使用其他专用类型）

表 2 工单的类型

通知单子类型	对应 NMO 工单类型	选取原则	说明
AANS 未确定故障类型	CM 纠正性维修	设备或部件缺陷水平（在运行周期 / 预防性维修间隔期内）已导致设备失效，或达到有明显缺陷、即将导致设备失效水平，设备或部件功能不再符合设计功能的要求，或不能执行设计功能	选用此类通常表示设备已经失效或严重降级，缺陷已经显著影响设备的设计功能
	EL 选择性维修	设备或部件存在潜在的或已经发生的、但不会威胁设备原来设计功能或运行准则的缺陷	选用此类通常表示缺陷导致的设备降级轻微或者设备降级后果危害不大
AANS / EXPR / SUPR 三类均可	NP 非生产相关离线维修	与发电生产在役设备无关的工作	外围安保、备件验收、物料领用、离线拷机等与现场生产设备无关的工作及其配合工作
	RFB 翻新维修	备件或设备整修 / 翻新	设备 / 部件翻新
	OT 其他类维修	所有非 CM/EL/NP/RFB 四类工作的维修	非 NP 类各种配合性工作、需求类工作、改造、厂房维修、小锈蚀维修、涂漆、电厂纠正行动、普查等
	ZUN 未定义	程序没有规定，有使用情况	

## 2.2 存在的问题

- ①通过历史数据分析发现，工单的类型使用比较随意，CM 类中出现了改造工作，EL 类中出现缺陷工作；
- ②通知单仅三种分类，仅 AANS 一个分类就囊括了所有缺陷类工作；工单分类过于简化，没能体现不同重要性设备上的工作；分类维度不够，导致不能展示工作的类型；
- ③通知单和工单使用两套分类方式，实际工作中无必要性，并通过管理要求建立弱对应关系，没有科学依据；
- ④两套分类方式会增加管理成本，增加数据统计分析的维度和难度。

## 2.3 某电厂的设备关键度分级实施情况

根据设备单一故障后果的严重程度，对设备划分关键度等级，某电厂在综合考虑安全、生产、成本等影响因素后，将其分为四级，对不同级别设备制定不同管理策略，可以科学有效分配电厂资源，提升电厂精益化管理水平。

某电厂设备分级考虑因素（分级判据）如下：

- ① CCM 分级；工业安全风险、放射性照射风险、危险化学品；
- ② TS 技术规范；MR 准则；
- ③ 功率损失；设备损坏；
- ④ 维修成本；人员负担。

总体来看，某电厂设备分级已经能覆盖大部分后果或影响因素，并分成了 CSER 四级。因此分级结果结合缺陷严重

度可以作为工作优先级的判定依据。

现阶段已完成三电站 35 万设备关键度分级。

设备关键度分级中的 C 级设备细分为 C（C1-C3）和 K（C4-C9）两类。

考虑到上述存在的问题，加上某电厂现场工作过程中，通知单 / 工单优先级的设置仅靠人工判断设置，由于人员技能、理解、环境差异会导致一定偏差，同时人工设置会耗费大量的工作量。结合设备关键度分级应用的范围提升，有必要深化设备分级在工作票定级中应用<sup>[2]</sup>。

## 3 具体实施方案和思路

细化缺陷的严重度，包括失效、严重降级、中度降级、小缺陷，除失效外，其他三类定义为若不处理将在 3M、1C、2C 内会失效，具体标准由专业部门掌握。

开发通知单工单自动定级功能，通过信息化、智能化手段优化工作票定级工作，并实现通知单、工单自动定级联动，替代人工设置，降低工作量，提高工作的准确性，减少人因失误，节约人力资源，并有利于数据统计分析，深化设备分级成果在工作票定级业务中应用。

设计目标及大致方向：

- ①将通知单编码 NG/EQPR 中原 3 项以及 NMO 工单的原 6 个选项，重新统一配置成 8 类。
- ② NG-EQPR 通知单创建时，选择对应 EQPR 工作类型

(新配置的 8 个类型之一), 批准通知单时, 后台依据配置表自动产生通知单优先级。

③ OSUP 配合类通知单的优先级与主票联动。

④通知单生成工单时, 工单的 NMO 类型和优先级自动取自通知单 EQPR 类型和优先级。

⑤通知单和工单优先级及类型修改设置控制权限。

⑥给工单指定或修改版本时, 自动为其配合工单指定或修改版本(基于设定好的规则)。

#### 4 目前已实现系统功能的开发并投产

基本情况如下:

①通知单界面: N-EQPR 设备故障下增加如下编码类型: CFCL 功能失效、CLTD 小缺陷、CMDD 中度缺陷、CSR D 严重缺陷、OMOD 改造工作、OFL 离线工作。

②非配合通知单定级: 根据功能位置的设备关键度分级 + 编码类型自动定级, 定级匹配如表 3 所示。

表 3 通知单定级配置表

序号	分类	CCM	C	S	E	R	N	U	(空)
1	OFL 离线工作	7	7	7	7	7	7	7	7
2	OMOD 改造工作	5	5	5	5	5	5	5	5
3	OSUP 配合工作*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	OEPR 需求类工作	5	5	5	5	5	5	5	5
5	CFCL 功能失效	3	3	3	4	4	(空)	(空)	(空)
6	CSR D 严重缺陷	3	3	4	5	5	(空)	(空)	(空)
7	CMDD 中度缺陷	4	4	5	5	5	(空)	(空)	(空)
8	CLTD 小缺陷	4	5	5	5	5	(空)	(空)	(空)

③配合通知单定级: 根据主通知单优先级, 自动带出优先级到配合通知单, 带出规则为: 当主票优先级等于 1、2 时, 配合通知单优先级自动带出 1、2; 当主工单优先级不等于 1、2 时, 配合通知单优先级自动带出 6。

④根据上述定级要求, 自动定级控制逻辑如下:

第一, 当通知单状态 APPV 时, 后台直接定级, APPV 前保持优先级为空;

第二, 当班值长 / 周经理可以在 APPV 前指定、修改优先级; 人工定级的通知单不触发自动定级;

第三, 通过权限对象控制优先级修改权限, 仅拥有该权限对象的人, 才可手工定级或修改优先级(通知单创建、APPV、SRT 状态均可);

第四, 若在 APPV 状态修改了通知单编码, 则触发自动定级;

第五, 通知单有 SRT 状态时, 通过权限对象 Z06PM613 权限对象控制, 仅拥有该权限对象的人, 才可手工修改通知单编码。

⑤自动定级的整体要求:

第一, 当修改通知单优先级时, 同步优先级到其对应的工单;

第二, 修改主通知单优先级, 根据配合票定级规则同步配合通知单和配合工单优先级;

第三, 通知单挂接在其他工单时, 通知单编码及优先级可以不保持一致;

第四, TBOX、SML 通知单与非配合票的定级规则一致。

⑥配合类通知单挂接关系要求:

第一, 在【其他数据】页签下增加“主通知单号”字段, 且主通知单号和主工单号其中之一必输。当输入主通知单号时, 自动带出主工单号; 输入主工单号时, 自动带出主通知单号; (若无主票信息, 则提票人手工修改通知单编码为需求类);

第二, 当创建配合通知单时, 主通知单没有生成工单, 则“主工单号”为空; 当主通知单生成工单时, 自动更新信息到配合通知单的“主工单号”字段;

第三, 配合类通知单修改为非配合类通知单时, 对应主工单号、主通知单号信息自动清除; 再次修改为配合类通知单时, 需要填写主通知单号和主工单号信息。

⑦工单的情况: 在 NMO 工单增加 PM 作业类型: FCL 功能失效、LTD 小缺陷、MDD 中度缺陷、SRD 严重缺陷、MOD 改造工作、OFL 离线工作、EXP 需求工作、SUP 配合工作。控制要求:

第一, 当工单修改时, 权限控制, 只有拥有权限对象的账号, 才可以修改工单优先级。

第二, 工单创建时, 自动列出的 PM 作业类型和优先级, 不可以修改。

⑧配合工单版本根据主工单版本自动带出, (规则: 若当前日期小与等于主工单版本的开始日期, 则自动带出主工单版本, 否则不带出); 当工单修改版本时, 自动同步版本给对应的配合工单(此处弹出提醒“是否同步修改配合工单版本”); 修改配合工单版本时, 对主工单版本无影响。

⑨在主工单工序增强页签中创建配合通知单时, 自动带入主通知单号到配合通知单中, 创建时, 不自动带入优先级, 在 APPV 时, 自动定级。

⑩当修改主工单生成的通知单时, 关联的配合通知单中“主通知单号”随之修改<sup>[3]</sup>。

#### 5 系统上线后带来的收益和其他问题

上线截至现今, 已实现如下收益:

①实现通知单优先级制定的统一性，排除一定的人为因素干扰，提升通知单优先级制定的准确性、大幅减轻周经理负担（减少每天周经理手动定级 50% 的工作量）；

②通知单 / 工单优先级同步，可以减少周经理后续优先级修改的工作量（只需修改通知单或工单方面）；

③规范电站通知单填写编码，利于电站精准管控电站缺陷、合理分配资源；通知单 / 工单编码统一，减少准备工程师误操作情况，并提升后续数据分析及工作安排的精确性；

④配合票优先级跟随主票、配合票版本同步主票，可以大幅减轻周经理 / 计划工程师负担（节省约 100 分钟单人工作量 / 月 / 电站）。

## 6 结语

①需要进一步提升缺陷严重度使用的科学性，以便更加准确的自动定级。

②在目前 SAP 中已分级功能位置占比 65% 情况下，应继续分级工作，增加分级占比，提高工作票自动定级比例。

## 参考文献

- [1] 肖东生.基于核电站安全的组织因素研究[D].长沙:中南大学,2010.
- [2] 白秀春.基于核电站关键设备的状态预警及健康度的研究[D].上海:上海电力大学,2022.
- [3] 李佳瑜.核电站人因失误分析及应对方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2018.