

고부가가치화를 위한

다품종·소량생산기술

1. 서 언

우리나라도 섬유산업은 양의 확대와 원가절감을 주체로 한 大量生産체제(만들기만 하면 팔리는 시대)로부터 고객의 다양한 요구에 부응하기 위한 多品種·少量生産체제(팔리는 제품을 만드는 시대)로 이행되고 있다. 이것은 사회적 환경의 진전에 맞추어 수요의 질적, 구조적 변화를 그 배경으로 하고 있다.

한편 고객의 요구도 고도의 감성과 풍요로움이 요구되고 있으며 또한 개성화, 다양화, 고급화 및 품질지향의 방향으로 진전됨에 따라 용도에 적합한 기능성이 더욱 더 요구되고 있다. 이러한 고부가가치를 부여하기 위해서는 원료소재를 다양화시키고 소재개질, 복합화 등 원료단계와 함께 방적생산단계, 염색가공 등 후가공단계에서의 부가가치化를 이룩하고, 이들을 서로 조합함으로써 다품종화·소량화를 더욱 더 추진해야만 할 것이다.

이러한 다품종 소량생산체제로의 이행은 생산품종의 교체빈도가 높아짐에 따른 효율의 저하, 차별화를 위한 부대설비 등에 의한 원가상승, 고품질의 유지확보의 어려움, 복잡화되어가는 생산관리나 재고관리와 같은 문제점을 해결하면서 고객의 요구에 부응해야만 한다.

따라서 효율적인 다품종 소량생산시스템인 FMS의 확립이 시급하다. 방적설비에서도 기능의 범용화장치, 자동교체장치 등의 하드웨어기술과 수주로부터 제조, 검사, 출하까지의 物流 기술과 컴퓨터기술 및 시스템 설계기술 등을 포함한 소프트웨어기술을 유기적으로 결합함으로써 고객의 요구를 만족시켜 줄 수 있는 다품

종 소량생산시스템이 가능하게 될 것이다.

2. 다품종 소량생산의 하드웨어기술

현재 방적공장의 다품종 소량생산시스템은 면방방식과 소모방방식 모두가 현재 보유하고있는 설비에 부가가치화를 위한 부대설비를 도입하고, 그 설비로 방적하여 얻는 범위 내에서의 다품종 소량생산방식이기 때문에 넓은 의미의 다품종화에는 도달하지 못하고 있다. 물론 최근의 방적기계 자체가 다품종화에 대응할 수 있는 각종 주변기술 등을 갖추고 있기 때문에 이러한 설비 등과 함께 공정간의 직결화 및 자동반송 기술을 서로 조합시킴으로써 이에 대응할 수가 있다.

다품종 소량생산시스템으로의 이행시에 반드시 해결해야 할 기술적 과제를 대별하면 다음 3가지 점을 들 수 있다.

- ①다양한 소재에 적용할 수 있는 범용 방적기술
- ②자동 품종교체장치와 클리닝장치에 대한 기술개발
- ③고품질 확보를 위한 자동계측 제어장치의 개발과 온라인화

2.1 범용 방적기술에 대하여

원료소재의 복합화가 진전되어 소재간 섬유장의 불일치, 可紡性이 나쁜 소재의 조합 등에 대응할 수 있는 범용 방적설비의 개발이 요망되고 있으나 아직까지 완전한 것이 개발되지 못하고 있다. 다품종 소량생산시스템에 적응할 수 있는 범용화 방적설비가 구비해야 할 조건으로서는 다음을 들 수 있다.

1) 고속화와 가변속화

다양한 복합소재의 방적에서 최적의 조건으로 방출하기 위해서는 可變速化가 필수조건이며, 경제성의 저하를 보완하기 위해서는 고속방출이 가능한 품종에 대해서는 될 수 있는 한 고속화가 필요하다. 또한 고속화에 따른 少錘化, 컴팩트化가 가능해야만 한다.

2) 少錘化

품종교체시에 품질을 확보하기 위해서는 여러가지 기계조건을 변경시켜야만 한다. 특히 로울러간 게이지 및 가압 등의 변경에는 많은 노력과 시간이 필요하다. 고속화에 따른 경제적 효과는 이러한 소추화를 가능하게 하고, 기계설비의 컴팩트化, 조건설정의 변경 및 품종의 교체작업을 용이하게 하며 또한 효율의 저하를 경감하는데 기여하고 있다.

3) 자동화, 연속화 및 직결화

다품종 소량화에 따른 비경제적인 면을 경감하기 위해서도 기계의 자동화, 공정의 연속화, 직결화는 반드시 필요하며, 여기에는 리드타임의 단축, 합리적인 품종교체, 異품종의 혼입방지 및 인력절감을 포함한 커다란 효과가 있다. 자동급면, 캔교환, 도핑시스템과 자동반송장치는 이미 개발되어 실용화되고 있으므로 제어 컴퓨터에 의해 자동화를 이룩하면 다품종생산에 대응이 가능하게 될 것이다.

섬유기계전시회에 출품한 내용을 보면 長·短섬유 부문 모두에서,

①공정의 연결 자동화 및 시스템化에 의한 省人化의 추구

②전자기술 발전에 따른 모니터링 시스템의 고도화 및 조작성의 향상

③고품질화, 無보전화, 클리닝 성능의 향상이 진전되었고, 공장에서의 FA化와 CIM시스템의 도입이 최초로 본격적으로 구체화되었다고 생각된다.

다음은 섬유기계전시회에 출품된 방적설비 관련기술의 개발동향을 나타낸 것이다.

<방적설비 관계>

- 혼타면기-블랜드 믹싱효과 및 제진율의 향상→ 공정의 단축화
- 소면기-클리닝 성능의 향상→ 보전의 경감화
- 조방기-자동 로빙교체기, 오토도퍼
- 前紡(梳毛)-고속 세번수용에 대응, 자동 슬라이버이음기
- 정방기-회전링 사용에 의한 세번수화(소모), 자동 실이음기, 스펀들 실끝처리

클리너

- 권사기-모니터링 시스템의 고도화, 슬라이드式 벌룬제어에 의한 고속화

<직결화, 자동반송 관계>

- 원면베일의 자동투입, 급면기예의 자동투입
- 소면-연조와 연조-조방간의 캔 자동반송
- 소모공정의 길(gill) 직결화(2대 또는 3대)
- 랩 포머-정소면 간의 자동반송
- 조방(소모 보빈너)-정방간의 로빙의 자동반송, 자동교환
- 정방기-권사기 간의 연결
- 혁신방적-더블 트위스터 간의 연결(자동급사, 픽 파인딩)

2.2 자동 품종교체 및 클리닝기술

다품종 소량생산에서 품종 교체횟수의 확대는 품질면에서 커다란 문제점을 갖고 있다. 품종교체에 따른 이종섬유의 혼입은 품질상 중대한 불만의 대상이 되고 또한 소재 및 기계조건 변경에 따른 손실은 가동율의 저하와 원가상승을 초래한다.

따라서 여하히 신속하면서도 완전하게 품종을 교체할 수 있는가가 중요하다.

최근의 기계는 이러한 점에 유의하여 설비 내에 섬유유 퇴적을 감소시키기 위해 제진장치와 클리어러의 개량, 석선에 의한 집면기능을 향상시키는 등에 의한 무보전 클리닝의 방향으로 기술개발이 이루어지고 있으나 아직 불충분한 실정이다. 특히 조방기를 포함한 多錘台의 드래프트部に 대한 클리닝방법의 확립이 요망된다.

2.3 고품질 확보를 위한 자동 계측제어장치의 개발과 온라인화

종래의 방적은 대량생산과 안정조업을 기반으로 고품질을 유지하여 왔으나 다품종화, 소량화에 따라 생산과 조업이 복잡화되고, 원료 소재면에서도 可紡性에 문제가 있는 조합이 우선됨에 따라서 품질의 안정과 유지가 더욱 어려워지게 되었다. 따라서 각 공정별로 중요한 품질특성을 감시기기로 파악하고 온라인화 할 필요성이 대두되었다.

특히 異物 혼입의 제거, 넵 및 버어와 같은 잡물, 변수 불균제의 관리는 중요한 특성이다.

1) 섬유원료 중의 이물제거

천연섬유 중에는 각종 이물이 포함되어 있으며 그 혼입상태는 產地의 관리상태에 의해 좌우된다. 특히 異섬유(色布片)의 혼입은 소면기를 통과함에 따라 세분화되고, 이후 각 공정의 더블링 및 드래프트작용에 의하여 광범위하게 확산되기 때문에 최종제품에 커다란 영향을 준다. 이와 같은 트러블을 방지하는 것은 방적분야의 책임이기 때문에 적절한 방법으로 이물을 제거할 필요가 있다. 이 때문에 이물의 색채, 형상 등의 물리적 성질을 인식하는 패턴 인식, 이를 제거하는 재료취급 기술 및 기계적 기술의 조합으로 대처할 수밖에 없다.

현재 개발되어 있는 기술로는,

○색채이물 검출 제거장치 : 원면 중에 포함되어 있는 色布片 등 색채물을 혼타면공정에서 연속적으로 식별하여 제거하는 장치가 거론되고 있다.

2) 넵, 버어 등의 잡물

실의 품질을 대표하는 중요한 특성 중의 하나이므로, 넵이나 버어와 같은 잡물에 대해서는 소면기에서 방출 중에 자동으로 계측하고, 이상상태를 발견하여 즉시 처리할 수 있는 장치가 필요하다.

현재 개발되어 있는 기술로는,

○Nep tester : 고감도 CCD 카메라에 의해 웹의 표면상태를 검색하여 넵, 식물성 잡물, 트레이(trash) 등을 화면으로 표시하고 이를 데이터로 積算한다.

○양모 슬라이버의 품질측정기 : 단시간에 넵, 슬립, 식물성 잡물, 이색섬유를 계측하여 출력한다.

등 자동계측 면에서의 기술이 확립되어 있다.

3) 고성능의 불균제 제어

불균제도는 넵과 같이 중요한 품질특성 중의 하나이지만 다품종 소로트화에 따라 불균제도의 관리가 복잡화되고 있다. 따라서 소면과 연조공정에서 슬라이버의 불균제를 자동으로 제어하는 것은 매우 중요하다.

현재 개발되어 있는 기술로는,

○슬라이버 변수 제어기 : 소면기에 설치하여 슬라이버의 변수변동 및 중주기 불균제도를 제어할 수 있는 기술.

○슬라이버 변수 감시장치 : 연조기에 설치하여 슬라이버의 변수변동을 연속적으로 측정, 기록하여 설정한계치를 초과하면 연조기를 자동으로 정지시킬 수 있는 기술 등이 있다.

4) 기타

전자기술의 진전에 따라 더욱 고도화된 MIC(Monitoring Information System)가

각 권사기에 도입되고 있다. 캐디 또는 트레이에 내장된 전자데이터 기억코드가 권사중의 사품질에 관한 데이터를 기억하여 정방기 각추의 품질관리를 가능하게 하고 있다. 또한 이 시스템은 품질관리뿐만 아니라 생산관리에도 기여할 수 있는 기능을 갖고 있다.

2.4 검토

다품종 소량생산체제에 관한 하드웨어기술의 현상에 대하여 설명하였으나 각 기업은 이와 같은 기술에 의해 자동화, 연속화를 적극적으로 추진하며, 컴퓨터의 도입에 맞추어 수주로부터 생산, 출하에 이르는 생산관리시스템을 구축함으로써 다품종화에 대응하고 있다.

그러나 점차 다양화, 복잡화되는 소비자의 요구에 대응하기 위해서는 현재와 같은 제조 로트방식에 의한 생산관리시스템으로는 한계가 있을 것으로 생각된다.

최근 '소품종 適量의 조합에 의한 다품종 소량화'의 개념이 나타나 제조 로트방식으로부터 모듈방식으로 소프트웨어기술의 개혁이 시도되고 있다.

3. 다품종·소량생산의 소프트웨어기술

하드웨어기술의 진전에 따라 비록 궁극적인 목표인 '單品種 生産'이 가능하게 된다고 할지라도 다품종 소량생산시스템으로 이행하기 위해서는 극복하지 않으면 안될 과제가 있다. 그것은 품질의 안정화를 어떠한 방법으로 이룩하느냐에 있다. 품종이 다양화되고 품종교체의 빈도가 많아진다고 하는 것은 바꾸어 말하면 품질관리가 매우 복잡하게 되어 품질의 안정화를 이룩하기 어렵게 됨을 의미한다. 이와 같은 품질의 안정화는 하드웨어기술의 과제라기보다는 오히려 어떠한 상품

을 만들 것인가(設計)와 이를 어떠한 방법으로 만들 것인가(生産管理)의 문제이며, 따라서 소프트웨어기술의 뒷받침이 없는 다품종 소량생산체제로는 진정으로 고객의 요구를 만족시킬 수 있는 제품을 만들어 낼 수가 어렵게 된다.

소품종 대량생산방식에서 품질관리의 기본은 일정한 품질을 안정화시킬 수 있는 생산로트를 전제로 하여 로트간의 변동이 없게 하는 것이 중심인 것에 비해, 다품종 소량생산방식에서는 1개이든 100만개이든 균일한 품질을 확보하는 것이 요구된다.

따라서 다품종 소량생산은 하드웨어기술과 소프트웨어기술의 혁신이라고 하는 2개의 축을기본으로 하여 달성될 수 있는 것이다.

3.1 제조 로트방식에서 모듈(module)방식에서의 전환

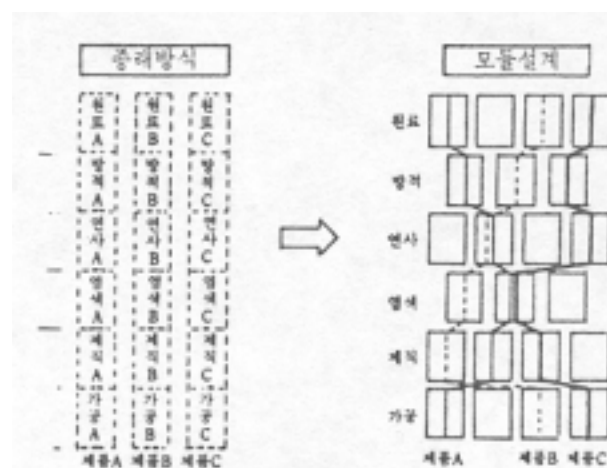
종래 섬유소재 생산방식은 대부분이 제조 로트방식으로 불리우는 특정한 소비자의 특정한 오더를 기준으로 하는 제품규격과 제조로트가 결정되어 방적, 가연, 염색, 제직, 가공되는 방식으로서, 각각의 로트가 독립적인 생산공정을 갖는 생산관리방식이 채택되었다. 따라서 품질관리는 각각의 로트별로 이루어지지만 대량생산방식이기 때문에 품종교체의 빈도가 적고, 공정과 조건도 안정적으로 유지시킬 수 있으며 관리기준도 일정한 것을 채택하면 충분하였다.

그러나 다품종 소량생산에서는 종래의 방식에 비해 로트수가 기하급수적으로 증가하여 생산관리가 복잡화됨과 동시에 품질관리도 유지할 수 없게 되는 것은 명백하다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 생산방식까지 혁신해야만 한다.

그 해결방법 중의 하나가 모듈방식이다. 이는 제조 로트별로 섬유, 실, 직물이나 방적, 제직, 염색, 가공 등의 공정과 조건을 설정하는 것이 아니고, 각각의 상품을 구성하는 모듈(部品)로서 파악하여 그 조합의 변동에 의해 다품종에 대응한다는

개념이다. 품질의 안정화와 균일화는 각각의 부품의 집약화를 도모하고, 부품단계에서의 균일화에 의해 제품품질의 안정화를 달성하는 것이 이 방식의 특징이다.

이러한 모듈방식에 의한 다품종 소량생산방식은 이미 자동차, 전자 등의 가공조립산업에서는 도입의 역사도 길고 이미 정착되어 있는 단계이지만 섬유소재의 생산은 부품을 조립하는 형태가 다르기 때문에 적용이 힘들다. 따라서 다품종 소량화하는 제품의 품질관리는 노동집약적으로 이루어져 온 것이 실태이다. 그러나 다품종 소량생산이 본격화되면 이러한 것을 사람의 손에 의존할 수는 없기 때문에 시스템 그 자체의 혁신이 필요하게 된다. 섬유소재에 이를 적용시키기 위해서는 섬유, 실, 직물 등 개체로서의 부품뿐만 아니라 방적, 염색, 제직, 가공 등의 공정과 조건 등도 하나의 부품으로 하여 이들을 조합시켜 생산하는 새로운 모듈방식의 개발이 필요하게 될 것이다.(그림 1 참조)



<그림 1> 모듈 설계방식

이러한 부품단계에서의 소품종 적량화, 조합된 결과로서의 다품종 소량화를 지향하는 모듈 방식으로 전환함으로써 다품종 소량생산에 있어서 품질의 안정화를 이룩할 수가 있다.

3.2 설계개념의 전환 → '組合' 개념의 설계로

지금까지 섬유소재의 설계는 고객의 요구를 재현하기 위하여 섬유, 실, 직물이나 염색, 제직, 가공방법과 같은 규격만을 생각하여 왔다. 따라서 설계에 있어서는 그 제조로트 고유의 규격, 즉 원료까지를 소급하여 설계가 가능하며, 다른 제조로트도 포함한 전제조건과 제약조건에는 그다지 신경을 쓸 필요가 없었다.

모듈방식에서의 설계개념은 미리 설정된 부품 및 공정, 조건의 조합에 의해 여러 가지 고객의 요구를 만족시킬 수 있는 제품을 만들 수 있을 것인가로 그 개념이 근본적으로 다르다.

따라서 지금까지가 고객의 요구를 재현하기 위한 원료에서부터 방적, 가연 등의 공정을 순차적으로 추가하는 덧셈방식이었다면, 모듈방식은 부품을 서로 조합하는 곱셈의 개념이기 때문에 발상의 전환이 요구된다.

이를 위해서는 부품 및 공정조건에 대한 정확한 지식 및 완성된 제품과 그 설계 규격에 관한 많은 데이터에 바탕을 둔 설계가 필요하게 된다. 종래의 섬유설계사들은 자기 자신의 오랜 경험과 感을 통해 설계를 하여 왔다. 요컨대 지금까지는 자신의 머리 속에만 들어있는 설계 데이터와 실적(상품)을 바탕으로 하여 설계를 하여 왔으나, 모듈방식에서는 노하우(축적기술) 및 지식을 공유화하고 데이터베이스를 구사하여 설계를 하는 새로운 타입의 설계사가 필요하게 되었다. 이와 같은 의미에서는 설계 데이터의 시스템화, 再체계화가 없이는 모듈 설계방식으로서의 전환도 곤란하게 될 것이다.

이러한 설계개념의 전환은 또한 모듈방식화의 가장 중요한 기반을 제공한다. 섬유소재에 대한 모듈방식의 적용은 섬유, 실, 직물 등 개체로서의 부품에 덧붙여 방적으로부터 가공에 이르는 공정조건을 모두 하나의 부품으로 간주하는 새로운 모듈방식의 개발을 전제로 하기 때문에 모듈설정에 혁신의 관건이 있다. 이것을

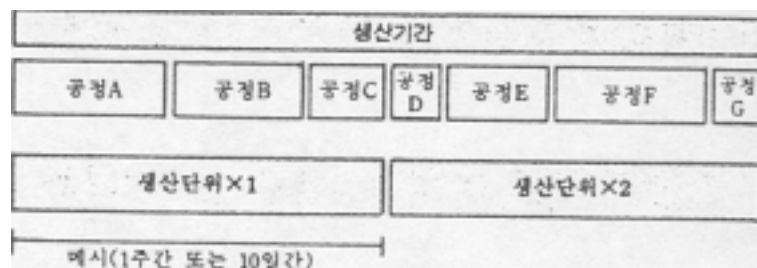
어떻게 설정하느냐 하는 것은 과거에 축적되어있는 설계 데이터와 설계사의 지식과 노하우를 바탕으로 결정할 수밖에 없다. 따라서 설계 데이터의 재체계화는 모듈별로 설계 데이터베이스를 재구축 하는 것 이외에는 방법이 없다.

또한 신제품개발에 있어서도 발상의 전환이 필요하다. 필요한 이상으로 모듈의 수를 늘리는 것은 생산과 품질관리의 혼란만을 초래할 뿐이므로 우선 지금까지 사용해 온 모듈의 새로운 조합에 의한 신제품개발을 전제로 해야만 한다. 그러나 격심한 신제품의 개발경쟁에서 승리하기 위해서는 기술 근원(seeds)의 개발은 필수불가결하며, 따라서 신제품의 개발은 종래의 상품으로의 완성시키는 것뿐만이 아니라 이를 모듈로서 확립시키는 것을 포함한 개발이다. 다른 모듈과의 조합이 목적인대로 잘 이루어지지 않으면 품질의 안정화도 생산의 소량화도 달성할 수가 없으며 또한 이것은 다음의 조합에 의한 신제품개발에도 부합되지 않기 때문이다. 동시에 신모듈의 개발은 구모듈의 재평가와 폐기를 항상 수반하는 것도 필요할 것이다.

3.3 모듈 생산관리시스템으로의 이행

지금까지의 제조 로트방식의 생산관리는 고객이 요구하는 제품과 희망하는 납기를 전제로 하여 그 제품의 생산 리드타임과 공정의 허용용량을 보아 가면서 그 로트를 스케줄링하는 방법으로서, 다른 제품과의 관계는 납기 우선만으로 이루어져 왔다. 모듈 생산관리에서는 여기에 개개의 모듈생산에 있어서의 적량화(집약생산화) 문제가 관련된다. 따라서 모듈의 적량화를 전제로 하여 각각의 제품별로 생산계획을 설정한 다음 고객의 희망납기를 조정하는 스케줄링방식이며, 이에 따라 납기가 늦은 로트가 있는 모듈이 납기가 빠른 로트가 있는 모듈과 같게 되면 동시에 가공해야만 할 필요가 있기 때문에 항상 전체를 보아가면서 생산계획을 조

정해야 한다. 또한 준비작업의 증가는 생산 리드타임의 증가를 도모함과 아울러 납기가 늦은 모듈에 납기가 빠른 모듈을 합치시키는 것이 불가능하기 때문에 지금까지의 생산관리시스템으로서는 더욱 복잡하게 되어 생산의 혼란이 초래될 것이다. 섬유소재의 생산설비는 기본적으로 각각의 공정별로 생산속도가 다른 機台의 연속이면서도 배치방식 또는 연속처리방식으로서 벨트 컨베이어방식과 같이 공정간의 동기화가 매우 곤란한 형태이다. 이 가운데 각각의 공정과 조건이 중첩되어 있으므로 이를 모두 관리하는 것은 시스템이 복잡화될 위험성이 크다. 이를 해결하기 위해서는 생산을 하나의 흐름으로 하는 것이 아니라 공정과 조건을 모듈로서 관리하는 시스템이 필요하게 된다. 그 방법 중의 하나가 '생산기간단위(mesh)' 수법의 도입이다. 이는 1주일 또는 10일간을 하나의 생산기간단위로 하여 공정을 그 기간단위별로 분할하여 그 가운데 제조 로트별로 납기와 모듈의 적량화를 기준으로 한 공정 내의 생산계획을 수립하는 방식이다.(그림 2 참조)



<그림 2> 생산메시의 개념

즉, 생산을 지금까지의 공정단위가 아닌 생산기간단위별로 재구축(모듈化)하는 것을 의미한다. 이렇게 하면 반대로 공정별 생산능력도 예측하기가 쉽게 되며 모듈을 어떤 방법으로 집약화할 것인가의 결정도 용이하게 된다. 또한 제조로트별 납기조정도 생산기간단위를 기준으로 하여 이루어지기 때문에 전체적으로도 공정부하를 빨리 예측하여 외주를 주는 등의 계획수립이 가능하게 된다. 이러한 생

산관리시스템의 변혁이 없이는 모듈 생산방식으로의 전환은 이룩할 수가 없다.

3.4 모듈방식으로 전환하기 위한 포인트

지금까지 설명한 바와 같이 모듈방식으로의 전환은 설계, 생산관리시스템 쌍방의 혁신이 없이는 성립할 수가 없지만, 이러한 시스템의 개발에 있어서는 컴퓨터 기술과 시스템 설계기술의 기반이 필요하다. 다행스럽게도 컴퓨터기술의 진보가 빠르게 되어 인공지능(AI) 기술을 시작으로 하여 인간이 갖고 있는 지식이나 축적 기술과 같은 정보를 시스템에 입력하여 복잡하게 보이는 데이터로부터 특정한 패턴을 파악하는 일도 용이하게 되었다.

그러나 설계 및 생산관리 시스템의 혁신에 있어서 가장 중요한 것은 시스템 설계기술이다. 특히 모듈의 설정이 관건을 이루고 있는 이상, 다품종 소량생산으로의 혁신을 일으키는 생산기술자 및 생산관리 설계사 중에서 어떠한 방법으로 시스템 설계사를 양성할 것인가가 포인트이다.

이러한 모듈의 설정에 대해서는 각 기업의 취급품종, 생산설비에 따른 기업 독자적 모듈을 설정해야만 하겠지만 이 모듈설정의 성패가 다품종 소량생산에 있어서 생산관리와 품질관리 시스템의 간략화의 관건을 이루게 된다. 단순히 지금까지 생산해 왔던 상품에 추가로 새로 생산하고자 하는 많은 품종에 대응할 수 있는 모듈의 설정을 고려하게 되면 조합이 더욱 복잡하게 되어 실용성이 결핍될 위험성이 크다.

현재의 주력상품을 주축으로 하여 모듈을 집약화하고, 이에 따라 생산이 불가능하게 된 상품을 어떠한 방법으로 집약화된 모듈로 대체하고 폐기할 것인가 하는 상품전략 그 자체를 재평가하여 이를 병행하여 진행시키는 것이 중요하다.