

LIMS 提升传统石化企业质量管理水平

—LabBuilder LIMS 在中石化齐鲁分公司胜利炼油厂的应用
北京汇博精瑞科技有限责任公司技术经理 夏梁

一、概况

1.1 齐鲁分公司胜利炼油厂及质检中心简介

中石化齐鲁分公司胜利炼油厂是国内最大的石油加工炼制企业之一，年加工原油 1000 万吨，拥有 40 多套生产装置，布局分散，点多面广，最大距离超过 5 公里。近年来，随着齐鲁分公司胜利炼油厂信息化建设步伐的加快，整个工厂的局域网已基本健全，覆盖了各生产装置和管理处室，为建立和完善企业信息管理系统奠定了基础。

胜利炼油厂化验中心是该企业从事产品质量检测和管理的专业部门，担负所有原辅料、中间控制、半成品及产品出厂的质量检验任务，日分析项目数据量超过 4000 个。化验中心下设分析南站、分析北站、成品分析站、硫磺分析站、二硫磺分析站及环保分析站，员工 260 多人，各类仪器设备近千台。

1.2 实施 LIMS 系统前质量管理状态

随着胜利炼油厂化验中心质量体系运行的进一步完善，对质量数据、人员、分析仪器、试剂材料等基础管理提出了更高的要求；同时生产装置随原料、市场需求及加工方案的变化，对工艺调整愈来愈频繁，从而对质量分析指导工艺生产要求的紧迫性也不断提高，原来的管理模式已越来越不能适应质量管理和监测的要求，主要表现在：

(1) 质量管理流程不严谨，检验过程信息可追溯行差，生产调度、化验中心、生产车间等部门间工作协作水平低，数据重复抄写、传输速度慢，造成整个质量检验和管理工作周期长、效率低、容易出现差错。

(2) 质量数据的采集停留在人工记录、计算、传递阶段，自动化水平不高，不能严格确保分析数据的准确性，无法避免人为修改数据带来的风险。

(3) 通过电话、传真报数和人工传送质量报表，信息传递不及时，不能有效共享，重复输入，出错率高。

(4) 质量数据的记录与传递都是通过人工完成，不但容易出错，而且不能有效控制造假行为；各种类型的文本记录造成数据保存和追溯非常困难；另外，对管理人员而言，无法有效管理分析工作、及时发现不良现象、避免出现分析事故。

(5) 由于没有实现分析数据电子化，质量监测管理工作都是通过浏览试验报告单、质量台帐或统计报表等形式来实现，无法做到数据统计及处理的自动化，也无法对数据做深入的处理和综合利用，质检工作不能为生产工艺部门合理调整工艺提供有价值的信息反馈。

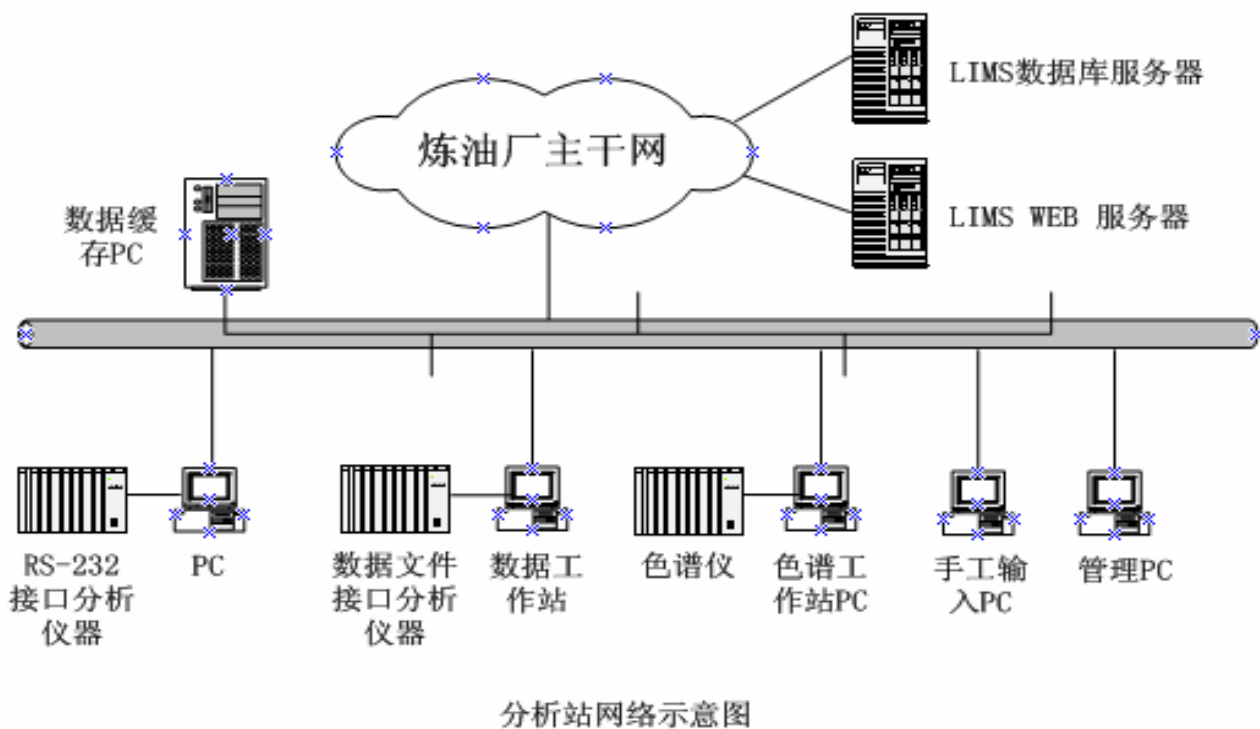
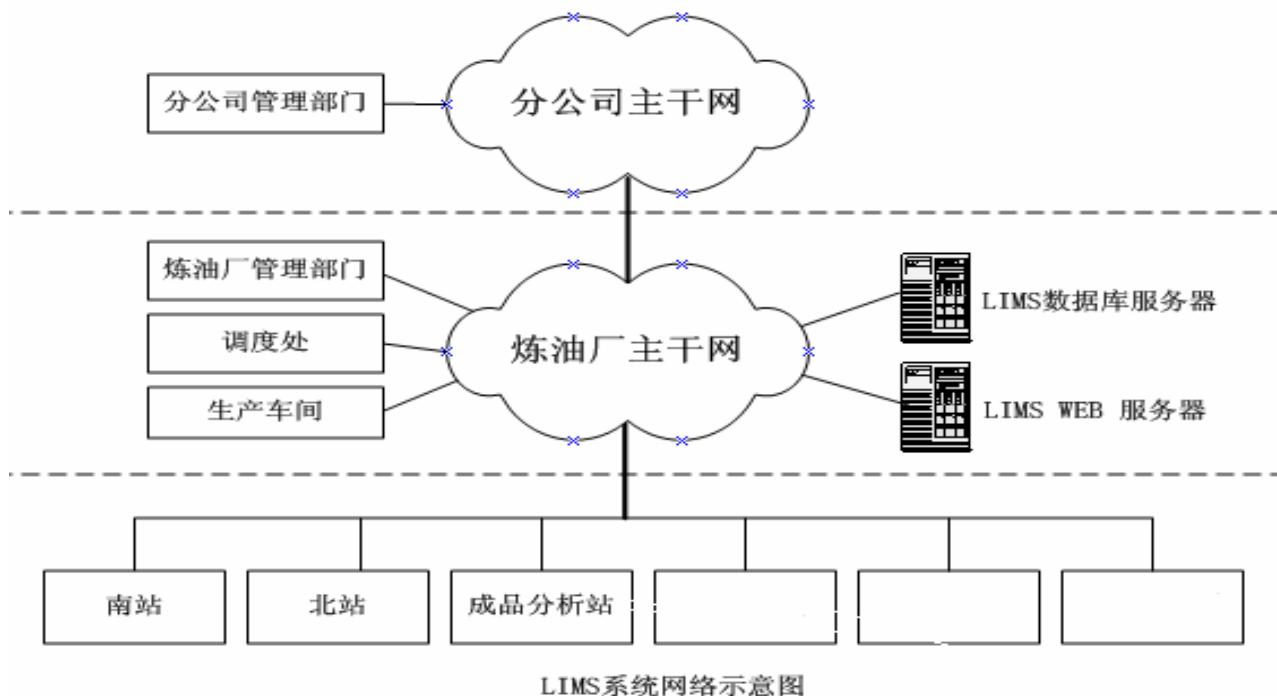
1.3 LIMS 项目建设概况

齐鲁分公司胜利炼油厂于 2004 年引进了北京汇博精瑞科技有限责任公司的 LabBuilder LIMS 3.0 产品，作为企业产品质量信息管理平台，通过该系统将质检部门的自动化分析仪器与计算机网络进行联接，自动采集分析数据，按照 ISO/IEC 17025 实验室管理体系对样品检测过程和实验室资源进行严格管理，实现从原料进厂、生产中间控制直至成品出厂的全过程质量数据管理以及全厂范围内质量数据的快速传递与共享。

胜利炼油厂 LIMS 项目于 2004 年 11 月开始启动，在经历了现场调研、基本信息初始化、系统功能设计、详细设计、客户化开发、系统软硬件安装、自动化仪器连接、系统测试、系统试运行等阶段后，该系统于 2005 年 6 月 6 日投入正式投入运行。

二、LIMS 系统介绍

2.1 系统网络结构



LIMS 系统的网络分两层结构，一层是面向分公司范围，另外一层是面向炼油厂内部的。

用户临时指定样品名称生成的任务。

自定义检验任务类别和工作流程，不同类型的任务可按不同流程进行检验。

检验任务状态管理，不同状态的任务用不同图标进行标识。

浏览检验任务完成状况及样品检验数据。

根据检验任务要求进行采样，采样完成后，进行样品登记，并记录采样信息。

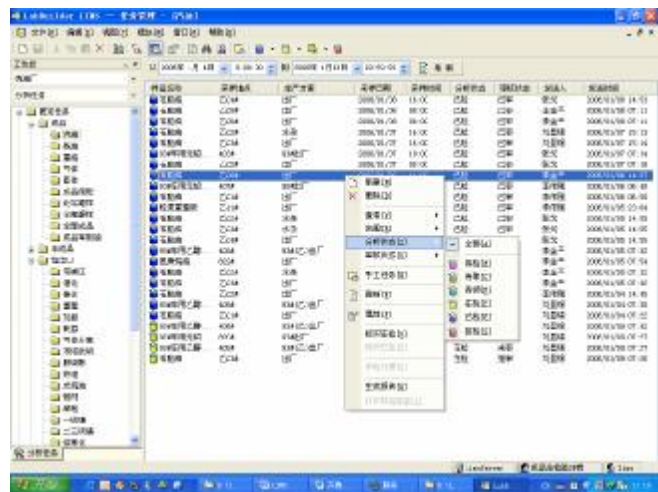
检验任务异常处理，并记录处理信息。

2.2.1.3 检验样品管理

检验样品管理实现从样品登记到检验结束的全过程监测，实时了解检验样品完成状况，并及时处理异常情况，严格确保每个工作步骤按照标准流程进行。

样品在流转过程中有不同的状态，每个状态采用不同颜色图标进行标识，自动记录每个过程的相关信息，增加或删除检验项目，修改历史样品信息等。并且具有

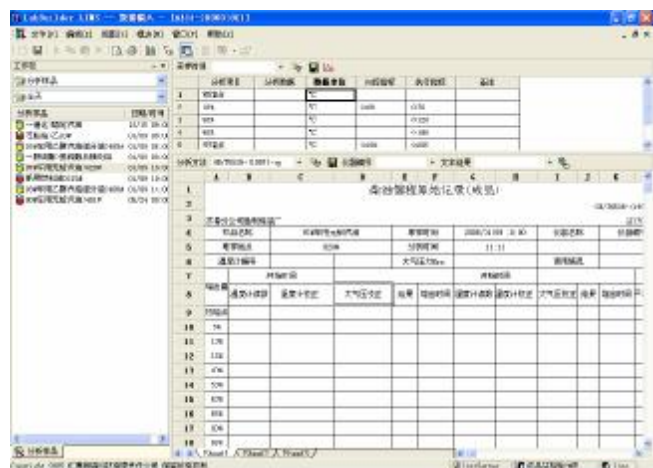
自动提醒功能，如当生成新任务并发送到分析岗位时，系统将实时提示指定客户端有新任务到来，确保工作人员及时棘手任务，在新任务被接收后，系统又将自动反馈信息到任务发送者。



2.2.1.4 数据输入

检验人员接收样品，开始样品检验。样品检验完成后，进行数据输入。数据可按照样品、项目、样品来源等多种方式进行输入。

不同工作岗位人员具有不同的工作权限，登录到 LIMS 系统后，系统会自动列出当前岗位人员授权范围内的检验样品及



项目。

自动输入

如果检验数据是由自动化仪器生成，可自动进入到 LIMS 系统。

手工输入

工作人员手工将数据输入至原始记录单中。

原始记录单

为了确保分析数据具有很好的可追溯性，LIMS 向用户提供了细致完善的原始记录单功能。

2.2.1.5 数据审核

可设置不同类型样品的数据审核环节和人员审核权限。

不同工作岗位人员具有不同的审核权限，登录到 LIMS 系统后，系统会自动列出当前岗位人员需要审核的样品及项目清单。

可根据分析项目原始记录单信息完成分析项目的逐一审核。

2.2.1.6 异常质量处理

数据输入过程中出现不合格分析结果时，系统提示是否进入数据异常处理程序。分析人员初步检查出现不合格结果的原因，如分析过程出现差错，即可重新取样进行分析；如果分析人员无法判断不合格原因，则上报主管，展开调查，并形成最终处理意见，经过重新取样分析或直接报出不合格数据。

异常处理程序提供异常信息调查表，详细记录不合格批次、不合格项目、不合格数据、分析时间、调查结果及处理方法等信息。

2.2.1.7 质量报表管理

设计报表模板

完全开放的模板设计功能可以满足任意复杂的报告或报表制作要求。所有报表支持 EXCEL 格式，因此是完全灵活的。用户可以在 EXCEL 中设计好报表，然后关联到



样品名称	检测项目	检测标准	检测结果
第一组数据 (01)	一二代测序	一二代测序	合格
第二组数据 (02)	二代测序	二代测序	合格
第三组数据 (03)	二代测序	二代测序	合格
第四组数据 (04)	二代测序	二代测序	合格
第五组数据 (05)	二代测序	二代测序	合格
第六组数据 (06)	二代测序	二代测序	合格
第七组数据 (07)	二代测序	二代测序	合格
第八组数据 (08)	二代测序	二代测序	合格
第九组数据 (09)	二代测序	二代测序	合格
第十组数据 (10)	二代测序	二代测序	合格
第十一组数据 (11)	二代测序	二代测序	合格
第十二组数据 (12)	二代测序	二代测序	合格
第十三组数据 (13)	二代测序	二代测序	合格
第十四组数据 (14)	二代测序	二代测序	合格
第十五组数据 (15)	二代测序	二代测序	合格
第十六组数据 (16)	二代测序	二代测序	合格
第十七组数据 (17)	二代测序	二代测序	合格
第十八组数据 (18)	二代测序	二代测序	合格
第十九组数据 (19)	二代测序	二代测序	合格
第二十组数据 (20)	二代测序	二代测序	合格

LIMS 中来，或直接在 LIMS 系统中设计报表。

质量报告单管理

由于采用了动态关联技术，报告单中的分析项目与分析结果是动态关联的，只要分析数据生成了，并完成了相应的质量审核过程，自动形成定制化的分析报告或报表。



2.2.2 数据查询与分布

客户端数据查询

可按照样品名称、取样点、分析项目等多种方式浏览历史分析数据。

不同状态的数据用不同底色来标识。

设置了等级指标的样品自动显示其样品等级。

不合格数据采用特殊颜色进行标识。

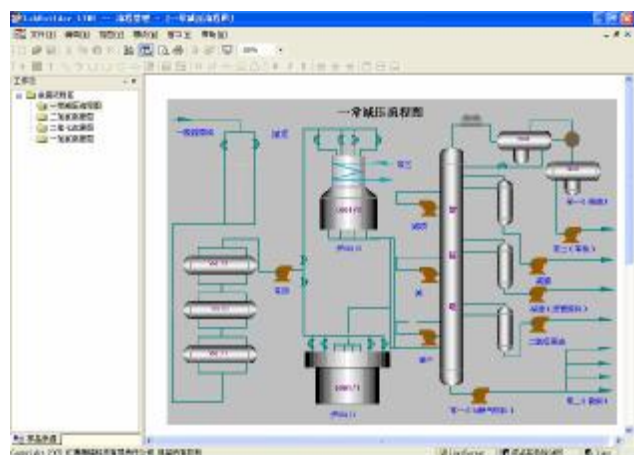
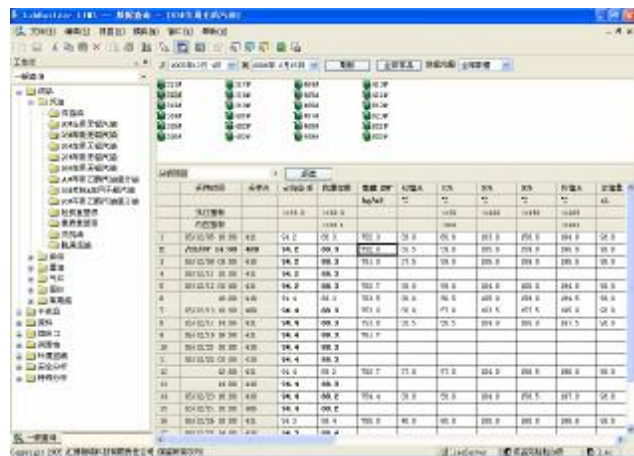
浏览历史数据变化趋势图。

将不同类型的样品组合在同一个窗口中显示历史数据。

浏览超标数据。

浏览质量波动及合格率统计数据。

按生产装置工艺流程图浏览数据。



WEB 数据查询

实验室外部用户，如企业管理部门、生产部门等用户可以通过访问 LIMS WEB 服务器浏览质量信息。

在 WEB 上输入用户名和密码后进行登录，浏览质量信息。

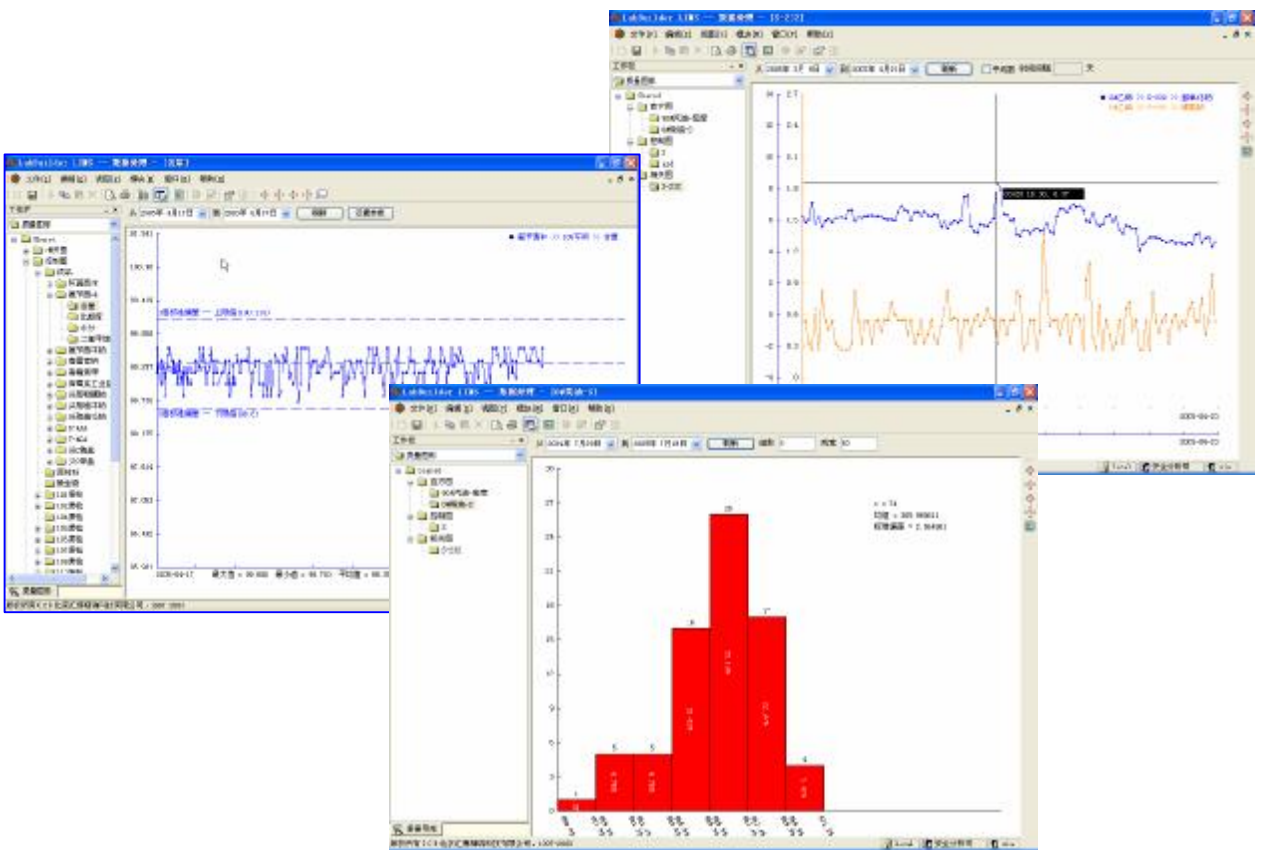
在 WEB 上浏览各种样品数据，并可以自动生成趋势图及质量控制图。

在 WEB 上浏览质量报告单，质量日报及各类统计报表，并可以打印。



2.2.3 质量统计分析

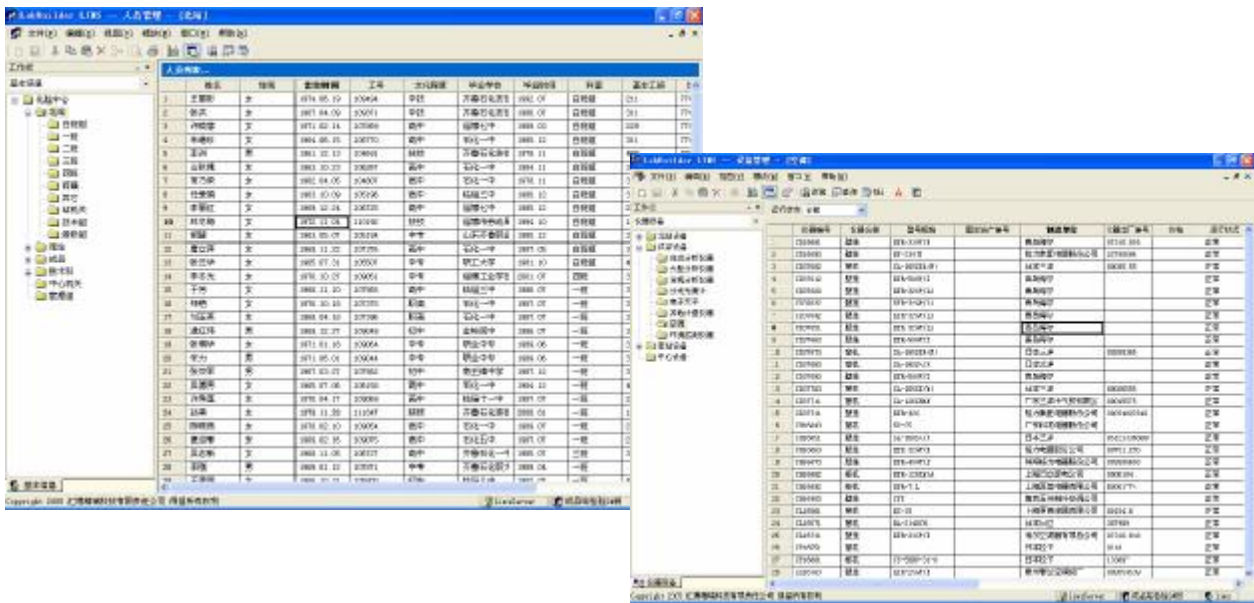
LIMS 利用数据统计技术对收集到的质量数据进行深入加工处理，反映当前产品的质量状态及未来变化趋势，找出影响质量波动的关键因素，协助生产部门合理调整工艺条件，从而降低不合格频次，提高收率，确保产品质量稳定变化，为企业创造良好的经济效益。



2.2.4 实验室管理

检验数据的准确性、可靠性、及时性对质量管理工作是至关重要的，而检验数据的产生与检验人员、仪器设备、试剂材料、标准物质、试验环境等因素密不可分，而这些因素都是属于检验部门内部管理范畴。LIMS 系统中的实验室管理模块是按照 ISO/IEC 17025 标准规范，对检验过程涉及的“人”、“机”、“料”、“法”、“环”等关键要素进行严格管理和控制，防止人为因素对检验数据的不良影响，从而规范检验部门工作流程，提高质量管理工作效率和工作水平。

实验室管理包括：人员管理、仪器设备管理、试剂材料管理、文件管理、环境管理等。



2.2.5 系统接口

2.2.5.1 自动化仪器

自动化仪器与 LIMS 系统的数据接口分为以下三种方式：

模拟信号接口

通过 A/D 转换，将模拟信号转换成数字信号，完成数据处理，生成分析结果，保存到 LIMS 数据库中。

汇博精瑞公司提供各类气液相色谱仪器的数据处理系统（GS2010 色谱工作站），该系统与 LIMS 无缝联接，具有并行采集色谱信号、数据自动处理及快速上传至 LIMS 数据库等功能。

数据文件接口

配置数据工作站软件的分析仪器，其分析结果、原始数据及图谱都是由工作站软件产生的，如气相色谱数据工作站。在 LIMS 软件中可以灵活设置不同数据文件的数据格式，然后经过转换，即可进入到 LIMS 应用软件界面中，再经过分析人员确认后，保存到 LIMS 数据库中。

数据文件接口的分析仪器无需额外硬件，只需在工作站上安装 LIMS 系统的一个应用软件即可。

RS-232 接口

带有 RS-232 接口的自动化仪器，通过电缆线与计算机进行联接，当仪器生产分析数据时，便会自动进入到 LIMS 应用软件界面中，再经过分析人员确认后，保存到 LIMS 数据库中。

2.2.5.2 LIMS 与 ERP

LIMS 系统与 ERP 系统存在数据交换，终端用户除了安装 LIMS 软件来访问质量信息外，也可以在 ERP 系统中来浏览。此外，ERP 系统的部分模块需要利用质量信息来参与计算。因此，两者之间需要建立起通畅的数据传输通道。

LabBuilder LIMS 包含了 SAP ERP R/3 系统的数据接口。

LabBuilder LIMS 支持 XML 格式的数据输出，质量数据经过审核后可自动输出至 XML 格式文件中，并发送给指定服务器。

提供分析数据表结构，第三方应用系统可以直接从 LIMS 数据库中提取数据。

提供应用程序接口开发包 LIMSConnect。LIMSConnect 以组件方式提供给用户，支持包括 C/C++、VB、PB、DELPHI 等多种语言的编程接口。

2.2.5.3 LIMS 与实时数据采集系统

LIMS 与实时数据采集系统进行联接，可以实现从 LIMS 软件界面中浏览生产工艺实时数据。通过与实时数据采集系统的集成，在 LIMS 系统中浏览指定采样点质量数据时，可立即显示该采样点对应的工艺点位的实时工艺数据，如温度、压力、流量等。可浏览工艺数据的历史数据及变化趋势图。可设置数据刷新频率，浏览实时变化的工艺即时数据。可用 SPC 技术对历史工艺数据进行处理，生成控制图、质量分布图等。

三、LIMS 项目实施效果

LIMS 系统正式投用后，执行了新的管理制度和 workflows，成品、半成品、原料等任务由生产调度处通过 LIMS 统一下达，中间控制等常规分析任务由系统按设定的分析频率自动下发，化验中心各岗位负责接收分析任务，分析完成后通过自动采集数据和手工输入，由系统自动生成原始分析记录，待数据通过审核后，生产车间等外部用户可通过 LIMS 客户端和 WEB 两种方式直接进行数据查询；成品油产品质量合格证的分析数据及判断等级通过 LIMS 系统自动形成，电子签名和电子印章信息自动关联到报告单中；质量管理所有过程全部通过 LIMS 系统完成，缩短了运行时间，提高了工作效率。

3.1 项目实施前后质量工作状况对比

	实施前	实施后
1、数据输入	化验中心：手工记录原始数据； 手工填写质量日报表及质量台帐。 化验调度：手工填写化验单。 生产调度：人工判断产品质量等级，手工填写产品合格证。	化验中心：原始记录全部电子化，自动化仪器的原始记录自动生成；手工分析的原始记录由人工输入至 LIMS 中，自动输入的数据占全部数据的比例大于 60%。质量日报及台帐全部自动生成。 化验调度：选择指定产品及采样点，

		<p>自动生成化验单。</p> <p>生产调度：经过化验中心审核后的数据自动进入到产品合格证中，自动判断质量等级，自动加盖质量图章。</p>
2、数据传输	<p>化验中心：人工电话报数给生产车间。</p> <p>化验调度：人工传递化验单给分析班组。</p> <p>生产调度：人工传递产品合格证给储运部门。</p>	<p>化验中心：审核后的数据自动在 WEB 上进行发布，生产车间通过 WEB 浏览质量数据及报表。</p> <p>化验调度：自动生成化验单，通过 LIMS 系统传递给分析班组，并采用声音和动态画面进行提示。</p> <p>生产调度：自动生成产品合格证，通过 WEB 传递给储运部门，并在 WEB 上直接打印输出。</p>
3、数据共享	<p>生产车间及相关部门在在 4 小时后才能看见前一个班次的数据，如上午 8 点钟的样品数据在 12 点后才能看见，数据共享很滞后。</p>	<p>化验中心输入完数据及审核后，立即发布到 WEB 上，实时性很好。</p>
4、数据溯源	<p>通过人工查阅历史的各类原始记录单和质量台帐进行数据，不但速度慢，且容易产生因未及时存档而造成无法追溯等现象</p>	<p>LIMS 系统保存了每个质量数据的全部原始信息，在发生意外质量事故时，通过追溯历史分析数据及原始记录，可以很轻松地找到事故原因，确保每个数据来源都是有据可查。</p>
5、数据安全	<p>用纸张介质来保存历史分析记录单及台帐，容易丢失，保密性及安全性差。</p>	<p>LIMS 系统自动备份质量数据，备份介质可以分布在不同物理位置。使用人员对数据的访问范围和权限严格受到控制。系统自动记录人为修改数据的痕迹，并可追溯。</p>
6、生产质量统计及趋势分析	<p>人工统计及绘制质量图形，速度慢，工作量很大。</p>	<p>打开预先定义好的质量统计图形模板，即时生成质量统计报表及各种类</p>

		型的质量分析图形。
7、化验对工艺提供的技术支持力度	工艺部门只能浏览质量数据和报表，化验对工艺的技术支持力度很弱。	工艺部门可自行定义关键点位质量分析图形，随时浏览质量数据、趋势变化、统计结果、从原料、中控至成品的质量相关性、质量控制状况及质量分布状态等，化验为工艺提供了强有力的技术支持。
8、化验中心内部管理	人工管理模式下的化验中心无法做到对各类试剂材料、标准物质、标准溶液、标准曲线、大型仪器及计量器具的有效管理。	运用 LIMS 资源管理功能对各类材料分门别类统一管理，授权专人负责，化验中心内部试验材料、质量文件、仪器设备、人员信息等一目了然，紧紧有序。由 LIMS 系统对关键要素进行自动监控，发现异常情况，自动提示相关人员进行处理，为避免人为分析事故、提高分析人员工作责任心、加强分析工作量化考核提供技术保证。

3.2 LIMS 系统应用效果评价

LIMS 系统经过连续一段时间的不间断运行考验，系统稳定可靠，数据处理快速，用户界面友好，操作简单方便。LIMS 系统的实施彻底改变了延续几十年的传统实验室管理模式，并在以下方面取得了显著成效。

1、为质量管理提供了支持

LIMS 提供了强大的数据统计和查询功能，并且数据存储时间长，用户界面友好，查询操作简便，查询方式灵活。对采样点的数据可以自动生成选择时间内的控制图，重要采样点的数据可以灵活定制相关图、控制图和直方图，为生产过程的质量控制、质量分析提供了技术支持。

2、规范了检测工作流程

为了适应 LIMS 运行的需要，胜利炼油厂和化验中心重新修订了管理制度和工作流程。

LIMS 系统为每个检验样品在实验室的流转建立了严格程序，流程式管理方法及工作痕迹记忆功能，使实验室管理人员对实验室的每个情况了如指掌。

3、提高检验数据采集自动化水平

LIMS 系统将具有标准硬件和软件接口的检测仪器与 LIMS 直接连起来，实现大批量分析数据的自动采集，缩短了检验数据的产生周期，提高了检验数据采集自动化水平。

目前化验中心已实现了 64 台色谱仪器、15 台其它自动仪器的自动数据采集，至今各仪器运行正常。

目前通过 LIMS 自动上传数据占全部质量数据的比例大于 60% 以上，极大地减少了化验人员手工输入数据的工作量，提高了单位人力的工作效率。

4、提高检验数据可靠性

LIMS 系统记录了每个检验数据的原始信息，数据计算、处理全部实现自动化，减少了人为产生差错的现象，对数据产生的所有环节可进行溯源，确保了数据的可靠性，使实验室在客户心目中树立了良好信誉，增强了市场竞争能力。

5、实验室实现了规范化管理

对实验室按照 ISO/IEC 17025 实验室管理体系标准进行管理，以程序化方式规范质量检验和质量管理工作流程，建立起快速高效的质量管理信息化平台，提高了实验室的管理水平。

由于 LIMS 的成功实施，化验中心于 2005 年 8 月通过了中国实验室国家认可委员会的认可。

6、提高实验室管理效率，降低实验室运行成本

LIMS 的实施，使质量信息传递更加方便快捷，提高了资源利用率，减少了人工作业的繁杂重复劳动。对实验室所有试剂、药品等材料的出入库进行严格管理，建立合理的库存量，加强成本考核，降低实验费用。

LIMS 自动生成各类报表，如分析报告单、原始记录单、质量日报等，并通过网络进行传送，避免打印和人工传递，实现了无纸化办公。每年节约的原始记录及各种质量台帐的印刷费、电话费、传真机及打印机等费用近 50 万元。

7、实现了质量数据共享

LIMS 系统给各级人员创建一个功能强大、方便实用的质量信息平台，生产装置及管理

部门可通过 WEB 直接浏览到检验数据，质量管理部门可通过 LIMS 进行数据统计、质量判定、自动生成产品质量合格证等。数据传递快、信息流通广、很大程度上缩短了装置生产的调整时间，为领导决策提供科学依据，以便及时做出生产优化决策，减少不合格品的出现，生产高附加值的产品。

8、管理效益显著

LIMS 系统的实施使质量管理体系在生产—化验分析—质量管理—产品出厂各个环节更加紧密，带动了管理的全面提升。