

# 利用 TRIBON 系统优化风管设计

造船设计二所居装室 QC 小组 徐 帅 杜晓程

**提 要** 本文以利用 TRIBON 系统优化风管设计为课题,积极开展 QC 活动,由此缩短造船周期,提高设计质量,实施“数字造船”的发展战略。

**关键词** 风管设计 优化

## 1 小组概况

沪东中华造船(集团)有限公司造船设计二所居装室 QC 小组成立于 1983 年 9 月,见表 1。曾荣获 1999 年度“质量信得过班组”;QC 成果“提高舱室设计技能,完善计算机辅助设计”荣获 2000 年“上海市优秀质量管理成果奖”,居装室荣获 2000 年“上海市优秀质量管理小组”;QC 成果“应用 TRIBON 设计系统提高 5 万吨货船舱室设计质量”荣获 2002 年“全国优秀质量管理成果奖”,同时居装室荣获 2002 年“全国优秀 QC 小组”等荣誉称号。居装室 QC 小组以提高计算机辅助设计能力,追赶世界一流设计水平为目标,深化生产设计,与质检科、施工技术科、生产科和车间保持密切联系,在降低设计成本、提高造船质量方面,收到了明显的成效。

## 2 活动计划

见表 2。

表 1 QC 小组成员表

课题	利用 TRIBON 系统优化风管设计				
小组名称	居装室 QC 小组	注册时间	2003 年 2 月		攻关型
序号	成员姓名	性别	年龄	学历	工作内容
1	徐帅	女	30	大学	全面负责
2	杜晓程	男	29	大学	指导检查
3	刘剑钊	男	25	大学	活动实施
4	楼小芳	女	46	高中	活动实施
5	杨荣生	男	55	初中	活动实施
6	陆晨延	女	31	中专	活动实施
7	潘立人	男	54	初中	活动实施
8	丁月	男	46	高中	活动实施
9	孙长贵	男	55	中专	活动实施
10	路维新	男	55	大学	活动实施

表 2 活动计划表

序号	内容	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	制定计划	→										
2	选择课题	→	→									
3	现状调查	→	→	→								
4	确定目标	→	→	→	→							
5	原因分析	→	→	→	→	→						
6	要素确定	→	→	→	→	→	→					
7	计划对策	→	→	→	→	→	→	→				
8	具体实施	→	→	→	→	→	→	→	→			
9	效果检查	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
10	巩固措施	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
备 注		计划实施时间					实际实施时间					

## 3 选题理由

1)以前,我公司建造的船舶,风管设计全部采用 AutoCAD 进行二维设计,生产设计不到位,根据现场施工反馈意见来看,特别是在首制船上,风管和设备、风管和风管、风管和其他专业的管路,相互碰撞现象比较多,造成无法安装、误工现象时有发生,现场施工废返率一直居高不下,为了满足公司生产形势的需要,如何提高设计质量、深化生产设计,为现场施工提供良好的技术条件。降低施工废返率,降本增益成为我们急待解决的问题。

2)应用 TRIBON 系统进行风管设计是目前世界造船业比较先进的一种设计方法。TRIBON 系统建立的是三维空间,可以通过 KCS 工作站,以结构室已经建立的船体结构模型为平台,通过建立设备小样,赋予其属性定义、建模,在计算机内模拟现场施工,先将设计船舶建造一次,预知在施工中可能发生的问题(如定位碰撞)以便于及时修改,保证施工图纸的正确性,避免不必要的浪费和返工。刚引进的软件 TRIBON 系统中没有涉及到风管的任何内容,近几年,在信息所搭建的平台上,应用 TRIBON 系统优化风管设计有着迅猛发展,同时作为尝试和练习,居

装室冷空通专业陆续建立了设备小样,对附件进行了定义。虽然从 5668TEU 集装箱船起我们已经开始尝试使用 TRIBON 系统放样,但是做的还不够好,车间反映的问题还不少,在这种形势下,QC 小组在 2003 年建造的船舶上,进一步提高 TRIBON 系统的应用,逐步优化风管设计。

## 4 现状调查

我们对应用 TRIBON 系统优化风管设计情况进行了调研,结合 5668TEU 集装箱船,4100TEU 集装箱船,72000 吨油轮等船上的实际应用状况,发现影响 TRIBON 系统进行风管设计的因素很多。为了尽快解决实际问题,我们首先走访了生产部门,与质检科、施工技术科、生产科和车间召开座谈会,了解风管在现场的安装情况和他们的意见,再结合我们的设计能力,优化风管设计。QC 小组认为,由于每条船所用设备的厂家不同,原有设备小样的利用率不高,在已经建立的 440 个设备小样中,共有 65 个可以通用,所占比例为 15%左右,余下 85%设备的小样需要根据不同厂家情况重新绘制。其次,传统的附件其内容均为人工统计,为单一性的列表,经常遗漏,加上施工中的损耗较大,导致附件需要多次补订,一定程度上,影响了生产进度。通过上面的调研和统计,共有 125 个问题需要解决,总共涉及到五大类主要因素,详细分类见表 3,图 1。

表 3 影响 TRIBON 系统进行优化风管设计应用的分析表

序号	因素	问题量	累积问题量	累积百分比 (%)
1	TRIBON 系统小样缺少	68	68	54.4
2	统计不完整	35	103	82.4
3	应用系统的人员数少	12	115	92.0
4	汉字输入困难	7	122	97.6
5	其他	3	125	100
6	合计	125		

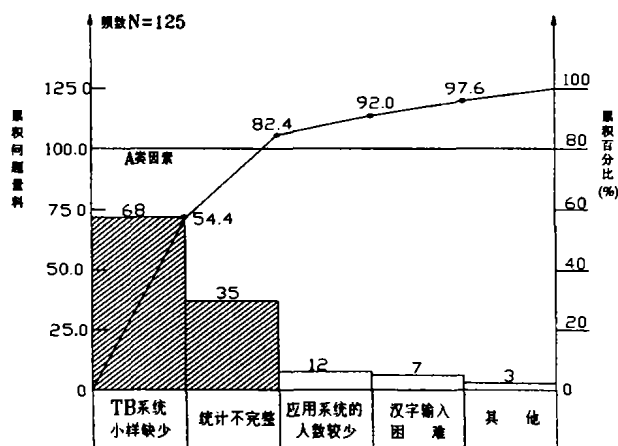


图 1 影响优化风管设计应用的排列图

A 类因素为:(1) TRIBON 系统小样的缺少  
(2)统计不完整

## 5 目标

### 5.1 确定目标值

根据图 1 的 A 类因素分析结果,QC 小组确定以下目标:

1) 应用 TRIBON 系统建立比较完整的 KCS 小样数据库,实现标准化设计,在 74500 吨散货轮系列船每船的各类改图单平均数 51 张基础上,争取减少由于各种碰撞产生的改图单 18 张,降低产品废返率 35.3%,提高自身设计水平和业务能力,达到降本增益的效果。

2)应用套料方法对螺旋风管进行统计,提高材料的利用率。

### 5.2 目标值可行性分析

1)QC 小组人员都从事图纸设计工作,而且年轻人居多,有近一半的成员一直在用 KCS 出图,对该系统比较熟悉。刚进厂的大学生学习热情很高,对 TRIBON 系统也很感兴趣,充实本专业小样库的技术力量很雄厚。

2)从事 TRIBON 设计的小组人员,对施工中存在的问题很清楚,在信息所强有力的配合下,借鉴别专业套料经验,大家对应用 TRIBON 系统统计螺旋风管,充满信心。

根据以上分析,我们 QC 小组认为目标是完全能够实现的。

## 6 因果分析

从排列图中看出,目前影响应用 TRIBON 系统优化风管设计主要的因素是 TRIBON(表中 TRIBON 简称 TB)系统小样的缺少和统计不完整。小组成员针对这个因素进行分析之后,绘制出系统分析图,见图 2。

## 7 要因确认

针对系统图中分析的种种原因,我们 QC 小组人员认真讨论分析,进行验证,并与质检科、施工技术科、生产科和车间一起协商,得出下列要因确认,见表 4。

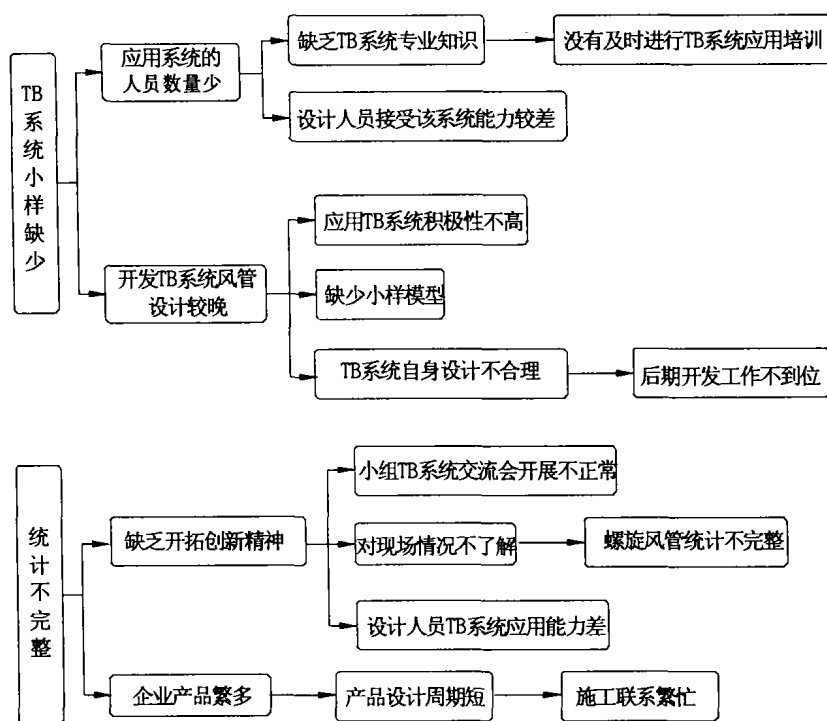


图2 系统分析图

表4 要因验证表

序号	末端要因	验证方法	验证结果	要因验证人	是否要因
1	没有及时进行TB系统应用培训	到计算所了解培训情况	接受正规培训人数不多	杜晓程	是
2	设计人员接受该系统能力较差	部分设计人员的TB系统应用能力差,时常碰到问题而无法解决	TB系统专业英语词汇量多老师傅学习有难度	杜晓程 徐 帅	否
3	应用TB系统积极性不高	随机调查	TB系统应用培训不足	杜晓程	否
4	缺少小样模型	统计小样数量	需及时充实小样库加快附件定义	徐 帅 陆晨延	是
5	后期开发工作不到位	查看TR系统功能	很多应用功能不具备	陆晨延 丁月	否
6	小组TB系统交流会开展不正常	查阅小组业务学习记录簿	很少进行TB系统业务交流会或对某个课题研讨会	孙长贵 路维新	否
7	螺旋风管统计不完整	与车间师傅进行交流	材料利用率不高	潘立人 杨荣生	是
8	设计人员对TB系统应用能力差	进行TB系统应用能力普查	25%设计人员对TB应用较熟悉,40%接触过,35%没接触过	徐 帅	否
9	施工联系繁忙	每条船现场调度会情况分析	施工联系人员经常在现场解决问题	楼小芳 刘剑钊	否

从此表可以看出,要应用TRIBON系统优化风管设计,主要需解决以下几个问题:

- (1) TRIBON设计系统应用的培训
- (2) 小样模型的建立
- (3) 螺旋风管统计不完整

## 8 计划对策

根据以上找出的主要原因,制定计划对策,见表5。

## 9 实施

第一次PDCA循环:及时进行TRIBON系统的应用培训

计划:P1-

小组所有设计人员在不影响正常工作的前提下,分批参加TRIBON系统应用培训班,由老师系统讲解操作方法。在小组内部,由年纪轻的、对TRIBON较熟悉的同志对老同志进行帮助,使QC小组成员应用TRIBON系统进行设计的水平有一个整

表 5 计划对策表

序号	要因项目	现状	目标	对策	措施	负责人	完成时间
1	没有及时进行 TB 系统应用培训	应用 TB 系统进行设计还不够熟练	能熟练应用 TB 系统进行生产设计, 原理设计人员要会做小样	参加各级 TB 系统培训	邀请信息所人员分批为大家上课, 内部进行以帮带教	杜晓程 徐 帅	2003 年 5 月~ 6 月
2	缺少小样模型	通用小样很少	把经常用的厂家设备全部作成小样	在通用小样的基础上, 根据每条船的情况, 不断充实小样库	每条船指定一名人员全面负责小样建模工作	杜晓程 徐 帅 陆晨延 刘剑钊	2003 年 5 月~ 11 月
3	螺旋风管统计不完整	传统的手工统计, 误差较大	用 TB 系统精确统计	与信息所联合开发攻关软件	每条船每两层甲板进行螺旋风管直管下料	丁 月 陆晨延 潘立人 杨荣生 楼小芳	2003 年 5 月~11 月

体的提高。

#### 实施:D1-

小组设计人员分批参加信息所 TRIBON 系统应用培训, 首先熟悉平面设计的一些基本命令, 再掌握对于风管设计的操作功能, 对原理人员来说, 还要学会 VOLUME 的绘制方法以及如何对其定义。

由于平时工作比较繁忙, 小组设计人员采用边学边用, 在实践中, 加深学习, 活学活用, 碰到问题大家一起讨论, 互相帮助, 解决不了的问题, 再请教信息所的老师, 或向其他专业的同志讨教, 使大家在最短的时间内, 熟练掌握 TRIBON 系统。在与其他专业协调工作的过程中, 可以及时发现碰撞现象, 在第一时间发现问题, 解决问题, 避免在现场安装出错, 减少损失。

#### 检查:C1-

经过分批培训和小组内的以帮带教, 小组人员对 TRIBON 系统应用能力有了明显的提高, 更多的同志从了解到熟练, 对自己本职工作能完成的很好, 业务能力提高很快。

#### 总结:A1-

通过这次培训, 大家一致认为自己使用 TRIBON 系统的水平有了长足的进步, 和其他专业的协调工作进行的更加流畅, 能够及时发现施工中最头疼的碰撞现象, 消灭在图纸阶段, 由于在 TRIBON 系统中, 风管设计是在结构的框架上布置, 从根本上杜绝了与结构的碰撞, 提高了图纸质量, 降低了修改图纸的机率。

#### 第二次 PDCA 循环: 解决缺少小样模型问题

##### 计划:P2-

针对小样现有情况, 我们决定分批充实小样库。根据产品船的出图计划和所选设备厂, 选派 2~3 名小组成员, 分别进行风机、空调设备以及相关附件的小样的建模工作, 其余人员在不影响图纸设计的基础上, 根据经常使用的各家设备厂的样本, 把同一设备不同厂家的各种型号全部建立入小样库, 计划这

一年建立一个比较完善的小样库。

#### 实施:D2-

我们按照计划, 首先必须绘制小样图, 指明接点, 再对每个小样进行属性定义, 这样, 就可在风管设计和其他专业的图纸上调用。

冷空通专业涉及到很多设备及附件, 如: 空调器、空调机组、冷藏机组、风机、防火风闸、水密盖、螺旋风管及其附件, 这其中, 又分诸多规格类型, 例如: 风机有离心风机、管道风机和轴流风机, 离心风机常用的就不止十几种, 每种均需根据具体尺寸一一绘制。我们根据船舶所订购的设备及其型号, 逐条船进行, 有计划的建立小样库。

小样绘制好以后, 首先要定义接点, 即小样和风管的连接点, 要在小样上指明, 同时加装法兰, 然后再进行属性定义, 要把每个小样的类型、材料、接点情况等等在属性文件中正确定义。这样做好之后, 在进行风管生产设计时, 就可以调用所需小样, 还可随时查看小样属性, 也可及时发现小样的错误, 起到校对作用。除了本专业外, 其他专业也需调用这些小样, 例如电器专业, 需调用风机小样, 以计算电缆的大致长度, 这里的小样, 还需重新进行属性定义, 定义为电器设备, 否则按风管属性, 是不能使用的。

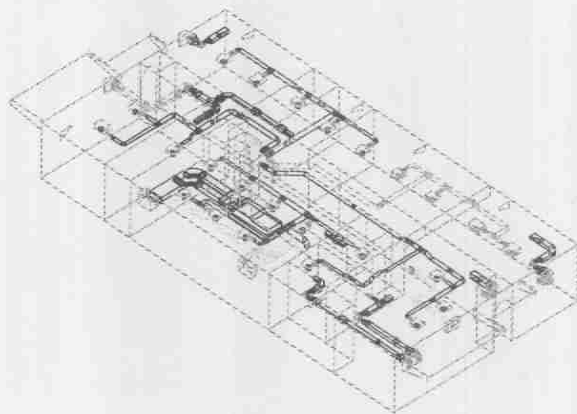


图 3 风管安装图

**检查:C2-**

风管生产设计图纸在把管路和小样全部布置好之后,就可和其他专业进行协调,利用干涉检查就可发现碰撞现象,并及时进行修正,避免在实船上碰撞,减少了很多损失,全面提高了图纸质量。

**总结:A2-**

有了完善的小样库,使得在 TRIBON 模式下进行立体化造船成为可能,并且使风管和设备的对接更加准确,风管和风管、风管和相关专业的管路以及风管和结构的碰撞降到最低。不但提高了图纸质量,而且避免浪费,提高了经济效益,确保了造船周期,为公司造优质船舶提供前提条件。

**第三次 PDCA 循环:完善螺旋风管及其附件的统计问题****计划:P3-**

在用 AutoCAD 绘制图纸时,螺旋风管及其附件的统计采用传统的手工计算,即使初步使用 TRIBON 系统设计,仍然沿用了这一手段,但经验告诉我们,由于统计不准确,会成极大的浪费。针对这种情况,我们计划和信息所联合开发软件,采用计算机直接统计,提高材料的利用率,达到降本增效的目标,

真正做出具有我公司风格的螺旋风管的统计方法。

**实施:D3-**

我们联合信息所成立了攻关小组,由信息所负责开发软件,我们负责具体实施。由于公司船体专业使用过套料方法来统计钢材,而我们所用的螺旋风管采用的是薄钢板,可以借用船体专业的经验,信息所在这一基础上,开发出,螺旋风管套料法统计螺旋风管。在 H1298A 项目上,首次运用此方法。首先由计算机自动列表统计每一区域不同规格每根风管的长度,为提高利用率,再以两层甲板为一组进行套料统计,因设备厂均以四米一根为出厂产品,统计时,以四米为基准,计算出剩余长度和利用率。见附表 6。

**检查:C3-**

从上述列表中可以看出,采用螺旋风管套料法统计螺旋风管,可以最大限度提高风管利用率,避免浪费,同时节约了劳动力,不用再花很多时间来统计,提高了工作效率。再者,以前我们把图纸发到车

间,车间师傅要根据风管布置图和零件图计算出每一根风管的长度,然后进行现场切割,既费时又费力,而且容易出错,采用套料法统计螺旋风管后,车间可按上述列表各零件号,直接切割,方便了很多。

**总结:A3-**

螺旋风管套料法极大的优化了风管设计,既提高了我所和车间的工作效率,又充分利用了材料,可谓一举两得,同时避免了我们和施工现场的一些矛盾,为生产的顺利进行打好了基础。

**10 效果检查****10.1 目标完成检测**

1)通过 PDCA 循环,我们达到了预定目标,现在我们的的小样库已经非常完善,根据不同的设备厂、不同的设备、不同的型号分类进行了绘制,实现了标准化设计,在正确调用了这些小样后,通过和其他专业的协调,图纸质量有了明显的提高,与过去 74500 吨散货系列船相比,每船的改图单平均数 27 张,相对减少了 24 张,降低废返率 47%,提高了产品质量,保证了生产进度。

2)从表 6 可以看出,应用套料方法对螺旋风管进行统计,较以前人工统计更准确,大大提高了材料的利用率,减少了车间的工作量,缩短了周期。

**10.2 经济效益**

在建立健全小样库和实现螺旋风管计算机统计后,极大的优化了风管设计,车间可按套料表直接下料,每层甲板风管外场生产周期减少了 5 天,以每条船六层甲板计算,每船可节省人工费用: $240(\text{工时}) \times 45(\text{元/工时}) = 10800$  元。同时,材料的利用率提高了,以前材料的利用率大约为 75%,现已提高到 95%左右,每条船大约可节约 20000 元左右,取得了一定的经济效益。

**11 巩固措施及今后打算**

1)将已建立的小样库标准化,编制使用系列手册,便于今后的设计工作中统一使用。

2)进一步开发和完善 TRIBON 系统风管设计的功能,不断优化风管设计,做出我公司的风格。

表 6 螺旋风管套料表

序号	风管外径	风管管径	标准长度 (mm)	各段风管编号	风管长度 (mm)	累计长度 (mm)	剩余长度 (mm)	利用率	备注
1	Ø135×0.80	VPR-100	4000	96PV/ACN2-20	3845	3845	155	96.13%	
2	Ø135×0.80	VPR-100	4000	96PV/ACN2-21 95PV/ACD3-42	2402 1348	2402 3750	250	93.75%	
3	Ø135×0.80	VPR-100	4000	95PV/ACD1-16 96PV/ACN1-10	2225 1305	2225 3530	470	88.25%	
4	Ø135×0.80	VPR-100	4000	95PV/ACD3-44 96PV/ACN1-11	1200 950	1200 2150	1850	53.75%	产生余料名: 01PX1-1
5	Ø160×0.75	VPR-125	4000	96PV/ACN1-0 95PV/ACD1-4	1840 1835	1840 3675	325	91.88%	
6	Ø160×0.75	VPR-125	4000	95PV/ACD1-5 95PV/ACD3-38 95PV/ACD2-25	1393 1305 1251	1393 2698 3949	51	98.72%	
7	Ø160×0.75	VPR-125	4000	95PV/ACD2-24 95PV/ACD1-17 96PV/ACN1-5 96PV/ACN2-23	1223 998 773 548	1223 2221 2994 3542	458	88.55%	
8	Ø195×0.80	VPR-160	4000	96PV/ACN1-1 96PV/ACN2-26	3206 755	3206 3961	39	99.03%	
9	Ø195×0.80	VPR-160	4000	96PV/ACN2-15 95PV/ACD1-2 95PV/ACD1-11	2695 1140 150	2695 3835 3985	15	99.63%	
10	Ø195×0.80	VPR-160	4000	95PV/ACD2-29 96PV/ACN2-25	2280 1665	2280 3945	55	98.63%	
11	Ø195×0.80	VPR-160	4000	95PV/ACD2-26 95PV/ACD2-22 95PV/ACD1-14	2209 1423 365	2209 3632 3997	3	99.92%	
12	Ø195×0.80	VPR-160	4000	96PV/ACN2-24 95PV/ACD3-35 95PV/ACD1-12	2170 1409 359	2170 3579 3938	62	98.45%	
13	Ø195×0.80	VPR-160	4000	95PV/ACD3-33 96PV/ACN2-27 95PV/ACD1-0	1956 1833 123	1956 3789 3912	88	97.80%	
14	Ø195×0.80	VPR-160	4000	96PV/ACN1-12 95PV/ACD1-18 95PV/ACD1-10	1833 1125 950	1833 2958 3908	92	97.70%	
15	Ø195×0.80	VPR-160	4000	95PV/ACD2-28 95PV/ACD2-30 95PV/ACD3-45 96PV/ACN1-13 96PV/ACN1-6	938 830 830 755 635	938 1768 2598 3353 3988	12	99.70%	
16	Ø195×0.80	VPR-160	4000	95PV/ACD1-15 95PV/ACD1-6 95PV/ACD3-31 95PV/ACD3-36 95PV/ACD3-37 95PV/ACD3-43	492 348 344 344 275 273	492 840 1184 1528 1803 2076	1924	51.90%	产生余料名: 01PX1-2
17	Ø115×0.80	VPR-80	4000	96PV/ACN1-2 96PV/ACN2-22	3205 750	3205 3955	45	98.88%	
18	Ø115×0.80	VPR-80	400	95PV/ACD2-23 95PV/ACD3-41	2211 1751	2211 3962	38	99.05%	
19	Ø115×0.80	VPR-80	400	95PV/ACD3-40 95PV/ACD3-39 95PV/ACD1-7 96PV/ACN1-4	1269 1216 850 600	1269 2485 3335 3935	65	98.38%	
20	Ø115×0.80	VPR-80	4000	95PV/ACD1-8 96PV/ACN2-18 96PV/ACN2-17 95PV/ACD1-3 96PV/ACN1-8 95PV/ACD1-1 95PV/ACD3-32 96PV/ACN1-3	672 579 579 475 443 400 384 368	672 1251 1830 2305 2748 3148 3532 3900	100	97.50%	
21	Ø115×0.80	VPR-80	4000	96PV/ACN1-9 95PV/ACD1-13 96PV/ACN2-14 96PV/ACN1-7 95PV/ACD2-21 95PV/ACD2-27 95PV/ACD2-19 95PV/ACD2-20 95PV/ACD1-9 96PV/ACN2-19 96PV/ACN2-16 95PV/ACD3-34	348 330 298 290 230 220 211 211 175 166 143 140	348 678 976 1266 1496 1716 1927 2138 2313 2479 2622 2762	1238	69.05%	产生余料名: 01PX1-3