(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3748727号
(P3748727)
(45)発行日　平成18年2月22日(2006.2.22)　(24)登録日　平成17年12月9日(2005.12.9)

(51)Int.Cl.　F I
F04D 15/00 (2006.01)　F04D 15/00 D
F04B 49/06 (2006.01)　F04B 49/06 321B

請求項の数 4　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平11-27266
(22)出願日　平成11年2月4日(1999.2.4)
(65)公開番号　特開2000-227093(P2000-227093A)
(43)公開日　平成12年8月15日(2000.8.15)
審査請求日　平成16年1月14日(2004.1.14)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(73)特許権者　000140111
株式会社荏原電産
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100091498
弁理士　渡邊　勇
(74)代理人　100092406
弁理士　堀田　信太郎
(74)代理人　100102967
弁理士　大畑　進
(72)発明者　中島　薫
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】給水装置の運転制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数のポンプを負荷水量に応じて並列又は単独で運転し、少なくとも１台のポンプを所要の目標圧力となるように可変速運転を行う給水装置の運転制御方法において、

複数のポンプの１台を固定速度で運転し、他の１台を可変速運転中に、該可変速運転中の１台のポンプを解列するに際して、前記可変速運転中のポンプの回転速度における締切圧力と、実際の吐出圧力とを参照して、解列を決定することを特徴とする給水装置の運転制御方法。

【請求項２】

前記ポンプの解列は、実際のポンプ吐出圧力を、その時の可変速運転中のポンプの回転速度に対応したポンプ締切圧力と比較して、実際のポンプ吐出圧力が対応するポンプ締切圧力よりも高くなった場合に、実行するものであることを特徴とする請求項１に記載の給水装置の運転制御方法。

【請求項３】

複数のポンプと、該ポンプを可変速運転する制御装置と、前記複数のポンプの吐出集合管に設けられた圧力センサと、前記ポンプの回転速度に対応した締切圧力のテーブルとを備え、実際吐出圧力とその時のポンプ回転速度に対応した前記テーブルの締切圧力とから、複数運転中のポンプの一台を解列することを特徴とする給水装置。

【請求項４】

前記ポンプの解列は、実際のポンプ吐出圧力を、その時の可変速運転中のポンプの回転

速度に対応したポンプ締切圧力と比較して、実際のポンプ吐出圧力が対応するポンプ締切圧力よりも高くなった場合に、実行するものであることを特徴とする請求項３に記載の給水装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のポンプを用いて給水を行う可変速給水装置に係り、特に複数のポンプを負荷水量の変動に応じて追加解列するポンプの運転制御方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

例えば集合住宅等に水道水を供給する場合には、水道本管から供給される水を一旦受水槽に受け、これをポンプを用いて加圧して集合住宅の各戸の末端給水栓に供給する。このような用途の給水装置として、図５に示すものが知られている。この給水装置は、水道本管（図示しない）に接続された受水槽１０に水を一旦貯え、２台のポンプＰ１，Ｐ２を用いて吐出集合管１２から末端の需要家の給水栓（図示しない）に給水を行うものである。ここでポンプは、少なくとも１台を可変速運転により回転速度を変化させ、ポンプ吐出側の圧力を一定、又は末端の需要家までの管路損失を含めて、需要家側で圧力が一定となるように可変速運転をしている。そして、ポンプを２台並列に配置したのは、負荷水量が少ない場合にはポンプ１台で供給し、負荷水量が増大してポンプ１台では不十分な場合には２台のポンプを並列して運転する必要があるためである。このため、負荷水量に対応させてポンプの追加解列制御が採用されている。

【０００３】

図５に示す給水装置においては、多少の締切運転を行っても故障しない複数のポンプＰ１，Ｐ２と、ポンプの吐出側の吐出集合管１２内の圧力を検出する圧力センサ１４と、ポンプの運転制御を行う制御盤１５とを備える。そして圧力センサ１４でポンプの吐出圧力を検出して、このポンプの吐出圧力を目標圧力となるようにポンプの回転速度を変化させる可変速運転制御を行っている。この可変速運転は、負荷水量が少なくポンプが１台運転である場合には、そのポンプにより可変速運転が行われる。負荷水量が増大してポンプが２台運転となる場合には、１台のポンプは定速運転を行い、他の１台のポンプが可変速運転で負荷水量の増減に係わらずポンプ吐出圧力を目標値となるように運転制御している。従って、係る給水装置においては負荷水量の増加に対応してポンプ１台運転からポンプをもう１台追加する追加動作、及びポンプ２台運転時に負荷水量が減少した場合に１台を停止させる解列動作が必要となってくる。

【０００４】

この追加解列動作を適切に行う方法として、吐出集合管１２にフローリレー１６を設け、ポンプ１台の定格供給水量等の所定水量以上の場合にはポンプの追加動作を行い、水量が所定水量以下の場合にはフローリレー１６がこれを検出して解列動作を行う方法である。このフローリレー１６は、例えばマグネット付きフロートによりリードスイッチを動作させ信号を出力するもので、この信号を制御盤１２に伝達する。そして、制御盤１２においては、タイマ等で一定時間水量の状態を検出し、これにより負荷水量が所定値以上であることが確認された場合には、ポンプの追加運転を行い、又２台運転から負荷水量が所定値以下であると確認された場合には、１台のポンプを解列させる。

【０００５】

又、フローリレーを使用しない方法として、１台目のポンプの回転速度が最高速度になった時に、次のポンプを追加運転し、１台を定速運転とし、他の一台を可変速運転とする。そして、可変速運転のポンプの回転速度が予め定めた速度以下になった場合には、他の一台の固定速度のポンプで十分な給水能力があると判断されるので、そのような状態を一定時間の経過により確認した後に、ポンプを解列させる方法が知られている。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

上記フローリレーを用いる方法では、所定の水量でオン・オフするフローリレーを管路に装着する必要があり、このフローリレーは高価である。従って、フローリレーを用いた追加解列制御方法では、給水装置全体としてのコストを高くするという問題がある。又、このような方法では、設置現場の状況に応じて追加解列点の設定が異なるため、各種のフローリレーを準備する必要があり、又同一システムにおいても吐出目標圧力等が変更される毎に、追加解列点の流量値が異なってきて、このフローリレーの交換等が必要となってくる。このため、フローリレーを用いた方法では、給水装置としてのコストが上昇すると共に、システムの変更等に対応が難しくなるという問題がある。

【０００７】

又、ポンプの回転速度から追加・解列を行う場合には、ポンプを追加する場合には１台運転のポンプの回転速度が最高速度に達した場合に行えばよいので簡単である。しかしながら、２台運転のポンプの内の１台を解列する際の解列速度を設定するのは、特に推定末端圧力一定制御のように、ポンプ吐出圧力の目標値が負荷水量に応じて変化する場合には、複雑な技術計算が必要となり簡単ではない。そして、システム毎に、又同一システムでも吐出目標圧力が変更される場合には、その都度、解列回転速度を設定変更する必要があり、システムの変更に対しても柔軟な対応が難しかった。

【０００８】

本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、コストの上昇を招くことなく、又システムの変更にも容易に対応可能なポンプの追加解列動作を行うことができる給水装置の運転制御方法を提供することを目的とする。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

本発明の給水装置の運転制御方法は、複数のポンプを負荷水量に応じて並列又は単独で運転し、少なくとも１台のポンプを所要の目標圧力となるように可変速運転を行う給水装置の運転制御方法において、複数のポンプの１台を固定速度で運転し、他の１台を可変速運転中に、該可変速運転中の１台のポンプを解列するに際して、前記可変速運転中のポンプの回転速度における締切圧力と、実際の吐出圧力とを参照して、解列を決定することを特徴とする。

【００１０】

上記本発明によれば、ポンプ回転速度と該回転速度における締切圧力との関係、及び実際の吐出圧力とを参照してポンプの解列を決定することができるので、特に高価なフローリレー等の流量計を用いる必要もなく、又複雑な計算を行うこともなく、容易に且つ確実に適切なポンプの解列動作を行うことができる。

【００１１】

又、前記ポンプの解列は、実際のポンプ吐出圧力を、その時の可変速運転中のポンプの回転速度に対応したポンプ締切圧力と比較して、実際のポンプ吐出圧力が対応するポンプ締切圧力よりも高くなった場合に、実行することが好ましい。これにより、適切な解列点を容易に判断することができる。

【００１２】

又、前記ポンプの解列は、ポンプ吐出口から離れた末端需要家への供給圧力を一定とする推定末端圧力一定制御を実行中の給水装置に対して適用するものであることが好ましい。これにより、推定末端圧力一定制御において、適切な給水ポンプの解列動作を行うことができる。

【００１３】

又、本発明の給水装置は、複数のポンプと、該ポンプを可変速運転する制御装置と、前記複数のポンプの吐出集合管に設けられた圧力センサと、前記ポンプの回転速度に対応した締切圧力のテーブルとを備え、実際吐出圧力とその時のポンプ回転速度に対応した前記テーブルの締切圧力とから、複数運転中のポンプの一台を解列することを特徴とする。これにより、コストの上昇を招くことなく、適切な解列動作を行え、システムの変更にも柔軟に対応することのできる給水装置を提供できる。

【００１４】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態について図１乃至図４を参照しながら説明する。
【００１５】
図１は、本発明の実施の形態の給水装置を示す。２台のポンプＰ１，Ｐ２があり、それぞれの吸い込み側の配管が受水槽１０に接続されている。ポンプの吐出側配管は、チェッキ弁１１を介して吐出集合管１２に接続され、図示しないが末端の需要家の給水栓に配管を介して接続されている。吐出集合管１２には圧力タンク１３及び圧力センサ１４が接続され、圧力タンク１３はポンプによる加圧水を蓄圧して、例えば少水量時にはポンプの運転を停止し、省エネルギー運転ができるようになっている。又、圧力センサ１４は、吐出集合管１２におけるポンプの吐出圧力を検出し、これを制御盤１５に入力することで、ポンプの吐出圧力が所定の目標値となるようにポンプの回転速度を変化させる。即ち、制御盤１５には、ポンプの回転速度を変化させるインバータ装置が備えられ、圧力センサ１４からの信号を入力し、ポンプ吐出圧が目標圧力になるようにポンプをＰＩ（比例積分）制御する。ポンプの目標吐出圧力は、負荷水量の大小により需要家末端までの配管抵抗を考慮して、流量に対応して概略抵抗曲線に沿ってポンプの回転速度を変化させる推定末端圧力一定制御により制御される。
【００１６】
図２は、本発明の２台運転中のポンプから１台を解列する解列動作点についてのものである。横軸は水量Ｑであり、縦軸は圧力（揚程）Ｈである。曲線$Ｎ_1$，$Ｎ_2$，$Ｎ_3$は、それぞれポンプＰ１，Ｐ２の２台運転時の１台を固定速度で運転し、他方を可変速の回転速度$Ｎ_1$，$Ｎ_2$，$Ｎ_3$で運転するＱＨ特性を示す。そして曲線$ｎ_1$は、回転速度$ｎ_1$に対応する固定速度ポンプのＱＨ特性である。そして、目標圧力曲線Ｓは、抵抗曲線とも呼ばれるもので、推定末端圧力一定制御方式をとる場合に、末端の需要家の圧力を一定に保つためにポンプ吐出側での水量に対応した所要吐出圧力の関係を示している。即ち水量が多い場合には、配管の抵抗があるため、ポンプ吐出側ではその配管抵抗損失分を見込んで吐出圧力を高く設定する必要があり、逆に水量が少ない場合には、配管抵抗による損失が小さいためポンプ吐出圧力を低く設定する必要がある。従って、点Ａ以下ではポンプ１台運転であり、この目標圧力曲線Ｓに沿って１台運転のポンプの回転速度ｎが制御される。点Ａ以上に水量が必要となる場合にはもう一台のポンプを追加運転し、１台を定格速度で固定速度の運転を行うと共に、もう一台のポンプを目標圧力曲線Ｓに沿うように回転速度を制御する。即ち、追加したポンプＰ２は、推定末端圧力制御の目標圧力曲線Ｓに沿って移動する。
【００１７】
ここでポンプ２台運転を必要とする水量Ｑ１においては、動作点がＢであり、この時の可変速運転のポンプ回転速度は$Ｎ_2$であり、圧力センサで検出される実際吐出圧力は、Ｐ１である。そして、この回転速度$Ｎ_2$のポンプの締切運転時の締切圧力ＰＦ１は、実際吐出圧力Ｐ１よりも大きい。即ち、このことは未だ解列すべき状態でないことを示している。一方で動作点Ａ以下でポンプ１台が固定速度$ｎ_1$で運転されている水量Ｑ２では、ポンプ運転点Ｃは固定速度の１台のポンプの速度$ｎ_1$のＱＨ特性曲線上にある。この時の実際のポンプ吐出圧力Ｐ２は、その時の水量Ｑ２に対応した目標圧力曲線Ｓの圧力よりも高いため、可変速運転中のポンプはＰＩ（比例積分）制御に従って回転速度を下げる。この時、最低回転速度$Ｎ_3$を設けておけば、可変速運転中のポンプの回転速度は$Ｎ_3$で下げ止まる。この時のポンプの締切圧力がＰＦ２であり、実際の吐出圧力Ｐ２を下回る。従って、圧力センサから得られる実際の吐出圧力Ｐと、その時の可変速ポンプの回転速度Ｎにおけるポンプの締切圧力ＰＦとを比較することで、締切圧力ＰＦが実際の吐出圧力Ｐより下回った時に固定速度のポンプのみで十分な吐出圧力を供給できることが判断され、可変速ポンプは直ちに解列するという判断が可能である。このため、この比較を行うことにより適切な解列点を自動的に判断することができる。
【００１８】

尚、最低回転速度N_3を設けることにより、再び負荷水量が増大したような場合には、直ちに２台運転の状態に復帰することができる。又、最低速度N_3を設けないとすると、可変速ポンプが回転速度０になるまで動き続けることになり、その間に負荷水量が更に減量したような場合には、１台の固定速度のポンプの運転では吐出圧力が高すぎ、末端需要家に所要の圧力の給水を行うことができなくなる。このため、解列動作は２台運転中の１台のポンプに最低運転速度を設け、この速度で所定の時間運転が継続したならば、直ちに可変速ポンプの解列を行い、１台目のポンプを可変速運転に切り換えることが好ましい。

【００１９】

図３は、本発明の実施の形態の給水装置の運転制御装置の概略を示すブロック図である。この運転制御装置（制御盤）１５には、ポンプ回転速度とその締切圧力との関係のデータテーブル２１を備える。これは、マイクロコンピュータを利用した給水ポンプの運転制御装置においては、例えば設定モードにしておき、ポンプ吐出側のバルブを閉じて締切状態として、ポンプの回転速度を徐々に上げていき、その時の回転速度と圧力センサで検出される締切吐出圧力とを計測し、これをマイクロコンピュータに付属したE^2ＰＲＯＭ等の記憶装置に記憶することにより行える。又、予め使用するポンプの特性曲線は判明している場合が多い。この場合には既知の特性データから、ポンプ回転速度とその締切圧力とのデータテーブルの作成を行い、これを運転制御装置１５のマイクロコンピュータの記憶装置に記憶するようにしてもよい。又、給水装置においては、他の制御項目、例えば推定末端圧力一定制御においては、別途ポンプ回転速度とその締切圧力とのデータが必要となる。このため、別途準備されたデータテーブルを利用してもよい。

【００２０】

この運転制御装置１５においては、給水装置の運転制御プログラム２２に従って、ＣＰＵ２３が全体的な演算制御動作を行う。即ち、ＣＰＵ２３はこのプログラム２２に従って、圧力センサ１４の吐出圧力信号Ｐに従い推定末端圧力一定制御方式によるポンプの可変速運転を行うべく、インバータ装置に速度指令を与える。そして、ポンプの解列時には、圧力センサからのポンプ吐出圧力Ｐとその時のポンプ回転速度Ｎにおける締切圧力ＰＦとをテーブル２１から読み出し、ＣＰＵ２３によりこの大小の比較を行う。

【００２１】

図４は、本発明の実施の形態の運転制御方法のフローを示す図である。２台のポンプが並列運転中であり、一方のポンプが固定速度で運転され、他方のポンプが所要の目標圧力となるように回転速度が制御される可変速運転中であることを「並列運転」のステップで確認する。このような運転状態であるとすれば、「Yes」であり、次に現在の実際吐出圧力Ｐとその回転速度Ｎにおけるポンプ締切圧力ＰＦとが比較される。そして、実際の吐出圧力Ｐがその回転速度Ｎに対応したポンプ締切圧力ＰＦより大である場合には、「Yes」であり、ポンプの解列動作を行う。ポンプの解列動作は、そのような状態が検出されてから、例えば数秒間の時間同じ状態が継続することを確認して可変速運転中のポンプを停止して、他の一台の固定速度で運転しているポンプを可変速運転に切り換えることにより行われる。実際の吐出圧力Ｐがその回転速度に対応するポンプ締切圧力ＰＦよりも小である場合には、水量Ｑが切換点Ａよりも大であると判断され、解列動作は実行されない。

フローには図示されないが、追加解列が頻繁に繰り返される現象を緩和するため、必要に応じて解列判断を遅延させるタイマーを設けてもよい。

【００２２】

尚、上記実施の形態においては、推定末端圧力一定制御方式について本発明の解列制御方法を適用する例について説明したが、推定末端圧力一定制御方式以外にも、通常の目標圧力を一定にするポンプの可変速運転制御方式にも、同様に本発明の趣旨を適用できることは勿論である。又、上述の実施の形態においては、ポンプが２台であり１台を固定速度で運転し、他の１台を可変速度で運転する例について説明したが、３台以上のポンプがあるシステムにおいても、本発明の趣旨を同様に適用可能である。

また、ポンプ流入側が水道管につながっている直結給水装置の場合には、流入側に圧力センサを設け、流入圧力値により、ポンプ回転速度パラメータを補正する補正制御を付加す

れば、本発明の趣旨を同様に適用可能である。

【００２３】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明によれば、高価なフローリレー、或いは複雑で且つ必ずしも精度のよくない複雑な計算式による解列回転速度の設定が不要となるので、低コストで且つ使い易い給水装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態の給水装置の概要を示す図である。

【図２】本発明の解列動作の説明のためのポンプのＱＨ特性図である。

【図３】本発明の実施の形態の制御系の概略構成を示すブロック図である。

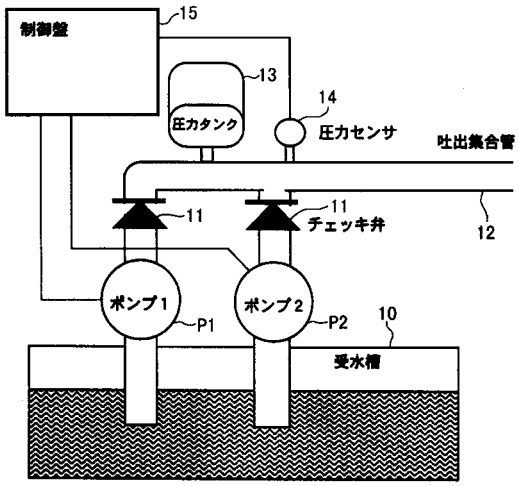
【図４】本発明の解列動作のフロー図である。

【図５】　従来の給水装置の概要を示す図である。

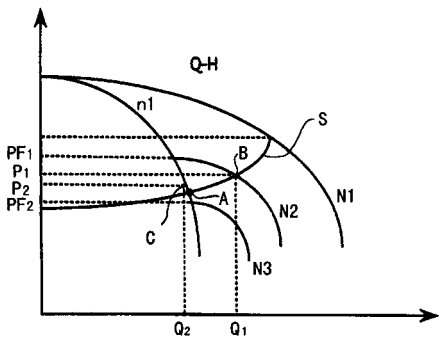
【符号の説明】

１０　受水槽
１１　チェッキ弁
１２　吐出集合管
１３　圧力タンク
１４　圧力センサ
１５　制御盤（運転制御装置）
２１　ポンプ回転速度と締切圧力とのテーブル
Ｐ１，Ｐ２　ポンプ

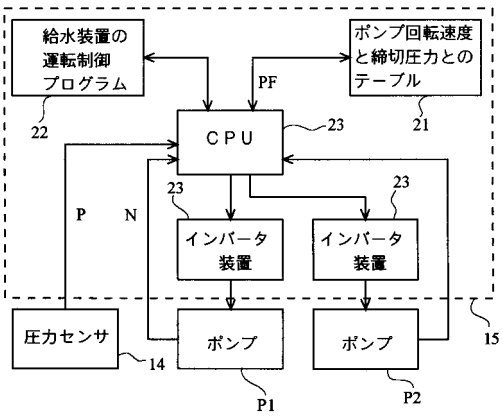
【図１】



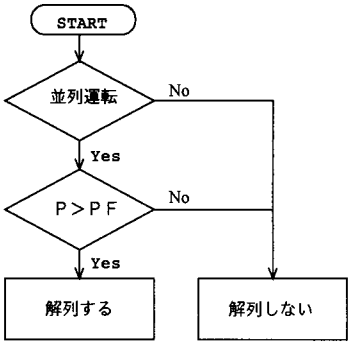
【図２】



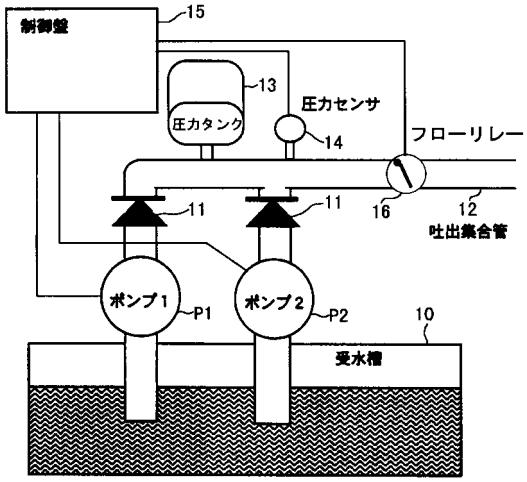
【図３】



【図４】


START
並列運転
No
Yes
P＞PF
No
Yes
解列する
解列しない

【図５】


制御盤
15
13
圧力タンク
圧力センサ
14
フローリレー
11
11
16
12
吐出集合管
ポンプ1
P1
ポンプ2
P2
10
受水槽

フロントページの続き

(72)発明者　浜田　博和
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内
(72)発明者　木下　昇
神奈川県藤沢市本藤沢４丁目１－１　株式会社　荏原電産内

審査官　尾崎　和寛

(56)参考文献　特開平２－１１２６９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－３８１９３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－５１１９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F04D 15/00
F04B 49/06　321