

高新技术企业 R &D 人员动态绩效评价方法及应用

胡 蕾,郭亚军,易平涛

(东北大学 工商管理学院,沈阳 110004)

摘 要:通过分析高新技术企业 R &D 人员的特点,构建了一套高新技术企业 R &D 人员绩效评价指标体系,并运用基于“功能驱动”原理的序关系分析法来确定指标权重,实现了高新技术企业 R &D 人员在单个时间点上的评价,并通过采用用于双激励控制线的多阶段信息集结方法,实现了在一个完整的 R &D 项目周期内对高新技术企业 R &D 人员绩效进行综合评价。

关键词:R &D 人员;高新技术企业;动态绩效评价;双激励控制线;多阶段信息集结

中图分类号:C931 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)06-0018-04

高新技术企业的 R &D 能力决定着企业的竞争力,而 R &D 人员是影响 R &D 活动成功与否的关键要素。研究表明,合理的激励措施可以有效提高 R &D 人员的个体绩效,进而提高整个高新技术企业的竞争力。因此在衡量 R &D 人员的绩效时,需要建立一个合理的指标体系,确定指标权重并且在整个项目的实施过程中结合激励因素来考虑评价的结果。高新技术企业通过建立这种带有自身特点的公平的绩效考核方法,能增加人员的满意度、提高工作效率^[1-6]。

目前国内外学者主要关注 R &D 绩效的综合评价系统和定性研究。国内学者提出了企业为取得有效的 R &D 绩效要建立一套完善的绩效测度系统的观点,并基于企业 R &D 测度的具体内容进行了相关实证研究^[7-8]。国外学者利用组织关系学研究了影响员工绩效行为的各种因素,重点研究了系统因素和个人因素对员工绩效的影响,并于 1993 年提出“关系绩效—任务绩效”和“作业绩效—关系绩效”等二维模式^[9-10]。从目前研究现状看,这些研究成果涉及绩效评价方法、内容、流程等方面,关于 R &D 绩效的研究热点集中于激励机制、项目管理、授权、降低流动风险等方面,而评价高新技术企业 R &D 人员的绩效却没有专门的方法。鉴于目前许多关于高新技术企业 R &D 人员绩效评价的研究主要关注于解决员工的工作行为和工作结果以及激励机制、企业文化与 R &D 人员绩效之间的关系等且存在部

分难以量化的问题,本文提出了一种专门针对一个完整的 R &D 项目周期内高新技术企业 R &D 人员绩效评价的方法。

1 单个时间点上的绩效评价

1.1 评价指标体系构建

高新技术企业的研发部门侧重于产品和技术创新,该部门的 R &D 活动和技术服务是指标体系选择的主要来源。构建合理的指标体系必须遵循一致性、目的性、客观性和全面性的原则^[11]。

根据指标体系的具体内容和各指标之间的相互关系,结合上述构建原则,本文构建了高新技术企业 R &D 人员绩效评价指标体系(见表 1)。

1.2 评价指标权重确定

1.2.1 序关系分析法

序关系分析法是一种通过指标的序关系及其相邻指标之间的重要程度判断信息获取指标权重的方法,该方法的特点是无需进行一致性检验,简便直观,对指标个数没有限制并且具有保序性^[12]。

基本步骤如下:

专家从评价指标 $\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 集中依次挑出重要的指标,记为 x_k^* ,建立指标之间相对于某评价准则具有的序关系式:

$$x_1^* > x_2^* > \dots > x_m^* \quad (1)$$

给出 x_{k-1}^* 和 x_k^* 间相对重要程度之比 r_k (r_k 的赋值可参考表 2)。

收稿日期:2009-04-21

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70472032)

作者简介:胡蕾(1983—),女,浙江嘉兴人,东北大学工商管理学院硕士研究生,研究方向:系统评价理论与技术经济分析;郭亚军(1952—),男,辽宁开原人,东北大学工商管理学院技术经济及管理研究所所长、教授,博士生导师,博士,研究方向:评价理论与技术、技术经济;易平涛(1981—),男,湖南永州人,东北大学工商管理学院讲师,博士,研究方向:决策分析。

表 1 高新技术企业 R &D 人员绩效评价指标体系

目标	一级指标 (X _i)	二级指标 (X _{ij})
高新技术企业 R &D 人员 绩效	工作业绩 X ₁	工作数量 X ₁₁
		工作质量 X ₁₂
		按时完成工作情况 X ₁₃
		工作效率 X ₁₄
	工作态度 X ₂	纪律性 X ₂₁
		责任感 X ₂₂
		积极性 X ₂₃
		协作性 X ₂₄
		忠诚度 X ₂₅
		竞争性 X ₂₆
	工作能力 X ₃	专业水平 X ₃₁
		个人经验 X ₃₂
		创造能力 X ₃₃
		行为能力 X ₃₄
		应变能力 X ₃₅
		沟通协调能力 X ₃₆
		决策能力 X ₃₇
		学习能力 X ₃₁
	基本能力 X ₄	观察能力 X ₃₁
		意志力 X ₃₁
		记忆力 X ₃₁
		体力 X ₃₁
		表达能力 X ₃₁

表 2 r_k 赋值参考表

r _k	说明
1.0	指标 X _{k-1} 与指标 X _k 具有相同重要性
1.2	指标 X _{k-1} 与指标 X _k 稍微重要
1.4	指标 X _{k-1} 与指标 X _k 明显重要
1.6	指标 X _{k-1} 与指标 X _k 强烈重要
1.8	指标 X _{k-1} 与指标 X _k 极端重要

$w_{k-1} / w_k = r_k。$ (2)

专家给出 r_k 的理性赋值满足关系式,则

$$w_m = (1 + \sum_{k=1}^m \prod_{i=k}^m r_i)^{-1},$$
 (3)

而

$w_{k-1} = r_k w_k (k = m, m - 1, ..., 3, 2)。$ (4)

证明见文献[12]。

1.2.2 指标权重

一级指标工作业绩、工作态度、工作能力、基本能力分别记为 X₁、X₂、X₃、X₄ ;相应的二级指标记为 X_{ij} 。由专家分别对同一层次的指标建立序关系 X_i⁺ 和 X_{ij}⁺ ,并参照表 2 对其相邻指标的重要性程度之比 r_k 给予赋值(见表 3)。

表 3 相邻指标的重要程度之比 r_k

	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇
X _i ⁺	1.0	1.2	1.2	1.0		
X _{1j} ⁺	1.0	1.2	1.4	1.0		
X _{2j} ⁺	1.2	1.0	1.2	1.4	1.6	
X _{3j} ⁺	1.2	1.0	1.2	1.4	1.2	1.4
X _{4j} ⁺	1.0	1.2	1.4	1.4	1.6	

注:表中空白处表示无此项。

2 项目周期内的绩效评价

2.1 双激励控制线的多阶段信息集结方法

双激励控制线的多阶段信息集结方法,其基本思想是将离散的多个时点评价值的集结问题拓展为时段区域连续的评价值集结问题。引入正负两条直线形激励线,对评价对象处于正激励线以上的部分进行适度“激励”,对落入负激励以下的部分进行适度“惩罚”,从而完成对原有评价信息的转换,再对转换后的评价信息进行集结,根据最终的集结值对评价对象进行排序或比较^[13]。

2.1.1 激励控制线

激励控制线是决策者(或评价者)经验、知识或意愿的集中反映,这里激励控制线可描述为

$y - y_0^{\pm} = k^{\pm} (x - x_0^{\pm})。$ (5)

当 (x₀⁺, y₀⁺) = (x₀⁺, y₀⁺)、k[±] = k⁺ 时,式(5)为正激励线方程;当 (x₀[±], y₀[±]) = (x₀⁻, y₀⁻)、k[±] = k⁻ 时,式(5)为负激励线方程,(x₀[±], y₀[±]) 为正负激励线的初始点。

2.1.2 多阶段信息集结^[5]

评价对象 i 在 [t_k, t_{k+1}] 内动态综合评价值可表示为一个积分 S_i(X_k, X_{k+1}) ,有

$$S_i(X_k, X_{k+1}) = \int_{X_k}^{X_{k+1}} [y_{ik} + (x - x_k)(y_{i,k+1} - y_{ik}) / (X_{k+1} - X_k)] dx。$$
 (6)

在引入正负激励线之后,动态综合评价中还要考虑对处于正负激励线以外部分面积的奖惩。设 S_i[±](X_k, X_{k+1}) 为评价对象 i 在 [t_k, t_{k+1}] 内带激励的动态综合评价值,即有

$$S_i^{\pm}(X_k, X_{k+1}) = \mu^+ S_i^+(X_k, X_{k+1}) + S_i(X_k, X_{k+1}) - \mu^- S_i^-(X_k, X_{k+1})。$$
 (7)

综合 [t₁, t_N] 中的各个时段,易得到评价对象 i 全过程的带激励的总动态综合评价值 s_i[±] ,即有

$$s_i^{\pm} = \sum_{k=1}^{N-1} S_i^{\pm}(X_k, X_{k+1})。$$
 (8)

正负激励系数 μ⁺, μ⁻ 的确定和证明见文献[13]。

2.2 应用实例

2.2.1 单个时间点上的绩效评价实例

为叙述和计算方便,现随机抽取 4 位研发人员在一个为期 6 个月的 R &D 项目周期内的各项指标值(见表 4)。

通过指标权重赋权,可以得到以下评价公式:

$$z_1 = 0.1736 x_{11} + 0.2916 x_{12} + 0.2916 x_{13} + 0.2430 x_{14};$$

$$Z_2 = 0.1666x_{21} + 0.2399x_{22} + 0.1190x_{23} + 0.1087x_{34} + 0.1522x_{35} + 0.1826x_{36} + 0.0647x_{37};$$
$$0.1999x_{24} + 0.1999x_{25} + 0.0744x_{26};$$
$$Z_3 = 0.2191x_{31} + 0.1826x_{32} + 0.0906x_{33} + 0.1032x_{44} + 0.0645x_{45} + 0.2428x_{46}。$$

$$Z_4 = 0.2428x_{41} + 0.1445x_{42} + 0.2023x_{43} +$$

表 4 4 位研发人员在为期 6 个月的 R&D 项目周期内的绩效考核成绩表

研究发人员		O ₁						O ₂						O ₃						O ₄					
一级指标	时间	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第一	第二	第三	第四	第五	第六
	二级指标	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末	个月末
工作业绩	工作数量	4	3	4	5	5	6	4	6	8	8	8	9	9	7	4	4	5	5	5	6	8	8	9	8
	工作质量	3	3	4	5	7	7	6	7	8	8	8	9	8	8	8	6	7	5	6	7	8	8	8	8
	按时完成工作情况	5	5	5	6	7	8	5	6	7	7	7	7	9	7	6	7	7	5	5	7	7	8	9	8
	工作效率	6	5	5	5	6	7	5	6	7	8	9	9	9	7	5	6	5	3	5	6	7	8	9	8
	纪律性	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	7	6	8	7	4	6	7	7	7	7	7	7
工作态度	责任感	8	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9	7	6	4	7	7	7	8	8	8
	积极性	7	6	7	7	8	8	5	6	7	8	8	9	9	8	9	8	6	7	5	7	8	9	9	8
	协作性	5	7	6	7	6	7	9	7	7	7	8	8	5	4	5	3	4	3	6	7	7	8	8	8
	忠诚度	9	9	8	9	7	8	9	9	9	9	9	9	8	8	7	8	9	7	6	7	7	8	8	7
	竞争性	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	9	4	5	6	5	4	4	5	6	7	7	8	8
工作能力	专业水平	4	5	6	6	7	7	7	7	8	9	9	9	9	7	8	6	7	5	5	6	7	8	8	8
	个人经验	3	4	5	5	6	8	7	8	8	8	9	9	7	8	7	5	6	7	5	6	8	8	8	8
	创造能力	2	4	4	5	5	5	7	7	7	7	7	8	8	8	7	5	6	5	5	6	6	7	7	7
	行为能力	3	4	5	5	6	7	4	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	6	6	7	7	7	7	7
	应变能力	4	4	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	4	5	5	6	6	7	7	7
	沟通协调能力	5	6	6	6	6	7	6	7	7	8	8	9	5	5	6	5	4	5	5	6	7	8	8	8
	决策能力	5	5	5	5	6	5	7	7	7	7	8	8	7	7	6	5	7	5	5	6	8	8	8	8
基本能力	学习能力	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	观察能力	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	意志力	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	记忆力	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	体力	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	表达能力	5	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

注:上述指标值通过“10 分制”打分的方式得到。

2.2.2 一个项目周期内的绩效评价

现按照本文运用的双激励控制线方法对数据处理如下:

设定时间变量 $x_k = x(t_k) (k = 1, 2, \dots, 5)$ 。对应于 5 个阶段,即两个月之间为一个阶段且这些阶段相隔的时间是相等的。其中,按照双激励控制线的设定, x_0^+ 为初始点的横坐标值,表示时间刻度的起点,显然 $x_0^+ = x_0^-$ 。在本例中选取 $x_0^+ = x_0^- = 1$ 。设 y 为纵轴的评价值变量, y_0^+ 为初始点的纵坐标值,将 y_0^+ 设置成具有较强解释性的算术平均值^[10],即第一个月末 4 位研发人员的绩效平均值 6.3328。为使激励的效果比较显著,现选择激励线的初始值为(6.3328, 1)。

$r_d^{\max}$ 、 $r_d^{\min}$ 、 $\bar{r}_d$ 为双态最大增长率、双态最小增长率及双态平均增长率, k_d^+ 、 k_d^- 为双态正负激励线斜率,

$$\begin{cases} r_d^{\max} = \max_i \{ (y_{iN} - y_{i1}) / (N - 1) \} \\ r_d^{\min} = \min_i \{ (y_{iN} - y_{i1}) / (N - 1) \}, \\ \bar{r}_d = (\bar{y}_N - \bar{y}_1) / N - 1 = \sum_{i=1}^n (y_{iN} - y_{i1}) / n(N - 1) \end{cases} \quad (9)$$
$$\begin{cases} k_d^+ = \bar{r}_d + v^+ (r_d^{\max} - \bar{r}_d) \\ k_d^- = \bar{r}_d - v^- (\bar{r}_d - r_d^{\min}) \end{cases} \quad (10)$$

由式 (9) 可得本例中 $r_d^{\max} = 0.4461, r_d^{\min} = -0.5530, \bar{r}_d = 0.1123$,取正负激励线的斜率偏移度 $v^+、v^- = 0.5$,由式 (10) 可得 $k_d^+ = 0.2792, k_d^- = -0.2204$,得正激励线方程

$$y = 0.2792(x - 1) + 6.3328, \quad (11)$$

负激励线方程

$$y = -0.2204(x - 1) + 6.3328. \quad (12)$$

利用 4 位研发人员项目周期内的评价值并结合正负激励线绘制成图 1。

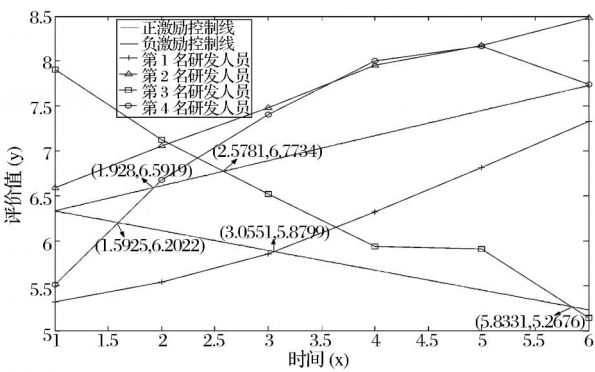


图 1 评价对象多阶段信息图

确定评价对象在每个阶段相对于激励控制线

的变动形状。由图 1 可得出每个研发人员的绩效折线图与激励线的交点。把表 5 中的数据分别代入方程(11)、(12),得出每个交点值。其发展趋势见表 6。由式(6)可得研究对象折线所覆盖的面积(见表 7)。

表 5 4 位研发人员在为期 6 个月的 R &D 项目周期内的绩效评价值

研发人员	第一个月末	第二个月末	第三个月末	第四个月末	第五个月末	第六个月末
O ₁	5.3224	5.5373	5.8541	6.3221	6.8133	7.3302
O ₂	6.5908	7.0569	7.4821	7.9566	8.1757	8.4857
O ₃	7.9041	7.1219	6.5190	5.9379	5.9094	5.1390
O ₄	5.5139	6.6755	7.4029	7.9993	8.1699	7.7446

注:上述指标值通过“10 分制”打分的方式得到。

表 6 评价对象动态演化情况表

研发人员	阶 段														
	[1,2]			[2,3]			[3,4]			[4,5]			[5,6]		
	形状	+	-	形状	+	-	形状	+	-	形状	+	-	形状	+	-
O ₁	↑ - -			↑ - -			↑ -		(3.0551, 5.8799)	↑			↑		
O ₂	↑ + +			↑ + +			↑ + +			↑ + +			↑ + +		
O ₃	↓ + +			↓ +	(2.5781, 6.7734)		↓			↓			↓ - -		(5.8331, 5.2676)
O ₄	↑ + -	(1.928, 6.5929)	(1.5925, 6.2022)	↑ + +			↑ + +			↑ + +			↓ + +		

注:表中“↑”、“+”、“-”项分别为评价对象发展趋势、发展路径与正负激励线的交点坐标,[1,2]等代表时间段,空白项表示没有交点。

表 7 各阶段正负激励信息表

研发人员	阶 段														
	[1,2]			[2,3]			[3,4]			[4,5]			[5,6]		
	S ₁	S ₁ ⁺	S ₁ ⁻	S ₂	S ₂ ⁺	S ₂ ⁻	S ₃	S ₃ ⁺	S ₃ ⁻	S ₄	S ₄ ⁺	S ₄ ⁻	S ₅	S ₅ ⁺	S ₅ ⁻
O ₁	5.4210	0.0000	5.4210	5.6957	0.0000	5.6957	6.0881	0.0000	0.3233	6.5677	0.0000	0.0000	7.0718	0.0000	0.0000
O ₂	6.8239	6.8239	0.0000	7.2695	7.2695	0.0000	7.7194	7.7194	0.0000	8.0661	8.0661	0.0000	8.3307	8.3307	0.0000
O ₃	7.5130	7.5130	0.0000	6.8204	4.0163	0.0000	6.2284	0.0000	0.0000	5.9237	0.0000	0.0000	5.5242	0.0000	0.8684
O ₄	6.0947	0.4776	9.3289	7.392	7.392	0.0000	7.7011	7.7011	0.0000	8.0845	8.0845	0.0000	7.9573	7.9573	0.0000

注:S_k、S_k⁺、S_k⁻(k=1,2,...,5)分别为对应时段的动态综合评价及正负激励动态综合评价。

由式(7)得正负激励系数。 $\mu^- = 0.7899$, $\mu^+ = 0.2101$ 。

由式(8)得出各评价对象在项目全过程的总面积、正负激励面积和带激励的总动态综合评价值,并根据值的大小做(降序)排列(见表 8)。

运用基于双激励控制线的动态信息集结方法得到最后排序 $O_2 > O_4 > O_3 > O_1$ 。

表 8 评价结果信息表

评价对象	总面积	正激励面积	负激励面积	带激励的总动态综合评价值	排序
O ₁	30.8443	0.0000	11.4400	21.80784	4
O ₂	38.2096	38.2096	0.0000	46.23744	1
O ₃	32.0097	11.5293	0.8684	33.74606	3
O ₄	37.2296	31.6125	9.3289	36.50249	2

3 结束语

高新技术企业的研发部门是一个特殊的部门,部门的研发人员的工作明显存在 R &D 项目的周期性。本文在考虑这些重要因素的情况下,通过建立一套指标体系并采用两种新的方法对高新技术企业 R &D 人员绩效进行评价。即:首先运用序关系分析法进行指标权重的赋值,从而避免了 AHP 法中判断矩阵的一致性检验问题,得出了静态单个时间点上的人员绩效评价;然后考虑了 R &D 人员在整个项目周期内的发展变化,将离散信息的动态评价问题转化为连续信息的动态评价问题,建立了基于双激励控制线的动态信息集结绩效评价模型,突出了评价过程中的“动态特征”。(下转第 71 页)

Study on Development Pattern of Creation Agriculture in China :
Initial Condition and Force-support System

Zhang Jun

(Adult Education College ,Anhui University of Finance & Economics ,Bengbu Anhui 233061 ,China)

Abstract : Through deducing the economic theory model ,this paper analyzes the development opportunities and the matching force-support systems of creation agriculture in China. The result shows that the development of creation agriculture needs incentive-compatible institutions and supporting institutional innovations ,needs to improve rural education level and constructs public service platform.

Key words : creation agriculture ;increasing return ;creativity incentive ;development pattern

(上接第 21 页)

参考文献

[1] HWANG C L , YOON K. Multiple Attribute Decision Making[M]. Berlin :Springer-Verlag ,1981 :2-45.

[2] SUNG T K,CHANG N ,LEE G. Dynamics of modeling in data mining:interpretive approach to bankruptcy prediction[J]. Journal of Management Information Systems , 1999 ,16(1) :63-85.

[3] CHEN S J ,HWANG C L. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making[M]. Berlin :Springer Press ,1992 :1-287.

[4] SAATY T L. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process[M]. Princeton :RWS Publications ,1994 :1-127.

[5] SMITH M F. Evaluation:review of the past ,preview of the future[J]. Evaluation Practice ,1994 ,15(2) :215-227.

[6] GREGORY A J. The road to integration reflections on the development of organizational evaluation theory and practice [J]. Omega ,International Journal of Management Science ,1996 ,24(3) :295-370.

[7] 许庆瑞,赵建. 科研项目评价的专家系统[J]. 科研管理, 1991 ,(4) :23-29.

[8] 徐笑君,许庆瑞. 企业 R &D 绩效测量研究[J]. 科研管理, 1998 ,19(4) :37-40.

[9] DANICE S ,MILLER R L ,CARDY. Self-monitoring and performance appraisal: rating outcomes in project teams [J]. Journal of Organizational Behavior ,2000(9) :64-82.

[10] WAL TER C,BORMAN H ,DONALD B. More progress toward a taxonomy of managerial performance requirements[J]. Human Performance ,1993(6) :1-22.

[11] 戴江华. 高新技术企业 R &D 人员考评指标体系探析 [J]. 武汉科技大学学报 ,2004 ,6(3) ,25-27.

[12] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用[M],北京:科学出版社,2007:133-139.

[13] 易平涛,郭亚军,张丹宁. 基于双激励控制线的多阶段信息集结方法[J],预测,2007 ,26(3) :39-43.

Method and Its Application of Performance Evaluation of R&D
Personnel in High-tech Enterprises

Hu Lei ,Guo Yajun ,Yi Pingtao

(School of Business Administration ,Northeastern University ,Shenyang 110004 ,China)

Abstract : This paper constructs the evaluation indexes of performance of R &D personnel in high-tech enterprise through analyzing the characteristics of R &D personnel in high-tech enterprises in China. Using the analysis of rank correlation based on the function-driven principle ,it determines the index weight ,and achieves the performance evaluation of R &D personnel in high-tech enterprises in a single-time-point. Through using the multi-stage information gathering method based on double inspiring control line ,it achieves the performance evaluation of R &D personnel in high-tech enterprises in a whole R &D project cycle.

Key words : R &D personnel ;high-tech enterprise ;dynamic performance evaluation ;double inspiring control line ;multi-phase information aggregation