

DPCM 集装箱码头设备管理对策研究

大连港湾集装箱码头有限公司 王乾

摘要：随着集装箱码头企业从单纯生产型向生产经营管理型转变，集装箱码头设备的管理也从纯技术管理向技术经济管理转变。要提高集装箱码头的经济效益就必须追求设备寿命周期费用最经济和设备综合效率最高。对设备进行有效管理，是培植集装箱码头核心竞争力，提高集装箱码头经济效益的重要保障。本文以大连港湾集装箱码头机械设备管理为例，以集装箱港口企业所采取的对策为背景，阐述了 DPCM 码头设备管理方法的优化对策，为码头设备管理的科学化提供了有效的参考。

关键词：集装箱码头；设备；设备管理；层次分析法；TnPM 管理体系

1. DPCM 码头设备管理现状及分析

现代化水平较高的 DPCM 码头设备能否稳定、可靠的运行直接影响着码头的生产能力、服务品牌和经营效益。综合分析 DPCM 码头设备现状，总结其具有如下特征：

(1) 数量多。DPCM 码头设备主要包括实现集装箱装卸及水平搬运的岸桥、场桥、以及空箱堆高机、正面吊、集装箱牵引车、叉车等可以流动作业的机械，目前在用总数为 135 台，各类设备的详细分布见表 3.1

表 1.1 DPCM 码头设备分布情况明细表

Table1.1 The equipment list of DPCM terminal

设备类别	规格	台数
岸桥	65T	12
轮胎式龙门吊（油驱动）	41T	24
轮胎式龙门吊（电驱动）	41T	8
轨道式集装箱门式起重机	35T	2
空箱堆高机	8T	2
	9T	2
叉车	3T	2
正面吊	45T	2
集装箱牵引车	63T	42

集装箱半挂车	65T	45
	30T	2

(2) 作业范围大。集装箱码头各类设备肩负着集装箱装卸和水平搬运的任务，往往需要在不同场地往复作业，流动性很大，作业环境常常不同；

(3) 一般为进口设备。DPCM 设备大多为瑞典和美国进口设备，作业效率高，可靠性好，但也伴随有单机资产价值高，维修费用高，备件通用性差等特点；

(4) 一般为柴油和电力驱动。移动性较差的岸桥和场桥为电力驱动，其它流动机械设备流动性的特点决定了设备主要以车载能源驱动，尤以柴油驱动居多，油耗费用占成本比重大；

(5) 设备的融资租赁及外包业务在国内南方码头较为普遍，各地码头根据自身不同特点采取了不同的外包内容和外包形式，但在北方码头受码头自身发展及外部市场能力的限制，设备的外包管理较为滞后，目前这方面的调研测算和市场孕育已经开展。

2. 设备前期管理对策

设备前期管理主要是集装箱码头设备采购管理。在进行设备采购时，除了要考虑技术上适用外，还必须遵循经济上适用的原则，这就要求集装箱码头在设备采购阶段就应从寿命周期费用最佳的角度考虑投资决策和进行多元化筹措，而不能仅仅着眼于设备购置价格或仅仅局限与单一购置的筹措方式。

已投产且具备一定生产规模的 DPCM 码头，其原有设备构成是否合理，哪类设备多了，哪类设备少了，应增添、淘汰哪类，增添、淘汰多少，不会凭主观臆断决策，而是在科学的定性、定量分析的基础上，从改善设备总体构成的角度出发、研究制定码头设备的配置需求和长远规划。DPCM 码头在目前的实际操作中，制定了一套自己的设备采购管理模式：

(1) 对现有设备状况进行评估

从“安全、服务、技术、经济”四方面入手，对公司所有在用设备现状进行调查，查找设备存在的技术缺陷及存在问题，对设备状况进行评估；根据公司生产需求（调研未来 1-5 年的箱量预测），对现有设备的种类和数量从技术性角度

进行评估和优化,提出科学配备设备种类和数量的最优化方案;根据财务管理制度和年度预算提出设备购置和处置计划。

(2) 对所需设备进行购置选型

所采购设备必须满足生产需求,其次要对设备的技术先进性进行分析,并对制造厂家、品牌、质量进行横向比较分析,对同类产品在其他港口使用效果做相应的调查分析,在这些调查成果的基础上,结合设备的经济技术性分析结果提交选型建议。

(3) 设备购置

制定设备购置立项报告,确保设备购置费用控制在预算范围内;在立项报告获得执委会或董事会审批通过后,制定设备标书,设备标书要符合招投标法律法规及制度的要求并通过法律组审核;组织供应商进行投标,形成评标报告并选择出最佳的供应商,制定购置合同技术条款。

2.1 设备投资与选型的 AHP 决策

针对设备前期管理中上述的采购选型问题,提出设备选型的层次分析法模型,并对设备选型进行经济评价,以求提高设备选型的合理性,做好设备的前期管理。

AHP(Analytic Hierarchy Process)法即层次分析法是美国运筹学家沙旦(T.L.Saaty)于70年代提出的,是一种定性分析与定量分析相结合的多目标决策分析方法。特别是将决策者的经验判断给予量化,在目标结构复杂且缺乏必要数据的情况下更为实用。它在工程技术、经济管理、社会生活等各个领域的决策过程及分析预测中得到广泛的应用。就设备投资与选型决策而言,将它分为三个层次——最高层、中间层及最底层。最高层次的目的就是要确定各投资方案的优劣顺序;中间层就是被选用的多个评价指标 $A_k(k=1, \dots, p)$;最底层就是诸多的投资方案 B_i 。AHP法的具体步骤如下:

(1) 建立“判断矩阵”

(2) 确定层次单排序

(3) 判断矩阵的一致性检验

(4) 层次总排序的确定及对总排序的一致性检验

假设 DPCM 码头根据生产需求要购买一台正面吊，希望设备在满足生产需求的同时，主要注重设备性能、采购价格、维修方便三方面的表现，现有三种机型可供选择，应用层次分析法甄选出最合适的机型。首先针对上述问题，画出分层图如图 2.1 所示。

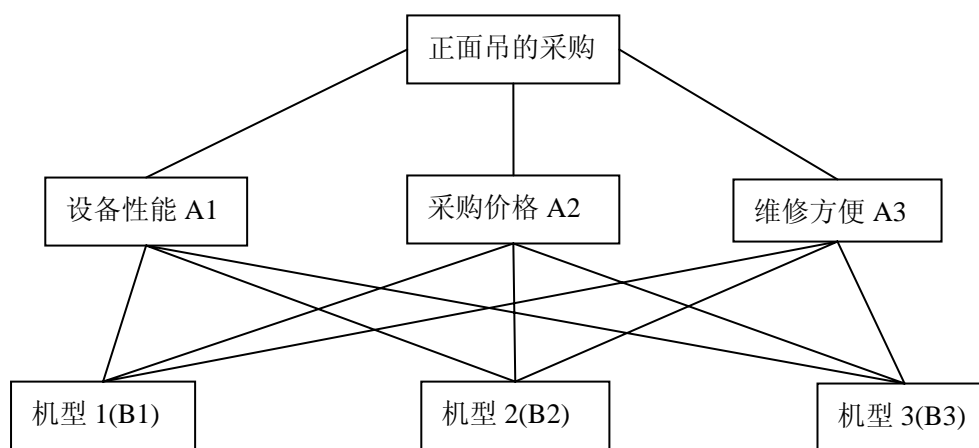


图 2.1 层次模型

Figure 2.1 hierarchical model

按照上述步骤，我们构造出判断矩阵及其层次单排序的结果如表 2.1—2.4 所示。

表 2.1

Table 2.1

A _k	A1	A2	A3
A1	1	5	3
A2	1/5	1	1/3
A3	1/3	3	1
	0.6370	0.1050	0.2580

表 2.2

Table 2.2

A1	B1	B2	B3
B1	1	1/5	3
B2	5	1	7
B3	1/3	1/7	1
	0.1814	0.7622	0.0524

表 2.3
Table 2.3

A2	B1	B2	B3
B1	1	5	1/3
B2	1/5	1	1/7
B3	3	7	1
	0.1142	0.0884	0.7974

表 2.4
Table 2.4

A3	B1	B2	B3
B1	1	1	1/3
B2	1	1	1/5
B3	3	5	1
	0.1851	0.1562	0.6587

上述判断矩阵均为正互反阵，故均通过一致性检验(这里从略)。层次总排序的结果如表 2.5 所示。

表 2.5 层次分析结果
Table 2.5 The result of AHP

最低(方案) 层次 B 的元 素	中间(指标)层次 A 的元素及单排序			总排序
	A1	A2	A3	
	0.6370	0.1050	0.2580	
B1	0.1814	0.1142	0.1851	0.1753
B2	0.7662	0.0884	0.1562	0.5377
B3	0.0524	0.7974	0.6587	0.2883

该总排序结果通过一致性检验。从排序结果可以看出，机型 2 的得分最高，表明机型 2 最优，机型 1 最差。

在外购设备采购选型中，通常需要从众多的供应商和设备型号中，通过全方位的比较和评价，来决定最佳的采购选型方案。一般在设备选型时应该遵循的原则是：寿命周期内费用最经济、技术要先进、生产上要适应、环保节能、安全可靠、易于维修管理。

在非常简单的决策问题中，往往可以通过某一个指标就能够对问题进行衡量，我们只需要比较这个指标的好坏就能选择出优异的方案。但是在设备采购选型决策问题中，涉及到许许多多方面的利益，从不同的利益出发会得到不同的决策结果，所以很难简单地用某一个指标对设备采购选型决策问题来进行分析，这就要求综合评价方法来对这个问题进行分析评价，才能得到最优异的决策结果。

综合评价是借助于现代科学手段和方法,把新设备的技术、经济等因素有机的联系起来,全面衡量,综合评价,使经济技术取得综合性的最佳效果,为决策选择最优方案提供依据。目前比较常用的方法除上述的层次分析法外,还有分量乘法、分量加权和法、模糊数学法、目的规划法、功效系数法、分量最优优化法等,虽然综合评价的对象会因为具体情况的不同,导致因素不同、目标不同,但是对对象综合评价的基本程序是大致一样的:先确定评价目标,建立评价指标和评价标准,通过归一法对指标进行无量纲化处理,得到指标权重,然后选择适合的评价方法,就能通过运算得到评价结果,如图 2.2 所示。

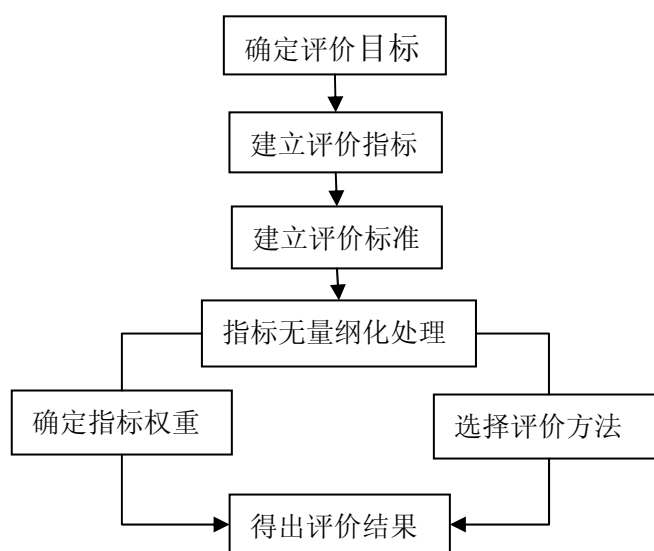


图 2.2 综合评价的步骤

Figure 2.2 The procedure of comprehensive evaluation

在设备的前期管理中应灵活运用各种综合评价方法,确保设备采购选型的合理性,为设备的后期管理打好基础。

2.2 设备投资的经济评价

在进行集装箱码头设备采购选型时还要进行设备投资的经济评价,设备投资的经济评价是对各设备采购方案进行决策选优的重要依据。投资决策的经济评价方法有很多,有动态法与静态法,相对法与绝对法等。下面依次选用净现值法(NPV)、内部收益率(IRR)、静态投资回收期(P_t)分析指标模型对 DPCM 码头空箱堆高机采购项目进行经济评价。

(1) 净现值(NPV)

$$NPV(i_c) = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t}$$

i_c 是要求投资达到的最低收益率，即所谓基准收益率。根据定义，显然 $NPV(i_c) = 0$ 表示项目刚好达到所预定的收益率水平； $NPV(i_c) > 0$ 意味着除保证项目可实现预定的收益外，尚可获得更高的收益； $NPV(i_c) < 0$ 仅表示项目未能达到所预定的收益率水平，但不能确定项目已亏损，因此评价的标准为： $NPV(i_c) > 0$ ，考虑接受该项目； $NPV(i_c) < 0$ ，考虑拒绝该项目。依据 DPCM 码头期望的收益率及较符合经济现实的基准收益率，确定 $i_c = 10\%$ ，预期可能产生的现金流见下表：

表 2.6 预期现金流

Tab. 2.6 The expected cash flow

初始投资 (元)	年末	1	2	3	4	5
	净现金流量	367, 226	404, 606	389, 943	373, 802	398, 902
210000	年末	6	7	8	9	10
	净现金流量	379, 172	360, 661	385, 261	362, 539	337, 201

$$NPV(i_c) = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t}$$

根据公式

有：

$$\begin{aligned}
 NPV(10\%) = & -210000 + \frac{367226}{(1+10\%)} + \frac{404606}{(1+10\%)^2} + \frac{389943}{(1+10\%)^3} + \frac{373802}{(1+10\%)^4} + \\
 & \frac{398902}{(1+10\%)^5} + \frac{379172}{(1+10\%)^6} + \frac{360661}{(1+10\%)^7} + \frac{385261}{(1+10\%)^8} + \frac{362539}{(1+10\%)^9} + \frac{337201}{(1+10\%)^{10}} \\
 = & 206172 \text{ (元)} > 0
 \end{aligned}$$

投资项目能够达到码头期望的收益水平，项目可行。

(2) 内部收益率 (IRR)

$$\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + IRR)^{-t} = 0$$

内部收益率是指项目在整个计算期内使各年净现金值累计等于零时的折现率，反映项目所占用资金的赢利率，是考察项目赢利能力的主要动态指标，换句话说，当在这样的利率下，在项目寿命期结束时，项目的净收益刚好将投资回收。

在集装箱码头项目经济评价中应该广泛应用，它的优点在于考虑了资金时间价值并全面考虑了项目在整个寿命期间的经济状况。与其他判据相比，不用事先知道准确的 i_c 数值，而只需要知道基准收益率的大致范围即可，对于常规项目而言，内部收益率是惟一的。

精确计算 IRR 需要借助计算器或计算机来完成，在没有计算设备的情况下，IRR 的计算一般可采用插值法粗略计算。

$$NPV(i) = -210000 + \frac{367226}{(1+i)} + \frac{404606}{(1+i)^2} + \frac{389943}{(1+i)^3} + \frac{373802}{(1+i)^4} + \frac{398902}{(1+i)^5} + \frac{379172}{(1+i)^6} + \frac{360661}{(1+i)^7} + \frac{385261}{(1+i)^8} + \frac{362539}{(1+i)^9} + \frac{337201}{(1+i)^{10}}$$

当 $NPV(i^*) = 0$ 时， $i^* = IRR$

用插值法，任取 $i_0 = 10\%$ ，得 $NPV(10\%) = 206172 > 0$ ；

取 $i_1 = 12\%$ ， $i_2 = 13\%$ ，得 $NPV(12\%) = 37535 > 0$ ， $NPV(13\%) = -36967 < 0$

$$\text{； 则 } IRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} = 12\% + (13\% - 12\%) \times \frac{37535}{37535 + 36967}$$

$= 12.50\%$ 与基准收益率进行比较， $12.5\% > 10\%$ ，考虑接受该项目。

(3) 静态投资回收期 (P_t)

$$\sum_{t=0}^{P_t} (CI - CO)_t = 0$$

式中 $(CI - CO)_t$ —— 第 t 年的净现金流量。

投资回收期是常用的衡量项目赢利能力的时间性指标, 是反映项目财务上投资回收能力的重要指标。从计算方法上, 分为静态投资回收期和动态投资回收期。静态投资回收期是指在不考虑资金时间价值条件下, 以项目的净收益抵偿全部投资所需要的时间; 动态投资回收期是指在考虑资金时间价值条件下, 以项目净收益抵偿全部投资所需要的时间。一般情况下, 只需计算静态投资回收期。

P_t 可用项目财务现金流量表累计净现金流量求出, 计算公式如下:

$P_t =$ 累计净现金流量开始出现正值的年份数 $- 1 +$ 上年累计净现金流量的绝对值 / 当年净现金流量

各年累计净现金流量见下表:

表 2.7 各年累计净现金流

Tab. 2.7 Accumulative total of net cash flow

初始投资	年末	1	2	3	4	5
	净现金流量	-1,732,774	-1,328,168	-938,225	-564,423	-165,521
210000	年末	6	7	8	9	10
	净现金流量	213,651	574,312	959,573	1,322,112	1,659,313

累计净现金流量开始出现正值的年份数为 6，依照公式计算：

$$P_t = 6 - 1 + \frac{165521}{379172} = 5.44 \text{ (年)}$$

求出的 P_t 需与基准投资回收期 P_c 进行比较，若 $P_t \leq P_c$ ，可以考虑接受该项目； $P_t \geq P_c$ ，考虑拒绝该项目，集装箱码头的 P_c 一般定在 7 年左右，因此，可以考虑此项目的实施。此项指标在一定程度上反映投资效果的优劣，但也需注意，该指标只考虑投资回收之前的效果，不能反映回收投资之后的情况，无法反映项目整体赢利水平，且不考虑资金时间价值，无法正确的辨识项目的优劣。

除上述两三种方法外，还有终值法、费用效率分析法、投资回收率法等。在进行设备投资分析时应根据具体情况和不同的条件采用一种或多种方法进行经济分析，以便在投资决策时做出最佳选择。

3. 设备后期管理

后期管理主要是设备的使用与维修。“用”和“修”密不可分，为了更好地服务于码头生产，就要建立一套比较系统的后期管理方法，来确保设备保持良好的技术性能，为码头生产提供安全、可靠、高效的保障。设备的有效管理能减少其维修维护费用，节约更新的投资，延长使用寿命。

DPCM 码头推行设备全面规范化生产维护体系(TnPM)，调动全员对设备生产维护的积极性，做好设备的后期管理工作。

由于 TPM 已在中国注册了商标保护, 我们也不能完全照抄日本的 TPM (全员生产维修体系, 日本于 1970 年提出), 有必要研究出一套适合中国国情的设备管理模式, 全面规范化生产维护体系 (total normalized productive maintenance, TnPM) 应运而生。与 TPM 相比较, 我国的 TnPM 更强调规范化。在我国, 推行全员参与的生产维修, 员工的态度、素质以及规章制度都存在问题, 如何解决, 这就需要 DPCM 码头根据自己的设备实际状态和员工的素质制定详细的操作规程和行为准则并切实贯彻执行, 防止流于形式。

TnPM 在 DPCM 码头的成功推行, 离不开以下“8 要素”、“4 个全”、“5 个 6” 的相互配合和协力支持:

(1) 8 要素

- ①以最高的设备综合效益和完全有效生产率为目标;
- ②以全系统的预防维修体系为载体;
- ③全公司所有部门都参与其中;
- ④从最高领导到每个员工全体参加;
- ⑤小组自主管理和团队合作;
- ⑥合理化建议与现场持续改善相结合;
- ⑦变革与规范交替进行, 变革之后马上规范化;
- ⑧建立检查、评估体系和激励机制。

(2) 4 个“全”

- ①以全效益和完全有效生产为目标;
- ②以全系统的预防维修体系为载体;
- ③以员工的行为全规范化为过程;
- ④以全体人员参与为基础。

(3) 5 个“6”

①6S: 即整理、整顿、清扫、清洁、安全、素养;

②6I, 即 6 个 improvement(改善影响效率的环节、改善影响质量的细节、改善影响维护成本之处、改善员工工作条件、改善不安全因素、改善工作态度);

③6Z, 即 6 个 zero(质量零缺陷、材料零库存、安全零事故、工作零差错、设备零故障、生产零浪费);

④6T, 即 6 个 tool(单点课程体系、可视化管理、目标管理、绩效管理、团队合作、项目管理);

⑤6H, 即清除 6 个 headstream(污染源、困难源、故障源、浪费源、缺陷源、危险源)。

在 TnPM 体系里, 除了生产现场操作员工参与的规范化活动之外, 精心设计预防维修流程仍具有重要的意义。“策略 - 现场信息 - 组织 - 规范”流程(即 SOON 流程: strategy - onsite information - organizing - normalizing)是一套比较严密的设备维修流程, 根据不同的设备类型及设备的不同役龄, 选择不同的维修策略, 然后通过对现场的设备状态信息的收集、判断、推理, 评价设备故障倾向, 组织维修(包括维修组织结构、维修资源的配置等), 规范维修行为, 评价维修质量。

TnPM 关注员工能力的持续提高。员工能力的提高决定了企业的发展, 也决定着 TnPM 的稳定持续推行。

1)员工自我工作能力的分析: 主要体现在与工作技能相关的能力分析上, 如规范的执行能力、质量保障能力、自我安全防护能力、设备的工作原理与结构知识、问题的分析诊断能力、设备动手维护能力、紧急情况的应对能力等。

2)员工发展约束分析: 主要侧重发展的障碍, 如基础知识薄弱、缺乏专业培训、自学能力差、不善沟通、对学习不感兴趣、没有上进心等。

3)树立新观念: 主要体现在员工的思想教育, 通过关心、宣传和帮助, 给员工树立乐观、自信的精神。

4)制订员工发展规划: 根据企业的发展规划, 帮助员工制定切实可行的、与

企业同步发展的规划，使员工产生自主维护的内驱动力。

5)建立单点课程培训体系，有针对性地开展多层次培训。

4. 结论

近年来，DPCM 码头的作业箱量稳步增加，船舶靠泊密集度也逐渐提升，新泊位投产后为公司开辟了新的战场，船舶大型化、作业紧凑化更是给集装箱码头设备可靠运转提出了更高的要求，设备管理工作面临更大的挑战和难度。通过分析 DPCM 集装箱码头设备管理现状并运用现代设备管理的有关知识，结合集装箱码头设备的特点，从设备采购选型开始到投资决策的作出以及投资决策的经济分析整个过程提出了相关的对策与方法。广泛地利用目前科技项目的发展，采取更加专业化的科学管理工具和管理手段，以此来对设备进行有效管理，培植集装箱码头核心竞争力，提高集装箱码头经济效益

记得老子曾经说过：天下难事，必做于易；天下大事，必做于细。老子的这句话，现在想来，这大概是“精益管理”思想外在表现的先驱吧。对 DPCM 码头机械设备通过“精益管理”所采取的上述对策方法有效改善了设备寿命周期费用和设备综合效率，也开启了码头设备管理从纯技术管理向技术经济管理的转变。

参考文献：

- 【1】李德源，港口机械设备现代化管理方法及其应用，大连海事大学，2005
- 【2】徐保强，全面规范化生产维护(TnPM)技术与应用[M]。中国石化出版社，2010
- 【3】真虹，第四代港口及其经营管理模式研究.上海交通大学出版社.2010
- 【4】傅恩. 设备管理. 中国铁道出版社，2001

作者简介

姓名：王乾

性别：男

出生日期：19791103

毕业院校和时间：西南交通大学（2002年）

所学专业：机械工程及自动化

所获学位：工程硕士

工作单位：大连港湾集装箱码头有限公司

职务：设备支持主管

职称：中级工程师

通讯地址：大连开发区新港大窑湾集装箱码头二期

邮编：116001

电话：87595187

Email: wangqian@dpcmterminal.com

王乾：大连港湾集装箱码头有限公司，电话：
0411-87595187, 13500739916